


普通高等学校“双一流”建设建筑类专业新形态教材



# 绿色建筑 设计概论

Green Building Design

宋 德 萱  
朱 丹  
楠 著



华中科技大学出版社  
<http://www.hustp.com>

普通高等学校“双一流”建设建筑类专业新形态教材

# 绿色建筑设计概论

宋德萱 朱 丹 编著

 华中科技大学出版社  
<http://www.hustp.com>  
中国·武汉

## 内容简介

绿色建筑是社会发展、人类进步的必然产物，是涉及建筑、城乡规划和城市管理领域的重大学科问题。本书力图从科学性、前沿性、知识性等方面，诠释绿色建筑设计的方法、技术与策略，为读者提供了解、学习绿色建筑设计的途径。

本书从绿色建筑的定义开始叙述，对绿色建筑的发展沿革进行全面总结，以绿色建筑的被动节能技术为导向，介绍建筑太阳能一体化利用、建筑自然通风、建筑的遮阳设计与应用等基本知识，并通过案例分析，展现完整的绿色建筑设计方法与技术路线。

本书系统梳理国内外绿色建筑的评估体系，深入分析人的行为模式与绿色建筑之间的关系与影响；在不同规模尺度上，全面地对绿色住区、城区和城市的起源、概念和设计方法进行对比分析，并从城市更新视角对既有建筑的绿色更新与保护中涉及的设计与技术问题进行全面介绍。

本书创造性地对绿色建筑的生态修复问题进行了全面论述，首次建立了高密度聚居区人居环境生态修复的科学体系，论述解决人居环境生态修复问题的设计方法与技术体系，并展望绿色建筑的未来发展方向，以期对读者有更多启发。

## 图书在版编目（CIP）数据

绿色建筑设计概论 / 宋德萱，朱丹编著. — 武汉：华中科技大学出版社，2022.8

ISBN 978-7-5680-6087-5

I. ①绿… II. ①宋… ②朱… III. ①生态建筑—建筑设计—概论 IV. ①TU201.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2022）第 160262 号

## 绿色建筑设计概论

宋德萱 朱丹 编著

Lüse Jianzhu Sheji Gailun

策划编辑：王一洁

责任编辑：陈 骏

责任校对：张会军

责任监印：朱 玢

出版发行：华中科技大学出版社（中国·武汉）

电 话：（027）81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮 编：430223

录 排：华中科技大学惠友文印中心

印 刷：湖北新华印务有限公司

开 本：889mm×1194mm 1/16

印 张：16.25

字 数：458 千字

版 次：2022 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

定 价：49.80 元



本书若有印装质量问题，请向出版社营销中心调换  
全国免费服务热线 400-6679-118 竭诚为您服务  
版权所有 侵权必究

# 前 言

资源节约、环境保护、可持续发展已成为当今社会普遍关注的重要问题，如何在人居环境与建筑学领域达到建筑节能、低碳与减排，是发展绿色建筑事业的关键点。本书在回应人居环境存在的资源、健康等问题的基础上，充分关注国内外绿色建筑相关的标准体系、评价方法等方面的最新成果，对建筑师在绿色建筑发展中应该起到的推动作用，以及绿色建筑设计的方法论、绿色建筑的技术体系等方面，做出认真的思考与回应。

本书从完整的绿色建筑定义开始，全面总结绿色建筑的发展沿革与成果，介绍以绿色建筑的被动节能技术为导向的一系列设计与技术，对建筑太阳能一体化利用、建筑自然通风、建筑的遮阳设计与应用等设计与技术的基本概念、主要理论和技术方法，进行总结提炼，并通过解析一系列绿色建筑案例，论述绿色建筑设计方法与技术路线，以及建筑设计领域的思考热点与解决途径。同时，本书系统梳理国内外绿色建筑的评估体系，深入分析人的行为模式与绿色建筑之间的关系与影响，在不同规模尺度上，全面地对绿色住区、城区和城市的起源、概念和设计方法进行对比分析，并从城市更新视角对既有建筑的绿色更新与保护中涉及的设计与技术问题进行全面介绍，建立完整的绿色建筑科学体系。

结合主编主持的国家自然科学基金面上项目，本教材对绿色建筑的生态修复问题进行了全面论述，首次建立了高密度聚居区人居环境生态修复的科学体系，针对住区的生态环境受损，建立生态修复指标体系，论述解决人居环境生态修复的设计方法与技术措施。本书可供土木工程、建筑环境与能源应用工程、建筑学、城乡规划、工程管理等专业领域的工程师、建筑师和在校学生参考与学习。

恰逢我国实施“碳达峰”“碳中和”战略目标，全面推进我国建筑领域走“低碳”“零能耗”之路的时机，作为一部全面论述绿色建筑设计与技术的著作，本书的问世得到了社会各界，尤其是绿色建筑学科领域专家们的大力支持，得到了华中科技大学出版社的鼎力帮助，得到了编者所在的同济大学绿色建筑学术团队师生的积极配合。团队已毕业的博士生、目前在站的博士后朱丹老师作为主编之一，为本书的问世做出重要贡献；团队的林萍英副研究员，博士生韩抒言、严一凯、王睿敏、刘益、李琪，研究生黄子茵、杨子宣等也为本书的问世做了大量的工作，在此一并表示衷心的感谢！

谨以本书纪念本人从事高等院校建筑教育工作 35 周年，作为人生一个甲子的岁月留念。希望为我国的绿色建筑事业发展继续做出更大的贡献，奉献毕生精力！

宋德萱

2021 年 7 月于上海寓中

# 目 录

## 第 1 章 绿色建筑概述 /001

- 1.1 绿色建筑产生的时代背景 /002
- 1.2 绿色建筑的提出 /002
- 1.3 绿色建筑释义 /003
- 1.4 绿色建筑的相近概念 /003
- 1.5 绿色建筑的研究内容 /004
- 1.6 绿色建筑的研究价值 /006
- 1.7 我国绿色建筑实践 /007
- 1.8 绿色建筑代表人物设计思想及作品简介 /011

## 第 2 章 绿色建筑发展沿革 /031

- 2.1 国外绿色建筑的发展 /032
- 2.2 我国绿色建筑的发展 /033

## 第 3 章 太阳能应用与绿色建筑 /041

- 3.1 被动式太阳能利用 /042
- 3.2 太阳能光伏发电应用 /045
- 3.3 太阳能光热利用 /052
- 3.4 太阳能综合利用 /057

## 第 4 章 建筑自然通风与绿色建筑 /061

- 4.1 风的基本知识 /062
- 4.2 自然通风 /063
- 4.3 室外自然通风 /066
- 4.4 室内自然通风 /072
- 4.5 自然通风的被动节能途径 /079

## 第 5 章 遮阳设计与绿色建筑 /085

- 5.1 遮阳历史演进 /086
- 5.2 遮阳设计 /093
- 5.3 遮阳的发展趋势 /103
- 5.4 我国遮阳发展中出现的问题 /116

## 第 6 章 绿色建筑评估体系 /119

6.1 我国绿色建筑评价体系 /120

6.2 国外绿色建筑评估体系简介 /129

## 第 7 章 绿色建筑与人本需求 /141

7.1 绿色建筑与人体环境舒适 /142

7.2 绿色建筑与环境健康 /148

## 第 8 章 绿色住区、城区和城市 /161

8.1 绿色住区设计 /162

8.2 绿色城区与城市设计 /174

## 第 9 章 建筑更新与绿色建筑 /195

9.1 建筑更新概况 /196

9.2 国内外既有建筑绿色更新的发展 /199

9.3 既有建筑绿色更新关键技术 /204

## 第 10 章 绿色建筑与生态修复 /217

10.1 生态修复概念 /218

10.2 生态修复与绿色建筑技术 /220

## 第 11 章 绿色建筑与未来 /231

11.1 建筑学的回归 /232

11.2 绿色建筑技术与设计的深度融合——热景观 /233

11.3 绿色建筑施工 /239

11.4 绿色建筑新能源 /242

11.5 绿色建筑的智能化设计与运行 /244

## 参考文献 /249

# 第 1 章

## 绿色建筑概述

中国的绿色建筑自 20 世纪 90 年代中后期逐步引起国内学者重视，并引发了一些理论研究和实践探讨。目前，在政府、高校、研究院、设计院等单位的推动下，绿色建筑已成为一个社会普及的基本理念，相关的理论研究和实践探索均积累下丰硕成果。

## 1.1 绿色建筑产生的时代背景

绿色建筑的思想源远流长，原始社会“上古穴居而野处”（《周易·系辞下》），“构木为巢，以避群害”（《韩非子·五蠹》），“下者为巢，上者为营窟”（《孟子·滕文公》），这些巢居式、洞穴式的建筑本质上都属于绿色建筑——就地取材而无须运输。它们具有改善室内温度条件的基本功能，能够较好地满足建造者的需求。进入农业文明时代，人类对自然仍然抱着敬畏的态度，例如中国建筑文化中产生了反映建筑和环境自然关系的风水学说，这些可被视作中国古代留下的一些朴素的、自发的绿色意识。真正基于人与自然之间辩证关系的理性思考而提出的绿色思想，是 20 世纪中叶之后的事情。

在前工业革命时期，由于技术水平的限制，人类发展还不足以对自然环境构成较大的破坏，而自然的反作用尚未威胁到人类发展，矛盾并没有凸显出来。但自工业革命以后，人类改造自然的能力增强，对于自然的索取增加，对自然环境的破坏日益严重，与环境的矛盾日益凸显，影响到人类自身的生存与进一步发展。

20 世纪 60 年代末，西方学者在不同程度上谈论过某些尖锐的重大问题，如核战争、粮食奇缺、生物种类灭绝、物资福利分配不均、能源和原料短缺等。沉醉于经济和技术增长的人们渐渐意识到：地球容纳量是有限的。如果按照现在的发展模式继续增长，最终的结果只能是灾难性的崩溃。这唤起了人们的普遍觉醒，推动了绿色文化的形成和绿色运动的兴起。

20 世纪 70 年代以来，发达国家先后成立了以保护生态环境为宗旨的生态和环境保护机构。他们认为“不从根本上改变现存的价值观念和 production 消费模式，人类的危机是无法解决的”。为此，他们提出要用“绿色文明”取代工业主义的“灰色文明”，用“节俭社会”代替“富裕社会”，用满足必要生活资料的“适度消费”代替“满足无限制的欲望”的“高度消费”。“可持续发展”的理论框架基本搭建完成，并逐渐成为学术界共识。

“可持续发展”理论的提出，是人类社会发展理论的重大变革。其完整定义可以被表述为：“既满足当代人的需要、又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展。”它包括两个重要的概念：①“需要”，指人民的基本需要，应将此放在特别优先的地位来考虑；②“限制”，指社会组织应对环境满足眼前和将来需要的能力施加限制。

当代人类和未来人类的基本需要的满足，是可持续发展的主要目标，离开这个目标的“持续性”是没有意义的；但是社会经济发展必须限制在“生态可能的范围内”，即地球资源与环境的承载能力之内。可持续发展是一个追求经济、社会和环境协调共进的过程。因此，从广义上说，可持续发展战略旨在促进人类之间以及人类与自然之间的和谐。

## 1.2 绿色建筑的提出

可持续发展是全人类共同的理想，每一个人都有责任为维护人类的生存环境而奋斗。绿色建筑体系正是建筑界为了实现人类可持续发展战略所采取的重大举措，是建筑师们对国际潮流的积极回应。

传统建筑业的根本任务是改造自然环境，为人类建造能满足物质生活和精神生活需要的人工环境。但工业革命以后，人口激增与高度工业化带来了建筑技术的飞速发展。人类忽视了建筑与自然的关系，试图通过技术解决建筑中存在的所有问题，导致地球资源过度消耗、环境污染日趋严重。钢筋混凝土、钢框架结构、安全电梯的应用使建筑高度和城市体量突破过去的极限，但建筑活动产生的建筑垃圾造成了严重的环境污染；玻璃为地处温带的建筑带来了良好视野和采光，但同时加剧了温室效应和热量损失；空调系统的应用提高了建筑舒适度，使建筑进一步脱离了自然环境，但同时加剧了大气污染。

在环境压力的影响下，人们认识到传统城市发展模式、传统建筑体系是不可持续的。在建筑的发展和建设过程中必须优先考虑生态环境问题，并将其置于与经济建设和社会发展同等重要的地位，因此，思想敏锐的建筑师开始探索建筑可持续发展的道路。“绿色建筑”的概念便在这样的社会背景下应运而生。

### 1.3 绿色建筑释义

绿色是大自然中大多数植物的颜色，是生命的象征。植物吸收二氧化碳、产生氧气，自身能储存能量和物质，依靠自然因素维持生命运转，在生命周期内完全融于自然环境。“绿色”所指的便是取之自然又回报自然，实现经济、环境和生活质量之间相互促进与协调发展的文化。

“绿色建筑”将“绿色”与“建筑”进行融合，就是期望建筑也能具备与绿色植物类似的某些功能，使建筑与环境和谐共存。“绿色建筑”包含了建筑与自然环境之间关系的隐喻，即建筑犹如绿色植物对环境做出贡献，而不是对环境进行索取。

从这一视角出发，工业时代的建筑物或构造物对自然环境有一定的负作用，而绿色建筑的目标就是要中和这种负作用，甚至产生正作用，使建筑与环境形成更高层面的和谐。

### 1.4 绿色建筑的相近概念

与绿色建筑相近的概念包括节能建筑、零能耗建筑和近零能耗建筑、低碳建筑和零碳建筑、生态建筑、可持续建筑。这些概念侧重于建筑性能表现及影响的不同方面，但都围绕着可持续发展的主旨。

节能建筑与绿色建筑相比，范畴比较小，仅针对建筑能耗提出要求，是一个比较简单明确的概念，易于推广发展。各国往往通过推出强制性的建筑节能设计标准来设定节能建筑的门槛。

零能耗建筑是节能建筑的更高标准，是指不消耗常规能源的建筑。它在一般的节能设计基础上，要求完全利用太阳能及其他可再生能源来满足建筑的能源需求。由于零能耗的建筑较难实现，现实生活中近零能耗建筑更为多见。

低碳建筑和零碳建筑是在二氧化碳对气候变化的负面影响的理念基础上提出的，要求在建筑的设计建造、运营、管理和拆除的全生命周期中，提高能效，降低化石燃料的使用，从而降低二氧化碳排放。

生态建筑是借用生态学原理来看待建筑与周边环境所形成的体系(建筑生态系统)，利用技术使物质、能源在这个建筑生态系统中达到自我循环，在营造舒适建筑环境的同时达到资源消耗和环境污染最小化的目的。

可持续建筑是与绿色建筑最相近的概念，绿色建筑就是可持续发展在建筑领域的体现，包含了更丰富的内涵。绿色这个词能够给人传达出更直观的感受，因此绿色建筑成为各国建筑业主导的发展方向。

基于区域环境、气候、资源和经济水平等因素的不同，世界各国对绿色建筑的定义并不一致，但有一点是共同认可的，即绿色建筑在规划、设计、建造和运营的各个阶段都要综合考虑能源利用、水资源利用、室内环境质量、建筑材料的选择以及建筑对周边场地的影响。

国际绿色建筑委员会对绿色建筑的定义是：“绿色建筑是一种在其设计、建造或运营中能够减少或消除负面影响，并可对我们的气候和自然环境产生积极影响的建筑。”

美国环保署对绿色建筑的定义是：“绿色建筑是在建筑的整个生命周期中，从选址到设计、施工、运营、维护、翻新和拆除，创建结构和使用对环境负责且节约资源的做法。这种做法扩展并弥补了传统建筑中关于经济性、实用性、耐用性和舒适性的考量。”

我国《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2019)对绿色建筑的定义是：“在全寿命期内，节约资源、保护环境、减少污染，为人们提供健康、适用、高效的使用空间，最大限度地实现人与自然和谐共生的高质量建筑。”

## 1.5 绿色建筑的研究内容

绿色建筑理论是一门交叉性学科，也是一门综合性学科。绿色建筑理论包括环境保护、能源利用与节约、水源利用与节约、耕地保护与节约、新型材料使用与节约、数字化开发与利用、人居环境研究等。

绿色建筑所涉及的专业项目众多，如科学规划、合理设计、智能开发、新型材料研制、材料节约、现代化施工、智能化管理等。绿色建筑营造可分为规划、设计、材料生产、材料采购、建筑施工、物业管理、废弃物管理等阶段。绿色建筑主要内容如图 1-1 所示。

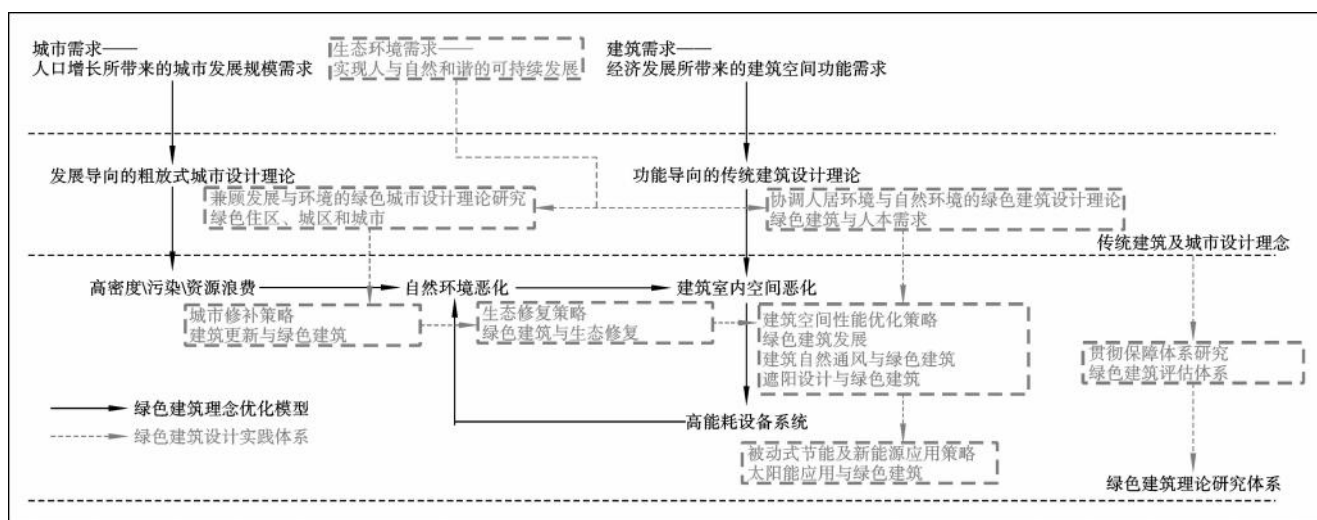


图 1-1 绿色建筑主要内容

我们可以将绿色建筑的研究内容大致分成三大体系：

- (1) 绿色建筑理论研究体系；
- (2) 绿色建筑设计实践体系；
- (3) 绿色建筑的评价体系。

### 1.5.1 绿色建筑理论研究体系

绿色建筑的理论研究涉及因素众多，是由生态环境、社会经济、历史文化、生活方式、建筑法则和适应性技术等多种因素相互作用、相互影响、相互制约而形成的综合体系，其理论研究深刻地反映了可持续发展的理念。绿色建筑的研究体系与传统建筑的研究体系具有本质的区别，它将生态环境作为新的变量引入到建筑学的研究领域中，其终极目标不再仅仅是实现人类的发展，而是通过绿色建筑使人类与自然形成和谐统一的共同体。

所以，绿色建筑并非一种建筑类型，而是一种底层的设计理念，是涵盖建筑设计、城市设计以及更大尺度的城市规划等建筑学的各个领域的完整体系。绿色建筑研究体系的主要研究对象是人工环境与其所在的自然环境之间的互动关系。

目前，绿色建筑理论研究体系主要由三部分组成。

(1) 生态环境研究。其主要内容包括对土地、水、空气、能源等自然资源的研究以及对气候、环境特点等地域环境的研究等。

(2) 建筑设计研究。其主要内容包括对建筑设计的相关活动、设计流程、建筑技术等方面的研究。

(3) 社会经济研究。其主要内容包括对社会以及人的需求、人的需求与生态需求之间关系的研究。

传统的建筑体系目标是建立一个基于人类发展需求的，凌驾于自然界之上的人工环境。在这样一种建筑研究体系中，满足个人以及社会的发展需求是第一要素。这种营建过程以大量消耗自然资源和大量排放废弃污染物为特征，是一种典型的“粗放式”发展模式。

绿色建筑体系以维护生态平衡、保护人类生存环境为目标，其核心就是按照生态原则调整人类的行为模式。人们应对自身进行重新定位，将自身作为生态系统的一部分，意识到建筑系统作为一个次级系统依存于地域性的上层环境，是生态系统中连续的能量与物质流动的一个环节和阶段。

### 1.5.2 绿色建筑设计实践体系

绿色建筑设计实践体系是基于绿色建筑理念，顺应自然，结合绿色建筑技术进行的建筑设计，其目标是通过建筑设计实现人与建筑、环境之间的和谐稳定。设计原则如下。

(1) 系统协同性原则。绿色建筑是建筑与外界环境共同构成的系统，具有一定的功能和特征，构成系统的各相关要素需要协同作用以实现高效、可持续的实施和运营。绿色建筑是在建筑运行的全生命周期过程中，多学科领域交叉、跨越多层次尺度范畴、涉及众多相关主体、硬科学与软科学共同支撑的系统工程。

(2) 地域性原则。应密切结合所在地域的自然条件、经济状况和人文特质，因地制宜地制订与地域特征紧密相关的绿色建筑评价标准、设计标准和技术导则，选择匹配的技术。

(3) 高效性原则。绿色建筑设计应着力提高在建筑全生命周期中对资源和能源的利用效率,以减少对土地资源、水资源及不可再生资源 and 能源的消耗,减少污染排放和垃圾生成量,降低对环境的干扰。

(4) 自然性原则。在建筑外部环境设计、建设与使用过程中应加强对生态系统的保护,避免和减少对生态系统的干扰和破坏,尽可能保持原有生态基质、廊道、板块的连续性;对受损和退化的生态系统采取生态修复和重建措施;对在建设过程中造成生态系统破坏的情况,应采取生态补偿措施。在建筑室内环境调控设计中,采用适宜的措施引入自然要素。

(5) 健康性原则。绿色建筑设计应通过对建筑室外环境营造和室内环境调控,构建健康的建筑热、声、光和空气质量环境。

(6) 经济性原则。基于对建筑全生命周期运行费用的估算以及评估设计方案的投入和产出,绿色建筑设计应提出有利于成本控制、具有经济运营现实可操作性的优化方案,进而根据具体项目的经济条件和要求选用技术措施,在优先采用被动式技术的前提下,实现主动式技术与被动式技术的相互补偿和协同运行。

(7) 适应性原则。建筑设计应充分考虑技术更新、持续进化的可能性,并采用弹性的、对未来发展变化具有动态适应性的策略,为后续技术系统的升级换代预留操作接口和载体,保障新系统与原有设施的协同运行。

### 1.5.3 绿色建筑的评价体系

20世纪90年代以来,许多国家和地区制定和发展了各自的绿色建筑标准与评价体系,例如,英国的BREEAM体系、美国的LEED体系、加拿大的GBC体系、澳大利亚的NABERS体系和日本的CASBEE体系等。目前这些绿色建筑评价体系多为民间机构推动下的市场化运转,其中,以美国LEED体系商业化最为成功,而日本的CASBEE体系则是已经在名古屋、大阪等城市进行了试点推广。

在科技部国家十五科技攻关课题“绿色建筑关键技术研究”的支持下,清华大学建筑学院联合建设部科技发展促进中心、北京市可持续发展促进中心、上海建科院和深圳建科院等单位开展了“绿色建筑规划设计导则及评估体系”课题的研究,结合中国国情,确立了中国绿色建筑评估体系的原则。

绿色建筑评价体系共同关注的评估内容主要包括:减少二氧化碳排放,减少(或禁止)可能破坏臭氧层的化学物的使用;减少资源(尤其是能源、水资源、土地资源)的耗用;实现材料回收和再利用、垃圾的收集和再利用;创造健康舒适的居住环境(重点为室内空气质量、自然通风、自然采光和建筑隔声)等。

如何将绿色建筑标准与地域条件结合起来,这是绿色建筑发展需要解决的重要问题。

## 1.6 绿色建筑的研究价值

绿色建筑理论是研究基础建设与自然环境的和谐统一问题,并揭示基础建设运作过程中的作用和发展规律的科学。它在经济建设中具有很重要的作用,表现在推进社会发展、抑制环境恶化、促进科技发展和提高能源利用效率等几个方面。

(1) 绿色建筑理论具有推进社会发展的重要研究价值。绿色建筑的发展遵循可持续发展原则,体现绿色生态平衡理念,实现建筑规划合理、资源利用高效循环、建筑功能灵活多样和人居环境健康舒适的目标,以能源的可持续发展和有效利用来保障社会发展。

(2) 绿色建筑理论具有抑制环境恶化的主体地位。近年来,基础建设与自然环境保护矛盾日益激化,如何缓解矛盾,发展节能省地型建筑,解决占地大、耗能高、污染重、质量差等问题,既能保持经济发展,又能保护环境,这正是绿色建筑创新理论研究的主要课题。

(3) 绿色建筑理论属于自然科学领域,着力研究节能的先进技术和管理经验,解决能源利用率低、环境污染加剧等诸多问题。研究、完善绿色建筑理论对促进科技发展有着十分重要的意义。

## 1.7 我国绿色建筑实践

我国绿色建筑产生了许多代表性的作品,这里选取部分案例进行简要分析。

### 1.7.1 浙江省长兴县回龙山幼儿园

长兴县回龙山幼儿园位于浙江长兴县回龙山新区溪源路一侧,基地地势平坦,地块狭长,南向面宽窄,用地十分紧张。较为局促的场地成为活动场地布置的最大障碍。为了尽可能多地获得南向集中户外空间,设计团队将多个公共活动空间集中布置在一个二层的方盒子中,通过该空间串联各个班级活动单元体,不仅有效利用了场地,获得了充足的南向活动空间,同时屋顶也可作为班级户外空间。幼儿园外观如图1-2所示。



图 1-2 长兴县回龙山幼儿园

集中布局的空间虽然节约了用地,但同时带来进深加大、采光通风不利等问题。结合日照模拟分析,将西北角局部降低一层以满足后排单元体日照需求,如此就形成了屋顶平台和对角窗,这个

形体操作为大进深的方盒子解决了采光通风问题，并成为空间品质创造的关键操作。其中一个角窗的光线来源于屋顶平台，另一个角窗的光线来源于音体活动室抬起的屋顶带来的间接自然采光。两个角窗加强了空间之间的渗透和联系，幼儿在活动的同时能够感受到其他空间小朋友的存在，消除孤独感。

在对角窗的基础上，设计团队进一步组织公共空间布局，将音体活动室布置在东南角以获得最多的日照，而将日照要求较少的绘画室和阅览室布置在偏北的部位。游戏室与绘画室共享通高空间，通高空间朝南，可让游戏室充满阳光，而绘画室则由通高空间间接获得光线，建筑室内空间如图 1-3 所示。音体活动室和中庭仍存在进深较大、采光通风不理想的问题，阅览室存在中心部位照度不均的问题。设计团队结合计算机模拟分析，采取了 3 个形式优化策略。



图 1-3 建筑室内空间

(1) “抬起的屋顶”。精心设计的屋顶既优化了音体室的采光与通风，同时又创造出儿童画廊空间和屋顶看台空间。当室内需要通风时，管理员在屋顶活动平台上可以手动开启带形窗户，并不需要安装电动开启扇。在 BIM 模型基础上，结合 Fluent Airpak、Daysim 软件优化音体室的通风和采光设计。当屋顶抬起后，音体室的采光和通风状况均有明显的改善，通风次数从 1.75 次/h 增加至 4.2 次/h，既可带走多余热量，同时也提高空气质量。

(2) “两个错位排列的天窗”。两扇天窗被布置在中庭处，蓝色天窗照亮了中庭底层游戏空间，黄色天窗为二层回廊补足了光线，由管理员从屋顶活动平台手动开启。天窗的位置和开口大小可通过计算机分析确定，保证了中庭柔和明亮的采光效果和良好的通风。建筑室内通风设计如图 1-4 所示。

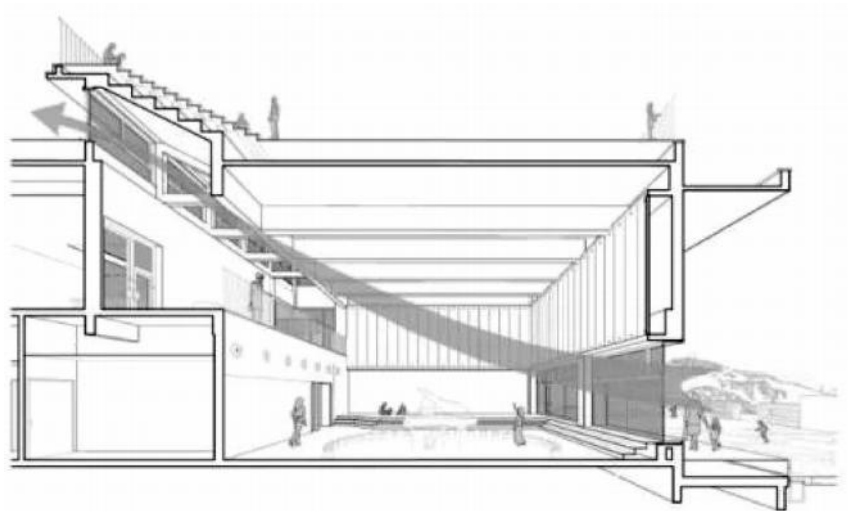


图 1-4 建筑室内通风设计

(3) “看得见的天窗”。这扇天窗让儿童阅览室成为一个温馨宜人的空间，阅览活动围绕天窗布置，光线柔和充足，气氛轻松愉快，寓教于乐。天窗可让屋顶平台玩耍的小朋友看到阅览室。建筑剖面如图 1-5 所示。

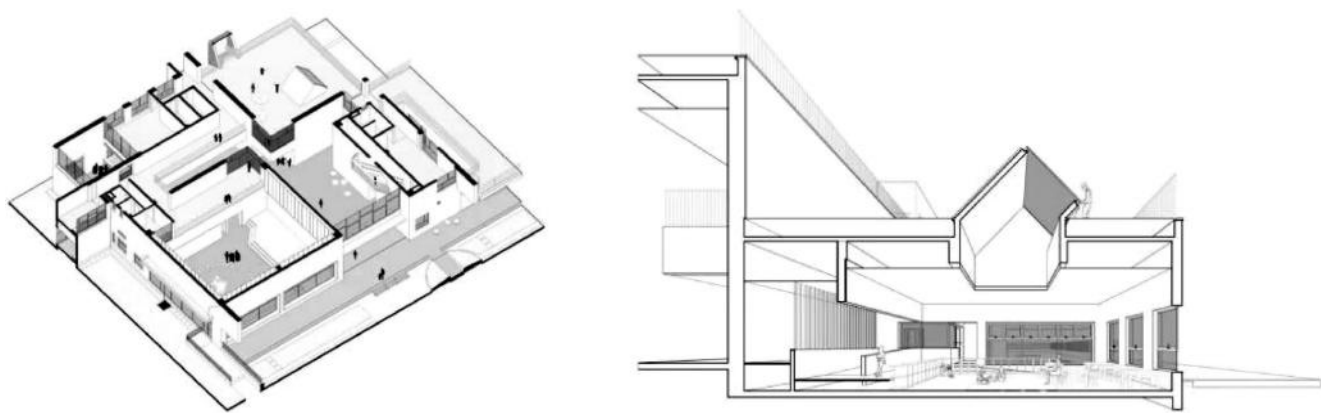


图 1-5 建筑剖面

建筑师在设计之初就将回应气候的被动式绿色元素融入创作之中，最终实现了绿色元素与建筑空间品质的整合，为儿童创造了一个充满光线的欢乐场所，这正是绿色建筑设计的价值取向。

### 1.7.2 清华大学南区学生食堂

清华大学南区学生食堂项目坐落在清华大学南北干道学堂路与东西干道至善路的交叉口。用地三面临路，一侧面面向广场，是校园中心区的重要公共空间节点。建筑功能复杂，地上包括了南区学生食堂、教师餐厅、学生职业发展指导中心，地下有全校的冷库和食品初加工车间，建筑面积 21000 m<sup>2</sup>。

该项目的主持设计师——清华大学建筑学院宋晔皓教授力求通过建筑设计，达成可持续设计目标，充分利用自然的通风、采光，表达对自然环境中可再生能源的尊重。宋晔皓教授认为，可持续设计不

仅是对能源和材料的关注，也是对场地资源整合、自然环境共享、公共资源统筹及优化配置的人文关怀。

从环境上说，能够保留场地内的原有物种群落，是设计者的第一步考虑。在清华百年校园里，树木的寿命往往超越建筑。校园建筑在不断地更新，场地内的原始地形，西北角标志性的绿化草坡，东南角粗壮繁茂的法国梧桐，却是要作为场所的文脉和几代人的集体记忆被保留和尊重的。为保证东南角的梧桐树在施工过程中安全存活，建筑师在此处的外轮廓做了5m的退让，并结合建筑体型的凸凹变化，在首层设置了树下咖啡平台，二三层设置了绿荫观景阳台，变被动为主动，让建筑融入梧桐树营造的自然意境中。

该设计通过可持续设计策略改善公共区域的舒适度，并降低能耗和运营费用，以此保证公共资源可持续使用的属性。公共中庭顶部的7个椭圆形天窗为室内带来充沛的自然光，在节省照明能耗的同时，让室内环境更亲切宜人。为避免夏季过热，每个天窗顶部侧壁均设通风口，以便利用通高中庭空间的热压通风。为了让形态自由的天窗易于施工、使用和维护，设计师对天窗的设计进行了细致的研究：①异形窗洞与常规矩形玻璃采用嵌套组合设计；②天窗的尺寸控制在工厂加工的单扇玻璃最大尺寸范围内，避免接缝处理；③天窗侧壁设置手动的垂直开启扇，以便实现夏季中庭自然通风。

建筑在东西方向的整体进深超过40m。为改善公共区及南侧职业发展指导中心办公区域的自然采光及通风，建筑师在建筑中庭南侧设置了屋顶庭院，并在庭院地面均匀设置了12个屋面天窗，为底部多功能大厅引入自然光。天窗为圆形深窗洞，为首层大厅带来了更为柔和的自然光，高起的窗井可在屋顶庭院手动开启，以便大厅自然通风。屋顶庭院可用于举办各类社团及学术活动，最大化地发挥校园公共资源的作用。建筑采光及人流分析如图1-6所示。

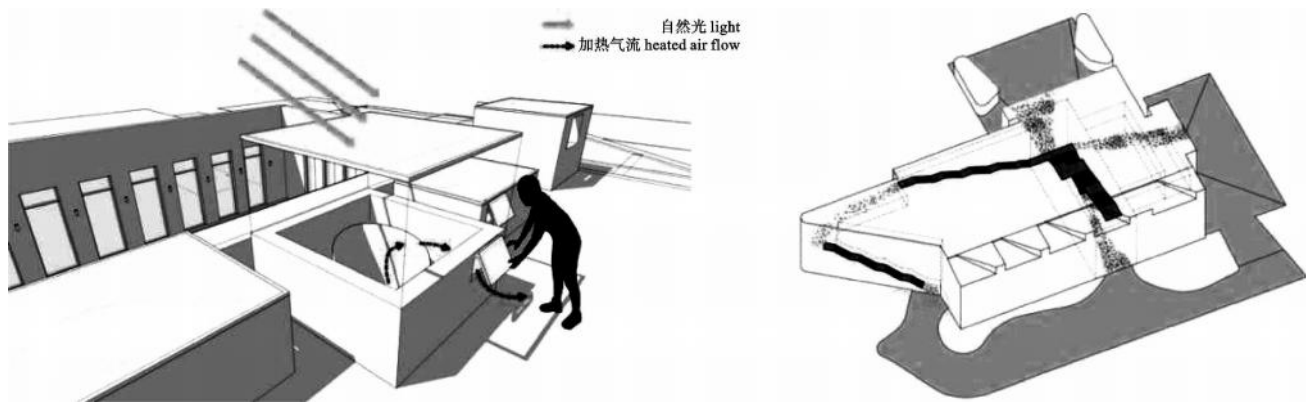


图 1-6 建筑采光及人流分析

东侧和西北侧的直跑楼梯，则在贯通建筑室内立体街道的同时，形成了缓冲空间。西北楼梯的缓冲空间成为西北侧餐厅区的热工围护双层皮空腔。建筑剖面及通风示意如图1-7所示。东侧的楼梯缓冲空间将各层食堂的后厨区与户外广场、街道、相邻的宿舍楼隔离开。后厨的设备管道设计避免以常规的排烟排风方式影响校园公共景观。清华大学南区学生食堂外观如图1-8所示。

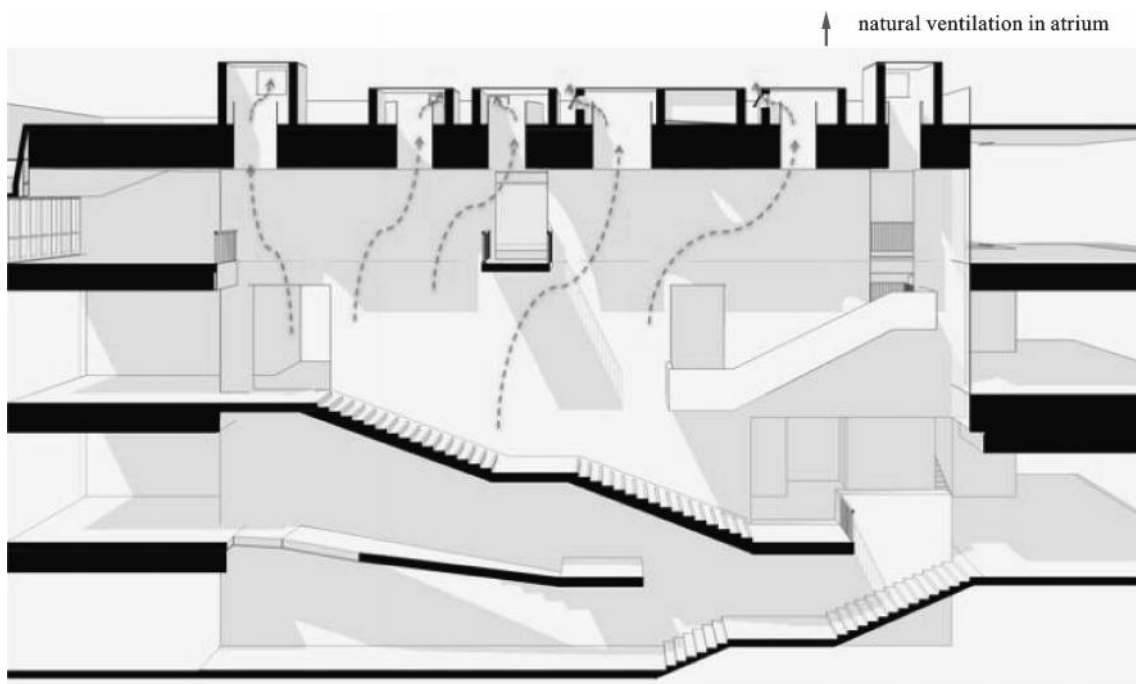


图 1-7 建筑剖面及通风示意



图 1-8 清华大学南区学生食堂外观

## 1.8 绿色建筑代表人物设计思想及作品简介

### 1.8.1 托马斯·赫尔佐格

在对生态建筑的基本认识上，国内外建筑师有着大致相同的观点。托马斯·赫尔佐格（后文简称赫尔佐格）认为，未来的建筑师必须同样重视技术和自然，资源的维护和建筑结构的新发展必将为建筑师提供真正的创新机会。另外，这种新的建筑尝试需要由物理学家、工程师、医务工作者、生物学家和材料学家紧密合作来进行，在这种合作中，技术和美学不再矛盾。