



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

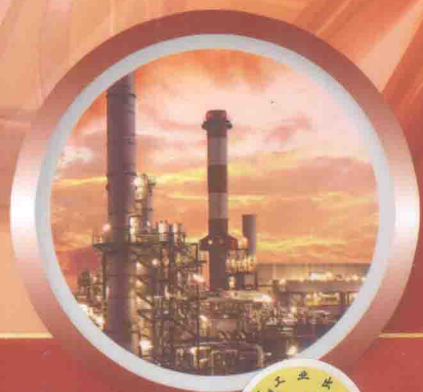
矿山供电技术

张文荣◎主编

KUANGSHAN GONGDIAN JISHU



配教学资源



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

矿山供电技术

主 编 张文荣
副主编 张永宁 沈兆振
参 编 张 立 成 洋 郭鸿奇 方章英
主 审 郭 雨



机械工业出版社

本书是“十二五”职业教育国家规划教材,是根据《教育部关于“十二五”职业教育教材建设的若干意见》及教育部新颁布的《高等职业学校专业教学标准(试行)》,同时参考矿井维修电工职业资格标准编写的。全书共分八个单元,内容包括矿山供电系统;负荷计算;短路电流;电气设备选择及运行操作;供电线路及运行维护;供电系统的继电保护;井下供电系统及矿用电气设备;供电安全技术。每个单元都有相关知识和技能训练两个部分,各单元末附有思考与练习题,书末附有部分习题的参考答案。

为便于教学,本书配套有电子教案、助教课件等教学资源,选择本书作为教材的教师可登录 www.cmpedu.com 网站,注册、免费下载。

本书可作为高等职业院校、成人教育院校矿山机电、电气自动化技术、供用电技术、机电一体化技术等专业教材,也可作为矿山供电高技能人才的岗位培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

矿山供电技术/张文荣主编. —北京:机械工业出版社,2015.3
“十二五”职业教育国家规划教材
ISBN 978-7-111-49314-3

I. ①矿… II. ①张… III. ①矿山供电-高等职业教育-教材
IV. ①TD61

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第027185号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:汪光灿 责任编辑:汪光灿 王 荣 版式设计:霍永明
责任校对:陈 越 封面设计:张 静 责任印制:刘 岚
北京中兴印刷有限公司印刷
2015年5月第1版第1次印刷
184mm×260mm·13.25印张·326千字
0 001—2 000册
标准书号:ISBN 978-7-111-49314-3
定价:30.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务 网络服务
服务咨询热线:010-88379833 机工官网:www.cmpbook.com
读者购书热线:010-88379649 机工官博:weibo.com/cmp1952
教育服务网:www.cmpedu.com
封面防伪标均为盗版 金书网:www.golden-book.com

前 言

本书是按照教育部《关于开展“十二五”职业教育国家规划教材选题立项工作的通知》，经过出版社初评、申报，由教育部专家组评审确定的“十二五”职业教育国家规划教材，是根据《教育部关于“十二五”职业教育教材建设的若干意见》及教育部新颁布的《高等职业学校专业教学标准（试行）》，同时参考矿井维修电工职业资格标准编写的。

本书主要介绍矿山供电系统，负荷计算，短路电流，电气设备选择及运行操作，供电线路及运行维护，供电系统的继电保护，井下供电系统及矿用电气设备，供电安全技术等内容。本书编写过程中力求体现“学生好学，教师好教，简明实用，重在应用”的特色。本教材编写模式新颖，教材编写中设计了体现职业岗位要求的不同栏目，如明确提出每个单元的“教学目标”包括“知识目标”和“技能目标”，安排了“课题相关知识学习”、“技能训练”等体现职业岗位实际需求的栏目，从现实生产中的实际入手编写“思考与练习”内容，使学生应用所学知识、技能解决实际问题。

为了更好地方便教学，本书给出了学时分配建议。各专业可以根据专业要求和教学具体情况选学不同的内容。技能训练的内容，每个学校可根据实践条件和专业需求做出调整或改变。学时分配参考下表：

序 号	内 容	建议学时(含技能训练)
1	矿山供电系统	10
2	负荷计算	8
3	短路电流	8
4	电气设备选择及运行操作	12
5	供电线路及运行维护	12
6	供电系统的继电保护	12
7	井下供电系统及矿用电气设备	10
8	供电安全技术	12
9	其他	6
	合计	90

全书共分八个单元，由河北能源职业技术学院张文荣主编。具体分工如下：第一单元、第三单元、第一单元至第八单元的技能训练及思考与练习由张文荣编写；第二单元课题一至课题三由陕西能源职业技术学院成洋编写；第四单元由江苏徐州机电工程高等技术学校沈兆振

编写；第五单元课题一至课题三、第五单元课题五和课题六、第六单元、第七单元课题三、第八单元课题三及课题四由煤炭科学研究院唐山分院张永宁编写；第五单元课题四由安徽矿业职业技术学院方章英编写；第七单元课题一及课题二由山西雁北煤炭工业学校郭鸿奇编写；第八单元课题一及课题二由安徽矿业职业技术学院张立编写。

编写过程中，编者参阅了国内外出版的有关教材和资源，得到了主审郭雨老师和煤矿企业技术人员的有益指导，在此一并表示衷心感谢！

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

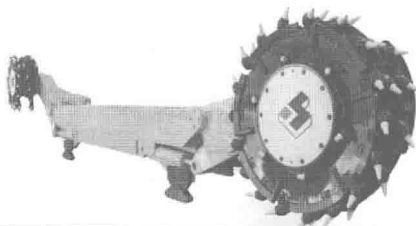
前言

第一单元 矿山供电系统	1
课题一 电力系统基本知识	1
课题二 工矿企业供电系统	5
课题三 供电系统的中性点运行方式	12
技能训练 矿山地面供电系统的结构、组成和运行认知	14
思考与练习	15
第二单元 负荷计算	17
课题一 工矿企业负荷计算	17
课题二 功率因数的提高	23
课题三 变压器的选择	25
技能训练 车间负荷统计	30
思考与练习	32
第三单元 短路电流	33
课题一 短路电流计算	33
课题二 电气设备及导体的短路校验	40
技能训练 电力电缆故障探测	43
思考与练习	44
第四单元 电气设备选择及运行操作	46
课题一 电气设备的选择原则	46
课题二 高压电气设备	47
课题三 互感器	61
课题四 低压电气设备	68
技能训练 1 高压电器的认识与操作	74
技能训练 2 低压电器的认识与脱扣试验	75
思考与练习	77
第五单元 供电线路及运行维护	78
课题一 电力线路概述	78
课题二 架空线路导线截面积的选择	84
课题三 高压电缆导体截面积的选择	89
课题四 采区低压电缆主芯线截面积的选择	91
课题五 电力线路的运行维护	98
课题六 矿用电缆的使用及故障处理	101

技能训练 矿用电缆的认识、测量与接线	104
思考与练习	107
第六单元 供电系统的继电保护	108
课题一 继电保护概述	108
课题二 电力线路的继电保护	118
课题三 电力变压器的继电保护	126
课题四 微机保护	132
技能训练 定时限过电流保护试验	135
思考与练习	137
第七单元 井下供电系统及矿用电气设备	139
课题一 井下供电系统	139
课题二 矿用电气设备的类型	145
课题三 矿用电气设备	147
技能训练 隔爆型煤电钻综合保护装置性能试验	169
思考与练习	171
第八单元 供电安全技术	172
课题一 触电的预防	172
课题二 漏电保护	180
课题三 保护接地与接零	184
课题四 过电压及其保护装置的选用	191
技能训练 1 人体阻抗的认识和测试	199
技能训练 2 保护接地系统安装	200
思考与练习	202
部分习题参考答案	203
参考文献	205

第一单元

矿山供电系统



【教学目标】

知识目标：

熟知电力系统组成及煤矿常用供电电压等级。

理解煤矿对供电的要求。

熟悉供电系统的接线方式。

技能目标：

能识读供电系统图。

能确定变电所的主接线方案。

课题一 电力系统基本知识

电力是现代化企业生产的主要能源。企业的电气化为生产过程的机械化和自动化创造了有利条件，现代化的煤矿生产机械无不以电能作为直接（用电动机拖动）或间接（用气压驱动）的动力，工矿企业的照明、通信、信号等场合也都离不开电能。工矿企业所需的电能绝大多数由公共电力系统供给。

一、电力系统的概念

由发电厂、电力网和电能用户组成的一个发电、输电、变配电和用电的整体，称为电力系统，如图 1-1 所示。

电力系统中的各级电压线路及其联系的变配电所，称为电力网。电力网是电力系统的重要组成部分。电力网的作用是将电能从发电厂输送并分配到电能用户。从发电厂到用户的送电过程如图 1-2 所示。

1. 发电厂

发电厂是将自然界蕴藏的多种形式的能源转换为电能的特殊工厂。发电厂的种类很多，一般根据所利用能源的不同分为火力发电厂、水力发电厂、原子能发电厂。此外，还有风力、地热、潮汐、太阳能等发电厂。

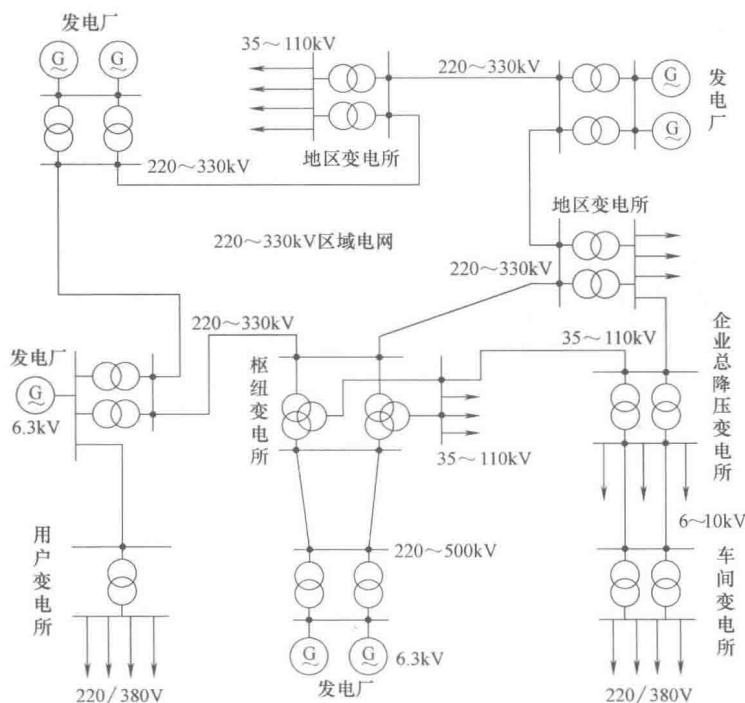


图 1-1 电力系统示意图

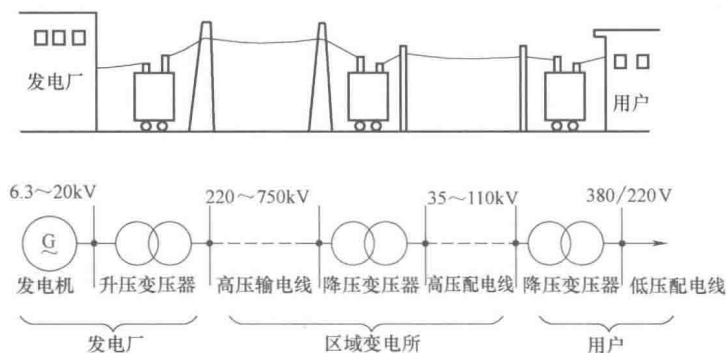


图 1-2 从发电厂到用户的送电过程示意图

2. 变配电所

变电所是接受电能、变换电压和分配电能的场所；配电所只用来接受和分配电能，不承担变换电压的任务。变电所又可分为升压变电所和降压变电所两大类。升压变电所的任务是将低电压变换为高电压，一般建在发电厂；降压变电所的任务是将高电压变换到一个合理的、降低了的低电压等级，一般建在靠近用电负荷中心的地点。厂矿变配电所一般建在厂矿内部。

3. 电力线路

由于各种类型的发电厂多建于自然资源丰富的地方，一般距电能用户较远，所以需要各种不同电压等级的电力线路，将发电厂生产的电能源源不断地输送到各电能用户。电力线路

的作用是输送电能，并把发电厂、变配电所和电能用户连接起来。电力线路按电压高低分为高压线路和低压线路；按结构方式可分为架空线路和电缆线路；按传输电流的种类又可分为交流线路和直流线路。

4. 电能用户

在电力系统中，消费电能的用电设备均称为电能用户。通常说某厂矿是电能用户，实际上指的也是这个厂矿的用电设备是电能用户。

二、电力系统的电压

1. 额定电压的国家标准

额定电压是保证电气设备安全、可靠、正常运行，充分发挥效能的标准电压。电气设备都有规定的额定电压，为了便于批量生产和统一供电，国家规定了电力系统的标准额定电压等级，见表 1-1。

表 1-1 我国常用标准额定电压等级

电网与电气设备的额定电压/kV	发电机额定电压/kV	变压器的额定电压/kV		
		一次绕组	二次绕组	
交流	0.127	0.133	0.127	0.133
	0.22	0.23	0.22	0.23
	0.38	0.38	0.38	0.40
	3.0	3.15	3.0 及 3.15	3.15 及 3.3
	6.0	6.3	6.0 及 6.3	6.3 及 6.6
	10	10.5	10 及 10.5	10.5 及 11
	35		35	38.5
	66		66	72.6
	110		110	121
	220		220	242
	330		330	363
	500		500	550
	750		750	825

(1) 电力线路的额定电压

电力线路（或电网）的额定电压等级是国家根据国民经济发展的需要及电力工业的水平经全面技术经济分析后确定的。它是确定与电力线路所连接的设备额定电压的依据。

(2) 用电设备的额定电压

用电设备的额定电压规定与同级电网的额定电压相同。

(3) 发电机的额定电压

发电机额定电压规定高于同级电网额定电压的 5%。

(4) 电力变压器的额定电压

1) 电力变压器一次绕组的额定电压分为两种情况：

① 当变压器直接与发电机相连时，如图 1-3 所示的变压器 T_1 ，其一次绕组额定电压应高于同级电网额定电压 5%。

② 当变压器不与发电机相连而是连接在线路上时，如图 1-3 所示的变压器

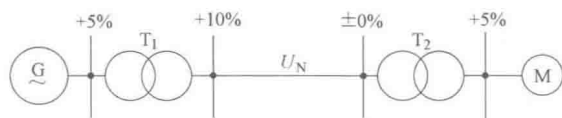


图 1-3 电力变压器一、二次额定电压说明图

T_2 ，其一次绕组额定电压应与电网额定电压相同。

2) 电力变压器二次绕组的额定电压也分为两种情况：

① 变压器二次侧供电线路较长时（例如大容量的高压线路），如图 1-3 所示的变压器 T_1 ，其二次绕组额定电压应比相连电网额定电压高 10%。

② 变压器二次侧供电线路不长时（例如低压线路或直接供电给高压用电设备的线路），如图 1-3 中的变压器 T_2 ，其二次绕组额定电压只需高出所连电网额定电压 5%。

例 1-1 已知系统中线路的额定电压如图 1-4 所示，求发电机和变压器的额定电压。

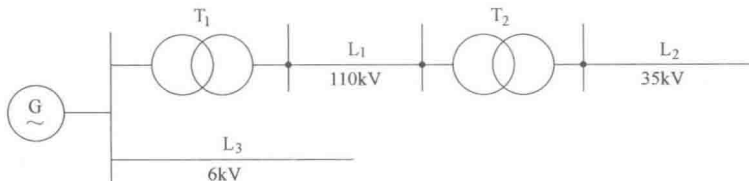


图 1-4 例 1-1 的电路图

解：发电机 G 的额定电压为 $U_{NG} = 1.05U_{NL3} = 1.05 \times 6\text{kV} = 6.3\text{kV}$ 。

变压器 T_1 ： $U_{1NT} = U_{NG} = 6.3\text{kV}$

$$U_{2NT} = 1.1U_{NL1} = 1.1 \times 110\text{kV} = 121\text{kV}$$

所以，变压器 T_1 的额定电压为 6.3/121kV。

变压器 T_2 ： $U_{1NT} = U_{NL1} = 110\text{kV}$

$$U_{2NT} = 1.1U_{NL2} = 1.1 \times 35\text{kV} = 38.5\text{kV}$$

所以，变压器 T_2 的额定电压为 110/38.5kV。

由于煤矿生产的特殊性，除了国家规定的标准电压等级之外，还有一些煤矿专用的电压等级，见表 1-2。

表 1-2 煤矿常用电气设备额定电压等级

电流类型	电压等级/kV	用途
交流	0.036	电气设备控制与局部照明
	0.127	井下照明、信号、手持式煤电钻
	0.38	地面照明、地面或井下低压动力设备
	0.66	井下低压动力设备
	1.14	井下综合机械化采煤设备
	3.0 或 6.0	高压电动机与配电线路
	35	煤矿供电线路
	110	大型煤矿供电线路
直流	0.11、0.22	地面变电所操作电压
	0.25、0.55	井下架线式电机车
	0.75、1.5	露天煤矿工业电机车

2. 电压偏差及其允许值

用电设备端子处的电压偏差 ΔU 的百分值按下式定义

$$\Delta U = \frac{U - U_N}{U_N} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中， U 为用电设备端电压； U_N 为用电设备额定电压。

电压偏移会影响用电设备的运行性能，必须进行限制。按照国家标准《供电系统设计规范》（GB 50052—2009）规定：正常运行情况下，用电设备端子处电压偏移的允许值为

1) 电动机：±5%。

2) 照明灯：一般工作场所 ±5%；在视觉要求较高的室内场所 +5%、-2.5%；在远离变电所的小面积一般工作场所，难以满足上述要求时为 +5%、-10%，如应急照明、道路照明和警卫照明等。

3) 其他无特殊规定的用电设备：±5%。

3. 电压的调整

电压调整措施如下：

(1) 正确选择无载调压型变压器的电压分接头

一般无载调压型变压器高压绕组有 U_{1N} 、+5% 和 -5% 的电压分接头并装设有无载调压分接开关，如图 1-5 所示。如果设备端电压偏高，则应将分接开关换接到 +5% 的位置，以降低设备端电压。如果设备端电压偏低，则应将分接开关换接到 -5% 的位置，以升高设备端电压。保证用电设备的端电压不超过允许值。

(2) 合理减小供配电系统的阻抗

系统阻抗是造成电压偏移的主要因素之一，合理选择导线及截面积以减小系统阻抗，可在负荷变动的情况下使电压水平保持相对稳定。由于高压电缆的电抗远小于架空线，故在条件允许时，应采用电缆线路供电。

(3) 均衡安排三相负荷

在设计和用电管理中应尽量使三相负荷平衡，三相负荷分布不均匀将产生不平衡电压，从而加大了电压偏移。

(4) 合理调整供电系统的运行方式

工作班内负荷大时变压器全部投入运行，非工作班内负荷过小时可切除部分变压器。

(5) 采用无功功率补偿装置

由于用户存在大量的感性负荷，供电系统产生大量相位滞后的无功功率，降低功率因数，增加系统的电压降；采用并联电容器的方法可以产生相位超前的无功功率，减小了线路中的无功输送，也就减小了系统的电压降。

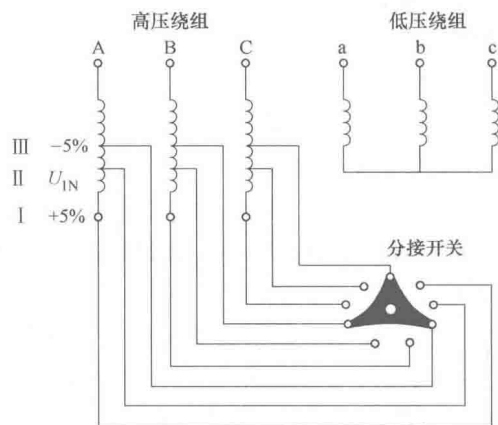


图 1-5 电力变压器的分接开关接线

课题二 工矿企业供电系统

一、电力负荷及其对供电的要求

1. 电力负荷

电力负荷既可指用电设备或用电单位，也可指所有用电设备或用电单位所消耗的电功率或电流。这里的电力负荷指用电设备或用电单位。

对于某一用电单位，它所设置的用电设备包括电源线路都是电力负荷。用电设备可分为电动机、电炉、整流设备、照明电器等。对于矿山企业，异步电动机占用电设备的90%左右。

2. 电力负荷分级及其对供电的要求

电力负荷按其对于供电可靠性的要求不同划分为三个等级。

(1) 一类负荷

凡因突然停电可能造成人身伤亡或重要设备损坏或给生产造成重大损失的负荷为一类负荷。如主通风机、提升人员的副井提升机、井下主排水泵、高瓦斯矿井的区域通风机以及上述设备的辅助设备等。对一类负荷要求由两个独立电源供电。

(2) 二类负荷

因突然停电可能造成较大经济损失的负荷为二类负荷。生产设备大多是二类负荷，如非提升人员的主提升机、压风机以及没有一类负荷的井下变电所等。对大型矿井的二类负荷，一般采用具有备用电源的供电方式。

(3) 三类负荷

凡不属于一、二类负荷的用电设备均为三类负荷。三类负荷对供电无特殊要求。如生产辅助设备、家属区、办公楼、机修厂等。三类负荷可用单回线路供电，以减少设备投资。

为确保安全生产，当供电系统发生故障或检修需要限电时，对三类负荷可全部停止供电，对二类负荷可部分或全部停电，以确保对一类负荷的不间断供电。

在大型工矿企业中，一、二类负荷占总负荷的60%以上，因此即使是短时停电所造成的损失也是很大的。此外，各级负荷不能孤立地看待，一个企业中只要有一个一类负荷，则该企业的总降压变电所对于上级供电部门来说就是一类负荷。

(4) 煤矿对供电的基本要求

1) 供电安全。供电安全包括人身安全、矿井安全、设备安全三个方面。尤其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，必须严格按照《煤矿安全规程》中的有关规定进行供电设计、安装与运行，严禁违章作业。

2) 供电可靠。供电的可靠性是指供电系统不间断供电的可能程度。供电可靠性通常以对用户停电的时间及次数来衡量。根据负荷的重要程度，煤矿电力负荷分为三类，各类负荷对供电可靠性要求不同，采取的供电方式也不同。

3) 供电优质。对于用户，良好的电能质量是指电压偏移不超过额定值的 $\pm 5\%$ ，频率偏移不超过 $\pm (0.2 \sim 0.5)$ Hz，正弦交流的波形畸变极限值在3%~5%的允许范围之内。在电能的质量指标中，频率的质量是由发电厂保证的，其余两项指标都可以在供电部门和用户的共同努力下，采用各种技术措施加以改善并达到允许范围之内。

4) 供电经济。供电经济是指矿井供电系统的投资、电能损耗及维护综合费用尽量少。但是必须在满足上述三个要求的前提下，尽量保证供电的经济性。

二、供电系统的接线

工矿企业的供电系统是由各级变电所和不同电压等级的电力线路按照一定的接线方式连接组成的。

1. 电力网的接线

电力网由变电所及各种不同电压等级的输电、配电线路组成。

电力网的作用是输电、配电。

(1) 放射式接线

放射式接线是指从变电所母线向各用户分别引出专用线路，直接向用户供电，如图 1-6 所示。

放射式接线的优点是供电线路相互独立、线路运行互不影响；缺点是电源出线回路多、设备用量大、投资大。

(2) 干线式接线（也称树干式接线）

干线式接线是指从变电所母线引出一回供电干线，沿着干线分接一般不超过 5 个用户，如图 1-7 所示。干线式接线的优点是电源出线回路少、供电线路总长度短、投资较小；缺点是干线故障或检修将导致全部用户断电。

(3) 环式接线

环式接线实质上是两端供电的树干式接线，如图 1-8 所示。环式接线有开环运行和闭环运行两种运行方式。

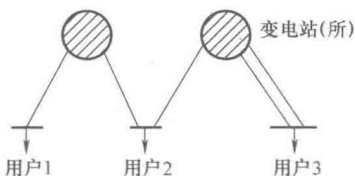


图 1-6 放射式接线示意图

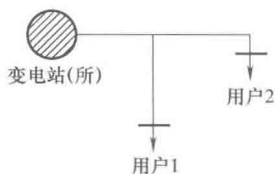


图 1-7 干线式电网接线示意图

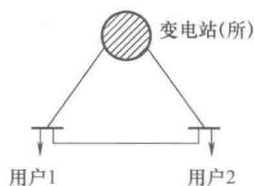


图 1-8 环式接线示意图

开环运行是将环路中用户之间的联络线断开，两路电源各带一部分负荷运行；闭环运行是将环路中用户之间的联络线接通，各用户由两路电源共同供电。

2. 变电所常用主接线

变电所的电气主接线针对担负接受、分配电能和变换电压任务的各种电气设备之间的连接关系而言。

变电所常用电气设备文字符号和图形符号见表 1-3。

表 1-3 变电所常用电气设备文字符号和图形符号

设备名称及文字符号	图形符号	设备名称及文字符号	图形符号
交流发电机 G		断路器 QF	
双绕组变压器		隔离开关 QS	
三绕组变压器		负荷开关 QS	

(续)

设备名称及文字符号	图形符号	设备名称及文字符号	图形符号
熔断器 FU		电抗器 L	
熔断器式负荷开关 Q		电容器 C	
跌落式熔断器 FU		母线及引出线 W(WB)	
电流互感器 TA		架空线路 W(WL)	
避雷器 F		电缆终端头 X	

变电所常用主接线如下：

(1) 电源进线与变压器的接线

1) 线路变压器组接线。当只有一路电源供电和一台变压器时，可采用线路变压器组接线，如图 1-9 所示。

当电源侧继电保护装置能保护变压器且灵敏度满足要求时，变压器高压侧可只装设隔离开关。

当变压器高压侧短路容量不超过高压熔断器断流容量，而又允许采用高压熔断器保护变压器时，变压器高压侧可装设跌落式熔断器（或熔断器式负荷开关）。

一般情况下，在变压器高压侧装设隔离开关和断路器。

线路变压器组接线的优点是接线简单、所用电气设备少、节约了建设投资；缺点是该单元中任一设备发生故障或检修时，变电所全部停电，可靠性不高；适用于小容量三级负荷。

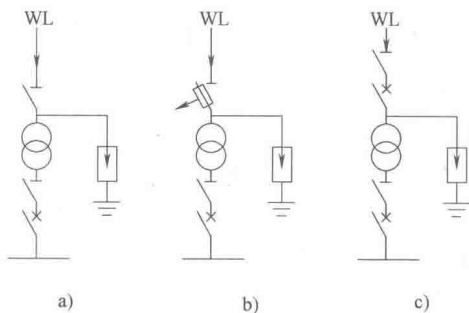


图 1-9 线路变压器组接线

a) 进线开关为隔离开关 b) 进线开关为跌落式熔断器 c) 进线开关为隔离开关-断路器

2) 桥式接线。桥式接线是指在两路电源进线和两台变压器连接时，两路电源进线之间跨越一个断路器，犹如一座桥。桥式接线有内桥接线、外桥接线、全桥接线。若“桥”跨在进线断路器的内侧，靠近变压器，称为内桥式接线，如图 1-10a 所示。若“桥”跨在进线断路器的外侧，靠近电源侧，称为外桥式接线，如图 1-10b 所示。若“桥”在电源进线一组断路器的内侧，又在电源进线另一组断路器的外侧，称为全桥接线，如图 1-10c 所示。

桥式接线的特点是接线简单、经济、可靠性高、安全、灵活。

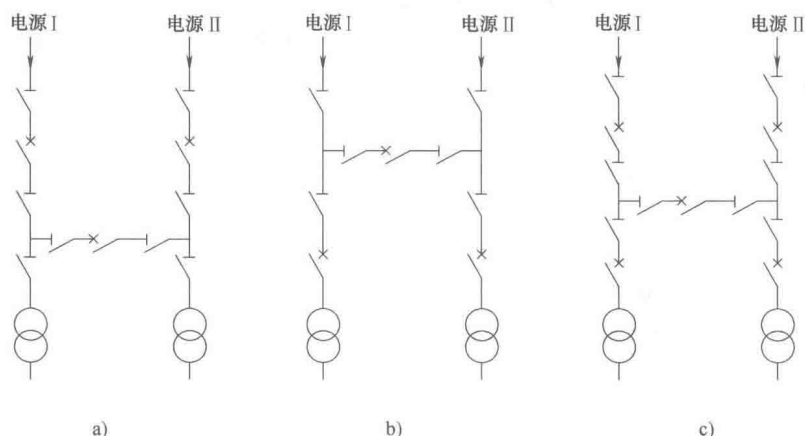


图 1-10 桥式接线

a) 内桥 b) 外桥 c) 全桥

适用范围：对 35kV 及以上总降压变电所，有两路电源供电及两台变压器时，一般采用桥式接线。

内桥接线的优点是设备投资与占地面积比全桥接线少，切换线路方便；其缺点是切换变压器不方便。因此，内桥接线适用于电源线路长、线路故障可能性大、变压器负荷较平稳且切换次数少的变电所。

外桥接线的优点是设备投资与占地面积比内桥接线还少，切换变压器方便，易于过渡到全桥接线；其缺点是切换线路不方便。因此，外桥接线适用于电源线路短、线路故障可能性小、变压器负荷变化较大且需经常切换的变电所。

全桥接线的优点是切换线路和变压器都方便、运行灵活。其缺点是设备投资多、占用面积大。全桥接线适用于负荷大、运行要求高、线路和变压器均需经常切换的变电所。

(2) 母线的接线

母线又称汇流排，用于汇集和分配电能。母线的接线形式主要有单母线接线和单母线分段接线。

1) 单母线接线。母线是一段用来分支线路的导体，通常安装于配电装置的上部。母线涂成黄、绿、红三色，分别代表 A、B、C 三相。一个电源通过母线可以向多个用户配电。当只有一路电源进线时，常用这种接线，如图 1-11 所示。

优点：接线简单清晰、使用设备少、经济性比较好。由于接线简单，操作人员发生误操作的可能性小。

缺点：可靠性和灵活性差。当母线或母线侧隔离开关发生故障或进行检修时，必须断开供电电源，造成全部用户供电中断。

适用范围：可用于对供电连续性要求不高的三级负荷用户或有备用电源的二级负荷用户。

2) 单母线分段接线。单母线分段接线变压器高压侧、低压侧都可采用。

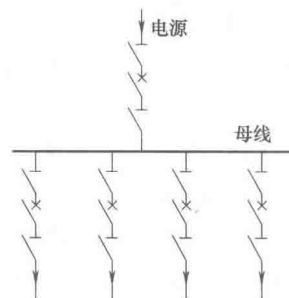


图 1-11 单母线接线

当有双电源供电时，常采用单母线分段接线，如图 1-12 所示，分段可采用隔离开关-断路器分段。单母线分段接线可以分段单独运行，也可以并列同时运行。大中型工矿企业变电所母线多采用这种接线方式。

断路器分段的单母线接线的优点是供电可靠性较高，可对一、二级负荷连续供电，操作灵活。

在矿山供电系统中，总降压变电所的 35kV 侧多采用桥式接线，6~10kV 侧一般采用单母线分段接线；只有一路电源进线的车间变电所一般采用线路变压器组接线。有两路电源进线的车间变电所多采用单母线分段接线。

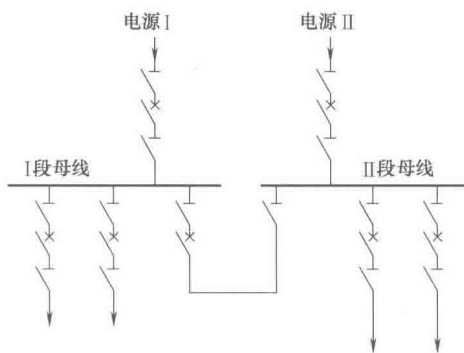


图 1-12 单母线分段接线

3. 变电所主接线中的设备配置

(1) 开关的配置

对容量较小或不重要的负荷，可采用负荷开关和熔断器作线路开关。对容量较大或重要的负荷，应采用断路器作线路开关。断路器的电源侧应装设隔离开关，用于在断路器和线路检修时隔离电源，确保检修人员的安全。对于检修时有反向送电可能的回路，断路器的负荷侧应装设隔离开关，以防止检修时来自负荷侧的反向送电。

(2) 电压互感器的配置

电压互感器的配置应满足测量、保护、自动装置的要求。一般每组母线的每一相均应装设电压互感器；当需要监视和检测线路侧电压时，线路侧也应装设电压互感器；当 10kV 及以下出线回路较多时，母线应装设供绝缘检测用的电压互感器。

(3) 电流互感器的配置

装设断路器的回路均应装设电流互感器，其数量应满足测量仪表、保护、自动装置的要求。

(4) 避雷器的配置

电源进线为架空线的变压器高压侧应装设避雷器，以防雷电波入侵。每组高压母线一般应装设避雷器，并尽量靠近变压器。

4. 矿井供电系统

矿井供电系统有两种形式：深井供电系统和浅井供电系统。决定矿井供电系统的主要因素有井田范围、煤层埋藏深度、矿井年产量、开采方式、井下涌水量、开采机械化和电气化程度。

(1) 深井供电系统

煤层埋藏深、井下负荷大、涌水量大时，采用深井供电系统，如图 1-13 所示。

深井供电系统由地面总降压变电所 6~10kV 母线引出高压电缆经井筒送至井下中央变电所，然后高压电缆由井下中央变电所引出，沿巷道敷设送至井下各高压用电设备和采区变电所，形成“地面总降压变电所→井下中央变电所→采区变电所→工作面配电点”的四级供电系统。井底车场附近的低压用电设备由井下中央变电所的变压器供电；采区内的低压用