



電力工業技工學校教材試用本

發電廠和變電所 電氣設備運行

下 冊

沈陽電力技工學校編

電力工業出版社

发电厂和变电所 电气设备运行

沈陽電力技工学校編

中华人民共和国电力工业部教育司推荐
作为电力工业技工学校教材试用本

电力工业出版社

內 容 提 要

本書首先簡明的敘述了几种發電厂和变电所的典型電力系統結綫圖、配電裝置倒閘操作的規定；然后談到变压器、电动机及發電机在正常运行时的一切运行方式和操作方法；最后敘述了發電厂及变电所中的电气事故处理方法。

本書是供培訓發電厂和变电所电气值班員之用，也可作为在發電厂和变电所中的运行人員的學習參考資料。

發電厂和变电所电气设备运行 下冊

沈陽電力技工學校編

*

507D189

電力工業出版社出版(北京府右街26号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第082号

北京市印刷一厂排印 新华書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 开本 * 5 $\frac{1}{16}$ 印張 * 111千字 * 定价(第9类)0.70元

1957年1月北京第1版

1957年1月北京第1次印刷(0001—11,100册)

发电厂和变电所电气设备的运行 (下册)

目 录

第三篇 发电厂和变电所的結綫系統

第十七章	发电厂結綫系統	5
第1节	电力系统結綫与额定电压的概述	5
第2节	对发电厂及变电所内部結綫系統的要求	8
第3节	分段單母綫結綫系統	10
第4节	双母綫結綫系統	10
第5节	分段式双母綫发电厂結綫系統	15
第6节	工作母綫分成三段的双母綫电力系统	16
第7节	发电厂高压側的結綫系統	18
第十八章	降压变电所的結綫系統	23
第1节	概論	23
第2节	裝有二台变压器的区域性变电所的結綫系統	25
第3节	有二种低电压的区域性变电所的結綫系統	25
第4节	地区变电所	26
第5节	單相变压器組的結綫系統	27
第十九章	发电厂厂用电系統	28
第1节	自厂用发电机供給厂用电的結綫系統	28
第2节	由厂用变压器供給厂用电的結綫系統	29
第3节	区域发电厂的結綫系統	31
第4节	发电厂厂用直流电动机用直流电結綫系統	31
第5节	发电厂操作等用直流电結綫系統	32
第二十章	电气设备倒閘操作的一般方法	33
第1节	总則	34

第2节	拟写和傳送操作命令以及操作的程序	36
第3节	操作断路器和开关的基本要求	41
第4节	最常用的几种倒閘操作的順序	44

第四篇 变压器的正常运行

第二十一章	变压器的許可运行方式	49
第1节	容許的温度与溫升	49
第2节	变压器电源电压变化的允許范围	52
第3节	变压器容許的正常負荷	53
第4节	人工冷却变压器的运行方式	56
第5节	綫卷絕緣电阻的容許值	56
第二十二章	变压器的操作与运行中的維護	57
第1节	变压器的合閘和拉閘操作	57
第2节	变压器分接头的变换	61
第3节	对变压器运行情况的監視与檢查	61
第4节	变压器瓦斯繼电保护装置的运行	65

第五篇 电动机的正常运行

第二十三章	电动机的許可运行方式	67
第1节	容許的温度与溫升	67
第2节	冷却空气对电动机出力的影响	68
第3节	电动机所受电压的容許变化范围	69
第4节	轉速降低时的容許运行方式	70
第5节	电压不平衡时的容許运行方式	71
第6节	綫卷絕緣电阻的容許值	71
第二十四章	电动机的操作及运行中的維護	72
第1节	电动机的起动的停止	72
第2节	对电动机运行情况的監視与檢查	76
第3节	对整流子、滑环及炭刷的維護	79
第4节	炭刷冒火的处理办法	82

第六篇 同步發電机的正常运行

第二十五章 同步發電机的許可运行方式	85
第1节 鉄心和綫卷的容許溫度	85
第2节 冷却空气溫度变动时的运行方式	85
第3节 电压的容許变动范围	89
第4节 週率的容許变动范围	91
第5节 力率变动所决定的运行方式	92
第6节 負荷不平衡的容許范围	94
第7节 負荷增長速度的規定	96
第8节 容許的过負荷	97
第9节 綫卷絕緣电阻的測量及容許值	98
第二十六章 同步發電机的操作及运行中的維護	100
第1节 信号及电话的使用法	100
第2节 發電机起动机前的准备工作	107
第3节 發電机的起动机	108
第4节 發電机的升压、同步和併列	109
第5节 發電机接帶負荷与調整負荷	113
第6节 發電机在运行中的監視	115
第7节 發電机的解列停机	122

第七篇 事故分析及处理对策

总則	124
第二十七章 电力开关与仪表变成器事故处理	126
第1节 电力开关远方操作不能合閘	126
第2节 电力开关拒絕跳閘	127
第3节 电力开关誤跳閘	128
第4节 油开关缺油	129
第5节 仪表变成器的故障	130
第二十八章 变压器事故处理	134
第1节 变压器运行失常	134

第2节	瓦斯繼电器信号动作时的处理	137
第3节	瓦斯繼电器动作使变压器跳閘	139
第4节	差动繼电器动作使变压器跳閘	140
第5节	变压器失火	142
第二十九章	电动机的事故处理	143
第1节	电动机在运行中较易發生的不正常现象	144
第2节	电动机起动时的故障	145
第3节	由于电力系统的影响自动跳閘	146
第4节	由于电动机故障而断开	147
第三十章	发电机的事故处理	148
第1节	发电机运行失常	148
第2节	发电机自动跳閘	151
第3节	发电机振盪和失去同期	155
第4节	发电机变为电动机	157
第5节	发电机励磁迴路的故障	158
第6节	电力系统發生短路时	162
第7节	发电机着火	163
第三十一章	发电厂电力系统事故处理	165
第1节	週率和电压变动	165
第2节	电力系统或发电厂解列成为几个不同期部分时的事故处理	167
第3节	母綫电压消失	170
第4节	配电设备或系統上的接地故障	173
第5节	厂用电系統接地	179
第6节	直流系統接地故障	181

第三篇 发电厂和变电所的結綫系統

第十七章 發電廠結綫系統

第1节 电力系统結構与額定电压的概述

关于电力系统的概念我们在第一章中已经讨论过，现在从图1上可以更清楚地看出电力系统的布置情况。

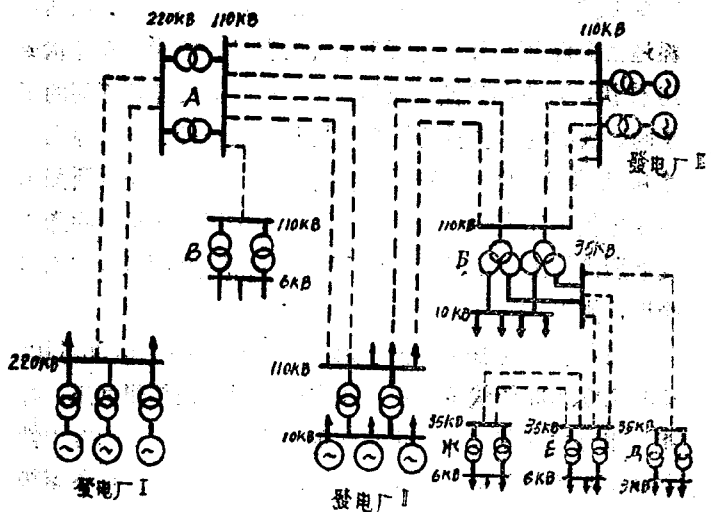


圖 1 电力系统高压网络部分和它的基本设备接线系统圖
I、II—区域发电厂；III—热电站；A、B—区域变电所；
B、D、E、Ж—地区变电所。

这种系統往往用單綫結綫圖来表示。在單綫結綫圖上只表示出一相的結綫，因为在三相交流电气設備中三相的联接是相同的，繪成單綫結綫圖后清晰易看。作为一个运行人員来講，在工作开始以前必須熟悉厂內的結綫系統及附近地区的電力系統結綫情况。

電力系統中有着各种不同等級的电压(綫电压)，当發电机發出来的电能要輸送到相当远的距离时，先用電力变压器变成 110~220 仟伏的高压，因为这样一来，当輸送同样容量电能时，送电綫中电流減小了，損失也減小了。110~220 仟伏高压电送到区域变电所后，經過電力变压器变成 35 仟伏，再輸送到靠近用戶地区的地区变电所，經地区变电所变压器由 35 仟伏变成了 3 仟伏、6 仟伏或 10 仟伏，以供給廣闊的地区，这些地区拥有各种不同的工業的、公共的、乡村的用戶。用戶的电动机、电灯等电气器具大都为 220 或 380 伏特的，所以由地区变电所配出的 3 仟伏~10 仟伏电压，还經過降压变压器(用戶的降压变电所或柱上变压器)变成 220~380 伏特的电压，才送給用戶使用。

在苏联，高压網絡的額定电压分作 3、6、10、35、110、150、220、400 仟伏等等級。額定电压指的是相間电压，并非一相对中性点电压，相間电压称为綫电压，一相对中性点电压称为相电压，相电压为綫电压除以 $\sqrt{3}$ 。在各等級中，150 仟伏的电压应用得并不广，但在將來会得到發展。

網絡中所使用的各种电气設備的額定电压是与網絡的額定电压相等的。但是發电机額定电压要比網絡的額定电

压高 5%，变压器的额定电压要比网络的额定电压高 5~10%。

表 1

网络的额定电压 (千伏)	额 定 电 压(千伏)		
	发电机的	变 压 器 的	
		一 次 侧	二 次 侧
3	3.15	3或 3.15	3.15或 3.3
6	6.3	6或 6.3	6.3 或 5.6
10	10.5	10或 10.5	10.5或 11
—	15.75	15.75	—
35	—	35	35.5
110	—	110	121
(154)	—	(154)	(160)
220	—	220	242

附註：括弧内的数字是 ГOCT 721—41 原来的规定。

譬如，额定电压为 6 千伏的高压网络，就需要额定电压为 6.3 千伏的发电机。这是考虑到网络中电压降落的影响。对变压器讲，一次侧的额定电压高出网络 5% 或与网络相同，根据变压器与电源间距离的远近（线路的长短，电压降下的大小）而选择，数值如表中所示。二次侧的额定电压是指变压器空载时而言，考虑到满负荷时，变压器线圈本身也要有 5% 的电压降下，所以根据变压器与用户的远近（线路的长短，线路电压降下的大小），而选择变压器额定电压高于网络额定电压 5% 或 10%。

额定电压的规定使电力工业，尤其是电器制造工业得

到标准化，对国民經济的發展是有很大好处的。我国尚未統一規定額定电压，在东北电力網中，除 154、220 仟伏外，尚有 66、44 仟伏等級的电压。当然不久以后就会标准化的。

此外，在高压網絡中，都是采用五相五綫制送电，共有三根导綫，沒有中性綫。

在 35 仟伏等級的电力網，变压器中性点最好使用消弧綫圈接地(或不接地)；在 3~10 仟伏等級的电力網，变压器中性点絕緣起来，不接地。以上两种系統都称为“小接地电流”系統。在 110~220 仟伏的电力網，变压器中性点直接接地較為方便，这种系統称为“大接地电流系統”。

低压網絡常采用三相四綫制，除三根导綫外，尚有一根中性綫。这种網絡是供电給用戶使用的。电灯、小型电热等用具接于导綫及中性綫間，即接在相电压上；三相电动机則接到三根导綫上。

低压網絡的电压一般为 380/220 或 220/127 (分子为綫电压，分母为相电压)。这种網絡不准用更高的电压，以免在日常生活中电器用戶發生人身危險，所以电灯从無高于 220 伏特的。至于工厂車間的电动机，有时也使用 500 伏特的網絡；大型电机，則可用 3~6 仟伏或甚至 10 仟伏的網絡直接供电。

第 2 节 对发电厂及变电所內部結綫系統的要求

一、运行的可靠性

結綫系統应保証对用戶供电的可靠性，因为电源的中

断，能破坏生产和城市生活的正常秩序。

要使运行可靠，有很多方法，例如將結綫分成几个部分，正常时并联工作，当其中一部分發生故障时，它就自动切断，使其他部分来担負其負荷，仍保持正常工作。另外还可以裝置备用設備，工作部分停止时可以投入备用部分。为使运行可靠，在結綫中应只用在各个不同工作情况下所必需的电器，以減少發生事故的可能。

二、工作的灵活性

这个要求就是要使結綫能适应各种可能的工作情况。例如当有許多台發電机时，結綫能在只有一部分發電机工作时，保証对用户的供电。又如能对結綫进行部分的修理工作，而不中断对用户的供电。

不能保証必要的灵活性，就使运行困难与事故增多。

关于接綫的可靠性与灵活性，在某些要求上很相似，难于截然划清。

三、运行操作方便

接綫圖应很明显，并使其中个别元件的投入或切开，只需最少的操作步骤。因为不适当的复杂接綫会給运行工作帶來困难，容易造成操作事故，引起人身伤亡和設備的损坏。

四、运行的經濟性

在滿足上述条件后，还要考虑到如何使結綫的建設与

运行費用最小的問題。

另外，發電廠和變電所的結綫系統不可孤立地看待，还应考慮到它在電力系統中的地位，這一點只有在社會主義經濟制度下才可能辦到。

第3节 分段單母綫結綫系統

圖2表示一個小容量的發電廠使用單母綫的電力系統，兩台發電機的母綫間用開關聯接。有兩台升壓變壓器和有兩條用于使發電廠與系統聯接的綫路。饋電綫是用發電機電壓送出的，供給附近的用戶。這種電力系統使用于6—10千伏、容量達6000瓩的發電機。

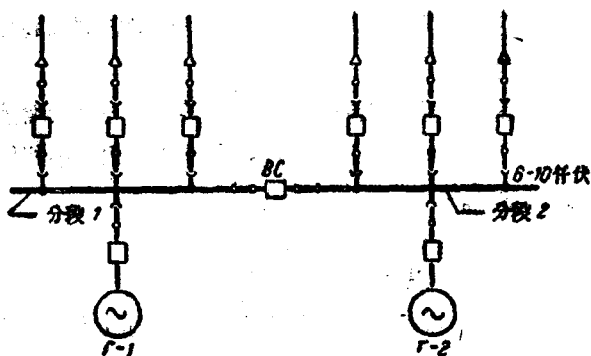


圖2 分段單母綫發電廠結綫系統

第4节 雙母綫結綫系統

圖3就是這種結綫系統，每一組電路經一個開關和兩個斷路器分別聯于兩組母綫上。正常运行時，一組母綫工作，另一組母綫備用。為了提高工作的靈活性與可靠性，

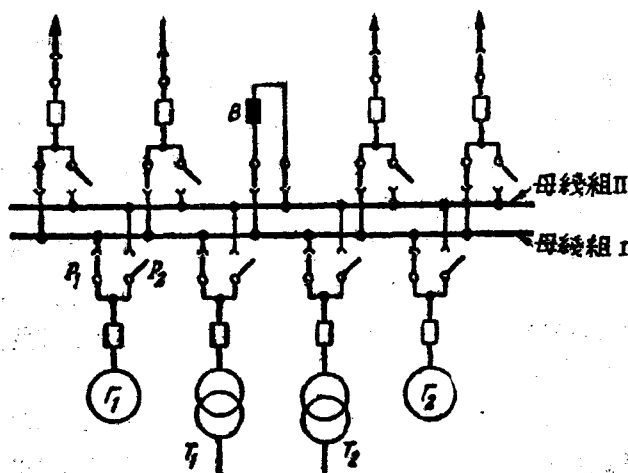


圖 3 双母綫发电厂結綫系統

裝設了母綫聯絡開關 B，正常時它是斷開的，在它兩側的斷路器是合着的。

有了預備母綫，使它能夠實現在單母綫系統上所不能完成的一些操作和運行方式：

一、對母綫進行檢修

為了對母綫進行定期檢修，或在運行中發現不正常情況而須臨時檢修時，可進行倒閘操作，將預備母綫投入工作，工作母綫停電。下面是母綫倒閘的一種方法：

1. 合上母綫聯絡開關使預備母綫充電。如果在備用母綫上有故障時或有短路時，則母綫聯絡開關在其繼電保護裝置的動作下就能自動切斷，發電廠仍能保持正常工作。

2. 合上所有电路上通向预备母线的断路器。同时先合电源，后合负荷。因为合时断路器刀片与固定触头的电位是相等的，所以合闸时不会发生电弧。

3. 拉开所有电路上通向工作母线的断路器。先拉负荷，后拉电源。因为电流有着傍路，所以在拉开的时候，触头上也不会发生电弧。

为了以上二项操作的安全，应将母线联络开关的操作电源切断后再进行，使它不可能断开，保持可靠的傍路，以避免操作过程中由于此开关误开闸而引起停电或带负荷拉断路器事故。

4. 最后切断母线联络开关及其两侧断路器。这样就使系统工作换到预备母线而不停电。此后按安全工作规程办好一切保安措施后就可进行修理。

在有些旧设备的双母线系统上有时没有母线联络开关，这时若进行母线的倒闸时，只能应用断路器。在预备母线良好时，用断路器来接通和拉开母线的充电电流是完全许可的，但当预备母线上存在着故障或短路时，在进行合闸时会引起很大的事故（断路器烧坏、系统接地短路或人身事故）。所以在利用断路器向母线充电前，一定要经过仔细检查，必要时经过测量绝缘电阻。

二、运行中工作母线损坏

当运行中工作母线损坏时，发电机的开关和通向电力系统开关都将断开，发电厂就会完全停电。

这时应首先将接线换至预备母线，将一台发电机接

上，利用鍋爐殘留蒸汽推動它，調整電壓及週率到所需值，然後恢復廠用電的供應及運行，此後再逐漸對線路送電並將其他發電機併列，恢復正常狀態。單母線系統則僅能在母線故障消除後，才能恢復正常工作。

三、把發電機分接在兩組母線上，形成兩個互不

聯系的系統，以適應當時工作要求

有時為了檢修或做特殊試驗，需要將發電廠內個別的设备從零起做升壓試驗，或使其通過一定的電流。此時可利用一台發電機及預備母線經與被試的设备適當連接後即可進行。

有時也可以利用母線連絡開關將檢修过的设备作全電壓合閘試驗，此時將被試的设备接在備用母線系統上，而由母線連絡開關給以電壓。如被試设备存在着故障，則母線連絡開關就能很快跳開。

四、修理母線斷路器

當需要修理母線斷路器 P_1 時(圖 3)，必需切斷和停下發電機 G_1 後，再將系統換到預備母線上工作，由於 P_2 早在切斷位置， P_1 兩端就不帶電壓，經做為安全措施後，即可進行檢修。

修理 P_2 時，操作更為簡單，切斷並停下發電機後，再切斷 P_1 即可。

所以在修理任何母線斷路器時，只需切斷要修理的斷路器所在的那一組電路即可。在單母線時，則一定要把整

段母綫的断路器都切斷，使正常运行的綫路亦遭到停电。

五、用母綫联络开关代替发电厂任一开关(圖 4)

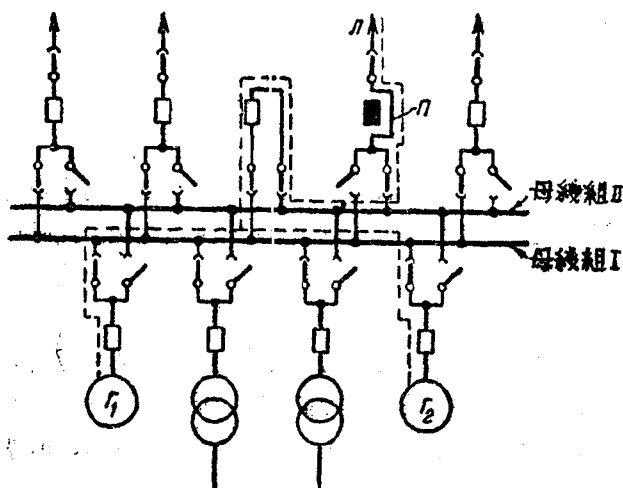


圖 4 用母綫联络开关代替綫路开关

假如需要修理綫路 II 上的开关，但不希望該綫路長期停电，則可在檢修中进行一些切換和裝設附加的連接綫，这样就能用母綫联络开关作为該綫路的开关而送电。具体进行步驟是这样的：切斷綫路 II 的开关，切斷綫路 II 的母綫断路器及綫路断路器，將綫路开关的連接綫拆除；用附加的連接綫跨接起来，使母綫断路器直接通向綫路断路器；然后合上該綫路通向預备母綫的断路器及綫路断路器，此时母綫联络开关即成为該綫路的开关，合閘后电流就从工作母綫通过此联络开关到預备母綫，再經二个断