

工厂供电

同济大学电气工程系 编



高等学校试用教材

中国建筑工业出版社

高等学校试用教材

工 厂 供 电

同济大学电气工程系 编

中国建筑工业出版社

本书为高等学校工业电气自动化专业《工厂供电》课程的教学用书。
全书共计十一章,包括:电力负荷计算,工厂供电系统,变配电所的主
结线、结构与布置,短路电流计算和电气设备选择,架空线及电缆线的选
择和敷设,继电保护装置和自动装置,防雷和接地,电气照明等。本书以
6~10千伏工业企业变配电所的设计、运行问题为重点,并介绍35千伏总
降压变电所有关基础知识和车间电力、照明的基本原理。

本书除供高等学校有关专业作教材外,也可供从事工厂供电系统的
统计人员和工程技术人员参考。

高等学校试用教材

工 厂 供 电

同济大学电气工程系 编

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 22½ 字数: 546 千字

1981年10月第一版 1988年7月第四次印刷

印数: 55,601—71,640 册 定价: 3.75 元

ISBN7-112-00280-X/TU·186

统一书号: 15040·4178

前 言

一、本教材是在我们教研室过去编写的讲义基础上，根据高等院校建工系统教材会议讨论的大纲编写的。全书共分十一章，以工厂供电设计程序作为安排章节的线索。教材内容以6~10千伏工业企业变配电所的设计、运行问题为重点，并介绍了35千伏总降压变电所的有关基础知识和车间电力、照明的基本原理。本教材注意加强基础理论的系统性，加强供电系统的基本计算，加强设计与工程实际的联系；注意介绍新技术、新设备。在编写过程中，注意把有关技术政策和设计规范的主要精神反映到教材中。

二、本教材内容按90学时编写。在讲授时，各校可根据本课程实际教学时数而对内容作适当增减。为了使学完本课程后具有10千伏及以下工厂供电系统的初步设计能力，还需在教学计划中安排相应的课程设计和实践环节。

三、本教材由重庆建筑工程学院主审，主审人谢永茂。参加审稿的单位有：哈尔滨建筑工程学院、辽宁建筑工程学院、北京建筑工程学院和上海工业建筑设计院等。此外，浙江大学、上海工业大学和中国建筑科学研究院建筑设计研究所、西北建筑设计院、一机部第八设计院等十多个兄弟单位均对本教材送审稿提出了宝贵的书面意见，我们在此表示衷心的感谢。

四、本教材由同济大学周鸿昌主编。参加编写的有朱桐城、俞丽华、沈新群等，插图由王友石、李国明负责绘制。

由于我们业务水平有限，时间短促，因此本书中缺点和错误在所难免，请批评指正。

编 者

1979年12月

目 录

第一章 概述	1
第一节 电力系统的基本概念	1
第二节 工业企业供电系统及其组成	2
第三节 工厂供电设计的内容、方法与程序	3
第二章 工业企业电力负荷的计算	9
第一节 负荷曲线	9
第二节 按需要系数法确定计算负荷	15
第三节 按二项式法确定计算负荷	26
第四节 按利用系数法确定计算负荷	29
第五节 功率因数的提高	33
第六节 全厂负荷计算示例	39
第三章 工厂供配电系统	43
第一节 负荷分级及其供电方式	43
第二节 工业企业的供配电系统	44
第三节 工业企业配电系统的接线方式	48
第四节 工厂供配电电压选择和电压调整	51
第四章 变配电所的主结线	57
第一节 对主结线的基本要求及主要电器的作用	57
第二节 单母线结线	60
第三节 双母线结线	62
第四节 桥式结线	63
第五节 工业企业变电所常用的主结线	64
第五章 短路电流的计算	75
第一节 短路的发生原因、种类和危害	75
第二节 由无限容量系统供电时三相短路电流的变化规律	78
第三节 短路回路中各元件阻抗的计算	84
第四节 无限容量系统供电的短路电流计算	90
第五节 电动机对短路冲击电流值的影响	95
第六节 两相短路电流的近似计算	96
第七节 1千伏以下低压电网短路电流计算	97
第八节 用“短路功率法”计算短路电流	102
第九节 短路电流的电动力效应	105
第十节 短路电流的热效应	108
第六章 电气设备选择	114
第一节 电弧的产生及灭弧方法	114

第二节	电气设备选择的一般原则	115
第三节	高压断路器及其操作机构的选择	117
第四节	隔离开关和负荷开关的选择	123
第五节	熔断器的选择	124
第六节	仪用互感器的选择	127
第七节	母线及绝缘子的选择	132
第八节	自动空气断路器的选择	136
第九节	自复熔断器和限流线简介	141
第七章	变配电所的结构与布置	143
第一节	概述	143
第二节	高压配电室	145
第三节	低压配电室	149
第四节	变压器室	152
第五节	电容器室	157
第六节	变电所电气布置施工图	158
第七节	组合式变电所	164
第八章	导线、电缆的选择和线路敷设	166
第一节	导线、电缆选择的一般原则	166
第二节	按允许温升选择导线、电缆的截面	167
第三节	按允许电压损失选择导线、电缆的截面	168
第四节	按经济电流密度选择导线、电缆的截面	174
第五节	厂区架空线路	177
第六节	厂区电缆线路	182
第七节	车间电力线路的选择与敷设	189
第九章	继电保护装置和自动装置	195
第一节	继电保护装置的作用和要求	195
第二节	常用保护继电器	196
第三节	过电流保护装置的接线方式和灵敏度问题	199
第四节	厂区 6~10 千伏线路保护	203
第五节	6~10 千伏线路晶体管保护	215
第六节	电力变压器的保护	221
第七节	高压电动机的保护	238
第八节	6~10 千伏静电电容器的保护	243
第九节	采用高压熔断器的保护	245
第十节	备用电源(或设备)的自动投入装置	246
第十一节	操作电源	253
第十章	接地、接零和防雷	258
第一节	接地、接零的一些基本概念	258
第二节	保护接地	259
第三节	保护接零	262
第四节	接地电阻的计算	264
第五节	雷电的基本知识	270

第六节	防雷装置	274
第七节	消雷装置	278
第八节	建、构筑物的防雷	280
第九节	6~10千伏电气设备的防雷保护	282
第十一章	电气照明	287
第一节	照明与视觉	287
第二节	照明技术的基本概念	290
第三节	照明方式和种类	294
第四节	照明质量	295
第五节	电光源及其选用	300
第六节	照明器的选用与布置	304
第七节	照度计算	311
第八节	照明供电网络	325
附 录		329
附录6-1	高压断路器的技术数据	329
附录6-2	操作机构	330
附录6-3	母线载流量及温度校正系数	332
附录6-4	自动空气断路器的技术数据	334
附录8-1	TJ、LJ型裸铜、裸铝绞线的载流量	338
附录8-2	ZLQ ₃₀ 、ZLQ ₃₀ 、ZLL ₁₂ 、ZLL ₁₂₀ 型油浸纸绝缘铝芯电力电缆在空气中敷设时的 载流量	339
附录8-3	ZLQ ₂ 、ZLQ ₃ 、ZLQ ₅ 、ZLL ₁₁ 、ZLL ₁₂ 型油浸纸绝缘铝芯电力电缆埋地敷设时 的载流量	339
附录8-4	VLV聚氯乙烯绝缘及护套铝芯电力电缆(三芯)在空气中敷设时的载流量	340
附录8-5	VLV聚氯乙烯绝缘及护套铝芯电力电缆(三芯)直埋地中敷设时的载流量	340
附录8-6	导体载流量的温度校正系数表	341
附录8-7	电缆埋地多根并列时的校正系数表	341
附录8-8	电线穿钢管或塑料管在空气中多根并列敷设时的校正系数表	341
附录8-9	电缆埋地土壤热阻系数不同时的校正系数表	342
附录8-10	选择电气设备所采用的周围环境计算温度	342
附录8-11	LJ型铝绞线单位长度的电阻和感抗表	343
附录8-12	6、10、35千伏铝导线三相架空线路电压损失表	344
附录8-13	380伏铝导线三相架空线路电压损失表	345
附录8-14	6千伏铝芯塑料绝缘电力电缆常用数据表	346
附录8-15	10千伏铝芯油浸纸绝缘电力电缆常用数据表	347
附录9-1	对称分量法简介	348

第一章 概 述

电力工业是国民经济的一个重要部门，它为工业、农业、商业、交通运输和社会生活提供能源。在今天，电能的利用已远远超出作为机器动力的使命。由于电能能够方便而经济地从其他形式的能量中转换而得，并且容易而经济地进行传输，以及简便地转换成其他形式的能量（如将电能变为机械能、光能、热能、化学能等），电能已广泛应用到社会生产的各个领域和社会生活的各个方面。国民经济的现代化没有电力工业的大发展是不可能的，电力工业已成为国民经济现代化的基础。并公认按人口平均的用电量，是反映一个国家现代化程度的主要指标之一。

发电厂是生产电能的工厂。电能生产与其它生产部门相比较，有其显著的特点：

第一、电能从生产—传输—消费的全过程，几乎是同时进行的。电能生产全过程中的各个环节，也都紧密联系，互相影响。由于电能具有很高的传输速度，发电机在某一时刻发出的电能，经过送电线路立刻送给用电设备，而用电设备立刻转换成其他形式的能量，一瞬间就完成从发电—供电—用电的全过程。而且，发电量是随着用电量的变化而变化，生产量和消费量是严格平衡的。这就不难看出：电能用户如何用电、何时用电及用多少电，对于电能生产都具有极大的影响；电力系统中任一环节或任一用户，若因设计不当、保护不完善、操作失误、电气设备故障，都会给整个系统造成不良影响。

第二、电力系统中的暂态过程是非常迅速的。如开关切换操作、电网短路等过程，都是在很短时刻（零点几秒）内完成。为了维护电力系统的正常运行，就必须有一套非常迅速和灵敏的保护、监视和测量装置，一般人工操作是不能获得满意的效果的，因此必须采用自动装置。特别是近年来，已将电子计算机应用于电力网的控制管理系统。

上述电能生产的特点，在工业企业供配电系统的设计和运行中，均应充分注意。

第一节 电力系统的基本概念

在工业企业中有许多用电设备（又称作负载），按其用途可分为照明用电设备，动力用电设备（传动），工艺用电设备（电解、冶炼、电焊、静电、电火花、热处理），电热用电设备（加温、取暖、烘干、空调）和试验用电设备（试验、校验、检测）等。所有这些用电设备，统称为电能用户。用户所消费的电是电力系统中发电厂生产供给的。发电厂多数是建造在燃料、水力资源丰富的地方，而电能用户是分散的，往往又远离发电厂。这样就出现了一个电能输送的问题（输电）；为了实现电能的经济传输和满足用电设备对工作电压的要求，又出现了一个变换电压的问题（变电）；将电能送到工矿企业区之后，又存在对用户合理分配电能的问题（配电）。现将电能的生产、输送、变换、分配各环节的基本概念说明如下：

1）发电厂——是生产电能的工厂，它是把非电形式的能量转换成电能。发电厂的种类

很多, 根据所利用能源的不同, 有火力发电厂、水力发电厂、原子能发电厂、地热发电厂、潮汐发电厂, 以及风力发电、太阳能发电等等。

2) 变电所——是变换电压和交换电能的场所; 由电力变压器和配电装置所组成。按变压的性质和作用又可分为升压变电所和降压变电所两种。对于仅装有受、配电设备而没有电力变压器的称为配电所。

3) 电力网——是输送、交换和分配电能的装备; 由变电所和各种不同电压等级的电力线路所组成。电力网是联系发电厂和用户的中间环节。它的任务是将发电厂生产的电能输送、变换和分配到电能用户。

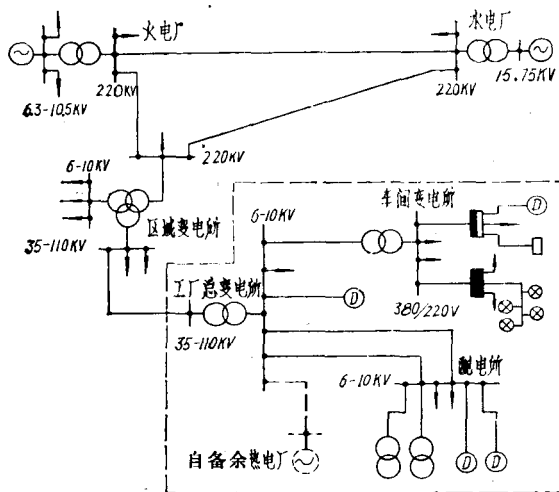


图 1-1 电力系统示意图

4) 电力系统——由发电厂、电力网及电能用户组成的系统, 称为电力系统。它们之间的相互关系可以用图1-1表示。从发电厂发出的电能, 除了供给附近用户(工业企业)直配用电之外, 一般都是经过升压变电所将发电机发出的低压电能升高为高压电能, 采用高电压进行电力传输。当输电线路的电压愈高, 则输送距离愈远、输送的功率愈大。因为输送功率为一定时, 提高输电电压就可相应地减少输电线路中的电流, 因此可减少线路上电能损失和电压损失, 可减少导线的截面而节约有色金属。例如,

在采用120平方毫米截面的导线和标准杆型情况下, 当输电电压为10千伏、输送距离为10公里时, 输送功率约为2000千瓦; 当输电电压为35千伏、输送距离为35公里时, 输送功率约为7000千瓦。

由于用电设备的额定电压一般均在10千伏以下, 例如一般工厂中目前生产上所用的高压电动机, 其额定电压多为6千伏或3千伏, 有些设备可使用10千伏电压的高压电动机; 而低压电动机目前在工业企业中多用额定电压为380伏的, 在矿山中多用660伏的。因此, 在工业集中的地区, 一般都建立地区降压变电所, 将110~220千伏电压降为35~60千伏电压(如附近有工业企业, 亦可将部分电能降为3~10千伏电压对工业企业供电), 然后再将电能送到工业企业内的总降压变电所。

对于用电量较大的企业, 例如大型化工企业、冶金联合企业、铝厂及大型冶炼厂等, 我国已开始采用110千伏或220千伏电压直接对工业企业送电, 这对于减少电力网的电能损失和电压损失有十分重大的意义。

第二节 工业企业供电系统及其组成

工业企业为了接受从电力系统送来的电能, 经过降压再将电能分配到各用电车间和工段去, 就需要有一个工业企业内部的供电系统。工业企业内部供电系统由高压及低压配电

线路、变电所（包括配电所）和用电设备所组成，图1-1中虚线范围部分表示工业企业内部供电系统。

一般大、中型工业企业均设有总降压变电所，把35~110千伏电压降为6~10千伏电压，向车间变电所或高压电动机和其他高压用电设备供电，总降压变电所通常设有1~2台降压变压器。而小型工业企业设有一个简易变电所，由电力网以6~10千伏电压供电。

对于某些工业企业，考虑其生产对国民经济的重要性需要自备电厂作备用电源，或企业有大量余热、废气可用来发电时，可建立工厂自备发电厂。一般当工业企业要求供电可靠性较高时，可考虑从电力系统中引两个独立电源对其供电。

在一个生产车间内，根据生产规模、用电设备的布局和用电量的大小等情况，可设立一个或几个车间变电所（包括配电所）。也可以几个相邻且用电量不大的车间共用一个车间变电所。车间变电所一般设置1~2台变压器（最多不超过三台），其单台容量一般为1000千伏安及以下（最大不超过1800千伏安），将6~10千伏电压降为380/220伏电压，对低压用电设备供电。

变电所中的主要电气设备是降压变压器和受、配电设备及装置。用来接受和分配电能的电气装置称为配电装置，其中包括开关设备、母线、保护电器、测量仪表及其他电气设备等。对于10千伏及以下系统，为了安装和维护方便，现在均将受、配电设备及装置由制造厂组装成为成套的开关柜。

工业企业高压配电线路主要作为厂区内输送、分配电能之用。高压配电线路尽可能采用架空线路，因为架空线路建设投资少且便于检修维护。但在工业企业厂区内，由于对建筑物距离的要求，及管线交叉、腐蚀性气体等因素的限制，不便于敷设架空线路时，可以敷设地下电缆线路。

工业企业低压配电线路主要作为向低压用电设备输送分配电能之用。在户外敷设的低压配电线路尽可能采用架空线路。在车间内部则应根据具体情况而定，采用明敷配电线路或采用暗敷配电线路。

在车间厂房内，由动力配电箱到电动机的配电线路一般采用绝缘导线穿管敷设。

在工厂内，照明线路与电力线路一般是分开的；但是，可采用380/220伏三相四线制，尽量由一台变压器供电，对事故照明来说，必须有可靠的独立电源来供电。

第三节 工厂供电设计的内容、方法与程序

一、工厂供电设计的内容

工厂设计由工艺设计、土建设计、给排水设计、暖通设计、动力设计、弱电设计、供电设计等组成。供电设计是其中的一个重要组成部分，因此在供电设计时如与上述其他各工种设计发生相关时，应密切配合。

工厂供电设计包括以下几方面内容：

（一）车间电力设计

车间电力设计是根据生产工艺的要求，解决对各种用电设备进行供配电与控制的问题。在设计中具体要解决的问题有：确定车间电力系统，各种用电设备的保护与控制设备的选择，导线的选择，线路的敷设方式，保安措施等。用车间电力系统图（或称车间配电

系统图)、车间电力平面图、绘制或选用设备安装(大样)图和车间电力主要设备材料表的形式来表达设计的内容。

(二) 车间照明设计

车间照明设计是根据生产工艺的要求,解决满足照明质量与照度标准的良好照明问题。在设计中具体要解决的问题有:光源和照明器的选择,照明器的布置,照度计算,确定照明供电系统,导线选择,线路的敷设方式等问题。用车间照明系统图、车间照明平面图和车间照明主要设备材料表的形式来表达设计内容。

(三) 车间变配电所设计

车间变配电所设计是根据车间的负荷性质、负荷大小和负荷的分布情况,解决对车间安全、可靠、经济的配电问题。具体要解决的问题有:车间变配电所的数量、位置与变压器容量的确定,车间变配电所的主结线,电气设备的选择,变配电所平面布置,防雷保护、接地装置设计和接地或接零保安措施等问题。用变配电所的主结线图、变配电所平面与剖面图以及主要设备材料表的形式来表达设计的内容。

(四) 全厂总配电所及总降压变电所设计

全厂总配电所及总降压变电所设计是根据全厂负荷性质、负荷大小、负荷的分布以及电力系统的情况等,解决对全厂各车间安全、可靠、经济的供配电问题。具体要解决的问题有:总配电所及总降压变电所的数量、位置与变压器容量的确定,总配电所及总降压变电所的主结线,电气设备的选择,总配电所平、剖面布置,供配电线路路径走向与导线截面选择,总配电所的测量、信号、控制、继电保护等问题。用总配电所及总降压变电所的主结线图,平、剖面布置图,二次结线图,总体平面布置图以及主要设备材料表的形式来表达设计内容。

(五) 厂区线路的设计

内容包括厂区内6~10千伏高压供电或配电线路、车间外部380/220伏低压配电线路。选择线路路径并规划线路走廊,对于电源进线尚需取得城市建设局及有关部门的许可和协议;确定采用架空线路或电缆线路;按有关规程解决与其他管线的平行或交叉问题;进行杆位、杆型、杆头布置的设计;标准电杆和绝缘子、金具的选择;特殊杆塔和基础的机械计算;计算导线的温度——应力——弧垂数据用以列表或绘制安装曲线;架空线路的防雷保护和绝缘配合。一般用厂区线路路径平面图,架空线路杆位明细表,杆塔总装图及零件图,绝缘子、金具及基础的施工图,安装曲线图,及主要材料表和工程预算的形式来表达设计内容。

二、工厂供电设计的方法与步骤

设计方法与步骤大致如下:

(一) 根据工艺、土建、给排水、暖通、弱电等工种提供的用电设备情况进行各车间和全厂的负荷计算,并考虑无功功率的补偿,进行变配电所及变压器数量和容量的选择。

(二) 向电业部门了解电力系统中有关的情况,例如可能对本厂供电的电源、供电方式和短路容量等,并对供电方式进行初步协商。

(三) 根据工厂对供电的要求和电源条件,选择符合国家各项建设方针和政策、技术经济上最合理的供电方案和全厂供配电系统。

(四) 会同建设单位与电业部门协商确定电源及厂外送电线路方案和电能计量的方

杆位、杆型、杆头布置设计
绝缘子、金具、特殊杆塔和基础机械计算
导线温度——应力——弧垂数据用以列表或绘制安装曲线
架空线路的防雷保护和绝缘配合

法，最后由建设单位与电业部门签订协议，并办理厂外送电线路的施工合同。

(五) 进行高压侧短路电流计算和设备材料选择。

(六) 防雷保护和接地装置设计。

(七) 进行继电保护等二次系统设计。

(八) 根据生产机械的工艺过程、车间环境特征，电动机等用电设备进行控制保护设备的选择，并进行车间配电线路的设计和计算，选定各项线路设备和材料。

(九) 根据工艺设备布置和操作要求、厂房建筑与结构条件、以及车间环境特征，进行照明设计。

(十) 工厂如需直流电系统，则应有变流所的设计。

(十一) 根据供电、配电和照明线路的要求，进行厂区线路的设计。

(十二) 开列设备材料清单。

(十三) 进行各项工程施工图的绘制和标准图的选择。

(十四) 编制概算。

三、工厂供电设计程序及内容

工业企业供电设计程序分三阶段设计和二阶段设计两种。一般大、中型企业采用方案意见书、扩大初步设计、施工图设计三个阶段。小型企业采用方案意见书、施工图设计两个阶段。如为两阶段设计，则方案意见书的深度应尽可能解决扩大初步设计所需解决的问题。

方案意见书阶段的主要工作内容：1) 参照扩大指标或同类型企业，计算企业的最大用电负荷及年用电量；2) 向当地电业部门了解可能对本企业的供电电源及供电方式，并对供电方式进行初步协商；3) 参照扩大指标或同类型企业，进行投资估算。

扩大初步设计阶段的主要工作内容：1) 关于企业供电电源和供电方式的落实和基础资料的收集；2) 企业供电系统方案的确定；3) 进行用电负荷等方面计算和设备选择；4) 编制设计文件；5) 编制概算。

扩大初步设计内容要充分阐明在设计中的指导思想和各项具体措施及方案。设计深度要满足主要设备、材料的订货和编制施工图设计的要求。设计文件应有必要的文字说明、图纸和主要技术经济指标。

供电扩大初步设计的内容深度应包括以下方面：

(一) 供电电源(包括备用电源)情况及供电方案。

(二) 工业企业用电负荷的主要数据(见表1-1)。

(三) 变(配)电所的数量、位置、面积、变压器容量。

(四) 主要设计方案、原则的确定，如有重大方案比较时，应同时列入。

(五) 其他需要说明的问题。

工业企业用电负荷主要数据 表 1-1

全厂用电设备总设备容量		千 瓦	
其 中	电 力	千 瓦	
	照 明	千 瓦	
全厂电力需要容量	有 功	千 瓦	
	无 功	千 乏	
	视 在	千伏安	
需 要 系 数 (K_x)			
功 率 因 数	补偿前		
	补偿后		
补偿电容器容量	高 压	千 乏	
	低 压	千 乏	
概 算 价 值		千 元	

(六) 附图：一般有条件时可附全企业的供电平面图及系统图。

(七) 附表：1) 全企业用电负荷计算表 (参看表2-15)；2) 各变电所负荷计算表 (参看表2-8)；3) 主要设备材料表 (开列国家统一调拨的一、二类物资，如有不作为订货的，应加以说明)。

施工图设计阶段的主要工作内容：1) 校正扩大初步设计的基础资料 和 有关计算数据；2) 编制施工设计图；3) 编制修正概算。

工厂企业变电所具体的设计程序如下述方框图 (图1-2) 所示：

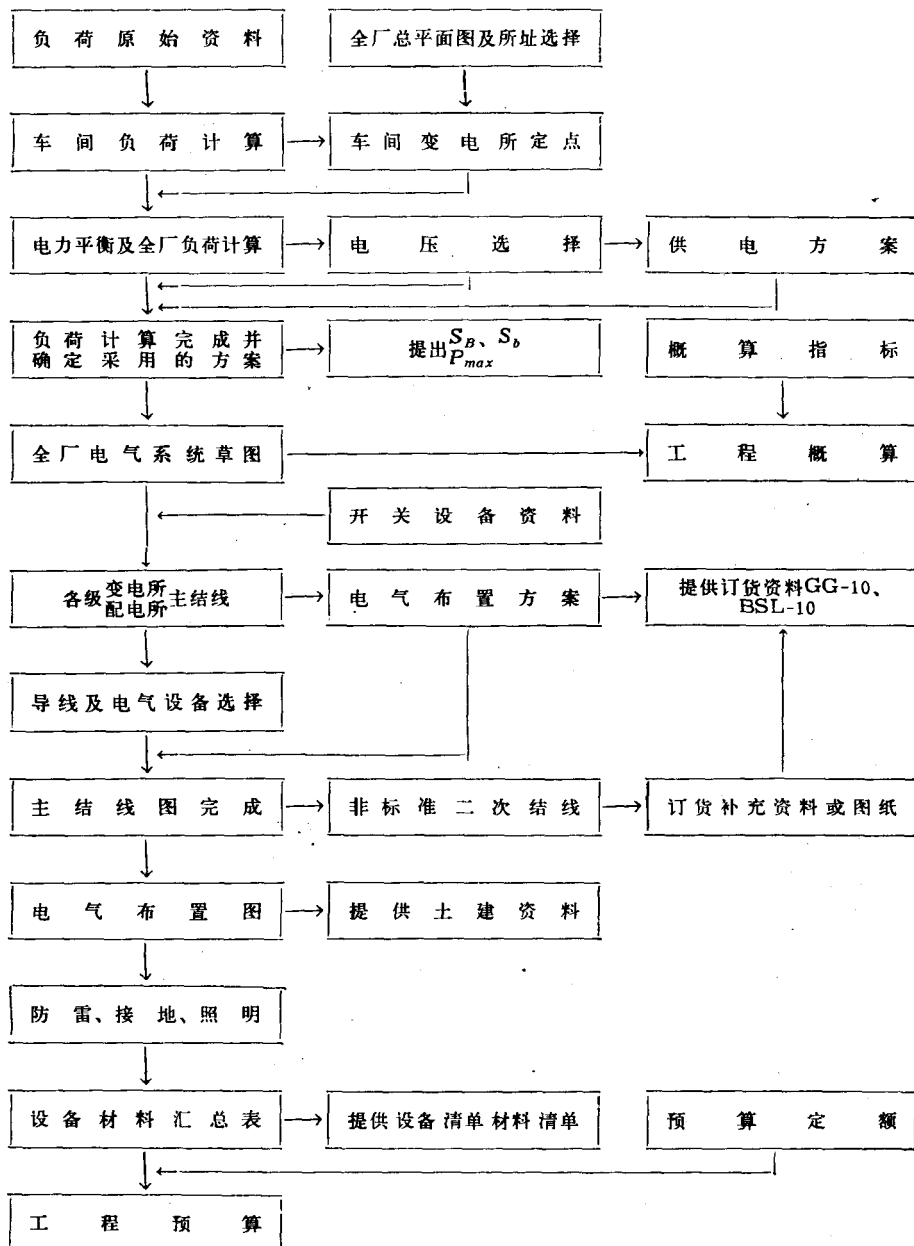


图 1-2 工厂变电所设计程序方框图

四、扩大初步设计及施工图设计阶段需收集和提出的资料内容

(一) 工厂总平面图, 各车间的土建平剖面图。

(二) 工艺、给排水、暖通、动力等工种的用电设备平面布置图及主要的剖面图, 并附有各用电设备的名称、额定容量(千瓦), 额定电压(伏)、额定功率因数、相数、使用情况(电机的工作制及其暂载率 $JC\%$), 车间的环境特征(潮湿、灰尘、火灾或爆炸程度)等, 这些是供电设计的重要基础资料, 是进行负荷计算和选择导线、开关设备以及变压器等的依据。

(三) 了解各车间、工段的生产流程的顺序, 对电气传动和控制操作的要求(例如电气联锁和非联锁的要求等)。

(四) 对供电可靠性的要求和工艺允许停电时间。

(五) 除了工艺等用电设备的平面布置图外, 尚要了解工艺等用电设备的外形尺寸和出线口的位置, 这是车间电力线路设计时所必须的。

(六) 全厂的年产量和年最大负荷利用小时数, 用以估算全厂的年用电量和最高需用量。

(七) 向土建工种提出变配电所的土建资料(变配电所平面、剖面图, 通风及防火要求, 预留洞及预埋件等要求), 变配电所及高低压线路路径在总平面图上的布置资料。

(八) 向供电局收集资料前, 应向供电局提供下列资料:

1. 工厂负荷的性质, 对电源线路的要求;
2. 工厂用电设备的设备总容量;
3. 工厂用电设备的计算负荷总容量(有功容量、无功容量、视在容量);
4. 要求备用电源的设备总容量(千瓦)、及其计算负荷总容量(指一级负荷而言);
5. 特殊用电设备(电弧炉、高频设备等);
6. 工厂用电计划(根据工厂建设进度提出逐年用电量数字)。

(九) 向供电局收集下列资料:

1. 供电局同意供给的电源容量及备用电源容量;
2. 供电电源的电压, 供电方式(电缆或架空线, 专用线或非专用线), 供电电源线路的回路数、截面、长度以及进入工厂的方向及具体位置;
3. 电力系统最小运行方式和最大运行方式时, 供电端或受电端母线上的短路数据(短路容量、次暂态短路电流、稳态短路电流、单相接地电流等);
4. 供电端的继电保护方式及动作电流和动作时间的整定值, 供电局对工厂进线与供电端出线之间继电保护方式和时限配合的要求;
5. 供电局对工厂电能计量的要求(如高供高量或高供低量, 照明与电力是否要分别计量或合并计量);
6. 供电局对工厂功率因数的要求;
7. 当地电价及电费的收取办法(包括计算方法, 奖罚规定等);
8. 电源线路厂外部分设计及施工的分工(一般由供电局负责), 以及工厂应负担的投资额;
9. 供电局的其他特殊要求(如对大型电动机起动的意见, 对自动减负荷的要求, 对负荷转送的要求等)。

(十)向当地气象部门及其他单位收集资料:

- 1.气象、地质资料,见表1-2;
- 2.当地电气安装的常用设施、经验、特殊规定;
- 3.当地生产的电气设备及材料情况;
- 4.当地电气工程的技术经济指标。

气象、地质资料内容及用途

表 1-2

资 料 内 容	用 途	资 料 内 容	用 途
最高年平均温度	选变压器	最高月平均水温	选半导体元件等
最热月平均最高温度	选室外裸导线及母线	年雷电小时数和雷电日数	防雷装置
最热月平均温度	选室内导线和母线	土壤结冻深度	接地装置
一年中连续三次的最热日昼夜平均温度	选空气中电缆	土壤电阻率	接地装置
土壤中0.7~1.0米深处一年中最热月平均温度	选地下电缆	50年一遇的最高洪水位	变电所所址选择
		地震烈度	防震措施

第二章 工业企业电力负荷的计算

在工厂供电设计中，所谓“负荷”是指电气设备（发电机、变压器、电动机等）和线路中通过的功率或电流（因当电压为一定时，电流与功率成正比），而不是指它们的阻抗。例如，发电机、变压器的负荷是指它们输出的电功率（或电流），线路的负荷就是指通过导线的容量（或电流）。如果负荷达到了电气设备铭牌规定的数值（额定容量）就叫做满负荷（或满载）。

进行工业企业供电设计，首先遇到的是全厂要用多少电，即负荷计算问题。工厂里各种用电设备在运行中负荷是时大时小地变化着，但不应超过其额定容量。此外，各台用电设备的最大负荷一般又不会在同一时间出现，显然全厂的最大负荷总是比全厂各种用电设备额定容量的总和要小。若根据全厂用电设备额定容量的总和作为计算负荷来选择导线截面和开关电器、变压器等，则会造成投资和设备的浪费；反之，若负荷计算过小，则导线、开关电器、变压器等有过热危险，使线路及各种电气设备的绝缘老化，过早损坏。所以我们进行电力负荷计算，目的是为了合理地选择供电系统中的导线、开关电器、变压器等元件，使电气设备和材料得到充分利用和安全运行。

负荷计算是工厂供电设计中很重要的一环。不过，要真正准确的进行计算，却是很困难的，这也是有待于今后进一步解决的问题。

目前设计单位对工业企业的电力负荷计算主要采用三种方法：1）需要系数法；2）二项式法；3）利用系数法。不过，这几种负荷计算方法都有一定的局限性，有待于进一步完善和改进。

第一节 负 荷 曲 线

表示电力负荷随时间变化情况的图形称为负荷曲线。画在直角坐标轴内，纵座标表示负荷值，横座标表示对应的时间。

负荷曲线分有功负荷曲线和无功负荷曲线两种。有功负荷曲线的纵座标以有功负荷的千瓦数表示，无功负荷曲线的纵座标以无功负荷的千乏数表示。根据横座标延续的时间，又可分为日负荷曲线和年负荷曲线。日负荷曲线表示一日24小时内负荷变化的情形，而年负荷曲线表示一年中的负荷变化情况。

一、运行日负荷曲线的绘制

运行日负荷曲线可根据变电所中的有功功率表，用测量的方法绘制。在一定时间间隔内（如每隔半小时）将仪表读数的平均值记录下来，根据记录的数据在直角座标中逐点进行描绘而成。如图2-1所示，负荷曲线所包围的面积代表一天24小时内所消费电能的度数（总用电量）。时间间隔愈短，则描绘的负荷曲线愈能精确反映实际负荷的变化情况。

但是逐点描绘的负荷曲线为依次连续的折线，不适于实际应用。为了计算简单起见，

往往将逐点描绘的负荷曲线用等效的阶梯形曲线来代替。阶梯形曲线所包围的面积应和折线连成的曲线所包围的面积相等，因测绘的阶梯状曲线与实际负荷相比较，当负荷上升时，少算了电能，而当负荷下降时，又多算了电能，当负荷变化较缓慢时，前后电能的盈亏相当，如图2-2所示。

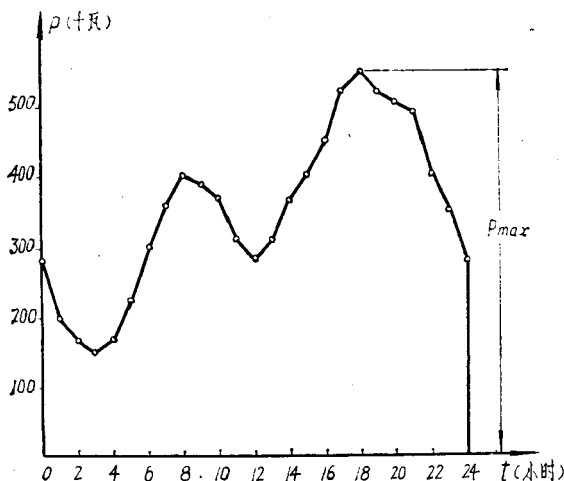


图 2-1 逐点描绘的日有功负荷曲线

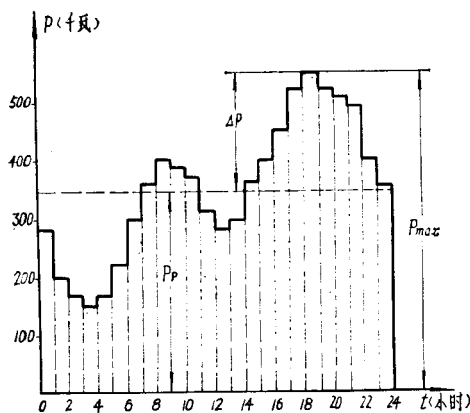


图 2-2 阶梯形的日有功负荷曲线

我们用负荷系数 α 来表示有功负荷的变动程度（ α 又称为负载因数、填充系数或负荷率），并定义：

$$\alpha = \frac{\text{平均负荷}}{\text{最大负荷}} = \frac{P_p}{P_{max}}$$

故得

$$P_p = \alpha \cdot P_{max} \quad (2-1a)$$

对于日无功负荷曲线，可相似地根据无功功率表隔一定时间间隔的读数，测绘制成。根据同理，我们也可求得无功负荷系数 β 及相应的关系式：

$$\beta = \frac{Q_p}{Q_{max}}$$

及

$$Q_p = \beta \cdot Q_{max} \quad (2-1b)$$

有功负荷系数 α 和无功负荷系数 β 是反映用户有功及无功负荷变化规律的一个参数。其值高说明曲线平稳，负荷变动少；其值低说明曲线起伏，负荷变动大；但 α 和 β 总是小于 1。根据有关设计手册介绍，一般工厂企业的负荷系数年平均值为：

$$\alpha_n = 0.70 \sim 0.75$$

$$\beta_n = 0.76 \sim 0.82$$

上述数据说明无功负荷曲线的变动比有功负荷曲线平坦。除了大量使用电焊设备的工厂或车间外， β 值一般总比 α 值高 10~15% 左右。对于相同类型的车间或企业具有近似的负荷系数和曲线形状。

二、全年时间负荷曲线的绘制

有两种年负荷曲线：表示一年中每日最大负荷变动情形的称为日最大负荷全年时间变