



中等专业学校教学用书

长途电信 架空明线线路

原编者：武汉邮电学院线路教研组

审校者：邮电院校长途电信架空明线线路教材选编组

人民邮电出版社

内 容 提 要

全书共分十二章，对长途电信架空线路的设计、建筑和維護等方面的知識，以及有关的理論基础和計算方法，作了系統和必要的說明与闡述，而以回路間的干扰和抗干扰以及电气防护等方面为重点。

本书适用于邮电中等专业学校长途电话专业线路专门化，可作为长途电信线路課程教材的一个組成部分，也可作为中級电信技术人員的自学参考讀物。

序 言

自 1958 年以來，在黨的總路綫、大躍進和人民公社三面紅旗光輝照耀下，我國郵電事業和郵電教育事業都有了巨大的發展。本書是為了適應目前郵電中等專業學校教學的需要，根據各郵電院校近年來教學改革的經驗而編寫的。

本書適用於郵電中等專業學校長途電話專業綫路專門化，可作為長途電信綫路課程教材的一個組成部分，也可作為中級電信技術人員的自學參考讀物。

全書共分十二章，對長途電信架空綫路的設計、建築和維護等方面的知識，以及有關的理論基礎和計算方法，作了系統和必要的說明與闡述。由於現階段電信綫路的發展趨勢是以提高复用頻率和傳輸質量為主，故本書則以回路間的干擾和抗干擾以及電氣防護等方面為重點。同時作為一本教材，宜求重點突出、敘述精練，故本書並未羅列有關長途電信架空綫路的全部規定和規程，僅就其主要方面作了必要的說明與論述。

本書初稿係由武漢郵電學院綫路教研組集體編寫，並在武漢郵電學院負責主持下，經郵電院校長途架空電信綫路教材選編組，以該初稿為基礎進行校核修訂和補充而成。

參加初稿編寫的武漢郵電學院教師為陶作民、岑文青、彭新安、潘崇豪等同志。

參加校核修訂的教材選編組成員是：武漢郵電學院教師陶作民、岑文青；西安郵電學院教師韓光春；鄭州郵電專科學校

教师刘广典、胡书金；湖南省邮电学校教师张再生等同志。

参加本书繪图工作的还有武汉邮电学院教材制图小組部分教师。

由于水平有限，审編時間短促，錯漏之处在所难免，尚希有关教师及讀者积极提出意見，以便今后修訂提高。

1962年4月

目 录

序 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 长途电信网的組成	6
§ 1.3 架空明线线路的等級划分	9
§ 1.4 架空明线气象負荷区的划分	9
第二章 架空明綫的器材	13
§ 2.1 架空明线的线条	14
§ 2.2 隔电子	21
§ 2.3 线担	26
§ 2.4 其他鍍鋅鋼质器材和鋼质另件	28
§ 2.5 电杆概述	32
§ 2.6 常用电杆的型式	34
§ 2.7 木杆的防腐	37
第三章 电话回路間相互串扰和回路交叉	42
§ 3.1 未交叉回路間干扰的基本概念	43
§ 3.2 未交叉回路間的近端串音	46
§ 3.3 未交叉回路間的远端串音	56
§ 3.4 串音衰减和串音防卫度的标准	59
§ 3.5 减少串音的措施及回路交叉的基本概念	62
§ 3.6 交叉回路間的近端串音	70
§ 3.7 交叉回路間的远端串音	89
§ 3.8 我国現行的交叉制式	114
第四章 电信綫路对外界电磁場影响的防护	157
§ 4.1 强电流线路对电信线路影响概述	157
§ 4.2 中性点絕緣三相輸电线路对电信綫的感应电位	162

§ 4-3	中性点绝缘输电线路对电信线的干扰影响	168
§ 4-4	中点接地输电线路的磁影响及其防护	174
§ 4-5	放电器分布设计和装置	181
§ 4-6	对雷电影响的防护	189
§ 4-7	对音响冲击、磁暴、砂暴的防护	196
§ 4-8	接地装置和接地电阻的计算	199
第五章	进局线路及其装置	207
§ 5-1	进局线路的特点	207
§ 5-2	串音的途径和串音衰减标准	208
§ 5-3	防止串音的措施	209
§ 5-4	高频载波线对中途进局问题	217
§ 5-5	引入装置	218
第六章	架空明线杆线强度的计算	222
§ 6-1	导线的比较	222
§ 6-2	导线垂度的计算	227
§ 6-3	导线的应力与温度及负载的关系	229
§ 6-4	导线的安装垂度	231
§ 6-5	导线的振盪及防止方法	236
§ 6-6	电杆的计算	237
§ 6-7	电杆埋深计算	249
§ 6-8	拉线的计算	251
§ 6-9	几种特殊拉线的分析	257
§ 6-10	撑木概念	259
§ 6-11	电杆根部的加固装置	261
§ 6-12	抗风及防凌的措施	265
第七章	跨越装置	269
§ 7-1	跨越装置的类型和一般要求	269
§ 7-2	长杆档和一般跨越杆的建筑特点	270
§ 7-3	飞线跨越装置的特征和电杆的配置	276

§ 7.4 飞线的导线和垂度	283
§ 7.5 飞线线担上的装置和設有空中交叉注意事項	294
第八章 架空明线的測量	297
§ 8.1 线路勘测的过程	297
§ 8.2 路线的选定	300
§ 8.3 情况調查与資料收集	302
§ 8.4 标杆測量的工具与組織	305
§ 8.5 直线段的測量	308
§ 8.6 角杆与拉线的測量	311
§ 8.7 河谷寬度与高度測法	318
§ 8.8 坡度变更的測法和杆高的配置	322
§ 8.9 經緯仪在线路測量中的应用	328
§ 8.10 小平板仪在线路測量上的应用	343
第九章 架空明线的建筑	358
§ 9.1 线路建筑概論	358
§ 9.2 杆路核測和掘洞	359
§ 9.3 装杆	364
§ 9.4 立杆	375
§ 9.5 电杆的接合	380
§ 9.6 装置拉线和撑木	382
§ 9.7 号杆	392
§ 9.8 放线	395
§ 9.9 紧线	401
§ 9.10 线路建筑施工程的质量要求	418
§ 9.11 施工組織和生产机械化	421
第十章 架空明线的维护和修理	425
§ 10.1 架空明线維修工作的任务和組織	425
§ 10.2 障碍种类和維修工作分类	428
§ 10.3 木杆的检查及修理方式的決定	434

§ 10·4	木杆的截裁及加做帮桩	436
§ 10·5	木杆和线担的更换	440
§ 10·6	线条的修理	445
§ 10·7	改装交叉工作	449
第十一章	农村电话和有綫广播网的概念	458
§ 11·1	农村电话网的构成	458
§ 11·2	规划农村电话网的原则和农村电话线路的特点	461
§ 11·3	有线广播网的构成	466
§ 11·4	有线广播网的各种电气标准	472
§ 11·5	农村电话网和有线广播网的综合运用	477
第十二章	架空明綫的设计	487
§ 12·1	设计阶段和对设计的要求	487
§ 12·2	初步设计和工程概算	491
§ 12·3	技术设计和工程预算	496
§ 12·4	施工图的编制和定型图纸的采用	500

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 在我國社會主義事業一日千里的躍進中，郵電企業為傳達黨和政府的政策法令，以及為不斷增長的工農業生產、商品交流和人民物質文化生活需要而工作着。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就說明了電信在社會主義社會里的意義。

在電信事業中，有綫電通信具有它的優點，例如在穩定可靠、保密、避免外界干擾及氣候等影響方面都能有比較滿意的效果，而且有綫電通信對電報、電話、傳真、廣播、電視、在相當長的距離內都能傳輸。

電信綫路是有綫電通信中的重要而不可少的組成部分。電信綫路包括有架空明綫與電纜兩大類。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，如何來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，有遭受外力損害和發生障礙的可能性，一旦發生障礙，需要儘快地排除。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。為此，綫路工作人員應在理論上學習與發展現有電信綫路的技术；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，來滿足有綫通信對綫路設備提出的嚴格要求。

^① 見“列寧全集”第廿七卷，第285頁，人民出版社出版。

电信綫路的发展过程

1832年电报发明后，最初是通过絕緣導綫来传输信号电流的，至1844年开始利用架設在电杆上的裸導綫（架空明綫）来传输。

1876年电话发明后，不久就利用架空明綫在城市内通話。随后則运用于城市与城市之間的长途电话通信。

在初期，綫路設備都是架設在弯螺脚上的鋼綫单綫回路，即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。但随着社会的发展，在电信方面同一杆路導綫的条数加多了，通信距离也增长了，而电力方面，城市的电力网路也在增长着，长距离的高压交流輸电网也日益发展，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。大約在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須采用双綫回路，并开始施行導綫交叉，以减除干扰。在采用鋼綫作導綫的情况下，要增加通信距离在多数情况下需要加大導綫的直径，而導綫綫径的增大是有限度的，且粗的導綫直径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導綫即銅綫和鋁綫。

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

因为綫路在有綫电信設備中占用的投資比例較大，所以提高綫路設備的复用率是电信技術人員很早就致力研究的問題。在載波通信未发明以前，最初的复用办法是采取在同一回路上电报电话組合通信的方法。其次，幻象电路也很有价值，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

以構成第三個電話電路。和幻象電路相對的原有的電路，叫做實綫電路。這些方法（尤其是幻象電報電路）直到現在仍然在被繼續採用着。

為了延長通信的傳輸距離，1900年創造了綫路的加感措施，即在綫路上每隔若干相等距離安裝一個具有適當電感量的電感綫圈，使綫路每公里的衰減大大地減少，相應地增加了通信距離。1915年利用電子管製造了電話放大器（增音機），將它適當地安裝在綫路中沿綫各點，就使通信距離更加延長了。

為了進一步提高綫路設備复用率，以後又在電信綫路中傳輸高頻電流，這樣在同一回路中，便能傳送很多路電話，並且還可傳輸其他各種電信，使綫路設備能更好更經濟地使用，於是，有綫電信就開始進入高頻通信階段。

為了使電信綫路的使用效率更加提高，自1930年起長途電信專家們進一步努力研究多路复用制，綫路傳輸的頻帶就大大地加寬。架空明綫傳送 30 千赫的高頻電流，裝設三路載波電話，是在 1932 年試驗成功的。1937 年建築了能通 150 千赫的高頻架空明綫，這樣一個回路，除裝通一路音頻和三路載波電話外，還能另通十二路載波電話。

由於電信業務量的增加，明綫綫路架設的導綫也日益增加，但明綫綫路即使採用綫担，其容量仍是有限的。同時架空明綫的通信頻率如果再提高到 200 千赫時，回路間的相互干擾將增大，並容易受到無線電電波的干擾，而且在導綫上有冰凌時，高頻頻帶的衰減顯著增加，以致使這一部分頻譜的電路不能通話。因此在目前看來，明綫綫路的容量在超過一定限度後是不經濟的，而且在施工，維護技術上也增加很多困難。

隨着電纜製造技術不斷改進，相繼達到能通 60 千赫、108 千赫高頻的 12 路、24 路的載波電話。到現在已能裝通 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行高频复用制，并可把电视节目传送到很远的地方（品质完善的同轴电缆其上已能传输1900多个电路或两个电视节目）。

在1942年创造了雷达和传输电波的波导管，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。

解放前我国长途电信线路的发展概况 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的手里作为统治和压榨广大劳动人民的工具。因此，电信线路设备就不可能有多大的发展，而且，处处表现出帝国主义者的侵略本质和反动统治者与侵略者的勾结。

我国采用电气通信已有八十年的历史。最早的电信线路是1879年架设的天津到大沽的电报线。1902年北京到天津的电话线路开通。

1936年12月在杭州至温州的3.2毫米铜线上加装 E_1 式单路载波电话机。

解放前，在1936年是国民党反动政府电信设备数量最多的年份，那时，长途报话线路也只有18万对公里，市内电话容量只有19万。以后经过战争，在反动军队溃退的时候，又拆毁和破坏了不少电信设备和机器。

解放后我国长途电信线路发展情况 在解放时反动政府所遗留下的一些支离破碎的电信设备，是简单而落后的，远远不能满足人民的需要，因此，提出了恢复和进一步发展电信的重大任

务。这个艰巨而复杂的任务，在党和人民政府的领导下，经过全国电信职工的辛勤劳动已经胜利地完成了。

到1952年为止短短的三年中全国修复和新建的长途电信线路超过了历史上任何时期的修建数字。

自1958年以来，在党的总路线、大跃进、人民公社三面红旗照耀之下，我国电信事业有了飞跃的发展。在线路技术和理论方面，例如明线交叉设计和电缆平衡的理论水平，有了很大的提高。由此许多省内电信线路，经改造后开通了12路载波。

电信线路今后的发展方向

随着电信技术及工业水平的提高，电信线路设备的应用更为广泛，而其发展也日益完善。电缆线路在工作上的稳定性和可靠性都非常好，它可以完成电报、电话、传真电报等各种通信。因此在业务特别繁忙的长途电信线路方面，今后将逐渐采用各种类型的电缆线路。

我国幅员辽阔，需要有多种类的电信线路配合运用。虽然将来电缆线路设备要广泛发展，但架空明线仍然有很大的重要性。在需要电路较少距离较长的线路，架空明线线路设备比电缆线路要经济些，由设计到施工的时间也短些，今后还需要新建若干明线线路。县内电话和郊区电话网的架空线路还是需要的。

1958年5月中共八大二次会议指出：“在全国范围内建立一个以现代工具为主的四通八达的运输网和邮电网”。这是我們邮电职工今后的奋斗目标。

目前，我們的电信网路设备在质与量方面都还不能充分满足国家和人民的需要，我們相信在党的领导下，在全体工作人员的努力下，认真贯彻调整、巩固、充实、提高的八字方针，

我們必將在線路的維護設計與施工、以及發展多路應用等各方面，迅速達到科學和技術上的先進水平。

§ 1.2 長途電信網的組成

長途電信網的組織原則 為了適應黨和國家的政治、經濟、文化、國防和廣大人民對通信的需要，電信系統應該利用有線電信及無線電信，構成一個全國長途電信網，以使全國各城市之間甚至各農村之間都能接通長途電話。這個電信網除應符合傳輸要求，保證通話清晰，使用戶滿意外，還能調度靈活，轉接次數不多，以便即使在某一電路中斷時，通信不致全部中斷，而仍能適應通信的需要（這一個對首都至各重要城市間的通信尤為重要）。同時也要符合建設費用經濟，維護費用節省的要求。

長途電信網的組成有三種方式，即直達式、輻射式和混合式。

直達式通信網，是使每個長途電信局之間都建立起直達電路群來（圖1.1）。這樣的組織，各局間都有直達電路，不需要轉接，在個別電路發生障礙或業務量過大時，可由其他電路群轉接，因之非常靈活可靠。但直達電路群太多，投資很大，僅

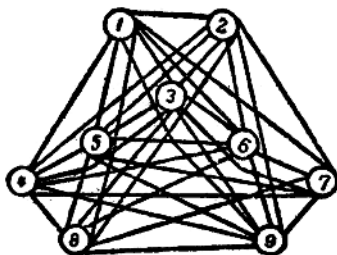


圖 1.1 直達式通信網

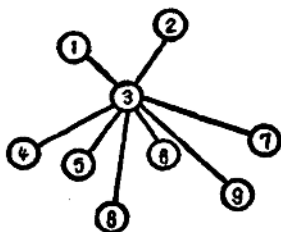


圖 1.2 輻射式通信網

适用于业务量很大的重要城市之間。

輻射式通信網，就是所有各局都和一個中心局開放直達電路。任何一個局要和其他各局通話，都要經過這個中心局轉接（圖1·2）。這種方式的電路群數比第一種方式少，在建設費用上很經濟。但除與中心局通話外，都要經過一次轉接，降低了服務質量。如果電路發生障礙，通信不能靈活調度，尤其是中心局發生障礙，則整個通信完全中斷。由於上述原因，這種輻射式通信網適宜於業務量很少，通信中斷影響不太大的地區，例如專署所在地至各縣及縣以下的農村通信網。必須指出，由於技術的不斷發展，地下長途電纜和微波接力通信均不易中斷且可復用很多電路，而輻射式通信網的電路比較集中，宜於採用高頻多路載波機和自動立即接通制，因此這種方式，今後也可能適用於大城市之間。

混合式通信網，就是由直達式和輻射式混合起來所組成。這種方式是將一個地區分為若干小區，每個小區內選一個中心局，在各中心局之間採用直達式，中心局至小區內各局之間採用輻射式（圖1·3）。這種方式需用的綫路條數（或電路群數）和輻射式相近似，比直達式少許多（圖1·1為36條，圖1·2為8條，圖1·3為9條），而且每條電路的長度又比輻射式短。因此混合式是最經濟的一種方式，可以適用於大範圍以內的長途電信網。這種方式雖然在中心局間兼有直達式的優點，但在某些局間通話，仍需要經過兩次轉接。但如果需要經過兩次轉接才能通話的次數並不多時，這種缺點的影響也不致很大。故一般全國電信網均採用這種方式。

我國長途電信網的構成 我國長途電信網也是採用混合式。我國現將長途中心局分為省間中心、省中心、縣間中心、縣中心等四級，故稱為四級匯接輻射制。圖1·4為我國長途電

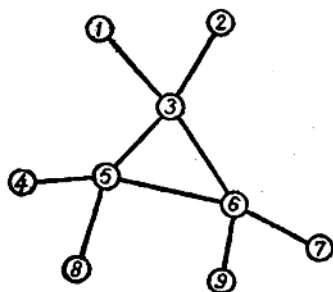


图 1-3 混合式通信网

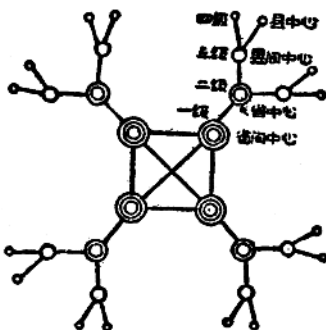


图 1-4 我国的四级长途电信网

信网构成方式图。省间中心局是几个省和自治区共同的总中心局。省中心局是一个省（或自治区）的省内电信总中心局，一般设在省会所在地或相当于省会的重要工业城市和国防港口。县间中心局是一个专署所辖各县的共同中心局，一般设在专署所在地。县中心局即是设在县城的长途电信局。县以下的局一般为农村电话分局，不属长途电信网的范围。

省间中心局之间的通信电路均为直达式。省间中心局至辖区内的各省中心局，应当至少有一路直达电路。省中心局与省中心局之间（主要相邻省间中心局之间）必要时可开放直达电路。由省中心局至各县间中心局均采用辐射式，除非在必要时，两相邻的县间中心局之间才开放直达电路。县间中心局至县中心局则一律采用辐射式网络。这样构成的四级长途电信网，在任何两县中心局间相互通话，不会超过六次转接。

长途电信网、市内电话网及农村电信网三者就组成了全国电信网，可以使任何电话用户之间均能相互通话。

§ 1.3 架空明綫綫路的等級划分

長途電信綫路既是構成全國通信網的主要組成部分，因此對其機械強度和電氣性能應有一定的要求，以保證電路的暢通和可靠。由於電信網中每一段綫路的重要性並不一致，為了合理使用建設資金和經常維護費用，故將架空明綫綫路按其通信重要性的不同而分為三級。

1. 一級綫路——包括首都至各省省會（或自治區首府）、中央直轄市，以及各省省會、中央直轄市相互間通信的電信綫路；首都至各重要工礦城市、海港的綫路；首都通達國外的國際綫路；以及由郵電部指定的國防綫路和其它國際綫路。

2. 二級綫路——各省省會（自治區首府）至各縣及各縣相互間的綫路，以及相鄰兩省或自治區的縣間綫路。

3. 三級綫路——縣至縣境內各農村郵電支局、人民公社、生產大隊、國營農場等的電信綫路，亦即農村電信綫路。市內電話的架空綫路，一般也列入三級綫路。

如果某一條杆路上既掛有省會到縣的回路，又掛有省會到首都的回路時，則按一級綫路來考慮。總之，同時具備兩種等級的綫路應按較高的等級處理。

上述第一和第二級綫路統稱為長途綫路。長途綫路的杆路建築標準要比三級綫路高。第一和第二級綫路的建築規格，一般講來是一致的，只在某些規定上稍有不同（如電力綫的交越角度等），但在維護上則對第一級綫路更要加強些。

§ 1.4 架空明綫氣象負荷區的划分

架空綫路是否有足夠的機械強度，與所經過地區的氣象條件有密切的關係。