

高等教育“十二五”规划教材

中国矿业大学图书馆藏书



C01726187

矿物加工 电气设备及自动化

Kuangwu Jiagong Dianqi Shebei Ji Zidonghua

主 编 贺虎成
副主编 蔡文皓

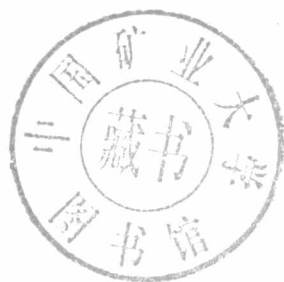
中国矿业大学出版社

TD6
H-374

高等教育“十二五”规划教材

矿物加工电气设备及自动化

主 编 贺虎成
副主编 蔡文皓



中国矿业大学图书馆藏书



C01726187

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了矿物资源加工相关的电气设备和自动化基础知识,全书结构由矿物加工工业中电气自动化应用技术的共性问题 and 选煤工业的测控自动化两部分组成,第一部分包括供电系统及用电安全、电气控制技术、可编程控制器及总线通信、变频调速技术;第二部分包括选煤工艺参数检测技术和选煤工艺参数及设备的自动控制等内容。

本书注重以理论体系和工程应用为载体构建课程结构和内容,把电气自动化领域的新技术、新方法充分反映在矿物加工工业,可作为高等院校矿物工程相关专业的通用教材和矿物加工企业员工的培训用书,也可作为研究生、科研及工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

矿物加工电气设备及自动化 / 贺虎成主编. — 徐州:
中国矿业大学出版社, 2012. 2

ISBN 978 - 7 - 5646 - 1365 - 5

I. ①矿… II. ①贺… III. ①选矿—矿用电气设备
IV. ①TD6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 273897 号



书 名 矿物加工电气设备及自动化
主 编 贺虎成
责任编辑 仓小金 褚建萍
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司
开 本 787×1092 1/16 印张 17.25 字数 430 千字
版次印次 2012 年 2 月第 1 版 2012 年 2 月第 1 次印刷
定 价 30.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

矿物资源是社会发展和国民经济建设的重要物质基础。矿物加工科学技术对于我国开展矿产资源综合利用,节约能源,减少环境污染,促进经济发展及社会和谐具有重大意义。随着科学技术和国民经济的发展,矿物加工工业在电气自动化、仪表检测、计算机应用等方面取得了较大的进步。然而,矿物加工工业相关的电气及自动化方面的高校教材却很稀少,鉴于此,我们组织编写了本书。

本书根据矿物加工工业发展需要编写,注重以理论体系和工程应用为载体构建结构和内容。编写过程中兼顾了我国矿物加工工业的现有基础,同时,充分体现了新技术新设备在矿物加工工业中的应用。全书主要介绍矿物加工工业中电气自动化应用技术的共性问题 and 选煤工业的测控自动化两大部分内容,包括供电系统及用电安全、电气控制技术、可编程控制器及总线通信、变频调速技术、选煤工艺参数检测技术和选煤工艺参数及设备的自动控制等内容。

本书由贺虎成担任主编,蔡文皓担任副主编。全书共分6章,第一章、第二章和第四章的第一节由蔡文皓编写;第三章的前两节由杨战社编写;第三章与第四章的剩余部分和第六章由贺虎成编写;第五章由杨洁编写;最后由贺虎成负责统稿和定稿。

本书的编写和出版得到高等教育(矿业)“十二五”规划教材建设委员会以及西安科技大学教材建设项目的支持,在此表示感谢!编写本书的过程中参考了许多文献,在对这些作者表示衷心的感谢。同时对李忠、崔江霞和惠阿丽老师的工作和支持表示感谢。

由于编者水平和时间所限,书中难免存在疏漏之处,殷切希望广大读者给予批评指正。

编者

2011年11月

101 木架网路线卷艺工线装 一章五第

101 线网路卷艺工线装 一章五第

101 线网路卷艺工线装 一章五第

203 线网路卷艺工线装 一章五第

213 线网路卷艺工线装 一章五第

213 线网路卷艺工线装 一章五第

目 录

第一章 供电系统及用电安全 1

第一节 工矿企业供配电的基本知识 1

第二节 工矿企业变配电设备及主接线 6

第三节 工矿企业输配电线路 20

第四节 安全用电 27

思考题与习题 32

第二章 电气控制技术 33

第一节 三相异步电动机 33

第二节 常用低压控制电器 36

第三节 异步电动机电气控制的基本环节 63

第四节 电动机的选择 72

思考题与习题 79

第三章 可编程控制器及总线通信 81

第一节 可编程控制器基础 81

第二节 S7—200 系列 PLC 90

第三节 S7—300 系列 PLC 的硬件结构 113

第四节 通信和网络功能 122

思考题与习题 125

第四章 变频调速技术 126

第一节 电力电子器件 126

第二节 异步电动机的调速 141

第三节 变频器的工作原理 147

第四节 变频器的分类、选型和外围设备 163

第五节 变频器的工程应用基础 174

思考题与习题 189

第五章 选煤工艺参数检测技术	191
第一节 密度和浓度的测量	191
第二节 灰分、水分、磁性物含量和温度的测量	197
第三节 压力和流量的测量	205
第四节 物位的测量和检测技术基础	213
思考题与习题	219
第六章 选煤工艺参数及设备的自动控制	220
第一节 自动控制和过程控制	220
第二节 跳汰选煤工艺参数的自动控制	235
第三节 重介质选煤工艺参数的自动控制	241
第四节 浮选选煤工艺参数的自动控制	249
第五节 选煤厂的计算机控制与管理	252
思考题与习题	267
参考文献	268

第一章 供电系统及用电安全

电能易于由其他形式的能量转换得到,同时又易于转换为其他形式的能量,并且电能能在传输和分配上简单经济,便于控制,因此,电能成为现代工业生产的重要能量来源。

第一节 工矿企业供配电的基本知识

工矿企业供配电是指工矿企业所需电能的供应和分配。在日常的生产生活中,电能的生产、输送、分配和使用是在同一瞬间完成的,实现这个全过程的各个环节构成了一个有机的整体,这个整体就是我们常说的电力系统。

一、电力系统的组成

电力系统是一个由电能生产系统(发电)、输送与分配系统(输电、变电与配电)、消费系统(用电负荷)和相应的辅助设施(如继电保护、安全自动装置、调度自动化系统等)组成的控制系统。简单的电力系统组成如图 1-1 所示,图中未给出电力用户内部的配电网。

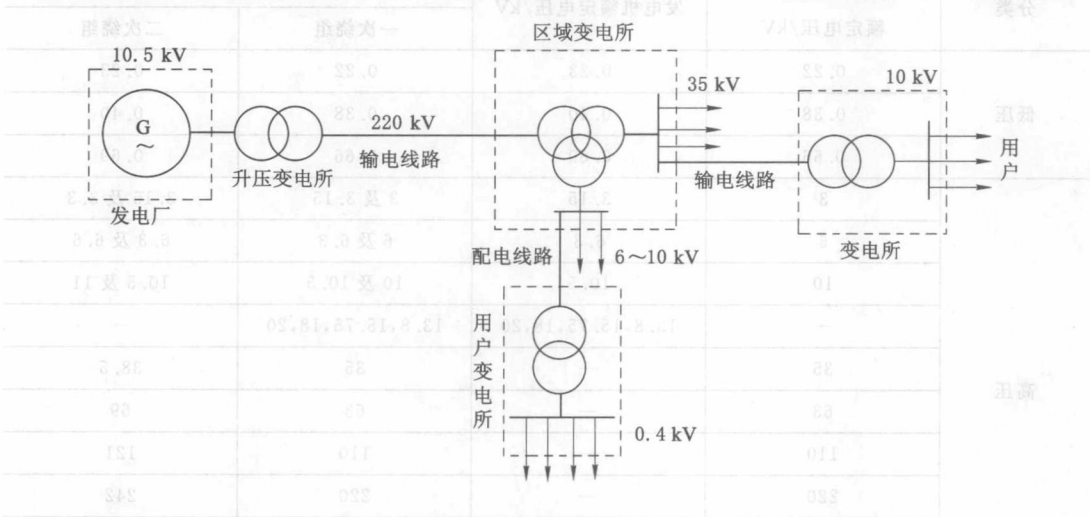


图 1-1 电力系统组成

发电厂又称发电站,是将自然界中的不同能源(一次能源)转换为电能(二次能源)的场所。发电厂根据所使用一次能源的不同分为火力发电厂、水力发电厂、核电厂、风力发电厂、地热发电厂及太阳能发电厂等。在我国,最常见的是火力发电厂、水力发电厂和核能发电厂。

变电所又称变电站,是构成电力系统的中间环节,分为区域变电所和用户变电所,其作用是汇集电源、升降电压和分配电能。

输电线路是指电压为 35 kV 及以上的电力线路,分为架空线路和电缆线路,其作用就是把电能输送到各个地区的区域变电所和大型企业的用户变电所。

配电网是由电压为 10 kV 及以下的配电线路和相应电压等级的变电所组成,也有架空线路和电缆线路之分,其作用是将电能分配到各类用户。

电能用户又称为电力负荷,是指国民经济各个部门用电以及居民生活用电的各种负荷。在电力系统中,一切消费电能的用电设备均称为电能用户。

二、电力系统的额定电压和电能质量

1. 额定电压

额定电压是保证设备安全可靠运行并能够获得最佳经济效果的电压。电气设备都是设计在额定电压下工作的。

电压等级是国家根据国民经济发展需要、电力工业的水平以及技术经济的合理性等因素综合确定的。它是确定各类用电设备额定电压的基本依据。

我国标准规定的三相交流电网和电力设备的常用额定电压如表 1-1 所示。

表 1-1 中国三相交流电网和电力设备的额定电压

分类	电网和用电设备 额定电压/kV	发电机额定电压/kV	电力变压器额定电压/kV	
			一次绕组	二次绕组
低压	0.22	0.23	0.22	0.23
	0.38	0.40	0.38	0.40
	0.66	0.69	0.66	0.69
高压	3	3.15	3 及 3.15	3.15 及 3.3
	6	6.3	6 及 6.3	6.3 及 6.6
	10	10.5	10 及 10.5	10.5 及 11
	—	13.8,15.75,18,20	13.8,15.75,18,20	—
	35	—	35	38.5
	63	—	63	69
	110	—	110	121
	220	—	220	242
	330	—	330	363
500	—	500	550	

我国标准规定:额定电压在交流 1 000 V 以上的设备或装置称为高压装置,交流 1 000 V 及其以下的称之为低压装置。一般又将高压分为中压(1~10 kV)、高压(10~35 kV)、超高压(330~1 000 kV)、特高压(1 000 kV 以上)。电力网的电压随着大型电站和

输电距离的增加,送电电压有提高的趋势。在表 1-1 所列出的工频高压多个等级中,应用较多的是 10 kV、35 kV、110 kV 和 220 kV。我国工频低压常用的电压等级是 380 V 和 220 V;在煤矿井下及其他场合,常采用 127 V 和 660 V 的电压;在安全要求高的场合,还采用 50 V 以下的安全电压。

就直流电压而言,我国常用的有 110 V、220 V 和 440 V 三个电压等级,用于电力牵引的还有 250 V、550 V、750 V、1 500 V、3 000 V 等电压等级。

用电设备的额定电压规定为与同级电网的额定电压相同。考虑到用电设备运行时线路上所要产生的电压降,发电机额定电压要高于同级电网额定电压的 5%。同样,变压器的二次绕组额定电压高于同级电网额定电压的 5%。变压器一次绕组的额定电压分为两种情况:当变压器直接与发电机相连时,其一次绕组额定电压应与发电机额定电压相同,即高于同级电网额定电压的 5%;当发电机接在电力网末端时,其一次绕组额定电压应与电网额定电压相同。

2. 电能质量

电压和频率是电气设备设计和制造的基本技术参数,也是衡量电能质量的两个基本指标。我国所规定的一般交流电力设备的额定频率为 50 Hz,通常称其为“工频”。设备的端电压与其额定电压有偏差时,设备的工作性能和使用寿命将受到影响,总的经济效果将会下降。例如,当感应电动机的端电压比其额定电压低 10% 时,其实际转矩将只有额定转矩的 81%,而负荷电流将增大 5%~10%,温度将提高 10%~15%,绝缘老化程度将比规定增加 1 倍以上,将明显缩短电动机的使用寿命。此外,由于转矩减小,使转速下降,不仅降低生产效率,减少产量,还会影响产品质量,增加废品率。严重时甚至会危及整个系统的安全运行。

用户供电电压允许的变化范围如表 1-2 所示,电力网频率允许波动范围如表 1-3 所示。

表 1-2 用户供电电压允许变化范围

线路额定电压(U_N)	电压允许变化范围	线路额定电压(U_N)	电压允许变化范围
≥ 35 kV	$\pm 5\%U_N$	低压照明	$-10\%U_N \sim +5\%U_N$
≤ 10 kV	$\pm 7\%U_N$	农业用户	$-10\%U_N \sim +5\%U_N$

表 1-3 电力网频率允许波动范围

运行情况		允许偏差/Hz
正常运行	中小容量系统	± 0.5
	大容量系统	± 0.2
事故运行	≤ 30 min	± 1
	≥ 15 min	± 1.5
	绝不允许	-4

频率主要取决于系统中的有功功率平衡,有功功率不足时,频率就偏低。电压则主要取决于系统中的无功功率平衡,无功功率不足时,电压就偏低。因此,要保证良好的电能质量,关键在于系统发出的有功功率和无功功率都应满足在额定频率和额定电压下的功率平衡要求。

三、工矿企业供电系统简介

1. 工矿企业供电系统的组成

工矿企业供电系统由高压配电线路、配电所、低压配电线路等组成。一般中小型工矿企业多采用 6~10 kV 电源进线,经高压配电所将电能分配给各个车间变电所,由车间变电所再将 6~10 kV 电压降低到 380/220 V,供低压用电设备使用;同时,高压用电设备直接由高压配电所的 6~10 kV 母线供电。图 1-2 是一个比较典型的中型工矿企业供电系统简图。

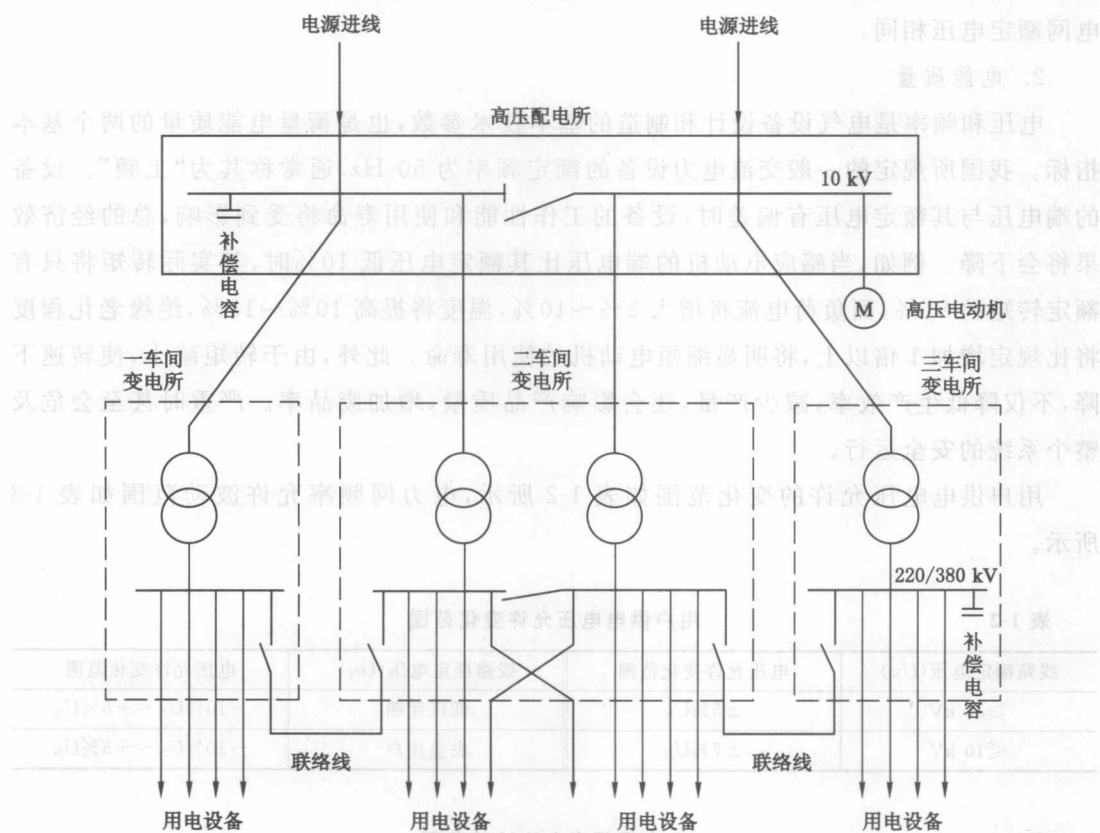


图 1-2 典型中型工矿企业供电系统简图

2. 工矿企业电力负荷分级

企业的电力负荷,按《供配电系统设计规范》(GB 50052—2009)规定,根据其对供电可靠性的要求及中断供电造成的损失或影响的程度可分为三级。

(1) 一级负荷

这类负荷在中断供电时将造成人身伤亡,或中断供电将在政治、经济上造成重大损失,例如重大设备损坏、重大产品报废、重要原料生产的产品大量报废、国民经济中重点企业的连续生产过程被打乱需要长时间才能恢复等。在一级负荷中,若中断供电将发生中毒、爆炸和火灾等情况,特别重要的场所不允许中断供电,如煤矿的主排水泵及主要的通风机等。

一级负荷要求有两个独立电源供电,任一电源因故障而停止供电时,另一电源不受影响,能继续供电。对特别重要的负荷还必须备有应急电源,如蓄电池、不间断电源装置等。

(2) 二级负荷

这类负荷在中断供电时将在政治、经济上造成较大损失,如主要设备损坏、大量产品报废、连续生产过程被打乱需较长时间才能恢复、重点企业大量减产等。这类负荷如水泥厂、化工厂和选煤厂等。

二级负荷允许短时停电几分钟,原则上要求两路以上线路供电,并尽量做到当发生电力变压器或电力线路故障时不中断供电。当负荷较小或地区供电困难时,也可用一路专线供电。

(3) 三级负荷

这类负荷为一般电力负荷,所有不属于上述一、二级负荷者均属三级负荷。

3. 工矿企业配电电压的选择

(1) 高压配电电压的选择

工矿企业供电系统的高压配电电压,主要取决于企业高压用电设备的电压、容量和数量等因素。企业采用的高压配电电压通常为 10 kV。如果企业拥有相当数量的 6 kV 用电设备,或者供电电源电压就是从邻近发电厂取得的 6.3 kV 直配电压,则可考虑采用 6 kV 作为企业的高压配电电压。若非上述情况,或者 6 kV 用电设备不多时,则仍用 10 kV 做高压配电电压,而少数 6 kV 用电设备则通过专用的 10 kV/6.3 kV 变压器单独供电。如果企业有 3 kV 用电设备,则应通过 10 kV/3.15 kV 变压器单独供电。

35 kV 通常不能作为高压配电电压。如果当地电网供电电压为 35 kV,而厂区环境条件又允许采用 35 kV 架空线路和较经济的 35 kV 电气设备时,则可考虑采用 35 kV 作为高压配电电压深入企业各车间负荷中心,并经车间变电所直接降为低压用电设备所需的电压。这种高压深入负荷中心的直配方式,可以省去一级中间变压,大大简化供电系统接线,节约投资和有色金属,降低电能损耗,提高供电质量。但必须考虑厂区要满足 35 kV 架空线路深入各车间负荷中心的“安全走廊”,以确保安全。

(2) 低压配电电压的选择

工矿企业的低压配电电压,一般采用 220 V/380 V,其中线电压 380 V 接三相动力设备及额定电压为 380 V 的三相用电设备,线电压 220 V 接额定电压为 220 V 的照明灯具和其他单相用电设备。某些场合宜采用 660 V 甚至 1140 V 作为低压配电电压,例如煤

矿井下。采用 660 V 或 1 140 V 配电较采用 380 V 配电,可以减少线路的电压损耗,提高负荷端的电压水平,而且能降低线路的投资和有色金属消耗量,增加供电半径,提高供电能力,减少变压点,简化配电系统。对于容易发生触电或有易燃易爆的个别车间或场所,可考虑采用 220 V/127 V 作为低压配电电压。

4. 选煤厂供电系统的要求及供电的特点

(1) 选煤厂供电系统的要求

选煤厂是机械化程度比较高的企业,生产连续性强,生产机械集中,便于实现生产系统操作控制的自动化以及容易实现对灰分、水分及其他参数的自动监测。因而选煤厂对供电要求较高。

一是保证供电的可靠,由于选煤厂属于二级负荷,供电中断会造成减产和产品质量下降,带来较大的经济损失。对于矿属选煤厂采用 6~10 kV 电压供电时,一般不少于双回路供电,而且双回路电源引自矿井地面变电所不同的变压器或母线段,大型独立选煤厂一般采用 35 kV 电压等级,双回路或单回路专用架空线。

二是必须保证供电安全,因此常采用防触电、过负荷及过电流保护等一系列技术措施和相应的管理制度,确保供电的安全。

三是经济技术合理,在满足供电可靠安全要求的情况下,应力求系统简单、运行灵活、操作方便、建设投资和年运行维护费用低,并能保证供电质量。

(2) 选煤厂供电系统的特点

选煤厂为不间断性供电,因而必须可靠,保证供电电源的电压和频率稳定。选煤厂用电一般由厂自设的主变电所供给。大型选煤厂主变电所电源,一般来自矿区变电所;而一些矿属选煤厂变电所,则是由本矿地面变电所供电。

选煤厂常用的供配电电压等级为 35 kV、10(6) kV、660 V、380 V 和 220 V 等。其中 35 kV、10 kV 用于高压配电;6 kV 用于高压电动机;660 V、380 V 用于动力配电,当有两种电压可供选择时,应作技术经济比较。当技术上可行,经济指标相差不多时,应采用较高电压方案;380 V/220 V 用于照明及控制电源。

当供电距离较近、设备集中时,车间变压器也可以设在 6~10 kV 配电室内,将 6~10 kV 电能变至 380 V/220 V 后送往车间低压配电室。当 6~10 kV 变电所距车间较远时,必须设置车间变电所。

第二节 工矿企业变配电设备及主接线

电气主接线是发电厂和变电站等工矿企业设计的首要部分,也是构成电力系统的主要环节。而变配电设备则是这些工矿企业供电系统的重要组成环节,它们根据电气主接线的连接方式,由开关电器、保护和测量电器、母线和必要的辅助电器组成。

一、高压电气设备

常用的高压电气设备有高压断路器、隔离开关、负荷开关、高压熔断器等。

1. 高压断路器

高压断路器是选煤厂供电系统中最重要的开关设备，它担负着控制和保护的双重任务。高压断路器是所有开关电器中最为完善的一种设备，其最大特点是能断开电器中负荷电流和短路电流。其主要功能是：正常运行方式下，把设备或线路接入电网或退出运行，起着控制作用；当设备或线路发生故障时能快速切断故障回路以保证无故障回路正常运行，起着保护的作用。

高压断路器的形式和种类很多，按其采用的灭弧介质不同可分为油断路器、六氟化硫断路器、真空断路器以及压缩空气断路器、磁吹断路器等；按照安装地点不同可分为户内式和户外式。目前，在企业供电系统中高压真空断路器和高压六氟化硫断路器正逐步取代高压油断路器。

(1) 油断路器

油断路器按其油量多少和油的功能，分多油和少油两大类。多油断路器的油起绝缘与灭弧的双重作用；少油断路器的油只作为灭弧介质，其外壳通常是带电的。少油断路器结构简单，节省材料，使用维护方便并得到广泛应用。但相对于真空断路器及六氟化硫断路器，油断路器正逐渐被取代。

我国目前在6~10 kV系统中应用较多的是SN10—10型户内少油断路器。图1-3为SN10—10型户内高压少油断路器的外形图。此断路器主要由框架、油箱及传动部分组成，油箱是少油断路器的核心部分，油箱中部是灭弧室。

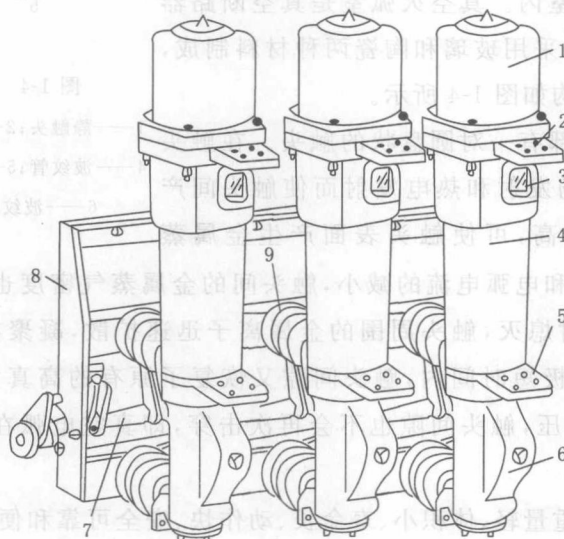


图 1-3 SN10—10 型户内高压少油断路器外形图

- 1——铝帽；2——上接线端子；3——油标；4——绝缘筒；5——下接线端子；
6——基座；7——主轴；8——框架；9——断路弹簧

(2) 高压六氟化硫断路器

六氟化硫断路器是利用 SF₆ 气体作为灭弧和绝缘介质的一种断路器。SF₆ 是一种无色、无味、无毒且不易燃烧的惰性气体，具有极好的绝缘和灭弧能力，因此，可采用简单的灭弧结构缩小断路器的外形尺寸。此外，SF₆ 不含碳元素和氧元素，电弧在 SF₆ 气体中燃烧时电弧电压特别低，燃弧时间短，断路器开断后触头烧损很轻微，不仅可以频繁操作，同时也延长了检修周期。

SF₆ 断路器的结构，按其灭弧方式可分为双压式和单压式两类。双压式具有两个气压系统，压力低的作为绝缘，压力高的作为灭弧。单压式只有一个气压系统，灭弧时 SF₆ 的气流靠压气活塞产生。SF₆ 断路器按外形结构分为地罐式 SF₆ 断路器和柱式 SF₆ 断路器两类。

SF₆ 断路器与油断路器相比，断流能力强，灭弧速度快，电绝缘性能好，检修周期(间隔时间)长，适用于频繁操作，而且没有燃烧爆炸危险。但是加工精度要求很高，对其密封性能要求更严，价格比较昂贵。SF₆ 断路器主要用于需频繁操作及有易燃易爆危险的场所，特别是用做全封闭式组合电器。

(3) 真空断路器

真空断路器是利用“真空”作为绝缘和灭弧介质的，其触头装在真空灭弧室内。真空灭弧室是真空断路器的核心部分，外壳大多采用玻璃和陶瓷两种材料制成，真空灭弧室的基本结构如图 1-4 所示。

真空灭弧室的中部有一对圆盘状的触头。在触头刚分离时，由于高电场发射和热电发射而使触头间产生电弧。电弧温度很高，可使触头表面产生金属蒸气。随着触头的分开和电弧电流的减小，触头间的金属蒸气密度也逐渐减小。当电弧电流过零时，电弧暂时熄灭，触头周围的金属离子迅速扩散，凝聚在四周的屏蔽罩上，以致在电流过零后的极短时间内，触头间隙又恢复了原有的高真空度。因此，当电流过零后很快加上高电压，触头间隙也不会再次击穿，即真空电弧在电流第一次过零时就能完全熄灭。

真空断路器具有重量轻、体积小、寿命长、动作快、安全可靠和便于维护检修等优点，但价格较贵，主要适用于频繁操作的场所。

2. 高压隔离开关

隔离开关是供电系统中常用的开关电器，它需与断路器配合使用。隔离开关无灭弧装置，不能用来接通和切断负荷电流和短路电流。其工作特点是在有压、无负荷电流情况下，分、合电路，因此隔离开关常在电路被断路器断开时才能接通或断开。

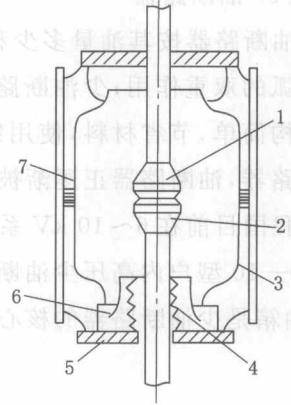


图 1-4 真空灭弧室结构

- 1——静触头；2——动触头；3——屏蔽罩；
- 4——波纹管；5——与外壳密封的法兰盘；
- 6——波纹管屏蔽罩；7——玻壳

隔离开关的主要用途是：① 隔离电源，即在检修电路设备时，将电源和用电设备隔离开来，形成明显的断点，以确保检修人员的安全；② 倒闸操作，即当改变运行方式或投入备用母线时，常用隔离开关配合断路器协同操作；③ 因隔离开关有一定的分、合小电感电流或电容电流的能力，因此也常用来分合电容不超过 5 A 的空载线路等。

高压隔离开关有户内式和户外式两大类。图 1-5 为 GN8—10/600 型户内式高压隔离开关。

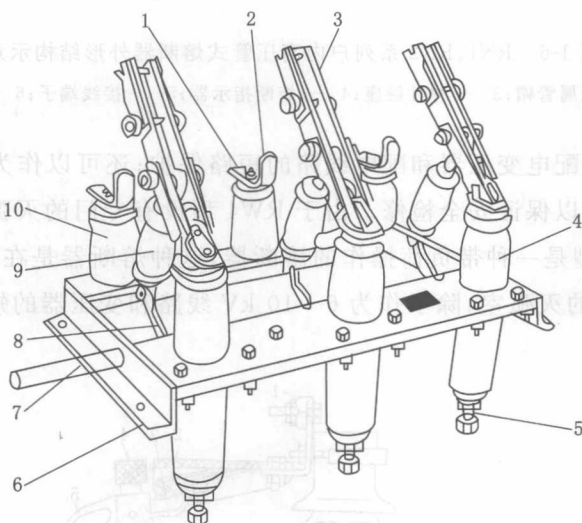


图 1-5 GN8—10/600 型户内式高压隔离开关

- 1——上接线端子；2——静触头；3——闸刀；4——套管绝缘子；5——下接线端子；
6——框架；7——转轴；8——拐臂；9——升降绝缘子；10——支柱绝缘子

3. 高压熔断器

熔断器广泛应用于高低压配电系统和控制系统以及用电设备中，它是最早、最简单的一种保护电器，主要用来保护电气设备免受严重过载和短路电流的损害。使用时，将熔断器串联于被保护电路中，电路中当通过熔断器的电流超过规定值一段时间后，以其自身产生的热量使熔体熔化，从而使电路断开，达到保护电气设备和载流导体的目的。然而熔断器不能用于正常时切断或接通电路，必须与其他开关电器配合使用。

高压熔断器存在保护容量小、保护性能差的缺点，一般用于 35 kV 及以下的小容量装置，实现对小功率辐射型电网和小容量变电所的保护。根据使用场所的不同，高压熔断器可分为户内式和户外式两种。

常用的户内式熔断器有 RN1 和 RN2 两种系列，其中 RN1 型熔断器适用于 3~35 kV 的电力线路和电气设备的保护；RN2 型熔断器适用于 3~35 kV 的电压互感器的保护。RN1 型和 RN2 型熔断器的结构基本相同，都是瓷质熔管内充有石英砂填料的密闭管式熔断器，只是 RN2 型熔断器的尺寸略小一些，其外形结构如图 1-6 所示。

常用的户外式熔断器为 RW4 系列，图 1-7 为 RW4 系列户外高压跌落式熔断器的外

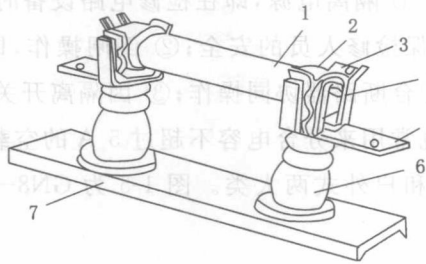


图 1-6 RN1、RN2 系列户内高压管式熔断器外形结构示意图

1——瓷熔管；2——金属管帽；3——弹性触座；4——熔断指示器；5——接线端子；6——瓷绝缘子；7——底座

形结构，它可以作为配电变压器和配电线路的短路保护；还可以作为隔离开关使用，在检修时形成明显断点，以保证安全检修。由于 RW4 型没有专门的灭弧装置，因此不允许带负荷操作。RW10 型是一种带负荷操作的熔断器，这种熔断器是在一般跌开式熔断器的静触头上加装简单的灭弧室，除了作为 6~10 kV 线路和变压器的短路保护外，还可直接带负荷操作。

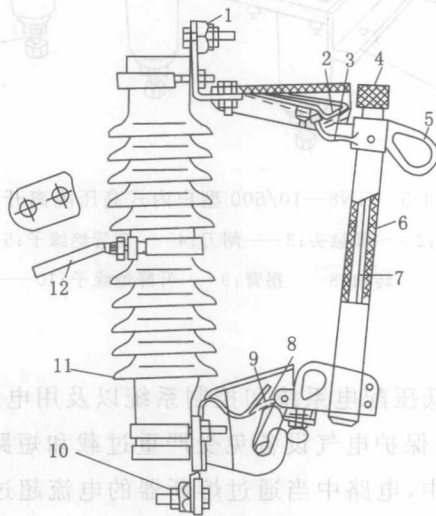


图 1-7 RW4 型户外高压跌落式熔断器外形结构

1——上接线端子；2——上静触头；3——上动触头；4——管帽；5——操作环；6——熔管；7——熔丝；8——下动触头；9——下静触头；10——下接线端子；11——绝缘子；12——固定安装板

4. 高压负荷开关

高压负荷开关具有简单的灭弧装置，因而能通断一定的负荷电流和过负荷电流，但它不能断开短路电流，因此它必须与高压熔断器串联使用，以借助熔断器来切断短路故障。负荷开关断开后，与隔离开关一样，具有明显的断开间隙。因此，它也具有隔离电源、保证安全检修的功能。

图 1-8 为 FN3-10RT 型高压负荷开关的外形图，图中上半部分为负荷开关本身，外

形同隔离开关相似,下半部分是 RN1 型高压熔断器。其上端绝缘子实际上是一个气压式灭弧装置,它不仅起绝缘子的作用,而且内部是一个气缸,装有由操动机构主轴传动的活塞,分闸时,喷出的压缩空气从喷嘴往外吹弧,加上断路弹簧,使电弧迅速拉长,再加上电流回路的电磁吹弧作用,使电弧迅速熄灭。高压负荷开关装有热脱扣器,在过负荷情况下可自动跳闸。

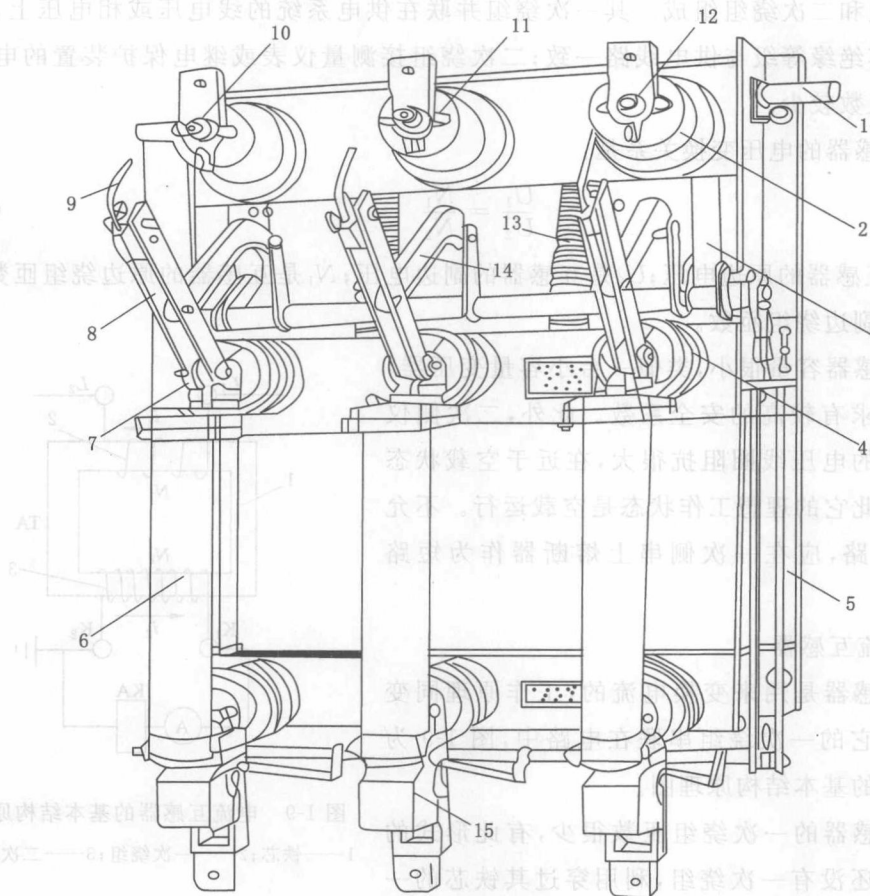


图 1-8 FN3-10RT 型高压负荷开关

- 1——主轴;2——上绝缘子兼气缸;3——连杆;4——下绝缘子;5——框架;
6——RN1 型高压熔断器;7——下触座;8——闸刀;9——升弧动触头端子;10——绝缘喷嘴;
11——主静触头;12——上触座;13——断路弹簧;14——绝缘拉杆;15——热脱扣器

负荷开关结构简单、尺寸小、价格低,与熔断器配合可作为小容量或不重要用户的电源开关,以代替高压断路器。

5. 互感器

为了设备和人身的安全,不能用一般的电气仪表设备去直接测量实际的高电压或大电流,也不能用实际的高电压、大电流去直接控制继电保护装置。因此,必须利用互感器