

水土流失对山地旅游地水体观光功能影响研究

李跃军¹, 孙虎²

(1. 台州学院经贸管理学院, 浙江 临海 317000 2. 陕西师范大学旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

摘要: 水土流失影响山地旅游景观质量, 成为当前山地旅游地普遍性的环境问题之一。通过土壤与水体浊度模拟实验表明, 水土流失以改变水体浊度从而影响景观观光质量, 20 NTU 浊度可作为次降雨水土流失对水体景观影响的临界值。以浙江省天台县石梁景区实证研究得到, 不同流域降雨侵蚀对水体浊度影响具有差异性, 同一流域次降雨侵蚀对观光水体浊度影响受流域降水强度与降水量共同作用。

关键词: 山地旅游地; 水土流失; 降水特性; 水体浊度; 影响研究

中图分类号: F592.3, S157

文献标识码: A

山地旅游地在我国旅游资源构成中具有重要地位, 但是, 山地资源开发与旅游环境建设和保护之间的矛盾较为突出, 水土流失成为当前山地旅游区环境普遍性的问题之一。为此, 许多学者对山地旅游地水土流失影响规律开展了不同程度的研究, 主要集中在山地水土流失规律及旅游开发与旅游活动对旅游地水土流失影响研究^[1-5]; 但是, 反过来, 水土流失对旅游地影响研究比较薄弱。水在旅游景观构成中, 既可形成水体旅游资源, 也是形成旅游景观的环境要素。水土流失改变水色和水体质量, 导致水体视觉美感下降, 影响了山地旅游资源质量开发潜力, 尤其在南方山清水秀条件下, 水色是山地旅游地景观美感的重要构成要素, 水土流失通过对水色的影响, 对景区的景观视觉美感产生更大的影响。本文以浙江天台山石梁景区为试验区, 就水体浊度与降雨及流域特性关系进行初步的研究, 以供学者进一步探讨。

1 研究区概况

石梁景区是浙江天台山国家级风景名胜区最重要游览区之一, 以低山丘陵地貌类型为主, 地形起伏

较大, 河流切割明显, 构成多层次、多结构的自然生态环境。属亚热带季风气候, 四季分明, 光热充裕, 雨量充沛, 植物属亚热带常绿阔叶林地带。以瀑布穿过天生桥的奇景“石梁飞瀑”、花岗岩铜壶地貌、“五百罗汉道场”、下方广寺最为著名, 水体景观较为突出。景区流域面积 17.84 km², 核心区面积 11.64 km², 主游览区面积为 0.85 km², 游线总长约为 7 km, 主景游览线长约 3 km, 景区年游客量约 25 万, 门票年收入约 600 万元。景区分布在浙江天台县慈圣溪上游流域, 注入景观河道的支谷有: 金溪、银溪、方广村溪、杉树岭溪、寺后溪。溪谷分布如图 1 所示, 5 个小流域特征如表 1。

2 浊度与水色视觉美感关系的模拟实验

浊度是衡量混浊度、水体透明度的标准, 浊度大小可以反映水体景观质量状况, 通常用浊度仪可以直接测出。浊度对野外旅游景区水色视觉美感具有重要影响, 为了探索观光水体水色变化与泥沙量大小的定量研究, 本研究首先进行了室内模拟。

2.1 过程设计

利用绿色玻璃, 自制长 30 cm、宽 20 cm、高 20

收稿日期 (Received date): 2009-03-05; 改回日期 (Accepted): 2009-06-15.

作者简介 (Biography): 李跃军 (1968-), 男, 副教授, 博士研究生, 主要从事旅游学和自然地理学的教学与研究工作。[Li Yuejun (1968-), Male Doctoral candidate majored in College of Tourism and Environment Science of Shaanxi Normal University, Taizhou University. E-mail: jzly@163.com]

表 1 石梁景区流域特征

Table 1	The watershed features of Shiliang scenic area				
河流名称	金溪	银溪	小铜壶溪	寺后溪	方广村溪
流域面积 (km ²)	5	4	4	2	3
植被覆盖率	85%	85%	85%	100%	80%
农业活动	较频繁	频繁	较频繁	无	频繁
农耕地面积 (km ²)	2	1.5	1.5	0	1.8

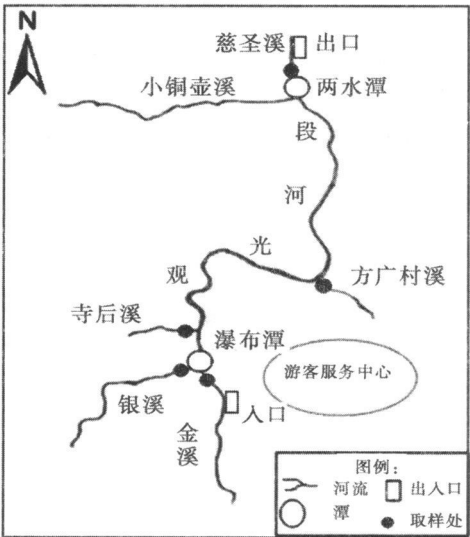


图 1 石梁景区河流沟谷分布示意图

Fig.1 The distribution of the river valley in Shiliang Scenic Area

m 的玻璃缸,并标上相应刻度。放水 10 L,在绿色玻璃的影响下,水色略显绿色,接近山地旅游地野外观光水体的颜色。把取自石梁景区森林土(土样特性见表 2),部分用烘干机烘干,得到干重/湿重 = 0.768 213。然后把取得的森林土分别以 1 g、2 g、3 g……10 g 逐渐加入到盛有 10 L 水的玻璃缸中,充分搅拌,观察水色变化,利用 Turbidity Standards Kit Model 2100P 型散射光浊度仪测其浊度。水色类型以浙江省台州学院旅游管理专业 50 名学生,观察水色变化,并进行认定。

2.2 实验现象与实验数据

从实验中可以观察到,随着加入土样越多,浊度从 0 NTU 不断增大,水色由绿色—黄绿色—浅黄色—黄色—混浊色的变化。当浊度在 10 NTU 以下时,所有的观察者认为水中泥沙色没有感觉,水体颜色为玻璃缸的本底色(绿色)。当 10 NTU < 浊度 < 20 NTU 之间时,能感知水体颜色黄色成分观察者人数不断增多;当浊度达到 20 NTU,50% 的观察者水体视觉已经能感知黄色成分。当 20 NTU < 浊度 < 50 NTU,水体的泥沙色(黄色)逐渐明显;当浊度达到 50 NTU,50% 的观察者认为水体以泥沙色为主,所有的观察者认为不适合观光水体要求。当浊度 > 50 NTU,水体的泥沙色(黄色)更加突出,水体已经混浊不见底。并得到实验数据如表 3。

表 2 土样特性

Table 2	The characteristics of soil samples									
土壤类型	海拔 (m)	坡位	植被盖度 (%)	pH 值	干重 / 湿重	容重 (g/m ³)	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	全磷 (g/kg)	全钾 (g/kg)
黄壤	525	阴坡	90~100	4.48	0.768	1.29	52.602	1.2119	0.567	28.5

表 3 森林土与浊度关系实验数据

Table 3	The experimental data of turbidity and forest soil			
水体积 (L)	土壤湿重 (g)	土壤干重 (g)	浊液浓度 (g/L)	浊度 (NTU)
10	0	0	0	0
10	1	0.768	0.077	2
10	2	1.536	0.154	5
10	3	2.305	0.23	6.6
10	4	3.073	0.307	9.4
10	5	3.841	0.384	12.9
10	6	4.609	0.461	16
10	7	5.377	0.538	20.2
10	8	6.146	0.615	22.3
10	9	6.914	0.691	26.7
10	10	7.682	0.768	34.5

从表中可以得到,浊度与森林土土壤混合液浓度的对应关系如图 2。

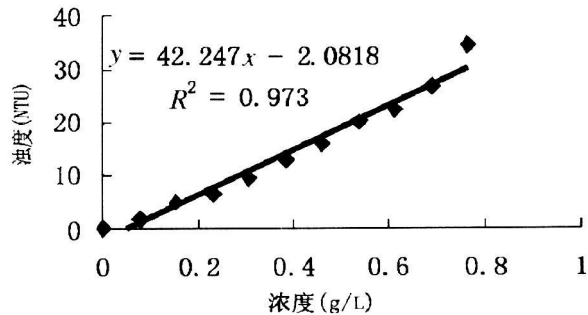


图 2 浊度与森林土浓度相关关系图

Fig.2 The relationship between turbidity and forest soil

由此得到,森林土土壤水土流失与水体浊度关系的公式可表示为: $Y = 42.24X - 2.0708$ 相关系数为: $R^2 = 0.9730$ 式中, Y 为浊度, X 为水土流失产生的混合液水体的浓度。

2.3 实验结论

1. 森林土水体混浊液中土壤质量越大, 浊度越大, 浊度随着混浊液浓度增大而直线上升; 浊度与水体混浊液土壤质量浓度呈现出正相关, 相关系数为 $R^2 = 0.9730$ 。浊度大致在 20 NTU 以下的水体适宜观赏性, 水体视觉美感基本上不受浊度影响; 而在 20 NTU 以上的水体一般为观光影响性水体。

2. 随着水体中泥沙量的增大, 水体浊度增大, 大多数人会认为水体视觉美感下降。按照水体浊度变化情况, 可把水体浊度分为 5 个等级, 相对应的水色、透明度、视觉美感 5 个等级如表 4。

表 4 浊度与水色视觉美感对应关系

Table 4 The corresponding relationship of turbidity and color visual beauty

等级	一级	二级	三级	四级	五级
浊度	< 10 NTU	10~ 20 NTU	20~ 30 NTU	30~ 50 NTU	> 50 NTU
水色	本底色	黄绿色	浅黄色	黄色	混浊色
透明度	透明度高	透明较高	较低	低	极低
水体美感	很美	美	一般	差	很差

3 水土流失对水体浊度影响的实证研究

浊度是衡量水体透明度、混浊度的标准, 浊度大小可以反映水体景观质量状况, 通常用浊度仪可以直接测出。影响流域观光水体浊度的主要原因是流域上游水土流失引起, 所以, 浊度从一定程度上也可以反映流域水土流失程度。

3.1 不同小流域降雨对水体浊度影响的差异

为了取得石梁景区降雨对 5 个小流域影响情况, 本研究进行了 7 次野外取样。每次降雨分别在各条溪谷达到最高水位时, 在进入主河道谷口处同时取样, 得到流域降雨对水体浊度如表 5。

可以看出, 不同流域环境要素的差异, 降雨侵蚀对流域水体的影响具有差异性。寺后溪的植被覆盖率最高, 没有农业活动, 降雨侵蚀对观光水体影响最小, 而其他流域的水体受降雨侵蚀影响较大。而且, 随着流域降水侵蚀的可能性增大, 流域水体的浊度差异性越大。

3.2 降雨要素对观光水体浊度的影响

每次降雨时, 随着降雨过程的变化, 流域观光水体浊度存在变化的过程。一般来说, 次降雨最高水位时, 流域水土流失挟带的泥沙量较大, 从而导致观光水体浊度相应较大, 因此, 测其最高水位时的观光水体浊度, 表示本次降雨水土流失对水体水色景观最大影响程度。笔者以 2007- 01- 12 主要降雨日, 对观光河道水体进行观测, 次降雨最高水位时在景区出口附近两水潭处取样, 并利用 Turbidity Standards Kit Model 2100P 型散射光浊度仪测其浊度。得到检测结果 (表 6)。

从表 6 中可以看出:

1. 随着降雨持性的变化, 景区流域水土流失程度不同。降雨量大、降雨强度也大的, 观光水体浊度相应较大, 观光水体水色出现水清见底—绿色—黄绿色—黄色—混浊的变化, 水体视觉美感质量不断下降, 观光河段水体混浊度与景观视觉美感质量有较大的相关性。

2. 降雨侵蚀对观光水体浊度影响不仅受降水强度影响较大, 而且与降水量大小有关。在 7 月 13

表 5 不同小流域降雨对水体浊度影响的比较表

Table 5 The comparison of the rainfall influence on turbidity in different small watershed

取样日期	降雨量 (mm)	取样点					
		观光河道 浊度 (NTU)	金溪浊度 (NTU)	银溪浊度 (NTU)	小铜壶溪 浊度 (NTU)	寺后溪 浊度 (NTU)	方广村溪 浊度 (NTU)
1. 20	12.5	5.1	5.8	5.1	5.1	4.2	4.6
2. 09	7.8	6.1	6.8	5.5	6.3	3.5	5.5
3. 1	22.8	5.2	5.3	4.8	5.3	4.7	5.3
4. 22	27.3	21.81	22.9	20.6	22.1	8.9	22.8
8. 12	87	31.7	35.6	28.7	31.2	12.5	30.5
8. 19	24.3	26.68	28.6	25.9	27.9	10.6	27.6
9. 19	140.8	30.2	31.5	27.8	31.2	10.3	32.1

日虽然降雨强度为 12.1 mm /h, 浊度仍然不是很大, 主要原因是降水量和降雨侵蚀力不大。在 2月 9日、6月 21日、8月 26日几次降雨中, 降雨强度几乎相等, 但是, 由于降水量的差异, 降水侵蚀力的大小不同, 次降雨水土流失到达观光水体的泥沙量不同, 观光水体浊度表现出明显的差异。导致观光水体浊度较大的降雨主要集中在 8 9月的台风雨季季节。

3. 尽管石梁景区人为水土保持措施相对较好, 植被覆盖率较高, 当降雨量与降水强度达到一定值时, 观光水体浊度仍然经常性地超过 20 NTU。可见, 山地旅游地即使是较少的水土流失量, 对景观质量仍然具有较大的影响性。当水体浊度越高, 则水体与周边环境越不协调, 观光水体的自然属性丧失得越严重, 则水体美感等级越差。

3.3 观光水体浊度与降雨要素的关系

从理论上分析, 流域观光水体浊度应该与影响流域水土流失的地貌、植被、土壤、降水特性等各个因素有关, 而流域中地貌、植被、土壤等因素是基本

不变的因素。因此, 就同一个流域而言, 各次降雨中的观光水体的浊度变化与降雨特性有关, 地貌、植被、土壤等因素可看作是一个常数, 即观光水体的浊度是关于降水量与降水强度的函数。以 Z 表示浊度, 以 T 表示降水时间, 以 P 表示降水强度, K 是与流域地貌、植被、土壤等有关的常数, 则浊度与降水特性关系的函数可表示为

$$Z = K \cdot f(P, T)$$

通过 SPSS模拟分析, 选择函数 $Z = a_1X^2 + a_2X + a_3Y + b$ 模型模拟, 得到可信度较为理想的函数公式。以降雨强度为 X , 以降雨时间为 Y 得到表 7。

建立石梁景区流域水体浊度与次降雨强度、降雨时间的对应关系模型

$$Z = - 0.027P^2 + 2.944P + 1.821T - 11.567$$
$$R^2 = 0.799$$

Z 为流域河流观光水体浊度, P 为降雨强度, T 为降雨历时。通过检验, 函数系数的可信度分别为 0.012 Q 0.01、0.002, 可信度较高, 符合模拟要求。

表 6 降水要素与观光水体浊度观测数据

Table 6 The observational data of precipitation elements and turbidity of tourism body of water

取样日期	降雨历时 (min)	降雨量 (mm)	降雨强度 (mm/h)	降雨等级*	观光水体 浊度 (NTU)	水色	水体美感 影响情况
1. 20	144	12. 5	5. 2	中雨	5. 1	水清见底	不明显
2. 09	46	7. 8	10. 2	中雨	6. 1	水清见底	不明显
3. 1	217	22. 8	6. 3	大雨	9. 2	绿色	不明显
3. 24	45	15. 8	21	大雨	20. 2	混浊黄色	影响
4. 3	115	16. 3	8. 5	大雨	8. 2	绿色	不明显
4. 22	108	27. 3	15. 1	大雨	22. 81	混浊黄色	影响
4. 29	143	30. 9	12. 9	大雨	21. 81	混浊黄色	影响
5. 4	170	32. 6	11. 5	大雨	20. 3	混浊黄色	影响
6. 11	235	26. 7	6. 8	大雨	9. 9	绿色	不明显
6. 14	200	30. 7	9. 2	大雨	15. 95	黄绿色	影响较小
6. 21	189	32. 5	10. 3	大雨	20. 12	混浊黄色	影响
7. 13	26	5. 4	12. 1	中雨	6. 2	水清见底	不明显
8. 12	123	87	42. 1	暴雨	31. 7	混浊黄色	影响
8. 19	58	24. 3	25. 1	暴雨	26. 68	混浊黄色	影响
8. 26	129	22	10. 2	大雨	15. 6	黄绿色	影响较小
8. 27	201	58. 7	17. 5	大雨	23. 1	混浊黄色	影响
9. 01	169	43	15. 2	暴雨	20. 9	混浊黄色	影响
9. 18	330	114. 7	20. 8	暴雨	27. 5	混浊黄色	影响
9. 19	261	140. 8	32. 3	暴雨	30. 8	混浊黄色	影响
9. 23	41	14. 8	21. 6	大雨	23. 8	混浊黄色	影响
10. 7	1 099	131. 9	7. 2	大雨	6. 3	水清见底	不明显
12. 18	140	14. 3	6. 1	中雨	5. 5	水清见底	不明显

* 降雨等级参考国家气象局颁布的降水强度等级标准及降水量划分标准。

表 7 SPSS模拟分析表
Table 7 The simulation analysis by SPSS

非标准系数 Unstandardized Coefficients		标准系数 Standardized Coefficients	t	Sig.
B	Std. Error	Beta		
- 11. 567	4. 134		- 2. 798	0. 012
1. 821	0. 323	1. 926	5. 634	0
2. 944	1. 024	0. 29	2. 875	0. 01
- 0. 027	0. 007	- 1. 269	- 3. 699	0. 002

根据浊度大致在 20 NTU 以下的水体适宜观赏性,那么,当降雨强度 (P)、降雨历时 (T) 达到 $0.027P^2 + 2.944P + 1.821T > 31.567$ 时,观光水体美感将会受到本次降雨的影响;而当 $0.027P^2 + 2.944P + 1.821T < 31.567$ 时,观光水体受到本次降雨的影响较小。

4 研究结论

- 1. 观光水体浊度是影响山地型旅游地水体视觉景观的重要因素,流域水土流失通过影响观光水体浊度,进而影响水体景观美感价值,浊度在 20 NTU 以上时,观光水体视觉开始产生有效影响,所以,能否达到 20 NTU 浊度可作为次降雨水土流失对水体景观影响的临界值。
- 2. 浙江天台山石梁景区流域水体浊度与次降雨强度、降雨时间的对应关系模型: $Z = - 0.027P^2 + 1.821P + 2.944T - 11.567$ 得到的次降雨水土流

失与观光水体浊度的影响关系,对于该旅游地合理安排旅游线路和高质量展示景观资源具有重要参考价值。该文以水体浊度与降雨特性关系进行研究,为山地旅游地水土流失影响规律定量化研究提供了一种思路。

参考文献 (References)

[1] Zou Y a-rong Zhao X iao-li Analysis of soil erosion environment back-ground in China [J]. *Journal of Mountain Science*, 2002 20(4): 176~ 181 [邹亚荣,赵晓丽. 我国低山丘陵区水土流失生态环境背景分析 [J]. 山地学报: 2002 20(4): 176~ 181]

[2] Ding Zuming Wu Youzheng Study on the problem of soil and water loss in the course of developing tourism on the mountain scenic spots —— taking build the télépher in Qiyun Mountain as an example[J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 1994 14(3): 20~ 24, 34 [丁祖荣,吴有正. 山岳风景区旅游开发中水土流失问题的研究——以皖南齐云山客运索道建设为例 [J]. 水土保持通报, 1994, 14(3): 20~ 24, 34]

[3] He R i-fang Wang Yong-xi Wu Chang-wen. Probe into the plan of the water and soil conservation for the villa district on the seashore mountain land—— exemplify the Shenzhen Qibuling[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2000, 7 (3): 59~ 61, 71[何日方,王永喜,吴长文. 海滨山地度假区开发的水土保持方案探讨——以深圳市崎头岭为例 [J]. 水土保持研究 2000 7 (3): 59~ 61, 71]

[4] D ili A study on soil and water conservation in forest tourism[J]. *Bulletin of Soil and Water Conservatio*, 2001(3): 40~ 43[邱利. 试论森林旅游业发展中的水土保持问题与对策 [J]. 水土保持通报: 2001(3): 40~ 43]

[5] X i e X iao-L i and W ang K ai-R on. Observation studies on water and soil loss in the process of rainfall on the slop lands of red soil in north Hunan[J]. *Journal of Mountain Science*, 2003 21(4): 466~ 472[谢小立,王凯荣. 湘北红壤坡地雨水过程的水土流失及其影响 [J]. 山地学报. 2003 21(4): 466~ 472]

Effect of the Soil Erosion on the Water Landscape of Mountain Tourist Destination

LI Yuejun¹, SUN Hu²

(1. School of Economy and Trade Management Taizhou University, Linhai 317000 Zhejiang China;
2. College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, Shaanxi China)

Abstract At present, soil erosion has become one of the universal environment problems in mountain tourism destination. The important reason of the decrease of ornamental water landscape quality in mountain tourism region during the rainfall stage is the influence of the water and soil loss on water turbidity. The empirical study in Shiliang scenic spot in Tiantai county, Zhejiang Province shows that the influence extent of rainfall erosion on watershed ornamental water is affected by both precipitation intensity and rainfall quantity. The water turbidity value in watershed decreases rapidly after the rain stopped. The influence of rainfall on water turbidity in different watershed is based on vegetation, land utilization and other characteristics. Therefore, reduce the quantity of soil erosion is the important approach to improve the quality of landscape in mountain tourism destination.

Key words mountain tourist destination soil erosion precipitation characteristics water turbidity study on the Influence