

现代煤矿

XIANDAIMEIKUANGSHIYONGXIANCHANGLIUDA GONGJISHUCAOZUOBIAOZHONGGUOFAN

施工现场六大工技术操作标准规范

—— 机电工



吉林音像出版社

现代煤矿施工现场六大工 技术操作标准规范

——机电工

主编 李 冰(中国矿业大学教授 博士生导师)

吉林音像出版社

现代煤矿施工现场六大工技术操作标准规范

主编:李 冰

☆

吉林音像出版社

发 行:吉林音像出版社发行部

制 作:华韵影视光盘有限责任公司

出版时间:2004年3月第1版

版 号:ISBN 7-89998-865-4

总定价:1280.00元(1CD+配套资料六册)

前 言

煤矿安全生产与多方面因素有关,这其中,最重要的因素之一则是从事生产的一线工人水平的提高。活跃在施工现场的施工人员,他们是煤矿生产的组织者与实施者,他们的专业和背景不尽相同,加强对他们的技术和业务培训,一方面是提高他们的管理水平,再就是提高他们的专业技术素质,使他们真正成为综合素质优的一线技术骨干,这样才能使安全生产得到最为直接的保证。从另一个角度而言,煤矿企业要取得效益,最为根本的还是提高产量。生产单位应对施工人员进行岗位“应知、应会”教育,检查活动中应对现场技术人员的培训工作进行重点检查。针对今后保值保量生产,尤其是安全生产,加强施工现场技术人员的培训,提高全体工人的素质,是关键。

为了满足施工现场六大员对技术业务知识的需求,满足各地对这些基层技术人员的培训与考核,我们在深入调查研究的基础上,组织了有关施工、管理方面专家编写了这套丛书。它们是《采煤工》、《掘进工》、《安全工》、《爆破工》、《机电工》、《运输工》,书中主要介绍技术工人的专业技术知识、业务管理和安全操作,以及有关专业的法规、标准和规范等,是一套拿来就能教、能学、能用的实用工具书。本书着重反映施工项目现场作业与操作的重点环节,体现了项目实施过程中管理与技术的内容;注重基本知识、基本操作技能的反映,内容选择上本着够用、实用为原则;注重反映近年来所涌现的新技术、新材料、新工艺与新设备在工程中的具体应用;在编写上考虑了语言简练、叙述清楚循序渐进的原则,各分册内容体系相对完整,既可作为培训教材使用,也可供一线技术人员自学及作为技术操作工具书使用。

本书内容翔实、单本成册,集实用性和可操作性为一体;突出理论性与实践性紧密结合;内容循序渐进、深入浅出,理论叙述清晰、层次清楚,是煤矿生产单位进行安全生产所必不可少的工具书。

本书在编写过程中,得到了许多专家、教授和学者的大力帮助和支持,在此,向他们表示衷心地感谢!

编者
2004年3月

目 录

第一章 煤矿供电系统及供电设备	(1)
第一节 概 述	(1)
第二节 矿井供电系统	(6)
第三节 矿井供电设备	(10)
第二章 井下供电设计计算	(33)
第一节 概 述	(33)
第二节 变电所及配电点位置的确定	(36)
第三节 负荷统计及变电所容量选择	(37)
第四节 采区供电系统的拟定	(44)
第五节 井下低压电缆选择	(46)
第三章 煤矿电网保护	(59)
第一节 漏电保护	(59)
第二节 过电流保护	(63)
第三节 保护接地	(67)
第四节 综合保护装置	(71)
第四章 煤矿安全用电技术	(75)
第一节 漏电与触电	(75)
第二节 过电压保护	(87)
第三节 静电及其防护	(97)
第四节 电火灾及其预防	(100)
第五章 煤矿机械设备的电气控制	(103)
第一节 采掘机械的载波控制系统	(103)
第二节 小绞车电气控制系统	(120)
第三节 井矿井提升机 KKK 电控系统	(125)
第六章 矿井照明	(139)
第一节 概 述	(139)
第二节 常用照明术语	(140)
第三节 电光源及其用途	(143)
第四节 矿用照明器	(146)

第五节	矿井照明灯的选择	(148)
第六节	照明供电网络	(150)
第七章	矿井防爆电气设备	(153)
第一节	防爆电气设备的型式及选用	(153)
第二节	矿用隔爆型电气设备的失爆	(159)
第三节	真空开关技术	(165)
第四节	井下隔爆电气设备的检查和维护	(173)
第五节	低压隔爆开关防爆性能的标准和要求	(183)
第八章	变压器和电动机使用与维修	(187)
第一节	变压器与交直流电动机	(187)
第二节	电动机及机电设备的使用维护与检修	(208)
第九章	煤矿采掘运设备的安全使用与维修	(219)
第一节	采煤机的安全使用	(219)
第二节	刮板输送机的安全使用	(229)
第三节	掘进机的安全使用	(238)
第四节	装载机的安全使用	(244)
第十章	煤矿信号与通信	(253)
第一节	概 述	(253)
第二节	井下信号设备	(254)
第三节	采区信号系统	(258)
第四节	矿山电话通信	(261)
附录:机电工技术操作规程		(271)
	提升机司机	(271)
	数控提升机司机	(276)
	主通风机司机	(280)
	主排水泵司机	(284)
	空气压缩机司机	(287)
	主要胶带输送机司机	(291)
	矿井大型设备维修电工	(293)
	矿井大型设备维修钳工	(295)
	电气设备操作工	(297)
	起重工	(299)
	钢丝绳检查工	(302)
	井筒装备维修工	(304)

外线电工	(306)
内线电工	(310)
地面变电所值班员	(313)
变电所检修工	(318)
井下配电工	(320)
电气试验工	(322)
电缆修理工	(326)
小型电器修理工	(328)
防爆检查员	(329)
矿井安装电工	(331)
矿井维修电工	(333)
井下机械安装工	(336)
矿井维修钳工	(339)
矿灯工	(341)
蒸汽锅炉司炉工	(346)
热水锅炉司炉工	(350)
锅炉管道工	(354)
锅炉维修工	(357)
锅炉水质化验工	(360)
信号工	(362)
把钩工	(366)

第一章 煤矿供电系统及供电设备

第一节 概 述

一、电力系统

电能以功率形式表达时,俗称电力。电力由各种形式的发电厂产生,经过输送、变换和分配,到达分散的电能用户,这些生产-传输-分配-消费的环节,组成了一个有机的整体,叫做电力系统。

典型的电力系统如图 1-1 所示,其中各种标准图符号的含义见表 1-1

下面扼要介绍电力系统的各主要环节。

1. 发电厂

发电厂是把其它形式能量转换成电能的场所。这里其它能量系指燃料的热能、水流的位能或动能、核燃料的核能等。一般在能源丰富的地方建立发电厂。

常根据所用能源的不同,将发电厂加以分类,例如将使用热力作动力的,称为火力发电厂;将使用水力作动力的,称为水力发电厂等。近年来,我国为合理开发和利用能源,在煤炭资源集中的地区兴建了大型坑口电站,实行煤电综合开发,以减轻煤的运输量。

在发电厂中,由发电机产生的电能电压较低(10kV 及以下),它除供附近用户直接使用外,一般要先经厂内的升压变电站转换成高压,再送至外界的高压电力网。

2. 变电所

变电所是汇集电能、变换电压的中间环节,它由各种电力变压器和配电设备组成。不含电力变压器的变电所称为配电所。

可按不同标准将变电所分类。按用途分:有升或降压变电所、联络变电所、工矿企业变电所、农村变电所、整流变电所和电车变电所;按其在电力系统中的地位分:有枢纽变电所、穿越变电所和终端变电所;按供电范围分:有区域变电所(一次变电所)及地区变电所(二次变电所)等。

矿山供电系统中的矿区变电所属于地区变电所,它接受枢纽(或区域)变电所降压后的 110kV 电能,经降压后的 35kV 电能送至矿山地面变电所。矿山地面变电所多属终端或穿越变电所,它将电压降为 6~10kV 后,向额定电压为 10kV 及以下的用电设备供电。

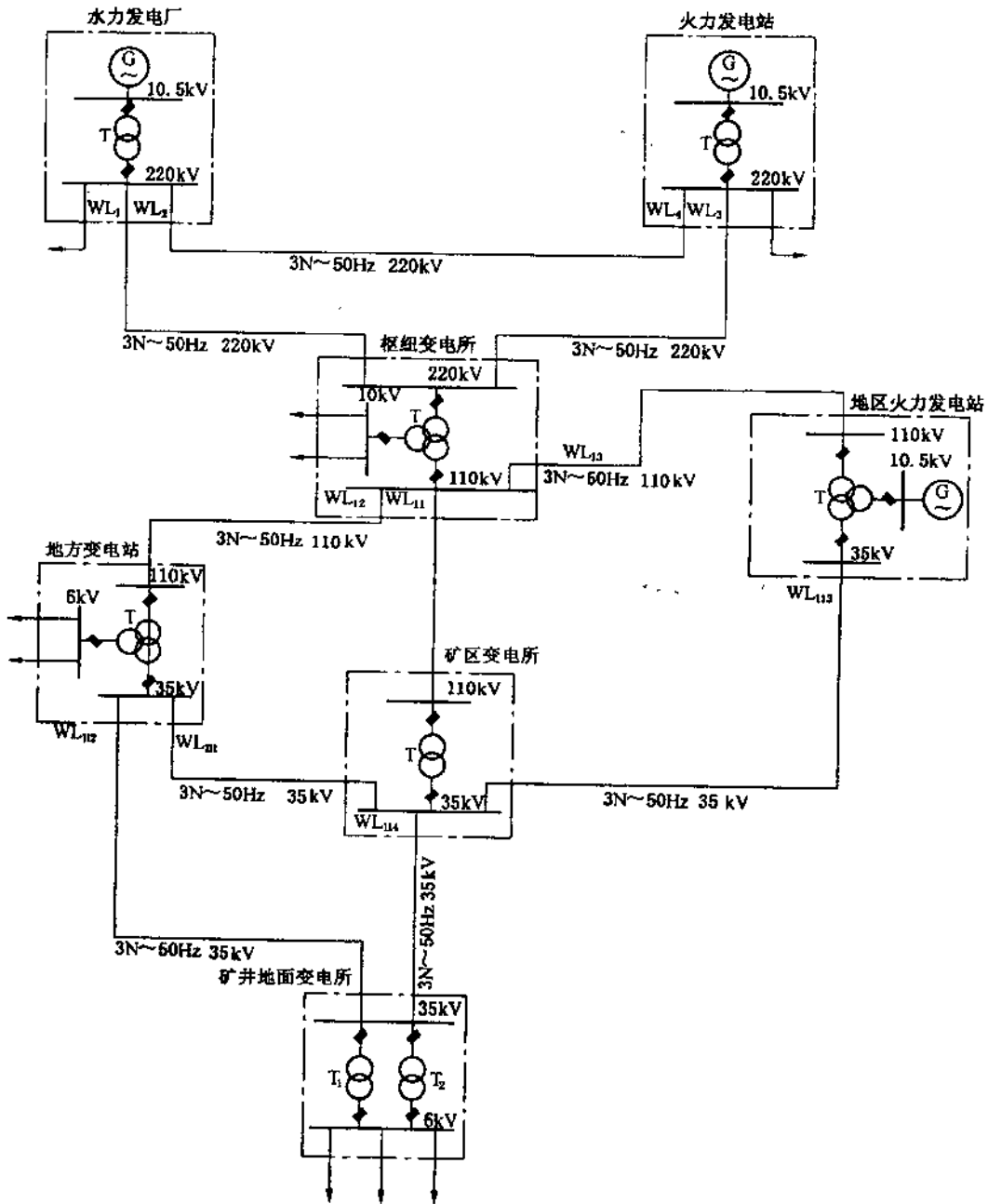
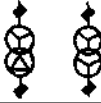





















图 1-1 典型的电力系统

3. 电力网

电力网主要由各种变电所及各种等级的电力线路组成,是电力系统的重要组成部分,担负着输送、变换和分配电能的任务。

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 (TV)	
熔断器 F (FU)		电压互感器 (三相电压变) T (TV)	
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	

一般根据电压等级的高低,将电力网分成低压、高压、超高压和特高压几种。电压在1kV以下的电力网为低压电网;3~330kV的为高压电网;330~1000kV的为超高压电网;1000kV以上的为特高压电网。

二、电力系统的额定电压

1. 额定电压

能使受电器(电动机、白炽灯等)、发电机、变压器等正常工作的电压,称为它们的额定电压。当电力设备按额定电压运行时,一般可使其技术性能和经济效果为最好。

2. 额定电压等级

根据国民经济发展的需要、技术经济的合理性、电力设备制造工业的水平等因素,由国家统一规定额定电压,具有非常重要的意义。它可使电力设备的生产实现标准化及系列化,有利于电网的建设和运行。由国家规定的标准额定电压称为额定电压等级。

根据煤矿生产的特殊条件,有关部门制定了煤矿常用电压等级及其用途,见表1-2。

表1-2 煤矿常用电压等级及应用范围

电压(kV)	应 用 范 围	备 注
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钻	
0.22	矿井地面照明	
0.25	电机车	直 流
0.38	地面及井下低压动力	现有小型煤矿井下用
0.5	电机车	直 流
0.66	井下低压动力	
0.75	露天煤矿工业电机车	直 流
1.14	井下综合机械化采区动力	
1.5	露天煤矿工业电机车	直 流
6	井上、下高压电机及配电电压	
10	井上、下高压电机及配电电压	正在研究实验
35及60	一般用于矿区配电或受电电压	
110	主要作矿区受电电压,大型矿区也作配电电压	

三、电力负荷分级及对供电的要求

1. 电力负荷分级

电力负荷是决定电力系统规划、设计、运行以及发电、送电、变电布局的主要依据。根据对供电可靠性要求的不同,矿山电力负荷可分成以下三级。

(1)一级负荷

凡因突然中断供电,将造成生命危害;导致重大设备破坏难以修复;打乱复杂的生产过程并使大量产品报废,给国民经济造成重大损失者,均属一级负荷。例如在涌水量大的矿井中,若主排水泵因供电突然中断而停转,则会导致地下水大量涌出,因而有可能淹没矿井,造成长期停产,故此类负荷当属一级。又如在有爆炸、火灾危险的矿井中,如因供电中断使主通风机停止运转,则有害气体将可能积聚超限,从而使操作人员会因缺氧窒息而死亡,并可能造成爆炸伤亡,故此类负荷亦属一级。此外,对具有瓦斯爆炸或水患危险的矿井,其竖井载人提升机及其配套的辅助高低压用电设备,均应列为一级负荷。

对属于一级负荷的设备,为使其可靠运行,采用两个独立电源供电,以保证一回供电线路发生故障或检修时,另一回路仍能继续供电,保证供电不中断。具备下述两个条件的发电厂或变电所的不同母线段,均属独立电源。

①每段母线的电源来自不同的发电机,且以后的输、变、配电各环节又均为分列的;

②母线段之间无联系,或虽有联系,但当其中一段发生故障时,其联系能自动断开,并且并不影响另一段继续供电。

(2)二级负荷

凡因突然中断供电,将造成大量减产,产生大量废品,大量原材料报废,使工业企业内部交通停顿的,均属二级负荷。例如大型矿井的地面空气压缩机,煤矿中的提、运设备,大型矿井井底车场整流设备,向综采工作面供电的采区变电所,井筒防冻设备,选煤厂浓缩机选矿、烧结等厂的主要生产流程中的运转设备以及保证主要流程所需的部分照明设备等,均属二级负荷。

对属于二级负荷的设备,应由两回线路供电,但若在取得两回线路有困难时,亦可由一回专用线路供电。对井下普采或高档普采工作面供电的采区变电所电源线,也可采用一回专用电缆。

(3)三级负荷

凡不属于一、二级负荷的用电设备,均列为三级负荷。此类负荷一般对供电无特殊要求,可设单一回路供电。

2. 电力负荷对供电的基本要求

(1)保证供电的安全可靠性

供电的可靠性是指供电系统不间断供电的可能程度。

为保证供电系统的可靠性,首先需保证系统中各设备、元件的可靠运行,为此就应经常对它们进行监视、维护,定期进行试验和检修,以使之始终处于完好的运行状态,并应在系统中备有必要的备用容量,以应急用。

针对矿井生产的高粉尘、高湿、有易爆、有害气体的特殊环境,为确保其供电安全,必须采取防触电、防爆、防潮、抗磨损等一系列技术措施,正确选用设备、拟制供电系统方案,并特别加强保护措施,经常进行维修。

(2)保证电能的良好质量

这一条主要是指应将供电系统中交流电的电压幅值和频率保持在一定允许变动范围内,并使其波形畸变在允许范围之内。

当电力设备的端电压与额定电压之差超过允许值时,它的运行状态就要恶化。电力用户供电电压允许变化范围见表 1-3。

表 1-3 电力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	线路额定电压 U_N	电压允许变化范围
35kV 及以上	$\pm 5\% U_N$	10kV 及以上	$\pm 7\% U_N$	低压照明	$+5\% U_N \sim -10\% U_N$

交流电频率的变化不仅影响电力用户的正常作业(例如当其降低时,电动机的转速将随之下降,因而使所带动的机器或机械的生产率降低),而且还对系统本身有严重危害。我国规定,电力系统的频率应经常保持在 50Hz 左右,同时规定:对 3000kW 及其以上的系统,频率偏差不应超过 $\pm 0.2\text{Hz}$;而对 3000kW 以下的系统,则不超过 $\pm 0.5\text{Hz}$ 。

(3) 保证供电系统运行的经济性

经济性涉及的范围很广,比如使系统在运行中尽量减少损耗、提高效率,使系统尽可能做到成本低,节约建设投资等。

总之,要在保证安全生产和安全用电的前提下,使用户得到可靠、优质、经济的电能,并且在保证技术、经济指标符合要求的同时,使系统尽可能达到结构简单,便于安装、维护,易于操作。

第二节 矿井供电系统

矿井供电方式取决于矿区范围、采用机械化方式、矿层结构、采煤方法、矿层埋藏深浅、井下涌水量大小等因素。目前主要有深井、浅井、平硐三种典型供电方式,下面分述它们的构成和特点。

一、深井供电系统

对于矿层埋藏深、倾角小,采用立井和斜井开拓,生产能力大的矿井,多采用如图 1-2 所示的供电系统,它属深井供电系统。

在图 1-2 所示的供电系统中,6kV 高压电能从矿山地面变电所的母线引出,先借沿井筒敷设的铠装电缆传送至井下主变(配)电所,再送到采区变电所或移动变电站降压,所得 660V(或 380V)、1140V 低压电能,再经采掘工作面配电点,向采掘机械等设备供电。

在深井供电系统中,地面变电所既可直接经分段母线配出两条(一条工作,一条备用)电缆线路,向地面大容量高压用电设备(如主、副井提升机、通风机、压气机等)提供可靠的高压电能,又可经降压变压器向地面小容量用电设备(如机修车间、锅炉房等)及照明装置提供

220/380V 的低压电能。其井下主变(配)电所既可向井底车场的主要用电设备(如主排水泵、牵引变流所等)提供高压电能,又可向井下低压动力设备(如推车器、翻车器、小水泵、清理水仓绞车和照明变压器等)提供 220/380V 的低压电能。

在井下,由于一、二级负荷一般占大部分,故依《煤矿安全规程》规定,对井下各水平中央变(配)电所、主排水泵房和下山开采的采区排水泵房供电的线路,不得少于两回路。当任一回路停止供电时,其余回路应能担负全部负荷。

为便于在井筒中安装和敷设,一般要求下井电缆的截面不超过 120mm^2 。如果采用两条满足前述要求的下井电缆仍不能达到供电要求时(例如因井下涌水量大,排水设备多,负荷大时),则可采用三条甚至更多条电缆。

二、浅井供电系统

对于矿层埋藏不深(距地表 100~200m 内)的情况,出于经济和运行方便的考虑,井下不设中央变电所,井下电力设备多由低压供电,此时多采用借助钻孔或辅助风井将电能送至井下的浅井供电系统,如图 1-3 所示。

根据不同情况,浅井供电系统可作如下安排:

(1)对于采区距井底车场较远(超过 2km)、井下负荷小、涌水量不大的矿井,可先经架空线路,将 6~10kV 高压电能由地面变电所送至与采区位置相应的地面变电亭(或移动变电亭);经该亭降至 380V 或 660V 后,再借沿钻孔敷设的低压电缆,向井下采区变电所供电。此时,对井底车场的低压用电,可直接由地面变电所的低压母线提供。

对于短期内并不计划进行深部开采的矿井,也可采用浅井供电系统。

(2)当采区负荷小而井底车场负荷大时,对井底车场的供电,可借沿井筒敷设的高压下井电缆提供;而对采区的供电,则可借沿钻孔套管敷设的低压下井电缆提供。

(3)对于采区巷道很长、负荷又大,有时不能靠由地面变电亭送低压电至采区和工作面,保证正常电压的情况,可先经高压架空线路,将电能送至与采区地面位置相应的配电点,并借经钻孔敷设的高压电缆,向井下采区变电所供电,然后再由该变电所降压,向工作面提供低压电能。

对于有高压排水泵的井底车场,一般均需敷设上述高压下井电缆。

三、平硐开采的供电系统

当矿层埋藏较浅(低于 100m)、分布范围较广时,往往采用平硐开采的供电系统。此时,对于其深部的用电设备,可利用在小风井、斜井或钻孔附近设置的地面变电亭提供低压电能。当需要向平硐提供直流电时,可先经地面变电所整流,再用电缆下送。至于对平硐开拓且井深在 150m 的用电设备供电,其系统则与深井供电的相同,此时往往在盲井口附近设立一个地面主变(配)电所,其各道(段)是否设置井下主变(配)电所,需视具体情况而定。

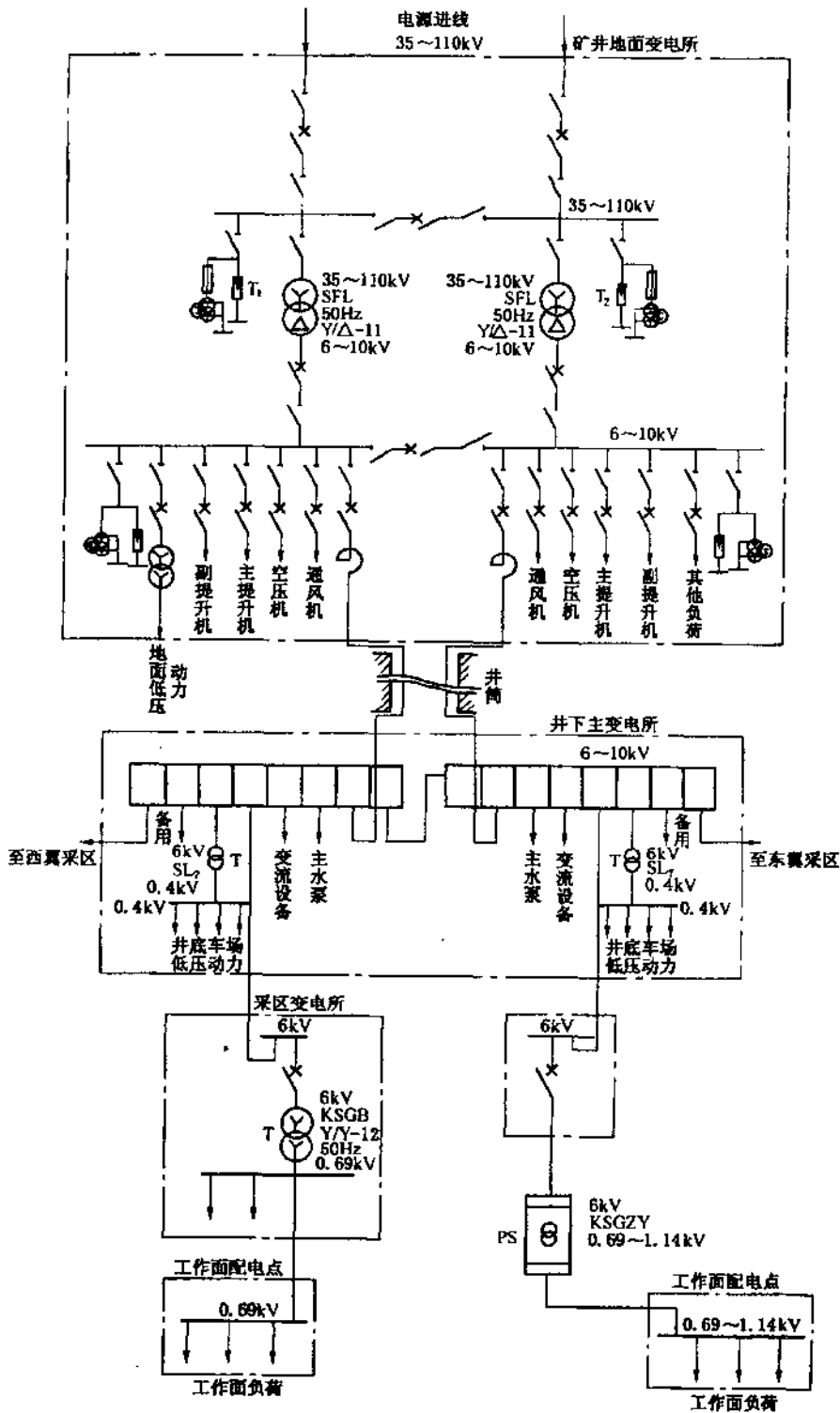


图 1-2 典型矿井供电系统

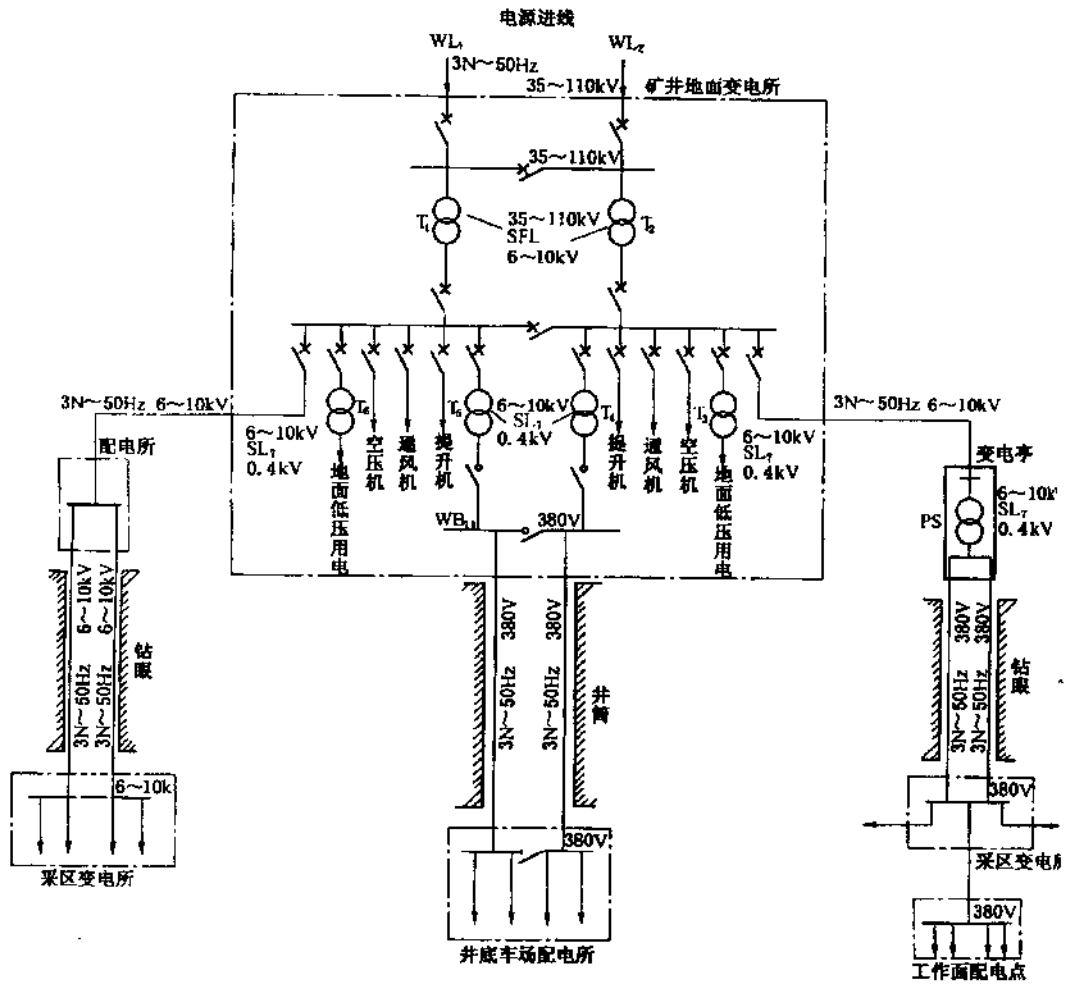


图 1-3 浅井供电系统

综上所述可知,作为浅井与深井供电方式的主要不同点,是用前者中的井底车场配电所代替后者中的井下主变电所,并由井底车场配电所直接向附近的用电设备供电。采用钻孔敷设电缆的优点是:(1)将由矿井地面变电所至采区变电所的电线路换成可靠的架空线路,节约了有色金属和投资;(2)井下巷道中没有高压电缆,使人员和设备更加安全;(3)减少了井下变电所调室的开拓量;(4)在有瓦斯、煤尘爆炸危险的采区中,由于将变电亭设在地面,就使防爆高压配电箱和矿用变压器的用量达到了最低限度。它的缺点是:(1)需要进行钻孔、下套管工作,且套管不能回收;(2)需要架设高压架空线、修建变电亭;(3)冬季施工和维护困难。

当将采区变电所设在地面时,如变压器容量小于 180kVA,则可将其装在钻孔附近的木杆上;面若超过这个容量时,则可将其装在木制(应防火)或砖制的变电亭内,或专用围墙内。

为满足有关规程要求,对“经由地面架空线路引入井下的供电线路(包括电机车架线),

必须在入井处装设避雷装置”，以免其遭雷击和引起井下电火灾害，且在具体施工时，线路两端均需装设避雷装置，其型号以管型的为宜。

由变电亭向井下敷设的电缆，要穿过内径为 120 ~ 150mm 的钢管。为承担电缆的重量，要将每条电缆与吊挂它用的钢丝绳绑在一起。

根据开采程序及矿层结构，有时也分别在先期或后期，采用深、浅井两种不同的供电方式。

第三节 矿井供电设备

矿井的供电设备主要有变压器、高压配电装置、移动变电站和馈电开关等。

一、矿用变压器

1. KSJ 型矿用变压器

这种变压器为矿用三相油浸自冷式动力变压器，外形如图 1-4 所示。其铁芯组与普通变压器一样，只是在外部结构上有所不同。

KSJ 型变压器的结构特点是：

- (1) 外壳坚固，机械强度高，尺寸小；
- (2) 进、出线采用电缆接线盒，以免触电和产生电火花；
- (3) 不设油枕，在油箱上面留有供油膨胀的空间，以免油枕与油箱间的连管堵塞后发生爆炸；
- (4) 为了便于搬运，变压器底部设有滚轮，可在 600mm 和 900mm 的轨道上运行，并允许在水平夹角不超过 30° 的斜坡上移动；

(5) 变压器高压绕组设有调节二次电压 $\pm 5\%$ 的抽头，如图 1-5 所示，当电源电压长期低于 95% 的额定电压时，把抽头调节到 -5% 上，以保证低压侧电压正常；反之，当电源电压长期高于 105% 的额定电压时，把抽头调节到 +5% 上，以保证低压侧电压不过高。

2. KSGB 型矿用隔爆干式电力变压器

这是千伏级移动变电站的主变压器，也可作独立变压器用，适用于有瓦斯、煤尘爆炸危险的矿井。它可将 6kV 电压降为 1200V 或 690V。其结构外形近似长方形，箱壳由高强度瓦楞钢板焊接成，机械强度高，散热面积大。箱壳焊死在拖撬上。拖撬下设有滚轮，移动方便。根据容量不同，有大盖在外壳两端和上部两种不同结构。变压器两端设有两个独立的高、低压隔爆接线腔，腔内装有高、低压套管，供相应的电缆引线用。接线腔分别通过隔爆法兰面与高、低压开关连接。

变压器为空气自冷式，铁心材料采用具有晶粒取向低损耗冷轧硅钢片、斜接缝结构，容量为 315 ~ 1000kVA 的采用 H 级绝缘材料，线圈由聚酰亚胺复合漆色铜线绕制，可长期在 180℃ 温度下运行。在额定条件下，变压器各部分的温升限值在 125℃ 内（200kVA 容量的为