

# 城市公共空间垂直绿化：生态价值与创新设计

吴珊, 刘书君

山东建筑大学艺术学院, 山东 济南

收稿日期: 2024年10月30日; 录用日期: 2024年12月10日; 发布日期: 2024年12月17日

## 摘要

随着城市化进程的加速, 城市公共空间绿化需求增长, 垂直绿化成为新趋势。本文深入探讨了城市公共空间中垂直绿化的生态效益与设计策略。在生态效益方面, 垂直绿化具有降温保暖、空气净化、减弱噪声、促进生物多样性等作用。在设计策略上, 包括植物选择应遵循耐阴性与耐旱性、观赏价值与生长特性等原则, 以及根据不同公共空间特点进行空间布局设计。大尺度空间如护坡、高架桥可采用攀爬式垂直绿化方式, 小尺度空间如室内、围墙采用更加灵活多样的垂直绿化策略。垂直绿化作为创新的城市绿化方式, 具有重要的生态效益和设计价值, 对提升城市品质、改善城市生态环境、促进城市可持续发展具有积极意义。

## 关键词

垂直绿化, 生态效益, 设计策略, 城市公共空间

# Vertical Greening of Urban Public Spaces: Ecological Value and Innovative Design

Shan Wu, Shujun Liu

School of Art, Shandong Jianzhu University, Jinan Shandong

Received: Oct. 30<sup>th</sup>, 2024; accepted: Dec. 10<sup>th</sup>, 2024; published: Dec. 17<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

With the acceleration of urbanization, the demand for urban public space greening is increasing, and vertical greening has become a new trend. This article delves into the ecological benefits and design strategies of vertical greening in urban public spaces. In terms of ecological benefits, vertical greening has the functions of cooling and keeping warm, air purification, reducing noise, and promoting biodiversity. In terms of design strategy, plant selection should follow principles such as shade and drought tolerance, ornamental value and growth characteristics, as well as spatial layout

design based on the characteristics of different public spaces. Large scale spaces such as slope protection and elevated bridges can adopt climbing vertical greening methods, while small-scale spaces such as indoor and surrounding walls can adopt more flexible and diverse vertical greening strategies. Vertical greening, as an innovative urban greening method, has important ecological benefits and design value, and has positive significance in improving urban quality, enhancing urban ecological environment, and promoting sustainable urban development.

## Keywords

Vertical Greening, Ecological Benefits, Design Strategies, Urban Public Spaces

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

### 1.1. 研究背景

随着城市化进程的加速推进,城市人口数量不断攀升,进而使得城市土地资源变得愈发珍贵与有限。面对这一严峻挑战,传统的平面绿化方式已难以充分满足城市对绿色生态空间日益增长的迫切需求。在此背景下,垂直绿化作为一种创新性的绿化手段,正逐步成为城市绿化发展的新潮流与主导方向。

垂直绿化能够在不增加土地资源消耗的基础上,大幅度提高城市的绿化覆盖面积。据相关统计数据 displays,垂直绿化可将绿化面积扩大至数倍乃至数十倍之多。以新加坡为例,其绿化覆盖率高达 50%,其中垂直绿化扮演了举足轻重的角色。新加坡的建筑设计公司 WOHA 一直是绿色生态城市理念的积极推动者,其倾力打造的 Parkroyal on Pickering 酒店,便是一个将绿化面积最大化的典范,酒店内部的空中花园点缀着绚烂的热带花卉与挺拔的棕榈树,呈现出别具一格的景观风貌。

此外,在改善城市生态环境的维度上,垂直绿化展现出了其不可或缺的重要性。具体而言,垂直绿化体系内的植物能够有效吸纳空气中的甲醛、苯等有害化学物质,并有效捕捉悬浮于空气中的微粒物质,进而对城市空气质量的优化起到显著的推动作用。同时,这一绿化方式还能调节城市温度分布,有效缓解城市热岛效应。植物的蒸腾作用能够大量消耗环境中的热能,从而实现城市温度的有效降低[1]。

综上所述,城市公共空间对绿化需求的日益增长,促使垂直绿化成为新的发展趋势。垂直绿化不仅能够显著提升城市的绿化覆盖率,还能够对城市生态环境产生显著的改善效果,进而为城市居民创造出一个更为适宜的居住环境。

### 1.2. 研究目的与意义

垂直绿化作为一种新型的城市绿化方式,具有重要的研究目的与意义。首先,从生态效益方面来看,垂直绿化能够显著改善城市生态系统。通过在建筑物表面和立体空间种植植物,为城市生物多样性提供了栖息地,促进生态平衡。例如,垂直绿化可以吸引鸟类、昆虫等生物栖息繁衍,增加城市生物的种类和数量。

减缓城市的热岛效应也是垂直绿化的功能之一。通过植物的蒸腾作用与光合作用,热量被有效消耗,进而促使城市气温有所下降。相关研究表明,垂直绿化能够显著降低建筑物周边空气的温度,并减少热量的传导。特别是在夏季,经过垂直绿化处理的外墙能够阻挡辐射热的侵入,进而实现室内温度的降低;

冬季则可形成保温层, 延长外墙使用寿命[2]。

在空气质量优化方面, 垂直绿化中的植被展现出了强大的空气净化能力, 能够吸纳空气中的诸如甲醛、苯等有害成分, 并有效截留悬浮尘埃, 进而提升空气质量。除此之外, 垂直绿化还具备降低噪音干扰的显著效果, 它能有效阻隔噪音的传播路径, 为城市居民营造出一个宁静且舒适的生活空间。

从设计策略角度出发, 研究垂直绿化有助于提升城市品质。合理的设计策略可以使垂直绿化与城市建筑融为一体, 美化城市景观。通过选择适合的植物种类和搭配方式, 以及创新的设计手法, 如构图设计法和色彩设计法, 可以打造出独具特色的城市景观。同时, 科学的设计策略还能提高垂直绿化的可持续性, 确保植物能够良好生长[3]。

综上所述, 探讨垂直绿化的生态效益与设计策略, 对于提升城市品质, 改善城市生态环境, 促进城市可持续发展具有重要意义。

### 1.3. 垂直绿化定义及其历史发展

垂直绿化, 顾名思义, 是在建筑物立面进行的绿化活动。它将植物以各种技术手段固定在建筑物的墙面、阳台、窗台等部位, 形成绿色立面, 从而达到美化环境、改善生态的效果。

垂直绿化的实践源远流长。追溯至我国春秋时代, 吴王夫差在构筑苏州古城墙之际, 便采纳了藤本植物作为实施垂直绿化的媒介。而在西方世界, 古埃及庭院、古希腊及古罗马园林内, 葡萄藤、蔷薇与常春藤等被匠心独运地编织成绿荫长廊, 既供人避暑休憩, 又供观赏之用。至十九世纪, 欧洲迎来了藤本植物绿化应用的鼎盛时期, 彼时, 几乎所有现今可见的多年生攀爬植物种类均已被人们精心培育并广泛种植, 新建的房屋更是将攀援支架巧妙地融入建筑构造之中。

进入二十一世纪, 2008年上海世博会上, 近240座展馆中超过80%的场馆实施了屋顶绿化、立体绿化及室内绿化策略。尤为引人注目的是, 上海世博会主题馆的东西两侧墙面, 被红叶石楠、常绿六道木及亮绿忍冬等植被装点成全球最大规模的生态绿墙, 总面积高达5000平方米, 蔚为壮观, 成为了展会上的一道亮丽的风景线。此举标志着中国在垂直绿化研究领域取得了突破性进展, 同时也为全球垂直绿化发展树立了新的里程碑。

## 2. 垂直绿化的理论基础

### 2.1. 垂直绿化的概念与类型

垂直绿化是一种创新的绿化方式, 它充分利用了建筑物墙面、围墙、栅栏、立柱及花架等垂直平面的空间条件, 实施立体绿化。其形式丰富多样, 涵盖了攀爬式绿化、模块式绿化、布毡水培式绿化、布袋式绿化以及铺贴式绿化等多种模式[4]。

#### 不同类型的特特点

**攀爬式:** 凭借藤蔓植物特有的吸附与缠绕能力, 使之在建筑物的立面结构上得以攀附生长。此法的优势显著, 不仅实施简便、成本较低, 还能有效保证良好的透光与透气性, 广泛适用于住宅楼、企事业单位办公楼、立交桥、棚架结构及道路边坡等多种场景。然而, 其绿化品质相对单一, 且植物生长周期较长, 因此在选择攀缘植物时, 需充分考量墙面或构筑物的高度因素。

**模块式:** 通过模块化组件栽培植物, 利用形状各异的单体构件进行巧妙拼接或绑定, 固定于不锈钢等坚固骨架之上, 从而达成墙面绿化的美学效果。该技术特点鲜明, 结构层次分明, 能够塑造多样化的形状与景观, 且持久性强, 尤其适宜于大面积且难度较高的垂直绿化项目。不过, 其建设与后期维护所需成本相对较高。

布毡水培绿化模式：将植物栽种于袋状布毡之中，与墙体紧密相连，并采用滴灌系统维持布毡的湿润状态，以保障植物的正常生长。该模式开放式的构造有助于植物根系的扩展，使植物与墙体融为一体，形成和谐的景观效果。

铺贴式：直接在建筑物的立面结构上铺贴预先培育好的绿化植物块，这些植物块以毛毡、无纺布、椰丝纤维等为载体，通过灌溉系统进行浇灌。该技术允许在墙体上自由设计植物图案或进行组合，直接附加于墙面，同时具备防水与阻根功能，有效保护建筑物的安全与美观。

## 2.2. 生态效益的理论依据

垂直绿化作为一种创新的绿化方式，具有显著的生态效益，其作用原理主要体现在以下几个方面。

### 2.2.1. 改善微气候原理

垂直绿化对温度、湿度等微气候有着重要的调节机制。首先，植物的蒸腾作用在垂直绿化中发挥着关键作用。绿色植物通过叶片的气孔将水分蒸发到空气中，这个过程需要消耗大量的热量。垂直绿化中的大量植物通过蒸腾作用，能够有效降低周围环境的温度。同时，垂直绿化还能增加空气湿度。植物在蒸腾过程中释放的水汽进入空气中，有助于改善城市干燥的气候条件[5]。

此外，垂直绿化还具有缓解城市热岛效应的重要作用。城市中的建筑物、道路等硬质表面吸收大量的太阳辐射，导致城市温度明显高于周边郊区，形成热岛效应。垂直绿化中的植物能够吸收部分太阳辐射，减少建筑物表面的热量吸收，从而降低城市的整体温度。

### 2.2.2. 对空气的净化作用

随着现代城市化进程的不断加快，工业生产以及交通运输等方面释放出大量的污染物质，致使空气质量状况每况愈下。垂直绿化在城市环境中扮演着重要角色，它能有效捕获并吸附空气中的污染物。具体而言，植物叶片表面的微结构，诸如绒毛与褶皱，具备出色的吸附能力，能够截留空气中的悬浮尘埃。此外，垂直绿化中的植物还能通过光合作用与呼吸作用，将有害气体转化为无害物质，从而发挥显著的空气净化功能[6]。

## 3. 垂直绿化的生态效益

### 3.1. 降温保暖作用

下面以实际案例说明垂直绿化对建筑温度的影响。

#### 3.1.1. 夏季降温效果

垂直绿化在炎热季节有着显著的降温功效。例如西安市众创示范街区一栋 10 层高楼外长满绿植，还时常萦绕着雾气。整个天使楼绿化外立面 450 平方米，用 16,848 盆绿植搭建了高达 38 米的西北最高户外垂直绿化墙。工作人员介绍，在夏季，能起到区域降温 5℃ 至 10℃ 的作用。整个众创示范街区多处装有雾森系统，系统开启 10 分钟，相关区域的温度能立即降低 3~8 度。垂直绿化借助植物的蒸腾效应，能够消耗大量热量，进而促使周围环境温度有所降低。大量的绿色植被通过其蒸腾作用，显著地减少了周围环境的热量积聚。此外，这些绿植还能有效阻挡阳光的直接照射，从而减少建筑物表面所吸收的热量，进一步助力环境温度的调控[7]。

#### 3.1.2. 冬季保温效果

在冬季落叶之后，垂直绿化不仅不会妨碍墙面吸收太阳辐射的热量，反而其依附于墙面的枝干与茎部构成了一道保温屏障，起到了保温隔热的作用。以新城区园林局在辖区增加的垂直绿化为例，垂直绿

化中的爬山虎等植物在冬季能起到调节室内气温的作用。受阳光照射时, 有绿化覆盖的墙面比无覆盖墙面的温度低 13 度到 15 度, 而在冬季, 垂直绿化又能为建筑物提供一定的保温效果。

### 3.2. 空气净化功能

#### 3.2.1. 吸收有害气体

垂直绿化对有害气体具有显著的吸收能力。举例来说, 吊兰以其易于培育与高度适应性而著称, 作为常见的室内悬挂植物, 它能够吸收室内超过 80% 的有害气体, 特别是对甲醛的吸收能力尤为突出。长春藤作为室内外垂直绿化的优选植物品种, 具备分解两种有害化学物质的能力: 一种是普遍存在于地毯、绝缘材料以及胶合板中的甲醛, 另一种则是隐匿于壁纸之中、可能对肾脏产生危害的二甲苯。此外, 垂直绿化体系中的绿萝等植物同样展现出高效吸收空气中有害气体的能力。据科学研究显示, 每平方米面积的垂直绿化植物每年能协助清除约 130 克的灰尘, 其功能堪比一台天然的空气清洁装置。

#### 3.2.2. 减少灰尘颗粒

垂直绿化展现出对尘埃颗粒的强大吸附效能。垂直绿化中的植物叶片表面具有绒毛、褶皱等结构, 可以吸附空气中的尘埃颗粒。这些天然的绿色屏障不仅美化了城市环境, 更给人们带来了沁人心脾的清涼, 也吸附了大量的灰尘颗粒, 降低了庭院的污染, 让庭院生活更加舒适健康[8]。

### 3.3. 其他生态效益

#### 3.3.1. 减弱噪声效果

垂直绿化植物的枝叶可以吸收和反射声波, 从而降低噪音的传播。研究表明, 声波在穿越密集的枝叶冠层时, 约有 26% 的噪音能量会被有效吸收。垂直绿化植物墙通过将平面种植模式转变为立体种植, 显著提升了植物的密集程度, 从而进一步增强了其吸音降噪的功能。

#### 3.3.2. 促进生物多样性

垂直绿化在城市中营造了多样化的生态环境, 为城市生物提供了食物来源、栖息场所和繁殖空间。垂直绿化可以吸引鸟类、昆虫等生物栖息繁衍, 增加城市生物的种类和数量。以新加坡为例, 广泛推行立体绿化模式, 城市中的垂直绿化为各种生物提供了生存空间, 促进了生物多样性的发展。

## 4. 垂直绿化的设计策略

### 4.1. 植物选择原则

#### 4.1.1. 耐阴性与耐旱性

部分垂直绿化区域可能光照不足, 如建筑背阴面、室内空间等, 这就要求所选植物具有一定的耐阴性。例如, 在建筑北墙面绿化时, 应选择耐阴植物。同时, 一些垂直绿化区域可能浇水不便, 如高架桥、护坡等, 这就需要植物具有耐旱性[9]。

#### 4.1.2. 观赏价值与生长特性

在垂直绿化的设计理念中, 植物的观赏性价值占据着举足轻重的地位。为了提升绿化的美学效果, 可以精心挑选那些具有独特叶形、绚烂花色或四季常青的植物种类。例如, 紫玄月以其下部绿色、上部紫红色的奇特叶片以及绽放的黄色小花而引人注目; 千叶兰则以枝叶摇曳、椭圆形且富有光泽的叶片展现出极高的观赏价值。

此外, 植物的生长特性同样是设计过程中必须考虑的重要因素。生长速度较快的植物能够在较短时间内形成显著的绿化成效, 但过快的生长也可能对建筑物构成潜在威胁。相比之下, 生长速度适中且易于修

剪的植物, 如蔷薇、木香等, 能够根据设计需求进行灵活造型, 从而打造出独具特色的垂直绿化景观。

同时, 植物的适应性也应当纳入考虑范围。适应本地气候和土壤条件的植物, 能够更加良好地生长和存活。

## 4.2. 空间布局设计

垂直绿化的空间布局设计应根据不同的公共空间特点进行针对性规划, 以实现最佳的生态效益和美观效果。

### 4.2.1. 大尺度空间设计

大尺度空间如护坡、高架桥等, 由于面积较大、亲人性较低, 需要采用特定的垂直绿化设计策略。

在护坡绿化的实践中, 攀爬式垂直绿化技术是一种有效的应用模式。护坡主要可区分为普通缓坡与陡峭石坡两大类。针对普通缓坡, 适宜种植草本植物及灌木, 以发挥其防风固土、减少风沙侵袭的生态功能。相比之下, 陡峭石坡则更适宜栽培具有攀援或缠绕特性的藤本植物, 以此营造出丰富的立体绿化景观。以重庆市为例, 其地形地貌独特, 台地地形分布广泛。在嘉陵江大桥南桥头堡与石板坡的绿化项目中, 根据场地特有的台地地形, 采用了乔木、灌木与藤本植物相结合的复合式立体绿化策略。具体而言, 在台地平面上种植了乔木与灌木, 而在边缘地带则栽培了藤蔓植物, 使其能够沿着挡墙攀爬生长。通过科学合理地搭配乔木、灌木与藤本植物, 不仅成功构建了生态友好的台地景观, 还显著提升了绿化效果与美学价值[10]。

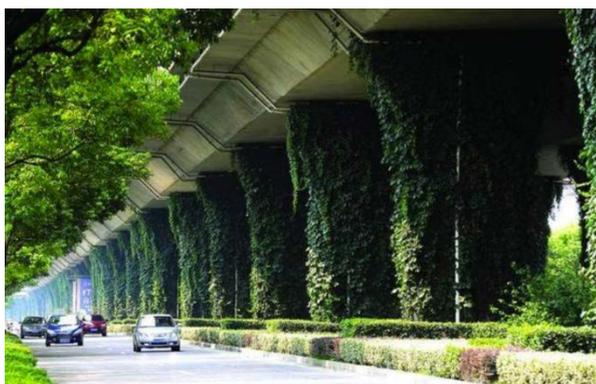


Figure 1. Vertical greening map of the viaduct  
图 1. 高架桥垂直绿化图<sup>①</sup>



Figure 2. Greening diagram of the bridge columns  
图 2. 桥柱绿化图<sup>①</sup>

高架桥绿化构成了大尺度空间垂直绿化不可或缺的一环。作为现代城市交通体系中不可或缺的组成部分, 高架桥为城市引入了灰色空间并形成了特定的视觉景观(见图 1)。例如重庆的高架桥轻轨立柱普遍采用了攀爬式垂直绿化进行环境美化, 主要选用了生长力强、四季常青的常春藤作为绿化植物(见图 2)。常春藤不仅生长旺盛, 而且具备观赏价值, 十分适宜应用于道路绿化之中。在高架桥绿化设计中, 可以根据高架桥的结构和周边环境, 合理选择攀援植物, 使其既能美化环境, 又能减少噪音和灰尘污染。

#### 4.2.2. 小尺度空间设计

小尺度空间如室内、围墙等, 由于空间有限, 人群行为可达性高, 需要采用更加灵活多样的垂直绿化策略。

室内垂直绿化在功能上具有空间分隔、美化装饰及空气净化等多重效用。鉴于室内空间条件的局限性, 模块式与垂吊式等垂直绿化形式通常被广泛应用。垂吊式绿化通过在墙体、天花板、横梁或廊架等位置安装相应的支撑结构, 将植物栽种于能够承载生长介质的小型容器中, 而这些容器则借助多样化的固定手段, 被稳妥地安置在预先设计好的支撑结构上。例如, 可以利用废弃的木料搭建一个框架用于悬挂花盆, 或者使用宽木板制作简单的托盘, 在上面放置小容器来种植植物。此外, 还可以挑选一些适合在室内生长的垂吊植物, 如常见的常春藤、吊兰、绿萝等, 这些植物不但美观, 而且能够有效净化室内空气[11]。

围墙的垂直绿化可以采用篱笆式绿化手法来实现。具体而言, 就是在一侧种植藤本植物, 使藤蔓沿着栏杆攀爬生长; 此外, 还可选用易于整型或生长形态较为齐整的植物种类进行培育, 将这些植物有规划地栽植于既定的空间区域内, 并通过修剪或调整, 以实现分隔空间的绿化目的。以重庆市学府大道主干道为例, 其隔离栏巧妙地融入了常绿攀缘小灌木——木香花, 通过其独特的生长习性, 以篱笆式绿化的形式进行布置, 营造出了视线通透的隔离效果。

### 5. 结语

#### 5.1. 研究结论总结

本文深入探讨了城市公共空间中垂直绿化的生态效益与设计策略, 提出垂直绿化作为一种极具创新性的城市绿化方式, 具备重大的生态效益与设计价值。它对于提升城市品质、改良城市生态环境以及推动城市可持续发展均具有积极的意义。

#### 5.2. 未来研究方向展望

##### 5.2.1. 技术创新与研发

随着科技的不断进步, 垂直绿化技术也需要不断创新和研发。一方面, 需要进一步提高垂直绿化的植物成活率和生长质量, 研发更加先进的种植基质, 为植物提供更好的生长环境。与此同时, 研发智能化的灌溉体系, 依据植物的生长需求及环境条件的变动, 自动调控灌溉的水量与时长, 从而提升水资源的利用效率。

##### 5.2.2. 生态效益评估与监测

垂直绿化的生态效益是其重要价值之一, 但目前对垂直绿化生态效益的评估和监测还不够系统和深入。未来需要建立更加科学、全面的垂直绿化生态效益评估体系, 对垂直绿化的降温保暖、空气净化、减弱噪声、促进生物多样性等生态效益进行定量评估。同时, 需要加强对垂直绿化生态效益的监测和研究, 了解垂直绿化在不同环境条件下的生态效益变化规律, 为垂直绿化的设计和管理提供科学依据。

### 5.2.3. 政策支持与推广

垂直绿化的发展需要政府的政策支持和推广。一方面,政府需要制定更加完善的垂直绿化政策法规,明确垂直绿化的建设标准、管理责任和激励措施,鼓励和引导社会各界积极参与垂直绿化建设。另一方面,政府需要加强对垂直绿化的宣传和推广,提高公众对垂直绿化的认识和重视程度,营造良好的社会氛围[12]。

总之,垂直绿化作为一种创新的城市绿化方式,具有广阔的发展前景和重要的社会价值。未来,我们需要加强技术创新与研发、植物品种选育与优化、生态效益评估与监测、政策支持与推广等方面的工作,推动垂直绿化的可持续发展,为提升城市品质、改善城市生态环境、促进城市可持续发展做出更大的贡献。

## 注 释

①图 1, 图 2 来源: 陕西园林网, <http://www.sxylw.net/>

## 参考文献

- [1] 吴玉琼. 垂直绿化新技术在建筑中的应用[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2012.
- [2] 朱婷. 对城市高层建筑立体绿化的理论研究[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 南昌大学, 2010.
- [3] 马涛. 建筑环境的立体绿化研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江农林大学, 2011.
- [4] 王金涛. 禅境景观[M]. 南京: 江苏人民出版社, 2011.
- [5] 任往棣, 雷芸. 建筑环境空间绿化工程[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.
- [6] 董科儿. 浅析城市空间的立体绿化[J]. 美与时代, 2007(1): 86-88.
- [7] 贺奕尧, 王楠琪, 姜卫兵. 垂直绿化在城市园林建设中的应用现状及对策研究[J]. 湖南农业科学, 2018(7): 74-77.
- [8] 杨金雨露, 葛亚英, 等. 杭州垂直绿化现状调查及分析[J]. 浙江农业科学, 2014(8): 1187-1192.
- [9] 杨智琪. 绿色健康理念下的城市公园景观改造与设计分析[J]. 工程建设与设计, 2022(2): 7-9.
- [10] 何国强, 黄东光, 彭坚, 刘春常, 许建新. 墙面绿化新技术浅析[J]. 广东园林, 2011(3): 74-78.
- [11] 左明刚. 绿色健康理念下城市公园景观改造与设计研究[J]. 乡村科技, 2022, 13(5): 131-134.
- [12] 徐欢, 秦晗. 城市公园绿地空间景观改造与优化设计[J]. 农业与技术, 2023, 43(12): 121-124.