

GUANGYI JIANZHU JIENENG

广义建筑节能

| 第二版 |

曹伟 著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

GUANGYI JIANZHU JIENENG

广义建筑节能

| 第二版 |

曹伟 著

内 容 提 要

本书立足于广义建筑节能的战略思路,在纵向层面上,探讨了建筑节能的历史渊源与发展趋势,以及国内外太阳能利用与建筑节能的现状;在横向层面上,基于能源与能效的广义建筑节能理念以及技术策略的广义建筑节能方法,给出了太阳能与建筑设计一体化的设计方法与策略。

本书可供建筑学、建筑节能等相关领域的科研、技术和管理人员参考,也可作为高等院校相关专业的本科、研究生的教材使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

广义建筑节能/曹伟著. —2 版. —北京:中国电力出版社, 2016. 1

ISBN 978-7-5123-8549-8

I. ①广… II. ①曹… III. ①太阳能住宅-建筑设计 IV. ①TU241.91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 272052 号

中国电力出版社出版、发行

北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:王倩 未翠霞

责任印制:蔺义舟 责任校对:李楠

北京盛通印刷股份有限公司印刷·各地新华书店经售

2008 年 9 月第 1 版·2016 年 1 月第 2 版·2016 年 1 月第 4 次印刷

787mm×1092mm 1/16·13.75 印张·336 千字

定价:42.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

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

能源是人类生存和发展的重要支撑因素。随着常规能源（如煤、石油、天然气等）日益减少，人类对新能源的开发及利用也逐渐地增多，尤其以核能、风能、太阳能为主。同时也促使人们去研究提高能源的利用率并开发新能源。

众所周知，2011年3月日本福岛核电站的爆炸事故表明核能的利用仍蕴藏着隐患，而风能的利用受地域等其他条件的限制太大，所以发展利用太阳能将会在未来的新能源界占主要地位。而把太阳能同人类建筑结合起来，把自古以来房屋只是人类生活居住、遮风挡雨、御暑避寒的简单场所发展成为能够利用可再生能源形成自身能源体系的新型建筑是人类进步和社会科学发展的必然成果。太阳能与建筑一体化是将太阳能利用设施与建筑有机结合，并利用太阳能集热器替代屋顶覆盖层或替代屋顶保温层，既消除了太阳能对建筑物形象的影响，又避免了重复投资，降低了成本。因此，太阳能与建筑一体化是未来太阳能技术发展的方向。

太阳能与建筑一体化技术具有很多优点，它一方面取代了传统太阳能结构所造成的对建筑外观形象的影响，使得建筑设计及其美学与技术应用融为一体；另一方面，一体化的应用使得太阳能设施成为建筑本身的一部分，这样节约了建筑成本。太阳能与建筑一体化应用技术适用于各种形式的建筑，因此，政府无论是对于既有建筑的节能改造，还是新建筑的太阳能利用都给予政策上的支持，同时，建筑太阳能一体化利用也成为一些房地产商楼盘销售的卖点。

当然，“一体化”也遇到了一些瓶颈，例如，没有完整的编制设计规范、标准及相关图集，也没有建立产品（系统）的检测中心和认证机构，更没有完善的施工验收及维护技术规程等，技术支撑不够。在太阳能热利用领域，热水器的技术是最成熟的。但该技术无法解决防水、负荷、美观等问题，尽管一体化技术对这些问题可以迎刃而解，如果政策不到位的话也无法实施。再如，太阳能与建筑一体化尚处在起步阶段，除了技术上的问题之外，涉及一体化的各方，也因为商业利益而成为了一体化的阻碍，这则是利益障碍。

本书在回顾了建筑节能发展历程之后，对中外太阳能建筑做了一些比较研究，提出来太阳能与建筑一体化的思路，就主动式、被动式太阳能一体设计及其技术运用结合国内外典型案例进行了研究。另外，基于能效与能源规划以及技术策略给出了广义建筑节能的进一步认知。

本书第1版自2008年问世以来，受到广大读者的青睐，这是对作者的鼓励与鞭策，也是值得欣慰的一点。基于此，对第1版作了修订，与第1版相比：增加了现今的第五章，原书中部分图片因像素不高而对其进行了更换，同时增加了大量国内外典型案例与图片，部分图表进行了数据更新，并将原书中的附录予以删减。在此向为本书再版付出辛勤劳动的王倩等编辑及各位热心读者表示感谢！

本书由国家自然科学基金项目（50578136）、山东省自然科学基金项目（ZR2014EEM030）、中国石油大学科研项目（Y1315025）支持。特此感谢！



2015年12月1日

前言

第一章 建筑节能发展简史	1
第一节 中国建筑节能的发展	1
第二节 西方建筑节能发展历史	7
第三节 现代建筑节能意识与全球能源文明的崛起	13
第二章 中外太阳能建筑的比较研究	20
第一节 国外太阳能建筑的发展现状	20
第二节 国内外住宅建筑太阳能应用状况	21
第三节 太阳能建筑的发展动态	24
第四节 太阳能建筑发展的国内外对比研究	26
第五节 国外建筑太阳能利用现状	34
第六节 国外相关激励机制和政策	35
第七节 近年国际可持续建筑代表实例	44
第三章 太阳能与建筑一体化设计概述	51
第一节 太阳能利用	51
第二节 太阳能与建筑一体化及其设计动态	54
第四章 被动式太阳能一体化设计	63
第一节 被动式太阳能	63
第二节 被动式太阳能一体化设计技术	67
第三节 被动式太阳能一体化设计案例	93
第五章 主动式太阳能光伏的一体化设计	97
第一节 一体化设计的方法及要点	97
第二节 太阳能光伏建筑一体化的设计方法	101

第六章 广义建筑节能的技术策略	112
第一节 我国能源战略的基本形势	112
第二节 建筑能耗简述	113
第三节 建筑节能新方法	116
第七章 广义建筑节能的能源规划与能效管理	129
第一节 城市能源规划的背景与战略	129
第二节 高效低耗建筑	137
第三节 建筑利用太阳能	148
第八章 太阳能与建筑一体化技术应用	160
第九章 太阳能与建筑一体化设计应用	181
第一节 国外太阳能利用典型范例	181
第二节 国内太阳能利用典型范例	207
参考文献	211
后记	213

第一章 建筑节能发展简史

一座绿色节能建筑,对后人来讲是一笔巨大的财富。我们经常重复歌德的名言“建筑是凝固的音乐”,这句话体现出了建筑形式的魅力,是对建筑外在美的肯定。而建筑是否节能、环保,则是建筑内在美的体现。建筑只有做到了内在美与外在美、形式美与内容美的统一,才是一个符合科学发展观要求、反映人类文明水平的优秀作品,这也是当代建筑师们应当追求的目标。

建筑节能的历史意义和现实意义比其经济利益更大,它是国家发展到一定阶段必然要提出的要求。在发达国家,建筑节能的意识非常强,宁可新建新的建筑物也要保证节能。

要保证建筑节能不仅仅要完善体制的建设,更要提高人们的节能意识,同时还要有科学技术的配套。有人提出建筑节能将增加开发商的投入,其实不然,“节能”与“节支”本来就是统一的。运用科学技术也可以降低节能成本,并且还能保证长远的经济效益。随着社会的发展,建筑节能也将成为一种观念和一种文明的标志,所以,研究节能有必要了解建筑节能的发展历史。

第一节 中国建筑节能的发展

从上古到近代,中国的建筑体系经历了从巢居穴居到高度成熟的木构建筑的演变。古人的营造活动受同一时期的生产力发展水平的制约,也受当时哲学思想的影响。例如,西方人讲究建筑的纪念性,希望通过建筑寄托永恒的思想,显示征服自然的能力,石头建筑便成为了主流。在空间上,西方人讲究大体量和复杂的立体构成。而中国人注重建筑的实用性,讲究天人合一与环境和谐共处,于是采用了模数化的木构体系。在空间上讲究平面展开,门堂之制。特别是在古人的营造过程中,考虑到建筑、人居环境与自然的关系,形成了丰富的理论和实践经验。本章试图从哲学和技术审美的角度审视中国古代建筑 and 传统民居中所体现的生态和节能思想,以及与之相适应的巧妙设计。

一、上古时期

上古时代的人类建筑,大致经历了新石器时代早期的“巢栖”“穴居”、中期的村落建筑和晚期的城堡建筑三个阶段。

从原始建筑发展到新石器时代中期,东夷人的居住环境已形成规模较大、结构布局有序、房屋密集的村落建筑。现今考古发现的明确属于住宅建筑的遗址,始于大汶口文化时期。据不完全统计,现已发现并公布的大汶口文化遗址的东夷人住宅建筑达 69 座之多。例如,山东胶县三里河遗址 5 座、长岛北庄遗址 4 座等,其房屋的基本结构和特点是属于半地穴式建筑,平面为圆、角、方形或长方形。^①

上古时期,人们在生存与发展中形成了朴素的生态观,即合理利用环境,因地制宜。

(一) 旧石器时代

在中国境内,迄今发现了不少史前人类栖居的岩洞。其年代从距今 100 万年到 1 万年不

① 齐鲁建筑艺术. <http://www.ziranwenhua.com/wenhua/article.asp?id=378>.

等。这些经过选择的岩洞一般都具有相似的环境条件：地势较高，邻近水源，洞口避开冬季风等。除了岩洞以外，旧石器时代的原始人还可能栖身于树上，将相邻的枝叶拉结起来，以枝叶编织构成。新石器时代的穴居与巢居，可能就是对此种天然岩洞和树上巢穴的模仿（如图 1-1、图 1-2）。



图 1-1 巢居



图 1-2 洞穴

农耕社会的到来，引导人们走出洞穴，走出丛林。人们可以通过劳动来创造生活，把握自己的命运，同时也开始了人工营造屋室的新阶段，并建立了以自己为中心的新秩序，真正意义上的“建筑”诞生了。在母系氏族社会晚期的新石器时代，在仰韶、半坡、姜寨、河姆渡等考古发掘中均有居住遗址的发现。北方仰韶文化遗址多半为半地穴式，但后期的建筑已进展到地面建筑，并已有了分隔成几个房间的房屋（如图 1-3、图 1-4）。^①



图 1-3 原始半穴居建筑复原图

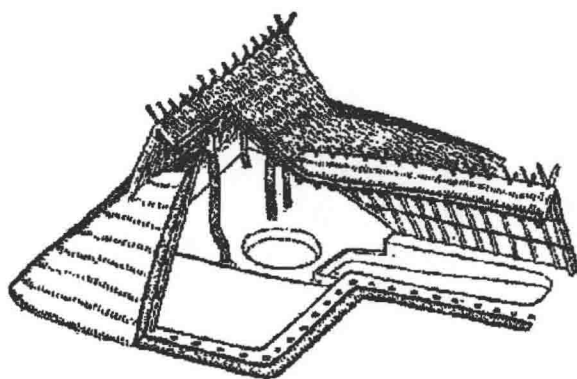


图 1-4 仰韶遗址半穴居

^① 中华古建筑——原始建筑. <http://zqax.net/bbs/dispbbs.asp?boardid=21&id=21269&star=1&page=18>.

穴居因所处之地势的差异而有不同的形式,《礼记·礼运》中提到,“地高则窑于地下,地下则窟于地上,谓于地上累土而为窟”。文中“地高”的形式指黄土原上的穴居,为避风寒而穴于地下。“地下”的形式可能指平原、丘陵地带的穴居。这里体现了古人朴素的环境观,因地制宜。穴居实例以半坡遗址比较有代表性。有迹象表明,半坡穴居顶部已有通风排烟口。《礼记·礼运》还提到,“昔者先王未有宫室,冬则居营窟,夏则居橧巢。未有火化,食草木之实、鸟兽之肉,饮其血,茹其毛。未有麻丝,衣其羽皮”。显示了旧石器时代人居环境下的人类充分利用自然条件的节能潜意识。

(二) 新石器时代

新石器时代出现了原始聚落这一人文景观。其群体布局、单体的结构与装饰,较之岩穴类的自然庇护所有了更大的进步,从而与生态系统发生了初期的分离。此时,中国境内原始聚落最发达的地区位于东部和西部相间的黄河中上游地带,以渭水为中心,这里林木茂盛,特别是黄土层厚实,土质细密且含有少量石灰质,为穴居建筑提供了充分的条件。

在南方较潮湿地区,“巢居”已演进为初期的干阑式建筑。如长江下游河姆渡遗址中就发现了许多干阑建筑构件,甚至有较为精细的榫、卯等。既然木构架建筑是中国古代建筑的主流,那么我们可以大胆地将浙江余姚河姆渡的干阑木构誉为华夏建筑文化之源。干阑式民居是一种下部架空

的住宅,它具有通风、防潮、防盗、防兽等优点,对于气候炎热、潮湿多雨的地区非常适用。无论穴居还是干阑居,在演变过程中,都保持和发展着住屋作为人类低于自然侵害的庇护所的基本功能,亦体现着朴素的环境观念。《墨子·辞过》篇对此有精辟的解释:“为宫室之法曰:室高足以辟润湿,边足以去风行,上足以待雪霜雨露。”(如图1-5~图1-7)



图 1-5 巢居向干阑居的演变



图 1-6 河姆渡遗址干阑式民居复原图

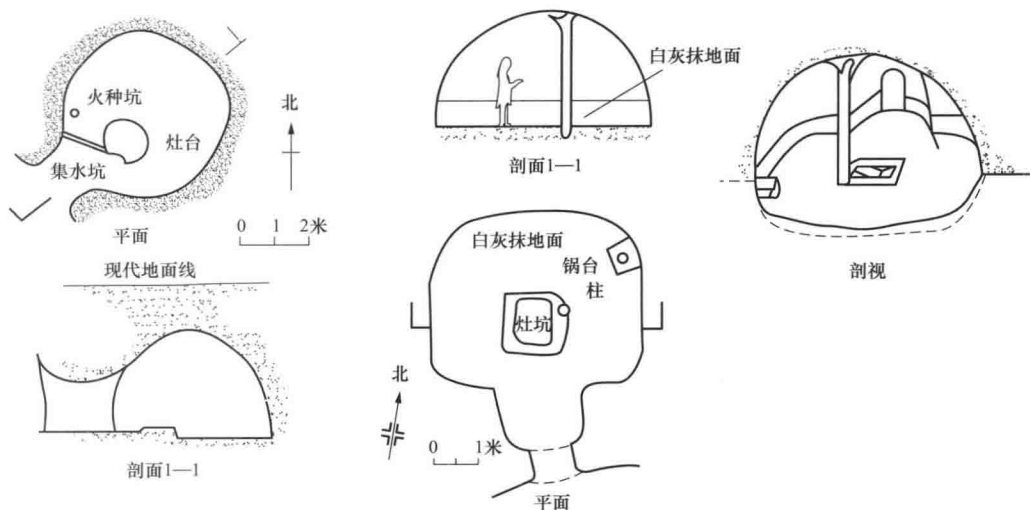


图 1-7 龙山遗址窑洞式穴居

二、古代建筑中的节能设计与理论

中国古代的生态观、建筑观与古代哲学观念联系紧密，可以说，中国古代的生态思想是我国古代哲学思想的延续。《老子》中有云：“域中有四大故道大、天大、地大、人亦大。域中有四大，而人居其一焉。人法地，地法天，天法道，道法自然。”足见其对自然与和谐的推崇，追求返璞归真，让生活与生命和谐，倡导天人合一的观念。墨家也推崇勤俭的作风。由此，派生出了中国古代建筑以木构为主体，讲究围合与门堂之制，追求材料节约与形态柔美，建筑与自然环境和谐共处的特征。后期，亦产生了研究建筑与人居环境的风水学。

（一）中国古代的生态建筑特点

中国古代的建筑与生态特点，大致可归纳为以下三点。

第一，中国古代建筑与周围环境总是有机结合的。村舍的布局上，前面有场地，适应农事；后面有树林，得以进行环境调节。村落与建筑多依水而建，设置人工取水系统，水系满足了人们生活和交通的需要。有山的地方，建筑依山势而建，结合地势，设置成各种形式，坐北朝南，提供了良好的采光条件。依山傍水可以达到最佳的环境形式。因地制宜则是中国古代建筑的显著特点。南方湿润多雨，气候温和，建筑往往高耸、通透，便于通风排水（如图 1-8）；北方建筑，出檐深远，敦实厚重，便于保温。

第二，建筑在空间布局上以“间”为单位，单体建筑采用奇数的开间；间前置院，由四壁的建筑围合形成中心的负空间，院落的单位为“进”，院中种植花草树木，奇石假山（如图 1-9）。若干间进组合成院落，建筑在平面沿着轴线依次展开，仿佛绵延不绝的山水画卷。每个院落以同构的形式组成棋盘状的街道，最后形成城镇。

第三，中式建筑在取材与建造过程中具有可持续性。木材是可再生资源，合理开采可以无污染地利用，就地取材、加工方便。装配式的建筑，特别是榫卯形式的连接方便安装与维护。



图 1-8 南方建筑苏州留园



图 1-9 山西五台山佛光寺东大殿

（二）中国传统民居的节能设计

就传统民居来看，各地民居因地制宜，采用不同的形制，既做到与环境有机结合，又合理利用了资源。

北京的四合院（如图 1-10、图 1-11）在我国北方城市中具有典型性。院落宽敞，冬季日照充分，具有防止风沙侵袭、适合栽种植物的特点。



图 1-10 典型的四合院（一）

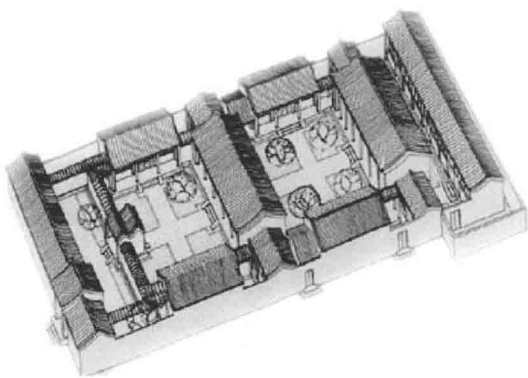


图 1-11 典型的四合院（二）

作为严格遵从礼教规范的四合院，在不同气候条件下，也会在空间组织的规划上出现南北有别、东西不一的情况。“北京四合院为纵向连接布局，向南北方向延伸，东西向狭窄；而山西、陕西的四合院则相反，可能受气候（东西日晒而炎热）、地形的影响，是横向连接布局，向东西方向延伸，南北向狭窄。”^①而四合院中的院落，“在寒冷干燥、日照较少的北方，表现为南北向较长，院落空间开阔，以得到充分的阳光照射；而在湿热多雨、日照较长的南方，南北向相对较短，院落空间较小，建筑的阴影正好投射在院落中，形成了阴凉的小天井，即使在炎热的夏

① 陈从周，潘洪萱，路秉杰．中国民居．香港：三联书店（香港）有限公司，学林出版社，1993.

季也凉爽舒心。”^①

而东北地区的民居，中庭特别宽敞，除了土地条件和生产生活因素外，在北方严寒的气候条件下，能够得到充分的日照。

陕西关中地区的中庭建筑在空间形式上与前两者又有变化，在窄四合院中庭中，一半是南北向狭长，大约9m长3m宽，冬季可进阳光，夏日可避免西晒。到了夏季还可以利用“活檐”封闭天井，具有遮阳降温的效果，院内与街道相比可以降温3~5℃，是比较理想的夏季生活和工作空间，也是一组生态节能建筑。

江、浙、皖一带民居中庭是我国中庭建筑类型较多、最为集中的地方。由于气候温暖湿润以及社会、建筑文化的发展，中庭形式灵活多样，但以天井式中庭最为流行。天井式中庭常常布置在居住或工作房间廊厅的侧面、背面，构成极为凉爽而又宁静的中庭空间。加之远景淡雅清秀，更有意境效果。特别是徽派民居，中庭具有组织风向、通风降温的功能。其基本形式为庭院形布置，由房屋和围墙组成封闭空间，院内以南向房间为主，东西两厢为辅，中为东西较长的天井，平面形成“口”字形。这种中庭不像北方的四合院，东西北三个方向上都有正式房间，且天井很大；也不像江浙一带的四合院，个体院落略小，但东西厢房分明。徽派民居主要的房间面朝南向，两厢是很次要的、开间很小的辅助房间，一般为廊屋、楼梯间、储藏间等。此类天井具有采光、通风的功能，还能承接和排除屋面流下雨水的作用。在采光上，由于院落较小，此类建筑所进光线多为二次或者二次以上折射光，很少产生眩光。

泉州地区地理纬度低，太阳高度角大，如何选择适当的建筑朝向，组织良好的通风系统，综合考虑建筑的防晒、遮阳、隔热等措施，是当地民居建造时必须考虑的重要问题。泉州的建筑多选择南向布局，对获得夏季为主导的东南风向起到了良好的作用。在住宅内部，泉州民居（图1-12）则在平面布置中采用了天井、厅堂、通廊和侧院相结合的布局方式组织通风降温。当



图1-12 古典与现代结合的泉州民居

^① 周浩明，张晓东．生态建筑——面向未来的建筑．南京：东南大学出版社，2002.

风向正常时,天井既是引风口,又是出风口,风从天井吹向厅堂,进入通道,从后天井或侧院吹出,形成对流。若风的走向是东西向,由于主厅堂空间高大,山墙高耸,而两侧的维护又较低矮,风从侧向吹来遇到山墙拐弯吹进厅堂。总之,无论何类天气,这种通风系统都能起到组织通风、获得空气对流的作用,从而给居民带来阴凉和舒适。

(三) 风水理论

在中国古代的营造活动中,渐渐积累起了一种分析评价自然环境与人居的学问——风水学。英国学者李约瑟在《中国的科学与文明》一书中说道,“中国的建筑不能失落它们的风景性质,中国的建筑总是与自然调和,而不反大自然。一般都偏爱蜿蜒的道路,迂回曲折的墙壁与波折多姿的建筑,盖求其适合山水景色,而不是支配他们,他们避免了直线与几何性布局”。另一位英国学者唐通在《中国的科学技术》中指出,“中国的传统是很不同的。它不求奋力征服自然,也不研究通过分析理解自然,目的在于同自然订立协议,实现并维持和谐。学者们瞄准这样一种智慧,它将主客体合二为一,指导人们与自然和谐”。中国的传统风水理论实质上是一种环境分析理论,是运用古代经典哲学、美学观点去观察批评环境的一种学术理论。风水的思维特征是抽象的、混沌的,但是古代风水师为了生存又不得不将其具象化,融合进民俗文化的基本内容,形成一个以宿命论为基调的杂家学说。以风水理论来考察宅社的具体方法可分为四个部分:觅龙,察砂,观水,点穴。其准则是“龙真”“砂环”“水抱”“穴的”“屏护”。所谓“龙”是指生气流动着的山脉,其中隐含着“靠山”的含义。以延绵起伏,蜿蜒曲折的山势为背景,无论从自然景观还是从生态环境来看,都是最佳的建筑选址。建筑背山,既可少占或者不占农田,又符合前面视野开阔,背后有依托的构图法则。所谓“砂”是指大山之下,建筑选址背后以及两侧重叠环抱的山势,两者之间隐喻着一种秩序关系,而且“砂”与“龙”配合在空间上起着围合和界定环境的作用,使建筑与自然环境的空间构图更加完美。所谓“水”是指建筑选址前面的水面,无论池塘、溪流还是河流,都特别强调水势“聚”的意境。水是生命之源,聚水于宅前,隐含着祈求家族团聚的含义。水还具有排污、养鱼、消防等实用功能。所谓“屏”是指建筑朝向的景观以远山为屏,即可完善自然空间的呼应关系,又可增加建筑景观的层次,起着护卫建筑的作用。所谓“穴”是指建筑的具体选择地点,龙砂环抱、水面围合,即所谓“阴阳之交”“藏风聚气”之所在。

第二节 西方建筑节能发展历史

一、希腊与罗马

(一) 希腊

希腊的亚里士多德(Aristoteles)、赞诺芬(Xenophon)、希波克拉底(Hippocrates)在其著作中论述了关于健康、城市规划和建筑设计的观点。亚里士多德曾经论证如何在城镇布局中使之面向东方或在北方加以遮蔽的方法;赞若芬曾经提出设置柱廊以及遮挡角度较高的夏季阳光而又使角度较低的冬季阳光能深射入室的建议,还提出使房屋南边升高北边降低以“防止冷风吹入”的意见。

(二) 维特鲁威与《建筑十书》

罗马著名建筑师维特鲁威的著作《建筑十书》深深受着人们对气候之认识和看法的影响。

他首先提到选择基地与城市规划的原则，即防止主导风的漏斗效应。在选址的部分乃至全章中都谈到避免南向风、南向辐射热以及避免过于潮湿的问题，都涉及气候对房屋样式所起的主导作用。住宅的形式应该适应气候的多样性。在北方，房屋应该南向，前面应该有遮蔽物；在南方，房屋应该北向，应更开敞。现在尚缺乏充分证据能说明罗马建筑师在所有细节问题上都是按照上述各地中海建筑师与科学家的建议行事。当然，地中海一带的气候条件也有局部变化，但一般来说，这种变化对于夏季及冬季的需要都是有利的。因此，即使设计上有些问题，房屋也有足够的适应气候的能力，故人们尚能忍受。

二、中世纪和文艺复兴

（一）阿尔伯蒂与《论建筑》

在中世纪的西方，人们可能读过维特鲁威的著作，而采用了他在著作中所提出的某些解决实际问题的方法。但恰恰是在15世纪，出现了不少著名的理论，其中一些正是对维特鲁威观点的评论和批评，而这些都是从1485年阿尔伯蒂（Alberti）的《论建筑》一书的出版开始的。阿尔伯蒂对于建筑起源的论述较维特鲁威的见解更为简单通俗。他在著作中称：“在某些较安定的国家中，开始时人们寻求定居地；当找到一处适合的地点后，便使之成为自己的住所，办法是将公私事务分开，不会混在一起，要使一部分用于睡眠，另一部分作为厨房，其余部分派其他用场。然后，人们又想到防日晒雨淋的顶盖；为此又树立墙壁以便装上顶盖。就这样，他们懂得了必须有更完整的掩体以遮挡刺骨的寒气并引入风景。最后，在墙身各边，从上到下开了门窗便于人们进出以及引入光线和空气，排除湿气和可能进入室内的大量水蒸气。”

阿尔伯蒂继续对更复杂、更特殊的建筑物演变过程作了描述。他的著作和维特鲁威的一样，用大量篇幅阐述了为了使房间保持温暖或者凉爽，或防止风吹日晒应如何选择建筑用地、微气候及材料的问题。他最早描述了横向气流和谷地霜冻的问题。指出：“城市位于山坡下且面对日落方向于健康不利，除了其他原因外，最重要的是这样的城市会受到夜间冷风的突然侵袭。”

他认为，在炎热地区应防止山谷气流与风旋，防止陆地或水面对太阳辐射的反射，还提出使用轻质材料如毛或亚麻做墙面衬料，以便隔热并使墙体快速降温。这样，原始的掩体以及更细致的、能控制气候并得到舒适的建筑方案就会迅速地涌现出来。

（二）其他文艺复兴时期理论

除了阿尔伯蒂，我们还可以举出另外一些例子。帕拉迪奥（Palladio）在其著作《建筑四书》中提到了维特鲁威关于原始小屋由平屋面向斜屋面演化过程的描述，也指出由于湿度、风及日光反射容易造成过热，所以不宜在山谷中修建房屋。他认为私人住房是村庄、城市以及公共建筑的祖源。并且，对于古典建筑物正面三角形檐墙何以必须取那样的形式也有他自己的见解。赖克沃特认为帕拉迪奥别墅就表现了这种“古代原始住宅”的匀称外形（如图1-13）。

帕拉迪奥还从意大利、西班牙以及法国理论家和批评家对维特鲁威的评论中探索着这种原始小屋所反映的思想根源。特别是他指出，在房屋的基本形式、基本构造始源的理论方面，劳吉尔（Laugier）、克劳德·培拉尔特（Claude Perrault）、钱伯斯（Chambers）和另外一些人的看法上虽然存在分歧，但总的说来，对于房屋的首要任务是做掩体这一观点则是基本一致的。

（三）拉斯金和莫里斯

拉斯金（Ruskin）及莫里斯（Morris）按照英国的习惯阐述了房屋的简单性及材料与装饰顺

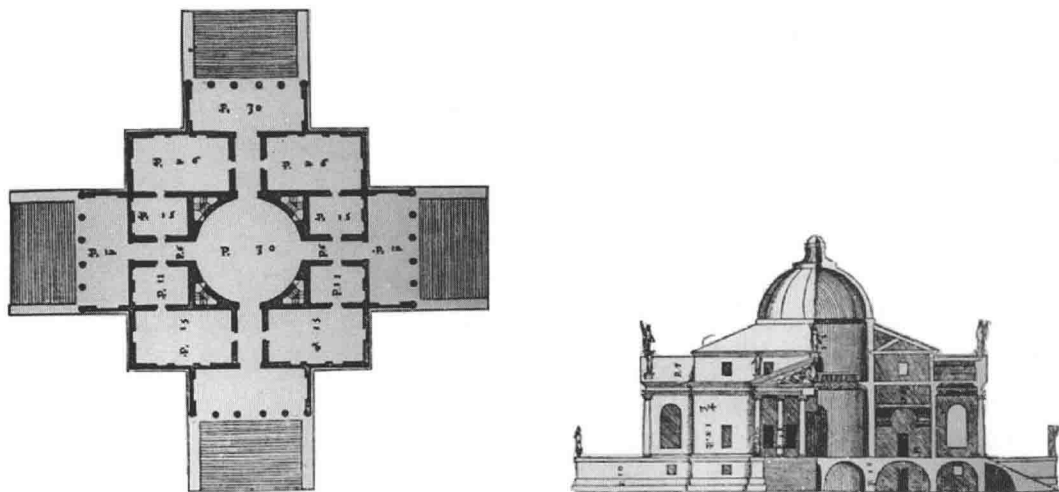


图 1-13 帕拉迪奥圆厅别墅

乎自然的优点，并阐明了根据自然的影响（其中最重要的是气候影响）而不是靠模仿进行建筑设计的重要性，这些思想在莫里斯的红屋设计建造过程中多有体现（如图 1-14）。



图 1-14 莫里斯红屋

三、近代建筑节能理论与实践

（一）理论的停滞

17、18 世纪文艺复兴时代的建筑师对于气候差异论的理解实际上并不比先前罗马建筑师了解得更多。这样说并不是认为文艺复兴时代的建筑物从环境或气候方面来看，尚未成熟，因为事实并不是这样。一般说来，当时带有少量窗户的大体量建筑物，在热质量方面，在限制通过窗户

所取得的热量与热损失方面以及墙体和屋面热阻作用等诸多方面所取得的成就已被广为应用。这种构造无论在西方还是在气候严寒的北欧地区都能起到很好的作用，在对付温度日波动方面效果也很好，人们一致认为室内热标准以及预期值都相当低。虽然如此，但龙巴度（Lombardy）的帕拉迪奥圆厅别墅与在伦敦的奇滋维克府邸（Chiswick house）无论是平面结构、窗户式样还是体量关系都几乎完全一样。这种千篇一律的建筑形式与乡土建筑形成了强烈的对比。

（二）建筑热工学

工业革命之后，特别是随着能量守恒定律的发现以及热力学的发展，工程师们尝试采用量化的科学方法研究建筑的热工性能。实验性的、量化的方法开始引入建筑领域，奠定了建筑热工学的基础。早在 1857 年，代利在对改造俱乐部的评论中已对照外围护结构的作用与人体功能做了模拟。菲奇（Fitch）也对这一观点进行了探索；拉波斯特都曾对建筑外围护结构、日照、窗地比、热流量等性能进行了定量的研究工作。

（三）太阳几何学

这一时期，还出现了关于日照分析的太阳几何学。太阳几何学是最清楚明了的，这种学科涉及图解法，可以将影子投射并画在建筑平面、立面及剖面上，或最好画在直观性强的透视图上；太阳几何学还涉及由太阳运行轨道推论出的一些空间法则。但这种方法主要是运用图形分析法，其理论则并无深奥之处。由于 18 世纪中叶以来科学气象学与气象仪表的出现，使得气候要素的计算数值与实测值较文艺复兴时期的作者所引用的数据更为准确可靠。所以，太阳几何学便愈加闻名了。

四、现代建筑大师的节能设计

（一）莱特的斯特奇斯住宅

进入 20 世纪的现代建筑运动时期，赖特在他设计的许多住宅中利用了太阳几何学，其中最著名的是洛杉矶的斯特奇斯住宅（Sturges house），在该住宅的各个方向的立面上不同进深的挑檐都与太阳角度有关（如图 1-15）。



图 1-15 斯特奇斯住宅