

第九章 环境风险评价

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。本章根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004），针对矿山开发及选矿工程进行环境风险识别和分析，提出防范、应急与减缓措施。

9.1 风险识别

根据本项目采矿、选矿系统及其辅助生产设施特点，进行各类风险进行识别。

9.1.1 物质风险识别

（1）采矿系统涉及的物质风险识别

根据原材料、辅助材料、燃料及生产过程中排放的“三废”污染物，按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）中附录 A.1 进行物质危险性判定，本项目生产所需原材料炸药—2 号岩石硝铵炸药（含硝酸铵 85%）在火焰影响下可以爆炸，属爆炸性物质（但不属于有毒物质，其 LD_{50} 大鼠经口为 4820mg/kg，远高于有毒物质 200mg/kg 的最大值），本项目使用 2 号岩石硝铵成品炸药。雷管、导火索也具有爆炸性。炸药爆炸主要生成物一氧化碳、氮氧化物。

硝酸铵、雷管、导火索、一氧化碳、氮氧化物特性分别见表 9-1～9-5。

表 9-1 硝酸铵特性一览表

序号	类别	内容
1	标识	中文名:硝酸铵 英文名:Ammoniu nitrate 分式式: NH_4NO_3 分子量:80.5 危规号:51069 UN 编号:1942
2	类别	在《国家危险化学品名录》（2002 版）中属第一类（爆炸品）第一项（具有整体爆炸危险的物质和物品），危险货物编号为 11082
3	理化特性	熔点: 169.6℃；分解温度 210℃；密度 1.725（25℃）；400℃能引起爆炸。 外观性状: 无色正交结晶或白色细小颗粒状结晶，吸湿、结块性很强。易溶于水、醇、丙酮和氨溶液中，不溶于乙醚。
4	危险特性	强氧化剂。遇可燃物着火时，能助长火势。与可燃物粉末混合能发生激烈反应而爆炸。受强烈震动也会起爆。急剧加热时可发生爆炸。与还原剂、有机物、易燃物如硫、磷或金属粉末等混合可形成爆炸性混合物。
5	毒性危害	侵入途径: 吸入、食入、经皮吸收。 健康危害: 对呼吸道、眼及皮肤有刺激性。接触后可引起恶心、呕吐、头痛、虚弱、无力和虚脱等。
6	急救处理	迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸畅通，如呼吸困难或停止呼吸，及时就医；进入眼睛或皮肤接触，用大量水冲洗，情况严重的立即就医。

西和县华辰商贸有限公司银子崖铅锌矿矿产资源开发利用项目

序号	类别	内容
7	事故处理	泄漏处置：隔离泄漏污染区，周围设警示标志。建议应急处理人员戴好防毒面具，穿化学防护服。不要直接接触泄漏物，避免可燃物与与接触。少量泄漏可用大量水冲洗，调节到中性，再放入废水系统；大量泄漏，回收后妥善处理或废弃。
8	储运注意事项	储存于干燥通风库房中，专仓专储。与有机物、酸类等严加隔离，防止引起爆炸。应避免与金属性粉末、油类、有机物质、木屑等易燃、易爆的物质混合贮运。硝酸铵不能和石灰氮，草木灰等碱性肥料混合贮运，避免阳光直射。 可在铁路棚车内以及其他带蓬或带盖的交通工具内运输。轻装轻卸，防止包装破损。

表 9-2 雷管物化特性表

标识	英文名	Detonators
	别 名	爆管；起爆管
性状	雷管根据装药情况分为单式雷管和复式雷管两类。单式雷管仅装起爆药；而复式雷管则装有起爆药和猛性炸药。外壳有金属、纸质、塑料等类型。	
危险特性	接触明火，电火花、震动、撞击有引起民爆炸的危险。	
储运事项	储存在专门仓库内，仓间要求阴凉、通风、干燥。最高仓温不宜超过 30℃，相对湿度在 75% 以下，防止受潮。堆放雷管的库房应与炸药库分开，搬运时应轻装轻卸，防止因碰撞而引起危险，储存期一般为一年。交接时要清点数量，做好记录，保管应按“五双管理制度”严格执行。	
灭火器	爆炸后若起火，可用水扑救。	

表 9-3 导火索物化特性表

标识	英文名	Fuses
	别 名	导火线；导火绳；引火线
性状	导火索以黑火药为芯体，外包有棉线，因此其外形与棉绳相似，制成卷状，每卷长 50m，对火焰敏感，燃速约 1cm/秒，能用明火或拉火管点燃。	
危险特性	接触火焰，电火花或受猛撞和摩擦，均能引起燃烧	
储运事项	储存在专门仓库内，仓间要求阴凉、通风、干燥，防止受潮失效。最高仓温不宜超过 30℃，相对湿度在 70% 以下，搬运时应轻装轻卸，切记碰撞、摩擦，以免发生危险。交接时要清点数量、重量，保管按“五双管理制度”严格执行。	
灭火器	大量水，禁止用砂土压盖	

表 9-4 危险物质特性(一氧化碳)

名称	一氧化碳		
分子式	CO	外观与性状	无色无臭气体
分子量	28.01	蒸气压	309kPa/-180℃ 闪点：<-50℃
熔 点	-199.1℃ 沸点：-191.4℃	溶解性	微溶于水，溶于乙醇、苯等多种有机溶剂
密 度	相对密度(水=1)0.79；相对密度(空气=1)0.97	稳定性	稳定
危险标记	4(易燃气体)	主要用途	主要用于化学合成，如合成甲醇、光气等
侵入途径	吸入		
健康危害	一氧化碳在血中与血红蛋白结合造成组织缺氧。深度中毒可致死。慢性影响：长期反复吸入一定量的二氧化碳可致神经和心血管系统损害。		
危险特性	是一种易燃易爆气体。与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸。		
毒性特性	急性毒性：LC ₅₀ 2069mg/m ³ ，4 小时(大鼠吸入) 亚急性和慢性毒性：血红蛋白及红细胞数增高，肝脏的琥珀酸脱氢酶及细胞色素氧化酶的活性受到破坏。 生殖毒性：引起心血管(循环)系统异常。		

表 9-5 危险物质特性(二氧化氮)

名称	二氧化氮		
分子式	NO ₂	外观与性状	黄褐色液体或气体，有刺激性气味
分子量	46.01	蒸汽压	101.32kPa(22℃)
熔 点	-9.3℃ 沸点：22.4℃	溶解性	溶于水
密 度	相对密度(水=1)1.45；相对密度(空气=1)3.2	稳定性	稳定
危险标记	6(有毒气体)，38(氧化剂)	主要用途	用于制硝酸、硝化剂、氧化剂、催化剂、丙烯酸酯聚合抑制剂等
侵入途径	吸入		
健康危害	氮氧化物主要损害呼吸道。慢性影响：主要表现为神经衰弱综合征及慢性呼吸道炎症。		
危险特性	本品不燃烧，但可助燃。具有强氧化性，遇其它可燃物能立即燃烧。与一般燃料或火箭燃料以及氯代烃等猛烈反应引起爆炸。遇水有腐蚀性。		
毒性特性	急性毒性：LC ₅₀ 126mg/m ³ ，4 小时(大鼠吸入)； 致突变性：微生物致突变。哺乳动物体细胞突变； 生殖毒性：大鼠吸入最低中毒浓度(TCL ₀)：8.5μg/m ³ ，引起胚胎毒性和死胎。		

项目所用的物料易燃、易爆性危险性识别参照执行《石油化工企业设计防火规范》(1999 年版)(GB50160—92)中规定判定，项目矿山开采过程中所用物料的火灾爆炸危险性见表 9-6。

表 9-6 易燃、易爆物料的火灾爆炸危险性识别

物料名称	项目	危险编号	火灾危险度	适用灭火剂
硝酸炸药	具有整体爆炸危险的物质	11084	甲类	雾状水，禁止用砂土压盖
导火索	无重大危险的爆炸物品	14007	甲类	大量水，禁止用砂土压盖
雷管	具有整体爆炸危险的物质	11002	甲类	可用水扑救

(2) 选矿系统涉及的物质风险识别

根据选矿系统原材料、辅助材料、燃料、中间产品、最终产品及生产过程中排放的“三废”污染物，按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2004)中附录 A.1 进行物质危险性判定，选矿药剂 Na₂S、丁基黄药、硫酸铜、石灰等；硫酸铜（蓝矾，胆矾，五水硫酸铜）属《危险化学品名录（2002 版）》中第 6 类毒害品和感染性物品中第 1 项毒害品；石灰、丁基黄药不属于剧毒物品品名表（GA 58-93）及《危险化学品名录（2002 版）》中的危险性物质。

根据陇南市环境监测站对尾矿进行的毒性浸出实验结果，尾矿中总汞、总铬、六价铬、总砷、总铅、总镍、总银、总铜、总锌、总锰、硒、镉、氟化物等各污染物的浸出监测结果均小于《危险废物鉴别标准——腐蚀性鉴别》(GB5085.1-1996)及《危险废物鉴别标准——浸出毒性鉴别》(GB5085.3-1996)标准值，尾矿为一般工业固体废物。其危险性主要为其中所含重金属离子具有一定的毒性。

硫酸铜、丁基黄药特性分别见表 9-7、9-8、9-9，尾矿中的重金属离子危险特性见表 9-10。

表 9-7 硫酸铜特性一览表

序号	类别	内容
1	标识	中文名：硫酸铜 分子式：CuSO ₄ ·5H ₂ O 分子量：249.68 CAS 号：7758-98-7
2	类别	属《危险化学品名录（2002 版）》中第 6 类毒害品和感染性物品中第 1 项毒害品
3	理化特性	熔点：200℃（无水物）；相对密度（水=1）2.28；400℃能引起爆炸。稳定性：稳定。 外观性状：蓝色三斜晶系结晶，溶于水，溶于稀乙醇，不溶于无水乙醇、液氨。
4	危险特性	未有特殊的燃烧爆炸特性。受高热分解产生有毒的硫化物烟气。燃烧（分解）产物：氧化硫、氧化铜。 毒性：属中等毒性。急性毒性：LD50300mg/kg（大鼠经口）；33mg/kg（小鼠腹腔）
5	毒性危害	侵入途径：吸入、食入。健康危害：本品对胃肠道有刺激作用，误服引起恶心、呕吐、口内有铜性味、胃烧灼感。严重者有腹绞痛、呕血、黑便。可造成严重肾损害和溶血，出现黄疸、贫血、肝大、血红蛋白尿、急性肾功能衰竭和尿毒症。对眼和皮肤有刺激性。长期接触可发生接触性皮炎和鼻、眼粘膜刺激并出现胃肠道症状。
6	防护措施	防护措施：呼吸系统防护：作业工人应该佩戴防尘口罩。眼睛防护：可采用安全面罩。防护服：穿工作服。手防护：必要时戴防护手套。其它：工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作后，淋浴更衣。注意个人清洁卫生。实行就业前和定期的体检。
7	急救处理	皮肤接触：脱去污染的衣着，用大量流动清水彻底冲洗。眼睛接触：立即翻开上下眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。呼吸困难时给输氧。呼吸停止时，立即进行人工呼吸。就医。食入：误服者用 0.1%亚铁氰化钾或硫代硫酸钠洗胃。给饮牛奶或蛋清。就医。
8	事故处理	泄漏处置：戴好防毒面具和手套。用大量水冲洗，经稀释的洗液放入废水系统。如大量泄漏，收集回收或无害处理后废弃。 灭火方法：不燃。火场周围可用的灭火介质。

表 9-8 硫酸锌特性一览表

序号	类别	内容
1	标识	中文名：硫酸锌 分子式：ZnSO ₄ 分子量：161 CAS 号：7733-02-0
2	理化特性	物理性质： 无色或白色结晶、颗粒或粉末，别名皓矾。无气味。味涩。在干燥空气中风化，280℃失去全部结晶水，500℃以上分解。1g 溶于 0.6ml 水、2.5ml 甘油，不溶于乙醇。水溶液对石蕊呈酸性，pH 约 4.5。含 1 分子结晶水的较不易结块。相对密度 1.97。熔点 100℃。最小致死量（大鼠，经口）2200mg/kg。有刺激性。用于制造立德粉，并用作煤染剂、收敛剂、木材防腐剂等。 化学性质： 纯硫酸锌在空气中久贮不变黄，置于干燥空气中失去水而成白色粉末。有多种水合物：在 0—39℃范围内与水相平衡的稳定水合物为七水硫酸锌，39—60℃内为 6 水硫酸锌，60—100℃内则为一水硫酸锌。当加热到 280℃时各种水合物完全失去结晶水，680℃时分解为硫酸氧锌，750℃以上进一步分解，最后在 930℃左右分解为氧化锌和三氧化硫。ZnSO ₄ ·7H ₂ O 与 MSO ₄ ·7H ₂ O（M=Mg, Fe, Mn, Co, Ni）在一定范围内形成混合晶体。与碱反应生成氢氧化锌沉淀，与钡盐反应生成硫酸钡沉淀。
3	危险特性	健康危害：该品对眼有中等度刺激性，对皮肤无刺激性。误服可引起恶心、呕吐、腹痛、腹泻等急性胃肠炎症状，严重时发生脱水、休克，甚至可致死亡。 环境危害：对环境有危害，对水体可造成污染。 燃爆危险：该品不燃，具刺激性
4	防护措施	操作：密闭操作，局部排风。防止粉尘释放到车间空气中。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴自吸过滤式防尘口罩，戴化学安全防护眼镜，穿橡胶耐酸碱服，戴橡胶耐酸碱手套。避免产生粉尘。避免与氧化剂接触。配备泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。 储存：储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。防止阳光直射。包装密封。应与氧化剂分开存放，切忌混储。储区应备有合适的材料收容泄漏物。[2] 运输：起运时包装要完整，装载应稳妥。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与氧化剂、食用化学品等混装混运。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。车辆运输完毕应进行彻底清扫。公路运输时要按规定路线行驶。
5	应急处理	皮肤接触：脱去污染的衣着，用流动清水冲洗。 眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。 食入：用水漱口，给饮牛奶或蛋清。就医。 应急处理：隔离泄漏污染区，限制出入。建议应急处理人员戴防尘口罩，穿一般作业工作服。不要直接接触泄漏物。 小量泄漏：避免扬尘，小心扫起，收集运至废物处理场所处置。 大量泄漏：收集回收或运至废物处理场所处置。

表 9-9 丁基黄药特性一览表

序号	分类	内容
1	标识	中文名：丁基黄原酸钠，分子式： C_4H_9OCSNa
2	物化性质	浅黄色至黄色粉状或棒粒状固体，有刺激性气味，易溶于水，在酸性介质中易分解。
3	用途	丁基黄原酸钠是黄药系列产品中捕收能力强，适用于铜、铅、锌、镍硫化矿的捕收剂，对贵金属的硫化矿捕收能力强，也适用于含有部分氧化的铜、铅矿石的浮选，还可用作湿法冶金沉淀剂及橡胶硫化促进剂。
4	储存	应储存在阴凉干燥，通风良好的地方。
5	毒性	一般认为，急性中毒对中枢神经系统有明显的抑制作用，慢性中毒的病理改变主要为肝脏和肾脏有不同程度营养不良性改变。
6	注意事项	避免雨淋、日晒和烟火。避免在强酸性矿浆中使用，以防分解。打开包装加药时应远离任何高温物体或火源。使用时要戴护目镜和防毒口罩，避免与皮肤、眼睛和口腔接触。万一出现类似情况，要用大量清水冲洗 15 分钟。

表 9-10 黑药特性一览表

序号	分类	内容
1	标识	中文名：烃基二硫代磷酸盐， 分子式： $(RO)_2P(S)SMe$ 其中 R 为烷基，称为醇黑药
2	物化性质	多呈暗绿色油状液体，有腐蚀性，微溶于水，遇热分解，
3	用途	黑药是硫化矿捕收剂，有起泡性，其捕收能力较黄药弱，但选择性较黄药好，几乎不浮选黄铁矿，常用于选择性分离。在酸性介质中，比黄药稳定。当必须在酸性矿浆中浮选时，有时选用黑药。
4	储存	应储存在阴凉干燥，通风良好的地方。
5	毒性	一般认为，急性中毒对中枢神经系统有明显的抑制作用，慢性中毒的病理改变主要为肝脏和肾脏有不同程度营养不良性改变。
6	注意事项	避免雨淋、日晒和烟火。避免在强酸性矿浆中使用，以防分解。打开包装加药时应远离任何高温物体或火源。使用时要戴护目镜和防毒口罩，避免与皮肤、眼睛和口腔接触。万一出现类似情况，要用大量清水冲洗 15 分钟。

表 9-11 硫化钠特性一览表

序号	类别	内容
1	标识	中文名：硫化钠、硫化碱；臭碱；硫化石；一硫化钠；九水合硫化钠；臭苏打分子式： Na_2S 分子量：78.04 国标编号：42009 CAS 号：7757-83-7 危险标记 20(碱性腐蚀品)
2	类别	属《危险化学品名录（2002 版）》中第 6 类毒害品和感染性物品中第 1 项毒害品
3	理化特性	熔点：1180℃；相对密度（水=1）1.86；稳定性：稳定。外观性状：无色或米黄色颗粒结晶，工业品为红褐色或砖红色块状，易溶于水，不溶于乙醚，微溶于乙醇。
4	危险特性	受撞击或急速加热可发生爆炸。遇酸分解，放出剧毒的易燃气体。 燃烧（分解）产物：硫化氢、氧化硫。
5	毒性危害	水中硫化物包括溶解性的 H_2S 、 HS^- 、 S^{2-} 以及存在于悬浮物中的可溶性硫化物、酸可溶性金属硫化物以及未电离的无机、有机类硫化物。含硫化物的水多呈现黑色，且有刺激性的臭味，这主要是由于 H_2S 气体不断从水中释放所致。在空气中有 $8\mu g/m^3$ 的 H_2S 便可使人的嗅觉敏感，水中 H_2S 的阈值为 $0.035\mu g/L$ 。水中的硫化物容易水解，以 H_2S 形式释放到空气中，被人大量吸收后马上恶心呕吐，甚至会呼吸困难、窒息等，发生强烈的致毒感。如空气中达到 $15\sim 30mg/m^3$ ，会导致眼膜发炎，视神经受到损害。逸散于空气中的 H_2S 长期被人吸入体内，可与人体内细胞色素、氧化酶及人体蛋白、氨基酸中的二硫键（S-S）作用，影响细胞的氧化过程，造成细胞缺氧，危及人的生命。如果长期饮用含硫化物较高的水，会造成味觉迟钝、食欲减退、体重减轻、毛发生长不良，严重时发生衰竭和死亡。急性毒性：LD50820mg/kg（小鼠经口）；950mg/kg（小鼠静注）
6	防护措施	呼吸系统防护：一般不需特殊防护，必要时佩带防毒口罩。眼睛防护：可采用安全面罩。防护服：穿防腐工作服。手防护：戴橡胶手套。其它：工作后，淋浴更衣。注意个人清洁卫生。

西和县华辰商贸有限公司银子崖铅锌矿矿产资源开发利用项目

序号	类别	内容
7	急救处理	皮肤接触：立即用水冲洗至少 15 分钟。若有灼伤，就医治疗。眼睛接触：立即提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗至少 15 分钟，或用 3% 硼酸溶液冲洗。吸入：脱离现场至空气新鲜处。必要时进行人工呼吸。食入：误服者给饮牛奶或蛋清。立即就医。
8	事故处理	隔离泄漏污染区，周围设警告标志。应急处理人员戴好防毒面具，穿化学防护服。不要直接接触泄漏物。避免扬尘，用洁净的铲子收集于干燥净洁有盖的容器中，运至废物处理场所。也可以用大量水冲洗，经稀释的洗液放入废水系统。如大量泄漏，收集回收或无害处理后废弃。 废水处理方法：造成硫化物污染的废水主要是碱性废水，可进行中和处理。在中和阶段，pH 降低会有部分硫化氢逸散于大气中，同时利用中和反应产生的热量也会增加硫化氢的释放速度。硫化氢在空气中大量释放，会污染空气而扰民。用氯化法亦可消除硫化物污染，也是有效方法之一，但需氯量大，费用高。此外，在硫化物污染的废水中加入铁或无毒的铁盐（如硫酸铁、氯化铁等），经过 2 小时曝气后，产生了活性氢氧化铁，可将硫化物以硫化铁沉淀的形式除去。亦可将硫化物污染严重的废水先经烟道气中和，再用活性污泥法处理。 灭火方法：雾状水、砂土。

表 9-12 尾矿中污染物特性分析

序号	污染物	危害后果	危害方式
2	锌离子	水中锌的浓度超过 5mg/L，水有苦涩味，并出现乳白色，水中含锌超过 1mg/L 时，对水体生物氧化过程有轻微的抑制作用。	累积影响
3	铅离子	铅是可以在人体和动物组织中蓄积的有毒金属，铅的主要毒性效应是导致贫血症、神经机能失调和肾损伤。铅对植物的危害，主要是影响植物的光合租用和蒸腾作用，Pb 对土壤中尿酶和转换酶有较强的抑制作用，长期大量施用含 Pb 的污泥或污灌，有可能使土壤中氮的转化受到较为严重的影响。	

(3) 范围物料重大危险源辨识

本项目所涉及的物料的重大风险源辨识结果见表 9-13。

表 9-13 危险物料重大危险源辨识

危险单元与设备	物料名称	临界量 (t)		工艺过程使用量 (t)		是否构成重大危险源
		生产区	储存区	生产区	储存区	
矿山	炸药	/	5	0	0.1	否
	导火索	/	/	0	0.01	否
	雷管	/	/	0	0.01	否
选矿厂	黄药	/	/	0	1.0	否
	硫酸铜	/	/	0	2	否
	硫酸锌	/	/	0	24	否
	黑药	/	/	0	0.5	否
	硫化钠	/	/	0	2.0	否

9.1.2 生产设施风险识别

(1) 矿山系统生产设施风险识别

根据项目可能发生的风险，对涉及到的各类生产设施进行风险识别，采矿生产主要风险设施为炸药库，炸药库特性见表 9-14。

表 9-14 炸药库特性表

建、构筑物名称	设计最大库容 (t)	实际存药量 (t)
炸药库	5	0.1

(2) 选矿厂主要生产设施风险识别

生产设施风险识别范围：主要生产装置、贮运系统、公用工程系统、工程环保设施及辅助生产设施等。生产过程中使用设施的风险识别见表 9-15。

表 9-15 生产设施风险识别一览表

序号	名称	设备类别	环境危险因素	危险源级别
1	破碎机	生产	产生粉尘	非重大危险源
2	振动筛	生产	产生粉尘	非重大危险源
3	球磨机	生产	-	非重大危险源
4	旋流分级机	生产	-	非重大污染源
5	浮选槽	生产	-	非重大污染源
6	磁选机	生产	-	非重大污染源
7	真空过滤机	生产	废水外溢	非重大污染源
8	板框压滤机	生产	废水外溢	非重大污染源
9	循环水泵	生产	废水外溢	非重大污染源
5	沉淀、循环池	生产、环保	废水外溢	非重大污染源
6	供电系统	固定设备	停电、燃烧	非重大危险源
7	尾矿输送管线	生产、环保	跑、冒、滴、漏	非重大危险源
8	废水循环回用管路	环保	回水系统管路阻塞，废水不能正常回用，导致外排	非重大危险源
9	原料、产品运输系统	汽车、装载机	粉尘	非重大危险源

9.2 源项分析

源项分析是通过风险识别的主要危险源进一步作分析、筛选，以确定最大可信事故，并对最大可信灾害事故确定其事故源项，为确定事故对环境造成的影响提供依据。

9.2.1 风险事故类型

由环境风险影响因素识别可知，本项目生产过程中可能存在的风险事故类型主要有以下几种：

(1) 地质灾害：如废石场发生滑坡及泥石流，破坏环境，造成人员伤亡和污染土壤。

(2) 火灾爆炸：易燃品爆炸，引起火灾，造成人员伤亡、财产损失、环境污染。

(3) 污染事件：生产、环保系统受损，废水外排，污染环境。

9.2.3 评价等级

由于本项目的尾矿库为重大风险源，项目所在地属非环境敏感地区。根据《建设项目环境风险评价技术导则》中的评级等级划分表（见表 9-16），本次环评环境风险

评价等级为二级。

表 9-16 评价工作等级划分表

分类	剧毒危险物质	一般毒性危险物质	可燃、易燃危险物质	爆炸危险物质
重大危险源	一	一	一	一
非重大危险源	二	二	二	二
环境敏感地区	一	一	一	一

9.2.5 评价范围

根据《尾矿库环境风险评估技术导则（试行）》（HJ740-2015），本项目的风险评价范围为选矿厂下游 10km。环境风险评价范围具体见图 1-6。

9.2.2 最大可信事故

最大可信事故指在所有概率不为零的事故中，对环境（或健康）危害最严重的重大事故，即指泄漏的有毒有害物着火、爆炸和有毒有害物泄漏给公众带来严重危害，对环境造成严重污染的事故。

根据物质及生产单元的重大风险源辨识结果，结合项目所在地的环境特点，最终确定项目的最大可信事故为：选矿废水泄漏进入花桥沟河内，进而对河水水质产生影响。最大可信事故的事故树见图 9-1。

9.2.2.1 选矿废水泄漏的原因分析

本项目的选矿水泄漏的主要原因为循环水池（尾矿库下游回水池）、精矿浓密水、尾矿输送管道、球磨机内的选矿水泄漏且建设单位未能及时有效的采取相应的应急措施而导致选矿水流出厂界外。

选矿水泄漏事故树分析图见图 7-1。

选矿水泄漏事故树结构式为：

$$T=A_1 \cdot A_2 = A_1 \cdot (B_1 + B_2 + B_3) = X_1 (X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12})$$

$$= X_1 X_2 + X_1 X_3 + X_1 X_4 + X_1 X_5 + X_1 X_6 + X_1 X_7 + X_1 X_8 + X_1 X_9 + X_1 X_{10} + X_1 X_{11} + X_1 X_{12}$$

选矿泄漏事故树有 11 个最小割集，分别为： $\{X_1, X_2\}$ ， $\{X_1, X_3\}$ ， $\{X_1, X_4\}$ ， $\{X_1, X_5\}$ ， $\{X_1, X_6\}$ ， $\{X_1, X_7\}$ ， $\{X_1, X_8\}$ ， $\{X_1, X_9\}$ ， $\{X_1, X_{10}\}$ ， $\{X_1, X_{11}\}$ ， $\{X_1, X_{12}\}$ ，有 2 个最小径集，分别为： $\{X_1\}$ ， $\{X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}\}$ 。

9.2.2.2 选矿水泄漏事故树概率计算

选矿水泄漏事故概率的估算：

$$P(T) = q_{12}[1 - (1 - q_1)(1 - q_2)(1 - q_3)(1 - q_4)(1 - q_5)(1 - q_6)(1 - q_7)(1 - q_8)(1 - q_9)(1 - q_{10})(1 - q_{11})] = 3.8 \times 10^{-7}$$

各类事故发生概率分级标准见表 9-17。

表 9-17 各类事故发生概率分级标准

级别	发生频度特征	概率值
A	可能经常发生(每天可能发生)	10^{-1}
B	很容易发生(每周可能发生)	10^{-2}
C	容易发生(每月可能发生)	10^{-3}
D	很可能发生(每年可能发生)	10^{-4}
E	寿命期内可能发生(每十年可能发生)	10^{-5}
F	寿命期内几乎不发生(每百年可能发生)	10^{-6}

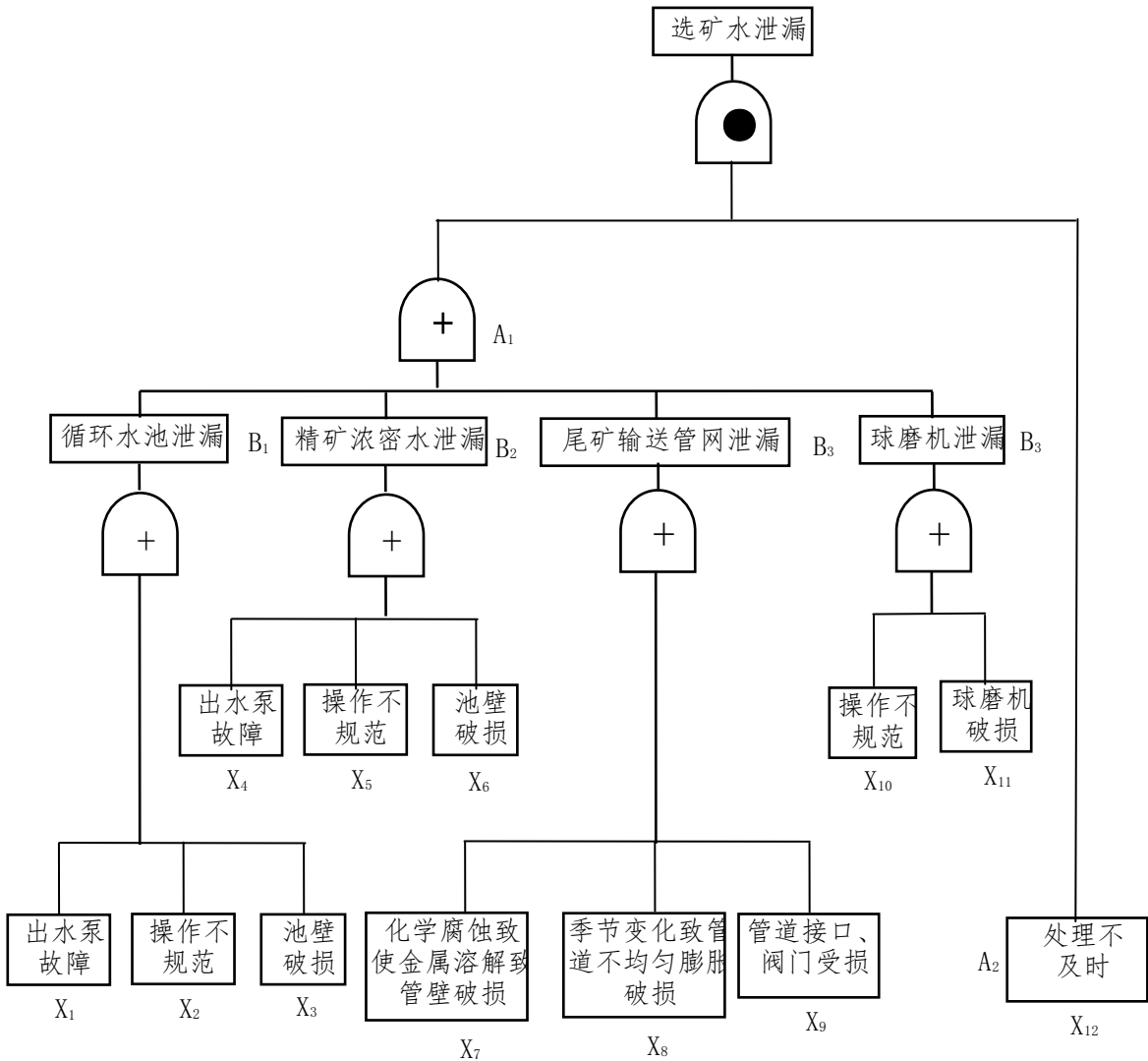


图 9-1 选矿水泄漏事故树

q_1 、 q_4 ——出水泵故障概率，取 $10^{-4}/a$
 q_2 、 q_5 、 q_{10} ——操作不规范概率，取 $10^{-3}/a$

q_3 、 q_6 ——循环水池、浓密池池壁破损概率，取 $10^{-4}/a$

q_7 ——化学腐蚀使管壁金属溶解致管道破损概率，取 $10^{-4}/a$

q_8 ——季节变化致管道不均匀膨胀破损概率，取 $10^{-4}/a$

q_9 ——管道接口、阀门受损概率，取 $10^{-4}/a$

q_{11} ——球磨机破损概率，取 $10^{-4}/a$

q_{12} ——泄漏事故发生后处理不及时，取 $10^{-4}/a$

9.3 事故后果计算及分析

9.3.1 预测因子

选矿厂及尾矿库下游的回水池距离花桥河 80m，一旦发生事故，含有选矿药剂及重金属离子的水进入花桥河，造成水环境污染。因此，本次事故状态下的水环境污染主要预测事故发生后，选矿废水进入花桥河，进而对花桥河水质产生影响。

根据尾矿库内及下游回水池水质的分析结果，废水中 pH、COD、总磷、总氮、Pb 浓度超出《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 中 III 类标准，所以最终确定事故状态下的水环境影响预测因子为 pH、COD、总磷、总氮、Pb。

9.3.2 预测源强

事故发生后，进入花桥河的废水量最大为 $300m^3$ (位于尾矿库下游的回水池容积为 $300m^3$)，当事故发生后，回水池中的水全部进入花桥河。根据陇南市环境监测站对尾矿库中废水及循环水池中的水质的监测结果，尾矿库下游回水池破损后，外泄废水水质见表 9-18。

表9-18 回水池破损后外泄废水水质情况一览表

类别	pH(无量纲)	COD	总铅	总磷	总氮
事故废水水质	12.46	103	1.98	0.63	3.41
本底浓度		0	0.00068	0	1.1725
GB3838-2002 III类标准值	6~9	20	0.05	0.2	1.0
事故状态排放量 (g)	/	30900	594	189	1023

9.3.3 模型选择及参数确定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》HJ/T 169—2004 及《环境影响评价技术导则—地面水环境》HJ/T2.3-93 中的规定，结合当地水文资料，花桥河多年平均流量 $1.93m^3/s$ 。当事故发生后， $300m^3$ 的废水一次性全部进入花桥河。

(1) 预测模式的选择

根据本项目事故状态下的废水排放特征,事故发生时采用瞬时点源排放模式预测,预测模式如下:

$$c(x,y,t)=\frac{M}{4\pi h t \sqrt{M_x M_y}} \exp\left[-\frac{(x-u_x t)^2}{4M_x t}-\frac{(y-u_y t)^2}{4M_y t}\right] \exp(-Kt)$$

式中

- x --预测点离排放点的距离, m;
- y --预测点离排放口的横向距离 (不是离岸距离), m;
- t --预测时刻, s;
- c --预测点 (x, y) 处污染物的浓度, mg/l;
- M --为单位时间的污染物排放量, g/s;
- h --河流平均水深, m;
- M_x --河流纵向混合(弥散)系数, m^2/s ;
- M_y --河流横向混合(弥散)系数, m^2/s ;
- u_x --河流纵向平均流速, m/s;
- u_y --河流横向推流平均流速, m/s;
- K --河流中污染物降解速率, 1/d;
- π --圆周率。

(3) 预测结果见表9-22。

事故状态下各类污染物的最大影响范围、影响距离预测结果见表9-19。

表9-19 事故状况下各类污染物的最大影响范围、影响距离预测结果一览表

类别	达标浓度出现距离及持续时间			
	COD	总铅	总磷	总氮
影响范围 (下游达标距离)	下游 2km	下游 10km	0	0
持续时间	事故发生后 2h 内	事故发生后 6h	0	0

由表可见, 当本项目的尾矿库下游的回水池破裂后, 泄漏的废水的最远影响范围为下游 10km, 影响最大持续时间为事故发生后 6h。

9.3.4 风险计算和评价

本次评价对最大可信事故造成的风险估算采用下式计算:

$R=P \cdot C$

式中: R ——风险值;

P——最大可信事故概率（事件数/单位时间）；

C——最大可信事故造成的危害（损害/事件）。

选矿水泄漏，造成附近操作人员受伤，一般情况下厂界外人员数量不超过3人，计算得本项目的风险值为 1.14×10^{-6} 伤害或死亡/年。对照表 9-20 可知，此事故属于“与地震和天灾的风险属于同一量级”，“人们并不关心这类事故发生”。所以本项目的环境风险可接受。

表 9-20 各种风险水平及其可接受程度

序号	风险值	危险性	可接受程度
1	10^{-3} 数量级	操作危险性特别高，相当于人自然死亡率	不可接受，必须采取措施改进
2	10^{-4} 数量级	操作危险性中等	应采取措施改进
3	10^{-5} 数量级	与游泳事故和煤气中毒事故属于同一量级	人们对此关心，愿意采取措施预防
4	10^{-6} 数量级	相当于地震和天灾的风险	人们并不关心这类事故发生
5	10^{-7} – 10^{-8} 数量级	相当于陨石坠落伤人	没有人愿为此事投资加以预防

9.4 风险防范措施及风险管理

(1) 建立健全主要生产设施及环保设施的维护保养、检修、操作运行等规章制度。

(2) 环境保护设施运行现场操作和管理人员实行岗位培训合格持证上岗制度。

(3) 周对公司环境保护设施、回水池、尾矿输送管线、回水管线进行安全生产检查。对所排查的安全隐患及时整改。

(4) 环境保护设施运行出现故障时，必须在规定期限内完成维修或更换。因不可抗拒原因，设施必须停止运行时，应当事先报告当地人民政府环境保护行政主管部门，说明停止运行的原因、时段、相关污染预防措施等情况，并取得环境保护行政主管部门的批准。

(5) 在选矿厂内设 200m^3 事故水池（选矿厂的选矿设备总容积约 100m^3 ，50 年一遇暴雨初期雨水约量为 50m^3 ），用于收集选矿厂内的事故废水及初期雨水。

(6) 侯家沟尾矿库已通过了陇南市环保的环保验收，尾矿库的环境风险防范措施按照《甘肃省西和县花桥铅锌浮选厂尾矿库工程环境影响报告书》、环评批复、及尾矿库验收意见中的风险防范措施执行。

9.5 应急预案

(1) 应急计划区

应急计划区包括选矿厂、尾矿库下游回水池及周边地区。侯家沟尾矿库已通过了陇南市环保的环保验收，尾矿库的事故应急预案按照《甘肃省西和县花桥铅锌浮选厂尾矿库工程环境影响报告书》、环评批复、及尾矿库验收意见中的风险防范措施执行。

（2）应急组织机构、人员

风险应急组织机构、人员主要为：尾矿废水回用系统各车间应急小组和班组应急小组，车间应急小组包括总指挥、安全监督、副组长、工艺组、设备组，安全组应急小分队、后勤保障组等；班组应急小组包括班长、班组安全监督。

当事故发生时，车间生产技术、安全环保、设备各专业技术人员按照各自分工，履行各自的职责。

生产技术：指挥当班生产、工艺、设备处理，落实紧急停工措施的实施。

设备：负责应急抢修，排除设备故障。

安全环保：负责对外联络，传递信息，对外解释，后勤保障。

（3）应急预案分级响应程序

发生安全事故后，企业、项目部除立即组织抢救伤员，采取有效措施防止事故扩大和保护事故现场，做好善后工作外，还应按下列规定报告有关部门。

若发生选矿废水事故排放时立即报告当地环保主管部门，尾矿库下游 10km 范围在事故发生后 6h 河水中 Pb 超标，并通知下游 10km 范围内沿花桥河两岸居民不能取用河水。

当事故影响超出本级应急处置能力时，应及时请求上一级应急救援指挥机构启动上一级应急预案。必要时启动地方政府突发公共事件应急预案或《甘肃省人民政府突发公共事件总体应急预案》。

当发生人员中毒及受伤时，轻伤的送工地现场医务室医治，重伤、中毒的送医院救治。因伤势过重抢救无效死亡的，企业应在 8 小时内通知劳动行政部门处理。

车间应急小组成员接到紧急报警电话后立即赶赴操作间集合，小组组长接到应急报警电话立即向厂调度室通报；应急救援人员未到达前，现场工人应采取紧急停工等措施控制事故的恶化。

（4）应急救援保障

确保应急队伍，包括抢险、现场救护、交通管理、抢修、通讯、供应、输送等人员；配备应急设备、器材、物资等。

（5）报警、通讯联络方式

事故发生者应该根据事故险情的大小向不同级别的应急组织报警（各岗位应设有值班电话）。本车间的事故的报警方式如下：

险情大：向班长、车间值班人员、上级汇报。

险情小：向班长汇报，并及时抢修。

（6）应急环境监测、抢险、救援及控制措施

应急监测就是用快速监测仪器或装置，在尽可能短的时间内确定出污染物种类、各种污染物浓度和污染的范围。若发生较大环境事故，必要时向陇南市环保局请求援助。

（7）事故应急救援方案

在及时发现事故时，应立即组织疏散下游人员。

当事故被有效控制后立即终止应急预案，并做好事故现场善后处理，临近区域解除事故警戒。

（8）应急培训及演习

平时安排人员培训与演练，以便事故发生后，救援工作有序进行。

（9）信息披露

平时对厂区周围及库区下游地区开展公众教育、培训和发布有关信息，事故发生后负责向外界解释事故情况，消除公众的疑虑。

9.6 小结

本项目最大可信事故的风险值为 1.14×10^{-6} 伤害或死亡/年，最大可信事故的环境风险可接受。建设单位严格按照按照《尾矿库安全技术规程》（AQ2006—2005）、《选矿安全规程》（GB18152-2000）、《尾矿库安全监督管理规定》（2006.6）等相关法律法规进行施工、运行核管理，制定完善的管理制度、应急预案，可进一步降低事故发生概率、强度和对周围环境的危害。