

高职高专智能建筑规划教材

供配电系统

王晓丽 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高职高专智能建筑规划教材

供 配 电 系 统

主编 王晓丽

参编 孙宇新

沈明元

主审 李运昌



机械工业出版社

本书是高职高专智能建筑规划教材之一，供高职高专学校建筑电气专业、工业电气自动化专业、电气技术专业及从事供配电系统工程的工程技术人员等使用。

全书共分八章，主要介绍 35kV 及以下供配电系统的相关知识，内容包括供配电系统的负荷计算、一次接线、短路电流计算、电气设备选择、电能质量、系统保护与二次接线、接地与防雷。每章后附有思考题或习题，便于读者学习。

本书以国家颁布的新标准、新规范为依据，从基础着手，以系统构成与设计为主线，合理安排章节、深入浅出、图文并茂、数据全面，便于自学和工程实际用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

供配电系统/王晓丽主编. —北京: 机械工业出版社,
2004.1

高职高专智能建筑规划教材

ISBN 7-111-13657-8

I. 供… II. 王… III. ①供电-电力系统-高等学校: 技术学校-教材②配电系统-高等学校: 技术学校-教材 IV. TM72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 116833 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 王玉鑫 版式设计: 冉晓华 责任校对: 张莉娟

封面设计: 张静 责任印制: 闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 2 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·18 印张·443 千字

定价: 25.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

智能建筑规划教材编委会

主任	吴启迪		
副主任	徐德淦	温伯银	陈瑞藻
委员	程大章	张公忠	王元凯
	龙惟定	王 忱	张振昭

序

20世纪,电子技术、计算机网络技术、自动控制技术和系统工程技术获得了空前的高速发展,并渗透到各个领域,深刻地影响着人类的生产方式和生活方式,给人类带来了前所未有的方便和利益。建筑领域也未能例外,智能化建筑便是在这一背景下走进人们的生活。智能化建筑充分应用各种电子技术,计算机网络技术、自动控制技术、系统工程技术,并加以研发和整合成智能装备,为人们提供安全、便捷、舒适的工作条件和生活环境,并日益成为主导现代建筑的主流。近年来,人们不难发现,凡是按现代化、信息化运作的机构与行业,如政府、金融、商业、医疗、文教、体育、交通枢纽、法院、工厂等,他们所建造的新建筑物,都已具有不同程度的智能化。

智能化建筑市场的拓展为建筑电气工程的发展提供了宽广的天地。特别是建筑电气工程中的弱电系统,更足借助电子技术、计算机网络技术、自动控制技术和系统工程技术在智能建筑中的综合利用,使其获得了日新月异的发展。智能化建筑也为其设备制造、工程设计、工程施工、物业管理等行业创造了巨大的市场,促进了社会对智能建筑技术专业人才的急速增加。令人高兴的是众多院校顺应时代发展的要求,调整教学计划、更新课程内容,致力于培养建筑电气与智能建筑应用方向的人才,以适应国民经济高速发展需要。这正是这套建筑电气与智能建筑系列教材的出版背景。

我欣喜地发现,参加这套建筑电气与智能建筑系列教材编撰工作的有近20个兄弟学校,不论是主编者或是主审者,均是这个领域有突出成就的专家。因此,我深信这套系列教材将会反映各兄弟学校在为国民经济服务方面的最新研究成果。系列教材的出版还说明一个问题,时代需要协作精神,时代需要集体智慧。我借此机会感谢所有作者,是你们的辛劳为读者提供了一套好的教材。

吴启迪

写于同济园

2002年9月28日

前 言

本书是高等职业技术和高等专科院校智能建筑规划教材之一，由智能建筑规划教材编委会组织编写。该书既可作为高职高专工业与建筑电气类专业教学用书，又可供从事供配电系统工程及相关工程技术人员参考。

全书共分八章，教材内容可根据不同专业要求和学时要求进行取舍。书中首先概括了工业及民用建筑供配电系统及供配电系统的设计思路与方法，然后全面系统地介绍了工业与民用建筑供配电系统的构成与保护、计算方法、设备的选择与校验、电能质量、接地与防雷等基本知识和方法。本书的特点是内容结构以供配电系统构成与设计为主线进行编排的，讲解详细、深入浅出、图文并茂、数据全面、实用性强，突出新技术及新产品的应用。为了便于学生理解所学内容，每章后都附有思考题或习题。

本书是在作者查阅了大量的相关书籍和资料，并结合编写组成员多年的教学经验与工程实践经验编写而成的。在此向所有参考文献的作者致以衷心的感谢。本书的出版得到机械工业出版社职业教育分社的关心和重视，谨此感谢。

本书由吉林建筑工程学院王晓丽任主编，负责全书的构思、编写组织和统稿工作，并编写第一、二、三章和第八章的部分内容；第五、七章由江苏大学孙宇新编写；第四、六及第八章的部分内容由上海师范大学沈明元编写。全书的文字处理由吉林建筑工程学院许亮完成；主审工作由吉林省建筑设计院电气总工程师李运昌担任，并对教材的内容提出了许多宝贵意见；本书在编写过程中得到了吉林建筑工程学院、江苏大学、上海师范大学的有关领导及同志们的大力支持；同时长春工程学院刘险峰、吉林建筑工程学院叶昌淮、刘航等同志在审阅过程中也提出了许多宝贵意见，在此向以上人员表示真诚的感谢！

由于作者水平有限，编写时间仓促，书中难免出现纰漏与不妥之处，恳请各位同行、专家和广大读者指正，并将意见和建议寄往吉林建筑工程学院信息工程系，以便再版时修正。

编者

目 录

序
前言

第一章 绪论 1

- 第一节 供配电系统 1
- 第二节 供配电系统设计的基本知识 5
- 思考题 7
- 习 题 7

第二章 负荷计算 8

- 第一节 概述 8
- 第二节 负荷曲线与负荷计算的基本概念 8
- 第三节 按需要系数法确定计算负荷 11
- 第四节 按二项式法确定计算负荷 20
- 第五节 计算负荷的常用估算方法 22
- 第六节 单相负荷的负荷计算 23
- 第七节 尖峰电流的计算 24
- 第八节 节约电能与无功补偿 25
- 第九节 我国住宅电气负荷设计发展 27
- 第十节 负荷计算示例 28
- 思考题 29
- 习 题 30

第三章 供配电系统一次接线 31

- 第一节 概述 31
- 第二节 负荷分级 31
- 第三节 自备电源 34
- 第四节 主接线系统的主要电气设备 41
- 第五节 变配电所主接线 43
- 第六节 配电网形式 52
- 第七节 变配电所结构与布置 54
- 思考题 63

第四章 短路电流的计算 64

- 第一节 概述 64

- 第二节 三相短路过程的简化分析 66
- 第三节 短路回路中各元件阻抗计算 70
- 第四节 无限大容量系统三相短路电流计算 73
- 第五节 两相短路电流的计算 76
- 第六节 低压网络短路电流计算 76
- 第七节 短路电流的效应 80
- 思考题 85
- 习 题 85

第五章 供配电系统电气设备及导体的选择 87

- 第一节 电弧的产生及灭弧方法 87
- 第二节 电气设备选择的一般原则 91
- 第三节 高压电气设备及其选择 93
- 第四节 低压电气设备及其选择 105
- 第五节 互感器 114
- 第六节 绝缘子及其选择 123
- 第七节 母线、导线、电缆及其选择 125
- 思考题 133
- 习 题 133

第六章 供电系统的电能质量 135

- 第一节 电压偏移及改善措施 135
- 第二节 电压波动及其抑制 137
- 第三节 电网谐波及其抑制 139
- 思考题 143

第七章 供配电系统的保护与二次接线 144

- 第一节 概述 144
- 第二节 常用保护继电器分类 146
- 第三节 过电流保护装置的接线方式 155

第四节	供配电线路的继电保护	158	第八章 接地与防雷	212
第五节	电力变压器的继电保护	168	第一节 接地	212
第六节	低压供配电系统的保护	179	第二节 防雷	218
第七节	高压电动机保护	187	思考题	232
第八节	供配电系统二次接线	192	附录	233
第九节	备用电源自动投入装置和自动 重合闸装置	199	附录 A 常用文字符号表	233
第十节	变配电站所用电源及信号 装置	205	附录 B 全国主要城市气象资料数据	237
思考题	211	附录 C 常用设备的技术参数	249
习题	211	参考文献	279

第一章 绪 论

供配电系统是企业与建筑领域的重要组成部分，是关系到工业与民用建筑内部系统能否安全、可靠、经济运行的重要保证，也是提高人们工作质量与效率的重要保障。因此，本章简要介绍电力系统的组成及特点，重点介绍工业与民用建筑供配电系统及组成，最后概述供配电系统设计的基本知识及本课程的主要任务和要求。

第一节 供配电系统

一、电力系统的组成及特点

1. 组成

发电厂一般是建在水力、燃料资源比较丰富的边远地区，而电能用户往往集中在城市和工业中心。因此，电能从发电厂必须经过升压变电所、高压输电线路送到用电中心，然后再经过降压变电所和配电所才能合理地把电能分配到电能用户。现将各环节简要说明如下：

(1) 发电厂 是将水力、煤炭、石油、天然气、风力、太阳能及核能等能量转变成电能的工厂。

(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。对于没有电力变压器的场所称为配电所。

(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。

(4) 供配电系统 由发电、输电、变电、配电构成的系统。而企业内部与建筑物、构筑物的供配电系统是由变（配）电站、供配电线路和用电设备组成，如图 1-1 所示点画线部分。

(5) 电力系统 由发电厂、电力网及电能用户组成的系统，如图 1-1 所示。

本书重点讨论 10kV 及以下供配电系统，即企业、民用建筑供配电系统。

2. 特点

电能与其他能量的生产与运用有显著的区别，其特点如下：

(1) 电能不能大量储存、传输速度快、输送距离远 电能从发电—输电—变（配）电—消费几乎是同时进行的。

(2) 电力系统中的暂态过程非常短 电力系统发生短路或由一种运行状态切换到另一种状态的过渡过程非常短暂，仅有百分之几甚至千分之几秒。因此为了使电力系统安全、可靠地运行，必须有一整套的继电保护装置。

(3) 易实现自动化，分配控制简单，可进行远距离自动控制 随着电子技术和计算机技

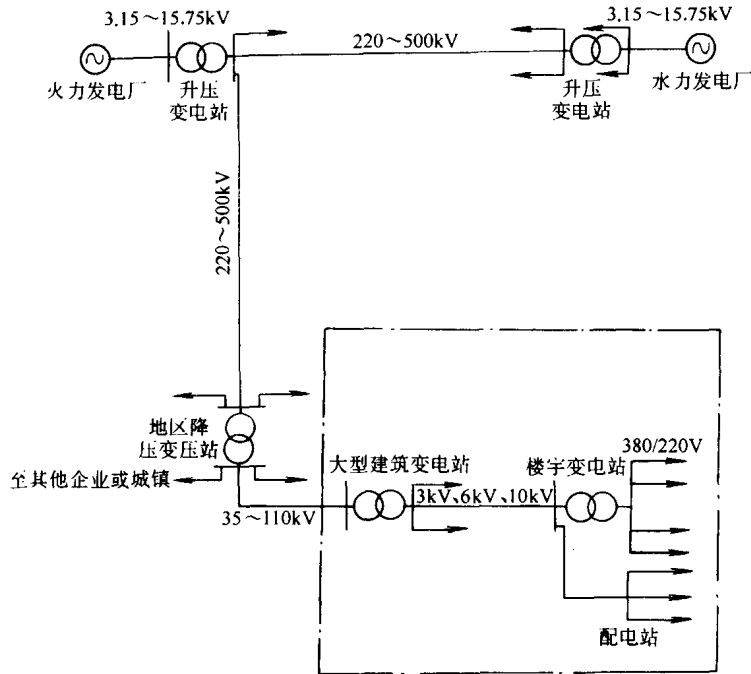


图 1-1 电力系统图

术的发展, 可实现对电力系统的计算机监控和管理, 大大提高了供配电系统的可靠性、安全性、灵活性。

3. 供电质量

供电质量可由两个指标来衡量, 即供电可靠性和电能质量。电能质量是指电压、波形和频率的质量。

(1) 供电可靠性 供电可靠性是衡量供电质量的一个重要指标。由于供电中断将给生产、生活等造成很大影响, 甚至造成人身伤亡、重大的政治影响和经济损失, 所以为保证电力系统的正常运行, 必须保证供电的可靠性。

(2) 电压 良好的电压质量是确保电气设备工作性能的正常发挥, 并关系到电力系统能否正常运行的主要指标。电压质量是指电压偏差、电压波动和闪变。

由于种种原因造成系统中电压偏差、电压波动和电压波形畸变, 使电压质量下降, 使电气设备不能正常工作。GB 12325—1990《电能质量 供电电压允许偏差》规定, 电压偏差允许值为:

- 1) 由 35kV 及以上电压供电的用户为 $\leq 10\%$ 。
- 2) 由 10kV 及以下的高压供电的用户和低压电力用户为 $\pm 7\%$ 。
- 3) 低压照明用户一般为 $+7\%$ 、 -10% 。

(3) 频率 电气设备必须在一定的频率即额定频率下才能正常工作。我国电力设备的额定频率为 50Hz, 称为“工频”, 它是由电力系统决定的。供电频率允许的偏差为: 电网容量在 300 万 kW 及以上者不得超过 0.2Hz; 电网容量在 300 万 kW 以下者不得超过 0.5Hz。

二、电力系统的额定电压及电压选择

(一) 额定电压

额定电压通常是指电气设备能够正常运行，且具有最佳经济效果时的电压。

为了使电气设备实现标准化和系列化，根据我国国民经济发展的需要、电力工业发展的水平，以及国标 GB 156-1993《标准电压》的规定，我国制定的交流电网和电力设备常用的额定电压如表 1-1 所示。下面对此表中的额定电压进行一些说明。

表 1-1 我国交流电力网和电力设备的额定电压

(单位：低压为 V；高压为 kV)

	电力网和用电设备 额定电压	发电机额定电压	电力变压器额定电压	
			一次绕组	二次绕组
低 压	220/380	115	220/127	230/133
	380/660	230	380/220	400/230
	1000 (1140)	400 690	660/380	690/400
高 压	3	3.15	3 及 3.15	3.15 及 3.3
	6	6.3	6 级 6.3	6.3 及 6.6
	10	10.5	10 及 10.5	10.5 及 11
	(20)	13.8, 15.75, 18, 20, 22, 24, 26	13.8, 15.75, 18, 20	—
	35	—	35	38.5
	66	—	63	72.0
	110	—	110	121
	220	—	220	242
330	—	330	363	
500	—	500	550	
(750)	—	750	—	

注：1. 表中斜线“/”左边数字为三相电路的线电压，右边数字为相电压。

2. 括号中的数值为用户有要求时使用。

1. 电网的额定电压

由于线路在运行时有电压损失，因此一般线路首末两端电压不同，所以把首末两端电压的平均值作为电网的额定电压，如图 1-2 所示。

2. 用电设备的额定电压

用电设备上的额定电压是按电网额定电压来制定的，即用电设备的额定电压规定与同级电网的额定电压相等。

3. 发电机的额定电压

由图 1-2 可看出，同一电压等级的线路一般允许的电压偏移是 $\pm 5\%$ 。为了保证线路平均电压在额定值上，线路首端（发电机处）的电压应比电网额定电压高 5%，满足线路损耗。因此发电机的额定电压高于同级电网额定电压 5%。

4. 电力变压器额定电压

由于变压器一次绕组是接受电能的，相当于用电设备，而变压器二次绕组是发送电能

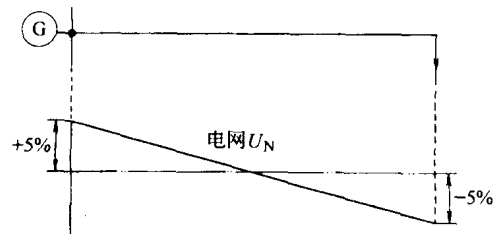


图 1-2 供电线路上的电压变化

的，相当于发电机，因此变压器具有发电机和用电设备的双重地位。

(1) 电力变压器一次绕组的额定电压 分以下两种情况讨论：

1) 当变压器与发电机直接相连时，如图 1-3 所示变压器 T_1 ，其一次绕组额定电压应与发电机额定电压相等，即高于同级电网额定电压的 5%。

2) 当变压器连接在供电线路上，而不与发电机直接相连时，如图 1-3 中变压器 T_2 ，则其一次绕组可看作用电设备，因此一次绕组的额定电压与同级电网额定电压相等。

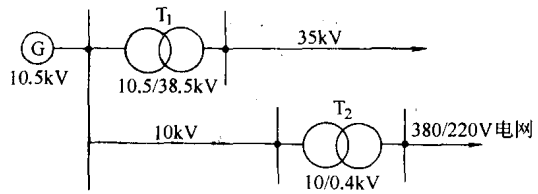


图 1-3 变压器额定电压

(2) 电力变压器二次绕组的额定电压

由于变压器二次侧额定电压定义为当一次侧

加额定电压，二次侧空载时的电压。因此变压器在满载时内部有 5% 的电压降，下面也分两种情况讨论：

1) 当变压器二次侧供电线路比较长（如为较大的高压电网），如图 1-3 中 T_1 ，则二次侧额定电压高于电网额定电压 10%（一方面补偿变压器内部电压损失，另一方面作为电源要高于电网额定电压 5%）。

2) 当变压器二次侧供电线路不太长，如为低压电网，直接供电给用电设备，或二次侧为低压电网时，如图 1-3 中 T_2 ，则二次侧额定电压高于同级电网额定电压 5%，只需考虑变压器内部电压损失 5%，无需考虑线路电压损失。

例 1-1 试确定图 1-4 所示的供电系统中发电机和变压器 T_2 、 T_4 的一、二次绕组，以及供电线路 L_2 、 L_3 的额定电压。

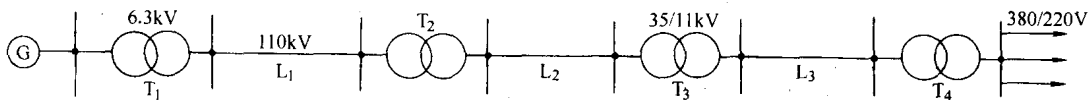


图 1-4 电力系统示意图

解 1) 因为变压器 T_1 靠近发电机 G ，所以发电机额定电压与 T_1 一次绕组额定电压相等为 6.3kV。

2) 线路 L_2 额定电压等于变压器 T_3 一次绕组额定电压为 35kV。

3) 变压器 T_2 一次绕组额定电压与线路额定电压相等为 110kV，二次绕组额定电压高于线路 L_2 的额定电压 10%，即

$$35\text{kV} + 35\text{kV} \times 10\% = 38.5\text{kV}$$

所以 T_2 的一、二次绕组的额定电压为 110/38.5kV

4) 确定线路 L_3 额定电压。因为变压器 T_3 额定电压高于线路 L_3 额定电压 10%，所以只有当线路 L_3 的额定电压为 10kV 时， T_3 的额定电压才为

$$10\text{kV} + 10\text{kV} \times 10\% = 11\text{kV}$$

5) 变压器 T_4 一次绕组的额定电压为线路 L_3 的额定电压为 10kV，二次绕组的额定电压应高于低压电网额定电压 5%，即

$$0.38\text{kV} + 0.38\text{kV} \times 5\% = 0.4\text{kV}$$

所以 T_4 的一、二次绕组的额定电压为 10/0.4kV。

(二) 电压选择

电压选择主要取决于用电负荷容量、电能输送距离和地区电网电压。表 1-2 列出了线路电压等级与合理输送功率和输送距离的关系。

220kV 及以上电压等级多用于大电力系统的输电线路；大型企业可选用 110kV、35kV 电压为电源电压；而一般企业可选用 10kV 为供电电压，如果企业内部 6kV 用电设备较多，以经济技术综合比较，采用 6kV 电压供电较合理时，可采用 6kV 供电或作为供电电压的一种（企业内部可有两种电压供电）；企业内部的低压配电电压，一般采用 380/220V。

表 1-2 线路电压等级与输送容量及输送距离的关系

线路额定电压 /kV	输送容量 /MW	输送距离 /km	线路额定电压 /kV	输送容量 /MW	输送距离 /km
0.38	<0.1	<0.6	110	10.0~50.0	150~50
3	0.1~1.0	3~1	220	100.0~300.0	300~100
6	0.1~1.2	15~4	330	200.0~1000.0	600~200
10	0.2~2.0	20~6	500	800.0~2000.0	1000~400
35	2.0~10.0	50~20	750		

三、工业与民用建筑供配电系统及其组成

工业与民用建筑供配电系统在电力系统中属于建筑楼（群）内部供配电系统，如图 1-1 所示点画线部分由高压供电（电源系统）、变电站（配电所）、低压配电线路和用电设备组成。

一般大型、特大型建筑楼（群）设有总降压变电所，把 35~110kV 电压降为 6~10kV 电压，向各楼宇小变电站（或车间变电所）供电。小变电所再把 6~10kV 电压降为 380/220V，对低压用电设备供电。如有 6kV 高压用电设备，再经配电站引出 6kV 高压配电线路送至高压设备。

一般中型建筑楼（群）由电力系统的 6~10kV 高压供电，经高压配电站送到各建筑物变电站，经变电站把电压降至 380/220V 送给低压用电设备。

一般小型建筑楼（群），只有一个 6~10kV 降压变电所，使电压降至 380/220V 供给低压用电设备。

一般用电设备容量在 250kW 或需用变压器容量在 160kV·A 及以下时，可以采用低压方式供电。

第二节 供配电系统设计的基本知识

这里介绍供配电系统设计的主要内容、程序及要求。

在进行供配电系统设计中，要按照国家建设工程的政策与法规，依据现行国家标准及设计规范，按照建设单位的要求及工程特点进行合理设计。所设计的供配电系统既要安全、可靠，又要经济、节约，还要考虑系统今后的发展。

一、供配电系统的设计程序及要求

供配电系统设计通常分三个阶段进行：首先，确定方案意见书。其次，扩大初步设计（简称扩初设计）。第三，施工图设计。在建造用电量大、投资高的企业或民用建筑时，需要对其进行可行性研究，即采用方案意见书。对于技术要求简单的民用工程建筑供配电系统设计可把方案意见书和扩初设计合二为一，即只包括两个阶段——方案设计和施工图设计。

1. 扩初设计

1) 收集相关图样及技术要求，并向当地供电部门、气象部门（全国主要城市气象资料数据见附录 B）、消防部门等收集相关资料。

2) 选择合理的供电电源、电压，采取合理的防雷措施及消防措施，进行负荷计算，确定最佳供配电方案及用电量。

3) 提出主要设备及材料清单、编制概算、编制设计说明书。

4) 报上级主管部门审批。

2. 施工图设计

施工图设计是在扩初设计方案经上级主管部门批准后进行的。

1) 校正扩大初步设计阶段的基础资料和相关数据。

2) 完成施工图的设计。

3) 编制材料明细表。

4) 编制设计说明书。

5) 编制工程预算书。

二、供配电系统设计的内容

供配电系统设计的内容包括变配电所设计、配电线路设计、照明设计和防雷接地设计等。

1. 供配电线路设计

供配电线路设计主要分两方面，一是建筑物外部供配电线路电气设计，包括供电电源、电压和供电线路的确定；二是建筑物内部配电线路设计，包括高压和低压配电系统的设计。

2. 变配电所设计

变电所设计内容包括：

1) 负荷计算和无功补偿。

2) 确定变电所位置。

3) 确定变压器的容量、台数、型式。

4) 确定变电所高、低压系统主接线方案。

5) 确定自备电源及其设备选择（需要时）。

6) 短路电流计算。

7) 开关、导线、电缆等设备的选择。

8) 确定二次回路方案及继电保护的选择与整定。

9) 防雷保护与接地装置设计。

10) 变电所内电气照明设计。

11) 绘制变电所高低压和照明系统图、变电所平剖面图、防雷接地平面图及相关施工图。最后编制设计说明、材料设备清单及概预算。

配电所设计除不含变压器的设计外，其余部分同变电所设计。

3. 照明设计

照明设计包括室内和室外照明系统设计。

4. 防雷接地设计

根据当地的雷电情况及建筑物的防雷等级，选择不同的防雷措施，确定合理的防雷设计方案。

思 考 题

- 1-1 电力系统的组成及特点是什么？
- 1-2 供电质量可由哪些指标来衡量？
- 1-3 什么是额定电压？我国对电网、发电机、变压器和用电设备的额定电压是如何确定的？
- 1-4 供配电系统设计的内容主要包括哪几方面？
- 1-5 配电系统设计程序有哪些？

习 题

- 1-1 试确定图 1-5 所示供电系统中发电机、变压器和输电线路的额定电压。
- 1-2 试画出一个工厂电力系统图。

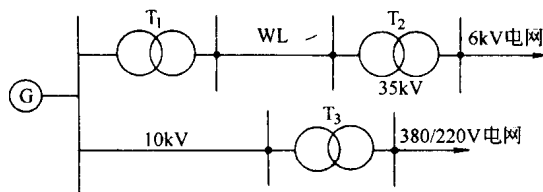


图 1-5

第二章 负荷计算

第一节 概 述

1. 负荷计算的目的

负荷计算主要是确定“计算负荷”，其目的主要是为了选择电气设备、导线和电缆，进行变压器损耗、线路能量损耗、电压损失和年用电量的计算。

2. 负荷计算的内容

(1) 求计算负荷 计算负荷是按发热条件选择导线、电缆、电气设备的依据。计算负荷产生的热效应和实际变动负荷产生的最大热效应相等，使在实际运行时导体及电气设备的最高温升不会超过允许值。计算负荷确定得是否合理，直接影响电气设备和导体的选择、安全性和经济性。如果计算负荷过大，造成投资和有色金属的浪费；如果计算负荷过小，可能使供电系统无法正常运行，或使电气设备和导线、电缆超负荷运行，使线路能量损耗过大，导致绝缘过早老化，引起火灾。但是电气设备在运行过程中有许多不确定因素，故计算负荷不可能十分准确。只要不影响设备的选择，有误差的计算负荷是被允许的。

(2) 求尖峰电流 它是计算线路的电压损失、电压波动和选择熔断器以及确定保护装置整定值的重要依据。

(3) 季节性负荷计算 用于确定变压器台数、容量以及计算变压器经济运行的依据。

(4) 一级、二级负荷的计算 用于确定变压器台数、备用电源和应急电源。

3. 负荷计算的常用方法

负荷计算的方法比较多，每种方法都具有不同的适用范围。常用的方法有：

- 1) 需要系数法。
- 2) 二项式法。
- 3) 利用系数法。
- 4) 单位产品耗电量法。
- 5) 负荷密度法。

目前，许多国家已经建立负荷计算的数据库和计算软件，使计算速度大大加快、准确性提高。

第二节 负荷曲线与负荷计算的基本概念

一、负荷曲线

负荷曲线是电力负荷随时间变化的图形。负荷曲线画在直角坐标系内，纵坐标表示电力负荷大小，横坐标表示对应的时间。

负荷曲线又分为有功负荷曲线、无功负荷曲线、日负荷曲线、年负荷曲线。

1. 日负荷曲线

日负荷曲线代表电能用户 24h 内用电负荷变化的情况，如图 2-1a 所示。通常，为了方便，负荷曲线绘制成阶梯形，如图 2-1b 所示。

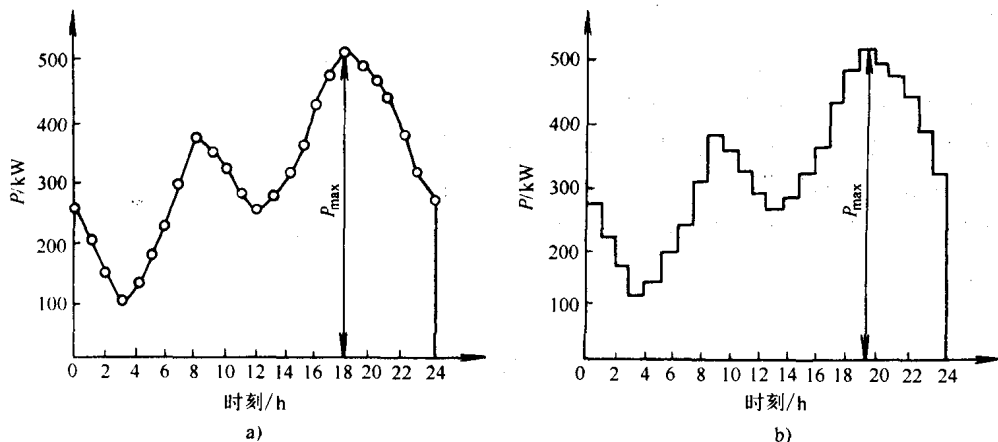


图 2-1 某厂日有功负荷曲线

a) 折线形负荷曲线 b) 阶梯形负荷曲线

2. 年负荷曲线

年负荷曲线代表电能用户全年 (8760h) 内用电负荷变化情况。通常绘制方法取全年中具有代表性的夏季和冬季的日负荷曲线，如图 2-2a、b 所示；按功率递减的方法绘制出全年负荷曲线，如图 2-2c 所示。

负荷曲线可直观地反映出电能用户的用电特点和规律，即最大负荷 P_{\max} 、平均负荷 P_{av} 和负荷波动程度。同类型的企业或民用建筑有相近的负荷曲线。对于从事供配电系统设计和运行人员了解上述情况是很有益的。

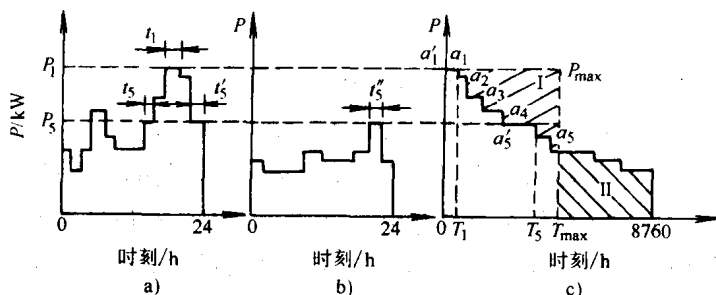


图 2-2 年持续负荷曲线

a) 冬季代表日负荷曲线 b) 夏季代表日负荷曲线 c) 全年持续负荷曲线

二、负荷计算的几个基本概念

1. 最大负荷

在负荷曲线中，用 P_{\max} 表示的负荷就称为最大负荷，分为日最大负荷和年最大负荷。

2. 计算负荷

计算负荷用“ P_c ” (Q_c , S_c 或 I_c) 表示，负荷曲线的时间间隔为半小时。曲线上的最大负荷就是计算负荷，通常又用 P_{30} , Q_{30} , S_{30} 或 I_{30} 分别表示有功、无功、视在计算负荷和计算电流。