

屋外電纜的敷設

徐承凱編著



電力工業出版社

內 容 提 要

本書介紹了電力電纜的一般常識，屋外電纜路線和施工方法的選擇，電纜的搬運、儲存和驗收；並詳細敘述了施工前的准备工作，在地下壕溝、隧道、管組中敷設電纜的方法，以及在寒冷季節中的施工方法等；還談到了屋外電纜路線竣工後的標誌和在運行前的驗收工作。

本書文字較通俗，附有插圖32幅；書中介紹的施工方法都較具體，可以幫助電纜工人和施工管理人員提高技術和業務水平。

屋外電纜的敷設

徐 承 凱編著

*

411 D 154

電力工業出版社出版（北京府右街26號）

北京市書刊出版營業登記證出字第 082 號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 開本 * 1 $\frac{1}{2}$ 印張 * 23千字

1956年9月北京第1版

1956年9月北京第1次印刷（1—8,100冊）

統一書號：T15036·37 定價（第9類）0.18元

出版者的話

在我國一些大城市和較大的發電廠、變電所及工廠區里，已敷設了許多電纜來輸送電力。隨着大規模經濟建設的發展，將會有更多新建的城市和工廠區大量地敷設電纜來代替架空綫路。

本書着重介紹敷設屋外電纜綫路的知識。作者在書中所列的經驗數據，除了以我國的電業規程為根據外，主要是參考蘇聯的有關著作編寫的，但其中也有我國的一些現場經驗。作者所參考的蘇聯著作主要的有：“電纜的敷設與運用”（斯米爾諾夫等著、何志方譯），“工業企業電氣設備的安裝與運行”（普·弗·索洛維耶夫著、鄭兆滋等譯），“工業企業電力設備的設計”（維·依·伏羅諾夫等著、重工業部專家工作辦公室譯），“電氣安裝工作的機械和設備手冊”（麥·阿·凱梅利赫等著、劉文東等譯），“電氣設備安裝規程”（蘇聯電站部編訂）。（以上各書均已由我社出版）。

目 錄

出版者的話

一、電力電纜的一般常識·····	3
二、屋外電纜路綫和敷設方法的選擇·····	8
三、電纜盤沿着電纜路綫的配置和搬運·····	9
四、電纜在敷設前的儲存和驗收·····	13
五、屋外電纜直接敷設的施工準備·····	15
六、屋外電纜在地下壕溝中的敷設·····	19
七、屋外電纜在隧道或管組中的敷設·····	34
八、屋外電纜在寒冷季節的敷設·····	38
九、電纜敷設位置的施工平面圖和電纜綫路標誌 牌的安裝·····	41
十、屋外電纜在敷設中常易發生的故障·····	45
十一、屋外電纜綫路在運行前的驗收·····	46

一、電力電纜的一般常識

一般電力電纜的構造可分成三部分，即電纜心(導電體)、絕緣層和保護外皮，各部分的構造和功用如下：

電纜心 就是傳導電流的通路，通常由銅或鋁做成。目前國產的電纜以銅心為主。電纜心綫可由單股或多股導綫擰合而成，心綫截面的形狀有圓形的，也有扇形的，這完全由電纜心綫截面大小所決定。把電纜心綫壓縮成扇形的目的，是為了減小電纜心的外直徑，這樣可以節省外纏的絕緣層和保護外皮。

絕緣層 是用來把各個導電心分別加以絕緣和隔開，同時也把電纜心和地(心綫和鉛包裝甲間)絕緣。絕緣層可以採用油浸紙或者橡膠絕緣及膠布絕緣三種，但屋外敷設的電力電纜採用油浸紙絕緣較多，膠布絕緣電纜的價格較貴，所以只在特殊用途上採用。油浸紙絕緣電纜的優點是：耐熱強度比其他電纜高，因而對於相同的負荷電流可減小電纜直徑和節省製造電纜所用的其他材料，所以價格比較低，適用範圍廣泛，而且使用年限也較長(40年~50年)。它的缺點是：不能把電纜過分彎曲(電纜的允許彎曲半徑不能小於多心電纜外徑的15倍，也不能小於單心電纜外徑的25倍)，否則會使紙絕緣或鉛包折裂。此外，這種電纜不能在低溫時敷設(必須有加熱設備)；在垂直或傾

斜地面敷設電纜時，電纜二端的標高差在 15 公尺以上時會引起電纜的漏油。油浸紙絕緣電纜，不允許有浸漬物質從電纜密封的外殼中溢出，否則會使電纜干涸，因此電纜接頭工作較為麻煩。橡膠電纜不被廣泛採用的原因是由於：（1）電纜的耐壓能力不大（僅到 70°C ）；（2）最高的電壓只能達到 6 仟伏；（3）橡膠絕緣易損壞，特別是遇到油類時更易損壞；（4）價格比紙絕緣貴。但也有優點，例如：彎曲半徑可以小到電纜外徑的 10 倍，並能在低溫時敷設等。

保護外皮 用來保護電纜心綫的絕緣，使它不受潮濕、酸鹼等腐蝕性物質或氣體的侵蝕，一般常用鉛包皮（紙絕緣電纜）。但是，鉛包皮不能防止機械的損傷，所以鉛包皮的外面經常還有其他保護物，隨着電纜敷設地點的不同，外層的機械保護也各有不同的具體要求。因此，又可分成裸鉛包電纜、瀝青鉛包電纜、鋼帶（或鋼絲）鎧裝黃麻外層的鉛包電纜等。

敷設在屋外的常用電纜是鋼帶鎧裝電纜，詳細構造如圖 1 所示。

凡是電壓愈高的電纜，它的心綫間的絕緣強度要求也隨着增加，⁴所以每相心綫的油浸紙絕緣層也愈厚。電壓在 10 仟伏以上（20 及 35 仟伏）的電纜，製造工廠就把這種電纜每相心綫分別用鉛包包纏，這樣做法可以使心綫所產生的電場不會擴散到鉛包皮以外去，心綫的絕緣油也不致浸溢到心綫間的填充物中去。可是，電壓愈高（35 仟伏以上）的電纜，心綫的油浸紙絕緣層愈厚，這樣會增加製造上的

困难；所以，在有的高压电缆心线间的空隙里以及在电缆接头处，经常从外面给油箱中加入油料，在电缆内部循环

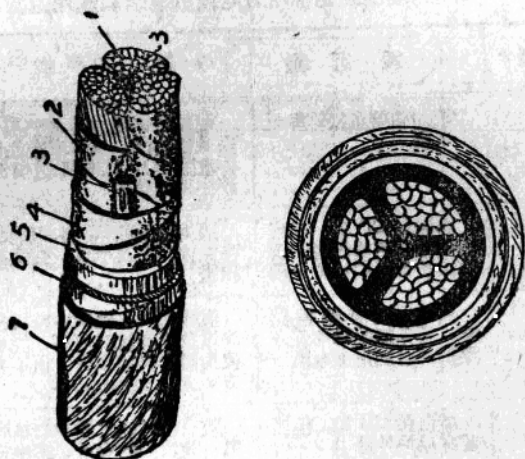


圖 1 CB 型鋼帶鐵裝三心電纜的全圖

- 1—電纜心綫；2—心綫紙絕緣；3—中間填充物；
4—鉛包；5—瀝青填充物；6—雙層鐵裝鋼帶；
7—黃麻保護外層。

着，这种电缆称作充油电缆。充油电缆在发热时，油从电缆内部挤入给油箱；电缆冷却时，体积缩小，油又从油箱中注入电缆。因为油箱中的油不和外界空气接触，所以电缆内部不会生成空洞和气泡，铅包皮也不易变形。总的说来，电压愈高的电缆，构造愈复杂，制造也愈费时间，价格因而昂贵，所以采用条件就受到限制。在一般电缆施工中，常遇到的是 10 仟伏以下的电缆。

施工中最常用到的油浸纸绝缘电力电缆的型号、构造

和它的適用範圍，可以簡單地列表加以說明：

表 1

常用的油浸紙絕緣電力電纜的構造和適用範圍

電纜型号	電 纜 構 造	適 用 范 圍
CT	裸鉛包帶條紙絕緣電力電纜	敷設的環境應對鉛沒有影響(沒有腐蝕性蒸汽、氣體或酸性物質以及爆炸危險等)，沒有機械損傷的室內、溝中或隧道內
CA	構造同 CT 型，但在鉛包上纏有塗瀝青的黃麻保護外層的電力電纜	適用範圍和 CT 同，但能承受潮濕、腐蝕性蒸汽及氣體、酸類等對鉛包的損害
CB	鉛包、雙層鋼帶鍍裝，帶條紙絕緣和黃麻保護外層的電力電纜	直接埋設在壕溝中或橫越湖泊、沼澤以及不通航的河流，能承受安裝和使用時的機械損傷，但不能承受拉力
CBT	構造和 CB 同，但無黃麻保護外層	敷設在可能對鉛包有機械損傷和火患所能及到的場所、溝中或隧道內
CTI	鉛包，鍍鋅扁形鋼絲裝甲，帶條紙絕緣和黃麻保護外層的電力電纜	敷設地點和 CB 型相同，但能承受拉力(敷設在垂直的或坡度較大的場所)
CTIT	構造和 CTI 同，但無黃麻保護外層	敷設地點和 CBT 同，但能承受較大的拉力

紙絕緣電纜的容許負荷，首先決定於電纜本身心綫截面的大小、心綫根數和電壓的高低，其次要看電纜敷設的方法。表 2 所列是國產做蘇紙絕緣銅心電纜直接敷設在地下的長期容許負荷，如果紙絕緣電纜敷設在水中，它的容許負荷量比表中所列數值要大；如果電纜架設在空中或者敷設在隧道(管組)中，它的容許負荷量又比表中所列數值要小。這完全按照電纜的散熱冷卻條件來決定。比如說，敷設在壕溝中的電纜，假如地下土壤溫度比表中所列的標準

表 2

國產做蘇油浸紙絕緣銅心電纜直接敷設在地下
的長期容許負荷(當地下溫度為 $+15^{\circ}\text{C}$ 時)

電纜心綫 標稱截面 (平方公厘)	電 纜 長 時 期 容 許 負 荷					
	單 心	双 心	三 心			四 心
	額 定 電 壓 (伏)					
	1 000	1 000	1 000-3 000	6 000	10 000	1 000
	電纜心綫最高容許溫度 (°C)					
	80	80	80	65	60	80
1.5	15(45)	15(35)	15(30)	—	—	—
2.5	25(60)	25(45)	25(40)	—	—	25(35)
4	40(80)	40(60)	40(55)	—	—	40(50)
6	60(105)	60(80)	60(70)	—	—	60
10	100(140)	100(105)	95	80	70	85
16	160(175)	140	120	105	95	115
25	235	185	160	135	120	150
35	285	220	190	160	150	175
50	360	270	235	200	180	215
70	440	325	290	245	215	265
95	520	380	340	295	265	310
120	595	435	390	340	310	350
150	675	500	435	390	355	395
185	755	—	490	440	400	450
240	880	—	570	510	460	—

註:1.單心電纜是指直流負荷數值。

2.在括弧內的負荷數字是根據電流發熱條件容許的數值,但並不推薦廣泛利用,以免在長期連續負荷(年用電小時為3000以上)情況下,綫路電能損耗過多。

3.凡是工作電壓低於1000伏的綫路,一律規定採用1000伏的電纜。

4.電纜工作電壓允許超過它的額定電壓15%情況下使用,即6千伏電纜的最大允許工作電壓為6.9千伏。

温度($+15^{\circ}\text{C}$)要低,那么电缆的负荷量还可以比表中的数字大些;反之,如果土壤温度高于 15°C ,容许负荷就会比表2中数字要小些。同样,在同一壕沟中敷设并列的电缆根数愈多,它们的相互间距离愈近,由于影响到电缆的散热,所以负荷量也相对地愈小。

二、屋外电缆路线和敷设方法的选择

选择屋外电缆路线的一般原则是:首先应尽可能选择最短的路线,还应顾及到已有的和拟建的建筑物地位、城市的马路和广场等,而且应尽量避免或减少穿越地下管道(包括热力管道、上下水道、煤气管道等)、公路、铁路、电车路及弱电电缆等。电缆路线应争取敷设在沿建筑物或人行道边缘的下面,以免修理时,破坏马路路面而且妨碍交通。

直接把电缆敷设在壕沟(土沟)内的施工方法,简单迅速,投资低廉,所以采用这种施工方法是最普遍的。但当壕沟内同一方向敷设为数较多的电缆时,由于各电缆相互间须保持一定的距离,所以要佔据很宽一条地段,有时限于具体条件不允许,或者地下其他管道敷设情况特别复杂,在这些情况下,采用这种施工方法就有困难;尤其对于用电负荷庞大而且要求严格的一些重要用电户,电缆预防机械损伤的要求也高。有时土沟中含有对电缆有危害的

物質如酸、碱、礦渣石灰、鹽性土地等等，都不適宜把電纜直接敷設在壕溝內。如果地下土壤較為干燥或者沙礫較多，那么，由於電纜散熱冷卻條件惡劣，同樣截面的電纜所允許的負荷量將較敷設在一般土壤中降低得多，遇到這種情況時也不適宜把電纜直接敷設。

解決直接敷設電纜所碰到的困難的唯一辦法，是把電纜敷設在地下的混凝土隧道里，或者敷設在地下由陶瓷管或水泥管所做成的排管組內。採用這種敷設方法，雖能防止土壤中有機物質對電纜的侵蝕，又有牢靠的機械保護，但施工復雜，要消耗較多的鋼筋、水泥等建築材料，所以投資費用要比敷設在壕溝中的電纜貴得多。另外，電纜在運行時散熱條件差，必要時還得採取人工機械通風的措施，附加費用也就較多。一般說來，採用隧道或管組的方法敷設電纜就沒有直接敷設來得廣泛，僅在不得已或有特殊要求的情況下才採用。至於各種電纜的敷設方法，將在後面分別作詳細的介紹。

三、電纜盤沿着電纜路線的配 置和搬運

製造工廠出品的電纜，都預先繞在木質的電纜盤上。當室外敷設電纜時，首先應由工廠把繞有電纜的電纜盤尽可能的運往臨時儲存處或直接運到敷設電纜的路綫處，並

沿着路綫把它設置在不妨碍城市和工厂厂區交通的地方。

電纜盤的裝車、卸車和搬運，最好由電工和熟練的起重工配合監督下進行。從鐵路的平板車、汽車或其他車輛上卸下電纜盤時，應設法採用起重機械。最常碰到的是從汽車上卸下電纜盤，如用人工起卸時，可採用手搖絞車（卷揚機），預先安裝在汽車上，並在車上攔好傾斜的搭板，利用絞車把鋼索或粗繩在電纜盤滾動的相反方向拉緊電纜盤，逐漸地放鬆鋼索或粗繩，讓電纜盤慢慢滾下，如圖2所示。這樣，可以控制電纜盤滾動的速度，不易發生事故。不允許將電纜盤從高處（車上）擲下，這樣會損壞電纜盤的護板，甚至造成電纜的破損。

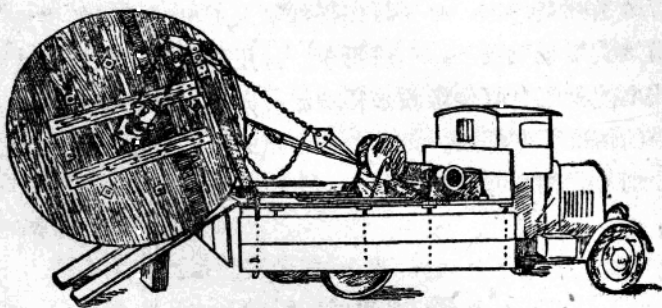


圖 2 在汽車上搬卸電纜盤

在較短的距离搬運電纜盤時，往往採用人力滾動的方法進行施工（圖3），滾動電纜盤時有下列幾點要特別注意：

1. 電纜盤外側的保護木板應釘得非常牢靠，這樣可以保證在滾動電纜盤時內部的電纜不致幌動和破損。因此，在滾動前應先對電纜盤的外部進行檢查。

2. 察看電纜盤上有無凸出的尖銳物(主要是釘子)，並將其拔掉。這可以防止電纜盤滾動時釘子鉤破工人衣服或傷及肉體。

3. 有釘補或已破損的電纜盤，在滾動時必須格外小心。為了防止電纜損傷起見，應預先檢查釘補處是否可靠；在損壞的木護板處打釘子時，應小心操作，不能讓釘子偏斜損壞電纜(最好用比電纜護板厚度短 15~20 公厘的釘子)。若發現整個電纜盤松搖，也可以用木板在二側釘牢或換繞新的電纜盤，但應注意新盤的軸徑，不能小於舊有的盤軸直徑，以免損壞電纜。

4. 電纜盤滾動以前，要查看一下盤上電纜端頭的保護罩(鉛封)是否嚴密，並將其綁牢(見圖 3)，以防搬運時電纜松散出來。

5. 滾動電纜盤時要順着盤板上所畫的箭頭方向滾動(是朝着纏緊電纜的方向滾動)，這樣才不致造成電纜的松散。

6. 在電纜護板已取掉的情況下，只有當它二側護板高出最外一層的、電纜不小於 100 公厘時才允許滾動，而且在滾動時不應壓過石塊、金屬物或其他尖銳的東西，這樣才能避免盤板和電纜有觸破的危險。

7. 在松軟的土地上滾動電纜盤時，可以沿着盤的搬運方向，預先鋪好木板，然後再滾運，以免在滾動時，電纜盤陷入土內。

對於較重的電纜盤，假若有條件的話，可以把它預先放在特制的輪架上，如圖 4 所示。這種輪架除能搬運電纜

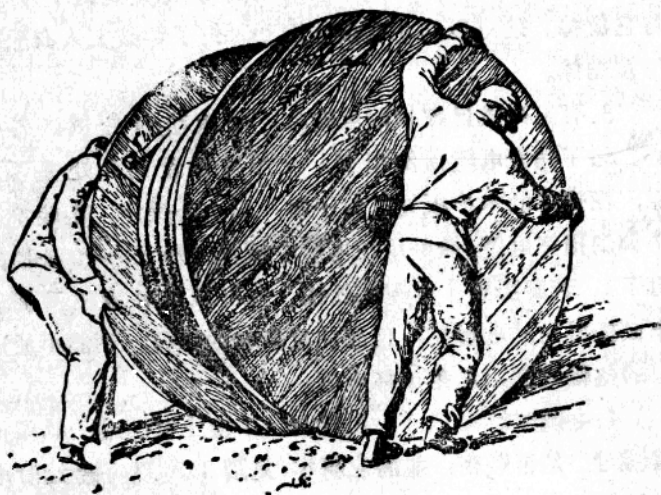


圖 3 電纜盤的人工滾運法

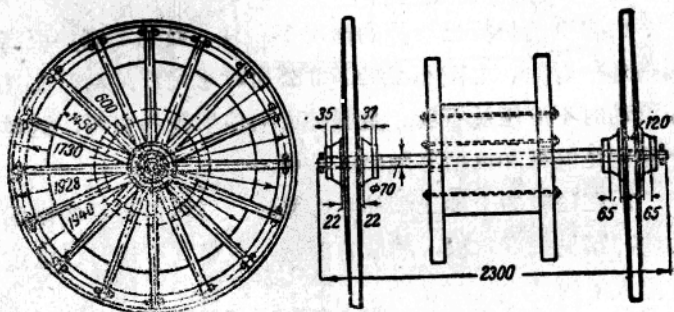


圖 4 搬運電纜盤的特制輪架

盤以外，還能把它在架軸上自由旋轉，供展開電纜用。

四、電纜在敷設前的儲存和驗收

有時電纜搬運到施工現場後，不一定立即能夠敷設。這時可把電纜成盤存放在戶外集中一處（若存放時間較長，最好遮以雨蓬），盤底應墊置枕木，並盡量按不同電壓、型號、截面的電纜分別堆放，便於以後分發和識別。

一般說來，電纜由制造工廠出廠時應附有產品試驗記錄証，但對於經過較長時期儲存或者長途搬運後的電纜，應加強它的驗收工作。當拆除電纜盤上木護板時，首先應檢查盤上最外一圈電纜有沒有破損和被釘子釘壞的地方，其次應察看電纜末端的保護鉛封是否完整無恙。如果發現有破縫及脫落現象，那麼一定要做電纜耐壓試驗。按照規定應該用 500 伏以上的搖表（梅格表）來測量電纜心綫間以及對地的絕緣電阻；由於搖表測量往往不能測出精確的電纜損壞程度，因此尚應進行耐壓試驗；試驗電源交直流均可（10 仟伏以下的電纜，交流耐壓的試驗電壓為電纜額定電壓的 1.65 倍，直流為 5 倍）；電纜較長時，交流試驗設備的容量往往需要很大，因此一般均用直流設備，而且試驗效果也以直流比交流為佳，因為能發現電纜的隱形缺陷。為了保證電纜高壓試驗的安全起見，至少應由二個工人同時參加該項作業。在試驗前應在試驗區域設以護欄並

掛上“高压电对生命危險”的安全標誌牌。電纜心應分別進行試驗，當一個電纜心被試驗時，被試驗的電纜外殼及其他兩個電纜心綫應預先接地，工作人員應配戴橡皮絕緣手套站在橡皮絕緣毯上或有瓷瓶底座的木質絕緣台上，並按規程進行工作。現場施工時，有一部分工人對於電纜末端需要嚴密封焊的工作未加足夠重視，以致往往增加很多不必要的麻煩。因為潮氣極易侵入電纜紙絕緣內部，使電纜端頭的絕緣吸入潮氣而絕緣電阻顯著下降，甚至需要截去若干，這對於高压電纜尤應注意。只有在天氣干燥的時候，可以暫時用黑膠布包封，但不准超過 12 小時。

判斷電纜末端有無潮氣浸入，可從電纜末端撕下一層紙絕緣條放到溫度為 $140^{\circ}\sim 145^{\circ}\text{C}$ 的石蠟溶液或電纜膠中，若分泌出泡沫時，就表示電纜有潮氣存在。同樣也可以把絕緣紙放在噴燈或火柴的火燄下觀看它的燃燒情況，若發出爆聲或白色閃光，也證明有潮氣存在；但潮氣輕微時，用這種方法不易測出。發現有潮氣存在後，應把電纜末端截去 10 公分左右，再進行上述試驗，直至試驗成績良好為止。鑑別電纜紙絕緣是否存在潮氣時，應注意動作時手的干淨，最好預先用潔淨的汽油把手擦淨，並且不能用手拿過的一部分絕緣紙來做試驗，因為手上會有手汗或潮氣存在。

五、屋外電纜直接敷設的施工準備

在壕溝內敷設電纜前，應預先把土溝挖好。在蘇聯，挖掘土溝已廣泛採用機械化的施工方法了。目前國內暫時限於條件，挖掘電纜壕溝仍採用人工為主。當壕溝內僅敷設一根電纜，那麼土溝寬度只要便於工人工作就夠了，如果溝內並列敷設多條電纜時，就應根據同一壕溝各電纜間的相互距離，再加上最靠邊的一條電纜和溝壁間的距離（通常為100~125公厘），壕溝挖掘的寬度應由設計圖紙上加以規定。

當電纜敷設在碎石或瀝青（柏油）路面的地段下，挖溝時應把挖出的石塊或瀝青塊堆放在溝的一側，這樣可便於工人在敷設電纜時在溝的另一側方便地活動。在已敷設有電纜或地下管道的地方挖掘壕溝時，電業局或有關機關應有監視組織。壕溝挖到0.4公尺深時，不能再用力鎬鏟土，只能用鐵鍬鏟土，因為這樣能避免觸損電纜造成停電或人身事故，也不致破壞其他管道。在挖土過程中，發現有電纜或電纜接頭盒時，應小心保護，例如被掘土的電纜每隔1.5公尺左右應予懸吊托架，避免電纜下垂應用木板護襯，電纜接頭盒需放置在平板上，並應放平。

電纜的展開，應設法在電纜敷設地點的起端用起重架等裝置，預先把電纜盤頂起，並通過盤的中心穿入一根鋼