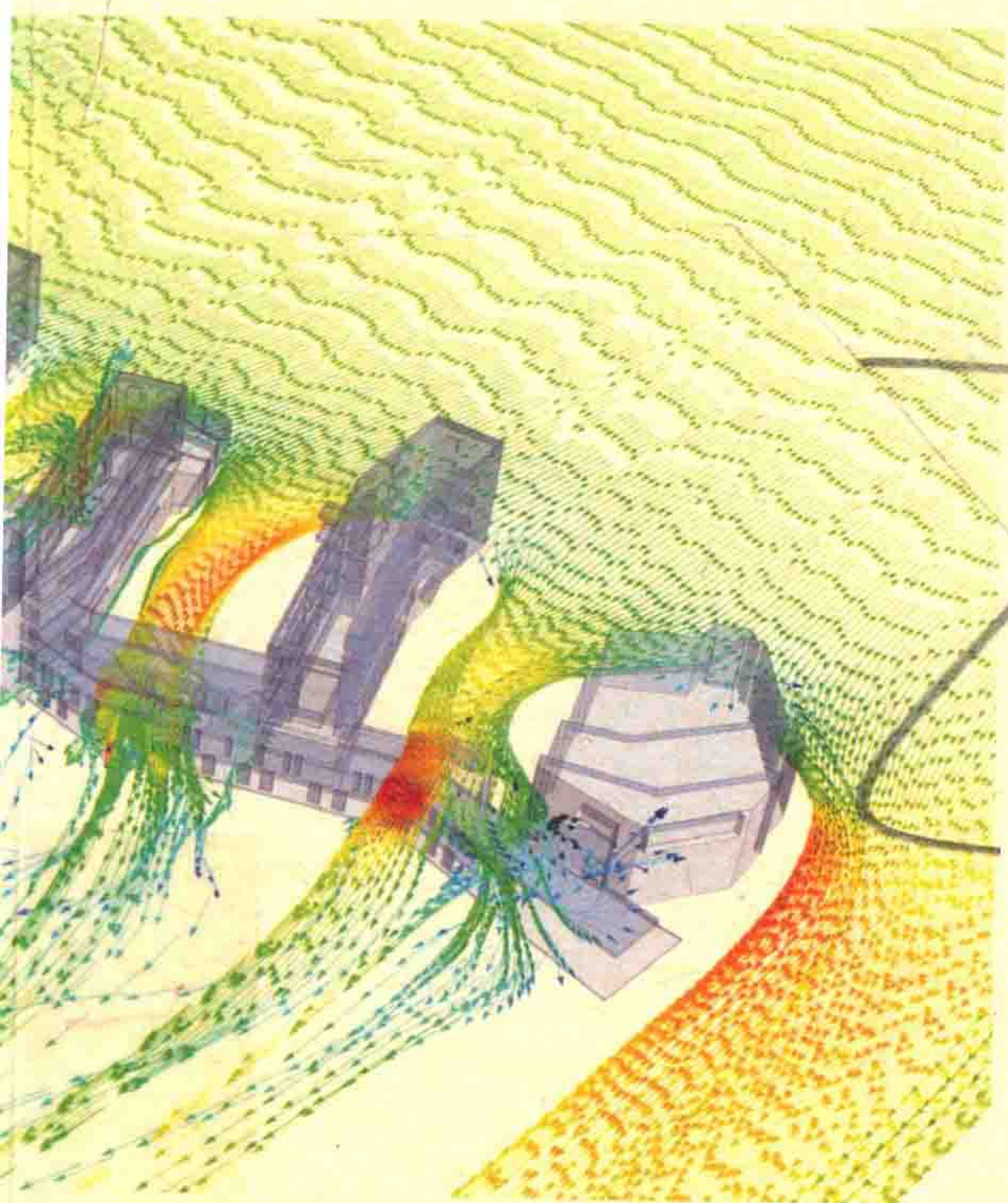


建正工程师笔记丛书

绿色建筑室外风环境与热环境分析入门

温州建正节能科技有限公司 组织编写

曾理 万志美 徐建业 邱舒婷 李上志 等编著



中国建筑工业出版社

建正工程师笔记丛书

本书受《温州地区建筑用气象参数研究》课题支持

绿色建筑室外风环境与 热环境分析入门

温州建正节能科技有限公司 组织编写

曾 理 万志美 徐建业 邱舒婷 李上志 等编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

绿色建筑室外风环境与热环境分析入门/曾理等编
著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 6
(建正工程师笔记丛书)
ISBN 978-7-112-20695-7

I. ①绿… II. ①曾… III. ①生态建筑-室外-风-环境-研究②生态建筑-室外-热环境-研究 IV. ①TU119

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 086029 号

本书为温州市住房和城乡建设委员会课题资助项目, 是针对绿色建筑风环境和热环境分析的参考书。主要为遴选边界条件与提出建议分析方式, 并给出一些案例作为示范。

本书除可用于研究院、设计院、咨询公司、地产公司的绿色建筑从业工程师参考外, 还可供建筑技术科学专业的辅助教材使用。

责任编辑: 吴宇江

责任校对: 焦 乐 党 蕾

建正工程师笔记丛书

绿色建筑室外风环境与热环境分析入门

温州建正节能科技有限公司 组织编写

曾 理 万志美 徐建业 邱舒婷 李上志 等编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京京华铭诚工贸有限公司印刷

*

开本: 880×1230 毫米 1/32 印张: 6¼ 字数: 183 千字

2018 年 2 月第一版 2018 年 2 月第一次印刷

定价: 20.00 元

ISBN 978-7-112-20695-7

(30302)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

绿色建筑室外风环境与热环境分析入门

编委名单

主 编 曾 理

副主编 万志美 徐建业

参 编 (第1章) 吴 策

(第2章) 项志峰

(第3章) 邱舒婷 李上志 贾宏涛

(第4章) 林胜华 孙林柱 王雪然 林 将

审 核 叶 青 孟庆林 赵立华 徐 雷 葛 坚

张三明 杨 毅 丁 德 龙恩深 魏庆芄

陈 飞 杨 丽 董 宏

配 图 李上志 邱舒婷 杨 进

建正工程师笔记丛书

- ◇ 《建筑技术科学（建筑物理）书目索引参考》
- ◇ 《绿色建筑室外风环境与热环境分析入门》
- ◇ 《夏热冬冷地区（浙江）建筑节能设计简明手册（第2版）》

前言

本书成于国务院办公厅 2013 年 1 月 1 日的国办发【2013】1 号《绿色建筑行动方案》后，各省市紧锣密鼓跟进本地版本《绿色建筑行动方案》时，有感于同业同行对于《绿色建筑评价标准》中提及的室外热岛与风环境认识不一，故将经验总结做一番陈述，希望更多的城市能够获得有绿色奥斯卡荣誉的国际宜居城市称谓，希望本书能够起到抛砖引玉的作用。

本书对绿色建筑设计中风环境与热环境（热岛）模拟分析方法进行了相对系统的阐述。风环境与热环境是建筑物理环境模拟中最重要的组成部分，考虑到各地绿色建筑标准规定略有差异，故首先介绍了绿色建筑整体现状及政策、规范的情况。在第 3 章中着重介绍了风环境与热环境（热岛）模拟分析的边界条件设定，这一部分知识对于理解风环境与热环境（热岛）模拟分析过程及获得相对可靠模拟结果是有帮助的。本书的成形基于实际工程，同时坚持理论的完善，第 4 章着重介绍在风环境与热环境（热岛）模拟分析在不同实际工程中应用，及其各自特点，或许对同行们的工作有所裨益。

本书内容主要来源于工程实践，最初设想即是为有意愿从事绿色建筑事业的工程师作上岗培训之用，故亦可作为科研院所、设计院、咨询公司等的研究与设计人员的工作参考使用，也可作为土建专业、景观专业或规划类专业的相关教师、学生等的教学参考书。

风环境与热环境的模拟与分析是跨学科的，它结合了建筑技术科学、流体力学、气候学、景观学等专业。管窥一隅，全书文字及内容难免有不足之处，恳请广大前辈、专家及同行们予以批评指正。

本书是继《建筑技术科学（建筑物理）书目索引参考》、《夏热冬冷地区（浙江）建筑节能设计简明手册》之后的建正工程师笔记丛书的第三本，欢迎诸位专家学者来信与我们交流。联系邮箱：becrc@vip.qq.com



目 录

前言

第 1 章 绿色建筑与建筑环境	1
1.1 绿色建筑的基本特征	1
1.2 绿色建筑的政府支持与政策推动	2
1.3 建筑物理环境在绿色建筑评价体系中的意义	3
第 2 章 绿色建筑政策标准与建筑物理环境	5
2.1 绿色建筑政策	5
2.2 绿色建筑规范与标准	7
第 3 章 风环境与热环境模拟	11
3.1 CFD 简介	11
3.2 风环境模拟	13
3.3 热环境模拟	52
第 4 章 工程案例	77
4.1 计算方法与边界条件	77
4.2 分析案例 1: 瑶溪住宅区	78
4.3 分析案例 2: 温州某商住用地	88
4.4 分析案例 3: 温州大学城 (局部)	100
4.5 风、热环境分析小结	111
4.6 分析案例 4: 概念设计阶段基于风环境模拟优化的设计研究 ...	113
附录 A 重庆市关于建筑物理环境分析边界条件的要求	124
附录 B 北京市与陕西省关于模拟软件边界条件的要求	127
附录 C 浙江省关于风环境与热环境节能评估的要求	131
附录 D 近年绿色建筑相关政策性文件	134
附录 E 绿色建筑相关国家标准要求	139

附录 F 全国各地区气象气候参数比较	143
附录 G 近年绿色建筑相关其他规范、标准及文件相关要求 ...	154
附录 H UTfluid 软件简介	164
主要参考文献	181
后记	189

第1章 绿色建筑与建筑环境

绿色建筑的概念起源于20世纪70年代,伴随世界性能源危机蔓延,瑞典斯德哥尔摩召开联合国第一次人类环境会议,提出人类“只有一个地球”的口号,从此相关研究开始广泛展开。绿色建筑研究在中国起步较晚,由于产业转型升级,能源问题和环境问题逐渐凸显,学界和政府才认识到绿色建筑在解决能源问题,缓和经济发展与环境保护的矛盾,维护经济可持续发展,推进和谐社会建设方面具有重要作用,对绿色建筑的研究才逐步兴起。即便如此,由于绿色建筑的研究内容具有多学科交叉的特征,以及学者专业背景乃至认识程度、高度差异,学者们对绿色建筑的基本内涵作了不同的诠释,但对其基本特征是有共识的。

1.1 绿色建筑的基本特征

我们从绿色建筑背景入眼,可以看到为缓和激进的建筑政策、恶化的居住环境、地下水过度开采、城市热岛等等问题而出现的绿色建筑理念,使其诞生之时即带着公共利益色彩,同时也具有相对的社会影响力。作为和谐社会建设的组成部分,从绿色建筑角度确保公共利益落实就是绿色建筑本身的基本特征。

绿色建筑的公共利益特征对现行的建筑政策提出了约束,要求从发展的高度去看待社会绝大多数人的利益,不仅仅是看重当下,更要看重将来的可持续发展。因此,国办发〔2013〕1号《绿色建筑行动方案》作为绿色建筑推进准则是顺理成章的,其反映和代表的精神,具有鲜明的标杆旗帜效应。

绿色建筑除了在公共利益特征以外,同时也具有整体性特征。绿色建筑跨专业、跨学科,各模块相互作用、相互依赖,共同组合成一个具有特定性质和功能的有机整体的特性。虽然绿色建筑是针

对开发建设与可持续发展之间寻求平衡点，但这个问题总是和其他问题连成一片，相互关联，相互影响，所以单凭民间力量推动是非常局限的，主要还是要通过政府行为制定系列公共政策并形成整个的权威的政策体系。

追求可持续发展是绿色建筑的基本目标。立足现在表明绿色建筑的严肃性，着眼未来表明绿色建筑的连续性与前瞻性，这反映出绿色建筑有稳定性的一面，也有变动性的一面。因为在当前经济形势下，在当前建筑产业格局下，公共利益在协调与平衡上反映出来的问题，随着社会环境变化、国土资源发生改变或原有公共政策已无法满足日益增长的公共利益需求时，绿色建筑所涵盖的内容也要随之改变。

绿色建筑最大的优点在于因地制宜、因时制宜的原则。绿色建筑的因地制宜、因时制宜并不是“上有政策，下有对策”的无节制滥用，而是将相关精神与实际相结合起来去指导实践工作。政府出台的各级政策、标准、规范、意见及文件已经清晰地指出不可逾越的强制性原则范围，同时也划清了允许根据客观实际情况的变化而变化的范围。

1.2 绿色建筑的政府支持与政策推动

绿色建筑是政府对公共利益再分配的一种形式，其目的在于将公共利益合理、有效地进行二次分配。例如：对部分绿色生态节能产品免征税，对符合高星级标准的绿色建筑进行财政补贴（《关于加快推动我国绿色建筑发展的实施意见》，财建〔2012〕167号；《上海市建筑节能项目专项扶持办法》，沪发改环资〔2012〕088号）等。

政府以普及绿色建筑为目标，颁布相关规范、标准是达到预期的前提条件之一，所谓“有法可依，有法必依，执法必严，违法必究”（十一届三中全会，社会主义法制建设的十六字方针）。同时跟进相应的导则与实施细则，作为行为准则来规范和指导建筑市场行为，协调各方面利益关系，从而实现资源的再次优化配置，维护建筑业的合理秩序，保护建筑业的健康发展，促进既定目标的实现。

政府发布的相关政策是推动绿色建筑发展的制度保障。从绿色建筑发展的动力而言，更是建筑业自身发展需求的另一方面。绿色建筑的发展也是共建和谐社会的一个重要组成部分。

绿色建筑的可持续发展也体现在相关政策的与时俱进，既遏制建筑能源消耗浪费的扩大与城市生态的恶化，保证了建筑业的健康发展，又维护了和谐社会的平衡协调发展。

1.3 建筑物理环境在绿色建筑评价体系中的意义

中国古代有种工作叫作堪舆，又叫看风水，去其糟粕，以今人技术的眼光去看待，即考虑不同地方进行建筑活动所面临的不同困难，趋向于自然的有利因素，规避灾害等不稳定因素，追求相对恒久的可持续性建筑与生活。

绿色建筑是对现代建筑行业的反思和超越，是人类文明的进步、社会发展的标志，是科学发展观在现代建筑行业上的呈现，是以人为本的和谐生态价值观的反映。绿色建筑不是形式主义，更不是面子工程，它是科学发展建筑行业的内在要求，是生态效益、地产增值和民众满意的有机产品：生态效益追求的是环境和谐、生态平衡，保证长远的可持续发展；地产增值即为经济效益，放在整个城市生态圈去考虑，降低废弃物产生，避免先污染再治理的怪圈，减少相关的劳动耗费、能源损耗就是其经济价值所在；民众满意即为社会效益，响应社会对于健康的呼声，克服商业地产一些不恰当的价值导向，把提高民众的满意度、赞成度、认可度作为目标最合适不过。

建筑环境是人工的，是空间的，也是物质的。利用建筑和建筑物之间的空间关系，对建筑环境进行设计，使用隔断和阻拦手段，鼓励或者阻碍某种行动，从而体现设计者的空间意图。换言之，建筑环境也可视为建筑物和建筑物的关系，以及它们的整体空间结构。设计目的是使环境特点与最终用户人群行为相一致，可以这样说，建筑环境是人们为了支持某些行为而有意构建的物质实体。

环境不只是建筑的开始，设计一个建筑需要首先考虑其所处的

环境因素（风、光、热等），环境也是建筑物领域的拓展，有虚的有实的，有指标性的也有非指标性的，有符号性的也有心理暗示性的，目的是达成一种美妙的和谐，以使建筑物的环境适合工作、学习和生活。我们所说的建筑物理环境未必可视化，但通常是可量化分析的。

建筑物理环境一般指人体通过视觉、听觉、嗅觉、触觉等各种感官对所处的室内外空间进行的感知。刘加平院士在《城市环境物理》^①中按人类活动与城市物理环境的互动关系将其分为：热环境、湿环境、风环境、大气环境、光环境和声环境六个方面。在现行的绿色建筑评价体系中物理环境子系统主要包括风、光、声、热四大环境系统。

风环境是指室外自然风在城市地形地貌（建筑群落、高架桥等）或自然地形地貌影响下形成的风场。绿色建筑评价体系中关注对应的风速、风压等。

光环境系统，即建筑的自然采光系统与人工照明系统，由室外光环境系统和室内光环境系统组成。绿色建筑评价体系中除日照与采光以外，还有大量建筑电气工程师的工作范畴。

热环境系统一般是指符合节能要求，兼顾环保、卫生、安全等原则的建筑物热性能，包括使室内热环境达到一定温度、湿度，并能根据气象条件和居住功能变化进行调节，满足人体健康性、舒适性要求的热环境。在绿色建筑评价体系中，热环境系统也包括了室外热环境（城市热岛）内容。

声环境系统是指对人耳听力无伤害，满足国家标准规定的适用建筑声环境。在绿色建筑评价体系中，既有室外声环境要求，也有室内声环境要求。

在本书后续章节中，主要针对绿色建筑评价体系中的室外风环境与热环境展开描述。

^① 刘加平. 城市环境物理 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.

第2章 绿色建筑政策标准与建筑物理环境

2.1 绿色建筑政策

自2006年6月我国第一部绿色建筑类国家标准实施以来,绿色建筑理念开始真正走入实际工程。此后从国家到地方各级政府都陆续颁布各种政策进行动员和推进(详见附录D)。

从政策主体层次和影响力,可分为中央政策和地方政策。例如:中央政策有《关于加快推动我国绿色建筑发展的实施意见》《国务院办公厅关于转发发展改革委住房城乡建设部绿色建筑行动方案的通知》等,地方政策有《北京市绿色建筑行动实施方案》《海南省绿色建筑行动实施方案》等。

从政策内容来分,可分为总政策、基本政策和具体政策。例如:总政策有《建筑业发展“十二五”规划》,基本政策有《国务院办公厅关于转发发展改革委住房城乡建设部绿色建筑行动方案的通知》,具体政策有《江苏省绿色建筑行动实施方案》《山东省绿色建筑行动实施方案》等。

住建部发文《建筑业发展“十二五”规划》作出了方向性规划,指出开展绿色施工示范工程等节能减排技术集成项目试点,全面建立房屋建筑的绿色标识制度,确立绿色建筑、绿色施工评价体系。

财政部协调住建部发文《关于加快推动我国绿色建筑发展的实施意见》(财建〔2012〕167号)明确二星级及以上的绿色建筑给予奖励。2012年奖励标准为:二星级绿色建筑45元/m²(建筑面积,下同),三星级绿色建筑80元/m²。绿色生态城区给予资金定额补助。资金补助基准为5000万元。

《国务院办公厅关于转发发展改革委住房城乡建设部绿色建筑

行动方案的通知》(国办发〔2013〕1号文件)从内容上解读完全可以作为全面动员令来看待。其要求政府投资的国家机关、学校、医院、博物馆、科技馆、体育馆等建筑,直辖市、计划单列市及省会城市的保障性住房,以及单体建筑面积超过2万 m^2 的机场、车站、宾馆、饭店、商场、写字楼等大型公共建筑,自2014年起全面执行绿色建筑标准。

北京市积极出台大量绿色建筑相关的标准与规定,第一时间发布《北京市绿色建筑行动实施方案》,对国办发〔2013〕1号文的要求作出落实响应,并进一步提出引导工业建筑按照绿色建筑相关标准建设。该市住房城乡建设部门还制定绿色建筑工程计价依据,同时强化绿色建筑评价标识管理,结合施工图审查,简化一星级绿色建筑设计标识评价程序,并研究简化相应的运行标识评价程序。

海南省住建厅重点提出海口市、三亚市和儋州市的保障性住房全面执行绿色建筑标准,其他市县新建保障性住房30%以上达到绿色建筑标准要求。

河南省住建厅在响应国办发〔2013〕1号文之外,还鼓励城市新区集中连片发展绿色建筑,建设绿色生态城区,其中二星级及以上绿色建筑达到30%以上。

湖南省住建厅特别提出全省创建5个以上示范作用明显的绿色建筑集中示范区。

江苏省住建厅的政策力度相比较较大,2013年制定出台的《江苏省绿色建筑设计标准》,将一星级绿色建筑控制指标纳入标准强制性条文。2015年,全省城镇新建建筑全面按一星及以上绿色建筑标准设计建造;2020年,全省50%的城镇新建建筑按二星及以上绿色建筑标准设计建造。

陕西省住建厅的实施方案亮点是结合地方特色,推进绿色住宅小区和绿色农房建设。2013年12月底前,制定并发布施行陕西省绿色住宅小区和绿色农房建设指导意见、技术指南等。

四川省住建厅提出2014年起政府投资新建的公共建筑以及单体建筑面积超过2万 m^2 的新建公共建筑全面执行绿色建筑标准,2015年起具备条件的公共建筑全面执行绿色建筑标准。

总而言之,各级主管部门在各地绿色建筑规划与实施中,依据既有工作基础、考虑经济发展情况差异,有步骤有区别地分阶段实施,较好地 在政策层面对于创造健康适宜的建筑环境起了较好的推进作用。

2.2 绿色建筑规范与标准

绿色建筑的核心是环境友好、生态、因地制宜。在相关规范、标准中,相当多的控制性指标其实都是基本的要求,在实际工作中还能做得更好;但也有些指标虽然控制性指标相同,但实际却是有明显地区差异的,具体就建筑风环境与建筑热环境而言更是如此。

在《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 中,对于建筑风环境与热环境即提出了明确的量化要求,其后各地施行的绿色建筑评价标准逐渐提出了一些深化的要求,及至近年来的地方节能规定及绿色建筑 设计标准(详见附录 E)更是在细节上作了更多的完善。

总的说来,建筑热环境着重针对的是居住建筑,要求是“室外日平均热岛强度不高于 1.5°C ”,建筑风环境针对居住建筑和公共建筑提出了一样的要求,“建筑物周围人行区距地 1.5m 高处风速低于 5m/s ”。

2.2.1 建筑风环境

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378—2006 的 4.1.13 条与 5.1.7 条文对风速提出了要求。GB/T 50378—2014 中的 4.2.6 条中也有同样要求简单地讲,风速主要的影响因素包括风压与地面粗糙度,主要的结果评价形式以最高风速与风力放大系数较常见。

其中,地貌因素造成的地面粗糙度差异问题对风速的影响是非常大的。《地貌学》(1985 版)^①中提到,陆地地貌分为山地、高原、平原和盆地,山地包括起伏低的丘陵、准平原、河流阶地。以山城重庆为例,将标准的 5m/s 代入,出现的结果并不能真实反映

^① 严钦尚,曾昭璇.地貌学 [M].北京:高等教育工业出版社,1985:20-21.

工程的设计水平,反而对项目选址有一定约束性。《气象学与气候学》(第3版)^①对于城市平均风速作了一个统计,上海由于城市发展速度较快,年平均风速逐年明显变小,造成这个问题的原因就是区域建筑密度的增大,可以理解为由于地貌被人为大幅改变后造成风速变化。

地面粗糙度影响直接以《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012的表8.2.1、表8.2.3提出的参数来考虑,也是一种办法,但和实际情况还是有不少出入。

另外,基于各地的气候差别,一些省市提出的以风速放大系数来进行指标控制是一种更理想的操作方式,即通过分析风速放大系数是否大于1来判定。因地制宜,在地区实施细则中完善,更有实际实施效果。

2.2.2 建筑热环境

从《绿色建筑评价标准》GB/T 50378—2006的4.1.12条文解释看,建筑热环境的解读差异点有3处:①以 1.5°C 作为控制值,基于多年来对北京、上海、深圳等地夏季气温状况的测试结果的平均值;②室外热岛强度(居住区室外气温与郊区气温的差值,即8:00~18:00之间的气温差别平均值);③“郊区”一词的术语定义。GB/T 50378—2014的4.2.7条则采用了“遮阴措施”和“太阳辐射反射系数”这两种与2006版全然不同的处置方式。

从我国气候分布情况来看,以北京、上海、深圳等地夏季气温状况的测试结果为依据作为全国的指导性指标在科学性上有待完善。根据《中国气候图集》^②,以气温、降水和大气环流为参照依据,我国气候带分为北温带、中温带、南温带、北亚热带、中亚热带、南亚热带、北热带、热带、南热带、高原气候区域这9个气候带和1个高原气候区域。9个气候带又划分为18个气候大区,36个气候区;高原气候区域又划分为4个气候大区,9个气候区;根据《中国气候》(中国自然地理系列专著)^③,以干燥度、平均气温、

① 周淑贞. 气象学与气候学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1997: 256-258.

② 中央气象局. 中国气候图集 [M]. 北京: 地图出版社, 1966.

③ 丁一汇. 中国气候 [M]. 北京: 科学出版社, 2013.

降水量为切入点,将我国划分为12个温度带、24个干湿区、56个气候区;根据《建筑气候区划标准》GB 50178—93,以平均气温、相对湿度、年降水量等指标将建筑气候的区划系统分为一级区和二级区两级:一级区划分为7个区,二级区划分为20个区;根据《民用建筑热工设计规范》GB 50176—93,考虑不同地区的热工、节能,我国分为严寒地区、寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区、温和地区这5个建筑热工设计分区;根据《城市居住区规划设计规范》GB 50180—93(2002年版),为建筑师的日照计算提供分类标准考虑,我国分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ、Ⅶ这7个建筑气候区。综上所述,北京、上海、深圳所能代表的地域气候范围非常有限。

从术语定义角度来讲,“郊区”在绿色建筑规范体系并未被定义,我国学者目前关于“郊区”的解释,可分为地理和历史学派定义、行政区划学派定义、城市规划学派定义、社会经济学派定义,但从条文的字面意思解读,以及本书3.3.4节热环境模拟的边界值分析情况来看,在绿色建筑规范体系内的“郊区”定义,考虑植被(水体)覆盖率、建筑密度的区域差别所导致的温差会更合适。

现有规范中,部分地区提出以绿地率、太阳辐射吸收率、地面停车位遮阴和屋面绿化等工程情况综合考虑室外热岛强度问题作为建筑热环境评价形式也是一种不错的解决方案。

2.2.3 建筑风环境与热环境分析展望

随着计算流体力学模拟分析方法的蓬勃发展,以优化建筑环境为目的的预测工作方式成为可能,使得“怡人的住区环境”、“四季如春的休憩空间”不再是一句空话。

绿色建筑工作提倡的“以人为本”同样是以人为根本、以人为中心、以为人服务为工作目的、以人的生活条件与环境来分析和处理建筑上的问题,此处的核心应该是尊重人,而对于“住宅是居住的机器”这一种思想暂且不论,我们由“以人为本”来看待绿色建筑的时候,就是要肯定人的主体地位,关怀人的日常工作、生活,把可持续发展作为绿色建筑工作的出发点和归宿点,贯彻于绿色建筑工作的各个环境,体现在绿色建筑工作的方方面面。