

基于AHP法的垂直绿化景观评价与优化设计研究

——以昆明市呈贡区为例

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31日; 录用日期: 2024年3月1日; 发布日期: 2024年5月20日

摘要

选取昆明市呈贡区31个垂直绿化景观样点为调查对象, 进行实地调查、线上线下问卷调查和专家评审, 采用层次分析法(AHP法)作为综合评价方法, 通过3个评价准则层与11个评价因子层建立景观综合评价模型进行评价, 结果显示, 评价准则层各因素综合值大小分别为: 景观效果 > 生态效应 > 功能价值; 其中评分为优秀I等级的样点有3个, 占9.7%, 评分为良好的II等级样点所占数量最多, 有22个, 71%, 评分为中等的III等级样点和差等的IV各有3个, 各占9.7%; 最后为3个评价较差的不同类型垂直绿化样点提出优化设计思路。

关键词

AHP法, 垂直绿化, 景观评价, 优化设计, 昆明市呈贡区

Research on Evaluation and Optimization Design of Vertical Landscaping Based on AHP Method

—Taking Chengong District of Kunming City as an Example

Yixuan Luo

Ecological Livable College of Hunan University of Environment and Biology, Hengyang Hunan

Received: Jan. 31st, 2024; accepted: Mar. 1st, 2024; published: May 20th, 2024

Abstract

31 vertical greening landscape sample sites in Chenggong District of Kunming city were selected as the respondents to conduct field survey, online and offline questionnaire survey and expert review, Using the hierarchical analysis method (AHP method) as the comprehensive evaluation method, the landscape comprehensive evaluation model is established through 3 evaluation criterion layers and 11 evaluation factor layers for evaluation. The results show that the comprehensive value of each factor in the evaluation criterion layer is as follows: landscape effect > ecological effect > functional value. Among them, there are 3 sample sites with excellent I grade, accounting for 9.7%, and the most abundant, 22,71%, and 3 intermediate III sample sites and poor, each with 9.7%. Finally, the optimization design idea is proposed for 3 different types of vertical greening sample sites with poor evaluation.

Keywords

AHP Method, Vertical Greening, Landscape Evaluation, Optimization Design, Chenggong District of Kunming City

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

我国垂直绿化历史悠久，据考证，早在春秋时期吴王夫差建造苏州城墙时，就利用藤本植物进行了垂直绿化[1]，其中紫藤至少有四百七十年的生命史[2]。在国外这类垂直绿化早在古埃及和古罗马的庭院中出现，主要为葡萄蔷薇和常春藤。近代以来，城市化水平给环境带来极大的压力，传统的城市平面绿化手段已无法满足和解决城市需要与矛盾，而面对已成为城市建设新趋势的绿色生态城市“崇尚自然、回归自然”要求[3]。各个国家和学者们对垂直绿化的关注程度也随之提高，新加坡因其对垂直绿化的重视而享誉花园城市的美称，法国的布兰克(Patrick Blanc)近年来通过“垂直花园”系统世界闻名，一系列作品展示了热带丛林般的艺术感，国内的北京、上海、杭州、昆明等地出台了垂直绿化相关政策规范，垂直绿化研究内容逐渐多样化，技术方面也得到较大的进展[4]。近年来，更是相继举办杭州、南京、青岛、昆明等世界屋顶绿化大会，集结国内外垂直绿化专家，进行充分的讨论、探索、交流与参观[5]。但相比国外，垂直绿化研究尚且落后。为此，本文以昆明市呈贡区为研究对象，用 AHP 法对昆明市呈贡区垂直绿化景观进行综合评价，以期通过建立垂直绿化评价系统，为垂直绿化优化设计提供针对性和科学性的数据支持。

2. 调查评价区域概况

通过在昆明市呈贡区的主要道路、商业中心、公园、立交桥等公共场所调查得出的垂直绿化样点共 31 处，类型包括墙面绿化、立体花坛、花柱、立柱、栏杆绿化和桥体绿化。分别位于 10 条道路或立交桥、3 个商业中心，1 个交通枢纽，2 个公园总共 16 个小区块。主要分布在呈贡区中心地带，如(图 1)所示。



Figure 1. Distribution of survey samples
图 1. 调查样点分布图

3. 垂直绿化景观评价指标体系

3.1. 评价指标体系的构建

基于对文献调查和现场实地调查，结合相关专家指导意见，对昆明市呈贡区垂直绿化景观质量影响因素进行综合分析，总结出城市垂直绿化景观的景观效果、生态效应、功能价值 3 个构成要素，并筛选出 11 个主要评价因子对其进行综合评价。由此得到的一个多层次分析评价模型如下表 1 所示。

Table 1. Evaluation hierarchy of vertical greening landscape
表 1. 垂直绿化景观评价模型

评价目标层(A)	评价准则层(B)	评价因子层(C)
垂直绿化景观综合评价(A)	景观效果(B1)	景观构图美观性(C1)
		植物质感形态的多样性(C2)
		植物色彩丰富度(C3)
		植物生长养护状态(C4)
		与周边环境适配协调性(C5)
	生态效应(B2)	植物物种多样性(C6)
		降噪、滞尘效果(C7)
		改善局部小气候(C8)
	功能价值(B3)	空间分隔、安全引导作用(C9)
		经济效益(C10)
		文化展示效应(C11)

3.2. 评价指标权重的确定与分析

为计算出各个指标的权重值,采用 1~9 级标度法对层次模型构造判断矩阵[6]。通过对景观效果、生态效应、功能价值三个评价准则层次及评价因子层的重要性进行判断比较,分别构成 A-B、B1-C、B2-C、B3-C 的两两比较的判断矩阵。根据判断矩阵确定权重调查评分表并向专家发放。

然后运用 Yaahp 软件进行数据分析,建立专家库进行群决策,构建垂直绿化植物综合评价体系,采用判断矩阵集结方法,即在所有专家的每个判断矩阵都通过一致性检验的前提下,对每个专家的判断矩阵中的对应项进行等级/数值平均,得到一组集结后的判断矩阵,然后计算各个矩阵的排序权重 W_i ,最后计算总排序权重。通过运算得知,所有专家均通过一致性检验,得到的判断矩阵结果及排序。最终根据计算好的各因子的单层权重值,综合计算出各因子的总权重值,如下表 2 所示。

Table 2. List of comprehensive evaluation of vertical greening landscape

表 2. 垂直绿化景观综合评价一览表

评价目标层(A)	评价准则层(B)权重(W_i)	评价因子层(C)	权重(W_i)
垂直绿化景观综合评价(A)	景观效果(B1) 0.4296	景观构图美观性(C1)	0.0933
		植物质感形态的多样性(C2)	0.0558
		植物色彩丰富度(C3)	0.0792
		植物生长养护状态(C4)	0.1727
		与周边环境适配协调性(C5)	0.0285
	生态效应(B2) 0.4251	植物物种多样性(C6)	0.1366
		降噪、滞尘效果(C7)	0.2034
		改善局部小气候(C8)	0.0851
	功能价值(B3) 0.1453	空间分隔、安全引导作用(C9)	0.0925
		经济效益(C10)	0.0132
		文化展示效应(C11)	0.0396

从综合权重表 4-16 中可以看出垂直绿化景观的评价准则层各因素综合值大小分别为:景观效果 > 生态效应 > 功能价值,因子层权重分布为降噪、滞尘效果 > 植物生长养护状态 > 植物物种多样性 > 景观构图美观性 > 空间分隔、安全引导作用 > 改善局部小气候 > 植物色彩丰富度 > 植物质感形态的多样性 > 文化展示效应 > 与周边环境适配协调性 > 经济效益。总体来看垂直绿化景观的设计应充分结合景观效果、生态效应和功能价值三大功能,重视植物的降噪滞尘效果、生长状况、物种多样性,体现植物景观的构图美,发挥其空间分隔作用和改善小气候作用,展现植物本身的色彩、质感、形态,展示其文化和经济效益,创造出美丽自然、丰富多彩、生态适宜、功能齐全的垂直绿化景观。

4. 评价结果与分析

4.1. 分值计算

通过现场评分、网络调查问卷印象评分的方法进行打分评价。

根据公式 $V = \sum_{i=1}^n bw$ [4]

(V 为综合得分, b 为因子评分, w 为因子权重, n 为因子数), 根据各指标权重值, 得到公园立体绿化植

物景观综合评价计算方程:

$$V = 0.0933 \times b_{C1} + 0.0558 \times b_{C2} + 0.0792 \times b_{C3} + 0.1727 \times b_{C4} + 0.0285 \times b_{C5} + 0.1366 \times b_{C6} \\ + 0.2034 \times b_{C7} + 0.0851 \times b_{C8} + 0.0925 \times b_{C9} + 0.0132 \times b_{C10} + 0.0396 \times b_{C11}$$

可求得昆明市呈贡区 16 个区块 31 个小样点的垂直绿化景观综合评价得分。

4.2. 评价等级划分

根据问卷调查得分, 通过计算公式算出每个样点的综合分值后, 将其划分为 4 个等级, 具体见表 3。

Table 3. Vertical landscape classification

表 3. 垂直绿化景观等级划分

分级	等级评分标准	分级评价
I	4~5	优秀
II	3~4	良好
III	2~3	中等
IV	1~2	差

4.3. 评价结果与分析

根据景观评价指标体系设计问卷, 在回收的 227 份问卷中, 得到各个样地的具体评价因子评分, 将各因子的评分确定到小数后一位或整数, 得出的昆明市呈贡区垂直绿化景观因子分值如下表 4。

Table 4. Evaluation factor score of vertical greening landscape in Chenggong District of Kunming City

表 4. 昆明市呈贡区垂直绿化景观评价因子分值

样点 编号	评价因子分值										
	景观 构图 美观性 (C1)	植物质感 形态的 多样性 (C2)	植物色彩 丰富度 (C3)	植物生长 养护状态 (C4)	与周边环境 适配协调性 (C5)	植物物种 多样性 (C6)	降噪、 滞尘 效果 (C7)	改善 局部 小气候 (C8)	空间分隔、 安全引导 作用(C9)	经济 效益 (C10)	文化 展示 效应 (C11)
1	2	2.5	2	5	3.5	1.5	3.5	3.5	5	3	3
2	1	1.5	1	1	3	1.5	2.5	2	4	1	2
3	2	2.5	2.5	4	4	2.5	3.5	3	5	2	2
4	4.5	3.5	4.5	5	3.5	4.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4.5
5	2	3	2.5	5	3.5	3	3.5	3	4	3.5	5
6	2	3	3.5	3.5	3.5	3	3	3	4	2.5	2.5
7	4.5	3.5	4	3	3.5	4.5	3	3.5	3.5	3.5	4.5
8	4.5	3	4	3.5	3.5	4	3.5	3.5	3.5	3.5	5
9	1.5	2	2	4	3.5	2	3.5	3	4	2	3.5
10	2	2.5	2	4.5	3.5	2	4	3.5	5	2.5	2.5
11	2	2.5	2	3	3.5	2	3.5	3.5	4	1.5	4.5
12	3.5	3.5	4	4.5	4	4	3	3	4	3	3
13	3.5	3	3	3.5	3	3	3	3	4	3	3

续表

14	3.5	3.5	4	2.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3	3.5
15	4	3.5	4	2	3.5	4	3	3	3.5	2.5	4
16	2	3	2.5	4.5	4	2	4	4	4.5	2.5	2.5
17	2	2.5	2.5	3.5	3	2	3	2.5	3	2.5	2.5
18	2.5	3	3.5	3.5	3	3	3	3	3.5	3	4
19	1.5	2.5	3	3.5	4	3	3.5	3.5	5	2	2.5
20	4.5	4	4	3.5	4	3	3.5	3.5	4	3.5	5
21	4.5	3.5	3	4.5	4	3	3.5	3	4	1.5	3.5
22	4	3.5	4	4.5	3.5	3.5	3.5	3	4	2.5	5
23	4.5	5	3.5	4	4	4	4	4	3	5	3.5
24	4.5	5	3.5	2.5	5	3.5	4	4	3	5	4
25	1	1.5	1	1	3.5	1.5	2.5	2	3	3	1.5
26	5	5	4	5	3.5	5	3.5	3.5	3.5	5	3.5
27	2.5	3.5	4.5	4	3.5	4	3	2.5	3.5	3.5	3
28	5	5	4	1	3.5	5	3	3	3.5	3	4
29	4.5	4	5	5	3.5	5	3	3	3.5	3	5
30	1	1.5	1	1	3.5	1.5	3	3	3.5	1.5	1
31	4	3	5	4	4	3.5	3	3	3.5	3.5	4

根据计算公式，将每个因子的分值带入公式中计算，可得出综合评价结果如下表 5。

Table 5. Evaluation results of vertical greening landscape in Chenggong District of Kunming City
表 5. 昆明市呈贡区垂直绿化景观评价结果

编号	绿化类型	景观效果	生态效应	功能价值	综合评价总值	排序	等级
1	墙面绿化	1.4478	1.2102	0.6209	3.2788	19	II
2	墙面绿化	0.5144	0.8791	0.4624	1.8559	30	IV
3	桥体绿化	1.3289	1.3012	0.5681	3.1982	23	II
4	立体花坛	1.9348	1.6110	0.5482	4.0939	3	I
5	墙面绿化	1.5153	1.3680	0.6142	3.4975	13	II
6	栏杆绿化	1.3354	1.2663	0.5020	3.1037	25	II
7	立体花坛	1.5498	1.5093	0.5482	3.6072	11	II
8	立体花坛	1.6083	1.5442	0.5680	3.7204	6	II
9	花柱绿化	1.2005	1.2344	0.5350	2.9699	26	III
10	桥体绿化	1.3614	1.3787	0.5945	3.3346	18	II
11	墙面绿化	1.1024	1.2770	0.5680	2.9473	27	III
12	墙面绿化	1.7298	1.3999	0.5284	3.6581	9	II

续表

13	桥体绿化	1.4215	1.2663	0.5284	3.2162	22	II
14	立体花坛	1.3702	1.4774	0.5020	3.3495	17	II
15	立体花坛	1.3305	1.3999	0.5152	3.2455	20	II
16	花架绿化	1.4432	1.4212	0.5483	3.4126	15	II
17	花柱绿化	1.2141	1.0902	0.4095	2.7137	28	III
18	墙面绿化	1.3678	1.2663	0.5218	3.1559	24	II
19	墙面绿化	1.2355	1.4106	0.5879	3.2340	21	II
20	墙面绿化	1.6783	1.4106	0.6142	3.7031	7	II
21	花柱绿化	1.7439	1.3680	0.5284	3.6403	10	II
22	墙面绿化	1.7622	1.4348	0.6010	3.7980	5	II
23	墙面绿化	1.7809	1.6884	0.4821	3.9514	4	II
24	墙面绿化	1.5503	1.6216	0.5019	3.6738	8	II
25	墙面绿化	0.5287	0.8791	0.3765	1.7843	31	IV
26	墙面绿化	2.0256	1.6778	0.5284	4.2317	1	I
27	栏杆绿化	1.5755	1.3574	0.4888	3.4216	14	II
28	墙面绿化	1.3348	1.5335	0.5218	3.3900	16	II
29	立体花坛	2.0023	1.5335	0.5614	4.0972	2	I
30	花架绿化	0.5287	1.0659	0.3832	1.9777	29	IV
31	立体花坛	1.7414	1.3331	0.5284	3.6029	12	II
	总计	44.2636	42.2143	16.3865			

从表 5 的综合评价结果可得, 昆明市呈贡区垂直绿化景观质量良好。其中评分为优秀 I 等级的样点有 3 个, 占 9.7%, 评分为良好的 II 等级样点所占数量最多, 有 22 个 71%, 评分为中等的 III 等级样点和差等的 IV 各有 3 个, 各占 9.7%。

其中评分优秀与评分差的垂直绿化景观样点照片见下图 2~10。



Figure 2. Sample point 26
图 2. 样点 26

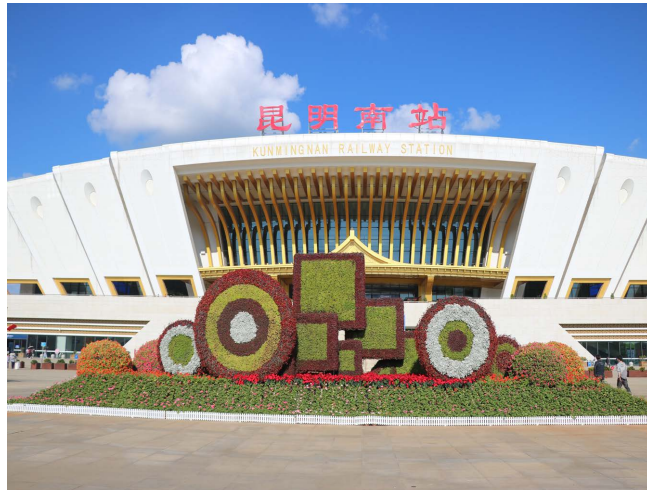


Figure 3. Sample point 29
图 3. 样点 29



Figure 4. Sample point 4
图 4. 样点 4



Figure 5. Sample point 30
图 5. 样点 30



Figure 6. Sample point 2
图 6. 样点 2



Figure 7. Sample point 25
图 7. 样点 25

4.3.1. 评价等级分析

在所有样点中, 优秀的 I 等垂直绿化景观较少, 分别是样点 26 七彩云南第壹城北面入口建筑墙面(4.2317)、样点 29 昆明南火车站西广场入口立体花坛(4.0972)、样点 4 春融街与彩云南路交叉口叶形立体花坛(4.0939), 这些垂直绿化景观主要通过优秀的景观效果拔得头筹, 这些样点案例分别以自然式和规则式构图, 植物质感形态丰富, 粗质细质结合, 观花观叶结合, 有 5 种以上的植物色彩对比, 生长养护较好。其生态效应也得到的较好的发挥, 评价分数较高, 具有丰富的植物种类和良好的降噪滞尘效果, 在空间分隔、安全引导和经济文化方面的功能价值也得到了展现。

第 II 等级的样点占比最多, 这些垂直绿化景观在景观和生态方面都发挥了较好的效果, 基本满足了垂直绿化景观的功能价值, 整体景观质量良好。

第 III 等级的 3 个样点主要在景观效果方面有待提升, 这三个样点分别为植物种类极少, 植物色彩不丰富, 景观单调的花柱绿化和传统攀缘式垂直绿化。

第 IV 等级 3 个样点分别为样点 30 春城公园休闲廊架、样点 2 朝云街宜和路地铁站对面、样点 25 实力心城花千坊商业内街墙面, 这些样点在景观效果、生态效应和功能价值三个方面均未能达到较好的效果, 垂直绿化景观效果差, 生长养护状态差, 植物种类少, 降噪滞尘和改善局部小气候方面本该具有一定效果, 但尤于其不好的长势发挥, 效果难以得到实现, 在功能价值方面起到的作用也微乎其微。

4.3.2. 绿化类型分析

从样地的绿化类型分析，大多类型的垂直绿化样地均有不同等级的评价，其中总体评价较好的是立体花坛、栏杆和桥体绿化，评价等级都在良好以上，其中立体花坛因其美观的造型、绚丽的色彩、丰富的物种和良好的养护等评价最高，在 7 个样点中，2 个为优秀，其余 5 个均为良好。花架、花柱绿化均有中等或差等的垂直绿化样点景观，这些垂直绿化景观大多植物覆盖率不高，植物物种、色彩单一，景观、生态、功能价值不突出。在墙面绿化中，足足有 14 个样点，从优秀到差等均有，优秀的样点案例有 1 个，良好的有 10 个，中等有 1 个，差等有 2 个。其中质量中等和差的均为传统依附式的垂直绿化，植株长势不好，植物覆盖率低，色彩单一，景观、生态效果差，功能效果一般。

5. 垂直绿化样点优化设计思路

从评价结果可知，呈贡区立体花坛、栏杆和桥体绿化类的垂直绿化景观总体评价较好，评价等级都在良好以上。而花架、花柱绿化均有中等或差等的垂直绿化样点景观。墙面绿化中存在着中等和差等的样点景观。特此从中各选择一个较差的样点进行优化设计，分别是墙面绿化样点 2、花架绿化样点 30 和花柱绿化样点 17。



Figure 8. Sample point 2

图 8. 样点 2



Figure 9. Sample point 30

图 9. 样点 30



Figure 10. Sample point 17

图 10. 样点 17

5.1. 墙面绿化景观优化思路

墙面绿化作为垂直绿化中常见的一种应用类型，不但能增加城市的绿化面积，也能美化死板僵硬的硬质墙面，在呈贡区的 14 个墙面绿化中，从优秀到差等均有，优秀的样点案例有 1 个，良好的有 10 个，中等有 1 个，差等有 2 个。其中质量中等和差的均为传统依附式的垂直绿化，植株长势不好，植物覆盖率低，色彩单一，景观、生态效果差，功能效果一般。本文选取样点 2 朝云街宜和路地铁站对面墙面绿化提供优化设计思路：

5.1.1. 现状说明

改造样点为朝云街宜和路地铁站对面墙面绿化，此处正对地铁口，景观效果不好影响较差。技术形式为简单的支架式绿化，无自动灌溉系统，植物选择为简单的常春藤，虽为藤本植物，但植物长势不好，绿化覆盖率低，景观效果差。栽培方式为地栽，养护管理不到位。

5.1.2. 优化设计思路

在技术形式选择上，墙面绿化可适用的技术形式非常之多，传统依附式、支架式、模块式、布袋式、铺贴式、摆花式。此样点的支架式有可取之处，可以保留，但在预算充足的情况下，也可升级为模块式或铺贴式，提高绿化覆盖率，增强植物的可选择性，美化景观效果。

在植物选择与搭配上，以观花植物为主，作为地铁口正对的景观，应契合呈贡世界春城花都的定位，展现城市活力。一方面如果技术上仍为支架式，则可在墙面改用观花藤本植物，如炮仗花、花叶蔓长春花、藤本月季、忍冬、凌霄等，形成一幅统一的藤本花墙；一方面如果技术提升为模块式或铺贴式，可采用以红色为主色的形态、色彩、质感不同的植物，如：

1) 四季秋海棠(红、粉，中质)+ 红叶石楠(红、绿，中质)+ 彩叶草(红、紫、绿，中质)+ 紫叶小檗(紫 + 中质)+ 万寿菊(橙，中质)+ 朱蕉(紫，粗质)+ 小球玫瑰(红，细质)+ 红花檵木(红，细质)

2) 月季(红、粉，中质)+ 鹅掌柴(绿，粗质)+ 肾蕨(绿，粗质)+ 六月雪(绿 + 细质)+ 麦冬(绿，细质)+ 三色堇(蓝、黄，中质)+ 鸢尾(蓝，粗质)+ 文竹(绿，细质)

在栽培方式上，一方面如仍为藤本攀援植物绿化，仍可采用地栽；一方面如技术提升后，模块式除有土栽培外可尝试无土栽培的人工轻质基质、纤维基质和泡沫基质。铺贴式则可尝试营养液基质。

在灌溉方式上，一方面在后期养护管理到位的情况下，仍然可以采用人工浇灌。一方面技术提升后

可进行智能灌溉，建议可采用智能滴灌系统，根据支撑结构铺设管道，定时定量灌溉。

在后期养护管理上，一方面如为支架式藤本攀援，因其植物生性较为强健，则养护管理成本不高，力度不大，只需专门设置园林养护工人定期观察与灌溉；一方面如技术提升，采用智能灌溉，养护管理更需上心，及时的更换与裁剪必不可少。

5.2. 花架绿化景观优化思路

花架绿化在现代城市中也应用较多，可以用作园景点缀、静坐休闲等，应用十分广泛。呈贡区的 2 个花架绿化中有一个评分为差等，植物覆盖率不高，植物物种、色彩单一，景观、生态、功能价值不突出。本文选取样点 30 春城公园休闲廊架提供优化设计思路：

5.2.1. 现状说明

改造样点为春城公园休闲廊架的花架绿化，是公园内的景观建筑小品，游客驻足停留休闲之地。技术形式为传统依附式，无自动灌溉系统，栽培方式为地栽。植物选择为鸡血藤，藤本植物，但生长粗放，不受控制，景观效果极差，甚至对廊架本身的建筑美观性造成了破坏。

5.2.2. 优化设计思路

在技术形式选择上，花架绿化作为传统的垂直绿化可适用的技术形式基本还是只有传统依附式。此样点建议保留传统依附式。

在植物选择与搭配上，建议仍采用藤本攀援植物，但可根据植物来设置花架主题，建议采用观花、观果藤本，如紫藤、炮仗花、藤本月季、忍冬、凌霄、木香花、葡萄、葫芦、西番莲等，营造一条花果廊道。

在栽培和灌溉方式上，无太大优化改变，仍可采用地栽。灌溉可以采用人工浇灌，也可在廊架上设置管道，升级为智能灌溉。

在后期养护管理上，公园养护管理要精细化，控制藤本植物的生长范围，及时修剪，保证完美的植物景观。

5.3. 花柱绿化景观优化思路

花柱绿化在城市绿化中常做对称布置，以起到欢迎、宣传的作用。呈贡区的有 2 个花柱绿化评分为中等，植物物种单一，景观艺术效果较差。本文选取样点 17 斗南花卉市场花漾广场对面花柱提供优化设计思路：

5.3.1. 现状说明

改造样点为斗南花卉市场花漾广场对面的花柱绿化，具有一定展示宣传效果。技术形式为壁挂式模块，栽培方式为有土栽培，灌溉方式为智能滴灌系统。植物搭配仅为红粉两色的四季秋海棠交替搭配，景观效果单一。

5.3.2. 优化设计思路

在技术形式选择上，花柱绿化可适用的技术形式也较多，传统依附式、支架式、模块式、布袋式、铺贴式、摆花式[7]。此样点的壁挂式模块存在着表层土壤裸露的现象，植物长势一般，可换为卡盆式、种植盒式、介质式模块，也可换为铺贴式，增强植物覆盖率，美化景观效果。

在植物选择与搭配上，为展现斗南花卉市场的形象，应以不同种类的花卉为主。不管是模块式还是铺贴式，植物选择和搭配都有很大的空间，把重头放在花卉上，搭配好植物的形态、色彩、质感都可以丰富花柱景观效果。如：

1) 以黄色为主色的邻近色搭配: 黄色 + 绿色 + 橙色

百日菊(黄、橙, 中质) + 大花马齿苋(黄、橙, 细质) + 万寿菊(橙, 中质) + 鹅掌柴(绿, 粗质) + 肾蕨(绿, 粗质) + 小叶黄杨(绿, 细质) + 三色堇(黄, 中质)

2) 以黄色为主色的对比色搭配: 黄色 + 红色 + 蓝色 + 白色

百日菊(黄, 中质) + 大花马齿苋(黄、橙, 细质) + 万寿菊(橙, 中质) + 月季(红、粉, 中质) + 三色堇(蓝、黄, 中质) + 鸢尾(蓝, 粗质) + 美女樱(红、粉, 中质) + 四季秋海棠(红、粉, 中质) + 迷迭香(蓝、紫, 细质)

3) 以红色为主色的邻近色搭配: 红色 + 橙色 + 粉色 + 紫色

四季秋海棠(红、粉, 中质) + 月季花(红、粉, 中质) + 紫叶小檗(紫 + 中质) + 万寿菊(橙, 中质) + 朱蕉(紫, 粗质) + 番红花(紫, 细质) + 红花檵木(红, 细质)

4) 以红色为主色的对比色搭配: 红色 + 绿色 + 蓝色 + 白色

月季(红、粉, 中质) + 美女樱(红、粉, 中质) + 鹅掌柴(绿, 粗质) + 肾蕨(绿, 粗质) + 六月雪(绿 + 细质) + 麦冬(绿, 细质) + 三色堇(蓝、黄, 中质) + 鸢尾(蓝, 粗质) + 文竹(绿, 细质)

在栽培方式上, 模块式除有土栽培外可尝试无土栽培的人工轻质基质、纤维基质和泡沫基质。铺贴式则可尝试营养液基质。

在灌溉方式上, 保留智能滴灌系统, 根据支撑结构铺设管道, 定时定量灌溉。

在后期养护管理上, 进行系统精细的养护管理, 可将养护管理与智能管控手段相结合, 设定植物灌溉的时间与水量, 检查植株的生长状态, 及时报警提示, 垂直绿化的结构系统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。

6. 结论

垂直绿化是未来城市发展的热点议题, 目前国内相关研究主要集中在北京上海等大城市, 对其他城市的针对性研究较少。本文选取了昆明这一世界春城, 基于 AHP 法调查评价可知, 昆明市呈贡区垂直绿化综合水平良好, 但仍然有提升空间。通过对 3 个样点进行优化设计, 提出在昆明呈贡区推行建设垂直绿化的植物选择、配置策略与景观设计手法。希望通过本文对呈贡区、昆明市甚至全国的垂直绿化建设, 如技术的合理使用, 植物选择与搭配、养护等方面具有一定的参考价值, 对垂直绿化景观的设计起到一定的理论指导作用。

参考文献

- [1] 许恩珠, 李莉, 陈辉, 等. 立体绿化助力高密度城市空间环境质量的提升——“上海立体绿化专项发展规划”编制研究与思考[J]. 中国园林, 2018(1): 67-72.
- [2] 陈明, 戴菲, 殷利华. 基于内容分析法的中国垂直绿化研究进展[J]. 风景园林, 2018(5): 104-109.
- [3] 董楠楠, 陈强, 戴旺, 等. 高密度城市中心区立体绿化规划关键策略与技术实践[C]//2019 城市发展与规划论文集. 中国城市科学研究会、郑州市人民政府、河南省自然资源厅、河南省住房和城乡建设厅: 北京邦蒂会务有限公司, 2019: 239-246.
- [4] 韩军超. 垂直绿化植物墙的构建与植物配置研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安建筑科技大学, 2017.
- [5] 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.
- [6] 黄叶梅. 珠三角地区立体绿化植物选择与配置研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南农业大学, 2016.
- [7] 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.