

矿山环境风险评价实践研究

栗丹

(中煤科工集团西安研究院有限公司, 陕西 西安 710054)

摘要: 环境风险评价已成为可能发生事故风险的矿山企业环境影响评价中重要而不可缺少的组成部分。矿山环境风险评价实践研究考虑事故状态下的环境风险, 根据项目特征及所处的环境功能要求, 对外环境最大的风险在于爆破材料库爆炸冲击波破坏及事故过程中产生的 CO、NO₂ 对周围环境的影响预测, 其次对排矸场溃堤周围环境影响分析, 分别按照《建设项目环境风险评价技术导则》风险评价要求对上述进行分析评价, 得出矿山环境风险预防措施。

关键词: 环境风险评价; 实践研究; 矿山

中图分类号: X820.3

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2015)03-0054-04

EMPIRICAL STUDY OF ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT ON MINING

Li Dan

(*Environment Protection Insititue, Xi, an Research Insititue of China Cocal Technology & Engineering Group Corp, Xi, an, 710054*)

Abstract: Environmental risk assessment is an indispensable part of environmental impact assessment. Especially for those mining enterprises that are more likely to have accidents. Considering the circumstances of accidents, this empirical study focuses on the environmental risks, based on projects features and their environmental functional requirements. The study also considers the external environmental risks including the release of CO and NO₂ when storehouse exposed caused the blasting damage and the influence of gangue discharge that brushes banks. All assessments would be conducted based on the "Guidance for Environmental Risks Assessment of Construction Project" and prevention measures are made regarding environmental risk assessment of mining projects.

Key words: Environmental risk assessment; Empirical study; Mining

近年来,随着环境影响评价工作的发展,尤其是一些重大突发性事件或事故的发生,环境风险问题已经日益受到人们的关注,建设项目环境风险评价随之迅速发展起来^[1-6]。环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危险、有害因素,建设项目建设和运行期间可能发生的突发

性事件或事故(一般不包括人为破坏及自然灾害),引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏,所造成的人身安全与环境影响和损害程度,提出合理可行的防范、应急与减缓措施,以使建设项目事故率、损失和环境影响达到可接受水平^[7-8]。

目前,矿山的环境风险评价研究主要集中在风险识别、评价工作等级确认、源项分析等方面,对事故概率计算和环境影响预测等方面研究不够。本文结合矿山项目环境风险评价案例,按照

《环境风险评价技术导则》要求,提出矿山企业环境风险评价技术要点,预测对外环境最大风险影响,得出风险防范具体措施,以进一步探讨矿山行业环境风险评价的方法和内容。

1 矿山项目环境风险评价技术要点及案例分析

1.1 矿井爆破材料库环境风险评价

1.1.1 重大危险源辨识

以陕西华电榆横煤电小纪汗矿井为例,研究矿山项目环境风险评价技术一般要点。根据实地调查,小纪汗矿井爆破材料库位于风井场地东南420 m处的荒地内,占地1.50 hm²。根据建井生产要求地面需设爆破材料库,按掘进面所需炸药量爆破材料库库容按单库5吨,雷管库容量2.0万发设置。

1.1.2 评价工作等级

表1 重大危险源辨识

名称	性质	临界判别量/t		本项目产生量及贮存量/t	
		生产场所	贮存区	生产场所	贮存区
硝酸铵	爆炸性物质	25	250	/	3.55
梯恩梯(2,4,6-三硝基甲苯)	爆炸性物质	5	50	/	0.5
工业雷管	爆炸性物质	5	50	/	0.02

说明:评价中将按照爆破材料库设计雷管、炸药最大存储量进行影响分析和预测。

表2 风险评价范围居民点及重要设施分布情况

村名	方位	距离/m	备注
小纪汗矿井风井场地	NW	420	拟建
小纪汗矿井工业场地	S	836	拟建
金克山散包(文物单位)	S	340	市级文物保护单位
王家伙场	N	2603	11户,44人
大纪汗	NE	2012	46户,170人
姚家伙场	NE	1690	40户,136人
居	NE	2512	30户,120人
民	E	1600	30户,130人
点	SE	826	35户,160人
小滩	SE	416	
冯家梁	SW	342	10户,40人
井克梁	SE	1026	80户,320人

根据分析,小纪汗矿井物料符合《重大危险源辨识》(GB18218-2000)规定的有爆破材料库中的铵梯炸药和雷管。对照《建设项目环境风险评价技术导则》中“爆炸性物质名称及临界量”(表1),本项目炸药储量构不成重大危险源,项目所在地非环境敏感地区,按照划分依据和原则,本项目环境风险评价工作级别划为二级;根据评价等级,确定

本次风险评价范围为距离爆破材料库3 km的范围内,风险评价范围内居民点、重要设施、文物保护单位情况(表2)。

1.1.3 源项分析

爆破材料库由于静电、明火或高热等引发爆炸、火灾事故,按照所有炸药均参与爆炸,则参与爆炸的炸药量为5.02 t。爆破材料库事故过程中产生NO₂及CO,炸药爆炸时间为瞬间约1 s,据相关资料,炸药爆炸产生的CO为35.7 L/kg,NO₂产生量为11.40 L/kg,则爆炸时一氧化碳的排放速率约224.02 kg/s、二氧化氮的排放速率约117.52 kg/s。

1.1.4 后果计算

1.1.4.1 爆炸冲击波影响分析

当发生爆炸事故时,其对环境的影响主要是产生空气冲击波。多数情况下,冲击波的伤害、破坏作用是由超压 ΔP 引起的。为估计爆炸的破坏效应,采用超压-冲量原则进行估算,其预测程序是将爆炸源周围划分为死亡区、重伤区、轻伤区,轻伤区外为安全区^[9-10]。

(1)根据爆炸伤害的超压-冲量准则,爆炸的死亡区半径由下式估算:

$$R_{0.5} = 13.6 \left(\frac{W_{TNT}}{1000} \right)^{0.37}; W_{TNT} = \frac{E}{Q_{TNT}}$$

式中: W_{TNT} 为爆源的TNT当量,kg; E 为爆源的总能量,KJ; Q_{TNT} -TNT的爆热, $Q_{TNT}=4\ 520$ KJ/kg。

(2)爆炸重伤区和轻伤区由下式估算:

$$\Delta P = \left\{ \frac{1+0.1567Z^{-3}}{0.137Z^{-3}+0.119Z^{-2}+0.269^{-1}-0.0191} \right\}; E = R \times \left(\frac{P_0}{E} \right)^{1/3}$$

式中: ΔP 为冲击波超压,Pa; Z 为无量纲距离; P_0 为环境压力,取101300 Pa; R 为目标到爆源的水平距离,m。

(3)炸药爆炸危害计算结果:根据以公式(1)、(2),本项目爆破材料库爆炸的参数取值及计算结果(表3),对于人体及构筑物造成不同程度伤害及破坏的相应距离(表4)(图1)。

表3 爆破材料库爆炸危害结果

项目	爆炸物质(炸药、雷管)	
爆炸物质总质量	W_t (kg)	5020.0
TNT当量	W_{TNT} (kg)	3691.7
爆源总能量	E (KJ)	16686471.9
死亡半径	$R_{0.5}$ (m)	22.1
重伤半径	$R_{d0.5}$ (m)	61.0
轻伤半径	$R_{d0.01}$ (m)	109.5
财产损失半径	$R_{d_{\#}}$ (m)	64.8

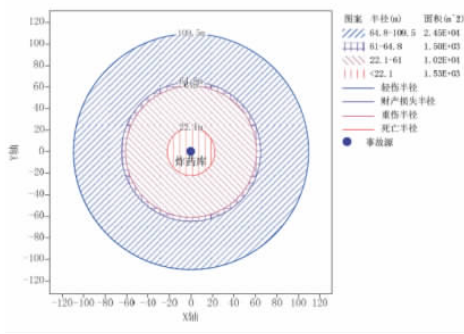


图 1 爆破材料库爆炸危害结果示意

表 4 爆炸对人体及构筑物造成不同伤害及破坏的相应距离

对象	超压/kPa	损害程度	发生距离/m
建 筑 物	2.0-12	玻璃全部破碎	184.8
	12-30	门窗环,砖墙小裂缝(0.5mm)	61.5
	30-50	砖墙裂缝(0.5-5mm),钢筋混凝土开裂	34.0
	50-76	墙裂缝(50mm),钢筋混凝土严重开裂	25.2
	76-100	砖墙倒塌,钢筋混凝土塌下	20.2
	100-200	防震钢筋混凝土破坏	17.6
人 体	200-300	钢架桥破坏	12.8
	20-30	轻度挫伤	43.8
	30-50	中等损伤	34.0
	50-100	严重,可能引起死亡	25.2
	>100	严重,可能大部分死亡	17.6

1.1.1.4.2 爆炸烟气影响分析

(1)预测因子及源强:炸药爆炸伴生的燃烧烟气中有毒物质包括 CO 和 NO₂,CO 的排放速率为 224.02 kg/s,NO₂ 的排放速率为 117.52 kg/s, 采用《建设项目环境风险评价技术导则》中推荐的多烟团模式进行预测。本评价主要预测当地特征气象条件下污染物的扩散情况,预测范围为 3 km²,预测风速为有风(平均风速 2.4 m/s)和静风(0.3 m/s),风向为主导风向 NW,CO 和 NO₂ 采用评价标准(表 5)。

表 5 CO 和 NO₂ 评价标准

	半致死浓度 LC50	短时间接触允许浓度
CO	2069mg/m ³ ,4h(大鼠吸入)	30mg/m ³
NO ₂	126mg/m ³ ,4h(大鼠吸入)	10mg/m ³

表 6 爆破材料库爆炸产生的 CO 和 NO₂ 预测结果

风速	稳定度	CO			NO ₂				
		最大落地浓度/(mg/m ³)	出现距离/m	半致死浓度范围/m	最大落地浓度/(mg/m ³)	出现距离/m	半致死浓度范围/m	短时间接触允许浓度范围/m	
1.76	A	1153534.8	13.5	184.4	387.8	605139.8	13.5	270.9	419.3
	D	5600859.8	14.3	134.4	167.5	2938188.8	14.3	150.8	171.2
	F	11521078.1	12.9	103.9	115.2	6043911.7	12.9	109.8	116.4
0.30	A	132031.0	2.9	77.8	190.1	69264.5	2.9	137.4	200.6
	D	1454985.9	3.0	97.8	142.9	763279.8	3.0	122.5	147.1
	F	500227.3	6.4	98.9	139.2	262417.3	6.4	120.9	142.9

注:预测时间为爆炸发生 1 min 后。

(2)最大落地浓度:爆破材料库爆炸 1 min 后各污染物的落地浓度随距离变化的预测结果(表 6)。

(3)致死浓度:资料表明,当 CO 浓度超过 2 069 mg/m³,NO₂ 浓度超过 126 mg/m³, 可短时间内致人死亡。F 稳定度下爆炸污染物落地浓度随距离变化预测结果(表 7)。

表 7 F 稳定度下爆炸污染物落地浓度随距离变化预测值

	70	80	90	100	110	120	140	170	230
有风	CO 1227062.0	995463.1	168218.0	8219.0	221.7	4.7	0.0021	0.00	0.00
	NO ₂ 643711.8	522216.0	88246.5	4311.6	116.3	2.5	0.0011	0.00	0.00
静风	CO 21096.9	10016.6	4475.0	1872.4	730.4	264.5	27.3	0.47	0.00
	NO ₂ 11067.4	5254.7	2347.6	982.3	383.1	138.7	14.3	0.25	0.00

注:上表中单位均为 mg/m³。

1.2 临时矸石场溃堤事故影响分析

小纪汗矿井为了防止建设期弃土、渣无序乱堆放和矸石综合利用不畅时的临时堆存,需要设有临时排矸场。所选临时排矸场位于风井工业场地东侧约 0.5 km 的低洼处(沙洼地),占地主要为荒草地、灌丛,临时排矸场可容纳 325.0 万 t 矸石,占地 6.51 hm²;排矸场底部最低标高为+1 209 m,边界最高标高为+1 215 m。

由于排矸场占地面积较大,本方案对排矸场区的运行提出采用分区分块自下而上的分层堆贮法。排矸场防治措施原则上采用“分区堆放、分区防护,覆土整治,复垦绿化”。即在排矸场内分区采用挖基筑堤,分区堆放,控制弃渣流失。排矸方式为排弃的矸石由推土机推平碾压,最终覆土种草恢复植被。

考虑排矸场地势比较平坦,为了创造有效的堆渣容积,同时为贯彻“先拦后弃”的原则,排矸场在建设期应先在场区周边修筑防护铅丝石笼围堤,根据排矸场确定的面积,初拟排矸场长 300

m,宽 200 m。初拟围堤断面为梯形,高 3 m,顶面宽 3 m,边坡 1:1,底宽 9 m,围堤总长 1 000 m,需填筑矸石 1.6 万 m³,修建石笼围堤的矸石全部来源于矿井初期掘进矸石。排矸场溃坝事故主要是指由于矸石堆场汇流面积大、流量强,造成排矸场拦渣坝溃解,进而引起弃渣泥石流发生,产生新的水土流失,影响正常的生产,甚至威胁人群安全。为防止临时排矸场溃坝事故,提出相应预防、应急措施。

(1)建设单位给予高度重视,对排矸场的拦挡堤从工程设计、施工、工程验收到排矸场的运营应层层把关,派专人负责管理。

(2)在工程设计中,对区域历史降水情况应作详细具体调查,详细计算其汇流面积对拦挡堤的阈值影响。为了减小汇流对拦挡堤的冲击,建议下一阶段设计中应采取相应的工程兼植被措施,从根本上缓解汇水面对拦挡堤的影响,如:设截排水沟,建立排水体系等,以减小汇流面积。

(3)拦挡堤的修筑要严密施工,严防“豆腐渣工程”,在运营过程中对其应定期维护。

(4)当发生拦挡堤垮塌,此时建设单位应全力以赴,组织有关人员在最短时间内进行修复、重建;一遇垮塌后应及时组织人员对溃流渣体进行堵截,最大限度减小对当地土地资源造成的影响,同时妥善解决事故相关的其它问题。

1.3 风险管理

爆破材料库房储存等易燃、易爆品的仓库,由于管理人员的失误或遇高温、撞击、雷电等作用下,可能出现爆炸事故,将对管理人员及附近设施造成危害。爆破材料库房在设计、建造和使用期间必须达到以下要求:

(1)此矿山项目爆破材料库房建筑危险等级为 A 级;(2)爆破材料库房内炸药和雷管应专库存放;(3)爆破材料库房内炸药存放量不得超过国家相关要求;(4)爆破材料库房外应设铁刺网,并设置明显的标志;(5)爆破材料库房按一类防雷要求作防雷、接地处理;(6)爆破材料库房所有工作人员及进出爆破材料库人员必须穿纯棉或其它抗静电衣服;(7)爆破材料库房的电气线路及灯具应满足相关规范要求;(8)配备灭火器和消防给水系统。(9)爆破材料库房发生爆炸,立即启动应急

预案,撤出井下和地面工业场地的人员及周围的居民,同时与安全、环保部门联系,进行现场监测,确定有害气体的影响范围、程度,以便采取进一步的措施。

尽管矿井爆破材料库发生爆炸的可能性极小,但炸药是井工开采过程中的主要危险有害因素,爆破材料库发生爆炸对周围环境也会造成严重影响。国内爆破材料库因管理不善发生爆炸事故的案例也曾有发生,因此建设单位应对此高度重视,从运输、储存、使用各个环节加强管理,防患于未然。

2 结论

矿山企业环境风险评价一般应包括重大危险源辨别、源项分析、后果计算以及事故风险防范措施(包括事故应急预案),其中重大危险源辨别、后果计算是矿山企业的重点和难点。在矿山企业环境风险评价实际工作中,还应根据当地大气、周边人口分布等情况选择合适的参数和模型进行预测。环境风险评价已成为矿山企业建设项目环境影响评价不可或缺的部分。

参考文献

- [1]胡二邦. 环境风险评价实用技术和方法[M]. 北京:中国环境科学出版社, 2000:1 - 482.
- [2]毛小苓, 刘阳生. 国内外环境风险评价研究进展.应用基础与工程科学学报[J],2003, 11(3):266 - 273.
- [3]中华人民共和国环境保护行业标准(HJ/T169-2004). 建设项目环境风险评价技术导则[s].
- [4]孟宪林, 周定, 黄君礼. 环境风险评价的实践与发展. 四川环境[J], 2001, 20(3):1 - 4.
- [5]吴晓青, 洪尚群, 吴学灿, 等. 环境政策风险评价的原理、方法与技术——兼论政策环境风险评价. 安全与环境工程 [J], 2004, 11(3):40 - 43.
- [6]崔长俊, 柴德洪. 建设项目环境风险评价的探讨[J]. 黑龙江环境通报,2005.3,29(1):62-63
- [7]建设项目环境风险评价技术导则[M]. 北京: 国家环境保护总局, 2004.
- [8] 周志斌. 化工行业的环境风险评价 [J]. 环境科学导刊,2010,29(1): 87-90.
- [9]WE 贝克等.爆炸危险性及其评估(上). 张国顺等译. 北京: 群众出版社, 1988.
- [10] 王芳, 冯顺山, 俞为民.“超压—冲量”毁伤准则及其等毁伤曲线研究. 弹箭与制导学报, 2003,23(2).