

电网建设工程造价专业
资格认证考试用书

变电站安装工程

BIANDIANZHAN
ANZHUANG GONGCHENG

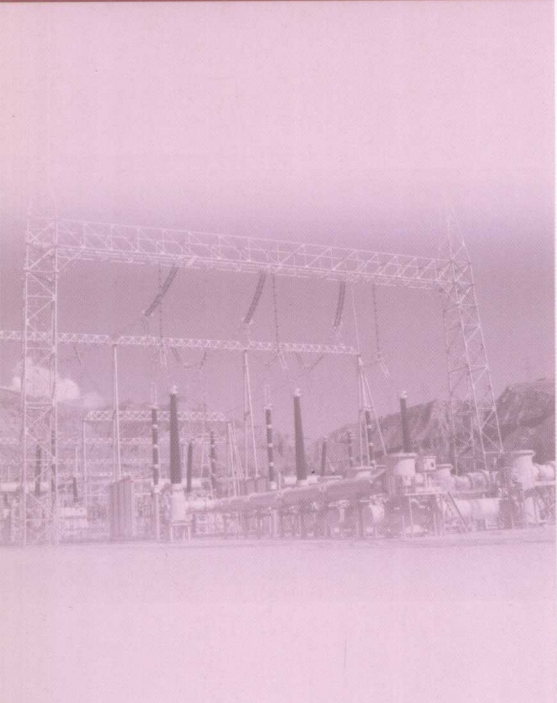
中国电力企业联合会电力建设技术经济咨询中心 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

电网建设工程造价专业 资格认证考试用书

工程造价管理综合知识
变电站建筑工程
变电站安装工程
送电线路工程



ISBN 978-7-5083-7772-8



9 787508 377728 >

定价：80.00 元

销售分类建议：电力工程 / 综合

电网建设工程造价专业
资格考试考试用书

变电站安装工程

《注册造价工程师
资格考试用书》系列

中国电力出版社 北京



中国电力出版社
CHINA ELECTRICITY PRESS

电网建设工程造价专业 资格认证考试用书

变电站安装工程

中国电力企业联合会电力建设技术经济咨询中心 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书为《电网建设工程造价专业资格认证考试用书》的《变电站安装工程》分册。本书根据电网建设工程造价员岗位知识结构要求,结合2006年版电力建设工程定额、费用计算标准及电力建设工程量清单计价规范编写。

本书分四篇,共十章。第一篇重点介绍变电站常用电气设备、电气材料、常用机具及电气安装设计图纸的组成及识图;第二篇主要介绍新版电力建设工程计价体系关于变电站电气安装工程的计价规定和主要计价方法;第三篇结合变电站电气安装工程计价的实际情况,详细阐述现行电力工程计价方法体系中变电站电气安装工程概预算计价依据、程序、方法和编制要点;第四篇主要介绍变电站电气安装工程清单编制和工程量清单投标报价方法。

本书融技术性、经济性,理论性、实践性为一体,力求系统完整,通俗易懂。可用于电力建设过程中建设、设计、监理、施工、审核等单位技术经济人员和大专院校工程经济专业师生的学习参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

变电站安装工程 / 中国电力企业联合会电力建设技术经济咨询中心编. —北京:中国电力出版社,2008
电网建设工程造价专业资格认证考试用书
ISBN 978-7-5083-7772-8

I. 变… II. 中… III. 变电所—电气设备—建筑安装工程—工程造价—技术培训—教材 IV. TM63

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第127510号

中国电力出版社出版、发行

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

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

2008年8月第一版 2008年8月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 20.5印张 504千字 1插图

印数0001—5000册 定价80.00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



序

随着我国电网建设事业的快速发展，与电网建设事业紧密相关的电网建设工程造价管理和工程计价依据的改革也不断深化，并取得了优异成绩，这些成绩的取得与广大电力建设技术经济工作者的努力是分不开的。

科学技术飞速发展的 21 世纪，新技术、新工艺、新设备、新材料不断涌现，330kV、500kV、±500kV 直流、750kV 高压输电线路已成为我国电网的主网架，±800kV 直流、1000kV 交流输变电示范工程也已进入建设实施阶段。电网体制、企业经营机制改革的继续深化和技术经济管理逐步与国际接轨，对从事电网建设工程的广大技术经济工作者在经济、技术和法律法规方面提出更高的要求。党的十七大报告指出，“实施人才战略，培养和造就掌握先进科学技术和知识、创新能力强、适应经济和社会需要的各类专业队伍和企业经营管理者队伍。”要培养市场竞争人才，抓好有效控制和合理计定工程造价，一个十分重要的问题就在于加强技术经济队伍的建设，提高整体素质。电网建设技术经济队伍承担着电网建设工程造价的计定、管理和控制等多方面的任务，多年来，对保证电网建设市场的有序、规范，提高建设项目投资效益和企业经济效益发挥了重要的作用，作出了很大贡献。今后，还要更加努力，把电网建设技术经济工作做得更好。为此，中国电力企业联合会电力建设技术经济咨询中心组织编写了这套《电网建设工程造价专业资格认证考试用书》，作为广大电网工程建设技术经济工作者基础教育、切实提高技术经济理论基础和新上岗人员的培训教材。这套认证考试用书的编写标志着电网建设技术经济队伍建设向系统化、规范化方向迈出了可喜的一步。

这套认证考试用书内容新颖、系统、实用、权威，便于电网建设技术经济上岗人员全面掌握施工、机械、材料、设备等工程技术问题和定额、概预算编制、工程量清单计价、技术经济原理等方面的知识，是一套极具实用价值的认证考试用书。书中同时包括了与技术经济工作相关的经济、财会、项目管理、合同管理和工程量清单计价、概预算编制实例等诸多内容，亦可作为电网建设技术经济工作者的工具书。这套认证考试用书的出版必将为我国电网工程建设经济专业的发展和进步打下扎实的基础，并为我国电网工业的发展作出贡献！

赵希正



前言

为适应社会主义市场经济体制和电网工程项目实行全过程工程造价管理的需要,满足电网建设工程经济专业发展的要求,加强电网工程建设技术经济人员行业管理,不断提高电网工程建设技术经济专业队伍人员整体素质,逐步将电网建设概预算人员资格认证工作与全国建设行业造价工程师考试和注册工作相结合,电力建设技术经济咨询中心组织,浙江省电力公司负责编写了《电网建设工程造价专业资格认证考试用书》(简称《考试用书》)。本套《考试用书》包括《工程造价管理综合知识》、《变电站建筑工程》、《变电站安装工程》、《送电线路工程》四个分册。

本套《考试用书》从2007年4月开始启动,历时一年半,经过多次审查,几易其稿。在编写中力求更好地吸取以往类似教材的优点,并针对当前电网工程建设技术经济人员上岗前技术、施工基础知识较弱,概预算编制系统能力较差的现状,适当增加了技术、施工部分的基础知识,力求符合当前电网工程建设的实际工艺、设备、施工情况。本套《考试用书》选材广泛,所选案例联系实际并具有代表性,较充分地反映和符合当前的政策、法规和文件规定。本套《考试用书》可作为从事电网工程经济管理人员造价专业上岗资格认证的培训专用教材,也可供从事电网工程建设的各级领导人员、工程技术人员和大专院校相关专业师生学习参考。

本套《考试用书》在编写过程中得到了国家电网公司、南方电网公司、浙江省电力公司等单位领导的大力支持,得到了华北科技学院、国网经研院、山西省电力公司、东北电力设计院、内蒙古电力建设定额站、西北电建总公司及部分网省电力公司、设计院、施工单位的大力支持,在此表示衷心感谢!向提供素材及参与审查的所有人员表示感谢!

本书为《变电站安装工程》分册,由徐辉主编,邢琦主审。在编写过程中得到了解改香、叶锦树、王振鑫、张少雄、邹扬、王郁宁、程军等专家的指导和帮助,浙江电力教育培训中心的童剑、王宣、徐波及浙江电力设计院提供了大量的资料,在此表示衷心的感谢!

本套《考试用书》尽管各方面给予了大量关注,编写组亦十分认真努力,但由于编写组理论和实践上都可能存在不足之处,诚恳希望广大读者提出宝贵意见,并请各方面的专家予以指正。

中国电力企业联合会电力建设技术经济咨询中心

2008年6月

目录

序
前言

第一篇 概述..... 1

第一章 变电站安装工程..... 2

第一节 变电站电气系统概述..... 2

第二节 变电站主要设备..... 3

第三节 变电安装常用材料..... 24

第四节 电气设备安装工艺与施工机具..... 38

第五节 交、直流换流站..... 49

第二章 变电站电气设计..... 53

第一节 电气设计基本概念..... 53

第二节 初步设计..... 58

第三节 施工图设计..... 74

第二篇 变电站安装工程计价规定..... 81

第三章 变电站安装工程计价依据..... 82

第一节 概述..... 82

第二节 变电站安装工程项目划分和费用性质划分..... 84

第三节 变电站安装工程建设预算费用构成及计算标准..... 92

第四章 变电站工程计价方法..... 100

第一节 工料单价法..... 100

第二节 工程量清单计价法..... 102

第三篇 变电站安装工程概预算..... 107

第五章 电气设备安装工程预算定额..... 108

第一节 变电站安装工程预算定额说明..... 108

第二节 变压器..... 113

第三节 配电装置..... 119

第四节 绝缘子、母线..... 137

第五节 控制、继电保护屏及低压电器..... 153

第六节 蓄电池..... 162

第七节 电缆..... 164

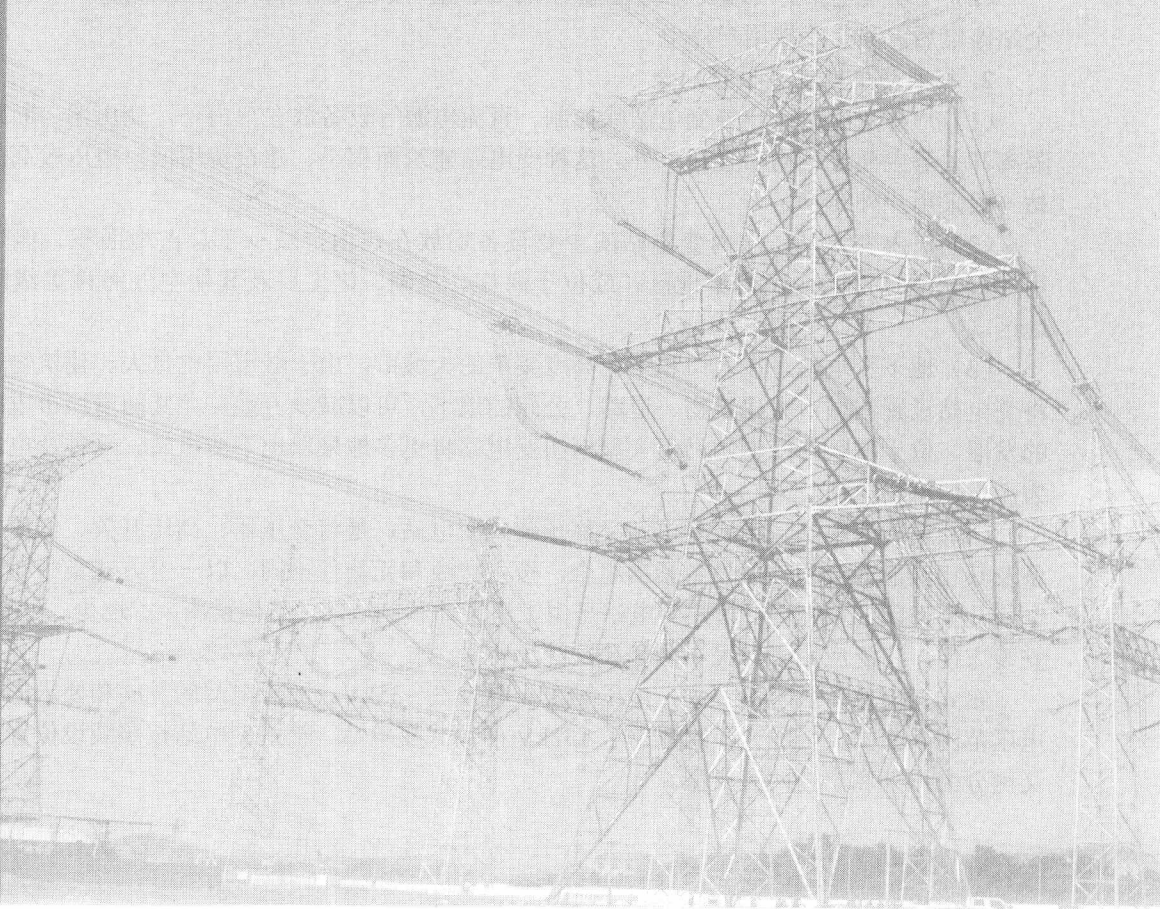
第八节 照明及接地..... 181

第九节	10kV 及以下架空线路工程	188
第十节	通信工程	193
第十一节	换流站设备安装	199
第六章	变电站安装工程调试定额	209
第一节	调试工程定额说明	209
第二节	单体调试	210
第三节	分系统调试	217
第四节	整套启动调试	220
第五节	电气特殊项目调试	221
第七章	变电站安装工程概算定额	228
第一节	变电站安装工程概算定额说明	228
第二节	变压器	229
第三节	配电装置	230
第四节	母线	230
第五节	控制设备	231
第六节	站用电	231
第七节	全站电缆及接地	232
第八节	通信系统	232
第九节	换流站设备	233
第八章	变电站安装工程概预算编制	235
第一节	变电站安装工程概预算书编制程序	235
第二节	变电站安装工程概算编制实例	249
第三节	变电站安装工程施工图预算编制实例	263
第四篇	变电站安装工程量清单计价	271
第九章	变电站安装工程量清单编制	272
第一节	变电站安装工程量清单编制内容	272
第二节	变电站安装工程量清单编制实例	276
第十章	变电站安装工程量清单报价	280
第一节	变电站安装工程量清单报价内容	280
第二节	变电站安装工程量清单报价实例	284
附录 A (规范性附录)	工程量清单格式	287
附录 B (规范性附录)	工程量清单计价格式	297
参考文献		318

变电站安装工程

第一篇 概述

电网建设工程造价专业资格认证考试用书



变电站安装工程

第一节 变电站电气系统概述

一、变电站作用与分类

变电站是联系发电厂和用户的中间环节，起着变换和分配电能的作用。目前我国变电站电压等级有 35kV、110kV、220kV、330kV（仅西北）、500kV、750kV 和 1000kV，换流站电压等级有 $\pm 220\text{kV}$ 、 $\pm 330\text{kV}$ （仅西北）、 $\pm 500\text{kV}$ 、 $\pm 660\text{kV}$ 和 $\pm 800\text{kV}$ 。

变电站的分类有如下几种：

1. 按照变电站在电力系统中的地位和作用划分

(1) 系统枢纽变电站。枢纽变电站位于电力系统的枢纽点，它的电压是系统最高输电电压，枢纽变电站连成环网，全站停电后，将引起系统解列，甚至整个系统瘫痪，因此对枢纽变电站的可靠性要求较高。

枢纽变电站主变压器容量大，供电范围广。

(2) 终端变电站。终端变电站在输电线路终端，接近负荷点，经降压后直接向用户供电，全站停电后，只是终端用户停电。

2. 按照变电站安装位置划分

(1) 户外变电站。户外变电站除控制、直流电源等设备放在户内外，变压器、断路器、隔离开关等主要设备均布置在户外。这种变电站建筑面积小、建设费用低，电压较高的变电站一般采用户外布置。

(2) 户内变电站。户内变电站的主要设备均放在户内，减少了总占地面积，但建筑费用较高，适宜市区居民密集地区，或位于海岸、盐湖、化工厂及其他空气污秽等级较高的地区。

(3) 地下变电站。在人口和工业高度集中的大城市，由于城市用电量、建筑物密集，将变电站设置在城市大建筑物、道路、公园的地下，可以减少占地。尤其随着城市电网改造的发展，位于城区的变电站乃至大型枢纽变电站将更多地采取地下变电站。这种变电站多数为无人值班变电站。

(4) 箱式变电站。箱式变电站又称预装式变电站，是将变压器、高压开关、低压电器设备及其相互的连接和辅助设备紧凑组合，按主接线和元器件不同，以一定方式集中布置在一个或几个密闭的箱壳内。箱式变电站是由工厂设计和制造的，结构紧凑、占地少、可靠性高、安装方便，广泛应用于居民小区和公园等场所。

箱式变电站一般容量不大，电压等级一般为 3~35kV。随着电网的发展和要求的提高，电压范围不断扩大，现在已经制造出了 132kV 的箱式变电站。箱式变电站按照装设位置的不同又可分为户外和户内两种类型。

(5) 移动变电站。将变电设备安装在车辆上,以供临时或短期用电场所的需要。

二、变电站电气系统

电气系统是变电站的主要生产系统,专业上一般将电气系统划分为7个扩大单位工程。

(1) 主变压器系统。变电站主变压器系统是整个变电站的枢纽。主变压器是将不同电压等级的线路连接在一起的设备。

(2) 配电装置。变电站的配装置起到汇集和分配电能的作用,一个变电站通常有两个或三个不同电压等级的配电装置。

(3) 无功补偿。无功补偿就是通过无功补偿设备对线路补偿无功功率,改善供电质量。

(4) 控制及直流系统。控制系统是对变电站的一次设备进行监视、保护和控制的设备。直流系统是为变电站直流负荷提供直流电源的装置。

(5) 站用电系统。站用电系统是供给变电站内各种负荷用电的系统。

(6) 电缆及接地。变电站内电缆有两大类:电力电缆和控制电缆。电力电缆用于电能的传输,控制电缆用于控制信号的传输。

(7) 通信及远动系统。通信及远动系统是用于保证变电站实现生产调度自动化的系统。

第二节 变电站主要设备

变电站电气设备一般可分为一次设备和二次设备。

一次设备是指直接用于生产、输送和分配电能的设备,主要有变压器、断路器、隔离开关、熔断器、避雷器等。

二次设备是指对电气一次设备的工作进行监视、测量、操作、控制和保护的装置,主要有互感器、继电保护装置、监控设备、测量和自动化装置等。

目前设备、材料的规格型号没有统一的国标编码,习惯上沿用两种表示方式:一种是用能代表设备名称特点的汉语拼音字母表示,国产设备大多采用这种方式,例如:GW表示隔离开关,SW表示少油断路器;另一种是用设备名称的英文字母表示,进口产品、新设备、新产品一般采用这种方法,例如:电容式电压感器用CVT(Capacitor Voltage Transformers)表示,3AP1是西门子公司生产的断路器。本书以介绍国产设备为主。

一、变压器

变压器是利用电磁感应原理将某一数值的交流电压(电流)变成频率相同的另一种或几种数值不同的电压(电流)的设备。当一次绕组通以交流电时,就会产生交变的磁通,交变的磁通通过铁芯的导磁作用,在二次绕组中感应出交流电动势。感应电动势的高低与一、二次绕组匝数的多少有关,即电压大小与匝数成正比。变压器的主要作用是传输电能,因此额定容量是它的主要参数。额定容量是一个表现功率的惯用值,它是表征传输电能的大小,以kVA或MVA表示。

1. 变压器分类

变压器按绕组数、相数、冷却方式和调压方式的分类见表1-1。

表1-1 变压器的分类表

型号中代表符号排列顺序	分 类	类 别	代表符号
1	绕组耦合方式	自耦	0

续表

型号中代表符号排列顺序	分 类	类 别	代表符号
2	相数	单相	D
		三相	S
3	绕组外绝缘介质	变压器油	
		空气	G
		成型固体	C
4	冷却方式	油浸自冷式	J (可不表示)
		空气自冷式	G (可不表示)
		风冷式	F
		水冷式	W (S)
5	油循环方式	自然循环	
		强迫油导向循环	D
		强迫油循环	P
6	绕组数	双绕组	
		三绕组	S
7	导线材质	铜	
		铝	L
8	调压方式	无励磁调压	
		有载调压	Z

主变压器的选择一般要考虑运输条件，220kV 以下一般选用三相电力变压器，330kV 及以上一般选用单相电力变压器。

2. 变压器型号

变压器型号的表示方法：

1 2 3 4 - 5 / 6

其数字代表的含义：

- 1 —— 相数，见表 1-1；
- 2 —— 冷却方式；
- 3 —— 绕组数；
- 4 —— 特性，包括材质、调压方式；
- 5 —— 变压器的额定容量，kVA；
- 6 —— 额定电压，kV。

例如，某变压器 SFZ9-16000/35kV 表示三相风冷有载调压方式，容量为 16000kVA，高压侧电压为 35kV 的变压器。

3. 变压器结构

变压器由绕组、铁芯、绝缘油及其附属零件（油箱、油枕、套管、散热器）等组成，如图 1-1 所示。

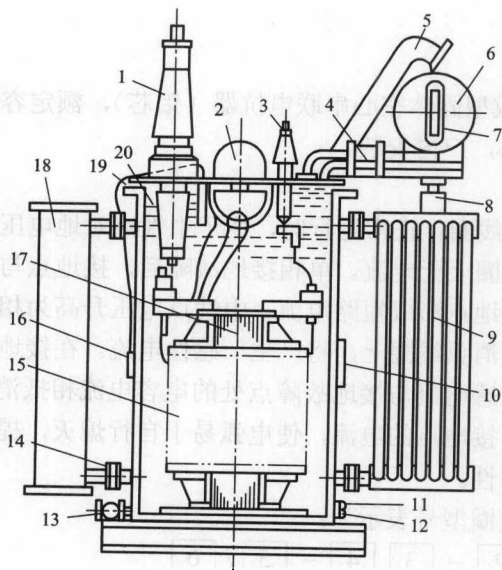


图 1-1 变压器结构图

- 1—高压套管；2—分接开关；3—低压套管；4—气体继电器；
5—防爆筒；6—储油柜（油枕）；7—油表；8—吸湿器；
9—散热器；10—铭牌；11—接地螺栓；12—油样活门；13—放油阀门；14—活门；15—绕组；
16—信号温度计；17—铁芯；18—净油器；
19—油箱；20—变压器油

二、电抗器、消弧线圈和放电线圈

1. 电抗器

电力系统中所采用的电抗器，常见的有串联电抗器和并联电抗器。

串联电抗器主要用来限制短路电流，也有在滤波器中与电容器串联或并联用来限制电网中的高次谐波。

并联电抗器用来吸收电网中的容性无功，如500kV电网中的高压电抗器，及500kV变电站中的低压电抗器，都是用来吸收线路充电电容无功功率的；220、110、35、10kV电网中的电抗器是用来吸收电缆线路的充电容性无功功率的。可以通过调整并联电抗器的数量来调整运行电压。

超高压并联电抗器有改善电力系统无功功率有关运行状况的多种功能，主要包括：

- (1) 轻空载或轻负荷线路上的电容效应，以降低工频暂态过电压。
- (2) 改善长输电线路上的电压分布。
- (3) 使轻负荷时线路中的无功功率尽可能就地平衡，防止无功功率不合理流动，同时也减轻了线路上的功率损失。

(4) 在大机组与系统并列时，降低高压母线上工频稳态电压，便于发电机同期并列。

(5) 防止发电机带长线路可能出现的自励磁谐振现象。

(6) 当采用电抗器中性点经小电抗接地装置时，还可用小电抗器补偿线路相间及相地电容，以加速潜供电流自动熄灭，便于采用单相快速重合闸。

电抗器（见图 1-2）分干式和油浸式两大类。

电抗器的型号表示为：

1 **2** - **3** **4** **5** - **6** / **7** - **8** **9**

其数字代表含义：

1 —— 型号，F 表示分裂绕组，MK 表示水泥柱式电抗器，CK 表示串联电抗器，BK 表示并联电抗器，XK 表示限流电抗器，LK 表示滤波电抗器，QK 表示启动电抗器；

2 —— S 表示三相，D 表示单相；

3 —— C 表示浇注成型固体，G 表示干式；

4 —— K 表示空心；

5 —— L 表示铝线（铜线不表示）；

6 —— 额定三相容量，kVA；

7 —— 额定电压，kV；

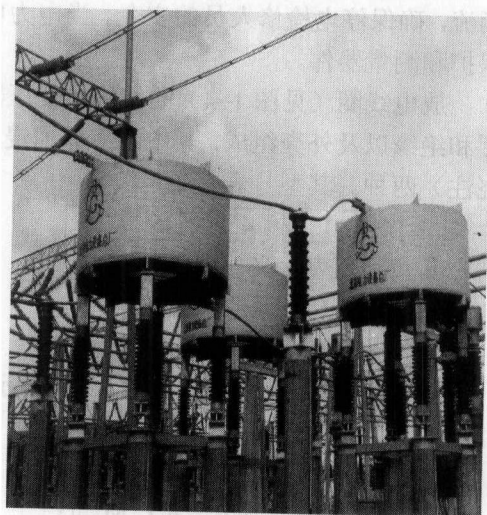


图 1-2 串联电抗器

- 8 ——额定百分电抗率，%；
- 9 ——W 表示户外，户内不标注。

例如：CKSCKL-1200/10-12 表示三相浇注成型固体空心串联电抗器（铝芯），额定容量 1200kVA，额定低压 10kV，额定百分电抗率 12%，户内安装。

2. 消弧线圈

消弧线圈（见图 1-3）是一个带铁芯的电抗线圈。正常运行时，由于中性点对地电压为零，消弧线圈上无电流。单相接地故障后，接地点与消弧线圈的接地点形成短路电流。中性点电压升高为相电压，作用在消弧线圈上，将产生一感性电流。在接地故障处，该电感电流与接地故障点处的电容电流相抵消，从而减少了接地点的电流，使电弧易于自行熄灭，提高了用电可靠性。

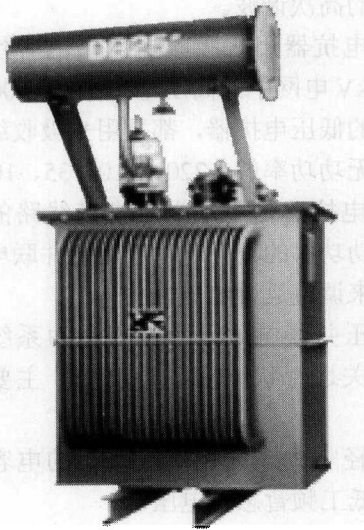


图 1-3 消弧线圈

消弧线圈型号表示为：

1 2 - 3 4 - 5 / 6

其数字代表含义：

- 1 ——X (XH) 表示消弧线圈；
- 2 ——D 表示单相，S 表示三相；
- 3 ——J 表示油浸，C 表示浇注成型固体；
- 4 ——L 表示铝线（铜线不表示）；
- 5 ——额定容量，kVA；
- 6 ——额定电压，kV。

例如：XDJL-600/10 表示单相油浸式（铝线）消弧线圈，额定容量为 600kVA，额定电压为 10kV。

3. 放电线圈

放电线圈通常与电力电容器或电力电容器组并联连接，作为放电器件，使电容器从系统切除后，剩余电荷能快速泄放至规定安全值，防止合闸时产生涌流，确保停电检修人员的安全。当电力电容器运行时，作为保护和测量器件。

放电线圈（见图 1-4）的结构与变压器类似，由铁芯、线圈和绝缘以及外壳组成，其中绝缘分油浸式和干式（环氧树脂浇注）两种。其型号表示为：

1 2 3 4 - 5 / 6

其数字代表含义：

- 1 ——F 表示放电线圈；
- 2 ——D 表示单相，S 表示三相；
- 3 ——G 表示干式（油浸式不表示），R 表示带二次绕组（有些用 2 表示）；
- 4 ——设计序列号；
- 5 ——额定放电容量，Mvar；
- 6 ——额定电压，kV。

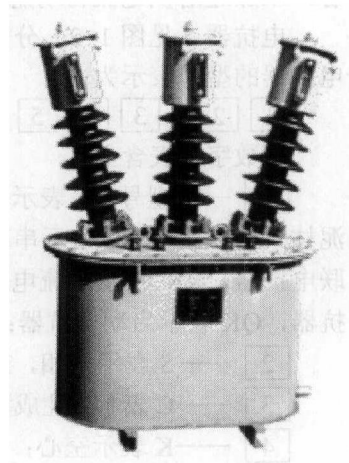


图 1-4 放电线圈

例如：FDG2-1.7/10kV 表示 10kV、1.7Mvar 干式带二次绕组单相放电线圈。

三、断路器

高压断路器是变电站中最重要的电气设备之一，它具有完善的灭弧装置，正常运行时，可用于切换运行方式、接通和开断负荷电流，起控制作用；故障时，用来开断短路电流，切除故障电路，起保护系统稳定的作用。

断路器最主要的特点是具有断开电路中正常负荷电流和故障短路电流的能力，因此它有专门的灭弧装置，使开断时形成电弧迅速熄灭。高压断路器一般由动触头、静触头灭弧室、操动机构和绝缘支柱等部件组成。

(一) 断路器的型号

断路器型号的表示方法：

1 2 3 - 4 5 / 6 7 8

其数字代表含义：

1 ——产品字母代号，D 表示多油式，S 表示少油式，K 表示空气，Z 表示真空，C 表示磁吹，L 表示六氟化硫 (SF₆)，Q 表示产气；

2 ——安装场所代号，N 表示户内，W 表示户外；

3 ——设计系列顺序号，以数字 1、2、3…表示；

4 ——额定电压，kV；

5 ——补充工作特性，如 G 表示改进型，C 表示小车式，F 表示分相操作；

6 ——额定电流，A；

7 ——额定开断电流能力，kA 或 MVA；

8 ——特殊环境代号。

例如：SN10-10/3000-750 表示额定电压 10kV、额定电流 3000A、10 型户内式高压少油断路器。

LW14-110W/3150-40KA 表示额定电压 110kV、额定电流 3150A、额定开断能力 40kA 户外六氟化硫断路器。

(二) 断路器分类

按灭弧方式断路器一般可分为油断路器、真空断路器、六氟化硫断路器、空气断路器和磁吹式断路器。

1. 油断路器

利用具有较高介电强度的矿物油作为灭弧和绝缘介质的断路器称为油断路器。断路器的动触头和静触头互相分离时产生电弧，电弧高温使其附近的绝缘油蒸发气化并发生热分解，形成灭弧能力很强的气体（主要是氢气）和压力较高的气泡，使电弧很快熄灭。油断路器在电力系统中的应用较早，技术已经十分成熟，价格比较便宜。

油断路器分为多油断路器和少油断路器两种。

多油断路器（见图 1-5）的用油量大，体积大，检修维护工作量也大，但运行方便。多用在 35kV 户外如 DW8-35W/600A，少量用于户内配电装置，目前也很少生产使用。

少油断路器（见图 1-6）相对多油式具有体积小、重量轻、用油量少、检修方便、火灾危险性小等特点，广泛用于户外 110、220kV 配电装置中，如 SW4-110W/1000A 18.4kA。

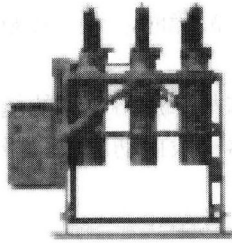


图 1-5 多油断路器

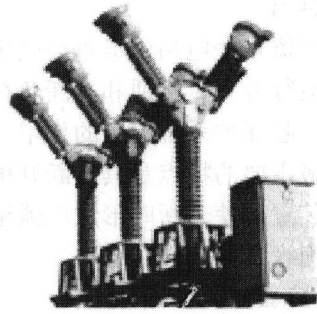


图 1-6 少油断路器

2. 真空断路器

真空断路器（见图 1-7）是以真空作为灭弧介质和绝缘介质的。由于这种断路器在灭弧过程中没有气体的冲击，故在关合或断开时，对断路器杆件的振动较小，可频繁操作。真空断路器还具有灭弧速度快、触头不易氧化、体积小、寿命长等优点。真空断路器多用于 35、10kV 的配电装置，如 ZN25-10/1250-31.5。

3. 六氟化硫（SF₆）断路器

SF₆ 断路器（见图 1-8）是以 SF₆ 气体作为灭弧介质的，因此，这种断路器具有油断路器、压缩空气断路器不可比拟的灭弧能力。由于 SF₆ 断路器具有优异的灭弧能力，所以其燃弧时间很短，触头烧损轻微，触头能在比较高的温度下运行而不劣化。

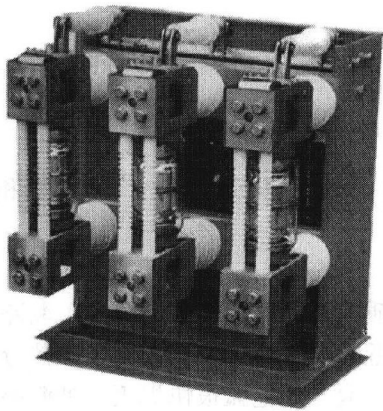
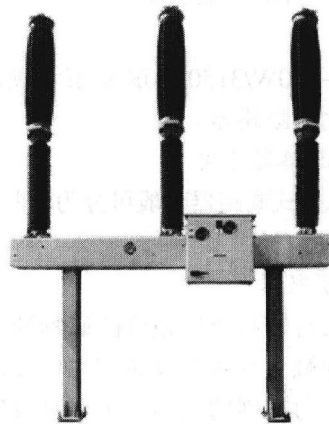


图 1-7 真空断路器

图 1-8 SF₆ 断路器

此外，由于 SF₆ 气体具有优越的绝缘特性，因此，其开断能力大，电气绝缘距离可以大幅度下降。而且 SF₆ 断路器是完全封闭的，与大气隔绝，故其特别适用于有爆炸性危险的场合。SF₆ 断路器的缺点是结构比较复杂、要求较高的密封性能、价格较贵，如 LW15-220W/2500A、LW8-35/1600A。

落地罐式 SF₆ 断路器（见图 1-9）在结构上有别于一般的 SF₆ 断路器，它具有重心低、抗