

館內閱讀

基本宮藏

51713 郵電叢書

通信線路設備



人民郵電出版社

通 信 線 路 設 備

И. В. 可 帕 切 夫

蘇 聯 Н. Д. 庫 爾 巴 托 夫 著

В. Н. 庫 列 索 夫

人 民 郵 電 出 版 社

ЛИНЕЙНО-КАБЕЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ СВЯЗИ

СВЯЗЬИЗДАТ 1949

ПЕРВОЕ ИЗДАНИЕ

內 容 提 要

本書敘述範圍非常廣泛，包括了通信線路設備的各個基本組成部分（長途、市內的架空及電纜通信線路各基本部分）。對這些線路的建築、安裝、運用以及計算方法和實際規範都作了詳盡的說明，並附有一系列插圖，使讀者極易理解、接受並加以實際運用。對於線路設備建設的設計和施工將有巨大的幫助，本書為蘇聯中等技術學校教材。

通 信 線 路 設 備

著 者：蘇 聯 И. В. 可 帕 切 夫
Н. Д. 庫 爾 巴 托 夫
В. Н. 庫 列 索 夫
譯 者：呂 惠 民 白 其 章 胡 祐 奇
章 其 佩 金 學 姚
出版者：人 民 郵 電 出 版 社
北 京 西 長 安 街 三 號
印刷者：郵 電 部 供 應 局 南 京 印 刷 廠
南 京 太 平 路 戶 部 街 十 五 號
發行者：新 華 書 店

書號：57 1955年3月南京第一版第一次印刷 1—3160 册
850×1168 1/32 194頁 印張：12 $\frac{4}{32}$ 字數：319,000 字
定價：(9) 2.97 元

★北京市書刊出版業營業許可證出字第 〇四八號★

前 言

蘇聯國民經濟恢復與發展的五年計劃（1946—1950年）規定了我們社會主義經濟的蓬勃發展，各種新工業企業在我們遼闊祖國最遙遠的角落裏越來越多的建立起來，這樣自然也就要求電話和電報通信有進一步的發展。

根據戰後斯大林五年計劃，在通信工作者的任務中規定要敷設7,800公里的電話電報幹線電纜和架設50,000公里的有色金屬導線。

爲了進一步大規模地建設通信線路設備，必須在現代技術發展的水平上，由蘇聯青年中訓練出熟練的專門人材。

這本通信線路設備教本是專爲訓練中等通信專門人材用的。書中對長途及市內的架空及電纜通信線路的基本組成部分作了研討，並且也論述了與這些線路的建築、安裝與運用有關的近代理論基礎，計算方法及實際規範。

本書第一篇由技術科學博士H.B.可帕切夫教授編著，第二篇由H.A.庫爾巴托夫講師編著，第三篇由技術科學碩士B.H.庫列索夫副教授編著。

引 言

1836年，第一部電報機的發明者，俄羅斯科學院通訊院士巴維爾·里沃維奇·施林格就曾建議在電桿上掛設電報線。可是，俄羅斯的第一條架空電報線路直至1854年（與建築鐵路同時）才在彼得堡至莫斯科間建成。同時應該指出，起初曾敷設過沒有鑄裝的馬來膠絕緣地下電纜，但因這種電纜的絕緣不良，所以不適於工作。

1882年在彼得堡至加脫其拉間第一次建成了長途電話線路。1898年在彼得堡和莫斯科間也有了電話通信。為此目的，當時曾架掛了兩個青銅線回路。但是在偉大的十月社會主義革命之前，我們長途電話通信的發展却是很慢的。

從蘇維埃政權建立後，一直就非常注意長途電話電報通信的發展，自1931年起，在長途線路上就改用線担代替彎鉤來架掛導線，因而減少了回路間的相互串音影響。為進行遠距離的長途電話通信，架設有色金屬回路、銅線回路或銅包鋼線回路，並且在這些回路上通常都開通3路及15路（ $3+12$ ）高週載波電話。高週電話電路有時也用來通音週電報，這時在一個電話電路中可開通的雙工電報通信達18路。在低週範圍中，沿有色金屬回路可通低音週電報及音週電話。自3200至5200赫芝的週帶內可通傳真。這樣，有色金屬回路在零至150,000赫芝的週帶內都能利用，其中主要的一些通信是在高週範圍內進行的。

在鋼線回路中可通低音週電報及音週電話。在某些時候，鋼線回路還可附帶一路高週載波電話。架空線路是很堅固的。正確架掛的鋼線及銅線，能在風速每秒15—20公尺時經受住冰層厚度達30—40公厘的冰凌。但是導線上的冰凌，甚至於霜，都要使回路在通高週時的衰耗增大的很厲害，這樣就必需使增音站之間的距離縮短到80公里之內。在這種情況下架空線路的主要優越性——增音段長度很長——就失掉了。

目前在許多幹線上，已經以電纜通信線路來代替架空線路了。

電纜線路很可靠，並且在通信數量很大時還有經濟上的好處。

電報電話通信用的長途電纜的發展，可以分做三個主要階段。

第一個階段的特徵，是紙隔絕緣電纜製造技術的改善（1896年），這種電纜用於長達20公里的電話線路上（不加感電纜）。

第二個階段的特徵，是普賓（ПУБИН）的發明，他在1900年提出用人為的方法來增大電纜的電感，即在電纜中彼此相隔一定距離串接進一個電感線圈。這種線圈叫做普賓（加感）線圈。這種方法使得電話線路長度能夠增加到600公里。

第三個階段的特徵，是陰極管的發明及其在電話通信技術中的應用。陰極管的發明解決了任何兩地間的長途通信問題。此外，在將增音站沿電纜幹線作合理的分配時，可將銅心線直徑自2—3公厘減小到0.9—1.4公厘。

目前電纜技術發展所處的階段，是廣泛採用多路利用不加感電纜及有同心（同軸）線對的新式構造的電纜。

長途電纜線路所以獲得迅速發展，是因為在電報電話交換量很大的，最重要的幹線上安裝電纜，從技術上和經濟上看都很合宜。

現在用的電纜是綜合型的。

第一種是有同心線對的綜合電纜，它們敷設於設有或將要建造電視站的城市間，因為只有在同心線對中才能傳通電視。在這種電纜中也還有不加感的線對或四線組，其中每個線對或四線組內，將同時開通12路或24路載波電話。

第二種是有不加感四線組的綜合電纜。這種電纜敷設於電報電話交換量相當大的路線上。在這種電纜裏有作中間站間通信及廣播電路傳輸用的低週加感線對或四線組。

第三種是聚苯乙烯塑料（СТНПОФЛЕКС）絕緣電纜。在這種電纜中的線對或四線組是集總加感的，但是，這種電纜中的每個四線組也還可能傳送12路電話通信，長途型的電纜也敷設於郊區電話網中。

電纜的集總加感在市內電話網中也是不可少的，因為許多城市中的電話網已大大地擴大了交換區。

最初的市內電話網在1876年電話發明以後不久就出現了。

最初的市內電話網線路設備是架空線路。但是，由於市內電話通信迅速的發展，大電話局的相繼設立，而使架空線路很快就開始為電纜線路所代替了。

市內電話網最初採用的電纜是架空電纜或直接埋在地下的鉛裝電纜。後來才開始採用敷設於專門的電纜管道中的鉛包裸電纜。電纜管道最初是由直徑15至40公分的生鐵管製成的，幾條電纜敷設在同一管孔中。由於這樣敷設電纜的缺點非常多，於是就不用這種只有一個共用管孔的生鐵管道；而採用依另一種原理由其他材料製成的管道，在這種管道內每條電纜都單獨敷設在一個管孔內。

現在市內電話網內在導線數目不超過20—40條的地區才採用架空線路，但在很特殊的情況下也可以架設較多的導線。

架空電纜線路以導線數目不超過100對為限。架空電纜多半是使離局較遠的地區內數目較少的電話用戶能通電話的時候才架設的。

鉛裝地下電纜現在很少敷設，因為當這種電纜損壞時，或在同一路線敷設新電纜時，必須要將地面挖開，這樣在市內條件下就要損壞馬路或人行道。

最廣泛採用的方法，是將鉛包裸電纜敷設在特製的電纜管道裏。

我國首都莫斯科的市內電話網(是目前最大的市內電話網)，是在1882年開始運用的。當時這電話網是由直徑2.2公厘的鋼線架空線路組成。在1890—1891年間開始採用28條及54條心線的架空電纜。自1900年起，俄國的電話網在彼得堡和莫斯科開始採用電纜管道。

在革命前的俄國，市內電話網的發展很小。在革命前夜，俄國市內電話事業的技術水平還很低。

在偉大的十月社會主義革命之後，廣泛展開了市內電纜網的建築工作。

國內的最大城市已建有分區電話網；在絕大多數城市中，其中包括區中心，在線路設備中已使用了電纜。

長途架空及電纜通信線路的廣泛發展與市內電話網的發展一道保證着有重要的政治及國民經濟意義的電報電話通信的暢通。

目 錄

前 言 引 言

第 一 篇 架空通信線路

第 一 章 線路材料及通信線路的電桿

第 一 節 架空通信線路的應用及其分類	(1)
第 二 節 線路上用的電線	(2)
第 三 節 用來做通信線路電桿的木材種類	(7)
第 四 節 木材的防腐	(9)
第 五 節 通信線路上使用的隔電子	(12)
第 六 節 通信線路上支架隔電子用的器材	(14)
第 七 節 通信線路的電桿	(17)

第 二 章 導線強度的計算

第 八 節 風與冰凌加在導線上的負載	(27)
第 九 節 導線的單位負載	(28)
第 十 節 懸掛點高度相同的均勻導線的計算	(30)
第 十 一 節 單位負載和溫度發生變化時，確定導線應力的方法	(32)
第 十 二 節 計算通信線路導線強度的順序	(33)
第 十 三 節 懸掛點高度不等的均勻導線的計算	(36)
第 十 四 節 導線的振動和有風時導線的擺動	(39)

第 三 章 電桿強度的計算

第 十 五 節 中間桿強度的計算	(42)
第 十 六 節 角桿的計算	(48)

第 四 章 通信線路對電力線路感應影響、對互相間干擾及對雷電放電的防護

第 十 七 節 架空通信線路的電氣參數	(57)
---------------------	--------

第十八節	電力線路對通信回路的感應影響	(59)
第十九節	三相輸電線靜電感應影響下，決定通信導線的電位，通信回路中干擾電壓及電流的方法	(62)
第二十節	三相高壓輸電線對通信線路的電磁感應	(69)
第二十一節	保護通信線路電桿和通信機器免受雷擊而損壞	(75)
第二十二節	通信設備對雷電及強電流的防護方式	(79)
第二十三節	電報通信防禦磁暴干擾的方法	(81)
第二十四節	電話回路的交叉	(82)

第 五 章 線路工程

第二十五節	線路工程的進行	(93)
第二十六節	架空通信線路的修理	(142)
第二十七節	維修工作的進行	(145)

第 二 篇 市 內 電 話 網

第 六 章 市內電話電纜網的建造方式

第二十八節	各種方式的市內電話網的優缺點	(150)
第二十九節	分區市內電話網的一般概念	(155)
第三十節	市內電話網所採用的電纜和導線	(156)

第 七 章 電纜管道

第三十一節	電纜管道的用途及其建築原理	(163)
第三十二節	電纜管的各種型式	(163)
第三十三節	混凝土管	(165)
第三十四節	混凝土管的製造	(166)
第三十五節	混凝土管的驗收	(169)
第三十六節	陶土管、石棉水泥管、木管以及其他管子	(170)
第三十七節	人孔的各種型式及其用途	(172)
第三十八節	製造人孔的材料	(175)
第三十九節	人孔裝備零件	(176)
第四十節	電纜隧道	(177)

第 八 章 通信電纜線路的建築

第四十一節	管道敷設路線的選擇	(179)
第四十二節	路線的測定和地溝的挖掘	(180)

第四十三節	敷設單獨管子構成的混凝土管道	(181)
第四十四節	整塊混凝土管的敷設	(183)
第四十五節	陶土管及石棉水泥管道的敷設	(183)
第四十六節	人孔的建築	(184)
第四十七節	電纜在管道內的曳引	(187)
第四十八節	在管道內牽引電纜時所需牽引力的計算	(193)
第四十九節	電纜在電桿及屋頂桿上的掛設	(196)
第五十節	在橋上敷設電纜	(199)
第五十一節	電纜端的接合	(200)
第五十二節	壓縮空氣監示電纜鉛皮法	(207)

第 九 章 配線設備及電纜引入

第五十三節	交接箱	(210)
第五十四節	二級交接箱	(214)
第五十五節	分線盒及電纜分線箱	(216)
第五十六節	電纜的接入終端裝置和電纜心線的編號	(217)
第五十七節	沿建築物的牆壁敷設電纜	(221)
第五十八節	電纜與架空明線的聯接	(222)
第五十九節	用戶引入裝置	(224)
第六十節	用戶線的裝置和話機的安裝	(225)
第六十一節	電纜引入局舍	(226)

第 十 章 電纜防蝕

第六十二節	電纜鉛皮各種形式的腐蝕	(229)
第六十三節	各種腐蝕的破壞作用及防患辦法	(231)
第六十四節	電車網上採用的防止電蝕的辦法	(233)
第六十五節	電纜網上採用的保護電纜防止電蝕的辦法	(234)
第六十六節	電氣排流法	(235)
第六十七節	陰極防護、絕緣套管及平衡變阻器	(238)
第六十八節	電纜外皮上電位及電流的測量	(240)

第 十 一 章 市話網線路設備的維護和設計概說

第六十九節	市話網線路設備維護工作的一般組織	(244)
第七十節	線路設備的維護驗收	(244)

第七十一節	線路設備的修理	(245)
第七十二節	市內電話網線路設備的統計	(246)
第七十三節	市內電話網線路設備的設計	(247)

第 三 篇 長途電纜通信線路

第 十 二 章 對長途電纜通信線路的要求

第七十四節	長途電纜通信線路的組成部分	(250)
第七十五節	對長途電纜通信線路的要求	(251)
第七十六節	長途電纜的分類	(252)

第 十 三 章 電報電纜

第七十七節	電報電纜的構造	(254)
第七十八節	馬來膠絕緣電纜	(255)
第七十九節	黃麻絕緣電纜	(256)
第八十節	油紙絕緣電纜	(257)
第八十一節	通信電纜的電氣參數	(257)

第 十 四 章 不加感長途通信電纜

第八十二節	不加感長途通信電纜的構造	(261)
第八十三節	紙繩絕緣電纜	(264)
第八十四節	聚苯乙烯塑料絕緣電纜	(266)
第八十五節	不加感電纜的電氣特性	(266)

第 十 五 章 長途通信集總加感電纜

第八十六節	集總加感原理	(273)
第八十七節	加感線圈的構造	(274)
第八十八節	集總加感電纜的參數	(276)
第八十九節	集總加感制	(280)

第 十 六 章 廣播電纜

第九十節	屏蔽電纜的構造	(284)
第九十一節	屏蔽廣播電纜的參數	(285)

第 十 七 章 長途通信同心電纜

第九十二節	同心電纜的構造	(286)
第九十三節	同心電纜的參數	(290)

第十八章 電纜的附屬裝置

- 第九十四節 連接套管..... (293)
- 第九十五節 終結套管、分枝套管與接頭排..... (294)
- 第九十六節 電纜交接箱與分線箱..... (297)
- 第九十七節 端子板和支柱..... (299)
- 第九十八節 加感箱..... (300)
- 第九十九節 平衡電容器..... (302)

第十九章 地下電纜的敷設

- 第一〇〇節 試驗鉛皮..... (304)
- 第一〇一節 電纜段的分組..... (306)
- 第一〇二節 準備敷設電纜..... (306)
- 第一〇三節 掘溝..... (307)
- 第一〇四節 在溝內鋪放電纜..... (309)
- 第一〇五節 填溝..... (313)

第二十章 敷設水底電纜

- 第一〇六節 挖深河底敷設電纜..... (314)
- 第一〇七節 沿河底敷設電纜的方法..... (315)
- 第一〇八節 在河岸上固定電纜..... (318)
- 第一〇九節 電纜跨越處的防護..... (318)
- 第一一〇節 敷設海洋電纜的配備..... (319)

第二十一章 通信電纜的安裝

- 第一一一節 對於銲接工作的一般要求..... (323)
- 第一一二節 銲接和安裝用的材料..... (323)
- 第一一三節 電纜尾端銲接前的準備工作..... (324)
- 第一一四節 電氣測試..... (326)
- 第一一五節 接續電纜心線的準備工作..... (327)
- 第一一六節 電纜心線的接續..... (329)
- 第一一七節 安裝套管..... (332)
- 第一一八節 銲接鉛套管..... (333)
- 第一一九節 安裝鑄鐵套管..... (336)
- 第一二〇節 電纜的終結處理..... (336)

第二十二章 電纜的平衡

第一二一節	平衡的目的	(339)
第一二二節	電容耦合	(339)
第一二三節	電容不平衡	(341)
第一二四節	串音衰耗	(342)
第一二五節	電容平衡法	(344)
第一二六節	電容耦合和電容不平衡的測量	(348)
第一二七節	磁感耦合補償法	(351)
第一二八節	平衡的程序	(353)

第二十三章 架空線路中的介入電纜

第一二九節	架空回路和電纜回路波阻抗的配合	(356)
第一三〇節	圓板絕緣電纜	(356)
第一三一節	配合裝置	(359)

第二十四章 電纜的引入長途電話局

第一三二節	鋁裝電纜引入局所設備	(360)
第一三三節	電纜的接入接頭排	(360)

第二十五章 長途電纜通信線路的技術維護

第一三四節	技術維護組織	(362)
第一三五節	定期測試	(362)
第一三六節	電纜的氣壓維護	(363)
第一三七節	定期檢查與維修	(364)

第二十六章 長途電纜線路的設計

第一三八節	電纜設備設計程序	(366)
第一三九節	勘查地下電纜路由	(366)
第一四〇節	勘測敷設水底電纜的路由	(367)
第一四一節	電纜程式的選擇及增音站的安設	(369)

第一篇

架空通信線路

第一章

線路材料及通信線路的電桿

第一節 架空通信線路的應用及其分類

現今通信線路的電話線和電報線都架掛在同一電桿上，所以通信線路就稱為電話電報線路。長途通信線路的導線從1931年起，除了以前採用的在彎鉤上架掛的方法以外。並且也開始在線担上架掛導線。

在線担上架掛導線，既使在中等容量的線路上（超過8條導線），也要比在彎鉤上架掛導線經濟些。在線担上電話回路之間的相互干擾，比起架掛在彎鉤上時要小得多。

對於長途電話通信可架掛銅線、銅包鋼線及鋼線回路。銅線及銅包鋼線（有色金屬線）回路用作多路電話及電報通信。現在有色金屬回路在150,000週以下的週率範圍內都能應用。在這個週率範圍內，一個回路中可開通一路音週電話和15路高週電話。

在一個電話電路中，如不用作通話，則可開通18路電報（音週電報）。在0—80週的週率範圍內可開放低音週電報，在3200—5200週的週率範圍內可開通傳真電報。在鋼線回路中可開通音週電話通信及音週電報。現在鋼線回路能在10,000週以下的週率範圍內裝通一路高週率載波電路。通低音週電報是用的單線制。

通信線路設備的構造由技術上的及經濟上的要求決定。計算導線及電桿的強度時所用到的基礎負載，要根據蘇聯境內的氣象數據

(如空氣溫度、風速及導線上結冰的程度)來決定。

通信線路可依據其強度分為下列四種型式: 1) *O*型(輕便型), 建築於導線上冰凌層厚度不超過 5 公厘的地區; 2) *H*型(普通型), 建築於導線上冰凌層厚度在 10 公厘以下的地區; 3) *Y*型(加強型), 建築於導線上冰凌層厚度在 15 公厘以下的地區及 4) *OY*型(特強型), 建築於導線上冰凌層厚度達 20 公厘的地區。*O*型線路的最大計算容量為 40 條導線, *H*型線路的為 32 條導線, *Y*型線路的為 24 條導線, *OY*型線路的也為 24 條導線。各型線路的桿檔長度各為 50、40、40 及 35 公尺。

通信線路依其作用可分為下列三等。連通莫斯科與各共和國、省、邊區的中心城市的線路以及各共和國、省、邊區中心城市間自相連通的線路都屬於第 I 等的線路; 各共和國、省、邊區的中心城市與區中心城市相連通的線路以及區內中心城市間自相連通的線路都屬於第 II 等的線路; 區內通信線路屬於第 III 等的線路。在第 III 等路線上, 可容許桿檔長度達到 80 公尺。

第二節 線路上用的電線

通信線路上採用的電線應當具有很大的機械強度和很小的電阻係數。除此而外, 在電線上傳輸電流的週率增高時, 電線電阻不應當增大得很利害。電線的使用年限應該很長, 即它架掛在線路上時, 腐蝕的程度應該很小。硬拉銅線能夠滿足這些要求。硬拉銅線抗斷強度(最大抗拉阻力)的極限為 39—43 公斤/平方公厘, 其電阻係數除了銀以外在所有其他金屬當中是最小的, 等於 $0.0175 \frac{\text{歐} \cdot \text{平方公厘}}{\text{公尺}}$ 。這種銅線暴露在大氣中時, 銅的表面覆蓋有銅的氧化物, 在這層氧化銅的下面, 銅線幾乎不再受到腐蝕。銅的缺點是它比鋼的價值較高。鋼線的價值不很貴, 其極限強度為 37—44 公斤/平方公厘。由於鋼線具有很大的電阻係數 ($0.138 - 0.146 \frac{\text{歐} \cdot \text{平方公厘}}{\text{公尺}}$) 並且由於用其傳送高週率電流時電阻增大得非常快, 所以只在 10

千週以下的週率範圍內應用。這種情形下，在一個鋼線回路上可以組成兩個電話電路（一個低週電路及一個高週電路）。

在鋼線上鍍鋅以及應用在鋼中添加銅的成分的方法都可以使鋼線的使用年限加長。現時在通信線路上廣泛地使用含銅的鋼線。這種線中含銅的成分約為0.2—0.4%。含銅鋼的電阻係數比鋼的電阻係數要大些，但是當含銅量在0.2—0.4%以下時，這種電阻係數的增大是不顯著的。添加銅的成分在0.4%以下時，並不影響到銅的機械強度。添加的銅的成分在1%到2%之間時，能使含銅鋼的屈服點增大10—20%。具有含銅量為0.2—0.4的含銅鋼，甚至在含有海汽及含有大量侵蝕性氣體的工業城市的大氣裏，也能很好的抵抗腐蝕。高強度的鋼線（特殊鋼）其極限強度為120—140公斤/平方公厘，可以用來做成絞線（3×2.2公厘及7×1.4公厘）和直徑為2.75公厘的導線以供跨越河流及電氣鐵道時使用。為此可在鋼線回路上採用ПAB-10及ПAB-25牌的青銅絞線，其極限強度為70—75公斤/平方公厘（橫截面積為10及25平方公厘的天線用青銅導線）。除了鋼線和鋼線以外，通信線路上還採用銅包鋼線（中心為鋼，外殼為銅）。銅包鋼線在重量上含有50%的特殊鋼及50%的銅。銅包鋼線的強度高於鋼線和鋼線，而銅包鋼線回路的衰耗在週率為150,000赫芝時，實際上與鋼線回路的一樣。在音週時，銅包鋼線回路的衰耗是鋼線回路的兩倍。應用銅包鋼線在經濟上是有利的。

在驗收時，要檢查電線的外表及測量它的直徑。然後應該依照電線的規定標準作拉伸、彎曲、捲繞、扭絞的試驗。在驗收鋼線時，應在鋅層厚度及其與鋼的附着強度方面來檢查鋼線的鍍鋅好壞。電線的電導可以用湯姆生雙重電橋來測定。普通用專門的機器及機床來試驗電線的拉伸、扭絞、彎曲及捲繞性能。電線從垂直位置向一方彎曲90°，然後回復到垂直位置，再向另一方彎曲90°，又重新回復垂直位置來，這樣，就算把它彎曲了一次。

試驗線路上用的鋼線的鍍鋅附着強度時，可以把電線纏在一個

直徑等於被試電線直徑五倍的圓柱體上。這時所鍍的鋅不應裂開及脫落。試驗紫線及綁線的鍍鋅好壞時，要將它捲繞在直徑等於被試電線直徑兩倍的圓柱體上。檢查鋅層的厚度時，則把電線的樣品（15—20公分）浸入硫酸銅溶液一分鐘。直徑為5及6公厘的電線浸入的次數規定是四次，直徑為3及4公厘的電線是三次而對直徑再小的電線則是兩次。樣品每次浸入溶液以後，都要在清水中加以清洗並用抹布擦乾。在最後一次浸完後，樣品上不應看得出有由於銅的洗滌而發紅的痕跡，也不應有失掉鋅層的部分。硫酸銅溶液依重量來調配，其計算方法是：五份清水，一份硫酸銅晶體。溶液的溫度應為攝氏20°。

線路上用的電線的物理及機械性質列於表1。對鋼線、銅包鋼線及銅線的技術要求見表2、3及4。

線路上用的電線的物理及機械性質

表 1.

電線的物理及機械性質	單 位	電 線 的 材 料		
		鋼 線	硬拉鋼線	銅包鋼線
比 重.....	克/立方公分	7.85	8.89	8.3
攝氏1度線膨脹溫度係數		12×10^{-6}	17×10^{-6}	12×10^{-6}
彈性係數.....	公斤/平方公厘	20,000	13,000	19,000—20,000
極限強度(最大強度).....	公斤/平方公厘	37—44	39—43	55—75
彈性限度.....	公斤/平方公厘		28	—
彈性伸長係數.....	平方公厘/公斤	50×10^{-6}	77×10^{-6}	52.5×10^{-6}
截面為1平方公厘的導線 在t=攝氏+20度時的 直流電阻.....	歐/公里	138—146	17.9	—
溫度變化攝氏1度時直流 電阻變化的溫度係數.....		0.00455	0.00393	0.0041