



土木工程专业“十二五”规划教材

JIANZHU JIENENG SHEJI

# 建筑节能设计

◎主编 冷超群 李长城 曲梦露

一线建筑节能设计专家倾力打造

深度揭示建筑围护结构节能的奥秘

融合自然通风、采暖和空调节能最新技术

精讲理论，注重实践，理论与实践的完美结合

体例新颖，栏目丰富，案例典型，精彩岂容错过



航空工业出版社

土木工程专业“十二五”规划教材

# 建筑节能设计

主编 冷超群 李长城 曲梦露

航空工业出版社

北 京

## 内 容 提 要

本书根据国家与行业的最新标准,并结合国内外先进的建筑节能技术和不同地区建筑的特点编写而成,使学生能够清楚地了解建筑能耗的构成、建筑节能的基本途径、建筑节能设计应具体从哪些方面着手,以及节能设计中需要用到的热工计算方法等。

本书共分8章,主要包括:概述、建筑规划设计中的节能技术、建筑节能设计原理、单体建筑围护结构的节能设计、供热采暖与空调节能设计、照明节能设计及太阳能利用、既有建筑的节能改造、节能建筑设计实例。

本书可作为高等院校建筑、城市规划、室内设计等专业的教学用书,也可作为建筑设计人员、土建设计人员、建筑节能工程监理人员和相关科研人员的参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

建筑节能设计 / 冷超群, 李长城, 曲梦露主编. —  
北京: 航空工业出版社, 2016. 1  
ISBN 978-7-5165-0972-2

I. ①建… II. ①冷… ②李… ③曲… III. ①节能—  
建筑设计—高等学校—教材 IV. ①TU201.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第019144号

## 建筑节能设计 Jianzhu Jieneng Sheji

航空工业出版社出版发行

(北京市朝阳区北苑2号院 100012)

发行电话: 010-84936597 010-84936343

三河市祥达印刷包装有限公司印刷

全国各地新华书店经售

2016年1月第1版

2016年1月第1次印刷

开本: 787×1092

1/16

印张: 14.75

字数: 341千字

印数: 1—3000

定价: 48.00元

自 1973 年国际石油危机以来,节约能源引起了世界各国的广泛重视。随着我国城市化进程的加快和人民生活水平的不断提高,建筑能耗占全社会总能耗的比重越来越大(约占 33%)。统计显示,我国每年城乡新建房屋建筑面积近 20 亿平方米,其中 80%以上为高能耗建筑;既有建筑近 400 亿平方米,其中 95%以上为高能耗建筑。由此可见,建筑能耗已经成为制约我国经济社会发展的重要因素。

加强建筑节能工作不仅是经济建设的需要,更是社会健康发展必须要解决的一项重要且刻不容缓的工作。为此,在可持续发展战略方针的指导下,我国先后颁布了多项环保法规和节能标准。节能现已成为我国的基本国策,人们也逐渐认识到了能源对人类发展的重要性。

然而,建筑节能是一项庞大的工程,它贯穿整个建筑实体的建造过程,包括建筑围护结构节能设计、自然通风设计、照明节能设计、采暖与空调节能设计及太阳能利用等,如果其中任何一个环节的节能设计不合理,都有可能出现“节能建筑不节能”的问题。

合理的建筑节能设计,可以从源头上杜绝能源浪费。因此,在进行建筑设计前,还需要对拟建节能建筑的整体及外部环境进行设计,即在分析建筑周围气候环境条件的基础上,通过规划、选址、朝向、体形等设计,使建筑获得一个良好的外部微气候环境,从而达到节能的目的。

本书在教学设计和内容组织上具有以下特点。

**(1) 注重实用性和适用性。**我国的建筑节能工程起步较晚,许多节能技术并不成熟,有些节能技术仅停留在实验室层次,并不具有可实施性。为此,本书在编写过程中查阅了很多资料,尽量将一些比较成熟和具有实用性的节能技术详细介绍;对一些不太成熟,或者在某些国家使用较多的节能技术作适当介绍,以开阅读者的眼界,增长读者的见识。另外,本书最后一章通过分析两个实例,帮忙读者温习、巩固建筑节能方面的重要知识点。

**(2) 紧密结合我国国情。**我国既有建筑的 95%以上是高能耗建筑,因此研究既有建筑节能改造技术并推动实施已迫在眉睫。为此,本书第 7 章详细介绍了我国既有建筑节能改造工作所面临的困难和解决措施,以及既有公共建筑和居住建筑的节能改造原则、方向、设计要点和改造技术等。另外,本书第 8.3 节通过对“节能建筑不节能”案例的分析,使读者对建筑节能有一个更加全面、清楚、正确的认识。

**(3) 体例新颖,避免传统教材的枯燥、乏味。**建筑节能设计工作是一项非常严肃的技术性工作,其理论性较强。为了避免读者在学习过程中出现枯燥、乏味感,本书在一些重要章节后增加了“拓展阅读”“案例分析”等趣味性模块。这些模块是根据本节所涉及

的具体内容编写的，其中，“案例分析”模块中的内容都是现实生活中真实存在的、有据可查的。这些模块不仅会巩固读者的专业知识，还会激发读者的学习兴趣。

**（4）贯彻新标准。**随着我国对能源和环保方面的重视，建筑节能方面的相关标准也在不断完善，甚至以往的有些标准被细化分成了几个不同标准。为此，本书在编写过程中，作者对所涉及的标准都进行逐一核实，在尽量采用最新标准的同时，还重点对最新标准和以往标准中的不同部分作了认真分析。

本书由南昌理工学院的冷超群、齐齐哈尔理工职业学院的李长城和齐齐哈尔工程学院的曲梦露担任主编，由成都艺术职业学院张忠良、王天恒担任副主编。

在编写本教材的过程中，我们查阅了建筑节能方面的大量资料和参考书，并引用了一些专家和作者的精辟论述和研究成果，在此表示深深的谢意。由于建筑节能技术发展非常迅速，限于我们掌握的资料和编写水平，本教材若有不当之处，恳请广大读者批评指正。

另外，本书配有丰富的教学资源包，读者可登录北京金企鹅联合出版中心的网站（[www.bjjqe.com](http://www.bjjqe.com)）下载。

编 者

2015 年 12 月

# 目录MULU

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 第1章 概述                  | 1  |
| 1.1 建筑能耗和建筑节能           | 1  |
| 1.1.1 建筑能耗的影响因素         | 1  |
| 1.1.2 建筑节能的四大方向         | 3  |
| 1.1.3 节能建筑、绿色建筑等节能建筑的特点 | 5  |
| 1.2 建筑单体的节能设计要求         | 6  |
| 1.2.1 建筑各部分的节能构造设计      | 6  |
| 1.2.2 合理的建筑空间设计         | 7  |
| 1.3 我国建筑节能潜力最大的六大领域及其展望 | 7  |
| 拓展阅读——北京朝林酒店的节能设计       | 11 |
| 思考题                     | 13 |
| 第2章 建筑规划设计中的节能技术        | 14 |
| 2.1 建筑选址                | 14 |
| 拓展阅读——自然灾害与建筑选址         | 16 |
| 2.2 建筑布局与朝向             | 17 |
| 2.2.1 争取良好的日照条件         | 18 |
| 2.2.2 建立气候防护单元          | 18 |
| 2.2.3 避免局地疾风            | 20 |
| 案例分析——北京劲松西社区           | 21 |
| 2.2.4 建筑朝向              | 21 |
| 拓展阅读——偏东南而居的苏州人家        | 24 |
| 2.3 建筑体形设计要求            | 25 |
| 2.3.1 控制建筑体形系数          | 25 |
| 2.3.2 设计有利于避风的建筑形态      | 27 |
| 2.4 建筑的日照环境及间距设计        | 29 |
| 2.4.1 居住建筑的日照标准         | 30 |
| 2.4.2 住宅群的日照间距          | 31 |
| 2.4.3 建筑瞬时阴影距离系数        | 33 |
| 拓展阅读——天津居民讨阳光，建造合法仍侵权   | 34 |



|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| 2.5 建筑遮阳设计 .....               | 35        |
| 2.5.1 遮阳的措施、形式及其选择 .....       | 35        |
| 2.5.2 建筑节能设计中的遮阳设计 .....       | 36        |
| 2.6 建筑环境绿化设计 .....             | 38        |
| 2.6.1 建筑绿化及水景布置的作用 .....       | 38        |
| 2.6.2 建筑绿化的基本方法 .....          | 39        |
| 2.6.3 挡风树丛(带)的设置 .....         | 41        |
| 拓展阅读——植物“外衣”的生态馆和图书馆 .....     | 43        |
| 思考题 .....                      | 45        |
| <b>第3章 建筑节能设计原理 .....</b>      | <b>46</b> |
| 3.1 建筑热工设计对建筑节能的要求 .....       | 46        |
| 3.1.1 建筑热工设计分区及设计要求 .....      | 46        |
| 3.1.2 建筑物热工设计的基本要求 .....       | 48        |
| 3.1.3 不同热工分区建筑节能设计原理 .....     | 49        |
| 3.2 建筑物耗热量指标的计算及影响因素 .....     | 57        |
| 3.2.1 建筑物耗热量指标的计算及影响因素 .....   | 57        |
| 3.2.2 降低住宅建筑耗热量指标的途径 .....     | 61        |
| 3.2.3 采暖耗煤量指标的计算 .....         | 62        |
| 拓展阅读——国外冬季环保节能供暖 .....         | 63        |
| 3.3 围护结构有关热工指标的计算 .....        | 65        |
| 综合应用——建筑单体节能设计步骤及实例 .....      | 69        |
| 思考题 .....                      | 75        |
| <b>第4章 单体建筑围护结构的节能设计 .....</b> | <b>76</b> |
| 4.1 建筑物墙体节能设计 .....            | 76        |
| 4.1.1 建筑物外墙保温设计 .....          | 76        |
| 4.1.2 外保温复合外墙 .....            | 77        |
| 案例分析——外墙保温层脱落砸伤业主 .....        | 85        |
| 4.1.3 内保温复合外墙 .....            | 86        |
| 4.1.4 楼梯间内墙保温设计 .....          | 89        |
| 4.1.5 变形缝的保温设计 .....           | 90        |
| 4.1.6 外墙的隔热设计 .....            | 90        |
| 4.2 建筑屋面节能设计 .....             | 92        |
| 4.2.1 构造式保温隔热屋面 .....          | 92        |
| 4.2.2 建筑形式保温隔热屋面 .....         | 93        |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 4.2.3 生态覆盖式保温隔热屋面 .....      | 94         |
| 案例分析——上海地杰国际城保温屋面裂缝成因 .....  | 98         |
| 4.3 建筑外门窗节能设计 .....          | 99         |
| 4.3.1 建筑外门窗的基本要求 .....       | 99         |
| 4.3.2 建筑外门节能设计 .....         | 100        |
| 4.3.3 建筑外窗节能设计 .....         | 101        |
| 4.4 幕墙节能设计 .....             | 108        |
| 4.5 楼层地面节能设计 .....           | 110        |
| 4.5.1 地面的分类及相关要求 .....       | 110        |
| 4.5.2 地面保温设计 .....           | 111        |
| 4.5.3 地板的节能设计 .....          | 112        |
| 案例分析——业主不解的渗漏水部位 .....       | 113        |
| 4.6 围护结构的防潮设计 .....          | 114        |
| 4.6.1 建筑围护结构表面受潮及其对策 .....   | 114        |
| 4.6.2 建筑围护结构内部受潮及其对策 .....   | 117        |
| 4.6.3 空调节能建筑围护结构防潮设计 .....   | 119        |
| 案例分析——室内外墙面“返潮”维修 .....      | 121        |
| 思考题 .....                    | 122        |
| <b>第5章 供热采暖与空调节能设计 .....</b> | <b>123</b> |
| 5.1 供热采暖系统的工作原理和节能途径 .....   | 123        |
| 5.2 供热节能设计 .....             | 124        |
| 5.2.1 锅炉的选型与台数 .....         | 124        |
| 5.2.2 鼓风机和引风机 .....          | 125        |
| 5.2.3 循环水泵的选择 .....          | 125        |
| 5.2.4 供热调节方法 .....           | 126        |
| 5.2.5 供热管网水力平衡 .....         | 127        |
| 5.2.6 供热管网的敷设与保温 .....       | 132        |
| 5.2.7 供暖分户计量 .....           | 135        |
| 5.3 供暖运行节能技术 .....           | 137        |
| 5.4 地板辐射供热技术 .....           | 139        |
| 5.4.1 地板辐射供热的适用范围 .....      | 139        |
| 5.4.2 地板辐射供热热负荷的确定 .....     | 139        |
| 5.4.3 地板辐射供热控制系统 .....       | 141        |

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| 5.5 空调建筑节能设计            | 142        |
| 5.5.1 集中式空调的节能          | 143        |
| 5.5.2 分散式空调的节能          | 145        |
| 5.5.3 空调热泵的节能           | 149        |
| 拓展阅读——国家大剧院景观水池不结冰      | 153        |
| 思考题                     | 154        |
| <b>第6章 照明节能设计及太阳能利用</b> | <b>155</b> |
| 6.1 照明节能设计              | 155        |
| 6.1.1 建筑照明设计的基本原则       | 155        |
| 6.1.2 设计照明节能系统时应考虑的因素   | 156        |
| 6.1.3 建筑照明设计的主要内容       | 157        |
| 6.1.4 建筑照明节能的评价标准       | 157        |
| 6.2 建筑照明节能的技术措施         | 158        |
| 6.2.1 选用优质高效的节能光源       | 158        |
| 知识链接——各种不同场所光源的选择       | 160        |
| 6.2.2 选用高效节能的照明灯具       | 161        |
| 6.2.3 选用高效节能的照明灯具       | 161        |
| 6.2.4 选用有利于节能的智能照明控制    | 162        |
| 6.3 太阳能利用技术             | 163        |
| 6.3.1 被动式太阳能建筑          | 163        |
| 6.3.2 主动式太阳能建筑          | 169        |
| 6.3.3 太阳能光伏发电           | 173        |
| 综合应用——太阳能热水系统在公共浴室的应用   | 174        |
| 思考题                     | 176        |
| <b>第7章 既有建筑的节能改造</b>    | <b>177</b> |
| 7.1 既有建筑节能改造的必要性        | 177        |
| 7.2 既有建筑节能改造的难点和对策      | 178        |
| 7.2.1 既有建筑节能改造的难点       | 178        |
| 7.2.2 既有建筑节能改造可能性对策     | 179        |
| 7.3 既有建筑节能改造的评定         | 180        |
| 7.3.1 节能改造的方向判定和改造原则    | 180        |
| 7.3.2 节能改造的前期工作         | 181        |
| 7.3.3 节能改造的热工评价         | 181        |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| 7.4 既有建筑节能改造的设计要点 .....           | 183        |
| 7.5 既有建筑节能改造技术 .....              | 183        |
| 7.5.1 围护结构改造技术 .....              | 183        |
| 7.5.2 采暖、通风和空调系统改造技术 .....        | 186        |
| 7.6 夏热冬冷地区既有建筑节能改造实例 .....        | 187        |
| 7.6.1 门窗系统改造 .....                | 187        |
| 7.6.2 墙体保温 .....                  | 189        |
| 7.6.3 楼地面节能改造 .....               | 191        |
| 7.6.4 屋顶隔热 .....                  | 191        |
| 7.6.5 户式水媒制冷采暖系统 .....            | 192        |
| 7.6.6 小区及家庭统一选用节能灯具 .....         | 193        |
| 综合应用——上海市某综合住宅楼的节能改造 .....        | 193        |
| 思考题 .....                         | 197        |
| <b>第 8 章 节能建筑设计实例 .....</b>       | <b>198</b> |
| 8.1 节能建筑设计阶段划分及内容 .....           | 198        |
| 8.1.1 节能建筑各设计阶段划分 .....           | 198        |
| 8.1.2 节能建筑各设计阶段的内容 .....          | 199        |
| 8.2 公共建筑节能设计实例 .....              | 201        |
| 8.2.1 建筑平面和体形节能设计 .....           | 201        |
| 8.2.2 超低能耗围护结构设计 .....            | 202        |
| 8.2.3 充分利用自然通风节能 .....            | 206        |
| 8.2.4 高效节能空气调节技术 .....            | 206        |
| 8.2.5 可再生能源利用技术 .....             | 207        |
| 8.3 “节能建筑不节能”案例分析 .....           | 210        |
| 8.3.1 万国城 MOMA 节能样板楼的节能技术简介 ..... | 210        |
| 8.3.2 节能样板楼的空调能耗调查结果与分析 .....     | 211        |
| 8.3.3 对“节能建筑不节能”案例的思考 .....       | 213        |
| 思考题 .....                         | 215        |
| <b>附录 .....</b>                   | <b>216</b> |
| 附录 A 我国主要城市所处气候分区 .....           | 216        |
| 附录 B 居住建筑围护结构热工性能参数限值 .....       | 216        |
| 附录 C 夏热冬暖地区居住建筑外窗和遮阳系数和传热系数 ..... | 219        |
| 附录 D 建筑材料物理性能计算参数 .....           | 221        |
| <b>参考文献 .....</b>                 | <b>225</b> |

# 第1章 概述

## 【本章导读】

自 1973 年国际石油危机以来, 节约能源引起了世界各国的广泛重视。随着我国城市化进程的加快和人民生活水平的不断提高, 建筑能耗占全社会总能耗的比重 (约占 33%) 越来越大。因此, 加强建筑节能工作不仅是经济建设的需要, 更是社会健康发展必须要解决的一项重要且刻不容缓的工作。

通过学习本章, 应了解影响我国建筑能耗的因素; 熟悉建筑节能工作的主要内容及节能建筑、绿色建筑等新型节能建筑的特点; 熟悉建筑单体的节能设计要求; 了解我国建筑节能潜力最大的六大领域。

## 1.1 建筑能耗和建筑节能

工业耗能、交通耗能和建筑耗能被称为我国能源消耗的三大“猛虎”, 尤其是建筑耗能, 它伴随着建筑总量的不断攀升和居住舒适度的提升, 呈急剧上扬趋势。能源所引起的环境恶化更增添了人类生存的忧患。如何改善生存环境、降低能源消耗、回归简约自然, 是当前中国所面临的首要任务。

### 1.1.1 建筑能耗的影响因素

建筑能耗有两种定义方法: 广义的建筑能耗是指从建筑材料制造、建筑施工, 直至建筑在使用过程中的全部能耗; 狭义的建筑能耗是指建筑的运行能耗, 主要包括人们的日常用能, 如采暖、空调、通风、照明、热水供应、炊事、家用电器和电梯等方面的能耗。其中, 采暖和空调能耗占 65%, 热水供应占 15%, 电气设备占 14%, 炊事占 6%。建筑能耗的影响因素主要有以下几方面。

#### 1. 气候环境因素

建筑能耗与气候环境息息相关。有些严寒地区常年处于寒冷天气, 建筑室内冬季需要的采暖量相对较高, 如哈尔滨; 有些温和地带一年四季如春, 室内采暖空调设备耗能相对



较少,如昆明。但是,我国南方绝大部分地区都处于夏热冬冷状态,夏季需要使用空调降温,冬季需要采暖供热才能保证室内舒适的环境,如南京。

## 2. 建筑围护结构因素

建筑围护结构的节能设计包括建筑结构和建筑构件材料的选择。根据住宅的地理环境不同,其建筑节能设计标准也不同。

### 1) 围护结构的朝向和位置对建筑能耗的影响

朝南方向的窗户,首先考虑的因素是太阳得热。虽然任何方向都可以得到太阳的漫射热,但是太阳直射得热量远远大于漫射得热量。冬季正午,太阳高度低,阳光可以通过南面的窗户进入室内;夏季正午,太阳高度高,阳光直照南面窗户,若采用遮阳篷或者对屋檐进行适当的遮蔽,就能很好地控制窗户得热,如图 1-1 所示。选择活动遮阳篷并适当放置,既可以控制窗户在冬季的采光和获得热量,又可以调节夏季的阳光得热。



图 1-1 夏季采用遮阳篷遮阳

### 2) 窗墙面积比对建筑负荷的影响

窗墙面积比是指窗户洞口面积与房间立面单元面积(建筑物在高度方向上各开间定位线围成的面积)的比值。不同的窗墙面积比对建筑负荷的影响是很大的。窗对建筑能耗的影响主要有两方面因素,一是窗因受太阳辐射影响而造成夏季室内辐射得热;二是窗的热工性能差造成夏季空调和冬季采暖时室内外温差的热量损失。

从太阳辐射角度考虑,冬季通过窗进入室内的太阳辐射有利于建筑节能,而夏季太阳辐射却又是建筑能耗增加的主要因素。由此可见,窗墙面积比对建筑耗能有一定影响。

### 3) 围护结构的材料对建筑能耗的影响

围护结构对热能的传递方式可分为辐射、传导和对流,这三种方式对建筑外围护结构的影响也有所不同。其中,热辐射主要发生在屋顶、外墙,以及玻璃与太阳热能之间;热传导主要是指建筑外围护结构的室内外温差使得热能沿墙体和屋顶的实体材料,由温度高的一侧向温度低的一侧移动;热对流是通过空气空间和构筑物的缝隙进行的。

由于窗户与墙体材料的热工性不同,它们传递热量的方式也不同。在热辐射中,窗户的透射率最强,因此投射到窗户上的红外线及可见光的热量最多,而墙体主要是通过吸收太阳辐射为主的。由此可见,为了增加围护结构的热量,减少散热损失,在建筑外围护结构中非采光部分可以采用金属面板或非金属面板(铝塑复合板、人造板、石材板等)来吸收热量。

### 3. 设备因素

建筑设备包括建筑电气、供暖、通风、空调、消防、给排水、楼宇自动化等,建筑物室内的能耗设备主要包括空调、照明、热水供应设备等。南方地区的空调系统和照明系统的耗能在民用建筑的能耗中占主要份额,空调系统的能耗更达到建筑能耗 40%~60%,成为建筑节能的主要受控对象。

建筑设备的节能设计,必须依据当地具体的气候条件,首先保证室内热环境质量,同时还要提高采暖、通风、空调和照明系统的能源利用效率,以实现节能目标和能源的可持续发展战略。

## 1.1.2 建筑节能的四大方向

建筑节能是指在建筑物的选址、规划、设计、新建、扩建、改造和使用过程中,通过合理的规划设计,采用节能型的建筑材料、产品和服务,执行建筑节能标准,加强建筑物节能设备的运行管理,合理设计建筑围护结构的热工性能,提高采暖、制冷、照明、通风、给热水、管道系统的运行效率及可再生能源的利用,在保证建筑物使用功能和室内热环境质量的前提下,合理、有效地利用能源。

建筑节能工作的主要内容包括以下四个方面。

### 1. 建筑规划设计中的节能

在建筑规划和设计时,应根据大范围的气候条件,并针对建筑自身所处的具体环境和气候特征,尽量利用自然环境(如外界气流、雨水、湖泊和绿化、地形等)创造良好的建筑室内微气候,从而减少对建筑设备的依赖。

建筑规划设计中的节能措施可归纳为以下三个方面:① 合理选择建筑地址,并采取合理的外部环境设计(主要方法是在建筑周围布置树木、植被、水面、围墙等);② 合理设计建筑形体,包括对建筑整体体量和建筑朝向的确定,以改善既有的微气候;③ 充分利用建筑室外微环境来改善室内微环境,是合理地设计建筑形体的关键,主要可通过对建筑的结构构造设计和建筑内部空间的合理分隔设计来实现。

### 2. 建筑围护结构节能

改善围护结构的热工性能,使得供给建筑物的热能能够在建筑物内部得到有效利用,不至于通过其围护结构很快散失,从而达到减少能源消耗的目的。要实现围护结构的节能,就应提高建筑物墙体、屋面、楼地面、门窗等的保温隔热性能,以及门窗和墙体的密闭性能,以减少传热损失和空气渗透耗热量。

### 3. 采暖供热系统节能

采暖供热系统包括热源、热网和户内采暖设施三大部分。为了使热能在转换和输送过程中不至于损失过多,应提高锅炉的运行效率和管网的输送效率,即提高燃料(如燃油、燃气)的燃烧率、改善供热系统的设备性能、改进供热系统的运行管理技术等。

此外,在户内采暖设施部分,应采用双管入户、分户计量、分室控温等技术措施,实行采暖计量收费制度,使住户既是能源的消费者,又是能源的节约者,从而调动人们主动节能的积极性,充分实现建筑节能应有的效益。

### 4. 利用新能源

在节约能源和保护环境方面,新能源的利用起着至关重要的作用。新能源通常指非常规的可再生能源,如太阳能、地热能、风能、生物质能等。

目前,太阳能在国外已经初步得到了一些利用,如太阳能热发电站、太阳能光伏电站、太阳能光伏水泵和太阳能屋顶等。其中,太阳能屋顶就是在房屋顶部装设太阳能发电装置,利用太阳能光电技术在城乡建筑领域进行发电,以达到节能减排的目标,如图 1-2 所示。但从总体而言,太阳能利用的规模还不小,技术尚不完善,商品化程度也较低,仍需要继续深入研究。

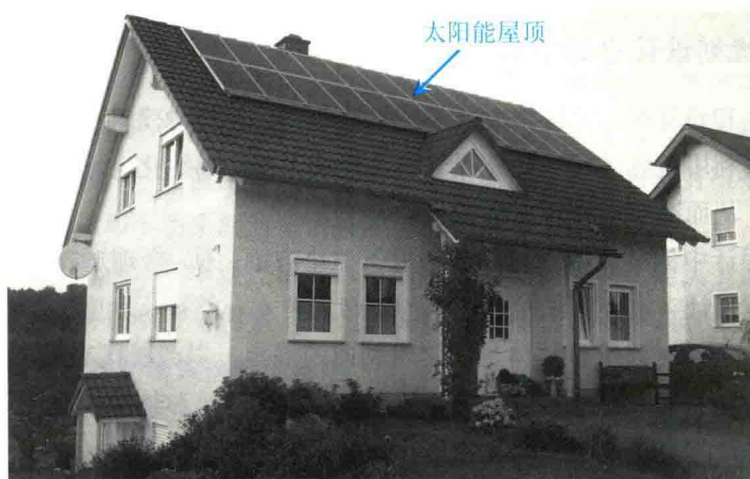


图 1-2 太阳能屋顶

在利用地热能时,一方面可以利用高温地热能发电,或直接用于采暖供热和热水供应;另一方面可借助地源热泵和地道风系统利用低温地热能。此外,风能发电较适用于多风海岸线山区和易引起强风的高层建筑,在英国和香港已有成功的工程实例,但在我国的建筑领域,较为常见的风能利用形式是自然通风。

### 1.1.3 节能建筑、绿色建筑等节能建筑的特点

目前,随着一幢幢高楼的不断掘起,土地、水、炭、煤、天然气等能源开始锐减,生态失衡,环境遭到严重破坏,人类生存和发展与全球的环境问题愈演愈烈,生态危机几乎到了一触即发的程度。

为了建筑、城市和自然景观的可持续发展,人们从建筑用材、室内供暖、通风、给排水、照明等方面的节能和减排方向出发,逐步研制并开发出了节能建筑、绿色建筑、生态建筑和可持续建筑等。

#### 1. 节能建筑

节能建筑是按节能设计标准进行设计和建造的,该建筑在使用过程中能耗较低。节能建筑与普通建筑相比具有如下特点。

(1) **冬暖夏凉**。门、窗、墙体等使用的材料具有良好的保温隔热性能,房屋东西向尽量不开窗或开小窗。

(2) **通风良好**。自然通风与人工通风相结合,并能兼顾每个房间具有较好的通风性。

(3) **光照充足**。尽量采用自然光,或自然光与人工照明相结合。

(4) **智能控制**。智能控制主要是指采暖、通风、空调、照明等设备均按程序集中管理。随着节能技术的日益成熟,这些设备的集中管理将会逐步全面实现。

#### 2. 绿色建筑

绿色建筑不仅指建筑对环境无害,还应能充分利用可再生能源,并且在不破坏自然环境基本生态平衡的条件下建造的一种建筑。绿色建筑的基本内涵可归纳为:① 减轻建筑对环境的负荷,即节约能源及资源;② 提供安全、健康、舒适性良好的生活空间;③ 更亲近自然环境,使到人、建筑与环境能和谐共处。

#### 3. 生态建筑

生态建筑简称 ECO,是根据当地的自然生态环境,运用生态学、建筑技术科学的基本原理和现代科学技术手段等,合理安排并组织建筑与其他相关因素之间的关系,使建筑和环境能有机地结合起来,同时具有良好的室内气候条件和较强的生物气候调节能力,以满足人们居住环境的舒适性,使人、建筑与自然生态环境之间形成一个良性循环系统。

#### 4. 可持续建筑

可持续建筑的理念就是追求降低环境负荷,且有利于居住者身心健康,其目的在于减少能耗、节约用水、减少污染、保护环境和生态平衡,有利于子孙后代。可持续建筑关注全球生态环境、地区生态环境及建筑室内外环境的影响,关注建筑本身在整个生命周期内(即从材料开采、加工运输、建造、使用维修、后期改造直至拆除)各个阶段对生态环境的影响。

世界经济合作与发展组织对可持续建筑给出了四个原则,即资源的应用效率原则、能源的使用效率原则、污染的防止原则(主要指室内空气质量和二氧化碳的排放量)和环境的和谐原则。

## 1.2 建筑单体的节能设计要求

建筑单体的节能设计,主要是通过对建筑各部分的节能构造设计、建筑内部空间的合理分隔设计,以及对一些新型建筑节能材料和设备的选用等,能更好地利用建筑外部的气候环境条件,以达到节能和改善室内微气候环境的效果。

### 1.2.1 建筑各部分的节能构造设计

建筑各部分的节能构造设计,主要是指在满足其基本组成和使用要求的情况下,对建筑各部位(如屋顶、楼板、墙体、门窗等)的结构形状、构造、材料等方面加以优化设计,即充分利用建筑材料自身的有利条件,减少能耗和改善室内微气候环境,从而达到节能的效果。

#### 1) 屋顶的节能设计

屋顶是建筑物与室外大气接触的一个重要部分,也是建筑室内与外部空间能量发生交换,造成室内能量损失的主要部位之一。屋顶的主要节能措施有:① 采用坡屋顶;② 屋面设保温层;③ 根据不同地区需要,设置保温隔热屋面,如架空隔热屋面、蓄水屋面、种植屋面等。

#### 2) 楼板层的节能设计

楼板层主要是利用其结构中空空间,以及对房间吊顶造型加以设计利用。若将循环水管布置在预制楼板的中空孔中或现浇板面上,夏季可以利用冷水循环降低室内温度,冬季可以利用热水循环取暖。

#### 3) 建筑外围墙体的节能设计

外围墙体是造成室内能量损失的重要部位,也是散热面积最大的部位。墙体的节能设

计,除了要适应不同地区的气候条件,正常做好墙体保温、防潮、隔热等措施以外,还应体现在改善微气候环境条件的特殊构造上,如寒冷地区的夹心墙体设计、被动式太阳房中各种蓄热墙体设计,以及国外较多采用的导风墙体设计。

#### 4) 建筑门窗的节能设计

外门窗是建筑能耗散失的最薄弱部位,其能耗约占建筑总能耗的 $2/3$ ,所以在保证日照、采光、通风、景观等要求的条件下,尽量减少外门窗洞口的面积,提高窗户本身的保温性能,减少窗户本身的能量损失。

#### 5) 建筑物围护结构细部的节能设计

细部的节能设计对于建筑物的整体节能也非常重要,应从以下各部位着手:

- ① 热桥部位应采取可靠的保温与“断桥”措施。热桥部位主要指建筑外围护结构中热量传递较快的钢筋混凝土梁、柱、架空楼板等部位。
- ② 外墙出挑构件及附墙部件,如阳台、雨罩、靠外墙阳台栏板、空调室外机搁板、附壁柱、凸窗、装饰线等均应采取隔断热桥和保温措施。
- ③ 窗口外侧四周墙面应进行保温处理。
- ④ 门、窗框与墙体之间的缝隙,应采用高效保温材料填堵。
- ⑤ 门、窗框四周与抹灰层之间的缝隙,宜采用保温材料和嵌缝密封膏密封,避免不同材料界面开裂,影响门窗的热工性能。
- ⑥ 采用全玻璃幕墙时,隔墙、楼板或梁与幕墙之间的间隙,应填充保温材料。

### 1.2.2 合理的建筑空间设计

合理的空间设计是在充分满足建筑使用功能要求的前提下,对建筑空间进行合理分隔(平面分隔和竖向分隔),以改善室内保温、通风、采光等微气候条件,从而达到节能的目的。

例如,在北方寒冷地区的住宅设计中,就经常将使用频率较少的房间(如厨房、餐厅、次卧等房间)布置在北侧,形成对北侧寒冷空气的温度阻尼区,从而达到节能及保证使用频率较多房间舒适度的目的;需要采暖或配置空调的建筑,应尽量将采暖或空调房间集中布置,以避免在采暖空调房与非采暖空调房之间发生大面积的能量交换,造成能量浪费。

## 1.3 我国建筑节能潜力最大的六大领域及其展望

建筑节能是一项系统的工程,必须在建筑的设计、施工、投入使用,直至后期改造或拆除的全过程中都应重视。目前,我国已建房屋中超过400亿平方米的建筑属于高耗能建筑,这些高耗能建筑占已建建筑约95%以上。要进一步加快我国的建筑节能工作,可从以