

绿色中庭建筑的设计探索

王 洁 著

Design of
Green
Atrium Buildings



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

绿色中庭建筑的设计探索

王 洁 著

Design of
Green
Atrium Buildings



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

绿色中庭建筑的设计探索 / 王洁著. —杭州: 浙江大学出版社, 2010. 9

ISBN 978-7-308-07955-6

I. ①绿… II. ①王… III. ①庭院—绿化—设计
IV. ①S731.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 175330 号

绿色中庭建筑的设计探索

王 洁 著

责任编辑 王 波
封面设计 俞亚彤
出版发行 浙江大学出版社
(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)
(网址: <http://www.zjupress.com>)
排 版 杭州好友排版工作室
印 刷 杭州杭新印务有限公司
开 本 710mm×1000mm 1/16
印 张 9.25
字 数 147 千
版 印 次 2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-308-07955-6
定 价 25.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话(0571)88925591

序

我国在建筑领域倡导绿色节能的历史可以上溯到 20 世纪 90 年代中叶,首先是提出建筑节能的概念,至今建筑节能依然是刚性很强的国家发展战略。经过近 10 年的建筑节能发展,2005 年 3 月,由建设部在北京召开首届“国际智能与绿色建筑技术研讨会暨展览会”,标志着发展绿色建筑在我国开始启动;同年年末,国务院颁布《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)》,在 11 项“重点领域及其优先主题”的第九项“城镇化与城市发展”中,“建筑节能与绿色建筑”成为 5 个子项之一,这标志着绿色建筑与建筑节能一起成为国家的重大科技发展方向之一。又经过近 5 年的发展,在 2010 年,低碳生态城市建设理念开始显现。这样的发展过程可以让我们做出如下的判断:

1. 从建筑节能到绿色建筑再到低碳生态城市,我国推进建筑可持续发展的路径在短短 15 年的时间里呈现跳跃式发展的特征,时间短,速度快。而这 15 年又是我国现代化发展突飞猛进的 15 年。

2. 我国关注城市建筑可持续发展的战略从建筑节能入手,这是关注单项建筑属性的策略,是从最紧迫关键的问题入手,但绝非建筑可持续发展的全部内容。

3. 在 10 年推进建筑节能的基础上又提出同时推进绿色建筑,这是关注建筑整体属性的发展战略,从建筑的单一属性向整体属性的发展,这是一个历史性的飞跃。

4. 在低碳生态城市的发展理念之下,建筑将被置于城市整体环境中考虑节能、绿色的发展问题,这是由建筑走向城市的又一次发展历程的历史性的飞跃。

这样快速的跳跃式发展,尽管成效显著,但也必然留下大量的缺失



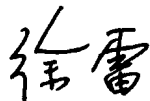
有待修补和完善。其中如何在建筑节能与绿色建筑的发展过程中走出具有中国特色、符合我国国情特点的创新之路的问题始终萦绕在我们的心头。解决这个问题需要脚踏实地的努力和科学睿智的工作。

大体量、大进深的建筑空间是当代城市建筑的重要空间组织形式。这种空间组织形式对节地、资源综合利用、建筑的高效多功能复合以及室内人性化场所的营造都是十分有效的,是当代建筑主要的标志之一。采光中庭是此类建筑常见的空间组织方式。采光中庭在冬季可以用最小的外表面来缓冲内部环境的变化,减少外墙的热工损失,但在夏季却是耗能较大的空间,特别在夏热冬冷地区,建筑采光中庭对室内舒适度的负面影响常常需要大量技术投入方能缓解。为此,在倡导节能与绿色的前提下,夏热冬冷地区采用采光中庭的空间组织方式所引发的问题被普遍关注,甚至有人否定在这样的气候区采用采光中庭的空间组织方式。显然,这样的否定缺乏扎实和全面的科学依据和方法论基础,是错误的。但问题也十分明显,能否科学有效地解决采光中庭空间的高效节能将直接关系到公共建筑节能的有效实施,是夏热冬冷地区现代化公共建筑推进节能与绿色的关键。

王洁副教授在浙江省政府的资助下展开对中庭建筑的绿色设计的研究,重点研究夏热冬冷气候区的相关问题,我觉得值得推崇,因此愿意为其著作的出版作序。

由于我们发展的快速,理念的跳跃式变化,研究,特别是基础性的研究日益显得苍白。采光中庭的建筑空间形态到底对建筑的绿色性能有怎样的影响?对这个基础问题的研究在国内还缺乏令我满意的成果。原因很简单,因为采光中庭与建筑空间的形态关系还没有得到充分的研究。而采光中庭与建筑空间的组合方式是分析其影响建筑环境质量的出发点。只有找出中庭与建筑空间的组合方式的一般规律,才能进一步有效地对采光中庭在被动和主动两个方面对建筑绿色度的影响展开研究。王洁副教授的研究路线符合我这样的判断,因此,我认为值得推崇。

当然,中庭建筑的绿色设计是个新的课题,也是一个难题。王洁副教授的研究为我们打开了一个新的研究视野,我想这可能也是本书最大的特色吧!

A handwritten signature in black ink, consisting of the characters '徐雷' (Xu Lei) in a stylized, cursive script.

徐雷教授

浙江大学建筑工程学院建筑系 教授 博士生导师

浙江大学建筑设计及其理论研究所 所长

中国绿色建筑委员会委员

浙江省绿色建筑委员会副主任委员、专家委员会主任委员

前 言

“夏热冬冷地区公共建筑采光中庭的高效集成技术及其应用示范”得到浙江省科技厅的大力支持,获得 2008 年度科技项目资助,课题编号为 2008C23027。在该课题研究的两年多时间里,课题组首先对国内外中庭建筑的发展历史和现状作了全面的调查和分析,建立了课题研究的基础框架;然后,对近 20 年来以中庭为特色的国内外绿色建筑作了分析和归纳,提炼了可以借鉴和推广的现代中庭建筑的绿色设计策略和技术措施。最后,在参考国内外成熟的绿色建筑评价体系的基础上,通过数字模拟对这些技术进行了分析、比较、筛选和整合优化,提出了一系列针对夏热冬冷地区公共建筑采光中庭的设计方法和适宜技术。

对于公共建筑的采光中庭,被动式节能的策略主要关注中庭的自然通风、采光和集热;主动式节能的策略则是对各种成熟技术与设备的集成应用。因此,本课题的成果不仅对采光中庭的高效节能技术的集成及应用作出贡献,而且也将对中庭空间的设计创新、对大型空间组织模式的创新作出贡献。

本书将课题研究的一些成果给以通俗的语言描述和总结,充实大量可借鉴的实例,形成了可供建筑设计人员、相关专业的学生参考、检验和共同完善的现代中庭建筑的绿色设计策略和方法。在低碳经济的大氛围下,希望本书可以为建筑师的设计带来帮助,同时也期待关心绿色建筑事业的社会各界的批评和指正。

在课题研究以及书稿撰写过程中,得到了很多人的帮助,在此表示衷心的感谢。首先感谢徐雷教授在课题的确定以及研究过程中提出的宝贵意见;感谢王竹教授、葛坚教授对本课题研究的热心指导;其次,要感谢浙江中成实业有限公司的曹立峻高级工程师、宋国台高级工程师,



以及浙江大学建筑设计研究院的王靖华高级工程师、杨毅高级工程师对本课题研究的热忱帮助;感谢浙江大学建筑系的钱海平讲师、林涛讲师、曹震宇讲师、浦欣成讲师和孙炜玮讲师对本课题研究的积极参与;最后,要感谢作者的研究生周洁、王卓佳和陈世钊等人在书稿撰写过程中协助收集和扫描资料,特别是周洁在课题研究时共同积累和提炼素材,讨论研究思路,并协助完成了附录的部分写作工作,促成了书稿撰写工作的顺利完成。谨借此机会一并致谢!

王 洁

2010 年 8 月

目 录

绪 论	1
1. 为何关注中庭建筑	1
2. 绿色建筑和中庭	2
3. 本书的关注点	3
4. 本书的主要内容	5
第 1 章 中庭建筑的产生和发展	7
1.1 中庭的内涵与外延	7
1.1.1 中庭的定义	7
1.1.2 古希腊、古罗马建筑中的中庭雏形	7
1.1.3 中国传统住宅中的“天井”	16
1.2 现代中庭建筑的产生	21
1.2.1 温室的启发	21
1.2.2 第一代现代中庭建筑	21
1.2.3 第二代现代中庭建筑	23
1.3 现代中庭建筑的多样展开	26
1.3.1 核心功能的多元化	26
1.3.2 现代中庭空间的价值	28
1.4 中庭高能耗的反思	34
1.4.1 巨大化、透明化的倾向	34
1.4.2 高能耗的反思	35
第 2 章 现代中庭建筑的再认识	38
2.1 作为生态交换空间的中庭	38



2.1.1	室内外的缓冲器	38
2.1.2	生态效应	39
2.1.3	作为生态交换空间	40
2.1.4	中庭的热环境	41
2.2	中庭的通风与采光	43
2.2.1	实现自然通风的方法	43
2.2.2	辅助自然通风的装置	45
2.2.3	中庭自然通风的气候策略	49
2.2.4	中庭的采光特性	50
2.2.5	影响自然采光的因素	53
2.2.6	利用新型采光设备	54
2.3	降低中庭能耗的主要方向	57
2.3.1	中庭能耗特点及节能价值	57
2.3.2	影响中庭热环境的主要因素	58
2.3.3	降低中庭能耗的主要方向	58
第3章 基于中庭形态的绿色设计方法与实践		65
3.1	采用适宜的中庭形式	65
3.1.1	根据采光的分类	65
3.1.2	根据剖面形式的分类	67
3.1.3	优化组合	69
3.2	采用适宜的中庭尺度	72
3.2.1	基本的尺度概念	72
3.2.2	优化尺度	74
3.3	屋顶的绿色设计方法	77
3.3.1	屋顶自然通风的季节性调控	77
3.3.2	促进自然通风的方法和措施	79
3.3.3	有效利用自然光的屋顶设计	86
3.4	外立面的绿色设计方法	92
3.4.1	较大玻璃的外立面特征	92

3.4.2 利于通风的外立面设计.....	95
3.4.3 外立面的遮阳设计.....	99
3.5 国内外绿色中庭实践的比较	107
3.5.1 国外绿色中庭实践的调查与分析	107
3.5.2 国内绿色中庭的实践研究	110
3.5.3 国内外生态中庭的比较与启示	111
附录 绿色中庭建筑的案例概要.....	117
本书图片来源说明.....	128
主要参考文献.....	134

绪 论

1. 为何关注中庭建筑

20 世纪是社会快速发展的世纪,世界各地的生活方式和城市空间都发生了巨大变化。而 21 世纪是一个提倡低碳生活和可持续发展的时代。地球温暖化、能源危机等问题,让我们每一个人必须重新向自然学习。作为建筑师,我们有必要对现有的建筑思维模式进行反思。那么,我们为何关注中庭建筑呢?

中庭的雏形可以追溯到传统民居、教堂中的庭院。这些传统庭院往往是集生活、交流和观赏于一体的丰富空间,常常承载着我们的生活和城市记忆。传统庭院在与自然环境和谐共存的过程中,逐步起到了调节气候、提高空间舒适性的作用。凝聚了先辈们代代相传的经验和智慧的庭院空间,经历了自然和生活的考验,是值得我们继承的珍贵遗产。

中庭空间也是当代城市建筑的重要空间组织形式,有利于节地、资源综合利用和建筑的高效多功能复合利用。同时,采光中庭的室内外空间在视觉上的沟通也是当代建筑人性化要求的重要体现。因此,当代形式各异的公共建筑常常会利用采光中庭来组织各种空间。

现代中庭应该是传统庭院的继承和发展,但在当今中庭建筑的快速发展中,逐渐暴露出一些由于片面追求视觉上的宏伟效果,而导致中庭空间设计过分奢华、能耗过高等问题。这和建筑师往往较钟情于对中庭文化和美学方面的研究,而忽略了中庭空间对降低建筑整体能耗的作用,造成中庭设计的盲目性和随意性有一定的关系。在全世界能源日趋紧张的今天,如果不能以可持续的设计理念来推动中庭建筑的低能耗设计,那只具有艺术和精神特质的中庭空间的生命力将会是短



暂的。

在当今的建筑设计中,建筑师们不仅要关注建筑的形式问题,更要关注影响人体热舒适的建筑环境因素,不能把物理环境交给其他专业技术人员采用机械手段进行处理。建筑师们不能忘记了自己设计的形态是建筑最初的模子,如果模子没有做好,则后续的机械手段也许要花上数倍的代价来弥补。机械的手法不仅会消耗更多的能源,而且也很难达到真正理想的效果。对创造自然、舒适和低能耗的中庭环境来说,建筑师们应该可以自觉运用一些形态优化设计和被动式节能方法,例如自然通风、太阳能利用、植物绿化、自然采光等,来改善中庭的热环境,有效降低中庭建筑的整体能耗。

2. 绿色建筑和中庭

可持续发展的概念,最早是在1972年斯德哥尔摩举行的联合国人类环境研讨会上正式提出并进行了讨论。绿色建筑是可持续发展在建筑领域的具体体现,国际上对绿色建筑的提法和定义虽有不同,但都是遵循可持续发展的基本原则。例如,绿色建筑在日本称为环境共生建筑,有些欧美国家称之为生态建筑(ecological building)、可持续建筑(sustainable building),在北美国家则称之为绿色建筑(green building)。由于绿色的用语在国际间已经成为地球环保的代名词,因此,本书采用绿色建筑作为生态、环保、可持续、环境共生建筑的通称。

在1990年,IPCC发表了第一次地球温暖化的警告,对公众提出了掠夺性使用地球资源的严重后果;1992年提出了“可持续发展”的目标,保护地球环境渐渐成为国际化的课题。进入21世纪,人们更加清楚地看到了气候变化、热岛效应、生态环境恶化对我们未来生活的严重影响,保护地球环境和资源开始深入人心。

在建筑设计领域,有社会责任感的建筑师们在不断地努力探索建筑的可持续发展。

20世纪60年代,美籍意大利建筑师保罗·索勒瑞(Paolo Soleri)把生态学(ecology)和建筑学(architecture)两词合并成为生态建筑学(arcology),并创建了生态建筑学理论。指出生态建筑首先要具备节

能的特征,并充分考虑绿色能源的使用;其次要尊重地域环境和历史文化,与乡土有机结合。

20 世纪 70 年代,欧美的有识之士开始认识到环境问题,探索建筑的节能技术。20 世纪 80 年代到 90 年代,是试行、示范建筑节能的年代,培育了诸如太阳能利用技术、屋顶集热技术等节能技术。但同时,世界各地普遍还是重视建筑的舒适性,崇尚壮观、华丽的建筑。20 世纪 90 年代之后,在建筑界确立了可持续建筑发展时代,开发了更多节能、生态、可持续的技术,并建立了各种绿色建筑的评价体系,绿色建筑的实践也有了长足的进展。

随着绿色建筑设计理念和实践的逐渐深入,中庭开始以一种生态节能要素出现在绿色建筑设计中。中庭作为建筑室内外的过渡和缓冲空间,开始为提高建筑的舒适度和降低建筑整体能耗而服务。进入 21 世纪,随着中庭生态效应的利用和开发,它在空间性和节能性两个方面,已成为日益引起重视的系统概念。因此,我们在进行中庭设计时,不仅应该注重中庭的空间质量,更应注重发挥其生态节能效应。

随着中国绿色建筑的发展,绿色建筑将很快进入快速发展和普遍应用阶段,作为建筑师和研究者,我们既要整理 20 世纪以来发展起来的绿色建筑设计理念和先进技术,同时要提倡通过自然诱导式设计以及和其他专业人士的密切合作,取得建筑、技术和造价之间的平衡,来实现中国建筑的可持续发展目标。本书希望通过绿色中庭建筑的设计探索,让读者从可持续发展层面去理解中庭的作用和价值,并以此来重新审视 21 世纪中国绿色建筑的发展。

3. 本书的关注点

(1) 建筑形态和被动式节能

绿色建筑是一项系统工程,从时间上来说它涵盖建筑的设计、施工和运营的全过程;从专业上来说不仅是节约能源,还涉及场地保护、建筑材料的选择、室内环境质量等各个方面的制约因素。本书认为建筑节能是绿色建筑的重点,同时影响绿色建筑能量利用的大部分策略都发生在项目的方案设计阶段,与建筑师有着密切的关联。所以,本书希



望以对建筑师有用,并符合建筑师在方案设计阶段所要考虑问题的方式呈现出来,使得建筑师能把对能量的关注转化并落实到建筑形态。

将被动式节能和建筑形态设计结合起来可以创造出各种形式的绿色建筑语言。在《后工业时代的地域文化》一书中,杰弗里·库克强调了太阳光和自然风所提供的设计可能性:“从建筑上讲,窗户及其对各种环境调控的可能性应该取代温度调节装置及配套设施。建筑对外表的兴趣通过调节墙体在过滤自然环境方面的品质,一下子就扩展了建筑的美学语言,并使建筑融入到周围的气候环境之中。”

被动式节能与建筑形式的关系非常密切,本书关注日照、通风和采光等在被动式节能中的利用,并且阐述它们对建筑形态设计的影响力。使得具备一定经验的建筑师,可以创造出能够引导和塑造有效利用太阳辐射、自然通风和自然光的建筑形态。

(2)关注传统和气候

其实,利用环境价值,取得人与所处环境的和谐平衡并不是一个新课题。在传统建筑中,特别是在一些地方民居中,人们出于生活的需要以及代代相传的智慧,一直在创造可持续利用自然的方法。首先,传统民居的材料与建筑布局考虑自然气候资源条件的影响。如在干热型气候区,围护结构蓄热是控制室内温度波动最有效的措施,利用岩石、土坯砖和生土取得冬暖夏凉的效果。而在湿热性气候区,利用木材、茅草来建造轻质通透和架空的围护结构,最大限度地通风散热是最有效的方法。其次,太阳辐射、通风散热和防风对传统建筑也产生影响。无论是干热还是湿热地区,夏季白天减弱太阳辐射是首要的问题。例如,在中东地区的传统村落,建筑相互靠近,相互遮阳,同时利用自身构件来遮阳也是常用的方法。伊斯兰建筑中精致的窗格、中国江南地区的直棂窗、意大利南部的百叶窗,都是采用不同的方法将炎热的自然光过滤掉,同时允许对流风进入室内的地方建筑语言。

但是,自从工业革命以来,随着科学技术的快速发展,人们征服环境的意欲不断膨胀,忽视了人与自然和谐共处的基本观念。因为,人们理所应当认为,人类有能力无限制地使用地球资源。大部分建筑师变得不注重环境控制系统,使得居住者脱离了自然,失去了室外生活的

乐趣。

其实,对气候的关注一直是建筑创作的源泉,气候因素直接影响建筑的功能、形态和维护结构等。世界各地的主要气候区都采用迥异的建筑形式、照明、采暖和降温方式,以获取各自所需的舒适性。

现代倡导的建筑生物气候学,就是继承了传统建筑的精华,在设计中运用被动式低能耗技术,与场地气候和气象数据相结合,从而降低能耗,提高生活质量。其主要方法也是通过建筑外形的塑造、材料的选择等设计手段,而不是通过电器设备或系统来完成。例如,伦佐·皮亚诺设计的吉巴欧文化中心,是尊重传统、尊重气候,并进行现代建筑创新而取得成功的典范。

气候因素有很多,本书主要关注的气候因素有:日照、通风和温度。因为这些因素和方案阶段的建筑形态设计以及被动式节能有直接的关系。而有些因素,诸如湿度,虽然在湿热地区是影响人体舒适度的一个重要因素,但因为很难用形态设计和被动式设计来改善,就没有列入本书的主要气候关注点。

(3) 以中庭为研究对象

本书对绿色建筑所关注问题的阐述,都是出于针对中庭建筑这样一个特定的视角。因为,绿色建筑的发展趋势,从开始的以保罗·索勒瑞为代表的低技派先锋,到以诺曼·福斯特为代表的高技派明星建筑师这两个极端之间,欧洲的一些地区开创了一条中间的道路,这条道路主要是通过时代形象从低技派建筑中分化出来,通过将传统空间、材料和现代技术的完好结合来实现。他们认为中庭空间作为一种腔体空间,在以环境的人文主义来达到可持续性的设计中将扮演越来越重要的作用。

4. 本书的主要内容

本书由3章组成:第1章为中庭建筑的产生;第2章为现代中庭建筑的再认识;第3章为基于中庭形态的绿色设计方法和实践。主要内容如下:

第1章,首先,通过概述古希腊、古罗马的庭院以及中国传统民居



中的天井,来阐述庭院和天井的特征;其次,通过实例概述了现代中庭产生和发展的过程,明确了中庭空间在现代公共建筑中的重要作用和地位。最后,对现代中庭建筑的高能耗进行了反思。

第2章是对现代中庭建筑的再认识。首先,把中庭空间作为生态交换空间来审视中庭的热环境。其次,探讨了中庭利用自然通风和采光的一般原则。最后,提出了降低中庭能耗的主要方向。

第3章阐述与中庭形态密切相关的绿色设计方法,在形成一个中庭建筑的方案设计阶段,这部分的绿色设计方法将指导设计者确定中庭的布局、尺度和形态。这些设计策略和方法是以建筑形态来分的,又细分为形式、尺度、屋顶和外立面这四个层面,并分别通过案例阐述各自层面的绿色设计方法。第3章还对近20年来国内外绿色中庭建筑的设计实践进行了概述。因为,如何把分别阐述的各种绿色设计策略和方法有效应用和组织起来是非常复杂的,只能通过案例的介绍来给建筑师一个总体的认识。并分别对国内外绿色中庭实践进行了统计和分析,通过国内外绿色中庭的比较,对国内绿色中庭的发展提出了建议。

本书采用根据建筑形态来阐述绿色设计方法,是因为建筑师正是通过这些形态的考虑来发展绿色设计概念的。选取的也是必须由建筑师而不是其他专业人员来完成的工作内容,如:日照、遮阳、自然通风和自然采光等内容。中庭的绿色设计方法涉及非常广泛的内容,本书采用一些标准来决定一个设计策略是否应该被包含在本书当中。首先,这些策略本质上是被动式的。但本书对被动式的定义应该稍微宽泛一些,也可以是采用混合的方式。其次,这些设计策略必须能与中庭建筑的形态相关。虽然这样做排除了大量非常好的节能策略,但我们可以把那些策略放到设计的后期阶段来考虑。