



中等专业学校教学用书

市内电话线路

(上册)

原编者: 南京邮电学院线路教研组

审校者: 邮电院校市内电话线路教材选编组

人民邮电出版社

PDG

中等专业学校教学用书

市内电话线路

(上册)

原编者：南京邮电学院线路教研组

审校者：邮电院校市内电话线路教材选编组

人民邮电出版社

前 言

本书是根据邮电部邮电中等专业学校市内电话线路教学大纲，并以龙贊易，黎定衡等同志于1958年編的“市内电话架空明线线路”及“市内电话电缆线路”两书为基础进行选編的。在选編中适当的吸取了邮电学校几年来积累的教学經驗。

本书分上、下两册，上册为“架空明线线路”部分，下册为“电缆线路”部分，书中对市内电话线路的设计、建筑、维护等方面的理論知識，实际操作和有关的計算方法作了全面而系統的闡述。为了結合中等专业学校的教学需要，本书內容力求簡练，重点力求突出，并注意了理論联系实际。

参加本书原稿选編的南京邮电学院线路教研組有徐英豪，高智仁，陈福根，丁玉柱等同志。

参加本书审編的有上海市邮电专科学校刘长荣同志，江苏省邮电学校陈勤凱同志，福建省邮电学校許发鈞同志及南京邮电学院的徐英豪，高智仁，陈福根，丁玉柱等同志。

最后由南京邮电学院线路教研組的施逢青和黎定衡同志分別对“架空明线”部分和“电缆线路”部分进行了校訂。

由于水平有限，編审時間短促，本书內容难免有不够妥善之处，請有关教师及讀者提出意見，以便今后修訂。

1962. 4 月

目 录

前 言

第 一 章 緒 論	1
§ 1.1 电信线路的重要意义及其发展过程.....	1
§ 1.2 电信线路设备的种类.....	7
§ 1.3 架空明线的等級和气象負荷区的划分.....	9
§ 1.4 市内电话网的組成.....	12
§ 1.5 傳輸衰减及其分配原則.....	14
第 二 章 电杆及电杆防腐	15
§ 2.1 对电杆的要求和电杆材料的比較.....	15
§ 2.2 各种电杆.....	17
§ 2.3 木杆的防腐.....	22
第 三 章 杆上器材.....	26
§ 3.1 杆上器材概述.....	26
§ 3.2 线条.....	28
§ 3.3 隔电子.....	31
§ 3.4 线担.....	35
§ 3.5 其他鍍鋅鋼质器材.....	38
第 四 章 綫路勘测.....	41
§ 4.1 勘测工作的目的和任务.....	41
§ 4.2 架空杆路的选定和标杆測量.....	43
§ 4.3 經緯仪測量.....	65
§ 4.4 小平板仪測量.....	76
§ 4.5 水准測量.....	80
第 五 章 导綫强度計算	88
§ 5.1 导线风雪負載.....	88
§ 5.2 导线的单位負載.....	90

§ 5.3	悬挂点处于同一高度的均匀导线的計算基础	94
§ 5.4	导线应力与溫度及負載的关系	96
§ 5.5	临界杆距和容許应力	99
§ 5.6	导线强度計算的方法与步驟	102
第 六 章	电杆的計算	110
§ 6.1	电杆的負載	110
§ 6.2	中間杆的危險截面和弯曲力矩	114
§ 6.3	中間杆长度和梢径的計算	117
§ 6.4	中間杆埋深的核驗	121
§ 6.5	中間杆計算的步驟	124
第 七 章	拉綫和撐木的計算	129
§ 7.1	拉线与撐木的作用和种类	129
§ 7.2	一般拉线的計算	134
§ 7.3	几种特殊拉线的受力分析	142
§ 7.4	拉线地錨的計算	147
§ 7.5	撐木的大小和长度	149
§ 7.6	抗风及防凌措施	150
第 八 章	杆路建筑	153
§ 8.1	概說	153
§ 8.2	掘洞	153
§ 8.3	装杆	155
§ 8.4	立杆	161
§ 8.5	拉线的装設	166
§ 8.6	撐木的装設	176
§ 8.7	固根橫木及护杆桩	177
§ 8.8	电杆的編号	180
第 九 章	导綫的架設	182
§ 9.1	放线	182
§ 9.2	导线的接續	187
§ 9.3	紧线及調整垂度	189

§ 9.4 做交叉	195
§ 9.5 导线在隔电子上的束缚	199
§ 9.6 撤线	203
第十章 跨越装置	206
§ 10.1 跨越装置的一般概念	206
§ 10.2 跨越铁路、电气铁道及电车馈电线的杆线装置	207
§ 10.3 飞线跨越装置的特征	211
§ 10.4 飞线杆的建筑	215
§ 10.5 飞线线条与杆上装置	218
第十一章 导线的交叉	222
§ 11.1 串音影响和串音防护度标准	222
§ 11.2 导线交叉的基本概念	229
§ 11.3 我国现用线路交叉制式和交叉图	238
§ 11.4 交叉测量	243
第十二章 架空明线的电气防护	247
§ 12.1 强电线路对电信线路影响的基本概念	247
§ 12.2 危险影响的计算和防护	251
§ 12.3 干扰影响的形成	259
§ 12.4 强电线路和电信线路的配合运行与对电信防护 措施的要求	261
§ 12.5 对雷电的防护	268
§ 12.6 接地装置	271
第十三章 架空明线的修理	275
§ 13.1 修理工作的种类及方法	275
§ 13.2 电杆的校正及拉线撑木的修理	280
§ 13.3 电杆的截裁及加做帮桩	282
§ 13.4 电杆的更换	283
§ 13.5 导线的修理及线担的更换	287
第十四章 农村电话和有线广播网的概念	291

§ 14.1	农村电话网的构成	291
§ 14.2	规划农村电话网的原则和农村电话线路的特点	295
§ 14.3	有线广播网的构成	299
§ 14.4	有线广播网的主要设备和电气标准	301
§ 14.5	有线广播网和农村电话网的联合运用	307
§ 14.6	减少有线广播对电话线路的干扰	312

第一章 緒 論

§ 1.1 電信綫路的重要意義及其發展過程

電信綫路的重要意義 郵電企業是黨和國家的通信部門，也是人民群眾的通信工具，它的任務是為無產階級的政治和社會主義的經濟、文化建設服務，為人民群眾的通信需要服務，並為國防服務。列寧曾經指出過：“沒有郵電和機器的社會主義，不過是一句空話而已。”^① 這就說明了郵電通信在社會主義國家里的重要意義。

有綫通信是郵電通信中的主要組成部分之一，而電信綫路則是有綫電報、電話通信必不可少的聯絡設備。

電信綫路包括有架空明綫與電信電纜兩大類。在建設中，綫路一般占全部有綫電信設備投資的50%以上，因此，如何提高綫路設備的使用率是一個重要的任務。其次，綫路的分布面廣闊，也有遭受外力損害和發生障礙的可能性，而修理綫路障礙比修理局內設備障礙要費時和困難得多。另一方面為着使有綫電通信能夠達到最大效果，就必須提高通話質量，減少干擾，延長通信距離，這些任務大部分是由綫路設備來承擔的。為此，綫路工作人員應在理論上發展現有電信綫路的技术水平；在實際工作中，提高設計質量、改進施工及維護方法，並改進生產工具以保證綫路設備質量，來滿足有綫電信工作對綫路設備的嚴格要求。

電信綫路的發展過程 有綫電通信使用的初期，它們都是

註① 見列寧全集27卷285頁，人民出版社。

把鋼綫架設在弯螺脚上的单綫回路，而以大地为另一导体以构成通路。由于当时城市电力网的系統不发达，通信的距离也不很远，因此在这样的綫路上进行通話，其质量还能滿意。但随着社会生产力的发展，在电信方面同一杆路导綫的条数加多了，通信距离也增长了，而电力方面在城市的电力网路也在增长着，长距离的高压交流輸电也日益发展，这样单綫回路应用在电话通信时就产生了杂音和串音干扰，甚至在某些情况下电力綫路还可能与电信綫路相接触而发生危險，影响人身和机件的安全，故約在1877年以后就規定了长途电话通信以及有电力网分布城市的市内电话通信都必须采用双綫回路，并开始使用导綫交叉方法，借以减除干扰。在采用鋼綫作导綫的情况下，要增加通信距离可以靠加大导綫的直径来解决，而导綫綫径的增大是有限度的，且粗的导綫将大大地增加隔电子及木杆的負載，因此就有必要改用电气性能良好的有色金属导綫即銅綫和鋁綫。

最初电信綫路由于导綫数量不多，可以用弯螺脚直接装設在木杆上，其后导綫数量增多，采用弯螺脚不能經濟地利用电杆，于是就开始采用綫担和直螺脚来装置导綫了。

綫路在有綫电信設備上占用的投資比例較大，所以提高綫路設備的利用率及綫路的复用程度是电信技术人員很早就致力研究的問題。在載波通信未发明以前，最初的复用是采取在同一回路上电报、电话組合通信的方法。其次，幻象电路也是当初使用的綫路复用方法之一，即利用一个双綫回路以构成第二个电报电路，或利用两个双綫回路以构成第三个电话电路。和幻象电路相对的原有的电路，叫做实綫电路。这些方法（尤其是幻象电报电路）直到現在仍然在被繼續采用着。

为了延长通信的傳輸距离，1900年創造了綫路的加感措

施，在綫路上每隔若干相等距离安装一个具有适当电感量的电感綫圈后，使綫路每公里的衰减大大地减少，相应地增加了通信距离。1915年利用电子管的特性，制造了电话放大器（增音机），将它适当地安装在綫路中沿綫各点，就使通信距离更加延长了。

在有綫电信綫路上传送 10 千赫以下的高频，虽在 1906 年已初步試驗成功，但实际应用则在有关电信机械改进后，至 1918—1920 年才开始。此时对传真技术也进行了試驗。有綫广播网是在 1924 年后創立，它可补助无綫广播的不足。

为了使电信綫路的使用效率更加提高，自 1930 年起长途电信专家們进一步努力研究多路复用制，綫路传输的頻带就大大地加寬，随着載波通信的发展，綫路传输頻率已远超出音频范围之外。架空明綫传送 30 千赫的高频，装設三路載波电话，是在 1932 年試驗成功的。1937 年建筑了能通 150 千赫的高频架空明綫，这样一个回路，除装通一路音频和三路載波电话外，还能另通十二路載波电话。

由于电信业务量的增加，市内电话用戶較多，所以远在 1880—1900 年，即已建立了市内电綫网。早期的电话电綫是仿照电报电綫采用树胶作絕緣，在使用及經濟上都有其缺陷。1900 年后电綫制造技术大見进步，因而电綫质量与产量大增，体积日漸减小，传输性能增强，在本世紀初期开始采用的空气紙絕緣对扭式市話电綫，通话距离为六公里。其后，出現第一批紙绳絕緣星形四扭或复对式长途通信电綫，传输距离增加到 30 公里，传输頻带增加至 10 千赫。

电綫綫路单位长度的衰减比明綫大，如不在电气特性上用适当的方法来弥补这一缺点，則其通信距离将受很大限制，由于发明用人为的方法增加电綫中的电感而降低电綫的衰减后，

使电缆的通信距离有了增加，这种人工加感的方法直到现在仍有重要的意义。应当指出，长途电话线路广泛地采用电缆，则大大的借助于电子管增音机，沿电缆干线合理布置增音站，就使电缆心线直径由2—3毫米减少到0.9—1.4毫米，这样既节省了用铜量，也减少了架空线路的负荷，简化了架线的设备及方法。

随着电缆制造技术不断改进，相继达到能通60千赫、108千赫高频的12路、24路的载波电话。到现在已能装通60路252千赫的高频电话。试验装通180路电话的电缆线路，也有进展。

1930年制造成功了一种两条导线不对称的同轴电缆，1937年在线路上正式装用，这种电缆可以在几百万赫的频带内实现高频复用制，并可把电视节目传送到很远的距离（品质完善的同轴电缆其上已能传输2000多个电路或两个电视节目）。1943年敷设了附装增音机的海底同轴电缆。第一条洲际的越洋海底同轴电缆，是在1956年敷设成功的。

在使用同轴电缆的时期，无线电信已发展至微波阶段，由于它是在视距内定向直线传输，不再受外界干扰和洩密的影响，设备也较轻便，克服了在中、短波阶段无线电信的缺点。1945年前后，创造了微波接力通信技术，可以传送300兆赫以上的高频，同时通达几十、几百路电话或彩色电视节目。此外在1942年创造了雷达和传输电磁波的波导管，利用波导管来建筑线路，传送1000—30000兆赫高频，通几十万路电话，将成为可能。这样在实际上，打破了有线和无无线电信的界限。当有线通信与无线通信适当地配合时，可使通信距离达到任何长度。

解放前我国电信线路的发展简况 旧中国是半封建半殖民地的国家，电信设备是掌握在帝国主义及反动统治者手里作

为統治和压榨广大劳动人民的工具，因此，电信綫路设备沒有多大的发展。

我国采用电气通信已有八十年的历史。最早的电信綫路是1879年架設的天津到大沽的电报綫。1902年北京到天津的电话綫路开通。

1936年12月在杭州至溫州的3.2毫米銅綫上加装 E_1 式单路載波电话机。

我国自己建立的市内电话局以1903年天津为最早，其后在北京、广州等城市相继設立了市内电话网。

解放前我国电綫綫路很少，只有几个大城市才有市内电綫綫路设备，还要依賴外国的器材和技术，有的甚至直接就是帝国主义者所經營。至于长途电綫綫路，只有在个别过江地点敷設有水底电綫。

解放前，最高年，长途报話綫路也只有23.4万对公里^①，市内电话綫路只有4.65万对公里^②。解放前夕国民党反动军队潰退的时候，又拆毁和破坏了不少。

解放后我国电信綫路发展情况 在解放时反动政府所遺留下的一些支离破碎的电信设备，是简单而落后的，远远不能滿足人民的需要。解放后党和政府就提出了恢复和进一步发展电信事业的重大任务。

1950年到1952年間，集中力量建設了以首都北京为中心通达至各大行政区的全国长途干綫网，并进行了大規模的修复工作，三年中全国修复和新建的长途电信綫路超过了历史上任何时期的修建数字。此外，并建成了北京到莫斯科的国际直达有綫电报电话綫路，这条綫路长达一万公里，是世界上陆地最

注①② 均見国家統計局編“伟大的十年”上冊138頁(人民出版社出版)。

长的直达电路。

在綫路工作方面，在党和政府的教育下，綫路工作人員的政治覺悟日益提高，劳动热情不断的在增长着，因此在技术水平及在維護組織、方法等方面都有了許多的創造与改进。

1953年至1957年，我国社会主义建設的第一个五年計劃已經胜利完成，人民的电信事业也有了很大的发展，长途电信綫路已有 30.55 万对公里^③，市話綫路已有 11.55 万对公里^④，而到1958年，长市話綫路則已分別达到 36 万和 15.5 万对公里了^⑤。

随着我国农业的大发展，到1957年底，全国乡村大量发展了农村电话。1958年以来，全国电信职工，在党的领导下，高举总路綫、大跃进、人民公社三面紅旗，开展了技术革新运动，大大提高了通信質量和工作效率，創造了优良的成績，保證了各級党政領導和广大人民羣众大量增长的通信要求，适应了国民經济大跃进对通信的需要。

电信綫路今后的发展方向 在我国国民經济恢复时期和第一个五年計劃时期所完成的电信綫路工作，保證了国家在各方面的需要。同时我們发展的速度，也是任何資本主义国家所不能比拟的。

随着电信技术及工业水平的提高，电信綫路設備的应用更为广泛，而其发展也日益完善。电纜綫路在工作上的稳定度和可靠性都非常好，它是可以完成电报、电话、传真电报等各种各样的复用电信电路。因此在业务特別繁忙的长途电信綫路方面，今后将逐漸采用各种类型的电纜綫路。在市內電話网方

注③④⑤ 均見国家統計局編“偉大的十年”上册138頁(人民出版社出版)。

面，由于都市建設的日益繁荣扩展及对市容美观的需要，很多城市的架空綫路将逐漸改变为地下管道电纜設備。

我国幅員辽阔，需要有多种类的电信綫路配合运用。虽然电纜綫路设备将有广泛发展，但架空明綫仍然有很大的重要性。在需要电路較少距离較长的綫路，架空明綫綫路设备比电纜綫路要經濟些，由設計到施工的时间也短些，今后还需要新建若干明綫綫路。农村电话和郊区电话网的架空綫路还是需要的。我們在扩建与新建綫路的同时，还必需在整理改进現有綫路設備和提高其利用率方面进行巨大的工作。

目前，我們的电信网路設備还不能做到充分滿足国家和人民的需要，我們相信在党的正确领导下，只要埋头苦干，奋发图强，自力更生，經全体綫路工作人員的努力，我們必将在綫路器材的制造、綫路設計施工与維護、以及发展多路应用等各方面，不断取得更大的成績。

• 我們在建設与維護綫路設備的时候，要牢牢記住党关于勤俭建国的号召，鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社会主义的总路綫。

§ 1.2 电信綫路設備的种类

电信綫路按照业务分类 电信綫路按照业务的性質分为市内电话綫路、长途电信綫路和农村电话綫路三种。市内和农村电话，又为完成长途电话的首尾环节，三者組成有綫电信网。因此它們之間必須密切配合，才能更好地完成通信任务。

电信綫路按結構分类 通常可分为两大类，一为架空明

线，一为电缆线路。

架空明线，是沿着一定的路线，每隔适当距离竖立电杆，把裸体的有色金属线或镀锌钢线，架设在电杆上的弯螺脚或线担的直螺脚上，一根电杆上可以架设很多对的线条，成为很多传送电信的电路。

电缆线路按照敷设地点的情况，可以分做架空电缆线路、地下电缆线路和水底电缆线路三种。架空电缆亦如明线一样，系以钢绞线将电缆挂设在电杆上，有时一条杆路上既设有明线又设有电缆。地下电缆线路是将电缆埋设在地面下，它的建筑方法又分为直埋式与管道式二种。水底电缆线路简称水线，是将特种构造的电缆沉放在水底，如过江或过海的线路。

有线电信回路的种类 传输电话、电报等的线路，通常是由两条导线来完成。在实际应用上有下列几种回路。

(1) **单线**：是用一条导线再利用大地作为另一导线而成的回路，人工电报通常是采用这种回路。在某种情况下也有利用单线回路通话的，惟串杂音影响很大，应该尽量改善。

(2) **双线**：是最基本的电信回路形式。

(3) **幻象回路**：前已言及，是利用原有一对话线，装上转电线圈，以构成第二回路，则这对线，既可以通话，同时还可通电报。利用两个双线回路，装上转电线圈，可以构成第三个电话回路。但原有的两对线必须平衡，才能得到满意的结果。

(4) **三线**：三线回路是双线回路另加控制信号的导线一条组成的，在某种市话中继电缆线路中采用。

(5) **四线**：四线回路实质上是两个双线回路，分别传输来话和去话的电流。这样做的目的，是为了减少回路间的串话干扰，在长途载波电缆线路中常采用这种形式。

§ 1.3 架空明綫的等級和气象負荷区的划分

架空明綫的等級 由于綫路使用目标的不同，它对政治、經濟、国防和国际通信的重要程度就有分別。我国邮电企业的架空明綫，根据其作用分为下列三級：

(1) **一級綫路**：首都至各省会、自治区首府、中央直轄市及其相互間的主要綫路；此外还包括首都至重要工矿城市、海港的綫路；首都通达国外的国际綫路，及由邮电部指定的国防綫路和其他国际綫路。

(2) **二級綫路**：各省省会、自治区首府至各县及各县相互間的綫路，以及相邻两省或自治区的县間綫路。

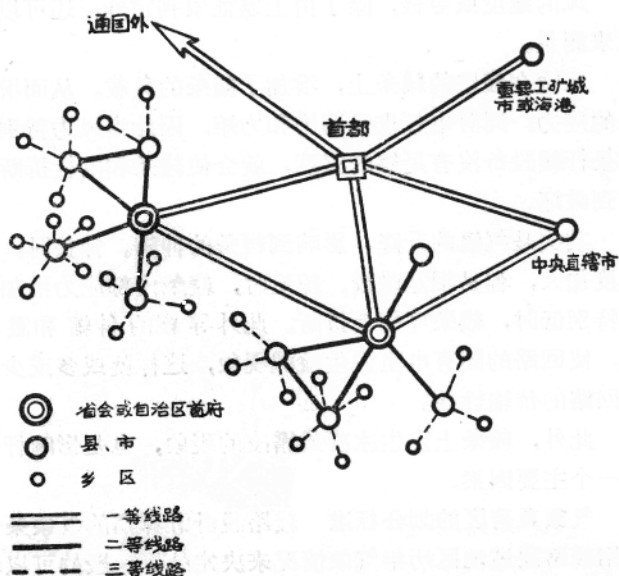


图 1.1 架空明綫的等級

重要工矿地区的农村电信线路按二级线路考虑。

(3) 三级线路: 县至县境内的农村电话线路。

市内电话的架空线路, 一般的列入三级线路范围内。

气象情况对电信线路设备的影响 架空线路不论架设在市内或野外, 电杆和线条都要承受一种重量和张力, 这种承受的重量和张力, 称为负载或负荷。电杆除了承受因本身重量产生的负载外, 当架设线条后, 还受有线条张力的负载。这种负载还直接受气候变化的影响, 因此杆线的负载随着季节气候和地区情况的不同而相差很大。

首先是风, 它是空气对流形成的, 根据空气流动的速度, 分成十二级, 如表 1.1 所示。

风的速度或等级, 除了由上述征象判定外, 还可以用风速仪来测量。

风吹在线路的线条上, 增加了线条的负载。从而增加了线条的应力; 同时电杆也受到力和力矩。因此当风力特别大时, 如果杆线设备没有足够的强度, 就会使线条和电杆折断, 通信受到破坏。

其次是气温的升降, 影响到线条的伸缩。伸长时, 线条的垂度加大, 容易相互碰绞。缩短时, 线条内部应力增加, 当气温特别低时, 线条可能会折断。此外导线的伸缩和温度的升降, 使回路的固有电阻发生增减现象, 这样就或多或少地影响了回路的传输性能。

此外, 线条上发生冰凌或霜凌的现象, 也是影响杆线强度的一个主要因素。

气象负荷区的划分标准 线路设计计算用的气象条件, 是根据线路通过地区历年气象情况来决定的。一般的可以根据每十年或五年内重复发生一次的最大气象组合负载来计算。我们