

随着国际社会对可持续发展的重视，我国把控制人口、节约资源、保护环境作为重要战略，贯彻落实“开发与节约并重，近期把节能放在优先地位”的能源发展方针。这些年来，建筑行业节能成效显著，但多为建筑维护墙结构和建筑材料、建筑设备方面的内容。建筑电气节能尚未深入研究并形成体系，虽然这是个传统课题，但长期以来并未在建筑节能中占据应有的地位。

# 建筑工程电气节能

BIAD

北京市建筑设计研究院

李宏毅 金磊 编著

本书首先强调了节能不仅有效地缓和电力供需矛盾，而且在加速设备更新换代、促进科学技术进步的同时，又保护了环境，经济效益显著；尔后，找出那些与建筑物功能无关的能量消耗并从工程实际出发，引进国外最新电气节能理念及设计方法，采取相应的有效措施以达到电气设计实用、经济、合理、技术先进的目标。如：量大面广的照明容量浪费，电动机全速运行的可观能耗及电源、传输线路和变压器上的损耗，均应使用先进技术使其能耗减少。从发达国家节能技术观念的发展历程来看，他们有着类似的行进轨迹，即以单纯抑制需求到采取终端节能，直至认识到建筑节能与人居、地球环境相结合的高级阶段。对照我国，目前能源消费结构中建筑能耗的比重还不小。但从现阶段经济发展和人民生活水平提高的速度来看，21世纪初、中叶中国将发展到第二和第三阶段，必然会给能源和环境带来巨大的压力。因此，我国如果不重走前人的老路，在现有建筑能耗比例的基础上就可直接跨入第四阶段，即满足人们迅速增加的健康和舒适感的需求，进而提高工作效率和生活质量。目前业内人士提出，应将“建筑节能”更准确地表达为“建筑合理用能”。



中国电力出版社  
www.cepp.com.cn

# 建筑工程电气节能

BIAD



北京市建筑设计研究院

李宏毅 金磊 编著



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

内

容

提

要

本书较为翔实地总结了建筑工程电气节能技术的应用及发展,并介绍了国外先进的电气节能技术。本书共五章,分别从照明、动力、电源等方面介绍节能理论、节能设计、工程应用实例、节能评审及节能发展趋势。

书中信息量大,并推荐一些新建、在建、扩建的大型优秀工程的节能设计实例。

本书可供建筑电气科研、设计、施工、建设方人员学习之用,也可供高等院校建筑电气专业师生及相关人员学习参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

建筑工程电气节能/李宏毅,金磊编著. —北京:  
中国电力出版社, 2004

ISBN 7-5083-2357-2

I. 建... II. ①李... ②金... III. 房屋建筑  
设备: 电气设备-节能 IV. TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 052109 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>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2004 年 12 月第一版 2004 年 12 月北京第一次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 23.5 印张 531 千字

印数 0001—4000 册 定价 37.00 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



随着国际社会对可持续发展的重视，我国把控制人口、节约资源、保护环境作为重要战略，贯彻落实“开发与节约并重，近期把节能放在优先地位”的能源发展方针。这些年来，建筑行业节能成效显著，但多为建筑维护墙结构和建筑材料、建筑设备方面的内容。建筑电气节能尚未深入研究并形成体系，虽然这是个传统课题，但长期以来并未在建筑节能中占据应有的地位。2000年10月1日建设部颁布了第76号令《民用建筑节能管理规定》，强调国家鼓励建筑节能技术进步和引进国外先进的建筑节能技术，禁止引进国外落后的建筑技术、材料和设备。

为了贯彻《民用建筑节能管理规定》的精神，本书首先强调了节能不仅有效地缓和电力供需矛盾，而且在加速设备更新换代、促进科学技术进步的同时，又保护了环境，经济效益显著；进一步，找出那些与建筑物功能无关的能量消耗的缺陷，从工程实际出发，引进国外最新电气节能理念及设计方法，采取相应的有效措施以达到电气设计实用、经济、合理，技术先进的目标。如：量大面广的照明容量浪费，电动机全速运行的可观能耗及电源、传输线路和变压器上的损耗，均应采用先进技术并更新节能理念使其能耗减少。

从发达国家节能技术观念的发展历程来看，他们有着类似的行进轨迹，即以单纯抑制需求到采取终端节能，直至认识到建筑节能与人居、地球环境相结合的高级阶段。对照我国，目前能源消费结构中建筑能耗的比重还不小。但从现阶段经济发展和人民生活水平提高的速度来看，21世纪初中期我国将发展到第二和第三阶段，必然会给能源和环境带来巨大的压力。因此，我国如果不重走前人的老路，在现有建筑能耗比例的基础上就可直接跨入第四阶段，即满足人们迅速增加的健康和舒适感的需求，进而提高工作效率和生活质量。目前业内人士提出，应将“建筑节能”更准确地表达为“建筑合理用能”。所以，有必要研究有理论、有实践背景、对电气有指导性的节能方法。

当前，有的房地产开发商，宁可在建筑的豪华和设施的先进上花巨资，也不愿意为电气节能做事情，最终造成工程运行中的浪费；有些设计单位，认为能源建设是政府业绩和投资环境的标志之一，无需探索节能设计；一些

管理部门，又未能将能源需求侧取得的效益让利于民，进而挫伤了用户实施建筑节能措施的积极性。这一切使建筑节能技术在我国难以得到普及和发展。为此，全书从基本理论、节能设计、工程应用等方面，介绍了照明、动力和电源等系统的节能方法与技术。

**基本理论。**①照明：从照明质量的照度水平（照度标准、照度均匀度和空间照度），室内亮度分布，色温、显色性，眩光限制和造型立体感开始，介绍其相关术语。重点解析上述内容在各类建筑应用中的不同侧重点。同时对照度计量单位的物理意义等概念加以简述。②电力：从电动机机械特性入手，分别介绍其启动、运行、停止方式。着重于变频调速技术，它是将 380V、50Hz 交流电源，经滤波为稳定直流，再逆变成电压和频率均可改变的交流电源，向鼠笼型电动机供电，以避免全速运行，借挡板调节水（风）量造成的浪费。具体有调速工作原理、方式、运行特点，变频器主回路、控制回路、保护回路，以及恒功率、恒转矩调速概念等。③电源：从电网输配电和变压器工作原理入手，分析损耗的构成。固定损耗，系指电网存在的损耗，包括电缆线路变压器、电容器、电感线圈等各种仪表上的铁损及其他电器上的介质损耗，占总损耗的 15%~20%；可变损耗，系指电流通过线路和变压器时所产生的损耗，包括电力线路和变压器的铜损，占总损耗的 80%~85%。

**节能设计。**①照明：采用绿色照明设计与高效节能产品相结合以提高质量，一项节能百分比的变化很说明问题，若将一般灯具利用能源作为 100%，改进后则能耗逐步递减。光源更新为 90%，灯具改良为 70%，改用电子（节能型电感）镇流器为 50%，合理控灯为 20%。导致下述国家现行的照明单位面积功率的降低：新加坡，20W/m<sup>2</sup>；泰国，18W/m<sup>2</sup>；日本，22W/m<sup>2</sup>；美国，15W/m<sup>2</sup>。我国将出台的电能见评审标准也不应太高。②电力：重点介绍了变频器启动调速鼠笼型电动机，在风机、水泵、电梯、压缩机等机械设备上选用，可以节约大量电能，同时提高控制精度、产品质量和数量及改善劳动条件。据有关资料显示，电动机消耗电能占全国总电量的 60%。仅采用变频调速一项新技术，空调可节电 30%~60%，电梯可节电 20%~30%，水泵、风机、起重机、压缩机等均有明显的节能效果。③电源：包括高、低压线路输、配电的降损节能，以及变压器容量的合理选择，这是一项综合性技术。要求合理选择供电方式及变压器。切记变压器负荷分配合理、均衡，发挥其高效率、低损耗运行的最佳状态，使用并推广新型变压器，其空载、短路损耗分别降低 8% 和 24%。油重、总重分别降低 17% 和 20%。

**工程应用。**①照明：工程回访调研中的新建、改建、扩建项目里的节能途径，来自光源、灯具、启动设备，照明方式及其控制和日常维护等内容，均有广泛的节能潜力。②电力：风机、水泵、电梯、空调等机械的变频调速节能实例，分别列于每部分后面。从实测的工程回访数据中看出效果十分显著。③电源：本书选用的实例涵盖变压器经济运行、减少线路能量损耗及提高系统功率因数等内容。这几十项工程的节能数值各异，极为可观。

可以设想，既要达到一定的照度水平及节电指标、电动机要合理运行，又要满足供电质量、较低的配电容量，由此所增加的难度提示人们，不能依照老经验、老套路做设计。只有对各类光源、灯具、启动设备、布灯控灯，电动机启动、调速、运行以及电网、变压器进行深入研究、慎重选取，才能挖掘节能潜力。

本书在编写过程中，得到北京市建筑设计研究院各级领导的关怀和帮助。原国家能源部高级（教授）工程师赵汝成承担本书第三、四章部分内容。为本书提供资料的业内人士及完成相关工作的人员还有傅勇杰、杨春明、赵彤、尹庆兰、刘春海、李玉军等，在此一并致谢。书中的不足和错误，敬请读者批评、指正。

李宏毅  
金磊

2004.04.04

# 目 录

## 前言

## 第一章 节约能源的趋势

1

- 第一节 更新节能观念..... 1
  - 一、节能迫切性 (1) 二、建筑节能 (3) 三、道路节能 (10)
- 第二节 寻找节能途径 ..... 12
  - 一、照明节能 (13) 二、动力节能 (15) 三、电源节能 (19)

## 第二章 照明节能

24

- 第一节 基本理论 ..... 24
  - 一、照明质量 (24) 二、照明计量 (39) 三、光源灯具 (41) 四、照明方式 (45) 五、灯具启动 (47)
- 第二节 节能设计 ..... 59
  - 一、光源灯具 (61) 二、启动设备 (80) 三、照明控制 (103)
- 第三节 工程应用 ..... 132
  - 一、内容概述 (132) 二、用电负荷 (134) 三、新建项目 (162) 四、改造项目 (189)

## 第三章 动力节能

199

- 第一节 基本理论 ..... 199
  - 一、电动机启动 (199) 二、电动机调速 (200) 三、变频调速 (202)
- 第二节 节能设计 ..... 215
  - 一、风机系统 (215) 二、水泵系统 (222) 三、电梯系统 (238) 四、空调系统 (249)
- 第三节 节能应用 ..... 258
  - 一、风机调速 (258) 二、水泵调速 (263) 三、电梯系统 (265) 四、空调系统 (267)

## 第四章 电源节能

271

- 第一节 基本理论 ..... 271

|                                        |                     |                 |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------|
| 一、变压器特性及工作原理 (271)                     | 二、变压器损耗 (275)       |                 |
| 第二节 节能设计                               |                     | 281             |
| 一、降低线路能耗 (282)                         | 二、变压器经济运行 (283)     | 三、变压器设计选型 (290) |
| 第三节 工程应用                               |                     | 302             |
| 一、供配电线路 (302)                          | 二、变压器 (306)         |                 |
| <b>第五章 节能评审及发展趋势</b>                   |                     | <b>320</b>      |
| 第一节 问题的提出                              |                     | 320             |
| 一、能效标准 (320)                           | 二、各国照明节能评审标准 (325)  |                 |
| 第二节 效益评估                               |                     | 332             |
| 一、概述 (332)                             | 二、评估内容 (333)        | 三、评估方式 (340)    |
| 四、投资回收年限 (344)                         | 五、工程应用 (347)        |                 |
| 第三节 照明发展趋势                             |                     | 351             |
| 一、中国 (351)                             | 二、德国、美国 (352)       | 三、国际照明博览会 (354) |
| 第四节 能耗快速检测                             |                     | 355             |
| 一、实施电气节能的困扰 (355)                      | 二、一种最新的能源管理系统 (355) | 三、实际应用 (357)    |
| 附录 1 民用建筑节能管理规定中华人民共和国建设部令 (第 76 号)    |                     | 359             |
| 附录 2 北京市建筑节能管理规定北京市人民政府令 (第 80 号)      |                     | 361             |
| 附录 3 北京夜景照明电价将予补贴 (摘自《北京日报》) 2002.2.26 |                     | 364             |
| 参考文献                                   |                     | 365             |



# 节约能源的趋势

## 第一节 更新节能观念

节约能源是一个传统的话题,鉴于当今国际社会对可持续发展的重视,节能技术与方法正焕发生机。目前,在建筑维护墙结构、新型保温材料以及优质设备选型等方面取得了比较明显的节能效果,但电气节能尚未有专著予以论述。随着生产的发展、人民生活水平的日益提高,整个社会对用电的需求量呈直线上升。建筑电气领域节约用电蕴含着巨大的潜力,同时节能具有重大意义。它不仅有效地缓和电力供需矛盾,保证国民经济持续、高速、健康的发展,而且经济效益显著,是一种经济的电力开发形式。在加速设备更新换代、促进科学技术进步的同时,又保护了环境。

20 世纪 90 年代初,美国环保局从节约能源、保护环境的角度出发,提出了全面节能计划,随后得到国际社会众多国家的响应,并先后制定实施细则。由于石油、煤炭燃烧而产生的  $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_2$  和  $\text{NO}_x$  等有害气体,造成地球臭氧层的破坏、气候变暖、酸雨等问题,严重污染着人类的居住环境。根据有关资料显示,每节约 1kWh 的电,可减少空气污染物的可观传播量,从而改善了环境,又节约了能源。

### 一、节能迫切性

#### 1. 能源危机

20 世纪 70 年代初,突如其来的石油危机使人们紧急制定节电措施。曾出现过关闭公共场所、企业、广告等照明灯,也曾采取过隔行点灯或闭灯的简单做法,但以上做法对社会工作、生活造成了不良影响。

日本照明学会早在 1974 年 5 月提出“节能照明的 7 种方法”,美国照明学会和国际照明委员会也发表了同样的推荐意见。其基本精神是:照明(动力)的节能,不是以取消或减少照明(动力)来获得,而是要以尽可能小的能量来造成所需的视觉(工作)环境或达到照明(拖动)效果;不能使人们的生活环境变坏或降低生产效率,而是要以更小的能量进一步提高生产效率和工作能力。为此,必须努力免除无用的照明(动力)或减小其系统中光能(电能)的损失,寻求能量的有效利用。

#### 2. 保护环境

气候的急剧变化使人们进一步觉察到节约能源的问题亟待解决,见表 1-1-1。由于环境的破坏,温室效应日趋严重。由发电而排出的  $\text{CO}_2$  等气体包围着地球,其表面热量无法散发,使其周围逐渐变暖。好似一个玻璃窗紧闭的房间受到阳光照射时,光线热量进入

室内,但热量却很难散出而升高了室温。其门窗玻璃犹如地球表面那层厚厚的  $\text{CO}_2$  等气体,阻断热量向外扩散。有关资料表明,上述现象在世界普遍存在,许多灾害由此而起,降低了人们的生活质量。

表 1-1-1

气候变化与建筑节能

| 序号 | 现 状                                                                                                                                  | 温 室 效 应                                                                                                    | 危 害                                                                                         |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 地球大气平均温度小于 $2^\circ\text{C}$ ,近 200 年中全球平均气温升高了 $1.6^\circ\text{C}$ 。照此速度,2030~2050 年气温将升高到 $1.5\sim 4.5^\circ\text{C}$ ,是过去的 5~10 倍 | 大气中 $\text{CO}_2$ 的含量越高,就会有越多的热量被阻留在地面,并使地球表面的温度升高                                                         | 温度升高使两极冰川融化,海平面升高 ( $3.9\text{mm}/\text{年}$ )。到 21 世纪中叶,淹没城市、疾病流行、物种灭绝、生态破坏、水资源枯竭,从而加剧土地荒漠化 |
| 2  | 1997 年的厄尔尼诺现象使我国北方地区经历了百年不遇的高温酷暑和干旱,南美屡遭暴雨、洪水的侵袭                                                                                     | 每发电 $10000\text{kWh}$ ,便会向大气中释放 $25\text{kg}$ 的 $\text{NO}_x$ 和 $7.5\text{t}$ 的 $\text{CO}_2$ ,使地球温室效应日益明显 | 大气温度的升高又会使破坏大气环流的厄尔尼诺现象出现的周期缩短                                                              |
| 3  | 喜马拉雅山近 50 座冰川湖水位上升迅速,将在 5 年内冲破湖岸引发洪水,携带泥沙向下冲击,会造成数百万美元的经济损失                                                                          | 受全球变暖的影响,喜马拉雅山的冰川正在加速消融。按此速度,到 2035 年,喜马拉雅山的冰川将不复存在                                                        | 冰川的危害不仅是洪灾、泥石流,田地淹没的几率增高,而且冰湖干涸后,随之而来的就是多年的干旱                                               |

### 3. 统一认识

发达国家节能技术观念的发展历程如表 1-1-2 所示。从表中可知,他们有着类似的行进轨迹,即以单纯抑制需求到采取终端节能,然后发展到建筑节能与人居、地球环境相结合的高级阶段。就医院为例,太阳光的紫外线可以杀菌消毒,和煦的阳光可使病人缓解长时间呆在病房中的苦闷,放松身心,使精神振奋,对生活充满希望。德国曾研究、记录了全日光照射对儿童血压和呼吸频率的影响,发现儿童的平均心脏收缩压降低了 17%。

表 1-1-2

发达国家建筑节能技术发展历程

| 序号 | 阶 段  | 观 念                                                                                   | 措 施                                                                     | 备 注                                                            |
|----|------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1  | 抑制需求 | 20 世纪 60~70 年代初的两次中东战争,导致输出国对发达国家实行石油禁运,限制用能首当其冲                                      | 降低室内供暖设定温度及办公楼空调新风量标准,加强建筑物的气密性,降低门窗的渗透风量                               | 发达国家的建筑、交通和工业耗能各占总能耗的 33.3%。美国人不得不忍受寒冷和气闷,所以开始在舒适健康与节能之间寻找新的平衡 |
| 2  | 终端节能 | 20 世纪 80 年代初美国人发现,限制建筑用能政策带来后遗症,室内空气品质问题突出。中期出现了电子、通信和自动化技术与传统的建筑结合起来的智能建筑            | 为保证智能建筑中脑力劳动的高生产率及舒适、健康、安全的室内环境,终端节能与建筑设备、办公自动化、通信网络具有同等重要的位置           | 学者们又在生产率和节能之间寻找新的平衡,大都市中产业结构转为以第三产业和以信息为主体,拉大了昼夜用电峰谷量          |
| 3  | 结合环境 | 进入 90 年代,全球升温问题成为世人瞩目的焦点。人们开始对追求舒适和效益而消耗地球资源和破坏环境进行反思。保护地球的可持续发展成为基本国策。建筑节能上升到前所未有的地位 | 根据可持续发展理论而提出的综合资源规划方法和需求侧管理技术(DSM),受到国际上能源机构的高度重视。改变单纯以增加资源供给来满足日益增长的需求 | 资源规划和管理技术可以说是观念上的一次飞跃,使建筑节能技术的发展进入到理性的阶段。将提高需求侧的能源利用率,从而节能     |

(1) 阳光照射。以往太阳光的直接照射存在许多问题。譬如在炎热地区,夏季窗户附近的热量过于集中,以及进深较大房间其光照分布不均匀。采用高新技术给病房的昼光设计开辟了广阔的天地。具体做法是将光学透镜薄膜用于丙烯酸板、反射百叶或镜面板、全息或衍射晶格玻璃,一方面遮挡周边的直射光,另一方面将昼光反射到中间区或内区的深部达8~10m处,使光线在室内可以更好地分布。

电脑的发展使人为控制光环境达到了一个前所未有的高度。其中,光学活动百叶系统就是将微电脑技术运用到建筑材料的一套新工艺,他们除了用传统的杆式装置来手动控制外,还采用新型光感光线角度测量系统和电脑软件算法进行自动控制,使百叶的角度自动满足室内光照的需要。又如林茨会议展览厅,采用的玻璃由嵌在双层玻璃之间极薄的百页格栅构成。百叶反射阳光,只允许漫反射光线进入室内,防止了由于阳光直射造成的夏季室内温度过高,又避免了直射而导致的眩光。这是将天然光引入室内设计并值得推广的典范。

(2) 病房空气品质。这始终是设计的盲区。1989年,丹麦哥本哈根的教授在国际会议上指出,空气品质的好坏反映了满足人们要求的程度。这个全新的概念是用主观评价来代替评定空气品质的客观指标。由于医院是各种病菌汇集的场所,洁净清新的空气对病人的益处很大。长期以来,病房内充斥着消毒药水的特有气味,潜意识里告诉患者所处的环境不再是舒适的家而是在医院。这一切给病人带来较大的心理压力和感官刺激,对其治疗是极为不利。所以,提高空气品质是当务之急,除了使用绿色建材外,通风显然是一条有效的途径。自然通风是绿色病房楼,特别是高层病房楼所提倡的,它通过空气的自然流动排除室内污浊的空气,增加人员的舒适感,并减少机械通风和空调的需求量,直接省去能源与投资。然而,自然通风受着季节、气候的局限。冬冷夏热地区,都不太适合开窗通风,在空气污染严重的地区,自然通风也是不适宜的,这时需要采用调节电动机转速的机械通风。

为了提高能源利用率,在医院设计中应注意节能。以重症病人手术而言,由于日常只有部分手术室在使用,故对独立设置的新风机和排风机应进行联动控制,即新风机(变频)随着手术室使用数量的增加而自动增加,直至满负荷。排风机(变频)也相应地开启,这样就可根据风量的不同而采用不同转速,从而达到节电的目的。遇到手术单元比较多,夜间低峰时手术少,可以使用带独立冷热源的手术室,这样整个冷冻系统不启动,而只开启带独立冷热源的手术室,以达到节能的目的。

在热回收方面,可回收排风系统中的废能量,用以预冷预热新风,从而减小新风机的能量消耗,达到有效节能。也有采用卡萨巴全热回收装置对新风、排风进行处理的,该装置集能量回收和杀菌、消毒于一体,通过化学溶液喷淋来实现能量的转换和消毒,从而达到预冷和预热新风的目的是。

## 二、建筑节能

### 1. 国外状况

(1) 可持续发展状况。国际上讨论建筑业的绿色发展,即可可持续发展的问題。因为建筑业的财富已经占国民财富的50%,占国民经济总值的13%。与建筑有关的直接或间接的能耗达54%。以美国为例,现有的建筑物用去33.3%的能耗,占总电力的66%的照明用掉了

20%~25%的电力,其中30%~40%用于办公室照明。建筑物的能耗已经占人为产生CO<sub>2</sub>的25%。为此美国绿色建筑协会制定了能源及环境设计先导计划。与此相呼应,中国香港提出港大可持续建筑概念和环境建筑的五大原则,日本建设省提出绿化政府建筑计划。

表1-1-3、图1-1-1、图1-1-2分别表示人类对建筑的需求状况、发展过程以及智能建筑与其环境的密切关系。

表1-1-3

人类对建筑需求状况

| 序号 | 类型   | 现 状        | 特 征                                | 备 注                                                         |
|----|------|------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1  | 掩蔽场所 | 发展中国家的过渡时期 | 低能耗甚至无能耗                           | 能源消费结构中建筑能耗的比重还不大                                           |
| 2  | 舒适建筑 |            | 较高能耗                               | 从国家经济发展和人民生活水平提高的速度来看,21世纪初叶中国将会发展到第二和第三阶段,必然会给能源和环境带来巨大的压力 |
| 3  | 健康建筑 | 发达国家的过渡时期  | 高能耗                                |                                                             |
| 4  | 绿色建筑 |            | 高能量效率、大量利用可再生能源和未利用能源、亲近自然及保护环境的阶段 | 能否避开发达国家的老路,在现有建筑能耗比例的基础上直接跨入第四阶段                           |

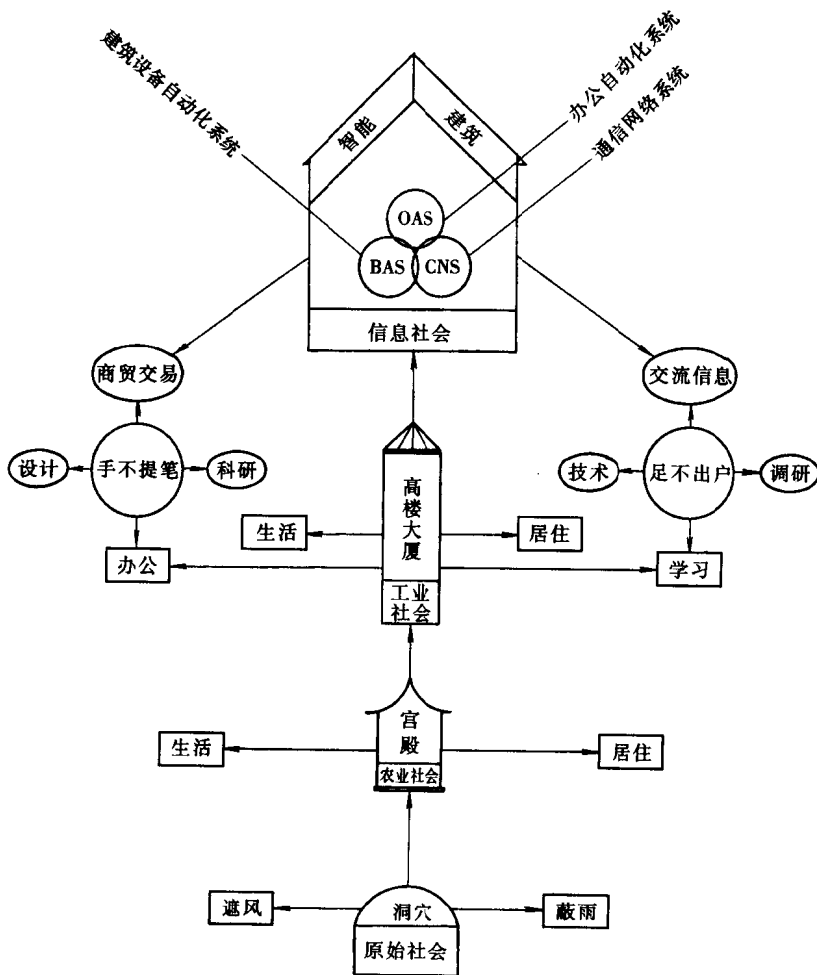


图 1-1-1 住宅的演变过程

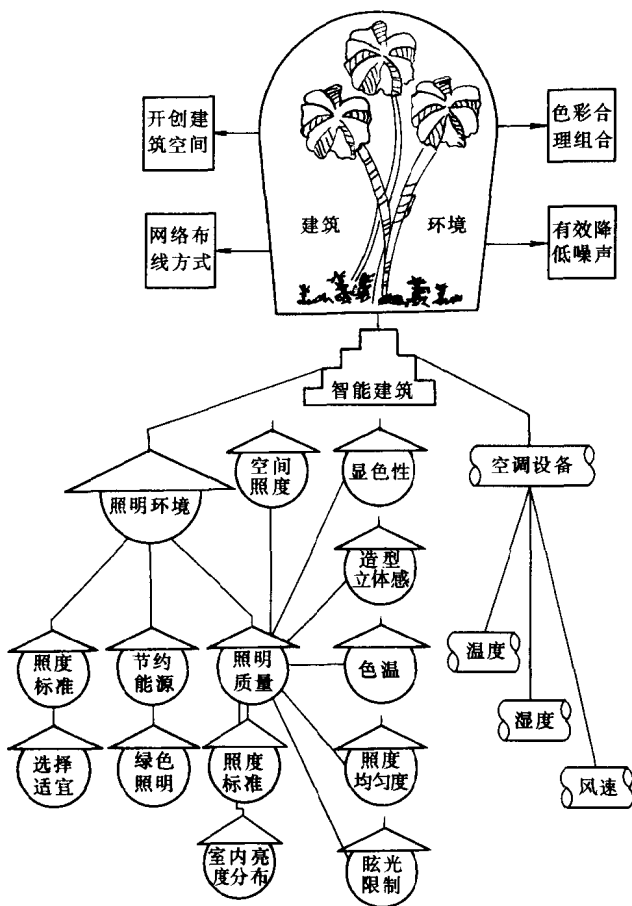


图 1-1-2 智能建筑与环境关系

(2) 需求与能耗关系。美国伯克利加州大学的一幅坐标图形象地说明了这种关系（图 1-1-3），图中的斜线称为服务曲线。很明显，需求越大，提供的服务越多，能耗量也就越大。而斜线斜率的倒数，就是能量转换效率。可以预料，随着人们对室内空气品质的关注，新风量将有较大提高。如果试图保持原有的能耗量来满足新的新风量标准，唯一的办法是减少服务曲线的斜率，即提高能源利用率。因此，设计人员和物业管理责任就是提高能量效率，尽量使服务曲线平坦一些，而不是去抑制需求，降低服务质量。

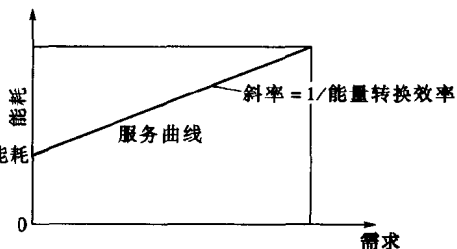


图 1-1-3 需求与能耗间关系

从图中还可以看出，服务曲线的起点并不是原点，这一段能耗量称作“固有能耗”。它主要由三部分能耗构成：设备“大马拉小车”；设备或管道的“露冒滴漏”和冷热损失；某些设备（电脑、电梯等）在“待机”（即非运行）状态下的耗能。这一部分纯属无谓的

耗能,是需要尽量减少或消除的。

因此,当代建筑节能观,应以提高能量效率,以有限的资源和最小的能源消费来取得最大的经济和社会效益,满足日益增长的需求为目标。同时应尽力减少或消除建筑物的固有能耗,这并不意味着限制发展,降低建筑物的服务标准,而是建筑节能工作的宗旨,也是能源需求侧管理的一个重要思想。表 1-1-4 为美国公共建筑能耗和 CO<sub>2</sub> 排放量以及不同地区建筑能耗的占有率。

表 1-1-4 美国公共建筑能耗和 CO<sub>2</sub> 排放量

| 名 称                       | 1997 年 | 2010 年 |       |      |
|---------------------------|--------|--------|-------|------|
|                           |        | 当前技术   | 节能技术  | 低碳技术 |
| 一次能耗 (Gt)                 | 31.68  | 35.04  | 37.44 | 32.4 |
| CO <sub>2</sub> 排放量 (Mtc) | 209    | 225    | 252   | 225  |

注 1Gt = 10<sup>9</sup>t。

为了拯救人类的家园——地球,1997 年 12 月,联合国气候变化框架公约缔约方第三次大会经过艰苦的谈判,终于在日本京都通过《京都议定书》。议定书确定了各缔约方到 2010 年所承担的包括 CO<sub>2</sub> 在内的 6 种温室气体的减排量,见表 1-1-5。表中虽然未对中国提出要求,但随着占世界人口 1/5 的中国国力和生活水平的提高,其消耗能量而排向空间的有害气体将会大幅度上升,对环境造成的危害不可小视。

表 1-1-5 京都议定书规定各国温室气体减排量

| 国 家                                                                                                  | 与 1990 年年减排量比较 (%) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 澳大利亚                                                                                                 | 增加 8               |
| 奥地利、比利时、保加利亚、捷克、丹麦、爱沙尼亚、欧盟、芬兰、法国、德国、希腊、爱尔兰、意大利、拉脱维亚、列支敦士登、立陶宛、卢森堡、摩洛哥、荷兰、葡萄牙、罗马尼亚、斯洛文尼亚、西班牙、瑞典、瑞士、英国 | 8                  |
| 美 国                                                                                                  | 7                  |
| 匈牙利、加拿大、波兰                                                                                           | 6                  |
| 克罗地亚                                                                                                 | 5                  |
| 新西兰、俄罗斯、乌克兰                                                                                          | 0                  |
| 挪 威                                                                                                  | 增排 1               |
| 冰 岛                                                                                                  | 增排 10              |
| 发展中国家                                                                                                | 自愿减排               |

从 100W 能量详细分配表 1-1-6 中可知,仅照明一项,其人均耗电量就不小。另外,电能中照明能量占的比例一般小于 20%。国际照明委员会推测世界各国的比例都集中在 10% ~ 13%。日本的一般家庭照明用电量约占 30%。表 1-1-7 则为发达国家、发展中国家以及上海的建筑能耗占有率。

表 1-1-6 照明电能消耗量

| 序号 | 名 称          | 人均耗电 (W/人) |
|----|--------------|------------|
| 1  | 白炽灯          | 13.8       |
| 2  | 荧光灯          | 11.9       |
| 3  | 其他灯          | 4          |
| 4  | 生产照明装置用电     | 6          |
| 5  | 发光能量         | 共 36       |
| 6  | 石油能变电能效率 (%) | 30~35      |
| 7  | 发光需要一次电能     | 共 100      |

注 表中为世界平均值。

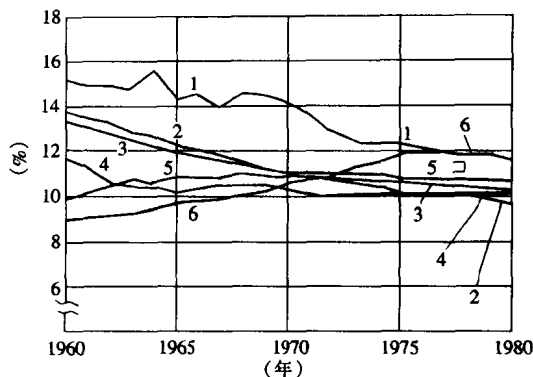


图 1-1-4 各国照明耗电量比较

1—日本；2—西德；3—前苏联；  
4—英国；5—捷克；6—法国

表 1-1-7

建筑能耗占有率

| 序号 | 国家类型  | 建筑能耗占总能耗百分比 (%) | 备 注                                                       |
|----|-------|-----------------|-----------------------------------------------------------|
| 1  | 发达国家  | 30~40           | 反映了一个国家的经济发展和人民的生活水平                                      |
| 2  | 发展中国家 | 11.7            | 我国是最大的发展中国家                                               |
| 3  | 上 海   | 13.2            | 经济腾飞和气候变化,致使比例不断攀升。虽然北方地区供暖,上海无大面积的集中供暖,仍是国内经济发展水平最高的地区之一 |

注 反映了对建筑节能的认识从单纯地抑制需求、减少耗能量,发展成为用同样的耗能量,或用少许增加的耗能量,来满足人们迅速增加的健康和舒适感的需求,进而提高工作效率和生活质量。国内有关人士提出,应将“建筑节能”更准确地表达为“建筑合理用能”。

(3) 节能措施。建筑节能领域政府的宏观调控如表 1-1-8 所示。

表 1-1-8

建筑节能领域政府宏观调控

| 序号 | 措 施    | 内 容                                                                                                           | 备 注                                                                              |
|----|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 理顺能源价格 | 使价格能真实反映能源生产的长期边际成本。从价格政策上实行对建筑节能项目的补贴                                                                        | 峰谷电价比应拉大到发达国家的 5.5:1,应采取大幅度降低谷价、适度提高峰价的原则                                        |
| 2  | 强化节能标准 | 40 多个国家和地区不同程度地适用于新建建筑节能标准。北美照明工程学会制定的节能设计标准成为美国公共建筑节能的国家标准                                                   | 发达国家建筑节能标准的显著特点是有明确的目标。由于各国的能源消费均将建筑能耗单列,数据比较准确,可提出节能的相对值和绝对值,并采取有针对性的具体措施       |
| 3  | 开展节能科研 | 美国和日本投入大,研究水平领先,注重建筑节能的软课题、普及性节能措施的研究。著名的 5 大国实验室,联合发表建筑、工业和交通这 3 大耗能部分,并预测 2010 年美国的耗能量和 CO <sub>2</sub> 排放量 | 与此同时,这些实验室还急于研究适于家庭采用的建筑节能技术,并出版实用手册和指南,指导他们节省能源开支。注重节能技术因其领域、气候、生活习惯和建筑形式的差别而不同 |

续表

| 序号 | 措 施    | 内 容                                                                                                                       | 备 注                                                                                                                                                                                                           |
|----|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | 制定节能政策 | 如将其大部分固定资产投向终端节能, 可保持其利润率在 8.5% ~ 12.5%, 并将其对终端节能项目的投资计入电力公司的固定资产。业主可以按照计划一步步地改造建筑。在专家的指导下, 业主可从节省能源费支出得到实惠, 不再认为节能只是政府的事 | 能源部门 and 用户共同关心建筑的一系列节约能源的有针对性的法规, 电力公司的利润率控制在 8.2%, 对使用率低于规定指标的设备用户则可以重税罚款。这是绿色照明建筑调整、降低空调负荷、风机改造的有效方法。实践证明公共建筑业主原来每年能源费由 0.11 ~ 0.33 美元/m <sup>2</sup> , 减少到 0.065 ~ 0.16 美元/m <sup>2</sup> 。制造商也积极拓展建筑节能市场 |
| 5  | 设立节能基金 | 为建筑节能项目提供优惠贷款, 并按能源利用率的提高程序                                                                                               | 分别给予相应的优惠利率贷款期大于 10 年                                                                                                                                                                                         |
| 6  | 鼓励节能设备 | 采用以旧换新、给予折扣率、补贴、分期付款、先用后付、减免税等办法                                                                                          | 吸引用户购买或更换节能设备                                                                                                                                                                                                 |
| 7  | 提倡研究开发 | ①政府制定指导性的研究计划, 开发有市场潜力的、节能显著的项目; ②扶持实现产业化的项目, 通过减税和提供低息贷款, 使项目迅速形成生产规模; ③引进国外节能技术, 采取合作或消化吸收的方式, 实现产业化                    | 当前亟待研究的是全国和地方性的建筑节能标准和规范。拟实现专业化建筑节能咨询, 从事节能方案、设计、评审、改造等技术服务。专业化的节能系统调试, 从事大楼设备系统的调试和开通, 使其在最佳状态下运转, 实现预期的节能效果                                                                                                 |

## 2. 国内状况

(1) 温室气体排放量。我国是最大的发展中国家, 其煤炭蕴藏量和产量均居世界首位,

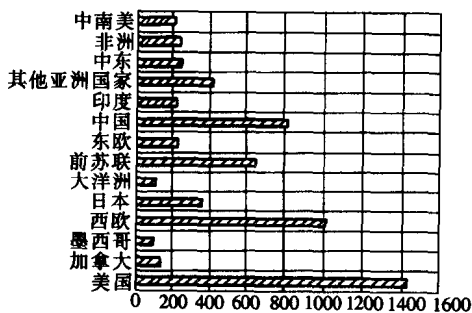


图 1-1-5 1995 年各国（地区）

温室气体排放量

能源一直以燃煤的火力发电为主, 发电量占总发电量的 80%。由于人类的活动中离不开光, 光能是由电能转换的, 而电能又来源于石油煤炭的燃烧。随着不断开采, 这些燃料的使用年限在缩短, 所以节约能源已经提到重要议事日程上来。1997 年我国发电量已位居世界第二, 其温室气体排放量仅次于美国、西欧而居世界第三, 如图 1-1-5 所示。

(2) 能源需求侧管理。无论是制定节能标准还是从事具体工程项目的设计, 都应把提高能量效率作为建筑节能的热点。应把建筑节能的宏观目标定位在用占全国总能耗 20% 的能量, 去满足我国对建筑的需求。其能源需求侧管理误区见表 1-1-9。

表 1-1-9

能源需求侧管理误区

| 序号 | 类 别    | 实 施 方 式                                 | 备 注                                     |
|----|--------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1  | 房地产开发商 | 宁可在建筑的豪华和设施的先进上花巨资, 却不愿意为建筑节能措施多花 1 分钱  | 造成工程运行中的浪费                              |
| 2  | 设计单位   | 认为能源建设是政府业绩和投资环境的标志之一, 而建筑节能却是看不见摸不着的事情 | 认为国家已经达到能源丰富、鼓励用电阶段, 无需探索节能设计           |
| 3  | 管理部门   | 不愿意将能源需求侧管理取得的效益让利于民, 甚至实行垄断经营          | 挫伤了用户采用建筑节能措施的积极性, 也使建筑节能技术在我国难以得到发展和普及 |



(3) 建立终端节能优先观念。从表 1-1-10 中看出,应从现在起便着手“绿色建筑”以及旧有建筑的节能改造试点工作,走出一条与发达国家不同的建筑节能道路来。图 1-1-6、图 1-1-7 为楼内负荷分配。

表 1-1-10

建立终端节能优先观念

| 序号 | 种 类  | 容 量     | 价 格<br>(元)  | 条 件 | 单位投入<br>(元/W) | 末端投入倍数<br>(倍) | 备 注                  |
|----|------|---------|-------------|-----|---------------|---------------|----------------------|
| 1  | 灯具   | 白炽灯     | 75W         | 等亮度 | 1             | 6             |                      |
|    |      | 节能灯     | 15W         |     |               |               |                      |
| 2  | 蓄冰空调 | 30 万 kW | 建火力发电厂 20 亿 | 等效果 | 6.67          | 5             | 移峰 1kW 电力所需投资 1200 元 |

注 1. 将有限的资金投入能耗终端的节能,其所产生的效益要远高于投资能源生产的效益。节约与生产等量的能源投入比为 1:5~1:10。

2. 少建火力发电厂,可减少大气污染和温室气体的排放,其社会和环境效益更是用金钱所难以衡量的。

(4) 举办“廉洁奥运”。为北京承办 2008 年奥运会创造良好的大环境,下大决心节能,减少 CO<sub>2</sub> 等有害气体的排放量是当务之急。尽管现代奥运会能够促进城市的经济发展,但作为举办城市无疑会为此投入大量资金,如果措施不当会背上沉重的负担。所以,近几届奥运会几乎所有举办城市都会依据本国具体情况和薄弱环节,采用全新的思维方式和理念,设计出符合时代要求的建筑供使用。

北京市政府表示,2008 年的奥运会不仅要体现“绿色奥运、科技奥运、人文奥运”理念,还要成为一届“廉洁奥运”。北京 2008 年奥运会组委会已经成立监督委员会,组委会内部设立了工程、财务等监督审查机构,聘请社会各界人士参与监督。

目前,北京市政府已经组建了优秀人才集中的 2008 年奥运会组委会,并与国际奥委会建立了很好的

联系。组委会现在已有 100 多人,最终将达到 4000 多人。组委会将通过公开招聘广泛吸纳全国乃至全球一流人才参与。北京市已经比较早地实施了奥运行动计划。这个计划包括总体设想、场馆建设、环境保护、科技、人文和投资融资规划等 9 个方面;随着申办奥运的成功和我国加入世界贸易组织,在中国,特别是北京地区,新一轮国际范围的设计竞争拉开序幕。这场竞争是促进发展的难得机遇,因此研究节能的建筑电气设计迫在眉睫。

节能措施还必须首先考虑各个子系统的节能和合理布局,但不能忽视探讨包括人在内的综合系统是否真的节能或合理使用能量。譬如,制造厂采用了一种新机械,它在单位时间内制造物品的个数是传统机械的 3 倍。假设这种装置的用电量为传统机械的 2 倍,可是每个制品的用电量只有传统机械的 66%。因此,制作相同个数的制品时,耗电量比传统机械的小,取得了节能效果。因此在分析问题,不能只看局部而不看全局,凡是只注目

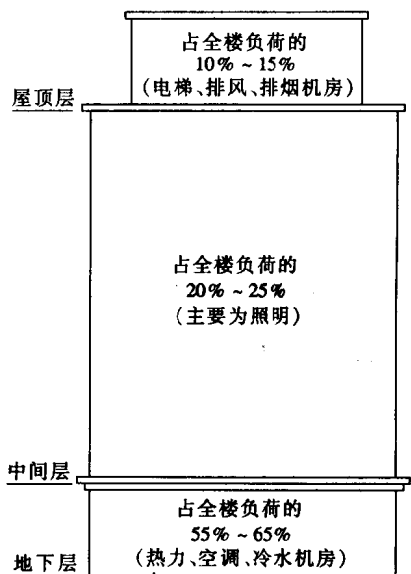


图 1-1-6 楼宇负荷分配