

华中科技大学
硕士学位论文
北京2008年奥运村“绿色住宅”模拟分析及设计探讨
姓名：马晓霞
申请学位级别：硕士
专业：建筑设计及其理论
指导教师：余庄
2002. 4. 29

摘要

本文以北京 2008 年奥运会研究课题中的奥运村为研究内容。在分析了奥运村原小区规划方案、住宅单体方案的基础上,以北京申奥三大理念“人文奥运、绿色奥运、科技奥运”中的绿色奥运为目标,结合计算机能耗模拟软件 DOE-2,进行了以下基于建筑节能的分析研究:

一、对奥运村住宅小区规划从组团布局方式、组团朝向变化、组团形体分析等方面出发,提出改进措施及新方案,结合北京地区的地理环境和气候特征,尤其是沙尘暴,进行计算机模拟分析,探讨最优化的组团布局、朝向及形体,得出住宅小区规划的指导性原则。

二、对奥运村住宅(3 种户型,从遮阳板(挑出尺寸、位置),窗户(窗户位置、玻璃材料以及传热系数)、建筑材料以及阳台、屋顶造型等方面出发,)加以合理系列变化,分析比较节能效应,寻求最优化的住宅方案,探讨绿色住宅设计原则、节能方法和技术指标,给招标和以后的设计提供参考。

本课题受国家自然科学基金资助项目(项目号: 59978017)支持。

关键词: 建筑节能分析 DOE-2 建筑性能分析 居住区规划 绿色住宅

Abstract

The study content is the Olympic Village of the Olympic research in Beijing in 2008 that the Project 59978017 supported by National Natural Science Foundation of China. Based on the analysis of layout and plans of the Olympic Village, we have done the followed studies by computer which object is the concept of "Culture Olympic, Green Olympic, and Technology Olympic".

1. From the variety of the plan, direction, shape of the Olympic Village, the article suggested several new plans and methods. Discussed the best plan, direction, shape of the buildings, there gets some principles combined environment and climate in Beijing by simulating and analyzing by using DOE-2.

2. The article changes the shade (dimension, place), windows (place, material, conduction coefficient), material, and balcony, roof of the three buildings of Olympic village. From these varieties, we figure out the design principle and the energy-saving methods of green Olympic apartment by simulating and analyzing the buildings by using DOE-2.

Keywords: Energy-saving Analysis DOE-2 Building Performance
Simulating Residential Districts Layout Green House

前言

北京申办 2008 年奥运会的三大理念是“人文奥运、绿色奥运、科技奥运”，所有奥运场馆以及奥运村的设计都要遵循这些原则。根据北京奥申委所做的奥林匹克公园总体规划中的“生态环保概念”篇，其中的主要内容为：

用“生态觉醒的浪潮席卷全球”来形容近年来公众对于环境的关注，并非言过其实。尊重自然、保护生态环境，坚持可持续发展的原则，创造健康的生活、生产、消费方式是新世纪北京城市规划和建筑设计十分重要的问题，也是人类更好地生存与发展的基本前提。

近年来，北京经济的高速发展，在取得巨大建设成就的同时，环境问题也日益严峻：空气质量恶化，沙尘暴的侵入，水资源的严重匮乏，交通拥堵等等，环境问题已经成为新世纪北京发展的重要课题。此次北京国际展览体育中心建筑群的规划必将会对未来北京城市的发展起到非常重要的作用。因此如何处理好规划地块内的环境，并使之与原有城市环境良好结合，就成这次规划的重要课题。并且通过合理规划，探求人与自然和谐发展的规律，为规划区域内部及周边环境乃至整个首都环境的改善做成贡献。

整体生态环境系统的平衡包括以下两部分内容：

一、把保护和维持建筑周边环境生态系统的平衡，作为规划新区与其周围自然环境共生的设计基础。

具体地说，即结合地形、气候等实际情况，充分考虑规划建筑建成后对周围地区光环境、热环境、风环境、电磁环境等的影响，通过对建筑布局、分区、形态、结构、材料、设备进行合理的设计，以尽可能减少对原有生态环境破坏的基础上，提高规划地块的整体质量。

二、利用各种自然条件，采用生态手段，在节省能源和环保的前提下，创造良好的室内外环境。概括地说，主要分以下几个方面：

1、选用生态、环保的新型建材，并充分考虑其可回收性，以减少能耗，

如：(1)建筑外围护系统采用隔热、保温及气密性设计，选用环保建材。(2)外窗考虑采用遮阳板及高热工性能的玻璃。

2、使用清洁能源或采用自然方法，减少能耗。如：(1)结合设计中的大面积屋顶，采用太阳能板，收集太阳能，为新区解决部分用电及部分生活热水。(2)利用建筑造型及细部设计，形成自然通风，调节室内外温度、湿度及空气质量等等。

3、利用高科技智能化的设施及系统，使窗口、洞口及遮阳等设施，可随气候变化自动调节，更好地满足使用者对舒适度的要求，减少能耗。

4、绿化、水面（包括供水）设计等方式，改善人工建筑环境。

(1)利用墙壁及屋顶绿化隔热，利用室内绿化调节室内温度及空气质量等，在减少能耗的同时，提供丰富的视觉景观。

(2)利用水池、循环喷水系统、调节小气候。

(3)雨水经地块内大面积屋面的有组织回收及过滤，作为绿化浇灌的主要水源，节约宝贵的自来水。

(4)区域内设计中水系统，提高水资源的利用率，以节约用水。

.....

绿色建筑的设计意义也在于：

绿色建筑是一种象征着节能的、环保的、健康的、高效的人居环境，是现代建筑为满足人类生存与发展要求的理想建筑。传统的建筑往往疏于考虑建筑的位置、设计元素、能源和资源的制约、建筑体系以及建筑功能等因素之间的相互关系。而绿色建筑则通过一个集成设计方法，充分考虑了这些因素彼此之间的相互作用。气候与建筑方位、昼光的利用等设计因素、建筑外表面与体系的选择以及经济准则和居住者的活动等诸多因素，都需要在集成方法中予以考虑。

绿色奥运的成功之处应在于致力于水资源与能源的节约，所有的奥运场馆设施应被要求考虑或采用节水与节能的设计概念与设备。关于能源节约的具体

做法,例如在体育场馆建筑设计和奥运村住宅规划设计上同时大量采取自然通风与采光,如果需要动能,则引进太阳能加以转化为电能,以降低能源损耗;而奥运村,也可以使用太阳能作为主要的能源来产生电力。

本论文即根据以上原则,征得北京奥申委的同意,对 2008 年北京奥林匹克公园中的奥运村小区组团规划和住宅单体进行了建筑性能的各项模拟分析及设计探讨。其中包括:

一、奥运村小区组团规划模拟分析及设计探讨

- 1、组团布局变化的模拟分析及设计探讨
- 2、组团朝向变化的模拟分析及设计探讨
- 3、组团形体变化的模拟分析及设计探讨

二、奥运村“绿色住宅”模拟分析及设计探讨

- 1、屋顶造型变化模拟分析及设计探讨
- 2、外围护结构材料变化模拟分析及设计探讨
- 3、水平遮阳板系列变化模拟分析及设计探讨
- 4、阳台系列变化模拟分析及设计探讨
- 5、窗户和玻璃的系列变化模拟分析及设计探讨

第一章 绿色住宅和建筑气候

1.1 绿色建筑和绿色住宅

1.1.1 序言

今天,可持续发展的概念、准则和行动纲领,已为国际社会所公认,世界各国政府都在着手制定本国的 21 世纪议程,确立环境与发展的方向,积极探索社会、经济和环境可持续发展的途径。各行各业也纷纷行动起来,研究和制定相关领域的可持续发展计划,并以生态环境良性循环为目标开展跨学科、跨地域的合作,实施一些大型生态工程。

中国作为最大的发展中国家,虽然面临人口众多、经济落后和资源匮乏的重重困难,仍然以高瞻远瞩的战略眼光和极大的魄力,从 70 年代开始建设堪称世界之最的生态工程——“三北”防护林体系;80 年代起在全国实施推广“生态农业”技术和建设农业“生态村”工程,并已取得举世瞩目的成就;在建筑界大力推广节能节地措施,开发、建设节能小区、太阳能小区,及时制定节约土地的有关政策和法规,积极开发利用地下空间,成绩显著。

1992 年巴西里约热内卢联合国环境与发展大会后,中国随即在 1994 年制定了《中国 21 世纪议程》,提出促进经济、社会、资源、环境及人口、教育相互协调、可持续发展的总体战略和政策、措施。《中国 21 世纪议程》是我国各行各业制定发展计划的纲领性文件。

近几年来,中国建筑界紧跟时代步伐,积极开展相关领域的可持续发展的研究与实践,已取得初步成果。清华大学吴良镛院士在 1997 年《建筑学报》上发表的《关于建筑学未来的几点思考》一文则是一篇具有指导意义的文件,他以敏锐的洞察力回顾了 20 世纪建筑学的历程,并以高瞻远瞩的战略眼光指明中国建筑的方向。吴良镛院士在文中强调:“可持续发展作为时代的主旋律,

正在和继续发挥着巨大的影响”，“可持续发展将促进建筑学的重大发展”。东南大学鲍家声教授发表《可持续发展与建筑的未来》一文，就可持续发展建筑的内涵和方法论提出“五个走向”，即走向尊重自然的建筑；走向开放的建筑；走向集约化设计；走向跨学科的设计和走向实践，国家自然科学基金委员会已连续召开了四次有关“人类聚居环境”的青年学者研讨会，在国内引起较大反响。一批中青年学者在各自研究的基础上，也陆续发表了一批高质量论文，为中国建筑的发展填写了浓重的一笔。

1.1.2 绿色建筑

1996 年，国家自然科学基金委员会正式将“绿色建筑体系研究”列为“九五”的重点资助课题，1998 年又将“可持续发展的中国人居环境研究”列为重点资助课题，对建筑学科的可持续发展研究提供了明确的导向和有力的支持。

关于绿色建筑，其历史十分悠久。原生的绿色建筑曾伴随着人类一起诞生和成长，世界各地的原始住居及其发展所形成的体系已延续数千年，度过了漫长的农业文明时期。工业革命之后，科学技术产生了巨大的生产力，促进了社会繁荣、经济增长，但是却助长了人类部分无休止膨胀的欲望，自然资源被肆意滥用，生存环境恶化，人类住区渐为灰色所吞噬。本世纪 60 年代，公害事件和环境污染频生，从而引发一场绿色建筑运动。70 年代，这场建筑运动达到高潮。在这样的背景下，一些建筑师和建筑团体开展了节能建筑、生土建筑、生态建筑等“绿色”研究与实践。以美国为例，1974 年，建筑师西姆·凡·得·瑞恩设计建造了据称全美第一座循环自给性城市住宅，综合使用了太阳能供热、回收利用废弃物、自产粮食等多种绿色技术，被称为“生态建筑”。而更多的还是以节能和推广绿色能源（太阳能、风能、水能、生物能等）为中心开展的实验性探索，反映了西方国家社会和经济面临能源危机的时代特点。

绿色建筑是一种象征着节能的、环保的、健康的、高效的人居环境，是现

代建筑为满足人类生存与发展要求的理想建筑。绿色是指人与自然的关系，那么，绿色建筑就应处理好人、建筑、自然三者之间的关系，它既要为人创造一个舒适的空间小环境，同时又要保护好周围的大环境（自然环境）。绿色建筑也可称为生态可持续性建筑，即在不损害基本生态环境的前提下，使建筑空间得以长时期满足人类健康地从事社会和经济活动的需要。

可持续发展理论深刻揭示了“自然—社会—经济”复杂系统的运行机制，既揭示了自然规律和人的规律，也揭示了在更高层次上自然与人文相互交织演进的规律。今天在中国全面实施可持续发展战略的新形式下，我们开展绿色建筑技术的研究，其内涵本质就是在可持续发展理论的指导下，集中解决环境与发展两个主题的有限体系，树立生态文明观，以自然界为人类生存与发展的物质基础；以人与自然的共生，人工环境与自然环境的共生重构人类住区体系；并以生态伦理重塑建筑师的职业道德。建筑学家和建筑师应通过其所创造的空间环境，促进人与自然之间协调进化；促进人与人之间和谐共济、平等发展。

绿色建筑技术的发展主要表现在技术学研究方面，它涉及到建筑学及相关学科许多基础理论，如生态系统循环理论，主要包括不同的物种循环规律，能量流动转化规律，气候变异规律，建筑中能量转换传递规律，建筑物与外部环境热湿交互作用规律等。作为一门庞大的应用技术体系研究，其内容牵涉到现代科学的方方面面。包括对可再生自然能源（太阳能、风能、地热）的利用，提高建筑中能源利用效率（包括采暖、空调、热水供应、炊事、照明、家用电器等方面能耗），对新型材料的采用，如研制轻质材料以及高强度混凝土、轻骨料混凝土、纤维混凝土、混凝土的各种外加剂、多功能的人造材料、高分子材料、复合材料和综合利用工业废料等，建立一个运用计算机技术、自动化控制技术、通讯技术以及图形显示技术（4C 技术）集成的计算机网络控制系统。

由于建筑业已经成为国内的支柱产业，而国内在建筑的设计阶段，各项绿色建筑技术的设计和模拟，即设计阶段的可控性，还没有在设计阶段采用和体现。由于绿色建筑的建造目的为使用者舒适；节约能量；环境保护的可持续性；

工程适应性。要达到这些目标，且能够实现并产生巨大的经济效益，必须进行一系列绿色建筑技术的研究。

1.2 建筑气候与建筑节能

1.2.1 建筑气候与气候设计

建筑处在自然环境中，它与气候的关系十分密切，建筑是从避风雨防兽害中产生，随着生产和生活需求的不断提高而发展起来的。建筑首先要满足使用功能的要求，做到“因地制宜”，能符合地区的地理环境和气候条件，使建筑无论在总体规划、个体设计方面，或是建筑措施、建筑形式方面，除了反映生产与生活的需要和社会与景观外，都在一定程度上反映了各地区气候特点。

建筑气候的研究是要弄清楚建筑与气候之间相互作用的规律，明确各气候因素对建筑的影响，科学地提出建筑上有关自然气候条件的设计依据，明确各气候区建筑设计的要求、设计原则与相应的技术措施，使建筑设计者在设计中能充分适应和利用当地气候的有利因素，同时在设计中改善和控制当地气候的不利因素。建筑的规划、建筑设计与房屋施工等无不受到气候的巨大影响，建筑工作者应掌握有关建筑气候的基本知识和原理，在具体的建筑设计中，学会如何从建筑气候的角度来考虑：建筑群朝向、间距与布局形式的选择，建筑体型与空间的组合，建筑形式与装饰以及建筑综合措施等，从而使建筑的规划与设计更加合理，进一步提高建筑的设计质量，创造更加完善的劳动和生活环境。

建筑的基本功能之一，是防御自然界各种气候因素的作用，为人们的生活和生产提供良好的室内气候条件。因此，建筑必须适应气候的特点。建筑设计的任务就在于必须了解当地气候要素的变化规律及其特征，以便从规划到设计采取综合措施，从而获得合适的室内气候条件，以利于健康。

气候设计的概念大约出现于 20 世纪 60 年代。气候设计所涉及的内容实际上是建筑师在建筑设计中所要解决的问题。当然，过去建筑师们并没有完全忽

略气候，绝大多数的房屋也是考虑了气候条件的，例如住宅要争取好的朝向，防西晒、防台风、防雨淋等。可是进一步，如分析建筑所在地的气象数据、气象特征，研究利用自然能潜力，预测室内气候改善的途径，建筑节能问题等往往看成是采暖空调工程师的工作范围。建筑师对此不作过多的研究和考虑，这是不全面的。实际上，从建筑师手中争取能源大有可为，如果利用被动式自然冷却、降温的方法来提高室内热环境质量，主要决定于建筑的方案和措施，不是依靠建筑设备。

本文应用的计算机模拟软件 DOE 程序用 13 种气象资料来描述建筑所处的环境，它们包括：大气压、室外干球温度、室外湿球温度或露点温度、云态、云量、相对湿度（绝对湿度）、室外空气焓、室外空气密度、风速、风向、太阳散射辐射强度、地面散射辐射强度和降雪量。

1.2.2 中国建筑气候分区

表 1-1 建筑热工设计分区及设计要求

分区名称	分区指标		设计要求
	主要指标	辅助指标	
严寒地区	最冷月平均温度 $\leq -10^{\circ}\text{C}$	日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数 $\geq 145\text{d}$	必须充分满足冬季保温要求，一般可不考虑夏季防热
寒冷地区	最冷月平均温度 $0 \sim -10^{\circ}\text{C}$	日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数 $90 \sim 145\text{d}$	应满足冬季保温要求，部分地区兼顾夏季防热
夏热冬冷地区	最冷月平均温度 $0 \sim 10^{\circ}\text{C}$ ，最热月平均温度 $25 \sim 30^{\circ}\text{C}$	日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数 $0 \sim 90\text{d}$ ，日平均温度 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 的天数 $40 \sim 110\text{d}$	必须满足夏季防热要求，适当兼顾冬季保温
夏热冬暖地区	最冷月平均温度 $> 10^{\circ}\text{C}$ ，最热月平均温度 $25 \sim 29^{\circ}\text{C}$	日平均温度 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 的天数 $100 \sim 200\text{d}$	必须充分满足夏季防热要求，一般可不考虑冬季保温
温和地区	最冷月平均温度 $0 \sim 13^{\circ}\text{C}$ ，最热月平均温度 $18 \sim 25^{\circ}\text{C}$	日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数 $0 \sim 90\text{d}$	部分地区应考虑冬季保温，一般可不考虑夏季防热

不同的气候条件对房屋建筑提出不同的要求。炎热地区需要通风、遮阳、隔热,以防室内过热。寒冷地区需要采暖、防寒和保温。为了明确建筑和气候两者的科学联系,使各地建筑可以更充分地利用和适应气候条件,做到因地制宜,我国《民用建筑热工设计规范》,从建筑热工设计的角度,对我国各地气候作如表划分(表 1-1)。

1.2.3 气候因素与建筑节能的关系

由于北方寒冷气团的频繁侵袭,与世界同纬度地区相比,我国冬季气温低得多。冷天时间又相当漫长,因而供暖度日数较大,特别要比欧洲国家大很多。在如此严酷的气候条件下,搞好建筑保温,并提高供暖设施的热效率,对于改善我国人民冬季室内的热环境,节约供暖用能源,具有特别的意义。

与世界同纬度地区相比,我国夏季气温较高,尤其是长江流域一带,气温较高,天热时间又长。酷热的气候环境,对生活、工作造成十分不利的影响。在人民生活水平日益提高的情况下,采取降温、通风措施,必然成为夏热地区人民的迫切需要,由此又引起能源的大量消耗与电力的过度紧张。因此,提高建筑物的隔热性能和空调设备的制冷效率,是建筑节能的基本条件,必须十分重视。

我国东部地区热天和冷天过高的湿度,加剧了严寒和酷暑对健康的威胁,使人体更加感到不舒服。为了提高建筑的舒适性,必须在改善建筑热环境的同时,注意改善建筑湿环境,并为此采取相应的措施。

与欧洲供暖地区相比,我国冬季日照时间长得多,日照百分率高得多,太阳辐射得热也多得多。这是大自然赐予我们的一笔极大财富。欧洲国家冬天太阳能只有我们的几分之一,尚且在建筑中积极研究和加以利用,我国具有丰富的太阳能资源,在建筑中更应充分利用太阳热能,特别是南向太阳辐射,对于节约供暖能耗,提高热舒适程度,增进人民健康,都会大有益处。

1.3 北京地区气候特征

当设计住宅时,气候特征是首先考虑的因素,因为为满足舒适的室内环境,气候决定如何去设计建筑。北京地区夏热冬冷,2000年的夏天,整个7月份几乎都在40℃左右。下面介绍北京的气候特征。

1.3.1 北京气候特征

北京地区处于东亚大陆东岸,位于北纬39度56分,东经116度20分。北京市地处华北大平原北端,西、北、东三面环山。全市山区面积约占总面积的2/3,最高处海拔2303米,市区中心海拔43.17米,最低处仅8米。

北京地区为典型的暖温带半湿润大陆性季风气候,年降水量644毫米。北京四季分明,冬季干燥,春季多风,夏季多雨,秋季晴朗温和,年平均气温10—12摄氏度。

冬季,经由西北部吹来的冷空气,受高山阻挡,下沉时又受增温作用,因此北京冬季比其它同纬度地区温暖,无霜期约180—200天;夏季因东南暖湿气流受海洋调节作用,亦不热。这使北京形成了夏无酷暑,冬无严寒的优越气候条件。而每年9—10月,秋高气爽,气候宜人,空气质量为1—2级,是一年中最美的季节。全年7月最热,月平均气温26℃,1月最冷,月平均气温—4—5℃;极端最高气温为35—44℃之间,极端最低气温为—27.4—14℃之间。

春季:气温回升快,日较差大。但冷暖空气交替活动频繁,气温多变,时有大风、降温天气(大风日数占全年大风日数的36%,日平均气温24小时下降6℃以上的日数占全年降温日数的44%)。春季(3—5月)降水量为45—80mm,仅占年降水量的10%左右。由于气温回升快,湿度小,降水量少,故土壤干燥,大风沙天气时有发生。春季短促,约两个月左右进入夏季,这也是北京大陆性气候的一个特点。

夏季:炎热多雨是其显著的特点。7月份平均气温为22—26℃之间。夏季

(6-8月)降水量在400-600mm之间,约占全年降水量的75%,而7-8月降水量要占65%左右。降水强度大,往往是几次暴雨或一两次暴雨加几次大雨的降水量就相当于月降水量。

秋季:冷暖适宜、晴朗少雨是本季的特点。秋季(9-11月)降水量为70-11mm之间。季降水量只占年降水量的14%。降温迅速,使秋季的持续时间比春季还要短。

冬季:寒冷干燥、多风少雪、季节漫长是本季节的特点。1月平均气温在0℃以下。冬季(12-2月)降水量只有10mm左右,仅占年降水量的2%。寒潮、大风年年发生,只是强度及次数不同而已。

1.3.2 北京沙尘暴

北京的风沙活动由来已久,早在13世纪的元代,北京就有沙尘暴的记录。明清至民国,沙尘暴继续发展。不过前人一直认为北京的风沙来自于外地,来自河北坝上和内蒙古。这是由直观感觉到的印象,其实是不准确的。北京春天的大风和部分沙尘,确实来源于河北坝上和内蒙古,然而沙和大部分沙尘,却来源于北京本地,这是许多人所不清楚的。图1-1、图1-2为北京沙尘暴中的路上行人和建筑。



图 1-1 北京沙尘暴中路上行人

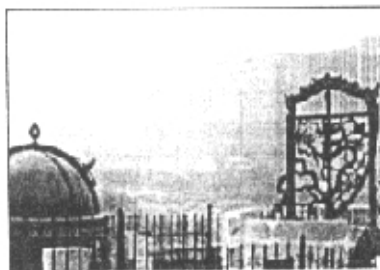


图 1-2 北京沙尘暴中的建筑

科学家曾对北京的风积沙做过鉴定,发现北京沙的重矿物和不稳定矿物成分,明显高于周围的浑善达克沙地、毛乌素沙地、科尔沁沙地,说明其间没有

联系,北京沙的磨圆度较差,表面比较粗糙,也与周围地区沙漠沙有显著的区别。由此,科学家得出结论说,北京沙的上述特点证明其搬运距离短,形成时间晚,属于北京本地所产之沙,即人们常说的就地起沙。

以上结论非常重要,它说明北京治沙也要立足于本地。北京本地沙源在哪里?经过考察研究,北京本地主要沙源其一是永定河、潮白河诸河流,这些河流在历史时期因洪水而多次改道,在地表留下了许多故河道、故河滩,成为重要的沙源。大兴区南部、房山区东部有5条沙带,总面积达439.28平方公里。其二,北京地下有沙源。北京有大量的沙、砾沉积,后来被泥土掩埋在地下深处。当基建施工挖到距地表8~10米处,即会见到沙、砾。

永定河故河道、故河滩上的流沙,原先已被植物所固定,但是在“以粮为纲”的年代,当地群众纷纷在此开荒耕种,结果导致固定沙丘活化,变成了流动沙丘,这里的沙尘源源不断飞往北京城区。北京城内和近郊建筑工地很多。这些建筑工地都要挖很深的地槽,结果使潜伏在地下的粉沙重见天日。

当然,除了北京本地有沙尘源以外,北京周围地区还有大量的沙尘源。北京东有科尔沁沙地,北有浑善达克沙地,西有毛乌素沙地、库布齐沙漠、乌兰布和沙漠、宁夏沙地、腾格里沙漠、巴丹吉林沙漠,北京实际上被沙漠所包围。除科尔沁沙地以外,其余均在北京的上风区,春天三四月份的季风很容易将沙漠地区的沙尘吹到北京来,增加了北京的沙尘(图1-3、图1-4、图1-5)。



图1-3 在北京长安街上,不堪忍受沙尘的骑车人以手掩面,艰难前行。

图 1-1 守卫在天安门广场的武警战士在漫天黄尘中坚守岗位。

图 1-5 2001 年第五次沙尘暴席卷北京：八级左右的北风伴随着沙尘暴，席卷整个北京城，遮天蔽日的浮尘、扬沙使街头市民纷纷蒙面出行。

第二章 北京 2008 年奥运会体育场馆及奥运村

2.1 悉尼绿色奥运的启示

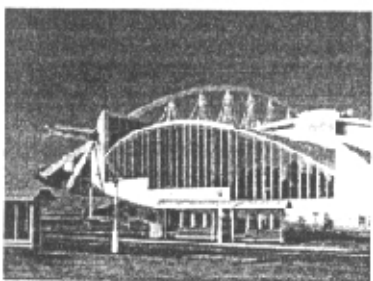


图 2-1、2、3 悉尼奥运会体育场馆

美丽悉尼，绿色奥运（图 2-1、图 2-2、图 2-3）。这是当初悉尼申办 2000 年奥运会主办权时打出的一句宣传口号，也是悉尼在最后的申办中险胜北京的一件重要法宝。

悉尼奥运组织者对环境的承诺包含五大部分，即能量循环、水资源回收、减小和避免浪费、污染处理以及重要的自然和文化景观保护。

对悉尼奥林匹克公园所在地海姆布士海湾进行全面清理和改造，算得上是此次悉尼“绿色奥运”中精华之所在。在对占地 160 公顷的海姆布士海湾将近 900 万吨的家居建筑、商业设施和工业废物进行清理后，这个昔日的超级废墟如今面貌一新。悉尼“绿色奥运”的另一项杰作则要属将容纳万多名运动员的奥运村，因为该村正在实行的可循环能量和能量功效的充分利用将成为世界上同一领域的成功典范。

同时，筹委会更致力于水资源与能源的节约，所有的奥运场馆设施都被要求考虑或采用节水与节能的设计概念与设备，包括雨水的收集，例如澳大利亚体育场的屋面便是雨水收集系统的一部分，顺着屋面流入大型收集槽的

雨水将被回收处理用来作为冲马桶的卫生用水，也可喷洒浇灌体育场内的大片草地。关于能源节约的具体做法，则是于场馆建筑设计上大量采取自然通风与采光，如果需要动能，则引进太阳能加以转化为电能，以降低能源损耗，因此包括悉尼超级巨蛋室内体育馆，便拥有全澳洲最大的屋顶太阳能系统；而奥运村与游艇竞赛中心，也都使用了太阳能作为主要的能源来产生电力；其中，奥运村更是全世界最大的太阳能村。

2.2 北京 2008 年奥运会体育场馆介绍

“人文奥运、绿色奥运、科技奥运”是北京申办 2008 年奥运会的三大理念，所有奥运场馆的设计也遵循了这些原则（图 2-4、图 2-5、图 2-6）。

按计划，北京将为 2008 年奥运会新建奥运场馆 8 个，改造旧有场馆 13 个，加上本来要建设的 11 个场馆，到 2008 年时北京将拥有设施完善、完全符合奥林匹克比赛要求的大中型场馆 32 个，经过改造的训练场馆 58 个。北京的体育场馆将达到世界一流水准。

场馆设计坚持了“以人为本”的原则，力求使体育场馆规划布局合理、功能完善、交通便捷，以便能让更多的市民直接参与体育比赛或其它活动，充分体现了“人文奥运”的特点。奥运场馆设计中还注入了高科技的内容。数字化宽带通讯、电子信息技术和其它计算机技术的应用，使奥运比赛场馆更具有现代化。包括设备更新、建筑节能、节水技术和太阳能技术应用在内的新结构体系，新型建材以及电子信息处理系统等都在场馆的规划设计中得到体现，同时智能化设计也要融入现代奥运场馆的设计之中。2008 年奥运会在北京举办时，每个记者席上都将有一台与国际互联网相通的电脑，可用来查阅信息、转发稿件。

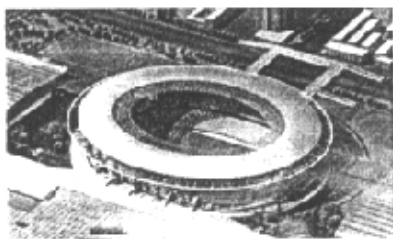


图 2-4、5、6 北京 2008 年申奥体育场馆

“绿色奥运”的内容非常广泛。除了种树、种草，绿化城市、改善生态环境外，节能、节水、太阳能的利用、河湖的整治、大气污染的治理、甚至包括无公害的建材制品应用，在场馆建设中等都是“绿色奥运”的范畴。

不久前，首都体育馆、奥体中心体育馆和工人体育场刚刚完成了环保工程的改造，充分体现了功能、环保、节能和艺术方面的有机结合。今后，北京奥申委还将在场馆设计中考虑地热采暖和风力发电的应用，环保的内容将会更加丰富。

在奥运场馆建设方面，根据 2008 年奥运会的比赛需要，北京将计划修建场馆十九座，占地十二万平方公里，其中八个场馆为奥运会专建，加上北京原有的十三个比赛场馆以及设在外地的五个场馆，北京

将具备同时进行二十八个比赛项目的能力。

奥运会赛场中心区位于奥林匹克花园里，方圆一千二百一十五公顷的面积中，有七百八十公顷芬芳的森林和绿地，占地四百零五公顷的国际展览体育中心，占地五十公顷、内容丰富的中华民俗博物馆，还将有十四个汇集绿色、人文、科技奥运理念的最现代化的体育场，记者村、新闻中心、广播电视中心也遍布其间。

在体育设施建设方面，北京将规划建设一座能容纳八万人的奥运会主体育场，以及一个有十五块比赛场地、二十块训练场地的网球中心。此外，曲棍球场、体操馆、乒乓球馆等设施也将笑迎世界各路体育精英。

在交通运输方面,为了保证运动员和观众能及时到达比赛现场,做好比赛之后的交通疏散工作,北京把比赛场馆大部分建在四环路附近,这条“申奥大道”将吸纳二、三环路百分之三十以上的车流量。同时,北京还将利用地下、空中等多种交通运输工具,满足高峰时交通疏散要求。新建的地铁五号线将直通奥运会主会场,围绕北京国际展览体育中心的轻轨列车也可抵达各比赛场馆。届时,一半以上的场馆在二十分钟内可以到达,从奥运村到达最远的比赛场馆也仅需半个小时路程。

为了给运动员提供舒适的居住环境,组委会将利用新建成的三十六万平方米的高级公寓作为奥运会期间的运动员村,该“村”可以提供一万七千六百个床位,平均给每个运动员提供的生活空间高达二十二点五平方米。北京市市长刘淇承诺,北京将给所有奥运会运动员一个“家”。

北京奥运村以“科技奥运、绿色奥运”为宗旨,在工艺流程、设备、材料的使用等方面,注意保护环境。奥运村在建成后将成为北京市内规模最大、环境优美的绿色生态园区。

2.3 北京 2008 年奥运村方案介绍

北京正在精心规划、全力打造具有世界一流水准的奥运村,以使各国运动员在奥运村的经历成为他们一生美好的回忆。

北京奥林匹克公园中的运动员村(图 2-7)放在规划区块内的最北端,该地块相对独立,面向洼里森林公园,环境优美安静,有利于赛后作为居住小区出售。运动员村公寓总建筑面积为 35.5 万平方米,在比赛期间满足 16000 名运动员居住、娱乐、宗教的要求,在赛后一部分继续为参加各种比赛的运动员提供住宿,一部分为国际展览中心参展人员服务,开发条件成熟后,分期拆至各大高校作为大学生高级宿舍。

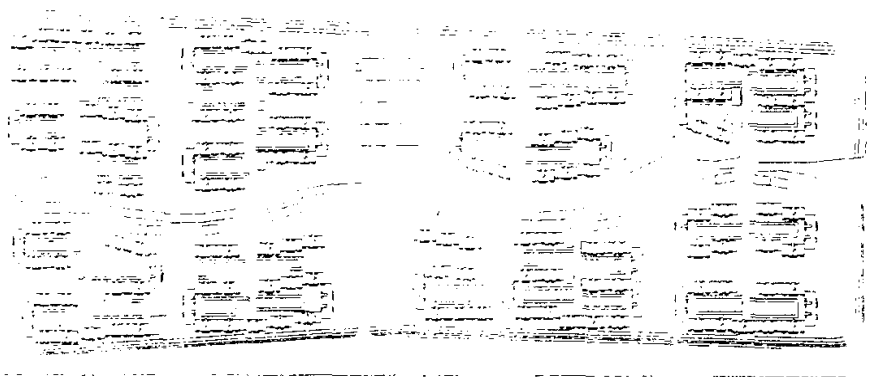


图 2-7 奥运村运动员公寓平面规划图

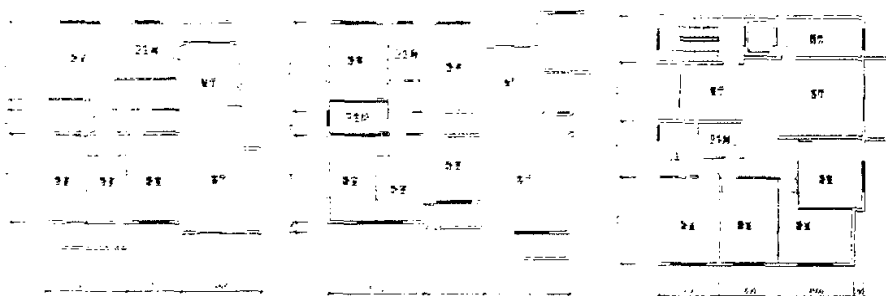


图 2-8 奥运村 A 户型、B 户型、C 户型

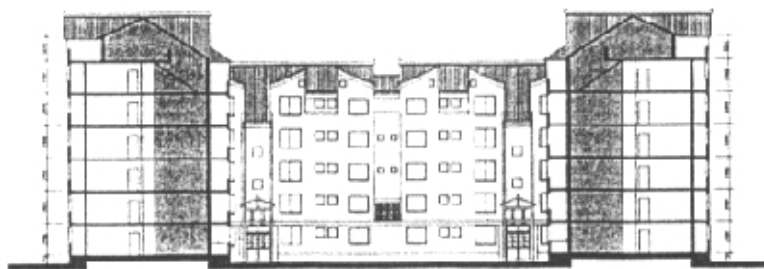


图 2-9 奥运村住宅剖面图

奥运村运动员公寓方案（图 2-8、图 2-9、图 2-10、图 2-11）包括 2200 个单元，共计 11730 个房间、5860 个单人房间和 5870 个双人房间。分为 A、B、C 三种户型，其中 A 户型和 B 户型是南北朝向，C 户型是东西朝向，三种户型均为四室两厅。设计方案考虑到给运动员提供一个舒适的、宽

敞的居住环境，并且保证了奥运会之后奥运村的重新出售价值。



图 2-10 奥运村住宅透视图



图 2-11 奥运村 2 种户型透视图

本论文在分析了奥运村原规划方案、住宅单体方案的基础上，以北京申奥三大理念“人文奥运、绿色奥运、科技奥运”中的绿色奥运为目标，结合计算机软件，进行了以下分析研究：

一、对奥运村住宅小区规划从组团布局方式、组团朝向变化、组团形体分析等方面出发，提出改进措施及新方案，结合北京地区的地理环境和气候特征，尤其是沙尘暴，进行计算机模拟分析，探讨最优化的组团布局、朝向及形体，得出住宅小区规划的指导性原则。

二、对于奥运村住宅 3 种户型，从遮阳板（挑出尺寸、位置），窗户（窗户位置、玻璃材料以及传热系数）、建筑材料以及阳台、屋顶造型等方面出发，加以合理系列变化，分析比较节能效应，寻求最优化的住宅方案，探讨绿色住宅设计原则、节能方法和技术指标，给招标和以后的设计提供参考。

第三章 基于计算机模拟的研究方法

3.1 计算机能耗模拟软件 DOE 介绍

本文所使用的软件 DOE-2 是由美国国家能源局提出的大规模标准程序,是比较有代表性的动态冷热负荷的模拟计算程序,是由美国政府出资、由若干美国著名的实验室及数十名各种专业人员协调开发两年完成的大型软件,该软件经过我们改进开发,以适应国内的具体情况。

DOE-2 软件用反映系数法(反应系数法是先计算出围护结构表面和热流对一个三角波温度扰量的反应,然后将任意变化的温度分解成一个个的三角波,将围护结构对每一个三角波的反应叠加得到围护结构表面的温度和热流)计算全年逐时负荷,可以精确计算到建筑物每小时的冷热负荷,模拟主要的和次要的供暖系统、通风系统、空调系统、太阳能系统,进行经济分析。它包括 LOADS 模拟程序、SYSTEMS 模拟程序、PLANT 模拟程序、ECONMICS 模拟程序。

基于北京 2008 年奥运会奥运村住宅所处的实际地理因素(经度、纬度、时区、海拔高度)和气候条件(DOE 程序用 13 种气象资料来描述建筑所处的环境,它们包括:大气压、室外干球温度、室外湿球温度或露点温度、云态、云量、相对湿度(绝对湿度)、室外空气焓、室外空气密度、风速、风向、太阳散射辐射强度、地面散射辐射强度和降雪量),输入体育馆围护结构的参数,输入室内人员、电器、照明等的作息时间,输入气象数据,输入设备的相关参数,建立奥运村住宅的建筑模型。

DOE-2 的 4 个模拟程序:

一、LOADS 模拟程序

LOADS 模拟程序计算了一座建筑内每一个空间的冷热负荷。对于 LOADS 运算的前提是假定没有 HVAC 设备正在运行,每一个空间维持固定的温度。所以,

LOADS 程序计算的每小时负荷是在没有通风和设备的情况下, 维持空间温度恒定的冷热负荷。在 LOADS 模拟程序中, 通过墙、屋顶、地板、窗户以及门的得热和散热被分别地计算。考虑到热量聚集、绝缘布置、太阳角、云层遮挡以及建筑的地理位置、朝向、建筑特征等的影响, 通过建筑外围护结构的热传导和热辐射被计算出来。

需要输入以下参数: 建筑经度; 建筑纬度; 建筑海拔高度; 建筑所处时区; 建筑方位; 每小时环境干球温度; 每小时环境湿球温度; 每小时大气压; 每小时风速; 每小时风向; 每小时绝热; 外部阴影表面尺寸; 外部阴影表面的不透明度; 外部阴影表面的位置; 结构层的厚度; 结构层的传导系数; 结构层材料密度; 结构中层顺序; 设备和结构的热延迟; 居住者的时间表; 照明设备的时间表; 设备的时间表; 建筑内空间的位置; 与其它空间相关联的空间的位置; 外表面, 内表面, 地面的尺寸; 外表面, 内表面, 地面的构造; 外表面, 内表面, 地面的位置。

通过模拟计算可以得到:

1、整个建筑及每个空间的最大冷热负荷及其产生的日期和小时, 每个月总的和最大冷热负荷及其产生的日期和小时, 每年总的冷热负荷, 每年总的耗电量, 每年总能耗。

2、建筑内每一构件(包括墙体、屋顶、内墙面、地面、空气流动、玻璃热传导、玻璃窗吸热、空间内的灯光、设备、人流等)的最大冷热负荷, 每月针对每一空间和针对整个建筑的湿热、潜热量。

3、输入的建筑模型中的每一物理结构(每一墙体、屋顶、地面、窗户玻璃等)及整个建筑的每小时性能评估。我们可以选择需要模拟的建筑构件, 指定小时数和天数, 得出所选建筑构件的相关数据。

二、SYSTEMS 模拟程序

SYSTEMS 模拟程序模拟次要的 HVAC 设备的性能, 用来控制整个建筑内的每一个空间的温度和湿度。SYSTEMS 模拟程序使用 LOADS 模拟程序的输出信息

和一系列用户定义的系统特性（例如风速、温度调节装置、设备运转时间表），去计算次要的 HVAC 设备每小时的能源要求。SYSTEMS 模拟程序在基于每个空间变化的温度的条件下计算热负荷。

通过模拟计算可以得到：

1、整个建筑及每个空间的所有系统、系统中的空调设备、相关联的设备的每月和每年的冷、热能耗和电能耗，以及每月中最大的小时负荷和其产生的时间。

2、输入的建筑模型中的每一个空间内系统的每小时性能评估，我们可以选择需要模拟的建筑空间，指定小时数和天数，得出所选建筑空间的相关数据。

三、PLANT 模拟程序

PLANT 模拟程序模拟计算主要节能设备（例如吸收冷却设备、压缩冷却设备、冷却塔、热水储藏箱、太阳能设备）的性能。

四、ECONMICS 模拟程序

ECONMICS 模拟程序在经济上模拟计算建筑构件生命周期的成本费用，推荐采用何种方案既满足经济效益又可获得最佳节能效应。

通过模拟计算可以得到：

每年的能耗和设备运转费用及节省的费用；建筑和 PLANT 设备生命周期的非能耗费用；能耗节省费用，投资策略等。

本论文研究只用 DOE-2 程序中的 LOADS 模拟程序对奥运村组团规划和住宅单体进行模拟分析。

3.2 基于计算机能耗模拟的研究方法

3.2.1 建立计算机模型

建立奥运村组团能量计算模型和住宅单体能量计算模型，需输入建筑的尺寸、位置、朝向、建筑材料、结构、构造、结构层的传导系数等系列参数。

建立奥运村组团能量计算模型, 模型参数为: 建筑 5 层高, 层高 2.8m, 为简化比较, 去掉室内所有的内墙和楼板, 只建立外墙、屋顶, 围护结构采用北京地区居住建筑普通做法, 240 陶粒混凝土复合板。简化窗户, 做成 1.8m 高带形窗, 冬季窗户关闭, 夏季去掉玻璃, 模拟开窗状态, 达到自然通风效果。

建立住宅单体能量计算模型, 为简化比较, 只建立两层模型, 第二层为越层, 层高 2.8m, 输入详细的门窗、阳台、内外墙、屋顶、地面、玻璃等数据参数, 围护结构采用北京地区居住建筑普通做法, 外墙为陶粒混凝土砌块加聚苯板保温层, 内墙为陶粒混凝土砌块不加保温层, 屋顶为钢筋混凝土加乳化沥青珍珠岩板, 楼板为钢筋混凝土加膨胀矿渣珠混凝土垫层。

3.2.2 地理环境、气象参数和室内设计参数

地理环境参数包括建筑所处位置的经度、纬度、时区、海拔高度; 气象参数包括大气压、室外干球温度、室外湿球温度或露点温度、云态、云量、相对湿度(绝对湿度)、室外空气焓、室外空气密度、风速、风向、太阳散射辐射强度、地面散射辐射强度和降雪量。

本研究选择北京的地理环境参数, 北纬 39 度 56 分, 东经 116 度 20 分, 海拔 43.17 米, 和 1993 年北京地区逐时的平均温度、湿度、太阳辐射及风速等气象参数(北京气象局提供)。

室内设计参数: 设定室内恒温, 夏季温度 26—28℃, 湿度 60%; 冬季 18—20℃, 湿度 50%。

3.3 计算机模拟过程与结果分析

建立计算机模型后, 设定冬季能耗模拟周期为 11、12、1、2 月份, 夏季能耗模拟周期为 6、7、8、9 月份, 分别得出冬季和夏季建筑的能耗。用计算机软件 DOE-2 对奥运村小区组团模型和住宅单体模型进行模拟分析, 通过“模

拟—分析—变化—再模拟—再分析”的研究过程，将方案模型进行系列节能设计的变化，比较分析各种节能设计方案，得出节能率，探讨最优化节能方法。

对奥运村小区规划从组团布局方式、朝向变化、形体分析等方面出发，提出改进措施及新方案，结合北京的地理环境和气候特征，尤其是沙尘暴，进行计算机模拟分析，探讨最优化的组团布局、朝向及形体，得出住宅小区规划的指导性原则。

对奥运村住宅3种户型，从遮阳板，窗户、建筑材料以及阳台、屋顶造型等方面出发，加以合理变化，分析比较节能效应，寻求最优化的住宅方案，探讨绿色住宅设计原则、节能方法和技术指标。

第四章 奥运村小区规划模拟分析及设计探讨

4.1 居住区规划设计

居住区规划设计是一项复杂的、综合的系统工程。建设一个什么样的居住区对居民的居住、生活有着十分密切的关系。在良好的居住环境中生活,可以使人们的业余时间得到充分利用,精神愉快、生活方便、居住舒适,能很好的休息,消除一天工作后的疲劳,从而提高人们的工作效率。

居住区规划是根据住宅区的功能要求综合地解决住宅与公共服务设施、道路、绿地等相互关系而采取的组织方式。一个完整的规划区是由住宅、公共建筑、绿地、建筑小品、市政工程施工设施等经过综合规划建设而成的。居住区规划布局应做到有特色,关键在于结合地方气候与环境特征,因地制宜,注重规划构思和布局方法的创新要在统一中求丰富,协调中求多样。居住区规划是一项综合性较强的设计,一般应满足居民的使用、卫生、安全、经济和美观等五个要求。规划应为居民创造一个生活方便、卫生安静、安全稳定、环境优美并与居民生活水平、经济状况相适应的居住环境。

4.1.1 住宅组团布局的要求

1、应有良好的日照和朝向

在北方,尤其是严寒地区,居住建筑的朝向应以冬季日照是否充分为主要依据。经过实测,分析掌握当地最佳朝向是必要的。如北京地区的住宅朝向以南至南偏东 15 度以内为最佳。住宅组团的布局形式是千变万化的,住宅的体形、层数种类也很繁多,为保证良好的日照而又节约居住用地,仅用一两种“房高比”来控制住宅间距是不够的,应以住宅日照时间标准来控制,至于住宅间距多大,应由建筑师根据住宅组团的布局方式及周围环境来确定。在南方炎热

地区，朝向以夏季主导风向为主要依据，对日照的要求不像北方那样重要。

2、有一定数量的公共绿地

为了便于居民相互交往和便于儿童获得集体活动的机会，在低层有院落的住宅组团中，应设置公共绿地；居住在多、高层住宅里的居民，对住宅组团内公共绿地的需求就更迫切。目前，北京市规定小区绿地（包括小区小游园和住宅组团绿地）每居民1平方米。在一般情况下，小区小游园和住宅组团各占一半左右，住宅组团绿地面积每处约1000~2000平方米。在规划设计中，应积极设法压缩公共居住用地和道路用地，以争取更多的公共绿地。

3、有利于改善住宅组团内部小气候

从平面布置和空间组织上争取做到以下方面：

(1)防止冬季寒风横贯住宅组团内部

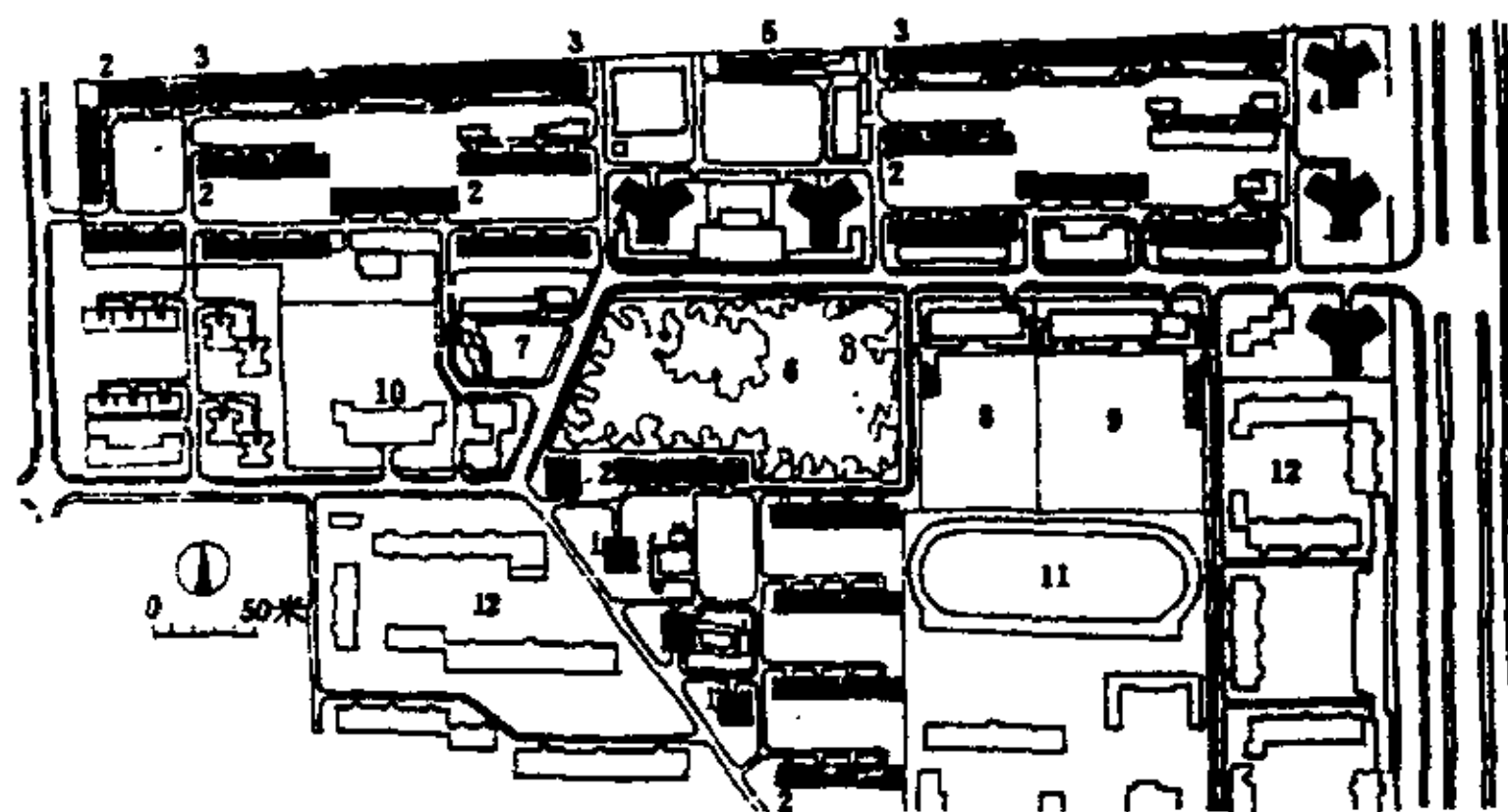


图 4-1 北京浦黄榆北住宅小区

有些住宅组团北边连成条式住宅以阻挡冬季寒风，例如北京浦黄榆北小区（图 4-1）的住宅组团，在冬季迎风的北面布置了条式住宅挡风，以改善住宅组团的小气候。

(2)保证夏季自然通风

条形住宅行列式布置时，要注意夏季的通风问题。若住宅前后对齐排列，当风向角为 90 度时，后排住宅处于背风区涡流范围，对通风不利。南宁市南湖路住宅组团采用正南北向错行排列住宅，夏季主导风向为东南风，房屋与夏

季主导风向成 45 度，这样可以改善后排建筑的通风。

(3) 缩小冬季终日阴影区面积

行列式南北向布局的住宅组团，冬季终日阴影区面积很大，在严寒地区，积雪不化，公共活动场地基本无日照，不利于居民户外活动，应将住宅南偏东若干度，以缩小冬季终日阴影区面积。

4、要有既方便又安全的交通系统

为了居民的安全和住宅组团内部的安静，不允许过境机动车辆穿行居住小区。但为居住小区服务的车辆、居民自己的车辆仍然会进入居住小区内部，甚至进入住宅组团内，在这种情况下，在平面上宜设置人车分行的道路系统。

4.1.2 住宅组团布局类型

住宅组团布局与自然通风的关系，可以从平面和空间两个方面考虑。一般的住宅组团布局有（图 4-2）：

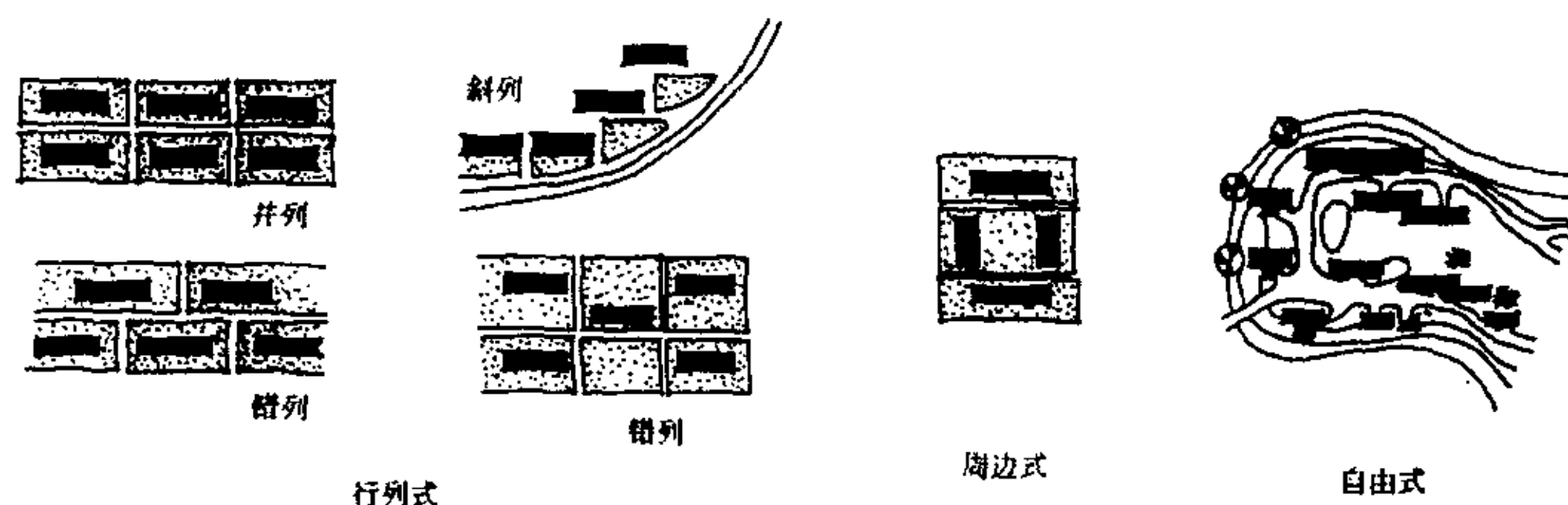


图 4-2 住宅组团布局方式

1、行列式

包括并列式、错列式（图 4-3）、斜列式。住宅组团按行列式布局，可以做到每户都有好朝向。许多并列式的住宅组团，缺乏变化，十分呆板单调，而错列式、斜列式利用变换住宅方向、间距、间隔等手法，减弱了并列式布局的住宅组团的单调感。

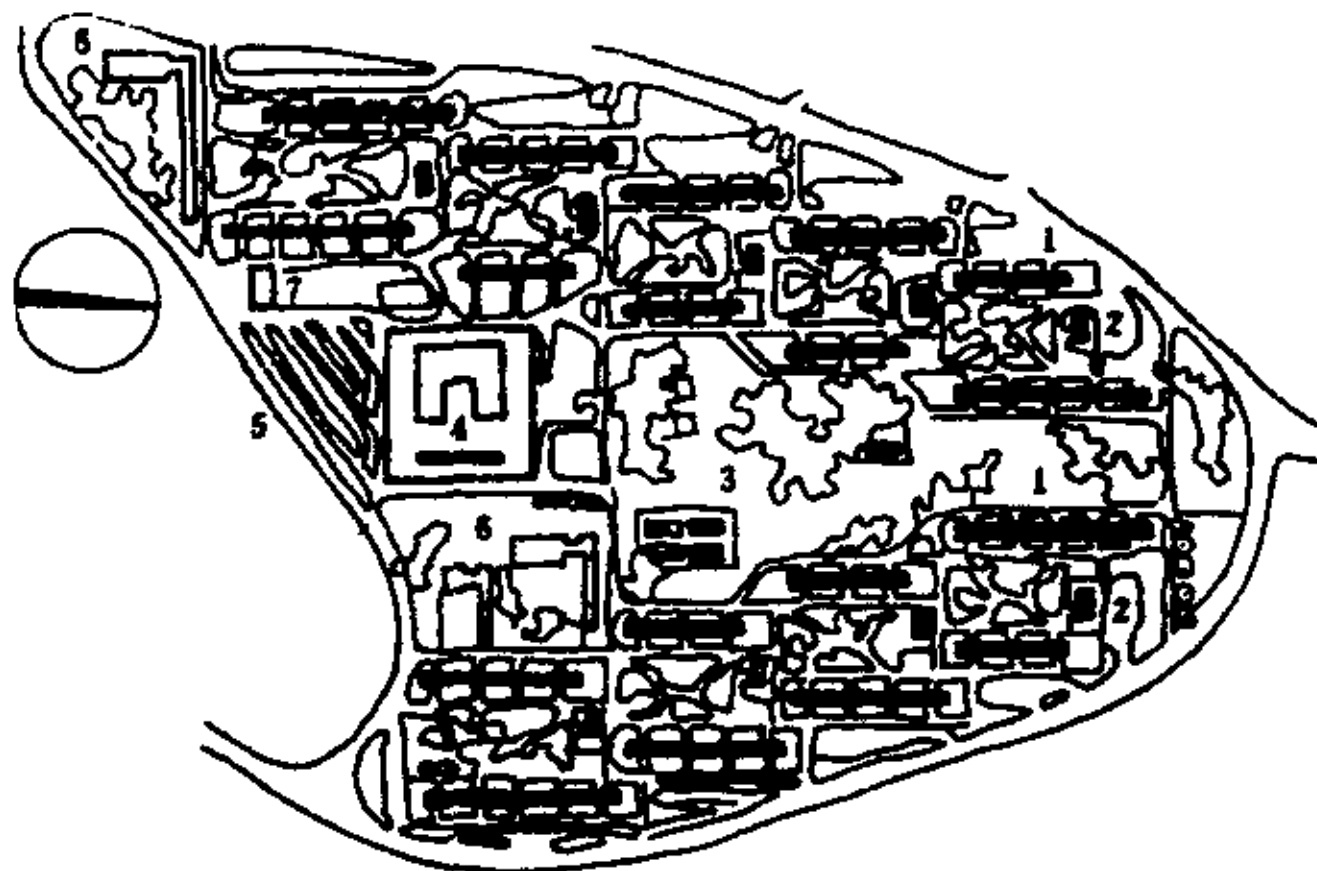


图 4-3 错列式（法国巴黎玛丽·莱·劳小区）

2、周边式

周边式布局的住宅组团，有安静、安全、方便的内院，但约有 40%的住户深受东西晒之苦。在现代居住区中，变换了形式的周边式住宅组团仍被广泛采用。其特点是减少朝向较差的住宅数量，加强住宅组团内外绿化的联系，丰富住宅组团空间。

3、混合式

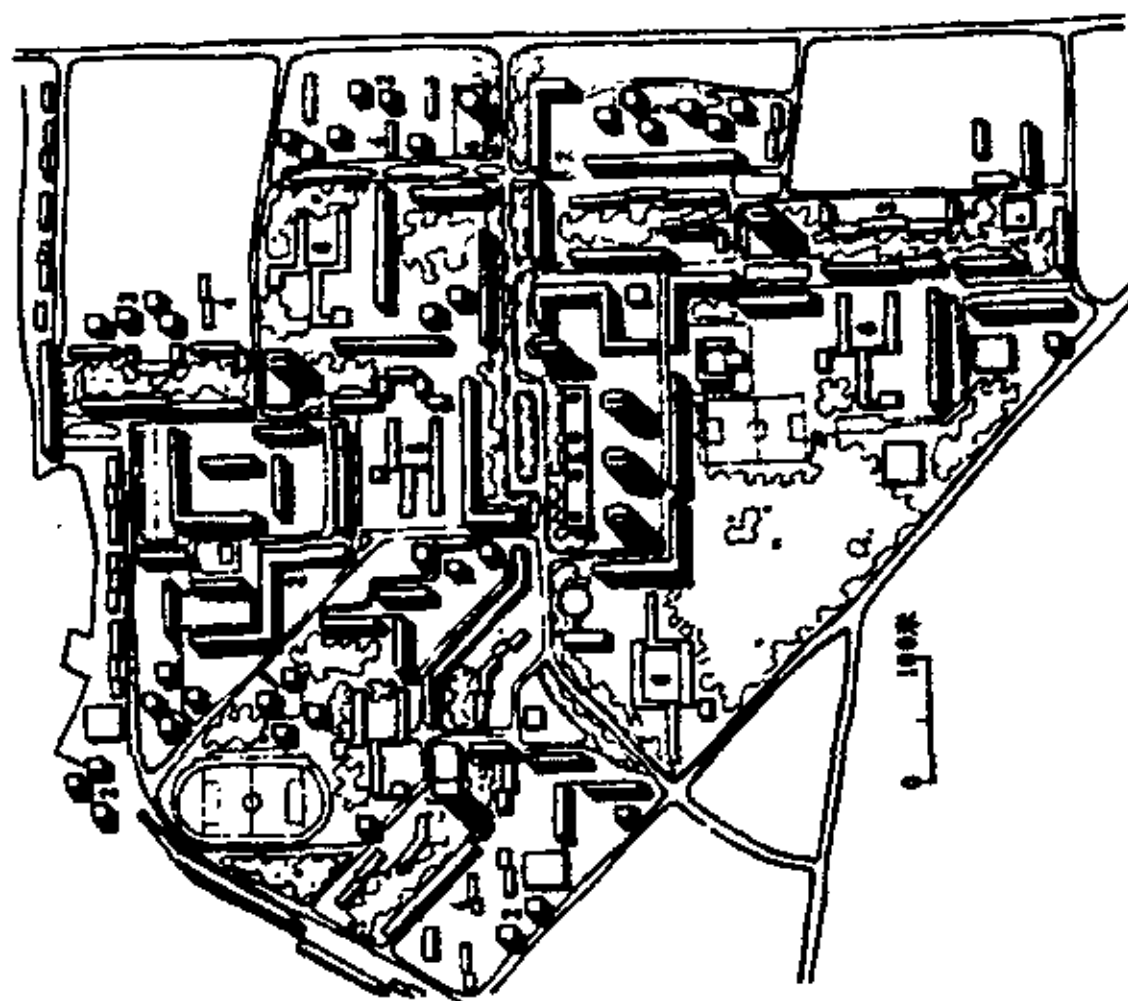


图 4-4 混合式（法国利亚桑小区）

混合式布局（图 4-4）多在改变单纯的周边式或行列式布局产生的，兼具行列式和周边式的优缺点。近年来出现的点、条、塔、板结合、高低错落的

住宅组团，也算是一种混合式住宅组团。

4、散点式布局

用多层点式住宅或高层点式住宅作组团布局时，常采用散点式。散点式一般遵循一定的规律，围绕住宅组团的中心设施、公共绿地、水面等布置。

5、自由式布局

在基本满足功能要求的前提下，具备“规律中有变化，变化中有规律”一种布置形式，其目的是追求住宅组团空间更加丰富，划出较大的公共绿地和户外活动场地。

4.2 奥运村住宅规划模拟分析及设计探讨

4.2.1 奥运村住宅组团的特点和改进措施

原奥运村规划的住宅组团（图 4—5）采用的是围合式布局。其优势在于营造了组团的生活气氛，隔离出安静的居住环境，具有良好的日照和朝向，设置了一定数量的公共绿地，空留出方便安全的交通系统。其特点如下：

(1)住宅组团采用围合式的布局方式，营造了良好的组团内部环境，便于邻里之间的交往。

(2)部分住宅组团西北角围合，可以有效地阻挡北京较严重的沙尘暴。

(3)部分住宅组团北部连成条形住宅，一层架空，留出道路，考虑了防止冬季寒风，改善组团内部小气候。

(4)因采取围合式布局，东西向的住户比较多，日照和朝向均不利，夏季自然通风受到影响。

针对原奥运村规划方案的特点，提出以下几项改进措施：

(1)北京四五月的沙尘暴风向基本为西北向，考虑阻挡风沙，将所有组团的西北角围合起来，防止风沙进入组团内，减少沙尘暴的影响。

(2)从夏季自然通风的角度出发，调整组团布局，采用错列式和斜列式，效

果优于行列式。

(3)从防止冬季寒风的角度出发,组团北部连成条式住宅,起到阻挡寒风作用。

(4)综合考虑最好的节能、日照、通风效果,对住宅朝向以 15 度为单位旋转进行模拟。

(5)合理布置东西向住宅,使其既可以活跃组团布局形式,营造小区室外环境,又起到阻挡寒风,节约建筑能耗的作用。

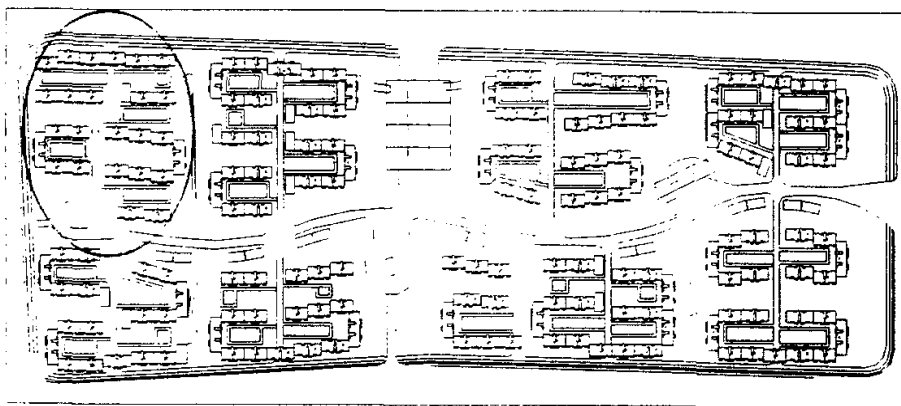


图 4-5 奥运村原规划方案（取最西北角的两个组团作为研究对象）

4.2.2 组团布局变化的模拟分析及设计探讨

通过对奥运村规划住宅组团的特点分析,根据北京地区的气候特征、环境因素提出改进措施,并在此基础上设计出新方案,建立奥运村住宅组团原方案和新方案的能量计算模型,进行计算机能耗模拟分析,探讨既满足营造舒适的生态环境、防止沙尘暴、阻挡冬季寒风、改进夏季自然通风等条件,又可以减少建筑能耗的最佳布局方案和措施,用具体的科学数据来证明理论上的分析。

考虑到不受其它组团的影响,将原奥运村规划中最靠西北方向的两个组团取出作为对象,保证其户型与户数不变,重新调整其布局,以达到舒适、生态、节能、防止沙尘暴的目标。

模拟条件：●地理环境：北京，北纬 39 度 56 分，东经 116 度 20 分，海拔 43.17 米。

●气象资料：北京地区 1993 年全年的气象数据(北京气象局提供)。

●室内设计参数：设定室内恒温，夏季温度 26—28℃，湿度 60%；冬季 18—20℃，湿度 50%。

●模型参数：建筑 5 层高，层高 2.8m，为简化比较，去掉室内所有的内墙和楼板，只建立外墙和屋顶。围护结构采用北京地区居住建筑普通做法，240 陶粒混凝土砌块。简化窗户，做成高 1.8m 的带形窗，冬季窗户关闭，夏季去掉玻璃，模拟开窗状态，达到自然通风效果。

模拟过程：建立计算机模型，输入地理环境参数、气象数据，设定冬季能耗模拟周期 11、12、1、2 月份，夏季能耗模拟周期 6、7、8、9 月份，分别得出冬季和夏季建筑的能耗。

模拟一：围合组团西北角

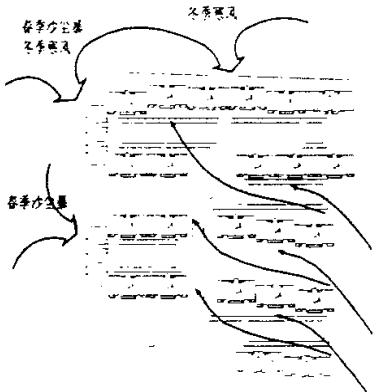
为防止沙尘暴，采取围合西北角的布局方式，模拟其对建筑能耗的影响。原方案组团由两个小组团组成，北面的小组团北部连成条式住宅，未采用东西向住宅；南面的小组团采用了东西向住宅。重新调整组团布局，在户型和户数不变的情况下，移动南面小组团的東西向住宅到北面的小组团，如图所示。调整后的方案西向和北向围合，东向和南向开敞。从夏季自然通风的角度来看，因北京夏季的主导风是东南方向，敞开东南向，有利地促进了自然通风，增强了组团节能效果；从阻挡冬季寒风和防止春季沙尘暴的角度来看，封闭西北向，有效地阻挡了冬季寒风和三四月份的沙尘暴，有利于建筑节能。通过计算机能耗分析，比较原方案和改进方案对建筑能耗的影响。



原方案

原方案：

- 北部连成条形住宅，阻挡冬季寒风。
- 北面小组团未采用东西向住宅布局。
- 南面小组团采用了东西向住宅布局。



方案1

方案1

- 在原方案基础上，重新调整组团布局，采用东西向住宅围合北面小组团的西北角，去掉南面小组团的东边的东西向住宅。
- 有利于夏季自然通风和散热，有利于节能。
- 有利于防止沙尘暴和阻挡冬季寒风。

模拟结果：模拟结果表明（表4-1），方案1的夏季总能耗和冬季总能耗均低于原方案。因此可以得出，方案1既改善了夏季通风、阻挡冬季寒风、防止沙尘暴，又比原方案的节能效果好。

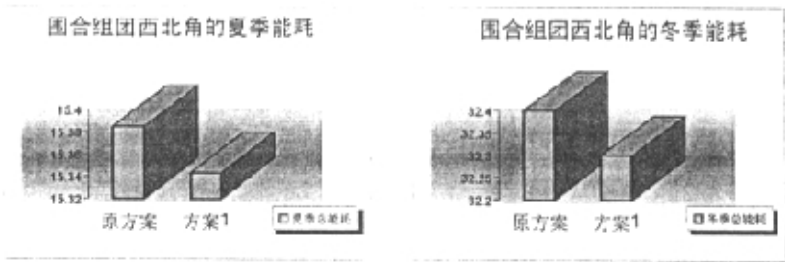
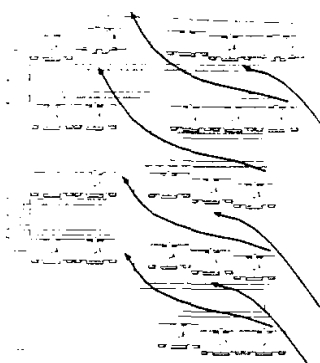


表4-1 围合组团西北角度夏季和冬季能耗

模拟二：北部连成条形住宅

在方案1的基础上，为阻挡冬季寒风，模拟北部住宅不同的布局方式对建筑能耗的影响。方案1北部连成条形住宅，我们调整方案，分开条形住宅，模拟对能耗的影响。方案2有利于自然通风，但这样布局是否有利于建筑节能，下面进行计算机模拟。



方案2

方案2

- 在方案1的基础上，重新调整组团布局，北面条形住宅分开，空出通道。
- 比方案1和原方案均有利于夏季自然通风和散热。
- 不利于防止沙尘暴和阻挡冬季寒风，不利于冬季保温。

模拟结果：模拟结果表明（表4-2），方案2的建筑能耗大于原方案和方案1。

可见，方案2虽比原方案和方案1更有利于夏季自然通风和夏季散热，但是对于处于寒冷地区的北京，设计应满足冬季保温要求，再兼顾夏季通风防热。因此，模拟后的数据证明，组团的北部连成条形住宅，阻挡了冬季寒风，大大降低了建筑能耗。

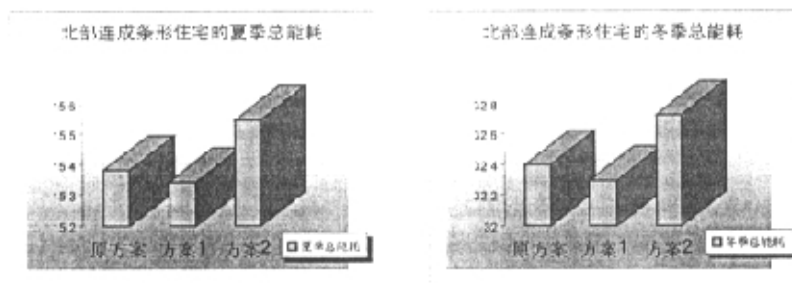
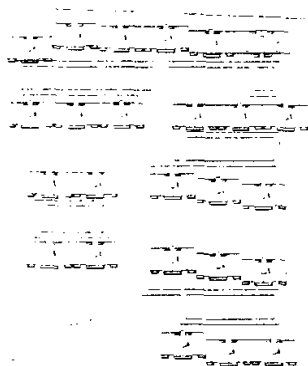


表4-2 北部连成条形住宅的夏季和冬季能耗

模拟三：合理布置东西向住宅

东西向住宅的优点在于活跃组团布局形式，形成庭院式的室外空间，营造舒适、安静的小区内部环境，丰富住宅组团空间，还可以起到阻挡沙尘暴深入组团内部的作用，但东西向住宅朝向和日照差，住户深受东西晒之苦。下面模拟是否采用东西向住宅对建筑能耗的影响。



方案 3

方案 3

- 在原方案的基础上，保证其户型与户数不变，重新调整组团布局，取消全部的东西向住宅。
- 无东西向的阻挡，非常有利于组团的自然通风。

模拟结果：模拟结果表明（表 4-3），住宅组团取消东西向住宅后，建筑冬季和夏季的能耗均大大降低，方案 3 的建筑能耗低于原方案、方案 1 和方案 2。可见东西向住宅不仅仅有不好的朝向和日照，对建筑的节能也很不利。但组团布局采用东西向住宅围合，可以创造舒适的小区内部空间，促进邻里关系，阻挡沙尘暴深入组团内部，因此进行设计时，综合考虑各种利弊。例如利用采用变换了形式的住宅组团，既减少朝向较差的住宅数量，又丰富住宅组团空间。

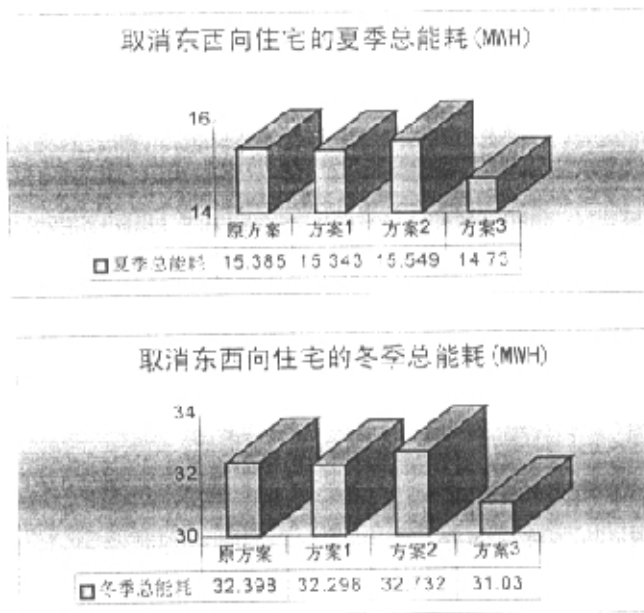


表 4-3 取消东西向住宅的夏季和冬季能耗

东西向住宅同南北向比有明显的缺点,尤其在南方,朝西的房间夏天西晒非常厉害。但也有有利的一面,在冬天可两面受阳,而南北向住宅尽管南向非常好,全天都有日照,但北向的居室却长年不见阳光。北京夏天的西晒温度也很高,有时不亚于南方。优点是入夜后温度比南方低,而且经常有风。小区规划设计中可以采取以下措施克服西晒的缺点:

- (1) 将次要房间放在西面,加大西向房间的进深。
- (2) 在西边设置进深较大的阳台,避免太阳一晒到底;同时减少西窗面积,设置遮阳设施,在西窗外种植枝大叶茂的落叶乔木。
- (3) 朝西户设东面居室,严格避免纯朝西户的出现,从而组织好穿堂风,让日落后把余热吹走。

设计东西向住宅和南北向拼接时,必须考虑两者接受日照的程度和相互遮挡的关系。拼接有 4 种形式(图 4-6),分别将东西向住宅接在南北向这种的 4 个部位。从图示日照分析,可以认为方案 a 最好,向南和向东的居室均不受

遮挡；方案 b 次之，虽然东西向住宅遮挡了部分南向居室的午后日照，但庭院内冬季可不受寒风的侵袭，改善了室外小气候。方案 c 和方案 d 两种布局形式遮挡较多，尤其是方案 d，部分东向主要居室完全受遮挡，全天无阳光，不宜采用。从阻挡冬季寒风和春季沙尘暴分析，方案 b 的围合效果最好，优于其它 3 个方案。

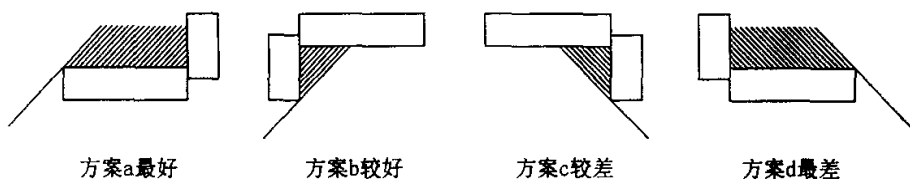
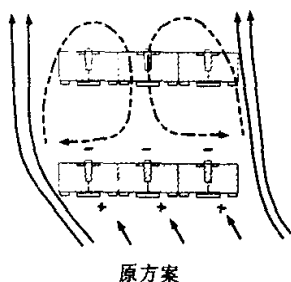


图 4-6 东西向住宅 4 种拼接形式比较

4.2.3 组团朝向变化的模拟分析及设计探讨

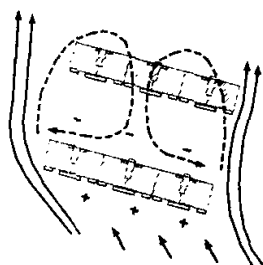
模拟四：组团朝向变化

模拟住宅组团不同的朝向对建筑节能、日照、通风的影响。根据中国城市规划设计研究院的《居住区规划设计》科研课题的研究成果^[1]，其一，在北方，尤其是严寒地区，居住建筑的朝向应以冬季日照是否充分为主要依据，经过实测，分析掌握当地最佳朝向是必要的，如北京地区的住宅朝向以南至南偏东 15 度以内为最佳；其二，注意夏季的通风问题，若住宅前后对齐排列，当风向角为 90 度时，后排住宅处于背风区涡流范围，对通风不利，北京地区的夏季主导风向为东南风，如果住宅与夏季主导风向成 45 度左右，可以改善后排建筑的通风。考虑了冬季日照后的朝向对建筑节能有什么样的影响呢？考虑了夏季通风后的朝向对建筑节能又有什么样的影响呢？下面综合考虑较好的节能、日照、通风效果，对住宅朝向以 15 度为单位旋转，进行计算机模拟，探讨最佳的朝向。



原方案

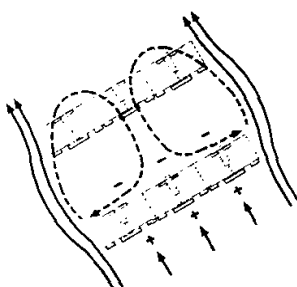
- 建筑朝向正南方向
- 根据朝向以南至南偏东 15 度以内为最佳，住宅冬季日照效果较好。



方案 4

方案 4

- 建筑朝南偏西 15 度
- 根据《居住区规划设计》科研课题的成果^[2]，住宅与夏季主导风向成 45 度左右，夏季迎风面小，正压区小，利于自然通风，可以改善后排住宅的通风。



方案 5

方案 5

- 建筑朝南偏东 15 度
- 根据《居住区规划设计》科研课题的成果^[3]，住宅冬季日照效果较好。
- 夏季迎风面大，正压区大，不利于自然通风。

模拟条件：原方案朝向为正南方向，假设方案 4 的朝向为南偏西 15 度，方案 4-1 的朝向为南偏西 30 度，方案 5 的朝向为南偏东 15 度，方案 5-1 的朝向为南偏东 30 度，对这 5 个方案进行模拟，分析住宅朝向对建筑能耗影响。

模拟结果：通过模拟结果可以看出（表 4-4、表 4-5），朝向变化对建筑的夏季能耗和冬季能耗有着不同的影响，朝向为南偏西 30 度时，建筑的夏季能耗最小，朝向为正南方向时，建筑的冬季能耗最小。我们

把夏季能耗和冬季能耗相加，可以得出，朝向为正南方向时，建筑的总能耗最小。因此，朝向设计应综合考虑冬季日照、夏季通风和建筑节能。

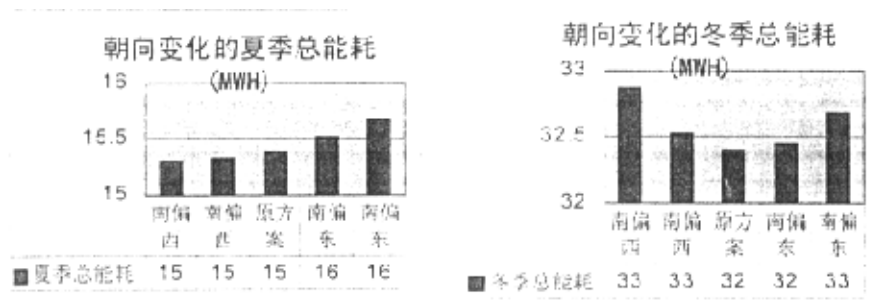


表 4-4 朝向变化的夏季和冬季能耗

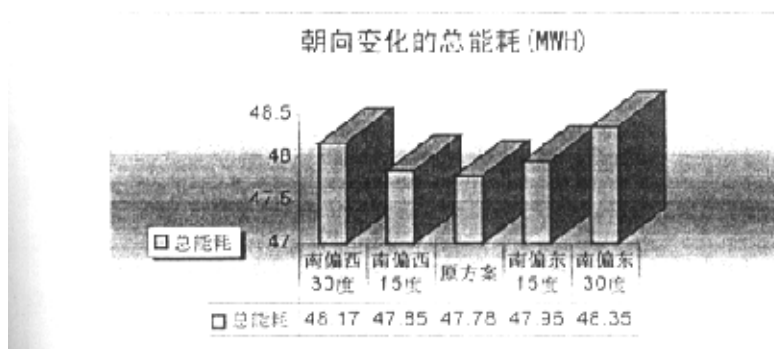


表 4-5 朝向变化的建筑总能耗

4.2.4 组团形体变化的模拟分析及设计探讨

模拟五：组团形体变化

体形系数是目前常用的体形系数控制指标之一，以比值 F/V 来描述，物理意义是指围合建筑物室内单位体积所需建筑围护结构的面积，从节能建筑原理来讲，是用尽量小的建筑外表面积来围合尽可能大的建筑内部空间体积。体形系数 F/V 越小则意味着外墙面积越小，也就是能量流失途径越少，越具节能意义。我们对原方案进行调

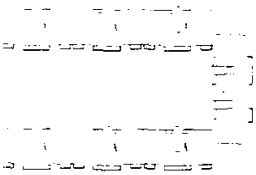
整，去掉组团平面布局的一些变化，模拟对建筑能耗的影响。

原方案



- 体形系数 $F_s/V_s=0.202$
- 建筑外墙围护面积大，建筑角数和边数较多，热桥多，热量损失大于方案6。

方案6



原方案和方案6

- 体形系数 $F_s/V_s=0.193$ ，比原方案的体形系数小，利于节能
- 建筑外墙围护面积小，建筑角数和边数较少，热桥和热量损失小于原方案，利于节能。

模拟结果：模拟结果表明（表4-6），重新调整方案，去掉外墙的一些小尺度的凹凸不平后，建筑的能耗大大降低了。因此可以得出住宅组团体形组合原则，在对住宅小区规划设计时，应在满足环境、景观、消防等要求的前提下，对住宅单元进行有序、有致的组合，注意西山墙面积的有效控制，以减少夏季西晒。作为蕴含节能意识的住宅组团体形应该具备明确的整体性特点，避免零散和平面的过分变化，尽量减少不必要的、小尺度的凹凸不平，住宅平面做到各单元的有机结合，尽量使外墙面重叠，以减少外墙面积。

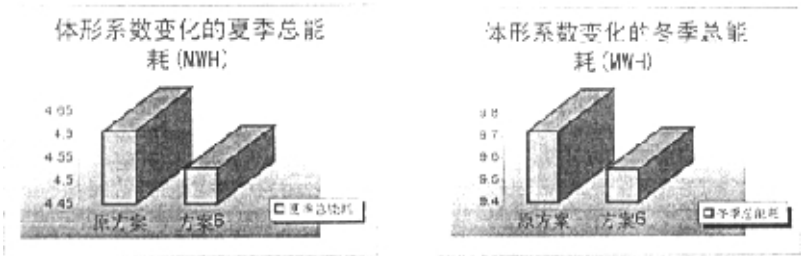


表 4-6 体形系数变化的夏季和冬季能耗

4.3 结论

居住区规划设计是一项复杂的、综合的系统工程，要均衡考虑各个方面的因素。本文采用结合计算机的新方法，通过能耗模拟软件 DOE-2 对奥运村小区规划模型进行模拟分析，发现了一些新问题。例如在寒冷地区，居住建筑的朝向应以冬季日照是否充分为主要依据，经过实测，分析掌握当地最佳朝向是必要的，如北京地区的住宅朝向以南至南偏东 15 度以内为最佳。但是计算机模拟的结果表明，住宅朝向以南至南偏东 15 度时，建筑的能耗增加，不利于节能。因此，解决这些问题就在于不断地进行计算机模拟分析，寻找最佳方案。

以建筑物理原理为基础，以实验模拟数据为依据，得出北京地区住宅小区组团规划设计原则：

一、组团布局方式的设计原则

1、围合组团西北角

北京的沙尘暴风向为西北向，既考虑有效地阻挡风沙，又有较好的节能效果，将小区内组团的西北角用东西向住宅方式围合起来，防止风沙进入组团内，减少沙尘暴的影响。

2、北部连成条形住宅

从夏季自然通风的角度出发，组团的东南角敞开，尤其是东向尽量不要采用东西向住宅；从防止冬季寒风的角度出发，尽量将组团北部连成条形住宅，一层架空留出道路，既起到阻挡寒风作用，又可以降低建筑能耗。

3、合理布置东西向住宅

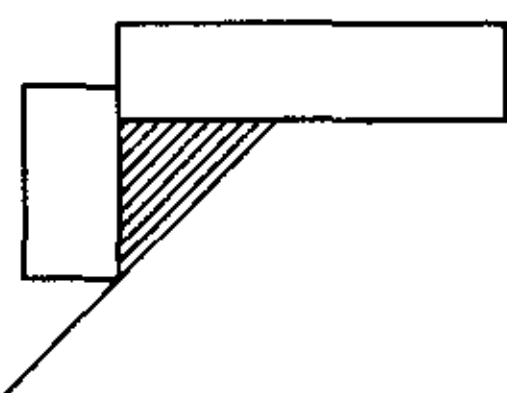


图 4-7 东西向住宅布局方式

在满足夏季自然通风、冬季阻挡寒风、防止沙尘暴的基础上，尽量减少采用东西向住宅，不仅朝向和日照不好，而且大大增加建筑的能耗，不利于建筑节能。但组团布局采用东西向住宅围合，可以创造舒适的小区内部空间，促进邻里关系，阻挡沙

尘暴深入组团内部,因此进行设计时,综合考虑各种利弊。例如利用采用变换了形式的住宅组团,既减少朝向较差的住宅数量,又丰富住宅组团空间。经过日照、节能、阻挡寒风等的综合分析,建议东西向住宅和南北向住宅拼接时采用如图的方式(图4-7)。

二、组团朝向布置的设计原则

从建筑的体形系数出发,可以得出住宅组团体形组合原则,在对住宅小区规划设计时,应在满足环境、景观、消防等要求的前提下,对住宅单元进行有序、有致的组合,注意西山墙面积的有效控制,以减少夏季西晒。作为蕴含节能意识的住宅组团体形应该具备明确的整体性特点,避免零散和平面的过分变化,尽量减少不必要的、小尺度的凹凸不平,住宅平面做到各单元的有机结合,尽量使外墙面重叠,以减少外墙面积。

三、组团形体布局的设计原则

从住宅的朝向设计出发,要综合考虑节能、日照、通风效果三个方面,朝向为正南向时,建筑的节能效果最好;朝向南偏东时,住宅的冬季日照效果最好,但建筑能耗增加;朝向南偏西时,夏季迎风面小,正压区小,利于自然通风,可以改善后排住宅的通风,住宅的通风效果最好,但建筑能耗也增加。建议在进行住宅朝向设计时,对朝向加以变化并进行模拟,分析比较,获得最佳朝向。

注释: [1][2][3] 《居住区详细规划》课题调研组编著,居住区规划设计,第三部分,居住区规划多样化,二、住宅组团布置多样化,中国建筑工业出版社,1985年。

第五章 奥运村“绿色住宅”模拟分析及设计探讨

在北京地区由于冬夏温差显著,住宅节能上的两个重要问题就是冬季保温和夏季隔热。夏季炎热酷暑,严重影响人们的生活,为防止室内过热,采用空调设备降温;冬季寒冷漫长,1月平均气温在 0°C 以下,为保证舒适的热环境,室内均采用暖气设备。但这些措施均因耗电量高增加费用,造成建筑能耗大,不利于节能。如果利用建筑造型和细部设计以及自然条件,创造一个舒适的环境,可以大大降低建筑能耗,是既经济又有效的办法。下面我们进行住宅单体的计算机模拟分析。

模拟条件:●地理环境:北京,北纬39度56分,东经116度20分,海拔43.17米。

●气象资料:北京地区1993年全年的气象数据(北京气象局提供)。

●室内设计参数:设定室内恒温,夏季温度 $26-28^{\circ}\text{C}$,湿度60%;冬季 $18-20^{\circ}\text{C}$,湿度50%。

●模型参数:为简化比较,只建立两层模型,第二层为越层,层高2.8m,输入详细的门窗、阳台、内外墙、屋顶、地面、玻璃等数据参数,围护结构采用北京地区居住建筑普通做法,外墙为陶粒混凝土砌块加聚苯板保温层,内墙为陶粒混凝土砌块不加保温层,屋顶为钢筋混凝土加乳化沥青珍珠岩板,楼板为钢筋混凝土加膨胀矿渣珠混凝土垫层。

模拟过程:建立计算机模型,输入地理环境参数、气象数据,设定冬季能耗模拟周期为11、12、1、2月份,夏季能耗模拟周期为6、7、8、9月份,分别得出冬季和夏季能耗。

5.1 屋顶造型变化模拟分析及设计探讨

对于住宅,屋顶是建筑外围所受室外综合温度最高的地方,面积也比较大,屋顶的保温和隔热对改善室内小气候极为重要。结合建筑屋顶构造的实际情况,

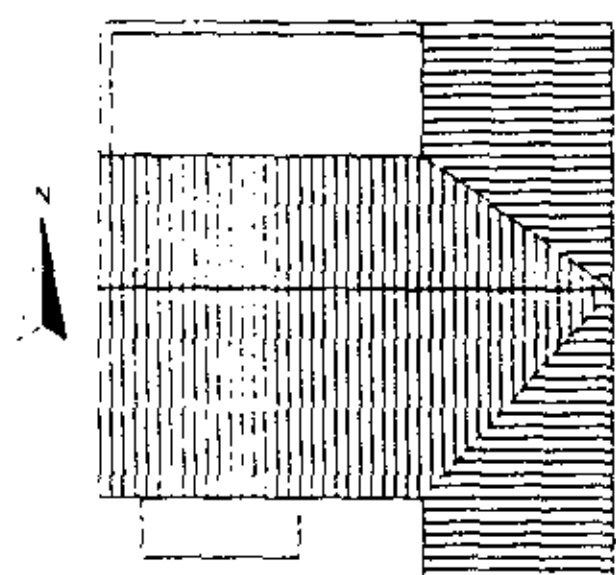


图 5-1 奥运村住宅屋顶平面

可以通过增大屋顶结构材料的热阻和热稳定性、采用坡屋顶形式以及改变屋顶造型等途径达到节能目的。

将奥运村住宅屋顶造型(图 5-1)作以下模拟变化: A 户型: 屋脊位置的移动变化; B 户型:

平顶与坡顶组合变化。为了方便比较,只建立每种户型最顶层的越层和屋顶的计算机模型。

5.1.1 A 户型: 屋脊位置的移动变化

模拟一: 屋脊位置的移动变化:

(1)原坡屋顶; (2)屋脊向南移动 1m; (3)屋脊向北移动 1m

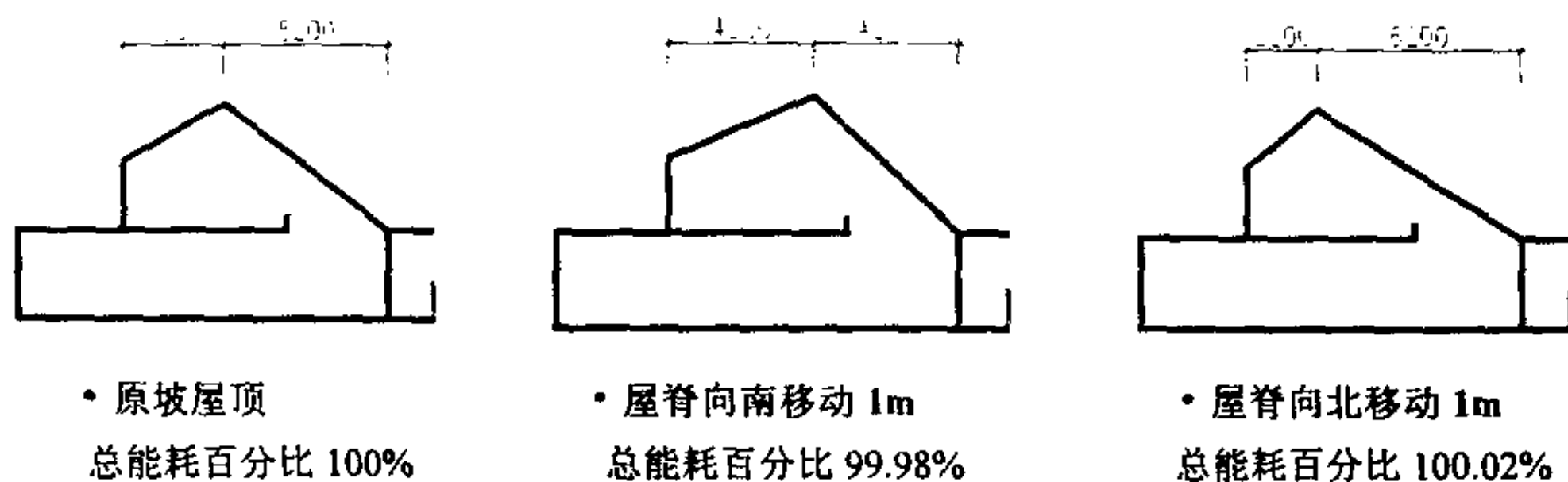


图 5-2 屋脊位置移动变化对建筑能耗的影响

模拟结果: 模拟结果表明(图 5-2), 屋脊向南移动 1m 后, 即减小了南边坡顶的面积, 加大了北边坡顶的面积, 全年的总能耗减小, 有利于节约能耗; 屋脊向北移动 1m 后, 即加大了南边坡顶的面积, 减小了北边坡顶的面积, 全年的总能耗增加, 不利于节约能耗。

5.1.2 B 户型：平顶与坡顶组合变化

模拟二：屋顶造型模拟变化：

(1)平屋顶；(2)原坡屋顶；(3)平台顶改成坡屋顶；(4)平台顶升高成平屋顶；(5)东西坡改成平屋顶，南北坡向东延伸；(6)南北坡改成平屋顶。

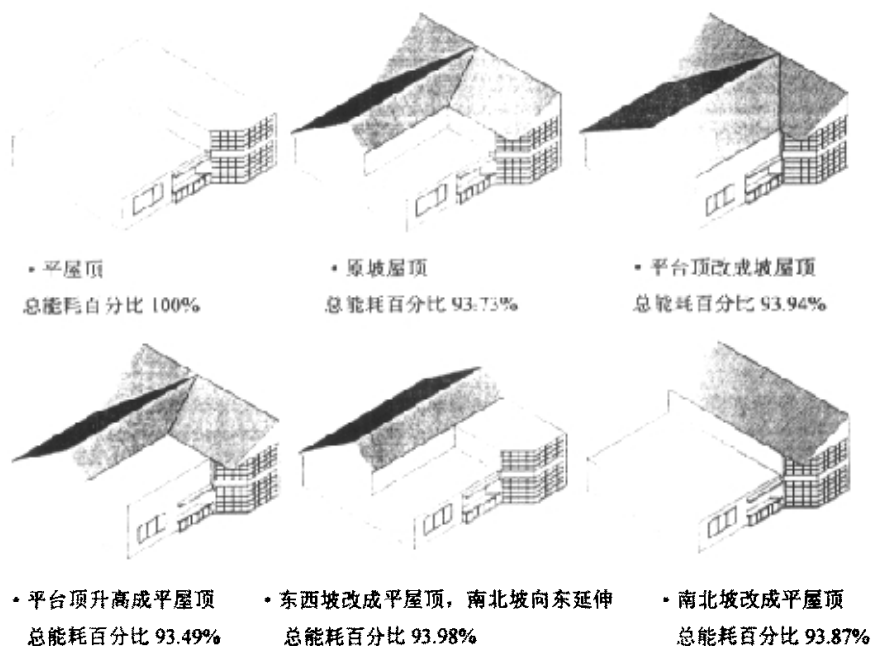


图 5-3 屋顶造型系列变化对建筑能耗的影响

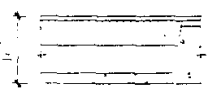
模拟结果：通过比较各种屋顶造型变化对建筑夏季和冬季总能耗的影响（图 5-3），可以总结出贯穿节能概念的屋顶节能设计原则：“平改坡”屋顶造型原则，从平屋顶变化成各种坡屋顶后，建筑总能耗均下降，说明坡屋顶比平屋顶的节能效应好。因此，屋顶造型应该遵循“平改坡”的原则，尽量采用坡屋顶，根据立面、环境以及造价等具体因素综合考虑。

5.2 外围护结构材料变化模拟分析及设计探讨

外围护结构设计中的一个重要方面是如何满足墙体的保温隔热要求,尤其是在框架轻板建筑体系中,外墙不但不需承担结构荷载,其自重还需由框架结构来承担,为此,必须尽量采用轻质材料制作。同时根据最新提出的节能规范,为了实现节能 50% 的目标,提高了对围护结构的保温隔热要求,这给墙体改革和推动新型保温材料的生产创造了非常有利的条件。

围护结构不仅要有一定的厚度要求,对其材料的各种物理性能也有新要求。而采用不同的材料对建筑物的能耗会产生不同的影响。外墙按其主体结构所用材料来分,主要有:加气混凝土外墙、黏土空心砖外墙、钢筋混凝土外墙等等。目前北京地区居住建筑外墙一般采用陶粒混凝土复合板,普通做法是:粉煤灰陶粒混凝土;密闭空气层(保温隔热节能材料);矿棉保温板。

表 5-1 外墙板经济技术指标

外墙构造	做法	厚度 (mm)	自重 (kg/m ²)	总传热 阻(m ² ·k/w)	延迟时 间(h)	衰减 倍数
	陶粒混凝土 矿棉复合板	165	120	1.49	2~3	15
	黏土砖墙 单面抹灰	260	464	0.48	7.87	11.54

模拟条件:

为了比较陶粒混凝土和普通的黏土空心砖以及各种不同的保温隔热材料对建筑物产生的节能效果,我们对墙体输入了各种不同的做法,进行全年的模拟,得出建筑物的冷热能耗,希望能找到对节能最有效的做法。这几种外墙的做法如下所示:

第一种: 20 厚石灰砂浆; 200 厚粉煤灰陶粒混凝土; 100 厚加气混凝土;
20 厚水泥砂浆

第二种：20 厚石灰砂浆；200 厚粉煤灰陶粒混凝土；40 厚聚苯乙烯泡沫塑料；20 厚水泥砂浆

第三种：20 厚石灰砂浆；200 厚黏土空心砖；20 厚水泥砂浆

第四种：20 厚石灰砂浆；200 厚粉煤灰陶粒混凝土；20 厚水泥砂浆

第五种：20 厚石灰砂浆；200 厚粉煤灰陶粒混凝土；40 厚岩棉或玻璃岩棉；20 厚水泥砂浆

为了使墙体的冬季保温效果不低于过去常用的 370mm 厚砖墙，夏季隔热效果不低于 240mm 厚砖墙，陶粒混凝土矿棉复合板墙体的总热阻按不低于 $1.02\text{m}^2 \cdot \text{k/W}$ 考虑。这主要是因为考虑到轻型材料具有空气渗透量大（缝隙多）及热惰性指标低的特点而把需要的热阻值加大了。

模拟中比较了各种不同材料对建筑物能耗的影响，以及不同材料对卧室空间的负荷和通过墙体传递的热量影响。

模拟结果：通过计算机模拟可以得出（表 5-2）：对于普通做法不加保温隔热材料的墙体，建筑冷热能耗、空间负荷以及通过墙体传递的热量都是最大的。普通做法中陶粒混凝土外墙优于黏土空心砖外墙。在墙体中加入保温隔热材料后，节能效果则好得多。其中以加入聚苯乙烯泡沫塑料为最佳。

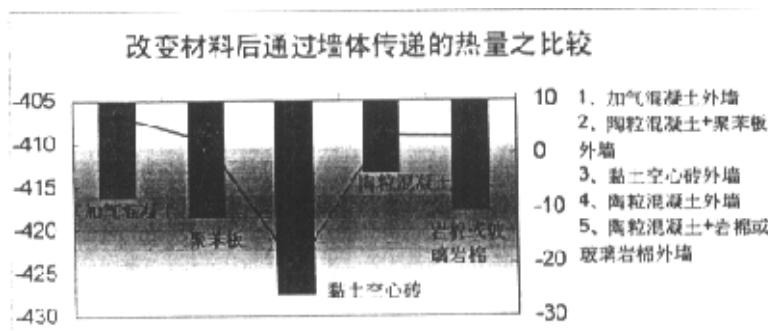


表 5-2 改变材料后通过墙体传递的热量之比较

5.3 遮阳板系列变化模拟分析及设计探讨

5.3.1 遮阳板的基本形式及其效果

在同一地区，由于不同朝向的窗口所受的日照时间和太阳辐射的强度不同，所以各朝向对遮阳形式的要求各有差异。无论从太阳辐射总量还是直射所占的量，或从室内日照的照射时间长短和面积的大小来看，东、西向的房屋受影响最大。尤其是西向房间，被晒时正处于室外气温较高的时刻，所以居民对“防西晒”的要求更为迫切，其次的顺序为西南、东南和南，西北、东北更次，而北向最小。

一、遮阳板的基本形式

遮阳板的基本形式分为四种：水平式、垂直式、综合式。

1、水平式遮阳板

水平式遮阳板能够有效地遮挡高度角较大的、从窗口上方投射下来的阳光，故适合用于南向及接近南向的窗口，或北回归线以南低纬度地区的北向附近的窗口。

2、垂直式遮阳板

垂直式遮阳板能够有效地遮挡高度角较小的、从窗侧斜射过来的阳光。但对于高度角较大的、从窗口上方投射下来的阳光或接近日出、日落时平射窗口的阳光，它不起遮挡作用。故垂直式遮阳板主要适用于东北和西北向附近的窗口。

3、综合式遮阳板

综合式遮阳板能够有效地遮挡高度角较小的、正射窗口的阳光，故它主要适用于东、西向附近的窗口。

二、遮阳板的效果

窗口设置遮阳板，对遮挡太阳辐射热量和在闭窗的情况下降低室内气温，

效果都较为显著,但是对房间的采光和通风却有不利的影响。

1、遮阳对太阳辐射热量的阻挡作用

遮阳对防止太阳辐射的效果是显著的。遮阳设施遮挡太阳辐射热量的效果除取决于遮阳形式外,还与遮阳设施的构造处理、安装位置、材料与颜色等因素有关。遮挡太阳辐射热量的效果,一般以遮阳系数来表示。遮阳系数是指,在照射时间内透进有遮阳窗口的太阳辐射量与透进无遮阳窗口的太阳辐射量的比值。系数越小,说明透过窗口的太阳辐射量越小,隔热效果越好。

2、遮阳对室内气温的影响

在闭窗情况下,遮阳对防止室温上升的作用较明显。有无遮阳,室温最大差值达 2°C ,平均差值达 1.4°C ,而且有遮阳时房间温度波幅值较小,室温出现高温的时间较晚,因此,遮阳对空调房间减少冷负荷是很有利的,而且室内温度场分布平均。

3、遮阳对房间采光的影响

从天然采光的观点来看,遮阳设施会阻挡直射阳光,防止眩光,有利于眼睛的正常工作。但是,遮阳设施有挡光作用,从而会降低室内照度,在阴天更为不利,据观察,一般室内照度约降低 $53\% - 73\%$,但室内照度的分布则比较均匀。

4、遮阳对房间通风的影响

遮阳设施对房间的通风有一定的阻挡作用,使室内风速有所降低。实测资料表明,有遮阳的房间,室内的风速减弱 $22\% - 47\%$,因遮阳的构造而异。

三、遮阳板形式的选择

根据设计手法和选用的材料与制作方法不同,遮阳可分为结合建筑构件处理、简易的遮阳设施、玻璃材料隔热与遮阳板等几种。

1、结合建筑构件处理的遮阳

结合建筑构件处理遮阳使较好的一种设计方法,如加宽挑檐、外走廊、凸阳台等可起水平式遮阳作用;凹阳台可起综合式遮阳作用;外廊或阳台上上部加

垂帘可起水平和部分挡板式遮阳作用。

2、简易活动遮阳

建议活动遮阳设施用苇、竹、木、布或塑料薄膜等制成，便于就地取材，经济易行，而且调节灵活，安装和拆除又方便，但是不耐久。

3、玻璃材料隔热遮阳（图 5-4）

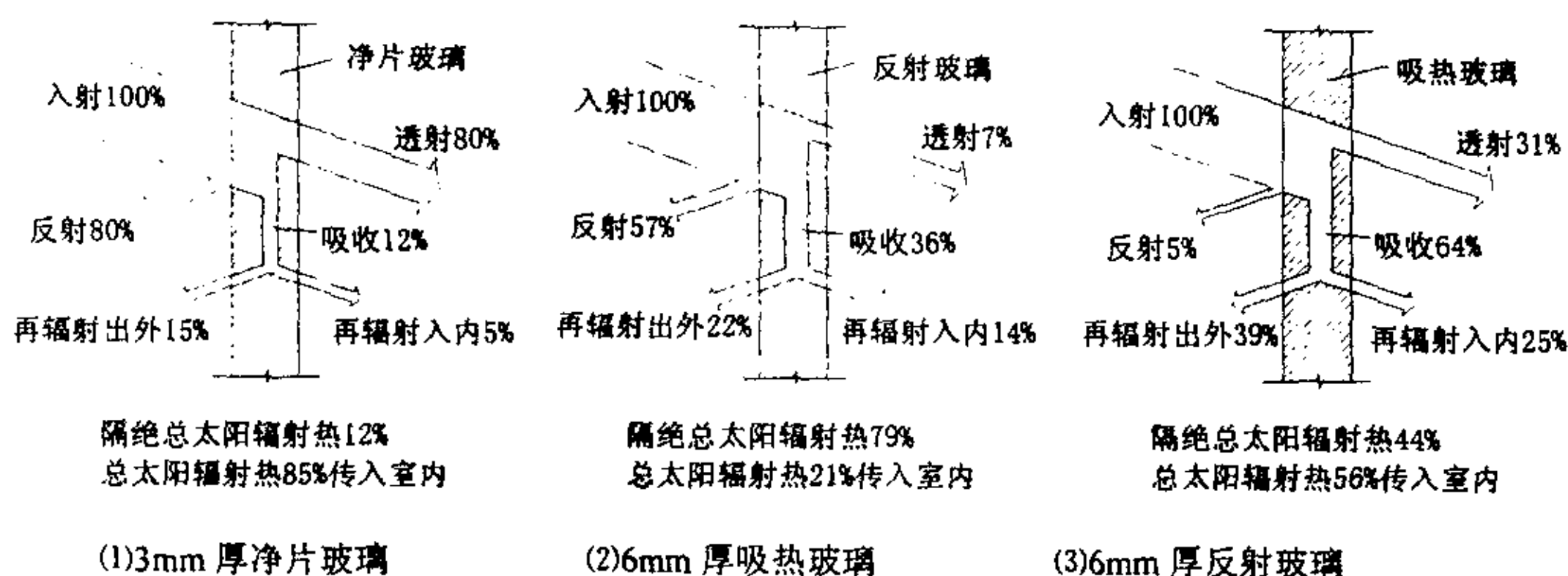


图 5-4 几种不同玻璃的隔热效果

为了防晒隔热，近年来窗上玻璃多用吸热玻璃，在反射玻璃或普通的窗玻璃上加贴遮阳薄膜或加防热涂料等。按入射的太阳辐射总量为 100%计，经窗玻璃隔绝后而传入室内的日辐射量分别为：净片玻璃为 85%，吸热玻璃为 56%，反射玻璃为 21%。遮阳薄膜近年来发展很快，例如，聚碳酸酯遮阳片，它是一种透明的染色塑料薄膜层压制而成。它们能将阳光反射出去，达到遮阳的目的。

4、遮阳板

当某些地区一年中需要较长时间遮阳，或某些房子由于使用上要求较高标准的遮阳时，可考虑设置永久性的遮阳板。遮阳板有固定的和活动的两种。目前，多数是固定的。活动式更好，便于自由调节。遮阳板的材料过去多用木百页、钢丝网水泥薄片，现在多用铝合金、塑料制品、吸热玻璃钢等。

四、遮阳构造的设计

遮阳的效果除与遮阳形式有关外，还与构造处理、安装位置、材料与颜色等因素有很大关系。

1、遮阳的板面组合与构造

遮阳在满足阻挡直射阳光的前提下,设计者可以考虑不同的板面组合,而选择对通风、采光、视野、构造和立面处理等要求更为有利的形式。图 5-3 为 9 种水平式遮阳的不同板面组合形式。

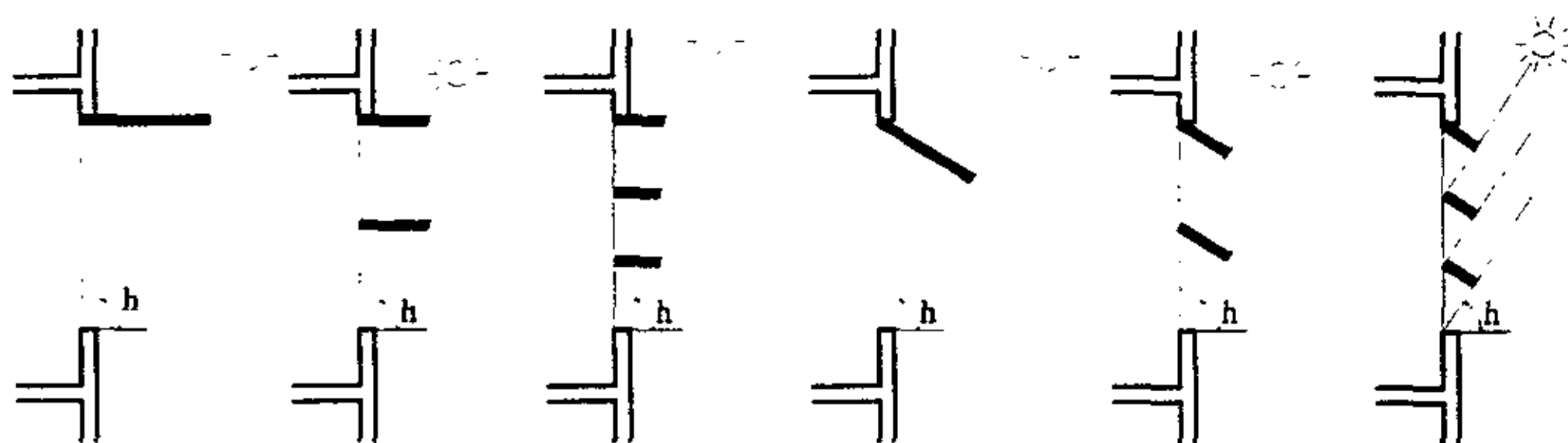


图 5-5 遮阳板面组合形式

为了便于热空气的逸散,并减少对通风、采光的影响,通常将板面做成百页的,或部分做成百页的,或中间层做成百页、而顶层做成实体并在前面加吸热玻璃挡板的。第三种做法对隔热、通风、采光、防雨都比较有利。

2、遮阳板的安装位置

遮阳板的安装位置对隔热和通风的影响很大。例如将板面紧靠墙面布置时,由受热表面上升的热空气将由室外导入室内,这种情况对综合式遮阳更为严重。为了克服这个缺点,板面应离开墙面一定距离安装,以使大部分热空气沿墙面排走,且应使遮阳板尽可能减少挡风,最好还能兼起导风入室的作用。

3、材料与颜色

为了减轻自重,遮阳构件采用轻质材料为宜。遮阳构件经常暴露在室外,受日晒雨淋,容易损坏,因此要求材料坚固耐久。如果遮阳是活动式的,还要求轻便灵活,以便调节或拆除。材料的外表面对太阳辐射热的吸收系数要小,内表面的辐射系数也要小。设计时可根据上述的要求并结合实际情况来选择适意的遮阳材料。

遮阳构件的颜色对隔热效果也有影响。以安装在窗口内侧的百页板为例,暗色、中间色和白色的对太阳辐射热透过的百分比分别为: 86%、74%和 62%。

为了加强表面的反射,减少吸收,在遮阳板朝向阳光的一面,应为浅色发亮的颜色,而在背阳光的一面,应为较暗的无光泽的颜色,以避免产生眩光。

5.3.2 水平遮阳板的设计及模拟分析

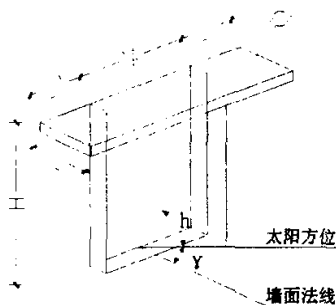
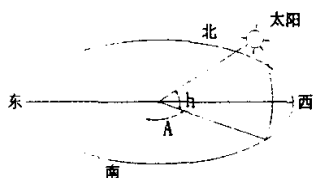
遮阳板用于窗户,减少了通过窗户而进入到内部空间的太阳辐射。遮阳板可以通过尺寸、位置的变化和以及遮阳板的数量多少对空间能耗产生影响。遮阳板既能遮挡夏季炎热的太阳,又不利于冬季对太阳热量的吸收,对建筑物有利也有弊。因此设计一种合适尺寸的遮阳板对节约能耗有很大的好处。

设计遮阳板,必须确定建筑物正面相对于太阳的方位(图5-6)。太阳位置,可依据高度角(h)和方位角(A)两种角度加以确定。高度角(h)是直射阳光与水平面的夹角,方位角(A)是直射光的水平投影和正南方向的夹角,正南为 0° ,午前为负值。

水平遮阳板的计算公式为:

水平遮阳板挑出长度: $L = H \times \text{ctgh} \times \cos \gamma$,

遮阳板两翼挑出长度: $L' = H \times \text{ctgh} \times \sin \gamma$



太阳高度角(h) = 直射阳光与水平面的夹角

方位角(A) = 直射阳光水平投影和正南方向的夹角

水平遮阳板计算

L = 水平遮阳板挑出长度

L' = 遮阳板两翼挑出长度

图 5-6 遮阳板设计

北京 (北纬 39.57°, 东经 116.19°)		12 时	10 时\14 时	8 时\16 时
夏至 (6 月 21 日)	太阳位置	$h=73.30^\circ$ $A=0^\circ$	$h=59.50^\circ$ $A=65.55^\circ$	$h=37.23^\circ$ $A=90.43^\circ$
	水平遮阳板尺度	$L=0.450m$ $L'=0m$	$L=0.366m$ $L'=0.804m$	$L=0m$
大暑 (7 月 23 日)	太阳位置	$h=70.15^\circ$ $A=0^\circ$	$h=57.39^\circ$ $A=61.16^\circ$	$h=35.33^\circ$ $A=87.25^\circ$
	水平遮阳板尺度	$L=0.542m$ $L'=0m$	$L=0.463m$ $L'=0.841m$	$L=0.102m$ $L'=2.114m$
秋分 (9 月 23 日)	太阳位置	$h=50.03^\circ$ $A=0^\circ$	$h=41.36^\circ$ $A=41.58^\circ$	$h=22.32^\circ$ $A=69.40^\circ$
	水平遮阳板尺度	$L=1.257m$ $L'=0m$	$L=1.274m$ $L'=1.131m$	$L=1.299m$ $L'=3.454m$

表 5-3 水平遮阳板计算 (北京地区北纬 39.57°, 东经 116.19°, 窗高 $H=1.5m$)

由表 5-3 得出, 根据北京最热月 7 月 23 日 (大暑) 上午 10 时和下午 14 时的太阳高度角和方位角, 计算求出遮阳板的尺寸分别为遮阳板挑出长度 0.463 米、遮阳板两翼挑出长度 0.841 米 (遮阳板位置紧靠窗户上面)。但是对于夏季和冬季建筑总的节能效应, 此遮阳板的尺寸是否合适, 以及遮阳板的位置和数量是否合适, 下面用计算机软件进行模拟分析。

模拟一: 水平遮阳板的挑出长度尺寸变化

遮阳板的挑出长度在夏季和冬季对建筑物会产生完全相反的效果, 夏季遮阳越多越好, 而冬季不需要遮阳, 如何把这两种因素结合起来, 取其最佳值是我们要考虑的问题。因此模拟综合考虑夏季和冬季两个因素, 分别进行模拟。

计算机模拟以户型 A 为例, 以南向卧室 2 作为模拟空间, 在其外墙窗上方增加遮阳板, 分析其对卧室空间的负荷影响。遮阳板挑出长度尺寸考虑了如下几种: 无遮阳、150mm、300mm、450mm、600mm、750mm、900mm。

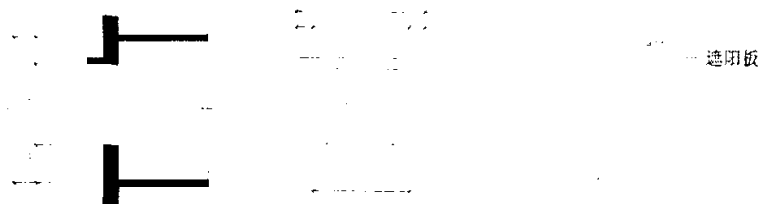


图 5-7 水平遮阳板尺寸

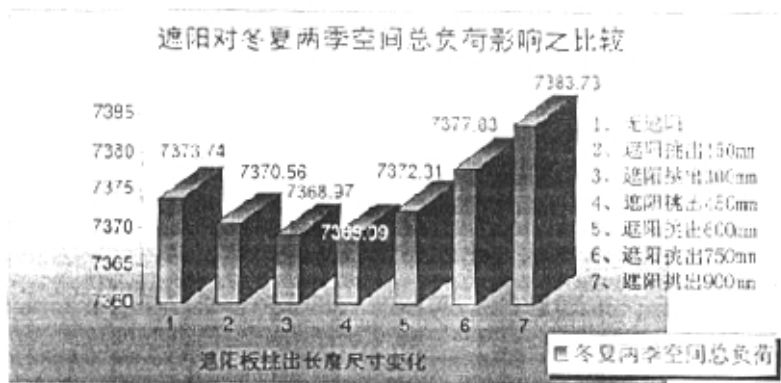


表 5-4 遮阳对冬夏两季空间总负荷影响之比较

模拟结果：通过夏季和冬季的建筑物能耗模拟数据（表 5-4），可以明显看出，夏季卧室空间每日平均总能耗和平均太阳辐射随着遮阳板的挑出长度增加而减少；冬季则空间每日平均总能耗随着遮阳板的挑出长度增加而增加，平均太阳辐射减少。综合冬夏两季的能耗总和，得出当遮阳板挑出长度为 300mm~450mm 之间时，节能效应最好。

模拟二：遮阳板的位置变化

通过以上模拟得出遮阳板挑出 300mm~450mm 时对建筑节能最有利，在遮阳板的位置变化模拟中，以挑出长度 300mm、两翼挑出长度 300mm 作为初始尺寸，改变遮阳板的位置以求其最佳值。

模拟结果：通过模拟得出（表 5-5），随着遮阳板位置的提高，冬季和夏季的每日太阳辐射都随之增加，夏季建筑的能耗增加，冬季能耗则减少。

由夏季和冬季相加的总能耗得出,当遮阳板距窗户上檐 200mm 时建筑的能耗最小。

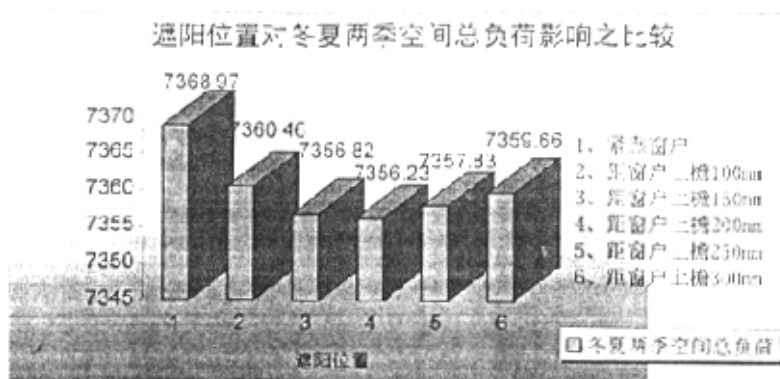


表 5-5 遮阳位置对冬夏两季空间总负荷影响之比较

模拟三：遮阳板的数量变化

在本模拟中依旧以挑出长度 300mm、两翼伸出 300mm 作为初始尺寸,增加遮阳板的数量,分析其对节能的影响。

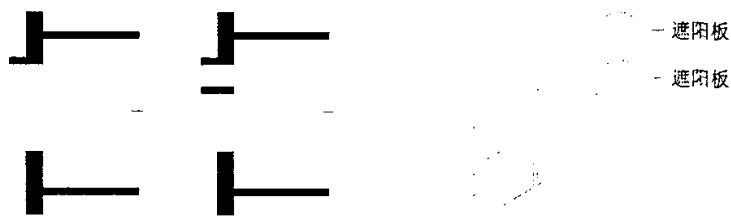


图 5-8 遮阳板数量

分以下三种情况进行对比 (图 5-8):

- (1) 一块遮阳板;
- (2) 遮阳板下距离 500mm 处增加一块 150mm 的遮阳板;
- (3) 遮阳板下距离 500mm 处增加一块 300mm 的遮阳板。

模拟结果:由模拟分析结果可以得出,增加一块遮阳后对空间的能耗有明显的调节作用,但增加第二块遮阳板的挑出长度所起的效果却不是很明显

显。综合考虑住宅立面和经济等多方面因素,采用方式2较好。

模拟中还考虑到将遮阳板伸到室内,即考虑了如图所示的两种情况

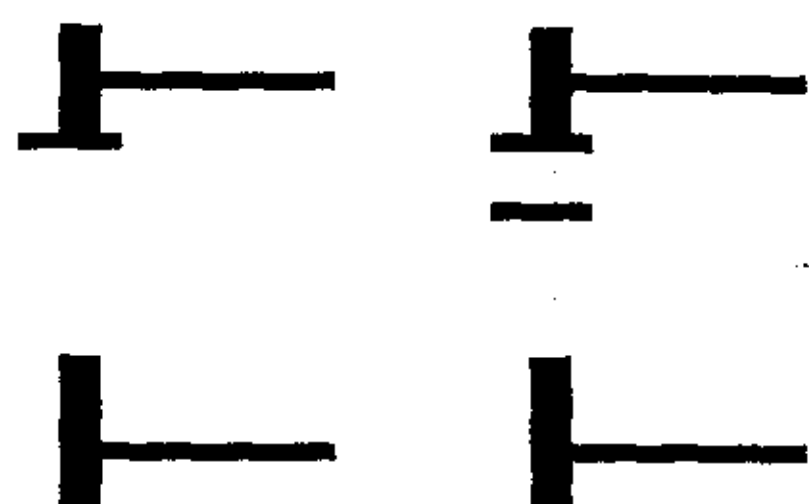


图 5-9 遮阳板深入室内的形式

(图 5-9)。通过模拟得知,这两种情况对于建筑物的室内的物理性能没有影响,不会增加和减少建筑物的冷热能耗。因此对于节约能耗不起作用。但是右侧所示方式却能大大提高室内的采光率,有利于室内的采光,可以节省电能耗。

5.4 阳台系列变化模拟分析及设计探讨

在建筑上,阳台的造型和种类可以说是千姿百态。封闭阳台和不封闭阳台涉及到住宅使用功能、结构、美观等问题,其中最重要的是封闭阳台的热特性问题。从建筑节能角度考虑,建立了封闭阳台的计算机模型,通过进行逐时的模拟计算,分析阳台在尺寸、构造、是否封闭、封闭阳台透光玻璃的面积等方面变化的条件下,阳台与房间能耗的关系以及对室内热环境的影响。模拟的阳台是奥运村 B 户型阳台,阳台呈三折形状,方向朝南。

主要从以下几个方面模拟:

- 阳台从封闭到敞开的系列变化
- 全封闭阳台栏板构造的变化

5.4.1 阳台从敞开到封闭的系列变化

模拟一:阳台从封闭到敞开的系列变化包括(图 5-10): (1)阳台全封闭; (2)阳台左侧半封闭,中侧和右侧全封闭; (3)阳台左侧敞开,中侧和右侧全封闭; (4)阳台栏板为 1m 高混凝土板; (5)阳台全敞开(铁衣栏杆)

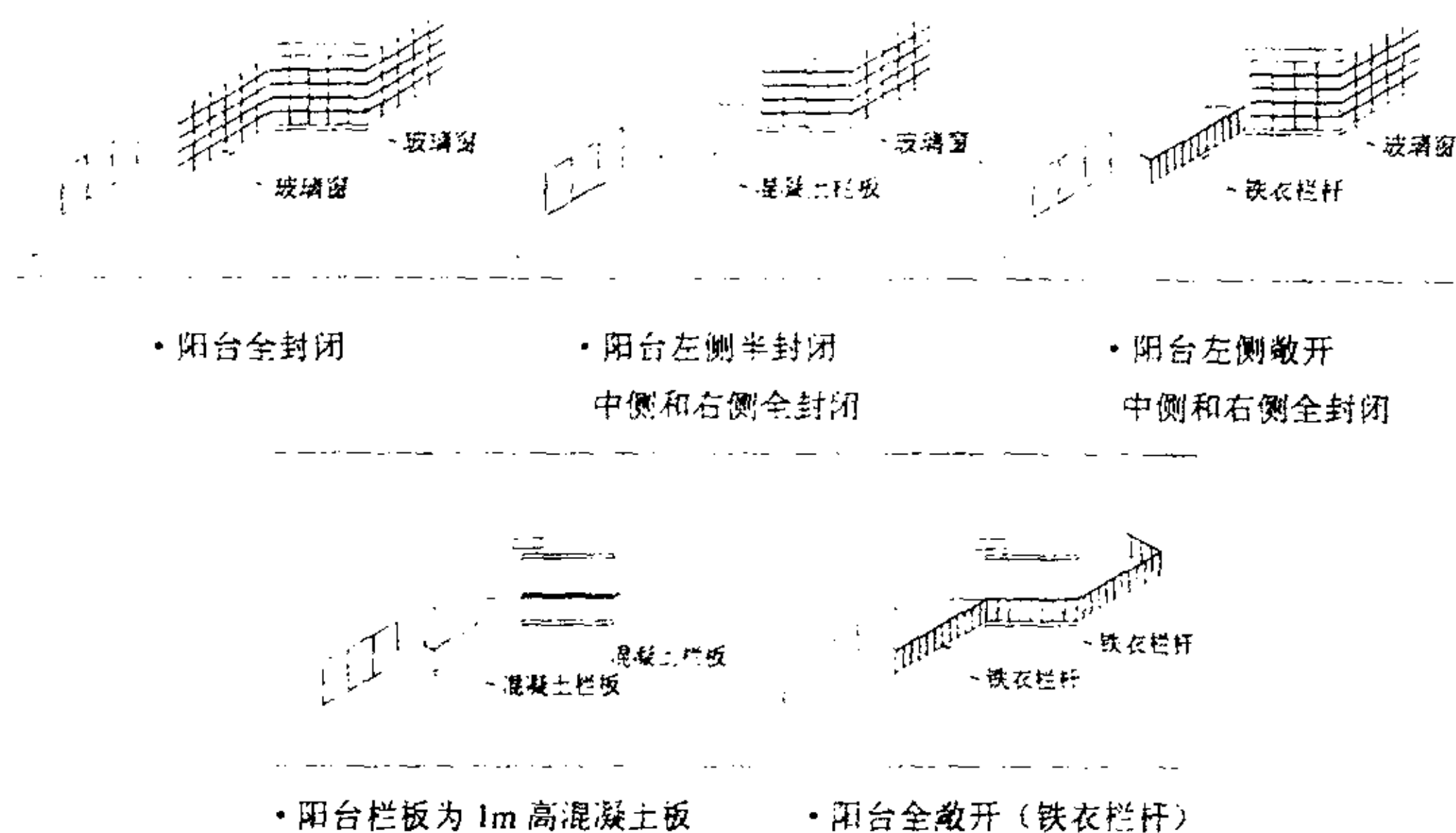


图 5-10 阳台从敞开到封闭的系列变化

模拟结果：由模拟结果可以看出（表 5-6），夏季，当阳台从封闭到敞开的系列变化里，建筑的能耗均减小，这说明封闭阳台的节能效应比不封闭阳台的节能效应差，当阳台全敞开时，建筑能耗只有全封闭阳台的 4.66%；冬季，只有阳台栏板全为 1.05m 高混凝土栏板时，建筑的能耗最大，而且为 139.38%，此时建筑最不节能。进行阳台设计时，应单独考虑建筑冬季能耗和夏季能耗，在寒冷的北京地区，先考虑冬季保温，再顾及夏季散热。模拟结果显示，在冬季阳台栏板全为 1.05m 高混凝土栏板时，建筑的能耗最大，此时建筑最不节能。

表 5-6 阳台从敞开到封闭的系列变化对建筑能耗的影响

建筑能耗	阳台全 封闭	阳台左侧半 封闭, 中侧和 右侧封闭	阳台左侧敞 开, 中侧和右 侧封闭	阳台栏杆 为 1.05m 高 混凝土板	阳台全 敞开
夏季建筑能耗 百分比变化	100%	64.84%	63.64%	7.79%	4.66%
冬季建筑能耗 百分比变化	100%	99.60%	97.47%	139.38%	92.20%

5.4.2 全封闭阳台栏板构造变化

模拟二：全封闭阳台的构造变化是指阳台栏板的保温性能的变化。假定封闭阳台的栏板采用现浇钢筋混凝土构造做法，使用保温材料的变化如下：

第一种：80 厚现浇钢筋混凝土

第二种：80 厚现浇钢筋混凝土；40 厚聚苯乙烯泡沫塑料

第三种：80 厚现浇钢筋混凝土；40 厚岩棉或玻璃岩棉

第四种：80 厚现浇钢筋混凝土；40 厚水泥膨胀珍珠岩

第五种：80 厚现浇钢筋混凝土；40 厚泡沫石灰

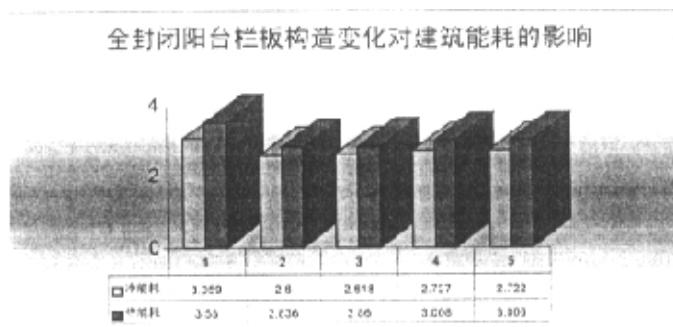


表 5-7 全封闭阳台栏板构造变化对建筑能耗的影响

模拟结果：由模拟结果可以得出（表 5-7），全封闭阳台栏板增加了保温材料以后，对夏季和冬季的建筑能耗均有显著的影响，节能百分比都在百分之八十以上。通过对几种保温材料的普遍做法比较，聚苯乙烯泡沫塑料的保温性能比较好，其它的依次为：岩棉或玻璃岩棉、泡沫石灰，乳化沥青膨胀珍珠岩板的保温性能要差一些。

5.5 窗户和玻璃的系列变化模拟分析及设计探讨

窗户作为建筑外围护结构的开口部位，不但要满足人们采光、日照、通风、视野等基本要求，还要具有优良的保温、隔热、隔声性能，才能为人们提供舒

适、宁静的室内环境，才能满足人们节约能源、保护环境，改善热舒适条件，提高生活水平，实现社会可持续发展的要求。

窗的设计影响建筑中的能耗的几个主要方面包括：窗的尺寸、布置和位置，玻璃窗的传热系数、透光系数，玻璃窗的太阳得热系数等等多种因素。其中玻璃窗的传热系数由玻璃片的片数、玻璃涂层的类型和玻璃片之间的充气（即空气、惰性气体）的函数来修正。

在模拟研究中，为将模拟简单化，只改变卧室窗户的尺寸、位置以及卧室窗户玻璃的传热系数和透光系数，因为客厅有阳台相连，所以客厅的窗户不加以变化。

5.5.1 卧室窗户尺寸、位置变化

模拟一：模拟的奥运村B户型住宅南北向共有4扇卧室窗户，模拟假定窗户高度由0.9m增加到2.7m，每隔0.3m增加一次，其中玻璃窗格数为2，玻璃传热系数为0.76（未考虑窗户玻璃的传热修正系数 ξ 值）。

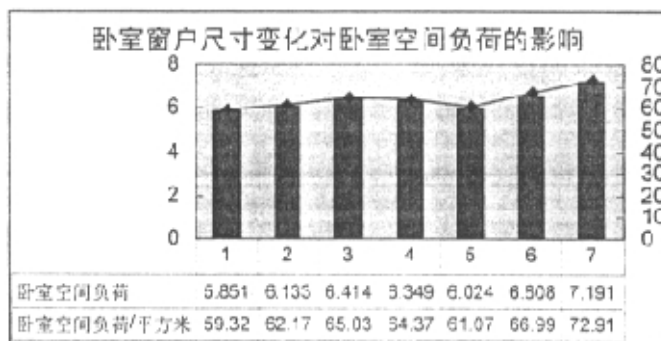


表 5-8 卧室窗户尺寸变化对卧室空间负荷的影响

模拟结果：由模拟结果可以看出（表 5-8），窗高由 0.9m 增加到 1.5m 时，卧室空间负荷成线性上升；窗高 1.8m 时是转折点，卧室空间负荷下降；窗高由 2.1m 增加到 2.7m 时，卧室空间负荷继续成线性上升。

5.5.2 玻璃窗的传热系数变化

模拟二：玻璃窗的传热系数系列变化如下：

- (1) 传热系数 0.76 (窗格玻璃为 1)
- (2) 单层窗, 传热系数 0.2584 (窗格玻璃为 1)
- (3) 双层窗, 传热系数 0.1368 (窗格玻璃为 1)
- (4) 传热系数 0.76 (窗格玻璃为 2)
- (5) 单层窗, 传热系数 0.2584 (窗格玻璃为 2)
- (6) 双层窗, 传热系数 0.1368 (窗格玻璃为 2)
- (7) 传热系数 0.76 (窗格玻璃为 3)
- (8) 单层窗, 传热系数 0.2584 (窗格玻璃为 3)
- (9) 双层窗, 传热系数 0.1368 (窗格玻璃为 3)

表 5-9 玻璃窗的传热系数变化对建筑能耗的影响

		建筑能耗 (MWH)	建筑能耗百分比
窗格玻璃为 1	传热系数 0.76	3.089	100%
	单层窗 传热系数 0.2584	2.962	95.89%
	双层窗 传热系数 0.1368	2.937	95.08%
窗格玻璃为 2	传热系数 0.76	2.754	89.16%
	单层窗 传热系数 0.2584	2.62	84.82%
	双层窗 传热系数 0.1368	2.593	83.94%
窗格玻璃为 3	传热系数 0.76	2.537	82.13%
	单层窗 传热系数 0.2584	2.396	77.57%
	双层窗 传热系数 0.1368	2.368	76.66%

假定玻璃窗格数分别为 1、2、3，玻璃传热系数分别为 0.76（未考虑窗户玻璃的传热修正系数 ξ 值）、0.2584（单层窗、考虑了窗户玻璃的传热修正系数 ξ 值）、0.1368（双层窗、考虑了窗户玻璃的传热修正系数 ξ 值）。

节能标准中通过围护结构的传热耗热量是采用“有效传热系数法”进行计算的，围护结构传热系数指在两侧空气温差为 1K，单位面积在单位时间内的传热量，围护结构传热系数的修正系数 ξ 值是围护结构有效传热系数与围护结构传热系数的比值，它实质上是不仅考虑了由两侧空气温差引起的热损失，还考虑了太阳辐射和天空辐射对围护结构传热产生的影响而采取的修正系数。

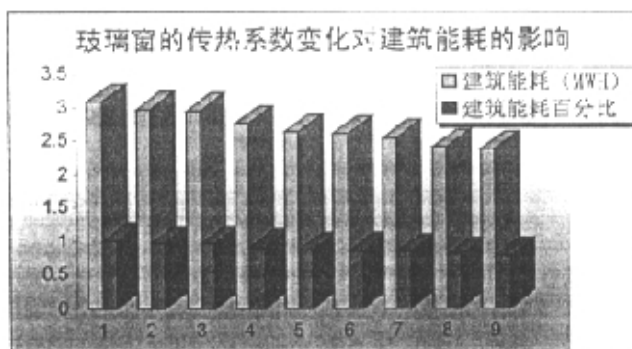


表 5-10 玻璃窗的传热系数变化对建筑能耗的影响

模拟结果：由模拟结果可以看出（表 5-9、表 5-10），当考虑窗户玻璃的传热修正系数 ξ 值，建筑的能耗变小；当窗户由单层窗向双层窗变化时，建筑的能耗变小；当窗格玻璃数分别为 1、2、3 时，建筑的能耗变小。

5.6 结论

综合以上的模拟分析结果，达到绿色住宅的目标是一项系统工程，要均衡考虑各个方面的因素。很多相关结论一般基于实测、经验等的基础上，本文采用结合计算机的新方法，通过能耗模拟软件 DOE-2 对建筑模型进行模拟分析，

用科学的数据来进行绿色建筑的节能分析。

以建筑物理原理为基础,以实验模拟数据为依据,得出北京地区住宅单体节能设计的原则:

一、屋顶造型节能设计原则

1、坡屋顶屋脊位置偏向南坡

屋脊向南移动后,即减小南边坡顶的面积,加大北边坡顶的面积,建筑全年的总能耗减小,有利于节能;屋脊向北移动后,即加大南边坡顶的面积,减小北边坡顶的面积,建筑全年的总能耗增加,不利于节能。

2、“平改坡”屋顶造型原则

通过比较各种屋顶造型变化对建筑夏季和冬季总能耗的影响,可以总结出贯穿节能概念的屋顶节能设计原则:“平改坡”屋顶造型原则。从平屋顶变化成各种坡屋顶后,建筑总能耗均下降,说明坡屋顶比平屋顶的节能效应好。因此,屋顶造型应该遵循“平改坡”的原则,尽量采用坡屋顶,应根据立面、环境以及造价等具体因素综合考虑。

二、外围护结构材料节能设计原则

对于普通做法不加保温隔热材料的墙体,建筑冷热能耗、空间负荷以及通过墙体传递的热量都是最大的。普通做法中陶粒混凝土外墙优于黏土空心砖外墙。在墙体中加入保温隔热材料后,节能效果则好得多。其中以加入聚苯乙烯泡沫塑料为最佳。

三、水平遮阳板节能设计原则

1、水平遮阳板的挑出长度

夏季卧室空间每日平均总能耗和平均太阳辐射随着遮阳板的挑出长度增加而减少;冬季则卧室空间每日平均总能耗随着遮阳板的挑出长度增加而增加,平均太阳辐射随着遮阳板的挑出长度增加而减少。综合冬夏两季的能耗总和,得出当水平遮阳板挑出长度为 300mm~450mm 之间时,节能效应最好。

2、水平遮阳板的位置

随着遮阳板位置的提高,冬季和夏季的每日太阳辐射都随之增加,夏季建筑的能耗增加,冬季能耗则减少。由夏季和冬季相加的总能耗得出,当遮阳板距窗户上檐 200mm 时建筑的能耗最小。

3、水平遮阳板的数量

采用两块遮阳板对空间的能耗有明显的调节作用,但增加第二块遮阳板的挑出长度所起的效果却不是很明显。将遮阳板伸到室内后,对于建筑室内的物理性能没有影响,不会增加和减少建筑的冷热能耗,因此对于节能不起作用。但是伸入室内方式却能大大提高室内的采光率,有利于室内的采光,可以节省电能耗。

四、阳台系列变化模拟分析及节能设计原则

1、阳台从敞开到封闭的系列变化

夏季,当阳台从封闭到敞开的系列变化里,建筑的能耗均减小,这说明封闭阳台的节能效应比不封闭阳台的节能效应差,当阳台全敞开时,建筑能耗只有全封闭阳台的 4.66%;冬季,只有阳台栏板全为 1.05m 高混凝土栏板时,建筑的能耗最大,而且为 139.38%,此时建筑最不节能。进行阳台设计时,应单独考虑建筑冬季能耗和夏季能耗,在寒冷的北京地区,先考虑冬季保温,再顾及夏季散热。而模拟结果显示,在冬季阳台栏板全为 1.05m 高混凝土栏板时,建筑的能耗最大,此时建筑最不节能。

2、全封闭阳台栏板构造变化

全封闭阳台栏板增加了保温材料以后,对夏季和冬季的建筑能耗均有显著的影响,节能百分比都在百分之八十以上。通过对几种保温材料的普遍做法比较,聚苯乙烯泡沫塑料的保温性能比较好,其它的依次为:岩棉或玻璃岩棉、泡沫石灰,乳化沥青膨胀珍珠岩板的保温性能要差一些。

五、窗户和玻璃的系列变化模拟分析及节能设计原则

1、室内窗户尺寸、位置变化

窗高由 0.9m 增加到 1.5m 时,建筑室内的空间能耗增加;窗高 1.8m 时是

转折点，建筑室内的空间能耗下降；窗高由 2.1m 增加到 2.7m 时，建筑室内的空间能耗继续增加。因此，建议窗高采用 1.8m 高。

2、玻璃窗的传热系数变化

当考虑窗户玻璃的传热修正系数 ξ 值，建筑的能耗变小；当窗户由单层窗向双层窗变化时，建筑的能耗依次变小；当窗格玻璃数分别为 1、2、3 时，建筑的能耗依次变小。

参考文献

- [1] 房志勇著. 建筑节能技术. 中国建材工业出版社, 1999
- [2] 建筑节能技术. 中国建筑业协会建筑节能专业委员会编著. 中国计划出版社, 1996
- [3] 绿色建筑. 西安建筑科技大学绿色建筑研究中心编著. 中国计划出版社, 1999
- [4] 节能住宅设计实例图集编委会. 节能住宅设计实例图集. 中国建筑工业出版社, 2000
- [5] 林其标、林燕、赵维稚. 住宅人居环境设计. 华南理工大学出版社, 2000
- [6] 绿色建筑技术手册. 中国建筑工业出版社, 1998
- [7] 北京建筑设计研究院体育中心设计组. 新北京、新奥运——北京国际展览体育中心竞赛方案介绍. 建筑学报, 2001/1
- [8] 邓浩. 生态高技建筑. 新建筑, 2000/3
- [9] 袁莹、胡林. 太阳能技术在建筑中的应用. 世界建筑, 2000/4
- [10] 杨维菊. 法国建筑节能技术谈. 世界建筑, 2000/4
- [11] 绿色建筑与建筑节能. 华中建筑, 2000/2
- [12] 体育建筑空调设计. 中国建筑工业出版社, 1995
- [13] 江涛、王文韬. 最好的体育场馆——北京 2008 年的奉献. 经济日报, 2001/2/23
- [14] 许立群. 绿色奥运, 绿色生活——北京申奥环保篇. 人民日报, 2001/2/20
- [15] 李中文. 人文奥运, 以人为本——北京申奥人文篇. 人民日报, 2001/2/21
- [16] 薛原. 科技奥运, 你我共享——北京申奥科技篇. 人民日报, 2001/2/22
- [17] 张瑞武. 智能建筑. 清华大学出版社, 1996
- [18] 西安建筑科技大学绿色建筑研究中心. 绿色建筑的室内外物理环境. 绿色建筑. 中国计划出版社, 1999, 北京
- [19] 杨红、冯雅、陈启高. 夏热冬冷气候条件下低能耗建筑设计. 新建筑, 2000/3

- [20] 宋德萱、张崢（同济大学）. 建筑平面体形设计的节能分析. 新建筑, 2000/3
- [21] 李振霞（天津大学建筑学院）. 建筑节能在推广应用中存在的问题探析. 新建筑, 2000/3
- [22] 中国夏热冬冷地区建筑节能技术. 新建筑, 2000/3
- [23] 郑炜. 迈向生态的高技术建筑. 华中建筑, 1999/1
- [24] 诺曼·福斯特的普罗旺斯情缘——兼论“高技派”的气候观. 世界建筑, 2000/4
- [25] 王鹏、谭刚（清华大学）. 生态建筑中的自然通风. 世界建筑, 2000/4
- [26] 王鹏（清华大学建筑学院）. 浅析“生态住宅”. 住宅产业, 2001/2
- [27] 生态建筑与生态技术. 世界建筑, 2000/4
- [28] 朱全成（清华建筑建筑学院）. 形形色色的国外生态住宅. 住宅产业, 2001/2
- [29] 魏庆芑、王鹏、谭刚、朱颖心、江亿. 生态住宅的评价方法与实践. 住宅产业, 2001/2
- [30] 林波荣（清华大学建筑技术科学系）. 生态住宅的技术策略. 住宅产业, 2001/2
- [31] 郑志、刘焱. 建立住宅节能设计的计算机虚拟工程. 华中建筑, 1999/1
- [32] 陈伟. 住宅小区节能设计. 住宅科技, 1999/4
- [33] （波兰）M·得瓦洛夫斯基著, 金大勤、赵喜伦、余平译. 阳光与建筑. 中国建筑工业出版社, 1982
- [34] （英）T·A·马克斯, E·N·莫里斯著, 陈士骅译. 建筑物·气候·能量, 1990
- [35] （台）千禧体育盛事——悉尼 2000 奥运场馆建筑专辑. 建筑师, 2000/9
- [36] （台）生态环保与历史人文关怀的行动计划——悉尼绿色奥运之特色. 林芳怡译写. 建筑师, 2000/9
- [37] （台）钟尚怡文字整理. 奥林匹克公园基地的计划. 建筑师, 2000/9
- [38] （美）Los Alamos National Laboratory, DOE-2 REFERENCE MANUAL PART 1, U. S. DEPARTMENT OF COMMERCE, National Technical Information Service
- [39] （美）Group WX-4, Program Support Los Alamos Scientific Laboratory, DOE-2 REFERENCE MANUAL PART 2, U. S. DEPARTMENT OF COMMERCE, National Technical

Information Service

- [40] (美) DOE-2 BASICS Version 2.1E, Prepared for U.S. Department of Energy under Contract W-7405-ENG-8
- [41] (美) F.C. Winkelman, B.E. Birdsall Lawrence Berkeley Laboratory University of California Berkeley CA 94720, DOE-2 SAMPLE RUN BOOK Version 2.1E,
- [42] <http://www.sports2000.com>, 运动 2000 网站, 英文网站
- [43] <http://www.archinect.com/2008>, 英文网站
- [44] <http://www.Beijing-2008.org>, 北京 2008 年奥运会申办委员会网站, 中文网站
- [45] <http://www.olympic.org>, 奥林匹克运动会网站, 英文网站
- [46] <http://www.DOE2.com>, DOE-2 网站, 英文网站
- [47] <http://www.energysoft.com>, 英文网站
- [48] <http://www.energy.gov>, 英文网站
- [49] <http://simulationresearch.lbl.gov>, 英文网站
- [50] <http://www.energy.ca.gov>, 英文网站

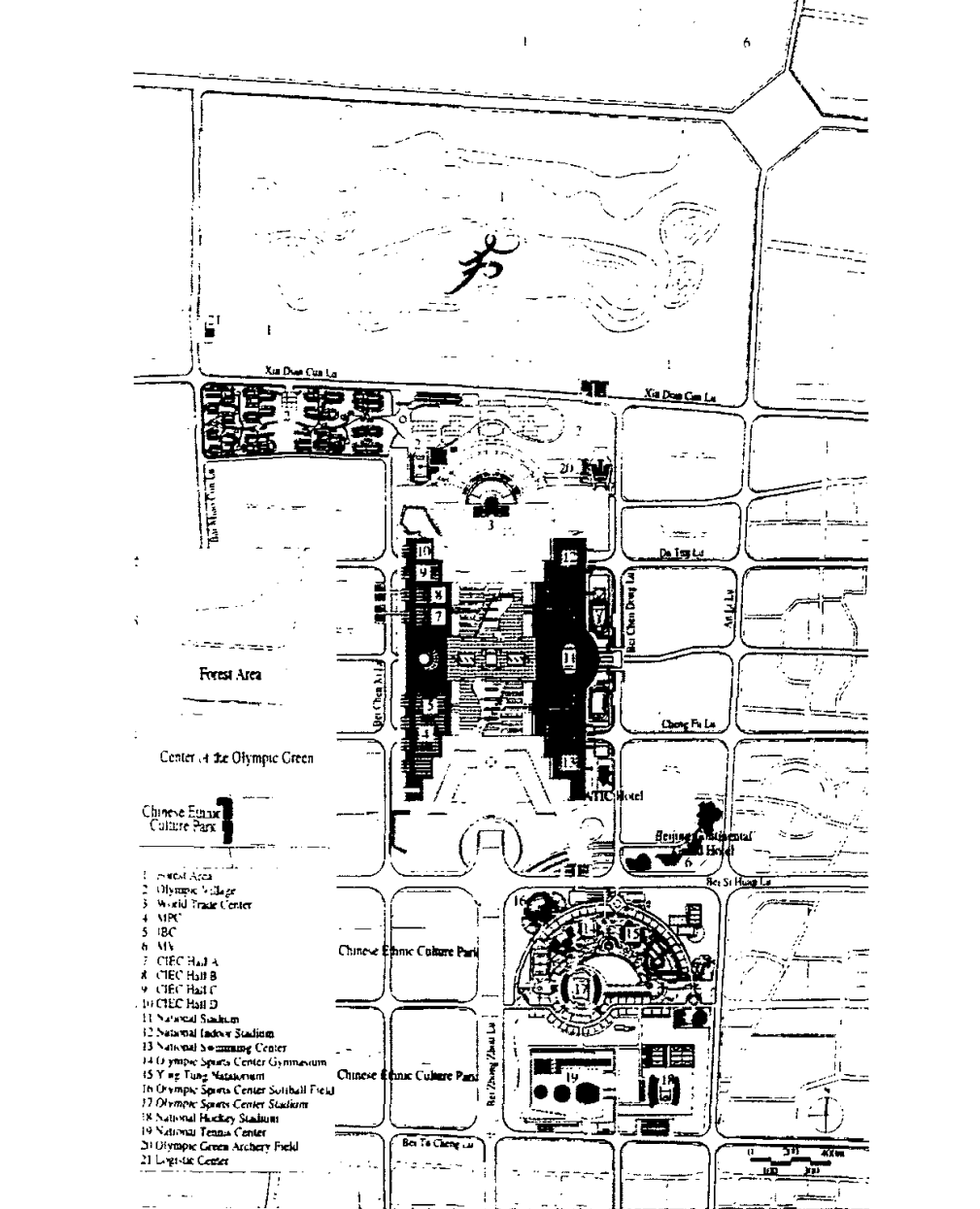
致 谢

感谢导师余庄教授给我的悉心教导和热心关怀，余庄教授严谨的治学态度、渊博的学识、创造性的思维令我受益终生。在论文完成之际，谨向尊敬的导师致以深深的敬意和谢意。

感谢陈纲伦老师、杨小复老师对我在学习上的启发帮助以及生活上的关心照顾。感谢李保峰老师、胡正凡老师、林玉莲老师、阎春林老师、刘堃老师、黄涛老师、李刚老师、陈玉秀老师等建筑与城市规划学院所有关心和帮助过我的老师。

感谢力学系硕士何保华同学对我在精神上的支持、学业上的帮助、生活上的关心，黄彬和聂华波同学，感谢汪铮、王静、柳英、覃莺、王磊、赵凯、熊拥军等同班同学在我求学期间的互相帮助和在学习和思想上的交流。感谢杨红俊、王晓熙、杨宏杰、钱珊、赵茗等其它专业的同学对我的帮助和交叉思维的启发，令我开阔了眼界。

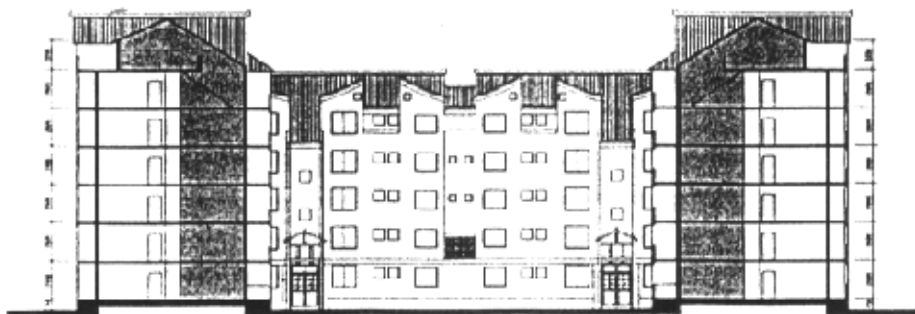
感谢所有关心和帮助过我的人，在此向你们致以真诚的致意！

[illegible]

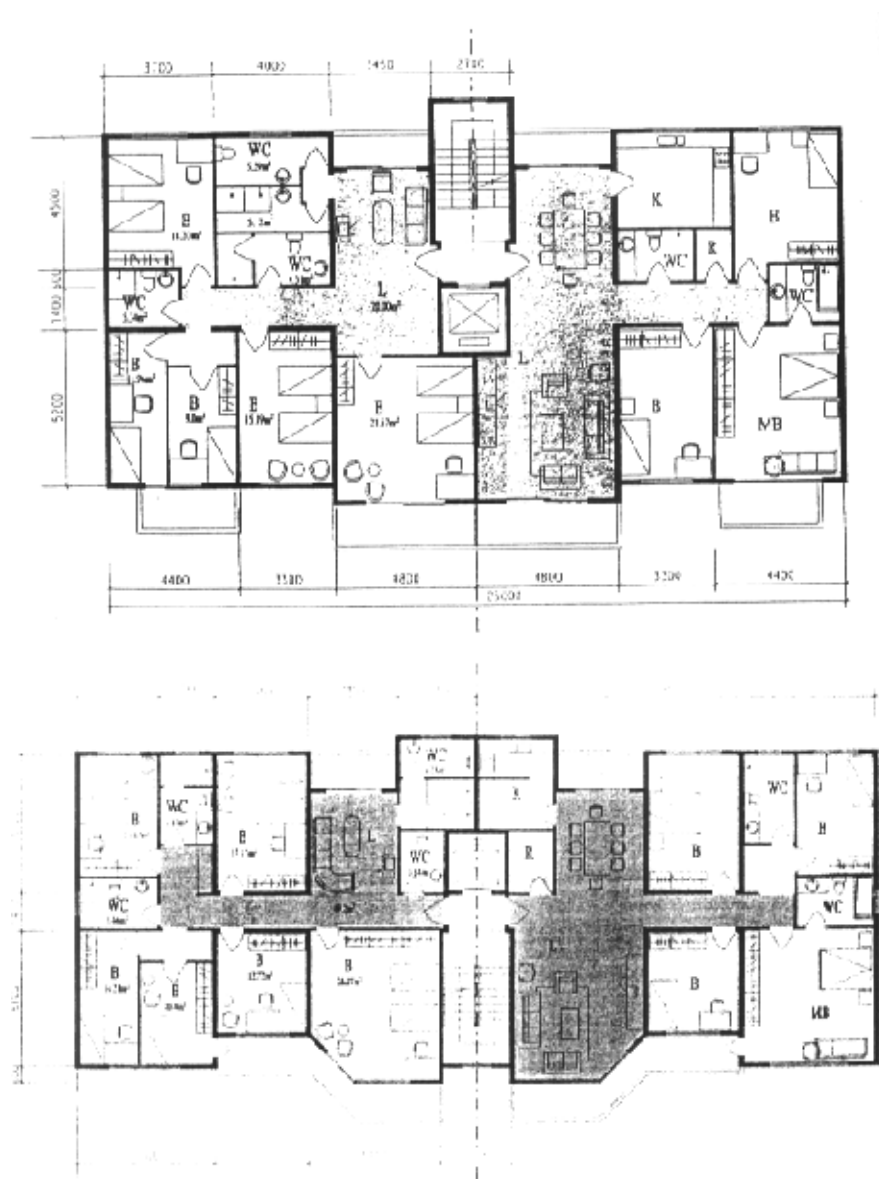
附图 2 北京 2008 年奥运村住宅效果图



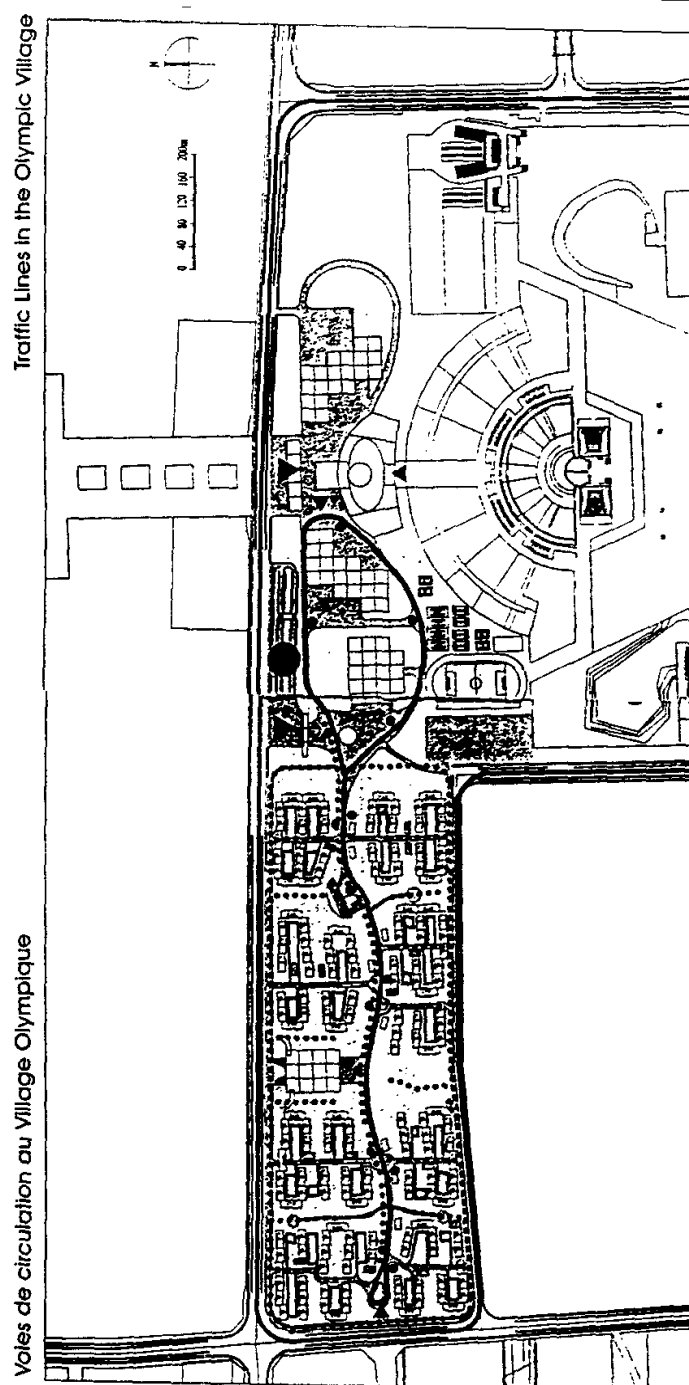
附图 3 北京 2008 年奥运村住宅剖面图和效果图



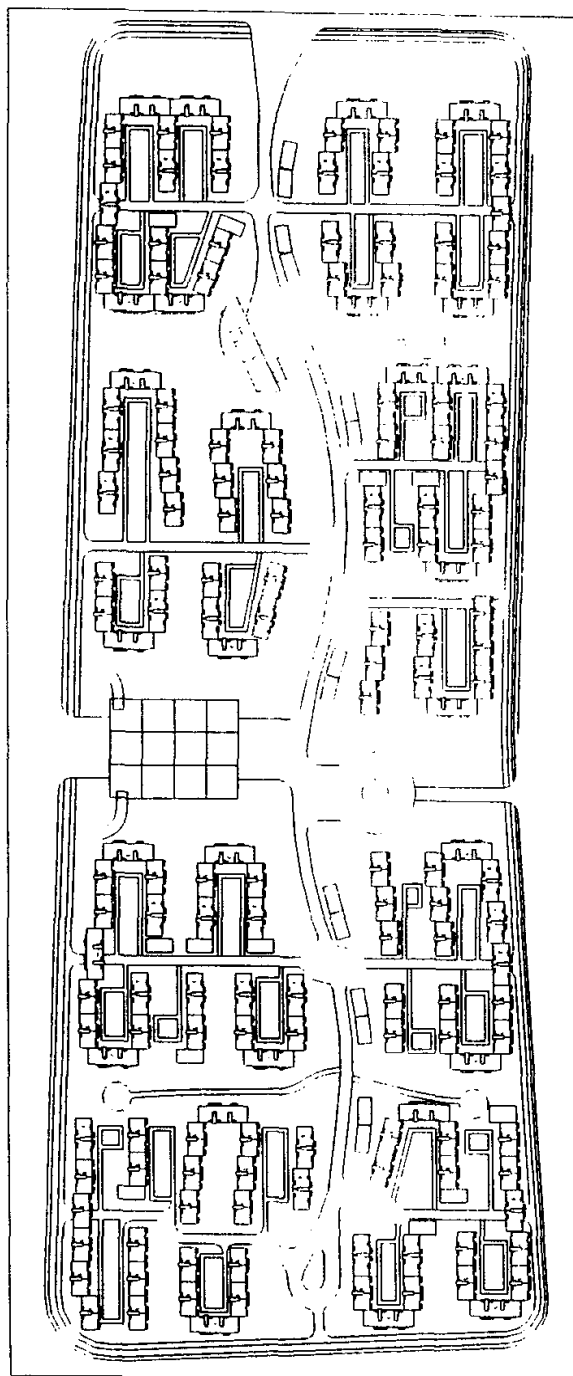
附图 4 北京 2008 年奥运村住宅平面图



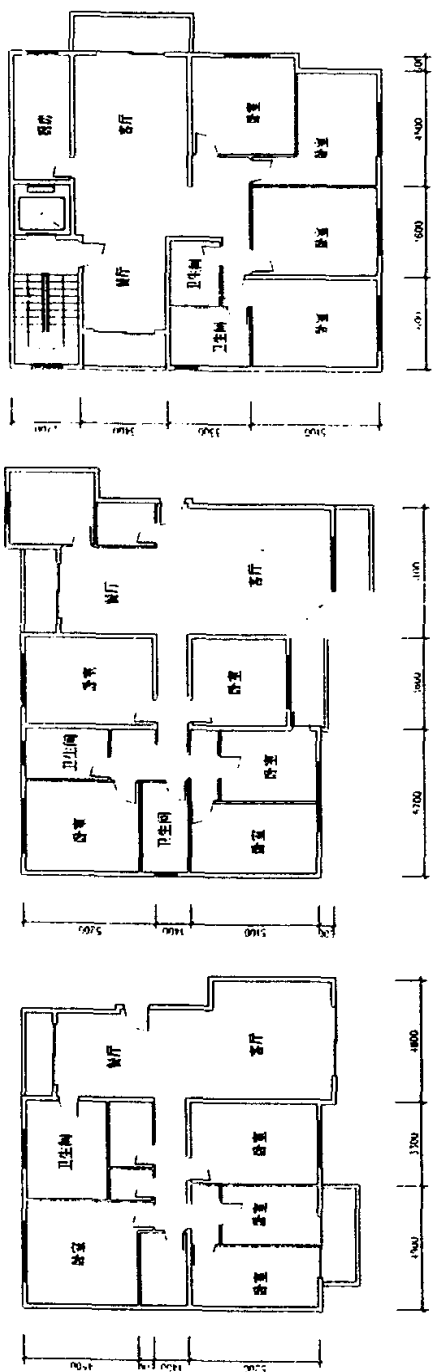
附图 5 北京 2008 年奥运村规划图



附图 6 奥运村运动员公寓平面规划图



附图 7 奥运村 A 户型、B 户型、C 户型平面图



附 8 DOE-2 能耗模拟软件输出报告

[illegible]

附 9 DOE-2 能耗模拟软件输出报告

REPORT- LS-D BUILDING MONTHLY LOADS SUMMARY										WEATHER FILE- TMV2 Beijing															
----- C O O L I N G -----										----- H E A T I N G -----										----- E L E C -----					
MAXIMUM										MAXIMUM										ELEC- MAXIMUM					
COOLING		TIME		DRY- WET-		BULB		BULB		HEATING		TIME		DRY- WET-		BULB		BULB		HEATING		TRICAL		ELEC	
ENERGY		OF MAX		BULB		BULB		BULB		ENERGY		OF MAX		BULB		BULB		BULB		LOAD		ENERGY		ELEC	
(MWH)		DY HR		TEMP		TEMP		TEMP		(MWH)		DY HR		TEMP		TEMP		TEMP		(KW)		(KWH)		(KW)	
MONTH																									
JAN	0.00000									0.000										0.000			0.		0.000
FEB	0.00000									0.000										0.000			0.		0.000
MAR	0.00000									0.000										0.000			0.		0.000
APR	0.00000									0.000										0.000			0.		0.000
MAY	0.00000									0.000										0.000			0.		0.000
JUN	3.54885	17	14	34. C	18. C					19.184		16	5	18. C	18. C					-3.371			0.		0.000
JUL	3.39311	12	13	32. C	24. C					16.306		19	6	18. C	18. C					-4.163			0.		0.000
AUG	3.60633	5	11	31. C	26. C					18.812		15	5	17. C	16. C					-4.122			0.		0.000
SEP	2.67312	11	12	26. C	19. C					17.424		28	6	7. C	6. C					-9.927			0.		0.000
OCT	0.00000									0.000										0.000			0.		0.000
NOV	0.00000									0.000										0.000			0.		0.000
DEC	0.00000									0.000										0.000			0.		0.000
TOTAL	13.221																						0.		0.000
MAX																									0.000

附 10 DOE-2 能耗模拟软件输出报告

REPORT~ LS-D BUILDING MONTHLY LOADS SUMMARY										DOE-2.1E-W83 3/20/2002 15:27:46 LDL RUN 1										WEATHER FILE~ TMY2 Beijing									
- - - - - C O O L I N G - - - - -										- - - - - H E A T I N G - - - - -										- - - - - E L E C - - - - -									
MAXIMUM										MAXIMUM										ELEC~ MAXIMUM									
COOLING										HEATING										TRICAL									
ENERGY OF MAX										ENERGY OF MAX										ENERGY									
TIME										TIME										LOAD									
WET~										WET~										TEMP									
BULB										BULB										TEMP									
TEMP										TEMP										TEMP									
DY HR										DY HR										DY HR									
TEMP										TEMP										TEMP									
KW										KW										KW									
MONTH										MONTH										MONTH									
JAN										JAN										JAN									
FEB										FEB										FEB									
MAR										MAR										MAR									
APR										APR										APR									
MAY										MAY										MAY									
JUN										JUN										JUN									
JUL										JUL										JUL									
AUG										AUG										AUG									
SEP										SEP										SEP									
OCT										OCT										OCT									
NOV										NOV										NOV									
DEC										DEC										DEC									
TOTAL										TOTAL										TOTAL									
MAX										MAX										MAX									

-31.658

附 11 DOE-2 能耗模拟软件输出报告

REPORT- LS-D BUILDING MONTHLY LOADS SUMMARY										DOE-2.1E-W83 3/14/2002 21:45:55 LDL RUN										WEATHER FILE- TMY2 Beijing																																		
----- C O O L I N G -----										----- H E A T I N G -----										----- E L E C -----																																		
MAXIMUM										MAXIMUM										ELEC- MAXIMUM																																		
COOLING					TIME					DRY-					WET-					HEATING					TIME					DRY-					WET-					ELEC-					TRICAL					ELEC				
ENERGY					OF MAX					BULB					BULB					LOAD					OF MAX					BULB					BULB					ENERGY					ENERGY									
(MWH)					DY HR					TEMP					TEMP					(KW)					DY HR					TEMP					TEMP					(KWH)					(KW)									
JAN	0.17675	30	12	9. C	2. C						16	8	-13. C	-13. C	-20.686						0.	0.000																																
FEB	0.26915	12	12	7. C	0. C						23	6	-11. C	-13. C	-19.490						0.	0.000																																
MAR	0.00000						0.000	9.912											0.000						0.	0.000																												
APR	0.00000						0.000	0.000											0.000						0.	0.000																												
MAY	0.00000						0.000	0.000											0.000						0.	0.000																												
JUN	0.00000						0.000	0.000											0.000						0.	0.000																												
JUL	0.00000						0.000	0.000											0.000						0.	0.000																												
AUG	0.00000						0.000	0.000											0.000						0.	0.000																												
SEP	0.00000						0.000	0.000											0.000						0.	0.000																												
OCT	0.00000						0.000	0.000											0.000						0.	0.000																												
NOV	0.76426	1	11	18. C	9. C						27	8	-3. C	-4. C	-16.580						0.	0.000																																
DEC	0.29688	6	12	8. C	3. C						29	7	-9. C	-10. C	-19.611						0.	0.000																																
TOTAL	1.507																-28.965						0.	0.000																														
MAX																	-20.686							0.000																														

附 12 DOE-2 能耗模拟软件输出报告

REPORT- LS-B SPACE PEAK LOAD COMPONENTS DOE-2.1E-W83 7/15/2001 14:31: 5 LDL RUN 1
BALCONY WEATHER FILE- TMY2 Beijing

SPACE BALCONY SPACE TEMPERATURE USED FOR THE LOADS CALCULATION IS 70 F / 21 C

MULTIPLIER	1.0	FLOOR MULTIPLIER	1.0
FLOOR AREA	121 SQFT	11 M2	
VOLUME	1110 CUFT	31 M3	

COOLING LOAD

TIME NOV 16 3PM
DRY-BULB TEMP 36 F 2 C
WET-BULB TEMP 25 F -4 C
TOT HORIZONTAL SOLAR RAD 91 BTU/H. SQFT 286 W/M2
WINDSPEED AT SPACE 10.5 KTS 5.4 M/S
CLOUD AMOUNT 0(CLEAR)-10 0

HEATING LOAD

JAN 9 8AM
23 F -5 C
19 F -7 C
0 BTU/H. SQFT 0 W M2
7.9 KTS 4.1 M S
0

附 13 DOE-2 能耗模拟软件输出报告

	SENSIBLE		LATENT		SENSIBLE	
	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)	(KBTU/H)	(KW)
WALL CONDUCTION	-0.105	-0.031	0.000	0.000	-0.227	-0.066
ROOF CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WINDOW GLASS+FRM COND	-0.325	-0.095	0.000	0.000	-1.075	-0.315
WINDOW GLASS SOLAR	15.230	4.462	0.000	0.000	0.025	0.007
DOOR CONDUCTION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INTERNAL SURFACE COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNDERGROUND SURF COND	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
OCCUPANTS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
LIGHT TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EQUIPMENT TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PROCESS TO SPACE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
INFILTRATION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
TOTAL	14.801	4.337	0.000	0.000	-1.276	-0.374
TOTAL / AREA	0.123	0.386	0.000	0.000	-0.011	-0.033
TOTAL LOAD	14.801 KBTU/H	4.337 KW	-1.276 KBTU/H	-0.374 KW		
TOTAL LOAD / AREA	122.52 BTU/H.SQFT	386.409 W/M2	10.563 BTU/H.SQFT	33.314 W M2		

附 14 DOE-2 能耗模拟软件输出报告

DOE-2.1E-W83 6/ 4/2001 10:54:25 LDL RUN 1

REPORT- LS-L MANAGEMENT AND SOLAR SUMMARY FOR SPACE BEDROOM-2 WEATHER FILE- TMY2 Beijing

DATA FOR SPACE		BEDROOM-2		
MONTH	NUMBER OF HOURS MANAGEMENT WOULD BE EMPLOYED	AVERAGE DAILY SOLAR RADIATION INTO SPACE (WATT)	MAXIMUM HOURLY SOLAR RADIATION INTO SPACE (WATT)	
JUN	0.	207.039	1011.212	
JUL	0.	177.115	990.155	
AUG	0.	238.487	1417.699	
SEP	0.	362.660	2262.471	
ANNUAL	0.	245.694	2262.471	