

文章编号 1001-8166(2004)增-0262-05

# 地质灾害综合评价在城市规划中的作用及管理模式

江润黎 李 兰

(抚顺市规划和国土资源局 辽宁 抚顺 113006)

**摘 要** 矿山城市地质条件复杂,工程活动强烈,地质环境改造频繁,地质灾害频发,给城市规划带来了一系列的问题,成为矿业城市可持续发展的瓶颈。以抚顺市采矿活动导致地质环境恶化地质灾害频发为例,简要的论述了城区地质环境及地质灾害与城市规划之间的关系,阐述了地质环境对城市规划的制约作用,指出了地质灾害评价为城市规划服务是一个综合性、跨学科的重大问题,提出了城区地质灾害危险性综合评价的方法,论证了地质灾害综合评价在城市规划中的地位,二者之间的相互作用以及规划管理的模式。

**关键词** 抚顺 城市规划 地质灾害 规划管理 管理模式

中图分类号 TU984 P694 文献标识码 A

## 0 引 言

城市规划建设与发展是建立在地质体之上的,是以前所在的地质体为基础的。人类的工程经济活动是在一定的地质环境中进行的,工程活动与地质环境之间必然以一种特定的方式相互影响和相互制约,这种活动具有双重作用,一方面是对地质体的开发利用和改造,如矿产资源的开发,城市建设等,这种作用为人类创造了巨大的财富,提高了人类必备的生存条件;另一方面,伴随着地质体的利用相对地存在着对地质体的破坏,当这种作用超过了地质体的能量限度(地质环境容量)时就会破坏了地质体的能力,加大这种作用,超过地质体的弹性限度时就会导致地质灾害,危及到城市和人民生命财产的安全,使地质环境形成一种巨大的反作用力,反过来制约着城市的规划建设 and 经济发展。

目前,地质灾害作为地质环境的一种变异现象已经给城市造成了重大损失。如何保护、利用、改造和管理地质环境,有效的控制和防治地质灾害已经成为现代化城市规划建设的一个重要课题。

抚顺市是一个具有百年开采历史的矿山城市,具有城矿合一的特点,又是人口超百万的重要工业

城市,曾为国家能源工业的发展做出了突出的贡献,并以“煤都”之称享誉海内外。丰富的矿产资源缔造了一个城市,但是伴随着煤炭的开采,这种采矿工程活动在为人类创造财富的同时,也对人类赖以生存的地质环境形成了重大的破坏作用,发生一系列的地质灾害,造成了重大的经济损失,严重的制约了城市建设的发展空间,我们已经为此付出沉重的经济代价和高昂的发展成本。解决城区地质灾害危险性综合评价问题,做出城市土地工程能力的综合评判,已经成为城矿合一城市规划建设和可持续发展的瓶颈问题。目前,制定城市建设规划、城市防灾规划、土地资源的优化配置以及建设项目用地的审批,亟需对地质灾害危险性做出(即用地的安全性)综合的评价,为规划建设提供依据。本文结合抚顺城区地质灾害的实例谈谈地质灾害综合评价在城市规划中的作用。

## 1 矿山城市地质环境的特点及规划的特殊性

抚顺市地质构造条件十分复杂,断裂、褶皱构造十分发育,浑河断裂是区内的主干断裂,横贯全区,

收稿日期 2004-04-10

作者简介 江润黎,女,教授级高级工程师,长期从事城市规划和国土资源的研究和管理工作 E-mail: jrlan4836@126.com

呈北东东向展布,对区域构造起主导作用,该断裂控制了元古代及其以后的地史演变,并在漫长的地质变迁中形成了良好的成矿地质条件。浑河断裂带在城区范围内出露的宽度为1~5 km,两侧岩石较为破碎,并发育有数十条低序次的断裂。复杂的地质构造不仅塑造了今日该区的地质环境、地貌景观和丰富的煤炭资源,同时也是地质灾害孕育、发生和发展的条件。

抚顺市是因煤而兴的城市,具有近百年的开采史。建国以来为国家提供优质煤炭4.85亿t,实现利税51亿元,曾是我国最大的煤炭生产基地,并以煤都之称享誉海内外,为国家的经济建设和能源工业的发展做出了突出的贡献。但是长期的采矿活动对地质环境的改造和破坏,改变了地质岩体的边界条件、赋存状态、荷载能力以及变化规律,致使工程地质条件、水文地质条件、地形地貌条件、自然生态环境发生了重大的改变,形成了一系列的地质灾害。如地面塌陷、岩体位移和变形、矿震、地裂缝、采坑边坡失稳、采矿废弃物对环境的污染等,经济损失重大,而且已积重难返,构成了对人民财产和居民生命安全的威胁,严重的制约了城市的发展。

地质环境的优劣直接关系到城市的建设,城市规划是城市建设的先导性决策,地质环境的合理利用和改造、规避地质灾害的风险在这一决策中具有重要的意义。对矿业城市来说,规划学科面临的矛盾,即有学科自身的矛盾又有自然和人为因素矛盾。在城市规划建设中,城市的性质、规模及工业结构等是重要的社会因素,而自然环境则是其重要的制约因素。抚顺市是在煤炭开发基础上发展起来的重工业城市,在分布上具有其特殊性,城市紧依煤田而建,由于历史的原因,使城市的总体布局受到限制,早期的都邑计划的指导思想和规划原则是按照当时的历史背景确定的,加上当时对矿产资源的勘查结果只是阶段性的认识,实施这些规划,使得后期的都市发展把城市中心和大体量的建筑压在煤层之上,形成矿山、工厂和居民区混杂在一起,有的居民住宅小区与西露天矿采坑仅一路之隔,有的住宅区建在矸石山上,还有相当大一部分居民住宅和商业网点建在煤田采区和预测的沉陷区内,城市建设布局出现严重的畸形状态,构成了现今城市的基本轮廓。目前城市建成区总面积为115 km<sup>2</sup>,露天采坑面积10.9 km<sup>2</sup>,采煤剥离物占地20.2 km<sup>2</sup>,沉陷区面积16.08 km<sup>2</sup>,将市区分割得支离破碎。在这种旧的城市格局基础上,加之现代工程活动日益加剧,给城市

的规划布局带来难度,也给城市规划人员提出了其特殊的要求。

## 2 地质灾害综合评价在城市规划中的作用及意义

随着城市的日趋现代化和规模的日益扩展,科学、合理地利用地质环境已成为当代城市建设及保证城市可持续发展面临的一个不容忽视的重要问题。在以往的城市规划工作中,所顾及的地质因素仅限于地理位置、地貌形态,没有从更深入的地质环境的优劣和适宜性加以考虑,地质研究成果未能与城市规划有机的结合起来,地质环境对城市建设的制约作用尚不十分突出;同时地质成果未能面对政府规划决策的需求,缺乏浅近性、易懂性,使之难以被规划设计决策部门所接受,加之已建城市的总体布局在早期初建时未能从地质角度加以考虑,有效的控制城市工程活动,导致地质环境遭到破坏,引发了一系列的地质灾害。

城市地质灾害综合评价是编制城市总体规划的重要依据,是开展城市规划建设用地安全评价的主要内容。地质环境是城市建设的特定载体,地质环境的优劣决定了土地的工程能力,土地的工程能力又是在地质环境容量和能力的一个标志,地质灾害危险性综合评价归根到底是城市建设用地的安全性问题,也是城市规划的科学、合理问题。在开展城市规划、选择城市用地发展方向和进行用地功能布局中,地质灾害危险性的综合评判,特别是定量评价是非常重要的,必须根据详实、确切的地质普查资料、地震资料、采矿活动及采空区分布等资料,论证地质灾害及隐患的影响范围、程度,确认该地区做为建设用地的适宜性和适用范围,确保用地的安全性,实现建设规划的优化配置,确保高效、合理的实现规划目标,这是保持城市建设长久稳定,城市可持续发展的必然要求。

如何解决城市规划建设与地质环境之间的矛盾呢?合理、科学的做好城市规划是解决这一矛盾的根本途径。城市规划在城市的建设、发展、管理中处于决策地位,城市布局是否合理,发展速度如何,很大程度上取决于城市规划的合理和科学。而城市规划的主要依据除了受城市性质、规模、工业结构等影响外,还要受地理、地质环境(地貌、构造、水文工程地质灾害地质)等自然因素的制约。而地质环境则是这一系列因素中的最基本的因素。只有科学、合理地做出地质灾害综合评价,才能使城市规划和发

展进入良性循环轨道。因此,地质环境的研究成果与城市规划挂钩,参与城市的发展、运转和保护的全过程是提高城市规划的科学性和合理性的有效措施。地质灾害危险性评价是城市规划体系中责任最为重大的内容之一,在此我们结合抚顺的实际提出地质灾害评价成果为城市规划服务的基本思路。

### 3 评价的技术路线、评价原理及评价方法

抚顺市地质灾害的种类多、灾情重、覆盖面广,土地的安全性难以确定,缺少量化的界限指标,使城市的中长期规划受到限制,难以实施。为了给城市规划审批提供决策依据,可以采取下述的技术方法对城区地质灾害危险性进行定性加半定量的综合评价。

#### 3.1 评价的技术路线

地质灾害危险性综合区划评价工作涉及的学科多,内容复杂,评价的基本思路见地质灾害危险性综合区划定量评价技术路线框图(图 1)。

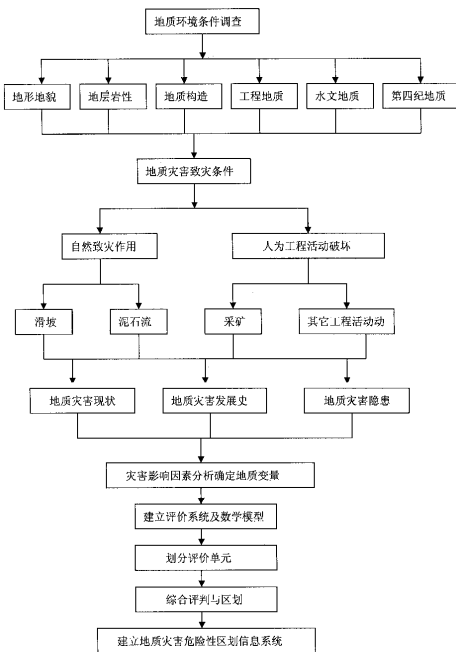


图 1 地质灾害危险性综合区划定量评价技术路线框图

#### 3.2 评价原理及方法

本文采用的综合指数法是在定性的基础上进行定量表达的一种方法。

由于地质灾害发生的不确切性,通常难以用定量概念来描述和表达其对城市建设产生的危害程度。笔者根据国内外的研究成果,结合抚顺市实际情况,以地质环境为主题选择与用地安全性有关的地质变量作为评价因子参与评价,采用相关的数学模型,对城市的土地能力进行定量分析并加以综合区划,将地质信息转化为城市建设规划信息,进而对土地利用类型进行最佳选择,以求最大限度的挖掘其潜在的资源能力,对城市用地进行科学的控制。

首先要查清地质背景条件,包括地层、岩性、地貌、第四纪地质、构造条件、水文地质、工程地质条件以及地质灾害的发展史和发展趋势。在此基础上将城区(规划区)按地质条件划分成若干个等性块段。如,首先按照地质地貌单元划分出丘陵、河谷、阶地、漫滩、断裂构造活动带、采煤凹陷区、地表变形区、固体废弃物排弃场等相对较大的区块,然后再将每个区块分割成若干个基本单元,可选用  $0.01 \text{ km}^2$  为一个基本单元。

在进行地质灾害综合区划的定量评价时准确选取参与评价的因素是十分重要的,它的准确度将直接影响到评价结果的可信度。

影响抚顺城区地质灾害危险性的因素主要有 6 个,各种因素的性质和作用大小各不相同,参考工程、水文地质、灾害地质的相关标准和其他有关文献资料,结合抚顺地区地质情况,提取 5 个可量化的指标(地质变量),1 个非量化的指标,作为参与评价的因子。地质构造(包括断裂,特别是活动断裂)、工程地质条件、地质灾害成灾条件、人为工程活动、地形地貌、地层岩性。

(1) 地质构造。抚顺城区断裂构造十分发育,局部地段密度较大,除 2 条主干断裂以外,低序次断裂很多,取值原则为每个基本单元内断层的密度值做为量化的数值。如果该单元内没有断裂则要考虑相邻单元的断裂构造情况。如距离主干断裂  $>100 \text{ m}$ ,距离次生断裂  $>20 \text{ m}$  时可排除断层的影响。

(2) 工程地质条件。从工程地质角度讲淤泥类土、人工回填土、粘性土互层属于软弱土层,抗震性能差,在动力作用下可能产生不同程度的压缩和变形,其抗剪强度、承载力也随之降低,容易导致不均匀沉降和地基失效。取值的原则在每个基本单元内选取软弱土层的层数作为量化的指标。此外,具备液化条件的砂土层分布范围较少,只在特殊地形条件中参与评价。

(3) 地质灾害成灾条件。抚顺城区地质灾害种

类较多,成因机理复杂,基本上是由采矿工程活动诱发的,主要有采煤沉陷、露天采矿滑坡、地面变形、地裂缝、高陡边坡、固体废弃物堆放场(矸石山)。这种强烈的采矿工程活动形成了一种巨大的营力,破坏了地质体的自然赋存状态和地质体的边界条件,大大地降低了城市土地的工程能力。土地的工程能力是确定土地利用时相对的经济价值,而决定土地经济价值的因素很多,其中之一是地质条件的优劣,而地质灾害的危险程度是决定用地安全中的重中之重。因此,我们选择每个基本单元内所发生的地质灾害作为重要的评价指标,并加大其权重。

(4) 地形地貌条件。地形地貌条件是无法量化的指标,在城区内地形地貌变化差异较小,可采用只在不良地形地貌地段,其中高陡边坡地段要特别重视,赋予一个整数值,表达对用地安全的影响,其它地区可视为零影响,不参加综合指数的叠加。

(5) 地层条件。地层条件也是一个无法量化的条件,在一个限定的区域范围内,地层变化的差异性较小,只有在第四纪厚度变化很大,或者基底起伏较大的情况下,才能影响到土地的工程能力。

(6) 人为工程活动。人为工程活动是致灾的重要因素之一,也是地质灾害隐患的重要标志,它有2种情况,一种是已经形成了灾害,可列入成灾条件中;另一种是尚未形成灾害,做为地质灾害隐患参与评价。

根据地质条件及影响用地安全的各因素的性质和作用的大小,建立起一个数学模型,得到一个综合评价指数,再找出能够度量它们之间相似关系的统计量,以此统计量为依据,形成一个分类系统,对全区进行综合区划,最终建立起地质灾害危险性综合评价的信息管理系统。

### 3.3 计算原理

我们将全区按照地质条件分割成  $n$  个单元(等性块段),每个单元选取  $m$  项地质变量,将  $m$  项地质变量按照用地单元危险性影响程度的大小分别赋予权重,运用叠加法进行叠加,得到一个地质灾害危险性综合评价指数,计算公式如下:

$$P = \alpha w_a + \beta w_b + \gamma w_g + \eta w_m + \epsilon w_c + \tau w_z$$

式中  $P$  为综合指数,  $w$  为权重,  $a$  为构造条件,  $b$  为地质灾害条件,  $g$  为工程地质条件,  $m$  为地貌地形,  $c$  为地层条件,  $z$  为人为工程活动。

计算出每个单元的综合评价指数,其值越小表明工程建设适宜性越好,其值越大,适宜性越差。规划管理人员可以依据每个基本单元的评价指数做出

评判。

再根据综合评价指数的大小及各单元之间的相似程度将全区所有单元逐步并类,形成一个分类系统,利用等值线原理并结合建设场地的适宜性进行分区,将全区划分成3个区,若干个亚区,并做出分区的综合评价,为管理人员提供宏观决策的依据。

表1 地质灾害危险性分区标准

项目	安全区		易发区		危险区
	1	1、2	2、3	3、4	
综合评价指数					
场地适宜性	适宜	有条件适宜建设	有条件适宜建设	真建区距主干断裂60m,分支断裂20m之内应避让	
允许建筑物类型	常规建设场地 适宜高层建筑和特殊建筑	普通建筑 低层民用建筑 单层厂房	简易建筑或 露天场地		避让区
建设用地审批准入条件	可不进行评估 (占地1000m <sup>2</sup> 或重大建设项目除外)	需提交地质灾害危险性说明书	提交地质灾害评估报告(一级评估)	提交地质灾害评估报告(二级评估)	

## 4 地质灾害综合评价为城市规划服务的管理模式

城市规划是通过规划管理实施的,规划的管理是对城市建设行为的一种社会调整。修正地质环境的不合理利用,保持和维护全市地质环境的稳定,防止地质灾害的发生,是实现城市规划管理的优化配置,保持城市建设长久稳定的必然要求。

地质灾害评价是地质环境管理的最基础工作,也是与城市规划管理有着密切的内在联系的系统工程,依据矿业城市自身的特点、发展规律和建设进程,将地质灾害综合评价乃至地质环境管理与城市规划管理结合起来,把地质环境保护、地质灾害防治纳入城市总体规划中,在建设规划、土地规划中统筹考虑,实现资源与环境的协调管理,这是科学化、现代化、高水平建设城市的必由之路,也是保证城市可持续发展的根本途径。

### (1) 地质环境保护行政管理路径。

在贯彻《城市规划法》的同时,尽快颁布和实施地方抚顺市地质灾害防治管理办法,把地质环境管理工作纳入法制管理轨道。

对特殊地质环境区段(地质灾害易发区)内的建设项目,要制定特殊的勘察设计标准,满足建设项

目安全稳定的要求。

(2) 技术措施路径。

根据地质灾害综合评价的成果编制全市地质灾害区划,并对其进行评价,直观、控制性的划分出不同的区段。

建立地质灾害监测网络,对地质灾害危险区、重点地段实行动态监测和控制,适时的补充和修正地质成果。

建立地质灾害信息数据库并与城市地理信息系统配套使用。

结合城市总体规划、中长期建设规划制定地质

环境保护和地质灾害预防的规划。

在建立起上述城市规划决策的支撑体系后,城市规划决策人员即可比较便捷的做出规划建设项目的准入决策以及城市规划的宏观应对决策。

参考文献(References) :

- [1] 吴庆洲. 21世纪中国城市地质灾害及城市安全战略[Z]. 规划师论坛, 2002.
- [2] 刘传正. 地质灾害勘察指南[M]. 北京:地质出版社.
- [3] 李兰. 城市工程活动的地质环境效应问题[J]. 环境科技, 1994, 14(3): 11-13.