



同济大学 1907-2017
Tongji University



总主编 伍江 副总主编 雷星晖

谢振宇 吴长福 著

高层建筑形态的生态效益评价 与设计优化策略研究

Study on Ecological Benefit Assessment System and
Design Optimization of Highrise Buildings

 同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

 同济博士论丛
TONGJI Dissertation Series

总主编 伍江 副总主编 雷星晖

谢振宇 吴长福 著

高层建筑形态的生态效益评价 与设计优化策略研究

Study on Ecological Benefit Assessment System and
Design Optimization of Highrise Buildings

 同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

高层建筑仍是我国城市化进程中的重要建筑类型,在节能减排成为人类共识和我国基本国策的背景下,本书以高层建筑形态与其生态价值的关系为研究对象,从生态角度构建高层建筑形态的全面而独特认知体系。

本书适合高校建筑专业师生及相关研究人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

高层建筑形态的生态效益评价与设计优化策略研究 /

谢振宇,吴长福著. — 上海: 同济大学出版社,

2019. 10

(同济博士论丛 / 伍江总主编)

ISBN 978-7-5608-7001-4

I. ①高… II. ①谢… ②吴… III. ①高层建筑—环
境生态评价—研究 ②高层建筑—建筑设计—研究 IV.

①TU972

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第245237号

高层建筑形态的生态效益评价与设计优化策略研究

谢振宇 吴长福 著

出品人 华春荣 责任编辑 熊磊丽 责任校对 谢卫奋 封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址: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

排版制作 南京展望文化发展有限公司

印 刷 浙江广育爱多印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 17.5

字 数 350 000

版 次 2019年10月第1版 2019年10月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-7001-4

定 价 80.00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

“同济博士论丛”编写领导小组

组 长：杨贤金 钟志华

副 组 长：伍 江 江 波

成 员：方守恩 蔡达峰 马锦明 姜富明 吴志强
徐建平 吕培明 顾祥林 雷星晖

办公室成员：李 兰 华春荣 段存广 姚建中

“同济博士论丛”编辑委员会

总 主 编：伍 江

副 总 主 编：雷星晖

编委会委员：（按姓氏笔画顺序排列）

丁晓强	万 钢	马卫民	马在田	马秋武	马建新
王 磊	王占山	王华忠	王国建	王洪伟	王雪峰
尤建新	甘礼华	左曙光	石来德	卢永毅	田 阳
白云霞	冯 俊	吕西林	朱合华	朱经浩	任 杰
任 浩	刘 春	刘玉擎	刘滨谊	闫 冰	关侗红
江景波	孙立军	孙继涛	严国泰	严海东	苏 强
李 杰	李 斌	李风亭	李光耀	李宏强	李国正
李国强	李前裕	李振宇	李爱平	李理光	李新贵
李德华	杨 敏	杨东援	杨守业	杨晓光	肖汝诚
吴广明	吴长福	吴庆生	吴志强	吴承照	何晶晶
何敏娟	何清华	汪世龙	汪光焘	沈明荣	宋小冬
张 旭	张亚雷	张庆贺	陈 鸿	陈小鸿	陈义汉
陈飞翔	陈以一	陈世鸣	陈艾荣	陈伟忠	陈志华
邵嘉裕	苗夺谦	林建平	周 苏	周 琪	郑军华
郑时龄	赵 民	赵由才	荆志成	钟再敏	施 騫
施卫星	施建刚	施惠生	祝 建	姚 熹	姚连璧

袁万城 莫天伟 夏四清 顾 明 顾祥林 钱梦騷
徐 政 徐 鉴 徐立鸿 徐亚伟 凌建明 高乃云
郭忠印 唐子来 閻耀保 黄一如 黄宏伟 黄茂松
戚正武 彭正龙 葛耀君 董德存 蒋昌俊 韩传峰
童小华 曾国荪 楼梦麟 路秉杰 蔡永洁 蔡克峰
薛 雷 霍佳震

秘书组成员：谢永生 赵泽毓 熊磊丽 胡晗欣 卢元姍 蒋卓文

总序

在同济大学 110 周年华诞之际，喜闻“同济博士论丛”将正式出版发行，倍感欣慰。记得在 100 周年校庆时，我曾以《百年同济，大学对社会的承诺》为题作了演讲，如今看到付梓的“同济博士论丛”，我想这就是大学对社会承诺的一种体现。这 110 部学术著作不仅包含了同济大学近 10 年 100 多位优秀博士研究生的学术科研成果，也展现了同济大学围绕国家战略开展学科建设、发展自我特色，向建设世界一流大学的目标迈出的坚实步伐。

坐落于东海之滨的同济大学，历经 110 年历史风云，承古续今、汇聚东西，秉持“与祖国同行、以科教济世”的理念，发扬自强不息、追求卓越的精神，在复兴中华的征程中同舟共济、砥砺前行，谱写了一幅幅辉煌壮美的篇章。创校至今，同济大学培养了数十万工作在祖国各条战线上的人才，包括人们常提到的贝时璋、李国豪、裘法祖、吴孟超等一批著名教授。正是这些专家学者培养了一代又一代的博士研究生，薪火相传，将同济大学的科学研究和学科建设一步步推向高峰。

大学有其社会责任，她的社会责任就是融入国家的创新体系之中，成为国家创新战略的实践者。党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央高度重视科技创新，对实施创新驱动发展战略作出一系列重大决策部署。党的十八届五中全会把创新发展作为五大发展理念之首，强调创新是引领发展的第一动力，要求充分发挥科技创新在全面创新中的引领作用。要把创新驱动发展作为国家的优先战略，以科技创新为核心带动全面创新，以体制机制改

革激发创新活力,以高效率的创新体系支撑高水平的创新型国家建设。作为人才培养和科技创新的重要平台,大学是国家创新体系的重要组成部分。同济大学理当围绕国家战略目标的实现,作出更大的贡献。

大学的根本任务是培养人才,同济大学走出了一条特色鲜明的道路。无论是本科教育、研究生教育,还是这些年摸索总结出的导师制、人才培养特区,“卓越人才培养”的做法取得了很好的成绩。聚焦创新驱动转型发展战略,同济大学推进科研管理体系改革和重大科研基地平台建设。以贯穿人才培养全过程的一流创新创业教育助力创新驱动发展战略,实现创新创业教育的全覆盖,培养具有一流创新力、组织力和行动力的卓越人才。“同济博士论丛”的出版不仅是对同济大学人才培养成果的集中展示,更将进一步推动同济大学围绕国家战略开展学科建设、发展自我特色、明确大学定位、培养创新人才。

面对新形势、新任务、新挑战,我们必须增强忧患意识,扎根中国大地,朝着建设世界一流大学的目标,深化改革,勠力前行!

万 钢

2017年5月

论丛前言

承古续今,汇聚东西,百年同济秉持“与祖国同行、以科教济世”的理念,注重人才培养、科学研究、社会服务、文化传承创新和国际合作交流,自强不息,追求卓越。特别是近20年来,同济大学坚持把论文写在祖国的大地上,各学科都培养了一大批博士优秀人才,发表了数以千计的学术研究论文。这些论文不但反映了同济大学培养人才能力和学术研究的水平,而且也促进了学科的发展和国家的建设。多年来,我一直希望能有机会将我们同济大学的优秀博士论文集中整理,分类出版,让更多的读者获得分享。值此同济大学110周年校庆之际,在学校的支持下,“同济博士论丛”得以顺利出版。

“同济博士论丛”的出版组织工作启动于2016年9月,计划在同济大学110周年校庆之际出版110部同济大学的优秀博士论文。我们在数千篇博士论文中,聚焦于2005—2016年十多年间的优秀博士学位论文430余篇,经各院系征询,导师和博士积极响应并同意,遴选出近170篇,涵盖了同济的大部分学科:土木工程、城乡规划学(含建筑、风景园林)、海洋科学、交通运输工程、车辆工程、环境科学与工程、数学、材料工程、测绘科学与工程、机械工程、计算机科学与技术、医学、工程管理、哲学等。作为“同济博士论丛”出版工程的开端,在校庆之际首批集中出版110余部,其余也将陆续出版。

博士学位论文是反映博士研究生培养质量的重要方面。同济大学一直将立德树人作为根本任务,把培养高素质人才摆在首位,认真探索全面提高博士研究生质量的有效途径和机制。因此,“同济博士论丛”的出版集中展示同济大

学博士研究生培养与科研成果,体现对同济大学学术文化的传承。

“同济博士论丛”作为重要的科研文献资源,系统、全面、具体地反映了同济大学各学科专业前沿领域的科研成果和发展状况。它的出版是扩大传播同济科研成果和学术影响力的重要途径。博士论文的研究对象中不少是“国家自然科学基金”等科研基金资助的项目,具有明确的创新性和学术性,具有极高的学术价值,对我国的经济、文化、社会发展具有一定的理论和实践指导意义。

“同济博士论丛”的出版,将会调动同济广大科研人员的积极性,促进多学科学术交流、加速人才的发掘和人才的成长,有助于提高同济在国内外的竞争力,为实现同济大学扎根中国大地,建设世界一流大学的目标愿景做好基础性工作。

虽然同济已经发展成为一所特色鲜明、具有国际影响力的综合性、研究型大学,但与世界一流大学之间仍然存在着一定差距。“同济博士论丛”所反映的学术水平需要不断提高,同时在很短的时间内编辑出版110余部著作,必然存在一些不足之处,恳请广大学者,特别是有关专家提出批评,为提高同济人才培养质量和同济的学科建设提供宝贵意见。

最后感谢研究生院、出版社以及各院系的协作与支持。希望“同济博士论丛”能持续出版,并借助新媒体以电子书、知识库等多种方式呈现,以期成为展现同济学术成果、服务社会的一个可持续的出版品牌。为继续扎根中国大地,培育卓越英才,建设世界一流大学服务。

伍 江

2017年5月

前言

本书以高层建筑仍是我国城市化进程中的重要建筑类型的现实为前提,在节能减排成为人类共识与我国基本国策的背景下,以高层建筑形态与其生态价值的关系为研究对象,从生态角度构建高层建筑形态的全面而独特的认知体系。

本书针对高层建筑形态与自身建筑能耗的关系、高层建筑形态与场地生态环境的关系和高层建筑形态对自身建筑能耗及场地生态环境的适应性这三个主要研究内容,进行具体的分析和研究,分别从高层建筑形态与保温隔热、自然采光、自然通风等因素探究形态与自身建筑能耗的关联;从高层建筑形态与周边风环境和周边日照环境等因素研究形态对场地生态环境的影响;从高层建筑表皮界面和空中庭院等形态措施寻求形态对自身建筑能耗及场地生态环境的适应性。以此形成高层建筑形态生态效益的一般评价原则,并研究提出了以一般评价原则为基础、结合计算机模拟评价与数学模型评价的集成运用思路,初步建立了基于生态效益考量的高层建筑形态设计综合评价体系框架。

以综合评价体系框架为依托,本书着重选取四个具典型价值的高层建筑形态与生态设计专题,深化研究形态在其生态性目标下的设计优化策略。通过对高层建筑形态与遮阳、能耗的基本关系和能效模拟分析,探讨高层建筑形态自遮阳的优化设计;以高层建筑中积极利用自然通风为目标,结合通风原理、形态和气流的模拟分析与比较,梳理高层建筑自然通风的形态优化设计;以改善高层建筑对室外风环境为目标,归纳其各种不利影响下的形态优化设计;对形

体扭转这类特殊高层形态,进行环境影响的模拟分析,提出形态的优化设计。

本书力图在为国内高层建筑的建设实践提供有益的专业评价手段与优化策略的同时,也从生态节能层面丰富高层建筑创作理论与方法。

目 录

总序

论丛前言

前言

第1章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究现状	2
1.2.1 高层建筑形态研究	3
1.2.2 高层建筑生态设计研究	4
1.3 研究目标与内容	8
1.3.1 研究目标	8
1.3.2 研究内容	8
1.4 研究意义	9
1.5 研究方法	11
1.6 研究框架	13
第2章 高层建筑形态的生态效益的评价内容与一般原则	14
2.1 高层建筑形态的生态效益的评价内容	14
2.1.1 高层建筑形态与自身建筑能耗的关系	15
2.1.2 高层建筑形态与场地生态环境的关系	15
2.1.3 高层建筑形态的生态适应性措施	15
2.2 高层建筑形态与自身建筑能耗	16
2.2.1 高层建筑形态与冷热辐射	16
2.2.2 高层建筑形态与自然采光	20

2.2.3	高层建筑形态与自然通风	21
2.3	高层建筑形态与场地生态环境	23
2.3.1	高层建筑形态与周边风环境	24
2.3.2	高层建筑形态与周边日照环境	25
2.4	高层建筑形态的生态适应性措施	28
2.4.1	高层建筑表皮界面	28
2.4.2	高层建筑空中庭院	31
2.5	高层建筑形态生态效益评价的一般原则	34
2.5.1	整体性原则	34
2.5.2	针对性原则	35
2.5.3	优化比选原则	35
第3章	高层建筑形态生态效益的评价方法和评价框架	37
3.1	高层建筑形态生态效益的评价方法	37
3.1.1	高层建筑形态生态效益的基本概念评价	37
3.1.2	高层建筑形态生态效益的计算机模拟评价	39
3.1.3	高层建筑形态生态效益的数学模型评价	50
3.2	高层建筑形态生态效益的评价依据与评价体系框架	53
3.2.1	高层建筑形态生态效益的评价依据	54
3.2.2	高层建筑形态生态效益的评价框架	54
第4章	高层建筑形态生态效益的优化策略之一——自遮阳设计专题研究	56
4.1	高层建筑形态、遮阳、能耗的关联性	56
4.1.1	高层建筑围护表皮对能耗的影响	56
4.1.2	高层建筑遮阳对能耗的影响	58
4.1.3	高层建筑形态与遮阳的关系	60
4.2	高层建筑形态自遮阳设计效能分析	61
4.2.1	高层建筑形态自遮阳设计依据(以上海地区为例)	61
4.2.2	高层建筑形态自遮阳设计参数	65
4.2.3	高层建筑形态自遮阳设计模拟评价	73
4.3	高层建筑形态自遮阳设计策略	79
4.3.1	平面形式的优化设计	79
4.3.2	剖面形式的优化设计	82
4.4	小结	97

第5章 高层建筑形态生态效益的优化策略之二	
——自然通风设计专题研究	100
5.1 自然通风原理在高层建筑中的应用	100
5.1.1 建筑的自然通风原理	100
5.1.2 自然通风的物理环境要求	105
5.1.3 自然通风在高层建筑中的应用	112
5.2 高层建筑自然通风设计策略	117
5.2.1 利于组织自然通风的建筑外部形态优化设计	117
5.2.2 利于组织自然通风的平面组织模式优化设计	125
5.2.3 利于组织自然通风的建筑外围护界面优化设计	143
5.3 小结	147
第6章 高层建筑形态生态效益的优化策略之三	
——改善室外风环境设计专题研究	148
6.1 高层建筑和室外风环境	148
6.1.1 高层建筑室外风的类型	148
6.1.2 高层建筑室外风环境的形成机理	150
6.1.3 高层建筑底部风环境	151
6.1.4 高层建筑对室外风环境的不利影响	152
6.2 改善室外风环境的高层形态设计策略	155
6.2.1 削弱“边角强风”优化设计	155
6.2.2 化解“迎风面涡旋”优化设计	160
6.2.3 减小“建筑物风影区”优化设计	167
6.2.4 修整建筑表皮界面形式的优化设计	174
6.2.5 利用风能的优化设计	178
6.3 小结	181
第7章 高层建筑形态生态效益的优化策略之四	
——形体扭转设计专题研究	182
7.1 高层建筑形体扭转的风环境模拟计算与分析	182
7.1.1 确定高层建筑形体扭转的形态类型	182
7.1.2 高层建筑形体扭转对风环境影响的可变形态参数	186
7.1.3 风环境模拟分析方法设定	187
7.2 高层建筑形体扭转对室外风环境影响的模拟计算与形态设计策略	194

7.2.1	连续型扭转形态对室外风环境影响的模拟分析	194
7.2.2	连续型扭转形态改善室外风环境的形态优化设计	224
7.2.3	间断型扭转形态对室外风环境影响的模拟分析	227
7.2.4	间断型扭转形态改善室外风环境的形态优化设计	248
7.3	小结	252
第8章 总结与展望		254
参考文献		256
后记		263

第 1 章

绪 论

在可持续发展成为社会共识的今天,建筑能耗和建筑对环境的影响已日益成为全社会共同关注的问题。高层建筑作为我国不断发展的城市化进程中一种极为重要的建筑类型,在其实现城市功能的高度整合、社会资源的优化配置、土地价值的充分发挥的过程中,巨大的自身能耗和对周边环境的不利影响也客观存在,并直接与高层建筑的形态相关联。从生态角度构建高层建筑形态的认知体系、评价依据和评价方法,将为高层建筑的设计实践提供形态比选、优化的生态性设计的理论和实践引导。

1.1 研究背景

我国经济发展的速度在一定时间内将维持在较高水平,快速的城市化进程和土地的集约化利用,将会继续推进高层建筑的建设速度与规模。高层建筑对化解人口的高度聚集和城市用地相对紧张之间的矛盾起了积极的作用,同时高层建筑正以其高度和体量不断突破和丰富城市天际线,形成重要的城市景观,深刻地塑造和改变了整个城市的面貌。

高层建筑作为人类自然环境中的人工介入物,巨大的体量不仅在抵御气候环境,如太阳辐射、通风、采光及保温隔热等过程中产生了大量的自身能耗需求,并给外部场地生态环境带来了许多不利的影 响,如热岛效应、恶性气流及阴影区等。与低层和多层建筑相比,高层建筑对外部气候环境的影响更为显著。当然,这样的认识存在着一定的局限性,随着建筑技术的进步和认识范围的扩大,人们对高层建筑在生态节能方面的正面潜力又有了新的认识和关注:就单体建筑而言,高层相对于低层、多层建筑显然是不节能的,但若将认识视点扩大到建筑所容纳的