

TIELU GUANGDIANLANXIANLU DE
JIANXIU YU WEIHU

铁路光电缆线路的检修与维护

王 邠 编著

吕永昌 鲁志鹰 张炯韬 赵丽花 审



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

责任编辑：朱雪玲

封面设计：崔 欣



中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

地址：北京市宣武区右安门西街8号

邮编：100054

网址：<http://www.tdpress.com>



ISBN 978-7-113-10793-2

定 价： 40 .00 元

铁路光电缆线路的检修与维护

王 邠 编著

吕永昌 鲁志鹰 张炯韬 赵丽花 审

中 国 铁 道 出 版 社

2 0 0 9 年 • 北 京

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了铁路通信光电缆线路检修和维护的主要内容。全书共分为九章,分别介绍了通信光、电缆的现状;通信电缆的结构、类型及电气参数;通信电缆线路的接续与接头封合;通信电缆的电气测试;通信电缆芯线障碍检修;光纤和光缆;光纤的连接和测量技术;通信线路的防护与安全作业;通信线路工程设计。通过本书的学习,可以对铁路通信线路的检修与维护有一个较全面的了解和掌握。

本书为铁路高等职业教育及城市轨道交通企业职工培训教材,也可作为从事铁路通信信号的工程技术人员和科技人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

铁路光电缆线路的检修与维护/王郅编著. —北京:
中国铁道出版社,2009.12
ISBN 978-7-113-10793-2

I. ①铁… II. ①王… III. ①铁路通信-通信线路-
检修 IV. ①U285.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 236803 号

书 名:铁路光电缆线路的检修与维护
作 者:王 郅 编著

责任编辑:朱雪玲 电话:010-51873146 电子信箱:dianwu@vip.sina.com
封面设计:崔 欣
责任校对:张玉华
责任印制:郭向伟

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)
网 址:<http://www.tdpress.com>
印 刷:三河市华丰印刷厂
版 次:2009年12月第1版 2009年12月第1次印刷
开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:17.25 字数:442千
书 号:ISBN 978-7-113-10793-2/TN·174
定 价:40.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)
打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

通信线路是铁路通信网的重要组成部分,是铁路信息化的基础设施,因此,维护通信线路的安全,就是保证铁路通信的安全,就是保证行车安全。本书根据铁路通信、信号、信息工作岗位的职责,参考国家通信行业职业鉴定标准和铁路通信信号职业鉴定标准,系统讲述了铁路光电缆线路检修与维护的各种技术。

第1章首先介绍了通信网的构成,并介绍了通信光、电缆的现状与发展。通过本章学习,可以在宏观上了解通信线路的概况。

第2章介绍了通信电缆的结构、类型及电气参数,首先介绍了通信对称电缆、同轴电缆的结构、类型及电气特性参数,然后对双绞线的结构、类型及特性进行了介绍。通过本章学习,能够对通信线路的电气特性有深入的理解。

第3章介绍了通信电缆的接续与接头封合技术。通过本章学习,能够对通信线路接续与接头封合技术的工作方法、步骤及原理有比较好的掌握。

第4章介绍了通信电缆的电气测试技术,主要介绍了电缆的单盘测试与配盘、用万用表测试电缆线路、电缆的绝缘电阻测试、电缆芯线障碍性质测试、接地电阻测试、通信电缆串音测试等。

第5章介绍了通信电缆芯线障碍检修,主要介绍了电缆线路障碍种类及维护技术要求、电缆线路障碍测试、利用 QJ45 型线路故障测试器测试电缆线路障碍、QTQ02 型电缆探测器测试方法、电缆故障综合测试仪测试芯线障碍、全塑电缆线路障碍的检修等技术。

第6章介绍了光纤和光缆,主要介绍了光纤通信系统、光纤、光缆、光缆端别与纤序的识别,重点介绍了光纤的传输特性、光纤导光原理。

第7章介绍了光纤的连接和测量技术,主要介绍了光纤连接器、光纤的熔接、光缆接续、光纤的测量等技术。

第8章介绍了通信线路的防护与安全作业,主要介绍了通信线路的防护、通信线路工程的安全作业。通过本章学习,能够对通信线路的安全生产有深刻的理解。

第9章介绍了通信线路工程设计,主要介绍了通信线路工程设计程序、通信线路工程概(预)算的编制、通信线路工程设计实例等内容。通过本章学习,能够对通信线路工程的设计有一定的了解。

本书在第3、4、5、7、9章后附上相关的实训内容,供读者进行试验操作,以加深对相关内容的理解。并在全书最后附有相关法律法规的全文,让读者了解国家和行业的有关规定。

全书由南京铁道职业技术学院王邵编著,由吕永昌、鲁志鹰、张炯韬、赵丽花主审。王泉啸参加了实训部分的编写,参加本书审定和编写工作的还有晏蓉、袁孝均、邓建芳、龙章勇、张国

候、薄宜勇、康瑞锋、李萍、刘永林、徐漳、蒋勇、王予平。在本书编写过程中提供大量帮助的单位有上海铁路局电务处、中国铁路通信信号总公司苏州光缆工艺研究所。编者衷心地感谢他们的大力支持和帮助。

由于编者水平所限,本书中错误、不妥之处在所难免,望读者给予批评指正,不断提高教材质量。

编 者

2009 年 10 月于南京

第 1 章 概 述	1
1.1 通信系统的基本概念	1
1.2 通信网的基本概念	2
1.3 通信光电缆线路	7
1.4 通信电缆的现状	8
1.5 光纤通信的发展现状	9
第 2 章 通信电缆的结构、类型及电气参数	13
2.1 通信对称电缆的结构、类型及参数	13
2.2 通信同轴电缆的结构、类型及参数	29
2.3 双绞线的结构、类型及特性	35
第 3 章 通信电缆的接续与接头封合	43
3.1 通信电缆的接续	43
3.2 全塑电缆常用接续方法	44
3.3 通信电缆的接头封合	54
实训一 电缆芯线接续	60
实训二 电缆接头封合	61
第 4 章 通信电缆的电气测试	63
4.1 电缆的单盘测试与配盘	63
4.2 利用兆欧表测试绝缘电阻	66
4.3 利用兆欧表测试电缆芯线障碍性质	67
4.4 利用万用表测试电缆线路	68
4.5 利用地阻仪测试接地电阻	69
4.6 通信电缆串音测试	71
实训三 电缆的单盘检验和配盘	72
实训四 线路绝缘电阻测试	74
实训五 电缆线路障碍测试	75
实训六 环路电阻和屏蔽层电阻测试	76
实训七 接地电阻测试	78

实训八 电缆串音测试	78
第 5 章 通信电缆芯线障碍检修	80
5.1 电缆线路障碍种类及维护技术要求	80
5.2 电缆线路障碍测试	83
5.3 利用 QJ45 型线路故障测试器测试电缆线路障碍	85
5.4 QTQ02 型电缆探测器测试方法	89
5.5 利用 T-C300 电缆故障综合测试仪测试芯线障碍	93
5.6 全塑电缆线路障碍的检修	95
实训九 环路电阻、不平衡电阻测试	96
第 6 章 光纤和光缆	99
6.1 光纤通信系统	99
6.2 光纤	103
6.3 光缆	114
第 7 章 光纤的连接和测量技术	122
7.1 光纤连接器	122
7.2 光纤的熔接	124
7.3 光缆接续	127
7.4 光纤的测量	129
7.5 光缆的单盘测试	141
实训十 光纤熔接	144
实训十一 光缆测试	145
第 8 章 通信线路的防护与安全作业	148
8.1 通信线路的防护	148
8.2 通信线路工程安全作业	150
第 9 章 通信线路工程设计	182
9.1 通信线路工程设计程序	182
9.2 通信线路工程概、预算的编制	182
9.3 通信线路工程设计实例	209
实训十二 通信线路工程概、预算	232
附录一 中华人民共和国安全生产法	234
附录二 建设工程安全生产管理条例	242
附录三 建筑安装工程费用项目组成	250
附录四 工程勘察设计收费管理规定	253
附录五 建设项目前期工作咨询收费暂行规定	261
附录六 建设工程监理与相关服务收费管理规定	263
参考文献	268

第1章 概 述

1.1 通信系统的基本概念

1.1.1 通信的概念和通信系统的组成

人们生活在信息的时代,离不开信息的传递与交流。信息具有不同的载体形式,如符号、文字、语言、数据、图像等。而信息的传输是利用通信系统来实现的。通信的目的就是传输信息,通信就是信息的传递和交换。通信系统就是用电信号或光信号传递信息的系统,也叫电信系统,其基本组成包括:信源、变换器、信道、反变换器、信宿及噪声源。

信源是指产生各种信息(如语音、文字、图像及数据等)的源头,即原始信息来源。信息源可以是离散的数字信息源,也可以是连续的模拟信息源。它的作用是把各种可能的信息转换成相应的电信号。通常见到的信息源可以是人,也可以是机器(如电话机、摄像机、电传机、计算机和各种数字终端设备等)。

变换器的功能是把信源发出的信息变换成适合在信道上传输的信号,即将信息源产生的消息信号变换为便于传送的信号形式,送往传输媒介。这是因为信息源提供的原始电信号往往不适宜在信道中直接传输。对应不同的信息源和不同的通信系统,变换器有不同的组成和变换功能。例如,模拟电话通信系统中,变换器由送话器和载波机(主要包括放大器、滤波器和调制器)等组成,其中送话器将人发出的语音信号变换为电信号;载波机的作用是将送话器输出的话音信号(频率范围 $0.3\sim 3.4\text{ kHz}$)经过频率搬移、频分复用处理后,变换成适合于在模拟信道上传输的信号。而对于数字电话通信系统,变换器则包括送话器和模/数变换器等,模/数变换器的作用是将送话器输出的模拟语声信号经过模/数变换和时分复用等处理后,变换成适合于在数字信道中传输的信号。

信道是信号传输媒介的总称。信道按传输媒介的种类分类可以分为有线信道和无线信道。在有线信道中,电磁信号(或光信号)约束在某种传输线(架空明线、电缆或光缆等)上传输;在无线信道中,电磁信号沿空间(大气层、对流层及电离层等)传输。信道如果按传输信号的形式分类又可以分为模拟信道和数字信道。

反变换器具有与变换器相反的逆变换功能。反变换器的作用是将信道接收的信号变换成信息接收者可以接收的信息。它的任务是从带有干扰的信号中正确恢复出原始电信号来,对于多路复用信号,还包括解除多路复用,实现正确分路。

信宿是指信息传送的终点,也就是信息接收者,可以是人或机器。受信者与信息源对应构成人与人的通信、机与机的通信、人与机或机与人的通信。

噪声源并不是一个人为实现的实体,但在实际通信系统中又是客观存在的。噪声源是系统内各种干扰影响的等效结果。系统的噪声来自各个部分,从发出信息和接收信息的周围环境、各种设备的电子器件,到信道所受到的外部电磁场干扰,都会对信号形成噪声影响。将系统内所存在的干扰均折合到信道中,用噪声源表示。

1.1.2 无线通信和有线通信

为实现长距离、大容量、迅速、准确而可靠的通信,现代通信利用光、电子技术和设备进行。把各种信息变换为电信号则称为“电通信”;把各种信息变换为光信号则称为“光通信”。当前所说的通信,实际上指的就是电通信和光通信,它们均属于现代通信的范畴。电信号是一种电磁波;光信号指光波,其实质是频率极高、波长极短的电磁波。各种通信方式,如电话、电报、传真、电视电话以及数字通信等,都是利用电磁波来传输信息的。

电磁波的传输信道通常有两种方式:一种是沿通信光电缆线路(如架空明线、对称电缆、同轴电缆、光缆等线路)传输,称为有线通信;另一种则是在自由空间传输,称为无线通信。两种方式各有其优缺点。有线通信不易受外界大气条件及电磁波影响,在长距离的传输中通信稳定、可靠、保密性强,且易于沿线分歧复接,故在日前铁路通信系统中,还是以有线通信为主。但有线通信线路的初建费用大,而且建设时间较长。无线通信不需要铺设通信线路,在运行移动中仍可保证进行不间断的通信,对于加强行车的指挥能力、提高编组效率都有显著作用。而且维护简单、建设较快。因此铁路无线通信已在长途、站场、施工、养路以及区段通信方面大力发展推广。

目前,国外铁路多数是有线通信与无线通信并用,在同一条铁路上采用几种传输手段。例如,长途通信以光、电缆通信线路作为主要信道,同时用微波线路作为无线迂回通道和部分长途通道。光、电缆有线线路发生故障时,立即自动转换到无线通道上,以提高通信的可靠性。总之,现代的铁路通信网,往往都是有线通信与无线通信兼而有之,互为补充,以使通信更加可靠、灵活、迅速、方便。

1.2 通信网的基本概念

1.2.1 通信网的基本结构

通信网是由一定数量的节点和连接节点的传输链路组成,以实现两个或多个点之间信息传输的通信体系。通信网的基本结构主要有网型、星型、复合型、环型和总线型等,如图 1-1 所示。

网型网是完全互联网结构,网络结构经济性较差,但接续质量和网络稳定性好。具有 N 个节点的星型网共需 $(N-1)$ 条传输链路, N 值较大时会比网型网节省大量的链路,但这种网络因需设置转接中心而增加费用。复合型网,是由网型网和星型网综合而成。环型网和总线型网在计算机网络中应用较多,在这两种网中一般传输速率较高。

1.2.2 通信网的构成要素

一个完整的通信网包括硬件和软件。

1. 通信网的硬件

通信网的硬件一般由终端设备、传输系统和转接交换系统等三部分电信设备构成,是构成通信网的物理实体。终端设备是通信网的外围设备;传输系统是信息传输通道;转接交换系统完成接入交换节点链路的汇集、转接接续和分配。

2. 通信网的软件

通信网的软件是指为了使全网协调合理地工作,还要有各种规定,如信令方案、各种协议、

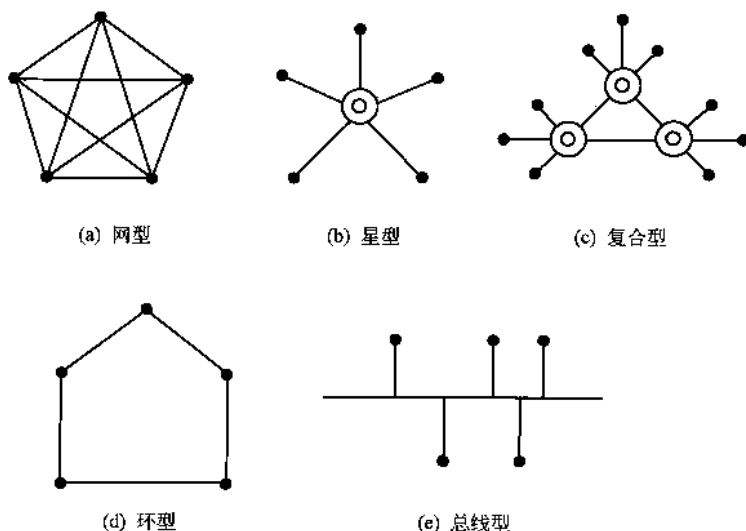


图 1-1 通信网的基本结构形式

网络结构、路由方案、技术体制、编号方案、资费制度与质量标准等,这些均属于软件。

1.2.3 通信网的类型

1. 按电信业务的性质分为:电话网、电报网、用户电报网、数据通信网、传真通信网、图像通信网、有线电视网等。
2. 按服务地域分为:本地电信网、农村电信网、长途电信网、国际电信网等。
3. 按传输媒介种类分为:架空明线网、电缆通信网、光缆通信网、卫星通信网、无线通信网、低轨道卫星移动通信网等。
4. 按交换方式分为:电路交换网、报文交换网、分组交换网、宽带交换网等。
5. 按结构形式分为:网型网、星型网、环型网、总线型网等。
6. 按信息信号形式分为:模拟通信网、数字通信网、数字/模拟混合网等。
7. 按信息传递方式分为:同步转移模式(STM)的综合业务数字网(ISDN)和异步转移模式(ATM)的宽带综合业务数字网(B-ISDN)等。
8. 按服务对象分为:公用通信网和专用通信网。

1.2.4 通信网的质量

1. 一般通信网的质量要求

对通信网一般提出三个要求:接通的任意性与快速性,信号传输的透明性与传输质量的一致性,网络的可靠性与经济合理性。

2. 电话通信网的质量要求

对电话通信网是从以下三个方面提出要求:接续质量、传输质量、稳定质量。

1.2.5 现代通信网的构成及发展

1. 现代通信网的构成

一个完整的现代通信网,除了有传递各种用户信息的业务网之外,还需要有若干支撑网。现代通信网的构成如图 1-2 所示。

(1) 业务网

业务网是向用户提供诸如电话、电报、传真、数据、图像等各种电信业务的网络。业务网包括电话网、数据网、智能网、移动通信网等,可分别提供不同的业务。

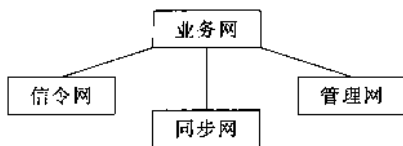


图 1-2 现代通信网的构成示意图

(2) 支撑网

支撑网是使业务网正常运转,增强网络功能,提高全网服务质量,以满足用户需求的网络。在各个支撑网中传送相应的控制、检测信号。支撑网包括信令网、同步网和电信管理网。

2. 现代通信网的发展

现代通信网的未来发展趋势可概括为“六化”,即:

- (1) 通信技术数字化;
- (2) 通信业务综合化;
- (3) 网络互通融合化;
- (4) 通信网络宽带化;
- (5) 网络管理智能化;
- (6) 通信服务个人化。

1.2.6 本地电话网的构成

1. 电话通信系统的基本构成

电话通信系统的基本任务是提供从任一个终端到另一个终端传送语音信息的路由,完成信息传输、信息交换,为终端提供良好的服务。电话通信系统的基本构成如图 1-3 所示。

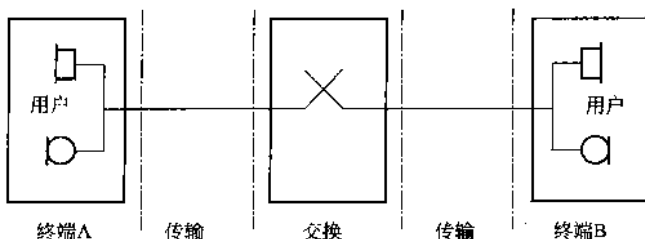


图 1-3 电话通信系统的基本构成

(1) 终端设备:在电话业务中,终端设备就是电话机。

(2) 传输设备:传输设备是指终端设备与交换中心以及交换中心到交换中心之间的传输线路及其相关设备。

(3) 交换设备:交换设备根据主叫终端所发出的选择信号来选择被叫终端,使这两个终端建立连接,然后经过交换设备所连通的路由传递电信号。

2. 电话网的结构

电话网是开放电话业务为广大用户服务的通信网络。最早的电话通信形式只是两部电话机中间用导线连接起来便可通话,但当某一地区电话用户增多时要想使众多用户相互间都能两两通话,便需设一部电话交换机,由交换机完成任意两个用户的连接,这时便形成了一个以交换机为中心的单局制电话网。在某一地区(或城市)随着用户数继续增多,便需建立多个电

话局,然后由局间中继线路将各局连接起来,形成多局制电话网。

(1) 我国传统的五级电话网结构

电话网基本结构形式分为多级汇接网和无级网两种,过去的电话网络采用多级汇接制。我国传统电话网由四级长途交换中心和一级本地网端局组成五级结构。

其中一、二、三、四级的长途交换中心构成长途电话网,由本地网端局和按需要设置的汇接局组成本地电话网。我国传统电话网的网络结构如图 1-4 所示。电话网的等级分为五级,C1 为大区交换中心,C2 为省交换中心,C3 为地区交换中心,C4 为县交换中心。到 1992 年底,我国共有 8 个 C1 (北京、天津、沈阳、上海、南京、广州、西安、成都),有 3 个国际局(北京、上海和广州)。本地电话网的网络结构一般设置汇接局(Tm)和端局(C5)两个等级。Tm 局可分为市话汇接局、郊区汇接局、农话汇接局等。

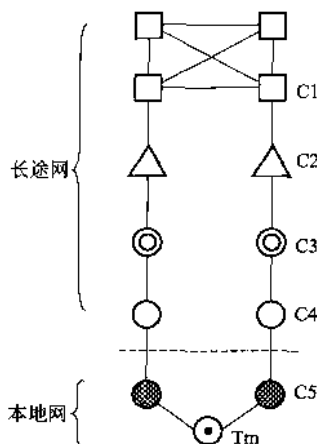


图 1-4 我国传统电话网的网络结构

按电话使用范围分类,电话网可分为:本地电话网、国内长途电话网和国际长途电话网。

① 本地电话网

是指在一个统一号码长度的编号区内,由端局、汇接局、局间中继线、长市中继线以及用户线、电话机组成的电话网。

② 国内长途电话网

是指全国各城市间用户进行长途通话的电话网,网中各城市都设一个或多个长途电话局,各长途局间由各级长途电路连接起来。

③ 国际长途电话网

是指将世界各国的电话网相互连接起来进行国际通话的电话网。为此,每个国家都需设一个或几个国际电话局进行国际去话和来话的连接。一个国际长途通话实际上是由发话国的国内网部分、发话国的国际局、国际电路和受话国的国际局以及受话国的国内网等几部分组成的。

(2) 我国现代电话网的三级结构

由于长途交换机容量增加,全国光缆干线建成,以及各省内本地网的扩大,我国电信网近年来已将 C1 和 C2、C3 和 C4 合并成同级处理,电话网已由原来的五级交换中心转化为三级交换中心,即由原来的 C1、C2 两级长途交换中心变为一级的省际交换中心 DC1,由原来的 C3、C4 两级交换中心组成一级汇接本地网的长途交换中心 DC2。DC1 和 DC2 构成我国两级长途网结构,如图 1-5 所示。

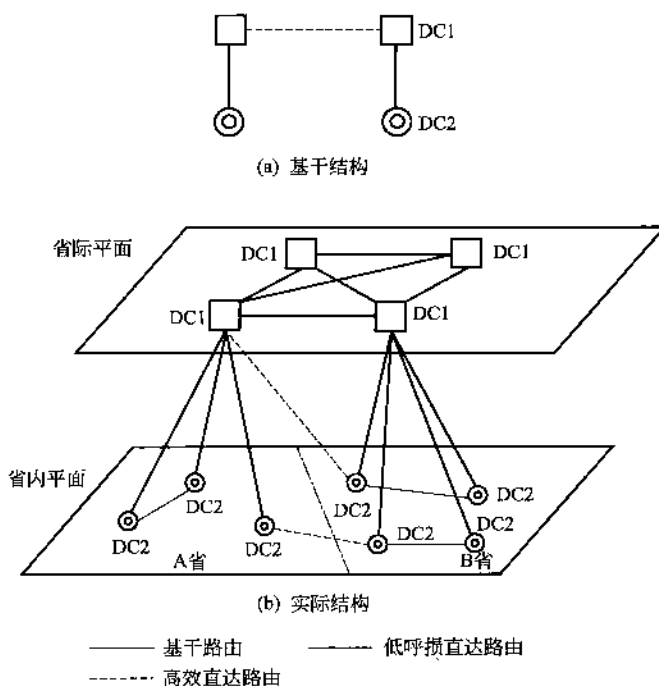
3. 本地电话网

本地电话网是指在一个长途编号区内,由若干端局(或端局与汇接局)、局间中继线、长市中继线及端局用户线所组成的自动电话网。

在一个长途编号区内只有一个本地网,同一个本地网的用户之间呼叫只拨本地电话号码,而呼叫本地网以外的用户则需按长途程序拨号。

我国本地电话网有两种类型:

(1) 特大城市、大城市本地电话网;

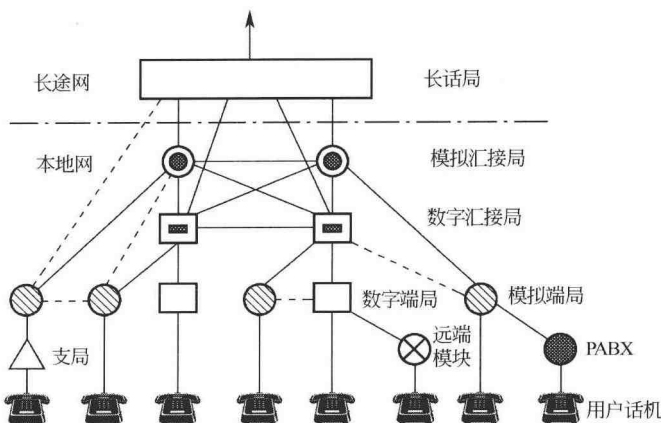


(2)中、小城市及县本地电话网。

4. 本地电话网的网络结构

程控数字电话交换机和模拟电话交换机已在本地电话网内同时存在,部分本地电话网将是数、模混合网的格局。特大城市、大城市数模混合本地电话网一般采用两级网的网络结构,中、小城市及县本地电话网根据服务区的大小和端局的数量可以采用两级网的网络结构或网型网结构。

(1) 两级网的网络结构(如图 1-6 所示)



(2) 网型网结构(如图 1-7 所示)

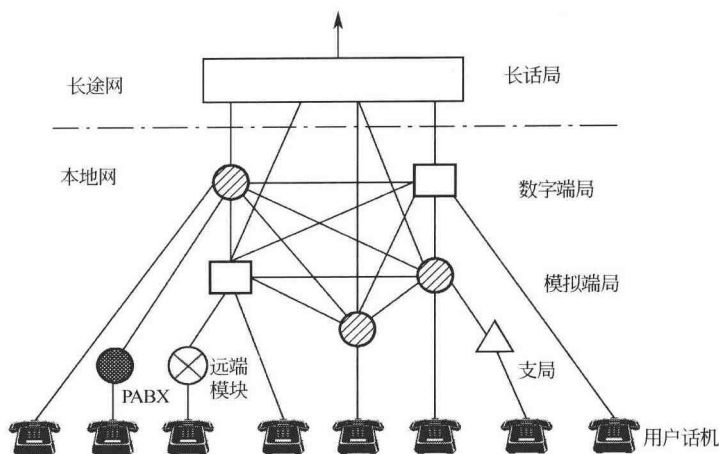


图 1-7 网型网结构

1.3 通信光电缆线路

1.3.1 通信光电缆线路的作用

有线通信系统是由通信设备和通信线路组成的。通信线路的作用有两个：一是用来传输电信号或光信号，输送电磁能，借助于通信线路可把各种形式的电、光信号从甲地传到乙地，这是它的信道作用；二是利用通信线路可构成四通八达、安全可靠的通信网。

铁路通信网是由长途通信、地区通信及铁路专用通信组成的整体。铁道部至各铁路局之间的通信称为干线通信，铁路局至站段间的通信称为局间通信，干线通信和局线通信简称为干局线长途通信。铁道部、铁路局、站段所在本地区通信称为地区通信。长途和地区通信均为一般公务通信，主要用于传达上级指示和铁路各部门进行业务联系。铁路专用通信是直接为铁路运输服务的通信，是直接指挥列车运行、组织铁路运输、服务与运输的第一线的重要工具。铁路专用通信可分为区段通信和站场专用通信两类。利用通信线路可将分布在铁路上各点的通信设备连接成一个整体，构成一个完整的、灵活的、可靠的铁路通信网。因此，通信线路是通信网中的重要组成部分。

1.3.2 对通信光电缆线路的基本要求

通信光电缆线路是光、电信号的信道，为保证通信系统具有较好的通信效果，不仅要有良好的通信设备，还要有高质量的通信光电缆线路。因此对通信光电缆线路的基本要求是：

- (1) 传输频率要高，频带要尽量宽，衰减要小；
- (2) 由线路产生的失真要小；
- (3) 回路间串音要小，对外界干扰的防卫度要高；
- (4) 尽量减少造价，降低成本。

1.3.3 通信线路的等级

铁路通信系统的等级，应根据在铁路通信网中所处的地位和铁路等级两个因素之一确定，特殊情况可由铁道部具体确定。

1. I 级通信线路

- (1) 铁路通信的总枢纽、局间枢纽、局枢纽相互间的长途通信线路；
- (2) I 级铁路的长途通信线路。

2. II 级通信线路

- (1) 铁路通信局枢纽至分枢纽、端站间以及分枢纽、端站相互间的长途通信线路；
- (2) II 级铁路的长途通信线路。

3. III 级通信线路

除 I、II 级通信线路以外的长途通信线路和地区通信线路。

1.3.4 通信线路的基本类型

目前,有线通信中应用的通信线路可分为架空明线、对称电缆、同轴电缆及光缆四个类型。

架空明线是架设在电线杆上的一对或多对金属导线。一对导线构成一个通信回路。

通信电缆实际上是具有保护外层的相互绝缘的导线束,与架空明线一样,也是由两根导线组成一个通信回路。通信电缆由于结构不同分成对称电缆和同轴电缆。对称通信电缆是用两根或四根互相绝缘的金属导线绞合在一起的结构单元。而同轴电缆的一个通信回路是由一个同轴对构成,即圆柱状的铜导体称作内导体,与内导体同轴线的管状铜导体(或铝导体)称为外导体,内外导体用绝缘体隔开。内外导体构成一个通信回路,内、外导体相当于架空明线或对称电缆的两根导线。

通信光缆的传输元件是光导纤维,简称光纤。光纤是一种特制的可以传导光信号的玻璃纤维。光发射机发射的光信号,经过光纤传输,传送到另一端的接收机,以达到通信的目的。光缆的结构类似电缆,由单根、数根、数十根乃至数百根光纤组成。

1.4 通信电缆的现状

1. 通信电缆的分类、型号及规格

通信电缆是指用于近距音频通信和远距离的高频载波和数字通信及信号传输的电缆。根据通信电缆的用途和使用范围,可分为六大系列产品,即市内通信电缆(包括纸绝缘市内话缆、聚烯烃绝缘聚烯烃护套市内话缆)、长途对称电缆(包括纸绝缘高低频长途对称电缆、铜芯泡沫聚乙烯高低频长途对称电缆以及数字传输长途对称电缆)、同轴电缆(包括小同轴电缆、中同轴和微小同轴电缆)、海底电缆(可分对称海底电缆和同轴海底电缆)、光纤电缆(包括传统的电缆型、带状列阵型和骨架型三种)、射频电缆(包括对称射频和同轴射频)。

通信电缆的种类、型号及规格繁多,主要有聚烯烃绝缘聚烯烃护套市内话缆,导体直径按标准规定采用 0.32 mm、0.40 mm、0.50 mm、0.60 mm 和 0.80 mm。产品型号及规格为 HYA、HYAT、HYAC、HYAGC,其生产范围可根据采用导体直径不同而有差异,总的加工范围是 10~3 000 对。

长途对称电缆的型号有 HEYF1.23、HEYFQ23、HEYFQ41 等,其代表规格有 3 组、4 组、7 组、14 组、19 组等。

2. 制造方法及技术指标

不同的电缆,其制造工艺虽有一定的差异,但就其总的加工方法有其共性。为保证电缆的结构尺寸稳定,有良好的电气性能,电缆的生产顺序按其结构采取由内向外进行。整个制造过

程,分为绝缘线芯的制造,线组绞合,同轴对的制造,成缆工艺,缆芯干燥,电缆的金属套和外护层的制造。通信电缆的电气技术指标项目多而高。一般的金属缆有导线电阻、绝缘电阻、工作电容、绝缘强度、电容不平衡等要求。对于长途和同轴电缆,除以上要求外,还有端阻抗、阻抗不均匀性、衰减常数、串音等特殊要求。

3. 通信电缆的发展特点

(1)宽带的 HYA 通信电缆需要更好地为数字通信新业务服务

原有的电缆网络虽然可以支持一些数字新业务,但是在实际使用中并不是特别理想,在通信距离、速率及质量上仍有一定的限制。对于新的网络当然是以光纤为主,对于光纤不能达到的地方或因各种原因仍然要新建电缆网络的地区,应该考虑新型宽带结构的 HYA 电缆(铜芯聚乙烯绝缘综合护套市内通信电缆),以便更能符合新业务发展的需要。但 HYA 市话电缆不能达到 5 类电缆的技术要求,户外电缆要实现 5 类电缆的特性,必须通过特殊的设计和制造来达到。但在 20 MHz 以下,所有电缆都显示出充分适宜的传输性能。

(2)超 5 类及 6 类电缆将替代 5 类电缆成为布线系统发展的趋势

随着智能化大楼、智能化建筑小区对宽带布线的要求愈来愈高,超 5 类和 6 类电缆已逐渐成为布线系统中的主流。超 5 类电缆与 5 类电缆的频带都是 100 MHz,但其具有双向通信的能力,用户可以同时收发宽带信息。超 5 类电缆比 5 类电缆在电阻不平衡性、绝缘电阻、对地电容不平衡性、传输速度等指标上都有提高,并且增加了近端串音衰减功率和等电平远端串音功率等一些指标,因此在工艺和结构上要做一定的改进才能达到。6 类电缆在超 5 类的基础上,又提高了传输频带,达到 250 MHz,其相应的指标也有较大的提高。同时,6 类电缆要求不但有严格的工艺,而且不少厂商在结构上也有一定的改进和创新,如采用泡沫皮绝缘芯线或皮泡皮绝缘芯线、骨架式结构隔离线对等都改善了电缆的高频特性。

(3)物理发泡射频同轴电缆及漏泄同轴电缆将具有较好的发展前景

由于移动通信的高速发展,物理发泡射频同轴电缆,特别是超柔形结构的室内电缆、路由连接电缆都有了较大的市场需求。同时,随着移动通信信号覆盖面的不断扩大,基站站数的增多,以及边缘地区(电梯、地铁、地下建筑、高层建筑室内等)对移动信号的要求不断提高,预计这类电缆将会有较好的发展前景。但对电缆指标的要求(如驻波比、屏蔽衰减等)已明显提高,要求电缆的工艺及结构应不断改进,以与之适应。

1.5 光纤通信的发展现状

1.5.1 光纤技术发展的特点

1. 网络的发展对光纤提出新的要求

下一代传送网要求更高的速率、更大的容量,这非光纤网莫属,但高速骨干传输的发展也对光纤提出了新的要求。

(1)扩大单一波长的传输容量。目前,单一波长的传输容量已达到 40 Gb/s,并已开始进行 160 Gb/s 的研究。2002 年的 ITU-T SG15 会议上,美国已提出对 40 Gb/s 系统引入一个新的光纤类别(G. 655. C)的提议,也许不久的将来就会出现一种专门的 40 Gb/s 光纤类型。

(2)实现超长距离传输。无中继传输是骨干传输网的理想,目前有的公司已能够实现 2 000~5 000 km 的无电中继传输。有的公司正进一步改善光纤指标,采用拉曼光放大技术,可以更大程度地延长光传输的距离。