



国家示范性高等院校核心课程规划教材

体化技术专业及专业群教材

煤矿供电系统 运行与维护

MEIKUANG GONGDIAN XITONG
YUNXING YU WEIHU

主 编 陈建国 伍小兵
副主编 李 明 范奇恒



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

煤矿供电系统运行与维护

主 编 陈建国 伍小兵
副主编 李 明 范奇恒

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书是国家示范性高等职业院校重点建设专业——机电一体化技术专业核心课程,全书共分8个学习情境,其内容包括:地面高低压配电柜运行与维护,井下低压防爆配电设备运行与维护,井下高压防爆配电设备运行与维护,变压器运行与维护,矿用电缆的使用维护,矿井继电保护装置的整定与维护,井下供电安全技术措施,以及井下采区供电系统设计。每一学习情境中包含有多个工作任务。内容及难度主要针对煤炭生产企业基层技术及管理人员能力需求来确定。

本书适合于高等职业技术学院矿山机电、电气自动化技术(煤矿方向)、采矿工程技术等专业教材,也可作为中等职业技术学校和企业职工培训相关专业的教材,还可供相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

煤矿供电系统运行与维护/陈建国,伍小兵主编.

—重庆:重庆大学出版社,2010.1

(机电一体化专业(矿山方向)系列教材)

ISBN 978-7-5624-5196-9

I. ①煤… II. ①陈… ②伍… III. ①煤矿—供电装置—运行—高等学校:技术学校—教材②煤矿—供电装置—维修—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TD61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 221452 号

煤矿供电系统运行与维护

主 编 陈建国 伍小兵

副主编 李 明 范奇恒

责任编辑:曾显跃 版式设计:曾显跃

责任校对:夏 宇 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:14.75 字数:368 千

2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-5196-9 定价:26.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

编写委员会

编委会主任 | 张亚杭

编委会副主任 | 李海燕

编委会委员

唐继红

黄福盛

吴再生

李天和

游普元

韩治华

陈光海

宁望辅

栗俊江

冯明伟

兰玲

庞成

序

本套系列教材,是重庆工程职业技术学院国家示范高职院校专业建设的系列成果之一。根据《教育部 财政部关于实施国家示范性高等职业院校建设计划 加快高等职业教育改革与发展的意见》(教高[2006]14号)和《教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)文件精神,重庆工程职业技术学院以专业建设大力推进“校企合作、工学结合”的人才培养模式改革,在重构以能力为本位的课程体系的基础上,配套建设了重点建设专业和专业群的系列教材。

本套系列教材主要包括重庆工程职业技术学院五个重点建设专业及专业群的核心课程教材,涵盖了煤矿开采技术、工程测量技术、机电一体化技术、建筑工程技术和计算机网络技术专业及专业群的最新改革成果。系列教材的主要特色是:与行业企业密切合作,制定了突出专业职业能力培养的课程标准,课程教材反映了行业新规范、新方法和新工艺;教材的编写打破了传统的学科体系教材编写模式,以工作过程为导向系统设计课程的内容,融“教、学、做”为一体,体现了高职教育“工学结合”的特色,对高职院校专业课程改革进行了有益尝试。

我们希望这套系列教材的出版,能够推动高职院校的课程改革,为高职专业建设工作作出我们的贡献。

重庆工程职业技术学院示范建设教材编写委员会

2009年10月

前言

煤矿供电系统运行与维护是高职高专矿山机电类专业非常重要的专业基础核心课程,是矿山机电技术领域技术人员必备的核心技能。该课程已建成为省级精品课程,书中有大量学习资源可以利用。由于课程的技术性、工程性、实践性很强,在教材编写过程中根据国家对高职高专人才培养的目标要求,通过广泛而深入的行业调研,并邀请行业、企业一线专家共同研究编写而成。

我们按照“双证融通,产学合作”人才培养模式改革要求,编写了这本理论实践一体化教材。本教材将新开发的矿山机电类大学生职业技能鉴定标准的相关技能考核项目融入其中,真正实现“一教双证”。在教材编写过程中,根据煤矿供电系统运行与维护这一典型工作任务对知识和技能的需要,对该课程的内容选择作了根本性改革,打破以知识传授为主要特征的传统学科课程模式,以完成典型工作任务来驱动,通过利用精品课程的视频、实际案例、情境模拟、任务单、在线测试和课后拓展作业等多种手段,按照施工员岗位工作过程的工作顺序和所需知识的深度及广度来组织编写。选用构成供电系统所需要的低压开关、高压开关、低压防爆开关、高压防爆开关、变压器等为载体来设计基于工作过程学习情境,选择由易到难的供电系统构,建项目导向学习情境。

通过本课程的学习,学生应具备以下职业行动能力:熟悉相关国家标准和行业规范;能够识读煤矿井上下供电系统图;能够识读配电设备一、二次电气原理图;会操作煤矿常用供配电设备;能合理计算煤矿不同供电区域的负荷,正确选择供电区域所需变压器并进行维护;会计算较简单供电线路的短路电流;会计算常用继电保护装置的过流、短路定值并进行调节设定和维护;会根据需要选用电气设备;会检查、维修常用供配电设备;会根据不同负载、不同环境下选择所需的电缆;会检查防爆电气设备的失爆点;能根据电气原理图分析煤矿常用电气设备的故障;能根据供电系统图分析煤矿供电系统故障;会指挥

和操作较复杂的供电系统的倒闸操作;能编制煤矿常用电气设备的操作规程;能编制电气设备在井下的安装、检修的安全技术措施。

全书内容分8个学习情境。每个学习情境均有多个任务,每个任务均包括知识目标、技能目标、教学准备、任务实施、相关知识、技能训练、任务评价等部分,每个任务完成后均要进行技能考核和扩展性思考题。

本书由重庆工程职业技术学院陈建国、伍小兵担任主编,李明、范奇恒担任副主编。陈建国编写学习情境1、4、8,伍小兵编写前言、目录、学习情境6、7,李明编写学习情境2、3,范奇恒编写课程导入、学习情境5。伍小兵对全书进行统稿及修改。

本书经重庆五大矿业公司主管机电技术员共同审定,冷勇军担任主审。

本书在编写过程中,得到了中梁山煤电气有限公司的杨毕君、重庆松藻煤电有限责任公司的张金贵、重庆天府矿业有限责任公司的黄建华、南桐矿业有限责任公司的朱建春、重庆煤矿安全监察局的郝杰生等的大力支持,他们为教材编写提供了大量参考资料,并提出了很多宝贵意见,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不足和疏误,恳请广大读者批评指正。

编 者

2009年10月

目 录

课程导入	1
学习情境 1 矿山地面高低压配电装置的运行与维护	5
任务 1 矿山地面高压配电装置的结构及检查	5
任务 2 矿山地面低压配电装置的结构及检查	15
任务 3 矿山高低压配电装置的选择及短路电流的计算	23
任务 4 高低压配电装置的安装与维修	39
学习情境 2 井下低压防爆电气设备的运行与维护	46
任务 1 井下低压矿用防爆电气设备的防爆	46
任务 2 井下低压馈电开关	54
任务 3 矿用电磁启动器	74
学习情境 3 井下高压防爆电气设备的运行与维护	95
任务 1 矿用高压配电箱	95
任务 2 矿用隔爆电气设备的维护与检查	107
学习情境 4 矿用变压器的结构与维护	117
任务 1 矿用变压器的结构及检查	117
任务 2 矿用变压器的选择与维护	130
学习情境 5 矿用电缆应用与维护	141
任务 1 井下供电系统电缆的选择	141
任务 2 井下供电系统电缆的维护	152

学习情境 6 矿山继电保护装置的整定与维护	158
任务 1 常用矿山继电保护装置的结构及工作原理 ...	158
任务 2 电网的过流保护	168
任务 3 电网的接地保护	176
任务 4 电力变压器的瓦斯保护	180
学习情境 7 井下供电安全技术措施	184
任务 1 触电的危险性及其预防方法	184
任务 2 井下电气设备的保护接地	190
任务 3 井下漏电保护装置	195
任务 4 井下过流保护装置	199
学习情境 8 井下采区供电系统的设计	206
任务 1 井下采区供电系统设计前资料的准备	206
任务 2 井下采区供电系统设计	207
参考文献	223

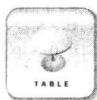
课程导入

知识目标:★ 煤矿对供电系统要求

★ 煤矿供电电压等级

★ 煤矿供电系统构成

能力目标:★ 会识读煤矿供电系统图



任务导入

根据煤炭生产过程、作业环境、设备情况等导入,按煤矿供电要求构建矿山供电系统。



相关知识

一、煤矿生产的特殊性

由于煤炭埋藏在地下,因此煤炭开采的作业环境有地面和井下。而井下作业环境又在不断地发生变动,井下作业环境恶劣。在煤炭开采过程中,伴随有瓦斯、煤尘突出、爆炸的危险,以及水患等,同时,煤矿生产作业场所范围广、设备多、功率大,供电要求高,因此,使得供电系统复杂。为了保证煤矿生产安全的需要,对煤矿供电提出以下基本要求:

1. 供电可靠

供电可靠就是要求供电不间断。煤矿企业的重要负载(如通风与主要排水设备)突然中断供电,可能会造成井下瓦斯爆炸或淹没矿井事故;现代化矿井的采煤机、带式输送机突然中断供电,会造成煤矿停产,导致巨大的经济损失。因此,对于煤矿企业这类重要的用电负荷,供电应绝对可靠。

2. 供电安全

供电安全就是在电能的分配、输送和使用过程中,不应发生电气故障和人身触电事故。由于煤矿井下的特殊工作环境,为防止触电、电火灾和瓦斯、煤尘爆炸事故,安全供电非常重要,必须严格遵守《煤矿安全规程》的有关规定。

3. 供电质量



由于用电设备在额定值下运行性能最好,因此要求供电电源具有稳定的额定电压及频率,且谐波含量符合要求。我国规定:电压的偏移一般不应超过额定值的 $\pm 5\%$ 。由于种种原因送到用电设备的端电压与额定电压总有一些偏差,此偏差称为电压偏移。如果电压偏移超过允许的范围,电气设备的运行状况将显著恶化,甚至损坏电气设备。例如,当电压降低时,电动机转矩急剧下降,使电动机启动困难,负载电流上升,运行温度升高,加速绝缘的老化,甚至烧毁电动机。

4. 供电经济

为了更经济地供电,要考虑以下3方面的问题:

- ①尽量降低建设变电所及电网的投资。
- ②降低设备材料及有色金属的消耗。
- ③降低供电系统中的电能损耗及维护等费用。

二、电力负荷的分类

根据负荷的重要性及各类负荷对供电可靠性的要求不同,煤矿企业电力负荷通常分为以下3类。

1. 一类负荷(一级用户)

一类负荷是指因突然停电将造成人身伤亡事故或损坏重要设备或给生产造成重大损失的负荷。例如,主要通风机、高瓦斯矿井的局部通风机、主提升机及附属设备、主斜井带式输送机、井下中央变电所及主排水泵、主副井井底水窝排水的小水泵,以及具有向一类负荷供电的变电所。

对于一类负荷供电,必须有备用电源。

2. 二类负荷(二级用户)

二类负荷是指因突然停电将造成大量减产的负荷。例如,压风机及采区变电所。

二类负荷供电是否需要备用电源,应根据企业规模和技术经济比较决定。大型煤矿,一般需要备用电源;中小型煤矿,一般只需专用供电线路而不需备用电源,但需储备一套设备,以备故障时更换。技术经济比较应视停电后对产量影响的严重程度及取得备用电源的难易程度而定。

3. 三类负荷(三级用户)

凡不属于一、二类负荷的均为三类负荷。例如,修配厂、公共事业用电设备。

三类负荷不需要备用电源,还可采用分支接线方式,几个负荷合用一路供电线。

合理供电的基本原则是:以安全生产为目的,当供电系统发生故障或检修限时时,要确保一类负荷不中断供电,二类负荷全部或部分供电,可停止三类负荷供电。此外,在煤矿供电设计时,还要为以后煤矿的发展留有余地。

三、煤矿供电电源及电压等级的规定

根据《煤矿安全规程》的要求,矿井应有两回路电源线路。当任一回路因发生故障停止供电时,另一回路应能担负矿井全部负荷。因此,在矿山距发电厂或区域变电所较近的情况下,可由发电厂或区域变电所向矿山用平行双回路方式供电。当矿山距发电厂或区域变电所较远而与相邻矿山距离较近时,可由发电厂或区域变电所向矿山地面变电所送一回路,另由相邻的

矿山地面变电所设一回路联络线,形成环形电网,保证每个矿山地面变电所有两个独立电源。

根据《煤矿安全规程》规定,井下各级配电电压和各种电气设备的额定电压等级应符合下列要求:高压,不超过 10 kV;低压,不超过 1 400 V;照明、信号、电话和手持式电气设备的额定电压,不超过 127 V;远距离控制线路的额定电压,不超过 36 V。

四、煤矿供电系统构成

典型煤矿供电系统由“三所一点”构成,即地面变电所、井下中央变电所、采区变电所和工作面配电点。煤矿供电系统的构成如图 0.1 所示。

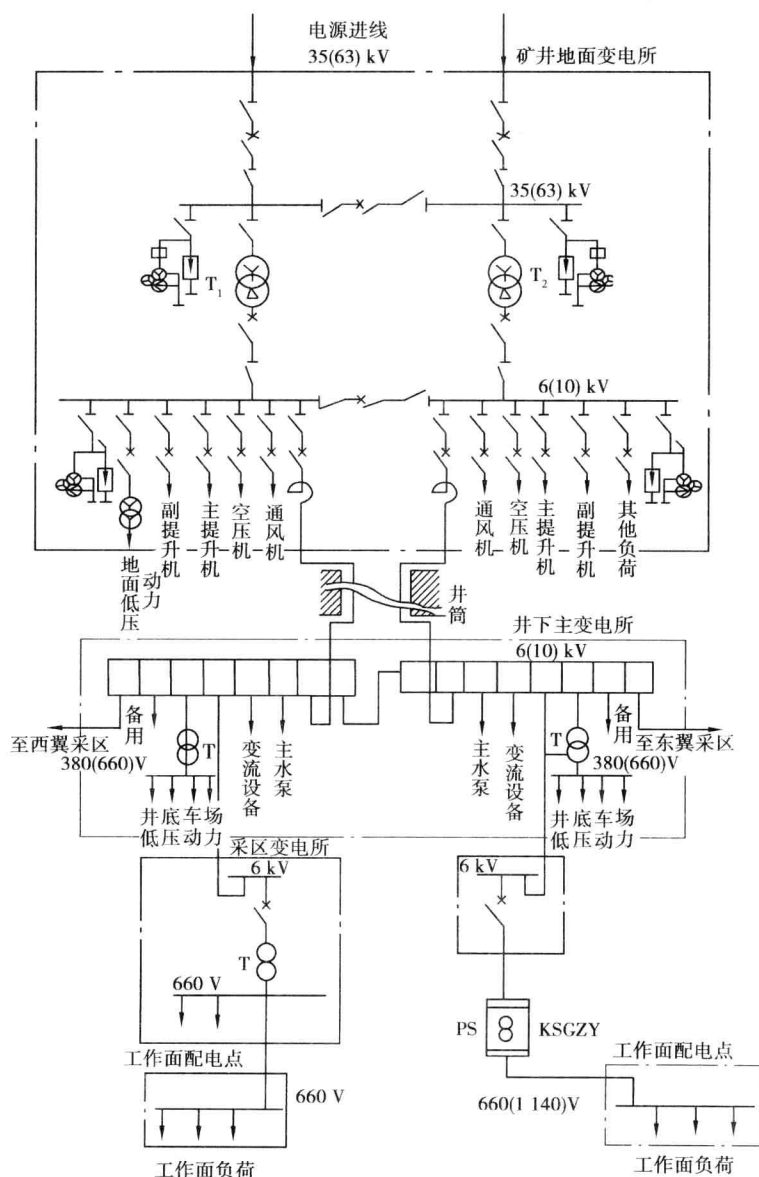


图 0.1 典型煤矿供电系统图



地面变电所的作用是接受外电源、承担全矿井电能分配,将外部供给的高压电降压分配给各个用电点。地面变电所有两回路电源线,进线电压为 35 kV,两台 35/6(10) kV 主变压器配电给地面的主要高压设备,如主、副井提升机,空压机,以及主通风机等。地面变电所另设两台 6(10)/0.38 kV 变压器,将 380/220 V 电压向地面低压动力及照明设备供电。

地面变电所的两条高压电缆经井筒下井,将 6(10) kV 高压电直接送到井下中央变电所,由高压配电装置分配给井底车场附近的高压用电设备,并向各采区变电所供电。

井下中央变电所(又称井下主变电所)是井下供电的中心,它直接由地面变电所供电。根据《煤矿安全规程》规定:对井下各水平中央变电所供电的线路,不得少于两回路;当任一回路停止供电时,其余回路能担负全部负荷的供电。

采区变电所主要承担一个或几个采区的供电任务,应位于供电采区的中心。井下中央变电所用高压电缆将 6(10) kV 高压电送到采区变电所,采区变电所再将电压降低到 660 V(或 380 V),然后用低压电缆将它分别送到各个工作面附近的配电点,再分别送给工作面及附近巷道中的各生产机械。如果采区内有综采工作面,6(10) kV 的高压电经采区变电所中的高压配电装置,通过高压电缆配送到工作面附近的移动变电站,然后经移动变电站降压后,再送到工作面配电点,分配给各用电负荷。

学习情境 **I**

矿山地面高低压配电装置的运行与维护

任务 1 矿山地面高压配电装置的结构及检查

知识目标: ★ 矿山地面高压配电装置的结构、工作原理、图形及文字符号

★ 矿山地面高压隔离开关与断路器的区别

★ 电弧的基本概念、灭弧方法

能力目标: ★ 会操作各种高压配电装置

★ 会识读配电装置电气原理图

★ 会编制高压配电装置的操作规程、安全技术措施



教学准备

准备好目前常用的不同型号的高压配电装置及电气原理图、检测工具、多媒体课件等。



任务实施

①老师下达任务 给出 1~2 种高压配电装置的型号。

②制订工作计划 学生以小组为单位,根据任务要求,提前查阅高压配电装置的相关资料。

③任务实施 由学生描述配电装置的作用、结构、电器元件名称及作用等。



相关知识

一、矿山地面成套配电装置的相关概念

1. 配电装置的定义

按电气主接线的要求,将一、二次电气设备(如开关设备、保护电器、监测仪表、母线)与必

要的辅助设备组装在一起构成的在供配电系统中接受、分配和控制电能的总体装置称为配电装置。

2. 配电装置的类型

①按安装地点分为户内配电装置和户外配电装置。为了节约用地,一般 35 kV 及以下配电装置宜采用户内式。

②按安装形式分为装配式配电装置和成套配电装置。装配式配电装置为电气设备在现场组装的配电装置;成套配电装置是制造厂成套供应的设备,在制造厂按照一定的线路接线方案预先将电器组装成柜再运到现场安装。

二、高压成套配电装置

1. 高压成套配电装置(高压开关柜)的分类

①按主要设备的安装方式分为固定式和移开式(手车式)。

②按开关柜隔室的构成形式分为铠装式、间隔式、箱型、半封闭型等。

③按母线系统分为单母线型、单母线带旁路母线型和双母线型。

④根据一次电路安装的主要元器件和用途分为断路器柜、负荷开关柜、高压电容器柜、电能计量柜、高压环网柜、熔断器柜、电压互感器柜、隔离开关柜、避雷器柜等。

⑤新系列高压开关柜的全型号表示和含义如图 1.1 所示。

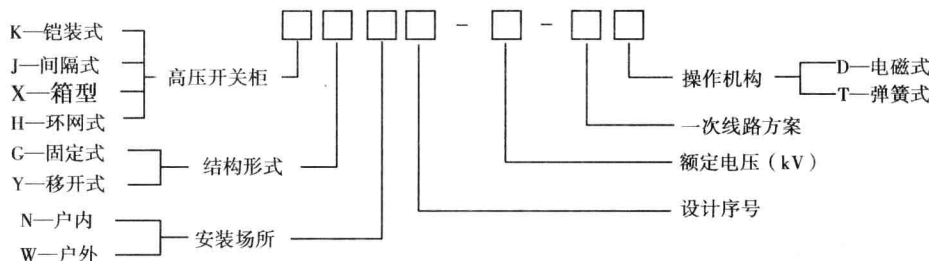


图 1.1 新系列高压开关柜的全型号表示和含义

2. 固定式高压开关柜特点和应用

固定式高压开关柜的柜内所有电器部件,包括其主要设备(如断路器、互感器和避雷器等),都固定安装在不能移动的台架上。

(1) 固定式高压开关柜的特点

固定式高压开关柜的优点是构造简单、制造成本低、安装方便等;其缺点是内部主要设备发生故障或需要检修时,必须中断供电,直到故障消失或检修结束后才能恢复供电。

(2) 固定式高压开关柜的应用

一般用在工矿企业的中小型变配电所和负荷不是很重要的场所。

(3) XGN 系列箱型固定式金属封闭高压开关柜

金属封闭开关柜是指除柜内进出线外,其余完全被接地金属外壳封闭的成套开关设备。XGN 系列箱型固定式金属封闭开关柜是我国自行研制开发的新一代产品。XGN 系列箱型固定式金属封闭高压开关柜外形如图 1.2 所示。

1) 主要电气设备

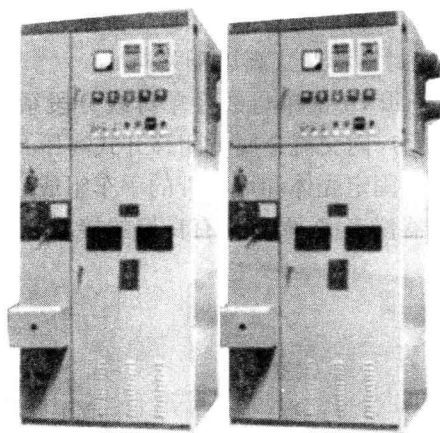


图 1.2 XGN 系列箱型固定式金属封闭高压开关柜外形

采用 ZN28、ZN28E、ZN12 等多种型号的真空断路器。隔离开关采用先进的 GN30-10 型旋转式隔离开关。

2) 使用特点

技术性能高,设计新颖;柜内仪表室、母线室、断路器室、电缆室用钢板分隔封闭,使之结构更加合理、安全,可靠性高,运行操作及检修维护方便;在柜与柜之间加装了母线隔离套管,避免一个柜子发生故障时波及邻柜;具有防止误合、误分断路器;防止带负荷分、合隔离开关;防止带电挂接地线;防止带地线合闸;防止误入带电间隔等“五防”功能。

(4) HXGN 系列的固定式高压环网柜

高压环网柜是为适应高压环形电网的运行要求设计的一种专用开关柜。

1) 组成特点

高压环网柜主要采用负荷开关和熔断器的组合方式,正常电路通断操作由负荷开关实现,而短路保护由具有高分断能力的熔断器完成。这种负荷开关加熔断器的组合柜与采用断路器的高压开关柜相比,体积和质量都明显减小,价格也便宜很多。而一般 6~10 kV 的变配电所,负荷的通断操作较频繁,短路故障的发生却是个别的。因此,采用负荷开关-熔断器的环网柜更经济合理。

2) 应用

主要适用于环网供电系统、双电源辐射供电系统或单电源配电系统,可作为变压器、电容器、电缆及架空线等电器设备的控制和保护装置;也适用于箱式变电站,作为高压电器设备。

3. 手车式高压开关柜特点和应用

(1) 结构特点

手车式高压开关柜能将成套高压配电装置中的某些主要电气设备(如高压断路器、电压互感器和避雷器等)固定在可移动的手车上,另一部分电气设备则装置在固定的台架上。当手车上安装的电器部件发生故障或需检修、更换时,可以随同手车一起移出柜外,再将同类备用手车推入,就可立即恢复供电。因为可以将手车从柜内移开,所以称为移开式高压开关柜。

(2) 使用特点

相对于固定式开关柜,手车式高压开关柜的停电时间大大缩短,检修方便安全,恢复供电快,供电可靠性高,但价格较高,主要用于大中型变配电所和负荷较重要、供电可靠性要求较高

的场所。手车式高压开关柜的主要新产品有 KYN、JYN 等系列。

(3) JYN 系列户内交流金属封闭移开式高压开关柜

此开关柜为高压、三相交流 50 Hz 的单母线及单母线分段系统中作为接受和分配电能用的户内成套配电装置。JYN 系列户内交流金属封闭移开式高压开关柜外形如图 1.3 所示。其特点是:整个柜为间隔型结构,由固定壳体和可移开的手车组成。柜体用钢板或绝缘板分隔成手车室、母线室、电缆室和继电器仪表室,而且具有良好的接地装置和“五防”功能。

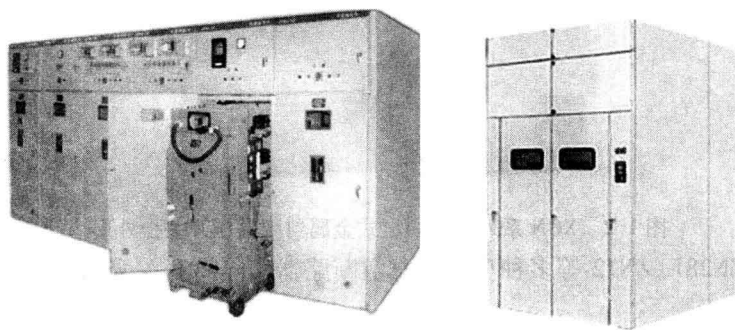


图 1.3 JYN 系列户内交流金属封闭移开式高压开关柜外形

三、高压成套配电装置的设备构成

供配电系统的电气设备是指用于发电、输电、变电、配电和用电的所有设备。

1. 电气设备的分类方法

(1) 按照设备所属回路分类

供配电系统中用于传输、变换和分配电力电能的主电路是一次回路,设置在一次回路中的电气设备属于一次设备或一次电器。用来控制、指示、监测和保护一次回路运行的电路称为二次回路,设置在二次回路中的电气设备属于二次设备(如继电器、表计等)。

(2) 按照在一次电路中的功能分类

按电力系统工作的要求用来变换电压或电流的电气设备称为变换设备,例如变压器、互感器等;按电力系统的工作要求用来控制一次电路通断的电气设备称为控制设备,例如高低压断路器、开关等;用来对电力系统进行过电流和过电压等保护用的电气设备称为保护设备,例如熔断器、避雷器等。

2. 电弧及灭弧方法

(1) 电弧的发生与发展

①在开关触头分开的过程中,动静触头间的接触压力与接触面积不断减少,导致接触处温度升高,使一部分自由电子由于热运动而逸出金属表面,形成了热电子发射。

②在开关触头分断瞬间,由于触头间距很小,其间电压虽然仅有几百至几千伏,但电场强度却很大,在电场力作用下,自由电子向阳极移动,便形成了强电场发射。

③高速运动的自由电子与触头间的中性质点发生碰撞,当自由电子的动能足够大时,可使中性质点分离为自由电子和正离子,这种现象称为碰撞游离。

④随着触头开距的加大,失去了强电场发射电子的条件,但由于弧隙温度很高,使中性质点由于热运动而相互碰撞,产生新的带电粒子,发生热游离现象,从而使电弧继续燃烧。