

城市生态修复中的园艺技术系列
Urban Horticulture for Eco-restoration in Cities

建筑立面绿化技术

The Solutions to the Green Facades of Buildings

秦俊 胡永红 著

中国建筑工业出版社

城市生态修复中的园艺技术系列

Urban Horticulture for Eco-restoration in Cities

建筑立面绿化技术

The Solutions to the Green Facades of Buildings

秦俊 胡永红 著



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑立面绿化技术 / 秦俊, 胡永红著. — 北京: 中国建筑工业出版社, 2018. 6

(城市生态修复中的园艺技术系列)

ISBN 978-7-112-21989-6

I. ①建… II. ①秦… ②胡… III. ①建筑物 — 垂直绿化
IV. ①TU985. 1

中国版本图书馆CIP数据核字 (2018) 第051544号

建筑立面绿化利用现有建筑立面空间资源进行绿化, 效率较高, 在解决人地矛盾、维护城市生态平衡和改善环境方面起着重要作用。本书详细介绍了现代城市新型绿化形式——建筑立面绿化的定义、发展历程、特征及其分类等概述, 分析了该绿化形式的生境特征、植物筛选、介质配制等核心技术, 评价了其综合生态效应, 最终将技术整体地、系统地转化应用到实际工程案例中。本书将课题项目研究的成果与成果支撑的工程案例进行统筹、整合, 可供从事城镇环境建设、园林绿化的技术和管理人员参考应用, 也适用于大专院校的相关专业师生参阅、教学。

责任编辑: 杜洁 孙书妍
责任校对: 芦欣甜

城市生态修复中的园艺技术系列 建筑立面绿化技术

秦俊 胡永红 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

北京点击世代文化传媒有限公司制版

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 16 字数: 323千字

2018年6月第一版 2018年6月第一次印刷

定价: 118.00元

ISBN 978-7-112-21989-6

(31883)

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)

作者简介

秦俊，毕业于华东师范大学，博士，教授级高级工程师，曾任上海植物园总工程师，现任上海辰山植物园总工程师。长期从事改善人居环境绿化技术的研究。近十年来，先后承担国家、省部级等科研课题 52 个，为国内首个生态示范楼上海生态建筑示范楼、上海世博会生态墙、虹桥低碳商务区等重大工程绿化建设提供了绿化技术支撑。获上海市科技进步二等奖 1 项、上海市科技进步三等奖 1 项、全国巾帼建功标兵、上海市五一巾帼创新奖、上海市三八红旗手等。先后发表学术论文 126 篇；发明专利 10 项，软件著作权 2 项；主编专著 1 部，参编学术著作 3 部，参编行业标准 2 项。

胡永红，毕业于北京林业大学园林专业，博士，教授级高级工程师，曾任上海植物园园长，现任上海辰山植物园执行园长兼中科院上海辰山植物研究中心副主任。致力于植物学、种质资源创新及城市生态修复技术研究，负责建成上海辰山植物园，传承中国园林瑰宝与植物学的创新发展；领衔开展基于基因组学、转录组学和代谢组学的牡丹发育机制研究；创导建筑绿化一体化生态修复理念，创造性地将植物学、园艺学与城市人居环境研究相结合，负责创建了“上海城市植物资源开发应用工程技术研究中心”和“上海市资源植物功能基因组学重点实验室”。主持科技部支撑计划 4 项、上海市科委重大科技攻关项目 10 多项；发表论文 70 余篇，主编著作 5 部，申报发明专利 12 项，植物新品种数 15 个等。获上海市科技进步一等奖 1 项，二等奖 2 项。

城市生态修复中的园艺技术系列

- 《移动式绿化技术》
- 《屋顶花园与绿化技术》
- 《建筑立面绿化技术》
- 《行道树与广场绿化技术》
- 《城市特殊生境绿化技术》

序

秦俊和胡永红博士合著、永红博士团队的“城市生态修复中的园艺技术系列”丛书中的第三本《建筑立面绿化技术》初稿于昨晚送到案前，第一感受是惊讶，仔细思考后是满满的欣慰。值得惊讶的是2017年6月份我刚写完《屋顶花园与绿化技术》的序，时隔不到一年，新的专著又摆在了眼前；值得欣慰的是胡博士团队在历经长达数十年的积累后，终于将理论和实践的成果融合，系统地呈现给绿化、建筑等科研、专业人员和科普教育工作者，回馈社会。

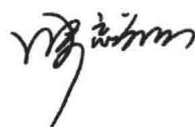
当今，我们正在面临并将长期经历中国快速的城市化过程，而城市化地区是人类主宰的高度人工化环境，其改变了生物栖息环境、生物物种组成和微气候等。尽管一个个独立城市的发展只影响着局部环境，但整体城市化行为却在不断潜移默化地改变着更大范围的环境变化，诸如城市区域的水、大气、土壤等污染已经直接或间接地影响了人类的健康和幸福。

因此，当城市化区域面临着迅速的环境变化，甚至已经对生态系统造成破坏的时候，既要维持城市人口和改善他们的福利，同时要维持生态系统功能，而且这些方法和措施还要符合当地政府在经济上切实可行的需求，给城市管理者们提出了精细化管理的挑战。在《建筑立面绿化技术》这本书中找到了答案，绪论中“在城市用地紧张与城市绿化需求量增大的矛盾下，最有效的方式是充分利用现有建筑立面空间资源进行绿化，既能弥补地面绿化的不足，丰富绿化层次，更有助于恢复城市生态系统平衡，增加城市及建筑的园林艺术景观效果”。

仔细阅读后，我觉得本书作为城市生态修复大框架下的一个部分，在改善城市生态环境功能、编写技术路线等方面与整体系列丛书同步、协调，但在形式和核心内容上大大区别于前两本书。本书讲述的是立体绿化中的建筑立面绿化，核心内容更加注重长期积累的应用科研项目数据、知识产权转化成果，以及已建成绿墙的植物、建造技术、成本控制上的分析总结，将数据运用于工程实践案例中，真正做到了科研成果转化成实际生产力。

最后，我希望城市区域能成为一个以大的乔木为框架、为链接，在当中填充

许许多多的公园绿地、家庭花园、建筑立面绿墙、屋顶花园等的绿化网络，提升每个市民的幸福感和生活质量，也希望永红博士及其团队再接再厉，为类似北京、上海、广州这样的超大城市生态环境提供整体的、系统的、协调的修复方案，为城市化发展贡献一份参考和力量。

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Yonghong' followed by some less legible characters.

前 言

城市生态修复系列的专著相继出版，建筑立面绿化以一种立体的、直观的形式区别于一般绿地绿化和屋顶平面绿化，建筑立面绿化具有占地少、见效快、绿量大等优点，可以快速提高城市绿化效率、维护城市生态平衡和改善城市环境，特别是在降低城市空气污染的滞尘上，植物通过叶表面结构和特性及植物叶片空间布置形式，使植物对空气中的尘埃有很强的吸附和过滤作用。在像上海这样用地紧张与城市绿化需求量矛盾显著的国际超大城市，最有效的方式是充分利用现有建筑物或构筑物立面空间资源进行绿化，对城市景观提升、生态修复等有显著效果，符合国家倡导的可持续发展理念。

建筑立面绿化一般被理解为传统的应用藤蔓类植物进行攀爬形成的垂直绿化，成景时间长。本书重点从建筑立面的发展定义、分类、特征等入手，主要阐述了新型模块式建筑立面绿化技术。在城市建筑物和构筑物上利用构架依附于建筑立面，在种植模块内种植适应性强、景观效应好和生态功能强的植物，利用植物种植模块层层叠垒于建筑立面上，短期内可使植物布满建筑立面，并形成良好的景观和产生较好的生态效益。

本书第1章详细介绍了建筑立面绿化的定义、分类、特征，并重点对传统建筑立面绿化、新型建筑立面绿化进行了对比，并剖析其应用现状和存在的问题，总结归纳出模块式立面绿化是建筑立面绿化的发展方向；第2章介绍建筑立面的生境特征，基于在调查、分析建筑自身因素以及由建筑因素引起的小气候差异基础上，着重探讨了影响建筑立面绿化的建筑和微气候因素，为其立面绿化植物选择及配套技术提供理论依据；第3章重点阐述了建筑立面绿化的植物筛选，首先对已有建筑立面绿化不同时期所使用植物进行系统的调查与分析，在此基础上通过试验对植物的生态适应性、观赏性及生态功能作用等方面做出定量分析和评价，从而综合筛选出适合华东地区的建筑立面绿化的植物种类；栽培介质是栽培模块的重要组成部分，也是墙面绿化长效可持续利用的瓶颈之一，第4章主要对配制的基本原则、介质的类型、介质的理化性质、近年使用的新材料进行了总结，探讨了建筑绿化栽培介质的配制、研发及应用；第5章是介绍模块设施，其是可移

动绿化的基本单元,本章节对常用模块类型尺寸、样式、材质进行了文献和实地调查,并总结归纳,重点阐述了模块设施中常用的浇灌系统类型、浇灌配套策略及其系统的使用与维护,并与雨水资源化利用相结合,阐述了系统配套的雨水收集与利用功能;第6章是建筑立面绿化工程技术,重点展现了新的建筑立面一体化绿化技术,并根据本团队一线经验对新型立面绿化设计、施工、维护及项目安全和管理进行了详细的分解和梳理,探索了建筑立面景观营造、养护技术以及安全保障等方面的关键环节,旨在为建筑立面绿化技术的推广提供接地气的使用方法和参考;第7章简述了建筑立面绿化的综合效益,围绕建筑立面绿化的生态效益、心理生理效益、景观效应、经济效应、社会效益方面进行效益分析和评价,总结建筑立面绿化的应用价值;第8章为建筑立面绿化案例赏析,列举了7个不同场景的应用案例,基于对不同案例的立地特点、建筑绿化要求,对建筑立面绿化方案设计和植物、栽培介质、种植容器、系统结构、灌溉系统、施工和维护等方面的关键技术进行了详细剖析,并从其成本和社会评价进行综合评估,得出每个案例对应的不同立面绿化形式和系统的优、劣势,为广大绿化公司提供较为全面的选择模式。

本书最大的特点是对多年研究的相关课题项目、形成的专利及施工技法进行了集成,将本团队大量积累的数据和国内外优秀文献相结合,系统分析了建筑立面绿化的理论研究进展和技术成果,在生境分析、植物筛选、介质配制、工程技术及综合生态效益方面作了系统的研究总结。然而,建筑立面绿化受地理气候条件的影响较大,表现出地域差异性,比如空间四面方位位置光照水平不一,对植物光适应性要求不同。本书侧重研究以华东为中心的亚热带气候地区,对植物的耐热性、耐寒性、抗旱性都有一定的要求,沿海地区还有防台风的植物、设施安全要求。这是读者在参考本书时需要注意的地方。本书除注重新技术和成果的介绍外,还实现了理论与技术的统一,特别适合高校相关专业师生和科研人员作为学术性著作使用。

本书是上海辰山植物园园艺技术中心团队共同努力的成果。在研究和撰写过程中,得到来自各方面的帮助和支持。从2003年至今得到上海市科委多个项目的支持,科学技术部在“十五”、“十一五”和“十二五”期间也给予了相应课题支持。上海国际主题乐园有限公司薛建总经理,上海世源屋顶绿化有限公司薛伟成、潘建农总经理,上海一山景观工程有限公司赵展总经理,上海沃施绿化工程有限公司吴海林、郭桂飞总经理,江苏绿朗生态园艺科技有限公司郭烨总经理、杭州市园林绿化股份有限研发中心高凯主任等在案例的分析上,给予了热情的配合;上海师范大学王红兵博士、上海农林职业技术学院成文竞博士等在书稿的修改过程中给予了很多宝贵的意见;感谢上海辰山植物园园艺技术中心团队成员邢强、叶康、商侃侃、虞莉霞、田娅玲、吴治瑾和研究生张萌、朱苗青、吴永河等为本

书做出的贡献。书中绝大部分图片为著者和团队所有，其他图片已经获得授权或进行了适当的引用来源说明。本书所有文献都已进行了适当的引用说明，符合我国著作权法的要求。如果发生引用不周的问题，请作者直接与著者联系，协商解决。最后，特别感谢恩师、北京林业大学张启翔教授在百忙之中欣然为本书作序。

由于著者水平有限，虽经努力，书中缺点错误仍在所难免，欢迎读者批评指正。

特别致谢：本书及相关研究获资助的课题来源是上海市科委项目“城市低光照区域立体绿化技术集成”（16DZ1204900）及其子课题“超强低光抗性植物筛选及养管模式创新研究”（16DZ1204901）。

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 建筑立面绿化的定义	2
1.2 建筑立面绿化的发展历史	3
1.3 建筑立面绿化的分类	4
1.3.1 绿化对象	4
1.3.2 绿化布局	6
1.3.3 绿化时代性	8
1.4 建筑立面绿化的特征	10
1.4.1 可持续性	10
1.4.2 生态性	10
1.4.3 节地性	11
1.4.4 景观性	11
1.5 建筑立面绿化的应用现状	11
1.5.1 应用现状	11
1.5.2 相关的标准和政策鼓励	15
1.5.3 存在的问题	16
1.6 建筑立面绿化的发展前景	17
第 2 章 建筑立面的生境特征	21
2.1 建筑因素	22
2.1.1 立面条件	22
2.1.2 外墙材料	23
2.2 微气候因素	25
2.2.1 光照	26
2.2.2 温度	27
2.2.3 水	28
2.2.4 风	29
第 3 章 建筑立面绿化的植物筛选	31
3.1 植物应用现状	32
3.1.1 植物种类调查	32
3.1.2 存在的问题	39

3.2	植物筛选原则	40
3.3	筛选方法与指标	41
3.3.1	生态适应性	42
3.3.2	观赏性	61
3.3.3	功能性	66
3.4	植物综合评价	72
3.4.1	评价标准	73
3.4.2	评价结果	74
3.5	不同方向适生植物名录	76
3.5.1	东墙	76
3.5.2	南墙	77
3.5.3	西墙	77
3.5.4	北墙	78
第4章	建筑立面绿化介质配制	81
4.1	配制的基本原则	96
4.2	介质的类型	84
4.2.1	介质来源	84
4.2.2	介质成分	85
4.2.3	介质性质	85
4.2.4	使用组分	85
4.2.5	介质形状	86
4.3	介质的理化性质	86
4.4	原材料的选择	88
4.5	介质配制和研发	89
4.5.1	新型竹粉栽培介质开发利用	89
4.5.2	适于低光照区域的轻型介质	91
4.5.3	无机模制裁培介质	92
第5章	建筑立面绿化模块设施	95
5.1	种植容器	96
5.1.1	壁挂式种植容器	96
5.1.2	模块式容器	99
5.1.3	种植毯	110
5.1.4	辰山种植箱	112
5.2	浇灌技术	113
5.2.1	浇灌类型	114
5.2.2	常用的滴灌系统	115
5.2.3	排水系统	122
5.2.4	浇灌策略	123

5.2.5	滴灌系统的使用与维护	123
5.3	雨水收集与利用	124
5.3.1	国内外雨水利用现状	124
5.3.2	雨水收集利用系统	124
5.4	滴灌系统案例	125
第 6 章	建筑立面绿化工程技术	129
6.1	新技术特点	130
6.1.1	一体化	130
6.1.2	独立的承载结构和种植模块	131
6.1.3	精密的灌溉系统及雨水收集利用系统	132
6.2	景观设计	133
6.2.1	设计特点	134
6.2.2	设计原则	138
6.2.3	设计程序	139
6.3	景观营造施工和维护	140
6.3.1	系统安装	140
6.3.2	维护	142
6.4	安全保障	144
6.4.1	安全设计	144
6.4.2	组织措施	144
6.4.3	质量控制	145
6.4.4	安全措施	145
6.4.5	文明施工	146
6.4.6	环境保护措施	146
6.4.7	季节性施工	147
6.5	项目管理	147
6.5.1	项目管理架构	147
6.5.2	主要施工机械	148
6.5.3	施工组织机构功能与职责	148
第 7 章	建筑立面绿化综合效益	151
7.1	建筑立面绿化的生态效益	152
7.1.1	固碳释氧	152
7.1.2	增湿降温	153
7.1.3	保护建筑	157
7.1.4	净化空气	158
7.1.5	降噪	159
7.2	心理生理效益	159
7.2.1	满意度分析	160

7.2.2	脑电波	162
7.2.3	注意力	163
7.2.4	明视持久度	163
7.2.5	黏膜系统、呼吸道和神经系统	164
7.3	景观效应	164
7.3.1	美化环境	164
7.3.2	丰富城市景观	165
7.4	经济效应	165
7.4.1	成本	165
7.4.2	节能	167
7.4.3	商业价值	168
7.5	社会效益	168
7.5.1	拓展绿化空间	168
7.5.2	组织、分割空间	168
第 8 章	建筑立面绿化案例赏析	171
8.1	世博主题馆墙面绿化	172
8.1.1	设计分析	172
8.1.2	技术方案论证	173
8.1.3	关键技术	175
8.1.4	系统安装	177
8.1.5	日常养护	178
8.1.6	造价分析	179
8.1.7	游人评价	179
8.2	上海松江临港科技园建筑绿墙	180
8.2.1	设计分析	180
8.2.2	技术方案论证	182
8.2.3	关键技术	184
8.2.4	造价分析	186
8.2.5	日常养护管理	186
8.2.6	游人评价	187
8.3	上海辰山植物园游客通道绿墙	188
8.3.1	设计分析	188
8.3.2	技术方案	189
8.3.3	关键技术	189
8.3.4	日常养护	192
8.3.5	造价分析	193
8.3.6	评价	193
8.4	上海国际贸易中心室内立面绿墙	194
8.4.1	设计分析	194

8.4.2	技术方案论证	196
8.4.3	关键技术	198
8.4.4	系统安装	199
8.4.5	日常养护	199
8.4.6	造价分析	200
8.4.7	游人评价	200
8.5	沪闵高架桥下立面绿化	201
8.5.1	设计分析	201
8.5.2	技术方案论证	202
8.5.3	关键技术	203
8.5.4	系统安装	204
8.5.5	日常养护	204
8.5.6	造价分析	205
8.5.7	游人评价	205
8.6	沃施园艺总部办公楼立面绿墙	205
8.6.1	设计分析	205
8.6.2	技术方案论证	206
8.6.3	关键技术与系统安装	207
8.6.4	造价分析	208
8.6.5	日常养护管理	208
8.7	上海迪士尼国际旅游度假区生态园入口绿墙	208
8.7.1	设计分析	208
8.7.2	技术方案论证	210
8.7.3	关键技术与系统安装	210
8.7.4	日常养护管理	212
附录		215
附录 1	绿墙适生植物名录	216
附录 2	《垂直绿化工程技术规程》 CJJ/T 236—2015 (摘录)	236
附录 3	《立体绿化技术规程》 DGTJ 08-75—2014 (摘录)	242

01

第1章

绪论

- 1.1 建筑立面绿化的定义
- 1.2 建筑立面绿化的发展历史
- 1.3 建筑立面绿化的分类
- 1.4 建筑立面绿化的特征
- 1.5 建筑立面绿化的应用现状
- 1.6 建筑立面绿化的发展前景

随着城市现代化进程的加快及城市人口骤增,建筑密度越来越高,可用于绿化的土地资源越来越少,城市发展运行产生的超额废弃物使城市系统自我修复功能锐减,热岛效应、空气污染、噪声污染及水污染等一系列环境问题相继出现。1980年提出了“可持续发展”的概念,其核心内容就是“社会、经济、环境保护必须保持协调发展”,为了缓解人地矛盾对生态环境造成的压力,主要有两方面解决办法:一方面尽量减少污染源,另一方面在高密度的城市中尽可能引入绿色植物,满足对绿化的迫切需求。

常规地面绿化空间日益不足,而建筑立面绿化具有占地少、见效快、绿量大等优点,建筑立面绿化成为提高城市绿化效率、维护城市生态平衡和改善城市环境的新方法。^[1]特别在城市空气污染的防治上,植物通过叶表面结构或代谢分泌出的液体,使植物对尘埃有很强的吸附和过滤作用,建筑立面绿化中的植物叶片在建筑物表面呈鱼鳞状与层层叠加的布置方式,既能将尘埃滞留在叶子上,又能减少尘埃中携带的细菌、病毒,一些植物本身还可分泌杀菌物质,杀死或抑制多种有害病菌。降雨时雨水可冲刷叶面尘埃,使叶面恢复滞尘的功能。因此,在城市用地紧张与城市绿化需求量增大矛盾下,最有效方式是充分利用现有建筑立面空间资源进行绿化,既能弥补地面绿化的不足,丰富绿化层次,更有助于恢复城市生态系统平衡,增加城市及建筑的园林艺术景观效果^[2-10],建筑立面绿化符合国家倡导的可持续发展理念。

建筑立面绿化中传统的藤蔓类建筑立面绿化发展较早,主要指攀缘植物借助其攀援器官沿着墙体向上生长所表现的绿化效果。新型设施建筑立面绿化对建筑立面绿化形式进一步改善和创新,在城市高楼利用构架、栽培模块等设施依附于墙体,在栽植体内种植既有一定抗性,又有较强观赏性的植物;或者利用植物种植模块层层叠垒于高楼建筑立面上,短期内可使植物布满建筑立面。经过人们长时间的摸索和实践,建筑立面绿化在绿化形式、植物选材等方面都呈现出了多样化的发展模式,并且与其配套的设施、技术也得到不断改进与创新。

1.1 建筑立面绿化的定义

建筑立面绿化属于垂直绿化的一部分,而垂直绿化英译为“vertical planting”或“vertical greening”,最初的概念是从俄文中翻译过来,至今无明确定义。^[11]在不同文献中对垂直绿化的概念有不同的叙述,主要有以下两种观念:狭义概念是将垂直绿化作为立体绿化的一种形式来定义,有学者指出垂直绿化主要是利用藤本植物攀援于墙面或支架上,构成竖向绿荫的一种绿化形式^[12];也有学者指出垂直绿化