



建筑物理环境学

—绿色建筑·物理环境品质

卢玫珺 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

建筑物理环境学

——绿色建筑·物理环境品质

卢玫珺 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是以绿色设计为主线,系统介绍了绿色建筑过程中创造高品质物理环境的理论与方法。分析建筑师、绿色建筑与物理环境品质之间的关系,为建筑设计人才在设计全过程中培养绿色理念提供思路。

本书内容丰富、实用性强,不仅适合建筑学、环境学和测量学等相关专业学生使用,也可供专业建筑设计人员及与建筑工程施工和管理相关的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑物理环境学:绿色建筑·物理环境品质 / 卢玫
珺著. —北京:中国水利水电出版社,2015.6
ISBN 978-7-5170-3338-7

I. ①建… II. ①卢… III. ①建筑物理学—物理环境
—研究 IV. ①TU11

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第146068号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:陈洁 封面设计:马静静

书 名	建筑物理环境学——绿色建筑·物理环境品质
作 者	卢玫珺 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座100038) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:mchannel@263.net(万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话:(010)68367658(发行部)、82562819(万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010)88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京厚诚则铭印刷科技有限公司
印 刷	三河市佳星印装有限公司
规 格	170mm×240mm 16开本 23.25印张 417千字
版 次	2015年11月第1版 2015年11月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	69.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

《建筑物理环境学——绿色建筑·物理环境品质》是以绿色设计为主线,系统介绍了绿色建筑过程中创造高品质物理环境的理论与方法。分析建筑师、绿色建筑与物理环境品质之间关系,为建筑设计人才在设计全过程中培养绿色理念提供思路。

物理环境品质是人工构筑室内、外空间环境功能的组成部分,物理环境设计是城市规划与建筑设计的技术支撑。考虑物理环境要求的规划与建筑设计,为后续的物理环境设计创造有利的条件,减少资源和能源的需求。依据绿色建筑理念,做好与城市规划、建筑设计整合的物理环境设计,是时代赋予规划师和建筑师的责任。

绿色设计是指建筑设计时,将环境因素和技术措施整合到设计中,将环境性能作为项目设计的目标与出发点,力求对环境的影响降到最低。经济与社会的发展要求人们在建筑满足功能、外观、设计标准等基本要素的基础上,更多关注人文环境、自然环境及生态环境等多种因素。根据当地自然条件,运用生态学、建筑学基本原理及现代科技手段,协调好建筑与其他因素间的关系,使建筑与物理环境之间形成有机的结合体,实现人、建筑和自然之间的良性循环。

建筑物理学是对建筑环境中声、光、热等物理现象及其规律进行研究,主要目的在于增强建筑功能,为人们创造适宜的生活和工作环境。建筑物理研究的环境领域则体现在建筑环境和与城市建设有关的环境;研究各种物理因素对人的作用和对建筑环境的影响。建筑设计人员必须掌握一定的建筑物理知识,否则就不可能圆满地解决热环境、光环境和声环境的设计问题,无法保证现代建筑具有良好的设计品质。

建筑物理学是运用基本原理到规划、建筑群体布局、建筑空间设计、建筑材料选择、建筑构造设计甚至施工管理中。营造绿色的建筑环境,在很大程度上取决于建筑本体上的保温、隔热、太阳能利用、天然采光、照明、音质和噪声控制等方面所具有的良好性能。因此,提升物理环境品质是塑造绿色性能的重要组成部分,将建筑物理环境的基本原理、设计策略与技术措施贯彻到建设活动的全过程。积极探索以建筑物理知识、分析方法、技术措施为引导,启发设计人员将建筑物理环境设计融合到规划和建筑设计当中,拓宽建筑设计人才的创作思路。

面对全球能源危机和环境日益恶化,关注绿色建筑和物理环境品质之间的关系成为当代建筑创作的重要课题。营造良好的生存环境,当代建筑师具有不可推卸的责任。时代发展需要建筑师加强绿色和节能观念,设计中重视建筑技术,特别是方案构思中技术概念的融入。

全书由华北水利水电大学卢玖珺独立完成,由于著者水平有限,书中难免存在不妥之处,恳请读者提出宝贵意见和建议,以便于今后不断充实和提升。

作者

2015年4月

目 录

概 论	1
0.1 绿色建筑	1
0.2 物理环境品质	7
0.3 绿色建筑与物理环境品质	17
0.4 结合气候的建筑设计策略	20
0.5 计算机模拟建筑物理环境分析	45
第 1 篇 热环境的绿色设计	
第 1 章 建筑与热环境	52
1.1 室内热环境	52
1.2 建筑与气候	56
1.3 建筑热环境的设计策略	68
1.4 围护结构的稳定与周期性不稳定传热	72
第 2 章 建筑保温与节能设计	82
2.1 建筑保温与节能设计策略	82
2.2 非透明围护结构的保温与节能设计	89
2.3 透明围护结构的保温与节能设计	96
第 3 章 建筑防潮设计	102
3.1 湿空气的概念	102
3.2 围护结构的蒸汽渗透及冷凝设计	104
第 4 章 建筑防热与节能设计	112
4.1 建筑防热途径与设计原则	112
4.2 围护结构隔热设计	116
4.3 建筑自然通风	127
4.4 建筑遮阳设计	141
第 5 章 建筑日照设计	151
5.1 建筑日照基础	151
5.2 建筑日照设计	155

第 6 章 被动式太阳能建筑设计	162
6.1 我国太阳能资源状况	162
6.2 被动式太阳能利用	163

第 2 篇 光环境的绿色设计

第 1 章 光与视度	170
1.1 人眼与视觉特性	171
1.2 基本光度量	174
1.3 建筑材料的光学性质	178
1.4 视度及其影响因素	184
第 2 章 天然采光设计	189
2.1 光气候和采光标准	189
2.2 采光口	194
2.3 采光设计	205
2.4 采光计算	222
第 3 章 建筑照明设计	225
3.1 电光源	225
3.2 灯具	229
3.3 室内工作照明设计	232
3.4 环境照明设计	246
3.5 绿色照明工程	259

第 3 篇 声环境的绿色设计

第 1 章 声音与室内声场	263
1.1 声音的基本性质	263
1.2 声音的计量	267
1.3 人的主观感觉与听觉特性	271
1.4 室内声场与室内声压级计算	273
第 2 章 材料和结构的声学特性	277
2.1 材料和结构的吸声特性	278
2.2 建筑构件的隔声特性	292
第 3 章 室内音质设计	302
3.1 音质的主观评价标准与客观指标	302

3.2	音质设计的内容和重点	306
3.3	大厅容积的确定	308
3.4	大厅的体型设计	309
3.5	大厅的混响时间设计	322
3.6	典型建筑的音质设计	327
第4章	声环境及降噪设计	336
4.1	城市噪声及评价量	336
4.2	噪声标准	340
4.3	城市声环境规划与建筑降噪设计	344
4.4	降噪设计的技术措施	351
参考文献	362

概 论

0.1 绿色建筑

0.1.1 绿色建筑的涵义

参照国家标准《绿色建筑评价标准》(GB/T50378—2014),绿色建筑是指在全寿命周期内,最大限度地节约资源(节能、节地、节水、节材)、保护环境、减少污染,为人们提供健康、适用和高效的使用空间,与自然和谐共生的建筑。建筑的全寿命周期是指包括建筑的物料生产、规划、设计、施工、运营维护、拆除、回用和处理的全过程。绿色建筑是一种高性能的建筑类型,着眼于如何减少环境破坏、降低对人类健康的影响。绿色建筑设计是减少能源和资源的消耗,减少材料使用过程中对人类生活造成破坏,实现这一目标,需要更好的场地、更优的设计、选择合适的材料、高质量的建造、合理运营、及时维修与搬迁及尽可能的回收再利用。绿色建筑是在为人们创造舒适的热环境、声环境和光环境的同时,对大自然的不利影响降低到最低程度,并减少对能源的消耗和实现对物质的循环再利用。

绿色建筑至少具备以下三个基本要素:

1. 节约环保

节约环保是绿色建筑的基本特征之一,包括用地、用能、用水、用材的节约与环保,是人、建筑与环境和谐共存的基本要求。节约环保旨在要求人们在构建和使用建筑物的全过程中,最大限度地节约资源(节能、节地、节水、节材)、保护环境和减少污染,将人类对地球资源与环境的负荷和影响降到最低。因此,绿色建筑是节能建筑,但节能建筑不能等同于绿色建筑。

2. 健康舒适

随着人类社会的进步和人们对生活品质的不断提高,健康舒适逐渐成为绿色建筑的另一基本特征,其核心思想体现在“以人为本”。在有限的空间里提供健康舒适的活动环境,满足人们生理、心理、健康和卫生等方面的需求,全面提升人居环境品质。综合考虑空气、风、水、声、光、温度、湿度、间

距、围护、朝向和地域等要素,力求提供健康、适用和高效的活动空间。

3. 自然和谐

自然和谐是绿色建筑的又一基本特征,实际上是中国传统的“天人合一”的唯物辩证思想和美学特征在建筑领域的反映。绿色建筑要求人类的建筑活动顺应自然规律,做到人、建筑与自然和谐共生。因此,自然和谐就是要求人们在构建和使用建筑物的全过程中,亲近和呵护人与建筑物所处的自然生态环境,做到人、建筑与自然环境的和谐共生。

在日本“绿色建筑”称为“环境共生建筑”,在欧美则称为“生态建筑”、“可持续建筑”,在北美则称为“绿色建筑”。因此“绿色建筑”成为生态、环保、可持续、环境共生之建筑的通称。

0.1.2 绿色建筑的发展

1. 世界绿色建筑发展历程

世界绿色建筑发展大致经历孕育期、形成和发展期、蓬勃兴起期三个阶段。具体发展历程见表 0-1。

表 0-1 世界绿色建筑发展历程

序号	时间	特点	历程
1	1962 年	美国海洋生物学家蕾切尔·卡逊撰写《沉寂的春天》	唤醒人类环保意识,掀开绿色建筑的序幕
2	1969 年	美籍意大利建筑师保罗·索勒里提出生态建筑的理念	1960 年代为绿色建筑概念的孕育期,表现为建筑领域生态意识的唤醒和绿色建筑概念的孕育
3	1969 年	美国建筑师伊安·麦克哈格著《设计结合自然》	标志着生态建筑学的正式诞生
4	1970 年	全球石油危机更加促使人们考虑人类社会和建筑的可持续发展	1970~1990 年为形成期表现为绿色建筑概念的逐步形成和绿色建筑的发展

续表

序号	时间	特点	历程
5	1980年	世界自然保护组织首次提出“可持续发展”的概念,呼吁全球重视地球环境危机	
6	1987年	世界环保与发展会议以“我们共同的未来”报告,提出人类可持续发展策略	引起全球共鸣
7	1990年	英国“建筑研究所”制定世界第一个绿色建筑评估体系(建筑研究所环境评估法)	
8	1992年	巴西里约热内卢“联合国环境与发展大会”首次提出“绿色建筑”的概念	绿色建筑逐渐成为发展方向
9	1993年	美国创建首个绿色建筑协会	
10	1997年	联合国“京都环境会议”正式制定了各先进国二氧化碳排放减量的目标	“可持续发展”成为人类最重要的课题
11	1999年	世界绿色建筑协会在美国成立	
12	1990年以来	世界各国相继成立绿色建筑协会,中国香港、美国、加拿大、中国台湾先后推出绿色建筑评价标准体系	
13	2000年以来	日本、德国、澳大利亚、挪威、法国、韩国及中国内地等相继推出适合地域特点的绿色建筑评估体系,至2009年已达20个	2000年以来为兴起期,表现为绿色建筑在世界范围内的蓬勃兴起

2. 中国绿色建筑发展历程

中国绿色建筑发展历程见表 0-2。

表 0-2 中国绿色建筑发展历程

序号	时间	历程
1	2001 年	我国陆续制定《绿色生态住宅小区建设要点与技术导则》、《中国生态住宅技术评估手册》，大力推动绿色建筑发展
2	2002 年	我国举办以可持续发展为题的世界论坛
3	2003 年	我国推出《绿色奥运建筑评估体系》，大力推动绿色建筑的发展
4	2005 年	建设部、科技部联合发布《绿色建筑技术导则》建科[2005]199 号，我国第一个颁布的绿色建筑技术规范
5	2006 年	建设部颁布国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T 50378—2006
6	2007 年	建设部出台《绿色建筑评价技术细则(试行)》建科[2007]205 号和《绿色建筑评价标识管理办法》建科[2007]206 号，逐步完善适合中国国情的绿色建筑评价体系
7	2008 年	建设部出台《绿色建筑评价标识实施细则》(试行修订稿)建科综[2008]61 号和《绿色建筑评价技术细则补充说明(规划设计部分)》建科[2008]113 号
8	2008 年	成立中国城市科学研究会节能与绿色建筑专业委员会
9	2009 年	哥本哈根气候变化会议召开前，中国政府决定到 2020 年单位国内生产总值二氧化碳排放将比 2005 年下降 40% 到 45%，作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划，并制定相应的国内统计、监测、考核
10	2009 年	财政部、住房和城乡建设部《关于加快推进太阳能光电建筑应用实施意见》财建[2009]128 号，提出实施“太阳能屋顶计划”；《太阳能光电建筑应用财政补助资金管理暂行办法》财建[2009]129 号，2009 年补助标准原则上定为 20 元/Wp
11	2009 年	正式启动《绿色工业建筑评价标准》的编制工作
	2010 年	正式启动《绿色办公建筑评价标准》的编制工作
	2011 年	正式启动《绿色建筑评价标准》GB/T50378 的修订工作
12	2010 年	住房和城乡建设部发布行业标准《民用建筑绿色设计规范》(JGJ/T 229—2010)
13	2012 年	财政部、住房和城乡建设部联合发布《关于加快推动中国绿色建筑发展的实施意见》财建[2012]167 号
14	2013 年	国务院办公厅以“1 号文件”的方式转发《绿色建筑行动方案》，重申“十二五”(2006 年~2020 年)期间，完成新建绿色建筑 10 亿平方米；到 2015 年末，20% 的城镇新建建筑达到绿色建筑标准要求的主要目标

续表

序号	时间	历程
15	2013 年	住房和城乡建设部印发《“十二五”绿色建筑和绿色生态城区发展规划》，提出规模化、新旧结合、梯度化、市场化与产业化以及系统化推进五种绿色建筑的发展路径，并计划选择 100 个城市新建区域按照绿色生态城区标准规划、建设和运行
16	2014 年	住房和城乡建设部颁布国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T 50378—2014

随着中国绿色建筑政策的不断出台、标准体系的不断完善、绿色建筑实施的不断深入及国家对绿色建筑财政支持力度的不断增大，中国绿色建筑在未来几年将继续保持迅猛发展态势。中国绿色建筑已经进入到规模化发展的时代。

0.1.3 绿色建筑设计理念

绿色建筑设计是在传统建筑设计的基础上，根据当地的自然环境，运用生态学、建筑学的基本原理及现代科学手段，合理安排并组织建筑与其他相关因素间的关系，最大限度地节约资源（节能、节地、节水、节材）、保护环境和减少污染，为人们提供健康、适用、高效的使用空间和与自然和谐共生的建筑。绿色建筑设计的核心内容是尽量减少能源、资源消耗，减少对环境的破坏，并尽可能采用有利于提高建筑品质的新技术、新材料。绿色建筑设计概念是建筑思维与生态观的融合物，以普遍联系的、动态协调的整体观作为思考建筑与自然、文化要素、社会行为关系的基本出发点，致力于提高人们的居住和工作环境质量，为使用者提供舒适、安全、健康并和当地自然环境和谐一致的空间环境。

发展绿色建筑必须关注建筑的全寿命周期的绿色化，要从规划设计阶段的源头做起。绿色建筑的设计有别于传统建筑设计。传统的建筑设计遵循建筑本体的功能化和性能化设计理念，而绿色建筑设计则强调绿色化和人性化设计理念指导下，所进行的综合整体创新的系统设计。绿色化和人性化设计理念是指基于生态文明和科学发展观的要求，体现可持续发展的设计观念。绿色化要求反映绿色建筑的基本要素，人性化则要求以人为本来体现绿色建筑的基本要素。人性化设计理念强调的是将人的因素和诉求融入建筑的全寿命周期内，体现人、自然和建筑之间的和谐统一。

绿色建筑的设计理念主要体现在以下三个方面。

1. 节约能源

节约能源是一个全方位全过程的节约能源的概念。绿色建筑要求建筑物在设计理念、技术采用和运行管理等环节,使建筑物在采暖、空调、通风、采光、照明、用水等方面降低并高效地利用所需能源,进而实现建筑节能的目的。建筑设计时,结合当地气候条件,选择适宜的平面形式及总体布局方式。充分利用太阳能和风能等可再生能源,在采用节能的采暖和空调系统、节能的围护结构的基础上,尽可能减少采暖和空调设备的使用。合理利用自然通风原理,设置有效的通风路径,充分利用夏季主导风向,降低建筑使用过程中的能源消耗,最大限度地节约能源。

2. 节约资源

节约资源除了物质资源的有形节约外,还存在时空资源等方面所体现的无形节约,是一个全方位全过程的节约资源的概念,包括节地、节能、节水和节材。这样就要求构造绿色建筑物时要全方位全过程地进行通盘的综合整体考虑。选择建筑设计、建造和材料时,应综合考虑资源利用合理化,尽可能减少不可再生资源的使用,力求使用可再生资源。

3. 回归自然

绿色建筑强调与周边环境的融合与和谐,以保护自然生态环境。结合地理条件,绿色建筑提倡设置太阳能热水、采暖、发电及风力发电装置,以充分利用大自然所提供的天然可再生能源。

绿色建筑的内部环境强调室内拥有舒适和健康的生活环境,建筑内部使用的建筑材料和装修材料不对人体造成伤害,建筑室内空气清新,温度与湿度适当,使居住者感觉舒适且身心健康。绿色建筑所使用的建材应为环境友好型、可循环再生的材料,以保证对人体和环境无害。

随着全球气候的变暖,世界各国正日益增加对建筑节能的关注程度,同时人们逐步意识到,建筑中使用能源所产生的二氧化碳是全球气候变暖的主要来源。在此背景下,节能建筑逐步成为建筑发展的趋势,绿色建筑也应运而生。绿色建筑的设计不仅要符合传统建筑设计的各项要求,而且要从建筑的全寿命周期角度,围绕绿色建筑评价标准的要求来全面考量建筑的绿色化品质雏形和蓝图,同时需要在建筑设计环节相应地引入绿色建筑理念和指标要求。

0.2 物理环境品质

0.2.1 物理环境品质的涵义

物理环境品质是人工构筑室内、外空间环境功能的组成部分,物理环境设计是城市规划与建筑设计的技术支撑。考虑物理环境要求的城市规划和建筑设计,为后续的物理环境设计创造有利的条件,减少资源和能源的需求。依据绿色建筑理念,做好与城市规划、建筑设计整合的物理环境设计,是时代赋予规划师和建筑师的责任。

0.2.2 相关专业资料对建筑物理环境的要求

1. 全国一级注册建筑师执业资格考试大纲

《全国一级注册建筑师执业资格考试大纲》对建筑物理环境提出相应要求,详见表 0-3。

表 0-3 《全国一级注册建筑师执业资格考试大纲》对建筑物理要求

类型	了解	掌握
热环境	建筑热工基本原理和建筑围护结构的节能设计原则	建筑围护结构的保温、隔热、防潮设计,以及日照、遮阳、自然通风设计
光环境	建筑采光和照明的基本原理;室内外环境照明对光和色的控制;采光和照明节能的一般原则和措施	采光设计标准与计算
声环境	建筑声学基本原理;城市环境噪声与建筑室内噪声允许标准;建筑隔声设计与吸声材料和构造的选用原则;建筑设备噪声与振动控制的一般原则;室内音质评价的主要指标及音质设计的基本原则	

2. 建筑设计资料集

《建筑设计资料集》涉及建筑物理环境知识点,详见表 0-4。

表 0-4 《建筑设计资料集》所涉及建筑物理环境知识点及归属

图集编号	知识点	归属
01	日照	热环境
	色彩	光环境
02	热工节能、自然通风	热环境
	采光照明	光环境
	声	声环境
04	电影院、剧场	声环境
	博物馆、展览馆	光环境
06	生土建筑、太阳能建筑	热环境
07	图书馆(采光照明)	光环境
	图书馆(噪声控制)	声环境
09	天窗类型	光环境
	隔声门窗	声环境
10	遮阳设施	热环境

3. 行业标准《民用建筑绿色设计规范》JGJ/T229—2010

《民用建筑绿色设计规范》中绿色设计强调全过程控制,各专业在项目的每个阶段都应参与讨论、设计与研究。绿色设计强调以量化分析与评估为前提,提倡在规划设计阶段进行场地自然生态系统、自然通风、日照与天然采光、围护结构节能、声环境优化等多种技术策略的量化分析与评估。量化分析与评估主要借助于计算机模拟得以实现,这样就增加了对各类设计人员特别是建筑师的专业要求,传统的专业分工的设计模式已经不能适应绿色建筑的设计要求。因此,绿色建筑设计是对现行设计管理和运作模式的创造性变革,由具备综合专业技能的人员、团队或专业咨询机构的共同参与,并充分体现信息技术成果的过程。然而绿色设计并不忽视建筑学内涵,强调从方案设计入手,将绿色设计策略融合于建筑中,关注建筑精神和社会功能,重视与周边建筑和景观环境的协调以及对环境的贡献,避免沉闷单调或忽视地域性和艺术性的设计。规范涉及建筑物理环境品质要求的条文见表 0-5~0-8。

表 0-5 《民用建筑绿色设计规范》涉及建筑物理环境一般条文

章节条文		内容
6 建筑 设计 与室 内环境	6.1 一般 规定	6.1.1 建筑设计应按照被动措施优先的原则,优化建筑体形和内部空间布局,充分利用天然采光、自然通风,采用围护结构保温、隔热、遮阳等措施,降低建筑的采暖、空调和照明系统的负荷,提高室内舒适度
		6.1.2 根据所在地区地理与气候条件,建筑宜采用最佳朝向或适宜朝向。当建筑处于不利朝向时,宜采取补偿措施
		6.1.3 建筑形体设计应根据周围环境、场地条件和建筑布局,综合考虑场地内外建筑日照、自然通风与噪声等因素,确定适宜的形体
		6.1.4 建筑造型应简约,并应符合下列要求: ①应符合建筑功能和技术的要求,结构及构造应合理;②不宜采用纯装饰构件;③太阳能集热器、光伏组件及具有遮阳、导光、导风、辅助绿化等功能的室外构件应与建筑进行一体化设计
	6.2 空间合 理利用	6.2.3 建筑设计应根据使用功能要求,充分利用外部自然条件,并宜将人员长期停留的房间布置在有良好日照、采光、自然通风和视野的位置。住宅卧室、医院病房、旅馆客房等空间布置应避免视线干扰
		6.2.4 室内环境要求相同或相近的空间宜集中布置
		6.2.7 楼梯间在地面以上各层宜有自然通风和天然采光

表 0-6 《民用建筑绿色设计规范》涉及建筑热环境条文

章节条文		内容
5 场地 与室 外环境	5.4 场地规 划与室 外环境	5.4.2 场地风环境应符合下列要求: ①建筑规划布局应营造良好的风环境,保证舒适的室外活动空间和室内良好的自然通风条件,减少气流对区域微环境和建筑本身的不利影响;②建筑布局宜避开冬季不利风向,并宜通过设置防风墙、板、防风林带、微地形等挡风措施阻隔冬季冷风;③宜进行场地风环境典型气象条件下的模拟预测,优化建筑规划布局