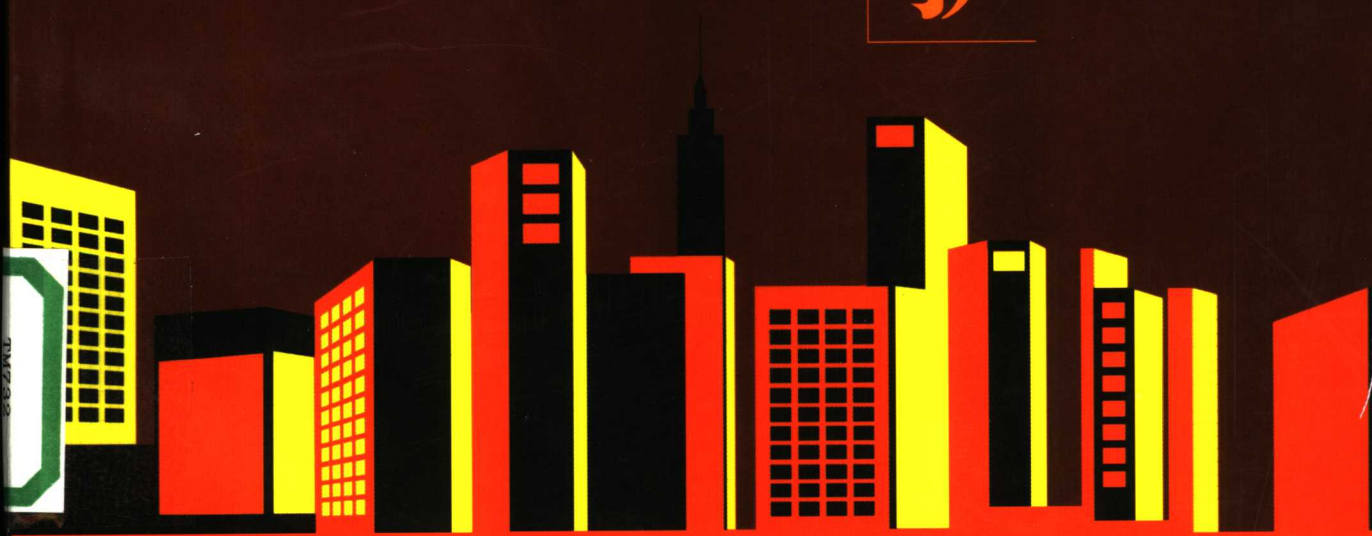


物 业 机 电 运 行 管 理 丛 书

供配电系统 运行管理与维护

陈小荣 叶海蓉 主编

GONG PEI DIAN XITONG
YUNXING GUANLI YU WEIHU



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TM732

5

物业机电运行管理丛书

供配电系统运行管理与维护

陈小荣 叶海蓉 主编

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

供配电系统运行管理与维护/陈小荣, 叶海蓉主编. —北京: 人民邮电出版社, 2004.10
(物业机电运行管理丛书)

ISBN 7-115-12464-7

I. 供... II. ①陈... ②叶... III. ①供电—电力系统运行②配电系统—电力系统运行

IV. TM732

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 080375 号

内 容 提 要

本书介绍了适应写字楼、商厦、高档别墅和公寓等楼宇物业的供配电系统主要电气设备、室内布线方式、变配电所的结构及布置方式、小区供配电系统的运行管理维护常见问题。

本书适合具有高中文化程度、从事或欲从事楼宇物业管理中的供配电系统运行与管理及维护的人员阅读, 同时也可供各类相关专业的中等职业学校及业余培训学校使用。

物业机电运行管理丛书

供配电系统运行管理与维护

◆ 主 编 陈小荣 叶海蓉

责任编辑 张 鹏

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010-67129264

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 12.75

插页: 1

字数: 306 千字

2004 年 10 月第 1 版

印数: 1-5 000 册

2004 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-12464-7/TN · 2311

定价: 17.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

前 言

21 世纪初我国居住小区将面临崭新的局面,因为在今后的 20~30 年内我国正处于加速“城市化”的阶段。城市化率可由 30%增至 60%,每年增长率可达 1%!即使按人均 15m^2 计,也需每年新建居房两亿平方米左右。建设规划布局合理、配套设备齐全、有利于工作、方便生活、居住条件舒适的住宅小区是广大居民的由衷要求,其中电能应用的好坏直接关系到广大居民的生活质量。如停电次数频繁,停电时间过长,将给居民文化和物质生活带来极大的不便。用好电,首先应该管好电,因此电气运行管理维护人员应该责任心强、技术业务精良、能及时发现排除各种故障,保证小区居民有一个稳定、优质、安全的用电环境。

本书共分 6 章。第 1 章介绍了供配电系统的基本特点;第 2 章对供配电系统中的高、低压主要电气设备的结构、用途、特点、型号意义作了说明;第 3 章简要介绍了房间内布线方式的基本要求及其操作方法;第 4 章介绍了小区内变配电所中的成套配电装置、变配电所的结构及其高、低压配电室、变压器室等的布置方式;第 5 章主要介绍小区供配电系统中变压器、高低压配电装置、线路等的运行管理维护,对常见故障现象、原因作了分析,并提出一般处理方法;第 6 章分析了常见电气事故,介绍了低压供配电系统的电气安全技术和发生电气事故后的处理措施。

本书可供生产、管理、服务在第一线的电气技术人员学习参考,也适用于高职院校、职工大学、中专、职高等学校相关专业师生选作教材或参考书。本书在内容上通俗易懂,尽可能介绍了一些新产品和新技术,书中注意应用最新国标符号,力求达到实用、好用的目的。

本书由北京轻工职业技术学院的陈小荣、叶海蓉老师编写,其中叶海蓉编写了第 1、2 章,平国增参与编写了第 3 章部分内容,其余由陈小荣编写,全书由陈小荣统稿。由于编者水平有限,并且我国电气设计的标准、规范还在不断修改和完善中,因此书中错漏难免,敬请读者批评指正。

编 者

2004 年 8 月

目 录

第1章 供配电系统的基本特点	1
第1节 电能的特点和对供电的要求	1
第2节 物业供配电系统及其电源与负荷	2
第3节 电力系统的电压和中性点运行方式	9
第4节 变配电所电气主接线和高压供配电系统	13
第2章 主要电气设备	31
第1节 电气设备及其分类	31
第2节 电力变压器	32
第3节 互感器	39
第4节 高压电器	45
第5节 低压电器	57
第6节 照明电光源	68
第3章 房间内布线的基本要求及其操作方法	80
第1节 房间内布线的基础知识	80
第2节 房间内布线的导线	90
第3节 房间内布线的基本要求及操作方法	98
第4章 变配电所	111
第1节 变配电所的成套配电装置	111
第2节 变配电所的选择	124
第3节 变配电所的结构布置	126
第4节 组合式变电所	138
第5章 供配电系统的运行管理与维护	142
第1节 变配电所的安全运行	142
第2节 变配电所运行管理与维护	150
第3节 线路运行管理与维护	158
第4节 供配电系统其他电气部分的运行管理与维护	161
第6章 电气安全	165
第1节 电气事故	165

第2节	小区低压供配电系统的电气安全技术	172
第3节	小区建筑物的防雷保护	182
第4节	安全用电	185
参考文献		195

第 1 章 供配电系统的基本特点

电是最基本的能源，工农业生产、交通运输、国防建设、科学研究以及社会生活的各个领域都离不开电力的应用，整个人类社会的进步更需要电。本章主要介绍物业供电的基本知识和基本问题。包括电能的特点、电力系统及其电压、中性点的处理及住宅小区供配电系统的特点。

第 1 节 电能的特点和对供电的要求

电能与其他形式的能源相比，具有易于转换、便于输送、取用和控制方便等特点，因此，电力成为当今社会应用得最广泛的动力源。电能作为一种“产品”有其自身的特点：那就是它的生产、供应、分配和使用是同时完成的，不能大量储存。

一、电能的特点

(1) 电能易于转换

我们知道，电能（二次能源）是由水流动的动能、重力势能、热能、核能、太阳能等各种形式能（一次能源）转换而来的；而电能通过一定设备又能转换成各种形式的能。比如，电能可使灯泡发光，电能转换成光能；电能可使电动机旋转，可使各种机械工作，电能转换成机械能；电能可使喇叭发出声音，电能转换成声能等等。

(2) 电能便于远距离输送

把在能源丰富的远方地区生产的电能，通过一定设备、导线，送到城市中心，供给人们生产、生活需要，为人们带来极大的方便，且电能的输送优于其他方式的能源传输。

(3) 电能耗费低，有利于资金积累

电能在现代化生产中占有很重要地位，但电在产品生产成本中却只占有很小比例。一般的机械产品生产中，电费开支仅占产品成本的 5% 左右。这样可以把大量资金用在其他开支上，有利于资金积累。

(4) 电能容易使生产工具自动化

随着高科技的发展，我国越来越注重自动化生产了，这不但能保证产品质量，也减轻了工人劳动强度，有利于生产的发展，电能容易使生产工具自动化。

(5) 电能的发展有利于国民经济的发展

我们常说生产电力先行，要发展经济必须有电做保证。我国为保证 21 世纪经济腾飞，

花巨资修三峡发电站，主要目的之一就是要将能源解决好，促进工业、国防和科学技术发展，为未来的电气化做好准备。

总之，我们只有认识电，才能使用电；只有发展电，才能建设强大的中国，提高人民生活质量。

二、对物业供电的基本要求

物业供电，是指物业范围内所需电能的供应和分配。物业供电必须贯彻国家的技术经济政策，做到安全可靠、技术先进、经济合理、运行维护管理方便，并注意美观，考虑发展；必须切实保证物业范围内生产和生活用电的需要，并注意安全用电、节约用电，为此，物业供电应达到以下几点要求。

（1）安全

在电能的供应、分配使用中，要保证生产、生活需要，配备专业管理人员，防止发生人身事故和设备事故，排除一切不安全因素。

（2）可靠

应按不同用户的负荷等级，采取相应措施，在供电过程中保证不停电、断电，按时检查、维修。尽量缩短排除故障时间，保证不间断供电。

（3）优质

要按发电计划，用电负荷要求，制定供电标准，保证电压稳定、频率不变，不因供电的质量问题影响生产、生活。

（4）经济

要根据实际需要，合理配置用电设备，尽量减少设备投资，降低运行费用。要节约用电，减少导线等有色金属的消耗，尽量降低供电成本。

（5）美观

在可能条件下，供配电系统线路及设备的型式、外形、敷设方式等要与物业的功能和环境的美观要求相匹配。

（6）发展

在电力工程的规划和设计中，要根据工程特点、规模和发展规划，正确处理近期建设和远期发展的关系，远近结合，以近期为主，适当考虑发展的可能。要妥善处理局部与全局、本区域与邻近区域的关系。

第2节 物业供配电系统及其电源与负荷

一、物业供配电系统

物业供配电系统是指从电力电源进入物业区域起，到所有用电设备输入端止的整个电路。

一般物业的电源进线电压为 6~10kV，尤其以 10kV 居多。某些大中型工厂（从供电的角度讲，总供电容量不超过 1 000kVA 的为小型用户；超过 1 000kVA 而少于 10 000kVA 的为中型用户；超过 10 000kVA 的为大型用户）及高层建筑群的电源进线电压有 35kV 及以上的，

而一些小型物业用电负荷小的可直接采用 220/380V 三相四线制低压进线。

变电所的任务是接受电能、变换电压和分配电能，而配电所只担负接受电能和分配电能的任务。

物业供配电系统的接线形式与负荷等级、大小、电压及供配电距离等因素有关，常用的供电系统有以下几种。

1. 具有总降压变电所的物业供电系统

对于大中型工厂及商厦，电源电压为 35~220kV 时，如图 1-1 所示，它经过两次降压：首先是把 35~220kV 经变压器 T1、T2 降为 10kV 高压配电电压，然后经变压器 T3~T7 降为 220/380V 电压，供低压用电设备使用。高压用电设备则由 10kV 母线直接供电（“母线”是汇集和分配电能的导线）。其中，T1、T2 互为备用。为了提高供电的可靠性，在 35~220kV 电源侧用隔离开关 QS1 连通，在 10kV 母线侧采用母线隔离开关 QS2 分段（重要负荷也可用断路器分段），在分变电所之间可相互加联络线。

2. 具有高压配电所的物业供电系统

图 1-2 为某中等物业的供电系统图。由图可见，该高压配电所有两条 10kV 的电源进线，分别引入到高压配电所的 10kV 母线上，再经 10kV 高压配电线分别向各分变电所供电，然后由各分变电所经降压后供电给低压用电设备。

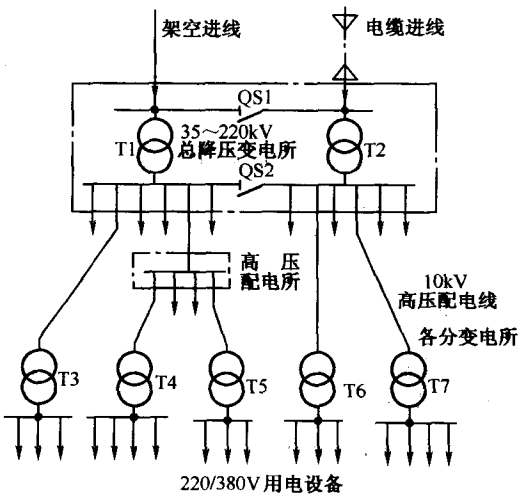


图 1-1 具有总降压变电所的物业供电系统图

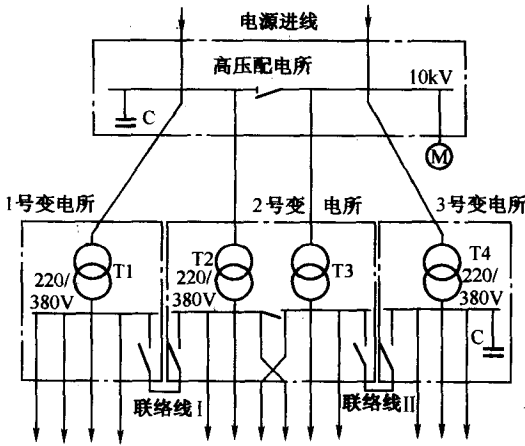


图 1-2 具有高压配电所的物业供电系统图

一般情况下，这种配电所的运行方式是：两条电源进线互为备用，高压 10kV 母线采用单母线分段（分段开关通常是闭合的），低压侧 220/380V 母线也采用单母线分段接线。各分变电所的低压侧通过联络线相互连接，从而提高了系统供电的可靠性和灵活性。

3. 只有一个降压变电所的物业供电系统

除了大中型工厂及大型商厦、宾馆等外，一般物业通常是只设一个将 10kV 电压降为 220/380V 的降压变电所，其系统图如图 1-3 所示。

图 1-3 (a) 为装有一台电力变压器的降压变电所，容量在 1000kVA 左右及以下的一般都采用这种供电系统。而图 1-3 (b) 为两台电力变压器并列运行供电的方式，一般用于供电

可靠性要求较高、供电容量在 2 000kVA 左右的用户。

4. 只有一个低压配电所的物业供电系统

对于供电容量小于 160kVA 的用户，通常可采用低压进线，只需设置一个低压配电所，经低压配电所用低压配电线路直接向用户负荷配电，如图 1-4 所示。

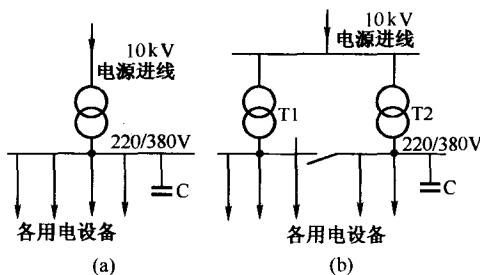


图 1-3 只有一个降压变电所的物业供电系统图

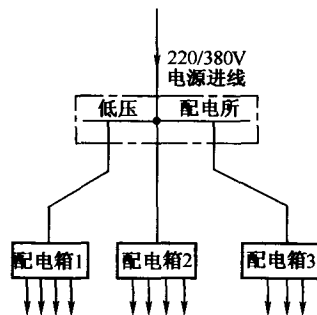


图 1-4 只有一个低压配电所的物业供电系统图

关于供配电系统的具体接线方案，在本章第 4 节中讲述。

二、供配电系统的电源

1. 电力工业、发电厂和电力系统简介

电力工业是指将自然界蕴藏的一次能源（如水的位能，煤、石油、天然气的化学能，太阳的太阳能，风的风能，某些元素经核裂变的核能等）转换为电能（二次能源）的工业。

电力工业是国民经济基本工业。新中国成立以来，尤其是改革开放以来，我国的电力工业取得了世界瞩目的发展。发电量和发电设备装机容量于 1995 年起居世界第二位，超过 2 亿千瓦，电力年增长速度在 8% 以上，电源结构由火电为主转为水、火、核电并举，电力技术水平不断提高，利用外资办电规模扩大，城乡居民生活用电量上升很快。到 2000 年底我国装机容量已达 3.19 亿千瓦，年发电量已超过 13 600 亿千瓦时，已多年居世界第二位，中国已进入世界电力生产和消费大国行列，中国电网覆盖率已超过 96%。由于中国人均装机容量仅为 0.25 千瓦，人均发电量只有 1 081 千瓦时，均不到世界平均水平的一半，因而新世纪中国电力工业将有更大的发展。今后 15 年内中国平均每年投产装机容量约在 2 000 万千瓦，到 2010 年发电装机容量将达 5 亿千瓦。

发电厂（或发电站）是将一次能源转换为电能的工厂。按照发电厂所利用的能源不同，可分为火力发电厂、水力发电厂、原子能发电厂、太阳能发电厂、地热发电厂、抽水蓄能发电厂及潮汐发电厂、风力发电厂等。

电力系统是由各种电压等级的电力线路，将各发电厂、变电所和电能用户联系而成的发电、输电、变电、配电和用电的整体。电力网是电力系统中除发电厂和用电设备外的部分，是发电厂和用户之间的中间环节。

图 1-5 是电力系统与电力网关系示意图。

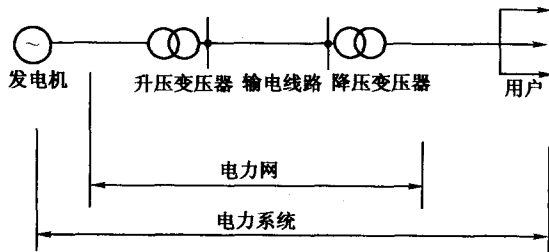


图 1-5 电力系统与电力网关系示意图

图 1-6 是电力系统示意图,在这个系统中,有一个水电厂、一个火电厂。水电厂经升压变压器升压到 500kV,再用 500kV 超高压输电线路远距离输电至枢纽变电所 (a);火电厂经升压变压器升压到 220kV,再用 220kV 高压输电线路输电至中间变电所 (b),三条 220kV 的电力网构成环形,提高了供电可靠性。

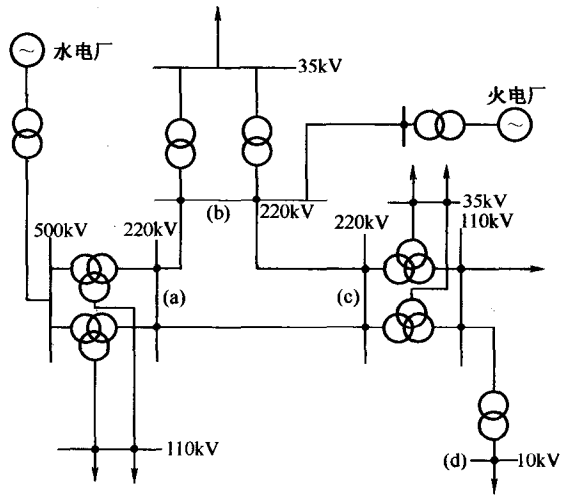


图 1-6 电力系统示意图

图 1-6 中,变电所 (a) 汇集多个电源,连接电力系统高压和中压的几个部分,所以它位于电力系统的枢纽点,称为枢纽变电所,它是一个 500kV 的变电所;变电所 (b) 高压侧以交换功率为主,使长距离输电线路分段,同时降压供给当地用户,它主要起中间环节的作用,使系统在此所交换功率,所以叫中间变电所;变电所 (c) 低压侧电压一般为 110kV、35kV,以地区用户供电为主,所以叫地区变电所;变电所 (d) 在输电线路的终端,接近负荷点,高压侧多为 110kV,经降压变压器降压后直接向用户供电,所以叫终端变电所,全所停电后,只中断用户的供电。

电力网是由各种电压等级的输配电线路和变电所构成的,是电力系统的重要组成部分。用以变换电压、输送和分配电能,将发电厂的电能送到用户的电网称输电式送电网;担负分配电能任务的电网称配电网。

电力网分类有以下几种:按作用可分为输电(或送电)网(发电厂至变电所的电网和变电所至变电所的电网)和配电网(变电所至用户的电网);按电压等级可分为特高压(1 000kV 以上电网)、超高压(330~1 000kV 电网)、高压(1~220kV 电网)和低压(1kV 以下电网);按电网结构可分为开式电网(用户单方向得到电能的电网)和闭式电网(用户从两个及以上方向得到电能的电网);按供电范围可分为区域电网(110kV 以上,输送功率大,范围广的电网)和地方电网(110kV 及以下,输送功率小,距离短的电网)。以上几种分类方式不是绝对的,其划分不存在严格的界限,只不过出发点不同罢了。

建立大型电力系统,可以充分利用动力资源(如水电与火电互补,负荷移峰填谷),降低发电成本,减少电能损耗,保证供电质量,提高供电的可靠性。同时当前电力供应趋紧的形势下,大区联网效益发挥明显,大区间电量调剂对缓解当前电力供需矛盾起到积极作用,从而有利于国民经济的发展。

我国电网基本以行政区划为基础。20 世纪 80 年代初,我国第一项 500kV 超高压输变电工程,启动了跨省超高压电网建设进程。到 2000 年底,全国已形成东北(覆盖我国东北的辽宁、吉林和黑龙江三省以及内蒙古自治区东部的广大地域)、华北(由北京、天津、河北省、山西省和内蒙古自治区的西部等供电区的电网组成)、华中(由河南、湖北、湖南和江西四省电网互联组成)、华东(覆盖上海市、江苏省、浙江省和安徽省三省一市)、西北(由陕西、甘肃、青海三省和宁夏回族自治区的电网组成)、川渝、南方互联(由广东、广西、贵州、云南四省电网组成)共 7 个跨省(区)大电网,以及山东、福建、新疆、海南等独立省(区)网。

其中东北、华北、华东、华中电网装机容量均超过 30000MW，华东、华中电网甚至超过 40000MW，西北电网的装机容量也达到 20000MW。南方电力联营系统连接，实现了西电东送。其他几个独立省网，如山东、福建等电网和装机容量也超过或接近 10000MW。

1990 年我国第一条从葛洲坝水电站至上海南桥换流站的±500kV 直流输电线路实现双极运行，使华中和华东两大区电网实现非同期联网。2001 年 5 月，华北与东北电网通过 500kV 的姜绥线实现首个跨大区交流联网。2001 年 11 月，华东、福建电网通过单回 500kV 交流线路联网。2002 年 5 月，川电东送工程使川渝与华中电网实现互联。2003 年 9 月 20 日，500kV 辛嘉线使华北电网、华中电网实现了历史上的第一次握手。随着辛嘉线的启动调试完成，华北、东北、华中、川渝电网成功实现了交流联网运行，一个北起黑龙江伊敏电厂、南至四川二滩电站，地跨 14 个省（自治区、直辖市），南北距离超过 4600km，装机容量超过 140000MW 的超大规模交流同步电网就此形成。随着山东与华北电网联网和华中与西北电网直流背靠背联网工程的实施，2005 年将初步形成全国范围的互联电网，系统装机容量超过 370000MW。

2. 自备电源

除少数外，物业供电系统的电源都来自地区（或终端）变电所。为了提高供电的可靠性，或适应季节性负荷的增加，弥补用电量的不足，用户常设置有自备电源，如柴油发电机组、UPS（静止型交流不间断电源装置）、直流蓄电池组等，这里不再详细介绍。

三、供配电系统的负荷

1. 负荷分布

物业供电涉及各类不同的负荷，而不同地区各类负荷的分布同地区的经济、文化、生活水平及电力工业发展情况等因素有关。从电监会相关数据资料显示，2003 年全年用电量已达到 18 910 亿千瓦时，同比增长 15.4%，净增负荷 2 528 亿千瓦时。全国电力供需平衡继续总体偏紧，季节性、区域性和随机性拉闸限电幅度进一步扩大。电量增长最快的省份中，浙江、宁夏、江苏的增速都超过了 20%，名列所有省份的前三位。在用电总量方面，排前五位的是，江苏、广东、山东、浙江、辽宁。据介绍，浙江、广东、江苏等用电量大是由于民营经济的快速发展，山东、辽宁是由于大工业的带动，而宁夏是因为高耗能工业的增长。

2. 负荷分级

用电负荷是指用户的用电设备在某一时刻从电网上实际取用的功率总和，也就是用户在某一时刻对电力系统所要求的电力。从电力系统来讲，则是指该时刻为了满足用户用电所需要的相应的发供电能力。

物业用电设备种类多，负荷大，供电的可靠性要求高。为了可靠供电，安全用电，节约投资，按照电力对供电可靠性的要求，及中断供电在政治、经济上所造成损失或影响的程度，国家标准 GB50052-95《供配电系统设计规范》（1996 年 5 月 1 日起实施）规定负荷分级如下。

（1）符合下列情况之一时，应为一级负荷

① 中断供电将造成人身伤亡时。② 中断供电将在政治、经济上造成重大损失时。例如：重大设备损坏、重大产品报废，打乱重点企业生产秩序并需要长时间才能恢复等。③ 中断供电将影响有重大政治、经济意义的用电单位的正常工作。例如：重要交通枢纽、重要通信枢

组、重要宾馆、大型体育场馆、经常用于国际活动的大量人员集中的公共场所等用电单位中的重要电力负荷。

在一级负荷中，当中断供电将发生中毒、爆炸和火灾等情况的负荷，以及特别重要场所的不允许中断供电的负荷，应视为特别重要的负荷。比如事故发生的短时应急照明、通信系统、自动控制装置等。

(2) 符合下列情况之一时，应为二级负荷

① 中断供电将在政治、经济上造成较大损失时。例如：主要设备损坏、大量产品报废、重点企业大量减产、连续生产过程被打乱需较长时间才能恢复等。② 中断供电将影响重要用电单位的正常工作。例如：交通枢纽、通信枢纽等用电单位中的重要电力负荷，以及中断供电将造成大型影剧院、大型商场等较多人员集中的重要的公共场所秩序混乱。

(3) 不属于一级和二级负荷者为三级负荷

工矿企业，除了大中型化工、钢铁、煤炭、冶炼、电信、染织等厂矿企业外，一般机械类工厂均属三级负荷，只有少量属二级负荷。

对于高层旅游饭店和重点办公用房，因其突然中断供电后影响大，所以大楼内的一般动力和照明负荷按一级负荷处理，要由两个独立电源供电。表 1-1 列出了物业建筑常用的负荷级别。

表 1-1 物业建筑常用重要设备及部位的负荷级别

序号	建筑物名称	电力负荷名称	负荷级别
1	高层普通住宅	客梯、生活水泵电力，楼梯照明	二级
2	高层宿舍	客梯、生活水泵电力，主要通道照明	二级
3	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
4	高等学校教学楼	客梯电力，主要通道照明	二级
5	一、二级旅馆	经营管理用及设备管理用电子计算机系统电源	一级
		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，一般客房照明	二级
6	科研院所	重要实验室	一级
7	计算中心	主要业务用电子计算机系统电源	一级
		客梯电力	二级
8	大型博物馆展览馆	防盗信号电源，珍贵展品室的照明	一级
		展览用电	二级
9	甲等剧场	调光用电子计算机系统电源	一级
		舞台、贵宾室、演员化妆室照明，舞台机械电力，电声、广播及电视转播、新闻摄影电源	一级
10	甲等电影院		二级
11	重要图书馆	检索用电子计算机系统电源	一级
		其他用电	二级
12	县(区)级及以上医院	急诊部用房、监护病房、手术部、分娩室、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、高压氧仓、加速器机房和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

续表

序号	建筑物名称	电力负荷名称	负荷级别
13	银行	主要业务用电子计算机系统电源, 防盗信号电源	一级
		客梯电力, 营业厅、门厅照明	二级
14	大型百货商店	经营管理用电子计算机系统电源	一级
		营业厅、门厅照明	一级
		自动扶梯、客梯电力	二级
15	中型百货商店	营业厅、门厅照明、客梯电力	二级
16	汽车客运站	一、二级站	二级

3. 各级负荷对供电电源的要求

(1) 一级负荷对供电电源的要求

一级负荷属重要负荷, 如中断供电将造成十分严重的后果, 因此要求有两个独立电源供电(当一个电源发生故障时, 另一个电源不应同时受到损坏)。对一级负荷中特别重要的负荷, 还应增设应急电源, 例如: 加设独立于正常电源的自备发电装置、蓄电池、干电池、供电系统中有效地独立于正常电源的专门供电线路等, 并严禁将其他负荷接入应急供电系统。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。

(2) 二级负荷对供电电源的要求

二级负荷也是重要负荷, 只是与一级负荷相比, 中断供电所造成的后果没有一级负荷那么严重, 但二级负荷往往涉及的范围较宽。因此, 二级负荷宜由两回线路供电, 供电变压器一般也应有两台, 以防其中发生变压器故障或线路常见故障时不致中断供电(或中断供电后能迅速恢复)。

(3) 三级负荷对供电电源无特殊要求

这类负荷短时间中断供电造成的损失不大, 一般都是单路电源供电。

四、小区用电负荷等级及供电要求

居住小区中的多层住宅、高层住宅和其他公用设施的负荷分级及采取的供电措施, 应符合国家的现行规范的规定。居住小区中, 住宅建筑的负荷等级参见表 1-2。

表 1-2 住宅建筑的负荷等级

序号	住宅类别	电力负荷名称	负荷等级
1	19 层及以上高层住宅	1. 消防用电设备、应急照明、消防电梯	一级
		2. 生活水泵电力、公共场所照明	二级
2	10~18 层高层住宅	1. 消防用电设备、客梯	二级
		2. 生活水泵电力、公共场所照明	二级
3	9 层及以下多层住宅	1. 生活水泵电力	三级
		2. 其他	三级

区域性给水泵房、采暖锅炉为二级负荷。

区域性消防泵房的负荷等级应根据其供水范围内住宅的消防分类, 按消防规范确定。即:

- ①当区域性消防泵房供水范围内, 住宅的消防分类最高为一类时, 则区域性消防泵房按一级负荷供电。
- ②当区域性消防泵房供水范围内, 住宅的消防分类最高为二类时, 则区域性消防泵房按二级负荷供电。
- ③当居住小区中均为多层住宅, 但规划人口超过五万人时, 区域性消

防泵房按二级负荷供电。

为居住小区服务的保安系统和远程集中计费系统为一级负荷。电视、信息网络、生活和科教服务等系统的负荷等级不应低于二级。当居住小区中设有程控电话交换机时，其交流负荷为一级负荷。

一级负荷应由两个电源供电。当一个电源发生故障时，另一个电源不应同时受到损坏。当居住小区中一级负荷较大时，两个电源应取自两个上级变电所的 10kV 母线。有困难时，也可一个电源取自城市电网，另一个设自备电源。

二级负荷的供电系统，宜由两回线路供电。在负荷较小或地区供电条件困难时，二级负荷可由一路专用 10kV 架空线供电。当采用电缆线路时，应采用两根电缆组成的线路供电，其每根电缆应能承受 100% 的二级负荷。

三级负荷对供电无特殊要求。

第 3 节 电力系统的电压和中性点运行方式

一、电力系统的电压和频率

我们知道，在电力系统中任何电气设备都必须在指定的电压和频率下工作。这个指定的电压和频率，不但是设计制造的依据，也是衡量供电质量的重要指标之一，通常都要标在电气设备的铭牌上，使用中常把这个电压和频率叫做额定电压和额定频率。

电气设备使用额定电压和额定频率工作，将获得最佳的技术性能和经济指标。为了保证电气设备的通用性，我国规定了标准系列的额定电压和额定频率。如我国规定各企业使用电力的额定频率为 50Hz，设备工作时最大频率偏差不得超过 $\pm 0.5\text{Hz}$ 。额定电压是指能使各种用电设备处于最佳运行状态的工作电压，用 U_N 表示。我国规定的交流电力网和用电设备额定电压见表 1-3。

表 1-3 交流电力网和用电设备的额定电压 (单位: kV)

用电设备和电力网额定电压	发电机额定电压	变 压 器	
		一 次 绕 组	二 次 绕 组
0.22	0.23	0.22	0.23
0.38	0.40	0.38	0.40
3	3.15	3 及 3.15	3.15 及 3.33
6	6.3	6.0 及 6.3	6.3 及 6.6
10	10.5	10 及 10.5	10 及 11
35		35	38.5
110		110	121
220		220	242
330		330	363

从表 1-3 中可以看出，电力系统中发电机、电网、变压器、用电设备各部分额定电压是不同的，有如下规定：

- ① 用电设备的额定电压应与电力网的额定电压相等。但实际上，由于电能沿线路输送

时都有一定的电压损耗，所以线路上各点的电压略有不同，但是成批生产的用电设备的额定电压不可能按使用处线路的实际电压来制造，而只能按线路的额定电压 U_N 来制造，所以用电设备的额定电压必须与线路的额定电压相等。通常，采用线路首端电压和末端电压的算术平均值作为用电设备的额定电压，这个电压就是电力网的额定电压。

② 发电机的额定电压高于线路额定电压 5%。这是因为电力线路一般允许的电压偏移是 5%，即整个线路允许有 10% 的电压降。为了维持线路的平均电压为额定值，那么线路的首端也就是发电机的电压应比线路额定电压高 5%，而末端的电压则可比线路额定电压低 5%，如图 1-7 所示。

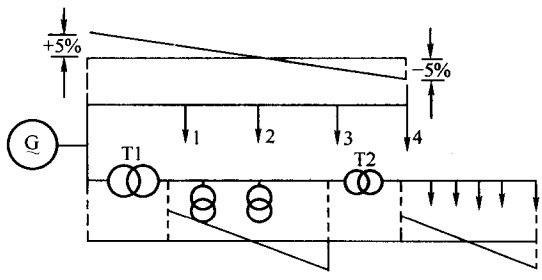


图 1-7 电网额定电压的说明

③ 电力变压器的额定电压分两种情况：

a. 电力变压器一次绕组的额定电压，有的高于线路额定电压的 5%，有的则与线路额定电压相同。当电力变压器与发电机相连时，如图 1-8 中的 T1，其一次绕组额定电压与发电机额定电压相同（高于同级电网额定电压 5%）；当变压器不与发电机相连，而是连接在线路上时，如图 1-8 中的 T2，可看作是线路的用电设备，因此一次绕组额定电压应与电网额定电压相同。

b. 电力变压器二次绕组的额定电压，有的高于线路额定电压的 10%，有的又只高于线路额定电压的 5%。当变压器二次供电线路较长，则二次绕组额定电压比电网高 10%，除补偿绕组内 5% 的电压降以外，还应补偿线路 5% 的电压降。见图 1-8 中的 T1；变压器二次绕组供电线路较短或直接向设备供电，见图 1-8 中的 T2，其二次绕组的额定电压只高于所连电网额定电压的 5%，仅补偿绕组内部 5% 的电压降。若图 1-8 中线路的额定电压 U_N 为 110kV，电动机 M 为 6kV 设备，发电机发出 10.5kV 的电压，则变压器 T1 的额定电压为 10.5kV/121kV；变压器 T2 的额定电压为 110kV/6.3kV。

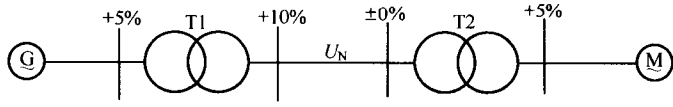


图 1-8 电力变压器的额定电压

二、中性点运行方式

电力系统的中性点是指电源（发电机或变压器）的中性点。在输送电能时无论采用三相四线制送电，还是三相三线制送电，都涉及到中性点的处理问题。对于三个绕组（三相交流电）的中性点通常有三种处理方法：一是把中性点用导线直接接地；二是中性点不接地；三是中性点通过一定的阻抗（消弧线圈）接地。前者称为大电流接地，后两者合称为小电流接地。我国的 110kV 以上的高压系统和 220/380V 的低压配电系统，都采用中性点直接接地的大电流接地系统。

1. 中性点大电流接地系统

在中性点直接接地系统中从中性点引出的线有三种：中性线 N、保护线 PE、保护中性线 PEN，这三种线的功能各不相同。中性线是用来接单相用电设备的额定电压和相电压，传导

三相系统的单相电流和不平衡电流，减少负荷中性点的电位偏移。保护线是用来防止触电事故的接地线，使金属构架、金属外壳接地保护。保护中性线是具有以上两种线的功能，

在低压配电系统中，为了在故障情况下保障人身安全、防止触电事故，必须对各种用电设备的外露可导电部分进行保护接地。按照保护接地的形式不同，分为 TN、TT 和 IT 系统。第一个字母表示电源侧中性点接地状态，T 表示电源侧中性点直接接地；I 表示电源侧中性点不接地或经高阻抗接地。第二个字母表示负荷侧电气设备的外露可导电部分的接地状态，N 表示直接与配电系统接地点引出的零线电气连接；T 表示通过自身独立接地体与大地直接连接。其中 TN 保护接地习惯上称“保护接零”，TT 和 IT 习惯上称为“保护接地”。TN 系统和 TT 系统都是中性点直接接地系统，且都引有中性线，因此都称之为三相四线制系统。IT 系统属于中性点小电流接地系统，是三相三线制系统。

① 所有设备外壳都与保护线 PE 或保护中性线 PEN 连接，称为 TN 式接法。TN 式接法又分为三种情况，其特点在第 6 章第 2 节中详细叙述。

TN-C 接法：系统中的 N 线与 PE 线合并为 PEN 线，见图 1-9。

TN-S 接法：系统中的 N 线与 PE 线全部分开，见图 1-10。

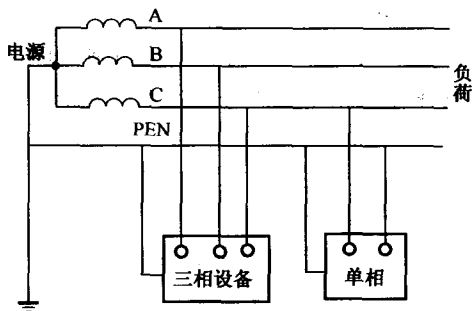


图 1-9 低压配电的 TN-C 接法

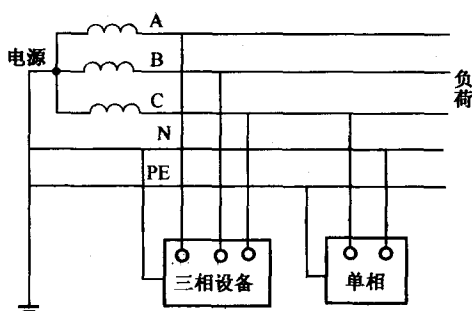


图 1-10 低压配电的 TN-S 接法

TN-C-S 接法：系统中前部分 N 线与 PE 线合为 PEN 线，后部分 N 线与 PE 线分开，见图 1-11。

② 所有设备外壳各自经 PE 线单独接地，称为 TT 接法，见图 1-12。

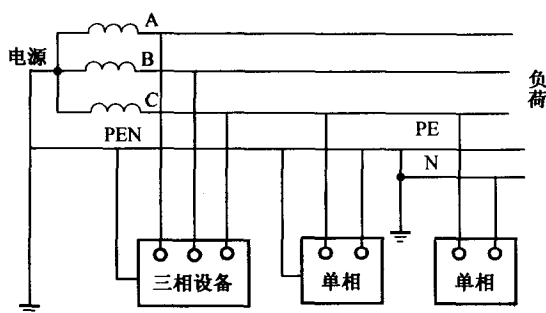


图 1-11 低压配电的 TN-C-S 接法

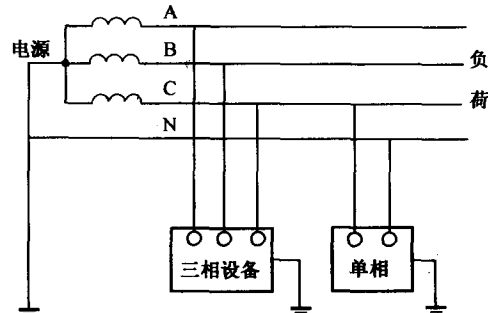


图 1-12 低压配电的 TT 接法

③ IT 接法与 TT 接法相同，只是电源侧中性点不接地或需经 1000Ω 阻抗接地，通常不引出中性线，称为 IT 接法，见图 1-13。