

岷江上游生态环境地质概况及其质量的模糊评价

蔡劲松, 万新南

(成都理工大学环境与土木工程学院, 成都 610059)

摘 要: 岷江上游是成都平原经济区的生态屏障和水源生命线。在生态环境地质调查的基础上, 选定了岩性、构造、地形地貌(海拔高度)、植被覆盖生态区、地表水、地下水、土壤类型及地质灾害等 8 个评价因子, 采用模糊数学的方法对岷江上游生态环境地质质量进行了评价, 评价结果与研究区的实际情况基本相符。

关键词: 岷江上游; 生态环境地质; 模糊数学

中图分类号: X 171. 1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004)02-0113-02

Status and Quality Fuzzy Evaluation on Eco-environmental  
Geology in the Upper Reaches of Minjiang River

CAI Jin-song, WAN Xin-nan

(College of Environment and Civil Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

**Abstract:** The upper reaches of Minjiang River serves as ecological barriers and the major water supplying area to the economic zone of Chengdu plain. Based on ecological environmental geological survey, it adopts fuzzy mathematic method and selects eight factors of lithological property, geological structure, benthonic terrain, plant cover ecological areas, surface water, groundwater, soil types and geological hazards to evaluate the quality of ecological environmental geology in the upper reaches of Minjiang River. The result is basically compatible with the reality of studied area.

**Key words:** upper reaches of Minjiang River; ecological environmental geology; fuzzy mathematics

20 世纪 80 年代以来, 国土开发与区域发展成为我国政府、学术界乃至全社会关注的重大问题之一。如何合理调整人类的活动方式, 促使经济发展与人口、资源、环境相协调, 是实行可持续发展战略的先决条件和基本任务。国土资源部要求在全国范围开展新一轮的国土资源大调查, 为国土规划和国土资源的合理开发利用与宏观管理, 提供科学依据。生态环境地质调查是为合理开发利用矿产资源、土地资源、水资源等自然资源, 为区域经济的可持续发展, 为生态环境建设和保护提供基础地质资料而进行的一项新的基础性地质调查工作, 是为生态环境建设服务的基础性地质调查。

岷江是长江上游支流, 位于四川盆地的西部边缘。发源于青藏高原东端岷山南麓, 由北向南流经松潘、茂县、汶川、灌县、乐山, 在宜宾注入长江。岷江在都江堰市以上称上游, 包括四川省阿坝藏族羌族自治州松潘县、黑水县、理县、茂县、汶川县、及都江堰市 6 个县、市。岷江上游地区具有复杂的生态环境地质环境, 作为中国中西部地区最重要的经济发展区——成都平原经济区的生态屏障和水源生命线, 其生态环境质量地质的优劣, 直接关系到成都平原经济区和四川盆地丘陵区的可持续发展, 而且区内丰富的各类资源也亟待合理开发利用。

1 岷江上游生态环境地质概况

岷江上游地区位于青藏高原东缘, 地处四川盆地丘陵山地向川西北高原的过渡地带, 属高山峡谷区, 区内高山耸峙, 河流深切, 沟谷深邃, 地表起伏巨大, 相对高差达 1 000 m 以上。区内最高海拔 6 253 m(汶川县境内的四姑娘山), 最低海拔 870 m(汶川县岷江出境处河床), 最大相对高差达 5 383 m。整个地势由西北向东南降低, 地表切割由北向南加剧。地貌大体以镇江关为界, 以北为山原地貌, 以南为高山峡谷地貌。岷江上游幅员面积中, 高平原占 1.4%、低山占 0.1%、中高山占 97.2%、极高山占 0.4%。整个岷江上游属于中深切切割地形, 平均高差在 1 000 m 以上, 该区中高低山占比重差距悬殊, 为全国少见(表 1)。

表 1 岷江上游地貌状况<sup>[1]</sup>

地貌类型	高平原	低山	中山	高山	极高山
海拔高度/m	> 200	< 1000	1000 ~ 3500	3500 ~ 5000	5000
相对高度/m	< 50	50 ~ 200	> 200	> 500	> 1000
面积/km <sup>2</sup>	335	5	13167	11108	96
面积百分比/%	1.4	0.1	53.2	44.0	0.4

<sup>1</sup> 收稿日期: 2004-03-23

作者简介: 蔡劲松(1968-), 男, 硕士研究生, 研究方向为水文地质。

由于岷江上游地势起伏较大,各地气候、降水及其它自然地理要素亦随之变化。在温度上,具有从河流下段至上段,从河谷至山地递减的趋势。汶川县年平均 13 左右,茂县 11 左右,而松潘仅 5 左右。流域内年降水量分布以河流下段即寿溪口—灌县段两侧山地为最多,可达 1 000~1 500 mm;流域西侧山地和镇江关以上地区为 700~1 000 mm;而茂汶—汶川段河谷一般只有 500~600 mm。而且降水年内分配不均匀,干季、雨季分明。5~10 月降雨充沛、集中、且多暴雨,占全年降水量的 85% 左右,相对湿度多在 70%~80%;11~4 月天气晴朗、干旱少雨,仅占全年的 15%,相对湿度多在 60% 以下<sup>[2,3]</sup>。

岷江上游位于地质构造运动活跃的川西地槽区,属于巴颜喀拉冒地槽褶皱带和后龙门山冒地槽褶皱带。该区的地质条件复杂,地质构造运动活跃。在漫长的地质历史发展过程中,历经晋宁—澄江运动、印支运动、喜马拉雅山运动等多次变动,褶皱强烈,岩石极为破碎,并且经历了后期的强烈岩浆喷发作用的改造,使该区的沉积岩体经历了强烈的变质作用,浅变质砂板岩、片岩、千枚岩广布,抗侵蚀能力差。

该区土壤母质及其发育条件决定了其土质差、浅薄、营养先天缺少磷,富积钙、钠、钾,供养不平衡,土壤结构松散或板结,且石砾含量高。此外,山谷坡地土壤在其下滑势能与雨滴、径流和地质力等的加合增效作用下,具有很大的侵蚀、石化、沙化、贫瘠化、“幼年化”等潜在的退化敏感性;而谷地、台

地、凹地土壤则易遭受斜坡和上游或山体上半部来的碎屑物质、石砾的掩埋,从而导致土壤肥力降低,植物生长的立地条件或农业活动条件恶劣<sup>[4]</sup>。

## 2 岷江上游生态环境地质质量评价

岷江上游生态环境地质评价是在岷江上游生态环境地质调查的基础上,按照一定的评价标准和评价方法,对研究区生态环境地质质量的优劣程度做出评价。质量评价问题的关键在于找出反映质量特征的要素,对于生态环境地质质量评价,首先需要找出能确切反映“生态环境地质质量”的要素。20 世纪 90 年代初,Cendrero 等<sup>[5]</sup>提出了基于自然单元分级体系的环境质量评价新思路。该方法在评价环境因素和整体环境质量时,根据问题性质选择评价因子,并将其转化为可比的指标,然后按评价指标的相对重要性加权综合,用环境因素质量的综合指标来衡量整体环境。

### 2.1 评价因子的选取

在对研究区生态环境地质详细调查的基础上,本着以宏观特征为主兼顾特殊微观现象的原则,选定了岩性、构造、地形地貌(海拔高度)、植被覆盖生态区、地表水、地下水、土壤类型及地质灾害等 8 个评价因子,然后对单项因素分别进行评价。在取值时参照国家标准,对没有相应国家标准可循的因子则参阅国内外资料并结合本区的具体情况,考虑到在实际工作中的可操作性,使其量化(见表 2)。

表 2 岷江上游生态环境地质评价因子及取值

分 值	1(优)	1.2	1.5	2(良)	2.5	3(中)	3.5	4(较差)	5(差)
				碳酸盐岩类	碎屑岩类		变质岩(板岩		变质岩(千枚
岩性	岩浆岩类	火成岩类		(T <sub>1</sub> +2、C+P、D、Z、d)	(N、J、T <sub>3</sub> 、Zd)	松散岩类(Q)	类 T <sub>3</sub> 、T <sub>1</sub> +2)		岩类 D <sub>wg</sub> 、D <sub>yl</sub> 、S <sub>mx</sub> )
构造	侵入岩稳定区			褶皱缓变区		强烈褶皱区		断层褶皱交	断层发育
海拔高度	< 1200m			2500~3200 m		3200~3800 m		3800~4200 m	> 4200m
植被覆盖	湿地生态区	原始森林	原始草甸		培育型森林	人工果林区	退化型或恢	人类生态区	荒漠型石山
		生态区	生态区		生态区或人	与经济林区	复型森林区	与旱田区	裸岩区、干旱
					工再造林区				河谷区
土壤类型		原始森林区: 针阔混交		亚高山草甸灌	高山草甸土壤	年轻林地与人			高山裸露寒冻
		林棕土或暗棕土; 高程		丛土壤: 高程	类型: 高程约为	工林地: 褐土、		旱田等人类耕作	风化土壤层:
		2200~3200 m		3200~3700 m	3700~4200 m, 土壤	黄棕土等; 高程		地: 高程 1500 m 以下	一般高程大于
					层为 20~30 cm	1500~2200 m			4200 m
地质灾害	稳定带(远			不易发区(近		低易发区(远		中易发区(近	高易发区(近河
	岸地台区)			岸地台区)		河谷缓坡处)		河谷陡坡处)	谷陡坡处, 特别是
地表水	> 40 L/s			30~40 L/s		20~30 L/s		10~20 L/s	千枚岩发育段)
地下水	> 9.6 L/s			7.4~9.6 L/s		5.2~7.4 L/s		3~5.2 L/s	< 10 L/s
									< 3 L/s

### 2.2 评价的基本原理与方法

生态环境地质是一个因素复杂、层次重叠的系统,生态环境地质质量本身存在的模糊性,使得用经典数学进行量化处理的结果与客观实际差别较大。而模糊数学着重研究“认知不确定”问题,其研究对象具有“内涵明确,外延不明确”的特点<sup>[6]</sup>。模糊评价的基本步骤如下:

(1) 建立评价对象的因数集  $U$ 。因素就是影响评价对象

的  $n$  个因子的集合。这些因素之间的相关性很小或是独立的,记为

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$$

(2) 建立评价集  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 。 $V$  是与  $U$  中相应评价标准分级的集合。将生态环境地质质量的等级划分为五个等级: 优、良、中、较差、差,分值分别为{1, 2, 3, 4, 5}, 构成评价集。  
(下转第 124 页)

参考文献:

[ 1] 介绍磊,李有田,韩燕来,等. 保水剂对土壤持水特性的影响[J]. 河南农业大学学报, 2000, 34(1): 22– 24.

[ 2] 黄占斌,张国桢,李秧秧,等. 保水剂特性测定及其在农业中的应用[J]. 农业工程学报, 2002, 18(1): 22– 28.

[ 3] 王砚田,华孟,赵小麦,等. 高吸水性树脂对土壤物理性状的影响[J]. 北京农业大学学报, 1990, 16(2): 181– 187.

[ 4] 张富仓,康绍忠. BP 保水剂及其对土壤与作物的效应[J]. 农业工程学报, 1999, 15( 2): 74– 78.

[ 5] Alasdair Barcroft. Superabsorbents improve plant survival[J]. World Crops, 1984, ( 1/2): 7– 10.

[ 6] Woodhouse J, Johnson M S. Effect of superabsorbent polymers on survival and growth of crop seedling[J]. Agricultural Water Management, 1991, 20: 63– 70.

[ 7] Huttermann A, Zommodi M, Reise K. Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of Pinus halepensis seedlings subjected to drought[J]. Soil and Tillage Research, 1999, 50: 3– 4, 295– 304.

[ 8] 李秋梅,刘明义,王跃邦. 保水剂在果树丰产栽培中的应用研究[J]. 中国水土保持, 2000, ( 7): 26– 27.

[ 9] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[ M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978.

[ 10] 赵兴宝,蔡典雄. 保水剂的特点及应用[ N]. 中国花卉报, 1999– 03– 25.

[ 11] 王万里. 植物对水分胁迫的响应[J]. 植物生理学通讯, 1981, ( 5): 55– 64.

[ 12] 龙华. 植物的水势[J]. 生物学通报, 1998, 33(3): 18– 19.

( 上接第 114 页)

(3) 确定模糊关系矩阵。模糊关系矩阵是用隶属度写出的一个数学矩阵,即

$$R=\begin{matrix} & \mu_{11} & \mu_{12} & \cdots & \mu_{1j} \\ \mu_{21} & \mu_{22} & \cdots & \mu_{2j} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \mu_{i1} & \mu_{i2} & \cdots & \mu_{ij} \end{matrix}$$

式中:  $\mu_{ij}$  表示第  $i$  种因素的环境质量数值,属于第  $j$  类评价标准的隶属度。

$$\mu_{ij}=\begin{cases} 0 & (0 \leq c_j < \alpha_j \text{ 或 } c_i \geq \alpha_{j+1}) \\ (c_i-\alpha_j)/(\alpha_{j+1}-\alpha_j) & (\alpha_j < c_j < \alpha_{j+1}) \\ 1 & (\alpha_j = c_j) \end{cases}$$

(4) 权重矩阵  $A$  的计算。

$$a_i=(c_i/s_i)/\sum_{i=1}^i(c_i/s_i),\sum_{i=1}^m a_i=1$$

式中:  $c_i$  表示第  $i$  种因子的实际值;  $s_i$  为第  $i$  种因子标准评判值的均值

(5) 综合评判矩阵  $B$  的获得。

$$B=A\circ R$$

式中 “ $\circ$ ” 为算子,选用 “ $\cdot \odot$ ” 运算方式。

表 3 岷江上游部分地区评价因子的取值

点位	岩性	构造	地形地貌	植被生态	地表水地下水	土壤类型	地质灾害
汶川县	4.7	4.5	1.8	3.6	3.6	4.2	1.7
卧龙	3.5	2.4	2.1	1.4	1.8	1.9	2
茂县	4.9	4.3	2.1	3.7	3.5	4.3	1.6
卡龙镇	3.1	1.2	3.2	1.3	2.7	2.0	2.3

根据以上建立的模糊综合评价模型可得:

参考文献:

[ 1] 郭永明. 岷江上游土地资源保护性利用[J]. 山地研究, 1993, ( 4): 12– 16.

[ 2] 岷江上游综合考察队. 岷江上游森林生态问题综合考察报告[J]. 四川林业科技, 1980, ( 增刊): 1– 31.

[ 3] 任称罗日尔. 理县草地资源的合理利用与保护[J]. 西南民族学院学报(自然科学版), 1994, 20( 1): 92– 95.

[ 4] 包维楷,王春明. 岷江上游山地生态系统的退化机制[J]. 山地学报, 2000, 18(1): 57– 62.

[ 5] Cendrero A, Keller E A, John W, et al. Geoenvironmental units as a basis for the assessment, regulation and management of the Earth’s surface [ A]. In: Cendrero A, et al eds. Planning the Use of the Earth’s Surface [ C]. Berlin: Springer Verlag, 1992.

[ 6] 刘思峰,郭天榜,党耀国,等. 灰色系统理论及其应用[ M]. 北京: 科学出版社, 1999.