

“十二五”国家重点出版物出版规划项目



绿色建筑发展与 可再生能源应用

杨洪兴 姜希猛 等编著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

“十二五”国家重点出版物出版规划项目

绿色建筑发展与可再生能源应用

Green Building Development and Application of Renewable Energy

杨洪兴 姜希猛 等编著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书集合了近年来国内外建筑领域最新的绿色节能材料、技术、施工方法和实例,系统论述了绿色建筑节能技术基本概念、基本方法及其光明前景。全书主要论述了绿色建筑设计、施工等方面的节能技术和相关实例,具体按墙体、幕墙、门窗、屋面、楼地面等分别加以阐述。同时还对绿色建筑节能评估体系、既有建筑节能改造技术与实例进行了重点叙述和系统讲解,充分体现了建筑设计过程中追求的节能、节地、节水、节材料及环保,注重室内空气质量深刻内涵。

迄今我国对绿色建筑系统性研究还很不够,本书填补了这方面的空白。本书对我国现代建筑设计、节能评估、建筑用能评估等方面具有积极的指导意义。

本书适合建筑设计、施工、建材、城市规划等专业工程技术人员参考,也可供相关政府部门及高校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

绿色建筑发展与可再生能源应用/杨洪兴,姜希猛等编著.

—北京:中国铁道出版社,2016.12

ISBN 978-7-113-21689-4

I. ①绿… II. ①杨… III. ①生态建筑—节能设计

IV. ①TU201.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 076393 号

书 名:绿色建筑发展与可再生能源应用

作 者:杨洪兴 姜希猛 等编著

策 划:李小军

读者热线:(010) 63550836

责任编辑:李小军 许 璐

封面设计:刘 颖

封面制作:白 雪

责任校对:张玉华

责任印制:郭向伟

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷:中煤(北京)印务有限公司

版 次:2016年12月第1版 2016年12月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:27 字数:570

书 号:ISBN 978-7-113-21689-4

定 价:98.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010) 63550836

打击盗版举报电话:(010) 51873659

前 言

绿色建筑(Green Building)的概念起源于20世纪60年代的美国,由著名建筑师保罗·索勒瑞提出的“生态建筑”理念衍生而来。其后的50多年间,绿色建筑的概念和相应的评估系统已经覆盖包括美国、英国、欧盟、中国、新加坡、日本、澳大利亚等国家和地区。绿色建筑作为解决地球上日益严峻环境问题挑战的一种有效方式,旨在保证人们在健康、舒适和高效的人工环境基础上最大限度节约资源和保护环境生态系统,以达到人与自然的和谐共生及可持续发展的目标。绿色建筑作为一种综合性理念,要求设计者、施工者、使用者和维护管理人员等充分考虑建筑在全生命周期内对场地、能源、材料和水资源的高效利用以及室内环境、施工和运行的优化管理等各方面影响因素。近年来,不断有研究指出绿色建筑在考虑以上因素之外,还应该重视其对社会经济、文化和艺术等方面的影响,以便因地制宜地推进绿色建筑的产业化和市场化。

目前,发达国家绿色建筑市场已经趋于成熟,美国的绿色建筑评估体系已经覆盖全球近70个国家和地区,参与评估的商业建筑项目近75 000个。相比之下,我国绿色建筑产业虽然起步较晚,但发展迅速,仅2008—2015年间,全国已认证项目总计3 979个。其中,设计标识项目3 775项,占总数的94.9%;运行标识项目204项,占总数的5.1%。

“十二五”期间,全国累计新建绿色建筑面积超过10亿 m^2 ,完成既有居住建筑供热计量及节能改造面积9.9亿 m^2 ,完成公共建筑节能改造面积4 450万 m^2 。稳步推广绿色建材,对建材工业绿色制造、钢结构和木结构建筑推广等重点任务作出部署,启动了绿色建材评价标识工作。

节能是绿色建筑指标体系中的重要组成部分,也是增量成本的主要来源。节能技术在绿色建筑中体现为:充分利用建筑所在环境的自然资源和条件,在尽量不用或少用常规能源的条件下,创造出人们生活和生产所需要的室内环境。具体来说,绿色建筑节能是通过优化建筑规划设计、围护结构的节能设计、提高建筑能源效率、可再生能源的利用等方法实现的,而其中可再生能源利用由于成本较高,部分技术应用普遍性较小,将是未来绿色建筑发展的主要挑战之一。香港理工大学可再生能源小组为迎接这一挑战,多年来致力于研究包括太阳能光伏光热利用、太阳能制冷、地源热泵空调、空调余热回收、微型风力水力发电、环保建材等在内的各种建筑一体化应用技术,旨在从多个层面全方位、大幅度提升建筑能源利用效率和室内环境品质。

本书图文并茂,强调实用,内容涵盖了绿色建筑的评估体系、国内外发展状况、建筑节

能技术、环保建材和各种可再生能源建筑一体化应用,从基本原理、设计方法、施工方法、节能效果、经济适用性分析等方面结合实际建筑案例对每种技术和材料进行详细讲解、说明和验证,内容丰富翔实,旨在让读者对国内外绿色建筑的发展和可再生能源的应用有更加系统直观的认识,配合国家相关立法起到促进、宣传和科普的功效。

本书除署名作者外,参加编著的还有汪远昊博士、陈曦先生、崔明现博士。杨洪兴教授领导的可再生能源研究小组成员罗伊默、高晓霞、余颖、刘迪、郭晓东、王蒙、张文科、钟洪、马涛等人也参与了资料收集和部分编著工作。此外,特别感谢深圳孔雀科技开发有限公司提供相关技术说明和产品图片。我们衷心希望本书能积极促进绿色建筑发展和可再生能源应用的普及,为我国建筑和能源的可持续发展贡献一份力量。

编著者

2016年11月

目 录

第 1 章 绿色建筑发展概况	1
1.1 绿色建筑基本概念	1
1.2 绿色建筑评价标准和技术	2
1.2.1 绿化指标	3
1.2.2 生态文化指标	5
1.2.3 水资源指标	6
1.2.4 能耗指标	8
1.2.5 场地选择指标	11
1.2.6 场地排放指标	12
1.2.7 微气候环境指标	14
1.2.8 材料指标	15
1.2.9 室内环境指标	17
1.2.10 管理指标	25
1.2.11 创新设计指标	26
1.3 国内外绿色建筑标准发展及现状	27
1.3.1 国外主要绿色建筑标准发展及现状	27
1.3.2 国内主要绿色建筑标准发展及现状	35
本章小结	45
第 2 章 绿色建筑与节能	46
2.1 建筑能源利用	46
2.1.1 概述	46
2.1.2 美国建筑能源利用	47
2.1.3 我国香港特别行政区建筑能源利用	48
2.1.4 我国内地建筑能源利用	49
2.1.5 能源利用与节能技术分析	51
2.2 被动式节能技术	52
2.2.1 概述	52
2.2.2 外围护结构节能技术	54

2.2.3	节能窗技术	60
2.2.4	遮阳	61
2.2.5	采光技术	63
2.2.6	通风技术和设备	66
2.2.7	被动式采暖技术	67
2.2.8	建筑热质与相变材料	67
2.2.9	被动式节能建筑范例	68
2.3	主动式节能技术	71
2.3.1	概述	71
2.3.2	高效建筑能源设备与系统	71
2.3.3	建筑能源管理系统与优化运行策略	76
	本章小结	78
第3章	绿色建筑与可再生能源	79
3.1	全球能源资源概况	79
3.1.1	能源分类	79
3.1.2	能源储量	79
3.1.3	能源生产和消费	80
3.1.4	能源价格	82
3.1.5	能源和碳排放	84
3.2	可再生能源的利用	85
3.2.1	发展可再生能源的必要性	85
3.2.2	可再生能源种类	87
3.3	可再生能源建筑应用概述	103
3.3.1	太阳能在建筑中的应用	104
3.3.2	地热能在建筑中的应用	106
3.3.3	风能在建筑中的应用	107
3.3.4	生物质能在建筑中的应用	108
3.3.5	场外可再生能源在建筑中的应用	110
	本章小结	112
第4章	绿色建筑与纳米技术	115
4.1	纳米技术的绿色建筑应用概述	115
4.1.1	绿色建筑	115
4.1.2	纳米技术	117
4.1.3	纳米技术与绿色建筑	118
4.2	隔热节能玻璃	119

4.2.1 真空玻璃	119
4.2.2 镀膜玻璃	123
4.2.3 变色玻璃	128
4.3 自清洁涂料	135
4.3.1 超疏水自清洁涂料	136
4.3.2 超亲水自清洁涂料	139
4.3.3 自清洁涂料的发展现状及未来展望	141
4.4 隔热涂料	143
4.4.1 阻隔性隔热涂料	144
4.4.2 反射隔热涂料	145
4.4.3 辐射隔热涂料	145
4.4.4 其他隔热涂料	146
4.4.5 隔热涂料的发展现状及展望	146
4.5 石材防水剂	148
4.5.1 石材防水剂的原理	151
4.5.2 石材防水剂的发展现状	153
4.5.3 石材防水剂的未来走向	155
4.6 光触媒	156
4.6.1 光触媒反应机理	156
4.6.2 光触媒特性	156
4.6.3 光触媒的功效	157
4.6.4 光触媒的发展现状及展望	158
本章小结	159
第5章 绿色建筑与太阳能光电光热技术	162
5.1 太阳能利用与绿色建筑	162
5.2 太阳能光电与建筑一体化技术	163
5.2.1 太阳能光伏发电的基本原理	163
5.2.2 太阳能光伏发电系统的发展	165
5.2.3 光伏建筑一体化系统简介	166
5.2.4 光伏建筑一体化系统的分类与应用	168
5.2.5 光伏建筑一体化系统的主要部件	170
5.2.6 光伏建筑的基本要求	172
5.2.7 光伏建筑的设计原则与步骤	174
5.2.8 光伏建筑一体化系统发展现状	175

5.2.9 香港理工大学可再生能源小组在绿色光伏建筑方面的研究	178
5.2.10 光伏建筑应用前景、面临的挑战与应对措施	183
5.3 太阳能光伏光热建筑一体化技术	184
5.3.1 太阳能光伏光热一体化系统在建筑上的应用	184
5.3.2 太阳能光伏光热一体化系统类型	185
5.3.3 太阳能光伏光热一体化技术的应用	187
5.3.4 光伏光热建筑一体化(BIPV/T)系统现状分析	187
5.4 太阳能综合利用与绿色建筑一体化的设计	188
5.5 典型应用案例	188
5.5.1 香港理工大学李兆基楼光伏屋顶工程实例	188
5.5.2 香港嘉道理农场光伏屋顶工程实例	194
5.6 典型案例经济性分析和环境效益分析	199
5.6.1 典型案例的经济性分析	199
5.6.2 典型案例的环境效益分析	201
本章小结	204
第6章 绿色建筑与太阳能制冷技术	206
6.1 太阳能制冷技术原理概述	206
6.2 太阳能吸收式制冷系统	207
6.2.1 单效太阳能吸收式空调系统	208
6.2.2 双效太阳能吸收式空调系统	209
6.2.3 双级太阳能吸收式空调系统	210
6.2.4 双循环太阳能吸收式空调系统	212
6.2.5 三效/多效太阳能吸收式空调系统	213
6.3 太阳能吸附式制冷系统	213
6.3.1 太阳能吸附式制冷技术的原理	214
6.3.2 吸附剂-吸附质工质对的选择	215
6.3.3 太阳能吸附式制冷的优点和缺点	216
6.4 太阳能液体除湿空调系统	217
6.4.1 太阳能液体除湿	217
6.4.2 太阳能固体除湿	225
6.4.3 建筑应用经济性分析	227
6.5 太阳能蒸汽喷射式制冷系统	231
6.5.1 喷射器	231
6.5.2 工作介质	231

6.5.3 基本的蒸汽喷射式制冷循环	232
6.5.4 太阳能蒸汽喷射式制冷系统	233
6.6 光电半导体制冷	235
6.7 太阳能制冷技术建筑应用案例分析	235
6.7.1 太阳能吸收式空调系统应用	235
6.7.2 太阳能吸附式空调系统	243
6.7.3 太阳能除湿空调系统	245
本章小结	247
第7章 绿色建筑与微型风力发电技术	250
7.1 技术原理概述	250
7.1.1 风资源简介	250
7.1.2 风力发电技术概述	255
7.1.3 建筑环境中的风能特点	261
7.1.4 建筑环境中风能利用	262
7.2 绿色建筑中风力发电技术	264
7.2.1 建筑环境中的风能利用研究现状	264
7.2.2 高层建筑中的应用风能的可行性分析及增强方法研究	266
7.2.3 建筑用风电技术经济性和节能减排效果分析	277
7.2.4 建筑用风力发电可行性因素分析	281
7.3 绿色建筑微型风力发电技术应用案例	282
7.3.1 巴林世贸中心	282
7.3.2 珠江大厦	285
7.3.3 伦敦 Strata(斯特拉塔)大厦	287
本章小结	288
第8章 绿色建筑与微型水力发电技术	290
8.1 建筑给排水系统及水力发电技术概述	290
8.1.1 高层建筑给排水系统概述	290
8.1.2 水力发电技术	293
8.1.3 水轮机常见的工作参数及选型	297
8.2 建筑给水系统水力发电	298
8.2.1 建筑给水系统的组成	298
8.2.2 建筑给水系统发电潜力	303
8.2.3 建筑给水系统发电研究	309
8.2.4 建筑给水系统发电设备设计	311

8.3 建筑排水系统水力发电	315
8.3.1 建筑排水系统的组成	315
8.3.2 建筑排水系统发电潜力	317
8.3.3 建筑排水系统发电研究	318
8.4 建筑冷却塔水力能量回收	319
8.5 建筑雨水系统水力发电	320
8.5.1 雨水发电系统构成	320
8.5.2 雨水系统发电应用案例	321
本章小结	322
第9章 绿色建筑与地源热泵技术	324
9.1 地源热泵概述	324
9.1.1 基本概念	324
9.1.2 发展历史	325
9.1.3 系统分类	326
9.1.4 应用前提条件	328
9.1.5 主机的分类	328
9.1.6 竖直埋管的形式	329
9.1.7 技术优势	330
9.1.8 应用于绿色建筑的意义	332
9.2 埋管换热器的设计	335
9.2.1 设计内容概览	335
9.2.2 U形管参数及连接	337
9.2.3 地热换热器的得热量和释热量	337
9.2.4 循环液的相关参数	338
9.2.5 地下介质的热物性测试	338
9.2.6 地热换热器的换热率及长度	339
9.2.7 热泵主机的空间	340
9.2.8 地热换热器的优化	340
9.2.9 地热换热器常用的数学模型	344
9.3 埋管换热器的施工工艺	346
9.3.1 施工前的工作	346
9.3.2 钻孔的施工	348
9.3.3 埋管的工艺	349
9.3.4 U形管的压力试验	351

9.3.5 回填封孔	352
9.3.6 管道的处理	352
9.4 地源热泵技术的建筑应用分析	353
9.4.1 节能效果分析	353
9.4.2 经济性分析	354
9.4.3 实用性分析	356
9.4.4 推广因素和发展成果	357
9.5 绿色建筑应用案例	358
9.5.1 系统工作流程图	358
9.5.2 供热空调工程	359
9.5.3 生活热水工程	364
本章小结	366
第 10 章 绿色建筑与热回收技术	369
10.1 热管技术	369
10.1.1 热管技术原理	369
10.1.2 热管发展历史及现状	371
10.1.3 热回收技术节能经济效益分析	374
10.2 热电技术	375
10.2.1 热电技术原理	375
10.2.2 热电技术发展历史及现状	377
10.2.3 热电技术用于废水余热回收的节能效益分析	381
10.2.4 热电技术在绿色建筑中的应用案例	384
10.3 复合冷凝热回收技术	385
10.3.1 复合冷凝热回收技术原理	385
10.3.2 复合冷凝技术发展历史及现状	387
10.3.3 冷凝热回收技术节能经济效益分析	389
10.4 转轮式全热回收技术	392
10.4.1 转轮式全热回收技术原理	392
10.4.2 转轮全热回收技术进展	398
10.4.3 转轮全热回收技术节能及经济效益分析	399
10.4.4 转轮全热回收技术在绿色建筑中的应用案例	404
10.5 膜式全热回收技术	404
10.5.1 膜式全热回收技术原理	404
10.5.2 膜式全热回收技术进展	406

10.5.3 膜式全热交换器在空调系统中的应用	411
本章小结	412
第 11 章 我国绿色建筑与可再生能源应用前景展望	416
11.1 绿色建筑评估体系	416
11.2 绿色建筑评估软件	416
11.3 节能技术与可再生能源应用	417
11.4 绿色环保建材	418
11.5 绿色建筑监管	419

第1章 绿色建筑发展概况

1.1 绿色建筑基本概念

据统计,人类社会每天消耗资源的速度大约是资源自然再生速度的1.5倍,严重威胁到地球生态系统的可持续发展。如果这种趋势延续下去,在2030年将需要两个地球来满足我们每年的需求,生态的不可持续性已经成为必须引起人类关注的课题。在这种趋势的背后是人口60多年来的快速增长,从20世纪50年代的25亿激增到目前的70亿。如果简单地将消耗的资源变成废物、有毒物质和二氧化碳等排放到大气、水体和土壤当中,地球上有限的不可再生资源将很快消耗殆尽,气候环境将进一步恶化。

我国与建筑业相关的资源消耗占全国资源使用总量的40%~50%,能源消耗约占全国能源用量的30%,其中仅中国香港特别行政区的建筑用电量就占到其区域用电总量的92.7%。在建筑物的完整生命周期内,其设计、施工、调试、维护、使用和拆除的过程需要消耗大量的资源,并且对社会、经济和自然环境产生重大影响。建筑物一方面为人们提供居住、商业、教育和娱乐等室内环境,直接或者间接地影响区域性和全球性的经济文化发展;另一方面向环境排放废物、污染以及温室气体等有毒有害物质。工业化社会带来的能源危机和日益严重的环境问题促进了人们对节能环保型建筑的需求。一系列建筑理念,如低能耗建筑(low energy building)、零能耗建筑(zero energy building)、可持续建筑(sustainable building)、生态建筑(ecological building)和绿色建筑(green building)陆续被设计师、工程师、专家学者们提出。

绿色建筑的概念起源于20世纪60年代的美国,由著名建筑师保罗·索勒瑞提出的“生态建筑”理念衍生而来。紧接着,70年代的石油危机加速了可再生能源等新技术在建筑领域的应用,节能建筑概念逐渐成为潮流。80年代,世界自然保护组织和联合国环境署公告确立了“可持续发展”的理念。90年代,英国、美国、中国香港特别行政区和中国台湾地区先后诞生了自己的绿色建筑评估标准;2001年日本开发了相对独立的绿色建筑评估体系;2006年,我国第一部全国性绿色建筑标准出版并于两年后开始正式施行。短短50年间,绿色建筑的理念已经覆盖全球主要国家和地区。

绿色建筑的概念绝不仅仅是一般意义上的绿化,也不止步于强调低能耗或者零能耗。生态建筑所倡导的生态平衡和生态系统多样性也只是绿色建筑涵盖的一个层面。真正意义上的绿色建筑是解决地球上日益严峻环境问题挑战的一种方式,旨在保证人们在健康、舒适和高效的人工环境基础上最大限度节约资源和保护环境生态系统,以达到人与自然的和谐共生及可

持续发展的目标。绿色建筑也是一种综合性理念,要求设计者、施工者、使用者和维护管理人员等在整个建筑生命周期内考虑节约能源、材料和水资源,减少环境污染(包括尘、声、水、有害物质和光污染等),恢复生态系统多样性,提供便捷的交通和设施、健康舒适的室内环境,以及良好的视听效果等。近年来,不断有研究指出绿色建筑在考虑以上因素之外,还应该重视其对社会经济、文化和艺术等方面的影响,以便因地制宜地推进绿色建筑的产业化和市场化。

目前,绿色建筑在我国政府和相关规范推动下迅速发展,但是也面临着一些问题和误区。例如,很多绿色建筑技术在实际运行使用阶段并没有达到其设计工况和效率,存在监管监控不到位现象;既有建筑的改造缺乏相关绿色建筑标准支持;绿色建筑设计中盲目堆砌高成本技术,不重视因地制宜的指导方针等。随着绿色建筑的产业化和系统化以及科学技术的革新,绿色建筑的成本必将逐年降低,绿色建筑的发展尚有广阔的空间。

1.2 绿色建筑评价标准和技术

鉴于绿色建筑的概念和内涵牵涉多个领域,需要建筑设计、景观设计、结构工程、水电暖工程、物业管理、开发商和使用者之间的广泛密切合作,共同参与和完成设计、建造、维护、使用和拆除等各个阶段的目标。这种多层次的跨界合作,需要一个统一的指导原则来凝聚各方朝着一个明确的共同的目标结果努力。这种指引就是绿色建筑的评估标准,是现在绿色建筑体系迫切需要的科学方法,也是绿色建筑进一步实现产业化的前提条件。目前,发达国家绿色建筑市场已经趋于成熟,美国的绿色建筑评估体系已经覆盖全球近 70 个国家和地区,参与评估的商业建筑项目达到近 75 000 个。而我国绿色建筑尚处于起步和发展阶段,绿色建筑标准体系和评估细则有待完善。

传统的建筑设计疏于考虑场地、资源、室内环境和功能之间的相互影响。绿色建筑通过整体性设计方法,充分发挥各方面因素之间的协同作用。绿色建筑评价体系鼓励建筑项目团队在设计阶段早期就制订明确清晰的框架,以便整合场地规划、建筑设计营造以及运行维护等诸方面的策略。例如,可在早期确定项目中使用各种能源和材料的比例,明确不同选择对室内环境和功能的影响,以达到节约和循环利用资源的相关指标,采用最符合绿色建筑理念的设计。

当前社会上各种所谓绿色环保建筑比比皆是,如何较为客观公正地判断其内涵,保证建筑质量和真正做到对使用者和环境负责?评估体系也为解决这一问题提供了有效的管理机制。通过独立的第三方机构的考核,对建筑的不同表现给予明确的分级别的质量认证。

绿色建筑评估体系通常包含:针对不同种类建筑的评价标准,对每种建筑各方面指标的专业背景知识介绍(包括各种技术对资源、环境和人类社会的影响),实现途径和方法,以及最终量化该建筑综合表现的参数体系(通常采用评分和等级制)。该指标体系不但可以吸引和培养专业人才,为绿色建筑市场推广打下坚实的基础,还可以对公众起到科普教育作用,提高社会整体的环境生态意识。

世界上主要的绿色建筑标准包括英国的 BREEAM、美国的 LEED、日本的 CASBEE、澳大

利亚的 Green Star、德国的 DGNB、新加坡的 Green Mark、中国香港特别行政区的 BEAM、中国内地的《绿色建筑评价标准》等。每个国家或地区的标准都在互相借鉴的基础上充分考虑了本国家或地区的特点和适用性。我国绿色建筑标准的制定应遵循可持续发展原则,通过科学的整体设计,集成场地绿化、自然通风采光、高性能围护结构、高效暖通空调系统、可再生能源应用、环保材料和智能控制等高新技术,充分优化资源配置和管理效率,创造经济、生态和社会效益多方面结合的新型人工环境。

绿色建筑评估体系主要包含了以下方面的指标:绿化指标,生态文化指标,水资源指标(包括水质监测、节约回收利用、场地排水等),能耗指标(包括建筑运行能耗、生命周期能耗等),场地选择指标(包括交通、周边设施、土地性质等),场地排放指标(包括光污染、温室气体以及施工的尘土、噪声和污水排放等),微气候环境指标(包括场地周边风环境和日照采光的优化设计等),材料指标(包括垃圾处理、建筑废料处理、原材料选择加工等),室内环境指标(包括安全、健康、热舒适度和视听效果等),管理指标(系统运行调试、楼宇日常维护和物业管理人员培训等),创新设计指标(主要包括新技术和显著超过资源环境效益相应标准要求的应用)。

1.2.1 绿化指标

绿化指标作为绿色建筑基本要求之一,是指利用建筑场地,建筑物外墙、屋顶、阳台等各种表面以及室内空间覆以土壤来种植不同高度、外观和适应本地环境的低维护成本植物,起到调节温湿度、室外风环境,减少地表径流,吸附有害气体和降低噪声等功效。

植被是天然的温湿度调节器,吸收蓄积的降水量以蒸腾作用的形式重新散发到大气当中,可在较为干燥的天气下增加空气湿度。与此同时,蒸发带走的热量和乔木灌木类植物的遮阳效果,可有效降低地表附近的温度,缓解以钢筋混凝土为主的建筑和铺地表面引发的城市热岛效应。场地周围或者建筑周围的树木布置,可以在一定程度引导风向。树木相对建筑物的距离、数量、高矮和排列可以有效改变建筑物附近的风场,以便充分利用自然通风或者减弱场地内过高风速对室外活动的负面影响。此外,植物的光合作用可以制造氧气并吸收二氧化碳,减轻大气温室效应,许多植物还可以吸收来自工业或者交通运输过程中排放的二氧化硫、氮氧化物和一氧化碳等有毒有害气体。以叶面粗糙、面积大和树冠茂密的树木为主的种植林带还可以有效减弱和阻隔交通噪声对建筑室内环境的负面影响。

绿化设计应以合理配置、便于维护和保护生物多样性为原则。鼓励采用本地物种或者适应物种,可以依靠植物本身耐候性减少日常维护的用水量和人工费用。室外绿化结构以乔、灌、草相结合,实现多层次错落有致的景观,以达到人工植物群落与自然生态系统和谐统一。室内绿化应充分考虑日照、通风、采光、除虫和灌溉等方面的要求。绿化配置应合理利用项目场地地面,建筑物的屋顶、阳台、立面、平台和室内闲置空间。位于建筑屋顶的植被可以降低热岛效应,减少顶层空调房间的负荷,实现雨水回收利用;位于建筑立面和阳台的植被可以有效减少噪声,吸收有害物质,减少通过建筑墙体的传热;位于场地周边和空地上的植被可以提高雨水渗透量,降低地表径流,防止水土流失,降低交通噪声和污染的影响;布置于室内的植被有

益于降低日间二氧化碳浓度,提高人们的工作效率并起到赏心悦目、消除视觉疲劳的效果。

图 1-1 和图 1-2 所示为屋顶绿化土壤构造和德国某建筑的屋顶绿化效果,屋顶花园的种植可以考虑不同种类植物和水体,因此对屋顶结构的承重能力要求较高,在人造土壤厚 20~50 cm 的情况下每平方米载荷为 2~3 N。德国是近代最早研究和实践屋顶绿化的国家,早在 2003 年屋顶绿化率已经达到 14%,首都柏林有近 45 万 m² 的植被化屋顶。

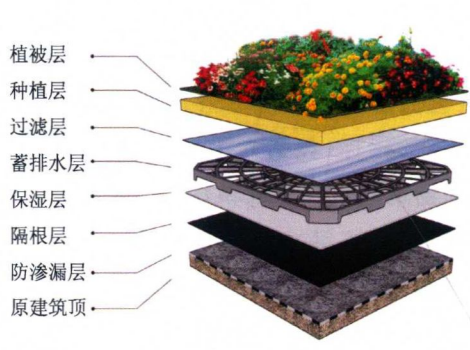


图 1-1 屋顶绿化土壤构造

(来源: <http://www.nanjing2014.org/a/20140403/015628.htm>)



图 1-2 德国某建筑的屋顶绿化效果图

(Europäische Investmentbank Luxemburg / IGA Rostoc)

垂直绿化(或者墙体绿化)是指充分利用不同的立面,选择攀缘植物(或其他植物)依附或者铺贴于建筑物或者其他空间结构上的栽植方式。垂直绿化的植物选择必须考虑不同习性植物对环境条件的要求、观赏效果和功能,创造适应其生长的条件。图 1-3 所示为位于中国香港特别行政区上环酒店墙体上的绿化效果。室内绿化利用植物与其他构件以立体的方式装饰空间。室内绿化常用方式是悬挂,运用花搁架、盆栽以及室内植物墙等。室内绿化的实施应严格选择适应性物种,最小化能源和水资源的消耗,减少杀虫剂的使用,确保植物的健康生长。图 1-4 所示为中国香港特别行政区绿色建筑议会总部办公室内的立体绿化。

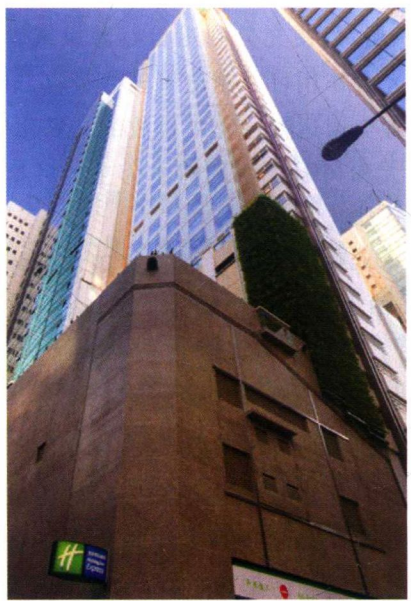


图 1-3 香港 Hotel Holiday Inn Express
HONG KONG SOHO 墙体绿化



图 1-4 香港绿色建筑议会(HKGBC)
办公室内的立体绿化