

## 应用地质

# 关于矿山地质灾害危险性评估中几个主要技术问题的探讨

张 琦\* 陈福恩 秦 健 姜德明 李剑锋 李洪卫

辽宁省化工地质勘查院, 辽宁锦州, 121000

**提 要** 以国土资源部下发的《地质灾害危险性评估技术要求》(试行)为原则,结合工作实践,尝试对矿山地质灾害危险性评估技术要求进行了强调与细化,对现状评估、预测评估及综合评估的关系、评估范围的确定方法、地质环境条件复杂程度的划分方法、拟采取的防治措施及矿山地质灾害危险性分级评估标准等几个矿山地质灾害危险性评估中的主要技术问题作了若干探讨。对提高矿山地质灾害危险性评估工作质量具有实际意义。

**关键词** 矿山地质灾害 地质环境条件 地质灾害危险性评估 防治措施

**中图分类号**: P694 **文献标识码**: A **文章编号**: 1006-5296(2005)02-0103-06

## 0 引言

矿山地质灾害是地质灾害学科的一个分支,是由于自然地质作用和人为因素导致矿山生态地质环境恶化,并造成人类生命财产损失或人类赖以生存的资源、环境严重破坏的灾害事件<sup>[1]</sup>。我国是一个采矿大国,且是一个最大的发展中国家,正处在以开发和利用物质能源和能量能源为主要特征的工业化过程中,20世纪80年代后期以来,国民经济持续稳定的高速增长需要消耗大量的矿产资源。由于国家经济的发展对矿产品的需求量增大,市场经济条件下形成的对国有矿山企业的冲击,个别矿山片面追求经济效益、安全管理意识的淡化、开采技术及设备的相对落后、民采的干扰等,导致矿山开采环境不断恶化,矿山地质灾害问题日趋严重,造成人员伤亡、环境破坏、矿产资源严重浪费。近年来,矿山的安全事故不断,冒顶、地表塌陷、矿坑突水等重大地质灾害有明显上升的势头,各类可导致地质灾害的潜在隐患显著增多。频繁发生的矿山地质灾害给国家、矿山企业以及附近的广大人民群众造成了重大的损失,并产生了不良的社会影响,严重

制约了国民经济和矿山企业的可持续发展。故此,提高对矿山地质灾害的认识,有计划地进行矿山地质灾害危险性评估工作,最大限度地减轻其危害,已成为当前一项重要的任务<sup>[2]</sup>。矿山地质灾害危险性评估是一项起点高、技术创新性强、难度大和操作性强的新型技术工作,需要在实践中逐步探索和完善。这项工作在发现矿山潜伏重大地质灾害问题,为矿山提供防治地质灾害的措施和建议,指导矿山安全运营,为进一步治理整顿矿产资源管理秩序提供科学依据及对防治重大地质灾害等方面具有十分重要的现实意义和历史意义。本文以《地质灾害危险性评估技术要求》(试行)为原则,针对矿山地质灾害危险性评估工作中6个主要技术问题——矿山地质灾害危险性评估要求,评估范围的确定方法,地质环境条件复杂程度划分方法,现状评估、预测评估及综合评估的关系,矿山地质灾害危险性分级评估标准、拟采取的防治措施,作了若干探讨。供同行参考。

## 1 矿山地质灾害危险性评估技术要求

矿山地质灾害危险性评估仍应按国土资源

\* 第一作者简介:张琦(1964~),男,水文地质工程地质专业,主要从事水、工、环地质及地质灾害调查工作,高级工程师。

收稿日期:2005-02-22;改回日期:2005-04-25

部在 2004 年颁布第 69 号文及配套的《地质灾害危险性评估技术要求》(试行)<sup>[3]</sup> 执行。因矿山地质灾害危险性评估具有其特性, 故对矿山地质灾害危险性评估强调如下要求<sup>[4]</sup>:

(1) 矿山地质灾害危险性评估应包括矿业活动(包括固体液体废弃物的排放)影响破坏土地和植被资源、影响破坏区域水均衡及地下水系统、海水入侵、污染水环境等。

(2) 根据矿山的不同类型和矿种, 紧密结合新建矿山地质环境复杂程度、采选矿方式, 适当增加或减少地质灾害危险性评估工作的内容。

(3) 矿山地质灾害危险性评估应将影响矿山范围主要保护对象的地质灾害作为评估重点, 应了解矿山地质环境并对采矿影响范围和程度作出分析评价。

(4) 矿山地质灾害危险性评估应在全面收集地质勘探、矿山设计、矿井地质、水文地质、矿山开采及监测等有关资料的基础上进行。成图比例尺应根据评估范围的大小确定。

(5) 综合评价矿山建设的资源环境和社会经济效益。

(6) 矿山地质灾害危险性评估应调查下列内容: 矿山范围内的保护对象。评估区的地质环境、地表变形、不良地质现象、井下采空区及岩溶引起的地表塌陷和井泉疏干。矿山范围内矿床(井田)的地质条件、水文地质条件、矿层赋存条件、覆岩岩性、厚度及透水性、矿井涌水量等。矿山规模、开采层位、总厚度、开采面积、开采方式及开采顺序、开采深厚比、设计回采率、顶板管理方法、渣石排放量及堆放场、矿井水排放量、对地表水体及井、泉的影响、水质及开采沉陷范围。矿山对地质环境的保护与恢复治理情况。

## 2 评估范围的确定方法

矿山地质灾害危险性评估范围应以计划采矿用地或最终用地范围为基础, 且不能仅局限于矿区范围。应根据矿山地质灾害来源、矿山采掘流程和采选设施、尾矿库、废石堆放场、生活区、管理区的布局及可能受灾害影响的周

边居民点的分布, 由矿区外缘适当外扩。涉及到泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降及其隐患地段的, 应当包括整个发育区及可能的影响区。根据矿井采掘方式的不同, 矿井可分为露天开采型矿井和地下开采型矿井, 因此, 评估范围的确定也有所不同。

### 2.1 露天开采型矿井地质灾害危险性评估范围的确定

根据多年来所作地质灾害危险性评估项目的经验, 露天开采型矿井除了可能遭受常见的几种地质灾害之外, 还可能遭受到由于矿井边坡失稳引发的其他灾害。因此, 在确定露天开采型矿井地质灾害危险性评估评估范围的时候, 需要考虑到边坡稳定性的影响, 需要通过计算确定边坡的影响范围, 从而在此基础上确定地质灾害危险性评估的范围。

### 2.2 地下开采型矿井地质灾害危险性评估范围的确定

由于矿山地下开采后形成采空区, 导致发生上覆岩层的破坏变形, 地表移动变形、地面塌陷变形等地质灾害。在这种情况下, 要确定地下开采型矿井地质灾害危险性评估范围, 则要根据开采层埋深和采厚采掘方式所形成采空区影响地表变形范围的经验公式推断, 此时, 需要考虑上覆基岩(土层)厚度、影响传播角等因素, 经计算确定地下采动形成的地表拉伸裂隙带影响宽度。

### 2.3 特殊情况下地质灾害危险性评估范围的确定

在以上确定评估范围的基础上, 如果在评估区边界有滑坡、高边坡、泥石流、地面塌陷等地质灾害, 则应将评估区边界延伸至灾害分布范围 100m 以外。

## 3 地质环境条件复杂程度划分方法

地质灾害的发生取决于两方面的因素, 一是其自身因素, 或称内因, 包括原始地形、岩土体物理力学性质、岩土体结构、构造和后期变化等; 二是影响因素, 也称外因, 它包括自然影响因素和人为影响因素, 前者如降雨或

融雪、地下水变化、地震和温度变化等因素，后者如地上或地下开挖、堆土（石）或弃渣，地表或地下排水不当等因素<sup>[1]</sup>。《地质灾害危险性评估技术要求》（试行）5.8 条明确规定，评估级别的确定要根据地质环境条件复杂程度与建设项目重要性来划分，矿山建设项目重要性划分（技术要求）和（地发[1998]47 号文）写的很清楚<sup>[3、4]</sup>，容易划分，但地质环境条件复杂程度划分在全国各个地区有不同的划分标准。笔者认为应从矿山现状地质灾害发育程度、地形与地貌、地质构造、结构面及其

组合对斜（边）坡稳定性的影响、岩体结构类型、岩性特征、水文及水文地质条件、地震动峰加速度、临空外倾斜结构面对斜（外）坡稳定性的影响、不良地质现象占评估区的面积、破坏地质环境的人类活动等 11 个方面对地质环境条件复杂程度按复杂、中等复杂及简单进行划分，初步建立不同地势条件下的地质环境复杂程度分类鉴别特征(见表 1),力图较全面、合理地反映地质环境与地质灾害的成因关系。表 1 这种分类是相对性的，实际操作中必须结合矿山实际情况作具体分析确定指标。

表 1 地质环境条件复杂程度分类表

Table 1 Complex grade classify of geology environment condition			
判定因素	地质环境复杂	地质环境中等	地质环境简单
地质灾害发育程度	地质灾害发育	地质环境中等	地质灾害一般不发育
地形地貌	地形与地貌类型复杂、平均坡度 30°、地貌单元种类超过两种、相对高差大、评估区海拔高差 60 m	地形较简单、地貌类型简单 30° > 坡度 15°、地貌单元种类有两种、相对高差中等、60 m > 评估区海拔高差 30 m	地形简单、地貌类型单一、坡度 < 15°、相对高差小、评估区海拔高差 < 30 m
地质构造	可见断层、裂隙超过 4 组间距小于 0.3 m、岩土界面倾角 > 25°	偶见断层或破碎带、有 3~4 组裂隙、1.0m 间距 0.3m、岩土界面倾角 10°~25°	无断层、裂隙不超过 2 组、间距 > 1.0m、岩土界面倾角 < 10°
结构面及其组合对斜(边)坡稳定性的影响	大	中等	小
岩体结构类型及岩土体工程地质性质	破碎、散体结构岩土体工程地质性质不良	薄~厚层状结构、岩土体工程地质性质较差	巨厚层状结构~整体状结构岩土体工程地质性质良好
岩性特征	土层厚度 > 12 m、岩(土)性差异大	土层厚度 8~12 m、岩(土)性差异中等	土层厚度 < 8 m、岩(土)性差异小
水文及水文地质条件	开发矿层(体)位于侵蚀基准面以下、充含水层富水性强、利于补给、与区域强含水层或地表水体沟通、地表水、地下水对岩土体的影响大、水文地质边界复杂	主要开发矿层(体)位于侵蚀基准面以上、充含水层富水性中等、补给条件中等或主要开发矿层(体)位于侵蚀基准面以下、补给条件差、地表水、地下水对岩土体的影响中等、水文地质边界较复杂	开发矿层(体)位于侵蚀基准面以上、充含水层富水性弱、补给条件差、地表水、地下水对岩土体的影响小、水文地质边界简单
地震动峰加速度	> 0.05	= 0.05	< 0.05
临空外倾斜结构面对斜(外)坡稳定性的影响	大	中等	小
不良地质现象占评估区面积比例	> 20 %	5 % ~ 20 %	< 5 %
破坏地质环境的人类活动	土质边坡高度 > 15 m、岩质边坡 > 30 m、洞顶围岩厚度 < 1 倍洞跨、采空区占矿区面积比例 > 35 %、矿山多次重复开采	土质边坡高度 8~15 m、岩质边坡 15~30 m、洞顶围岩厚度 1~3 倍洞跨、采空区占矿区面积比 10 % ~ 35 %、矿山重复开采	土质边坡高度 < 8 m、岩质边坡 < 15m、洞顶围岩厚度 > 3 倍洞跨、采空区占矿区面积比 < 10 %、矿山无重复开采

4 现状、预测及综合评估的关系

地质灾害危险性评估是在建设项目所涵盖的范围内，认识、评价和认定地质灾害危险性

的一项复杂技术工作。现状评估、预测评估和综合评估是地质灾害危险性评估工作的中心环节。三项评估在内容上既相互联系又各有侧重，在认识流程上是一个从已知到未知、从简单到复杂、从具体到综合的过程，最终的结论和综

合评估主要依据现状评估和预测评估结论而定。但由于评估人员在认识上和操作上的差异,在评估报告中往往出现三者重复性大、重点不突出和结论不够明确的问题。因此,处理好三者的关系十分重要。

#### 4.1 现状评估的内容和步骤

基本查明评估区已发生的地质灾害的分布,分析地质灾害形成的地质环境条件、分布、类型、规模、变形活动特征,主要诱发因素与形成机制,对其稳定性进行初步判定,在此基础上对其危险性和对矿山工程危害的范围与程度做出评估。具体的评估内容和步骤包括:

(1) 地质灾害的类型(灾种):以评价是否有崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷(含岩溶塌陷和矿山采空塌陷)、地裂缝和地面沉降 6 个灾种为主,并结合评估区的地质环境条件和地层岩性特点,作具体分析,适当增加有普遍意义或反映矿山特点的其它地质灾害及不良工程地质问题,如不稳定斜(边)坡、矿坑突水、采空区崩塌、冒顶、片帮、岩爆、矿震、瓦斯突出、煤层自燃、粉尘爆炸、水土流失、土地沙漠化、海水入侵等灾种和问题的评价<sup>[5, 6]</sup>。

(2) 地质灾害体的规模:是评价体、量的指标。通过灾害体发育历史调查和勘测,确定形态尺寸。并根据有关规范、标准和技术要求规定,确定灾害体规模评价的体、量标准和指标后,按统一要求和标准确定地质灾害体规模大小。

(3) 地质灾害的分布:将搜集、调查和勘测证实的灾害体,在一定比例尺的图件上予以表达,并按地质环境条件和地质灾害的发育特征,分析论证地质灾害的分布规律,为地质灾害危险性分区奠定基础依据。

(4) 地质灾害的易发性和稳定性:地质灾害易发性和地质灾害体的稳定性是反映项目区地质环境脆弱程度的综合指标。应该将评估区地质环境进行分区,按逐个分区中地质灾害的信息量,包括灾害点数,灾害体规模和发生频率、地形地貌、地层岩性和地质构造等,采用打分的办法依区迭加累计来评价。地质灾害体

的稳定性评价,不同的灾种有不同的方法,在现状评估中建议采用定性类比评价方法。

#### 4.2 预测评估的内容和步骤

对矿山建设场地及可能危及矿山建设安全的邻近地区可能加剧或引发的地质灾害的危险性做出评估;对矿山建设自身可能遭受已存在的地质灾害隐患做出预测评估,对矿山建设中、建成后可能引发或加剧地质灾害的可能性、危险性和危害程度做出预测评估。其评估内容和步骤为:

(1) 根据矿山基岩裸露程度、矿层赋存条件、开采技术条件、开采方式等因素,预计充分采动角、最大下沉角、覆岩破坏高度、地表移动边界、地表倾斜、曲率、水平变形等移动变形参数;

(2) 根据预计的地表移动变形参数,分析矿山采空环境地质效应(如井下突水引起的地表塌陷和井泉疏干等),判别诱发、加剧地质灾害的可能性。

(3) 对开挖、填筑前后的坡体、老滑坡体和临空面进行稳定性定性和半定量分析评价;对弃石弃渣场临空面稳定性作出评价,分析论证堆放在沟槽(谷)内的渣石体诱发泥石流灾害的可能性。并确定上述评价结果有可能形成的灾害体的类型、规模和分布特点。

(4) 根据保护对象所处位置及抗变形能力,预测评估保护对象可能遭受破坏的程度和损失情况。

(5) 对分布在危险区内的人员和财产作出损失评估。其中,人员和财产包括现状和矿山建成后增加的人员及矿山本身(亦即矿山本身遭受地质灾害的可能性);将现状评价的人员、财产可能的受损数量与矿山建成后数量相累加(扣除重复部分),分摊到现状评估的各危险性分区中,重新确定危险性等级,作出新的评价,得出最终评估结论。

#### 4.3 地质灾害危险性综合评估

依据地质灾害危险性现状评估和预测评估结果,充分考虑评估区的地质环境条件的差异和潜在的地质灾害隐患点的分布、危险程度,

综合评估地质灾害危险程度。依据地质灾害危险性、防治难度和防治效益，对矿山开采的适宜性作出评估，并提出防治矿山地质灾害和矿山地质环境保护与恢复治理的措施及建议。综合评估的侧重点是在前两项评估的基础上，根据现有和潜在的地质灾害成灾的可能性和成灾的严重性，对评估区（或分地段、分矿山工程部位）地质灾害危险性进行综合评定。综合评估应简明扼要，把前两项评估的主要认识反映出来，又不能是上述评估的简单重复。把握好这种分寸，体现了评估人员成果编制驾驭资料，提出、分析、解决问题的综合能力。其评估内容和步骤为：

（1）根据现状评估和预测评估的结果，采用定量、半定量或定性的方法，综合评估地质

灾害的危险性程度。

（2）参照（技术要求）表 8 - 2 标准对场地的适宜性作出评估<sup>[3]</sup>。

（3）提出地质灾害预防、防治措施或另选场地的建议。

5 地质灾害危险性分级评估标准

众所周知，构成地质灾害的因素是多种多样的，因而必须全面考虑危险性本身及构成危险性各因素的相似性与差异，进而选择一些相互联系的因素作为综合分析的依据。矿山地质灾害危险程度分级判别见表 2。这种分级判别标准是相对性的，具体指标选择应结合矿山的实际来确定。

表 2 矿山地质灾害危险程度分级判别标准

Table 2 Classification distinguish criterion of geologic Mine hazards Risks						
危险性分级	地貌特征、滑塌及水土流失等现状	开采矿层厚度、层数、上覆基岩和土层厚度	地面塌陷部位	矿坑突水、瓦斯突出、煤层自燃、粉尘爆炸等的可能性	诱发泥石流的可能性	地面居民分布情况
危险性较大	沟谷区,具有发生滑塌的地形条件,且有滑塌发生,土地沙漠化水土流失严重	10m、 2 层、70m	塌陷区拉伸裂隙带	可能性较大	有泥石流发生的物资来源,诱发泥石流的可能性大	居民居住相对集中区
危险性中等	风沙地貌区,不具备滑塌发生的地形条件,但有大面积地面沉降,水土流失轻微、土地沙漠化	> 3m、 > 1 层、> 70m	大面积中心塌陷区	中 等	目前尚无泥石流发生的物资来源,诱发泥石流的可能性较小	居民居住相对分散区
危险性小	风沙地貌区 ,尚无滑塌发生,土地沙漠化、水土流失中等	3m、 > 1 层、> 70m	塌陷边界影响区	小	不具备泥石流形成的条件	居民居住相对零散区

6 关于拟采取的防治措施

6.1 提出建议与措施的原则

矿山地质灾害危险性评估的直接目的就是为矿山自身安全生产及其周围居民、财产的安全提供科学依据和防灾技术保障。评估的最终目的是防止地质灾害发生。这也是评估的落脚点，即“防”和“治”的具体措施。矿山建设项目的前期论证和方案比较工作中要切实体现出防治地质灾害的技术内涵，就必须要有操

作性强的地质灾害危险性评估结论和具体防治措施的技术支撑，对于地质灾害危险性大，现有经济技术条件难以达到防治要求的场地，从“防”的角度，应态度明确，坚决提出“躲避”、“另选场地”和“局部改选”的建议，不应迁就局部和地方利益，铸成潜伏重大灾害隐患矿山工程的大错。提出建议与措施的原则是：能避让则避让；能预防则事前预防；实在不行，则采取技术上可行、工程上可靠、经济上合理的治理方案对地质灾害进行必要的治理，确保矿山工程的安全运营<sup>[6]</sup>。

6.2 工程措施

地质灾害防治技术选择应立足于减轻灾害，在此前提下，选择的工程技术类型越简单，越易于实现越好。因为治理灾害一般不直接产出经济效益，经济实用的技术应该是首先推荐的。

用于矿山地质灾害防治的工程技术有多种，这里初步把他们分成三大类<sup>[1]</sup>（见图 1）：

- (1) 主动型——排水（地表、地下排水）、削方、灌浆、高压注浆和锚固（锚杆、锚索）等。
- (2) 被动型——抗滑桩、挡墙、竖井桩、回填和洞室抗滑键等；
- (3) 复合型——锚拉桩、锚拉墙等。

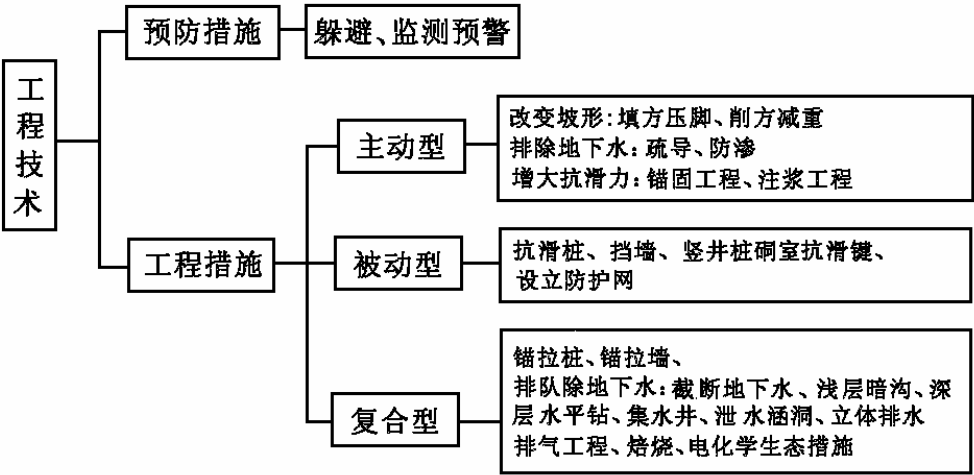


图 1 地质灾害防治工程技术类型

Fig.1 Preventive engineering technical types of geologic hazards

7 结语

本文提出的 6 个主要技术问题，对矿山地质灾害危险性评估工作质量评定影响很大，评估工作工作中经常遇到。在目前情况下，矿山地质灾害评估的方法依然比较单一，相信随着

科学技术的进步，新技术逐步应用到地质灾害评估工作中来，人们在地质灾害的防灾减灾方面一定会取得长足的进步。建议就这些问题展开必要的讨论，以期形成共识，推进评估技术的提高，把矿山地质灾害危险性评估工作做得更好。

参 考 文 献

1 刘传正. 地质灾害勘查指南 [ M ]. 北京：地质出版社，2000

2 孙文盛. 新世纪地质环境保护的形势与任务 [ J ]. 国土资源，2001，( 3 )：5 ~ 9

3 国土资源部（国土资发 [ 2004 ] 69 号文件）. 关于实行建设用地地质灾害危险性评估的通知及技术要求 [ Z ]. 2004-03-25

4 辽宁省国土资源厅（辽国土资发 [ 2004 ] 198 号文件）. 辽宁省建设项目地质灾害危险性评估实施意见 [ Z ]. 2004-12-02

5 张琦. 辽宁省主要矿山地质灾害及防治对策探讨 [ J ]. 化工矿产地质，2004，26（1）

6 武强. 我国矿山环境地质问题类型划分研究 [ J ]. 水文地质工程地质，2003，( 5 )：107 ~ 111

5 常迪，等. 基于快速 G 小波变换的图像压缩及放大[J]. 小型微型计算机系统，1998，19（2）：44～49

THE IMPLEMENTAION AND METHOD OF IMAGE ZOOM BASE ON  
PYRAMID TANSFORM IN HIS REGION

Mao Li<sup>1、2</sup>    Ji Yuan<sup>3</sup>    Dong Xia<sup>3</sup>

*1.91039 Troops of PLA, Liangxiang, Beijing, 102401, China*

*2.Academy of Equipment Commanding and Technology , Beijing , 101416 , China*

*3.69028 Troops of PLA, Urumqi, Xinjiang, 830006, China*

Abstract

Transform the image from RGB region to HIS region,and resample it by using linearity images pyramid’s analysis and synthesis operator at this region. After it, the multiresolution images pyramid have been accomplished. If the original image exist at the J layer, when make J bigger, the image will be lessen; When make J smaller, the image will be get large. This paper use linearity transformation method in pyramid transformation. It speed the calculation. And resampling in HIS region can conquer blur phenomena. The experiment result indicate that this method obtain good display not only in calculation time but also in image quality.

**Key word**：image pyramid，image zoom，resampling，HIS transform

~~~~~  
(上接 108 页)

CRITICAL TECHNICAL PROBLEMS OF EVALUATIONS OF  
GEOLOGIC MINE HAZARDS RISKS

Zhang Qi    Chen Fuen    Qin jian    Jiang Deming    Li Jianfeng    Li Hongwei

*Liaoning Chemical Geological Prospecting Institute , Jinzhou , Liaoning , 121000 , China*

Abstract

Based on the technical Requirements of Evaluation of Geologic Hazards Risks as issued by the Ministry of Land and Resource of the P.R.C. , and combined with working practice , this article tries to emphasize and particularize the technical requirements for evaluations of geologic mine hazard risks ,and to discuss some of the critical problems associated with it , Among these are the connections of actuality evaluation , prediction evaluation , and synthesized evaluation , and the determine methods of evaluation area , partition methods of the complex grades of the geology enviroment conditions , as well as its preventive measures. The above mentioned are instrumental for improving the quality of evaluation work.

**Key words**：geological mine hazards，geological enviroment conditions，evaluation of geologic hazards risks，preventive measures