

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2022.07.022

基于水土保持的山地公园坡面建筑水平尺度控制

周建华, 勾玲琳, 胡嘉诚

西南大学 园艺园林学院, 重庆 400715

摘要: 在山地公园山麓区域营造风景建筑, 景观效果和使用功能固然重要, 但更重要是避免生态问题的发生。该文从水土保持的角度出发, 引入细沟侵蚀和土壤侵蚀的模拟计算方法及路径, 结合实例, 分别计算得出不同坡度和不同汇水面积建筑的坡面长度与坡面流速、建筑占地面积与土壤侵蚀模数的对应数据, 对应坡面临界流速与土壤侵蚀模数分级标准, 确定与判断建筑坡面长度与占地面积的合理性, 为山地公园中坡面建筑的水平尺度提供科学的计算方法与控制途径。

关键词: 风景园林; 山地公园; 坡面建筑; 尺度

中图分类号: TU986.4 **文献标志码:** A

文章编号: 1673-9868(2022)07-0207-10

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Study of Horizontal Scale Control of Constructions on Slope in Hilly Park Based on Soil and Water Conservation

ZHOU Jianhua, GOU Linglin, HU Jiacheng

School of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: It is vital to take the landscape effect and functions into consideration when building landscape architecture at the foothills of hilly park, but more important is to avoid ecological problems. From the perspective of soil and water conservation, the corresponding data of constructions slope length and slope velocity, total area and soil erosion modulus of different gradients and catchment areas were calculated based on the simulation calculation method of rill erosion and soil erosion together with specific examples. Furthermore, this paper estimates and judges the rationality of constructions slope length and cover area according to the critical slope velocity and the grading standard of soil erosion modulus, which provides a scientific computing and control approach for the horizontal scale of slope constructions in hilly park.

Key words: landscape architecture; hilly park; slope constructions; scale

收稿日期: 2021-07-19

基金项目: 重庆市技术创新与应用示范专项(cstc2018jscx-mszdx0033).

作者简介: 周建华, 博士, 教授, 主要从事风景园林规划设计理论与实践研究.

山地公园具有地质不稳定、地形复杂、水土易于侵蚀和原生植被丰富等特征,而建筑作为山地公园中容易引发生态问题的人工要素之一,其选址、尺度、形态及布局等均会对山地自然生态环境产生影响.因此,在对建筑进行规划设计时应特别注意避免生态问题的发生^[1].传统的山地公园建筑规划设计主要建立在行为、心理和美学分析之上^[2],缺乏定量的、可操作的生态学方法,难以将生态功能与使用功能、美学价值相互协调^[3-4],从而导致山地公园生态系统不断退化,生态问题频频发生^[5].在山地公园中,建筑尺度既影响视觉感受,也影响生态环境.因此,本研究基于生态学的角度,主要聚焦建筑的水平尺度,引入水土保持的相关理论与方法,通过模拟与计算,提出山地公园建筑水平尺度的控制途径和计算方法.

1 山地公园建筑尺度控制研究

1.1 传统山地公园建筑尺度控制理念

建筑尺度可分为竖向尺度和水平尺度,竖向尺度指的是建筑高度,主要影响视觉感受,而水平尺度指的是建筑占地面积.传统山地公园建筑的尺度控制多以感性描述为主.在自然山水背景下,秦汉宫苑是将人工建筑散布于自然山水之中,追求弥山跨谷的气势;在写意山水理念中,则强调“东南移入户庭间”(白居易《累土山》).二者尺度跨度巨大,却又在天人合一的自然山水观中完美融合^[6].吴亮^[7]在《止园集》中写道:“园亩五十而赢,水得十之四,土石三之,庐舍二之,竹树一支”.陈从周^[8]在《说园》中提出:“风景区之建筑宜隐不宜显,宜散不宜聚,宜低不宜高,宜麓不宜顶”.从这些文献中可以看出,传统山地公园建筑的尺度控制理念体现了朴素的生态观,强调的是建筑与自然环境的和谐融合.

1.2 基于水土保持的山地公园建筑尺度研究思路

目前针对山地公园建筑对生态环境影响的研究文献较少,而其中针对山地公园建筑水平尺度与生态环境关系的研究更是凤毛麟角,且多为定性研究.大多数学者主要从形态、空间、景观、交通和技术等方面对山地建筑如何适应山地地形环境作了探索和研究.卢济威等^[9]和张玉虎等^[10]从视觉、生态、情感和空间等方面探讨了山地建筑的设计要点.夏晨曦^[11]则从建筑布局、形态表现及适宜性技术等方面提出适应自然山地地貌的山地公园建筑设计策略.李保峰等^[12]则认为设计师若能从地形中发现自然力场的存在,将其作为设计的前文本,则“自然”就会成为建筑形态布局的秩序之源,建筑应充分融合于自然景观中,展现山地公园的生态特色,减少对山地环境的干扰^[13-14].陈烨等^[15]从参数化的角度对山地环境中的竖向因素进行建筑范围、坡形限高和体量轮廓 3 个方面进行了分析,提出了建筑边界度、地段包容度、建筑密度、坡形限高比、视觉高度比和视觉面积比等 6 个参数指标体系.总体而言,大部分的研究都是从视觉景观及使用功能与山地地形的融合角度出发的.

在山地条件下营造风景建筑,除了关注其视觉效果和使用功能,更重要是要防止山地生态灾害的发生.水和土是山地环境中最敏感的生态要素,山地建筑的水平尺度与山地水土流失密切相关.而细沟侵蚀与土壤侵蚀是判断水土流失的两个重要指标.本研究选择影响山地生态环境较大的两个因子——坡度与汇水面积,分别模拟计算得出不同坡度和不同汇水面积条件下建筑坡面长度与坡面流速、建筑占地面积与土壤侵蚀模数的对应数据.再与坡面临界流速与土壤侵蚀模数分级标准相比较,来确定与判断建筑占坡面长度与占地面积的合理性,为山地公园中坡面建筑的水平尺度提供科学的计算方法与控制途径.

2 理论研究

2.1 坡面建筑水平尺度与细沟侵蚀

细沟侵蚀是指坡面地表径流不断增加,流速加快,产生强烈的坡面冲刷,在地表逐渐形成细小而密集的沟^[16],是水土流失的重要表现^[17].建筑水平尺度对坡面流速的影响主要是因为不同的建筑坡面长度导致地表径流经建筑场地时流速发生不同的变化,当坡面流速超过一定的临界流速后,对坡下地表将造成

不同程度的细沟侵蚀,在不同的建筑坡面长度条件下,对坡面流速与临界流速进行计算与比较,可以有效地确定不同环境条件下,合理的建筑坡面长度。

2.1.1 坡面流速的估算

根据《开发建设项目水土保持技术规范》(GB 50433-2008),坡面洪峰流量公式为:

$$Q_{\text{洪}} = 0.278 \times K \times i \times A \quad (1)$$

式中: $Q_{\text{洪}}$ 为相应洪水频率的最大洪水洪峰流量 (m^3/s); K 为径流系数; i 为相应暴雨频率平均 1 h 降雨强度 (mm/h); A 为集水面积 (km^2), $A = (L \times B + F)$ (图 1); 通过计算坡面洪峰流量可以得到建筑单宽流量,其计算公式为:

$$q = Q/B = [0.278K(L \times B + F)I]/B \quad (2)$$

式中: q 为单宽流量 (m^2/s); Q 为坡面流量 (m^3/s); K 为径流系数; B 为场地坡面宽度 (m); L 为场地坡面长度 (m); F 为上方汇水面积 (m^2); I 为相应暴雨频率平均 1 h 降雨强度 (mm/h)。

根据江忠善等^[18]的研究结果,坡面径流流速公式为:

$$V = K \times q^n \times J^m \quad (3)$$

式中: V 为平均流速 (m/s); K 为坡面阻力系数; J 为坡比; m, n 为流量与坡度的指数。(3)式为坡面平均流速通用形式,式中参数根据不同学者研究方法 & 地域条件而确定。本研究采用张光辉^[19]的结果, K 取 23.66, m 和 n 分别取 0.246, 0.542。

通过(3)式计算可得出:汇水面积相同、不同坡度和坡度相同、不同汇水面积的建筑坡面长度及坡面流速。

2.1.2 细沟侵蚀临界速度估算

根据邵学军等^[20]的研究结果,坡面上细沟侵蚀发生临界速度为:

$$V = \sqrt{gRJ} \quad (4)$$

式中: v 为临界速度, R 为水力半径, J 为坡比, g 为重力加速度。其中:

$$R = (n \times k \times \cos \alpha \times I_{30} \times L)^{3/5} / J^{3/10} \quad (5)$$

式中: n 为曼宁糙率; k 为超渗比率,可视为同等条件下裸地的径流系数; α 为坡度; I_{30} 为最大 30 min 雨强; L 为坡长; J 为坡比。

通过此公式计算可得出其他条件一致、不同坡度的细沟侵蚀临界速度。坡度越大,临界流速越大,当坡面流速超过这些临界速度后,就会对下坡产生不同程度的细沟侵蚀。

2.2 坡面建筑尺度与土壤侵蚀

土壤侵蚀是指土壤因地表径流、风力等外部作用下,被破坏、剥蚀、搬运和沉积的过程,土壤侵蚀量的大小是反应坡面生态稳定性的重要指标^[21]。计算不同水平尺度的坡面建筑引起坡下土壤侵蚀量的大小与国家土壤侵蚀模数分级进行对比,从而确定对山地生态环境干扰合理的坡面建筑水平尺度。

2.2.1 土壤侵蚀模数估算

基于 RUSLE 模型的重庆市土壤流失方程基本形式为:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad (6)$$

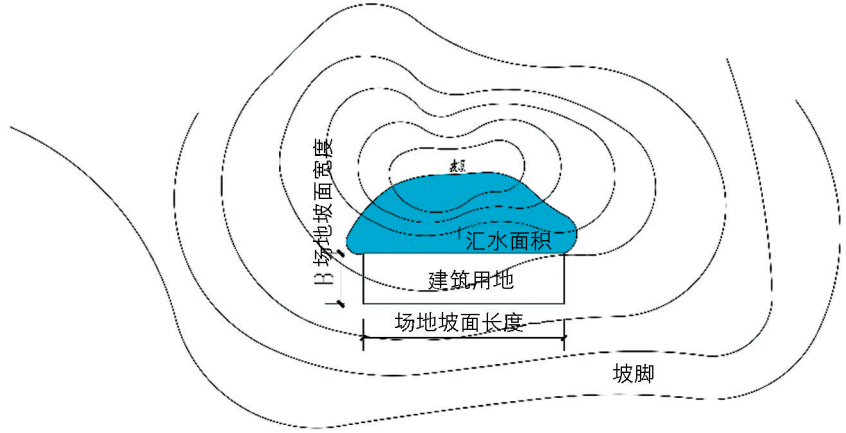


图 1 坡面建筑平面示意图

式中: A 为坡面侵蚀量(t/hm^2); R 为降雨侵蚀力($MJ \cdot mm \cdot hm^{-2} \cdot h^{-1} \cdot a^{-1}$); K 为土壤可蚀性($t \cdot hm^2 \cdot h \cdot hm^{-2} \cdot MJ^{-1} \cdot mm^{-1}$); L 和 S 为地形, 其中 L 为坡长, S 为坡度; C 为植被覆盖度; P 为水土保持措施. 各参数的计算方式如下.

(1) 降雨侵蚀力 R . 本模型采用史东梅等^[22-23]等基于人工模拟降雨的手段建立的重庆地区降雨侵蚀力计算的年雨量模型:

$$R_{\text{年}} = 0.011\ 3P_{\text{年}}^{1.734}$$

(7)

式中: $R_{\text{年}}$ 为年降雨侵蚀力($MJ \cdot mm \cdot hm^{-2} \cdot h^{-1}$); $P_{\text{年}}$ 为年降雨量(mm). 重庆市多年平均降雨量 1 208 mm, 多年平均径流深 620.7 mm, 多年平均径流总量 511.4 亿 m^3 , 由此计算, R 取值为 2 496.8.

(2) 土壤可蚀性 K . 基于陈正发^[24]对于重庆市不同水土保持模式下的土壤可蚀性研究采用诺漠法估算重庆地区土壤可蚀性, 其计算公式为:

$$K_{\text{诺漠}} = (2.1(N_1 \times N_2)^{1.14} \times (12 - O_M) \times (10_{-4}) + 3, 25(S - 2) + 2.5(P - 3)/100$$

(8)

式中: $K_{\text{诺漠}}$ 为土壤可蚀性; N_1 = 粉砂($0.05 \sim 0.1\ mm$)% + 极细砂($0.002 \sim 0.05\ mm$)%; N_2 = $100 - \text{黏粒}(<0.002\ mm)\%$ 或者为 N_1 + 砂粒($0.1 \sim 2.0\ mm$)%; O_M 为有机质的百分含量; S 为土壤的结构参数; P 为土壤的渗透级别. 根据本文的研究方向, 选取陈正发^[24]对于重庆市不同水土保持模式下土壤理化性质及可蚀性 K 值研究, 将场地按照梯平地模式取可蚀性 K 值为 0.028, 积累径流对下坡造成冲刷, 原地貌按照水土保持林顺坡耕作模式取可蚀性 K 值为 0.036.

(3) 地形 LS . 本研究选用刘宝元等^[16]根据早期 RUSLE 中给出的地形因子 LS 进行的改进, 建立了中国土壤流失方程 CLSE.

$$L = (\lambda / 22.13)^m$$

(9)

$$S = \begin{cases} 10.80 \sin a + 0.003 & a < 5^\circ \\ 16.80 \sin a - 0.50 & 5^\circ \leq a < 10^\circ \\ 21.91 \sin a - 0.96 & a \geq 10^\circ \end{cases}$$

(10)

式中: L 为坡长; S 为坡度; λ 为坡长值; m 为坡长指数; a 为坡度, 分别取 10%, 15%, 20%, 25%. 10% 以下区域的坡度计算采用 McCool^[25]等的公式, 10% 以上采用 Liu 等^[26]根据黄土高原陡坡情况改进的公式.

(4) 植被覆盖度 C . 在 USLE 模型中, 植被覆盖度 C 指在相同条件下的一定时间内, 长有作物的标准小区与连续撂荒的标准小区上的土壤流失量之比. 在无实测 C 值时, 可通过实测地表植被覆盖度, 进而利用 C 值与植被覆盖度相关关系计算出 C 值来, 采用蔡崇法等^[27]研究得到的公式:

$$\begin{cases} C = 1 & c = 0 \\ C = 0.650\ 8 - 0.343\ 6 \log c & 0 < c < 78.3\% \\ C = 0 & c > 78.3\% \end{cases}$$

(11)

式中, c 为植被覆盖度, 根据地块现状植被覆盖度进行取值, 不同植被覆盖度对应不同取值, 本研究根据现场调研经验取值 50%.

(5) 水土保持措施 P . P 的取值根据陈正发^[24]对重庆及相似地区不同土地利用类型采用上述方法经转化、标准化后得到的水土保持措施 P 值表(表 1)取值, 原地貌为林地取为 0.037, 场地径流积累冲刷下坡条件下设 P 值为 1.

表 1 重庆地区不同土地利用类型 P 值

土地	裸地	作物覆盖	作物覆盖	植物	作物覆盖		
利用类型	坡耕地	顺坡耕地	横坡耕地	篱坡耕地	水平梯地	林地	荒草地
P 值	1	1	0.572	0.5	0.032	0.037	0.295

通过公式(1)－公式(11)可模拟计算出土壤类型、降雨强度与植被覆盖度相同时,不同坡度下不同建筑占地面积的平均土壤侵蚀模数,再与土壤侵蚀模数分级对比,可得出建筑占地面积大小与土壤侵蚀强度的对应关系,从而科学确定不同坡度下合理的建筑占地面积。

2.2.2 土壤侵蚀模数分级

根据土壤侵蚀模数,采用土壤水力侵蚀强度分级标准(SL 190-2007)(表 2),对坡地土壤侵蚀程度进行分级。其中,重庆紫色丘陵区土壤侵蚀模数临界值为 1 000 t/(km²·a)^[28],超过此值将容易引起不同程度的土壤侵蚀,诱发生态问题。

表 2 土壤水力侵蚀强度分级标准(SL 190-2007)

土壤水力蚀强度分级标准(SL 190-2007)		土壤水力蚀强度分级标准(SL 190-2007)	
微度	<500 t/(km ² ·a)	强烈	5 000~8 000 t/(km ² ·a)
轻度	500~2 500 t/(km ² ·a)	极强烈	8 000~15 000 t/(km ² ·a)
中度	2 500~5 000 t/(km ² ·a)	剧烈	>15 000 t/(km ² ·a)

3 实例验证与模拟

选取重庆市渝北区照母山公园—照母山庄为模拟验证实例。山庄位于公园北侧坡地,建筑占地面积 6 500 m²,坡面总面积 45 000 m²,上坡汇水面积 8 000 m²,坡面总坡长 231 m,建筑坡面长度约 35 m,坡度约为 20%;周边植被类型为林地,长势较好,覆盖度约 50%;土壤类型为紫色土;基地多年平均降雨量 1 208 mm,多年平均径流深 620.7 mm。

3.1 建筑坡面长度与细沟侵蚀

3.1.1 坡面流速模拟计算

选择原基地坡度 20%,模拟 10%,15%的坡度与基地 8 000 m²,模拟 10 000,15 000,20 000 m² 的汇水面积分析建筑水平尺度对坡面流速的影响。为了方便计算,根据照母山庄基地现状平面布局,将其模拟成长方形的规整场地(图 2)。根据坡面流速计算公式,模拟计算出照母山庄汇水面积不变,坡度分别为 10%,15%和 20%时的建筑坡面长度与坡面流速(表 3);以及坡度不变,汇水面积分别为 8 000,10 000,15 000,20 000 m² 时的建筑坡面长度及坡面流速(表 4)。

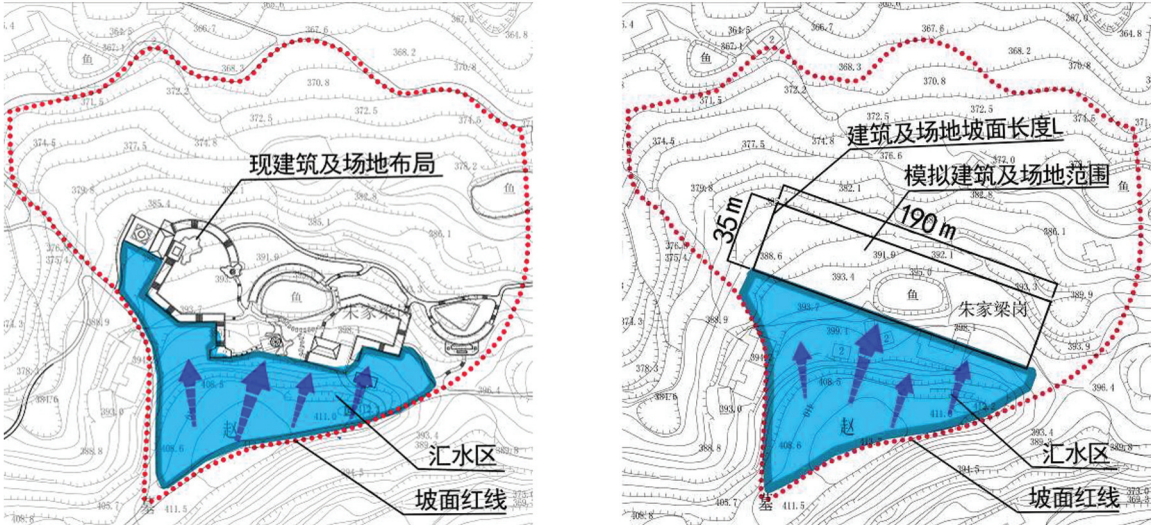


图 2 照母山庄基地平面与基地模拟平面图

表 3 不同坡度下建筑坡面长度与坡面流速

汇水面积/m ²	坡度/%	建筑坡面长度/m	坡面流速/(cm·s ⁻¹)
8 000	10	0	8.02
		10	9
		20	9.9
		30	10.73
		40	11.51
		50	12.25
	15	60	12.96
		0	8.86
		10	9.94
		20	10.93
		30	11.85
		40	12.72
	20	50	13.54
		60	14.31
		0	9.51
		10	10.67
		20	11.73
		30	12.72
		40	13.65
		50	14.53
		60	15.36

表 4 不同汇水面积下建筑坡面长度与坡面流速

坡度/%	汇水面积/m ²	场地长度/m	流速/(cm·s ⁻¹)
20	8 000	0	9.51
		10	10.67
		20	11.73
		30	12.72
		40	13.65
		50	14.53
	10 000	60	15.36
		0	10.73
		10	11.79
		20	12.77
		30	13.7
		40	14.57
	15 000	50	15.41
		60	16.2
		0	13.36
		10	14.26
		20	15.1
		30	15.91
	20 000	40	16.69
		50	17.44
		60	18.16
		0	15.62
		10	16.41
		20	17.16
		30	17.89
		40	18.6
		50	19.28
		60	19.95

3.1.2 细沟侵蚀临界速度模拟计算

通过临界速度公式计算可得: 坡度为 10%, V 值为 12.38 cm/s; 坡度为 15%, V 值为 12.93 cm/s; 坡度为 20%, V 值为 13.45 cm/s. 坡度越大, 临界流速越大, 当坡面流速超过这些临界速度后, 就会对下坡产生不同程度的细沟侵蚀.

3.1.3 模拟结果

根据坡面流速模拟计算结果(表 3 和表 4), 使之与得到的细沟侵蚀临界速度进行对比, 得出不同坡度、汇水面积下合理的建筑坡面长度(表 5). 从表 5 可判断: 照母山庄合理的建筑坡面长度应为 30 m 以内, 这与照母山庄现状坡面长度一致, 能满足生态要求.

表 5 不同坡度、不同汇水面积条件下合理建筑坡面长度

汇水面积/ m ²	坡度/ %	临界流速/ (cm • s ⁻¹)	合理的建筑坡 面长度/m	坡度/ %	汇水面积/ m ²	临界流速/ (cm • s ⁻¹)	合理的建筑坡 面长度/m	
8 000	10	12.38	50	20	8 000	13.45	30	
	15	12.93	40		10 000		20	
	20	13.45	30		15 000		0	
					20 000		0	

3.2 建筑占地面积与土壤侵蚀

钟壬琳等^[29]在紫色土坡面径流与侵蚀特征模拟试验研究中表明: 在紫色土坡面径流总量有随坡度和雨强增加而增大的趋势, 因此, 坡度和降雨量是引起山地土壤侵蚀最重要的因子. 在本验证过程中, 假设其他条件都不变, 将坡度作为变量. 选择原基地坡度 20% 和模拟 10%, 15%, 25% 等 4 个坡度, 分析建筑水平尺度对土壤侵蚀的影响. 通过土壤侵蚀模数的模拟计算, 对照土壤侵蚀模数分级标准, 可得出照母山庄在土壤类型、降雨强度与植被覆盖度相同、不同坡度下不同建筑占地面积对坡地土壤侵蚀强度(表 6).

表 6 不同坡度条件下建筑占地面积大小对坡地的土壤侵蚀程度

坡度/%	建筑占地面积/m ²	平均土壤侵蚀模数/(t · km ⁻² · a ⁻¹)	土壤侵蚀强度
10	0	277.79	微度
	2 000	377.04	微度
	4 000	537.79	轻度
	6 000	732.85	轻度
	8 000	953.87	中轻度
	10 000	1 196.31	中轻度
	12 000	1 457.24	中轻度
	0	448.96	微度
15	2 000	609.37	轻度
	4 000	869.177	轻度
	6 000	1 184.427	中轻度
	8 000	1 541.63	中轻度
	10 000	1 933.45	中轻度
	12 000	2 355.17	中轻度

续表 6

坡度/%	建筑占地面积/m ²	平均土壤侵蚀模数/(t·km ⁻² ·a ⁻¹)	土壤侵蚀强度
20	0	589.01	轻度
	2 000	799.45	轻度
	4 000	1 140.3	中轻度
	6 000	1 553.89	中轻度
	8 000	2 022.52	中轻度
	10 000	2 536.57	中度
	12 000	3 089.84	中度
25	0	697.93	轻度
	2 000	947.3	轻度
	4 000	1 351.18	中轻度
	6 000	1 841.25	中轻度
	8 000	2 396.55	中轻度
	10 000	3 005.66	中度
	12 000	3 661.24	中度

参照重庆紫色丘陵区土壤侵蚀模数临界值，对比表 6 与表 2 可知：

坡度为 10％时，建筑占地面积控制在 2 000 m² 以内，土壤侵蚀程度为微度，在土壤流失量的容许范围之内，面积在 2 000～8 000 m² 以内，会对坡地产生一定的生态干扰，但在适度干扰范围以内，面积大于 8 000 m² 后，会造成土壤侵蚀程度过大，破坏生态环境。

坡度为 15％时，建筑占地面积 4 000 m² 以内，对坡地产生干扰在适度范围以内，面积大于 4 000 m² 后，对坡面土壤侵蚀模数超过可控范围，易造成水土流失；

坡度为 20％和 25％时，为了保证对生态干扰在适度范围以内，建筑及场地面积需要控制在 2 000 m² 以内，>2 000 m² 后，会造成坡下发生轻度、中度甚至强烈的侵蚀。

照母山庄基地现状坡度为 20％，建筑及场地的面积为 6 500 m²，平均土壤侵蚀模数约为 1 500 t/(km²·a)，依据模拟计算结果，山庄将对坡下的生态环境产生较大影响。但在实际调研过程中，照母山庄坡下生态环境比较好，未发现水土流失现象。究其原因是：一方面，因其不是纯粹的建筑硬质场地，由很多有机分散的林地、水体、花池和花坛等自然斑块有机嵌合形成，环境较为生态(图 3)。另一方面，照母山庄下坡种植很宽且密集的人工林带，减少雨水对坡面的冲刷，同时减少人为活动的干扰，起到了生态防护的作用。

4 结论与讨论

建筑水平尺度大小与坡地的生态环境好坏呈正相关。当建筑水平尺度适中，对山地干扰适度，将有益于形成良好的生态环境模式；当尺度过大，势必引起山地生态环境的变化，甚至发生土壤侵蚀、滑坡、崩塌等生态灾害，影响山地生态系统的稳定性。因此，在山地公园建筑水平尺度控制时应首先考虑对山地生态问题的避免，再根据视觉美观、功能需求以及人的行为特征、心理特征等方面确定合理的建筑水平尺度。



图3 照母山庄整体环境

坡度、汇水面积、植被覆盖度和土壤类型是影响山地公园生态环境的重要因素,在对山地公园坡面建筑水平尺度控制时,应充分考虑各区域坡度、汇水面积、植被覆盖度和土壤类型等因子条件,进行坡面流速与土壤侵蚀方面的科学计算,以确定合理的建筑水平尺度.坡面流速分别与坡度、汇水面积、建筑坡面长度呈正相关,任何一个变量的增加都会引起坡面流速的加快;坡度、建筑占地面积与坡面平均土壤侵蚀模数呈正相关,坡度与建筑场地面积的增加都会引起平均土壤侵蚀模数增大.

在山地环境中,建筑如果需要承载特殊的使用功能或视觉美观需求,尺度需要适度扩大时,应充分考虑场地本身的生态性,可以通过采用覆土式建筑或在场地内部增加小型自然林地、花池和水体等自然斑块的形式增加斑块之间的连接度以及改变场地透水性,对雨水进行合理组织,以减少地表径流和土壤侵蚀.

参考文献:

- [1] 邢佑浩. 山地公园景观空间设计探讨 [D]. 重庆: 西南农业大学, 2003.
- [2] 邓毅. 城市生态公园规划设计方法 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
- [3] 沙疆. 现代城市山地生态公园的建筑设计与规划探讨 [J]. 企业导报, 2012(4): 242-243.
- [4] 杜春兰. 山地城市景观学研究 [D]. 重庆: 重庆大学, 2005.
- [5] 刘宇, 邵波, 王海洋. 山地公园景观生态恢复与重建——以重庆洪恩寺公园为例 [J]. 重庆工商大学学报(自然科学版), 2008, 25(3): 277-280.
- [6] 陈烨, 马文倩. 基于传统理念的风景建筑体量参数化控制研究 [J]. 中国园林, 2019, 35(9): 53-57.
- [7] (明)吴亮. 止园集 [M]. 明刻本.
- [8] 陈从周. 说园 [M]. 上海: 同济大学出版社, 2007.
- [9] 卢济威, 王海松. 山地建筑设计 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001.

- [10] 张玉虎, 蓝华. 从昆明·世博园谈山地公园建筑规划设计 [J]. 城市建设理论研究(电子版), 2012(4): 1-6
- [11] 夏晨曦. 山地公园建筑设计策略——以重庆地区公园为例 [D]. 重庆: 重庆大学, 2012.
- [12] 李保峰, 丁建民, 徐昌顺, 等. 设计结合自然——恩施大峡谷聚落式度假酒店设计的传承与创新 [J]. 中国园林, 2018, 34(8): 39-44.
- [13] 苟平, 杨锐. 山地建筑设计理念 [J]. 重庆建筑, 2004, 3(6): 12-15.
- [14] 乔丽芳, 张毅川, 陈亮明. 南方山地型森林公园建筑的自然生态化设计 [J]. 森林工程, 2004, 20(5): 5-7.
- [15] 陈烨, 吴艳丽, 孙建文. 基于山地竖向因素的传统风景建筑尺度参数化解析 [J]. 中国园林, 2019, 35(1): 96-101.
- [16] 刘宝元, 杨扬, 陆绍娟. 几个常用土壤侵蚀术语辨析及其生产实践意义 [J]. 中国水土保持科学, 2018, 16(1): 9-16.
- [17] 郑粉莉. 发生细沟侵蚀的临界坡长与坡度 [J]. 中国水土保持, 1989(8): 23-24.
- [18] 江忠善, 宋文经. 坡面流速的试验研究 [J]. 中国科学院西北水土保持研究所集刊, 1988(7): 46-52.
- [19] 张光辉. 坡面薄层流水动力学特性的实验研究 [J]. 水科学进展, 2002, 13(2): 159-165.
- [20] 邵学军, 王远航, 胡慧武. 坡面细沟流侵蚀临界条件研究 [J]. 水土保持学报, 2004, 18(2): 1-4.
- [21] 袁克勤. 基于 GIS 岩溶山地小流域土壤侵蚀量计算——以重庆市南川区木渡河小流域为例 [D]. 重庆: 西南大学, 2009.
- [22] 史东梅, 卢喜平, 蒋光毅. 紫色丘陵区降雨侵蚀力简易算法的模拟 [J]. 农业工程学报, 2010, 26(2): 116-122.
- [23] 史东梅, 江东, 卢喜平, 等. 重庆涪陵区降雨侵蚀力时间分布特征 [J]. 农业工程学报, 2008, 24(9): 16-21.
- [24] 陈正发. 基于 RUSLE 模型的重庆市土壤流失方程研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2011.
- [25] MCCOOL D K, BROWN L C, FOSTER G R, et al. Revised Slope Steepness Factor for the Universal Soil Loss Equation [J]. Transactions of the ASAE, 1987, 30(5): 1387-1396.
- [26] LIU B Y, NEARING M A, RISSE L M. Slope Gradient Effects on Soil Loss for Steep Slopes [J]. Transactions of the ASAE, 1994, 37(6): 1835-1840.
- [27] 蔡崇法, 丁树文, 史志华, 等. 应用 USLE 模型与地理信息系统 IDRISI 预测小流域土壤侵蚀量的研究 [J]. 水土保持学报, 2000, 14(2): 19-24.
- [28] 史东梅. 基于 RUSLE 模型的紫色丘陵区坡耕地水土保持研究 [J]. 水土保持学报, 2010, 24(3): 39-44, 251.
- [29] 钟壬琳, 张平仓. 紫色土坡面径流与侵蚀特征模拟试验研究 [J]. 长江科学院院报, 2011, 28(11): 22-27.

责任编辑 潘春燕