



建筑电气实用技术丛书 JIANZHU
DIANQI SHIYONG JISHU CONGSHU

建筑 供电

李英姿 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

建筑电气实用技术丛书

建筑 供电

李英姿 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书共分8章,以建筑供电为中心,全面、系统地介绍了供电技术在建筑领域内的应用,其中包括电力系统与建筑供电的总体介绍、建筑电力负荷计算、配电系统的接线方式、变电所主接线、变电所结构布置、短路电流计算、电气设备及线路的选择和继电保护与自动装置,全书重点突出,图文并茂,内容丰富,力求实用。

本书可供从事建筑电气工程及相关专业技术人员、管理人员、运行维护人员阅读,或作为建筑电气技术培训教材,也可作为建筑工程院校相关专业师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑供电/李英姿著.-北京:中国电力出版社,2002
(建筑电气实用技术丛书)

ISBN 7-5083-0952-9

I. 建... II. 李... III. 建筑-供电 IV. TU852

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 011437 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2003年6月第一版 2003年6月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 10印张 240千字

印数 0001—5000册 定价 17.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)



前言

建筑物是人们工作、生活、学习、娱乐、居住的主要场所，它的数量、质量、功能是城镇风貌的重要体现。进入新的世纪，我国将加快城镇化建设的进程，城镇的建筑业将会得到快速的发展。建筑供电技术是现代建筑的重要组成部分，为现代建筑中建筑设备、自动控制、计算机、网络、通信等领域提供必要的能源，其地位已越来越重要。

对于现代建筑电气工程技术人员来说，应该具备建筑供电方面的基本理论知识和技术，本书不仅系统地介绍了建筑供电系统、建筑电力负荷计算、配电系统的接线方式、变电所主接线、变电所、短路电流计算、电气设备及线路的选择、继电保护与自动装置等方面的基础理论知识，还具体介绍了它们的实际应用，旨在使读者对现代建筑供电技术和应用有一个全面的学习和了解。

本书在编写过程中，作者参阅了大量的参考文献和国家有关标准，其中大部分作为参考书目已列于本书之后，以便读者查阅。同时，谨对原作者表示感谢。

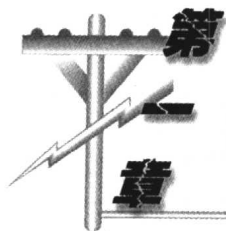
由于水平所限，加之时间仓促，书中难免有不妥、疏忽或错误之处，敬请专家和读者批评指正。

作者

2003年1月

前言	
第一章 供电系统概述	1
第一节 电力系统与供电系统	1
第二节 供电质量	2
第三节 谐波的抑制	4
第四节 供电电压	6
第二章 负荷计算	8
第一节 负荷分级与供电要求	8
第二节 负荷计算	10
第三节 功率因数的提高	25
第三章 配电系统的接线方式	31
第一节 放射式接线	31
第二节 树干式接线	33
第三节 环网式	35
第四节 接线方式的应用	36
第四章 变电所主接线	39
第一节 概述	39
第二节 单母线接线	39
第三节 双母线接线	43
第四节 线路—变压器组接线	44
第五节 桥式接线	45
第六节 主接线的应用	46
第五章 变电所	51
第一节 概述	51
第二节 电力变压器	53
第三节 变电所的所用电源及备用电源	62
第四节 变电所的布置	63
第五节 组合式变电所	71
第六节 高低压开关柜	79
第六章 短路电流计算	81
第一节 电力系统短路的原因及后果	81
第二节 短路故障的种类	82

第三节	系统中性点运行方式	83
第四节	无限大功率电源供电系统的短路电流计算	86
第五节	短路电流的效应	97
第七章	电气设备及线路的选择	100
第一节	选择电气设备的原则	100
第二节	高压电气设备的选择	101
第三节	互感器的选择	106
第四节	电力线路导线的选择与校验	110
第八章	继电保护及自动装置	122
第一节	继电保护装置的任务及要求	122
第二节	配电线路保护	127
第三节	变压器保护	136
第四节	备用电源自动投入装置	141
第五节	自动重合闸装置	148
参考文献		153



供电系统概述

第一节

电力系统与供电系统

一、电力系统的构成

由发电厂的发电机、升压及降压变电设备、电力线路及电能用户（用电设备）组成的系统统称为电力系统。

1. 发电厂

发电厂是生产电能的场所，在这里可以把自然界中的一次能源转换为用户可以直接使用的二次能源——电能。根据发电厂所取用一次能源的不同，主要有火力发电厂、水力发电厂、核能发电厂等，此外还有潮汐发电、地热发电、太阳能发电、风力发电等发电方式。

无论发电厂采用哪种发电方式，最终将其他能源转换为电能的设备都是发电机。

2. 电力网

电力网的主要作用是变换电压、传送电能。一般由升压和降压变电所及与之相连接的电力线路组成，负责将发电厂生产的电能传送到用户（用电设备）。

3. 电力用户（用电设备）

电力用户是指消耗电能的场所，将电能通过用电设备转换为满足用户需求的其他形式的能量。如用电动机将电能转换为机械能，用电热设备将电能转换为热能，用照明设备将电能转换为光能等。

电力用户根据供电电压分为高压用户和低压用户，高压用户的额定电压在 1kV 以上，低压用户的额定电压一般是 380/220V。

图 1-1 是动力系统、电力系统和电力网的构成示意。

二、配电系统的组成

1. 供电电源

配电系统的电源可以是电力系统的电力网或企业及用户的自备发电机。

2. 配电网

配电网的主要作用是接受由高压或超高压输电线传送的电能，经变换电压，再分配给负荷中心或用户。通常，按配电网的作用及电压等级不同，还有高压配电网和低压配电网之分。低压配电网是由高压配电网降压变电所获取高压电源，经电压较低的高压配电线路或低压配电线路给用户供电。用户设置降压变电所（或配电所），通过低压配电线路将得到的电能输送到用电设备。

3. 用电设备

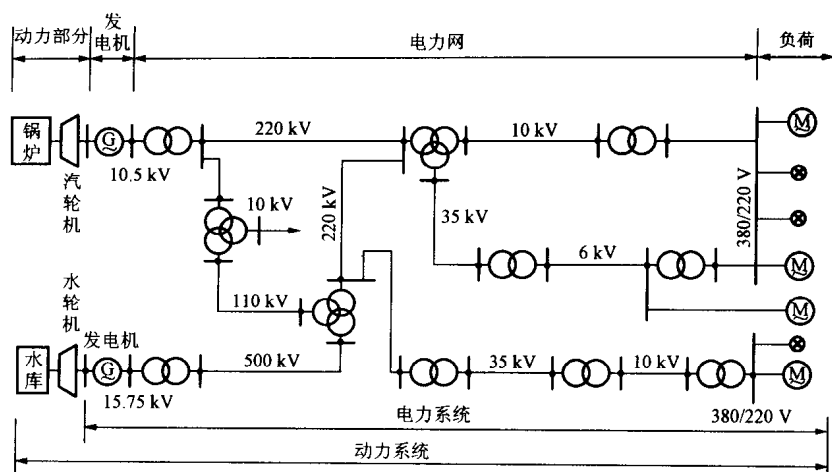


图 1-1 动力系统、电力系统与电力网的构成

用电设备是指专门消耗电能的电气设备。据统计，用电设备中 70% 是电动机类设备，20% 左右是照明用电设备。

实际上配电系统的基本结构与电力系统是极其相似的，所不同的是配电系统的电源是电力系统中的电力网；电力系统的用户就是配电系统。

配电系统中的用电设备根据额定电压分为高压用电设备和低压用电设备。高压用电设备主要指额定电压在 1kV 以上的用电设备，低压用电设备的额定电压在 400V 以下。

第二节

供电质量

供电质量指标是评价电能质量优劣的参数。

一、电压偏移

电压偏移指用电设备的实际端电压值偏离其额定电压的百分数。用公式表示为

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

式中 U_N ——用电设备的额定电压，kV；

U ——用电设备的实际端电压，kV。

产生电压偏移的主要原因是系统内存在滞后的无功负荷所引起的系统电压损失。

1. 电压偏移允许范围

正常情况下，用电设备端子处电压偏移值（以额定电压的百分数表示），应不超过下列允许值：

(1) 一般电动机 $\pm 5\%$ ，特殊情况下 $-10\% \sim +5\%$ 。

(2) 电梯电动机 $\pm 7\%$ 。

(3) 照明。在一般工作场所为 $\pm 5\%$ ；在视觉要求较高的屋内场所为 $-2.5\% \sim +5\%$ ，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 $-5\% \sim +10\%$ ；应急照明、道路照明和警卫照明为 $-10\% \sim +5\%$ 。

(4) 其他用电设备，当无特殊要求时为 $\pm 5\%$ 。

2. 电压偏移修正方法

当电压偏移超过允许标准时，必须采取必要的措施，以满足供电质量的要求。常采用以下几种方法：

(1) 正确设计配电系统的运行方式，减少电网或变压器的电压降。在条件许可时，对大型企业可采取高压线路供电方式，分散设置降压变电所，以减少供电距离，降低电压损失；在技术经济合理的条件下，采用双回路线路供电；采用灵活的联络系统，保证系统在不同的运行方式下，能做到合理供电；必要时对户外照明及事故照明设置专用小型变压器。

(2) 按照允许电压降来选择导线截面，是减少电压降、调节电压的有效措施之一。例如用电缆代替导线，用低电压母线槽或用大截面的导线代替小截面导线等方法。

(3) 合理选择变压器，利用设备自身特性减少电压降损耗。

1) 选择变压器的分接头。一般降压变压器的一次侧，根据容量不同都设有若干个分接头，小容量配电变压器有 $\pm 5\%$ 、 0% ；大容量配电变压器有 $\pm 5\%$ 、 $\pm 2.5\%$ 、 0% 。这些分接头的切换可以改善用户的配电电压。例如，供电电压过高时，应将变压器的分接头改接在 5% 或 2.5% ，以降低用电设备的端电压。

2) 选用有载调压变压器。使之在电压变动的情况下自动调节电压，保证设备端电压稳定。

(4) 尽量使三相负荷平衡。三相负荷分布不均将发生线电压的不对称，从而造成相电压升高或降低。故合理地调整三相负荷分配，能提高供电电压水平。

(5) 对无功功率进行合理补偿，改善功率因数，这是低压配电网减少电压损失的重要而又根本的措施。

(6) 电动机采用合理的启动方式，以避免短时的电压过低现象。

二、电压波动

电压波动是由于用户负荷的大幅度变化所引起的。例如，大型晶闸管整流装置、混凝土搅拌机、碎石用的电动机等的投入、切除，都会引起低压配电电压的明显波动。电压波动直接影响系统中电气设备运行的工况。

电压波动是反映电压在短时间内快速变动的情况，通常以电压幅度波动值和电压波动频率来衡量电压波动的程度。电压波动的幅值为

$$\Delta U\% = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_N} \times 100\% \quad (1-2)$$

式中 $U_{\max}$ ——用电设备端电压波动的最大值，kV；

$U_{\min}$ ——用电设备端电压波动的最小值，kV；

U_N ——用电设备的额定电压，kV。

通常，当 $\Delta U\% > 4\%$ 时，应采取限制措施。为了抑制或减小电压的波动，可采取下列措施：

(1) 合理的供电方式。对负荷变化剧烈的用电设备以专线单独供电，这是简便的、行之有效的方法，国际上都有类似的做法。某些大型工厂可能有多条线路供电，利用其中一条线路给剧烈变化的负荷供电，可使其电压波动不殃及其他用电设备。此线路还可以作为工厂中其他负荷的备用电源。



(2) 提高供电电压。电压降百分率与电网额定电压的平方成反比，所以，提高供电电压无疑会对抑制电网的电压波动值起到良好的效果。一般，闪变每小时超过 10 次应采取措施加以限制。

三、频率偏差

频率偏差是指电网的实际频率与电网的标准频率的差值。

我国电网的标准频率为 50Hz，又叫工频。当电网频率降低时，用户电动机的转速将降低，因而将影响工厂产品的产量和质量。频率变化对电力系统运行的稳定性和其他工况也会造成很大的影响。

频率偏差一般应不超过 $\pm 0.25\text{Hz}$ ，当电网容量大于 3000MW 时，频率偏差应不超过 $\pm 0.2\text{Hz}$ 。

调整频率的办法主要是增大或减小电力系统发电机的有功功率。

四、供电可靠性

供电可靠性指标是根据用电负荷的等级要求制定的。衡量供电可靠性的指标为供电可用率，用全年用户平均可用电时间占全年的百分数表示，例如，全年时间 8760h，用户平均全年停电时间为 87.6h，即停电时间占全年的 1%，反映供电可靠性的供电可用率为 99%。

国家电力公司 1998 年 9 月 2 日印发的《关于加快城市电力网建设改造的若干意见的通知》中提出，为了提高城市电力网安全运行水平，增强抗御自然灾害和事故的能力，要求城市供电可用率指标达到 99.9%；大中城市中心市区供电可用率指标要求达到 99.99%。

五、电子计算机供电电源的电能质量

不同等级的电子计算机供电电源的电能质量应满足表 1-1 的要求。

表 1-1 计算机性能允许的电能参数变动范围

项目 \ 指标 \ 级别	A 级	B 级	C 级
电压波动 (%)	± 2	± 5	$+7 \sim +13$
频率偏差 (Hz)	± 0.2	± 0.5	± 1
波形失真率 (%)	3 ~ 5	5 ~ 8	8 ~ 10
允许断电时间 (ms)	0 ~ 4	4 ~ 200	200 ~ 1500

第三节

谐波的抑制

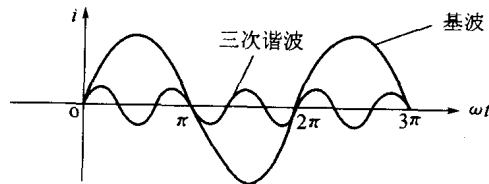


图 1-2 谐波与基波电流波形对照

谐波是指一个周期电气量中频率为大于基波频率且为整数倍的正弦波分量。谐波的次数为谐波频率和基波频率的整数比。图 1-2 是三次谐波电流与基波电流的波形对照。

一、产生谐波的原因与危害

供电系统中存在各种各样的引起谐波电流的原因。电力系统中凡是电压与电流的关系为非线性的元件，都是谐波电流源。由于它们的存在，在供电系统中就会引起相应的谐波电

压，或者称为“注入”谐波电流，从而引起电力系统中电压波形的畸变。畸变的电压对电网及用户的用电设备会产生极为有害的影响。

产生谐波电流的设备主要有以下几种：

(1) 电弧设备。电弧炉和弧焊机具有变化的负荷特性，在每半周波期间，都需要从电力系统中吸收功率，产生谐波电流。

(2) 气体放电灯。荧光灯和水银灯产生小电弧，它与镇流器相组合会产生谐波电流，特别是三次谐波。有时相线上的三次谐波电流可高达基波电流的 30%，在中性线上叠加后可达到基波电流的 90%。

(3) 整流器。去掉了交流半波的半波整流器产生偶数次和奇数次谐波，全波整流器能消去偶数次谐波，同时还会减少奇次谐波的幅值。用于供给直流电动机变速传动装置的相控整流器，或者用作供给交流电动机变速传动装置的变频器，都是谐波的主要产生源。

(4) 旋转电机。电动机、发电机定子铁芯的非线性特性能产生明显的谐波，特别是工作磁通密度高的，更为明显。

(5) 感应加热器。感应加热器以高频率的电源在金属中感应产生环流加热金属。感应加热器绕组中的电流和被加热金属中环流产生的磁场相互作用产生了谐波。大型感应加热器可能产生不能允许的谐波。

(6) 电容器。电容器本身不产生谐波。然而，在有电容器的电路中，电容抵消了电感，对于较高频率的谐波电流来说起了放大的作用。如果发生谐振，其放大量可能很大。大的谐波电流可能使电容器过热，而毁坏电容器。

谐波可通过直接连接或感应或电容耦合等方式，从某一电路或系统传递到另一电路或系统。谐波的存在不仅影响供电电压的质量，同时对同频段的通信、信号、控制电路会产生有害的干扰，流过电力线路的谐波电流要减少供电设备的载流能力并增加电能损失。

二、共用电网谐波电压限值

根据 GB/T14549—1993《电能质量 共用电网谐波》中规定，不同电压等级的共用电网，允许电压谐波畸变率是不同的。电压等级越高，谐波限制越严。另外，对偶数次谐波的限制要比对奇数次谐波的限制更加严格。

表 1-2 是共用电网谐波电压（相电压）的限值。

表 1-2 共用电网谐波电压（相电压）的限值 %

电网标称电压 (kV)	电网中谐波畸变率	各次谐波电压含有率	
		奇 次	偶 次
0.38	5.0	4.0	2.0
6	4.0	3.2	1.6
10			
35	3.0	2.4	1.2
63			
110	2.0	1.6	0.8

三、谐波的抑制

一般在有谐波干扰的地方，通常采用的抑制谐波的方法有：增加电力线和通信线的间距，或采用有屏蔽的通信线；在有电容器组放大谐波电流的地方，应将电容器改为合适的型



式，或将电容器组迁移；在有谐振情况的地方，应改变电容器组的大小、规格，将谐波点移到另外的频率；将各类大功率非线性用电设备变压器改由系统容量较大的电网供电；选用D，yn11联结组别的三相变压器等均为有效措施。

如果以上措施仍不能满足要求的话，应采取以下措施加以解决：

(1) 增加整流相数，降低谐波分量。由于谐波电流与整流相数有关，相数增多，谐波的最低次数变高，而谐波电流的幅值变小。一般使用的晶闸管整流装置大部分是6相，为了降低谐波电流，可以改用12相或36相。当采用12相整流时，谐波电流只占全电流的1%，采用36相时更小。

(2) 在同一台整流变压器铁芯上，采用不同联结方式的两个低压绕组可以实现6相整流。

(3) 当两台以上整流变压器由同一母线供电时，可将两台变压器二次侧分别接成Y和△以得到12相整流。

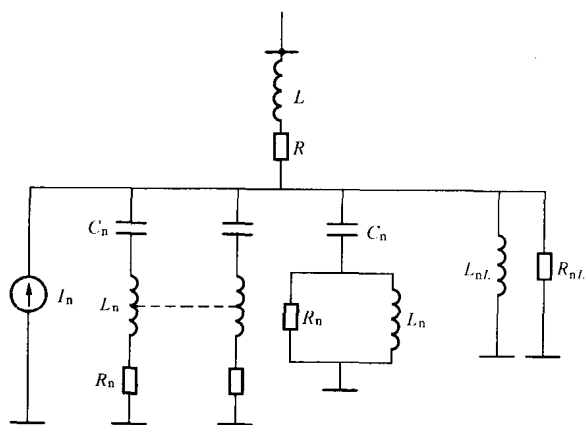


图 1-3 滤波装置在供电系统的连接示意图

(4) 装设无源滤波装置。如图 1-3 所示。由电力电容器 C_n 、电抗器 L_n 和电阻器 R_n 连接成针对不同频率的交流滤波器，多个滤波器组合成无源滤波装置，运行中与谐波源 I_n （如整流变压器一次侧）并联。除作滤波外，还能对基波兼作无功补偿。滤波装置包括数组单频调谐滤波器或双频调谐滤波器和一组高通滤波器，它们分别与谐波源并联（也可串联），对各次谐波产生串联谐振，去掉谐波电压分量。

在三相系统中，滤波器宜连接成星形，以免其中一相电容器故障击穿引起相间短路，电抗器接在电容器之后的低压侧，以便使电容器的外壳承受较小的对地电压。

(5) 装设有源谐波补偿装置。所谓有源谐波补偿装置是指滤波器除了使用电阻、电容器以外等无源元件外，还应用了运算放大器等有源元件。其应用方法与无源滤波装置相同。

(6) 在补偿电容器回路中串联一组电抗器，其感抗值的选择应使在可能产生的任何高次谐波下回路的总电抗为感抗，消除产生高次谐波放大的可能。

第四节

供 电 电 压

一、电压的选择

1. 选择电压的一般原则

企业的配电电压主要决定于地区供电电源的电压、用电设备的总容量、用电设备的特性、供电距离、供电线路的回路数量、用电单位的远景规划、当地公共电网现状和它的发展规划等因素，按经济合理的原则综合考虑。

用电设备容量在 250kW 或需要变压器容量在 160kVA 以上者，应以高压方式供电；用电



设备容量在 250kW 或需要变压器容量在 160kVA 以下者，应以低压方式供电，特殊情况下也可以高压方式供电。

2. 电力线路合理输送功率和输送距离

在线路输送的功率和距离一定的情况下，电压愈高则电流愈小，导线截面和线路中的功率损耗愈小。而电压愈高线路的绝缘要求愈高，变压器和开关设备的价格愈高，选择电压等级要权衡综合经济效益。

表 1-3 是不同电压等级电力线路合理的输送功率和输送距离。

表 1-3 各级电压电力线路合理的输送功率和输送距离

线路电压 (kV)	线路类型	输送功率 (kW)	输送距离 (km)
0.38	架 空	≤ 100	≤ 0.25
	电 缆	≤ 175	≤ 0.35
6	架 空	≤ 2000	3 ~ 10
	电 缆	≤ 3000	≤ 8
10	架 空	≤ 3000	5 ~ 15
	电 缆	≤ 5000	≤ 10
35	架 空	2000 ~ 15000	20 ~ 50
63	架 空	3500 ~ 30000	30 ~ 100
110	架 空	10000 ~ 50000	50 ~ 150
220	架 空	100000 ~ 500000	200 ~ 300

二、额定电压

电网中各类电气设备额定电压的确定应按以下原则：

(1) 线路的额定电压。线路首末两端电压的平均值应等于线路额定电压，此电压作为确定其他相关电气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等于供电线路的额定电压。

(3) 发电机的额定电压。发电机的额定电压规定比同级电网电压高 5%，这是因为电力线路在传输功率时有电压损失。

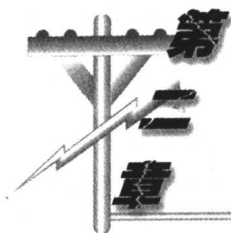
(4) 电力变压器的额定电压。电力变压器一次绕组的额定电压根据其与电网连接的情况不同分为两种：

1) 当变压器直接与发电机相连时，其一次绕组的额定电压与发电机的额定电压相同，即高出同级电网额定电压 5%；

2) 当变压器直接与电网相连时，其一次绕组的额定电压与电网的额定电压相同，即等于同级电网额定电压。

电力变压器二次绕组的额定电压，是指一次绕组在额定电压作用下，二次绕组的空载电压。当变压器满载时，变压器的一次、二次绕组的阻抗将引起变压器自身的电压降（约为电网额定电压的 5%），从而使二次绕组的端电压低于空载电压约 5%；为了弥补线路中的电压损失，变压器的二次绕组的额定电压还应再高于电网额定电压 5%，因此变压器二次绕组的额定电压规定应比同级电网额定电压高 10%。若变压器靠近用户，供电半径较小时，供电线路较短，线路的电压损失可以忽略不计，这时变压器二次绕组的额定电压可高于电网额定电压 5%，仅用于补偿变压器自身的电压损失。





负 荷 计 算

第一节

负荷分级与供电要求

一、负荷

1. 负荷

负荷指由电网供给用户的电力。负荷的大小用电气设备（发电机、变压器、电动机和线路）中通过的功率或电流来表示，而不是它们的阻抗。

当线路中的电压 U 一定时，线路输送的功率与电流成正比，线路的负荷通常指导线通过的电流值。发电机、变压器等电气设备的负荷指它们的输出功率。电动机类用电设备的负荷则指它们的输入电功率。

2. 满负荷

满负荷又叫满载，指负荷恰好达到电气设备铭牌所规定的数值。

3. 最大负荷

最大负荷有时又称尖峰负荷，指系统或设备在一段时间内用电可能出现的最大负荷瞬时值。

4. 最小负荷

又称低谷负荷，指系统或设备在一段时间内用电可能的最小负荷瞬时值。

二、负荷的分类

1. 按负荷运行特征分类

- (1) 连续运行工作制负荷。
- (2) 短时运行工作制负荷。
- (3) 重复短时运行工作制负荷。

2. 按建筑类别分类

- (1) 居宅建筑。
- (2) 公共建筑。
- (3) 工业建筑。

3. 建筑内按用电对象分类

- (1) 照明负荷。
- (2) 动力负荷。
- (3) 通信及数据处理设备负荷。
- (4) 消防负荷。

三、负荷分级

电力负荷应根据供电可靠性及中断供电在政治、经济上所造成的损失或影响的程度，分为一级负荷、二级负荷、三级负荷。

1. 一级负荷

属下列情况之一者均为一级负荷：

- (1) 中断供电将造成人身伤亡者。
- (2) 中断供电将造成重大政治影响者。
- (3) 中断供电将造成重大经济损失者。
- (4) 中断供电将造成公共场所秩序严重混乱者。

对于某些特殊建筑，如重要的交通枢纽、重要的通信枢纽、国宾馆、国家级及承担重大国事活动的大量人员集中的公共场所等一级负荷为特别重要负荷。

中断供电将影响实时处理计算机及计算机网络正常工作中断或供电后将发生爆炸、火灾以及严重中毒的一级负荷亦为特别重要负荷。

2. 二级负荷

属下列情况之一者均为二级负荷：

- (1) 中断供电将造成较大政治影响者。
- (2) 中断供电将造成较大经济损失者。
- (3) 中断供电将造成公共场所秩序混乱者。

3. 三级负荷

不属于一级和二级的电力负荷。

四、供电要求

1. 一级负荷的供电要求

(1) 应由两个独立电源供电，当一个电源发生故障时，另一个电源应不致同时受到损坏。

一级负荷容量较大或有高压电气设备时，应采用两路高压电源。如一级负荷容量不大时，可优先采用从电力系统或邻近单位取得第二低压电源，亦可采用应急发电机组。如一级负荷仅为照明或电话站负荷时，宜采用蓄电池组作为备用电源。

供给一级负荷的两个电源应在最末一级配电盘（箱）处能进行切换。

(2) 一级负荷中的特别重要负荷，除上述两个电源外，还必须增设应急电源。为保证特别重要负荷的供电，严禁将其他负荷接入应急供电系统。

常用的应急电源有下列几种：

- 1) 独立于正常电源的发电机组。
- 2) 供电网络中有效的独立于正常电源的专门馈电线路。
- 3) 蓄电池。

根据允许的中断时间可分别选择下列应急电源：

- 1) 静态交流不间断电源装置适用于允许中断供电时间为毫秒级的供电。
- 2) 带有自动投入装置的独立于正常电源的专门馈电线路，适用于允许中断供电时间为 1.5s 以上的供电。
- 3) 快速自启动的柴油发电机组，适用于允许中断供电时间为 15s 以上的供电。



2. 二级负荷的供电要求

应做到当发生电力变压器故障或电源线路故障时不致中断供电（或中断后能迅速恢复）。对二级负荷应采用两个电源供电，或用两回路送到适宜的配电点。当配电系统低压侧为单母线分段且母联断路器采用自动投入方式时，也可选用线路为可靠独立出线的单回路供电。在负荷较小或地区供电条件困难时，二级负荷可由一回路 10（6）kV 及以上专用架空线路供电。

3. 三级负荷的供电要求

对供电无特殊要求。当用户为以三级负荷为主，但有少量的一级负荷时，其第二电源可采用自备应急发电机组或逆变器作为一级负荷的备用电源。

第二节

负 荷 计 算

一、负荷曲线

表示电力负荷在一定时间内的平均功率随时间变化情况的图形称为负荷曲线。根据纵坐标表示的功率不同，分为有功功率负荷曲线和无功功率负荷曲线；根据横坐标表示的时间不同分为日负荷曲线、月负荷曲线、年负荷曲线等。图 2-1 为一用户的日有功负荷曲线。

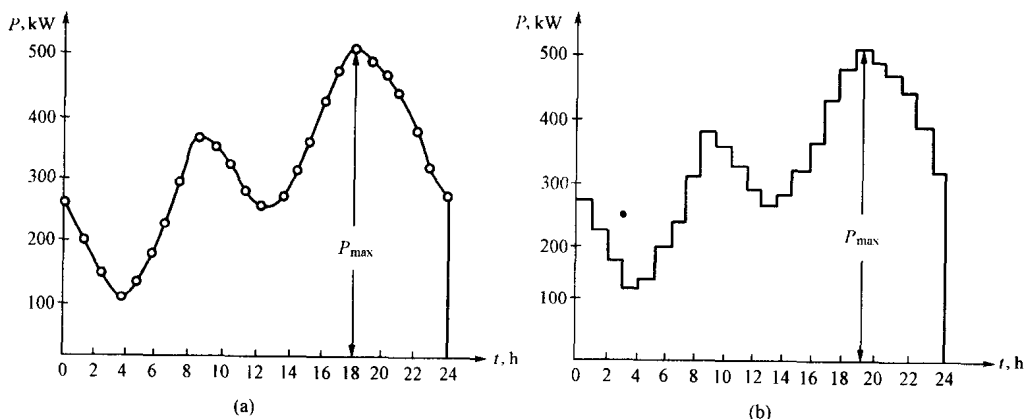


图 2-1 阶梯形日有功曲线

(a) 折线形；(b) 阶梯形

日负荷曲线可以用测量的数据绘制，如通过接在供电线路上的有功功率表在一定的时间间隔内将仪表的读数的平均值记录下来。图 2-1 (a) 中的各点就是间隔 1h 测量得到的结果，依次将各点连成折线形状就得到图 2-1 (a) 的日负荷曲线图。图 2-1 (b) 中的负荷曲线是阶梯形的，按每 1h 内平均负荷确定。

从图中可以看出凌晨 3~4 点是用电负荷的低谷，这是因为在后半夜商业用电和居民用电负荷均下降到最低水平。而傍晚 6~7 点正是商业和居民用电的最高峰时段，因此出现了日用电负荷的最大值。

负荷曲线与横坐标轴所包围的面积代表了此用户日电能需要量（用电量）。负荷曲线愈平稳，负荷变动愈少；负荷曲线愈起伏，负荷变动愈大。

负荷曲线不仅反映了设备或用户的用电规律，同时还是设计变电所时的依据之一。设计时用户未投产运行，无法按实际情况得到负荷曲线，一般是参照有关标准负荷曲线或现有的性质相似企业的典型负荷曲线来绘制。

1. 需要系数

由于不同电气设备的工作条件不同，就会造成各用电设备不在同一时间工作；一起工作的设备通常也不会都在满负荷情况下运行；同时设备和线路存在功率损耗，所有这些因素综合起来，使系统内最大负荷与全系统用电设备总容量之间存在差异，前者要比后者小，两者的比值为需要系数。

需要系数 = $\frac{\text{负荷曲线的最大负荷 } P_{\max}(\text{kW})}{\text{该组用电设备的设备容量的总和 } \Sigma P_e(\text{kW})}$ (2-1)

需要系数是表示配电系统中所有用电设备同时运转（用电）的程度，或者说表示所有用电设备同时使用的程度。通常其值小于 1，只有在所有用电设备全部同时连续运转且满载时，才能为 1。

需要系数的确切数值是由以下几个系数共同确定的：

(1) 同时工作系数。在用电设备组中各用电设备因工作状态不同可能不会同时工作，所以在负荷计算时，用同时工作系数 k_t 来反映在最大负荷时，正在工作运行的用电设备的设备容量与全部用电设备总设备容量的比值。

(2) 负荷系数。各用电设备在工作时，未必全部都在满负荷状态下运行，因此，在负荷计算中要用负荷系数 k_f 来反映在最大负荷时，正在工作运行的用电设备的实际需要的功率与正在工作的用电设备总设备容量的比值。

(3) 平均效率：各用电设备在工作时都有一定的功率损耗，在计算负荷时要考虑一个用电设备组的平均效率 η_d 。

(4) 线路效率：给各用电设备组供电的线路，在输送电能时要产生线路的功率损耗，因此在计算负荷时要考虑一个线路效率 η_l 。

(5) 工作系数：加工条件和工人的操作水平也将影响用电设备的实际功率，因此，在负荷计算中要考虑一个工作系数 k_g 。

综合考虑上述因素后，用需要系数 k_x 表示，即

$k_x = \frac{k_t k_f k_g}{\eta_d \eta_l}$ (2-2)

表 2-1 和表 2-2 给出了建筑工地和建筑物内常用各用电设备组的需要系数及功率因数。

表 2-1 建筑工地常用用电设备组的需要系数及功率因数

用电设备组名称	需要系数 k_x	功率因数 $\cos\varphi$	$\lg\varphi$
通风机和水泵	0.75 ~ 0.85	0.80	0.75
运输机、传送带	0.52 ~ 0.60	0.75	0.88
混凝土及砂浆搅拌机	0.65 ~ 0.70	0.65	1.17
破碎机、筛、泥泵、砾石洗涤机	0.70	0.70	1.02
起重机、掘土机、升降机	0.25	0.70	1.02
电焊机	0.45	0.45	1.98
建筑室内照明	0.80	1.0	0
土地住宅、办公室照明	0.40 ~ 0.70	1.0	0
变电所照明	0.50 ~ 0.70	1.0	0
室外照明	1.0	1.0	0

