

高职高专规划教材

◎矿业工程系列◎

煤矿电气设备使用与维护

MEIKUANG DIANQI SHEBEI SHIYONG YU WEIHU 主 编◎方章英



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
安徽大学出版社

高职高专规划教材·矿业工程系列

○采煤概论

○采掘机械使用与维护

●煤矿电气设备使用与维护

ISBN 978-7-5664-0482-4



9 787566 404824 >

定价 22.00元

煤矿电气设备使用与维护

主 编 方章英

副主编 刘法允 张 立

编 者 殷红松 刘西林 耿 垒

张晓东 袁 劲



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
安徽大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

煤矿电气设备使用与维护/方章英主编. —合肥:安徽大学出版社,2013.8

高职高专规划教材.矿业工程系列

ISBN 978-7-5664-0482-4

I. ①煤… II. ①方… III. ①煤矿—矿用电气设备—使用方法—高等职业教育—教材
②煤矿—矿用电气设备—维修—高等职业教育—教材 IV. ①TD6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 188982 号

煤矿电气设备使用与维护

方章英 主编

出版发行:北京师范大学出版集团

安徽大学出版社

(安徽省合肥市肥西路3号 邮编 230039)

www.bnupg.com.cn

www.ahupress.com.cn

印刷:安徽省人民印刷有限公司

经销:全国新华书店

开本:184mm×260mm

印张:10.75

字数:251千字

版次:2013年8月第1版

印次:2013年8月第1次印刷

定价:22.00元

ISBN 978-7-5664-0482-4

策划编辑:李梅 武溪溪

责任编辑:武溪溪

责任校对:程中业

装帧设计:李军

美术编辑:李军

责任印制:赵明炎

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话:0551-65106311

外埠邮购电话:0551-65107716

本书如有印装质量问题,请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话:0551-65106311

前 言

本教材是一本融理论与实践为一体的工学结合教材。教材从培养学生的技术应用能力出发,按照“立足行业,服务煤矿”的指导思想,根据“以就业为导向,突出学生能力培养”的原则进行编写;结合淮北矿业实训基地模拟矿井的供电系统、供电设备、供电安全,融入了近年来煤矿电气设备的新设备、新技术、新规范。本书在编写上尽量贴近生产、贴近实际,具有鲜明的适用性、先进性、启发性和科学性,充分体现了职业教育的特色,以适应培养应用型高技能人才的需要。

教材采用理论实践一体化的教学模式,课堂设在实训室。将课堂上所学的理论知识和实际动手操作联系起来,使学生将感性认识转化为实际应用的技能技巧,指导学生手脑并用,加强动手能力训练,巩固所学知识。

本教材分为十四个项目,包括由高压电器到低压电器,由配电电器到控制电器的实习操作。通过对矿用隔爆高压配电箱、矿用变压器、矿用隔爆型自动馈电开关、低压隔爆磁力启动器及真空磁力启动器的拆装,使学生了解煤矿高、低压电器的原理与构造,掌握其维护和检修技术。认识漏电保护的重要性,以确保供电安全。矿用千伏级移动变电站是一种三位一体的组合电器,采用移动变电站向采区工作面供电的方式,可提高采区的工作电压,缩短供电距离,减少有色金属的耗费。通过项目的学习,可了解移动变电站的构造和原理,掌握移动变电站的拆装程序和日常检修内容。在运输机集中控制项目中,将介绍集中控制的种类及要求,了解其结构和主要性能,掌握其接线与使用方法。井下小型电器的使用、照明信号的安装与接线及煤电钻综合保护装置的使用与维修,可以提高学生的实际动手能力和维修技术水平。

本教材由安徽矿业职业技术学院方章英担任主编,刘法允、张立担任副主编,殷红松、刘西林、耿垒、张晓东、袁劲参编。具体分工是:方章英、刘西林、袁劲编写项目一、项目二、项目三、项目四、项目六、项目七、项目十二、项目十四;刘法允、张立、殷红松、耿垒、张晓东编写项目五、项目八、项目九、项目十、项目十一、项目十三。全书由方章英统稿。

本教材在编写过程中,得到了淮北矿业集团机电处、各生产厂矿工程技术人员的大力支持、帮助和配合,在此表示诚挚的感谢!本教材在编写过程中,参考了许多文献资料,我们谨向这些文献资料的编著者和提供者表示衷心的感谢!

由于种种原因,书中不妥之处在所难免,恳请读者在使用过程中提出宝贵的意见和建议,以便下次修订时改进。

编者

2013年7月

目 录

项目一 煤矿供电系统	1
项目二 矿用电气设备的类型及防爆电气设备的要求	12
项目三 矿用电缆的敷设及故障处理	20
项目四 成套配电装置检修与维护	29
项目五 矿用隔爆高压真空配电装置	34
任务一 BGP9L-6G 型矿用隔爆高压真空配电装置	34
任务二 BGP-630/6 型矿用隔爆高压真空配电装置	38
项目六 矿用干式变压器	49
项目七 矿用移动变电站	53
任务一 KBSGZY 型矿用移动变电站	53
任务二 PBG-250/6000B 型移动变电站高压真空配电装置	60
任务三 BXBD-800/1140(660) 矿用隔爆型低压综合保护器	70
项目八 漏电及其保护装置	77
项目九 井下小型电器的安装与接线	87
项目十 运输机集中控制的原理、安装与维修	92
项目十一 矿用低压隔爆型磁力启动器的使用与维修	98
任务一 QBZ7-80 矿用隔爆型真空电磁启动器	98
任务二 QBZ7-80N 矿用隔爆型可逆真空电磁启动器	107
任务三 QJZ-300/1140 矿用隔爆兼本质安全型真空磁力启动器	112
任务四 QJZ-400/1140 矿用隔爆兼本质安全型真空电磁启动器	116
任务五 QJZ-400(315,200)/1140(660) 矿用隔爆兼本质安全型真空电磁启动器	122
项目十二 矿用隔爆型智能化真空馈电开关	132
任务一 BKD1-400Z/1140(660) 矿用隔爆型智能化真空馈电开关	132

任务二 KBZ20-400/1140 矿用隔爆型智能化真空馈电开关	137
项目十三 矿用隔爆型煤电钻综合保护装置	146
任务一 ZZ8L 矿用隔爆型煤电钻综合保护装置	146
任务二 矿用隔爆型煤电钻变压器综合保护装置	151
项目十四 接地与接零保护的安装、使用、维护和检修	157
主要参考文献	165

项目一 煤矿供电系统

【知识点】

- ☐掌握双回路供电系统的概念及矿井负荷对供电系统的要求。
- ☐了解煤矿供电系统用电负荷分级。
- ☐掌握煤矿供电电压等级。
- ☐熟悉矿井供电系统各环节电气设备的位置和作用、电压等级、接线方式、电能输送方式。
- ☐掌握煤矿地面变电所线路图。

【能力点】

- ☐牢记并遵守《煤矿安全规程》规定,防止电气事故的发生。
- ☐能根据煤矿各级变电所的供电系统图,说出图中设备名称、接线方式、作用及布置时的注意事项。

【相关知识】

一、供电系统的基本概念

煤矿生产的动力主要是电力。随着采煤机械化程度的不断提高,矿用设备的功率越来越大,供电电压越来越高,因此供电系统必须具备安全、可靠的特点,才能适应煤矿现代化生产的需要。

(一)供电要求

电力是现代工矿企业生产的主要能源。为确保安全和正常生产的需要,工矿企业对供电有如下基本要求。

1. 可靠性

供电的可靠性是指供电系统不间断供电的可靠程度。对于煤矿,供电一旦中断,不仅影响生产,而且可能使设备损坏,甚至发生人员伤亡事故,严重时会造成整个矿井的毁坏。为了保证煤矿供电的安全可靠,每一矿井应采用两回电源线路,当任一回路发生故障而停止供电时,另一回路应能担负矿井的全部负荷。正常情况下,采用一回路运行,另一回路必须带电备用,以保证井下生产过程中供电的连续性。两回电源线路最好引自不同的发电站或变电所,至少应引自同一变电所的不同母线段。

2. 安全性

安全性是指在生产过程中,不发生人身触电事故和因电气故障而引起的爆炸、火灾等重大事故。尤其在高粉尘、高湿度以及有爆炸危险的特殊环境中,为了确保供电安全,必须采取防爆、防潮、防触电等一系列技术措施。特别在煤矿井下,其生产环境复杂,自然条件恶劣,供电线路和电气设备易受损坏,如果用电不合理,会造成漏电及人身触电事故,甚至会导致瓦斯、煤尘爆炸等严重后果。因此,必须严格遵守《煤矿安全规程》中的有关规定,以确保煤矿供电安全。

3. 技术合理性

供电的技术合理性是指电能的电压、频率、波形等质量指标达到一定的技术标准。频率波形的偏差会影响某些电气设备的正常工作。良好的电能质量是指电压偏移不超过额定电压值的 $\pm 5\%$ ；3000kW 及以上的系统的频率偏移不超过 $\pm 0.2\text{Hz}$ ，3000kW 以下的系统的频率偏移不超过 $\pm 0.5\text{Hz}$ 。

4. 经济性

经济性是指在保证安全可靠供电的前提下，应力求供电网络接线简单，操作方便，建设投资和维持费用较低。

(二) 电力负荷分级

按用户的重要性和中断供电对人身安全或在经济等方面所造成的损失和影响程度，电力负荷分为三级。

1. 一级负荷

凡中断供电会造成人员伤亡或在经济等方面造成重大损失者，均为一级负荷。这类负荷主要有：矿井通风设备，井下主排水设备，经常升降人员的立井提升设备，瓦斯抽放设备等。一级负荷至少应由 2 个电源供电，并对供电电源提出以下要求：

(1) 在发生任何一种故障时，2 个电源的任何部分不应同时受到损坏。

(2) 在发生任何一种故障且保护装置动作正常时，应有 1 个电源不中断供电。

(3) 在发生任何一种故障且主保护装置失灵，以致所有电源均中断供电时，应能在有人值班的处所经过必要的操作，迅速恢复 1 个电源的供电。

2. 二级负荷

凡中断供电将在经济等方面造成较大损失或影响重要用户正常工作者，均为二级负荷。这类负荷主要有：经常升降人员的斜井提升设备，地面压缩空气设备，井筒保温设备，矿灯充电设备，井底水窝和采区下山排水设备等。二级负荷一般由两回电源线路供电。

3. 三级负荷

凡中断供电不会在经济上或其他方面造成较大影响者，为三级负荷。这类负荷有：机械修理厂，坑木加工厂等。三级负荷只需要一回电源线路。

(三) 电力系统的基本概念

由各种不同电压等级的电力线路将发电厂、变电所和电力用户联系起来的一个发电、输电、变电、配电和用电的整体，叫作电力系统，如图 1-1 所示。图中各种电气设备的图形符号及含义见表 1-1。在电力系统中，变电所与各种不同电压的电力线路组成的网，叫作电力网。图 1-1 中虚线部分为煤矿区域供电系统。

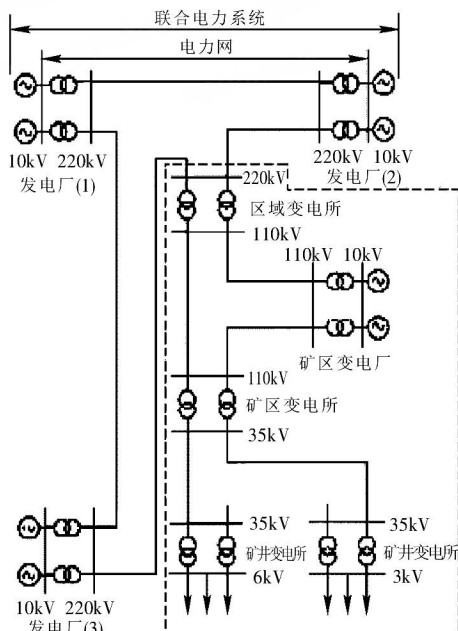


图 1-1 电力系统图

表 1-1 主要电气设备符号表

电气设备名称及文字符号 单字母(双字母)	图形符号	电气设备名称及文字符号 单字母(双字母)	图形符号
电力变压器 T(TM)		母线及母线引出线 W	
断路器 Q(QF)		电流互感器(单次级) T(TA)	
负荷开关 Q		电流互感器(双次级) T(TA)	
隔离开关 Q(QS)		电压互感器(单相式压变) T(TA)	
熔断器 F(FU)		电压互感器(三线圈压变) T(TA)	
跌落式熔断器 F(FU)		阀型避雷器 F	
自动空气断路器 Q(QA)		电抗器 L	
刀开关 Q(QK)		移相电容器 C	
熔断器式开关 Q		电缆终端头 X	
交流发电机 G		线路 W	

(四)供电电压等级

为使电气设备生产标准化,便于批量化生产,同时在使用中又易于互换,就必须对发电、输电及用电等所有设备的额定电压有统一的规定,以使电力网的额定电压与电气设备的额定电压相对应。因此,可根据电力网和电气设备不同使用场合,将电压分为若干等级。

标准电压等级是根据国民经济发展的需要,考虑到技术经济上的合理性以及所有电气设备的制造水平和发展趋势等一系列因素,经全面分析、研究而制定的。

由于煤矿生产条件的特殊性,所以采用了一些特定的电压等级。表 1-2 列出了煤矿常用的电压等级及其应用范围。

表 1-2 煤矿常用电压等级

电压/kV		用途
种类	等级	
交流电	0.036 及以下	井下电气设备的控制及局部照明
	0.127	井下照明及手持式电气设备、矿井提升信号
	0.22	矿井地面照明和井下大巷照明
	0.38	地面低压动力
	0.66	井下采区低压动力、地面选煤厂动力
	1.14,3	井下综采工作面动力
	3,6,10	井上、下大型固定设备及供、配电
	35,60	高压输电线路
	110,220,330	超高压输电线路
直流电	0.25,0.55	架线式电机车
	0.75,1.5	露天煤矿工业电机车
	0.22,0.11	地面变电所二次回路
	0.004	酸性矿灯
	0.0025	碱性矿灯

二、煤矿供电系统

煤矿供电系统由矿区降压站、各类地面变电所以及井下的中央变电所、采区变电所、移动变电站、配电点和相应的供电设备及供电线路组成。

(一)地面变电所

地面变电所包括地面总变电所和各类车间变电所。

1. 地面总变电所

地面总变电所的受电电源取自电力系统的区域变电站。

地面总变电所也称为降压站,它是全矿供电的总枢纽,担负受电、变电及配电任务。地面变电所一般设在负荷中心,其所在的地理位置应避开风沙吹袭、空气污染和化学腐蚀,以防止损坏金属结构和电气绝缘,并具有适宜的地质条件(如避开滑坡、塌陷区等)。

根据矿井类型及电力系统的电压,地面变电所受电电压一般为 35 ~ 110kV。由于煤矿属于一级用户,故采用双回独立电源受电。图 1-2 所示为一典型的地面变电所线路图。该变电所除向 1 号矿井供电外,还向 2 号矿井、3 号矿井的地面变电所供电。

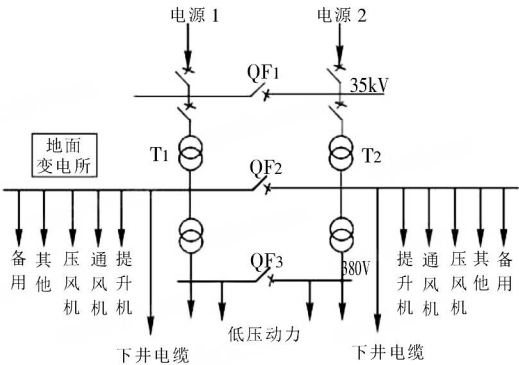


图 1-3 典型地面变电所线路图

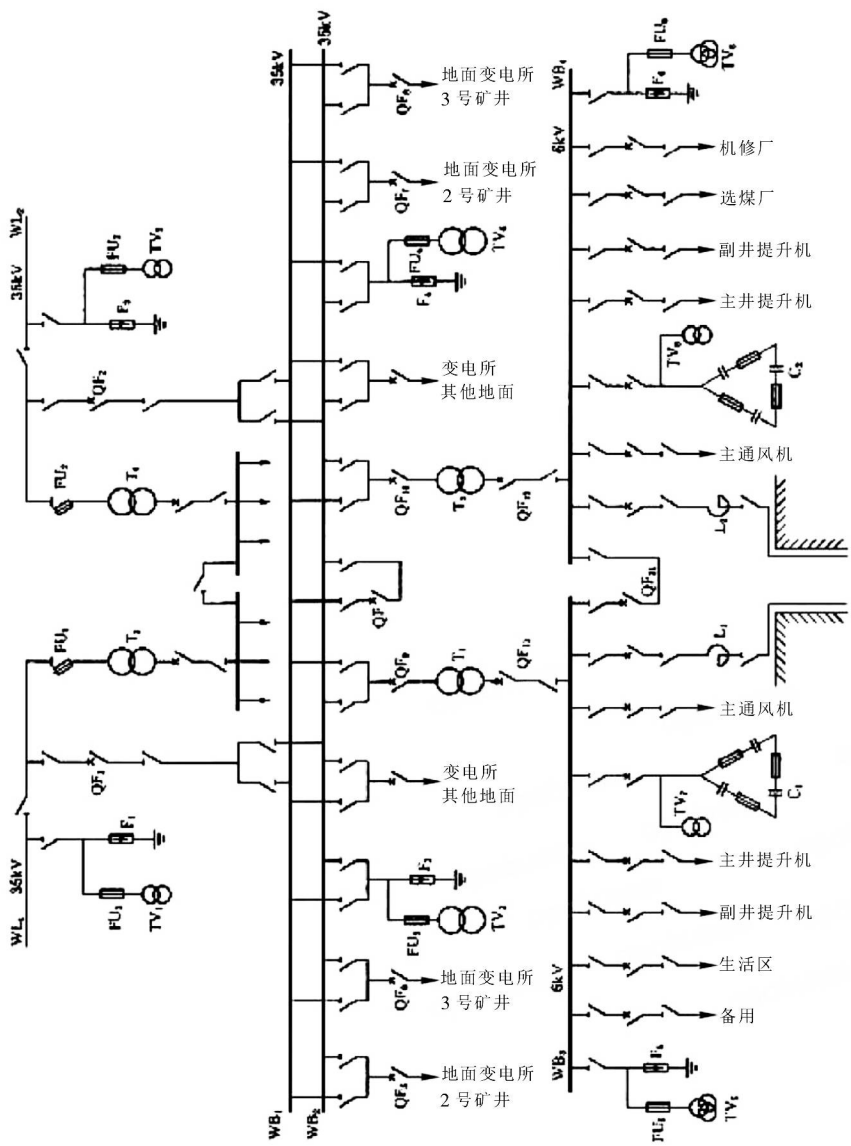


图 1-2 煤矿地面总变电所线路图

2. 具有一、二级负荷的地面变电所

当变电所设有一级负荷时,应采用两回独立电源供电,并设 2 台动力变压器。其变电所接线电路如图 1-3 所示。

(二) 井下供电系统

决定井下供电方式的主要因素有:井田的大小,煤的埋藏深度、年生产能力和开采方式,

井下涌水量, 矿井瓦斯等级, 机械化程度等。

对于开采煤层较深、年产量大的矿井, 通常经过井筒将 6kV (或 3kV) 高压电能送入井下, 一般将这种供电方式称为深井供电。如果煤层埋藏较浅, 且电力负荷较小, 可通过井筒或钻孔将低电压 (380V 或 660V) 送入井下, 这种供电方式称为浅井供电。有时也可根据具体情况, 同时采用两种方式向井下供电, 如建井初期采用浅井供电, 后期则采用深井供电。但无论采用哪种供电方式, 都必须符合供电可靠、安全和经济的原则。

1. 深井供电系统

如图 1-4 所示为一个深井供电系统。由地面变电所 2 段 6kV 母线引出电源, 用高压电缆经井筒向井下中央变电所供电。中央变电所一方面向井底车场附近的高压排水泵、牵引变流所设备等供电, 另一方面通过变压器将 6kV 电压降为 660V (或 380V), 供给井底车场附近的低压动力设备, 如翻车机、小水泵、照明变压器等用电设备。同时, 经高压电缆将 6kV 电能送到各采区变电所, 采区变电所再将 6kV 电压降至 660V 或 1140V, 向采掘工作面供电。

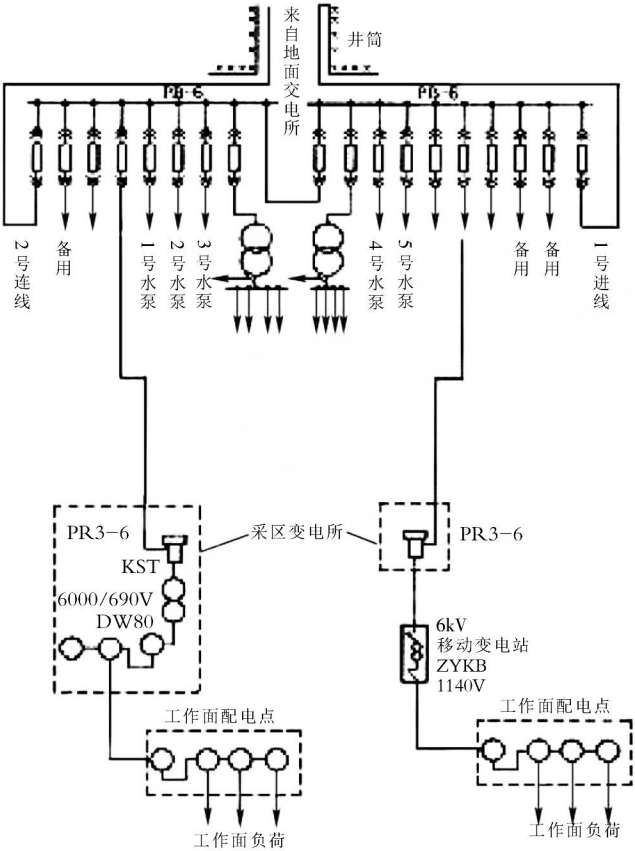
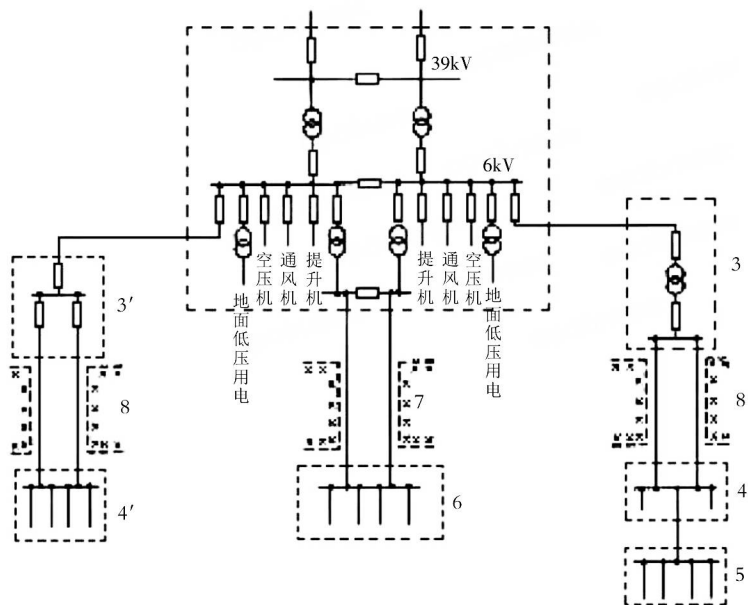


图 1-4 深井供电系统

从地面变电所到井下中央变电所的下井电缆必须是两回路电源线路,以保证井下一级负荷用电的可靠性。当任何一路电源和线路发生故障停止供电时,另一路仍能担负矿井的全部负荷。



1—矿地面变电所;2—架空线;3—地面变电亭;3'—地面配电亭;4—采区配电所;4'—采区变电所;
5—工作面配电点;6—井底车场变电所;7—井筒;8—钻孔

图 1-5 浅井供电系统

2. 浅井供电系统

浅井供电的特点是井下不设中央变电所,而是根据负荷的大小,由地面变电所通过井筒或地面钻孔(用钢管加固孔壁)直接向井下高、低压设备或采区工作面供电。

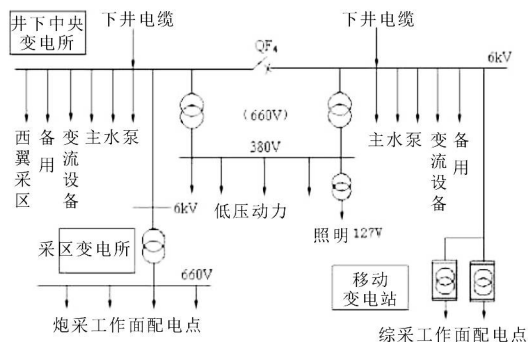


图 1-6 典型煤矿井下供电系统

图 1-5 所示为一个浅井供电系统。它是由地面变电所 6kV 母线经高压架空线分别向 2 个采区和井底车场供电。其中,向 2 个采区供电是经钻孔将电缆送入井下的。采用这种供

电方式,可节省价格昂贵的高压电缆,不需要开设专门的变电所硐室,而且井上变电、配电亭所用设备不需要价格过高的防爆型电器。

(三)井下变(配)电所

井下变(配)电所是对电能进行变换、集中和分配的场所,根据其作用和所承担的任务,可分为井下主变电所、采区变电所、移动变电站、工作面配电点等。

1. 井下主变电所

井下主变电所也称为中央变电所,是井下供电的中心。单一水平生产的矿井一般设置一个主变电所,多水平生产的矿井每个水平设一个井下主变电所。对于负荷很大的矿井,在一个水平也可设置多个井下主变电所。变电所的电源直接由地面变电所提供。其主要任务是向下列设备及地点配电:

- (1)各采区变电所。
- (2)主排水泵的高压电动机。
- (3)井底车场及其附近巷道的低压动力和照明设备。
- (4)井下电机车需要的变流设备。

井下中央变电所的位置确定和设备布置。

- (1)位于负荷中心,这样可以节省配电网路的材料,减少电能与电压的损失。
- (2)便于设备的运输和供电电缆的引入。
- (3)通风良好。

考虑到上述条件,一般变电所多设在井底车场并且直接与中央水泵房相连,有条件时还可与电机车用的变流所合建。

防水、防火、通风是变电所应特别注意的问题。为了防水,变电所地面要比井底车场的底板标高高出 0.5m。

为了防火,硐室采用耐火材料砌碛,从硐室出口处起 5m 内的巷道也用耐火材料建成。在变电所硐室内使用带黄麻保护层的电缆时,应将易燃的黄麻保护层去掉。硐室内还必须设有合格的灭火器和沙箱。

为使通风良好,当硐室长度超过 6m 时,要设 2 个出口,出口处设置两重门,即铁板门与铁栅门。铁栅门平时关闭,避免非工作人员入内。铁板门平时敞开,以保证硐室内通风良好。当发生火灾时,铁板门关闭,以隔绝空气,便于灭火。

井下中央变电所的主要设备有:高压配电箱、低压馈电开关、动力变压器和照明变压器。硐室内的各种电气设备要根据井下不同条件,按照有关规程分别选用矿用一般型和矿用防爆型设备。

2. 采区变电所

采区变电所是采区用电的中心。它的电源由中央变电所提供,其主要任务是将高电压变为低电压,并将此电压配送到本采区所有采掘工作面及其他用电设备。

采区变电所要求通风良好,硐室围岩坚固、无淋水,便于维修。硐室的其他安全设施与中央变电所基本相同。

采区变电所的主要设备有:

- (1)用于进线、控制及保护变压器的高压配电箱。
- (2)用于将 6kV 电压降至 380V 或 660V 的动力变压器。
- (3)用于接通、分断和保护供电线路的低压馈电开关。

(4) 供变电所和其附近巷道照明用的低压变压器。

(5) 为了防止电网漏电引起各种事故,变电所必须设置的检漏继电器和接地装置。

采区变电所的布置一般从高压进线端起依次为:高压配电箱、动力变压器、低压馈电总开关及检漏继电器、各种馈电开关、照明变压器等。根据具体情况,可将高压设备置于一侧,低压设备置于另一侧,也可置于同一侧。为使设备检修、安装方便,各设备之间及设备与墙之间要留有 0.7m 以上的通道。若无须从两侧和后面检修设备时,可不留通道。但高压配电箱正面操作的通道宽度要保证单侧布置时不得小于 1.4m,双侧布置时不得小于 1.8m。

3. 移动变电站

随着采煤机械化程度的提高,采区工作面设备的总容量越来越大,同时采区的走向也越来越长,这就要求供电系统必须设置大量的低压断路开关和采用大量的低压干线电缆,从而使系统的安装和使用都比较复杂;另外,系统的过电流保护装置整定也比较困难,很难达到继电保护的動作要求;当低压电缆较长时,其线路上的电压损失和电能损耗很大,也不能满足设备正常工作的要求。

为了解决上述问题,在技术上采用了高压直接深入采区工作面的供电方式,即采用移动变电站向采区工作面供电。移动变电站是由高压开关、干式变压器、隔爆低压馈电开关及各种保护装置组成的一个整体,安装在拖撬上。拖撬下面设有边轮,可在轨道上滚动。移动变电站一般设在距工作面 50 ~ 100m 处,随工作面的推进而移动。移动变电站的电源由中央变电所或采区变电所的 6kV 高压直接供电。

4. 工作面配电点

工作面配电点将采区变电所送来的低压电能再分配给采掘工作面的电气设备,主要起配电作用;同时可利用干式变压器将电压降为 127V,供煤电钻和照明使用。

工作面配电点设在低压开关设备集中的地方,其特点是需要经常随工作面移动,所以一般不需要开设专门的硐室,大都直接设在工作面附近的运输平巷或回风巷的一侧,其位置一般距工作面 70 ~ 100m。对于掘进工作面的配电点,大都设在掘进巷的一侧或掘进巷道的贯通巷内,一般距工作面 80 ~ 100m。

三、供电安全相关规定

1. 对电源与供电系统的规定

(1) 双回路供电,不得分接负荷,不得共杆架设,不准装负荷定量器。(《煤矿安全规程》第 441 条、第 442 条)

(2) 两路电源线应分列运行,若一用一备则必须带电备用。(《煤矿安全规程》第 441 条)

(3) 井下供电严禁中性点接地。(《煤矿安全规程》第 443 条)

(4) 高压电网单相接地电流应小于 20A。(《煤矿安全规程》第 457 条)

(5) 高压下井电缆严禁装设自动重合闸。(《煤矿安全规程》第 458 条)

(6) 井上、井下必须装设防雷电装置。(《煤矿安全规程》第 459 条)

2. 电气操作实行工作票制度

(1) 工作票的内容:工作地点,工作任务,起止时间,工作负责人、工作许可人和工作人员的姓名,注意事项和安全措施。

(2) 工作票由煤矿主管供电的负责人签发,签发人不得兼任该项工作的负责人。

(3) 工作票的执行工作票一式两份,一份提前一天交值班员收执并作记录,另一份由工

作负责人执存。

3. 高压停、送电制度

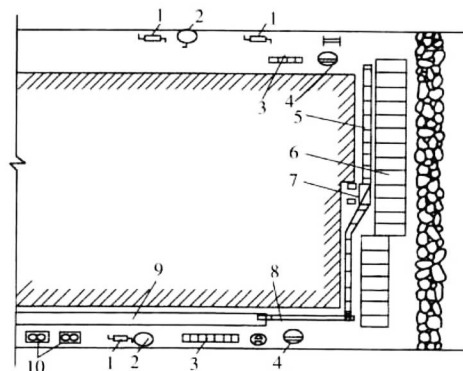
遵守停电→验电→放电→装设接地→设置遮栏、警示等程序,严禁带电作业。

【任务实施】

一、根据图 1-2 完成下列任务

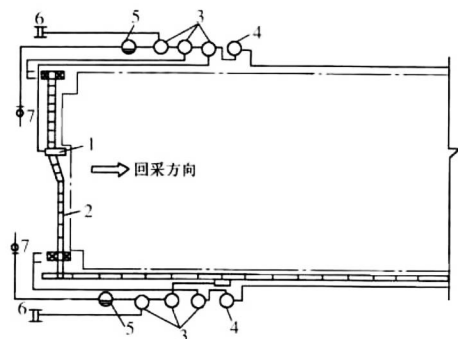
1. 了解煤矿供电系统的组成、设备的布置。
2. 能看懂供电系统图,掌握供电系统图中的设备图形符号并能正确应用。
3. 能根据供电系统图对设备进行停、送电操作。

二、根据淮北矿业实训基地井下采煤工作面实际情况,结合图 1-7、图 1-8 认识主要电气设备(元件)并熟悉其作用



1—小绞车;2—小水泵;3—配电点;4—电站照明变压器综合装置;5—工作面输送机;6—液压支架;7—采煤机;8—转载机;9—胶带输送机;10—移动变电站

图 1-7 综采工作面机电设备布置示意图



1—采煤机;2—输送机;3—启动器;4—自动馈电开关;5—电钻变压器综合装置;6—回柱绞车;7—煤电钻

图 1-8 采煤工作面配电点的布置及配电示意图