

昆明市呈贡区垂直绿化景观调查及优化策略研究

罗伊璇

湖南环境生物职业技术学院生态宜居学院, 湖南 衡阳

收稿日期: 2024年1月27日; 录用日期: 2024年3月12日; 发布日期: 2024年3月26日

摘要

本文以昆明市呈贡区垂直绿化景观为调查对象, 从技术构建、植物选择、栽培方式、灌溉方式、养护管理五个方面进行调查分析。得出垂直绿化采用的技术形式共有6种; 植物选择上, 共计使用的植物41种, 涉及27科37属; 栽培方式主要为有土栽培, 少部分为无土栽培; 灌溉主要采用人工灌溉、智能灌溉两种方式, 其中滴灌为最常用的智能灌溉; 养护管理水平良好。最后总结了昆明市呈贡区垂直绿化景观的现存问题, 提出了优化设计策略。

关键词

垂直绿化, 调查分析, 优化策略, 昆明市呈贡区

Investigation on Vertical Green Landscape and Optimization Strategy in Chenggong District, Kunming City

Yixuan Luo

Hunan Polytechnic of Environment and Biology, Hengyang Hunan

Received: Jan. 27th, 2024; accepted: Mar. 12th, 2024; published: Mar. 26th, 2024

Abstract

This paper investigates the vertical greening landscape in Chenggong District of Kunming city, and analyzes it from five aspects: technical construction, plant selection, cultivation method, irrigation method and conservation management. It is concluded that there are 6 technical forms of vertical

greening, 41 plants involving 27 families and 37 genera; the cultivation method is mainly soil cultivation, a few soilless cultivation and artificial irrigation and intelligent irrigation; drip irrigation is the most commonly used intelligent irrigation; the maintenance and management level is good. Finally, the existing problems of vertical greening landscape in Kunming Chenggong District are summarized, and the optimization design strategy is proposed.

Keywords

Vertical Greening, Investigation and Analysis, Optimization Strategy, Kunming Chenggong District

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

二十大报告中提出了“推动绿色发展，促进人与自然和谐共生”[1]。在当今城市化发展迅速的时代，人口激增、土地资源紧缺、环境污染等一系列问题不断涌现[2]，垂直绿化作为一种城市绿化手段形式多样的垂直绿化越来越得到广大民众的注意、认可与应用。早在古代，国内外就有利用攀援植物进行垂直绿化的传统，现代垂直绿化开始于花园城市运动，最初频繁出现于 20 世纪 20 年代的英国和北美城市，60 年代后开始在世界范围内得到推广，新加坡、日本和韩国等国采取了一系列垂直绿化激励政策，具有众多的垂直绿化实例。国内垂直绿化推广于 2006 年后开始快速发展，但与发达国家相比，仍处于相对落后的水平，有必要进行科学的调查研究。昆明市作为世界春城，我国著名旅游城市，也于 2007 年就推出了《昆明城市立体绿化技术规范》[3]，呈贡区风光秀丽、花果飘香，斗南花市国际闻名，有意打造成世界春城花都、健康颐养新区、现代科创新城、国际门户枢纽，垂直绿化在城市园林绿化中应用的更为广泛。

垂直绿化是一种在纵向空间上利用植物发展的绿化活动，包括墙面、立体花坛、棚架、栏杆、立交桥、杆柱等，其中墙面绿化为目前垂直绿化的主要方式[4]。本文旨在通过对昆明市呈贡区垂直绿化景观调查及设计策略的研究为城市垂直绿化的推广及其景观的设计与优化提供参考，为改善城市生态环境质量做出努力。

2. 调查地点与方法

2.1. 调查地点

调查区域昆明市呈贡区位于云南省昆明市滇池东岸。调查中，通过对昆明市呈贡的中心地带可能存在垂直绿化的地段进行网络搜索和调查走访，最终在昆明市呈贡区 16 个区块选取了垂直绿化样点 31 例。调查地点如表 1 所示。

2.2. 调查方法

选择调查样地后，采用相机拍摄、植物识别记录，样地参观人员问卷调研和专家评分等方式对每个垂直绿化样点的技术构建、植物选择、栽培基质、灌溉方式和养护管理 5 个方面分别进行调查并统计相关数据。

Table 1. Case selection and type of sample points in Chenggong District of Kunming City
表 1. 昆明市呈贡区样点案例选择与类型

编号	样点区块	样点选择	样点类型
1	朝云街	白龙潭俊园小区围墙	墙面绿化
2		宜和路地铁站对面	墙面绿化
3	春融东路	立交桥	桥体绿化
4	春融街与彩云南路交叉口	叶形立体花坛	立体花坛
5	和谐路与芦海街交叉口	宣传花墙	墙面绿化
6	锦绣大街	桥体栏杆	栏杆绿化
7		船形立体花坛	立体花坛
8		谊康北路交叉口立体花坛	立体花坛
9	联大街	花柱	花柱绿化
10	景明南路	桥体	桥体绿化
11	彩云南路	大学城地铁站出口墙面	墙面绿化
12	谊康北路	路侧绿带	墙面绿化
13	彩云中路与兴呈路交叉口	立交桥桥柱	桥体绿化
14		转角立体花坛	立体花坛
15		花形立体花坛	立体花坛
16		瑞香西街廊架	花架绿化
17	斗南花卉市场	花漾广场对面花柱	花柱绿化
18		花漾广场花墙	墙面绿化
19		地下商场通道墙面	墙面绿化
20		金桂街与 6 号门花墙	墙面绿化
21	实力心城花千坊	花花世界主场馆对面花柱	花柱绿化
22		东南入口社区宣传花墙	墙面绿化
23		东面商业建筑墙面	墙面绿化
24		南面商业建筑墙面	墙面绿化
25	七彩云南第壹城	商业内街墙面	墙面绿化
26		北面入口建筑墙面	墙面绿化
27		时代广场栏杆	栏杆绿化
28	昆明南火车站	西广场入口植物墙	墙面绿化
29		西广场入口立体花坛	立体花坛
30	春城公园	休闲廊架	花架绿化
31	洛龙公园	入口花坛	立体花坛

3. 调查结果与分析

3.1. 垂直绿化技术应用形式

经调查发现，呈贡区的垂直绿化技术形式有模块式、传统依附式、支架式、布袋式、摆花式，技术形式丰富多样，其中采用模块式的有 14 个，占 45%；采用摆花式的有 8 个，占 25%；采用传统依附式的

有 8 个, 占 25%; 采用造型式的有 6 个, 占 19%; 采用支架式有 3 个, 占 9%; 采用布袋式的也有 3 个, 占 9%。由表 2 可知模块式垂直绿化(如图 1、图 2)是昆明市呈贡区目前最常用的垂直绿化技术形式, 这是现在市面上最常用的一种标准化、成熟化垂直绿化技术形式, 具有植物覆盖率高、植物选择多、景观效果好、施工养护便捷的优点。

Table 2. Technical form of sample points in Chenggong District of Kunming City
表 2. 昆明市呈贡区样点案例技术形式

编号	样点区块	样点	技术形式描述
1	朝云街	白龙潭俊园小区围墙	传统依附式
2		宜和路地铁站对面	支架式
3	春融东路	立交桥	传统依附式
4	春融街与彩云南路交叉口	叶形立体花坛	摆花式 + 造型式
5	和谐路与芦海街交叉口	宣传花墙	模块式 + 布袋式
6	锦绣大街	桥体栏杆	摆花式
7		船形立体花坛	摆花式 + 造型式
8		谊康北路交叉口立体花坛	摆花式 + 造型式
9	联大街	花柱	模块式
10	景明南路	桥体	传统依附式
11	彩云南路	大学城地铁站出口墙面	传统依附式
12	谊康北路	路侧绿带	传统依附式
13	彩云中路与兴呈路交叉口	立交桥桥柱	模块式 + 支架式
14		转角立体花坛	模块式 + 摆花式 + 造型式
15		花形立体花坛	摆花式 + 造型式
16		瑞香西街廊架	传统依附式
17		花漾广场对面花柱	模块式
18	斗南花卉市场	花漾广场花墙	模块式
19		地下商场通道墙面	传统依附式
20		金桂街与 6 号门花墙	模块式
21	实力心城花千坊	花花世界主场馆对面花柱	模块式
22		东南入口社区宣传花墙	模块式
23		东面商业建筑墙面	模块式
24		南面商业建筑墙面	模块式
25		商业内街墙面	支架式
26	七彩云南第壹城	北面入口建筑墙面	模块式
27		时代广场栏杆	模块式
28		西广场入口植物墙	布袋式
29	昆明南火车站	西广场入口立体花坛	模块式 + 摆花式 + 造型式
30	春城公园	休闲廊架	传统依附式
31	洛龙公园	入口花坛	摆花式 + 造型式



Figure 1. Flower wall at Hexie Road

图 1. 和谐路与芦海街交叉口花墙



Figure 2. Pillars of flowers at Lianda Street

图 2. 联大街花柱

3.2. 垂直绿化植物应用选择

经调查发现，目前应用于昆明市呈贡区垂直绿化的植物如下表 3 所示。

Table 3. Plants choice of sample points in Chenggong District of Kunming City

表 3. 昆明市呈贡区样点植物选择

编号	样点区块	样点	植物组成
1	朝云街	白龙潭俊园小区围墙	常春油麻藤
2		宜和路地铁站对面	常春藤
3	春融东路	立交桥	炮仗花
4	春融街与彩云南路交叉口	叶形立体花坛	费菜 + 佛甲草 + 三色堇 + 四季秋海棠 + 小球玫瑰
5	和谐路与芦海街交叉口	宣传花墙	四季秋海棠、三色堇
6	锦绣大街	桥体栏杆	花叶蔓长春花 + 天竺葵
7		船形立体花坛	四季秋海棠 + 三色堇 + 垂盆草 + 佛甲草 + 小球玫瑰
8		谊康北路交叉口立体花坛	费菜 + 垂盆草 + 小球玫瑰 + 三色堇
9	联大街	花柱	四季秋海棠
10	景明南路	桥体	常春油麻藤
11	彩云南路	大学城地铁站出口墙面	常春藤

续表

12	谊康北路	路侧绿带	花叶蔓长春花 + 金丝桃 + 银叶菊、黄金菊
13		立交桥桥柱	地锦 + 四季秋海棠 + 银边沿阶草
14	彩云中路与兴呈路交叉口	转角立体花坛	月季花 + 杜鹃
15		花形立体花坛	锦绣苋 + 四季秋海棠 + 美女樱 + 黄金菊
16		瑞香西街廊架	凌霄
17		花漾广场对面花柱	四季秋海棠
18	斗南花卉市场	花漾广场花墙	黄金菊 + 美女樱 + 四季秋海棠
19		地下商场通道墙面	三角梅 + 长春花
20		金桂街与6号门花墙	万寿菊 + 四季秋海棠
21		花花世界主场馆对面花柱	鹅掌柴 + 四季秋海棠
22		东南入口社区宣传花墙	百日菊 + 碧冬茄 + 四季秋海棠
23	实力心城花千坊	东面商业建筑墙面	小叶黄杨 + 金叶假连翘 + 萼距花 + 肾蕨
24		南面商业建筑墙面	小叶黄杨 + 吊兰 + 肾蕨
25		商业内街墙面	地锦
26	七彩云南第壹城	北面入口建筑墙面	杜鹃 + 鹅掌柴 + 肾蕨 + 小叶黄杨 + 金叶假连翘 + 常春藤
27		时代广场栏杆	凤仙花 + 香彩雀 + 四季秋海棠 + 黄帝菊
28	昆明南火车站	西广场入口花墙	金叶假连翘 + 鹅掌柴 + 吊兰 + 杜鹃 + 肾蕨 + 迷迭香 + 沿阶草
29		西广场入口立体花坛	一串红 + 锦绣苋 + 天竺葵 + 红花檵木 + 万寿菊 + 凤仙花 + 萼距花 + 银叶菊 + 四季秋海棠 + 小球玫瑰 + 佛甲草 + 三角梅
30		春城公园	休闲廊架
31	洛龙公园	入口花坛	一串红 + 万寿菊 + 四季秋海棠

3.2.1. 植物物种组成

经调查,该区植物种类丰富度一般,隶属于27科37属40种。其中木本植物9种,隶属于9科9属,占植物总数的22.5%;草本植物23种,隶属于15科20属,占植物总数的57.5%;藤本植物8种,隶属于6科8属,占植物总数的20%。如表4所示。

Table 4. Plant species composition of sample points in Chenggong District of Kunming City

表 4. 昆明市呈贡区植物种类组成

植物类群	组成统计			
	科	属	种	百分比(%)
木本植物	9	9	9	22.5
草本植物	15	20	23	57.5
藤本植物	6	8	8	20
总计	27	37	40	100

3.2.2. 植物的应用频度

经调查, 四季秋海棠在不同样点种出现的频率最高, 在 31 个样点中出现了 14 次, 频率高达 45%, 是昆明市呈贡区最常见的垂直绿化植物。鸡血藤、炮仗花等 14 种植物出现的频率最低, 均只出现了一次, 占 3.22%。可见, 植物有昆明市呈贡区垂直绿化植物种类呈现多样化特征, 垂直绿化景观呈现较少的雷同性, 但存在应用频度不够大的问题。如下表 5 所示。

Table 5. Application frequency of plant species in Chenggong District, Kunming

表 5. 昆明市呈贡区植物种类应用频率

应用频率	植物种数	植物种类
45.00%	1	四季秋海棠
13%	3	小球玫瑰、三色堇、肾蕨
9.60%	7	常春藤、鹅掌柴、佛甲草、万寿菊、黄金菊、金叶假连翘、小叶黄杨
6.45%	15	常春油麻藤、费菜、垂盆草、天竺葵、银叶菊、地锦、锦绣苋、美女樱、三角梅、花叶蔓长春花、萼距花、吊兰、杜鹃、凤仙花、一串红
3.22%	14	鸡血藤、炮仗花、凌霄、金丝桃、百日菊、黄帝菊、银边沿阶草、沿阶草、月季、长春花、碧冬茄、香彩雀、迷迭香、红花檵木

3.2.3. 植物的观赏特性

经调查如表 6 所示, 在 40 种植物中, 观花植物有 27 种, 隶属于 18 科 26 属, 占植物总数的 67.5%; 观叶植物 18 种, 隶属于 13 科 15 属, 占植物总数的 45%; 观果植物 2 种, 隶属于 2 科 2 属, 占植物总数的 5%。可见该地区观花、观叶的垂直绿化植物是主流, 植物选择上观赏性较为丰富, 能运用植物自身的特色如花、果、叶等特征, 达到不同的观赏效果。表现出多样性、高价值的景观效果。

Table 6. Analysis of ornamental characteristics of plants in Chenggong District of Kunming

表 6. 昆明市呈贡区植物观赏特性分析

观赏部位	科	属	种	百分比(%)
观花	18	26	27	67.5
观叶	13	15	18	45
观果	2	2	2	5

3.3. 垂直绿化栽培方式

Table 7. Vertical greening cultivation mode in Chenggong District of Kunming City

表 7. 昆明市呈贡区垂直绿化栽培方式

栽培方式	样点数量	样点	百分比(%)
有土栽培	23	朝云街白龙潭俊园小区围墙、朝云街宜和路地铁站对面、春融街与彩云南路交叉口叶形立体花坛、联大街花柱、景明南路桥体、谊康北路路侧绿带、彩云中路与兴呈路交叉口立交桥桥柱、斗南花卉市场瑞香西街廊架、花漾广场对面花柱和花花世界主场馆对面花柱、实力心城花千坊东南入口社区宣传花墙、实力心城花千坊南面商业建筑墙面和商业内街墙面、七彩云南第壹城东面入口建筑墙面和时代广场栏杆、春城公园休闲廊架。	74.2

续表

无土栽培	8	春融街与彩云南路交叉口叶形立体花坛、锦绣大街船形立体花坛和谊康北路交叉口立体花坛、彩云南路与兴呈路交叉口转角立体花坛和花形立体花坛、昆明南火车站西广场入口植物墙和西广场入口立体花坛、洛龙公园入口花坛。	25.8
------	---	--	------

经调查,该区栽培方式中有土栽培所占比重最大,有23个样点案例,占74.2%,无土栽培相对较小,有8个,占25.8%。有土栽培即采用自然土壤。无土栽培主要为人工轻质基质,主要应用于立体花坛、布袋式的垂直绿化样点案例。总体来说,昆明市呈贡区垂直绿化采用的栽培方式前沿性较低,大多数采用有土栽培,无土栽培基质应用较少。垂直绿化栽培技术还需进一步发展。具体如上表7。

3.4. 垂直绿化灌溉方式

根据调查得出,人工灌溉和智能灌溉分别有15个占比48.3%和16个占比51.7%。其中智能灌溉中,滴灌应用最多,有14个,占智能灌溉的87.5%,喷灌只有2个,占12.5%。该区灌溉应用形式水平一般,人工灌溉和智能灌溉比重相近,智能灌溉应用还是不够多。具体如下表8。

Table 8. Vertical greening irrigation mode in Chenggong District of Kunming City

表 8. 昆明市呈贡区垂直绿化灌溉方式

编号	样点区块	样点选择	灌溉方式
1	朝云街	白龙潭俊园小区围墙	人工灌溉
2		宜和路地铁站对面	人工灌溉
3	春融东路	立交桥	人工灌溉
4	春融街与彩云南路交叉口	叶形立体花坛	人工灌溉
5	和谐路与芦海街交叉口	宣传花墙	智能灌溉:滴灌
6	锦绣大街	桥体栏杆	人工灌溉
7		船形立体花坛	人工灌溉
8		谊康北路交叉口立体花坛	人工灌溉
9	联大街	花柱	智能灌溉:滴灌
10	景明南路	桥体	人工灌溉
11	彩云南路	大学城地铁站出口墙面	人工灌溉
12	谊康北路	路侧绿带	人工灌溉
13	彩云南路与兴呈路交叉口	立交桥桥柱	智能灌溉:滴灌
14		转角立体花坛	智能灌溉:滴灌
15		花形立体花坛	智能灌溉:喷灌
16	斗南花卉市场	瑞香西街廊架	人工灌溉
17		花美广场对面花柱	智能灌溉:滴灌

续表

18		花漾广场花墙	智能灌溉：滴灌
19		地下商场通道墙面	人工灌溉
20		金桂街与6号门花墙	智能灌溉：滴灌
21		花花世界主场馆对面花柱	智能灌溉：滴灌
22		东南入口社区宣传花墙	智能灌溉：滴灌
23	实力心城花千坊	东面商业建筑墙面	智能灌溉：滴灌
24		南面商业建筑墙面	智能灌溉：滴灌
25		商业内街墙面	人工灌溉
26	七彩云南第壹城	北面入口建筑墙面	智能灌溉：滴灌
27		时代广场栏杆	人工灌溉
28	昆明南火车站	西广场入口植物墙	智能灌溉：滴灌
29		西广场入口立体花坛	智能灌溉：滴灌
30	春城公园	休闲廊架	人工灌溉
31	洛龙公园	入口花坛	智能灌溉：喷灌

3.5. 垂直绿化养护管理

经专家调查打分，根据其植物的长势、形态、覆盖率的好坏程度，将其养护管理分为优良、中等、差3个等级，昆明市呈贡区垂直绿化的养护管理，优良占多数，有14个，占45.1%，中等占35.4%，差占19.3%，昆明市呈贡区垂直绿化景观的整体养护管理水平良好。如表9。

Table 9. Maintenance and management of vertical greening in Chenggong District of Kunming City

表 9. 昆明市呈贡区垂直绿化养护管理

等级	样点数量	样点	百分比(%)
优良	14	朝云街白龙潭俊园小区围墙、春融街与彩云南路交叉口叶形立体花坛、联大街花柱、景明南路桥体、谊康北路路侧绿带、彩云中路与兴呈路交叉口立交桥桥柱、斗南花卉市场瑞香西街廊架、花漾广场对面花柱和花花世界主场馆对面花柱、实力心城花千坊东南入口社区宣传花墙、七彩云南第壹城东面入口建筑墙面和时代广场栏杆、昆明南火车站西广场入口立体花坛、洛龙公园入口花坛。	45.1
中等	11	春融东路立交桥、和谐路与芦海街交叉口宣传花墙、锦绣大街桥体栏杆、船形立体花坛和谊康北路交叉口立体花坛、彩云南路大学城地铁站出口墙面、彩云中路与兴呈路交叉口花形立体花坛、斗南花卉市场花漾广场花墙、地下商场通道墙面和金桂街与6号门花墙、实力心城花千坊东面商业建筑墙面。	35.4
差	6	朝云街宜和路地铁站对面、彩云中路与兴呈路交叉口转角立体花坛、实力心城花千坊南面商业建筑墙面和商业内街墙面、昆明南火车站西广场入口植物墙、春城公园休闲廊架。	19.3

4. 问题与优化改进策略

通过以上调查结果分析可得出，昆明市呈贡区现存在植物种类不够丰富，垂直绿化景观效果单一，技术、栽培、灌溉水平一般，部分景观植物养护管理不到位和缺乏景观艺术性和文化特征等问题。由此提出几点优化改进策略。

4.1. 优化植物选择与植物配置

在植物选择上, 应该丰富植物种类和植物物种搭配, 因地制宜, 多开发乡土优秀植物、野生植物, 引进适宜的外来观赏植物[5], 多探索不同的植物搭配。昆明市呈贡区作为西南地区高原城市, 具有春城的美称, 植物资源极其丰富, 可用于垂直绿化的植物选择也非常多, 但据调查可知, 目前昆明市呈贡区的垂直绿化植物选择过于平常与普通, 以常见藤本植物、景天科植物、草花植物为主。

4.2. 提高垂直绿化技术水平

目前, 呈贡区虽然技术水平较为良好, 但垂直绿化技术形式较少, 现有模块式、传统依附式、支架式、布袋式、摆花式和造型式。没有铺贴式的应用, 铺贴式虽然成本较模块式高, 景观艺术效果相对模块式却能达到更好更复杂的程度[6], 综合来说, 呈贡区垂直绿化技术仍有优化空间, 建议引进不同的垂直绿化技术, 提高垂直绿化水平, 具体推荐意见如下表 10。

Table 10. Recommendation of vertical greening technology

表 10. 垂直绿化技术推荐

技术形式	技术优点	技术缺点	推荐应用场所	
传统依附式	简单、易行、造价低	景观效果单一, 侵蚀构筑物表面	可用于预算不足如市政工程等的栏杆绿化、花架绿化、桥体绿化等	
支架型	牵引式 附架式	植物透气性与墙面低损坏性	景观效果单一, 可选择植物少 可用于墙面不利于植物攀爬, 不能遭受破坏的墙面绿化和桥体绿化	
模块式	容器骨架式	模块小, 成本较低, 技术较为简单, 安装拆卸方便	结构系统稳定性不够强, 绿化面积较小	可用于小型墙面绿化、花柱绿化或立体花坛造景
	卡盆式	模块厚度较大, 结构稳定性较强, 可任意组合拼接	前期准备工作量大	可应用于大型墙面绿化、花柱绿化和桥体绿化的植物造景
	种植盒式	质量轻, 固定性好, 土壤坚实, 模块持久性较好, 绿化效果好	前期准备工作量大, 成本较高	适用于预算较高、做工精致的垂直绿化, 如商业建筑墙面绿化或花柱绿化
	壁挂箱式	种植面不被封闭, 结构稳定, 绿化效果不错, 成本相对较低	土层裸露、土质较为松散, 容易水土流失, 植物生长受限	广泛适用于城市各类模块式垂直绿化, 如墙面、花柱、栏杆、桥体绿化
	介质式	覆盖率高、生态自然、形状多样	成本较高	可用于图案复杂, 做工要求精致的垂直绿化造景, 如墙面绿化
铺贴式	草坪毯式铺贴	不需要支撑框架, 操作简单方便, 成本低	景观效果较差	适用于预算较低, 急于进行大面积垂直绿化的场合, 如墙面, 桥体绿化
	不织布营养液化系统	垂直绿化系统完善, 覆盖率高, 景观营造效果好, 生态自然	成本较高, 技术难度较大, 养护管理要求高	适用于预算较高、做工要求精致的, 极具生态化的垂直绿化景观, 如商业功能, 展示功能的墙面绿化, 桥体绿化
布袋式	布袋式	植物覆盖率达 60%~70%, 技术较为简单	水分沉积, 植物长势不好, 侵蚀构筑物表面	后期维护成本高, 一般用于临时性景观, 不适合长期维持景观效果
	摆花式	技术含量不高, 安装替换便捷, 成本低廉	不能形成较高的绿化覆盖率	常用于临时景观或栏杆绿化、花架绿化、桥体绿化、立体花坛等
	造型式	植物覆盖率高, 造型多变	植物可选性性较少	常用于曲面和流线之类的造型丰富的垂直绿化上, 如立体花坛

4.3. 推广无土栽培与智能化灌溉

在栽培方式上，目前是有土栽培使用较多，可以推广更多的无土栽培方式，提高栽培技术，在可操作性、成本控制的基础上增加无土栽培的应用，减轻垂直绿化结构框架的负重，提高植物的成活绿与抗病虫害能力，控制植物的长势。具体推荐优化意见如下表 11。

Table 11. Recommendation for soilless cultivation

表 11. 无土栽培应用推荐

无土栽培方式	优点	适用垂直绿化类型与技术
人工轻质基质	体积小、质量轻、保水性强、通风好、无异味、营养充足、性状稳定、环保	墙面绿化：模块式、布袋式、摆花式 花柱、栏杆绿化：模块式、布袋式、摆花式 桥体绿化：模块式、布袋式、摆花式 立体花坛：造型式、摆花式
纤维基质	吸水保水性能良好，基质 - 根系一体化	墙面绿化：模块式、布袋式、摆花式 花柱、栏杆绿化：模块式、布袋式、摆花式 桥体绿化：模块式、布袋式、摆花式 立体花坛：造型式、摆花式
泡沫基质	质量轻，吸水保水性强，无菌环保、植物扎根易	墙面绿化：模块式、铺贴式 花柱、栏杆绿化：模块式、铺贴式 桥体绿化：模块式、铺贴式 立体花坛：造型式
营养液基质	产量高、品质好、病虫害少、污染轻、省工省时	墙面绿化：布袋式、铺贴式 花柱绿化：布袋式、铺贴式 桥体绿化：布袋式、铺贴式

在灌溉方式上，尽量提高智能灌溉的应用比重，在智能化发展，其能通过自动识别不同的环境参数，通过远程操控进行自动、定时、定量、定期的灌溉，能大量减轻现场后期养护管理力量。具体推荐优化意见如下表 12。

Table 12. Recommended application of intelligent irrigation

表 12. 智能灌溉应用推荐

智能灌溉方式	优点	适用垂直绿化形式和技术
滴灌	智能操控进行自动、定时、定量、定期的灌溉，节约水资源	墙面绿化：支架式、模块式、铺贴式、布袋式 花架、花柱、栏杆绿化：模块式、布袋式 桥体绿化：支架式、模块式、铺贴式、布袋式 立体花坛：模块式、造型式
喷灌	浇灌面积大，速度快，水分吸入多，根通气好	墙面绿化：传统依附式、模块式、铺贴式、布袋式、摆花式 花架、花柱、栏杆绿化：传统依附式、模块式、布袋式 桥体绿化：传统依附式、模块式、铺贴式、布袋式、摆花式 立体花坛：模块式、造型式、摆花式

4.4. 加强后期养护管理

后期养护管理是垂直绿化景观效果维持的好坏的必要条件，不同的垂直绿化有不同的养护管理方式，具体来说，昆明作为高原城市，日照强，对于阳面区域的植物灌溉频率与灌溉量要有所提高，并需及时撤下生长差、枯死的植株，更换为生长良好的植株。垂直绿化的框架结构和种植容器也要进行定期检查和必要的维护，以保证植物的健康生长和结构的稳定性。

4.5. 注重景观设计的艺术性与文化地域性

垂直绿化作为城市中的景观可通过结合城市或区域文化和艺术特性，能起到宣传城市文化，树立城市形象，展现城市风采的作用[7]。昆明市呈贡区应结合文化地域性，在垂直绿化景观设计中因以绿为衬托，以花为亮点突出春城花都的特色，利用植物的季相变化，多采用开花植物。并且，为了体现其现代化、国际化的呈贡文化特色，垂直绿化景观需得通过色彩丰富的植物选择和搭配、先进智能的技术展现，展现开放、发展、进步的区域文化形象。

5. 结论

垂直绿化是未来发展的新趋势，也是学界研究的热点之一，现有对垂直绿化的调查研究主要集中在上海、北京、广州、深圳等大城市，对垂直绿化在昆明市的现状调查和发展方向相关的研究基本没有，本文通过对昆明市呈贡区垂直绿化景观进行调查，提出了在呈贡区进行垂直绿化时的植物选择、技术推荐、后期养护和景观设计等相关优化改进策略，希望本研究能起到抛砖引玉的作用，继续推动垂直绿化在全国的发展。

参考文献

- [1] 高举中国特色社会主义伟大旗帜，为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第 20 次全国代表大会上的报告[M]. 北京: 人民出版社, 2022.
- [2] 周宏春, 李新. 中国的城市化及其环境可持续性研究[J]. 南京大学学报, 2010(4): 66-75.
- [3] 昆明市园林绿化局. 昆明城市立体绿化技术规范(试行) [S]. 昆明: 云南出版社, 2007.
- [4] 马大庆. 新型墙面绿化植物景观的调查研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京林业大学, 2014.
- [5] 石龙宇, 杜玫, 刘玲玉. 垂直绿化生态效益研究综述[J]. 生态学报, 2023, 43(12): 5200-5210.
- [6] 郭翔. 垂直绿化新技术在当代城市空间中的应用[J]. 建材技术与应用, 2022(3): 50-52.
- [7] 吴俭峰, 夏征, 阮沐宁, 陈暖遥, 齐跃强. 基于新自然主义理念的广州市垂直绿化种植设计[J]. 陕西林业科技, 2022, 50(6): 78-82.