

BWT—133型短波单边带电台

技术说明书

国营七六九厂（七六九厂）是电子工业部所属通讯设备大型骨干企业。

五十年代生产的电子管八一电台，使用效果很好。六十年代研制的晶体管小八一电台，完成了全面技术改造任务。七十年代以来，在国内首先推出了10瓦、15瓦、50瓦、100瓦等功率的短波单边带电台，广泛应用于军事、地震、气象、煤田、电信、无线电测速等国民经济部门，深受广大用户欢迎。八十年代以来，在继续提高产品质量、性能的同时围绕扩展单边带电台的多种功能研制了一系列外围设备：有对讲器、有线——无线——有线传真转接装置、天线匹配器、不调谐宽频带天线、天线自动调谐器、高速充电机和船舶专用电源等。

此外该厂还生产机载单边带50瓦电台、机内通话器、机载超高频定向机、机载救生电台、便携式对讲联络台、船用应急无线电示位标、坦克电台（含车内通话器）、反坦克导弹控制电台。

该厂又是国家定点音响设备专业厂，生产各种款式收音机、收录机。一九八五年从日本引进夏普高频收录机生产线，合作生产了GF—800Z（D）、GF—888、GF—900，并陆续推出了FH（烽火）—500、FH—560、FH—700A、FH9000、FH—939等各种高、中、低档收录机。主要功能：4段~10段频率均衡器、20瓦~150瓦音乐峰值功率、双声道2波段、立体声4波段收音以及液晶数字电子钟控电路、电脑选曲、高速同步转盘、10段频率显示器、自动反带双卡式座等。在收录机市场上有较大影响，有些机种还打入国际市场，深受用户欢迎。近期还将推出一批中、高档电子琴。

本厂设备先进，技术力量雄厚，从设计研制、外件加工到装配调试，实行全面质量管理，曾荣获陕西省质量管理奖、六好企业和省级先进企业。产品获国家银质奖两项、部优奖六项、科技进步奖十六项。短波单边带系列电台的品种、产量、质量居全国之首。这是广大用户大力支持的结果，今后还望各界对产品的质量、性能、服务各方面提出宝贵意见。

厂址：陕西·宝鸡
国营七六九厂

电报：2769

一九九三年六月

工厂简介

国营烽火无线电厂（七六九厂）是电子工业部所属通讯设备大型骨干企业。

五十年代生产的电子管八一电台，使用效果很好。六十年代研制的晶体管小八一电台完成了全国师团电台的换装任务。七十年代又在国内首先推出了5瓦、10瓦、15瓦、50瓦、100瓦等单边带系列电台，装备了部队，并广泛应用于森林、地质、地震、气象、煤田、防汛、交通运输、航运等国民经济各部门，深受各界欢迎。八十年代以来，在继续提高各类产品质量、性能的同时围绕扩展单边带电台的多种功能研制了一系列外围设备：有选呼器、有线——无线——有线传真转接装置、天线匹配器、不调谐宽频带天线、天线自动调谐器、高速充电机和船舶专用电源等。

此外我厂还生产机载单边带50瓦电台、机内通话器、机载超高频定向机、机载救生电台、便携式对空联络台、船用应急无线电示位标、坦克电台（含车内通话器）、反坦克导弹控制盒等。

我厂又是国家定点音响设备专业厂，生产各种款式收音机、收录机。一九八五年从日本引进夏普高档收录机生产线，合作生产了GF-800Z(D)、GF-888、GF-900、并陆续推出了FH（烽火）—500、FH—560、FH—700A、FH9000、FH—939等各种高、中、低档收录机。主要功能：4段~10段频率均衡器、20瓦~150瓦音乐峰值功率、双音道2波段、立体声4波段收音以及液晶数字电子钟控电路、电脑选曲、高速同步转录、10段频谱显示器、自动反带双卡式座等。在收录机市场上有较大影响，有些机种还打入国际市场，深受用户欢迎。近期还将推出一批中、高档电子琴。

本厂设备先进、技术力量雄厚，从设计研制、另件加工到装配调试，实行全面质量管理，曾荣获陕西省质量管理奖、六好企业和省级先进企业。产品获国家银质奖两项、部优奖六项、科技进步奖十六项。短波单边带系列电台的品种、产量、质量居全国之首。这是广大用户大力支持的结果，今后还望各界对产品的质量、性能、服务各方面提出宝贵意见。

厂址：陕西·宝鸡

电话：312717

电报：2769

邮编：721006

目 录

第一章 概 述	(1)
第一节 主要战术技术性能	(1)
第二节 主要性能指标	(1)
第二章 电台的工作原理	(3)
第一节 收发讯机各组成部分的名称和代号	(3)
第二节 信号通道	(4)
第三节 频率合成器	(5)
第四节 整机的频率关系	(6)
第五节 机架内的控制电路	(8)
第三章 收发讯机内各单元整件的工作原理	(15)
第一节 电源工作原理	(15)
第二节 低频放大器工作原理	(16)
第三节 中频放大器工作原理	(18)
第四节 发一混频器工作原理	(19)
第五节 高中频放大器工作原理	(20)
第六节 发二混频器工作原理	(20)
第七节 低环压控振荡器工作原理	(21)
第八节 频合混频器工作原理	(22)
第九节 固定分频器工作原理	(23)
第十节 低环可变分频器工作原理	(24)
第十一节 高环可变分频器工作原理	(27)
第十二节 高环压控振荡器工作原理	(30)
第十三节 功率放大器工作原理	(31)
第十四节 控制电路工作原理	(32)
第十五节 分波段滤波器工作原理	(35)
第四章 电台的结构	(36)
第一节 电台的组成	(36)
第二节 LW2000 023MX 收发讯机	(37)
第五章 电台的故障和维修	(41)
第一节 电台主要故障检修一览表	(41)
第二节 电台各单元主要故障检修一览表	(44)
第三节 收发讯机内各插头座作用及连线一览表	(54)
第六章 电台线路图册	(63)
图 1-1BWT-133 型收发讯机方框图	
图 1-2BWT-133 型频率合成器方框图	

图二	收发讯机控制电原理图	
图三	整机插头座出脚及信号流程图	
图四	机架接线图(包括接线表)	
图五	电源电原理图	
图六	带元件的 10V 印制板图	
图七	带元件的 5V 印制板图	
图八	低频放大器电原理图	第一章
图九	带元件的低频放大器印制板图	第二章
图十	中频放大器电原理图	第三章
图十一	带元件的中频放大器印制板图	第四章
图十二	发一混频器电原理图	第五章
图十三	带元件的发一混频器印制板图	第六章
图十四	高中频放大器电原理图(含收一混频器电原理图)	第七章
图十五	带元件的收一混频器印制板图	第八章
图十六	带元件的高中频输入放大器印制板图	第九章
图十七	带元件的高中频输出放大器印制板图	第十章
图十八	发二混频器电原理图	第十一章
图十九	带元件的发二混频器印制板图	第十二章
图二十	低环压控振荡器电原理图	第十三章
图二十一	带元件的低环压控振荡器印制板图	第十四章
图二十二	频合混频器电原理图	第十五章
图二十三	带元件的频合混频器印制板图	第十六章
图二十四	固定分频器电原理图	第十七章
图二十五	带元件的固定分频器印制板图	第十八章
图二十六	低环可变分频器电原理图	第十九章
图二十七	带元件的低环可变分频器印制板图	第二十章
图二十八	高环可变分频器电原理图	第二十一章
图二十九	带元件的高环可变分频器印制板图	第二十二章
图三十	高环压控振荡器电原理图	第二十三章
图三十一	带元件的高环压控振荡器印制板图	第二十四章
图三十二	高环鉴相器电原理图	第二十五章
图三十三	带元件的高环鉴相器印制板图	第二十六章
图三十四	功率放大器电原理图	第二十七章
图三十五	带元件的功率放大器印制板图	第二十八章
图三十六	控制电路电原理图(含检测电路电原理图)	第二十九章
图三十七	带元件的控制印制板图	第三十章
图三十八	带元件的检测电路印制板图	第三十一章
图三十九	分波段滤波器电原理图	第三十二章
图四十	带元件的分波段滤波器印制板图	第三十三章

第一章 概 述

第一节 主要战术技术性能

本电台是短波背式单边带电台，可在 1.600MHz~29.999MHz 频率范围内进行不寻址、不微调通信。频率间隔为 1KHz。工作种类有下边带话、下边带报和调幅兼容话等，还可以与保密机配套使用进行保密通信。

本电台使用温度补偿晶体振荡器作为频率标准，频率稳定度为 $\pm 1 \times 10^{-6}$ ，由数字式频率合成器产生离散的固定频率。

电台使用直流 24V 电源，可由电池、手摇发电机或稳压电源提供。

电台使用三种天线：

鞭天线；

双极天线；

长度可变斜天线。

电台可在以下环境中工作：

(1) 环境温度：-40℃~+55℃

(2) 环境湿度：+40℃，相对湿度 95%~98%；

(3) 在战士背负电台步行、跑动等状态下，电台能保持正常工作，电台也可承受车载时一般的震动和冲击而不致损坏。

第二节 主要性能指标

1. 工作频率 1.600MHz~29.999MHz。

2. 波道间隔：1KHz，波道数 28400 个。

3. 频率稳定度： $\pm 1 \times 10^{-6}$ 。

4. 工作种类：下边带话（分大小功率两档）、下边带报和调幅话。单边带工作是载波全抑制式，调幅工作是兼容式（即是下边带加上全载波）。

5. 射频输出功率：

单边带话峰包功率：大功率为 $15W \pm 1.5dB$ ，

小功率为 $4.5W \pm 1dB$

边带报平均功率： $15W \pm 1.5dB$

调幅兼容话载频功率 $\geq 4.5W$ ；

6. 互调失真：不劣于 -25dB

7. 无用边带抑制：不劣于 40dB

8. 载波抑制：不劣于 40dB

9. 谐波抑制：不劣于 40dB

- 10 残波幅射: 不劣于-40dB。
- 11 带内付波: 不劣于-40dB。
- 12 话路输入电平: 不大于 30mV。
- 13 话路频率响应: 400~3000Hz 范围内波动不大于 6dB。
- 14 发状态最大功耗:
 单边带话 不大于 60W;
 单边带报 不大于 65W;
- 15 收讯机灵敏度:
 边带话: 不劣于 5 μ V (信噪比 20dB);
 边带报: 不劣于 5 μ V (信噪比 20dB);
 调幅话: 不劣于 10 μ V (信噪比 10dB)。
- 16 音频输出功率: 额定值 10mW, 最大值 50mW;
 负载: 600 Ω 耳机。
- 17 音频响应: 400~3000Hz 范围内波动不大于 6dB。
- 18 非线性失真: 音频额定输出时, 非线性失真系数小于 10%。
- 19 中频选择性:
 单边带话: 6dB 带宽不小于 2.6KHz;
 40dB 带宽不大于 5KHz。
 调幅话: 6dB 带宽不小于 5KHz;
 40dB 带宽不大于 30KHz。
- 20 中频抑制比: 不小于 60dB。
- 21 象频抑制比: 不小于 60dB。
- 22 自动增益控制:
 单边带话: 从天线输入 15 μ V 增大 80dB 输出变化不大于 6dB。
- 23 倒易混频抑制: 不小于 70dB μ V。
- 24 带外互调抑制: 不小于 70dB μ V。
- 25 阻塞电平: 不小于 90dB μ V。
- 26 收状态功耗: ≤ 5 W。
- 27 供电电源 额定值为直流 24V (但电源电压在 21.6V~28V 范围内电台均能正常工作)。
- 28 连续工作时间: 电台以 3 分钟发射短码、9 分钟接收方式工作, 可连续工作 8 小时;
 若仅接收状态工作, 则可连续工作 24 小时以上。
- 29 体 积:
 收发讯机主机: 286 $\times$ 98 $\times$ 262 (mm)³ (不包括突出部分);
 收发讯机 (包括电池箱): 286 $\times$ 98 $\times$ 352 (mm)³ (不包括突出部分)。
- 30 重 量:
 收发讯机主机: < 7 Kg;
 整个电台的最小背负重量 (包括正常工作所必备的附件) < 14 Kg。

第二章 电台的工作原理

本电台由收发讯机、镉镍电池组、耳机话筒组、电键、鞭天线等组成（详见第四章—电台的结构）。收发讯机是电台的主体部分，下面叙述其工作原理。

第一节 收发讯机各组成部分的名称和代号

收发讯机由十八个整件组成，其名称、代号、图号等列入表1。

表1

代号	名 称	图 号	备 注
0	收发讯机	LW2、000、023	
1	发二混频器	LW2、242、002	
2	高中频放大器	LW2、030、018	
3	发一混频器	LW2、242、003	
4	中频放大器	LW2、031、011	500KHz 中频
5	低频放大器	LW2、032、019	
6	电 源	LW2、233、007	
7	高压压控振荡器	LW2、214、004	
8	频合混频器	LW2、242、004	
9	高环可变分频器	LW2、240、006	
10	固定分频器	LW2、240、007	
11	低环可变分频器	LW2、240、008	
12	低环压控振荡器	LW2、214、005	
13	控制电路	LW2、072、010	
14	功率放大器	LW2、030、034	
15	机 架	LW4、123、003	
16	低通滤波器	LW2、830、000	
17	分波段滤波器	LW2、832、003	
18	机 箱	LW4、103、018	

第二节 信号通道

收发讯机的信号通道包括有低频放大器、中频放大器、发一混频器、高中频放大器、发二混频器、功率放大器、低通滤波器、分波段滤波器及天调回路等部分。

整机信号通道方框图见线路图册整机方框图 1-1 所示。低频放大器单元主要作用是音频信号的放大、单边带信号的调制或解调及调幅信号的检波等。中频放大器单元把发射或接收状态的 500KHz 信号进行放大，并产生调幅兼容信号。发一混频器单元在发射状态时把 500KHz 信号搬移至 90.529MHz 上；接收时相反，把 90.529MHz 信号搬回到 500KHz。本单元还输出 90.029MHz 信号给频率合成器。高中频放大器单元放大发射或接收状态的 90.529MHz 信号，并在收讯时把 1.6~30MHz 信号搬移至 90.529MHz 的高中频上。发二混频器单元在发射时把高中频放大器来的 90.529MHz 信号变换成 1.6~30MHz 信号输出；在收讯时，把频率合成器来的一本振信号放大至收一混所需的电平上。功率放大器单元把输入的 1.6~30MHz 高频信号放大到额定的功率值。功率放大器输出的高频信号，通过分波段滤波器送入控制电路单元，经天调回路传输到天线并发射出去；而在接收状态则把天线中的信号耦合到低通滤波器的输入端。

一、发射状态，参看线路图册控制电原理图

在边带话或调幅兼容话通信时，话务员通过话筒将语言信号经面板七芯插座 15CZ1-2 或 15CZ2-2 加到低频放大器单元的 5CZ2-6 上去进行音频放大。保密通信时，话务员通过话筒将语言送主保密机，加密后的语音信号再经面板七芯插座 15CZ1-2 或 15CZ2-2 加到低频放大器单元的 5CZ2-6 上。在边带报通信时，频率合成器中受键控的 1KHz 方波信号由低频放大器单元的 5CZ2-2 送入，积分成近似为 1KHz 正弦波再进行音频放大。

放大的音频信号加到本单元平衡调制器上，同时从频率合成器产生的 500KHz（幅度大约为 700mV）载频信号经 5CZ2-7 送到平衡调制器上。调制后的（500KHz 载频被抑制）双边带信号通过 5CZ2-11 和 4CZ1-3 加到中频放大器单元。

在中频放大器单元里，500KHz 双边带信号经上边带机械滤波器滤波。再经放大得到 500KHz 上边带信号，经 4CZ4 和 3CZ3 加到发一混频器单元的发一混上。在发射调幅兼容信号时，由频率合成器来的 500KHz 载波经本单元插座 4CZ5 加入，与 500KHz 上边带信号混合手一起经 4CZ4 和 3CZ3 加到发一混频器单元的发一混上。

发一混单元内有一个 90.029MHz 的晶体振荡器，其输出经放大器加到发一混上，混频产物中的 90.529MHz 上边带信号经 3CZ4 和 2CZ6 加到高中频放大器单元去选频放大，放大后成 90.529MHz 上边带信号经 2CZ3 和 1CZ3 送到发二混单元的发二混上。同时，频率合成器来的 92.129~120.528MHz 本振信号，经 7CZ6 和 1CZ7 加到发二混频器单元的发本振放大器上，经放大后也加到发二混上。混频所得 1.6~30MHz 下边带信号经放大滤波后由 1CZ5 和 14CZ1-F 加到功率放大器单元。由其放大到额定的功率值，经 14CZ2 和天线继电器 15J1 的 8 脚与 2 脚转入分波段滤波器，再经取样电路进入天线调谐回路，经阻抗变换后送到天线发射出去。

发射状态的自动电平控制原理见控制电路原理说明。

二、接收状态

本电台的接收状态实际上就是发射状态的逆过程，不过其中有些电路发射和接收状态不是共用的，具体走向如下：

天线接收下来的 1.6~30MHz 下边带话或报信号经天线调谐回路初步预选后，经控制电路单元中的取样电路，分波段滤波器，再由天线继电器 15J1 的 2 脚与 4 脚转接至低通滤波器输入端 16CZ1，滤波器输出经 16CZ2 和 1CZ2 加到发二混单元的收高低通滤波器上，滤波后 1.6~30MHz 下边带信号经 1CZ6 和 2CZ5 加到高中频放大器单元的收一混上。同时由频率合成器来的 92.129~120.528MHz 本振信号，经 7CZ6 和 1CZ7 加到发二混频器单元的收本振放大器上，经放大后由 1CZ4 和 2CZ4 也加到高中频放大器单元的收一混上。混频产物经高中频选频放大后得到 90.529MHz 上边带信号，经 2CZ2 和 3CZ6 加到发一混频器单元的收二混上。同时本单元的 90.029MHz 晶振输出信号也加到收二混上，混频滤波后的 500KHz 上边带信号经 3CZ5 和 4CZ3 加到中频放大器单元去，放大后的 500KHz 上边带信号经 4CZ2-10 和 5CZ-10 加到低频放大器单元的解调器上。同时从频率合成器来的 500KHz 幅度大约为 700mV 的载频信号经 5CZ2-7 也送到解调器上，解调后得到的音频信号经放大后送至音频继电器 5J1 的 5 脚，再经 7 脚至 5CZ1-3 接到面板七芯插座 15CZ1-3 或 15CZ2-3 去耳机。

调幅信号基本上经由相同的路径，但在中频放大器单元中没有经过上边带滤波器，而由低频放大器单元中的检波器完成。此时 5CZ2-7 脚没有频率合成器来的 500KHz 载频信号。

第三节 频率合成器

收发讯机使用的频率合成器是一个双环路数字式频率合成器，它给信道提供一组频率范围为 92.129~120.528MHz、间隔 1KHz 的本振信号、500KHz 调制解调用的载频信号及调谐、监听和发射边带报用的 1KHz 方波信号。

本频率合成器包括有低环压控振荡器、低环可变分频器、频合混频器、固定分频器、高环可变分频器及高环压控振荡器六部分。频率合成器方框图见线路图 1-2。信号流程及控制关系见线路图册控制电原理图。

低环工作频率为 601~700KHz，鉴相频率为 1KHz，可变分频比 $N_L=601-700$ 。 N_L 由面板上的 KHz 位开关 15K5 和 10KHz 位开关 15K4 决定。低环输出信号经由 12CZ1-4 和 8CZ1-3 送至频合混频器单元的第一混频器。

本电台的频标选用高稳定度的 5MHz 温度补偿晶体振荡器，固定分频器单元产生的 5MHz 标准频率经 10CZ2 和 12CZ4 送至低环压控振荡器单元的电子开关电路中，经此电子开关转换后由 12CZ3 和 8CZ2 送至频合混频器单元的第一混频器。频合混频器单元的第一混频器将 5MHz 标频与低环输出频率 (601~700KHz) 混频，经多重模式陶瓷滤波器滤波，得到一组间隔为 1KHz 的频率 f_{m1} ($f_{m1}=5.601-5.700\text{MHz}$)。 f_{m1} 信号又与信道 3CZ2 和 8CZ3 提供的 f_{o2} ($f_{o2}=90.029\text{MHz}$) 信号进入第二混频器混频，混频输出

信号经声表面波滤波器滤除后得到差频信号 f_{m2} ($f_{m2}=84.329\sim 84.428\text{MHz}$)。 f_{m2} 的频率间隔仍是 1kHz 。 f_{m2} 信号与由 7CZ7 和 8CZ4 输入的高环压控信号 f_{01} ($92.129\sim 120.528\text{MHz}$) 在第三混频器中进行混频，混频输出信号经 LC 集中参数低通滤波器滤波后输出差频信号 f_{m3} 。当高环锁定时， $f_{m3}=f_{01}-f_{m2}=7.8\sim 36.1\text{MHz}$ ，其频率间隔为 100kHz 。 f_{m3} 经 8CZ5 和 9CZ2 送至高环可变分频器单元中，经放大整形后送至除 4 电路，然后进入程序分频器。高环的鉴相频率选用 25kHz ，高环的可变分频比为 $N_H=78\sim 361$ ， N_H 每变化一位对应于 f_{m3} 变化 100kHz ， N_H 由面板上的百 kHz 位开关 15K3 、 MHz 位开关 15K2 和 10MHz 位开关 15K1 控制。

标频 5MHz 除 10 后成为 500kHz 方波，经 500kHz 陶瓷滤波器滤出基波，一路经 10CZ4 和 7CZ9 送至高环鉴相器， 1kHz 参考信号经 10CZ1-7 和 12CZ2-7 送至低环鉴相器。

调谐、监听和发报使用的 1kHz 方波信号受发键控制（由面板所接电键或耳机话筒组按键开关控制）由 10CZ1-5 和 5CZ2-2 送至信道低频放大器去作为发边带报或调谐用的音频信号，同时经 10CZ1-10 ， 5CZ1-4 和 5J1-1 脚和 7 脚转换送至耳机作为报音监听信号。

本频率合成器还具有微调功能，微调是将频合第一混频器使用的 5MHz 标准频率改用可调 5MHz 晶振频率实现的。当电台处于“微调”位时，面板功能开关 15K8-C3 和 15K8-C5 转换再经 12C1-2 将 10V 电压加至可调 5MHz 晶体振荡器及电子开关电路使其工作，其微调频率用的控制电压则由面板微调电位器 15W2 提供。

本频率合成器高环采用了低噪声超高频压控振荡器，高、低环鉴相器均为电流型鉴相器，因此本频率合成器的输出信号具有较高的频谱纯度。

由于采取了抗震性设计，所以本频率合成器具有较好的抗震性能。

第四节 整机的频率关系

参看整机信道方框图及频率合成器方框图（线路图册图 1-1 和图 1-2）。先约定下面的符号：

- f_s —天线端发射出去的信号频率；
- f_{01} —频率合成器高环输出频率；
- f_{11} —信道高中频频率；
- f_{02} —信道晶体振荡器输出频率；
- f_{12} —信道低中频频率；
- f_{03} —信道调制解调用的载波频率；
- F —话音频率或调谐边带报时的单音频率；
- f_{vcoL} —频率合成器低环输出频率；
- f_{L} —频率合成器低环鉴相参考频率， N_L —低环可变分频化；
- f_{H} —频率合成器高环鉴相参考频率， N_H —高环可变分频化；
- f_{m1} —频率合成器第一混频输出频率；

f_{m2} —频率合成器第二混频输出频率;

f_{m3} —频率合成器第三混频输出频率;

f_{00} —标称频率。

其中

$$f_{00} = 5.000\text{MHz};$$

$$f_{03} = 500\text{KHz} = \frac{1}{10} f_{00};$$

$$f_{rL} = 1\text{KHz} = \frac{1}{5000} f_{00};$$

$$f_{rH} = 25\text{KHz} = \frac{1}{200} f_{00};$$

$$f_{02} = 90.029\text{KHz};$$

$$F = 400 - 3000\text{Hz} \text{ 或 } F = 1\text{KHz} = \frac{1}{5000} f_{00}.$$

(单边带话时) (单边带报时)

从整机信道方框图可知, 天线端发射出去的信号频率为:

$$f_s = f_{01} - f_{01} = f_{01} - (f_{02} + f_{03}) = f_{01} - (f_{02} + f_{03} + F)$$

$$\text{即: } f_s = f_{01} - f_{02} - f_{03} - F$$

而从频率合成器方框图可知

$$f_{01} = f_{m2} + f_{m3} = (f_{02} - f_{m1}) + f_{m3} = f_{02} - (f_{00} + f_{rL}) + f_{m3}$$

$$= f_{02} - f_{00} - f_{rL} + f_{m3}$$

$$= f_{02} - f_{00} - N_L f_{rL} + 4N_H f_{rH}$$

所以:

$$f_s = (f_{02} - f_{00} - N_L f_{rL} + 4N_H f_{rH}) - f_{02} - f_{03} - F$$

$$= 4N_H f_{rH} - f_{rL} - f_{00} - f_{03} - F$$

$$= \frac{N_H}{50} f_{00} - \frac{N_L}{5000} f_{00} - f_{00} - \frac{1}{10} f_{00} - F$$

$$\text{即: } f_s = \left(\frac{N_H}{50} - \frac{N_L}{5000} - 1 \frac{1}{10} \right) f_{00} - F$$

从这里看到, 本电台天线端发射出去的标称频率完全由标称频率 f_{00} 及频率合成器高、低环两个可变分频比所确定, 本电台标称频率稳定度为 $\pm 1 \times 10^{-6}$, 因而整个电台的频率稳定度亦为 $\pm 1 \times 10^{-6}$ 。

从方框图中看到, 虽然在信道部分及频率合成部分都引入了稳定度不高的 90.029MHz 晶体振荡器, 但此振荡器的频率漂移量最后并没有反映到发射至天线中的信号频率上, 这就是频率漂移抵消法原理。对 90.029MHz 晶振频率稳定度的要求是其频率偏差不能超出信道部分的 90.529MHz 晶体滤波器或频率合成器部分的声表面滤波器的通带范围。

从上面还看到, 发射至天线上的信号频率 (即面板旋钮所指示的频率), 随着高环可分频比的增加而增加, 随着低环可变分频比的增加而减少, 这给面板上五个频率置定开

关的设计提供了依据。

第五节 机架内的控制电路

一、频率置定开关（见线路图册控制电原理图）

本电台面板上共有 5 个频率置定开关，用以控制频率合成器高、低环两个可变分频器的予置状态，控制其分频比值，同时面板旋钮显示十进制频率读数。

15K3 1KHz 位频率置定开关 15K5

KHz 位频率置定开关控制频合低环可变分频比 N_L 的个位值，其板面旋钮显示电台 KHz 位频率值。

本频合低环可变分频器采用 8421 码，KHz 位频置开关通过四根控制线去控制低环可变分频器，其中 1KHz 控制线接到 11CZ1-10，2KHz 控制线接到 11CZ1-11，4KHz 控制线接到 11CZ1-12，8KHz 控制线接至 11CZ1-13。

频率置定开关的设计及其接线法使面板旋钮指示的频率数与此四根控制线对地电阻符合表 2-5-1。

表 2-5-1

控制线号	对地电阻		面板指示									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1KHz 控制线			0	∞	0	∞	0	∞	0	∞	0	∞
2KHz 控制线			0	0	∞	∞	0	0	∞	∞	0	0
4KHz 控制线			0	0	0	0	∞	∞	∞	∞	0	0
8KHz 控制线			0	0	0	0	0	0	0	0	∞	∞

2. 10KHz 位频率置定开关 15K4

10KHz 位频置开关控制频合低环可变分频比 N_L 的十位值，其板面旋钮显示电台 10KMHz 位频率值。其四根频率控制线接法分别为：10KHz 控制线接至 11CZ1-15，20KHz 控制线接至 11CZ1-16，40KHz 控制线接至 11CZ1-17，80KHz 控制线接至 11CZ1-18。

频置开关的设计及其接线法使面板旋钮指示的频率数与此四根控制线对地电阻符合表 2-5-2。

3. 100KHz 位频率置定开关 15K3

100KHz 位频置开关控制频合高环可变分频比 N_H 的个位值，其板面旋钮显示电台 100KHz 位频率值。四根频率控制线接法分别为：100KHz 控制线接至 9CZ1-9，200KHz 控制线接至 9CZ1-10，400KHz 控制线接至 9CZ1-11，800KHz 控制线接至 9CZ1-12。

频置开关的设计及其接线法，使面板旋钮指示的频率数与此四根控制线对地电阻符合表 2-5-3。

表 2-5-2

对地电阻 控制线号	面板指示									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10KHz 控制线	0	∞	0	∞	0	∞	0	∞	0	∞
20KHz 控制线	0	0	∞	∞	0	0	∞	∞	0	0
40KHz 控制线	0	0	0	0	∞	∞	∞	∞	0	0
80KHz 控制线	0	0	0	0	0	0	0	0	∞	∞

表 2-5-3

对地电阻 控制线号	面板指示									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100KHz 控制线	∞	0	∞	0	∞	0	∞	0	∞	0
200KHz 控制线	0	0	∞	∞	0	0	∞	∞	0	0
400KHz 控制线	0	0	∞	∞	∞	∞	0	0	0	0
800KHz 控制线	∞	∞	0	0	0	0	0	0	0	0

4MHz 位频率置定开关 15K 2

MHz 位频率置定开关控制频合高环可变分频比 N_H 的十位值, 其旋钮显示电台工作频率的 MHz 位值。该开关由两组开关片组成, 其中一组开关片同百 KHz 位频率置定开关片。其四根频率控制线的接法分别为: 1MHz 控制线接至 9CZ1-13, 2MHz 控制线接至 9CZ1-14, 4MHz 控制线接至 9CZ1-15, 8MHz 控制线接至 9CZ1-16。

频率置定开关的设计及其接线法使面板旋钮指示的频率数与此四根控制线对地电阻符合表 2-5-4。

表 2-5-4

对地电阻 控制线号	面板指示									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1MHz 控制线	∞	0	∞	0	∞	0	∞	0	∞	0
2MHz 控制线	0	0	∞	∞	0	0	∞	∞	0	0
4MHz 控制线	0	0	∞	∞	∞	∞	0	0	0	0
8MHz 控制线	∞	∞	0	0	0	0	0	0	0	0

510MHz 位频率置定开关 15K 1

10MHz 位频率置定开关控制频合高环可变分频比 N_H 的百位值, 其旋钮显示电台工作频率的 10MHz 位值。同时该开关还控制频合高环压控振荡器的波段转换 (即振荡器的转

换)。该开关也由两组开关片组成。第一组开关片有两根频率控制线，10MHz 控制线接至 9CZ1-2，20MHz 控制线接至 9CZ1-1，它们确定高环可变分频比 N_H 的百位值。

另一组开关片是一路三位开关，其长触片接稳压 15 伏电源，控制频合高环三个压控振荡器的电源。

频置开关的设计及其接线法使面板旋钮指示的频率数与此两根控制线对地电阻符合表 2-5-5。

表 2-5-5

控制线号	对地电阻	面板指示	0	1	2
			0	∞	0
10MHz 控制线			0	∞	0
20MHz 控制线			∞	0	0

二、工种控制开关 15K7 (见线路图册控制电原理图)

工种开关是一个四路五位开关，控制“调谐”位，边带话小功率位，边带话大功率位，“报”位及“兼容”话位工作状态的转换。

1. 发 10 伏电源控制

A 片的长接片 (15K7-A1) 接功能开关的 A9 片 (15K8-A9)，在功能开关不处于第“8”档时，经 15K8-A10 使 15K7-A1 接至发 10 伏电源 (6CZ2-12) 上。

当工种开关处于“调谐”或“报”位时，发 10 伏电源经 15K7-A2、A5 及 5CZ1-8 加至低频放大器单元，给发报音放大器供电。

当工种开关处于“话小”或“话大”位时，发 10 伏电源经 15K7-A3、A4 及 5CZ2-8 加至低频放大器单元，给发话音放大器供电。

当工种开关处于“兼容位”时，发 10 伏电源一方面经二极管 15BG1 加至 15K7-A3、A4 片上，再给发话音放大器供电，另一方面经 4CZ2-4 加至中频放大器单元，给载频复置电路供电。

2 收 10 伏电源控制

C 片的长接片 (15K7-C1) 接至收 10 伏电源 (6CZ2-15) 上。

当工种开关处于“调谐”或“话小”、“话大”位时，收 10 伏电源经 15K7-C2、C3、C4 和 4CZ1-7 加至中频放大器单元，给边带放大器的 4BG3 和 4BG4 供电，同时经 5CZ2-9 给低频放大器单元的收 SSB 电子开关供电。收 10 伏电源还经 15K7-C2、C3、C4 和 6CZ2-11 加至电源单元，经电源单元内二极管 6BG22 及 6CZ2-10 和 10CZ1-2 转接，使近 10 伏的电压加至固定分频器单元，给 500KHz 跟随器 10BG12 和门电路供电。

当工种开关处于“报”位时，收 10 伏电源经 15K7-C5 和二极管 15BG4 加至 15K7-C2、C3、C4 上，其作用同上述。同时收 10 伏电源还经 15K7-C5 和 5CZ1-11 加至低频放大器单元，接上双 T 网络，使收音频放大器变成窄带选频放大器。

当工种开关处于“兼容”位时，收 10 伏电源经 15K7-C6 和 4CZ2-8 及 5CZ2-5 给中频放大器单元的收调幅放大器供电，并使低频放大器单元中的调幅放大器及检波器工作。

3 话键控制

B 片的长接片 (15K7-B1) 接面板七芯音频插座 15CZ1-6 及 15CZ2-6, 是电台的话键控制线, 控制情况如下。

(1) 调谐位

接话键时, 电源单元的 6CZ2-8 经二极管 15BG5 和 15K7-B2 接地, 使电台转向发状态, 6CZ2-12 有 10 伏电压输出。发不延迟 10 伏电压经 6CZ2-7 和 10CZ1-6 加至固定分频器单元去控制 1KHz 方波, 低放单元中的音频继电器 5J1-6 脚接至电源单元的 6CZ2-9 脚, 而 5J1-3 脚经 5R70 接至 +24 伏电源, 故 5J1 吸合, 固定分频器单元产生的键控 1KHz 信号经 10CZ1-10 和 5CZ1-4 再经 5J1 音频继电器转换后送至耳机去监听。

(2) 话小功率位

接话键时, 电源单元的 6CZ2-9 经二极管 15BG2 和 15K7-B3 接地, 使电台转向发状态, 6CZ2-12 有 10 伏电压输出, 音频继电器 5J1 吸合, 耳机中没有监听信号, 控制电路单元的 13CZ4-1 经 15K7-B3 接地, 使发射的功率为小功率。

(3) 话大功率位

接话键时, 电源单元的 6CZ2-9 经 15K7-B4 接地, 使电台转向发状态, 6CZ2-12 有 10 伏电压输出。音频继电器 5J1 吸合, 耳机没有监听信号。

(4) 报 位

接话键时, 电台不转发, 话键不起作用。

(5) 兼容位

接话键时, 电源单元的 6CZ2-9 经二极管 15BG3 和 15K7-B6 接地, 电台转向发状态, 6CZ2-12 有 10 伏电压输出。音频继电器 5J1 吸合, 耳机没有监听信号。

4 报键控制

D 片的长接片 (15K7-D1) 接面板七芯插座 15CZ1-4 及 15CZ2-4, 是电台的报键控制线, 控制情况如下:

(1) 调谐位

由于 15K7-D2 与 15K7-B2 短线, 故在调谐位时, 接报键与接话键等效, 控制情况如前述。

(2) 话小功率位

接报键时, 电台不转发, 报键不起作用。

(3) 话大功率位

接报键时, 电台不转发, 报键不起作用。

(4) 报 位

接报键时, 电源单元的 6CZ2-8 经 15K7-D5 接地, 电台转向发状态, 6CZ2-12 有 10 伏电压输出。音频继电器 5J1 吸合, 耳机有 1KHz 监听信号。

(5) 兼容位

接报键时, 电台不转发, 报键不起作用。

三、功能控制开关 15K8 (见线路图册控制电原理图)

功能开关是一个四路十一位开关, 控制收发讯机处于“密”话通信, “明”话 (或报) 通

信和微调工作状态的转换及可发射与不能发射状态的转换，并提供 1 至 7 档的检测功能，工作情况如下：

1. “密”话通信

功能开关置“密”位时，收发常接 10 伏电压由 15K8-C3 和 15K8-C1 转接，经 5CZ2-3 加至低频放大器单元，用以关断发话音放大器的电源并接通发音频输入端 5CZ2-6 和调制器的输入端，让保密机送来的加密话音信号不经发话音放大器而直接送至调制器去调制。

2. “明”话或报通信

功能开关置“明”位时，15K8-C2 与 15K8-C4 短接。工种开关置“话”位的供电及键控情况如前述。当工种开关置“报”位时，收报 10 伏电压经 15K7-C5、15K8-C2、15K8-C4 及 12CZ1-2 加至低环压控振荡器单元，用以关断 5MHz 标频输出跟随器电源并接通 5MHz 晶体微调振荡器电源，使接收的报音频率可随面板微调电位器而变。

3. 微调通信

功能开关置“微调”位时，收发常接 10 伏电压由 15K8-C3 和 15K8-C5 转接，并经 12CZ1-2 加至低环压控振荡器单元，关断 5MHz 标频输出跟随器电源，并接通 5MHz 晶体微调振荡器电源，使电台工作频率可随面板微调电位器而变。

4. 不能发射状态

当功能开关置第 8 档时，由于 15K8-A10 与 15K8-A9 断开，使 15A7-A1 和与之并接 14CZ1-9 加不上发 10 伏电源，故收发讯机处于不能发射状态。

5. 检测与面板电表指示

面板电表在电台处于“密”、“明”和“微调”位时，指示发射状态的输出功率情况。该功能开关处于第一档时，指示 24 伏电源，第二档指示 10 伏电源，第三档指示 15 伏电源，第四档指示 5 伏电源，第五档指示频率合成器是否失锁，第六档指示收信道第一组 AGC 电压。第七档指示收信道第二组 AGC 电压。

具体接法如下：

15K8-D7 接面板电表 15ZB1 的正极。

(1) “密”、“明”、“微调”位

15K8-D4、D5、D6 短线，控制电路单元经 13CZ1-3 输出的指示功率大小的直流电压加至 15K8-D4、D5、D6，经 15K8-D7 转接至电表作为输出功率大小的指示。

(2) 第“1”档 —— 指示 24 伏电源电压（即外电源电压）大小。

24 伏电源电压经 15R2 加至 15K8-D3，经 15K8-D7 转接至电表作 24 伏指示。

(3) 第“2”档 —— 指示 10 伏电压。

收 10 伏电压经 15K8-B5 与 15K8-B2 转接，再经 15R6 加至 15K8-D2，由 15K8-D2 与 15K8-D7 转换去电表指示。

发 10V 电压由 15R5 加至 15K8-D2，经 15K8-D7 转接至电表。

(4) 第“3”档 —— 指示 15 伏电压。

15 伏电压经 15R3 加至 15K8-D1，经 15K8-D7 转接至电表指示。

(5) 第“4”档 —— 指示 5 伏电压。

5 伏电压经 15R1 加至 15K8-D12, 经 15K8-D7 转接至电表指示。

(6) 第“5”档——指示频合失锁与否。

由频合低环压控振荡器单元经 12CZ2-1 送出的失锁信号接至 15K8-D11, 经 15K8-D7 转接至电表指示。

(7) 第“6”档——指示收第一组 AGC 电压。

收信道第一组 AGC 电压加至 15K8-D10, 经 15K8-D7 转接至电表指示。

(8) 第“7”档——指示收第二组 AGC 电压。

收信道第二组 AGC 电压经 15R4 加至 15K8-D9, 经 15K8-D7 转接至电表指示。

四、带开关的电位器 15K10、15W1

开关 15K10 作为外部电源进入电台通断控制用, 外电源负极接地, 正极一端接保险丝 15BX1b 端, 另外再经 15JD112 接至 15CZ2-7 给保密机提供 24V 电源。保险丝 15BX1a 端经 15JD113 接至 15K10-d 端。

电位器 15W1 作为收信道音量电位器用。收信道低频放大器单元收音跟随器输出经 5CZ1-6 接至 15W1-a 端, 15W1-b 端 (滑动点) 的信号经 5CZ1-7 回送至低频放大器单元, 让收前置低放去放大。

五、粗调开关 15K9

粗调开关 15K9 是一个六路十二位无止档开关, 用以选择天线回路线圈的电感和电容, 使在发射状态功率放大器的输出端与各种天线配谐, 在接收状态各种天线也能与低通滤波器匹配。

本电台天线输出回路采用调感方式, 其电感的连续调变由面板“细调”旋扭来完成。

现把输出电路在粗调各档时的接法分别如表 2-5-6。

六、音频插座 15CZ1 和 15CZ2

本电台设置两个七芯音频插座, 两者并联, 用以外接七芯头戴或手持式耳机话筒组或七芯电键, 其各脚功能及接线如下:

1 脚——地;

2 脚——发射时音频输入端, 接至低频放大器单元的 5CZ2-6 脚;

3 脚——收信时音频输出端及调谐或发报时 1KHz 监听音频输出端, 接至低频放大器单元 5CZ1-3 脚;

4 脚——调谐或发报时键控端, 接工种开关 15K7-D1 片;

5 脚——本电台与 100W 功放配套使用时, 100W 功放控制电压输入端;

6 脚——发话键控端, 接工种开关 15K7-B1 片;

7 脚——密话通信时+24V 输出端, 经电台大印制底板上 15JD2 接至电源接线柱 15DJ116。

表2-5-6

粗调档位	输出电路	粗调档位	输出电路
1		7	
2		8	
3		9	
4		10	
5		11	
6		12	

第三章 收发讯机内各单元整件的

工作原理

第一节 电源工作原理

电源单元给收发讯机内各单元整件提供稳定的 15 伏电压, 收发常接 10 伏电压, 收 10 伏电压, 发 10 伏电压、5 伏电压, 另外, 在电台处于发射状态时, 给天线继电器 15J1 一个吸合的控制信号。在电台处于单边带话或报工作状态, 给频合固定分频器单元一个 500KHz 通断控制电压 (SSB10 伏电压)。在电台处于调谐或发报时给频合固定分频器单元一个 1KHz 通断的控制电压 (发不延时 10 伏电压)。

本单元包括 5 伏开关式稳压电源, 10 伏开关式稳压电源, 15 伏连续型稳压电源及收发转换控制电路等四部分, 见线路图册电源电原理图。

一、5 伏开关式稳压电源

6WY1 是一个集成式稳压电路, 其 7 脚是稳压器输入端, 加 24 伏电压。5 脚是稳压输出端, 11 脚是同相输入端, 1 脚是反相输入端。接通 24 伏后, 由于 6R2 的正反馈作用, 在集成稳压电路内产生超音频振荡。6WY1 的 4 脚呈现 0 至 24 伏的方波, 当 4 脚处于“0”电平时, 6BG3 饱和, 6BG4 也饱和, 其发射极输出 24 伏电压; 当 6WY1 的 4 脚处于 24 伏电压时, 6BG3 截止, 6BG4 也截止, 其发射极没有输出。6BG4 发射极上的方波电压经 6ZL2 及 6C11 等平滑滤波后成直流电压输出。

6BG5 是续流二极管, 其作用是当 6BG4 截止瞬间, 由储能线圈 6ZL2 感生的反电动势能够经外电路负载及二极管 6BG5 继续流通。

电路中方波的基波频率随 6ZL2 和 6C11 的增加而减少, 随负载电流的增加而增加。

输出电压经 6R7、6W1 及 6R8 支路 (即稳压电源的取样电路) 反馈至集成稳压电路 6WY1 的 1 脚, 使稳压电路的输出电压稳定, 调节 6W1 的滑动点位置可以调整输出电压为 5 伏值。

6ZL3 和 6C12 组成的输出滤波电路, 用以滤除输出电压中的寄生脉冲 (其频率与方波频率相同)。

6R6 与 6BG6 是负载过电流取样电路, 当外电路负载加重及至短路时, 6R6 上的较大压降使 6BG6 导通, 由其控制集成电路 6WY1 使其 4 脚成高电平 24 伏, 6BG3 截止, 6BG4 也截止。此时虽然 6BG4 的集电极与发射极间电压可能高至与外电源电压相同, 但由于没有电流流通, 因而不会损坏, 本电路最大负载电流为 500~700mA。

6C1、6C2、6ZL1 及 6C3 为 π 型滤波器, 对外电源进行预滤波。

二、10 伏开关式稳压电源

与 5 伏开关稳压电源工作原理相同, 6W2 调节 10 伏输出电压值, 本电路最大负载电流为 500~700mA。

三、15伏连续稳压电源

15伏稳压电源是普通串联式稳压电源。6BG12为调整管，6BG13为比较放大管，6BG11为过流保护管，6W3调节15伏输出电压值。

四、收发转换控制电路

本部分电路输出收10伏电压，发10伏电压，产生天线继电器吸合与否的控制信号，单边带话或报时的500KHz控制电压及调谐或发报时的1KHz控制电压。详述如下：

当电台不按话键和报键时，电台处于收讯状态，10伏开关稳压电源输出的10伏电压经继电器6J1的2脚与4脚转接由6CZ2-15输出，作为收10伏电压。由面板工种开关15K7-C4经6CZ2-11加入的收SSB10伏电压经二极管6BG22后，由6CZ2-10输出至频合固定分频器单元，作为500KHz控制电压用。

当电台处于调谐位、边带话位或兼容话位而按下话键时，6CZ2-9经15K7-B4和15K7-B1转接到地，继电器6J1吸合，10伏开关稳压电源输出的10伏电压经继电器6J1的2脚与8脚转接由6CZ2-12输出，作为发10伏电压。同时6BG23的基极由于6J1-8脚的10伏电压而注入较大的电流，6BG23的集电极经6CZ2-14输出接至天线继电器15J1-6脚，15J1-3脚接24伏电源，因而6BG23饱和导通，天线继电器吸合。继电器6J1-8脚的10伏电压经二极管6BG21由6CZ2-10输出至频合固定分频器单元，作为500KHz控制电压用。

当电台处于调谐位或报位而按下报键时，6CZ2-8经15K7-D5和15K7-D1转接到地，经6BG17饱和导通，10伏开关稳压电源输出的10伏电压经6BG17、6BG19由6CZ2-7输出，经10CZ1-6加至频合固定分频器单元，作为调谐或发报时1KHz的控制电压。同时，由于6BG17饱和，其集电极上的约10伏电压经6BG18、6R24和6R25使6BG24的基极注入较大的电流，6BG24和6BG7集电极经继电器6J1的线圈和电阻6R22接至24V电源，因而6BG24和6BG7饱和，继电器6J1吸合，电台即处于发状态。

在电台发报时，为了不使收发讯机内所有收发转换继电器（包括15J1、5J1和6J1）在快速发报的键控期间处于不断吸合与释放状态，延长继电器接点的寿命，这里设置了一个电容器6C21。当按报键瞬间，6BG17立即饱和，而6BG24由于6R24与6C21的影响，其进入饱和时刻略迟一些，但远小于6R24与6C21组成的时间常数10毫秒。当抬报键瞬间，6BG17立即截止（此时频合固定分频器单元的1KHz方波输出及时被阻断），但6BG24由于6R25、6C21及6BG18的影响不能即时截止，需延迟一段时间，此时间大约为6R25和6C21组成的时间常数的两至三倍，即约200~300ms，这样实际电台收发讯机内的上述几个继电器在每组发报期间是处于吸合状态的，只有在报文组与组之间才可能处于释入状态。

本电源单元还有一个保护电路，它是由二极管6BG1完成的。当外加电源的极性意外接反时，二极管6BG1将通过很大的电流，使收发讯机机架内的保险丝15BX1快速熔断，从而保护了本电源单元及其它单元。

第二节 低频放大器工作原理

低频放大器单元包括有发话音放大器，发报音放大器，单边带调制器，单边带解调器、调幅检波器和收音频放大器等部分，其线路见图册低频放大器电原理图。

发话信号时，从话筒来的约 5mV 语音信号自插头座 5CZ2-6 加入，经低通滤波器 5ZL1、5C1、5C2 滤波后加至发话音放大器去放大。话音放大器由 5BG1 和 5BG2 接成直接耦合共发射极放大电路，它具有高的温度稳定性，能提供足够的电压增益而线路简单。5BG3、5BG13、5BG14、及 5R7、5R11~13 等组成开关电路，当电台明话工作时，从 5CZ2-8 加入的发话 10 伏电源经此电子开关给发话音放大器供电。当密话工作时，从 5CZ2-3 加入的密话 10 伏电源使 5BG3 截止，发话音放大器断电。5R14、5BG15 和 5BG16 则对已放大的话语音信号进行瞬时语音压缩，以提高发射信号的平均功率和峰值功率的比值，提高通话质量。已放大的话语音信号经 5C8、5R15、5C9 加至平衡调制器变压器 5B1 的中心抽头 2 脚。频率合成器来的 500KHz 载频从插座 5CZ2-7 加入，经电子开关 5BG20 送至 5B1 的初级（5B1 的 4 脚）。微调电容 5C14 用来调节调制器的平衡状态，而电容 5C10 则用以提高平衡调制器对载频的抑制能力。载频被抑制的已调双边带信号经 5C15 送至插头座 5CZ2-11 输出。

发射报信号时，从频率合成器来的 1KHz 方波从插头座 5CZ2-2 输入，由 5R20、5C16、5R21、5C17、5R22 和 5C18 积分后，经 5C19 加至由 5BG4 和 5BG5 等组成的发报音放大器。发报音放大器也是一个直接耦合共发射极放大器，由插头座 5CZ1-8 加入的发报 10 伏电源供电。

保密通信时，经加密处理后约 780mV 语音信号从插头座 5CZ2-6 加入，经 5ZL1、5C1 和 5C2 滤波并经 5C22 及 5R29 衰减后，再经电子开关 5BG17 加至平衡调制器。

电台处于接收单边带信号状态时，从中频放大器来的约 10mV 的 500KHz 上边带信号自 5CZ2-10 输入，经 5C24 加至平衡解调器的输入端，单边带解调用的 500KHz 载频自插头座 5CZ2-7 加入，经电子开关 5BG21 送至 5B2 的初级（5B2 的 5 脚）。解调后的音频信号经电子开关 5BG24 和低通滤波器 5C36、5R46、5C37 滤波后加至射极跟随器 5BG6。此跟随器是收单边带信号和收调幅信号共用的。跟随器输出经 5C39、插头座 5CZ1-6 输出至装于面板上的音量控制电位器的高电位端。音量电位器滑动点出来的音频信号从插头座 5CZ1-7 加入，经 5C40 送至前置低频放大器。前置低放由 5BG7 组成共发射极放大电路，由插头座 5CZ1-5 加入的收 10 伏电源供电。其输出经 5C43 送至收音频功放。

收音频功放采用无输入输出变压器的串联推挽电路，以 24 伏电源供电，使在一付耳机（600Ω）上能得到 50mw 的最大不失真功率。5BG9 和 5R59、5R60 用以稳定两个输出管 5BG10 和 5BG11 的直流电流。当环境温度升高时，一方面 5BG8 的直流电流增大，5BG10 和 5BG11 的发射极直流电流将增大，另一方面 5BG9 基极电流的增加使 5BG9 加深饱和，使 5BG10 和 5BG11 两个基极间的直流电压差减小，从而使此两管的发射极直流电流减小，两者作用的结果，使得两管的射极直流电流保持不变。当环境温度降低时，情况相仿，结果是两管的发射极电流不变。

收调幅信号时，从中频放大器来约 20mV 的 500KHz 调幅信号自插头座 5CZ2-10 输入，经由 5C32 加至调幅放大管 5BG12。放大后的信号经 5BG25 检波。收 AM 10 伏电源

从插头座 5CZ2-5 加入。检波后的音频信号经低通滤波器 5C36、5R46、5C37 送至收低放输入跟随器 5BG6。

收报信号时，收 CW10 伏电压从插座 5CZ1-11 加入，5R69、5BG27 和 5R68 组成的电子开关被接通，推挽输出端的音频信号有一部分由 5R64、5C51、5C52 及双 T 网络，5BG27 及 5C45 回授至推挽级的输入端，使音频功放级成为以 1KHz 为中心频率，6dB 带宽仅约 300Hz 的窄带选频放大器，这样就大大提高了报信号的信噪比，提高了收报工作的效率。

第三节 中频放大器工作原理

中频放大器单元包括收可变衰减器，收增益可变放大器，收发公用 500KHz 放大器，收调幅放大器，收 V_{AGC1} 产生器，发输出跟随器及发调幅兼容载频复置跟随器等部分，其线路见图册中频放大器电原理图。

发 SSB 话或报信号时，低频放大器单元来的已调 500KHz 双边带信号自插头座 4CZ1-3 加入，送至收发公用放大器 4BG3 的发射极。此放大器接成共基极电路，以减小收、发信号源内阻不同对后面所接机械滤波器的性能产生影响。本级的供电电源为 10 伏（经二极管 4BG22）和收 SSB10 伏（经二极管 4BG21），其集电极经阻流圈 4ZL1 供电，电容 4C14、4C15 与机械滤波器输入端换能器的电感构成并联谐振电路，调谐于 500KHz。自机械滤波器输出的 500KHz 上边带信号经 4C16、4C17 接至收发公用放大器 4BG4 的发射极，此放大器也接成共基极电路，以减小放大器收发两个状态不同负载对机械滤波器产生的影响。电容 4C16 和 4C17 与机械滤波器输出换能器的电感构成串联谐振电路，也调谐于 500KHz。本级也由发 10 伏（经二极管 4BG22）和收 SSB10 伏（经二极管 4BG21）供电。4BG4 的集电极输出经 4C20 耦合至下一级放大器 4BG5 的基极，此级为普通共发射极放大器，由常接 10 伏电源供电，其输出经 4C30、4R67 和 4C43 耦合至发中频输出跟随器 4BG12 的基极。4BG12 由发 10 伏电源供给，其射极输出的 500KHz 上边带信号经 4C45 及插头座 4CZ4 输出去发一混。

若发调幅兼容信号，则在发 SSB 话信号的同时，频率合成器来的 500KHz 载频自插头座 4CZ5 输入，经电阻 4R57，电容 4C39 和电子开关 4BG18、4BG19 加至载频复置跟随器 4BG11 的基极，此跟随器由发 AM10 伏电源供电，其输出经开关二极管 4BG20、电容 4C42 加至发输出跟随器 4BG12 的基极，与 500KHz 上边带话信号一同输出去发一混。

收信时，从发一混频器单元收第二混频器来的 500KHz 信号自插头座 4CZ3 输入，经 4C1 加至可变衰减器 4BG13，再经 4C4 送至收增益可变放大器 4BG1，这个放大器是一个普通共发射极放大器，其集电极由收 10 伏电源供电，而基极偏置与可变衰减器 4BG13 同由收第一组自动增益控制电压 V_{AGC1} 供电。当天线端信号小于三倍灵敏度信号时，此 V_{AGC1} 值约为 4.1 伏，此时衰减器衰减最小，放大器增益最大，而当天线端信号超过三倍灵敏度信号电压后，此 V_{AGC1} 开始下降，流过 4BG13 的直流电流减小，其动态电阻增加，对信号的衰减量增加，同时由于 V_{AGC1} 下降，4BG1 的基极偏流减小，放大量下降，

这样,在一定范围内使得天线端信号电压增加时 4BG1 的输出不增加,4BG1 输出经 4C 耦合至收中频跟随器 4BG2,它也由收 10 伏电源供电。

在收 SSB 话或报信号时,4BG2 输出经 4C10 耦合至收发公用放大器 4BG3 的基极以后的情况跟发信时的信号走向相同。在 4BG5 输出端,已放大的 500KHz 上边带信号经 4C30 送至插头座 4CZ2-10 输出去低频放大器单元。

在收 AM 信号时,4BG2 输出经 4C21 加至收 AM 中频放大器 4BG10 的基极,本级也是一个普通共发射极放大器,由收 AM 10 伏电源供电,经 4BG10 放大的 AM 信号再由 500KHz 陶瓷滤波器滤波后经电子开关 4BG15 和电容器 4C26 送至 4BG5 放大。因而收 500KHz 调幅信号也是经 4BG5 从插头座 4CZ2-10 输出。

由三极管 4BG6 及其他元件组成的共发射极放大器,把 4BG5 输出的信号进行放大后送至收 V_{AGC1} 产生器。

三极管 4BG7、4BG8、4BG9 及其周围元件组成收 V_{AGC1} 产生器。4BG7 把经 4C34 从 500KHz 放大器 4BG6 耦合来的中频信号进行放大整流,4R49、二极管 4BG16、4BG17 及 4R48、4W1、4R47 等给本级提供很小的直流偏置,4BG16、4BG17 用以补偿高低温时 4BG7 直流工作点深漂移。4BG8 放大整流后的电压,其输出经跟随器 4BG9 后去控制可变衰减器 4BG13 的导通状态,并控制放大器 4BG1 的偏流,从而控制该放大器的电压增益。

第四节 发一混频器工作原理

发一混单元由收、发混频器、90.029MHz 晶振组件和第二组自动增益控制电压 V_{AGC2} 产生器组成。其线路见图发一混频器电原理图。

90.029MHz 晶振组件 3SJT1 电源电压 12V,由常+15 伏经过降压电阻 3R1 供给。

在发射状态,晶振组件 3SJT1 提供 90.029MHz 点频,经发共射放大器 3BG10 和 3R35,调至混频所需幅度上,再经耦合电容器 3C27 加至发一混 3BG11 的基极,发一混由对管 3BG11、3BG12 组成,它是普通的晶体管交叉耦合混频器,中频信号 500KHz 由高频插座 3CZ3 送入,经耦合电容 3C32 加到 3BG12 的基极。混频器的平衡状态由 3W5 调整,混频后的产物由电子开关二极管 3BG13 输出,经高频插头座 3CZ4 送至下级高中频放大器进行选频放大。

在接收状态,晶振组件 3SJT1 提供 90.029MHz 点频,经收共射放大器 3BG1 和 3R31 调至混频所需幅度上,再经耦合电容 3C7 加至收二混 3BG2 的栅极。收二混由对管 3BG2、3BG3 组成,它是场效应管交叉耦合平衡混频器,高中频信号 90.529MHz 由高频插座 3CZ6 送入,经电子开关二极管 3BG4 和耦合电容 3C12 加到收二混 3BG3 的栅极。混频器的平衡状态由 3W2 调整,混频后的 500KHz 中频信号由电容 3C13、3C14 分压送至 500KHz 陶瓷滤波器 3LB1 输入端,经陶滤后的 500KHz 中频信号一路由高频插座 3CZ5 输出送至中频放大单元,一路经耦合电容 3C19 加至 V_{AGC2} 产生器第一级 3BG7 的基极,由它放大检波,再经直流放大器 3BG8 放大后加至 3BG9,使其射极输出电压受控,仅当 500KHz 中频输出大于 100mV 时(即 3BG7 输入幅度大于 100mV 时)AGC 才

起作用。

第五节 高中频放大器工作原理

高中频放大器单元由两部分组成。一部分是高中频放大器，其中包括高中频输入放大器，90.529MHz 晶体滤波器，高中频输出放大器，另一部分是收信道第一混频器。其线路见图册高中频放大器电原理图。

高中频放大器是收、发公用放大器、放大器均由两个场效应管并联组成共栅放大电路，放大来自第一混频器产生的 90.529MHz 中频信号。

在发射状态，发第一混频器产生的包括 90.529MHz 中频信号在内的混频产物由高频插座 2CZ6 送入，经耦合电容 2C2 加到高中频输入放大器 2BG5、2BG6 的输入端，选频放大后经 90.529MHz 晶体滤波器滤波后，再经耦合电容 2C9 送入高中频输出放大器 2BG7、2BG8 的输入端，被放大的 90.529MHz 中频信号由高频插座 2CZ3 输出，送至发第二混频器。

在接收状态，由前端滤波器送来的 (1.6~30) MHz 射频信号经高频插座 2CZ5 输入，经信号宽带变压器 2B1 加到收第一混频器的中频输出变压器 2B2 初级的中心抽头端，来自经收一本振放大器放大的 (92.129~120.528) MHz 信号由高频插座 2CZ4 输入，送至收第一混频器的本振输入变压器 2B3 的初级。混频器由四个热载流子二极管 2BG1-2BG4 组成环形混频器。混频产物由中频变压器 2B2 的次级输出，经耦合电容 2C1 送至高中频输入放大器 2BG5、2BG6 输入端进行选频放大，再经 90.529MHz 晶体滤波器选出有用中频信号 90.529MHz，经耦合电容 2C9 送到高中频输出放大器，放大后的 90.529MHz 中频信号由高频插座 2CZ2 送至收第二混频器。

高中频放大器的电源电压为 AGC 电压 V_{AGC2} ，其值约为 (13.5~14.5) V，由插座 2CZ1-2 加入，仅在收状态时，此 V_{AGC2} 才起作用。当收第二混频器输出的 500KHz 中频信号超过 100mV 时， V_{AGC2} 开始下降，放大器的增益随之下降，从而实现 AGC。在发射状态，此 V_{AGC2} 保持在 (13.5~14.5) V 不变。

第六节 发二混频器工作原理

发二混单元由收发两个通道组成：收通道由收一本振放大器和前端滤波器组成，发通道由发二混、发小宽放和发低通滤波器组成，其线路见图册发二混频器电原理图。

在收状态，来自频合的 (92.129~120.528) MHz 本振信号由高频插座 1CZ7 送至收一本振放大器的输入端，经一级共发共基级联放大器 (1BG12 和 1BG13 构成) 和一级共发宽带放大器 (1BG14) 放大至收一混所需幅度，再由高频插座 1CZ4 输出送至高中频放大器单元的收一混。同时，天线端接收到的 (1.6~29.999) MHz 射频信号由高频插座 1CZ2 送入，经过前端保护电路 (由四个开关二极管 1BG1、1BG2、1BG3 和 1BG4 分别串联后并联构成) 加到前端滤波器的高通滤波器输入端，经收高低通滤波器滤除 (1.6~30) MHz 外的干扰后，由高频插座 1CZ6 送至高中频放大器单元的收一混频器。

在发射状态,来自频合的(92129~120528)MHz本振信号由高频插座1CZ7送到发二本振放大器的输入端,发二本振放大器(1BG5)是一级共发宽带放大器,本振信号经1BG5放大到发二混所需幅度后,由耦合电容1C19加到发二混1BG6的基级。发二混由对管1BG16、1BG7组成,它是普通的晶体管交叉耦合平衡混频器,中频信号90529MHz由高频插座1CZ3送入,经电子开关二极管1BG8耦合电容1C25加到混频器1BG7基级。混频器平衡状态由1W1调整,混频后的产物由耦合电容1C26加到发小宽放1BG10的基级。发小宽放是一级共发宽带放大器,要求放大(1.6~30)MHz的射频信号,高低端的频响由1R18和1C28调整。

发小宽放放大后的信号经0~30MHz低通滤波器滤除后从高频插座1CZ5把(1.6~29999)MHz的射频信号送到功率放大器单元。

1C27和1R15、1R16配合使发小宽放正常工作状态的建立延迟了大约几ms时间,这样在按键瞬间,小宽放前面诸级可能产生的脉冲不致加到后面功率放大器去。

1BG15在接通电源瞬间迅速处于饱和状态,1C27上的电荷经1BG9和1BG15迅速放电,1BG10迅速截止,使在按键瞬间,小宽放前面诸级可能产生的脉冲也不致加到后面的功率放大器去。

第七节 低环压控振荡器工作原理

低环压控振荡器单元由低环压控振荡器、低环鉴相器、5MHz晶体压控振荡器、电子开关电路和失锁指示电路组成。其线路见图册低环压控振荡器电原理图。

一、低环压控振荡器(低环VCO)

该振荡器主要由12BG18、12BG13~16,12L5、12C11~13组成,主振电路选用共集电极电容三点式振荡电路。变容管选用2CC1G,它起到改变槽路电容的作用。变容管控制电压为3伏时,低环VCO输出频率为580KHz左右,当控制电压为13伏时,低环VCO输出频率为720KHz左右,低环VCO锁定后频率为601~700KHz,输出频率经12BG19、12BG20及12BG21等元件组成的两级跟随器分两路输出。一路经12CZ1-4、5和8CZ1-3送到频合的第一混频器。一路经12CZ2-12和11CZ1-9送到低环可变分频器。

二、低环鉴相器

低环鉴相器是典型的电流型鉴相器。CMOS双D触发器12CF1和由12BG8、12BG9、12R1组成的与门构成相位比较器,对输入的两路信号进行比相。参与比相的两路信号,一路是标准频率源产生的1KHz信号 f_{RL} ,另一路是低环可变分频器的输出信号 f_{NL} ,当参考信号的频率 f_{RL} 高于低环可变分频器输出信号的频率 f_{NL} 时,充电支路(由12BG1、12BG2、12BG3、12BG4组成)导通,对12C2、12C21、12C3、12R13组成的阻容网络充电,鉴相器的输出电压上升,从而使低环VCO的频率升高,导至 f_{NL} 升高,使 f_{NL} 趋近于 f_{RL} 直到相等。当 f_{RL} 低于 f_{NL} 时,放电支路(由12BG5、12BG6、12R12、12R11组成)导通,使鉴相器的输出电压下降,导致 f_{NL} 下降使 f_{NL} 趋近于 f_{RL} 直至相等。因此尽管 f_{NL} 的初始状态可能高于 f_{RL} ,也可能低于 f_{RL} ,但最

终能达到锁定状态。这时低环VCO的频率等于参考频率 f_{RL} 乘以低环可变分频比 N_L 。
鉴相器的输出电压由12BG7、12BG11、12BG12、12R14、12C4组成的场效应管跟随器送至低环VCO电路。

三、5MHz晶体压控振荡器(微调振荡器)

本电路具有频率微调功能,以便与调幅电台对通,并能在收报时调节音调。

当电台功能开关打在微调位时,原来送入频合第一混频器的5MHz标频信号被切断,取而代之的是5MHz晶体压控振荡器的输出信号(频率微调范围为1KHz)从而实现了频率合成器输出频率的可调性。

晶体压控振荡器电路由12BG23、12BG22、12SJT1、12L4、12R31-34、12C23、12C24等组成。其中电感12L4改变了晶体的等效电抗,使晶体串联谐振频率下移,扩大了晶体串、并联谐振频率的差值,从而使振荡器的频率范围扩展,保证微调范围不小于1KHz。

晶体压控振荡器的调谐元件为12BG22变容二极管。电台面板上的微调旋钮改变12BG22的控制电压,致使频率发生变化。

四、电子开关电路

电子开关电路由12BG25、12BG17、12C32、12C26、12R41-44组成。此电子开关起通断5MHz标频信号的作用。

本电台的功能开关不置于“微调位”时晶体压控振荡器没有接通电源,电子开关处于导通状态,由10CZ2和10CZ4输入的5MHz标频信号,通过电子开关经12CZ3和8CZ2馈到频合第一混频器。当功能开关处于“微调”位时,晶体压控振荡器接通电源,同时电子开关处于截止状态,5MHz标频信号被阻挡。这时晶体压控振荡器的输出信号经12CZ3和8CZ2馈入频合第一混频器进行混频。

五、失锁指示电路

失锁指示电路由12YF1、12HF1及12R47等组成。当高低环锁定时,12YF1的11脚输出为“0”;12CZ2-2为“0”(即12HF1的12脚为“0”),使12HF1的8脚为“1”,12CZ2-1输出为高电平,面板电表有指示。当低环或高环失锁时,12HF1的9脚或10脚为“1”使12C2-1输出为低电平,面板电表无指示。

第八节 频合混频器工作原理

频合混频器是连接低频环路和高频环路的桥梁,它由三级混频器组成,线路见图册频合混频器电原理图。

一、第一混频器工作原理

第一混频器是长尾偶型混频电路,其中8BG1、8BG2为偶管,要求两管参数一致,8BG3为尾管。低频环VCO提供的601~700KHz信号 f_{VCO} 从偶管基极注入,标频输出的5MHz信号 f_{00} 从尾管基极注入。混频负载采用调谐回路,并使回路频率谐振于5.650MHz上,上述两路信号经混频后,回路选出和频 f_{m1} 即5.601~5.700MHz信号,此信号经过5.650MHz多重模陶瓷滤波器8LB1后,送入第二混频器。

二、第二混频器工作原理

第二混频器仍是长尾偶型混频电路，由 8BG4、8BG5 及 8BG6 等组成，直流参数与一混完全相同。 f_{o2} 与 f_{m1} 分别注入尾管 8BG6 和偶管 8BG4、8BG5 的基极。二混的负载为调谐回路，其中心频率为 84.379MHz。回路选出差频 $f_{m2}=84.329\sim 84.428\text{MHz}$ 信号，再经中心频率为 84.379MHz 的声表面波滤波器 8LB2 滤波，最后经一级共基极放大器送至第三混频器。

三、第三混频器工作原理

第三混频器也采用长尾偶型混频电路，由 8BG9、8BG10 及 8BG11 等组成，直流参数与一混相同，只是负载不同。由于该级是宽频带混频，所以负载采用宽带变压器。参与该级混频的信号，一路由高环 VCO 提供，其频率为 $f_{o1}=92.129\sim 120.528\text{MHz}$ ，经过隔离放大后送到三混的偶管 8BG9、8BG10；另一路由第二混频器提供，其频率为 f_{m2} ，它从尾管 8BG11 注入。混频输出取差频，频率为 $f_{m3}=7.8\sim 36.1\text{MHz}$ ， f_{m3} 经隔离放大，再经低通滤波器 8LB3（带宽 $0\sim 40\text{MHz}$ ），滤波后送入共发共集放大器，放大后经高频插座 8CZ5 和 9CZ2 送到高环可变分频器。

第九节 固定分频器工作原理

固定分频器单元包括 5MHz 温补晶体振荡器及其输出缓冲电路，固定分频电路，500KHz 正弦信号产生电路等，其线路见图册分频器电原理图。

一、5MHz 温补晶体振荡器

10ZD1 是频率稳定度为 $\pm 1\times 10^{-6}$ ($+70^{\circ}\text{C}\sim -40^{\circ}\text{C}$) 的温补晶体振荡器。10WY1 是输出 +12V 电压的三端稳压器。10WY1 输入的正 24V 电压稳定在 +12V 上。10C1、10C2、10C3、10C4 为滤波电容，10R1 将 +24V 输入电压降至 +18V 左右送入 10WY1，10BG9 等元件组成的射极跟随器是 5MHz 温补晶振输出的缓冲电路。5MHz 温补晶振的输出信号经 10R25、10C5 耦合至射随器 10BG9，其输出再经 10CZ2 送入低环压控振荡器单元。

二、固定分频器电路

5MHz 晶振输出的一路信号经射随器 10BG5，放大整形器 10BG6 送至固定分频器电路。10JS1 为固定 $\div 10$ 电路，将 5MHz 分频为 500KHz，10JS2 为 $\div 20$ 电路，输出 25KHz 供给高环鉴相器用。10JS3 为 $\div 25$ 电路，输出 1KHz 供给低环鉴相器用，10YF2 为 10JS2、10JS3 输出予置信号，使 10JS2、10JS3 分别完成 $\div 20$ 、 $\div 25$ 分频。500KHz 通过与非门送至 10BG7，1KHz 信号通过 10YF1 后，输出两路 1KHz 方波。一路送至信道低放放大器单元作为调谐或发报用的 1KHz 单音，另一路经过低放的音频继电器 5J1，作为调谐或发报时的监听信号，10R14、10R15 为 1KHz 键控电压分压电阻，控制 1KHz 输出。10R22、10R23 为 500KHz 控制分压电阻，用面板工种开关控制 500KHz（在单边带位）的输出。

三、500KHz 正弦波产生

固定分频电路产生的 500KHz 方波经 $\frac{1}{4}$ 10YF1 控制，再经 10BG7 放大后送入

500KHz 陶瓷滤波器 10LB1 滤波, 滤波后得到一个近似正弦波的 500KHz 信号, 经射随器 10BG8 及 10CZ1-14 和 5CZ2-7 送至信道低频放大器单元, 作为单边带调制或解调用的载频信号, 10BG8 输出的 500KHz 信号还经 10CZ3 和 4CZ5 送至信道中频放大器单元, 作为发射调幅兼容信号时的 500KHz 载频。

$\frac{1}{4}$ 10YF1 的开或闭由“SSB10 伏电压”控制。在电台处于收调幅兼容信号时, SSB10V 电压断开, $\frac{1}{4}$ 10YF1 闭锁, 500KHz 无输出。当电台处于发或收单边带信号时, 500KHz 有输出。

第十节 低环可变分频器工作原理

低环可变分频器把低环压控振荡器输出的信号, 按整机面板 KHz 位、10KHz 位开关控制进行分频, 其输出信号 (约 1KHz) 送至低环压控振荡器单元进行鉴相。

低环可变分频器单元由整形电路, 个位可预置十进计数器, 十位可预置十进计数器, 百位固定除六电路, “计数阻挡”电路及满量识别电路组成, 详见线路图册低环可变分频器电路原理图。

一、整形电路

整形电路由 11BG1、11R1、11R2、11C1 组成, 低环压控振荡器输出信号经插座 11CZ1-9 送入, 经 11BG1 放大整形后, 输出脉冲信号经 11YF1 送至计数单元计数。

2、个位可预置十进计数器

个位可预置十进计数器由 11JS1、11R4-7 及 11C4-7 组成。

11JS1 是按 8421 码工作的可预置十进加法计数器, 计数器状态与面板 KHz 位频率及分频比对应关系见表 3-10-1 所示。该计数器的预置状态 (Q_A 、 Q_B 、 Q_C 、 Q_D) 与 1KHz、2KHz、4KHz、8KHz 控制线状态相同, 即与整机面板 KHz 位旋钮的状态相同。计数器的预置只决定其计数的最初起点, 在以后的计数中, 计数器, 11JS1 则按其值表循环, 即在计数器状态第一次到达“0000”状态后, 计数器则成为一个固定除 10 分频器。

3、十位可预置十进计数器

十位可预置十进计数器由 11JS2、11R8-11 及 11C8-11 组成, 其工作原理同个位可预置十进计数器。计数器状态与面板 10KHz 位频率及分频比对应关系见表 3-10-2。

4、百位固定除六电路

百位固定除六电路由 11JS3 组成, 其真值表见表 3-10-3。

5、计数阻挡电路及满量识别电路

计数阻挡电路由 $\frac{1}{2}$ 11CF1 (即单 D 触发器) 组成。满量识别电路由二极管 11BG2-7 组成。

二、低环可变分频器工作原理

由电路原理图可知, 个位、十位计数器均为九读出, 当低环可变分频器计入第 699 个

脉冲时(包括预置数),满量识别电路输出高电平,("1"电平)送至11CF1的D端(第9脚),计数阻挡电路11CF1翻转,其Q端输出预置脉冲("0"电平)至个,十位计数器的预置端(PE端)进行预置,Q端输出复位脉冲("1"电平)至百位除六计数器,使其复位(即"0"状态),此时,满量识别电路关闭(输出"0"电平)。当第700个脉冲到来时,计数阻挡电路11CF1再次翻转,其Q端由"0"电平变为"1"电平,Q由"1"电平变为"0"电平,将预置脉冲和复位脉冲清除,等待下一个计数循环的开始,由于预置脉冲须等第700个脉冲触发阻挡电路翻转后才被清除,因此第700个脉冲虽送入个位十进计数器,但不能计数。

0	0	0	0	1	1	0	8	8
2	2	0	0	1	1	0	8	8
5	5	0	1	1	1	0	8	8
4	4	0	1	0	0	0	1	1
5	5	0	1	0	0	1	2	2
6	6	0	1	1	1	0	2	1

读出状态

固定除六计数器01J93Q₀端输出的脉冲信号为可变分频器的输出信号,此信号经11CF1、11CZ1-6和12CZ2-8送至低环压控振荡器单元。

下面举一个例子说明面板指示的频率数与低环分频比的关系。设面板个位KHz旋钮指示为"5",十位KHz旋钮指示为"3",即面板频率指示的最后两位数为"37"KHz,从表3-10-1和3-10-2可知,此时可变分频器已预置在"37"位,即个位预置"7",十位预置"3",或说在分频器一个循环须计700个脉冲中已预先计入了"37"个脉冲,此时,只要分频器输入端再输入700-37=663个脉冲,分频器将在11CZ1-6处产生一个脉冲,即当分频器分频比为663,分频比的个位数为"3",十位数为"6"。同样,若面板频率指示的最后两位数为"99"KHz,则此时计数器预置为"99",分频器输入601个脉冲才产生一个脉冲,即当分频比为"601",所以整个可变分频器的分频比为601~700。

无低环可变分频器的分频比 N_L 以个位、十位和百位数表示

$$N_L = 100N_{LH} + 10N_{L1} + N_{L0}$$

其中 N_{LH} 为分频比百位数, $N_{L0}=6$, N_{L1} 和 N_{L0} 分别为分频比的一位数和个位数。

第十一节 高环可变分频器工作原理

高环可变分频器由频率合成器输出的7.8~93.6MHz信号先除四再经78~361次分频(由面板100KHz位开关,MHz位开关及10MHz位开关确定)后,输出25KHz信号去压控振荡器单元的分相器中进行鉴相。高环可变分频器包括:整形电路,固定除四电路及可变分频器等部分。详见线路图册高环可变分频器电路原理图。

一、整形及除四电路

整形电路由9B01及9B02组成,高频信号由9CZ2输入,经放大整形后,输出的脉冲送至固定除四电路。

固定除四电路由9CF1及9CF2的一半组成,它是两级除二电路的级联,9CF1将放

表 3-10-1

KHz 位频率 (面板刻度)	分频比 个位数	计数 顺序	Q_A (11SJ ₁ 15 脚)	Q_B (11SJ ₁ 1 脚)	Q_C (11SJ ₁ 10 脚)	Q_D (11SJ ₁ 9 脚)	
0	10	0	0	0	0	0	
1	9	1	1	0	0	0	
2	8	2	0	1	0	0	
3	7	3	1	1	0	0	
4	6	4	0	0	1	0	
5	5	5	1	0	1	0	
6	4	6	0	1	1	0	
7	3	7	1	1	1	0	
8	2	8	0	0	0	1	
9	1	9	1	0	0	1	读出状态

表 3-10-2

10KHz 位频率 (面板刻度)	分频比 十位数	计数 顺序	Q_A (11SJ ₂ 15 脚)	Q_B (11SJ ₂ 1 脚)	Q_C (11SJ ₂ 10 脚)	Q_D (11SJ ₂ 9 脚)	
0	9	0	0	0	0	0	
1	8	1	1	0	0	0	
2	7	2	0	1	0	0	
3	6	3	1	1	0	0	
4	5	4	0	0	1	0	
5	4	5	1	0	1	0	
6	3	6	0	1	1	0	
7	2	7	1	1	1	0	
8	1	8	0	0	0	1	
9	0	9	1	0	0	1	读出状态

表 3-10-3

分频比 百位数	计数 顺序	Q_A (11JS ₃ 11脚)	Q_B (11JS ₃ 12脚)	Q_C (11JS ₃ 13脚)	
0	0	0	0	0	
1	1	1	0	0	
2	2	0	1	0	
3	3	1	1	0	
4	4	0	0	1	
5	5	1	0	1	
6	6	0	1	1	读出状态

固定除六计数器 11JS3 Q_C 端输出的脉冲信号为可变分频器的输出信号，此信号经 11YF1、11CZ1-6 和 12CZ2-8 送至低环压控振荡器单元。

下面举一个例子说明面板指示的频率数与低环分频比的关系。设面板个位 KHz 旋钮指示“7”，十位 KHz 旋钮指示“3”，即面板频率指示的最后两位数为“37”KHz。从表 3-10-1 和 3-10-2 可知，此时可变分频器已预置在“37”位，即个位予置“7”，十位予置“3”，或说在分频器一个循环须计 700 个脉冲中已预先计入了“37”个脉冲，此时，只要分频器输入端再输入 $700-37=663$ 个钟脉冲，分频器将在 11CZ1-6 送一个信号。即是说此时分频比为 663。分频比的个位数为“3”，十位数为“6”。同样，若面板频率的最后两端数为“99”KHz，则此时计数器预置为“99”，分频器输入 601 个钟脉冲才输出一个脉冲，分频比为“601”。所以整个可变分频器的分频比为 601~700。

把低环可变分频器的分频比 N_L 以个位、十位和百个数表示

$$N_L = 100N_{L\text{百}} + 10N_{L\text{十}} + N_{L\text{个}}$$

其中 $N_{L\text{百}}$ 为分频比百位数， $N_{L\text{百}}=6$ ， $N_{L\text{十}}$ 和 $N_{L\text{个}}$ 分别为分频比的十位数和个位数。

第十一节 高环可变分频器工作原理

高环可变分频器把频合混频器输出的 7.8~36.1MHz 信号先除四再经 78~361 次分频（由面板 100KHz 位开关，MHz 位开关及 10MHz 位开关确定）后，输出 25KHz 信号去高环压控振荡器单元的鉴相器中进行鉴相。高环可变分频器包括：整形电路，固定除四电路及可变分频器等部分，详见线路图册高环可变分频器电原理图。

一、整形及除四电路：

整形电路由 9BG1 及 9BG2 组成，高频信号由 9CZ2 输入，经放大整形后，输出的脉冲信号送至固定除四电路。

固定除四电路由 9CF1 及 9CF2 的一半组成。它是两级除二电路的级联，9CF1 将放

大整形后的信号除二后送入 9CF2 再除二, 由 9 脚输出送给可变分频器。

9R1 用以降低本电路的灵敏度, 当输入高频信号小于 60mV 时, 除四电路无输出, 以提高整个电路的抗干扰性。

二、可变分频器:

可变分频器由十进可预置计数器 9JS1、9JS2、9JS3 和满量识别电路双与门 9YF1 及输出预置电路 $\frac{1}{2}$ 9CF2。9JS1 为 100KHz 位程序分频器, 9JS2 为 MHz 位程序分频器, 9JS3 为 10MHz 位程序分频器。这三个计数器是全可编程的, 它们的起始状态由对应的面板开关通过数据输入线 A、B、C、D 在计数/负载 (C/L) 输入端 (1 脚) 为低电平时, 预置为相应的状态, 即存入了相应的数。扳动相应位开关, 即改变了程序分频数据线上的数据, 从而达到了改变起始状态的目的。

可变分频器的分频比为 78~361, 对应天线频率 (面板开关) 为 1.6MHz~20.9MHz, 分频器工作过程为: 信号输入, 9JS1、9JS2、9JS3 由起始状态开始计数, 当三位都计到读出状态 (9JS1 为 AD、9JS2 为 AC、9JS3 为 AB) 时, 9YF1 输出 (8 脚) 为高电平, 送到 J-K 触发器 9CF2 的 (2 脚) 1K 端, 下一个脉冲来时, 此 J-K 触发器的状态 1Q (5 脚) 由“1”变为“0”, 此负脉冲送到 9JS1、9JS2、9JS3 的预置 C/L (1 脚) 使之复原到起始状态。同时负脉冲信号又作为分频器的输出信号 (约 25KHz), 由 9CZ3 经 7CZ8 送入高环鉴相器进行鉴相, 再下一个脉冲输入时, J-K 触发器 9CF2 的 1Q 状态复原为“1”, 一个计数周期结束。然后开始下一个周期。

10MHz 位频率 (面板刻度) 分频比 (百位数) 与 9JS3 的 4 脚、10 脚起始状态 (数据线上数据) 的对应关系如表 3-11-1 所示。

表 3-11-1

10MHz 位频率 (面板刻度)	分 频 比 百 位 数	计数顺序	Q_A (9JS ₃ 4 脚)	Q_B (9JS ₃ 10 脚)	
2	2	0	0	0	
1	1	1	1	0	
0	0	2	0	1	
		3	1	1	“读出状态 (AB)”

MHz 位频率 (面板刻度), 分频比十位数与 9JS2 的 4 脚、10 脚、3 脚、11 脚起始状态对应关系如表 3-11-2 所示。

100MHz 位频率 (面板刻度), 分频比个位数与 9JS1 的 4 脚、10 脚、3 脚、11 脚起始状态对应关系如表 3-11-3 所示。

三、分频比实现举例:

例如需分频比为 86, 则面板 100KHz 位开关置于“4”, 百 KHz 位程序分频器 9JS1 预置状态为“1010”; 面板 MHz 位开关置于“2”, MHz 位程序分频器 9JS2 预置状态为

“1110”，面板 10MHz 位开关置于“0”，10MHz 位程序分频器 9JS3 预置状态为“01”。当 9JS1 输入 5 个脉冲时，状态到达“0000”状态，这时 9JS1 (12 脚) 输出一个脉冲进入 9JS2，此时 9JS2 为“0001”状态。当 9JS1 再输入 79 个脉冲时，状态到达“1001”读出状态，并输出了 7 个脉冲进入 9JS2，此时 9JS2 状态到达“1010”读出状态，并输出了一个脉冲进入 9JS3，此时 9JS3 状态为“11”读出状态。这时三个计数器都处在读出状态，9YF1 的 (8 脚) 输出端为高电平，这时 9CF2 的 1K 端 (2 脚) 由“0”电平变为“1”电平，当再输入一个脉冲时，9CF2 的 1Q 端 (5 脚) 输出一个负脉冲，经 9CZ3 送入高环鉴相器，同时也送到 9JS1、9JS2、9JS3 的 C/L 端 (1 脚)，使三个计数器停止计数，并预置为起始状态。这时 9YF1 输出端 (8 脚) 由“1”电平变为“0”电平，9CF2 的 1K 端 (2 脚) 也变为“0”电平。当再输入一个脉冲时，此脉冲同时进入 9JS1 和 9CF2 的输入端，由于计数器还未脱离预置状态，虽然脉冲进入计数器但不计数，但 9CF2 的 1Q 端 (5 脚) 输出一个正脉冲，这时进入分频器的总脉冲数为：5+79+1+1=86 个脉冲，完成了 86 分频的目的。9CF2 的 1Q 端输出的正脉冲送至三个计数器的 C/L 端，使计数器恢复计数状态，等待下一个循环的开始。

其它分频比的工作原理同上。

分频比 N_H 以个位、十位和百位数表示，有 $N_H = 100N_{H1} + 10N_{H2} + N_{H3}$

表 3-11-2

MHz 位频率 (面板刻度)	分频比 十位数	计数 顺序	Q_A (9JS ₁ 4 脚)	Q_B (9JS ₂ 10 脚)	Q_C (9JS ₃ 3 脚)	Q_D (9JS ₂ 11 脚)	
9	15	0	0	0	0	0	
8	14	1	1	0	0	0	
7	13	2	0	1	0	0	
6	12	3	1	1	0	0	
5	11	4	0	0	1	0	
4	10	5	1	0	1	0	
3	9	6	0	1	1	0	“读出”状态 AC
2	8	7	1	1	1	0	
1	7	8	0	0	0	1	
0	6	9	1	0	0	1	

表 3-11-3

100KHz 位频率 (面板刻度)	分频比 个位数	计数 顺序	Q_A (9JS ₁ 4脚)	Q_B (9JS ₁ 10脚)	Q_C (9JS ₃ 3脚)	Q_D (9JS ₁ 11脚)	
9	11	0	0	0	0	0	
8	10	1	1	0	0	0	
7	9	2	0	1	0	0	
6	8	3	1	1	0	0	
5	7	4	0	0	1	0	
4	6	5	1	0	1	0	
3	5	6	0	1	1	0	
2	4	7	1	1	1	0	
1	3	8	0	0	0	1	
0	2	9	1	0	0	1	“读出”状态 AD

第十二节 高环压控振荡器工作原理

高环压控振荡器单元包括高环压控振荡器，高不鉴相器，快速放电电路和失锁指示电路，见线路图册高环压控振荡器电原理图。

高环压控振荡器所覆盖的频率范围为 92.129~120.528MHz，整个频段又分为三个波段，第一波段频率范围为 92.129~100.528MHz，第二波段频率范围为 100.529~110.528MHz，第三波段频率范围为 110.529~120.528MHz。三个波段振荡器相互是独立的，它们是否工作取决于它们是否加上电源电压。10MHz 位开关控制三个波段振荡器的加电与否，从而可选择其中一个工作。10MHz 旋钮处于“0”位时，+15V 电压经 7CZ2~2 和 7CZ3~5 加入，使第一波段振荡器工作。10MHz 旋钮处于“1”位时，+15V 电压经 7CZ2~3 和 7CZ4~5 加入，使第二波段振荡器工作。10MHz 旋钮处于“2”位时，+15V 电压经 7CZ2~4 和 7CZ5~5 加入，使第三波段振荡器工作。

三个波段振荡器均采用电容三点式共集振荡电路，振荡管采用低噪声三极管 CG39B。振荡器输出信号分两路经射极跟随器分别由 7CZ6 和 1CZ7 及 7CZ7 和 8CZ4 送至信道第一混频器及频合第三混频器。第一波段振荡管为 7BG2，跟随管为 7BG3 及 7BG4。第二波段振荡管为 7BG8，跟随管为 7BG9 及 7BG10。第三波段振荡管为 7BG14，跟随管为 7BG15 及 7BG16。

每个波段振荡器的电路均有一个变容管，第一波段所属的变容管为 7BG1，第二波段所属的变容管为 7BG7，第三波段所属的变容管为 7BG13。

高环鉴相器为典型的电流型鉴相器，电路由 7CF1、7YF1、7BG19、7BG20、7BG21、7BG22、7BG23、7BG24、7BG25 及 7BG26、7BG27、7BG28 组成。高环可变

分频器输出 f_{NH} 经 9CZ3 和 7CZ8 送至 7CF1 的“2c p”端，固定分频单元输出的参考频率 f_{RH} 经 10CZ4 和 7CZ9 送至 7CF1 的“1cp”端。 f_{NH} 和 f_{RH} 进入鉴相器后，经比相器及充放电支路，产生一个鉴相电压（由 7BG26 源极跟随器输出）。此鉴相电压控制高环压控振荡器进入锁定状态。

高环失锁指示信号由 7YF2, 7R81、7R82、7C50 产生，当高环锁定时，7YF2“11”脚输出低电平，失锁时输出高电平。高环失锁指示信号经 7CZ2~6 和 12CZ2~2 送至低环压控振荡器单元。

7C51~53 分别为高环 VCO 三个滤波电容（分三个波段），而由 7BG29~33 及 7R83~88 组成快速放电电路，用以防止波段转换时出现两个波段同时振荡的现象。其工作过程如下：当一波段工作时，7C53 上有 15V 电压，当换为二波段工作时，电源 15V 电压经 7R88 加至 7BG31，使其饱和导通，7C53 上的电荷经 7R87、7BG31 快速放电，一波段立即停振。反过来，当高环 VCO 从二波段转换为一波段工作时，15V 电压经 7BG32 和 7R86 加至 7BG30 使其饱和导通，7C52 上的电荷经 7R85 和 7BG30 快速放电，二波段立即停振。二、三波段之间的转换情况类同。

第十三节 功率放大器工作原理

功率放大器单元由可变衰减器、激励放大器、功率放大器组成，详见线路图册功率放大器电原理图。

一、可变衰减器工作原理：

可变衰减器串接在激励放大器的输入端，它的功能是随着输出功率的大小，匹配情况的变化及功放电流的大小，而相应改变衰减量，以保证输出功率及电消耗在规定范围内。

可变衰减器由 PIN 二极管、旁路电容及偏置电路组成，详见线路图册功率放大器原理图。

PIN 二极管是微波二极管，在远低于微波频率下工作是一个随外加电压而变化的可变电阻器。

6.3V 电压作为 14BG1 和 14BG2 的正向初始偏置，当控制电路单元中的直流放大器 13BG6 截止时，一个正 8V 电压加至 14BG3 使其导通，14R2 上产生一个压降，这个压降高于 14BG1、14BG2 的正向偏置使其截止，高频信号通过 14C1、14C3、14BG3、14C4 加到激励放大器的输入端。

当直流放大器 13BG6 导通时，14BG3 负极电压下降，当低于 14BG1、14BG2 的正向偏置时，14BG1、14BG2 导通，部分高频信号经 14BG1、14C2 旁路掉。

控制电压越低被旁路的高频信号越多，直到 14BG3 截止，仅有小部分高频信号通过 14BG2 加至激励放大器，从而达到可变衰减的目的。

二、激励放大器工作原理：

激励放大器由二级甲类共发射极放大器组成。

14W1、14R6、14R7 是第一级放大器 14BG4 的直流偏置电阻，14R8、14R9 是 14BG4 的直流负反馈电阻，以保证放大器直流工作点在工作温度范围内的稳定。14C5 和

14C9是为改善放大器的高频响应而加入的。14R10电压负反馈电阻、提高了放大器的工作稳定性。14B1为宽带变压器，起级间耦合及阻抗变换作用。

14R12、14R13、14W2是第二级放大器14BG5的直流偏置电阻，14R14、14R15提供直流负反馈以稳定直流工作点。14C49改善了放大器的高频响应。14B2宽带变压器起直流馈电，级间耦合及阻抗变换作用。14R16、14R17的并入降低了14B2放大器的负载阻抗，提高了稳定性并展宽了频带。14R17为负温度系数的热敏电阻，用以补偿放大器在高低温工作时的增益变化。

14R11降低了14BG4的负载阻抗，提高了稳定性同时展宽了频带。

三、功率放大器工作原理：

功率放大器是二级甲乙类推挽功率放大器，14R19、14R22、14R20、14R23、14R31、14R32分别是14BG8~11的偏置电阻，高频扼流圈14L8~9、14L11~14及电容器14C36、14C37用以提高放大器高频段的功率增益。为了提高放大器的稳定性，每只功放管的发射极都串有负反馈电阻14R25、14R26和14R34~37。为了提高放大器的稳定性，两级功放均采用了电压负反馈电路，电压负反馈电路分别由14R21、14C29、14R24、14C30、14R30、14C38、4R33、14C39组成。

为了防止发射机的不稳定或输出电路偏调时可能产生的过高峰压损坏末级功率管，在末级功放输出端接有限幅电路，限幅电路由稳压二极管14BG15，限流电阻14R40、14R41隔离二极管14BG13、14BG14组成。

14B3是一个不平衡——平衡传输线变压器，用以将激励级的不对称输出变为末前级的对称输入。14R42是电流取样电阻。

14B4是末前级至末级的级间耦合变压器，14B5为末级输出变压器。电容器14C47的接入改善了功放输出波形。

第十四节 控制电路工作原理

控制电路单元由限流器，正向功率取样电路，反向功率取样电路，电表指示取样电路，直流放大器组成，详见线路图册控制电路电原理图。

一、限流器工作原理：

限流器实际上是由13BG2和13BG3组成差动放大器。其中13BG2作为基准放大器。其偏置由24V电压经稳压管13BG1稳压后由13R2和13R3分压供给，13BG2的初始状态为导通状态，12BG3组成的放大器专门放大取样信号。

13BG4的基极偏置由电阻13R9、13R10及电位器13W1提供，调整13W1可以改变13BG3的初始状态。当流过14R42的电流小于或等于额定值时，调整13W1使13BG3处于接近导通的截止状态，当流过14R42的电流超过额定值时，13BG3因基极电位下降而导通，这样24V电源放电从额定值到超过额定值的变化，相应的引起14R42上的电压发生变化，此电压变化经差动放大器放大后，在13R8上产生一个直流电压，此电压再经直流放大器放大后去控制功放单元中的可变衰减器。

二、正向功率取样电路工作原理：

正向功率取样电路由电压取样电路和电流取样电路组成。电压取样电路由 13C9、13C12、13R30、13R31 及 13R32 组成。电流取样电路由线圈 13B1、13R33 组成电流取样电路，其中线圈 13B1 是用磁环绕制的，功放输出的高频功率信号从线圈磁环的中孔穿过。从两个取样电路得到的高频电压迭加后，经二极管 13BG14 整流，输出一个随正向功率大小而变化的直流电压送至直流放大器放大，放大后去控制可变衰减器。

由于 13C12 只影响频段的高端，13C9 只影响频段的低端，为简化起见，先将它们忽略。

电压取样电路产生的高频电压为：

$$U_v = \frac{13R32}{13R30 + 13R31 + 13R32} U_o$$

U_o 为高频电缆对地的高频电压

电流取样电路在 13R33 上产生的高频电压为：

$$U_1 = \frac{j\omega M I_o}{13R33 + j\omega L} \cdot 13R33$$

I_o 为流过高频电缆的高频电流。 M 为高频电缆与 13B1 间的互感。 ω 为角频率。

当 $13R33 \ll \omega L$ 时：

$$U_1 = \frac{M I_o \cdot 13R33}{L}$$

适当选择取样线圈的接法，可以得到：

$$U_o = U_v + U_1$$

U_o 为加至二极管上的电压

由于输出功率不可避免地存在着反射功率成份，因而传输线（高频电缆）上的实际电流和电压为：

$$U_o = U_v (1 + \rho)$$

$$I_o = I_v (1 - \rho)$$

其中 U_v 为正向电压， I_v 为正向电流， ρ 为反射系数。

则：

$$U_o = U_v \frac{13R32}{13R30 + 13R31 + 13R32} (1 + \rho) + \frac{M}{L} 13R33 I_v (1 - \rho)$$

$$Z_c = \frac{M}{L} 13R33 \cdot \frac{13R32}{13R30 + 13R31 + 13R32}$$

为传输线的特性阻抗

$$I_v = \frac{U_v}{Z_c}$$

$$U_D = U \frac{13R32}{13R30 + 13R31 + 13R32} (1 + \rho) + \frac{M}{L} 13R33 \frac{U}{Z_c} (1 - \rho)$$

$$U \frac{13R32}{13R30 + 13R31 + 13R32} (1 + \rho) + U \frac{13R32}{13R30 + 13R31 + 13R32} (1 - \rho)$$

$$2U \frac{13R32}{13R30 + 13R31 + 13R32}$$

从上式可看出，加到二极管13BG14上的高频电压仅与正向电压有关，故经整流后的

直流电压与正向功率输出的大小有关。

虽然考虑到13C12及13C9的影响，取样电压的大小在频段高低端是有所差异的。

三、反向功率取样电路工作原理：

反向功率取样电路由13R35、13R34、13C13、13R37及13B2组成，电路形式同正向取样电路，仅电流取样线圈的极性相反，使得加在二极管13BG15上的电压为：

$$U_D = U_V - U_1$$

经推导可得：

$$U_D = \frac{13R34}{13R34 + 13R35} \cdot 2U_R$$

其中 $U_R = U_V \cdot \rho$ 为反射电压

经13BG15整流后的直流电压（与反向功率成正比）送至直流放大器放大。

四、电表指示取样电路

电表指示取样电路由13C15、13R46、13R45、13C20、13C16、13R21及13B3等组成，电路形式及工作原理同正向取样电路。

五、直流放大器工作原理

直流放大器由五级组成。

第一级为N沟道结型场效应管13BG11构成的直流放大器，主要用来放大反向取样电路所输出的直流信号。

第二级为基级偏置受场效应管13BG11控制而集电极电位可调的共发射放大器13BG10。

第三级是由13BG5和13BG9组成的差动放大器，13BG5放大正向功率取样信号，13BG9为可变基准电压放大器。

第四级13BG8为共发射极放大器，主要用来倒相，以满足后级地要求。

第五级13BG6也是共发射放大器，这是主要的直流放大器，经它放大后的直流信号去控制可变衰减器。

整个直流放大器的工作过程是这样的：当有输出功率时，正向取样电路输出一个与正向输出功率大小成正比的直流信号加至13BG5的基极，而基准放大器13BG9决定它的发射极电位，当取样的直流电压低于发射极电位时，13BG5是截止的，使得13BG8的基极与发射极同电位而截止，无直流电压输出。

当取样的直流电压高于发射极电位时，13BG5导通，13R18上有电流流过而产生电压降，使得13BG8基极电位下降而导通，集电极输出一个正电压通过隔离二极管13BG7

去控制直流放大器 13BG6。

基准放大管 13BG9 是受电位器 13W2 和晶体管 13BG5 控制的，其发射极电流在 13R24 上产生的电压降决定了直流放大管 13BG5 导通的门限，调整电位器 13W2 可以确定 13BG9 的工作状态，确定 13BG5 导通所需的基极输入电压值，从而控制了末级功放输出功率的额定值。

在小功率工作时，二极管 13BG12 的负端接地，调整 13W4 可以控制功放输出的双音功率为规定值。

当有反向功率取样电压输出时（此时对应于天调电路严重失谐），一个负的直流电压加至场效应管 13BG11 的栅极，使它截止，13BG10 导通，降低了 13BG9 的基极电位，即降低了 13BG5 导通的门限，从而起到控制输出功率的目的。

第十五节 分波段滤波器工作原理

分波段滤波器单元由电感器 17L1-34、电容器 17C1-86 及继电器 17J1-7 组成。详见线路图册分波段滤波器电原理图。

分波段滤波器分七个波段，其频率覆盖范围分别为：

第一波段：1.6~2MHz

第二波段：2~3MHz

第三波段：3~5MHz

第四波段：5~8MHz

第五波段：8~12MHz

第六波段：12~20MHz

第七波段：20~30MHz

七个波段滤波器工作与否，直接受机器面板频率置定开关控制，（详见收发讯机控制电原理图）。当收发讯机工作在某个波段时，某波段的继电器（受控）将会接通高频信号的输入、输出电路，信号从高频插座 17CZ2 输入，从 17CZ3 输出。

分波段滤波器为收发共用滤波器。设置分波段滤波器大大提高了整机的电磁兼容性抗干扰性能。

第四章 电台结构

第一节 电台的组成 (见图一、二)

1. LW2、000、023MX 收发讯机一部
2. 镉镍蓄电池组 20GNYG7 两组, 其中一组为备份电池 (图中未照出来)
3. 头戴式耳机话筒组一付。
4. 手持式耳机话筒组一付。
5. K-4 型专用电键一付。
6. 鞭天线 (带天线袋) 一付。
7. 天线转接电缆一根。(备份)
8. 旋转式天线座一个 (带有转接电缆一根)
9. BWP-413 型手摇发电机一部。(按需配备)
10. 手摇发电机电缆一根。(电缆的四孔插头与镉镍蓄电池箱上的稳压或取下电台充电四芯插座相连接)。

本机还备有几项配套件, 图中没有照出来, 它们是:

11. 双极天线一付。
 12. 可变量度斜天线一付。
 13. LW4、853、092MX 七芯 —— 二芯插头转接电缆一根。使用该转接电缆可用小八一等电台配用的电键。
 14. LW4、853、113 四脚电源线一根。
- 此电缆的一端带有四脚插头, 另一端将线头引出来, 可以外接 24V 直流稳压电源。
15. LW5、098、004 接地线一根。一端接电台面板上的地线螺钉, 另一端带有地线锥, 可以插在大地上。
 16. LW4、424、005MX 照明灯一盏。
 17. 高速充电多用稳压电源一部, 本电源可以直接给电台供电, 也可以给蓄电池组快速充电。(按需配备)
 18. LW4、165、013MX 机衣一件。
 19. LW4、420、008MX 背带一套。
 20. LW4、420、009MX 腰带一根 (带在机衣上)。
 21. LW4、165、018MX 备份件帆布袋一个。
 22. 26~28cm 单带帆布挎包一个。
- 本电台还备有成套工具:
23. LW4、255、000MX 专用扳手一把。
 24. LW8、665、203 拔板卡夹一把。

25.BG1432-78 一字型起子 GYS-50×3 一把。

26.BG1432-78 一字型起子 GYS-75×5 一把。

27.BG1432-78 十字型起子 GSM-1-75×5 一把。

28.LW4、146、022MX 备份件盒 (盒内装有成套备件)。

第二节 LW2、000、023MX 收发讯机

一、一般数据:

1.最大外型尺寸=326×119×281 (mm)³

2.面板长×宽=310×104×43 (mm)³

3.机箱外形尺寸=326×119×238 (mm)³

4.重量:不超过7公斤

二、外部结构特点:

1.套箱式结构

拆(或装)机箱时,用备用的一字型起子,从面板两个手提把的通孔内松(或拧紧)四个M5螺钉。在螺钉的螺杆上套有压簧。当螺钉从机箱的螺孔旋出后,螺钉就会弹起来,可以防止自动入扣。当要旋紧螺钉时,起子对准起子槽后,用力压下后再拧入螺孔内拧紧。

2.收发讯机作到全密封防水,并且比重小于1克/厘米³,即比重小于水。因此本电台可以在雨天使用,并便于洒水。

3.机器的全部操纵系统装在面板上(见图三),说明如下:

(1) 手提把上有拆(或装)螺钉的通孔,内装5×30柱头螺钉。

(2) ZQ9M 高频密封插头座。是电台输入(或输出)信号的接口部分。

(3) RP0、717、003MX 直流电表 30×30 2mA

它做为机器调谐指示,并在功能开关(13)处于检测(1-7)不同工作位置时,指示有关部分工作正常与否。

(4) 10兆位开关旋钮Q/LW8、337、010只能转动三个位置0、1、2

旋钮下带动10兆位开关LW3、600、020MX。

(5) 兆位开关旋钮Q/LW8、337、009、从0~9没有止挡,可以顺时针或逆时针转动到任一位置。旋钮下面带动一个兆位开关LW3、600、019MX。如果需要拆下旋钮后再重新装上时,只需将旋钮涂有GC型光致储能发光粉的带槽的一翼与开关轴的端面上标有红点的标志方向一致上紧即可。

(6) 100KHz 旋钮位Q/LW8、337、009。旋钮下带有100KHz频率置位开关LW3、600、018MX。旋钮使用情况同兆位旋钮。

(7) 10KHz 位旋钮Q/LW8、337、009。旋钮下带有10KHz频率置位开关LW3、600、017MX。旋钮使用情况同兆位旋钮。

(8) KHz 位旋钮Q/LW8、337、009。旋钮下带有KHz频率置位开关LW3、600、017MX。旋钮使用情况同兆位旋钮。

(9) 微调旋钮 Q/LW8、337、009, 旋钮下带动微调电位器。

WH137-7-10KΩ-X。

(10) 手提把 LW8、671、018 用增强尼龙料压成。

(11)、(12) 为两个并联的七芯防水插座 FQ14-7ZX, 可以插入头戴式耳机话筒组, 手持式耳机话筒组, 电键及七芯——二芯转接电缆。

(13) 功能开关旋钮 Q/LW8、337、013 旋钮下带有五刀十一位开关 LW3、602、055MX, 各位置功能如下:

密——保密话工作。

明——明话或报工作。

微调——微调电台频率。

1——指示 24V 电源。

2——指示 10V 电源。

3——指示 15V 电源。

4——指示 5V 电源。

5——指示失锁。

6——指示收 V_{AGC1} 。

7——指示收 V_{AGC2} 。

8——仅接收状态工作。

(14) 带开关的音量电位器旋钮 Q/LW8、337、013, 旋钮下带音量电位器 WH137—8—4.7KΩ—2。按逆时针方向旋动旋钮, 则音量减小。钮到底并出现咔嚓声时, 则关断了电源。

(15) 工种开关旋钮 Q/LW8、337、013 旋钮下带有四刀五位开关 LW3、602、054MX。

其中话大、小指的是单边带话时, 分大功率和小功率两档。当通话距离在小功率档能满足要求时, 就不要用大功率档, 以便延长有效工作时间。

(16) 细调旋钮 LW8、337、046 与锁紧旋钮 LW6、354、042 下带有可变电感器 LW4、773、019MX。

(17) 粗调旋钮 LW8、337、086 下带有粗调开关 LW3、600、016MX, 该旋钮也可以向任何一方向任何一位置转动, 因此开关也无止档, 所以这个旋钮的拆、装使用也和兆位旋钮相同。

(18) 地线螺钉 LW8、910、008 可以接任意地线。

三、内部结构:

按图三 (1) 的说明松开四个螺钉后, 拉着手提把将机架机芯从机箱内抽出来, 就可以看到本电台的内部结构。但是要看的清楚, 还必须将上下盖板全部取下来。下盖板 (底盖板) 是一大块印有高频电缆插接示意图的铝板, 上盖板共有三块。左盖板一块, 右盖板两块, 都打有加强筋。上、下盖板全部用 M3 沉头螺钉固定, 全部盖板取下之后, 就可以看到如图四、图五和图六的情况。

图五是俯视图。

图五是仰视图。

图六是底座翻转图。

从图可以看到本机的 17 个单元的位置，现记叙于下：

(见图四)

- (1) 发二混频器 LW2、242、002MX (卡片板)。
- (2) 高中频放大器 LW2、030、018MX (单元盒)。
- (3) 发一混频器 LW2、242、003MX (卡片板)。
- (4) 中频放大器 LW2、031、011MX (卡片板)。
- (5) 低频放大器 LW2、032、019MX (卡片板)。
- (6) 电源 LW3、233、007MX (单元盒)。
- (7) 高环压控振荡器、LW2、214、004MX (单元盒)。
- (8) 频合混频器 LW2、242、004MX (卡片板)。
- (9) 高环可变分频器 LW2、240、006MX (卡片板)。
- (10) 固定分频器 LW2、240、007MX (卡片板)。
- (11) 低环可变分频器 LW2、240、008MX (卡片板)。
- (12) 低环压控振荡器 LW2、214、005MX (卡片板)。
- (13) 控制电路 LW2、072、010MX (单元盒)。
- (14) 功率放大器 LW2、030、034MX (单元盒)。
- (15) 机架 LW4、123、003MX (由底座和面板组成)。
- (16) 低通滤波器 LW2、830、000MX (密封屏蔽盒)。
- (17) 分波段滤波器 LW2、832、003MX

从上述各部分可以看出，本电台属于模式结构。由单元盒和卡片板组成。

全部单元都固定在机架上，机架由面板和底座组成，底座是一个由铝板围框和点焊隔板组成的屏蔽格。(1) - (12) 卡片板和单元盒就装在屏蔽格内。

走线板是一块大的双面印制板，单元与底座之间的转接使用插入式插头座。全部插拔单元都是盲插。

卡片板的插入，靠两边的簧片导向，该簧片同时兼有固定和接地作用。取卡片板时，先把走线板一侧与该卡片板相接的高频电缆取下，再用拔板卡夹 LW8、665、203 的两个钩，钩住卡片板两边的孔向上拉，即可取下。

卡片板插入后再装上“上盖板”，上盖板兼有固定卡片和屏蔽作用。

单元盒也是盲插，靠底板上的导向销定位。单元盒插入后从底板一面用螺柱 LW8、003、066 固定<见图五>

(18) 固定电源用螺柱，共四个。

(19) 固定高中频放大器用螺柱，共两个。

(20) 固定高环压控振荡器用螺柱共四个。

如果取这些单元盒时，先把与该单元盒相接的高频电缆取下，再松开螺柱，但暂不卸下，松到一定程度，用手推螺柱，将单元盒推到插针和插孔脱开后再把螺柱取下，以便拿下单元盒。

所有卡片板及单元盒全部上紧后，再按底板上的高频插接示意图插入所有高频电缆，最后盖上底盖板。

还有四种单元：低通滤波器、功率放大器、控制电路、分波段滤波器需要将底座绕面板翻转90°（见图六）才能拆装。

低通滤波器用两个螺钉固定在底座上，是不大容易损坏的单元，不经常拆装。

功率放大器，带有不脱落螺钉，靠这些不脱落螺钉将该单元固定在面板的背面。功率放大器固定在面板上，为的是靠面板散热。

控制电路单元盒装在天调回路的下侧，是带一个不脱落螺钉固定的插拔单元。控制电路单元盒内装有控制电路印制板和检测电路印制板，两块印制板均为卡片板。

分波段滤波器单元盒组装在功率放大器单元盒的上面，用五个沉头螺钉固定。分波段滤波器单元上下盖板由8个M2.5的沉头螺钉固定，打开盖板即可看到滤波器线圈及其他元件。

如果维修更换面板上的开关或插头座等，必须先将功率放大器拆下。

翻转底座时，将底座固定在面板上的六个螺钉（每侧三个）松掉即可。注意图中的转轴螺钉切不可拆下，以免损坏线扎。

6——指示收V_{ACC1}。

7——指示收V_{ACC2}。

8——仅接收状态工作。

(14) 调节音量电位器旋钮，音量减小或增大。

—8—4.7KΩ—2。按逆时针方向转动旋钮，则音量减小。

了电源。

0.54MΩ。

满足要求时，就不要用大功率档，以便延长有效工作时间。

(16) 调节旋钮 LW8、337、086 下带有粗调开关。

个四的 802、808、8WJ 夹子。

(17) 粗调旋钮 LW8、337、086 下带有粗调开关。

以向任何一方向任何一位。

位旋钮。

(18) 地线螺钉 LW8、910、908 可以接任意地线。

三、内部结构：

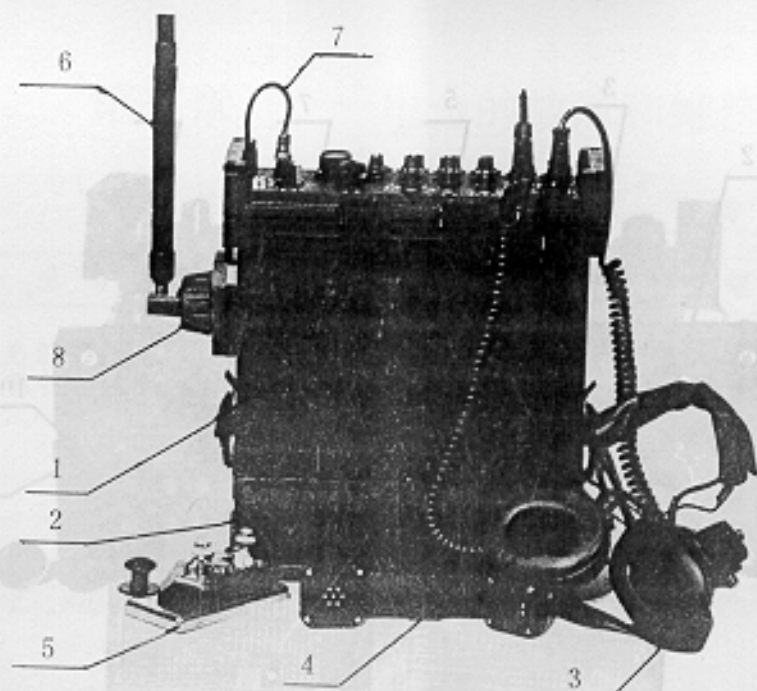
按照图三(1)的说明松开四个螺钉后，拉着手柄。

以看到本电台的内部结构。但是要看的清楚，还必须拆下。

两块，看到图四、图五和图六的情况。

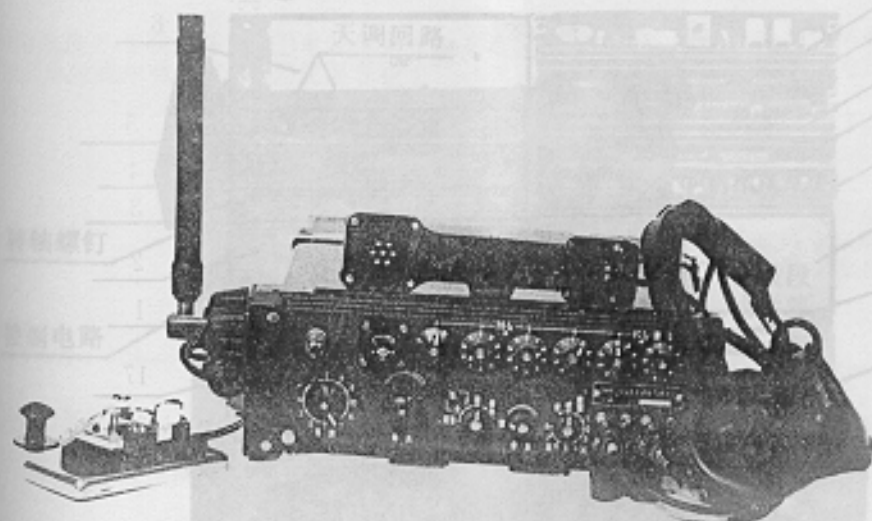
图五是俯视图。

— 40 —



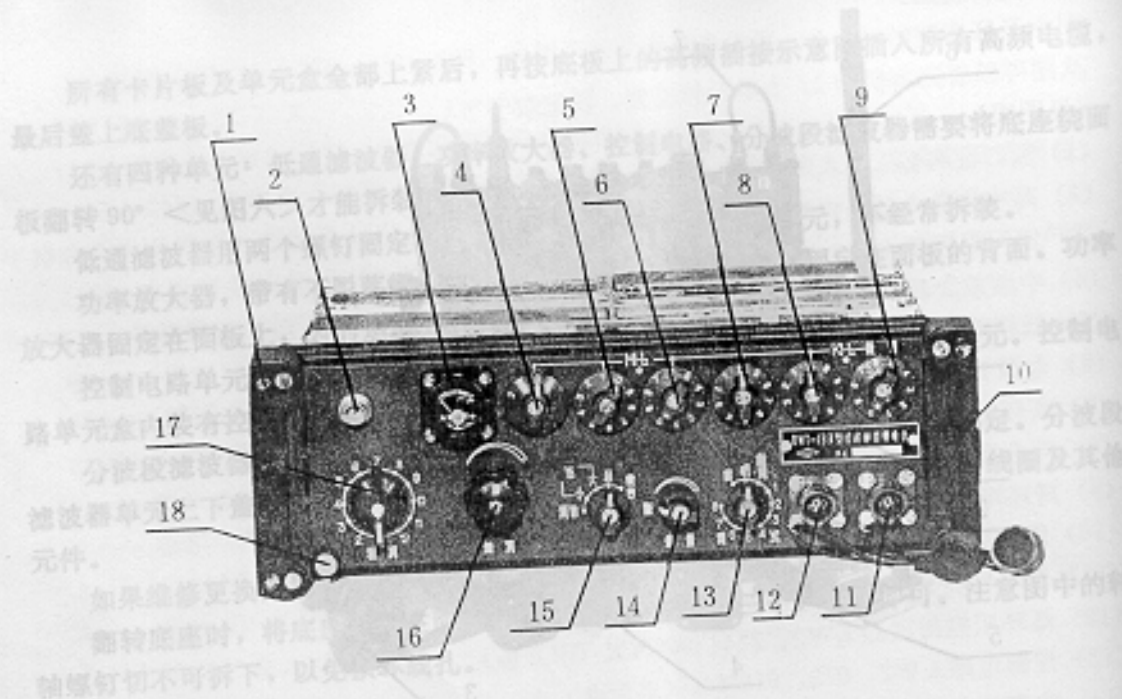
图一 电台立式工作图

图五 仰视图 (不带机箱及上、下盖板)

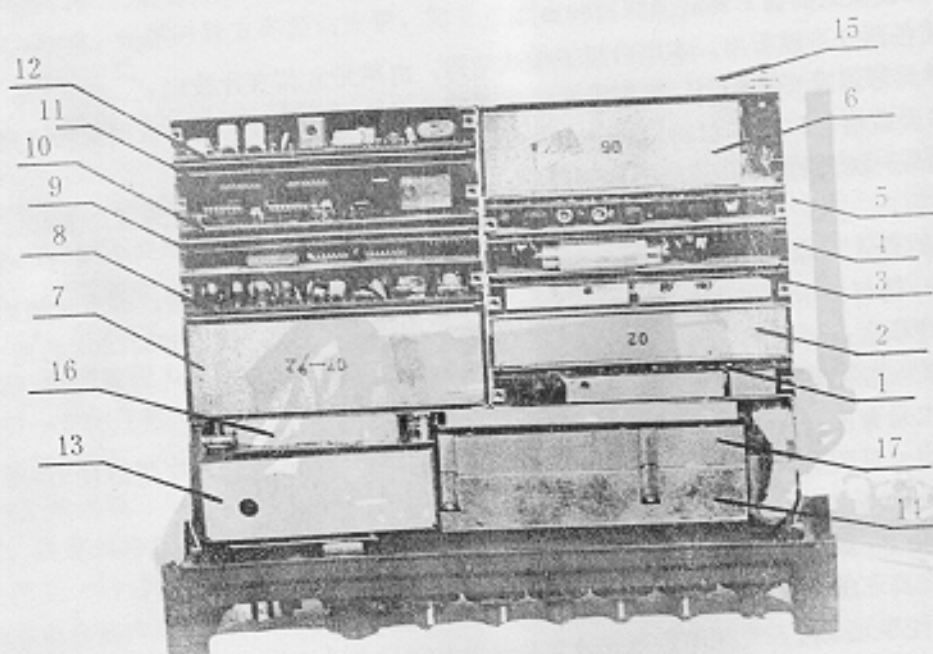


图二 电台卧式工作图

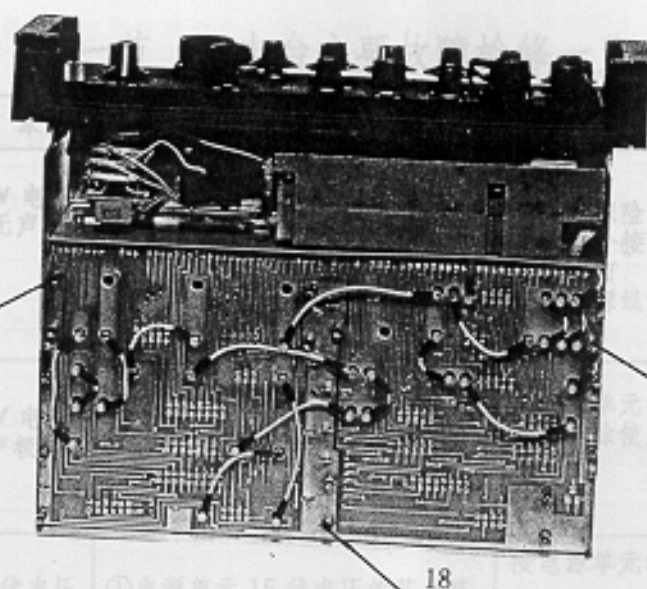
图六 底座剖视图



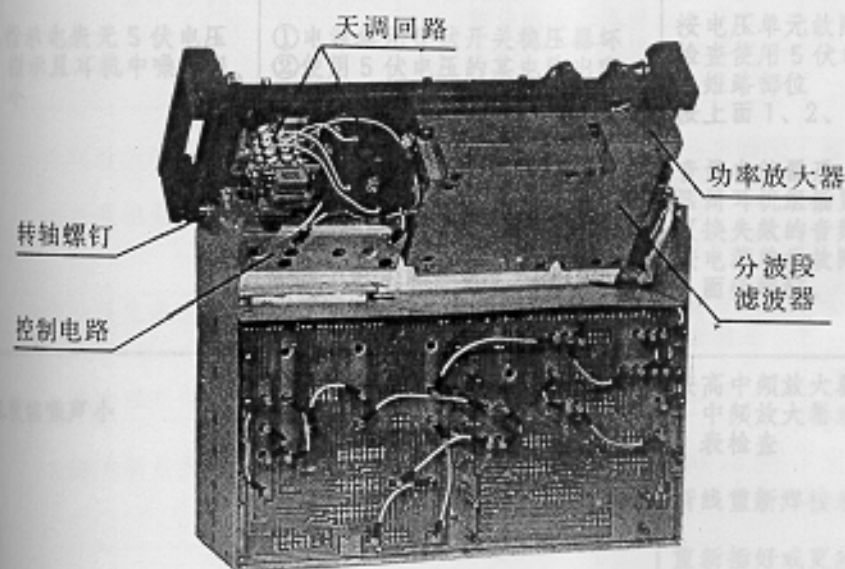
图三 面板及操纵系统



图四 俯视图 (不带机箱及主、下盖板)



图五 仰视图 (不带机箱及上、下盖板)



图六 底座翻转图

第五章

电台的故障和维修

第一节

电台主要故障检修一览表

表 5-1

故障现象	故障原因	修理措施
1. 指示电表无 24V 电压指示且耳机中无声	① 电台保险丝断 ② 外接电源、电池保险丝断 ③ 面板上四个螺钉没上紧 ④ 机器内部电源线断或带开关电位器开关接触不上	检查烧保险丝原因, 更换保险丝 检查外接电源和电池 上紧螺钉 检查电源线或更换带开关电位器
2. 指示电表无 10V 电压指示, 且耳机声极小	① 电源单元 10 伏开关稳压器坏 ② 使用 10 伏电压的某支路出现短路故障	按电源单元故障表检查 检查排除使用 10 伏电压电路短路故障
3. 指示电表无 15 伏电压指示且耳机中噪声很小	① 电源单元 15 伏电压的某电路出现短路故障 ② 使用 15 伏电压的某支路出现短路故障	按电源单元故障表检查 检查使用 15 伏电压电路的短路部位
4. 指示电表无 5 伏电压指示且耳机中噪声很小	① 电源单元 5 伏开关稳压器坏 ② 使用 5 伏电压的某电路出现短路故障 ③ 无 24 伏电源电压或 15 伏、10 伏、5 伏电压出现故障 ④ 音量电位器关死 ⑤ 话筒耳机组没插紧或损坏 ⑥ 低放单元音频继电器失效 ⑦ 电台处于发状态	按电压单元故障表检查 检查使用 5 伏电压的电路损坏或短路部位 按上面 1、2、3、4 项检查 音量电位器开大 话筒耳机组插紧或更换 更换失效的音频继电器 按电源单元故障表检查后, 上紧面板螺钉。
5. 收音噪声小	① 收一混、高中频放大器、收二混、中频放大器或低频放大器单元出故障 ② 天线高频插座或天线继电器出现断线 ③ 某高频插头座接触不良	按高中频放大器、发一混频器、中频放大器或低频放大器故障表检查 断线重新焊接通 重新插好或更换
6. 调幅信号正常而收单边带信号不正常	① 中频放大器单元边带机械滤波器或 4BG3、4BG4 损坏	更换

续表 5-1

故障现象	故障原因	修理措施
	②频率合成器无 500KH 载频输出 ③低频放大器单元 SSB 解调器损坏	按频合固定分频器单元故障表检查 更换
8. 耳机中噪声正常, 转换频率噪声不变, 并收不到信号	频率合成器失锁	按频率合成器有关部分故障表检查
9. 收信灵敏正常, 但音量开不大。	低频放大器单元出故障	按低频放大器单元故障表检查
10. 收信号失真大	①低频放大器单元出故障 ②AGC 电路出故障	按低频放大器单元故障表检查 按中频放大器或发一混频器单元故障检查
11. 发不出功率	①电台收不转发 ②发功率管损坏 ③功率放大器单元输出高频插头松脱 ④粗调开关张口 ⑤粗调开关上高频电缆芯线断 ⑥功放单元出故障 ⑦低频放大器、中频放大器、发一混频器、高中频放大器、或发二混频器单元出故障。 ⑧频率合成器无 500KH _z 载频输出	按电源单元故障表检查 检查原因更换功率管并重调把插头插紧 修理粗调开关 修复断线 按功放单元故障表检查 按有关单元故障表检查
12. 发话正常, 发报或调谐时无功率	①频率合成器无 1KH _z 方波输出 ②低频放大器单元的发报音放大器损坏	按频合固定分频器单元故障表检查 按低频放大器单元故障表检查
13. 发报或调谐无监听信号	①频率合成器无 1KH _z 监听信号输出 ②音频继电器不工作或损坏	按频合固定分频器单元故障表检查 检查接线或更换音频继电器
14. 发边带话正常, 而发调幅兼容话不正常。	无 500KH _z 载频复置或载频太小	按中频放大器单元故障表检查

续表 5-1

故障现象	故障原因	修理措施
15. 发射功率小	①有一只功率放大管坏 ②发自动电平控制电路出故障	检查原因更换新管并重调 按控制电路单元故障表检查
16. 面板电表指针在开机或发报按长键时抖动	机器内部有高频打火或元件击穿现象	打开机箱直接观察烧焦打火部位, 更换损坏元件, 排除功放输出电缆或天线座等处芯线局部短路故障
17. 电台按键发射时面板电表无指示	①电台发不出功率 ②电表损坏 ③功能开关片张口或断线 ④控制电路单元电表指示电路出故障	按第 11 项内容检查 更换电表 修功能开关或修复断线 按控制电路单元故障表检查
18. 电台处于微调位时, 工作频率不变或变化范围小。	①微调电压出故障 ②频合低环压控振荡器单元出故障	检查微调电位器及其接线电路 按低环压控振荡器单元故障表检查

第二节 电台各单元主要故障检修一览表

一、电源单元

表 5-2-1

故障现象	故障原因	修理措施
1. 无 5 伏输出且调 6W1 不起作用	① 6BG4 坏 ② 6WY1 坏	更换 6BG4 更换 6WY1
2. 5 伏输出电压低或高, 调 6W1 不起作用	① 6BG5 坏或接反 ② 输出端短路 ③ 6C11 或 6C12 损坏 ④ 6W1 坏	更换或接正 6BG5 排除短路原因 更换 6C11 或 6C12 更换 6W1
3. 无 10 伏输出, 且调 6W2 不起作用	① 6BG6 坏 ② 6WY2 坏	更换 6BG6 更换 6WY2
4. 10 伏输出电压低或高, 调 6W2 不起作用。	① 6BG10 坏或接反 ② 输出端短路 ③ 6C18 或 6C19 损坏 ④ 6W2 坏	更换或接正 6BG10 排除短路原因 更换 6C18 或 6C19 更换 6W2
5. 无 15 伏输出且调 6W3 不起作用	① 6BG12 坏 ① 输出端短路	更换 6BG12 排除短路原因
6. 电台不按键而从收转发状态	② 6BG17 的 CE 极短路 ② 6BG24 的 CE 极短路 ② 6BG7 的 C 极短路 ③ 6CZ2-8 脚处短路 ④ 6CZ2-9 脚处短路	更换 6BG17 更换 6BG24 更换 6BG7 排除短路原因 排除短路原因
7. 电台按话键不转发状态	⑤ 继电器 6J1 损坏 ① 6BG16 短路	更换 6J1 更换 6BG16
8. 电台按报键而不转发状态	① 6BG15 短路 ② 6BG17 坏 ③ 6BG18 开路 ④ 6BG24 坏 ⑤ 6BG7 坏	更换 6BG15 更换 6BG17 更换 6BG18 更换 6BG24 更换 6BG7
9. 电台按键后天线继电器不吸合	① 6BG23 坏 ② 6BG20 开路	更换 6BG23 更换 6BG20

二、低频放大器单元

表 5-2-2

故障现象	故障原因	修理措施
1. 电台收灵敏度高但音频输出小	① 5BG6 坏或 β 下降 ② 5BG7 坏或 β 下降 ③ 5BG8 坏或 β 下降 ④ 5C42 失效 ⑤ 5C48 失效	更换 5BG6 更换 5BG7 更换 5BG8 更换 5C42 更换 5C48
2. 失真大	① 5BG10 或 5BG11 损坏 ② 5BG8 坏或下降 ③ 5W1 松动或损坏	更换 5BG10 或 5BG11 更换 5BG8 重调 5W1 或更换 5W1
3. 发无输出	① 5BG1 或 5BG2 损坏 ② 5BG20 开路	更换 5BG1 或 5BG2 更换 5BG20

三、中频放大器单元

表 5-2-3

故障现象	故障原因	修理措施
1. 收 SSB 500KHz 无输出或输出小	① 机械滤波器坏 ② 4BG1、4BG2、4BG3、4BG4、4BG5 坏或 β 下降 ③ V_{AGC1} 下降	更换机械滤波器 更换 4BG1、4BG2、4BG3、4BG4、4BG5 重调 4W1 或更换 4W1 更换 4BG9、4BG7
2. 收 AM 500KHz 无输出或输出小	① 4BG10 坏或 β 下降 ② 4BG15 开路	更换 4BG10 更换 4BG15
3. AGC 起控太早或太晚	① 4W1 松动或损坏 ② 4BG16 或 4BG17 坏 ③ 4BG7 β 下降	重调 4W1 或更换 4W1 更换 4BG16 或 4BG17 更换 4BG7
4. 发 SSB 500KHz 无输出或输出小	① 4BG12 坏	更换 4BG12
5. 发 AM 时无 500KHz 载频	② 4BG11 坏 ③ 4BG20 开路 ④ 4BG18、4BG19 开始	更换 4BG11 更换 4BG20 更换 4BG18、4BG19

四、发一混频器单元

表 5-2-4

故障现象	故障原因	修理措施
1. 发一混无输出或输出小	① 发+10V, 常+5V 没加入 ② 晶振 3ST1 停振 ③ 晶振 3SJT1 频率不对 ④ 3BG11、3BG12、3BG13 坏 ⑤ 3BG10 输出小 ⑥ 漏信号大 ⑦ 高频插座 3CZ3、3CZ4 接触不良	查电源 更换 调整或更换 更换 调整 3R35 调整 3W5 重新插、严重者更换
2. 发二混无输出或输出小	① 收+10V, 常 5V 没加入 ② 晶振 3SJT1 停振 ③ 晶振 3SJT1 频率不对 ④ 3BG2、3BG3、3BG4 坏 ⑤ 3BG1 输出小 ⑥ 微调电容 3C11 失谐 ⑦ 漏信号大 ⑧ 高频插座 3CZ5、3CZ6 接触不良	查电源 更换 调整或更换 更换 调整 3R31 重新调整 重新插、严重者更换
3. V_{Acc2} 无输出或输出小	① 3BG7、3BG8、3BG9 坏 ② 起控幅度变	更换 重新调整 3W3

五、高中频放大器单元

表 5-2-C

故障现象	故障原因	修理措施
1. 高中频放大器无输出或输出小	① 无 V_{Acc2} 电压 ② 2BG5、2BG6、2BG7 或 2BG8 坏 ③ 微调电容 2C4、2C11 接触不好 ④ 微调电容 2C4、2C11 失谐 ⑤ 高频插座 2CZ6、2CZ2 或 2CZ3 接触不良	按发一混单元故障表检查 更换 更换 重新调整 重新插、严重者更换
2. 收一混无输出或输出小	① 变压器 2B1、2B2、2B3 接线断 ② 2BG1-4 坏 ③ 高频插座 2CZ2、2CZ3、2CZ4 或 2CZ5 接触不良	重焊或更换 更换 重新插、严重者更换

六、发二混频器单元

表 5-2-6

故障现象	故障原因	修理措施
1. 发射状态无输出或输出小	① 发+10V 没加入 ② 1BG5、1BG6、1BG7、1BG8 或 1BG10 坏 ③ 变压器 1B1、1B2、接线断 ④ 发二本振无输入 ⑤ 高频插座 1CZ3、1CZ5 接触不良 ⑥ 漏信号大	查电源 更换 重焊或更换 查高频插座 1CZ7 接触是否良好 重新插、严重者更换 调整 1W1
2. 收一本振放大器无输出或输出小	① 收+10V、常+5V 没加入 ② 1BG12、1BG13 或 1BG14 坏 ③ 变压器 1B3、1B4 接线断 ④ 高频插座 1CZ7、1CZ4 接触不良	查电源 更换 重焊或更换 重新插接 严重者更换
3. 收低端输出小	收高通滤波器电感磁芯位置变	重新调整 1L1、1L2

七、低环压控振荡器单元

表 5-2-7

故障现象	故障原因	修理措施
1. 鉴相器输出电压停在低端	① 12CF1 坏 ② 12BG6、ce 短路 ③ 12BG7 坏 ④ 12BG11 或 12BG12 开路 ⑤ 12BG1、be 或 ce 开路 ⑥ 12BG2、be 或 ce 开路 ⑦ 12BG3、be 或 ce 开路 ⑧ 12BG4 坏	更换 12CF1 更换 12BG6 更换 12BG7 更换 12BG11 或 12BG12 更换 12BG1 更换 12BG2 更换 12BG3 更换 12BG4
2. 鉴相器输出电压停在高端	① 12CF1 坏 ② 12BG5 坏 ③ 12BG6、be 或 ce 开路 ④ 12BG7 坏 ⑤ 12BG3ce 开路	更换 12CF1 更换 12BG5 更换 12BG6 更换 12BG7 更换 12BG3
3. 低环压控振荡器无输出	① 12BG18 或 β 下降 ② 12BG19、12BG20 或 12BG21 坏	更换 12BG18 更换 12BG19、12BG20、12BG21
4. 低环压控振荡器复盖不够	① 12BG13-16 坏 ② 12L5 坏 ③ 鉴相器输出电压高、低端不够	更换 12BG13-16 更换 12L5 按 1.2 项检查
5. 微调振荡器无输出	① 12BG23 坏或 β 下降 ② 12BG24 坏 ③ 12SJT 坏 ④ 12L4 坏	更换 12BG23 更换 12BG24 更换 12SJT 更换 12L4
6. 微调振荡器复盖不够	① 12BG22 坏 ② 12C22 松动	更换 12BG22 更换 12C22
7. 微调位时, 标频有输出	12BG25, ce 短路	更换 12BG25
8. 非微调位时, 标频无输出	12BG25, be 或 ce 开路	更换 12BG25
	② 2BG1-4 坏 ③ 高频振荡 2C22、2C23、2C24 或 2C25 接触不良	更换 重新插、严重者更换

八、频合混频器单元

表 5-2-8

故障现象	故障原因	修理措施
1. 一混无输出或输出小	① 8BG1, 8BG2, 8BG3 坏 ② 回路 8B1 失谐或坏 ③ 滤波器 8LB1 坏	更换并重调平衡 重调或更换 更换
2. 二混无输出或输出小	① 8BG4, 8BG5, 8BG6 坏 ② 回路 8B2 失谐或坏 ③ 滤波器 8LB2 坏	更换并重调平衡 重调或更换 更换
3. 三混无输出或输出小	① 8BG9, 8BG10, 8BG11 坏 ② 8BG8 坏 ③ 8BG13 或 8BG14 坏 ④ 回路 8B3 坏 ⑤ 8BG12 坏 ⑥ 线圈 8L4, 8L5, 8L6 或 8L7 断线 ⑦ 8BG15 或 8BG16 坏	更换并重调平衡 更换 更换 更换 更换 更换或把断线接好 更换

九、固定分频器单元

表 5-2-9

故障现象	故障原因	修理措施
1.5MHz 标频无输出	① 10ZD1 标频停振 ② 10WY1 坏 ③ 10BG9 坏	更换 更换 更换
2500KHz 无输出	① 10JS1 损坏 ② 10YF1 或 10YF2 坏 ③ 10BG7 或 10BG8 坏 ④ 滤波器 10LB1 坏	更换 更换 更换 更换
3.25KHz 无输出或频率不正确	① 10JS2 坏 ② 10YF2 坏	更换 更换
4. 1KHz 无输出或频率不正确	① 10JS3 坏 ② 10YF2 坏 ③ 10YF1 坏	更换 更换 更换

十、低环可变分频器单元

表 5-2-10

故障现象	故障原因	修理措施
1. 整形电路无输出	11BG1 坏或 11YF1 坏	更换
2. KHz 位频率不正确	①11JS1 坏 ②11BG2~3 坏 ③11YF1 坏	更换 更换 更换
3. 10KHz 位频率不正确	①11JS2 ②11BG4~5 坏	更换 更换
4. 固定÷6 分频错误	11JS3 坏 11BG6~7 坏	更换 更换
5. 总分频比错误	①同 1.2.3.4 项 ②11YF1 坏	按 1、2、3、4 项检查更换 更换

十一、高环可变分频器单元

表 5-2-11

故障现象	故障原因	修理措施
1. 整形电路无输出或波形不好	9BG1 或 9BG2 坏	更换
2. 固定÷4 电路无输出或错误	9CF1 或 9CF2 坏	更换
3. 100KHz 位频率不对	①9JS1 坏 ②9YF1 坏 ③9CF2 坏	更换 更换 更换
4. MHz 位频率不对	①9JS2 坏 ②9YF1 坏 ③9CF2 坏	更换 更换 更换
5. 10MHz 位频率不对	①9JS3 坏 ②9YF1 坏 ③9CF2 坏	更换 更换 更换

十二、高环压控振荡器单元

表 5-2-12

故障现象	故障原因	修理措施
1. 鉴相器输出电压停在低端	① 7CF1 或 7YF1 坏 ② 7BG 25 的 ce 短路 ③ 7BC 26 坏 ④ 7BG 27~28 ce 开路 ⑤ 7BG 19b 或 ce 开路 ⑥ 7BG 20b 或 ce 开路 ⑦ 7BG 22b 或 ce 开路 ⑧ 7BG 123 坏	更换 7CF1 或 7YF1 更换 7BG 25 更换 7BG 26 更换 7BG 27 或 7BG 28 更换 7BG 19 更换 7BG 20 更换 7BG 22 更换 7BG 23
2. 鉴相器输出电压停在高端	① 7CF1 或 7YF1 坏 ② 7BG 25 的 be 或 ce 短路 ③ 7BG 24 坏 ④ 7BG 26 坏	更换 7CF1 或 7YF1 更换 7BG 25 更换 7BG 24 更换 7BG 26
3. 第一波段压控振荡器无输出	① 7BG 2 坏或 β 下降 ② 7BG 3 或 7BG 4 坏 ③ +15V 电压没有加入	更换 7BG 2 更换 7BG 3 或 7BG 4 检查电源
4. 第一波段压控振荡器复盖不够	① 7BG 1 坏 ② 7L1 松动或坏	更换 7BG 1 重调或更换 7L1
5. 第二波段压控振荡器无输出	① 7BG 8 坏或 β 下降 ② 7BG 9 或 7BG 10 坏 ③ +15V 电压没有加入	更换 7BG 8 更换 7BG 9 或 7BG 10 检查电压
6. 第二波段压控振荡器复盖不够	① 7BG 7 坏 ② 7L2 松动或坏	更换 7BG 7 重调或更换 7L2
7. 第二波段压控振荡器无输出	① 7BG 14 坏或 β 下降 ② 7BG 15 或 7BG 16 坏 ③ +15V 电压没有加入	更换 7BG 14 更换 7BG 15 或 7BG 16 检查电源
8. 第三波段压控振荡器复盖不够	① 7BG 13 坏 7L3 松动或坏	更换 7BG 13 重调或更换 7L3

十三、功率放大器单元

表 5-2-13

故障现象	故障原因	修理措施
1. 无功率输出或功率小	① 功率管 14BG10~11 坏 ② 晶体管 14BG4~5 坏 14BG8~9 坏 ③ 输出高频电缆芯线断 ④ 二极管 14BG1-2 短路 ⑤ 14C20 或 14C33 击穿 ⑥ 某变压器或阻流圈断线	检查管子损坏原因, 更换管子, 并重新调整 更换管子 接通芯线 更换二极管 更换电容管 接通断线或更换
2. 发总电流太大	天线或功放管输出端开路或 短路	排除短路或开路故障
3. 输出功率太大	二极管 14BG1-2 开路	更换

十四、控制电路单元

表 5-2-14

故障现象	故障原因	修理措施
1. 功放无功率输出或输出 功率小	① 总流控制管 13BG3 的 ce 短路 ② 13W1、13W2 坏或松动 ③ 13BG5、13BG6、13BG8、 13BG10 的 ce 极短路 ④ 13BG2、13BG9 的 ce 极开路	更换 更换或重调后封牢 更换 更换
2. 功放输出功率太大	① 13BG3、13BG5、13BG6 13BG8 的 be 极开路 ② 二极管 13BG7、13BG4、 13BG14 开路 ③ 阻流圈 13L1 断线 ④ 电位器 13W1、13W2 松动	更换 更换 修复或更换 重调后封牢
3. 发总电流太大	① 晶体管 13BG3 的 be 极开路 ② 二极管 13BG4 开路 ③ 稳压管 13BG1 短路 ④ 电位器 13W1 坏或松动	更换 更换 更换 更换或重调封牢
4. 小功率档输出大小或 无功率	电位器 13W4 松动	重新封牢

续表 5-2-14

故障现象	故障原因	修理措施
5.小表指示太小 或无指示	①二极管 13BG16 短路 ②晶体管 13BG17 的 be 极开路 ③13W3 坏或松动 ④稳压管 13BG13 短路	更换 更换 更换或重调封牢 更换
6.小功率档输出太大	①二极管 13BG12 开路 ②电位器 13W4 坏或松动 ③13BG5 的 be 极开路 ④13W2 坏或松动	更换 更换或重调封牢 更换 更换或重调封牢
7.指示电表打表	①13W3 松动 ②二极管 13BG16 开路 ③晶体管 13BG17 的 ce 极短路 ④稳压管 13BG13 开路	重调封牢 更换 更换 更换
8.天线开路或短路时功率太大	①二极管 13BG15 开路 ②阻流圈 13L2 断线 ③场效应管 13BG11 坏 ④13BG10 的 be 极开路 ⑤13BG5 的 be 极开路 ⑥阻流圈 13L1 断线	更换 更换 更换 更换 更换 更换

十五、分波段滤波器单元

表 5-2-15

故障现象	故障原因	修理措施
1.天线端无功率	①+24V 电源线断 ②17CT2 或 17CT3 高频插头接触不良	修复 从新插好
2.个别波段无功率输出	①个别波段控制线断 ②个别波段继电器坏	检查修复 更换

第三节 收发讯机内各插头座作用及连线一览表

表 5-3

插头座号	电 路 特 性	去 向	备 注
1CZ1-1	收 V_{AGC2}	2CZ1-2 15K8-C7	经 15R4 接 15K8-
2	收 10V 入	6CZ2-15	D9 去电表
3	5V 入	6CZ1-5	
4	发 10V 入	6CZ2-12	
5	发 10V 入	6CZ2-12	
6	5V 入	6CZ1-5	
7	收 10V 入	6CZ2-15	
8	(常 10V 入)	6CZ2-16	
1CZ2	收 1.6—29.999MHz 信号入	6CZ2	
1CZ3	发 90.529MHz 信号入	2CZ3	
1CZ4	收 92.129—120.528MHz 本振出	2CZ4	
1CZ5	发 1.6—29.999MHz 信号出	14CZ1-F	
1CZ6	收 1.6—29.999MHz 信号出	2CZ5	
1CZ7	92.129—120.528MHz 本振入	7CZ6	
2CZ1-1	(地)	6CZ2-6	
2	收 V_{AGC2}	3CZ1-10, 1CZ1-1	
3	(常 5V 入)	6CZ1-5	
4	(发 10V 入)	6CZ2-12	
5	收 V_{AGC2}	3CZ1-10, 1CZ1-6	
6	(15V 入)	6CZ2-6	
2CZ2	收 90.529MHz 信号出	3CZ6	
2CZ3	发 90.529MHz 信号出	1CZ3	
2CZ4	收 92.129—120.528MHz 本振入	1CZ4	
2CZ5	收 1.6—29.999MHz 信号入	1CZ6	
2CZ6	发 90.529MHz 信号入	3CZ4	
3CZ1-1	地		
2	15V 入	6CZ2-6	
3	收 10V 入	6CZ2-15	
4	发 10V 入	6CZ2-12	
5	5V 入	6CZ1-5.6	

插头座号	电 路 特 性	去 向	备 注
3CZ5	500KHz 信号出		
3CZ6	收 90.529MHz 信号入	4CZ3	
4CZ1-1	地	2CZ2	
2	收 CW10V 入	15K7C-C5	
3	发已调制 500KHz 信号入	5CZ2-11	
4			
5	收 V_{AGC1} 出		
6	收 10V 入	15K8-D10	
7	发 SSB10V 入	6CZ2-15	
8	同 4CZ1-3	15K7-C4	
9			
10	收 10V 入		
4CZ2-1	地	6CZ2-15	
2	发 10V 入		
3		6CZ2-12	
4	发 AM10V 入		
5		15K7-A6	
6	同 4CZ2-2	5CZ2-7	
7	常 10V 入		
8	收 AM10V 入	5CZ2-16	
9		15K7-C6	
10	收 500KHz 信号出		
4CZ3	收 500KHz 信号入	5CZ2-10	
4CZ4	发 500KHz 信号出	3CZ5	
4CZ5	500KHz 载频入	3CZ3	
5CZ1-1	地	10CZ3	
2	话键		
3	收音频信号去耳机	6CZ2-9	
4	发报音 1KHz 入	15CZ1-3	
5	收 10V 入	10CZ2-10	
6	音量电位器上端	15W1-a	
7	音量电位器滑动点发	15W1-b	
8	发 CW10V 入	15W7-A5	
9	(+24V)入	16JD113	
10	推挽电路输入端		调试用

插头座号	电 路 特 性	去 向	备 注
11	收 CW10V 入	15K7-C5	
12	24V 入	6CZ1-3	
5CZ2-1	地		
2	1KHz 方波入	10CZ1-5	
3	“密”话 10V 入	15K8-C1	
4		12-2-b	
5	收 AM10V 入	15K7-C6	
6	发语音信号入	15CZ1-2	
7	500KHz 载频入	10CZ1-14	
8	发话时 10V 入	15K7-A3	
9	收 SSB10V 入	15K7-C4	
10	收 500KHz 信号入	4CZ2-10	
11	发已调制 500KHz 信号出	4CZ1-3	
12	发 10V 入	6CZ2-12	
6CZ1-1	地		
2	地		
3	24V 入		
4			
5	5V 出	15JD18	
1CZ7			
2CZ1-1		3CZ1-5, 1CZ1-3	
2		7CZ2-5, 8CZ1-1	
6	5V 出	9CZ1-7, 10CZ1-3	
7	空	11CZ1-5, 12CZ1-3	
8	空	12CZ2-6, 15K8-B1	经 15R1 接 15K8-
6CZ2-1	地		D12 去电表
6CZ2-2	地		
3	24V 入	6CZ1-3	
4			
5	空	2CZ1-1, 3CZ1-2	
6	15V 出	7CZ2-1, 12CZ2-4	
3CZ1-1		15K1-A9, 15K8A4	经 15R3 接 15K8-
2			D1 去电表
3	收 10V 入		
4	发 10V 入		
5	5V 入		

插头座号	电 路 特 性	去 向	备 注
7	发报不延迟 10V 出	10CZ1-6	
8	报键控线	15K7-D5	
9	话键控线	15K7-B4	
10	SSB10V 出	10CZ1-2	
11	收 SSB10V 入	15K7-C4	
12	发 10V 出	1CZ1-4, 2CZ1-4	
		3CZ1-4, 4CZ2-2	
		5CZ2-12, 15K-8	
		-A9	经 15K8-A9, A10
13	空		转换去 15K7-A1,
14	天线继电器控制信号出	15J1-6	验 10R5 接 15K8
15	收 10V 出	1CZ1-2, 3CZ1-3	D2 去电表
		4CZ1-6, 5CZ1-5	
		15K7-C1, 15K8-B	
16	常电 10V 出	4CZ2-7, 9CZ1-4	
		15K8-C3	
7CZ2-1	15V 入	6CZ2-6, 15K1-A9	
2	高压控一波段电源 15V	15K1-A10	
3	高压控二波段电源 15V	15K1-A2	
4	高压控三波段电源 15V	15-K1-A2	
5	5V 入	1CZ1-5	
6	高环失锁信号出	12CZ2-2	
7	高环鉴相电压(测试点)		
8	地		
9	空		
10	15V 入		
7CZ6	高压控 92.129~120.528MHz 出	6CZ7	
7CZ7	高压控 92.129~120.528MHz 出	1CZ4	
7CZ8	高环可变分频器的 25KHz 入	10CZ2	
7CZ9	高环鉴相参考频率 25KHz 入	10CZ4	
8CZ1-1	5V 入	18CZ1-5	
8	地		
3	低环 VCO 的 601~700KHz	12CZ1-4	
4	频合三混输出 7.8~36.1MHz 测试点		

插头座号	电 路 特 性	去 向	备 注
5	地		
6	同 8CZ1-1		
8CZ2	5MHz 入	12CZ3	
8CZ3	90.029MHz 入	3CZ2	
8CZ4	高环压控 92.129~120.528MHz	7CZ7	
8CZ5	频合三混 7.8~36.1MHz 出	9CZ3	
9CZ1-1	20MHz 控制线	15K1-C5	
2	10MHz 控制线	15K1-90	
3	÷4 输出(测试点)		
4		6CZ2-16	
5	地		
6	地		
7	5V 入	6CZ1-5	
8	同 9CZ1-7		
9	100KHz 控制线	15K3-A1	
10	200KHz 控制线	15K3-A10	
11	400KHz 控制线	15K3-B10	
12	800KHz 控制线	15K3-A4	
13	1MHz 控制线	15K2-C4	
14	2MHz 控制线	15K2-D10	
15	4MHz 控制线	15K2-D10	
16	8MHz 控制线	15K2-C1	
9CZ3	7.8~36.1MHz 入	8CZ5	
9CZ2	高频可变变频器 25KHz 出	7CZ8	
10CZ1-1	24V 入	6CZ2-3	
2	SSB10V 入	6CZ2-10	
3	5V 入	6CZ1-5	
4	5V 入	6CZ1-5	
5	调谐 1KHz 方波出	5CZ2-2	
6	发报不延迟 10V 入	6CZ2-7	
7	常 1KHz 方波出	12CZ2-7	
8	地		
9	地		
10	监听 1KHz 方波出	15J2-1	
11	5V 入	6CZ1-5	

插头座号	电 路 特 性	去 向	备 注
12	地		
13			
14	500KHz 载频出	6CZ2-10	
10CZ2	5KHz 标频出	5CZ2-7	
10CZ3	500KHz 载频出	12CZ4	
10CZ4	25KHz 参考载频出	4CZ5	
11CZ1-1	地	7CZ9	
2	同 11CZ1-17		
15CZ3	同 11CZ1-16		
4	同 11CZ1-15		
5	5V 入		
6	1KHz 出去低环鉴相	6CZ1-5	
7	地	12CZ2-5	
8	地		
9	低环压控 601-700KHz 入		
10	1KHz 控制线	12CZ-12	
11	2KHz 控制线	15K5-A1	
12	4KHz 控制线	15K5-A10	
13	8KHz 控制线	15K5-B2	
14	同 11CZ1-5	15K4-A6	
15	10KHz 控制线	15K4-A1	
16	20KHz 控制线	15K4-B2	
17	40KHz 控制线	15K4-A6	
18	80KHz 控制线	15K2-b	
12CZ1-1	频率微调电压输入	15K8-15 15W2-a	
2	频率微调电源 10V 入		
3	5V 入		
4	低环压控 601-700KHz 出	8CZ1-3	
5	同 12CZ-4		
6	同 12CZ-3		
7	同 12CZ-2		
12CZ1-8	地		
12CZ2-1	频率失锁信号输出	15K8-D11	
2	高环失锁信号输入	7CZ2-9	
3	低环鉴相电压(测试点)		测试用

插头座号	电 路 特 性	去 向	备 注
4	15V 入		
5	低环可变分频器来的 1KHz 入		
6	5V 入	6CZ2-6	
7	低环鉴相参考频率 1KHz 入	11CZ1-6	
8	同 12CZ2-5	6CZ1-5	
9	空	10CZ1-7	
10	地		
11	地		
12	低环压控 601~700KHz 出		
12CZ2	5MHz 出	11CZ1-9	
12CZ4	5MHz 标频入	8CZ2	
13CZ1-1	基准电压 6.3V 出	10CZ2	
2	发 10V 入	14CZ1-8	
3	小表指示输出	14CZ1-9	
4	地	15K8-D6	
5	正向功率取样出		
6	反向功率取样出	13CZ4-4	
13CZ2	1.6~29.999MHz 入	13CZ4-3	
13CZ3	1.6~29.999MHz 出	17CZ3	
13CZ4-1	小功率控制入	15K9-A10	
2	空	15K7-B3	
3	反向功率取样入		
4	正向功率取样入	13CZ1-6	
5	控制电压出	13CZ1-5	
6	电源 24V 入	14CZ1-7	
7	电流取样后 24V 入	14CZ1-2	
8	空	14CZ1-10	
9	同 13CZ4-4		
10	空		
11	地		
12	发 10V 入	14CZ1-9	
14CZ1-1		15K7-B3	
12CZ1-2	+24V	15K10-D	
14CZ1-3	同 14CZ-2		
12CZ1-4	地		

插头座号	电 路 特 性	去 向	备 注
5	地		
6			
7	控制电压入	13CZ4-5	
8	基准 6.3V 入	13CZ1-1	
9	发 20V 入	15K7-A1	
10	电流取样 24V 入	31CZ4-7	
14CZ-F	发 1.6~29.999MHz 信号入	1CZ5	
14CZ2	发 1.6~29.999MHz 信号出	15K1-8	
15CZ1-1	地		
2	发语音信号输入	5CZ2-6	
3	收音频信号输出	5CZ1-3	
4	报键控线	15K7-D1	
5	外机专用		
6	话键控线	15K7-1	
7	密话+24V		
15CZ2-1	同 15CZ1-1		不经保险丝
2	同 15CZ1-2		
3	同 15CZ1-3		
4	同 15CZ1-4		
5	同 15CZ1-5		
6	同 15CZ1-6		
7	同 15CZ1-7		
15CZ3	天线 1.6~29.999MHz 信号	1K5B9-12	
16CZ1	收 1.6~29.999MHz 信号入	5K1-4	
16CZ2	收 1.6~29.999MHz 信号出	1CZ2	
17CZ1-1	收发 24V 入		
2	1.6~2MHz 滤波器	15K1B-3	
3	2~3MHz 滤波器	15K1B-2	
4	3~5MHz 滤波器	15K1B-1	
5	5~8MHz 滤波器	15K2B-5	
6	8~12MHz 滤波器	15K2B-3	
7	12~20MHz 滤波器	15K2B-2	
8	20~30MHz 滤波器	15K2B-1	
17CZ2	射频 1.6~29.999MHz 入	14CZ2	
17CZ3	射频 1.6~29.999MHz 出	13CZ2	