

高等学校轻工专业试用教材

工厂企业供电

闻良生 主编

中国轻工业出版社

高等学校轻工专业试用教材

工厂企业供电

闻良生 主编

中国轻工业出版社

(京)新登字034号

内 容 简 介

本书以工厂企业供电系统即6~10kV变配电系统及小型自备电站为主,全面、系统地阐述了工厂企业供电系统的理论分析、工程设计、安装调试运行维护等方面的基本知识。全书共十章,主要内容:电力系统、工厂企业供电系统的基本概念;电力负荷的计算;电力系统短路分析;变配电所及其一次系统;电力线路;继电保护和二次系统;防雷、接地与电气安全;电气照明;无功功率补偿和电压质量;自备电站电气部分。书末附录中给出了部分常用机电产品技术数据,作为参考。

本书可作为工科院校本、专科工业电气自动化专业、电气技术专业的教材,也可供工厂企业电力设计、运行维护人员参考。

高等学校轻工专业试用教材

工厂企业供电

闻良生 主编

裴聿修 责任编辑

中国轻工业出版社出版

(北京市东长安街6号)

一二〇一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米^{1/16} 印张24 字数:584千字

1994年5月 第1版第1次印刷

印数:1—3000 定价:13.80元

ISBN7-5019-1640-3/TP·022

前 言

本教材是根据1990年5月在长沙召开的第二届轻工自动化类教材委员会第二次会议确定的计划和会议通过的《工厂企业供电》教学大纲编写的。全书共分十章,除概论以外,主要介绍了工厂企业电力负荷的计算,供电系统短路,变配电所及其一次设备,电力线路,继电保护和二次系统,防雷、接地与电气安全,电气照明,无功功率补偿和电压质量,最后结合轻工业系统企业的实际情况和需要,还介绍了工厂企业自备电站的电气部分,电气知识的有关工程应用等内容。

本书以工厂企业电力设计为线索,注意电气工程的基础理论及电力系统的基本计算、电气设备运行维护的基本知识,注意轻工业系统工厂企业的特点,加强了电力设计与电气工程实践的联系,力求在有关章节中介绍新技术、新设备和供电技术的发展趋势。本书可作为工科院校工业电气自动化、电气技术、家用电器等专业学生(本、专科)《工厂企业供电》课程的教材,也可以作为从事工厂企业电力设计和运行维护技术人员的参考。

本书由陕西机械学院苏文成教授主审,余健明副教授参审。轻工业部长沙设计院等单位给予了大力支持。在此表示衷心的感谢。

本书由郑州轻工业学院闻良生副教授主编并完成第一、三、六、十章;西北轻工业学院林文复副教授编写第四、八、九章;天津轻工业学院毛福金副教授编写第二、五、七章。

由于我们业务水平所限,书中缺点错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 概论	1
1-1 工厂企业供电课程简介	1
1-2 电力系统的基本概念	1
1-3 工厂企业供电系统与自备电站	7
1-4 工厂企业供电系统设计	10
习题	11
第二章 工厂企业电力负荷的计算	13
2-1 概述	13
2-2 负荷曲线	13
2-3 按需要系数法确定计算负荷	18
2-4 按利用系数确定计算负荷	27
2-5 计算负荷的估算法	31
2-6 全厂负荷计算示例	32
习题	33
第三章 工厂企业供电系统短路	35
3-1 概述	35
3-2 无限大功率电源条件下三相短路电流的计算	38
3-3 有限容量电源条件下三相短路电流的计算	44
3-4 电动机对短路冲击电流的影响	52
3-5 两相短路计算	53
3-6 短路电流的效应	53
3-7 电气设备的选择及校验	60
习题	68
第四章 工厂企业变配电所及其一次系统	71
4-1 概述	71
4-2 变电所位置、数量、变压器数量和容量的选择	77
4-3 变配电所的主接线图	83
4-4 变配电所一次设备	88
4-5 电流、电压互感器的应用及其接线方式	101
4-6 变配电所的布置与结构	108
4-7 工厂变配电所一次设备的运行与维护	112
4-8 易燃易爆场所的电气装置	115
4-9 工厂供电系统的可靠性分析	119

习题	125
第五章 工厂企业电力线路	126
5-1 工厂电力线路的接线方式	126
5-2 电力线路的结构	132
5-3 导线和电缆截面的选择与计算	145
5-4 车间动力电气平面布线图	154
5-5 电力线路的运行与维护	156
习题	158
第六章 继电保护和二次系统	160
6-1 概述	160
6-2 熔断器和自动开关保护	162
6-3 电力线路的继电保护	168
6-4 电力变压器的保护	182
6-5 发电机的保护	191
6-6 母线的保护	198
6-7 电动机的保护	201
6-8 供电系统的备用电源自动投入及自动重合闸装置	202
6-9 控制回路和信号回路	206
6-10 绝缘监察装置和测量仪表	209
6-11 二次回路的接线图	211
6-12 操作电源	214
习题	217
第七章 防雷、接地与电气安全	220
7-1 雷电的基本知识	220
7-2 防雷装置	222
7-3 工厂企业供电系统电气设备的防雷保护	228
7-4 工作接地和保护接地	239
7-5 漏电保护器及其应用	245
7-6 接地电阻及其计算	247
7-7 电气安全	254
习题	255
第八章 电气照明	257
8-1 电气照明概述	257
8-2 电光源及其选用	264
8-3 工厂常用照明器的类型及其选用与布置	268
8-4 人工照明的照度标准及照度计算	271
8-5 厂区照明	281
8-6 照明供配电系统	283
8-7 照明的经济分析	284

习题	285
第九章 工厂企业供电系统的无功功率补偿和电压质量	287
9-1 提高功率因数的方法	287
9-2 电力变压器的经济运行	300
9-3 工厂供电系统的电压质量	303
习题	323
第十章 自备电站电气部分	324
10-1 概述	324
10-2 自备电站的电气主接线	324
10-3 自备电站的二次接线	326
10-4 发电机的运行	335
文字符号	337
附录 部分机电产品技术数据	347
参考文献	374

第一章 概 述

1-1 工厂企业供电课程简介

在本世纪内,要把我国建设成为富强、民主、文明的社会主义现代化国家。要发展经济并逐步实现工业、农业、国防和科学技术的现代化,离不开能源。能源是国民经济发展的源泉。具备经济有利的一次能源有水力、煤、石油、天然气以及风力、潮汐、地热、原子能、太阳能等。欲有效地开发这些能量可通过水力、火力、内燃机、原子能、潮汐、地热等发电设备及其配套的电气工程生产电能从而为化学工业钢铁工业、制造工业如食品、纤维、造纸、化工、水泥、橡胶、机械等,以及社会生活各方面提供主要能源。从世界各国经济发展情况来看,电力工业的发电年增长与国民经济生产总值年增长率之比(电力弹性系数)均保持大于1的水平。电能的主要特点是(1)发出的功率大、品质好(2)输送容易、操作简单(3)可靠、灵活。

电气工程内容广泛,体系完整。它包括电学公式、电物理、电工测量、发电变电、输配电、电机、电工材料、电能应用和电气法规、规程等方面的知识和技术。电气工程竣工,经过勘测、设计、施工、调试、运转、投产后的联网运行构成电力系统。工厂企业供电系统是电力系统的组成部分,受到电力系统工作情况的影响和制约,又反映了工厂企业供电的特点和要求。作为工厂企业供电教材,课程阐述了系统设计的基本原则、电压选择、继电保护、故障电流计算、接地、改善功率因数、电气设备以及导线敷设等方面的内容,并对工厂电气系统的安全性、可靠性、灵活性和运行维护工作等主要问题进行了分析,结合实际工程提出了电气设计、施工等方面的实用技术,以及应该遵循的设计规范、规程等。可以认为,工厂企业供电课程的综合性、专业性、工程性都较强。

本课程是为培养工业企业供电系统的研究,设计和运行方面的工程技术人才而设立的一门设计类专业课,是工业电气自动化专业的主要课程之一。对于培养一个工业电气自动化科技人员来说,除应当熟悉怎样以电气手段,实现生产设备和生产过程的自动化外,也必须了解怎样才能可靠安全地供给电能,怎样才能合理、经济、有效地利用国家的电力资源。

学习本课程,应该逐渐应用系统方法,建立逻辑、时间、知识三维坐标体系。同时,也要引入解决工程技术问题的逻辑过程,解决工程技术问题的形象进度,解决工程技术问题的基础知识、专业知识以及相关的其他学科的知识,从而适应现代化建设对供电人才的需求。

1-2 电力系统的基本概念

一、电力系统的组成

电力系统随着传输距离的增长和电厂容量的增大,突破了地域的限制。电力系统是由各

种类型发电厂的电气部分、输变配网络、负荷等组成的一个统一整体。在这个系统中，不间断地进行着电能的生产、输变和使用。一般，发电厂的电气部分包括发电机、厂用电、升压变电所或升压站等系统。输变配电网包括区域或地方性的输配电力线路、升压降压变电所、开关站或配电所等系统。负荷或用户是使用电能的设备。图1-1为现代电力系统的示意图。

图中表示了从发电、送变电到配用电的电气结线情况，是电能的通道，叫做一次系统。

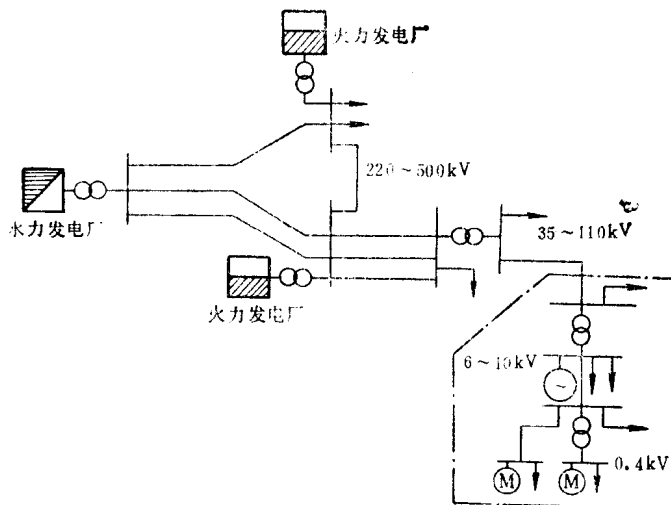


图1-1 现代电力系统示意图

为保证一次系统的良好运行状态，必须对发电机、变压器、开关设备、母线、输电线路和用电设备设置监测、控制和保护装置及其系统，这些则叫做二次系统，也简称二次线。它们与一次系统没有直接的电气联结，也是电力系统不可缺少的组成部分。组成电力系统的目的是：

(1) 电厂位置不受负荷中心的限制。大型电厂(火电厂)的选址能够靠近煤矿的水源，以解决廉价燃料和充足的冷却水源的供应，提高发电的经济性。

(2) 根据火力发电厂、热电厂、水力发电厂的工作特点和负荷需求情况，更合理地调度系统内各电厂的枢纽变电站的运行方式，使系统运行效率、运行的经济性显著提高。

(3) 组成电力系统后，系统总装机机组的备用容量可以减少。而且在不同电厂之间，还可以视为部分容量的相互备用，从而提高了供电的可靠性。尤其是对重要用户，在系统局部故障时，能够继续供电。

我国电力系统的发展很快。1990年我国发电量超过5500亿千瓦小时，居世界第四位。我国自行设计建造的第一座核电站，泰山核电站已于1991年12月并网发电。我国已经建成东北、华北、华中、华东、西北五大电网，交流输电线路电压业已达到500KV。而且，华中与华东电网通过葛州坝至上海的500KV直流输电线路实现了跨大区联网。并继续在选定输电电压，确定绝缘水平和设备、线路金具等方面进行大量科研与试制工作。

二、电力网的额定电压

电力网即输变配电网，起到输送、变换和分配电能的作用。电力网的额定电压，由国家制定颁布，又称为标称电压。它主要是为了电力工业和电气设备的设计、制造、生产系列

化、规范化，如金具、绝缘子、杆塔等，以便与其它系统相连接，使电力网简单而经济。同时，在额定电压下工作时，可使电气设备如发电机、变压器和电动机等取得最好的技术经济性能，运行安全可靠。

我国规定的交流电力网和电力设备的额定电压如表1-1所示。在用于电力网的电能输送时，表中3KV、6KV额定电压等级一般只用于发电厂直配电压。

众所周知，电力线路在输送负载电流时要产生电压损失，由于电压损失的影响，沿线各处的电压是不相同的。同时，负荷的大小随用户工作情况变化，电网上的电压损失也相应变化。在负荷端，用电设备的铭牌额定电压是制造厂家保证其性能的基准，供电电压靠近该值变化，能保证用电设备具备较好的运行特性，供电电压的超范围变化，会影响用电设备的性能甚至损坏电气设备。由此，在运行中必须规定电压的容许变化范围。《全国供用电规则》规定

表1-1

交流电力网和电力设备的额定电压

电力网受电设备额定电压 (KV)	交流发电机线电压 (KV)	变 压 器 电 压 (KV)	
		一 次 绕 组	二 次 绕 组
3	3.15	3及3.15	3.15及3.3
6	6.3	6及6.3	6.3及6.6
10	10.5	10及10.5	10.5及11
—	15.75	15.75	—
35	—	35	38.5
110	—	110	121
220	—	220	242
330	—	330	363
500	—	500	550
750	—	750	—

用户受电端的电压变动幅度为：

大于35KV的供电电压和对电压质量有特殊要求的用户的电压变化不得超过额定电压的 $\pm 5\%$ ；

10KV及以下高压供电和低压电力用户的电压变化不得超过额定电压的 $\pm 7\%$ ；

低压照明用户电压变化不得超过额定电压的 $+5\%$ 或 -10% 。

例如，图1-2所示的电力系统各部分电压分布情况。图中，取恒压输电方式。设保持电压降恒定，对高压输电线路数值取 10% ，对短距离超高压输电线路取 5% ，对远距离则取 15% 左右。

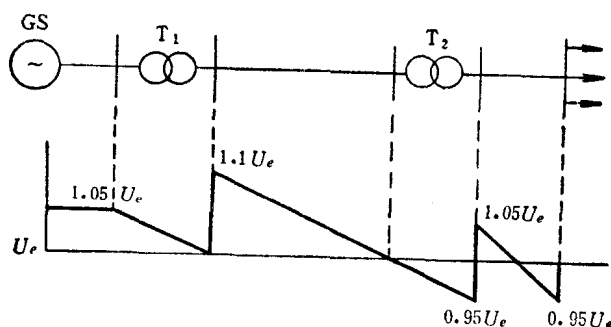


图1-2 电力系统各部分电压分布

发电机的额定电压为补偿输送电能的线路电压降,把端电压相对用电设备的额定电压提高5%,形成了发电机额定电压等级系列。变压器的一次线圈应与它所连接的电源额定电压相对应,连接于发电机端的与发电机的额定电压相同,连接于线路端的则与线路额定电压相同。变压器的二次线圈相当于供电电源,考虑到补偿线路电压降的5%和变压器从空载到满载时本身阻抗压降的5%,则变压器的二次线圈额定电压应比用电设备的额定电压高出10%。而在一般情况下,线路正常运行时电压降不超过10%,于是就构成图中系统各部分的电压变化。显然在这种情况下,所有接在该系统的用电设备,都能够在其额定电压相接近的允许范围内工作。

三、电能的质量

电能的质量主要包括电压质量、频率质量、供电可靠性三方面内容。

1. 电压质量

电压质量是指电压的波动,对额定值偏离的幅度称之为电压偏移,电压正弦波的畸变程度和不对称度等。对用户,前者一般以受电端的电压变动幅度对电网额定电压的百分比来衡

表1-2 常见用电设备端压允许电压波动值

受 电 设 备 种 类 及 运 转 条 件	允 许 电 压 波 动 值 (%)	
	-	+
一、电动机		
1. 连续运转(正常计算值)	5	5
2. 个别远距离电动机		
a. 正常条件下	8~10	—
b. 事故条件下	10~12	—
3. 短时运转(例如,当启动相邻大型电机时)	20~30 ^①	—
4. 启动时端子上		
a. 频繁启动	10	—
b. 不频繁启动	15 ^②	—
二、白炽灯		
1. 室内主要场所	2.5	5
2. 住宅照明	6	—
3. 36V以下低压移动照明	10	—
4. 短时电压波动(次数不多)	不限制	—
三、荧光灯		
1. 室内主要场所	2.5	5
2. 短时电压波动	10	—
四、电阻炉	5	5
五、变频机组供电的感应电炉	同电动机	
六、电弧炉	5	
七、吊车电动机(启动时校验)	15	
八、电焊设备(正常尖峰焊接电流持续工作)	8~10	

注: ① 少数传动冲击负荷机械的电动机,应根据计算决定

② 电压降低值应满足启动转矩要求

量的。常见用电设备端电压允许电压波动值见表1-2。使供电电压偏移超出允许幅度的主要原因有：供电距离超过合理的半径，供电导线截面选择不当电压损失过大，供电线路过负荷运行，负荷处的功率因数过低等。

电压变化对用电设备的影响。例如照明用白炽灯，当加于灯端的电压低于其额定值的90%时，白炽灯照度约降低30%，有害于人们的身体健康和降低工作效率。当电压高于额定电压时灯泡经常损坏。例如，某工厂由于夜间电压比灯泡额定电压高5~10%，致使灯泡损坏率达30%以上，寿命急剧缩短。对日光灯、水银荧光灯而言，如电压降低10%，日光灯亮度约减少10%，寿命缩短10%以上，水银荧光灯亮度减少10~30%，又如电压降低20%，日光灯不能启动，水银荧光灯启动频繁，使用寿命缩短。

感应电动机特性的变化是所加电压的函数，例如当电压降低10%，起动和最大转矩将减少19%，电流增加约11%，转差率增加约23%，温升增高约6℃。滑差的增大使有功功率损耗增加，线圈过热，绝缘迅速老化，不仅影响电动机，而且由于转速降低，导致发生产品质量事故。

电网电压的降低，还会使线路和变压器的输送能力下降，电气设备不能充分利用。电压的降低，还会影响通讯、广播、电视的质量。在电力系统中，为保证电压质量合乎标准，需要采取一定的调压措施和维持系统中无功功率的供求平衡。

随着科学技术的进步和自动化水平的提高，用电设备中引进了大量新工艺、新设备。某些负荷的性质如非线性负荷，它们在投入使用时会向电网注入谐波电流，引起供电电压正弦波形的畸变，使电能质量变坏。产生谐波的主要设备有电气机车、电弧炉、整流器、逆变器变频器、相控调速和调压装置、弧焊机、气体放电灯以及有磁饱和现象的机电设备。含有各种高次谐波成分的畸变正弦波，造成电气设备的铁损增加，出力下降，容易使电容器、电缆等电容性的设备过热、谐振，使电介质加速老化，寿命降低。另外，干扰通讯，并影响控制保护及检测装置的工作精度和可靠性。

通常，在发电机、变压器等电力设备的设计制造时已考虑并采取了相应措施，用以保证供电电压(或电流)的波形为较严格的正弦波，因此，要消除谐波，一方面使供电设备遵章运行；另一方面对谐波源抑制，如采用多相整流、限制接入整流装置的最大功率等，以减少注入电网的谐波分量，保证供电的波形品质。

2. 频率质量

频率质量是以允许频率对我国电力系统标准电流频率为50Hz的偏差来衡量的。频率的允许偏差很多国家规定在 $\pm 0.1 \sim 0.3\text{Hz}$ 之间。我国国家标准供电频率的允许偏差，对装机容量不小于3000MW的电力系统为 $\pm 0.2\text{Hz}$ ，容量在其以下的则为 $\pm 0.5\text{Hz}$ 。

低频率或称低周波是由于用户用电功率超过了发电机的负载能力所造成的。低周波的危害是所有用户的交流电动机转速都将相应降低，因而许多工厂的产量和质量都将不同程度的受到影响。例如频率降至48Hz时，电动机转速降低4%，冶金、化工、机械纺织、造纸等工业的产量相应降低，质量也受到影响。如纺织品断线，毛疵，纸张厚薄不匀，印刷品深浅不规律，计算机发生误计算和误打印，信号误表示等。同时，低周波运行情况下，电网应付事故的能力较弱，发电厂消耗增加、出力降低，如果系统频率急剧下降的趋势不能及时恢复正常，将造成电力系统工作不稳定，从而引起较大面积停电。

为了保持电力系统的频率变化不超过规定范围，就需要维持系统的有功功率平衡，也要

采用某些调频措施,如发挥电厂调频容量的潜力或迅速启动备用调频发电机组,如当电网无能力保持系统正常的频率时,靠用户调频,采取限电措施,照按“事故限电拉闸顺序表”降下用电负荷。若投入自动按频率减负荷装置,则系统将按照频率降低的范围,自动切除某些次要负荷。

3. 供电可靠性

一般来说,可靠性是指元件、设备、系统等在规定的运行条件下和预期的工作寿命里,能满意地完成其设计功能的概率。定量的用概率值(0~1)或百分值(0~100%)表示可靠性程度叫可靠度。在可靠性的研究中,常把电力系统分为发电、输电、供配电三个子系统分别研究,然后再联系起来对整个电力系统进行可靠性分析。这方面内容可参阅电力系统可靠性分析的有关书籍。

为了保证供电的可靠性,根据负荷用户的重要程度及断电后所产生的不同后果,将用电负荷分为三级。

(1) 一级负荷 中断供电将造成人身伤亡、重大政治影响、重大经济损失、市政公共场所秩序严重混乱的用户负荷。

(2) 二级负荷 中断供电将造成较大政治影响、较大经济损失、市政公共场所秩序混乱的用户负荷。

(3) 三级负荷 凡不属于一、二级负荷者均为三级负荷,中断供电损失不大。

另外,民用建筑的电力负荷也分为三级,可根据其重要性选择供电的负荷级别。例如几种常用建筑设施重要设备及部位的负荷级别见表1-3。

工厂企业所在地区的供电条件不尽相同,工厂企业的生产工艺流程和厂内各车间的地位

表1-3 常用建筑设施重要设备及其部位的负荷级别

序号	建筑类别	建筑物名称	用电设备及部位名称	负荷级别
1	住宅建筑	高层普通住宅	客梯电力, 楼梯照明	二级
2	宿舍建筑	高层宿舍	客梯电力, 主要通道照明	二级
3	旅馆建筑	一、二级旅游旅馆	经营管理用电子计算机及其外部设备电源、宴会厅、电话、新闻、摄影、娱乐厅、高级客房、厨房、主要通道照明、部分客梯电力	一级
			其余客梯电力, 一般客房照明	二级
		高层普通旅馆	客梯电力, 主要通道照明	二级
4	办公建筑	省、市、自治区及部级办公楼	客梯电力, 主要办公室、会议室、总值班室、档案室、通道	二级
		计算中心	主要业务用电子计算机、外部设备	一级
			客梯电力	二级
5	教学建筑	高等学校教学楼	高层客梯电力、主要通道照明	二级
		重要实验室	生物制品实验室等	一级
6	医疗建筑	县(区)级以上医院	手术室、分娩室、高压氧仓、血库等	一级
7	商业建筑	冷库(大型)	有特殊要求、压缩机、电梯电力照明	二级

作用对供电方式的要求也有所区别，一般按下列条件考虑各级负荷的供电：

一级负荷应由两个独立电源供电，有特殊要求的一级负荷，两个独立电源且应来自不同的地点或配备有应急使用的可靠电源。

二级负荷一般由双回路供电。或由一回专用线路供电。对重要的二级负荷，双回路电源应取自不同的变压器或母线段。

三级负荷对供电电源无特殊要求。

独立电源的含义是若干电源中，任一电源发生事故或停止供电时，不影响其它电源继续供电。例如，同时具备以下两条件的发电厂、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，

(2) 母线分段之间无联系，或有联系但能自动切除发生故障的母线段，非故障母线段的供电不受影响。

1-3 工厂企业供电系统与自备电站

一、工厂企业供电系统

工厂企业供电系统是指工厂企业的电能供给网络。工厂变电所是电力系统的终端降压变电所。

工厂供电系统的特点可以归纳为：供电线路的距离短，电压低，负荷分散，而且负荷随工厂工况变化；电气设备的安装会受到厂房建筑物、道路、管网设施等情况的限制，因此，这个系统应该以供用电的安全、经济、可靠、灵活性出发，根据所在地区的电网规划，用电性质，用电容量，事故供电条件等因素综合考虑来制定供电方式。一般，它由工厂降压变电所、高压配电线路、车间变配电所、低压配电线路、动力或者照明配电箱(柜)和用电设备组成。在有独立发电能力的企业，自备电站是其供电系统的主要电能来源之一。

工厂企业电网一般为110KV及以下的地方电网，如图1-3所示。厂内高压用电设备多为6

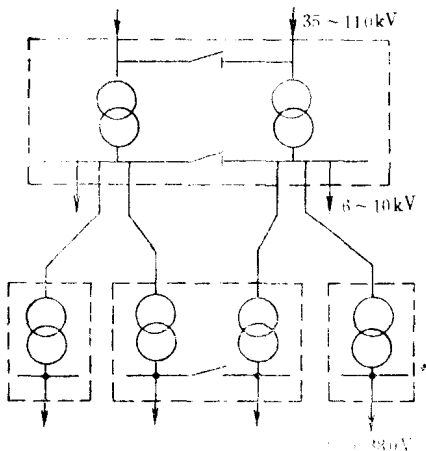


图1-3 工厂企业电网示意图

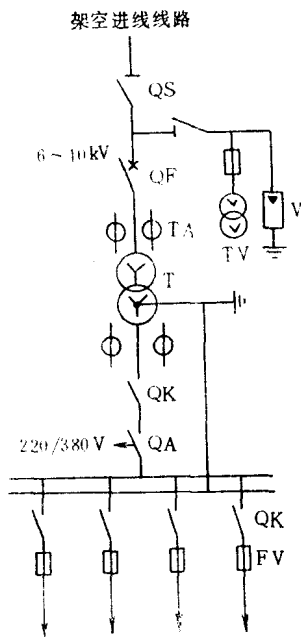


图1-4 小型工厂供电系统

~10KV。低压用电设备和普通照明系统通常使用220/380V电压等级。整个供电系统呈现两级电压变换，即工厂总降压变电所把35~110KV电压降为6~10KV，直配高压负荷或由车间高压配电所分配。车间变电所把6~10KV电压降为220/380V，由低压配电柜(箱)配电。小型工厂供电系统从略，可参见图1-4。

为保证供电的可靠性，总降压变电所可设置2台变压器。公用或单独的车间变电所，视设备容量及供电合理性可设置1~3台变压器，而配电所则由馈线情况设置相应的开关柜。

厂区供电线路，最普遍两种户外结构是架空线和电缆。架空线投资少，便于维护和检修，但需占用一定的空中走廊，并影响厂区的绿化、美化。因此，在厂房密集、运输频繁、负荷较分散的情况下，常采用电缆线路。在车间厂房内，动力、照明线路均按具体情况明配或暗敷，而由配电箱到负荷的线路一般采用绝缘导线穿管敷设。

对于所有事故照明，必须设置可靠的独立电源，如蓄电池组、交直流逆变机组、柴油发电机组等，以保证在供电系统故障时，立即向事故照明系统供电。

二、自备电站

在工厂企业供电系统中，由于企业有大量重要负荷或距电力系统太远，或者工厂需要大量热能，以及有可资利用的能源，可以建立工厂独立发电站，也称自备电站。轻工企业的自备电站，一般以发电机电压配电为主，单机容量不超过25MW/台，机组数为2~3台。

以火力发电站为例，通常包括锅炉部分、汽轮机部分、电气部分和辅助设施部分。在这里完成燃料燃烧的化学能经过热能、机械能到电能的能量转变，主要生产过程可参见图1-5所示的燃煤火电站的生产过程。

从火车专用线或者轮船专用码头卸运的燃料煤，经翻煤车、煤抓、煤吊和输煤皮带等机

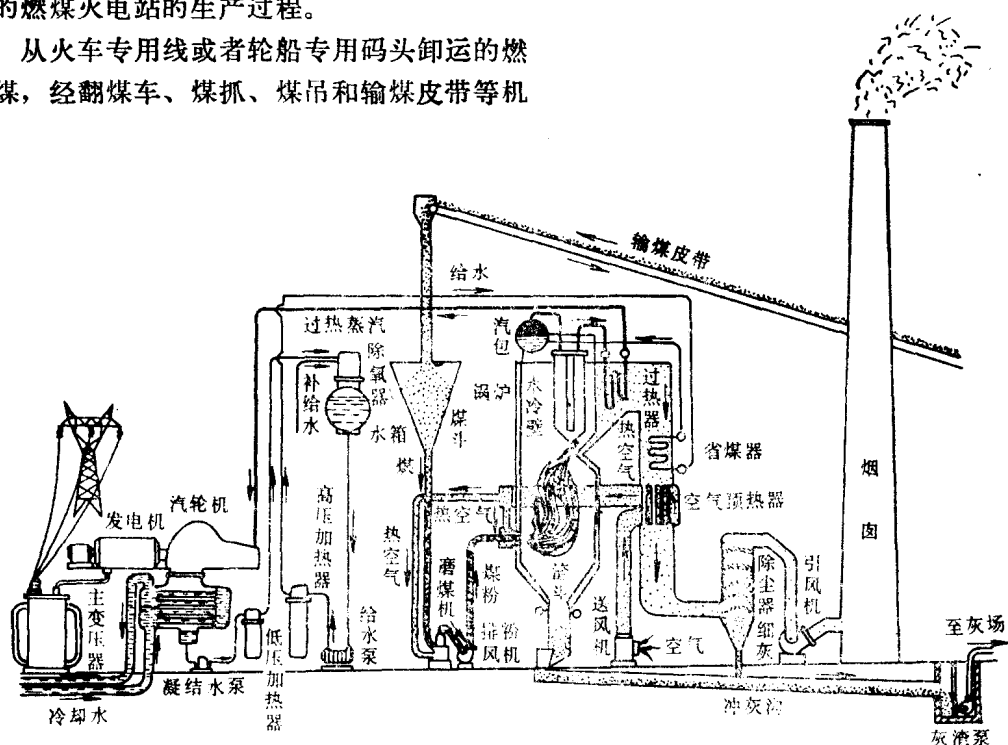


图1-5 燃煤火电站生产过程示意

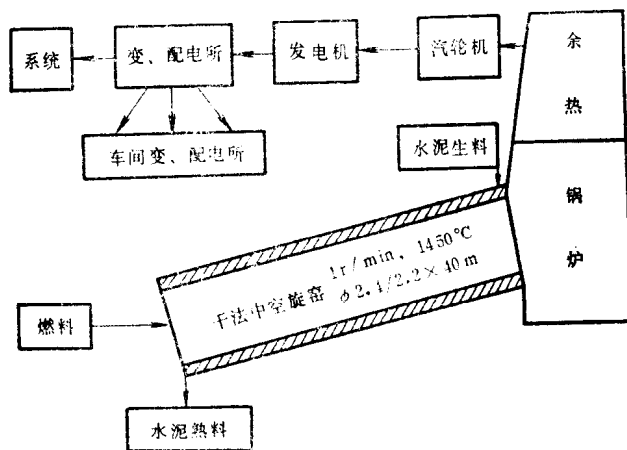


图1-6 水泥窑余热发电工艺框图

械，输送到煤斗(仓)，进入球磨机磨成煤粉，细煤粉与热空气混合被喷入锅炉的燃烧室中燃烧，燃烧室一般呈微负压状态。其热量被锅炉水冷壁吸收，余热经过一系列的热交换装置如过热器、省煤器、空气预热器充分利用后冷却再经除尘，由引风机引进烟囱排入大气。炉渣和灰随排渣、排灰系统处理。

在锅炉水冷壁里进行着软化水的加热循环，在汽包里进行着汽水分离，工作流体是高温高压蒸汽。汽包中的饱和蒸汽，最终经过热器进一步吸收烟气热量而变成过热蒸汽，通过主蒸汽管道导向汽轮机，在汽轮机里蒸汽膨胀做功，使汽轮机叶轮旋转，产生机械能，带动同轴的发电机转子旋转，将机械能转变为电能。对于工厂而言，该电能直馈厂内变、配电所，供全厂用电。同时，经工厂总降压变电所与系统联网。

火力发电站由于循环水系统、烟道等带走和丧失了一大部分热量，因而这种发电厂的热效率不高，只有35%左右，煤耗350g/℃，厂用电占总发电量的6~10%。

工厂自备电站，有利用工业用蒸汽的，如石油化工、石油精炼、化学纤维、造纸等工业需要大量的加工生产用蒸汽和电力，可以依据工艺用蒸汽的条件和使用状况以及电力的使用综合考虑，采用抽气汽轮机或背压汽轮机，在发电的同时，将其排出或抽出的蒸汽用于工厂使用，全部或部分地回收冷凝器散失的热量，从而提高设备的综合经济性，发电效率可达70%。也有利用剩余煤气的，利用废液、废热的，如炼铁高炉煤气，纸浆厂的黑液，水泥窑的废气等。水泥窑的废气发电即余热发电，窑尾部烟道中的废气温度为600~900℃，能够使废热锅炉产生蒸汽，用于发电，又不需要燃料费用，发电成本较低。水泥窑的余热发电工艺框图见图1-6所示。

自备电站和其它火力发电厂一样，会对其周围地域的生态环境产生影响，引起公害。如排烟大气污染、飞灰漂落水质污染、噪声、振动、臭气等，特别是使用重油为燃料的电站，排烟中含硫最严重，应予以充分注意。防止公害的措施如下：

- (1) 细致调查选址条件、气象条件；
- (2) 设计合理的烟囱高度，提高排烟的扩散性；
- (3) 设置煤尘清除装置，使排烟净化；
- (4) 选用低噪声型电气设备。

1-4 工厂企业供电系统设计

工厂企业设计是一项政策性、技术性、工程性很强的工作。这项工作的准备及程序框架为：编制计划任务书、基建项目批准文件、确定建厂地址、设计、设计和工程概算的批准等。其中设计要求分阶段实施。基本建设项目的设计，一般按照方案设计、初步设计（或扩大初步设计）、施工图三个阶段进行。小型企业采用方案设计和施工图设计两个阶段。初步设计是根据批准的计划任务书和设计基础资料进行的，如工厂设计的工艺、土建、给排水、暖通、动力、供电等，它们即要分别设计，又要密切配合。设计文件按规定报送上级部门审批。初步设计的内容应该有足够的深度，以满足主要材料设备订货、控制投资、设计审查、编制定员和施工准备等方面的需要。施工图是按批准的初步设计文件和图纸进行，单项施工用图的绘制是在设计过程中，如遇有原则性的改变，仍需报批。图1-7为啤酒厂的设计工作框图。

从总体上讲，供电设计依附于供电系统的规划，而规划必须掌握工厂负荷类型，负荷分布、负荷密度以及未来负荷的发展变化等。初步设计的主要内容有：

- (1) 车间及全厂的负荷计算与分析；
- (2) 选择总降压变电所、车间变电所的变压器台数和容量；
- (3) 确定总降压变电所及厂区高压系统的结线方案，确定变、配电所的位置；
- (4) 短路电流计算；
- (5) 高压电气设备选择与校验、导线和电缆的选择与校验；

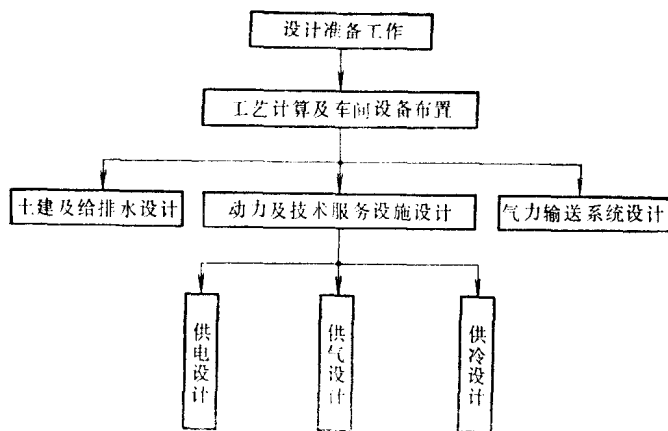


图1-7 小型啤酒厂动力设计框图

- (6) 选择继电保护及供电系统的自动化方式，提交继电保护参数整定计算书；
- (7) 厂区及车间低压线路系统；
- (8) 低压控制保护设备选择；
- (9) 道路、车间、生活区的电气照明；
- (10) 建筑物的防雷、接地；
- (11) 无功功率的补偿；
- (12) 核算总投资，编制电气设备、导线、电缆的名细清册。

当工厂建立自备电站时，供电设计的内容还应该包括：