

低碳建筑设计丛书

史洁 著

高层住宅建筑 太阳能系统整合设计

Solar Energy Integrated Design in High-rise Apartments



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

低碳建筑设计丛书

高层住宅建筑 太阳能系统整合设计

Solar Energy Integrated Design in High-rise Apartments

史 洁 著



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是在从建筑设计角度解决太阳能一体化的应用问题。书中提出了太阳能与建筑系统整合设计的目标、内涵和思想,从高层住宅可利用的太阳能技术系统的类型、选择原则到规划方案入手,分析高层住宅群体布局、高层住宅建筑单体的剖面和平面的组织与太阳能系统的整合设计。并针对目前高层住宅的屋顶、墙体、阳台等外立面现状,探讨开发外立面区域的可能途径,研究太阳能采集器与建筑外立面整合的形式、程度与构筑的标准方法。

本书是作者多年从事建筑太阳能利用的研究和实践的积累,不仅对推动我国生态型高层住宅具有积极意义,同时为建筑师在太阳能建筑创作中提供了新的思路。

图书在版编目(CIP)数据

高层住宅建筑太阳能系统整合设计/史洁著. --上海:
同济大学出版社, 2012. 4

ISBN 978-7-5608-4735-1

I. ①高… II. ①史… III. ①高层建筑—太阳能住宅—建筑设计 IV. ①TU241.91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 247420 号

高层住宅建筑太阳能系统整合设计

史 洁 著

策划编辑 江 岱 责任编辑 由爱华 责任校对 徐春莲 封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社(www.tongjiupress.com.cn)

(上海市四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 同济大学印刷厂

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 9.75

印 数 1—2 100

字 数 243 000

版 次 2012 年 4 月第 1 版 2012 年 4 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-4735-1

定 价 36.00 元

本书若有印装质量问题, 请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

序 言

建筑节能的基础是被动式技术,即通过围护结构的保温隔热、遮阳、窗户等手段,夏季尽量避免室外热量的入侵、利用自然通风,冬季尽量增加温暖的阳光入射,并利用建筑物结构的蓄热,降低供暖需求。这些自然资源本质上都是来自于太阳能。另一方面,建筑节能的高端是利用可再生能源,进一步降低化石能源的消耗。在住宅建筑中,最适合的主动式可再生能源利用技术就是太阳能热水的利用。

由于我国人口众多、土地稀缺,城市发展必然要走紧凑型和集约化的道路。我把它称为“三高”的城市发展模式,即高人口密度、高容积率,以及高层建筑。高层建筑是人口和土地资源约束下的必然结果。这样的城市空间形态给被动式技术和可再生能源利用技术的应用带来挑战。尤其是住宅,我国城市住宅建筑形式以公寓式的集合住宅为主,这更增加了被动式技术和主动式太阳能应用的困难,呈现出与发达国家在独立住宅中应用完全不同的特点。

以往,国内无论是主动式的还是被动式的太阳能应用,从理论到实践往往照搬发达国家的经验,而且不问气候特点和资源条件盲目推广,出现很多不成功的案例,急需认真总结、深入研究。史洁博士的这本专著的出版,非常及时,相信能对我国住宅建筑的太阳能利用起到推进作用。

史洁博士这本书,紧紧围绕“建筑”主题,全面阐述了在中国多高层住宅为主的条件下,如何利用被动式技术、如何实现太阳能与建筑一体化,以及如何对住宅太阳能应用做技术经济分析等一系列科学问题。这本书无论对规划师、建筑师,还是工程师、发展商,甚至对一般住户,都有很好的参考价值。

史洁博士有着结构工程的知识背景,本身是一名建筑师,而又具有从暖通空调视角从事科学研究的经历,本书是她多年经验的总结,使本书综合性、学科复合和实践性的特色十分鲜明,一定会得到不同专业人员的欢迎。

《上海市建筑节能条例》中指出:“新建有热水系统设计要求的公共建筑或者六层以下住宅,建设单位应当统一设计并安装符合相关标准的太阳能热水系统。鼓励七层以上住宅设计并安装太阳能热水系统。”我想,通过科学指导和精心设计,上海和全国城市住宅的太阳能利用及建筑-太阳能一体化工程将会得到长足发展。

史洁
2012年3月

前言

气候的变暖、生存环境的恶化以及不可再生能源储备的有限性,促使世界各国意识到开发利用太阳能等可再生能源的紧迫性和重要性。很多发达国家,都在积极推出相应的鼓励政策和研发太阳能的各项技术,特别是太阳能技术在建筑上的应用。我国近年也出台了一系列相应的政策和法规,以鼓励和推动太阳能的应用,但由于我国正处于城市化的快速发展阶段,为确保城市生态系统的平衡和居民生活环境的良好质量,满足人们不断增长的需求层次,住宅建筑已呈现高层、高密度的趋势,尤其是大城市,如上海近三年的 11~15 层高层住宅,已俨然成为 8 层以上高层建筑建设的主角。伴之而来的是,高层住宅建筑所带来的高能耗问题和可持续发展的问题。而随着太阳能应用技术的日渐成熟,太阳能的利用已被作为一种较为可行的建筑节能的技术途径和手段,我国太阳能在低、多层住宅建筑上已被广泛采纳,且成效可嘉,而高层住宅如何应用和推广太阳能,还处在探索阶段。随着国家节能减排政策的推出,高层住宅的节能问题已是迫在眉睫,高层住宅是否适合及如何利用太阳能技术已备受关注,这也是目前我国大城市住宅建设可持续发展的焦点所在。

本书正是在此背景下,以作者近年来主持的博士后自然科学基金和上海建交委“十一五”重科项目,以及参加的国家自然科学基金项目的研究成果为基础完成的,是作者多年从事建筑太阳能利用的研究和实践的一点积累。全书基本框架分三个部分,绪论部分主要对近两年上海高层住宅的调查,包括住宅概况、空调设备、热水器设备、生活方式、住宅舒适度、室内空气品质、冬夏季着衣量、能源使用状况与实测记录共九部分内容,在此基础上,研究了上海高层住宅室内热舒适性和能耗结构的特点。其次,在理论论证方面,论文引入系统思维和生态观,提出了太阳能与建筑系统整合设计的目标、内涵和思想。第二章为国内外太阳能应用现状研究,结合上海的气候特点,对比中国北方地区、欧洲及北美地区太阳能资源和工程实践和可再生能源的激励政策,分析了我国太阳能的开发利用的潜力和存在的问题。后续三章从应用角度对整合设计进行深入研究。一是研究在高层住宅群体布局下,高层住宅南立面的日照时长问题;二是从高层住宅可利用的太阳能技术系统的类型、选择原则到规划方案入手,分析高层住宅建筑单体的剖面和平面对太阳能系统的整合设计。三是针对目前上海高层住宅的屋顶、墙体、阳台等外界面现状,探讨了开发高层住宅外界面区域的可能途径,研究太阳能采集器与建筑外界面整合的形式、程度与构筑的标准方法。本书旨在从设计技术的角度解决一体化的应用问题。研究结论不仅对

推动我国生态型高层住宅具有积极的意义,同时为建筑师在太阳能建筑创作中提供了新的思路。

在本书即将付梓之际,我要特别感谢我的导师戴复东院士,回首望去,戴先生治学的严谨、宽厚的学者风范和在建筑设计上的务实性,促使我学会在研究中不断地立足于从实际出发去思考问题和建构理论;他敏锐的学术洞察力、前瞻的思想引领和带动着我的研究,也将成为我今后在学科领域不断迈进的滋养。由衷的感谢宋德萱教授对我从事太阳能建筑研究的自始至终所给予的鼓励、鞭策和宝贵的学术上的见解。感谢上海现代建筑设计集团的程华宁总建筑师给予研究的各方面支持;感谢同济大学热能系张旭教授和李峥嵘教授在研究测试、技术方案方面给予的指导和帮助。本书编写过程中,得到了皇明太阳能集团有限公司、山东力诺瑞特集团和昆明新元阳光科技有限公司给予的协助。

本书的出版凝聚了同济大学出版社工作人员的辛勤工作,是他们的支持和帮助才使得本书得以顺利出版。此书的出版是所有参加单位共同努力、团结协作的结果,在此深表敬意!

由于著者水平有限,书中难免存在一些问题和不足之处,诚恳地希望读者提出宝贵的意见和建议。

史洁

2012年3月27日

目 录

序言

前言

第1章 绪 论	(1)
1.1 挑战与使命	(1)
1.1.1 人口与能源消耗	(1)
1.1.2 环境的可持续性	(2)
1.1.3 太阳能利用的使命	(4)
1.2 高层住宅建筑的特殊性	(5)
1.2.1 发展概况	(5)
1.2.2 现状调查	(5)
1.2.3 室内热舒适研究	(10)
1.3 整合设计理论的提出	(15)
1.3.1 建筑与太阳能系统的关联	(16)
1.3.2 整合设计的目标	(17)
1.3.3 整合设计的思想与内涵	(18)
1.3.4 整合设计的方法	(20)
第2章 国内外住宅建筑太阳能应用现状	(23)
2.1 国外太阳能建筑发展概况	(23)
2.1.1 研究与实践	(23)
2.1.2 德国太阳能建筑发展现状	(25)
2.1.3 借鉴与启示	(33)
2.2 国内高层住宅建筑太阳热水系统应用实例分析	(34)
2.2.1 实例概况	(35)
2.2.2 建筑群体布局	(37)
2.2.3 太阳能热水系统的选用	(37)
2.2.4 存在的问题	(38)
2.3 上海住宅建筑太阳能利用	(40)

2.3.1	上海地区太阳能资源	(40)
2.3.2	居民太阳能热水系统应用调查	(43)
2.3.3	低、多层住宅太阳能热水利用现状	(47)
2.3.4	高层住宅太阳能热水系统的应用	(49)
2.3.5	太阳能光电系统利用实例	(59)
2.4	相关法律法规、产业政策与标准规范	(59)
2.4.1	激励政策的类型	(59)
2.4.2	国外太阳能的推广措施与手段	(61)
2.4.3	我国国家相关法律与政策	(62)
2.4.4	太阳能热利用技术理论与标准	(62)
2.4.5	太阳能光伏利用标准与规范	(64)
2.4.6	规模化推广的激励体系	(66)
第3章	高层住宅建筑总体布局对太阳能利用的影响	(69)
3.1	高层住宅日照标准与间距	(69)
3.1.1	日照标准	(69)
3.1.2	间距要求	(70)
3.1.3	住宅面宽的限制	(71)
3.2	高层住宅建筑布局方式分析	(71)
3.2.1	典型布局方式	(71)
3.2.2	日照问题	(75)
3.3	南立面日照时长研究	(76)
3.3.1	被遮挡研究	(76)
3.3.2	自遮挡研究	(87)
3.3.3	观测比较	(93)
3.3.4	全年日照情况分析	(99)
第4章	高层住宅建筑单体与太阳能系统整合设计	(102)
4.1	建筑造型与采集器布置	(102)
4.1.1	集热器的设置要求	(102)
4.1.2	光电板的设置条件	(103)
4.1.3	建筑造型与太阳能系统设计	(104)
4.2	建筑平面组织与太阳能直接利用	(110)
4.2.1	直接受益式阳台设计	(110)
4.2.2	平面与通风组织	(110)

4.3 建筑平面布局与太阳能热水系统	(111)
4.3.1 太阳能热水系统的设置要求	(111)
4.3.2 板式住宅典型平面分析	(112)
4.3.3 塔式住宅典型平面分析	(114)
第5章 高层住宅建筑外界面整合设计研究	(117)
5.1 屋顶太阳能一体化设计	(117)
5.1.1 平屋顶的太阳能利用	(117)
5.1.2 坡屋顶的太阳能利用	(122)
5.2 墙体太阳能一体化设计	(127)
5.2.1 墙体光热一体化	(127)
5.2.2 女儿墙一体化	(128)
5.2.3 墙体光电板一体化	(129)
5.2.4 阳台栏板与太阳能集热板一体化	(129)
5.2.5 组件模块化	(133)
5.3 窗体太阳能一体化设计	(133)
5.3.1 太阳能热水外墙玻璃	(133)
5.3.2 光电膜玻璃	(133)
5.3.3 太阳能窗	(133)
5.3.4 室外遮阳与太阳能一体化设计	(134)
附录A 上海高层住宅冬季状况调查问卷	(136)
附录B 上海高层住宅节能与太阳能应用夏季状况调查	(140)
附录C 实验测点布置及试验设备介绍	(144)
参考文献	(145)

第1章 绪论

能源一直是人类赖以生存的基础,煤炭、石油和天然气等不可再生能源仍是当今世界的主要能源,它们为人类的生存和发展做出了巨大贡献,人类也依靠它们取得了辉煌的经济腾飞和科技进步。但发展至今,这些常规能源的有限性及其使用过程中对环境造成的危害,让人类不得不面临前所未有的威胁和挑战。这促使人们不再局限于眼前利益与经济价值,而更多地去关注可再生能源,关注能源的长远价值与社会价值;促使人们开始在越来越广的范围内,考虑人类的建设行为的价值取向。从长远的利益来看,人类走可持续发展之路^①,已不是一种选择,而是一种必然^[1]。

太阳能是一种分布广泛、取之不尽、用之不竭、绿色无污染的清洁能源,对它的利用,不会影响自然系统的健康状态。因此,太阳能已成为当今人类社会可持续发展的首选能源。

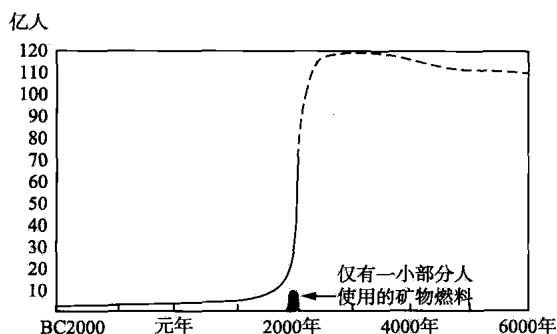
1.1 挑战与使命

1.1.1 人口与能源消耗

一个世纪以前,地球上只有不到 20 亿的居民,而今天这个数字已经接近 70 亿。以此速度发展下去,预计 21 世纪末地球上将有 120 亿人口,迅速增长的人口也正以惊人的速度消耗着地球的能源(图 1-1)。能源是人类得以生存和发展的物质基础,一个国家的高速发展依赖于能源的大量开采和有效利用。社会越发达,现代化程度越高,能源的消耗量也就越大。目前人均年能源消费量已被视为一个国家贫富的标志。

随着全球人口不断增长和经济速度加快,常规能源的开采和消耗还在持续,而世界能源的储量是很有限的。2011 年 6 月下旬 BP Amoco 公司公布的《BP 世界能源统计评述

① 1993 年 6 月的芝加哥世界建筑师大会指出:可持续性发展是指在不牺牲子孙后代未来需要的情况下,满足当前需要的发展。为了现有的和未来的全部生命的利益,一个具备可持续性的社会将恢复、保持并加强自然与文化。对于一个健康的社会来说,生物多样性与环境的健康性都是必需的基本因素。我们今天的社会正在严重地破坏环境,是不具备可持续性的。

图 1-1 世界人口增长与原油资源的消耗^[2]

2011》中关于世界能源证实储量的数据显示,到 2010 年底,石油为 1 888 亿吨,可采 46.2 年;天然气为 187.14 万亿米³,可采 58.6 年;煤炭为 8 609.38 亿吨,可采 118 年。^[3]这些数据警示我们,能源消耗已成为当今全球进一步发展面临的主要问题。

中国是世界上人口最多的国家,也是世界上能源生产和消费大国之一。中国的能源消耗占世界总能源消耗的 11.5%^[4],已成为世界上仅次于美国、俄罗斯的第三大能源生产国和仅次于美国的第二大能源消费国。但是,中国人均耗能却较低,占世界 1/5 的人口仅消费世界能源的 1/9,人均耗能约为世界平均水平的 1/3。自 1980 年起,中国进入经济起飞阶段,GDP 总量迅速增长;人口总数由 1980 年的 10 亿增加到目前的 13.4 亿,预计到 2020 年将上升到 14 亿。随着我国经济的发展和人口的增长,我国能源消费总量的长远需求将会不断提高,这也是不可避免的。据 2011 年的数据显示,我国常规能源的实际使用年限要比全球的能源使用年限短得多,我国石油储量仅为 20 亿吨,使用年限约 9.9 年;天然气资源储量为 99.2 万亿米³,仅能使用约 29 年;煤炭资源探明储量为 1 145 亿吨,仅能使用约 35 年^[3]。由此看来,我国的能源形势比全球的能源形势要严峻得多。

当今世界各国都在寻求新的能源替代战略,以求得国家的可持续发展和发展优势地位。21 世纪世界能源系统将发生重大变革,由煤炭能源、石化能源和核动力能源为主,向以环保洁净的可再生能源为主发展。世界能源理事会和国际应用系统分析研究所研究认为:21 世纪下半叶随着石油和天然气资源的枯竭,太阳能和生物质能等可再生能源将获得迅速发展。有专家认为,到 21 世纪中叶太阳能发电所占比重将增加到 50%,并将在 2100 年占世界一次能源构成的 50%以上^[5]。

1.1.2 环境的可持续性

纵观世界能源发展的历程,在能耗迅速增长的同时,能源的构成状况也发生着巨大的变化(图 1-2)。在 18 世纪中叶以前,人类主要使用柴草作为能源;随后,蒸汽机引发的工业革命促使了煤炭工业的发展。20 世纪初,石油在能源的构成中只不过是刚露头角,而到 20 世纪 50 年代,中东大油田及世界各国石油和天然气的开发利用,使石油逐渐成为主要能源。目前世界能源消耗主要以煤炭和石油等常规能源为主,在世界能源的总消费量中,

美国、日本及西欧经济发达国家消费较多。20 世纪 50 年代中期爆发的中东战争,酿成了这些工业化发达国家第一次能源危机,而 1973 年爆发的第四次中东战争,给西方世界带来了更为严重的能源危机。

如果说,早先减少能源消耗是为了避免世界石油危机,进入 20 世纪 90 年代以后,人类不仅要面对资源的有限性,而更为突出的是环境保护问题。因为这些常规能源的使用,不仅造成环境污染,同时由于排放大量的温室气体而产生温室效应,引起全球气候变暖。许多专家认为导致全球气温升高的主要原因是在过去的 100 多年里,尤其是最近 50 年,人类在使用能源的活动中过度排放温室气体,特别是二氧化碳所致(图 1-3)。若按现在的二氧化碳排放速度,每 10 年地球的温度就会升高 $0.1^{\circ}\text{C}\sim 0.26^{\circ}\text{C}$,一个世纪就会升高 $1^{\circ}\text{C}\sim 3.25^{\circ}\text{C}$ ^[1],而南北极的温度上升幅度会更高。据国际能源机构 International Energy Agency (IEA)估算,1995 年全球二氧化碳总排放量已达到 220 亿吨,其中中国为 30 亿吨(占全球总排放量的 13.6%),仅次于美国的 52.79 亿吨(占全球总排放量的 23.7%)^[7]。而世界各国建筑在能源使用中所排放的二氧化碳约占全球二氧化碳排放总量的 1/3,其中公共建筑占 1/3,住宅占 2/3。

随着全球变暖趋势的进一步加剧,地球环境和人类社会将会更加脆弱,气象灾害将成为人类社会面临的最严重的自然灾害。统计显示,20 世纪 90 年代全球发生的重大气象灾害比 50 年代多 5 倍^[7]。近期南极洲东海岸附近一带面积为 $3\,250\text{ km}^2$ 冰架溶解,并分裂

图 1-2 世界能源消耗变化趋势^[6]

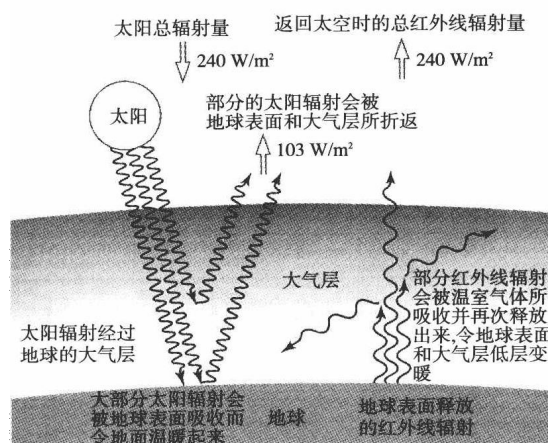
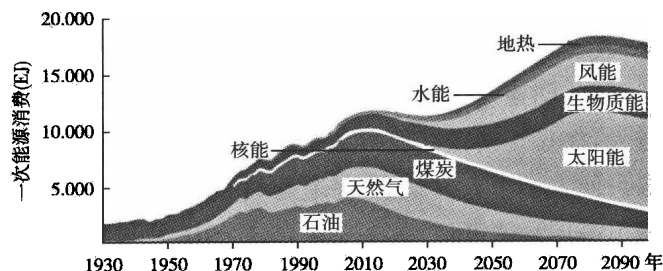


图 1-3 全球气候变暖的原理^[8]

成数千个冰山,是 30 年来发生的此类事件中规模最大的一次。这预示着南极洲的冰河流量将增加,全球海平面将上升,并导致低洼地区被淹没。美联社援引英国慈善机构 2007 年 5 月 15 日公布的一份报告称,如果一些发达国家不马上采取有力行动,到 21 世纪末,仅非洲撒哈拉以南地区就可能有 1.8 亿人因患由全球变暖引发的疾病而死亡,将会有数百万人口沦为难民。全球性气温升高还将导致海水热膨胀、极地冰川融化,以及永久冻土带的消融、变暖 and 退化,厄尔尼诺现象将更为频繁、持久和强烈。

能耗的迅速增长与能源结构的不合理也使我国面临严峻的环境压力,其中影响最直接、最大的就是温室气体排放和臭氧层破坏。据各国二氧化碳的排放量统计,美国年均 20 吨/人,德国年均 12.3 吨/人,日本年均 8.7 吨/人,中国年均 2.2 吨/人。从数字上看,中国年人均二氧化碳排放量较小,但中国人口众多,生产技术水平较低,能源使用效率低,加上以煤炭为主(据 2004 年统计,煤炭占了我国天然能源需求的 70%)的能源结构、清洁煤技术和使用后渣质除污技术的滞后,导致中国的大气环境主要呈煤烟型污染,所产生的废气,如二氧化碳和氮氧化物等会引起酸雨,造成大面积的森林毁灭、农作物减产、金属设备及建筑物酸蚀。据估计,到 2020 年中国将成为世界上最大的温室气体排放国^[9],能源问题已经成为阻碍中国经济、社会发展的瓶颈。

1.1.3 太阳能利用的使命

快速的城市化进程,促进了我国建筑业的蓬勃发展,但建筑能耗值也不断攀升。2001 年,我国建筑能耗已占到全国总能耗的 27.6%。预计到 2020 年,建筑能耗将上升到 35%。然而,我国建筑节能状况却一直没有得到明显的改善,建筑单位能耗与发达国家相比差距较大,在采暖期较其他国家短的条件下,我国每年单位面积采暖能耗为发达国家的 3~4 倍。而大城市人口聚集,住宅建设量大面广,居住建筑类型表现出高密度特征,主要包括城市高层高密度住宅、多层集合式公寓及低层高密度住宅。随着人们生活水平的提高,高密度住宅区域民用耗能日渐增大,给城镇环境造成极大的压力。目前我国住宅建设面临五大挑战:建筑使用过程的能耗过高,环境负荷过高,工业化程度过低,综合性能过低,对节能住宅普遍认识不足(表 1-1)。

表 1-1 我国住宅建设耗用量情况^[10]

住宅建设耗用量	占全国总用量比例
用钢量	20%
水泥消耗量	17.6%
耗水量	32%
总能耗	37%

发展新能源和可再生能源是节能的必然趋势,也是一个很好的途径。太阳能作为绿色无污染的清洁可再生能源,可以满足开源节流和节能减排的建筑发展目标。因此如何有效和科学地利用太阳能,已成为当今全世界关注的共同课题。

1.2 高层住宅建筑的特殊性

1.2.1 发展概况

我国城市住宅建设发展迅速,城市人口不断增长,为确保整个城市生态系统的平衡和居民生活环境的良好质量,满足人们不断增长的居住需求,住宅层数的增加是一种必然趋向,城市住宅建筑呈现向高密度高层发展趋势,如上海地区,因人口聚集且受地价攀升的影响,近30年来高层建筑建设发展迅猛(图1-4)。2008年的上海统计年鉴数据显示,在各类房屋建设中,居住建筑已占总数的57.8%。从20世纪70年代起,结合旧城改造,上海便开始建造高层住宅;到80年代,近十年的发展,高层住宅已成为上海住宅建设的重要组成部分;进入90年代后,城市建设采用了土地批租政策,小高层住宅逐渐成为适合城市发展的主要住宅形式。尤其是近3年,11~15层的高层住宅已成为住宅建设的主角。

1.2.2 现状调查

为了解高层住宅建筑基本情况,研究中通过问卷调查和室内测试两种途经对上海高层住宅进行调研。在2005年冬季和2006年夏季分别投出80份问卷(附录A和附录B),收回夏季问卷54份和冬季问卷66份。上海每年最热月份为6~9月,平均温度为25℃~30℃,最高气温高于35℃的有10~20d;最冷月平均温度为3.5℃,最低气温-10.1℃。因

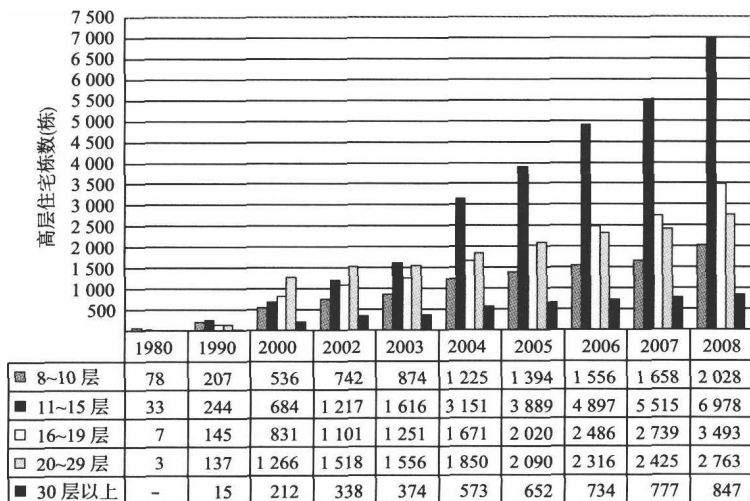


图1-4 上海8层以上高层住宅建筑发展状况^[1]

此,夏季问卷和测试的时间选在7月中旬至8月底,冬季选在11月下旬至3月上旬。两次问卷的主要调研内容可归纳为住宅概况、空调和采暖设备、热水器设备、住宅舒适度、室内空气质量、冬夏季着衣量、能源使用状况等9个部分,如表1-2所示。

室内测试调研选取多栋高层住宅的顶层、中间层和底层,进行室内热湿环境实测。在每户的主卧室、客厅、北向房间和室外分别安装HOBO系列的空气温湿度记录仪(见附录C),采集室内外空气温度和相对湿度。温度仪室外设置位置避开太阳的直射,并加设防雨罩;室内放置在距墙面和地面1.1 m处,每小时记录1次温湿度,每户连续测试3天。室内外温湿度实测的统计结果见表1-3。

1. 建成年代与住宅层数

调研的高层住宅的建设年代主要集中在2000年以后,占65.1%(图1-5)。高层住宅中,小高层(7~12层)占24.53%,100 m以下的13~18层和20~34层住宅比例较大,各占总数近36.79%,而100 m以上超高层仅占1.89%。住宅的平均层数为13.8层(图1-6)。数据说明,上海近年来超过18层的住宅在逐年增加,而且也不乏超高层住宅。

表 1-2 调研问卷主要内容

住宅概况	建筑年代、面积、层数、户型、窗体及阳台状况
空调设备	空调安装量、使用状况、夏季降温方式、冬季采暖方式
热水器设备	热水器的能源及其设置
生活方式	家庭成员状况、主要活动房间
住宅舒适度	室内温度、湿度、通风状况、日照、舒适度的满意度
室内空气质量	室内空气质量的满意度及改善方法
冬夏季着衣量	着衣类型及着装量
能源使用状况	7月、8月和12月、1月电力及煤气的使用量、能源费用
实测记录	连续记录10 d早中晚室温

表 1-3 室内外温湿度测试结果

测试结果 房间名称		温度(℃)			湿度(%)		
		最高	最低	平均	最高	最低	平均
夏季	室外	34.43	22.48	29.98	88.50	48.00	69.15
	客厅	31.52	24.4	28.94	86.70	38.70	67.21
	卧室	32.76	27.12	29.50	77.90	38.70	65.01
冬季	室外	11.38	2.03	7.13	92.20	42.40	67.35
	客厅	12.16	10.30	12.07	84.65	43.50	63.63
	卧室	15.10	9.40	11.43	74.40	48.20	60.01

2. 住宅户型与面积

住宅户型主要有2室1厅、2室2厅及3室2厅三种类型,其中3室2厅住户最多,约占总数的33.33%;2室2厅住户占28.57%;2室1厅占24.76%(图1-7)。户型建筑面积为32~210 m²(图1-8);面积为100 m²以上的户型占56.5%。为此,后续室内舒适性研究着重选择了3室2厅户型进行室内热环境测试。

3. 住宅朝向与阳台状况

选择住宅的时候,建筑朝向是主要决定因素之一。图1-9为住宅朝南房间的调查结果,客厅兼卧室和专用卧室在住宅中的南向布置率均明显高于其他房间,分别为62.26%和72.64%。建筑师在高层住宅平面设计时,为增加居室的南向比率,设计了很多颇具特色的住宅平面,如北向廊式住宅、“蝶形”塔式住宅和目前较为流行的单元板式住宅。

对于高层住宅阳台,有71.9%的住户将阳台封闭起来,封闭阳台的主要原因有三个:

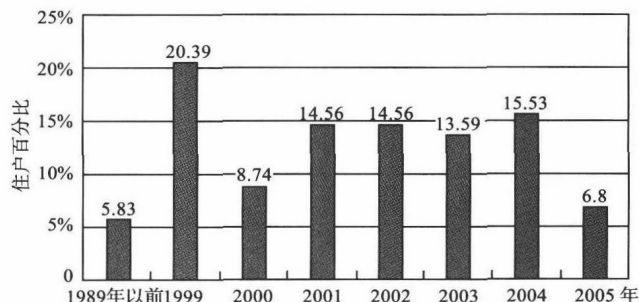


图 1-5 高层住宅建成年代统计

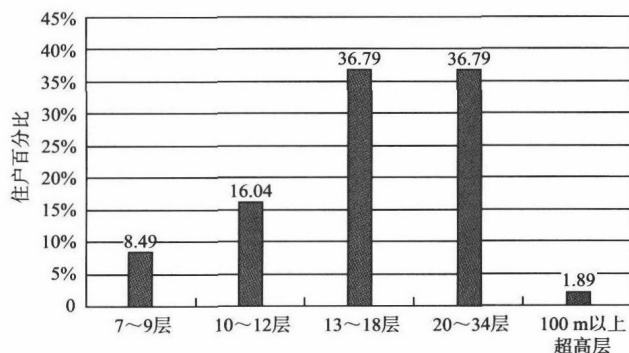


图 1-6 高层住宅建筑层数统计

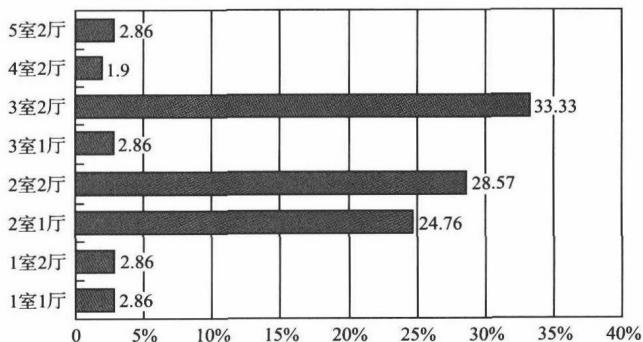


图 1-7 高层住宅户型比例

一是 43.08% 住户认为封闭阳台可避免室外的灰尘；二是 27.69% 住户认为封闭阳台可提高冬季室内温度；另有 24.61% 住户想利用阳台增大住宅使用面积(图 1-10)。这表明阳台已成为住户用来调节室外环境影响的过渡空间，希望阳台在冬季具有一定的保温和收集热量的作用，并适当解决住宅面积相对紧张的情况。

4. 住户的生活方式与习惯

在人与环境的交互作用中，人类不仅仅是环境物理刺激的被动接受者，同时也是可以采取相应手段的积极适应者^[12]。调查显示，在闷热的夏季，90.7% 的居民采用空调降温(图 1-11)，其他比例较高的降温方式包括电扇调节室内空气流速、冲凉、喝冷饮及窗帘遮挡太阳能辐射等。这些对环境的不同程度的适应行为，主要受环境温度的影响，并由此形成了一定的生活习惯，在冬季这种影响表现尤为突出。由于上海属非采暖地区，调查中有 13.6% 的居民冬季室内衣着为羽绒服，与室外的穿着无差别；大多数居民采用局部采暖，

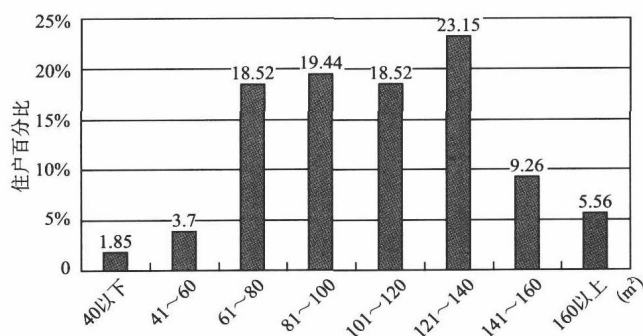


图 1-8 户型建筑面积统计

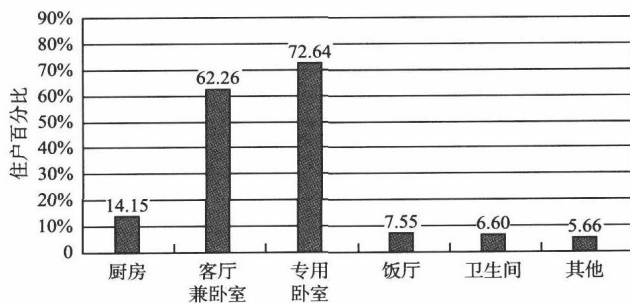


图 1-9 住宅朝南房间(多选题)

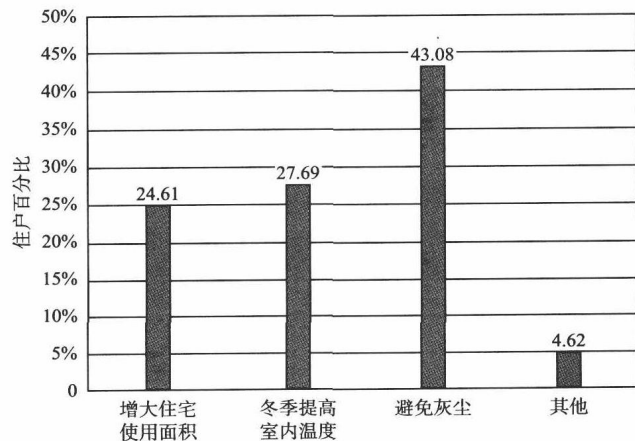


图 1-10 封闭阳台原因