



中国矿业大学图书馆藏书 教育“十二五”规划教材

煤炭教育协会职业教育教学与教材建设委员会审定

C01675873

煤 矿 供 电

◆ 主 编 郭 雨



煤炭工业出版社

TD61
G-934

中等职业教育“十二五”规划教材
中国煤炭教育协会职业教育教学与教材建设委员会审定

煤矿供电

主 编 郭 雨

副 主 编 聂国伦 张文琦

参编人员 智建华 尹晓峰



中国矿业大学图书馆藏书



C01675873

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

煤矿供电/郭雨主编. --北京: 煤炭工业出版社, 2011

中等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5020-3871-7

I. ①煤… II. ①郭… III. ①煤矿-供电-中等专业学校-教材 IV. ①TD61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 106468 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 7¹/₄ 插页 1
字数 161 千字 印数 1—3 000
2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷
社内编号 6745 定价 15.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

煤炭中等专业教育分专业教学与教材建设委员会

(采矿技术类专业)

主 任 郭奉贤

副主任 雷振刚 邵 海

委 员 刘 兵 刘跃林 何水明 张玉山 王春城

庞国强 胡贵祥 胡湘宏 荣保金 郭廷基

常现联 梁新成 龚琴生

前 言

为贯彻《教育部办公厅、国家安全生产监督管理总局办公厅、中国煤炭工业协会关于实施职业院校煤炭行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》(教职成厅[2008]4号)精神,加快煤炭行业专业技能型人才培养培训工程建设,培养煤矿生产一线需要,具有与本专业岗位群相适应的文化水平和良好职业道德,了解矿山企业生产全过程,掌握本专业基本专业知识和技术的技能型人才,经教育部职成司教学与教材管理部门的同意,中国煤炭教育协会依据“采矿技术”专业教学指导方案,组织煤炭职业学(院)校专家、学者编写了采矿技术专业系列教材。

《煤矿供电》一书是中等职业教育规划教材采矿技术专业中的一本,可作为中等职业学校采矿技术专业基础课程教学用书,也可作为在职人员培养提高的培训教材。

本书由雁北煤炭工业学校郭雨担任教材主编并统稿,其编写项目一;河南工程技术学校聂国伦和甘肃煤炭工业学校张文琦担任副主编,分别编写项目三和项目四;甘肃煤炭工业学校尹晓峰编写项目二;宁夏煤炭工业学校智建华编写项目五。

中国煤炭教育协会职业教育
教学与教材建设委员会

2011年5月

目 次

项目一 煤矿供电系统概述.....	1
项目二 掘进工作面供电	24
项目三 岩巷开拓工作面供电	56
项目四 采煤工作面供电	64
项目五 煤矿供电安全技术	88
参考文献.....	106

项目一 煤矿供电系统概述

教学目标

本项目旨在使学生全面了解煤矿供电系统,其合理布局和正确的接线对提高供电可靠性、经济性和供电质量具有重要的意义。

具体要求如下:

- (1) 对煤矿供电系统结构有全面清晰的认识。
- (2) 熟知煤矿常用供电电压等级。
- (3) 理解煤矿对供电的要求。

教学场景

(1) 本项目的现场教学场景为煤矿地面变电所、井下中央变电所和采区变电所等各级变电所及输电线路,系统完整,设备直观。

(2) 本项目的校内教学场景为煤矿供电系统模拟实训室及学校变电所和输电线路,便于模拟实操,亲身体会。

(3) 多媒体影像视频。

(4) 在条件允许的情况下参观电力系统区域性变电所。

相关知识

一、电力系统

电力系统是指由发电厂、升压和降压变电所,以及各种不同电压等级的输电线路组成的整体。某电力系统简图如图 1-1 所示。

发电机输出的电压一般是 3.15、6.3、10.5 kV。发电厂设有升压变压器,将电压升高后再输入电网。输电容量越大,输电距离越长,要求输电线路的电压越高,一般都在高压或超高压范围(35~500 kV)。

为了经济合理地利用国家资源,发电厂一般建在煤炭、水利或风能等资源丰富的地区。发电厂对附近的工矿企业供电,可直接用发电机输出电压。根据发电厂电源距用户的距离和容量不同,输送的电压等级也不同,所以发电厂或区域变电所通常使用几种不同的电压供电。

电力系统中,各发电厂之间以输电线路连接(称并网发电),不但可以提高供电的可靠性,同时还可调节各发电厂的负荷,综合发挥电力系统的供电能力。

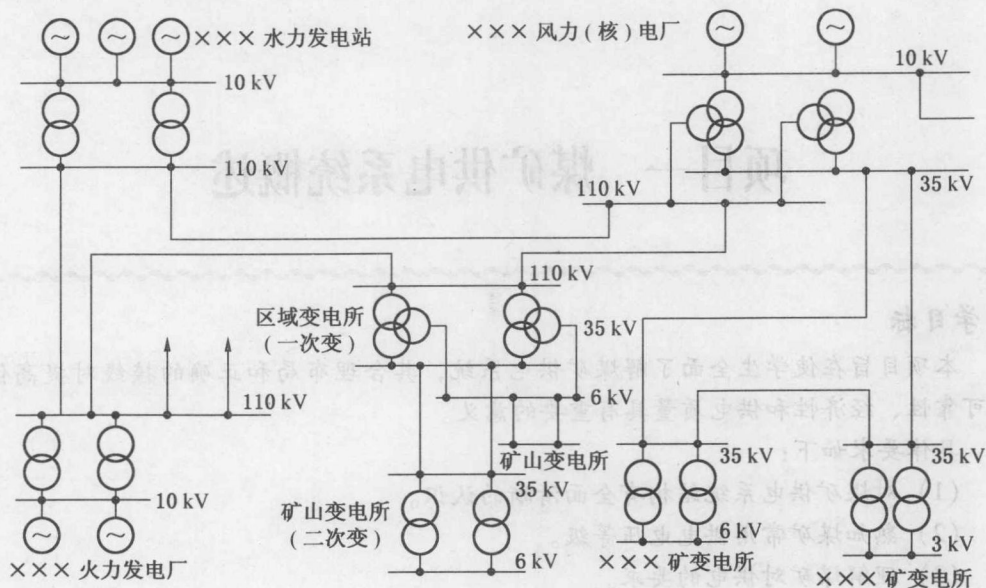


图 1-1 某电力系统简图

企业用电设备的额定电压较低，为了将电力系统高压降低为用户所需的低压电能，需设置降压变电所（或称变电站），将电压降低后再输送给用户。一般送到煤矿地面变电所的电压是 35 kV。若矿区的用电容量很大，距发电厂又很远时，则发电厂使用更高的电压对矿区进行供电，这时就需要建立区域变电所（一次变电所）；反之，距离区域变电所很近的矿区，就不需要设置 35/6 kV 主变压器，简化了变电所设备，同时提高供电的安全性和可靠性。

煤矿地面变电所应有两个独立的电源。距离电力系统电源近时，使用平行双回路供电；当相邻的煤矿之间距离较近，而距离电源又较远时，一般由电源设一回路，另外相邻的煤矿地面变电所之间设一回路联络线，形成环形电网供电。

二、供电电压等级

现行企业所使用的电气设备都是按照一定的标准电压设计和制造的，这个标准电压称为电气设备的额定电压。为了便于批量生产和统一供电，国家规定了标准的额定电压等级（包括煤矿企业电压等级在内），见表 1-1。

表 1-1 额定电压等级

额 定 电 压 等 级		用 途
交流	V	36 矿用低压隔爆磁力起动器的控制及信号电路
		127 井下照明、信号、煤电钻
		220 地面照明、低压动力
		380 地面或井下低压动力
		660 采区采煤机组、井下动力

表 1-1 (续)

额定电压等级		用途
交流	kV	1.2
		3.3、4.16、5
		6、10
		35、60
		110、154、220、330、500
直流	V	110、220、440
		250、550
		40、80、110、120
		2.5、4

注：1. 电力线路的额定电压等于与其连接的用电设备的额定电压。
2. 发电机的额定电压比线路的额定电压高 5%。
3. 变压器一次侧或输电线路二次侧的空载额定电压：一次侧额定电压与发电机或输电线路额定电压相同，二次侧额定电压可以比线路额定电压高 10%；用于升压的变压器，有一侧的电压可调 ±5%。

输电线路电压等级主要是根据输送距离和输电线路的输送功率，通过经济技术指标的比较进行选择 and 确定的，见表 1-2。

表 1-2 输电线路电压等级

电压等级/kV	输送功率/kW	输送距离/km
0.38	100 以下	0.6 以下
0.66	100 ~ 150	0.6 ~ 1
3	100 ~ 1000	1 ~ 3
6	1000 ~ 1200	4 ~ 15
10	200 ~ 2000	6 ~ 20
35	1000 ~ 10000	20 ~ 70
60	3500 ~ 30000	30 ~ 100
110	10000 ~ 50000	50 ~ 150

由于企业一般从电力系统获得供电电源，其电压应根据企业的负荷、电源至企业的距离及地区电网可能供给的电压与有关电力部门进行共同协商确定。一般用电负荷较小的小型企业可选择 10 kV；用电负荷较大的大、中型企业可选择 35 kV；用电负荷很大的大型企业可选择 110 kV 或 220 kV。一个企业可根据需要选择一种或几种电源电压。

三、煤矿对供电的要求

电力是工矿企业生产的主要能源。对工矿企业进行可靠、安全、经济的供电，对提高产品质量、提高经济效益及保证安全生产等方面都有十分重要的意义。因此，工矿企业对供电提出以下基本要求。

(一) 供电安全

在电能的供应、分配和使用过程中,不应发生人身伤亡和设备损坏事故。对于煤矿生产来说,由于主要是地下作业,工作环境特殊,供电线路和电气设备易受损坏,可能造成人身触电、电气火灾和电火花引起的瓦斯煤尘爆炸等事故,所以必须严格按照《煤矿安全规程》的有关规定进行供电,确保安全生产。

(二) 供电可靠

供电可靠就是要求供电不间断。为了满足电力用户对供电可靠性的要求,同时考虑供电的经济性,根据用电设备在企业中所处的重要地位通常将电力负荷分为三类。

1. 一类负荷(一级负荷)

凡因突然停电,可能造成人身伤亡或重要设备损坏事故,给国民经济造成重大损失的或在政治上产生不良影响的负荷均属于一类负荷。例如,钢厂炼钢炉,停电 30 min 即造成炼钢炉报废;电解铝厂,停电 15 min 电解槽即破坏;煤矿主要通风设备、井下主要排水泵、副井提升机等。一类负荷应有两个独立的电源供电,对有特殊要求的一类负荷,两个独立电源应来自不同的地点,以保证供电的可靠连续性要求。一类负荷中影响人身与设备安全的负荷又叫保安负荷。

2. 二类负荷(二级负荷)

凡因突然停电,造成大量废品或大量减产形成较大经济损失的负荷属于二类负荷。例如,工厂的主要生产车间,煤矿的集中提煤设备、地面空气压缩机、井下采区变电所等。对于中小型企业二类负荷一般由专用线路供电。而对于大型企业的二类负荷,也应有两个电源,并且两个回路电源应尽量取自不同的变电所或母线段。另外,为了降低长时间停电对生产的影响,供电设备应有一定数量的库存,以便及时更换。

3. 三类负荷(三级负荷)

一类负荷和二类负荷以外的所有其他负荷均为三类负荷。例如,企业的附属车间及办公、生活福利设施,煤矿井口机修厂等。三类负荷对供电没有特殊的要求,一般只设一个回路供电,不考虑备用电源。根据需要各负荷还可共用一条输电线路。

对电力用户进行分类的目的是分级管理,便于调整电力负荷,合理供电。对于重要负荷,保证供电是第一位的,对于次要负荷应更多地考虑其供电的经济性。在电力系统中,发生故障或检修、限制用电负荷时,应根据具体情况区别对待,停止三类负荷供电,有必要时切除部分二类负荷,以确保对一类负荷的不间断供电。

(三) 供电质量

在保证安全和可靠供电的前提下,还要保证供电的质量,用电设备在额定值下运行性能最好,因此要求供电电源有稳定的电压和频率。

衡量电源质量的指标有电压、频率、波形和平衡度。

(1) 电压:额定电压,电压偏差不得超过允许值,电动机为 $\pm 5\%$,白炽灯为 $-2.5\% \sim +3\%$ 。

(2) 频率:额定频率为 50 Hz,频率偏差在 ± 0.5 Hz 范围内。

(3) 波形:正弦波形,波形上不得有高次谐波产生的毛刺,以防造成电力污染。

(4) 平衡度:三相电网电压平衡。

(四) 供电经济

一般考虑以下三个方面:

- (1) 尽量降低企业变电所与电网的基本建设投资。
- (2) 尽量降低设备材料及有色金属的消耗量。
- (3) 尽量降低供电系统的电能损耗及维护费用。

此外,企业还要有足够的电能。这不仅要求电力系统或发电厂能提供充裕的电能,而且要求企业供电系统的各项供电设施具有足够的供电能力。

四、煤矿供电系统概况

矿山供电系统按照矿山类型的不同分为不同的形式,我国现阶段的矿山有矿井式和露天式,所以其矿山供电系统也不同,下面分别加以介绍。

(一) 矿井供电系统

矿井供电系统取决于井田范围、煤层倾角、埋藏深度、设计年产量、开采方式、涌水量及井下负荷等因素。矿井供电系统必须符合安全、可靠、经济的要求。

下面介绍矿井供电系统的类型。

1. 深井供电系统

埋藏深、倾角小、负荷大和涌水量大的矿井多采用将 6~10 kV 高压直接送入井下的供电方式,称为深井供电系统。这种供电方式由设于地面的矿山变电所引出 6 (10) kV 高压电缆,通过井筒送至井下中央变电所,然后从井下中央变电所沿敷设的高压电缆送到井下各高压用电设备和采区变电所,直至工作面配电点,形成地面变电所→中央变电所→采区变电所→工作面配电点的四级供电系统,如图 1-2 所示。

井底车场及附近的低压用电设备的供电由设在中央变电所的变压器降压后供给;采区内的低压用电设备的供电由采区变电所降压后供给。采区综采设备的高压由采区变电所或中央变电所的高压电缆供给;低压通常由采区变电所引出的高压电缆送至工作面附近工作面巷道的移动变电站降压后供给,若距离较近也可由采区变电所变压器降压后供给。

2. 浅井供电系统

埋藏浅 (100~200 m)、井田范围大、负荷小和涌水量不大的矿井可采用浅井供电系统,如图 1-3 所示。

浅井供电系统的特征是两级供电,高压电缆不下井。浅井供电主要有以下三种方式。

1) 井底车场及附近低压用电

井底车场及附近低压用电是经地面降压后,由低压电缆通过井筒送到井底车场配电所,再分配给各低压用电设备。井下架线电机车所用直流电源是由地面变电所整流后,将直流电用电缆沿井筒送到井底车场配电所供给的。

2) 采区负荷小且无高压设备

采区负荷小且无高压设备时,其用电是由地面变电所通过高压架空线将电能送到采区工作面地面上的变电室或变电亭,经就地降压后,用低压电缆经钻孔送到井下采区配电所,再由其分配给工作面配电点和低压用电设备。

3) 采区负荷大且有高压设备

采区负荷大且有高压设备时,使用高压电缆将高压电能经钻孔送到井下采区变电所,再由采区变电所分配供电。

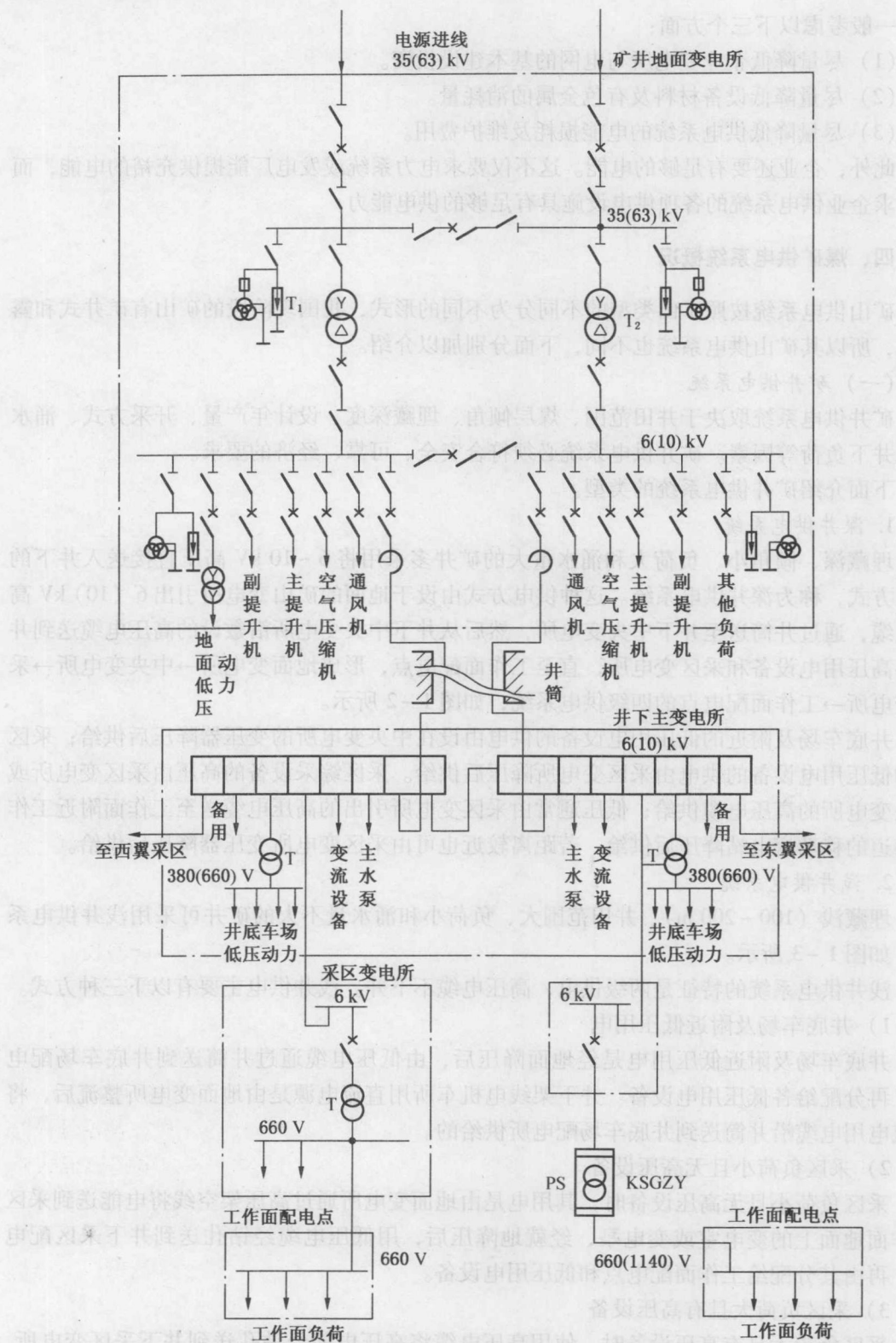


图 1-2 深井供电系统

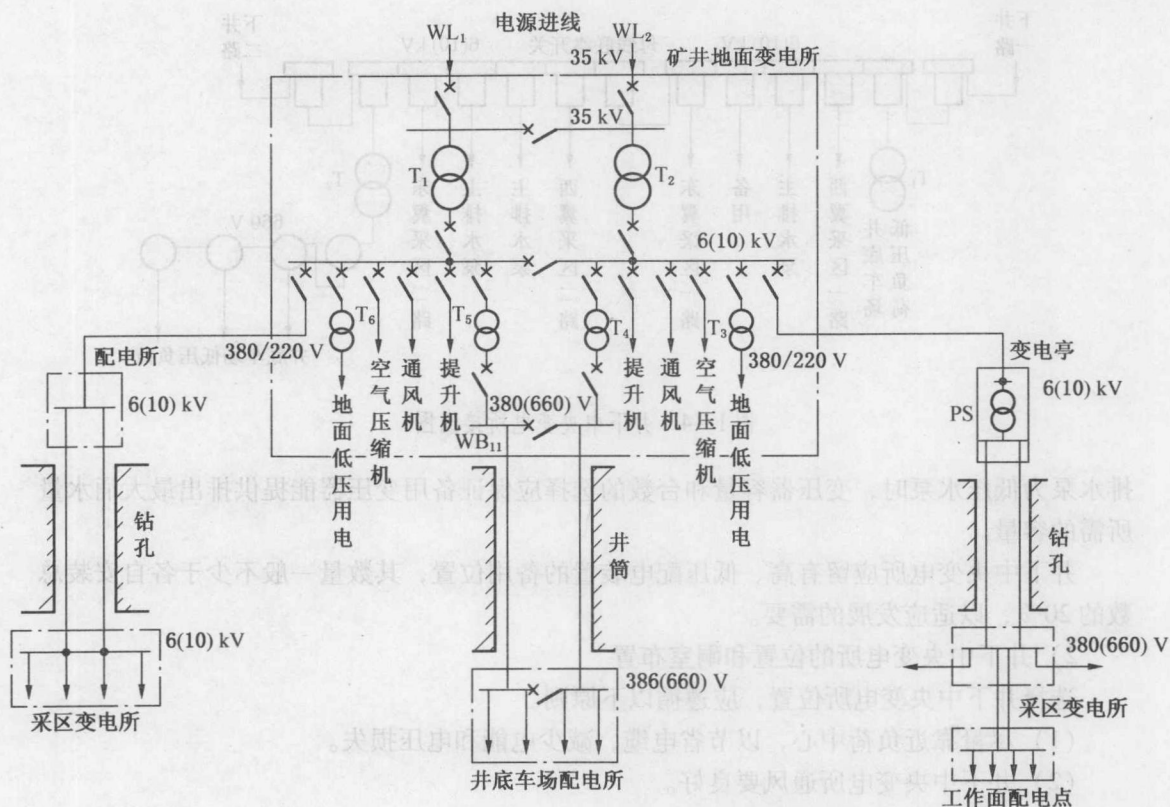


图 1-3 浅井供电系统

在浅井供电系统中,采区用电基本都是通过采区地面直通井下的钻孔完成的,所以也称为钻孔供电系统。为了防止钻孔壁塌落挤压电缆,钻孔中敷设有钢管保护,电缆穿过钢管送到井下采区。

浅井供电系统可节省井下价格昂贵的高压电气设备和电缆,并减少井下变电硐室的开拓量,经济、安全。不足之处是需打钻孔和敷设钢管,而且钢管使用完后不能回收。

矿井采用哪种供电方式,应根据矿井的具体情况并进行经济技术比较后确定。

3. 井下中央变电所

1) 井下中央变电所接线

井下中央变电所是井下供电的核心,担负着井下供电的重要任务,其接线如图 1-4 所示。接线原则:高压母线采用单母线分段方式,母线数与下井电缆数对应,各段母线通过高压开关联络。正常情况下,母线多采用分列运行的方式,当某一下井电缆出现故障时,才将联络开关闭合。

井下高压水泵是井下中央变电所的重要负荷,应分别接在母线各段上,以保证供电的可靠性。向采区供电的电缆也应分别接在母线各段上,这样当某段母线出现故障时不会造成全矿采区停电,影响煤矿生产。

井下电机车需要的直流电源通常采用硅整流装置,为了保证供电的可靠性,也应分别接在母线各段上。井底车场及附近低压动力和照明用电,一般设置两台变压器供电。当主

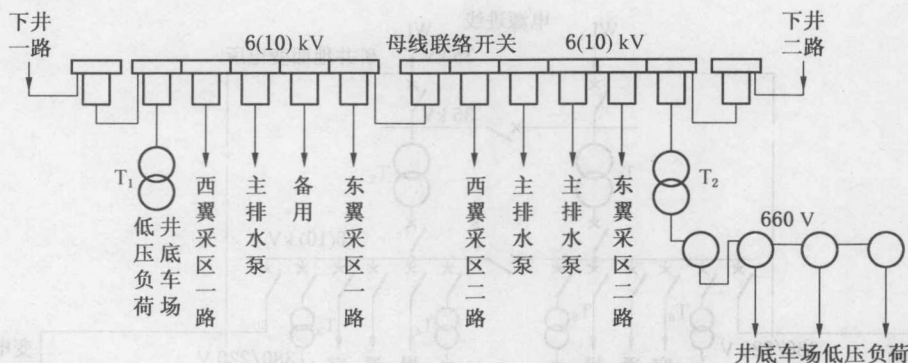


图 1-4 井下中央变电所接线图

排水泵为低压水泵时，变压器容量和台数的选择应保证备用变压器能提供排出最大涌水量所需的容量。

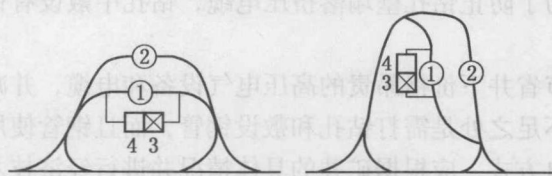
井下中央变电所应留有高、低压配电装置的备用位置，其数量一般不少于各自安装总数的 20%，以适应发展的需要。

2) 井下中央变电所的位置和硐室布置

选择井下中央变电所位置，应遵循以下原则。

- (1) 尽量靠近负荷中心，以节省电缆，减少电能和电压损失。
- (2) 井下中央变电所通风要良好。
- (3) 进出线方便，交通运输便利。
- (4) 井下中央变电所的顶底板要坚固，无淋水现象。

遵循以上原则，通常将变电所硐室设在井底车场附近，直接与中央水泵房相连，有条件时应与电机车用的变流所联合设置，如图 1-5 所示。



①—副井筒；②—主井筒；3—中央变电所；4—水泵房

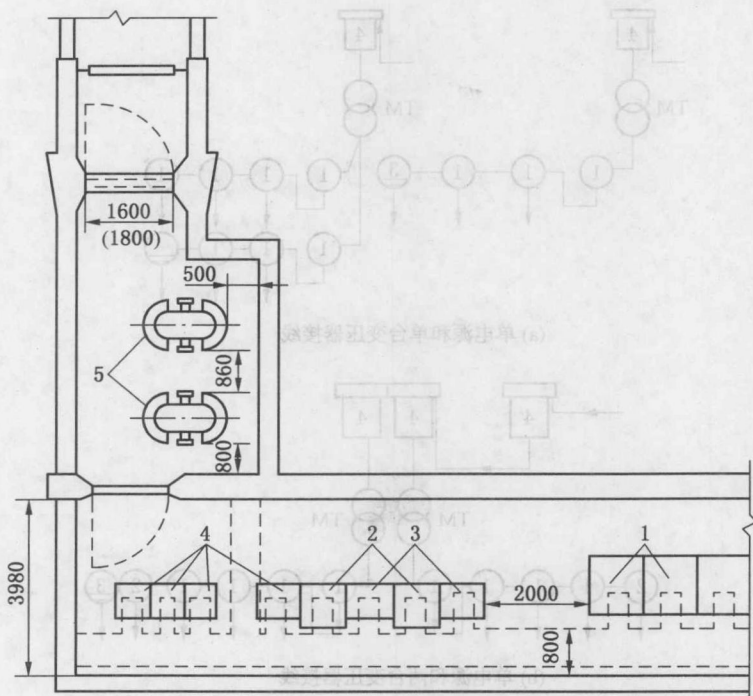
图 1-5 井下中央变电所的位置

井下中央变电所应特别注意防水、防火和通风问题。

为了防水，井下中央变电所的地面应比井底车场的轨道面标高高出 0.5 m。

为了防火，硐室应用耐火材料支护，出口 5 m 以内的巷道也用耐火材料支护；硐室内应用不带黄麻保护层的电缆；硐室还应设有沙箱和干式灭火器材。

井下中央变电所设备布置如图 1-6 所示。井下中央变电所的变压器与配电装置分开布置；高压配电装置与低压配电装置及直流设备也应分开布置；设备与墙壁间要留有 0.5 m 以上的过道。各设备之间应根据具体情况留设间距，或留 0.8 m 以上的间距，方便维护和检修。完全不需要从两侧或后面进行检修维护的设备，可以不留间隙放置。



1—高压配电箱；2—硅整流器柜；3—直流配电箱；4—低压配电装置；5—矿用变压器

图 1-6 井下中央变电所设备布置图

3) 采区变电所与移动变电站

采区变电所是采区供电的中心，其任务是将井下中央变电所送来的高压电变为低压电，并将此电能配送至采掘工作面及附近的用电设备。

(1) 采区变电所接线。

采区变电所接线如图 1-7 所示。由图可知，变电所每台动力变压器高压侧都装有一台高压配电箱，低压侧各装有一台总开关，采掘工作面及附近的供电都经过各电磁分开关配送出去。

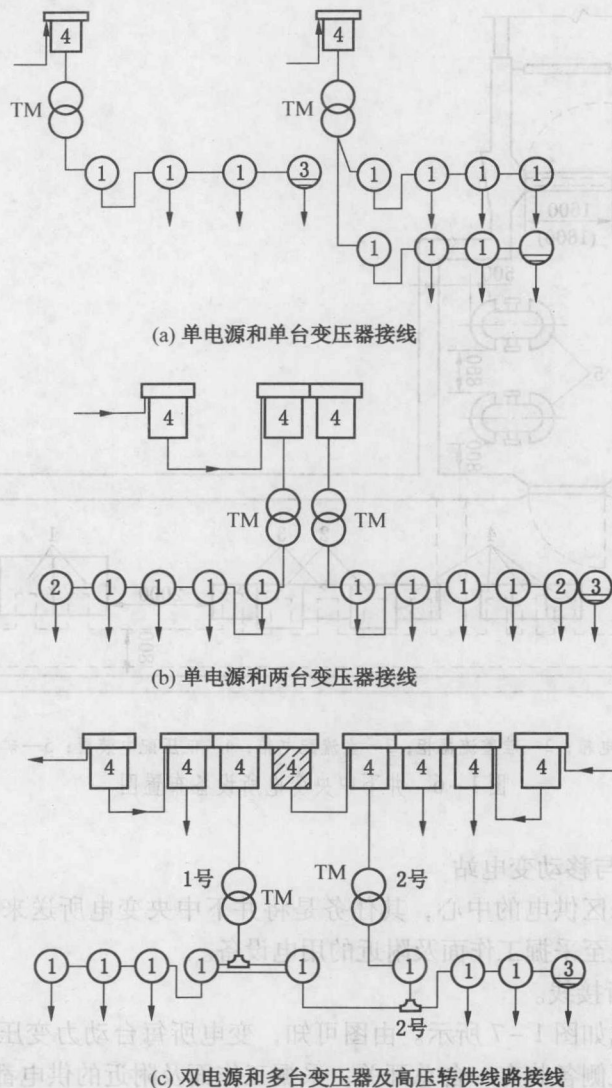
单电源进线的采区变电所，如变压器不超过两台且无高压配出线，可不设电源进线开关；否则，为了操作的方便，应设电源进线开关。

双电源进线的采区变电所，采用单母线接线时，应一路工作一路备用。若需同时工作，母线联络开关应断开，使两个电源回路分列运行。双电源进线适用于综采工作面或下山采区有排水泵的采区变电所。

采区变电所变压器通常采用分列运行的接线方式，低压侧各装有一台总馈电开关，各变压器形成独立的供电系统。

(2) 采区变电所位置和硐室布置。

采区变电所位置的确定原则同中央变电所类似，但根据采区生产的特殊性，还要求每个采区只设一个变电所对全采区供电，如不可能，也应尽量少设变电所，以减少变电所迁移的次数。因此，通常将采区变电所设置在采区装车站附近，或设置在上（下）山巷道与运输平巷交叉处或两条上（下）山巷道之间的中间位置。



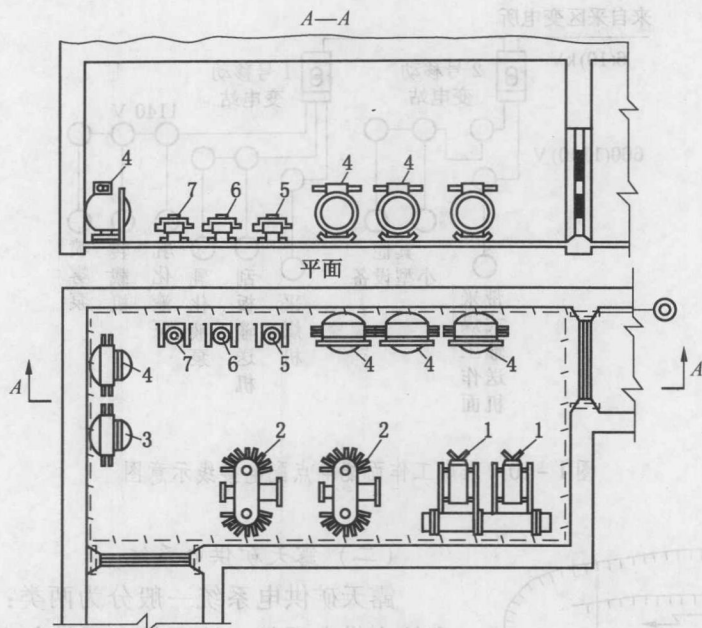
1—矿用低压隔爆自动馈电开关;2—矿用隔爆手动起动机矿用变压器;3—照明综合保护装置;4—矿用隔爆高压配电箱

图 1-7 采区变电所接线

采区变电所的防水、防火、通风等安全措施与中央变电所相同。硐室长度若超过 10 m, 应有两个出口, 以保证通风的良好。采区变电所设备布置如图 1-8 所示。变压器可与配电设备分开布置在同一硐室内; 高、低压设备应分开布置; 各设备间及与墙壁间根据实际需要可预留检修维护通道。

(3) 移动变电站。

由于综采工作面设备多, 容量大, 采区范围广, 回采速度快, 使用固定的采区变电所不经济, 也满足不了技术上的要求, 所以必须采用移动变电站。移动变电站是由特制的高压配电装置、干式变压器及低压配电装置组成的整体, 放置在车上, 可以移动, 一般距工作面 50 ~ 300 m, 工作面每推进 100 ~ 200 m, 移动一次。由于移动变电站高压进线电缆每 100 m 就采用防爆插销连接一次, 可以伸缩, 故低压供电距离一般小于 500 m。



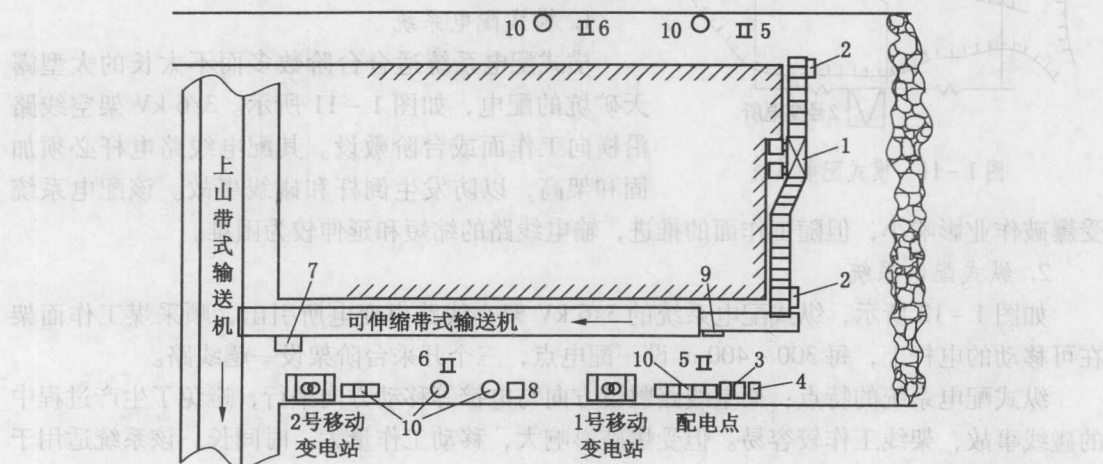
1—高压配电箱；2—矿用变压器；3、4—低压隔爆自动开关；5、6—隔爆手动起动器；7—照明综合保护装置

图 1-8 采区变电所设备布置

4) 工作面配电点

为了便于操作采掘工作面的电气设备，必须在工作面附近的巷道中设置控制开关和起动器，由这些装置组成的电气总体叫做工作面配电点。

工作面配电点分为采煤和掘进两种。采煤工作面配电点距采煤工作面 50 ~ 80 m；掘进工作面配电点距掘进工作面 80 ~ 100 m。工作面配电点也随工作面的推进而相应前移。图 1-9 和图 1-10 所示为采煤工作面配电点机电设备布置及配电接线示意图。



1—采煤机；2—刮板输送机；3—乳化液泵；4—喷雾泵；5—回柱绞车；6—调度绞车；
7—可伸缩带式输送机电动机；8—小水泵；9—转载机；10—矿用低压防爆开关

图 1-9 采煤工作面配电点机电设备布置示意图