

邮电中等专业学校试用教材

通信线路概要

13

杨雄 浦 编 著

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书主要讲述通信线路基本理论。全书共分五章，综合介绍了架空明线、通信电缆的结构，传输特性以及提高串音防卫度的具体措施。对于通信线路的防强电影响，防蚀、防雷的基本知识及防护的具体措施，通信电缆的充气维护等问题也作了阐述。还介绍了光纤的基本结构和类型，以及光缆线路的施工知识。

本书可用作邮电中等专业学校和电信职工中专学校非线路专业的教材。也可供非邮电系统企、事业单位举办的线路短训班作教材使用。对基层通信企业的技术人员也有一定的参考价值。

邮电中等专业学校试用教材

通信线路概要

杨继浦 编著

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

北京隆昌印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 1989年12月第一版
印张：5 ²⁰/₃₂ 页数：90 1989年12月北京第1次印刷
字数：127千字 印数：1—10 500册

ISBN 7-115-04072-9/TN·273

定价：1.05元

前 言

本书是邮电中等专业学校教学用书。为适应邮电教育事业发展的需要1978年以来，我们组织了部分邮电学校分工编写了微波、载波、市内电话、线路、电报、电源、综合电信和邮政机械等八个专业所用的专业基础课和专业课教学用书，有些已经出版，有些将陆续出版，以满足各邮电中等专业学校教学的需要。

编写教材，是提高教学质量的关键。我们组织编写本教材时，力求以马列主义、毛泽东思想为指导，努力运用辩证唯物主义的观点阐明科学技术的规律，内容上注意了少而精，尽量反映科学技术的新成就。书内难免存在缺点和错误。希望有关教师和同学在使用过程中，把发现的问题提给我们以便修改提高。

邮电部教育局

编 者 的 话

本书是以1982年7月邮电中等专业学校综合电信专业教材编审组审定的“《电信线路》教学大纲”为基础，参照原湖南省邮电学校1983年12月编写的《电信概要》第六章部分内容编写而成。是邮电中等专业学校市内电话、载波电话等非线路专业的教学用书。

全书共分五章，第一章讨论了通信线路的发展过程，线路的种类和负荷区的划分；第二章主要介绍了架空明线的基本结构及其特殊设备，架空明线串音和交叉理论，进局线路的特点及其设备；第三章介绍通电缆结构与类型，通信电缆的充气维护，并重点介绍市话电缆的配线方法，长途对称电缆的平衡，以及同轴电缆的传输特性。第四章介绍通信线路的干扰来源，通信线路防强电影响、防雷、防蚀的基本理论和防护的具体措施。第五章介绍了光缆基本结构和类型，光纤传光原理及基本特性及光缆的施工。

为适应不同专业的需要，力求讲清物理概念，减少理论分析及公式的推导，强调内容的实用性。以机、线接口部份内容为主。各章之后列有习题与思考题，供复习之用。

限于编者水平，编写时间仓促，错误和不妥之处，希望读者批评指正，以利今后改正提高。

编 者

于湖南省邮电学校
一九八七年三月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 通信线路在通信网中的作用和通信线路的发展	1
第二节 通信线路的种类和等级	3
一、通信线路的种类.....	3
二、通信线路的等级.....	3
第三节 线路负荷区的划分	4
第二章 架空明线线路	7
第一节 架空明线线路的构成	7
一、架空明线的回路设备.....	8
二、架空明线的杆路设备.....	10
第二节 架空明线的特殊设备	12
一、跨越装置的类型.....	12
二、一般跨越装置.....	13
三、飞线跨越装置.....	14
第三节 架空明线的串音和交叉	14
一、架空明线产生串音的原因及串音衰减标准.....	14
二、明线交叉的作用及主要术语.....	21
三、我国的定型杆面型式.....	23
四、我国现行的交叉制式.....	32
第四节 进局线路与进局终端设备	40
一、电缆程式的选择.....	40

二、线路引入局站的方法	43
三、防止串音影响的措施	47
四、线路进局设备	51
五、进局线路终端设备的安装	58
第三章 通信电缆线路	64
第一节 通信电缆的种类	64
一、市话通信电缆	64
二、长途通信电缆	66
第二节 通信电缆的结构	67
一、回路结构	67
二、电缆缆芯结构	70
三、电缆的护层结构	72
四、全塑电缆	72
第三节 市内电话电缆线路	76
一、市话网的构成	76
二、市话网的配线设备	79
三、市话网的配线方法	81
第四节 市话电缆的入局装置	85
一、电缆线路引入局所的方式	85
二、总配线架	87
第五节 通信电缆的充气维护	92
一、充气维护的意义	92
二、充气维护的工作内容	92
三、充气维护系统	93
四、电缆查漏概述	95
第六节 长途电缆线路	104
一、长途电缆线路的通信制式	104

二、长途电缆的传输系统	106
三、提高电缆线路串音防卫度的措施	111
四、同轴电缆的传输特点及不均匀性	118
第四章 通信线路的防护	123
第一节 危险影响和干扰影响的来源	123
一、自然界方面的来源	123
二、强电线路方面的来源	124
三、电信线路的电气防护标准	127
第二节 对强电线影响的防护	127
一、通信线路上加装放电器	128
二、排流线圈	129
三、屏蔽	130
第三节 对雷电影响的防护	131
一、雷电的特性及危害	131
二、杆路设备的雷电防护措施	132
三、地下电缆对雷电的防护	135
第四节 电缆铅皮的腐蚀及防护	143
一、腐蚀的原因和分类	143
二、防蚀的措施	147
第五章 光缆	151
第一节 概述	151
第二节 光缆的结构和类型	152
一、光纤的类型	152
二、光缆的结构	155
第三节 光纤的传光原理及基本特性	156
一、光纤的传光原理	156
二、光纤的基本特性	160

第四节 光缆线路的施工	168
一、光缆的型号	168
二、光缆的衰减常数及适用温度范围	170
三、光缆施工与电缆施工的区别	170
四、光缆的配盘和配纤	171

第一章 绪 论

第一节 通信线路在通信网中的作用 和通信线路的发展

现代化的通信采用有线通信和无线通信两种方式。有线通信在长距离传输中稳定、可靠、保密性强，同时又可获得大量通路数。例如中同轴电缆线路，最高通路数可达13200路。

有线通信设备主要由机械和线路两大部份构成。从投资上来看，大约各占50%。通信是靠电磁波来传递信息的，而通信线路是传输电磁波的媒介。

在电信网中，用通信线路联接各个交换点和通信点，构成四通八达的通信网。现代化通信线路是国家的神经系统。现代化的电信网对社会主义建设有着极其重要的作用。

随着生产的发展，人们要求通信线路具有更宽的传输频带，能提供更多的电路；传输衰减小，通信距离长；无干扰和失真现象。但是线路分布广阔，随时有遭受外力损害和外界电磁干扰，发生故障的可能，处理线路障碍又比较困难费时，因此线路工作者长期以来为提高通信线路传输质量做了重大努力，使通信线路的设备结构不断改进和发展。

现在模拟网上使用的通信线路，是由简单的单线一大地回路发展而来的。

最早的通信线路是把一根钢线架设在弯脚上，而以大地作为另一根导线而构成的单线回路。以后导线数逐渐增多，通信距

离加长，而干扰影响更加显著。为适应实际通信的需要，使用了双线回路和交叉措施，从而减小了回路间的串扰，延长了通信距离，扩展了传输频带。架空钢线回路可传输36kHz以下的频率，开通三路载波电话。有色金属回路可以开通3路、12路、高12路载波，传输频率高达300kHz。由于架空明线建设速度快，造价低，工程初次投资少，容易修复等优点，所以在我国当前通信网中，还占有一定的地位。

有色金属回路最多开通几十个话路，当进一步提高通信频率时，回路间干扰严重，衰减急剧增加。随着科学技术和生产的发展，十九世纪末在市话网中首先使用了市话电缆，二十世纪初又研制和建成了长途对称电缆线路，可以开通180路（300kHz）载波电话。从明线发展到电缆，增加了电路容量，提高了对外界电磁影响的防护能力，降低了自然环境的影响。

虽然如此，但对称电缆传输频率不能再提高，通路较少，衰减大，长距离通信仍不能满足要求。本世纪三十年代，研制成功并建成同轴电缆线路，它的通信频率最高可达60MHz以上，通路数达10800个。同轴电缆无外部电磁场，抗干扰能力强。但是，同轴电缆的传输频率再提高，也是困难的。因此又研制出波导管，毫米波波导管可传输上万个电路，传输频率达几百兆赫。由于建筑波导线路要求很高，施工困难，这就限制了波导线路的发展。

以上是金属线路的发展概况。七十年代起光纤通信飞速发展，走向实用化阶段。光纤通信的问世，为现代化通信开拓了一个新的领域，是通信线路发展史上的一大飞跃，也是通信领域中一场新的技术革命。

第二节 通信线路的种类和等级

一、通信线路的种类

通信线路按其结构和业务性质可分成两大类。

1. 按结构分类

通信线路按其结构不同，可分为架空明线和通信电缆。

架空明线是沿线路每隔50 m左右立电杆一根，上装木担（或铁担）螺脚和隔电子。把导线绑扎在隔电子上，一根电杆上可架设20对线。

通信电缆是将互相绝缘的芯线经过扭绞成导线束——缆芯，再经过压铅后成光皮电缆，如加铠装成为铠装电缆。

通信电缆根据敷设方式不同，可分为架空电缆、地下电缆（直埋、管道式）和水底电缆。

架空电缆是架挂在电杆间的钢绞线上，地下电缆直接埋设在土壤中，或通过人孔放入管道中。通信电缆跨越江河时，一般将钢丝铠装电缆（称水线）敷设在水底。过海的通信电缆敷设在海底，称为海底电缆。

2. 按业务分类

通信线路按照业务性质的不同，可分为市内电话线路、长途通信线路和农村电话线路。

市内电话线路是在一个城市范围内连接所有用户与市话局的线路设备。

长途线路是连接县城以上城市之间的线路设备。

二、通信线路的等级

通信线路按其重要的程度和需要的不同，可分为三级。

1. 一级线路

首都通到各省省会、自治区首府、中央直辖市的线路，以及这些省会、首府和直辖市相互之间的长途线路。此外还包括至重要工矿、城市、海港的线路；首都到国外的国际线路和某些重要的国防线路；以及邮电部指定的长途线路。

2. 二级线路

各省省会，自治区首府，中央直辖市至各县及各县相互间的线路，以及省、市、自治区邮电管理局指定的长途线路。

3. 三级线路

县境内（农村）电话线路，包括县到区、乡交换机的中继线路和村、镇的用户线路。

第三节 线路负荷区的划分

长途线路分布面广，经过各种不同的地形和气象区域，因此受到自然条件的影响很大。

第一是风，它是由空气对流形成的，风吹在杆线设备上，使电杆和导线受到风压。风压对电杆产生力矩作用，同时增加了导线的负载。风特别大时，会发生倒杆现象，至使杆线设备受到严重破坏。

第二是气温的变化，使导线伸缩。气温升高，导线伸长使垂度加大，容易发生碰线（短路）故障。气温下降，导线缩短，内部应力加大，易于发生断线事故。同时，温度变化还能影响线路的传输特性，使其输电电平不稳定。

第三是冰凌的影响，冰凌是在特殊气候条件下，导线周围冻结一层很厚的冰霜，随着温度的降低，冰凌愈积愈厚，严重时可能发生断线和倒杆现象。导线结冰凌后，使回路传输参数

恶化，致使传输衰减增加。

所谓负荷，是指架空线路所受到的外界重力和张力作用。例如电杆承受本身重量和杆上设备重量产生的负载外，还受到导线和吊线张力的负载作用。这些负载受到一年四季气候条件变化的影响，故称为气象负荷。

根据各地自然条件的不同，划分为轻、中、重和超重负荷区，分别采用不同的建筑强度等级，以保证线路安全、稳固和经济合理。根据当地的负荷区，作为计算线路强度的标准。

长途线路负荷区，是根据十年内出现一次的最不利的自然条件所决定的气象标准来确定的。如表1·1所示。

表1·1 划分负荷区的气象条件

负荷区别 气象条件	轻	中	重	超 重
导线上冰凌等效厚度 (mm)	≤ 5	≤ 10	≤ 15	≤ 20
结冰时最大风速(m/s)	10	10	10	10
无冰时最大风速(m/s)	25	25	25	25
结冰时温度(℃)	- 5	- 5	- 5	- 5
最高温度(℃)	+ 40	+ 40	+ 40	+ 40
最低温度(℃)	- 40	- 40	- 40	- 40

思 考 题

1. 通信线路在有线通信中有何重要作用?

2. 为什么从金属线路过渡到非金属线路是一大飞跃？
3. 通信线路的等级是如何划分的？
4. 我国气象负荷区分为几种？划分负荷区的条件是什么？

第二章 架空明线线路

第一节 架空明线线路的构成

架空明线路是由回路设备和杆路设备构成的。

回路设备包括传输电信号的导线和附属装置。导线绑扎在隔电子上，隔电子支持导线和大地绝缘，它又装在直螺脚、弯螺脚或各种交叉装置上面。交叉装置有H形钢板、W形钢脚、交叉悬钩和二线交叉支架等，它们是使导线交叉换位的装置。直螺脚、H形钢板、W形钢脚多装在线担上面。弯螺脚、二线交叉支架直接装在电杆上面。线担用穿钉或抱箍固定在电杆上面，并且用撑脚来联结加固。联接时可用木螺钉或穿钉。

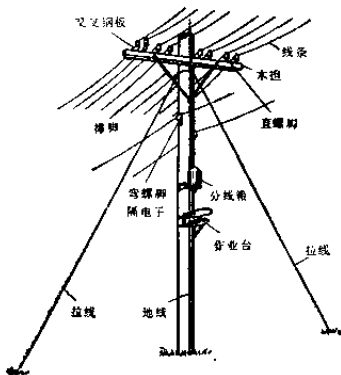


图2·1 架空明线的主要杆上装置

杆路设备主要包括电杆，它埋在土壤中，支持全部回路设备。为了加固，有的电杆要附装拉线或撑木，使其能承受经常性或瞬时性的外力 and 力矩的作用。在土质松软地区，电杆根部还要加横木、垫木或卡盘、底盘，使电杆底基增大，避免电杆下沉或倾倒。为便于检修，一些电杆装设上杆钉。架空明线的主要杆上装置见图2·1所示。

一、架空明线的回路设备

1. 导线

明线中应用的导线有铜线、钢线、铜包钢线和铝合金线。

导线是传递电能的媒介，应有良好的导电性（电阻率要小），必要的机械强度，及防空气和化学气体腐蚀的特性。

铜线采用纯度非常高的（99.999%以上）电解铜制成。长途线路上使用导线的线径有2.5mm, 3.0mm, 4.0mm等。铜线适于开放12路载波电话。

钢线是含有杂质的铁合金；为防止锈蚀，钢线外边镀一层锌，又称镀锌铁钢线。使用的线径有4.0mm、3.0mm、2.5mm等。另外还有一种强度较大的钢绞线，可做拉线、电缆吊线使用。钢线电阻比较大，只适用于音频通信或三路以下的短程载波电话。

铜包钢线是用强度大的钢芯外包一层铜层制成的线条。一般铜钢各占50%，因它的强度高，在高频通信时由于集肤效应电流趋于导体表面（在铜层内流动），因此它的电气特性与铜线一样。可在过河飞线中代替铜线。

铝合金线是含有砂和镁的铝合金线，重量轻，耐腐蚀，电气特性比钢线好，仅次于铜线，但由于不能与铜线和钢线同杆架设，未得到广泛应用。

2. 隔电子

隔电子是明线的主要绝缘器材，它由瓷质构成，因此绝缘电阻值很高，一般在五万兆欧以上。隔电子的程式很多，分双重、茶托、蛋形、鼓形、悬式等几种。图2·2所示为两种常用隔电子的规格。

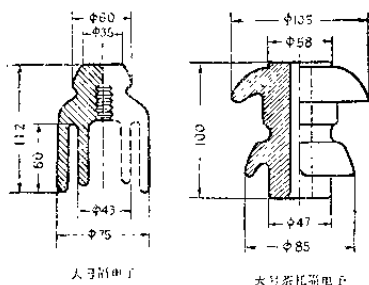


图2·2 双重和茶托隔电子

3. 线担

线担是支持导线的器材，有四线担和八线担两类。线担为木质或铁质，在大部分水泥电杆上，多采用镀锌铁担。八线担又分为标准型和特种型，标准型八线担尺寸为 $2450 \times 70 \times 80$ mm。特种八线担尺寸为 $2400 \times 75 \times 75$ mm。标准八线担用于八线担杆面型式A型杆面。特种八线担用于八线担杆面型式B型杆面。标准线担线距为20cm，所有线对的对距均为50cm。而特种线担线距为20cm，电杆同侧线对对距为40cm，电杆两旁线对对距为65cm。

4. 镀锌钢质器材

支持隔电子的器材有螺脚、交叉装置和钢板等。

螺脚分直螺脚和弯螺脚两种，它们又分为大、中、小号。