

# 光雾山国家地质公园地质环境敏感度评价

唐勇<sup>1,2</sup>, 刘妍<sup>2,3</sup>, 刘娜<sup>1</sup>

(1 成都理工大学 商学院, 四川 成都 610059; 2 成都理工大学 沉积地质研究院, 四川 成都 610059;  
3 成都理工大学 地球科学学院, 四川 成都 610059)

**摘要:** 为评价光雾山国家地质公园地质遗迹对外界干扰的抵抗力, 将敏感度概念引入地质遗迹的评价中。在分析该区地质环境的基础上, 总结了主要影响因素; 选取气候、区域地质条件、地质灾害、土地背景质量、地质环境破坏速率等7个评价要素和相应的20个评价因子, 建立了评价指标体系和数学模型; 采用权重加权平均法, 对区内地质环境质量进行分区评价, 为研究区地质环境保护和利用提供了依据。

**关键词:** 地质环境; 敏感度评价; 权重加权平均法; 光雾山; 国家地质公园

**中图分类号:** X141 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2008)01-0097-04

## Geo-Environment Sensitivity Assessment for Guangwushan Mountain National Geo-Park

TANG Yong<sup>1,2</sup>, LIU Yan<sup>2,3</sup>, LIU Na<sup>1</sup>

(1 School of Commercial, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2 Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 3 School of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China)

**Abstract** In order to evaluate the influence of outside factors on the geo-remains at Guangwushan Mountain National Geo-park in Sichuan Province, the sensitivity degree was defined to assess the a situation of geo-remains. After analyzing the geo-environment in the geo-park, the main factors was concluded. Regional geological condition, water resources, soil condition, degradation rate, human beings activities as well as geohazards were considered to be the seven key factors. About 20 elements were selected to construct a geological sensitivity assessment system and the Weight Average Methodology as a mathematical model is applied to deal with the geological environment sensitivity assessment in Guangwushan Mountain National Geo-Park. Accordingly, the assessment system will help the protection and exploration for geological resources geo-park.

**Key words:** geo-environment; sensitivity assessment; Weight Average Methodology; Guangwushan Mountain; National Geo-Park

## 0 引言

地质环境敏感度是指地质环境抗击自然和人为因素对其破坏能力的大小, 地质环境敏感度与其承载力成反比。自然因素包括气候、风化(物理和化学)、搬运(流水、冰川等)、地质灾害、地质遗迹的

地形地貌、地层岩性、覆盖层厚度以及岩石类型等; 人为因素泛指人类一切生产生活活动。

光雾山国家地质公园的典型地质体和环境系统具有不稳定性、脆弱性和易损性。对光雾山国家地质公园地质环境敏感度进行监测、研究、评价, 并及时恢复、治理, 对研究区生态环境和地质环境保

收稿日期: 2007-06-20

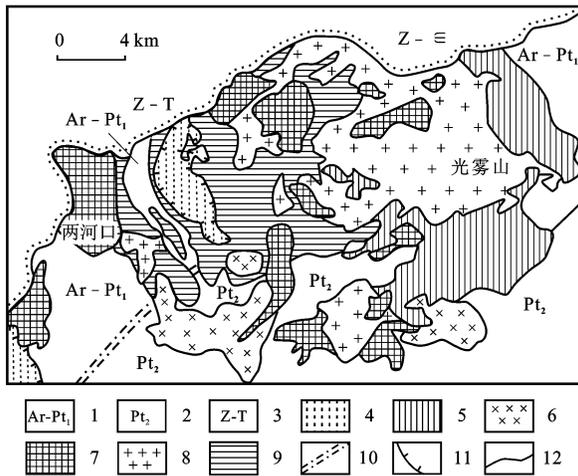
作者简介: 唐勇(1979-), 男, 四川成都人, 讲师, 从事沉积地质、旅游可持续发展研究。E-mail: tangyong878@yahoo.com

护有着积极意义。

## 1 研究区概况

### 1.1 区域地质

研究区位于四川盆地北部边缘、扬子克拉通北缘及秦岭造山带前陆区, 该区岩浆岩分布广泛且岩石类型复杂(图 1)。该区岩浆岩有 7 个主要的超单元, 按其就位的先后顺序为: 檬子超单元、寨坡超单元、云雾山超单元、沙河坝超单元、光雾山超单元、宽滩河超单元和岳溪河超单元<sup>[1]</sup>。



1—太古界—元古界; 2—中元古界; 3—震旦系—三叠系; 4—檬子超单元(吕梁期浅成相基性侵入岩); 5—寨坡超单元(晋宁期闪长岩、石英闪长岩); 6—云雾山超单元(澄江期基性侵入岩); 7—沙河坝超单元(澄江期中酸性及酸性侵入岩); 8—光雾山超单元(澄江期二长花岗岩、钾长花岗岩); 9—宽滩河超单元及岳溪河超单元(澄江期钾长花岗岩); 10—剪切带; 11—超造型侵入接触界线; 12—地质界线

图 1 光雾山地质略图

Fig. 1 Geological Map of Guangwushan Mountain

研究区包括桃园景区、大坝景区、十八月潭景区, 总体地势西南高, 北部及东部相对较低, 为中深切切割的中山地貌, 山背线呈北东东向, 大致平行排列; 海拔 1 300~2 000 m, 相对高差 700~1 200 m, 沟谷深切, 谷狭坡陡, 以凸坡为主; 主峰为光雾山, 海拔 2 507 m。桃园景区面积为 82.0 km<sup>2</sup>, 属于岩溶单斜构造中山为主, 由寒武纪、志留纪地层组成, 呈弧形弯曲延伸的“峰丛”锯齿状多列单面灰岩山脊。桃园景区海拔 1 200~2 000 m, 相对高差 600~1 000 m, 多有 100~200 m 的陡岩, 绝壁、峡谷、嶂谷、峰丛、溶洞较为发育。大坝景区和十八月潭景区面积分别为 50.0、18.0 km<sup>2</sup>, 地貌类型以侵蚀断块中山为主, 由吕梁期侵入岩和元古代变质岩组

成, 高程 200~2 468 m, 相对高差 1 200~1 600 m, 山脊狭长陡峻, 坡度大于 45°, 成锯齿状山脊, 近南北向展布, 嶂谷和隘谷发育。

### 1.2 水文地质

研究区属嘉陵江水系, 主要呈多级树枝状及放射状发散。主要地表水系有焦家河、韩溪河、磺厂河。据地下水储水介质条件, 区内有岩溶水、变质岩裂隙水和岩浆岩风化裂隙水 3 种类型。地下水天然露头绝大多数是下降泉, 以顺层走向运动为主。分水岭地段多分布小泉, 主要河谷两岸多分布大泉。研究区水质较好, 除洪水期外, 园内地表水和地下水多呈无色、无味、透明状, 多属重碳酸钙型水, 总硬度(以 CaCO<sub>3</sub> 计)为 8~18 mol/m<sup>3</sup>, 矿化度为 2~8 g/L, pH 值为 6~7.5(在植被较好的低温潮湿地带, pH 值小于 6)。

### 1.3 土壤类型

研究区土壤类型多样, 主要有水稻土、冲积土、紫色土、黄壤土、黄棕壤土、石灰岩土 6 种类型, 下分 10 个亚类、20 个土属、51 个土种。在水平分布上, 从南到北为紫色土、石灰岩土、黄壤土、黄棕壤土; 海拔 1 300 m 以下是黄壤土, 1 300~2 100 m 为黄棕壤土。在垂向上, 土种分布顺序为森林土、鱼泥沙土、扁沙土、黄泥土。沿河两岸, 从河漫滩到二三级台地土种分布顺序为沙土、潮沙田(潮沙土)、潮泥田、小黄泥(卵石黄泥)。总的来说, 研究区 51 个土种均以砾质壤土为主, 占耕地面积 85.91%。

### 1.4 主要地质灾害

地质环境敏感度的高低, 决定了其他生态因子的质量, 而地质环境敏感度受地质灾害的影响巨大。地质灾害频度及地质灾害的破坏等级两个因子对区内地质体改造作用强烈。光雾山国家地质公园内的地质环境条件复杂, 主要地质灾害时有发生, 表现为滑坡、泥石流、山洪等。

### 1.5 气候环境条件

研究区地处北亚热带秦巴山区湿润季风气候区, 受秦岭阻隔, 北方寒流对研究区影响较小, 大部分区域属大陆性暖温带气候, 山区呈明显的立体气候特点。最冷时在 1 月, 平均气温 5.1 °C, 极端最低气温 -7.0 °C; 最热时在 8 月, 平均气温 26.3 °C, 极端最高气温 39.5 °C。年均温 16.2 °C, 年均无霜期 259 d, 年均日照数 1 563.3 h, 年均降水量 1 198.7 mm, 年均蒸发量 1 438.8 mm, 年均相对湿

度 72%, 东北风为主, 年均风速 1.6 m/s<sup>[2]</sup>。

## 2 指标体系及评价

### 2.1 评价流程

以廖香俊等提出的地质环境评价方法为基础, 地质环境敏感度评价流程如图 2<sup>[3-4]</sup>。

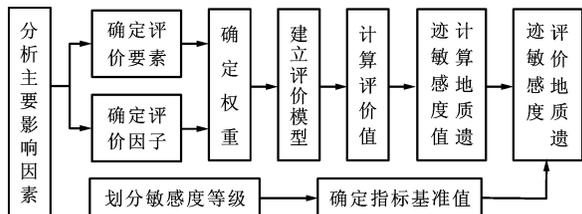


图 2 地质环境敏感度评价流程

Fig 2 Procedure of Geo-Environment Sensitivity Assessment

### 2.2 评价指标体系的建立

分析汤洁等提出的“生态系统退化评价”的概念及评价指标体系<sup>[5]</sup>, 根据研究区区域地质环境特征, 基于地球动力学理论原理, 结合恢复生态学理论、系统论、控制论, 评价指标选取原则归纳为两点: 评价因子对区域地质环境影响显著; 评价因子在各网格单元分布有着显著差异性<sup>[6]</sup>。研究区地质环境敏感度评价指标体系分为目标、要素、因子 3 层(图 3)。

### 2.3 基准值与权重

按评价因子对地质环境质量的影响程度, 将各评价因子划分为 4 级, 从 0~7 分打分, 并按照分值从高到低分为敏感(I)、较敏感(II)、较不敏感(III)和不敏感(IV)4 个等级<sup>[7-9]</sup>。分级界线根据本

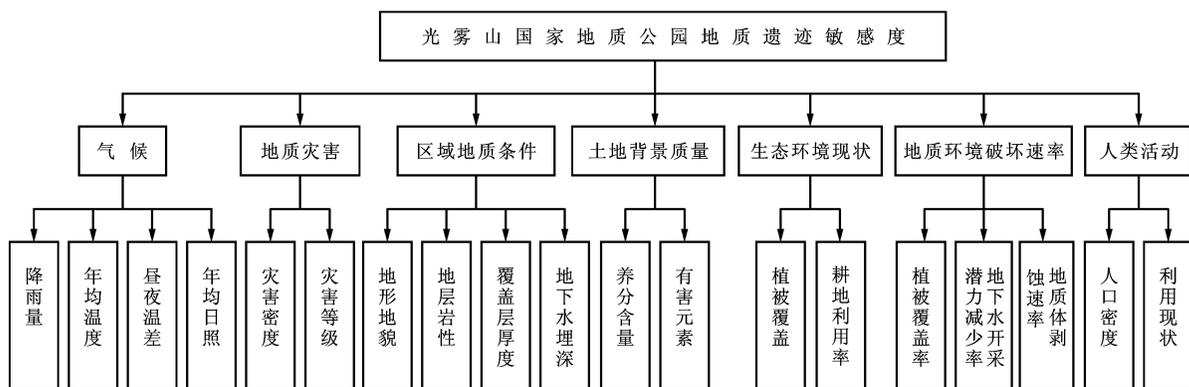


图 3 地质环境敏感度评价指标

Fig. 3 Indices for Geo-Environment Sensitivity Assessment

区实际调查成果, 参照农业、林业、地矿、环保等部门对各评价因子的有关指标(表 1)。

### 2.4 建立数学模型与综合评价

利用权重加权平均法评价光雾山国家地质公园地质环境敏感度, 其数学评价模型为

$$B_t = W_s \left( \sum_{i=1}^n X_i W_i \right) \quad B_m = \sum_{t=1}^k B_t$$

式中:  $B_t$  为第  $t$  个要素的评价值;  $B_m$  为第  $m$  个单元的地质环境质量评价;  $W_s$  为评价单元内要素的权重;  $X_i$  为第  $i$  项指标的评价值;  $W_i$  为第  $i$  项指标的权重;  $n$  为指标数量;  $k$  为要素数量。

影响地质环境敏感度的各要素及因子经专家评分后, 由因子加权平均计算出要素的评价值, 再由评价值计算出地质环境质量值, 并据此判定地质环境质量的优劣程度, 分值越大抵抗外力的能力越低。

光雾山国家地质公园环境敏感度分级及评价结果见表 2。

## 3 结语

光雾山国家地质公园地质环境敏感度分级及评价结果表明, 研究区内地质环境敏感度都相对较小, 对抗外界干扰能力较高。但不能藉此减少对其的保护程度, 只不过说明研究区内单位面积的环境承载力相对较大, 其中万字格石林和十八月潭、黑龙潭等水体景观对自然因素中的地质作用以及人为因素中的旅游活动敏感度大, 应特别注意保护与开发。

### 参考文献:

[1] 李佑国, 徐新煌, 刘登忠. 四川南江光雾山 H 型花岗岩的地质地球化学特征[J]. 矿物岩石, 1997, 17(增刊): 48-58.

[2] 杨俊义, 罗中云. 四川光雾山地质公园总体规划[R]. 成都: 四川省地质公园与地质遗迹调查评价中心, 2005.

[3] 廖香俊, 冯亚生, 丁式江, 等. 海南岛东北部地质环境评价[J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2005, 35(5): 646-652.

[4] 张广胜, 王心源, 李祥, 等. 巢湖区域地质旅游资源评价与开

表 1 要素、因子分级标准及权重

Tab. 1 Classification Standard and Values of Elements and Factors

要素	权重 $W_s$	因子	敏感(5~7分)	较敏感(3~5分)	较不敏感(1~3分)	不敏感(0~1分)	权重 $W_i$
气候	0.1	降雨量/m m	$\geq 2000$	$> 1600$	$> 1200$	$\leq 1200$	0.25
		年均温度/ $^{\circ}\text{C}$	$\geq 25$ 或 $\leq 0$	$> 20$	$> 15$	$\leq 15$	0.20
		昼夜温差/ $^{\circ}\text{C}$	$\geq 50$	$\geq 30$	$\geq 10$	$< 10$	0.30
		年均日照/h	$\geq 1500$	$\geq 1000$	$> 500$	$\leq 500$	0.25
区域地质条件	0.15	地形地貌(分类)	河流、平原	火山台地、山前剥蚀平原	丘陵	中低山	0.30
		地层岩性(分类)	松散层	砂页岩、酸性岩	火山岩	花岗岩	0.35
		覆盖层厚度/m	$< 0.5$	$\leq 1$	$\leq 3$	$> 3$	0.25
		地下水埋深/m	涝地或 $\leq 10$	$\leq 30$	$\leq 50$	$> 50$	0.10
地质灾害	0.2	灾害密度	$> 4$ 个灾点或灾害面积 $\leq 2.5\text{ km}^2$	$\leq 4$ 个灾点或灾害面积 $\leq 2.5\text{ km}^2$	$\leq 2$ 个灾点或灾害面积 $\leq 1\text{ km}^2$	无灾害	0.50
		灾害等级/级数	9~12	5~8	1~4	无灾害	0.50
土地背景质量	0.05	养分含量	国家一级标准	国家二级标准	国家三级标准	低于国家三级标准	0.50
		有害元素	国家一级标准	国家二级标准	国家三级标准	低于国家三级标准	0.50
生态环境现状	0.1	植被覆盖率/%	$< 30$	$\leq 40$	$\leq 50$	$> 50$	0.30
		流水搬运速率/ $(\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$	$> 64$	$> 16$	$> 2$	$\leq 2$	0.45
		耕地利用率/%	$> 50$	$\leq 50$	$\leq 40$	$\leq 30$	0.25
地质环境破坏速率	0.25	植被减少率/%	$> 2.0$	$\geq 1.0$	$> 0.50$	$\leq 0.5$	0.30
		地下水开采潜力减少率/%	$\geq 0.15$	$> 0.1$	$> 0.05$	$\geq 0$	0.25
		地质体剥蚀速率/ $(\text{cm} \cdot \text{a}^{-1})$	$\geq 0.84$	$> 0.65$	$> 0.48$	$\leq 0.31$	0.45
人类活动	0.15	人口密度/ $(\text{人} \cdot \text{km}^{-2})$	$\geq 2000$	$\geq 1000$	$\geq 500$	$\leq 500$	0.45
		利用现状	过度开发	中度开发	少量开发	原始状态	0.55

表 2 光雾山国家地质公园地质环境敏感度分级及评价结果

Tab. 2 Geo-environment Ranks and Estimated Results of National Geo-Park of Guagwushan Mountain

地质遗迹类型	气候 (0.1)	区域地质 环境(0.15)	地质灾害 (0.2)	土地背景 质量(0.05)	生态环境 现状(0.1)	地质环境破坏 速率(0.25)	人类活动 (0.15)	加权平均 综合得分	敏感度
万字格石林	0.217	0.611	0.900	0.115	0.363	1.528	0.293	4.026	II
燕子岩峰丛	0.175	0.234	0.700	0.093	0.250	1.275	0.189	2.916	III
韩溪河、焦家峡谷地貌	0.128	0.195	0.156	0.060	0.061	0.218	0.098	0.915	IV
十八月潭、龙潭水体景观	0.355	0.693	0.704	0.129	0.480	0.975	0.338	3.673	II
巴山青冈森林生态系统	0.085	0.270	0.116	0.053	0.055	0.140	0.108	0.827	IV

发对策[J]. 资源开发与市场, 2006, 22(1): 76-78.

[7] 丁华, 郭威, 董亚娟. 论自然旅游资源的分类体系和形成[J]. 西安工程学院学报, 2002, 24(4): 20-29.

[5] 汤洁, 薛晓丹. 吉林西部生态系统退化评价[J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2005, 35(1): 79-85.

[8] 易秀, 李侠. 西北地区土壤资源特征及其开发利用与保护[J]. 地球科学与环境学报, 2004, 26(4): 86-90.

[6] 李亚兰, 陈志新, 王佳运. 多级模糊模型识别模式在地质环境质量评价中的应用[J]. 地球科学与环境学报, 2004, 26(4): 90-94.

[9] 刘娜, 覃建雄. 四川茂县叠溪地质公园旅游开发探讨[J]. 资源开发与市场, 2003, 19(4): 264-265.