



工学结合·基于工作过程导向的项目化创新系列教材  
国家示范性高等职业教育土建类“十三五”规划教材

# 建筑

# 供配电与 照明工程

JIANZHOU  
GONGPEIDIAN  
YU  
ZHAOMING  
GONGCHENG

>>>主审 汤 洁  
主编 尚云博 崔 星



华中科技大学出版社  
<http://www.hustp.com>





工学结合·基于工作过程导向的项目化创新系列教材  
国家示范性高等职业教育土建类“十二五”规划教材

# 建筑供配电与 照明工程

JIANZHU  
GONGPEIDIAN  
YU ZHAOMING  
GONGCHENG

主 审 汤 洁  
主 编 尚云博 崔 星  
副主编 陈永杰 高 莉  
牟湘云 魏 钢  
张拂尘 朱 昊



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

## 内 容 简 介

“建筑供配电与照明工程”是一门实践性很强的课程,是以现代独立的普通建筑、高层建筑和建筑群为例,全面系统地介绍建筑供配电与照明的基本理论和基本知识,结合建筑行业高等职业教育的特点和特殊要求,以学生学习后就能在实际工作中得到应用为目的,将课程内容进行针对性地设置。在编写过程中,针对高职教育的教学特色,重视理论与实践的结合,力求保持其系统性和实用性,优先介绍新设备、新技术,贯彻新规范、新标准,力求内容精练、表达清楚、图文并茂,便于理解运用。

本书由建筑供配电、建筑照明以及安全用电三部分组成,学习情境1~学习情境8为建筑供配电部分,学习情境9~学习情境12为建筑照明部分,学习情境13为安全用电部分。

为了方便教学,本书还配有电子课件等教学资源包,任课教师和学生可以登录“我们爱读书”网([www.ibook4us.com](http://www.ibook4us.com))免费注册并浏览,或者发邮件至 [husttujian@163.com](mailto:husttujian@163.com) 免费索取。

本书适合于作为高职高专院校土建类相关专业的教学用书,或者作为行业内相关从业人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

建筑供配电与照明工程/尚云博,崔星主编. —武汉:华中科技大学出版社,2016.9

国家示范性高等职业教育土建类“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5680-0799-3

I. ①建… II. ①尚… ②崔… III. ①房屋建筑设备-供电系统-高等教育-教材 ②房屋建筑设备-配电系统-高等教育-教材 ③房屋建筑设备-电气照明-高等教育-教材 IV. ①TU852 ②TU113.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 079544 号

## 建筑供配电与照明工程

Jianzhu Gongpeidian yu Zhaoming Gongcheng

尚云博 崔 星 主 编

策划编辑:康 序

责任编辑:康 序

封面设计:原色设计

责任校对:何一欢

责任监印:朱 玟

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:武汉正风天下文化发展有限公司

印 刷:武汉鑫昶文化有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:20.25

字 数:516千字

版 次:2016年9月第1版第1次印刷

定 价:39.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换  
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务  
版权所有 侵权必究

# 前言

---



“建筑供配电与照明工程”是一门实践性很强的课程,是以现代独立的普通建筑、高层建筑和建筑群为例,全面系统地介绍建筑供配电与照明的基本理论和基本知识,结合建筑行业高等职业教育的特点和特殊要求,以学生学习后就能在实际工作中得到应用为目的,将课程内容进行有针对性地设置。在编写过程中,针对高职教育的教学特色,重视理论与实践的结合,力求保持其系统性和实用性,优先介绍新设备、新技术,贯彻新规范、新标准,力求内容精练、表达清楚、图文并茂,便于理解运用。

本书由建筑供配电、建筑照明以及安全用电三部分组成,学习情境 1~学习情境 8 为建筑供配电部分,学习情境 9~学习情境 12 为建筑照明部分,学习情境 13 为安全用电部分。

本书由甘肃建筑职业技术学院尚云博、崔星担任主编,由广东工程职业技术学院陈永杰、高莉,甘肃建筑职业技术学院牟湘芸、魏钢,武汉航海职业技术学院张拂尘,安徽中澳科技职业学院朱昊任副主编,由甘肃建筑职业技术学院汤洁担任主审。其中,尚云博编写了学习情境 1、学习情境 2、学习情境 3、学习情境 4、学习情境 5 和学习情境 13,崔星编写了学习情境 6,陈永杰编写了学习情境 7 和学习情境 10 中的任务 2 至任务 4,牟湘芸编写了学习情境 8 和学习情境 10 中的任务 1,高莉编写了学习情境 9,魏钢编写了学习情境 10 中任务 5 和学习情境 11,汤洁编写了学习情境 12,张拂尘和朱昊编写了附录。最后由尚云博统稿了全书。

为了方便教学,本书还配有电子课件等教学资源包,任课教师和学生可以登录“我们爱读书”网([www.ibook4us.com](http://www.ibook4us.com))免费注册并浏览,或者发邮件至 [husttujian@163.com](mailto:husttujian@163.com) 免费索取。

由于编者学识水平有限,书中不足之处恳请读者批评指正。

编者

2016 年 4 月

# 目录

---

● ● ●

<b>学习情境 1 建筑供配电系统概述</b> .....	1
任务 1 电力系统 .....	1
任务 2 建筑供配电系统 .....	3
<b>学习情境 2 建筑供配电系统负荷计算</b> .....	12
任务 1 负荷计算方法 .....	13
任务 2 三相用电设备组计算负荷的确定 .....	18
任务 3 单相用电设备组计算负荷的确定 .....	23
任务 4 尖峰电流及其计算 .....	26
<b>学习情境 3 建筑供配电系统节能</b> .....	29
任务 1 提高功率因数的意义和方法 .....	29
任务 2 电力电容器的设置 .....	30
任务 3 无功补偿容量的计算 .....	34
<b>学习情境 4 电气设备</b> .....	38
任务 1 高压电气设备 .....	38
任务 2 电力变压器 .....	48
任务 3 低压电气设备 .....	56
<b>学习情境 5 建筑供配电系统短路电流计算</b> .....	70
任务 1 短路电流对建筑供配电系统的影响 .....	70
任务 2 短路电流的计算 .....	75
任务 3 电气设备的选择与校验 .....	84
<b>学习情境 6 变、配电所</b> .....	89
任务 1 变、配电所的结构 .....	89
任务 2 变电所的继电保护 .....	93
任务 3 变电所的信号系统和断路器的控制回路 .....	109
任务 4 变电所的运行管理和维护 .....	126

<b>学习情境 7 低压配电系统</b> .....	147
任务 1 低压配电系统的组成形式和构成 .....	147
任务 2 低压配电系统中电缆和导线型号及截面的选择 .....	153
任务 3 低压配电系统中电气开关设备和保护装置的选择 .....	163
任务 4 施工现场临时供电系统 .....	170
<b>学习情境 8 建筑物的防雷</b> .....	180
任务 1 过电压与防雷设备 .....	180
任务 2 建筑物防雷的分级及保护措施 .....	186
任务 3 接地电阻 .....	192
<b>学习情境 9 电气照明工程</b> .....	198
任务 1 光学与视觉的基础知识 .....	198
任务 2 常用电光源 .....	206
任务 3 常用照明器 .....	217
<b>学习情境 10 光照设计</b> .....	223
任务 1 评价照明质量的指标 .....	223
任务 2 电光源和照明器的选择 .....	226
任务 3 照明器的布置和平均照度的计算 .....	230
任务 4 室内装饰照明装置的照度计算 .....	239
任务 5 光照设计 .....	245
<b>学习情境 11 照明设计</b> .....	252
任务 1 照明供配电系统 .....	252
任务 2 照明供配电系统的负荷计算 .....	255
任务 3 照明供配电系统的设计 .....	258
<b>学习情境 12 建筑物立面照明和剧场照明设计</b> .....	264
任务 1 建筑物立面照明的设计理念和办法 .....	264
任务 2 泛光照明设计 .....	266
任务 3 内透光照明设计 .....	270
任务 4 舞台灯光设计 .....	272
<b>学习情境 13 安全用电</b> .....	283
任务 1 安全用电的一般知识 .....	283
任务 2 防止触电的措施 .....	287
任务 3 民用住宅建筑的漏电保护 .....	294
<b>附录 A</b> .....	298
<b>参考文献</b> .....	317

# 建筑供配电系统概述

## 【学习目标】

### 1. 知识目标

- (1) 掌握电力系统的定义及组成。
- (2) 掌握建筑供配电系统的定义及任务。
- (3) 明确电力负荷等级的划分。

### 2. 能力目标

- (1) 熟练掌握建筑电力负荷的分级。
- (2) 熟悉电源质量改善的措施。

## 【知识链接】

建筑供配电系统是完成向电力网取得电源、分配电源、变换电压,以及为建筑物输送电源和分配电源,完成电源和负载的连接,同时实现对上述部分的控制、保护等功能所组成的系统。

在建筑行业中通常将建筑供电系统称为建筑供电、配电系统。供电是从电源的角度出发,如何来实现对建筑物电源的供应。配电是指从用户的角度出发,如何实现用电负载和电源的连接。其中,供电系统是指电压等级为 10 kV 的系统,配电系统是指电压等级为 10 kV 以下系统。有时也将对整栋建筑物或建筑群的电力供应称为供电,如某写字楼的供电系统、某住宅小区的供电系统等;将对具体设备的电力供应称为配电,如办公室照明配电系统、给水泵房动力配电系统等。

从电力系统的角度来看,建筑供电系统是电力系统中的一个用户;从建筑物内用电设备的角度来看,建筑供电系统是它们的电源。在建筑电气设计中,供电系统设计是一个重要的环节,必须同时满足安全、经济、优质和可靠这四个方面的要求。

## 任务

### 1

## 电力系统

由各类发电厂、电力网和用户连接起来所组成的包含了发电、输电、变电、配电和用户的统一整体称为电力系统。它们之间的关系如图 1-1 所示。

### 一、发电厂

发电是将自然界蕴藏的各种一次能源转换为电能(二次能源)的过程。生产电能的工厂称



为发电厂,又称为发电站。根据取用能源的不同,发电厂可分为:火力发电厂、水力发电厂、原子能发电厂、风力发电厂、地热发电厂、潮汐能发电厂、太阳能发电厂等类型。目前,我国主要以火力发电厂和水力发电厂为主,风力发电厂和太阳能发电厂为未来的发展趋势。一般情况下,各类发电厂是并网同时发电的,发电厂的发电机组输出的电压一般为 6.3 kV 和 10.5 kV。

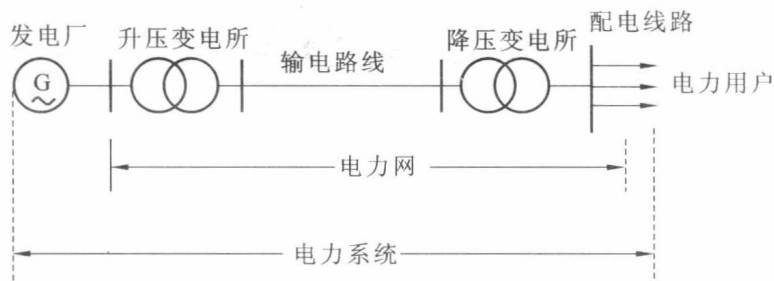


图 1-1 电力系统组成图

## 二、电力网

电力网是指连接发电厂和用户的中间环节,包含变电站和高压输电线路。电力网是电力系统的重要组成部分,它的任务是将发电厂生产的电能输送给用户。电力网常分为输电网和配电网两类。输电网是由 35 kV 及以上的输电线路及其变电站组成的网络,其作用是把电能输送到各个地区或直接送给大型用户。配电网是由 10 kV 及以下配电线路及配电变压器组成的网络,其作用是把电能分配给各类用户。变电站是变换电压和分配电能的场所,按变压作用的不同可分为升压变电站和降压变电站。规模较小、容量较小的变电站称为变电所,是各类建筑的电能供应中心。若不变换电压,而只把引入的高压电源分配给其他地方的变电所称为配电所。

电力网的电压等级很多,不同的电压等级所起的作用不同。我国电力网的额定电压等级主要有:220 V、380 V、6 kV、10 kV、35 kV、110 kV、220 kV、330 kV、500 kV、1 000 kV 等几种。其中,220 V、380 V 用于低压配电线路,6 kV、10 kV 用于高压配电线路,而 35 kV 以上的电压则用于输电网,电压越高则输送的距离越远,输送的容量越大,线路的电能损耗越小,但相应的绝缘水平要求及造价也越高。各种电压等级线路的输送功率和输送距离的合理数值如表 1-1 所示,仅供参考。

表 1-1 各级电压电力线路合理的输送功率和输送距离

额定电压/kV	线路结构	输送功率/kW	输送距离/km
0.22	架空线	$\leq 50$	$\leq 0.15$
0.22	架空线	$\leq 100$	$\leq 0.20$
0.38	架空线	$\leq 100$	$\leq 0.25$
0.38	架空线	$\leq 175$	$\leq 0.35$
6	架空线	$\leq 1\ 000$	$\leq 10$
6	架空线	$\leq 2\ 000$	5~10
6	架空线	$\leq 3\ 000$	$\leq 8$
10	架空线	$\leq 2\ 000$	6~20



续表

额定电压/kV	线路结构	输送功率/kW	输送距离/km
10	架空线	$\leq 3\,000$	15~8
10	架空线	$\leq 5\,000$	$\leq 1$
35	架空线	2\,000~10\,000	50~20
66	架空线	3\,500~30\,000	30~100
110	架空线	10\,000~50\,000	150~50
220	架空线	100\,000~150\,000	300~200

### 三、用户

所有的用电部门,都被电业管理方称为用户。如果引入用电单位的电源为1 kV 及以下的低压电源并且采用低压电能计量方式,则这类用户称为低压用户;如果引入用电单位的电源为1 kV 以上的高压电源并且采用高压电能计量方式,则这类用户称为高压用户。

在管理范围上低压用户的管理范围是在低压计量装置以后的部分,高压用户的管理范围是在高压计量装置以后的部分,而其他部分由电业管理部分进行管理。

## 任务 2 建筑供配电系统

### 一、建筑供配电系统及其构成形式

建筑供配电系统是指所需的电力能源从进入建筑物(或小区)开始到所有用电设备终端的整个电路。如图 1-2 所示。由总降压变电所、高压配电线路、分变电所、低压配电线路和用电设备等组成。其任务是从电力网引入电源,再合理分配给各用电设备使用。

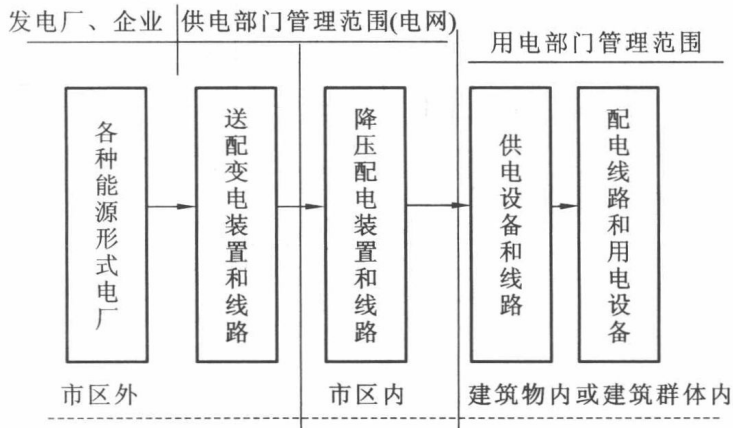


图 1-2 电力系统中建筑供配电系统示意图

建筑供电系统的构成形式,应该从引入电源的电压等级、用电容量、用电设备特性、供电距离、供电线路的回路数、用电单位的远景规划、当地公共电网的现状及其发展规划以及经济合理等因素综合考虑。一般来说,用电量较小的建筑,可直接从市电低压电网或从临近建筑的变电所引入 220/380 V 的三相四线制低压电源。用电量较大的建筑和建筑群需从电力网引入三相三线制的高压电源(一般为 10 kV),经变电所(10 kV 变电所)变换为 220/380 V 的三相四线制低压电源,再用导线分配至各建筑或各用电设备使用。对于高层建筑或大型建筑需要不止一个变电所,通常把从电力网引入的 10 kV 高压电源通过配电所分配至不同地方的变电所,再变换为低压,分配给建筑内的各用电设备使用。对于超高层建筑则需从电力网引入 35 kV 的高压电源,通过变电站降为 10 kV,再分配至不同地方的变电所降为低压后给用电设备供电。现行的建筑电气设计规范规定,当用电设备容量在 250 kW 或需用变压器容量在 160 kVA 以上时,应以高压方式供电;当用电设备容量在 250 kW 或需用变压器容量在 160 kVA 以下时,应以低压方式供电,特殊情况也可以高压方式供电。在上述的诸多供电系统构成形式中最有代表性的供电系统有两种形式,即采用电源电压等级为 10 kV 和 220/380 V 两种供电系统。

### 1. 采用 10 kV 高压供配电系统

采用 10 kV 的高压建筑供配电系统如图 1-3 所示,按照使用功能的不同可将该供电系统分为五个部分,分别介绍如下。

(1) A 是由电业部门管理的电力网和区域配电所,它将上一级提供的同等电压等级的电源进行分配,通过电力线路为众多用户提供 10 kV 的供电电源,它是城市区内主要的供电电源。

(2) B 是用户的 10 kV 开闭所,电业管理部门提供的供电回路数量是有限的,为了保证一个建筑群体内多个 10 kV 电压等级电源的需求,有时用户需要设置 10 kV 开闭所。它承担着高压

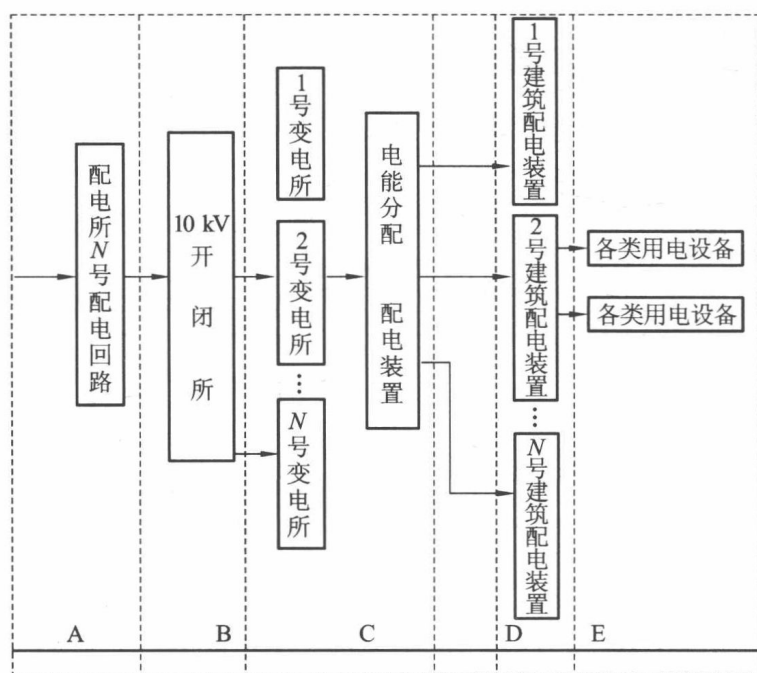


图 1-3 10 kV 高压供配电系统框图

电源电能的计量作用和分配作用,其管理由用户自行安排。除了满足电业管理部门的要求外,它可以按照自己的管理方法自行调整电源和供电回路的划分。

(3) C是变电所,用于将 10 kV 电源电压改变为用户使用的我国标准电压 220/380 V,在变电所内同时也承担着按照建筑物使用要求进行电能重新分配、线路和设备的保护任务。这些任务是由配电装置来完成的。对于一个建筑群或一个大型的独立建筑物来说,变电所不应只有一个,其设置数量与用电容量、负荷等级、供电距离等多种因素有关。有时为了减少占用的建筑面积,可把 10 kV 的开闭所和变电所同时设置在一个建筑物的多个房间内,称为变、配电所。

(4) D是低压 220/380 V 配电线路,这个部分由用户管理,也是建筑供电系统的一个部分。

(5) E是建筑物内部的供电系统,这个部分多数属于室内供电系统部分,它所供应的对象是具体的用电设备。

图 1-3 只是从使用功能的角度对 10 kV 高压供配电系统进行了划分,并不表示完成每一项功能必须是在一个建筑物内,如图 1-3 中的 B 和 C 部分可以作为一个独立的建筑设施,也可以附属属于某个建筑物内的某个房间。例如,某小区住宅有 32 栋独立的住宅建筑物和若干栋商业服务建筑,其供配电系统构成形式如图 1-4 所示。小区通过一条 10 kV 高压电源引入电能,设置有一个独立的变、配电所和四个独立的箱式变电站。变、配电所为四个箱式变电站提供四条 10 kV 高压电源,变电站将其变换为 220/380 V 电源并且输送到每栋建筑物楼内的配电装置上,为本栋楼提供电源。变配电所内还设有变压器和低压配电装置进行电压的变换和配电,为两栋商业服务建筑提供 220/380 V 的电源。

## 2. 采用 220/380 V 低压供配电系统

220/380 V 的低压供配电系统可以分为两个部分,即由电业部门管理的室外 220/380 V 供电线路和由用户管理的配电装置和室内的配电线路,如图 1-5 所示。

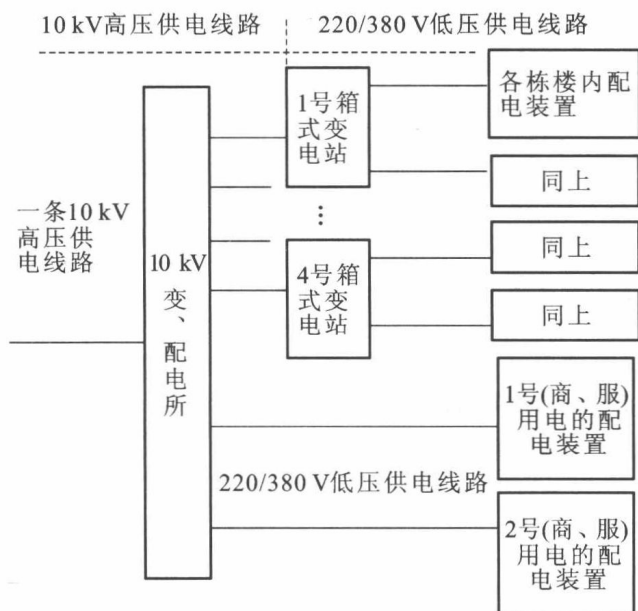


图 1-4 某住宅小区供配电系统图

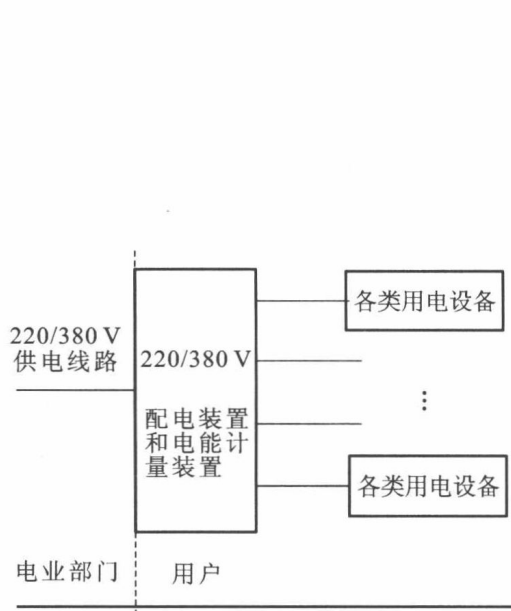


图 1-5 220/380 V 低压供配电系统框图

## 二、电力负荷

这里所说的电力负荷是指用电设备或用电单元(用户)。

### 1. 电力负荷的分级

电力负荷根据建筑物的类别和用电负荷的性质,按照我国现行的《民用建筑电气设计规范》(JGJ 16—2008)规定分为如下三个等级。

#### 1) 一级负荷

中断供电将造成人身伤亡、重大政治影响、重大经济损失或将造成公共场所次序严重混乱的负荷属于一级负荷。对于某些特等建筑,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会堂、国家级大型体育中心,以及经常用于重要国际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的正常工作,或者中断供电后将发生爆炸、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

中断供电将造成较大政治影响、较大经济损失或将造成公共场所秩序混乱的用电负荷属于二级负荷。

#### 3) 三级负荷

凡不属于一级负荷和二级负荷的一般负荷均为三级负荷。

常用重要电力负荷级别见表 1-2。

表 1-2 常用重要电力负荷级别

建筑物名称	用电负荷名称	负荷级别	备注
高层普通住宅	客梯、生活水泵电力、楼梯照明	二级	
高层宿舍	客梯、生活水泵电力、主要通道照明	二级	
重要办公建筑	客梯电力、主要办公室、会议室、总值班室、档案室及主要通道照明	一级	
部、省级办公建筑	客梯电力、主要办公室、会议室、总值班室、档案室及主要通道照明	二级	
高等学校高层教学楼	客梯电力、主要通道照明	二级	
一、二级旅馆	经营管理用及设备管理用的计算机系统电源	一级	①
	宴会厅电声、新闻摄影、录像电源;宴会厅、餐厅、娱乐厅、高级客房、康乐设施、厨房及主要通道照明;地下室污水泵、雨水泵电力;厨房部分电力;部分客梯电力	一级	
	其余客梯电力、一般客方照明	二级	
科研院所及高等学校重要实验室		一级	②



续表

建筑物名称	用电负荷名称	负荷级别	备注
重要图书馆	检索用计算机系统的电源	一级	①
	其他用电	二级	
县(区)级及以上医院	急诊部用房、监护病房、手术部、分娩部、婴儿室、血液病房的净化室、血液透析室、病理切片分析、CT扫描室、区域用中心血库、高压气舱、加速器机房治疗室及配血室的电力和照明,培养箱、冰箱、恒温箱的电源	一级	
	电子显微镜电源、客梯电力	二级	
银行	主要业务用计算机系统电源、防盗信号电源	一级	①
	客梯电力、营业厅、门厅照明	二级	③
大型百货商店	经营管理用计算机系统电源	一级	①
	营业厅、门厅照明	一级	
	自动扶梯、客梯电力	二级	
中型百货商店	营业厅、门厅照明、客梯电力	二级	
广播电台	电子计算机系统电源	一级	①
	直播室、控制室、微波设备及发射机房的电力和照明	一级	
	主要客梯电力、楼梯照明	二级	
电视台	电子计算机系统电源	一级	①
	直播室、中心机房、录像室、微波设备及发射机房的电力和照明	一级	
	洗印室、电视电影室、主要客梯电力、楼梯照明	二级	
市话局、电信枢纽、卫星地面站	载波机、微波机、长途电话交换机、市局电话交换机、文件传真机、会议电话、移动通信及卫星通信等通信设备的电源;载波机室、微波机室、交换机室、测量室、转接台室、传输室、电力室、电池室、文件传真机室、会议电话室、移动通信室、调度机室及卫星地面站的应急照明、营业厅照明	一级	④
	主要客梯电力、楼道照明	二级	

注:①指该一级负荷为特别重要负荷;

②指一旦中断供电将造成人身伤亡或重大政治影响、经济损失的实验室,如生物制品实验室等;

③指在面积较大的银行营业厅中,供暂时工作用的应急照明为一级负荷;

④重要通信枢纽的一级负荷为特别重要负荷。

## 2. 各级电力负荷对供电电源的要求

根据供电系统的运行统计资料表明,供电系统中各个环节以电源对供电可靠性的影响最大,其次是供配电线路等其他因素。因此,为保证供电的可靠性,不同等级的负荷对电源有不同的要求。

一级负荷需采用两个以上的独立电源供电,当一个电源发生故障时,另一个电源应不致同时受到损坏。所谓独立电源是指两个电源之间无联系,或两个电源间虽有联系但在任何一个电源发生故障时,另外一个电源不致同时损坏。例如,一路市电和自备发电机;一路市电和自备蓄电池逆变器组;两路市电,源端是来自两个发电厂或是来自城市高压网络的枢纽变电站的不同母线。事故照明及消防设备用电需将两个电源送至末端。

二级负荷应采用两回路电源供电。对两个电源的要求条件可比一级负荷放宽。例如,两路市电,源端是来自变电站或低压变电所的不同母线段即可。

三级负荷对供电无特殊要求。

## 三、对电源质量的要求

### 1. 电压偏移的定义

国家规定的电压等级如 220 V、380 V、10 kV 等称为额定电压等级,而电气设备铭牌上标示出的电压为额定工作电压。供电线路输送给电气设备的实际电压应与电气设备的额定电压一致,但是由于线路本身有一定的阻抗,电流通过时会产生电压降,使供电线路上不同地方的实际电压不同,这种实际电压与额定电压的差异称为电压偏移。

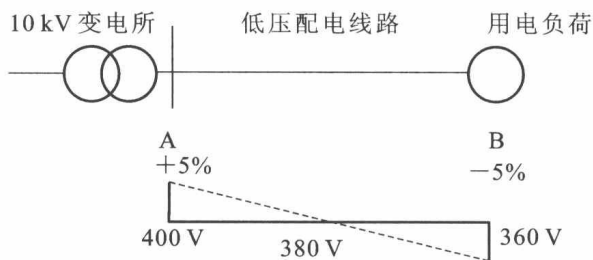


图 1-6 电压偏移示意图

以低压供电线路为例,如图 1-6 所示,为了保证低压供电线路(AB)的平均线电压为额定的 380 V,规定配电变压器的输出额定电压(A 点)应高于额定电压 380 V 的 5%,即应为 400 V,而线路末端(B 点)允许最低低于额定电压 380 V 的 5%,即为 360 V(近似),所以当用电负荷接在 AB 之间的不同地方时,其两端的实际电压在 400~360 V 的范围内,即  $380\text{ V} \pm 5\%$ , $\pm 5\%$  称为负载的电压偏移。

不同的用电负荷,所允许的电压偏移不同,如表 1-3 所示。在建筑供配电系统设计中,应保证用电设备接线端子处的实际电压偏移在规定的范围之内。

表 1-3 常用电器设备允许的电压偏移

设备种类		允许电压偏移/(%)
照明装置	对视角要求较高的室内	+5,-2.5
	一般工作场所	+5,-5
	远离变压器的一般小面积工作场所	+5,-10
	应急照明、道路照明、警卫照明	+5,-10
一般电动机		+5,-5

续表

设备种类		允许电压偏移/(%)
电梯的电动机		+5, -5, -7
医用 X 线诊断机		+10, -10
电子计算机电源	A 级	+5, -5
	B 级	+7, -7
	C 级	+10, -10
其他无特殊规定的用电设备		+5, -5

## 2. 电源质量改善的措施

在建筑供配电系统中,电源的质量直接影响着用电设备的正常工作。在设计建筑供配电系统时,应从如下几方面改善供电电源的质量。

### 1) 电压偏移

用电设备端子处的电压偏移应在规定的允许范围内,为达到此要求,设计供电系统时应注意以下几点。

(1) 正确选择变压器的变压比和电压分接头。变压器在工作时,其二次侧额定电压除了要补偿绕组内部的阻抗电压降外,还要补偿线路上的电压降,因此需根据实际情况选择变压器的变压比和电压分接头。

(2) 合理选择导线截面来减小线路阻抗,从而减小线路上的电压损失。

(3) 通过合理补偿无功功率,减小线路中的总电流,从而减小线路上的电压损失。

(4) 尽量使三相负荷平衡,以减小中线电流,从而减小中线上的电压损失。

### 2) 频率变化

电力系统的交流电源频率为工频(50 Hz),但如果电网超负荷运行会引起发电机转速变化而使电源频率发生波动,一般要求频率变化在 $\pm 1$  Hz 以内。

### 3) 波形畸变

电网的电压波形应为正弦波形,但由于各种非线性用电设备所产生的谐波会引起电压波形产生畸变,波形畸变用波形失真率表示,一般要求应不超过 10%。为控制各类非线性用电设备引起电压波形产生畸变,设计供电系统时宜采取如下措施。

(1) 各类大功率非线性设备变压器的受电电压若有多种可供选择时,应尽量选用较高的电压。

(2) 对大功率静止整流器应采用以下措施:提高整流变压器二次侧的相数和增加整流器的整流脉冲数;多台相数相同的整流装置,应使整流变压器的二次侧有适当的相角差;按谐波次数装设分流滤波器等措施。

### 4) 三相不平衡

三相不平衡会使中线电流增大,增加功率损耗和电压损失。为降低三相低压配电系统的不平衡度,设计低压配电系统时应遵守以下规定。

(1) 单相用电设备应尽可能均匀地分布在三相电源中,使三相负荷平衡。

(2) 由地区公共低压电网供电的 220 V 照明负荷,当线路电流不超过 30 A 时,可使用单相 220 V 供电,否则应使用 220/380 V 的三相四线制供电。

## 四、建筑供配电系统中性点的接地方式

所谓中性点接地方式,是指供电系统中变压器的中性点与大地连接的方式。中性点采用何种接地方式,是一个涉及面很广的问题,它对供电系统的供电可靠性、电气设备的运行安全、操作人员的安全等方面都会产生不同程度的影响。

### 1. 10 kV 配电网中性点接地方式

10 kV 配电网给建筑内的变电所提供 10 kV 高压电源,一般由三条导线组成三相三线制线路。其中性点接地方式主要有以下几种。

(1) 不接地。当接地故障电容电流小于 10 A 时,采用中性点不接地方式,如用架空线路时可采用这种方式。

(2) 经消弧线圈接地。

(3) 直接接地。

当接地故障电容电流大于 10 A 时,应采用中性点经消弧线圈接地或直接接地方式。在城市建筑供电中,越来越广泛地使用电缆代替架空线,由于电缆的线间电容电流远大于架空线,采用直接接地方式可迅速切断单相接地故障,有利于防止电缆故障的扩大。

### 2. 220/380 V 低压供电系统中性点接地方式

低压供电系统直接关系到用电设备及用电人员的安全,在建筑供电系统中都采用 TN 系统,即变压器的中性点直接接地,而用电设备的金属外壳与零线或专用保护线(PE 线)连接。在 TN 系统中有如下三种具体接线方式。

#### 1) TN-C 系统

变压器的中性点直接接地,由变压器的三个相线端子处引出三根线(称为相线;三根线分别记为  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ ),由变压器中性点的接线处引出一根线(称为中性线,记为 N)。由于引出的线路是四条,又是三相,所以称该供电线路为三相四线供电系统。TN-C 系统的接线方式如图 1-7(a)所示。

#### 2) TN-S 系统

变压器的中性点直接接地,由变压器的三个相线端子处引出三根线( $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ ),由变压器中性点的接线处引出两根线,其中一根为中性线,记为 N;另一根为保护线,记为 PE。由于引出的线路是五条,又是三相,所以称该供电线路为三相五线供电系统。TN-S 系统的接线方式如图 1-7(b)所示。

#### 3) TN-C-S 系统

该接线方式是 TN-C 系统和 TN-S 系统的混合形式,在供电线路的前端是 TN-C 形式,而后一部分是 TN-S 形式。TN-C-S 系统的接线方式,以及用电设备与该系统的接线方式如图 1-7(c)所示。

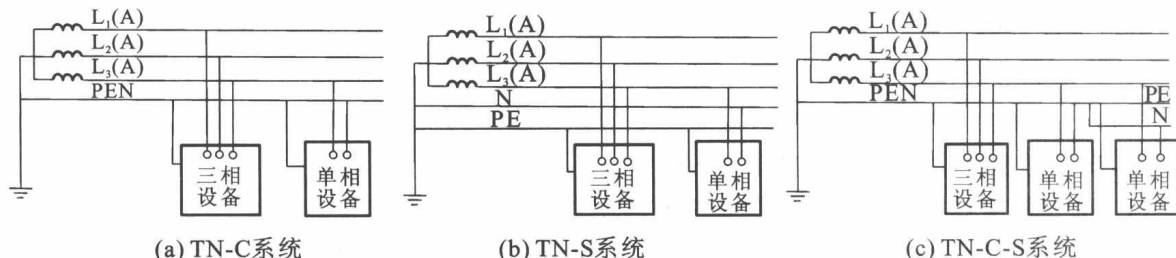


图 1-7 TN 系统的三种形式



三种系统的使用应根据负荷的等级、负荷的性质、负荷的使用场合等几个方面的因素来确定。通常情况下供电系统的形式可以参照以下条件。

(1) 对于采用三相供电的三相对称负荷(动力负荷),如果这些设备在使用时操作人员与之接触的机会很少,可以采用 T-C 系统。

(2) 对于采用三相供电的不对称负荷(照明负荷及其他单相用电负荷),而且这些用电设备对电源的要求较高,同时由于操作人员与这些用电设备接触的机会较多,为保证电源的可靠和用电人员的人身安全,应采用 TN-S 系统。由于该系统的保护线是专用的故安全性较高。

(3) 对于采用三相供电的不对称负荷(照明负荷及其他单相用电负荷),如果这些用电设备对电源的要求不是很高(如一般民用建筑中的住宅建筑),同时由于操作人员与这些用电设备接触的机会较多,为了减少投资和保证操作人员的人身安全,应采用 TN-C-S 系统。

但是必须注意,在同一建筑内并不一定只有一种系统形式,有时会有几个系统同时存在。它们利用自身的优点互相弥补不足,使整个建筑的供电系统更加合理、经济,并满足了不同负荷的不同要求。

### 情境小结

(1) 电力系统,是由各类发电厂、电力网和用户连接起来所组成的一个包含了发电、输电、变电、配电和用户的统一整体。我国电力网的额定电压等级主要有:220 V、380 V、6 kV、10 kV、35 kV、110 kV、220 kV、330 kV、500 kV 等几种。

(2) 从电力系统的角度来看,建筑供电系统是电力系统中的一个用户;从建筑物内用电设备的角度来看,建筑供电系统是它们的电源。在建筑供电系统中,电源的质量可从电压偏移、频率变化、波形畸变、三相不平衡等方面来衡量。设计时这些指标应达到相关规范的要求。

(3) 根据建筑物的类别和用电负荷的性质,将用电负荷分为一级负荷、二级负荷、三级负荷。一级负荷需采用两个以上的独立电源供电,二级负荷应采用两回路电源供电,三级负荷对供电无特殊要求。

(4) 从低压供电系统中性点接地方式来看,建筑供电系统中都采用 TN 系统,即变压器的中性点直接接地,而用电设备的金属外壳与零线或专用保护线(PE 线)连接。在 TN 系统中有三种具体接线方式:TN-C 系统、TN-S 系统、TN-C-S 系统。三种系统的使用应根据负荷的等级、负荷的性质、负荷的使用场合等几个方面因素来确定。

### 复习训练

1. 什么是电力系统?我国电力系统中的电压等级主要有哪些?各种不同电压等级的作用是什么?
2. 如何划分建筑电力负荷的等级?对不同等级的负荷供电时有什么要求?
3. 什么是电压偏移?一般室内照明装置所允许的电压偏移是多少?如何改善建筑供配电系统的电源质量?
4. 当建筑采用 TN-S 系统时,设计中应注意哪些事项?