

高职高专电气、建筑、管理类专业选用教材

# 物业供电与电气设备

朱献清 主编



机械工业出版社  
China Machine Press

高职高专电气、建筑、管理类专业选用教材

# 物业供电与电气设备

朱献清 主编



机械工业出版社

现代电气技术、工业与民用建筑、物业管理、市场营销等专业师生及技术人员，迫切需要一本物业电气技术方面的综合型教材(或参考书)，本书正是为此而编写的。

本书内容大致分为两大部分：物业供配电部分与用电电气设备部分。物业供配电部分主要讲述物业供配电的基本知识、电机与电气设备、高低压供电系统、电气设备的选择与校验、变配电所、继电保护和二次系统；用电电气设备部分主要讲述电气照明、标志设备、电梯和扶梯、空调与给排水系统、电话通信系统、广播音响系统、共用天线和卫星电视系统、保安防盗系统、火灾自动报警系统等。同时，还讲述了有关电气识图知识，以及防雷、接地、电气安全和物业电气设备的运行管理知识。

本书可作为高等职业教育(职业技术学院、成人大学、职工大学及部分专科学校)和中等专业学校电气技术应用、工业企业电气化、工业与民用建筑、物业管理、企业管理、市场营销等专业按不同要求选用的教材，也可供从事物业供用电、物业经营与管理、市场营销等工作的技术、管理人员参考。

为便于复习和自学，每章末附有思考题和习题。

本书注意贯彻我国电气技术最新标准和规范，注重设计、安装和运行维护方面的实用内容，注意介绍更新换代产品。本书图文并茂，很多是物业供用电工程设计的实例。在文字叙述上力求浅显易懂，便于自学。

## 图书在版编目(CIP)数据

物业供电与电气设备/朱献清主编. —北京:机械工业出版社, 2001. 3  
ISBN 7-111-08636-8

I. 物… II. 朱… III. ①城镇-供电②电气设备 IV. TU994

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 79275 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:边 萌 版式设计:霍永明 责任校对:张 佳

封面设计:朱献清 责任印制:郭景龙

中国农业出版社印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm<sup>1</sup>/16, 44.5 印张·2 插页·1163 千字

0 001—4 000 册

定价:59.00 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、68326677-2527

# 前 言

随着经济的发展和社会的进步,以及人口不断向城市和乡镇集中,我国的建筑事业、物业供用电和物业管理进入了一个崭新的发展阶段。物业经营与管理则是随着社会主义市场经济的建立和人民生活水平的提高而逐渐发展起来的新型管理模式,它及与之相关联的各项业务成了一个迅速崛起和发展的新兴产业。

物业是单元性房地产的称谓,是指已经建成并投入使用的各类房屋及与之相配套的设施、设备和场地。“各类房屋”包括住宅区、单体性建筑、工业厂房、综合商住楼、商业大厦、宾馆、学校、高档写字楼、饭店、仓库等;与之相配套的设施、设备和场地,是指房屋室内外各类设备、公共市政设施及相邻的场地、庭院、道路等。

物业是指具体的宗地、建筑物以及它们的混合物。物业可大可小,一座大厦、一个工厂可作为物业,一个住宅单元也可作为物业。同一建筑物还可按不同权属分割为若干个物业。

在物业建筑物中,现代高层建筑越来越多,其主要特点是:高度高,体量大,人员密集,功能复合,设备繁多,装修豪华,经营管理的自动化程度高。这给从事建筑电气设计、施工、运行和管理的人员提出了新的课题及要求,而具备综合的电气知识和技能,正是工程设计、施工、经营与管理所必需的。

物业电气既涉及供电,又涉及用电。随着社会主义市场经济的发展,以及房屋商品化、住房制度改革的深化,人民生活水平的不断提高,物业用电不再是以往水平上一般的动力用电和照明用电,而通常还包括标志、电梯、空调、给排水、电脑管理与监控、电话、广播、电视、保安、火灾自动报警等系统的设备用电,而且用电负荷量大幅度增加,科技含量明显提高,自动化程度越来越高。本书综合了物业供用电及各种相关电气设备和系统的实用知识。

作为高等职业教育(职业技术学院、成人大学、职工大学及部分专科学校)和中等专业学校电气技术应用、工业企业电气化、工业与民用建筑、物业管理、企业管理、市场营销等专业按不同要求选用的教材,通过学习,要掌握物业供配电简单设计计算及其运行维护所必需的基本理论、基本知识和基本技能;熟悉各种常用高低压电气设备的名称、用途、主要结构、性能、选择、使用注意事项,以及型号规格的含义,订货知识;初步掌握安全用电、用电管理和电能节约的知识。

本书内容大致分为物业供配电和用电电气设备两大部分,共十九章:首先概述物业供电的基本知识和电气识图知识,然后系统讲述电机与电气设备、高低压供配电系统、短路计算及电气设备的选择与校验、变配电所、继电保护和二次系统,再讲电气照明、标志、电梯和扶梯、空调与给排水、通信、广播音响、电视、保安防盗、火灾自动报警等系统电气设备,最后讲述防雷、接地及安全用电和物业电气设备运行管理的知识。

本书注重高、中等职业技术教育面向区域经济、社会发展和就业市场的需要,主要培养生产、建设、管理、服务第一线需要的、技术应用性高、中级专门人才和创新人才的目标,重应用,多配套使用、运行维护方面的知识,内容力求通俗易懂,便于教学和自学。同时,本书注意贯彻国家最新的电气技术标准和规范,编入更新换代产品、节能产品。各兄弟学校在使用本教材时,可按不同专业的要求和具体情况取舍。本书各章建议学时数(不包括习题课、大型作业

及实验、现场教学的课时在内)如下表:

| 章 次 | 建议学时 |     | 章 次 | 建议学时 |     |
|-----|------|-----|-----|------|-----|
|     | 电 类  | 管理类 |     | 电 类  | 管理类 |
| 一   | 8    | 4   | 十一  | 6    | 4   |
| 二   | 8    | 8   | 十二  | 6    | 4   |
| 三   | 4    | 6   | 十三  | 6    | 4   |
| 四   | 14   | 10  | 十四  | 4    | 2   |
| 五   | 18   | 6   | 十五  | 10   | 4   |
| 六   | 20   | 4   | 十六  | 8    | 8   |
| 七   | 4    | 2   | 十七  | 12   | 8   |
| 八   | 16   | 4   | 十八  | 12   | 12  |
| 九   | 20   | 10  | 十九  | 6    | 6   |
| 十   | 4    | 2   | 累计  | 186  | 108 |

本书由无锡职业技术学院副教授朱献清主编。无锡市民用建筑设计院副总工程师朱永才编写了第十、十一、十五、十六、十九章,工程师过球编写第十二、十三、十四、十七章,其余由朱献清编写。全书由主编整理统稿。

本书由东南大学电气工程系楼樟达教授主审。

本书在编写过程中,参考了有关电气技术标准及规范、设计手册和教材。无锡市民用建筑设计院的张庆平工程师和无锡职业技术学院讲师吕孜对部分章节提出了宝贵意见。在此一并表示感谢。

由于我们的水平有限,以及对电气技术日新月异的发展掌握不够,加之国家对电气设计、设备的技术标准、规范还在不断修改,因此,书中难免有错漏及不足,恳请读者批评指正,以便使这一奉献给广大读者的千禧之年礼物日臻完善。

编 者  
2000年3月

# 目 录

## 前 言

## 第一章 概论 ..... 1

- 第一节 物业供电的意义和要求 ..... 1
- 第二节 高层建筑的分类及特点 ..... 1
- 第三节 物业供配电系统及其电源与负荷 ..... 3
- 第四节 电力系统的电压 ..... 10
- 第五节 电力系统中性点的运行方式 ..... 15
- 第六节 物业供用电设计知识 ..... 18
- 思考题 ..... 21
- 习题 ..... 22

## 第二章 电气识图知识 ..... 23

- 第一节 电气图的基本构成和分类 ..... 23
- 第二节 电气图的主要特点 ..... 26
- 第三节 电气识图的基本要求和步骤 ..... 32
- 第四节 工厂供电系统电气图 ..... 34
- 第五节 建筑电气安装图 ..... 41
- 思考题 ..... 55
- 习题 ..... 56

## 第三章 电机常识 ..... 57

- 第一节 电力变压器 ..... 57
- 第二节 交流异步电动机 ..... 64
- 第三节 自备电源 ..... 81
- 思考题 ..... 91
- 习题 ..... 92

## 第四章 物业供配电系统电气设备 ..... 93

- 第一节 电气设备及其分类 ..... 93
- 第二节 电气设备中的电弧问题 ..... 94
- 第三节 高低压熔断器 ..... 96
- 第四节 高低压开关设备 ..... 102
- 第五节 仪用互感器 ..... 124
- 第六节 并联电容器 ..... 129
- 第七节 高低压成套配电装置 ..... 130
- 思考题 ..... 137
- 习题 ..... 137

## 第五章 高低压供配电系统及其负荷

### 计算 ..... 139

- 第一节 供配电系统及其负荷分析 ..... 139
- 第二节 供电要求及措施 ..... 140

## 第三节 高压供电系统及其主接线 ..... 141

- 第四节 低压配电系统及其配电方式 ..... 149
- 第五节 负荷计算 ..... 159
- 第六节 功率因数的提高 ..... 171
- 第七节 电力线路的结构与敷设 ..... 181
- 思考题 ..... 203
- 习题 ..... 204

## 第六章 短路计算及电气设备的选择

### 与校验 ..... 207

- 第一节 短路及无限大容量电力系统的概念 ..... 207
- 第二节 三相短路电流的计算 ..... 211
- 第三节 两相及单相短路电流的计算 ..... 222
- 第四节 短路电流效应及短路稳定度的校验 ..... 225
- 第五节 高低压电气设备的选择与校验 ..... 228
- 第六节 导线和电缆的选择、校验及配线路的保护 ..... 243
- 第七节 电力变压器的选择 ..... 259
- 第八节 交流异步电动机的选择 ..... 265
- 思考题 ..... 270
- 习题 ..... 272

## 第七章 变配电所 ..... 274

- 第一节 变配电所所址的选择及要求 ..... 274
- 第二节 变配电所的布置 ..... 277
- 第三节 箱式变电站 ..... 293
- 思考题 ..... 294
- 习题 ..... 295

## 第八章 继电保护和二次系统 ..... 296

- 第一节 继电保护的基本知识 ..... 296
- 第二节 常用继电器 ..... 300
- 第三节 操作电源 ..... 307
- 第四节 电流保护的接线方式 ..... 314
- 第五节 电力变压器的继电保护 ..... 316
- 第六节 高压断路器的控制及信号回路 ..... 329
- 第七节 常用电测量仪表及绝缘监视装置 ..... 335
- 第八节 备用电源及其投入 ..... 346

|                                     |     |                                   |     |
|-------------------------------------|-----|-----------------------------------|-----|
| 第九节 物业供电系统二次回路图 .....               | 349 | 第二节 信号传输及系统配接 .....               | 484 |
| 思考题 .....                           | 353 | 第三节 广播音响设备 .....                  | 488 |
| 习题 .....                            | 354 | 思考题 .....                         | 491 |
| <b>第九章 电气照明</b> .....               | 356 | <b>第十五章 共用天线电视和卫星电视接收系统</b> ..... | 492 |
| 第一节 照明的分类及要求 .....                  | 356 | 第一节 共用天线电视系统 .....                | 492 |
| 第二节 照明技术的有关概念 .....                 | 358 | 第二节 卫星电视接收系统 .....                | 503 |
| 第三节 照度标准与照明质量 .....                 | 363 | 第三节 共用天线电视系统的配置 .....             | 508 |
| 第四节 常用电光源和灯具的选择与布置 .....            | 369 | 思考题 .....                         | 516 |
| 第五节 照明计算及照明节能 .....                 | 385 | <b>第十六章 保安防盗系统</b> .....          | 520 |
| 第六节 照明供配电系统的设计 .....                | 392 | 第一节 保安防盗系统的基本构成和报警器的分类 .....      | 520 |
| 第七节 照明电气线路的设计 .....                 | 396 | 第二节 入侵探测器的基本要求和原理 .....           | 521 |
| 第八节 室内照明器具的安装 .....                 | 400 | 第三节 报警控制器 .....                   | 528 |
| 第九节 常用建筑物照明 .....                   | 407 | 第四节 电视监控系统 .....                  | 529 |
| 思考题 .....                           | 418 | 第五节 其他保安设施 .....                  | 534 |
| 习题 .....                            | 420 | 思考题 .....                         | 538 |
| <b>第十章 标志设备</b> .....               | 421 | <b>第十七章 火灾自动报警及联动控制系统</b> .....   | 539 |
| 第一节 标志设备的功能及种类 .....                | 421 | 第一节 概述 .....                      | 539 |
| 第二节 疏散照明标志灯的设置和安装 .....             | 425 | 第二节 火灾自动报警及联动控制系统的基本要求和规定 .....   | 543 |
| 第三节 疏散照明标志灯的电源和控制 .....             | 429 | 第三节 火灾自动报警及联动控制设备 .....           | 547 |
| 第四节 航空障碍标志灯 .....                   | 433 | 第四节 火灾自动报警系统的布线及防火救灾设备的控制 .....   | 557 |
| 思考题 .....                           | 436 | 思考题 .....                         | 570 |
| <b>第十一章 电梯和扶梯设备</b> .....           | 439 | <b>第十八章 防雷、接地及电气安全</b> .....      | 571 |
| 第一节 电梯和扶梯的分类、结构及控制 .....            | 439 | 第一节 建筑物的防雷 .....                  | 571 |
| 第二节 电梯的选择 .....                     | 450 | 第二节 低压配电系统的保护接地 .....             | 591 |
| 思考题 .....                           | 457 | 第三节 电气安全与触电急救 .....               | 610 |
| <b>第十二章 民用建筑给排水系统及空调系统的控制</b> ..... | 458 | 思考题 .....                         | 622 |
| 第一节 给排水系统设备及其控制 .....               | 458 | 习题 .....                          | 623 |
| 第二节 空调系统常用设备及其控制 .....              | 462 | <b>第十九章 物业电气设备的运行和管理</b> .....    | 624 |
| 思考题 .....                           | 468 | 第一节 变配电设备的运行和管理 .....             | 624 |
| <b>第十三章 电话通信系统及其设备</b> .....        | 469 | 第二节 弱电设备的运行和管理 .....              | 632 |
| 第一节 电话交换设备和程控数字交换机 .....            | 469 | 思考题 .....                         | 636 |
| 第二节 用户交换机的中继方式 .....                | 472 | <b>部分习题参考答案</b> .....             | 637 |
| 第三节 电话机、传真通信及传真机 .....              | 474 | <b>附录</b> .....                   | 643 |
| 第四节 建筑物内电话设施及其安装 .....              | 476 | 附录 A 常用电气图用图形符号及新旧符号对照 .....      | 643 |
| 第五节 电话线路敷设 .....                    | 479 | 附录 B 常用电气设备用图形符号 .....            | 654 |
| 第六节 建筑物专用电话系统简介 .....               | 481 | 附录 C 常用电气设备用文字符号 .....            | 656 |
| 思考题 .....                           | 482 | 附录 C-1 电气设备常用基本文字符号 .....         |     |
| <b>第十四章 广播音响系统</b> .....            | 483 |                                   |     |
| 第一节 概述 .....                        | 483 |                                   |     |

|                                                 |     |                                                      |     |
|-------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------|-----|
| 新旧对照表 .....                                     | 656 | 附录 G-2 部分工厂的全厂需要系数、<br>功率因数及年最大有功负荷<br>利用小时参考值 ..... | 677 |
| 附录 C-2 常用辅助文字符号新旧对<br>照表 .....                  | 659 | 附录 G-3 旅游宾馆及主要用电设备组的<br>需要系数和功率因数数值 .....            | 677 |
| 附录 C-3 发电厂与变电所电路图上<br>的小母线文字符号 .....            | 659 | 附录 G-4 9层以上高层民用建筑需要<br>系数值 .....                     | 678 |
| 附录 C-4 发电厂与变电所电路图上<br>直流回路标号数字序列 .....          | 660 | 附录 G-5 民用建筑照明负荷需要系<br>数值 .....                       | 678 |
| 附录 C-5 发电厂与变电所电路图上<br>交流回路标号数字序列 .....          | 661 | 附录 G-6 照明负荷需要系数值 .....                               | 679 |
| 附录 C-6 表示颜色的标准字母代码 .....                        | 661 | 附录 G-7 照明负荷的功率因数和镇流器<br>功率损耗 .....                   | 679 |
| 附录 C-7 相序文字符号新旧对照表 .....                        | 661 | 附录 G-8 非工业电力负荷的<br>需要系数 .....                        | 679 |
| 附录 D 习惯用图形符号(参考件) .....                         | 661 | 附录 G-9 单机负载率 .....                                   | 679 |
| 附录 E 常用建筑电气安装图图例 .....                          | 662 | 附录 G-10 深圳地区需要系数和负荷密<br>度推荐值 .....                   | 679 |
| 附录 E-1 常用建筑材料图例 .....                           | 662 | 附录 G-11 旅游旅馆的负荷密度及单位<br>指标值 .....                    | 679 |
| 附录 E-2 常用建筑配件图例 .....                           | 663 | 附录 G-12 北京地区民用住宅用电指标<br>推荐值 .....                    | 680 |
| 附录 E-3 常用建筑总平面图例 .....                          | 664 | 附录 G-13 一般高层住宅住户的常用<br>电器 .....                      | 680 |
| 附录 E-4 给排水工程图常用图例 .....                         | 665 | 附录 H 导线及电力电缆载流量 .....                                | 681 |
| 附录 E-5 通风工程图常用图例 .....                          | 666 | 附录 H-1 LJ、LGJ 载流量 .....                              | 681 |
| 附录 E-6 空调系统图常用图例 .....                          | 666 | 附录 H-2 交联聚乙烯绝缘电力电缆在<br>空气中敷设的载流量 .....               | 681 |
| 附录 F 常用电力变压器、电动机、电气<br>设备技术数据 .....             | 669 | 附录 H-3 LMY、TMY 单片母线<br>载流量 .....                     | 681 |
| 附录 F-1 10kV 级 SL7 系列电力变压器<br>主要技术数据 .....       | 669 | 附录 H-4 橡皮绝缘电线明敷的<br>载流量 .....                        | 682 |
| 附录 F-2 10kV 级 S9 系列电力变压器<br>技术数据 .....          | 670 | 附录 H-5 橡皮绝缘电线穿钢管敷设的<br>载流量 .....                     | 682 |
| 附录 F-3 SCL 型环氧树脂浇注三相铝线<br>干式变压器技术数据 .....       | 670 | 附录 H-6 橡皮绝缘电线穿硬塑料管<br>敷设的载流量 .....                   | 683 |
| 附录 F-4 部分 Y 系列(IP44)三相异步电<br>动机主要技术数据 .....     | 672 | 附录 H-7 聚氯乙烯绝缘电线明敷的<br>载流量 .....                      | 683 |
| 附录 F-5 部分 YR 系列(IP23)绕线转子异<br>步电动机主要技术数据 .....  | 673 | 附录 H-8 聚氯乙烯绝缘电线穿钢管<br>敷设的载流量 .....                   | 684 |
| 附录 F-6 RT0 系列熔断器技术数据及<br>保护特性曲线 .....           | 674 | 附录 H-9 聚氯乙烯绝缘电线穿硬塑料管<br>敷设的载流量 .....                 | 684 |
| 附录 F-7 DZ20 型低压断路器的主要<br>技术数据 .....             | 674 | 附录 I 导体在正常和短路时的最高允许<br>温度及热稳定系数 .....                | 685 |
| 附录 F-8 DW15-200~4000 型低压断路<br>器的主要技术数据 .....    | 675 | 附录 J 电压损失计算常用数据 .....                                | 685 |
| 附录 F-9 DW10-200、400、600 型低压<br>断路器的主要技术数据 ..... | 675 |                                                      |     |
| 附录 F-10 部分并联电容器的主要技术<br>数据 .....                | 675 |                                                      |     |
| 附录 G 负荷计算常用数据 .....                             | 676 |                                                      |     |
| 附录 G-1 用电设备组的需要系数、二<br>项式系数及功率因数数值 .....        | 676 |                                                      |     |

|        |                                          |     |              |                                              |     |
|--------|------------------------------------------|-----|--------------|----------------------------------------------|-----|
| 附录 J-1 | 10kV 三相平衡负荷架空线路的<br>电压损失 .....           | 685 | 附录 L-4       | 商业建筑照明的<br>照度标准值 .....                       | 693 |
| 附录 J-2 | 380V 三相平衡负荷架空线路的<br>电压损失 .....           | 686 | 附录 L-5       | 住宅建筑照明的<br>照度标准值 .....                       | 693 |
| 附录 J-3 | 10kV 交联聚乙烯绝缘电力<br>电缆电压损失 .....           | 687 | 附录 L-6       | 旅馆建筑照明的<br>照度标准值 .....                       | 694 |
| 附录 J-4 | 三相 380V 导线的电压损失 .....                    | 687 | 附录 L-7       | 公共场所照明的照度<br>标准值 .....                       | 694 |
| 附录 J-5 | 三相 380V 母线的<br>电压损失 .....                | 688 | 附录 L-8       | CIE 对不同区域或不同活动<br>推荐的照度范围 .....              | 695 |
| 附录 J-6 | 不同电压损失下铝导线 220/<br>380V 三相四线负荷矩 .....    | 689 | 附录 L-9       | CIE 推荐照度示例 .....                             | 695 |
| 附录 J-7 | 不同电压损失下铜导线 220/<br>380V 三相四线负荷矩 .....    | 689 | 附录 L-10      | GCI-A (B)-1 型工厂配照灯<br>的主要技术数据和<br>计算图表 ..... | 696 |
| 附录 K   | GL-11、15 型电流继电器的主要技术<br>数据及其动作特性曲线 ..... | 690 | 附录 M         | 全国主要城镇的年平均<br>雷暴日数 .....                     | 697 |
| 附录 L   | 照度计算常用数据 .....                           | 690 | 附录 N         | 接地电阻计算部分数据 .....                             | 700 |
| 附录 L-1 | 厂区露天工作场所和交通运输<br>线的照度标准值 .....           | 690 | 附录 N-1       | 土壤电阻率参考值 .....                               | 700 |
| 附录 L-2 | 一般生产车间和工作场所<br>工作面上的照度标准值 .....          | 691 | 附录 N-2       | 各种性质土壤的<br>季节系数 .....                        | 701 |
| 附录 L-3 | 办公楼建筑照明的照度<br>标准值 .....                  | 693 | 附录 N-3       | 各种电气装置要求的接地<br>电阻值 .....                     | 701 |
|        |                                          |     | 主要参考文献 ..... |                                              | 702 |

# 第一章 概 论

本章概要讲解物业供电的基本知识和基本问题。首先说明物业供电的意义和要求，然后简要介绍高层建筑的分类和特点，接着讲述物业供配电系统及其电源和负荷，再就电力系统的电压和中性点运行方式作重点阐述。

## 第一节 物业供电的意义和要求

物业供电，是指物业范围内所需电能的供应和分配。

电能是现代社会和经济得以维持和发展的主要能源及动力。工农业生产应用电能及实行电气化后，可实现生产过程的现代化、自动化，增加产量，提高质量，降低产品成本，减轻劳动强度，改善劳动条件。随着改革开放以来我国综合国力的极大增强，现代科技日新月异的发展，我国知识经济已初露端倪。计算机的普及化、网络化，更使电能成了信息社会赖以存在和发展的基本条件。人民生活条件的日益明显改善和提高，对电能的需求越来越多，要求越来越高。我国电力工业的发展，为国民经济和人民生活对电能的需求提供了基本保障。

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，并注重安全用电、节约用电，为此，物业供电应达到以下基本要求：

1. 安全 在电能的发、输、变、配、用各个环节，切实避免人身伤亡及电气设备毁坏事故。
2. 可靠 应按不同用户的负荷等级，采取相应措施，满足供电的可靠性要求。
3. 优质 要保证供电质量，满足用户对电压和频率等的要求。
4. 经济 应使供配电系统的投资尽可能节省，管理运行费用低，节约电能和减少有色金属的消耗，并尽可能以铝代铜，减少占地。
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。

## 第二节 高层建筑的分类及特点

物业供电涉及住宅区、宾馆、饭店、商厦、商住楼、科研楼和工厂、学校等建筑的供配电。随着国民经济的发展和人民生活水平的提高，人口向城市、乡镇的集中，高层建筑物越来越多，对物业供电的要求也越来越高。

### 一、高层建筑的分类

在不同的时期和不同的国家，对“高层建筑”有不同的理解。实际上，“高层建筑”既有

一定的高度和层数要求,更有因“高”而对规划、环境、设计、施工的影响和要求。

对高层建筑“高”的划分,世界上至今没有统一的标准<sup>①</sup>。在我国,按照《高层民用建筑设计防火规范》(GB50045—95)的规定,凡建筑总高度超过24m的非单层民用建筑和10层及10层以上的住宅建筑(包括底层设置商业服务网点的住宅楼),均属高层建筑。其中,高度超过100m的为超高层建筑。

## 二、高层建筑的特点及对供电的要求

高层建筑高度高,体量大,功能多,设备繁杂,人员密集,装饰豪华,消防要求和经营管理的自动化程度高。

### (一) 具有与一般建筑不同的建筑特点

1. 建筑面积较大 一座高楼大厦的建筑面积往往在上万、几万平方米甚至更大。
2. 高度高 高级楼宇、商厦、宾馆等多建在人口密集、繁华的地段,为了减少占地面积,必然向空中发展。
3. 有地下层 由于基础和结构的需要,高层建筑都设有地下层。地下层一般用作变电所、柴油发电机房、车库、仓库以及冷冻房、水泵房等。
4. 装饰豪华 为了体现科技水平、经济实力和建筑特色,增强对客户的吸引力和行业的竞争力,高层建筑往往追求建筑别致美观,装饰讲究,档次很高。

### (二) 电气设备种类多

鉴于高层建筑的建筑特点和综合功能的要求,其安装的电气设备种类很多。不同物业建筑的功能要求差别较大。按照电气设备的功能,可大致分为以下几种类型;

1. 电气照明设备 包括办公室、会议室、商厦橱窗、庭园、立面照明、客房、餐厅、车间、教室、楼梯走廊、室外照明、应急照明、警卫照明等的电源、电光源、灯具、开关、配电箱及插座等。
2. 电梯设备 包括客梯、货梯、消防电梯及自动扶梯等。
3. 空调设备 要求较高的高级宾馆、饭店、商厦、办公楼、科研楼等,都装有空调系统。其设备包括风机、压缩机、冷却水泵、冷冻水泵、冷却塔风机及风机盘管等。
4. 给排水设备 包括生活水泵、排水泵、消防泵、排污泵、集水井潜水电泵及水位自动控制设备等。
5. 锅炉房用电设备 有鼓风机、引风机、上煤机、给水泵、供油泵和盐水泵等。
6. 厨房用电设备 包括小冷库、电冰柜、抽风机、排风机及其他炊事机械用电设备。
7. 洗衣机房用电设备 有洗衣机、甩干机、烘干机、熨平机、电熨斗等。
8. 客房用电设备 包括电视机、电冰箱、电热水器及电动美容工具等。
9. 工厂车间用电设备 有各种机床(车床、刨床、铣床、钻床、磨床及砂轮等)电动机、行车电动机、电焊机及动力配电箱、开关、保护设备等。
10. 消防设备 包括排烟风机、正压风机、电动防火门、防火卷帘,以及消防控制中心、火灾自动报警系统、消防联动控制系统等。
11. 电信设备 包括电话通信、电传等各种电信设备。
12. 用电设备(一) 电脑管理与监控系统、保安系统的用电设备。

<sup>①</sup> 1972年8月,在美国伯利恒市召开的国际高层建筑会议上,提出高层建筑的分类和定义是:第一类高层建筑为9~16层(最高到50m);第二类高层建筑为17~25层(最高到75m);第三类高层建筑为26~40层(最高到100m);超高层建筑为40层以上(高度100m以上)。

13. 用电设备(二) 共用天线电视系统、闭路电视系统、卫星电视接收系统、电视监控系统及广播音响系统等用电设备。

14. 防雷 防雷与接地设备。

### (三) 消防要求高

由于高层建筑的高度高、体量大、人员密集、设备繁多及随之所具有的建筑特点和用电特点,它可能造成电气火灾或一般火灾的隐患多,一旦发生火灾,必然火势凶猛,难以扑救,因人员疏散及财物转移困难而造成巨大的生命财产损失。因此,我国对高层建筑的消防要求非常重视,颁布了一系列的有关消防与报警的法律性文件。作为物业供电规划、设计、施工安装及运行管理维修人员,必须引起足够重视。

### (四) 用电负荷量大,供电可靠性要求高

按高层建筑及其他物业建筑用途的不同,其用电量和对供电的可靠性要求也不相同。

目前,我国高层住宅用电负荷约  $25 \sim 50\text{W}/\text{m}^2$ ,高层旅游饭店或宾馆为  $60 \sim 100\text{W}/\text{m}^2$ ,高级宾馆为  $80 \sim 120\text{W}/\text{m}^2$ ,办公大楼为  $80 \sim 100\text{W}/\text{m}^2$ 。而工厂、企业的负荷量则按不同性质差别较大。

根据高层建筑的特点,为保证人员、设备的安全和正常运作,对供电的可靠性提出了很高的要求。尤其是一、二类高层建筑中的一级负荷,必须保证可靠的连续供电。

## 第三节 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,到所有用电设备入端止的整个电路。

一般物业的电源进线电压为  $6 \sim 10\text{kV}$ ,尤其以  $10\text{kV}$  居多。某些大中型工厂<sup>①</sup>及高层建筑的电源进线电压有  $35\text{kV}$  及以上的,而一些小型物业用电负荷小的可直接采用  $200/380\text{V}$  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型式与负荷等级、大小、电压及供配电距离等因素有关,常用的供电系统形式有以下几种。

#### (一) 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,一般供电容量在  $1000\text{kVA}$  左右的,通常是只设一个将  $6 \sim 10\text{kV}$  电压降为  $220/380\text{V}$  的降压变电所,其系统图如图 1-1 所示。

图 1-1a 为装有一台电力变压器的降压变电所,容量在  $1000\text{kVA}$  左右及以下的一般都采用这种供电系统。而图 1-1b 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  $2000\text{kVA}$  左右的用户。

#### (二) 只有一个低压配电所的物业供电系统

对于供电容量小于  $160\text{kVA}$  的用户,通常可采用低压进线,只需设置一个低压配电所,经低压配电室用低压配电线路直接向用户负荷配电,如图 1-2 所示。

① 从供电的角度讲,总供电容量不超过  $1000\text{kVA}$  的为小型;超过  $1000\text{kVA}$  而少于  $10000\text{kVA}$  的为中型;超过  $10000\text{kVA}$  的为大型用户。

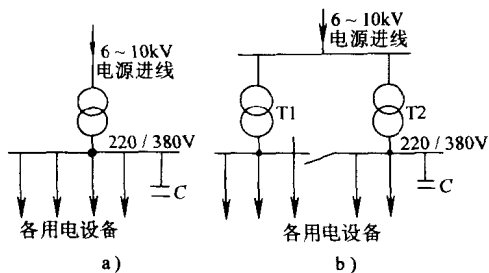


图 1-1 只有一个降压变电所的物业供电系统图

a) 装有一台降压变压器 b) 装有两台降压变压器

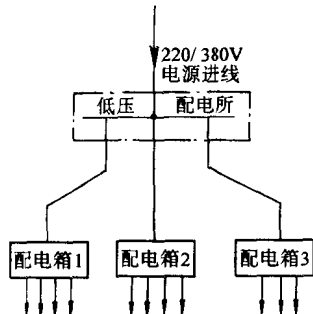


图 1-2 只有一个低压配电所的物业供电系统图

### (三) 具有总降压变电所的物业供电系统

对于大中型工厂及大型商厦，电源电压为 35kV 时，如图 1-3，它经过两次降压：首先是把 35kV 经变压器 T1、T2 降为 6~10kV 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 6~10kV 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 35kV 电源侧用隔离开关 QS1 连通，在 6~10kV 母线采用单母线隔离开关 QS2 分段（重要负荷也可用断路器分段），在车间变电所之间可相互加联络线。

### (四) 具有高压配电所的物业供电系统

图 1-4 为某中型工厂的供电系统图。由图可见，该厂的高压配电所有两条 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车间变电所供电，然后由各车间变电所经降压后供电给低压用电设备。

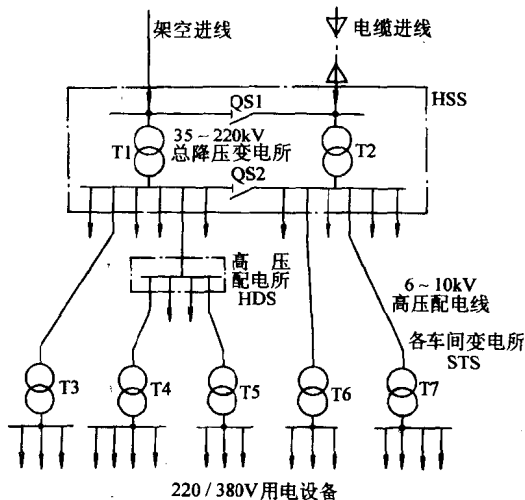


图 1-3 具有总降压变电所的工厂供电系统的系统图

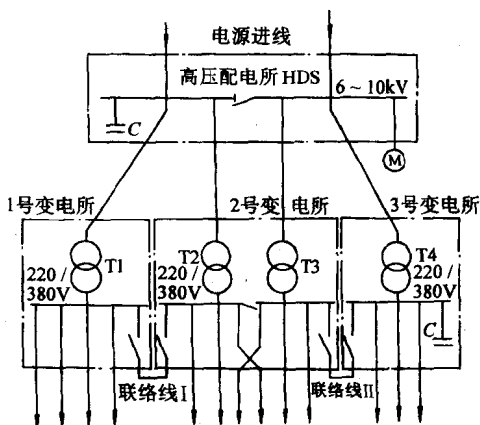


图 1-4 具有高压配电所的物业供电系统图

一般情况下，这种配电站的运行方式是：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。各车间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。

关于供配电系统的具体接线方案，将在第五章中讲述。

## 二、物业供电系统的电源

### (一) 电力工业、发电厂和电力系统简介

1. 电力工业 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,某些元素经核裂变或核聚变的核能等)转换为电能(二次能源)的工业。

电力工业是国民经济的基础工业。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受全世界瞩目的发展。发电量和发电设备装机容量于1995年起即居世界第二位(见表1-1)。1987年,我国发电装机容量经过38年突破1亿kW;而只7年后的1995年,超过2亿kW;再经过5年,到2000年4月,突破了3亿kW。这在世界电力工业发展史上是绝无仅有的。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。全国电力规划的装机容量为:2000年2.9亿kW(已提前完成),2010年达4.5~5亿kW。

表 1-1 我国电力工业发电量、装机容量的发展及简略比较

| 年 份  | 发 电 量  |       | 装 机 容 量 |       |
|------|--------|-------|---------|-------|
|      | 亿 kW·h | 占世界位次 | 万 kW    | 占世界位次 |
| 1949 | 43.1   | 25    | 185     | 21    |
| 1978 | 2566   | 7     |         |       |
| 1989 | 5820   | 4     | 12450   | 5     |
| 1995 | 9880   | 2     | 21000   | 2     |
| 1997 | 11350  | 2     | 25000   | 2     |
| 1999 | 12393  | 2     | 29400   | 2     |

2. 发电厂(或发电站) 发电厂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。

火力发电厂,或称火电厂、火电站,是利用燃料(煤、石油、天然气)的化学能生产电能的。其能量的转换过程为:

燃料化学能  $\xrightarrow{\text{锅炉燃烧}}$  热能(高温高压的蒸汽)  $\xrightarrow{\text{汽轮机}}$  机械能  $\xrightarrow{\text{发电机}}$  电能

火力发电建设周期较短,受地域限制少,但火力发电使用的是消耗性能源,且它发电成本高,技术要求高。我国传统能源煤、油、气在一次能源的使用中占到93%,其中占主导地位的煤炭发电污染最为严重。为了提高经济效益,保护生态环境,火电厂对“三废”(废水、废气、废渣)实行综合利用。既发电又供热(蒸汽和热水)的火电厂即为热电厂或热电站。热电厂一般都建在靠近城市或工业区的地方。

水力发电厂,或称水电厂、水电站,是利用水流的落差(位能)来生产电能的。打开闸门后,水流沿着进水管冲入水轮机蜗壳,冲击叶片带动水轮发电机组旋转而发电。其能量转换过程为:

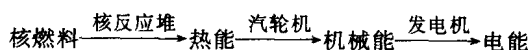
水流位能  $\xrightarrow{\text{水轮机}}$  机械能  $\xrightarrow{\text{发电机}}$  电能

我国水能资源丰富,理论蕴藏量达6.76亿kW,可开发3.79亿kW,居世界第一位。水能资源是可再生的清洁能源,水力发电成本明显低于核电及其他不可再生能源,尤其是开发水电有利于防止污染、保护环境,有利于提高资源利用率和经济、社会的综合效益。1999年我国水电总装机容量已达7297万kW,跃居世界第二,“十五”计划末将达到9530万kW,但我国目前水力资源开发比发达国家有相当大的差距,开发率还不到17%。改革开放以来,我国大

中型水电厂的建设大大加快,百万千瓦以上的特大型水电厂越来越多。尤其是1992年3月七届全国人大五次会议批准兴建、1994年12月14日正式动工的三峡工程,是当今世界上最大的水利水电工程,是具有防洪、发电、航运、养殖、灌溉、旅游、改善周边经济状况的有巨大综合效益的战略性跨世纪工程。三峡电厂装机26台70万kW的发电机组,装机总容量1820万kW,年发电量847亿kW·h,远远超过了目前世界上装机容量最大的巴西-巴拉圭边境的伊泰普水电站(1991年完工,装机1260万kW,年发电790亿kW·h)。计划2003年首批5台机组发电,2009年全部竣工。届时,它将以巨大的功率向半径1000km的上海、天津、广州、兰州等地区源源不断地供应电力。

三峡工程是令每个炎黄子孙引以自豪的超巨型工程,而1994年4月我国地理学家科学考察后论证,距珠穆朗玛峰700km的雅鲁藏布江大峡谷,是世界上最长、最深的峡谷,其中从派至墨脱河段,可兴建装机容量为4000万kW的超巨型水电站。

核电厂,又称原子能发电厂、核电站,它是利用原子核裂变(中子轰击铀-235)或核聚变(氘+氚→氦核)所产生的巨大能量来生产电能的。其生产过程与火电厂相类似,但它以核反应堆代替了燃烧锅炉,以少量的核燃料在反应堆里发生裂变(或聚变)而产生大量热能,再用处于高压下的水把热能带出,在蒸汽发生器内产生高温高压的蒸汽,由蒸汽冲击、带动汽轮机-发电机组旋转而发电。其生产过程为:



1000g 铀-235 放出的能量相当于 2700t 标准煤。核电厂在环境保护上优于火电厂,因为它不排放出二氧化碳、二氧化硫和氮的氧化物,不会造成温室效应和酸雨,从而有利于保护人类赖以生存的生态环境。而且,同样装机容量的核电成本较火电为低。尽管世界各国对核电看法不一,但核电的发展是毋庸置疑的。至1998年底,全世界共有核电站422座,总装机容量35849万kW(其中,美国104座、10162万kW,法国55座、5979万kW,日本52座、4508万kW,德国19座、2221万kW,俄罗斯26座、2126万kW,英国35座、1417万kW)。目前在建核电站46座装机容量3807万kW。目前,世界核发电占总发电量的17%左右,已有28个国家建成核电站。核发电量接近或超过总发电量50%的国家有法国、比利时、瑞典、匈牙利、韩国等。尽管我国核电的起步较晚,但1985年3月动工、1991年12月并网发电的秦山核电站,成功地向世人宣告:中国无核电已成为历史,中国的核电从此开始了大发展的阶段。秦山二、三期工程(共270万kW)及大亚湾、连云港等一大批核电站的上马,将使我国核电发电量明显增加。

我国目前的电力发展方针是“重点建设电网,积极发展水电,优化发展火电,适当发展核电,因地制宜地发展新能源,高度重视环保,开发与节约并重、提高能源利用效率”。较长一段时间,我国的发电量比例约为:火电占75%左右,水电占21%~24%。1999年的发电量比例为:火电占81.6%,水电占17.2%,核电占1.2%;发电装机容量中,火电占75.5%,水电占23.8%,核电占0.7%。

进一步大量发展火电存在石油天然气资源限制、煤炭远距离运输困难及影响生态环境等问题;水电虽好,但我国的水能资源主要集中在西南地区,其发展具有一定局限性。从长远来看,充分利用和发挥我国的铀资源优势,大力发展核电,是客观形势的需要,是经济发展的需要。但是,90年代以来,我国火电、水电建设发展很快,长期紧缺的电力资源供应情况得到缓解,特别是长江三峡工程到2003年将开始发电,因此,我国近期对核电尚不会快速发展,而只是将其作为火电与水电发展的一种补充。

“九五”期间,我国新建四座核电站8台机组,共660万kW,预期在2000~2005年相继

建成投产。目前,浙江、广东、江苏、福建、山东、辽宁、江西、安徽、甘肃等省均已将建设核电站作为解决能源问题的重要途径,并积极进行可行性研究和各项前期工作。可以肯定,核电将在 21 世纪获得较大发展,以弥补火电、水电发展的不足,使我国的电力发展规划得以实现。

这里要指出的是,作为无污染、可再生的太阳能发电和风力发电,在世界各国普遍重视环境保护的今天,面向新世纪将愈加得到大力开发利用。

我国拥有丰富的太阳能资源,每年我国陆地接收的太阳辐射总能量,相当于 24000 亿 t 标准煤。随着当前世界光电技术及其应用材料的飞速发展,光电材料成本成倍下降,光电转换率不断提高,预计在今后 10 年内,太阳能发电的成本将会接近甚至低于煤电。我国自行研制生产的太阳能热水器,已越来越多地在全国城乡推广使用。

风力发电对我国边远地区的电力发展具有不可替代的重要意义。我国风力资源储量丰富,尤其是新疆、内蒙古一带。在人口分散、集中供电困难的情况下,发展风力发电是一条重要途径。例如,内蒙古自治区的风力资源总储量为 10.1 亿 kW,可开发利用的风能储量为 1.01 亿 kW,占全国的 40%。为了充分利用风力资源,创建我国新型的环保电力行业,国家计委于 1996 年 3 月制订了“乘风计划”,该计划旨在通过“引进、消化、吸收”国外先进的风机制造技术,逐步实现大型风力发电设备的国产化目标。2000 年 5 月,我国“乘风计划”第一台大型风力发电设备——N43 型 600kW 并网型风力发电机在西安维德风电设备有限公司制造成功,并在辽宁营口风电场投入使用。它的制造成功结束了我国风力发电设备长期完全依赖进口的局面。

新千年伊始,以江泽民同志为核心的党中央高瞻远瞩,统揽全局,审时度势,作出了西部大开发的重大战略决策。西部 10 省(自治区、直辖市)水电资源的理论蕴藏量约 55749 万 kW,占全国的 82%,可开发水电资源约 27434 万 kW,占全国的 72%,已开发 2693 万 kW,占可开发资源的 9.8%(低于目前全国平均 17%);已探明煤炭资源保有量为 3882 亿 t,约占全国的 39%;到 1999 年底,西部地区累计探明的天然气储量超过 1.5 万亿  $\text{m}^3$ ,未来的十年中,累计探明储量将达到 3.45 万亿  $\text{m}^3$ ,可以建成 500 亿  $\text{m}^3$  的年生产能力。丰富的能源资源为电力工业提供了资源条件和发展潜力,西部电力工业已取得的长足进步以及从全国电力协调发展出发已进行的“西电东送”、“西气东输”、水电路域开发等将为我国电力的进一步加快发展打下良好基础。其中,预计在 2000 年至 2010 年期间,西部地区开工水电将为 4000 万至 4800 万 kW。全国规划中的十大水电基地有七个分布在西部。又如,西部地区的电网建设,重点将结合西部大型水电和坑口火电的开发,实施“西电东送”,加强和完善西部区域主干网架和负荷中心受端网架建设,推进区域联网、全国联网和跨国联网。“西电东送”将形成北、中、南三个通道,进而促进我国在 2010 年前后基本形成北、中、南三片跨大区电网的形成,其中,北部电网由华北、东北、西北和山东电网组成,中部电网由华中、华东、川渝和福建电网组成,南部电网由广东、广西、云南、贵州、香港、澳门、海南电网组成。届时三片电网再进行多点互联形成全国统一的联合电网。

3. 电力网和电力系统 电力网,或简称电网,是指各级电压线路及其相联系的变配电所。

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。

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,从而有利于国民经济的发展。目

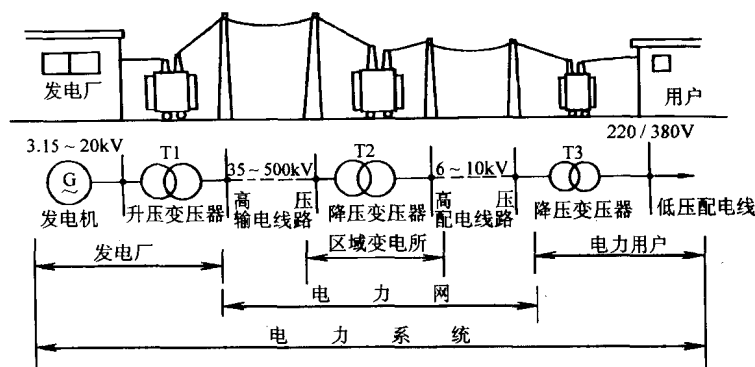


图 1-5 从发电厂到用户的各个环节及电力系统的组成示意图

前，我国百万千瓦以上装机容量的电网有 11 个，华东、华北、东北、华中电网装机容量都在 3000 万 kW 以上，大电网已经覆盖了全国的全部城市和大部分乡村。

中央作出了实施西部大开发的重大战略决策，西电东送是这一决策的重要举措之一。通过互联电网将中西部富余廉价的电力输送到经济发达、资源相对缺乏的东部地区，既符合我国的能源发展战略，有利于合理调整能源结构，有利于改善东部的生态环境，又能实现东西部地区优势互补，极大地推动中西部地区的经济发展乃至我国国民经济的持续增长。可以预料，随着西电东送的实施，我国将建成容量居世界前列的先进的庞大电力系统，这一超巨型互联电网将对我国现代化建设发挥巨大的促进作用。

## （二）自备电源

除少数外，物业供电系统的电源都来自地区（区域）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。

有关自备电源的设置场合、种类、要求及选用等知识，将在第三章第三节中讲述。

## 三、物业供电的负荷

### （一）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。以北京市为例，据《中国电力报》报道，北京市 1999 年销售电量 282.47 亿 kW·h，其中：工业用电 132 亿 kW·h，占全市用电量的 46.7%；城乡居民生活用电占 12.65%；建筑业用电占 13.27%；交通、邮电通信占 9.37%；商业、公共、饮食、仓储用电占 12.51%。

1999 年，全国电力线路损失量为 8.1%

### （二）负荷分级

如第二节所述，物业（尤其是其中的高层建筑）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，按照电力负荷对供电可靠性的要求，及中断供电在政治、经济上所造成的损失或影响的程度，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、用重要原料生产的产品大量报废、国民经济中重点企业的连续生产过程被打乱需要长时间才能恢复等。