

文章编号: 1009-3850(2006)02-0096-05

四川康定城地质环境条件基础性分区评价

王永利¹, 丁俊², 王德伟¹, 魏伦武²,
倪师军¹, 张成江¹, 赖绍民²

(1. 成都理工大学, 四川 成都 610059; 2. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要: 以康定城为例提出了城市地质环境条件基础性分区评价的新方法。在对评价因子充分论证的基础上, 对康定城地质环境条件基础性进行了分区评价, 评价结果可为康定城市规划和地质灾害防治提供基础科学依据。

关键词: 康定; 地质环境条件; 基础性评价; 四川

中图分类号: P694 文献标识码: A

康定城地质环境复杂, 随着城市化进程加快, 城市地质环境的扰动越来越大, 对康定城地质环境条件基础性进行定量评价, 对于城市规划和建设具有主要的指导意义。

康定在大地构造位置上处于松潘-甘孜地槽褶皱系的南西缘和扬子准地台的北西缘的结合部位。康定城区夹持在北北西向断裂带与北北东向断裂带之间的菱形地块内。城区几乎处于康定断裂的次级断层围限之中。地质构造因素的影响主要表现在这些断层的破碎带及断层的活动性对区内的地质环境的影响, 具体表现为地震、滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害。

1 评价思路

地质环境条件是一个城市的基础, 基础的好坏直接影响到地质环境风险性的大小, 因此, 地质环境条件基础性评价是风险性评价的重要内容。一个城市的地质环境条件包括物质组成、地质结构和动力作用三个方面的内容(图 1)。物质组成包括地层岩性、水资源、土地资源和其它地质资源等; 地质结构包括地质构造和地貌; 动力作用包括活动断裂与地震、山洪和河流侵蚀、人类经济活动以及风化作用等。

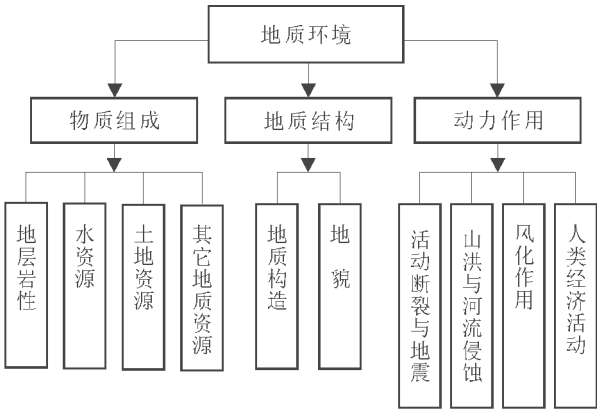


图 1 地质环境条件基础性分区评价思路框图

Fig. 1 Flow chart of the basic assessment of the geo-environments in Kangding county town

震、山洪和河流侵蚀、人类经济活动以及风化作用等。

2 评价因子的选取

工程建设是离不开地质体的。地质环境条件是城市生态环境存在与稳定的基本因素, 是评价地质环境风险性的基础, 同时也是建设城市的基础。人

收稿日期: 2006-01-20
第一作者简介: 王永利, 1971 年生, 讲师, 在职博士, 研究方向: 城市环境地质、水文地球化学等
资助项目: 中国地质调查局“西南地区主要城市环境地质调查及脆弱性评价综合研究”(1212010540102)。

类建造城市总是尽可能地选择那些地壳基本稳定,地质基础坚实的地带。城市的自然地貌是地壳运动长河中出现的一种暂时的相对稳定阶段的地表形态。因此,组成地壳的岩石、地层、地质构造、地壳的升降运动,水文地质条件等,都是城市建设必须考虑的地质条件。

2.1 物质组成

1. 地层岩性

地层岩性的影响因素较多,本次选取的量化指标为地基岩土类别与结构、岩土体承载力和特殊岩土体引起的地面变形3个指标。

(1) 地基岩土的类别与结构。不同岩土体的类别,直接影响地质环境条件的稳定性。基岩、碎石土,沉积韵律不明显,岩性单一的岩组物质组成总体来讲较好,地质环境条件风险性较小;中硬、中软的碎石土、砂性土、粘性土,沉积韵律较明显,同一岩层厚度变化小的物质组成,地质环境条件风险性表现为中等;松散的沙、粘土、新沉积的粘性土及回填土,特殊类土,沉积韵律明显,同一岩性层厚度变化大地质环境条件风险性表现为风险性最大。

(2) 岩土体承载力。地质基础关系到城市建筑及其日益增强的承载力问题,松散的沙层与固结的沙层,粘土、粉沙层、页岩、灰岩及其各类岩浆岩,都具有各自的物理力学特性和抗剪抗压强度,它们除了影响地基的施工条件之外,还关系到建筑物的安全。城市建设要求上覆土壤及下部堆积物或岩层(地基)能够支承建筑物。现代城市建设,建筑物高度越来越大,对地基的要求也不断提高。对不同高度的建筑物所要求的地基承载力不同(表1),地基承压能力至少需超过 $0.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 。本次研究选取 $0.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 、 $2\text{kg}/\text{cm}^2$ 做为地质环境条件评价的3个界线点。

表1 建筑物所要求的地基承载力^[1]

Table 1 Load-bearing capacity of the ground for the construction of urban buildings (after Sun Peishan et al. 2004)

建筑层数	1	2	3~4	>4
最小地基承压力 (kg/cm^2)	0.5~0.7	0.7~1.2	1.2~1.5	2.0

(3) 特殊岩土体引起的地面变形。一般由含煤地层、含盐(石膏、岩盐)岩组、膨胀土、红粘土和软土等引起的地面变形,引起城市地质环境基础性变差。本研究选取造成地面变形严重程度的3个指标做为量化标准,即严重变形、强度变形和无变形。

2. 水资源

水是城市存在和发展的基本物质条件,世界上多数城市都依水源而建,因水而发展或衰亡。地下水的存在形式、地下水的侵蚀性、含水层厚度、埋深、矿化度、硬度、水温以及动力等条件会影响城市建设的施工和建筑物的安全。地下水埋深太浅,地面可能成为沼泽或湿地,将不利于做为工程的地基。在沼泽地区,由于经常处于水饱和状态,地基承载力降低,当选作城市用地时,要采取降低地下水位,排除积水的措施,以提高地基承载能力和改善环境卫生状况。对于没有地下室的普通建筑,要求地下水埋深1m左右,而有地下室的建筑则要求地下水埋深在2.5m以下(表2)。

表2 建筑物所要求的地下水埋深^[2]

Table 2 Burial depth of the groundwater for the construction of urban buildings (after Yang Shihong et al., 2001)

建筑物类型	低层	三层以上	有地下室	道路
最高地下水埋深 (m)	0.8~1.0	1.0~1.5	2.5~3.0	1.0

水资源选取两个量化指标:地表水的位置和地下水水位及侵蚀性。地表水的位置的量化可分为三级:城市的下游、城区和城市的上游,分别对应于地质环境条件风险性的差、中、好;地下水水位及侵蚀性也可分为3级:埋深 $<0.8\text{m}$,具侵蚀性;埋深 $0.8\sim2.5\text{m}$,微具侵蚀性和埋深 $>2.5\text{m}$,无侵蚀性,分别对应于地质环境条件风险性的差、中、好三级。

3. 土地资源

土地资源是一个城市可持续发展的重要基础性条件。本研究选取土壤厚度和水土流失程度做为两个重要的量化指标。土壤厚度选取了三级量化指标: $<0.1\text{m}$, $0.1\sim0.5\text{m}$ 和 $>0.5\text{m}$,分别对应于地质环境条件风险性的差、中、好3个等级;水土流失程度(平均侵蚀模数 $t/(\text{km}^2\cdot\text{a})$)选取了3级量化指标:严重, >8000 ;较严重, $2500\sim8000$;轻微, <2500 ,分别对应于地质环境条件风险性的差、中、好3个等级。

4. 其它地质资源

主要包括与城市生活相关的一些地质资源,例如矿产、地热等,有利于城市的生活水准的提高。量化指标可分为3级:缺少、中等和丰富,对应于地质环境条件基础性评价的差、中、好3个级别。

2.2 地质结构

1. 地质构造

地质构造对城市的地质环境条件影响最大,直

接影响城市的稳定性。褶皱和断裂、凹陷和隆起,以及岩浆活动和变质作用,对城市工程建筑有很大的影响。地质构造复杂地区,褶皱的核部,断裂及其交汇部位,往往给城市的安全带来隐患,地质环境风险性较大。尤其是断裂带,它们都使在断裂带影响范围内的各种性质的岩层产生大量的节理、裂隙,岩石变得十分破碎,其岩石的工程地质条件与物理力学特性等,较之未受影响的原岩大不相同,尤其是山区城市,由于岩体破碎,山体稳定性大大降低,沿谷坡两侧常有崩塌、滑坡危害,倒石锥和坡积扇十分发育和集中分布,给城市带来巨大的危害。

从三个方面对地质构造的因子进行量化,即地质构造复杂,紧密褶皱的核部,断裂及其交汇部位;地质构造较为单一,宽缓褶皱分布区,断裂、节理、裂隙较不发育;断裂、构造不发育,分别对应于地质环境条件基础性评价的差、中、好3个级别。

2. 地貌

城市地貌是指城市所在地区的各种地貌实体,是叠加在区域大地貌单元上的一种局地性的特殊地貌环境,是城市的重要组成部分,是自然地貌与人工地貌的复合体。自然地貌是城市地貌的基础(基盆)。各种人工地貌都是修建在自然地貌的基盆之上或其间的,是通过人类的作用、人的智慧和劳动对自然地貌的开发、利用、改造、雕塑、构景、造型,竖立起各种建筑群、文化景观等的人工地貌体。

选取坡度作为地貌的量化指标,可分为三级: >25 度, $15\sim25$ 度, <15 度,分别对应于地质环境条件基础性评价的差、中、好3个级别。

2.3 动力作用

1. 活动断裂与地震

地震活动是当今地质应力作用中对自然地貌形态和城市地貌改造与破坏最强烈的一种作用,破坏性强,危害性大,往往诱发滑坡、崩塌、地面破坏、地裂缝等灾害,导致城市人工地貌与自然地貌的巨大变化,甚至在1分钟内毁灭整个城市。

西南地区多为构造地震,区域活动性断裂通常构成发震断裂,活动性断裂不仅可引起地震,还可以错动、蠕动的形式引起场地破坏。因此,在选址时应尽可能避开活动断裂带;当场地不能避开活动断裂带时,应对其发震、错动、蠕动等分别进行评价,以便在工程规划设计时采取相应措施。

选取地震烈度和新构造活动两个指标作为活动断裂与地震的量化指标。具体的量化分级见表3。

2. 洪水威胁与河流侵蚀

洪水对于山地河谷型城市安全是一个重大的威胁,国家对于不同规模和性质的城市的防洪标准不同(表4),设计时可依据城市所处的地理位置、自然特点、气候、地形条件、地势高低、雨洪径流汇水面积大小等因素综合考虑,分析洪水对城市不同区域安全的威胁程度。对于山区城市,河流的下蚀和侧蚀严重的影响岸坡的稳定性,对山区城市带来安全隐患。洪水威胁与河流侵蚀的量化指标见表3。

3. 风化作用

风化作用影响了覆盖层的厚度,影响地质环境条件的好坏,用强风化、中—弱风化和无风化三级指标来度量风化作用的强弱(表3)。

3 地质环境条件基础性分区评价

地质环境条件基础性评价采用层次分析方法,对于一个包括多方面因子而又难以准确量化的复杂系统进行分析评价时,可以根据各种因子之间的关系,理顺组合方式和层次,据此建立系统评价的结构模型和数学模型;对模型的各种模糊性因子,根据它们对于影响对象或作用目标的影响程度,通过主控因素分析、专家评判确定量化指标或者标度指标,然后根据评价模型的需要,通过判断矩阵逐项或逐层得出各方面因子的作用权重或指标数值,最后计算出最高层次的评价目标值。

对于地质环境条件基础性评价因子权重的确定,根据西南主要城市环境地质条件研究结果,并征询了水工环地质专家们的意见,确定各个影响因子的权重(表3)。对于特殊城市,可根据具体条件适当做出调整。

根据康定城各单元格的地质环境条件属性,确定各单元的评价因子的得分,运用地质环境条件基础性指数 W_j , 分别计算各单元的地质环境条件基础性指数,计算公式如下式所示:

$$W_j = \frac{\sum_{i=1}^{14} a_{ij} \cdot Q_{ij}}{50}$$

式中, W_j ——第 j 个评价单元的地质环境条件基础性指数

a_{ij} ——第 j 个评价单元第 i 个评价因子的权重

Q_{ij} ——第 j 个评价单元第 i 个评价因子值

a_{ij} 与 Q_{ij} 的取值见表3。

据上式,可计算出每个地质环境分区单元的基础性指数 W_j 。 $W_j \geq 0.7$ 为地质环境条件差的单元; $0.4 \leq W_j < 0.7$ 为地质环境条件中等的单元; $W_j <$

表 3 地质环境条件基础性评价因子量化评分表

地质环境条件		Table 3 Quantitative scores of the basic assessment factors of the geo-environments				
评价因子		权重	差(赋值 50 分)	中等(赋值 30 分)	好(赋值 10 分)	
物 质 组 成	地基岩土的类型与结构	0. 1	0. 50	松散的沙、粘土、新沉积的粘性土及回填土; 特殊类土; 沉积韵律明显, 同一岩性层厚度变化大。	中硬、中软的碎石土、砂性土、粘性土; 沉积韵律较明显, 同一岩层厚度变化小。	基岩, 碎石土; 沉积韵律不明显, 岩性单一。
	岩土体承载力(kg/ cm ²)	0. 1		< 0. 5	0. 5~2	> 2
	特殊类岩土体引起的地面变形	0. 1		严重变形	轻度变形	无变形
	地表水位置	0. 04		城市的下游	城区	城市的上游
	地下水水位及侵蚀性	0. 04		埋深< 0. 8m, 具侵蚀性	埋深 0. 8~2. 5m, 微具侵蚀性	埋深> 2. 5m, 无侵蚀性
	土壤厚度(m)	0. 04		< 0. 1	0. 1~0. 5	> 0. 5
	水土流失程度(平均侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$)	0. 04		严重,> 8000	较严重, 2500~8000	轻微,< 2500
	其它地质资源	0. 04		较少	中等	丰富
地 质 结 构	地质结构	0. 08	0. 18	地质构造复杂, 紧密褶皱核部; 断裂及其交汇部位	地质构造较为单一, 宽缓褶皱分布区, 断裂、节理、裂隙较不发育	断裂、构造不发育
	地面坡度	0. 1		> 25 度	15~25 度	< 15 度
动 力 作 用	地震(烈度)	0. 1	0. 32	> 9 度	7~9 度	< 7 度
	洪水和河流侵蚀	0. 07		强烈	较强烈	微弱
	新构造活动	0. 1		强烈抬升区, 活动断发育, 活动断裂破碎带	抬升区, 活动断较发育, 活动断裂影响带	相对稳定区和稳定区, 无活动断裂
	风化作用	0. 05		强风化	中—弱风化	无风化

表 4 城市防洪标准(据吕明强等, 1992)

Table 4 Design standards for urban flood control (after Lu Mingqiang et al. , 1992)				
城市类型	工业区级别	市郊农业 (万亩)	设计洪水标准	
			频率(%)	重现期(年)
重大城市	重大工业区	> 500	1~0. 33	100~300
重要城市	重要工业区	100~500	2~1	50~100
中等城市	中等工业区	30~100	5~2	20~50
一般城市	一般工业区	< 30	10~5	10~20

0.4为地质环境条件好的单元。然后用等值线图或色块图做出整个城市工作区域的地质环境条件基础性评价图。

计算出康定城每一个评价单元^[3]的地质环境条件基础性指数(表 5)。地质环境条件差(A) 的单元 22个, 占整个评价单元的25. 58%; 地质环境条件中等(B) 的单元33个, 占整个评价单元的38. 37%; 地质环境条件好(C) 的单元31个, 占整个评价单元的

36. 05%。根据评价结果, 采用色块图做出整个评价区域的地质环境条件基础性评价图。

从评价图可以得出, 地质环境条件差(A) 区主要分布在二道桥温泉、城北水泥厂、北门居民点后山、箭杆山、白土坎、瓦斯河右岸、驷马桥、龙头沟、跑马山北坡等斜坡地带。这些地区岩体较为破碎, 大多在断裂破碎带附近。地质环境条件中等(B) 区分布在城北雅拉河两岸大部分斜坡地带和城南的折多河、榆林河右岸斜坡地带。地质环境条件好(C) 区主要分布在雅拉河、折多河、榆林河的河谷区和城南岩浆岩分布地区。

4 结 论

城市得地质环境条件直接关系到城市承载力的大小和城市的可持续发展, 本文初步建立了城市地质环境基础性评价的方法体系, 并对康定城进行了评价, 其结果是城市地质环境风险性评价的主要基础, 并可对康定城的治理和规划提供科学的依据。

表 5 康定城各单元地质环境条件基础性评价结果汇总表

Table 5 Summary of basic assessment results of the geo-environments in individual elements in Kangding county town

单元格编号	W_j	评价结果	单元格编号	W_j	评价结果	单元格编号	W_j	评价结果	单元格编号	W_j	评价结果	单元格编号	W_j	评价结果
1	0.39	C	19	0.48	B	36	0.47	B	53	0.73	A	70	0.34	C
2	0.39	C	20	0.46	B	37	0.47	B	54	0.30	C	71	0.39	C
3	0.48	B	21	0.46	B	38	0.49	B	55	0.76	A	72	0.78	A
4	0.48	B	22	0.42	B	39	0.49	B	56	0.79	A	73	0.34	C
5	0.48	B	23	0.46	B	40	0.49	B	57	0.42	B	74	0.34	C
6	0.39	C	24	0.46	B	41	0.47	B	58	0.75	A	75	0.34	C
7	0.39	C	25	0.48	B	42	0.47	B	59	0.79	A	76	0.38	C
8	0.39	C	26	0.37	C	43	0.47	B	60	0.35	C	77	0.50	B
9	0.48	B	27	0.37	C	44	0.70	A	61	0.35	C	78	0.44	B
10	0.35	C	28	0.49	B	45	0.70	A	62	0.73	A	79	0.73	A
11	0.45	B	29	0.49	B	46	0.35	C	63	0.73	A	80	0.73	A
12	0.39	C	30	0.30	C	47	0.80	A	64	0.77	A	81	0.44	B
13	0.39	C	31	0.44	B	48	0.75	A	65	0.75	A	82	0.36	C
14	0.35	C	32	0.30	C	49	0.33	C	66	0.75	A	83	0.36	C
15	0.71	A	33	0.47	B	50	0.73	A	67	0.75	A	84	0.36	C
16	0.48	B	34	0.43	B	51	0.38	C	68	0.72	A	85	0.36	C
17	0.48	B	35	0.43	B	52	0.38	C	69	0.72	A	86	0.36	C
18	0.48	B												

A—地质环境条件差; B—地质环境中等; C—地质环境条件好

参考文献:

[1] 孙培善, 等. 城市地质工作概论[M]. 北京: 地质出版社, 2004.
[2] 杨士弘, 等. 城市生态环境学[M]. 北京: 科学出版社 2001.
[3] 魏伦武, 王德伟, 丁俊, 等. 西南地区城市环境地质调查工作的思考[J]. 沉积与特提斯地质, 2006, 26(2): 81— 87.

Basic assessment of the geo-environments in Kangding county town, western Sichuan

WANG Yong-li¹, DING Jun², WANG De-wei¹, WEI Lun-Wu², NI Shi-jun¹, ZHANG Cheng-jiang¹, LAI Shao-min²

(1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China)

Abstract: A new technique is put forward for the assessment of the geo-environments in Kangding county town, western Sichuan. The basic assessment is based on the test of the feasibility of assessment factors, and the results of assessment may serve as the scientific basis for the urban planning, prevention and control of geological hazards in Kangding county town.

Key words: Kangding town; geo-environment; basic assessment; Sichuan