

中等專業學校教學用書

機器製造廠的 電力網和照明

李普金 著



機械工業出版社

中等專業學校教學用書



機器制造廠的電力網和照明

李普金著

孫孟超、林水生合譯

李云發校

蘇聯機床、工具制造工業部教育司批准作為中等技術
學校機器制造專業和機床制造專業的教學參考書



機械工業出版社

1957

出版者的話

本書研究電力網的裝置和計算等問題，并列举了機器制造工厂和車間的高低壓供電綫路。

介紹照明的基本概念以及照明裝置的計算方法。

本書可供機器制造學校工業企業電氣設備專業學生作為教學參考書之用。

苏联 В. Ю. Лилкин 著 'Электрические сети и освещение
машиностроительных заводов' (Машгиз 1955 年第一版)

*

*

*

NO. 1470

1957 年 7 月第一版 1957 年 7 月第一版第一次印刷

850×1168 $1\frac{1}{32}$ 字數 114 千字 印張 4 $\frac{1}{2}$ 0,001— 3,100 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 號 定價(10)0.70 元

目 次

緒言	5
第一章 工厂和車間的电力網	7
1 电力網的構成	7
2 按照發热 (溫升) 選擇導綫和電纜的截面	20
3 按照电压損失選擇導綫和電纜的截面	32
第二章 工厂供电	52
4 配电的一般問題和負荷的決定	52
5 高压配电	54
6 低压配电	60
7 变电所的主要設備	62
8 無效功率的补偿和提高功率因數	70
9 接地和接零	73
第三章 工厂的电气照明	83
10 照明技术的基本概念和單位	83
11 照明裝置的元件	88
12 照明裝置的計算和設計原理	100

緒 言

我国国民經济各个部門的电气化，其中包括机器制造工業，仅仅在偉大的十月社会主义革命以后，才开始蓬勃地發展起来。

为了實現列宁的口号：“共产主义就是苏維埃政权加全国电气化”，在1920年全俄第八次苏維埃代表大会上采用了列宁的全俄电气化計劃（ГОЭЛРО）。这个計劃規定要建立一系列区域發电站，其总容量为175万千瓦。并且要建立許多电压为35和110千伏的高压輸电綫。

在1935年，这个計劃超額兩倍完成。而从1935年到1950年發电量增加了15倍之多。

1952年的發电量約为1170亿千瓦·小时，即比1940年增加了1.4倍。1953年發电量曾为1330亿千瓦·小时，而1954年又比1953年約增加了11%。

苏联共产党第十九次代表大会关于發展国民經济的第五个五年計劃（1951~1955）的指示中規定：

“在电气化方面，保証迅速地增加發电站的發电能量，以便更充分地滿足国民經济日益增長的电力需要和居民生活对电力的需要，并增加动力系統的儲电量”。

按照这一規定，到第五个五年計劃結束时，發电站的容量应該增加將近一倍。

根据第五个五年計劃，正在建設的古比雪夫水力發电站，其容量为200万千瓦，全年發电量为100亿千瓦·小时。这个發电站建成后，按其容量來說將是世界上最大的一个發电站。

所發出的大量电能消耗于工業和农業各部門，因此，电能的輸配問題就具有重大的意义。

現代化的电气傳动和电气自动装备以及良好的照明，是社会

主义工業企業的重要指标之一。

苏联的学者和工程师，科学研究院和設計-安裝机关拟定了并且在实际中实现了各个工業部門技术上最完善的配电系統，其中也包括了机器制造业。

苏联專家們創造了在技术-經濟上合理的鉄匯流排和母綫槽配电系統，設計了成套的車間內变电所，制訂了动力和照明網路的計算方法，論証了并且实现了动力和照明共同由电压为 $380/220$ 伏的变压器供电的方案等等。

为了在国民經濟的各个部門更广泛地使用电能，苏联学者創造出了最先进的电力網的設計和計算，借此电網絡把得自电站的电能进行輸配。

苏联学者和工程师們拟定并实现了照明裝置的合理的供电方式，保証照明不会間断，在工業企業內創造了良好的劳动条件。

按照苏联共产党第十九次代表大会关于第五个五年計劃的指示，在国民經濟的各部門，應該特別广泛地采用先进技术，改进劳动組織，并且應該保証生产文明的进一步提高，提高劳动生产率50%。

机器制造工業是社会主义工業的先进部門之一，因为它最广泛地提供出有無限可能性应用电气化和自动化的机械。

所以正确地使用机器制造业的供电系統，就有着巨大的意义。

應該培养熟練的电工干部，以求进一步提高生产文明，提高劳动生产率，大量出产質量优越的产品，以完成共产党向我們提出的建設共产主义社会的任务。

第一章 工厂和車間的電力網

1 電力網的構成

電力網是用來輸配電能的裝置，我們對於電力綫路有下面幾點要求：

1. 電力綫路應當保證電力和照明裝置的工作可靠。
2. 電力綫路應當保證運轉人員——電氣技術人員和生產工人的安全。
3. 選擇電力綫路的材料和設備時，應當考慮到周圍的環境，特別是該企業的工藝過程。
4. 電壓降和電能損耗應當符合規定的標準，維護費用必須最小。
5. 綫路應構造簡單，操作方便。

工業企業的電力綫路，可以分為下面幾類：

一、按電流種類分——可分成交流綫路和直流綫路。

二、按電壓分——可分為高壓綫路和低壓綫路，凡對地電壓不超過 250 伏特者，皆屬於低壓綫路（如圖 1）。凡電壓 110，220 以及中性點接地的 $380/220$ 伏特裝置皆屬於低壓裝置。而中性點不接地的 $380/220$ 伏特綫路，則屬於高壓綫路（如圖 2）。

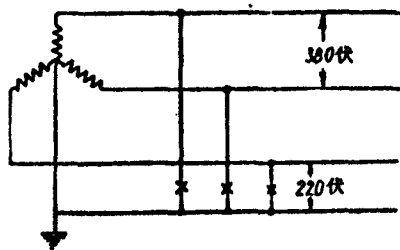


圖 1 低壓電力綫路。

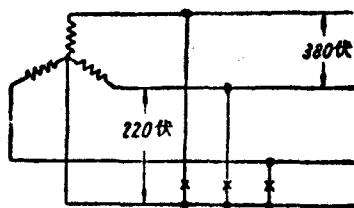


圖 2 高壓電力綫路。

蘇聯國家標準（ГОСТ）規定電氣設備的標準電壓列於表 1。

表1 电力设备的标准电压

(ГОСТ 721-41)

供电电源端的额定电压(伏特)			线路的额定电压(伏特)	
三相发电机	三相变压器		三 相	單 相
	初级绕组中相间	次级绕组		
—	—	—	—	12
—	—	—	—	36
125	120	125	120	—
230/133	220	230/133	220/127	—
400/231	380	400/231	380/220	—
525	500	525	500	—
3150	3000	3150	3000	—
6300	6000	6300	6000	—
10500	10000	10500	10000	—
—	35000	38500	35000	—
—	110000	121000	110000	—

三、按用途分——可分为电力线路、照明线路、供电线路、配电线路(圖3)。

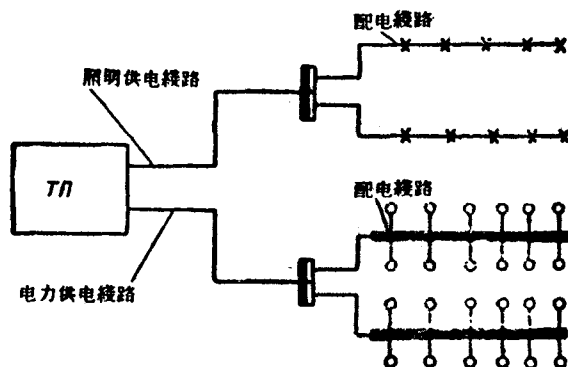


圖3 电力和照明裝置的电气线路圖。

四、按接线系統分——可分为單向供电的开放式线路(圖4)或双向供电的閉合式线路(圖5)。

五、按結構形式分——可分为架空线路和电纜线路。架空线

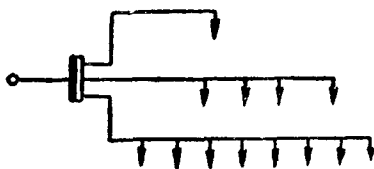


圖4 單向供电的開放式線路圖。

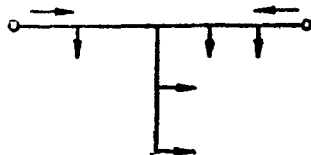


圖5 双向供电的閉合式線路圖。

路可用單股導線和多股導線，截面為4、6、10公厘²時採用單股導線，截面在10公厘²開始和其以上時採用多股導線。架空導線多用硬銅製成的裸銅線，其導電率較大（ $\gamma = 53$ 公厘/歐姆·公里²），而且抗拉強度也較高（ $\sigma = 44$ 公斤/公厘²）。鋁導線的 $\gamma = 32$ 公厘/歐姆·公厘²， $\sigma = 16 \sim 17$ 公斤/公厘²。顯然，鋁導線的抗拉強度較小，所以只當支柱間的跨度較小時才用。在拉力很大的架空線路中，要用AC和ACY鋼芯鋁線，線的截面在35公厘²和35公厘²以上，這樣機械應力由 $\sigma = 110 \sim 120$ 公斤/公厘²的鋼芯承受，而導線外面的鋁則是導電部分。

架空線也有用鋼綫（鐵綫）的，單綫者 $\gamma = 7.25$ 公厘/歐姆·公里²， $\sigma = 44$ 公斤/公厘²，多綫者 $\sigma = 60 \sim 70$ 公斤/公厘²。顯然，鋼導線的導電系數較低，但有較高的抗拉強度，因此，採用于機械負荷很大的架空綫上。當跨度較大時，也可採用由 $\gamma = 25 \sim 48$ 公厘/歐姆·公厘²和 $\sigma = 50 \sim 60$ 公斤/公厘²青銅製成的導綫。

根據導綫的機械強度，電氣設備安裝規程和標準規定了架空綫的最小截面和直徑，其截面的大小，隨架空綫的等級、用戶的類別以及地區的特點而定。

供選擇沿居民區架設的架空綫導綫截面用的數據列于表2中。

I級綫路是指導綫固定在懸式的絕緣子上的電壓為35~220 仟伏的綫路；II級綫路是電壓為1~20 仟伏的綫路，其中也包括供給第三類負荷的35仟伏綫路，根據蘇聯電站部的規定，電壓在1 仟伏以下的綫路不分等級。

這樣，對於第II類負荷的機器製造工廠（參看供電一章），若

表2 导线的最小直径和截面

导线的结构	材料	线路的等级	
		I	II
单股的	铜	不允许	10 公厘 ²
	钢 铝和它的合金	不允许 不 允 许	$\varnothing 3.5$ 公厘
多股的	铜	16 公厘 ²	10 公厘 ²
	钢	16 公厘 ²	10 公厘 ²
	铝和它的合金	25 公厘 ²	16 公厘 ²

由35千伏的架空线供电时(属于第I级),铜导线截面不得小于16公厘²,铝导线不得小于25公厘²。如果架空供电线的电压是6~10千伏时(属于第II级),则铜线的截面不得小于10公厘²,铝线的截面不得小于16公厘²,而钢线(铁线)的直径不得小于3.5公厘。

敷设在厂区内部或是供给不重要负荷的1000伏以下的架空线路,铜线的最小截面为6公厘²,钢线(铁线)的最小直径为2.5公厘。

电压超过1000伏之架空线,在越过居民区以及与铁路和电气运输线路交叉时,导线所允许的最小截面如下:铝导线——35公厘²,铜、钢及青铜线——16公厘²。

上述线路如果电压低于1000伏时,不得应用单股导线。

架空线路的导线可敷设在下列几种绝缘子上:

1 千伏以下的线路,用TФ-2、TФ-3、TФ-4 杯形绝缘子(图6)。

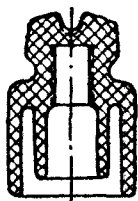


图6 TФ 型杯型绝缘子。

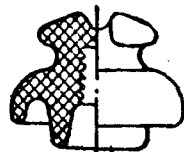


图7 IIIС-6 和 IIIС-10 型针式绝缘子。

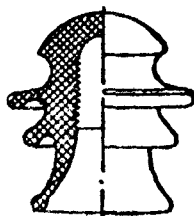


图8 IIIЛ 型裙式绝缘子。

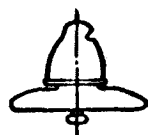


图9 П 型盘式绝缘子。

6~10千伏的綫路，用ШС-6、ШС-10針式絕緣子（圖7）。

10~35千伏的綫路，用ШД裙式絕緣子（圖8）。

35千伏以上的綫路，用П-2、П-4、5标准悬式絕緣子。和加强的ПЛ-2、ПЛ-4、5悬式絕緣子（圖9）。

悬式絕緣子中的数字，表示試驗負荷的吨数。

可以把悬式絕緣子串成一串。

ШД和ШС型絕緣子可以紧固在电杆的弯鉤和針脚上。电杆可以用木材、金屬和鋼筋混凝土制成。根据电杆用途的不同，电杆可分为中間电杆，拉紧电杆，轉角电杆和終端电杆等（圖10、11）：

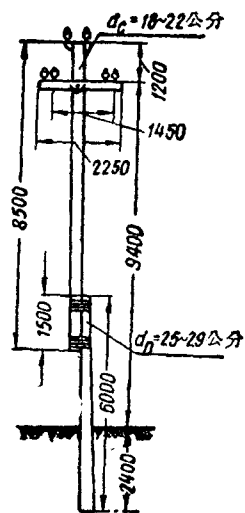


圖10 6~10 千伏架空綫中間电杆。

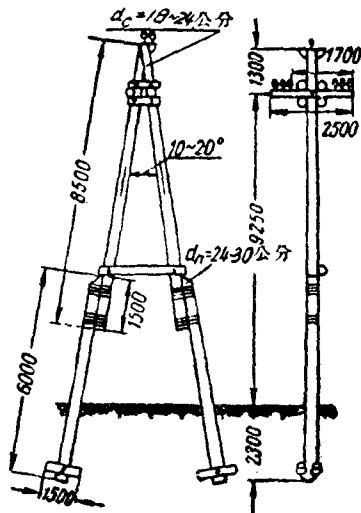


圖11 6~10 千伏架空綫轉角和拉紧电杆。

- 1) 中間电杆——在綫路的直綫部分支持导綫用。
- 2) 拉紧电杆——在几个中間电杆中，要加一拉紧电杆，用来拉紧导綫。
- 3) 轉角电杆——裝在較小轉向（3°以下）的地方，其作用和拉紧电杆一样。

4) 終端電杆——裝在綫路的起點和終點。

電綫綫路，電綫可用于電力和照明裝置的低壓供電綫路，以及工廠供電用的高壓綫路。

電綫在戶外可以敷設在地下壕溝、隧道和排管中，或者沿牆敷設。在戶內敷設時，一般均敷設在電綫溝內，地坪內，沿牆（在壁龕內），或沿天花板敷設。

電綫敷設在地下壕溝中，是最簡單最經濟的方法，在溝中蓋上一層磚，以防止電綫外皮受到機械損傷，圖12是電綫間隔距離為150和200公厘時的兩種敷設方法。

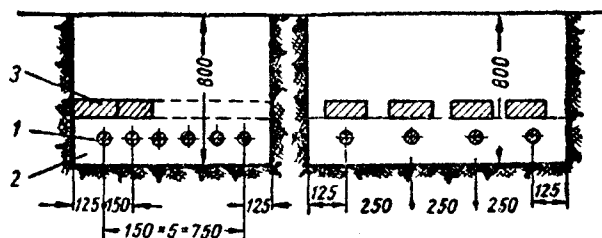


圖12 電綫綫路用的地下壕溝：

1—電綫；2—電綫墊層；3—磚。

電綫墊層采用松土和細砂。

電綫在地下壕溝中敷設時，必須遵守下列基本規程：

一、電綫距地面的敷設深度應不小于0.7公尺，當敷設在較淺處時，例如穿入建築物以及與地下構築物交叉時，電綫應防止機械損傷（穿在瓦斯管內）。

二、平行敷設的電綫，相互間的距離不應小于：

100公厘——10 仟伏以下的電力電綫相互間的距離；

500公厘——電力電綫與通訊電綫間的距離；

50公厘——控制電綫間的距離。

三、電綫沿着各種構築物敷設時，與構築物的距離不應小于：

0.6公尺——距離建築物的基礎；

0.5公尺——到冷水管的距離，此時沿着冷水管下敷設電綫是不許可的；

2 公尺——到热力管道的距离；如距离不能保持 2 公尺时，热力管道应加隔热装置，使敷设电缆处的土壤温度（在电缆无负荷时）比距电缆较远处土壤温度不超过 5°C ，电缆直接敷设在热力管的上面和下面都是不允许的。

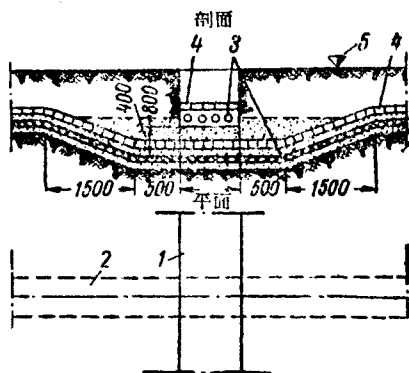


圖13 電纜地溝交叉圖：

- 1—低电压電纜溝；2—高电压電纜溝；
3—電纜；4—磚；5—地面标高。

四、当电缆线路相互交叉时，其間土層的厚度不得小于 0.5 公尺。如果在交叉

处的全部以及离开交叉处兩面各一公尺的電纜都穿在耐火材料的管子內，或者用耐火板隔开，則上述距离可以减少。

五、電纜在与鐵路和公路交叉处，应穿在鑄鐵管或鋼管中。

敷設電纜时的上述規程示于圖 13~16。

敷設在厂区内建筑物外部的電纜，可如上述敷設在隧道和電纜排管中，敷設電纜用的貫通式隧道高应为 2.2 公尺，隧道兩旁裝有許多特殊的金屬支架，電纜就敷設在支架上。

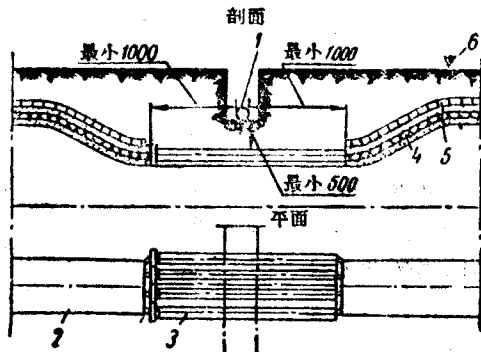


圖14 電纜与通訊電纜交叉圖：

- 1—通訊電纜；2—電力電纜溝；3—鉛鐵管；
4—電力電纜；5—磚；6—地面标高。

電纜排管即將數根陶瓷管用混凝土澆灌起來，成一個整體（圖17）。在這里面敷設的電纜可採用無鉄甲和黃麻包的鉛包電纜。

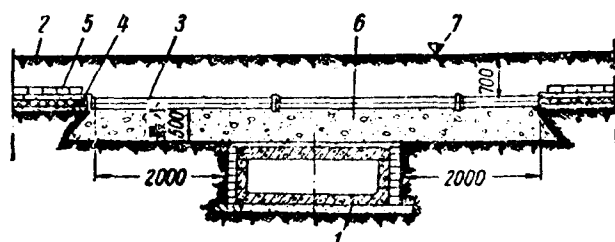


圖15 電纜溝和热力管道溝交叉圖:

- 1—热力管道溝; 2—電力電纜溝; 3—鑄鐵管;
4—電纜; 5—磚; 6—絕熱層; 7—地面標高。

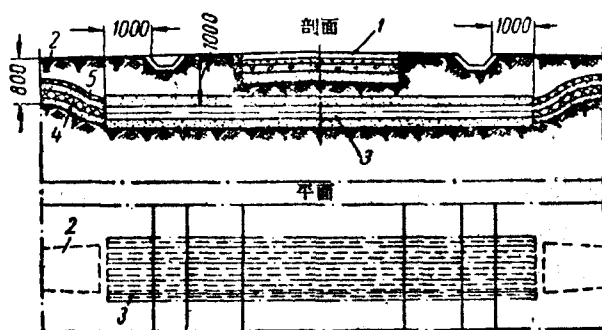


圖16 電纜溝和公路交叉圖:

- 1—公路; 2—電力電纜溝; 3—鑄鐵管; 4—電纜; 5—磚。

電纜敷設在隧道和排管中, 能有效地防止機械損傷, 但所需的基本投資較大, 因此, 這種敷設方法, 只有在敷設特別重要的干綫或者電纜數量很多時才用。

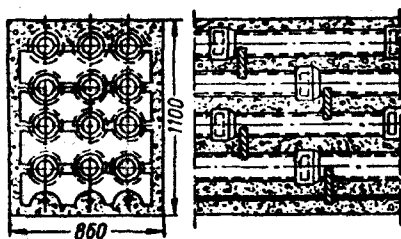


圖17 陶(瓷)管作成的電纜排管。

廠房內的電纜, 可以敷設在地板下的地溝中, 也可以沿牆、沿天花板敷設。

敷設在地溝中的電纜(圖18), 能很可靠地避免機械損傷,

● 普羅辛(Е. А. Прошин): '電纜綫路的安裝、電氣安裝手冊' ГЭИ 1952 年第一版。

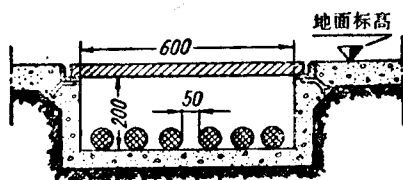


圖18 電纜地溝。

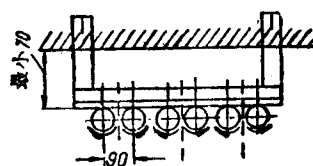


圖19 沿天花板敷設時固定電纜的支架。

而且維護非常方便。

若同一方向敷設的電纜數不足三根者，則裝置電纜溝就顯得不合理，此時可穿在管中或將其懸掛在槽鋼或角鐵上。

在不可能受到機械損傷的廠房，電纜可以直接沿牆或者沿天花板敷設。否則，必須穿在鋼管內或敷設在專門的金屬結構架上（圖19）。

廠內線路，除了電纜外，也採用各種標號的絕緣橡皮綫和軟綫。軟綫，導綫和電纜的主要數據列於表3中。

橡皮絕緣綫有很多敷設方法，最常用的是穿在鋼管中和金屬保護的管或橡皮管內，暗設於石灰層內和明設於絕緣支架上。

表3 導綫軟綫和電纜的數據和標號

標號和電壓	性 能	截面(公厘 ²)
導綫和軟綫		
ПРД-380	雙芯編織不浸漬的導綫	0.5~0.6
ШР-220 和 500	雙芯編織不浸漬軟綫	0.5~1.5
ШРО-220 和 500	雙芯總編織花綫	0.5~1.5
АР 和 АРД-220	單芯和雙芯編織花綫	0.5
АПР-500	單芯編織浸漬鋁綫	0.75~400
ПВМ	帶有棉織物保護不受氣候影響的風雨綫	—
ПРП-500	裝甲綫	1~95
ПР-220 和 500	單芯編織浸漬銅綫	0.75~400
ПРГ-500	單芯編織浸漬軟銅綫	0.75~400
ПВ ПГВ-500	同上，但用乙炔絕緣	0.75~10
ПРТО-500	穿管用的編織塗臘橡皮絕緣綫	1~500
ТПРФ-500	外面帶有金屬鍍裝的絕緣綫	1~10
ШРПЛ 和 ШРПС -220 和 500	裝在橡皮管中的軟綫，中型和輕型	0.5~1.5

(續)

标号和电压	性 能	截面(公厘 ²)
电 纜		
СГ	鉛包紙絕緣電纜	
АГ	鉛包紙絕緣電纜	
СА	鉛包帶黃麻保護層滲瀝青絕緣電纜	
СВ	鉛包雙層鋼帶鍍裝, 有黃麻保護層的紙絕緣電纜	
АВ	鉛包雙層鍍裝包黃麻保護層的紙絕緣電纜	
СВГ, АВГ	同上, 鉛包或鉛包外面無黃麻保護層	
СП, СК	鉛包鍍鋅扁鋼和圓鋼鍍裝電力電纜	
ОСВ, ОСК	雙層鋼帶鍍裝或鍍鋅圓鋼鍍裝的隔芯鉛包電力電纜	
СВГ, СПГ	沒有黃麻保護層的鉛包或鍍裝電力電纜	
ААГ	裸鉛包鉛芯電纜	
ААВ	同上, 鋼甲鍍裝外面包有黃麻保護層	
СРГ	裸鉛包的橡皮絕緣電纜	
СРВ	同上, 鋼帶鍍裝外面包有黃麻保護層的鉛包電纜	
ВРГ	無保護層的乙烯橡皮絕緣電纜	
ВРВ	同上, 但有鍍裝和黃麻保護層的	
КРШ	裝在橡皮軟管中的控制電纜	

附注: 電纜牌號前面加一個字母“K”即表示控制電纜。

車間的綫路, 根據生產上的要求和裝設地點, 用明設或其他方法進行敷設。經常採用的有下列幾種方法: 穿管配綫、明配、插接式母綫等。

穿管配綫即將ПР-500、АПР-500或ТПРФ(帶金屬管包皮的)型號的導綫, 穿在鋼管(瓦斯管)中。

當用穿管配綫時, 選擇鋼管直徑的數據列於表4。

辦公室和實驗室等的照明綫路, 常穿在半硬質的橡皮管中, 暗設於灰幔下。在用上述方法敷設時可根據表5選擇橡皮管。

根據各個地方的周圍環境的特點而決定的綫路敷設方法和種類列於表6中。

母綫 在金屬加工工廠的車間內, 廣泛使用母綫配電, 因為不論機床在什麼地點, 都可以由母綫上引至機床, 所以非常方便。