

# 高层建筑垂直绿化

高层建筑的植生墙设计

世界高层建筑与都市人居学会（CTBUH）可持续发展工作组出品  
（英）安东尼·伍德 （美）帕亚姆·巴拉米 （美）丹尼尔·萨法里克 编著  
季慧 译



GUANGXI NORMAL UNIVERSITY PRESS

广西师范大学出版社

images  
Publishing

# 高层建筑的垂直绿化

高层建筑的植生墙设计

世界高层建筑与都市人居学会 (CTBUH)

可持续发展工作组

(英) 安东尼·伍德 (美) 帕亚姆·巴拉米 (美) 丹尼尔·萨法里克 编著  
季慧 译



images  
Publishing

广西师范大学出版社  
· 桂林 ·



ILLINOIS INSTITUTE  
OF TECHNOLOGY



本书系世界高层建筑与都市人居学会(CTBUH)、  
伊利诺伊理工大学和同济大学合作成果

## 图书在版编目(CIP)数据

高层建筑的垂直绿化: 高层建筑的植生墙设计 / (英)  
伍德, (美)巴拉米, (美)萨法里克 编著; 季慧 译. —桂  
林: 广西师范大学出版社, 2014. 7

ISBN 978 - 7 - 5495 - 5600 - 7

I. ①高… II. ①伍… ②巴… ③萨… ④季…  
III. ①高层建筑-垂直绿化-景观设计 IV. ①TU986.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 139921 号

出品人: 刘广汉

责任编辑: 肖 莉

研究助理: 艾琳娜·苏索洛娃, 本杰明·瓦尔德

装帧设计: 张 迪

版式设计: 克里斯汀·多宾斯

书籍协调与设计: 史蒂文·亨利

封面摄影: 帕特里克·宾汉-豪

广西师范大学出版社出版发行

(广西桂林市中华路 22 号 邮政编码: 541001)  
(网址: <http://www.bbtpress.com>)

出版人: 何林夏

全国新华书店经销

销售热线: 021 - 31260822 - 882/883

恒美印务(广州)有限公司印刷

(广州市南沙区环市大道南路 334 号 邮政编码: 511458)

开本: 635mm × 965mm 1/8

印张: 30 字数: 80 千字

2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷

定价: 248.00 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与印刷单位联系调换。

# 目录

世界高层建筑与都市人居学会 (CTBUH) 简介	6	3.0 设计考量与限制	182
《世界高层建筑与都市人居学会 (CTBUH) 技术指南》简介	6	3.1 气候考量	184
作者简介	7	3.2 主要功能与设计目标	185
前言	9	3.3 规划与设计	191
<b>1.0 背景与简介</b>	<b>12</b>	3.4 植物的选择	195
1.1 历史上建筑中对垂直植被的利用	14	3.5 结构支撑系统	198
1.2 植生墙的定义和类型	15	3.6 灌溉系统	199
1.3 植生墙带来的益处	20	3.7 维护	200
1.4 标准、政策与奖励	28	3.8 系统限制	200
1.5 关于本书的一些说明	29	3.9 火灾与其他风险	201
<b>2.0 案例研究</b>	<b>32</b>	3.10 对耗能产生的影响	202
2.1 康索乔圣地亚哥大厦, 圣地亚哥, 1993	34	<b>4.0 建议与未来研究展望</b>	<b>204</b>
2.2 福冈安可乐斯国际大厅, 福冈, 1995	44	4.1 建议	206
2.3 CH2市政厅2号大厦, 墨尔本, 2006	52	4.2 未来研究展望	209
2.4 纽顿轩公寓, 新加坡, 2007	60	<b>5.0 附录: 植生墙与建筑节能</b>	<b>210</b>
2.5 三重奏公寓, 悉尼, 2009	68	5.1 植生墙的节能效果	212
2.6 One PNC广场, 匹兹堡, 2009	76	5.2 实验性研究	215
2.7 Met公寓, 曼谷, 2009	84	5.3 模拟性研究	217
2.8 雅典娜神庙酒店, 伦敦, 2009	92	5.4 CTBUH的节能研究	220
2.9 保圣那集团总部, 东京, 2010	100	<b>6.0 参考文献</b>	<b>224</b>
2.10 新加坡艺术学院, 新加坡, 2010	108	参考书目	226
2.11 洲际酒店, 圣地亚哥, 2011	118	百栋世界最高建筑	230
2.12 嘉旭阁, 新加坡, 2011	126	CTBUH建筑高度评估标准	234
2.13 SOLARIS大厦, 新加坡, 2011	134	CTBUH组织及成员	238
2.14 B3维雷酒店, 波哥大, 2011	142		
2.15 皮克林宾乐雅酒店, 新加坡, 2012	148		
2.16 格林美西空中花园, 马卡迪, 2013	156		
2.17 米兰空中森林, 米兰, 2013	164		
2.18 IDEO Morph 38公寓, 曼谷, 2013	172		

# 高层建筑的垂直绿化

高层建筑的植生墙设计

世界高层建筑与都市人居学会 (CTBUH)  
可持续发展工作组

(英) 安东尼·伍德 (美) 帕亚姆·巴拉米 (美) 丹尼尔·萨法里克 编著  
季慧 译



images  
Publishing

广西师范大学出版社  
· 桂林 ·

试读结束：需要全本请在线购买：[www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)



ILLINOIS INSTITUTE  
OF TECHNOLOGY



本书系世界高层建筑与都市人居学会(CTBUH)、  
伊利诺伊理工大学和同济大学合作成果

## 图书在版编目(CIP)数据

高层建筑的垂直绿化: 高层建筑的植生墙设计 / (英)  
伍德, (美)巴拉米, (美)萨法里克 编著; 季慧 译. — 桂  
林: 广西师范大学出版社, 2014. 7

ISBN 978 - 7 - 5495 - 5600 - 7

I. ①高… II. ①伍… ②巴… ③萨… ④季…  
III. ①高层建筑-垂直绿化-景观设计 IV. ①TU986.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 139921 号

出品人: 刘广汉

责任编辑: 肖 莉

研究助理: 艾琳娜·苏索洛娃, 本杰明·瓦尔德

装帧设计: 张 迪

版式设计: 克里斯汀·多宾斯

书籍协调与设计: 史蒂文·亨利

封面摄影: 帕特里克·宾汉-豪

广西师范大学出版社出版发行

( 广西桂林市中华路 22 号 邮政编码: 541001 )  
网址: <http://www.bbtpress.com>

出版人: 何林夏

全国新华书店经销

销售热线: 021 - 31260822 - 882/883

恒美印务(广州)有限公司印刷

(广州市南沙区环市大道南路 334 号 邮政编码: 511458)

开本: 635mm × 965mm 1/8

印张: 30 字数: 80 千字

2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷

定价: 248.00 元

如发现印装质量问题,影响阅读,请与印刷单位联系调换。

## 主要作者

安东尼·伍德，帕亚姆·巴拉米，丹尼尔·萨法里克  
世界高层建筑与都市人居学会 (CTBUH)

## 撰稿人/专家审稿

埃米利奥·安巴斯，埃米利奥·安巴斯联合设计有限公司  
麦克雷·安德森，麦克卡伦设计有限公司  
布莱德·巴斯，世凯汉尼斯集团  
帕特里克·布朗，帕特里克·布朗垂直园林设计公司  
斯丹法诺·博埃里，斯丹法诺·博埃里建筑事务所  
恩里克·布朗，恩里克·布朗建筑师协会  
阿兰·达林顿，Nedlaw植生墙设计公司  
迪克森 D. 戴波米耶，哥伦比亚大学  
尼格尔·登尼特，WOHA建筑事务所  
卡尔·芬德，FKM建筑事务所  
埃琳娜·恰克梅罗，威尼斯建筑大学  
理查德·哈塞尔，WOHA建筑事务所  
迪恩·希尔，卡迪夫大学  
乔治·欧文，绿色生命科技公司  
卡利 E. 卡特桑德，明戈设计  
尼马尔 T. 基什纳尼，新加坡国立大学  
曼弗雷德·科勒，全球绿化基础设施网络  
神野吉见，Kono设计  
莱亚·理查德·内格尔，丹尼尔·李博斯金工作室  
费迪南·奥斯瓦德，(奥地利)格拉茨工业大学  
马克·奥特尔，Heijmans综合项目  
史蒂文·佩克，城市楼顶花园协会  
杰森·波默罗伊，波默罗伊工作室  
伊夫·贝桑松·普拉特，ABWB建筑师协会  
黄文森，WOHA建筑事务所  
艾琳娜·苏索洛娃，伊利诺伊理工大学  
詹尼弗·泰勒，SERA建筑事务所  
迈克·维恩玛斯特，灰城绿化-植生墙设计有限公司  
杨经文，T. R. 哈姆扎&杨私人有限公司





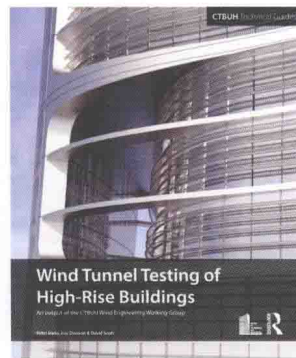
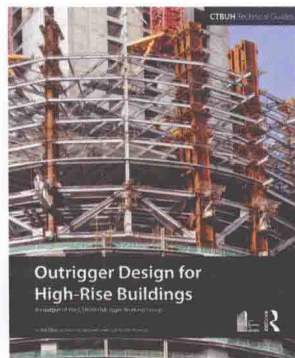
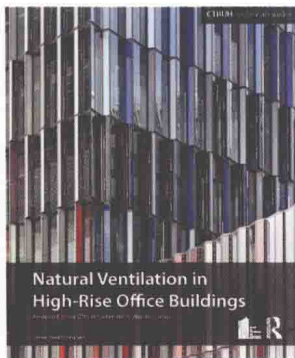
世界高层建筑与都市人居学会 (CTBUH) 简介	6	3.0 设计考量与限制	182
《世界高层建筑与都市人居学会 (CTBUH) 技术指南》简介	6	3.1 气候考量	184
作者简介	7	3.2 主要功能与设计目标	185
前言	9	3.3 规划与设计	191
<b>1.0 背景与简介</b>	<b>12</b>	3.4 植物的选择	195
1.1 历史上建筑中对垂直植被的利用	14	3.5 结构支撑系统	198
1.2 植生墙的定义和类型	15	3.6 灌溉系统	199
1.3 植生墙带来的益处	20	3.7 维护	200
1.4 标准、政策与奖励	28	3.8 系统限制	200
1.5 关于本书的一些说明	29	3.9 火灾与其他风险	201
<b>2.0 案例研究</b>	<b>32</b>	3.10 对耗能产生的影响	202
2.1 康索乔圣地亚哥大厦, 圣地亚哥, 1993	34	<b>4.0 建议与未来研究展望</b>	<b>204</b>
2.2 福冈安可乐斯国际大厅, 福冈, 1995	44	4.1 建议	206
2.3 CH2市政厅2号大厦, 墨尔本, 2006	52	4.2 未来研究展望	209
2.4 纽顿轩公寓, 新加坡, 2007	60	<b>5.0 附录: 植生墙与建筑节能</b>	<b>210</b>
2.5 三重奏公寓, 悉尼, 2009	68	5.1 植生墙的节能效果	212
2.6 One PNC广场, 匹兹堡, 2009	76	5.2 实验性研究	215
2.7 Met公寓, 曼谷, 2009	84	5.3 模拟性研究	217
2.8 雅典娜神庙酒店, 伦敦, 2009	92	5.4 CTBUH的节能研究	220
2.9 保圣那集团总部, 东京, 2010	100	<b>6.0 参考文献</b>	<b>224</b>
2.10 新加坡艺术学院, 新加坡, 2010	108	参考书目	226
2.11 洲际酒店, 圣地亚哥, 2011	118	百栋世界最高建筑	230
2.12 嘉旭阁, 新加坡, 2011	126	CTBUH建筑高度评估标准	234
2.13 SOLARIS大厦, 新加坡, 2011	134	CTBUH组织及成员	238
2.14 B3维雷酒店, 波哥大, 2011	142		
2.15 皮克林宾乐雅酒店, 新加坡, 2012	148		
2.16 格林美西空中花园, 马卡迪, 2013	156		
2.17 米兰空中森林, 米兰, 2013	164		
2.18 IDEO Morph 38公寓, 曼谷, 2013	172		

## 世界高层建筑与都市人居学会（CTBUH）简介

世界高层建筑与都市人居学会（CTBUH）是专注于高层建筑和未来城市设计、建设与运营的全球领先机构。学会是成立于1969年的非营利性组织，总部位于芝加哥伊利诺伊理工大学，同时在上海同济大学设有亚洲办公室，学会的团队通过活动、出版、研究、工作组、网络资源和庞大的国际专员网络，促进全球高层建筑最新资讯的交流。同时，学会的研究部门通过开展在可持续性和关键性发展问题上的原创性研究来引领新一代高层建筑的研究。学会建立了免费的高层建筑数据库——摩天大楼中心，对全球高层建筑的细节信息、图片及新闻进行每日即时更新。世界高层建筑与都市人居学会（CTBUH）同时还开发了一套衡量高层建筑高度的国际通用标准，也是“世界最高建筑”称号的公认授权组织。

## 《世界高层建筑与都市人居学会（CTBUH）技术指南》简介

本书是从2012年末推出《世界高层建筑与都市人居学会（CTBUH）技术指南》系列以来的第四部。这套指南由为此特别成立的世界高层建筑与都市人居学会（CTBUH）工作组编写，每本的主题聚焦于行业的一个方面。每本指南的目的都是相同的——为典型的高层建筑所有人或专业人员提供应用知识，使他们对改进高层建筑的可选方法和影响设计的因素有更好的理解。希望这套丛书能为设计更高性能的高层建筑提供一套工具，使设计高层建筑时需要考虑的因素得到更广泛的认识。



## 作者简介



### 安东尼·伍德博士

世界高层建筑与都市人居学会 (CTBUH)  
伊利诺伊理工大学  
同济大学

从2006年起，安东尼·伍德博士出任世界高层建筑与都市人居学会 (CTBUH) 执行理事一职，同时也是世界高层建筑与都市人居学会 (CTBUH) 可持续发展工作组的主席。世界高层建筑与都市人居学会 (CTBUH) 位于伊利诺伊理工大学，伍德博士也是该高校建筑学院的副教授和同济大学建筑与城市规划学院高层建筑专业客座教授。作为一名接受了良好教育的英国建筑师，伍德博士在建筑领域内的专长是高层建筑设计，尤其是可持续性设计。在成为学者前，伍德博士在香港、曼谷、吉隆坡、雅加达和伦敦做了多年建筑师工作。他同时还作为作者、编辑出版和发表了大量相关领域的书籍、论文，包括2012年出版的《世界高层建筑与都市人居学会 (CTBUH) 技术指南：高层办公建筑自然通风》。在攻读博士学位期间，他主要探索了高层建筑间的天桥连接，这一研究课题涉及了多种学科理论知识。



### 帕亚姆·巴拉米博士

世界高层建筑与都市人居学会 (CTBUH)

帕亚姆·巴拉米博士是世界高层建筑与都市人居学会 (CTBUH) 的高级研究助理。他负责研究计划的准备工作，并指导世界高层建筑与都市人居学会 (CTBUH) 成员及机构，推进研究项目的进行。在此之前，他任伊利诺伊技术学院建筑大学博士项目的研究员兼行政助理。他从事过可持续、节能、智能生境领域的发展研究工作。他的研究经历包括建筑节能、零能耗建筑网络、可持续设计和绿色建筑技术。



### 丹尼尔·萨法里克，建筑学硕士

世界高层建筑与都市人居学会 (CTBUH)

丹尼尔·萨法里克是世界高层建筑与都市人居学会 (CTBUH) 的出版物编辑。他是技术和营销学作家，同时拥有建筑设计教育背景，在2008至2011年间，任Brooks+Scarpa建筑事务所（前Pugh+Scarpa建筑事务所）市场总监。萨法里克为《水域杂志》《高级贸易》《个人投资者》《快速企业》《经济学人集团》和其他的商业出版物撰写技术文章长达16年。他曾任《华尔街日报》的网站编辑。同时，他参与了A. Kwok, W. Grondzik建筑出版社2006年出版的《绿色工作室手册》的编写和研究工作。



## 前言

由世界高层建筑与都市人居学会（CTBUH）可持续工作组编写的《世界高层建筑与都市人居学会（CTBUH）技术指南》的第一本——《高层办公建筑自然通风》在2012年出版发行，这套全新的系列丛书旨在为下一代可持续高层建筑的建造者和设计者提供一套工具。第一本指南出版时，美国的统计数据表明，世界人口迅速增长，城市化加快，地球上每天有将近20万人成为城市居民。在2010年，城市人口占全球70亿总人口的51%；而到2050年，全球人口将达90亿，城市人口比例将上升至70%。为一百万的新移民每周新建或扩大一座城市的需求已经迫在眉睫。

《高层办公建筑自然通风》指南出版后的两年，通过越发明显的气候变化就能看出，城市所面临的各方面压力不断增加。人们已经清醒地意识到，城市大面积扩张不只存在于发展中国家。在美国，人口统计资料显示未来10年，每年全国人口的增长将为0.9%。考虑到人口基数为3.2亿，同时各个城市的扩展和人口迁徙的不均衡性（人们通常会迁徙至“阳光地带”，而不是“铁锈地带”），像达拉斯这样的城市中心每年的人口增长将为5万人。因此，许多西方城市面临着和发展中国家——如中国、印度同样的问题，即如何容纳这些新迁入的居民。

城市的密度越大，便需要越高的生活模式的可持续性，来减少能源消耗和应对气候变化，这一观点已经得到越来越多的认同。相比在基础设施和交通上需要利用更多土地、耗能水平更高的扩张型城市，聚居在高密度的城市中——共享空间、基础设施和设备——将更加节能。但是我们至今还没有完全找到能够推进建筑更高密度，特别是在垂直方向高密度的方法，全世界各种各样的城市——甚至包括纽约这样已经建有摩天大楼的城市——也在寻求使建筑高度、密度增大的方法。

在建筑设计师面对的所有设计和技术上的可选方案中，相比其他方法，在城市中大量使用植生墙，对环境、社会和审美的影响最大，无论在单体建筑还是城市规模上。

正如杨经文在差不多 40 年前提出的那样，人类应该开始采用柔和而自然的手段来建设我们的城市，而不是冷酷的非自然方式。杨先生的理念不仅在当时来说是解决环境问题的一大进展，即使在现如今我们所生活的这个以环境为先的时代，也同样会带来鼓舞人心的新美学标准。

当然在减少单体建筑能源消耗上，除了为建筑安装植物外墙，还有其他更有效的设计方式和技术。但是选用植生墙的关键在于，它安装后立即就可以产生巨大效益——无论对建筑还是更广阔的城市环境来说。许多益处都已经得到证实，并且在一些地区的地方建筑上，毫不夸张地说，这些效益已经造福了几个世纪。

在单体建筑层面上，植生墙的效益包括通过为立面隔热或遮阳，减少建筑制冷制热过程的能源消耗，增加居民的满意度，甚至通过建立居民与自然元素的直接接触提升生产力，过滤污染物以提升室内空气质量，潜在性地促进农业发展，为建筑过滤城市噪声，提高房产价值。在城市层面上，植生墙的益处包括降低城市热岛效应，提升城市空气质量，减少大气中碳含量，吸收城市噪音，提高美观度以及增加生物多样性。

当然，还有大量的难关等待攻克，大量问题需要考虑，尤其是植物对建筑的影响。这些影响包括微观上的（植物生长给立面带来的潜在破坏）和宏观上的（例如植物给建筑结构系统增加的负荷）。维持植生墙的生长也需要额外的资源（最主要的是水和电），植物在高空更大的环境压力（主要是风，特别是漩涡）下能否维持生长也是问题。本指南站在这样的立场上——在说明益处同时，也发现问题，指出局限性。

从我个人角度来讲，我坚定地相信植生墙为城市带来的积极意义——不仅是迄今为止我们所见到的这些局限性的使用方式，还有其他更有效、有意义的使用方式。当然并不是每个人都确信这一点。我记得，当我们宣布“垂直森林”项目米兰空中森林获得“2013 研究种子基金”以用于对整座建筑更深入的（从植被对内部空间能源消耗的影响和高处植物自身压力两方面）研究时，我们中的一位成员给世界高层建筑与都市人居学会（CTBUH）期刊写的一封措辞强硬的信。这封信，考虑到建筑为适应这些附属植被需要作出的改变，认为在高空种植植物是个荒谬的概念。他接着解释说，相比在高层建筑上种植一公顷树木，恢复一公顷沼泽地更有效和有益。我不赞同这一假设，但为了带来更多的“可持续性发展”，我的答案不是选择“这个或者那个”，而实际上是“两个都选——越快越好”。

作为建筑学教授，我相信植生墙的益处远不止在于节能或是对住户健康和潜在生产力的提升方面。我认为，现代城市最令人失望的是高层建筑样式持续趋于同化，均质化的城市遍及世界各地。不仅仅是因为现在这些城市看上去都大体相同，更是因为它们自从 20 世纪 50 年代现代主义钢筋—玻璃审美观念兴起以来，毫无实质性的进步。尽管在许多方面有了改进，高楼林立的城市还是主要由笔直的、挂满空调装置 of 玻璃—钢铁硬盒子组成。虽然这些盒子的能效有所提升，但是我们使用的材料颜色以及相应产生的审美特质，完全不能应对 21 世纪初重要的全球性挑战；这是应对全球普遍的气候变化和做出相应改变的需求。我一直认为我们急需一个新的建筑审美意识，而不是已主导了 70 年的“玻璃—钢铁”审美意识，才能适应这个具有独特挑战的时代。

杨经文 40 年前说过，我们需要开始采用柔软的、自然的材质建设我们的城市，而不是坚硬的非自然材料。他的话不仅对于处理当时的环境是一大进步，同时也可以创造一个全新的、振奋人心的、折射我们现今生活环境的审美意识——从字面上的解释，

绿色的，而不是其他材质构成的城市。

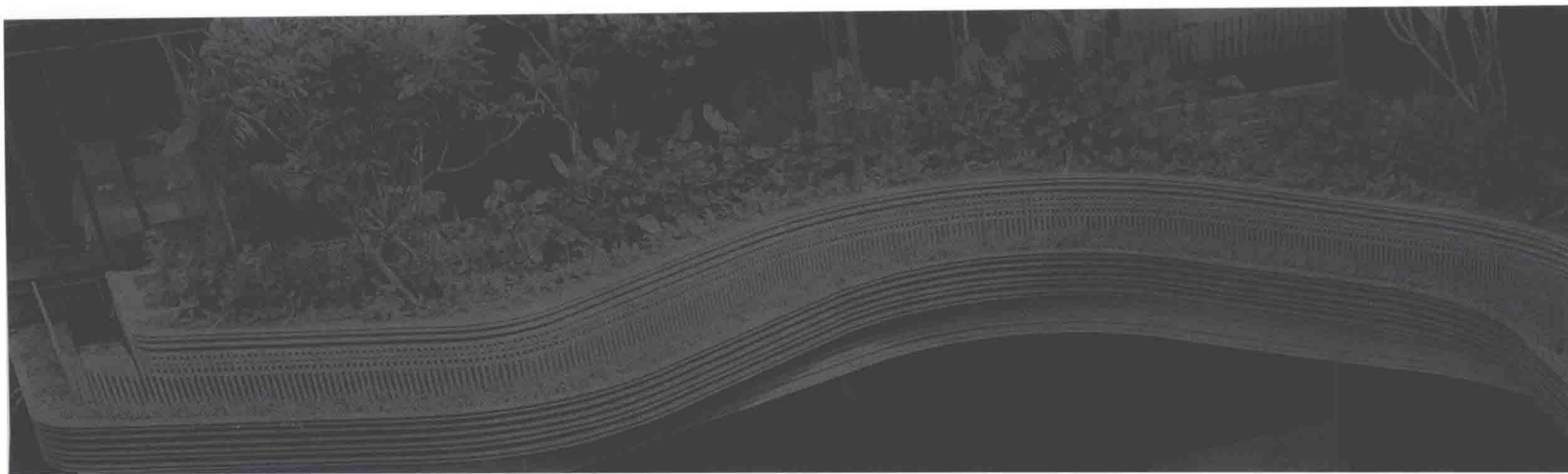
当然，安装这样的景观也会遭遇巨大的挑战，即使有本书中介绍的 18 个革命性的、首创研究案例，我们在柔化建筑和城市上还有很长一段路要走。大量悬挂植被的项目，例如悉尼中央公园（遗憾的是，它建成太晚，指南中没有详细介绍——见图 1）实在是特殊，很难成为范例。因此，本指南着手于展示世界范围内最实际的且已经安装完成的植生墙项目，并通过对其的研究提出问题和异议。我们希望您能享受阅读这本指南的过程，并从个人角度思考城市绿化，尤其是植生墙绿化的问题。作为世界高层建筑与都市人居学会（CTBUH）可持续工作组的主席，我坚信这对于推进城市向根本的“可持续垂直都市圈”发展是重要的一部分。

安东尼·伍德

2014 年 6 月于芝加哥



▲图1：融合了大量垂直绿化的高层建筑项目，如 2014 年竣工的悉尼中央公园，或许为人类的城市发展指出了一条令人激动的创新美学标准——尤其在考虑到当今人类所面对的最大挑战气候变暖时。©约翰·高林斯





# 1.0 背景与简介