

首届中国建筑节能总工高峰论坛文集

建筑节能技术集成 及工程应用

杨惠忠 ● 主编

Building Energy Efficiency



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

首届中国建筑节能总工高峰论坛文集编委会 编

建筑节能技术集成 及工程应用

杨惠忠 ● 主编

江苏工业学院图书馆
藏书章



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

本书汇编了绿色建筑、建筑节能的技术系统及工程应用论文共 50 余篇，内容涉及绿色建筑设计方法优化与工程应用、建筑节能及检测评估的技术集成与工程应用、建筑节能的技术系统和新材料研究等方面的内容，是一本相当难得的关于绿色建筑、建筑节能的书籍。

本书可供绿色建筑设计、施工、咨询机构人员，建筑节能领域的房地产开发、设计、施工、质量监督、工程监理、检测机构及相关节能材料厂家等的节能管理机构、科研人员、技术人员和高等院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑节能技术集成及工程应用 / 杨惠忠主编. —北京: 中国电力出版社, 2008

ISBN 978 - 7 - 5083 - 6973 - 0

I. 建… II. 杨… III. 建筑 - 节能 IV. TU111.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 029344 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>

责任编辑: 周娟华 责任印制: 陈焊彬 责任校对: 太兴华

北京密云红光印刷厂印刷 · 各地新华书店经售

2008 年 3 月第 1 版 · 第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16 · 18 印张 · 445 千字 · 1 插页

定价: 42.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本社购书热线电话 (010 - 88386685)

编委会名单

总顾问：益德清

顾问：李海波 苑 麒

主 编：杨惠忠

编 委：冯德刚 孙大明 张 巍 武 倩

何承春 李 萍 朱 岷 丁雪建

张 琦 黄水良 李 新 王晓春

主 审：束晓前

序

随着环境意识的不断加强，人们追求一种与自然和谐相处、协调发展的建筑风格。绿色建筑是在设计与建造过程中，充分考虑建筑物与周围环境的协调，利用光能、风能等自然界中的能源，最大限度地减少能源的消耗以及对环境的污染的建筑。目前国家把资源节约作为一项基本国策，摆到重要位置。其中建筑节能是一项新课题，也是资源节约工作中的一个大头，因此党中央和国务院对建筑节能工作高度重视，政府和相关职能部门对于绿色建筑和建筑节能出台了一系列政策法规。今天，通过大家的共同努力，建筑节能工作已经取得了可喜的成效，从而为经济社会继续又快又好的发展提供了有力保障。同时，也使广大人民群众在优美的环境中生产生活，真正享受到改革和发展成果。

本次会议的召开受到业界的极大关注，邀请了建设部绿色建筑与节能的专家、政府职能部门的相关管理人员、建设行业的总工程师、质监、检测机构的相关人员，国内外相关建筑节能企业以及部、省、市节能示范项目单位的代表发言。报告内容十分丰富，从绿色建筑的设计与评估，建筑节能的设计、施工、检验、改造方法等方面进行了探讨和交流。为了进一步推动绿色建筑与建筑节能工作向纵深发展，我们将代表们的报告及大会收到的优秀论文整理成本次论坛的绿色建筑与建筑节能论文集，供业界人士交流、学习。

首届中国建筑节能总工高峰论坛论文集编委会

(总工论坛网址: <http://www.cn21best.com>)

2007. 杭州

目 录

A 绿色建筑设计方法优化与工程应用

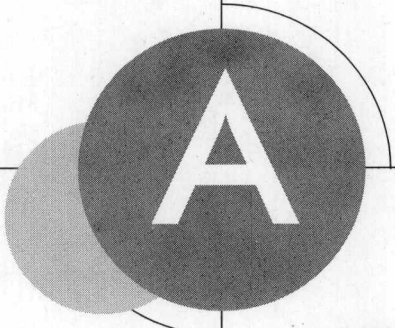
因地制宜——绿色建筑的灵魂	王有为	3
大型公共建筑自然通风问题的探索	徐吉沅 唐德超 刘 正	6
浙江省绿色建筑适宜性技术应用探讨	徐 雷 王靖华 杨 毅	12
某绿色生态办公大楼围护结构实时监测方案	孙金金 孙大明 姚 强 朱朝辉	15
我国发展绿色建筑的激励政策探索与研究	丁雪建 刘晓天 张 威	18
“健康”的建筑与“健康”的生活方式——关于绿色建筑的再思考	杨惠忠 甘浩东 尹正伟	25
绿色建筑设计中节水技术的应用与探讨	汤 民 戴起旦	30
南方建筑的绿色实践	林武生	36
生态型水景在住宅小区的成功运用——利用生态系统, 营造清澈水景	张 巍 金元欢	45
绿色建筑的规划设计	汤 民 戴起旦	50
绿色建筑节能浅析	汪勇军 黄水良	55
对种植屋面的设计探讨	朱永康 蔡增杰	59
生态设计软件 EcoTect 在建筑设计中的应用——绿色建筑的动态设计之一: 方案 阶段的生态考量	云 鹏 黄俊鹏	64

B 建筑节能及检验评估的技术集成与工程应用

建筑节能标准化及标准应用综述	徐一骥	73
国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》编制背景及主要内容	宋 波	86
关于常用绝热材料使用中有关问题的再认识 (探讨)	冯金秋	93
聚氨酯硬泡外墙外保温系统及其应用	赵霄龙 李 军	99
过程控制——建筑节能工程的关键所在——建设部建筑节能试点示范经验交流	沈建虎 杨惠忠	104
现场浇筑硬质泡沫聚氨酯外保温技术	康玉范	111
工业化板式内保温系统——复合保温石膏板系统分析	林清焰	123
建筑外墙保温体系防火安全性能试验研究	季广其 朱春玲 陈丹林 宋长友	128
浙江省墙体节能概述	于献青 林 倩	133
外墙外保温系统中专用砂浆的研究	曹力强 路永华 张 量	136
北美和英国冷负荷计算方法的历史和比较	云 鹏	141
杭州地区不同类型住宅对采暖空调能耗的影响研究	武 茜 李 金 王 莹	144
建筑工程外围护结构墙体节能相关节点的问题探讨	吴 萍 沈建清 方 立	152
建筑节能的检测评估及能效测评标识方法初讨	杨惠忠 郭 玲 冯德刚	155
XPS 挤塑聚苯板外墙外保温技术系统在夏热冬冷地区的应用	李 新 李 斌	159
关于加快新建住宅与既有住宅建筑节能研究问题	钱美丽 宣国年	165
挤塑型聚苯乙烯泡沫保温板 (XPS) 在薄抹灰外墙外保温系统中的应用	孙轶群 花海东 宋 磊	167
浙江省既有建筑门窗节能改造分析	杨燕萍	178
浙江地区公共建筑幕墙的节能设计	梁方岭 滕 荣	184
喷涂建筑用聚氨酯 (SPF) 保温防水材料特点、施工特点与性价比关系	姚 军	189
喷涂聚氨酯硬泡外保温系统在高层住宅中的应用	钱建芳 朱海军 冯兴良	193

C 建筑节能的技术系统和新材料研究及其他

外墙外保温施工工法合集解读	宋长友 黄振利	203
夏热冬冷地区既有公共建筑节能改造技术集成示范工程——浙江省建筑科学设计研究院办公楼	曾宪纯	211
夏热冬冷地区建筑节能 50% 和 65% 节能率的方案优化及经济技术分析	杨惠忠 程立志 费明权	215
外墙外保温系统施工管理与质量控制	滕 荣 沈建虎	219
轻质防火隔热浆料复合外保温体系对火反应性能评价	李广其 朱春玲 陈丹林 宋长友	222
浅谈耦合式地源热泵空调系统的设计	刘临川 顾 飞	227
论新型节水技术在房地产开发中的应用——招商地产节水示范工程案例研究	林武生 蔡增杰	231
建筑专业聚氨酯硬泡体 (SPF) 防水保温材料与冷库、冰箱聚氨酯硬泡体 (PUR) 保温材料的差异	姚 勇	239
板贴式硬质聚氨酯泡沫保温装饰集成板及外墙外保温系统研究	田军献	243
北京中冠大厦地源热泵的应用	朱 岷 林 倩	247
夹心保温墙体的应用	原长庆 李 斌	249
屋顶绿化打造城市第五立面	黄永良 程立志	251
外墙外保温综述	钱美丽 高明亮	255
室外真空排水排污技术的应用探讨	章伟康	261
全水基软发泡聚氨酯保温隔热材料在辽宁年华国际大厦的应用	刘 越 车铁军	266
外墙外保温系统中防水功能的重要性及 SEAL80 的应用	李 翔 张 量	269
红外成像仪检测技术在建筑节能中的应用	陈聚文 黄国扬 胡彬彬 李为杜	273
拜耳材料科技满足中国建筑市场节能需求的聚合物解决方案	朴相林	277



A

绿色建筑设计方法 优化与工程应用

因地制宜——绿色建筑的灵魂

王有为

(中国建筑科学研究院, 北京)

摘要:从绿色建筑的定义出发,指出“因地制宜”是绿色建筑的灵魂,并从气候、环境、资源、经济、文化的不同角度精辟地论述了这一观点。

关键词:绿色建筑 气候环境 资源 经济 文化

国内外有关绿色建筑定义的版本甚多,含义相近,但说法不一,侧重各异。在编制我国《绿色建筑评价标准》和《绿色建筑技术导则》时,为了结合我国的国情给出科学的定义,专门召开了有关的研讨会,拿出初稿后又经建设部科技委有关专家多次审阅修改,最终形成了标准中的定义:在建筑的全寿命周期内,最大限度地节约资源(节能、节地、节水、节材)、保护环境和减少污染,为人们提供健康、适用和高效的使用空间,与自然和谐共生的建筑。

上述定义充满了辩证唯物主义思想,是对立的统一,既能贯彻中央提出的科学发展观的思想,强调建筑业中的“四节一环保”,又要创建一个人性化的、符合大众生活与工作需要的空间,体现了“人-建筑-自然”的和谐。

绿色建筑的出现标志着传统的建筑设计摆脱了仅仅对建筑的美学、空间利用、形式、结构、色彩等方面的考虑,逐渐走向从生态的角度来看待建筑。过去工程师们神圣的“建筑是凝固的艺术”的观念必须改变,应该把建筑视为生态循环系统的有机组成部分,它的建造、使用、维护、拆除均与资源消耗、环境保护、CO₂排放等生态要素密切相关。应该说,这是建筑理念的转折、升华与创新,同时也为广大工程技术人员展现出一片新的发展前景,要求他们具备更高的技术素养来建造未来的建筑。

推广绿色建筑是不能强调国际接轨的。每个国家(或地区)在气候、环境、资源、经济及文化诸方面均有不同之处。我们必须紧紧地结合这些因素,考虑“四节一环保”及“以人为本”来建造各类建筑。这就是“全球性思考与本土化行动”,也就是通常所说的“因地制宜”。什么是“因地制宜”?我认为,“因”系“根据”,“制”系“制定”,故“因地制宜”是指根据不同地区的具体条件,制定相应的办法或措施。中国古代《吴越春秋·阖闾内传》指出:“夫筑城廓,立仓库,因地制宜,岂有天地之数以威邻国者乎?”在人文地理研究中,常把“地”理解为自然、社会、经济条件的统一,或天时、地利、人和三位一体。由此可见,我国古时已具备了这种辩证思维。“因地制宜”是绿色建筑的灵魂,也是考核工程技术人员的试金石。本文将依此展开讨论。

1 气候

全球可粗分为热带、温带和寒带。气候不但影响着人的穿着(从单衣到羽绒服),也同样影响着建筑设计。建筑设计应与所处气候相适应。

气候因素包括年平均温度、最高温度、最低温度;湿度、太阳能、降雨量与蒸发量;风力、风向、风速、主要季风等。

建筑与气候因素密切相关的是室内外温差与太阳辐射。我国北方地区室内外温差可达30℃,为阻止热交换,围护结构的热工性能是建筑节能中的重要参数,内保温、外保温、夹心保温等各种技术手段的选用及保温材料(岩棉、聚苯板、玻璃纤维等)的选择是节能设计中的关键技术。而在我国南方,室内外温差在10℃左右,围护结构的热工性能显然不是第一重要的;而太阳的辐射热会使建筑室内骤然升温,所以遮阳就处于相当重要的地位。气候中的温度条件是绿色建筑设计中极重要的一个参数。

风力、风向、风速是自然通风设计中必须掌握的重要参数。利用这些参数,结合地形地貌、建筑规划、建筑及地面介质可作出小区风环境的分析,加上建筑单体的开窗,建筑内部自然通风,起到少开或不开空调的效果,具备巨大的节能潜力。

太阳能利用是再生能源利用中的最重要内容。我国太阳能资源分布可分为四个地区,除西南少数城市外,大部分地区均可获得高品质的太阳能。现在的问题是如何与建筑一体化,最大面积地采集热量。太阳能利用要从单一的光热利用走向光电利用。

湿度过去不为人们所重视。温度和湿度均是与人的舒适感密切相关的,但解决湿度问题有难度,迄今未有理想的解决方法。随着节能工作的深入开展,湿度将提到研究日程中。

降雨量与蒸发量无疑是雨水利用的先决条件。随着景观与绿化在住宅建设中比重的提高,雨水利用将日显重要。

2 环境

这里所指的环境是广义的,除了地质环境及地表环境(平地、丘陵、湖、河)外,还包含交通环境、大气环境、水环境、生态环境等建筑外部环境,这些都与绿色建筑的规划设计休戚相关。

地震、风灾、泥石流、海啸、洪灾这些自然灾害危及人们的生命财产安全,在规划设计初期就应该考虑到。

地质环境中的地质构造、地下水位与绿色建筑中透水地面有关。众所周知,透水地面是住区生态的一大表征,它具有土地水分涵养、减少地表径流、降低洪峰、调节环境温度、降低热岛效应等作用。随着黏土、砂土、砾石等类别的变化,土壤渗透系数大不一样。有的研究认为,地下水位在1m以内,土质构造为黏土时,透水地面的效益不明显。

小区出入口的数量和设置与周边交通环境有关,数量过多或过少都会给物业管理、居民出行、人车分流等带来不利影响。

地形地貌更是涉及通风、遮光、造景、雨水回用、无障碍设计的要素。北高南低、西高东低能给采光、通风带来很大的实惠,但过大的高差又会给行走、无障碍设计带来不便。平坦的地势、较大的建筑密度,可能造成通风不畅。因此有时开发商宁可牺牲建筑面积,将底层架空而达到自然通风的效果。

有些情况下环境对绿色建筑的规划设计会起到举足轻重的作用。

3 资源

建筑业是消耗资源最大的产业,包括土地资源、材料资源、能源、水资源、工业废料、本土植物等。所以,定义绿色建筑时,首先提及的是最大限度地节约资源。

推广绿色建筑必须搞清当地的资源情况,包括绿色建材、本土植物、能源结构、工业废渣、水资源等。建筑消耗的是大宗物资,本土化既节约能源、保护环境(减少运输),还可促进当地相关产业的发展,所以这是界定绿色的一个标志。提出的标准包括施工现场500km以内生产的建筑材料重量占建筑材料总重量的70%以上。

绿化是绿色建筑中的一个基本内容。强调栽植本土植物,除了能适应当地气候和土壤条件而成活率高外,还可降低成本。当前花高价从外地引进名贵树种的倾向必须加以纠正。

贯彻循环经济的方针,重要的一点是利用工业废料制造建筑材料,这样既利用了废料,又保护了环境。粉煤灰、煤渣、煤矸石、磷渣都已成功用于建材生产。耐久性在今后必须深入研究的一种性能。提高耐久性,意味着节约资源。

我国东部沿海地区是经济发展较快的地区,有大量的软土地基,承载能力很低。结构轻量化能大大地节省地基基础造价,这也属于节约资源的范畴。

4 经济

经济是一切工作的基础。住宅建筑的绿色考虑必须与当地经济水准有基本衔接。每个地区的GDP与其房屋销售价有基本对应的关系。不仅是GDP,连每个地区的土地价、水价、电价、燃气价等都与绿色住区的建设紧密相连。

北京的水价已达每立方米3.70元。大连、济南、深圳等缺水严重的城市,在规划住区建设时,就十分关心再生水的利用(深圳市已考虑用海水冲抽水马桶),采取了中水利用、雨水回用等措施。北京一小区考虑中水回用进户冲厕,水价为每立方米0.82元,这样住户能得到很大的实惠。

装修到位是建设部近期的一项重要工作。二次装修造成资源浪费、安全隐患、环境破坏、邻里不睦、质量不保等许多问题。许多省会城市、大城市的装修成本与土建成本基本持平,我想应该是把这个非绿色建设的行为管起来的时候了。在经济基础较好的城市,很多人迄今还蒙在所谓“个性化装修”的鼓里。

目前,再生能源利用最好的方法是太阳能利用,尤其是建筑一体化,尽管会增大设施一次性投入的成本,但对环保、节能大有裨益。政府应有鼓励措施,在经济基础较好的城市率先实施。

有些住宅采用浪费资源的设施,如室内游泳池、按摩浴池等,这些应加以限制。

5 文化

我国历史悠久,有较厚的建筑文化底蕴。开展绿色建筑活动时,要全方位地传承,即既要传承乡土文化的“文脉”,也要选择地传承作为乡土文化载体的“人脉”;既要传承乡土文化的物质表象(即“形似”),也要注意传承乡土文化的精神内涵(即“神似”)。

我国各地的建筑形式充分体现了建筑文化,窑洞、蒙古包、吊脚楼、竹楼、皖南民居、干打垒、石结构等,应该说都是民族文化中的一个部分。

窑洞是在黄土高原巧妙利用地形、土质建造的住宅,具有冬暖夏凉、天然节能的效果。若在屋后设置一个通气孔,即是典型的造价低廉的绿色建筑。蒙古包是北方游牧民族为了适应迁徙需要而建造的御寒、防兽、便于拆装的住所。在包顶设制通风孔后,也可认为是廉价的绿色建筑。

需要注意的是,有些内涵的传承必须用科学的态度与时俱进。如徽派建筑中马头墙是建筑文化的一个表征(图1)。但在抗震设防地区,尤其是建小高层住宅时,2m左右的悬臂墙会给抗震安全带来很大问题。因此应在保持建筑文化和保证安全之间应进行权衡,作出合理的选择。

现在城市冠名甚多,如历史文化名城、风景旅游城市、资源城市、生态城市、花园城市等。我们在推行绿色建筑时,最好与之呼应,作出相应的特色。



图1 现代建筑中心的马头墙

6 总结

总之,工程技术人员在创建一个绿色建筑作品时,除了遵循“四节一环保”和“以人为本”的大原则外,千万不要忘了“因地制宜”是绿色建筑的灵魂。理论再深再好,也要与当地的实践相结合。因地制宜的内容不少,工程师需要掌握大量的信息,运用智慧巧妙地把二者结合起来,才能创作一个完美的作品。

绿色建筑向广大工程技术人员发出了一个新的信号:新的理念、新的境界、新的技术、新的素养、新的作品。

参考文献

- [1] 林宪德. 热湿气候的绿色建筑. 2003.
- [2] 王有为. 绿色建筑付诸行动的几点考虑. 2005.
- [3] 王有为. 绿色建筑带给结构工程师的思考. 2005.
- [4] 《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378—2006). 2006.

大型公共建筑自然通风问题的探索

徐吉浣¹ 唐德超² 刘 正³

(1. 同济大学, 上海; 2. 上海太平洋能源中心, 上海)

摘要: 大型公共建筑人流集中, 往往具有体量大、标准高、设备全等特点, 资源的消耗非常可观。因此在项目实施中, 如何贯彻绿色建筑的原则, 显得十分必要。现根据上海地区的气候特点, 从改善热环境角度出发, 分析了大型公共建筑中自然通风的合理性与必要性, 并对浦东国际机场二期航站楼工程进行了自然通风的可行性分析。用 ESP-Y 软件进行计算机模拟, 分析气流分布情况和新风量, 并绘制出在过渡季节时间进行自然通风时室内空气温度变化的曲线, 最后作了经济性分析。

关键词: 大型公共建筑 自然通风 绿色建筑

随着国民经济的发展, 基础设施的投入增加, 各地都在兴建一些大型公共建筑, 例如飞机场、火车站、体育馆、大剧院、星级宾馆等。这些场所建筑物往往具有体量大、标准高、设备全等特点, 并且人流集中, 因此不论在建设过程中, 还是在使用过程中, 资源的消耗都非常大。另外, 由于人流集中, 对新鲜空气的需要量非常大, 这些场所应当具备大规模的通风设施, 否则会使大厅内空气品质恶化, 甚至成为传染疾病的场所。2003 年“非典”流行过后, 人们已经普遍重视室内空气质量, 尤其是公共场所的室内空气质量问题。

因此, 在大型公共建筑的项目实施中, 如何贯彻绿色建筑的原则、提高室内环境品质、减少各种资源的消耗, 显得十分重要。

1 上海地区气象特点

上海地处北纬 $31^{\circ}11'$ 、东经 $121^{\circ}29'$, 属于我国气候分区的夏热冬冷地区。这里地理位置优越, 东面是太平洋, 西迎长江出海, 受季风影响明显, 四季分明, 气候温和。

根据典型气象年资料, 可以绘制出空气干球温度出现频率分布 (图 1)、空气相对湿度出现频率分布 (图 2) 和风速出现频率分布 (图 3)。

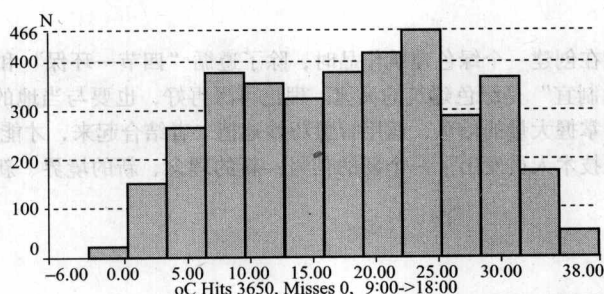


图 1 空气干球温度出现频率分布

从图 1 可以看出, 上海室外空气干球温度低于 0°C 出现频率很少, 而高于 35°C 的高温出现次数也不多。大部分时间气温在 $8\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间, 测试出现频率大于 3000, 占测试总数的 80% 以上。所以, 总的来说是比较温暖的地区。图 2 显示了室外空气的相对湿度。从图中可见, 相对湿度超过 60% 的出现频率较高, 相对湿度达到 100% 的频率也测到 280 次 (黄霉天), 因此, 夏季比较闷热。从风速分布频率图 (图 3) 来看, 大部分时间风速为 $2\sim 5\text{m/s}$, 出现 2620 次, 占 70% 以上。因此, 上海地区是风资源比较多的地方, 这给自然通风创造了有利的条件。

Period: Jan1 -> Dec 31
Type: Frequency, Bins: 14

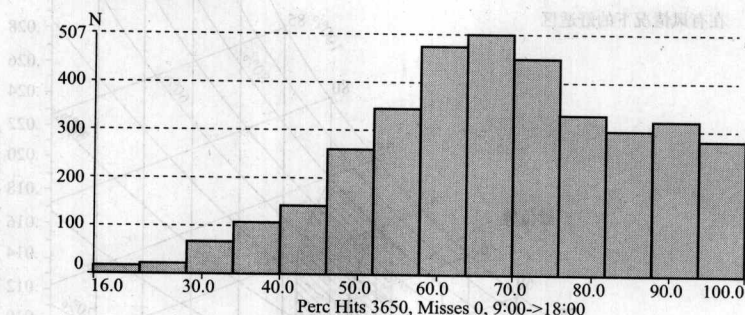


图2 空气相对湿度出现频率分布

Period: Jan1 -> Dec 31
Type: Frequency, Bins: 13

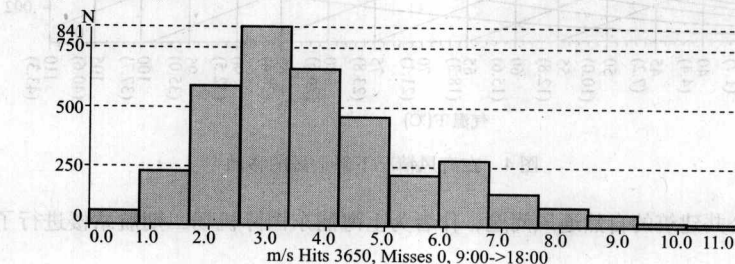


图3 风速出现频率分布

2 热舒适问题

近年来通风降温在全球范围普遍得到重视。上海地区老百姓历来喜欢开窗，自然通风可以说是人们传统的降温纳凉方式。这种现象是和本地区夏天闷热，过渡季时间比较长是有关系的。

图4所示为人体舒适区的移动。图中标的“原位置”表明室内无风情况下的舒适区，其舒适范围在相对湿度 $\phi = 20\% \sim 80\%$ 之间，空气温度在 $20 \sim 25^\circ\text{C}$ 之间。有风的情况下，舒适区向右移动，在同样相对湿度下，温度的舒适范围升高至 $23 \sim 29^\circ\text{C}$ 之间。

图4说明了在有风的情况下，即使温度高一点，人也是舒服的。在暖湿气候下，通风增加人的舒适度是因为当风吹过人的皮肤时，会促进皮肤表面的蒸发散热，给人一种凉爽的感觉。

国家建设部2005年发布的《绿色建筑技术导则》对室内空气品质有明确的要求：“人员经常停留的工作和居住空间应能自然通风。可结合建筑设计提高自然通风效率，如采用可开启窗扇自然通风、利用穿堂风竖向拔风作用通风等。”2006年6月1日我国第一部《绿色建筑评价标准》正式实施，室内环境质量成为其中的重要内容之一。在LEED标准中对室内环境质量的评分达到总分的21.8%。

大型公共建筑中，人员密度较大，内部又有许多发热设备，通风可以吸入新鲜空气，并排出热量和污浊的空气。但是，我们看到的情况是玻璃幕墙越来越多，而且有许多是封闭的玻璃幕墙。到了过渡季，空调系统停止运行，人就觉得很闷热。时间长了就会头晕，甚至传染疾病。

上海地区过渡季的时间较长，若以典型气象年资料中空气干球温度来计算， $10 \sim 30^\circ\text{C}$ 出现占全年统计总数的70%以上。为了节能，许多物业公司在这段时间停止空调系统的运行，也不送新风。这时，如果使用者不能开窗进行通风是十分难受的，也很不卫生。在建筑设计中，要改善室内环境，自然通风应当加以考虑。

另外，大型公共建筑内部空间比较高，有的还有中庭、塔楼。在同样气象条件下，建筑本身形成的风压和热压都比较大，这些已经为自然通风创造了有利条件。

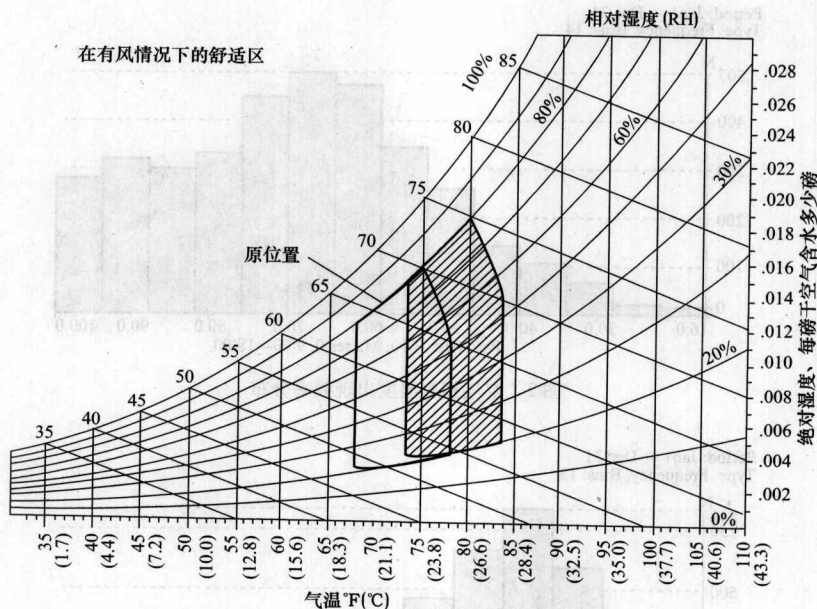


图4 在有风情况下舒适区的移动

为了探索大型公共建筑的通风问题,作者为上海浦东国际机场二期航站楼进行了自然通风的可行性研究。

3 案例分析

3.1 工程概况

上海浦东国际机场二期航站楼建筑面积 50 万 m^2 , 分为主楼、连接廊和候机长廊三部分。外墙以玻璃幕墙为主, 面积占 80% 左右, 内有 3 层, 总高度 32m, 设计的人流量为 5000 万人次/年。

3.2 自然通风方案

自然通风的方案如图 5 所示, 其中: 1 表示 1 层的 12 个门; 2 表示 3 层的 10 个门; 3 表示 3 层的南窗和北窗 (各 41m^2); 5 表示主楼的屋顶和天窗; 6 表示辅楼的屋顶和天窗。

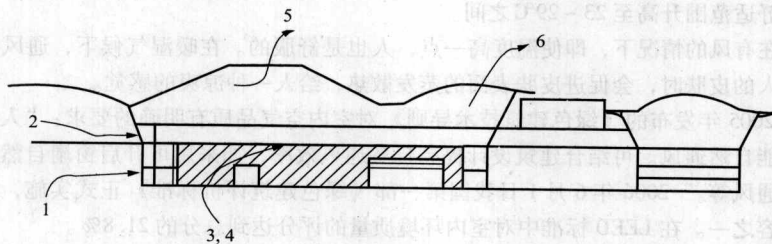


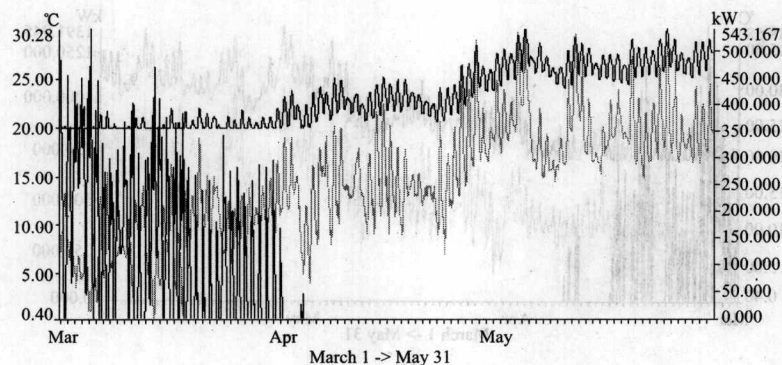
图5 自然通风示意图

3.3 计算机模拟分析

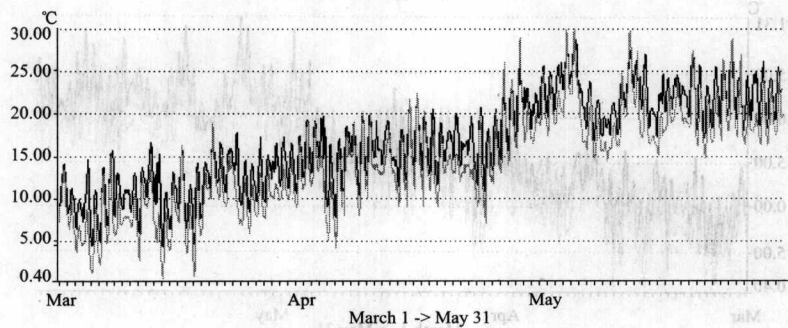
模拟的目的是掌握过渡季采用自然通风时室内空气温度的变化情况, 并和使用空调的能耗相比; 另外, 还需要计算出自然通风的换气量。模拟所用的工具是 ESP-r。

对航站楼从 3 月 1 日至 5 月 31 日的自然通风进行模拟, 计算所得空气温度与能耗如图 6 所示。

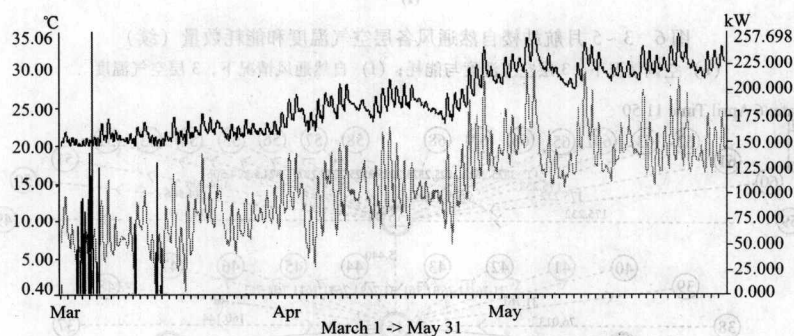
气流情况变化也很大, 以 4 月 6 日 11 点 50 分时刻为例, 计算所得的空气流量与分布如图 7 所示。



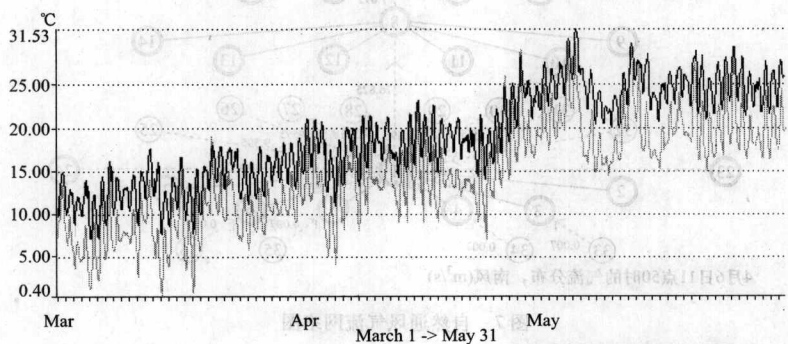
(a)



(b)



(c)



(d)

图6 3~5月航站楼自然通风各层空气温度和能耗数量

(a) 空调情况下, 1层空气温度与能耗; (b) 自然通风情况下, 1层空气温度;

(c) 空调情况下, 2层空气温度与能耗; (d) 自然通风情况下, 2层空气温度;

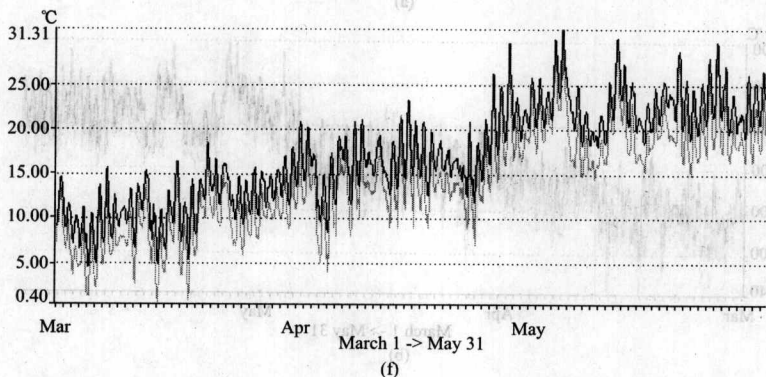
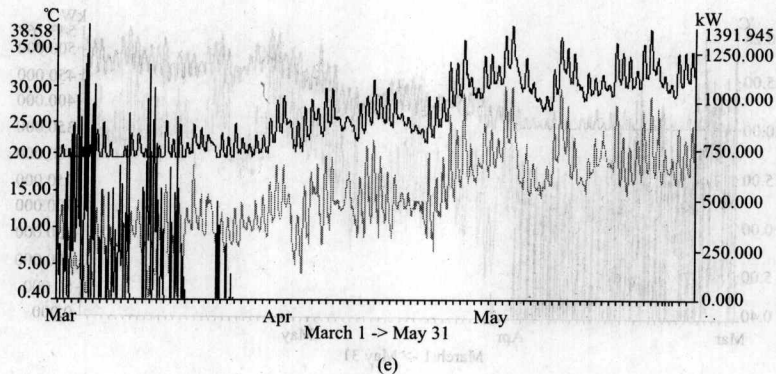


图6 3~5月航站楼自然通风各层空气温度和能耗数量(续)
(e) 空调情况下, 3层空气温度与能耗; (f) 自然通风情况下, 3层空气温度

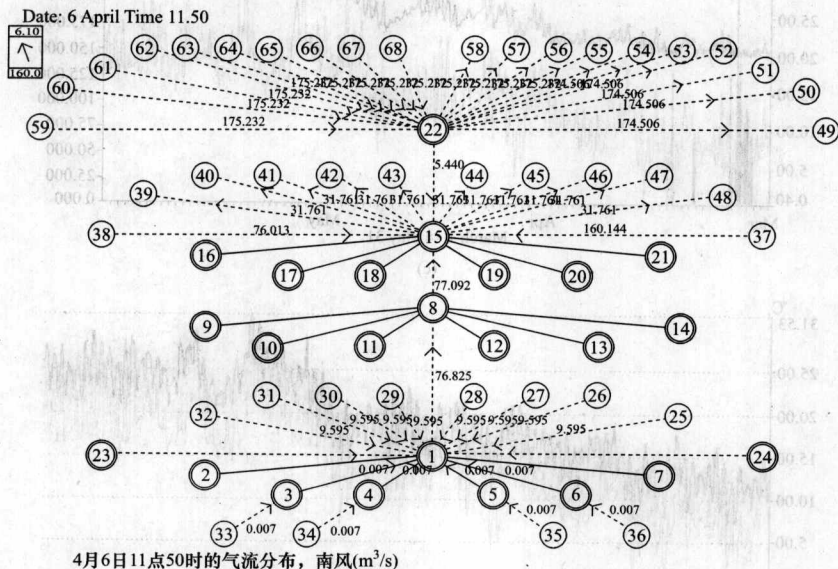


图7 自然通风气流网络图

- 注: 1. 双重圈为建筑热模型的物理分区。
2. 单圆圈为室外气候条件对模型作用的边界节点。
3. 图中实线所连气流通道为两个区在同一高度。
4. 图中虚线所连气流通道的两个区在不同过渡。
5. 图中通道上的数字为该时刻的气流率 (m^3/s)。模拟不同时刻的气流率, 可以显示气流的方向。