



普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材
高校建筑电气与智能化学科专业指导委员会
规划推荐教材

建筑供配电与照明

上册

王晓丽◎主 编
刘 航 孙宇新◎副主编
段春丽◎主 审

TU852
16:1



普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材
高校建筑电气与智能化学科专业指导委员会
规划推荐教材

建筑供配电与照明

上册

王晓丽 主 编
刘 航 孙宇新 副主编
段春丽 主 审

昆明理工大学图书馆
呈贡校区
中文藏书章

中国建筑工业出版社



03002216273

图书在版编目(CIP)数据

建筑供配电与照明 上册/王晓丽主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2013. 5

(普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材·高校建筑电气与智能化学科专业指导委员会规划推荐教材)

ISBN 978-7-112-15485-2

I. ①建… II. ①王… III. ①房屋建筑设备-供电系统-高等学校-教材②房屋建筑设备-配电系统-高等学校-教材③房屋建筑设备-电气照明-高等学校-教材 IV. ①TU852②TU113.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 114047 号

上册共分 8 章, 主要介绍 35kV 及以下工业与民用供配电系统的相关知识, 内容包括配电系统的负荷计算、一次接线、短路电流及其计算、电气设备选择、电能质量、系统保护与供配电系统的自动监控。每章后附有思考题与习题, 书后附有习题参考答案, 便于学习。

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。

本书不仅可作为本科电气类专业教学用书, 也可供从事供配电系统工程及相关工程技术

技术人员参考。

课件网络下载地址: <http://www.cabp.com.cn/td/cabp24082.rar>

责任编辑: 张健 王跃 齐庆梅

责任设计: 李志立

责任校对: 肖剑 陈晶晶

普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材
高校建筑电气与智能化学科专业指导委员会规划推荐教材

建筑供配电与照明

上册

王晓丽 主编 刘航 孙宇新 副主编

段春丽 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京市书林印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18 字数: 450 千字

2013 年 9 月第一版 2013 年 9 月第一次印刷

定价: 35.00 元(附网络下载)

ISBN 978-7-112-15485-2

(24082)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

教材编审委员会名单

主任：方潜生

副主任：寿大云 任庆昌

委员：(按姓氏笔画排序)

于军琪 于海鹰 王立光 王娜 王晓丽 付保川

朱学莉 李界家 杨宁 杨晓晴 肖辉 汪小龙

张九根 张桂青 陈志新 范同顺 周玉国 郑晓芳

项新建 胡国文 段春丽 段培永 徐晓宁 徐殿国

黄民德 韩宁 谢秀颖

全国高等农业学校教材编审委员会

主任委员：方潜生

单各会员序市融材建

自 20 世纪 80 年代中期智能建筑概念与技术发端以来,智能建筑蓬勃发展而成为长久热点,其内涵不断创新丰富,外延不断扩展渗透,具有划时代、跨学科等特性,因之引起世界范围教育界与工业界高度瞩目与重点研究。进入 21 世纪,随着我国经济社会快速发展,现代化、信息化、城镇化迅速普及,智能建筑产业不但完成了“量”的积累,更是实现了“质”的飞跃,成为现代建筑业的“龙头”,赋予了节能、绿色、可持续发展的属性,延伸到建筑结构、建筑材料、建筑能源以及建筑全生命周期的运营服务等方面,更是促进了“绿色建筑”、“智慧城市”中建筑电气与智能化技术日新月异的发展。

坚持“节能降耗、生态环保”的可持续发展之路,是国家推进生态文明建设的重要举措,建筑电气与智能化专业承载着智能建筑人才培养重任,肩负现代建筑业的未来,且直接关乎建筑“节能环保”目标的实现,其重要性愈来愈加突出!2012 年 9 月,建筑电气与智能化专业正式列入教育部《普通高等学校本科专业目录(2012 年)》(代码:081004),这是一件具有“里程碑”意义的事情,既是十几年来专业建设的成果,又预示着专业发展的新阶段。

全国高等学校建筑电气与智能化学科专业指导委员会历来重视教材在人才培养中的基础性作用,下大气力紧抓教材建设,已取得了可喜成绩。为促进建筑电气与智能化专业的建设和发展,根据住房和城乡建设部《关于申报普通高等教育土建学科专业“十二五”部级规划教材的通知》(建人专函[2010]53 号)要求,委员会依据专业规范,组织有关专家集思广益,确定编写建筑电气与智能化专业 12 本“十二五”规划教材,以适应和满足建筑电气与智能化专业教学和人才培养需要。望各位编者认真组织、出精品,不断夯实专业教材体系,为培养专业基础扎实、实践能力强、具有创新精神的高素质人才而不断努力。同时真诚希望使用本规划教材的广大读者多提宝贵意见,以便不断完善与优化教材内容。

全国高等学校建筑电气与智能化学科专业指导委员会

主任委员 方潜生



前 言

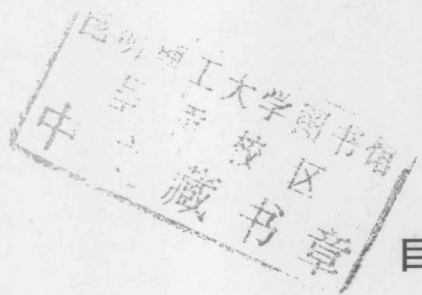
本书是普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材，由高等学校建筑电气与智能化专业指导委员会组织编写。本书不仅可作为本科电气类专业教学用书，也可供从事供配电系统工程及相关工程技术人员参考。

上册共分八章，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、设备选择与校验、电能质量、供配电系统的自动监控等基本知识和方法。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，并依据国家颁布的新标准与新规范，讲解详细，深入浅出，图文并茂，数据全面，实用性强。由于近年来有关建筑电气和供配电系统国家标准、规范以及行业规范更新的较多，因此本书突出新标准、新规范、新技术、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和习题，书后并附有习题参考答案。

本书是在查阅大量相关书籍和资料的基础上，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。在此向所有参考文献的作者致以衷心的感谢。本书的出版得到中国建筑工业出版社的关心和重视，谨此感谢。

本书由吉林建筑大学王晓丽任主编，负责全书的构思、编写组织和统稿工作，并编写第1、2、3章；第6、7章由吉林建筑大学刘航编写；第5、8章由江苏大学孙宇新编写，第4章由上海师范大学沈明元编写；主审工作由长春工程学院段春丽高级工程师担任，并对教材的内容提出了许多宝贵意见，在此表示真诚的感谢！

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大学，以便再版时修正。



目 录

第1章 绪论	1
1.1 供配电系统	1
1.2 供配电系统设计的基本知识	6
思考题	7
习题	7
第2章 负荷计算	8
2.1 概述	8
2.2 负荷曲线与负荷计算的基本概念	9
2.3 按需要系数法确定计算负荷	12
2.4 按二项式法确定计算负荷	20
2.5 计算负荷的常用估算方法	23
2.6 单相负荷的负荷计算	24
2.7 尖峰电流的计算	26
2.8 节约电能	26
2.9 变压器的选择	29
2.10 负荷计算示例	32
思考题	34
习题	34
第3章 供配电系统一次接线	35
3.1 概述	35
3.2 负荷分级	35
3.3 自备应急电源	38
3.4 主接线系统的主要电气设备	45
3.5 变配电所主接线	47
3.6 配电网形式	62
3.7 变配电所结构与布置	64
思考题	70
第4章 短路电流及其计算	72
4.1 电力系统短路电流基本概念	72
4.2 无限大容量系统短路电流计算	77
4.3 短路电流动热稳定效应	88
思考题	93
习题	94

第 5 章 电气设备及导线、电缆的选择	95
5.1 电气设备选择的一般原则	95
5.2 电气设备选择方法	96
5.3 导线、电缆的选择	130
思考题	139
习题	140
第 6 章 供配电系统电能质量	141
6.1 电压偏移及改善措施	141
6.2 电压波动及其抑制	143
6.3 电网谐波及其抑制	146
思考题	152
第 7 章 供配电系统的保护	153
7.1 继电保护装置	153
7.2 高压供配电线路的继电保护	165
7.3 电力变压器的继电保护	177
7.4 低压供配电系统的保护	184
思考题	191
习题	191
第 8 章 供电系统的自动监控	192
8.1 供配电系统二次接线	192
8.2 供电系统的自动装置	202
8.3 操作电源	206
8.4 变电所微机综合自动化	211
思考题	219
习题答案	220
附录	222
附录 A 常用文字符号表	222
附录 B 敷设安装方式及部位标注代号	226
附录 C 技术数据	227
附录 D 应急电源配置	273
参考文献	278

第1章 绪 论

供配电系统是工业与民用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。

1.1 供配电系统

1.1.1 电力系统的组成及特点

1. 组成

电力系统由发电厂、电力网及电能用户组成，如图 1-1 所示。

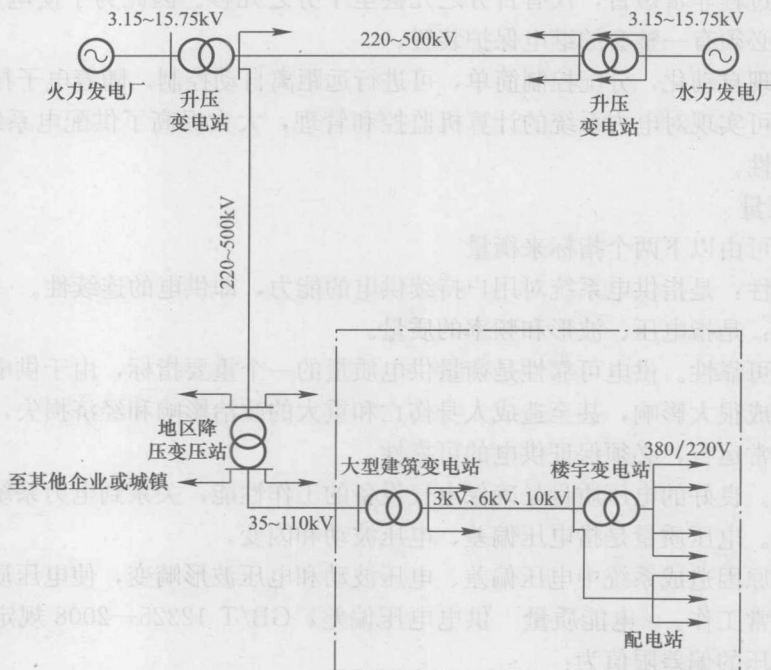


图 1-1 电力系统图

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站、高压输电线路送到用电中心，然后再经过降压变电站和配电站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、太阳能及原子能等能量转变成电能的工厂。

(2) 变电站：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称为配电站。

(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。而企业内部的建筑物、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 所示虚线部分。

本书重点讨论 10kV 及以下供配电系统，即工业、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

供电质量可由以下两个指标来衡量

供电可靠性：是指供电系统对用户持续供电的能力，即供电的连续性。

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，甚至造成人身伤亡和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的工作性能，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，电气设备不能正常工作。《电能质量 供电电压偏差》GB/T 12325—2008 规定，用电单位受电端供电电压的偏差限值为：

1) 由 35kV 及以上供电电压正、负偏差绝对值之和不超过标称电压的 10%。

2) 由 20kV 及以下三相供电电压偏差为标称电压的 $\pm 7\%$ 。

3) 由 220V 单相供电电压偏差为标称电压的 $+7\%$ 、 -10% 。

正常运行情况下，用电设备端子处的电压偏差允许值宜符合下列要求：

1) 对于照明，室内场所宜为 $\pm 5\%$ ；对于远离变电所的小面积一般工作场所，难以满足上述要求时，可为 $+5\%$ 、 -10% ；应急照明、景观照明、道路照明和警卫照明宜为

+5%、-10%；

- 2) 一般用途电动机宜为±5%；
- 3) 电梯电动机宜为±7%；
- 4) 其他用电设备，当无特殊规定时宜为±5%。

(3) 频率。电气设备必须在一定的频率下才能正常工作，即额定频率。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。供电频率允许偏差，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。

1.1.2 电力系统的标称电压及电压选择

1.1.2.1 标称电压

根据我国国民经济发展的需要、电力工业发展水平，为了使电气设备实现标准化和系列化，根据《标准电压》GB/T 156—2007规定，我国交流电网和电力设备常用的标称电压如表1-1所示，下面对此表中的标称电压进行一些说明。

我国三相交流电网和电力设备的标准电压

表 1-1

(单位：低压为V；高压为kV)

电压等级	电力网和用电设备标称电压	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		115		
	220/380	230	220/127	230/133
	380/660	400	380/220	400/230
	1000 (1140)	690	660/380	690/400
高压	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
	(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. 系统标称电压

用以标志或识别系统电压的给定值称系统标称电压。《电能质量 供电电压偏差》GB/T 12325—2008把过去沿用的系统额定电压改为系统标称电压。由于线路在运行时有电压损耗，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力系统电网的标称电压，如图1-2所示。

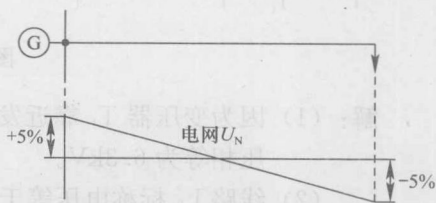


图 1-2 供电线路上的电压变化

2. 用电设备的额定电压

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

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）的电压应比电网标称电压高 5% ，满足线路损耗，因此发电机的额定电压高于同级电网标称电压 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，即高于同级电网标称电压的 5% 。

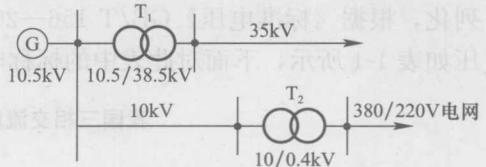


图 1-3 变压器额定电压

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标称电压相等。

(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标称电压 10% （一方面补偿变压器内部电压损耗，另一方面作为电源要高于电网标称电压 5% ）。

2) 当变压器二次侧供电线路不太长，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标称电压 5% ，只需考虑变压器内部电压损耗 5% ，无需考虑线路电压损耗。

[例 1-1] 试确定图 1-4 所示的供电系统中发电机，变压器 T_1 二次绕组，变压器 T_2 、 T_3 的一、二次绕组，供电线路 L_2 、 L_3 的标称电压。

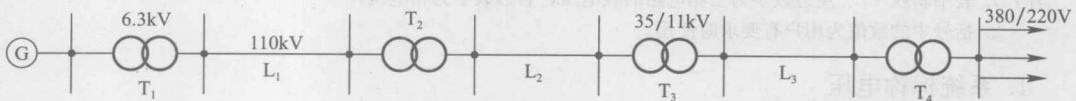


图 1-4 电力系统示意图

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 标称电压等于变压器 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标称电压相等为 $110kV$ ，二次绕组额定

电压高于线路 L_2 的标称电压 10%，为： $35\text{kV}+10\% (35\text{kV})=38.5\text{kV}$
即 T_2 ：110/38.5kV。

(4) 线路 L_3 标称电压确定：

因为变压器 T_3 额定电压高于线路 L_3 标称电压 10%，所以只有当线路 L_3 的标称电压为 10kV 时， T_3 的额定电压才为： $10\text{kV}+10\% (10\text{kV})=11\text{kV}$ 。

(5) 变压器 T_4 一次绕组的额定电压为线路 L_3 的标称电压，即为 10kV。二次绕组的额定电压应高于低压电网标称电压 5%，所以应为： $0.38\text{kV}+5\% (0.38\text{kV})=0.4\text{kV}$

即 T_4 ：10/0.4kV。

1.1.2.2 电压选择

GB/T 2900.50—2008 规定电力系统标称电压等级：

1. 低压：用于配电的交流电力系统中 1000V 及其以下的电压等级。

2. 高压：电力系统中高于 1kV、低于 330kV 的交流电压等级。

3. 超高压：电力系统中高于 330kV、低于 1000kV 的交流电压等级。

4. 特高压：电力系统中 1000kV 及以上的交流电压等级。

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输送功率和输送距离的关系

线路电压等级与输送功率和输送距离的关系

表 1-2

线路标称电压 (kV)	输送容量 (MW)	输送距离 (km)	线路标称电压 (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		

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 220/380V。

1.1.3 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，见图 1-1 所示虚线部分由高压供电（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 160kVA 及以下,可以采用低压方式供电。

1.2 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。

1.2.1 供配电系统设计程序及要求

供配电系统设计首先进行可行性研究,然后分三个阶段进行:①确定方案意见书。②扩大初步设计(简称扩初步设计)。③施工图设计。在建造用电量、投资高的工业或民用建筑时,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建筑工程建筑供配电系统设计,把方案意见书和扩初步设计合二为一,即只包括两个阶段:①方案设计。②施工图设计。

1. 扩初步设计

(1) 收集相关图纸及技术要求,并向当地供电部门、气象部门、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) 按照“设计深度标准”做出有一定深度的规范化的图纸,表达设计意图。

(4) 提出主要设备及材料清单、编制概算、编制设计说明书。

(5) 报上级主管部门审批。

2. 施工图设计

施工图设计是在扩初步设计方案经上级主管部门批准后进行。

(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) 编制设计计算书。

(5) 编制工程预算书。

1.2.2 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

变配电所设计内容包括:

- 1) 负荷计算和无功补偿。
- 2) 确定变电所位置。
- 3) 确定变压器容量、台数、形式。
- 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,绘制变电所平剖面图、防雷接地平面图及相关施工图纸,最后编制设计说明、计算书、材料设备清单及概预算。

配电所设计除不含有变压器的设计外,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特点,确定建筑物防雷等级,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、电能质量由哪些指标来衡量?
- 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 配电系统设计程序是什么?

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标称电压。
- 1-2 试画出一个工厂电力系统图。

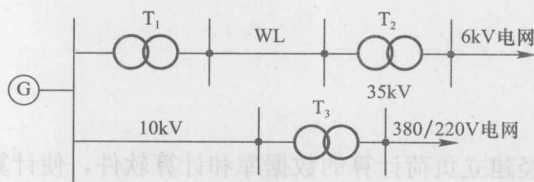


图 1-5

第 2 章 负 荷 计 算

2.1 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

是作为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。计算负荷确定的是否合理，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，可能使供配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是允许的。

(2) 求尖峰电流

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) 单位指标法。
- (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。

2.2 负荷曲线与负荷计算的基本概念

2.2.1 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

代表电能用户 24 小时内用电负荷变化的情况，如图 2-1 (a) 所示。通常，为了使用方便，负荷曲线绘制成阶梯形，如图 2-1 (b) 所示。

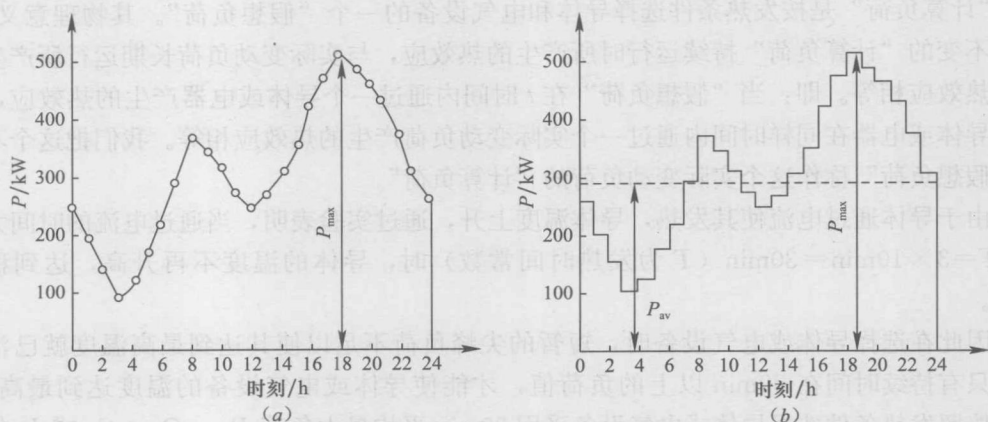


图 2-1 某厂日有功负荷曲线

(a) 逐点描绘的日有功负荷曲线；(b) 阶梯形的日有功负荷曲线

P_{\max} —日最大有功负荷； P_{av} —日平均有功负荷

2. 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 2-2 (a)、(b) 所示，按功率递减的方法绘制出全年负荷曲线，如图 2-2 (c) 所示。

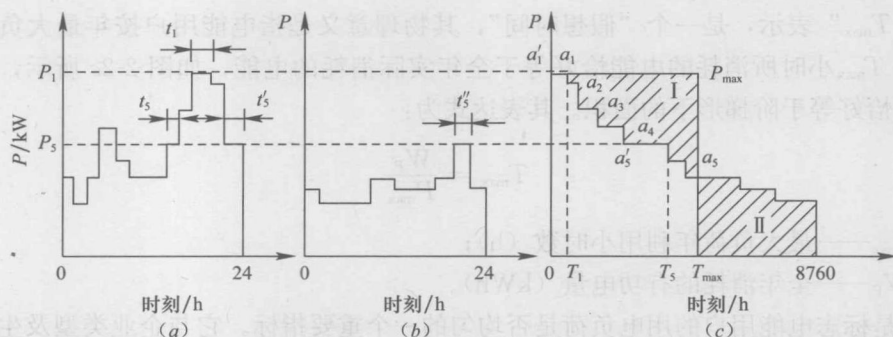


图 2-2 年持续负荷曲线

(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