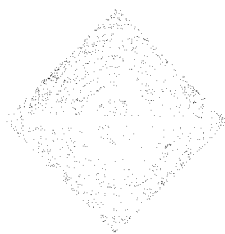


ZM202三路载波电话机



电 信 技 术 基 础 自 学 丛 书

DIANXIN JISHU JICHU ZIXUE CONGSHU

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 提 要

本书以国产ZM202型三路载波电话终端机为基础讲解三路载波机的构造原理，着重阐述物理概念，避免复杂的数学运算，比较通俗易懂。叙述中结合对整机各组成部分的电路分析，引入了有关电子电路知识，适合于初中文化水平的同志自学。

书中附有电路图、元器件表以及变压器、滤波器、电感线圈等有关数据，可供维护人员参考。

ZM202三路载波电话机

(电信技术基础自学丛书)

黑龙江省邮电学校编

*

人 民 邮 电 出 版 社 出 版

北京东长安街27号

天 津 市 第 一 印 刷 厂 印 刷

新 华 书 店 北 京 发 行 所 发 行

各 地 新 华 书 店 经 售

*

开本：850×1168 1/32 1976年8月第一版

印张：10 页数：160 插页2 1976年8月天津第一次印刷

字数：260千字 印数：1-36,000 册

统一书号：15045·总2088-有531

定价：1.00 元

毛主席语录

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

抓革命、促生产、促工作、促战备

我们能够学会我们原来不懂的东西。我们不但善于破坏一个旧世界，我们还将善于建设一个新世界。

前 言

在伟大领袖毛主席的无产阶级革命路线的指引下，在教育革命深入开展的形势下，为了适应教学的需要，我们编写了这本书。

编写这本书的最初打算是为中专学校开办短训班培训人员准备教材，同时也考虑到可以作为企业中的新职工的自学用书，所以在内容上尽量写得详细些，多从物理概念叙述，避免复杂的数学推导，力求理论联系实际，由浅入深，通俗易懂。在电路分析上，引入了一部分电子电路基础，例如对音频放大器的分析，就是对单管放大器的分析，对线路放大器的分析就是对多级放大器的分析等等，以便于没有学过基础课的新职工自学。

在编写过程中，我们深入到企业，参加生产劳动，向工人师傅学习，得到了工人师傅的帮助指导，使本书的编写工作较顺利地完成了。但是，我们水平不高，时间又较仓促，因此书中还有许多不足之处。譬如：作为中等专业学校的教学用书，在理论方面还偏少些；作为企业职工自学用书，对测试调整方面的内容，考虑到将有《明线载波机的使用与维护》一书而没有加进去。书中还会有许多缺点、错误，恳切希望读者同志，特别是企业老工人和技术人员给予批评指正。

在本书的编写过程中，哈尔滨市长途电信局机务站的同志为我们创造了许多方便条件，邮电522厂曾两次对原稿进行了审阅、修改，并提供了许多实用的技术资料，密云县电信局、杭州市电信局、宁波地区电信局的同志以及我校工农兵学员都对原稿进行了审阅并提出了许多宝贵意见，在此一并表示衷心的感谢。

黑龙江省邮电学校

一九七五年八月一日

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 用途.....	(1)
第二节 频谱分配.....	(1)
第三节 结构特点.....	(3)
第四节 技术规格.....	(5)
第五节 总方框图及传输过程.....	(8)
1.5.1 发送支路	(8)
1.5.2 接收支路	(10)
第二章 差动系统	(13)
第一节 混合线圈.....	(15)
2.1.1 混合线圈的作用	(15)
2.1.2 混合线圈的构造原理	(15)
第二节 平衡网络.....	(21)
第三节 限幅器.....	(21)
2.3.1 限幅器的作用	(21)
2.3.2 限幅器的工作原理	(22)
2.3.3 偏压的作用	(24)
2.3.4 为什么采用四端网络的限幅器	(27)
2.3.5 限幅器的特性	(27)
第四节 其他部件的作用.....	(29)
第五节 二、四线调度.....	(30)
第三章 调幅系统	(32)
第一节 分路调幅器.....	(32)
3.1.1 分路调幅器的作用	(32)
3.1.2 分路调幅器的工作原理	(32)
3.1.3 调幅器的衰减, 阻抗与载漏	(36)
3.1.4 分路调幅器的输入电路	(39)

3.1.5	分路调幅器的输出电路	(39)
第二节	分路反调幅器	(44)
3.2.1	分路反调幅器的作用	(44)
3.2.2	分路反调幅器的电路分析	(44)
第三节	群调幅器	(47)
3.3.1	群调幅器的作用	(47)
3.3.2	B端机发信群调幅器	(47)
3.3.3	辅助放大器	(50)
3.3.4	A端机收信群反调幅器	(51)
3.3.5	群调幅器的谐波衰耗	(52)
3.3.6	通路汇接	(52)
3.3.7	带通和低通滤波器	(53)
第四章	放大系统	(57)
第一节	音频放大器	(57)
4.1.1	音频放大器的作用	(57)
4.1.2	音频放大器的直流电路分析	(57)
4.1.3	音频放大器的反馈电路分析	(60)
4.1.4	音频放大器的输入电路	(71)
4.1.5	音频放大器的输出电路	(72)
4.1.6	校正网络的作用	(74)
4.1.7	校正频率特性的原理	(78)
4.1.8	校正网络的应用	(80)
第二节	发信放大器	(87)
4.2.1	发信放大器的作用	(87)
4.2.2	发信放大器的电气性能指标	(87)
4.2.3	直流电路分析	(90)
4.2.4	阻容耦合电路	(95)
4.2.5	负反馈电路	(97)
4.2.6	其他元件的作用	(110)
第三节	收信放大器	(110)

4.3.1	收信放大器的作用	(110)
4.3.2	收信放大器的电气性能指标	(110)
4.3.3	直流电路分析	(111)
4.3.4	交流电路分析	(114)
4.3.5	负反馈电路	(115)
4.3.6	通路汇接	(117)
第五章	载频供给系统	(118)
第一节	载供系统的作用和要求	(118)
第二节	载供系统的组成部分与供给方式	(118)
第三节	9KHz晶体主振器	(118)
5.3.1	晶体振荡器	(122)
5.3.2	缓冲放大器	(125)
5.3.3	其他元件的作用	(126)
第四节	同步放大器	(127)
第五节	3KHz谐波发生器	(128)
5.5.1	谐波发生器的特点	(128)
5.5.2	谐波发生器的振荡过程	(129)
第六节	强迫同步	(131)
5.6.1	强迫同步的概念	(131)
5.6.2	强迫同步的条件	(133)
5.6.3	9KHz和3KHz强迫同步的过程	(133)
第七节	载频分配	(135)
5.7.1	分路载频的选取	(137)
5.7.2	导频电流的供给	(140)
5.7.3	33KHz群载频的选取和放大	(142)
第六章	电平调节系统	(147)
第一节	为什么要进行电平调节	(147)
6.1.1	线路衰耗变化的影响	(147)
6.1.2	电源电压变化的影响	(148)
6.1.3	电平变化对电路的影响	(148)

第二节 导频	(149)
6.2.1 导频的作用	(149)
6.2.2 导频的选择	(149)
6.2.3 导频电平的确定	(149)
6.2.4 导频电流的发送	(150)
第三节 电平调节系统的组成	(151)
6.3.1 两种电平调节系统	(151)
6.3.2 自动电平调节系统的组成	(152)
6.3.3 手动电平调节系统的组成	(153)
第四节 导频接收器	(153)
6.4.1 导频接收器的作用	(153)
6.4.2 电路分析	(154)
第五节 导频控制告警	(161)
6.5.1 导频控制告警盘的作用和组成	(161)
6.5.2 导频指示及告警	(162)
6.5.3 导频控制	(166)
第六节 自动电平调节器	(172)
6.6.1 电平调节盘的组成	(172)
6.6.2 可变斜调均衡器	(172)
6.6.3 平调放大器	(179)
第七节 手动调节放大器	(181)
6.7.1 调节放大器盘的组成	(181)
6.7.2 斜调节器	(183)
6.7.3 平调节器	(190)
6.7.4 缓冲放大器	(193)
第七章 振铃系统	(197)
第一节 振铃器的作用	(197)
第二节 发信振铃设备	(197)
7.2.1 发信振铃频率的选择	(197)
7.2.2 发信振铃电平的规定	(198)

7.2.3	发信振铃电路分析	(198)
第三节	振铃接收器	(199)
7.3.1	振铃接收器的作用	(199)
7.3.2	振铃接收器的电路分析	(202)
第四节	振铃方式的改接	(206)
7.4.1	直流振铃电路	(206)
7.4.2	500Hz 振铃接收器电路	(208)
第八章	电源供给与告警系统	(209)
第一节	电源整流器	(209)
8.1.1	电源整流器的作用	(209)
8.1.2	电路分析	(209)
第二节	熔丝及告警	(214)
8.2.1	熔丝的排列	(214)
8.2.2	灯丝供给回路	(217)
8.2.3	屏压供给回路	(218)
8.2.4	告警回路分析	(219)
第三节	20Hz 铃流发生器	(222)
第九章	测试联络系统	(226)
第一节	测试盘	(226)
9.1.1	800Hz 振荡器	(226)
9.1.2	电平表	(226)
第二节	通话盘	(230)
9.2.1	2100Hz 振荡器	(230)
9.2.2	振铃信号测试设备	(234)
9.2.3	通话设备	(236)
第十章	引入系统	(240)
第一节	保安设备	(240)
第二节	阻抗匹配线圈	(240)
第三节	端子板	(243)
第十一章	无源网络	(244)

第一节 滤波器	(244)
11.1.1 滤波器的种类	(244)
11.1.2 低通滤波器	(244)
11.1.3 高通滤波器	(247)
11.1.4 带通滤波器	(248)
11.1.5 线路滤波器	(249)
11.1.6 方向滤波器	(252)
第二节 衰耗均衡器	(255)
11.2.1 衰耗均衡器的衰耗频率特性	(255)
11.2.2 本机所用的固定斜调均衡器	(257)
第三节 衰耗器	(259)
11.3.1 衰耗器的作用	(259)
11.3.2 衰耗器的种类和计算方法	(259)
附录	(264)
附录一 各机盘电子管阴流参考数据	(264)
附录二 ZM202 Ⅲ型终端机大布线图	(插页)
附录三 ZM202 Ⅲ型终端机大布线表	(265)
附录四 电信变压器绕制图表	(274)
附录五 滤波器及均衡器电感线圈数据	(304)
附录六 继电器规格汇总表	(308)

第一章 概 述

第一节 用 途

ZM202型三路载波电话机是我国工人阶级在伟大领袖毛主席的无产阶级革命路线指引下，坚持独立自主、自力更生的方针，自行设计，自行制造的三路载波电话机。它是用在架空明线上传输三路载波电话用的，在它的上面还可以叠开十二路载波电话机。

ZM202型三路载波电话机的性能较齐全，它具有自动电平调节设备（以前生产的Ⅰ型机则有手动电平调节设备），以适应气候变化，使通路净衰耗维持稳定，因而获得良好的通信质量。

它使用在线径为3.0~4.0毫米、线距为200毫米的架空铜线时，最大传输距离可达300~400公里。当需延长通话距离时，每隔300~400公里需增设ZR202型增音机一部。由于受电路稳定度与串杂音要求的限制，两终端机间的正常传输距离以不超过1200公里为限，如再需延长时则应由转接段连接。

ZM202三路载波机自投产以来，各地反映使用情况良好，电路稳定，维护方便，障碍较少，已成为通信系统中的主要设备之一。

本书的叙述以ZM202Ⅱ型终端机为主，对Ⅰ、Ⅰ型机不同之处则加以补充说明，以便于参考。

第二节 频 谱 分 配

ZM202型载波机在线路上传输的频谱有两种方案，即主要频谱和辅助频谱，如图1-1所示。这两种频谱互相倒置，这就便于同杆开放时减少制际串音。

5.7KHz以下的频带没有分隔设备，因此只能通一个音频电话电路或广播电路。它的频带是0.15~5KHz。

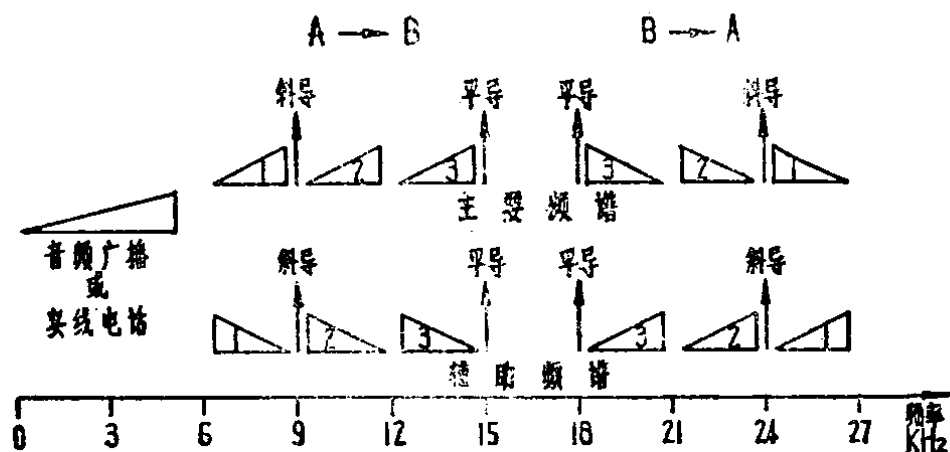


图1-1 频谱分配

ZM202型载波机是按前群调制系统的原理构成的。它是载频抑制的单边带传输系统，即话音频率的电流经过分路调幅后变为高频，在线路上只传输一个边带，另一个边带利用滤波器加以截止，群设备将三路汇集起来的单边带信号加以放大送至外线。它的调制的关系及发出的频谱列于下表。

主要频谱的频率分配

话路 序号	发信方向 A—B (KHz)			发信方向 B—A (KHz)						
	分 载	路 频	上 边 带	导 频	分 载	路 频	上 边 带	群载频	下 边 带	导 频
1	6		6.3—8.7	平 斜	6		6.3—8.7		26.7—24.3	平 斜
2	9		9.3—11.7	15 9	9		9.3—11.7	33	23.7—21.3	18 24
3	12		12.3—14.7		12		12.3—14.7		20.7—18.3	

辅助频谱的频率分配

话路 序号	发信方向 A—B (KHz)			发信方向 B—A (KHz)				
	分 载 路 频	下 边 带	导 频	分 载 路 频	下 边 带	群载频	下 边 带	导 频
1	9	8.7—6.3	平 斜	9	8.7—6.3	33	24.3—26.7	平 斜
2	12	11.7—9.3	15 9	12	11.7—9.3		21.3—23.7	18 24
3	15	14.7—12.3		15	14.7—12.3		18.3—20.7	

A—B方向通话路的低频群频带为6.3~14.7KHz， B—A方向通话路的高频群频带为18.3~26.7KHz。无论主要频谱或辅助频谱，

载波频率都是 3 KHz 的倍数。A-B 方向还传输两个导频，15KHz 用于平调，9 KHz 用于斜调。B-A 方向也传输两个导频，18KHz 用于平调，24KHz 用于斜调。电平调节系统的作用在于使设备在直径 3~4 毫米、线距 200 毫米的架空铜线线路，距离在 300~400 公里，线条凝霜至 10 毫米及冰凌厚 5 毫米的气候条件下仍能满足通话的要求。但在这种特殊气候条件下，通路杂音指标有所降低。

I 型机没有自动电平调节系统，但装有手动电平调节，使设备亦能适应上述的条件下运用。

第三节 结构特点

ZM202 型机的机盘是按平面布置的，所有元件和布线可以比较方便的进行检查。大部分机盘采用后插接式的抽屉结构，每个机盘面板上都有把手，便于将机盘拉出或插入。除去与总布线联系密切的部件如端子，熔丝等采用焊接结构外，其余所有部件均采用上述原则的机盘结构。但由于电路繁简不同，以及通路数目的关系，抽屉的高度有 70 毫米和 105 毫米两种，宽度又分为 145 毫米和 290 毫米两种。总的布线在机架后面自上而下。整个机架的高度为 1270 毫米，宽度 650 毫米，厚度 350 毫米，重量约为 220 公斤。它座落在一个具有 8 个橡皮防震器的底座上。

由于设计上的特点，ZM202 型载波机的上面可不再加以固定，但当设备工作地点的振动很大时，在它的上面或后上方可以进行辅助固定。ZM202 型终端机机架的上部为熔丝及端子板盘。熔丝盘装在前面，并有罩盖防止灰尘和碰撞，它可以整个向前拉出并可翻转 90 度，以便焊接或检修熔丝盘的设备。端子板盘中除端子板外，还装有阻抗匹配线圈，保安装置以及 20Hz 铃流发生器。二线四线塞孔和通路塞孔均分装于每路的音频终端盘上。告警继电器装于熔丝盘内，每个继电器也都有分隔的防尘罩。整个机架上各机盘排列如图 1-2 所示。机架的最下面装置整流器。整流器的工作温升为 +45℃，在天气炎热的夏季，此机盘中温度可能会达到 +65℃ 以上。为了使整个机架的温升不超过 +25℃，在整流器机盘上面机架主框板内设有一层石棉板用以隔热。

[illegible]

4

第四节 技术规格

ZM202型载波电话终端机的技术规格如下:

- | | |
|-----------------------------|--------------------|
| 1. 电路数 | 3 路 |
| 2. 线路传输频谱: | |
| a. 低频群 (A-B 方向) | 6 ~ 15KHz |
| b. 高频群 (B-A 方向) | 18 ~ 27KHz |
| 3. 线路频谱种类 | 2 |
| 4. 线路导频频率: | |
| a. A-B 方向 | 平调15KHz, 斜调 9 KHz |
| b. B-A 方向 | 平调18KHz, 斜调24KHz |
| 5. 在外线端每个通路的额定输出电平 | $+ 2 N \pm 0.1 N$ |
| 6. 斜调调节范围: | |
| a. A-B 方向 | $1.7 \sim 0.1 N$ |
| b. B-A 方向 | $1.6 \sim 0.1 N$ |
| 7. 平调调节范围 | $\geq 3.6 N$ |
| 8. 外线端输出导频电平 | $+ 0.5 \pm 0.05 N$ |
| 9. 外线输出端电平在 $+ 2 N$ 时的谐波衰减: | |
| a. 二次谐波 | $\geq 8 N$ |
| b. 三次谐波 | $\geq 9.5 N$ |
| 10. 外线阻抗额定值 | 600 Ω |
| 11. 外线阻抗反射系数: | |
| a. 高频端 | $\leq 15 \%$ |
| b. 低频端 | |
| 二线 | $\leq 10 \%$ |
| 二线假线不接入时 | $\leq 20 \%$ |
| 四线 | $\leq 15 \%$ |
| 12. 通路有效传输频带 | 300 ~ 2700Hz |

13. 通路四线部分测试电平值:
 - a. 发送支路始端 (调幅入) -1.5 N
 - b. 接收支路终端 (音放出) $+0.5\text{ N}$
14. 通路在800Hz的净衰耗 0.4 N (0.8 N)
15. 两端机全程净衰耗频率特性
(国际建议通路净衰耗频率特性标准值的) $3/5 \sim 4/5$
16. 净衰耗每半月稳定度 $\pm 0.1\text{ N}$
17. 通路非线性失真系数 ($f = 400\text{ Hz}$)
 $\leq 3\%$
18. 发送、接收支路间串扰防卫度 $\geq 5\text{ N}$
19. 电路稳定度 $\geq 0.25\text{ N}$ ($\geq 0.65\text{ N}$)
20. 有限幅器时的振幅特性:
 - 提高 0.4 N 时 $\leq 0.035\text{ N}$
 - 提高 1.4 N 时 $\geq 0.5\text{ N}$
21. 无限幅器时的振幅特性
提高 0.8 N 时 $\leq 0.035\text{ N}$
22. 全机主要点电平较额定值容许偏差
 $\pm 0.1\text{ N}$
23. 载漏 (在外线端测试) 每半月稳定度:
 - a. 每路载漏比测试电平低 2 N 以上
 - b. 总载漏比测试电平低 1.7 N 以上
 - c. 和导频重合的载漏比导频低 3 N 以上
24. 导频偏离额定值告警范围 $\pm 0.25\text{ N}$ ($\pm 0.05\text{ N}$)
25. 导频告警时延 $10 \sim 15\text{ 秒}$
26. 音频振铃频率 2100 Hz
27. 振铃接收器选择性:
 $2100\text{ Hz} \pm 25\text{ Hz}$ 内保证动作
 $2100\text{ Hz} \pm 100\text{ Hz}$ 外保证不动作
28. 振铃信号比测试电平低 $0.7\text{ N} \pm 0.1\text{ N}$
29. 振铃发送频率稳定度 $2100\text{ Hz} \pm 5\text{ Hz}$

30. 振铃器接收电平范围
比正常接收电平 $+1 \sim -1.5 \text{ N}$
31. 振铃接收器迟延接收时间 $0.4 \sim 0.7 \text{ 秒}$
32. 在电平 $+0.5 \text{ N}$ 点上通路固有杂音
(杂音计电压) $\leq 1.42 \text{ mV}$
33. 通路可懂串音防卫度 $\geq 7.5 \text{ N}$
34. 通路不可懂串音在 $+0.5 \text{ N}$ 电平点
上用杂音计测量 (增益最大时) $\leq 2.12 \text{ mV}$
35. 主振器每半月频率稳定度 $< 2.5 \times 10^{-5}$
36. 主振器频率准确度与标准频率间
偏差 $< \pm 1.25 \text{ Hz}$
37. 在一个话路内可通音频电报路数 (按国产 ZB312、ZB316 载报
机制式计算) 12路
38. 通路和导频互串:
加限幅器后正常讲话时不觉察, 高声讲话时允许电表指针有轻
微摆动
39. 电源电压:
a. 高压电源 $+130 \text{ V} (+206 \text{ V}) \pm 3 \%$
b. 低压电源 $-24 \text{ V} \pm 3 \%$
在上述变化范围内保持指标, 当变化为 $\pm 10\%$ 时可以工作。
40. 采用 50 Hz 单相交流供电时整流器输入电压:
a. $110 \text{ V} / 220 \text{ V} \pm 3 \%$ 保持指标
b. $110 \text{ V} / 220 \text{ V} \pm 10 \%$ 可以工作
41. 工作温度:
a. $+10^\circ\text{C} \sim +40^\circ\text{C}$ 保持指标
b. $-5^\circ\text{C} \sim +45^\circ\text{C}$ 可以工作
42. 相对湿度 (温度 $+20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 时):
a. $80\% \sim 90\%$ 可以连续工作, 机内绝缘
 $\geq 1 \text{ M}\Omega$
b. 95% 以上 可以短期工作, 不保持指标