



全国电力职业教育规划教材
职业教育电力技术类专业培训用书

电气设备运行与检修

黄兴泉 郭琳 主编
石锋杰 娄宇红 副主编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

教育部职业教育与成人教育司推荐教材 全国电力职业教育规划教材

电力应用文写作教程
单片机原理及应用
自动控制原理
电工基础
电工技术
实用电工
数字电子技术基础
模拟电子技术基础
电子技术基础
电子技术基础
电子技术
电力电子技术
电机检修
电机原理与应用
电机学
电力系统分析
电力系统继电保护及自动装置(第二版)
电气安全与电气试验
电气运行技术
电气仿真运行
▶ 电气设备运行与检修
变电站运行仿真培训
变电所及电力网设计与应用
发电厂变电所电气设备
工业企业供电
供配电一次系统
输电线路施工(第二版)
输电线路施工实训教程
电力市场营销
电能计量
安全用电
电力专业英语创新教程
电气工程专业英语
PETS1-2级模拟试题及应试技巧

苗 瑞
彭同明
谢援朝
周南星
杨宏军
黄院臣
张 钢
郑晓峰
郑晓峰
丁德渝
羿宗琪
王宏伟
刘景峰
张盛智
赵君有
李梅兰
李火元
刘 伟
杨 娟
姜晓华
黄兴泉
韩江虹
孙成普
卢文鹏
王艳华
余建华
王清葵
汤晓青
李海侠
韩 玉
洪雪燕
王凤兰
张 弘
马沁园

ISBN 978-7-5123-0760-5



9 787512 307605 >

定价: 26.50 元



全国电力职业教育规划教材
职业教育电力技术类专业培训用书

主要内容

电气设备运行与检修

主 编	黄兴泉	郭 琳
副主编	石锋杰	娄宇红
编 写	李 璐	姚 勇
	李晋城	马 雁
主 审	张欲晓	



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为全国电力职业教育规划教材。

全书共分十二章，主要内容包括绪论，接地装置，开关电器中的灭弧原理，高压断路器运行与检修，隔离开关运行与检修，限压、限流及无功补偿设备运行与维护，互感器运行与维护，高压开关柜运行与检修，GIS运行与维护，电气主接线及倒闸操作，配电装置和直流系统运行与维护。本书结合我国电力生产现状，在于长顺、郭琳主编的《发电厂电气设备（第二版）》基础上，删除了部分陈旧内容，重新整合，大幅增加了变电运行、变电检修等相关内容，使教材更具实用性。

本书主要作为高职高专院校电力技术类专业的教材，也可作为电力行业技术人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电气设备运行与检修/黄兴泉，郭琳主编. —北京：中国电力出版社，2010.9

全国电力职业教育规划教材

ISBN 978-7-5123-0760-5

I. ①电… II. ①黄… ②郭… III. ①发电厂—电气设备—运行—职业教育—教材②发电厂—电气设备—检修—职业教育—教材 IV. ①TM621.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 170786 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 10 月第一版 2010 年 10 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16.5 印张 400 千字

定价 26.50 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

随着我国职业教育的不断发展,高等职业教育正处于摸索和改革的重要阶段,课程建设与职业有效地接轨是我国高职教育改革的重点。近年来,以工作过程为导向的职业教育思想已被我国职业教育界所接受,并对我国职业教育课程改革的理论研究和方法研究产生了深刻影响。

高职高专教材建设是高等职业教育的重要组成部分,对高等职业教育培养目标的实现起着举足轻重的作用,为贯彻落实《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》精神,进一步推动高等职业教育的发展,加强高职高专教材建设,中国电力教育协会组织制定了反映电力及相关行业特点、体现高等职业教育特色的教材规划。本书是根据规划要求及高职高专人才培养需要,针对我国电力行业生产实际,基于工作过程导向为依据,由在校教师 and 现场高级技术人员共同编写。

本书作为高职高专院校电力技术类专业的教材,在编写过程中坚持人才培养目标的要求,以适用为度,同时结合我国电力生产现状,在长顺、郭琳主编的《发电厂电气设备(第二版)》基础上,删除了部分陈旧内容,重新整合,大幅度增加了变电运行、变电检修等相关内容,使教材更具实用性。

全书共分十二章,其中第一、二、十、十一、十二章由郑州电力高等专科学校郭琳教授、娄宇红副教授,石锋杰、马雁教师共同编写;第三、四、五章由河南电力试验研究院黄兴泉博士编写;第六、七、八、九章由河南电力试验研究院黄兴泉博士、郑州供电公司“一次设备”专责李璐、开封供电公司姚勇高工、济源供电公司李晋城高工,郑州电力高等专科学校郭琳教授、娄宇红副教授共同编写。全书由郑州电力高等专科学校郭琳教授统稿,河南电力试验研究院黄兴泉博士、郑州电力高等专科学校郭琳教授主编。本书由河南电力试验研究院张欲晓高工主审。

由于编者教学水平和生产实际经验有限,缺点和错误难免,希望读者提出宝贵意见。

编者

2010年5月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 发电厂变电所类型	1
第二节 发电厂变电所一次设备概述	4
第三节 发电厂变电所二次设备概述	6
第四节 电气设备的额定电压和额定电流	13
第二章 接地装置	17
第一节 工作接地	17
第二节 保护接地的基本概念	26
第三章 开关电器中的灭弧原理	34
第一节 电弧的产生和物理特性	34
第二节 直流电弧的熄灭	38
第三节 交流电弧的熄灭	40
第四节 熄灭交流电弧的基本方法	42
第四章 高压断路器运行与检修	46
第一节 概述	46
第二节 高压断路器基本技术参数	49
第三节 高压断路器短路电流的开合	53
第四节 真空断路器	57
第五节 六氟化硫断路器	61
第六节 高压断路器操动机构	67
第七节 高压断路器控制回路	76
第八节 高压断路器运行与维护	83
第九节 高压断路器检修与事故预防	87
第五章 隔离开关运行与检修	99
第一节 概述	99
第二节 隔离开关基本结构	101
第三节 隔离开关运行与维护	111
第四节 隔离开关检修与事故预防	115
第六章 限压、限流及无功补偿设备运行与维护	120
第一节 电力电容器运行与维护	120
第二节 电抗器运行与维护	129
第三节 避雷器运行与维护	132

第七章 互感器运行与维护	137
第一节 互感器作用及分类.....	137
第二节 互感器工作特性及结构原理.....	138
第三节 互感器运行维护与事故预防.....	152
第八章 高压开关柜运行与检修	164
第一节 概述.....	164
第二节 高压开关柜基本结构.....	166
第三节 高压开关柜运行与维护.....	172
第四节 高压开关柜检修与事故预防.....	174
第九章 GIS 运行与维护	180
第一节 概述.....	180
第二节 GIS 运行与日常维护.....	184
第三节 GIS 检修与事故预防.....	187
第十章 电气主接线及倒闸操作	197
第一节 概述.....	197
第二节 有汇流母线的电气主接线.....	198
第三节 无汇流母线的电气主接线.....	207
第四节 发电厂变电所电气主接线举例.....	209
第五节 发电厂变电所自用电接线.....	215
第六节 发电厂变电所电气主接线倒闸操作.....	222
第十一章 配电装置	232
第一节 概述.....	232
第二节 配电装置分类.....	234
第十二章 直流系统运行与维护	244
第一节 概述.....	244
第二节 铅酸蓄电池结构和工作原理.....	245
第三节 蓄电池组直流系统运行与维护.....	249
参考文献	256

绪 论

电力工业在社会主义现代化建设中占有十分重要的地位。电能与其他能源相比具有显著的优越性,它可以方便地与其他能源相互转换,可以经济地远距离输送,并在使用时易于操作和控制。所以,在现代化生产和人民生活中,电能得到日益广泛的应用。世界上已把电力工业发展情况作为衡量一个国家现代化水平的标志之一。

“电气设备运行与检修”是电力技术类专业的一门专业核心课程,旨在培养和提高学生在高压电器运行与检修工作方面的职业能力、职业素养和创新能力。它以发电厂和变电所的主要电气设备为中心,从设备基本知识、运行、检修和事故预防等方面出发,将国家标准和规范贯穿于每个章节。完成本课程学习后,使学生具备职业岗位实际工作所需要的知识、能力与素养,并为学生可持续发展奠定良好的基础。

本章主要从电力系统开始,对发电厂和变电所的电气部分进行概括介绍,为本课程以后各章内容的学习做好准备。

第一节 发电厂变电所类型

一、电力系统及电力网

由于电能不能大量储存,其生产、输送、分配和消费必须在同一时刻完成。因此,各个环节必须连成一个整体。由发电机、变压器、升压站(升压变电所)、输电线路、降压站(降压变电所)以及电能用户所组成的整体称为电力系统。其中,由各级电压的输配电线路和降压变电所组成的部分称为电力网。

为了提高供电的可靠性和经济性,目前广泛地将许多发电厂用电力网连接起来,并联在同一电力系统中工作。图1-1所示为电力系统原理接线图。

电力系统运行必须做到:

- (1) 保证安全可靠、连续地对电力用户供电。
- (2) 保证电能质量,即电压、频率、波形的偏差均不超过允许值。
- (3) 保证电力系统运行的经济性,即要求在电能生产和输送过程中,应尽量消耗少、效率高、成本低。

二、发电厂类型

发电厂是把其他形式的能量(如燃料的化学能、水流的位能和动能、原子核能、风能、海洋能、太阳能等)转换成电能的工厂。目前,我国电力系统中的发电厂按使用能源不同,可分为以下八种。

1. 火力发电厂

火力发电厂简称火电厂,是利用燃料所蕴藏的化学能转变为电能。燃料在锅炉中燃烧时释放出热能,将水加热成一定温度和压力的蒸汽,然后利用蒸汽推动汽轮机旋转,带动发电机发电。目前,我国电力系统中仍以火电厂为主,所占比例约为70%。火电厂分为凝汽式

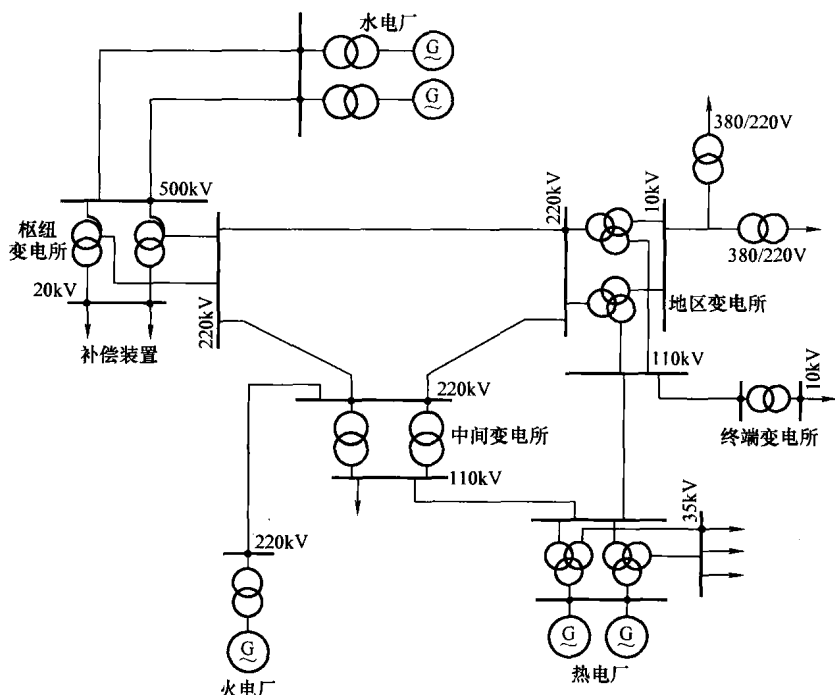


图 1-1 电力系统原理接线图

电厂和热电厂两种，所用的燃料主要是煤、石油和天然气三种。

2. 水力发电厂

水力发电厂简称水电厂，是利用江河的水从上游流到下游时位能的变化，将水能变为电能。水电厂中发电机的原动机是水轮机，河水冲动水轮机旋转，带动发电机发电。水电厂的出力，与水的流量和上下游水位落差的乘积成正比。按照取水方式，水电厂可分为：

(1) 坝式水电厂。在河流上选择地质条件较好的适当位置，修建拦河坝，形成水库，抬高上游水位，使坝的上下游水位形成较大的集中落差，引水发电。我国的水电厂多为坝式水电厂，如黄河上游的刘家峡水电厂等。

(2) 径流式水电厂。利用有高落差的急流河道建坝，但不形成水库，将水引入水轮机。这种水电厂只能按天然河水流量的多少来发电，如我国长江中游的葛洲坝水电厂等。

(3) 抽水蓄能电厂。它是一种特殊形式的水电厂，其建筑物情况与坝式水电厂相同，但其机组可按水轮机—发电机方式运行发电，也可按电动机—水泵方式运行抽水。当电力系统中负荷低时，机组按电动机—水泵方式运行，利用系统中的多余电力，将下游水库中的水抽到上游水库中去，储存起来。待电力系统高峰负荷时，上游水库放水，机组按水轮机—发电机方式运行发电，供电力系统使用。我国已规划在一些地区兴建较多的抽水蓄能电厂。

3. 核能发电厂

核能发电厂与一般火电厂的基本原理相同，发电设备仍为普通的汽轮机和发电机，不同的是在核电厂中用核反应堆和蒸汽发生器代替火电厂中的锅炉设备，核电厂可建成凝汽式电

厂或热电厂。利用核能可大大减少燃料开采、运输和存储的困难及费用，发电成本低；核电厂不释放 CO_2 、 SO_2 等气体，有利于环境保护。目前，我国已建成了多座核电厂，如大亚湾核电厂等。

4. 风力发电厂

风力发电厂是将风能转换为电能的电厂。风能属于可再生能源，不能直接存储，而且具有随机性。在风能丰富的地区，按一定的排列方式成群安装风力发电机组，其机组可多达几十乃至成百上千台，是大规模开发利用风能的有效形式。目前，我国的新疆、内蒙古、宁夏等地都是风力发电厂比较集中的地区。

5. 海洋能发电厂

海洋能是蕴藏在海水中的可再生能源，如潮汐能、波浪能、海流能、海洋温差能、海洋盐差能等。潮汐能发电厂已实用化，小型波浪能发电装置正逐步商品化；其他三种海洋能发电处于实验研究阶段。

6. 地热发电厂

利用地下蒸汽或热水等地球内部热能资源发电，称为地热发电。由于地热能是储存在地下的，因此不会受到任何天气状况的影响，并且地热资源同时具有其他可再生能源的所有特点，随时可以采用，不带有害物质。拉萨市郊羊八井热电厂是我国第一座地热发电厂。

7. 太阳能发电厂

太阳能发电厂是利用从太阳向地球辐射的光能发电。其发电方式有热发电和光发电两种。太阳能发电系统主要包括太阳能电池组件、控制器、蓄电池、逆变器、负载等。其中，太阳能电池组件和蓄电池为电源系统，控制器和逆变器为控制保护系统，负载为系统终端。由于太阳能具有取之不尽、用之不竭，无污染、廉价等特点，太阳能发电厂是未来发展的又一趋势。

8. 生物质能发电厂

生物质能发电的原料主要有薪柴、农作物秸秆、人畜粪便、有机垃圾及工业有机废水等，建成的发电厂有垃圾焚烧电厂、沼气发电厂、秸秆发电厂等。

三、变电所类型

变电所是电力系统中重要的中间环节，它的作用是变换电能电压，接受和分配电能。根据变电所在系统中的地位和作用，可分为以下四类。

(1) 枢纽变电所。一般为 500kV 或 220~330kV 特别重要的变电所，如图 1-1 所示。它在系统中处于枢纽地位，连接系统高压和中压的几个部分，汇集多个大电源和大容量联络线。其特点是电压等级高、变电容量大、出线数目多；全所停电后，将引起系统解列，造成大面积停电。

(2) 中间变电所。图 1-1 示出了 220kV 环形网络中的中间变电所。一般设在高压和超高压主要环形线路或系统主要干线的接口处，其高压侧有系统功率穿越通过，此外，降压给附近地区供电。

(3) 地区变电所。图 1-1 示出了地区变电所。主要给所属地区供电，是一个地区或中等城市的主要变电所，电压等级一般为 220kV 及以下。

(4) 终端变电所。如图 1-1 所示，多为 1~2 回线路接入，接线简单，位于负荷点附

近,电压等级多为 35kV 及以下。

随着电力系统的发展及高一级电压电力网的出现,变电所在系统中的地位和作用会发生变化。例如,过去的 220kV 枢纽变电所,在今天会逐步下降为地区变电所。

四、我国电力工业发展方针

“十一五”是我国电力工业发展最快的时期。在这期间,我国电力工业建设和发展成绩显著。一是电力装机容量和发电量均居世界第二位,保持了较高的增长速度;二是电网建设得到进一步加强;三是电力的环保取得了显著成绩;四是电力技术装备水平不断迈上新的台阶;五是电力体制改革取得了阶段性成果。

“十一五”期间及此后较长的一段时间里,电力工业的发展,要以科学发展观和构建和谐社会的两大战略思想为指导,其基本方针是:提高能源效率,保护生态环境,加强电网建设,有序发展水电,优化发展煤电,积极推进核电建设,适度发展天然气发电,鼓励新能源发电,带动装备工业的技术进步,加强国际合作,深化体制改革。这也是“十一五”期间我国电力工业发展的基本政策取向。

第二节 发电厂变电所一次设备概述

发电厂电气部分的主要工作是:根据负荷变化的要求,起动、调整和停止机组;对电路进行必要的切换;不断监视主要设备的工作;周期性地检查和维护主要设备;定期检修设备及迅速消除发生的故障等。

根据上述要求,发电厂中的电气设备分为一次设备和二次设备。

一、一次设备

直接生产、转换和输配电能的设备称为一次设备,主要有以下几种:

(1) 生产和转换电能的设备。如生产电能的发电机,变换电能电压的变压器,拖动各种厂用机械的电动机。

(2) 接通和断开电路的开关设备。如用于在不同条件下开闭和切换电路的断路器、隔离开关、低压断路器(空气自动开关)、接触器、刀开关等。

(3) 限制短路电流或过电压的设备。如限制短路电流的电抗器,限制过电压的避雷器、避雷针、避雷线等。

(4) 载流导体。如用来汇聚和分配电能的母线,传输电能的架空线和电缆线等。

(5) 互感器。将交流大电流变成小电流(5A 或 1A)的电流互感器和将交流高电压变成低电压(100V 或 $100/\sqrt{3}$ V)的电压互感器。

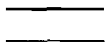
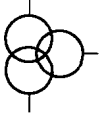
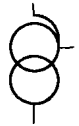
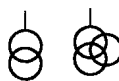
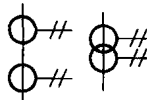
(6) 补偿设备。如电力电容器、消弧线圈、并联电抗器等。

(7) 绝缘子。绝缘子用来支撑和固定载流导体,并使载流导体与地绝缘,或使装置中不同电位的载流导体间绝缘。

(8) 接地装置。接地装置用来保证电力系统正常工作或保护人身安全。前者称工作接地,后者称保护接地。

常用一次设备名称及图形、文字符号见表 1-1。

表 1-1 常用一次设备名称及图形、文字符号

名 称	图形符号	文字符号	名 称	图形符号	文字符号
交流发电机		G	接触器的主动合、主动断触点		K
双绕组变压器		T	母线、导线和电缆		W
三绕组变压器		T	电缆终端头		—
三绕组自耦变压器		T	电容器		C
电动机		M	调相机		G
断路器		QF	消弧线圈		L
隔离开关		QS	双绕组、三绕组电压互感器		TV
熔断器		FU	具有两个铁芯和两个二次绕组、一个铁芯两个二次绕组的电流互感器		TA
普通电抗器		L	避雷器		F
分裂电抗器		L	火花间隙		F
负荷开关		Q	接地		E

二、电气主接线和配电装置

1. 电气主接线

在发电厂中，各种一次设备根据工作要求和其作用，按一定顺序用导线连接而成的电路，称为一次电路，也称主电路或电气主接线。主接线表明电能的生产、汇集、转换、分配

关系和运行方式，是运行操作、切换电路的依据。

电力工程技术中常用两种图表示电气接线的情况。一种是电路图，它是用图形符号并按工作顺序排列，详细表示电路、设备等的全部基本组成和连接关系，而不考虑实际位置，目的是便于详细理解作用原理以及分析和计算电路特性。另一种是接线图，接线图与电路图不同之处在于，图中所表示的设备位置宜与设备实际布置一致。接线图中常用的一次设备图形符号见表 1-1。电路图和接线图的画法可分为单线图和多线图两种。单线图仅描绘出三相交流电路中一相的连接情况；多线图则描绘出各相的全部设备，比较复杂，不如单线图清晰。所以，目前在设计、运行、安装工作中广泛应用单线图，只有在需要表示局部电路的详细情况时才用多线图表示，图中开关设备（如断路器、隔离开关等）均在断开位置画出，并不表示实际运行方式。

2. 配电装置

由一次设备及必要的辅助设备组建成的电工建筑物，称为配电装置，其作用是用来接受和分配电能的，是发电厂和变电所的重要组成部分。

第三节 发电厂变电所二次设备概述

一、二次设备

对一次设备进行监察、测量、控制、保护、调节的辅助设备，称为二次设备。

1. 测量表计

用来监视、测量电路的电流、电压、功率、电能、频率及设备的温度等，如电流表、电压表、功率表、电能表、频率表、温度表等。

2. 控制开关

控制开关是控制回路中的主要元件，运行人员利用控制开关，发出操作命令，可对断路器进行手动合闸或分闸操作。发电厂和变电所中常用的控制开关为 LW2 系列万能密闭转换开关。其结构图及触点位置图表如图 1-2 所示。

控制开关的手柄有“预备合闸”、“合闸”、“合闸后”、“预备分闸”、“分闸”、“分闸后”六个位置。随着转动手柄所处的位置不同，触点盒内触点的通断情况也不相同。图 1-2 (b) 所示为 LW2-Z-1a、6、4a、40、20、20/F8 型控制开关的手柄处在六种不同位置时，各触点的通断情况。图表中“×”表示触点为接通状态，“—”表示触点为断开状态。

3. 信号装置

在发电厂和变电所中，为了使值班人员及时掌握电气设备的工作状态，须用信号实时显示出当时的工作情况。而当发生事故及不正常运行情况时，更应发出各种灯光及音响信号，帮助值班人员迅速判明是发生了事故还是出现了不正常运行情况，以及事故的范围和地点，不正常运行情况的内容等，以便值班人员做出正确的处理。在各个车间或分厂之间，还需用信号进行相互联系。上述这些信号装置，按用途来分有以下几种。

(1) 位置信号。它包括断路器的位置信号和隔离开关的位置信号，前者用灯光表示（见第四章第七节高压断路器控制回路），后者则用一种专用的位置指示器表示。

(2) 预告信号。当电气设备出现不正常运行情况时，并不立即使断路器跳闸，例如设备过负荷、控制回路断线等，但必须发出预告信号。预告信号由灯光信号和音响信号组成。音

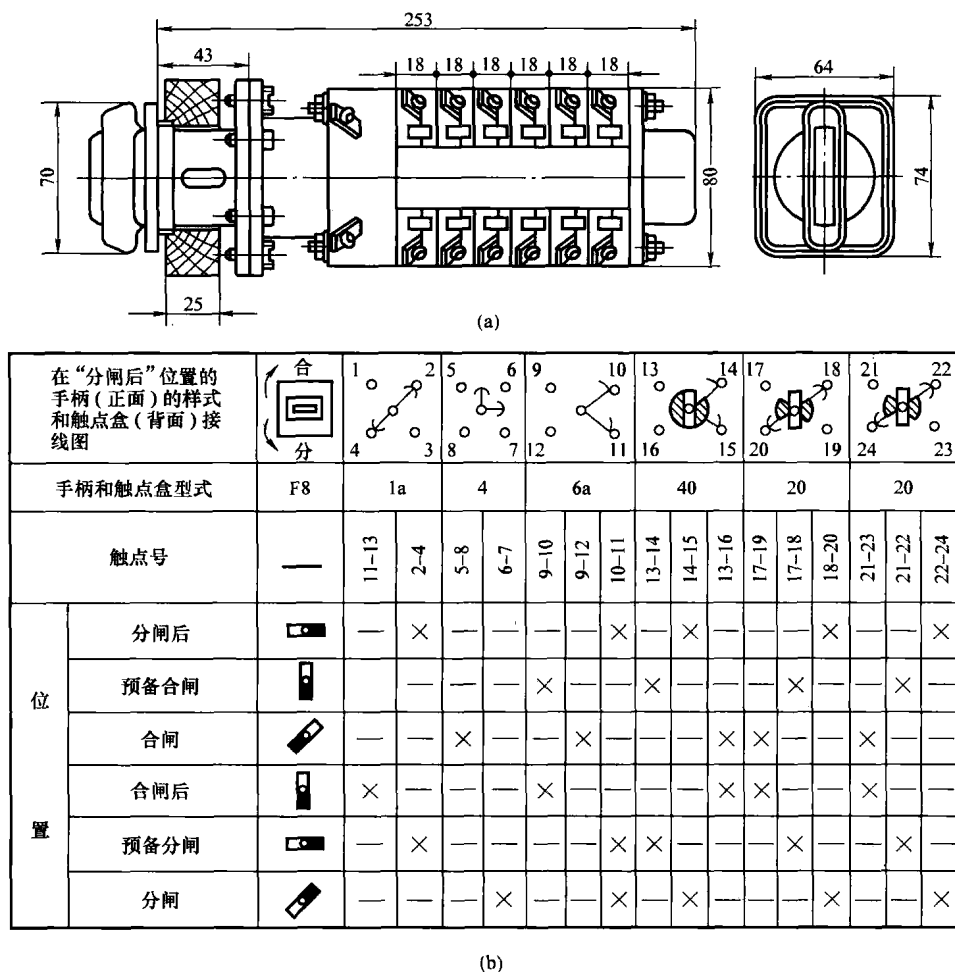


图 1-2 LW2 系列万能密闭转换开关

(a) 结构图; (b) 触点位置图表

响信号一般由电铃发出,告知值班人员发生了不正常运行情况。而灯光信号是利用光字牌,告知不正常运行情况的性质。

(3) 事故信号。当电气设备发生事故时,应使故障回路的断路器立即跳闸,并发出事故信号。事故信号也由灯光和音响两部分组成。音响信号一般由蜂鸣器或电喇叭发出,以区别预告信号,灯光信号则显示发生故障的设备。

1) 简单的事故信号装置。图 1-3 所示为最简单的、不能重复动作的、就地复归的事故信号装置电路图。图中 HAU 为蜂鸣器, SA 为控制开关, QF3 为断路器的辅助触点,控制开关在合闸后位置时,其触点 1—3、19—17 是接通的。当任一断路器自动跳闸时,利用断路器的实际位置与控制开关手柄位置不对应原则,使信号小母线“—700”与事故音响信号小母线“M708”接通,蜂鸣器

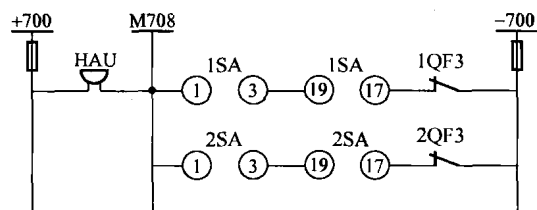


图 1-3 就地复归的事故信号装置电路图

HAU 即发出音响。为了解除音响，值班人员要找到指示灯发闪光的断路器，并将其控制开关手柄转到相对应的位置上去，随着闪光的消失，音响信号也被解除。若再有其他断路器自动跳闸，音响信号才能再次动作。

2) 中央复归不能重复动作的事故信号装置。在发生事故时，通常希望音响信号能够很快解除，以免干扰值班人员进行事故处理，而灯光信号则需要保留一段时间，以便判断故障的性质和发生的地点。这就要求音响信号最好能在一个集中的地点手动解除或经一定时间后自动消失。

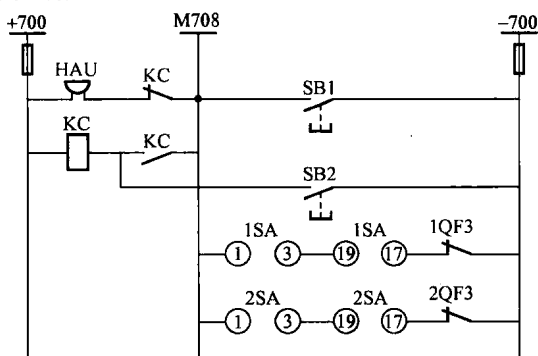


图 1-4 中央复归不能重复动作的事故信号装置电路图

图 1-4 所示为中央复归不能重复动作的事故信号装置电路图。它与图 1-3 的差别是，增加了一个中间继电器 KC 和两个按钮 SB1 和 SB2。SB1 是试验按钮，SB2 是解除按钮。

当某一断路器事故跳闸时，由于控制开关手柄和断路器的实际位置不对应，使信号小母线“—700”经断路器的辅助触点、控制开关触点与事故音响信号小母线“M708”接通，“+700”经蜂鸣器 HAU、中间继电器 KC 的常闭触点与“M708”是接通的，蜂鸣器立即发出音响信号。值班人员听到音响后，只需按一下音响解除按钮 SB2，音响立即解除。因为当按下 SB2 时，电路从“+700”经 KC 的线圈和 SB2，到“—700”接通。中间继电器 KC 的线圈有电压，KC 动作并通过自身的常开触点实现自保持，其常闭触点将蜂鸣器 HAU 回路切断，使音响解除。继电器 KC 的自保持回路，则在断路器位置和控制开关位置对应后，才自行解除。按钮 SB1 与断路器和控制开关的不对应回路并联，可试验蜂鸣器是否完好。

图 1-4 所示为不能重复动作的事故信号接线图，就是说当第一次音响发出后，值班人员利用解除按钮 SB2 将音响解除，而不对应回路尚未复归，此时如果因连续事故又有第二台断路器事故跳闸，事故音响信号不能再次起动，因而第二台断路器的跳闸可能不被值班人员所发现。因此，这种电路只适用于断路器数量较少的发电厂和变电所。

3) 中央复归能重复动作的事故信号装置。目前在大中型发电厂和变电所中，广泛采用中央复归能重复动作的事故信号装置。这种装置的特点，是利用冲击继电器使信号装置能重复动作。图 1-5 所示为利用有脉冲变流器的冲击继电器构成的事故信号装置的起动回路。

图 1-5 中，TA 为脉冲变流器，KP 为执行继电器。当接于事故音响信号小母线“M708”和“—700”之间的任一断路器和控制开关不对应回路接通时，在 TA 的一次绕组中将流过一个持续的直流电流，而 TA 的二次

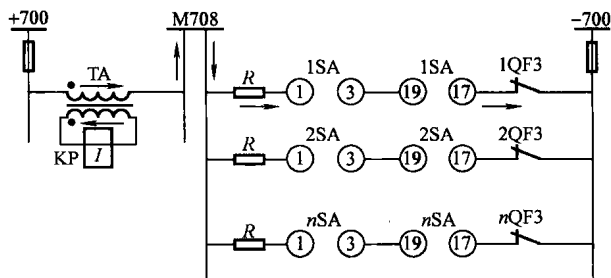


图 1-5 事故信号装置的起动回路

绕组只在一次电流接通的瞬间才有感应电动势产生,因此二次直流是一个尖峰的脉冲电流。此电流使执行继电器 KP 动作, KP 动作后使音响装置起动。当变流器 TA 一次绕组中流过的电流达到稳定值后,二次侧的感应电动势即消失。当这次发出的音响已被解除,继电器 KP 已复归,而断路器与控制开关不对应回路未复归前,又有断路器自动跳闸时,则在事故音响信号小母线“M708”和“-700”之间又并联上一个起动回路。由于在每一个并联支路中都有串联电阻 R,每次自动跳闸多并联一个支路,都将引起流过 TA 一次绕组的电流增大,在二次绕组中感应脉冲电动势,使继电器 KP 再次动作起动音响信号装置。

(4) 指挥信号和联系信号。指挥信号和联系信号主要用于车间或分厂的相互联系。

预告信号和事故信号统称为中央信号。中央信号装置按复归方法,可分为就地复归和中央复归两种;按其能否重复动作,可分为能重复动作的与不能重复动作的两种。而预告信号又分为瞬时动作的预告信号与延时动作的预告信号两种。

在发电厂和有人值班的大、中型变电所中,一般装设中央复归能重复动作的事故信号和预告信号装置。在无人值班的变电所,一般只装设简单的音响信号装置,该信号装置仅当远动装置停用并转为变电所就地控制时才投入。

4. 继电保护及自动装置

继电保护的作用是当发生故障时,作用于断路器使其跳闸,自动切除故障元件;当出现异常情况时发出信号。自动装置的作用是用来实现发电厂的自动并列、发电机自动调节励磁、输电线路自动重合闸等。

5. 直流电源设备

直流电源设备用作开关电器的操作、信号、继电保护及自动装置的直流电源,以及事故照明和直流电动机的备用电源,如蓄电池组、硅整流器等。

二、二次电路图

二次设备按一定顺序连接而成的电路,称为二次电路或二次回路。虽然二次电路不是电气部分的主体,但它对系统安全可靠运行起着重要作用,所以工作人员必须熟悉二次电路的工作原理和有关图纸。

描述二次电路的图有原理电路图和安装接线图。安装接线图专用于安装接线,本书不作介绍,有关知识读者可参考其他书籍。本章主要介绍电路原理二次接线图,简称二次电路图。

1. 二次电路图的图形符号

二次电路图用于详细表示二次电路、设备等的基本组成部分和连接关系。它的用途是详细理解电路、设备及其组成部分的作用原理;为测试和寻找故障提供信息,并作为编制安装接线图的依据。

在电路图中,各种元器件和设备均采用国家统一规定的图形符号表示,同时画出它们之间所有的连接。图形符号旁应标注项目代号,需要时还可以注明主要参数,本书各图中用标注文字符号代替项目代号。由于在国家颁布新的图形和文字符号的同时,旧的图形和文字符号还在工程中大量使用,故将常用二次设备的新旧图形和文字符号对照分别列于表 1-2 和表 1-3 中。

表 1-2

常用的二次设备新旧图形符号对照

序号	名 称	图形符号		序号	名 称	图形符号	
		新	旧			新	旧
1	一般继电器及接触器线圈			17	延时断开的动合（常开）触点		
2	热继电器驱动器件			18	延时闭合的动断（常闭）触点		
3	指示灯			19	延时断开的动断（常闭）触点		
4	机械型位置指示器			20	限位开关的动合（常开）触点		
5	电容			21	限位开关的动断（常闭）触点		
6	电流互感器			22	机械保持的动合（常开）触点		
7	仪表电流线圈			23	机械保持的动断（常闭）触点		
8	仪表电压线圈			24	热继电器的动断（常闭）触点		
9	电阻			25	动合按钮		
10	电铃			26	动断按钮		
11	蜂鸣器			27	接触器的动合（常开）触点		
12	切换片			28	接触器的动断（常闭）触点		
13	连接片			29	非电量继电器的动合（常开）触点		
14	动合（常开）触点			30	非电量继电器的动断（常闭）触点		
15	动断（常闭）触点						
16	延时闭合的动合（常开）触点						