



中等专业学校教学用书

市内电话线路

(下 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

(下 册)

原編者：南 京 邮 电 学 院 线 路 教 研 組

审校者：邮电院校市内电话线路教材选編組

人 民 邮 电 出 版 社

1 9 6 2

內 容 提 要

本书下册的主要内容是讲述市内电话线路设备的建筑、维护等方面的理论知识、实际操作及一般的设计、计算方法。适于作邮电中等专业学校市话专业的教学用书，也可供一般市内电话线路技术人员进修参考之用。

市內电话綫路（下册）

原編者：南京邮电学院綫路教研組
审校者：邮电院校市內电话綫路教材选編組

出版者：人民邮电出版社
北京东四6条13号

(北京市书刊出版业营业許可証出字第〇四八号)

印刷者：北京邮票厂

发行者：新华书店

开本 787×1092 1/32

1962年11月北京第一版

印张 8 16/32 頁数 136 插頁 1

1964年12月北京第三次印刷

印刷字数 197,000 字

印数 2,001—3,200 册

統一书号：K15045·总1326—有298

定价：(科4) 0.95 元

目 录

第一章 电 纜 的 构 造	(1)
§ 1·1 电 信 电 纜 线 路 的 功 用 和 分 类	(1)
§ 1·2 市 話 电 纜 的 构 造	(3)
§ 1·3 市 內 电 話 电 纜 的 类 型	(9)
§ 1·4 市 話 电 纜 的 电 气 参 数	(13)
§ 1·5 聚 氯 乙 烯 电 纜	(17)
§ 1·6 长 途 电 信 电 纜 的 构 造	(20)
第二章 市 內 电 話 网 的 配 线 設 备 与 配 线	(26)
§ 2·1 概 說	(26)
§ 2·2 电 纜 配 线 設 备: 交 接 箱、分 线 箱、分 线 盒	(28)
§ 2·3 复 接 配 线	(32)
§ 2·4 补 助 配 线	(37)
§ 2·5 交 接 配 线	(40)
§ 2·6 交 接 箱 的 装 置 地 点 及 其 容 量 的 确 定	(53)
§ 2·7 划 分 交 接 区	(55)
第三章 电 纜 管 道	(56)
§ 3·1 电 纜 管 道 的 組 成	(56)
§ 3·2 管 筒 的 类 型	(57)
§ 3·3 人 孔 和 手 孔	(61)
§ 3·4 混 凝 土	(66)
§ 3·5 电 纜 管 道 的 路 由	(70)
§ 3·6 管 道 的 坡 度 和 埋 深	(71)
§ 3·7 电 纜 管 道 的 段 长	(72)
§ 3·8 电 纜 管 道 的 測 量	(75)
§ 3·9 管 道 施 工 图	(79)
§ 3·10 电 纜 管 道 的 建 筑	(81)

第四章 地下電纜的敷設	(83)
§ 4-1 敷設管道電纜的准备工作	(83)
§ 4-2 管道電纜的布放	(86)
§ 4-3 管道電纜的撤除	(88)
§ 4-4 埋式電纜的敷設	(90)
第五章 架空電纜的敷設	(94)
§ 5-1 電纜吊線的架設	(94)
§ 5-2 掛鈎和掛帶的安裝	(102)
§ 5-3 電纜的布放	(104)
§ 5-4 電纜線路的長杆檔建築法	(106)
§ 5-5 架空電纜的拆除	(107)
第六章 水底電纜的敷設	(109)
§ 6-1 水線的採用	(109)
§ 6-2 水線路由的選擇與測量	(110)
§ 6-3 水底挖溝	(113)
§ 6-4 水底電纜的敷設方法	(115)
§ 6-5 水線在岸上的固定和保護設備	(120)
第七章 市話電纜的接續與安裝	(121)
§ 7-1 接續封焊工作的要求及其需用的器材	(121)
§ 7-2 不良線對的調查	(122)
§ 7-3 電纜心線的接續	(124)
§ 7-4 電纜接頭的封焊	(129)
§ 7-5 鎧裝電纜的接續和安裝	(130)
§ 7-6 聚氯乙烯電纜的接續	(133)
第八章 市話電纜的引入裝置	(134)
§ 8-1 電纜線路引入局所	(134)
§ 8-2 電纜進線室的引入裝置	(137)
§ 8-3 進局電纜和局內電纜的接續	(140)
§ 8-4 電纜在配線設備上的連接	(144)

§ 8-5 用户线的引入和用户话机的安装	(146)
第九章 市话电缆的加感	(151)
§ 9-1 加感的目的与方法	(151)
§ 9-2 加感电缆线路的参数	(153)
§ 9-3 市话电缆的加感程式	(157)
§ 9-4 市话电缆加感程式的应用	(159)
§ 9-5 聚氯乙烯电缆的加感	(165)
§ 9-6 加感箱的构造及装置	(166)
§ 9-7 负阻抗增音机的采用	(168)
第十章 市话电缆的平衡	(170)
§ 10-1 平衡的目的	(170)
§ 10-2 电容耦合	(171)
§ 10-3 电容不平衡	(172)
§ 10-4 电容耦合与串音衰减的关系	(173)
§ 10-5 电缆的平衡法	(175)
§ 10-6 平衡的程序	(181)
§ 10-7 市内加感对式电缆的平衡	(184)
§ 10-8 安装平衡电容器铅套管	(187)
第十一章 电缆的防蚀	(188)
§ 11-1 电缆腐蚀的种类和原因	(188)
§ 11-2 漏洩电流的来源和电蚀的形成	(191)
§ 11-3 电车网上减少漏洩电流的一般措施	(192)
§ 11-4 电缆网上采取的防蚀措施	(194)
§ 11-5 漏洩电流的测试	(201)
第十二章 市话电缆的维护与修理	(207)
§ 12-1 市话线路的维修工作	(207)
§ 12-2 电缆障碍的种类及其发生原因	(208)
§ 12-3 电缆的气压维护	(208)
§ 12-4 电缆的修理	(224)

§ 12·5	配线设备的修理	(227)
§ 12·6	电纜管道的修理	(228)
§ 12·7	电纜改接	(231)
第十三章	市内电话网线路设备的设计	(235)
§ 13·1	市内电话网设计概說	(235)
§ 13·2	局址的确定	(239)
§ 13·3	主干电纜設計	(245)
§ 13·4	配线电纜設計	(250)
§ 13·5	用戶线路和中继线路电纜线径的决定	(252)
§ 13·6	杆路設計	(258)
§ 13·7	线路割接	(259)
§ 13·8	市話线路设备文件的編制	(263)

第一章 電纜的構造

§ 1.1 電信電纜線路的功用和分類

電信通信在社會主義建設中，對發展國民經濟，鞏固國防力量，加強黨和國家的領導，以及對於人民羣眾的物質文化生活等方面都具有很大的重要性。隨着社會生產力的發展，人民生活的提高，都要求有完善的電信通信工具。電纜線路就是適應這種要求的現代化的電信線路設備。

電纜是由許多互相絕緣了的細導線，按照一定的扭絞規律，集合在一根圓管形的鉛的（或塑料的）包皮內而構成的。電纜線路具備下列優點：（1）通信穩定——由於電纜鉛皮的保護作用，電纜內電路可不受或少受外界天氣變化和電氣干擾等的影響，因而它的電氣特性比較穩定，通信質量良好，尤其是在傳輸高頻電話時，這種優越性更為顯著；（2）電路容量大——由於電纜技術的改進，市內電話電纜對容量已達2000多對；長途電纜傳輸頻帶已達數十兆赫，即使在容量較小的 (4×4) 或 (7×4) 的長途電纜中，設置 K-60 型載波電話機後，採用雙纜制也可組成 480 個或 840 個電路；而在同軸電纜中則可組成更多的電路；（3）經濟——因為電纜可容納的電路容量大，並且採用較細導線，故在電路超過一定的數量後，採用電纜線路即較經濟；（4）安全——電纜線路可以敷設在地下，所以能防止自然的和人為的損害，這對保證通信暢通和安全均有重大意義；（5）使用年限長。

電纜線路的缺點在於建設時初次投資較大，同時建築比較困難、費時。

电缆可以用来传输电话、电报、传真电报、电视以及广播节目等。

电缆线路按照业务的性质，可分做市内电话、长途电信和农村电话电缆线路三种。按照建筑方式，它们又可分做架空、地下和水底电缆线路三种。

电缆线路由以下三部分组成：**电缆本身、电缆附属设备和线路建筑物。**用来连接各段电缆或把它引出、终结的装置叫做附属设备，如铅套管、接续箱、分线箱、交接箱、接头排等。线路建筑物是用来敷设和支持电缆、配置和安装附属设备的，如管道、电缆进线室、水线房、电缆杆等都是线路建筑物。

随着市内电话业务的发展，市话用户日渐增多。城市中市内电话局的出局线路，常常是几百对，几千对，甚至超过万对，同一路由的线对，也常常有几百对，几千对。在这种情况下，如果仍采用架空明线，不论在建筑上和维持上都将极为困难，甚至不可能。同时，在城市里又受到了空间及其它条件的限制也不允许架设过多的架空线路，所以，目前的市内电话线路上，不仅已绝大部分采用电缆线路，而且将逐步地走向地下电缆线路化，以免占据街道的有效地位和妨碍都市的美观。

在长途电信方面，由于业务的发展，也要求有足够的电路和良好的通信质量。架空明线上载波电路的利用，初步解决了这个问题。但是，架空明线极易受到自然的和人为的危害；同时，它又容易受到天气变化和输电线、强力无线电波等电气干扰的影响，不能保证通信质量。此外，根据目前技术条件，架空明线的传输频带仅达 150 千赫，因而，在某些业务量较大的主要干线上，就不能满足需要。由于电缆线路具备了上述的特点，所以，长途干线线路在业务发展的要求和投资可能等条件下，也将逐步采用电缆线路。

农村電話綫路亦如此，当业务量很大时，采用電纜綫路也就成为必要了。

§ 1·2 市話電纜的構造

電纜的导体 電纜的导体一般是由标准銅制成，但在需要减低電纜重量或銅供应不足的情况下，則可由标准鋁制成。标准銅是純粹的**電解銅**，經過热的軋延和冷的抽拉，然后制成軟銅綫。

市話電纜用的銅綫綫径有 0.32、0.4、0.5、0.6、0.7 毫米数种；如用鋁制成，則其綫径应为上述銅綫綫径的 1.28 倍，才能获得与銅心綫相同的电气参数。

在市話网里，应根据用戶綫路长度和傳輸要求，选择适当心綫直径的電纜。

電纜心綫應該完全光滑，而且沒有裂痕和焊接。为了使綫对的电阻不平衡不超过規定值 (0.5—1%)，因此对导体截面的均匀性要求很严，这一点对高频通信電纜尤为重要。

心綫的絕緣 市話電纜用的絕緣材料有紙、棉紗、絲和聚氯乙炔塑料等。

由于紙的价格低廉、靜电容量較小，富有柔韌性，故广泛地采用紙作为市話電纜的絕緣材料。絕緣用的紙是由沒有漂白过的木质硫酸盐或碱性的化学紙浆制成的。要有均匀的质量和厚度，不应含有金屬、淀粉和其他有吸湿性的杂质，含灰分和碱不得超过 1% 和 0.05%，盐类水溶液也应严格限制，否則将影响紙的介质特性，降低絕緣性能。

市話電纜心綫絕緣的方式有紙卷式和紙浆式两种。如图 1·1 所示。紙卷式是把紙帶斜卷在心綫的外围，作成 1—2 层的空管子。紙浆式是心綫被多孔的紙浆包围，这种方式适宜大量制造，

故今后的市话电缆将多为纸浆式。

心线的组合 在电信电缆中,为了避免回路间的相互影响,要把绝缘心线扭绞成组,做为电缆构成元件。目前,市话电缆心线组的构造有下列几种:

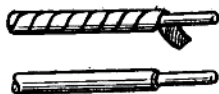


图 1-1 市话电缆的绝缘方式

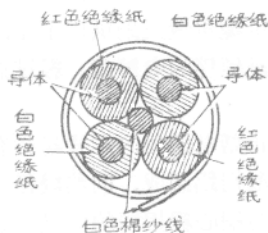


图 1-2 星型四线组横截面

(1) **对扭式**: 由两根绝缘颜色不同的心线按照一定的扭距扭绞在一起而构成的。在对扭式电缆里通常采用的扭距在60—100毫米范围内,最大不超过250毫米。

(2) **星型四线组**: 将四根心线平行排列,或以棉线(或纸绳)做中心,在其周围平行排列四根心线,同色心线排在对角线上,一同按照一定的扭距扭绞,并用棉纱疏松地缠卷,即构成星型四线组。星型四线组横截面如图1-2所示。

将单根心线扭绞成组后,其外接圆直径、线组有效直径和单根心线直径(d_1)间的关系如下:

对扭式: 外接圆直径 $=2 d_1$; 线组有效直径 $=1.65 d_1$ 。

星型四线组: 外接圆直径 $=2.41 d_1$; 线组有效直径 $=2.2 d_1$ 。

电缆心线扭绞的目的主要是为了减少电缆内各回路间的串话干扰。在原则上,电缆心线的扭绞和明线的交叉相似,后者是在一点上变换线条的位置,而前者则是沿电缆均匀地转换导

綫位置。

電纜回路間的互相干擾及電磁耦合係數，決定於心綫間的相互位置。對扭式和星型四綫組回路間的相互位置如圖 1·3 所示。

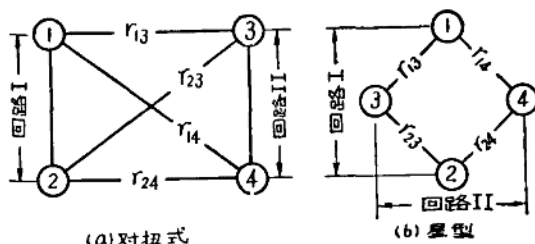


圖 1·3 干擾回路和被干擾回路的相互位置

電容及電感耦合係數可用下式表示：

電感耦合
$$m = N_1 \ln \frac{r_{14} r_{23}}{r_{24} r_{13}}$$

電容耦合
$$K = N_2 C_{12} C_{34} \ln \frac{r_{14} r_{23}}{r_{13} r_{24}}$$

式中 r ——相關心綫間的距離，

N_1 及 N_2 ——由絕緣介質等決定的常數，

C_{12} 及 C_{34} ——相關心綫間的電容，

由上式可以看出，適當的排列心綫可同時減少電感和電容耦合，而消除它們的條件是：

$$\ln \frac{r_{14} r_{23}}{r_{13} r_{24}} = 0.$$

為了滿足這個條件，必須使：

$$r_{14} = r_{13} \text{ 和 } r_{23} = r_{24}$$

或

$$r_{14} = r_{24} \text{ 和 } r_{23} = r_{13}$$

或

$$r_{14} r_{23} = r_{13} r_{24}.$$

从图 1-3 不难看出, 在星型四线组里两个回路位于互相垂直并相等的轴上, 自然而然地可满足上述条件。因此, 星型四线组的结构型式在理论上可消除组内两回路间的耦合, 而实际上在制造过程中会发生误差和不均匀性, 以致引起组内耦合, 但与四线组本身的扭距无关。星型四线组的组间耦合, 则主要决定于四线组的扭距配合。

在对扭式结构中, 干扰回路和被干扰回路心线间的距离沿电缆不断地变化, 为了得到最好的效果, 线对间的扭距就必须很好的配合。

各种电缆线组的扭距, 须在防卫节 l_s 长度内进行适当的选择使其配合。防卫节 l_s 表示电缆在这样的长度内, 完成了防止回路间干扰的一个整的环节, 在此范围内, 各回路心线的相互位置和线间距离 r_{13} 、 r_{14} 、 r_{23} 、 r_{24} 经常变化, 而在长度为 l_s 电缆段的终端, 各心线位置则与其在 l_s 段始端相同。在长度为 l_s 的第二段以及以后所有各段电缆中, 各心线位置的变化和第一段完全相同, 因此, 在设计电缆构造时, 只考虑一个 l_s 长度内的情况就够了。

防卫节 l_s 和扭距的关系如下:

$$l_s = \frac{h_1 h_2}{B},$$

h_1 、 h_2 分别为第一和第二回路的扭距。 B 为 h_1 及 h_2 的最大公约数。

例如, 两个回路的扭距分别为 $h_1 = 50$ 毫米及 $h_2 = 20$ 毫米, 则 $B = 10$, 而 $l_s = \frac{20 \times 50}{10} = 100$ 毫米。如图 1-4 所示, 两回路在 100 毫米长的防卫节内, 就完成了防止互相干扰的一个整的环节。

电容性质的干扰仅在較近的各綫組間(或各綫对間)存在,相距較远的各綫組間(或各綫对間)的电容耦合极为微小。这样,已由第三組隔开的兩組之間(或各綫对間)的电容耦合,就是当兩組扭距相同或不配合时,也不关紧要。因此采用两个不同的,但互相配合的扭距并使其互相交換即已足够了。但如同层內組数(或綫对数)是单数时,該层就需另有第三个配合扭距(用于最后一組或一对)。

在理想情况下,为了防止干扰,電纜的制造长度应为防卫节的整数倍,但实际上在電纜的制造中以及敷設安装中都无法实现这种要求,所以只能力求剩下的不平衡的電纜段尽可能的减小。为了这个目的, l_3 应尽可能选择短些,这样在任意点上切断電纜时即能得到較短的不平衡长度。

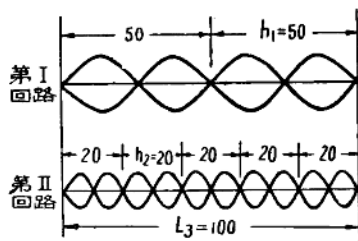


图 1·4 两回路的防卫节

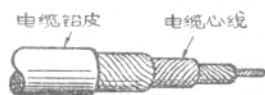


图 1·5 電纜心綫束的扭絞

防卫节 l_3 縮短, 電纜扭距 h 亦必相应的縮短, 这对防止干扰的作用亦将相应提高, 但 h 愈小, 電纜体积就愈大, 心綫絕對长度也增加。所以, 電纜心綫扭距須綜合上述条件而定。

在单根心綫扭絞成組后(对扭組或四綫組), 即分层地进行電纜的总絞合。在对扭式電纜(又叫做普通式電纜)的中心层通常有 1、2、或 3 对, 然后按照心綫的总对数, 依次絞繞若干层, 同一层相邻綫对的扭距不同。相邻两层絞繞方向相反(图 1·5), 这是为了: 减少邻层綫对間的干扰; 綫束絞繞紧

凑；电缆便于弯曲；剥除铅皮进行接续时，分线方便。每层大概挨次增加 6 对。每层里有一对特殊颜色的心线作为本层计算线号的标记，这对线叫做标记对（或迹寻对）。100 对以上电缆实有对数比标称对数多一些，多出来的线对作为备用线。市话电缆的对数及各层线对的配置如表 1-1 所示。

表 1-1 市内电话电缆内各层线对的配置

线对数		层号																			
标称 线对	实际 线对	中心	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
5	5	0	5																		
10	10	2	8																		
20	20	1	6	13																	
30	30	4	10	16																	
40	40	1	7	13	19																
50	50	4	10	15	21																
70	70	2	8	14	20	26															
80	80	4	10	16	22	28															
100	101	2	8	14	20	26	31														
150	151	4	10	16	22	28	33	38													
200	201	4	10	16	22	28	34	40	47												
300	302	8	15	21	28	34	40	46	52	58											
400	402	1	7	13	19	25	31	37	43	48	54	60	64								
500	503	3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	62	67	74							
600	603	5	11	17	23	29	35	40	46	52	58	64	69	74	80						
700	704	1	6	12	17	23	29	35	41	47	53	59	65	70	76	82	88				
800	804	6	12	18	24	30	36	42	48	54	59	65	70	76	82	88	94				
900	905	6	12	18	24	30	36	42	48	54	59	65	70	76	82	88	94	101			
1000	1005	6	12	17	23	29	35	41	47	53	59	65	71	77	82	88	94	100	106		
1200	1206	4	10	16	22	28	34	40	46	52	58	64	70	76	82	87	93	99	105	109	111

包铅和装甲 电缆心线分层绞合后，最外层用纸带缠卷，成为一长棒形总线束。总线束通过盛铅熔液的特殊设备后，它

的外面就均勻地包上一定厚度的圓管形鉛皮，鉛皮厚度隨着總纜束的直徑而不同。各種不同電纜的鉛皮厚度約由 1.15 毫米至 3.20 毫米。

電纜鉛皮用來保護電纜心綫，使不易遭受外界機械損傷，并可防止潮氣侵入和起一定的屏蔽作用。

電纜鉛皮所用的鉛的成份，除純鉛以外，並應含有 0.4—0.8% 的銻或數量為 1—3% 的錫。因為純鉛的防震性能低，容易在運輸途中或其他情況下，因受震而斷裂。加入銻或錫可以提高其防震性。

僅具有鉛皮而無鎧甲保護的電纜稱為光皮電纜，這種電纜僅能應用於架空杆路上及地下管道內。鎧裝是由包在鉛皮上的內層麻、鎧甲及外層麻等三層組成。內層麻是作承墊物以使鎧甲不致傷害鉛皮；鎧甲是用來增加鉛皮的機械強度；外層麻是鎧甲保護物並使鎧甲不易散開。上述的麻都經過瀝青浸注以增加耐腐性和絕緣性。鎧甲有鋼帶、圓鋼絲及扁鋼絲三種。鋼帶鎧裝一般為 0.5—1 毫米厚，3.5 厘米左右寬的鋼帶兩條，以間隙的方式纏在內層麻上，這種電纜用於直埋式敷設。圓鋼絲鎧裝是 20 條左右直徑為 4 毫米的鋼絲纏在內層麻上，這種電纜抗張力強，適用於水底敷設。在張力特別強大的地方，應採用兩層鋼絲鎧裝，這時，里外層鋼絲纏繞方向相反。扁鋼絲鎧裝是以尺寸為 $5 \times 4 \times 1.5$ 或 $6 \times 5 \times 1.7$ 毫米扁鋼絲幾十條纏在內層麻上，這種電纜適用於有坡度的直埋式敷設。

電纜製成後，便纏在木質的電纜盤上，以便運輸和存放。

§ 1.3 市內電話電纜的類型

市話電纜按照心綫絕緣和用途的不同，大體上可分為：

(1) 鉛包紙隔電纜——這種電纜用在電話局和用戶間的用戶綫

路,以及电话局间的中继线路上;(2)铅包(纱包)纱隔(或丝隔)电缆,则用以连接终端分线设备,如分线箱(盒)、交接箱和配线架等。

铅包纸隔电缆 按照电缆元件构造和配置方式不同,可分做普通式(对扭式)、单位式和星型等三种。

(1) 普通式电缆:它的构造已在上节说明,其横截面如图 1-6 所示。

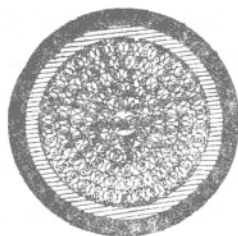


图 1-6 普通式市话电缆横截面图

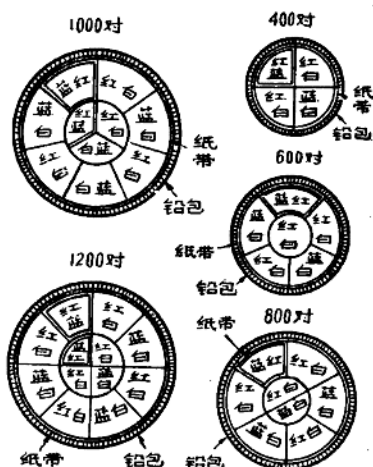


图 1-7 单位式电缆里的单位排列

(2) 单位式电缆:如果一条电缆里线对很多,接续和分配都很困难,因而适当地把心线编成组,对安装接续工作则将有利。单位式电缆是把每 100 对心线编组成束做为一个单位,每一单位里的心线按普通式电缆的扭绞和配置方法分层绞合起来。同一电缆里若干单位再分层绞合。目前对数较多的电缆(400 对以上)仍多采用这种结构型式。

在单位式电缆里,各单位外面斜卷着不同颜色纸带,在同一层里如有三个单位以上,加设标记单位一个。单位式电缆里