

232773

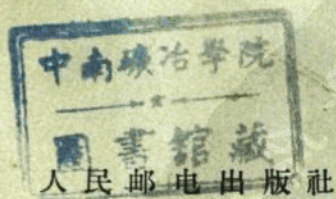
邮电部教育司审定

邮电职业(技工)学校教学用书

长途电信电缆线路建筑与维护

潘 宁 康 編

叶 曾 駿 审



邮电部教育司审定

邮电职业(技工)学校教学用书

长途电信电缆线路建筑与维护

潘宁康 编 叶曾骏 审

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书共有九章，主要讲述长途电信电缆的构造，电缆线路的建筑、安装、焊接和维护等基本方法。同时还通俗地讲解了长途电信电缆的加感、平衡及防蚀的基本知识。

本书可作为邮电职业（技工）学校教学用书，也可作为具有初中水平的长途线路员业余学习之用。

长途电信电缆线路建筑与维护

編 者： 潘 宁 康
审 者： 叶 曾 駿
出版者： 人 民 邮 电 出 版 社

北京东四六条13号

（北京市书刊出版业营业许可证出字第〇四八号）

印刷者： 北 京 市 印 刷 一 厂
发行者： 新 华 书 店

开本 787×1092 1/32 1965 年 4 月北京第一版
印张 7 页数 112 1966 年 4 月北京第一次印刷
印刷字数 158,000 字 印数 1—4,800 册

统一书号：K15045·总1463—有313

定价：（科2）0.60 元

前 言

为了适应邮电职业（技工）学校和邮电职工在职学习的需要，我司于今年組織了部分省市局、校的业务、技术人員和教师編写了邮电十多个工种的专业教材，本书即是其中之一。这批教材的特点是結合生产实际，注重操作技术和維護知識，主要是供邮电职业（技工）学校培訓新人員之用，亦适用于邮电职工在职学习；半工半讀邮电学校采用这些教材时，应結合需要作适当补充或調整。

这批教材的編写和审查工作，承上海、江苏、河北、黑龙江、四川、广东等省市管理局，北京市邮局、长途局、市話局，本部电信总局、邮政总局、基建总局、北京邮电学院等单位大力协助和支援，本司謹表示感謝。

这批教材由于經驗不足，時間仓促，难免有謬誤之处；在試用中如發現問題，請將意見逕寄邮电部教育司以便修正改进。

邮电部教育司

一九六四年十二月

作 者 的 話

本书系根据邮电部教育司 1964 年 7 月所頒发的邮电职业(技工)学校长途綫务专业教学計划的要求,并参考“长途电信电綫綫路”,“长途通信电綫敷設及安裝須知”,“长途綫务員讀本”,“通信电綫的平衡”,“长途电信綫路的介入电綫”等书,和适当結合我国某些地区的实际經驗以及技术交流資料而写的。

本书是在邮电部教育司,河北省邮电管理局和河北邮电职业学校等单位的党組織和行政领导的不断帮助和指导下編写完成的。初稿完成后,曾蒙河北綫务总站孙在月同志和北京市长途电信局唐春祥同志审閱原稿并提出了不少宝贵意見,最后又蒙邮电部基建总局叶曾駿工程师审稿提出了很多具体的宝贵意見,作者据以做了一些修改,完成了定稿工作。

为了結合职业(技工)学校教学需要,和积极貫徹教学上“少而精,学到手”的要求,本书內容力求簡练,重点力求突出,說理力求淺易。但限于作者教学經驗不足和业务水平不高,虽作了努力仍难免有不够妥善,甚至錯誤之处。希望讀者,特别是使用本书的教师和同学积极提出批評和宝贵意見,以便今后修訂提高。

作者

一九六四年九月

目 录

前言

作者的话

第一章 长途电缆线路概說	1
§ 1-1 概述	1
§ 1-2 长途电缆的用途和发展过程	2
§ 1-3 长途电缆线路的組成	4
§ 1-4 对于长途通信电缆线路的要求	5
§ 1-5 长途电缆的分类	6
第二章 长途电信电缆的构造	7
§ 2-1 长途对称电缆的心线和絕緣	7
§ 2-2 长途对称电缆的扭絞	9
§ 2-3 电缆的被复物	11
§ 2-4 长途电缆的屏蔽	12
§ 2-5 长途对称电缆的类型	14
§ 2-6 长途对称电缆的电气参数	20
§ 2-7 同軸电缆	27
§ 2-8 市話电缆和聚氯乙烯絕緣电缆	34
第三章 电缆的敷設和拆除	36
§ 3-1 长途电缆路由的选择	36
§ 3-2 电缆在敷設前的檢驗	43
§ 3-3 电缆的編組配盘	49
§ 3-4 直埋式电缆的敷設	51
§ 3-5 管道式电缆的敷設	60
§ 3-6 架空电缆的架設	63
§ 3-7 水底电缆的敷設	71
§ 3-8 电缆的拆除	78

第四章 电缆的安装和焊接	82
§ 4-1 安装焊接用的材料	82
§ 4-2 接續前場地的准备	85
§ 4-3 鎧裝和鉛皮的剝除	86
§ 4-4 电缆心綫的接續	90
§ 4-5 鉛套管和鑄鉄箱的安装	94
§ 4-6 水底电缆的接續	98
第五章 长途电缆的加感	102
§ 5-1 加感的目的和方法	102
§ 5-2 集总加感制	103
§ 5-3 加感箱的构造及装置	107
§ 5-4 集总加感不均匀节距的处理	112
§ 5-5 均匀加感电缆	114
第六章 长途电缆的平衡	115
§ 6-1 串音衰耗的标准	115
§ 6-2 平衡的目的	118
§ 6-3 电磁耦合	119
§ 6-4 低频电缆平衡的方法	123
§ 6-5 高频电缆平衡的方法	134
§ 6-6 高频电缆的平衡制度	136
§ 6-7 平衡套管和平衡盘	139
第七章 长途电缆的引入装置	142
§ 7-1 引入增音站或終端站的方式	142
§ 7-2 电缆进綫室的装置	143
§ 7-3 电缆接入接头排	145
§ 7-4 介入电缆	148
第八章 长途电缆的防蝕	157
§ 8-1 电缆腐蝕的种类和原因	157
§ 8-2 防止电缆遭受土壤腐蝕的措施	161

§ 8-3	电 車网防止电蚀的措施·····	164
§ 8-4	电 纜綫路防止电蚀的方法·····	166
§ 8-5	电 纜防蚀的电气测量·····	173
第九章	长途电 纜的技术维护 ·····	177
§ 9-1	长途电 纜维护的組織和任务·····	177
§ 9-2	长途电 纜的气压维护·····	180
§ 9-3	电 纜对雷电的防护·····	198
§ 9-4	土壤电阻系数的测量·····	202
§ 9-5	直埋式电 纜的技术维护·····	204
§ 9-6	管道及管道式电 纜的技术维护·····	208
§ 9-7	电 纜終端設備的技术维护·····	210
附表一:	测远机的簡要介紹 ·····	212
附表二:	安裝通信电 纜所用的澆灌料 ·····	214
附表三:	长途电 纜綫路設備图例 ·····	215

第一章 长途电缆线路概說

§ 1-1 概 述

广义地说，凡是远距离的电气通信就叫作长途电信。按照所传递的信号类别来分，一般有长途电话，电报，传真电报等；以传输途径来分，可分为有线通信和无线通信两种。

长途电信的任务是：为无产阶级的政治和社会主义的经济、文化建设服务，为人民群众的通信需要服务，并为国防服务。由于我国幅员辽阔，所以长途电信的作用就更为重大。对长途电信的要求正和对邮电事业的其他部门一样，要做到迅速、准确、安全、方便。唯有达到上述要求，才能满足党、国家和人民的需要。

长途电信技术不但要保证远距离两用户间的通信，同时还要满足技术上和经济上的一定要求。例如，有线长途电信设备中的线路设备所用的材料较多，投资也较大，因此要求它能够得到合理的有效的使用。所以，在保证通信质量的前提下延长通信距离和提高线路利用率，就成为长途电信技术中的两个主要课题。

长途电信技术发展的历史大体可分为两个时期。第一个时期的特点是话音电流直接在线路中传输；第二个时期就是近代化时期（大约从二十世纪初开始，直到现在），其特点是多路载波（高频）通信的发展。所谓多路载波通信，就是把很多用户的话音频率变换到不同的高频后在线路上传输，然后用滤波器分开，使很多对用户在一对线路上同时通话而互不干扰。

目前，在架空明线线路上常用的载波电话机有：

(1) 单路载波电话机，传输最高频率约为 10 千赫。它可使在原有的音频电话电路上增加一路载波电话。这样就在一对线路上可以通两路电话。

(2) 三路载波电话机，传输最高频率约为 30 千赫。这就是在原有的音频电话电路上增加三路载波电话，故一对线路上可通四路电话。

(3) 十二路载波电话机，传输最高频率约为 150 千赫。这就是在原有的音频电话电路上除加开三路载波电话外，还可再加开十二路载波电话。这样，在一对线路上就可同时开通十六路电话。

在对称电缆线路上，目前能开通 12 路，24 路，60 路，以至 120 或 180 路载波电话。

采用同轴电缆线路作传输线路，传输频率更高，故能开通更多的电路。

如果利用电话电路来传输音频载波电报时，在一个电话电路上可以开放 12—24 路音频电报。

解放前，由于帝国主义的侵略和反动政府的统治，我国的电信科学技术一直处于殖民地，半殖民地落后状态，仅有的一些电信设备，也只是作为帝国主义和反动政府压榨劳动人民的工具。解放后，在党和毛主席的英明领导下，我国电信事业得到迅速的发展。特别是 1958 年以后，在总路线，大跃进和人民公社三面红旗的光辉照耀下，邮电事业取得了巨大的成就，使长途通信技术也有很大的发展，适应了社会主义建设的要求。

§ 1-2 长途电缆的用途和发展过程

长途电缆的主要用途是传递电报和电话，它们的发展过程是电报先于电话，然后报话一同发展，终于电报依存于电

話。

因为电报电路可以是单綫式的，所以过去的陆地上电报电綫沒有把心綫扭成一对。心綫的絕緣体起初用树胶，后来改用紙；也有把紙或黃麻浸透絕緣性混合物后纏卷在心綫外面的。

之后，电报电綫的心綫采用对式或复对式，并有一个或几个屏蔽綫对插入复对式电綫的中央，这叫做特种鉛包紙隔电綫，曾經大量地用在电报綫路上。

近来，电报和长途电话电路已經可以合設在一条电綫里，並沒有妨碍，載波电报又可以利用載波电话通信电路里的一路，因而除了特別場合以外，已經沒有区别电报电綫和电话电綫的必要了。

陆地上用的长途电话电綫一开始就用对式鉛包紙隔电綫，由于那时候还没有加感綫圈和增音机，綫路如果稍为展长，話音就降低。所以开通远距离电话电路时，只得把心綫加粗。因之一条电綫里含有远距离用的粗綫和近距离用的細綫，这叫做联合电綫。

之后，架空明綫綫路利用两对明綫增加一个幻象电路的方法試驗成功，这种方法也拿来用在电綫綫路上。但是对式电綫构成的幻象电路串音較大，因而改用复对式电綫。复对式电綫以每两对心綫扭成一組，在一条电綫里因为电路通达的距离有远近不同，一般地兼有粗心綫的組和細心綫的組，成为一种联合电綫。

幻象电路利用原有心綫回路构成，不需增加心綫，但是在回路两端必須装設特殊机械設備，亦需要相当的工程費，所以对于短距离綫路不大适宜。而且复对式电綫的結構比較复杂松大，增加了电綫制造成本，不如星型电綫經濟，所以在发明載波技术以后，长途电綫已几乎全部采用星型电綫，复对式电綫

没有得到广泛的发展。

至于长途电缆线路的建筑方式，一般都设在地下；因为长途电缆线路差不多都是干线，采用地下电缆不但在国防方面比较安全，而且由于地下温度的变化小，传输也比较稳定；同时，因为干线电缆的条数不太多，没有必要建筑管道，所以都采取了在电缆外层加铠装保护，直接埋设的方式。

电信电缆在构造上可以分为对称的和不对称的两大类。对式的和四线组式的电缆，回路的来去两条线是对称的，因而电气上基本是平衡的，在采取外加的平衡措施后，它们已经可以装通许多路的载波电话。但是由于它们对于外界干扰和邻近线路串话，都是依靠电缆本身的平衡来防止，如果所传输的电流的频率更加提高就很难保持平衡，因而限制了通信路数的增加。

同轴电缆的结构是不对称的，它是由一根可弯曲的圆管形的导体（外导体）和在这根管子的内部放着的另一根导体（内导体）组成。内外导体之间由绝缘体支持着，用空气做介质。所以在电气性能上，同轴电缆就与对称式电缆有很大的区别。这种电缆在高频时，线对间的干扰现象非常微小，而且在高频时的回路损耗也比对称式电缆小许多，因而通信电流的频率可以扩展得非常高，能够装用载波电话二百路以上和传递电视节目。

§ 1-3 长途电缆线路的组成

电缆线路是由下列三部分组成的：电缆本身，电缆附属品及线路建筑物。电缆本身由若干用绝缘物包裹的导体（我们叫它为心线）组成，外层再用柔韧的并密闭的外壳保护，它是提供通信回路的主要设备。电缆附属品为用来连接各段电缆或终结

电纜的裝置亦即回路的附屬設備，如接續箱、鉛套管、分綫箱、加感箱及終端盒和平衡盤等。這些設備也可以起保护作用，使有關部分不受機械和電氣的損害。綫路建築物是用來支持電纜及安裝電纜附屬品的設備，如引入管道、電纜杆、水綫房及電纜進綫室等。

電纜綫路的長度較大時，為了保證通信的音質音量，通常裝設中間增音機并設立增音站，兩增音站間的一段綫路叫做增音段。

另外，在綫路設備中尚有綫路的維護設備和保護設備。維護設備包括充氣設備、干燥設備、監視設備、降壓信號告警器，以及便利路面查巡用的路由標石等。保護設備則除去上述的接續箱……等以外，尚包括：

(1) 防止電纜遭受土壤和洩漏電流腐蝕而使用的排流設備，陰電極設備等。

(2) 防止電纜遭受雷擊或強電流干擾等的防護設備。

§ 1-4 對於長途通信電纜綫路的要求

由於長途電纜綫路的建築費用浩大，作用重大，因此，對它提出下列主要要求：

(1) 使用年限要久，也就是它的壽命應該很長；

(2) 要有足夠的機械強度；

(3) 要有高度質量的電氣特性，包括下列四項：

甲、綫路衰耗應尽可能小，并在任何季節電路的淨衰耗都應該符合規定；

乙、交流電在綫路上传播的速度應該是最大，就是綫路應該保證傳輸的最大距離；

丙、綫路上传輸的必要的頻率失真應該最小；

丁、电缆的心线扭合排列必须妥善，结构必需稳固，以减少线对间的直接串音，同时导电和绝缘都必须很均匀，以避免特性阻抗偏差而产生反射串音。

(4) 在考虑维护方便和使用年限的情况下，要经济可靠。

为了实行上面所说的要求，必须对长途通信电缆线路的组成和电缆的电气参数，提出适宜的要求，这些要求归纳如下：

(1) 电缆心线的绝缘体应该是高质量的，尤其是用于传输高频电流的电缆，对于直流电，绝缘电阻应该是极高（每公里 10000 兆欧），对于交流电，介质损耗所引起的泄漏电导应该是极小；

(2) 因为电缆的衰耗是由电容量决定的，所以心线的电容应该尽可能地减少；

(3) 心线的扭绞方法应该保证从一个电路到别个电路的串音电流最小，使之消除电缆里电路间的相互干扰；

(4) 插入通信电缆线路里的电缆附属品，应该不使所传输的电流发生附加衰耗；

(5) 电缆建筑物和线路装置应该稳固可靠以保证电缆和它的附属品不发生任何种类的障碍。

§ 1-5 长途电缆的分类

现代的长途电缆可以分作以下几类：

(1) 按业务的类型分：

甲、电报电缆——专供电报通信用；

乙、长途通信电缆——供长途电话，电报和传真电报用；

丙、广播电缆——用于从无线播音室传送广播节目到无线电广播发信台。也叫传音电缆；

丁、电视电缆——供大城市间交换电视节目用；

戊、综合利用电缆——可以供上述数种业务同时利用。

(2) 按线对结构的类型分：

甲、对称式电缆——这一类电缆按其线对的组成方式又可以分为对式、复对式、星型；

乙、不对称电缆——即同轴电缆。

以上电缆如果按其绝缘材料又可分为许多类型，如纸绳，聚苯乙烯塑料，聚乙烯塑料电缆等。

(3) 按电气附属设备分：

甲、普通电缆；

乙、加感电缆。

(4) 按敷设方法分：

甲、架空电缆；

乙、地下电缆（包括管道电缆）；

丙、水底电缆。

第二章 长途电信电缆的构造

§ 2-1 长途对称电缆的心线和绝缘

电缆是由导体，导体的绝缘物，以及被复装置等三部分构成。

(1) 长途对称式电缆的导体

电缆的导体（亦称为电缆的心线）一般由标准铜制成，也有用标准铝制造的。

标准铜是纯粹的电解铜，经过热的辗延和冷的抽拉，然后制成软铜线。在摄氏 20° 时，铜线的电阻率应不大于 0.01754 欧·平方毫米/米，温度系数为 0.00393 。其机械性能在相对展

长 18—25% 的情况下，抗张强度为 27—28 公斤/平方毫米。标准铝的电阻率则为 0.0291 欧·平方毫米/米，温度系数为 0.0037。

长途电缆的铜心线直径有 0.8、0.9、1.0、1.2、1.4 毫米五种；如用铝制成，为了获得与铜心线相同的电气参数，则铝的线径应为上述铜线线径的 1.28 倍。

电缆心线线条应该是完全光滑并没有裂痕和焊接的。为了使线对的电阻不平衡达到规定值 (0.5—1%)，因此对导体截面的均匀性要求很严，这一点对高频通信电缆更为重要。

(2) 电缆导体的绝缘材料

长途对称电缆导体的绝缘材料有干燥纸，聚苯乙烯塑料，聚乙烯塑料等几种。每一类型的电缆是根据电缆用途的不同而采用其中一种作为电缆导体的绝缘材料。

绝缘用的纸，应该采用长的，坚韧的纤维，不含有金属、淀粉和别种有吸湿性的物质，有均匀的质量和厚度，并且要完全干燥。绝缘纸的尺寸跟着心线的直径变化，大概厚 0.05—0.07 毫米，宽 7—10 毫米；由于纸的价格低廉，故被广泛采用为电缆绝缘材料。聚苯乙烯由乙烯与苯用合成法制成，也可以由煤干馏而制出，将聚苯乙烯加热到 140°C 后再行加工，就可制成聚苯乙烯塑料。聚乙烯是在压力为 1200—1500 大气压，温

度在 200°C 左右时聚和乙烯而制得的。

长途对称电缆心线绝缘的方式一般均采用绳捻式如图 2-1 所示。



图 2-1 绳捻式绝缘

在每根心线上先用电缆纸和聚苯乙烯塑料制成的绳捻成螺旋地缠在心线上，其节距一般为 5—7 毫米。在绳捻之上，再

用一两层纸带或聚苯乙烯塑料带，以15—30%的重迭率包绕。

电缆根据其所用绳带材料的不同，分别称为纸绳绝缘电缆或聚苯乙烯绳捻式电缆。

纸绳绝缘的绳径有0.5、0.6、0.76、0.81毫米四种。如电缆心线的直径较粗，传输频率较高，则绳径亦应该较大，如高频电缆的绳径均为0.81毫米。绕在绳捻上的纸带厚度有0.08、0.12、0.17毫米三种。聚苯乙烯塑料绳捻直径为0.01毫米，其绝缘带厚度则为0.05毫米。为了便于接续，通常是把电缆纸及塑料制成红、黄、蓝、绿四种颜色，以资区别心线顺序。

长途对称式电缆的心线绝缘方式除了绳捻式外，还有用聚乙烯多孔式绝缘。这种方式是将聚乙烯制成泡沫状的实体，并以此实体直接包在心线上。泡沫多孔的绝缘体具有50%的空隙率。这种绝缘方式的电气性能略次于聚苯乙烯绳捻式，但随着制造技术的提高，泡沫聚乙烯式绝缘很可能成为一种新的发展方向。

§ 2-2 长途对称电缆的扭绞

长途对称电缆的回路都用双线构成，并进行扭绞，以均匀地转换导线位置。电缆心线顺着扭绞轴线转了一个整圆周的长度称为扭距。

长途对称电缆的线组在构造上可分为四种：

- (1) 对扭式——由两根绝缘了的心线相互扭成一对线。
- (2) 星型扭绞式——由四根心线并列扭合而成(图2-2)——组，每组里对角线上两根心线构成一回路。星型线组可构成两个实线回路。星型扭绞后的线组直径为绝缘心线的2.41倍，但考虑到纸绳可能被压缩，所以有效线组直径为绝缘心线的2.2