

基本宮藏

7931

高壓變電所 值班電工指南

蘇聯 斯·維·阿廖克謝夫著

李介谷譯



燃料工業出版社

104.2

高壓變電所 值班電工指南

蘇聯 斯·維·阿廖克謝夫著
李 介 谷譯

蘇聯電站部和電氣工業部教育司審定
作為工人幹部技術訓練班教材

燃 料 工 業 出 版 社

內 容 提 要

本書內容包括四個部分。第一和第二部分敘述變電所的設備和配電裝置、變電所廠用電的線路圖及其構造。

第一部分研究變電所電力設備的運行問題並對設備的試驗和檢修略加論述。

第四部分專門討論變電所巡迴值班工的實際操作，其中闡述換接和技術保安的規程；說明斯達漢諾夫工作法的意義和目的；並討論如何清除故障和預防設備損壞的問題。

本書可作為職工技術訓練班的教材。

* * *

高壓變電所值班電工指南

РУКОВОДСТВО ДЛЯ ДЕЖУРНОГО ЭЛЕКТРОМОНТЕРА
ПОДСТАНЦИИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

根據蘇聯國立動力出版社(ГОСЭНЕРГОИЗДАТ)

1953年莫斯科俄文增訂第二版翻譯

蘇聯 С. В. АЛЕКСЕЕВ 著

李 介 谷 譯

燃料工業出版社出版

地址：北京市長安街燃料工業部

北京市書刊出版營業許可證出字第017號

北京市印刷一廠印刷 新華書店發行

編輯：廖美璇

書號282 * 電126 * 850×1092 1/32開本 * 64印張 * 167千字 * 定價12,500元

一九五四年十月北京第一版第一次印刷(1—4,200冊)

目 錄

導言	5
1. 電氣化在蘇聯國民經濟中的意義	5
2. 關於發電與變壓的概念。升壓變電所與降壓變電所	7
3. 低壓與高壓的配電裝置	10

第一部分 配電裝置的設備、連接綫路圖和構造

第一章 低壓電器與低壓配電裝置	12
1-1. 低壓電器	12
1-2. 電氣連接綫路圖	12
1-3. 匯流排和連接母綫	14
1-4. 刀形開關和轉換開關	16
1-5. 油啓動器	19
1-6. 熔斷器	19
1-7. 自動開關	21
1-8. 電氣測量儀表	23
1-9. 低壓配電裝置的構造	28
第二章 高壓電器	31
2-1. 高壓電器的類型	31
2-2. 匯流排和連接母綫	32
2-3. 開關	38
2-4. 多油式(箱式)油開關	39
2-5. 油開關的滅弧設備	41
2-6. 貧油式(罐式)開關	46
2-7. 空氣開關	50
2-8. 自動產氣開關	52
2-9. 開關的選擇	52
2-10. 開關的傳動機構	53
2-11. 高壓熔斷器	59
2-12. 隔離開關	60

2-13. 電抗器	66
2-14. 過電壓保護概論。避雷器。避雷針	67
第三章 電力變壓器與儀用互感器	71
3-1. 變壓器的作用原理和它的基本特性	71
3-2. 電力變壓器的構造	73
3-3. 儀用互感器	82
3-4. 電流互感器	84
第四章 高壓變電所的配電裝置。附屬電路與繼電器保護的綫路	88
4-1. 配電裝置的電氣連接綫路	88
4-2. 配電裝置的構造	90
4-3. 室外配電裝置	94
4-4. 成套配電裝置	96
4-5. 電力電纜	97
4-6. 保護接地與工作接地	98
4-7. 接地迴路與接地綫	101
4-8. 關於附屬電路與繼電器保護的概念	102
4-9. 繼電器的用途與作用原理	104
4-10. 繼電器的連接綫路。控制電纜	109

第二部分 變電所廠用電的設備

第五章 變電所的照明。蓄電池組與充電裝置	113
5-1. 關於變電所廠用電的概念	113
5-2. 變電所的照明：工作照明、事故照明與安全照明	113
5-3. 電燈與配件	114
5-4. 蓄電池組：作用原理與基本特性	116
5-5. 蓄電池組的充電方法	119
5-6. 電池開關	120
5-7. 充電裝置	120
5-8. 蓄電池組的連接綫路	122
第六章 變電所廠用電的電動機	124
6-1. 異步電動機	124
6-2. 鼠籠式異步電動機的啓動	127
6-3. 相繞轉子電動機的啓動	129
6-4. 用把定子的繞組從星形換接成三角形的方法來啓動電動機	131

第三部分 變電所電力設備的察看與照料。電力設備的修理

第七章	配電裝置中設備的察看和照料	133
7-1.	總論	133
7-2.	對設備工作的察看	134
7-3.	接觸連接和絕緣子的檢視	135
7-4.	配電裝置中設備的檢視	137
7-5.	對配電裝置建築物的檢視	140
7-6.	對電力變壓器工作的察看	141
7-7.	設備中絕緣油與潤滑油的察看	143
7-8.	對油所提出的要求。油的各種試驗	144
7-9.	取油樣的規則	146
第八章	對變電所廠用電設備的察看與照料	147
8-1.	對蓄電池組的照料	147
8-2.	對充電裝置的照料	150
8-3.	對照明與電動機的察看與照料	151
第九章	設備的預防試驗	153
9-1.	關於預防試驗的概念	153
9-2.	以搖表來測量絕緣電阻	154
第十章	關於變電所設備的小檢修與大檢修的概念	155
10-1.	概述	155
10-2.	設備的小檢修	156
10-3.	電力變壓器的檢修	157
10-4.	開關的檢修	158
10-5.	儀用互感器，隔離開關和電抗器的檢修	159
10-6.	電動機與蓄電池組的檢修	160
10-7.	變電所中的技術文件	160

第四部分 變電所電氣值班工的操作工作

第十一章	配電裝置中的換接操作	162
11-1.	換接操作的一般規則	162
11-2.	載流電路的合閘與斷開。一般性的指示	164
11-3.	架空線路與電纜線路的合閘與斷開	164
11-4.	電力變壓器的接電與斷開	166
11-5.	線路與變壓器從一個母線系統到另外一個系統上的換接	168

11-6.	具有分段母綫的設備的換接	170
11-7.	變壓器與綫路的整相	171
11-8.	熔斷器的換置	172
11-9.	電動機的接電與斷開	172
11-10.	新的與修復的設備的接入運行	172
11-11.	運行文件	175
第十二章	電力設備中的缺點與故障	177
12-1.	故障與它們的消除	177
12-2.	變壓器的斷開	178
12-3.	輸電綫路的斷開	180
12-4.	架空綫路的逐相試驗	180
12-5.	綫路套管上的電壓試驗	182
12-6.	綫路的自動再合閘	182
12-7.	交流網絡中接地的探索	182
12-8.	直流網絡中接地的探索	183
12-9.	工作人員的錯誤行動	184
12-10.	配電裝置的設備中的故障與缺點	185
12-11.	電動機中的故障	186
12-12.	變電所中撲滅火災的方法	188
第十三章	高壓電力設備中的技術保安	188
13-1.	認識電流的危險性	188
13-2.	防止為電流所傷害的方法	190
13-3.	高壓設備中各項工作的進行	191
13-4.	保護用具	193
13-5.	觸電的緊急救護	195
第十四章	電氣值班工的斯達哈諾夫工作法	197
14-1.	社會主義競賽與斯達哈諾夫運動的意義	197
14-2.	電站與電力網絡中的斯達哈諾夫運動的目的	198
14-3.	電氣值班工的斯達哈諾夫工作	198

導 言

1. 電氣化在蘇聯國民經濟中的意義

在1920年的第八次全俄蘇維埃代表大會上，符·伊·列寧宣佈了一個歷史性的口號「共產主義等於蘇維埃政權加上全國電氣化」。在這個口號中天才地表達出電氣化作為共產主義建設的物質基礎所具有的巨大意義。按照馬列主義學者的學說，共產主義社會的基本特徵是在所有按計劃組織起來的國民經濟中採用最先進與最高深的技術。電能就是先進技術的基礎。

電能是最便於利用的一種能量，它有許多勝於熱能、機械能與其他形式能量的重要的優點。電能可以輸送到離發電地點很遠的地方，可以供應任何數量的（從極少到極多）原動機、電器與儀表。

到處都用到電能。在工業的所有部門中、在運輸中、在農業經濟中、通訊中、醫學中和日常生活中都普遍地用到它。工業、運輸與農業經濟中技術的改進越來越有賴於電能的使用。

在帝俄時代，國家電氣化的水平是很低的。電站僅供給一些小工業與城市用電。就其發電量而論，俄國當時居世界第十五位。

一到偉大的十月社會主義革命以後，布爾什維克黨就着手於執行國家電氣化的巨大工作。早在1920年，當還在對國內外的敵人進行戰爭時，就按照符·伊·列寧所提出的任務而擬訂了全俄電氣化的國家計劃（ГОЭЛРО計劃），在這計劃中規定以建設區範圍的大型發電站來奠定國民經濟中普遍電氣化的基礎。約·維·斯大林予這個國家計劃以極高的評價。在給符·伊·列寧的信中，他寫着：「一本出色的、寫得很好的書。巧妙地描繪了不帶引號的真正統一和真正國家的經濟計劃。這是當代唯一的馬克思主義的嘗試：給經濟落後的俄國的蘇維埃上層建築，奠定在現時條件下真正現實的和唯一可能的技術生產基礎。」

在符·伊·列寧與約·維·斯大林直接領導之下所擬訂與體現的

全俄電氣化計劃估計要 10—15 年可以實現。但 10 年以後，在 1931 年，這計劃就大大地超額完成了，而經過 15 年後，在 1935 年它就超額完成 2.5 倍。至 1937 年，蘇聯的發電量居世界第三位。

在以後的年代中，發電站的建造繼續着，而發電量也不斷地增加。

在偉大的衛國戰爭的年代中，希特勒匪幫使蘇聯的發電站蒙受到嚴重的損傷。他們轟炸、燒毀與破壞了數以十計的大型發電站和大量的小型發電站。

把法西斯侵略者從蘇維埃國土上驅逐出去以後，蘇聯人民就以很快的速度來修復被破壞的發電站。在 1946 年蘇聯發電站的發電容量就大大地超過戰前的容量。

在戰後斯大林五年計劃的年代中，發電站的建設以特別高的速度來發展。1950 年的發電量超過戰前（1940 年）的 87%（超過計劃定額 17%）。以發電量計，蘇聯躍登世界第二位。

按照政府的決議於 1951 年開始在伏爾加河上建設古比雪夫水力發電站、斯大林格勒水力發電站和在德涅泊河上卡霍夫卡水力發電站的建設。

伏爾加河上新的水電站將是世界上最大的發電站。新的水電站的總發電容量將在 4,000,000 瓩以上。伏爾加河上的任一水電站都比美國最大的發電站還大，而且比德涅泊水電站（歐洲最大的水電站）的容量大好多倍。

從伏爾加河上新的水電站所發出的電能將沿着電壓為 400 仟伏的輸電綫輸送到莫斯科與其他距離 900—1000 公里的城市中。水電站以及根據遠距輸電而設計的這種高壓輸電綫路可以使蘇聯的中部與南部形成統一的高壓網絡。

在 1952 年 10 月聯共第十九次黨代表大會所作關於蘇聯發展第五個五年計劃（1951—1955 年）的指示中規定電氣化要作進一步的巨大發展。在這五年之內，發電站的總功率差不多要增加一倍，而水電站則差不多增加兩倍。一些巨大的水電站將投入運行，其中古比雪夫水電站為 210 萬瓩，還有總發電容量為 191 萬 6 千瓩的卡馬、高爾基、明基卡烏爾、烏斯特-卡緬諾戈爾斯克等水電站。展開斯大林格勒、卡霍夫卡和諾沃

西比爾斯克水電站的建設工作和開始建設新的大型的水電站，諸如：伏爾加河上的契鮑克薩利水電站，卡馬河上的沃特金斯克水電站，伊爾提施河上的布克塔馬水電站以及很多其他的水電站。安加拉河的動力資源開始加以利用。在蘇聯的南部地區、烏拉爾區、庫茲巴斯區以及另外一些省與共和國中的區火力發電站與工廠火力發電站的功率將保證有很大的增加。

在聯共十九次黨代表大會的決議中，列寧-斯大林國家電氣化的計劃得到進一步的發展。這個計劃的完成還可大大地增加共產主義建設的速度，並可使新的工業企業在高度技術的基礎上得到發展。蘇聯的動力學者們與全國人民正在熱情地執行着黨的決議。在空前的短時期內，帶有齊姆良水電站的以符·伊·列寧命名的伏爾加河-頓河運河與烏斯特-卡緬諾戈爾斯克水電站建築完工，而且開始運用，伏爾加河上的以及其他的發電站也都順利地建設起來。

2. 關於發電與變壓的概念。升壓變電所與降壓變電所

電能是由發電站發出的。發電站把熱能或水的位能轉變成電能。發電站因能源的不同（熱能或水能）而分成火力發電站與水力發電站兩種。

在火力發電站中，燃料（泥炭，煤，瓦斯）在鍋爐的燃燒室中燃燒。在鍋爐中形成蒸氣，它進入汽輪機，而使之旋轉。在汽輪機的同軸上裝置發電機，它與汽輪機一起旋轉而發出電能。

在水力發電站中，水因壓力而衝入水輪機，並使之旋轉。水輪機與發電機連接在一起，於是發電機也發出電能。

發電站的發電機所發出的電能是三相交流的。發電機所發出的電能中有一部分用以供給電站附近的用戶以及電站的廠用電量。極大部分的電能是供給離開很遠的用戶的。

電能沿着輸電綫路的導綫從電站輸送到遠距以外去。但是如用發電機電壓把功率很大的電能輸送到幾十或幾百公里以外去是不可能的，因為這樣在輸電綫路的導綫中就要損失很大的能量。為防止損耗很大的能量起見，必須用比發電機電壓高很多的電壓來輸送電能。改變電

壓是用電力變壓器來實現的。需要輸送的距離越遠，則所取的電壓就越高。

凡是用以升高電壓，而由升壓變壓器、接受發電機電能的裝置和把電能沿輸電綫路輸配出去的裝置所組成的電力設備就稱為升壓變電所。

在消耗電能的場所不能直接以沿高壓綫路輸電的那種電壓來使用電能，因為，由於一系列的原因，消耗電能的電動機與其他電器並沒有製成如此高電壓的。要使用電能，就應把電壓降低。為此，電能從高壓輸電綫路進入降壓變電所，在那裏，電壓在降壓變壓器中降低到這樣的數值，就是使電能可直接使用或分配到用戶之中。在某些變電所中，例如圖 E-1 所示的變電所 B，電壓降低到兩個數值：一個較低的（10 仟伏）用以供電給當地的用戶，而另一個較高的（35 仟伏）則用以供電給遠處的變電所 A。

這就是說，變電所是用來升高或降低電壓的。

在變電所中，每一個電壓都有匯流排，它們用來沿着裝在變電所中的各電力變壓器和沿着接到其他變電所上的引出輸電綫而輸配電能（圖 E-1，變電所 B 與 B）。匯流排裝置以及所有接向它們的輸電綫路、電力變壓器與其他電器（關於這些，下文將加以闡述）總稱為配電裝置。

每一電壓上有各自的配電裝置（例如，在圖 E-1 中變電所 B 有 110、35 和 10 仟伏的配電裝置）。

供電給有大型工業企業的大居民區的變電所，其初級電壓為 220 與 110 仟伏，次級電壓（一個或往往是二個）為 110 或 35 仟伏，但不得低於 6 仟伏（例如，圖 E-1 上的變電所 B 與 B）。這種變電所的功率通常是很大的。供電給工業企業、城市或農業區域的地方性的變電所，它們的初級電壓為 110 與 35 仟伏，而次級電壓則不高於 10 仟伏（圖 E-1 上的變電所 A）。這種變電所的功率是中等的。最後，有些變電所用以供電給小的工業企業、城市與集體農莊中的住宅，它們的初級電壓不高於 10 仟伏，而次級電壓不高於 0.5 仟伏（圖 E-1 上的變電所 E 與 E）。最後這種類型的變電所的功率當具有一兩只變壓器時通常不高於 180 仟伏安。這種變電所中沒有值日人員，而且稱之為變壓器點。在城市的

電力網絡中(電壓從3到10 仟伏),除變壓器點以外還安置配電點。它們放在地方性的變電所與變壓器點之間,其用途是把電能分配到幾個變壓器點之間去(圖 B-1 上的點 H)。

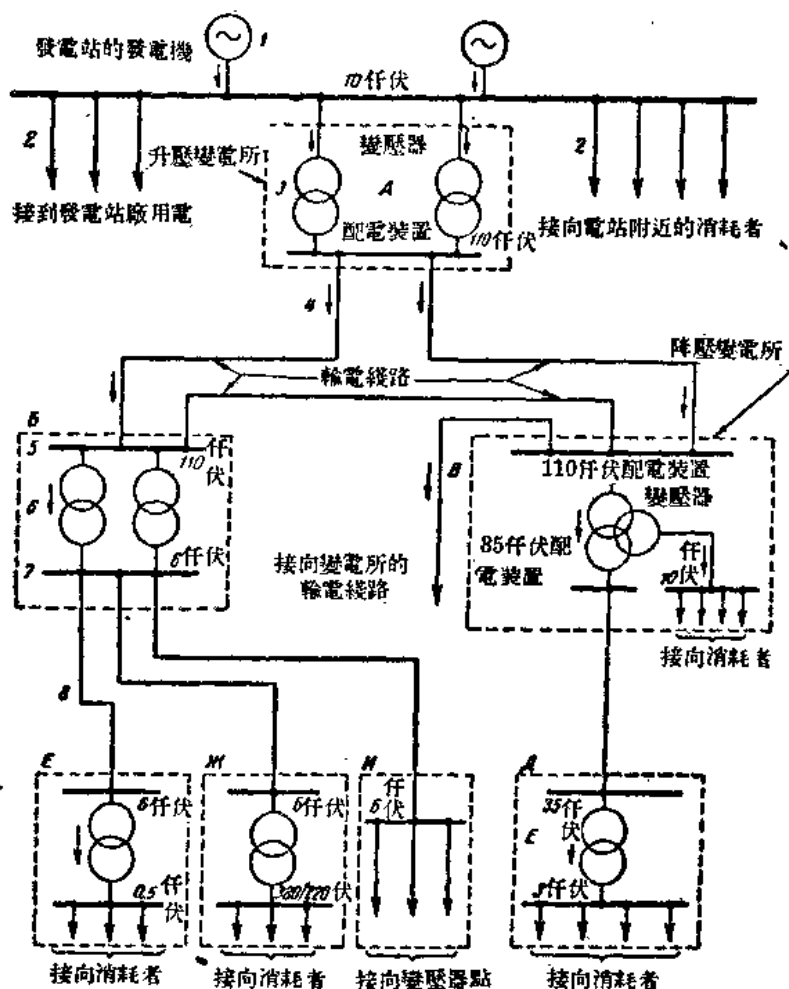


圖 B-1. 從發電站的發電機把電能分配給消耗者的綫路圖。箭頭所示為電能的方向

發電站、變電所與把它們連接起來的高壓輸電綫路組成了一個發電與對消耗者輸配電能的系統。這個系統稱為電力網。

遠距輸電與電力網中的主要元件都是傑出的俄羅斯科學家、電機

技師、工程師所發明的。

最偉大的俄國科學院士米·瓦·羅蒙諾索夫(1711—1765)是俄國電學的創始者。他第一個撰寫電氣理論的著作，並與另一個俄羅斯院士喬·維·里赫曼一同研究過大氣電。

瓦·符·彼得洛夫教授在 1802 年發現了電弧，而且指出可能把它用於照明與金屬的熔化。天才的俄羅斯電機技師派·尼·亞勃羅契珂夫於 1876 年發明了電燭與變壓器。在這以前幾年，即 1873 年，俄羅斯發明家亞·尼·羅賓金最先表演了用他所發明的白熾燈作街道照明的試驗。

1876 年，俄羅斯工程師費·阿·比洛茨基做了一個沿着鐵路軌道把電能輸送到 4 公里以外去的試驗。俄羅斯物理學家德·亞·拉契諾夫於 1880 年在理論上證明了遠距輸電的可能性，這是世界上有這種理論之始。

1882 年俄羅斯物理學家伊·費·烏沙金第一個以交流電來作照明、電力驅動和發熱之用。

最傑出的俄羅斯工程師米·奧·多利沃-多勃羅沃斯基於 1888 年發明了三相系統；於 1889 年發明了三相異步電動機和三相變壓器；而於 1891 年他完成了世界上第一個以 15000 伏的電壓沿着長 175 公里的輸電綫路輸送近於 200 瓩功率的三相電力設備。

天才的俄羅斯電機技師們的卓越的發明為遠距輸電奠定了穩固的基礎，並成為其迅速發展的先決條件。

3. 低壓與高壓的配電裝置

因為電壓的大小不同，配電裝置分成低壓與高壓的兩種。每一導綫與地之間的電壓不超過 250 伏的那些裝置都屬於低壓裝置之列。

導綫對地的電壓以 250 伏作為高壓與低壓間的界限，這是從設備對人所有的危險性着眼而歸納出來的。當電壓超過 250 伏的範圍時，因觸及導綫而發生的危險就大大地增加。所以凡裝置在正常工作時其任一導綫與地之間的電壓是高於 250 伏的，或在正常工作遭受任何損壞時導綫與地之間的電壓可能變得高於此數值的，都屬於高壓裝置之列。

具有中點接地的 380 伏三相裝置是低壓裝置中電壓最高的。在這樣的裝置中每一根綫路導綫與地之間的電壓等於 $\frac{380}{\sqrt{3}} = 220$ 伏。具有不接地中點的 380 伏裝置就已經是高壓裝置：其中當任一相的（綫路）導綫對地短路時，另外兩根導綫對地的電壓就從 220 伏升高到 380 伏，而且在導綫對地的短路沒有消除以前，一直維持着這個數值。

第一部分 配電裝置的設備、 連接綫路圖和構造

第一章 低壓電器與低壓配電裝置

1-1. 低壓電器

每一高壓或低壓的配電裝置由許多電器組成，這些電器彼此之間用導綫或母綫來作電的连接。低壓配電裝置中電器的構造最爲簡單。

就其工作特性而言，低壓配電裝置中的電器和 500 伏以下（包括 500 伏）高壓配電裝置中的電器是相同的。因此，用於 500 伏以下的設備中的電器，都屬於低壓電器的範疇。低壓電器有：

- a) 接通和切斷電路的電器——刀形開關，開關，自動開關（自動釋放器），熔斷器，電磁啓動器，接觸器；
- b) 測量儀表——電流表，電壓表，功率表，電度表；
- b) 調節電流的電器——變阻器和控制器；
- r) 安裝上述電器的構造——配電盤，配電箱和母綫架。

1-2. 電氣連接綫路圖

爲了要清晰地表示出配電裝置的特性、它的大小、其中所有的電器以及它們的连接次序，一定的裝置有其一定的電氣接綫圖。裝置中的每一電器和元件採用一定的代表符號（標記），元件就用這標記畫在電路圖中。圖 1-1 所示爲最常用電器的代表符號。由圖中可以看出，在畫出這些電器時，可畫出全部導綫和全部相（當直流電或單相交流電時爲兩根導綫，在三相交流電時爲三根導綫）或是只畫出一根導綫。顯示出電器的全部三相和連接在這些電器之間的全部三個導體的電路圖稱之爲三綫圖。

	開關和刀形開關的一般符號		管形熔斷器
	額定電流100安的三極刀形開關		額定電流2安的熔斷器
	過載釋放器		電流表
	無壓釋放器		電壓表
	熔斷器的一般符號		功率表
	額定電流10安的管形熔斷器		電度表
	額定電流100安、帶有80安熔絲的片形熔斷器		自動記錄式電壓表

圖 1-1. 在電氣接綫圖中低壓裝置元件的規定代表符號

所謂「單綫圖」就是在圖中並不畫出三根導綫(三個相),而僅只畫出一根導綫(一個相)。因為單綫圖比較簡單而明瞭,所以採用得較多。三綫圖則用以更精確地把單綫圖表現出來。

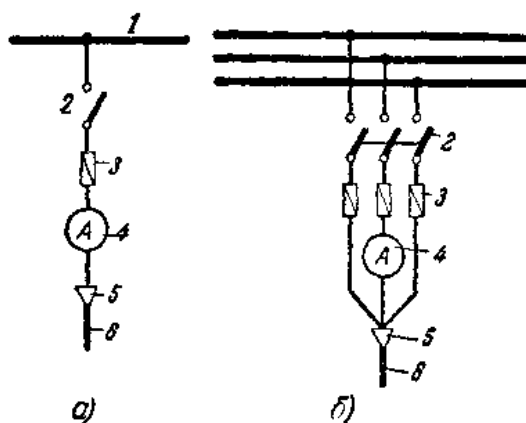


圖 1-2. 以單綫圖 (a) 和三綫圖 (b) 表示出的低壓電纜線路的連接綫路
1—匯流排; 2—三極刀形開關; 3—熔斷器; 4—電流表; 5—電壓表; 6—電表。

三綫圖可分原理圖和安裝圖兩種。在原理圖中，電力設備畫成這樣，就是使器具之間所有的連接綫都採取最短的路徑，而且使該圖最為清晰易解。在原理圖中，所有用以把導綫接向器具和儀表的端鈕是不畫出來的。在安裝圖中不僅描繪出器具和儀表的連接次序，而且還表明它們在電盤的面板上的相互位置和敷設連接導綫的

地方。在安裝圖中，所有的端鈕都要精確地畫出，並須加以標記。有了安裝圖，就可以進行設備的安裝。

圖 1-2 所示為單綫和三綫的低壓連接綫路圖。

1-3. 匯流排和連接母綫

配電裝置中的電器都是用導綫或母綫(在大電流時)連接起來的。裝置在絕緣子上的裸的導體稱之為母綫。用以在任一接合元件(變壓器, 綫路)的電路中連接電器的母綫則稱為連接母綫。

連接幾個電路的母綫稱為匯流排, 因為它們從電源(發電機或變壓器)取得電能, 再把電能分配到接受電器(變壓器)或分配到接向接受電器的綫路中。

母綫的截面有圓形和矩形的兩種, 其材料有銅的、鋁的和鋼的幾種。

這些材料的電阻係數(歐·平方公厘/公尺, 就是截面 1 平方公厘, 長 1 公尺的導體在溫度 20°C 時的電阻)是不同的, 它們是:

銅	0.0172
鋁	0.0283
鋼	0.15