

试用教材

454647

5062
10214
F2

工厂供电

下册

《工厂供电》教材编写组编



62
14

成都无线电机械学院图书馆

一九七六年五月

基本馆藏

试 用 教 材

工 厂 供 电

下 册

《工厂供电》教材编写组编

成都无线电机械学校

一九七六年五月

· 内 容 提 要 ·

本书分上、下两册。上册包括第一章概论，第二章工厂变配电所，第三章工厂电力线路。下册包括第四章工厂供电系统的运行维护和检修试验，第五章工厂供电的设计计算及其应用，第六章防雷、接地和电气安全。本书适于中专工业企业电气化专业作参考教材，亦可供有关专业的大专和短训班学员及从事工厂供电工作的工人技术人员自学参考。

工 厂 供 电 (下 册)

《工厂供电》教材编写组编

★

成都无线电机械学校印刷所印刷

1976年5月

下册工本费：1.00元

(内部交流)

目 录

第四章 工厂供电系统的运行维护和检修试验

第一节 概述	1
第二节 变配电所的值班和运行操作	2
一、变配电所的值班制度和值班员职责	2
二、定相及送电和停电的操作	3
三、变压器的并列运行和切换操作	4
第三节 供电系统电气事故的分析 and 处理	6
一、事故的原因	7
二、全厂停电事故的处理	7
三、电气设备事故的处理	8
四、电力线路事故的处理	12
第四节 电能节约及移相电容器的装设、选择与运行	19
一、电能节约的意义及一般措施	19
二、移相电容器的装设、选择与运行	22
第五节 负荷调整和电压调节	31
一、负荷调整	31
二、电压调节及变压器分接头的选择	33
第六节 变配电所电气设备的维护、检修和试验	39
一、电力变压器的维护、检修和试验	39
二、配电装置的维护、检修和试验	48
第七节 电力线路的维护、检修和试验	54
一、电力线路的维护	55
二、电力线路的检修	57
三、电力线路的试验	58

第五章 工厂供电的设计计算及其应用

第一节 工厂供电设计的基本知识	59
第二节 计算负荷和尖峰电流的确定	61
一、计算负荷的确定	61
二、尖峰电流的确定	73
第三节 导线截面的选择计算	76
一、按发热条件选择导线和电缆的截面	76
二、按经济电流密度选择导线和电缆的截面	78
三、线路电压损耗的计算	79

第四节 短路电流及电器的选择	85
一、短路及短路电流的基本概念.....	86
二、短路电流的计算.....	92
三、电器的选择和校验.....	97
第五节 保护装置的选择和整定	101
一、熔断器的选择和整定.....	101
二、自动开关的选择和整定.....	105
三、电力线路继电保护的整定.....	108
四、电力变压器继电保护的整定.....	113
第六章 防雷、接地和电气安全	
第一节 雷和防雷	115
一、雷电的成因、形式及其危害性.....	115
二、防雷设备.....	117
三、防雷措施.....	123
第二节 接地和接零	126
一、电流对人体的作用.....	127
二、接地和接零的有关概念.....	127
三、接地和接零的装设和计算.....	131
四、接地装置的运行维护.....	139
第三节 电气安全	142
一、电气安全的一般措施.....	142
二、触电的急救处理.....	144
附 录	
附表30 YY型和YL型移相电容器的主要技术数据.....	148
附表31 移相电容器的比补偿容量.....	149
附表32 导体在正常和短路时的最高允许温度.....	150
附表33 用电设备组的需要系数、二项式系数及功率因数.....	150
附表34 各类工厂的全厂需要系数及功率因数.....	152
附表35 BBLX和BLV型铝芯绝缘线明敷、穿钢管和穿塑料管时允许载流量.....	152
附表36 户内明敷及穿管的铝、铜芯导线的电阻和电抗.....	155
附表37 RM10和RTO型熔断器的安秒特性曲线.....	155
附表38 FS型阀型避雷器的主要技术数据.....	156
附表39 各种电气装置要求的接地电阻值.....	157
附表40 管形接地体的利用系数.....	158
附表41 户外架空铝导线“相—零回路”单位长度阻抗值.....	159
附表42 变压器400伏侧单相阻抗值.....	160
附表43 本书所用的角注文字符号及其写法和读法.....	160

第四章 工厂供电系统的运行 维护和检修试验

本章要求

明确工厂供电系统运行维护和检修试验工作的重要意义和基本要求；了解变配电所的值班制度、值班员职责及一般运行操作的程序；了解工厂供电系统常见事故的分析处理方法；着重了解电能节约、负荷调整和电压调节的意义及一般措施；了解变配电所电气设备和电力线路维护检修和试验的基本知识。

第一节 概 述

我们知道，电力是现代工业生产的主要动力。没有电力，也就没有现代工业。要保证工厂多快好省地进行生产，促进国民经济的发展，巩固无产阶级专政，就必须以阶级斗争为纲，搞好工厂供电系统的运行维护和检修试验工作，使工厂供电系统达到安全、可靠、经济、合理地运行的要求；

安全——就是在电力的供应和使用中不致发生人身事故和设备事故；

可靠——就是能对用电负荷（特别是其中的重要负荷）可靠地不间断地供电，不致突然停电；

经济——就是供电系统在运行中要尽量减少电能消耗，尽量降低运行费用；

合理——就是要正确地处理局部和全局、当前与长远的关系，既考虑局部的和当前的利益，更要有全局观点，能顾全大局，兼顾发展。例如供电系统在考虑进行人工补偿以提高供电系统的功率因数时，或采用“四合一”环形供电方式时，就不能只考虑一个单位或一个工厂的局部利益，更要有全局观点。

这“安全、可靠、经济、合理”的要求，一般称之为动力工作的“八字方针”。

正如毛主席教导我们的：“政治工作是一切经济工作的生命线。”要搞好工厂供电系统的运行维护工作，就必须以阶级斗争为纲，坚持无产阶级政治挂帅，用马列主义、毛泽东思想统帅业务技术，充分发挥运行维护人员的社会主义积极性，认真学习无产阶级专政理论，坚决执行党的有关方针政策和规章制度；同时要努力钻研本职工作，积极参加“工业学大庆”的群众运动，搞好运行维护和检修试验工作，采取有效措施预防和

消灭事故，确保工厂供电系统安全、可靠、经济、合理地运行，促进工农业生产和整个国民经济的发展，进一步巩固无产阶级专政。

复 习 题

4—1 试述工厂供电系统运行维护工作的重要意义和基本要求。

第二节 变配电所的值班和运行操作

变配电所是供电系统的枢纽，搞好变配电所的运行维护工作具有十分重要的意义。这里先介绍工厂变配电所的值班制度和值班员的职责，然后介绍定相的方法和送电、停电的操作及变压器的并列运行和切换操作。

一、变配电所的值班制度和值班员职责

(一) 变配电所的值班制度：

工厂变配电所的值班制度，有轮班制、在家值班制和无人值班制等。采用在家值班制和无人值班制，可以大大节约劳动力，减少运行费用，但需要有一定的物质条件（如较完善的信号系统等），方能确保变配电所的安全运行。目前，一般工厂的总变配电所多采用三组轮换或四组轮换的全日三班的值班制度，即将总变配电所的值班人员分成三组或四组，按一天分成早、中、晚三班，分组轮换值班，一年三百六十五天都不间断，以保证总变配电所持续地安全运行。至于车间变电所（或小厂的变电所），则大多采用无人值班制，仅由工厂总变配电所的值班人员或由工厂动力部门的电气人员（如维修电工）定期巡视检查。

(二) 变配电所值班员的职责：

变配电所的值班员必须按照现场规程规定的职责范围进行工作。变配电所值班员的主要职责有：

1、以阶级斗争为纲，努力学习无产阶级专政理论，坚持抓革命、促生产、促工作、促战备，以认真负责、一丝不苟的革命精神坚守岗位，作好变配电所的安全保卫工作，确保变配电所的安全运行。

2、为革命积极钻研本职工作，认真学习和执行有关的规章制度，熟悉变配电所的一、二次接线图和设备分布、结构性能、操作要求及维护保养方法等，熟悉安全工具和消防设备的使用方法及触电急救法，了解变配电所目前的运行方式、负荷情况及负荷调整和电压调节的措施。

3、监视各种设备的运行情况，定时巡视检查。发现设备缺陷和运行不正常时，及时报告上级处理。并按规定抄报各种运行数据，记录好运行日志。

4、按上级调度命令进行操作，发生事故时进行紧急处理，并做好有关纪录，以备查考。

5、保管所内各种资料图表、工具仪器和消防器材等，并做好设备和环境的清洁卫生。

6、按现场规程的规定进行交接班。值班员未办完交班手续时，不得离开。在处理事故时，一般不得交接班。接班的值班员可在当班的值班员要求和主持下，协助处理事故。如事故一时难于处理完毕，在征得接班的值班员同意或上级同意后，可进行交接班。

二、定相及送电和停电的操作

凡有双电源的变配电所，在竣工以后，投入运行以前，首先应核对可能并列运行的两部分装置（如分段单母线的两段母线，或并列的两台主变压器，或新建的联络线路）的相序和相位，这叫做“定相”。定相的目的，在于检查并列运行的两部分装置的相位是否一致，以防止并列运行时由于两部分装置的相序和相位不一致而造成短路。

这里先介绍定相的方法，然后介绍变配电所送电和停电的操作程序。关于变配电所送电前必须进行的检查试验项目，将在本章第六节中介绍。

（一）定相的方法：

以图2—82（上册96页）所示典型的高压配电所为例。先分别投入两条电源进线（操作时，应该先闭合进线上的隔离开关，再闭合进线上的高压断路器。如果变配电所的母线上原来装有临时接地线的话，则在母线送电前应首先将临时接地线拆除。拆除时，应先拆线路端，再拆接地端），使两段母线分别送电，这时母线分段隔离开关GK还是断开的。然后利用两段母线上的电压互感器来进行定相。

如图4—1所示，在两段母线上的电压互感器低压侧，利用电压表或万用表的电压档，依次测量 a_1-a_2 、 a_1-b_2 、 a_1-c_2 、 b_1-a_2 、 b_1-b_2 、 b_1-c_2 、 c_1-a_2 、 c_1-b_2 、 c_1-c_2 间的电压。如果属于同相（如 a_1-a_2 、 b_1-b_2 、 c_1-c_2 ），则电压应为零；如果不属于同相（如 a_1-b_2 、 a_1-c_2 ……等），则电压应为线电压，由此即可定相。

（二）变配电所的送电操作：

变配电所送电时，一般从电源侧的开关合起，依次合到负荷侧开关。按这种程序进行操作，可使开关的合闸电流减至最小，比较安全。

以图2—29（上册45页）所示典型变电所为例。送电时，首先拆除临时接地线和“禁止合闸”的警告牌，然后投入电压互感器YH（闭合隔离开关2GK），检查进线有无电压和电压是否正常。

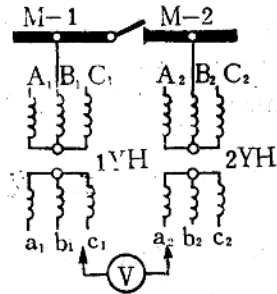


图4—1 利用电压表在电压互感器低压侧进行定相测量

如送线电压正常时，则闭合高压隔离开关 1 GK，再闭合高压断路器 DL，这时主变压器投入。如未发现异常现象，则可闭合低压主开关 1 ZK，使低压母线充电，利用接于母线上的电压表可检查低压侧三相电压是否对称。如电压正常，则可分路投入各低压出线开关。但要注意，低压刀开关一般是不能带负荷操作的，因此仅有低压刀开关（主要指带灭弧罩的刀开关）的线路应先切除负荷后才能合闸送电。

如果变电所是事故停电以后的恢复送电，则操作的程序与变电所装设的开关类型有关。如图 2—29 所示变电所，高压侧装设的是高压断路器，变电所发生事故时，高压断路器自动跳闸。在消除故障后，恢复送电时，可直接闭合高压断路器。如果变电所高压侧装设的是高压负荷开关，恢复送电时也可直接闭合高压负荷开关，因为高压负荷开关和高压断路器都可带负荷操作。但是如果变电所高压侧装设的是高压隔离开关和熔断器或是跌落式熔断器，则在恢复送电之前，先要将变电所所有出线开关断开，然后才能闭合高压隔离开关或跌落式熔断器，最后将所有出线开关合上，恢复供电。因为高压隔离开关、跌落式熔断器和未带灭弧罩的低压刀开关都不能带负荷操作，所以在闭合之前，应先将变电所的所有负荷切除。如果恢复送电的变电所原来停电时装有临时接地线和“禁止合闸”的警告牌的话，则在进行送电操作前应先拆除临时接地线和警告牌。

（三）变配电所的停电操作：

变配电所停电时，一般从负荷侧的开关拉起，依次拉到电源侧开关，其操作程序恰与送电相反。按这种程序进行操作，可使开关电流减至最小，也比较安全。

仍以图 2—29 所示典型变电所为例。停电时，先拉低压侧各路线开关。如果刀开关或熔断器式刀开关未带灭弧罩时，则应先断开有关的负荷才行。所有出线开关断开以后，就可断开低压和高压的主开关。当高压主开关是高压断路器或负荷开关时，在紧急情况下也可直接拉开高压断路器或负荷开关来实现停电。当高压断路器 DL 断开以后，才能拉开对应的隔离开关 1 GK。如果高压侧装设的是高压隔离开关和熔断器，则无论什么情况都应该在断开了所有低压出线开关和低压主开关之后，才能拉开高压隔离开关。

线路或设备停电以后，考虑到检修线路或设备的人员安全，通常规定在断路的开关操作手柄上应悬挂“有人工作，禁止合闸”的警告牌，并在停电检修的线路或设备的电源侧（如可能两侧来电时，则应在其两侧）安装临时接地线。安装临时接地线时，应先接接地端，再接线路或设备端。

三、变压器的并列运行和切换操作

以图 2—82 中所示 2 号车间变电所为例，先介绍变压器并列运行的问题，然后介绍变压器切换操作的程序。

（一）变压器的并列运行：

两台或多台变压器并列（并联）运行时，必须满足以下三个基本条件：

- 1、并列的所有变压器的额定一次电压和二次电压都必须相等，也就是所有变压器

的变压比应该相等（一般允许差 $\pm 0.5\%$ ，如变压比小于3时允许差 $\pm 1\%$ ）。如果并列变压器的变压比不同时，则将在并列变压器二次线圈内产生“均压电流”，即二次电压高的线圈将向二次电压低的线圈供给电流，引起功率损耗，造成线圈过热或烧毁。

2、并列的所有变压器的阻抗电压即短路电压必须相等（允许差 $\pm 10\%$ ）。由于并列运行变压器的负荷是按其阻抗电压值成反比分配的，所以当变压器的阻抗电压不等时，阻抗电压小的变压器容易发生过负荷现象。

3、并列的所有变压器的连接组别必须相同，也就是各变压器的一次和二次电压的相位应分别相同，否则不能并列运行。例如图2—82所示2号车间变电所的两台变压器的连接组就都是Y/Y—12。如果一台变压器的连接组是Y/Y—12，另一台是Y/ Δ —11，则由图4—2可知，两台变压器的二次侧将出现 30° 的相位差和 U_{1-2} 值的电位差，这一电位差可在两台变压器二次线圈内产生一个很大的均压电流（可超过线圈额定电流很多倍），使线圈烧毁。因此连接组别不同的变压器是无论如何不能并列运行的。

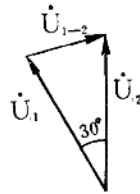


图4—2 两不同连接组的变压器并列运行时的二次电压向量图

此外，并列运行的变压器的容量最好相同或相近。并列变压器的最大容量与最小容量之比，一般规定不能超过3：1。变压器容量相差太悬殊时，不仅运行很不方便，而且在变压器特性（如变压比或阻抗电压）略有差异时，变压器间的均压电流往往相当显著，特别是很容易造成容量小的变压器过负荷。

（二）变压器的切换操作：

变压器在正常情况下进行切换操作（又叫倒闸操作），应该保证负荷的持续供电，因此在切换操作前应先并两台变压器运行。

以图2—82中所示2号车间变电所为例。假设此变电所现在处于低负荷，需要停用右边一台变压器，或者右边一台变压器需要停电检修，因此必须进行切换操作。切换操作的程序如下：先闭合高压母线分段开关GK和低压母线分段开关ZK，使两台变压器并列运行，同时使高压进线和低压出线都分别并联。然后断开要停用的变压器两侧的主开关5DL和2ZK。为了检修的安全，最后还必须断开高压隔离开关5GK，并在主开关5DL和2ZK的操作手柄上挂上“有人工作，禁止合闸”的警告牌，同时在检修的变压器两侧安装临时接地线。

假设右边一台变压器检修好了，现在要换下左边的变压器来进行检修，则操作程序如下：先拆除警告牌和临时接地线，然后闭合高压隔离开关5GK，再闭合高压断路器5DL和低压自动开关2ZK，使两台变压器并列运行。接着断开左边变压器两侧的主开关4DL和1ZK，最后断开高压隔离开关4GK，并在主开关4DL和1ZK的操作手柄上挂上“有人工作，禁止合闸”的警告牌，同时在检修的变压器两侧安装临时接地线，以保证检修的安全。

必须注意：两台变压器的变电所在只有一台变压器运行时，总负荷不得超过正在运行的那台变压器的允许负荷能力。因此在高峰负荷时，必须切实限制负荷后（首先保证一、二级负荷用电），才能进行切换操作，只单独一台变压器运行。

复 习 题

- 4—2 工厂变电所多采用什么值班制？值班员主要有哪些职责？
- 4—3 什么叫“定相”？并列运行的变压器如何进行定相？
- 4—4 试以图 2—82 中所示高压配电所主接线图为例，来说明其送电和停电的操作程序。
- 4—5 变压器并列运行时必须满足哪些条件？不满足这些条件时有什么不良后果？
- 4—6 试以图 4—3 所示车间变电所主接线图为例，来说明其变压器 2B 停电检修的切换操作程序，其中高压桥接线上隔离开关 GK 和低压母线分段自动开关 ZK 在正常运行时是断开的。

第三节 供电系统电气事故的分析 and 处理

毛主席教导我们：对待一切“乱子”的态度，应该是“第一条，反对；第二条，不怕。”

供电系统的电气事故，就是一种“乱子”。我们对待电气事故也应该持这种态度：“第一条，反对”——就是要采取各种预防的措施，尽量避免事故的发生；“第二条，不怕”——就是万一发生了事故，要采取适当的对策妥善处理，并从中总结经验教训，提高水平，变坏事为好事。

实践证明：只要我们坚持以阶级斗争为纲，认真执行工厂供电系统有关的规章制度，努力提高业务水平，确保供电系统的设计、安装、运行维护和检修试验的质量，供电系统的电气事故是完全可以减少直至彻底消灭的。

下面分别介绍工厂供电系统发生电气事故的原因及全厂停电事故、电气设备事故和电力线路事故的处理等基本知识。

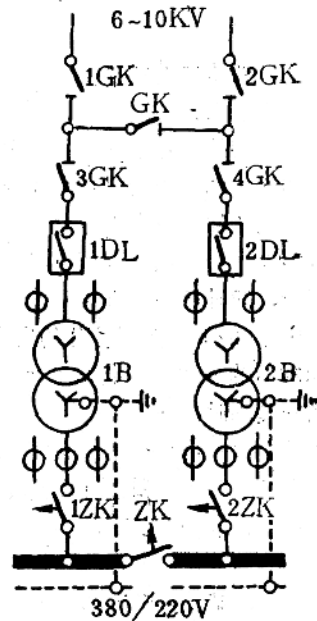


图 4—3 具有桥接线的车间变电所主接线图

一、事故的原因

供电系统的电气事故，主要由以下三类原因所造成：

1、人员的疏失——这包括设计上的不合理，安装上的错误，运行上的误操作，维护检修和试验上的粗枝大叶等。这里特别要提到的是带负荷操作隔离开关，这类误操作的事在供电系统的运行中是较为常见而后果是相当严重的，值得引起运行人员的高度重视。此外，在运行中由于外施电压与设备的铭牌数据不合而造成的事故也是比较多的，应该注意。

2、设备的缺陷——有的是由于设计不合理，有的是由于制造、安装或检修未保证质量，有的是由于运行维护不当或自然陈老损坏。为了及时发现设备缺陷，除了应加强设备的经常性维护检修外，还应进行定期的预防性试验。设备未经检查试验是不允许投入运行的，以免发生事故。

3、外物的危害——包括鸟兽的危害、雷电的袭击、有害物质的侵蚀以及风暴、山洪、地震等自然灾害和阶级敌人的破坏等。鸟雀、老鼠或蛇等小动物窜入变配电所内，容易造成短路事故，所以我们在变配电所的建筑结构上，应该有防止这类鸟兽窜入的具体措施。雷电袭击也是造成供电系统停电或设备损坏的一个重要因素，所以供电系统中要装设一定的防雷设备来与雷害进行斗争。关于防止有害物质的侵蚀以及预防台风、山洪、地震等自然灾害的问题，在变配电所的选址和建造上以及线路的路径选择和建造上应该予以考虑。对于阶级敌人可能进行的破坏活动，我们应该时刻保持高度的警惕，千万不要忘记阶级和阶级斗争！

综合分析以上三类原因可知，能不能预防和消灭事故，关键在于人，在于有关人员是否以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，以高度的政治责任感对待供电系统的安全运行。如果有关人员以阶级斗争为纲，从路线的高度来认识搞好供电系统安全运行的重大意义，运行维护和检修试验都认真负责，严格遵照有关的规章制度办事，那么不仅误操作等由于人员疏失所造成的事故可以杜绝，而且由于设备缺陷或外物危害所造成的事故也是可以避免的。

二、全厂停电事故的处理

发生全厂停电事故的原因可有这么两种：一种是进线电源断电；另一种是工厂内设备或线路发生故障而引起总开关跳闸。

图1—1所示工厂供电系统有两条电源进线。一般情况下两条电源进线同时断电的可能性是不大的。但是当有一条进线在检修或备用而只有一条进线运行时，如果这唯一的进线电源断电，那就会引起全厂停电。

全厂停电时，首先要检查进线有没有电压，总开关有没有跳闸。如果进线没有电压，总开关没有跳闸，则大多是进线电源（电力系统变电所或发电厂）暂时停电。

当发现进线没有电压而总开关没有跳闸时，首先应将进线开关（高压断路器或高压负荷开关）断开，然后断开所有的出线开关，以免进线突然恢复供电时所有用电设备同时起动，造成过负荷和电压骤降，影响供电系统的正常运行。在进线恢复供电时，应首先将进线开关合闸，然后合上出线开关，操作程序与前面所说的送电操作相同。

对于如图 1—1 所示有两路电源进线的变配电所来说，在一路进线停电以后，应立即进行切换操作，将另一路进线手动或自动地投入，以恢复全厂的供电。

如果进线有电而总开关跳闸时，除雷雨时有可能是雷电波沿架空进线侵入变配电所而引起变配电所总开关跳闸的一种可能性外，一般情况是厂内供电系统发生了故障。在雷电波侵入引起总开关跳闸时，如总开关的断流容量允许，可随即试合一次，以恢复全厂供电。在厂内供电系统发生故障而引起总开关跳闸造成全厂停电时，应将变配电所所有出线开关断开，然后检查变配电所的母线和配电装置中是否有故障的外部征象，如异常声响、臭味、瓷瓶有闪络痕迹或裂纹、鼠雀等小动物窜入造成的短路等，并可用兆欧表检查母线的绝缘。如未发现母线故障，则可试合总开关。如在配电装置的外部检查中已发现某条出线存在着故障的话，则此线路应予以隔离检修，而其他出线应立即恢复送电。如在配电装置的外部检查中未发现故障时，则应采取“分路合闸检查故障”的办法。如图 4—4 所示，假设故障点出现在线路 $l-8$ 上，由于保护装置或开关失灵，致使 $l-1$ 的开关越级跳闸，造成全厂停电。现在 $l-2 \sim l-6$ 的开关都已断开，则 $l-1$ 的开关因母线 $M-1$ 正常而可试合成功。为了进一步查明故障，应依次试合 $l-2 \sim l-6$ 的开关。结果 $l-2 \sim l-4$ 和 $l-6$ 的开关因线路无故障也试合成功，恢复送电。而 $l-5$ 因其分路线 $l-8$ 存在着故障，所以试合后又跳闸，或合上后电流表的指示值远大于正常值。这时应立即断开 $l-5$ 的开关，然后断开 $l-7 \sim l-9$ 的开关。接着可再试合 $l-5$ 的开关。由于母线 $M-2$ 正常，所以 $l-5$ 的开关肯定试合成功。然后依次试合 $l-7 \sim l-9$ 的开关。很明显，由于 $l-8$ 存在着故障，所以试合 $l-8$ 的开关不会成功，或合上后电流表的指示值远大于正常值，必须立即断开；而 $l-7$ 和 $l-9$ 的开关则都能试合成功，恢复送电。这种分路合闸检查故障的方法，可将故障范围逐步缩小，迅速找出故障线路，这也是“优选法”的一种实际应用。必须注意，在未查明故障原因和消除故障以前，一般不许对故障线路试送电，以免事故扩大。

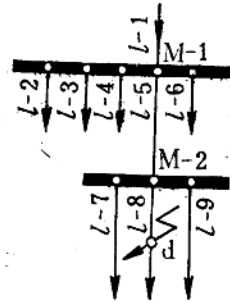


图 4—4 供电系统分路合闸检查故障说明图

三、电气设备事故的处理

(一) 电力变压器事故的处理：

电力变压器在运行中，如果发现噪音增加，音响异常，温度比平常高，外壳漏油，

油色变暗，油面下降，套管有放电痕迹或裂纹，或者瓦斯继电器有信号动作等情况，都表示变压器存在着故障，值班人员应加强监视。当发现变压器有强烈而不均匀的噪音，或负荷电流和冷却系统都正常而温度特别高，且不断上升，或从油枕向外猛烈漏油，或从防爆管向外喷油，或者是油面已降到最低油面线以下，油色急剧变暗，套管上发生闪络现象或出现较大的裂纹，或瓦斯继电器内发现可燃气体等，这时应立即断开变压器的电源，停止变压器的运行；同时在有条件时立刻投入备用变压器或备用电源的联络线路，以保证重要负荷的继续供电。故障的变压器只有在查明了故障原因和消除了故障以后，才能重行投入运行，以免扩大事故。

当变压器在过负荷状态下运行时，值班人员应至少每半小时检查一次油温，并且应设法在规定允许过负荷时间内投入备用变压器，同时通知车间自行减负荷，或者按预先规定的顺序将部分线路依次切断，使变压器负荷恢复正常。如果发现变压器冷却系统失常而不能立刻恢复时，也应该设法减负荷。

当变压器的油温超过规定的极限值时（一般情况下变压器上层油温不应超过 85°C ，最高不应超过 95°C ），或者变压器在低负荷下运行而油温高于正常值时，值班人员应认为变压器内部有损伤，可能是变压器铁芯“起火”，也可能是线圈匝间短路等。变压器铁芯“起火”的原因，一般是由于硅钢片间绝缘损坏或穿心螺栓与铁芯接触，以致涡流损耗增大造成铁芯过热。铁芯“起火”可引起油色很快发暗，且可使油温最后达到使油燃烧的危险程度。因此，当变压器油温过高时，值班人员应停止变压器的运行。

当变压器的“轻瓦斯”动作时，值班人员应立即报告有关负责人（如值班组长），尽可能采取措施，消除过负荷等可能引起“轻瓦斯”动作的因素。一般规定，“轻瓦斯”动作时，变压器可继续运行，但值班人员应密切监视其温升、油面，检查瓦斯继电器内的气体，探听变压器内部的音响等。关于瓦斯继电器动时的气体分析和处理要求见表2—3（上册89页）。

当变压器因“重瓦斯”动作而跳闸时，值班人员应检查瓦斯继电器内的气体，按表2—3分析故障性质，同时应检查油枕是否有油，变压器外壳及有关部件是否损坏、漏油。如变压器发现缺陷，一定要予以修复，并经检验合格后才能重新投入运行。但是如检查瓦斯继电器内的气体为无色、无臭、不可燃，而且外部检查又未发现缺陷，这时可认为是瓦斯继电器误动作，因此可将变压器重新投入运行，而无需进行内部检查。

当变压器在运行中加油、带电滤油或强迫油循环冷却时，瓦斯继电器可能因空气进入而使“轻瓦斯”动作。值班人员如检查瓦斯继电器内气体为无色、无臭、不可燃的空气时，应立即将瓦斯继电器内的空气放出，并观察相隔多少时间再发信号。如果“轻瓦斯”信号的时间间隔越来越短，这说明空气侵入越来越多，如此下去，可能引起“重瓦斯”动作，造成误跳闸，这时，值班人员应当把“重瓦斯”的跳闸回路断开，或将“重瓦斯”接于信号（利用上册86页图2—74中的切换片6），同时报告有关负责人处理。

当变压器失火时，值班人员应立即断开变压器两侧的开关。如果油在变压器的顶盖上燃烧时，为了避免油枕不断送油，值班人员应立即打开变压器的放油阀，把油面放低一

些。注意不要停止冷却；但是应停止强制送风，以免风助火势，扩大事故。扑救变压器失火时，应该用不导电的灭火器材，如四氯化碳或二氧化碳灭火器①，或者用干砂覆盖。

(二) 高压断路器事故的处理：

高压断路器如果发生故障，在应该跳闸的时候拒绝动作，那将引起严重的事故，可能造成全厂停电，甚至影响电力系统停电。

高压断路器拒绝动作的原因，可能是其操动机构被卡住，也可能是其跳闸回路断线或熔断器熔断，或者是操作电源发生故障。

为了预防事故，应该定期检查操动机构、操作电路、操作电源及相关的继电保护装置等。

对于油断路器，如发现油标中无油，应认为故障严重，因为这时断路器已不能保证安全地断开电路，万一自动跳闸时，可能由于其灭弧能力不足而引起断路器触头烧毁，甚至使断路器爆炸。所以当发现油断路器的油标中无油时，应立即断开断路器的操作电源，并在操作手柄上挂以“不准拉闸”的警告牌。然后应设法将该断路器所控制的电路负荷转移或切除，再用该断路器在无负荷下断开电路。最后用隔离开关来隔离电源，以便检修断路器。

高压断路器自动跳闸以后，一般应查明跳闸原因，并在故障消除以后，才能合闸送电。对于供有重要负荷的断路器，如其断流容量满足一次重合要求时，可强行试合一次。如断路器的断流容量不满足一次重合要求，但外部检查无任何故障现象（如溅油、套管断裂等）时，为保证对重要负荷的供电，也可强行试合一次。

当断路器自动跳闸后发现有溅油现象时，则应取出一定的油样，盛入玻璃容器（试管或烧杯等）内，对着亮光检查。如发现油色暗污，则说明曾经长时间发生电弧，致使大量的油碳化。这一般是触头系统或灭弧装置发生了故障，因此应将断路器隔离检修。

如果高压断路器的跳闸，不是由于继电保护装置动作，线路上也没有发现短路或接地故障，则应该检查是否有人误操作，或有人不当心碰撞脱扣机构，或有人在配电装置上作业使脱扣机构或继电保护装置受震而误跳闸。如果不是这些原因，那断路器的误跳闸可能是由于断路器的操动机构（如其中的搭钩）有毛病，或是操作电路中导线绝缘损坏所引起。这些故障都应该及时予以检修。

如果高压断路器在切断严重故障后，有的元件严重损伤，一时又无条件可以更换，这时经供电部门（对于工厂总开关）或工厂动力部门负责人（对于厂内分开关）同意以后，可临时用导线将断路器短路，暂时恢复供电，同时积极组织检修。

(三) 高压隔离开关事故的处理：

带有弹簧的高压隔离开关（如GN₂等型）的闸刀接触部分，如果发热严重（可变色漆颜色的情况或示温蜡熔化的情况来断定），则接触部分将剧烈氧化，弹簧压力也

① 参看第六章第三节中“一、电气安全的一般措施”。

将减弱，从而接触电阻将迅速增大，这样下去可能烧毁接触部分。所以在发现隔离开关的接触部分过热之后，首先应设法减少负荷以恢复正常运行。如半小时后隔离开关接触部分继续过热，则应切断负荷和电源予以检修。

如果高压隔离开关与高压断路器之间没有联锁装置，则应特别注意隔离开关只能在断路器是断开的情况下才能进行操作，否则将造成带负荷操作隔离开关的严重事故。

假设已经误合了高压隔离开关（带负荷合闸），则在任何情况下都不允许又将隔离开关拉开。只有在高压断路器将这一条线路断开或线路上的高压熔断器熔断以后，才允许将误合的隔离开关拉开。

假设已经误拉了高压隔离开关（带负荷拉闸），则应按其操动机构型式不同分别处理。对于一般采用的绝缘钩棒或杠杆式操动机构（如CS 6型）拉开时，则由于这类操作工具的拉力较大，速度较快，因此应该一拉到底。

（四）低压自动开关事故的处理：

当作为变电所低压侧主开关的低压自动开关自动跳闸时，将引起变电所低压母线失压，造成母线负荷全部停电（参看图2—29）。这时应该先检查自动开关的上接线端（或静触头）是否有电。如有电，则可先试合一次，看它是不是能够恢复正常供电。如果试合成功，说明短路故障已经消除，或者原来就是由于过负荷引起跳闸。对于这种由于过负荷引起跳闸的事故，在自动开关试合成功以后，应立即设法减负荷，或投入备用变压器或备用电源线。如果自动开关试合后又自动跳闸，说明短路故障尚未消除，这时应采用前面所说的全厂停电进线有电而总开关跳闸的类似办法来处理。首先将低压母线上的所有出线开关断开，然后检查低压母线、配电屏和出线端头等处有无故障的外部征象，并可用兆欧表检查低压母线的绝缘。如在低压配电装置的外部检查中未发现故障时，可再次试合。如试合成功，说明故障在低压出线上。这时可采取如前所述的“分路合闸检查故障”的办法，依次试合各路的开关，并注意观察各分路电流表的指示值。如试合某分路开关时，电流表指示值远大于正常值，或者自动开关立即自动跳闸时，说明故障就在这一条线路上，应立即予以隔离检修，而其他线路则可立即恢复送电。

如果低压自动开关的自动跳闸是由于它本身（如触头、跳钩、线圈、灭弧罩等）发生故障而引起的话，则应该将自动开关拆换检修。检修完好后，才能再次投入运行。

（五）高低压熔断器事故的处理：

熔断器能在线路发生过负荷特别是短路故障时自动熔断其熔体，借以切除过负荷和短路故障，使供电系统的其他部分能继续正常运行。但熔断器的熔断，到底是过负荷电流的影响还是短路电流的影响，通常不容易区别，而只能凭经验判断。如果熔断器熔断时，响声不大，熔体只在一两处熔断，而熔断部位又不在最窄部（参看上册图2—31、b）、也没有大量的熔体熔渣附着在管壁，这一般是由于过负荷电流熔断。如果熔断器熔断时，响声特别大，有时熔管两端还有火光，管内熔体熔断成多段，而熔断部位差不多都在窄部，或装有两片熔体的熔断器的两片熔体熔焊在一起，熔管内壁附有大量熔体熔渣，管内壁有烧焦现象，甚至在接触部分也有熔渣，则一般是由于短路故障熔断的。通

过分析判断，加上实地检查，就可以较快地确定故障原因，然后“对症治疗”。如果熔断器是由于过负荷熔断时，就设法消除过负荷；如果是由于短路熔断时，就设法消除短路故障。

通常，高压熔断器只一相熔断时，更换熔管或熔体后，可试推一次；如两相或三相熔断时，则应消除故障后才能再推。而低压熔断器，无论是一相熔断还是多相熔断，在更换熔断管或熔体后，都可试推一次。如果熔断器试推后再次熔断，则应消除故障后才能再推。

四、电力线路事故的处理

电力线路包括架空电力线路、电缆电力线路和车间电力线路。这三类线路，如前第三章所介绍的，各有其结构特点和敷设要求，因而其故障的情况也各有不同。

架空线路的故障，主要有以下三个方面：一是线路本身存在的缺陷，如倒杆、断线、绝缘子闪络或破裂等，特别是导线的连接处，最容易发生接触不良或断线。如发现这类缺陷性故障，应立即停电检修，有条件时可带电检修；同时应投入备用线路，以保证重要负荷的用电。另一是外物引起的线路故障，如风筝掉在线路上造成短路故障，飞鸟衔物飞往线路或在杆塔上筑巢造成短路故障，树木倒在线路上或车辆闯杆造成倒杆、断线，或者树枝伸至线路造成接地或短路故障等。对于其中的风筝、鸟害等引起的线路短路故障，多属暂时性的，因为风筝、飞鸟在引起线路短路时，很快就被短路电弧烧毁，所以可用重合闸的办法来恢复线路的正常运行。但对于外物倒塌引起的倒杆、断线及其他永久性故障，则必须停电检修。再一是雷害事故，雷击可引起倒杆、断线，也可以引起闪络短路。对于雷击闪络引起的线路短路，一般都是瞬时性的，可用重合闸的办法来恢复供电。对于雷击引起的倒杆、断线及其他永久性故障，也只有停电检修。总的来说，架空线路的事故跳闸，除因明显的倒杆、断线等事故以外，一般都可试行重合闸一次，这在大多数情况下均可重合成功，恢复供电。

电缆线路的故障，主要有以下三个方面：一是线路本身存在的缺陷，引起闪络击穿或断线，或者电缆头漏油、裂纹、爆炸等。另一是外物的损坏，包括重压、地陷、挖掘等机械损伤及周围环境的高温和腐蚀性物质等的危害。再一是线路的过负荷电流和短路电流引起电缆过热、烧穿或电缆头损坏。以上三个方面的故障，一般都必须停电检修。为了保证重要负荷用电，应投入备用线路。由于闪络击穿和缆芯断线故障大多发生在电缆接头处，所以应特别注意检查电缆头。

车间线路的故障，主要也有线路本身的缺陷、外物的损坏和过负荷或短路电流的危害等三个方面的情况。如发生短路跳闸事故时，除对供给重要负荷的线路可强行试合一次外，一般应立即停电检修。故障线路只有在故障消除以后，才能恢复送电。

在工厂供电系统中，电力线路一般相当繁多。为了较快地查出故障线路，通常采取如前所说的“分路合闸检查故障”的办法。在查出故障线路以后，就可着手判断故障性质和寻找故障地点。