

YD-Ⅲ型音频调度电话及 YG-I型各站(养路)电话

兰州铁道学院电机系
铁道部北京二七通信工厂

人 民 铁 道 出 版 社

1979年·北京

内 容 简 介

本书共分两篇。第一篇为YD-Ⅲ型音频调度电话，共有五章，即概述、总机电路原理及动作过程、分机电路原理及动作过程、主要技术指标及测试方法、故障处理。第二篇为YG-I型各站（养路）电话，共有四章，即概述、电路原理及动作过程、主要技术指标及测试方法、故障处理。

本书供铁路通信工、通信工程技术人员学习参考，也可供中等专业学校教学参考。

本书由兰州铁道学院王维汉执笔，铁道部北京二七通信工厂科研所调度组审阅。

YD-Ⅲ型音频调度电话 YG-I型各站（养路）电话

兰州铁道学院电机系
铁道部北京二七通信工厂
人民铁道出版社出版
责任编辑 李 骝
封面设计 赵敬字
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售
人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 1/32 印张：7.125 插页：3 字数：159 千

1979年4月第1版 1979年4月第1次印刷

印数：0001—10,500册

统一书号：15043·4051 定价：0.66元

目 录

第一篇 YD-Ⅲ型音频调度电话	1
第一章 概 述	1
1.1.1 铁路调度电话的特点	1
1.1.2 组成原理	8
第二章 总机电路原理及动作过程	13
1.2.1 振荡器盘	13
1.2.2 群放盘	21
1.2.3 控制器盘	32
1.2.4 时控盘	48
1.2.5 放大器盘及前级放大电路	54
1.2.6 整配盘	62
1.2.7 试验报警盘及电源引入盘	69
1.2.8 电路动作过程	73
第三章 分机电路原理及动作过程	85
1.3.1 输入回路及受信放大器	85
1.3.2 双向限幅器及选频放大器	90
1.3.3 接收器	102
1.3.4 电话机电路	116
第四章 主要技术指标及测试方法	119
1.4.1 总机主要技术指标及测试方法	119
1.4.2 分机主要技术指标及测试方法	124
1.4.3 调度所选叫设备主要技术指标及测试方法	139
1.4.4 YC-I型音频分机测试仪	142
第五章 故障处理	148

1.5.1 总机故障处理	148
1.5.2 分机故障处理	163
第二篇 YG-I 型各站（养路）电话	169
第一章 概 述	169
第二章 电路原理及动作过程	173
2.2.1 控制盘与时控盘	174
2.2.2 发送控制盘	178
2.2.3 线路变压器盘	183
2.2.4 电源盘	190
2.2.5 试验盘及选叫信号衰耗控制器	197
2.2.6 总机电路动作过程	201
2.2.7 电话分机及其电话机	210
第三章 主要技术指标及测试方法	212
第四章 故障处理	219

第一篇 YD-Ⅲ型音频调度电话

铁路调度电话是供调度员与其所管辖的调度区段内各站段值班员之间业务通话使用的专用电话。它是组织铁路运输、指挥列车运行必不可少的通信工具。调度电话质量的好坏，直接影响到铁路运输的效率和安全。

YD-Ⅲ型音频调度电话由总机设备（以下简称总机）、调度所选叫通话设备以及分机设备（以下简称分机）配套组成。本书主要介绍总机、分机及部分配套设备的电路原理、使用 and 故障处理等。

第一章 概 述

1.1.1 铁路调度电话的特点

铁路调度电话的用户都是分布在一条数十以至数百公里的铁路沿线。如按地区电话采用独用线的办法，则线路建设费用是相当大的，而且线路利用率也不高，因此铁路调度电话目前都采用合用线的方式。

音频调度电话总机设备一般设在离调度所较近的调度工区或通信机械室内，调度所内设选叫通话设备，沿线各站或有关单位设分机设备。总机和分机在合用线上的连接方式，如图 1—1—1 所示。调度电话只允许总机和分机之间通话，一般情况下不允许分机之间相互通话使用。

总机和所有分机均并接在一对专用的公共线路上，至各有关站时，用“T”形引入在值班员室。在站区分机比较集中

时，则在试验室的分线盘上进行汇接。

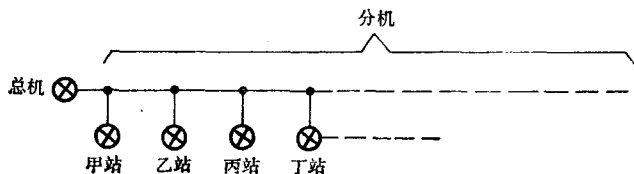


图 1—1—1 合用线示意图

当调度所远离所指挥的区段时，往往通过载波通路实现遥控连接，如图 1—1—2 所示。在甲地的调度总机可以通过甲、乙两地的载波机与所指挥的调度回线进行连接。

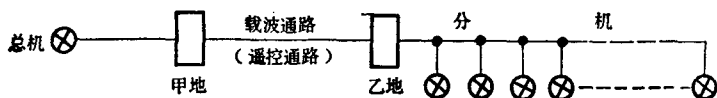


图 1—1—2 有载波通路的调度回线

那么，总机和分机均接在一对合用线上，调度员（总机）如何呼叫所需车站（分机）呢？这是调度电话采用合用线后需要解决的第一个问题——呼叫问题。

根据业务需要，对合用线上呼叫的基本要求是：可以完成单呼（个别呼叫）、组呼（群呼）和全呼。所谓单呼是总机能叫出所指定的某一个分机；组呼是叫出所指定的某一组分机；全呼是将该线上的全部分机一齐叫出。由于合用线较长，线路衰耗大，为了保证调度员通话清晰，通路上须装设增音机。但合用线上参加通话的用户数和线路的距离经常变

化，这样就限制了采用双向放大的可能性。因为很难使混合线圈的平衡网经常随着外线阻抗（与参加通话的某分机阻抗或分机数有关）的变化而自动地加以调节。因此合用线上只能使用单向放大设备。为了达到双向放大，并使调度员有主控权，又需解决采用合用线后产生的第二个问题——放大器的操纵问题。

在总机和分机合用的调度电话回线上，总机呼叫分机必须采用不同的“电符号”作为选叫信号。这些选叫信号可以是各种各样的。以前曾使用直流脉冲作为选叫信号，目前大多采用不同频率的音频信号作为选叫信号。

在声学中，人们通过对声音的分析表明，人的话音中包含着80~8000赫的很多频率成分。但经研究得知，话音中的任何一个频率其延续时间是很短的，一般不超过400毫秒。利用这个特点，我们就可以在音频传输话路中，用音频作选叫信号，去动作接收电路。而只要发送的时间足够长（大于话音中任一频率的最大延续时间），使接收电路通过一定的延时之后才动作，就可以保证接收电路在接收信号时可靠动作。而话音信号则由于延时不够而不能造成误动。为了可靠起见，在音频调度电话中，常采用一前一后连续发送的双音频信号，这样就更提高了选叫的可靠性。

由上可知，音频调度电话是利用发送具有一定持续时间的两个不同频率的音频信号来解决合用线上的呼叫问题，“音频调度电话”也由此而得名。

那么，采用合用线后出现的第二个问题——放大器的操纵问题又是如何解决的呢？它是利用调度总机中的转换继电器来解决的。下面，我们通过音频调度电话基本构成及工作过程来加以说明。

音频调度电话的基本构成如图1—1—3所示。

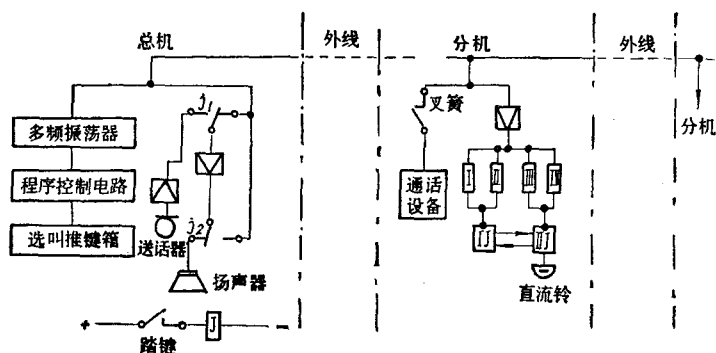


图1-1-3 音频调度电话基本构成示意图

I、II、III、IV——分机接机槽路；IJ、IIJ——电子继电器；J——继电器。

当总机要呼叫某一分机时，可将选叫推键箱中对应该分机的推键按下，从而启动程序控制电路和多频振荡器工作，自动向外线送出两个按一定时间、次序组成的音频信号 f_1 和 f_2 ，经分机接收设备的放大器放大，然后进入接收槽路中进行鉴别，其中只有被呼叫的那个分机（对单呼而言）或组呼中的一组分机，或全呼中的全部分机，其 I、IV 接收槽路（对单呼而言）或 II、IV 槽路（对组呼而言）或 II、III 槽路（对全呼而言）分别对 f_1 、 f_2 谐振，而动作 IJ、IIJ 电子继电器。当 IIJ 动作后，则驱动振铃电路，使其铃响。

继电器 IJ 受第一选叫信号 f_1 的控制而动作，继电器 IIJ 的动作除受第二选叫信号 f_2 控制的条件下，还需 IJ 提供一准备条件，而 IJ 开通后的继续保持则又需 IIJ 提供一保持条件，所以这两个电子继电器的动作是相互依赖与制约的。也就是说，必须是当两个音频选叫信号的频率、次序完全和分机接收槽路谐振频率、次序相符时，最后才能动作 IIJ，沟通振铃电路。由此可见，两个继电器的相互依赖与制约也是

为了防止话音误动的一个重要措施。

当分机欲和总机讲话时，由于总机中放大器定位时是处于受话状态，故分机摘机后又簧接点接通便可送话，总机受话。总机若要和分机讲话时，需踩下踏键，使转换继电器 J 动作，通过接点 j_1 、 j_2 转换了放大器方向，将送话器接在放大器输入端，外线接在输出端。这样，话音电流便经放大后送到外线，分机受话。

由此可见，放大器是通过转换继电器及踏键等的操纵，使单向放大器完成了双向放大的作用，并使调度员有主控制权。这就解决了采用合用线后出现的第二个问题——放大器的操纵问题。

YD-III型音频调度电话的呼叫方式是：在话音频带内选择数个频率作为选叫频率，用两个前后组合不同的频率作为选叫信号，如图1—1—4所示，组成双频前后制选叫方式。

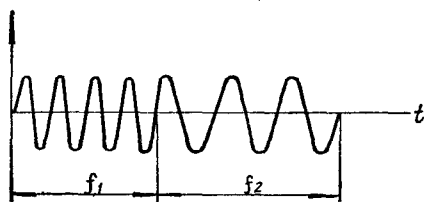


图 1—1—4 双频选叫信号

那么，这些选叫信号的频率应如何选择呢？一般应注意：

1. 尽量防止谐波干扰。因此，要避免选叫信号中有互成整倍数的频率出现，特别要注意有“3”倍数的频率出现（详见1.3.2节分析）。

2. 话音频率中500赫以下的能量最大，约占话音能量

的60%，容易造成干扰。所以，一般取500赫以上的频率作为选叫信号。另外，最低频率取500赫，对于开通载波遥控也比较有利。因为载波机的载频总有一定的偏移，若载频稳定度允许偏移 ± 2 赫，那么，如果最低频率取为300赫，则相对偏移 $\frac{\Delta f}{f_0} \approx 6.7\%$ ，而取500赫时则下降到4%。

3. 选叫信号频率之间要有一定的间隔，以防邻近频率的信号由于产生频偏而引起分机的误动。但间隔也不能太大，否则将减少话音频带内选叫信号的数目。

由上所述，YD-Ⅲ型音频调度电话中的选叫信号频率是从500赫开始，然后按等比级数1.21^[1]提升得出9个频率作为选叫信号，其中个别的频率做了少量的调整。现将各频率间的关系列于表1—1—1。

选叫信号频率关系表 表1—1—1

信号频率 (Hz)	500	605	730	910	1100	1330	1650	1995	2420
与前一频率的比		1.21	1.21	1.25	1.21	1.21	1.24	1.21	1.21

在上述9个选叫信号频率中，用后7个（即730~2420赫）作为个别选叫信号频率，这7个频率中的任意2个前后排列组合成一个单呼信号。根据排列组合原理，可组成的分机总数应该是 $A_7^2 = 7 \times 6 = 42$ 个^[2]。每个分机使用的信号频率如表1—1—2所示。

从表1—1—2可以看出，属于同一组的6个分机具有相同的第二选叫信号频率 f_2 。如第一组为730赫，第二组为910赫……，如果我们用500赫信号作为第一选叫信号频率，而用个别选叫信号中的7个频率中的任一个频率作第二选叫信号频率，就可组成了组呼信号。每一个组呼信号同时可呼叫出同一组的6个分机。42个分机共分成7组，如表1—1—3

所示。

个别选叫频率表

表 1—1—2

分机 信号	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	分机 信号	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	分机 信号	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)
1	1995	730	15	730	1100	29	910	1995
2	1650	730	16	1995	1330	30	730	1995
3	1330	730	17	1650	1330	31	1995	2420
4	1100	730	18	1100	1330	32	1650	2420
5	910	730	19	910	1330	33	1330	2420
6	1995	910	20	730	1330	34	1100	2420
7	1650	910	21	1995	1650	35	910	2420
8	1330	910	22	1330	1650	36	2420	730
9	1100	910	23	1100	1650	37	2420	910
10	730	910	24	910	1650	38	2420	1100
11	1995	1100	25	730	1650	39	2420	1330
12	1650	1100	26	1650	1995	40	2420	1650
13	1330	1100	27	1330	1995	41	2420	1995
14	910	1100	28	1100	1995	42	730	2420

组呼信号频率表

表 1—1—3

组 号	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	组 号	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)
1	500	730	5	500	1650
2	500	910	6	500	1995
3	500	1100	7	500	2420
4	500	1330			

用500赫和605赫这两个信号分别作第一选叫信号频率和第二选叫信号频率，就可组成全呼信号。

当调度区段内分机数少于30个时，不应采用包含有2420赫信号的分机。因为频率高，线路衰减大。当音频调度电话运用于钢线时，如采用包含2420赫信号的分机，则应置于离调度所50公里以内的附近车站。

注:

[1] 等比级数

设首项 $=a_1$, 公比 $=q$, 项数 $=n$, 第 n 项 $=a_n$, 则 $a_n=a_1q^{n-1}$

采用等比级数构成选叫信号频率, 容易避开谐波干扰, 以减少分机误动。

[2] 从 m 个元素里, 每次取出 n 个元素按一定次序进行排列, 所有排列的种数为

$$A_m^n = m(m-1)(m-2)\cdots(m-n+1)$$

上式右边是 n 个连续的自然数乘积, 其中最大的一个自然数是 m 。

所以, 当有7个选叫信号频率时, 每次取出两个进行排列, 则所有的排列种数(即分机数)为

$$A_7^2 = 7(7-2+1) = 7 \times 6 = 42 \text{ (个)}$$

1.1.2 组成原理

知道了选叫信号的组成原理后, 下面我们来介绍总机和分机的组成原理。

1. 总机组成原理

由上节可知, 总机在选叫与通话过程中不外乎要完成两个作用:

(1) 按照需要发出一组按一定程序及时间组合成的双音频频率信号, 供选叫分机使用。

(2) 无论是送话还是受话, 总机均要对话音电流进行放大, 为了防止振鸣, 放大器应按单工双向方式工作。

为了完成上述任务, 总机电路由下列机盘组成, 如图1—1—5所示。

为了产生选叫信号并使其有一定的电平输出, 备有振荡器盘与群放盘; 为了能使每次发出按一定次序及时间的两个信号, 备有控制盘及时控盘。上述四个盘属于选叫部分, 主要用来完成总机对分机的选叫。为了对话音电流进行放大,

备有放大器盘。由于分机离总机距离远近不同，放大器还具有自动音量控制性能。

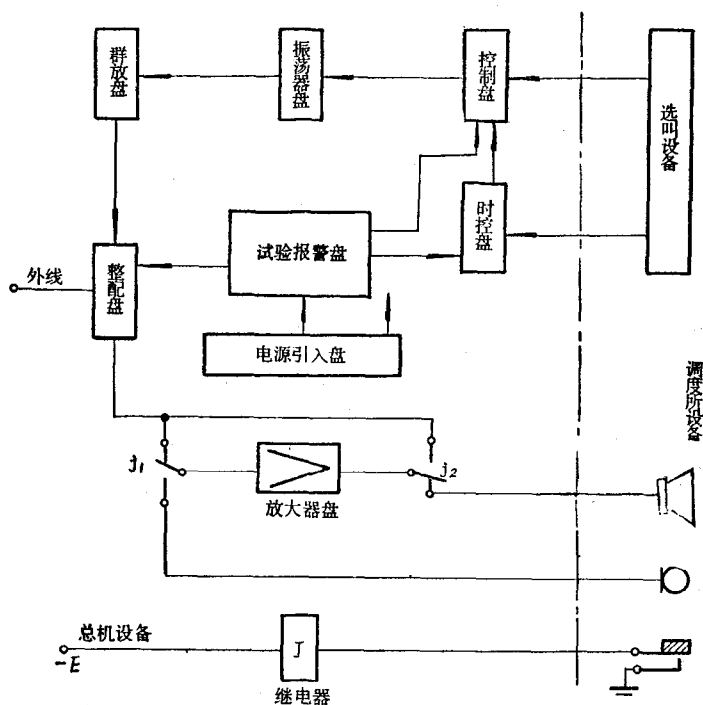


图 1—1—5 YD-III型调度总机组成示意图

为了进行二四线转换以及阻抗匹配，并能方便地接入载波通路，所以又备有整配盘。为了便于值班人员了解总机工作是否正常、试验机器运用情况以及供给机器的直流电源，又备有试验报警盘与电源引入盘。

除试验报警盘外，上述各机盘均与调度回线相对应，所以各机盘又总称为回线机盘。在YD-III型总机机箱中，装设

有两回线机盘。安装时，若在同一处所，设有3回线及以下同一类型总机时，一般设1回线备用总机；4回线及以上时，一般设2回线备用总机，以便某机盘发生故障时，可及时倒换使用。同时，每台总机还附有两套调度所设备。调度所设备包括选叫推键箱、踏键、话筒及扬声器。总机供电为外接直流24伏电源，每一回线最大消耗电流为1安左右。

下面介绍总机电路是如何完成选叫与通话任务的。由图1—1—5可以看出，总机设备在定位时，放大器盘中放大器处于受话状态。此时，外线上连接的调度分机可向总机送话。分机送出的话音信号到总机外线端子，经由整配盘、 J 继电器接点、放大器盘等，送至调度所内扬声器，调度员即可听到经放大器盘放大后的分机呼叫及话音。由于总机放大器带有自动音量控制电路，因此远端分机和近端分机的线路衰减虽不一致，但经过自动音量控制电路后调度员听到的分机声音响度几乎相同。当调度员欲选叫某一分机时，需按下选叫推键箱中相应于该分机的推键，通过控制盘和时控盘中逻辑电路的作用，控制振荡盘中相应于该分机的两个振荡器按先后次序起振，依次送出代表该分机的两个频率信号，通过整配盘送往外线而至分机。线路上各分机经过选频以后，只有符合该两频率的一个分机能够振铃。在振铃期间有回铃音信号送往外线至总机，经整配盘、放大器至扬声器，调度员听到回铃音，表示该分机已叫出。等分机应答后，调度员可踩下踏键，使继电器 J 动作，继电器接点转换，于是调度员的话音信号便经调度所通话选叫设备中的前级放大器、总机中 J 继电器接点、放大器盘、整配盘等送往外线而至分机，分机便可听到调度员讲话声。调度员停止讲话时，必须将踏键放开，使放大器方向处于原位，即定位受话状态，调度员又可以听到分机讲话。由于放大器同一时间只能放大一

个方向的电流，欲放大相反方向的电流时，必须将放大器操纵纵换向，所以调度员讲话时必须踩下踏键。因为放大器在定位时，呈受话状态，所以我们将这种通话方式称为总机定位受话、操纵送话的单工方式。调度员与分机不能同时发话，而必须轮流对讲。

YD-Ⅲ型音频调度电话在无增音区段内，对800赫信号允许最大回线全程衰耗为2.2奈^[1]，当使用线距为20厘米、线径为4.0毫米的架空钢线时，其传输距离约100公里；当使用线距为20厘米、线径为3.0毫米的架空铜线时，其传输距离约400公里。

2. 分机组成原理

分机装设在铁路沿线，是各站、段值班员和调度员进行业务通话的专用设备。因此，分机应满足以下性能要求：

(1) 收到总机选叫信号后，能立即发出振铃信号。

(2) 能够进行通话与直接呼叫总机（定位受话式）。

根据上述作用与调度回线特点，分机包括通话设备和选叫设备两部分，其组成方框图，如图1—1—6所示。图中：

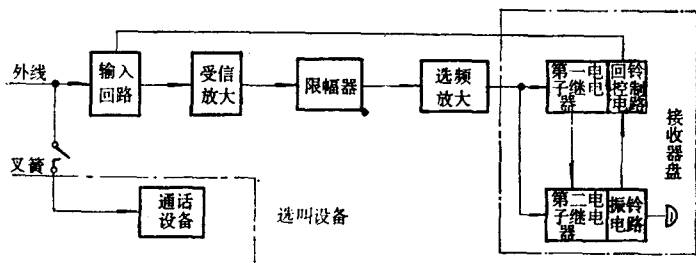


图1—1—6 YD-Ⅲ-2型调度电话分机方框图

1) 根据第(1)条要求，设有选频放大器、电子继电

器、振铃电路和直流铃。

2) 启动电子继电器需要约1.2伏的信号电压,而远端分机仅有20~30毫伏信号电压,所以要再加一级受信放大器。

3) 为了避免强、弱信号造成选频槽路带宽不同引起分机误动或失选,又加入一串联双向限幅电路(详见1.3.2节分析)。

4) 考虑到分机接收选叫后,应能给总机送出回铃音,所以,加入了回铃音控制电路。为了减少外线衰耗,提高分机输入阻抗及发送回铃音,又加入了输入回路(详见1.3.1节分析)。

5) 为满足第(2)条要求,加入了通话设备,即话机电路。并设有叉簧,平时选号设备连接在外线上,当通话时值班员拿起话机,通话设备才接到外线上。

因此,当总机选叫分机时,选叫信号便经过受信放大、限幅及选频放大后,若频率及次序皆相符,则能使第一、第二电子继电器动作,从而接通直流铃电路,使其振铃。并通过回铃控制电路送出回铃音。

为了减少分机误动,在设计与调整分机时,必须考虑话音信号、邻近频率以及选叫信号谐波等因素所造成的干扰。在分机电路中,针对上述干扰已采取了相应措施,使整个电路工作比较可靠、稳定。

在分机选叫设备中,装有放大限幅盘(其上装有输入回路、受信放大、双向限幅及选频放大电路)、槽路盘(该盘和放大限幅盘中的BG₂组成选频放大器)、接收器盘(其上装有第一、第二电子继电器及振铃电路,回铃控制电路)三个机盘电路。

分机适用于架空明线(铜线或钢线)或长途低频加感电

缆线路。若回线衰耗（包括分机介入衰耗）超过全程衰耗2.2奈时，应加设音频增音机，才能保证选叫工作的可靠性。

注：

〔1〕音频调度电话的全程衰耗规定为2.2奈，主要是根据钢线100公里计算得来的。

当钢线线径为4.0毫米、线距为20厘米、在潮湿气候时，对于800赫的衰耗为16.78毫奈/公里。全线按接30台分机和每台分机的介入衰耗按0.02奈（实测值）考虑，则总的衰耗为

$$b_{\text{总}} = 16.78 \text{ mN/Km} \times 100 \text{ Km} + 30 \times 0.02 \text{ N} \approx 2.28 \text{ N}$$

对于铜线来说，当线径为3.0毫米、线距为20厘米、在+20°C时，对800赫的衰耗为4.4毫奈/公里，若此时全程衰耗仍按2.2奈考虑，则可开到400公里左右。

第二章 总机电路原理及动作过程

本章将分别讨论各分盘电路的作用、组成及电路原理，并对重要电路和特殊电路的设计计算方法以及总机电路动作过程等作了说明。

1.2.1 振荡器盘

总机利用3个振荡器盘产生9个不同频率的选叫信号。振荡1盘产生500、910、1650赫3个频率；振荡2盘产生605、1100、1995赫3个频率；振荡3盘产生730、1330、2420赫3个频率。

由于振荡器盘产生选叫信号，所以它是总机电路的核心。因此，我们首先研究振荡器盘的工作原理。

在总机电路中，平时振荡器虽接通电源，但不起振。当呼叫分机时，调度员按下选叫推键，通过控制电路与时控电