

罗凡华 编

对讲机原理、使用 及维修图集



人民邮电出版社

对讲机原理、使用 及维修图集

罗凡华 编

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书共分三章。第一、二章分别对手持、车载对讲机进行全面系统的介绍,包括技术性能、电路工作原理、集成电路引脚功能、元器件性能参数明细表、电路调校说明、电路原理图、印刷电路板图以及充电器等内容。为广大通信机维修人员、技术人员提供了较详细的技术资料。第三章介绍了手持对讲机的使用方法,可供通信机用户参考。

本书原理分析精辟实用,资料图表齐全。是读者使用、维修手持对讲机、车载对讲机的重要参考书。

对讲机原理、使用及维修图集

罗凡华 编

*

人民邮电出版社出版发行
北京朝阳门内南竹杆胡同 111 号
中国铁道出版社印刷厂印刷
新华书店总店科技发行所经销

*

开本:787×1092 1/16 1993年10月第一版
印张:11.25 1995年10月北京第3次印刷
字数:278千字 插页:4 印数:26 001—34 000册

ISBN7-115-05014-7/TN·663

定价:15.00元

前 言

全世界移动通信发展方兴未艾,我国移动通信设备的数量增长速度惊人。无线电手持、车载对讲机以其性能优良使用灵活、投资少、功能多、体积小等优点深受各行各业用户的青睐。在拥有手持对讲机、车载机之后,更需要掌握它们的使用方法、工作原理、性能特点等知识。为此,作者选择我国通信机市场上常用的 TH-46A/AT/E、TM-241A/E 机型为代表,根据国外维修手册等技术资料编成此书。

此书共分三章,第一章为超小型频率合成调频手持对讲机;第二章为小型频率合成调频车载对讲机;第三章为调频手持对讲机使用方法。第一、二章不仅介绍了电路工作原理、整机性能特点。还为维修、研究人员提供了集成电路引脚功能、元器件性能参数、电路原理图、印刷电路板图等技术资料。同时,也介绍了充电器,双音多频(DTMF)单元等附件的工作原理和技术资料。为了满足广大通信机用户的需要,第三章介绍了手持对讲机使用方法。

全书内容实用性强,在较小的篇幅里,包含了较多的技术内容。

本书得到了日本建伍公司的大力支持。在编写过程中得到了刘春玲、罗刚、张俊红等同志的帮助和支持,在此表示感谢。

由于水平有限,书中错漏难免。恳请广大读者及同行批评赐教。

作 者

1993年3月

目 录

| | |
|---|------|
| 第一章 超小型频率合成调频手持对讲机 | 1 |
| 第一节 TH-26A/AT/E、TH-46A/AT/E 型频率合成调频手持机技术性能简介 | 1 |
| 第二节 手持机电路工作原理..... | 3 |
| 第三节 手持机集成电路引脚功能 | 15 |
| 第四节 手持机元器件应用功能 | 24 |
| 第五节 手持机接插件作用功能 | 26 |
| 第六节 手持机元器件性能参数明细表 | 29 |
| 第七节 手持机电路调校说明 | 43 |
| 第八节 手持机部件分解图 | 48 |
| 第九节 手持机印刷电路板图 | 50 |
| 第十节 手持机电路原理图 | 插页 1 |
| 第十一节 手持机电路原理方框图 | 插页 1 |
| 第十二节 手持机电路电平特点示意图 | 55 |
| 第十三节 小型充电器 (BC-10) | 56 |
| 第十四节 快速充电器 (BC-11) | 57 |
| 第十五节 头戴式送受话器并附带送受话按钮 (HMC-2) | 68 |
| 第十六节 镍-镉电池 (PB-5/6/7/8/9/10/11) | 70 |
| 第十七节 扬声器麦克风 (SMC-31/32/33) | 74 |
| 第十八节 连续单音静噪 (CTCSS) 单元 (TSU-7) | 75 |
| 第十九节 DTMF 双音多频功能单元 (DTU-1) | 77 |
| 第二章 小型频率合成调频车载对讲机 | 80 |
| 第一节 TM-241A/E 型小型频率合成调频车载机技术性能简介 | 80 |
| 第二节 车载机电路工作原理 | 82 |
| 第三节 车载机微处理器集成电路引脚功能 | 90 |
| 第四节 车载机元器件应用功能 | 92 |
| 第五节 车载机元器件性能参数明细表 | 97 |
| 第六节 车载机部件分解图..... | 110 |
| 第七节 车载机电路调校说明..... | 112 |
| 第八节 车载机接插件作用功能..... | 118 |
| 第九节 车载机印刷电路板图/电路图 | 121 |
| 第十节 车载机电路原理图 | 插页 3 |
| 第十一节 车载机电路原理方框图 | 插页 3 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 第十二节 | 车载机电路电平示意图..... | 127 |
| 第十三节 | 数字式录音装置 (DRU-1) | 128 |
| 第十四节 | DTMF 双音多频单元电路图 | 135 |
| 第十五节 | 多功能麦克风电路图..... | 136 |
| 第十六节 | 连续单音静噪编码单元 (TSU-6 型) 电路图 | 137 |
| 第三章 | TH-26A、TH-46A 调频手持对讲机使用方法 | 139 |
| 第一节 | 技术规格和附件..... | 139 |
| 第二节 | 电池组..... | 141 |
| 第三节 | 操作方法..... | 143 |
| 第四节 | 维修事项..... | 166 |
| 第五节 | 选用附件..... | 167 |

第一章

超小型频率合成调频手持对讲机

超小型频率合成调频手持对讲机（简称手持机）性能优良、用途十分广泛，是最常用的通信设备。产品型号主要有：建伍（KENWOOD）公司产 TH-26A/AT、TH-46A/AT、TK-248/348、TH-25A/45A、ICOM 公司产 IC-H6、STANDARD 马兰士公司产 C150/450、WACOM 公司产 V600VHF、莫托洛拉（MOTOROLA）公司产 H33GNU、H43GNU、H44GNU、YAESU 八重洲公司产 FTH-2008/7008 等。

超小型手持机虽然型号多种，但原理大同小异。其中，以日本建伍（KENWOOD）公司产 TH-26A/AT/E 和 TH-46A/AT/E 最具有代表性，而且普遍受用户欢迎。本章以这两种手持机为例，详细介绍其技术性能特点、电路工作原理、元器件性能参数等内容。

第一节 TH-26A/AT/E、TH-46A/AT/E 型频率合成调频手持机技术 性能简介

一、性能特点

TH-26A/AT/E 频率范围是 136~150MHz/150~174MHz。TH-46A/AT/E 频率范围是 400~420MHz/450~470MHz。这两种手持机都具有如下特点：

1. 具有 5W 发射输出功率。
2. 具有双音静噪系统（DTSS）。如果使用 DTU-1 及 DTP-1，可以实现双音多频（DTMF）功能。该功能只有接收到特殊的 3 位符号时，静噪才被打开。双音静噪（DTSS）可存储在信道 1~3 及 VFO 非常方便（TH-26AT/46AT：内装 DTU-1 和 DTP-1）。
3. 具有操作简便的多功能扫描。扫描方式有频段方式、预调频段扫描、MHz 扫描、存储扫描加编程扫描、V/M 扫描、C/V 扫描、C/W 扫描、V/M/C 扫描、时间控制扫描、载波扫描等多种扫描方式。
4. 具有 20 个多功能存储信道和呼叫信道，由锂电池保留存储。
5. 具有 DTMF（编码）存储功能。因为有 DTMF 存储功能，作为自动拨号及自动转接编码，可以存储 4 个不同的 15 位（最大）DTMF 编码。
6. 具有内装连续单音静噪编码和 TSU-7 连续单音静噪编码解码单元（选件）。当装入 TSU-7 时，本机可在面板上编入所需的音频，用旋钮可选 38 个音频。

7. 具有音响告警系统——用于“静候监视”。按下“T. ALT”键，可以启用音告警系统。当收到一个信号时，“B. B”声响约5秒且显示屏上的钟闪动，若安装TSU-7时，钟闪动显示收到呼叫并让用户回呼。

8. 具有易于操作的信道间隔选择：5、10、12.5、15、20、25kHz。

9. 具有偏频及倒频。选择±5.7MHz (TH-26A/AT)、±10MHz (TH-46A/AT) 或单频。可转换接收和发射的频率。

10. 具有易读的大面积LCD显示器。

11. 具有省电工作方式。本功能有3个位置的功率转换开关，使输出功率调到高/低/省电。该开关位于PTT开关的下方。如果此开关位于省电位置，将能使输出功率减少到20mW，从而大大延长了电池的寿命。

12. 具有DC直接输入功能。因具有DC（直流）输入插口，可以使用6~16V的外部电源。（使用PG-3FIRM、PC-2W选件）。

13. 具有操作简便的遥控话筒扬声器（选件）。本机可以使用SMC-23遥控话筒扬声器（选件）。该话筒扬声器可以进行如下各种功能之操作：

(1) 选择存储信道1~3。

(2) 可以交替操作VFO（拨号频率状态）及MR及UP/DOWN开关。该话筒扬声器还可在汽车内使用。

14. 还具有自动关断电源的功能和自动电池节省电路等功能。

二、技术指标

TH-26A/AT/E 和 TH-46A/AT/E 型手持机技术指标见表 1-1。

表 1-1 技术指标

| 型号 | TH-26A/AT/E | TH-46A/AT/E |
|------------|---|---|
| 项目 | | |
| 频率范围 | 型式1 136~150MHz 型式2 150~174MHz | 型式1 400~420MHz 型式2 450~470MHz |
| 调制 | 调频 | 调频 |
| 电源电压 | 7.2VDC (标准) 6.0-16VDC | 7.2VDC (标准) 6.0-16VDC |
| 接收机电流消耗 | 约55mA (无输入信号时) 约17mA (在自动省电工作时) 约6mA (在自动电源关掉方式时) | 约65mA (无输入信号时) 约17mA (在自动省电工作时) 约6mA (在自动电源关掉方式时) |
| 发射机电流消耗 | 高: 1.5A 低: 0.5A 省电: 0.12A | 高: 2.0A 低: 0.6A 省电: 0.15A |
| 工作温度范围 | -20°C ~ +60°C | -20°C ~ +60°C |
| 频率稳定度 | ±10ppm | ±10ppm |
| 话筒阻抗 | 2kΩ | 2kΩ |
| 天线阻抗 | 50Ω | 50Ω |
| 体积 (除外凸出部) | 58 (W) × 135.5 (H) × 29.5 (D) mm | 58 (W) × 135.5 (H) × 29.5 (D) mm |

续表

| 项目 \ 型号 | TH-26A/AT/E | TH-46A/AT/E |
|---------|--|--|
| 重量 | 380g (带 PB-10) | 380g (带 PB-10) |
| 接收机 | | |
| 电路构成 | 二次变频超外差 | 二次变频超外差 |
| 中频 | 型式 1 型式 2 | 型式 1 型式 2 |
| 第一中频 | 16.3MHz 34.825MHz | 30.825MHz 34.825MHz |
| 第二中频 | 455kHz 455kHz | 455kHz 455kHz |
| 灵敏度 | 12dB SINAD 0.16 μ V | 12dB SINAD 0.18 μ V |
| 选择性 | 12kHz (-6dB) 28kHz (-40dB) | 12kHz (-6dB) 28kHz (-40dB) |
| 假信号响应 | -50dB | -50dB |
| 静噪灵敏度 | 0.1 μ V | 0.1 μ V |
| 音频输出功率 | 200mW (失真 10%) | 200mW (失真 10%) |
| 发射机 | | |
| 发射输出功率 | 高: 约 5W (12V 时) 中: 约 0.5W 省电: 约 20mW | 高: 约 5W (12V 时) 中: 约 0.5W 省电: 约 20mW |
| 调制偏移 | \pm 5kHz (100%) | \pm 5kHz (100%) |
| 杂波和谐波 | -60dB (高) -40dB (低/省电) | -60dB (高) -40dB (低/省电) |

第二节 手持机电路工作原理

日本建伍公司产 TH-26A/AT/E 与 TH-46A/AT/E 型超小型 VHF/UHF 频率合成调频手持机电路原理基本相同, 本节重点介绍 TH-46A/AT/E 型 (简写成 TH-46A 型) 手持机电路工作原理。

一、频率特性

图 1-1、图 1-2 分别是 TH-26A 型和 TH-46A 型手持机电路中的频率特性。从两图中可以看出, 两种型号的手持机, 电路原理结构基本相同, 主要区别是频率配置不同。表 1-2 和表 1-3 分别是 TH-26A 和 TH-46A 两手持机的频率特性表。

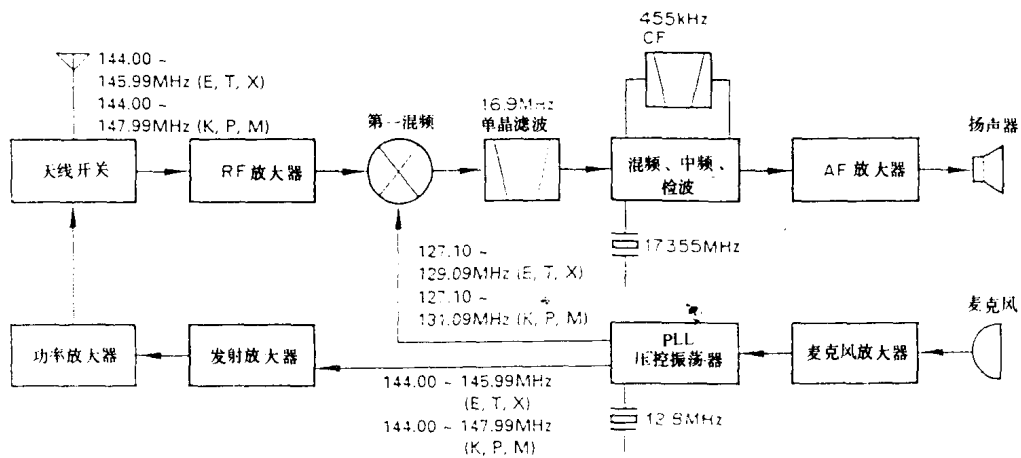


图 1-1 TH-26A/AT/E 型频率特性

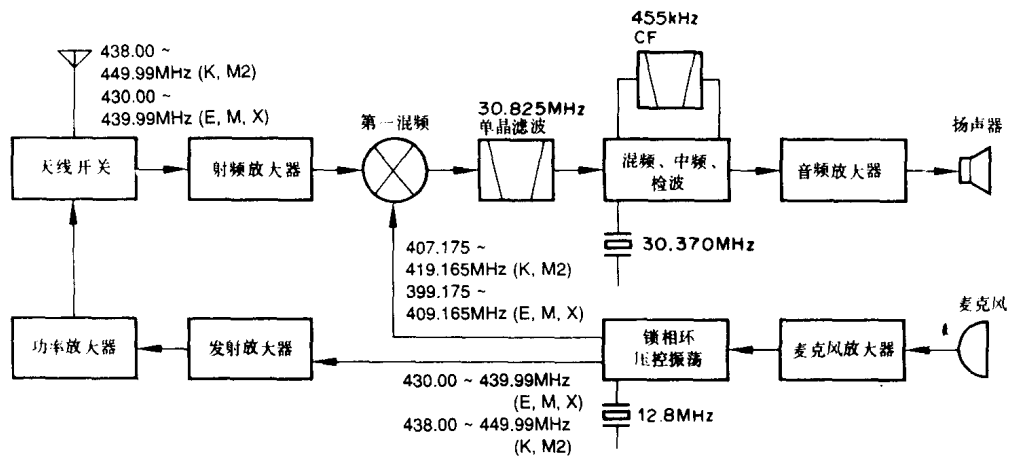


图 1-2 TH-46A/AT/E 型频率特性

表 1-2

TH-26A 型频率特性表

| | | |
|-------|------------|---------|
| | 二次变频超外差 | |
| 接收机中频 | 第一中频 | 16.9MHz |
| | 第二中频 | 455kHz |
| 发射机 | 直接分频 | |
| 调制 | 直接(电抗)调制方式 | |

表 1-3

TH-46A 型频率特性表

| | | |
|-------|------------|-----------|
| | 二次变频超外差 | |
| 接收机中频 | 第一中频 | 30.825MHz |
| | 第二中频 | 455kHz |
| 发射机 | 直接分频 | |
| 调制 | 直接(电抗)调制方式 | |

二、接收机电路工作原理

1. RF 射频放大器

从天线 (ANT) 来的信号先通过一个低通滤波器 (LPF) 和发射/接收转换开关电路送到由 Q22、Q23 组成的两级射频放大器 RF 放大。同时经过由 L23、L25 组成的带通滤波器 BPF 滤掉寄生信号。图 1-3 为接收机原理方框图。

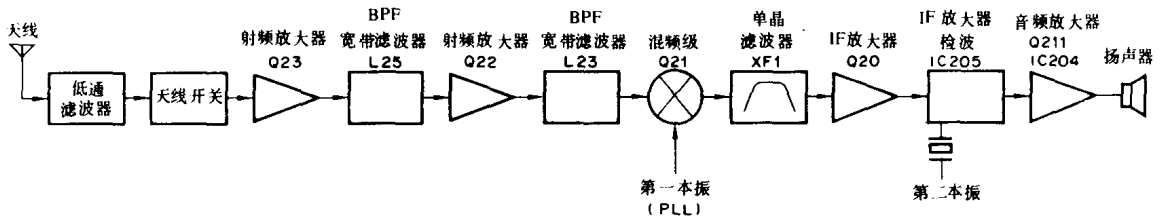


图 1-3 接收机电路原理方框图

2. 第一混频器

如图 1-3 所示，信号与来自锁相环 PLL 电路和由 Q21 产生的第一本机振荡信号混频，产生第一中频信号，再通过两级晶体滤波器 (MCF) 进一步滤除寄生信号。表 1-4 为晶体滤波器 (MCF) 性能指标。

3. IF 中频放大器

第一中频信号经 Q20 放大，进入 IC205 (FM 调频集成块)。此信号与第二本机振荡信号混频，产生第二中频信号。第二中频信号通过一个陶瓷滤波器 CF201 滤除寄生信号，再送到 IC205 进一步放大和解调。CF201 陶瓷滤波器性能指标见表 1-5 所示。

表 1-4 MCF 晶体滤波器性能指标 (XFI)

| 项 目 | 范 围 |
|--------------|--|
| 标称中心频率 f_0 | 30.825kHz |
| 通带宽度 | $\geq \pm 7.5\text{kHz}$ (3dB 处) |
| 衰减带宽 | $\leq \pm 32\text{kHz}$ (40dB 处) |
| 带内纹波 | $\leq 1.5\text{dB}$ |
| 插入损耗 | $\leq 3\text{dB}$ |
| 带外抑制 | $\geq 60\text{dB}$ ($\pm 1\text{MHz}$ 内) |
| 端口阻抗 | $1.4\text{k}\Omega \pm 10\% / 1\text{PF} \pm 10\%$ |

4. 音频 AF 放大器

如图 1-4 所示，检波的调频音频信号经过由 R252、C261 组成的去加重电路 (DE-EMPHASIS) 和 Q211 有源高通滤波电路 (HPF) 后校正音频信号的频率特性，再通过音频 (AF) 音量控制电位器送到 IC204 功率放大集成块放大到所需电平。

表 1-5

CF201 陶瓷滤波器性能指标

| 项 目 | 范 围 |
|--------------|-----------------------------------|
| 标称中心频率 f_0 | $455\text{kHz} \pm 1.5\text{kHz}$ |
| 6dB 带宽 | $\geq \pm 7.5\text{kHz}$ |
| 40dB 带宽 | $\leq \pm 15\text{kHz}$ |
| 纹波 | $\leq 1.5\text{dB}$ |
| 带外抑制 | $\geq 27\text{dB}$ |
| 插入损耗 | $\leq 6\text{dB}$ |
| I/O 匹配阻抗 | $1.5\text{k}\Omega$ |

5. 静噪和静音电路

由 IC205 和 Q212 组成的静噪电路通过 IC205 的 16 脚加到微处理器 IC3 的 12 脚。为了控制音频，微处理器按照 SC 输入的逻辑电平和其它功能条件控制静音 1 (MU1) 和静音 2 (MU2) 线。当振铃功能、连续纯音控制的无噪声系统 (CTCSS) 或双音静噪功能 (DTSS) 发生作用时，微处理器也控制静音 1、静音 2 和音频。表 1-6 为静音工作条件。

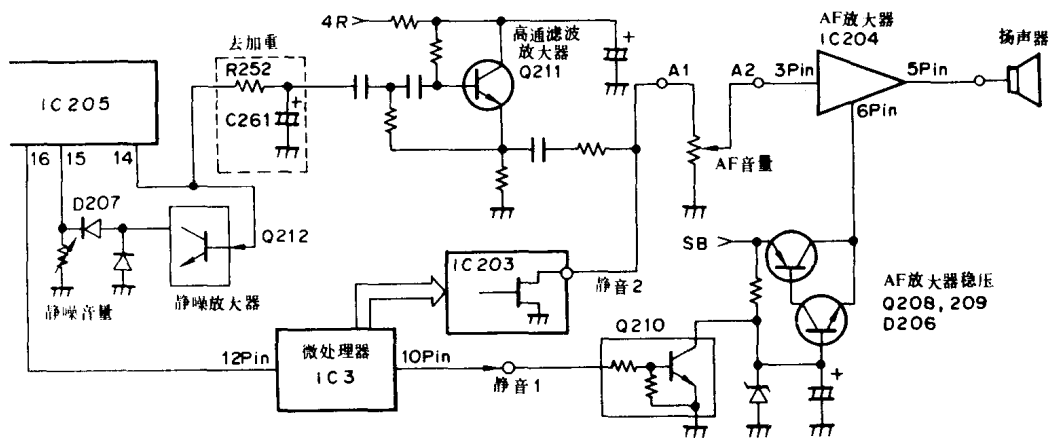


图 1-4 音频放大、静噪和静音电路

6. 信号强度计电路

图 1-5 所示电路为信号强度计电路。信号强度计的信号从 IC205 的 12 脚获得。作为与输入信号电平对应的直流控制电压加到微处理器的 14 脚，此直流电压用作 A/D 转换以及控制 LCD 的信号强度计显示。

表 1-6

静音工作条件

| 条 件 | | MU1 | MU2 |
|---------|--------|-------|-----|
| 发 射 状 态 | | H | H |
| 接收状态 | 一般工作状态 | 当静音打开 | H |
| | | 当静音关闭 | L |
| | 振铃工作状态 | 等 待 | H |
| | | 接 收 | L |

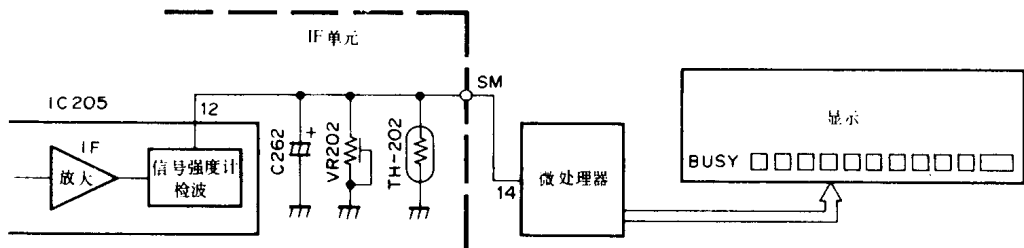


图 1-5 信号强度计电路

三、发射机电路工作原理

1. 麦克风 MIC 放大电路

来自麦克风 MIC 的信号通过由 C216 和 R209 组成的约 6dB/oct 预加重电路，如图 1-6 所示。再送到 IC201 (1/2) 放大和限幅。在音频带以外的失真信号成分由 IC201 (2/2) 组成的邻频道干扰滤波器滤掉。

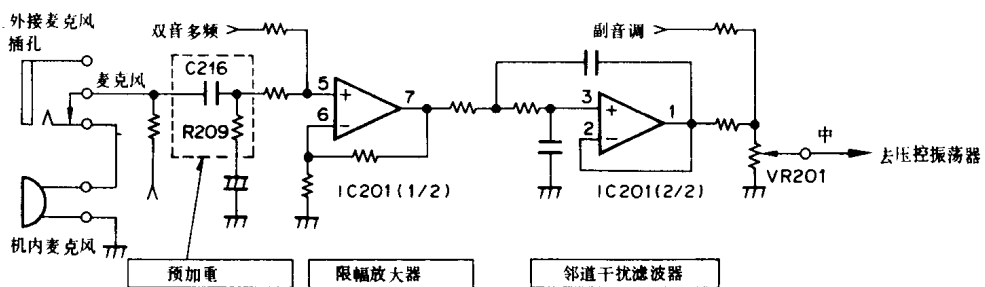


图 1-6 麦克风 MIC 放大电路

2. 调制电路

麦克风放大器的输出通过麦克风增益控制 VR201，送到压控振荡器 (VCO) 的变容二极管 D1。(参见总原理图)

3. 驱动和末级电路

所需的发送信号由压控振荡器 (VCO) 直接产生，经缓冲放大器 Q2 和 Q6 放大到大约 0dBm。信号进一步被 Q9、Q10 放大到大约 14dBm。放大的信号通过二极管 D6 进行发射输出调整，进入功率组件 IC1，功率组件是一个三级放大器，放大功率达 5W。

4. 发射/接收转换开关电路

参见总电路原理图，发射输出通过发射/接收转换开关电路和低通滤波器再馈送到天线。发射/接收转换开关电路由 D7、D9 组成。它在发射状态时打开，在接收状态时关闭。

5. 自动功率控制 (APC) 电路和发射机输出开关电路

自动功率控制 (APC) 电路可以提供稳定的发射功率。如图 1-7 所示。它是通过检测功率组件 IC1 的末级集电极电流的大小，再通过比较和调整而自动控制输出功率的。

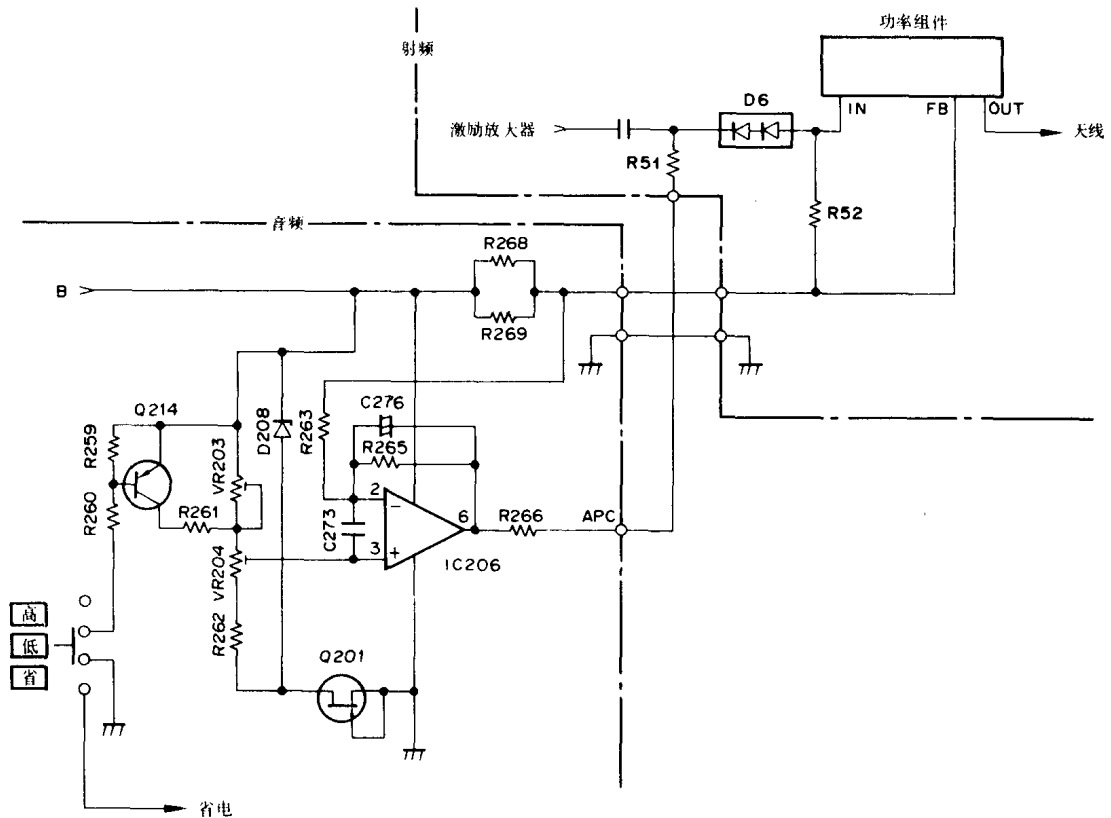


图 1-7 APC 电路和发射输出开关电路

比较电路 IC206 比较发射输出调整参考电压和 R268、R269 上的检波电压，前者由齐纳二极管 D208 和电压分压器 VR203、VR204 产生，后者与末级组件 IC1 集电极电压成比例。一个与参考电压和检波电压之间的差值成比例的 APC 电压从 IC206 的 6 脚输出到 D6，并控制功率组件输入前的 D6 二极管的衰减，使发射机输出保持稳定。

当发射机输出转换开关置于低 (LO) 位置时，Q214 导通，改变参考电压值，使发射输出保持在 0.5W 左右。

6. 省电电路 (EL)

如图 1-8 所示。省电的低功率电路可以直接使输出送到天线。当功率组件 (POWERMODULE) 部分偏置断开，电流消耗降低。当发射机功率转换开关接到省电 (EL) 位置 (如图 1-7 所示) 时，EL 脚接地，发射机电路完成以下功能。

(1) Q17、Q16 断开截止。功率组件的 ST 端接到 OV，同时 D7 断开，也断开了功率组件的输出电路。

(2) Q29 断开截止。同时也断开了功率组件 SB1 端的电流。

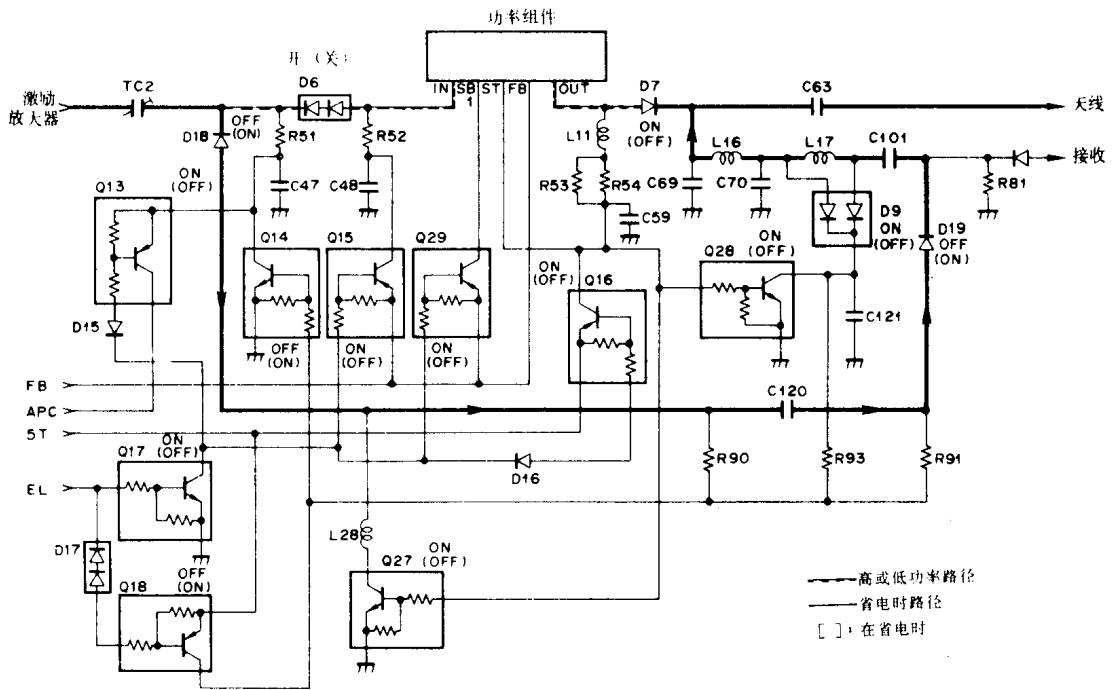


图 1-8 EL 省电电路

(3) Q13、Q15 断开截止。Q14 导通，D6 断开截止。这样驱动输出不再馈送到功率组件。

(4) Q18 导通，Q27 断开截止，当 D18、D19 导通时。Q28 断开截止。当 D9 断开截止时，驱动输出通过 D18、C120、D19、C101、L17 和 L18 馈送到天线 ANT。

四、锁相环 (PLL) 电路工作原理

1. 锁相环 (PLL) 电路

PLL 电路的最小频率间隔是 5kHz。图 1-9 所示电路为 PLL 和 VCO 电路图。

X1 (12.8MHz) 的基准振荡频率经 IC1 分频，产生 5kHz 或 6.25kHz 的基准参考频率。比较频率由 Q4 放大 VCO 输出，用脉冲——消隐 PLL IC1 分频来获得。PLL 电路有 5kHz、10kHz、12.5kHz、15kHz、20kHz 和 25kHz 的频率间隔，它根据比较由分频 X1 产生的参考频率的相位和比较频率来实现。

2. VCO 电路

所需的频率由振荡器场效应管 (FET) Q1 直接产生。振荡频率由加到 VCO 的控制电压到变容二极管 D3、D4 来改变。接收状态，T/R 脚是高电平 (H)。振荡频率范围由 Q31、D2 导通来转换。

3. 开环检测电路

图 1-10 所示电路为开环检测电路。当 PLL 开环，IC1 的 LD 端 (7 脚) 的信号由 D5、R28、

C150 和 IC2 整形，引起 UL 脚达到高 (H) 电平。发射/接收开关的定时受微处理器控制，微处理器监控 UL 脚的电压。

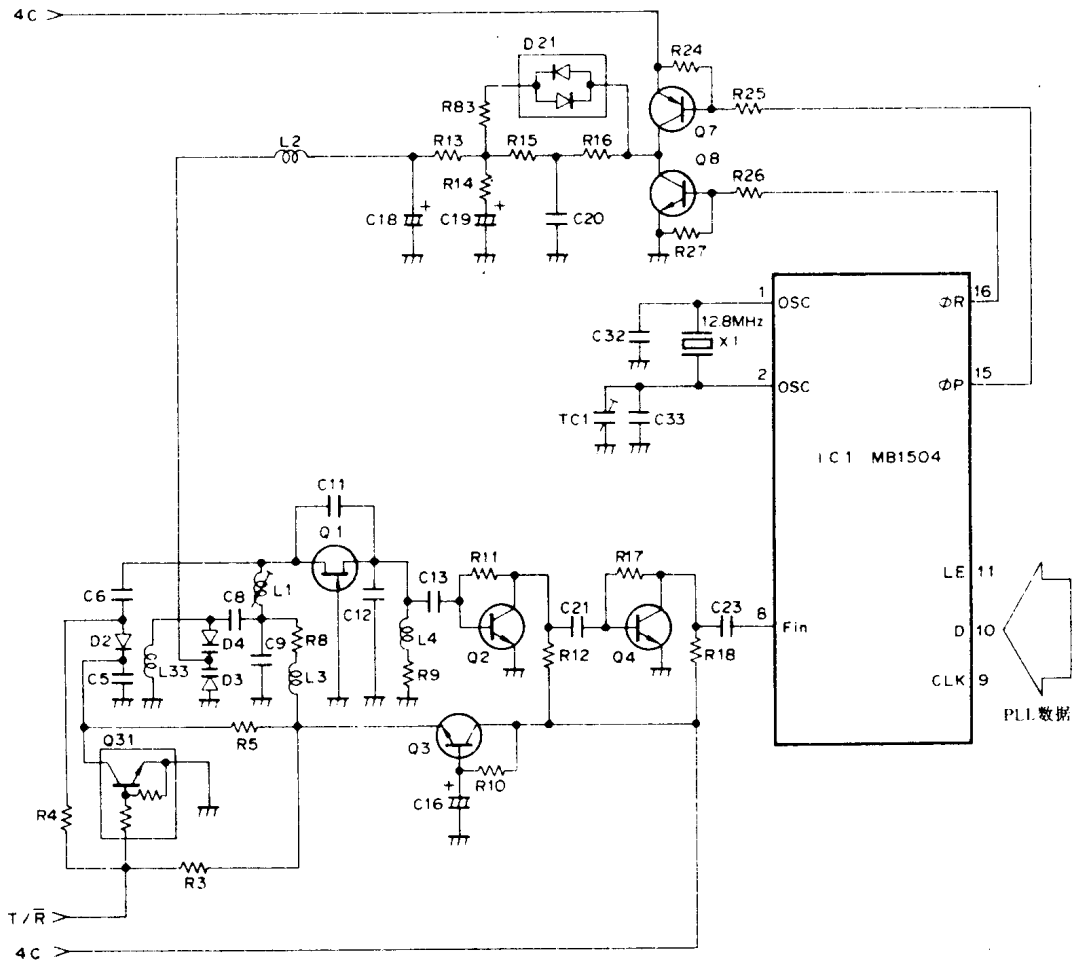


图 1-9 PLL 和 VCO 电路

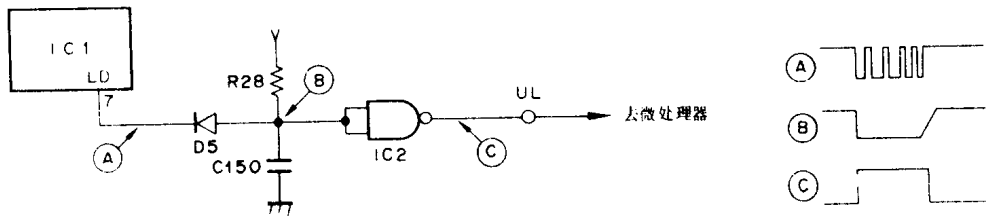


图 1-10 开环检测电路

五、数字控制电路

1. 按键、循环编码电路

图 1-11 所示电路为按键、编码输入电路。信号可直接送到微处理器。

2. 复位和维持电路

当电源开关开时,复位电路中C23和Q3可提供一个大约1ms的低脉冲使微处理器复位,如图1-12所示。当电源开关关断时,维持整流IC4整流电压到5V,并且使输出电平由高电平变低电平。当微处理器VF端为低电平,微处理器进入维持状态。

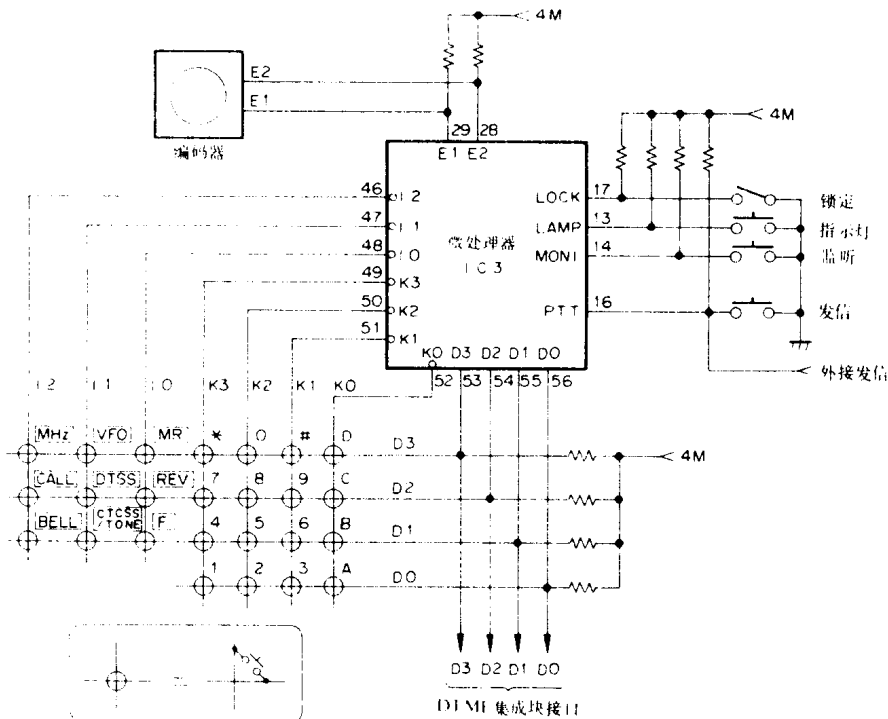


图 1-11 按键、编码输入电路

3. 音频编码电路

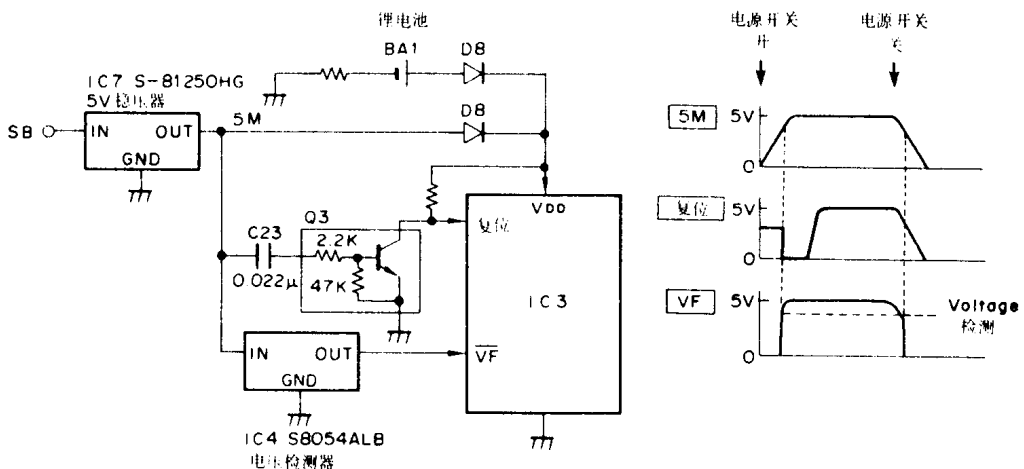


图 1-12 复位和维持电路

图1-13所示电路为音频编码电路。由IC3的B0至B6脚到音频,通过IC5内的D/A转换电路产生方波得到67.0-250.3Hz的单音频输出。这个单音频通过TX-RX收发装置中的R283、C292组成的LP滤波器和麦克风功率放大器输出混和,并且被VCO电路调制。

4. 电池电压检测电路和指示灯电路