

铁路通信概论

陈玺 编

中国铁道出版社

1988年·北京

基础，叙述了铁路通信网、电话原理、电话交换机、通信架空线路和电缆、长途通信、调度及各站养路电话、车站电话总机，会议电话、广播扩音设备、列车无线电台、电报通信、通信电源等的原理和构造。但对自动电话交换机、载波机等试验人员负责维护、电路较复杂的设备，只作简要介绍。对较新型的光缆、微波通信、计算技术及正在发展的400MHz无线电台及长途自动交换设备等则未涉及。为了能使读者自学，对现场工区所维护的设备，编写中参考了原设备的技术说明书，叙述的较详尽。

因内容广泛，又限于篇幅和编者水平，遗漏和不当之处请读者批评指正。

编 者

1986年10月

内 容 简 介

本书较详细地介绍了铁路专用通信设备，并对铁路通信网的构成、电话自动交换、载波通信原理等也作了简要介绍。内容包括：铁路通信网的基本概念、电话基础和电话机电路、地区电话交换机、长途通信电路、长途通信、音频调度电话总机及分机、音频各站（养路）电话总机及分机、车站电话总机、铁路会议电话网及总、分机、有线广播设备、150 MHz 铁路列车电台、电报通信和通信电源。

本书可作为职工和管理干部培训教材，也可作铁路通信工人自学用书。

铁 路 通 信 概 论

陈玺 编

中国铁道出版社出版

责任编辑 黄成士 封面设计 王毓平

新华书店总店科技发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：850×1168毫米 $\frac{1}{16}$ 印张：12.5 插页：7 字数：298 千

1988年3月 第1版 第1次印刷

印数：0001—9,000册 定价：2.95元（平装）

0001—1,000册 定价：4.15元（精装）

前 言

现代通信的发展突飞猛进，通信设备的传输器件已由电子管发展成晶体管、集成电路、大规模集成电路；有线传输线路已由架空明线发展成对称电缆、同轴电缆、光缆；无线传输频率由中波发展成短波、超短波、微波；通信制式则由频分制的模拟通信发展成空分制的数字通信；用光纤纤维 PCM 数字电路传输的四次群通信，一个通道可传送 140Mb/s 的 1920 个通话路；由数据传输与计算技术综合运用发展起来的综合业务通信网 (ISDN)，用途更为广泛。

铁路通信近年来的发展进程是：架空明线与对称电缆、小同轴综合电缆并存，个别区段已试用光缆；3 路、12 路载波机与小同轴 300 路及 960 路载波机并存，个别区段已试用 120 个话路的二次群脉码调制通信机 (PCM)。步进制和纵横制自动电话交换机并存，并已开始发展程序控制自动电话交换机；点对点的长途自动设备已大量使用，程控制的长途自动电话网也在起步发展中。在电报机方面除少量区段仍用振荡电报机外，现使用的基本上是电传打字机，但已开始采用一定数量的传输速度快的 FX 7700 型三类传真电报机。

在铁路专用通信设备方面，70 年代定型的双音频选叫调度电话、各站（养路）电话、音控式车站电话总机、晶体管会议电话机、列车扩音机等尚在大量使用。在无线列调通信机方面，现使用的大量是 150MHz 的 TW-8 A 型和 TW-8 C 型电台，但已向 400MHz 防电化干扰性能较好的新型机发展，在山区隧道中正在试用漏泄同轴电缆，以保证高频信号的传输不受遮蔽。

因铁路通信涉及面广，本书不能尽述。考虑到本书读者是从事通信专业但没受过系统专业教育的干部和工人，以现有设备为

目 录

第一章 铁路通信网的基本概念	1
第一节 铁路通信设备的设置	1
第二节 铁路公用通信网	1
第三节 铁路专用通信网	2
第四节 电子计算机和数字通信	7
第二章 电话基础和电话机电路	10
第一节 声音频率	10
第二节 声电变换器件——电话机	11
第三节 磁石式及共电式通话电路的比较	26
第四节 电话机电路	27
第五节 电话机的维修	36
第六节 用户保安装置	38
第三章 地区电话交换机概要	40
第一节 电话交换的概念	40
第二节 人工交换机的主要电路	40
第三节 自动电话交换机在铁路上的运用	43
第四节 自动电话交换机简述	44
第四章 长途通信线路的构成及电缆的构造、特性	55
第一节 概 述	55
第二节 架空明线的类型、主要器材和径路选择	59
第三节 通信电缆的结构和电特性	64
第四节 传输电平	88
第五节 通信线路的串音原理及减弱串音的措施	95
第五章 长途通信	100
第一节 载波电话的简要原理	100

第二节	调幅器的简要原理	101
第三节	传输的频谱与解调	104
第四节	滤波器和二四线转换装置简介	106
第五节	载频、导频和自动电平调节	111
第六节	三路载波电话机方框图	115
第七节	小同轴300路、960路频率搬移图	118
第六章	音频调度电话总机	122
第一节	铁路调度电话的特点及其选叫频率	122
第二节	YD-Ⅲ型音频调度电话总机	126
第三节	DZY-1型音频调度电话总机简介	153
第七章	YD-Ⅲ型音频调度电话分机	157
第一节	分机输入电路及受信放大	158
第二节	双向限幅器和选频放大	163
第三节	接收器	168
第四节	电话机电路	178
第五节	YC-1音频分机测试仪的原理及使用	180
第六节	调度分机的维修测试及障碍查找	184
第八章	YG-I型音频各站(养路)电话	191
第一节	铁路各站(养路)电话的特点及分机电路	191
第二节	YG-I型各站(养路)电话总机	193
第九章	车站电话总机(电话集中机)	206
第一节	CZH型车站电话总机概述	206
第二节	电源盘	207
第三节	发信盘和受信盘(音控放大器)	212
第四节	控制盘、杂项盘用用户分盘	220
第五节	CZH-I型机的放大盘	233
第十章	铁路会议电话网及总机、分机	237
第一节	会议电话网的组成	237
第二节	BDH-I型会议电话总机	240
第三节	BDH-Ⅱ型会议电话分机	247

第十一章 铁路有线广播设备	254
第一节 SK50-3 型列车广播机	254
第二节 GL100K-1 型列车广播机	260
第三节 $2 \times 275W$ 扩音机及前级增音机	269
第四节 扬声器的匹配连接	283
第五节 KZ 型扩音转接机的运用方式	288
第十二章 150MHz 铁路列车无线电台	291
第一节 概 述	291
第二节 TW-8 A 型发射机	295
第三节 TW-8 A 型接收机	303
第四节 电台的使用及呼叫	311
第五节 24V 稳压电源	315
第六节 TW-8 C 型电台	319
第十三章 电报通信	342
第一节 莫尔斯及振荡电报	342
第二节 55 型电传打字电报机	344
第三节 载波电报	347
第四节 传真电报	350
第十四章 通信电源	360
第一节 采用蓄电池的供电方式	360
第二节 铅蓄电池的充放电原理及维修注意事项	361
第三节 磁饱和自动稳压硅整流器	365
第四节 可控硅稳压稳流整流器	372

第一章 铁路通信网的基本概念

第一节 铁路通信设备的设置

铁路是国民经济的大动脉，铁路运输具有高度集中、半军事化和各个工作环节紧密联系、协同动作的特点。为使分布在铁路沿线的大小车站和作业场上的各部门、各工种安全、准确、迅速、协调地进行运输生产活动，铁路企业本身必须具备良好的通信联络设备。

铁路通信 为组织铁路运输、指挥列车运行和铁路业务联络而迅速、准确地传输各种信息的通信系统的总称。它犹如人的神经系统那样，是铁路运输生产中的一个不可缺少的组成部分。

高质量的通信设备必须保证：（1）有足够大的音量；（2）串音及杂音不超过标准；（3）失真度不超过标准。广义的高质量当然也包括：准确无差错的接续、迅速的接通，通信不中断即不间断的使用状态。

铁路通信按服务区域可分为长途通信、地区通信、区段通信、站内通信等；按业务性质可分为公用通信、专用通信、数据传输等；按传输方式可分为有线通信、无线通信、光纤通信等。

铁路通信设备包括机械设备和通信线路。机械设备包括载波机、地区及长途电话交换机、调度电话机、会议电话机、电报机及电源设备等。通信线路按用途分为地区线路和长途线路，按设备状况分为架空明线和电缆线路。

第二节 铁路公用通信网

铁路通信网 把铁路的站、段、分局、路局、铁道部以及铁路其他单位的用户沟通起来，根据需要相互间灵活地传送交换、

处理各种信息，构成综合的通信网。它由传输设备、交换、处理设备和终端设备组成。

铁路通信网又分为干线通信网和局线通信网。

铁道部至各铁路局及各铁路局间的通信网所使用的电线路为干线通信电线路，铁路局至分局及分局间的电线路为局线通信电线路，分局至各站、段或地区的电线路为区段通信电线路或地区通信电线路。与此相对应的电线路所构成的通信网也称干线长途通信网、局线长途通信网、区段或地区通信网。

铁路公用通信网，包括地区通信和长途通信。

地区通信 地区通信大量的是电话通信，指同一地区两个用户之间的通话（数据、电报等在电话通信的基础上将逐步得到发展）。同一地区有很多电话用户，两用户通话通过电话员接续的是人工交换。人工交换的电话总机有磁石式交换机和共电式交换机，或称磁石电话总机和共电电话总机。两用户通话，通过自动电话所的机械，按照用户呼叫号码自动接续的称自动交换机，或称自动电话总机。自动电话总机现用的多数是步进制、纵横制，新发展的有电子程序控制。地区电话所用户之间用地区电话线路沟通。

长途通信 不同地区之间或在通信交换方式上属于不同地区之间的长距离电话、电报和数据通信。长途电话是由发话用户经地区电话所接续到长途电话所后，再经长途电线路或其他传输通道传至对方长途电话所，然后经对方地区电话所接通至对方用户的通话。长途电话的接续有人工接续、全自动与半自动接续之分。发话所或受话所的一方是由人工接续另一方用自动接续的称半自动接续。长途电话传输的是声音电流，长途电报传输的则是信息符号。电报有莫尔斯纸带电报、音响电报（利用音响器或振荡电报的喇叭发声）、打字电报和传真电报之分。

第三节 铁路专用通信网

铁路专用通信一般是指专用于组织及指挥铁路运输及生产的

专用通信设备。这些设备专用于某一目的，接通一些所指定的用户。一般不与公务通信的电报、电话网连接。铁路专用通信包括：

1. 列车调度电话：是铁路分局调度所列车调度员指挥一定区段列车运行的专用通信设备，根据铁路技术管理规程规定：只准在该区段的沿线车站值班员及与列车运行有关的行车指挥人员处安装分机。为了保证行车安全，禁止在其他与列车运行无关人员处安装分机。

2. 货运调度电话：是分局调度所货运调度员指挥各主要车站装卸货物作业的专用通信设备，一般在货运较多设有货运员的车站安装分机。

3. 干线调度电话：是铁道部运输调度指挥各铁路局运输业务的通信设备。

4. 局线调度电话：是铁路局运输调度指挥所管分局调度所、大的编组站、区段站以及与邻局的交接站等单位运输业务的通信设备。

5. 电力调度电话：设在电气化铁路区段，供电力调度员与管内各牵引变电所、电力机务段、供电段、接触网工区及分区亭等处通话之用。

以上五种调度电话设备都在负责指挥的调度员处设总机。现在一般均采用YD-Ⅲ型及其新型的DZY-1型音频调度电话总机及分机。

6. 站间行车电话（闭塞电话）：是相邻两车站值班员办理行车业务的专用电话。为了保证行车安全，只在相邻两站间直通，禁止与其他电话连接。一般使用磁石电话，在自动及半自动闭塞区间，为了简化设备，常将其收容在车站电话集中机（车站电话总机）中，在使用路牌（或路签）机的单线区段，一般附设在路牌（路签）机上。

7. 扳道电话：是车站值班员与扳道员办理扳道及接发车用的专用电话。为了保证行车安全，只准连接车站值班员与扳道

员，禁止与其它电话连接。一般将值班员电话机收容在车站电话总机中，使用共电回线。在设备简单的车站，也有的使用磁石直通电话。

8. 车站电话总机：车站值班员或调车员为了指挥各有关扳道房、调车组等的工作，在车站值班员或车站调度员处设电话总机，有关扳道房或调车组等处设电话分机，构成站内行车或站内调度电话系统。

为了指挥方便，在运输繁忙的较大车站的货运调度员，列检所值班员、列车段派班员、机务段运转值班员等处根据工作需要也常设有电话总机，并在其有关联的处所设电话分机，分别构成指挥系统的电话。

一般中间站的车站值班员处设有车站电话总机，其扳道房、给水所、货运室、售票处、剪票口、通信、信号、养路、电力工区等处设电话分机，并将闭塞电话、列调分机也收容在电话总机中。

以上所用的电话总机一般均称为车站电话总机（电话集中机），并备有两套送受话设备，以便于值班员和助理值班员指挥。现通用的车站电话总机为资中通信工厂生产的CZH-Ⅲ型。

9. 各站电话：是沿线各车站的工作人员互相间进行公务联系用的电话，一个共用回线收容一个区段的各站分机。总机呼叫设备装于电话所内，各分机间通过电话员呼叫并可与地区或长途通信网连接。类似各站电话，有的区段也安装有电务等专用电话，总机装于电话所，分机装于各电务工区及领工区。

10. 养路电话：是工务段与管内各养路、桥隧等工区、领工区互相间联系业务的专用电话，总机呼叫设备一般装在工务段调度员处，工务段调度员负责呼叫，并可与地区或长途通信网连接。

9、10两项电话使用YG-1型各站（养路）电话总机及分机，其构造与原理基本上与YD-Ⅲ型音频度电话相同。

11. 列车预确报电报：是设于相邻两编组站之间的电报通

信。设置的目的是为了发车编组站将已编制的列车编组顺序计划用预报通知接车的编组站，并在上述列车编组完成后，将已编完的列车顺序再用确报通知一遍，以便于接车的编组站制定编组计划。上述预确报根据需要可抄知分局调度所。这些电报为了防止错误，一般使用打字电报，但有的也在未设置电报机的处所用电话口传。

12. 列车无线调度电话：根据技规规定，在调度集中、自动闭塞以及运输繁忙、地势复杂和气候恶劣的区段设置列车无线调度电话，在车站值班员处和机车上安装无线电台，供车站值班员与机车司机联系用。在车站上安装有线无线转接设备，通过列车调度电话的回线及转接设备，使列车调度员直接与运行于该区段的机车司机通话。因列车运行及自动控制的需要，无线列调电话的安装处所正在发展，机型为TW-8 A型或TW-8 C型。

13. 站内无线调度电话：是在驼峰编组场及专用线较多的货运站，其值班员与调车机车司机间相互联系的通信设备。有时流动作业的车号员、货运员、检车员等也带有小型的携带电台，与值班员的固定电台通话。

小型携带无线电台间的对讲电话，现在运用的也较多，如工务段的铁路线路维修人员，也常带有携带电台，便于与车站值班员等联系，以保证施工中的行车安全。

14. 扩音装置：是指列车扩音装置、客运站扩音装置和站场扩音及对讲装置。

旅客列车上有广播室，装有收音、录音、扩音等装置，各旅客车箱设喇叭，以便向旅客通报注意事项及开展文化服务。

客运站有广播室，各候车室、售票所、检票口、客运站台等处设喇叭，其用途与列车扩音相同。

较大的站场在有关的值班员或列检所处设扩音机，在站场各作业处所或流动作业人员处设喇叭，以便值班员向作业人员通报注意事项。有的并在站场设有对讲通话柱，以便流动作业人员与值班员通话，形成对讲电话，并可通过扩音系统向站场通告。

15. 会议电话：为了便于领导指挥运输、布置工作、交流经验、请示汇报的及时性和亲切感，铁道部、铁路局、铁路分局设有电话会议系统。一般在铁道部、铁路局或铁路分局的电话会议室设电话会议总机及汇接装置，各段、厂及站设会议分机，根据需要，利用长途电话网可接通部、局、分局各级的电话会议。现用的机器型号为BDH-I型会议电话总机和BDH-II型会议电话分机。

16. 其他直通电话：在较大的桥梁、隧道的守护部队间、繁忙道口与车站间或其他有需要的处所常设有磁石直通电话，以便于公务联系。

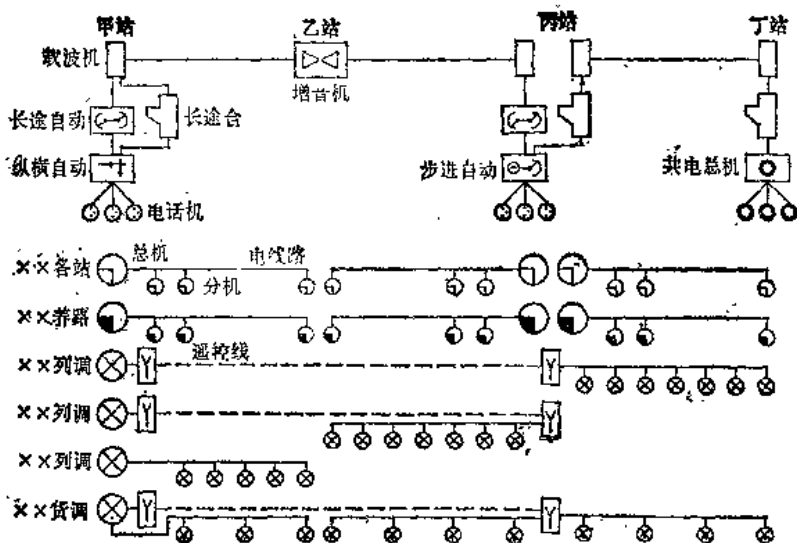


图1-1 部分铁路长途通信网及专用通信网构成示意图

1. 图中甲、丙、丁站是有地区电话所的通信站，乙站只有增音机；
2. 各站电话按话务量及电话所的布置情况划分回线区段。养路电话结合工务段管界划分回线区段；
3. 较远的列、货调回线，必要时采用载波遥控。货调分机不是逐站安装，所以回线比列调长。

17. 子母钟设备：为了车站及部、局、分局等机关在时间上的统一，铁路常在大站及上述机关设子母钟设备。母钟一般设在

自动总机室或广播工区等处，带动的大量子钟设于车站站台、候车室、售票处及主要办公室等处所。母钟每一分钟或半分钟送出电脉冲一次，以驱动子钟动作。因子钟受母钟带动，时间能够统一；母钟并有对时设备，在母钟较准确的条件下，使铁路的时间准确划一。

部分铁路长途通信网及专用通信网构成示意图如图 1—1 所示。

第四节 电子计算机和数字通信

一、电子计算机

电子计算机是计算精度高、运算速度快、自动计算具有“记忆”能力和逻辑判断能力的计算机器。除能作纯数值的计算外，还能应用于自动控制系统，在国内外得到广泛发展运用。在铁路运输中，可运用于列车的自动调度、自动驾驶、列车的编组与解体、编制列车运行图、分析列车运用状况、选择合理运输方案、进行车流调整、计算列车的最大牵引、客票预约和售票、铁路运费管理分析等的自动化方面上。

电子计算机有两大部分：一部分是机器系统，常称为硬件，使用中维修量很小，但房屋要防尘，为控制室温一般装有空调设备；一部分是程序系统，常称为软件。所谓程序，就是为了使计算机实现所预期的目的（如解某一算题或控制某一过程）而编排的一系列步骤。程序可用设计语言来编写，也就是把所需计算的各种条件，用计算机所能识别的信息，按所需要的步骤编排好，输入计算机计算，并将其计算结果用显像管屏幕作输出显示或用打印机打印出来。

二、数 字 通 信

多年来常用的电话通信在载波机、电线路及无线电等传送和

使用的是模拟声音信号的电信号，这种通信方式称模拟通信。近年来发展的脉码通信、程序控制交换机、数据传输等传送和使用的是数字编码，这种通信方式称数字通信。

日常生活中的计数是十进制，即逢十进一。电子电路记录脉冲的有无或电信号的正负，它的计数方式是二进制，即逢二进一。把需要传送的原始信号变成一系列数字脉冲来传输的数字通信用的是二进制编码。

二进制与十进制编码对照表

表 1—1

计 数 的序数	二 进 制 数 码				十进制数码
	Q_3	Q_2	Q_1	Q_0	
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	2
3	0	0	1	1	3
4	0	1	0	0	4
5	0	1	0	1	5
6	0	1	1	0	6
7	0	1	1	1	7
8	1	0	0	0	8
9	1	0	0	1	9
10	1	0	1	0	↓
11	1	0	1	1	
12	1	1	0	0	
13	1	1	0	1	
14	1	1	1	0	
15	1	1	1	1	
权	8	4	2	1	

表 1—1 是二进制与十进制编码对照表(8、4、2、1)，它列出了计数的序数以及二进制数码与十进制数码间的关系。可用四级双稳态电路的导通、截止，使计数 0~15 为二进制的 0000~1111，如以其前十个即 0000~1001 的二进制编码，译成 0~9 的十进制编码，即可用二进制方式记录十进制的数码。

(把所需传送的信息如文字、语言、图象等，通过一定方式将其

用二进制数字编码传输出去的数字通信有很多优点。如前所述，二进制可用脉冲的有无或三极管的导通与截止来代替 0 或 1，这在传输过程中只需识别脉冲的有无，所以抗干扰能力强，并能在中继器中再生整形，使其失真不在沿线传输中积累。并且把上述传输来的数字通信，输入到电子计算机中进行计算、处理也是很方便的。）

常用的电报、电话通信的发送者和接收者都是人，又因这些信息的前后关联性比较大，传输中发生的干扰或故障使信息失误时，比较容易得到弥补。但数字通信中的信息关联性非常小，传输中须采用各种措施，来保证信息的可靠性。

电子计算机及数字传输在我国铁路上已有运用，为了适应现代化的需要，将会迅速的发展。

第二章 电话基础和电话机电路

第一节 声音频率

人在说话或唱歌时，肺内流出的气体通过声带，迫使声带发生振动，并在空气中引起声波，声波作用于人耳，我们称为声音。

声音频率是各种频率的正弦波的复合波，一般人耳可能听到的频率为20~20000Hz，这就是声音频率的范围。音量过大的声音人耳不能听懂，音量过小的声音人耳听不见。人耳所能听到的音压大小及其频率范围如图2—1所示。

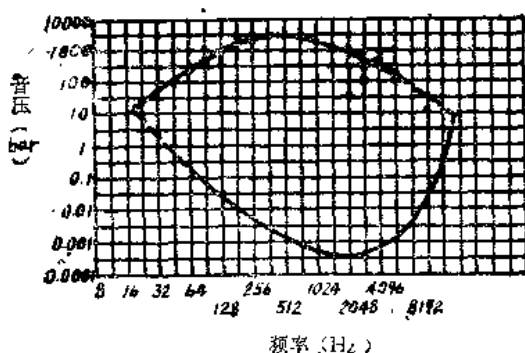


图2—1 人耳听觉范围

注：1 bar = 10^5 Pa。

声音是各种频率的振动波，可将这振动波变成电流传送，这就是声音电流。

为了使音乐能忠实再现，传送声音电流的频率应为80~20000Hz。为了使人的发音能忠实再现，传送80~5000Hz即可。为了能明了通话的语言，无线电传送用300~3000Hz，长途电话载波机传送用300~3400Hz。