



国家示范性高职院校精品教材

DIANQI SHEBEI JIANXIU

电气设备检修

四川电力职业技术学院 组编

李开勤 肖艳萍 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



国家示范性高职院校精品教材

DIANQI SHEBEI JIANXIU

电气设备检修

四川电力职业技术学院 组编

	李开勤	肖艳萍	主编
叶章骏	贾剑冰	刘圣辉	编写
	黄文龙	罗建华	主审



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是国家示范性高职院校精品教材。

全书共分低压断路器检修、电力电容器检修、互感器检修、高压断路器检修、高压隔离开关检修、高压开关柜检修等六个学习情境,着重讲述发电厂、变电站主要电气设备的作用、结构、工作原理、特性、参数、应用、检测、状态判断、常见故障处理、检修工具的使用、检修工艺、技术规范等专业知识和专业技能。其主要内容包括电弧和触头的基本知识,发电厂、变电站高、低压电器的作用、工作原理、结构特点及其运行维护知识,电气设备常见故障分析及处理方法,电气设备检修工作的现场查勘、危险点分析与控制、检修工具及材料准备、安全措施布置、检修流程及工艺要求,电气设备检修工作的检查、评价和考核。

本书主要作为高职高专院校电力技术专业电气设备检修课程的教学用书,也可作为电力职业资格和岗位技能培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电气设备检修 / 四川电力职业技术学院组编; 李开勤, 肖艳萍主编. —北京: 中国电力出版社, 2011.7

国家示范性高职院校精品教材

ISBN 978-7-5123-1921-9

I. ①电… II. ①李… ②肖… ③四… III. ①电气设备—检修—高等职业教育—教材 IV. ①TM64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 141780 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 8 月第一版 2011 年 8 月北京第一次印刷
272 毫米×1092 毫米 16 开本 24.5 印张 597 千字
定价 42.00 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

四川电力职业技术学院
专业人才培养方案及教材
编审委员会

主任委员 王旭 严光升

副主任委员 李开勤

委 员 刘勇 周庆葭 林文静 景敏

李刚 李俭 方鉴 熊名扣

蒙昌嘉 何勇 赵大林 蔡燕生

汤晓青

前 言

本书是国家示范性高职院校建设项目成果电气设备检修课程教材。

电气设备检修课程作为四川电力职业技术学院“示范性高职院校发电厂及电力系统专业建设项目”优质核心课程进行重点建设。本课程按照“帮助学生养成良好的职业道德，使其具有适应就业需要的专业技能，注重知识的系统性，促进学生可持续发展”的理念安排教学，重视学生校内学习与实际工作的一致性，综合考虑专业能力、方法能力和社会活动能力的培养，明确课程的培养目标；将原学科体系课程发电厂电气设备和电器检修实习进行重组，选择既能满足知识和技能的教學要求，又有利于实施“做中教、做中学”的典型工作任务，确定学习情境，建立突出职业能力培养的课程标准；与企业专家共同研讨、开发能满足教学和学习需要的各类教学资源，建设促进学生实践操作能力培养的教学环境；利用校企合作建设“双师”结构的课程教学团队，教授学生专业知识，通过实施工作任务使学生能够运用专业知识，掌握专业技能；参照行业企业的技能考核标准进行教学情境的技能考核，实现课程考核与岗位考核的融合，充分体现教学过程的实践性、开放性和职业性，使学生校内学习与实际工作保持一致性，为学生可持续发展奠定良好的基础。2009年本课程被评为国家级精品课程建设项目。

本书配合课程教学要求，选取了既能满足专业知识的教學要求又有利于实施“做中教、做中学”的典型工作任务，作为职业能力和职业素养培养的载体，设置了低压断路器检修、电力电容器检修、互感器检修、高压断路器检修、高压隔离开关检修、高压开关柜检修等六个学习情境。每个学习情境都是一个完整的工作过程，遵循资讯、决策、计划、实施、检查、评价的思维过程，考虑职业能力培养的过程性和认知规律，按照从简单到复杂、从单一到综合的原则组织教材内容，将发电厂、变电站主要电气设备的作用、结构、工作原理、特性、参数、应用、检测、状态判断、常见故障处理、检修工具的使用、检修工艺、技术规范等专业知识和专业技能融入其中。本书将需要完成的任务和需要解决的问题，借助按照电力企业电气设备检修标准化作业流程来设计的“学生指南”（引导文），引导学生按标准化作业流程完成检修工作，使学生熟练掌握电气设备检修的专业知识，完成专业技能的培养和职业素质的养成。

本书由参与课程教学改革的学院老师和来自电力企业的变电检修专家合作开发编写。四川电力职业技术学院副院长李开勤和电气工程一系老师肖艳萍担任主编；四川省电力公司超（特）高压运行检修公司成都中心主任黄文龙和四川电力职业技术学院电气工程一系主任罗建华担任主审；四川电力职业技术学院电气工程一系老师叶章骏、四川省电力公司广元电业局高级技师贾剑冰、四川省电力公司超（特）高压运行检修公司绵阳中心高级技师刘圣辉等参与编写；全书由肖艳萍统稿。在编写过程中，得到四川省电力公司乐山电业

局高级技师熊昌荣和四川省电力公司泸州电业局高级技师余万明的大力支持,在此表示衷心的感谢!

由于时间紧迫,书中不足和错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2011年4月

目 录

前言	
绪论	1
课程介绍	1
电气设备概述	5
学习情境一 低压断路器检修	19
任务描述	19
学习目标	19
学习内容	19
1.1 资讯	19
1.2 决策与计划	39
1.3 实施	42
1.4 检查、考核与评价	47
学习指南	50
第一阶段: 专业知识学习	50
第二阶段: 接受工作任务	52
第三阶段: 前期准备工作	53
第四阶段: 工作任务实施	56
第五阶段: 工作结束	58
第六阶段: 评价与考核	60
学习情境二 电力电容器检修	64
任务描述	64
学习目标	64
学习内容	64
2.1 资讯	64
2.2 决策与计划	75
2.3 实施	78
2.4 检查、考核与评价	82
学习指南	83
第一阶段: 专业知识学习	83
第二阶段: 接受工作任务	84
第三阶段: 前期准备工作	85
第四阶段: 工作任务实施	89
第五阶段: 工作结束	91

第六阶段：评价与考核	94
学习情境三 互感器检修	98
任务描述	98
学习目标	98
学习内容	98
3.1 资讯	98
3.2 决策与计划	121
3.3 实施	126
3.4 检查、考核与评价	133
学习指南	135
第一阶段：专业知识学习	135
第二阶段：接受工作任务	136
第三阶段：前期准备工作	138
第四阶段：工作任务实施	141
第五阶段：工作结束	145
第六阶段：评价与考核	148
学习情境四 高压断路器检修	152
任务描述	152
学习目标	152
学习内容	152
4.1 资讯	152
4.2 决策与计划	192
4.3 实施	201
4.4 检查、考核与评价	222
学习指南	224
第一阶段：专业知识学习	224
第二阶段：接受工作任务	228
第三阶段：前期准备工作	230
第四阶段：工作任务实施	238
第五阶段：工作结束	256
第六阶段：评价与考核	261
学习情境五 高压隔离开关检修	275
任务描述	275
学习目标	275
学习内容	275
5.1 资讯	275
5.2 决策与计划	285
5.3 实施	290
5.4 检查、考核与评价	303

学习指南	305
第一阶段: 专业知识	305
第二阶段: 接受工作任务	307
第三阶段: 前期准备工作	309
第四阶段: 工作任务实施	313
第五阶段: 工作结束	321
第六阶段: 评价与考核	325
学习情境六 高压开关柜检修	331
任务描述	331
学习目标	331
学习内容	331
6.1 资讯	331
6.2 决策与计划	347
6.3 实施	351
6.4 检查、考核与评价	360
学习指南	362
第一阶段: 专业知识学习	362
第二阶段: 接受工作任务	364
第三阶段: 前期准备工作	365
第四阶段: 工作任务实施	369
第五阶段: 工作结束	372
第六阶段: 评价与考核	376
参考文献	380

绪 论

课程介绍

一、课程定位与设计

1. 课程的定位

发电厂及电力系统专业的培养目标是为电力企业培养从事电气设备安装、运行、检修、测试及管理工作的生产一线高素质技能型人才。按照国家示范性高职院校建设的要求,本专业在广泛调研学生就业岗位、岗位工作任务、岗位任职要求的基础上,组织电力企业专家、学院骨干教师根据专业培养目标和典型工作任务,通过打破原发电厂及电力系统专业学科体系的知识结构,重构了基于工作过程的课程体系。本课程作为“示范性高职院校发电厂及电力系统专业建设项目”的优质核心课程进行重点建设,着重体现岗位技能要求、促进学生实践操作能力的培养和职业素养的养成。

电气设备检修课程主要学习发电厂、变电站电气设备的结构、工作原理、检修工艺、技术规范等内容,是电力技术类高职高专发电厂及电力系统专业的一门实践性很强的主干专业必修课程。通过课程的学习,使学生具备电气设备检修的基本知识、岗位操作技能和基本的职业素养,培养学生掌握电气设备检修的专业知识、掌握按照标准化作业流程进行电气设备检修工作的专业技能,并培养学生具有良好的学习方法、工作方法和较强地促进职业发展的社会活动能力。

在新的专业课程体系中,本课程承接电力生产过程、电气安装图的识读、电工基础与应用课程的学习,为后续课程高电压技术、电力企业班组管理、继电保护装置运行与维护、自动装置运行与维护、变电站综合自动化、电气运行的学习奠定基础,对学生职业能力的培养和职业素养的养成起到了主要的支撑作用。

2. 课程设计的理念与思路

本课程按照“帮助学生养成良好的职业道德,使其具有适应就业需要的专业技能,注重知识的系统性,促进学生可持续发展”的理念,重视学生校内学习与实际工作的一致性,综合考虑专业能力、方法能力和社会活动能力的培养,确定课程的培养目标;将原学科体系课程发电厂电气设备、电器检修实习进行重组,选择既能满足知识和技能的教學要求,又有利于实施“做中教、做中学”的典型工作任务,确定学习情境,建立突出职业能力培养的课程标准;与企业专家共同研讨、开发能满足教学和学习需要的各类教学资源,建设促进学生实践操作能力培养的教学环境;利用校企合作建设“双师”结构的课程教学团队,按照工作过程系统化要求实施“做中教、做中学”的教学模式,教授学生专业知识,通过实施工作任务使学生能够运用专业知识,掌握专业技能;参照行业企业的技能考核标准进行教学情境的技能考核,实现课程考核与岗位考核的融合,充分体现教学过程的实践性、开放性和职业性,使学生校内学习与实际工作保持一致性,为学生的可持续发展奠定良好的基础。

二、课程培养目标

1. 知识目标

- (1) 掌握电气设备的作用、基本结构、工作原理、型号参数及技术规范；
- (2) 熟悉电气设备的常见故障形式、现象及处理办法；
- (3) 熟悉电气设备检修内容、检修程序和检修周期；
- (4) 熟悉电气设备检修工艺要求、质量标准；
- (5) 掌握电气设备的验收鉴定规范、检修安全注意事项。

2. 能力目标

- (1) 培养学生获取电气设备检修所需信息的能力；
- (2) 培养学生对工作现场进行危险点分析及控制的能力；
- (3) 培养学生对电气设备进行检修的能力；
- (4) 培养学生收集和整理技术资料的能力；
- (5) 培养学生对检修过程中出现的问题进行分析、选择解决方式与技巧的能力；
- (6) 培养学生进行设备验收和办理工作终结的能力；
- (7) 培养学生设计检修方案的能力；
- (8) 培养学生对检修项目进行综合评价的能力。

3. 素质目标

- (1) 培养学生的团队合作能力；
- (2) 培养学生对检修工作相关信息进行交换的能力；
- (3) 培养学生的环保意识、质量意识和成本控制意识；
- (4) 培养学生标准化作业的执行能力。

三、课程教学内容

为达到课程培养目标，选取电气设备的用途、结构特点、工作原理及其检修等知识，形成系统的课程知识体系；从众多的工作任务中，选取既能满足知识和技能的教學要求，又有利于实施“做中教、做中学”的“低压断路器检修”、“电力电容器检修”、“互感器检修”、“高压断路器检修”、“高压隔离开关检修”、“高压开关柜检修”等六个典型工作任务，作为职业技能和职业素养培养的载体；考虑学生职业能力培养的过程性和认知规律，按照从简单到复杂、从单一到综合的原则组织教学内容；将电气设备专业知识的学习、六个典型工作任务的实施以及对学习的评价与考核，按照工作过程系统化进行综合开发，形成本课程的六个学习情境（见表 0-1）。

本课程选取的每个学习内容都是一个完整的工作过程，能将专业知识和技能有机融合在整个学习过程中；课程给学生提供独立进行计划工作的机会，在一定时间范围内学生可以自行组织、安排自己的学习行为，要求学生不仅能对已有知识、技能进行运用，而且还要学会运用已有知识，在一定范围内学习新的知识技能，解决过去从未遇到过的问题；在学习结束时，要求师生共同对工作过程以及工作和学习方法进行评价。课程内容难度逐步增加，通过对教学内容的合理组织把知识结构和学生的认知规律很好地结合起来，有利于学生快速有效地掌握知识。



表 0-1

电气设备检修学习情境一览表

学习情境	任 务 描 述	培 养 目 标	主 要 内 容
低压断路器检修(22学时)	通过实施对 DW15 型低压断路器进行的检查、分解、检修、组装和调整的工作任务,了解低压电器的种类和作用,熟悉低压开关电器的基本结构,理解其工作原理;学会常用检修工具的使用方法,掌握低压开关电器的拆卸、组装要领	<ol style="list-style-type: none"> (1) 掌握低压电气设备的作用及基本结构; (2) 掌握电气触头和电弧的基本知识; (3) 掌握低压断路器的用途、结构、工作原理; (4) 能够熟练使用常用电工工具; (5) 掌握低压断路器拆卸的工艺流程、要求和质量标准; (6) 培养标准化作业实施行动力 	<ol style="list-style-type: none"> (1) 电弧的特点、产生过程和熄灭方法; (2) 触头的分类及其结构; (3) 低压电器的种类及用途; (4) 低压断路器的结构和动作原理; (5) 低压断路器常见故障及处理; (6) DW15 型断路器的维护与检修
电力电容器检修(20学时)	根据对高压电容器组的检查、综合分析判断,通过实施 10kV 高压并联电容器的检测与更换工作任务,学习电力电容器、电抗器等相关设备的基本知识;掌握电气设备检测的基本技能	<ol style="list-style-type: none"> (1) 掌握电容器、电抗器的结构类型; (2) 掌握相关设备的作用及要求; (3) 掌握安全措施布置的要点; (4) 掌握绝缘电阻测试的基本方法和安全要求; (5) 掌握高压电容器的常见故障及处理方法; (6) 掌握高压电容器更换安装要求; (7) 培养标准化作业实施行动力 	<ol style="list-style-type: none"> (1) 电容器的种类及作用; (2) 电容器的基本结构和型号; (3) 电抗器的种类、作用及基本结构; (4) 电容器的配置与接线方式; (5) 电容器组的运行和检修知识; (6) 高压电容器和电抗器的常见故障及处理方法
互感器检修(24学时)	根据检修周期和运行工况进行综合分析判断,针对互感器漏油故障处理,实施对 LB6-110 电流互感器进行检修的工作任务,学习电流互感器、电压互感器等相关设备的基本知识,掌握互感器检修技能	<ol style="list-style-type: none"> (1) 掌握互感器的结构、类型和接线方式; (2) 掌握绝缘油处理的一般知识; (3) 掌握互感器常见的故障及处理方法; (4) 掌握互感器检修的工艺流程、要求和质量标准; (5) 训练标准化作业实施行动力 	<ol style="list-style-type: none"> (1) 互感器的作用和类型; (2) 互感器的接线方式; (3) 互感器的基本结构及型号; (4) 互感器的检修知识; (5) 真空注油及油处理的知识; (6) 互感器的常见故障及处理方法
高压断路器检修(42学时)	按照标准化作业流程的要求,通过实施对 SN10-10 (或 SW6-110) 型高压少油断路器及操动机构进行的检查、分解、检修、组装和调整的工作任务,熟悉高压断路器的基本结构,理解其工作原理;学会专用检修工具的使用方法,掌握高压开关电器的拆卸、组装、调整要领	<ol style="list-style-type: none"> (1) 掌握断路器的作用、结构及类型; (2) 掌握断路器操动机构的类型及特点; (3) 掌握操动机构的结构、工作原理; (4) 掌握断路器及操动机构的常见故障及处理方法; (5) 具备起重、搬运的基本技能; (6) 掌握断路器检修的工艺流程、要求和质量标准; (7) 训练标准化作业实施行动力 	<ol style="list-style-type: none"> (1) 高压断路器的作用和功能; (2) 高压断路器的基本结构和技术参数; (3) 高压断路器的型号和基本类型; (4) 高压断路器操动系统的作用、种类及特点; (5) 高压断路器传动系统的作用和组成; (6) 高压断路器的检查和维护; (7) 高压断路器的检修
高压隔离开关检修(40学时)	按照标准化作业流程的要求,通过分析高压隔离开关的典型故障,实施对 GN19-10 (或 GW6-110) 型高压隔离开关及操动机构进行的检查、分解、检修、组装和调整的工作任务,掌握不同种类高压开关电器在基本结构、工作原理及用途等方面的区别;掌握专用检修工具的使用方法,掌握高压开关电器的拆卸、组装、调整操作技能	<ol style="list-style-type: none"> (1) 掌握隔离开关的作用、结构及类型; (2) 掌握隔离开关的常见故障及处理方法; (3) 具备登高、除锈的基本技能; (4) 掌握隔离开关检修的工艺流程、要求和质量标准; (5) 规范标准化作业实施行动力 	<ol style="list-style-type: none"> (1) 隔离开关的作用、基本结构及类型; (2) 隔离开关的操动机构; (3) 隔离开关的检修与维护
高压开关柜检修(30学时)	按照标准化作业流程,通过实施高压开关柜检修工作任务,学习高压开关柜及 GIS 的基本知识;建立配电装置的概念,了解配电装置的作用、种类和技术要求;巩固相关电气一次设备的基本知识,进一步理解各设备在配电装置中的作用和相互关系;初步掌握综合分析判断故障的方法	<ol style="list-style-type: none"> (1) 掌握高压开关柜的结构及类型; (2) 掌握 GIS 的结构特点; (3) 掌握高压开关柜的常见故障及处理方法; (4) 掌握高压开关柜检修的工艺流程、要求和质量标准; (5) 掌握高压开关柜的整体调试方法和质量要求; (6) 规范标准化作业实施行动力 	<ol style="list-style-type: none"> (1) 配电装置的特点、种类及结构类型; (2) SF₆ 组合电器的特点、种类及结构; (3) 高压开关柜、GIS 的常见故障及处理方法; (4) 高压开关柜的检修

四、教学实施建议

本课程是一门实践性较强的专业课程，建议利用“教、学、做”为一体的教学环境，采用“双师”教学团队组织、实施具有电力行业电气设备检修工作特色的“六阶段”教学模式，灵活运用多种教学手段，使学生获得电气设备检修的专业知识和专业技能，全面掌握课程内容，培养学生分析问题、解决问题的能力。

“双师”教学团队由主讲教师、实训教师和企业兼职教师组成，相互协作实施教学。主讲教师负责课堂教学设计、分工和组织，负责理论教学和成绩综合评定，参与指导学生操作；实训教师准备场地和设备，配合企业兼职教师进行操作示范和指导学生操作；企业兼职教师负责操作示范，指导按标准化流程作业、检查和监督，以及检修质量控制。

本课程的实施应采用具有行业特色的“六阶段”教学模式。在“六阶段”教学过程中，教师可灵活运用多媒体教学法、引导文教学法、演示教学法、分组讨论法、角色扮演法、自主学习法和对比教学法等教学方法实施教学，提高学生学习的积极性和学习效率，提高教学效果。引导文教学法可始终贯穿在六个阶段的教学过程中。

第一阶段：专业知识学习。主讲教师讲授相关专业基础知识。学生通过阅读“学习指南”，明确工作任务和学习目标，引导学生借助“学生指南”完成专业知识的自主学习。

第二阶段：接受工作任务。通过“学习指南”引导学生明确工作内容，完成小组人员分工，使各小组中每个成员都有明确的分工角色，工作任务清晰，各司其职；并引导学生收集相关资料，编制标准化作业计划表。

第三阶段：前期准备工作。通过“学习指南”引导学生完成现场查勘，进行危险点分析与预控；提供检修方案模板，引导完成检修方案的制定；完成工器具及材料准备，办理开工手续。

第四阶段：工作任务实施。学生在“学习指南”的引导及教师的指导下办理开工手续，按照工艺工序卡实施电气设备检修工作。“学习指南”提供了引导学生进行电气设备检修前的例行检查的检查项目、检查要求、检查方法、故障判断与处理措施，并引导学生进行分析和记录；提供了实施电气设备检修工作的检修内容、检修流程、检修工艺及质量标准，并引导学生按标准化作业流程进行检修和记录。

第五阶段：工作结束。学生借助“学习指南”中的电气设备检修评价细则的引导，明确检查要求，进行小组交叉检查；引导学生清理现场，进行检修工作验收，办理工作终结手续；按照“学习指南”提供的检修报告模板格式，编写检修报告。

第六阶段：评价与考核。老师对学生的教学过程、掌握的知识和操作技能、养成的职业素养进行评价；依据《电气设备检修技能考核评分细则》对学生进行技能操作考核。学生根据“学习指南”的评价细则，对自己小组和其他小组进行评价，工作完成以后，“学习指南”仍然是学生继续学习的很好资料。

另外，本课程建设的网站平台提供了本课程的学习情境实施计划、课程讲义、参考教案、参考课件、学习指南、设备图片、动画和视频，方便学生的学习，方便教师的查阅和使用；提供了供学生复习巩固的习题解答和检测学习情况的考试系统；提供了相关文件、国家标准与规范，拓宽学生的学习范围。相关网站的链接：<http://www.kc.sc.sgcc.com.cn/jpkc2008/smj/dqsb/index.asp>。

五、课程考核建议

本课程每个学习情境可作为独立的教学模块进行单独考核和评定成绩。各学习情境的考

核包括综合评价、技能考核和理论考试，即：采用小组自评、小组互评和教师评价等手段对情境中的第二～第五阶段的学习情况进行综合评价；参照《电气设备检修技能考核评分细则》进行技能考核；对专业理论知识可采用口试或笔试。课程成绩由各学习情境成绩综合形成。课程考核应突出实践性、开放性和职业性，减少理论部分考核的比重，建议各学习情境的学习成绩=综合评价（40%）+技能考核（40%）+理论考试（20%）。各学习情境成绩的权重可参考表 0-2。

表 0-2 电气设备检修课程成绩评定表

学习情境	权重	综合评价（40%）	技能考核（40%）	理论考试（20%）	小计
低压断路器检修	0.13				
电力电容器检修	0.10				
互感器检修	0.13				
高压断路器检修	0.23				
高压隔离开关检修	0.23				
高压开关柜检修	0.18				
总成绩					

电气设备概述

一、电气设备分类

为了满足电能的生产、输送和分配的需要，发电厂和变电站中安装有各种电气设备，用于实现起动、转换、监视、测量、调整、保护、切换和停止等操作。按电压等级可将电气设备分为高压电器和低压电器；按所起的作用不同，电气设备可分为一次设备和二次设备。

（一）一次设备

直接生产、转换和输配电能的电气设备，称为一次设备，主要有以下几种。

1. 生产和转换电能的设备

生产和转换电能的设备有同步发电机、变压器及电动机，它们都是按电磁感应原理工作的，统称为电机。

2. 开关电器

开关电器的作用是接通或断开电路。高压开关电器主要有以下几种。

（1）高压断路器（俗称开关）。断路器具有灭弧装置，可用来接通或断开电路的正常工作电流、过负荷电流或短路电流，是电力系统中最重要具有控制和保护双重作用的开关电器。

（2）高压隔离开关（俗称刀闸）。隔离开关没有灭弧装置，用来在检修设备时隔离电源、进行电路的切换操作及接通或断开小电流电路。在各种电气设备中，隔离开关的使用量是最多的，但它一般只有在电路断开或无电流的情况下才能进行操作。

（3）高压负荷开关。负荷开关具有简易的灭弧装置，可以用来接通或断开电路的正常工作电流和过负荷电流，但不能用来接通或断开短路电流，在检修设备时还可用来隔离电源。高压开关电器还有用于配电系统的自动重合器和自动分段器等。

低压开关电器包括刀开关、组合开关和低压断路器等。

3. 保护电器

保护电器包括用于过负荷电流或短路电流保护的熔断器（俗称保险）和防御过电压的设备，即防雷装置。

熔断器用来断开电路的过负荷电流或短路电流，保护电气设备免受过载和短路电流的危害。熔断器不能用来进行正常工作电流的接通或断开操作，必须与其他电器配合使用。

防雷装置包括避雷器、避雷针、避雷线（架空地线）、避雷带和避雷网等（有关防雷装置的知识本书不作介绍）。

4. 互感器

互感器包括电流互感器和电压互感器。电流互感器的作用是将交流大电流变成小电流（5A 或 1A），供电给测量仪表和继电保护装置的电流线圈；电压互感器的作用是将交流高电压变成低电压（100V 或 $100/\sqrt{3}$ V），供电给测量仪表和继电保护装置的电压线圈。它们使测量仪表和保护装置标准化和小型化，使测量仪表和保护装置等二次设备与高压部分隔离，且互感器二次侧均接地，从而保证了设备和人身安全。

5. 补偿、限流电器

（1）调相机。调相机是一种不带机械负荷运行的同步电动机，主要用来向系统输出感性无功功率，以调节电压控制点或地区的电压。

（2）电力电容器。电力电容器补偿有并联和串联补偿两类。并联补偿是将电容器与用电设备并联，它发出无功功率，供给本地区需要，避免长距离输送无功，减少线路电能损耗和电压损耗，提高系统供电能力；串联补偿是将电容器与线路串联，抵消系统的部分感抗，提高系统的电压水平，也相应地减少系统的功率损失。

（3）消弧线圈。消弧线圈用来补偿小接地电流系统的单相接地电容电流，以利于熄灭电弧。

（4）并联电抗器。并联电抗器一般装设在 330kV 及以上超高压配电装置的某些线路侧。其作用主要是吸收过剩的无功功率，改善沿线电压分布和无功分布，降低有功损耗，提高送电效率。

（5）限流电抗器。它包括串联在电路中的普通电抗器和分裂电抗器，其作用是限制短路电流，使发电厂或变电站能选择轻型电器和选用截面积较小的导体。

6. 载流导体

载流导体包括母线、架空线和电缆线等。母线用来汇集和分配电能或将发电机、变压器与配电装置连接；架空线和电缆线用来传输电能。

7. 绝缘子

绝缘子用来支持和固定载流导体，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。

（二）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

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. 绝缘监察装置

绝缘监察装置用来监察交、直流电网的绝缘状况。



3. 控制和信号装置

控制主要是指采用手动（用控制开关或按钮）或自动（继电保护或自动装置）方式通过操作回路实现配电装置中断路器的分、合闸。断路器都有位置信号灯，有些隔离开关有位置指示器。主控制室设有中央信号装置，用来反映电气设备的事故或异常状态。

4. 继电保护及自动装置

继电保护的作用是在发生故障时，作用于断路器跳闸，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、电力系统频率自动调节、按频率启动水轮机组；实现发电厂或变电站的备用电源自动投入、输电线路自动重合闸及按事故频率自动减负荷等。

5. 直流电源设备

直流电源设备包括蓄电池组和硅整流装置，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。

6. 高频阻波器

高频阻波器是电力载波通信设备中必不可少的组成部分，它与耦合电容器、结合滤波器、高频电缆、高频通信机等组成电力线路高频通信通道。高频阻波器有阻止高频电流向变电站或支线泄漏、减小高频能量损耗的作用。

二、电气设备的主要参数

1. 额定电压

额定电压 (U_N) 是国家根据国民经济发展的需要、技术经济合理性以及电机、电器制造水平等因素所规定的电气设备标准的电压等级。电气设备在额定电压下工作时，其技术性能与经济性能最佳。

我国的额定电压分三类。第一类是 100V 及以下者，主要用于安全照明、蓄电池及其他特殊设备。第二类是 100~1000V 之间的电压，广泛应用于工业与民用的低压照明、动力与控制。第三类是 1000V 及以上的电压，主要用于电力系统的发电机、变压器、输配电线路及高压用电设备。我国所制定的各种电气设备的额定电压见表 0-3。

表 0-3

电气设备的额定电压

单位: kV

用电设备额定电压	发电机额定电压	变压器额定电压	
		一次绕组	二次绕组
0.22	0.23	0.22	0.23
0.38	0.40	0.38	0.40
3	3.15	3、3.15	3.15、3.3
6	6.3	6、6.3	6.3、6.6
10	10.5	10、10.5	10.5、11
35		35	38.5
110		110	121
220		220	242
330		330	363
500		500	550

由于线路上的电压损失，同一电压等级下各电气设备的额定电压不尽相同。

(1) 电网的额定电压：通常采用线路首端电压和末端电压的算术平均值。目前，我国电网的额定电压等级有 0.4、3、6、10、35、60、110、220、330、500、750kV 等。

(2) 用电设备的额定电压：用电设备的额定电压就等于其所在电网的额定电压。

(3) 发电机的额定电压：发电机的额定电压比其所在电网的额定电压高出 5%，从而保证末端用电设备工作电压的偏移不会超出允许范围，一般为 $\pm 5\%$ 。

(4) 变压器的额定电压：升压变压器的一次绕组的额定电压高出电网额定电压的 5%，即与发电机的额定电压相同；降压变压器一次绕组的额定电压等于所接电网的额定电压。变压器二次绕组的额定电压视所接线路的长短及变压器阻抗电压大小分别比所接电网高出 5% 或 10%。

2. 额定电流















额定电流 (I_N) 是指在规定的基准环境温度下，允许长期通过设备的最大电流值，此时设备的绝缘和载流部分的长期发热的最高温度不会超过规定的允许值。

我国采用的基准环境温度：电器， $+40^\circ\text{C}$ ；导体， $+25^\circ\text{C}$ 。

三、电气设备的符号

图形符号是用于表示电气图中电气设备、装置、元器件的一种图形和符号。文字符号是电气图中电气设备、装置、元器件的种类字母和功能字母代码。文字符号的字母应采用大写的拉丁字母。文字符号分为基本文字符号和辅助文字符号两种。常用一次电气设备的图形符号和文字符号见表 0-4。

表 0-4 常用一次电气设备名称及图形符号和文字符号

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	负荷开关		Q
双绕组变压器		T	接触器的主动合、主动断触头		K
三绕组变压器		T	母线、导线和电缆		W
隔离开关		QS	电缆终端头		—
熔断器		FU	电容器		C
普通电抗器		L	三绕组自耦变压器		T
分裂电抗器		L	电动机		M