无线电爱好者(上)——

业余无线电通信制作改进修理

《电子文摘报》社
《家庭电子》杂志社 编

成都科技大学出版社

【川】新登字 015 号

内容题要

无线电爱好者丛书(上)共分十四章,第一章介绍了 10 余种对讲机的原理、制作及调试方法;第二章介绍了 30 余种无线通信用发射机的电路原理、元件选择、制作和调试方法;第三章介绍了 FM 接收机、C 波段卫星机高频头、27MHz 变频器、超外差无线遥控接收机的工作原理、制作与调试方法;第四章和第五章主要选编了 30 余种发射/接收用集成电路资料,包括:电路说明、性能参数表及典型应用电路等;第六章例举了 20 余种单元电路的制作及原理简介;第七章向读者提供了几种在无线通信方面常用的测试电路,包括制作、调试等内容;第八章为天线制作篇,详细的讲解了十余种天线的原理及制作方法;第九章对部分通信设备的改进、改制等作了比较详细的分析介绍;第十章、第十一章介绍了 20 余种无线遥控及传发电路和 10 余种无线话筒的工作原理、元件选择及制作调试方法;第十三章对超声波、红外线等其它无线收/发电路作了介绍;第十四章向广大读者介绍了业余无线电通信方面的小知识。最后在附录部分给出了 SN－739 无线电话机及 IC－2410A/E/H 无线对讲机的电路原理图。

该书以原理、制作、调试为基础,结合实际电路即可自制。是广大专业人员、业余无线电通信爱好者及业余电子爱好者们不可多得的一书实用工具书籍。

责任编辑:刘晓辉 曹 琳
技术设计:刘晓辉 朱 梅 乔 鸿
封面设计:朱 梅

无线电爱好者丛书(上)

业余无线电通信制作改进修理

《电子文摘报》社
《家庭电子》杂志社 编

成都科技大学出版社出版
四川省现代科技彩印厂印刷
新华书店重庆发行所经销
开本:787×1092 毫米 1/16 印张 16.25
1995 年 4 月第 1 版 1995 年 4 月第一次印刷
字数:360 千字 印数 1－10000 册
ISBN7－5616－2992－3/TN・66

全书定价:16.00 元 上册定价:17.00 元

TN8
D52

384221

无线电爱好者丛书(上)

业余无线电通信制作改进修理

《电子文摘报》社
《家庭电子》杂志社 编

成都科技大学出版社
• 1995 •

前　言

当今世界各国都很重视通信事业的发展。业余无线电通信，是目前世界上数量居首位的无线通信方式，全世界以登记注册的业余电台竟高达100多万座。其通信方式有等幅电报、调幅电话、单边带电报、电话、慢扫描电视、电传、传真、计算机数据通信、人造卫星通信及月亮表面反射通信等。业余电台遍布世界各个角落。“国际电讯联盟”还明文规定许多业余无线电频段为遇险救灾用专用通信频段。我国早在20年代就有业余电台活动了，现已开设了几十座业余无线电台。为此，随着无线通信技术的不断发展，广大用户、电子爱好者和业余无线电通信爱好者们亟需该技术领域的参考书籍。为了满足广大读者的要求，我们同刘晓辉、朱梅、乔鸿、熊朝辉等同志共同编辑出版了全国第一本业余无线通信制作方面的专业书籍。

该无线电爱好者丛书共分上、中、下三册：其中，下册为“电源乐器游戏制作改进修理”、中册为“仪器仪表工具制作改进修理”。上册共分十四章，文中介绍了10余种对讲机、30余种无线通信用发射机、接收机的制作、调试及电路工作原理等；选编了10余种发射用集成电路和20余种常用的接收机用集成电路等资料；并对无线通信方面的部分单元电路、常用的测试电路和天线的原理、制作作了详细的讲解和分析；还对部分通信设备进行了改进、改制及修理等实际应用讲解；在第十章、第十一章还介绍了20余种无线遥控、传发电路和10余种无线话筒电路等实用的家用电子电路给出了工作原理，制作方法的调试技巧；对超声波、红外线等其它无线收/发方面的实用电器也作了比较详细的分析和制作例解。在最后的附录部分给出了SN—739无线电话机及IC—2410A/E/H无线对讲机的电路原理图以供广大读者在实际使用、维护及修理中参考。

本书以制作为基础，以理论结合实际地比较全面地介绍了无线通信机的制作方法和制作中的技巧。在制作中，希望广大读者严格遵守我国无线电管理委员会的有关规定及国家的有关法规和标准。

本书在编写过程中时间仓促，难免会有错误和不足之处，请广大读者指正。

编　者

1994年11月

目　录

第一章　无线电对讲机整机制作

一、制作手持式对讲机 …… 1
1. 电路工作原理 …… 2
2. 对讲机的制作 …… 4
3. 对讲机的调试 …… 5
二、1W 手提式无线电对讲机 …… 6
1. 电路工作原理 …… 6
2. 零件选择及线圈自制 …… 7
3. 对讲机的制作及调试 …… 9
三、业余无线电通信机的制作 …… 10
1. 29MHz 小型调频(FM)发射机的制作 …… 10
2. 29～30MHz 调频(FM)接收机的制作 …… 11
3. 29MHz 50W 功率提升器的制作 …… 17
四、144MHz FM 袖珍型无线对讲机的制作 …… 20
1. 电路工作原理 …… 20
2. 对讲机的制作 …… 21
3. 对讲机的调整 …… 22
五、74MHz 无线对讲机的制作 …… 22
1. 电路工作原理 …… 22
2. 对讲机的制作及调试 …… 23
六、50MHz QRP 对讲机的制作 …… 23
1. 电路工作原理 …… 23
2. 对讲机的制作 …… 24
3. 对讲机的调整 …… 25
七、简易无线对讲机的制作 …… 25
1. 电路工作原理 …… 25
2. 元件选择与制作 …… 26
3. 对讲机的调试 …… 26
八、F30－3 型调频无线对讲机的制作 …… 26
1. 对讲机主要技术指标 …… 27

2. 电路工作原理 …… 27
3. 对讲机的制作及调试 …… 27
九、简易 220MHz 调频对讲机的制作 …… 30
1. 电路工作原理 …… 30
2. 对讲机的改进与制作 …… 32
3. 对讲机的调试 …… 33
十、有线、无线、电力线载波三用对讲机的制作 …… 33
1. 电路工作原理 …… 33
2. 对讲机的元件选择及调试 …… 34
十一、最简单的无线对讲机的制作 …… 35
1. 电路工作原理 …… 35
2. 对讲机的元件选择 …… 35
3. 对讲机的制作及调试 …… 35
十二、远距离、无线多路遥控传呼器的制作 …… 36
1. 电路工作原理 …… 36
2. 整机元件选择 …… 38
3. 整机简单调试 …… 38
十三、用单片 ULN－2204 收音机做无线对讲机 …… 38
1. 电路工作原理 …… 38
2. 组装与调试 …… 39

第二章　无线通信用发射机

一、多功能新颖调幅发射机 …… 40
1. 电路工作原理 …… 40
2. 发射机元件选择 …… 40
二、简单易制的高效 CW 发射机 …… 41
1. 电路工作原理 …… 41
2. 发射机元件选择 …… 42
三、能自动转换的对讲机功率接续器 …… 42
1. 电路工作原理 …… 42
2. 发射机元件选择 …… 42
四、自制 20m 波段 CW QRP 业余电台发射机 …… 42
五、实验调频广播发射系统 …… 43
1. 电路工作原理 …… 43

2. 发射机元器件选择 …… 44
3. 发射机制作及调试 …… 44
六、25W CB 民用电台线性放大器 …… 45
1. 电路工作原理 …… 45
2. 放大器元件选择 …… 45
3. 放大器的制作 …… 45
4. 放大器的调试 …… 46
七、144MHz 3W 功率放大器 …… 46
1. 放大器的制作方法 …… 46
2. 放大器的调试方法 …… 47
八、27MHz QRP AM/CW 直接调制发射机的制作 …… 47
1. 电路工作原理 …… 48
2. 发射机的制作及调试 …… 49
九、小功率发射机的制作 …… 50
1. 电路工作原理 …… 50
2. 发射机的元件选择 …… 50
十、180m 波段小型发射机 …… 51
1. 电路工作原理 …… 51
2. 发射机元件选择 …… 51
3. 发射机的调试及使用方法 …… 51
十一、FM 立体声发射机的制作 …… 52
十二、对讲机功率接续器 …… 53
1. 电路工作原理 …… 53
2. 元件制作 …… 53
十三、用 WINA800 对 HW628P/TS 无绳电话扩距 …… 53
十四、AM 发射机的制作 …… 54
电路工作原理 …… 54
十五、简单的数据传输无线电发射机 …… 54
十六、10mW QRP AM 发射机制作 …… 55
1. 制作电路(一) …… 55
2. 制作电路(二) …… 56
十七、无线对讲机功率扩展器 …… 56
1. 电路工作原理 …… 56
2. 元件制作 …… 56
十八、声控调频发射机 …… 56
十九、无线调幅发射机 …… 57

二十、微型射频发射机 …… 57
二十一、27MHz AM/FM 发射机 …… 58
1. 电路工作原理 …… 58
2. 发射机的制作 …… 58
3. 发射机的调试 …… 58
二十二、6m 波段(50MHz)业余波段(40W)功率放大器 …… 59
1. 电路工作原理 …… 59
2. 放大器制作 …… 60
3. 制作中的注意事项 …… 60
二十三、144MHz FM 频带功率放大器制作 …… 61
1. 电路工作原理 …… 61
2. 放大器的制作 …… 61
二十四、间歇调变的迷你标帜发射机 …… 61
二十五、28MHz 10W 功率提升器制作 …… 62
1. 电路工作原理 …… 62
2. 放大器制作及调试 …… 63
二十六、迷你调频广播发射机 …… 63
二十七、全 IC 袖珍调频广播电台 …… 64
1. 电路工作原理 …… 64
2. 电台的调试 …… 65
二十八、便携式 QRP CW 发射机 …… 65
1. 电路工作原理 …… 65
2. 发射机的制作及调试 …… 67
二十九、高效率 80m 业余无线电发射机 …… 67

第三章　无线通信用接收机

一、容易制作的 FM 接收机 …… 69
1. 电路工作原理 …… 69
2. 接收机的制作 …… 69
二、自制 27MHz 变频器 …… 70
三、C 波段家用卫星接收机高频头制作 …… 70
1. 低噪声放大器 …… 71
2. 介质振荡器 …… 71
3. 双平衡混频器 …… 71

四、超外差无线遥控接收器的制作 …… 72
1. 电路工作原理 …… 72
2. 接收机调试方法 …… 73

第四章　发射机用集成电路

一、MC2831A FM 窄频带发射集成电路 …… 74
1. 电路说明 …… 74
2. 性能参数表 …… 74
二、MC2833 FM 窄频带发射集成电路 …… 75
1. 电路说明 …… 75
2. 性能参数表 …… 76
3. 典型应用电路 …… 77
三、RA2312 无线电控制发射集成电路 …… 78
1. 电路说明 …… 78
2. 性能参数表 …… 78
3. 典型应用电路 …… 80
四、KA2310 无线电控制发射集成电路 …… 80
1. 电路说明 …… 80
2. 性能参数表 …… 81
3. 典型应用电路 …… 82
五、KS5410 红外遥控发射集成电路 …… 82
1. 电路说明 …… 82
2. 性能参数表 …… 83
3. 典型应用电路 …… 84
六、KS5803A/B 红外遥控发射集成电路 …… 84
1. 电路说明 …… 84
2. 性能参数表 …… 85
3. 典型应用电路 …… 87
七、LM1812 超声波收/发器集成电路 …… 87
1. 电路说明 …… 87
2. 性能参数表 …… 88
3. 典型应用电路 …… 89
八、LM1871 无线电遥控发射集成电路 …… 89
1. 电路说明 …… 89

2. 应用说明 …… 89
九、8510 15 通道单片无绳电话集成电路 …… 91

第五章　接收机用集成电路

一、MC3361 接收机集成电路 …… 94
1. 电路说明 …… 94
2. 典型应用电路 …… 94
二、MC3362 接收机集成电路 …… 95
1. 电路说明 …… 95
2. 典型应用电路 …… 96
三、MC3363 接收机集成电路 …… 97
1. 电路说明 …… 97
2. 典型应用电路 …… 97
四、MC3367 低电压接收机集成电路 …… 98
1. 电路说明 …… 98
2. 典型应用电路 …… 99
五、LM1872 接收机集成电路 …… 100
1. LM1872 的主要特点 …… 100
2. 典型应用电路 …… 100
六、LM565 锁相环集成电路 …… 101
1. 电路说明 …… 101
2. 性能参数表 …… 102
七、LM566/C 压控振荡器集成电路 …… 103
1. 电路说明 …… 103
2. 性能参数表 …… 104
3. 典型应用电路 …… 105
八、LM567/C 音频译码器集成电路 …… 105
1. 电路说明 …… 105
2. 性能参数表 …… 106
九、LM909 遥控接收机集成电路 …… 107
1. 电路说明 …… 107
2. 性能参数表 …… 108
3. 典型应用电路 …… 109

十、KA2303 无线电控制接收机集成电路 …… 110
1. 电路说明 …… 110
2. 性能参数表 …… 111
3. 典型应用电路 …… 111
十一、KA2304 无线电控制接收机集成电路 …… 112
1. 电路说明 …… 112
2. 性能参数表 …… 113
3. 典型应用电路 …… 113
十二、KA2305A 无线电控制接收机集成电路 …… 113
1. 电路说明 …… 113
2. 性能参数表 …… 114
3. 典型应用电路 …… 115
十三、KA2306A 无线电控制接收机集成电路 …… 115
1. 电路说明 …… 115
2. 性能参数表 …… 116
3. 典型应用电路 …… 117
十四、KA2309 无线电控制接收机集成电路 …… 118
1. 电路说明 …… 118
2. 性能参数表 …… 118
3. 典型应用电路 …… 120
十五、KA2311 无线电控制接收机集成电路 …… 121
1. 电路说明 …… 121
2. 性能参数表 …… 121
3. 典型应用电路 …… 123
十六、MC145447 传呼识别集成电路 …… 123
十七、UAA2080T 无线传呼机用集成电路 …… 124
1. 电路说明 …… 124
2. 典型应用电路 …… 126
十八、CX20155 调谐器集成电路 …… 127
十九、NE602 移动无线电话机专用集成电路 …… 127
1. 电路说明 …… 127
2. 典型应用电路 …… 128

第六章　无线通信用单元电路

一、有优先级的音频通道转换开关 …… 130
二、自动转信电路 …… 130
三、压缩功率话筒 …… 131
四、无线电台的交直流自动切换电路 …… 131
五、多功能调制监示器 …… 132
六、简单的 AGC 电路 …… 132
七、VHF 射频开关制作 …… 133
1. 电路工作原理 …… 133
2. 射频开关的制作 …… 133
八、可变射频衰减器 …… 133
九、WSH－1 型电源保护器 …… 133
十、UHF 音频/视频调制器 TDA5664X …… 134
1. 电路工作原理 …… 134
2. 调制器制作 …… 135
十一、简单的 VOX …… 135
十二、LC 振荡器 …… 136
十三、430MHz 频道驻波比表及无线调节器的制作 …… 136
十四、无线对讲机自动静噪电路 …… 138
十五、无线集群系统单工手机准单双工转换器 …… 138
十六、新型无线长波编码遥控器 …… 138
1. 电路工作原理 …… 139
2. 安装及调试 …… 139
十七、UHF VCO …… 140
十八、50/75Ω 阻抗转换器的设计与制作 …… 140
十九、SCA 广播解调器 …… 141
二十、一种实用廉价的射频调制器 …… 141
1. 电路工作原理 …… 141
2. 元件选择与制作 …… 142
3. 安装与调试 …… 142
二十一、手机用 Standby Bi 的制作 …… 143

第七章　无线通信用测试电路

一、专用低功率计的制作 …… 144

1. 功率计制作 …… 144
2. 功率计调整 …… 144
二、简易 U/V 信号发生器 …… 145
三、用数字调谐收音机作高频频率计 …… 145
四、便携式 100～1000MHz 驻波比测试仪 …… 146
五、制作 SWR 表 …… 147
六、袖珍电台小天线谐振频率的测量 …… 148
七、多样化的晶体测试器 …… 148

第八章　天线制作

一、可增加对讲机通话距离的便携天线 …… 150
二、螺旋天线的设计与制作 …… 150
三、一个手持式水平极化天线的制作 …… 151
1. 制作器材和工具 …… 151
2. 制作方法 …… 151
3. 天线调试 …… 152
四、短波接收机用宽带有源天线 …… 152
1. 电路工作原理 …… 152
2. 制作与调整 …… 153
五、固定在玻璃上的 2m 电话天线 …… 153
1. 系统工作原理 …… 153
2. 天线设计 …… 154
3. 天线制作 …… 154
六、简易 VHF 和 UHF 天线共用器 …… 155
1. 电路工作原理 …… 155
2. 元件选择 …… 155
3. 天线制作 …… 156
4. 该天线在其它频带的应用 …… 157
5. 天线共用器的组装 …… 158
6. 电感计算程序 …… 158
七、浅论半波偶极天线 …… 159
八、接收天线 …… 160
九、隐形天线 …… 161

十、DF—2 型 VHF 天线放大器 …… 161

第九章　无线通信设备的改进、改制

一、多功能无绳电话附加器 …… 162
二、提高通信接收机灵敏度的途径 …… 163
三、简易发射式电码练习器 …… 163
四、收音机改制发射机 …… 164
1. 电路工作原理 …… 164
2. 改制方法 …… 164
3. 发射机调试 …… 165
五、F30—3 型对讲机改进 …… 165
1. 改进(一) …… 165
2. 改进(二) …… 165
六、十波段收音机加装 TV 接收功能 …… 166
七、无线对讲机的新应用 …… 166
八、C150 手持式对讲机的改频技巧 …… 167

第十章　无线遥控及传发电路

一、自制电视游戏机简易无线发射器 …… 168
二、收音机接收电视伴音附加装置 …… 168
1. 制作方法 …… 168
2. 调试 …… 168
三、自制游戏机无线发射器 …… 169
四、S—Video/PAL 视频转换器 …… 169
1. 电路工作原理 …… 169
2. 转换器制作 …… 170
五、多功能电视录像放大转换发射器 …… 170
六、简单实用的防破坏无线报警器 …… 171
七、电视伴音无线收听器 …… 171
八、玩具发射器 …… 172
九、移动式无线耳机 …… 172
1. 电路工作原理 …… 172

2. 元件选择及调试 …… 173
十、家用录像机射频发射器 …… 173
十一、电视伴音 AM、FM 转发器 …… 174
1. AM 无线传声系统 …… 174
2. FM 无线传声系统 …… 174
十二、电视伴音传发器 …… 175
十三、实用的 FM 无线转发器 …… 175
十四、调频迷你广播器 …… 176
十五、无线调频转录器 …… 177
1. 电路工作原理 …… 177
2. 转录器调试 …… 177
3. 使用说明 …… 178
十六、自制简易视频信号射频调制器 …… 178
十七、方便可靠的多通道遥控器 …… 179
十八、实用无线电遥控调压开关 …… 180
1. 电路工作原理 …… 180
2. 元件与制作 …… 181
3. 安装与调试 …… 181
十九、单通道无线遥控器 …… 182
1. 单通道遥控接收机线路图 …… 182
2. 单通道遥控发射机线路图 …… 182

第十一章　无线话筒

一、单管调频无线话筒 …… 183
二、高性能无线话筒 …… 183
三、无线话筒的制作 …… 184
1. 高稳定性无线话筒 …… 184
2. 强指向性无线话筒 …… 185
四、摄像机无线话筒 …… 185
五、1.5V 无线话筒 …… 186
六、单管简易调幅话筒的制作 …… 186
七、1.5V 无线调频传声器 …… 187
八、多用途无线话筒 …… 187

九、多功能无线话筒 …… 188
十、低压小型电池供电无线话筒 …… 189
十一、微型无线话筒 …… 190
1. 电路工作原理 …… 190
2. 元器件选择 …… 190
3. 安装与调试 …… 190
十二、新颖简单的无线话筒 …… 191
十三、直接耦合调频无线话筒 …… 191
十四、FM 话筒的制作 …… 191
1. 普通无线话筒制作 …… 192
2. 微型无线话筒制作 …… 194
3. 高保真话筒的制作 …… 195
4. 立体声话筒的制作 …… 196
5. 卡拉 OK 话筒的制作 …… 198
6. 远距离调频话筒的制作 …… 198

第十二章　无线通信机的调试及维修

一、高频功率放大器的制作和调整方法 …… 200
二、无线通信发射机装调经验 …… 200
三、无线通信电路振荡器调整技巧 …… 201
1. 稳定振荡反馈量的调整 …… 201
2. 调整振荡频率范围 …… 202
四、提高发射功率的方法 …… 202
五、无线电话机发射频响超差的解决 …… 202
六、改善短波段收听效果一法 …… 203
七、巧修脱节拉杆天线 …… 203
八、C450 无线对讲机故障检修 …… 203
1. 故障现象 …… 203
2. 分析与检修 …… 203
九、F30－3 型无线对讲机检修实例 …… 204
1. 静噪失控(一) …… 204
2. 静噪失控(二) …… 204
3. 通信距离明显缩短 …… 204

十、无绳电话维修二例 …… 205
1. 故障(一) …… 205
2. 故障(二) …… 205
十一、C－15 手持机检修方法 …… 205
十二、C－15 手持机检修一例 …… 206
十三、健伍 TH25A 对讲机特殊故障一例 …… 206

第十三章　其它无线控制电路

一、超声波多普勒探测器 …… 207
1. 电路工作原理 …… 207
2. 探测器的调试 …… 207
二、SHF－1 型保安防盗报警器 …… 208
三、超声波无线耳机 …… 209
1. 电路工作原理 …… 209
2. 制作与调试 …… 210
四、红外线键控器 …… 211
1. 电路工作原理 …… 211
2. 键控器制作 …… 212
3. 键控器调整 …… 212
五、红外线耳机发射器 …… 212
六、红外线语音通讯器 …… 213
七、载波式遥控开关 …… 213
1. 电路工作原理 …… 213
2. 制作要点 …… 215
3. 遥控开关调试 …… 215
八、超声波遥控语言门铃 …… 215
1. 电路工作原理 …… 216
2. 元器件选择 …… 216
3. 安装与调试 …… 216
九、用 SL517A 制作的超声波遥控开关 …… 217
1. 电路工作原理 …… 217
2. 元器件选用 …… 218
3. 制作与调试 …… 218

十、实验红外线双工通话机 …… 218
1. 电路工作原理 …… 218
2. 元件选择及制作 …… 219
十一、超声波遥控电路 …… 219
十二、红外线遥控电路 HT …… 220

第十四章　业余无线电通信小知识

一、什么是“业余电台” …… 221
二、业余无线电通信名词术语 …… 221
1. 接收机 …… 221
2. 接收天线 …… 221
3. 波导管 …… 222
4. 馈线 …… 222
5. AMPS …… 222
6. CDMA …… 222
7. GMSK …… 222
8. QSL 卡 …… 222
三、业余电台 Q 简语 …… 222
四、业余无线电缩语 …… 223
五、业余无线电波段及功率限制 …… 224
六、业余无线电通讯信使用波段关系 …… 225
七、业余电台及其呼号 …… 225

附　录

一、SN－739 无线电话机电路原理图 …… 227
二、IC－2410A/E/H 无线对讲机电路原理图 …… 231

第一章　无线电通信机整机制作

一、制作手持式对讲机

本无线对讲机具有体积小(47×31×147.5mm)、功耗低、有效作用距离较远(1.6～4.8km)等特点。该机的集成化较高,所以制作和调试简单,工作可靠。

该机的接收灵敏度高,典型值为 0.3μV(12－dB SINAD),发射板的效率不低于 90%。对讲机使用改进型的 E 类放大器,具有极高的增益,它能向 50Ω 天线或模拟负载提供 3W 的连续波功率。这种高效率放大器功耗较小,在静噪模式下充电电池一次可使用 80 小时。

对讲机工作频率设计范围为 27MHz～32MHz,使用晶体振荡器和一些校正过的频率元件以实现窄带调频通信。本文给出的例子其工作频率为 27.145MHz,若对其频率电路稍作修改(改变有关元件的值),工作频率可高到 60MHz,即对讲机可工作在 6～7m 的业余无线电频段。

对讲机外壳顶部有一个 ON－OFF 开关(如图 1－1 所示),音量和静噪旋钮以及一个电源指示发光二极管。对讲机使用 50Ω 的 BNC 插口与一个可拆卸 177.8mm 长的天线相连,除了电源盒、麦克风和扬声器外,所有的元件均安装在一个双面 PCB 板上。由于大量使用集成电路及表面安装器件(在制作时可用 1/16W 的元器件代换),使印刷电路板的尺寸小到 57×79mm。

对讲机包括 3 个部分:发射电路、接收电路和电源电路。发射电路是以 Motorola 的低功率 FM 发射集成电路 MC2833 为核心进行设计的。接收电路则使用了 Motorola 的小功率双变频集成电路 MC3363,这两个集成电路的引脚图及功能方框图分别见图 1－2 和图 1－3。

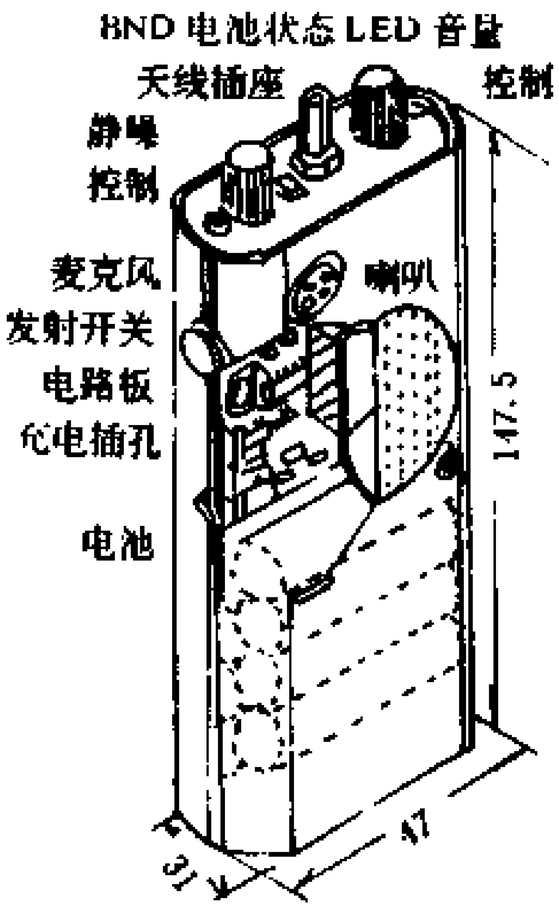


图 1－1

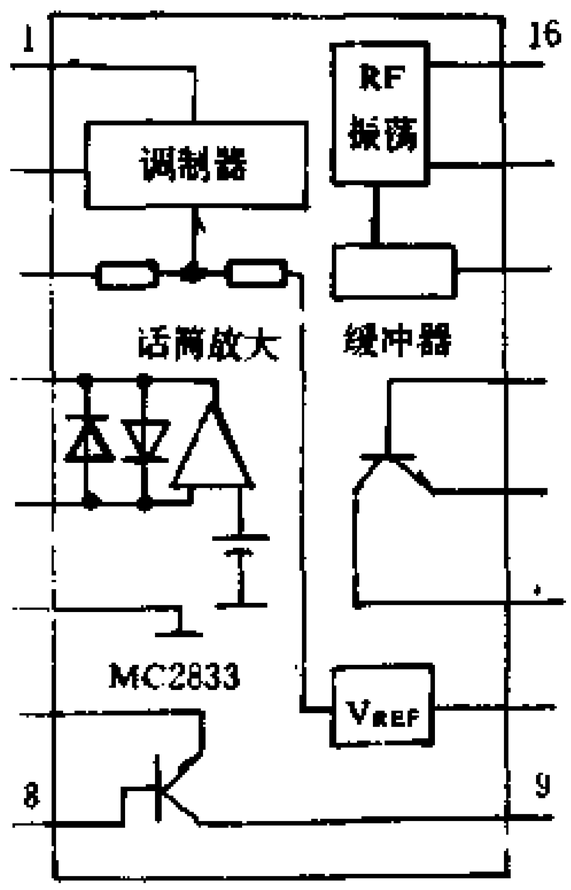


图 1－2

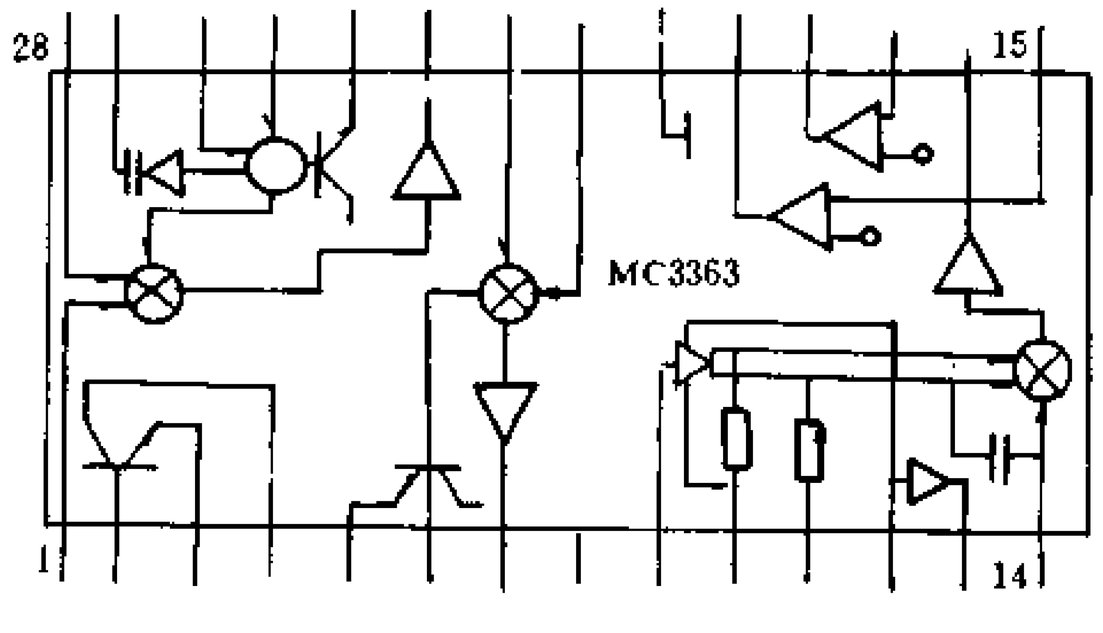


图 1—3

1. 电路工作原理

(1)发射机部分

发射电路包括一个 3W 窄带 FM E 类放大器，其效率高于 90%。发射电路前端接到低功率 FM 发射芯片 IC1(见图 1—4 所示)。麦克风拾得的语音信号经 IC1 的第①脚馈入麦克风放大器电路，放大器的增益由 R11 设定，放大器输出的语音信号将驱动 FM 调制器。

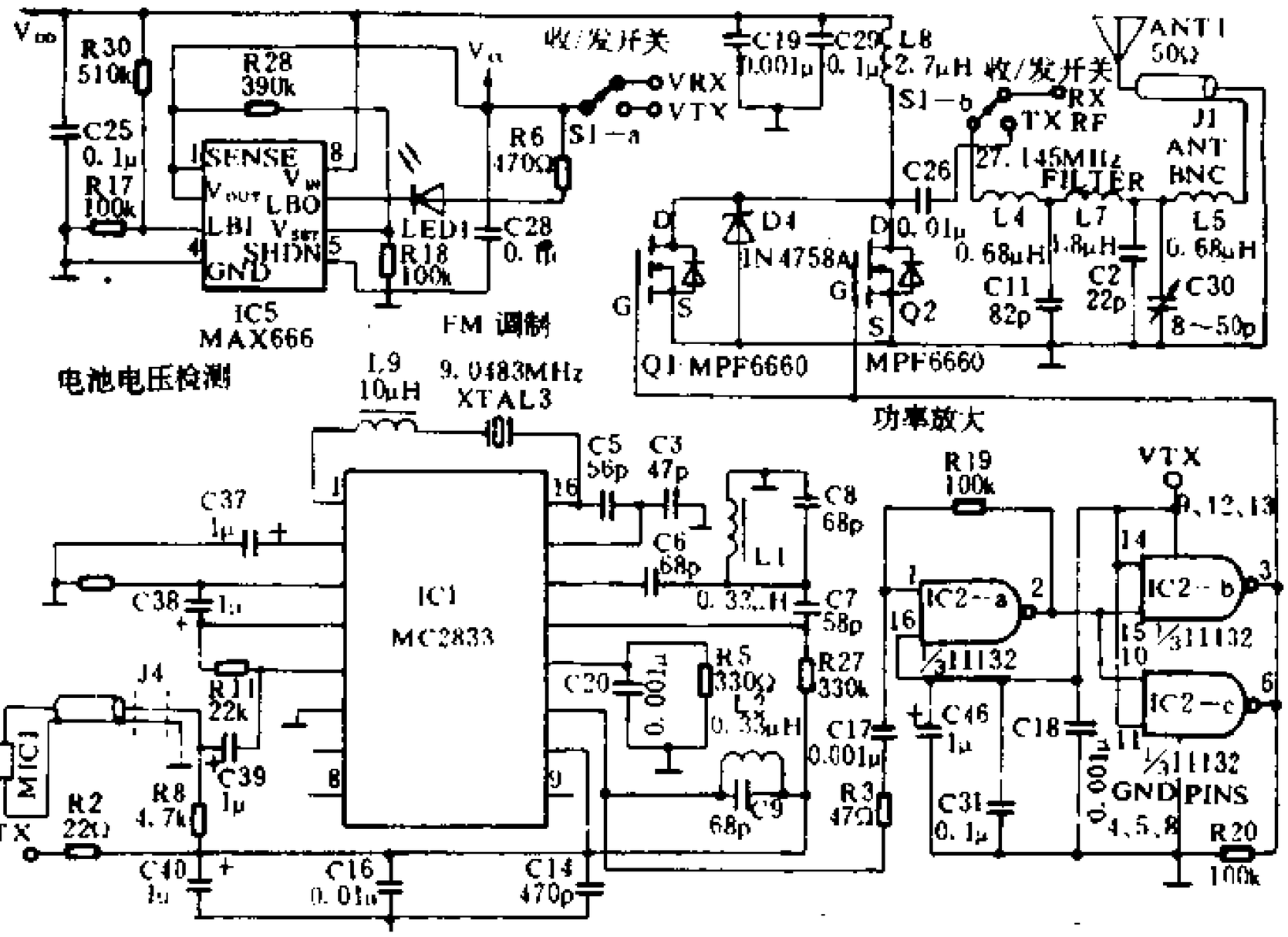


图 1—4

用语音信号控制晶体振荡器中的可变电抗器即可获得调频信号，但可变电抗器不可能使晶体振荡器产生几千赫兹的频偏，故使用倍频来得到所需的频偏和发射载波。图中晶体振荡器的基频为发射载频的三分之一即 9.0483MHz。当无语音调制信号时，振荡器的频率由 L9 决定。振荡器的缓冲输出由第⑭脚 RF OUT 输出，然后由电感 L1 和电容 C8 组成的选频(滤波)电路提取振荡器的第三次谐波成分。L1 和 C8 的输出即是所需的载波，且其调制频偏是接收电路所要求的 5kHz，接着这个信号通过一个调谐的共射极放大器进行放大并平滑载

波。

高速 CMOS 逻辑集成电路 74AC11132 内有多个施密特触发器用作钳位削波及驱动。IC2—a 对送自第①脚的信号限幅，而 IC2—b 和 IC2—c 并联在一起驱动双增强型 MOS FET 管 Q1 和 Q2 功放管。MOS FET 功率管的低导通(ON)阻抗和 IC2 的高速开关一起实现了 E 类放大。

如果激励开关不需要消耗功率，发射功放级的效率将达到 100%。尽管 FET 管不是理想开关，但有如下特性：驱动 FET 管所要求的输入功率非常低，其开关速度非常高(<6ns)。FET 的这一特性使得本机发射效率实测约 90%(RF 功率测自 50Ω 模拟负载)。五极滤波网络除滤波外，还使得 MOS FET 开关的输出阻抗与天线阻抗匹配。可变电容器 C30 是输出级与天线阻抗匹配的微调元件。为了获得 E 类工作点，对负载和倍频器均应按本文有关说明进行校准和调谐。齐纳二极管 D4 承担失谐和过载保护。电源电路里的 R31 是过载保护电阻。

稳压电源电路见图 1—4 左上角，IC5 是 Maxim CMOS 低压稳压集成电路，有如下特点：静态电流很低约 15μA，且具有电池低压检测功能。电阻 R18 和 R28 将稳压输出设定为 6.4V。这个电压值没超过 IC2 所限定的最大高电平值而又适合驱动 MOS FET 管 Q1 和 Q2。与 IC5 第③脚 LBI 相连的电阻 R17 和 R30 为电池低压设定电阻，设定值约为 8V。因为稳压集成块是 CMOS 器件，高值电阻放置在反馈回路中以减小功耗，IC5 第⑦脚 LBO 是一个漏极开路输出端，可驱动电池低压指示发光二极管 LED1。收/发开关 S1—a 分别控制接收电路和发射电路的工作。电源盒由 8 节 1.2V、500mAh 的可充电镍镉电池组成，电源盒可通过连接器 J2 由一个 120VAC～12VDC 非稳压电源充电。

(2)接收机部分

来自天线的接收信号通过由 L4、L7、L5 以及电容 C11、C2 和 C30 组成的发射带通滤波器进行频率预选(如图 1—5 所示)，然后通过收/发开关 S1—b 馈入阻抗匹配网络，阻抗匹配网络由 C10 和 L3 组成，见图 1—5 的左面部分，这是一个很常规的 2 级预选电路。二极管 D1 和 D2 提供过载保护以防馈入的信号过强而损坏射频放大器的前端电路。馈入的信号经 IC(MC3363)内部的共射极 RF 放大器放大后送至与第①脚相联的第一级混频电路。

RF 放大器的增益约为 20dB，第一级本振(LO)取晶振的第 3 次谐波，通过集成电路内的放大器驱动第一级混频电路。第一变频本振频率应比载波频率高出 10.7MHz(第一中频频率)，即为 37.845MHz。该混频电路是一个双平衡倍增器，约有 18dB 的变频增益。混频电路的输出级使用了一个射极跟随器，其输出阻抗约为 330Ω，以便和陶瓷滤波器实现良好匹配。F2 是一个 10.7MHz 的陶瓷带通滤波器，滤除第一变频输出信号中不需要的通带外的谐波。第二级本振信号则取自晶体振荡器 XTAL2 的基波 10.245MHz 与 10.7MHz 的第一中频混频后得到第二中频信号 455kHz，第二次变频级的增益约为 21dB。455kHz 陶瓷滤波器 F1(图 1—5 中 IC3 的左侧)为 MC2833 FM 发射芯片 IC1 内的限幅放大器提供窄带滤波。限幅器限制 455kHz 第二中频信号而消除了不必要的幅率调制。然后中频信号进入音频解调电路，IC3 内的正交解调器将解调出音频信号，正交解调器的一个中周 L10 调谐在 455kHz 上。

FM 接收芯片 IC3(见图 1—5)内部有一个运算放大器组成有源滤波器对来自 FM 发射

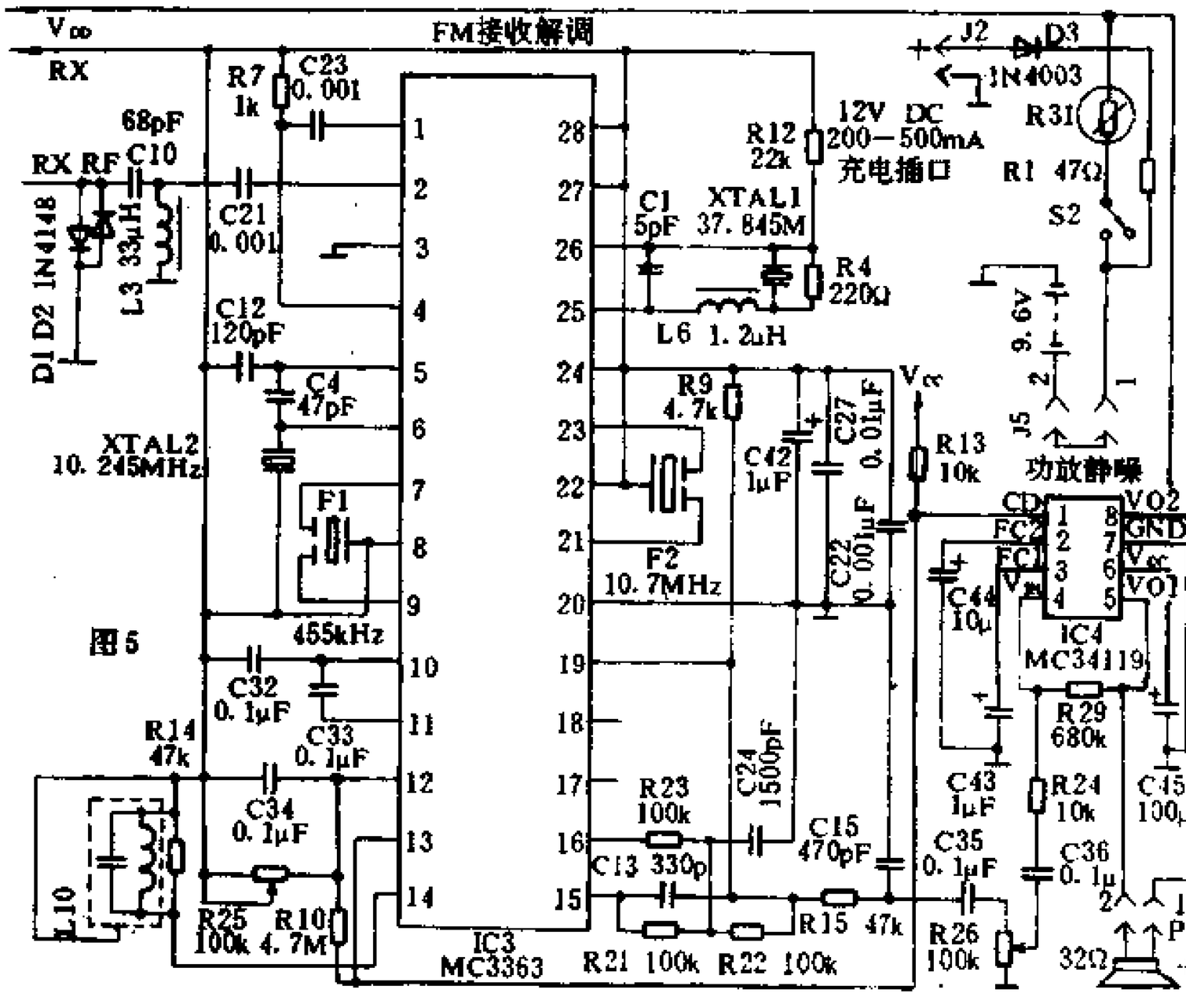
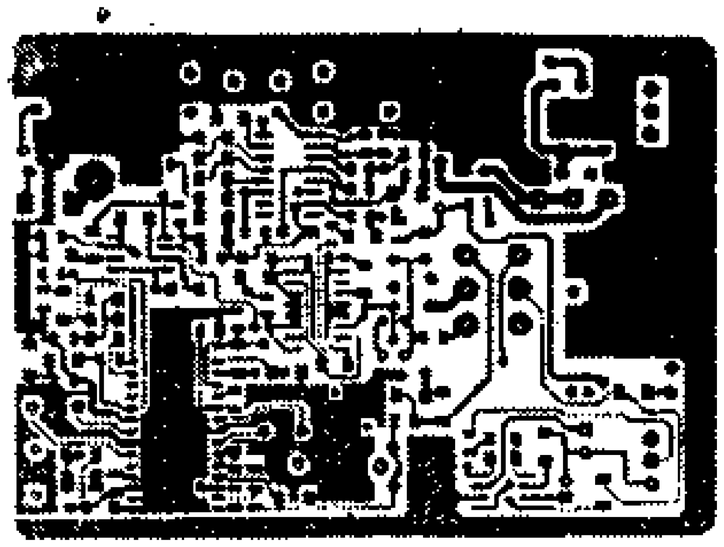


图 1—5

芯片 IC1 的⑯脚上的音频信号进行滤波，这个有源滤波器与 IC3 的第⑮脚和第⑲脚相连，还包括电容 C13、C24 和 C15 以及电阻 R21、R22、R23 和 R15，其滚降频率为 3kHz。

静噪功能是由 MC3363 的载波检测引脚第⑬脚来实现的（见图 1—5），电阻 R10（在第⑫脚与第⑬脚之间）给静噪电路提供延时，可消除所不希望的“断缺”（breakthrough）现象。Motorola 的低功率音频放大器 MC34119D 有一个控制端（CHIP DISABLE）第①脚（CD），静噪电路的输出与此控制端相连，使该音频放大器芯片工作或断开。当对讲机处于静噪模式时，MC34119D 将断开而降低了功率消耗，这时 IC4 仍从非稳压电源 V_{oo} 得到电压，但功耗极小。这样，整个对讲机静噪模式时静态电流只有 7mA。音频放大器的增益由 R29（第④、⑤引脚之间）和 R24 决定，增益的近似表达式为：$A=2\frac{R29}{R24}$。



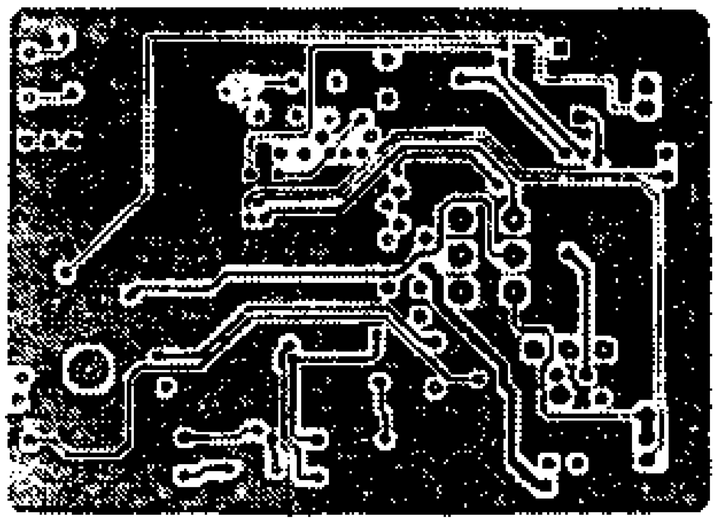


图 1—6

2. 对讲机制作（印制板见图 1—6 所示）

SMD 元件的取出与安装应使用前端弯曲的不锈钢小镊子，所有元件的焊接应使用 10～15W 细尖嘴电烙铁。使用高质量的细导线（直径 0.25～0.5mm）及 用吸锡编织带校正焊接中的失误。焊接好这些元件不仅需要焊接技巧，更需要耐心。因此装配对讲机的工作台要求光线

较好。参照元件装配图(如图 1—7 所示),装配时要特别留心有极性元件如二极管、电容器等。图中对各有极性器件都打有标记点。

焊接SMD IC 时,首先将 IC 放在印刷电路板上,让第一脚与对应的铜箔片对好,用镊子夹住芯片,使芯片的其它引脚放置到位。用电烙铁焊接好第一个引脚及对角线上的另一个引脚,这样,SMD IC 就定位了,再焊接其余引脚。如果产生了连焊,应及时用助焊剂和编织金属丝网予以去除。接下来是放置和安装所有的 SMD 片封电阻和电容。对于这些两端点的元件应先将其放置到位,用镊子夹住,先焊接好一端,然后焊接好另一端,要保证元件不虚焊、不连焊。

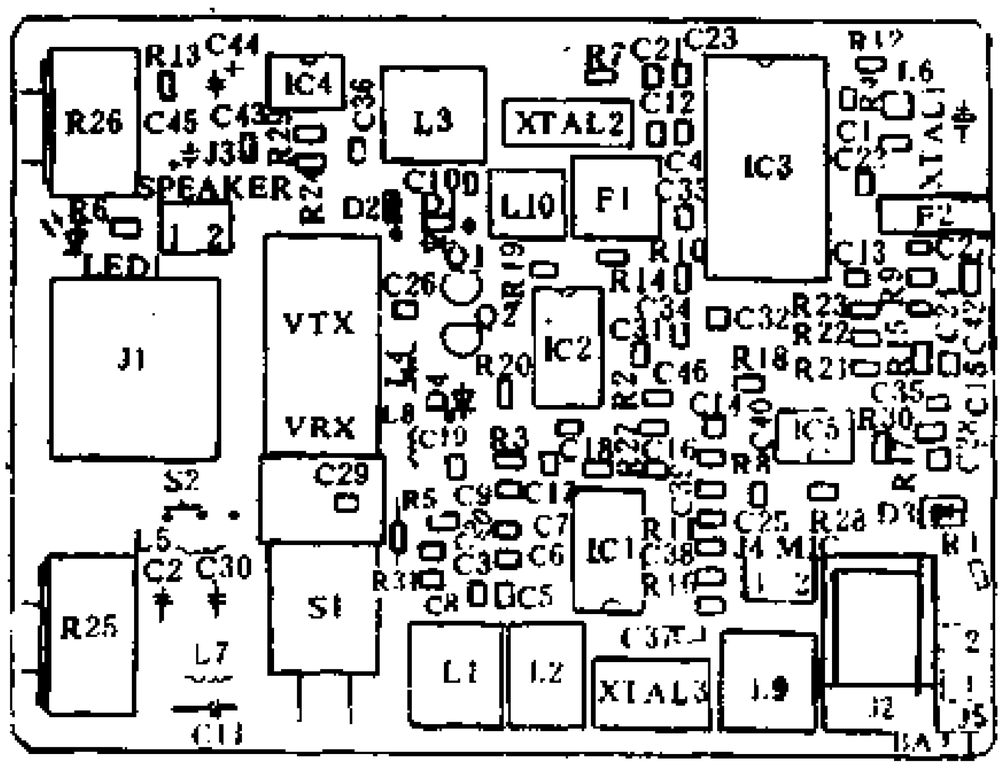


图 1—7

所有的 SMD 元器件焊接完毕后,再插装除电感 L8 以外的其它插接元件(在倍增器校准完毕后才安装电感 L8);然后组装电池盒组件、麦克风和扬声器了,连接引线越短越好,但也要求考虑到拆卸维修的方便。麦克风引线应使用屏蔽线,以防止其它噪声或电磁波的干扰,扬声器的连接线可绞在一起。

3. 对讲机的调试

对讲机的调试需要下列仪器设备:

示波器(测试带宽为 50MHz 或更宽):;频率计;数字式万用表;塑料无感调谐起子;一个 50Ω 模拟负载。

50Ω 的模拟负载可用 10 个 470Ω 的电阻用短的连接线并联而成。电感 L8 在下列过程完成后安装。

调试发射部分要注意:调整发射电路时要避免触碰任何输出电路元件,以免损坏元器件。打开电源开关并将示波器接于 IC2 的第①脚,按下发射开关时同时观察波形。调谐电感 L1,然后调谐电感 L2,直到示波器上观察到清晰的正弦波形为止(波形频率应该约为 27.145MHz)。

取下示波器探头,将一个高输入阻抗的频率计接于 IC2 的第①脚,调整电感 L9 使频率计的读数为 27.145MHz。再次接上示波器,调整电感 L1 和 L2。使正弦波形失真最小,并且波形幅度的峰—峰值为 3~6V。如果波形令人满意,即可将电感 L8 装上电路板,并将 50Ω 的模拟负载与 BNC 天线接口相连。

将一电流表与电源盒或 DC 电源串联以调整后级 RF 放大器。将示波器置于 10V 每格的位置,示波器的探头挂接在 J1 引脚上。按下发射开关观察电流表读数和示波器上的波形,迅速调节电容 C30,使电流表的读数小于 400mA,且模拟负载上的输出电压的峰—峰值约为 35V。

为了获得最高效率,应微调电感 L1 和 L2 以及电容 C30,使输出功率近可能接近最佳值。该最佳值的表达式为:(Vout 峰值×0.707)²/50·(VinDC×IinDC)。不要试图使输出功

率达到最大功率！如果电流表的读数超过了400mA，可改变电阻R30的值，否则输出功率管MOS FET可能过热损坏。

当装上天线时，可能需要微调电容C30，进行此调整时要保持天线远离人体或大的金属物体。

接收器的调整在发射电路调整之后进行。打开电源开关并将静噪电位器沿反时针方向拧到底(OFF)位置。接上32Ω扬声器，调大音量直到可听见背景噪声。将示波器与FM接收芯片IC3的RECOVER AUDIO脚即第⑯脚相连，观察其输出信号，调整电感L10，使该输出信号幅度最大。

如果有一个FM调制RF信号发生器，将它与天线插孔相连，把其输出电平设置为1μV，音频信号设置为1kHz，频偏设置为4kHz。调整电感L10，使从IC3的第⑯脚得到对称正确的波形。这时扬声器里可听到音频声音。信号发生器向对讲机馈入0.3μV电平信号，调整电感L3，使噪声电平最小，此时对讲机可投入使用。

二、1W手提式无线电对讲机

1. 电路工作原理

本机属于调幅无线电对讲机。(电路如图1—8所示)。

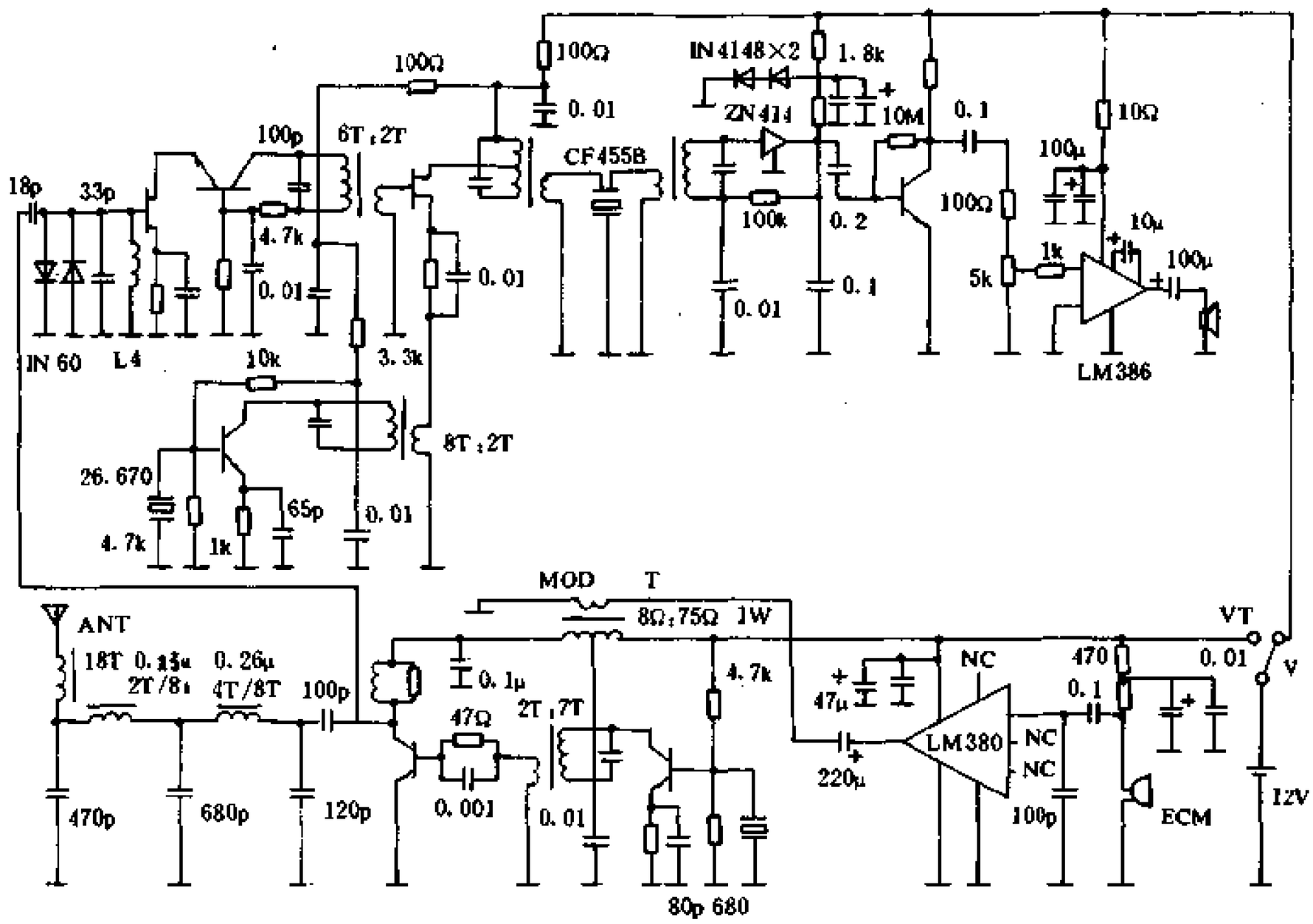


图1—8

(1)发射部分：包含了射频的产生及声音调变电路。射频电路为二级电路，Q1、石英晶体(27.125MHz)及谐振线圈L3和800p电容，构成27.125MHz的高频振荡，经L3次级线圈

耦合至 Q2 做功率放大，L1、L2 及 470p、680p、120p、100p 等组成倒 L 型 π 型滤波器抑制高次谐波，π 形滤波器另一功用为将 Q2 的集电极输出阻抗匹配至天线的辐射阻抗。声音调变电路主要由 LM380 声频功率 IC 及调制变压器承担。经 ECM 麦克风(电容式)拾取并放大音频信号后，从 LM380②脚输入做功放，再至调制变压器感应至次级线圈，由此该声频信号将高频电路的电压和高频输出振幅控制了起来，完成了 AM 功能。

(2)接收部份：共分为高频放大、本机振荡、混频、中频放大及检波和自动增益控制、声音前置放大、功率输出放大电路等六大部分。本机使用 FET K19 和 2SC1923(Q3、Q4)组成 cascode 模式，该模式有灵敏度高、选择性极佳；高频放大电路 K19 的输入也是设计在杂音最低处，放大后的高频信号再至 Q6 作混频(闸极输入，源极注入式混频)；本极振荡电路是由 Q5 担任(2SC1923)，配合着 26.670MHz 的石英晶体 L5、47P 的电路，振荡出与发射频率 27.125MHz 相差 455kHz。中频放大由 IC1 ZN414 承担，该 IC1 输入阻抗极高，易于匹配。内部增益可达 110dB，自动增益控制也达 60dB，中频由此 IC1 输出已为检波后的声频信号了。在输出端的 0.1μ 电容接有一个 100k 的电阻，串一个 0.01μ 电容到地，为拾取直流反馈电路，经由 IFT2 的谐振线圈反馈至 IC1 的输入端做增益控制；Q7 为高增益低杂音前置放大电路，Q7 与 LM386(IC2)组成接收电路的音频输出电路。。

2. 零件选择及线圈自制

(1)电阻：最好选择低电感性的碳膜电阻，所以可以选择市售最普遍的 1/8W 或 1/4W 的碳膜电阻即可。

(2)电容：在音频部分，即 LM380 及 LM386 的周边元件，电容并不是太大的问题，但在发射及接收高中频部分，电容就很重要了。首先，π 型滤波器所用到的 470p、680p、120p 及 100p 的电容，最好使用云母镀银极板电容(简称云母电容)，最不好的状况下，也要使用陶瓷电容。其他高中频部分，也都要使用陶瓷电容，且是误差系数较少。

(3)石英晶体：在此发射使用 27.125MHz，接收使用 26.670MHz，其实，只要在 27MHz 附近，两者相差 455KHz 的成对石英晶体，都可以用于本电路。

(4)晶体管：晶体及 FET 管非常重要，发射功率放大用的 2SC1973，可以使用 2SC2314 代替，只是 2SC2314 体积较大。其实，若对其电路进行修改，2SC2314 可以输出更强的功率。

(5)中周及陶瓷滤波器：中周可以使用 AM 收音机里面黄色或白色的中周，本机是使用 10mm 大小的，在此电路中，中周两个谐振部分各为输入及输出，而次级圈接于陶瓷滤波器的两端。IFT1 次级圈为输出，IFT2 次级圈为输入。陶瓷滤波器采用 CF455B。

(6)线圈：线圈是本机中最麻烦的，完全得自制。在此先告诫读者，线圈一定得精心地绕，才不致影响全局。本机共使用三种线圈架：L1、L2、及 L3 三种是使用直径 5mm 的线圈架绕制的，架上有一很小的磁蕊可供调整，架座约为 7mm 大小，使用 Φ1mm 的漆包线、L1 绕 27/8T，L2 绕 41/8T，L2 则先绕初级 7T 再次级 2T。在电路图上，有标出计算出来的电感值，可以参考；L0，此线圈为天线加感线圈，视天线长短而有增减，若天线为 6 节长，95cm，线圈架使用直径 8mm 的(架座 10mm)，绕 18T(使用 Φ0.51mm 漆包线)天线直径约 7mm；L4、L5、L6 为接收线圈，所使用的是 10mm 的架座，而且外面有如中周一般有外壳包覆，当将外壳拆

下之后，里面线圈架直径只有 5mm 和 L1、L2、L3 一样。将原有的谐振线圈电容拆下，用 Φ0.21 漆包线绕制 L4/8T，L5 则初级 8T、次级 2T。L6 则初级 6T，次级 2T，绕后分别将外壳再罩回去，以防此接收电路高频回输而形成不必要的高频振荡。

(7)调制变压器 MOD T：规格为 8Ω：75Ω，1W 的，可以使用 8Ω：100Ω，1W 代替，但不要用 2W 级的，因为 PC 板放不下。

(8)声频 IC，LM380 及 LM386，此二种电路既简单，采购容易且便宜。

(9)电容式麦克风 ECM：本机使用 ECM 的原因是感度高，但 ECM 有极性之分，因为其内藏前置放大电路之故，可在其两个接线极板上发现其中一板有接地(即外壳)另一板没有，则为输出点，也可以用三用表 1K 欧姆档处，红棒接外壳(接地板)，黑棒接输出点，向 ECM 吹气则可看见指针摆动。此时电表黑棒为正电、红棒为负电。

(10)开关：本机使用四刀双掷开关，其实，用单刀双掷即可，常态电源处于接收部分，发射时按下开关使电源掷向发射部分。

零件搜齐之后，便制做 PC 板(如图 1—9 所示)，此本机 PC 板的长 113mm、宽 59mm(元件排部如图 1—10 所示)。PC 板上有四个螺丝孔，三个是将 PC 板固定在机壳内用的，一个则是用来锁住天线。天线正好可以由机壳上的天线孔伸出。

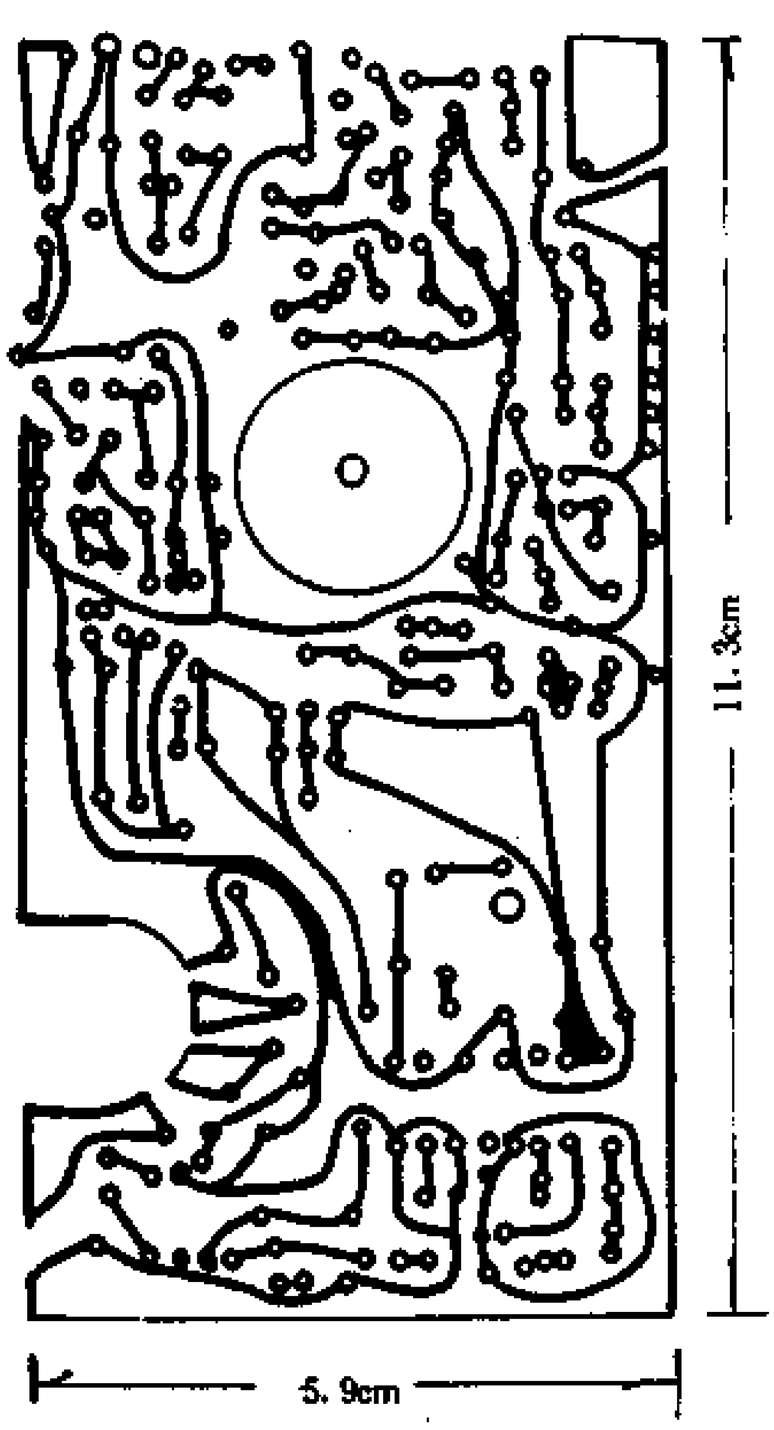


图 1—9

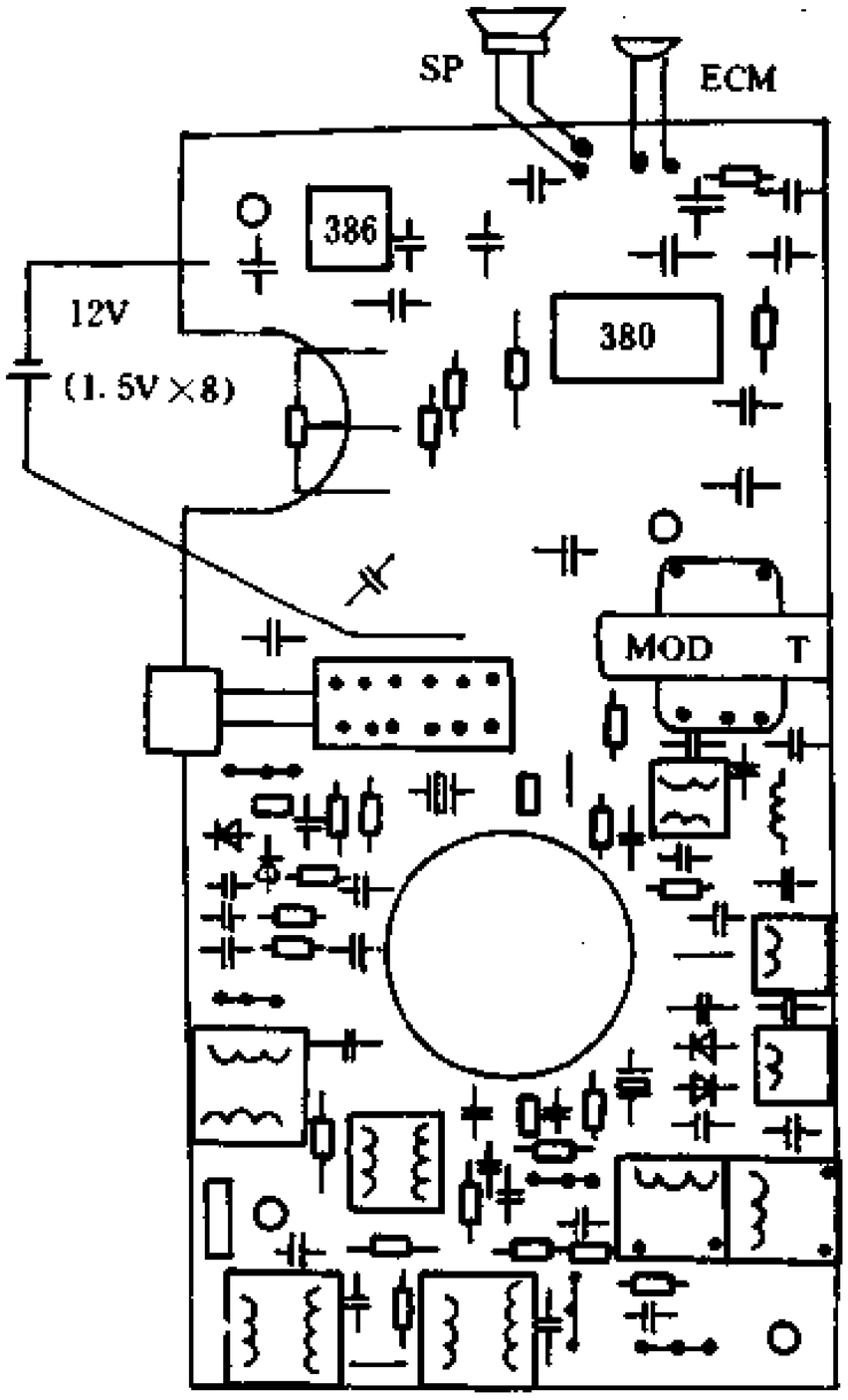


图 1—10

喇叭孔的正中心也定出了定位孔，其他的小孔即可用 0.8mm 的钻头钻出。至于 VR5K 可变电阻位置，则只好用锉刀慢慢加工了。

3. 对讲机的制作及调试

制做本机最好是采取边做边调整的方式完成，可以获得较大的成功率。

由于调整必得仪器辅助，最好能找台 20MHz 示波器。

首先，焊上 Q1 及其周边元件，包括各偏压晶体及谐振线圈、电容及石英晶体。此时调制变压器也得装上，以便取得电源。

先将示波器调至适当位置，然后将测试棒的接地夹及探针钩接在一块，形成一感应回路。电路接上电源之后，将此感应环置于谐振线圈旁，调整谐振线图 L3 使在示波器上出现高频正弦波，将此正弦波调整至最大，此时振荡电路调试已完成。

再装上 Q2，及 π 型滤波器各电感电容(L0 先别装上)。这时在通电之前先在 C 点和地之间(即 470P 两端)并连上一个 50Ω，2W 的碳质电阻，同时将示波器夹在这电阻的两端。通上电源，调整 L1、L2 使输出正弦波达最大，再调 L3 使之增加，再重复调 L1、L2 及 L3 几次，务使输出振幅最大，此正弦波不得失真为好。这时正常的话，50Ω 的碳质电阻将略有微温，显示本机具有较大的输出功率。这时再将 LM380，ECM 及各低频部分元件装上，对着 ECM 上吹口哨时，可以在示波器上看到调幅波，则发射电路调试完成。这时可以拆掉辅助测试的 50Ω 电阻，接上 L0 及天线。

接着便是接收电路。接收电路可以在所有二部发射电路之后再做，如此便可用其中一台发射的电波来帮助调制接收电路。

将 Q3、Q4、Q5、Q6 及其各周边元件一次装上，一直装到 IFT1 为止。

将示波器测试棒夹于线圈 L5 的次级，调整 L5 使出现振荡的 26.695MHz 正弦波。再将测试棒夹于 IFT1 的次级圈，此时用另一台完成的发射电路发射出 27.125MHz 正弦波，将在示波器上看到 455KHz 的中频，调整 L4，L6 及 IFT1，直到此中频最大为止。L4、L5、L6 及 IFT1 要反复调整几次。

这之后，便可将未完成的所有部分全部装上，但先将 VR 转至最小，以免杂音发生。

将示波器切至 DC 端，每格 2V 档，测试棒接于 ZN414IC 的输出脚和地之间(即并联在 0.1μ 的电容两端)。当用另一台发射机发射时，可以从示波器上看到 ZN414 的输出脚直流电压由原来约 1.3V 降到 0.8V 左右，调整 IFT2 使这点的直流电压降至最低，然后再反复微调 L4、L6，IFT1，IFT2，直到 ZN414 的输出直流电压降到不能再降为止。这降下的直流电压将通过 100k 电阻反馈至 ZN414 的输入端控制其内部增益。此时，整部机器初步调整完毕，两部皆完成后，便可装上外壳，做最后的统调。

发射部分的统调，将天线拉至最长，同时以示波器测试棒的探钩，地夹相互夹在一起形成一个感应环置于天线旁，调整 L0 使发射的电波达到最大(必要时，增减 L0 圈数)，调好之后必需再调 L1，L2，L3，L0，直到振幅最大为止，两台都得调整。

接收部分的统调，则得由两人分工合作进行，各拿一台机器，在分隔数百公尺之远后，由一台发射，另一台接收，接收台则由发射台的讲话声中调整 L4，L6，IFT1，IFT2 直到最清晰为止，两台交互调整，再渐渐拉开距离，则可完成所有的调整工作。

本机完成之后的实际通话距离，在直线公路上测得约 6km 以上，所以，勿胡乱发射，以

避免不必要的麻烦。

此外，在Q2集极上所接的1k电阻及30T线圈，实际上是使用一个1k、1/2W的碳质电阻上用25号漆包线绕30T完成的RFC。

三、业余无线电通信机的制作

1. 29MHz小型调频(FM)发射机的制作

MC2833P是莫托罗拉公司开发的窄频带调频发射机专用集成电路，它内部包括振荡器、调制器、调制放大器、缓冲器和两只独立的高频晶体管(如图1－11所示)。由于以上各部分均是独立的，为此在实际应用中提供了很多方便，制作者可根据自己的需要自由、灵活地进行组合。

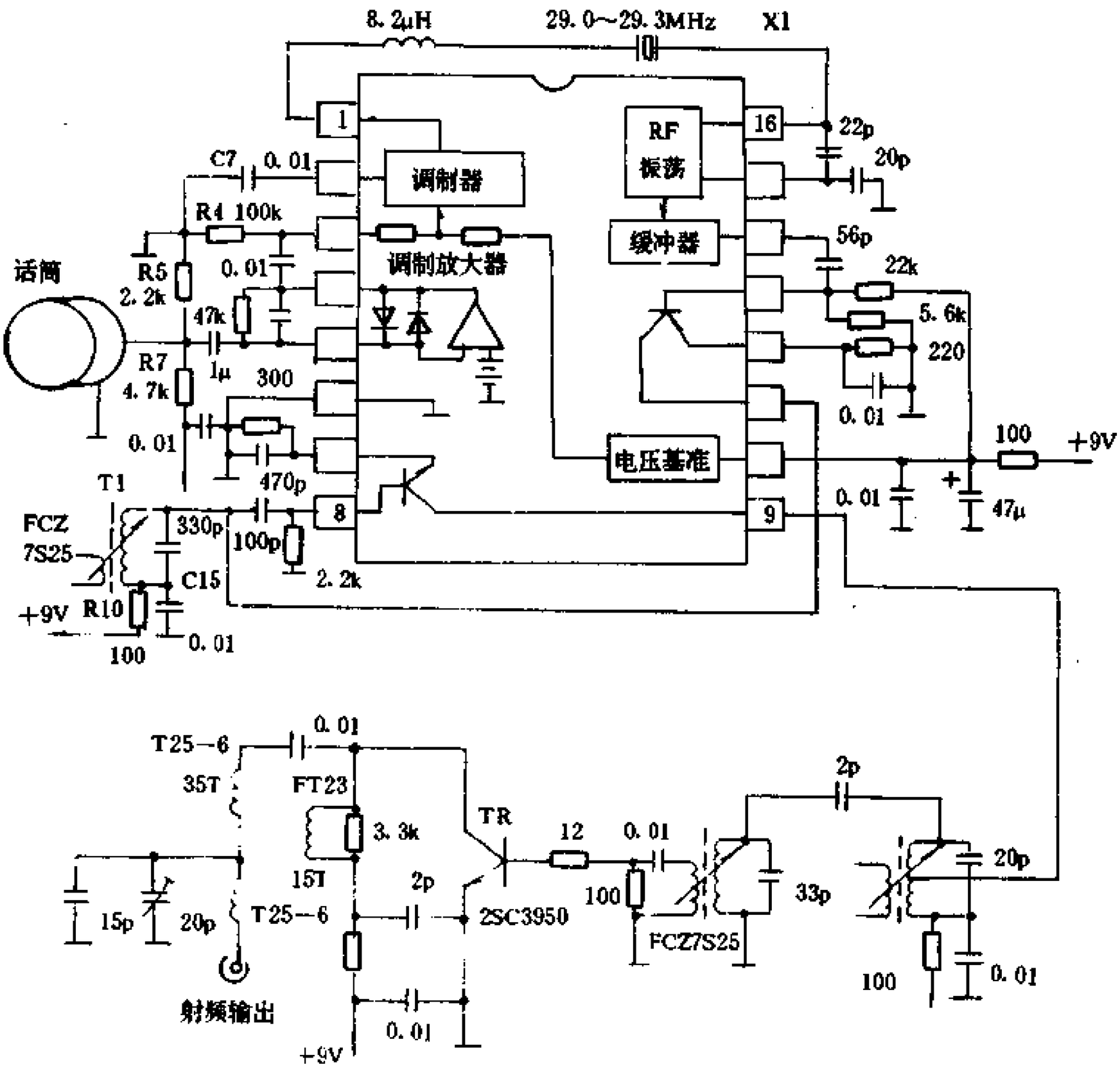


图1－11

(1)电路工作原理

电路原理图如图 1—11 所示。电路中电感 L1 和 X1 串联组成压控晶体振荡器，其中心频率 f0 由晶体 X1 的谐振频率确定。电容话筒的输出信号通过 C10 进入 MC2833 的第⑤脚，由其内部的调制放大器放大后送调制器进行调制，压控振荡器的输入端在①脚输出的调制电压作用下，使振荡器的振荡频率在其中心频率附近变动，从而达到频率调制的目的。调制后的信号通过缓冲器从⑭脚输出，再由集成块内部的 Q1、Q2 进行驱动放大，放大后的射频信号由外接晶体管 TR 组成的射频功率级进行功率放大，并通过天线发射出去。

该机的结构简单，性能优越。天线使用阻抗为 50Ω 的鞭状天线，长为 1.5m，在 12V 电源电压时，输出功率为 400mW；9V 时大于 150mW。

(2)制作

图 1—12 为该机的印制板图和元器件位置图。T1、T2、T3 均用电视中周骨架，T1 用线径为 Φ0.21mm 的高强度漆包线在其骨架上绕 9T；T2 用同一线径的高强度漆包线在骨架上绕 12T；T3 用 Φ0.25mm 的高强度漆包线在骨加上绕 10T 作初级，3T 作次级；电感 L1 用 8.2μH 的色码电感，L3、L4 在 Φ8mm 的高频磁环上(色标黄色)用 Φ0.33mm 的高强度漆包线绕制；L2 在 Φ6mm 的高频磁环上(色标黑色)用 Φ0.33mm 的高强度漆包线绕制，绕制数据如图 1—11 所示。功率级晶体管采用功率增益较高，截止频率为 2GHz 的小功率管 2SC3950。

由于该机采用了 MC2833 集成电路，性能稳定可靠，调整简单，元器件安装无误，接通电源即可正常工作。只要反复调整 T1～T3 的磁芯，就可得到最大的输出效率。

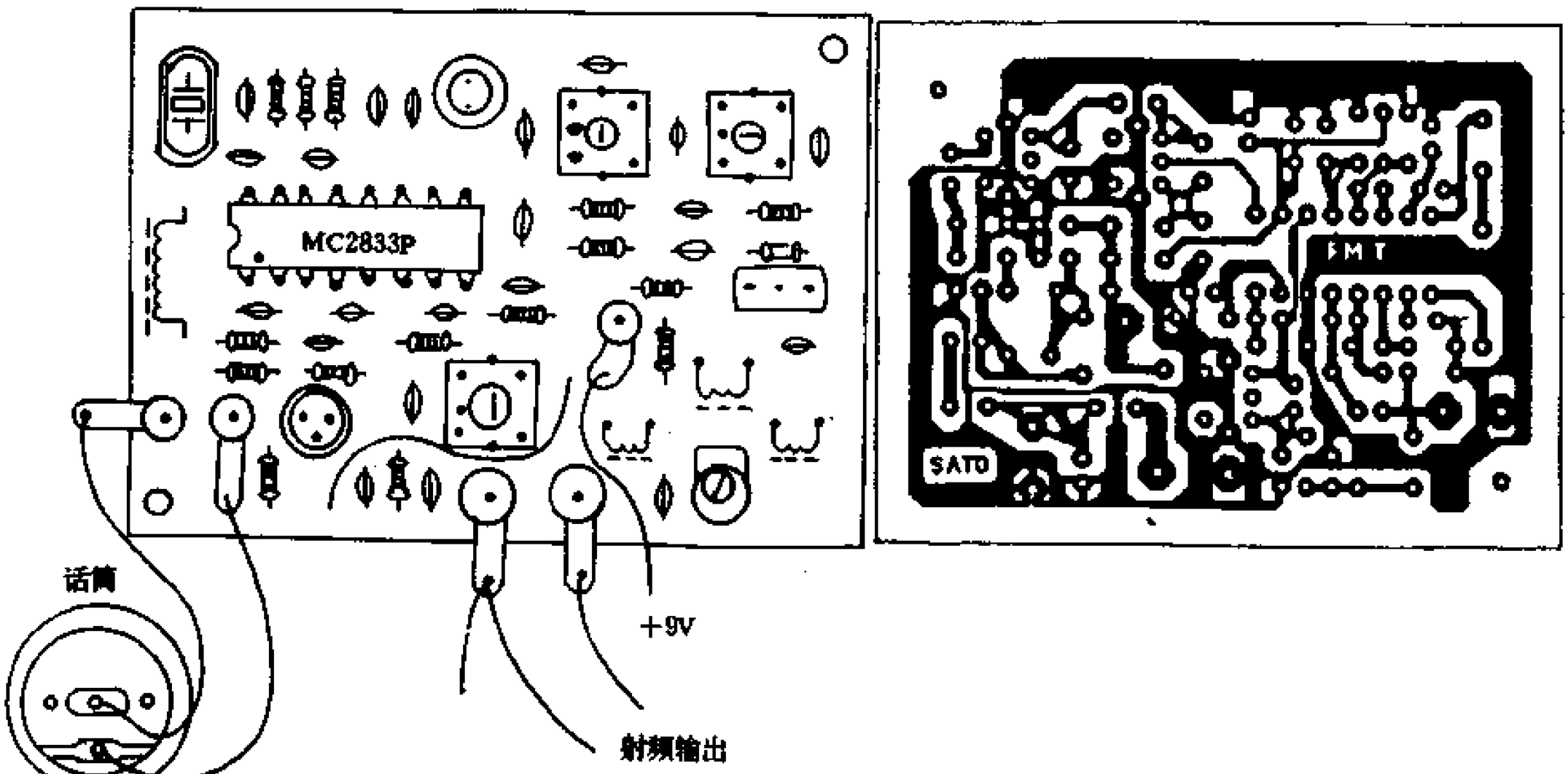


图 1—12

2.29～30MHz 调频(FM)接收机的制作

(1)接收机原理

图 1—13 是 29～30MHz 调频(FM)接收机的方框图。其中中频是 10.7MHz 的单级超外差方式。接收机是由 RF 部分、本机振荡部分、IF・DTE・AF 等几大部分组成。为了使接收机制作起来方便，机器内提供了电源和扬声器的外接插孔。

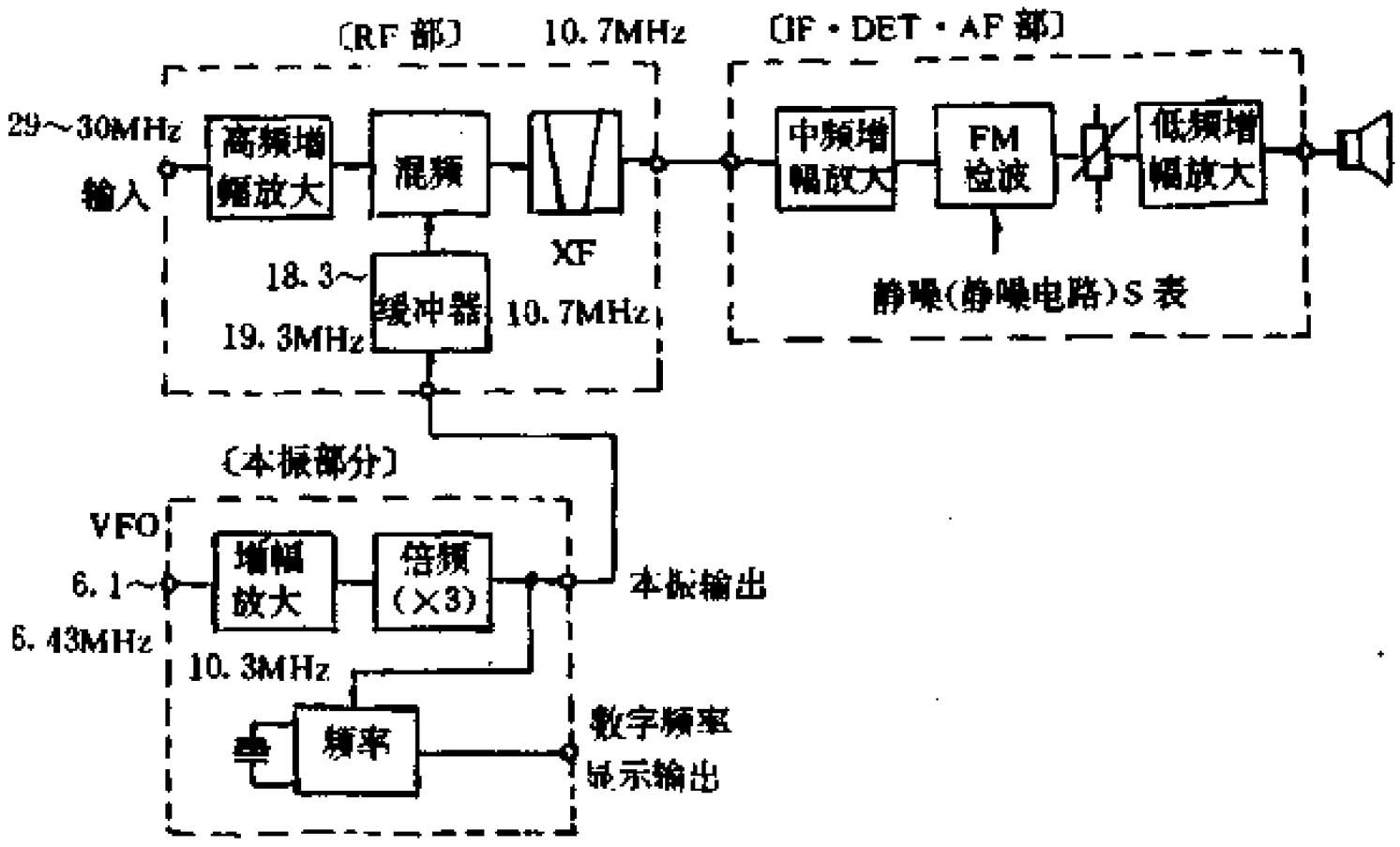


图 1—13

RF 部分由 29～30MHz 高频放大、混频、10.7MHz FM 用晶体过滤器(XF)及本振缓冲器等部分组成。本机振荡部分是把 VFO 提供的 6.1～6.43MHz 经过增幅放大及三倍频以后，产生出 18.3～19.3MHz 的输出频率。经过混频后，输出的是 10.7MHz 的中频频率。

机器内将 18.3MHz 的本机振荡频率和 10.3MHz 的晶体振荡频率经过频率变换后，输出 8.0～9.0MHz 的频率作为数字频率显示器的输入频率。

IF・DET・AF 部分中，FM 检波分三路输出。一路至接收机音频放大，另两路分别送 S 表和静噪电路。

(2)接收机的制作

a. RF 部分

图 1—14 是 RF 部分的电路图，其中 Tr1 中的 3SK59 是作高频增益放大用，Tr2 的

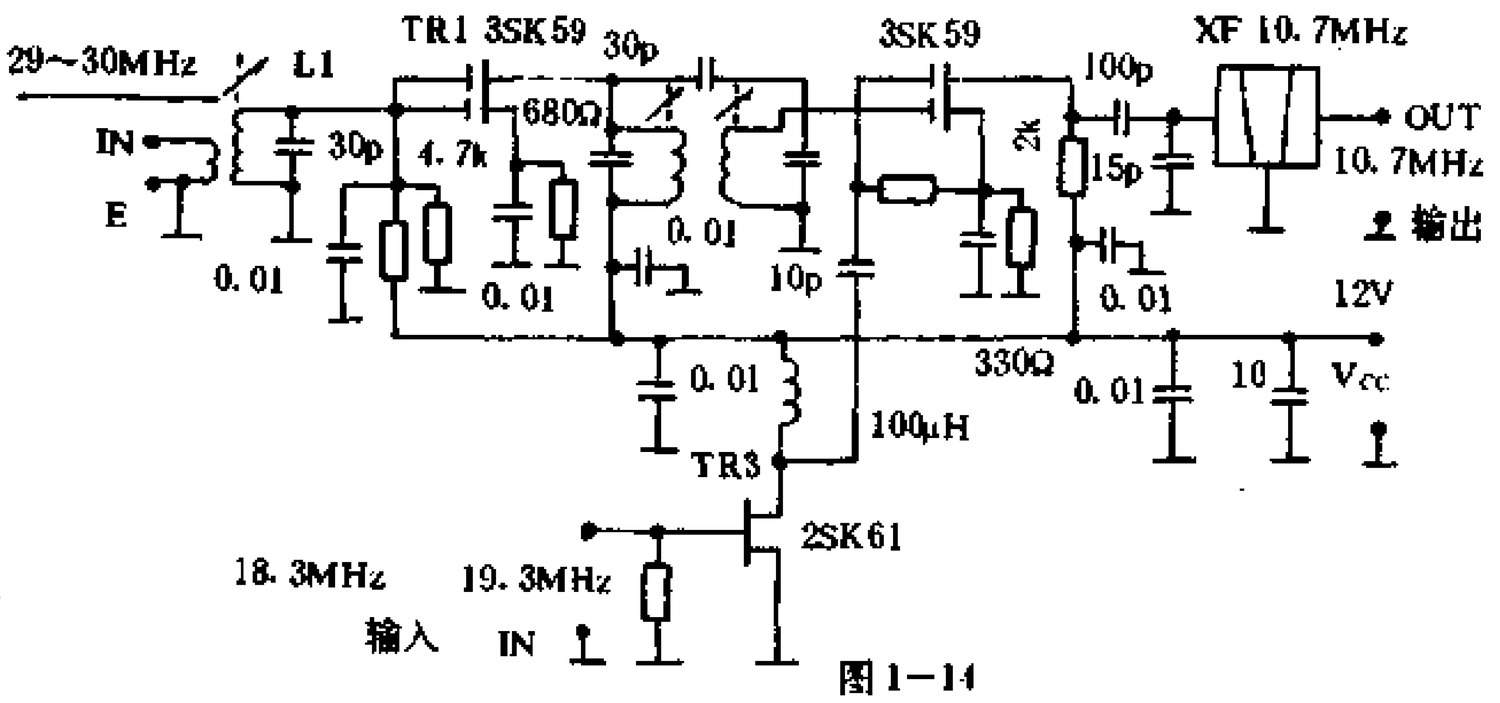


图 1—14

3SK59 是作混频用，Tr3 的 2SK61 是作本机振荡的缓冲器。混频后，加了一个晶体滤波器(XF)，本机的选择性好坏很大程度上取决于晶体滤波器的质量，为此本机选用“通频带幅宽”为±10kHz 左右的窄带晶体滤波器。

图 1－15 是 RF 部分敷铜板的印刷电路板图。印刷板图上给出了元器件装配位置。接收机安装完后，要对 RF 部分进行必要的调整。除了要调整 L1～L3 线圈外，还要调整决定本机振荡输入量的 Cc。调整 Cc，使 Tr2 的 G2 在 0.8～1V 范围内。

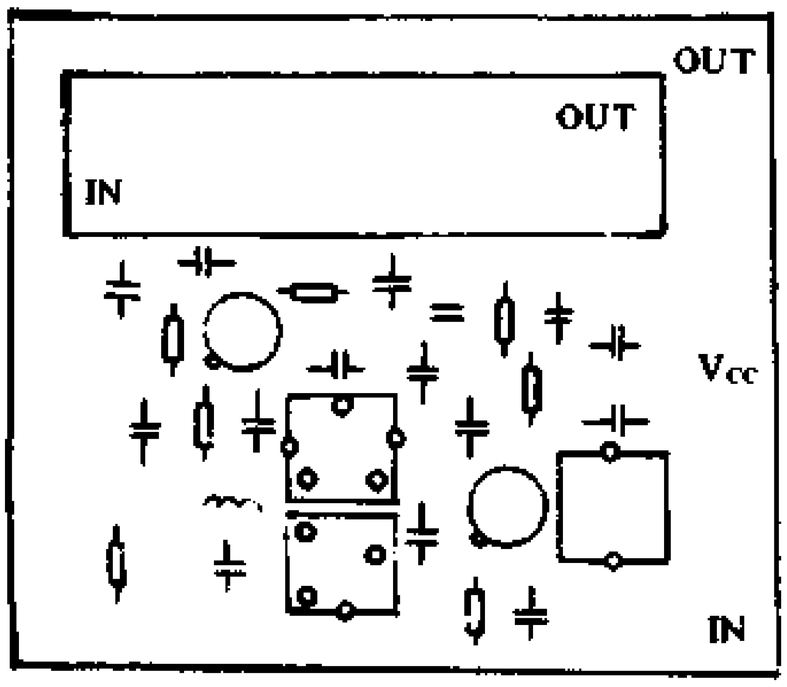


图 1－15

b. 本机振荡部分

首先将 VFO－5 的振荡频率由 5.0～5.5MHz 改成 6.1～6.43MHz(VFO－5 的电路原理图见图 1－16)。象图 1－17 那样，在外部用螺丝刀把振荡频率调整好。把 RF 电压计和数字计数器一起接入输出端，把输出调整到最大。VFO 振荡频率是本机振荡频率的 1/3。

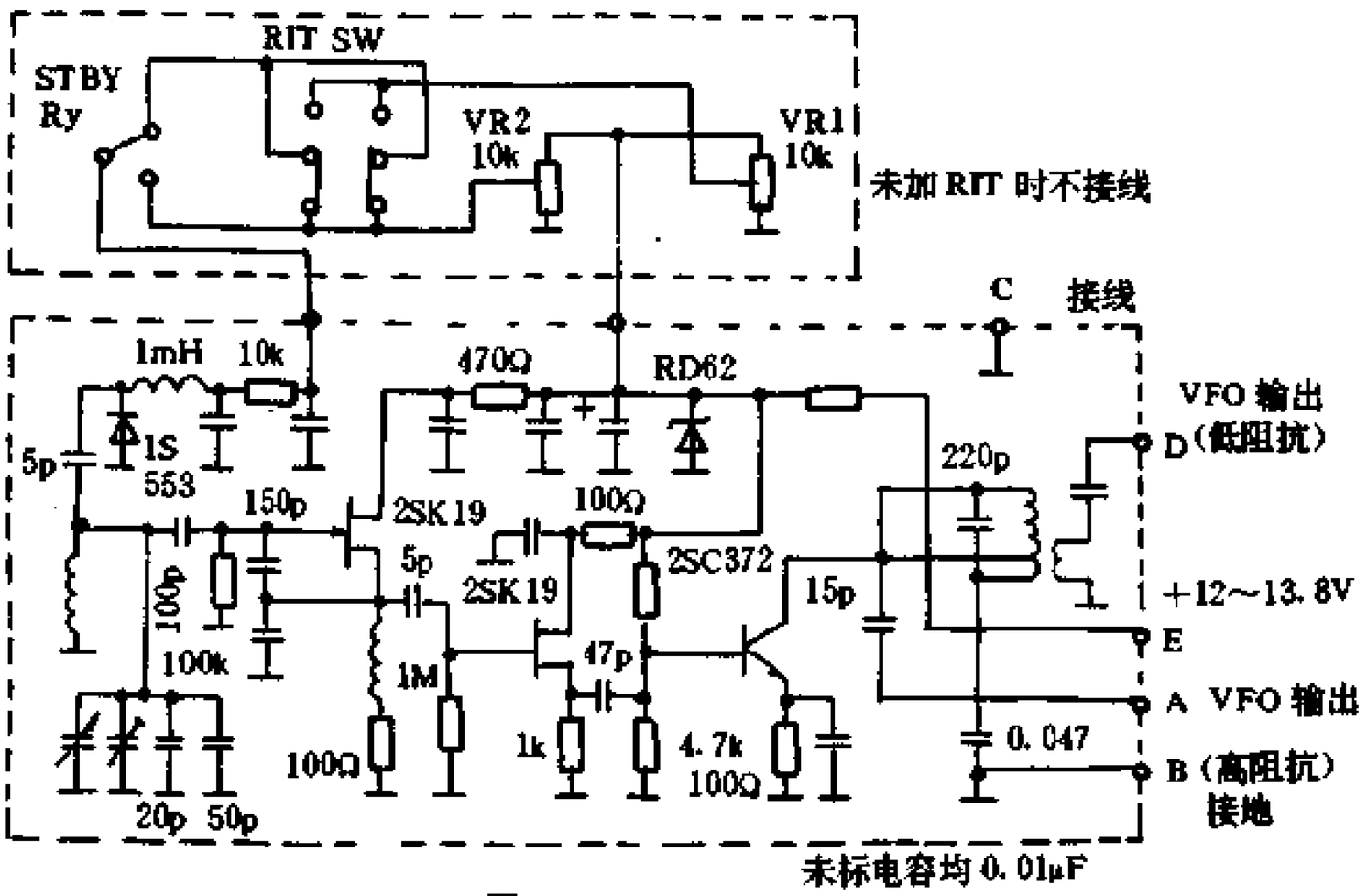


图 1－16

如图 1－17 所示，要一边测量 VFO 的振荡频率，一边在标度盘分度板上标上频率刻度(如图 1－18 所示)。作为 29MHz，以下每格增加 100kHz，直到 30MHz 为止。

图 1－19 是本机振荡电路图。把这个电路图和图 1－13 的方框图相比较，可以看出：Tr1 是 VFO 输入的放大器，Tr2 是倍频器，IC(TA7320P)进行频率变换。

L5 和 40p 的谐振电路，是为了使晶体振荡产生的 10.3MHz 的 2 倍之 20.6MHz 不作为本机振荡的输出。如果 20.6MHz 泄漏为本机振荡的输出，那么就有 31.3MHz 信号，并且，VFO 中会接收到与它毫无关系的干扰波。

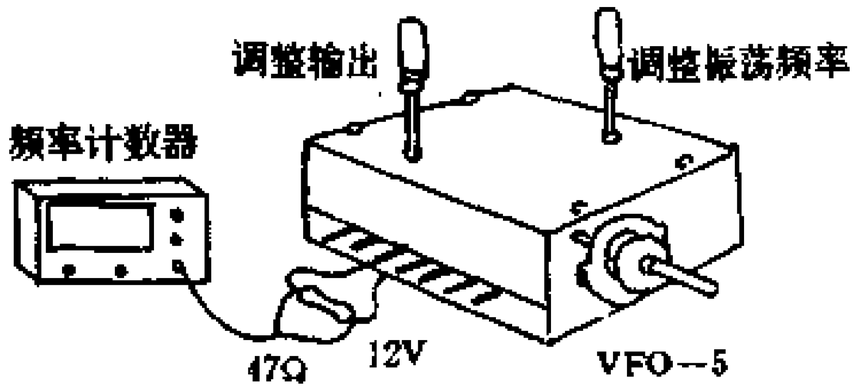


图 1—17

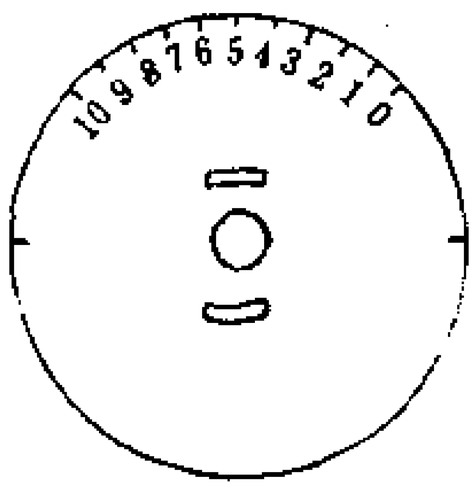


图 1—18

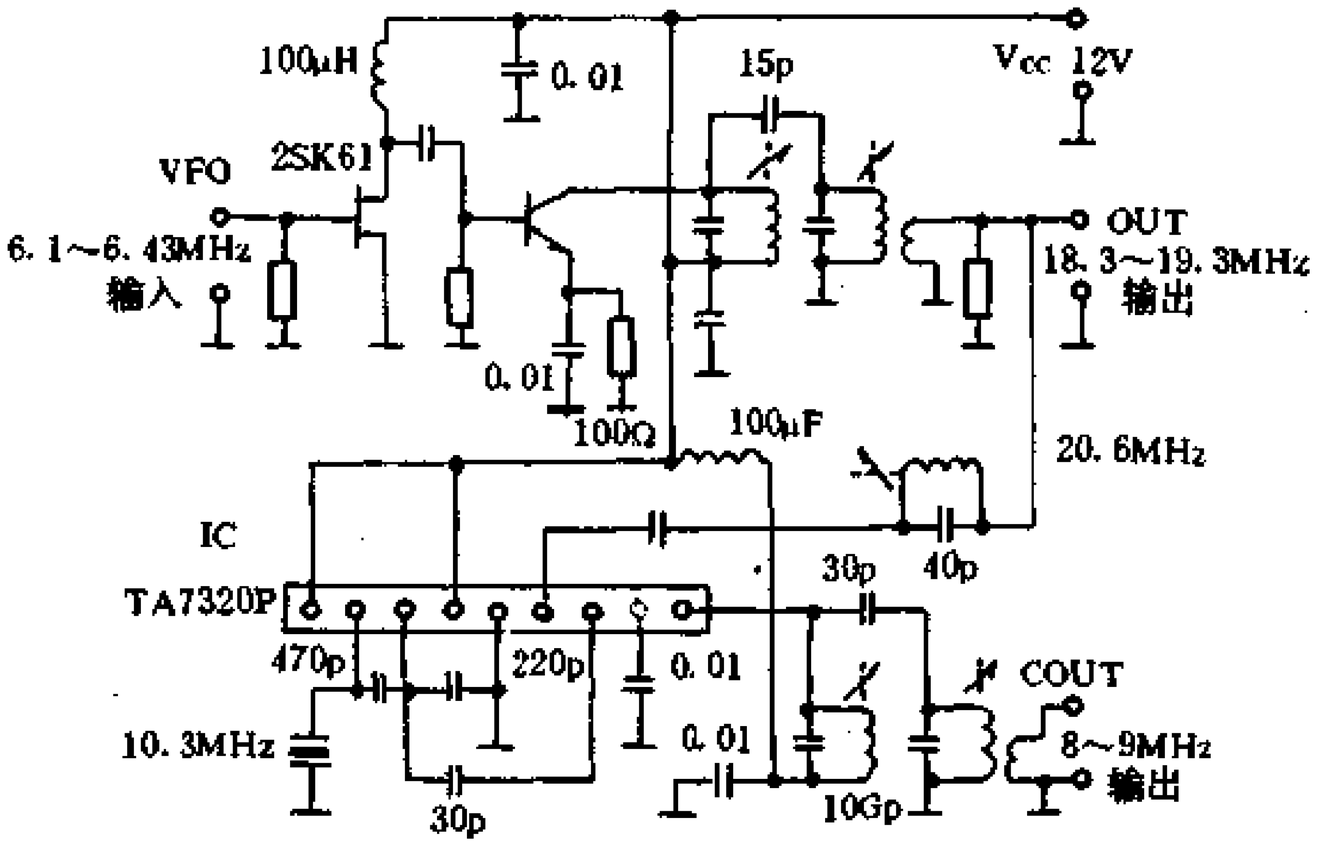


图 1—19

实际上，为把 TA7320P 变成平衡式混频器，估计 20.6MHz 大体上没有被吸入，因此即使没有 L5 和 40p，也不会发生故障。对于规定的振荡电路，要使用相应规格的晶体振荡器。振荡电路是无调整电路。图 1—20 是本机振荡部分的印刷电路板。

按图 1—21 那样连接 VFO，测量 Tr2 的发射极电压。Tr2 集电极流出的电流应为 5mA 左右。调整 Tr1 和 Tr2 之间的耦合电容 10p 的值，一直要调整到发射极电压为 0.05V 时为止。将 RF 电压计接到 18.3～19.3MHz 的本机振荡输出端子上。使 VFO 的频率标度盘刻度为 5 左右(29.5MHz)，调整耦合电容 Cc1，假设为 1pF，调整 L1 和 L2 使 RF 电压计的指针偏转最大。反复以上的调整过程，直至 Cc1 为 15pF，本振部分调整也就结束。这样，输出端就会得到约 0.4V 的电压，接入 VFO 后的输出电压的变化在 0.2V 以内。

c. 频率变换的调整

用频率计数器测出该频率。假若频率发生漂移，调整 C1 和 C2 的值并使之和 10.3MHz 相配。

用 RF 电压计测出 TA7320P 第⑦脚的本振电路应为 0.3V 左右。如果偏移太大，改变

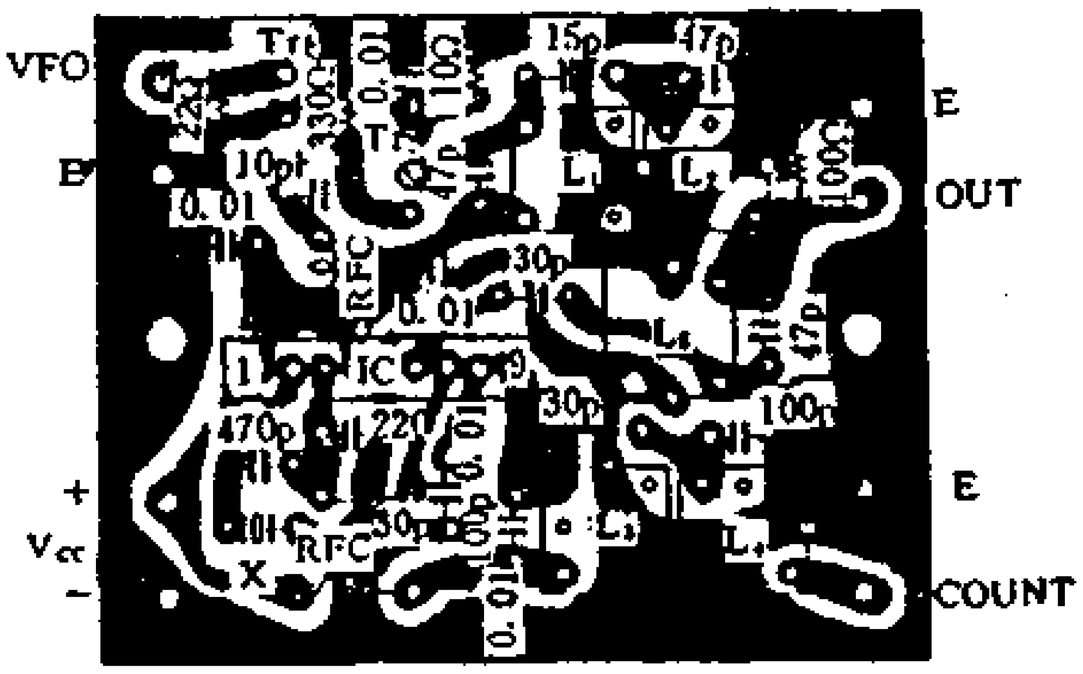


图 1－20

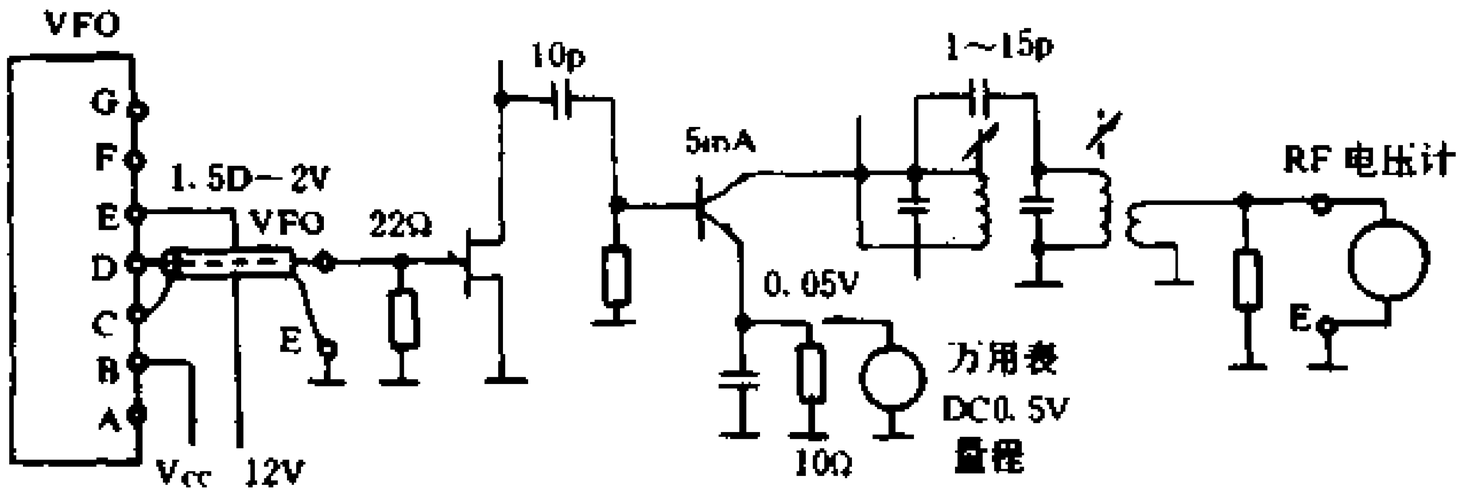


图 1－21

Cc2 的容量，直到为 0.3V 为止。

在 TA7320P 的第⑥脚上，加上 18.3～19.3MH 的信号，用 RF 电压表测出此时的电压，正常时为 0.1V 左右。倘若偏离该值太大，那么，须调整 Cc3 的容量，直到测出的电压值是 0.1V。

此时，如果把 L3 和 L4 的耦合电容 Cc4 变成 3pF，将 8～9MHz 的输出端子接上 RF 电压表。并且，调整 L3 和 L4，使 RF 电压表的指针偏移为最大。然后，使 Cc4 还原成 30pF。用频率计数器替代 RF 电压表，旋转 VFO 刻度盘，频率计数器指示应为 8～9MHz，调整结束。

d. IF・DET・AF 部分

IF・DET・AF 部分由 10.7MHz 的中频增幅放大器、FM 检波和低频增幅放大器等组成。电路如图 1－22 所示。其中，IC1(TA7302P)是 FM IF 增幅放大器。工作在 10.7MHz 时，有 34dB 左右的电压增益。IC2(TA7303P)是 FM IF 增幅放大检波电路。集成电路 TA7303P 除了具有 IF 增幅放大和 FM 检波功能外，还设有噪声抑制电路和驱动信号表(S 表)的功能。

图 1－22 中 VR1 是 S 表的灵敏度调节器，VR2 是噪声电平抑制调节器。在 IC1 和 IC2 的耦合部位，使用了 FM 无线电设备用的 10.7MHz 的陶瓷滤波器，其通带宽约为 300kHz。FM 检波特性，取决于 L、C1、C2。应使 f_L＝10.69MHz，f_H＝10.710MHz 左右，可是它也考虑了接收宽频带 FM 的情况，为提高可靠性，使 C2 与计算值相比要稍为大一些。

低频功率放大使用的是 LM380。LM380 在电源电压为 12V，8Ω 负载条件下，可得到

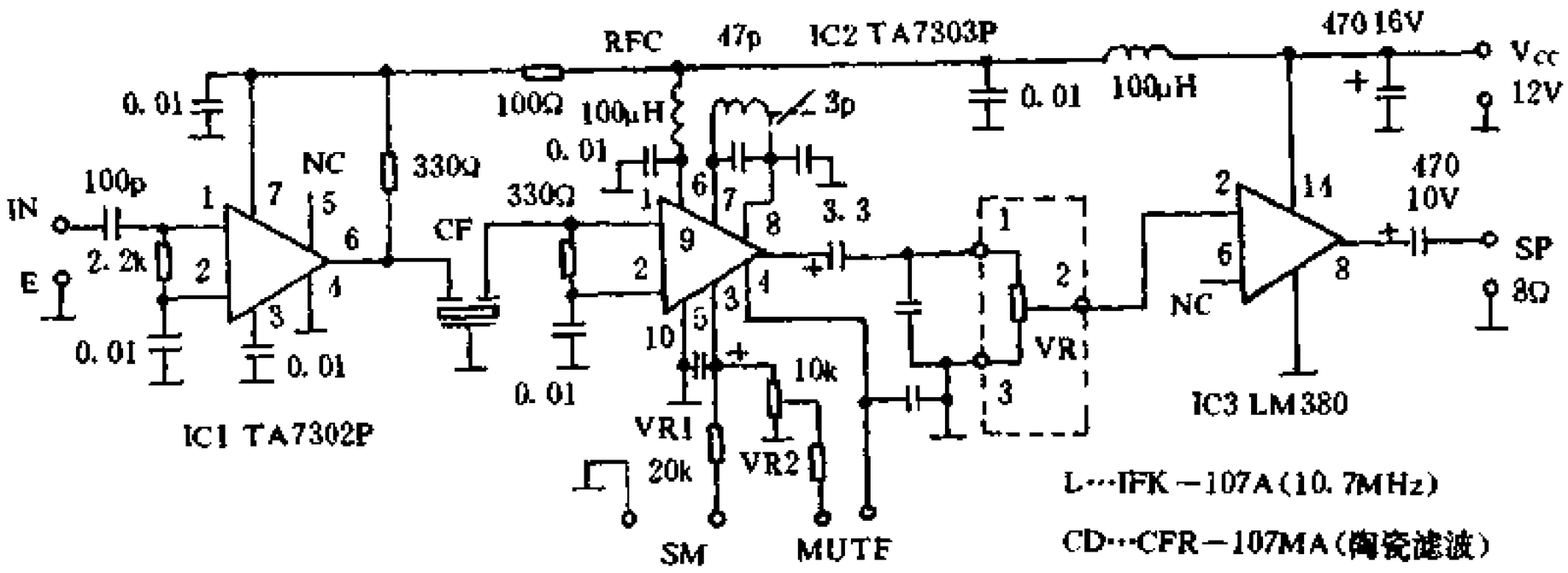


图 1－22

1W 以上的功率输出，其增益是 34dB。

图 1－23 是 IF・DET・AT 部分印刷电路板的示意图。由于 IF 增幅放大部分增益大，所以接地部分要宽，这样才能保持其工作稳定。

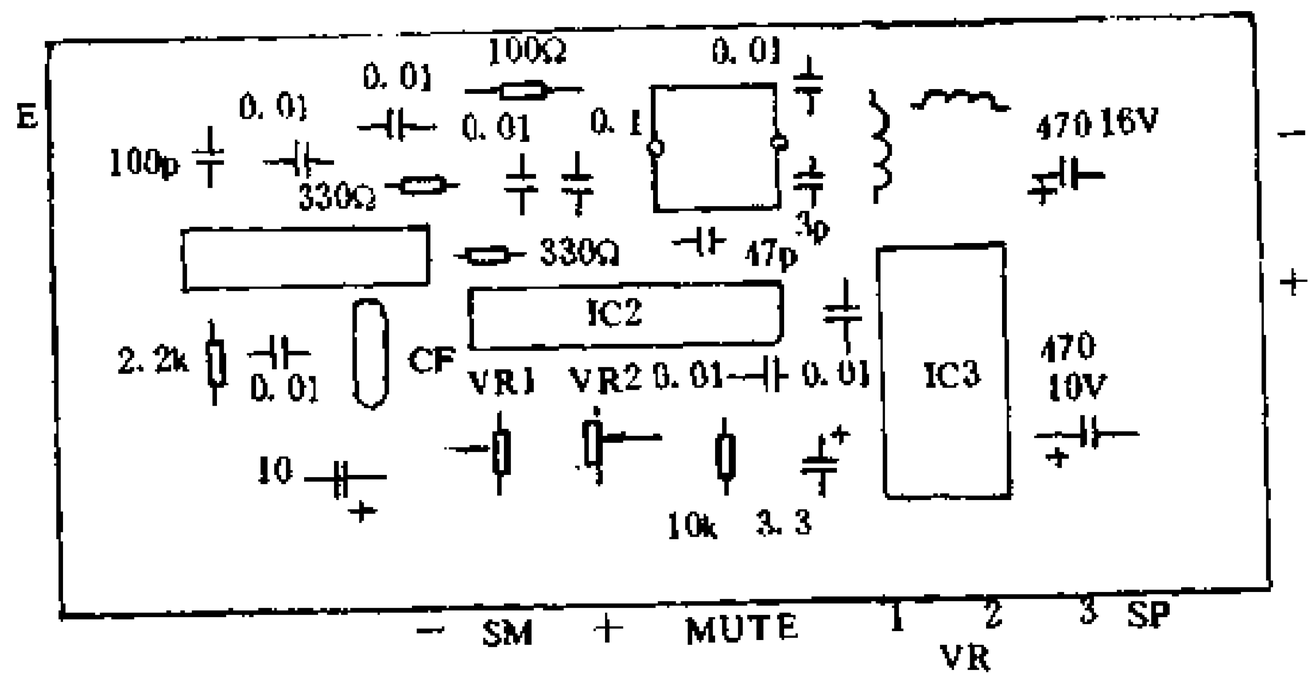


图 1－23

IF・DET・AF 部分的线圈和电阻 VR 的调整，要在全机装配结束后才进行。

(4)整机统调方法

统调方法如图 1－24 所示。连接扬声器，接入电源后，总电流约 100mA。然后把 MUTE 开关打在 OFF 位置，调高音量的时候，从扬声器里会发出通常的 FM 所特有的“沙……”那样的杂音。

将 COUNTER 的端子连接到频率计上，接上天线，旋转 VFO 刻度盘。在 29.6MHz(频度计数器的指示是 8.6000MHz)附近，使用 FM 状态来收听。通过收听音质的好坏情况来调整 IF・DET・AF 部分的线圈。此时要边观察 S 表边调整 RF 部分的 L1～L3，使它产生出最强的接收信号。交错调整 L2 和 L3 使之产生稳定的 28～29MHz 接收频率。调节 IF・DET・AF 部分的 VR1 和 VR2。

调节 VR1，使信号很强时，S 表的指针指向满刻度。一边接收实际的各种电波，一边缓慢调节 VR2 使之达到自身希望的噪声抑制电平。

统调结束后，MUTE 开关置于 OFF 状态，取下天线，旋转 VFO 刻度盘，在频段中便能

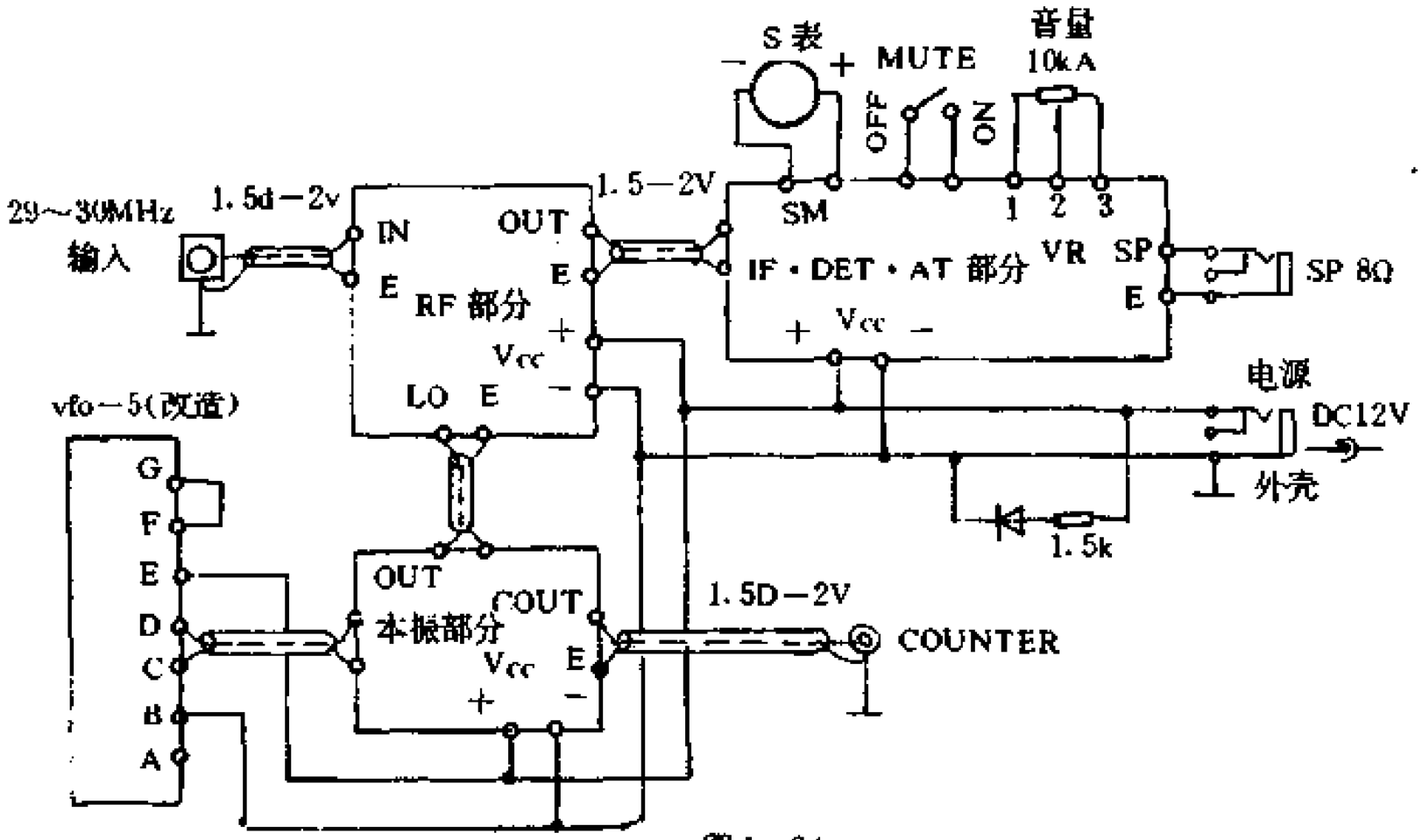


图 1－24

听到“沙……”的杂音声，整机调整结束，可以投入使用。

3. 29MHz 50W 功率提升器的制作

使用便携式无线电收发两用机，往往由于其输出功率小，对方的无线电波传递过来时，己方的无线电波却不能传送给对方。要解决这个问题，可使用自制的功率提升器。实践证明，该提升器在山区地带使用效果很好。

(1)使用方法

把功率放大器重叠在无线电收发两用机上面。图 1－25 是使用方法示意图。本提升器用长 1.5m 的棒形天线和长 1.4m 的维尼龙线作为垂直的径向复合天线。

外接电源是 12V 密封型铅蓄电池，总重 2.5kg，发射和接收比是 1：1 时，能连续使用约 50 分钟。

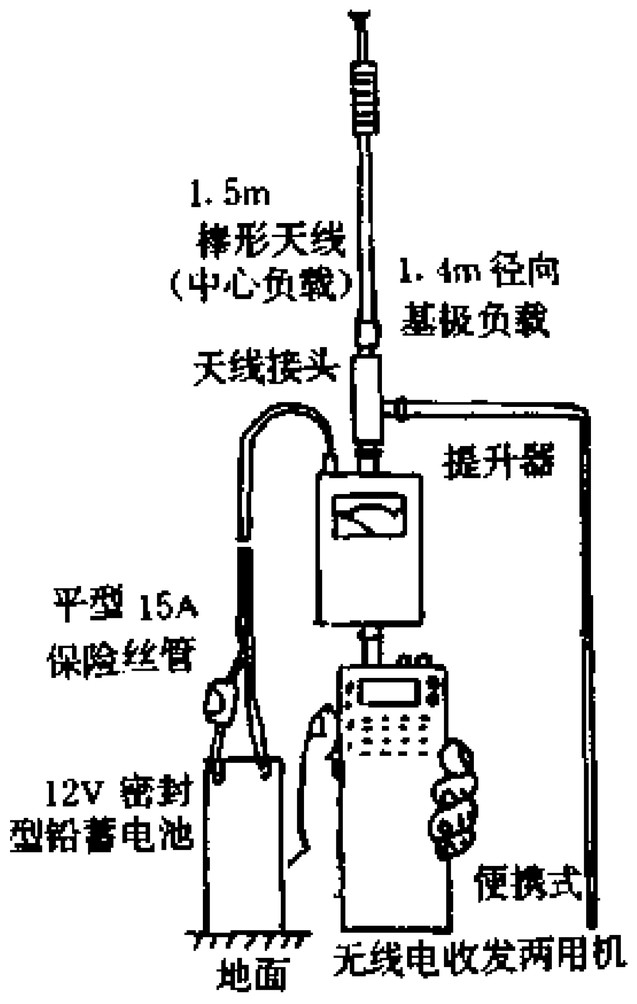


图 1－25

(2)电路原理及性能说明

图 1－26 是本提升器的电路原理图。功率放大管使用的是 2SC2290。如果从 29MHz FM 便携式收发两用机来的输入功率是 5W，那么，本提升器和该机组合使用时，要加入衰减电路。本提升器的输出端有两级 π 型低通滤波器(截止频率约 39MHz)，以防止无线电干扰。提升器上还设置了红、黄两色 LED 指示灯。电源开关置于 ON(接通)位置时，黄色 LED 亮。但是，电源电压降到某一电平以下时，灯就熄灭。此外，发射信号时，红色 LED 灯亮。由于便携式无线电收发两用机用的天线要频繁地进行装卸和拉伸，为了监视使用条件，内部安装了 SWR 计。

SWR 计的检测部分，使用的是 1.5D－2V 型的同轴电缆(长 60cm)，检测导线使用的是 Φ0.1mm 的高强度漆包线(如图 1－27 所示)。

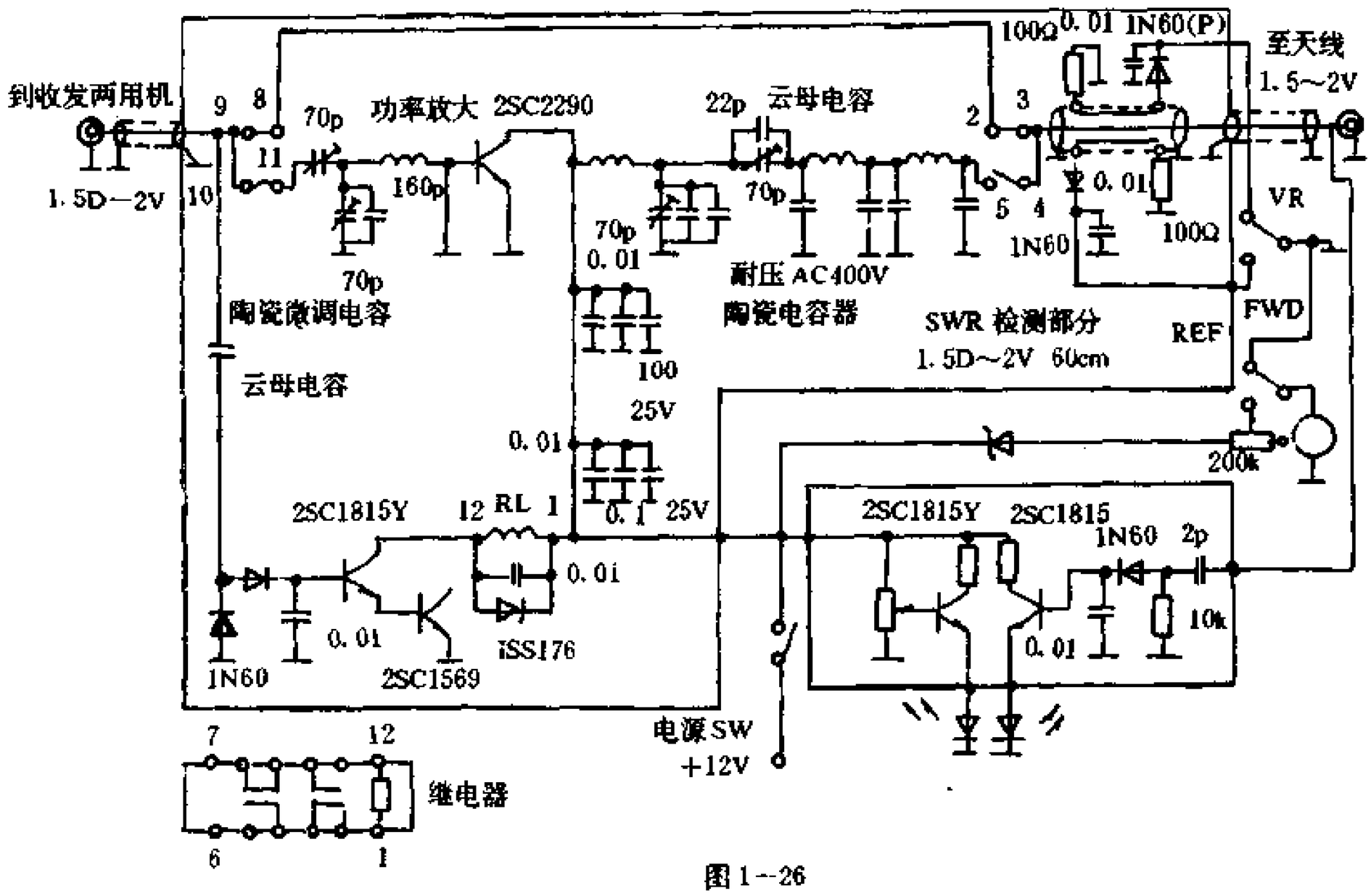


图 1--26

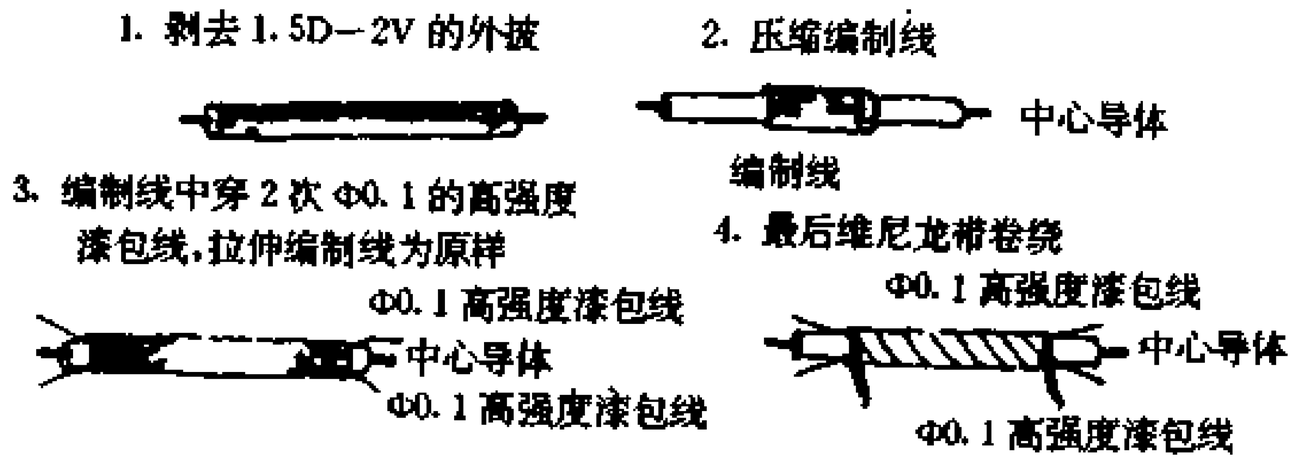


图 1—27

(3)制作方法：

外壳尺寸为 111×76×36mm，外壳上的孔须作必要的加工。SWR 计用 200μA 仪表来制作，其刻度不变。外壳同时作为散热器使用，这种方法仅作为短时间工作使用。若热阻为 3℃/W 时，应加上更大的散热器才能长时间使用。

	概略图	铁芯	线材	圈数
L1		T50—6	Φ0.7 缩甲醛线	5 圈
L2	铁氧体磁芯 0.7φ 1.5φ 0.7φ	铁氧体磁芯	Φ1.5 高强度漆包线 Φ0.7 缩甲醛线	铁氧体磁芯中绕 1 圈

续表

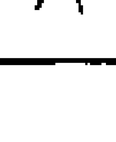
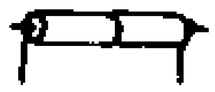
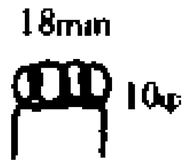
	概略图	铁芯	线材	圈数
L3		TV 用环形磁芯	维尼龙线	环形线圈中绕 2 圈
L4		铁氧体磁芯	同 L_1	同 L_1
L5		无	Φ2 缩甲醛线	4 圈
L6 L7		T68－6	Φ1 高强度漆包线	6 圈

图 1－28

输入端的 TC1、TC2 使用的是陶瓷微调电容器。输出端的 TC3、TC4 使用的是耐压 400V 的大型密封式微调电容器。TC3 上并联了两个 70pF，耐压为 400V 的大型陶瓷电容器。最好使用云母电容器。RL 使用的是 200mW 低损耗型继电器，融点电流大于 4A，耐压为 AC250V。线圈全部用螺旋形磁芯和铁氧体磁坏，为了和振荡相匹配，输出电路两方使用空芯线圈（见图 1－28 所示）。印刷板使用的是 1.6mm 厚的玻璃环氧基板。印刷电路板图如图 1－29 所示。制作时，用刀刻法将铜箔面不需要的铜箔剥去，并钻好必要的孔。LED 指示电路另外装配在其他基板上。输入端子使用 BNCP－FJ 的连接器和两个 F 插座螺母相互配合而成，其特点是灵活性很强。

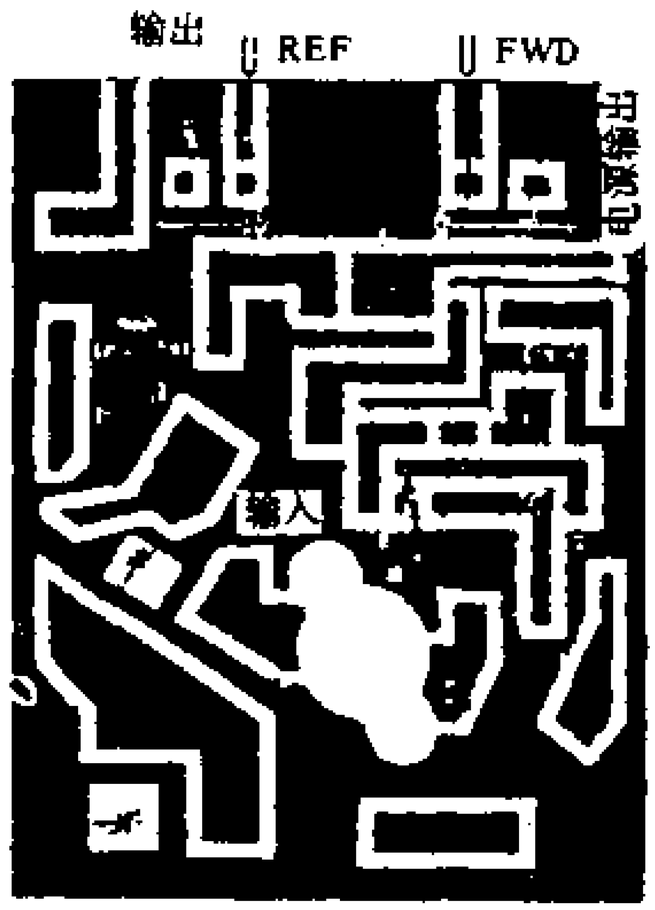


图 1－29

(4)调试

把继电器的①脚和⑤脚端头用跨接线接入电源，确认传输电路和 LED 正常后，取下跨接线，再把功率增幅放大用的晶体管 2SC2290 焊接好。

a. TC1～TC4 的调整

象图 1－30 那样，把天线用等效负载来代替，在本提升器和无线电收发两用机之间另接其他 SWR 计（Ⅰ）。若收发两用机处于发射状态，调整 TC1 和 TC2 使 SWR 计（Ⅰ）的指示值调整到最小，然后调整 TC3、TC4，使内安装的 SWR 计的 FWD 值处于最大。

调整好 TC1～TC4 后，再微调与 TC1～TC4 相并联的电容器的值，使之达到最佳工作状态。

调整结束后，在输出端接入功率计，确认输出功率。用 13.8V 的电源，输入 5W，可得到

50W 的输出功率，但是使用 12V 的铅蓄电池，输出则要降到 40W。

另外，电源和本提升器之间要使用粗电线和扁平型熔断器。如使用细电线，输入电压有损耗。

b. LED 的调整

把输入电压设置为 10V 数值时，黄色 LED 指示灯熄灭。发射时，黄色 LED 指示灯熄灭（在 10V 以下刻度）时，应迅速地更换电池或充电。

c. 用电压表代替 SWR 调整的方法

用电压表代替 SWR 计，读数应在 8V 以上。输入 12V 电压，调整内装 SWR 计指示为 3。

本提升器使用过程中，如果发射或接收出现毛病，要立即中断使用，检查所有天线输入输出端子的接触和断线情况。尤其是要检查收发两用机本身 BNC 是否有松驰或断线等现象。

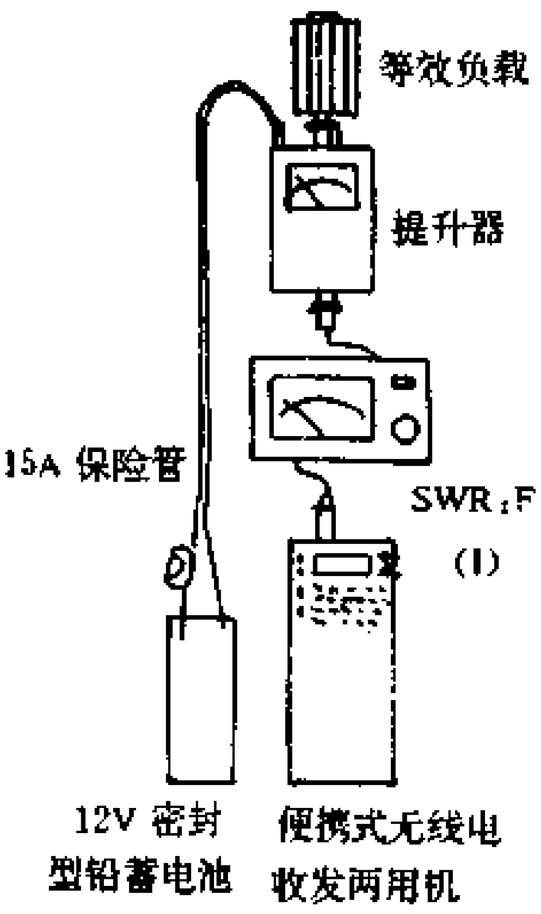


图 1—30

四、144MHz FM 袖珍型无线对讲机的制作

该袖珍型收发机其频带是 2m 的 FM。内装是 145.00 和 145.32 两频道。输出为 60～100mW 的 QRP，但本篇是受欢迎的两测量频带。天线易取得，非常适合近距离的连络用，故能充分享受自作机的 QSO 之滋味。

1. 电路工作原理

可知本机的 IF（中频）是 10.7MHz 和 455kHz 为双变频超外差。若连发射部分也追加功率放大器和通带滤波器的话，就 10W 机而言，也能应用了。故可知其性能之优良。

本机电路（如图 1—31 所示）和川崎型的 51MHz FM 袖珍型收发机是同机型，基本上线路相同，但最好参照本篇的说明。

本机的接收部分之主角是 MOTOROLA 的 IC（MC3359）。在 MC3559 的小体积中，内装了 IF 放大器、第 2 局部振荡（10.245MHz），第 2 混频器（频率转换），第 2 IF 放大器、限制器、FM 检波，静噪电路等 FM 接收机的功能。在这种 IC 尚未推出前，FM 电路是非常难设计的。

接收部分的局部振荡是晶体式的 2 频道。与用 Tr3 振荡之同时，用集电极侧的谐振电路加以 3 倍频（取出 3 倍的高次谐波）。再将此谐波用 Tr4，设法加以 3 倍频到 9 倍频。

就发射部分的 FM 而言，更加简单。一般说来，在进行 FM 调变上，是用向量合成电路或复杂的电路，来进行调变，而形成了本机整个发射部的电路。

与此比较起来，SSB 较完整。在其发射部分中，最独特的是在晶体振荡后，马上进行 9 倍频。一般说来，是用 3×3 的 2 级倍频电路来进行 9 倍频。

在最后级线圈的次级，虽安装了微调电容器，但用此来取得匹配。就整个电路而言，是简单且内容非常丰富的电路。

MOTOROLA 的 FM 通信机用 IC。一般都使用 MC3357、MC3359、MC3361。这些 IC 各自工作电压的范围稍有不同，其动作频率也有若干差异，因 3 种 IC 很类似，故经常被业余者

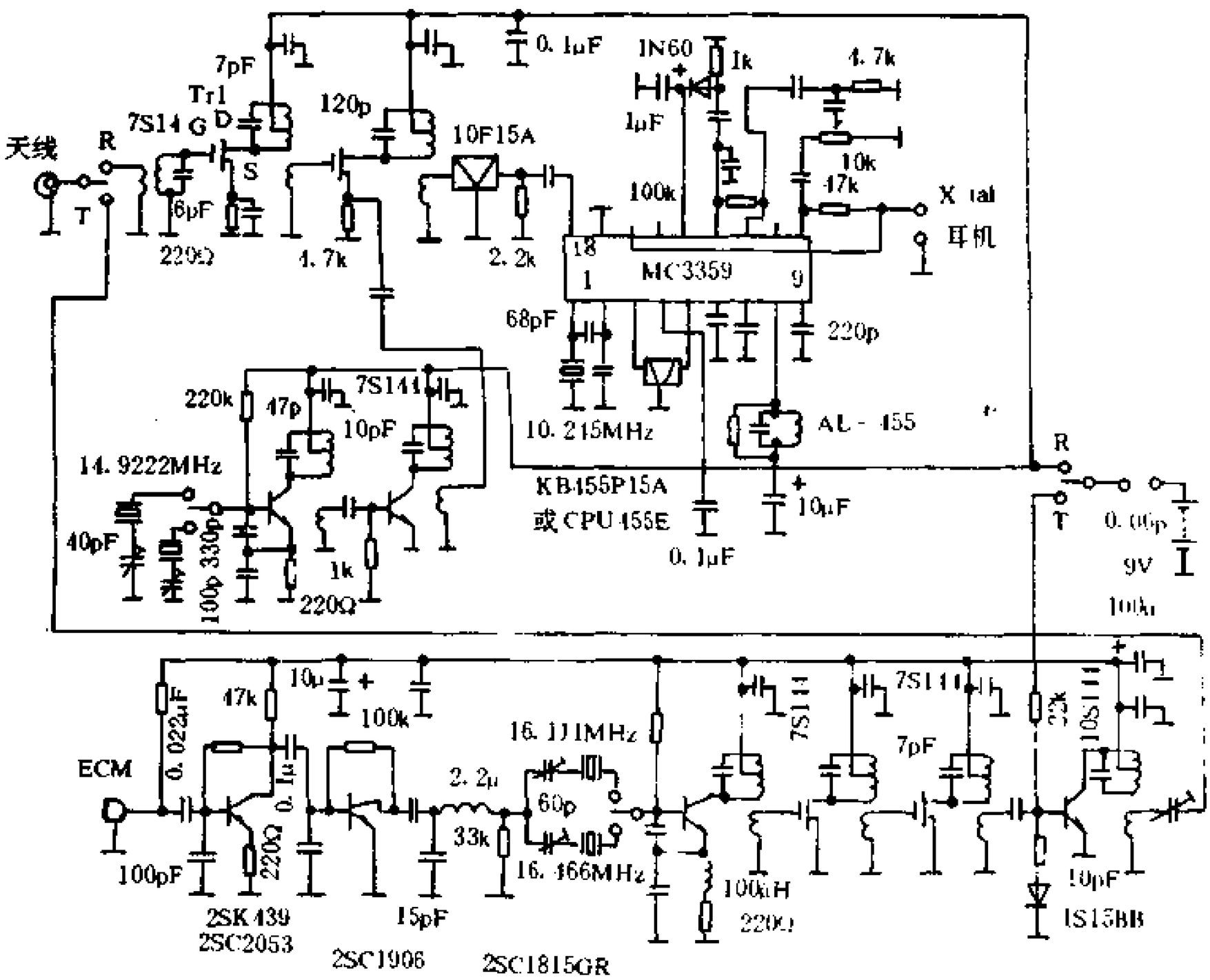


图1—31

所使用。

MC3357 的 IF 增益小，若不追加一级 IF，就容易感度不足。因此，外加零件比其他两种 IC 多。若依照手册来设计静噪电路的话，误差很多，无法顺利工作。

MC3359 虽非常易于使用，但因使静噪的滞后为零，故困难的是不易作好静噪负载。这也是某厂商使用在个人机而带来抱怨困扰。

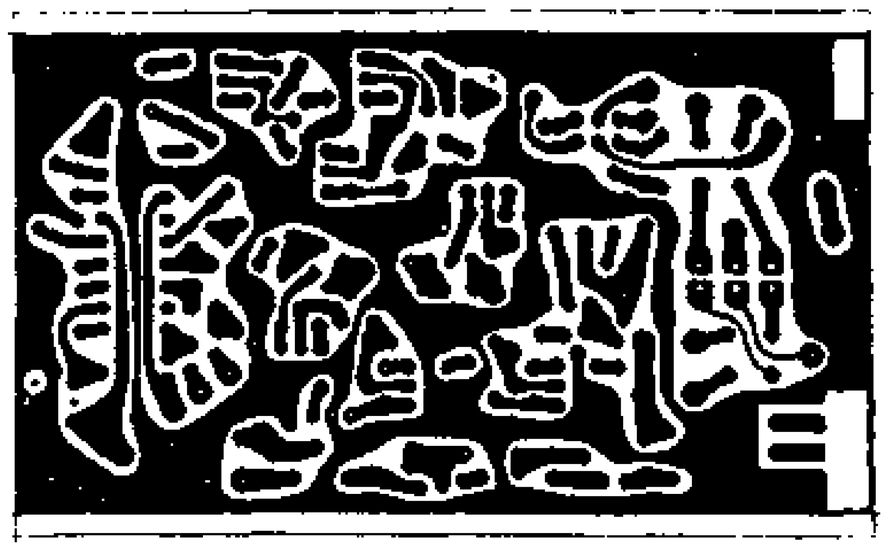
MC3361 的动作频率为 50MHz 左右。而静噪的滞后是易于使用在 MC3357 和 MC3359 的中间。静噪即使与 MC3357 完全一样，大致也不易使用。

其综合评价是 IF 若使用在 10.7MHz 的话，最好采用 MC3359。由于此系列的 IC，对业余者而言，能有制作与厂商产品相抗衡性能的 FM 收发机之机会。

2. 对讲机的制作

正式制作是从收集零件开始。其原因是为避免以后因缺乏 1 个零件而使全部的心血化为乌有。特别是像本机那样追求真正性能的电路，是使用特殊的零件，故必须加以注意。印刷版如图 1—32 所示。

制作的要领，终究就是焊接，即进行确实的铜箔面焊接。零件脚越短越好。进行基板装配，要



144MHz FM袖珍型收发机

图 1—32

注意的是跨线的配线不可错误。

3. **对讲机的调整**

(1)接收部分的调整

旋转静噪 VR，将 VR 事先设定在产生 MF 特有的噪声状态后，再调整检波线圈(L4)的噪声在最大处。

将来自信号产生器的信号输入天线(或本地电台所发射的信号)后，旋转接收局部振荡的微调电容器，使能接收此信号。

调整 L1、L2、L3、L4、L5、L6 的各线圈，使达到最大接收灵敏度。

尽可能一面接收弱信号，一面进行最大灵敏度调整。

(2)发射部分的调整

按 PTT 开关后，设定在发射状态，再旋转发射局部振荡的铁芯，对准频率(用事先准备的收发机，设定在能接收的状态)。

调整 L7、L8、L9、L10，使信号达到最强处(使 S 仪表指针的偏离在最大)。

调整 L10 的次级匹配用微调电容器(40pF)，使信号为最大即可。

五、74MHz 无线对讲机的制作

1. **电路工作原理**

电路原理如图 1－33 所示，该机设有镍镉电池充电插口，并有 LED 充电指示。待机时的 R3.6V 虽由 V_{cc} 供给，但镍镉电池也随同在浮动状态被充电。

FM 发射机的音调振荡频率约为 1.8kHz。天线端子留出两个，短天线时为 T－ANT1，长天线时则使用 T－ANT2。总之，天线射出的电波皆在微弱电波范围内。

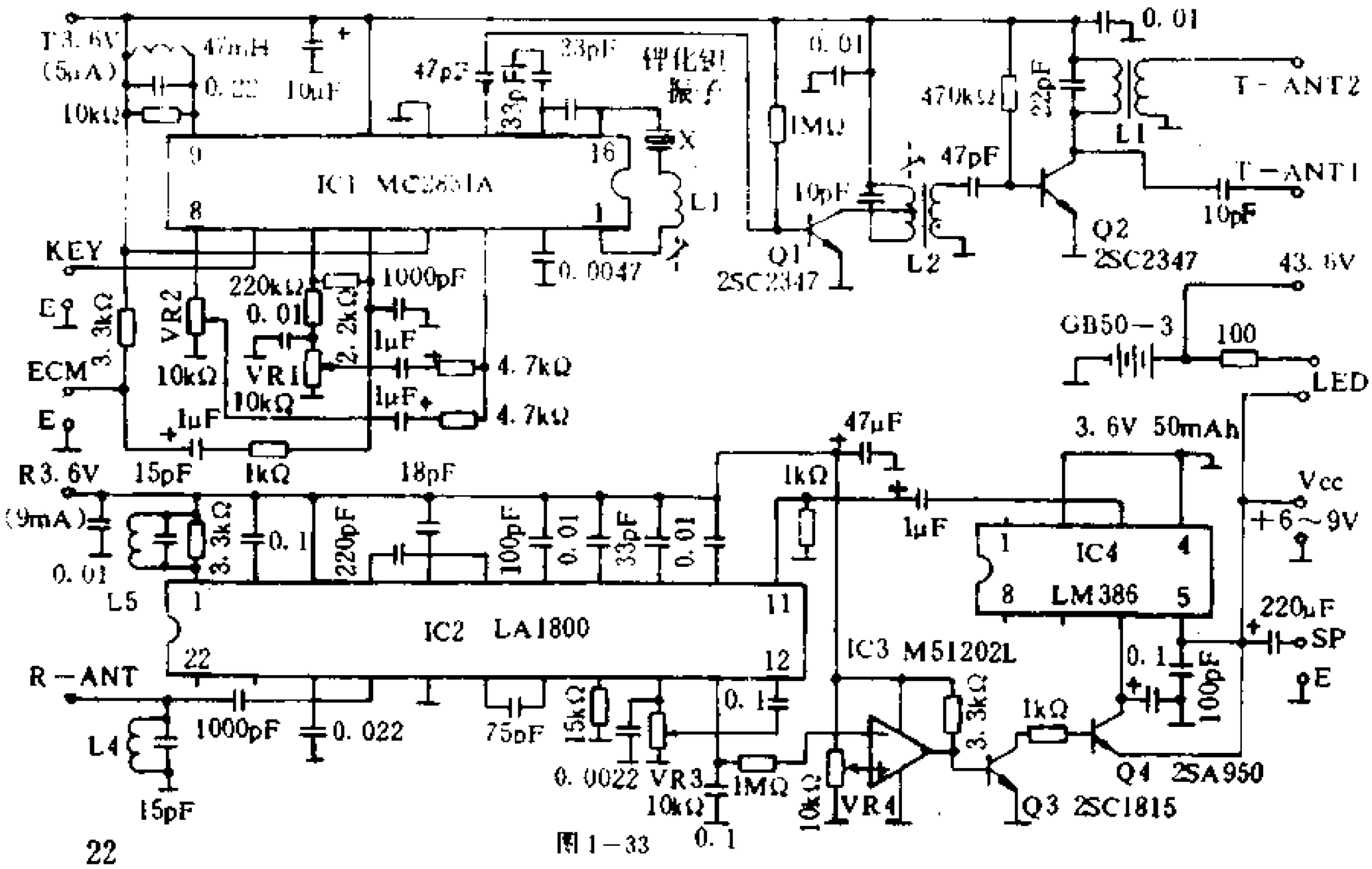


图 1－33

至于FM 接收机的天线输入需要设置BPT。最初，以1m 左右的软线当作天线接在LA1800 的第⑲脚，因干扰较大，而用L4 与15pF 谐振于78MHz 附近的调谐电路。

2. 对讲机的制作及调试

FM 接收机的调谐，用旋转L5 的铁芯完成。图中的调谐范围为74～87MHz。整机电路接线图见图1—34 所示，整机印刷板如图1—35 所示。

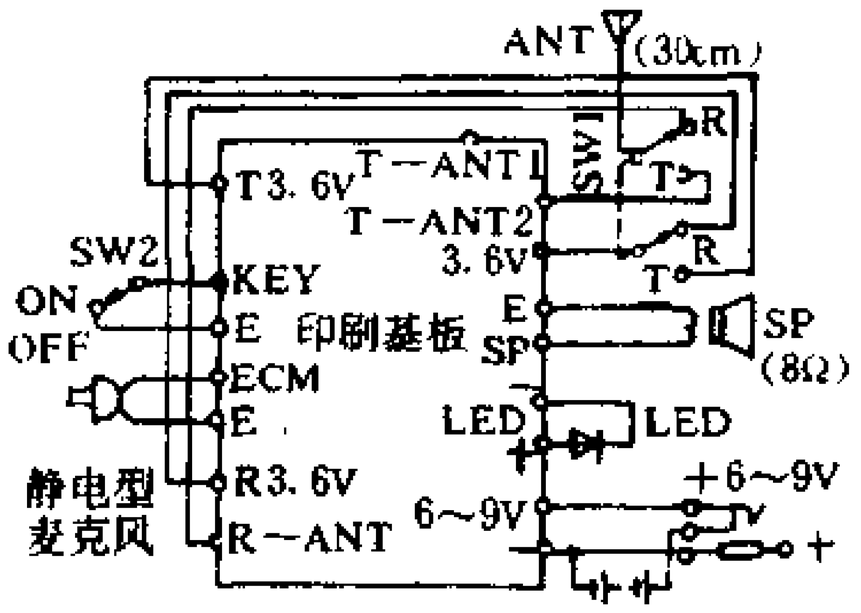


图1—34　　9V(006P)

首先，FM 发射机需要调整的除VR1 与VR2 之外就是L1～L3。VR1 与VR2，还有L1 可利用别的FM 接收机边接收电波边调整。L2 与L3 则调整到所发出的电波达到最强。

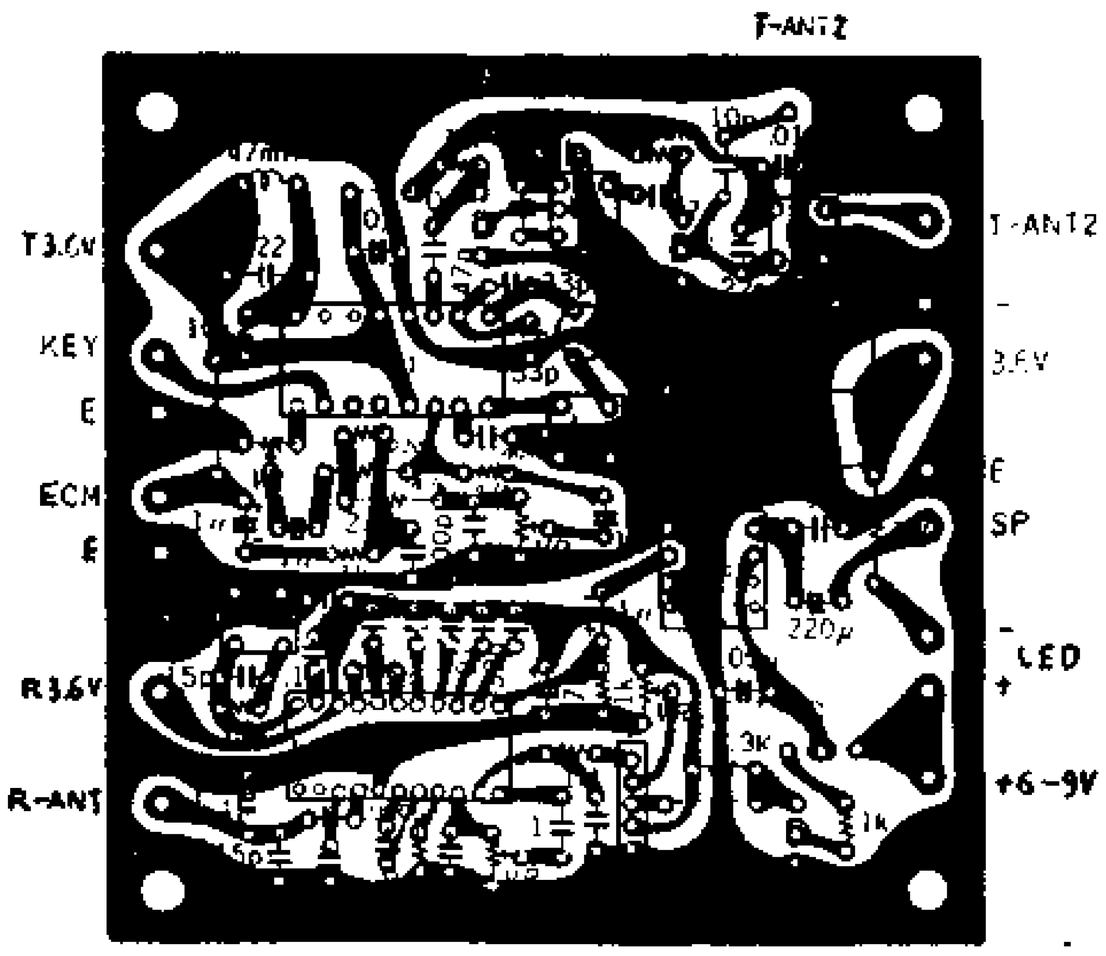


图1—35

FM 接收机必须调整的是L5，还有VR3 与VR4。其中，L5 与VR3 要一面接收对方的FM 发射机的电波，一面进行调节。再者，该机使用了LA1800 内耳机用的功率放大器，增益较大，VR3 几乎无从调升。所以，第⑭脚的输出可直接加于LM386。

决定比较器基准电压的VR4，应使电压成为0.8～0.9V。而且，精细调整VR4 使Q4 在未收到电波时处于OFF(从而，LM386 便不起作用)，收到电波时则变成ON。

最后便是L4 与15pF 的调谐电路，改变L4 的间距使灵敏度达到最佳。

六、50MHz QRP 对讲机的制作

该对讲机具有体积小，制作简单，加上外壳部分采用塑胶外壳，制作后的成品外形美观。撞击、掉落也不至于造成太大的损伤。

1. 电路工作原理

本机分为两部分：即发射部分和接收部分。

图 1－36 是本机电路图。整个电路设计的要点是以耗电量小，操作容易，体积小为着眼点，发射部份采用单级放大，最大输出功率为 300mW，频道固定在 50MHz。接收部分采用超外差再生式，此电路简单、零件少、灵敏度高，声频放大级与调制级分开可使收发射切换简单化，不会造成影响。主要的电路都装于(6.3×5.7cm)的基板上，因功率不大，无需装上散热片，长时间使用不会烧毁功率晶体管。

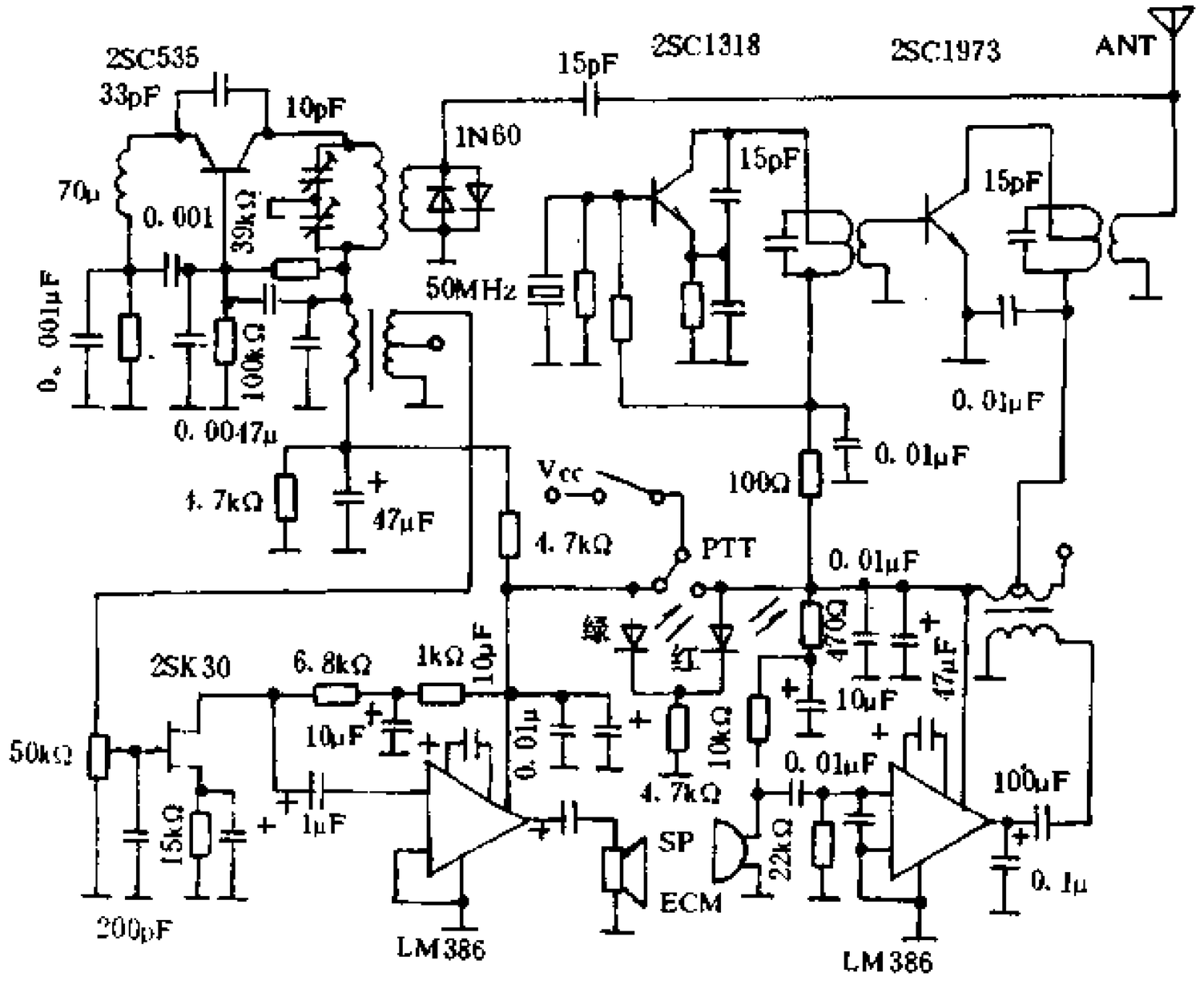


图 1－36

Q1(2SC535)在此作超外差再生式检波，其振荡方式属于间歇，振荡的疏密程度受到外来调幅波的影响，因此检波后所得的平均电流即为原来的调幅信号，而接收电路的工作频率是由集极上的线圈电感电容所决定，在此电路是以 50MHz 为工作频率。超再生检波的缺点是有“沙沙……”噪声，而这个噪声是来自再生振荡，噪声的频率等于间歇振荡频率，须与发射信号取得调谐时才会消除。另外，超再生式的接收机有时会对 FM 接收机、TV 等接收机发射出干扰电波，造成干扰。

检波后的声频信号经 ST－25 耦合至 Q4(2SK30)做预放大，再送至 LM386 进行功率放大后由喇叭发声。

Q2(2SC1318)担任振荡级，振荡频率由石英晶体 X1 来决定，振荡后的信号由 L3、L4 耦合至功率放大级，Q3(2SC1973)，放大后的信号由 L5、L6 耦合至天线发射出去。

调制级采用 LM386，声频输入部分采用电容式麦克风(ECM)，因为它体积小，频率感应佳、灵敏度高的优点，声频信号经 ECM 拾取到 LM386 放大，然后经调制变压器(ST－83)与 50MHz 的载波调变后，由天线发射出去。

2. 对讲机的制作

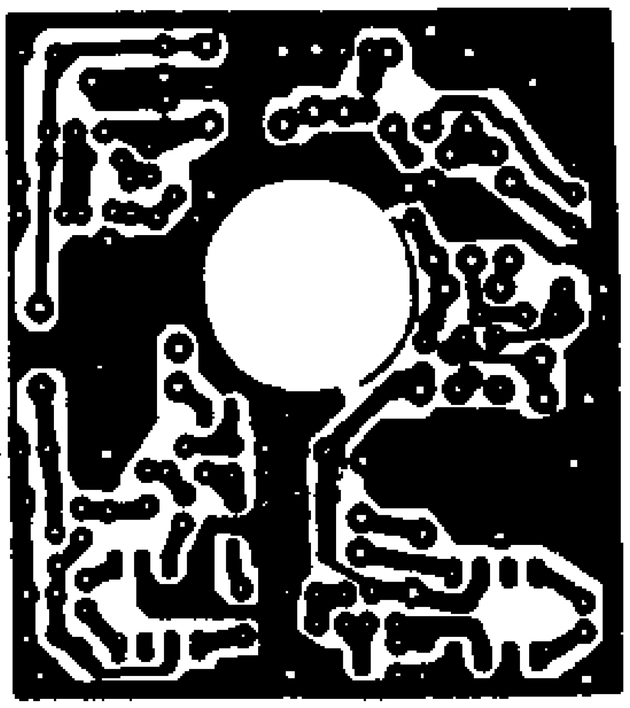


图 1－37

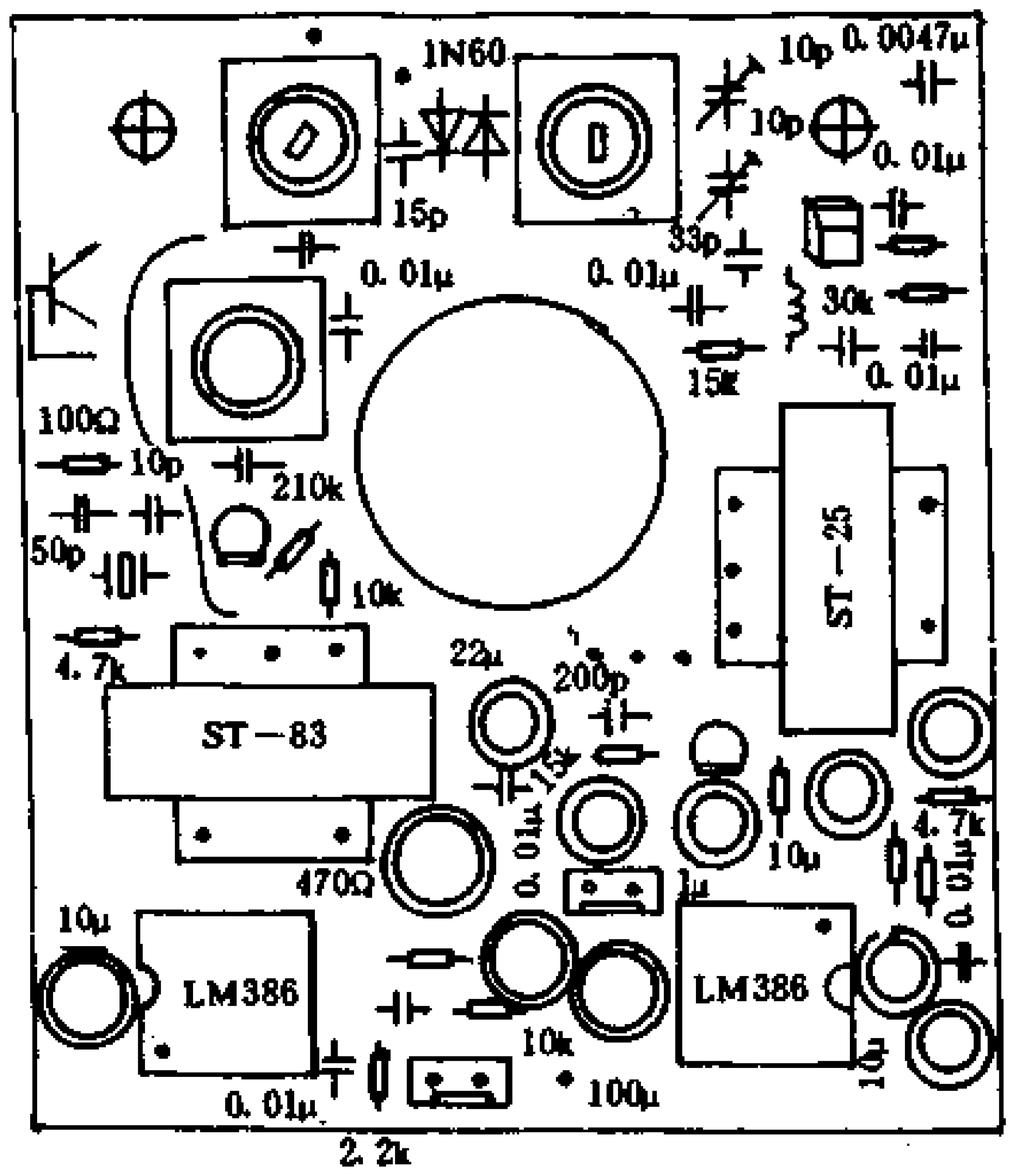


图 1－38

本机的零件可在市面购得。图 1－37、图 1－38 是印刷板与零件位置图，图中的 0.1μF、电容须焊接在铜箔面上。基板中央圆圈部分须切除，安装喇叭用。为使接线容易、拆装方便，加入了三片附属基板，分别安装 PTT 键与电源开关、收发射指示、天线座与接收音量控钮。

各基板装配完毕后可进行配线的工作，本机使用的电源电压其范围为 10～12V 。

3. 对讲机的调整

该调整的部分只有三个线圈及二只可变电容器。调整接收级时，应先发射 50MHz 调幅信号，调整 L1、L2 的铁芯及 10pF 的可变电容器，使其接收信号最大，而 VR50kΩ 则转至适当位置，勿使信号失真。

发射级的调整可接上 50Ω 的假负载及高频功率表。先调整 L3、L4 的铁芯到振荡级产生振荡，由示波器上得到 50MHz 不失真的正弦波信号，然后调整 L5、L6 的铁芯至功率表读数最大，如此反覆数次即可。或者是接上图 1－39 的电路，依序调整 L3、L4 与 L5、L6 电压表指示最大为止。

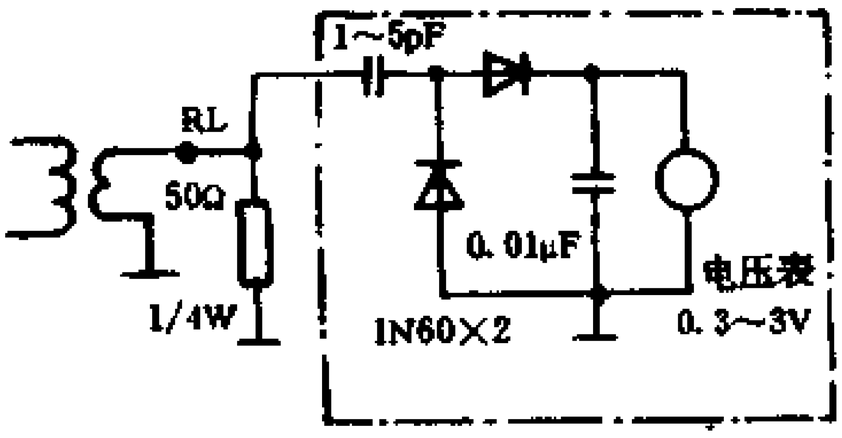


图 1－39

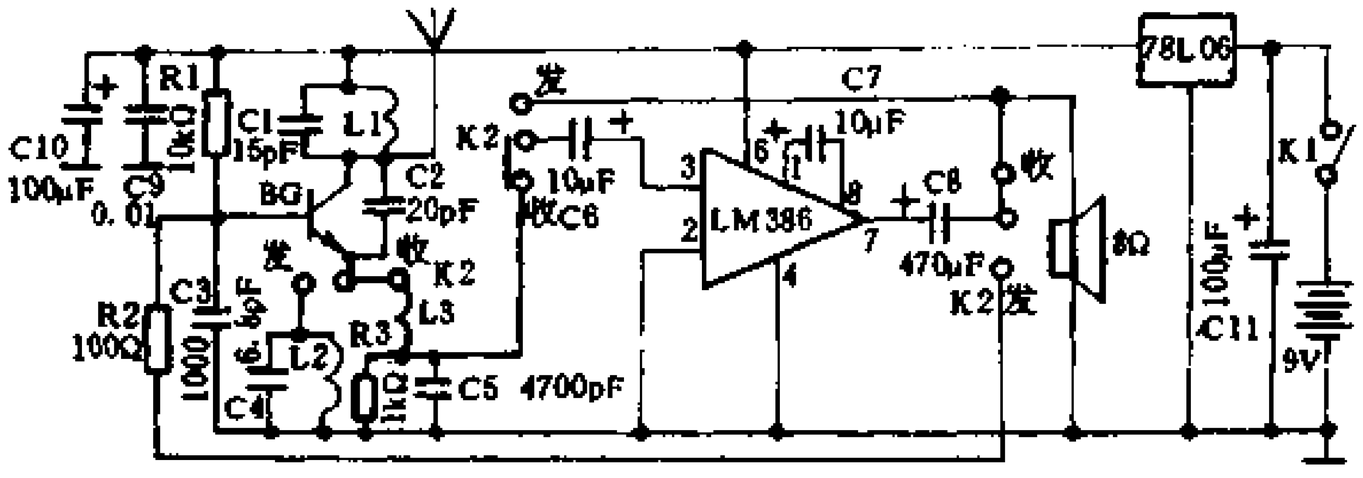
QRP 的对讲机虽然其输出功率不大，但在日常生活中近距离的使用上却是很方便，同时又可增加生活情趣。

七、简易无线对讲机的制作

该调频无线对讲机工作在 88～108MHz 即收音机 FM 波段，通话距离可达 1km。

1. 电路工作原理

该对讲机的原理如图 1－40 所示。当开关拨到发信位置时，扬声器将声音转化为电信号并经 LM386 放大后由输出电容器 C8 及负载电阻 R2 反馈到振荡管 BG 的基极上，BG、L1、L2、C1、C2、C4 等就形成高频振荡电路，高频波受话音信号的调制并由天线发射。BG 兼作射频功率放大，从而使该对讲机的发射距离远远超过普通单管 FM 话筒。当开关拨至收信状态时，BG、L1、L3、C1、C5、C2、R3 等构成超再生检波电路，对由天线输入的 FM 信号进行超再生检波，检波后的音频信号经 C6 输入到 LM386，放大后输出至扬声器。



为使该对讲机达到理想的通话距离，必须注意以下几点：三极管 BG 的特征频率及最大耗散功率必须满足设计要求，可选用 8050、9014 等三极管，用 8050 三极管效果更好些，其 PCM：1W，f_T：100MHz。一定要采用如图所示的稳压电路，以使发射频率稳定，并用 6 个干电池或用 9V 叠层电池供电；天线必须采用 1.2～1.5m 拉杆天线，有条件的话可用 88～108MHz FM 发射专用橡胶天线；天线需紧固在电路板上，否则会严重影响通话距离；调试时一定要将天线全部拉出。

2. 元件选择与制作

为缩小该机体积，各元件皆可采用微型封装元件，稳压块选用 78L06，L1、L2 用直径为 0.51mm 的漆包线，在圆珠笔芯上各绕 4 匝和 10 匝，L3 为高频阻流圈，可用 0.1mm 漆包线在 1/8W、100kΩ 的电阻上绕 100 匝而得。

3. 对讲机的调试

电路安装完毕即可进行调试，先将 K2 置于收信位置，此时扬声器中应有“沙沙”声，说明 BG 管起振，电路工作正常。然后将 K2 置于发信位置，在发射机附近置一台 FM 收音机，调收音机旋钮，应能找到一静噪声，对话筒讲话（即收音喇叭），可通过 C6、LM386 放大，经 C8、R2 来控制 BG 的调频波，收音机就会听到清晰、宏亮的声音，如有啸叫声可拉开发射机与收音机的距离。发射状态时整机电流为 55mA，如达不到或超过 55mA，可调节 R1 的阻值。要使发射频率与接收频率相同，可以通过调节 BG 的工作点得以实现，发信时调节 R1，收信时调 R3，便可使整机发射与接收工作在同一频率。

八、F30－3 型调频无线对讲机的制作

F30－3 型调频无线对讲机电路结构紧密，又各成一体，相互牵制不大；制作简便，调试

极为方便，很容易制作。

图 1—41 为其电路图，由于接收部分采用了共射—共基极高频放大电路，能较好地解决增益与稳定性的矛盾。整机的灵敏度、增益和稳定性得到提高。发射部分为了尽量减少调整元件，主振、缓冲、推动功放、低通滤波器，采用了 Q 值较高的空芯电感与回路电容组成，由于设计时电感、电容选择比较准确，只要电路焊接无误，电路组装搭配正确，发射部分即可一装即成。

1. 对讲机主要技术指标

工作频率：27～38MHz；调制方式：调频；电源电路：DC9.6V；射频输出功率：3W；天线形式：1.1m 加感拉杆(或 0.16m 橡胶天线)50Ω 阻抗；频偏：±5kHz；接收机灵敏度：优于 1μV(S/N：20dB)。

2. 电路工作原理

(1)发射机工作原理如图 1—41 所示，语音信号经话筒送入后，经 BG5、BG6 的两级放大器放大，由 C38 送入 D6 调频。主振级由 BG7、JT2、D6、C41、C43 组成，其振荡频率在 10000kHz，此信号经 C42、L3 选出三次谐波后，由 C44 送入 BG99 组成的缓冲放大器放大，由 C48 送入 BG10、BG11 组成的二级丙类放大器进行功率放大。由于丙类放大器二次谐波很高，所以必须选出基波成份，推动电路中由 C50、L6、C15 选频，射频输出由 L9、C54 串联谐振，由 L1、L2、C1、C2、C3 组成的滤波器选频和阻抗转换，最后与天线发射出去。

(2)接收机工作原理由天线接收的信号经滤波器 C4、B1、C5、D1、D2 送入由 BG1 和 BG2 组成的共射—共基级高频放大电路进行放大，放大后的信号经 B2 调谐电路送入集成电路 MC3357 第⑯脚进行混频。

BG3、JT1 和其它元件组成本振电路，其振荡频率比接收频率高出 455kHz，此信号由 B4、C10 送入集成电路 MC3357 第①脚与接收信号混频输出 455kHz 中频信号。

由混频器送出的 455kHz 信号，经 JT3 滤波后，由 IC 的⑤脚输入到内部限幅放大器放大，放大后信号由⑧脚输入进行鉴频，⑨脚输出一路由 W2 送入低放集成电路 LM386 放大后推动喇叭发出声音。另一路则经 W1 送入内部有源滤波器滤波后，由 D3 检波，控制其内部静噪触发电路，由⑭脚静噪开关的接通与断开，控制 LM396 第②脚电位的高或低来控制其输出，达到静噪的目的。

实际使用时，在“静噪”状态，LM386 输出由②脚电位高低来控制，仍有极细小的电流声，这种声音只有把耳朵贴在扬声器上才听得出来。同时，此种方法也消除了收、发开关转换时的啾、啾声。因而是一种实用可靠的静噪控制电路。

3. 对讲机的制作及调试

本机印刷板自行设计。注意元件的引线尽可能短，引天线插座的线也尽量粗和短，否则输出功率将减少。引线或元件的氧化层要刮去，并防虚焊，内插式充电口与电池盒盖板要用甲苯或丙酮粘牢，装配结束后，应仔细核对，在检查连接无误的情况下方可进行调试。无线电对讲机的调试一般要借助专用仪器设备，在此不再叙述。

业余者一般都无仪器设备，如何调试对讲机？首先利用微安级电流表(或万用表最小电

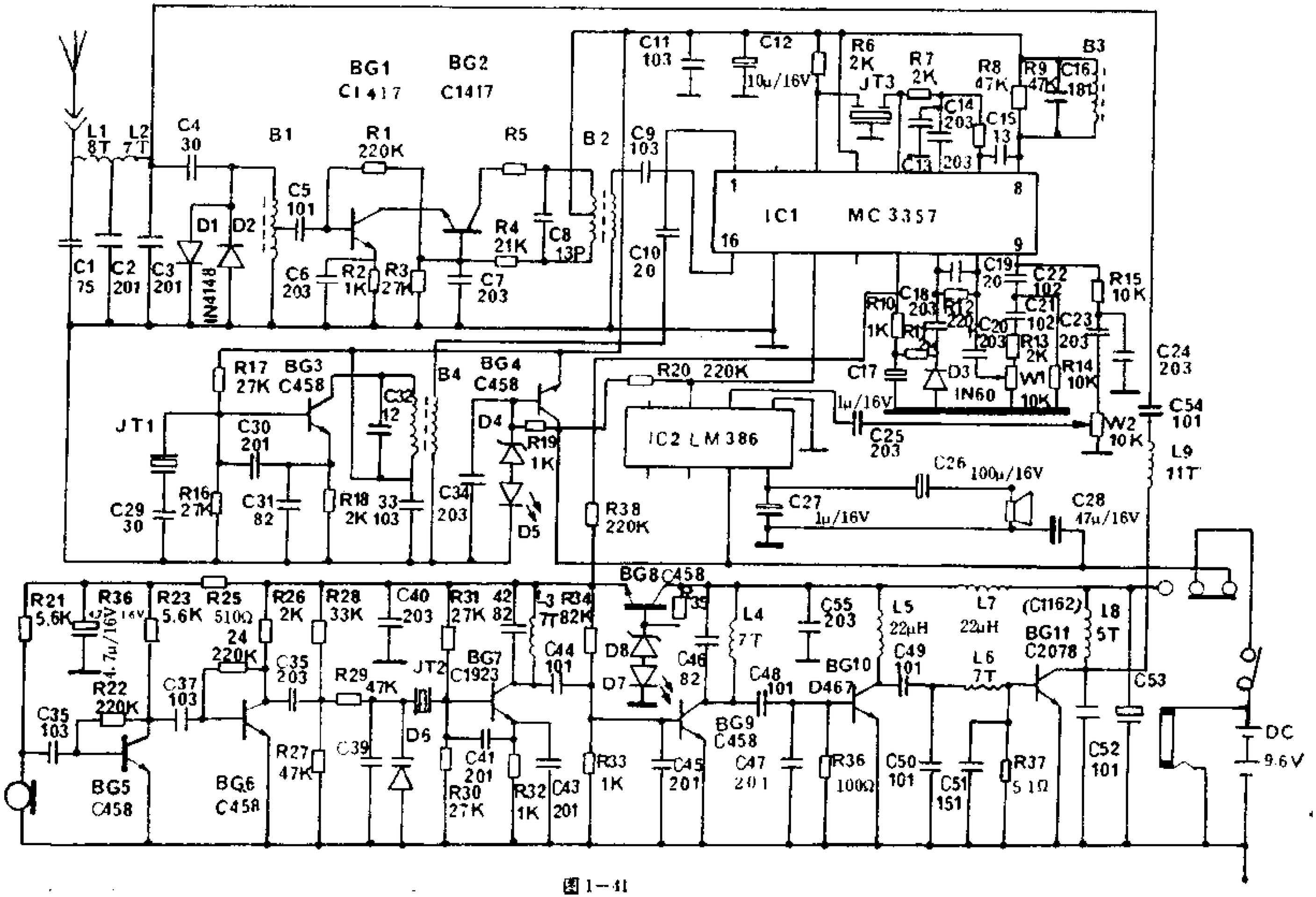

BG1 C1417
BG2 C1417
L1 8T
L2 7T
C4 30
B1
R1 220K
R5
B2
C9 103
C11 103
C12 10μ/16V
R6 2K
R7 2K
R8 47K
R9 47K
C16 181
B3
JT3
C14 203
C15 13
C13 203
IC1 MC 3357
C1 75
C2 201
C3 201
D1
D2
IN4148
C5 101
C6 203
R2 1K
R3 27K
C7 203
R4 21K
C8 13P
C10 20
C19 20
C22 102
C21 102
C18 203
R10 1K
R12 220
C20 203
R13 2K
C23 203
R15 10K
C17
D3 IN60
W1 10K
R14 10K
C24 203
C54 101
L9 11T
W2 10K
R17 27K
BG3 C458
C32 12
B4
BG4 C458
R20 220K
JT1
C30 201
D4
R19 1K
IC2 LM386
1μ/16V
C25 203
C26 100μ/16V
C27 1μ/16V
C28 47μ/16V
C29 30
R16 27K
C31 82
R18 2K
33 103
C34 203
D5
R38 220K
R21 5.6K
R36
4.7μ/16V
R23 5.6K
R25 510Ω
24 220K
R26 2K
R28 33K
C40 203
R31 27K
42 82
L3 7T
R34 82K
BG8 C458
C44 101
D8
D7
C46 82
L4 7T
C55 203
L5 22μH
L7 22μH
(C1162)
L8 5T
BG11 C2078
C49 101
L6 7T
C53
BG10 D467
C48 101
BG9 C458
C47 201
R36 100Ω
C50 101
C51 151
R37 5.1Ω
C52 101
DC 9.6V
R22 220K
C37 103
C35 203
R29 47K
JT2
BG7 C1923
C41 201
R30 27K
R32 1K
C43 201
R33 1K
C45 201
C35 103
C39
D6
R27 47K
BG5 C458
BG6 C458

图 1—11

压档、电流档)按图 1－42 制作一简易场强计，用其监测发射部分输出功率大小。利用这些简易的设备，加上精心的调试，照样能调出较理想的数值。

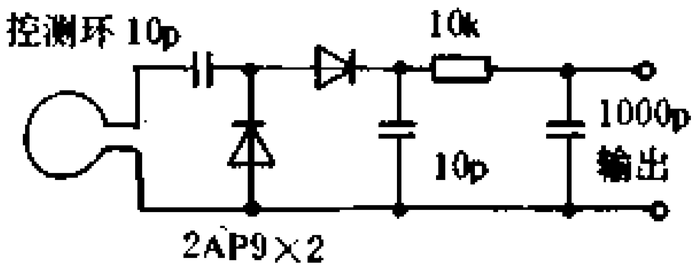


图 1－42

(1)发射机的调试方法

a. 由于发射部分谐振电路较多，且都是空芯电感，所以在调试中应倍加小心。本电路设计比较准确，只要焊接正确，基本不用调试即可工作。如需调整，可轻微拨动，一旦破坏各空芯电感原有外形，在没仪器的情况，很难保证收发同一频率。

b. 有关 BG10、BG11 基极负偏压。先测各级直流工作状态，应基本符合要求。

用三用表测 BG7 基极电压高于发射极电压。若不起振，应查 BG7 外围元件。

当电路起振后，可微调 L4(L3 一般不需调动)，同时测量 BG10 基极负偏压。此电压如过小，说明倍频电路动作状态不佳，输出的发射倍频频率幅度值不高，会影响推动级工作。如太大往往会造成倍频波形不好。所以，此负偏一般调整在－0.4～－0.2V 之间。

BG11 的负偏问题：在电源电压为 10V 时，一般调到－0.8～－0.4V 之间。偏压太低影响发射功率；如太高不但耗电大，BG11 发热严重，同时输出射频波形不好，杂波幅射较重。在调试过程中碰到下述现象：振荡器倍频电路动作都正常、功放负偏压也正常，但没有功率输出或功率输出很小。这主要是 L9 空芯电感调整不当。此电感与 C54 串联谐振于 30MHz 射频频率上，并且串联在功放 C 极至天线电路中，由于 L9 调整不当，串联谐振失谐，所以前几级电路均能正常工作。但无太大的发射功率输出。

在调试 L9 时有一点必须重视，就是在原来焊接好的基础上，稍微拉一点匝距即可。调整的同时场强计和电流表指数应在 600～800mA 之间。需说明一点，上述几点不是一成不变的，例如功放管参数不一致，调试的负偏也要根据情况而定。不过对大多数而言，普遍具有如上所述的规律，可根据实际状况灵活掌握。

(2)利用发射机对调接收机的方法

由于接收机采用集成电路，所以本机调试较为简单，调整元件较少，调整方法也不复杂。不过，在没仪器的情况下调整，一定要细心、有耐心，反复调整。

a. 初调接收机。将已基本调试正常的发射机通电，使收发开关处于间断发射状态(不接天线)，另外使另一只被调机接收，用甲机的发射频率对调乙机的接收部分。先将乙机的音量放到最大，静噪处于不静噪状态。甲机发射同时，在话筒处送话，同时调整接收机的 B1、B2、B3、B4、L1、L2，使之能收到声音，达到声音最大而不失真。调整时应注意：不能一味追求音量过大，使接收机出现自激现象。

b. 粗调接收机。在上述基础上，将发射的甲机 BG10、BG11 断电，使之推动级、功放级停止动作，这样相当于减小接收机的输入信号。而后适当拉开两机之间的距离，利用甲机 BG9 的小幅射能量来细调接收机，以便使接收机有较高的灵敏度。再反覆细调 B1、B2、B3、B4、L1、L2，使语音清晰而不失真，杂音最小。在调试过程中，会感到调整 L1、L2 不如调四个中周那么明显，这是正常的。另外，L1、L2 的调整幅度不必过大，否则会影响发射功率，两者必须互相兼顾。

c. 微调接收机。在前两步的基础上，再进一步微调：一种是把两机拉开相当的距离(如

200m、300m 等视情况而定)；第二种是将接收机音量电位器关小，重复上述调整方法，以便使接收机达到最佳动作状态。经上述反覆细致调整，接收机通道增益一般都能达到 30dB 以上，灵敏度可达到 2.5～1.5μV。这与仪器调整相差不太大。调试完毕后，即可使用。

九、简易 220MHz 调频对讲机的制作

1. 电路工作原理

(1)电源用交流电源供电时，由变压器得到的 9V 交流输出经全波整流器(D6 和 D7)和 C17 及 C18 滤波后接稳压器 U3。D8～D10 的功能是将 U3 的稳压输出提高到 13.6V。

如果用直流供电，电源正极接 D 点，A、D 之间不用跳线连接。D20 提供了极性反接和瞬态电压保护。直流电源分别向收发转换开关检波器 U2、本振 Q1 和 Q2、功率放大电路(Q6 和 Q7)并通过 J1 向中频收发机(TRC－501)供电(如图 1－43 所示)。

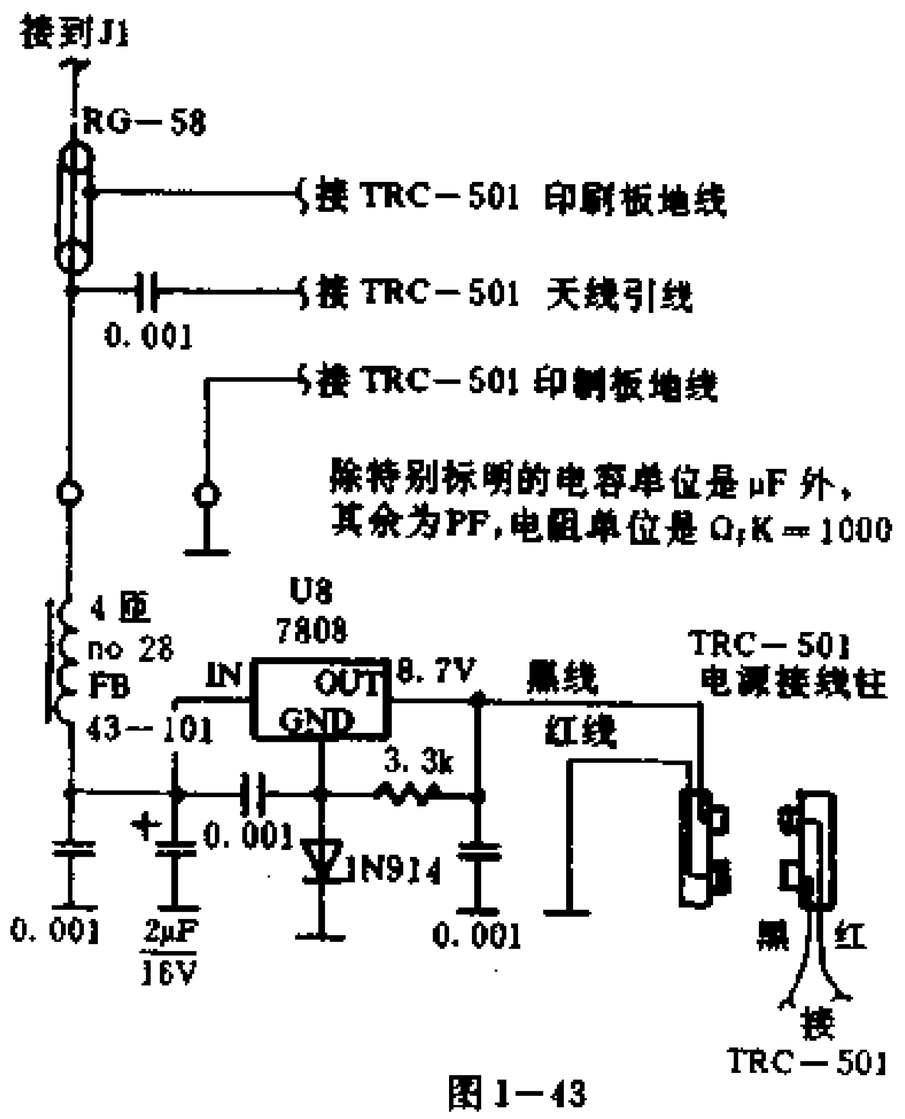


图 1－43

(2)本振(整机电路原理如图 1－44 所示)，本振工作于86MHz。将223.5MHz与49.830MHz中频运算后，可确定 86.835MHz 晶振用于 Y1。晶振频率与 TRC－501 相应信道频率的关系为：

$F_x=(F_{op}-F_{hi})/2$

推挽倍频器将振荡器输出提高为173.670 MHz，为混频器提供精度较高的本振功率。

(3)晶体转换开关，B 端的直流电压可通过板上跳线(W2)或单工状态下的板下开关选择晶振。在半双工状态下要用到 T 和 R 端。R 端接对应于不同晶振的晶体选择端以适应接收频率。相似的，T 端在发状态下接希望的晶振选择端。只要在某一时刻只有一个晶振选择输入是高电平(12V)，任何开关都可以用。

除非有五个单工信道(一般不用)，一个三端四状态开关可以控制所有晶振的开关。

(4)接收电路，接收时，U2 的④脚电压大约 5V，这一正电压使 Q3、Q4 导通，Q5 截止。Q4 向接收信息线(12R)提供 12V 电压。输入信号经 D19 到达栅极接地的结型场效应管前置放大器 Q8。宽带放大器 U6 提供附加增益。接收信号通过 D16 和 223MHz 的带通滤波器 L4/L5，达到混频器 U1，从而将信号转换到 49MHz 范围，然后通过接头 J1 送入中频收发信机。

(5)收发检波器，501 收发信机射频输出信号很小，所以需要一个高灵敏度检波器(U2)用于收发定向。发射时，射频通过 C12 强制 U2 的④脚为零电平，这种 Q3、Q4 截止，接收单元不工作，而 Q5 导通，向发射信号线(12T)提供功率。

(6)发射部分，当频率转换器工作于发射状态时，由收发信机传来的 49MHz 的输出在 U1 中被转换为 223MHz，带通滤波器对混频器输出进行选频，223MHz 信号经 D15 到达宽

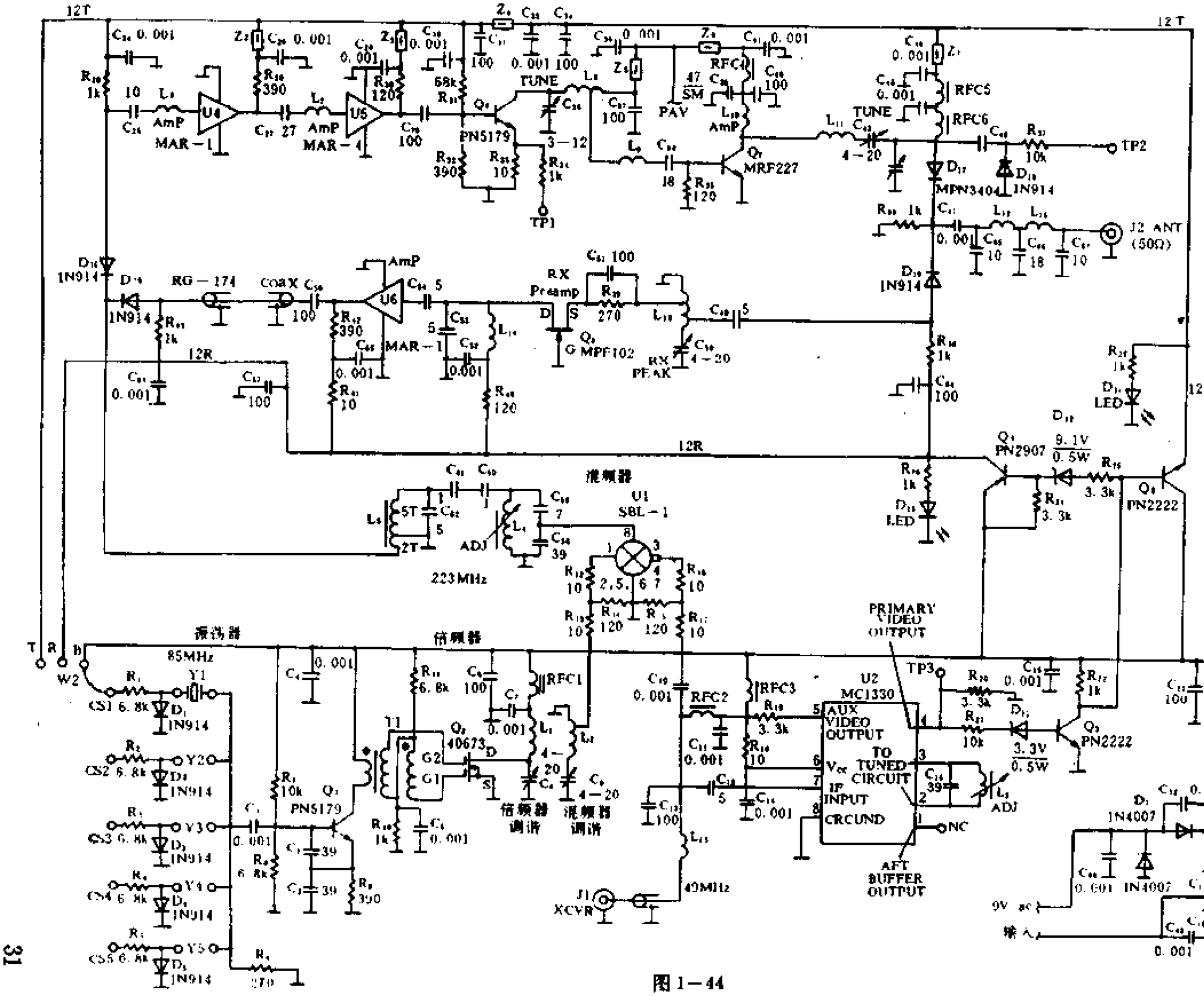

12T
12R
TUNE
PN5179
MRF227
MPN3404
1N914
TP1
TP2
J2 ANT (50Ω)
RG－174
coax
AmP
MAR－1
MAR－4
RX Preamp
MPF102
RX PEAK
RFC1
RFC2
RFC3
RFC4
RFC5
RFC6
混频器
SBL－1
223MHz
49MHz
振荡器
倍频器
85MHz
MC1330
PRIMARY VIDEO OUTPUT
TO TUNED CIRCUIT
AFT BUFFER OUTPUT
PN2907
PN2222
7812
1N4007
LED
9V ac
输入
(see text and Fig 4)
T
R
W2
J1
XCVR
Y1
Y2
Y3
Y4
Y5
PAV
SM
ADJ
GND
RF IN
RF OUT
U4, U5, U6
顶视图
前视图
底视图
字母 M 在 2 脚上方
除特别标出的电容单位为 uF 外，其余单位为 PF 电阻单位为 Ω
K＝1,000
M＝1,000,000
同相端

图 1－44

带放大器U4和U5。级间网络C25/L6和C27/L7使223MHz响应变窄，同时具有无调谐的好处。足够的放大倍数由末级前置放大器Q6和最后的功放Q7提供。信号经PIN二极管D17并通过一个低通滤波器被传送到天线接头J2。流过D17的电流在R36上产生的电压使D19截止，从而阻止射频信号进入接收前放Q8。

2. 对讲机的改进与制作

(1)收发信机的改造，为了连接收发信机与频率提升器，收发信机的拉杆天线需换为一段RG—58型同轴电缆(大约四英尺长)只要在收发信机天线孔处加一个垫圈，然后把同轴线接上去就可以了。

通常TRC—501用收发机自身的内部9V电池供电。不过提升器插座J1可将射频信号和直流电同时传送给收发信机。所以提升器的电源亦可给收发信机供电。传送到收发信机的电压被图1—43所示电路稳压在9V左右。稳压器被装在9V电池大小的一块板上。应确保电池接线柱接线正确，保证收发信机供电极性正确无误。

同轴线的芯线接收发机的天线引线，此引线原先是接拉杆天线底座的。接于同轴线芯线的0.001μF片电容可阻止直流电压进入发射机天线输入回路。同轴线屏蔽层接印制板地线金属箔。

(2)提升器的制作，如果你不是很有经验的甚高频电路制作者，建议你用图1—45所示印制板布线图。

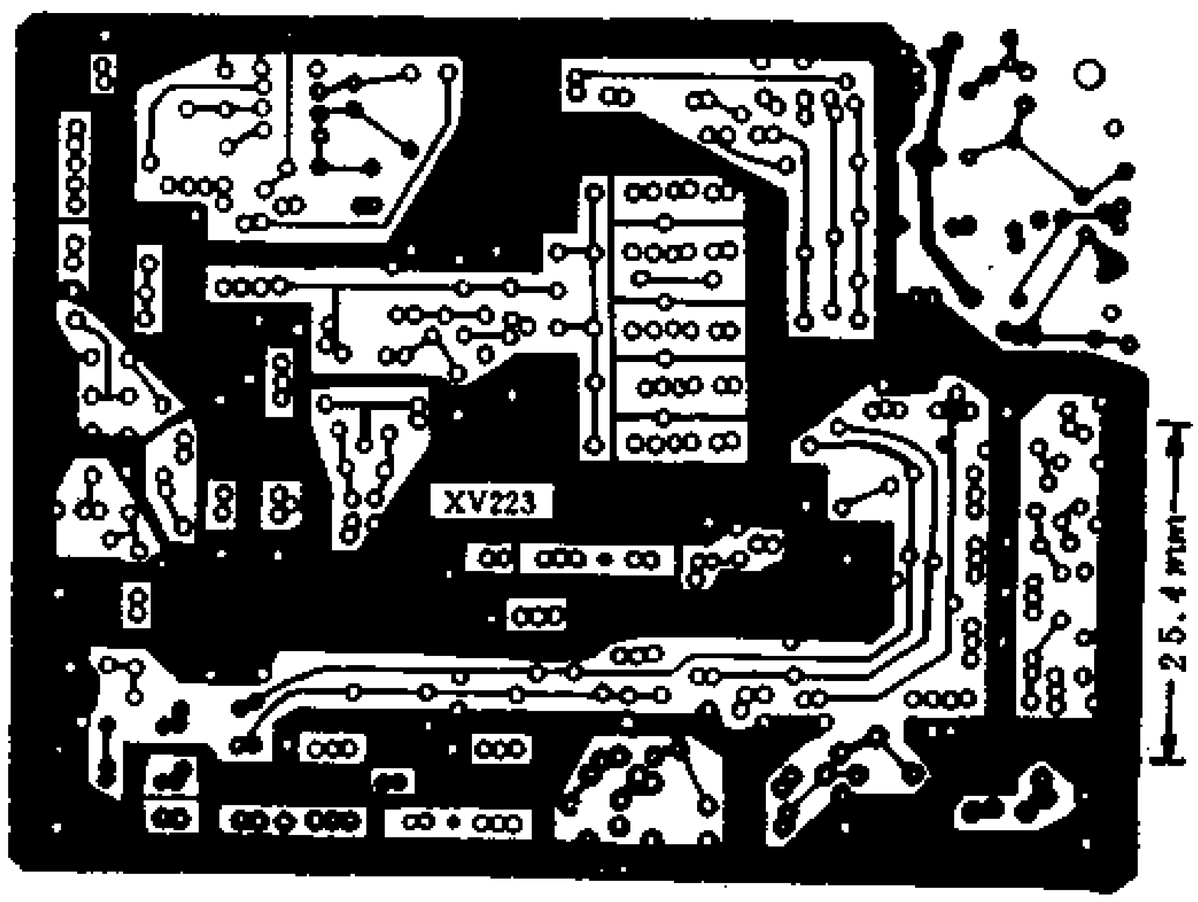


图1—45

线圈绕制更容易。每个空气线圈的长度已由印制板上的孔确定下来了。对于螺线管和铁氧体环，通过孔心时开始计匝数。L5分布于磁芯60～70%为绕T1次级的双绕线线圈，先将两根0.38漆包线绞在一起(大约每英寸8圈)，此线圈占磁芯的75%(8圈)。在一根线绕完，另一根线接续的时候抽中间抽头，引线要短。

C49的一个引脚直接接L13，C51/R39的一个公共端亦直接接L13。L9的末端引线(垂

直地)直接接L8,距C37只有1/4匝的抽头。

要确保每个晶体管接线方向无误,Q7(一种特殊发射极连管壳封装)安装时要齐平嵌入印制板。Q2和Q7需要散热。用短铝管制作。Q2的散热器约0.75英寸长,Q7的散热片约1英寸长,U3需要有良好的散热,并附加一平方英寸的废铝片。

单块集成放大器U4、U5和U6安装于印制板有金属箔的一面。每个元件上的色点指示输入引线,引线必须被剪短。焊接U4~U6前最好给元件的4根引线上锡。

D16和D56之间用一根跳线连接。这里可用RG—174或RG—58型号的同轴线。

天线插孔(J2)直接装在印制板上。J2连接片上的焊料使其很容易焊到印制板上的接地金属箔上。J2的中心插脚接L16和C63的公共接点。J1(接收发信机)接在与J2相对的盒壁上。

3. 对讲机的调试

将TRC—501连于J1,在J2上连一个甚高频功率表和假负载(可并联三个150Ω,1/2W碳膜电阻),相应射频输出可通过测量TP2端的直流电压得知。把铁芯从线圈顶端插入L3,7/16英寸;把L4的铁芯从线圈顶端插入5/16英寸。将所有可调电容调到中心位置,在TP3端(U2的4脚)和地之间接一电压表,读取5V直流电压。

接通电源后,绿色发光二极管D13应亮;打开TRC—501开关按下通话键,红色发光二级管D14应亮。通过调整L3,使在TR3端得到0V电压。释放通话键。用一个频率计在T1附近检查收发机晶体振荡器工作状态。或用调频宽带接收机在调频广播波段进行调谐。如果需要,调节T1线圈间距或调C3使达到所需振荡频率。

用一个波长计(带有信号强度指示计的民用波段接收机),或频谱仪靠近L2测倍频信号(约173MHz),调节C8和C9使在晶振频率两倍处信号最强。在TP1和地之间接入电压表,键控收发信机先调L4再调C8,使电压表指示最大,典型值是0.15V。

十、有线、无线、电力线载波三用对讲机的制作

该机(如图1—46所示)具有三种通话方式。能利用线路进行有线长距离对讲;可以借用电力线路来传输信号,其有效通信距离可达几公里;也可采用调频无线发射方式通话,距离也在百米以上。

1. 电路工作原理

(1)有线对讲:甲、乙两机的A、B接线端用导线连接即可通话。接通K1,按下K2使电路处于发话状态(图中为接收状态)。此时,扬声器通过K2—2被接到IC输入端作话筒。IC将话音信号放大后传送至乙机。

(2)电力线载波:电路处于发信状态时,晶体管BG1的集电极接入B1初级回路,BG1振荡产生了300kHz的正弦波信号。IC输出的发话信号经R2、B1加至BG1的集电极,实现了音频信号对高频信号的幅度调制。载波信号由B1初级抽头取出,经C1输出并沿电力线传

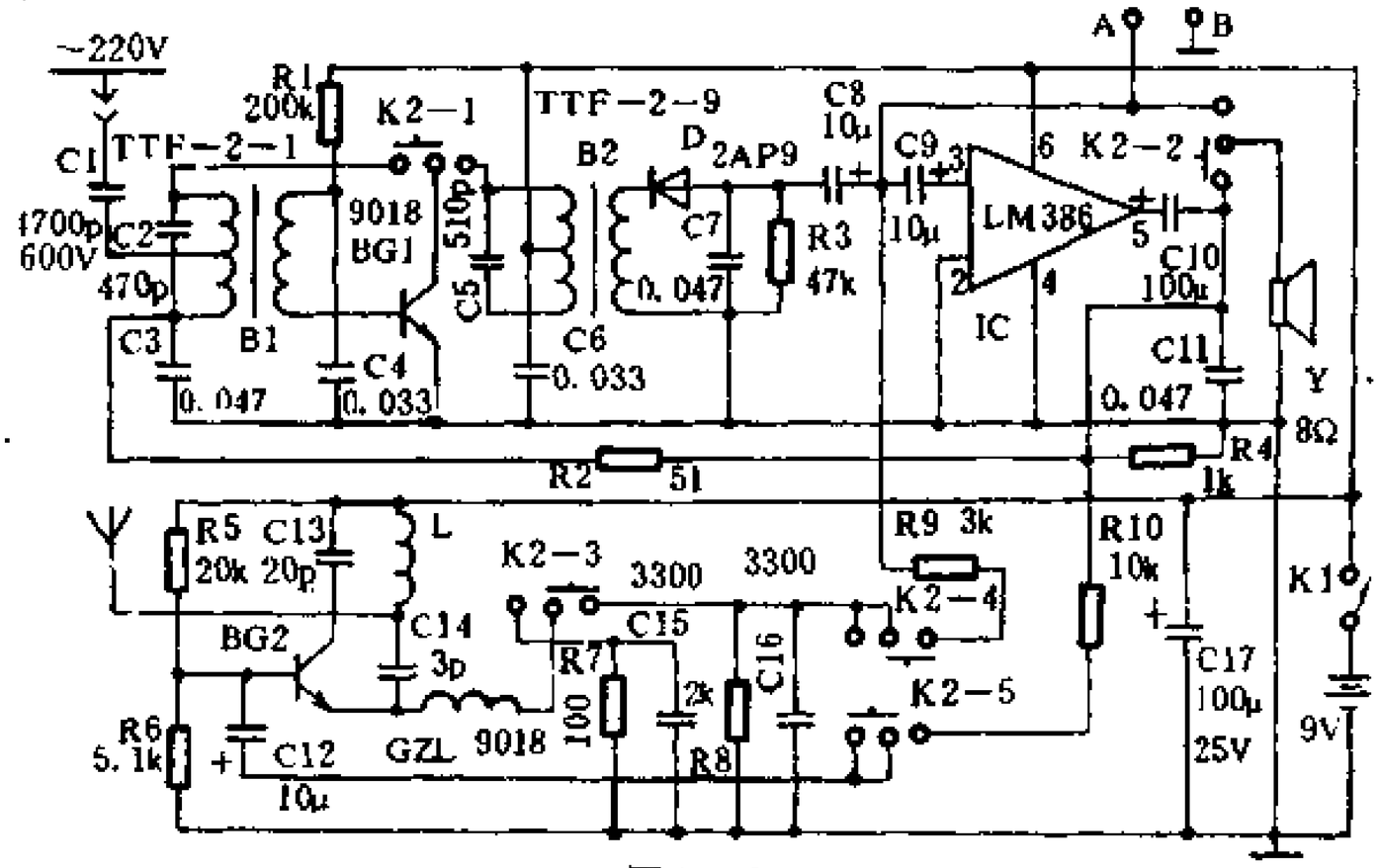


图 1—46

输。收信时K2 复位，BG1 集电极接入 B2 初级回路。此时从电力线路输入的载波信号由 BG1 进行放大，然后经 D 检波还原成音频信号，再由 IC 推动扬声器发声。

(3)调频无线对讲：晶体管 BG2 和电感 L、电容 C13、C14 等组成电容三点式振荡电路，产生振荡频率为 100MHz 左右的高频信号。发话时，IC 输出的信号经 R10、K2—3、C12 加到振荡管的基极，达到了调频的目的，调制后的信号经 C3 从天线发射出去。收话时，开关 K2 转换成收信状态，晶体管 BG2 和电感 L、C13、C14 及 GZL 等组成超再生检波电路。检波后的音频信号通过 R9、C9 送至 IC 放大。电原理见图 1—46 所示。

2. 对讲机的元件选择及调试

K2 选用 6 刀 2 位的无锁按键开关。B1、B2 采用收音机中频变压器。L 为用直径 0.8mm 漆包线平绕 6 匝，内径为 6mm 的空心线圈。GZL 由直径 0.1mm 的漆包线在 1/8W 的 100kΩ 电阻上绕制 150 匝而成。C1 是耐压 600V 左右，容量 4700pF 的密封电容。天线采用 0.8m 的拉杆天线。两台机器所用的元器件参数需尽量一致，否则影响通话距离。电力线载波部分调试：可先将 K2 按下处于发信位置，调整 R1 使 BG1 的集电极电流 Ic 在 0.3mA 左右，接上电力线，此时 Ic 应迅速增大，否则应检查 B1 回路或加大 BG1 的 β 值。

取一根几米长的导线替代电力线。让甲机发信，调整乙机的 B1 和 B2，使乙机的接收灵敏度最高。然后，让乙机发送信号，甲机为收信。调整甲机的 B1 使甲机达最灵敏状态，但不要变动甲机的 B2，否则会使发射频率变动。最后去掉代用导线，接入电力线并拉开距离端细调 B1、B2。

调试调频部分时先将机器处于收信状态，若电路正常，扬声器中应有一些噪声(超再生固有噪声)。然后将开关置于发信端，借用一台调频收音机放在附近，将接收频率调到 100MHz 左右(若与广播电台重叠，可增减 L 的匝数或调整谐振电容 C14 来解决)。调整 L 应能收到信号，这时收音机发出较大的啸叫声，然后拉开距离，啸叫声消失。对话筒发话，细

调 L 使话音清晰宏亮。两台机器都调好后，可以拉开距离试验互相通话。

十一、最简单的无线对讲机的制作

本文向读者介绍一种使用元件少，电路简单而调试容易的简易无线调频对讲机，适合爱好业余无线电通信的初学者实验、制作。本机在开阔地域，通话距离可达 500m，并可当无线话筒使用。

1. 电路工作原理图

当 K2 处于图 1—47 中接收位置时，由三极管 BG、线圈 L1 等组成超再生电路，对天线 TX 进入的信号进行接收、放大、转换，检波后由 C7 耦合到 IC LM386 功放，推动扬声器工作。发射时，语音信号由话筒 H 输入，经集成电路音频放大后，通过 C2 进入三极管基极，由 BG、L1、C4、C5 等组成电容三点式振荡电路，产生 100MHz 的调频信号，经 BG 集电极输出，通过电容 C3 接入天线，向空间发射。

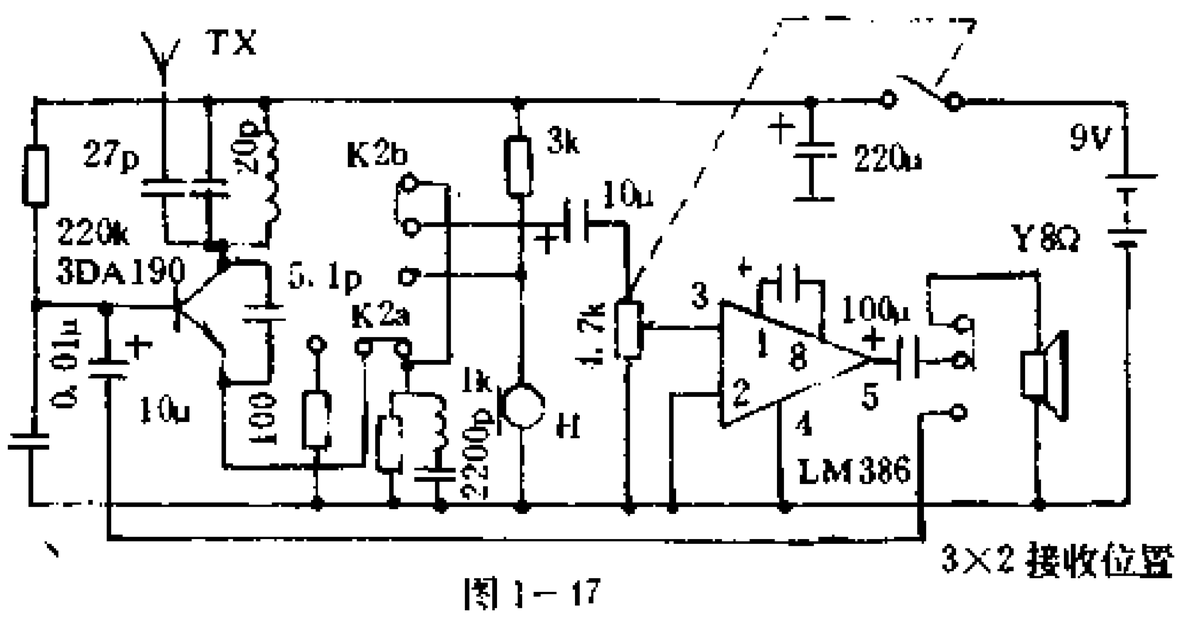


图 1－17

2. 对讲机的元件选择

BG 为 f_T＞500MHz、Pcm＞1W 的 NPN 超高频三极管，可选用 3DA37、3DA190 等型号。L1 可用 Φ1mm 漆包线在园珠笔芯上绕 5 匝脱胎而成，L2 用 Φ0.1mm 高强度漆包线在大于 100k 的电阻上绕 80 匝，IC 为 LM386，电容除电解外全部用高频瓷片电容。K 用 3×2 自动复位开关，或用拨动三刀两掷开关代替。

3. 对讲机的制作及调试

元件管脚、引线应尽量剪短、贴线路板焊接，天线与线路板之间的引线越短越好。仔细检查各电路焊接情况，只要元件良好、安装无误，本机一般不用调试即可工作。平常 K 应处在接收位置，按下开关 K 为发射状态。如无声，可按下列步骤调试：对着话筒讲话（K 应处在发射位置），在 IC⑤脚接入喇叭，调节音量电位器 W，能听到讲话声，低频电路正常。用一台调频收音机、调节频率旋钮、一般能听到讲话声音，如无声、音小、可改变 L1 的匝距或在 C3 两端并联一只 3～6p 瓷片电容，使谐振频率落在调频波段内，否则应检查振荡电路是否起振。如有低频自激，可在 IC⑤脚对地串接一只 0.01～0.047μF 去耦电容。两机收发频率应一致，

并注意避开当地的调频电台。调试完毕，即可拉开距离互相对讲、通话。

十二、远距离、无线多路遥控传呼器的制作

本广介绍一种采用先进的美国摩托罗拉半导体专用通信集成电路而设计制作的远距离、无线多路遥控传呼器。

1. 电路工作原理

(1)发射机：图 1—48 是发射机电路。由 MC145026 编码器和开关组成的编码系统，可将编码开关不同位置(0、1 或悬空)的状态组合成不同的编码。由于 MC145026 所编排的"码"是改变脉冲宽度来分别传输各路信号，而一组编好码的脉冲信号是呈周期性重复出现的。一组编码中所编脉冲宽度也不一样，在解码时，解码器必须也有同样的地址码脉冲宽度，方可实现解码，做到互不干扰。它具有极强的鉴别能力，只有在编码完全符合的情况下，才接受信号，从而杜绝误报。

经编码的信号送入 VT6 基极，由 VT6 放大后，经 R10 送入变容二极管 VD1 以实现调频。主振线由 VT6、Z1、VD1、C12 和 C11 组成，其振荡频率选择在 15.643MHz。此信号经 C9、L9 选出三次谐波(即三倍频)后，由 L8 送入 VT3 缓冲放大器放大，再由 L6 送入 VT1、VT2 组成的二极丙类放大器进行功率放大。由于丙类放大器二次谐波很高，所以必须选出基本波成份。推动电路中由 C4、L4 组成的选频电路选频。射频输出由 L2、C18 串联谐振，由 C1、C2、L1 组成的低通滤波器选频和阻抗变换，最后，经由天线发射出去，频率为 46.929MHz。

其中电源由两部分组成。12V 组直接供发射管及发射电路；经由 7808 稳压的＋8V 组供应 MC145026 和振荡电路使用。

(2)接收机：图 1—49 是无线接收机部分电路原理图。由天线接收的信号经 L1 耦合至 L2 送入由 VT1、VT2 组成的共射—共基极高频放大电路进行放大。高放的中心频率应为 46.929MHz，带宽为 4～6MHz。高放输出信号和本振信号经混频后得到 10.7MHz 信号，经二次变频(10.7M—10.245M＝455k)、滤波、限幅放大、鉴频，最后还原出低频信号。MC3361 调频接收专用集成块内部含有初级低放，可向外送出一定幅值的信号。

由 MC3361 第⑨脚数据输出端输出的脉冲信号较弱，而且波形失真较大，必须由 D—6 和 D—8 二极放大、整形电路处理，经由 D—8 第①脚送出规则同发射机编码完全一致的编码信号，才能被 MC145027 接收、鉴别。

当 MC145027 有输出时，输出端可接功率放大驱动电路，带动负载工作。图 1—49 为单向可控硅作驱动管，带动断电器工作。由于单向可控硅有记忆功能，一旦发射机送出数据信号，接收机中继电器吸合 F0，即使发射机停止发射，接收机仍可保持接收状态。需要清除状态时，应关闭总电源。

图 1—49 的 MC145027 数据输出有五端，可接五只单独控制的断电器或指示灯，以区别是哪台发射机发来的信号，可同时接收 1～4 路 4 台发射机发的信号。如要扩展，须接

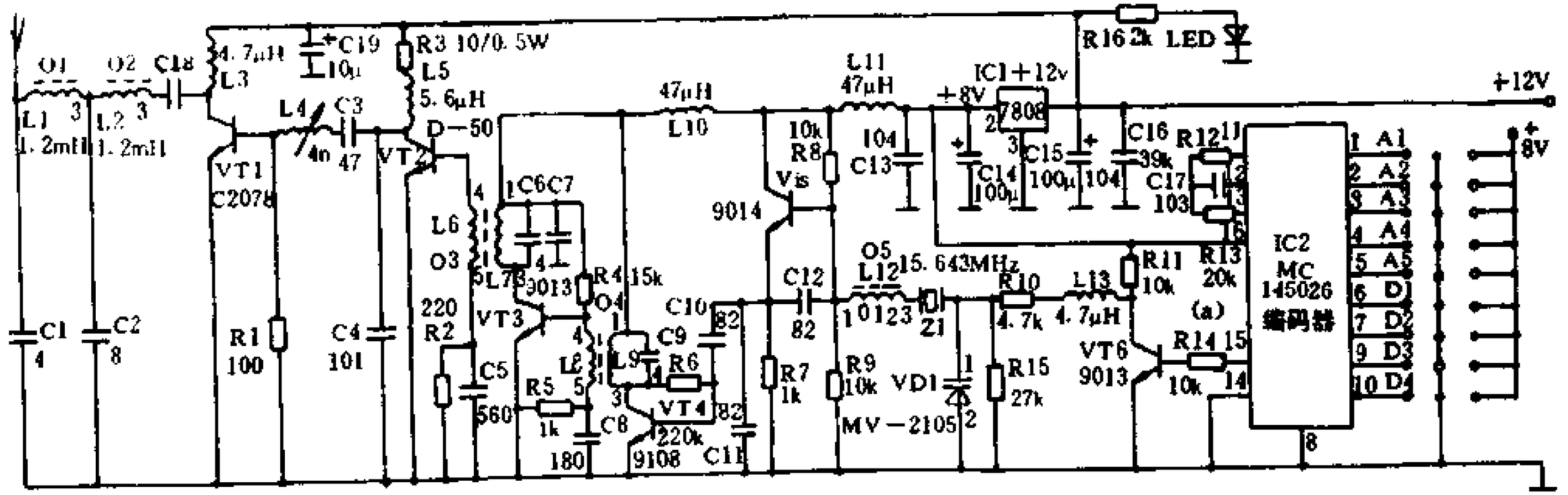

R16 2k LED
+12V
IC1 +12v
7808
+8V
R3 10/0.5W
L5
5.6μH
D-50
4.7μH
L3
C19
10μ
L4
C3
4n
47
VT1
C2078
VT2
L1
1.2mH
L2
1.2mH
C18
C1
C2
R1
100
C4
101
L6
O3
L7
C6C7
3013
R4 15k
O4
VT3
220
R2
C5
560
L2
L9
R6
R5
1k
C8
180
VT4
220k
9108
C10
82
C9
C11
47μH
L10
10k
R8
9014
Vis
C12
82
R7
1k
R9
10k
VD1
MV-2105
L11
47μH
104
C13
O5
L12
15.643MHz
Z1
R10
4.7k
L13
4.7μH
VT6
9013
R15
27k
R11
10k
R13
20k
(a)
R14 15
10k
C14
100μ
C15
100μ
104
C16
39k
C17
103
R12
IC2
MC
145026
编码器
1 A1
2 A2
3 A3
4 A4
5 A5
6 D
7 D
9 D3
10 D4
8
+8V

图 1－48

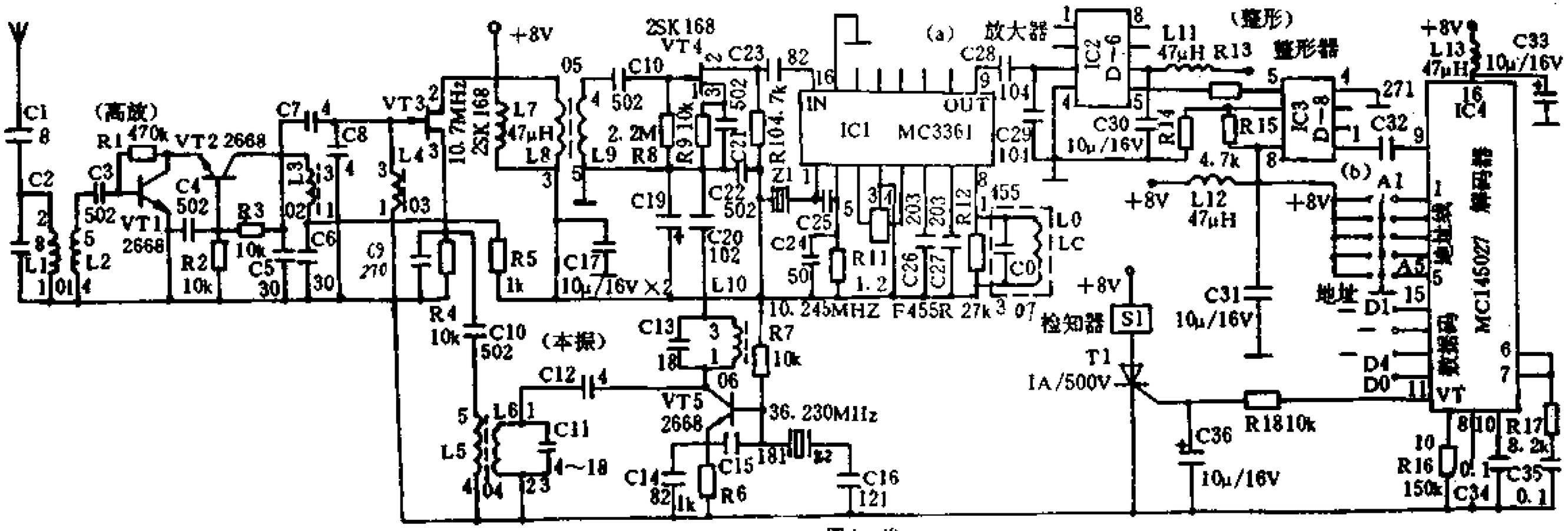

C1
8
C2
(高放)
R1 470k
VT2 2668
C3
502
C4
502
VT1
2668
R3
10k
R2
10k
C5
30
C6
30
C7
C8
L3
L4
VT3
10.7MHz
2SK168
+8V
L7
47μH
L8
2SK168
VT4
C10
502
2.2M
L9
R8
R9 10k
C23
502
C21
502
R10 4.7k
C19
C22
502
C20
102
L10
C17
10μ/16V×2
R5
1k
R4
10k
C10
502
(本振)
C13
18
R7
10k
C12
L6
C11
4~18
L5
VT5
2668
36.230MHz
C14
82
1k
R6
C15
181
82
C16
121
IC1 MC3361
IN
OUT
(a) 放大器
C28
C29
104
C30
10μ/16V
IC2
D-6
L11
47μH
R13
(整形)
整形器
R14
R15
4.7k
IC3
D-8
+8V
L12
47μH
(b)
C31
10μ/16V
检知器
S1
T1
1A/500V
C36
10μ/16V
R18 10k
+8V
L13
47μH
C33
10μ/16V
IC4
MC145027
解码器
地址线
数据线
A1
A5
D1
D4
D0
VT
地址
R16
150k
C34
0.1
R17
8.2k
C35
0.1

图 1－49

MC14514 多路解码器，可扩展 15 个控制端。

2. 整机元件选择

(1)发射机部分：编码器采用美国摩托罗拉公司生产的 MC145026 集成电路。编码开关选用拨码开关或用导线连接各点，要求有三即可。如果控制点少，则用焊锡直接引焊即可。稳压集成电路用 LM7808 或 LM78L08 均可。电感 L3、L4、L5、L10、L11、L13 均可用 4.7μH 电感器(色码)。晶体振荡为基本振荡源，要求精确度极高，所以应统一选用 15.643MHz。天线用普通导线，长度只要超过 0.7m 均可。电源用 12V、1.5A 以上直流电。其余元件按图选用。

(2)接收机部分：接收电路及解码器均采用美国摩托罗拉公司产品 MC3361 和 MC145027。陶瓷滤波器用五端 455 型。检知器 S 为蜂鸣器或继电器，任意选用。

3. 整机的简单调试

接好发射机天线电源，将频率计两夹头(探测棒)夹在一起，形成一个感应环，移至发射机 1m 处，但不要有任何接触。如果频率计指示不是 46.929MHz，仔细微调各部分线圈磁芯，以及 L4 间距，此时频率计应有正确读数。如果不行，请检查元件。由于调试原理比较复杂，不多深入介绍。发射机本机电流应在 500mA 左右，当电压降至 6V 时，仍然能够发射信号。如将一短波收音机移至旁边，可听到“嘟嘟”声。

接收机同发射机一样，关键是元件选用，并在上机前严格测试。配合发射机调试时，用万用表接在 IC1 MC3361 第⑨脚，当发射信号时，电压升高约 1～2V，停止发射时，回到初始状态。如无反映，请调节 LC(07 号)磁芯，直到有电压指示，此步骤很重要。

当发射、接收机编码正确时，S 检知器应有动作。接收机静态守候电流 15mA，收到信号时，增加 S 电流量。

十三、用单片 ULN－2204 收音机做无线对讲机

ULN－2204 是单片调频调幅集成电路，它被应用于袖珍收音机及收录机中。本文用这样的收录机或收音机经设计改装，便成了不改变原机电气性能的无线对讲、收音两用机。现介绍如下。

1. 电路工作原理

电路如图 1－50 所示。当 K 处于 a 时，由于话筒及发射电路无电源而不工作。而原收音电路仍有电源电压而能进行正常的收音。

当开关置于 b 时，由于话筒 S 及由 R2、C2、C3、C4、C5、C6、L1、L2、BG1 组成的发射电路被施加上了电压而工作。声音信号通过话筒 S、C1 加到了 ULN－2204 的⑨脚并经内部放大器进行放大，经⑫脚输出，由 C2 加到 BG1 进行调制，并经原收音天线作发射天线进行发射，并用另一台经改制过的收音机进行接收，这样便形成了一对无线对讲机。

本机频率为 88～108MHz，发射距离≥150m。

元件的选择如图所示。话筒 S 可用录音机驻极体话筒，印刷板可根据机壳的位置自行设

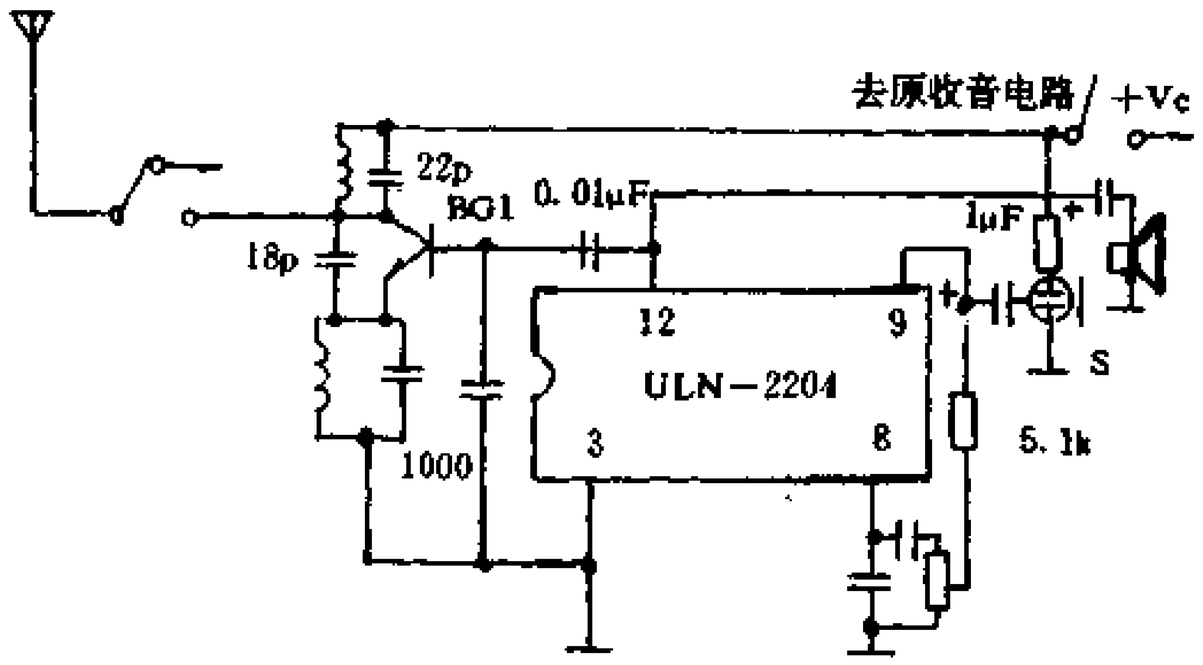


图 1－50

计，但不得用纸质板，否则影响发射距离。

2. 组装与调试

组装时各元件脚应尽量短些。天线连接线及话筒线也尽可能短些。话筒应远离喇叭。焊接完毕便可进行调试。调试时，让两机拉开一定距离，将接收机调谐在无电台处，如 100MHz 处。然后，对着发射机话筒喊话，并同时调整 L1，使发射频率正好落在 100MHz 这个频率上，使接收机能够接收到，若调 L1 仍不能达到，可在 C3 上并上一只 51/25pF 的微调电容再进行调节。调好后，再调另一台即可。

第二章　无线通信用发射机

一、多功能新颖调幅发射机

本文介绍的多功能调幅发射机采用一只 JFET 管制作，其特点是发射音质好、噪声小、动态范围大，可作为电视伴音无线耳机的发射器，电子琴、录像机线路输出的转发射装置和 AM 电唱机转发器。

1. 电路工作原理

发射机的原理如图 2—1 所示，JFET 管(3DJ6)和 L、C3 等组成高频振荡电路，产生高频振荡，此振荡信号作为载波信号。插头 CZ1 为低阻输入插座，该插座适合输入阻抗为 8～16Ω 的音频信号，如作为电视伴音无线耳机发射装置时，可直接与电视机耳机插座相连，输入的电视伴音信号经 R1、C1、W1 后加至 JFET 管栅极 G，作为调制信号对载波信号进行调制，调制后的信号经磁性天线 L 发射出去。当把电视天线耳机的接收装置(可用 YS414 集成电路制作，也可用其它带耳机的小型中波收音机代替)调到这个载波频率上，无线耳机即可接收到本机转发的电视机伴音。本发射机的载波频率在波段 525～1605kHz 范围内，调节 C6 即可实现，一般将 C6 旋出约 120～160°，使载波频率为 1300kHz 左右(即接收装置能在 1300kHz 左右接收到电视伴音)为佳。CZ2 是线路输入插座，CZ3 是唱机输入插座。

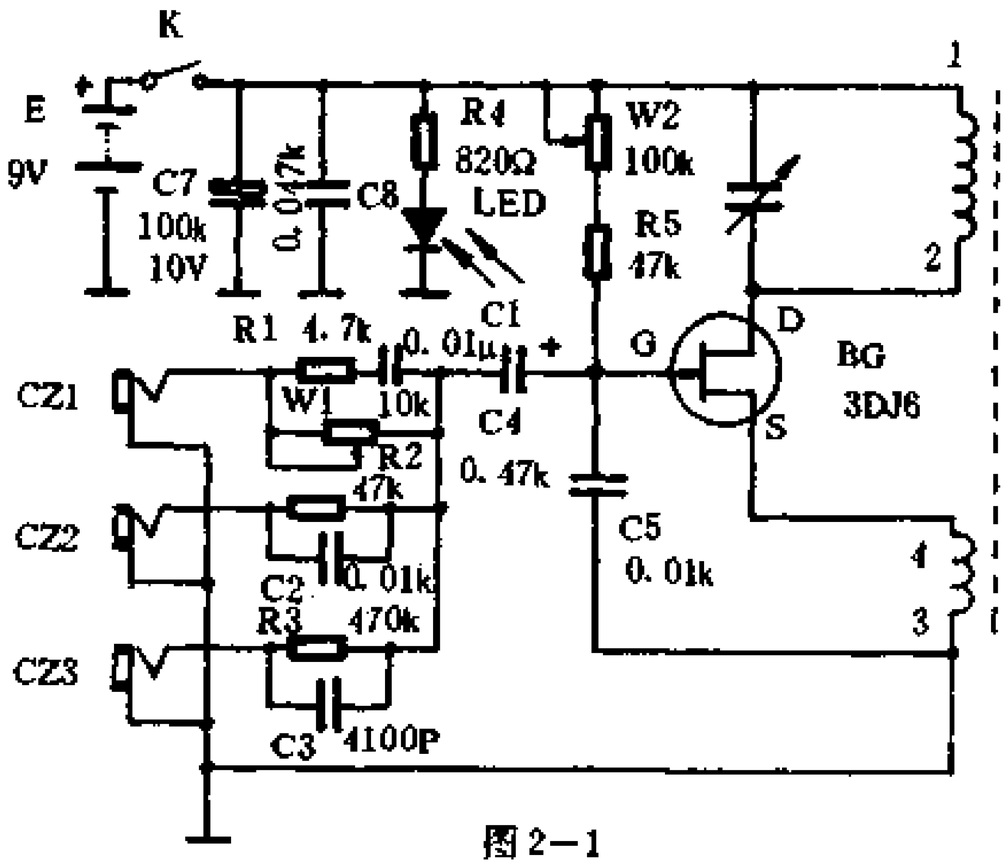


图 2—1

W1 在输入端的作用，一是作输入信号的强度调节，当将 W1 调至最大位置(10k)时还可以与 R1、C1 等组成简单的高、低音均衡网络。W2 的作用是，当不同强度信号输入时，适当调节 W2，即可改变 JFET 管的工作电流，使发射音质和距离尽可能达到最佳状态。图中 R4、LED 组成工作指示电路。

2. 发射机元件选择

本机元件除 JFET 管外均为常用件，电阻均为 1/8W 碳膜电阻，L 为中波磁性天线(磁棒用长度为 55mm 的中波扁磁棒，线圈用市售成品调谐线圈，自制①、②端为 82 圈，③、④端为 12 圈)，CZ1、CZ2、CZ3 为 Φ3.5mm 插座，K 为小型拨动开关，E 为 9V 层叠电池。

调试时，先检查电路是否起振，方法是接通电源，在 BG 管集电极串入万用表(5mA 档)，此时电流指示应为 0.4～0.8mA(调节 W2 应在此范围内变化)，此时当短路发射天线①、②端时，电流若立即上升(上升至 1～2mA 范围内)，说明电路已经起振，否则要对调③、

④端试之，必要时还要检查 BG 引脚是否接错。使用时先自制一根约 2～3m 长，二端带 3.5mm 插头的连接线(用屏蔽线)，一端与电视机等相连，另一端插入本机相应输入插座内，将 C6 旋出约 140°，再调节接收机调谐钮，使接收到本机发射的信号。

需要注意，可能在中波段有一、二个地方能收到发射信号，一定要找信号最大的那一个基波信号频率，此时音量最大。然后配合调节 W2(调节 W2 时基波频率稍有改变，因此还要配合调节 C6)，使发射距离最远，音质最佳为止。当用作电视伴音无线耳机发射装置时，因电视机开启时其行辐射对中波段的干扰较大。因此，可将发射机通过自制的连接线，旋转在离电视机较远的正前方，提高接收效果。

本机最佳发射距离为 2.5m，有效发射距离约 4m。

二、简单易制的高效 CW 发射机

本发射机工作于 20m 波段(HAM 进行 DX 远程通信的黄金波段)，最大输出功率可达 20W 左右，所以如要采用本电路作发射实验时，必须经当地无委会批准!

1. 电路工作原理

电路如图 2—2 所示。20m 波段 14.31818MHz 晶体与 IC1(74LS04)的门 a、门 b 共同构成晶体控制的门电路振荡器作为主振级；其输出经 IC1 的门 c 整形后，推动由 IC2(74LS06)构成的激励级；74LS06 为高电压 OC 门，现将其六个门并联使用以增强其驱动能力；末级功放采用场效应发射管 VNF310，它工作于 20m 波段时，功率增益可达 20dB(100 倍)，所以所需的激励功率很小，且因为工作于 D 类开关状态，而其栅极输入电容比一般 VMOS 管小得多，所以开关速度极快，放大效率很高(80%以上)；100V/1W 稳压管用于当 SWR 过高时提供保护，使 VHF310 不致于损坏；信号最后经 T 型网络完成滤除谐波和阻抗匹配两大功能后输出。

电键同时控制 IC1(主振级)和 IC2(激励级)。因为主振级采用晶体控制，频稳度很高，所以电键通断时不会因为频率瞬时漂移而发出讨厌的 chirp 声；IC1 的门 d、门 e、门 f 构成侧音

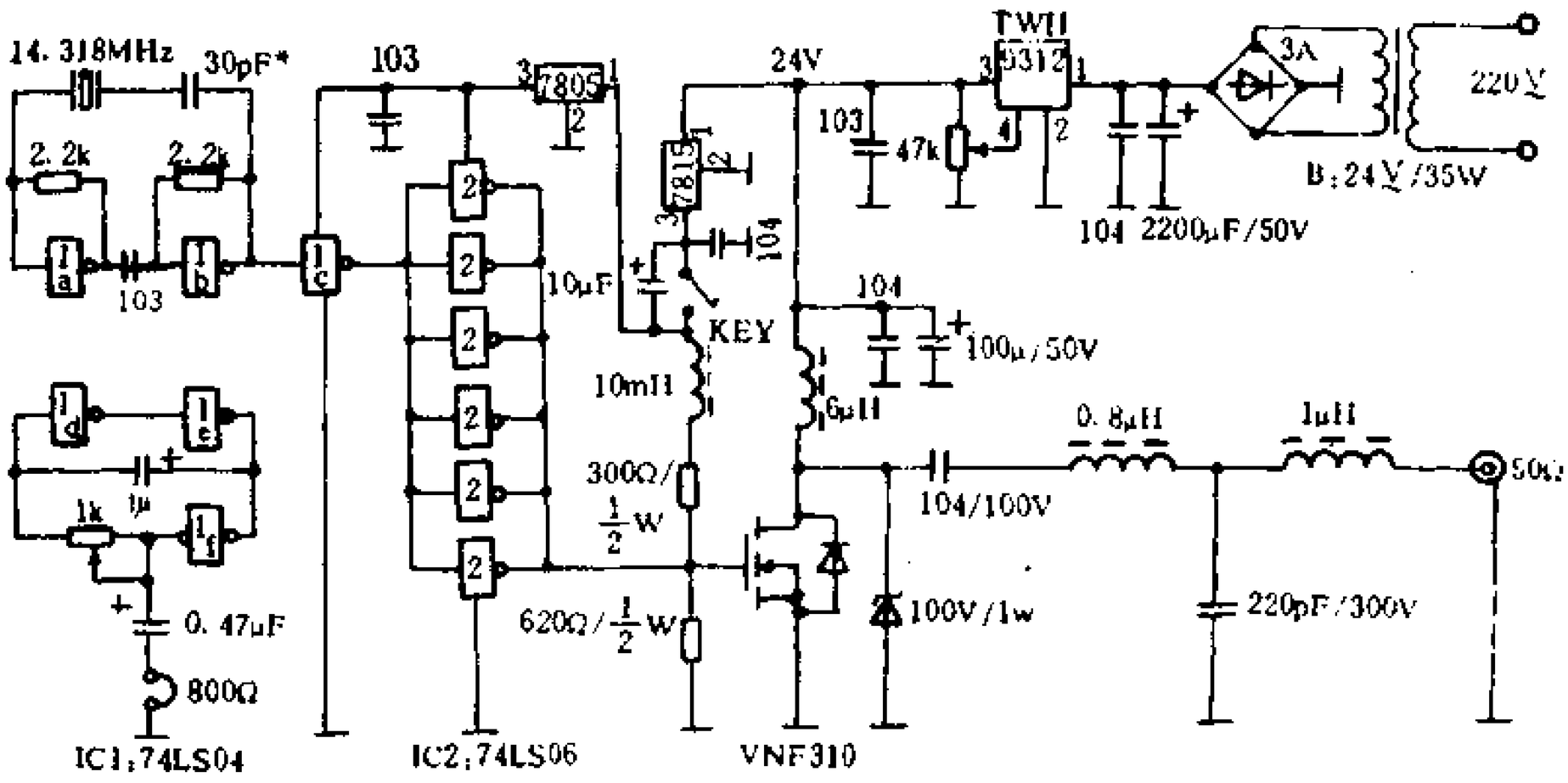


图 2—2

发生器，可用 800Ω 高阻抗耳机监听，如欲采用低阻抗耳机，可自行加装一级射极跟随器即可；与电键相连的 10μF 电容与 10mH 电感共同组成电键滤波器，可使载波不致于因通断太急促而产生旁波带，因为旁波带的产生会使接收者听到刺耳的 click 声。同时 10mH 的大电感串在电路中具有一定的恒流作用，可加快 VNF310 的开关速度，提高放大效率。

2. 发射机元件选择

主供电电路采用 TWH9312。TWH9312 为开关式稳压电源组件，体积小巧、效率高(95%)，并且内设完善的过流保护装置，保护电流为 2.2A，可有效保护 VNF310。由于其输出电压可调，因此可采用调节其输出电压的方法来调节发射机的输出功率，增加了灵活性，并且调试时可将其输出电压由低开始逐步调高，利于整机调试。

本电路线路简洁、功能齐全、保护措施完善、且设计具有通用性——可以方便地改装使其工作于其他波段；并且扩展功率也很容易，因为 74LS06、VNF310 和 TWH9312 都可以直接并联使用！

三、能自动转换的对讲机功率接续器

对讲机因受发射功率的限制而影响其通信距离。本文介绍的对讲机功率接续器能对单工 30MHz/3W 对讲机进行功率接续，并能实现收发功能的自动转换。它能把对讲机的功率扩展到 25W 左右，使通信距离从原来的 3～5km 扩展到 30km 左右。电原理如图 2—3 所示。

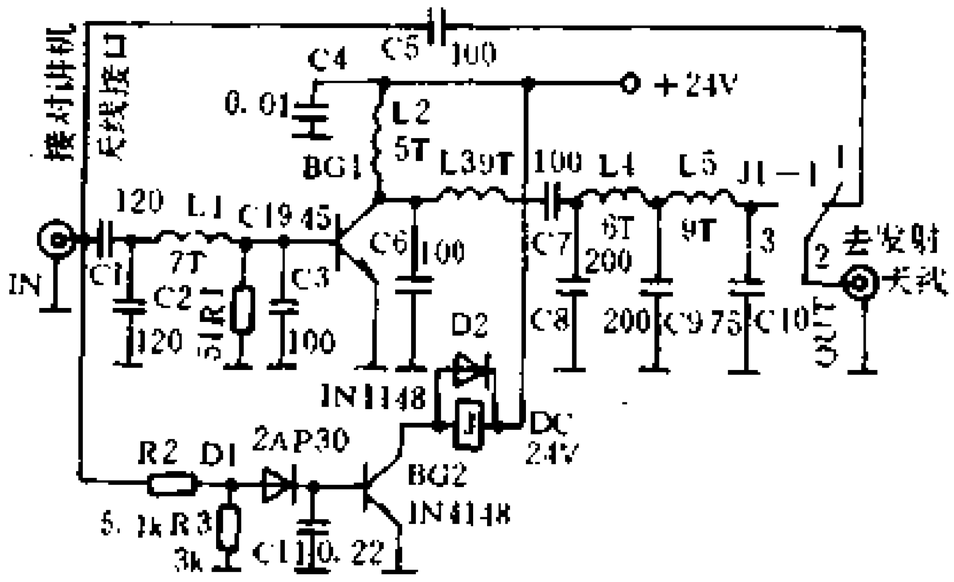


图 2—3

1. 电路工作原理

当对讲机处于接收(守候)状态时，接续器无射频功率输出，BG2 处于截止状态，继电器 J 的 1、2 触点接触，将接续器输入端天线接收的信号通过 C5 直接送到对讲机的天线插口，这时的接续器处于接收状态，当对讲机处于发射状态时，射频信号一方面通过 D1、C11 变换成直流使 BG2 从截止状态转换到导通状态，继电器 J 的常开触点 2、3 吸合，使接续器处于发射输出状态；另一方面，射频信号通过 C1、C2、C3、L1 等组成的输出匹配与滤波网络，经吸合的 2、3 触点加到接续器输出接口。

2. 发射机元件选择

图中的电感 L1～L5 均用 Φ7mm 的漆包线在 Φ3mm 钻头上绕制(密绕)脱胎而成。接续器只在发射状态时才消耗电流，可用蓄电池或输出大电流的高能蓄电源供电。

四、自制 20m 波段 CW QRP 业余电台发射机

本电台是为工作在 20m 波段的 Ham 设计的，输出仅数瓦，电路很简单，还有不少地方有待改进如图 2—4 所示。

原

书

缺

-

页

原

书

缺

-

页

管因失谐过热而烧毁。

六、25W CB 民用电台线性放大器

一般 CB 机输出功率仅限于标准 5W 机，在使用上常有力不从心之感，故笔者兴起自己装放大器之想法。

一般增强射频输出功率的方法有下列两种：

(1)直接修改 CB 机之功率晶体管的输出匹配网路，并增加一个功率输出放大晶体管，加强输出功率。同时调幅级输出功率也要增强，以输出足够调制功率。

(2)将 CB 机输出端增加一级线性放大器。

上述两种方法优缺点比较如下：第一种方法缺点是修改 CB 机输出匹配网路，可能要修改太多线路，将来不须要太大输出功率时要降低功率时也有困难。但优点是输出的调幅度能控制的很好，相对的第二种方法只须要增加一级线性放大器，不须修改 CB 机线路较简单。但是输出调幅信号会受晶体管饱和输出功率影响，比第一种稍逊色。

由于考虑制做难度，所以决定采用线性放大器制作。

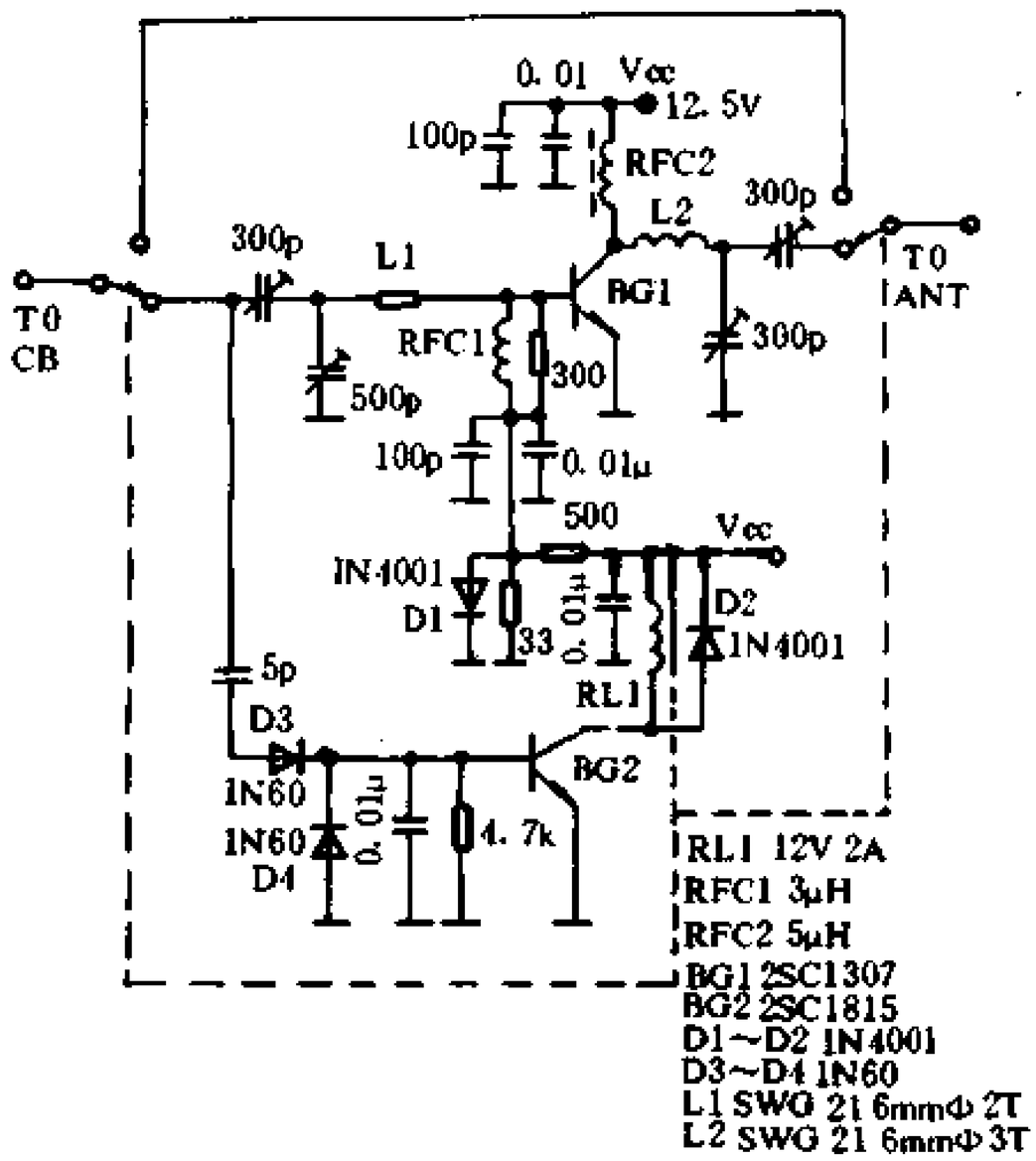


图 2—6

1. 电路工作原理

图 2—6 为本机线路图，其中 BG1 为本电路主要元件，负责担任信号放大功能，而 BG2 担任信号转换用晶体管。D1 在本电路中担任稳定功能防止晶体管击穿。C1、C2、C3、C4 担任阻抗匹配功能。

由于本电路输出功率较大且要求良好的线性，所以晶体管要求较高，笔者采用 2SC1307 担任本机高频放大。图 2—7 是印刷板图，供各位读者参考。

2. 放大器元件选择

电阻一律选用 1/4W，电容器采用陶瓷电容，L1 及 L2 用 SWG21 号线绕成 Φ6mm2T 及 3T，拉长至 5mm 和 10mm。

3. 放大器的制作

先将 PCB 蚀刻完成再用工业酒精清洗铜箔面后，依照线路图配置零件。零件配置在铜箔面上，并减短接脚，以提高线路性能并减少发生振荡可能性。

本机尽量采用 FRP 为机板，但电木板亦可，只要小心配置还是能正常工作。

4. 放大器的调试

完成电路配置后首先要测量晶体管集电极静态电流，先将 CB 机输出接到放大器输入端，再将放大器输出端经由功率表加上假负载，此时不需按下发射键只须调 VR1 使晶体管集电极电流为 80mA 左右便可。接下来输入推动信号，调整 C1 到 C4 使功率表达到最大输出便可大功告成。

笔者手上无频谱分析仪，所以无法观看谐波分布也没办法测内调失真。只有由示波器观看输出波形，所得结果波形十分漂亮。至于使用结果各位读者，可自行作 DX 便可得结果，在此请各位读者尽量以假负载做测试以避免干扰正常通讯。

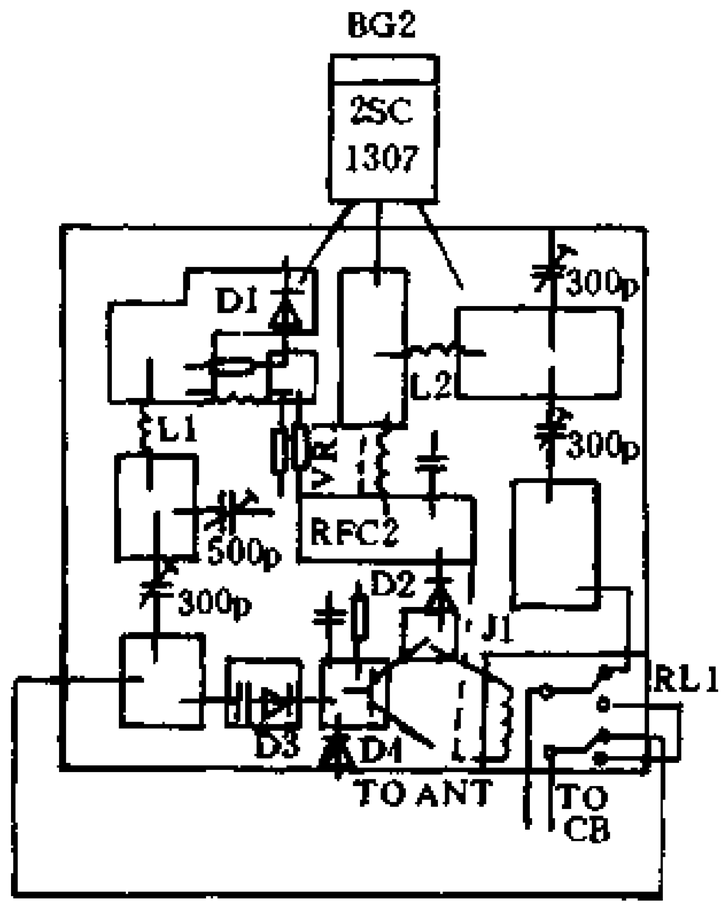


图 2—7

七、144MHz 3W 功率放大器

1. 放大器制作方法

本机(如图 2—8 所示)可以完全忽视理论而适当地加以制作。其重点主要在于是否能动作，但若不考虑某种程度成本的话，对 ham 而言，不仅无济于事，而且有时买完成品较便宜。首先，将基板加以蚀刻后，再如图 2—9、图 2—10 那样地加以组合。

关于各零件，RFC 是卷绕于电阻上，线圈是使用收音机中波磁棒卷绕成环路状。散热板是利用白铁皮或 IC 基板等的外壳及散热板。但是，必须注意散热板不可过小(如图 2—8 所示)。使用 1 个继电器。

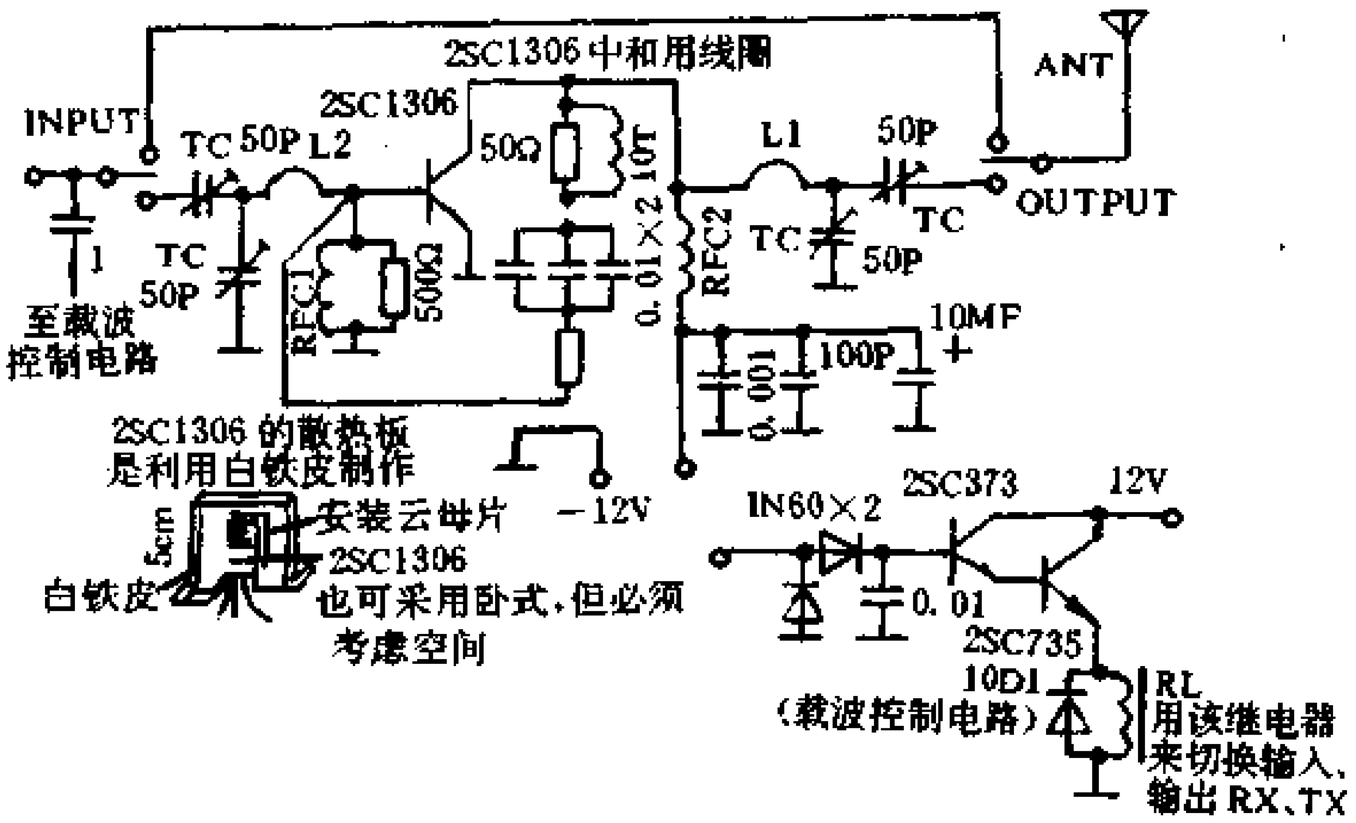


图 2—8

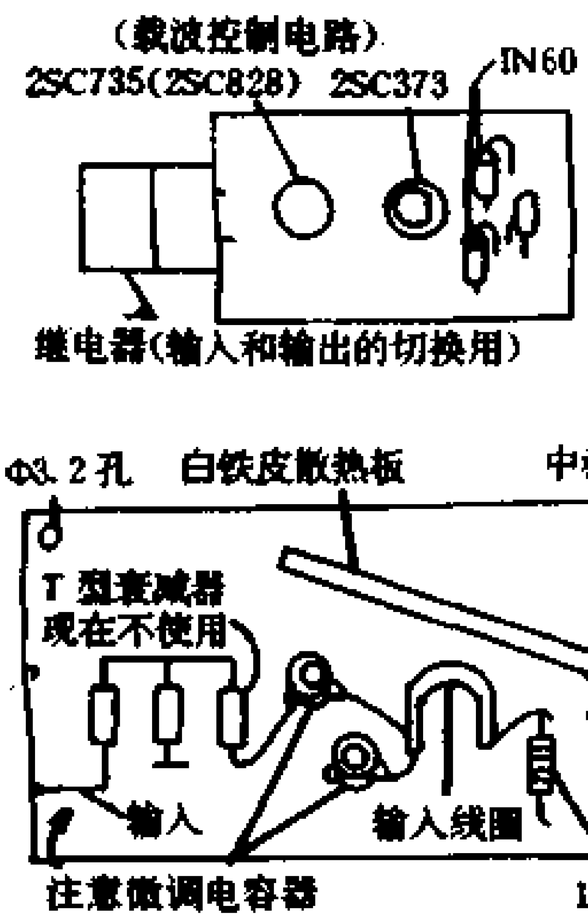


图 2—9

L1,L2 是 Φ0.1mm 漆包线 1cm 宽 π 型;RFC 是在 500Ω 电阻上用 Φ0.5mm 漆包线绕 10 匝;中和线圈也一样,但电阻是 50Ω 左右,电容器耐压 50V;电阻全部是高频用 1/4W;继电器是小型 12V;INPUT、OUTPUT 是 RCA 插销、插座,输出是 M 型,输入是 BNC 型连接器。

2. 放大器调试方法

旋转输入、输出的微调电容器,使其输出最大即可,但必须能产生 2～3W 的输出。

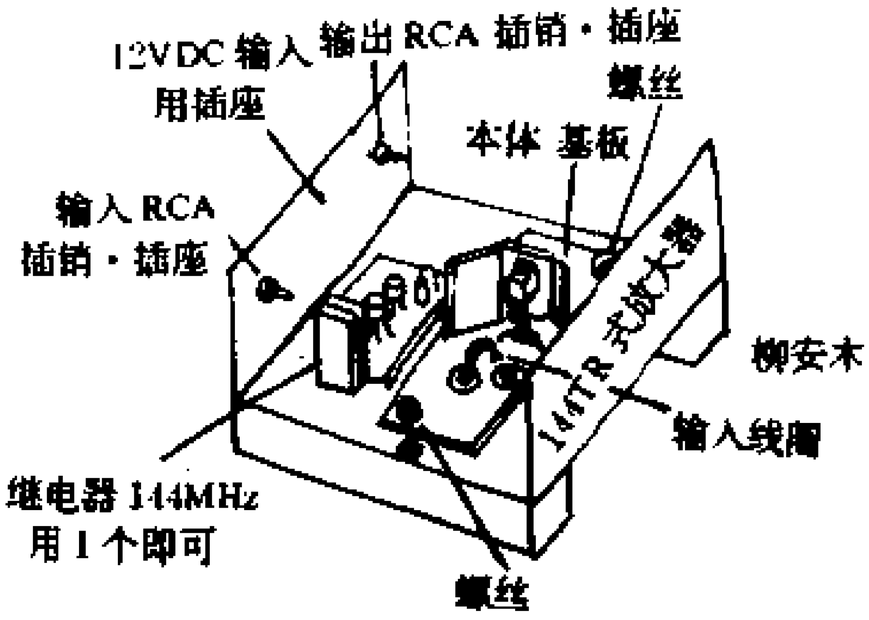


图 2—10

调整是从输入侧进行,再转移到输出侧。微调电容器在旋转一半左右之处是最大输出。但因微调电容器是 50pF,故靠削减和试验线圈,使微调电容器转 2/3 左右处为最大。

本电路只要依照图中电路制作,一般即能成功,但当变更印刷基板时,则或许需作若干调整。

八、27MHz QRP AM/CW 直接调制发射机的制作

近年来国内玩无线电的风气越来越兴盛,各种 HF、VHF、UHF 的对讲机纷纷出现,不仅造形美观、输出功率大,频道更是多的超出您的想像。但如果能亲自制作,那其中的兴趣必能让您回味无穷。

要制作出一部大功率、多频道的发射机,或许您会觉得问题很多,尤其是对初学者而言那更是非常困难。但换成一部小功率,单频道的发射机,那就容易多了。以下所介绍的电路就解决了您采购零件的困扰,对初学者而言必是一大福音。

笔者看过的调幅发射机,大多都是利用调制变压器来担任调变的任务。此变压器往往会

令人感到困扰，一是适合的阻抗比有时不易购得；二是体积庞大，占了不少的空间，往往一部不足一瓦的发射机，用了一个数瓦的变压器，造成了不必要的浪费。如果能将此变压器删除，那不仅在成本上可降低，同时制作出的成品体积也可变小，而音质方面也获得改善，这种调制方式就称之为直接调制方式(如图 2—11 所示)。

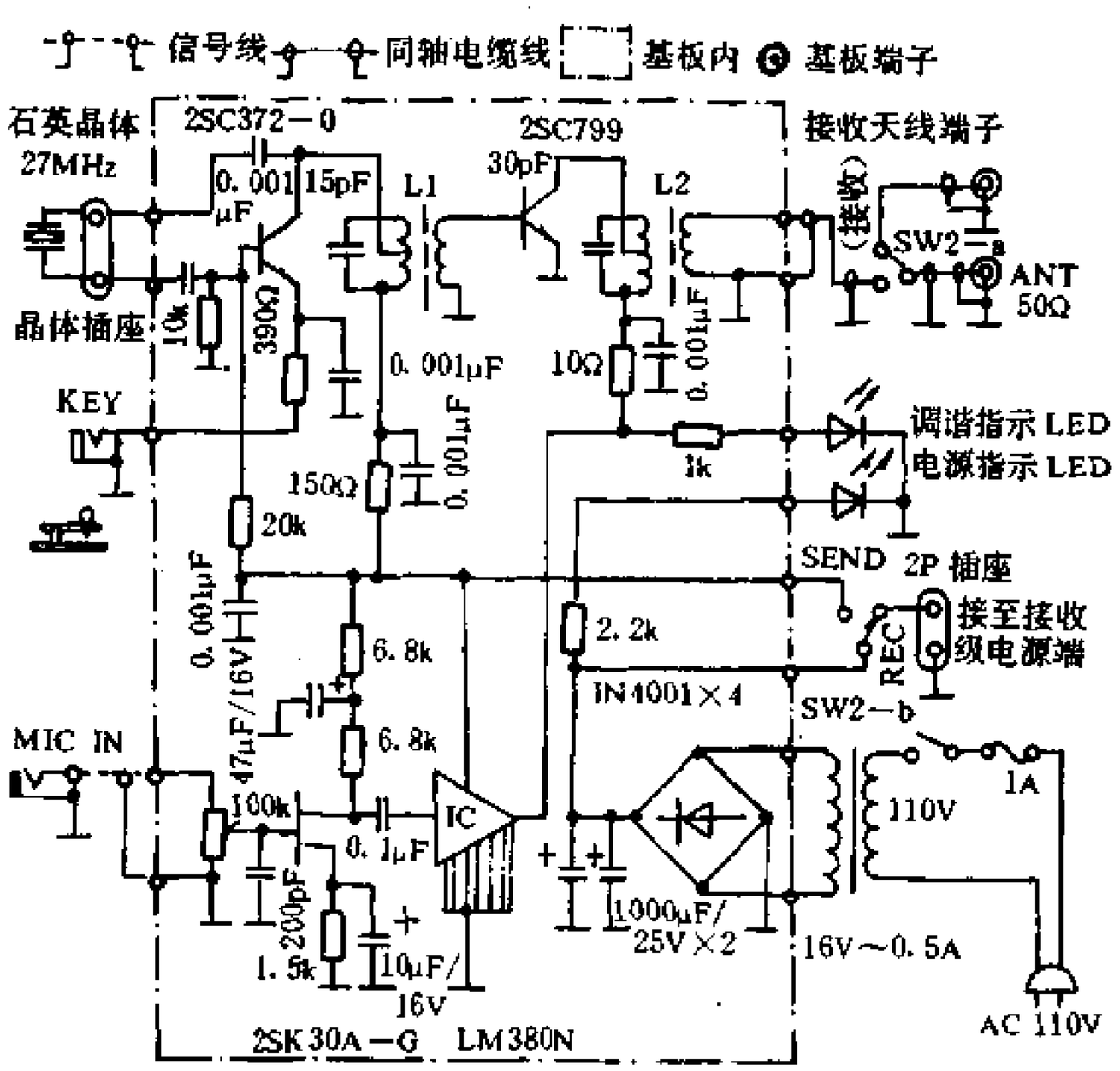


图 2—11

发射的类别可分为 AM、FM 及 PM 三种方式，其中 AM 又可分成 A1、A2、A3、A3A、A3H、A3J 等数种发射形式。本机具有 A1 及 A3 两种型式。A1 即为“无音频调制的电报键控”，(即 CW)，就是莫尔斯(Morse)电码，这是最古老的国际通讯方法，相信大家都有所耳闻，至今仍在使用中。A3 就是“双边带电话体系”，也就是一般的调幅形式。

1. 电路工作原理

(1)振荡回路

2SC372 消耗电流约 12mA，石英晶体接于 2SC372 的 c、b 两端。L1 的调整可参考图 2—12，当 L1 谐振时 Ic 会增加，但为求稳定性佳，故须减少射频输出，否则电路将呈现不稳定的状态，使用于 CW 时，射频输出便会有延迟的现象发生。

(2)高频放大器

2SC372 振荡出 27MHz 的信号经由 L1 耦合至 2SC799 的 b 极，为求有较高的效率，此级便采用 C 类放大。本机输入功率约 0.4W，射频输出约 0.2W，故其效率为 50%。

(3)调制级

本机因采用直接调变方式，故不受调制变压器低频响应不良的影响，所以频率响应较佳。该电路的调制方式是利用调制级的中点电位，使得输出信号具有直流准位，而可直接进

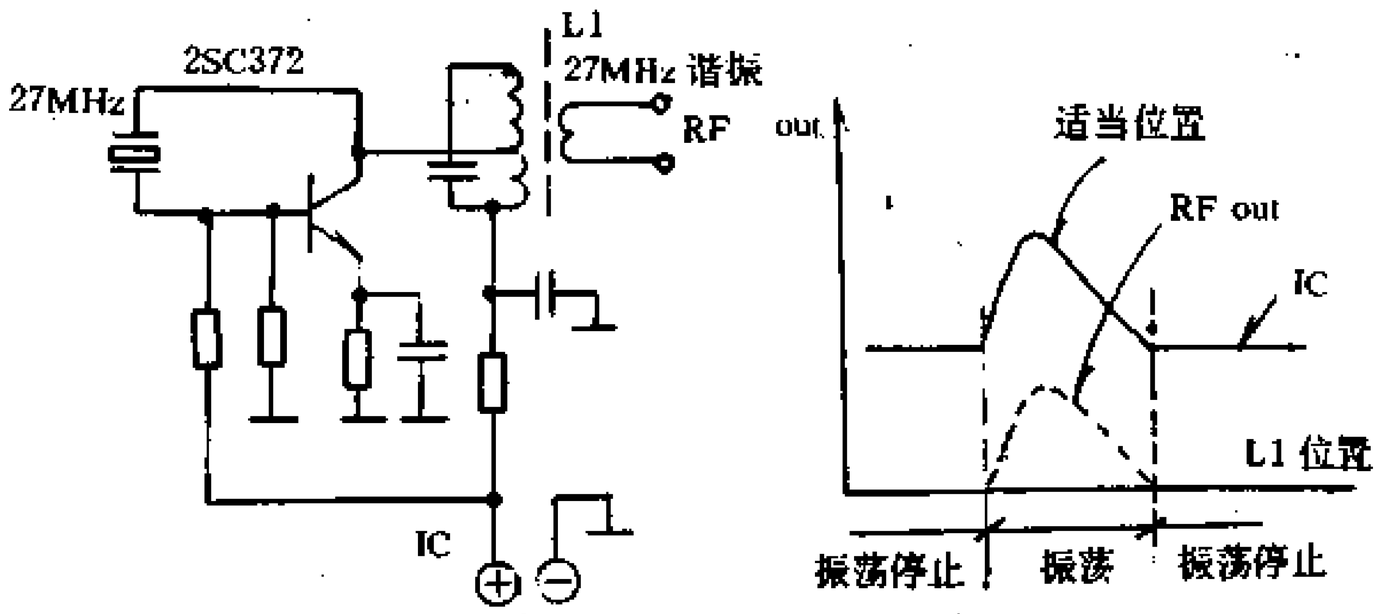


图 2—12

行调制，无须再加调制变压器。

LM380 无输出信号时其中点电位为电源电压的一半，它的增益为 50 倍，最大输出功率为 2.5W，再加上有 2SK30 做前置放大，先将输入声频信号放大 10 倍，故此级足以推动本机。输出端串接上 10Ω 电阻是为防止异常振荡而加入的。调制指示 LED 可告诉使用者是否有无调制信号。

(4)电源回路

由于此电路是以实验为主，故笔者未加入稳压电路，只有简单的整流及滤波，当输出功率 0.2W 时，其工作电压为 18V，原则上所加入的电压不要超过 LM380 所规定之最大电压为宜。

另外，天线的阻抗为 50Ω，请读者注意匹配问题，否则整个效率将因天线匹配不良而大打折扣，实验时可接上 50Ω 无感的假负载，这样不仅可得到正确的结果。而且又不会干扰正常通讯。

2. 发射机的制作及调试

2—13 是本机 PCB 板的印版图，供读者制作时参考用。零件在市面上皆可购得，唯独 L1 和 L2 须自行绕制，L1 可用工作于 27MHz 的高频中周变压器，或用 8mm 直径有铁芯的线圈座，用英制 30 号的漆包线，初级 $7\frac{3}{4}$ 匝，次级 $1\frac{1}{4}$ 匝，抽头从电源一端起 $5\frac{1}{8}$ 匝；L2 用同规格的漆包线初级 8 匝，次 2 匝，抽头从电源一端起 $6\frac{1}{2}$ 匝。

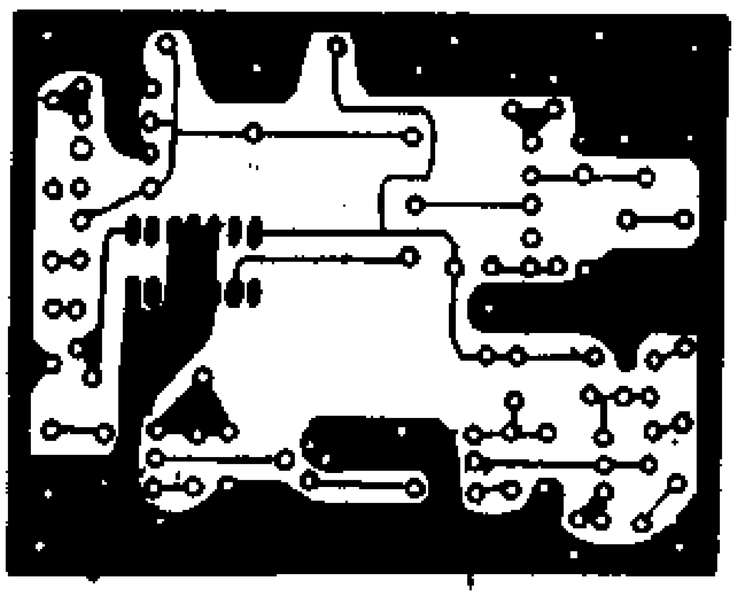


图 2—13

电阻可用 1/2W 或 1/4W 碳质或碳膜电阻，误差不要太大；电容除电解电容外其余均用陶瓷电容或 NPO 电容，Mylar 电容虽然数值准确，但却有很大的电感性，不宜用于高频电路，PCB 板的材质不拘。

焊接时请注意零件的接脚不可太长，尤其是晶体管以防止寄生振荡。焊接完毕后检查无误，便可以加电压开始测试调整，调整的工具可用示波器、万用表、场强表、高频功率表等，读者可利用感应方式在示波器上得到 27MHz 正弦波，调整 L1 及 L2，使得正弦波为最大且不失真；若无示波器则可在天线端加上一组整流滤波的回路，用三用电表的 DC 档来调整，调整至读数最大便完成了。

调整完毕后便可接上天线，对着麦克风说话，接收机就可传出您清晰的声音了。

九、小功率发射机的制作

1. 电路工作原理

本机电路如图 2—14 所示，Tr1 为振荡级，振荡采用石英晶振，因其稳定性高、频率不易漂移，Tr1 可用 2N2222、2SC372、2SC945 等类型高频晶体管。Tr2 为高频放大级，采用 C 类放大，可用 2N2219A，它为 TO—5 外型，可加上菊形散热器散热。读者若想采用其它型号晶体管也可以，只要 Pd＞800mW，f＞100MHz，V_{CE}＞60V 就可代用。

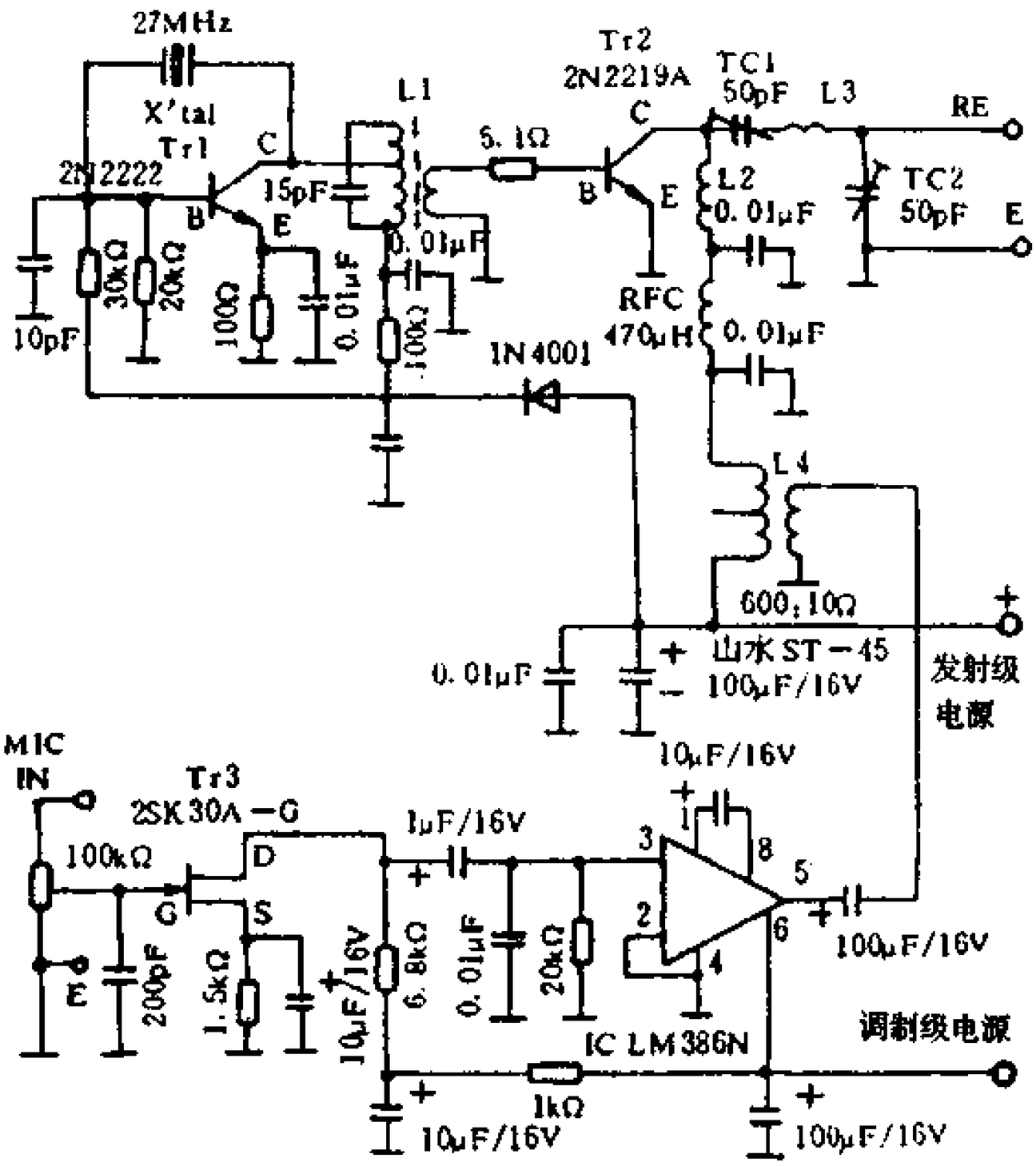


图 2—14

调制的方法有幅度调制(AM)、频率调制(FM)、单边带(SSB)，还有一种较少用的相位调制(PM)，本机采用较简单的 AM 方式。Tr3 和 LM386 作声频放大，放大后加至调制变压器调制，由于调制级采用 IC，故制作时更加简单。

2. 发射机的元件选择

电阻可采用 1/2W 或 1/4W 碳质或碳膜电阻，误差不可太大。电容则用陶瓷电容，不可用有电感性的。

L1 采用市售黑色高频中周，且采用 10mm 铝壳屏蔽的 8mm 直径线圈筒。

L2、L3 用 Φ1mm 的漆包线绕成 Φ6mm 的 10T 及 6T，拉长至 15mm 的空芯线圈。

十、180 米波段小型发射机

本文介绍的 180m 小波段发射机，体积小巧，制作方便，使用中波高端频率，可用一般袖珍收音机或收录机接收，易于普及。有效幅射距离约 500m。

1. 电路工作原理

电路如图 2—15 所示，由 BG1 和 L1 等元件组成的，载频振荡器所产生的高频信号，被调制后送入 BG2 进行功率放大。功放输出的射频信号经 C6、L2 和 R5 组成的匹配网络送入天线。调制级由 BG3 和 BG4 组成，具有音频放大和音频振荡双重功能，音频振荡频率约 1000Hz。

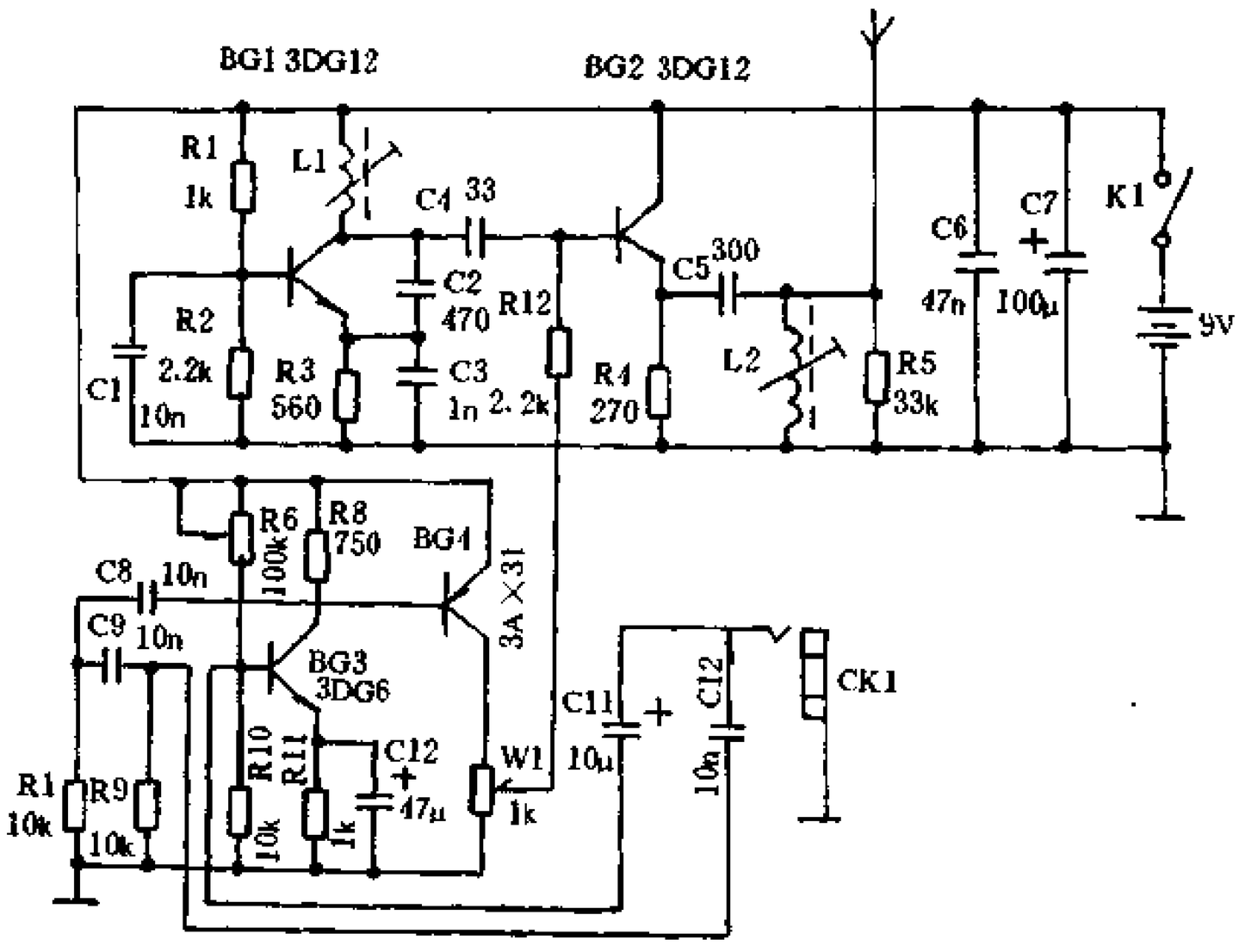


图 2—15

2. 发射机元件选择

BG1～BG3 的 β 值取 100～150，BG4 的 β 值取 70～1000 电阻均为 1/8W 碳膜电阻，W1 为半可调电阻。L1 和 L2 采用 TTF—2 型骨架，用 0.08mm 漆包线乱绕 85 圈，也可利用 LTF—2—3 型振荡线圈的 1～6 端代用，话筒为外接驻极体话筒，也可用 8Ω 扬声器加音频输出变压器代用。

3. 发射机的调试及使用方法

首先调整 R6 使 BG4 的集电极电流为 4mA，短路 CK1，然后接上一段 2m 长的多股软线作为发射天线。用调幅收音机在 800～1600kHz 之间选一个无广播电台的频率靠近发射机，调整 L1 使收音机收到发射机辐射的 1000Hz 音频振荡信号，接着调整 L2，使收音机接收到

的信号最强，反复调整 L2 并逐渐拉大发射机与收音机间的距离，达到最大幅射距离即可，然后将话筒插入 CK1 并讲话，调整 W1 使话筒灵敏度适中且不失真，整个调试工作便可结束。

发调幅板时，将电键插入 CL1 即可，发调幅话时，可将话筒插入 CK1，提高工作电压或加大天线长度可以增大发射距离，但应注意不要干扰广播电台的正常播音。

十一、FM 立体声发射机的制作

电路原理见图 2—16 所示。采用 NJM2035D 类 IC，将声音信号转换成立体声信号。图 2—17 表示工作原理，利用该 IC 的石英振子产生 38kHz 振荡频率。然后用此 38kHz 将左右的

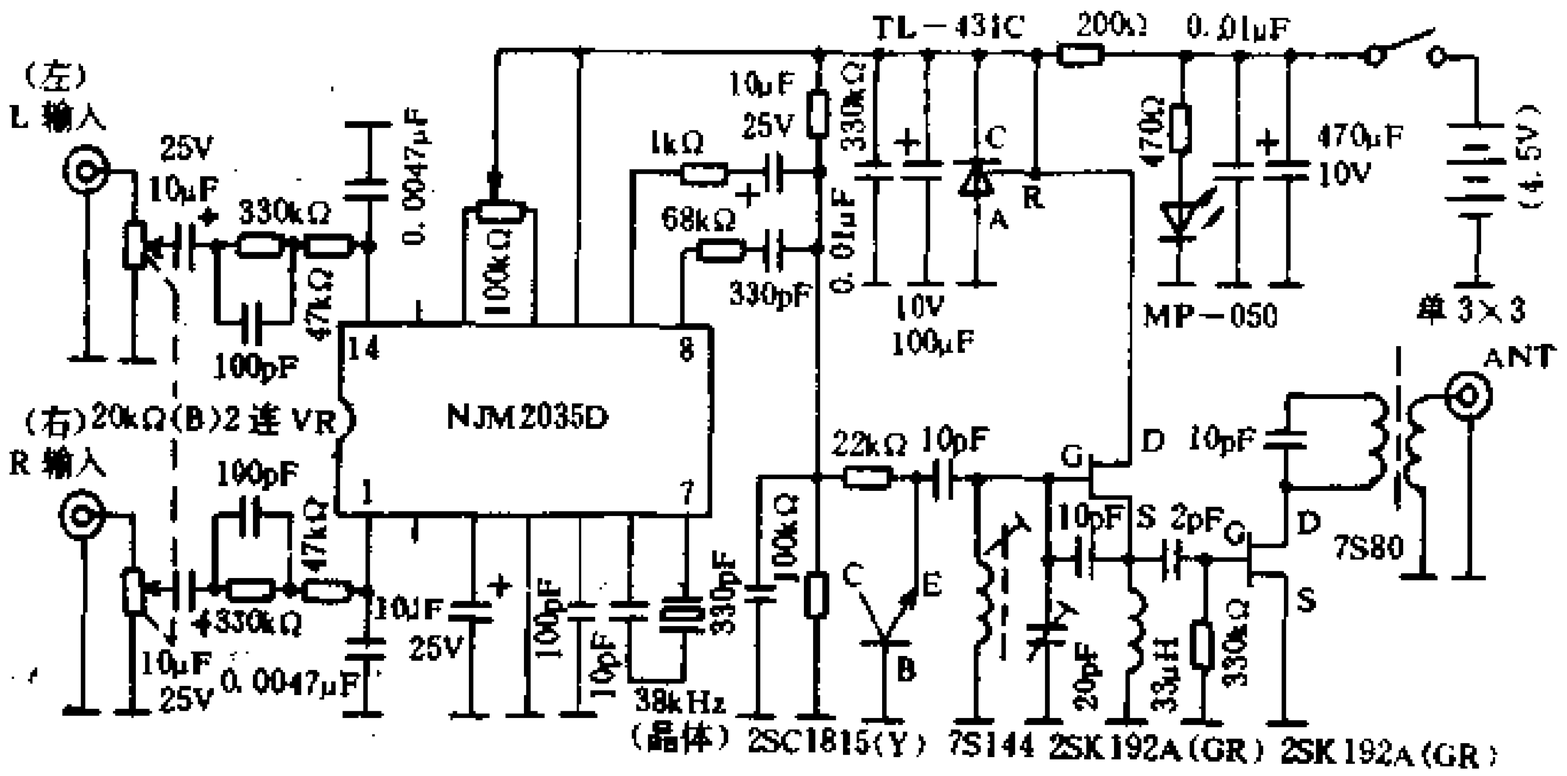


图 2—16

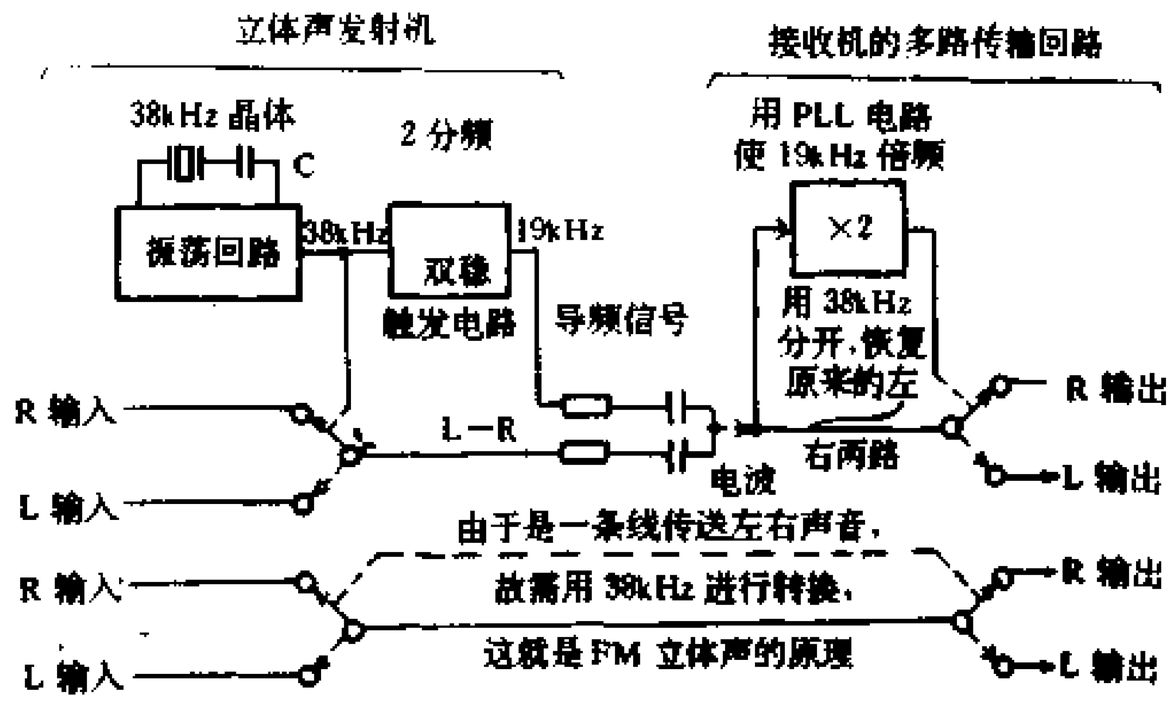


图 2—17

声音信号转换成 L—R 信号。同时，用双稳触发电路 2SC1815 2SK192A(GR)TL—431C 将此 38kHz 二分频成 19kHz，作为导频信号。

在 FM 立体声接收机上，将 19kHz 的导频信号恢复成 38kHz，

图 2—18

并将 L－R 信号左右分开，还原成原来的左右信号。

后面采用普通 FM 无线电微音电路就可以了。但为了抑制温度变化及电源电压变化对发射频率稳定性的影响，采用了 TL－431C 稳压 IC。FM 调制利用晶体管 2SC1815 的 BE 电容。BE 反向电压变化引起容量变化，再转变成频率变化，即相当于变容二极管。2SK192A(GR)也可用 2SK192A(Y)或 2SK241(Y)。图 2－18 为其所用晶体管的外形图。

十二、对讲机功率接续器

1. 电路工作原理

对讲机因受发射功率的限制而影响其通信距离。本功率接续器能对单 30MHz、3W 对讲机进行收发功能自动转换，把功率扩展到 25W 左右，使通信距离从 3～5km 扩展到 30km 左右(如图 2－19 所示)。

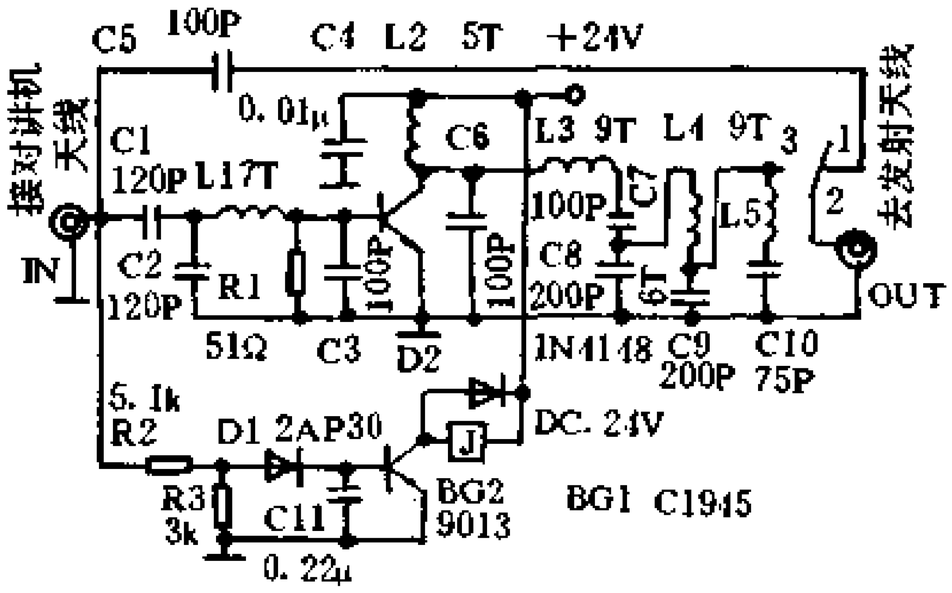


图 2－19

当对讲机处于接收状态(守候)时，接续器无射频功率输出，BG2 处于截止状态，继电器 J 的 1、2 触点闭合，将接续器输出端天线接收的信号通过 C5 直接送到对讲机的天线插口，这时的接续器处于接收状态。当对讲机接收到信号时，射频信号一方面通过 D1、C11 变换成直流使 BG2 从截止状态转换到导通状态，继电器 J 的常开触点 2、3 吸合，使接续器处于发射输出状态；另一方面，射频信号通过 C1、C2、C3、L1 等组成的输入匹配网络，加到丙类谐振功率放大器高频管 BG1 的基极，功率放大后的高频信号通过 C6、C7、C8、C9、C10、L2、L3、L4、L5 组成的输出匹配，与滤波网络经吸合的 2、3 触点，加到接续器输出接口。接收状态就自动转为发射状态。

2. 元件制作

图中的电感 L1～L5 均为用 Φ0.7mm 的漆包线在 Φ3mm 钻头上绕制(密绕)脱胎而成。接续器只在发射状态时才消耗电流，可用蓄电池或大输出电流的稳压电源供电。

十三、用 WINA800 对 HW628P/TS 无绳电话扩距

具体改装很简单：首先将 V309 部分电路拆掉(虚线内元件)，或从 A、B、C 点将电路与整体断开(如图 2－20 所示)。然后将 WINA800①脚(输出端)接 A 点，④脚(输入端)接 B 点，②脚(电源正极)通过原机 L9 后接 C 点，③脚接地。改装后电路如图 2－21 所示。其中，C 为旁路瓷介电容，容量为 103(0.01μF)，可用原机 C53 代；R 起信号衰减作用，避免 V308 信号输出过强损坏 WINA800，视情况取 25Ω，也可不用。

手机改装同座机。改装中，关键是仔细寻找印板上发射部分电路，切勿弄错。改装过程中，要小心谨慎，避免造成不必要的损坏。

通过以上改装，手机和座机的发射功率均提高到 800mW，比原增加数十倍，使

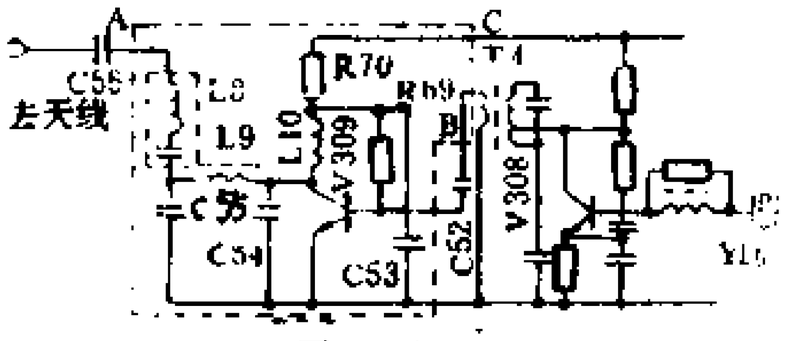


图 2—20

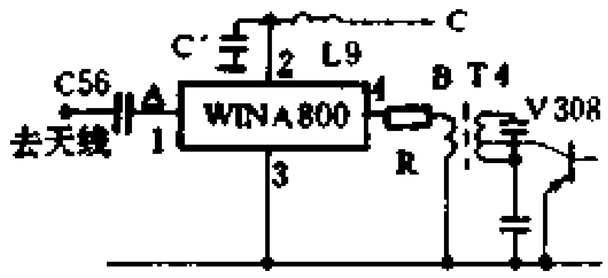


图 2—21

HW628P/TS 作远距离通信的设想成为现实(楼区中通信,实际已达 1 公里有余,话音清晰)。

十四、AM 发射机的制作

电路工作原理

本文介绍普通收音机能听到的中波 AM 发射机的制作,可作为无线耳机话筒等的发射机。

图 2—22 是电路图。AM 发射机最难之处是将声音信号调制成电波振幅的变化。本机器采用将声音信号加到振荡电路晶体管发射极上的方法,与将声音信号加到集电极的方法相比,它特征在于可用较小的振幅(信号大小)进行调制。既然是在晶体管发射极上进行调制,就需要用输出阻抗低的声音放大电路,可以用 TA7368P 之类的器件。

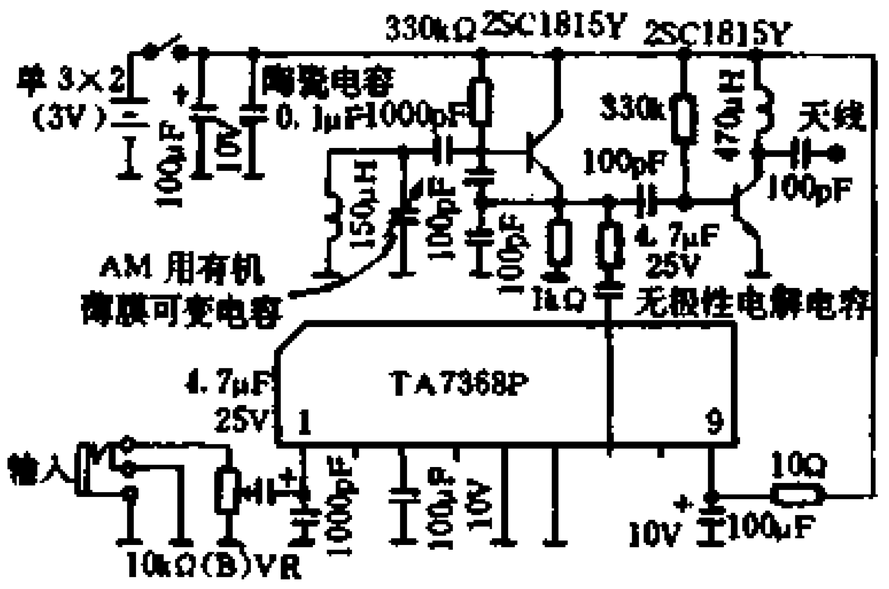


图 2—22

图 2—23 是印刷电路板图。考虑噪声等影响,应尽可能选用金属外壳。在天线端子接上 2m 左右的软线,收音机调在 1MHz 左右,就可以收听到本机发射的信号。因是中波发射,作用距离受天线长度影响很大。

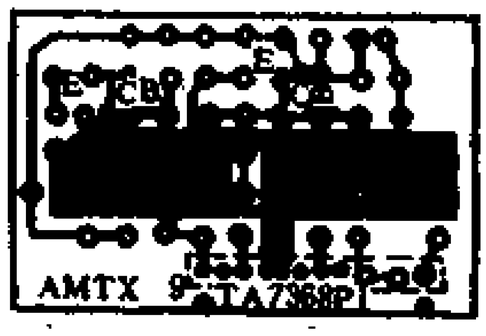


图 2—23

在制作过程中晶体管可用 3DG12 的中功率管(β≥80)或 9013、9014 等。若修改一下 TA7368P 的电路,可用 D7331P、A7331P 或 2822 等低电压功放集成电路组装,同样能得到满意的效果。图中的电感采用固定色码电感;可变电容 C 用收音机中的单、双连电容器,为此该发射机在整个中波频段内可调。

十五、简单的数据传输无线发射机

该无线发射机在短距离内(8m)有良好的传输特性,若天线工作在最佳匹配状态时,传输距离便可进一步提高。

电路如图 2—24 和图 2—25 所示。采用标准的 CMOS7400 系列的集成电路为核心制作而成,它具有体积小、电路和制作简单等特点。可装在机器设备的内部空位,工作电源电压为 5V。

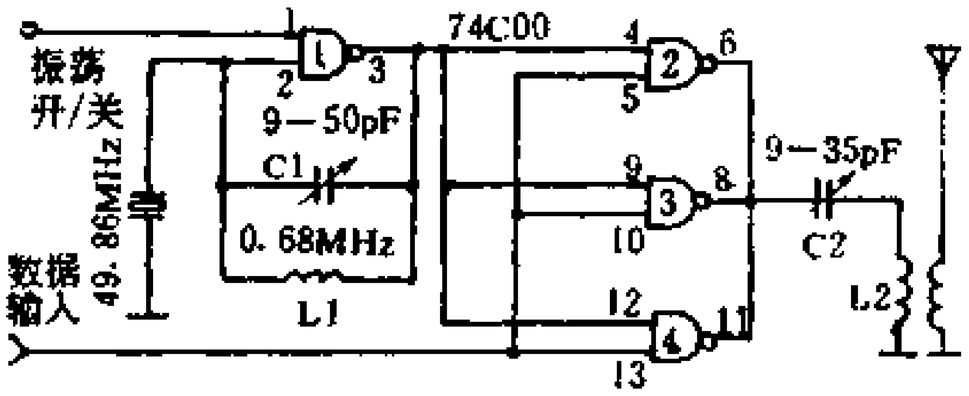


图 2—24

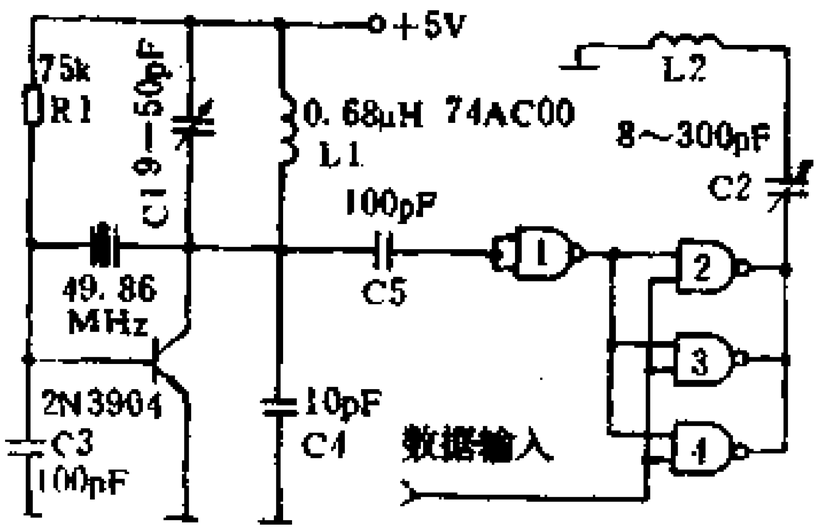


图 2—25

振荡器谐振值可由公式 $f=0.16/\sqrt{LC}$ 确定。图中的 L1、C1 和 L2、C2 都可通过上式计算获得，微调 L 或 C 使谐振网络工作在晶体的谐振频率上，从而使电路的工作效率达到最佳状态。图 2—25 中 L2 要做成直径为 100mm 的环型线圈，为此该线圈既是发射天线又是谐振电感。

十六、10mW QRP AM 发射机制作

本文介绍两款发射机，虽然其发射频率不同，但是输出功率却差不多，约为 10mW，调制方式为 AM。

1. 制作电路(一)

首先，介绍 27MHz 10mW 发射机的制作。

图 2—26 是本机的电路图，采用 FET—2SK19 做为声频放大级与振荡级主要元件。Q1

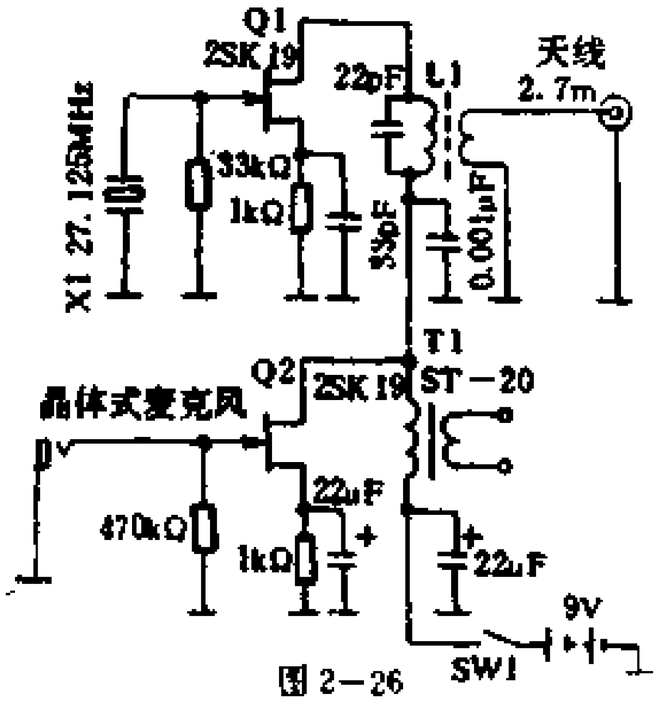


图 2—26

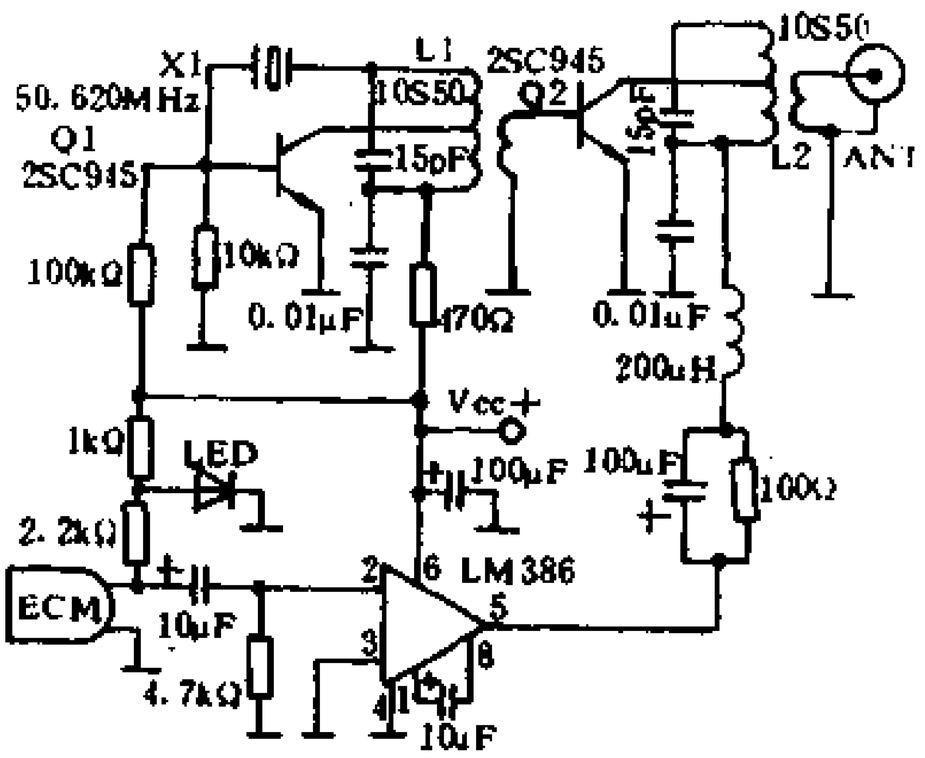


图 2—27

负责产生 27.125MHz 的高频载波；Q2 负责将晶体式麦克风拾取到的声音信号加以放大，经 T1 ST—20 调制变压器成为调幅波后由 L1 耦合至天线发射出去。电源部分则使用 9V 干电池。

L1 采用东光 27MHz 专用高频线圈，或工作于 27MHz 的线圈皆可。制作装配完毕后，进行调整。接上晶体式麦克风，天线端接上 27MHz 天线，或用 2.7m 左右的电线代替，将短波收音机频率调至 27.125MHz AM 波段，开启发射机电源开关 SW1，调整 L1 的铁芯至收音机信号强度最大为止。

2. 制作电路(二)

接下来所介绍的发射机工作于VHF段50MHz，本机电路图如图2—27。采用电容式麦克风做声音输入部分；LM386负责放大声频及调制；晶体管2SC945分别担任振荡和功率放大；高频载波的产生是以石英晶体为主件。声频信号经LM386放大后输出，输出部分舍弃了调制变压器，而直接接至功率放大级调制，振荡级产生的50MHz高频载波经L1线圈耦合至Q2功率放大级放大，与声频信号调制后由L2线圈耦合至天线发射出去。

本机采用电容式麦克风，不仅体积小型化，且灵敏度也较高，加上删除了调制变压器，外形、效果必定比前者较佳。石英晶体以50MHz带为宜；L1与L2采用日本高频专用线圈10S50。调整时，接上天线或假负载，转动L1铁芯至50MHz高频信号最大且不失真，而后再调整L2至输出信号最大为止，此时输出功率应至少有10mW以上。

十七、无线对讲机功率扩展器

1. 电路工作原理

爱好者常嫌小功率对讲机功率不够。本文介绍的功率扩展电路，可加大对讲机的发射功率，增加有效通信距离。

原理如图2—28所示，需放大的信号从C11输入到BG2，经两级高频功放后由L3输出。经过L1、L2、C1、C2、C3低通网络滤波后，从天线发射出去。K为功率选择开关，闭合时，R2被短路，发射功率最大。C5、C6、C9、C10、L6等组成退耦电路，防止自激。

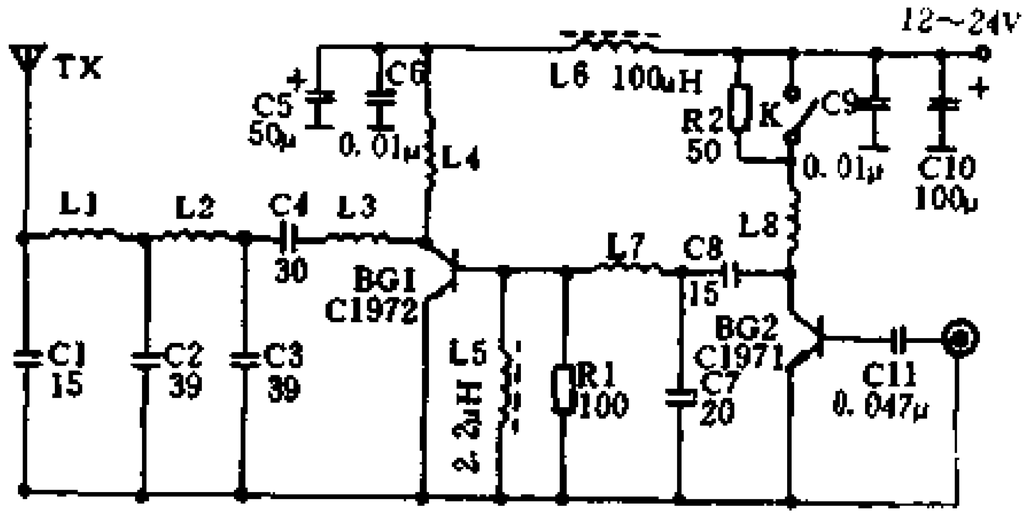


图2—28

该放大器可直接接至原机的功放级输出端；也可接至对讲机的天线插座，不过，需略调整原机的天线匹配电路。

2. 元件制作

图中各电感的数值，应随对讲机工作频率不同而异。表2—1给出150MHz系列机型的电感线圈制法供参考。

表2—1

编号	L1	L2	L3	L4	L7	L8
圈数(匝)	2.5	2.5	4.5	11.5	4.5	11.5
备注	均用Φ0.5mm漆包线绕制，内径Φ4mm脱胎空芯。					

十八、声控调频发射机

本声控调频发射机采用LM324作话筒声控放大，灵敏度高。用9V层叠电池供电，静态守候电流1～2mA。

电路如图 2—29 所示。驻极体话筒拾取到声音信号后送到 LM324 中运放 A1 进行非线性放大，目的是在声音信号强度变化很大时，输出信号稳定，既保证不产生过调制，又保证声控部分的稳定。经放大后的信号一路送到振荡器作调制信号，另一路又经 A2 放大，并经整流滤波成直流控制信号，使 T1、T2 饱和导通。电源由 T2 供给 T3 组成的调频振荡发射电路，使之正常工作。无声音信号时 T2 截止。电容 C9 的作用是使开关过程中形成正反馈，加快开关速度及提高开关的可靠性。W2 用来调节声控灵敏度。L 用漆包线绕成 Φ3.5mm 空芯线圈 6T 中间抽头，天线可用 10cm 软线。

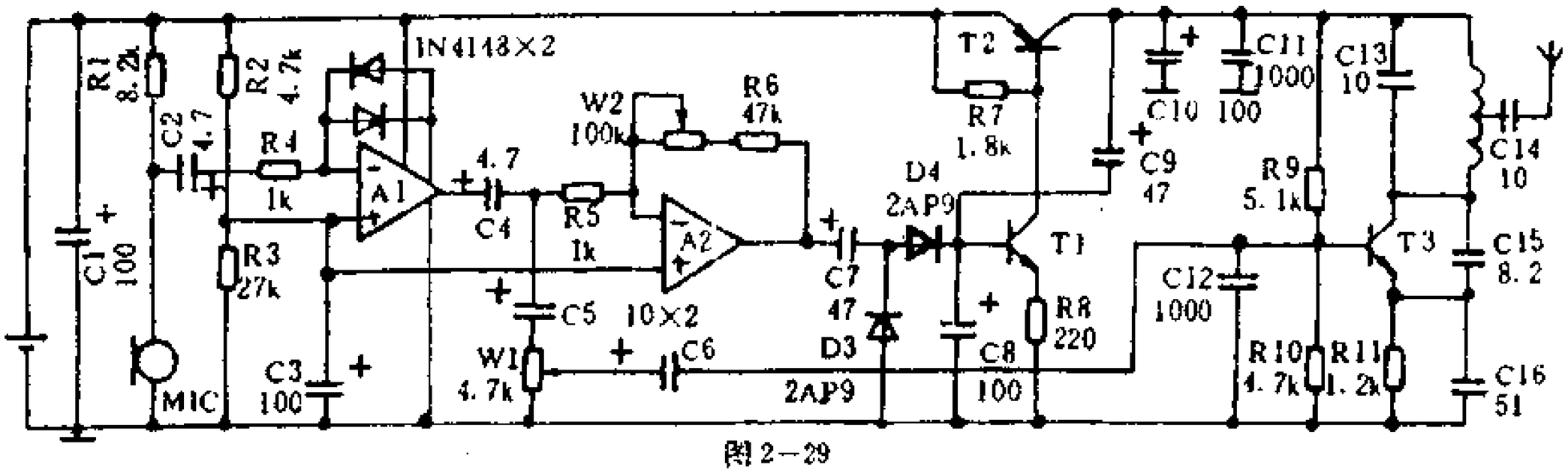


图 2—29

十九、无线调幅发射机

该机工作频率为 16MHz，作用距离与天线长度有关(电路如图 2—30 所示)。T1、T2 的 β>100，T3 的 f_T>200MHz，L 为 Φ5 的骨架上用 Φ0.15mm 的漆包线密绕 4 层 100 匝，中间抽头。

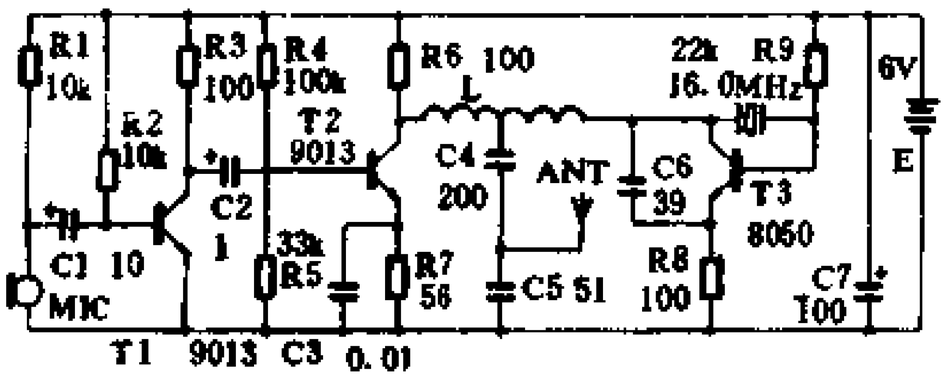


图 2—30

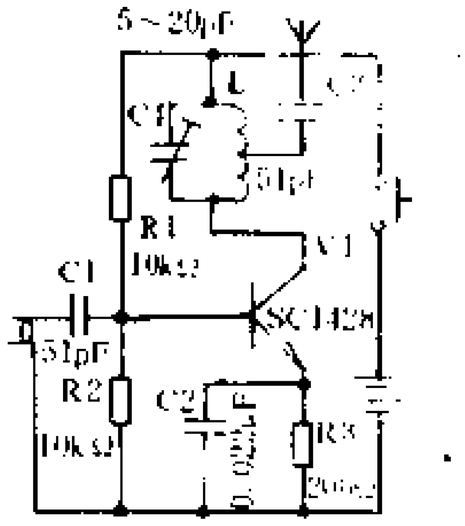


图 2—31

二十、微型射频发射机

工作频率在电视频段，发射距离 20m，电路如图 2—31 所示。晶体管采用 2SC1428 高频管，β≥140，电容可用瓷片电容。线圈 L 用 Φ0.4mm 漆包线在 Φ5mm 的胎具上绕 10 匝而成，

中间引出抽头。天线可采用 1.2m 的电视拉杆天线。

二十一、27MHz AM/FM 发射器

本文简单介绍流行的 27MHz 波段晶体管实验发射器，它用于短程通讯及无线电模型控制。

1. 电路工作原理

电路如图 2—32 所示，由 T1 制作的振荡器从 X1 获得频率稳定性。振荡频率通过调整 T1 漏极线上的 LC 并联谐振电路来完成。电容 C20 保证振荡器有足够的反馈，并改善其起始状态。低频偏调频调制时通过变容二极管 D1 达到。音频输入信号(最高 150mV$_{P-P}$)施于连接器 K1。

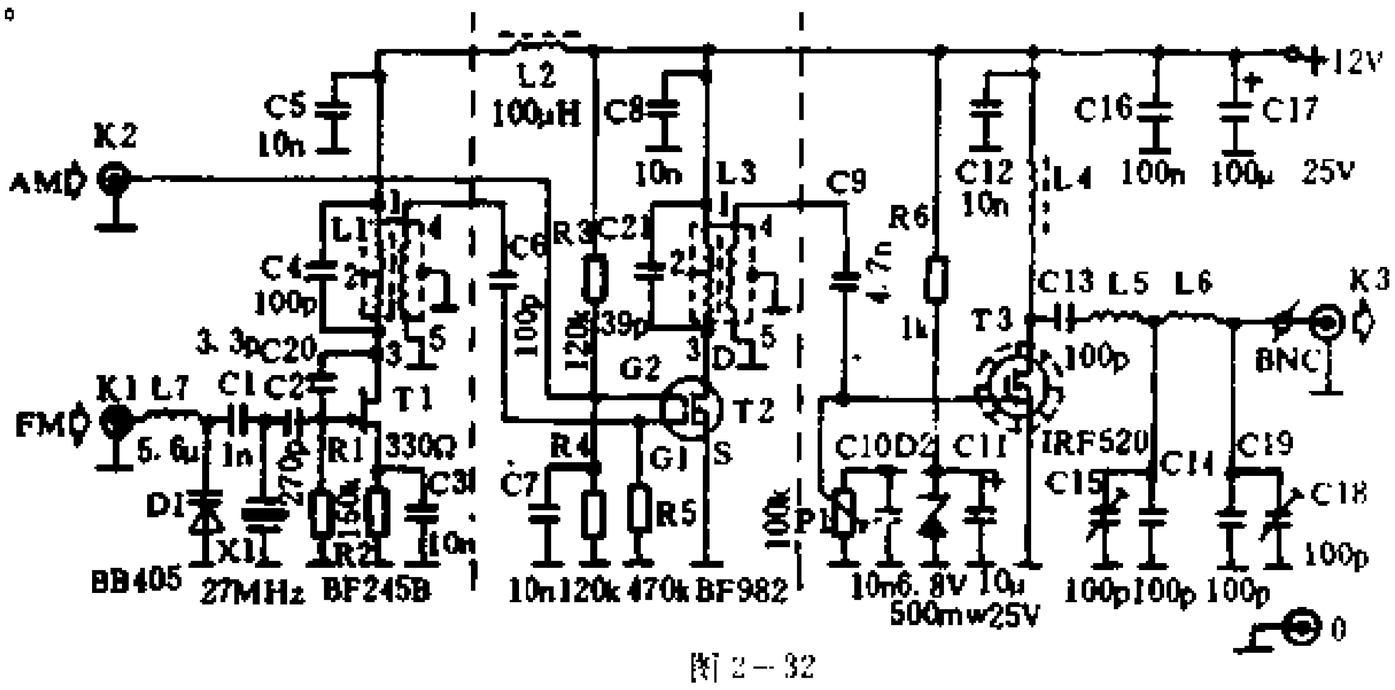


图 2—32

从 L1 的次级绕组引出的振荡信号送入 T2 栅极 G1。T2 的 G2 由 R3、R4 保持大约一半供电电压，达到最佳放大。如为 AM，调制信号可通过一耦合电容连接到 K2。音频电压将改变 T2 栅极 G2 的电压，构成 T2 的线性增益控制，结果便输出一调幅高频信号。输入音频 130mV$_{P-P}$，调制量 70%。

T3 的静态电流由预置电位器 P1 设定，并决定了栅偏。T3 选用 FEX FET 型 IRF520。由一散热器冷却。输出滤波器是典型的 Pi 型低通式，以减少谐波及使输出晶体管与 50Ω 负载匹配。

2. 发射机的制作

电路中 L1、L3 用 Φ0.2mm 漆包线在 NEOSID7 T1S 骨架上绕制，L1 初级 8T，次级 2T。L3 初级 10T，次级 2T，暂时不装屏蔽罩。L4 用 Φ1mm 漆包线在双孔磁芯上绕 3T。L5、L6 分别用 Φ1mm 漆包线，在 Φ8mm 的骨架上绕 12T 和 8T。

安装时从 L1 和 L3 开始。暂不装上屏蔽罩。晶体管 T2 和 T3 装在底板下面，T3 的金属外壳底部，须加一个绝缘的垫圈，因为 T3 的金属外壳是与漏极连接的。

3. 发射机的调试

首先，把 P1 转到零，并将三个微调器设在中间距离。插进 L1 和 L3 磁芯。暂不要对两个

输入施加调制信号。通电，调整线圈磁芯直至振荡器在石英晶体频率上工作。关掉后再开机检查其起始状态。再调整 L3 磁芯使 27MHz 谐振。把接收器件拿到距电感器较远的地方移动就可检测。小心地调整 P1 直至漏极电流达 100mA，并监视其输出功率。然后，装上 L1、L3 磁芯和屏蔽罩。除去调整时加在 T3 临时散热器后，将底板装进外壳内。T3 采用云母垫圈固定在盒的底部。用欧姆表检查晶体管壳，应与外箱分隔不接触。最后，在未输入 AM 信号前，P1 应设置最低的功率放大电流(完全接地)。小心地调整 P1 以达到大约 0.5W P—P输出功率送至 50Ω 的负载。

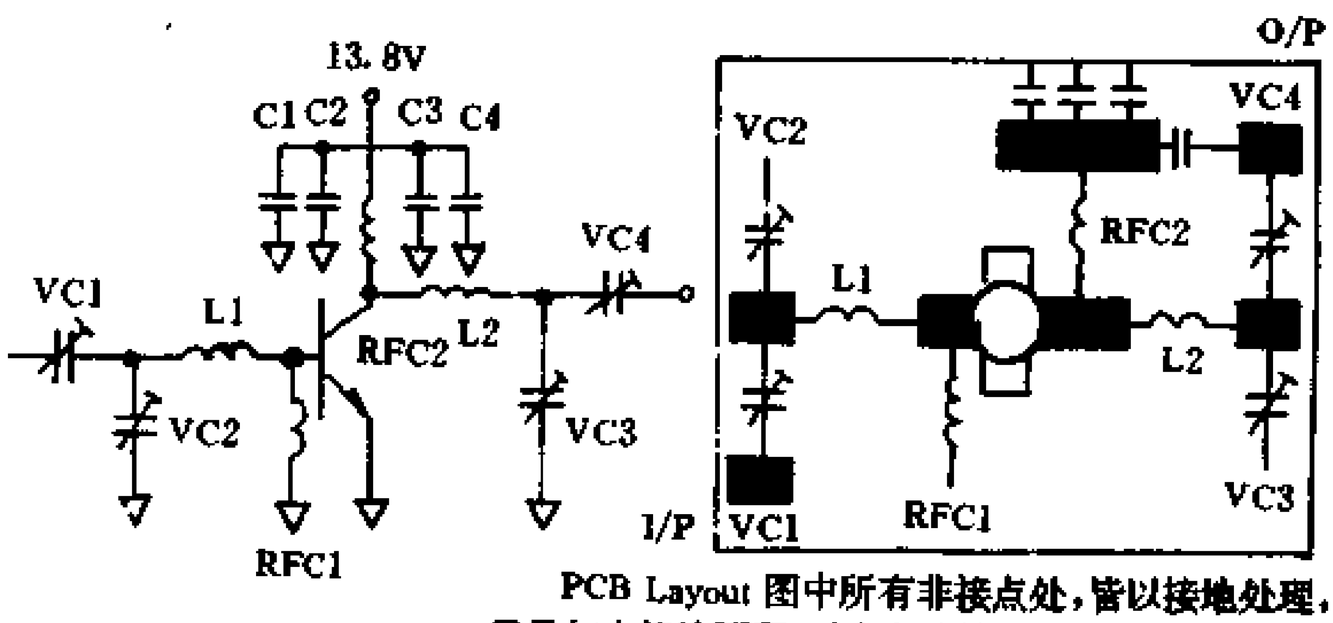
二十二、6m 波段(50MHz)业余波段(40W)功率放大器

本电路主要是放大 50～51MHz 间的窄频调频(NBFM)信号，将 6W 座台机输出接入本放大器，经过本放大器可提供 40W 输出功率，如提高推动功率到 9 小时可到达 50W 输出功率。希望各同行小心测试以避免不需要的困扰。

1. 电路工作原理

由于本电路只是一个简单的放大器(如图 2—33 所示)，并不需多做解释所以电路原理从略，以下只简述制作上一些原则。

制作放大器时，先确认须要多少输出功率，同时要知道目前手上机器输出功率是多大。



PCB Layout 图中所有非接点处，皆以接地处理，尽量加大接地面积，对本电路性能有相当大的助益。

图 2—33

再由各人喜好决定要采用那种规格的晶体管，由于笔者并非专业高频制作人士所以一向是随市场导向而制作。经查相关资料确认采用 2N5849 为本电路的主放大元件是较理想的。2N5849 详细资料请参考表 2—2。

表 2—2

参数	参数	参数
反向击穿电压	V_{CEO}	24V
反向击穿电压	V_{CBO}	48V

续表

参数	参数	参数
直流电压	V_{CB}	4.0V
集电极电流	IC	7.0A
功率	PD	100W

由于本机操作频率是 50MHz 已经属于超短波频段，再加上输出功率不小，所以制作上要多花一些心思。

2. 放大器制作

对于线路上的电源滤波电容一定要多用几种不同容量的电容并联，作为电源滤波电容采用的线圈除基极所用的 RFC1 外，其它一律自制，线圈要用较粗的线径。L1 用 Φ1.2mm 漆包线在 1.2cm 直径的圆棒上绕 1 匝，L2 用同号线在 1.2cm 直径的圆棒上绕 6 匝，RFC1 用市售成品的 3.3μH 电感，RFC2 用 Φ0.8mm 漆包线在 1.2cm 直径的圆棒绕 8 匝即可。PCB 是利用感光双层板。所有的可调电容要用耐压较高且耐电流也要足够。完整电路及 PCB 请参考图 2—33。

3. 制作中的注意事项

因为笔者没有 50MHz 座台机，幸好市面上有售各种电话且频道有的属于本频道，所以利用此类产品改装。本机刚制好时经过调整如发生下列问题：

(1)输出调谐电容云母介电层发生穿透现象。

(2)晶体管集电极端铜箔发生烧断现象。

(3)晶体管有时会发生自激振荡。

可采用下列解决方法：

(1)会发生介电层穿透，应是电容介电层耐压不足经改换适当电容后解决介电层穿透现象。

(2)铜箔烧断直觉上认为是印板设计不好，经过重新设计后解决。

(3)造成晶体管自激一定要有回路，而回路有基极输入端以及电源两个路径。所以强调电源滤波电容的容量要大一点，以保证不发生由于电源造成反馈路径。另外一个路径较麻烦，因为基极的扼流圈会影响输出功率，希望能获得较大输出功率，采用电感 RFC 较采用电阻做丙类偏压元件好，但是用 RFC 很容易发生自激振荡，所以要稍为降低一些增益采用较低 Q 值的 RFC。本机输出端未加高谐波滤波器，但观察经由 ICRT 干扰情形发觉使用时以加谐波滤波器较好，以避免干扰。

6 公尺波段目前有各类单位使用，试机时尽量用假负载，若实际试机前请先确认空中无误再测试以防互相干扰失去业余人员应有的原则，本机经适当修改并可用在 4 公尺波段工作。

二十三、144MHz/FM 频带功率放大器的制作

当收发距离较远的时候，如何稳定、清晰地接收到信号，是一般火腿迷们所烦恼的。其中最重要的因素之一就是“功率”。

1. 电路工作原理

本文介绍一种用 IC 模组制作的 10W 功率 FM 放大器，由于本机线路采用 IC 模组，就是将所有放大级的线路，组合成 IC，使其规格标准化，使用简单化。

本机中，最重要的零件就是功率模组 IC。此模组 IC 可用 SAV－5，另外，也可用 M57715 代换。继电器可用 G2V2，即直流 12V 的继电器。其他元件为一般的标准元件。电容器除电解电容外，均采用陶质电容。L1、L2、L3 可自行绕制，其规格如图 2－34 所示。

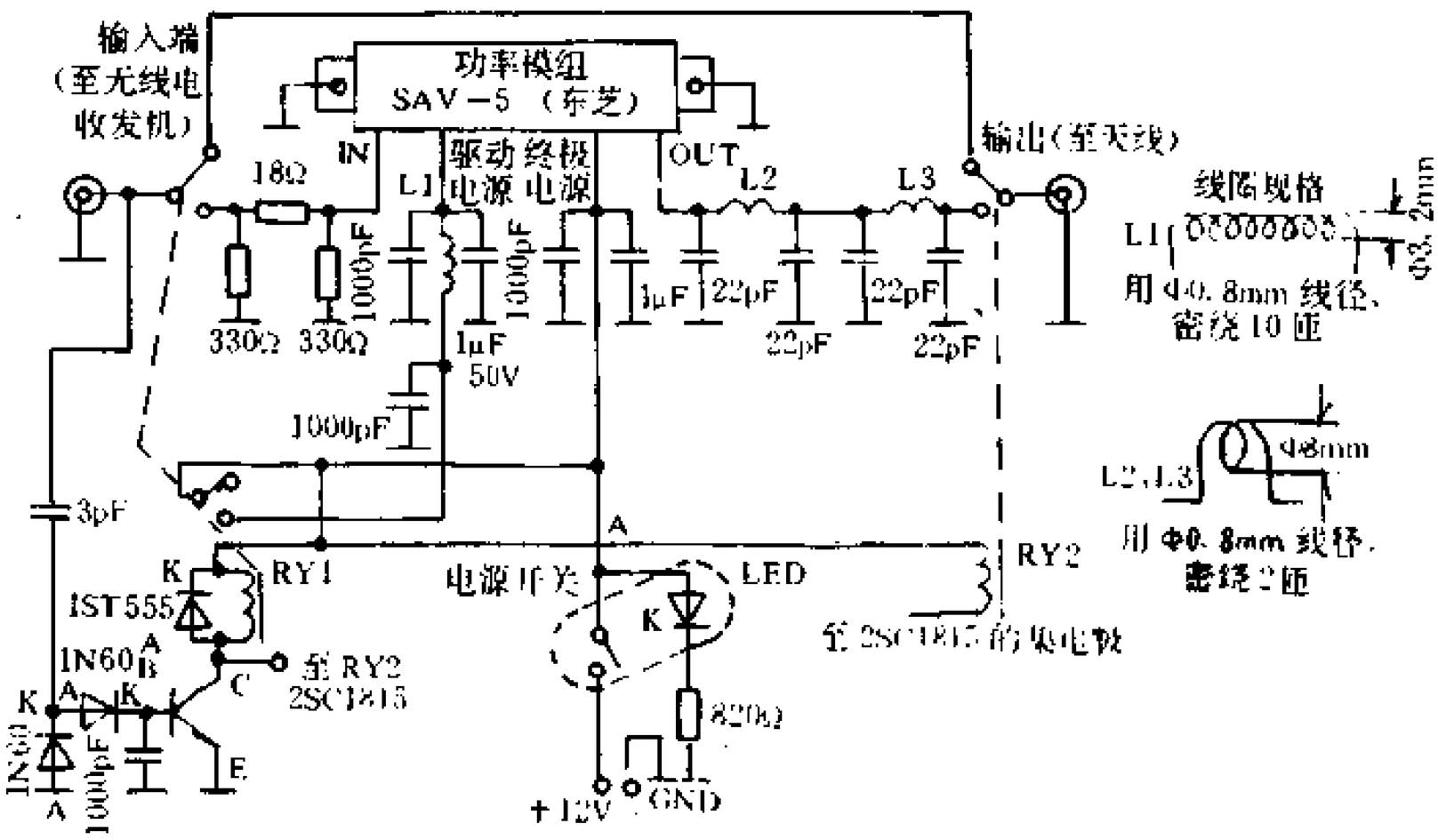


图 2－34

2. 放大器的制作

制作中首先要考虑的是模组 IC 所用的 PC 板，除了量好 PC 板的尺寸，以适合模组 IC 外，最好能用切割铜箔的方法（如图 2－35 所示）切取 PC 板。由于此线路为高频线路，为避免不必要的干扰，尽量将各元件管脚剪短。低通滤波器所用的两个线圈，最好将它们呈 90°方向放置，以减少干扰。配线力求简短，不可纵横交错，以避免振荡。

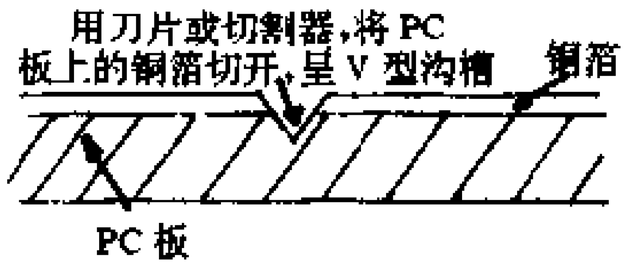


图 2－35

最后，检查 PC 板是否焊接不良，或配线有无错误，确认无误后，即可接上电源。若有功率表或电压、电流表，即可测出其输出功率。

二十四、间歇调变的迷你标帜发射机

以 PI－PI 般的间歇声调变之电波，经常被当做标帜信号使用。在天线的指向性实验或接收的特性试验都是不可缺的“隐藏振荡源”。本机的工作范围从 50MHz 到 FM 广播的 90MHz，采用 FM 调变。

本机巧妙地利用计时器 IC 556 的非稳态方式。“PI－PI”信号由间歇信号控制，作为高频振荡器的调度信号(电路如图 2－36 所示)。

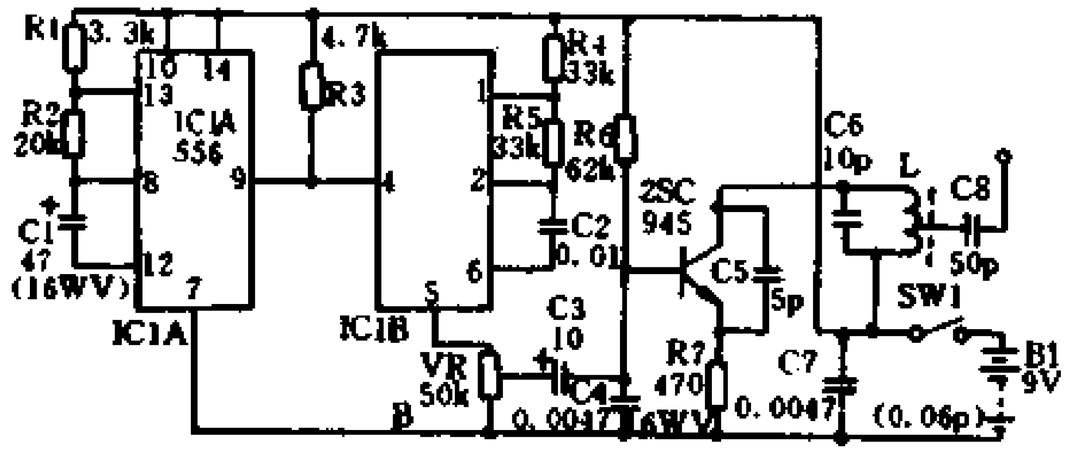


图 2－36

IC1A 的输出脚⑨呈 0V 时，IC1B 的重置端脚④脚被重置(被降至 0V 电位状态)，低频振荡的 PI－PI 声停止。IC1A 的输出脚⑨呈 9V 时，IC1B 的重置状态被解除而开始工作。因此，从 IC1B 的输出脚⑤也就产生 PI－PI 声。

二十五、28MHz 10W 功率提升器制作

本文介绍的 28MHz 功率提升器线路分为接收信号放大回路、输出信号提升放大回路及电子开关电路等。

1. 电路工作原理

电路如图 2－37 所示，用一只 FET 信号前置放大，提高接收灵敏度，两只线圈作信号交

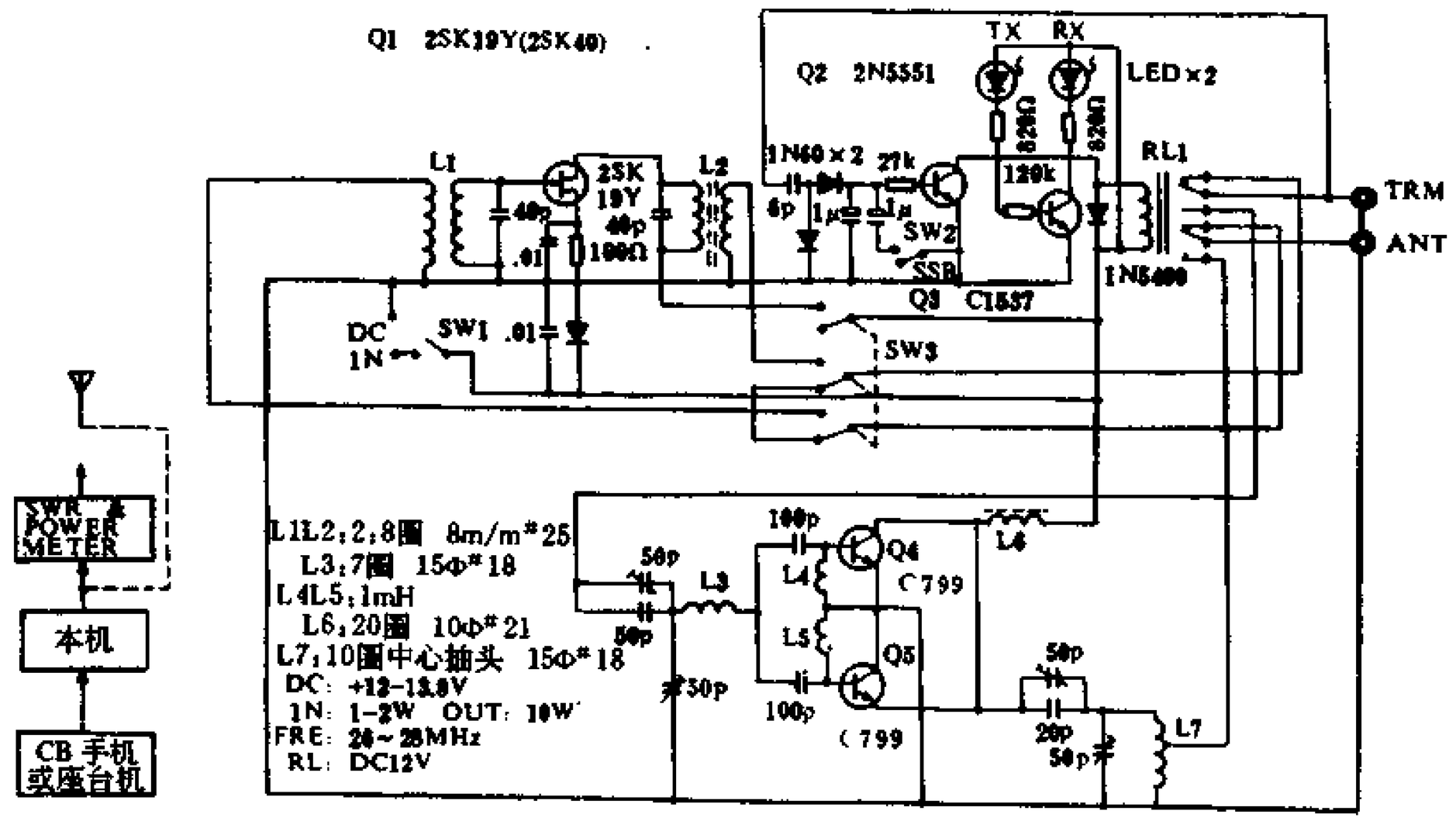


图 2－37

连，以及开关SW作放大回路选择。发射部分用两只高频功率晶体管2SC799作并联放大，并用一只继电器作接收、发射自动切换，两只LED作接收或发射指示。另设一开关作SSB时使用。

2. 放大器制作与调试

L1、L2线圈为2：8匝，L3用Φ15mm漆包线绕7匝，L6用Φ10mm漆包线绕20匝，L7用Φ15mm漆包线绕10匝，中心抽头，功率晶体管需加散热片以免烧坏。

接收部分在本机输入端接上主机或座台机，输出接上天线，R.AMP SW打开，接收空中27MHz波段信号，反复调整L1、L2，使接收信号为最大即可。在输出端并接一只功率表如图2—38所示。主机或座台置于发射位置，反复调整四只可变电容器使其功率表指针指示为最大即可。

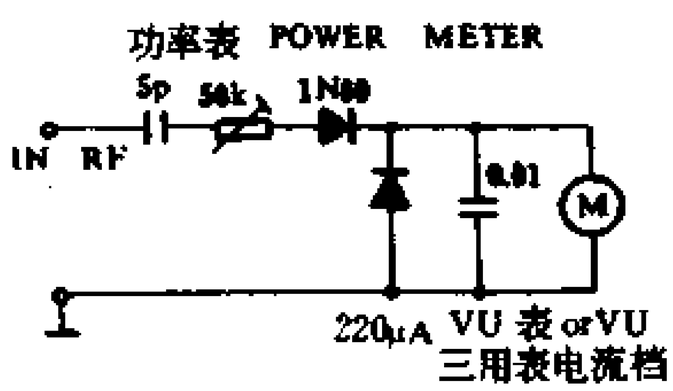


图 2—38

二十六、迷你调频广播发射机

迷你广播器线路如图2—39所示，可以发射调频(FM)收音机信号，由标准的调频收音机即可接收到所发射的信号。迷你广播器的发射范围限制在100英尺以内。将音乐或声音透过麦克风输入端J1或耳机输入端J2送到发射器上。可用晶体式麦克风或石英晶体或陶瓷式唱头唱盘产生的信号送到发射器上。天线的长度限制在1.5公尺左右。

假设麦克风信号送到准位控制R18再到声频放大器Q4。麦克风放大器的输出信号再送到Q2，这里是由麦克风和耳机两者的声频信号输入与可变振荡器产生的频率混合的地

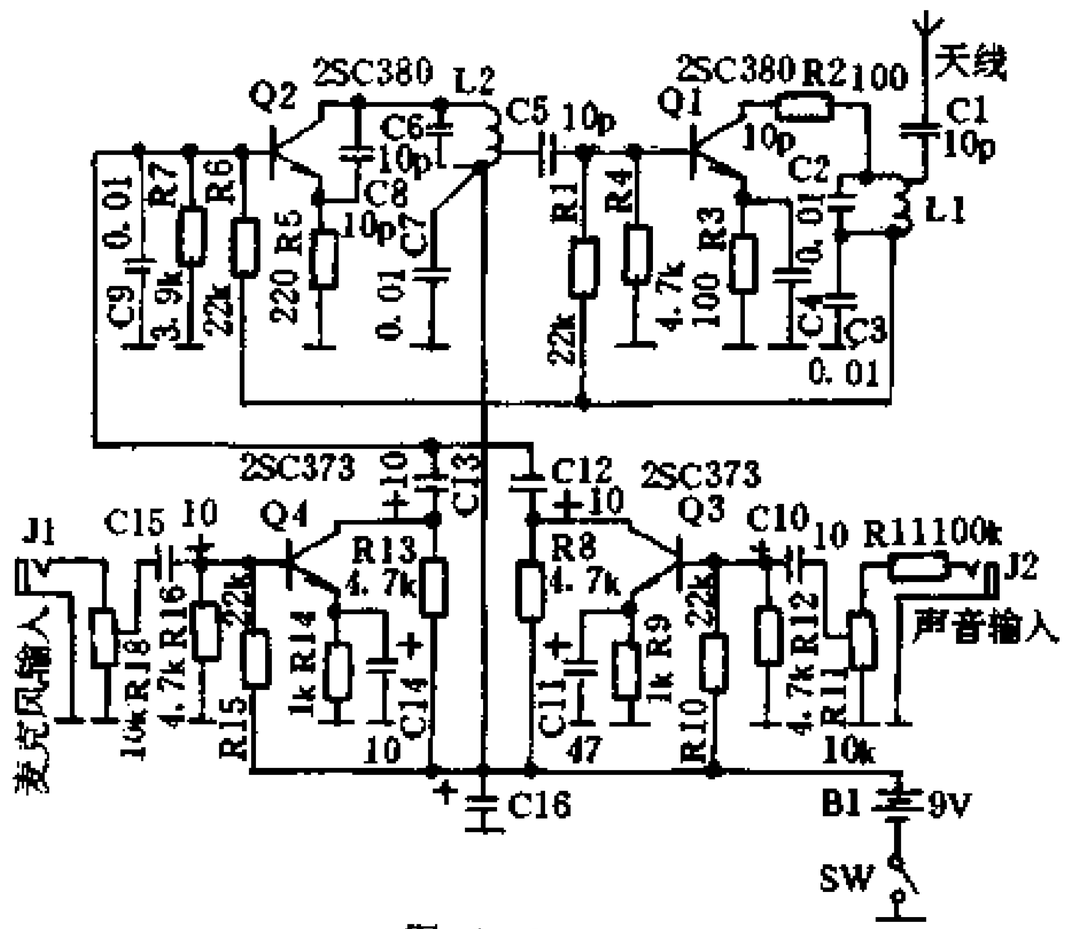


图 2—39

方，再由电晶体 Q1 将 FM 的信号送到天线上发射出去。振荡器线圈 L2 设在到 100 百万赫兹无人用的频率，然后调整输出线圈 L1 的频率符合 FM 收音机的广播频率。注意如果麦克风与耳机两者同时输入信号，信号就会混在一起了。

二十七、全 IC 袖珍调频广播电台

本文向你介绍一种新颖而实用的无线发射机，从图中可以看出，电路调制器、功放都采用集成块，代替了用分立元件制作的电路，使电路大为简化，调试更为简单，可靠性也大大提高，特别适合业余无线电爱好者制作。

1. 电路工作原理

图 2－40 为发射机原理图。FM 调制器是一个压控振荡器（简称 VCO），它由 IC1 CD4046 构成。当无音频电压时，中心频率 f_0 由外接阻容 R1C1 决定（按图 1 标出的数值 f_0 约 300kHz 左右）。当音频电压进入第⑨脚时，f_0 开始变化，也就是说，f_0 为音频电压所调制。此

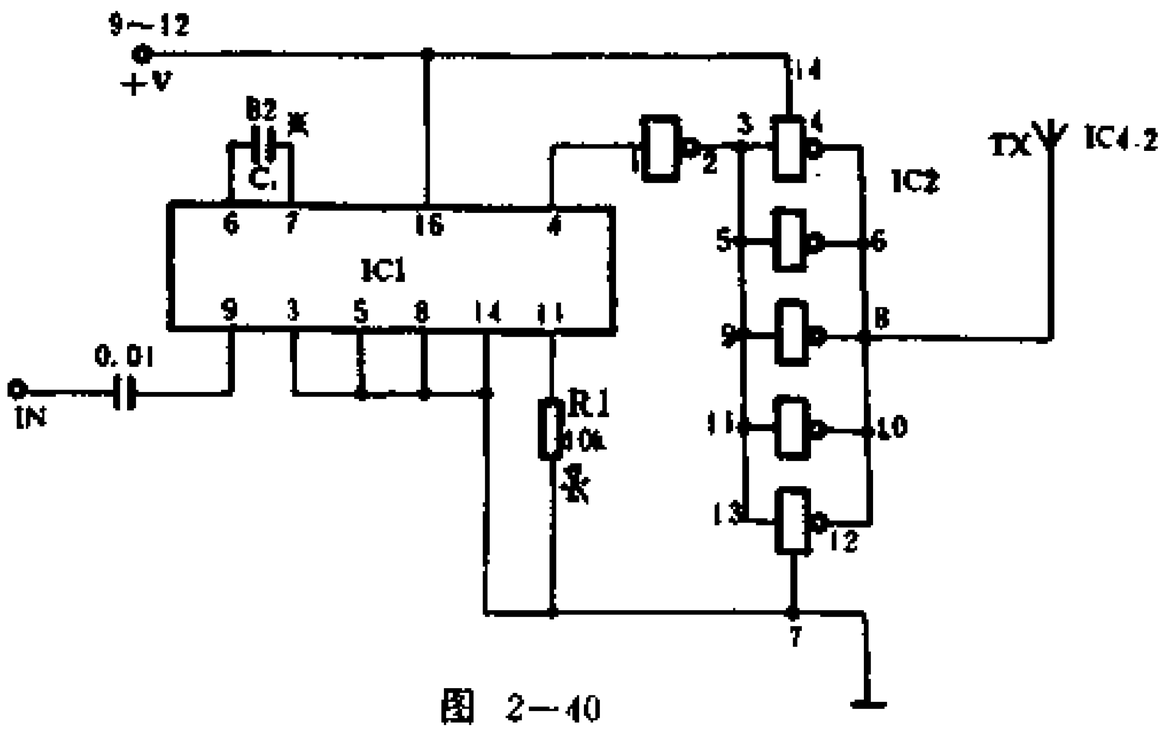


图 2－40

时的频偏在 15kHz 以上，若要更大的频偏，则应加大音频电压功率。从第④脚输出的调频波直接送到 IC2 组成功放电路，然后由天线向外辐射出去。

由于工作频率受 IC1 的限制，而不能提高中心频率，只能在 1MHz 以下工作。所以，一般调频收音机无法收到，又不干扰其他广播电台节目，配合一台接收机即成为家庭通信电路。

图 2－41 为接收机原理图，它由天线接收下来的电磁波，经过 B 谐振选出调频波信号，进入高频电路放大调频波信号，直接输入由 IC3 构成的解码电路，解调后的音频信号经过低通滤波器 R2、C2 加到功放进行

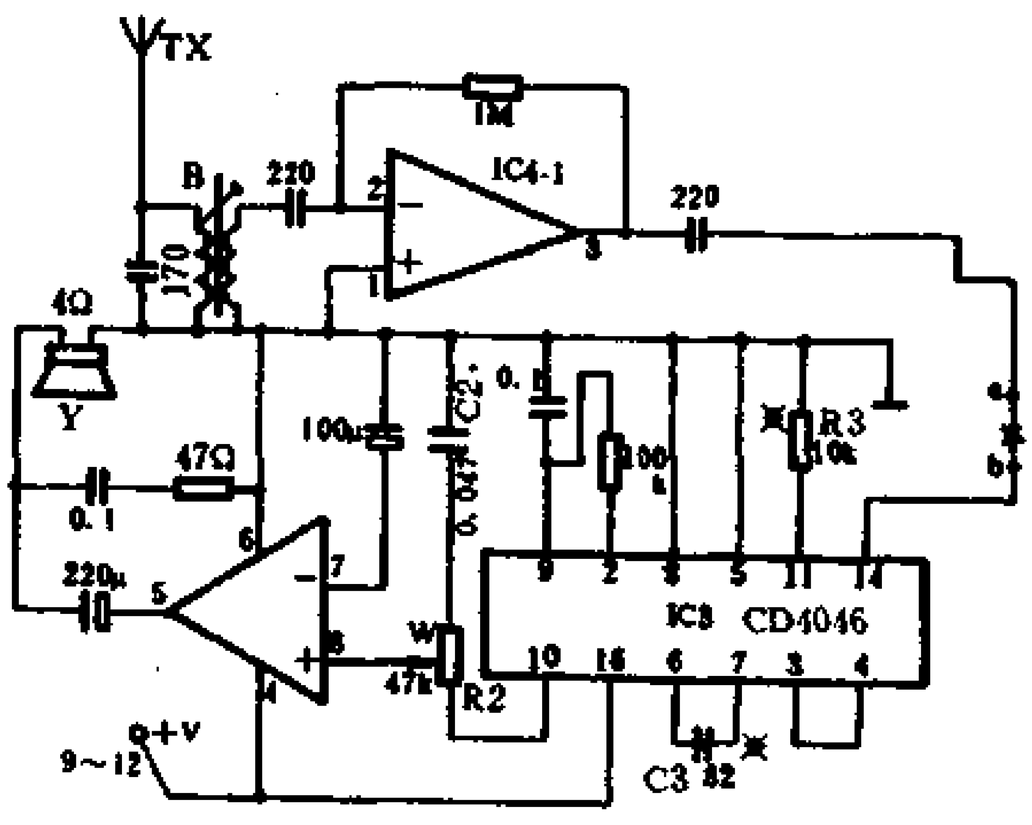


图 2－41

放大去推动扬声器。

B 选用中波收音机内的中周，R1、R3 电阻元件数值应统一，IC2 选用 CD4069，IC4 为双功放电路 KD28。

2. 电台的调试

本机调试十分简单，先准备一部质量较好，内部没有拆修，中周原封未动的中波收音机。打开中波收音机电源，旋动收音机的调谐器，接收中央第二台的节目播音。开大音量，该台的频率为 630kHz。然后，接通发射机的电源，不加任何调制信号，让它发射等幅频率信号。调整 C1 或 R1 的数值，使发射机的频率二次谐波与收音机一致，这时，电台声音应受到干扰，再调整几次，直到最佳为止。

同样，调整接收机 IC3 的 f_0 频率方法同上，只不过在"×"处断开。直到满意为止，f_0 频率调好后，再把 a、b 两点连好。最后，进行发射——接收机连调。在 IC1 第⑨脚输入音频信号，不要拉很长的天线。慢慢调整接收机的谐振磁帽，边调边拉开距离，直到把磁帽旋入旋出只有一个地方才使扬声器发出不失真而且响亮的声音为止，这个地方就是最佳的谐振频率 310kHz。至此，调试工作结束。在发射机上装上一条 6m 以上的天线，即能正常工作。

只要加装一套发射、接收电路，便可以装成无线对讲机，或在发射机加装一块立体声调制器，同时在接收机装上一块立体声解码，便成为立体声电台了。

二十八、便携式 QRP CW 发射机

本文介绍一种简单、稳定并且容易制作的无线电发射机。

1. 电路工作原理

发射机电路如图 2－42 所示。因为是超外差接收机，在发射时 VFO 需要变化的工作频率，使接收机频率在 800Hz 附近变动。要达到这一目的很容易，用一块振荡器/混频器 IC (U1)NE602，将外接的晶振调谐在接收机滤波器的通频带的中点(晶振的频率是通过反馈电路中的一个电感和一个微调电容器来调节的)。U1 接在 6V 稳压管上，6V 电压是通过 TR 继电器 K1 12V 转换而来。这个转换装置在 TR 继电器转换到发射位置发出信号以后一直保持在发射状态。

混频器输出决定 VFO 和晶振频率的和与差。混频器仅输出 14MHz 信号到双调谐滤波器。NE602 是一个低电平元件，因此 VFO 信号通过一个串联电阻输入到 U1 的①脚。

该电路有一个非常重要的问题就是要注意阻抗的匹配。滤波器中调谐电路须匹配非常高的阻抗，RF 放大级则为低阻抗。通常用抽头线圈、环形耦合或其他的匹配网络来完成。FET 跟随器也能完成这项调整。而该机则是用另外一种方法：一块 IC 视频缓冲器。

目前，带宽在百赫兹到兆赫兹内的运放、缓冲器和其他"低频"ICs 很多。该机使用 IC LM6321(U2)。LM6321 具有 5MΩ 输入阻抗和非常低的输出阻抗。它的电压增益为 1，但有大量的电流增益和功率增益。U2 要求差不多的外围元件：一对 1MΩ 电阻和旁路电容。

缓冲器的低阻抗输出驱动带有负反馈的 A 类驱动放大器(Q1)2N3866。在这里也可用 C 类放大级，但 A 类工作允许较高的增益，引入反馈可以提供稳定的输入和输出阻抗。这一级对谐波的产生要求不严格，并且在最后一级用简单的宽频带变压器(T1)旁路它。驱动器

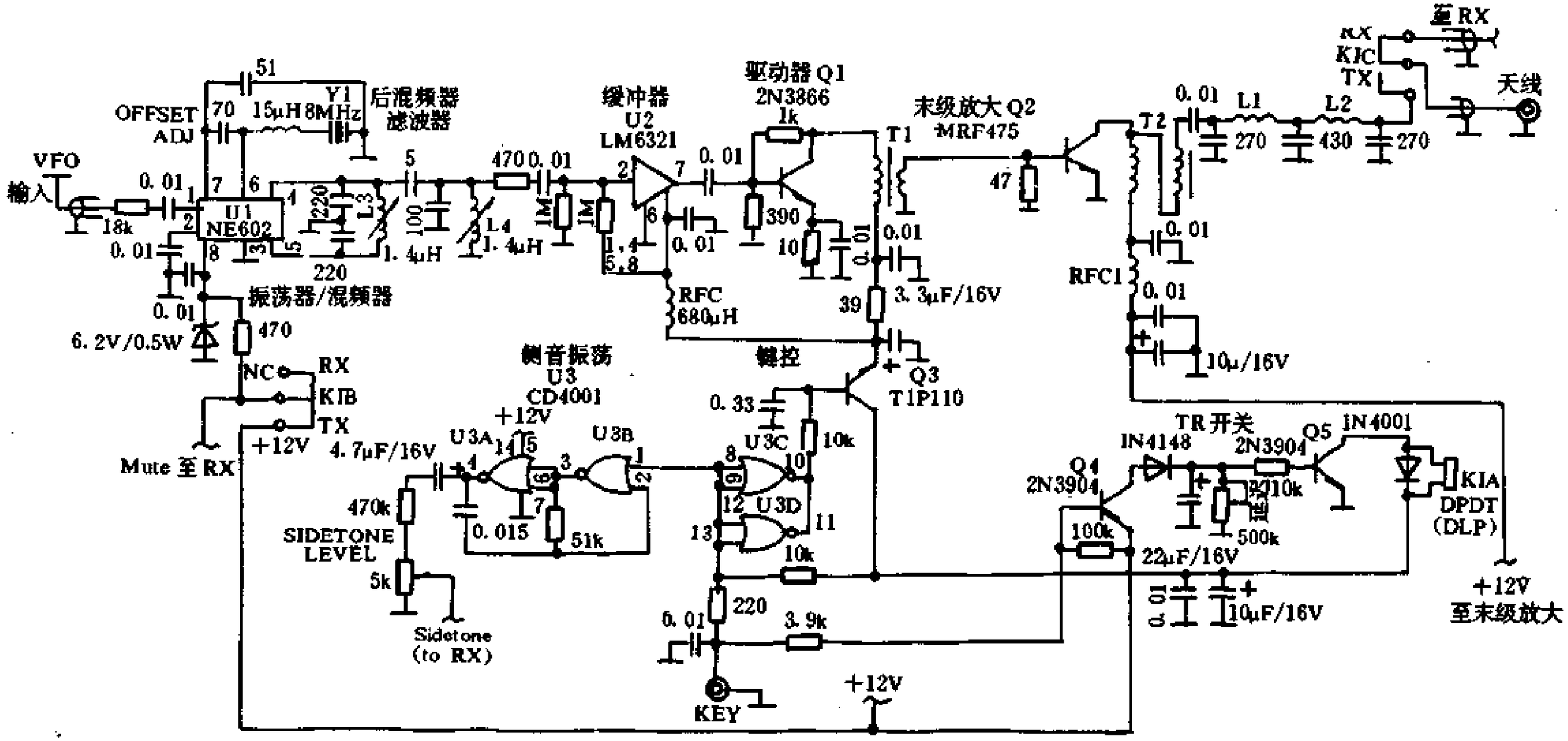

VFO
输入
0.01
18k
OFFSET
ADJ
51
70
15μH
8MHz
Y1
后混频器
滤波器
U1
NE602
220
220
L3
1.4μH
100
L4
1.4μH
470
0.01
1M
1M
缓冲器
U2
LM6321
1.4
5,8
RFC
680μH
0.01
驱动器Q1
2N3866
1k
390
10
0.01
T1
末级放大Q2
MRF475
47
0.01
39
3.3μF/16V
T2
0.01
L1
270
L2
430
270
至RX
RX
KJC
TX
天线
RFC1
0.01
10μ/16V
振荡器/混频器
6.2V/0.5W
470
NC
RX
KJB
TX
+12V
Mute 至RX
侧音振荡
U3
CD4001
+12V
4.7μF/16V
U3A
U3B
U3C
U3D
470k
SIDETONE
LEVEL
5k
0.015
51k
Sidetone
(to RX)
0.33
10k
10k
220
0.01
3.9k
KEY
+12V
键控
Q3
T1P110
TR开关
IN4148
2N3904
Q4
2N3904
100k
22μF/16V
10k
500k
Q5
1N4001
KIA
DPDT
(DLP)
0.01
10μF/16V
+12V
至末级放大

图 2—42

和其前面的缓冲级是键控的，这一点本文后面将说明。

末端的放大级(Q2)用一个输出 12W 的耐震NPN 功率晶体管 MRF475。

当有 5W 输出时，集电极负载阻抗小于 12Ω，用公式表示为：$RL=(V_{CE}-V_{SAT})^2/2P_0$。假设有 12V 电源电压，$(V_{CE}-V_{SAT})$就为 11V，阻抗为 12.1Ω，通过 4∶1 变压器很容易匹配到 50Ω 以内。五点低通滤波器输出谐波在允许的范围内。

收/发转换、键控电路和侧音振荡器都在发射机板上。TR 转换是由 2N3906(Q4)键控的，它通过一个截断二极管驱动 RC 网络。带电的 RC 网络接入 Q5，同时接入 TR 继电器。RC 网络的再次充电是通过微调盒控制的，延迟时间可根据需要而定。继电器是一个小型的 DPDT 单元(双刀双掷开关)。接触开关的一端接天线，另一端由电源接到 U1 和接收机静噪电路。键控是由一个四输入或门(U3)4001 的两个输入或门来完成的。

2. 发射机的制作及调试

该机的印刷板线路可自行设计。在装配射频(RF)电路时，使元器件管脚尽量短，焊点光亮。接地要良好，元件排列紧密但不要使线路交叉太多。

在安装时要按顺序。首先装配体积较大的元件。先装 U3 的管座和 0.01μF 旁路电容，驱动和末级输入变压器，低通滤波器和 RF 扼流圈；然后是晶振、电阻和电容、二极管，继电器和屏蔽线圈；电源、天线控制线插孔。最后安装晶体管和 ICs。最好就是将 NE602 和 LM6321 直接焊在印刷板上。2N3866(Q1)需要加散热片，散热片跨接在 Q1 发射极旁路电容上。Q2 的散热片也按此法焊接。

先将 12V 电源和末端放大级断路。键控装置使接收机静噪和侧音。调整侧音电平控制在所需范围。假如音调或高或低，在 U3 的第②脚和③脚之间增大或减小 51kΩ 电阻加以调节。暂时不接静噪线。接收机 BFO 和发射机混频器晶体之间为侧音和拍音，即键控产生双音。调整发射机晶体上的电感以与音调匹配。重新连接上静噪线。

将示波器接在 U2 的⑦脚，用发射机键控调节 L3 和 L4 跟随混频器到最高电平和得到最清晰的波形。将示波器并联在末端放大级基极电阻上，重复上述步骤。

连接电源端和末端放大级，假如可能，注意从电源到装置中的电流。若不用示波器，键控装置并调节 L3 和 L4 达到最大功率输出，仔细调节使之达到精确峰值。装置从 12V 电源得到的拉　电流为 0.8～1.25A，输入为 3～8W。要使装置输出达到高效率可以增加 L1 和 L2 的线圈匝数(需要改变阻抗匹配)。改变 Q1 的发射极电阻可调节输出电平。

二十九、高效率 80m 业余无线电发射机

本发射机由等幅晶体振荡器/驱动器及高效终端两部分构成，每部分都用一只功率 MOS 场效应晶体管作有源器件，不需要特殊的装配技巧和特殊的电路板(电路如图 2－43 所示)。

PRicRce 振荡器是一种独特的振荡器，因为终端放大器功率场效应管的高 Ciss(700－1200pF)作为电容反馈网络的一部分。这里选用 MPF910 作振荡器是很合适的，因为它在保持足够的振荡幅度的同时，还能以开关方式来驱动终端放大器。

为使价格降到尽可能低，采用极易购到的彩带电视晶体作为 Q1 的频率决定元件。

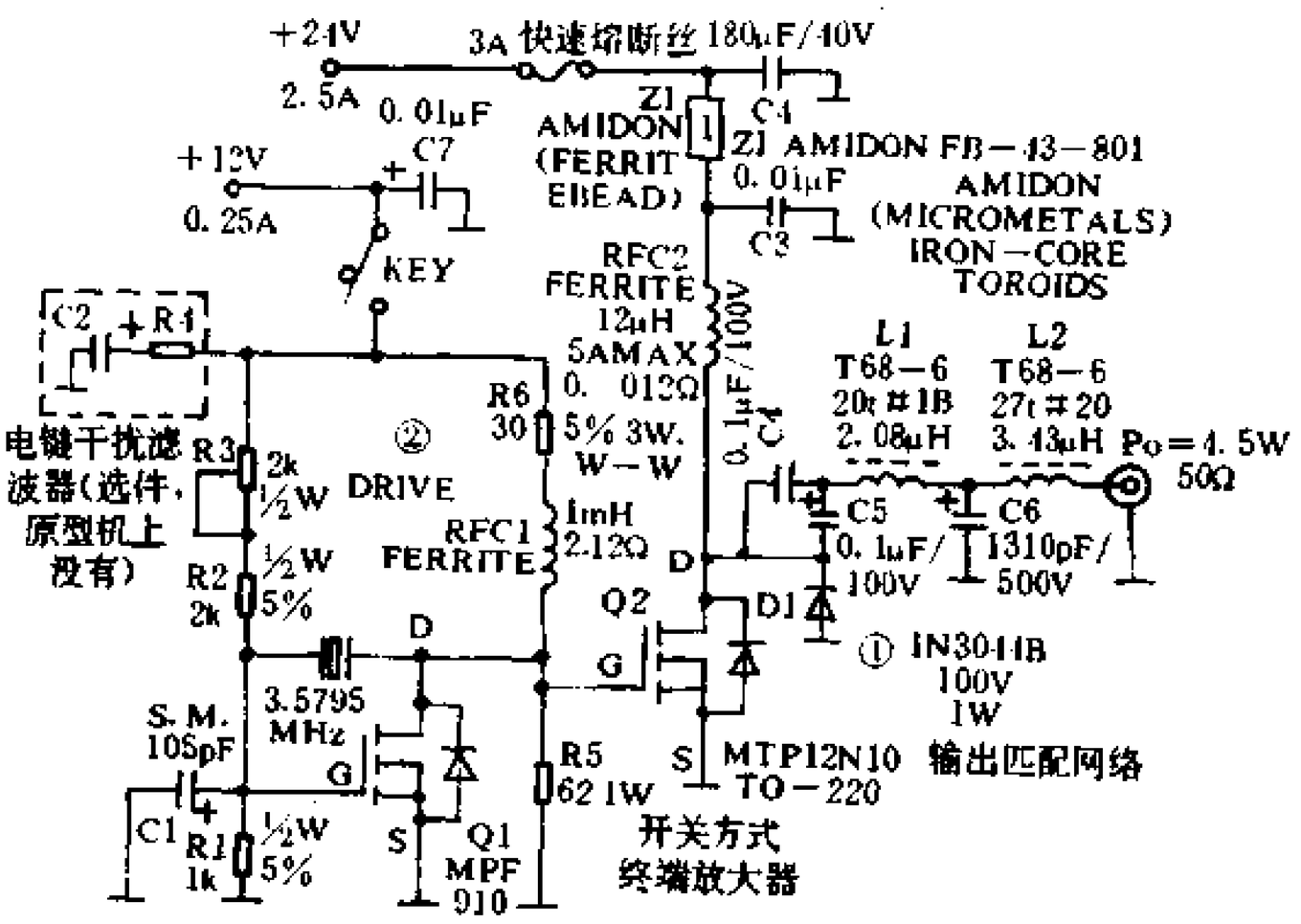


图 2—43

发射机的输出效率可以异乎寻常地高达 84%。之所以会这么高是由于功率 MOS 场效应晶体管的特性以及改变了决定输出匹配的通常算法。漏阻抗假设是：

$$R0=(V\ cc)^2/2P0=(24)^2/2\times50=5.76\Omega$$

由于一周的大部分时间内是截止的，我们可以假设漏电阻是造成效率高的两个因素中的一个。这样我们可以按以下情况来计算匹配网络，此时漏电压在导通周期的时间内可以大大超过 V_{cc}。最终效率超过了丙类运用时通常期望的 50%的效率。

注：(1)对于 100V 设计的 Q2 要使用齐纳二极管(100V)；对于 MTP8N18 或相似的高压零件的不需使用齐纳管。

(2)调正 DRIVE，使得在按电键时振荡延迟最小。

第三章　无线通信用接收机

一、容易制作的 FM 接收机

1. 电路工作原理

这里介绍的调频接收机几乎不用任何调整就能正常工作，制作也非常容易。电路如图 3－1 所示。调频接收机的前端用了一块集成芯片 AN7213，它的主要功能是将从拉杆天线上接收的 FM 信号进行放大，然后与 5.5MHz 的本地振荡信号混频以得到中频 IF 信号。

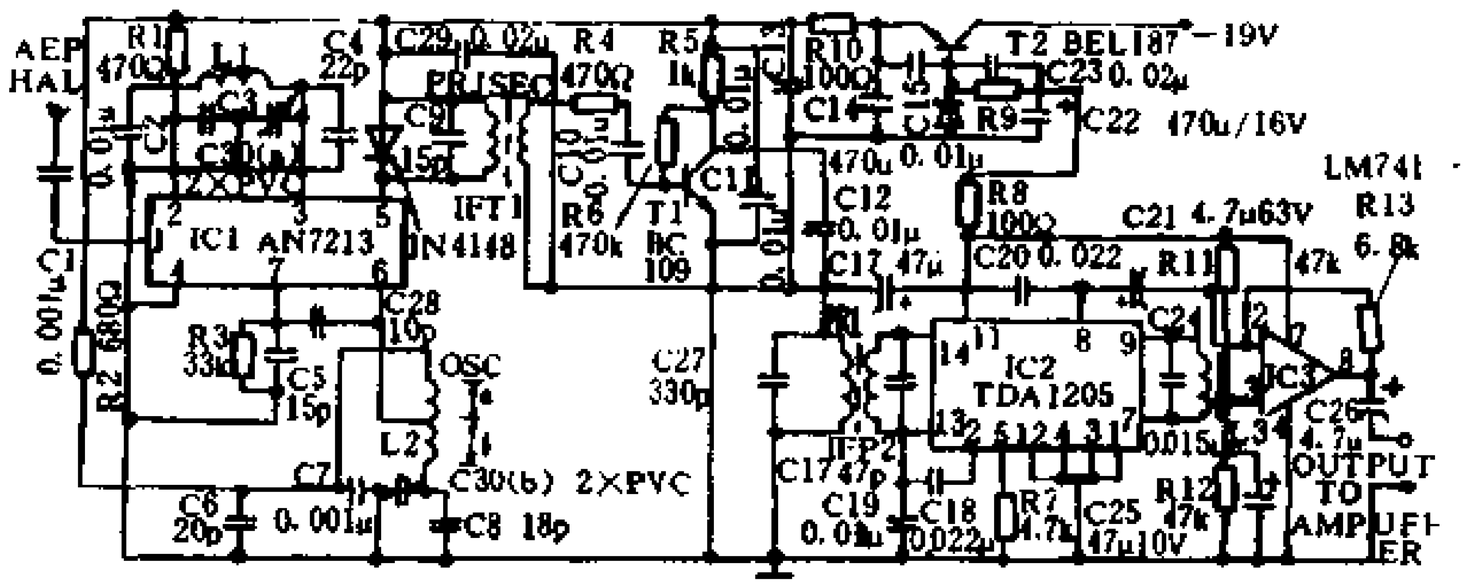


图 3－1

BC109 将 IF 信号进行放大，放大后的中频信号送往 FM 解调器 SIF IC2 TBA1205 以解调出音频信号。从 TBA1205 解调出的声音信号幅度比较微弱，由 IC3 LM741 作幅度放大，放大后的音频信号可以直接驱动各类功放电路。

2. 接收机的制作

可调电容(VC)需要自制。找一个双连 PVC 型同轴可调电容器，将两个电容器的各转动叶片去掉，都只剩一张叶片(金属)，同时，双联电容器上端的两个(四个)微调电容也要去掉，这样就得到了两个满足要求的可调电容 C30(a)和 C30(b)。

电感 L2 是一个中间抽头电感线圈，由 a、b 两段组成。a 段用 Φ1mm 漆包线绕成直径为 0.7cm 的空芯线圈绕 2 匝，b 段则用 Φ1mm 漆包线绕 0.9 匝，直径仍为 0.7cm。在电路板上打三个焊孔，将 a、b 两段线圈串焊在一起就行了。电感 L1 则是用 Φ1mm 漆包线绕成的 9 匝直径为 0.6cm 的空芯线圈。电感 L1 和 L2 的长度可根据实际效果稍作调整。

在线圈 L1、L2 及可调电容 C30(a)(b)自制完毕后，整个电路只要焊接无误即可正常工作了。FM 中频的调整方法与 AM 收音机的调整方法是一样的。FM 中周也可自制，IFT1 的初级、次级分别用 Φ0.13mm 漆包铜线在磁芯上绕 42 匝和 14 匝。IFT2 的初级、次级线圈分别用 Φ0.13mm 漆包线在磁芯上绕 20 匝和 60 匝。自制的中周则需要进行中频调整。所有元件焊接完毕后，要进行仔细检查，如果无虚焊和未接错，只要一通电 FM 接收机便能正常工

作。

二、自制 27MHz 变频器

把本机直接连接在原有的汽车天线与汽车收音机之间，并连接至车子的电源，就完成了装置工作，小巧的变频器，使您能用 AM 收音机收听全部 23 个民用频道。可以让变频器永久连接着，因为有一开关，可用以选收 CB（民用频道）或 AM。

变频器电路如图 3—2 所示。此变频器装在天线与收音机的射频输入端之间。把天线插入 J，而插头 P1 就直接插入车子收音机的天线插口。此 P1 位于一根同轴电缆末端，而同轴电缆的式样与汽车收音机原有天线电缆相同。

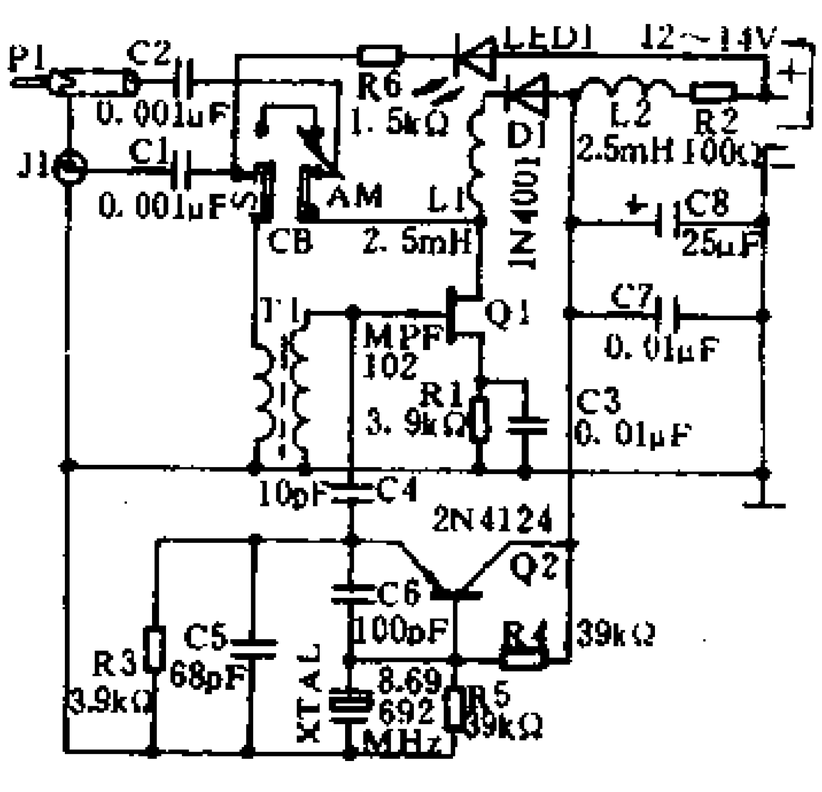


图 3—2

当 S1 置于 CB 时，场效应晶体管 Q1 用作混频器，而接受来自天线变压器 T1 的 27MHz CB 频率。它将这些信号与晶体控制的 Q2 振荡器产生的第三谐波 26MHz 混合，以产生大约 1MHz 的中频。因为汽车收音机调谐自 550～1600kHz，所以变频器输出大致是在 AM 广播波段当中。这意味着汽车收音机可用作“可调谐中频放大器”，而使各 27MHz 频道沿 AM 波段逐点出现。

当 S1 在 CB 位置时，LED1 发光。把 S1 转至 AM 位置，则 LED1 被排除至电路之外。此时将变频器电路完全予以旁路（使变频器不作用），而把天线直接连接至收音机输入接头。把收音机开关打开，并按下 S1。这就使变频器担任 CB 工作，LED 应发光。把汽车收音机调谐至 AM 大约 1000kHz，直至听到一 CB 的信号为止。继续调谐，就应能收到全部 23 个 CB 频道。现在可以调谐 T1 至最大信号，并调节收音机的天线修整电容器，以求得最佳接收。把 S1 拨至另一 AM 位置。LED 应熄灭而你也能如平常一样收到标准广播段各电台。

三、C 波段家用卫星接收机高频头制作

高频头是指将天线接收到的卫星射频电视信号进行低噪声放大和频率变换的一种器件。它一般由低噪声放大器、混频器、本机振荡器和中频放大器组成。本文介绍一种三级场放高频头制作。

本机将低噪声放大器和下变频器做成一体，制作简单，使用方便（电路如图 3—3 所示）。第一本振为介质振荡器，频率稳定度高，成本低，低噪声放大器和双平衡混频器采用微带工艺，级与级之间用 $Z_0=50\Omega$ 的 3dB 衰减器隔离。第一中放采用 MPC1651 集成电路，电路增益高，动态范围大，调整方便。

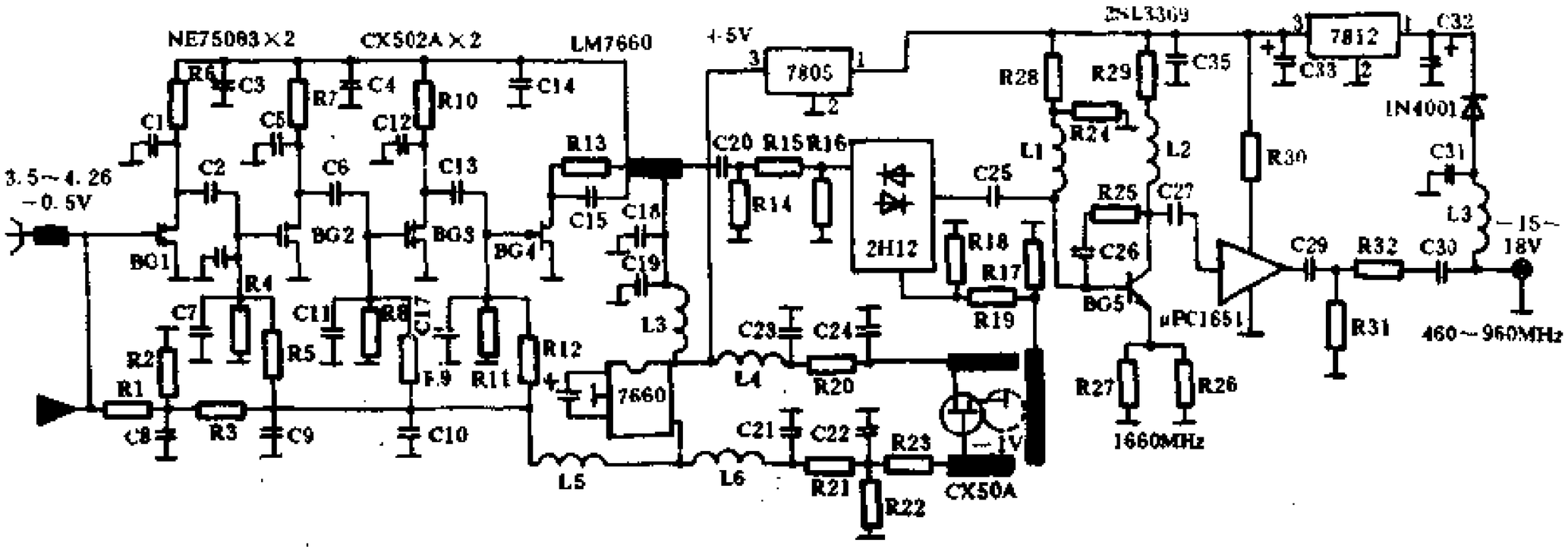


图 3—3

1. 低噪声放大器

这部分是整个高频系统的关键，具有低噪声，高增益的性能。第一、二级用 NE75083 砷化镓场效应管，第三、四级采用 CX50A，总增益可达 44dB，噪声温度小于 85k，在卫星电视接收机中作前置放大，并把 3.7～4.2GHz 信号变换成 460～960MHz 的第一中频信号。印刷电路板是 1mm 厚的聚四氟乙烯双面板，用小刀刻制而成，波导是用铜板拼焊制成的，法兰盘是用 5mm 双面印刷板制作的。29×58 标准波导是用 1.5mm 双面印刷电路板经镀银焊接而成的。波导内的小探针作为激励转换，探针尺寸为 2.5×10mm，用黄铜棒加工制成。再用一根外径为 Φ4 长 20mm 的 50Ω 同轴电缆连接到微带电路的输入端，就可实现波导—同轴—微带转换。场效应管的负偏压电阻用 1/8W 金属膜无感电阻，其余用片状无引线电阻，电容用片状无引线电容。考虑到室外工作环境的恶劣，电解电容器均要采用微型钽电解电容器。

2. 介质振荡器

介质片用 DRD135B，谐振腔用 40×60×20mm 的铝块做成，壁厚 7mm。调解铁芯用佳铁本成，振荡器可在 4.2～4.8GHz 内连续调谐，输出为 1mW 印制板材料与高放级相同。

3. 双平衡混频器

用聚四氟乙烯印刷电路板制成的双平衡混频器，具有的本振功率小，变频效率高，不用调整的特点，先制作外壳，将镀银后的印刷电路板焊成盒，再将各级隔离板焊成分隔状，把微带板反面的四周与盒子都焊实。用锉刀锉平，便于焊上下盒盖。装上电缆座后，进行元件的安装，焊接元件时应选用 20W 内热式电烙铁，注意接地，先焊阻容元件，后焊晶体管。在焊接场效应管之前先通电检查场效应管脚电压，如果正常可焊场效应管，必须从后向前逐级焊接。在焊场效应管的栅极时，必须拔掉电烙铁的电源插头，但地线不能断开。只要认真仔细操作，一次即可。调整时可用 HP8620 或其它型号的扫频信号产生器，仪器的输出电平应在－70～50dBm 范围内，放大器的带宽调整到 3.7～4.2GHz，要求能在 3dB 带宽为 500MHz 为最佳，增益要大于 45dB。在调整时将盖子盖上，观察其变化。介质振荡器容易起振，只要调整铁芯把输出频率调到 460MHz，第一中频范围内为 460～960MHz 就可以了。整机采用统调法，连通整机后，先用好的高频头接收图像，再换上用扫频仪调好的高频头，如发现噪声很

大就要换第一级场效应管试试。只要第一级场效应管质量好，波导部分制作的精度高，高频头的噪声温度能达到 80k 的水平即可。

四、超外差无线遥控接收器的制作

超外差无线遥控系统在家庭室内有其独到的优越性。超外差接收器的灵敏度高，不仅使遥控系统稳定可靠地工作，而且可将“控制死区”减小到最小甚至消除。该机与 27MHz 小功率发射机配合，其有效作用距离为 50m。

1. 电路工作原理

图 3—4 是超外差接收器的具体电路图，其印刷电路板见图 3—5。三极管 TR1 与晶体 X1 组成常规的本振电路。调整谐振电感 T1 能使本振输出幅度最大且频谱更干净。接收器的晶振 X1 必须与发射器配套使用。TR2 是混频器，它是一个双栅极 MOSFET 管。天线耦合电容 C5 及电感 T2 组成带通滤波器，将接收信号耦合至 TR2 的栅极 G1。TR2 的栅极输入电容也是调谐电容的一部分，在调谐电路中有很大作用。天线耦合电感 T2 的绕线阻抗很低，让天线近似短路，使得天线接收信号能很好地直接送至 TR2 的栅极 G1。电容 C2 将本振信号耦合至 TR2 的栅极 G2，G2 上电压的变化将引起 TR2 放大增益的变化，从而达到混频作用。混频出的中频信号被馈至第一中频变压器 T3。

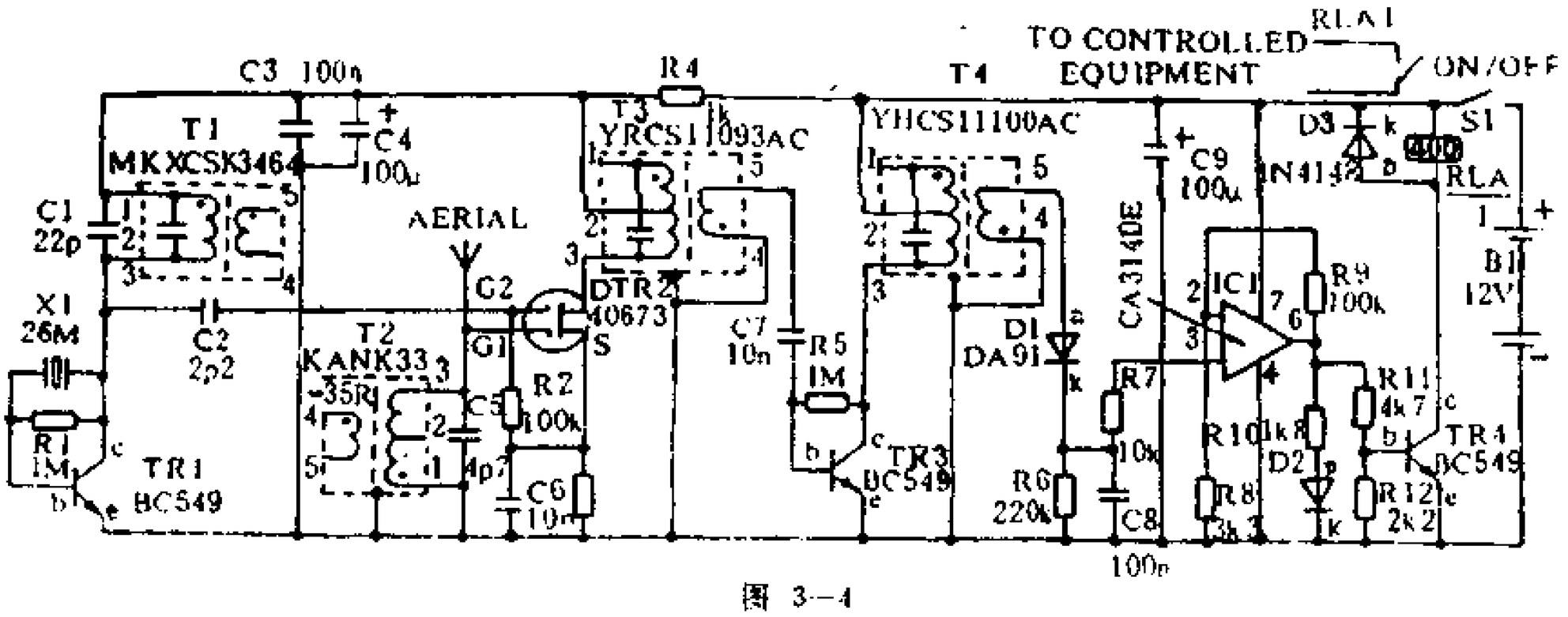


图 3—4

D1 组成典型的二极管检波电路。二极管 D1 选用锗检波二极管 DA91。检波器输出正极性直流信号。直流放大器由运算放大器 IC1 组成，它接成正向放大模式，这里选 CA3140E 能很好地工作。电阻 R8 和 R9 确定了运算放大器的增益为 30，减小电阻 R8 的值即可增大放大器增益。R8 的取值要

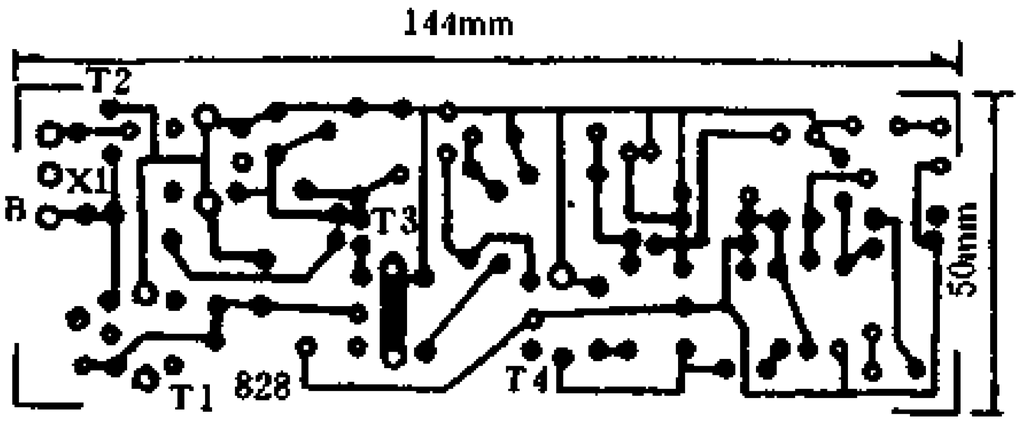


图 3—5

根据遥控器的使用范围及工作环境来实际选定。

发光二极管 D2 主要是用于调试接收器。三极管 TR4 接成共射极开关驱动电路，用于驱动继电器。

2. 接收机调试方法

在业余情况下，可按下述方法进行调整，即根据发光二极管的亮度进行调整。将发射器置于 ON，慢慢远离接收器，使 LED D2 勉强能发光。调整 T3 和 T4，使得 LED D2 发光最亮。然后发射器又慢慢远离接收器，使 D2 光亮很暗，再调整 T3 和 T4，使得 D2 发光最强。如此反复，直到获得最高灵敏度。

调整 T2 的方法与调整 T3、T4 的方法类似。调整 T2 时 T3、T4 是固定不动的。特别是当天线较长时，输入滤波器的带宽会较宽，这就使得 T2 的调整远不如 T3、T4 的调整那样重要和有效果。但对于高要求来说，T2 也应进行调整。

第四章　发射机用集成电路

一、MC2831A FM 窄频带发射集成电路

1. 电路说明

MC2831A 是美国 Motorola 公司生产的低功率 FM 发射系统 IC，具有低电源电压，低消耗功率。在 FM 发射信号电路方面，内部具有麦克风放大器、电池监测器等电路，适合 FM 的收/发机器所使用。

MC2831A 第①脚为可变电抗输出，第③脚为 Modulator 输入，第⑤脚为麦克风放大器输入，第⑥脚为麦克风放大器输出，第⑦脚为 Tone Switch，第⑧脚为 Tone 输出，第⑪脚为电池监测端，第⑨脚为振荡线圈端子(其引脚及内部方框图如图 4—1 所示)。

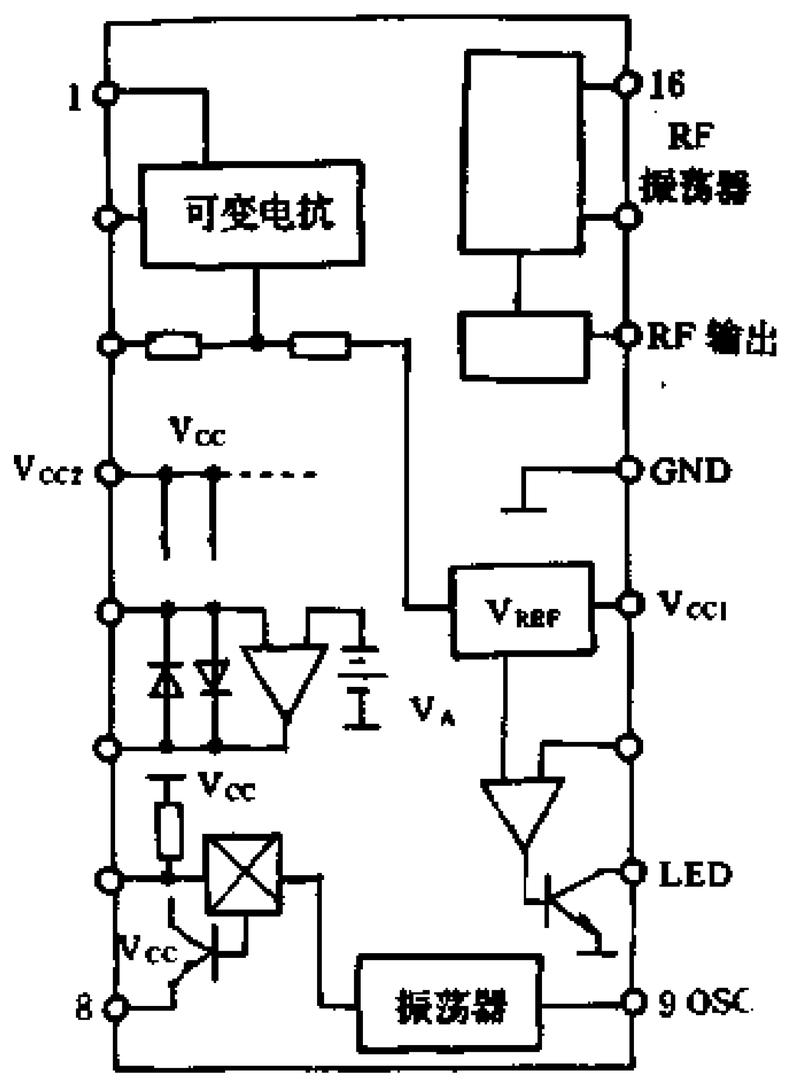


图 4—1

2. 性能参数表

电气特性(T_A=25℃，V_{CC1}=V_{CC2}=4V)

项目	符号	引脚	Min	Typ	Max	单位
消耗电流	I_{CC1}	12	150	290	420	μA
消耗电流	I_{CC2}	4	22	36	65	mA
电池监测						
门限电压	V_{TH}	11	10	12	14	Vdc
输出饱和电压 (Pin 11=0V，Pin 10 Sink Current=50mA)	VOSAT	10	—	0.15	0.5	Vdc
麦克风放大电路						
闭环增益 (Vin=1.0mVrms fin=1.0kHz)	—	5.6	27	30	33	dB
输出直流电压	—	6	11	14	17	Vdc

续表

输出电压幅值 (Vin=30mVrms fin=1.0kHz)	—	6	0.8	12	16	Vp-p
总失真率 (Vin=31mVrms fin=1.0kHz)	THD	6	—	0.7	—	%

导频振荡器(250Ω LOADING)

输出 AF 电压	—	8	—	50	—	mVrms
输出直流电压	—	8	—	14	—	Vdc
总失真率	—	8	—	18	50	%
音频转换门限	—	7	11	14	17	Vdc

调制

输出 RF 电压	VRFO	14	—	40	—	mVrms
输出直流电压	—	14	—	13	—	Vdc
调制灵敏度	—	3.14	60	10	18	Hz/mVdc
最大频率	—	3.14	±2.5	±50	±12.5	kHz
振荡频率	—	3.14	—	—	30	MHz

二、MC2833 FM 窄频带发射集成电路

1. 电路说明

MC2833 是 Motorola 公司最新发展出来的 FM 发射用 IC，图 4—2 为其方框图和引脚功能图。该 IC 由麦克风送过来的声音信号经过麦克风放大器予以放大，再加到调制电路。麦克风放大电路的电压增益为

$$A_v=\frac{-R1}{R2+Z_{MIC}}$$

Z_{MIC}：麦克风的输出阻抗

而振荡部分是通过外接的石英振荡晶体串联的电感器 L 组成的可变振荡器，其目的是为了修正 VCXO 的振荡条件而使用的，为此，石英晶体的振荡中心频率稍微的往低频偏移。如果加于晶体之上调制信号大小使晶体的互导(gm)产生变化而构成等效的可变容量电容器，从而使得石英振荡晶体的振荡条件改变，实现 FM 调制。

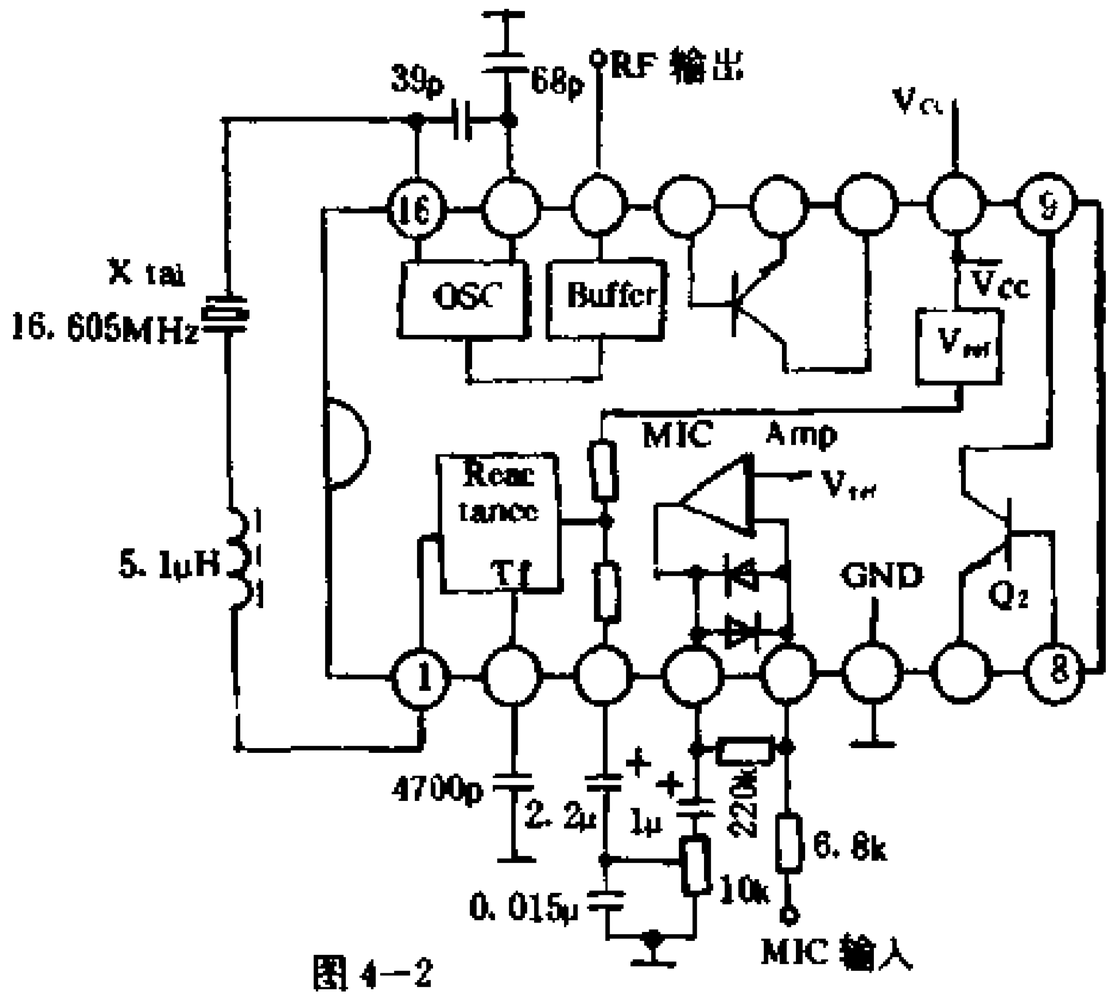


图 4—2

2. 功能参数表

最大额定值

项　目	符号	数值	单位
电源电压	V_{CC}	10	V
工作电压范围	V_{CC}	2.8～9.0	V
接合点温度	T_j	+150	℃
工作周围温度	T_a	−30～+75	℃
保存温度	T_{stg}	−65～+150	℃

电气特性(V_{CC}=4V，Ta=25℃)

项目	条件	符号	引脚	min	typ	max	单位
消耗电流	无信号	Icc	10	1.7	2.9	4.3	mA

FM 调制器

输出 RF 电压	fo=16.6MHz	Voutrf	14	60	90	130	mVrms
输出直流电压		Vod	14	2.2	2.5	2.8	V
调制灵敏度	fo=16.6MHz fin=0.8～1.2	SEN	3.14	7	10	15	Hz mV
最大频率	fo=16.6MHz fin=0～2V	Fdct	3.14	±3	±5	±10	kHz

麦克风放大电路

闭环增益	fin=3mVrms fin=1kHz	AV	4.5	27	30	33	dB
输出直流电压		Voutdc	4	1.1	1.4	1.7	V
输出电压振幅	Vin=30mVrms fin=1kHz	Voutp—p	4	0.8	1.2	1.6	Vp—p
总失真率	Vin=3mVrms Vin=1kHz	THD	4	—	0.15	1.0	%

辅助晶体管(Q1、Q2)的特性

符号	条件	min	typ	max	单位
BVcbo	Ic=50μA	15	45	—	V
BVceo	Ic=200μA	10	15	—	V
BVcco	Ic=50μA	—	70	—	V
BVebo	Ic=50μA	—	6.2	—	V
Icbo	Vcb=10V, Ic=0	—	—	200	nA
h_{FE}	Ic=3mA, Vcc=3V	40	150	—	—
ft	Vcc=3V, Ic=3mA	—	400	—	MHz
Ccb	Vcb=3C, Ic=0	—	1.2	—	pF
Cce	Vce=3V, Ic=0	—	0.9	—	pF

3. 典型应用电路

图 4—3 为 MC2833 的 46/49MHz 频带无线电话的基本应用实例，此 IC 的特点除了低

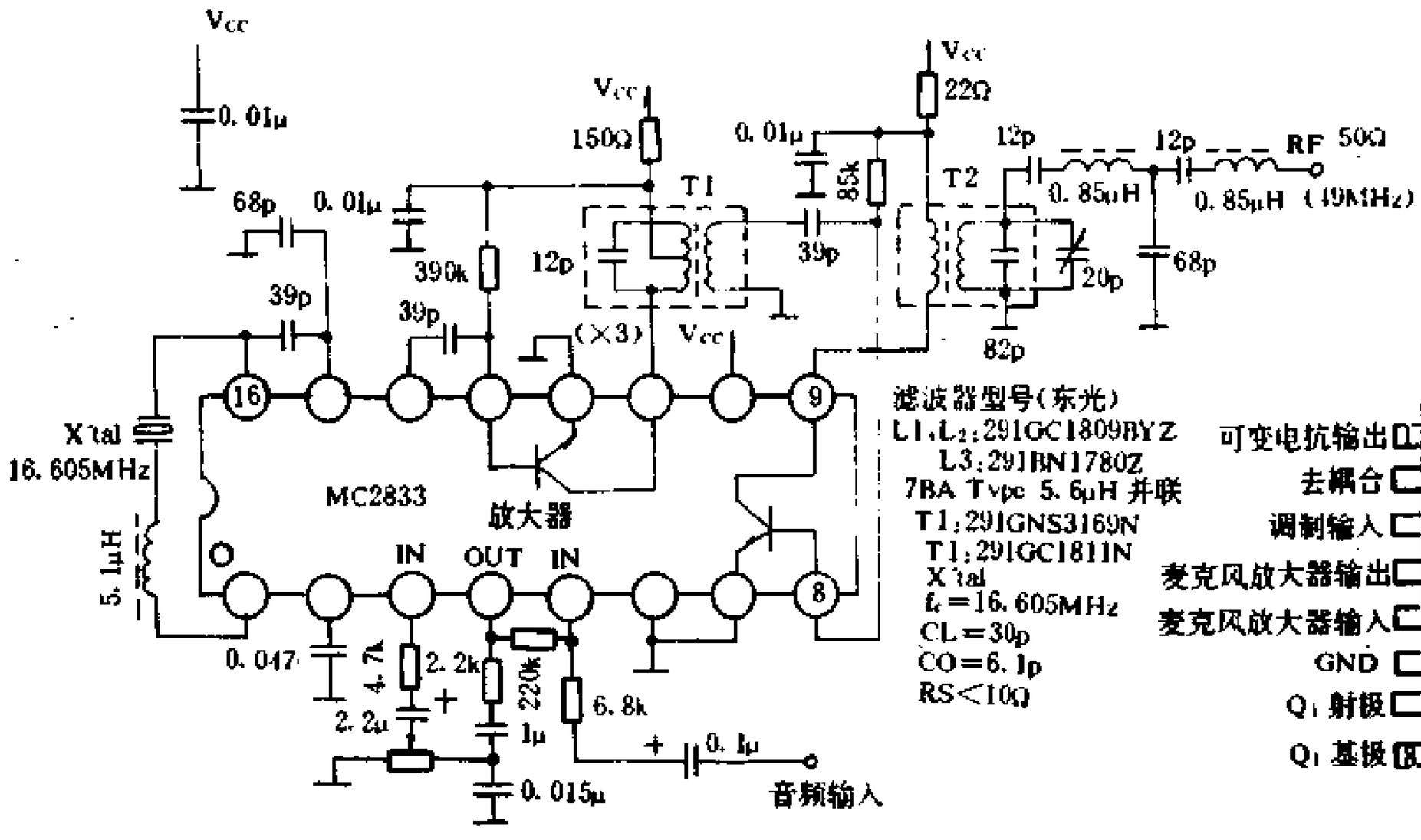


图 4—3

电压、低消耗电流之外，还附加有高频晶体管在此 IC 上，这些晶体管的截止频率 f_T 在 400MHz，所以应用较广。

三、KA2312 无线电控制发射集成电路

1. 电路说明

KA2312(封装为 9SIP)是单片集成电路，其作用是发射无线电信号，使玩具汽车和其它设备具有各种活动功能。其电路内部方框图如图 4—4 所示。

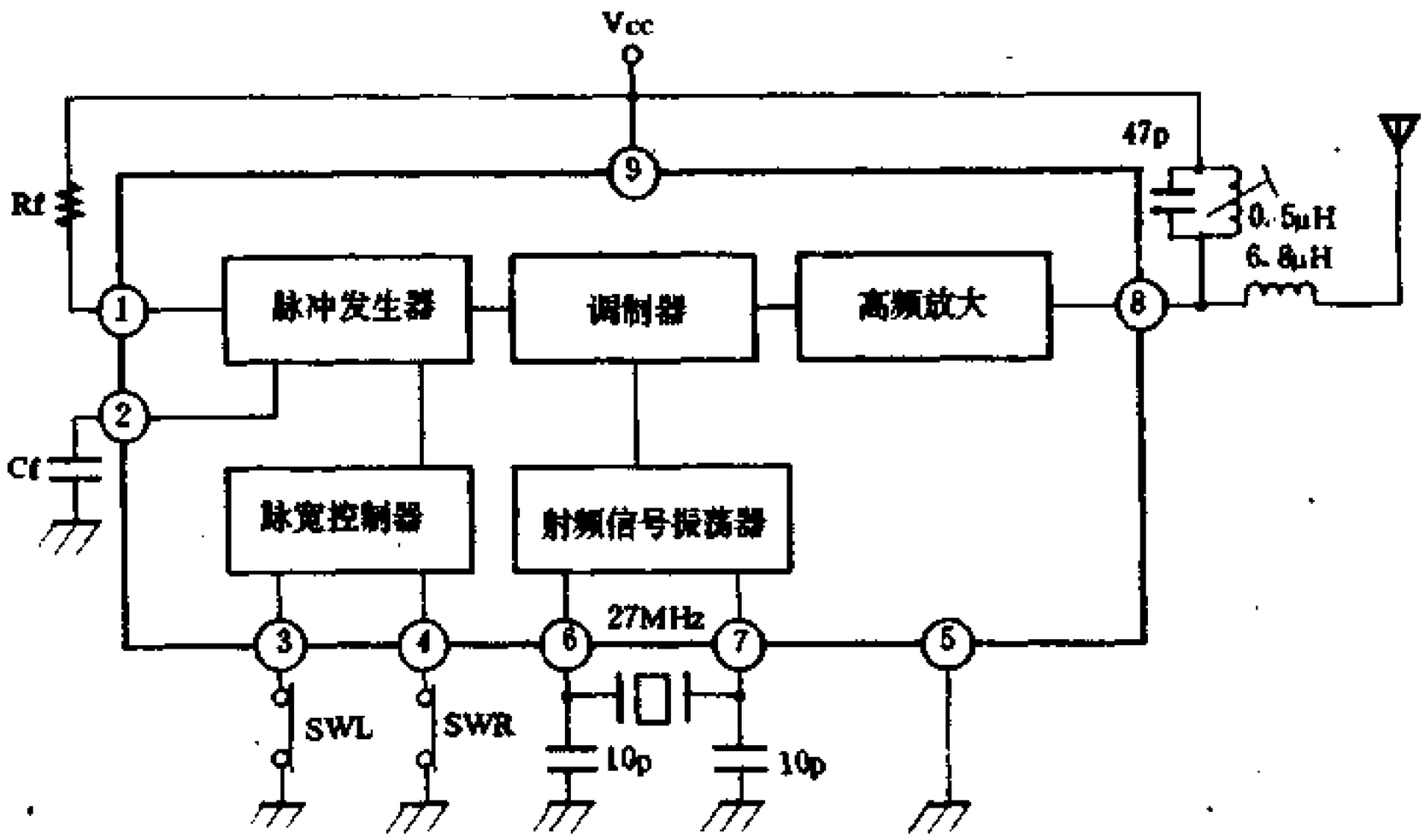


图 4—4

为了获得适宜的无线电玩具控制系统，发射集成电路 KA2312 应与接收集成电路 KA2311 联合使用。并具有以下特点：

内部具有脉冲发生器、调制器、高频放大器、脉冲宽度控制器、发射信号振荡器(射频振荡器)；工作电源电压范围宽(V_{cc}=6～12V)；所需外接元件较少；用户可以选择调制频率。

2. 性能参数表

极限参数(T_a=25℃)

参数名称	符号	数值	单位
电源电压	V_{cc}	12	V
电源电压(⑧脚)	V_8	18	V
可接受负载(⑧脚)	R_L	300	Ω
耗散功率	P_d	600	mV
工作温度	T_{opr}	−20～+70	℃
储存温度	T_{stg}	−40～+125	℃

主要参数(T_a=25℃,V_{cc}=9V)

参数名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位
电路电流	$I_{cc}(1)$	15	20	25	mA
	$I_{cc}(2)$	13	18	23	mA
	$I_{cc}(3)$	7	12	17	mA
	$I_{cc}(4)$	11	16	21	mA
输出散热器电流	I_s	2	5	8	mA
调制频率	$f_m(1)$		2		kHz
	$f_m(2)$		1		kHz
一周期内的占空比	D(1)	70	75	80	%
	D(2)	20	25	30	%
	D(3)	45	50	55	%
振荡频率	fosc		27		MHz
发射功率	$P_o(1)$	15	20		mW
	$P_o(2)$		17		mW

引脚功能表

管脚编号	符号	功能
1	FM1	调制信号振荡 前进,后退,涡轮输入(占空比 50%)
2	FM2	调制信号振荡
3	DL	调制信号脉冲宽度转换 左转输入(占空比 75%)
4	DR	调制信号脉冲宽度转换 右转输入(占空比 25%).
5	GND	地
6	FC1	射频振荡
7	FC2	射频振荡
8	V_o	调制和发射输出信号
9	V_{cc}	V_{cc}(6~12V)

3. 典型应用电路(如图 4—5 所示)

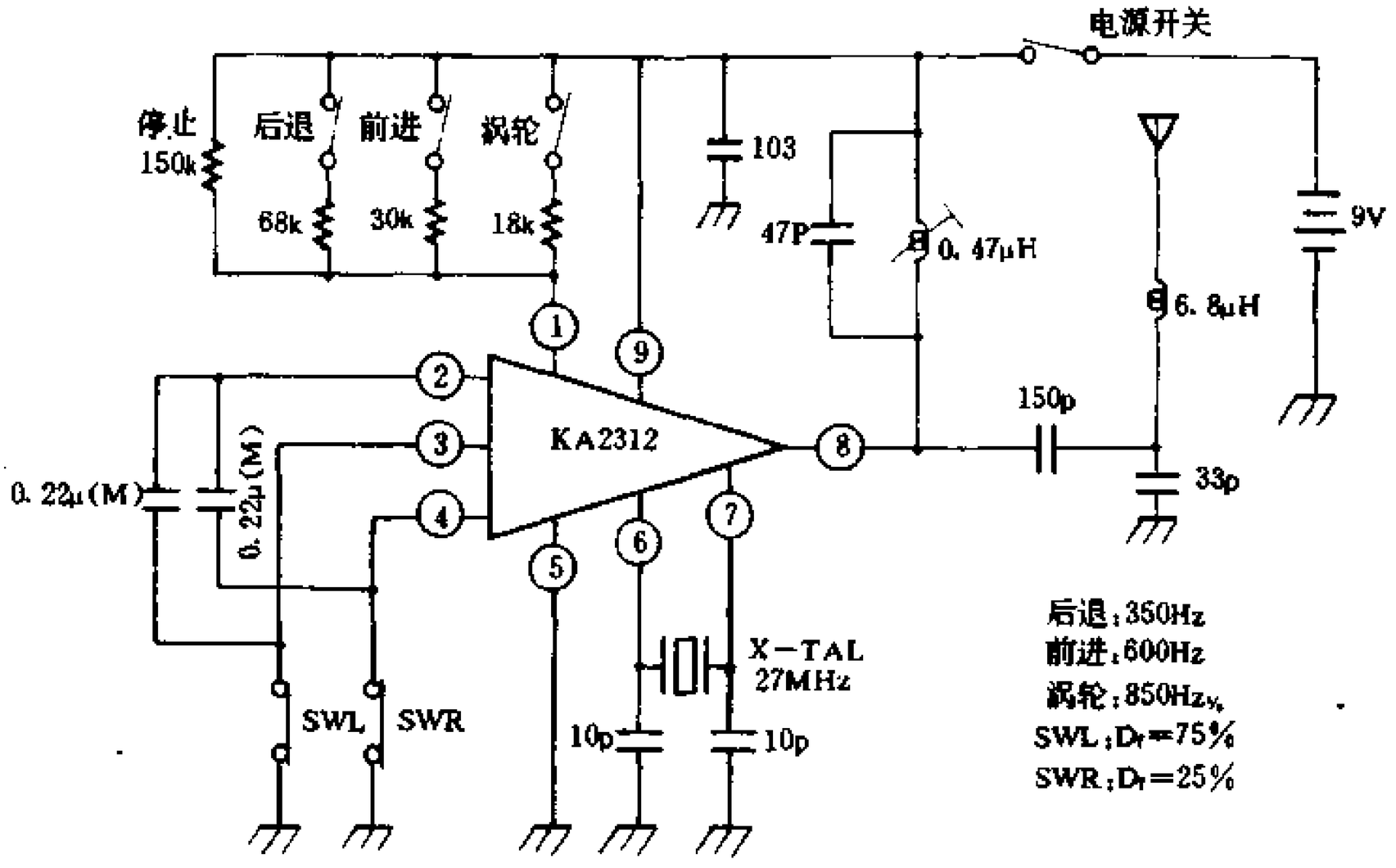


图 4—5

四、KA2310 无线电控制发射集成电路

1. 电路说明

KA2310(封装为 9SIP)是单片集成电路,具有 7 种功能,其作用是发射无线电信号去控制玩具汽车和其它设备。其内部功能方框图如图 4—6 所示。

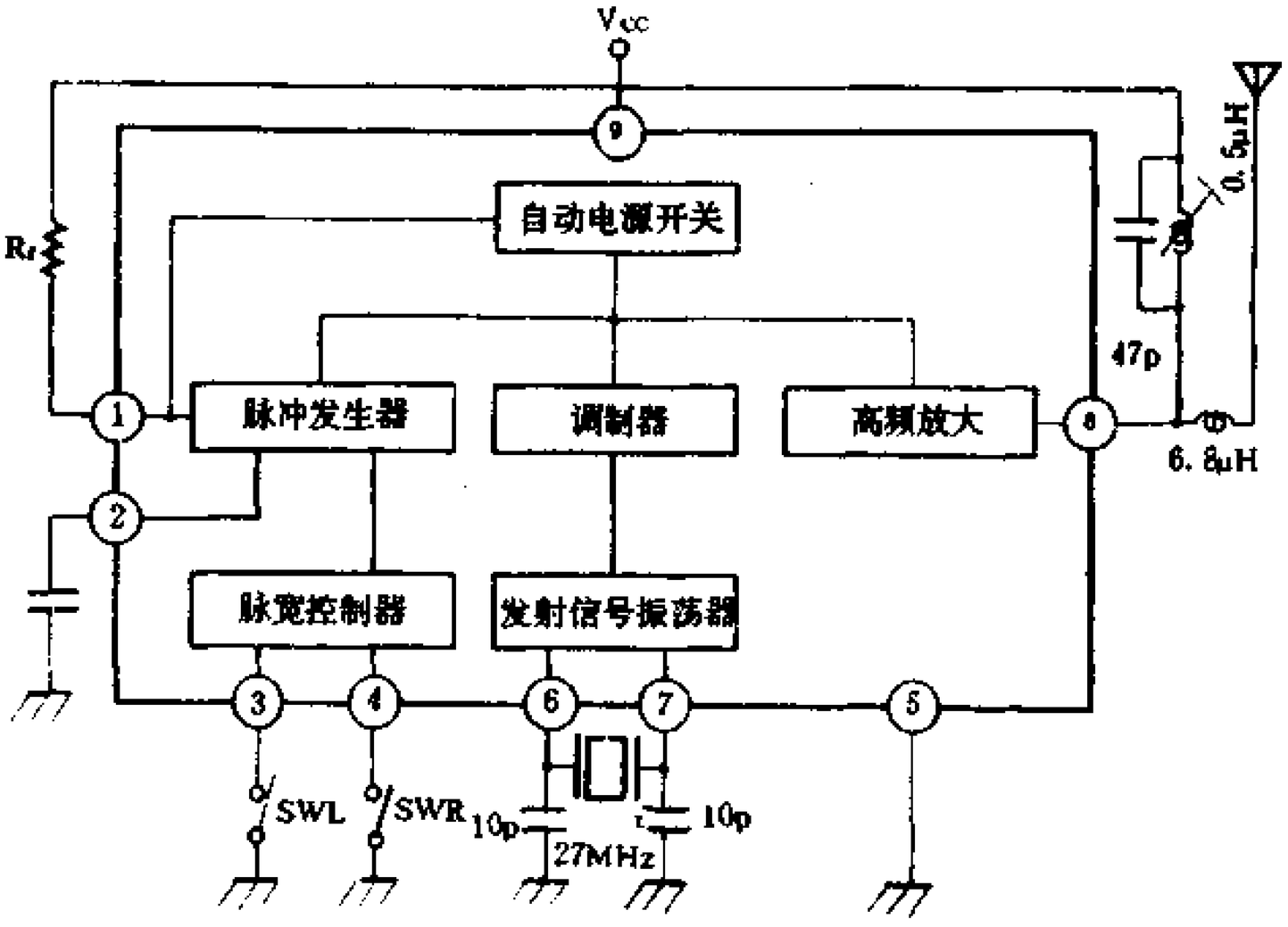


图 4—6

为了获得适宜的无线电玩具控制系统，发射集成电路 KA2310 应与接收集成电路 KA2309 联合使用。

2. 性能参数表

极限参数(T_a=25℃)

参数名称	符号	数值	单位
电源电压	V_{CC}	12	V
电源电压(⑧脚)	V_8	18	V
可接受负载(⑧脚)	R_L	300	Ω
耗散功率	P_d	600	mV
工作温度	T_{opr}	−20～+70	℃
储存温度	T_{stg}	−40～+125	℃

主要参数(T_a=25℃，V_{CC}=9V)

参数名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位
准备电流	Isb		0	0.1	mA
电路电流	Icc(1)	8	12	17	mA
	Icc(2)	10	16	22	mA
	Icc(3)	10	15	22	mA
输出散热器电流	I_S	2	3		mA
调制频率	f_m(1)		1.8		kHz
	f_m(2)		3.6		kHz
一周期内的占空比	Dt(1)	20	25	30	%
	Dt(2)	70	75	80	%
	Dt(3)	45	50	55	%
振荡频率	fosc		27		MHz
发射功率	Po(1)	15	20		mW
	Po(2)		17		mW

引脚功能表

管脚编号	符号	功能
1	PS	自动电源转换和调制信号的产生。后退，涡轮，前进输入(占空比 50%)
2	FM	调制信号发生

续表

管脚编号	符号	功能
3	DL	调制信号脉冲宽度转换 左转输入(占空比 25%)
4	DR	调制信号脉冲宽度转换 右转输入(占空比 75%)
5	GND	地
6	FC1	射频振荡
7	FC2	射频振荡
8	V_o	调制和发射输出信号
9	V_{cc}	V_{cc}(6~12V)

3. **典型应用电路(如图 4—7 所示)**

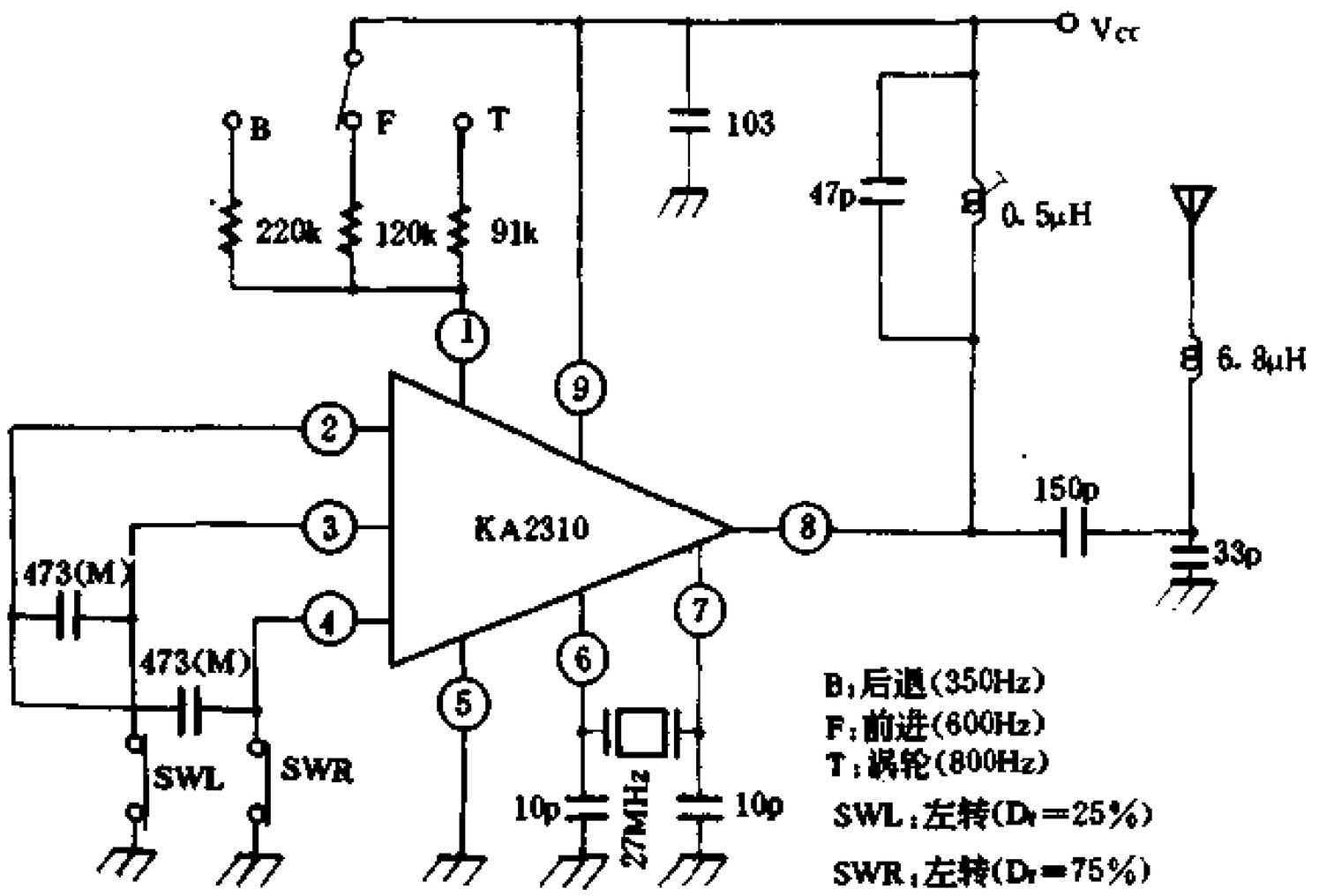


图 4—7

五、KS5410 红外遥控发射集成电路

1. **电路说明**

CMOS 集成电路 KS5410(封装为 20SOP)具有红外线遥控发射机的功能,适用作电视、录像机、视听设备等的控制器。KS5410 能用 4bit 的微处理器进行解调,并能防止产生错误编码(内部方框图如图 4—8 所示。该 IC 具有以下特点:

工作电压低(V_{DD}=2.0~4.0V);消耗功率低(i_{DD}<1μA);内有陶瓷振荡电路;32 键功能编码;8bit 常用编码(用表征码选择 256 个常用编码);具有双键功能;高效率传输(占空比

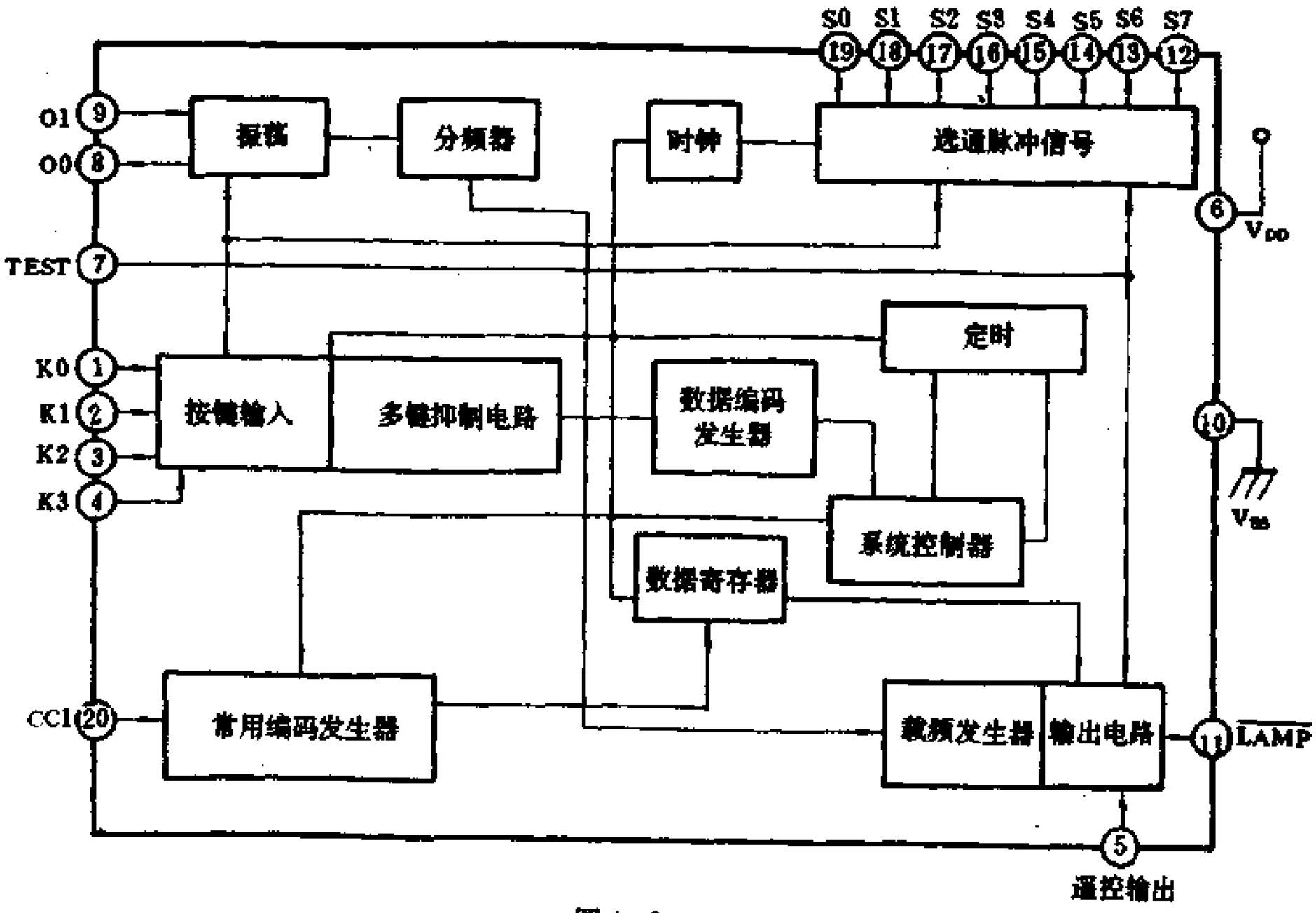


图 4—8

1. 8%的红外 LED)，输出有指示器。

2. 性能参数表

极限参数(T_a=25℃)

参数名称	符号	数值	单位
电源电压	V_{CC}	−0. 3～5. 0	V
输入电压	V_{IN}	V_{SS}−0. 3～V_{DD}+0. 3	V
输出电流	I_{OUT}	−20	mA
耗散功率	P_D	300	mW
工作温度	T_{opt}	−20～+75℃	℃
储存温度	T_{stg}	−40～+125℃	℃

主要参数(T_a=25℃，V_{DD}=3. 0V)

参数名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压	V_{DD}	2. 0	3. 0	4. 0	V
电源电流	I_{DD}			1	mA
静态电流	I_{DS}			1	μA

续表

参数名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位
振荡频率	f_{osc}	400	455	500	kHz
输入高电压	$V_{IN}(ki)$	0		V_{DD}	V
输入低电压	$V_{IL}(ki)$	$0.7V_{DD}$		$0.3V_{DD}$	V
输出高电流	I_{OH}(REM)	−10			mA
输出低电流	I_{OL}(LAMP)	5			mA

3. 典型应用电路(如图 4—9 所示)

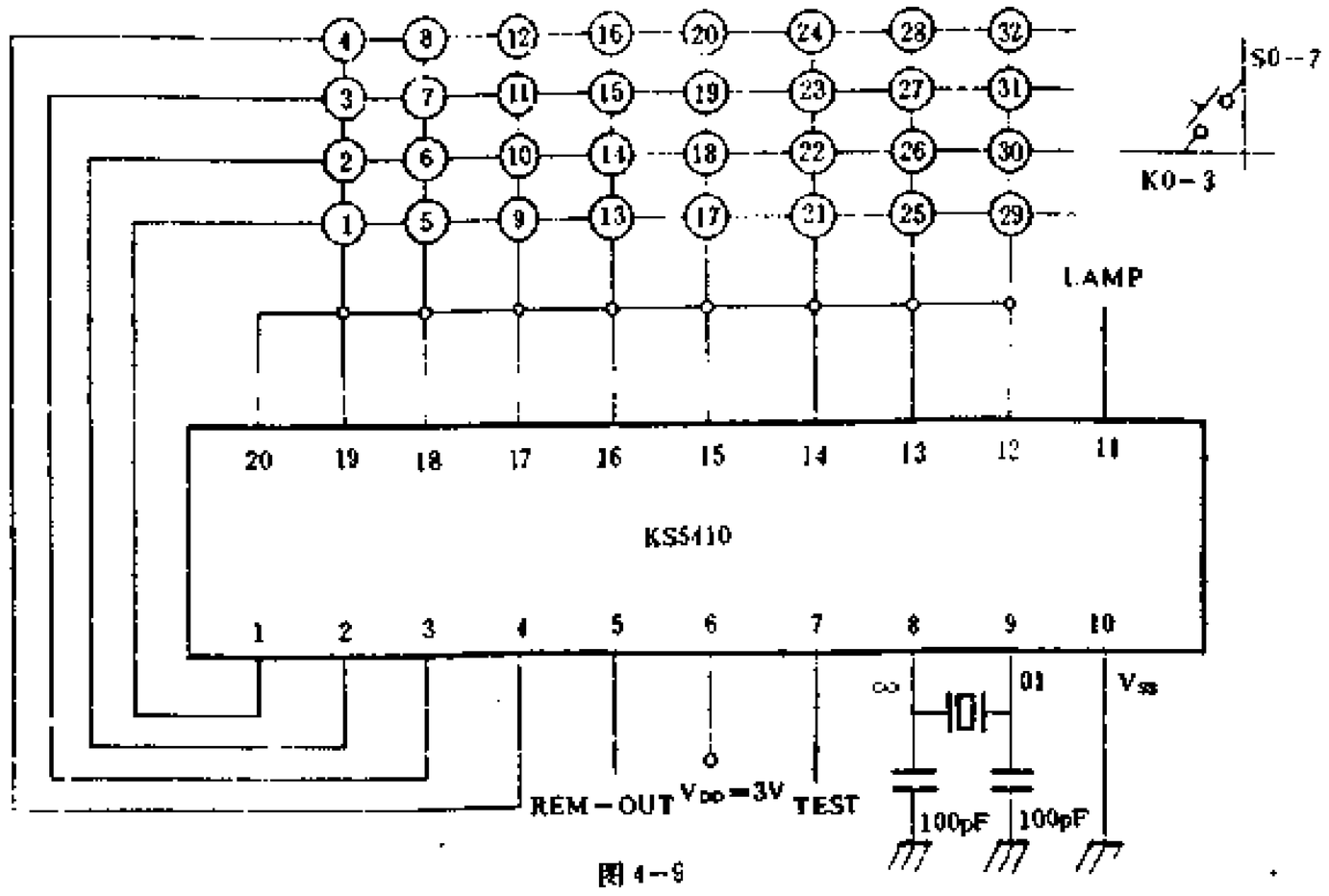


图 4-9

六、KS5803A/B 红外遥控发射集成电路

1. 电路说明

KS5803A/B 是具有红外线遥控发射机功能的 CMOS 大规模集成电路，它适用于录音、电视、录像和玩具等领域。其电路内部方框图如图 4—10 所示。

KS5803 原设计是 20 个脚，实际上已变成两种类型。

一种类型是 KS5803A，具有 16 个脚(16DIP)，发射 736 个指令；另一种是 KS5803B，具有 20 个脚，能发射 8960 个指令。这些编码组成 16bit 编码的脉冲相位调制系统，它采用两次编码发射(第二次是反的)，以防止产生伪码。可用 4bit 的中央处理器(数据传输系统)接收 KS5803 的信号。

该集成电路有以下特点：

低电压工作(V_{DD}=2.0～3.3V)；低功耗损耗(CMOS)，备用状态 I_{DD}<1μA；有 32 个功能键和 3 个双重作用键(KS5803A 是 20 个功能键)；可用外接的二极管选择 256 个定制的

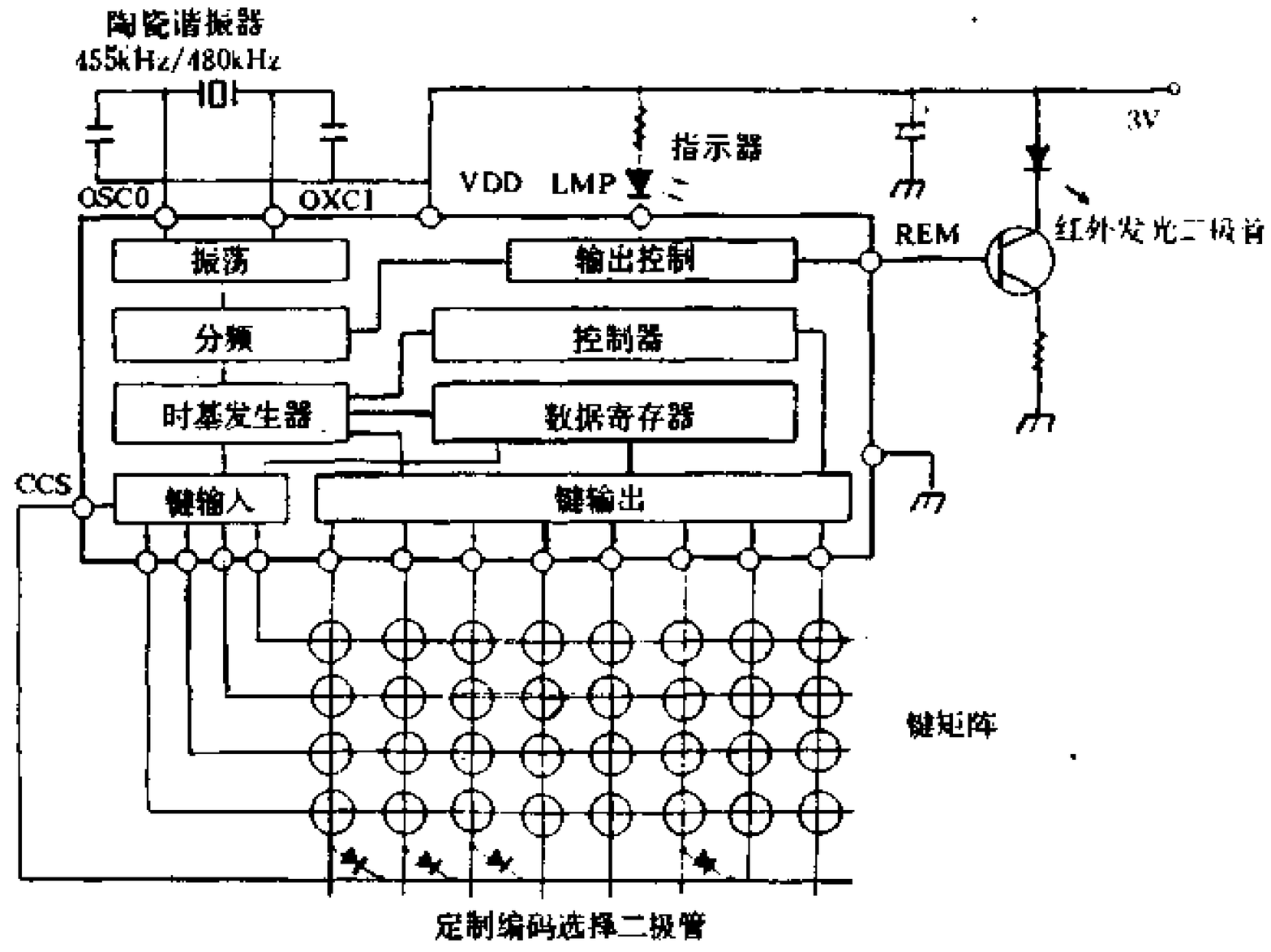


图 4－10

编码(KS5803A 是 32 个定制编码)；16bit 脉冲位置调制编码；发射效率高(红外线 LED 的占空比为 3%)；输出有指示器；KS5803A 是 16 脚双列 DIP 包装，KS5803B 是 20 脚双列 SOP 包装。

2. 性能参数表

极限参数(T_a=25℃)

参数名称	符号	数值	单位
电源电压	V_{CC}	4.0	V
输入电压	V_{IN}	−0.3～V_{DD}	V
输出电流	I_{OH}(REM，LMP)	−15.0	mA
耗散功率	P_D	250	mW
工作温度	T_{opt}	−20～+75	℃
储存温度	T_{stg}	−40～+75	℃

推荐工作参数

参数名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压	V_{CC}	2.0	3.0	3.3	V
振荡频率	f_{osc}	400	455	500	kHz

续表

参数名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位
指示器输出电流	I_{OL}(LMP)		1		mA

主要参数(T_a=25℃,V_{DD}=3.0V)

参数名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压	I_{DD}(DP)		0.1	1.0	mA
电源电流	I_{DD}(ST)			1	μA
输入高电压	V_{IH}(K1)	0.7V_{CC}		V_{CC}	V
输入低电压	V_{IL}(K1)	0		0.3V_{CC}	V
输入下拉电阻	R(K1)	150	300	600	kΩ
输出电流	I_{OH}(REM)	−5			mA
输出低电压	V_{OL}(LMP)			0.3	V

引脚功能表

管脚编号 (KS5803B)	管脚编号 (KS5803A)	功能	
1	1	K10 键输入 0	内部用电阻与 V_{CC}拉开
2	2	K11 键输入 1	
3	3	K12 键输入 2	
4	4	K13 键输入 3	
5	5	REM	遥控输出
6	6	V_{DD}	正电源……2.0～3.3V
7		TEST	测试端……通常开路
8	7	OSCO 振荡器输出	陶瓷谐振器(400～500Hz)
9	8	OSCI 振荡器输入	
10	9	V_{SS}	地
11	10	LMP	指示灯输出……发射指示器
12		K07	键输出 7

续表

管脚编号	管脚编号	功能	
13	11	K06	键输出 6
14	12	K05	键输出 5
15	13	K04	键输出 4
16		K03	键输出 3
17	14	K02	键输出 2
18		K01	键输出 1
19	15	K00	键输出 0
20	16	CCS	定制编码选择输入用连到键输出(K00~K07)端的二极管来选择定制编码，此端常用内部电阻与 Vcc拉开。

3. 典型应用电路(如图 4—11 所示)

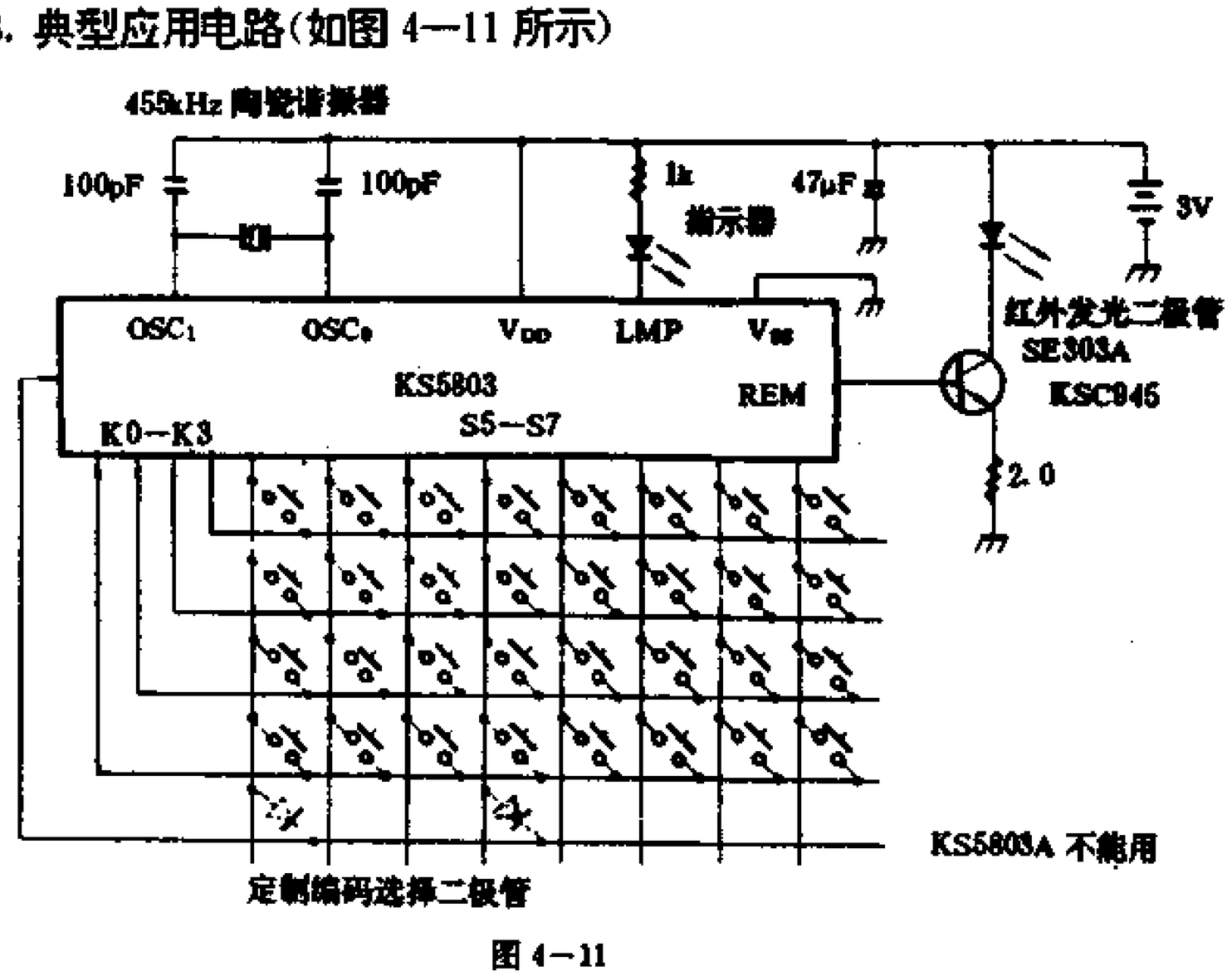


图 4—11

七、LM1812 超声波收/发器集成电路

1. 电路说明

LM1812 是一种通用型超声波收发器，它可用在各种各样的测距、定向和通讯应用中。芯片上包括一个脉冲调制 C 类发射器、一个高增益接收器、一个脉冲调制检测器和噪声抑制电路。

单个 LS 网络为发射器和接收器定下了工作频率。C 类发射器的输出在高达 325KHz 频率下能有高至 1A(12W)峰值的驱动能力。外部可编程的接收机增益可提供 200μVp—p 的检测灵敏度。芯片上的检测电路有抑制外部编程时脉冲噪声的能力。检测器输出能吸入高到 1A 的电流。

应用可包括在液体和气体环境中的声纳系统，非接触性测距和声数据传输器。其功能特点如下：

一个或二个换能器工作；不需重新排列换能器就可互相掉换；不用外接晶体管；脉冲噪声抑制；不用散热器；包含有保护线路；检测器输出可驱动 1A 峰值负载；测距范围在水中超过 100 英尺空气中超过 20 英尺；12W 峰值发射功率。

2. 性能参数表

极限参数

参数	条件	最大值
电源电压	V⑫脚	18V
功率耗散	注 1	700mW
峰值电流	⑧脚，⑭脚	1A
输入电流	④脚，⑧脚	50mA
工作温度范围		0℃～+70℃
存贮温度范围		−65℃～+150℃
引线温度	焊锡，10s	300℃

电气特性(除非另有说明，$V=12V$，$T_A=25℃$)

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入灵敏度			200	600	μVp−p
发射器输出，V_{SAT}	$I_o=1A$		1.3	3	V
发射器输出漏电流	$V_6=36V$ $C_6=0V$		0.01	1	mA
检测器输出，V_{SAT}	$I_{14}=1A$		1.5	3	V
发射器开关阈值	$I_6=1mA$	0.55	0.7	0.9	V
电源电流	I_1+I_{12} 接收模式	5	8.5	20	mA
接收模式下的 V_9 最高工作频率	发射模式	200	325	0.3	V KHz

注：对在较高温度下工作的情况，LM1812 必须根据 125℃的最高结温和对焊在印刷电路板上并在静止空气环境中使用的器件适用的 120℃/W 的热阻降低额定值使用。由于以低的占空比工作，封装中只耗散很小的平均功耗。

3. 典型应用电路(如图 4—12 所示)

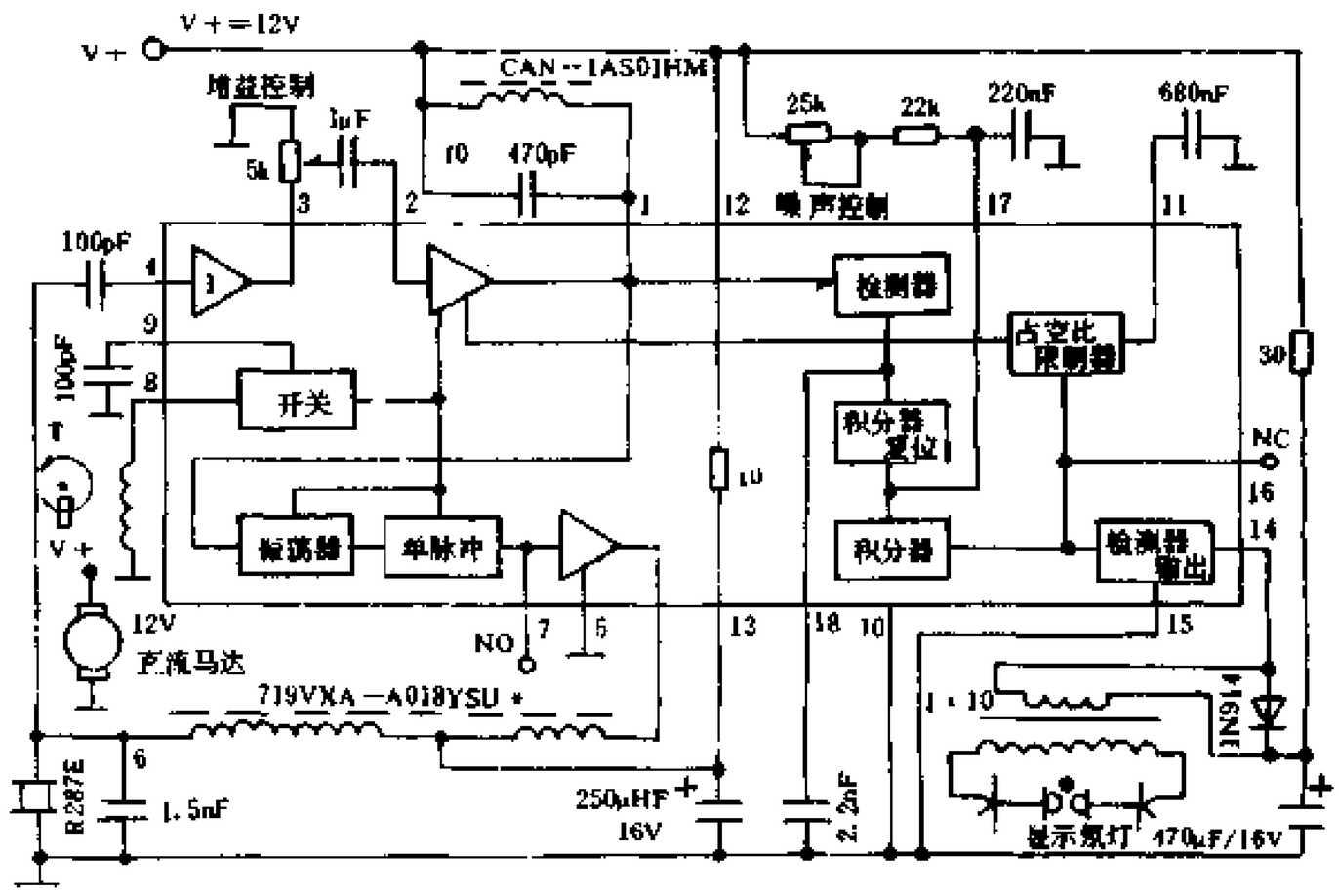


图 1—12

注：回声返回由一个在马达驱动盘上的氖灯显示。与氖灯的连结是通过电刷和滑环来实现的。与氖灯一起旋转并平衡氖灯的是一个永久磁铁，在它绕过固定线圈(L8)时它的磁感应出一个脉冲。这个脉冲开启 LM1312 的反射器。

八、LM1871 无线电遥控发射集成电路

1. 电路说明

LM1871 是大规模无线电遥控集成电路。LM1871 用于发射脉冲编码调制的高频信号，而 LM1872 则用于接收脉冲编码调制的高频信号。这两种集成电路体积都很小，所需外围电路元件少而简单，而且调试方便，具有较高的实用价值。它们不仅可用于组成无线电控制开关、遥控电子玩具、防盗报警器、红外线数据传输等，而且稍加一些外围电路，还可完成远距遥控功能。

LM1871 内部含有振荡器、射频发射器和编码器等部份，外加一些电路元件，即可组成振荡器、发射器和编码器，当它和 LM1872 一起使用时，可提供两个模拟通道和两个数字通道。其主要特点如下：

低电流工作，电压使用范围为 3～9V；芯片上含有振荡器、发射器、编码器部分；通道数可编程；射频输出功率可以调节；工作频率可达 80MHz，并可任选。

2. 应用说明

(1)振荡器和调制发射器

LM1871 典型工作特性如图 4—13 所示。它组成的振荡器和调制发射器电路如图 4—14 右上部分所示。Y1、Tp、C1、C2、BG1 组成振荡器，用于产生射频载波信号。K、BG2 和 500μA、1mA 两个恒流源组成调制器，实现脉冲编码调制作用。当编码脉冲信号为高电平时，BG2 导通，通过天线发射高频信号；当编码脉冲信号为低电平时，BG2 截止，天线不发射高频信号。这样，通过天线就发射了被编码脉冲调制的高频信号。图 4—14 中的 Ts 和 Cs 为选频电路，当谐振时，可有效地减少谐波分量。电感 L2 用于抵消天线上分布电容的影响。

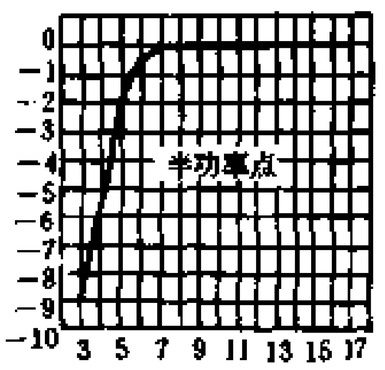


图 4—13 V14—电源电压(V)

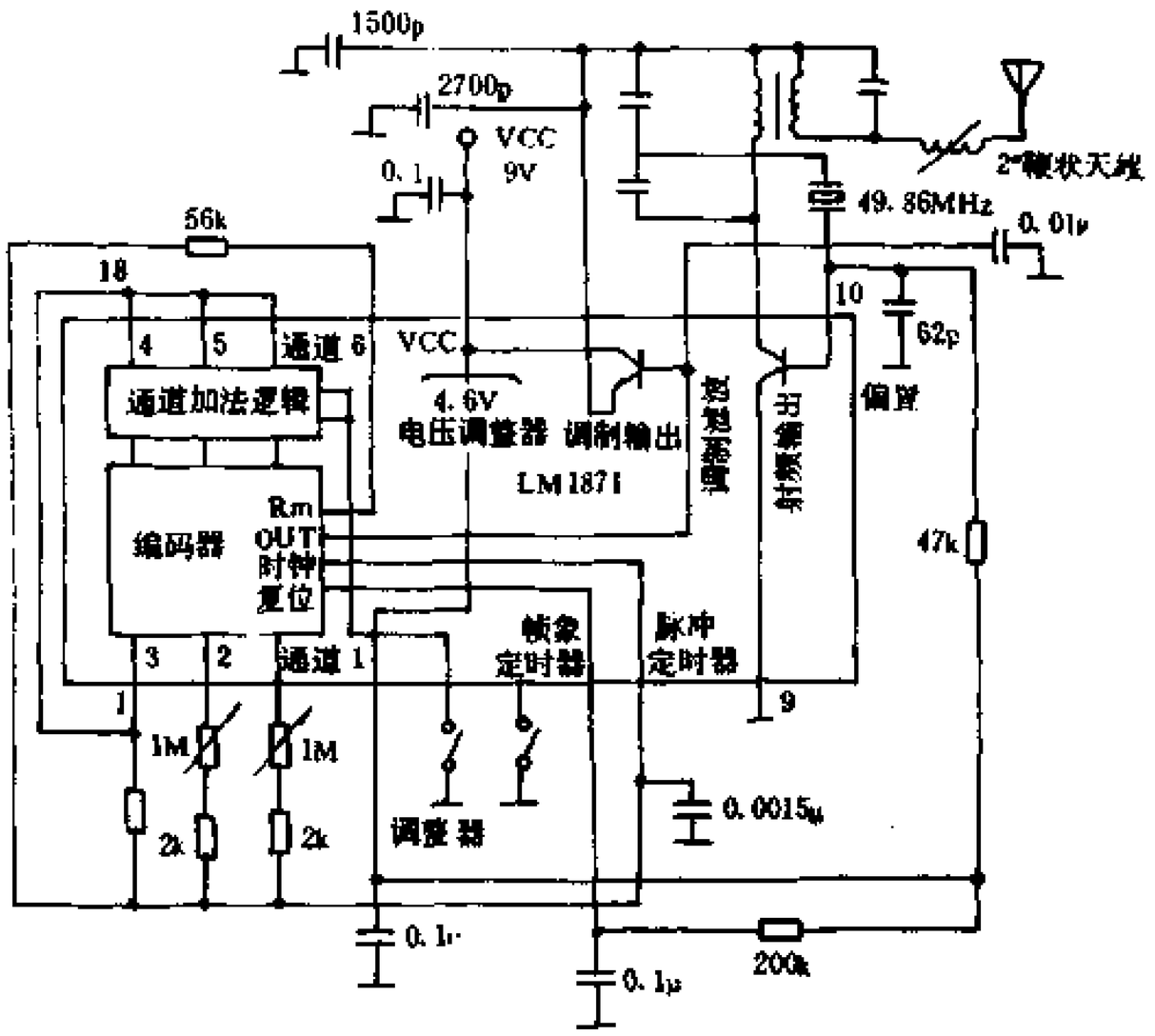
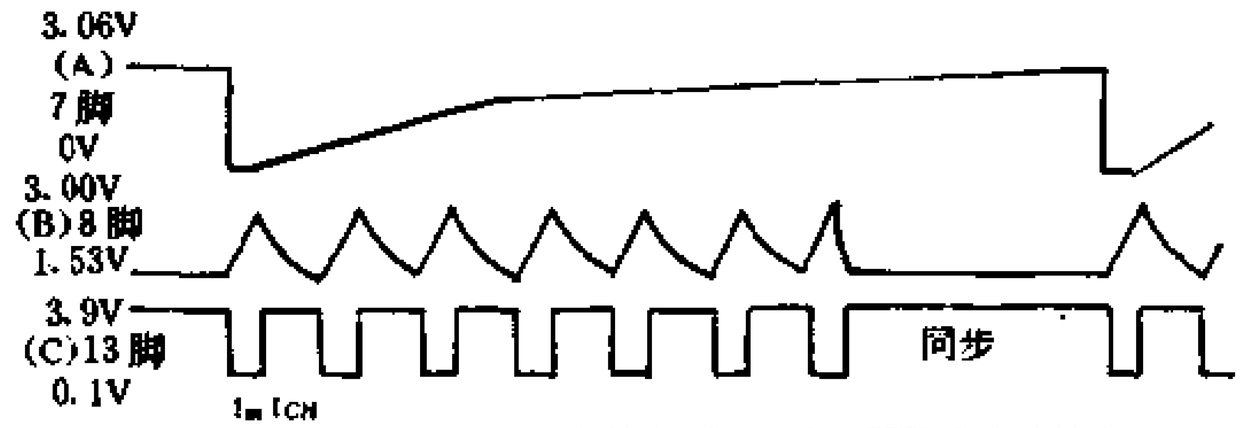


图 4—14

(2)编码器

LM1871 芯片组成的简化编码器如图 4—15 所示。图 4—15 中画出了 LM1871 内部的二种定时电路和波形。其中包括帧象定时器和脉冲定时器。帧象定时振荡器包括一个高增益比较器和一个饱和的 NPN 晶体管开关。它主要产生帧象周期信号 t_{CH1}～t_{CH6}。其中 C_F 和 R_F 为定时元件。脉冲定时器包括两个高增益电压比较器和锁存器。它主要决定帧周期信号脉冲的间歇时间，在图 4—15 中记作 t_m。其中 C_r 和 R_m 为定时元件。图中 t_{CH1}～t_{CH6}分别对应 LM1871 的 1～6 通道，参见图 4—14。通道 1(t_{CH1})和通道 2(t_{CH2})对应 LM1871 的第②、③脚。通道 3(t_{CH3})～通道 6(t_{CH6})对应 LM1871 的第①、⑱、⑰、⑯脚。改变 K_A、K_B 状态时，便相应改变了 3～6 通道的状态。与 LM1871 相对应 LM1872 也有四种不同工作状态，详见表 4—1。



(A)C_F 上的电压 (B)C_T 上的电压 (C)编码器脉冲连续输出

图 4—15

表 4—1

LM1871		发射通道	LM1872	
K_A(⑤脚)	K_B(⑥脚)		A 通道(⑦脚)	B 通道(⑨脚)
开路	开路	3	关断	关断
接地	开路	4	接通	关断
开路	接地	5	关断	接通
接地	接地	6	接通	接通

九、8510 15 通道单片无绳电话集成电路

8510 是新型的 15 通道单片无绳电话 IC，其集成度很高，内含调频发射器、调频接收器、锁相环和压缩扩展器、相当于将 MOTOROLA 的 MC2831(调频发射)、MC3363(调频接收)、MC145166(锁相环)和 NE571(压缩扩展器)等 IC 集成在一起，故功能齐全，性能优良(如图 4—16 所示)。

该 8510 有 64SDIP 和 64QFP 两种封装形式，体积小巧，装配容易。采用该 IC 设计的电路具有外围元件少、调试容易、性能稳定可靠、功能先进的特点——所以 8510 是无绳电话升级换代、产品上档次的优选 IC，其主要特性如下：

(1)低工作电压：2～6V

(2)典型电流值：20mA(3V 供电时)

(3)较少的外围元件

(4)数据输入/输出

(5)静音

(6)内部双路转换发射器、接收器、锁相环和压扩器

(7)调频发射器

——取代外部晶体管的内部射频放大

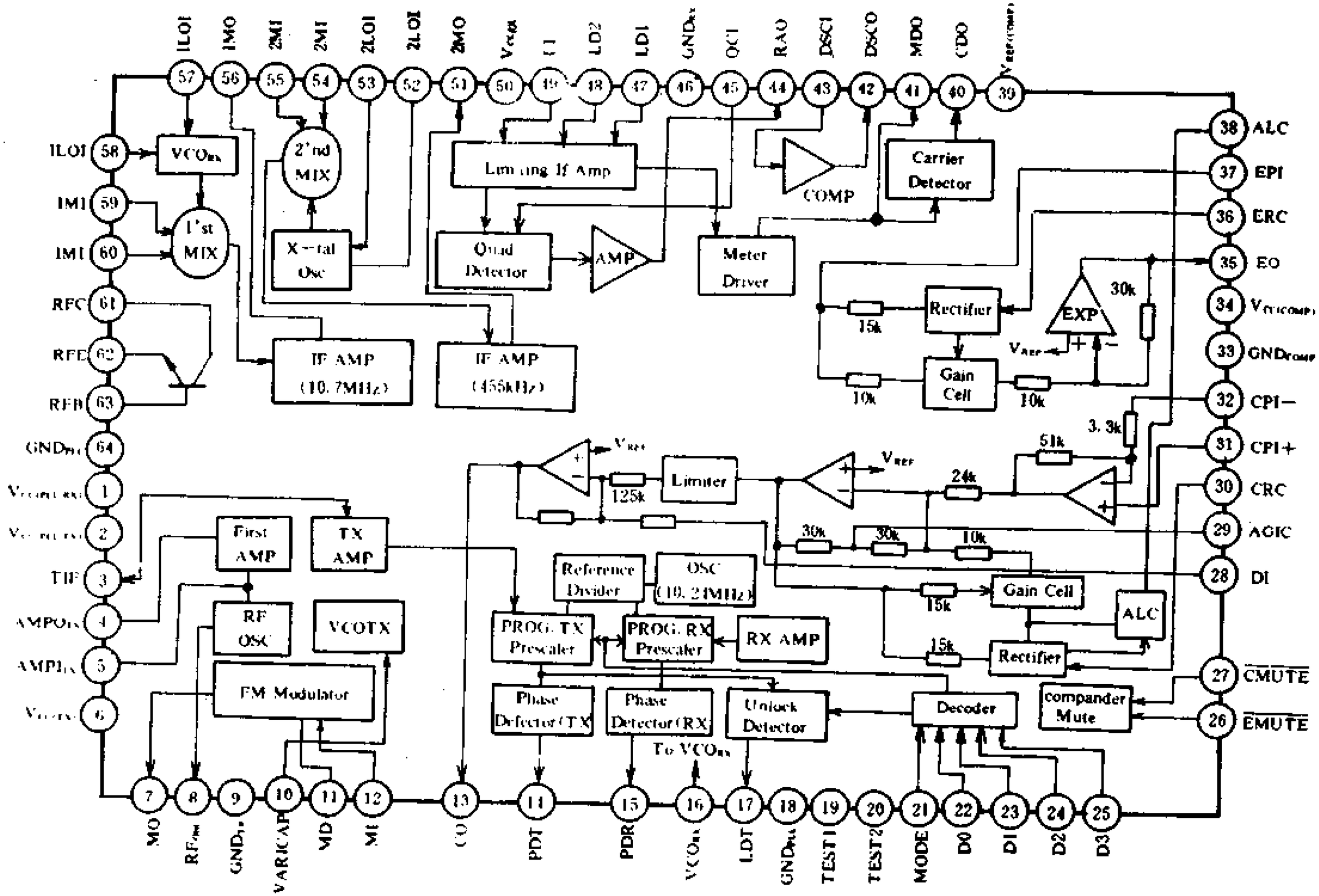

ILOI
IMO
2MI
2MI
2LOI
2LOI
2MO
Vcca
LD2
LD1
GNDAx
QCI
RAO
DSCI
DSCO
MDO
CDO
Vref(COMP)
57
56
55
54
53
52
51
50
49
48
47
46
45
44
43
42
41
40
39
ILOI 58
IMI 59
IMI 60
RFC 61
RFE 62
RFB 63
GNDRx 64
VCOAx
1st MIX
2nd MIX
X-tal Osc
IF AMP (10.7MHz)
IF AMP (455kHz)
Limiting If Amp
Quad Detector
AMP
Meter Driver
COMP
Carrier Detector
Rectifier
15k
10k
Gain Cell
EXP
30k
10k
Vref
38 ALC
37 EPI
36 ERC
35 EO
34 VrefCOMP
33 GNDcomp
32 CPI−
31 CPI+
30 CRC
29 AGIC
28 DI
27 CMUTE
26 EMUTE
3.3k
51k
24k
30k
30k
10k
15k
15k
Gain Cell
ALC
Rectifier
Decoder
compander Mute
Limiter
125k
First AMP
TX AMP
RF OSC
VCOTX
FM Modulator
Reference Divider
OSC (10.24MHz)
PROG. TX Prescaler
PROG. RX Prescaler
RX AMP
Phase Defector (TX)
Phase Detector (RX)
Unlock Detector
To VCOAx
TIP 3
AMPOUT 4
AMPIN 5
6
7 MO
8 RFout
9 GNDA
10 VARICAP
11 VD
12 MI
13 CO
14 PDT
15 PDR
16 VCOAx
17 LDT
18 GNDAx
19 TEST1
20 TEST2
21 MODE
22 D0
23 D1
24 D2
25 D3

图 4—16

——功率放大增益可调

(8)调频接收器

——具有射频放大的完整的双路转换电路

——极佳的输入灵敏度(12dB 信噪比时,为 0.7μV)

(9)锁相环

—— 15 通道选择(发射/接收)

——非锁定检测(相位差大于 6.25μs)

(10)压缩扩展器

——使用外围元件可以容易地控制增益——自动幅度控制

第五章　接收机用集成电路

一、MC3361 接收机集成电路

1. 电路说明

MC3361 的引出脚、封装和功能与 MC3357 的完全相同，但其性能已大大提高，因此 MC3361 被称为 MC3357 的改进型。MC3361 的功能方框图如图 5－1 所示，它包括：振荡器、混频器、限幅放大器、相移鉴频器、有源滤波器、噪声抑制、扫描控制和消声开关。它适用于二次超外差式低功耗窄带 FM 接收机，作为中频电路。

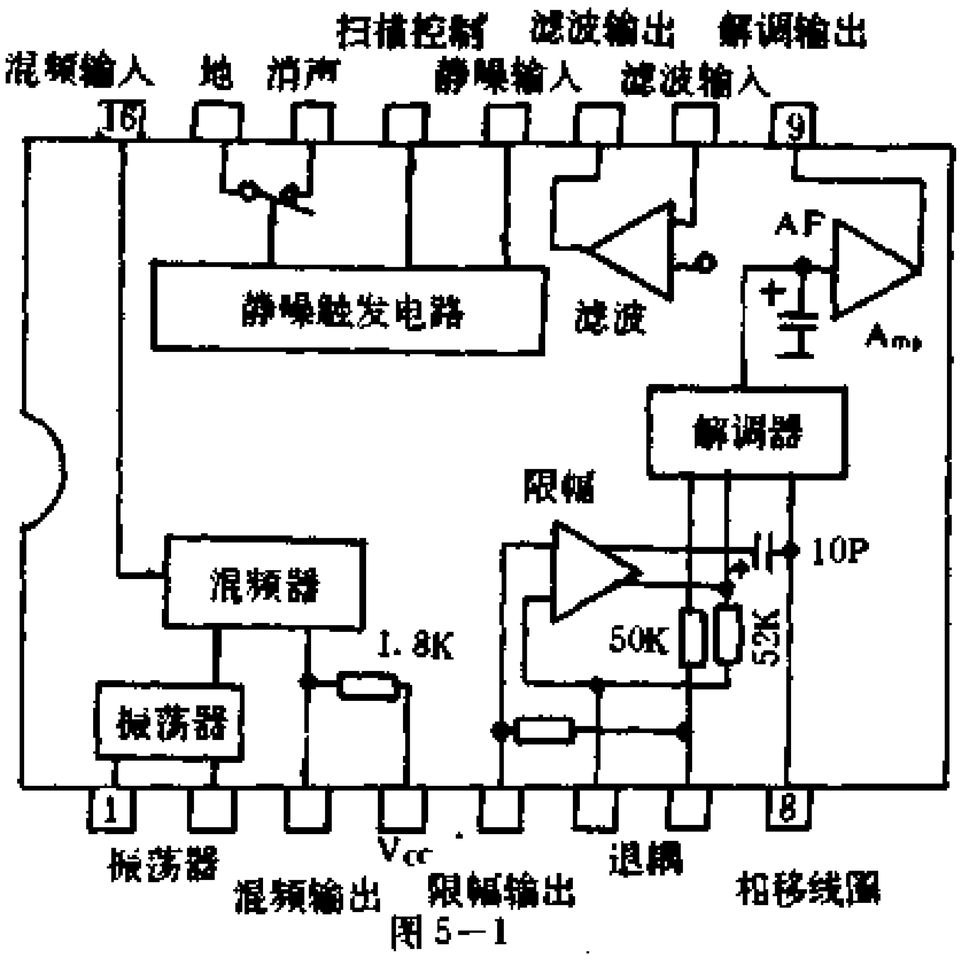


图 5－1

MC3361 的封装有两种：一种为双列直插式(DIP－16)，后缀加 P(即 MC3361P)；第二种为扁平封装，或称为小外壳式(SO－16)，后缀加 D(即 MC3361D)。

虽然 MC3361 的外表象 MC3357，但其性能不仅比 MC3357 增强，而且还超过 MC3359，其性能特点如下：

(1)工作电压低

可工作于比 MC3357/9 更低的电压范围：2.0～8.0V。

(2)低功耗

当 $V_{cc}=4V$，消耗电流的典型值 4.2mA。

(3)灵敏度与 MC3359 相当

输入限幅电平－3dB 时为 2.0μV(典型值)。

(4)信纳比(SINAD)和失真优于 MC3359

虽然音频输出电平比 MC3359 的小，但其信纳比和失真优于 MC3359。例如当工作电压为 6V、输入频率为 10MHz、电平为 $2mV_{rms}$、频偏为 3kHz、调制为 1kHz 时，MC3361 的输出电平为 $154mV_{rms}$，DINAD 为 62dB。而 MC3359 的输出电平为 $580mV_{rms}$，SINAD 仅为 48dB。

(5)混频器的工作频率高于 MC3359

其混频器的工作频率可达到 60MHz，而 MC3359 的最高工作频率约为 20～30MHz，MC3357 的工作频率就更低了。MC3361 的振荡器还可以组成泛音晶体振荡电路。因此，它适用于 800MHz 和 900MHz 频段的接收机。

2. 典型应用电路

图 5—2 是MC3361 用于日本 KENWOOD 公司的 900MHz 无中心选址电台 PRC—11 中的部分电路。由于 PRC—11 使用了 MC3361，使得在这部分电路上，比使用 MC3359 的 PRC—9，节省了用分立元件组成的第二本振、第二混频和中放三级电路。

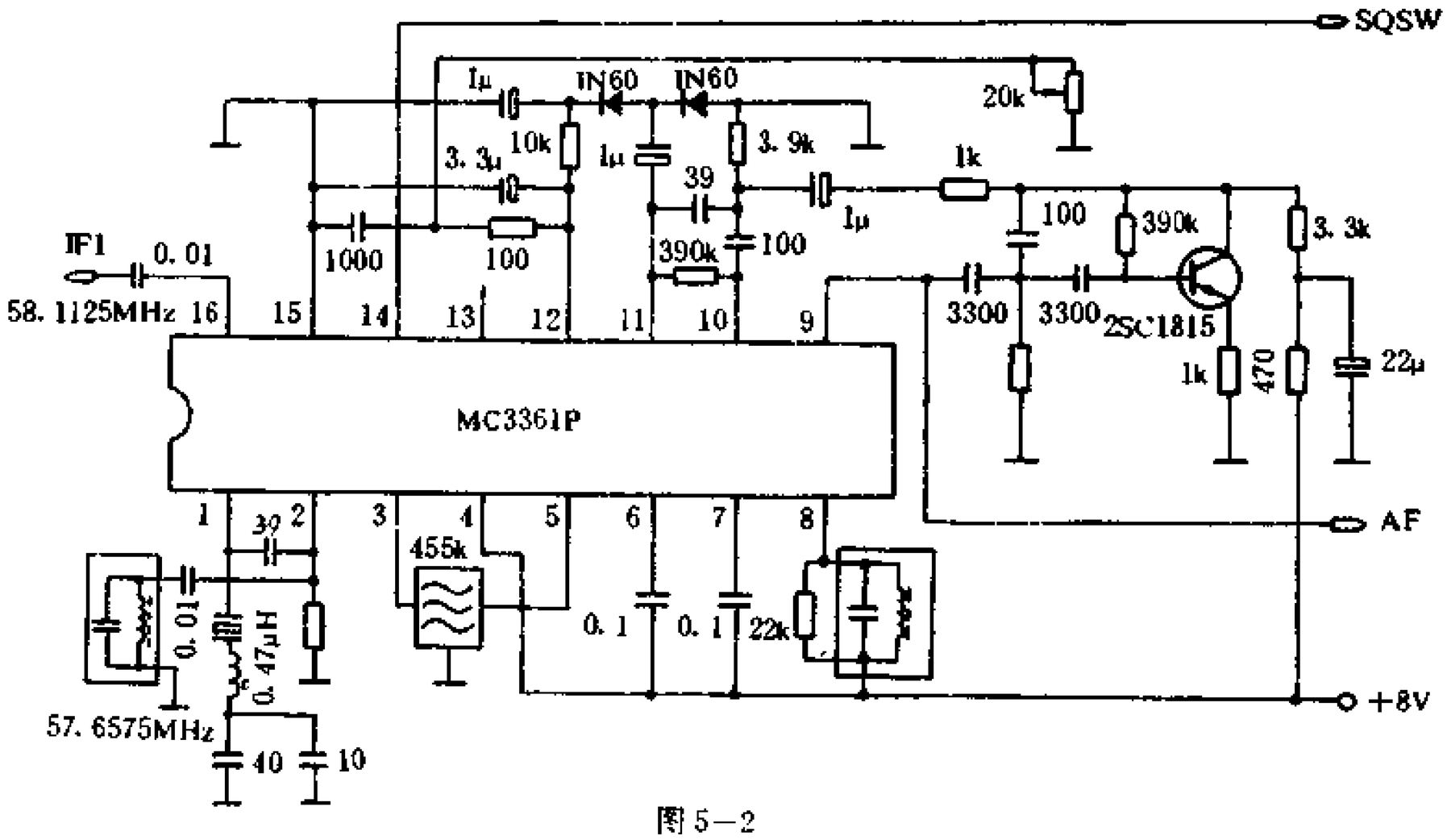


图 5—2

此外，现在 MC3361 的市场价格比 MC3357 的价格还要便宜，如国内某公司 MC3361P 的报价为 3.10 元，而 MC3357P 的报价为 3.50 元，MC3359P 的报价为 4.20 元。由于 MC3361 的功能与 MC3357 完全相同，而性能及价格均优于 MC3357，因此 MC3357 应被 MC3361 所代替。

二、MC3362 接收机集成电路

1. 电路说明

移动电台的接收机通常都是采用二次超外差式，然而过去的 MC3357/9 和 MC3361 都不包含第二混频级以前的高放、一本振、一混频和一中放等前端电路。而这些前端电路的设计和调试往往棘手，这也正是许多人对信道电路的设计和调试望而生畏的原因。新型的低功耗窄带 FM 单片接收电路 MC3362，已经包含了除高放外这些前端电路；此外还增加了载波检测电路和用于 FSK 检测的比较器，它适用于窄带话音与数据镰路的通信。MC3362 的封装也分为双列直插式(DIP—24)和小外壳式(SO—24)两种，其功能方框图及引出脚如图 5—3 所示。

MC3362 的功能和性能都有了很大的改进，其主要性能特点如下：

(1)接收机单片化

它包含有二个本振、二个混频和二个中放电路，是一个从天线输入到音频预放大输出的全二次超外差式的接收电路。

(2)输入频带宽

它的第一混频工作频率可以超过 450MHz。第一本振可采用灵活的 LC 振荡回路，也可作为 PLL 频合的 VCO，工作频率可到 190MHz。在 RF 输入为 450MHz 时，还可以用外部振荡器($100mV_{rms}$)驱动。

(3)可低电压工作

V_{cc}=2.0～7.0V。

(4)低功耗

当 V_{cc}=3.0V，消耗电流典型值为 3.6mA。

(5)具有很好的灵敏度和镜像抑制能力

12dB SINAD，灵敏度典型值为 0.7μV。

(6)有数据信号整形比较器

可用于 FSK 数据通信。

(7)有 60dB 动态范围的接收信号场强指示器

可用于控制有中心和无中心移动通信设备的过区切换和空闲信道检测。

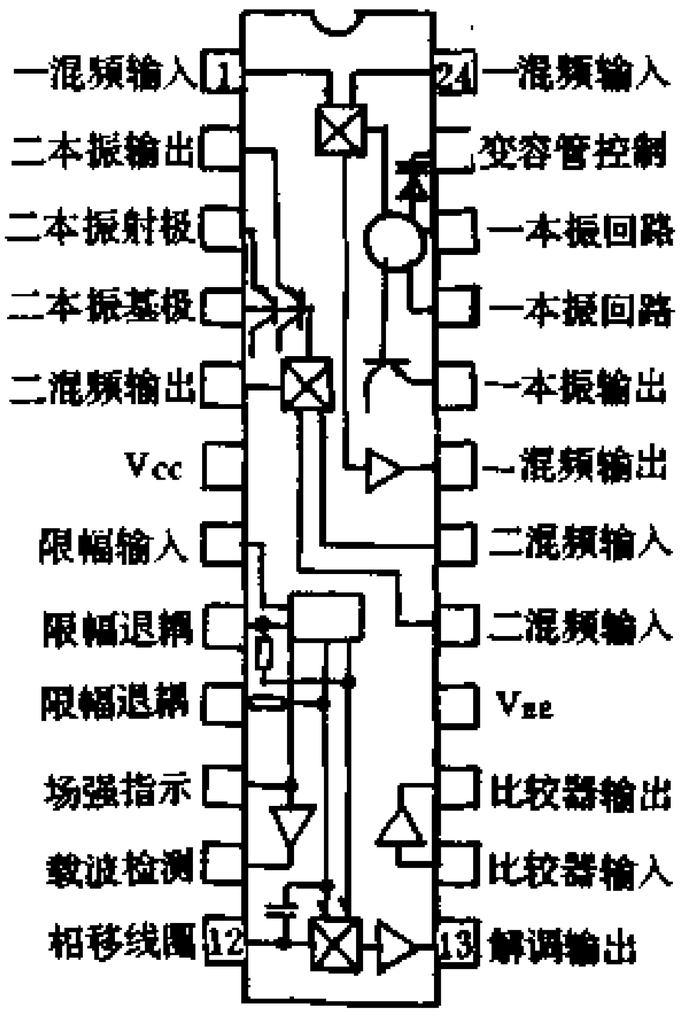


图 5—3

2. 典型应用电路

MC3362 的典型应用例子如图 5—4 所示。输入射频信号经第一混频器放大(18dB)，并

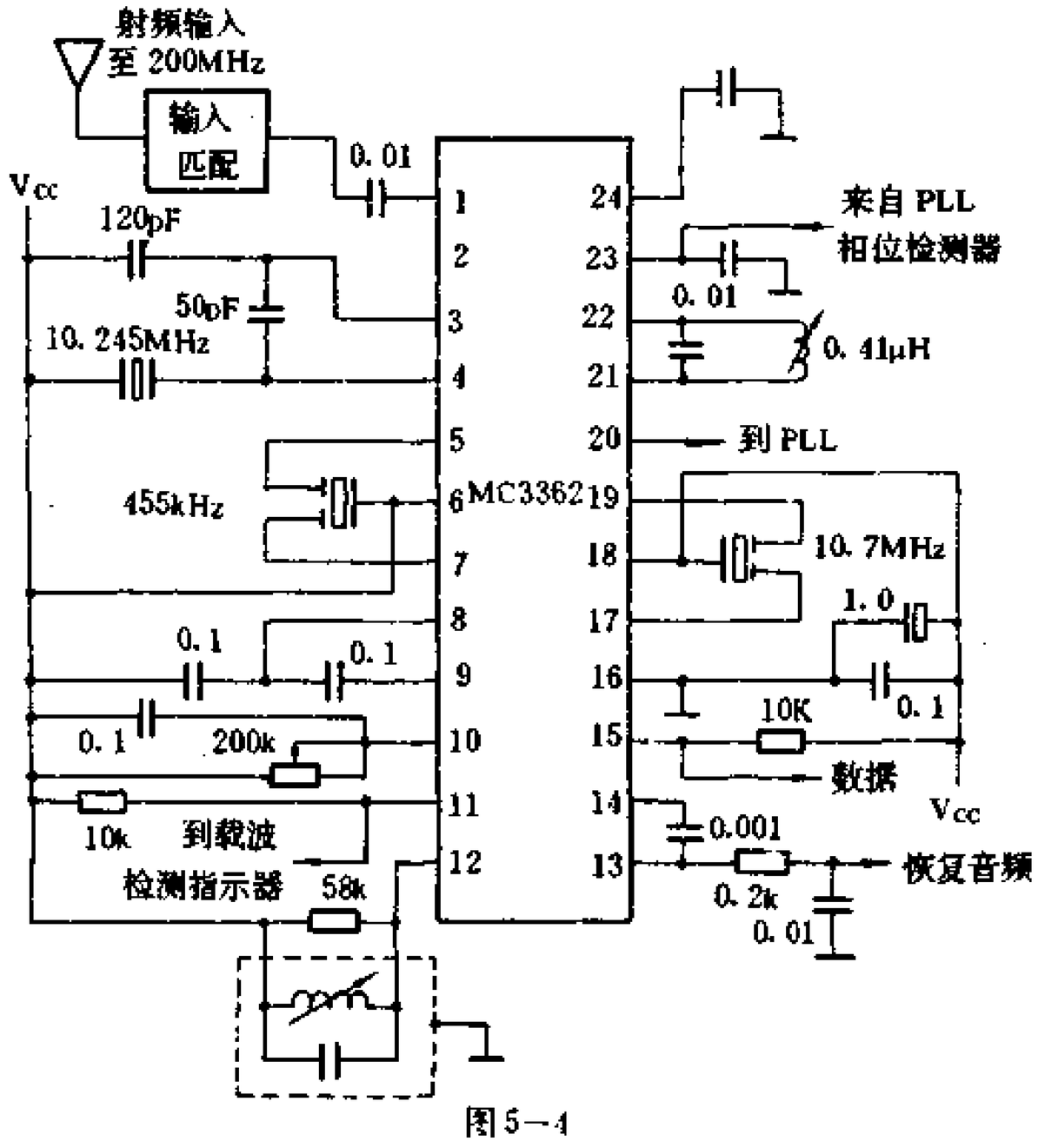


图 5—4

混频转换成第一中频信号(10.7MHz)，一中频信号再经过外部带通陶瓷滤波器滤波，然后，输入到第二混频器进一步放大(22dB)，并混频转换成二中频信号(455kHz)。二中频信号再通过外部带通陶瓷滤波器滤波后，输入到限幅放大器和电平检测电路，最后，通过相移鉴频器恢复成音频信号输出。另外，电平检测电路用来监视输入 RF 信号的场强，数据整形比较电路用于检测 FSK 调制信号的过零率，该电路检测数据的速率为 2000～35000 波特。

三、MC3363 接收机集成电路

1. 电路说明

为了解决 MC3362 的灵敏度还不够高(0.7μV)和没有静噪电路问题，改进型的低功耗二次超外差式窄带 FM 单片接收电路 MC3363，在 MC3362 的基础上又增加了一只高放管和静噪电路。因此，MC3363 才称得上从天线输入到音频预放大输出的全单片化接收电路。其功能方框图及引出脚如图 5—5 所示。

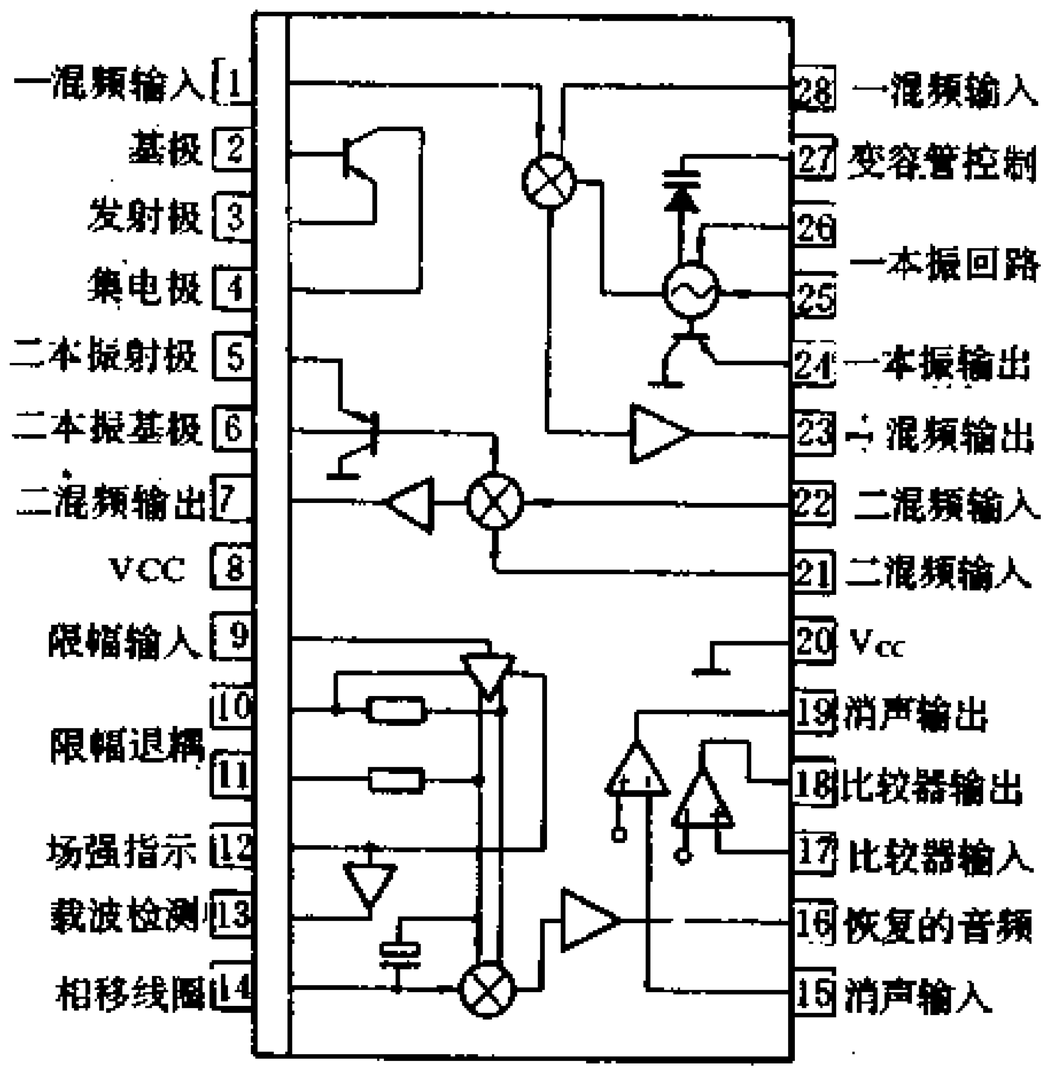


图 5—5

由于 28 脚的双列直插式(DIP—28)的体积较大，所以 MC3363 的封装只采用小外壳式(SO—28)。

MC3363 具有 MC3362 的所有优点，另外，由于它增加了一级高放，其 12dB SINAD 灵敏度可达 0.3μV。由于 MC3363 具有功耗低、灵敏度和集成度高的特点，所以它特别适用于无绳电话。

2. 典型应用电路

图 5—6 是 MC3363 在 PLL 频合无绳电话接收机的典型应用例子。MC3363 与大规模

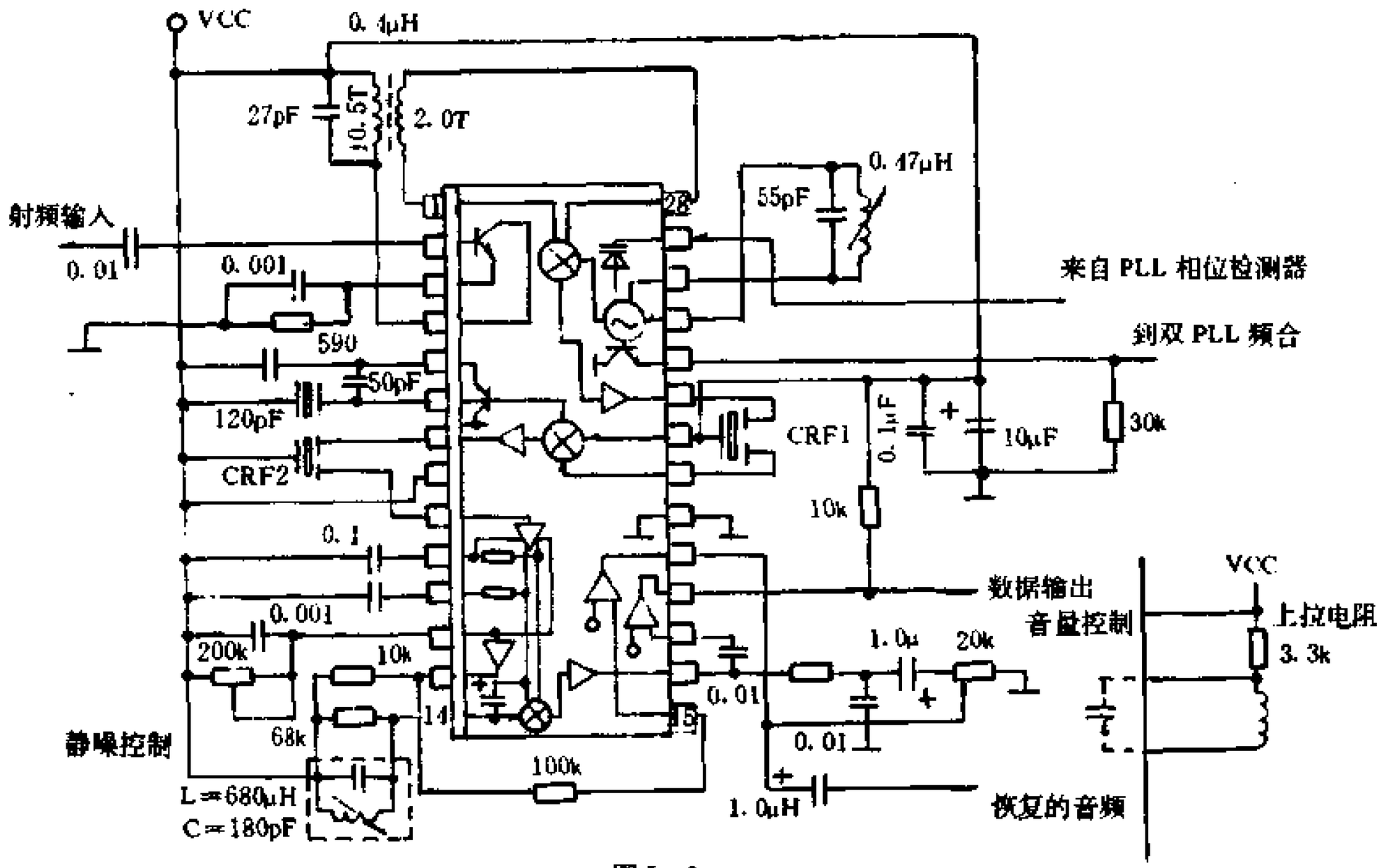


图 5—6

双 PLL 电路 MC145166/7，构成了 10 信道的两片式频合接收机，MC3363 的第一本振作为 PLL 的 VCO。

本例的静噪电路采用信号触发型的静噪方式，它是通过接收信号场强检测电路输出电平(⑬脚)来控制静噪消声开关。由图 5—6 可以看出，其静噪电路比 MC3359 等用的噪声触发型静噪电路要简单得多。噪声型静噪电路还容易出现静噪阻塞，当调频信号过调制(如数字信号调制)时，鉴频信号产生失真谐波，致使静噪电路把谐波当作噪声而引起误动作，锁断音频信号。但是由于信号型静噪电路开锁灵敏度较高，加上没有噪声滤波器，其抗扰性较差。同样，MC3363 也可以组成噪声型静噪电路，只要用其中的运放做动态噪声滤波器，射频 NPN 管或数据比较器做静噪开关。

另外，MOTOROLA 还有一种比 MC3363 省去一只高放管的 MC3364。MC3364 与 MC3363 的性能和功能基本相同。

四、MC3367 低电压接收机集成电路

1. 电路说明

以上介绍的都是二次超外差式电路，最后，介绍一种一次超外差式单片接收机电路 MC3367。一次超外差式接收机电路简单，由于没有二混频和二本振，故其谐波干扰小，其中

频增益要求也特别高，但由于MC3367采取了隔离措施，故不易产生自激。图5—7是MC3367的引出脚图，它的封装也是只用小外壳式(SO—28)。

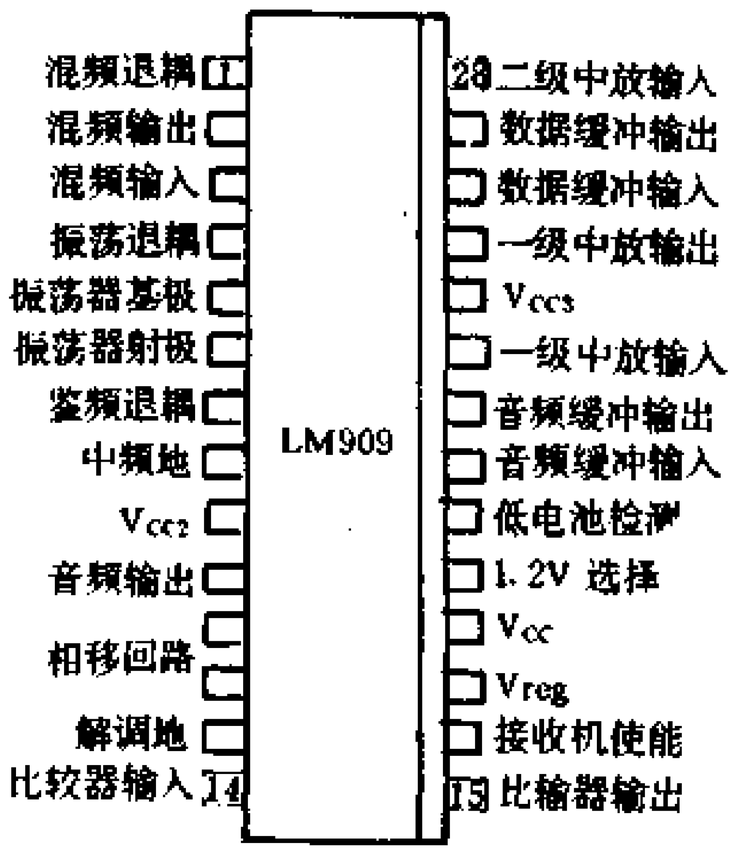


图5—7

MC3367的功能方框图如图5—8所示。它包括振荡器、混频器、两级中放、中频限幅电路和相移鉴频器，另外还有电压器、低电池检测电路、低功耗"睡眠模式"电路、两个用于音频与数据接收的缓冲放大器和用于FSK数据接收的比较器。它的最大特点是灵敏度优异、低电压和低功耗，其主要性能特点如下：

(1)低供电电压，$V_{cc}=1.1\sim3.0V$。

(2)低功耗，$P_D=1.5\sim50mW$。

(3)输入频带宽，可工作到75MHz。

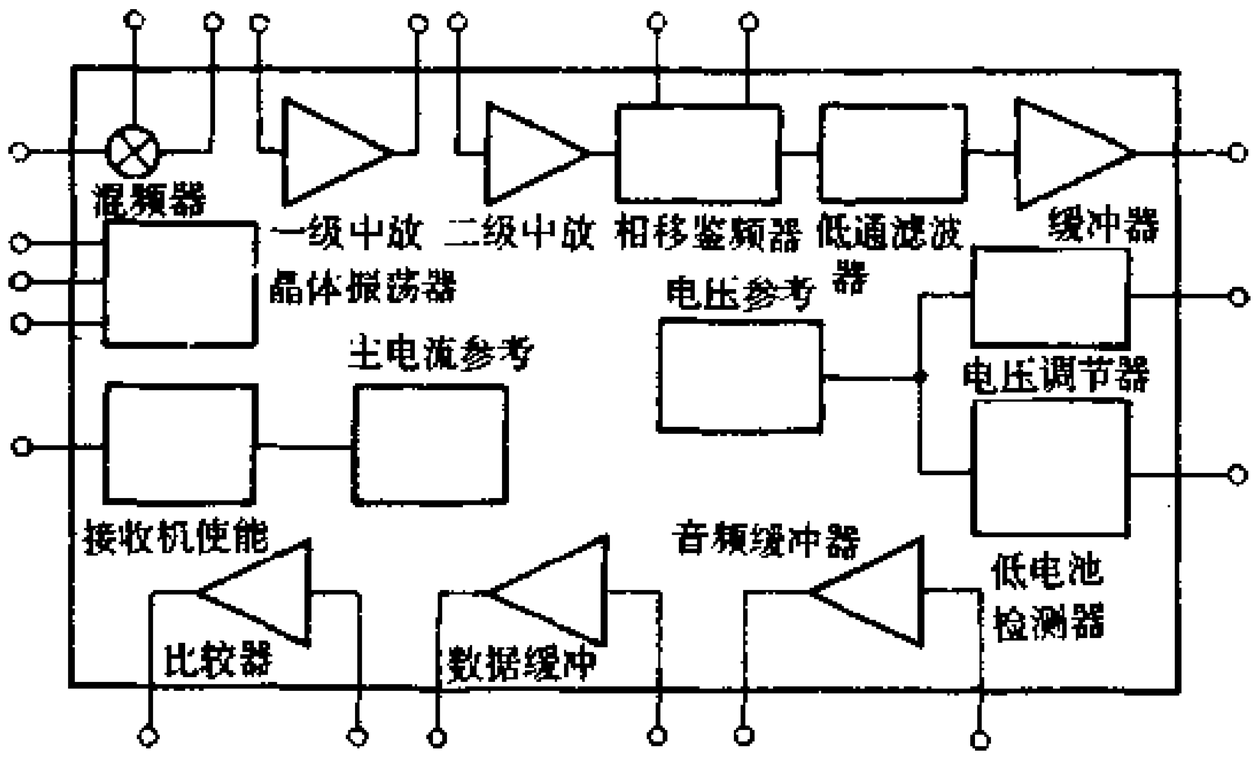


图5—8

(4)灵敏度优异，输入限幅电平为—3.0dB时，其灵敏度为$0.2\mu V_{rms}$。

(5)该电路可处于使用状态和备用状态(睡眠模式)，备用状态时消耗电流仅为$0.5\mu A$。

(6)自偏置的音频缓冲器的增益通常为4.0。

(7)数据缓冲器的增益通常为3.2。

(8)数据比较器的工作频率大于25kHz(50千波特)。

2. 典型应用电路

MC3367可作为75MHz以下频率的单片接收机，如用于49MHz的无绳电话。同样，它也可用于高频段(为900MHz)的二次超外差式接收机，这时第一中频信号输入到它的混频器(作为第二混频器)。MC3367特别适用于低电压、低功耗和设计简易的窄带调频话音与数据接收机。其典型应用电路如图5—9所示。

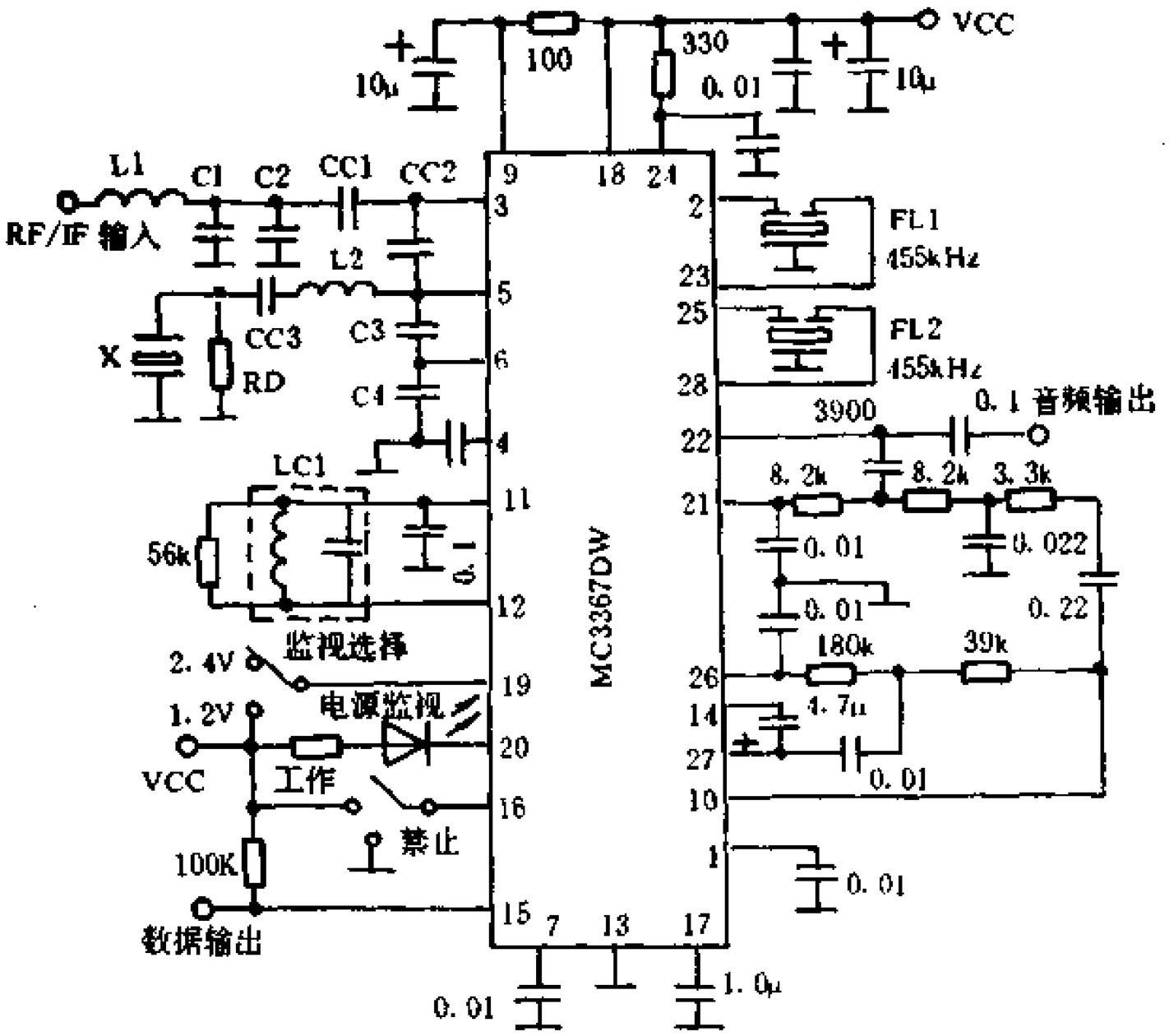


图 5—9

五、LM1872 接收机集成电路

1. LM1872 的主要特点

(1)译码器输出有两个模拟通道，两个数字通道。

(2)外部元件较少。

(3)高灵敏度和高选择性超外差设计。

(4)100mA 数字输出驱动器。

(5)可直接与标准的业余伺服机构相接口。

(6)曲型工作特性如图 5—10 所示。

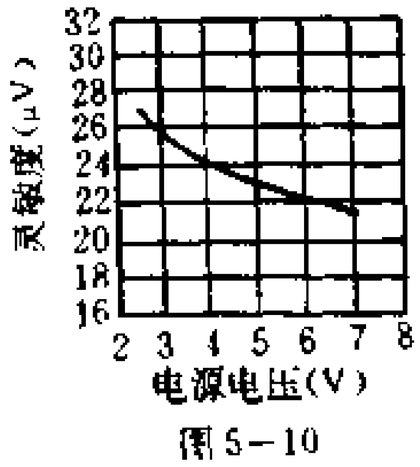


图 5—10

2. 典型应用电路

接收器电路采用简单的超外差设计。其工作原理与晶体管超外差式收音机相近。电路图参见图 5—11。其中 X1、C1、C2 组成本地振荡器，T3、C3 为高频信号选频网络。

从天线来的已调高频信号从 T3 进入 LM1872 的第⑤脚与本振信号相混频，产生一中频信号，然后直接耦合到中频放大器。经中频放大后的信号送到检波器。检波后的信号经译码器变成相应的直流电位信号。

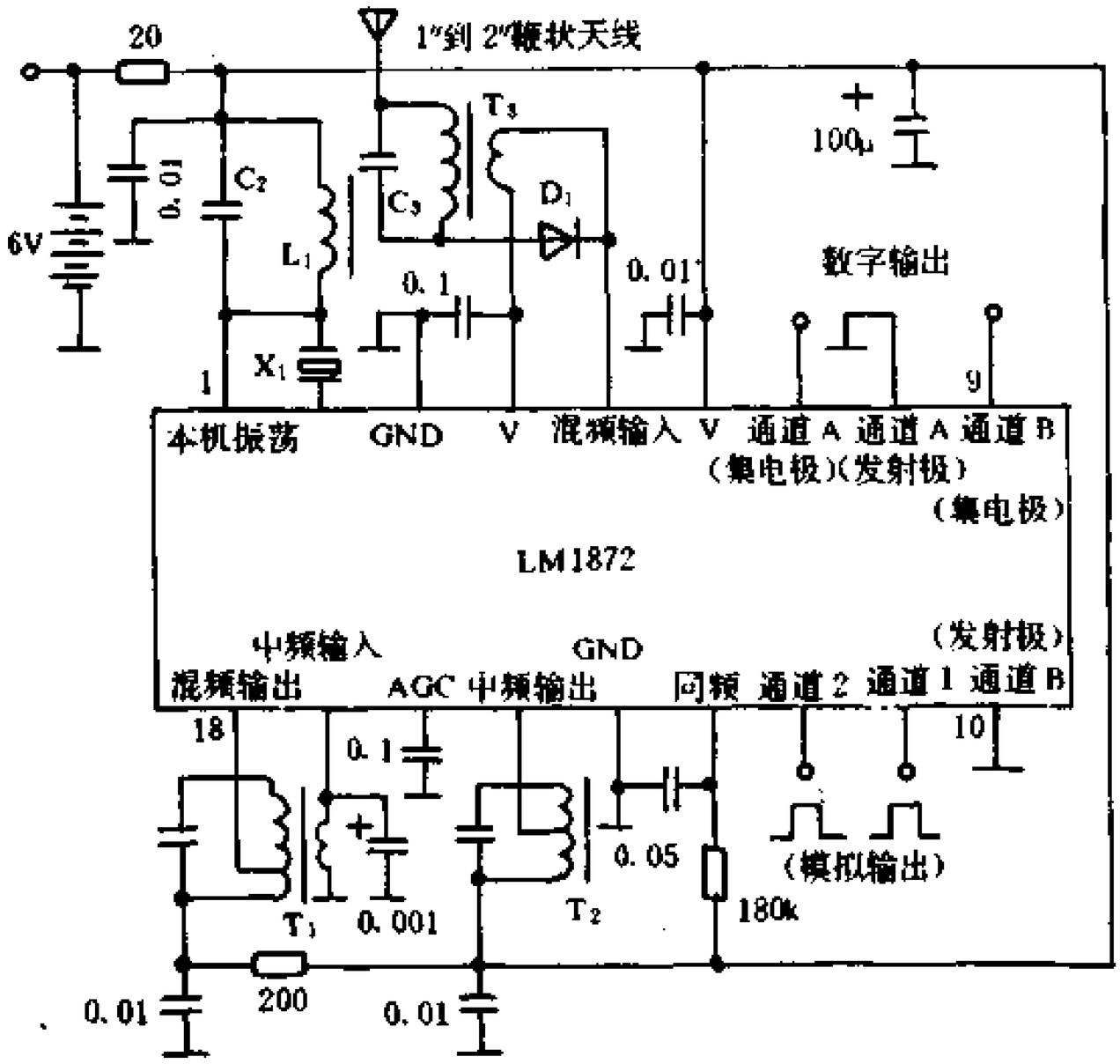


图 5—11

在图 5—11 中，中频放大器提供了 55dB 增益，有源数字检波器提供了 30dB 增益，总系统增益为 88dB，电路中设有 AGC 控制，中频可选为 455kHz 或 465kHz。

六、LM565/C 锁相环集成电路

1. 电路说明

LM565 和 LM565C 是通用型锁相环电路，它包括一个用于低失真 FM 解调的稳态高线性电压控制振荡器和一个具有良好载波抑制的双平衡相位检测器。电压控制振荡器(VCO)的频率由一个外接电阻和外接电容器来设定，用同一个电容器可以得到 10：1 的调谐范围。频带宽度、响应速度、量程范围内的捕捉和牵引等闭环系统的特性可以用一个外接电阻和外接电容器在很宽的范围内调节。把相锁环的电压控制振荡器和相位检测器分开，插入一个数字式分频器就可得到倍频。该内部方框图及引脚图如图 5—12 所示。

LM565H 能够在—55℃到+125℃军用温度范围内工作，而 LM565CN 工作范围为 0℃～+70℃。其特性如下：

VCO 的频率稳定性为 200ppm/℃；电源范围为±5～±12V，典型的稳定性为 100ppm/%；解调输出的线性度为 0.2%；带同相零交叉点的线性三角波；与 TTL 和 DTL 兼容的相位检测输入和方波输出；可调同步范围从±1%～＞±60%。

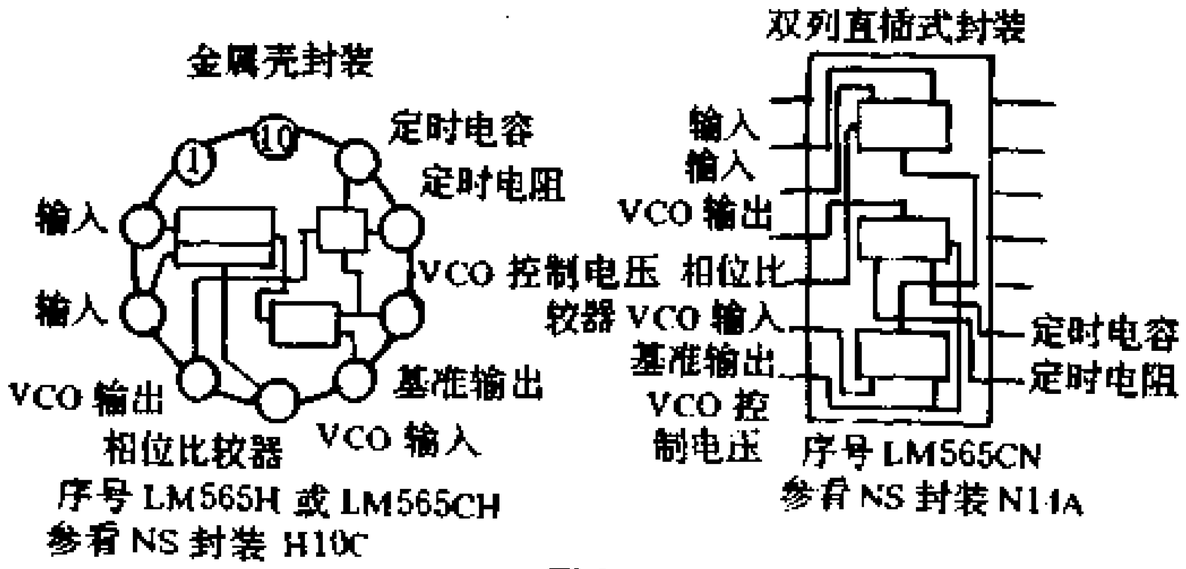


图 5—12

2. 性能参数表

极限值

参数	极限值
电源电压	±12V
功率耗散(注)	300mw
差动输入电压	±1V
工作温度范围 LM565H LM565CH、LM565CN	−55℃～+125℃ 0℃～+70℃
存储温度范围	−65℃～+150℃
引线温度(焊锡,10s)	300℃

电气特性(交流测试电路,$T_A=25℃$,$V_C=±6V$)

参数	条件	LM565			LM565C			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
电源电流			80	12.5		80	12.5	mA
输入阻抗(②、③脚)	$-4V<V_2,V_3<0V$	7	10			5		KΩ
VCO 最高工作频率	$C_0=2.7pF$	300	500		250	500		kHz
工作频率温度系数			−100	300		−200	500	ppm/℃
电源电压引起的频率漂移			0.01	0.1		0.05	0.2	%/V
三角波输出电压		2	2.4	3	2	2.4	3	Vp−p
三角波输出线性度			0.2	0.75		0.5	1	%

续表

参数	条件	LM565			LM565C			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
方波输出电平		4.7	5.1		4.7	5.4		Vp—p
输出阻抗(④脚)			5			5		kΩ
方波占空比		45	50	55	40	50	60	%
方波上升时间			20	100		20		ns
方波下降时间			50	200		50		ns
输出吸入电流(④脚)		0.6	1		0.6	1		mA
VCO 灵敏度	f_0=10kHz	6400	6600	6800	6000	6600	7200	Hz/V
解调输出电压(⑦脚)	±10%频率偏差	250	300	350	200	300	400	mVpp
总谐波失真	±10%频率率偏差		0.2	0.75		0.2	1.5	%
输出阻抗(⑦脚)			3.5			3.5		kΩ
DC 电平(⑦脚)		4.25	4.5	4.75	4.0	4.5	5.0	V
输出失调电压			30	100		50	200	mV
|V7−V6|的温度漂移			500			500		μV/℃
AM 抑制		30	40			40		dB
相位检测器灵敏 K_D		0.6	0.68	0.9	0.55	0.68	0.95	V/弧度

注：LM565 的最高结温为 150℃，LM565C 和 LM565CN 的最高结温为 100℃。对在较高温度下工作的情况 TO—5 封装的器件必须根据 150℃/W 的结温环境热阻或 45℃/W 的结温外壳热阻降低额定值使用。双列直插式封装的热阻为 100℃/W。

七、LM566/C 压控振荡器集成电路

1. 电路说明

LM566/LM566C 是用于产生方波和三角波的通用型电压控制振荡器。它们的频率是控制电压的线性函数，也是外接电阻和电容的函数。该集成电路的内部功能方框图如图 5—13 所示。

LM566 能够在−55℃到+125℃军用温度范围内工作，而 LM566C 的工作温度范围 0℃～+70℃。其特点如下：

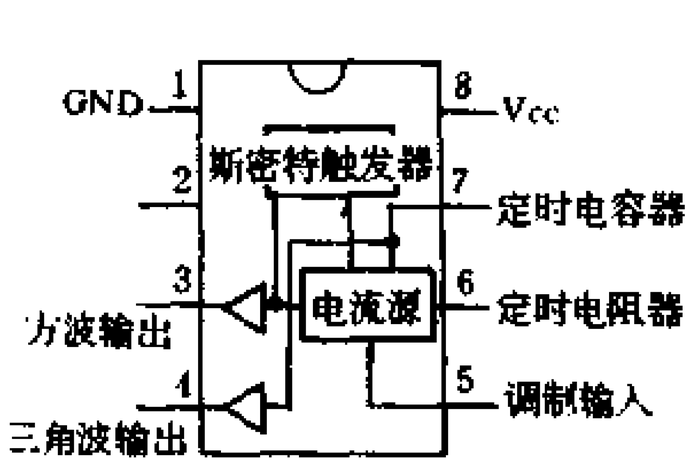


图 5—13

宽电源电压范围：10～24V；良好的线性调制特性；高温稳定性；优良的电源电压抑制；用固定电容器可有 10：1 的频率范围；通过电流、电压、电阻或电容器可对频率进行编程。

2. 性能参数表

极限参数

参数		极限值
电源电压		26V
功率耗散(注)		300mw
工作温度范围	LM566	−55℃～+125℃
	LM566C	0℃～+70℃
引线温度(焊锡,10s)		300℃

电气特性(V_{cc}=12V，T_A=25℃，交流测试电路)

参数	条件	LM566			LM566C			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
最高工作频率	R_0=2K C_0=2.7pF		1			1		MHz
⑤脚输入电压范围		¾Vcc		Vcc	¾Vcc		Vcc	
工作频率的平均温度系数			100			200		ppm/℃
电源电压抑制	10—20V		0.1	1		0.1	2	%/V
⑤脚的输入阻抗		0.5	1		0.5	1		MΩ
VCO 灵敏度	对⑤脚而言， 从 8V～10V， f_0=10kHz	6.4	6.6	6.8	6.0	6.6	7.2	kHz/V
FM 失真	±10%偏差		0.2	0.75		0.2	1.5	%
最大扫频额定值		0.800	1		0.500	1		MHz
扫频范围			10：1				10：1	
输出阻抗 ③脚			50			50		Ω
输出阻抗 ④脚			50			50		Ω
方波输出电平	R_{L1}=10K	5.0	5.4		5.0	5.4		Vp−p
三角波输出电平	R_{L2}=10K	2.0	2.4		2.0	2.4		Vp−p
方波占空比		45	50	55	40	50	60	%

续表

参数	条件	LM566			LM566C			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
方波上升时间			20			20		ns
方波下降时间			50			50		ns
三角波线性度	在½Vcc处+1V 段中		0.2	0.75		0.5	1	%

注：LM566 的最高结温为 150℃，LM566C 的最高结温为 100℃。对在较高温度下工作的情况，TO—5 封装的器件必须根据 150℃/W 的热阻降低额定值使用。双例直插式封装的热阻为 100℃/W。

3. 典型应用电路

LM566 可以用单电源工作，也可以用双电源工作。用双电源工作时（电路如图 5—14 所示），在③脚到地接 4.7kΩ 的电阻，则④脚的方波输出与 TTL 兼容（2mA 吸入电流）。

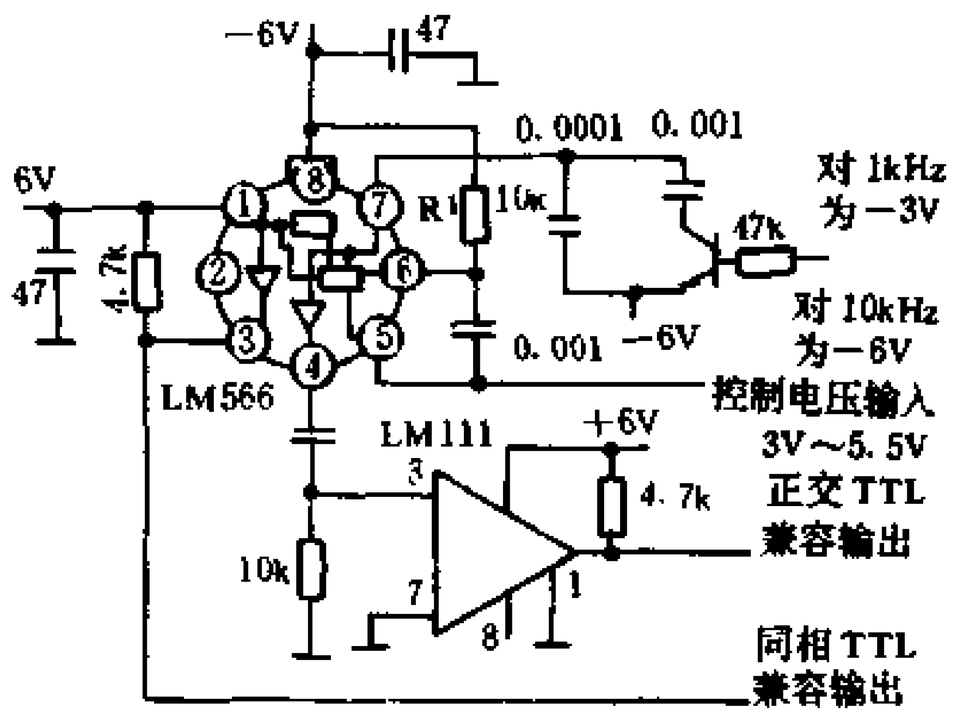


图 5—14

在⑤脚和⑥脚之间连接 0.001μF 的电容器可防止 VCO 开关时可能发生的寄生振荡。

$$f_0=\frac{2(V^+-V_s)}{R1C1V^+}$$

其中 2k＜R1＜20k 而 V_s 为⑤脚和①脚之间的电压。

八、LM567/C 音频译码器集成电路

1. 电路说明

LM567 和 LM567C 是通用型音频译码器（内部功能方框图及引脚图如图 5—15 所示），在通频带中有输入信号时它能提供一个饱和的晶体管开关接地。电路由一个 I 检测器和一个 Q 检测器所组成，它们是用决定解码器中心频率的电压控制振荡器来驱动的。外接元件

被用来独立地设置中心频率.频宽和输出延迟。其特点如下：

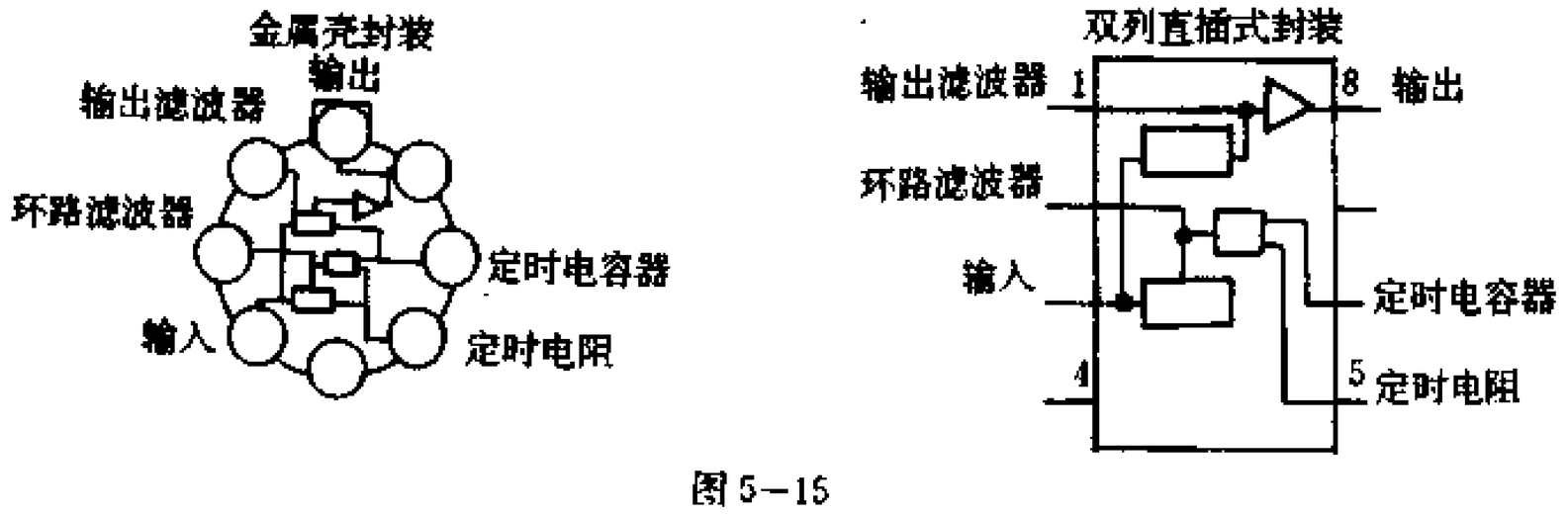


图 5—15

用外接电阻可有 20：1 的频率范围；逻辑兼容的输出有 100mA 电流吸入能力；频带宽度可从 0 调节到 14%；对频带外信号和噪声的高度抑制；有抗假信号能力；十分稳定的中心频率；中心频率可从 0.01Hz 调节到 500kHz。

2. 性能参数表

极限参数

参数	极限值
电源电压端	10V
功率耗散(注)	300mw
V_8	15V
V_5	−10V
V_3	V_8+0.5V
存贮温度范围	−65℃～+150℃

电气特性(交流测试电路，T_A=25℃，V_C=5V)

参数	条件	LM567			LM567C/LM567CN			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
电源电压范围		4.75	5.0	9.0	4.75	5.0	9.0	V
电源静态电流	R_L=20k		6	8		7	10	mA
电源动态电流	R_L=20k		11	13		12	15	mA
输入电阻		18	20	22	15	20	25	KΩ
最小可检测输入电压	I_L=100mA，f_i=f_o		20	25		20	25	mV_{rms}
最大无输出输入电压	I_C=100mA，f_i=f_o	10	15		10	15		mV_{rms}
最大同时带外信号和带内信号之比			6			6		dB

续表

参数	条件	LM567			LM567C/LM567CN			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
最小输入信号与宽带噪声之比	B_n=140kHz		−6			−6		dB
最大检测带宽		12	14	16	10	14	18	f_0 的%
最大检测带宽扭曲			1	2		2	3	f_0 的%
最大检测带宽随温度的变化			+0.1	0.25		±0.1	0.5	%/℃
最大检测带宽随电源电压的变化	4.75～6.75V		±1	±2		±1	±5	%/V
最高中心频率		100	500		100	500		kHz
中心频率稳定性	0<T_A<70 −55<T_A<+125		35±60 35±140			35±60 35±140		ppm/℃ ppm/℃
中心频率随电源电压的漂移	4.75～6.75V		0.5	1.0		0.4	2.0	%V
最快开关循环率			f_0/20			f_0/20		
输出漏电流	V8=15V		0.01	25		0.01	25	μA
输出饱和电压	ei=25mV I_s=30mA ei=25mV I_s=100mA		0.2 0.6	0.4 1.0		0.2 0.6	0.4 1.0	V
输出下降时间			30			30		ns
输出上升时间			150			150		ns

注：LM567 的最高结温为 150℃，LM567C 和 LM567CN 的最高结温为 100℃。对在较高温度下的情况，TO−5 封装的器件必须根据 150℃/W 的结温到环境热阻或 45℃/M 的结温到外壳热阻降低额定值使用。双列直插式封装的器件则必须根据 187℃/W 的结温到环境热阻降低额定值使用。

九、LM909 遥控接收机集成电路

1. 电路说明

LM909 是一个遥控接收器和用在高达 40MHz 频率的译码器。这电路包括射频放大器，自动增益控制(AGC)，检波器，用于音频译码的锁相环，电平检测和适合于直接驱动小马达的推挽输出级开关。电路可以通过调节外接锁相环和解调滤波元件实现最优化以适合各种不同的调制应用。这种器件特别适用于低成本类型的控制应用。其特点如下：

高射频灵敏度；锁相环音频解调器；AGC 范围大；浪涌输出能力为 1A，连续工作时为

0.6A；电源电压范围宽；内部稳压电源；触发器确定锁相环路上的基准；有四种功能——左/右，进/退；热断路过载保护。

2. 性能参数表

极限参数

参数	极限值
电源电压(⑰脚)	14V
射频输入电压(⑦脚)	1Vp—p
功率耗散(注 1)	2W
工作温度范围	0℃～+70℃
最高结温	150℃
存贮温度范围	−65℃～+150℃
引线温度(焊锡，10s)	300℃

电气特性(除非另有说明，$V_S=9V$，$T_A=25℃$)

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{17}电源电压范围		5	9	14	V
I_{17}电源电流	$I_{16}=0, I_{13}=0$(注 2)		45	60	mA
V_8 内部调整器电压		2.6	2.8	3.0	V
内部电压调整率	$V_{17}=5V～14V$		9		mV/V

接收器和 AGC 电路

V7⑦脚的 RF 输入灵敏度	f=27MHz，100%调制，1kHz(注 3)		15		μV_{rms}
R7⑦脚的输入电阻	f=27MHz		1.2		KΩ
C7⑦脚的输入电容			10		pF
V6⑧脚的输入灵敏度	同⑦脚		120		μV_{rms}
R6⑧脚的输入电阻			2.2		KΩ
C6⑧脚的输入电阻			7		pF
△V7AGC 范围	对 10dB 输出变化 f=27MHz，100%调制，1kHz		50		dB
V12 解调输出	100%调制，1kHz 200μV_{rms}RF		100		mVp—p

电压控制振荡器

f_3 固有频率	③脚=10nF,R③脚=33k		11		kHz
调谐范围	f_o=11kHz,C③脚=10nF R③脚=22kΩ～44kΩ		±2		kHz
随电源电压变化的频率漂移	f_o=11kHz V17=5V～14V		0.1		%/V
控制灵敏度	f_o=11kHz		1.7		kHz/V
随温度变化的频率漂移	温度范围 0℃～70℃		4		Hz/℃

锁相环

△f12 捕捉范围	V12=100mVp－p,f_o=5.5kHz (VCO=11kHz)		±800		Hz
△f12 同步范围	V12=100mVp－p,f_o=5.5kHz (VCO=11kHz)		±1000		Hz
②脚(环路滤波器)上的恢复信号	⑫脚=5.5kHz, 100mVp－p±600Hz 偏差		1.2		Vp－p
V2②脚上的直流电平		2.5	2.75	3.0	V

译码器

V2②脚的阈值对①脚流出的电流而言			2.45		V
V2②脚的阈值对⑱脚流出的电流而言			3.05		V
I1,⑱①脚和⑲脚的充电电流			600		μA
R1,⑱①脚和⑲脚的内部放电电阻			6.5		kΩ

输出级

V1 V16 为低电平时的阈值电压	V18<0.35V		0.35		V
V18 V16 为高电平时的阈值电压	V1<0.35V		0.35		V
V1,18 V13 为低电平时的阈值电压			1.5		V
V1,18 V13 为高电平时的阈值电压			2.75		V
R13,16 输出电阻(V13,V16 为高电平)	I13,16=－500mA(流出)		2		Ω
R13,16 输出电阻(V13,V16 为高电平)	I13,16=500mA(吸入)		1		Ω

注 1:环境温度超过 25℃时,请根据 Tj(max)=150℃和 85℃/W 的结温到环境热阻降低额定值使用。

注 2:电源电压在 5～14V 范围内实际上是常数(无信号的情况)。

注 3:对②脚 50mVp－p 的恢复音频信号和在 50Ω 上终止的 RF 信号而言。

3. 典型应用电路(如图 5—16 所示)

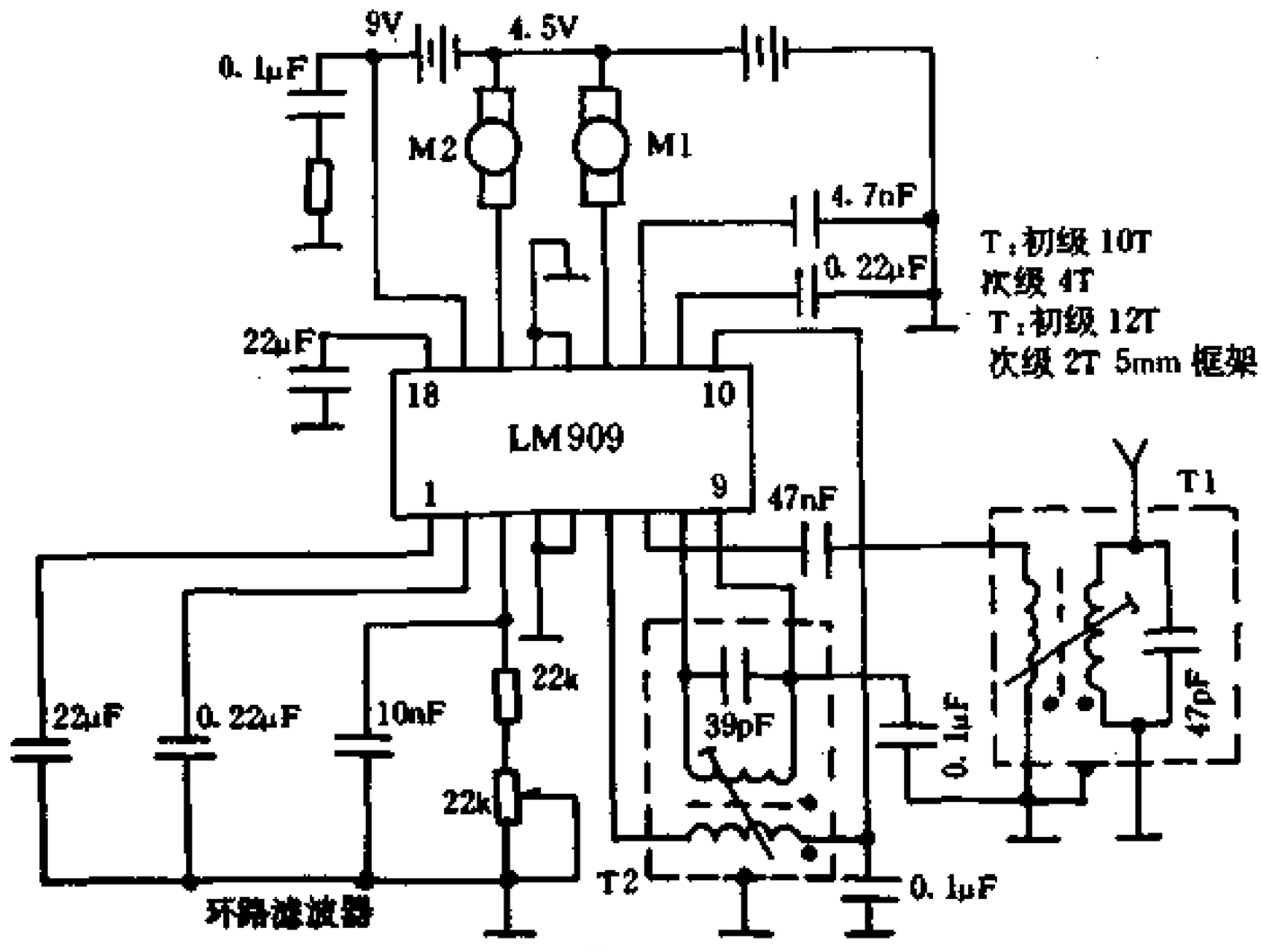


图 5—16

十、KA2303 无线电控制接收机集成电路

1. 电路说明

单片集成电路 KA2303(封装为 9SIP，内部功能方框图如图 5—17 所示)具有 3 种功能(前进、停止、后退)，可作为玩具汽车和其它设备的无线电控制之用。其特点如下：

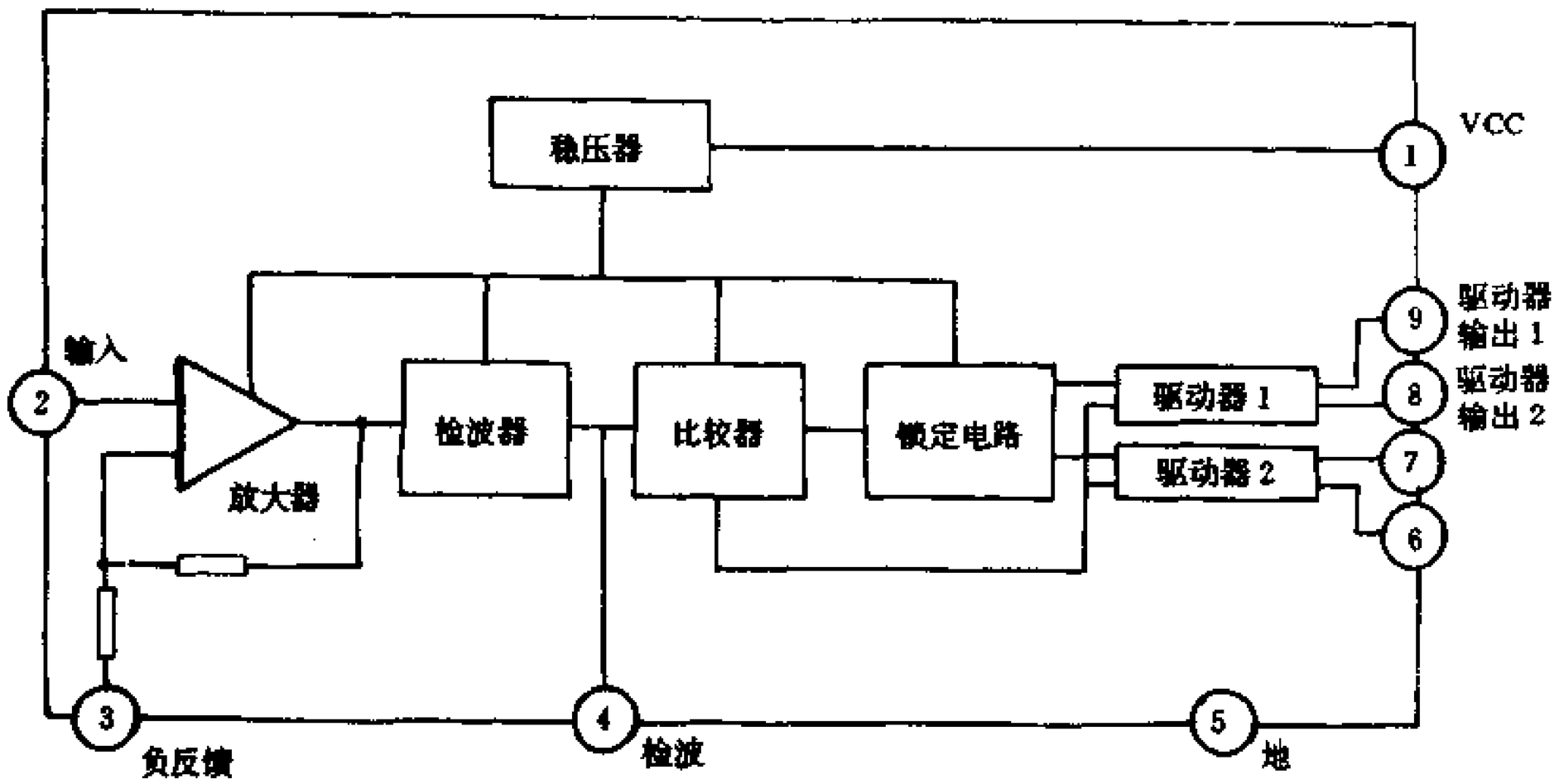


图 5—17

内部包含放大器、检波器、比较器、锁定电路、稳压器和调节器；工作电压范围宽(2.5～10V)；静态电流很小(静止状态 $I_{cc}=5mA$)；在两个方向能驱动小的直流电动机；所需外部

元件较少。

2. 性能参数表

极限参数(T_a=25℃)

参数名称	符号	数值	单位
电源电压	V_{cc}	11	V
输出电流(连续)	I_O(cont)	0.7	A
输出电流(冲击)	I_O(surge)	1.2	A
耗散功率	P_d	500	mW
工作温度	T_{opt}	-20~+70	℃
储存温度	T	-40~+125	℃

主要参数(T_a=25℃,V_{CC}=3.0V)

参数名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位
电路电流	I_{CC1}	5	40	60	mA
输入阻抗	R_I		10		kΩ
输出饱和电压	V_{SAT}		0.25	0.45	V
输出端散热器电流	I_{SINK}		10		mA
灵敏度	V_I(sen)	3.5	6	9	mA
比较器滞后	HY	4	8	14	dB

3. 典型应用电路(如图 5—18,图 5—19 所示)

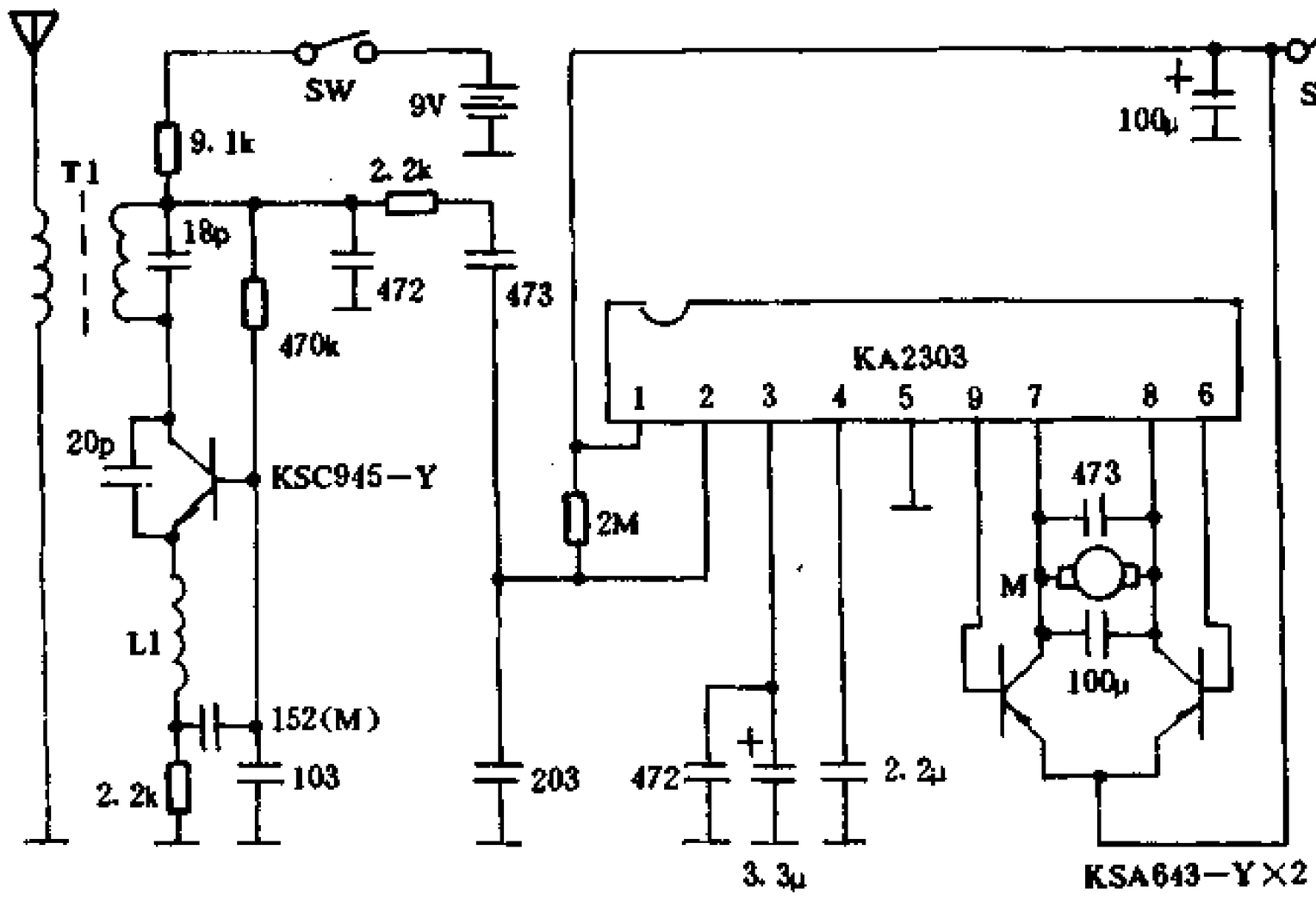


图 5—18 (低电压)

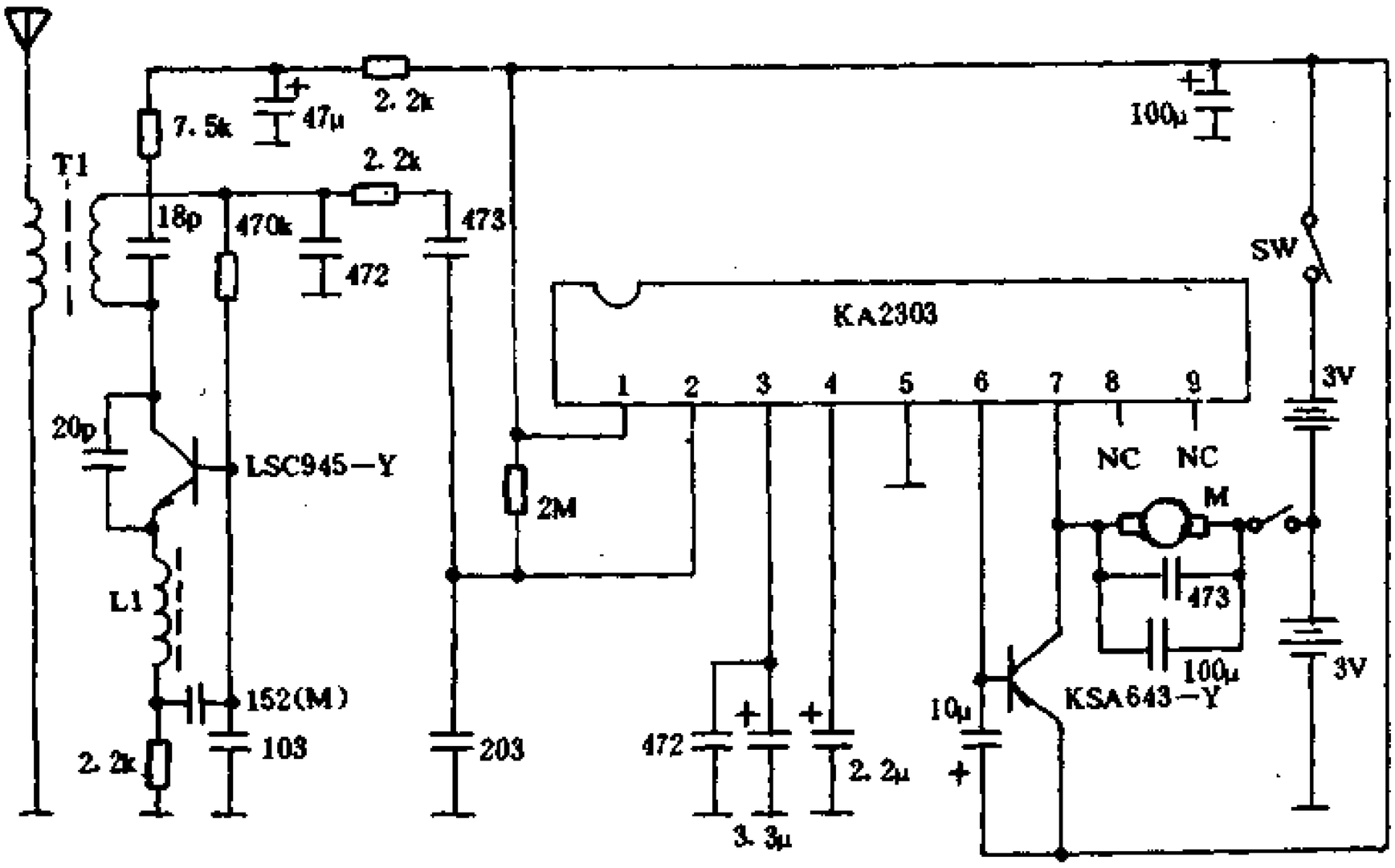


图 5—19　（高电压）

十一、KA2304 无线电控制接收机集成电路

1. 电路说明

单片集成电路 KA2304(封装为 9SIP，内部功能方框图如图 5—20 所示)用作遥控两功能调节器(向前、后退)。它用于无线电控制的玩具汽车和其它设备。其特点如下：

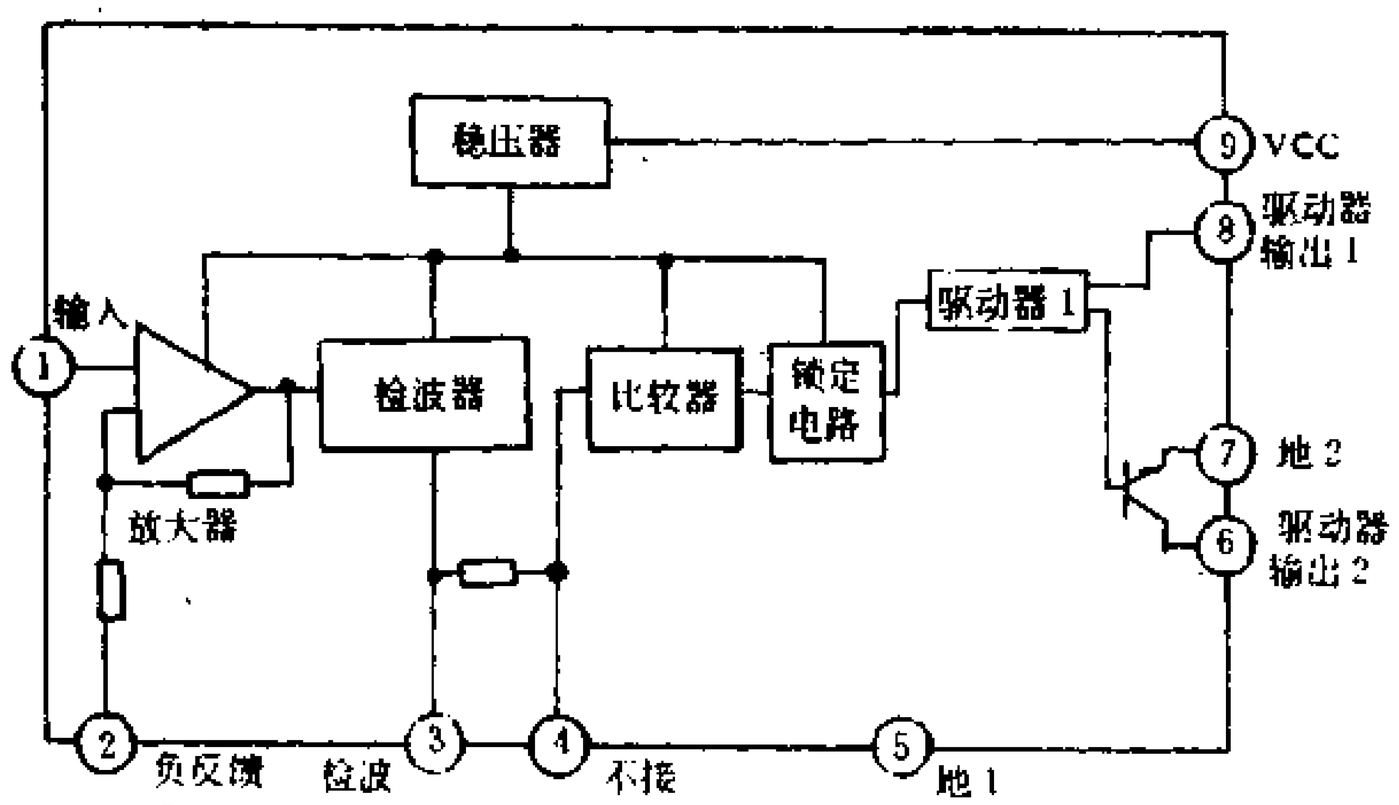


图 5—20

内部包含放大器、检波器、比较器、锁定电路、稳压器和调节器；工作电源电压范围宽(V_{cc}=2.5～10V)；所需外接元件数少。

2. 性能参数表

极限参数(T_a=25℃)

参数名称	符号	数值	单位
电源电压	V_{CC}	11	V
耗散功率	P_d	500	mW
工作温度	T_{opr}	−20～+70	℃
储存温度	T_{stg}	−40～+150	℃

主要参数(T_a=25℃,V_{CC}=5V)

参数名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压	V_{CC}	2.5	5	10	V
电路电流	I_{CC}	10	20	40	mA
输入阻抗	Z_i		10		kΩ
输出散热器电流	I_{SINK}	6	15	20	mA
输出饱和电压	V_{SAT}		0.25	0.45	V
灵敏度	V_i(sen)	2	4	6	mV
比较器滞后	HY	5	8	11	dB

3. 典型应用电路(如图 5−21 所示)

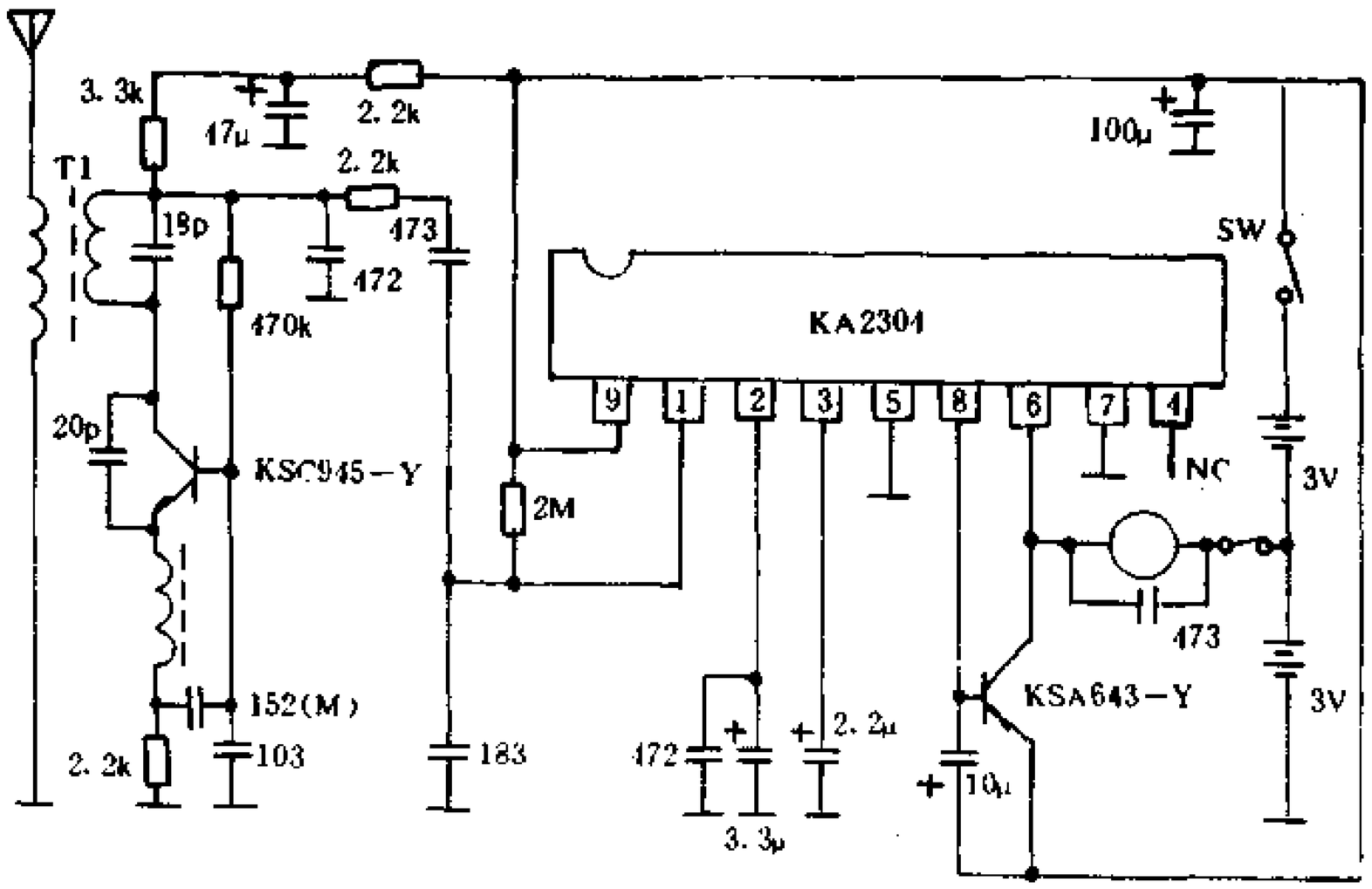


图 5−21

十二、KA2305A 无线电控制接收机集成电路

1. 电路说明

KA2305A(封装为 12SIP—SH，内部功能方框图如图 5—22 所示)是单片集成电路，具

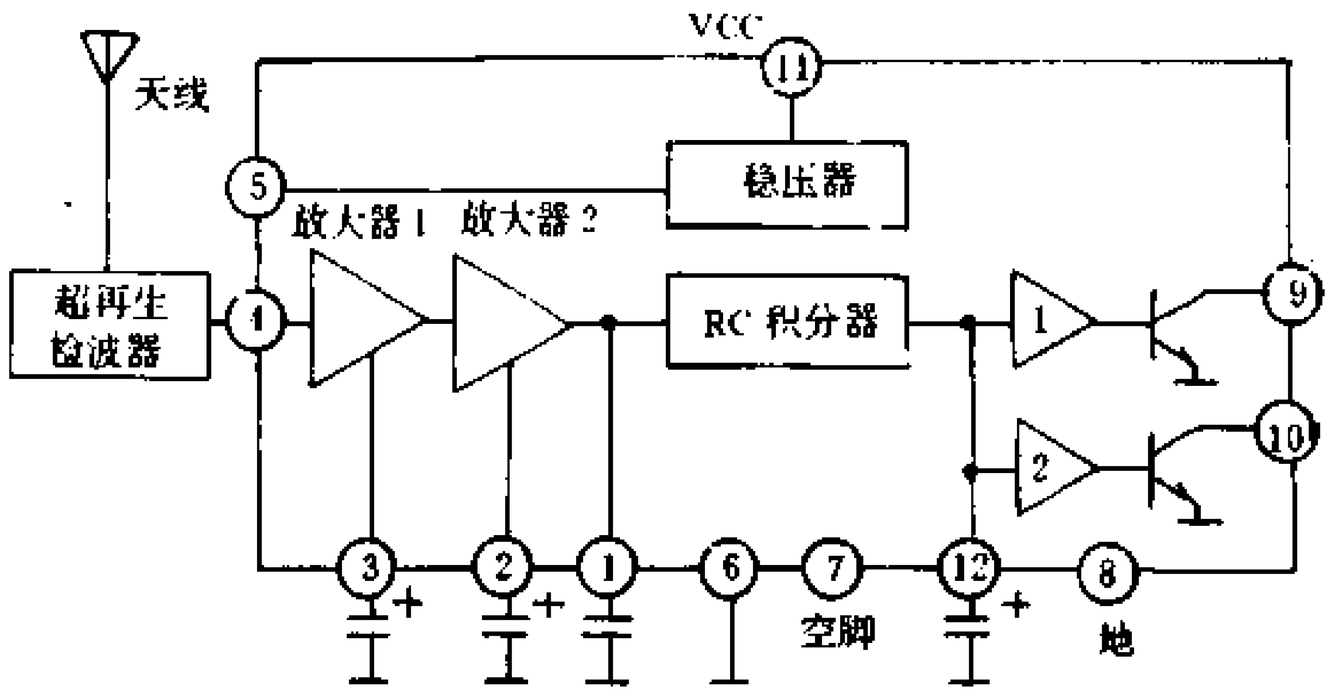


图 5—22

有 3 种功能，其作用是接收无线电控制的玩具汽车和其它设备发出的信号。其特点如下：

内部包含超再生电路的稳压器；具有 3 个简单功能(前进、后退、停止)；工作电源电压范围宽(V_{cc}=3～18V)；静态电流小(典型值 I_{cc}=10.5mA)；电源电压低(V_{cc}=3V)；所需外部元件数较少。

2. 性能参数表

极限参数(T_a=25℃)

参数名称	符号	数值	单位
电源电压	V_{CC}	20	V
驱动电压	V_4	20	V
驱动电流	I_4	40	mA
稳压器输出电流	I_{reg}	15	mA
耗散功率	P_d	625	mW
工作温度	T_{opr}	−20～+70	℃
储存温度	T_{stg}	−40～+125	℃

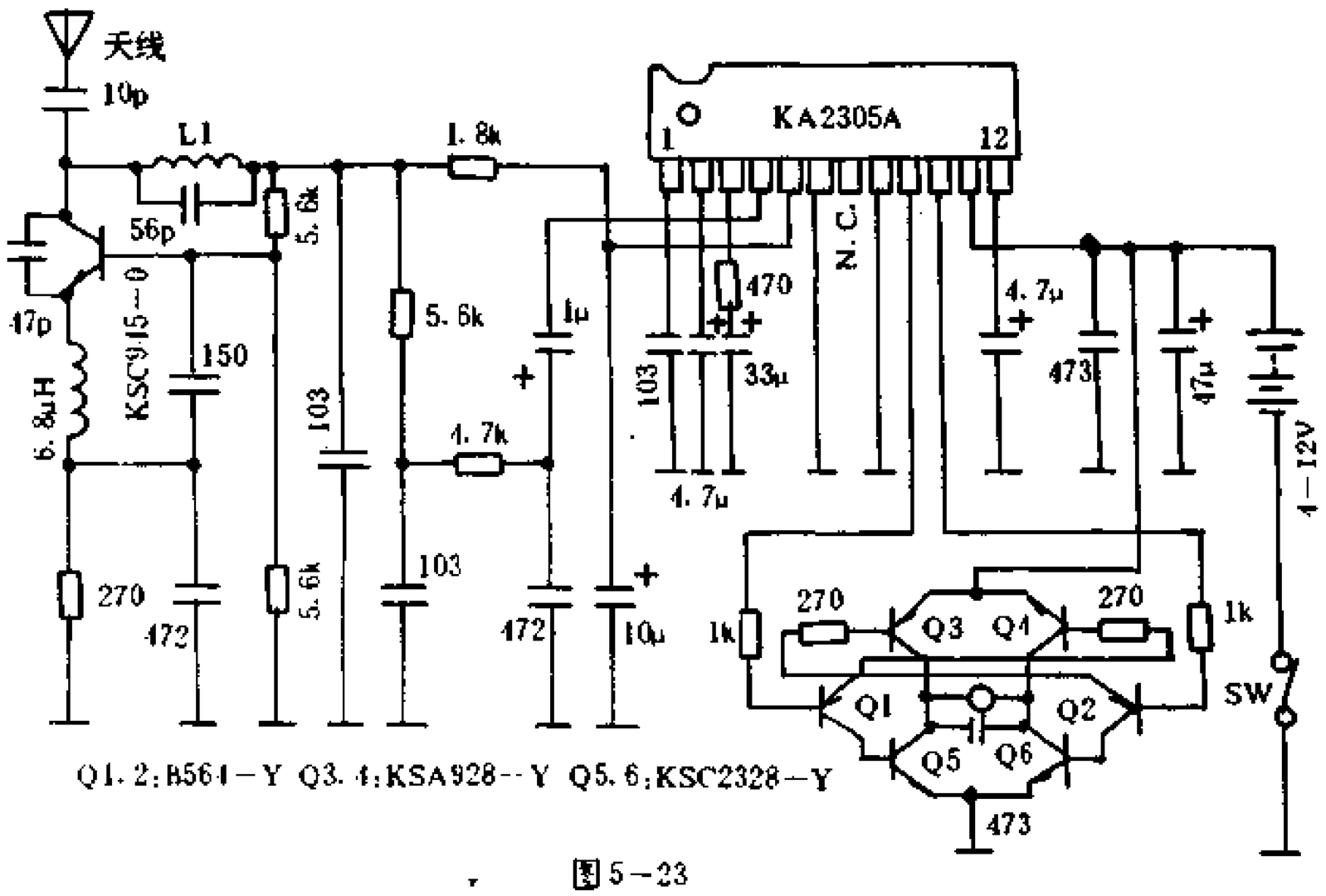
主要参数(T_a=25℃，V_{cc}=6V)

参数名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位
电路电流	I_{CC}		10.5	13.5	mA
饱和电压	$V_9(sat)$ $V_{10}(sat)$		0.9	1.2	V
稳压输出电压	V_{reg}	2.3	2.5	2.7	V
工作电压下限值	V_{CCL}			3	V
工作电压上限值	V_{CCH}	20			V
灵敏度(Vi=方波)	$V_9(scn)$ $V_{10}(scn)$		2	4	mV_{p-p}
电压增益	A_v	55	58	61	dB

引脚功能

管脚编号	符号	功能
1	OUT2	第2级放大器输出
2	BY2	第2级放大器旁路
3	BY1	第1级放大器旁路
4	INPUT	信号输入
5	V_{reg}	稳压器输出(V_{reg}=2.5V)
6	GND	地
7	N.C	空脚
8	GND	地
9	OUT PUT1	前进输出(25%占空比)
10	OUT PUT2	后退输出(75%占空比)
11	V_{cc}	电源电压(3～18V)
12	RC－INT	RC积分器输出

3. 典型应用电路(如图5－23所示)



Q1.2:B564－Y Q3.4:KSA928－Y Q5.6:KSC2328－Y

图5－23

十三、KA2306A 无线电控制接收机集成电路

1. 电路说明

KA2306A(封装为14DIP,内部功能方框图如图5－24所示)是单片集成电路,具有接

收无线电控制的玩具汽车和其它设备的 3 种功能。其特点如下：

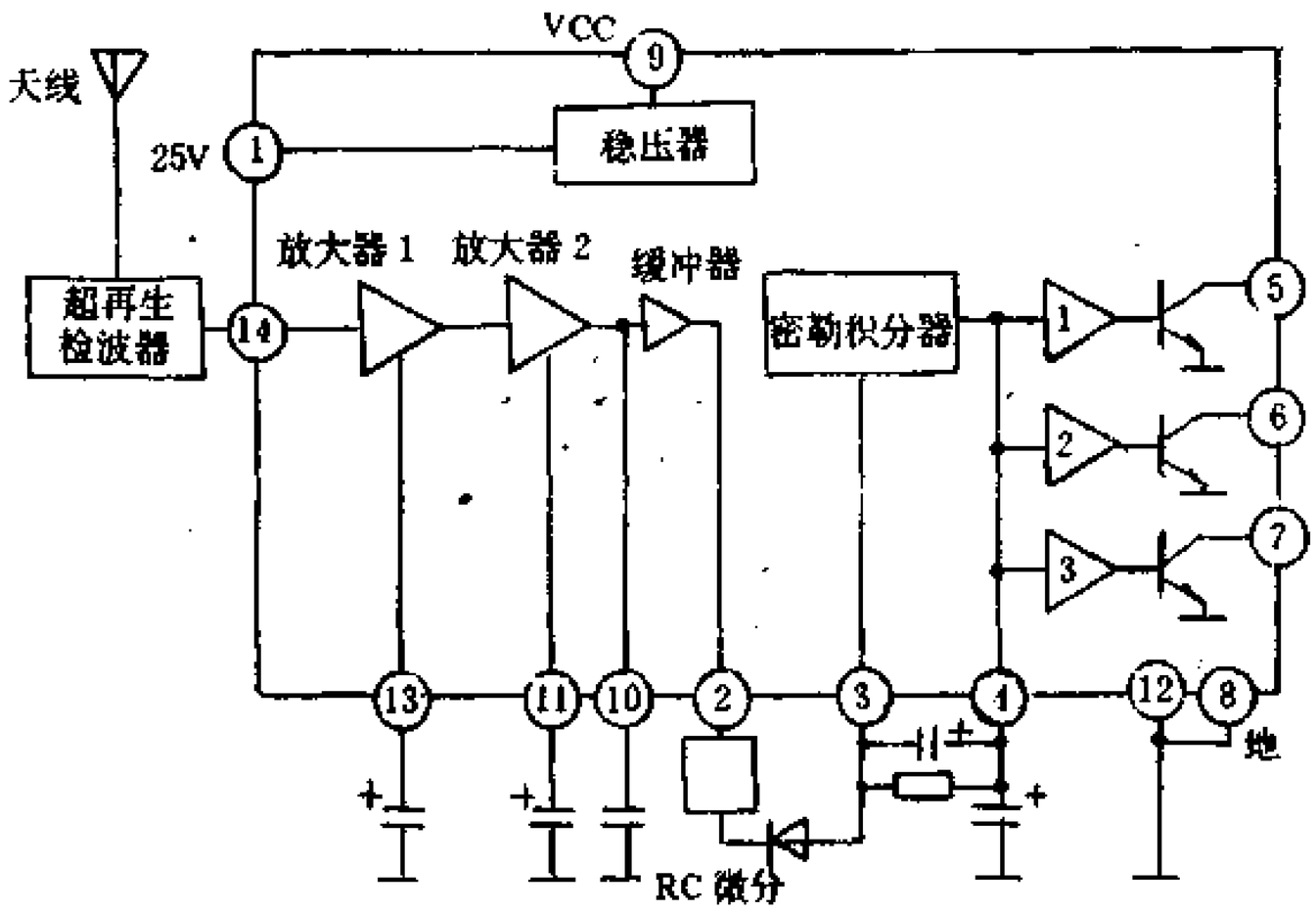


图 5—24

内有为超再生电路服务的稳压器；具有 3 种简单功能(前进、后退、停止)；工作电源电压范围宽(V_{cc}=3～18V)；静态电流低(典型值 I_{cc}=10.5mA)；工作电源电压低(V_{cc}=3V)；所需外部元件较少；内部具有涡轮电路。

2. 性能参数表

极限参数(T_a=25℃)

参数名称	符号	数值	单位
电源电压	V_{cc}	20	V
驱动电压	V_d	20	V
驱动电流	I_d	40	mA
稳压器输出电流	I_{reg}	15	mA
耗散功率	P_d	625	mW
工作温度	T_{opr}	−20～+75	℃
储存温度	T_{stg}	−40～+125	℃

主要参数(T_a=25℃，V_{cc}=6V)

参数名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位
电路电流	I_{cc}		10.5	13.5	mA
饱和电压	$V_6(sat)$ $V_6(sat)$ $V_7(sat)$		0.9	1.2	V
稳压器输出电压	V_{reg}	2.3	2.5	2.7	V
工作电压下限值	V_{CCL}			3	V

续表

参数名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压上限值	V_{CCH} $V_6(sen)$	20			V
灵敏度(V_i=方波)	$V_6(sen)$ $V_7(sen)$		2	4	mV_{p-p}
电压增益	A_v	55	58	61	dB

引脚功能

管脚编号	符号	功能
1	V_{reg}	稳压器输出(V_{reg}=2.5V)
2	BU	缓冲级输出
3	INT—1	密勒积分器输入
4	INT—0	密勒积分器输出
5	OUT PUT1	后退输出
6	OUT PUT2	涡轮电路输出
7	OUT PUT3	前进输出
8	GND	地
9	V_{CC}	电源
10	AMP—0	第2级放大器输出
11	BY—2	第2级放大器旁路
12	GND	地
13	BY—1	第1级放大器旁路
14	IN PUT	信号输入

3. 典型应用电路(如图5—25所示)

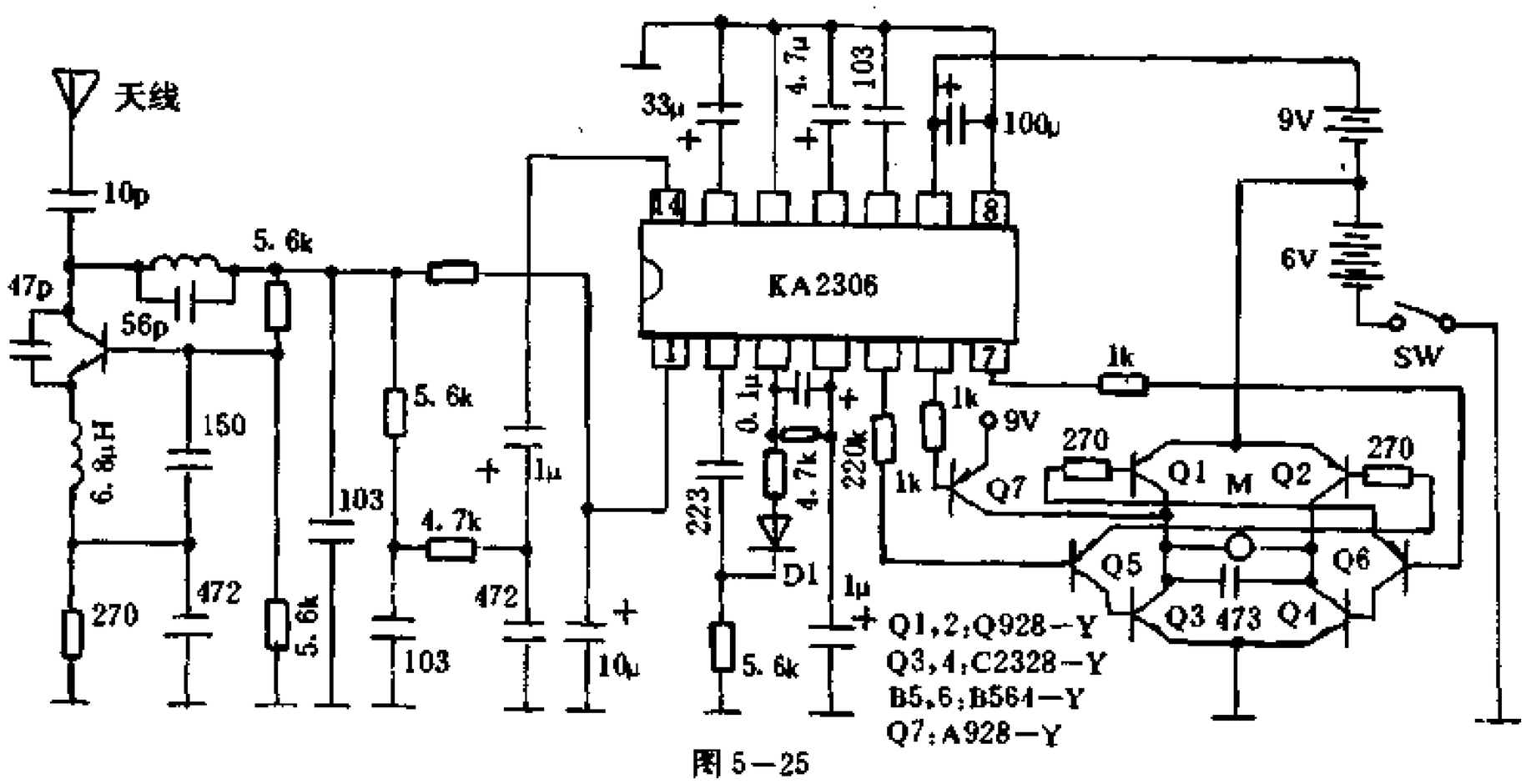


图5—25

十四、KA2309 无线电控制接收机集成电路

1. 电路说明

KA2309(封装为 16DIP,内部功能方框图如图 5—26 所示))是单片集成电路,它可接受无线电信号来控制玩具汽车和其它设备,以达到设计的 7 种功能。

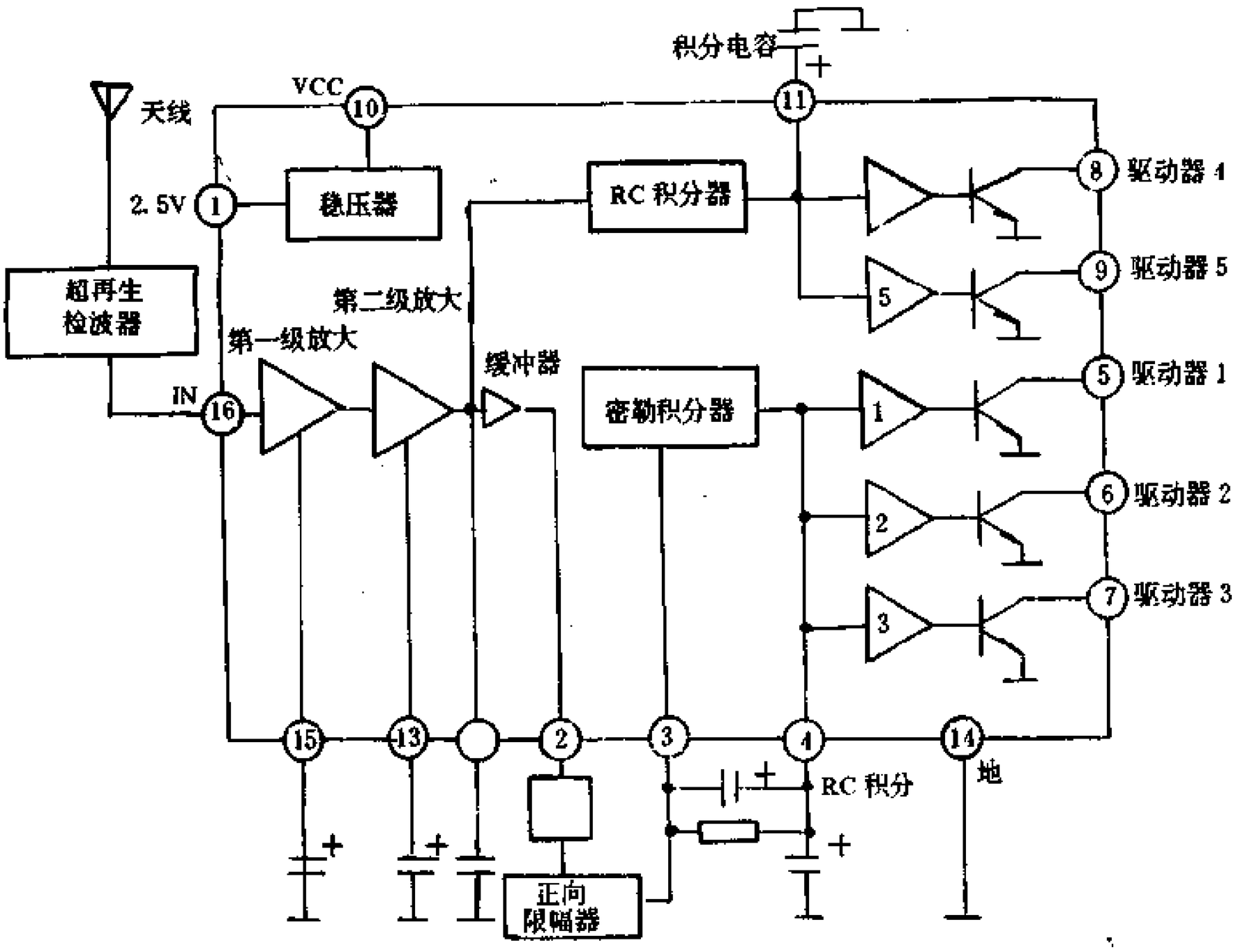


图 5—26

为了获得适宜的无线电玩具控制系统,接收集成电路 KA2309 应与发射集成电路 KA2310 联合使用。其特点如下:

内有包含稳压器、放大器、RC 积分器、密勒积分电路;工作电源电压范围宽(V_{cc}=3～18V);电路静态电流低(典型值 I_{cc}=10.5mA);工作电源电压低(V_{cc}=3V);所需外部元件较少(包含涡轮电路)。

2. 性能参数表

极限参数(T_a=25℃)

参数名称	符号	数值	单位
电源电压	V_{cc}	20	V
驱动电压	V_o	20	V

续表

参数名称	符号	数值	单位
驱动电流	I_d	40	mA
稳压器输出电流	I_{reg}	15	mA
耗散功率	P_d	625	mW
工作温度	T_{opr}	−20～+75	℃
储存温度	T_{stg}	−40～+125	℃

主要参数(T_a=25℃,V_{CC}=6V)

参数名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位
电路电流	I_{CC}		10.5	13.5	mA
饱和电压 (V_i=10mV_{p-p}、I_s=30mA)	$V_5(sat)$ $V_6(sat)$ $V_7(sat)$ $V_8(sat)$ $V_9(sat)$		0.9	1.2	V
稳压器输出电压	V_{reg}	2.3	2.5	2.7	V
工作电压下限值	V_{CCL}			3	V
工作电压上限值	V_{CCH}	20			V
灵敏度(V_i=方波)	$V_5(sen)$ $V_6(sen)$ $V_7(sen)$		2	4	mV_{p-p}
电压增益	A_v	55	58	61	dB

引脚功能

管脚编号	符号	功能
1	V_{reg}	稳压器输出(V_{reg}=2.5V)
2	BU	缓冲器输出
3	INT−1	密勒积分器输入
4	INT−0	密勒积分器输出

续表

管脚编号	符号	功能
5	D1	后退输出(I_{sink}=30mA)
6	D2	涡轮输出(I_{sink}=30mA)
7	D3	前进输出(I_{sink}=30mA)
8	D4	左转输出,占空比 25%(I_{sink}=30mA)
9	D5	右转输出,占空比 25%(I_{sink}=30mA)
10	V_{CC}	电源
11	INT－0	积分器输出
12	UOT2	第 2 级放大器输出
13	BY2	第 2 级放大器旁路
14	地	地
15	BY1	第 1 级放大器旁路
16	IN	超再生信号输入

3. **典型应用电路**(如图 5－27 所示)

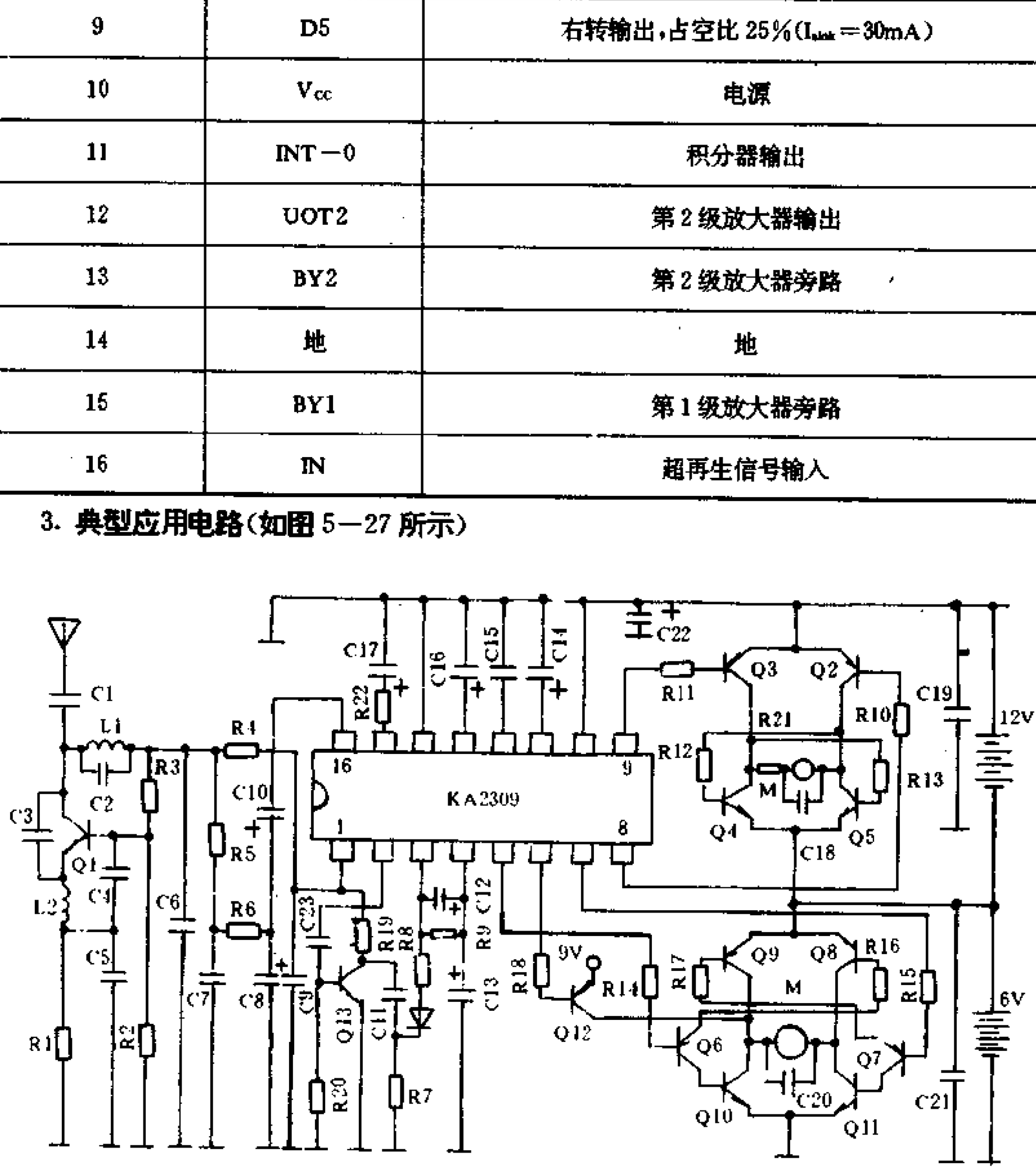


图 5－27

十五、KA2311 无线电控制接收机集成电路

1. 电路说明

单片集成电路KA2311(封装为16DIP,内部功能方框图如图5—28所示)具有玩具汽车和其它设备无线电控制的全部功能。

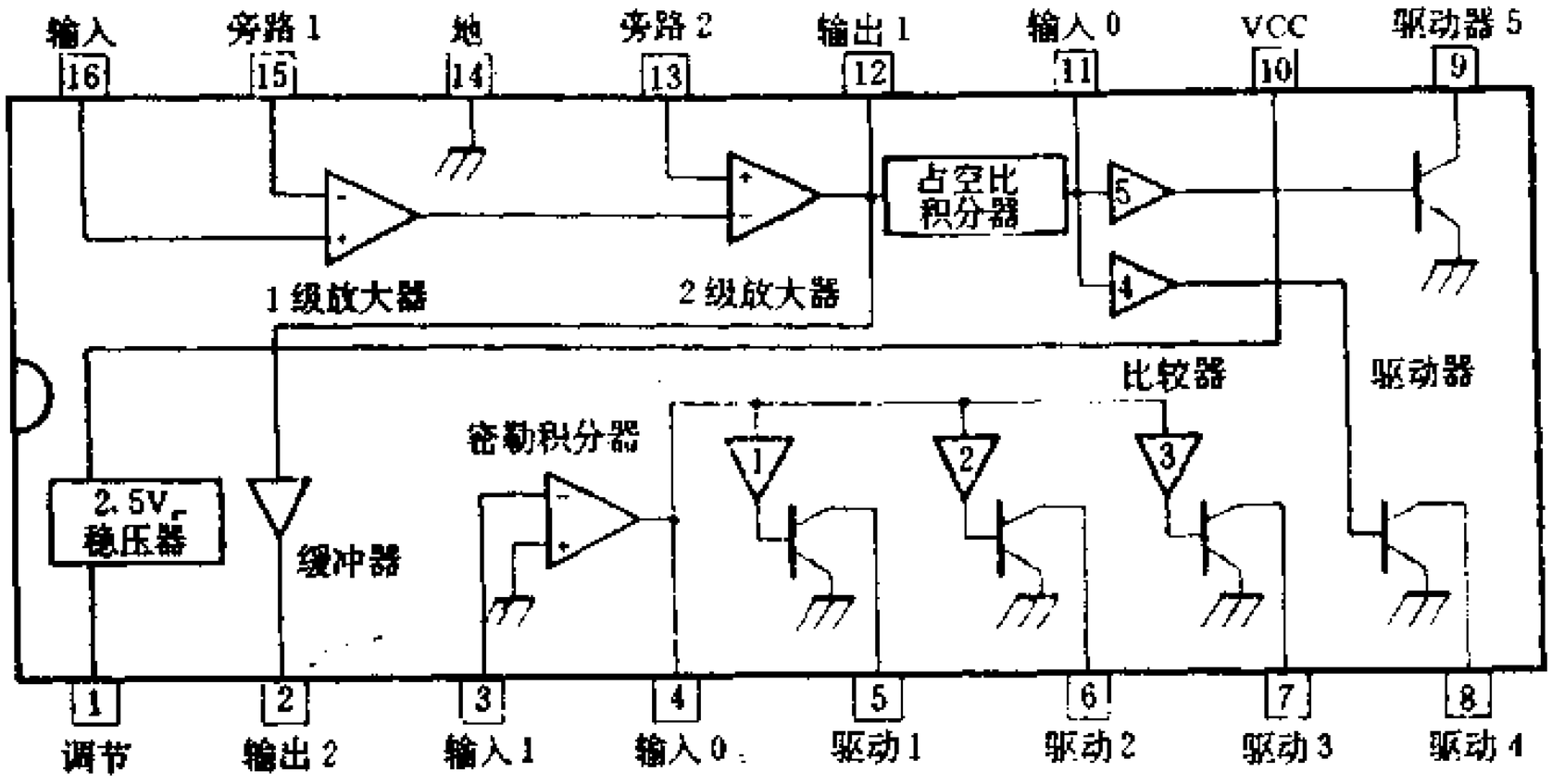


图5—28

为了获得适宜的无线电玩具控制系统,接收集成电路KA2311应与发射集成电路KA2312联合使用。其特点如下:

在玩具的停止状态能左转或右转;内部包含稳压器、放大器、占空比积分器、密勒积分器;工作电源电压范围宽(V_{cc}=3～18V);电源电压低(V_{cc}=3V);所需外部元件较少(包含涡轮电路)。

2. 性能参数表

主要参数(T_a=25℃,V_{cc}=6V)

参数名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位
电路电流	I_{cc}		15	20	mA
漏电流	I_{LK}		0	100	μA
饱和电压 (V_i=10mV_{p-p}、 $V_{(sat)}$=1.2V)	$I_5(sat)$ $I_6(sat)$ $I_7(sat)$ $I_8(sat)$ $I_9(sat)$	100	150		mA
稳压输出电压	V_{reg}	2.3	2.5	2.7	V

续表

参数名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压下限值	V_{CCL}				V
工作电压上限值	V_{CCH}	20			V
灵敏度(V_i=方波)	$V_5(sen)$ $V_6(sen)$ $V_7(sen)$		2	4	mV_{p-p}
电压增益	A_v	60	65	70	dB

极限参数(T_a=25℃)

参数名称	符号	数值	单位
电源电压	V_{CC}	20	V
驱动电压	V_d	20	V
驱动电流	I_d	150	mA
稳压器输出电流	I_{reg}	20	mA
耗散功率	P_d	625	mW
工作温度	T_{opr}	−20～+75	℃
储存温度	T_{stg}	−40～+125	℃

引脚功能

管脚编号	符号	功能
1	V_{reg}	稳压器输出(V_{reg}=2.5V)
2	BU	缓冲级输出
3	INT−1	密勒积分器输入
4	INT−0	密勒积分器输出
5	D1	后退输出(I_{sink}=30mA)
6	D2	涡轮输出(I_{sink}=30mA)
7	D3	前进输出(I_{sink}=30mA)
8	D4	左转输出,占空比 25%(I_{sink}=30mA)
9	D5	右转输出,占空比 75%(I_{sink}=30mA)

续表

管脚编号	符号	功能
10	V_{cc}	电源
11	INT—0	积分器输出
12	OUT2	第 2 级放大器输出
13	BY2	第 2 级放大器旁路
14	地	地
15	BY1	第 1 级放大器旁路
16	IN	超再生信号输入

3. 典型应用电路(如图 5—29 所示)

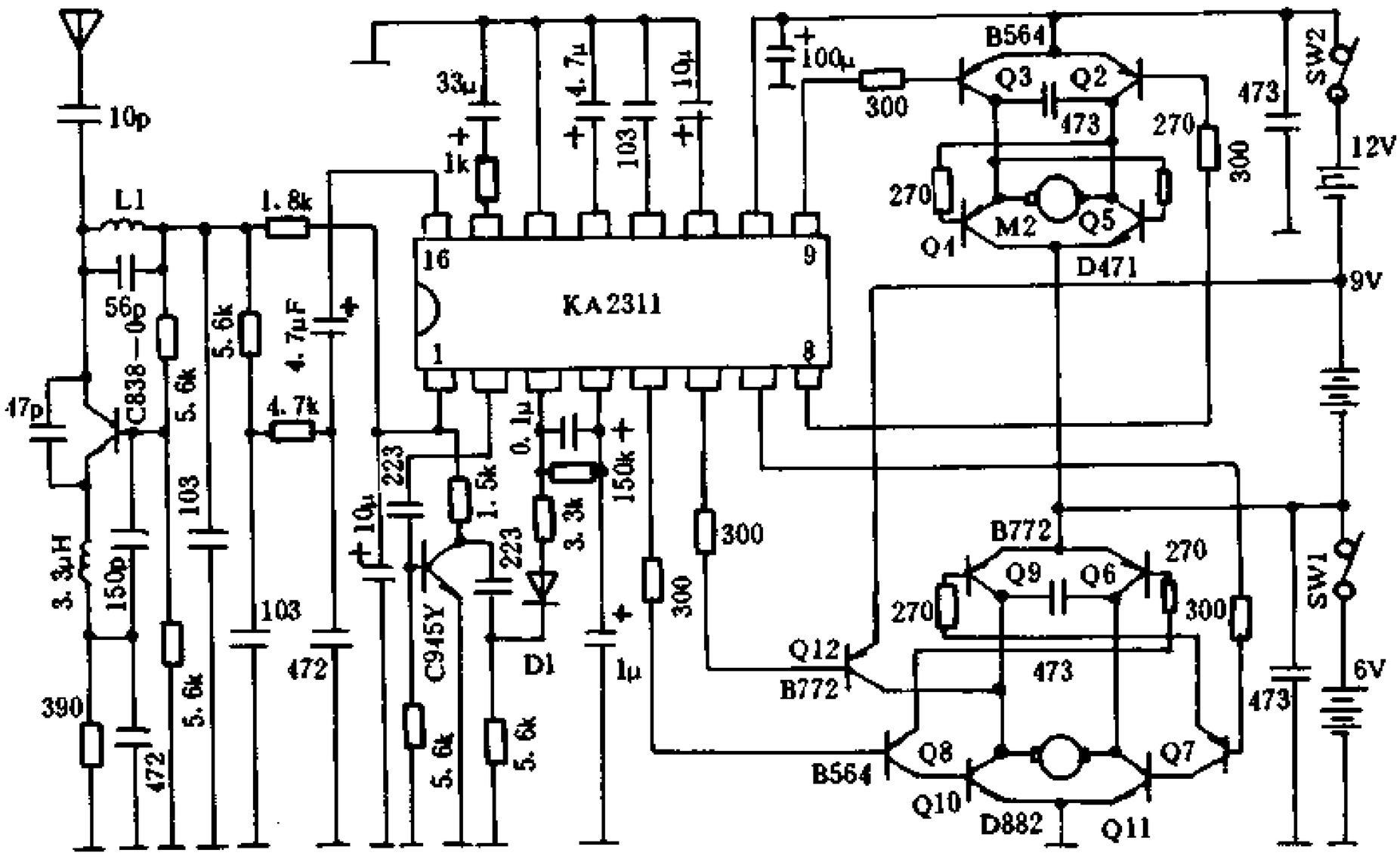


图 5—29

十六、MC145447 传呼识别集成电路

Motorola 公司新近推出一种新型的电话传呼识别芯片 MC145447。采用自由采样，而且十分方便 。该成套电路实现完全的电话—计算机串行接口。

如图 5—30 所示为多种实用电路之一，该电路需连续供电。

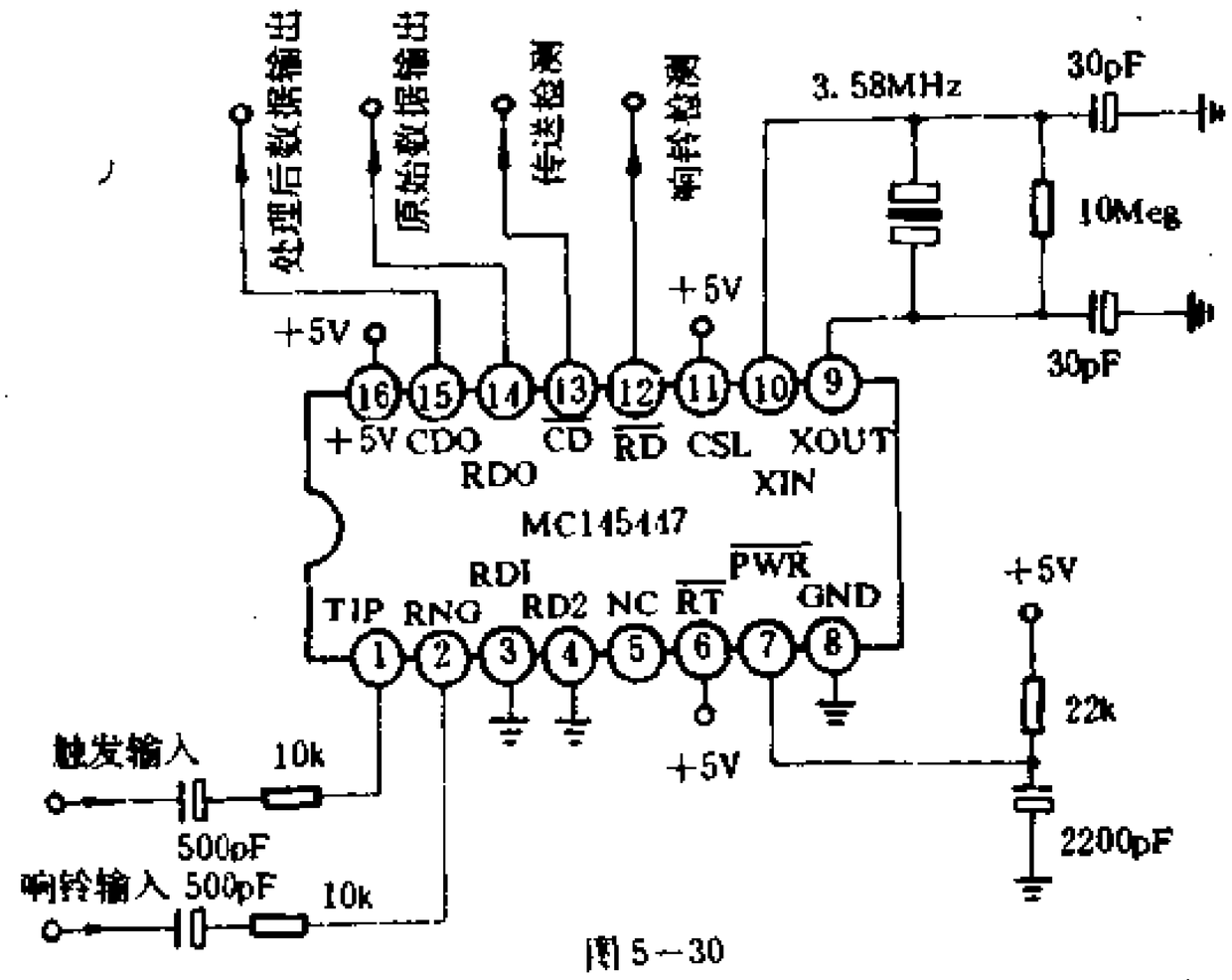


图 5－30

与早期芯片相比，MC145447 包括内部响铃检测，很明显，它的使用无需昂贵的耦合变压器。可选择地取掉识别头，仅提供“真正”信息比特。输出的原始数据（全部传呼识别字节串）与处理后的数据（只是有用字节）信息串。

注意两个 500pF 的输入电容一定要严格匹配，耐压至少 1500V。位于电路之前应当有一变阻器和普通的 Part－68 接口。输出电平与 TTL 或 CMOS 相一致，但又不得不转换以适应将信息送至 RS－232 串行线或数据线。采用的晶体频率为标准的基准彩色副载波频率。

很自然，在该芯片或相应组件推出之前，电话公司已为你提供了传呼识别服务。假如还没有，很容易在就近的计算机上写出合适的机器语言仿真软件。

在对该芯片有更好的机会进行完全测试后，我们会看到更多有关该芯片的应用以及合适的仿真软件。首先是从计算机 RS－232 接口线上“偷用”足够的电源，省去对单独电源的需要。MC145447 的输入低功耗特点大大地简化了这项工作。剩余的便是仔细地调整了。

十七、UAA2080T 无线传呼机用集成电路

1. 电路说明

UAA2080T 是高性能、低功耗射频接收电路，适用于宽带数字寻呼系统中用的 VHF 和 UHF 频段（25～512MHz）寻呼机。它采用直接调频不归零（NRZ）移频键控（FSK）技术，其接收机的设计基于“直接转换”的原理，在信号频率上，输入信号被本振信号直接混频到基带频率。它具有两个信号通道，其信号的相位差为 90°。此电路外围元器件很少，电路内部结构的方框图如图 5－31 所示。此电路与菲利蒲 PCF5001T 相配合，可组成发出警报的寻呼机，再与微处理器相配合，可以设计成具有显示功能的寻呼机。其特性如下：

此电路的频率范围宽，最高可工作于 512MHz。它的灵敏度高、动态范围大；片上具有可

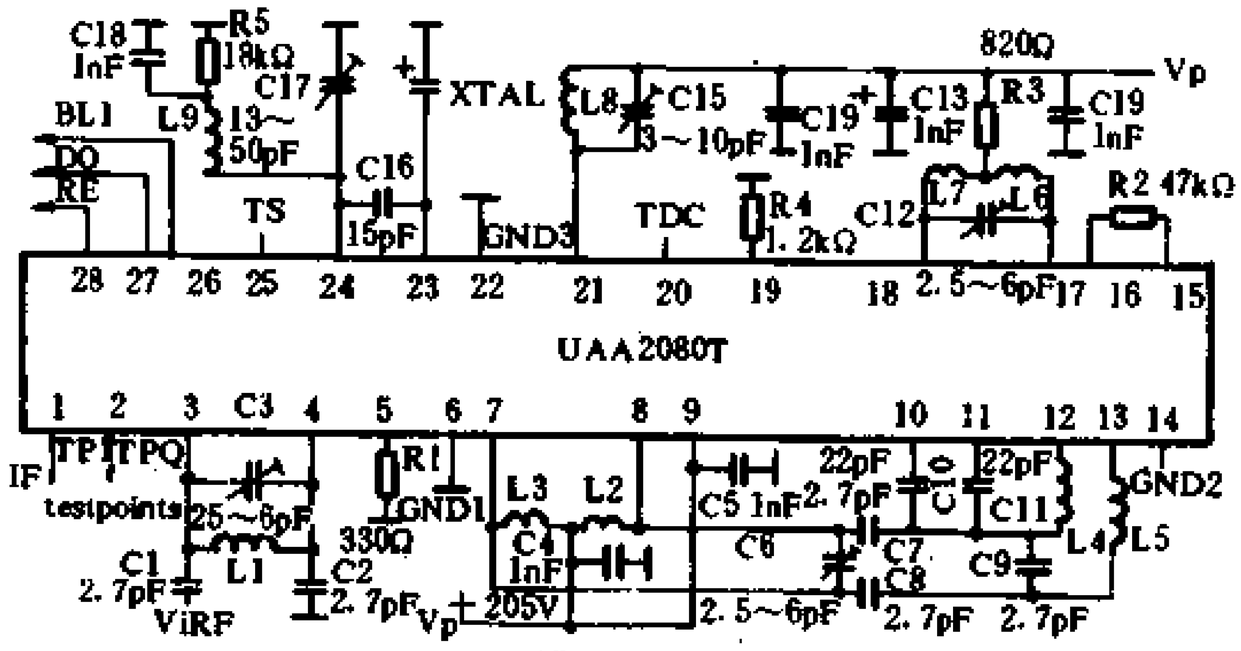


图 5—31

调滤波器，且频偏范围大，与 POCSAG 完全兼容；电路中有上电和掉电工作方式选择，并具有电压过低显示功能；它的工作电压低，功率消耗小，集成度高。各管脚功能如表 5—1 所示。

表 5—1

管脚	功能	管脚	功能
1	IF 测试点(I 通道)	15	GRATOR 滤波器电阻
2	IF 测试点(Q 通道)	16	GRATOR 滤波器电阻
3	预放器射频输入 1	17	倍频器输出 1
4	预放器射频输入 2	18	倍频器输出 2
5	预放器射级外接电阻	19	倍频器射级外接电阻
6	地 1(0V)	20	直流测试点(正常工作时无外部连接)
7	预放器射频输入 2	21	振荡器集电极
8	预放器射频输入 1	22	地 3(0V)
9	正电源电压	23	振荡器基极
10	I 通道混频器输入 2	24	振荡器发射极
11	I 通道混频器输入 1	25	测试开关(正常工作时无外部连接)
12	Q 通道混频器输入 1	26	电压过低指示输出
13	Q 通道混频器输入 2	27	数据输出
14	地 2(0V)	28	接收机使能输入

该集成电路内部各模块功能有：

(1)射频放大器

它为射级耦合对，放大输入射频信号，驱动外部平衡调谐电路。

(2)混频器

由倍频器驱动，与射频输入信号混频，为I一通道道和Q一通提供相位差为90°的IF信号。

(3)振荡器

产生本振频率，振荡频率由外部晶振决定。

(4)倍频器

驱动外部双平衡调谐回路，⑱脚和⑲脚之间的输出驱动混频器，其间电压用于保证混频器的输入有足够的电压变化范围。

(5)低噪声放大器

放大IF信号并保证后级对整机噪声特性没有影响。

(6)有源滤波器

减少相邻通道大信号的影响。

(7)限幅器

放大GYRATOR滤波器输出信号，以得到解调器所需IF信号。

(8)解调器

解调限幅放大器输出的IF信号。它输出的信号电平的高低取决于哪一个输入信号在前。

(9)电池电压过低指示

检测供电电压。当供电电压低于Vpdet(典型值为2.05V)时，将输出为高电平。

2. 典型应用电路

UAA2080T的外围应用电路如图5—32所示。

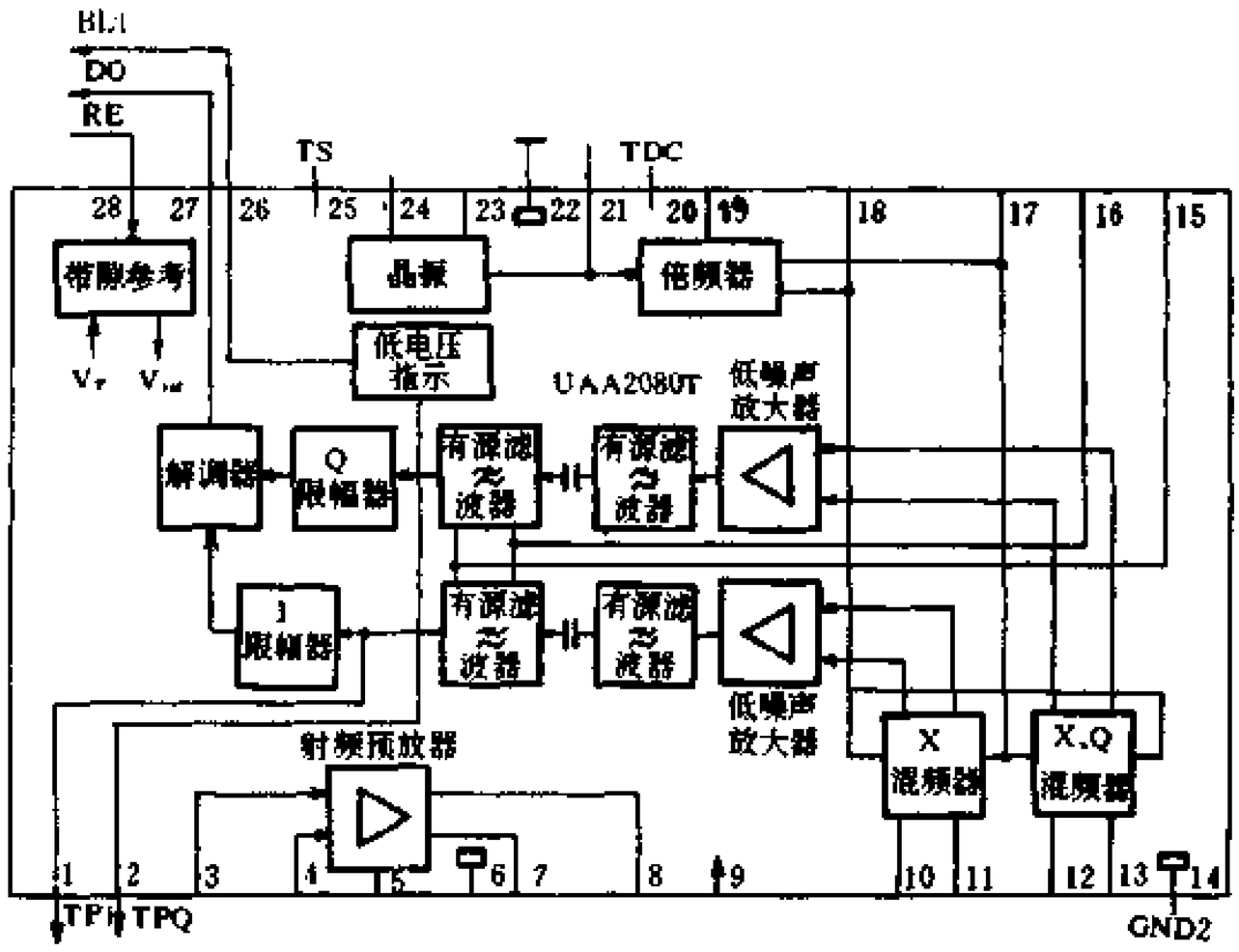


图5—32

十八、CX20155 调谐器集成电路

继 CX099 之后，索尼公司又为 CATV 及 V/U 一体化电子调谐器开发了双极型硅单片集成电路 CX20155，它包括 VHF 本振、混频、放大和 V/U 中频切换电路。CX20155 作了如下改进：(1)供电由＋12V 降为＋5V；(2)功耗由 260mW 降为 230mW；(3)频率覆盖由 300MHz 升高至 470MHz；(4)内部线路采用差分电路，改善了频率跟踪性能，降低了本振的要求及本振的泄漏，使电子调谐器获得良好的性能。CX20155 各脚的功能：①IF 信号输出；②IF 放大器接地；③、④VHF RF 信号输入；⑤UHF IF 信号输入；⑥、⑦混频器输出；⑧本振测试端；⑨本振及混频电路地；⑩、⑪、⑫本振外部谐振回路；⑬本振及混频电路供电；⑭放大器供电。其内部线路如图 5—33 所示。

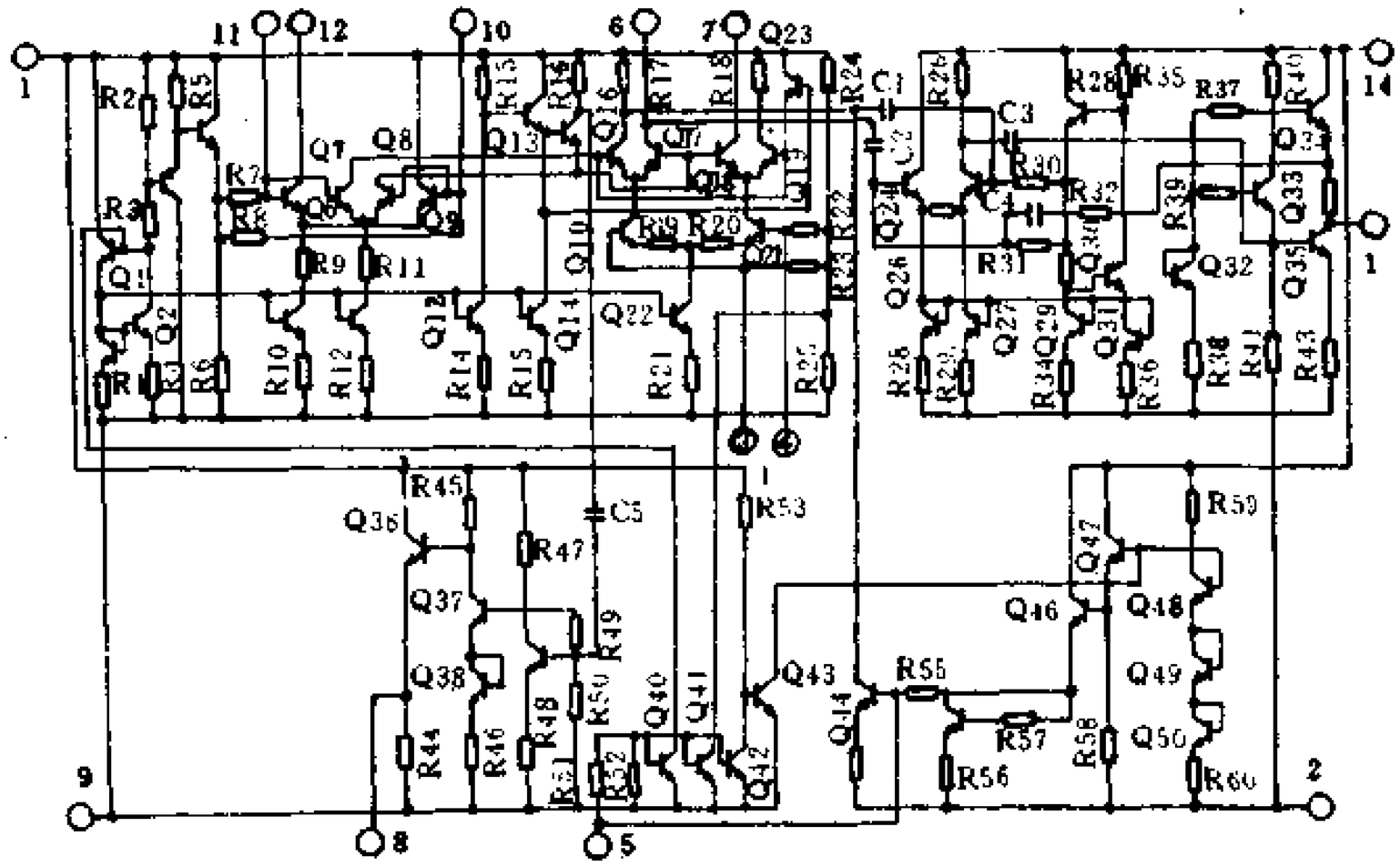


图 5—33

十九、NE602 移动无线电话机专用集成电路

1. 电路说明

NE602 是为移动无线电话机而设计的 IC，应用广泛，将可能成为紧接 555 IC 之后的热门 IC。NE602 是内含本地振荡的单晶片变频器，在超外差式接收机或发射机中，它可以起变频器的作用，独立承担中频线路。它也可做简易的频谱分析仪。从极低的频率到极高频率范围内的接收机中，都可以用做接收机的前端线路，甚至以此 IC 为中心，可以单独完成一部简易的接收机。这只 IC 的特点是容易使用，即使在没有任何测试仪器的情况下，也可利用此 IC 去完成一些普遍的应用线路。

NE602 单晶片包含有混频器及可做本地振荡器的主要零件，它是 8 脚的 DIP 包装。NE602AD 及 NE602AN 则是经过改良的新 IC。其特性有：

(1)GTC 式的混频器。NE602 的变频器，是一个 GTC，它有混频的功能，比双平衡变频器(BDM)还好，因此广泛应用在各类的倍频器及振幅调制器中。它的优点是，灵敏度高，可以处理低到微伏的信号，更重要的是，它对射频外泄有很好的抑制能力，而其它种类的混频器，则容易经由输出管道外泄射频信号，如果在线路上发生了射频外泄时，必须要附加一些过滤射频的线路。NE602 其输出信号还可以直接推动后面的线路，也不会有超载之忧。对于一个没有任何外加射频放大器牵涉在内以 NE602 为主的线路，能有如此高的灵敏度，的确叫人吃惊。此片 IC 可以处理低到微伏的无线电信号，而一般接收机系统中，天线感应所得的信号，也在这个等级，因此即使不再添加任何射频放大线路，NE602 可以说是用来处理接收机前端线路的最佳选择。

(2)动态范围宽。NE602 的动态范围不很理想，它可以接收的最大信号强度是－15dBm，可以动作的最低信号强度－25dBm 或更低一些。－25dBm 在 50Ω 负载下，大约是 12.5mV，这强度对接收无线电信号是太高了些，但在混频器的线路内，则稍嫌低些。

(3)工作频率高。NE602 内的 GTC 混频器工作频率可高达 500MHz 左右。而内含的本地振荡线路，实际上是一只高截止频率的 NPN 型晶体管，其振荡频率可高达 200MHz 左右，该晶体管的基极与射极可由 IC 脚接触，可供外部自由运用。

NE602 的引脚功能与内部方框如图 5－34 所示，其中①脚及②脚是射频的差动输入，第③脚接地，④脚与⑤脚则是推挽式输出，但两脚均分别可成为单端点输出，第⑥脚及第⑦脚分别是振荡晶体管的基极与射极。第⑧脚则是电源输入端。

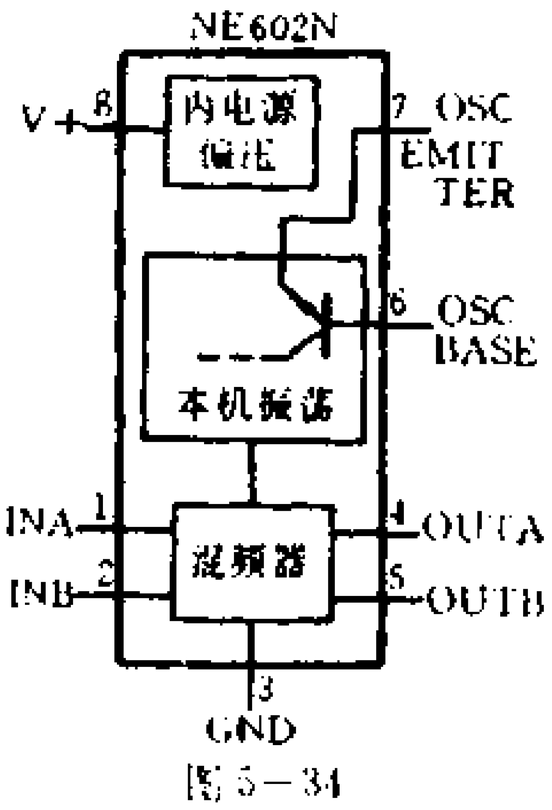


图 5－34

2. 典型应用电路

图 5－35 是一个基本的变频器，它可以把 15MHz 的标时信号，转换到 1MHz 的 AM 广播范围来，使用的本地振荡器，是石英晶体基频振荡器，不仅容易购得，而且价廉。输入线路采用射频变压器，次级线圈可以在 15MHz 共振，至于 T1 线圈，可以自行绕制，另外还有一种比较省事的办法，那就是利用 10.7MHz 中周，把含在中周底边的电容拔除，而以外加的 CX 代替。T2 也可以为 455kHz 中周，如法炮制。

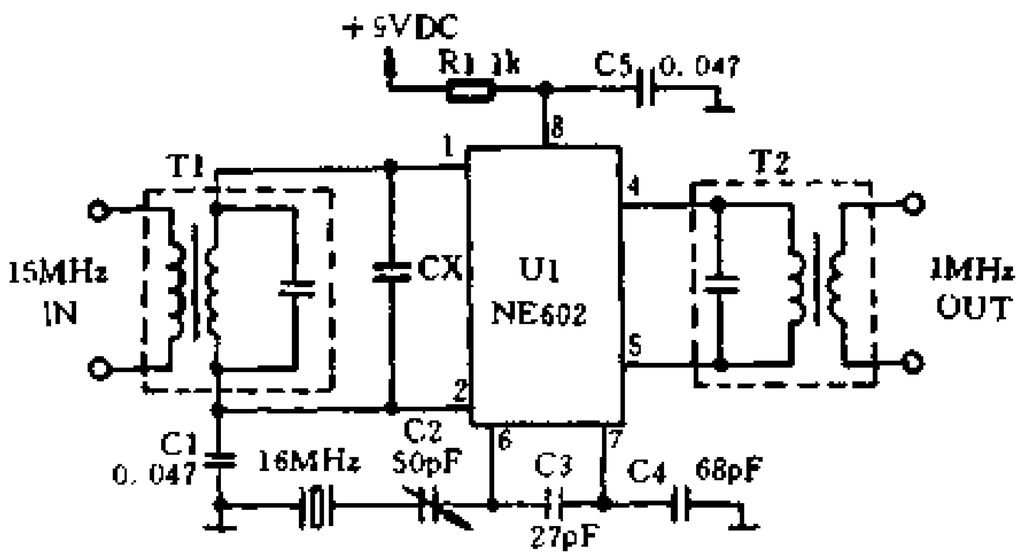


图 5－35

图 5－36 是一典型的超外差式接收机的射频部分，输出线路是陶瓷滤波器，中频放大器以 MC1350P 为中心，可提供大约 60dB 的增益，这增益不是固定的利用 R5 来调整 MC1350P 第⑤脚的偏压，可以控制增益的大小。由于牵涉高频，焊接时要尽量缩短接线原则，如果要自己设计线路板，不用的部分，应该整理成一片接地面，构成接地网。图 5－37 是

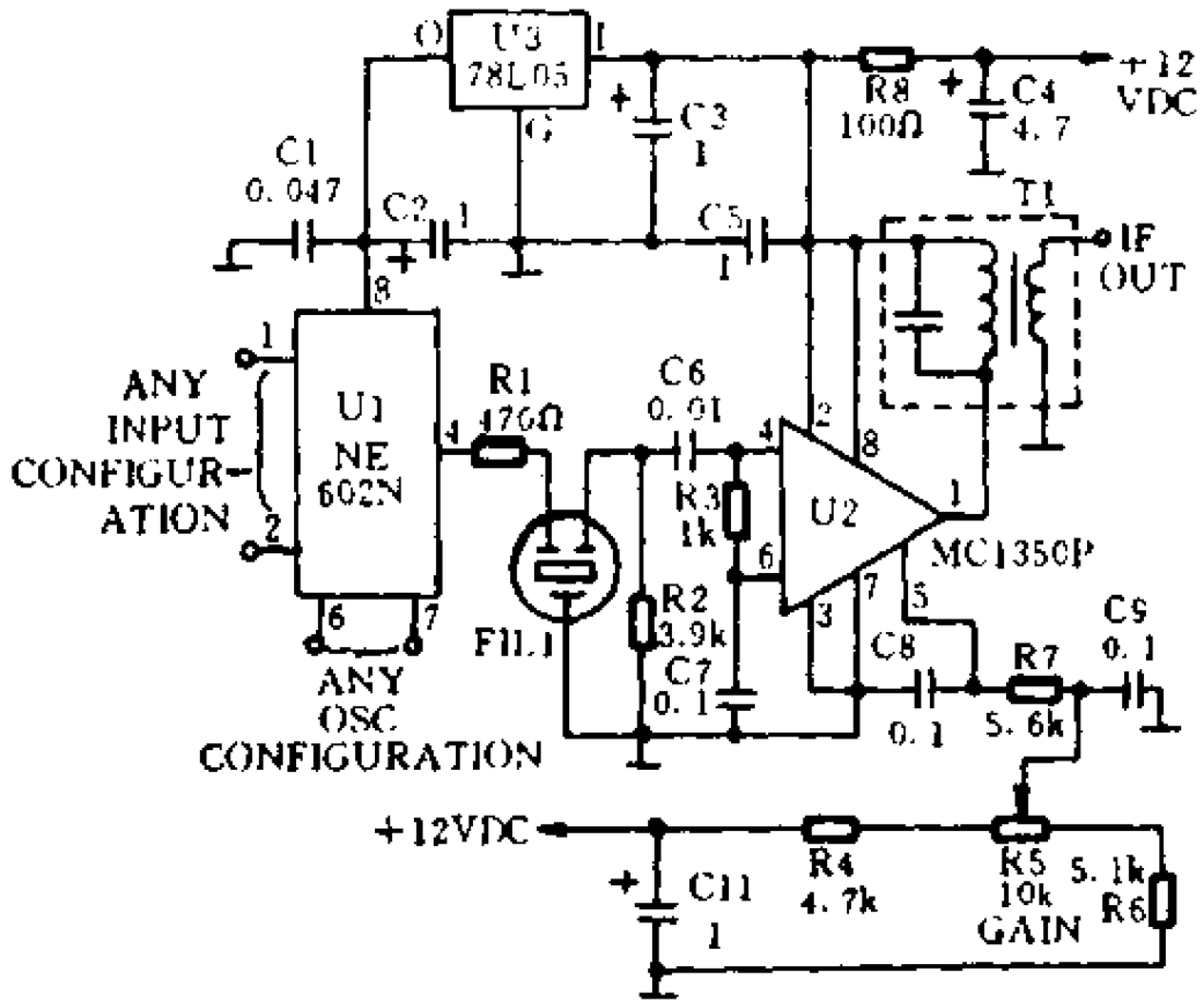


图 5—36

一个超长波接收机，它可以收听CW、SSB 及 AM 信号，由于超长波受到天线的尺寸限制，往往无法拾取足够强的信号。利用此接收机，可在 150～250kHz 之间接收一些长波广播及较为神秘的信号。以 2N3904 为中心的射频处理线路是一随耦器，充当天线与 U1 之间的匹配，L1 及 C7 是一低通滤波器，能将高于 250kHz 的 AM 广播信号被排除在外。L2、C8、C9 及 C11 是本地振荡的共振线路，它的振荡频率范围是 150～150kHz。第④、⑤脚的输出是接一声频变压器 T1，次级线圈输出，经由可控制音量的可变电阻，再到音频放大 IC LM386。这是一典型的直接转换式接收机，关于其原理此处不再赘述，其实直接转换式接收机在目前看来，是唯一能自制，结构简单，且灵敏度还算不错的接收机。

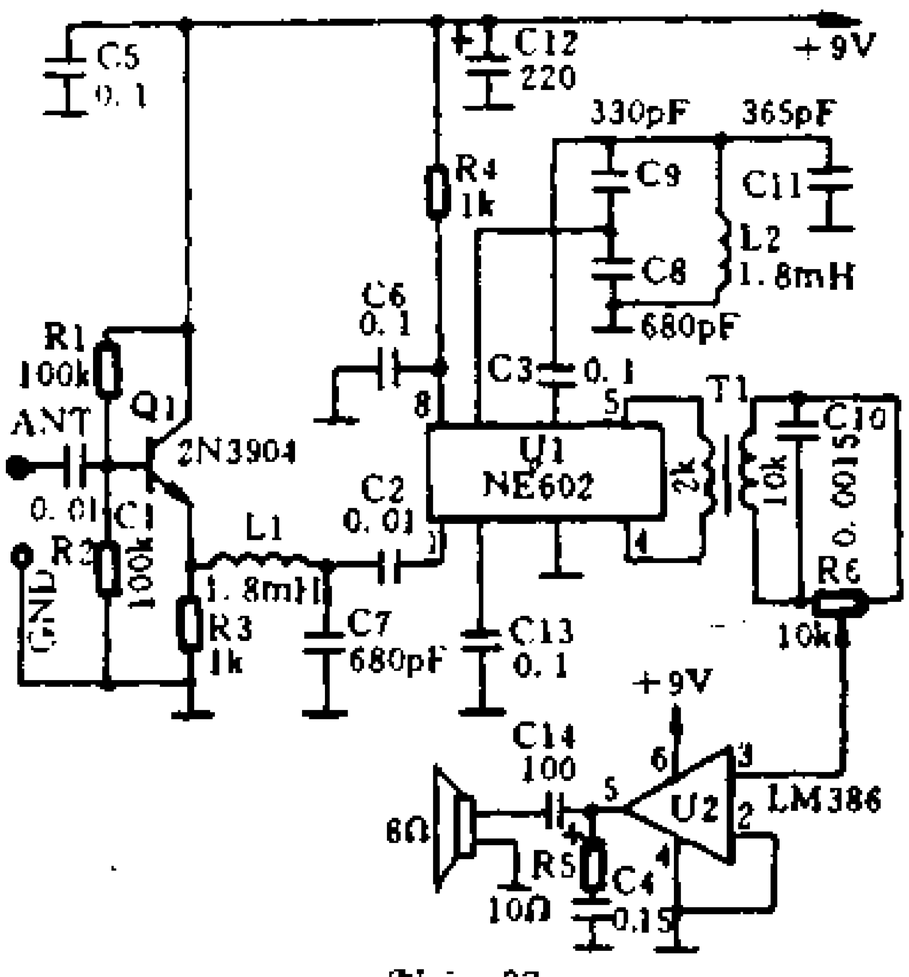


图 5—37

第六章　无线通信用单元电路

一、有优先级的音频通道转换开关

这个电路可供一支扬声器作转换连接，一旦有信号送到优先输入端，扬声器就会从“normal”（正常输入）电路切换到“priority”（优先输入）电路。原型电路用于磁带放音和双向无线电通讯之间的转换，只要收到呼叫就会转换。其它用途包括在有线广播放大器系统中优先呼叫、监听若干个不常用的无线电通道等。

电路如图 6—1 所示。从优先输入端输入的音频信号被整流，送至施密特触发电路 IC1，如果整流电压超过由 RV1 设置的电压，IC1 翻转，继电器被 Q1 接通。翻转电平由 RV1 调整，滞后时间由 R8 控制。当优先呼叫结束后，继电器复位到正常通道，其延迟时间取决于 C2（按图 6—1 所示电容值大约为 2s）。

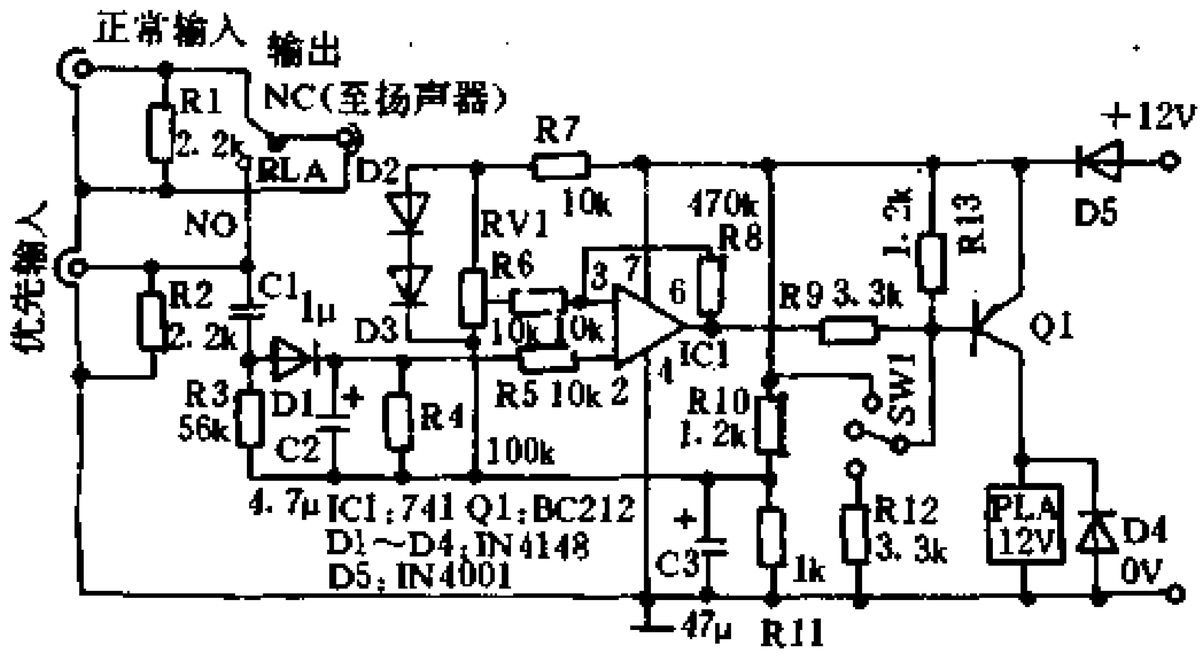


图 6—1

如果是立体声通道，继电器需要双置型。可将多个该电路级联，提供多级的优先权。

二、自动转信电路

JDD—2/308 型电台配套的 ZK—1 型转控器，在使用中由于无线转接是手控转接，在实际工作中有很多不便。为此，可在 ZK—1 型转控盒上加装电台发信自控电路，使之与配套的电台组成无人值机的无线自动中继转信台，并且还保持了原转控盒的无线转接有线、无线中继、无线转接无线、自通

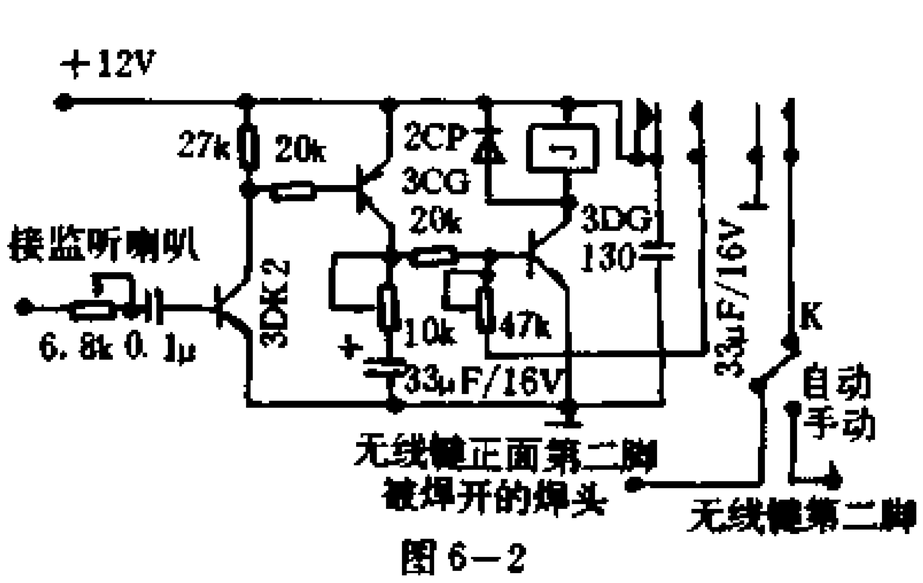


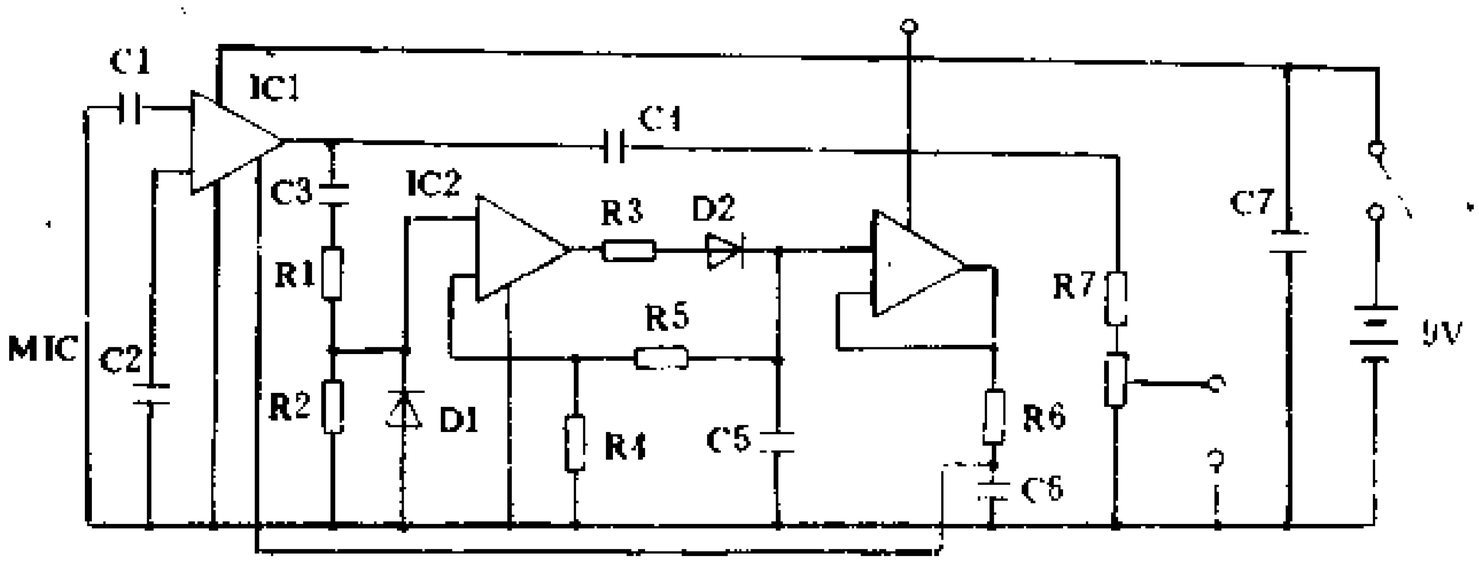
图 6—2

等手控功能。自控电路的组成如图 6—2 所示。

三、压缩功率话筒

功率话筒能提供更高的增益，因而在接收机中能获得更强的信号，但在使用普通功率话筒时，可能产生过激励。本设计电路能调整所设置的音量，使其在整个工作过程中提供正确的调制。这种设计适于应用在业余无线电设备中的 AM（幅度调制）或 SSB（单边带）电路。

电路如图 6—3 所示，从话筒来的信号通过一个电衰减器 IC1 输入，提供从 13dB 增益到约 70dB 的衰减。图示峰值检波器的增益近似为 3½，使得 IC1 的输出电压在衰减器开始工作时大约为 400mVRMS，在最高信号电平时将达到约 500mV。为了提供最大输入信号，某些设备去掉 R7 可工作得更好，而有些设备 500mV 信号还是太高，可用 W1 使信号降低。



IC1　MC 3340P　IC2　LM35

图 6－3

为了避免 IC2a 的锁住，由 D1 限制负信号漂移，R1 用来防止输出波形失真。峰值检波器的上升时间非常快，并用 R3 防止噪声尖峰产生，而衰变时间常数由 C5、R4 和 R5 确定。所标元件值表明衰变时间为 4.3s，如果需要更慢的响应，可增大 C5 值。

在话筒中的 RF 敏感元件可能干扰电路的正常工作。如果这种情况发生，用一个 1k 电阻与话筒串联后再用 2.2μ 电容接地，这将克服上述毛病。

四、无线电台的交直流自动切换电路

电路如图 6—4 所示，由一只 555 时基集成电路、电阻 R1、R2 及直流继电器 J 组成。IC 的④、⑧脚接 12V 备用电源，而输入端②、⑥脚的电压则由 R1、R2 取 13.8V 分压后供给。当有市电时②、⑥脚的电压＞$2/3V_{cc}$，输出端③脚输出为 0，继电器不吸合，13.8V 电压经 J_{1-1} 常闭触点加至电台。当停电时 13.8V 电压消失，IC 输入端②、⑥脚为 0，输出端③脚为 1，继电器吸合，12V 备用电源经 J_{1-1} 常开触点加至电台。再来市电时 IC 的②、⑥脚电压又＞2/

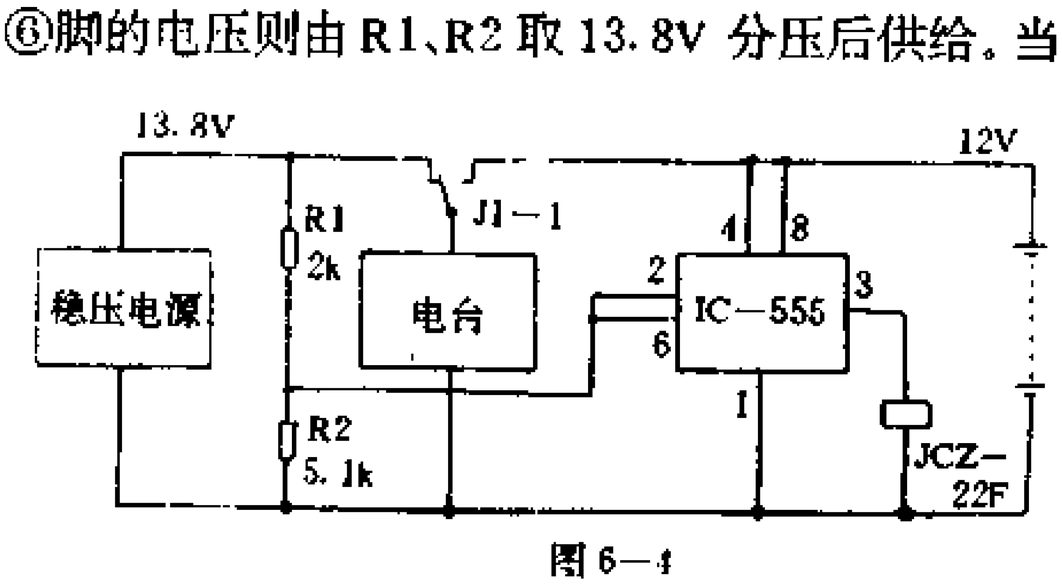


图 6—4

$3V_{cc}$，电台则由备用电源自动改为稳压电源供电．该电路工作时无噪音，555 时基电路的工作电流＜10mA，和电池自放电差不多，不必考虑耗电问题，R1、R2 采用 1/4W 电阻，继电器采用 JCZ—22F，必要时两组接点并联使用。本电路也适用于其它电子设备的交直流自动转换。

五、多功能调制监示器

这里向大家介绍一种多功能调制监示器，电路如图 6—5 所示。本电路可以在空间对 200MHz 以下的射频信号进行监示，通过整流检波调幅信号及斜率检波调频信号。还可用作信号扫描器、音频放大器或隐蔽发射机寻找器。高增益的音频放大器有低噪声共发共基输入级及激励耳机或扬声器的输出级，S1 选择来自 D1 检波的射频信号或输入到 J2 的音频信号。线圈 L1 用 Φ1.2mm 漆包线 4 圈绕成，用来监示 75～150MHz 信号。

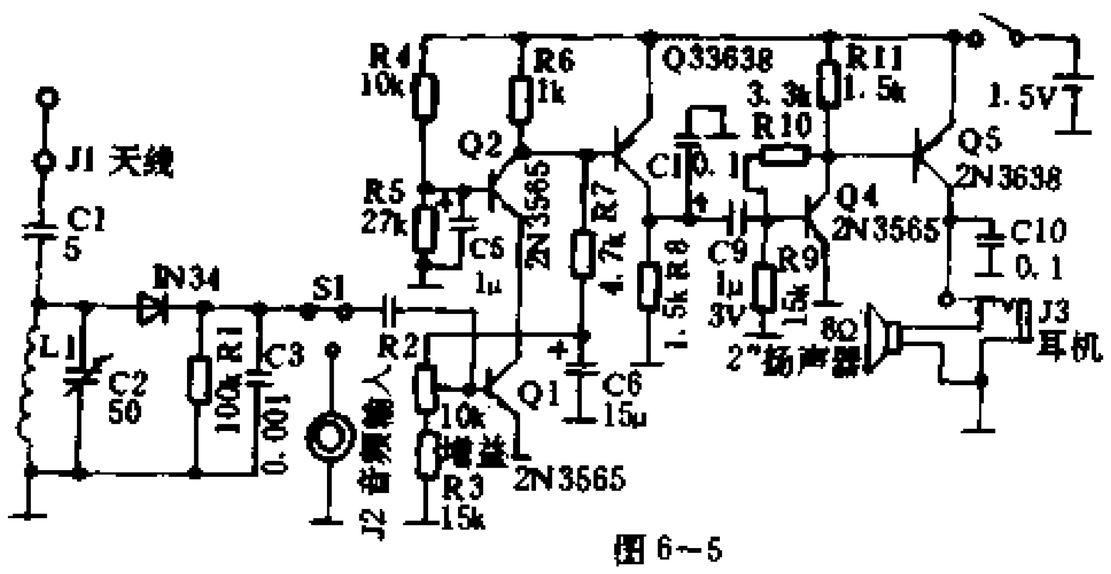


图 6—5

六、简单的 AGC 电路

从音频得到自动增益控制是在收音机中得到信号压缩最简单的方法之一。它对于在深衰落比较普遍的地区中使用的短波收音机特别有价值。电路如图 6—6 所示。

使用时，把收音机调谐到弱台，主要音量控制应该对所需信号强度来调节；然后，把收音

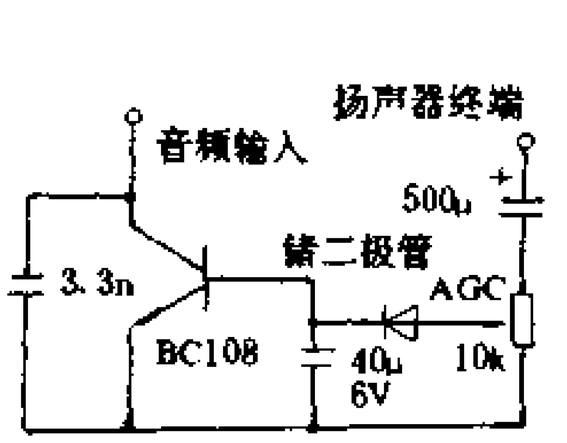


图 6—6

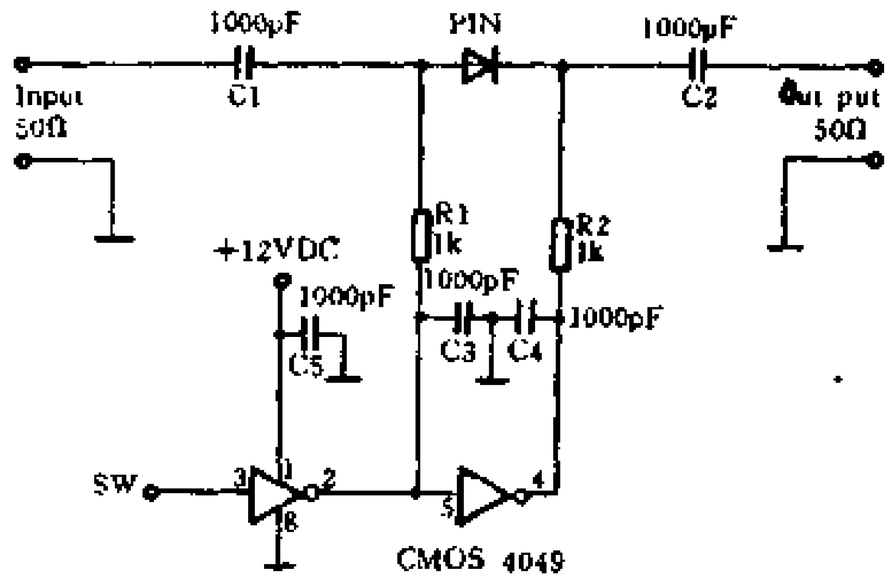


图 6—7

机调谐到强台，并且把自动增益控制(AGC)电位器调节到舒适的收听音量上。

七、VHF 射频开关制作

一般的旋转式开关不适用于 VHF 的射频波道开关，本文介绍一个非常容易自制的线路。本电路不需电感元件，可随波道数目自行依样复制，亦可配合其他逻辑电路做更巧妙的运用。

1. 电路工作原理

射频信号经 C1、C2 两电容耦合，经 PIN 二极管，至 50Ω 负载。当控制输入为低电平时，PIN 二极管经 CMOS 逻辑闸成为正向偏压，R1、R2 两个 1kΩ 电阻做为 PIN 二极管的限流电阻。当控制输入为高电平时，PIN 二极管为负偏压，此时射频开关处于开关状态，而 C3、C4、C5 为旁路电容。电路如图 6—7 所示。

2. 射频开关的制作

图 6—7 所示的 HP5082—3080 PIN 二极管，可改用三菱或其他零件，但需注意 PIN 二极管正向及反向偏压，可由 R1、R2 的电阻值变化，得到最佳的输入损耗及隔离比率。

八、可变射频衰减器

图 6—8 所示的电路可提供从 1dB～40dB 的可变射频衰减。如果打算用于高达 UHF 频段，就应该把元件安装在屏蔽的外壳内，C2、C3 应该采用隔直流电容器。引线必须保持很短。建议采用电容小的高速二极管。

如果需要，可以把电位器、R3 和齐纳二极管一起安装在远处。

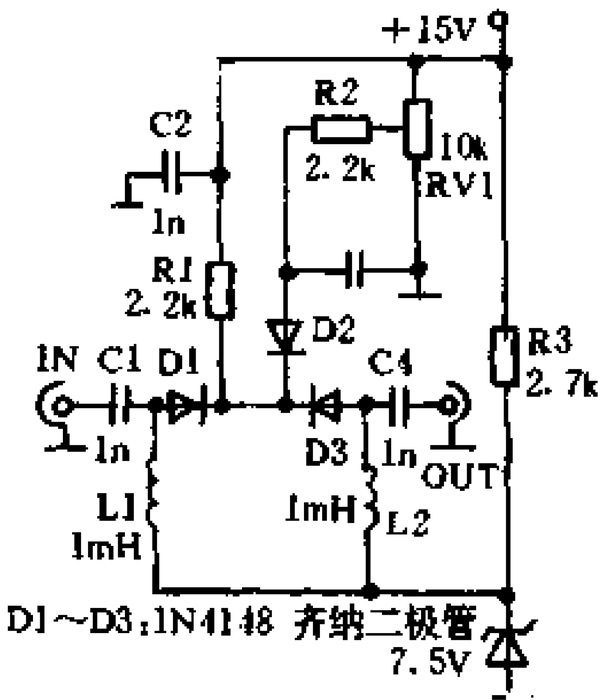


图 6—8

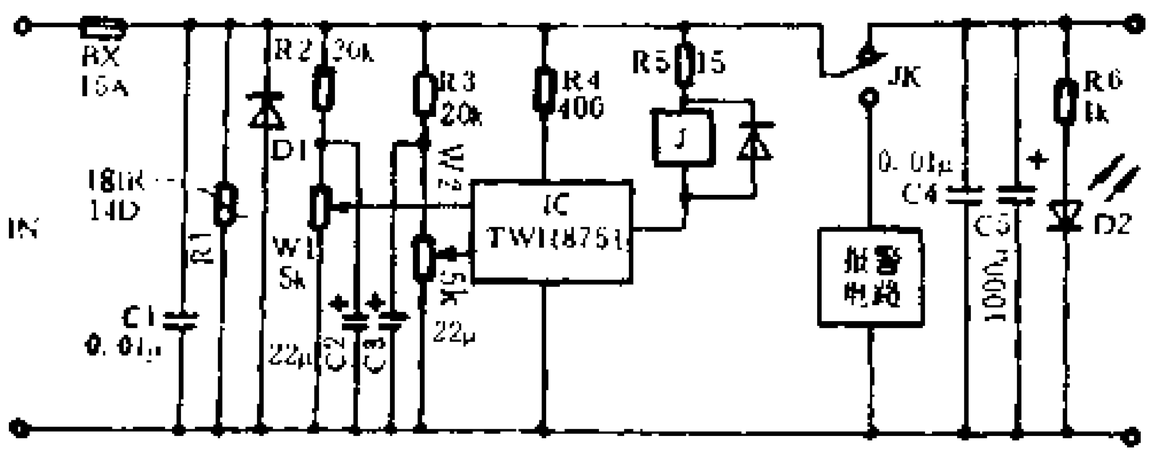


图 6—9

九、WSH—1 型电源保护器

很多无线电话机的稳压电源、电源转换部件、功放部件的损坏，其主要原因是由于电压波动过大，电台承受不了而产生的。电台损坏后，一时买不到合适的配件而不能及时修复。本

文介绍一种 WSH—1 型电源保护器，它能检测和保护供电电源，并对抑制浪涌电流起到一定的作用。

电路如图 6—9 所示，电源输入分别由 R1 压敏电阻和 D1 对电压超压和电源正、负极保护，经 R2、W1 和 R3、W2 对输入电压进行分压，11.5V 和 14.5V 分别为欠压和过压值，调 W1≤1.2V 为低电平，W2≥1.62V 为高电平，送开关集成电路 TWH8751 的输入端①脚和选通端②脚，使 TWH8751 的输出端④脚截止。继电器 J 释放，D2 熄灭，报警器报警，从而使电压值保持在 11.5～14.5V 之间。

使用时，当电源电压正常时，指示灯 D2 亮，反之指示灯灭，报警器报警。

十、UHF 音频/视频调制器 TDA5664X

1. 电路工作原理

西门子公司最新推出的 TDA5664X 集成电路，具有音频及视频信号在 30MHz 和 860MHz 频率范围内混频及调制所要求的所有功能。这一新型电视调制器集成电路可用于录像机、电报网络转换器、视频信号发生器、密集电路电视系统、业余电视发射机及个人计算机方面。

TDA5664X 的性能比 TDA5660P 更好。TDA5660P 的特性如下：

5V 的电源；设有必要的调节电路；外围电路简单；较小的封装(DIP14)；也可采用 SMA 封装(SO14)。

TDA5664X 除以上这些优点以外，还有如下一些特点：

调频调制；视频输入时的同步电路；复合电平峰值出现削波；对正及负视频调制均可连续调节调制深度；高剩余过强负载；低假性散射。

方框图见图 6—10。视频信号(带负同步脉冲)通过一个耦合电容送给第⑧脚，芯片上的钳位电路将视频信号电平固定于同步脉冲(随同步脉冲而变化)。当视频信号超过 1V 时，峰

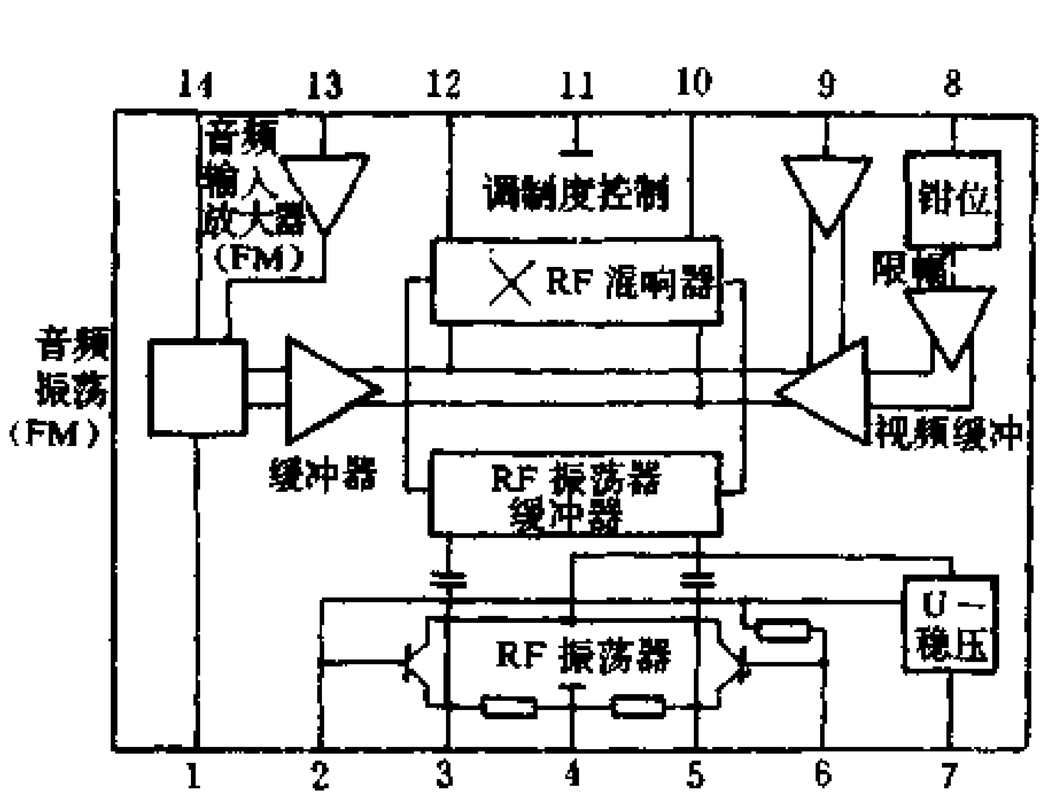


图 6—10

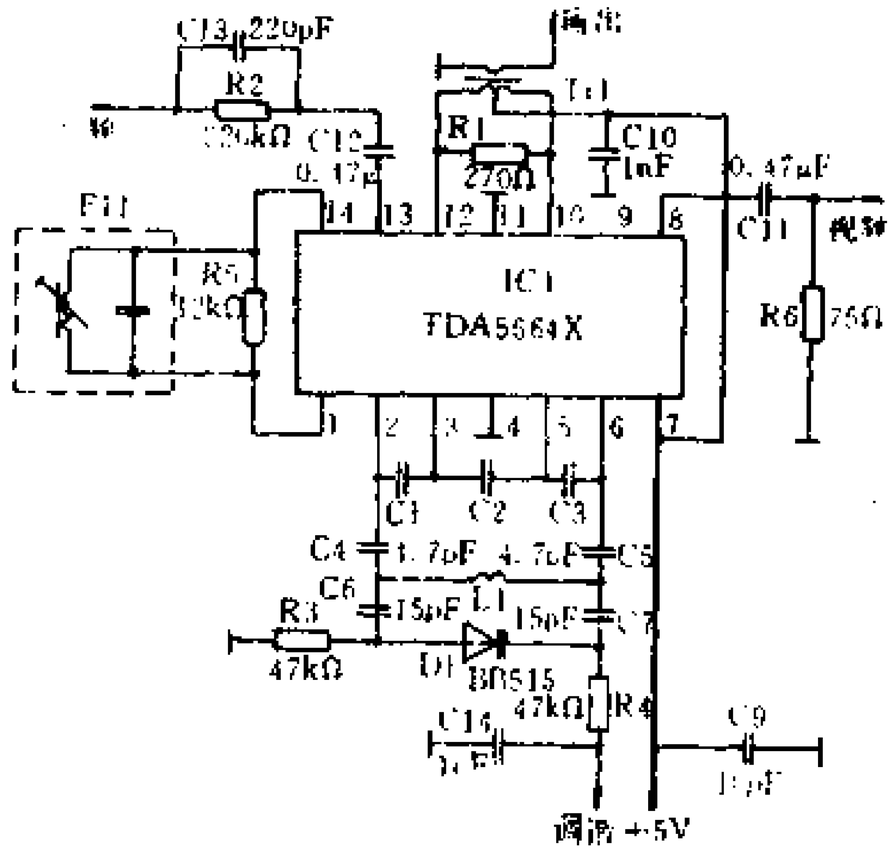


图 6—11

值电平出现削波。负 AM 视频信号的调制由 IC 的第⑨脚脱离连接而产生。当⑨脚接地时，射频 RF 是正调制。如果需要的话，一个可调电阻可接在⑨脚和地之间，以使调制深度得以控制。

TDA5664X 能调制视频，也能调制音频。音频信号能耦合于 IC 的⑬脚，AF 输入引脚。一个前置放大网络可另外加上。音频输入放大器的输出信号是频率调制在 6.0MHz 或 5.5MHz 的副载波上。副载波振荡器的输出信号与板上的射频 RF 振荡器的输出信号相混频。音频副载波振荡器的工作频率由外加的 L—C 平行调节电路（与 IC 的①脚和⑭脚相连接）所决定。这一调节电路可被外加电阻 R5 严重影响，使音频载波的幅度和视频载波幅度一样的变化。

形成 RF 振荡器的放大器部分与外加频率相关联，该外加频率取决于 IC②脚和⑥脚所连的元件。在共振频率上，②～③脚和⑤～⑥脚间必须接上 70Ω 的电阻。射频 RF 振荡器的地线引脚④必须和电感屏蔽盒外壳相连接。一个外加的振荡信号也可通过②脚和⑥脚送给 TDA5664X。信号可采用电感或电容的耦合方式。

为了达到理想的工作及最小的假性散射，振荡器的②～⑥脚必须与调制器的输出⑩、⑪脚和⑫脚屏蔽隔开。这个屏幕的射频调节范围可以是 30dB 或更大。

2. 调制器制作

以 TDA5664X 为基础的 UHF 电视调制器的电路见图 6—11。平衡混响器的输出⑫脚和⑩脚，与一个宽带平衡/不平衡转换器相连，该转换器能产生准确的 180°的相差。转换器的基本结构是一个双孔磁芯，该器件的调节范围必须小于 3dB（在工作频率上）。

阻抗的变换是将平衡的 270Ω 变换成不平衡的 50Ω。调制器的射频输出电压约为通过 R1 的射频电压的 1.5 倍。这是由消耗所决定的，而转换器的调节量为 0dB。

一个推荐的印刷电路板见图 6—12。该电路是将 TDA5664X 用于以 SMA 为基础的调制器。该印刷电路板的设计能满足去耦的影响，并能将振荡器对调制器输出电路的影响减到最小。调制器可调制电视频道的 30 和 40（即 543.25 和 632.25MHz 之间），输入调节是通过电压进行的。

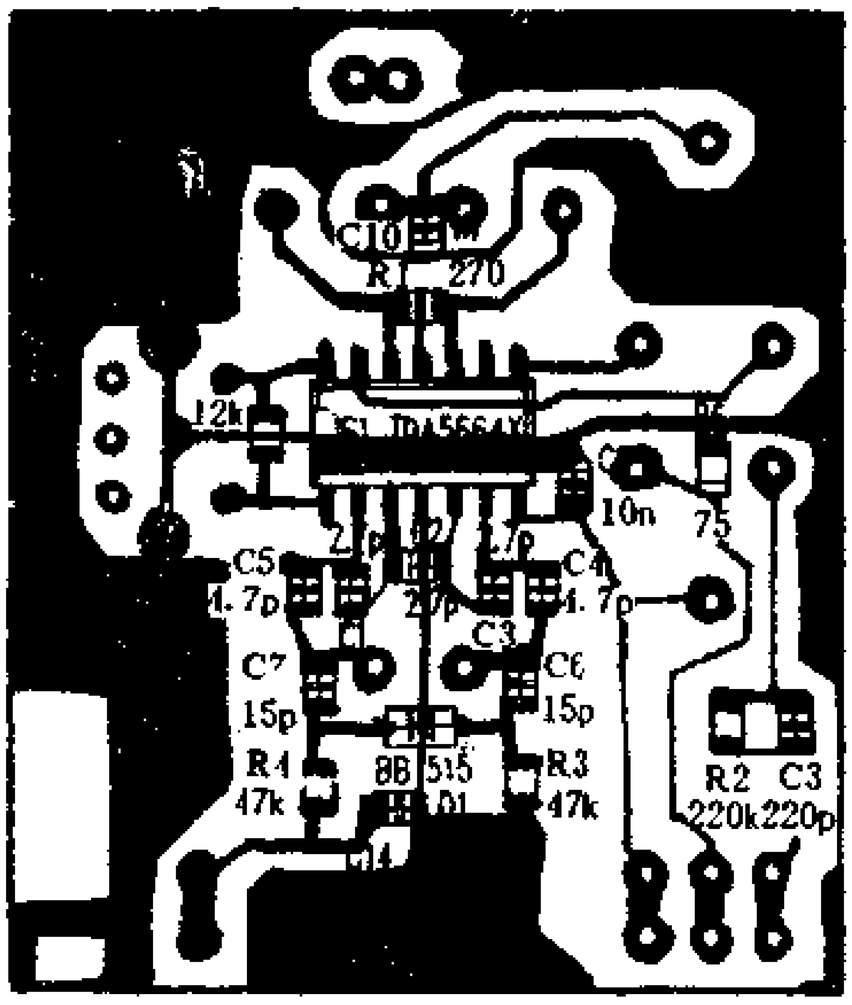


图 6－12

十一、简单的 VOX

VOX 是音控开关，是麦克风上按钮式发音开关的理想替换品。如图 6—13 所示的电路几乎完全适用于带有扩音机插孔的任何音响设备。其工作门限是由驱动 VOX 的音频放大器上的音量控制旋钮来设置的。

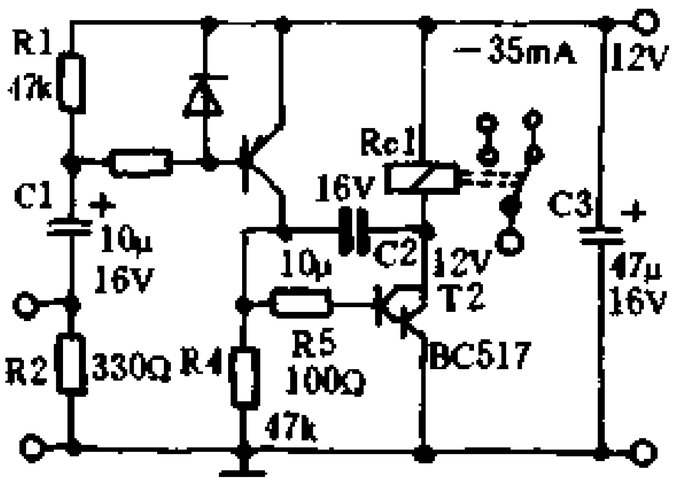


图 6—13

电阻 R2 能通过的扩机信号通过电容耦合到晶体管 T1 的基极。当输入电压高于 600mV 时，电阻 R3 限制了 T1 管的基极电流。因二极管 D1 旁路作用，所以 T1 管的 U_{e-b} 反偏电压不可能大于 0.6V，达林顿管 T2 驱动输出中继器。电阻 R4 使中继器在 T1 断开的时候也不工作。电解电容 C2 和 T2 一起用作纹波滤波器，电阻 R5 限制 T2 管的基极电流。

VOX 的开关门限在 R2 两端为 600mV，最大输入电压由 R2、R3 的最大分压比确定。实验表明，输入电压要小于 $40V_{p-p}$。

流过 VOX 的电流主要由中继器电感线圈和 R5 通过的电流和，当 VOX 过驱动时，电阻 R5 电流高达 100mA。

十二、LC 振荡器

为了使 LC 振荡器的调谐范围宽、需要进行某种控制，以阻止限幅。虽然这一电路没有串联电容，但是，发射极跟随器的 30pF 输入电容使最小电容增大了。利用 100pF 把调谐电路耦合到发射极跟随器上时，有效调谐率为 1：4 左右，而不是理论上的 1：7。把耦合电容减小到 22pF 时，有效调谐率可以提高到 1：5。这一电路在从 2～10MHz 工作时，幅度基本恒定。但在高端，幅度确实稍有降低。利用相当好的射频器件来代替第一个晶体管时，将使调谐范围进一步得到改善（电路如图 6—14 所示）。

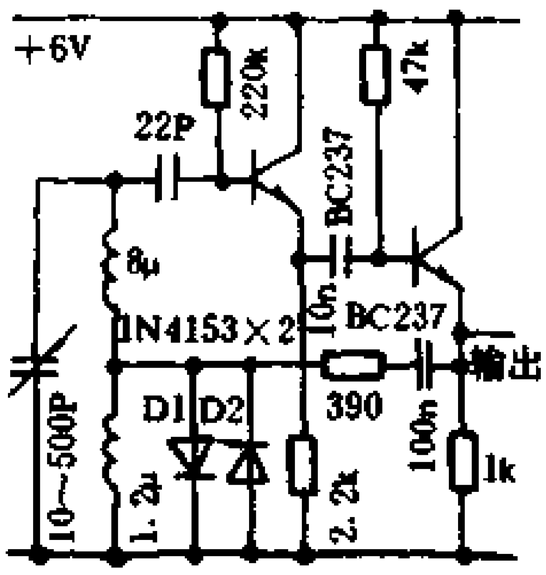


图 6—14

十三、430MHz 频道驻波比表及天线调节器的制作

天线调节器的作用：一是使发射机输出及输送线总阻抗（约 50Ω）与天线总阻抗匹配，使输送线损失降为最低；二是充分抑制高谐波的发射，减少对他台通讯的干扰。驻波比表（SWR）则为天线调谐器使用时所必需。

SWR 须先制好后与 AT 焊合，焊合后 SWR 就不可再调。SWR 的主体为感应器，其芯线可作输送线的一段，使两侧感应线感应前进波及反射波电压。此两侧的感应线须反射各

100Ω 总阻抗到芯线(50Ω)，R1＋R2 须事前调定为约 100Ω，用油漆点定，不再更动，以后就完全靠调整 R3＋R4 去配合电阻值变化，但两侧必须完全相同。感应器如图 6—15 所示：芯线与两侧感应线径可以不同，但两侧感应线必须用同种材料。在 UHF 的场合下，悬浮电容影响极大，故制作时必须将感应器垂直放置，输入接头必须在机盒高度的中心线上。C1 须装在 R3＋R4 侧的感应线上，其容量仅需 1～5pF，可用两条短绝缘单芯铜线扭合。

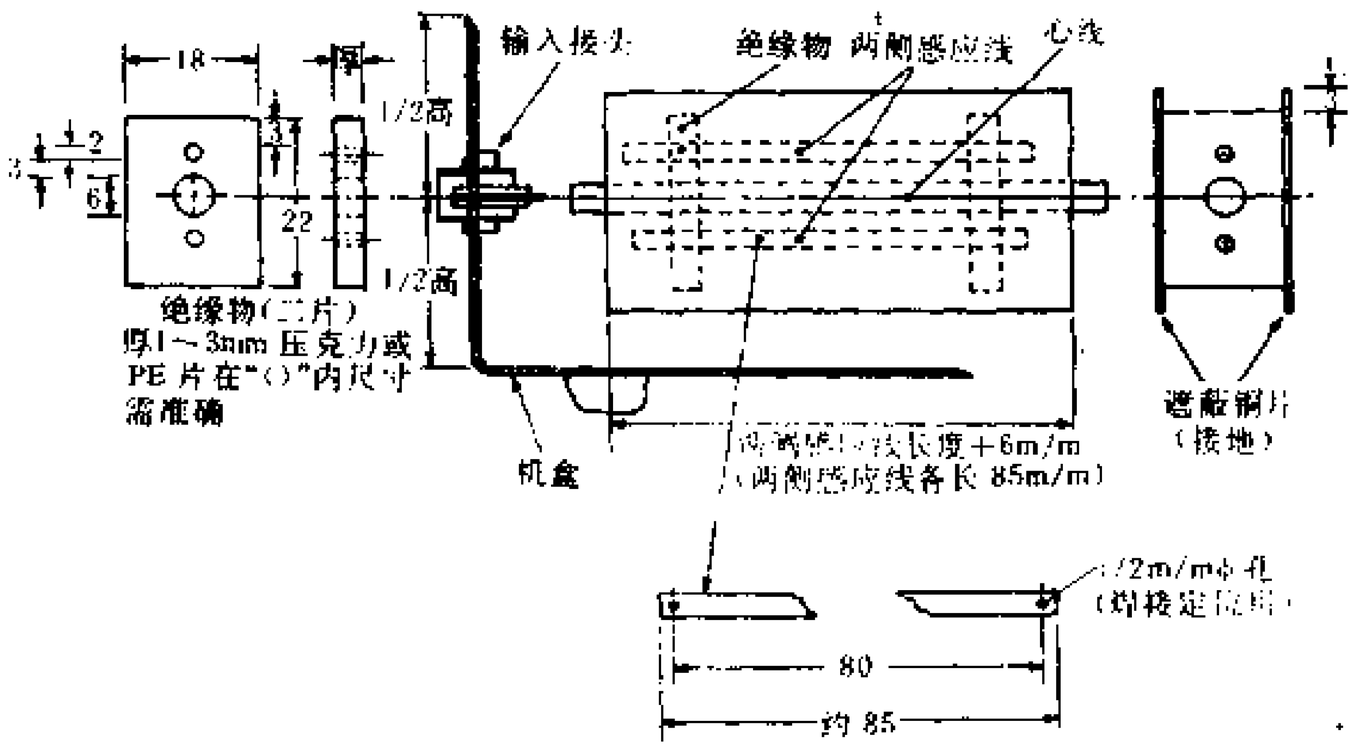
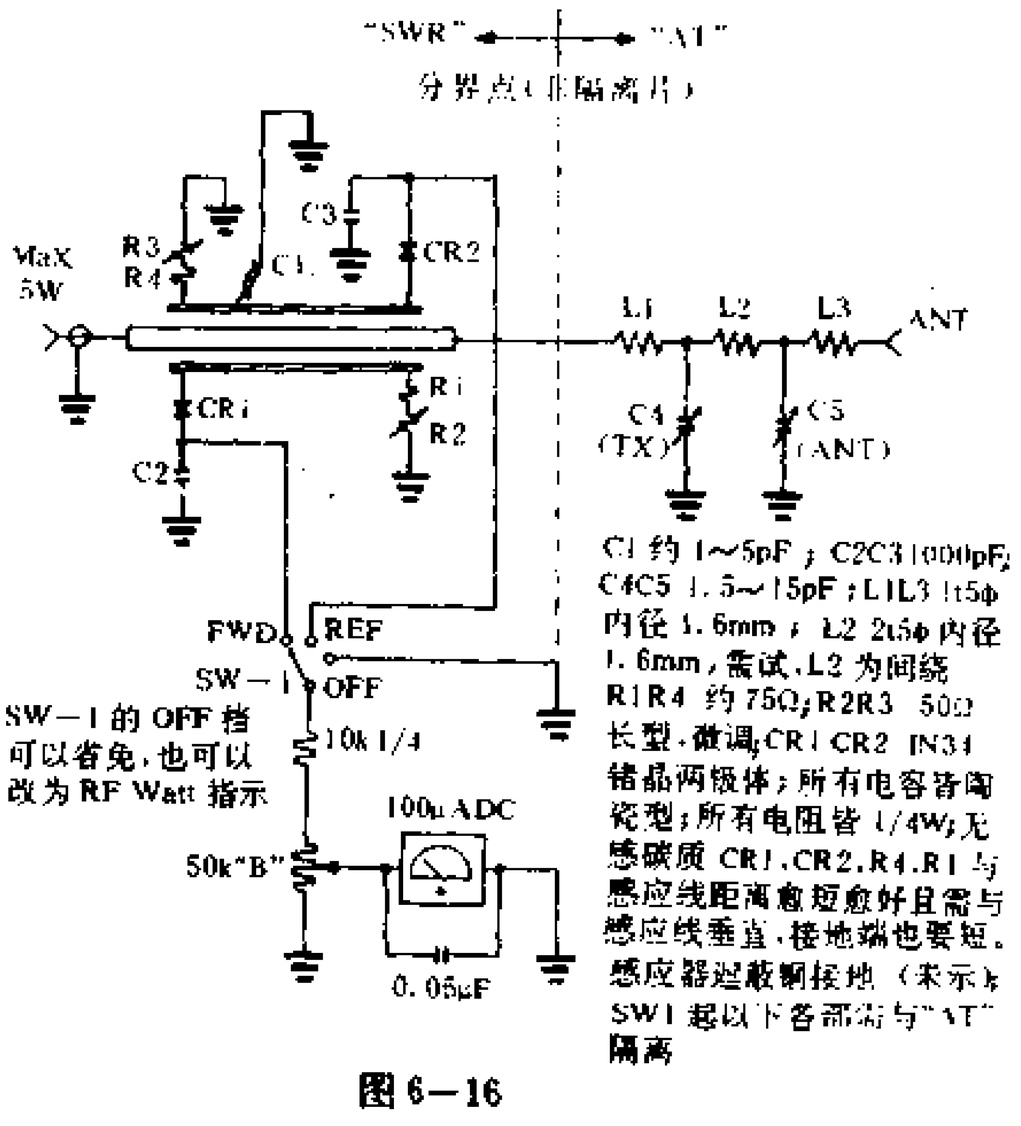


图 6—15

SWR 制成后须先调定。将手机直接与输入端子相接，SWR 感应器末端开放。设定手机输出功率为最低档(LOW)，频率 430MHz，R5 调为最低(转向接地处)以防电表烧损。然后按手机发射键，调整 R5 使电表指向中心点(50μA)。SW1 不论在"前进波"(FORWARD)或"反射波"(REFLECTED)位置，电表指针须相同，不同可调整 R3＋R4 值使接近。倘 R3＋R4 在接近 100Ω 处不能使表针相同就须调整 C1，重复此项步骤直到转动 R5，使电表指向最大(100μA)，前进与反射仍相同，调定后 R3＋R4 及 C3 就不可再动了。

此时，可在感应器末端焊接一个 50Ω 电阻(假天线)，则调整 R5 使电表"前进波"指向最大(100μA)时，反射波须为零。注意 R5 仅供 SWR 表感度(灵敏度)调整用；每次试用时"前进波"调到表指向 100μA 后，测"反射波"时，R5 不可更动 。



C1 约 1～5pF；C2C3 1000pF；C4C5 1.5～15pF；L1L3 15φ 内径 1.6mm；L2 2.5φ 内径 1.6mm，需试，L2 为间绕 R1R4 约 75Ω；R2R3 50Ω 长型，微调；CR1 CR2 IN34 锗晶两极体；所有电容皆陶瓷型；所有电阻皆 1/4W 无感碳质 CR1，CR2，R4，R1 与感应线距离愈短愈好且需与感应线垂直，接地端也要短。感应器遮蔽铜接地(未示)，SW1 起以下各部需与"AT"隔离

图 6—16

AT 部分为两段 T 型匹配。前段将手机输出端 50Ω 总阻抗与假想的中间总阻抗匹配；后段将此假想中间总阻抗与天线总阻抗匹配，使手机到天线匹配为 50Ω。T 型匹配，每段可视作一个 L 形匹配。图 6—16 是电路图。

十四、无线对讲机自动静噪电路

图 6—17 所示为省电的无线对讲机自动静噪电路，对讲机收不到信号时，MC3357 的第⑬脚输出低电平，V1、V2 截止，切断对 LM386 的供电，对输入音频无放大作用，自动静噪。反之，收到信号时，V1、V2 饱和导通，恢复对 LM386 的供电，功放电路工作。

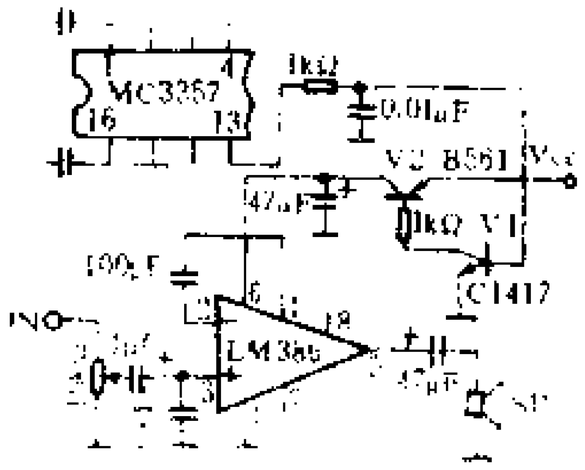


图 6—17

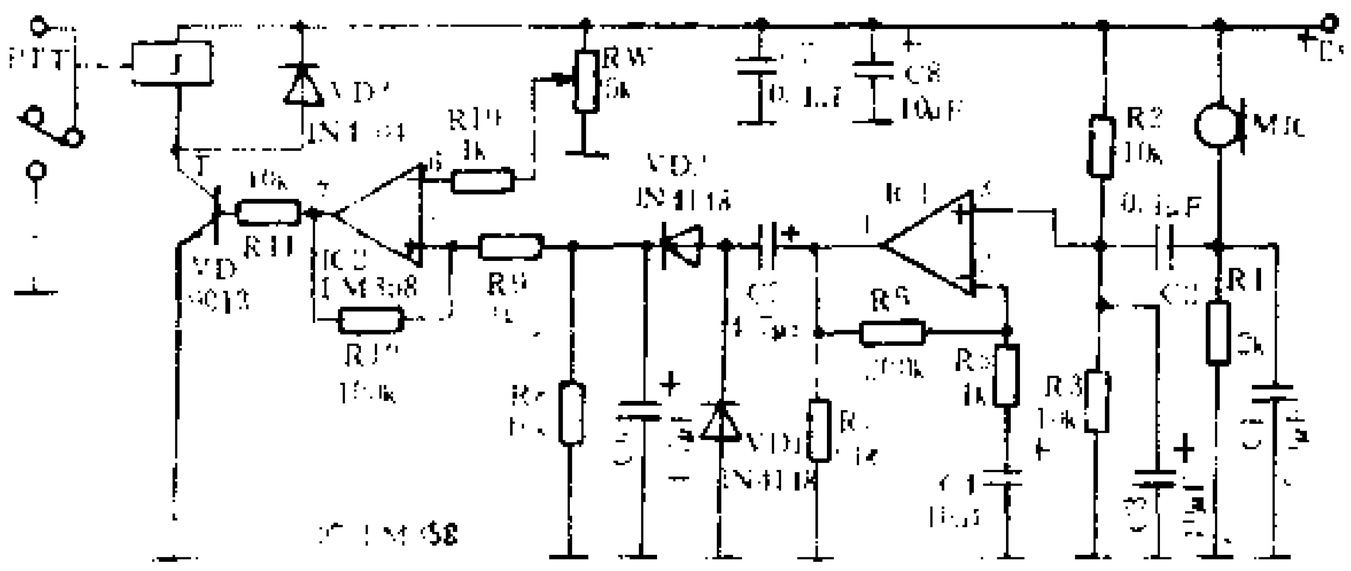


图 6—18

十五、无线集群系统单工手机准单双工转换器

本文介绍一种利用原单工手机的信道，在不增加信道的基础上将单工手机变成准单双工手机，从而解决了单工手机在打电话过程中，需不断按压转换开关进行收、发通讯的不便。

单工手机的收、发状态转换是由人工按压发话按键(PTT)开关来实现的。如果通过技术手段在检测持机人发话的同时，控制 PTT 开关自动转换，使单工手机处于发状态；当持机人的语音消失时，PTT 开关恢复到接收状态，这样就可实现收——发的自动转换。

准单双工转换器由语音检测传感器和转换控制电路组成，电路原理如图 6—18 所示。

控制电路板分别由语音检测电路、交流音频放大器、直流检波电路、比较器以及收、发转换开关驱动等部分组成。语音检测是由驻极体话筒 MIC 和电阻 R1、电容 C1 构成，检测电路拾取的语音信号送入音频放大器放大。IC1 及 R2～R7、C3～C5 构成了音频放大器。放大的语音信号送入直流检波器 VD1、VD2、C6 和 R8。该直流检波器与 R9、R10、RW 和 IC2 组成的可调门限电平的比较器比较后，输入由 R11、三极管 VD 和继电器 J 组成的收——发转换开关驱动电路，继电器的转换触点控制 PTT 开关的自动转换。

值得注意的是语音传感器应做成高保真防噪声话筒形式，电源直接由手机的电池供给。如果给现成的单工手机附加此装置，可采取附加外盒的形式。

十六、新型无线长波编码遥控器

该遥控器采用美国 Transcend 公司最新推出的长波无线遥控收发芯片 T630/T631 为发射接收头、通用编解码芯片 MC14026/MC14027 为核心设计而成。这种模块化的遥控收

发芯片内部集中了包括天线、长波调制、解调、整形等各种电路，使得在应用时外围电路十分简单，其工作频段在 150kHz 左右，收发距离在 5～10m，具有抗干扰能力强、穿透性好、无方向、微功耗等特点，比用红外线、超声波、短波等为传输载体的遥控器具有更广泛的用途。

1. 电路工作原理

图 6—19 是该遥控器的发射机电原理图。发射头由 T630 担任，该芯片具有四个端口，①脚为天线接口，短距离时可不接外接天线，②脚为电源正极，③脚为串行脉冲输入端，④脚为电源负极。编码脉冲串由 MC14026 产生，该芯片具有 10 位地址线(或数据线)，图中仅用其五个地址进行编码，因此可产生 2^5 个编码地址，可选通 2^5 个遥控接收器。AN1～AN4 分别选用四个通道，按下其中任意一个按键，便可在 IC 的 D0 端输出编码脉冲串，由 T630 调制为 150kHz 的长波信号，由其①脚端发射出去。由于整个电路的静态电流仅为几个微安，发射电流也在几个毫安，故可用多枚钮扣电池串联或用一块叠层电池做电源，且不必设置电源开关。

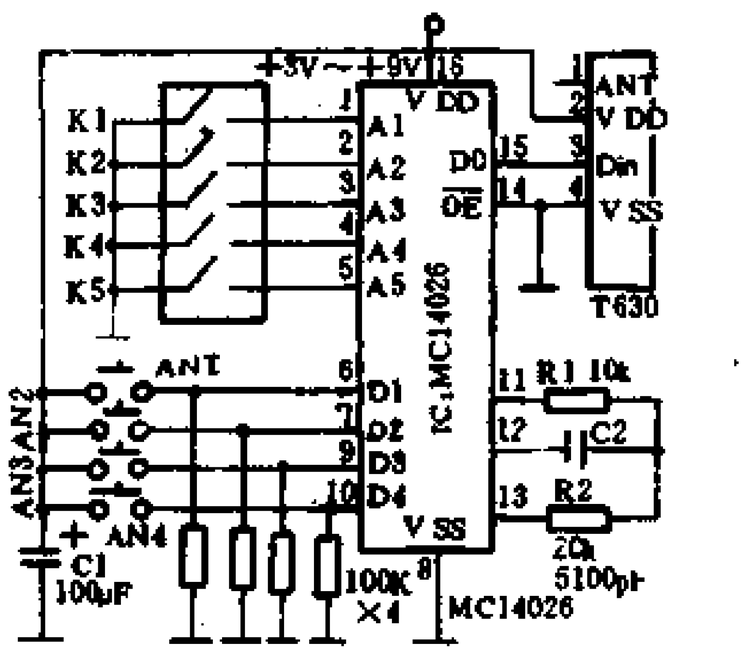


图 6－19

图 6—20 为该遥控器的接收部分电原理图。T631 为接收头，将①脚端接收到的长波信号解调整形后由③脚端输出给解码电路 MC14027，经比较解码后在相应的数据端输出高电平，以触发 D 触发器 IC2，使 V 导通，J 吸合，接通负载。图 6－20 中的地址开关应与发射器图 6－19 中的地址编码开关一致才能正确解码。接收器电源由变压器 T 降压整流稳压后供所有集成电路使用，整个电路的静态电流在 20mA 左右。

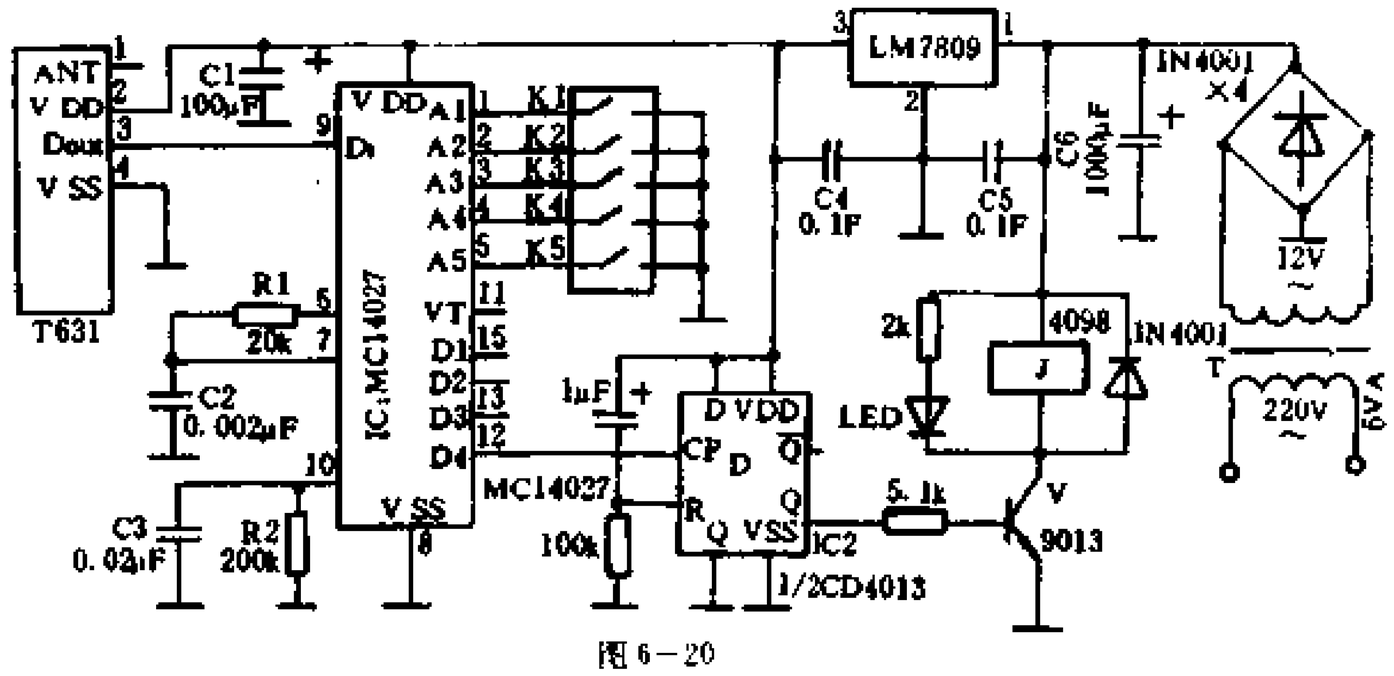


图 6－20

2. 安装及调试

由于该遥控器采用的是模块化及数字集成电路，因而安装调试都十分简单，只要接线无误，收发地址编码正确，元器件良好，不用调试即可工作。其收发距离与电源电压高低及天线长度有关，在图中电压和不加天线时的收发距离在 12m 左右，若分别加一发射接收天线(其长度为 40cm 左右的软线)可使收发距离增加一倍，发射天线还可制作在印刷板上以缩小发射机的体积。

该遥控器可以广泛用于家用电器、工业控制、车、船模等的无方向、隔墙遥控，其性能太大优于目前广泛应用的红外线、超声波的遥控器。

十七、UHF VCO

本文介绍卫星接收器用的简单电压控制振荡器，频率范围 1200～2100MHz，输出至 50Ω 的功率为+7dBm，变容二极管范围 0～50V，供应电压为±12V。

电路如图 6—21 所示。在这种频率下，寄生电感是最大的问题，因为它与共振电路所需的电感值很接近，使得反交连很困难。本设计，将负载接至集电极，将共振电路接至基极和发射极，免除部分问题。

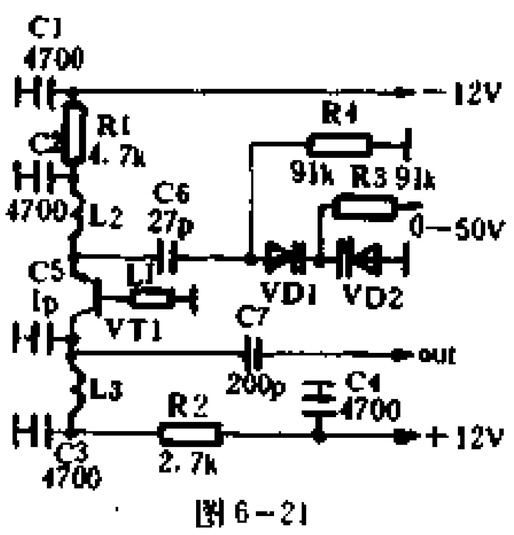


图 6—21

与低频电路相比较，这类线路的组装更重要，图 6—22 是一可行的布线方式。它使用一厚 1.5mm、35×30mm 的双面玻璃纤维电路板。C2、C3、C5 透过穿孔接至背面。R1～R4 及 C6、C7 的接脚必须短。也可只使用一只变容二极管，但此时晶体管基极须直接接地。电容 C1～C4 为碟形陶瓷电容，L2、L3 为 0.4mm 线在直径 Φ3mm 上绕 2 或 3 圈，L1 为 2.5×7mm 铜箔，其中 3mm 焊于地点，晶体管直接装於电感 L1～L3 上。

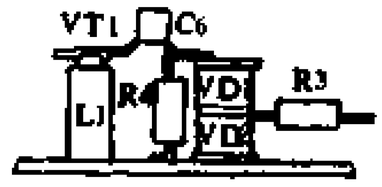


图 6—22

十八、50/75Ω 阻抗转换器的设计与制作

在高频电路制作时，要注意的是阻抗匹配问题，而实际使用的阻抗有 50Ω 系统和 75Ω 系统两种。

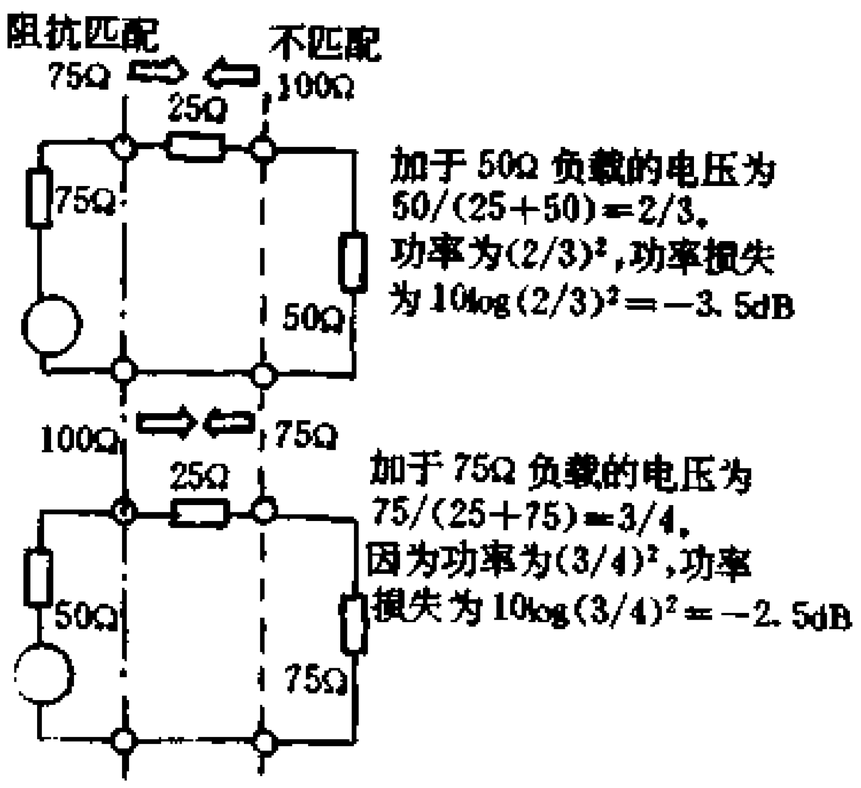


图 6—23

然而有时 50Ω 和 75Ω 同存于同一系统，为此在系统配接时必须要转换阻抗。图 6—23、图 6—24 所示为各种阻抗转换方法。

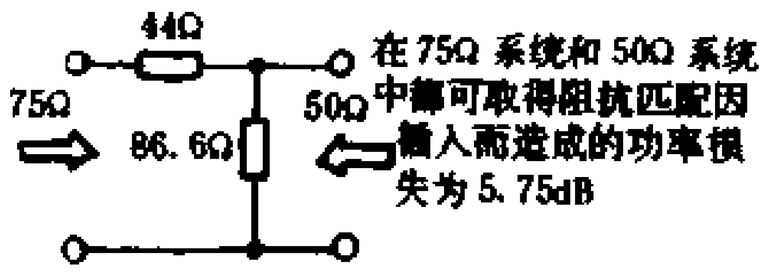


图 6—24

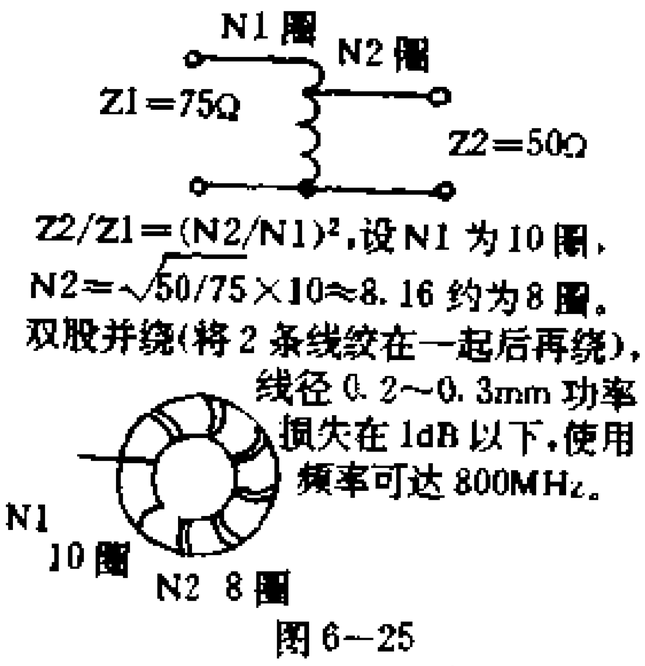


图 6—25

其中图 6—23 是利用 25Ω 的电阻转换阻抗的简易方法。用箭头表示取得 75Ω 的阻抗匹配，但对 50Ω 而言，则失去匹配。另外这种方法也因电阻而产生衰减，使用频率的范围在 200MHz 以内。

图 6—24、图 6—25 的阻抗匹配方法，损耗虽然变大，但输入和输出两侧能取得很好的匹配。

十九、SCA 广播解调器

SCA 广播是在原有的调频广播节目中插入一个附加信息而构成的调频辅助通信。SCA 广播可以作为语言或音乐广播，但大多数是安排各种业务信息、气象报告、交通信息公告、教育节目、各种证券交易信息以及其他各种商业业务信息。

SCA 的接收并不复杂，只要在原有调频接收机鉴频输出处引出信号并去除相应去加重网络，增加一个 SCA 解调电路就可。SCA 的解调是调频——解调过程。一般可用锁相环解调法、脉冲均值鉴频法和外差解调法等。

电路如图 6—26 所示，是由窄带锁相环 LM567 集成电路来解出 67kHz 调频信号的。由 BG1 67kHz 选频器的输出经 BG2 阻抗变换后由 R4、D1 和 D2 作限幅后送入 LM567 第③脚输出处。LM567 中 VCO 振荡频率由外接阻容决定，其中心频率 $f0=1/1.1\cdot C8\cdot(R7+R8)$。一旦锁定之后 LM567 第②脚为其解调输出，且⑧脚保持低位可点燃 LED 作 SCA 接收指示。图中的解调器比较简单，只需调整 R8 到 LED 点燃就可。由锁相环法解调的 SCA 接收机中，为防止 VCO 振荡器高次谐波外泄而引起电路干扰，有必要对锁相环采取一定的屏蔽措施。

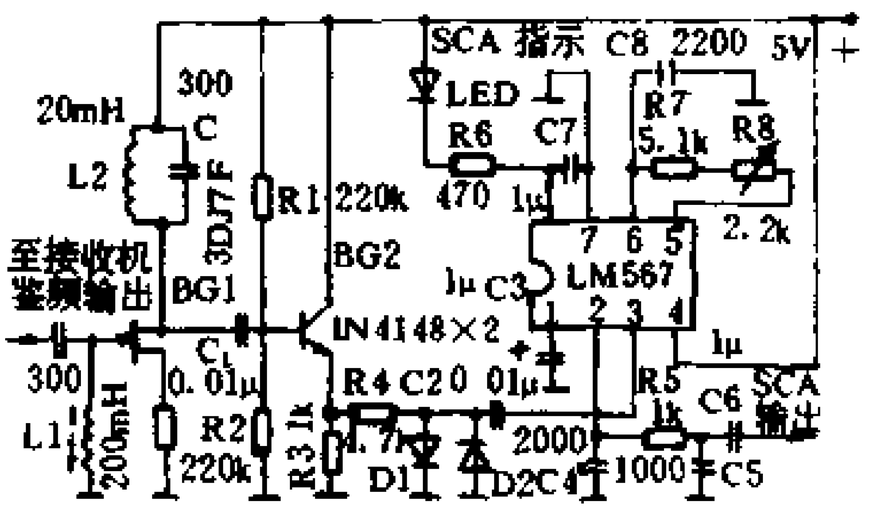


图 6—26

二十、一种实用廉价的射频调制器

本文介绍一种调制器，用以替代原调制器的功能，而对原录像机无需改动。经实际使用，效果十分令人满意。如果在输出端接上天线，还可作开路发送，其彩色信号有效辐射半径可达 10m 以上。本调制器电路简单，元件易购。

1. 电路工作原理

电路如图 6—27 所示。该调制器将电视节目调制在二频道。BG1 为主振极，其振荡频率调整在 28.875MHz，为二频道的图像载频 57.75MHz 的 1/2，所产生的振荡信号经 R4、C7 高频提升后，通过 C8 送入 BG2 基极。BG2 的基极电位受控于伴音信号，集电极电容 C11 随着音频信号变化，使并联在振荡回路两端的电容相应变化，从而实现了调频。产生的伴音调频信号在 B1 次级输出，经 C14 送入 BG3 基极。调节 W1 可改变伴音调制深度。视频信号经

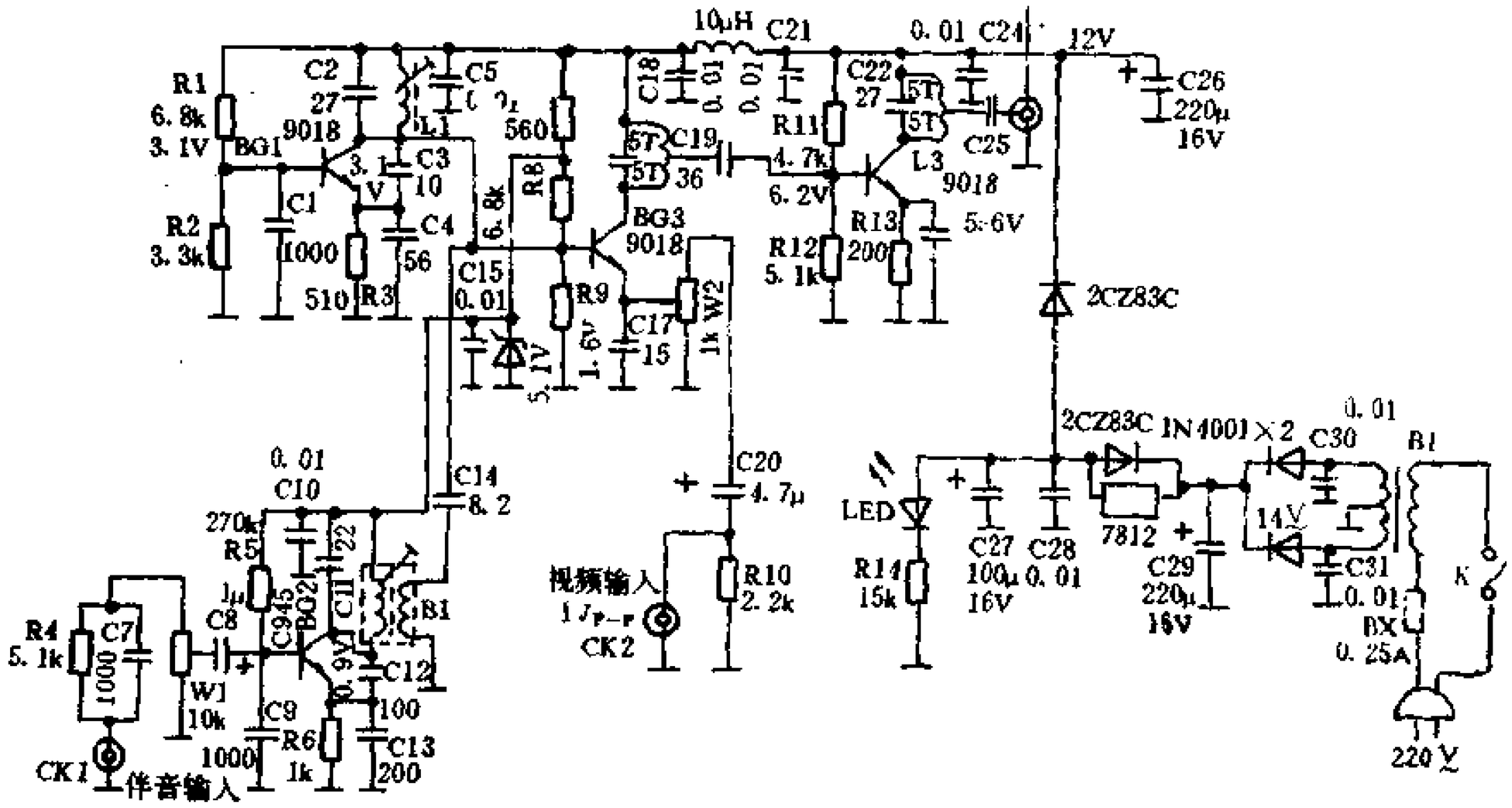


图 6—27

C20、W2 送入 BG3 发射极，调节 W2 可改变图像的调制深度。BG3 这一级既对来自 BG1 的 28.875MHz 信号倍频至 57.75MHz 的二频道图像载频，又完成图像信号、6.5MHz 伴音中频的调制。BG3 同时又与 BG4 共同组成高频宽带选频放大器，对二频道的高频全电视信号进行选频放大后，通过 C25 输出。本机工作电压为 12V，LED 为工作指示灯。

2. 元件选用与制作

B2 为 5VA、220/14V 电源变压器。CK1、CK2 采用小高频插座。B1 为 10k 型中周骨架，磁芯初级用 Φ0.2mm 漆包线绕 24 匝，次级用同样线绕 6 匝。L1 用 Φ0.2mm 漆包线在 LV335N 中周骨架磁芯上绕 7 匝。L2 用 Φ0.5mm 漆包线，在外径 Φ5mm 钻头上绕 11 匝，4 匝处抽头。L3 用同样线径、钻头绕 10 匝，在 5 匝处抽头。其余元件如图标注。

3. 安装与调试

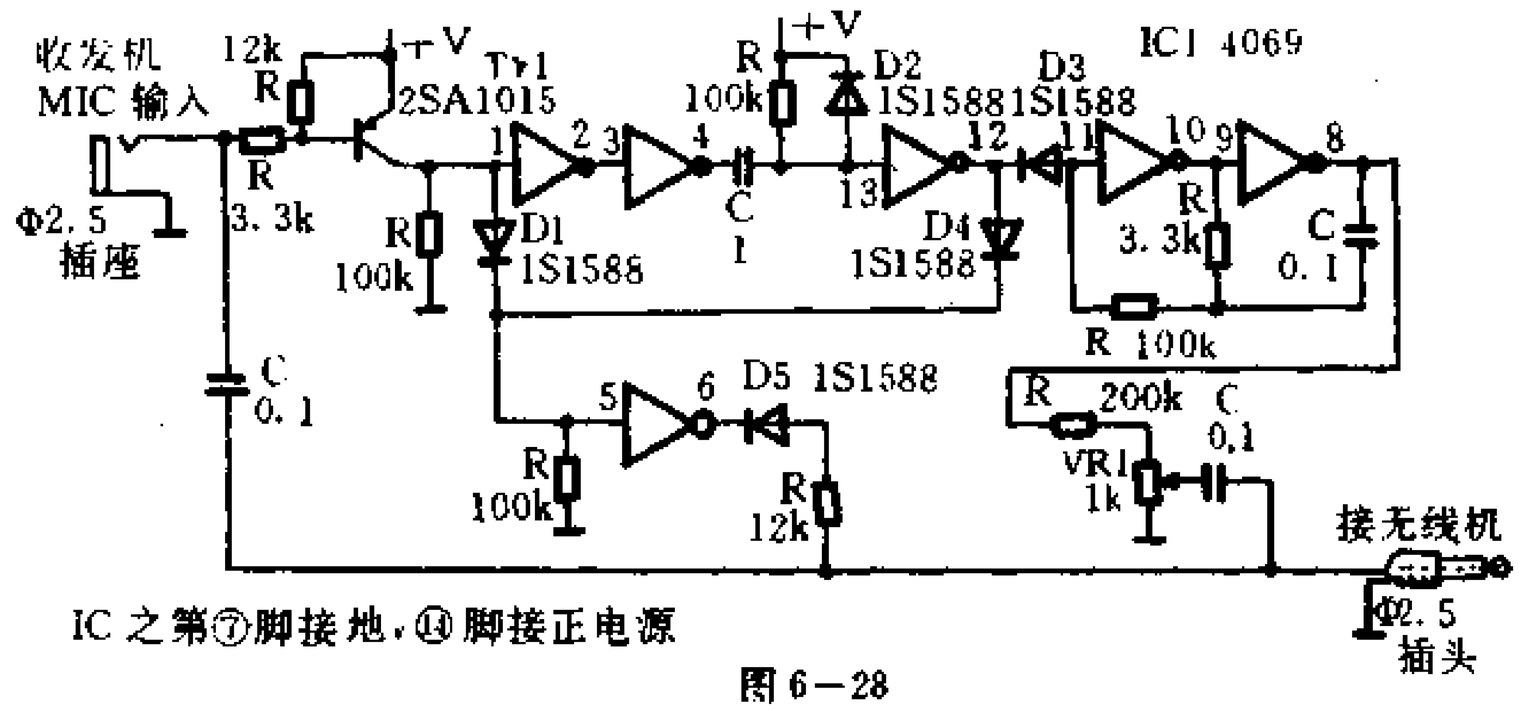
除变压器 B2 外，所有元器件均安装在一块小型印制板上，元件引脚应尽量短。检查无误后，即进行调试。先用万用表测量 BG1～BG3 各极电压，应符合图中所标值。将 W1、W2 分别置于中间位置，在输出端接好 1m 左右拉杆天线，垂直放置，并靠近电视机。打开电视机，调至二频道位置，将本机视频输入、音频输入与录像机的视频、音频输出端相连，使录像机放送节目。接通电源，先调 L1 磁芯，至电视机有图像产生，且信号最强；调 W2 使图像同步；调 B1、W1 使伴音清晰响亮。然后与电视机拉开距离至 10m 左右，拨动 L1、L3，使电视机收到稳定清晰的彩色图像。最后再调 W2，使图像色彩和对比度均佳，微调 B1 使伴音清晰、悦耳。微调 L2、L3 使声、像更佳，调试即告结束。可调元件用蜡封固。如二频道收不到图像，可能是 B1 不起振或振荡频率偏离太大所至，应作检查调整。只要线圈绕制准确、元件安装无误，调试一次即可成功。L1 可调节调制器工作频率。整个调制器安装在一个自制的外壳内。

实际使用时，用录像机对录线按上述方法将录像机输出信号与本机输入信号连接好，将本机输入端用射频电缆线接至电视机天线插口。若需开路发送，则在输出端改接一根 1m 左

右的拉杆天线，接通电源本机即可工作(注：图中 BG1 因工作在高频状态，测量误差较大，所标值可作参考)。

二十一、手机用 Standby Bi 的制作

如图 6—28 是 Standby Bi 电路图，十分实用。手提收发机 Φ2.5 的三端子麦克风立体插座有小容量电源，电池便可省下。



IC 之第⑦脚接地，⑭脚接正电源

图 6—28

首先，声音输入麦克风，通过 C1 再输入手提机 PTT 时，信号经 Tr1 分离。此信号由 C2 和 R4 构成的微分回路，在 PTT 瞬间检出，产生 Bi 的信号。由两个 NOT gate 所构成简单方波输出振荡电路。此振荡输出是由 VR1 控制振幅衰减再由 C4 进入收发机。

收发机外接输入电源为 5～15V。Bi 和 Bu 音振荡时间可由 C2 和 R4 控制，振荡频率由 C3 和 R6 调整。

图 6—29 是印刷电路板图。此 Standby Bi 电路消耗电力，在 9V 时实测，静态 0.1mA，工作时 2mA。此电路制作零件少，无 NOT gate IC 亦可以用 NAND gate 代替，初学者可试试。

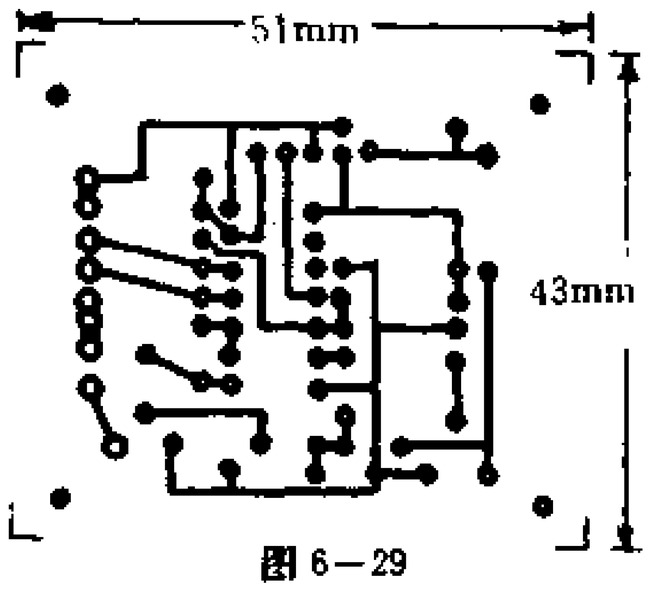


图 6—29

第七章　无线通信用测试电路

一、专用低功率计的制作

本文介绍一种低功率 0.1W/1W 功率计的制作。频域包含 HF～UHF。适用于 QRP 发信机或发信台低功率测量。

1. 功率计制作

本功率计的制作分为两大部分，即高频检出部的虚拟负载与仪表电路。

首先是制作虚拟负载检出器 1，该检出器 1 是采用氧化金属膜电阻 200Ω、1/4W 型 4 只，电路如图 7—1 所示。

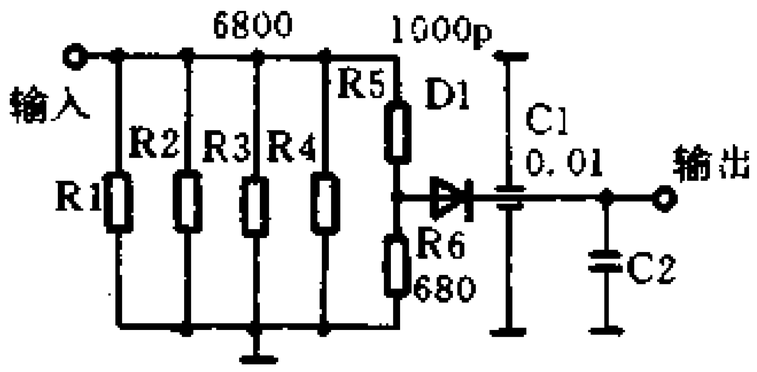


图 7－1

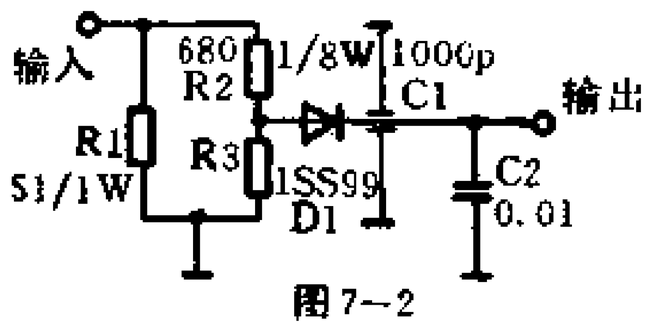


图 7－2

检出器 2 采用晶片式电阻，将电阻组立在电路板的电路线上。图 7—2 则为组立电路图。电路板通常比实际尺寸稍长些，因此安装时应与连结器平齐之后切除多余部分再置入外壳内。

仪表电路则采用按键式开关，可切换为 0.1W、1W 两种功率。而 HF/VHF/UHF 频率的调整，则是采用回转式开关改变频率。VR1～VR6 则各为调整频域。图 7—3 所示为整体电路图，而图 7—4 则为电路板电路图。回转式开关的 4 位置设定为仪表的“＋”、“－”不通电的状况，以作为 OFF 时保护仪表之用。

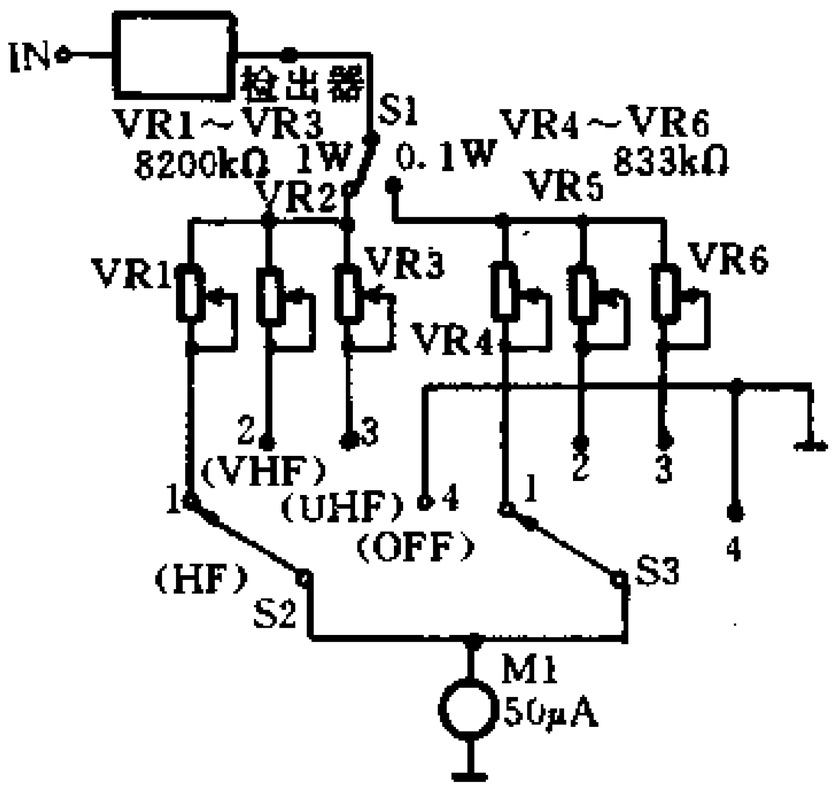


图 7－3

将仪表指针回转全程定位为 100%，则在指针回转 71%的位置应为 0.5W 或 50mW。指针回转 50%的位置应为 0.25W 或 25mW。

2. 功率计调整

制作完成之后，需调整各频道。1W 被设定为 VR1、VR2、VR3，而其代表的频道则依序为 HF、VHF、UHF。0.1W 依序设定为 VR4、VR5、VR6，其代表频道依序为 HF、VHF、UHF。

由于测定器的精度影响到调整的精度，因此应尽可能选用高精度的测定器。首先可将手提式无线通信机设定在低功率位置，即为 0.1W（100mW），在此以 1W 为范围调整。其次在 100mW 以下，将手提式无线电通信机接上可变电压式稳压电源，并将电压下降至定格电压以下，大约在 50～60mW 进行调整。并用高功能的功率计量测定位确切的值，再转接至自制的功率计，一直调整至相同的测定值即完成调整程序。

进行频域调整时，各测量值有些公差，不完全吻合，原因是发信功率（电力）的公差上限达 20%左右。

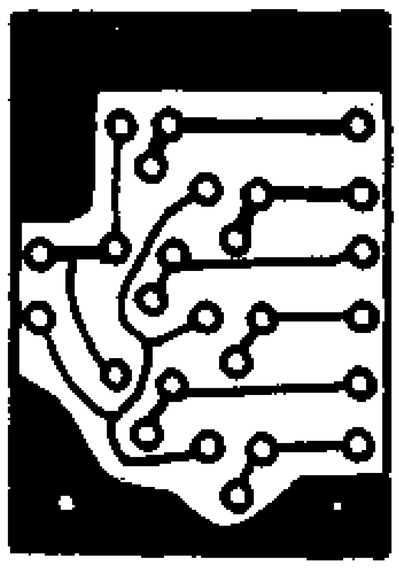


图 7—4

二、简易 U/V 信号发生器

本机体积小、重量轻、省电（＜4mA），能输出以下电视信号：①当 S1 置于 V、S2 置于 IF 时，输出 32～38MHz 可调中频信号及 1 频道信号；②S1 置于 V，S2 置于 L 时，输出 2～5 频道信号；③S1 置于 U，S2 置于 H 时，输出 6～12 频道信号；④S1 置于 U，S2 置于 L，输出 U 段信号。

由 $V_{1.2}$ 构成低频振荡器，其基准频率约为 500Hz，用以调制射频输出。$V_{1.2}$ 的 β 值≥40。用 V3 构成 U 段和 6～12 频道信号发生器，其 β≥100，f_T≥1GHz，调节 R5 使 Ic＝2mA。调整时，先使 U 段工作，调 C8 定于 13～30 中的某一频道（如 20 频道），然后拨 K2 于 H，调 C7 的大小使转动 C10 时，在 6～12 频道都能输出信号。中频及 1～5 频道信号发生器由 V4 构成，其 β≥100，f_T≥400MHz，R7 使 Ic＝1mA。调整时，先使 2～5 频道段工作，拨 L4 的匝距使转动 C10 时，能输出 2～5 频道信号，再拨 K2 于 IF，调 L3 的匝距使转动 C10 时能输出 32～38MHz 及 1 频道的信号，具体原理图如图 7—5 所示。

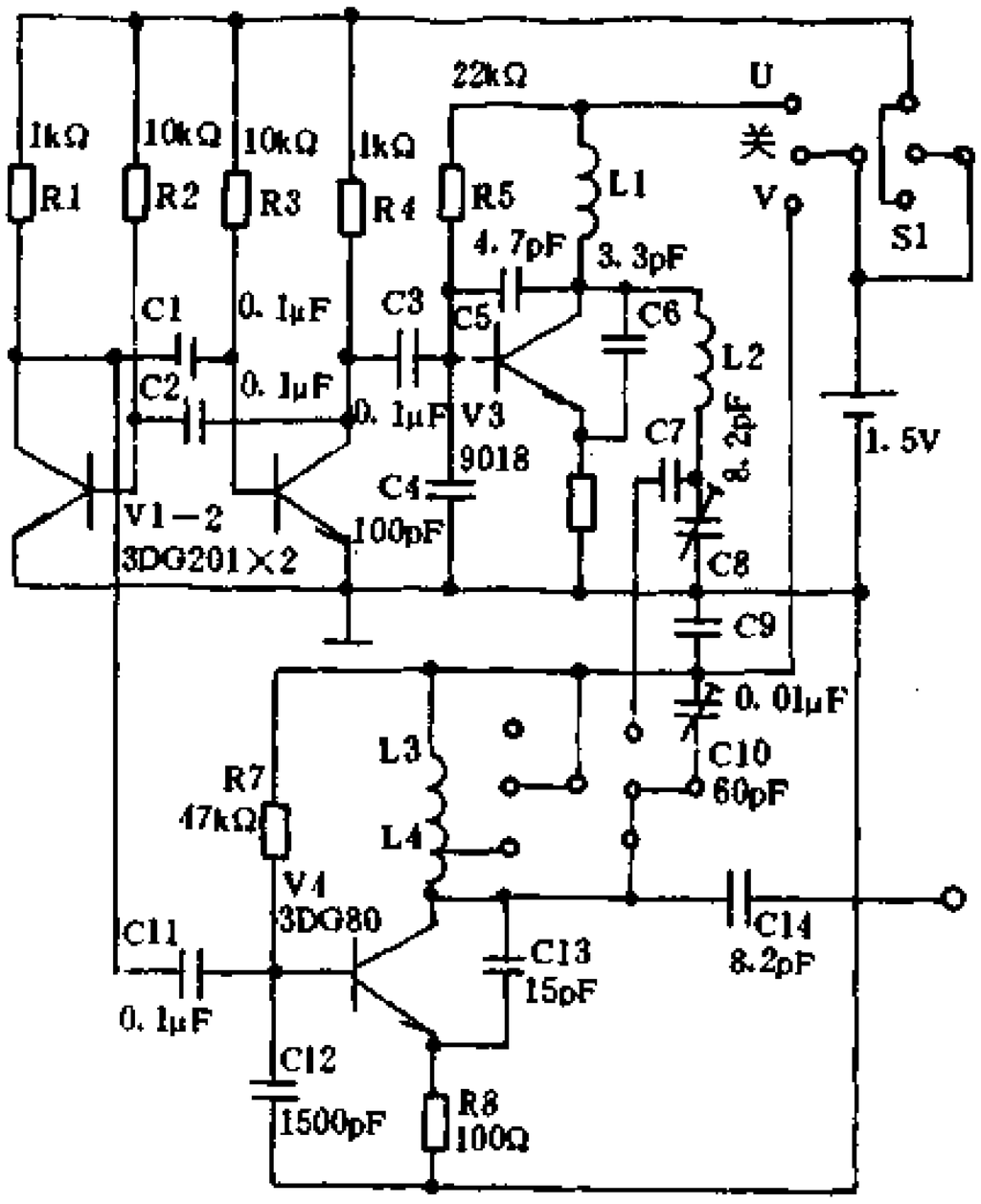


图 7—5

C10 为 CBM—224Q 型双联可变电容器中的 60pF 联，其所附的微调电容要调到最小值。线圈均用 Φ0.5mm 的漆包线在 Φ4mm 的钻头上绕 12 匝作 L1，用 Φ1mm 的漆包线在 Φ10mm 的钻头上绕 2 匝作 L2，在 Φ6mm 钻头上绕 6 匝作 L3，再绕 2 匝作 L4，并引出抽头。S1、S2 为 3 位 2 刀拨动开关。

三、用数字调谐收音机作高频频率计

数字调谐收音机作为广播接收机的新一代产品，已经逐渐普及。由于数调收音机对所收听的电台频率是直接用数字显示的，而且分辨率和精度都很高，所以在业余条件下，完全可以把它作为高档数字频率计使用。

以赛格牌 SED—ECL88A 为例，它能测量的频率范围是 FM87～108MHz、MW531—1602kHz、SW2.3～21.85MHz，几乎覆盖了电子爱好者所使用的无线话筒、信号发生器、业余无线电台的频率。

由于收音机只能输出音频信号，因此，在测定某种信号源的发射频率时，一定要加上音频调制信号，这样收音机才能准确监示。

四、便携式 100～1000MHz 驻波比测试仪

在通信、电视等系统中，经常用驻波比测试仪调试天线、发信机等设备与馈线之间的匹配情况。

仪器主要性能如下：

工作频率范围：100～1000MHz

驻波比显示范围：1～∞，分 11 点连续显示

阻抗：50Ω 或 75Ω

通过功率：大于 0.5W/50Ω，或大于 20mW/75Ω

电源：6V（五号电池四节）；外接 DC12～18V

插入损失：1.0dB 以下(50Ω)；1.5dB 以下(75Ω)

剩余驻波比：1.05 以下

驻波比测试仪由显示驱动器和取样比较电路组成如图 7—6。

图 7—7 是微带形式的定向功率耦合器，用厚 1.5mm 的双面聚四氟乙烯介质板或环氧

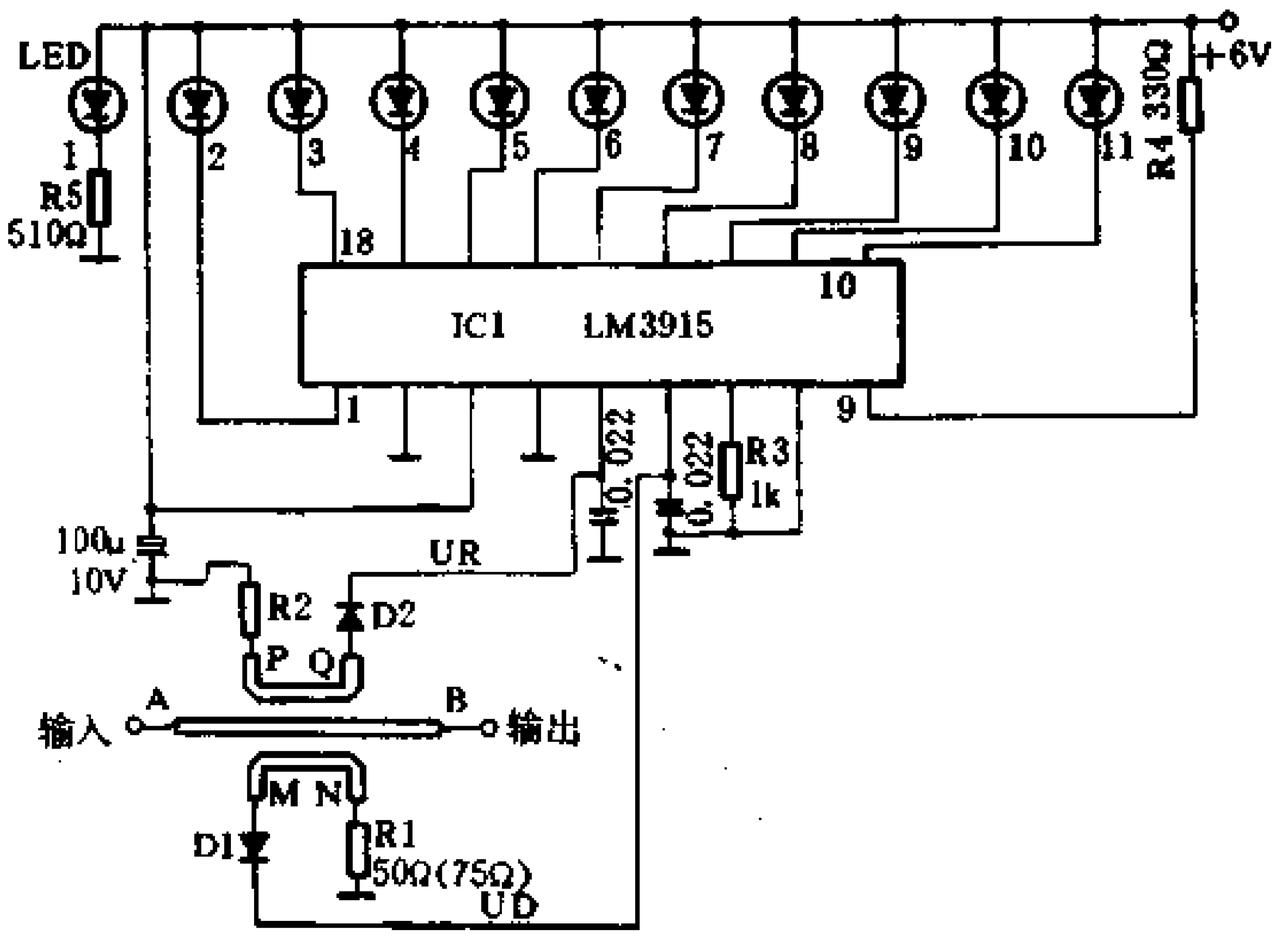


图 7—6

玻璃丝纤维介质铜箔板制作，但插入损耗略大。图 7—7a 印板的尺寸是针对 50Ω 特性阻抗的，适合在通信系统中使用。正常工作时要求入射的功率大于 0.5W。图 7—7b 印板的尺寸是针对 75Ω 特性阻抗的，适合在电视系统（如电视天线测量）中使用。当入射信号大于 20mW 时即能显示 VSWR 值，但插入损耗较大。制作时，双面板的一面铜箔保留作接地用，另一面按图加工。所用电缆插座如 L16—50KF 或 75KF 用螺钉直接固定在接地铜箔板上。插座芯线（内导体）穿过铜箔板用锡焊在主线 A、B 两点上。用 2AP31E 作检波二极管。如欲进一步提高灵敏度可用 2DV17 型晶体检波器，但不便焊接，需另用支架固定。

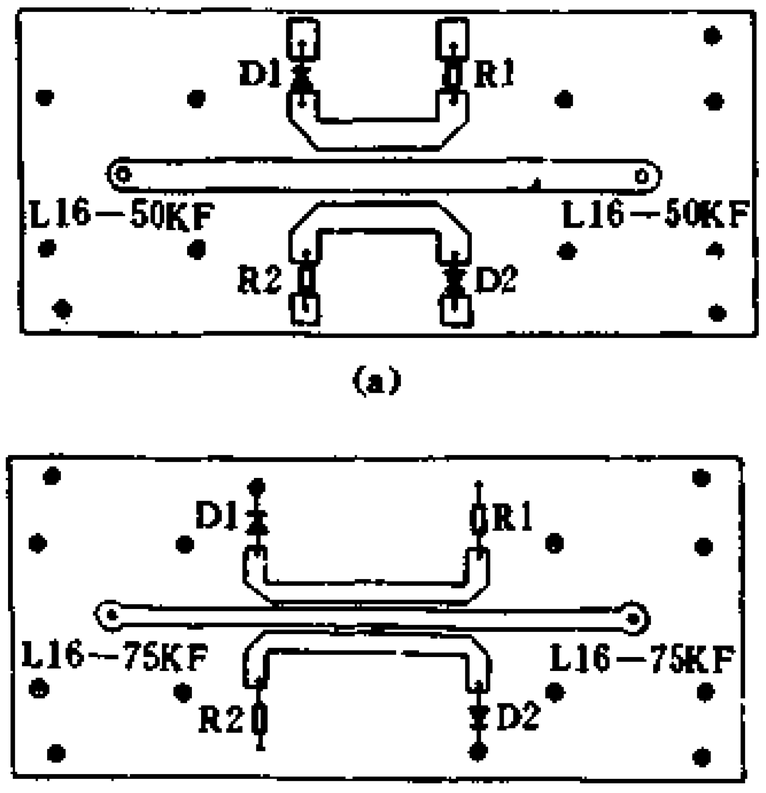


图 7—7

调整时，信号发生器的输出端接驻波比测试仪的输入端 A，输出端 B 接上标准 50Ω（75Ω）负载。调整 R 使 10 级 LED 熄灭（VSWR＝1）。也可将该自制测试仪与其他驻波比测量仪器串接后接入信号源进行调整比较。连接线必须是 50Ω（或 75Ω）的同轴电缆，应与驻波比测量仪的端口阻抗一致，如果驻波比显示值不正确，则往往是检波管不对称所致，应更换。对应于每一个 LED 的是一块标上其驻波比系数的刻度面板，如图 7—8 所示。

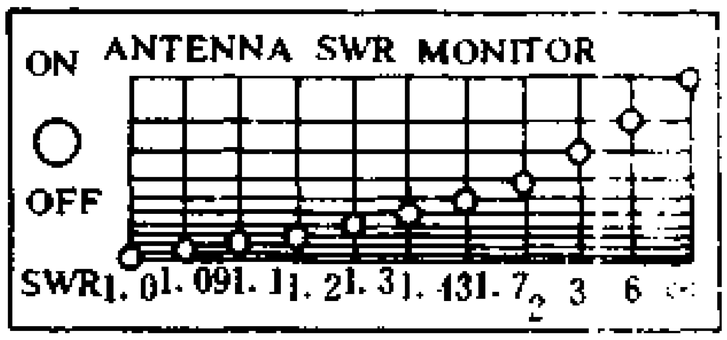


图 7—8

五、制作 SWR 表

使用 SWR（驻波比）表就可知道功率放大器和负载之间的匹配状态。图 7—9 所示为

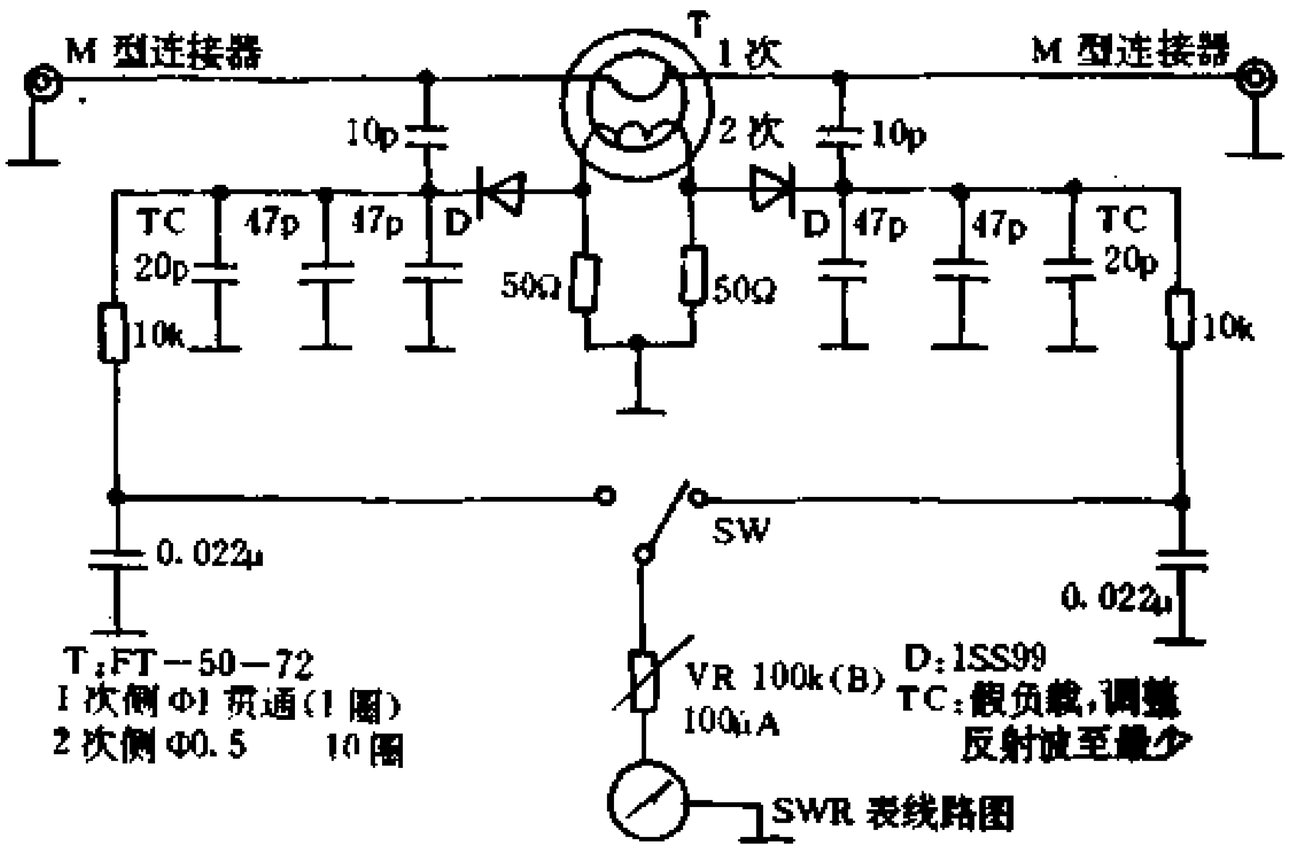


图 7—9

SWR 表之线路图。

制作时使用单面环氧树脂基板，使用 100μA 的电流表。

表 7—1 为电流值与 SWR 值之关系，将这个表的值写在电流表上。测试时是将开关切在行进波处然后调整 VR，且调准在 100μA，其次将开关切在反射波处，直接读取 SWR 值。

表 7—1

反射波电流值(100μA 电流计)	SWR 值
0μA	1.0
10μA	1.22
20μA	1.5
35μA	2.08
40μA	2.33
50μA	3.0

六、袖珍电台小天线谐振频率的测量

袖珍电台小天线的谐振频率取决于法向模螺旋天线——人——机壳——大地诸因素。我们按图 7—10 所示的示意图测量出袖珍电台小天线的谐振频率，并大致估算出小天线的电压驻波比特性。所用的仪器是 BT—3 扫频仪，TB—5 驻波比电桥。用 TB—5 作为袖珍电台外壳，手拿着驻波比电桥，将天线装在 TB—5 驻波比电桥负载端，在 BT—3 扫频仪上就能看出小天线系统的谐振频率。

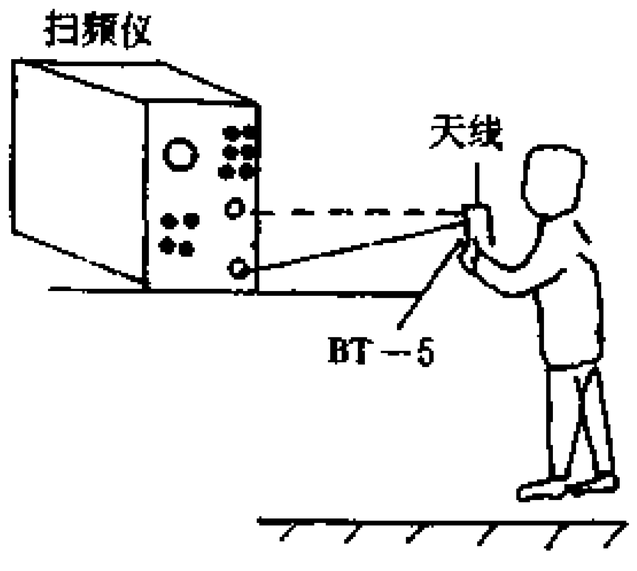


图 7—10

假如小天线的谐振频率高于袖珍电台的工作频率，则要袖珍电台小天线谐振频率进行微调，将其谐振频率调到所需频率上。

用上述方法设计了一种工作在业余 D 频段袖珍电台小天线。法向模螺旋天线高度为 135mm，在未调整前测得其谐振频率为 158MHz。用 Φ0.8 铜线插入 40mm 左右时，测得小天线的谐振频率为 152MHz。袖珍电台发射功率为 500mW，可靠通信距离为 3.5Km，可通信距离达 4.3Km。在同一频段的国外引进电台，发射功率为 2W，使用引进电台螺旋天线，可靠通信距离只有 2.5Km。这说明袖珍电台法向模螺旋天线谐振频率的设计与测试、调整是有潜力可挖的。

七、多样化的晶体测试器

晶振失振有很多原因，它可能是已经损坏或效率低的晶体，也可能是设计不正确。因此，在查找错误或进行全面设计之前检查一下晶体是很必要的，为了使查找问题更简单，提出了如图 7—11 所示的电路，这个电路对于大量的晶体及频率在 40kHz～20MHz 范围内的陶瓷振荡器均能进行检查。

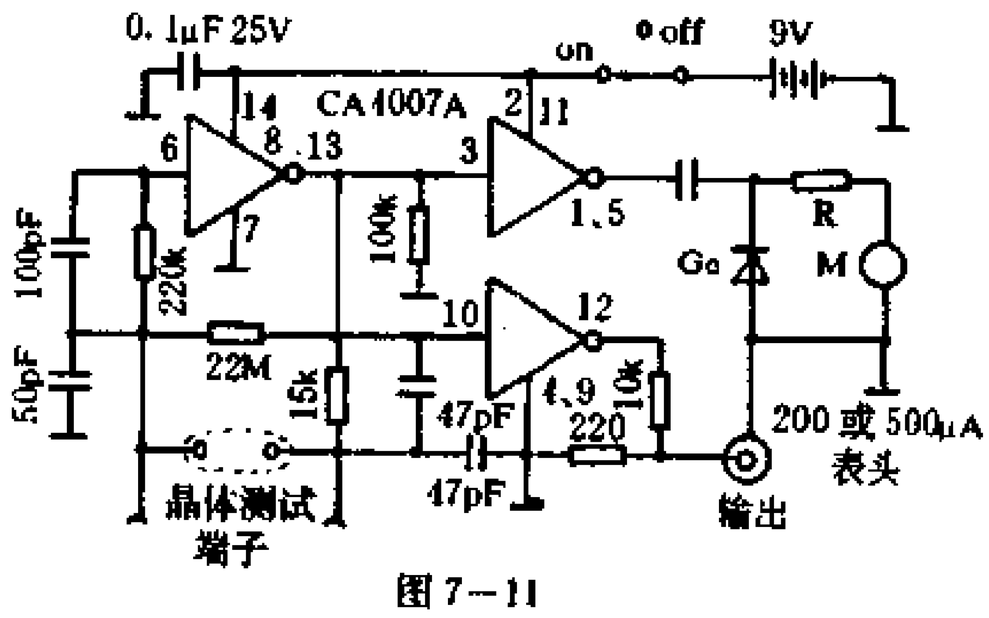


图 7—11

起振应在晶体的并联振荡频率上，晶体在电路中呈现近 30pF 的电容量，基本的振荡器是由 CA4007A 中的一个互补双 MOS 反相器组成，其余的组成测试驱动器及低阻抗输出驱动器，测试装置主要测试晶体运行情况，任何 200～500μA 的表头都能满足要求。与测试器串联的电阻 R 用来产生与晶体相比 90% 的全刻度偏差，效率低的晶体对任何频率产生的偏差都很低，而高性能的晶体对高的频率则有一定限制。低阻抗输出能驱动频率计数器或通过终端电缆驱动示波器。

第八章　天线制作

一、可增加对讲机通话距离的便携天线

30MHz 频段无线对讲机由于体积小巧、使用方便、价格便宜，得到了较广泛的应用。若想增加对讲机的通话距离，一般只有增加发射功率，由于受各种因素限制而较难实现。一副性能优良的天线，可以不改动机器其它部分而增加通信距离。本文介绍一种远距离 30MHz 无线对讲机便携式室外天线。

天线的结构为同轴偶极天线，其基本结构形式如图 8—1 所示。它是利用同轴电缆线的外套与芯线伸长部分组成半波垂直振子，在半波振子的中点接入同轴馈电线而成。具体的制作方法：将同轴电缆的内导体向上延伸 1/4 波长作为对称振子的一臂，电缆外导体顺电缆外壁向下折返 1/4 波长作为对称振子的另一臂。利用电缆外表面形成的 1/4 波长短路段（即图中的 1、3、2 点围成的部分），既起到平衡器的作用，也使同轴电缆的外导体没有电流通过。

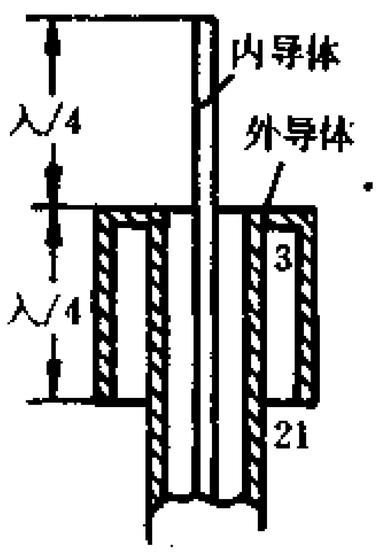


图 8—1

这种同轴偶极天线的最大优点是携带方便，使用灵活，可以将它盘起来随身携带。在室外任何场合需要使用的时候，只要用一根长杆子把天线支起高于地面 5m 即可，与用手机本身的天线相比，通话距离可提高一倍以上。

这种天线为全向型垂直极化天线，工作频率为 30MHz，输入阻抗 75Ω，电压驻波比（VSWR）小于 1.3，增益大于 5dB，通频带（△F）大于 5MHz。

二、螺旋天线的设计与制作

图 8—2 为一般螺旋天线结构示意图。D 是螺旋天线的直径，L 是螺旋天线的长度，a、b 是一个螺旋的两端点。

对于工作在一定中心频率的通信机来说，自制螺旋天线所需要的绕制圈数 N 可由下式近似算出：

$N=L\times\{[\lambda/4L)^2-1]\times\lambda^{1/4}/20\times D^3\}^{1/2.5}$，螺旋 $\rho=L/N$。对于一般的袖珍通信机、对讲机可取：L＝20～40cm，D＝10～20mm。

制作时，可以用直径 0.5～1.5mm 的漆包线，最好是用镀银的铜线，在直径为 D 的有弹性

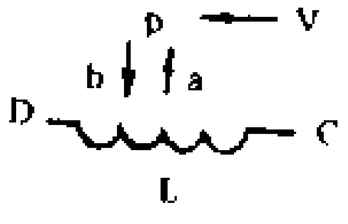


图 8—2

图 8—3

的绝缘棒上绕制，并在棒的底端热压一个粗的铜螺杆以利于与主机连接。绕好的天线可用绝缘材料套封，并在顶端用橡皮帽密封，这样既美观大方，又能防水防蚀，经久耐用。在绕制时，应注意保持匝间距离均匀，线圈绕制时应牢固地固定在棒上，必要时可使用少量胶水。在绕制工艺上可采用"反绕法"来提高天线谐振时的阻抗，以便与负载更好地匹配。"反绕法"的具体方法见图 8—3 所示(表 8—1 是常用频率的螺旋天线设计数据)。

表 8—1

f (MHz)	D (cm)	L (cm)	N (T)	p (mm)
27	2	40	101	4
30	2	30	86	3.5
80	1	25	71	3.5
100	1	10	55	3.5
150	1	31	3.2	0.97
440	0.6	17	5.8	0.32

三、一个手持式水平极化天线的制作

本文介绍的水平极化天线其工作频率可做在 146、223 或 440MHz。此天线的导线头弯成圆环，既安全又方便，如图 8—4 所示。

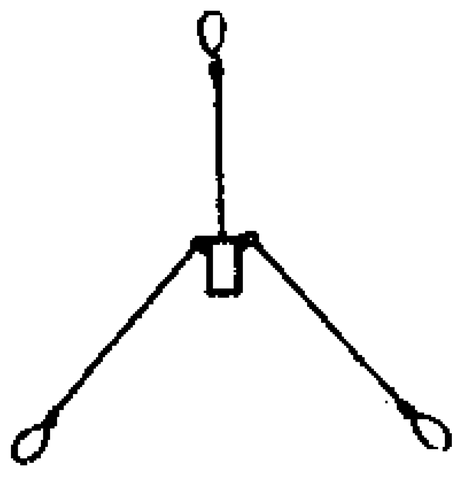


图 8—4

1. 制作器材和工具

器材：导线(单股导线，NO. 12THHN)，焊料和一个用于连接的有螺纹的同轴接口。THHN 线是一种绝热的铜体导线，做一个 146MHz 天线要 7 英尺这种导线，223MHz 天线要 5 英尺，440MHz 天线要 3 英尺。

工具：一把 100W 烙铁或焊枪，一把标准尺子或一根带尺，一副割线器、一把用于把导线卷成圆环的直径为 1/2 英寸圆筒，一把锉刀。也可以用小刀削割 THHN 线的绝缘层。

2. 制作方法

做 146MHz 天线时，把买的导线切割成长 24.625 英寸的三段；做 223MHz 天线时，把导线切割成长 17.625 英寸的三段；做 440MHz 天线时，把导线割成长 10.625 英寸的三段。

(1)做顶端圆环。把导线绝缘层剥掉 4 英寸长。用直径 1/2 英寸的圆筒，把导线弯成一个环，并刚好合拢在绝缘层处，然后拧两圈。剪掉多余的导线(约 1/2 英寸长)。把拧在一起的导线焊起来，每个天线的每根导线都要这样做。

(2)在同轴接口中心引线上装上直立导线。把导线没弯圈的那一端剥掉 3 英寸长的绝缘

层，然后把导线焊到同轴接口的中心引线上(把导线焊到中心引线上时一定要考虑加热的程度)，剪掉多余的导线(约 1/2 英寸长)。

(3)在同轴接口外缘装上导线。把另外的两根导线没弯成环的那一端剥掉 3 英寸长的绝缘层。把裸线绕在接口的外缘，绝缘层处正好穿过接口上的安装孔，把导线和接口外缘焊在一起(把接口外缘锉一下会焊得牢些)，剪掉多余的导线(每根约长 2.25 英寸)，这就完成了制作。

3. 天线调试

依照图示，把下面两根导线弯成与竖直导线成 120°的角。如果你没法测量天线在工作频率时的 SWR(驻波比)，就调试到这儿，并可直接使用这个天线。

如果你有工作在工作频率的驻波指示器或反射功率计，调整驻波比是值得一做的。在手持机和天线间插入测量仪器。发射一个短的确定的单工频率信号，来检查驻波比。调整下面两根导线与竖直导线间的角度，使 SWR 最小(或反射最小)。在正式使用天线之前测试一下天线，可以确信你的调整还是有效的(周围的物体可能使天线失谐)。

四、短波接收机用宽带有源天线

整个短波波段(1.6～30MHz)上的干扰是十分严重的，这些干扰有些来自大自然本身，更多的则是人为的。短波接收机工作时常常会串入邻近大功率的电台或产生阻塞现象等，因为一般的短波接收的 RF 电路不能处理大信号。本文介绍的有源天线针对上述情况进行设计，不仅提高了接收机的灵敏度，而且将人为的干扰降到最低程度。

有源天线采用的是宽带的环形天线、四环形天线(quad－loop)或偶极子天线。有源电路与天线馈点直接连接，通过一根同轴线或者平衡电缆(双股线)与接收机相连，同轴线或平衡电缆同时也是有源电路的电源线。

1. 电路工作原理

图 8—5 给出了平衡宽带放大器和分离的电源电路原理图。放大器的输入端直接与偶极子天线或环形天线的馈接点相连。电路的供电电源通过 50～75Ω 的引线给电路供电。前级放大器的输入阻抗较高，以便与短的偶极子天线匹接。偶极子天线将信号馈入双栅极 MOSFET 管 T1 和 T2 的第 1 栅极。扼流圈 L1 和 L2 使得 T1 和 T2 的第 1 栅极的直流电位相同。T3、T4 是将 T1 和 T2 源极中的 RF 信号放大的中功率管，L3 是阻抗变换变压器，T3、T4 和 L3 组成推挽输出级。运算放大器 IC1 向放大器提供一个正常电流，从

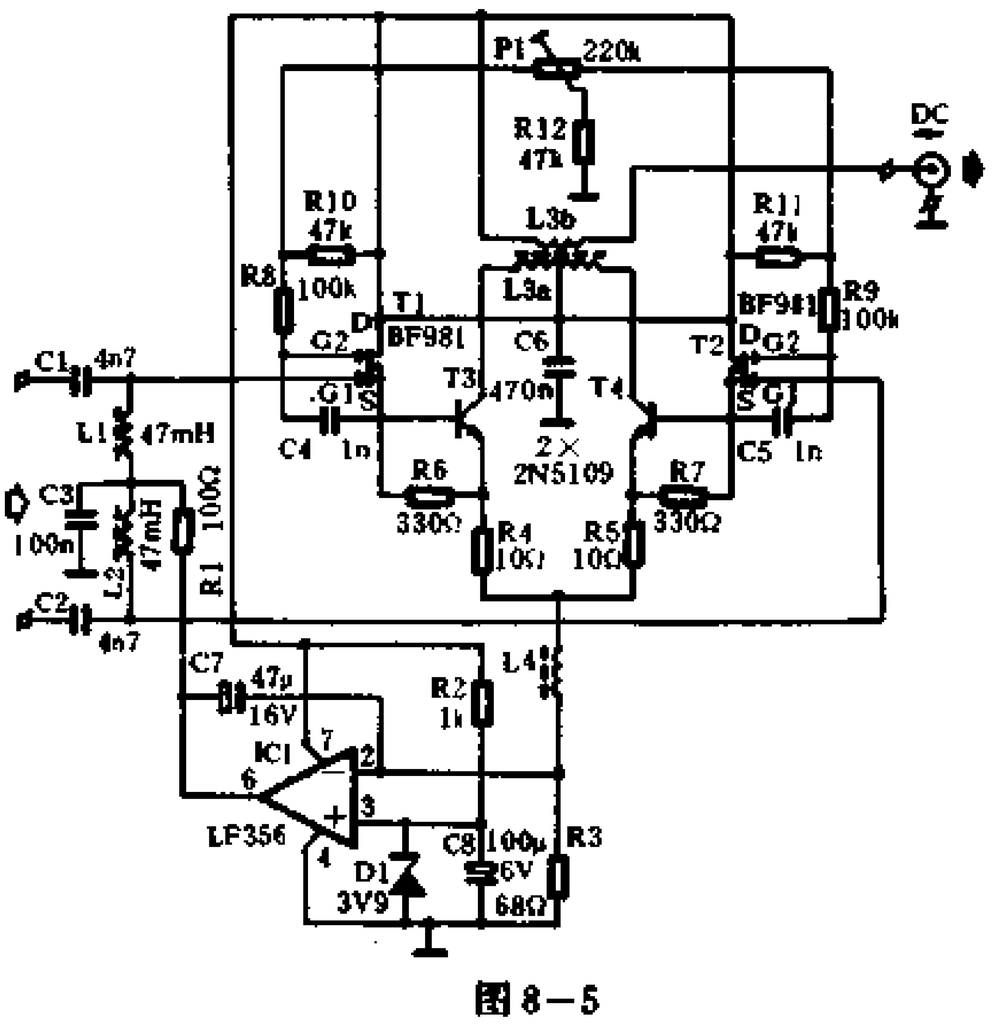


图 8—5

而确保T3和T4工作在线性范围。增大R3的阻值可减少流过T3和T4的电流，如果接收机没有强台干扰产生串台，可适当地增大R3的值。

放大器的输入端也可用一个并联电容与环形天线相连。并联电容虽然会限制有用频段的宽度，但能提高灵敏度。环形天线加外罩时应尽量不影响环形天线馈线点跨接的可变电容（改变调谐范围），否则将导致天线和电容回路的品质因数Q值下降，使输出信号幅度变小。

供电电源电路是典型电路，它提供12V的直流稳压电源。

2. 制作与调整

有源放大电路的绕线电感制作用Φ0.2～0.3mm漆包铜线。

L3a＝10＋10T（中心抽头），绕于G2.3－FT16或T82－47铁氧体环上。L3b＝4T，L4和L5＝30T，分别绕于上述铁氧体环上。

有源天线的印刷电路板图如图8—6所示。电路很简单，制作时没有特定的顺序要求。只需对MOSFET管进行处理。焊接时，最好用细导线将其各引脚相互短接，安装好后去掉其上的连接线。C4和C5使用表面安装器件，直接焊接在T1和T2的第二栅极与源极之间。

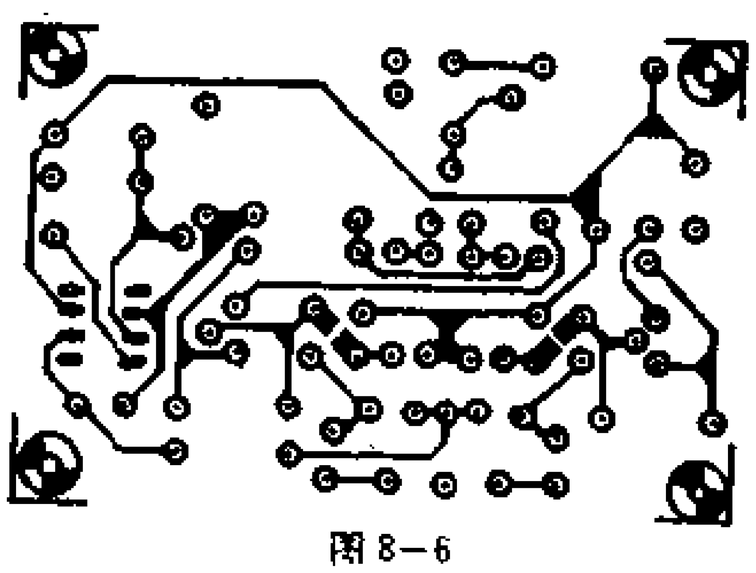


图8－6

有源电路的调整也很简单。将电路板安装到位后，在C1或C2端连接一根短导线天线，将接收机调谐至一个较强的电台，将有源天线通电，查看信号计的读数。将C1和C2的输入端临时短接，使得放大器的两个输入端信号完全相同，理想情况时接收机应听不到任何信号声音，调整平衡电位器P1，使接收机的声音尽量小（关掉AFC开关）。

有源电路板外壳的选用和装配要考虑其防水性能。天线不要靠近大的金属板，同轴线的连接也应考虑不要破坏平衡性，否则将导致有源天线的性能下降。

五、固定在玻璃上的2m电话天线

本文将介绍一种极具吸引力的固定在玻璃上、看起来很象用于蜂巢式电话的天线。这种天线很容易自装，不需特殊工具或技巧

1. 系统工作原理

图8—7所示为固定在玻璃上的天线系统的设计图。A为电气上相当于1/4波长的天线。为何需要L及C，而信号是如何由同轴电缆不需连接线而到达天线上的？其原因是电容器。玻璃两边的固定片的作用，就象是一个利用玻璃电介质隔开的电容器，此玻璃电介质就是挡风玻璃或是玻璃窗。此电容器就如同一个负的容抗。使用电感（L）消除这个负的容抗。因为在同一工作频率时，C及L具有相等但符号相反之电抗，而馈线则是长度为1/4波长（λ）的天线。此一天线可以用简单的1/4λ的伸缩天线，或是可用加上负载线

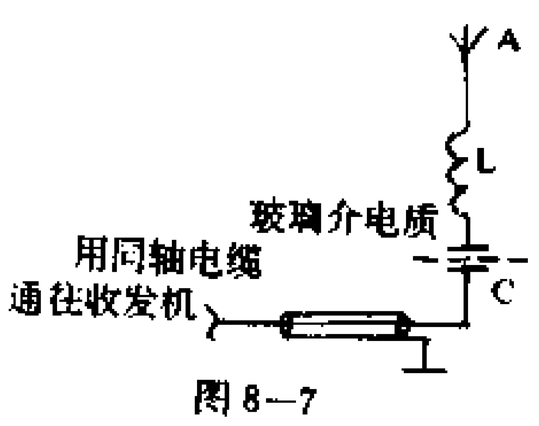


图8—7

圈减短后的天线使得看起来象是细胞式电话天线的样子。

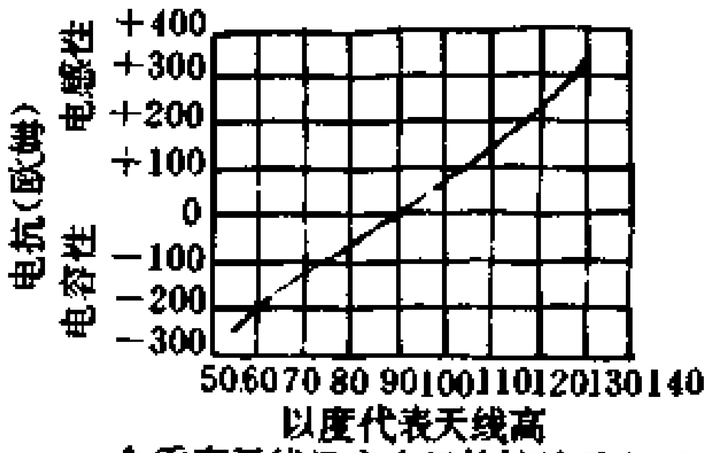
注意：馈线的遮蔽层是在靠近电容处接地。因使用 1/4λ 天线，这一点在系统中是重要的部分。玻璃作为接地平面很不好，但在这附近仍然有许多金属部分可用以达到目的。

2. 天线设计

天线固定的大小，主要是由结构性及外观而决定的。安装后的电容为 10～20pF（近似值，因无法确定介电常数及玻璃与胶带的厚度）。此电容范围在 2m 距离时容抗值约为 60～120Ω。因此要抵消此安装容抗所需的感抗值为 60～

120Ω。

应如何在天线上建成正确的电感值呢？可看图 8—8，此图是取自 ARRL 天线手册，当天线比 90°短时，对于馈线而言，天线为电容性。当天线长过 90°时，对于馈线它为电感性。有了以上这些资料后，即可有两条设计思路：



一个垂直天线经完全导体接地后之近似电抗图。其中波长/直径之比值约2000，实际电抗值随波长/直径比值会显著改变

图 8—8

(1)制造一长于 90°的天线来供给消除安装基座上电容所需的电感。由图 8—8 中可知此为约 96～106°，如此要求的天线长度为 20～22 1/2 英寸。若采用 10 号铜线，则天线长度为 21 1/2 英寸。

(2)若要用削减长度后的天线，以加装负载线圈来消除固定基座上的电容并可削减天线(小于 90°)的长度。可选用 60°长的天线，如此约需 200Ω 的感抗。再加上适当的电感量以便消除天线基座及一些多余的电容。故可采有直径 1/2 英寸 9T 的线圈，共 2 英寸长。

3. 天线制作

有几种用来试作天线元件的材料，不锈钢是目前最坚固的，但加工很困难。裸铜线是目前最容易加工的，但它弹性太大，可先用延伸法(附注)去强化铜线(为了要确定固定天线所使用的空间边缘，在制作天线固定基座之前要先确定延伸铜线后的长度)。强化后的铜线，在高速公路上高速开车时，可直立的相当不错。

图 8—9 为一完成后的天线的图形。当天线固定在你的车上时，就最佳 SWR 的天线的

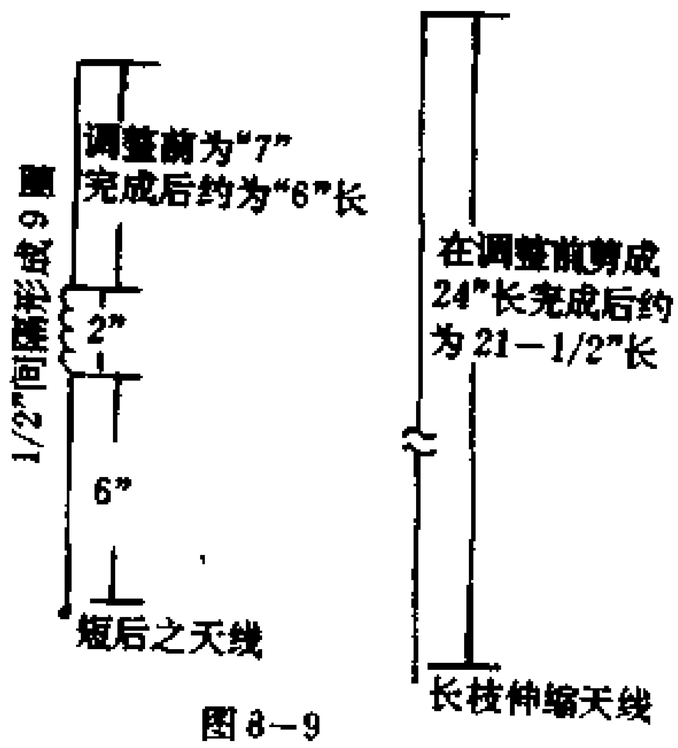
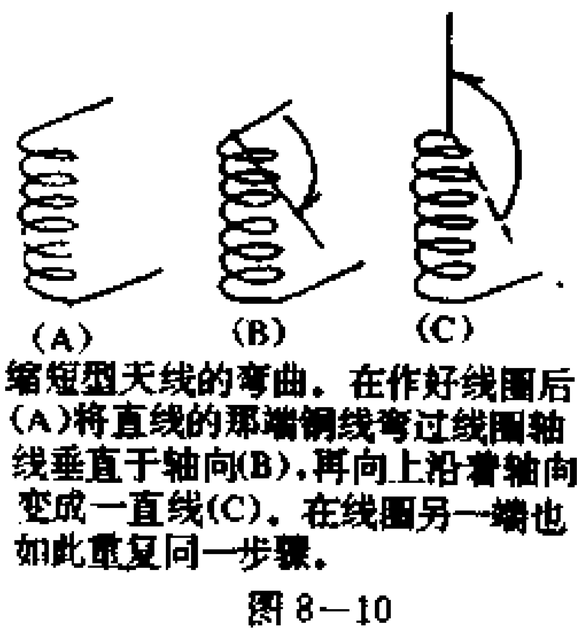


图 8—9



缩短型天线的弯曲。在作好线圈后(A)将直线的那端铜线弯过线圈轴线垂直于轴向(B)，再向上沿着轴向变成一直线(C)。在线圈另一端也如此重复同一步骤。

图 8—10

长度而言可能会有些不同，用一较长的天线而逐渐调整到所需的长度。

要制造一长的伸缩天线很容易。剪一段 24 英寸长的直线，将一端以尖嘴钳绕成一小的回圈，使 6 号的螺丝起子穿过就行。若不需油漆则此制作即已完成。

制作消减长度的天线稍微复杂一点(参看图 8—10)，在作成线圈之前要先用砂纸把天线打磨一番。制作线圈时，先用虎钳把直线在 3 尺长处夹住。再将自由的那一端弯成一个小回圈，和长天线一样。然后在离小回圈 6 英寸处放上一个 1/2 英寸直径的木质圆筒，再将线沿着向虎钳的方向绕转 9 圈。把线由虎钳上拿下剪掉弯曲的部分，用尖嘴钳夹住线圈的一端，将自由的那一端弯曲穿过线圈的轴向并与轴向相垂直。再将弯曲部分靠近线圈边缘处用尖嘴钳夹住，将线弯曲至线圈的轴向。再把线圈的另一边的线也以同法弯向线圈的轴向，在离线圈朝向虎钳方向剪断余线剩下离线圈 7 英寸或更多点的长度。将线圈的圈间距进行调整，使完成后的线圈长度约为 2 英寸。

六、简易 VHF 和 UHF 天线共用器

这种制作简易、成本低廉的天线共用器可使你的 VHF 和 UHF 设备与双频带天线连接，避免了在房子周围安装复杂交错馈线的麻烦。使用这种天线共用器，可将两个装备与一个天线连接起来，或者连接一个双频带装备(带有内部天线共用器)及单个单频带天线。两端各接一个天线共用器的一条传输线可将两条装备与两个天线连接起来。此天线共用器构造很简单，不需要特殊材料，利用一下废物盒，或买一些边角剩余件就行了。

1. 电路工作原理

参看图 8—11，这种天线共用器由一个 2m 的低通滤波器(L3、L4、L5、C4 和 C5)和一个 70cm 带普通输入端的高通滤波器组成。滤波器分别在 J2 和 J3 处输出分离的甚高频和超高频(VHF/UHF)信号。51kΩ 电阻用于解除所有天电干扰。

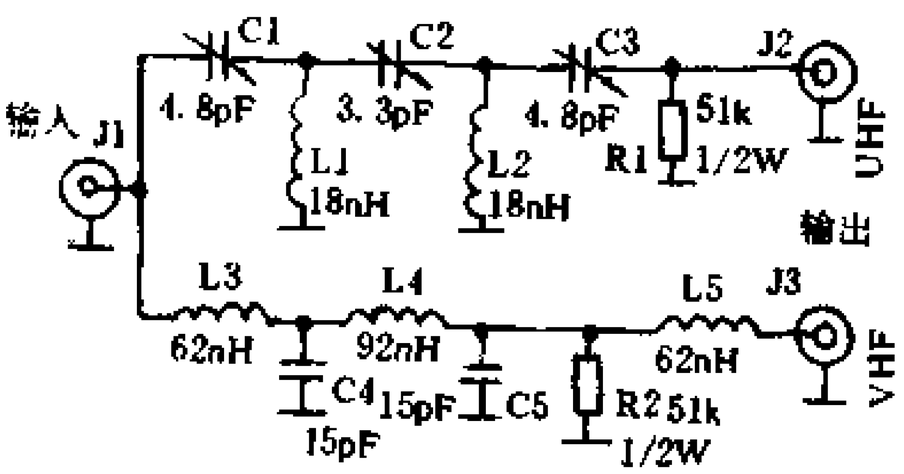


图 8—11

制作这个天线共用器时，我选用了五级 0.5dB 脉冲 Chebyshev(契比舍夫)等波纹滤波器。低通滤波器截止频率为 240MHz，因而能够为装备提供足量上限的频率偏带范围。高通滤波器的低频截止为 350MHz，因而如果宽带 70cm 装备具有足够带宽，则允许通过 350MHz 甚至大于 1GHz 的频率。对于通带中的信号，滤波器损耗小于 0.5dB。

2. 元件选择

电路 UHF 部分可以用云母或陶瓷电容器，但电容器绝缘损失太大，而且导线用作电感器，会引起无法预测的破坏性的共振现象，因此需要短导线低损失电容器。适宜用作这个线

路的 UHF 部分的电容器有空气绝缘的可变电容器。这种电容器带长金属端罩，可进行低阻抗连接。该电容器广泛用于 VHF 和 UHF 放大器中。一般而言，这些电容器具有 2000 或大于 2000 的 Q 值，而一个性能优良的陶瓷可变电容器的 Q 值不超过 300。

电路 VHF 部分，电容器损失比 UHF 部分要低，而且导线电感效应也较低，因此云母电容器在这里可发挥良好作用。为了达到最佳效果，也可以在 2m 低通滤波器中选用空气绝缘可变电容器。

电容器易于拆卸。你不必担心作为元器件的电容器数目不够，还有其他元件可以完全取而代之，起到了与此相同的作用。重要的是电容器数值需调整到与示意图中所规定的一致。

3. 天线制作

在这些频率和普通电平情形下，选 14 号导线作为电感器较合适，因为这种导线较为常见并且使用方便。为获得最优性能（最低可能损失）或在极高功率（1kW）时，可使用较粗电线或铜管。

图 8—12 用 22 号汽车线在电容器支架的缠线部分上绕一圈，两端留出 3/8 英寸左右。将绕上去的汽车线的两端轻轻焊接在电容器上（注意焊接时温度不要太高，电容器各部分是轻轻焊接在一起的，如果焊料熔化，电容器就散架了）。小心加热以熔化线圈上的焊料，然后撤去焊铁，先等电容器冷却再焊线圈另一端。

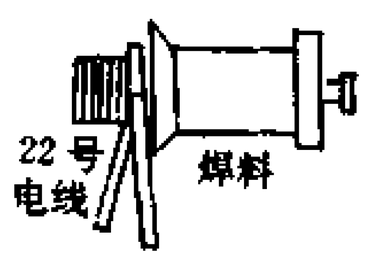


图 8—12

我将天线共用器做在一个金属盒子里。盒子大小并不重要，只要容易弄到，并且至少可轻易容纳下所有组件，所有元件都焊接在一块敷铜板（PC）上。铜为滤波器部分提供了一个低损失区。如果 PC 板不易获得，就用镀铜、微含黄铜或夹铁的薄板。为便于焊接，应选用薄型材料（0.01 英寸左右厚度）。当同轴线接插件在盒子内安装好后，这些元件就具备了安全的地线材料。

这里例示的天线共用器中我选用了 N 接插件，但也可使用 BNC 接插件。正如前面提过的，在元件之间使用短接插件很重要。如果所有出口都需要终接接插件的短导线，那就在同轴电线和各个接地间用短线连接和信号连接。天线共用器滤波器的设计允许部分数值在适当范围内变化。

（1）电容器的改装

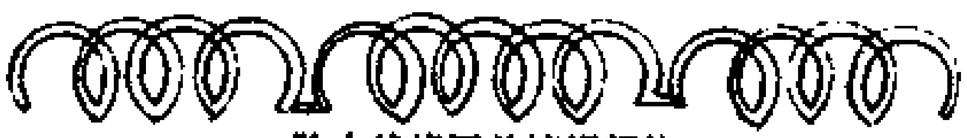
可变电容器必须加一根导线以提供与电容器转片相连时的连接处。转片安装在一个底盘上，短导线与转片焊接。

（2）调准可变电容器

用电容电桥或一个具有测量电容功能的数字万用表将可变电容器调至合适数值。如果手边缺少这些仪器，也可用一个测试振荡器取代。用 14 号电线做一个 10T 的电感器，将电线缠绕在一个 1/4 英寸钻头的支架上，缠绕时每匝之间的间距均为 1 英寸，在线端余 1 英寸导线以便连接电容器。一个 4.8pF 电容器，测得的共振频率应为 148MHz，3.3pF 电容器则

为 172MHz。电容器数值调准后，就在上面作上记号，以便识别。

(3)缠绕电感器



除去绝缘层并镀锡部位

图 8—13

用一根 14 号导线缠绕低通滤波器(L3、L4 和 L5)，如图 8—13 所示。割下 16 英寸长的 14 号漆包线。从线的一端 3/8 英寸左右处开始绕一个 1/4 英寸钻架或钻杆上的电感器 4T，转动电感器以使绕上去的线圈离开线圈管端，为下一个电感器留出空间。在所缠绕的第一个电感器和第二个电感器之间保留 3/8 英寸线，第二个电感器上需绕 5T。最后，在另一个电感器上绕 4T 线，余下 3/8 英寸导线，然后切断多余导线。

除去电感器上每条导线上的 1/4 英寸长包漆皮，并在裸露的铜线上镀锡。在两个电感器之间的导线上除去 1/4 英寸包漆皮并将裸线镀锡(这里正是电容器的连接处)。将电感器上绕的线圈分散开，从而使每两匝之间形成一定距离。这样在电感器上就构成了每英寸 10T 的间距。绕线 4 圈的电感器长度为 1/2 英寸左右，5T 电感器则为 5/8 英寸左右长。这一组电感器的问题解决后，接着就可以类地似缠绕高通滤波的两个电感器了。在两个电感器之间的间隔处连接电容器。

4. 该天线在其他频带的应用

这种天线共用器能够方便地应用于其他频带。适当改变滤波器的截止频率和相应的电感器或电容器的数值标度，改变电容器和电感器数值的方法是将现在的截止频率(低通滤波器为 240MHz，高通滤波器为 350MHz)除以所需要的频率，然后用这个常量乘上电感器和电容器的值。

理想情况下，低通滤波器的截止频率应为通过的最高频率的 1.6 倍。同样，高通滤波器的截止频率应为通过的最低频率的 0.8 倍左右。这些数值确保了所需信号的低损失。

例如，若需要在 UHF/VHF 应用中使用一根普通馈线，则低通滤波器截止频率应变为 4 8MHz，高通滤波器截止频率变为 115MHz。那么与低通滤波器数值相乘的常数为 5(240÷48)，将低通数值乘上 5 得到一个新值。对于高通滤波器，现值应乘上 3.04(350÷115)。

应用下列公式计算电感器的尺寸和数目：

$$L=N^2A^2/(9A+10B)$$

其中：A＝电感器半径，单位：英寸；

L＝电感，单位：微亨；

B＝电感器长度，单位：英寸；

N＝匝数。

根据特定的圈数，可用一个简单 BASIC 程序来计算电感。这个程序便于选取一个给定电感所需要的合适的线圈构造。

该程序假定电感器每英寸绕10T。取不同的N值和A值来为给定的电感器选择一个合适的线圈尺寸和数目。注意应用以上公式计算时，电感值单位必须是微亨，而所介绍的天线共用器中使用的滤波器电感数值单位是毫微亨。微亨必须乘以1000才能等于毫微亨。该程序也注意了这一步。

注意：由于周围磁场的存在，导线也有电感。对于14号导线，电感为每英寸6nH；而对于24号导线，电感增至每英寸30nH。尤其在VHF和UHF部分，线圈电感很小，因此导线长度决定了电感大小。电感计算程序仅仅指明了计算线圈电感的方法，线圈需要调准以抵消导线长度的影响。另外，导线经缠绕后稍微有所拉伸，因而实际上线圈直径将比计算得出的结果稍稍大一些。图8—11中所示的电感值是标准值，可用于其他频率换算。

还有另外一个实际因素影响线圈构造：线圈必须易于制作和安装。电感计算程序可以表明对于一个特定电感，线圈匝数必须加一个小数位(即5.4匝)。通常在UHF线路中这样进行缠绕和安装并不容易，所以四舍五入取整数(5匝)。

高通滤波器也用绕在一个3/8英寸钻柄上的14号导线构成，绕线间距如前所述。电感器每端余下约3/8英寸导线，将该处导线裸露并镀锡。

5. 天线共用器的组装

在敷铜板、黄铜或铜板上钻孔，钻口要合适，以便安装你要用到的同轴接插件。把接插件按1英寸间距排成一行以便组装，敷铜板在盒子中用作钻安装孔需要的模板。

将敷铜板清除干净并镀锡(用焊料涂层)，装备安装零件(可用铅笔擦子擦拭铜板)。这样就为零件提供了一个良好的连接表面并且保护了铜，使之免受腐蚀。将敷铜板或黄铜板装入盒子，连接同轴接插件，在中轴接插件和其余任一接插件之间焊接有三个电感器的低通滤波器部分(L3、L4和L5)，使电感器距离敷铜板约1/2英寸。然后，把一个4.8pF可变电容器焊接到剩下的接插件上，另一个4.8pF电容器与中间电感器的中心引线焊接，3.3pF可变电容器焊接在两个安装好的可变电容器之间。注意电容器的连接。

将一个15pF云母电容器连接在敷铜板和电感器间的每个镀锡部分之间，引线越短越好，1/8英寸为标准长度。在每个15pF电容器后连接一个51kΩ、1/2W电阻器。UHF接插件和敷铜板间连接其他电阻器。两个可变电容器和敷铜板连接处连接一个两匝的电感器。引线要短，约1/4英寸。

检查所有连接，确保焊接处牢靠，看看是否有短路，确保盒子安装就位时盒盖不碰到任何元件。在盒子外面标上接插件VHF、COM(公共端)、UHF，将盒盖关紧。这样，你的天线共用器就完全做好了。

6. 电感计算程序

```
 5  CLS
10  输入"多少匝线圈=";N
20  输入"电感器半径(单位:英寸)=";A
```

```
30  B=N/10  (假定每英寸10匝)
40  L=(N ^ 2 * A ^ 2/(9 * A +10 * B)
50  打印"以微亨作单位,电感(L)=";L
55  打印"以毫微亨作单位,电感(L)=";L * 1000
60  打印"线圈长度=";B;"英寸"
70  打印
80  输入"再运行一遍(Y/N?)";AS
90  如果(AS<>"是"和 AS<>"不是")那么结束  否则回到 5
```

七、浅论半波偶极天线

半波偶极天线是一种深受火腿族喜爱的最简单的天线。理由很简单,因为在通讯的宽广范围内,半波偶极天线不但装设简单且接收效果良好。

半波偶极是由两个均在其中心摆动的半波组成(如图 8—14 所示),它是平衡型的天线。为求谐振起见,在工作频率的时候,半波偶极天线的长度为半波长即可。半波偶极的谐振是发生在阻抗只有电阻而没有电抗的时候。谐振阻抗的范围与许多共通的同轴馈线有关。谐振半波偶极的范围自 28～29.7MHz 到 1.8～2MHz,如表 8—2 所示。

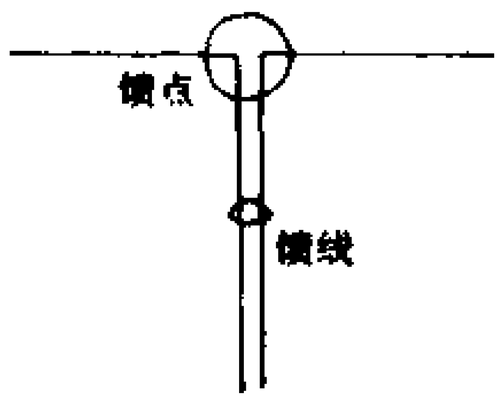


图 8—14

表 8—2　MF/HF 火腿频带的半波偶极天线的近似长度

频率(f)	长度(l)
28.4MHz	16ft,6in
24.9MHz	18ft,10in
21.1MHz	22ft,2in
18.1MHz	25ft,10in
14.1MHz	33ft,2in
10.1MHz	46ft,4in
7.1MHz	65ft,11in
3.6MHz	130ft
1.8MHz	260ft

* 半波偶极天线的长度与频率的关系式:l=468÷f,l 的单位为英尺,f 的单位为 MHz

半波偶极谐振的最低频率为基本谐振频率，半波偶极最好工作在基本谐振频率以上。尽可能加长天线的长度，即使该长度不是半波长也无所谓。若此半波长偶极是在奇数倍的基本频率工作，则这些较高的谐振频率称为谐波谐振。例如基本谐波频率为 2.5MHz，则 7.5MHz 及 12.5MHz 称为谐波谐振。

半波偶极并非是在谐振频率时就工作得很好，更重要的是从发射器到天线间的构架及有效率的功率传送。使用天线的调谐器可改变谐振频率，而馈线与功率转移的有效度有关。

就大半的 MF/HF 的工作而言，使用半波偶极天线不但安装容易，且效果良好。要根据收到的波段来决定天线的长度。一般来讲，安装天线长度是波长的一半，但这并不实际。因为有些波段的半波长是 40、80 和 160 公尺，显然天线长度似乎是长得够离谱。实际上这种半波偶极天线长度的设定应依照用户所在的大环境，以便选择一个接收信号清楚的天线长度。

许多火腿迷也渐渐采用半波偶极天线，因为其耗电不多。一个 80 公尺的半波偶极，可以用 100W 的接收机来处理 CW 的信号。另外，天线在更高频率时愈能显现其良好的接受效果。

半波偶极天线的另一个特点就是富有弹性，它可由许多种外观构架所构成。例如图 8—15 所示的几种类型。倒 V 型半波偶极的主要优点为在此半波偶极天线高处仅需一个地方固

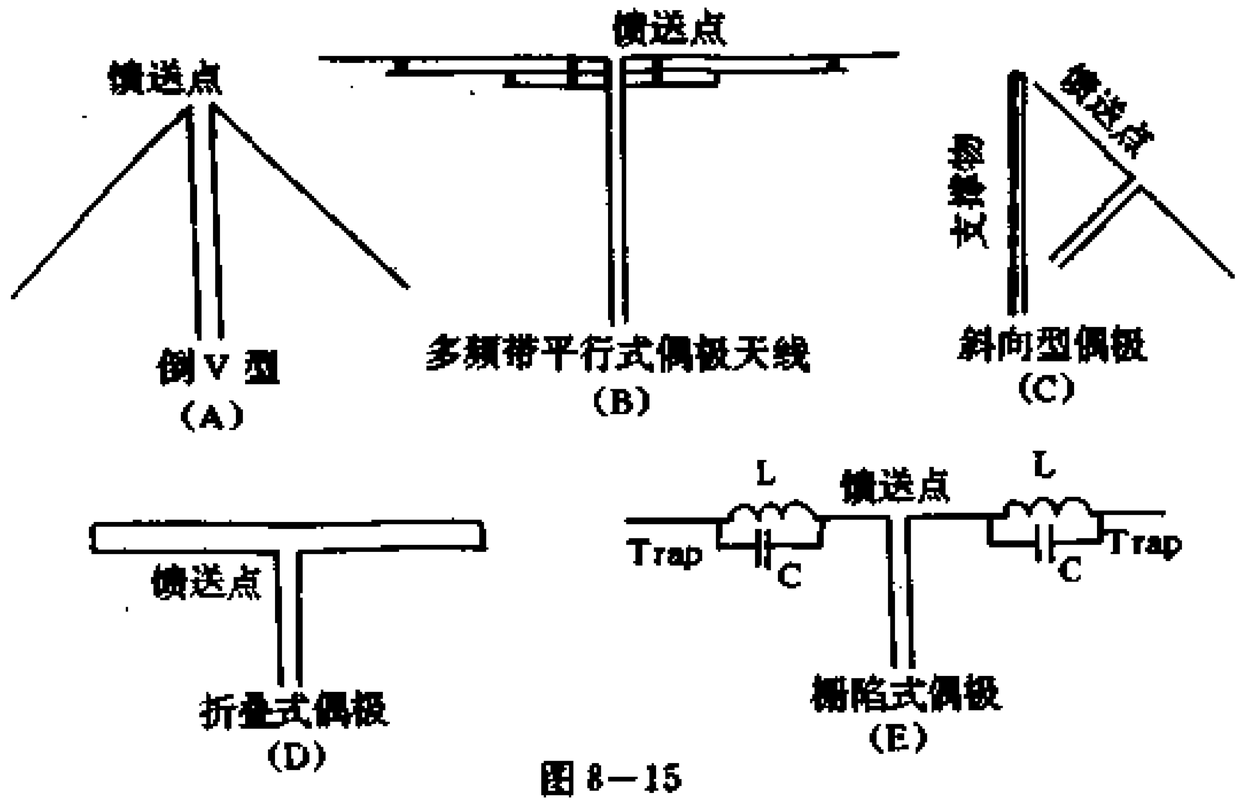


图 8—15

定，而有许多线可利用此机架进入相同的水平空间。这是相当重要的特性，尤其是低频波带的应用。平行式多频带半波偶极天线也是一种常用的天线形式。许多半波偶极天线都回馈在同一点上，而仅需一条馈线。这种天线的优点是在每一个频率波段皆有谐振元件促成该天线的接收度良好，同时不需要任何天线调谐器，许多频率波段信号均由单一的同轴馈线来完成。平行式的半波偶极天线唯一的缺点是，与单一半波偶极相比较其频宽窄许多。

八、接收天线

接收天线主要用来接收外来的无线电信号并发送给接收机。许多发射天线同样可用作接收天线。接收天线有方向性，若它与发射天线方向平行则接收效率最好。以有效面积来衡量接收天线的工作性能，它由天线所截取的信号功率大小来确定。接收天线的另一主要用途为无线电测向，利用比较两个天线所接收到的信号的相位或利用一根旋转天线所接收的振幅变化（或二者都用）来判定目标或发射台的方位。

九、隐形天线

当前小型移动式电台已逐渐普及，大都使用鞭状天线，这对许多需要使电台隐蔽使用的人来说很不方便。缩小天线尺寸或靠人体太近都会减小增益和压缩频率，增加损耗。

这里介绍的隐形天线是把天线制成柔软的管状体，安装在上衣袖管内或人体其他部位。其组成是由两个如同衣服衬里一样的部件 2 和 3 组成，彼此绝缘，以导线连接，相当于一个偶极天线。连接线用同轴电缆。两个元件等长，上位元件 2 伸向户线，同轴电缆 4 从 2 中通过，在肩上适当位置上有一小的插口与 4 相联，电缆 4 的芯线与 3 相联。2 与 3 用网状软金属线制成，如磷青铜等（如图 8—16 所示）。

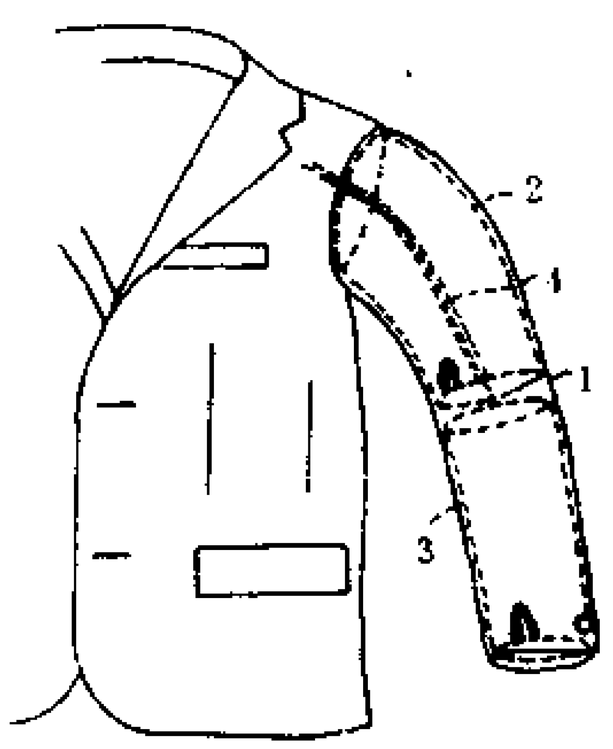


图 8－16

这种天线性能类似于偶极天线，因其直径与袖管相当，具有很宽的频率，又由于馈线走行于上位元件之中，与天线电位一致，所以天线性能很好，优于其它类型天线。更重要的是携带电台的人的胳膊处于天线的自由电场之内，损耗很小，大约为 6db，而其他结构的插入损耗为 20db 以上。

电池可以装在衣袋内或其他隐蔽部位，并且也可以把天线设计成人体其他可以隐蔽部位的形状，但也应是筒状。

十、DF—2 型 VHF 天线放大器

DF—2 型 VHF 天线放大器如图 8—17 所示。

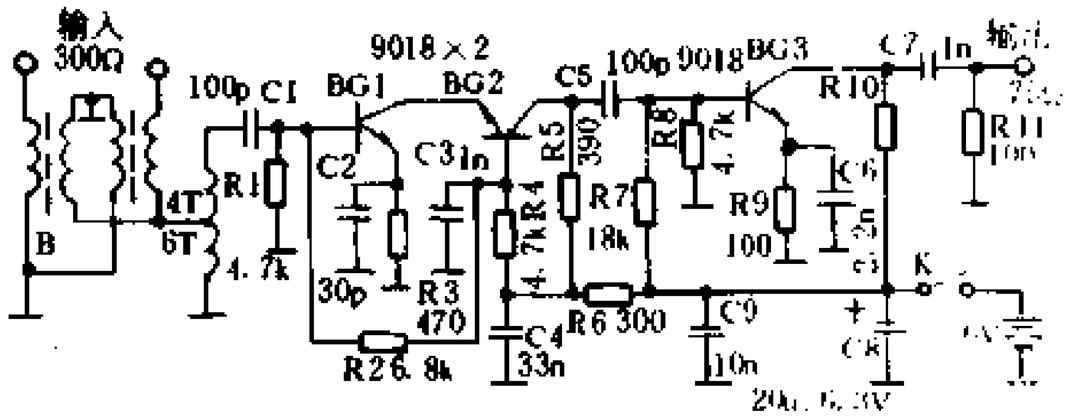


图 8—17

第九章　无线通信设备的改进、改制

一、多功能无绳电话附加器

本无绳电话附加器电路新颖，非常实用。它有如下优点：结构简单，成本低，它平时不耗电且性能稳定，功能齐全、实用。普通无绳电话机配上本文介绍的附加器后，即可根据使用者需要随意选择拨打两条不同局制的外线，适用于目前许多单位既有去外线又有本系统内部如共电式或自动线路等情况，即相当于两部无绳电话的功能。本附加器对配有多手机的用户还可实现手机间互相呼叫、对讲等功能。操作、控制简便，对两条外线的转换控制只需按一下无线手机的功能键即可。

如图 9－1 所示的电路为附加器的电原理图。平时外线 1 经过继电器 J3 的两组常闭接

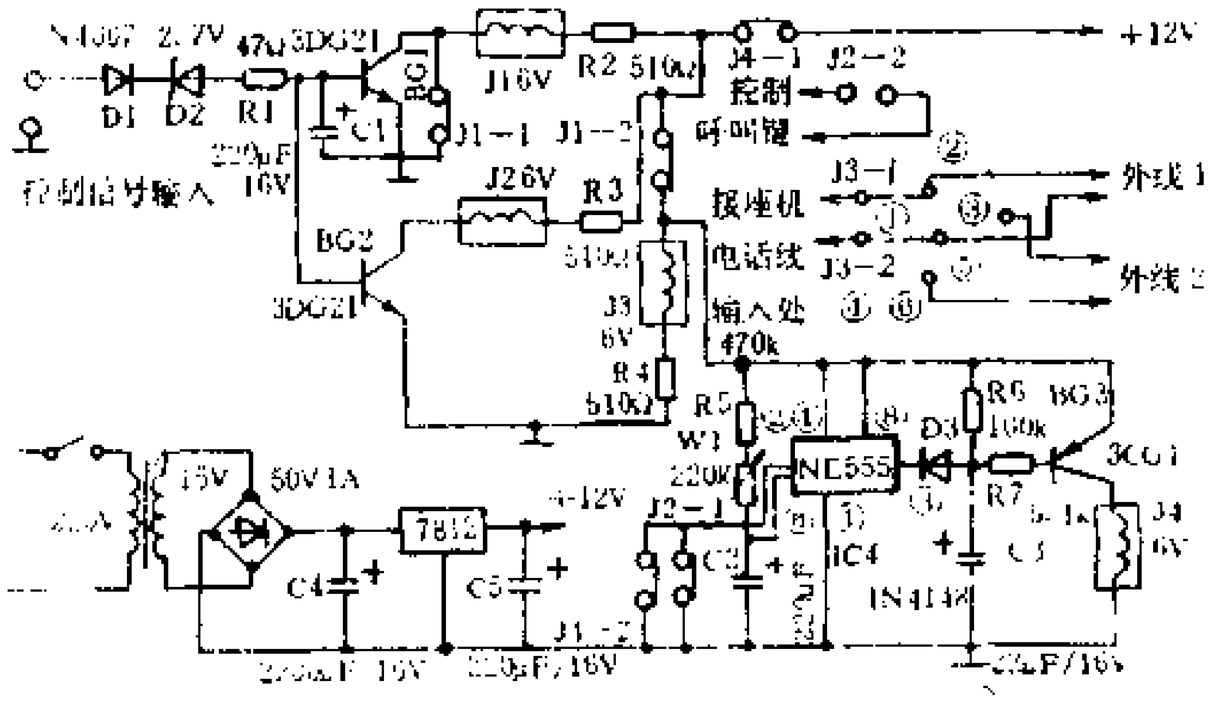


图 9－1

点 J3－1①②、J3－2④⑤接通送到无绳电话座机；外线 2 的接入受继电器 J3 控制，当 J3 工作时，外线 2 可通过 J3－1①③、J3－2④⑥接入无绳电话，同时外线 1 被断开。当按下无线手机功能键（一般无绳电话手机均配有的对讲键）时，由于本附加器输入控制端接在座机与手机功能键相应的感应输出端上（座机对讲蜂鸣器或相应扬声器上），所以在控制输入端就有相应的感应电压产生，经 D1、D2、R1 及 C1 延时后（防止瞬时干扰产生误动作），加至 BG1、BG2 基极，使 BG1、BG2 饱和导通，此时 J1、J2 均吸合，从而外线 2 被接到无绳电话机。在此同时，由 NE555 为核心组成的定时电路也在 J2－1 作用下被复位后开始工作，NE555 的②、⑥脚为低电平，③脚为高电平，D3 反偏，所以 BG3 截止，此时 C2 通过 R5、W1 充电，当②、⑥脚电位达到 8V 时，③脚跳变为低电平，此时 D3 导通，BG3 也导通，J4 工作，使 J1、J3 断开；J4－2 还将 C2 放电，使定时器复位，防止再次开机时 J4 误动作；本附加器也恢复为原状态。定时时间由 C2、R5、W1 的时间常数决定，本附加器设计在 3 分钟左右，通过调整 W1 可改变。若在使用外线 2 时其时间需超过所设计的时间时，只要 J4 未动作前再按一下手机功能

键，则 J2 可再次吸合，通过 J2－1 使定时器再次复位重新计时，可再使用 3 分钟左右。

若已配有多个无线手机要实现手机间互相呼叫时，只要将 J2－2 接到座机呼叫控制键上即可完成呼叫。但手机间要完成对讲，则需将手机稍作技术处理；这是因为，目前无绳电话手机普遍不设 APC 电路（自动功率控制系统），所以在手机处于接收状态时，应将该手机的发射功率切断或减小。在发射级前置输入端至地间通过开关并接一个 200pF 高频瓷片电容，否则无法完成对讲功能。

二、提高通信接收机灵敏度的途径

如何提高接收机灵敏度的问题，要比提高发射机功率对于通信更有实际意义，这是众所周知的。

影响接收机实际灵敏度主要矛盾是：(1)通信传输中的空间噪声，也就是外界干扰总和；(2)机内固有噪声，这是器件所决定的；(3)解调器捕捉能力和解调效率；(4)接收机增益稳定性。

关于接收机高频通道增益计算：

通常限幅中放输入端限幅点为 30mv，接收机应做到噪声限幅，不能采用灵敏度的限幅。

设机内噪声为 0.15μV，所以从接收机前端到限幅器输入端高频通道电压总增益：$G=30/0.15\times10^{-3}=3\times10^{5}$

如果考虑到温度变化及静噪开启灵敏度，还需要留有余量（加 6dB），则总增益为 112dB。高频通道的总增益要处理得适当，这是因为限幅器的输出要保证解调器工作所需足够工作电平。另外，总增益又不能做太大，增益大了之后，固有噪声也随之增大，又要影响灵敏度。所以，在设计接收机高频通道部分前端还要有足够抗干扰能力。噪声低动态宽的高频放大器和性能优良的混频器。如果采用一次混频方式要比采用二次混频方式减少混频噪声 3dB，这对提高灵敏度还是有利的。

三、简易发射式电码练习器

此电码练习器电路简单，成本低廉，使用时只要把它放在中波收音机旁，电码声就会从收音机里播放出来。

电码练习器电路如图 9－2 所示。IC 用 4－2 与非门数字电路 CD4011，其 1～6 脚 2 个与非门接成多谐振荡器，8～13 脚 2 个与非门接成反相器用来放大方波信号并馈送到发射天线。当按下电键 S，振荡器即起振，振荡输出方波信号经反相器放大后就送入天线向外辐射，由于方波信号高次谐波十分丰富，可复盖整个中波波段，所以收音机能播出“嘟”电码声。天线可用长 1m 左右塑料电线，使用时将它放在收音机上就行，收音机应事先调谐在无电台播音位

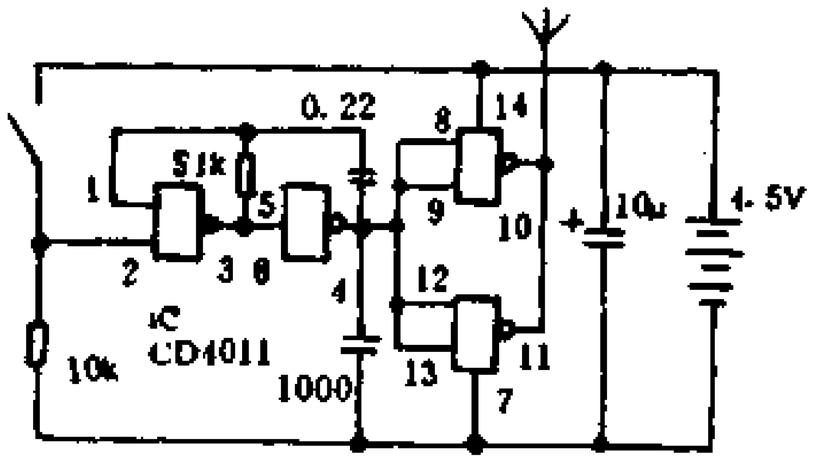


图 9－2

置上。电源电压可在 4.5～6V 间选用。

四、收音机改制发射机

本文以典型的六管超外差收音机为例，介绍将它改制成发射机的原理及改制方法。

1. 电路工作原理

超外差收音机的线路中都含有本机振荡电路，且本机振荡的频率高于外来电台的频率，其差值为 465kHz。中波段收音机频率范围在 535～1605kHz 之间，本机振荡频率则为 1000～2070kHz，可见本机振荡所产生的高频信号有一部分处于中波段范围。如果用本机振荡产生的高频等幅电流为载波，再从录音机耳机孔中输出音频信号，对载波进行调制，配上适当长度的天线，无线电波就发射出去了。

2. 改制方法

收音机改制发射机电路图如图 9—3 所示。图中凡打“×”的位置，表示要将该处线路断

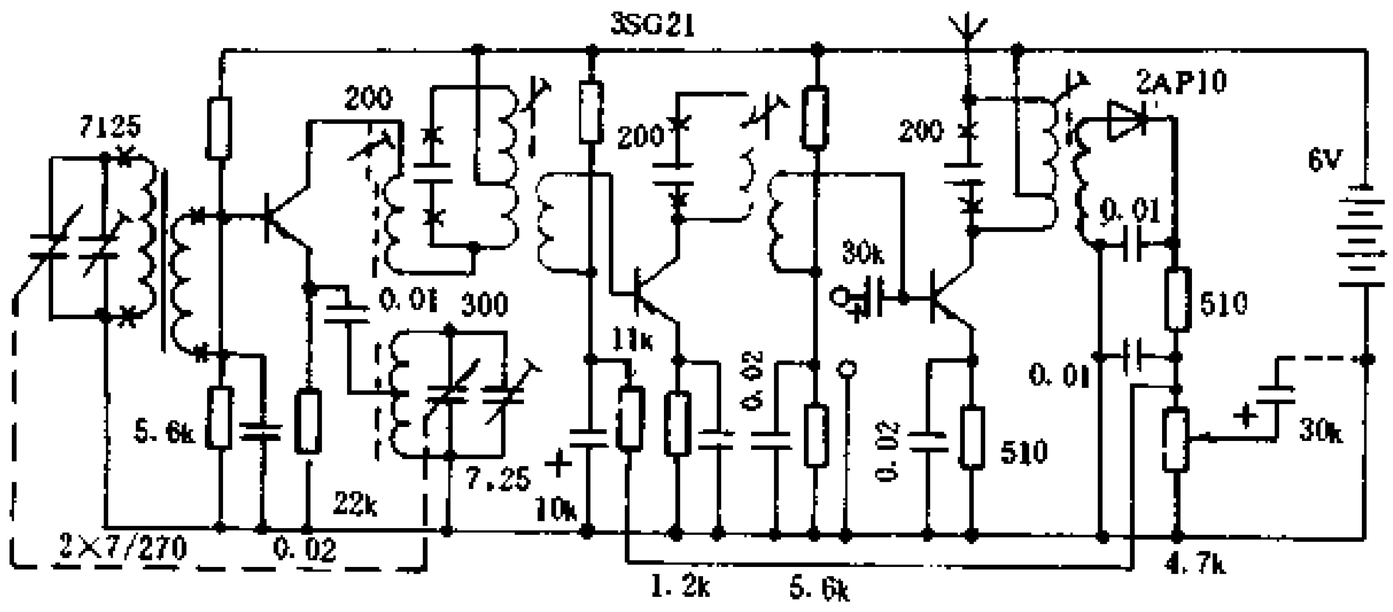


图 9—3

开。具体改制方法如下：在收音机的调谐电路中，首先将初级线圈和次级线圈的 4 根线头全部剪断，并将印刷电路板上次级线圈的两个焊点，直接用导线焊连起来，由于中放级耦合采用的是中频变压器(俗称中周)，它的初级线圈和电容构成了一个调谐回路，其频率限定在 465kHz。该调谐放大器对于频率为 465kHz 的讯号能耦合到下一级放大，而对于频率远离 465kHz 的讯号，增益下降很快。中周不仅具有耦合作用，同时具有选频滤波作用。由于这种缘故，中周对本机振荡高频信号的耦合与放大起了阻碍作用。为解决这个问题，只要将三只中周初级线圈两端连接的 200pF 云母电容取下就行了。如此，本机振荡信号的耦合及放大得以顺利进行。接着再焊下检波二极管 2AP10；在低频放大电路中，取下前置级三极管 BG4 和推挽功率放大管 BG5、BG6。因低放部分对改制发射机无贡献，且低频三极管全被取下，低放级不工作，所以在发射机的电路图中省去了原收音机的低放电路。最后，在第三只中周的初级线圈上焊上一根约 5m 长的软导线，作为发射天线。录音机送来的调制信号，通过 30μF 的电解电容器由 BG3 的基极和发射极输入。实验表明，这样调制的音频信号不易失真，若从 BG1 输入音频信号。由于高频等载波还未经 BG2 和 BG3 放大，载波振幅微小，调制信号稍大，声音就会失真，即不能调制得较深。而从 BG3 输入调制信号时，就不易发生上述现象。取一段双股导线，最好是屏蔽线，将它一端焊上耳机插头，另一端焊到电路图中的 A、B 两点。

3. 发射机调试

旋转收音机的调台旋钮，让指针停在 1000～1605kHz 之间的某一位置，且该位置无电台。发射机接上 6V 直流电源，录音机插进 220V 交流插座，并将发射机 A、B 两点的引线插头，插入录音机 EAR 插孔内，发射机就开始工作了。慢慢转动发射机的可变电容，(即原收音机的调谐旋钮)，当处于某一位置时，收音机就会播出录音机磁带放出的优美歌曲。而后还可以改变发射机的发射频率，再转动收音机的调台旋钮，进行跟踪收音。在无建筑物的广场上试验，该发射机的距离约 200m。

五、F30—3 型对讲机的改进

F30—3 型调频对讲机的发射功率为 3W，通信距离可达 4～6km。然而在实用时，有时通信距离只需要几百米至 1 千米，这时只需 1W 左右即可。本文介绍两种改进方法，可以大大延长电池的工作时间。

1. 改进(一)

F30—3 型对讲机顶盖上留有 1×2 小型拨动开关 SW，可利用此开关将对讲机改装为 1W、3W 两种输出功率，具体改装电路如图 9—4 所示。将原电路中打“×”处铜箔切断，然后用一粗硬短塑料导线将 T8 的集电极与 L7 短接；用三根粗硬塑料导线以尽可能短的长度将 SW 连接至 T8 发射极、T8 集电极、C55 热端(图中虚线所示)。工作时，当 SW 打向 LOW 位置，T9、T10 激励管的供电由 T8 稳压后提供(约 7V)，供电电压下降了，T9、T10 的输出功率也下降，射频输出功率也就下降(约为 1W)；当 SW 打向 HIGH 位置，T9、T10 的供电恢复为电源电压，对讲机输出全功率(3W)。节电效果显著。

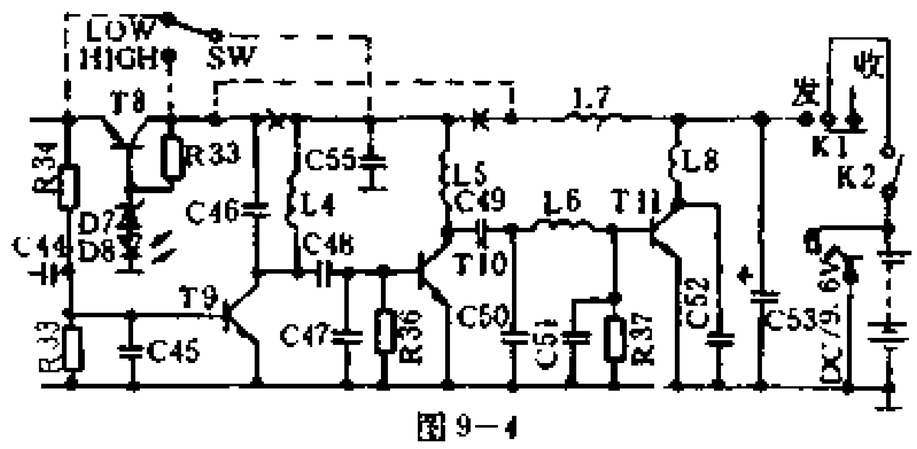


图 9—4

2. 改进(二)

F30—3 型机静噪接收时的静态耗电约为 18mA，电流的相当一部分由 IC2(LM386)消耗掉了。可设法使对讲机进入静噪状态时将 IC2 的供电切断，而当收到信号时恢复 IC2 的供电，这样既保持对讲机原有功能，又可降低电源消耗。改进电路如图 9—5 所示。将原电路中打“×”处切断(并焊下 R20)，在印板空闲处装上打·点的七个元件。这样当对讲机无信号接收时，IC1(MC3357)的第⑬脚输出低电平，外接的开关管(SC1417、2SB561)截止，IC2 的供电被切断，机器进入静噪守候状态；当收到信号时，IC1 的第⑬脚输出高电平，开关管饱和导通，恢复对 IC2 第⑥脚的供电，对讲机进入正常通话状态。改进前实测静态电流约 18mA，改进后实测静态电流约 11mA。

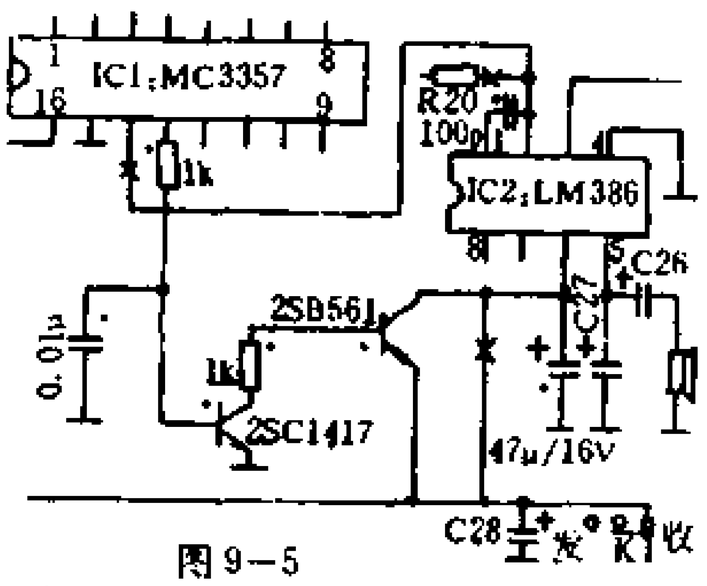


图 9—5

六、十波段收音机加装 TV 接收功能

将一台袖珍十波段收音机增加两个元件，便成为一台能接收 1～5 频道电视伴音的接收机，发挥了十段波收音机的潜在功能。

该机采用了一块索尼公司生产的 CXA1019P 单片收音机专用集成电路，其调频部分采用宽带放大。根据这一特点。在该机集成块第⑦脚（如图 9—6 所示）即 FM 本振处加装一只微型开关，将原 FM 本振线圈 L 焊下，改换自制线圈 L′代替。

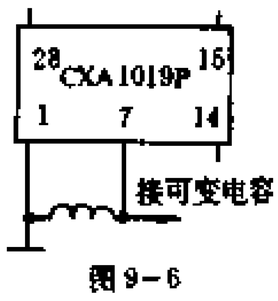


图 9—6

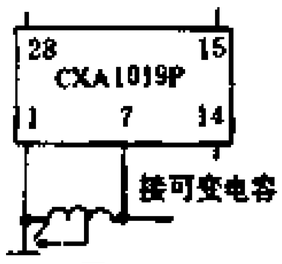


图 9—7

改制线路如图 9—7 所示，改制方法：自制线圈采用直径 0.6mm 漆包线，在直径 4mm 的空心骨架上绕 6 匝，4 匝处抽头。接收 FM 波段时，开关断开为正常 FM 波段收音，开关合上时则为接收 1～4 频道电视伴音。

七、无线对讲机的新应用

F30—3 对讲机上加装防盗无线报警装置，在室内设下电子耳目（如图 9—8 所示）。

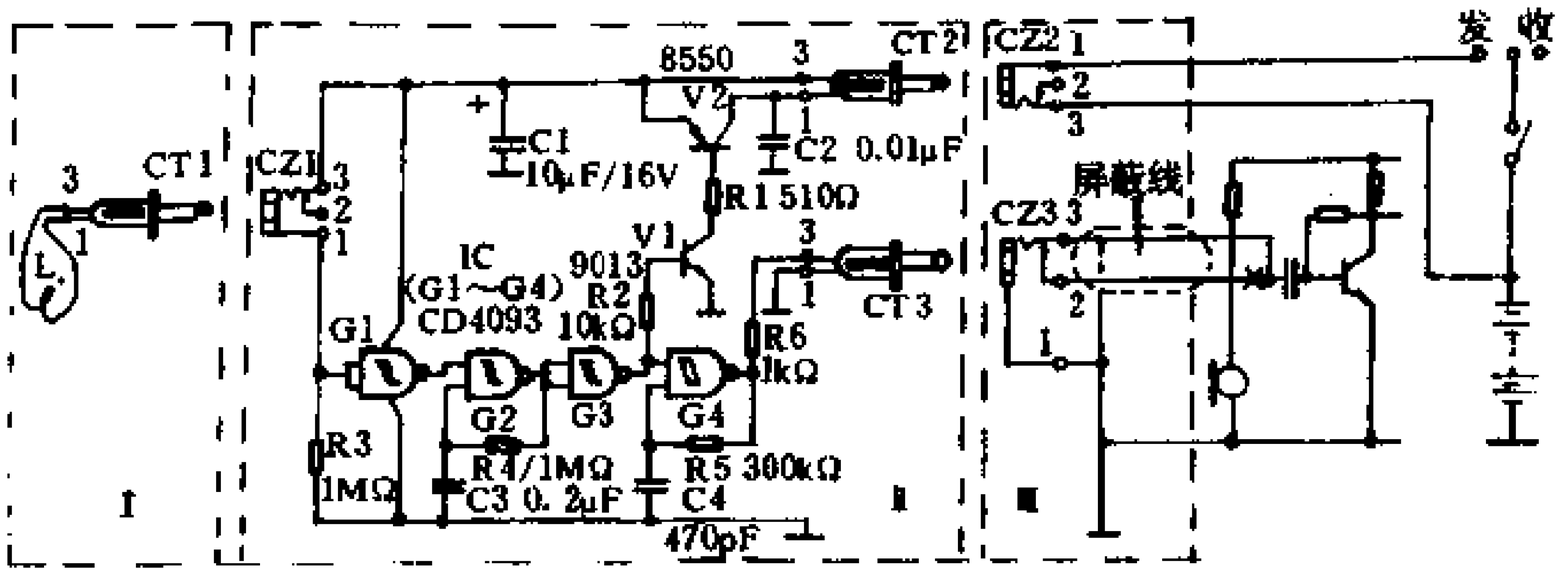


图 9—8

虚线框 I 内，L 为防盗细导线。虚线框 II 内为防盗报警电路，平时 L 连通，施密特与非门 G1 的输入端为高电平，G2、G4 停振，V1、V2 截止。

当门、窗等部分被小偷撬开时，L 被扯断，G1 的输入端变为低电平，G2 起振。G2 为频率几赫兹的超低频振荡器，其高电平输出一方面驱动 V1、V2 饱和导通，并通过 CT2、CZ2 连至虚线框 III 内，以接通对讲机的发射线路；另一方面此高电平又选通 G4 音频振荡器，使电路产生“的—，的—，…”的报警音频，并通过 CT3、CZ3 加至发射机的话音前置放大管上。这样实际上对讲机发射出的是由报警音频调制产生的调频波。

另一台对讲机无需改装，只需置接收状态并放于家中即可。当收到报警电波时，会立即发出响亮的“的—，的—，…”信号。

如不用报警时，将 CT2、CT3 从 CZ2、CZ3 插口拔出，对讲机即恢复对讲功能，既不破坏外表美观，也不影响通讯性能，十分方便实用。

八、C150手持式对讲机的改频技巧

使用C150手持式对讲机的人大多数对改频方法不太熟练。本文介绍一种快速改频的方法："升频用999，降频用000"。如将频率158.75MHz改成167.25MHz，首先使机器处在非频率锁定状态，按"9"成159.99MHz，然后顺时针旋转频道选择旋钮成160.00MHz，再按成167.25MHz即可；再如改成147.25MHz，非锁定频率状态下按"0"成150.00MHz，逆时针旋转频道选择旋钮为149.99MHz，再按成147.25MHz。此法既快又准。

第十章　无线遥控及传发电路

一、自制电视游戏机简易无线发射器

家用电视游戏机除部分品种具有无线发射功能，大多数型号的机种，如任天堂等，使用时需要用射频电缆插入电视机的天线插座中，很不方便且易损电视机插座。本文介绍一个简单的无线发射器，可实现游戏机和电视机之间的无线连接。

发射器电路如图 10—1 所示，实际上它是一个射频放大器。游戏机的射频输出 RF/TV/VHF 信号经 CZ、C1 送至 BG 的基极进行放大，然后经天线 TX 向外发射，即可被同一房间内电视机所接收。

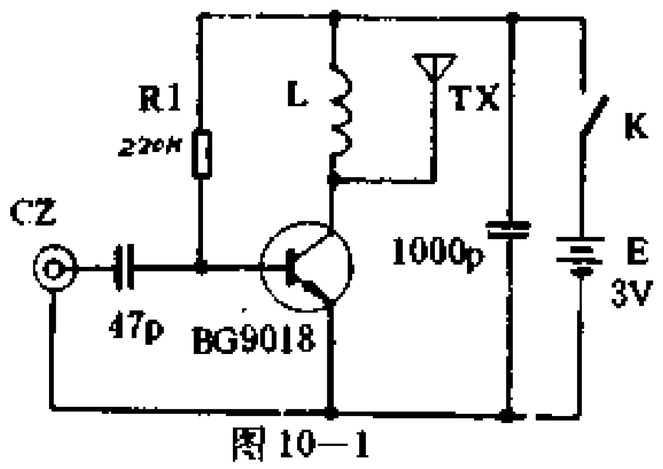


图 10—1

L 可用 1.2μH 色码电感。其余元件型号见图。电路调整十分简单，只要调节电阻 R1 的大小使 BG 的集电极电流在 0.5～0.8mA 间即可。天线 TX 可用自行车辐条钢丝或用普通收音机的拉杆天线均可。

二、收音机接收电视伴音附加装置

本装置所用元件少，不需改动收音机，便可使收音机感应到电视伴音节目，附加电路如图 10—2 所示。

1. 制作方法

L1 用直径 1mm，长约 10cm 铜丝，在 5 号电池上平绕 11 圈（接收 2 频道），若要接收其它频道节目，可适当地增减铜丝圈数，然后将电池抽出，把线圈拉开成长约 2.5cm 的空心线圈。C1 用瓷介微调电容，它与 L1 组成调谐回路，调节它，可以改变谐振频率，以便与电视台调频伴音信号谐振。L2 是高频扼流圈，可自制，用 Φ0.16mm 漆包线，在 200kΩ 电阻上乱绕 80 圈，漆包线两头焊在电阻的两个导线上。L3 也与 L2 一样绕制。

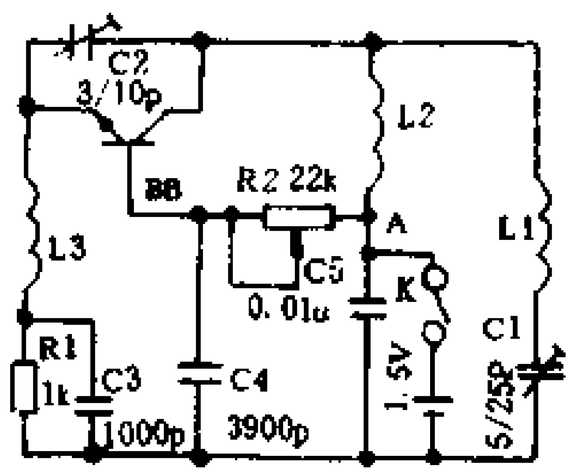


图 10—2

C2 是瓷介微调电容，在电路中起反馈作用，以控制振荡强弱。R1 是发射极的直流负反馈电阻。R2 为微调电阻，调整偏流用。C3 为交流信号旁路电容。C4、C5 为高频旁路电容。这些固定电容都用瓷片电容。BG 为高频小功率三极管，可选用 3DG13、3DG01、2G711 等。

2. 调试

制作好后，将该装置放在收音机磁棒位置，便会听到连续的噪音。再用塑料小起子调节 R2、C1、C2。如果收到的信号很弱可在 A 点接一根 1.5m 长的拉杆天线，或用一根塑料导线，

以增加接受灵敏度。

三、自制游戏机天线发射器

进入九十年代以来，家用电视游戏机继魔方和变形金刚之后，成为第三种冲击我国玩具市场的新玩意风靡各地。现在市场上绝大多数是日本任天堂公司任天堂横卡红白机的仿制品，如小天才、小天使、小霸王、海天使、天马、胜天、小精英等。使用这类机器时大多需要用射频电缆插入电视机的天线插座中，经常使用十分不便亦易损坏电视和插座，近期出品的游戏机中有小部分已有配套的"遥控器"即天线发射器供应。对于大多数没有天线发射功能的游戏机，只要按图 10—3 所示，自行加入虚线内元件，成为一个简易发射电路即能在距电视机 10m 范围内玩游戏。

大部分游戏机的调制板上均有少量孔位空着，可将加装的几个元件装入，L 用 Φ0.6mm 漆包线在 5mm 钻头上脱胎间绕 4 匝，三极管可用 9018、2G910 等小功率超高频管，5V 电源接在机内原 7805 三端稳压电路的输出脚，33pF 射频输出端接原 RF 电视连线插座，另用一只二芯插头接一根约 1m 的软线作发射天线。调试时把游戏卡装入游戏机，打开电源开关，离电视机 1m 先将图像调出，再拉开距离拨动 L 使图像最佳即可。使用时如有噪声点可调整电视机天线的方位或发射天线的方位，若在使用时发现电视屏幕上有横向条纹滚动，可能是原游戏机的滤波电容不够大，可把 7805 输入端的电解电容换成 3300μF。加装发射器后的游戏机也可不使用发射天线而用原来的 RF 射频电缆连接电视机，这时相当于加了一级射频放大电路，能使图像更清晰稳定。

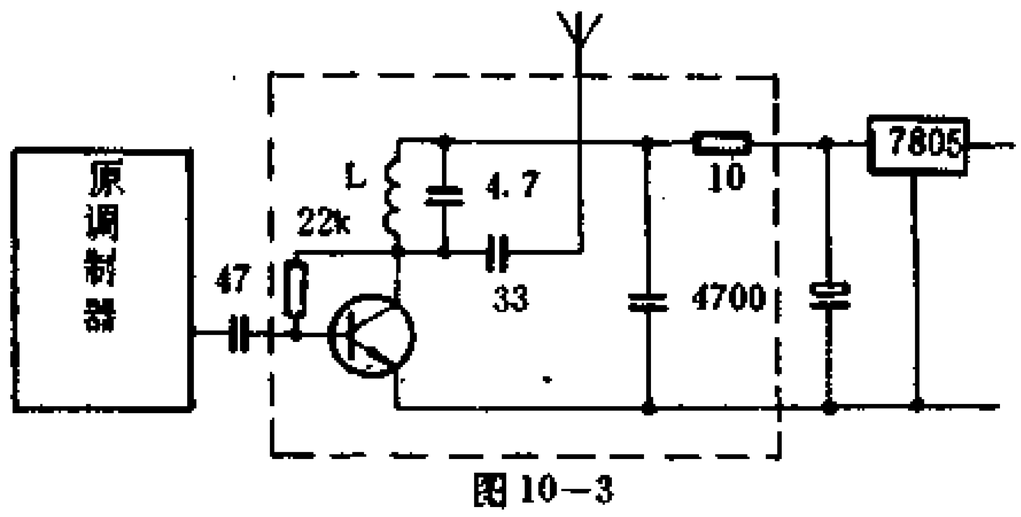


图 10—3

四、S—Video/PAL 视频转换器

现今的许多视、像设备都具有一个S—Video 的视频输出端子，比如摄像机、卫星电视接收机等。本文的目的，就是要介绍一种简单的电路(如图 10—4 所示)，它可以将S—Video 制式的视频输出转换成PAL 制的视频输出。

1. 电路工作原理

实际上，我们所要做的工作，就是把在S—Video 标准情况下是分开的亮度和色度信号混合起来传输，并尽可能地避免因这两种不同性质的信号组合而产生的交叉调制。S—Video 信号中的色度信号相当于PAL 信号的彩色分量，同样，可以把S—Video 信号中的亮度信号看做是SECAM 或PAL 信号中的亮度分量，两个独立成份的视频信号经两个匹配电阻输入至混合器的输入端。

混合器是用典型的运放NE5534 来实现的。两信号送入时都采用直接耦合，无隔直流电容，以避免在有用信号的平均直流分量发生时变化带来的各种问题。输出也同样经过一个

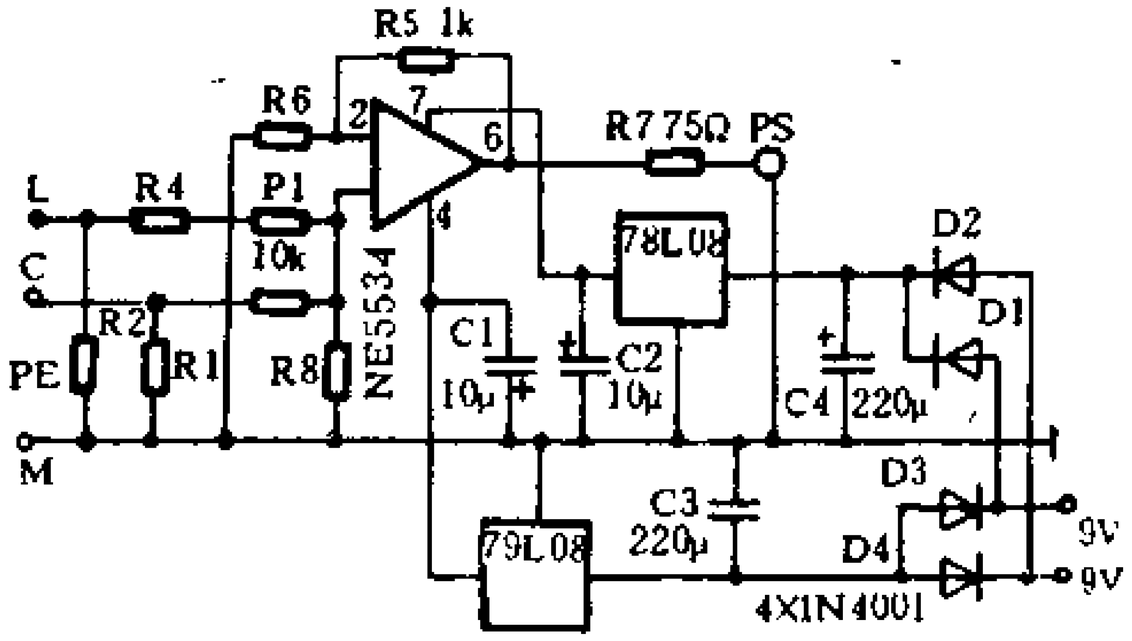


图 10－1

75Ω 电阻，以与连接电缆匹配。在视频通道中，还设有一个电位器，可调节电平以达到调节图像的对比度的目的。

转接器的电源是由两个稳压器提供的＋8V 和－8V 电压，负电源亦可以是－5V。通常输出信号值多为正值。

2. 转换器制作

输入信号是一个 S－Video 视频端子用的四触点插座，输出则是常见的 RCA 输出插座。在安装时，需注意滤波电容的极性、电源稳压块的方向。

五、多功能电视录像放大转换发射器

本文介绍一种多功能电视录像放大转换发射器，采用日本 NEC 公司生产的低噪声微波器件和高效率发射管，具有以下多种功能：①信号放大，可有效地消除雪花、噪声点，使电视或录像节目图像更加艳丽、清晰。②录像节目翻录，可使录像机复制的录像带质量得到一定提高。③方便转换，解决了家庭电视天线信号、录像机射频信号或游戏机、家用电脑信号与电视机天线输入插孔反复插拔的连接烦恼。④无线发射，可使一台录像机在半径 8m 范围供多台电视机收看录像节目。

该发射器内电路实测如图 10－5 所示，K 为功能转换开关，BG1 为放大管，BG2 为高效发射管，其余均为最常见的阻容件。以原理图看，整个电路并不复杂，但制作其成败在于 BG1、BG2 的选择和整机印制板的排列。图中 L1 用 Φ0.31mm 高强度漆包线绕 7 匝即可，L2、L3 用同规格漆包线分别绕 5 匝、8 匝即可。焊接时烙铁外壳最好接地，以免击穿微波管。输出线要用特性阻抗为 75Ω 的同轴电缆，插头、插座宜用高频特性较好的 75Ω 插头和莲花插座。整机电流 15～20mA，5 号电池可用二个月。

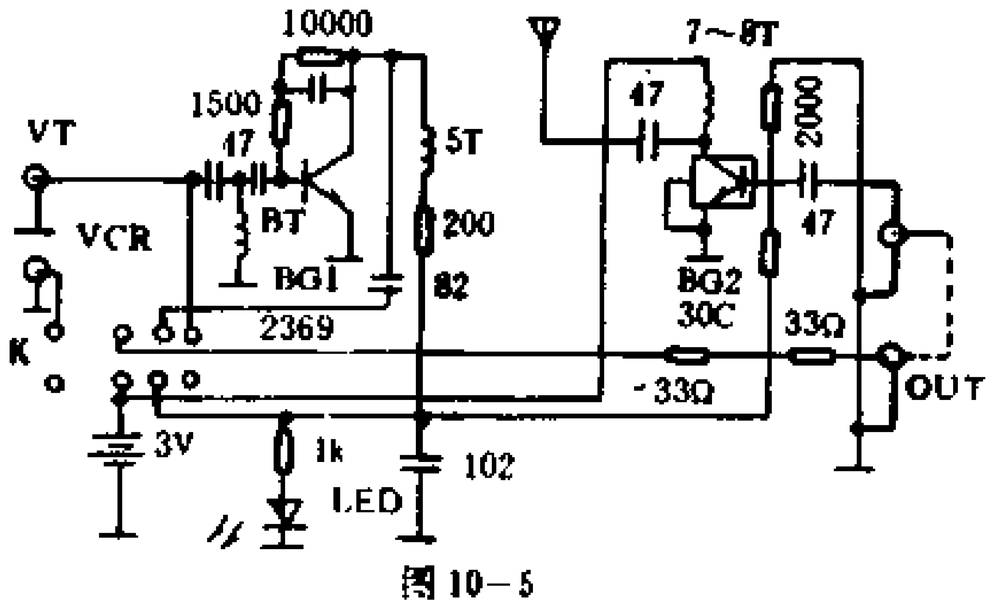


图 10－5

六、简单实用的防破坏无线报警器

该报警器的报警线不论是被碰断或短路，均发出无线报警信号。接收机采用带有调频波段的收录机或收音机，有效报警距离大于 150m。无线报警器平时静态工作电流小于 10μA。

电路原理如图 10—6 所示。CD4060 和报警线附件 E1、R1、R2～R5、C1、C2 组成报警信

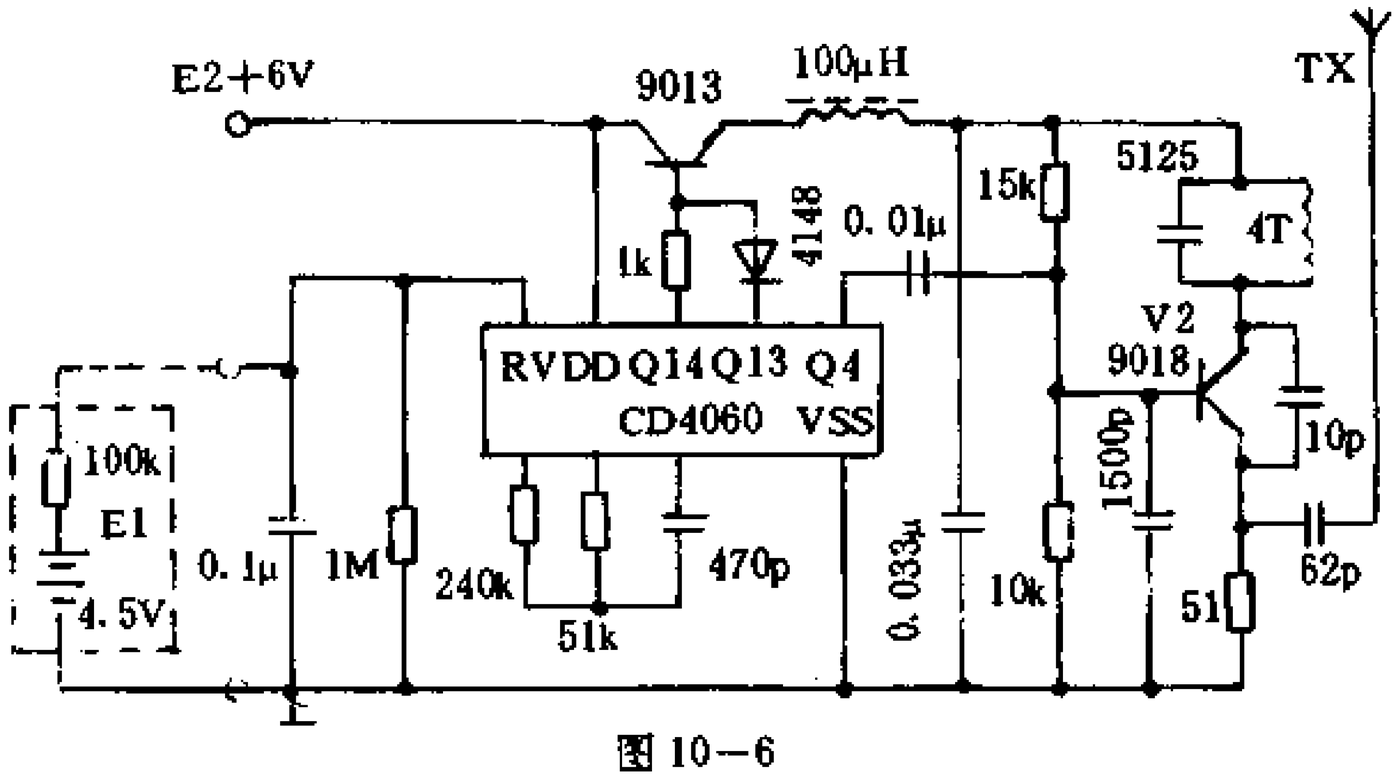


图 10—6

号检测电路。报警线未被破坏时，E1 经 R1 加到 CD4060 复位端(R 端)，CD4060 内部振荡器停振，Q4～Q14 均输出低电平，V1 截止，无报警信号发出。当报警线被碰断或短路，CD4060 复位端由高电位变成低电位，内部振荡器起振，CD4060 的 Q4 端输出 960Hz 音频报警信号，Q14、Q13 端向“与”后输出高电平为 0.5s，低电平为 1.5s 的脉冲信号。高电平期间 V1 导通，V2 和电感线圈 L、C6、C7 等组成电容反馈式高频振荡电路起振，同时音频信号经 C3 加到 V2 基极，对高频振荡电路进行频率调制，最后已调波经天线 TX 辐射出去。高频振荡电路的振荡频率为 100MHz 左右，如无线报警器发射频率和当地调频广播电台频率接近，应微调 C6 避开。由于该报警器发出的是断续的“嘟、嘟”声无线报警信号，发射时工作电流约 30mA，平均工作电流仅 7～8mA。高频信号由 V2 的发射极输出，可减小天线对振荡频率的影响。该无线报警器只要所用元件质量好，安装无误，不需任何调试就可以正常工作。

七、电视伴音无线收听器

在看电视时，为了不影响别人休息，又能满足自己收听电视伴音，本文介绍一种简易电视伴音收听器。

如图 10—7 为该收听器的线路原理图。其中 A 点接在电视机的伴音预激励输出端。经 9014 一级放大后，由 3DK2 调制发射出已调波，经收音机选出后，在输出端用耳机收听。图中的 L1、L2 用 Φ0.1mm 漆包线在中波扁磁棒(长 60mm)分别绕 60 匝和 10 匝，其他参数如图所示。调试时可把收音机调在 1600kHz 频率，再调图中可变电容，使收音机有伴音，这时调 RP 使声音无失真即可。电源 V_{cc} 由电视机内 12V 电源直接供给。

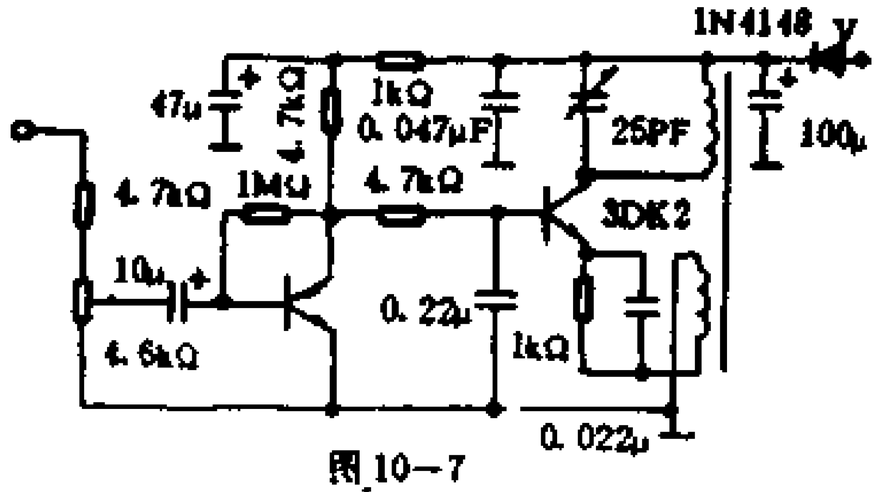


图 10—7

八、玩具发射器

玩具发射器可作为研究无线电发射方式的实际而直观的教具，任何型号的超短波收音机均可作为它的接收机。拥有两对接收和发射机可以组成双向无线电通信，可提高无线电爱好者的兴趣。

发射机由调制器(集成电路 DA1 和晶体管 VT1)和主振器(VT2)组成。主振器为三点电容式电路，与天线组成电感式耦合。为减小体积，采用驻极体 MK2—3 型麦克风。

电路如图 10—8 所示。扼流圈 L1、L2、L5 为标准的收音机接收回路线圈。铁氧体磁芯直

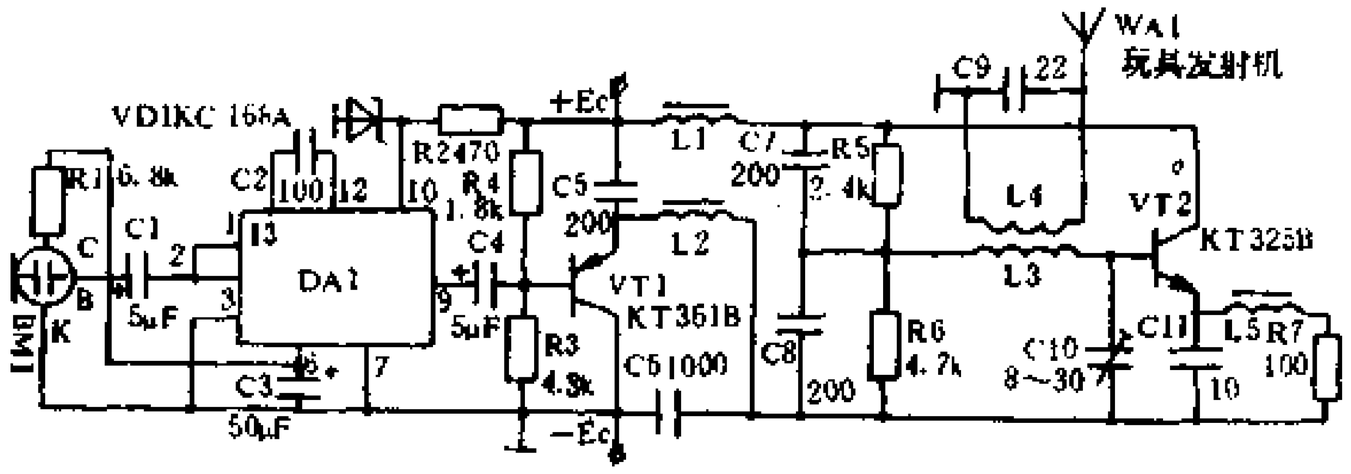


图 10—8

径为 Φ2.8mm，线圈匝数 60～80，采用 Φ0.1mm 漆包线绕制。电感线圈 L3、L4 的匝数分别为 6 和 3.5，采用 Φ0.8 或 Φ1.0mm 高强漆包线绕制。这些线圈均无框架，但在制作时可用 8mm 的小框架辅助绕制。

在正确装配和焊接之后，调整 C10 使主振器振荡在工作频率上。借助于收音机指示器对 C9 进行调整，使其与天线匹配。天线用一段 30～40cm 导线即可。发射机信号传播距离为 20～30m。耗散功率也很小。

九、移动式无线耳机

本文介绍的电路采用全集成化电路，与随身听配合使用，灵活方便，小巧易携，美称“伴侣的伴侣”。

1. 电路工作原理

图 10—9 所示为发射机电路，采用低电压专用调频立体声发射电路 BA1404。“单放机”

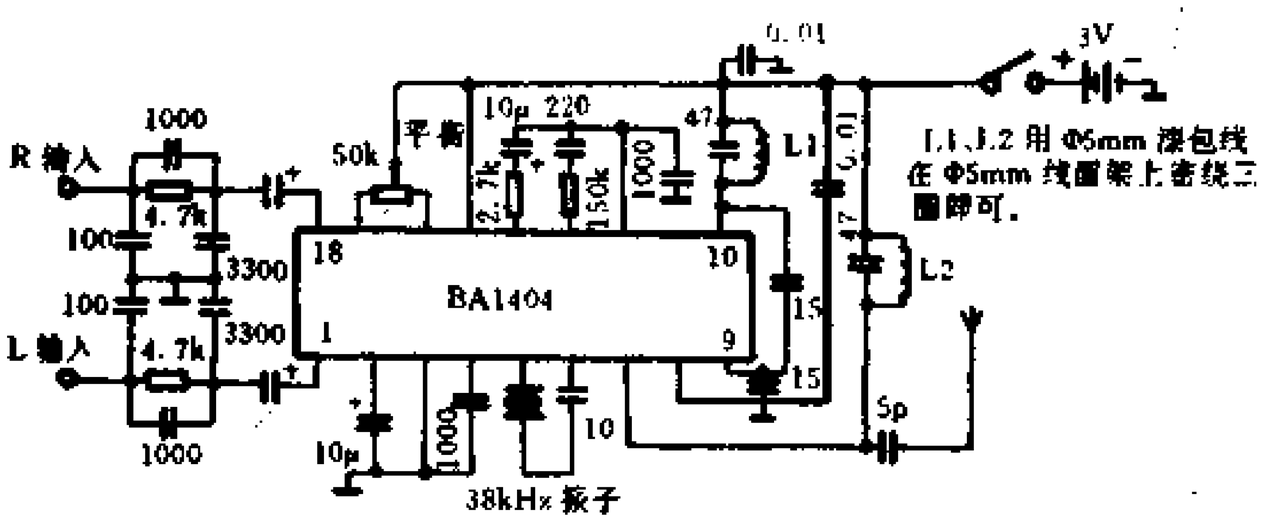


图 10—9

的立体声信号由耳机插孔输出，经过由阻容元件构成的预加重网络处理后，输入 BA1404 输入端，从⑦脚输入立体声信号调制的 FM 频段高频信号，经天线发射出去，如果要扩大活动范围，可在⑦脚之后再加功率放大电路。

图 10—10 所示为接收机电路，FM 高频信号从天线加到 TDA7021T 的⑫脚，从⑭脚输

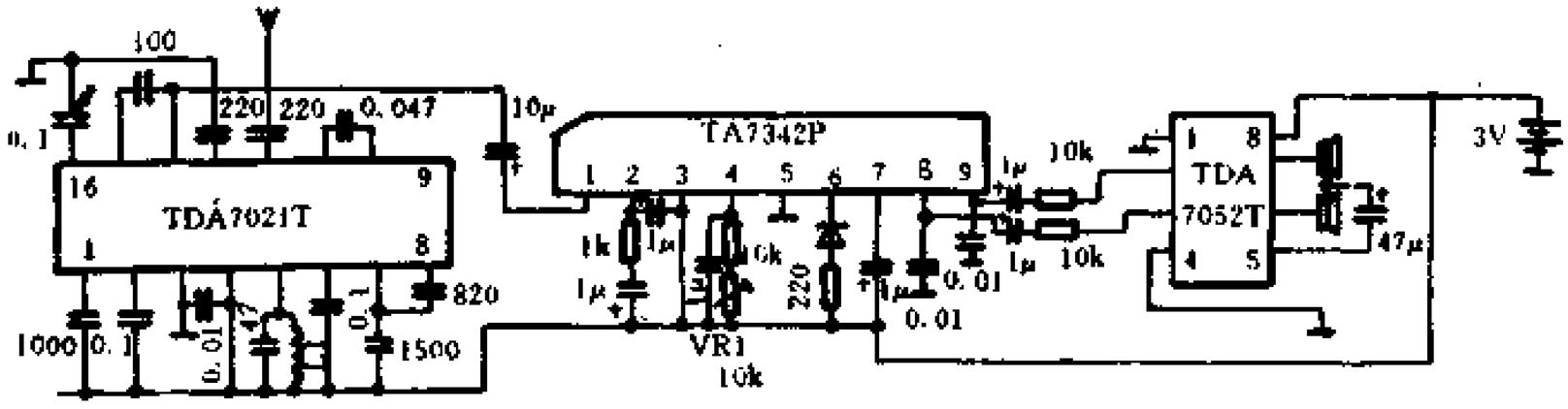


图 10—10

出解调后的立体声音频复合信号，送至立体声解码电路 TA7370P 的输入端①脚，从⑧、⑨脚输出立体声信号经功放电路后，推动立体声耳机发声。TDA7021 是菲莉蒲公司的单片调频接收电路，具有外围简单，调整方便的特点。

2. **元件选择及调试**

电容选用小体积的，如高频瓷片电容或片状微型电容，电阻可用 1/16W 或片状小型的。调试时随身听的立体声信号接至发射机，打开发射机和接收机，然后调节接收机的本振线圈，细心调节 VCO 频率微调电阻 VR1 至耳机中的声音清楚。本接收机还可做为立体声收音机使用，这时只需调整 TDA7021T 的本振 LC 数值即可收到本地立体声电台信号。

十、家用录像机射频发射器

现在家庭使用录像机—电视机放像时，都必须通过一条射频连线把录像机射频输出端和电视机的天线输入端连接起来。本文介绍的该装置可以省去这条连线，并能在半径 15～20m 的范围内正常接收射频信号。可以实现一机发射、多机接收。

其电路如图 10—11 所示。整个电路由 5 部分组成。1）电感 L1、L2，电容 C2、C3 组成了输入回路，其通带约在 60～700MHz 范围内。2）由 μPC1651 集成块构成的有源放大电路，该电路典型辐射特性是在 40～1000MHz 内有平均约 100 倍的功率放大倍数。3）电容 C6 与天线 Amf 组成的输出发射电路。4）由发光管 LED 和电阻 R1、R2 等组成的电源指示电路。5）

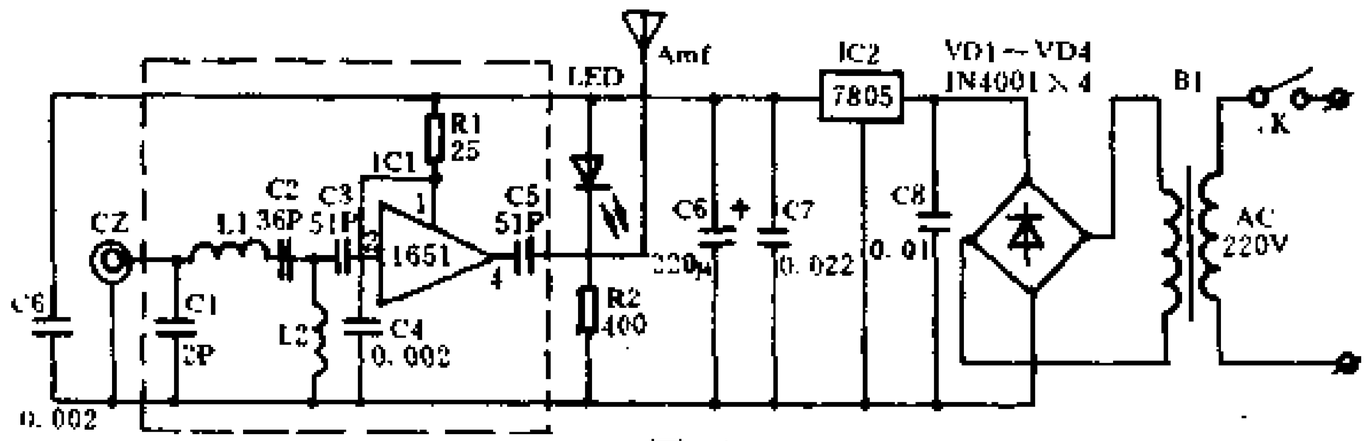


图 10—11

整流稳压电路。整个电路可以固定在一个塑料盒内，放大电路要用铁片屏蔽。从盒内引出220V 电源线。CZ 75Ω 插座固定在塑料盒上。发射天线 Amf 采用拉杆伸缩天线。电源开关和 LED 指示灯固定在面板上。使用时发射器的 75Ω 输入插座连接到录像机射频输出插座上，然后拉出天线接通发射器电源，此时录像机的射频信号经发射器放大约 100 倍(20dB)后由天线 Amf 发射出去，电视机即可由机内天线接收到发射视频信号。

十一、电视伴音 AM、FM 转发器

现在许多人都有随身听收放机；当你来不及收听电视节目时，在电视机上增加一个转发器，就可以戴上你的随身听，拨到 Radio 波段 FM 或 AM，高音质的音乐就会不断传入你耳中。下面介绍两种制作方法：

1. AM 无线传声系统

如图 10—12 所示电路附加在电视机扬声器后面，直接焊在扬声器接线柱上。本电路实际是一台中波无线发射机，传到扬声器的电视伴音信号调制到发射机上变成 AM 无线电波发射出来后，通过随身听 AM 波段(中波)接收，在耳机中播放，为防止对其他收音机的干扰，本发射机功率很小，有效接收范围在 30m 以内。本电路只要焊接可靠，无需调试一般就能正常工作。

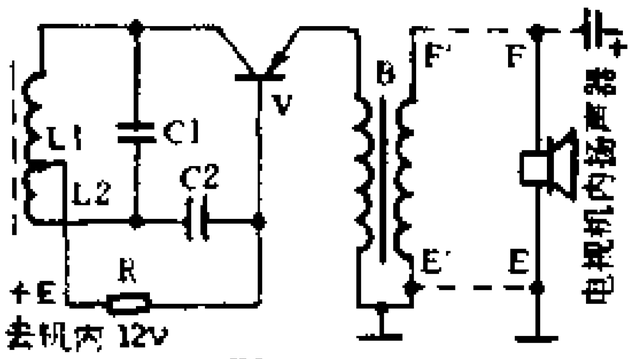


图 10—12

2. FM 无线传声系统

本电路如图 10—13 所示，其信号取自音量电位器中间抽头，采用调频方式，工作在 FM 波段(88～108MHz)，频响宽、音质好，背景噪声小。本电路实际上是一台 FM 调频发射机。BG1 组成高频振荡级，BG2 组成倍频功放及发射级，信号通过 C1 耦合到 BG1 基极，使 c—b 极电压变化从而引起 c—b 极电容变化，极电容变化又引起振荡频率变化，信号调制到高频信号上，从而达到调频目的，这个调频的信号又经过 BG2 作进一步放大后经过天线发射出去。本电路调试过程很简单，将收放机拨到 FM 波段，接近发射机，旋动收放机调谐器，在耳机中听到啸叫声最大、最尖锐处，即发射机主振频率即可。

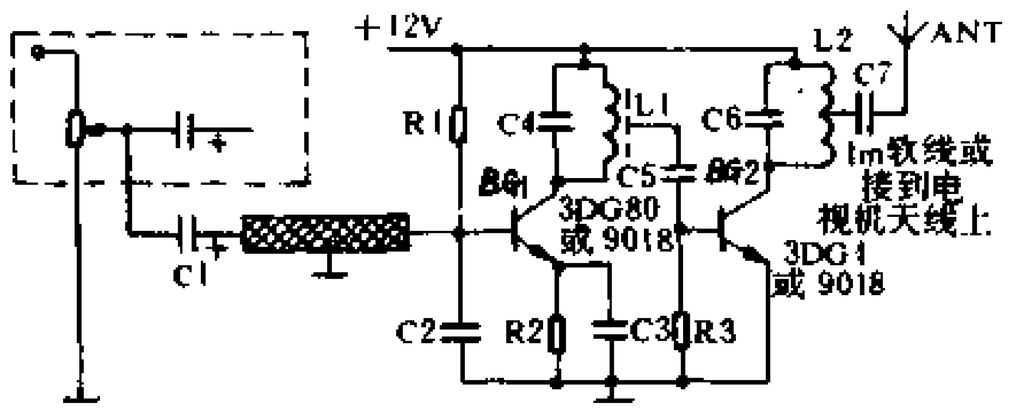


图 10—13

十二、电视伴音转发器

这个小装置能将 1～12 频道的电视伴音转成 88～108MHz 这个调频广播波段内来，由调频机(有调频波段的收音机、收录机)直接接收，而且音质非常好，若由收录机内录电视伴音，其效果是相当理想的。

电原理图如图 10—14 所示，这个电路的原理与一般收音机的前级高频部分是相似的。

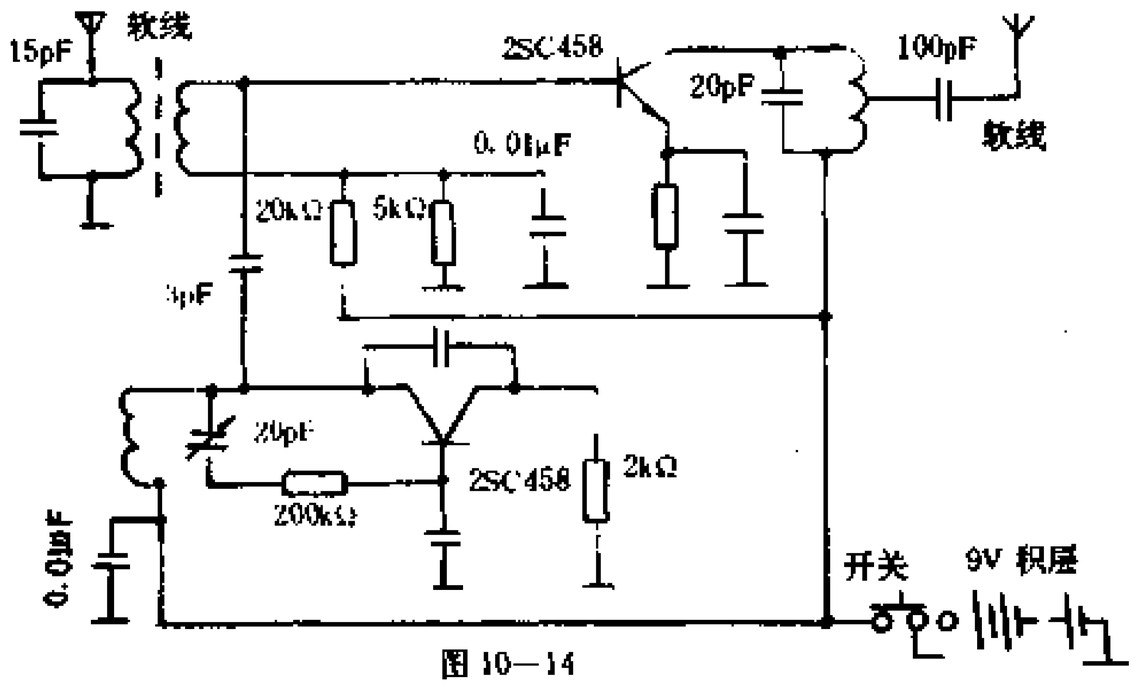


图 10—14

L1 为天线线圈；Tr1 相当于混频管；Tr2 相当于本振管；L3 及 20pF 可变电容构成振荡槽路，在天线感应来的电视伴音高频信号耦合到 T1 基极的同时，由本振来的振荡信号经 3pF 电容也注入到 Tr1 的基极，经 Tr1 混频后在 L2 及 20pF 电容组合谐振回路中获得 88～108MHz 频段的电视伴音信号，后经 100pF 电容输出至发射软线。

改变可变电容，就可将 1～12 频道的电视伴音转发到调频广播频段上来。

线圈 L1 用 Φ1.0mm 漆包线初级绕 4 匝次级两匝半；L2 用 Φ1.0mm 漆包线绕 6 匝，L3 绕 7 匝，所有线圈内径均为 6mm，并拉长至 13～15mm，L1 内放一高频磁芯(NX—40 Φ5×20)。晶体管 Tr1、Tr2 的 fr 应大于 500MHz，如 3DG56、3DG79、3DG80 等均可。

十三、实用的 FM 无线转发器

该实用的 FM 无线转发器电路，它可将电视机输出的伴音信号或收音机、录音机输出的音频信号以调频(FM)信号的方式转发出来，可供附近的数部具有 FM 波段的收录机收录，此法特别适合收录电视晚会的伴音信号和供数台收录机同时以开路的方式转录同一盘磁带上的内容，因本电路采用了动态范围较宽的场效应管做输入级，故转发信号的频带较宽，转发效果较好，磁带转录后的音质与采用双卡机内录方式的效果相似。由于此法是开路发射，不用连接线，所以，使用极方便。

电路如图 10—15 所示。BG1 为一动态范围较宽的输入放大级，BG2 为一个高频振荡器，其振荡频率主要由 L 和 C4 决定，调整 C4 和 L 可使振荡器工作在 88～108MHz(FM 波段)。电路工作时，由电视机(或收、录音机)耳机插孔输出的音频信号加至本电路输入级，经

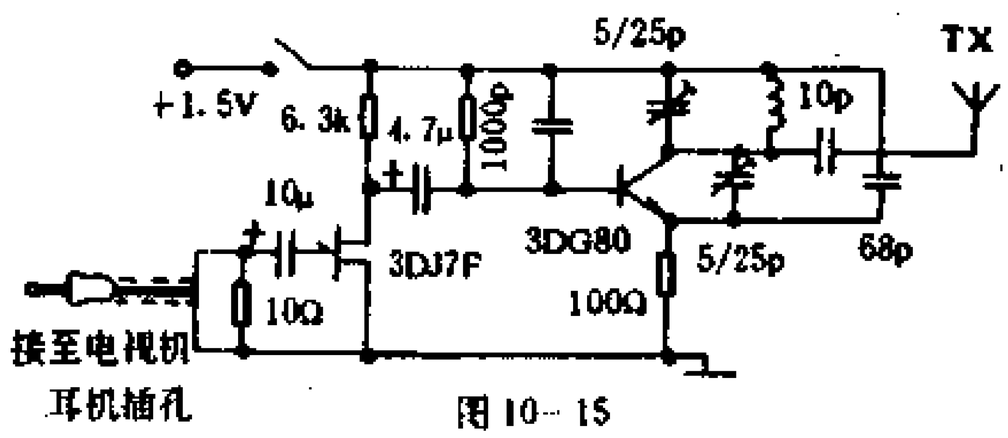


图 10－15

其放大后由 C2 耦合至振荡管 BG2 的基极，使 BG2 极间等效容量随输入信号做相应的变化，从而导致高频振荡频率随之变化，完成调频过程。已调制的调频波经 C5 耦合至天线 TX，向空间发射出去。

C1、C2 为电解电容器，其余电容均应采用高频瓷介电容。L 用 Φ0.5～0.8mm 的漆包线，在 Φ5mm 的钢钻头上绕 9 圈后脱胎而成，圈距为 2mm，电阻可按图中阻值选用。调试时打开电源开关，并从 CT 输入音频信号，然后，边调整 C4 边在距本电路 1m 远的距离上用收音机的调频波段寻找此音频信号，一般均可收到，如果在整个波段内均收不到该信号，可适当改变电感 L 的圈距，直到收到为止。收到后可拉开距离并微调 C7，使发射出的调频信号最强，收音机收到信号最清晰。本机最大转播发射的有效距离在 50～80m 范围内。在实际使用时，需注意输入给本电路的音频信号的强度应当适宜，过强或过弱均对转发信号的音质有影响，可通过实验确定。此外，使用的工作频率也应避开当地调频广播电台及电视伴音的信号频率，以免造成相互影响。本机最大工作电流约为 1mA，一节 5 号电池可用半年以上时间。

十四、调频迷你广播器

迷你广播器线路如图 10－16 所示，可以发射调频（FM）收音机信号，由标准的调频收音

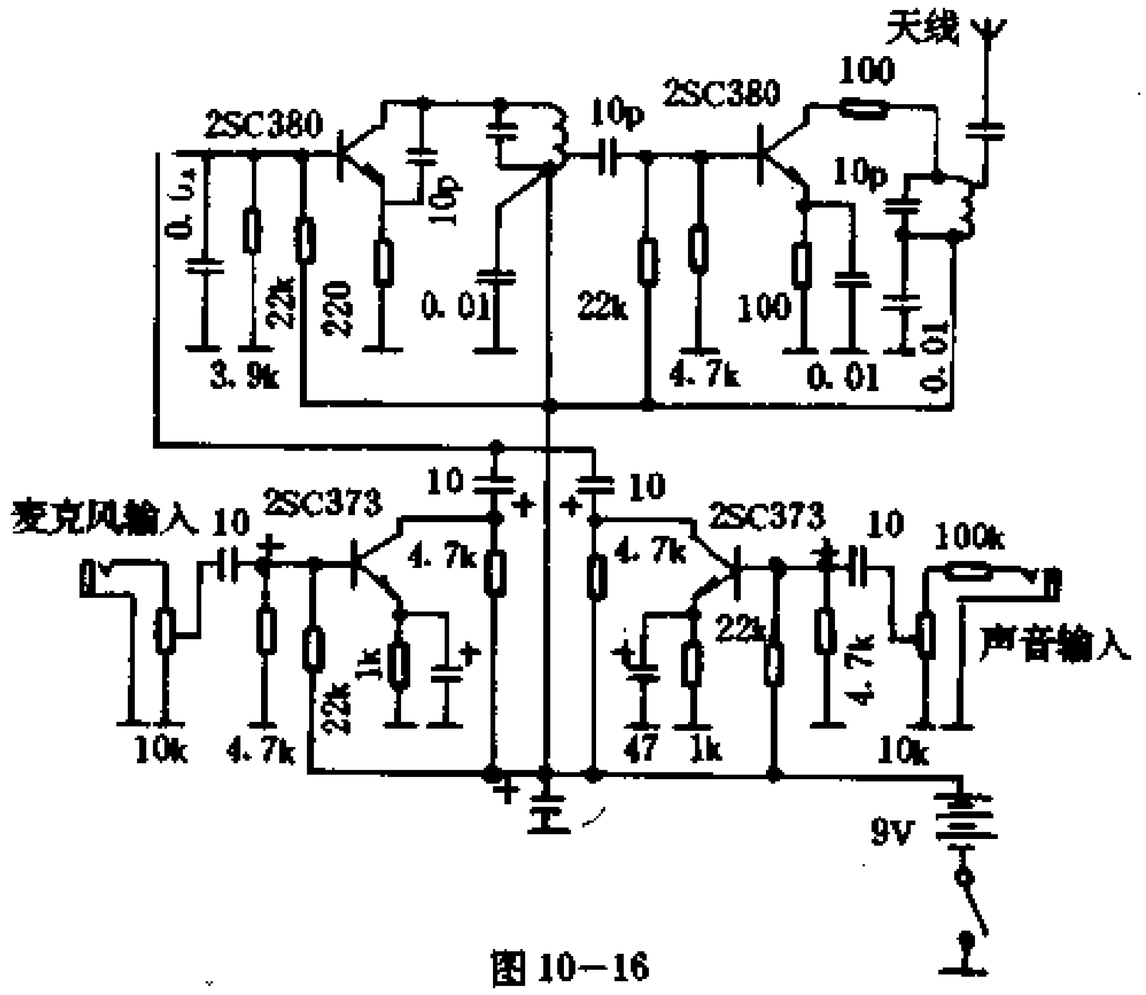


图 10－16

机即可接收到所发射的信号。迷你广播器的发射范围限制在300m以内。将音乐或声音透过麦克风输入端J1或耳机输入端J2送到发射器上。可用晶体式麦克风或石英晶体或陶瓷式唱头唱盘产生的信号送到发射器上。天线的长度限制在1.5m左右。

假设麦克风信号送到准位控制R18再到声频放大器Q4。麦克风放大器的输出信号再送到Q2，这里是由麦克风和耳机两者的声频信号输入与可变振荡器产生的频率混合的地方，再由电晶体Q1将FM的信号送到天线上发射出去。振荡器线圈L2设在到100MHz无人用的频率，然后调整输出线圈L1的频率符合FM收音机的广播频率。注意如果麦克风与耳机两者同时输入信号，信号就会混在一起了。

十五、无线调频转录器

该无线调频转录器，使用时只要用耳机插头插在电视机上的耳机伴音插座上，通过调频发射，由录音机调频段接收，并用磁带录制。录制后的节目虽然不是立体声，但音质还令人满意。

1. 电路工作原理

无线调频转录器原理图如图10—17所示。伴音的电信号由耳机插头送至T1进行低放，经C4耦合到T2的输入端，该级采用共集电极振荡电路，因此输入阻抗很高，与前级间的耦合有较好的匹配。T2、C3、C4、L等元件组成了共集电极三点式电容负反馈振荡器，其振荡频率决定于C3、L的数值大小。该机调频是利用集电结变容效应来实现的，当音频调制电压加入T2基极时，使基极电位发生变化，同时集电极与基极间的反向偏压也发生变化，从而极间电容随调制电压改变而改变，实现了调频，此调频波经天线向外发射。天线的长度取载波波长的1/4(约长40cm导线用普通的塑料线即可)。本机的振荡频率由线圈的匝数和松紧决定，一般在80～110FM范围内，要求调整在94FM频率上，电路的电流采有9V叠层电池供电，整机的工作电流为5mA。

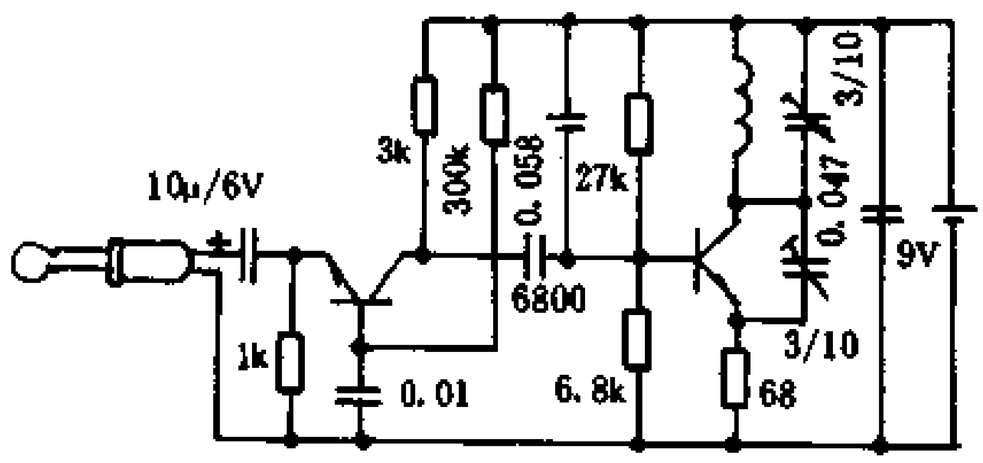


图10—17

音频放大管T1选用3DG6，β≥40。高频振荡管T2选用$f_T \geqslant 150MHz$的3DG12(3DG130C)或2G711等。该机的晶体管的耐压均要求大于25V，谐振回路中的C5、C6、C3应严格按规定值选择，线圈采用线径为Φ0.86mm的高强度漆包线绕制，线圈在直径8mm的钻头上或圆珠笔杆上绕制7圈，然后脱胎而成。

2. 转录器调试

元件安装时，电阻、电容、晶体管、电感线圈等引脚尽可能短些。全部元件安装完毕，在调试前先检查一下，有否假焊、短路、碰脚等现象。然后接上电源，用万用表的电流档测量整机电流应在5mA左右，然后把该机输入端的耳机插头插在一般晶体管收音机上的耳机插座上，借用收音机收听到的节目通过本机调频后发射，由收录机调频波段接收，慢慢地调谐收

录机上的调频段(80～110MHz),若收不到有关的节目声,再调本机上的L、C5、C6,一般L的线圈间距在12mm,振荡频率已调在80～110MHz范围了。如果多次调整后,电路仍不能正常工作,就须考虑T2的特性差,更换T2试之。整机全部调试完毕后,还需将L封固以防变形而影响工作频率。其具体做法如下:用一小块海绵插入脱胎线圈,然后用高频腊或高频漆将海绵与L封固在一起。

3. 使用说明

(1)本机发射功率较大,在几十米距离内不需要外接天线,若要加大接收距离,可在靠T2的集电极处的L2/3匝线圈上除去漆焊上天线。

(2)发射极工作在80～110MHz频段,因此调试时必须避开调频台。

(3)使用调频收录机接收时,应调谐在主频率上,不可选用谐波,调在谐波上会使声音失真,又不稳定。

(4)输入到本机的伴音音量不能调得太大,否则声音要失真。

十六、自制简易视频信号射频调制器

最近因录像机内视频信号射频调制器损坏,一时配件又难购买到,造成无法观看录像节目,为此自制了一台简易视频信号射频调制器,使用效果不错。该调制器原理简单,制作方便,对元件无特殊要求,很适合业余爱好者制作。

射频调制器的电路如图10—18所示。由R3、C2、R1、R2、R4、BG1组成射极跟随器,对

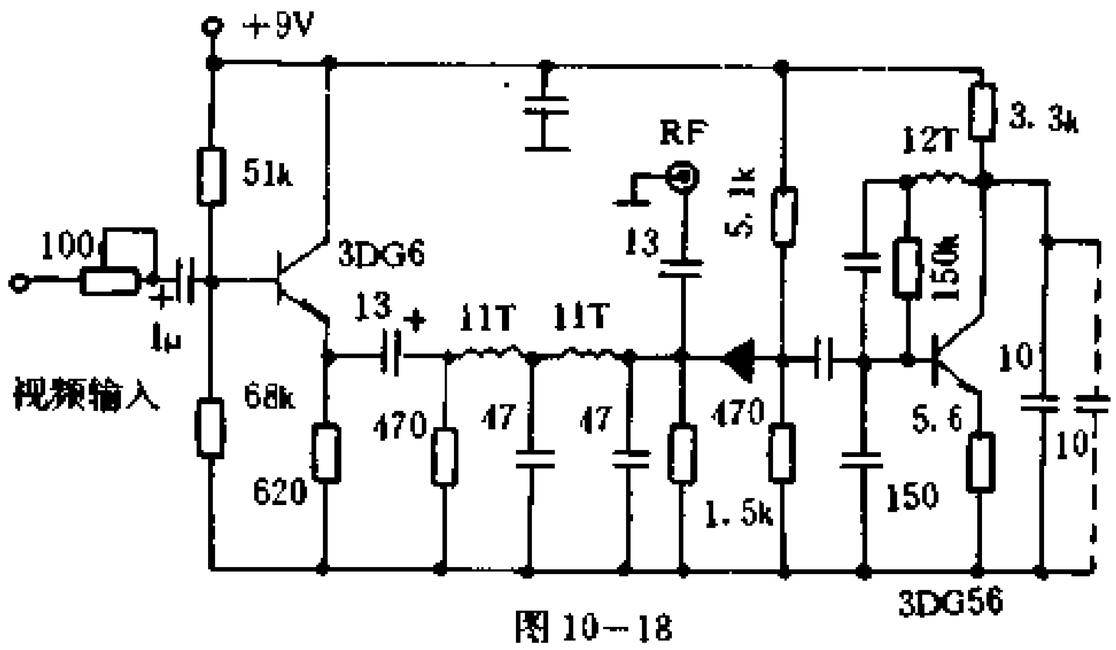


图10—18

视频信号进行适量放大。C1是耦合电容,R5、L2、L3、C4、C6、R6等组成π型低通滤波器,BG2、L1、C7等组成图像载波振荡电路,它的频率是根据所选用的电视接收频道决定的。本机选用VHF频段的第1频道。C8、C9为谐振电容,C9容量很小,使用2～3cm长的单股塑料绝缘线绞合而成,通过调整它的绞合度可以改变信号的耦合度。C20是高频滤波电容,L1是振荡线圈,D1是隔离二极管,用以提高载波振荡频率的稳定度。经C1输入的视频信号经π型低通滤波器滤波后与载波信号混合,再经电容器C5和75Ω馈线送至电视机天线插口。本机的伴音信号没有进行高频调制,而是直接进行音频放大,用扬声器发音,电路如图10—

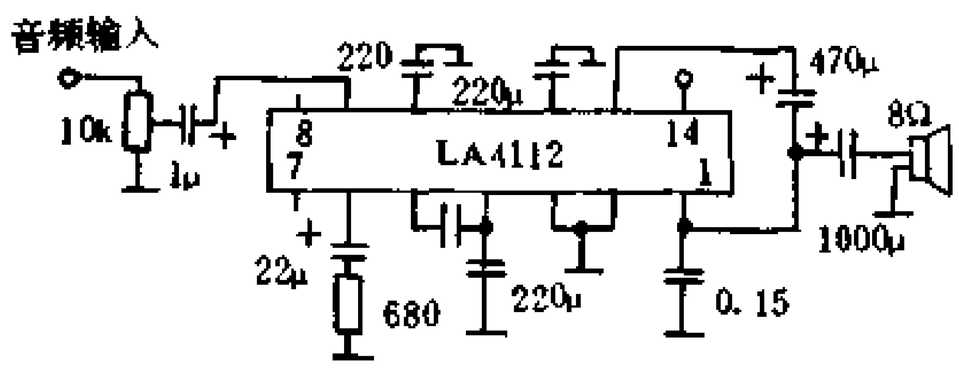


图 10—19

19 所示。音频放大采用集成块 LA4112，视频信号和音频信号均从录像机的视频和音频输出插口取得。

图中，晶体管 BG2 可选用 3DG56。BG1 选用 3DG6，β 应大于 80。D1 采用性能较好的 2CK9。扬声器选用内磁式。L1 用线径为 0.51mm 的漆包线脱胎顺向绕 12 匝，线圈内径 5cm；L2、L3 用线径为 0.51mm 的漆包线脱胎顺向绕 11 匝，内径 5cm。

装制完毕，经细心复核无误后，即可把信号输出电缆引至电视机天线插口处，将电视机波段调在 VHF 第 1 频道，接通电视机和调制器、录像机的电源，并把录像机输出的视频信号和音频信号接到调制器的输入插口上，通过调整电视机频道旋钮将图像调出来。

使用时，应将电视机上的音量放在最低位置。调试时若碰到无图像信号，这可能是 BG2 没有起振。如果图像信号很弱，应先检查 BG1 发射极电压是否大于 2V，再作其他检查，如果图像作 S 形畸变，可能是 R7 阻值太大而造成。伴音部分只要声音不失真，声音响亮就可以了。

十七、方便可靠的多通道遥控器

图 10—20 所示为发射机电路，图 10—21 所示为接收机电路，均采用电压比较法进行选择。当接收机电源接通时，模拟开关 IC1 均接通，IC2 各与非门因输入端均为高电平，故 IC2 输出均为低电平，IC2 因各 D 端均为低电平，且无时钟脉冲，所以各输出端均输出低电平。

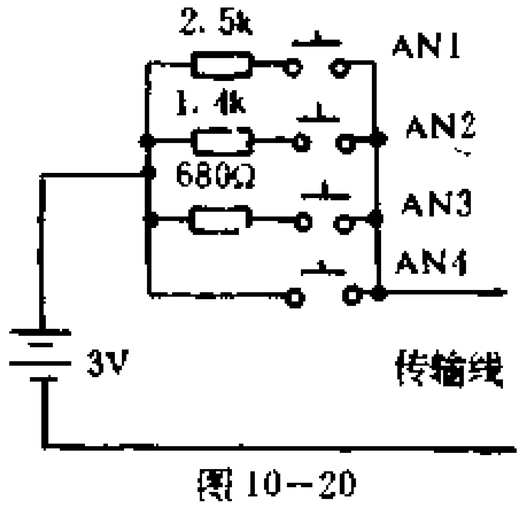


图 10—20

设此时按下发射机按钮 AN2，通过传输线使发射机电源电压 3V 通过 R2 在 R6 上的压降在大于 1V，小于 1.5V 之间，故 A1、A2 均输出低电平。由于此时 A3 仍为高电平，所以模拟开关 IC1—2 导通，使 IC2—2 输出高电平，该高电平一路加至 IC3 的 D2 端，一路通过由二极管 D1～D4 组成的或门中 D2 管加至由 C2、R7 组成的微分电路使 IC3 的 CP 端产生一正脉冲信号，这一信号将 D2 端高电平锁进 IC3 中，使 Q2 输出高电平，而其余输出端均为低电平。同理，按下发射机的 AN1、AN3、AN4 各按钮（逻辑功能见表 10—1）同样会使接收机相对应的输出端输出高电平，而其余各输出端输出低电平。表 10—1 为发射机与接收机之间的逻辑关系。接收机各输出端 Q1～Q4 可通过继电器、可控硅三极管、光电耦合器等器件完成对各种电器的控制。

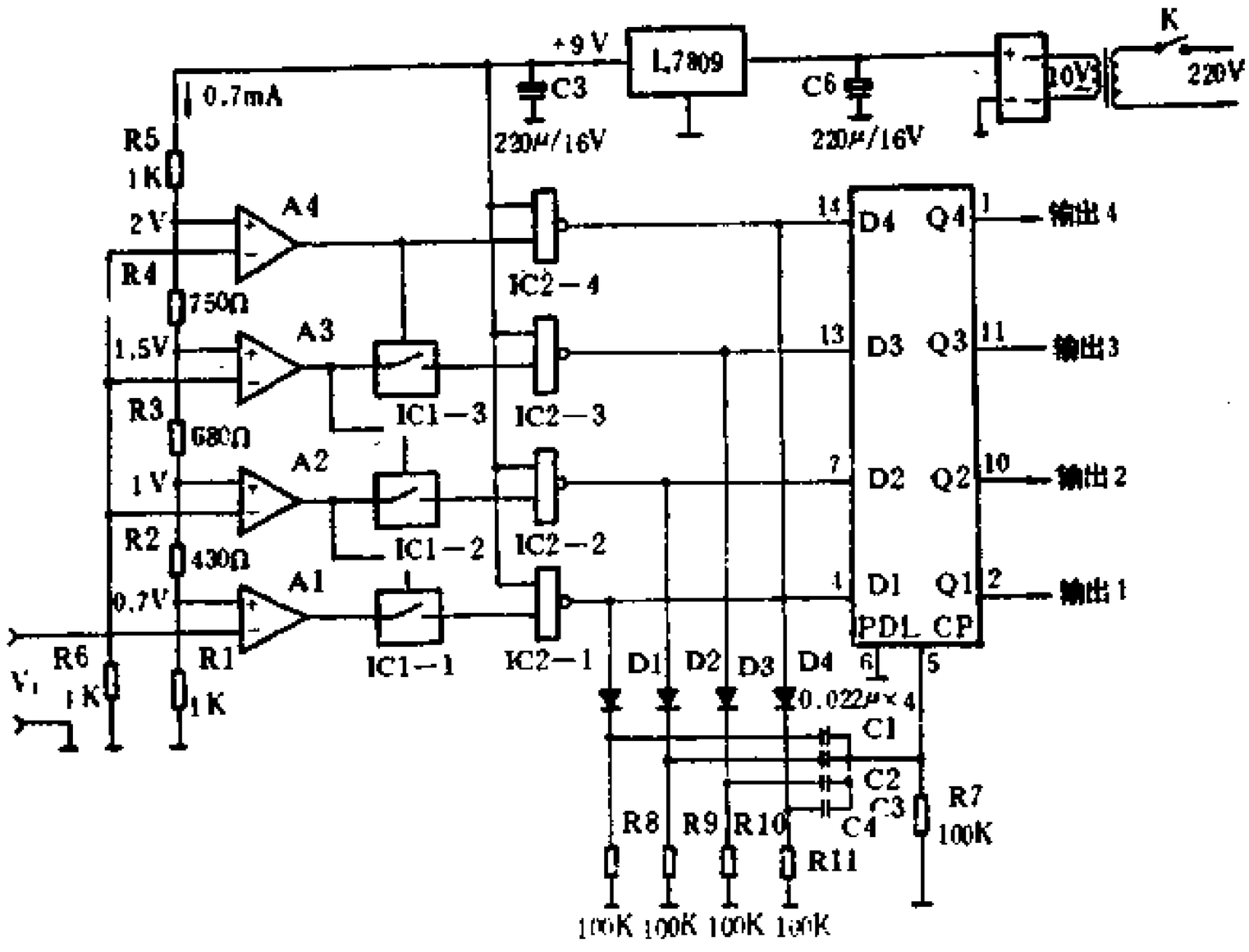


图 10—21

表 10—1

发射机按钮	输入电压 V1	Q4	Q3	Q2	Q1
AN1	0.7V<V1<1V	0	0	0	1
AN2	1V<V1<1.5V	0	0	1	0
AN3	1.5V<Vi<2V	0	1	0	0
AN4	2V<Vi<3V	1	0	0	0

十八、实用无线电遥控调压开关

本文介绍的实用无线电遥控调压开关，采用了普通集成电路取代调压专用集成电路。不仅能对被控制的家用电器电源进行遥控开关，而且还能对被控制的家用电器的电源电压进行多档遥控调压。若用此遥控调压开关来控制电灯，连续按动发射器开关，电灯亮度可分十档变化。再按发射器开关，重复上述过程。本电路成本低廉，体积小巧玲珑，携带使用十分方便。

1. **电路工作原理**

发射器电路工作原理如图 10—22 所示，发射器电路共有两个振荡器。由 VT1、VT2、R3、R2、C3 等组成正反馈自激低频振荡电路，产生方波调制信号。VT3、C1、C2、L1 等组成高频振

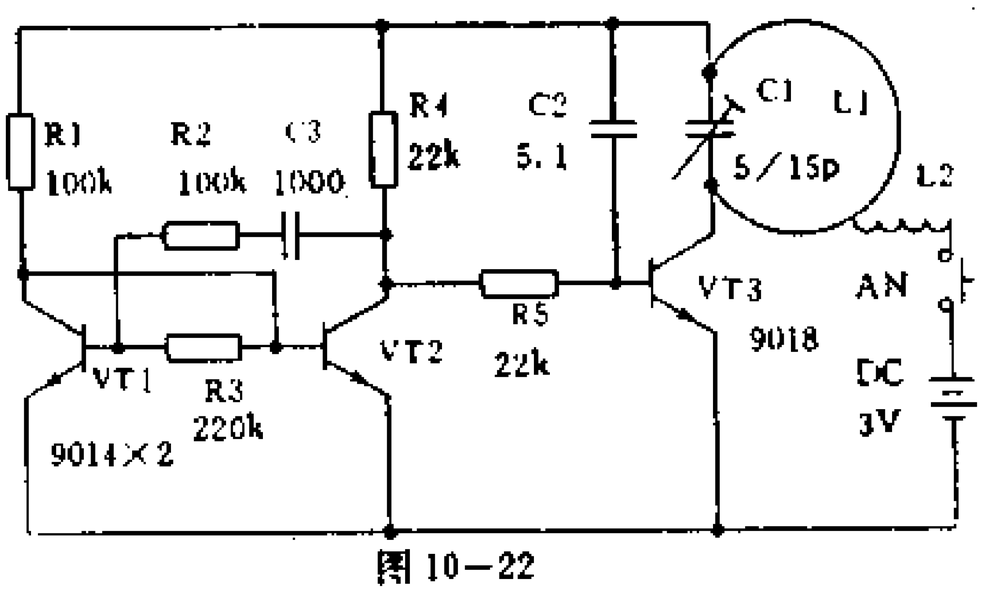


图 10—22

荡电路(频率约为 150MHz)，产生射频信号。低频振荡电路输出的调制信号对 VT3 产生的射频信号进行调制。调制后的载波射频信号通过环形天线向空中发射。发射器由 2 只 AG3 微型钮扣电池供电，故发射器的体积很小，可挂在钥匙圈上。

接收器电路工作原理如图 10—23 所示，VT1、L1′、C1、C2 等组成电容三点式振荡器超

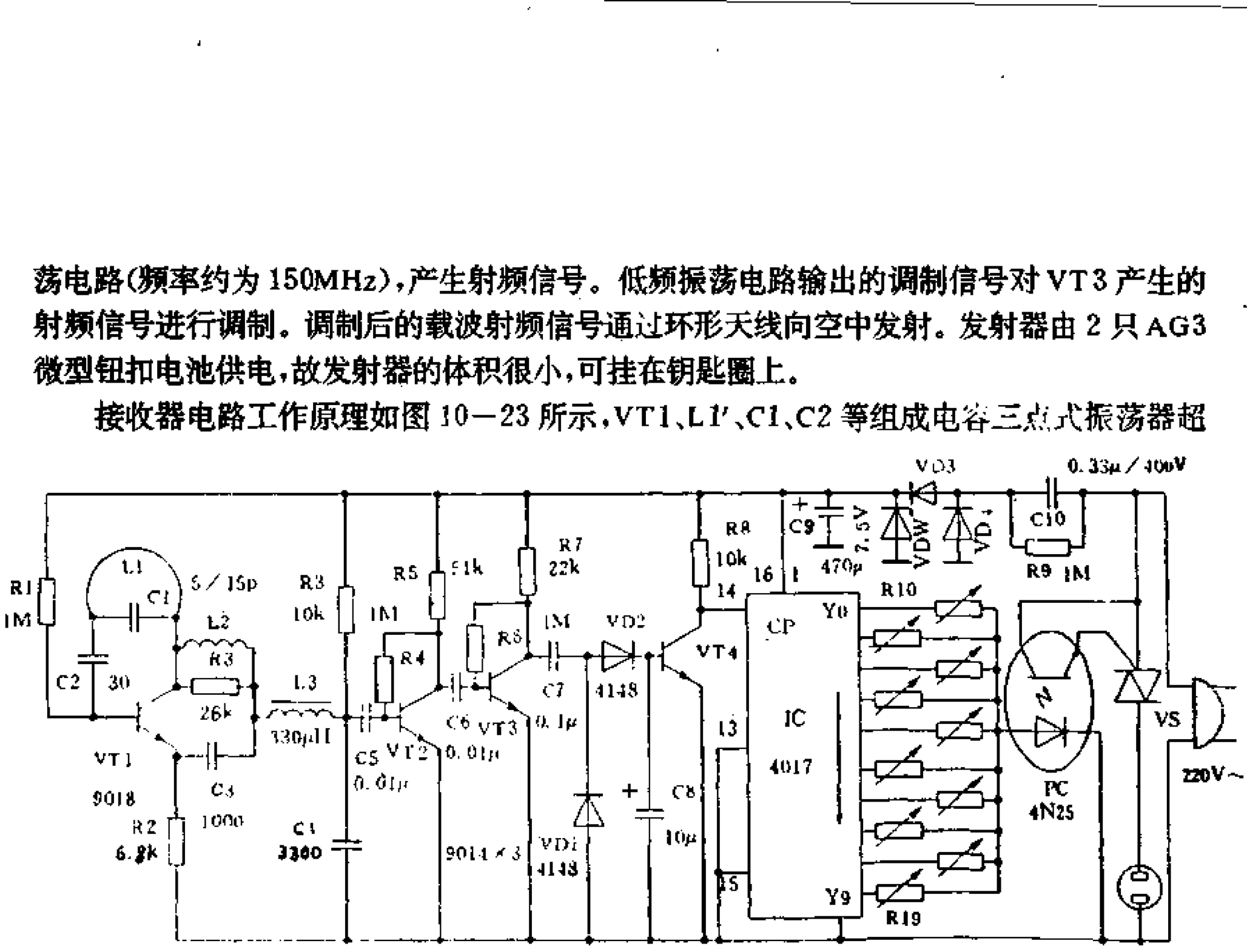


图 10—23

再生接收电路，这种电路实质上是一种灵敏度很高的间隙振荡电路。L1′电感属分布参数，直接印制在电路板上，避免受振引起参数变化。电路 L2′为高频扼流圈。VT2、VT3 等组成低频信号放大电路，用于放大超再生电路产生的特有的噪声信号和接收由发射器发出的调制信号。VD1、VD2、VT4 等组成触发电路。IC 是一块十进制计数器/脉冲分配器，当接收器接收到由发射机发出的信号后，VT4 输出的触发信号送到 IC 的 CP 输入端，IC 的输出端 Q0～Q9 便依次输出高电平，此高电平按顺序经不同阻值的电阻降压后送至光电耦合器输入端，光电耦合器输出端将输出的控制信号的强弱也随着输入端信号而变化，所控制的双向可控硅 VS 的导通角也各异，与双向可控硅串联的家用电器电源两端得到的电源电压也随之改变，从而达到了调压的目的。

2. 元件选择与制作

图 10—22 和图 10—23 中的 C1 均选用陶瓷微调电容器，AN 为 6×6 轻触开关，图中的 L1′、L2 相同，直接制作在印刷电路板上，其形状与尺寸如图 10—24 所示。L2、L2′也相同，用 Φ0.44mm 的漆包线在直径 3mm 圆管上绕 25 匝即成。双向可控硅 VS 耐压应大于或等于 400V，电流可视具体负载功率而定。C10 耐压应大于或等于 400V，VD3、VD4 选用 1N4007 或 1N4004。

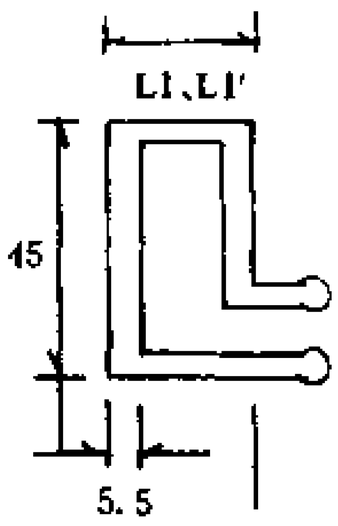


图 10—24

3. 安装与调试

发射器电路只要焊接无误，勿需调试。接收器超再生与低频放大电路调整时，用一高阻耳机串接一只 0.01～0.22μ 电容器，并接在 VT3 的集电极上，当听到纯真的“沙沙”声时，即可与发射器进行联调。调整发射器和接收器中的微调电容的容量，使发射和接收频率一致，耳机中听到的调制信号声最响。每按一下发射器开关，VT4 的集

电极电压应从零伏到接近电源电压变化一次。调压电路的调整主要调R10～R19的阻值。调试时用一台调压器将电源电压调至220V，R10～R19按顺序先用一电阻串接一电位器代替，输出负载接电灯，而后按动发射器开关，从100V起调每隔15V为一档，关闭的一档可不接电阻直接断开，当调至输出电压在100～220V之间时，每档确定的阻值均用固定电阻接入即可，至此调试成功。

十九、单通道无线遥控器

1. 单通道遥控接收机线路图(如图10—25所示)

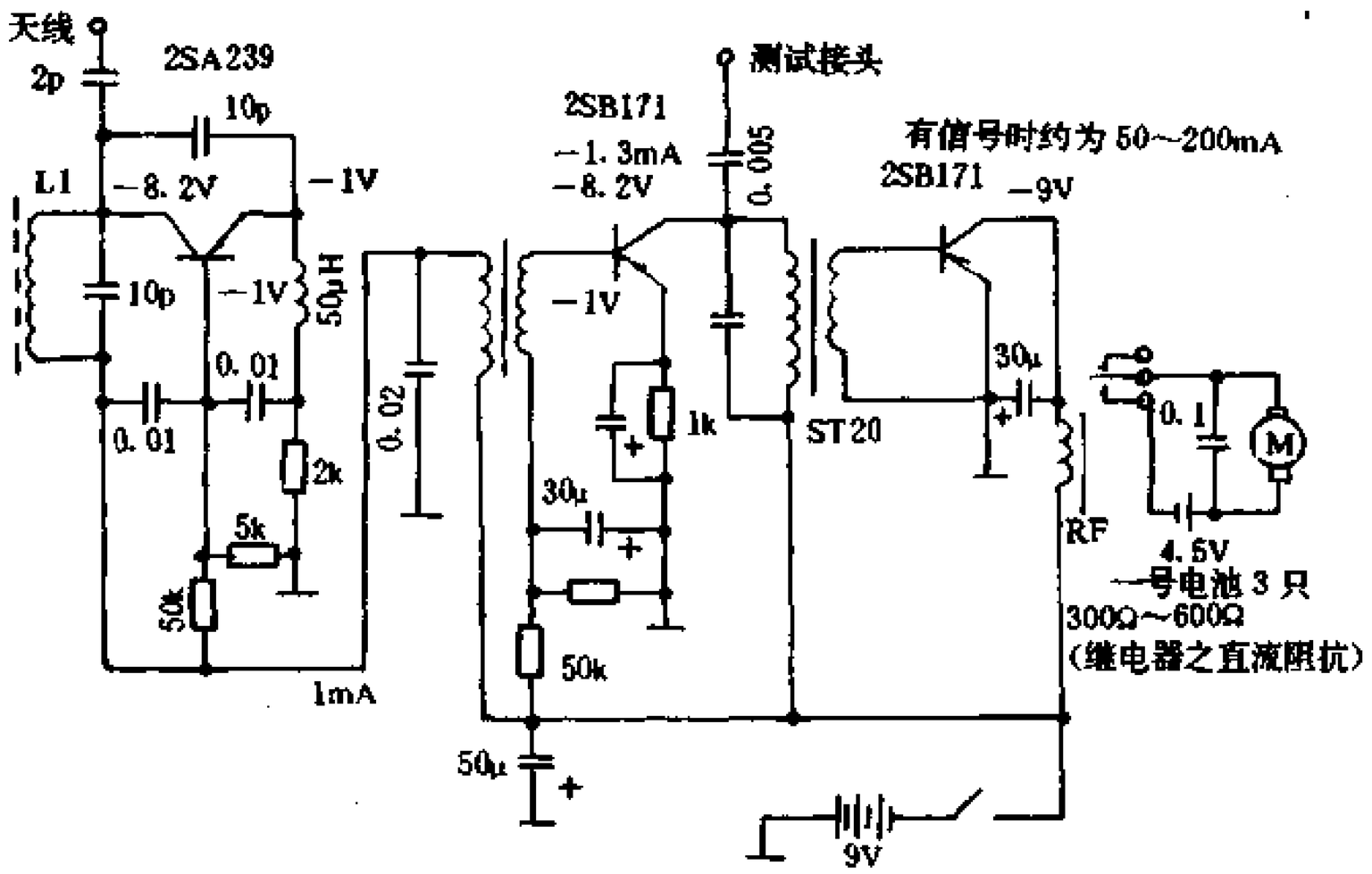


图10—25

2. 单通道遥控发射机线路图(如图10—26所示)

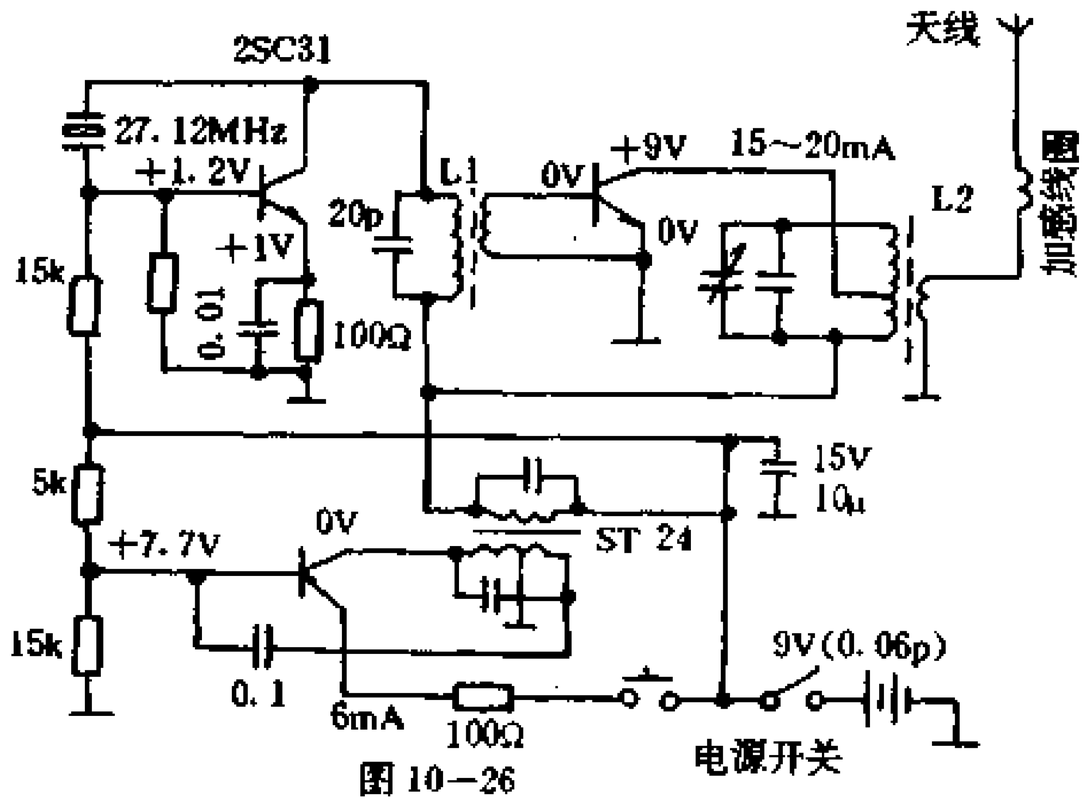


图10—26

第十一章　无线话筒

一、单管调频无线话筒

该单管调频无线话筒，具有制作容易、传真度高的特点，特别适应于业余无线爱好者制作。

如图 11－1 所示的是单管调频无线话筒的电原理图。晶体管 BG 等组成高频振荡器，振荡频率由电感 L 和电容式话筒 S 的电容量决定。当话筒的电容量随着话音的强弱而变化时，利用它就可以实现调频，调频后的信号由天线向外发射。这个电路由于没有低频放大，所以不会产生音频信号的波形畸变；同时，电容式话筒的频率响应很宽（30Hz～15kHz），这个条件有效地保证了高传真要求的实现。发射频率选在 88～108MHz 范围内，用普通的调频收音机可在 100m 距离内接收。

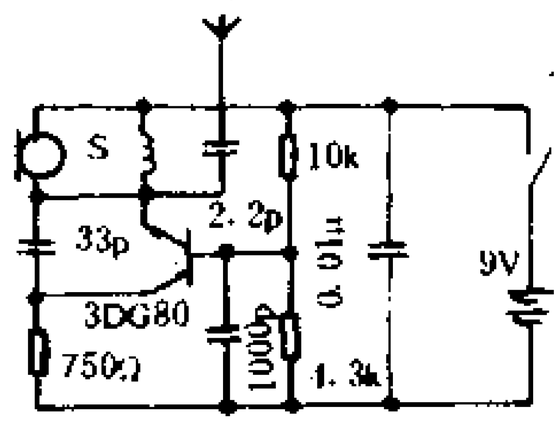


图 11－1

晶体管 BG 的 f_T 应≥500MHz，可选用 3DK3、3DG81、3DG80 等，β 值应≥70 以上。S 可用小型的驻极体话筒。电感 L 用 Φ0.8mm 的漆包线在直径 5mm 的高频骨架上平绕四圈，并用绝缘蜡封固，防止振动引起频率变化。

装配时，元件的引脚应尽量焊得短一些，外壳用金属材料制作，并且和电路的地线连接在一起。天线用 0.3m 长的多股塑料软线拖在机外即可。本机不用调试，只要元件良好，一装即成。

二、高性能无线话筒

本无线话筒是在普通动圈式或电容式话筒基础上改制而成的无线调频话筒。它采用集成电路，因而体积小巧，声音清晰动听。无线传送距离为 100m，工作频率为 104MHz，接收机采用普通 FM 波段收音机即可。

该无线话筒选用美国莫托罗拉公司的 MC2831A 为中心元件，电路如图 11－2 所示，声波由动圈式拾音器 B1 接收后；经 W 和 C1 进入 IC 的⑤脚（W 的作用是使 B1 的阻抗与 IC 输入端能达到最佳匹配效果），后由 IC 内部电路放大后输入给 IC 的第③脚对高频振荡器进行调制。高频振荡器由线圈 L、晶振 JZ、电容 C4、C5 以及 IC 内部电路构成。被调制的高频信号，由 IC 第⑭脚输出，经 BG1、B2 等元件倍频后，再由 BG2、B3 放大并从天线发射出去。

本电路的调试点有四个：调 B2 可使其次级输出四倍本振（即 104MHz）的高频正弦波；调 B3 可使 104MHz 的高频正弦波在不失真的情况下输出最大，此时打开 FM 收音机在 104MHz 处噪声消失；调 L 可使调制度最佳。完成上述调整后，对准话筒讲话，即可收听到清

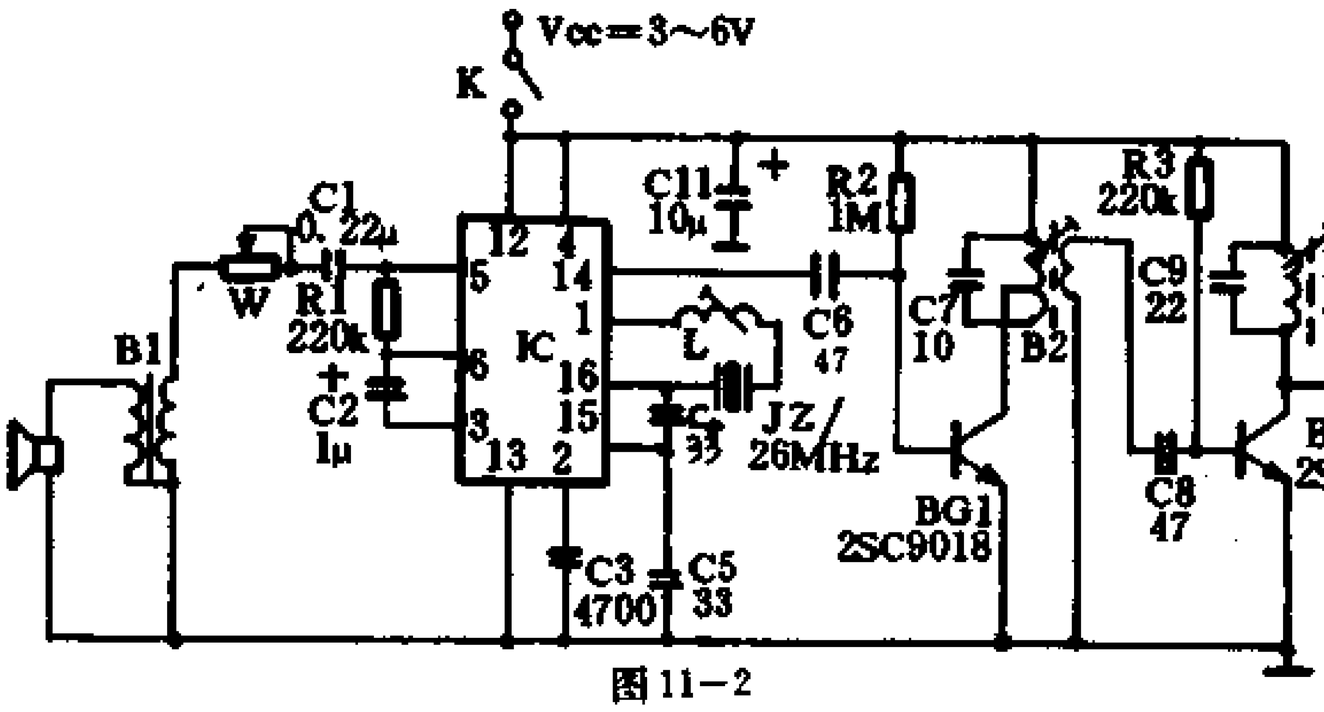


图 11—2

晰的声音。最后再调 W 使音质最佳，调整即告完毕。

三、无线话筒的制作

1. 高稳定性无线话筒

大家知道调频话筒结构简单、电路简洁。但由于电感线圈的不稳定性及诸多因素使得发射频率忽上忽下有些漂移，这在普通场合并不显眼，但在某些场合，如要求话筒连续几天几夜工作，那么话筒的发射频率可能漂移出接收机的接收范围。因此，设计一种高稳定度的话筒在某些场合是必须的。

一种高稳定度的话筒不仅要求前级各部分可靠地工作，更重要的是发射级频率要有高度的稳定性。

如图 11—3 所示是一种实用电路图。该电路选用晶体构成振荡器，晶体即众所周知的稳

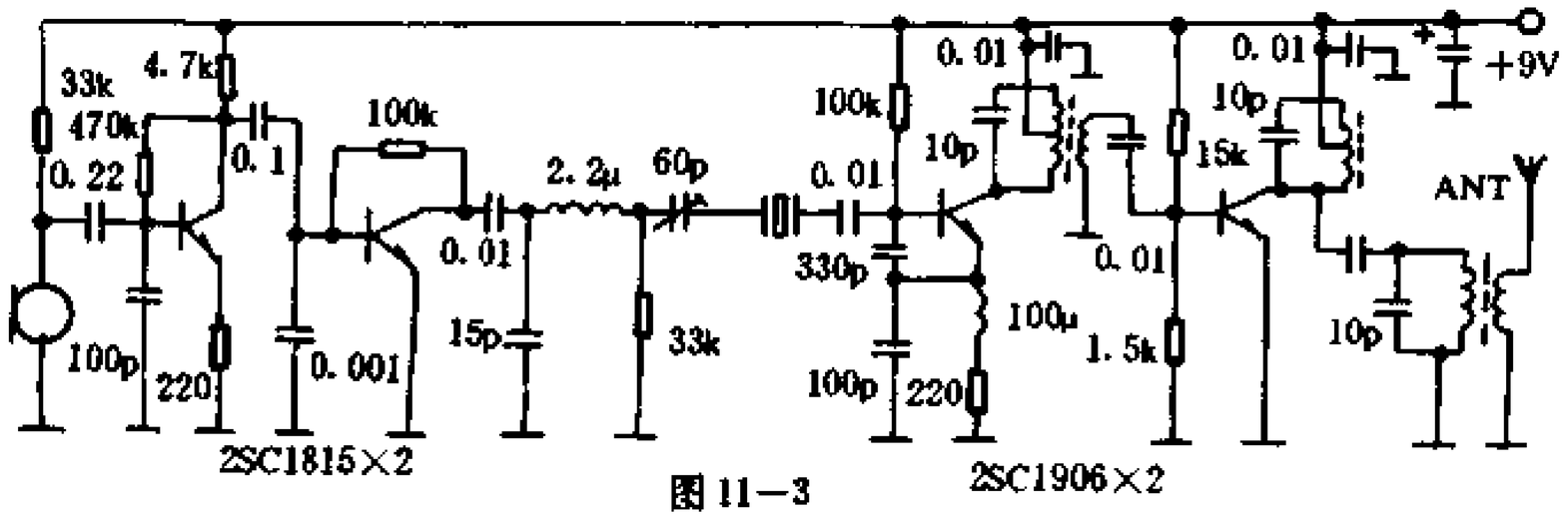


图 11—3

定性是说明该电路有多大的稳定性。

下面简介一下电路中各部分元件的功用：

R1 是 BM 的负载电阻，其阻值可在几千欧至十几千欧间变化，R1 小话筒的灵敏度可高些；R2、R3 构成简单的自偏压电路，为 Q1 提供合适的工作点；R5 是 Q2 的偏压电阻；R7、R9、R10 分别是 Q3、Q4 的偏置电阻；R8 的作用是使振荡器工作稳定。C1 是音频耦合电容，决定音质的好坏；C2 的作用是防止射频干扰；C4 的作用是使下级基准电位与地同；C7 用以

微调发射频率:C14 是射频耦合电容,其值小有利于成小寄生振荡,但会加大有用信号的损耗。BL 可选用 30MHz 左右的,使其的 3 倍积落在 88～108MHz 之间。

电路中 Q1 是音频放大部分,Q2 构成调变电路,Q3 及晶振 BL 等元件完成 3 倍频的任务,Q4 是末级射频放大。三个中周可用收音机中周改制,调谐在 100MHz 左右。

电路总电流在 25mA 左右,能输出 80mW 左右功率。

2. 强指向性无线话筒

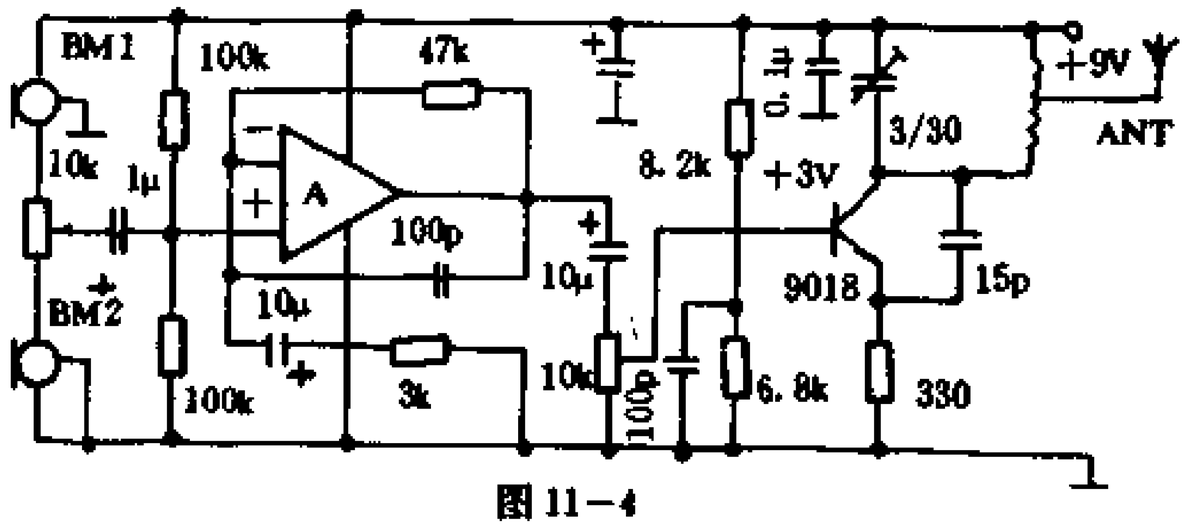


图 11－4

调频话筒在使用中受环境噪音干扰很大,我们可以设想有这样一种装置:两个背对背的传声器,其中一个冲着说话人,另一个则背着说话人;这样两个传声器接收到的环境噪声大小相等,而冲着说话人的传声器接收到的话音却比另一个大得多,这样,两个传声器输出音频信号反相叠加后,只剩下了话声信号。虽然实际制作没有这么理想,但获得较高的信噪比是没有问题的。总之,达到了抑制环境噪声,只传出话音的目的。

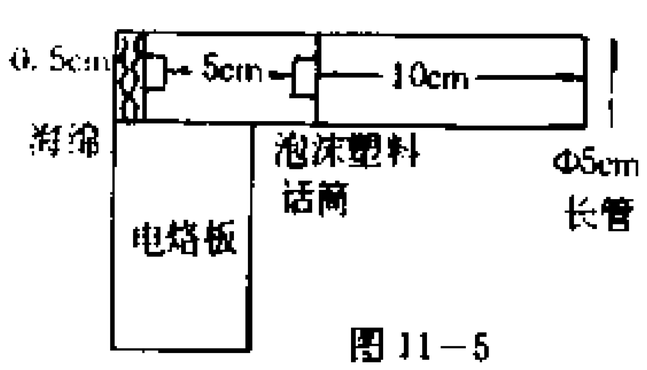


图 11－5

如图 11－4 所示是实现这个设想的电路图,图 11－5 是外形图。

要想获得良好的效果,话筒的外形及传声器的安装位置也很重要,总的原则是获得相等的噪声输出和尽量大差别的话音输出。

四、摄像机无线话筒

摄像机录音效果较差,原因之一是在远距摄像时镜头可变焦,但拾音信号变弱。原因之二是在近距摄像时如果嘈杂声大,自动音量控制电路使欲录的声音变得很小。所以,可用无线话筒改善录音效果。

电路如图 11－6 所示。图中运算放大器 741 构成低增益音频放大器,其增益通过电位器 R12 调节。为使 741 工作于单电源,其同相输入端(第③脚)由 R3、R11 和 R4 分压提供基准电压。驻极体话筒 MIC1 拾取到的声音信号经 C1 和 R2 耦合到 741 的反相输入端(第②脚),于是第⑥脚输出放大的音频信号,其中含有第③脚基准电压引起的直流电压分量。Q1 组

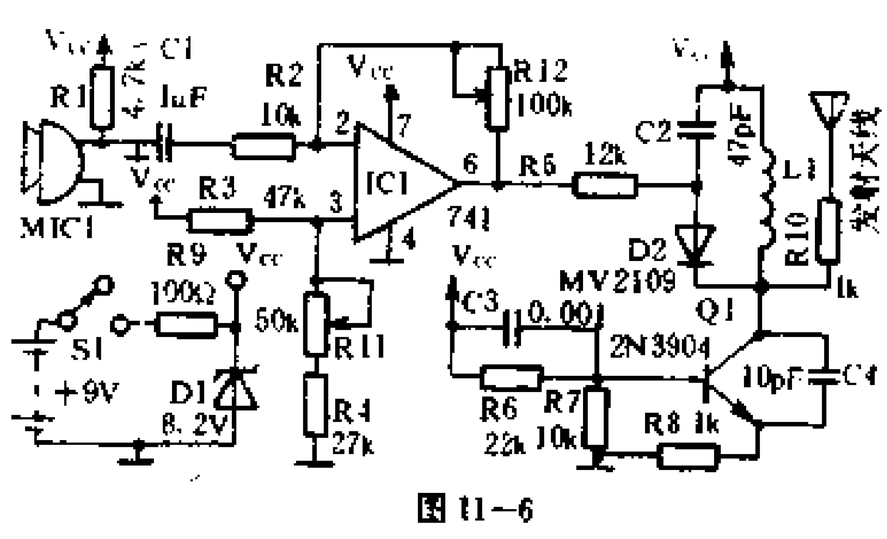


图 11－6

成射频振荡器，振荡频率取决于 L1、L2 和变容管 D2。L1 是在 Φ8mm 的骨架上用 φ1.2mm 漆包线绕 2.5 匝而成。调节 R11 可改变 741 输出信号的直流分量，从而改变 D2 的电容量，于是可决定振荡器的中心频率，建议把中心频率定在 98MHz。741 输出的音频信号也改变 D2 的电容量，从而起到调频作用。标准调频广播信号的频偏应为±75kHz，可调节 R12 来实现。

对于 98MHz 的中心频率，宜选用 76cm 长的线作为天线，此长度相当于 98MHz 信号 1/4 波长。R10 为 1kΩ 时，发射距离约 30m；R10 为 0Ω 时，发射距离可达 90m，但振荡器的稳定度较差。

五、1.5V 无线话筒

这个话筒的电路十分简单(如图 11—7 所示)，天线线圈 L 很特别。使用 1 节 5 号电池作电源，能把声音传送十几米远。用收录机的调频(FM)波段可以接收。

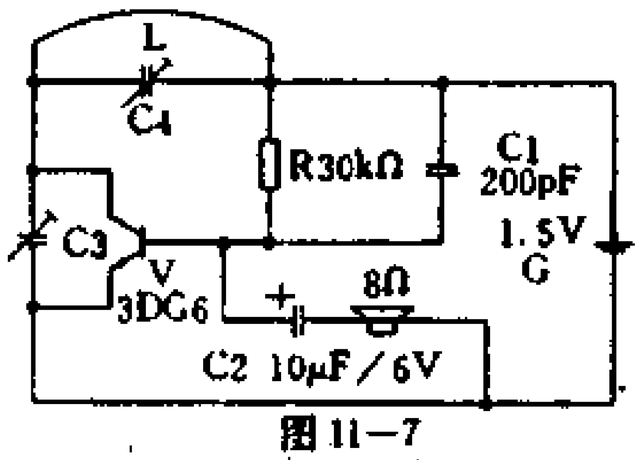


图 11—7

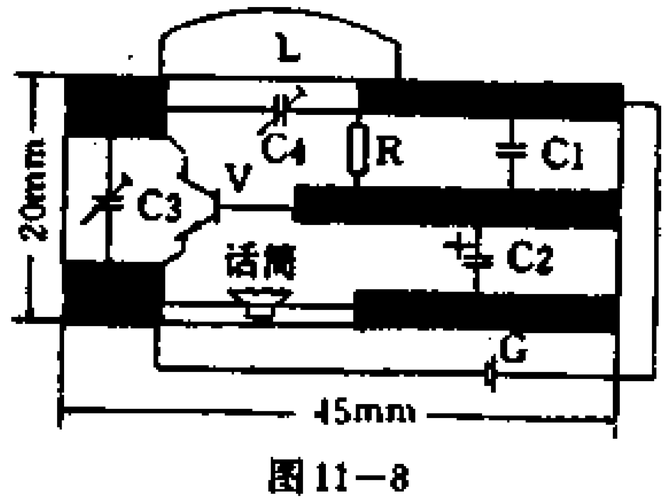


图 11—8

元件要求都标在图 11—7 上。C3、C4 是两个自制电容(把两根 Φ0.2mm 漆包线绞合即可)。线圈 L 为 Φ0.5～1mm 的铜线，弯成半径约 2cm 的圆弧构成。8Ω 喇叭一只作话筒。电路板如图 11—8 所示。

调试时对着话筒说话，改变线圈 L 的形状，就能在调频收音机或收录机的调频波段(88～180MHz)接收到声音。如反复调整还收不到，可调整电容 C4 试试，或改变线圈 L 半径的尺寸。调好后把它装进木盒或塑料盒即成。

六、单管简易调幅话筒的制作

无线话筒一般都是调频发射的，需要调频收音机才能接收，而大部分家庭都没有购置调频收音机，如果制作一只调幅无线话筒，我们便可以从家里的中波收音中听到自己的声音了。

单管简易调幅无线话筒电原理图如图 11—9 所示。电路采用驻极体电容话筒为拾音元件(图中 H)、R1 为偏置电阻，取 1.5～2k。L1、L2 组成变压器反馈式振荡电路，振荡频率由 L2、C3 决定(本图为 530～600kHz)。音频信号由 C1 耦合输入 BG 基极进行调

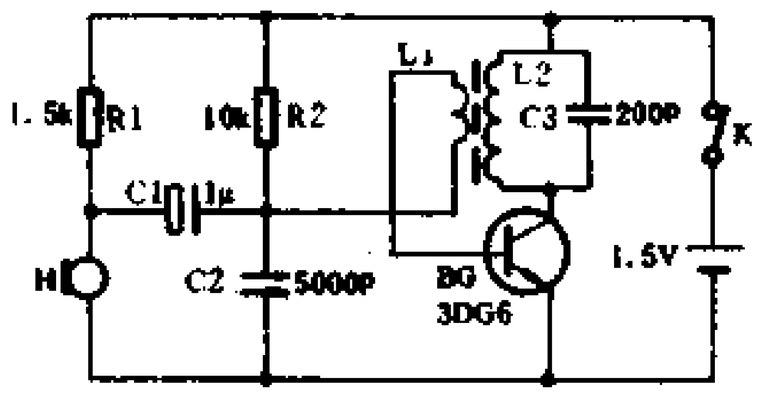


图 11—9

幅，调幅后的高频信号由 L2 发送出去。图中 C2 为高频旁路电容(取 5000pF－0.01μF)，R2 为三级管偏置电阻，为保证三极管工作在调幅特性最佳区域，可在 10～30k 的范围里选取。图中 BG 使用普通高频管(3DG6 等)即可，线圈用袖珍收音上的中波天线线圈最好(有利于减小体积)，有别的中波收音机磁性天线亦可。自己绕制天线线圈时，可取长 50mm 中波磁棒，L1 绕 7～15T，L2 绕 80～87T，L1 与 L2 间隔 1～2mm。

该话筒电路印刷板图如图 11－10 所示。元件逐一焊好后，一般无需调整，合上开关 K 旋动收音机调谐钮便可在收音机中波低频段接收到“沙沙”声，此时对着话筒讲话便可听到清晰宏亮的声音。如果调不到“沙沙”声或环境太吵听不清楚，可以用一台收音机作信号源加给话筒一个电台的声音，再用另一台收音机在 530～600kHz 处收听这个被无线话筒发射的信号。如果仍收不到，则可能是反馈线圈 L1 接反所致，将两个线头调换一下即可解决。

如果我们将此话筒装在调幅收音机内空闲处，用一个单刀双掷开关实现收音机与话筒的切换，便可做成一个简单的调幅对讲机。不过由于该话筒发射距离只有 8m，要做成对讲机还需将话筒调幅信号经过放大后再发送出去才行，这里就不再多述了。

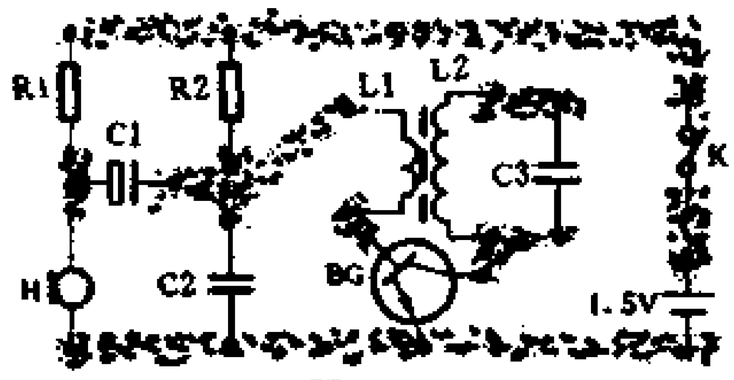


图 11－10

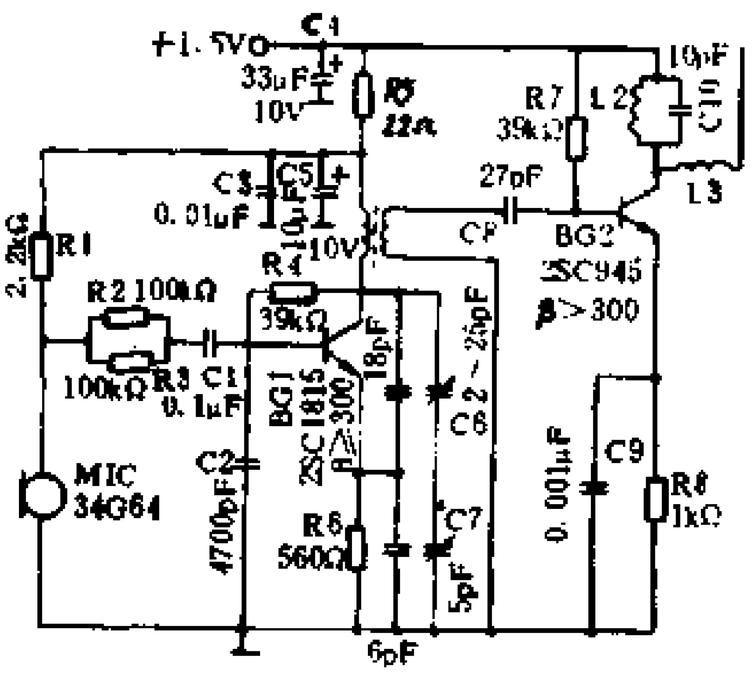


图 11－11

七、1.5V 无线调频传声器

电路如图 11－11 所示，工作频率 88～108MHz，作用距离 10～15m。L1 可采用 Φ0.10～0.20mm 高强度漆包线，绕制在 Φ3.5mm 可调磁芯骨架上。L1 的初级线长度为 60mm，次级线长度为 32mm。L2 用 Φ0.75mm 高强度漆包线，在圆珠笔芯上绕制 9 匝。L3 选用 39μH 的色码电感。天线可用一根 Φ15mm 的多股软线，其长度 80～100mm。

八、多用途无线话筒

这种话筒接收距离可达 100m，用调频波段 88～108MHz 发射。

电路如图 11－12 所示。它由源极输出、射极放大和调频发射三部分电路组成。唱机、录音机等的高、低阻信号可从插口 J 输入(这时切断话筒输入)。从话筒或插口输入信号送到场效应管 BG1 栅极。由音量电位器 W 输出音频电压(一般几毫伏)，再经 BG2 放大后成为加到

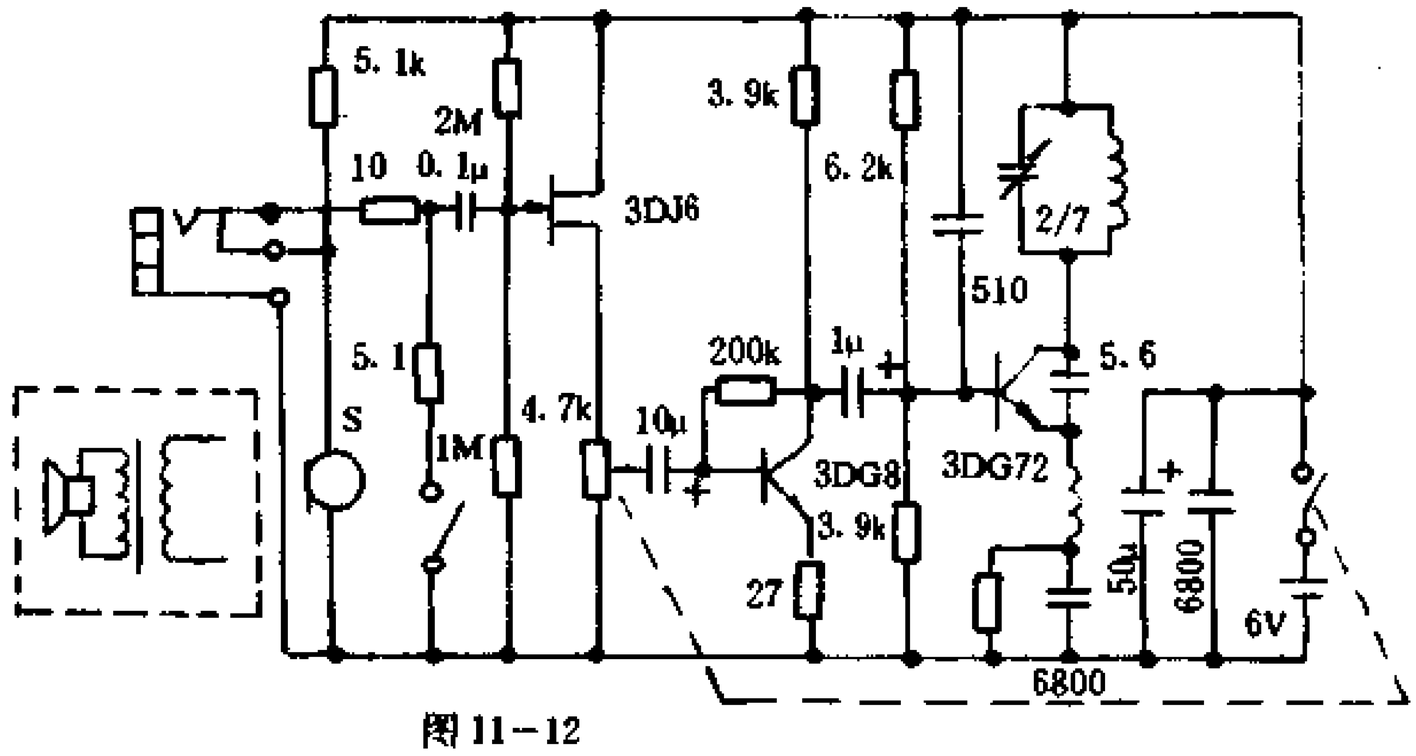


图 11－12

BG3 基极上的调制信号电压。BG3 集电结反向偏压随调制信号电压而变，它的结电容 Cj 容量也跟着改变。高频时，结电容 Cj 与 C5、L1 谐振回路相并联，因此高频振荡频率随音频调制信号的变化规律而变化，形成调频信号，由谐振回路线圈 L1 直接辐射出去。为了适应由录音机外接喇叭插口或外接耳机插口等直接输入的低内阻信号，图中设置了由 R2、R3 和 K2 组成的匹配衰减器。

BG1 要求 gm＞1000μ 。BG2 要求 β＞80。BG3 要求 f_T＞600MHz，β＞60。线圈 L1 和 L2 需自制。L1 用线径 1.0mm 漆包线在外径 10mm 的毛笔杆上间绕 6 圈后脱胎制成。L2 用 1/8W、数百千欧的碳膜电阻作骨架，用 0.1mm 线径的漆包线乱绕约 70 圈。高频振荡电路中的电容 C4、C5、C6 需要高频瓷介小电容或云母电容。采用驻极体话筒。机壳须用有机玻璃、塑料、胶合板或干燥木料等材料制作，不能用金属。

电路焊接完毕，检查无误，就可接上电源。调整 R4、R6 及 R9，使得 VW＝2V，VR7＝3V，VR1＝1.2V，整机电流约 13mA。用螺丝刀金属杆去碰触 BG3 集电极，只要 VR11 有明显变化，就表明高频电路已振荡，这时可用一台带调频波段的收录机试收、试录。将收录机拨至调频段(FM)，让话筒靠近收录机喇叭，把二者的音量电位器调至最大，旋动收录机调谐旋钮，通常能在一处或多处听到喇叭发出嘟嘟的反馈叫声。再调小收录机音量，应在某一频率处(基频)找到叫声最强点，如果无法找到一处最强叫声，或者发射频率与调频广播电台频率重迭，都得调整 C5 或适当改变 L1 间距。然后，抽出收录机拉杆天线，进行拉开距离的试收、试录。

九、多功能无线话筒

本文介绍的无线话筒，除具备与调频收录机配合进行无线传声的功能外，还可用调频收录机接收并为电子琴扩音，兼作电视伴音转发器使用。其发射距离约为 100m 左右，电路原理如图 11－13 所示。

BG1 等组成电容三点式高频振荡器，产生 88～108MHz 的载频信号，其频率取决于由 Ca、L1 组成的谐振回路。BG2 等组成丙类高频功率放大器，将载频振荡器产生的高频信号

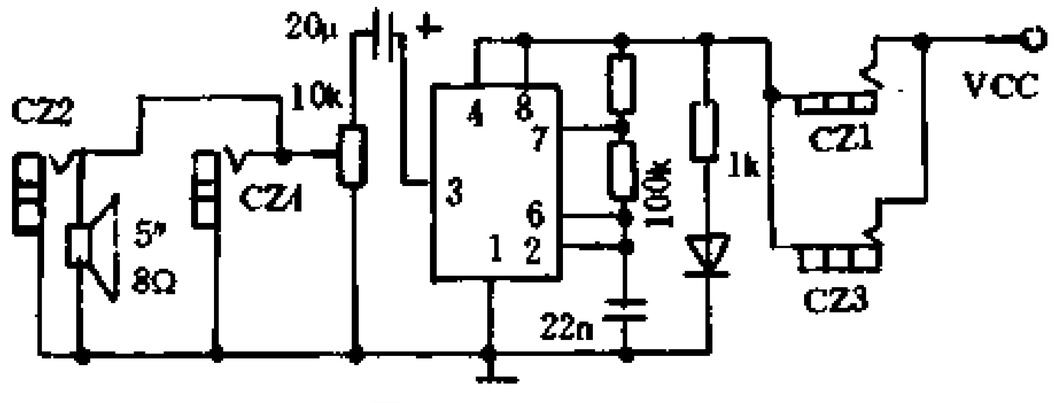


图 11—13

进行功率放大后，通过天线发射出去。图中 MIC 为驻极体话筒，声音信号由它转换成电信号，通过 C1、C2 到高频振荡器进行调制。CK1 为外接话筒(驻极体式)插孔；CK2 为话筒信号输出插孔；CK3 为调制信号输入插孔。

元件选择与制作。话筒 MIC 可用任意型号的驻极体式话筒；电容除 C1、C2 为电解电容外，其它均用高频瓷片电容；电阻用 1/8W 碳膜或金属膜的均可；BG1、BG2 要求 $\beta>60$，其中 BG1 要求 $f_T \geqslant 600MHz$、BG2 只要 $f_T \geqslant 200MHz$ 就行，最好用 2G710，其 PCM 为 700mW。L1、L2 均用 Φ0.51mm 漆包线在 Φ3.5mm 的钻头上分别绕 9 匝、7 匝，中间抽头；CK1～CK3 用 Φ2.5mm 或 Φ3.5mm 的均可；天线可用长约 45cm 的普通导线。

此电路只要接线无误，调节 L1 及 L2 的匝间距离，使振荡频率落在 88～108MHz 范围内，并避开当地调频台的频率即可。

使用时应注意话筒不要离嘴太近，一般为 10～20cm，如果仍然有失真或声音阻塞现象一般是话筒 MIC 灵敏度太高所致，可选用灵敏低的或者减小 C1、C2 的容量。

如果将外接话筒(驻极体式)的插头插入 CK1；将两端均带有插头的转接导线一端插入 CK2。另一端插入扩音机的输入插孔，则可作为有线话筒使用；将转接导线一端插头插入 CK3，另一端插入电子琴线路输出插孔或电视机耳机插孔，则可用调频收录机接收电视伴音或电子琴的演奏。应注意的是，从 CK3 输入的信号不宜过强，否则会使声音失真或损坏 BG1。

十、低压小型电池供电的无线话筒

无线话筒的耗电虽不算多，但用一般电子手表里的钮扣电池供电目前还有些困难。图 11—14 是只用一节 1.5V 五号电池的调频无线话筒，新电池累计可用五十小时之久。

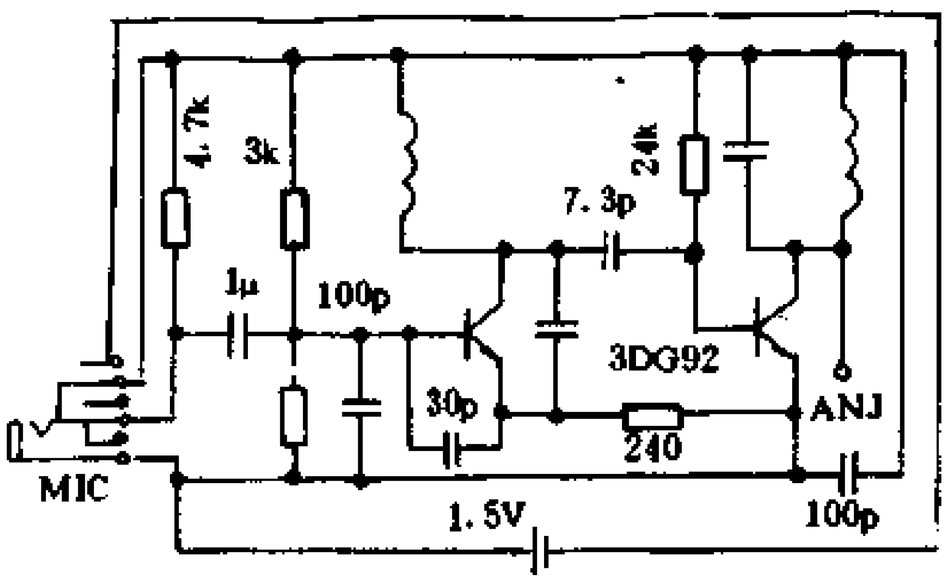


图 11—14

3DG92 β 在 100 左右为宜。L1 用 Φ0.62(SWG23)的漆包线在镍锌铁氧体 NX—40 的 ZL—4×8 型螺纹磁芯上顺着纹槽嵌绕 7 圈，L2 用同样粗细的漆包线在

圆珠笔芯的塑料管上密绕 7 圈。天线有 50cm 长即可，普通多股软线都能用。话筒选用 CZⅡ—60 驻极体话筒，音质很好。

十一、微型无线话筒

这是一个体积如火柴盒大小的无线话筒。电路的发射频率为 80～108MHz，工作电流小于 5mA，使用两节五号电池可连续工作几十小时，输出功率可达 5～8mW，发射距离达到 100m。

1. 电路工作原理

电路原理图如图 11—15 所示。电路中 BG1 工作在放大区域，属音频放大器，它将话筒送来的语音信号放大 20～50dB，然后从集电极输出，通过 C2 耦合到 BG2 基极。BG2 和外围阻容件组成 RF 振荡器，振荡频率在 80～108MHz 之间，完全可以用调频收音机接收，频率主要决定 C4 和电感线圈 L，当然与电源电压、晶体管特性、外围元器件也有连锁关系。从 BG1 送来的信号经过 BG2，再从天线发射出去。

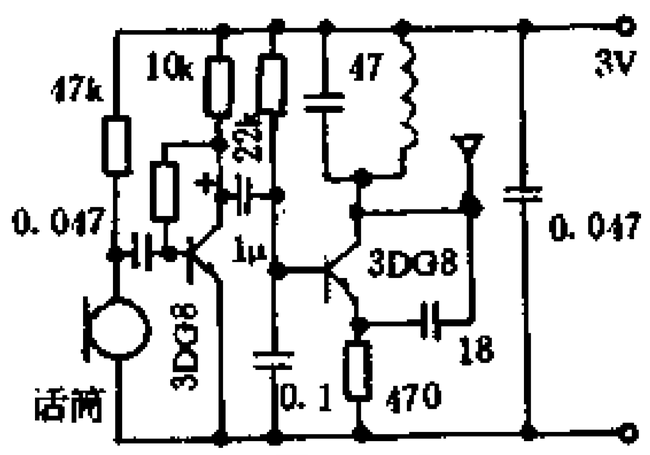


图 11—15

2. 元器件选择

该电路元器件具体数值见图。唯一需要自制的元器件是电感 L，用一段高强度漆包线 Φ0.5～0.7mm 在 Φ3mm 钻头上绕 5 匝，间隔约 5.5mm。

3. 安装与调试

调试前先检查是否有假焊、短路、碰脚等，然后通电调试。先用一段长约 10cm 的电线焊在 BG2 集电极输出端上作为天线，调谐调频收音机，寻找该发射信号，最好发射机与接收机保持一定距离，以防止检拾到谐波。

如接收机检测不到载波信号，表示频率可能太低或者太高，可调节振荡线圈 L，频率太低可拉长线圈，频率太高可缩短线圈，直到找到发射信号。如果还找不到，可检查晶体管是否工作，或串接一只电流表，应在 4～6mA 之间，若还不能使电路工作，请将手离开发射机，不要因为你的手形成的电容效应使电路不能正常工作。调试时要用无感螺丝改刀。电路印板的布局也可能造成电路不正常，因为布局不同，分布电容也不同。

若接收机只收到载波而没有声音，故障可能出在音频放大器和电容话筒。BG1 正常工作时其集电极电压在 1.4V 左右，若低于 0.8V，说明管子饱和或者管子损坏；若高于 2.5V，说明管子截止，应检查其偏置电阻，可调换至正常工作。电容话筒上应有 0.7～1.5V 电压，电容话筒的灵敏度决定于其负载电阻 R1，电阻大、灵敏度高，电阻小、灵敏度低。负载电阻可调换 47k 或 10k 一试，但不能低于 10k。若有台 100MHz 的示波器，对于调试来说将是非常方便。接收机无载波，测试输出波形，若有载波而没有声音，则测量 BG1 集电极有否输出，有则是 BG2 故障，无则是 BG1 故障。

无线话筒在日常生活中有不少用处，比如可监视婴孩房实际情况，可作为防盗、夜间保安装置等。

十二、新颖简单的无线话筒

此简单易作电路新颖的无线话筒，无线话筒电路如图 11－16 所示。晶体管 V1、V2 采用直接耦合式，通过发射极公共电阻 R3 形成正反馈产生振荡，这种电路起振容易、调试方便，只要微调 R3 就能使电路处于最佳工作状态。振荡频率主要由 L、C3 回路决定，同时晶体管的结电容对振荡频率也有影响。R1 是话筒 B 的偏置电阻，当对话筒 B 讲话时，话筒输出音频信号经 C1 加到 V 的基极，使它的结电容随音频信号变化而变化，从而对高频振荡实现调频。已调频高频信号由线圈 L 直接向外辐射。

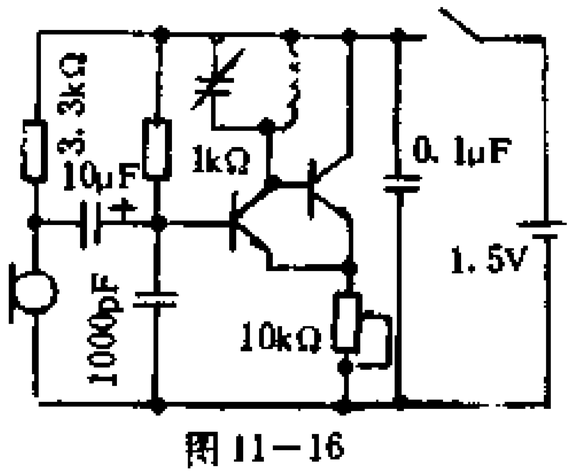


图 11－16

V1、V2 为 9018 型 NPN 硅三极管，β≥100。B 为驻极体电容话筒。L 用 Φ0.56mm 漆包线在 Φ5mm 钻头上间绕 4 圈，然后取下即可。印制板可自行设计，此印板不用腐蚀，只要用小刀将铜箔划开就可以了。

调试：将万用表拨到直流 2.5mA 档，然后将表跨接在开关两端测量整机总电流。微调 R3 使电流在 0.5～1mA 之间即可。开起收音机置于调频波段，细调 C3 即能使两机对准频率通话，然后再略微调整 R3 使收音机收到信号最强最清晰即可。

十三、直接耦合调频无线话筒

此电路是把调频收音机能够接收的无线电话筒以全级耦合方式构成的电路，如图 11－17 所示。

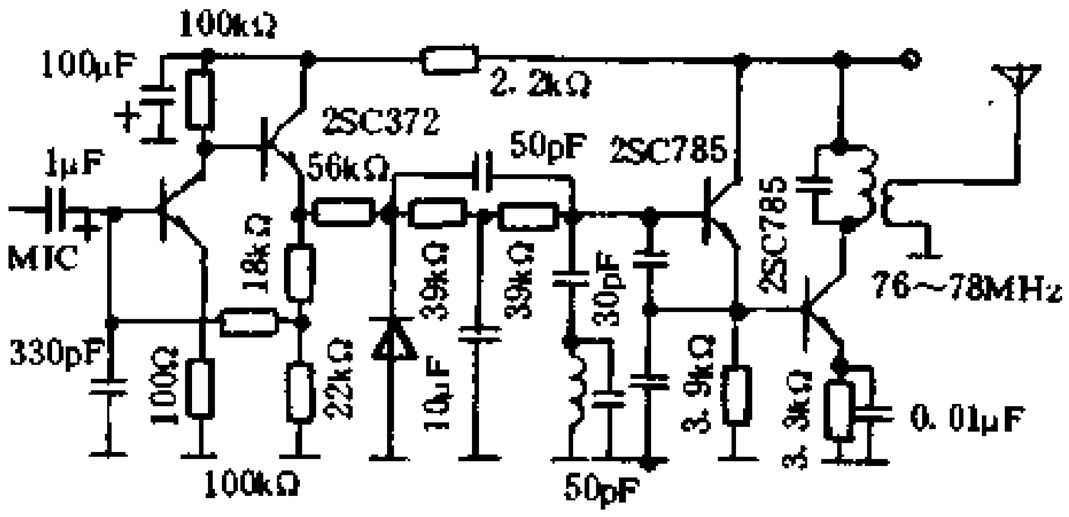


图 11－17

前级是采用两只 2SC372 构成的自话筒开始的音频放大器，与此同时，其输出电压也被稳定，并通过 50kΩ 电阻，将直流偏置和音频成分给予可变电容二极管。振荡器是集电极接地的科尔皮兹振荡器，依靠可变电容二极管而被调制。振荡输出被发射极取出，并通过次级的缓冲放大器被天线发射出去。

十四、FM 话筒的制作

无线话筒较之有线话筒灵敏、隐蔽、方便实用等优点深受专业人员及普通音响爱好者青

睐。构成无线话筒的电路也确实不少，但真想作个称心如意的话筒时却又寻觅不到。无线话筒的电路原理并不复杂，但制作起来却远不是那么顺手，究其原因是因为高频电路受外界影响太大。

无线话筒一般工作在调频波段，好处有三：发射效率很高且不宜受干扰，天线只需很短，不用另作专门的接收机。

由于驻极体话筒小巧、灵敏、价廉，因此无论录音机中还是无线话筒中都应用它作传声器。先简介一下驻极体话筒。

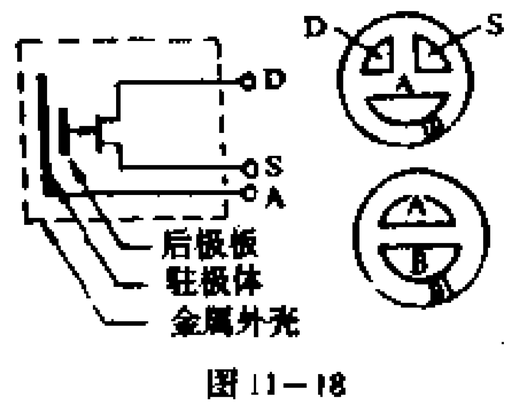


图 11－18

图 11－18 是一般驻极体话筒的内部电路图及外形接线板图。驻极体材料是用有机或无机介质经过处理后形成的半永久极化的电介质，因其本身具有半永久性的表面电荷，用于传声器传输话音信号时，不需极化电压。驻极体话筒中一般包含一级场效应管作低噪前置放大器，以降低输出阻抗。市售的话筒分二极和三极，二极的是将 A、S 极在内部短接再连接外壳作地。三极的源极和漏极可互换作用。图 11－19 是常用接法。a、c 的接法灵敏度高，b、d 的接法动态范围大，如用于录制大型交响乐，但灵敏度要低几个分贝。图中偏置电阻 R 一般为 5k 左右，电源电压 1.5～12V 均可，1.5V 时灵敏度不够高。

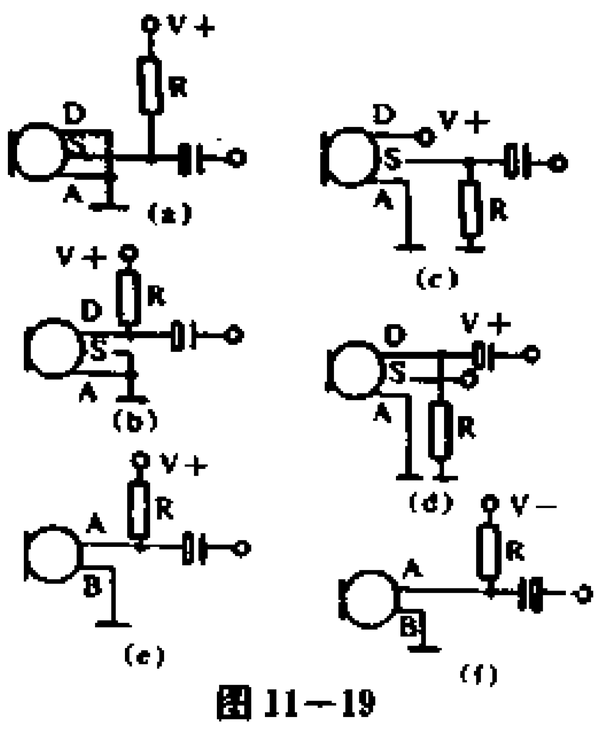


图 11－19

用万用表可以粗略判断驻极体话筒质量优劣。方法是（以二极为例）：将万用表置 R×100Ω 或 R×1k 档，黑表笔接 A，红表笔接 B，对着话筒轻吹气，指针转动越大，说明该话筒灵敏度越高。

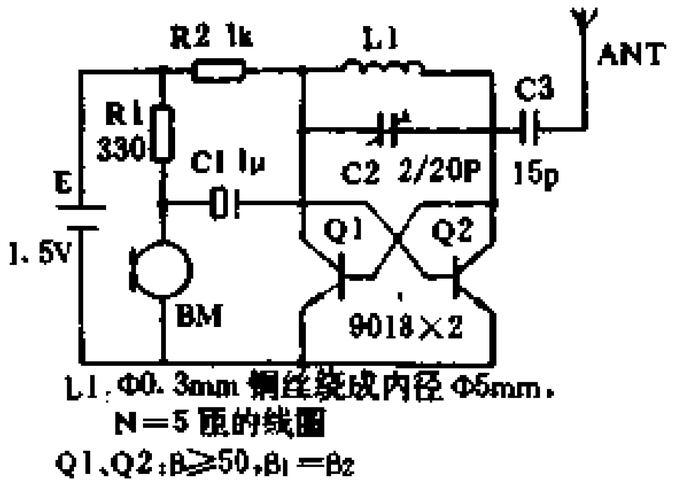
制作无线话筒应注意以下几点：传声器引线应用屏蔽线，调整电容或电感应用无感改锥，电源应优先选用电池，制作完成应良好屏蔽。

1. **普通无线话筒制作**

普通话筒即人们日常应用的话筒，功率不需很大，频带不需很宽，频率不需很稳，体积不需很小，因此相对要好做些。初学者应从此做起，并能掌握不少分析、解决高频电路中特有故障的方法。

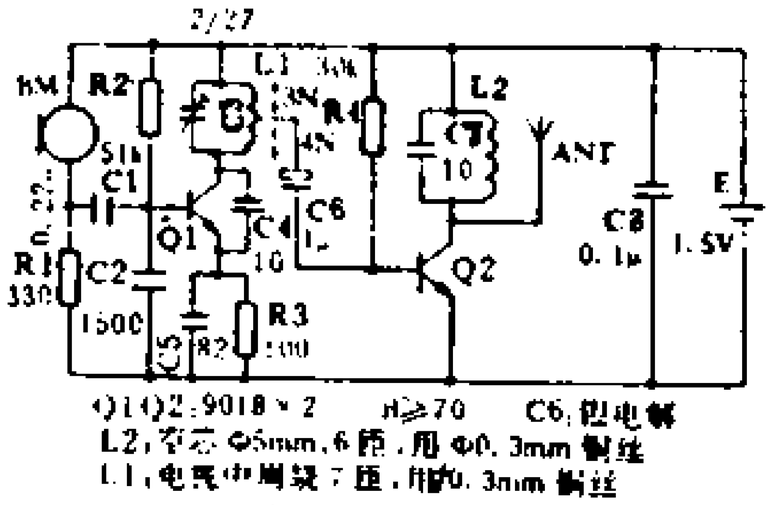
图 11－20 给出三种不同的电路图，它们各有特色。

图 11－20a 是无线话筒典型电路图，一试即成。原理很简单：R1 是传声器 BM 的偏置，



L1：Φ0.3mm 铜丝绕成内径 Φ5mm，
N＝5 匝的线圈
Q1、Q2：β≥50，β1＝β2

图 11－20(a)



Q1、Q2：9018×2　　h≥70　　C6：钽电解
L2：空芯 Φ5mm，6 匝，用 Φ0.3mm 铜丝
L1：电气中周绕 7 匝，用 0.3mm 铜丝

图 11－20(b)

C1 耦合传声器 BM 的音频信号，L1、C2、Q1、Q2 构成自激多谐振荡器，并且输出频率由话音直接调频。这个电路特别是频率较稳定、易起振、频率各话音影响较小，并且电感不用抽头。

图 11－20b 是一种频率更稳定的电路，Q1、L1、C3、C4、C5、C2 构成所谓电容三点式振荡器。这种电路优点是输出波形好，受分布电容影响小，频率稳定。Q2 是一级高放，以增大发射距离，制作时要注意微调 L2 使两级谐振频率一致，这时信号最强。

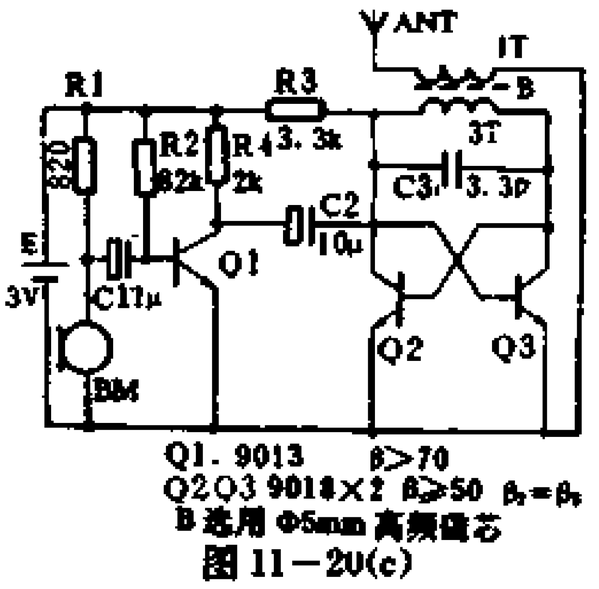


图 11－20(c)

图 11－20c 是图 11－20a 的改进型，与 a 相比，多了一级低放，且天线输出改用高频变压器耦合，这样使灵敏度提高，音质更清晰，发射频率更不易受干扰。

无线话筒印板设计至关重要，设计不当则自激、噪音大、工作不稳定。图 11－21 给出三

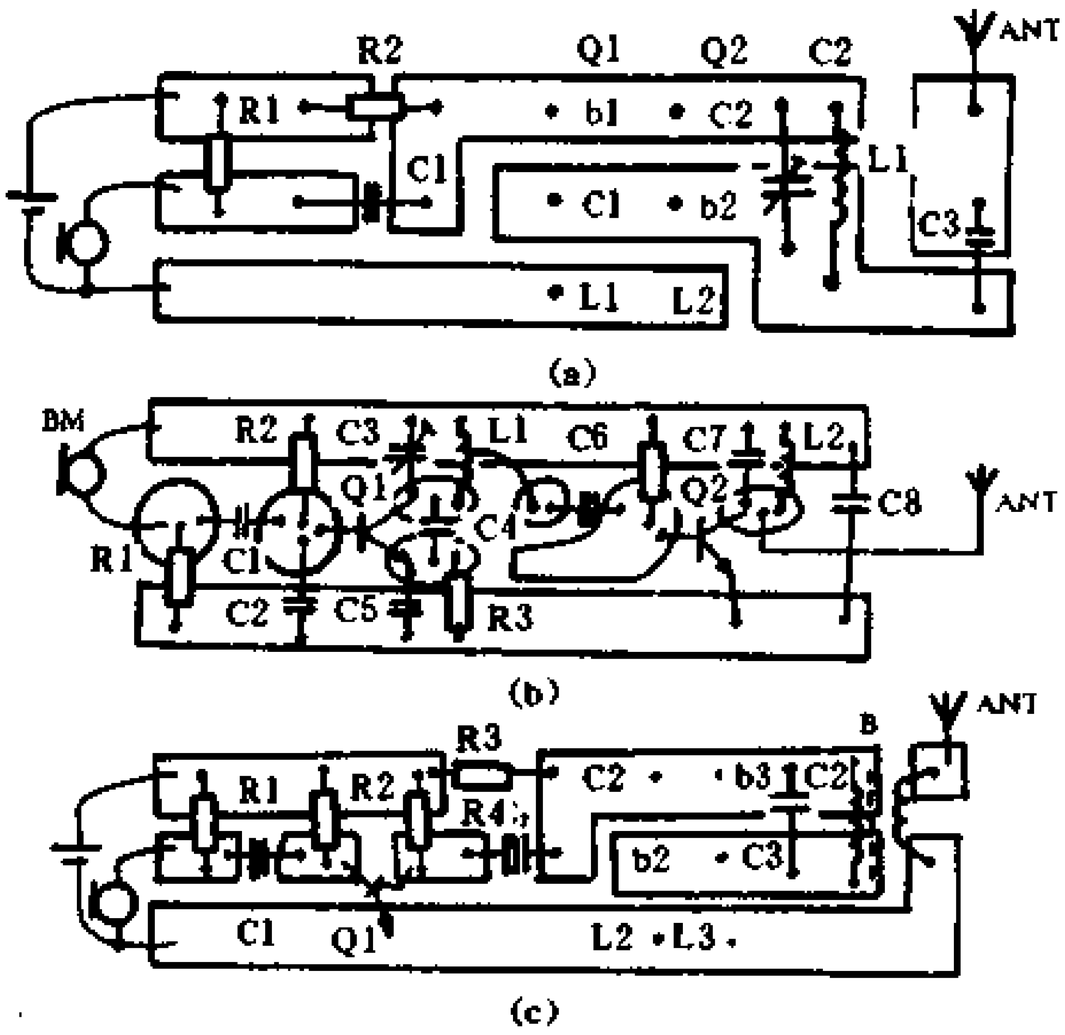


图 11－21

种电路的印制板图。线路板应选用环氧树脂，不可用纸板。电路板焊好后，在天线位上焊根 30cm 左右的导线代用。打开调频收音机，音量开至最大，拉出天线，靠近话筒。转动选台旋钮应能找到一个啸叫声很大很尖的位置，若没找到则微调一下电容或电感，将收音机拿离话筒 2～3m，适当减小音量，使啸叫声消失，这时应无调频噪声，且对话筒讲话应有清晰宏亮的声音。若无话音或虽有话音但抑制不住调频噪音说明此位置是发射频率的谐波，需重复以上步骤。调试后在线圈中塞海棉并滴蜡固定，这样不会在使用中跑台。

利用图 11－22 的万用表附加器可以构成一个简易射频功率表，能方便地判断电路是否起振及射频功率相对大小。

电路印制板制作，调试完成后，应做一个屏蔽盒以免电路工作时受外界影响。取罐头皮照图 11－23 所示的尺寸剪下，焊成一个盒子，将电路装入，并且铁盒焊接电池负极，只留一

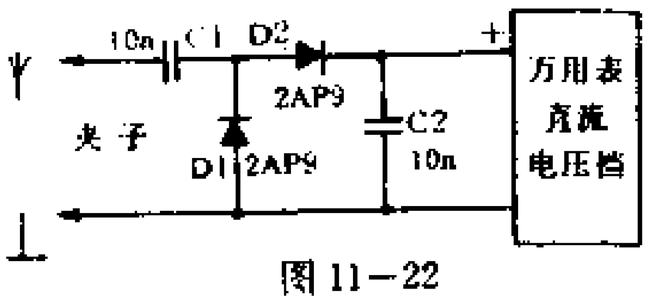


图 11－22

个天线引出孔和一个传声器的网孔。

天线的选择：一般选择 1/5λ 的塑料皮软导线即有很可观的发射距离，但普通家庭中只要求有十来米的发射距离就行，这时用根 Φ2mm，长 50mm 的粗铜丝代替效果也不错。总之天线要求不严，可长可短、可粗可细，但对于简单电路来说，不同天线会稍微改变发射频率。

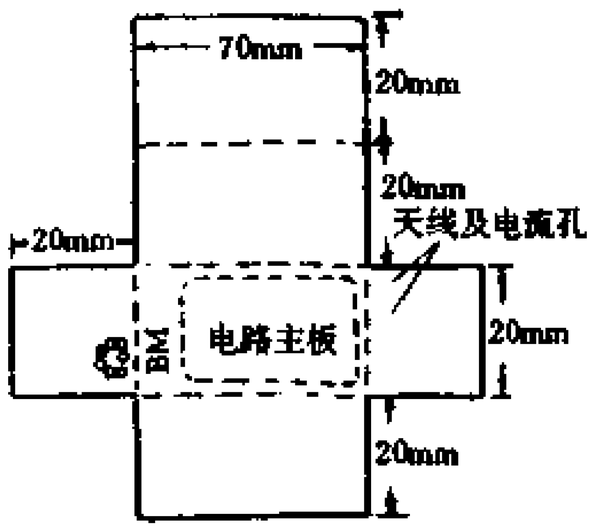


图 11－23

2. **微型无线话筒制作**

微型无线话筒是指体积非常小的话筒，专业条件下使用集成电路技术或混合集成电路技术可以将话筒做成钮扣大甚至可以比一颗米粒更小。在业余条件下虽不可能做得这么小，但把全部电路做在一节五号电池内还是可行的。做为微型话筒的电路应简单、灵敏、耗电省。图 11－24 给出三个电路，都很适宜做微型话筒，耗电均在 0.5mA 以下。这里以图 11－24b

图 11－24

为例说明制作方法。

照图 11－25 所示的电路板 2∶1 制板，不打孔，焊好元件，参照普通话筒办法调试好，接收距离应大于 10m。注意各元件引线尽量短。电池选用 AG13 两节，用导线焊接相连，注意温度不可过高。找一节新五号电池，剥去包装纸，从中间锯开，掏空洗净，在底部打若干孔传音，在顶部安一微型自锁开关，利用正极性柱作按钮。在电池壳内壁附一层绝缘纸，按图 11－26 所示将驻极体传声器、电池、电路板依次装入，并在空隙中塞入海棉。用一短导线将电

池壳与天线部位相连。将两个半节电池合拢，接缝处焊牢即可。

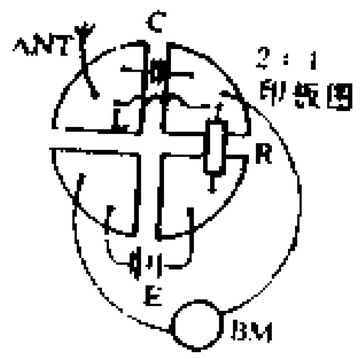


图 11－25

3. 高保真话筒的制作

高保真话筒是很受欢迎的一类话筒，其音质纯正，天线短小造型美，以及有一些特殊功能。专业型话筒都很昂贵，但业余制作一个自己满意的高保真话筒也非很难之事。

图 11－27 是一款音质纯正的调频话筒，与普通话筒相比，在追求高保真方面采取了一系列措施，选用优质元件和大容量耦合电容，保证了低频丰满不失真，由音频放大和调制发射两级组成，互不干扰，更使音质、载波稳定度得到保证，并且调制度和载频可调，能得到一种最真实、干净的声音。要作到高保真，传声器 BM 的选择很重要，但是业余条件下对传声器的挑选、测试都不方便，况且话筒主要是用来传输话音，因此选择灵敏度较高的驻极体 BM 已足够了。图 11－27 中元件的选择很重要，C1～C3 选用钽电解，电阻全部是⅛W 金膜，Q1 选用 9018，β=100，Q2 选用 2G910，β≥70。L 取 Φ1mm 铜丝在内径 8mm 的笔杆上密绕六圈，拉长至 16mm 长。C4 选用 CCM－1 型优质瓷介，C5、C6 选用 CC4C 型电感小的。以图中数据，该话筒距离 50m 左右。焊完板后应装入屏蔽盒中使用。天线可选用 Φ5mm 的铜管或 Φ1mm 的铜丝，均约 6cm 长。

图 11－26

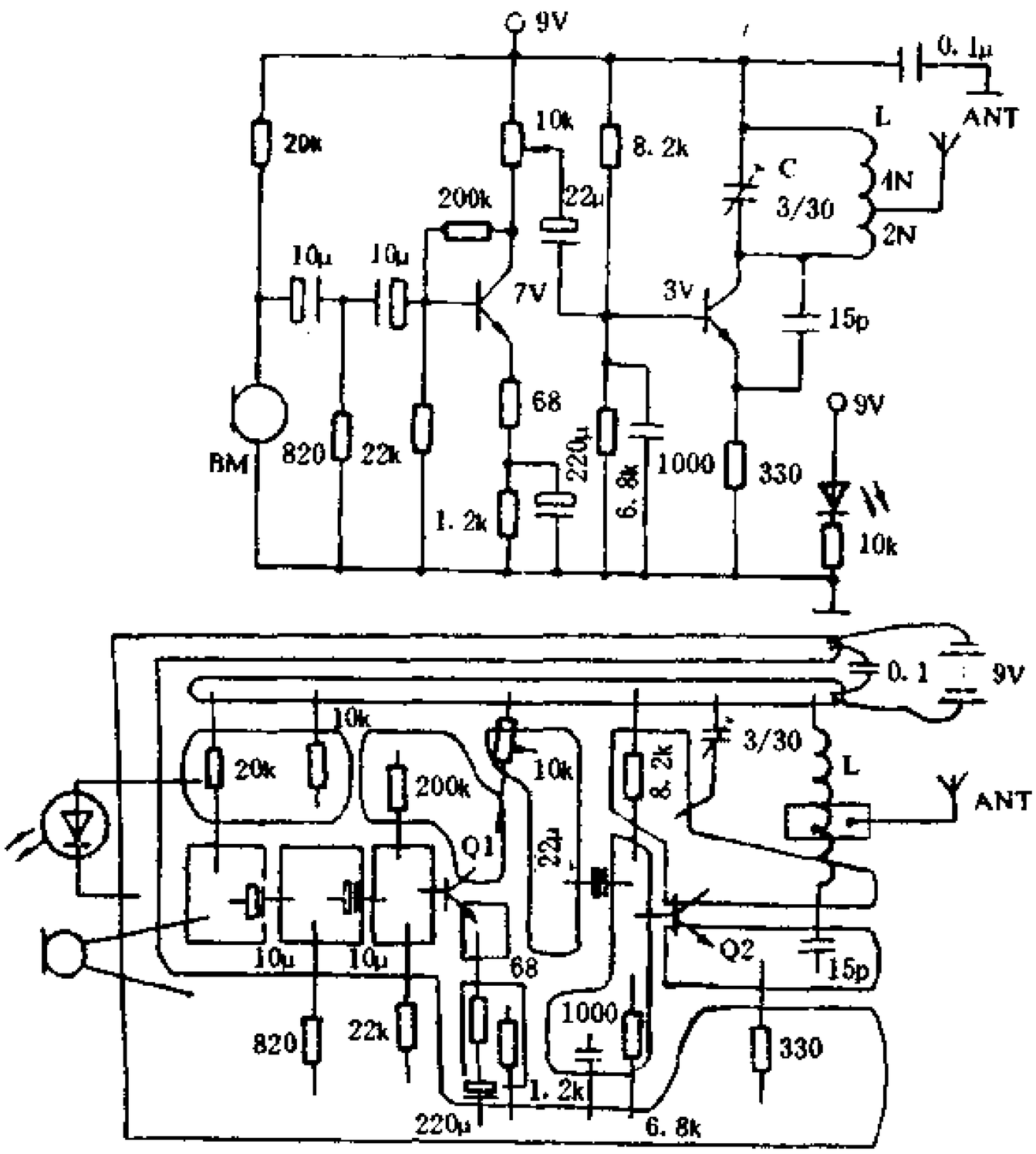


图 11－27

4. 立体声话筒的制作

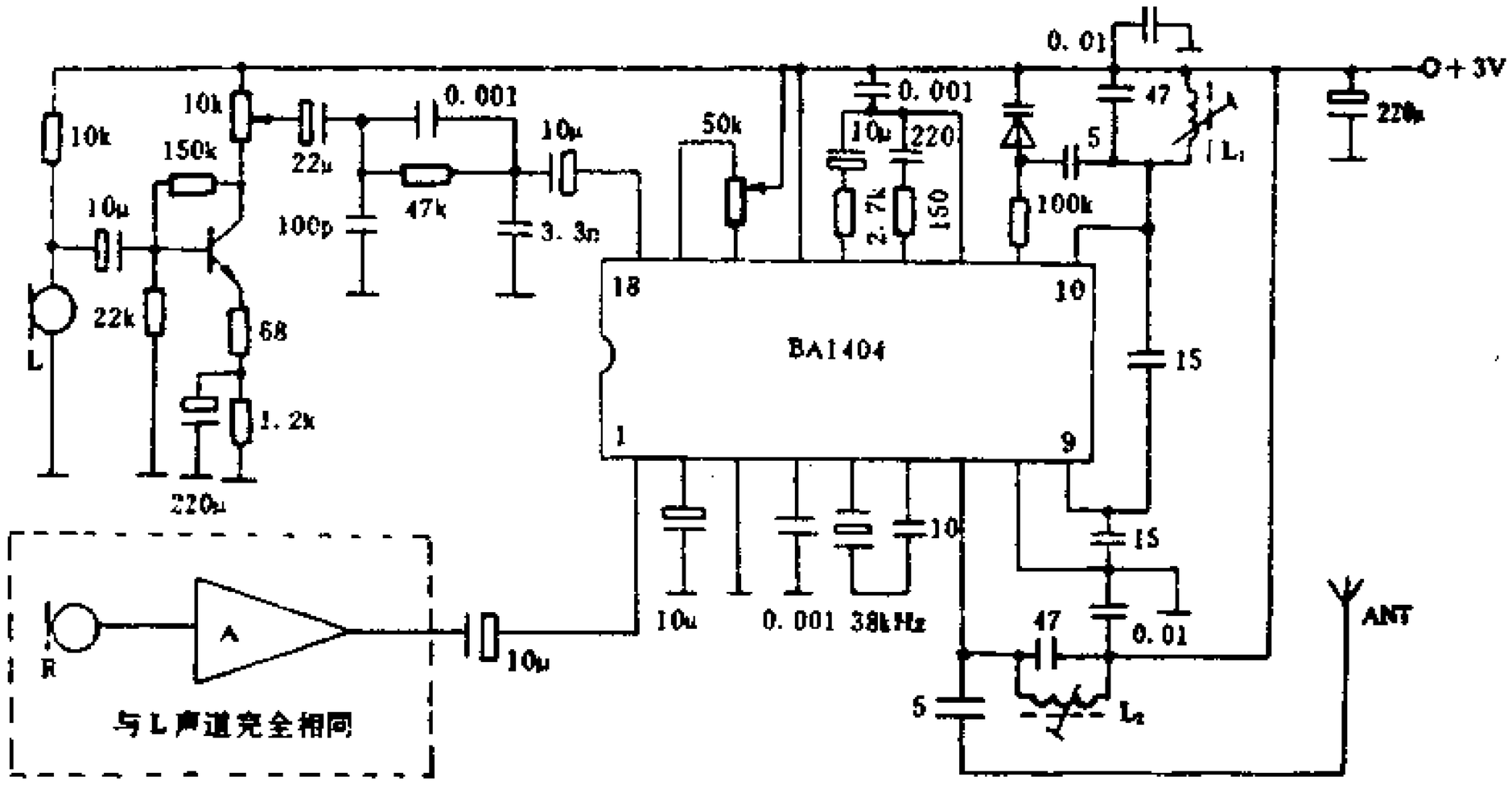


图 11—28

大家都知道，调频的优点是可以发射立体声信号，且能方便地接收。采用图 11—28 的电路能方便地制作一个立体声话筒，图中 BA1404 是美国 Rohm 公司专为新型麦克风、小功率广播而生产的理想器件。由图可知外围元件极少，但由于 BA1404 采用扁平封装，相邻脚间距离很近，因此在制作焊接时要特别小心仔细，选用尖头烙铁，少蘸锡。图中 L1、L2 均用直

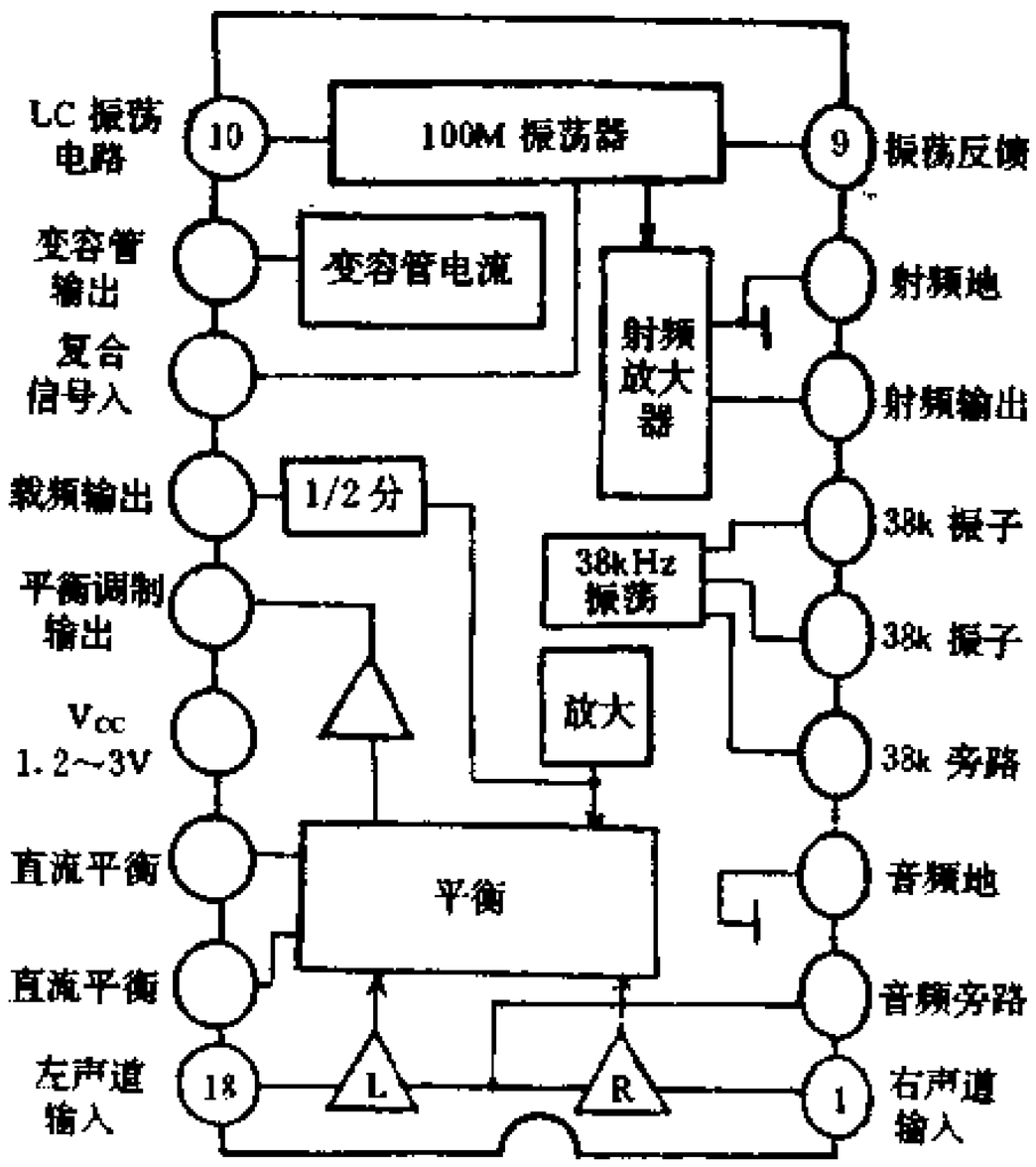
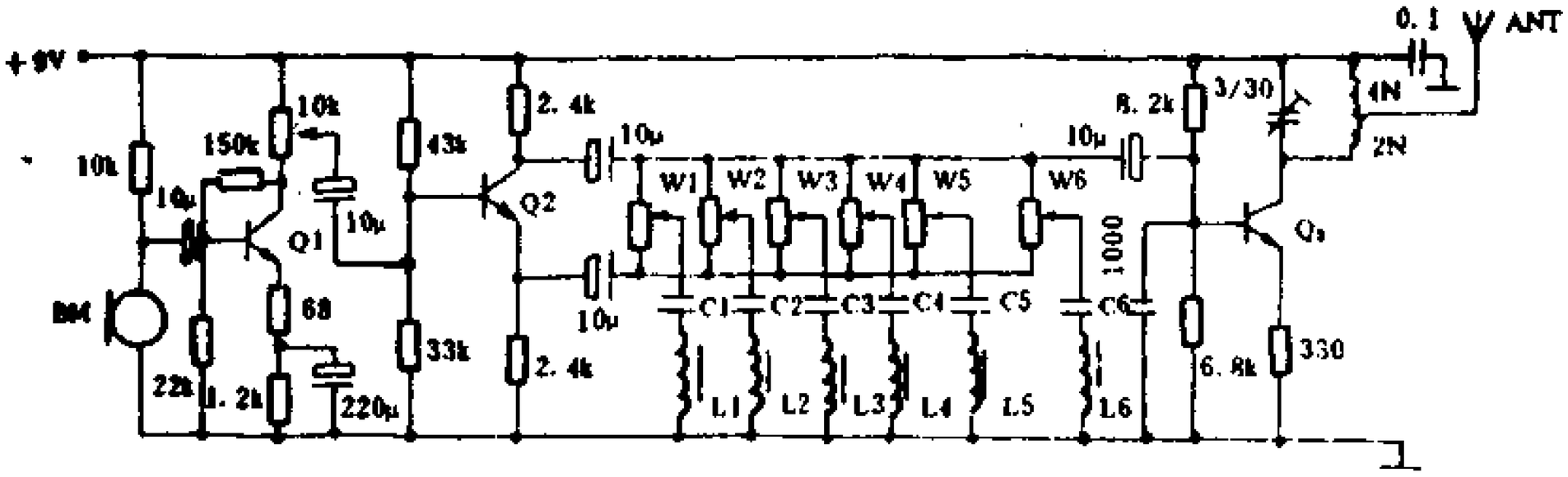


图 11—29


+9V
10k
150k
10k
10μ
Q1
10μ
68
220μ
BM
22k
1.2k
43k
33k
2.4k
Q2
10μ
2.4k
10μ
W1
W2
W3
W4
W5
W6
C1
C2
C3
C4
C5
C6
L1
L2
L3
L4
L5
L6
8.2k
10μ
1000
6.8k
3/30
4N
2N
Q3
330
0.1
ANT

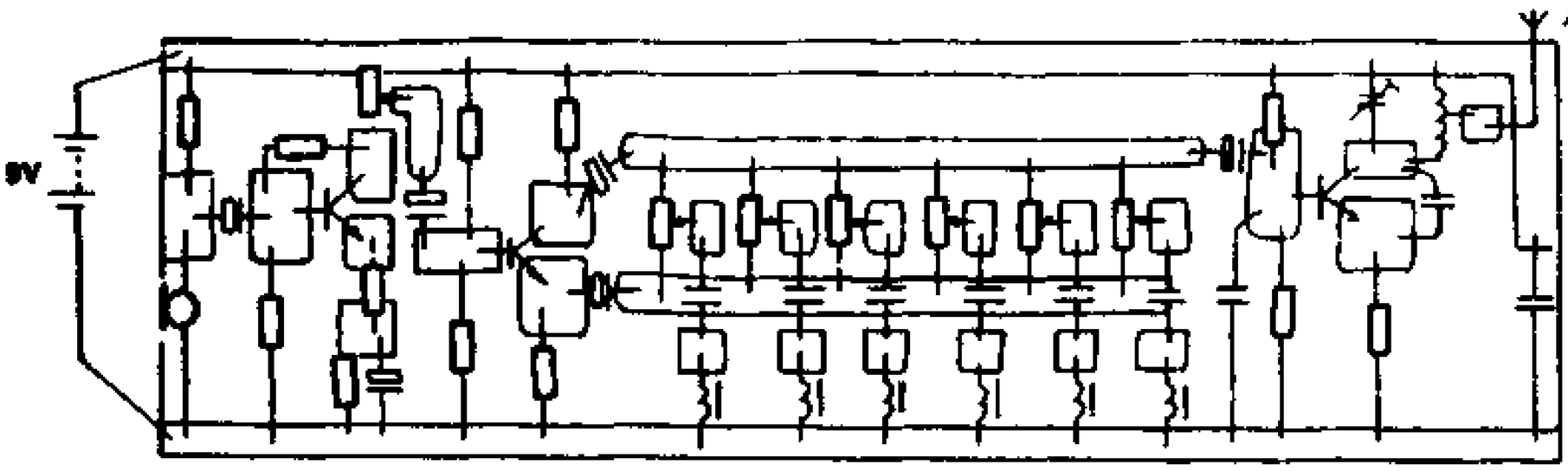
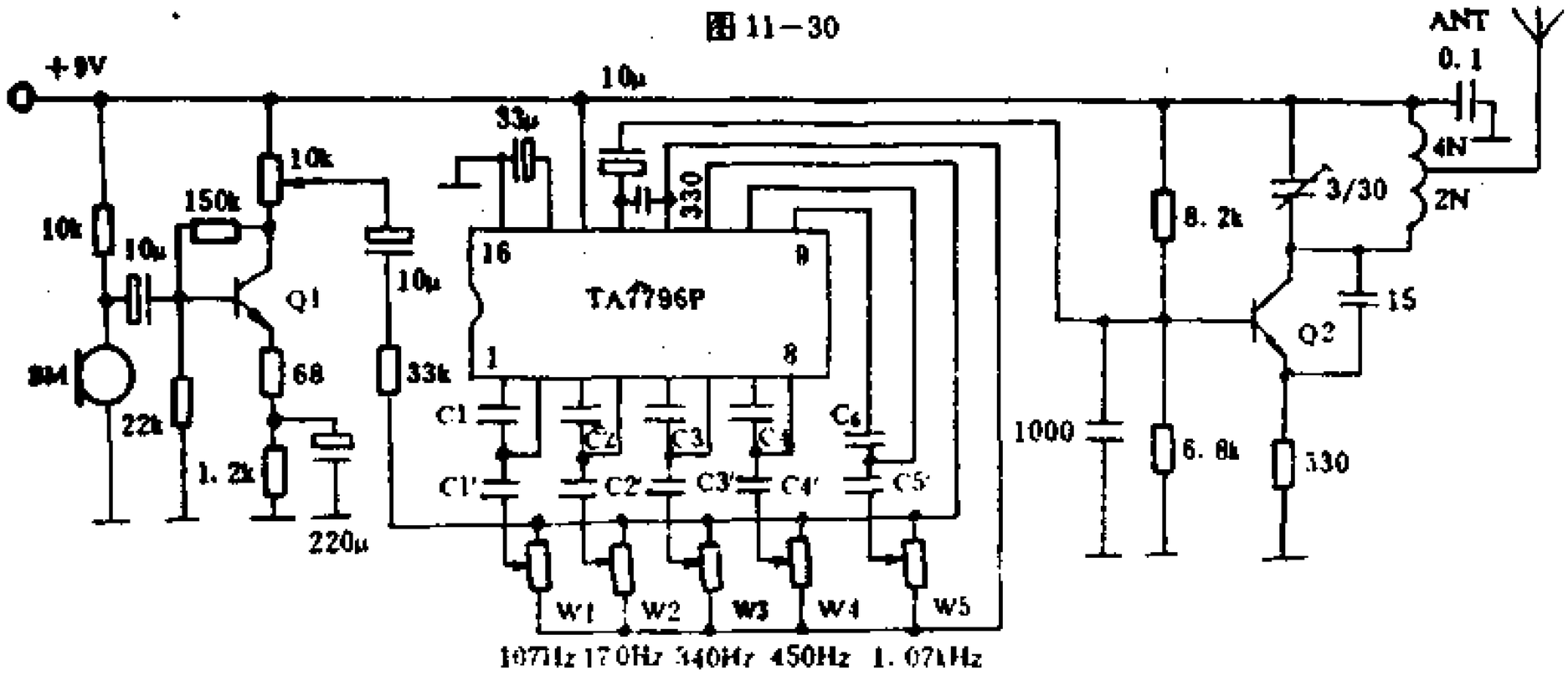

9V
ANT

图 11－30


+9V
10μ
33μ
10k
150k
10k
10μ
Q1
68
22k
1.2k
220μ
BM
10μ
33k
330
16
9
TA7796P
1
8
C1
C2
C3
C4
C5
C1'
C2'
C3'
C4'
C5'
W1
W2
W3
W4
W5
107Hz 170Hz 340Hz 450Hz 1.07kHz
8.2k
3/30
4N
2N
15
Q2
1000
6.8k
330
0.1
ANT

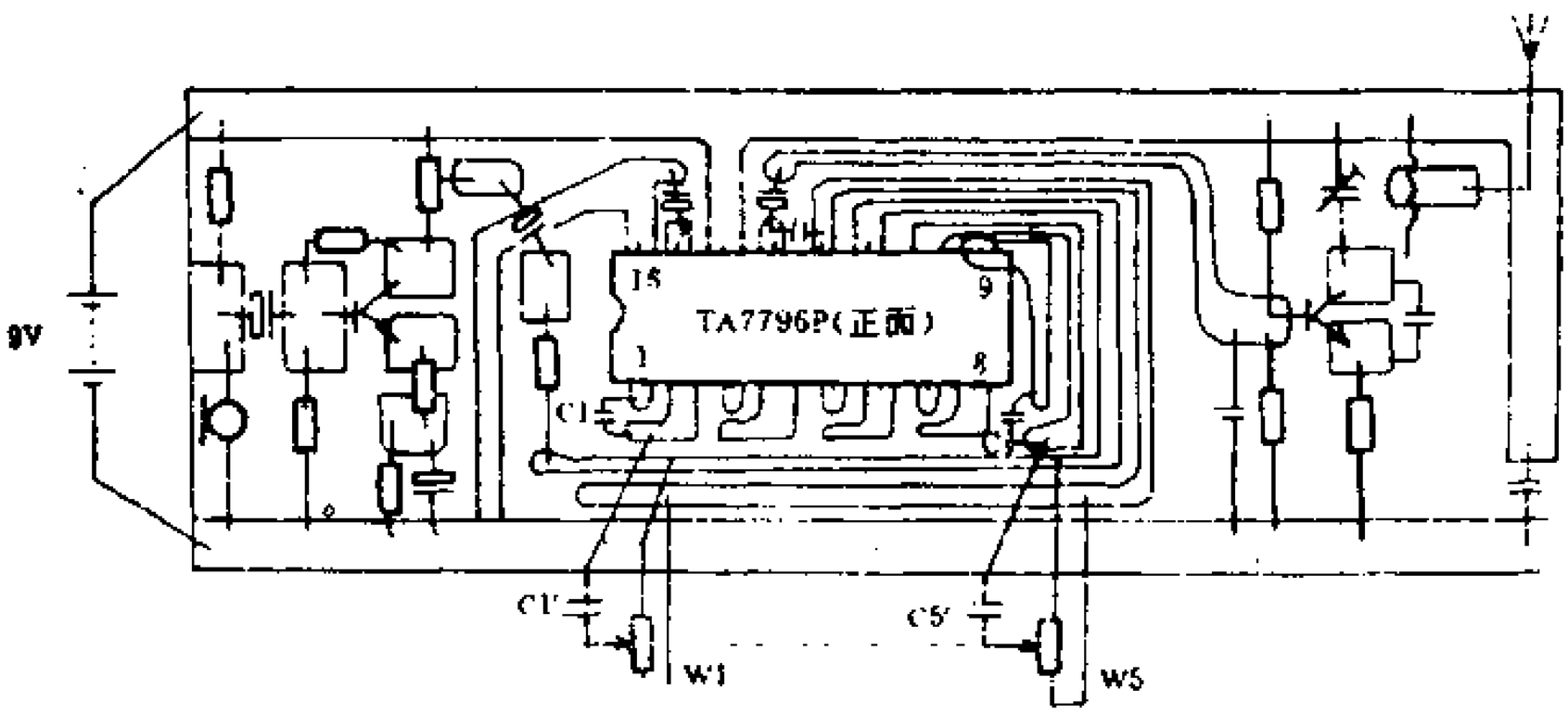

9V
15
9
TA7796P(正面)
1
8
C1
C5'
W1
W5

图 11－31

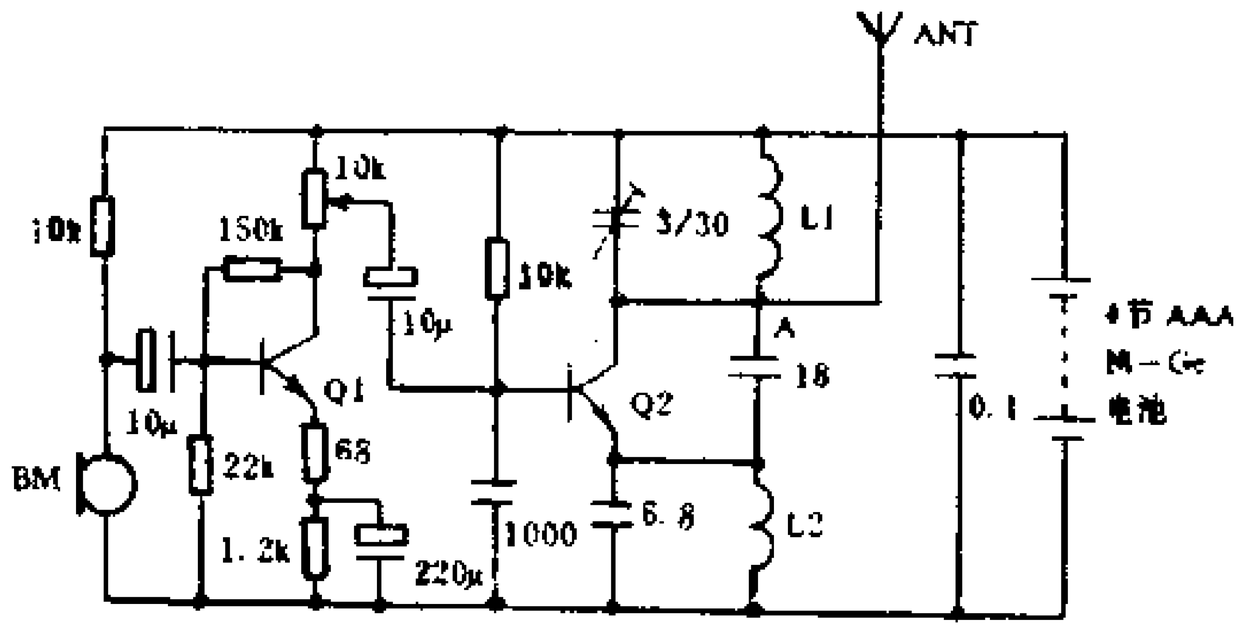
径0.5mm 漆包线在Φ5mm 骨架上密绕三圈。天线选用 50～80cm 的拉杆天线。此立体声调频话筒作用范围 20～60m。图 11－29 是 BA1404 的内部功能及引脚功能图。其余元件无特殊要求。只是左、右声道话筒 BM 要拉开一些，以便取得理想的立体声效果。

5. 卡拉 OK 话筒的制作

对于喜欢卡拉 OK 的朋友，大概都希望有一只能发挥自己音域优点、遮盖不足的话筒，使自己的歌喉动听爽人。图 11－30、图 11－31 是两款带均衡的调频话筒，调频点主要集中在话音区，使用它们您就可以得到满意的演唱效果。图 11－31 的话音信号放大和发射振荡部分恐怕大家都熟识了，它们的不同点在于调音网络的方式，图 11－30 采用 LC 滤波器网络，而图 11－31 利用一块均衡器专用集成块 TA7796P 构成调音网络，省去了寻找电感之苦，性能也提高明显。图 11－30 中 Q1～Q3 选用 9018，β 在 100～150 之间。W1～W6 可用 25k 微型直滑电位器，为选取电感简便，L1～L6 可用录音机磁头，新旧均可。L1 选用低阻，L2～L4 选用中阻，L5、L6 选用高阻，均为单声道磁头。C1～C6 的数据分别是 0.015μ，0.022μ，0.047μ，0.68μ，0.15μ，0.47μ。选用上述电容值和磁头可在音域内得到较大变化。图 11－31 是采用 TA7796P 的调音无线话筒，比起图 11－30 来更简单紧凑了些。为线路板设计方便，照图 11－31 线路板安装时，集成块应安装在铜箔一面，其余元件可打孔安装。W1～W5 是 100k 微型滑动电位器，C1～C5 分别为 0.027μ，4700p，8200p，2200p，2700p，C1′～C5′分别是 1μ，0.22μ，0.33μ，0.068μ，0.1μ。读者也可自行设定调节频率，公式是：$f0=1/\sqrt{C1C1'\times 81.6\times 10^6}$(Hz)。调节 W1～W5 可以得到±12dB 的变化。

6. 远距离调频话筒的制作

从远距离调频话筒的结构形式(当然是指电路形式)看，多是在普通调频话筒的基础上



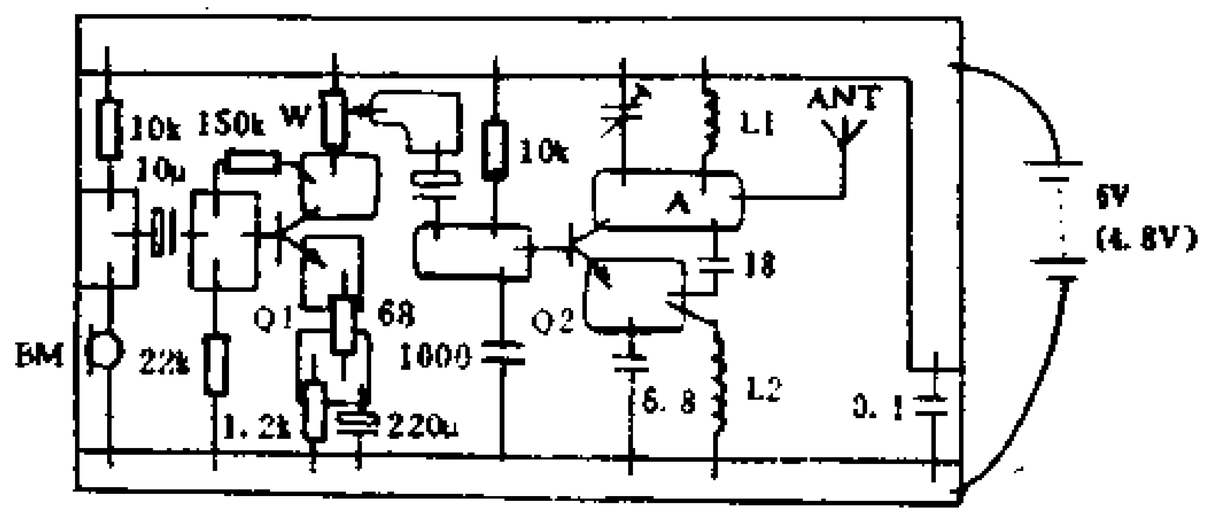


图 11－32

加装功率续接器，也有直接采用大功率发射器件的，主要用于较远距离的通讯、报警等场合中。

图 11－32 是传送距离约 1km 的远距调频话筒，制作该电路应征得无线电管理委员会同意。图 11－32 与图 11－27 相仿，不同在于 Q2 及各元件的造样、安装。Q2 应选用 C1970，但较贵；C203 功率较小，也能适用，但便宜许多。Q2 应安装足够大的散热片。L1、L2 选用 Φ0.5mm 漆包线绕成 Φ4mm 的空心电感，分别是 5T 和 10T。天线的安装也很重要，选用 30cm 专用橡皮天线，固定点尽量离 A 点近，并用粗导线焊接。由于此机功率较大，因此适宜用 Ni－Ge 可充电电池作电源。整机制作完成应良好屏蔽。

关于更远程的调频话筒则需更大功率的发射器件，由于我国无线电管理委员会的限制，不便于给出详细电路参数，仅给出一个中功率续接器的电原理图（如图 11－33 所示），以供感兴趣的读者参考，此电路可发射几十瓦的功率。

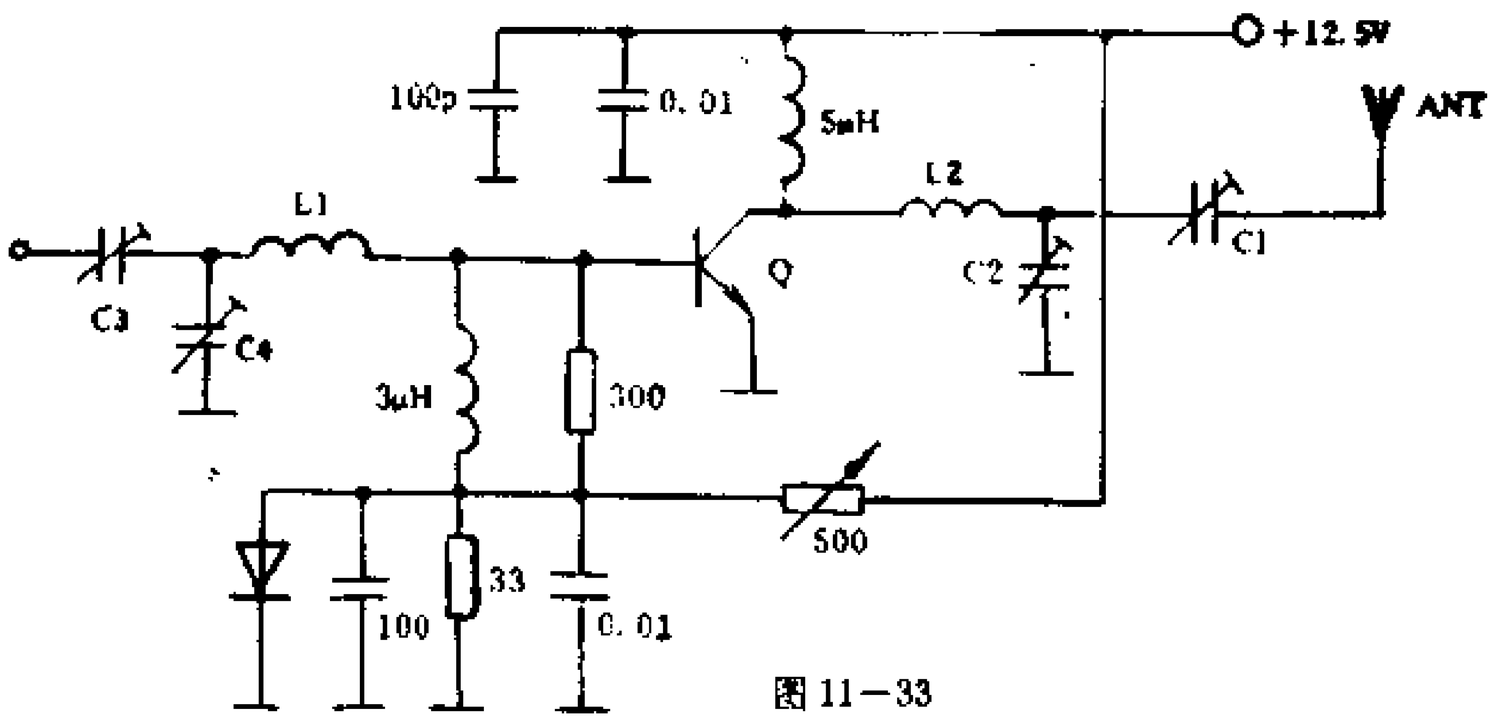


图 11－33

第十二章　无线通信机的调试及维修

一、高频功率放大器的制作和调整方法

电路如图 12－1 所示，图 12－2 为印刷板图，图中 2SC1970 因是 VHF 频带用管，故 10MHz 时的功率增益约 28dB(P0＝1W 时)，因此在输出功率 P0＝1W 时的输入功率只要 1.6mW。功率晶体管 2SC1970 利用接地铜箔面来散热，但散热片是接在集电极上，故应使用绝缘片，以便安装在接地铜箔面上。

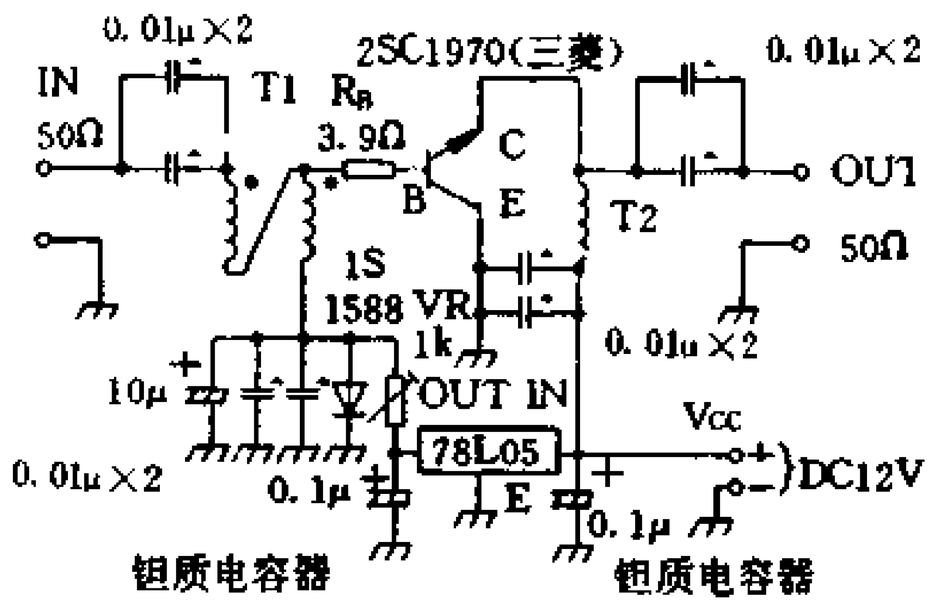


图 12－1

温度补偿用二极管 1S1588 是密贴地安装在 2SC1970 的散热片上。

由零件配置来看，就可知道 T1 和 T2 是靠近地配置。使用环形铁芯，几乎没有泄漏磁通，故不必像空芯铁芯那样，要注意电磁耦合。

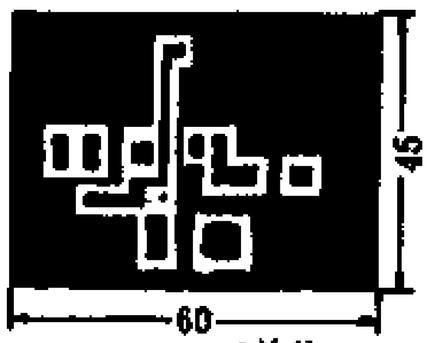


图 12－2

为了功率放大器工作在 AB 类，故在无信号时也有集电极电流，这种电流叫做空载电流。调整这种空载电流时，首先将基极侧的 VR 1kΩ 设定在最大值，然后加电源电压 12V。若电源装置附有电流限制的话，则将限制电流值事先设定在 0.5A 左右。在这种状态下渐渐地减小 VR 的值，将集电极空载电流设定在 50～70mA。

二、无线通信发射机装调经验

(1)测高频电流时要尽量选用万用表的大电流档，如测缓冲级宜用 100 或 250mA 档而不应用 50mA 档，且测点处务必并接 0.01μF 的瓷片电容器以防自激。

(2)各电感元件一要注意线圈头尾极性，二要尽量远离，三要使相邻者互相垂直。

(3)当反复调节谐振回路而该级电流几乎不变时，极有可能是 L、C 数值偏差太大或因偏差过大已经引起自激。

(4)断开振荡晶体，发射机的功率输出级电流应为零，否则应逐级检查排除自激。

(5)调缓冲级、功放级务必要测管子电流，切不可仅在谐振电感接上电珠视其亮度来判断调谐的准确与否，因为自激时的电流较正常值大得多，而小灯亮度却变化不大，且易烧毁晶体管。

(6)发射机监听耳机有啸叫声应首先检查电源电压，因为发射机功率较大，功耗自然也大。

(7)接收机高频前置放大部分和中放、音频功放部分最好都屏蔽接地，散热片也宜与管壳绝缘再妥善接地。

(8)若元件完好，焊接正确，静态电流正常而不起振，可在管子的发射结并一只 10～51pF 的电容器以利起振。若仍不振，可以用 1000pF 电容器取代晶体，取代后起振即为晶体坏。

(9)当确信管子 β 值及前级激励线圈匝数足够而输出始终嫌小且反复调试无效时，可将该级有关电感极性对调一试。

(10)绕制磁芯电感时匝间勿太紧密，以使调整磁芯时电感量变化缓慢均匀，便于寻找最佳谐振点。磁芯与塑料管可嵌入橡皮筋。

(11)调试的理想与否务必要以场强计指示为准，但场强计天线的长短、状态、距发射机的距离、是靠近是盘绕还是直接焊在谐振回路上等等，这些都将改变场强计的指示值，而非发射机的谐振回路突然有了变化，因此其指示值是相对的而非实际的。总之要遵循这样一个原则，即无论场强计指示什么值，只要在调整各谐振回路时场强计由逐渐上升直至停止上升即可，振荡级还应稍稍退回一点，以利振荡的稳定。

(12)调制过度将导致失真乃至烧毁管子，但调制不足将浪费载频功率，缩减通信距离。

三、无线通信电路振荡器调整技巧

1. 稳定振荡反馈量的调整

如图 12—3 所示，将调整反馈量的电阻 VR2 向左旋转的话，阻值便渐渐变大，而反馈量变小，最后在某一点处停止振荡，该处为闭环增益 Aβ=1 的点。从此点，若将 VR2 往右旋转的话，阻值便渐渐变小，反馈增加，当 Aβ>1 时，开始振荡。可是若减小 VR2 的值，过于增加反馈量的话，波形就会失真。

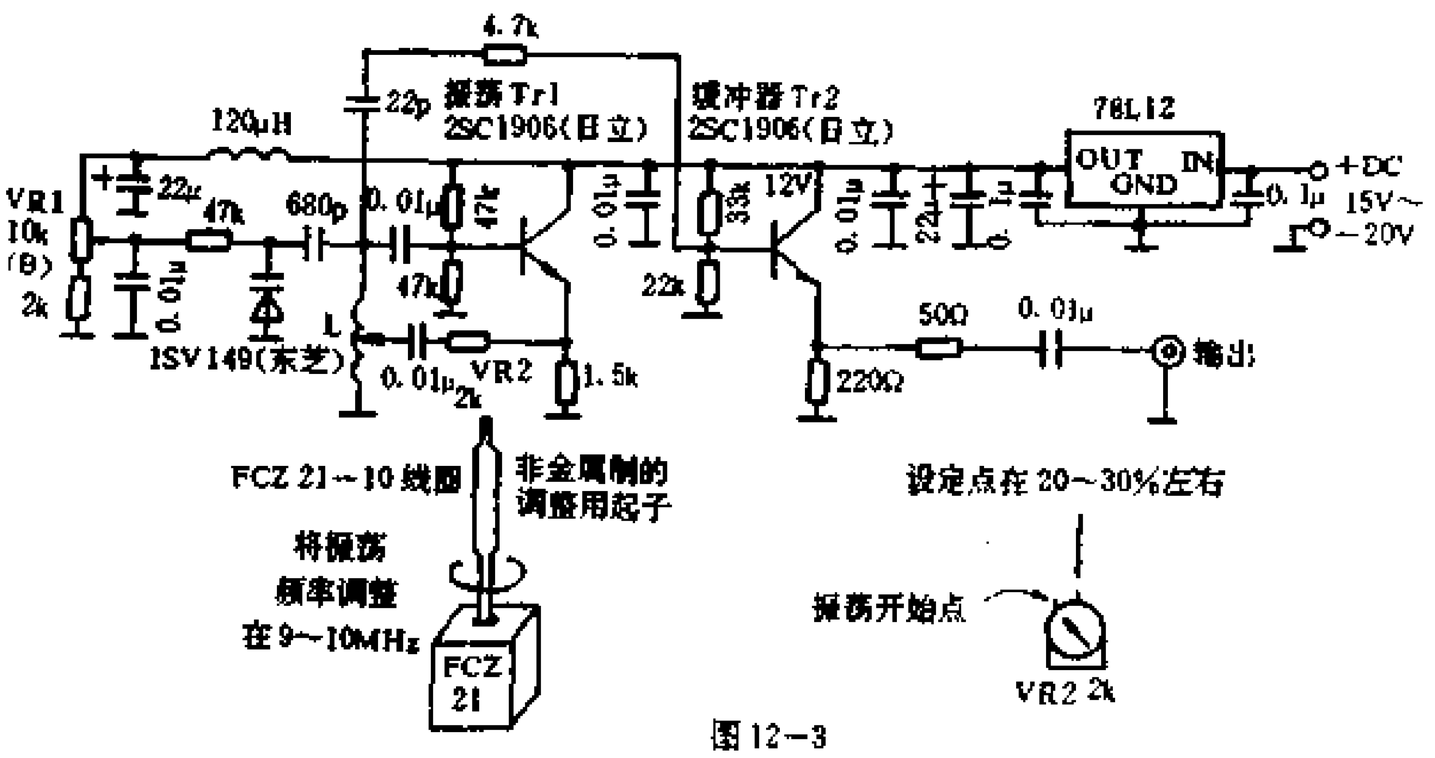


图 12—3

但是，由图中变容二极管的特性可知，当振荡频率为最低频率时，变容二极管的容量变

为最大值，而 Q 值变得最小，在低频不易振荡。

因此，将最低的振荡频率设定在 10MHz，从振荡开始的 Aβ=1 之点，将 VR2 值设定在该点处阻值的 20～30%。

2. **调整振荡频率范围**

将振荡频率调整到能复盖 10～20MHz 的范围。首先，将 VR1 旋转到左端，使加在变容二极管的电压为最小。此时的电压约为 2V。在此状况下，旋转线圈 L 的铁芯，将振荡频率调整在 9～10MHz。其次，只要将 VR1 旋转到右端，便成为 12V，故事先确认此时的振荡频率应该为 20～30MHz。若是想要提高振荡频率的变化比(fmax/fmin)时，要加大串联在变容二极管的电容，680pF 换为 1000pF。

四、提高发射功率的方法

如果要提高玩具遥控、无线话筒等设备的发射功率，加大作用距离，最简单有效的办法是：在原机发射管 9018 上并接一只 9018，用场强仪测试，发射功率将成培增加。

五、无线电话机发射频响超差的解决

M880 机是我国较早引进的无线电话机。在发射调制限制、发射频响方面，与我国存在一定的差距。

M880 机的发射调制限制、频响及调制灵敏度，均在发射音频放大线路完成。电路如图 12—4 所示，第一级由 1BG24 和 1BG25 组成的差分放大，具有限幅的作用，1BG26 为第二级

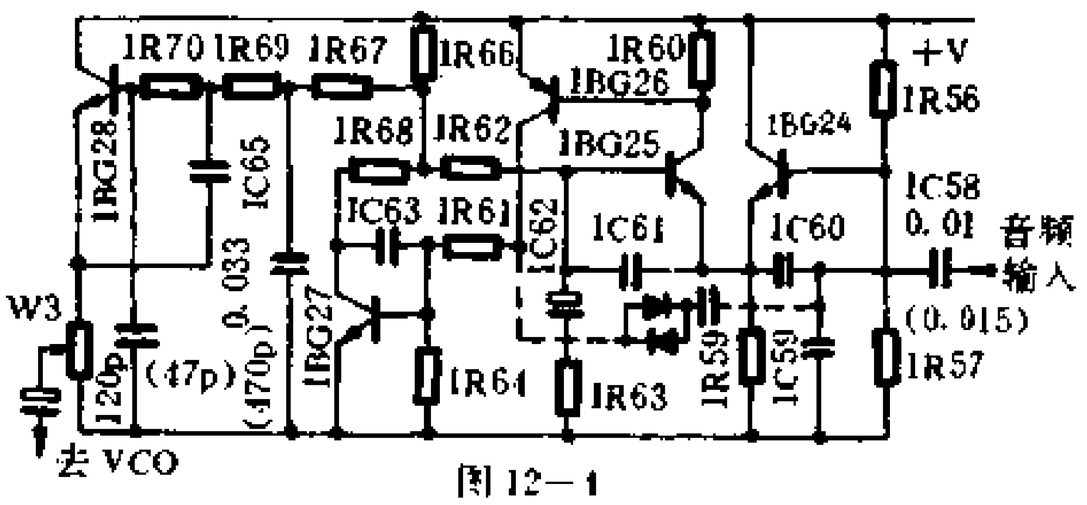


图 12—4

放大，1BG27 为第三级放大，一方面它接有音频响应网络，另一方面又有负反馈到差放级，1BG28 为跟随器，主要用于与 VCO 隔离。整个线路的放大量约 44dB 左右。在频响方面，1C66(120p)与 1C65(0.047n)主要在 2.5kHz 形成一个谐振点，以提高 2.5kHz 的放大及造成 2.5kHz 以上的滚降特性。W3 为可调电位器，用来调制灵敏度及调制限制。如在常温下调制电位器使调制限制小于 5kHz，则在测量灵敏度时，有很大一部分的机器达不到标准频偏 3kHz 的要求。在环境试验中，情况更坏。

原因：①在 300Hz 限幅后，送至 VCO 的幅度成为方波后仍很大，且波形过冲，尖峰很大。②发射频偏在音频大信号输入调制后，正负频响不对称，相差较大。③频响网络不好，上

端只到 2.5kHz，到 3kHz 时放大特性反而小于 2.5kHz。

经分析和实验，线路不必作大的改动。主要是更改了一些元件的数值和增加一个负反馈网络，使之增加大信号音频输入时的限幅和扩展上下边带。如图中括号内数值为更改后的值。虚线所示为增加的网络，主要是当大信号输入时起限幅作用。改后的线路，在音频 3kHz 上形成一个谐振，且保证 3kHz 以上的滚降特性，使主调制频偏仍很小。但避免高频的干扰噪声，改后的调制灵敏度比原来的增加了 5mV 左右，但在实际的通话试验中，并不影响通话的效果。

六、改善短波段收听效果一法

短波段的电台信号密集，调台指针微小移动就会引起频率大范围变化，调谐困难，收听效果不好。

将变容二极管加装于普通收音机上（如图 12—5 所示），通过改变变容二极管两端电压，可使本振振荡频率发生微量变化，从而去跟踪电台信号，实现电子微调，效果很好。其中 C_A 为 5pF 固定电容，D_A 为开关二极管，BG_A 可选用任何普通的变容二极管，R_A、R_B 为 10kΩ 电阻，W 选 100kΩ 电位器，按图中虚线部分接线，将电位器 W 固定在机壳适当位置即可。

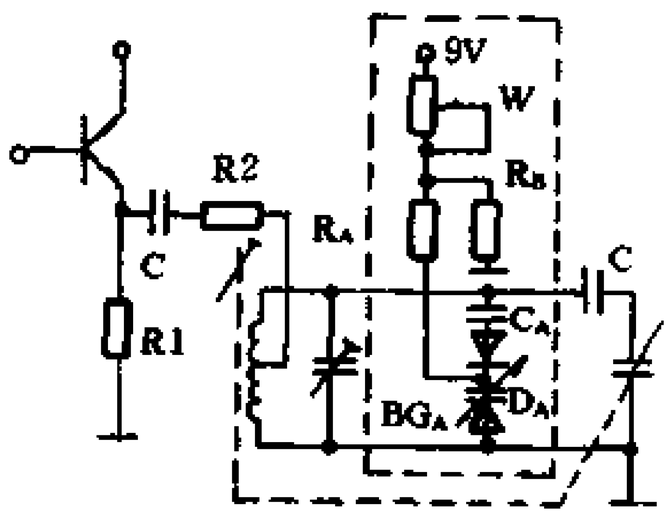


图 12—5

七、巧修脱节拉杆天线

便携式无线通信机、收音机、录音机及电视机常遇到拉杆天线脱节（电视机天线脱节最常见）。尤其是天线的前端脱去一、二节，就其长度而言对收听看并无影响，但伸缩极不方便。若以新换旧，则脱节的天线只有报废，也很可惜。若将图钉（也可用螺钉）焊于脱节天线的顶端，伸缩很方便，使用效果良好。

八、C450 无线对讲机故障检修

1. 故障现象

每次打开电源开关，液晶屏总是显示初始数据 450.000。除了音量调节和静噪按钮有效外，其余各按键和频道选择旋钮均失效，并且不能接收和发射信号。

2. 分析与检修

根据故障现象可断定毛病出在微机控制部分，即 Q101—μPD7514G 工作不正常。其原因无非为二种，一种是 μPD7514G 本身损坏，另一种是外围电路出故障，破坏了微机所必需的工作条件。按常规来说，芯片本身是不太容易损坏，而外围电路出故障的可能性较大，所以，先从检查外围电路着手。

首先检查μPD7514G的工作电压和相关点的直流电位，测试所得数据均正常，然后检查各个端口，是否有短、断路现象，通过测试也未发现任何问题，最后检查μPD7514G所必需的时钟信号。在测试点TP3处未测得脉冲信号，说明该部分电路已出故障。从而造成芯片μPD7514G不能正常工作。

C450无线对讲机的脉冲信号产生电路如图12—6所示。它由一个运算放大器Q103—NJM290E(1/2)和电阻、电容组成。其工作原理是利用电容C102两端的电压V_c和运算放大器Q103的⑤脚电压V_5相比较，决定Q103的⑤脚V_0的极性是正还是负；V_0的极性又决定通过电容C102的电流是充电(使V_c增加)还是放电(使V_c减少)；而V_c的高低再一次决定V_0的极性。如此不断反复，就产生了矩形波。改变电阻R109或电容C102的数值可调整脉冲频率。通过检查，发现R109接点处断开，重新焊好，再调节阻值，使脉冲频率达到标准数值，然后开机，一切正常，故障排除。

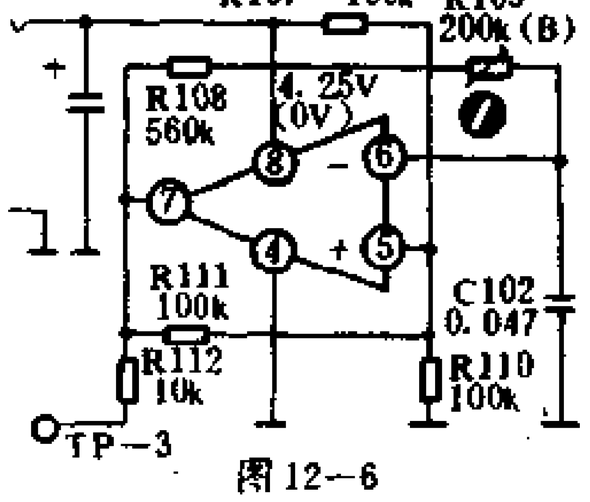


图12—6

九、F30—3型无线对讲机检修实例

1. 静噪失控(一)

将静噪旋钮顺时针旋转到底，噪音不能消失，但可以正常接收对方信号。IC1(MC3357)的第⑩、⑪、⑫脚是起静噪控制作用的。解调后的音频信号从第⑨脚输出后，一路经R15、C23及W2送入IC2进行功率放大，另一路经C19、R13、W1、C20送入IC1内部的静噪解发电路，经外接检波二极管D3检波后，从第⑭脚的电位高低来控制IC2的第②脚电位，从而达到静噪的目的。先检查与IC1第⑩、⑪、⑫脚的有关元件，发现D3短路，致使静噪电路没有信号输入。更换1N60后，故障排除。另外，当C17(1μF/16V)容量变小或有漏电现象时，也会使静噪电路工作状态不佳(触发、翻转不灵敏)。

2. 静噪失控(二)

调节静噪电位器同时检测IC1第⑩、⑪、⑫脚电压，看是否随静噪电位器旋动而产生突变。实测不变化，可见IC1内部静噪触发电路未被触发。怀疑是第⑨脚输出的信号未送入静噪电路。检查与第⑨脚相连的R13、C21、C22，发现C22容量变小，仅为10pF左右，正常应为1000pF。证明判断正确，信号没有送入静噪电路。更换一只1000pF瓷片电容后故障排除。

3. 通信距离明显缩短

这种故障比较常见，发射机及接收机的功放工作状态不良均可造成。如配合频率计检修，则很容易找到故障部位。首先可用一只0.01μF瓷片电容与12V/0.3A小灯泡串联接在天线插口上。按下发射键，根据小灯泡的亮度可大概判断发射机工作是否正常。若不亮，则说明发射部分未起振，或有断路故障，可分极检查各三极管工作状态。若亮度正常，可将电容及小灯泡拆除，插上天线，并靠近频率计(注意：不可将天线输出插口直接接在频率计输入口上，否则会损坏频率计)，记下所显示的频率值。由于元件参数选择不同，频率计所示的值不一定就是晶振JT2×3的倍频值，而多少有些偏差。所以应以频率计所示的值为准。接着再

用频率计测量相对应的接收机的本振频率即 IC1 的第①脚频率，该值应该是发射机频率加上或减去 455kHz 即一个中频，才能保证发射机与接收机的频率的准确性。本例故障就是 IC1 的第①脚频率与要求(JT1×3)不符。调节 B4 的磁芯，频率计所示的值在几兆至几十兆范围内变化。接着再测 T3 的集电极频率，与 JT1 标称频率相符(此测试点未经三倍频)，可见故障原因就在 B4、C32 及 C10 上。用放大镜观察，C32 似乎未焊牢，重新焊接了一下 C32，再通电试机并接频率计测量，IC1 第①脚频率值是 JT1 的二倍频值，再调节 B4 中的磁芯，频率已符合要求。经拉距实测，已恢复原先水平。

十、无绳电话维修二例

1. 故障(一)

一些无绳电话在通话及收发时正常，但挂机状态下主机常发生短暂、断续的"吱吱"声，同时主机上指示灯闪烁。

多数无绳电话的接收支路均采用摩托罗拉调频中放集成块 MC3357。通过试验，若在该块⑯端(射频输入)和⑮端(地)之间接一只 0.15μF 电容，故障即可排除。

2. 故障(二)

一台 TL6709 无绳电话机无论是手机还是座机，拨号时均有拨号音，但拨号后拨号音不断，不能拨号成功。

主机拨号无效，证明故障主要发生在座机，是回路电流过大所造成。拨号及话音通道晶体管 V1 用 2N5401(PNP)管，V2 用 C3200(NPN)管。用万用表分别接入两管的集电极回路，短路 eb 极，看 Ic 是否为零。测量发现 V2 的 Ic2≈2.5mA，短路 eb 后 Ic2≈0；V1 的 Ic1≈25mA，短路 eb 后 Ic1 无变化，拆下 V1 检查，ce 极已击穿，换上新的 2N5410 后，电话机恢复正常。

十一、C－15 手持机检修方法

无发射功率或发射功率很小。在无综合测试仪或功率计的情况下，通常采用测工作电流的方式来判断故障点。C－15 在 7.2V 供电时，高功率约 700mA，中功率约 620mA，低功率约 350mA。检修时功率选择开关最好放在高功率上，若发射电流值正常，故障多见于天线滤波器及天线开关上。为 Q419 性能不良损坏，若发射电流仅 150－350mA，故障多见于末级功率管及 Q225、Q226、Q427－429 等构成的功率选择开关中 Q427、Q225、Q423 损坏。对于 Q427、Q225 损坏，可用 2SB562 直接代换即可。若发射电流不大于 120mA，则 Q420－422 构成的推动级，或 Q236 损坏。由于 Q236 损坏，发射功放均无偏置，故发射电流、功率均小。对于推动级，有 R467、R459 阻值变大，相应 Q421、Q422 偏置不正常，放大量变小，故无推动功率，末级不正常工作，无发射功率。此时，仅需将 R463 或 R459 短路即可，对机器并无太大的影响。

十二、C－15 手持机检修一例

接收时有指示：但无语音或声音很小。故障点仅在音频放大部分及喇叭回路上，检修时注意：R262、C227、C225 构成的滤波器中，C227、C225 漏电过大而引起故障。C235 漏电引起 TA7368F 负反馈加大，放大后音小。Q217 由于供电电压偏高，功耗过大而烧坏。此时，可用 2SB562 代替 Q217 工作，仅需用细导线连结，并将 2SB562 放置在机内空闲处，注意绝缘即可。

十三、健伍 TH25A 对讲机特殊故障一例

健伍 TH25A 以其较好的质量广泛应用于公安通讯网络，该机发射功率、接收灵敏度均优于其他同类机型，但使用时间一长，常发生喇叭损坏故障。该喇叭体积较小，通常很难购到同型喇叭。仔细将其音膜取出，发现由于厂方使用胶将其音圈导线固定于音膜上，另一侧用胶固封在支架上，由于振动导致音膜到支架上的导线断线，而音圈完好。修理时，仔细将音膜上线头取出，用 Φ0.07mm 的漆包线焊接，并用氯丁胶固定在音膜上，将支架中心孔穿通，将漆包线穿出后固定在支架两侧，焊接在焊片上即可修复喇叭。

第十三章　其它无线控制电路

一、超声波多普勒探测器

1. 电路工作原理

探测器的基本原理是：发射器向被探测区域发射等幅超声波（电路如图 13—1 所示），接收器接收反射回来的超声波，在没有移动物体进入被探测区域时，反射回来的超声波是等幅的（电路如图 13—2 所示）。当有活动物体进入控制区域时，反射回来的超声波幅度不等，并且不断变化，接收电路检测到变化的信号其控制电路作出反应即驱动报警。

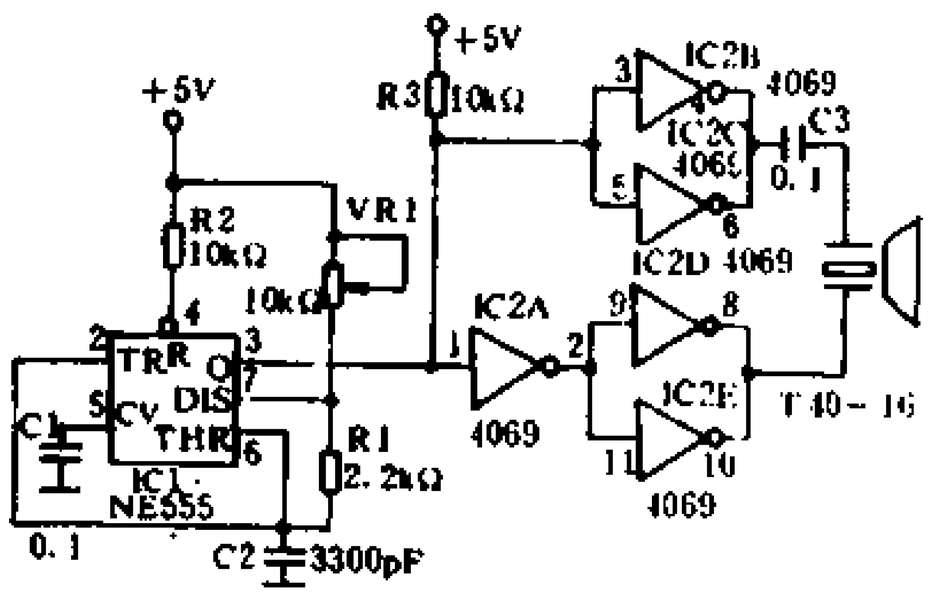


图 13—1

发射部分电路很简单，用 NE555 产生 40kHz 的振荡信号，再用一块 4069 做驱动电

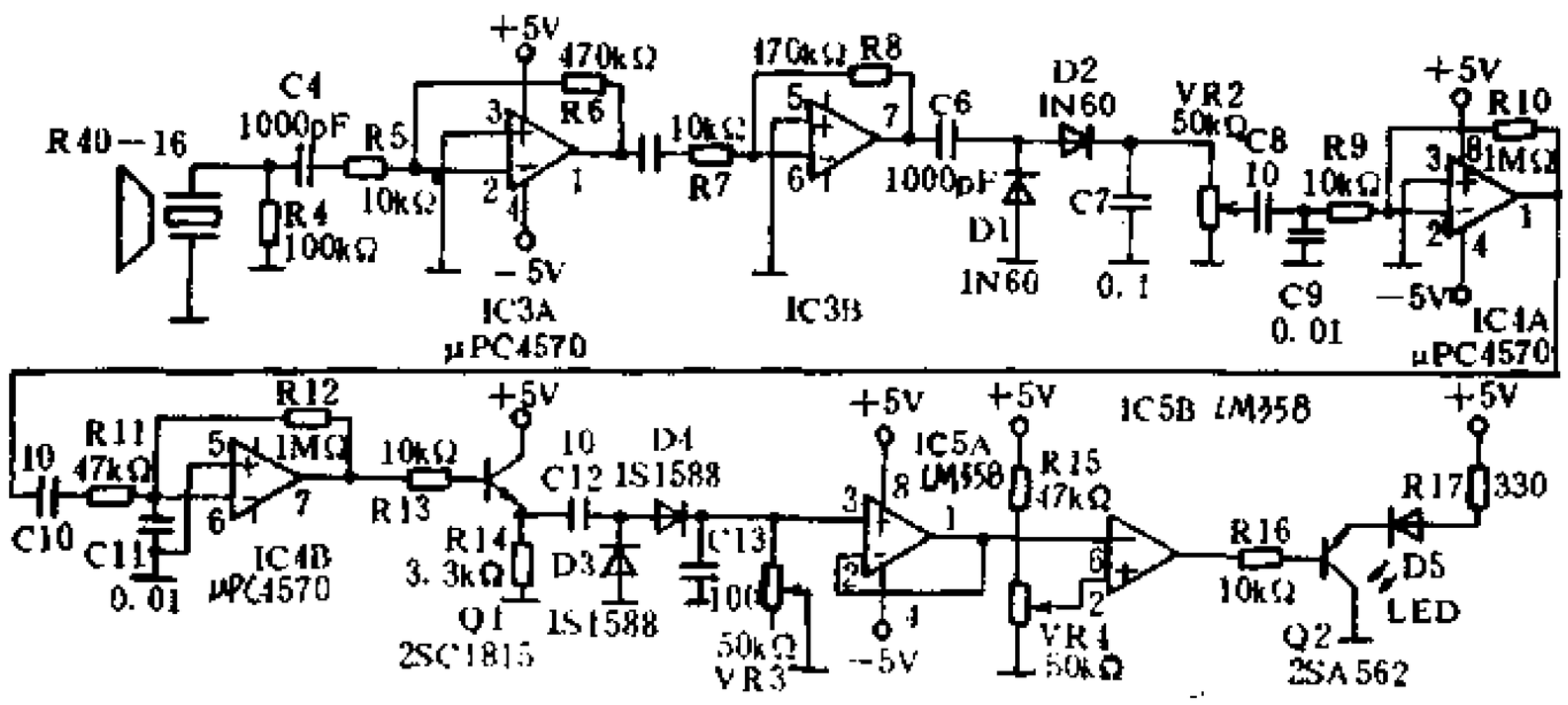


图 13—2

路。接收电路稍复杂一些，接收器 R40—16 接收到反射回来的超声波信号并变换成电信号，经运算放大器 IC3 μPC4570 放大，放大后的信号经 D1、D2 二极管进行幅度检波后，在所探测区域内没有移动物体时输出为零，当存在活动物体时即有电压信号，该信号再经 IC4 μPC4570 放大，D3、D4 整流后给 C13 充电，当充电到一定幅度则比较器 LM358(IC5)翻转，驱动指示灯（或其它执行机构）点亮。C13 越大则一旦检测到移动物体时保持该状态的时间越长。

2. 探测器的调试

电路中有 4 个电位器 VR，VR1 用来调节发射电路的振荡频率，用万用表的 DC 档，测量图 13—2 中的(2)点，调节 VR1，使其达到最大值，此时 VR1 最好应停在中间位置。下面再调整其它电位器。首先在接收器前没有移动物体的情况下调整 VR4 确定比较器的阀值，使 LED 灯熄灭，然后人站在所欲探测的位置一面活动，调整 VR3 的同时调 VR2，即调节决定 IC4 放大器输入电压的 Q1 的工作点，使 LED 灯亮。改变 VR2 可以改变探测器探测物体的有效范围。

经过以上调整之后，在具体安装时再根据情况稍微调整一下 VR2、VR3 即可。该机对 2～3m 处或更远的移动物体的探测准确，探测范围大，可应用于多种场合。

二、SHF－1 型保安防盗报警器

SHF－1 型保安防盗报警器是采用进口集成电路及晶体管研制组装而成。产品性能稳定、灵敏度高、全方位监视、不受角度限制，且探测器及引线还具有防破坏功能，即使犯罪分子将探测器及引线破坏，仍能照常报警。犯罪分子只要进入监视区域，报警器发出的报警声不但能将用户唤醒，而且还能将照明灯自动点亮，使犯罪分子原形毕露。报警器广泛适用于机关、仓库、银行、门市部、果园、鱼塘、家庭住宅等需要保安防盗之场所。

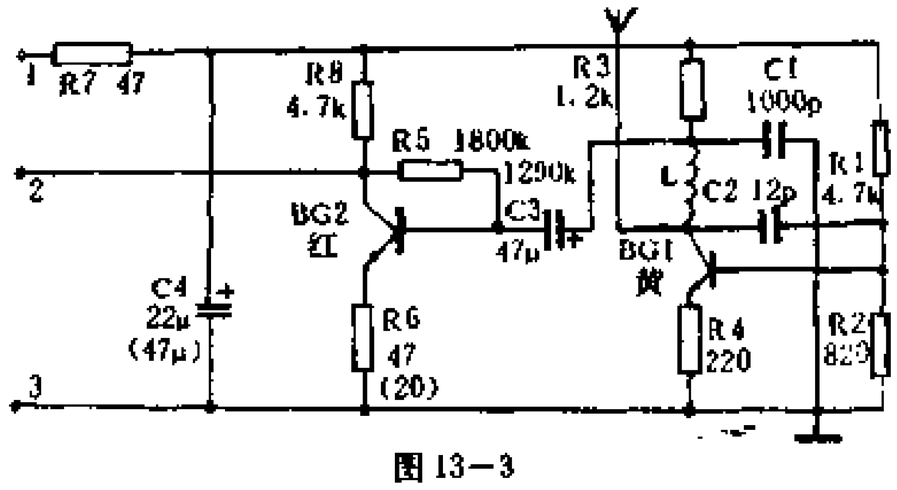


图 13—3

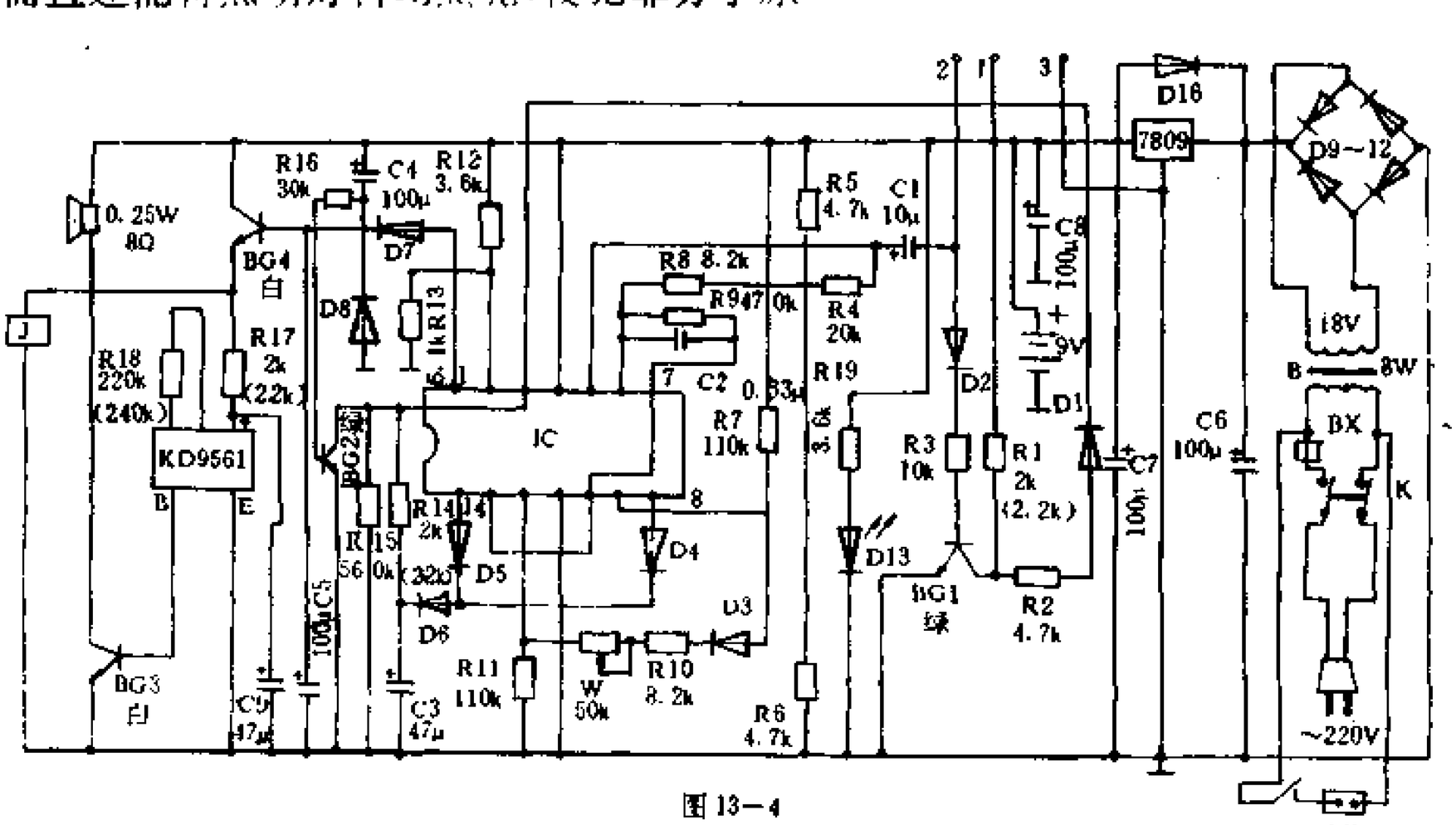


图 13—4

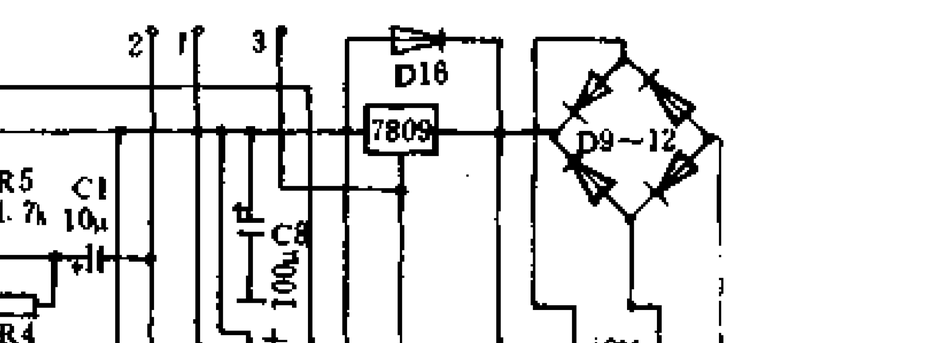


图 13—5

天线发射出去在周围产生电磁波，当有物体在电磁波覆盖的范围内移动时，则会产生多普勒效应，即探测器发射出的微波信号会被反射回来再由天线接收。图 13－4 是报警器电路，发射信号和反射信号产生的相位差，便在取样电路上产生一差动电压，经集成块 IC 的开机延时、比较放大、触发电路处理后，而使开关电路中的开关管 BG4 导通，从而音频电路获得工作电压，经 BG3 将音频信号放大后，推动扬声器发出报警声。在 BG4 导通的同时，继电器 J 也因获得工作电压而吸合，其常开触点 J1 闭合，插座 CZ 得电而将灯泡点亮。图 13－4 电路中，稳压部分是采用 7809 三端集成稳压块。为防止 220V 电压在较大范围瞬间变化时而产生误报警，亦可采用图 13－5 所示的二次稳压电路，此时应将 7809 和 D16 去掉。

组装时，只要用图中参数的元件焊接无误，一般不用调试，都能成功。

三、超声波无线耳机

无线耳机具有可移动性等好处，很受人们的欢迎。本文介绍一种超声波耳机足够在家里任何角落收听。发射器和接收器的电流消耗只 10mA，适合用一节 500mAh 碱性 PP3 电池供电。

1. 电路工作原理

(1)发射部分

发射部分电路如图 13－6 所示。它使用了双跨导放大器集成电路 LM13700N。LM13700N 的一个放大器用来产生近似三角形的载波，另一个放大器则用来完成对载波的幅度调制。

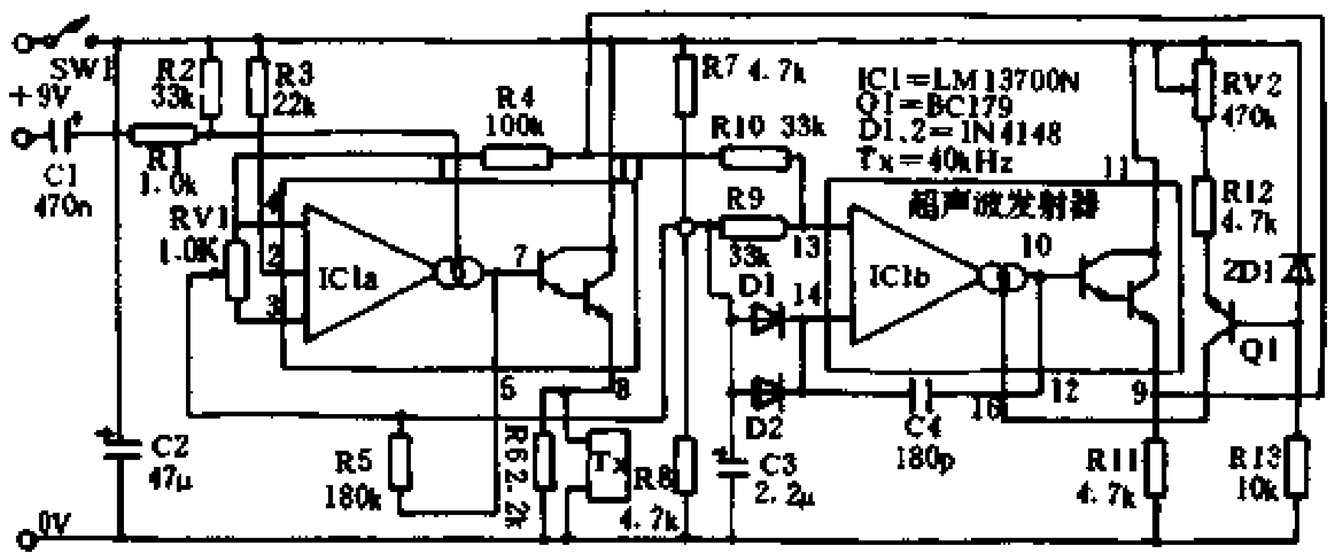


图 13－6

IC1b 及达林顿管组成载波振荡器，待第⑬、⑭脚间电压差固定时，IC1b 的第⑩脚将输出一恒定电流，这样，电容 C4 上的电压会线性地增加或减小，而改变 0.6V 二极管(D1、D2)上的电压。第⑩脚输出经达林顿管缓冲后去驱动分压器 R9、R10。当第⑨脚对地电压为二极管上压降的 2 倍以上时，输出电流将会改变方向，而完成振荡波形的下半周，则载波波形为近似的三角形。因为在开关点时，二极管上的电压有 1.2V 的陡峭变化，这种变化会反映在振荡波形上。

由于振荡器的频率要求十分稳定，流入第⑯脚的电流大小应不受电源电压变化的影响。三极管 Q1 和稳压二极管 ZD1 组成一个恒流源，三极管的发射结电压降约为 0.6V。电阻

R12 及电位器 RV2 有利于减小稳压二极管 ZD1 中的电流、温度等变化使稳压性能变差的影响。调节 RV1 可改变振荡器的振荡频率。如果发射器采用精度高的稳定电压源供电，三极管 Q1 及 ZD1 可省略，R12 直接与第⑯脚相连。第⑯脚的电压为 1.2V，流入电流约为 135μA。

为了使发射器有较宽的工作电源电压范围，振荡波形的峰一峰值为 2.4V，当电源电压降至 6V 时也不会产生削波现象。

R2 是调制放大器的偏置电阻。改变 R1 和 C1 的值可以调整放大器的高频响应特性。

(2)接收部分

接收器电路如图 13—7 所示，它由前置放大器、高通、低通滤波器及小功率放大器等组成。前置放大器 Q2 能提供 35dB 的电压增益。40kHz 超声波接收器尽管对声频等信号不是很敏感，但它们的混入会直接影响信噪比，因此高通滤波器 Q3 是必不可少的，其响应下降速度为 24dB 每倍频程。R22、R23、C10、C11 和 Q4 组成低通滤波器，滤除环境等高频噪声。Q4 的输出送到检波级(由 D3、R25 和 C12 组成)进行检波，其它残余的超声波频率将被 R26、R27、C13 及 C14 滤除掉。

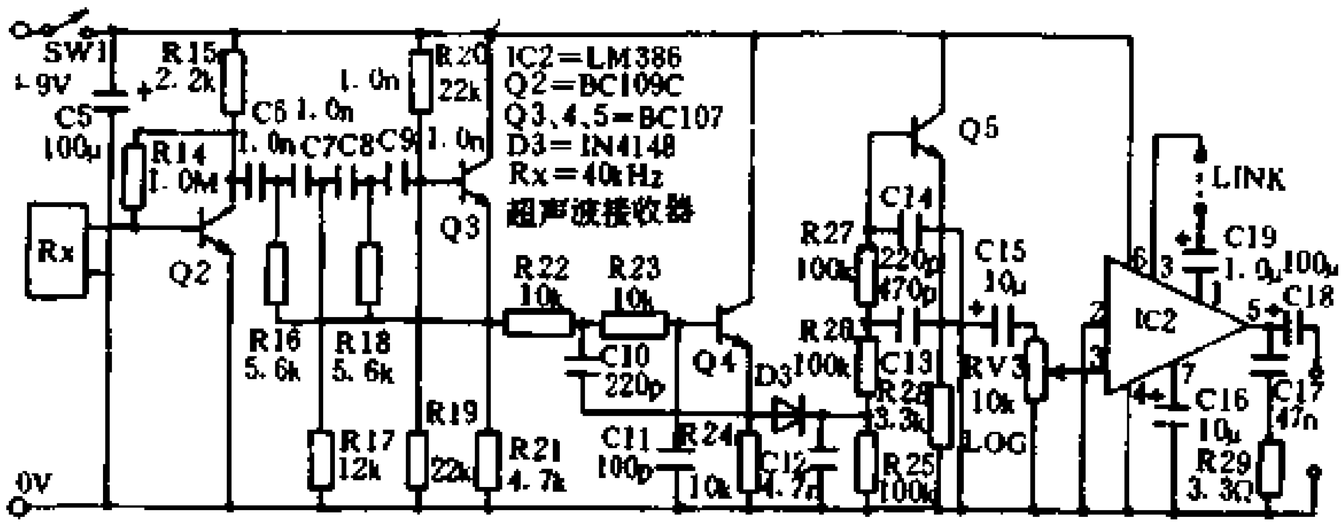


图 13—7

这样，Q5 便输出清晰的音频信号，经音量控制电位器送至 LM386 进行放大。当图中所示虚线用导线连通时，LM386 的增益最大，此时 1kHz 信号的增益略大于 40dB，而虚线断开时，其增益为 20dB。C19 的选定与功率级的频率响应有关。

2. 制作与调试

安装时，超声波收发器应高出电路板 1mm。开关 1 和 2 装在外壳的前面板上，输入端采用一个 3.5mm 的插座。声源与发射器间的连接电缆要求使用屏蔽线，以防串入交流电"嗡嗡"声。如果使用立体声耳机，左、右耳机要求并联，否则左右两边的声音将有相位差。

首先调整接收器的音量控制，使耳机里听到轻微的"嗞嗞"声。然后打开发射器(离接收器几米远)，在 LM13700N 的第⑨脚接一示波器或频率计，调整 RV2，使载波频率为 40kHz。

将一小音量的音频信号耦合到调制输入端，使载波调制不失真。将 RV1 动触点置于中央位置，然后慢慢调 VR2，使听到的声音效果最好。RV1 控制载波的对称性而不控制其频率，调 RV1 也可略微提高接收声音的音量。如果耳机里的声音不失真但太微弱，这时需要增大音源的幅度。慢慢调大音源的幅度，使耳机里的声音刚好开始失真。将音源音量稍调小一点即可。

为了降低发射器的输入阻抗，可在输入插孔的引线上跨接一阻值适当的电阻。

四、红外线键控器

此键控器输出为 40kHz 的振荡电流，用以驱动 3 个 IR LED。40kHz 的 IR 信号，透过空中，传到 IR 接收器上。而 IR 接收器可侦测此信号，并解调滤波后，再键入收音机。在此系统中，红外线的有效使用距离约为 4.5mm。

1. 电路工作原理

(1)发射器电路

图 13—8 所示为发射器电路。U1 为 555 的定时器 IC，用以设定 40kHz 的振荡；C1、R1 及 R2 用以决定动作的频率。电容 C1 用于温度改变时，以减少频率的偏移。R2 用以调整 U1 的动作频率。U1 的第⑤脚电压的变动会引起振荡器频率的变化，因此，利用 C3，将第⑤脚旁路到接地点。U1 的 40kHz 输出，由 R4 限制其电流，以驱动 IR LED(DS2、DS3 和 DS4 三个红外线发光二极管)。同时透过 R3，用以驱动可见光的发光二极管 DS1。此 IR 发射器电路与键控器同时动作，而键控器可用正或负键信号及集电极开路电流源。

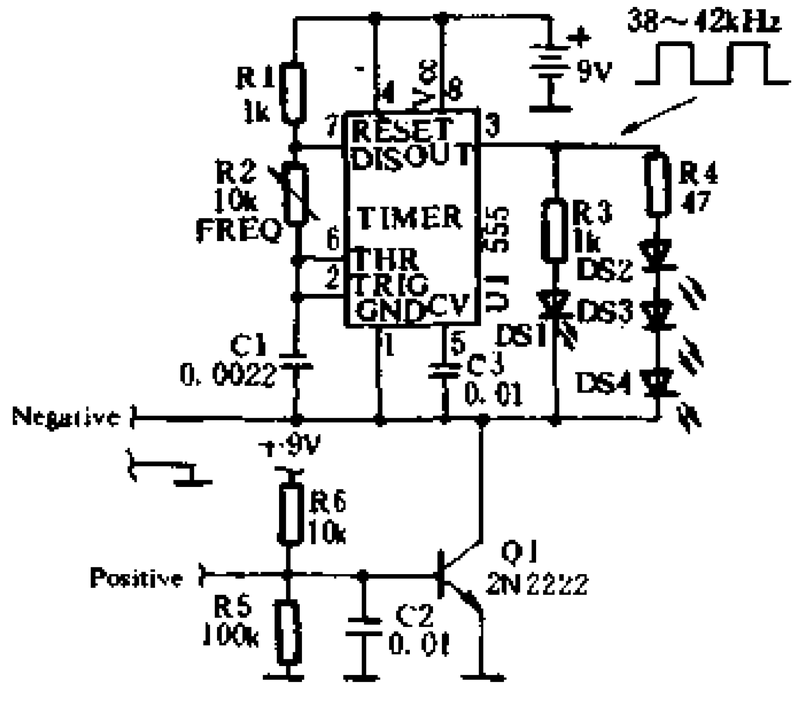


图 13—8

(2)接收器电路

如图 13—9 所示为接收器电路，D1 是用作反极性保护。U3 是稳压 IC，可将供应电压稳定在 5V。C4 和 C7 用以滤除电源的杂信。

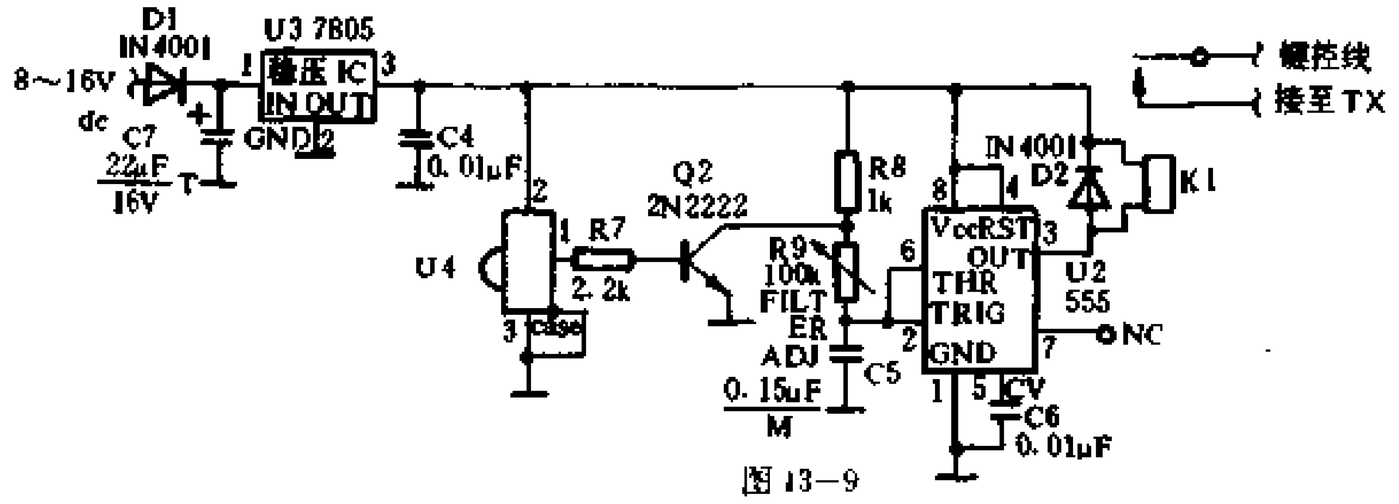


图 13—9

IR 接收器的心脏是 U4，这是红外线接收器兼解调器，也可用作电视机遥控器中的红外线侦测器。在此 IC 内，还装有滤波器阻止可见光，避免不必要的光线干扰，经过 IC 内的光二极管输出，经放大处理后，可供应一个适当的工作信号，再经过带通滤波器，使信号的范围在 36～44kHz 内。再将此信号解调送至波形整波器。

虽然 U4 内含有滤波器，但仍有可能遭到其他干扰而产生误动作，可在线路上加上 C5 和 R9，组成一个 RC 时间常数，提供约 2～14ms 的时间延迟。

当红外线接收器由 IR 发射器接收到 40kHz 的信号时，U4 即可使 Q2 获得顺向偏压。Q2 和 R9 提供 C5 的放电电路。当 C5 的电压降到 $1/3V_{cc}$ 以下时，U2 的输出为低电平，而使 K1 闭合。当没有红外线信号时，U4 使 Q2 截止，同时 C5 经由 R8 及 R9 开始充电。而 C5 必

须充电到 $2/3V_{cc}$，才能使 U2 的输出达到高电平。当 U2 的输出达高电平时，K1 即释放能量，而输出形成开路。

继电器(K1)的输出电路，可以很容易地使收发机具有低电流(低于 100mA)低电压(最大为 40V)正或负的键控线。线路中的 D2，是用以保护 U2，避免因继电器所产生的火花破坏 U2。

2. 键控器制作

红外线发射器的输入线路必须适合各种键控器的输出线路。首先要了解所用的键控器输出，在键按下时，是负向或正向。如果是负向输出一在键控下，键连接线被拉到接地点，可省掉 Q1、C2、R5 和 R6。可以将键控器的输出直接连到图 13—8 中的“Negative”点。

如果是正向输出一在键按下，键连接是正的。这时必须将键控器的输出连接到图 13—8 中“Positive”点，并且注意下列事项：(1)集电极开路，如果在键按下时，键控器的输出是开路，而且在键拨上时是接地，则可省掉 R5。(2)集电极开路，如果在键按下时，键控器的输出是正的，且在键拨上时是开路，可省掉 R6。(3)电流源如果在键按下时，键控器的输出是正的，而在键拨上时是接地的，可省掉 R5 和 R6。

若键控器的结构是上述(2)或(3)时，需确定键控器的输出是否有电流限制以防止 Q1 被烧毁。

三个红外线发光二极管的角度分别为 40°；而仰角以 20° 适当。

3. 键控器调整

在加电压前，需先确认配线是否正确。将可变电阻 R2 和 R9 调在中央，再加上 9V 电池到 IR 发射器上。先将“Negative”点接地，DS1 将稳定地发光。此时若有计频器或示波器，可连接到 U1 的第 3 脚，调整 R2，以获得 40kHz(25μs)的信号。

在调整 R9 时，必须注意不要整个电路受到室内灯光或其他红外线(遥控器等)的干扰，并令此装置在最高速 CW 上正确地操作。调 R9，使键控器能在最高速(40WPM 以上)产生最正确的声音，让滤波器能够无视于空间的存在，对信号的传送精确无误。

五、红外耳机发射器

红外耳机发射器是将音频信号调制在红外线上发射出去，效果良好。

电路如图 13—10 所示。晶体管 T1 给 3 个红外线(IR)LED 提供静态电流，静态电流的大小由电位器 D1 设定。当音频信号输入 T1 的栅极时，流过红外发光二极管的电流就被调制。红外发光二极管发射的光也被音频信号(幅度)调制，这样，音频信号便被发射出去。

三极管 T2 和电阻 R3 组成电流限制器，防止栅极的输入音频电平过高，使流过红外发光二极管的电流限制在 100mA 以下。BS170 的消耗功率为 830mW(环境温度为 25℃时)，最大漏极电流为 500mA，因此，电流限制电路在 FET 管 BS170 超流之

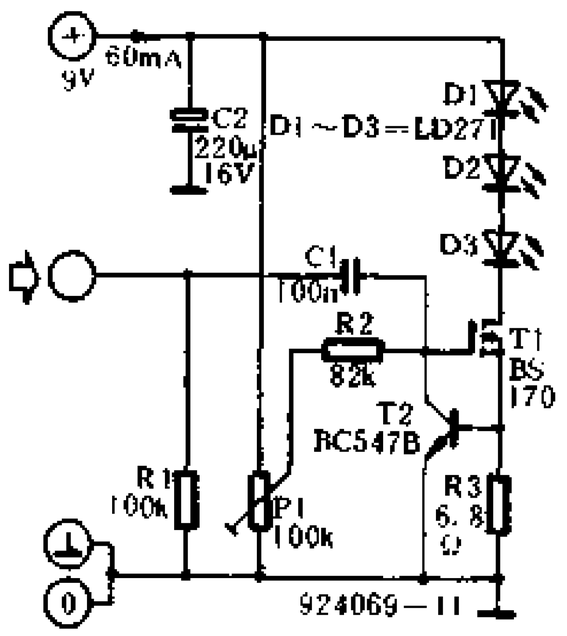


图 13—10

前已动作了。

红外发光二极管的最佳静态电流的大小与红外耳机接收器有关(调整此电流可获得最小失真)。原形发射器所有电源电压为 9V，工作电源为 60mA，因此建议使用交流变压稳压电源，因为这个工作电流对 PP3 电池来说太大了一点。应将稳压电源的地与音频信号的地分开，以防止发光二极管的电流反馈至输入端。

FET BS170 的栅一源极电压可高达 15V。如果你使用的信号源(音频输出插孔)输出电平可能很高，可在输入端加一个简单的保护电路(例如，用一个 10V 齐纳二极管与输入端并联或用一个电阻与输入端串联)。

光(红外线)是直线传播的，因此可将 3 个红外发光二极管对准不同的方向，如果在红外发光二极管后面装上反射板，则可增加发射有效作用范围。采用上述方法后，此发射器的有校发射距离为 1.2～2.4m。

六、红外线语音通讯器

应用动磁式麦克风，将发射器的 LED 对准接收器的光电晶体管 Q1，并调整电位器 RV1 直至获得最佳语音控制量度，电阻器 R5 用以限制 LED 的电流在 40mA 以内。在接收器方面，Q1 为光电晶体管在夜晚最大可控制距离约为数百英尺(电路如图 13—11 所示)，功率放大器可用 LM386。

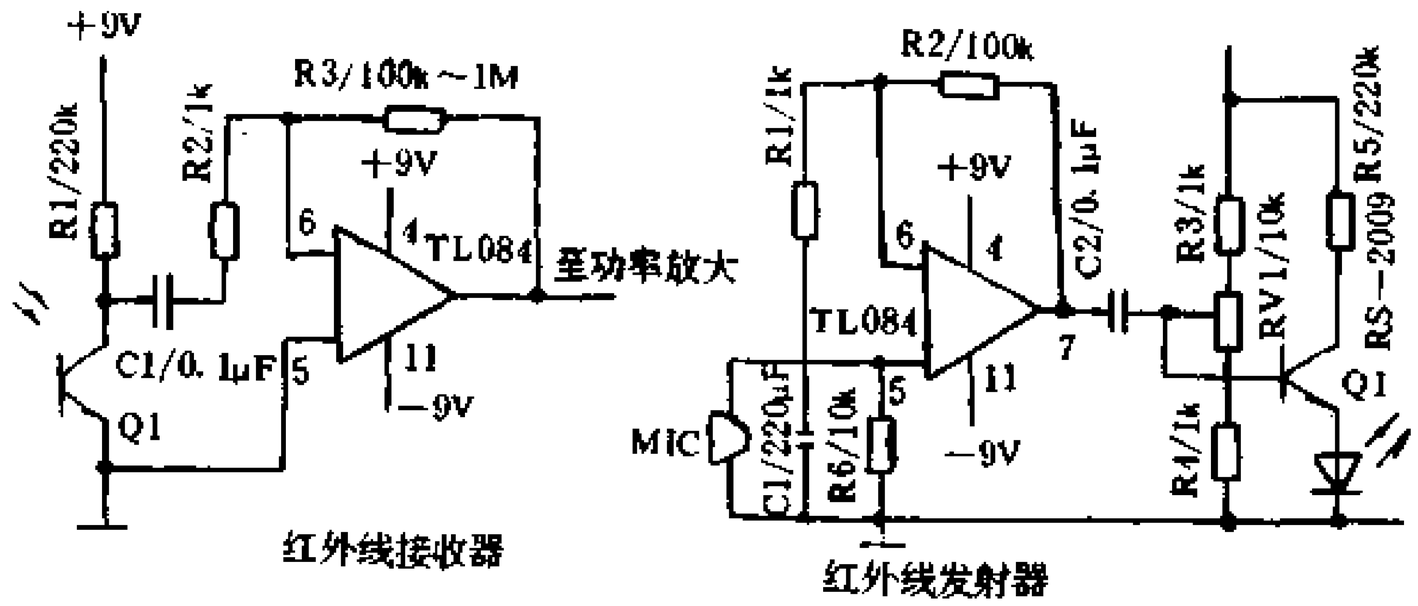


图 13—11

七、载波式遥控开关

本文介绍的载波式遥控开关由振荡器和附有能够开关(ON.OFF)的插座与接收器所构成。

1. 电路工作原理

(1)振荡器

基本的振荡是使用 C—MOS IC 的多谐振荡器(如图 13—12 所示)，在此使其振荡产生方波。振荡频率是由图 13—12 所示中的 R4 及 C2 加以改变，所以与 R4 之电阻串联接入电

位器 VR(5kΩ)以便调整频率。

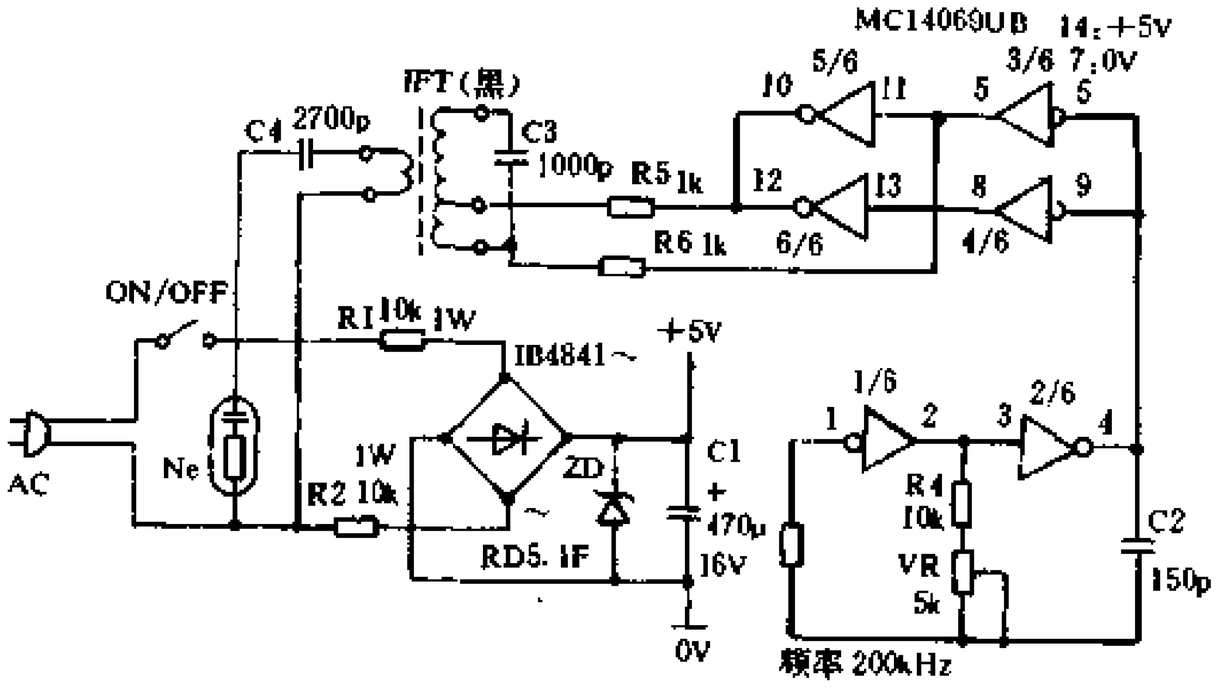


图 13—12　振荡器电路图

此振荡频率的输出不能直接连接于电灯线，所以使用 IC 加以放大。虽然说明使用 IC 但是并不另外装设，因为 MC14069 这种 IC 内部含有六个反相器，可使用剩余的四个。

IC 的输出通过 1kΩ 的电阻连接调谐线圈，在此修改成规整的波形(变成平顺)，并经由电容器载附于电灯线。加入此处的电容器，为防 110V 的电压逆流于 IC 侧。

电源并不使用变压器，这是因为使用 C—MOS 的负荷电流微少之故。

可是，IC 遭受异状的电压就无法解危，所以使用约 5V 齐纳二极管予以稳定化。

(2)收讯器

收讯器是用以取出发讯器所送出之信号的电路如图 13—13 所示。同发讯器一样使用线圈(IFT)和电容器取出高频信号，并以 IC 放大后由硅二极管 1S1588 检波，也就是变更为直流电压。此电压并不太稳定，所以使用 IC 加以波形整形，以便做成规整的脉冲波形。

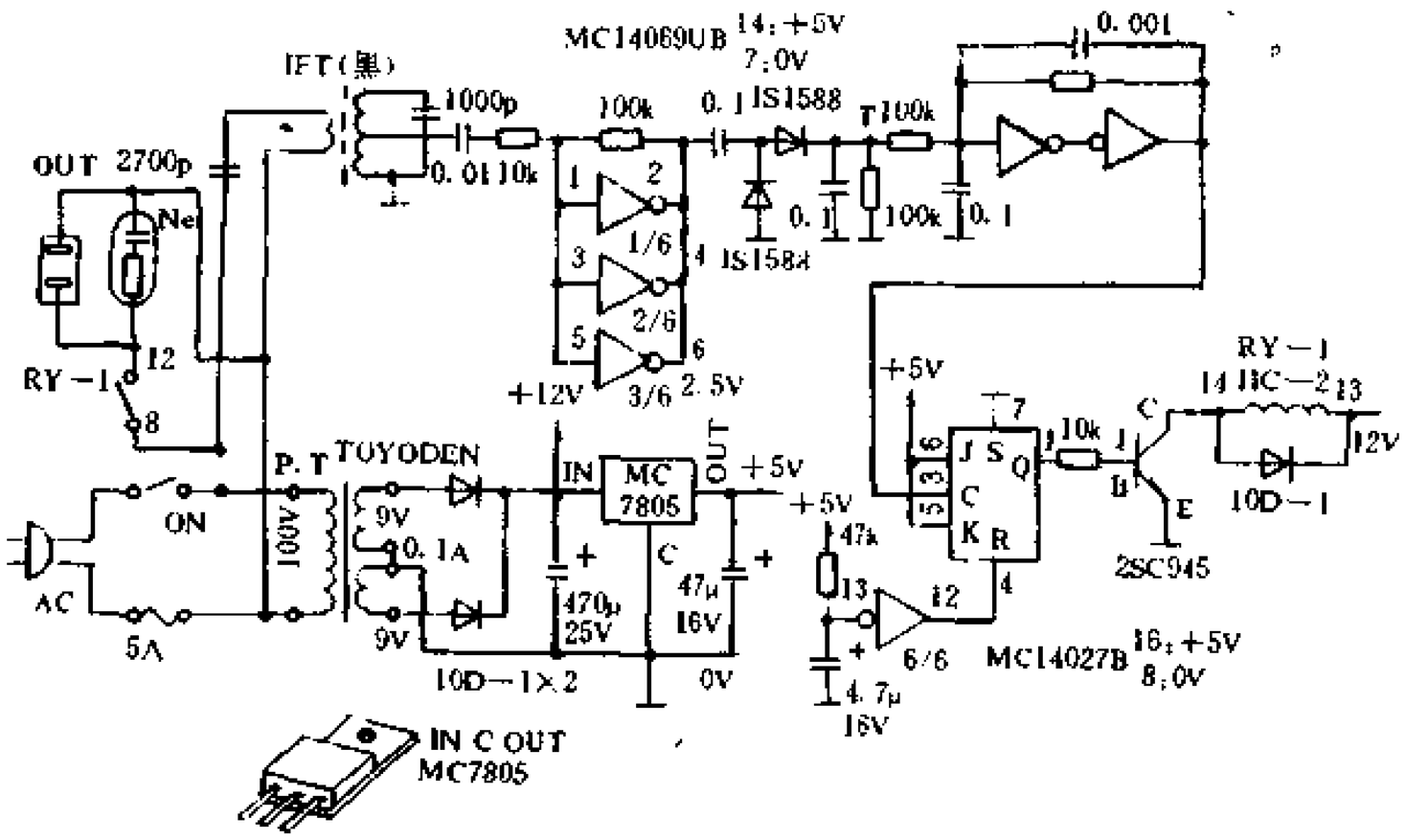


图 13—13

J—K 触发器为 MC14027 的 IC，倘若把电源接在“J”与“K”并将信号加进“C”的话，遇有输入之际输出“Q”就交替反转。从而，只要发讯侧的开关 ON 上一次，J—K 触发器的输出即行反转。

此在电源 ON 上时，形成怎样的状态犹未定，所以使用 MC14069 以便使其在电源 ON 时强制复置。

继电器使用 DC 12V 的制品，并藉晶体管予以转换，当 MC14027 的"Q"输出为 5V 时，继电器通电动作(ON)。继电器的线圈并联的二极管 10D—1 是保护装置，务必接入。

电源电路使用 9—0—9(V)的变压器产生约 12V 的直流电压来驱动继电器，另外再使用三端电压调节器 IC MC7805 做 IC 的 5V 电源。

2. 制作要点

IC 附近之配线应充分注意。MC14027 内部含有两个 J—K 触发器，因为只使用其中的一个，另外的⑨～⑬脚应予接地(0V)。

三端电压调节器"MC7805"的管脚接续容易搞错，所以把实物绘在电路图上，左边为 IN，右是 OUT，请注意。

继电器未使用插座，使用贴合剂直接附在印刷板上，但是为求慎重起见用镀锡线加以固定。

3. 遥控开关调试

装配完成之后，为求慎重起见，注意检查有无配线错误。

本器的检查需要准备三用电表。振荡器应检查齐纳二极管的两端电压是否为约 5V。振荡频率调整用 VR 设定在中间，把三用电表置 AC10～20V 电压范围，只要 MC14069 的⑥或⑧脚与 0V 间有数伏之摆度即表示有振荡。以三用电表测试电压时，必须用手按下(ON)。

其次是收讯器，即在 ON 上电源后确认 7805 的 IN 约为 12V，而 OUT 有 5V。若有异状应检查整流电路，或分开 7805 的 OUT 通往 IC 方面的接线再做一次电压检查。

把电源开关关掉(OFF)之后再插入各 IC，并确认 MC14069 之②脚的电压均为 2.5V，MC14027 的③脚大致为 0V，①脚也大致为 0V。

把振荡器连上，当电源开关一打开(ON 上)把三用电表置直流 10～20V 电压范围搭触在图 13—13 中的 T，用起子转动振荡频率调整用 VR，当电压达到最大理应有＋4V 左右的摆度。

电压微小的时候，应转动 IFT 的铁芯使电压增大。每当 ON、OFF 振荡开关之际继电器应该 ON、OFF 而且氖灯也同样随之点亮。

查验本器时和焊接时，务必把 AC 插头拔掉后再进行作业。使用本器的附近如果有负荷大的电气制品，振荡输出将降低以致造成不能 OFF 的情形，却可以 ON。还有，由于振荡微弱而不能做远距离传送。

八、超声波遥控语言门铃

用超声波控制的门铃装置在门铃按钮开关与门铃装置之间不需导线连接，在大门外按动按钮开关，就能使隔着一个院落安装在房内的门铃发声。本电路由于采用了语言集成电路，门铃发出的声音，不再是传统的铃声、笛声、音乐，而是反复演播的语言，别具一格。如果把门铃电路装置在玩具内部，又暗设一个控制开关，在客人进入房内时，按动暗设的开关，玩具就能发出"欢迎光临"的语言，别有一番情趣。

1. 电路工作原理

该装置由超声波发射器和超声波接收控制器两大部分电路组成。

图 13－14 是超声波发射器电路。它主要由晶体三极管 V1、V2 等构成一个简单可靠的强反馈稳频振荡器。电路极易起振，振荡频率等于超声波传感器 BP1 的反共振频率。BP1 既是反馈耦合元件，又是输出换能器，两者兼用。它两端的振荡波形近似为方波，电压振幅接近电源电压。按动遥控按键开关 S，便能驱动发射传感器 BP1 发射出 40kHz 超声波信号，同时 VL 亮，以示发射器工作。电路工作电流约 18mA，一块 9V 叠层电池可使用近一年。

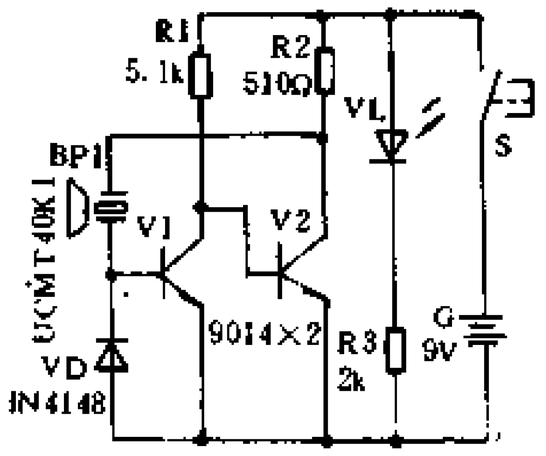


图 13－14

图 13－15 是超声波语言门铃的接收器电路。当接收传感器 BP2 收到发射器发来的 40kHz 超声波时，因 BP1 与 BP2 的谐振中心频率相同，所以立即在 BP2 两端产生一定幅度的交变脉冲信号电压，这个电压经 F1～F3 组成的奇数级高增益全频放大器，经电容器 C1 输入至音频译码器 AJ2 的③脚。平时，AJ2 的⑧脚因外接电阻 R2 偏置而呈高电位，当它的③脚输入信号频率符合电路的中心频率（$f0 \approx 1.1/RC$）40kHz 时，⑧脚电位就由高变低，形成一个负脉冲。这个负脉冲触发了单稳电路 AJ3，使 AJ3 的③脚输出高电位，并维持一段时间（AJ3 的暂稳态时间），在此期间，语言集成电路 AJ4 的触发端②脚被这个高电位连续触发，AJ4 反复演播“欢迎光临”的语言，直到 AJ3 的暂稳态结束，语言才停止播放。调整 RP2 可设定“欢迎光临”语言演播的时间（次数），可按需要调整。

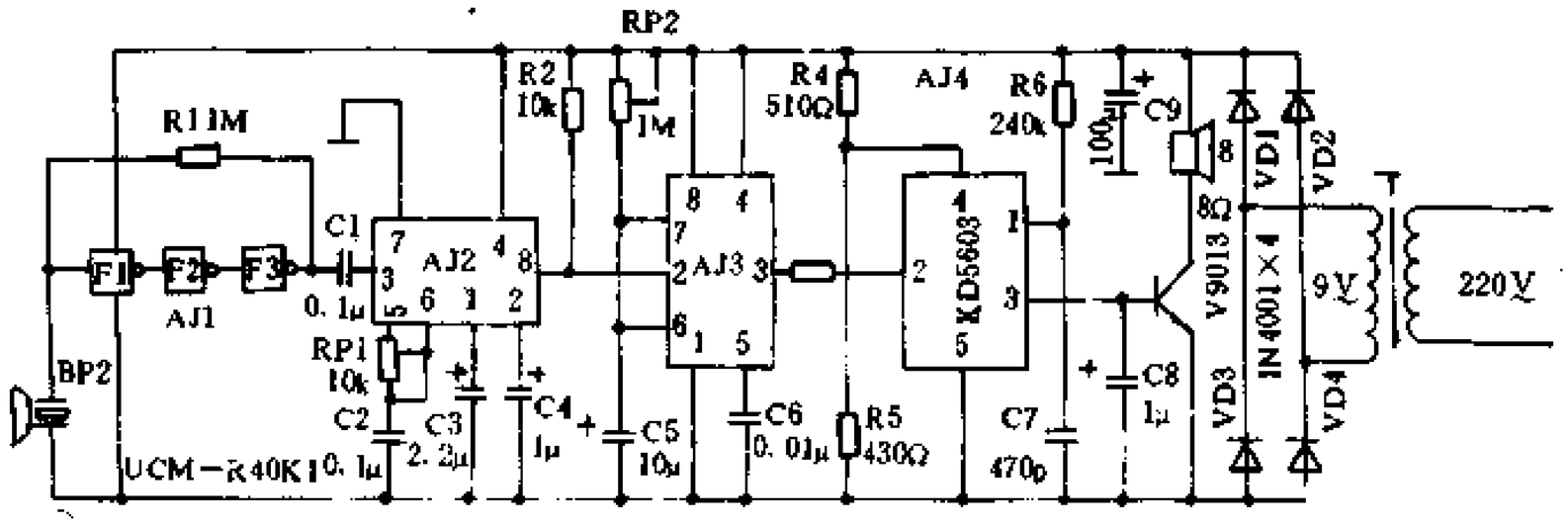


图 13－15

2. 元器件选择

BP1、BP2 选用 UCM－T/R40K1 型发射/接收超声波传感器。AJ1 为 CD4069 六反相器 IC。AJ2 为 LM567 锁相环音频译码器 IC。AJ3 为 NE555 型时基 IC。AJ4 为 KD－5603 语言 IC。T 可采用功率为 2W 左右，次级输出电压为 9V 的小型电源变压器。S 可选用常开式轻触按键开关。其余元器件均可按图中所标型号及参数选用，无特殊要求。

3. 安装与调试

由于发射器电路十分简单，只要元器件质量合格，焊接无误，一经装成，几乎不用调试即可正常工作。按键开关 S 安装在门外适当的地方，其余元件装置在一塑料小盒中，在发射器和接收器的前端各开一个 Φ14mm 的孔，用于安装 BP1 和 BP2。超声波接收器电路主要是调整 RP1，使 AJ2 的中心频率符合发射器的谐振频率，以增大遥控距离。按下发射器遥控开关 S，扬声器 Y 能反复演播“欢迎光临”的语言即可。该机遥控距离＞10m。

九、用 SL517A 制作的超声波遥控开关

利用超声波实现远距离控制的电子开关。它可以作为电灯、收录机、电视机、电风扇等家用电器的电源遥控开关。实践证明它具有电路简单、抗干扰较强，动作可靠，易于制作等特点。有效遥控距离达 8m。

1. 电路工作原理

该装置由超声波发射器和超声波接收器两部分构成。

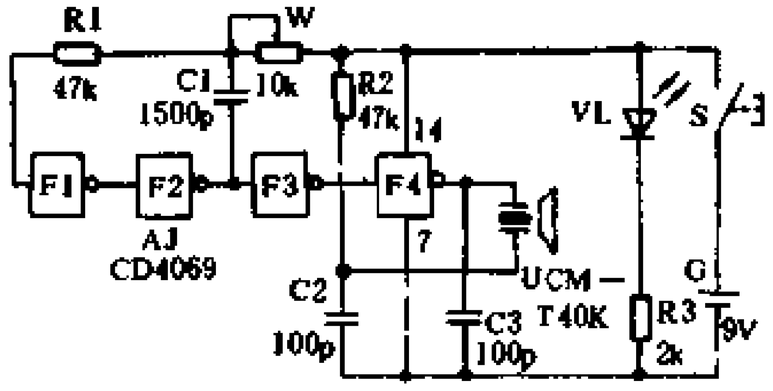


图 13—16

图 13—16 是超声波遥控开关发射器电路。它由一块 CD4069 六非门 IC 和少量外围元件组成，三门振荡器 F1～F3 在 F3 的输出为 40kHz 方波，工作频率主要由 C1、R2、W 的谐振频率决定，调整 W 可改变振荡频率。F3 的输出激励超声波换能器 B1 的一端和反相器 F4，F4 输出激励 B1 的另一端，因此，加入 F4 使激励电压提高了一倍，电容 C2、C3 平衡，F3 和 F4 的输出，使波形稳定。S 是电源开关，按下一次 S，便能驱动 B1 发射出一串 40kHz 超声波信号，同时，发光二极管 VL 点亮，以示发射器工作。松开 S 后，电路失去电源而停止工作，因而它不工作时不耗电。

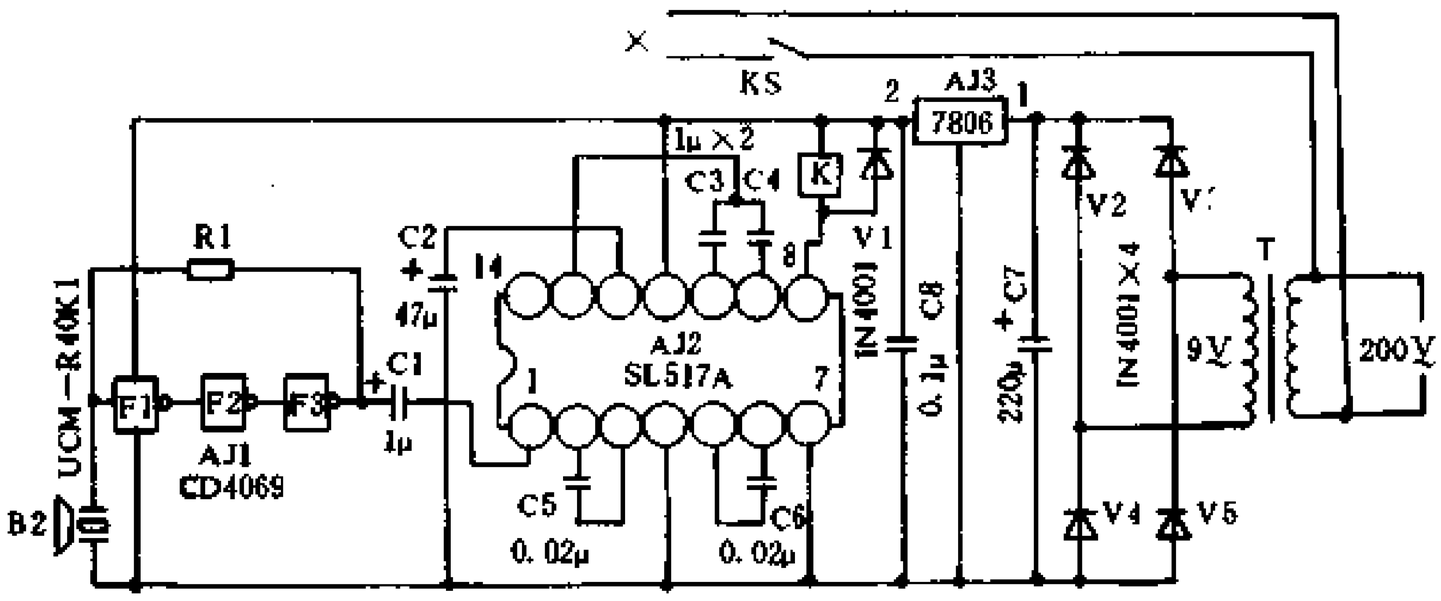


图 13—17

图 13—17 是超声波遥控开关接收器电路。B2 为超声波接收换能元件，它将接收来的超声波信号转换为相应的电信号，送入由 AJ1(F1～F3)及 R1 构成的一个奇数级高增益全频放大器进行放大，总电压增益可达 10^3 以上。这种放大器输入阻抗较高，可与超声波换能器直接配合使用。放大后的信号经电容器 C1 耦合至 AJ2 的 1 脚。AJ2 是一种新型声控 IC，其内部结构原理框图见图 13—18 所示。它由放大器、双稳态触发器、缓冲驱动器等部分组成。设 B2 没有收到超声波遥控信号时双稳态电路为输出端 Q 为低电平，缓冲驱动三极管 V 截止，⑧脚为高电位，继电器 K 处于断电释放状态。当 B2 检拾到发射器发来的超声波遥控信号后，经 A1 放大，C1 耦合至 A2①脚的电信号，由内部放大器作再次放大，然后由⑬脚输出经电容器 C3、C4 耦合至双稳态电路输入触发端⑨脚和⑩脚，则

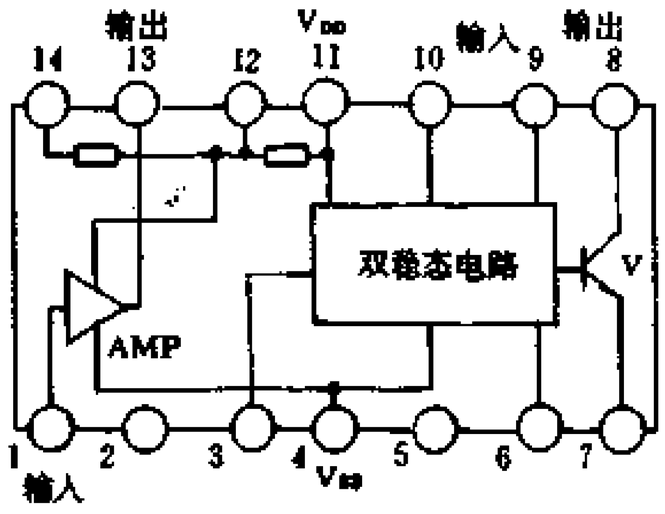


图 13—18

双稳态电路翻转，其输出端Q变为高电平，缓冲驱动管V由截止变为导通，⑧脚变为低电位，继电器K得电吸合，其常开触点KS闭合，接通了电源输出插座X，此时插在X里的家用电器就得电开始工作。直至B2第二次收到超声波遥控信号时，Q端重新变为低电平，三极管V截止，继电器K释放，KS断开，被控电器断电停止工作。以后每当B2接收到一次超声波遥控信号，双稳态电路便翻转一次，继电器K也就随之改变一次状态，从而实现了超声波遥控开或关目的。

该装置采用电源变压器T降压，V2～V5桥式整流，然后经三端集成稳压器AJ3稳压，输出6V直流电压供给整机电路使用。如果用于遥控直流用电器，也可使用5～6节干电池供电。

2. 元器件选用

发射器电路中，B1为UCMT40K1型压电陶瓷超声波发射换能器。AJ为一块CD4069型六非门集成电路。VL为红色发光二极管。G用一块9V叠层电池。S选用微型常开式按键开关。阻容元件按图标参数选用。接收器电路中，B2为UCMR40K1型压电陶瓷超声波接收换能器。AJ1为CD4069型六非门集成电路。AJ2为SL517A型声控集成电路。K采用JZC－21F型中功率继电器。如用于玩具等控制，也可选用小型低电压继电器，如JRX－13F、HG4098等。AJ3为78L06型三端稳压集成块。T选用功率为2W、次级输出电压为9V的小型电源变压器。其余元件均可按图标参数选用，无特殊要求。

3. 制作与调试

制作时先焊分立元件。最后焊接IC，并注意电烙铁接地或断电利用余热焊接，以防损坏CMOS集成块。

整个电路焊接完毕，检查无误后，即可进行试用。由于发射器电路和接收器电路都十分简单，且采用IC，只要元器件质量完好，一经装成，完全不用调试，即可正常工作。试用时，将发射器对准接收器，同时按下遥控按键S，继电器K在8m范围内应能可靠地吸合或断开。试用合格后，可装入塑料盒中，并在发射器和接收器的前端各开一个Φ14mm的小孔，用于安装B1和B2。

十、实验红外线双工通话机

此实验红外线双工通话机线路简单、易制作的集成红外线双工对讲机。由于它采用了红外线调制发射，因此，对其它接收设备（收音机、电视机等）不会形成电磁干扰，比电磁发射式双工对讲机调整也简单的多，本机只要元件良好，焊接无误，略作调整就能正常工作。

1. 电路工作原理

电路如图13－19所示，收、发话机共用一块KD28双音频集成功率放大器。发话：驻极体话筒S将声音转换成电信号，经KD28内部电路放大后由C1输出，输出的音频信号馈送到变

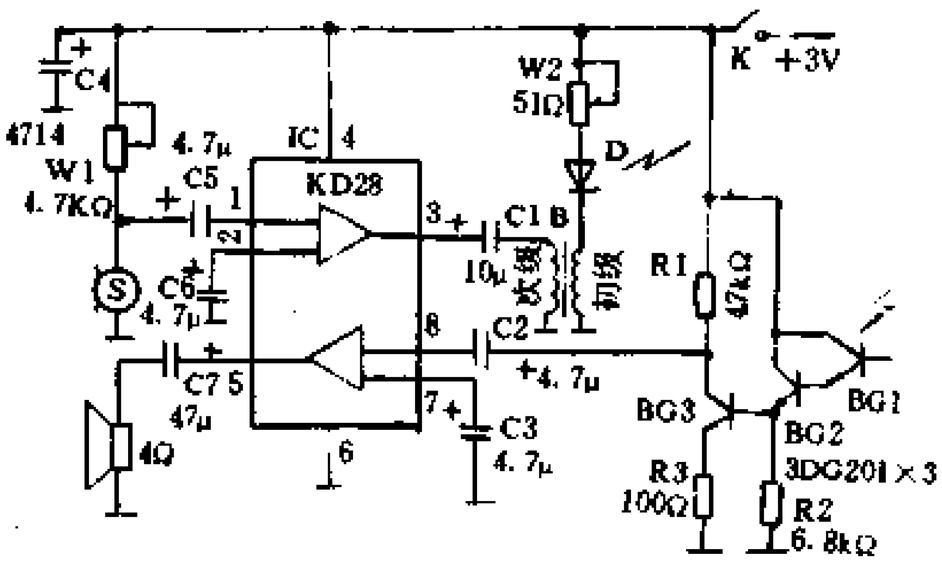


图13－19

压器 B 次级，初级感应出的音频信号在红外线发射二极管内完成对红外光的调制，使 D 发射出一系列受了调制的红外光。收话：当对方发射出调制了的红外光线外，BG1、BG2 组成的复合光电管将收到的调制光线转换成电信号，经放大后，在 BG3 的集电极已完成红外光还原成音频信号由 KD28 进行功率放大，推动扬声器发生。

由于通话双方都有一收一发装置，且一方发话时，因为红外发射二极管有较强的指向性，所以对自身的收话机不存在影响，因此能很好地完成双工通话任务。

2. 元件选择及制作

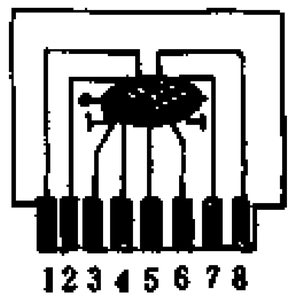


图 13—20

集成块 IC 采用的是双功放电路 KD28，它是国内采用进口芯片封装的价廉物美的功率放大电器之一。其外形如图 13—20 所示，塑料软封装小电路板背后有散热器，共有八条引线，在安装时可采用在印刷电路板上开槽插入，再与印刷电路引线搭焊的办法安装。红外线发射管可使用 HG、5G 等型号，调节 W2 可得所需的通话距离。BG1、BG2 组成复合管的目的在于提高接收灵敏度，BG1 可选用 3DU 5 等型号光电三极管或二极管。W1 的调节可使驻极体话筒得到合适的极化电压，使对方接收到的声音信号最清晰。红外线发射二极管安装时要对准对方的接收光电管，自身的发射管与接收管也最好大于 20mm 的距离，且接收光电管应用红色薄膜唱片遮住，以减少其它杂散光线照射所成的杂音。

十一、超音波遥控电路

在该遥控电路中包括有超音波发射器（如图 13—21 所示）及超音波接收器（如图 13—22 所示）。在发射器中，产生一频率为 40kHz 信号，将此信号经一发射转换器产生一对应的超音波信号经空间传送。发射器对该 40kHz 频率信号具有最大的反应。振荡器由 LM380N 声频功率放大器担任，在频率为 40kHz 时具有最大输出功率及最低的输出阻抗，故而，即使将该电路的输出加至发射转换器亦不致减小其输出电位。自 IC1 输出端以电容器 C3 作正反馈至非反相输入端，维持振荡，频率调整则由电位器 RV1 控制，电位器 C1 及 C2 作直流供电压反交连，SW1 为电源开关，该电路耗用电流为 15mA。

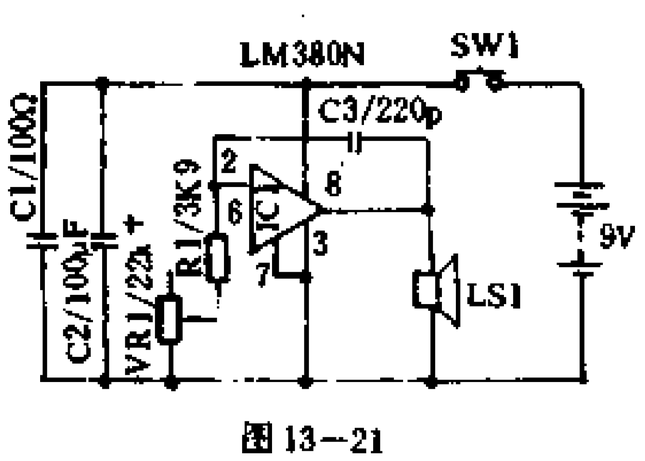


图 13—21

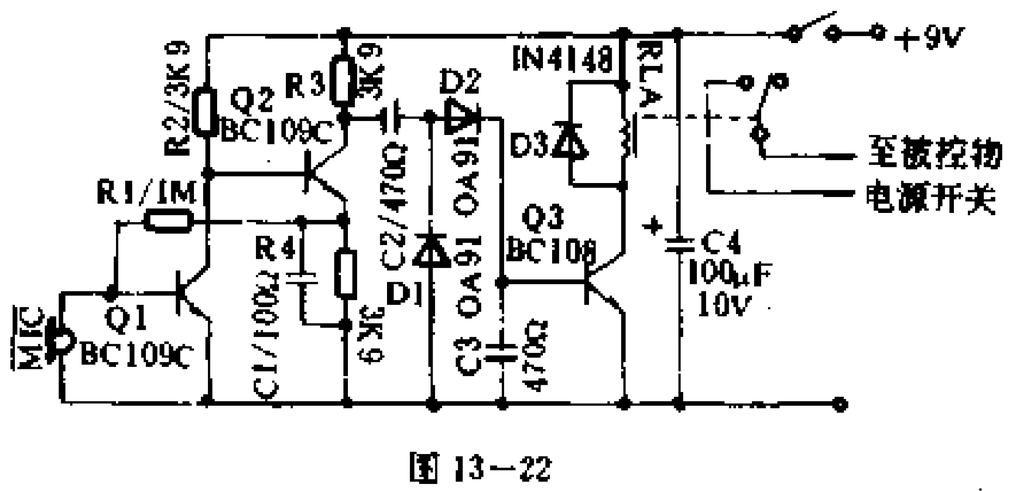


图 13—22

在超音波接收器电路中，应用两级直接交连 CE 式放大器，以获得足够的推动信号。电晶体 Q2 的输出经二极管 D1/D2 及 C3 所组成的检波电路，其所产生的正极性电压，已足够使电晶体 Q3 导通，因而，继电器 RLA 作用，将继电器的弹片吸引，至于弹片接点的连接，依需要而定，可以设计为在继电器作用以前，被控物的电源为接通状况，遥控使其截断；亦可设

计为在继电器作用以前，被控物的电源为截断状况，遥控使其接通。两种情况，依设计者需要而定。该电路在静态时耗用电流为 2mA，当继电器作用之后耗用电流为 40mA。

组合超音波发射器及接收器，即为一简单的超音波遥控设备，可遥控的距离约为 10 公尺左右，可作为车房门遥控、电灯遥控及玩具车的遥控等。

十二、红外线遥控电路

该红外线遥控电路包括一发射器及一接收器(如图 13－23 所示)。发射器上 555 型定时器及一红外线 LED1 组成；接收器则由一光电电晶体、一 741 型 OP－AMP 及 567 音调解码器组成。

可遥控的距离约为数英寸，若能配合应用镜片予以聚焦，则可增大遥控距离。调整 PV1 直至接收器的 LED2 亮为止。该 LED2 亦可换用一继电器，作遥控用。

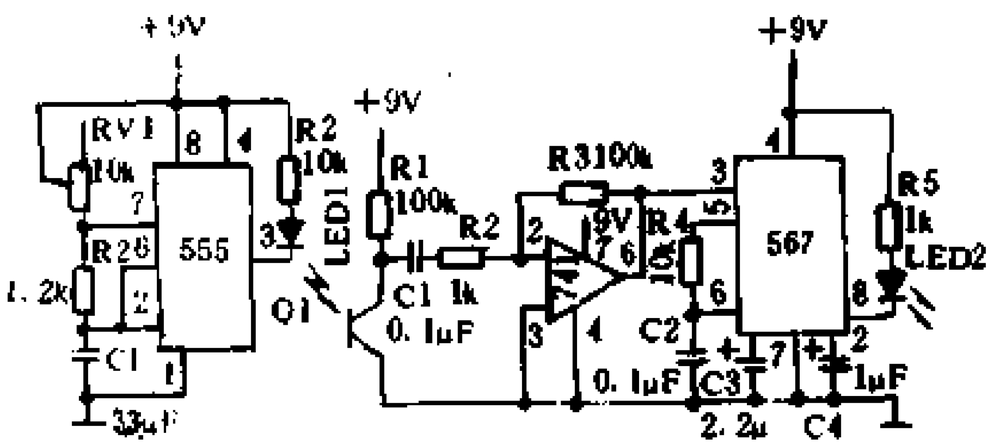


图 13－23

第十四章　业余无线电通信小知识

一、什么是“业余电台”

在众多种类的电台中，“业余电台”这个字名有些人可能还很陌生。其实，“业余电台”不仅是电台中的“老字辈”，而且在数量上也居首位，目前，全世界登记在册竟有 100 多万座呢。

设立业余电台，需要经过国家有关部门的批准。业余无线电爱好者们有个雅号叫“火腿”，在通信中，他们采用了许多可以利用的无线电传递手段，诸如等幅电报、调幅电话、单边带、电视、电传、传真、计算机、人造卫星、月亮表面反射等。象“集邮”一样，“火腿”们兴致勃勃、劲头十足地追逐着来自世界各国的业余信号，谁联络得多，联络得远，就证明谁具备高超的技能和良好的设备，就有资格取得各国无线电协会颁发的名目繁多的奖励证书，最著名的如联络 100 个国家、联络五大洲证书等。业余电台还有比赛，全在周末举行。现在，多如牛毛的比赛几乎将一年内所有的周末占满。

业余电台遍布世界各个角落，由于时间差的原因，24 小时内都可以在业余无线电频段上找到他们。搞业余电台的人们以爱国、高尚、守法、忠诚、友好为自己行动信条，并且还特别热衷于管“闲事”，所以有经验的电台工作者在遇难时都会自然地去寻求业余电台的帮助。许多国家在发生大灾害时，往往是业余电台及时发挥作用。世界性的电讯管理机构“国际电讯联盟”，还明文规定许多业余无线电频段为遇险救灾用通信频段。

我国早在 20 年代就有业余电台活动。后又于 1958 年建立了新中国第一座业余电台，到 1966 年共发展到 6 个，不幸在“文革”中被迫中止活动。1982 年国务院批准在全国范围内恢复这项活动，四年多的时间，全国已开设了 22 座集体业余电台，这些电台有的属于中国无线电运动协会总部和地方分部，有的则设在学校和青少年经常活动的场所，例如，呼号为 BYISK 的业余电台，就设在北京宣武区少年科技馆。

青少年们通过有组织地参加这项活动，可以在电台上学习收发莫尔斯电码、学讲英语、学习无线电知识和技能，学习多种世界性知识，同时，通过电台还能增进与国内外朋友们的友谊和了解。

二、业余无线通信名词术语

1. 接收机

在电子学中，凡是能够接收信号（如无线电波）并将其转变（通常还进行放大）成有用信息的各种设备，均称为接收机。例如，电话接收机将电脉冲转变成声音信号；无线电接收机或电视接收机接收电磁波，并将其转变成声音或电视图像。

2. 接收天线

接收外来的无线电信号并输送给接收机，许多发射天线同样可用作接收天线。接收天线也有方向性。若它与发射天线方向平行则接收效率最好，以有效面积来衡量接收天线的工作性能，它由天线所截取的信号功率大小来确定。接收天线另一主要用途为无线电测向，利用比较两个天线所接收到的信号的相位或利用一根旋转天线所接收的振幅变化（或二者都用）来判定目标或发射台的方位。

3. 波导管

从发射机到天线或从天线到接收机的高频信号传导元件。他有许多形状，最普通的为矩形或圆形截面的金属管。波导管的优点是不辐射通过管内的射频功率。理想的波导管其传导的信号强度毫不降低，但实际上管壁耗散的功率是相当大的。其他形状的波导管，如有纵向脊的矩形或圆形波导管，适用于较低频率和较宽频带。任何形状的金属管都可以传导电磁波，甚至非金属壁的电介质管或杆，类似光导管的塑料杆也可以起波导作用。任何波导管的开品都可以辐射电磁波，如喇叭形波导辐射器是一种有效的开口天线。如果将波导管壁开槽或开孔也将起辐射作用。若干个这种开口可以形成阵列，作用和一般的线型阵列相似，这种辐射槽阵列是一种减少风阻的天线。

4. 馈线

天线和无线电发射机或接收机之间的传输线。常见的有同轴电缆、平行双线、沿地面的带状级及用于屏蔽的微波传输带等。

5. AMPS

先进移动电话系统（Advanced Mobile Phone System）。这是北美现行所采用的模拟式FM 系统。每个频道拥有 30kHz 的频宽以及'超音频'的语音信号，也就是说，高阶语音领域，300～3000Hz。

6. CDMA

编码多工存取（Code Division Multiple Access）。此系统的频道频宽高达 1.23MHz，同一个载波可以允许很多用户同时使用。8.55bits/s 是语音编码速率的极速，但是系统会根据所检测到的通话活动情况，可以将资料速率切至 1200bits/s 的低速。依据交谈的经验，有效的资料速率为 3700bits/s。

7. GMSK

高斯最小位移飘移（Gaussian Minimum Shift Keying）。一种 FSK 调变技术，透过高斯滤波器来调变波形。

8. QSL 卡

两个火腿台之间建立起空中接触之后，他们相互间交换 QSL 卡以证明他们之间的通信。通常 QSL 卡如同明信片的大小，在一边有好几行的基本资料，而另一边则是图书、卡通、照片、木板印刷等等。由于每一 QSL 卡都具独特的纪念设计等，因此收集起来也很有趣。在国际间交换 QSL 卡也是有趣而好玩的。

三、业余电台 Q 简语

业余电台通信中只准使用国际通用的 Q 简信和业余通信的缩语，以及必要的英语明

语，不得使用任何形式的暗语、密码、暗令和代号。

Q 简信也叫 Q 简语或 Q 码(Qcode)，它是以字母 Q 为首三个字母，一组表达一个完整的意思。业余电台通信中经常使用的 Q 简语如下：

QSL：收妥后，确认联终的卡片。
QTH：地理位置。
QRU：你无事了。
QRT：停止发射。
QSO：直接联络。
QRV：准备好了。
QSY：改频到×××。
QRZ：谁在呼叫我？
QRM：被它台干扰。
QRL：这里很忙。
QRX：请等一下。
QRP：上功率电台。

四、业余无线电台缩语

缩 语	意 义	缩 语	意 义
ABT	关于	GM	早安
AGN	再	GN	晚上好
ANT	任何	SSS	单信号超外差
BA	缓冲放大器	SKD	计划，图表
BCL	广播听众	TKS	谢谢
BD	坏	TMN	明天
BI	用…方法	TNX	谢谢
BK	插入	TPTG	调阳调栅
BN	Been	TX	发射机
CK	检查	U	你，你们
CKT	线路	UR	你是，你们是
CLD	叫做…的	VY	很，非常
CO	晶体振荡器	WDS	单词
CUD	能够	WKG	工作
CUL	再见	WL	将要
DX	长途	WUD	会，打算
ECO	电子耦合振荡器	WL	将要
ES	AND(和)	WX	天气
FB	好事(好工作)	VF	夫人
FD	倍频器	YL	年轻女人
FM	从…	YR	你的
GA	前进(或下午好)	73	亲切问候
GB	再见	88	亲吻
GE	晚安	HAM	无线电业余爱好者

缩 语	意 义	缩 语	意 义
HI	笑	OM	老板
HR	听(或这里)	OT	老资格的人
HRD	听到了	PA	功率放大器
HV	有	PSE	请
LTR	以后	R	全部接收到了
MILS	毫安	RAC	整流过的 A、C、
MO	仪表振荡器	RCD	接收到的
ND	没事干	RX	接收机
NIL	没事	SA	说
NM	不再,不复存在	SED	说过的
NR	号码	SIGS	信号
NW	现在	SIGN	签名
OB	老朋友		

五、业余无线电波段及功率限制

频段(MHz)	最大直流输入功率
430～440	150W
1215～1325	150W
2300～2450	150W
2400～3475	150W
5650～5850	150W
1000～22000	150W
	150W
2350～2400	25W(平均功率)
	2.5KW(峰值功率)
5700～5800	〃
10050～1045	〃
21150～21850	〃
1.8～2	10W
3.5～3.8	150W
7.0～7.10	150W
14～14.35	150W
21～21.45	150W
28～29.7	150W
70.025～70.7	50W

频段(MHz)	最大直流输入功率
144～145	150W
145～146	150W

注：表中所列数值是指世界大多数国家对业余编移动电台实行的功率限制。

六、业余无线电通信使用波段关系

电离层传播的强度随太阳黑子的 11 年周期变化而有不同，同时电离层传播也影响业余波段，具体情况如下。

160m 波段：用于日间短距离通信(161km 左右)的昼间波段。夜间效果有所提高，特别是在冬季。

80m 波段：昼间用于 322km 左右的通信。冬季效果要比夏季好。夏季午后很不活跃。夜间可传播上万公里。在冬季，尤其是在太阳黑子高峰期，有可能穿越太平洋。

40m 波段：与 80m 波段相似，但可传播得更远一些。白天，可达 1609km 以上；夜间可覆盖半个地球。早晨，来自欧洲各广播电台的干扰为最小值。除了赤道附近的区域外，夏季昼间较为活跃。

20m 波段：最佳远距离通信波段之一。在太阳黑子高峰期，它可昼夜 24 小时工作，覆盖全球。在太阳黑子静止期，该波段夜间不工作。

15m 波段：优良的远距离波段。比 20m 波段更容易发生变化，特别是在太阳黑子静止期，除了偶尔间歇性的“开放”外，该波段在夜间停止工作。在太阳黑子活动的高峰期，它可昼夜 24 小时连续工作，传播到世界各个角落。

10m 波段：除了局部工作外，在太阳黑子静止期，一般不工作，但在太阳黑子活动高峰期间，它是良好的昼间远距离波段，在夜间可进行中长距离的通信。

6m 波段：这是电离层传播的临界频率。在太阳黑子周期的最高峰，可进行远距离通信。在太阳黑子静止期，一般有 1609～3218km 的传播范围。在其它情况下，可用于地方性工作。

2m 波段：最佳地方波段。最常用于调频广播。相对来说，电离层对它的影响很弱。对实验人员来说，它是有趣的对流层传播。

2m 以下波段：人们在这些频段上进行的实验活动要多于较低的频段。在 220 和 420MHz 上，人们做了大量的中继传输工作。对流层传播和大气波导为我们提供了有趣的实验结果。在 420MHz 以上的频段上，频率的稳定性不够。一般来讲，通信是以视距传播的方式进行的。

七、业余电台及其呼号

世界业余电台活动的开展已有近八十年的历史。业余电台的联络对象只能是国办外的业余电台，除出现抢险救灾等紧急情况外，平时禁止与其它类型电台联络。业余电台虽为“业余”，但并非可以随意架设，必须经本国政府批准，参加者必须严格遵守国际、国内有关规

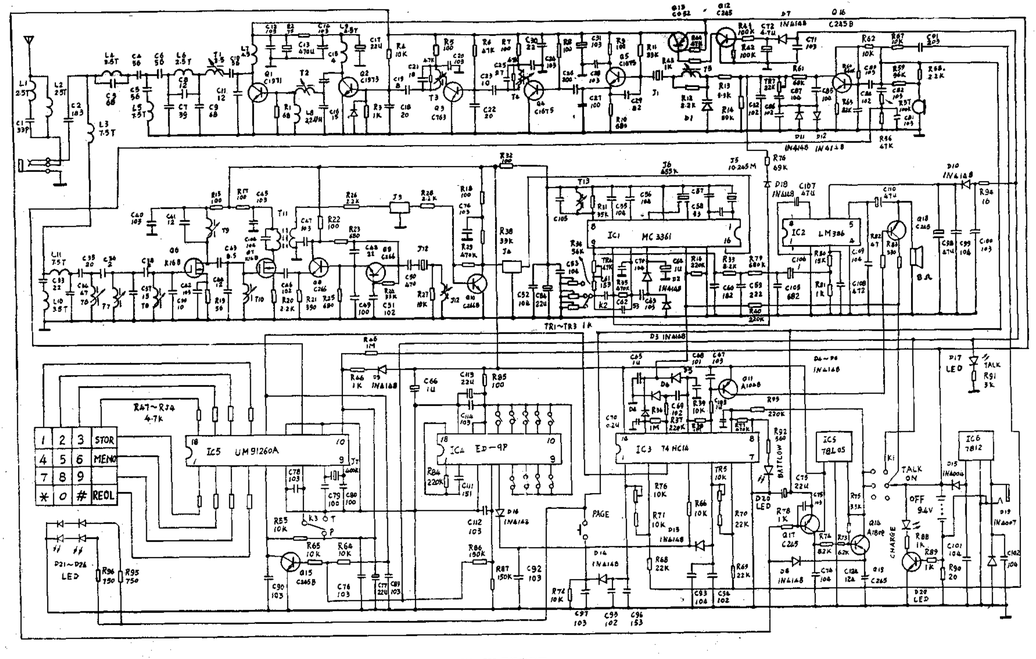
384221

定。业余电台分集体和个人两种，我国目前暂只开设集体电台。

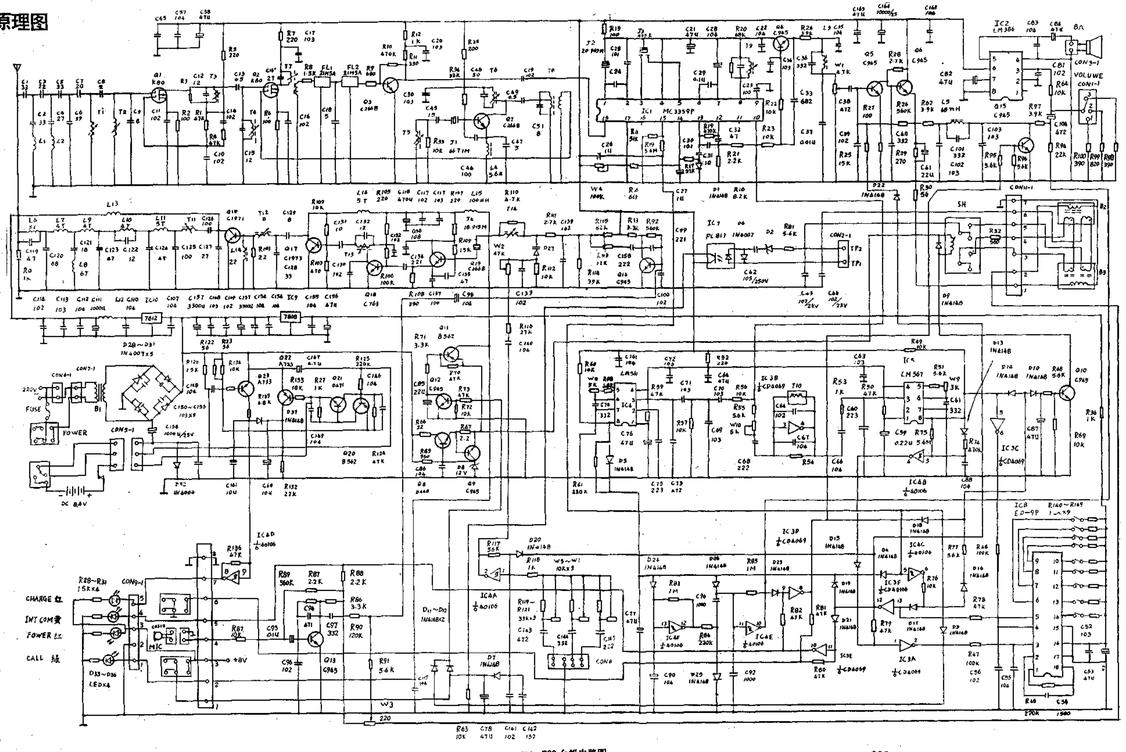
业余电台每台均有一个呼号，犹如人的姓名，以便在通信中相互识别。一部业余电台的呼号由冠字、地理分区、后缀三部分组成。冠字代表国家，由国际无线电机构划分给各国，如划给我国的为BAA——BZZ。我国划给业余电台的冠字为“BY”和“BA”（Y表示集体台，Z表示个人台）。第二部分为地理分区，它表示电台的地理位置，我国划为[illegible]个区，如北京1区，东北为2区，西南为8区。第三部分是后缀，它是区别某电台的标志，一般以领取执照先后为序，如AA、AB、AC……。四川省业余电台呼号为“BY8AA”。以上所述，可以看出“B”表示中国，“Y”表示业余电台，“8”表示该台地理位置在我国西南区，“AA”表示该区第一部领取执照的业余电台。

附　录

一、SN－739 无线电话机电路原理图

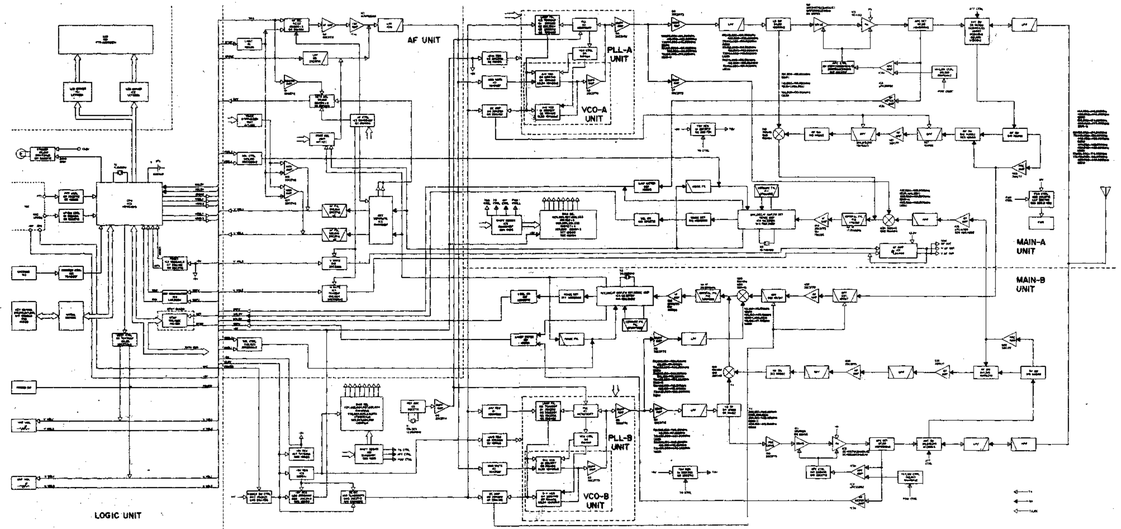


SN－739 手机电路图



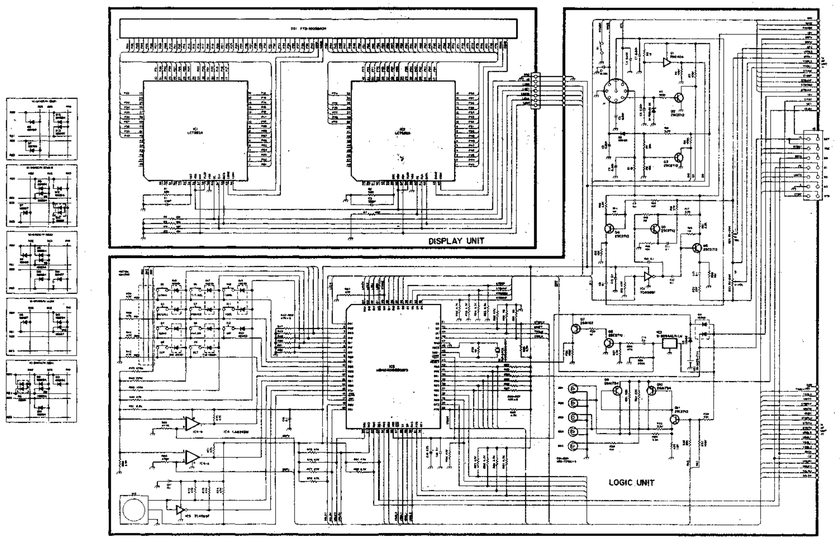
SN－739 台机电路图

二、IC－2410A/E/H 无线对讲机电路原理图

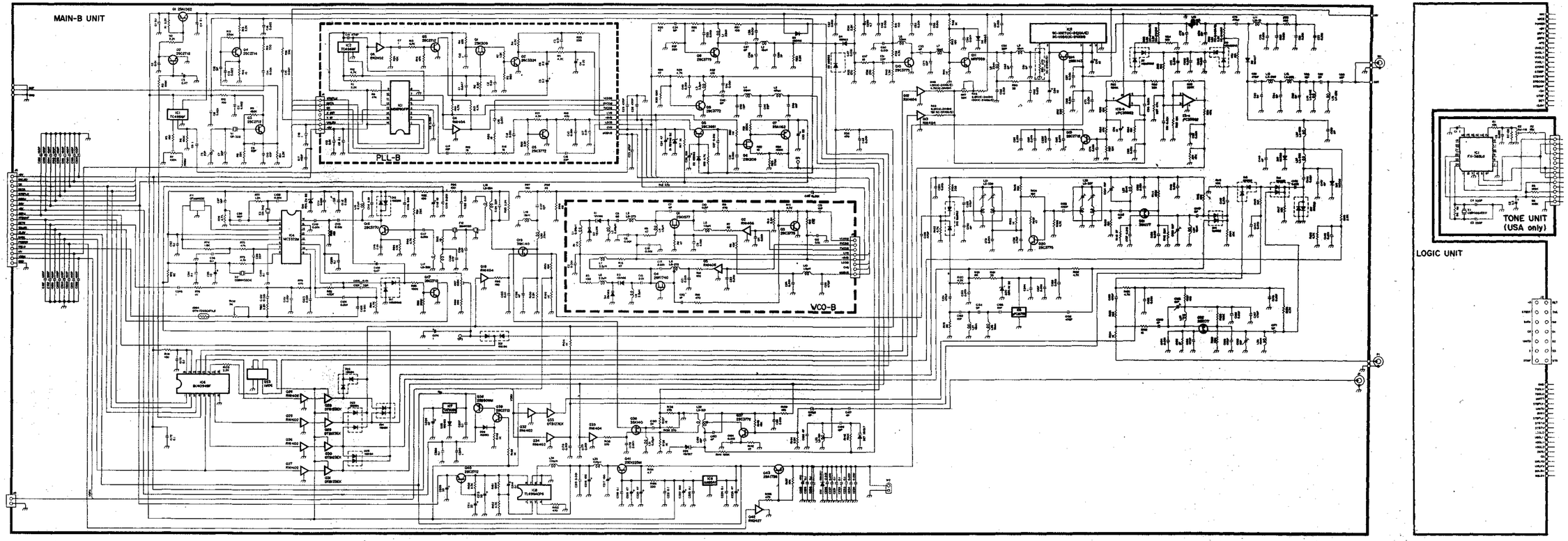


IC－2410A/E/H 无线对讲机整机工作方框图

OM ② IC-2410A IC-2410E IC-2410H SCHEMATIC DIAGRAM

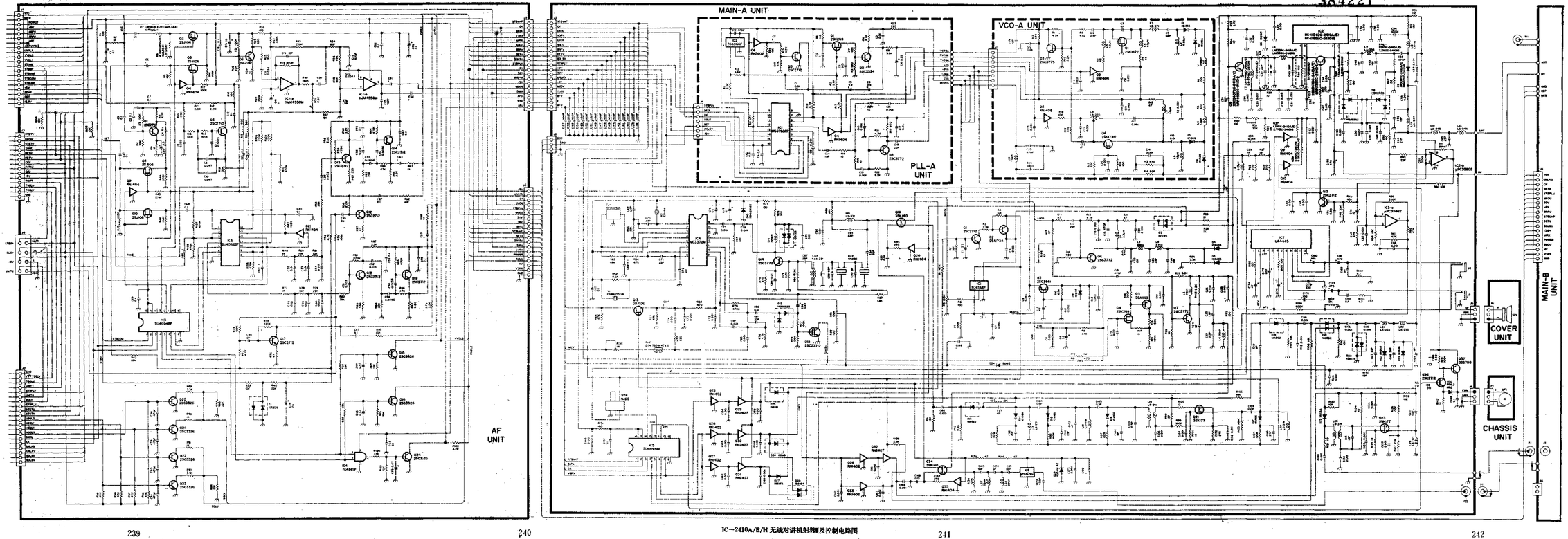


IC－2410A/E/H 无线对讲机控制、显示及键盘电路图



235 236 IC—2410A/E/H 无线对讲机音频及控制电路图 237 238

384221



239 240 241 242

IC-2410A/E/H 无线对讲机射频及控制电路图

[General Information]
书名=无线电爱好者丛书　业余无线电通信制作改进修理
作者=
页数=239
SS号=0
出版日期=

封面
书名
版权
前言
目录
正文