

目录

第一章 前言	1
1、工程概况及目的任务	1
1.1 工程概况	1
1.2 目的任务	1
2 报告编制依据	1
3 评价范围及敏感点	2
3.1 评价范围	2
3.2 敏感点	2
4 评价工作等级及内容	2
5 地下水功能及环境影响识别	3
第二章 区域自然及地质概况	5
1、自然地理	5
1.1 地形地貌	5
1.2 气象水文	5
1.3 动植物资源	8
1.4 矿产资源	9
2、区域地质特征	10
2.1 地层	10
2.2 侵入岩	11
2.3 构造	11
2.4 围岩蚀变	12
第三章 矿区地质及水文地质条件	13
1 矿区地质条件	13
1.1 地层	13
1.2 构造	14
1.3 侵入岩	15
1.4 围岩蚀变	16
2 矿区水文地质条件	17
2.1 含水层与隔水层	17
2.2 地下水的补给、径流与排泄	19
2.3 地下水与地表水的水力联系	19
2.4 矿坑涌水量预测	20
第四章 矿区地下水监测现状	23
第五章 地下水水动力场数值模拟	25
1 水文地质概念模型	25
1.1 模拟区范围及边界条件	25
1.2 垂向含水层概化	25
2 水文地质参数分区	26
3 地下水均衡计算	26
3.1 均衡方程的建立	26
3.2 均衡量计算	27
3.3 均衡结果分析	29

4 地下水动力场模拟预测	29
4.1 地下水数值模型的建立	30
4.2 模拟软件选择及模拟区剖分	31
4.3 模型的识别与验证	33
4.4 地下水流场预测	35
第六章 矿区地下水质模拟预测	37
1 溶质运移数学模型	37
2 地下水污染预测情景设定	38
3 地下水污染预测	错误！未定义书签。
3.1 矿井涌水渗漏地下水污染预测	38
3.2 生活污水渗漏地下水污染预测	错误！未定义书签。
3.3 矿石淋溶水渗入地下水污染预测	44
4 地下水污染预测评价	47
第七章 地下水污染监控与应急措施	错误！未定义书签。
1 源头控制措施	错误！未定义书签。
2 分区防治措施	错误！未定义书签。
3 地下水污染监控系统	错误！未定义书签。
4 地下水污染应急措施	错误！未定义书签。
第八章 结论与建议	49
1 结论	49

第一章 前言

1 工程概况及目的任务

1.1 工程概况

项目名称：XXXXXXXXXX 钼业有限公司 XXXX 矿区 XXXX 钼矿项目

建设单位：XXXXXXXXXX 钼业有限公司；

项目性质：新建(B0931 钨钼矿采选)；

建设地点：XXXXXXXX 县 XXXX 乡 XXXX 钼矿集中开采区 XXXX 块段；

建设规模：年开采钼矿原矿 8 万吨(平均 320t/d)；

XXXX位于XXXX东南部，XXXXXXX中下游，北纬 28°08'，东经 120°17'。东接XX，南连瑞安、文成，西临XXX、景宁，北靠缙云。全县有 10 镇 21 乡，436 个行政村，总面积 2493km²，人口 47.5 万人，耕地 16.1 万亩，山地 346 万亩，水域面积 5.1 万亩，素有“九山半水半分田”之称。详见交通位置图(图 1-1)。

图 1-1 交通位置示意图

1.2 目的任务

本次工作的基本任务包括：分析矿区所在区域的地质及水文地质条件，特别是本矿段及其周边地区的水文地质条件，摸清地下水赋存条件。结合工程开发利用方案，预测和评价建设项目实施对地下水环境可能造成的直接影响和间接危害，并针对这种影响和危害提出防治对策，控制地下水环境恶化，保护地下水环境，为建设项目工程设计和环境管理提供科学依据。

2 报告编制依据

本专题报告编制主要依据以下国家标准及技术法规：

- 1、《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2011)
- 2、《供水水文地质勘察规范》(GB50027-2001)
- 3、《地下水水质标准》(GB/T 14848-93)
- 4、《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)
- 5、《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)
- 6、《建设项目地下水环境影响评价规范》(DZ0252—2004)

主要参考以下前期研究成果：

1、《XXXXXXXXXX 钼业有限公司 XXXX 矿区 XXXX 矿段嘻嘻嘻线钼矿矿产资源开发利用方案》XXXXXXXXX 设计研究有限公司，2010

2、《XXXXXXXXX 县 XXXX 矿区 XXXX 矿段 07-19 线钼矿详查地质报告》XXXX 第十一地质大队，2007

3 评价范围及敏感点

3.1 评价范围

根据 XXXX 国土资源厅出具的 XXXX 划定矿区范围批复文件(XXXX 采范[2010]第 14 号)可知，XXXX 钼矿区范围由 8 个拐点圈定，矿区面积为 1.056 平方公里，开采深度由 700 米至 80 米标高。矿区范围坐标见表 1-1。

表 1-1 矿区范围拐点坐标表

拐点编号	X	Y
A		
B		
C		
D		
E		
FZ		
G		
H		

依据项目周边的区域地质条件、水文地质条件、地形地貌特征和地下水保护方案，为了说明地下水环境的基本状况，本次工作以XXXX矿段矿区详查区为分析范围，在此基础上建立水文地质概念模型，模型评价范围如下：东北、西北分别以岩脉为界、南部则是以已查明的断裂为界，东部则是以该矿段的地表分水岭为界，模拟区面积为 2.43km²。模型评价区具体位置参见图 1-2。

3.2 敏感点

本项目为采矿类项目，主要存在含水层疏干、矿渣等固体废弃物污染及尾矿坝溃坝等风险，根据矿区地形地貌特征和水文地质条件，确定敏感点为 XXXX。敏感点具体情况见本报告“地下水开发利用”章节内容，敏感点分布位置参见图 1-2。

图 1-2 调查评价区及敏感点示意图

4 评价工作等级及内容

评价项目在建设、生产运行和服务期满，可能引起地下水含水层疏干，渗滤液污染地下水水质等问题。

参照《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2011) III类建设项目地下水环境影响评价工作等级划分依据，确定本项目评价工作等级的依据见表错误！文档中没有指定样式的文字。-2。

表 1-2 III类建设项目地下水环境影响评价工作等级分析表

等级划分判据		情况概述	类别	等级
1	包气带防污性能	矿区下游包气带岩性主要为砂卵砾石，透水性较好，渗透系数大于 $1.0 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 。矿区包气带主要为残积粘砂土，渗透系数 $10^{-7} \text{cm/s} < K \leq 10^{-4} \text{cm/s}$ 。	弱-中	二级
2	含水层易污染特征	矿区下游为第四系孔隙潜水含水层，包气带岩性渗透性较强。矿区包气带。	易-不易	
3	地下水敏感程度	地下水径流下游方向有分散饮用水井。	较敏感	
4	污水排放量	污水外排量 $207468 \text{m}^3/\text{a}$ ($568.5 \text{m}^3/\text{d}$)。	小	
5	水质复杂程度	污染物主要为钼、松醇油等。	中等-复杂	
6	地下水降落漏斗	采矿涌水疏干，可引起矿区局部地下水位下降，形成降落漏斗。	中等	
7	环境地质问题	本钼矿金属矿床为以层间、脉状分布为主，且矿脉厚度较小，开采后进行回填，故造成的环境地质问题较小。	弱	

综合建设项目区地下水影响评价因素，确定本项目地下水评价等级为二级。

5 地下水功能及环境影响识别

5.1 地下水功能区划

根据拟建项目环境质量执行标准的批复意见，地下水环境质量评价执行《地下水质量标准》(GB/T14848-93) III类标准。因此，地下水属于III类地下水功能区(图 1-3)。

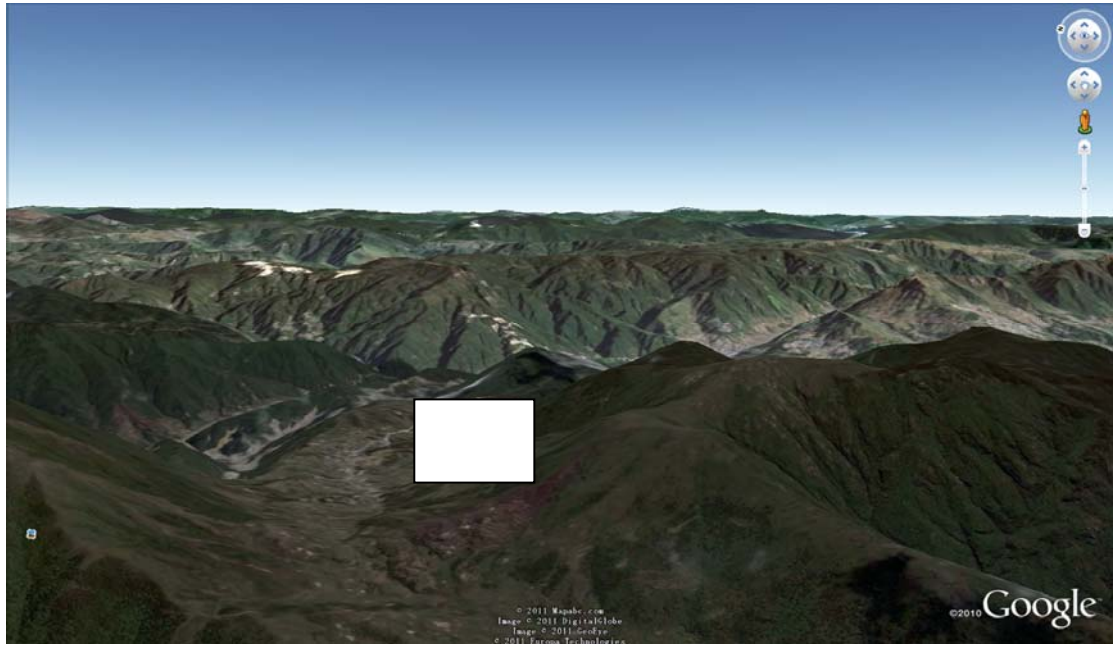


图 1-3 地下水功能分区示意图

第二章 区域自然及地质概况

1 自然地理

1.1 地形地貌

本项目矿区位于峰山、XXXX、XXXX、五台山一线分水岭的补给径流区，面积8km²(XXX地质大队1981年地质报告)，地表水属欧XXXX水系末级支流源头雨源型间歇性小溪。从地形地貌分来上上来讲，该区域属于低山丘陵地区，地形起伏较大(图2-1)。

矿段位于XXXX南沟的南西侧，XXXX近东西向分水岭地带，属中低山区分水岭近分水岭基岩裂隙水水文地质单元的补给区。矿段中部山体总体走向近东西，向南北两侧渐低。最高点位于矿段南西部，海拔标高1154.78m，最低侵蚀基面位于矿段东北部XXXX南沟，海拔标高540m，相对高差614m以上，地形坡度52~35°，局部大于45°，沟谷呈“V”字型，属中低山地貌。



图2-1 地形地貌图

1.2 气象水文

(一)气象

XXXX矿区地处XXXX东南沿海亚热带海洋性季风气候区，春、夏、秋、冬四季分明。

最高气温37.7℃，最低气温-4.1℃，年平均气温16℃。因受季风影响，3~6月为梅雨期，7~9月为台风暴雨期，10~次年2月为秋冬少雨期。雷雨一般发

生在 5~10 月。1978~2008 年来 30 年间的年最大降水量 2298.2mm，最小降水量 1032.2mm，年平均降水量 1699.3mm。

1996 年 8 月 1 日受 9608 号台风影响，日降水量达 295.4mm。年最大蒸发量 1567.5mm，最小蒸发量 1227.0mm，年平均蒸发量 1422.8mm。区内以季风为主，最大风力 IV 级，最大风速 6.3m/s，极大风速 14.2m/s。

30 年来降水量总体逐渐增大，蒸发量由基本稳定向逐渐增大的方向变化，气温亦有逐渐升高的趋势。

从 2009 年至 2011 年 7 月的降水量和蒸发量资料来看（图 2-2），区内整体气候特征表现为降水量大于蒸发量，降水量受台风影响较大，台风过境带来的过境暴雨降水量为当月降水量值做出主要贡献。但是整体趋势是每年 10 月至第二年 4 月为枯水期，而 6 月至 9 月的降水量则占全年降水量的 50%左右，为丰水期。全年蒸发量相对变化较小，随着气温的升高，蒸发量也随之增大，每年的 7、8 月份最大。

图 2-2 XXXX 地区 2009-2010 年月降水量于蒸发量柱状图

(二)水文

本区处于 XXXX 第二大 XXXXXXXXXXXXX 流域。XXXXXXXXX 发源于 XX、XXX 两县市交界的百山祖锅帽尖，西北流称 XXX，至李家圩左纳八都溪后称 XXX 溪，流经 XXX 县后左纳大贵溪，进入紧 XXX、XXX 两水库，东北流经玉溪水库，至大港头，左纳松阴溪后称大溪。至四都左汇宣平溪，至黄渡左纳小安溪，至古城左纳好溪后，折东南流至 XXXX 县船寮左纳船寮溪，至湖边右纳小溪，之后始称 XXXXXXXX。经 XXXX 至 XX 市 XXXX 心屿，水分南北二 XXXX，楠溪 XXXX 从左岸汇入，其下游 XXXX 心有七都岛分隔为两支，至龙湾汇合后东流，又有灵昆岛分隔为两汉，北汉经七里黄华、岐头注入 XX 湾，南汉经兰田码头注入 XX 湾，流域面积 18100 平方公里，河源至河口黄华岐头全长 384 公里，落差 1300 米，平均坡降 3.4‰。

XXXX 矿区内分布有四条主要的支流，分别属于二条不同的溪流，为 XXXX—XXX(包括孙洞坑、XXX 二条支流)和 XXX—XXX 溪(包括 XXX、XXX 二条支流)。XXXX—XXX 发源于五台山北麓峰山南坡，全长 52km，河床宽 5~10m，

呈台阶状下降，谷底纵坡度 10~52°，纵比降平均约 20~40%。由于五台山一带山高谷深，悬崖峭壁比比皆是，植被覆盖率相对较低，地表径流十分强烈，动态变化悬殊，常出现暴涨暴落的水文特征，雨季水流湍急，流量达 5.37m³/s，旱季几乎断流，一般流量 0.007~0.011m³/s，属山区雨源型河流。

XXX 是 XXXXXXXX 的一级支流，发源于 XXXX 县峰山，经峰山、XXX 口、XXX，至黄坦入 XX 市境。XXX 流域面积 150.5km²，XXXX 县境内集雨面积 68.6km²，本工程位于 XXX 水电站水库上游，集水面积 52.31 km²。从 XXXX 到 XXX 水库呈台阶状下切，在 XXXX 村附近河床宽 5~8m，谷底纵坡度 5~10°，纵比降平均约 5~20%。流量较大，据动态长期观测资料，XXXX 村附近雨季流量达 1552 l/s，旱季仅 2.2 l/s，动态变化悬殊，属雨源型河流。

三 矿段主要溪流

矿段间歇性小溪发育，其中 XXXX 西沟、东沟水流量稍大，另有 XXXX 南沟流经矿段东北部。

1. XXXX 西溪

XXXX 西溪源于 XXXX 近东西向分岭北侧，流向北东，于矿段北部 200m 处汇入 XXXX 南溪，全长 1.1km，矿段内汇水面积 0.45km²，沟宽 4~6m，呈“V”字型，纵比降 35.29%，局部地段呈阶梯状。流量变化大，最大流量 54.94l/s，最小流量 2.46l/s(图 2-3)。水质良好，PH 值 7.02，总矿化度 52.45mg/l，水质类型 CL·HCO₃—Ca 型淡水。因水量变化大，目前仅供数家居民生活用水。2009 年 5 月 26 日测洪水流量 206.95l/s，水位高出沟底 52~30cm。

图2-3 2008年XXXX矿段西溪流量与降水量关系曲线

2. XXXX 东溪

XXXX 东溪源于矿段中东部近东西向分水岭北侧，流向北西，于矿段北部边缘汇入 XXXX 南溪，全长 0.9km，汇水面积 0.24km²，沟谷宽 3~5m，呈“V”字型，纵比降 31.11%，局部地段呈阶梯状。最大流量 65.20l/s，最小流量 0.44l/s(图 2-4)。水质良好，PH 值 7.12，总矿化度 21.92mg/l，水质类型 CL·HCO₃—Ca 型淡水。水量变化大，干旱时枯竭。目前仅供当地少数居民暂时性生活用水。

图2-4 2008年XXXX矿段东溪流量与降水量关系曲线

3. XXXX 南沟

XXXX 村东南 300m 设有长观站, 2008 年流量 0.95~281.56l/s(图 2-5)。PH 值 6.97, 总矿化度 30.76mg/l, 水质类型 $\text{HCO}_3\cdot\text{Cl}\sim\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 型淡水, 但已被上游生活污水污染。目前为下游选矿用水水源。

2009 年 5 月 26 日在 XXXX 东南 300m 处测得洪水流量 995.67l/s, 洪水位高出河床 0.4~0.5m。

图2-5 2008年XXXX矿段XXXX南溪流量与降水量关系曲线

1.3 动植物资源

XXXX 县是一个多山地区, 森林资源相对保持较好, 全县森林覆盖率达到 80.9%, 居全省前列。县内丛山峻叠, 山高林密, 有效地保护着当地的生物多样性与动植物资源。

根据清光绪《XXXX 县志》, 境内野生动物有鹤、鹇、鹭、鸳鸯、锦鸡等禽类 36 种; 虎、豹、熊、鹿、狼等兽类 18 种。近年虎、鹤等 10 种禽兽久已不见, 猴, 山区偶有发现, 鸦、鹊为数极少, 不过山区野猪、野兔增多。属国家一类保护动物有黄腹角雉、XXXX 鼋, 二类保护动物有水獭、穿山甲、大鲵、草鸛、鹰, 但为数不多。

XXXX县为南方重点林区, 是全国用材林基地之一。境内现有植物种类 90 多科, 290 多属, 700 余种。国家重点保护植物有长叶榧、香果树、钟萼木、短萼黄连、杜仲、银杏、金钱松、厚朴、花榈木、连香树、福建柏、华东黄杉、XXXX南油松。全县现有林业用地 305.9 万亩(20.39 万公顷), 其中有林地 294 万亩, 疏林地 0.6 万亩, 森林蓄积量 336.4 万 m^3 , 现有水果基地 12 万亩。森林资源的特点是: 结构以乔木为主, 龄组以幼中林为主。林种以用材林为主, 树种以松为主, 森林的分布呈明显的区域性。

总的来说, XXXX 县自然资源丰富, 生态环境质量总体良好。

XXXX 县 XXXXXXXXXX 钼矿区所在区域周边自然植被为中亚热带常绿阔叶林, 林木种类繁多, 但由于受人类活动的长期影响, 原生植被遗存较少, 大多发展为次生植被, 并有一定比例的人工植被。植被基本可分为: 山地草灌丛、阔叶林、针阔叶混交林、人工杉木林、人工马尾松林、毛竹林和其他经济林。根据现

场踏勘，周边区域内未发现受国家保护的珍贵野生动植物及古树古木。

30 多年的开采活动，历经矿区开发初期生态环境保护意识的缺乏以及前几年的无序开发，使得XXXX县XXXXXXXXX钼矿区内生态环境与山体的自然景观遭受了严重破坏，在上XXX、下XXX、XXXXXX、XXX等地的近 5km²的范围内，采矿废渣堆占面积达 10%以上，严重侵占土地，破坏植被，致使大面积的山林和果木被砍伐，加剧了水土流失。

1.4 矿产资源

XXXX 县 XXXX 乡 XXXX 钼矿区是一个热液大脉型石英—辉钼矿床，是我省钼矿主要生产基地之一。矿区内共有大小矿脉 40 余条，主要有 1、2、3、5、9、13、14、19、52 号以及 58、68、87(隐伏)等主要矿脉，其中以 1、3、5、52、58、68 号矿脉的工业意义最大。

XXXX 地区钼铅锌矿开采历史悠久，留下采矿遗迹较多，新中国成立前有历史记载的主要是 XXXX 钼矿。1917 年至 1919 年，XXX 成立聚风公司股份，开始进行零星开采经营。1936 年至 1938 年由 XXXX 建设厅矿产勘探处开采。解放后，1961 年 XXXX 县建立国营 XXXX 钼矿，1962 年停办。1969 年重建国营 XXXX 县钼矿，主要对 5 号矿脉进行开采，1978 年矿山选矿日处理量达到 450t；1993 年矿山开始对 52 号矿脉进行开采。

2000 年前，XXXX 钼矿区共有两个矿山企业，一个国有 XXXX 县钼矿，一个乡集体的 XXXX 乡钼矿。XXXX 县钼矿属正规国营企业，一直能做到依法采矿，直到 2000 年破产。而 XXXX 乡钼矿不是一个名副其实的集体企业，而是由矿区范围内的所有矿硐(共有 69 条)组成的松散的企业联合体，企业内部实行各矿硐单独生产、经济独立核算、自负盈亏。由于没有统一的开发利用规划，矿区生产秩序经常处于混乱状态，出现了非法采矿、非法选矿、非法倒卖矿硐、非法经销钼产品、非法搭股、非法拦车的“六非”现象，并由此引发了偷税漏税、社会治安和环境污染等社会问题。从八十年代末起，县委县政府几乎每年都派工作组进行整顿治理，但未能从根本上改变该矿区矿业秩序混乱的局面，出现了工作组进驻时收敛一些，撤离后死灰复燃的“游击怪圈”。

2004 年 3 月，XXXX 县委、县政府及国土资源部门决心对 XXXX 钼矿区实施彻底改革和安全隐患整治，明确了“企业改制不完成不开工，采矿权不有偿不

开工，安全隐患不排除不开工”的“三不”原则，启动了 XXXX 钼矿体制改革。XXXX 县委、县政府及国土资源部门在充分调研的基础上，结合钼矿生产和资源状况，按区域确定组建三家股份矿山企业，即现在的 XXXXXX 钼业有限公司、XXXXX 业有限公司、XXXXXXX 坑钼业有限公司(后增加 XXXXXXXXXX 联众矿业有限公司)，把原先 69 条矿硐按硐口坐落的位置划分到相应的矿山企业，把各矿硐作股入公司，不再有单独的矿硐生产。改制后，经资质部门设计并经过专家组评审，矿硐由原来的 69 个改为符合要求的 17 个，未经整治矿硐一律予以查封。四家公司严格按照设计矿产资源开发利用方案组织开采。

目前 XXXX 钼矿区的体制改革已基本落实到位。

2、区域地质特征

矿区构造单元隶属华南褶皱带、XXXX 东南褶皱带 XX~XX 拗陷、XXX~XX 断拗。XXXX 矿区位于 XX—XXX 北西向断裂与 XX—XXX 口近南北向断裂及峰山—XXXX 北东向断裂的交接复合部位，成矿受 XXXX 火山穹窿控制。详见区域地质略图(图 2-6)。

2.1 地层

区域出露地层有上古生界芝溪头变质杂岩(Pz2)、侏罗系中统毛坪组(J2m)、侏罗系上统大爽组(J3d)、高坞组(J3g)、西山头组(J3x)、茶湾组(J3c)、九里坪组(J3j)、祝村组(J3z)、白垩系下统馆头组(K1g)、小平田组(K1x)及第四系。其中以上侏罗统陆相火山—沉积岩为主，西山头组(J3x)分布最为广泛，岩性为灰白色流纹质晶屑熔结凝灰岩夹沉凝灰岩、凝灰质沉积岩、流纹质晶屑玻屑凝灰岩。

矿区主要出露晚侏罗世上统西山头组的一套陆相火山碎屑岩，自下而上可分为三段，即西山头组第一岩段(J3x1)、第二岩段(J3x2)、第三岩段(J3x3)，其岩性组合特征如下：

西山头组第一岩段(J3x1)：岩性复杂，凝灰质砂岩、流纹质玻屑晶屑凝灰岩以及流纹质玻屑凝灰岩等互层。

西山头组第二岩段(J3x2)：顶部主要为流纹质晶屑玻屑凝灰岩夹凝灰质粉砂岩、砂岩及沉凝灰岩；中部为流纹质含角砾晶屑玻屑凝灰岩、流纹质玻屑晶屑凝灰岩；下部为流纹质晶屑凝灰岩。

西山头组第三岩段(J3x3): 岩性以灰白色流纹质玻屑凝灰岩为主, 底部含角砾夹沉凝灰岩、凝灰质沉积岩等, 顶部为灰紫色流纹质晶屑玻屑熔结凝灰岩。

该段控制厚度 557.5m。产状变化较大, 西部五台山一带产状倾向西、西南, 倾角 11~20°。厚度>450m。

2.2 侵入岩

区域侵入岩发育主要呈岩株、小岩株、岩枝产出, 以酸性、中酸性岩类为主, 基性岩个别。

燕山晚期第一阶段侵入岩, 主要有茶坑石英二长闪长岩($\delta \vee 53(1)$)、XXXX 中粒正长花岗岩($\xi \gamma 53(3)$)、XXXX 碱性长石花岗岩($\xi \gamma 53(1)$)等, 岩石化学成份演化由中性→中酸性→酸性→酸偏碱性→碱性。侵入岩微量元素: Pb 一般为同类岩石维氏值的 1~4 倍; Ag 为 1~5 倍, Cu、Au 略低; Mo 为 1~4 倍(局部为 17~60 倍), 其与成矿有一定联系。潜火山岩不甚发育, 其岩性主要为流纹岩、其次英安玢岩、安山岩等。

区域内脉岩较发育, 岩性为基性—酸性均有出露。

燕山晚期岩浆侵入活动较频繁而强烈, 侵入岩体及岩脉均有出露, 其中 XXXX 细粒斑状碱性长石花岗岩($\xi \gamma 3(1)5$) 出露于矿区中部, 出露面积约为 1.07km², 呈岩株状产出。呈长轴北东走向的椭圆形, 为中心式侵入体, 接触面产状外倾, 具波状起伏, 并有分枝现象。岩体之接触面南西部较缓, 倾角一般为 15~30°, 东、西部和北部较陡, 为 40~70°。

垂直方向具分带现象, 上部为斑状碱性长石花岗岩, 并常见石英闪长岩捕虏体, 深部相变为细粒斑状黑云母钾长花岗岩, 其间无明显界线。微量元素特征: 岩石中 Pb、Ga、Sn、Ag 平均值为酸性岩维氏岩值的 1 倍, Mo 含量达 0.0023%, 为维氏值的 30 倍。石英单矿物氢氧同位素分析结果: $\delta D 104.1\text{‰}$, $\delta 18O 6.36\text{‰}$ 。由 An—Ab—Or 图解得岩体成岩温度为 730℃。岩体与成矿关系密切, 是主要的成矿母岩。由细粒斑状黑云母钾长花岗岩、石英闪长岩与碱性长石花岗岩组成的杂岩体。侵入定位明显受前期构造交叉复合部位控制。后期脉岩有钾长花岗斑岩($\xi \gamma \pi$)、安山玢岩($\alpha \mu$)、辉绿玢岩($\beta \mu$)等岩脉。

2.3 构造

矿区位于 XXXX 火山穹窿构造中心部位; 发育与此有关的断裂构造, 以缓

倾斜层间断裂破碎为主呈不完整的环状分布在早期斑状碱性长石花岗岩($\xi\gamma 3(1)5$)岩体的周围(图 2-6)。向四周倾伏,总体围斜外倾,其中东、西、北侧岩体接触面总体较陡,南缘相对较缓。受控火山穹窿构造断裂破碎是矿床主要容矿构造。

矿区区域性断裂构造也较发育,大致可分为北西向、北东—北北东向、北东东向三组断裂。主要断裂有北西向 XXXX—XXX 断裂(XXX 断裂),横穿测区中部,总体走向 300° ,长 27km,破碎带宽一般为 15~30m;北东—北北东向龙潭背—峰坑断裂、杉树湾—XXX 断裂、XXX 断裂等。

1. 断裂构造

区域构造以北西、北东向断裂为主,其次为南北向、东西向,构成本区主要构造骨架。其先后次序为东西向→南北向→北东向→北西向。其中北西向断裂区域最为醒目,航卫片影象清晰,航磁、重力场、磁场、化探异常均具有明显的反映,主要有 XXXX—XXX 断裂带(XXX 断裂),该断裂带与成矿关系较密切,控制 Cu、Pb、Zn、As、Sb、Cd 等元素矿化。

2. 火山构造

区域属于 XXXX 东南火山活动带 XX—象山火山活动亚带,发育有孙坑破火山、章岙破火山和 XXXX 火山穹窿等火山构造。XXXX 火山穹窿控制 XXXX 钼矿及外围众多钼矿点、铅锌矿点的分布,是成矿有利地区。

2.4 围岩蚀变

矿区围岩蚀变比较普遍,主要有硅化、钾化、绢英岩化、绿泥石化、黄铁矿化、碳酸盐化与角岩化等。其中绢英岩化为主要近矿围岩蚀变,在岩体侵入的热力作用下,岩石普遍具角岩化。

图 2-6 区域地质图

第三章 矿区地质及水文地质条件

1 矿区地质条件

XXXX 矿段位于 XXXX 矿区南部，北东与 XXX 矿段毗邻，东与 XXX 矿段接壤，西与 XXX 矿段相接，属矿区外围扩大勘查范围之一。

1.1 地层

XXXX 矿段出露地层为上侏罗统西山头组第二、第三岩性段的一套陆相火山碎屑岩，根据岩性组合特征，将第二岩性段划分为三个岩性亚段(J₃x²⁻¹、J₃x²⁻²、J₃x²⁻³)，自下而上描述如下：

(一)西山头组第二岩性段第一亚段(J₃x²⁻¹)

出露于矿段北东角，面积 0.20km²。岩性为流纹质玻屑晶屑凝灰岩，少量流纹质晶屑玻屑凝灰岩、流纹质玻屑凝灰岩，为矿段主要赋矿层位。

流纹质玻屑晶屑凝灰岩：灰至深灰色，凝灰结构，假流纹构造。岩石主要由石英、

长石等组成，并含少量角砾。晶屑含量约 30~40%，分布不均。

流纹质玻屑凝灰岩：灰色，凝灰结构，假流纹构造。矿物成份为石英、长石等，以玻屑为主并含少量晶屑与角砾。

岩石蚀变较强，具绿泥石化、钾化、硅化、黄铁矿化、碳酸盐化等。岩层产状倾向南、南西，倾角 8~27°，平均为 18°，厚度 65~190m 不等，平均 160m，底部被斑状碱性长石花岗岩体吞食。

(二)西山头组第二岩性段第二岩性亚段(J₃x²⁻²)

出露于矿段北部，XXXX 和外 XXXX 村的南侧。岩性为流纹质含角砾玻屑晶屑凝灰岩，局部夹流纹质晶屑玻屑凝灰岩。

流纹质含角砾玻屑晶屑凝灰岩：灰色至深灰色，凝灰结构，假流纹构造。岩石主要矿物成分为石英、长石及少量黑云母。晶屑分布不均，含量 30~40%，角砾为棱角及次棱角状，含量 10~15%。

流纹质晶屑玻屑凝灰岩：深灰色，凝灰结构，假流纹构造。岩石主要由石英、长石等组成，晶屑含量 52~30%左右，与上、下均为渐变关系。岩石局部具弱硅化，弱绿泥石化、钾化。

岩层产状倾向南，倾角一般为 20°，厚度 330~440m，平均 358m，与下伏岩层呈渐变接触关系。

(三)西山头组第二岩性段第三岩性亚段(J3x2-3)

出露于矿段中部，XXXX 北坡 750~950m 标高一带。岩性为流纹质玻屑晶屑熔结凝灰岩，局部夹薄层流纹质角砾晶屑熔结凝灰岩、火山集块岩。

流纹质玻屑晶屑熔结凝灰岩：浅灰—深灰色，玻屑塑变结构，假流纹构造。岩石由石英、长石等组成。晶屑大小 0.5~1.5mm 的为主，部分具熔蚀边，含量 30~40%。玻屑具压扁拉伸现象。并含角砾少量。

流纹质角砾晶屑熔结凝灰岩：浅灰至灰色，角砾凝灰结构，斑杂状构造。晶屑部分具熔蚀边，含量 40~45%。角砾成分为岩屑，大多呈棱角状，大小一般 2~4mm，个别 2cm 左右，含量 30%左右。

岩石具轻微硅化、绿泥石化。与下伏地层呈渐变接触关系。厚度约 520~450m。

(四)西山头组第三岩段第一岩性亚段(J3x3-1)

出露于矿段南部 950~1154.776 制高点一带。岩性为浅灰色流纹质角砾玻屑晶屑熔结凝灰岩。

流纹质角砾玻屑晶屑熔结凝灰岩：浅灰至灰色，角砾凝灰结构，假流纹构造、斑杂状构造。岩石晶屑主要由石英、长石及少量黑云母，呈棱角状，晶屑含量约 30~40%，部分晶屑具熔蚀边，次生矿物为绢云母、绿帘石、黄铁矿、方解石、绿泥石等。晶屑大小一般≤2mm，角砾为棱角状和次棱角状，呈不均匀分布，角砾直径一般 2~5mm，个别大者达 8cm。斜长石轻度绢云母化，部分钾长石可见绿帘石交代，黑云母分解析出铁钛质并有弱的绿泥石化和绿帘石化。玻屑具塑变压扁拉伸现象。浆屑呈纺锤状、饼状等形状，长度一般 1.7~6.5mm，内部长英质呈霏细及包含霏细结构，塑变玻屑呈平行细纹状假流纹状排列，岩石具假流纹构造。塑变玻屑及火山尘有弱的重结晶现象，内部长英质粒径略有加大，呈隐晶~微粒状。塑变玻屑、火山尘及浆屑具弱的绢云母化伴有微弱绿帘石化蚀变。

岩石具弱绿泥石化、硅化。岩层总体倾向南、南东，倾角平缓，一般在 20°。与下伏岩层呈渐变关系。

1.2 构造

FZ1 断层展布外 XXXX 村东南部，经 XXXX 西侧鞍部向西南延至矿段以外，

向北东延至钻孔 ZK0903 东侧 30m 逐渐尖灭，矿段内长 1300m，走向 10~30°，倾向 310°，倾角 80~58°，未破坏深部隐伏矿体。破碎带宽 0.2~4m，构造面基本平直，局部呈微波状，擦痕不明显。以下盘构造裂隙与构造线(面)的交角初步判定北西盘向南相对位移，断距不大。破碎带一般多为碎裂岩化，近构造面形似片理化(沿构造面或斜交构造面裂隙所致)，局部形成构造角砾岩，角砾呈次棱角状，大小 3~5cm，成分为蚀变凝灰岩，铁、钙质、硅质胶结。破碎带内偶见挤压透镜体，长 1~3m，宽 0.2~1m，属压扭性构造。

破碎带及岩石，具较强硅化、绿泥石化、黄铁矿化，局部角岩化，并偶见辉钼矿化和碳酸盐化。蚀变带宽度 8~15m。

1.3 侵入岩

(一)细粒斑状碱性长石花岗岩($\xi\gamma_3^{(15)}$)

矿段细粒斑状碱性长石花岗岩未出露地表，深部钻孔控制，顶板标高

21.19(ZK0802)~345.26m(ZK1303)，侵入接触面总体倾向南，呈波浪起伏，总体倾角 12~20°。

细粒斑状碱性长石花岗岩：呈浅肉红色、灰白色，具微细粒斑状结构、细粒斑状结构，块状构造。矿物成分：钾长石 33%，斜长石 27%，石英 39%，黑云母 1%。斑晶一般在 1.8~5.5mm，基质 0.2~2.0mm。钾长石呈他形粒状或半自形板柱状；黑云母片状已褪色并有弱绿泥石化，石英呈他形粒状。

岩石中斜长石常具微弱绢云母化，有的伴有方解石化，部分钾长石可见绿泥石化、方解石轻微交代现象。裂纹中充填次生石英。岩石化学特征：SiO₂ 76.02%、Al₂O₃ 12.8%、全碱 8.55%、Na₂O/K₂O 0.84。分异指数 93.57，氧化系数 0.36，里特曼指数 2.22，莱特碱度率 3.84。岩石属 SiO₂ 过饱和过碱性岩石。

岩体内外接触带发育缓倾斜断裂，为控矿与容矿构造。近矿围岩蚀变主要有绢英岩化、钾长石化、黄铁矿化、绿泥石化等，蚀变带宽一般 200~300m。其中钾长石化蚀变岩中充填石英—辉钼矿体，绢英岩化发育于矿体的上部及两侧，是良好的找矿标志。

(二)脉岩

主要有一条钾长花岗斑岩脉、石英霏细斑岩。其特征简述如下：

1. 钾长花岗斑岩($\xi\gamma\pi$)

展布于 XXXX 南部，走向 35~60°，宽 20~30m，矿段内长 600 余米，北东或南西向均延至区外，钾长花岗斑岩在 13 线与 11 线之间发生扭转，11 线北东侧向北西倾，倾角 58~88°，13 线南西侧倾向南东，倾角 80~87°(见附图 12、13)。

岩石呈肉红色，斑状结构，块状构造。岩石矿物成分为石英、长石及少量黑云母。

石英斑晶一般小于 1.5mm，成集合体者达 2~3mm，多呈他形粒状，钾长石斑晶为半自形或他形板条状，大小 2~3mm，个别达 5mm，总含量 5~10%。

岩脉蚀变偶见绿泥石化，据 52 号矿体开采资料深部具黄铁矿化和辉钼矿化，并见薄层钼矿体，岩脉对深部隐伏矿体具断而不错现象。岩脉两侧凝灰岩具弱硅化和黄铁矿化。蚀变带宽 10~40m。

2. 石英霏细斑岩(υπ)

展布于矿段东南部，走向北西，倾向南西，倾角 70°。规模小，两侧围岩均无明显的蚀变与矿化。

1.4 围岩蚀变

围岩蚀变主要有硅化、绢英岩化、钾长石化、黄铁矿化、绿泥石化、碳酸盐化等。其中近矿围岩蚀变主要为硅化、绢英岩化、钾长石化，常伴有黄铁矿化。

(一)硅化

为矿段常见的围岩蚀变，常发生在含矿带附近及矿带内。蚀变强度与距离含矿构造带的远近有关；在矿体上下两侧附近及矿带内该类蚀变发育，常见多条石英脉。蚀变常伴有辉钼矿化，局部形成石英辉钼矿。远离含矿构造带，则蚀变渐弱。岩石蚀变后呈灰白色，常见鳞片花岗变晶结构、残余凝灰碎屑结构。

该类蚀变不仅在空间位置，而且成因与辉钼矿体密切相关，是良好的直接找矿标志。

(二)绢英岩化、钾长石化

为矿段常见的围岩蚀变，同时发育在近矿部位，其蚀变强度随远离矿体而减弱；在矿体的上下两侧，蚀变宽度一般 1~3m，蚀变带发育与否，与围岩裂隙发育程度密切相关，越靠近石英脉蚀变越强，可形成绢英岩。蚀变往往伴有辉钼矿化，局部形成含钼绢英岩。钾长石化分布于石英脉的上下，形成浅色或浅肉红色

交代蚀变带，蚀变宽度一般 10~50m。岩石蚀变后呈肉红色，常见鳞片花岗变晶结构、残余凝灰碎屑结构，矿物成份为石英、绢云母、绿泥石及残留石英、长石晶屑等。该类蚀变不仅在空间位置，且成因都与辉钼矿体密切相关，亦是良好的直接找矿标志。

(三)绿泥石化、碳酸盐化、黄铁矿化

绿泥石化较普遍发育，常见于断裂破碎带及含矿裂隙带。

2 矿区水文地质条件

2.1 含水层与隔水层

(一)含水层

据矿段岩性可分为孔隙水含水层和裂隙水含水层两种类型。

1. 孔隙水

1)坡洪积含泥质砂卵石含水层

分布于矿段北西部和东南部的沟谷内及其两侧的较平缓斜坡地带，沿沟谷呈条带状分布，长几十米~几百米，宽几米~几十米，厚度一般 1~2m，局部 2.5m 左右。岩性为含泥质砂卵石、卵砾石、含碎石粘砂土等。透水性好，水量随降水量变化大，一般透水不含水，仅在局部地段底部含孔隙潜水，往往在陡坎下与基岩接触处有下降泉形式溢出，无泉华，出露标高 800~964m，流量 0.18~0.78l/s。PH 值 7.06，可溶性固体总量 22.20mg/l，水化学类型为 CL·HCO₃~Ca 型淡水，水质良好。因干旱时干枯，仅作为当地少数居民暂时性生活用水。与井下采矿无直接影响。

2)残坡积含碎石粘砂土含水层

残坡积孔隙水含水层主要分布于矿段北部，面积较大，厚度一般 2~3m，局部大于 3m，岩性为含碎石粘砂土，多为透水不含水。水位随季节变化大，泉水在稻田陡坎下部与风化基岩接触面附近呈下降泉形式出露，无泉华沉淀物。泉水流量随降水量变化大，流量 0.07~1.34l/s，但雨后 3~7 天流量明显变小(图 3-1)。水质良好，PH 值 7.14，总矿化度 27.46mg/l，水质类型 CL·HCO₃~Ca 型淡水。目前泉水为当地居民暂时性饮水水源。与井下采矿无直接影响。

图 3-1 XXXX 矿段 Q09 号泉流量于降水量关系曲线图

2. 裂隙水

1) 风化基岩裂隙水

矿段出露地层为上侏罗统西山头组一套酸性火山矿屑岩，风化层厚度一般 10~30m，局部最小厚度仅 1.93m，最大厚度 41.99m。岩石裂隙发育，开启性差，多为闭合型，仅在山前低洼地带或沟谷两侧形成面积不大的间歇性含水体。含水层连续性差，无统一稳定水位。水位随季节性变化大，稳定性差。无泉水出露，含水性、导水性差。

2) 构造裂隙水

矿段断裂构造不发育，仅有 FZ1 断裂分布于矿段中偏西部，走向 10~30°，倾向 310°，倾角 80~58°，基本沿沟谷延伸，全长大于 3.5km，矿段内长 1.3km，经矿段 XXXX 西侧鞍部(摇动后)向西南延至矿段以外，向北东延至钻孔 ZK0903 东侧 30m 处尖灭。破碎带宽一般 0.2~4m，破碎带岩石具碎裂岩化，局部具角砾岩化。泥质及岩屑胶结，局部为硅质胶结。在破碎带陡坎及上、下盘构造面上均未见渗水或泉水出露，断裂力学性质属压扭性，属阻水断裂。

3) 层间裂隙水

矿段层间裂隙水含水层为主要含水层。据钻孔简易水文漏水位置、结合钻孔水文地质编录划分含、隔水层。含水层单层厚度 0.35~19.52m，产状与地层产状基本一致。水位因受 XXX 矿段(北邻)坑道多年排水影响及导水性差异变化较大。XXX 矿段自然排水坑道距本矿段仅 220m，标高 401~446.67m，对本矿段水位产生很大影响。

ZK114、ZK0802 孔混合水位埋深 7.38~27.15m，水位标高 739.10~792.76m。ZK0802 孔 8 个月水位变化幅度达 19.77m。实际上是受 XXX 矿段坑道自然排水影响水位一直缓慢下降，但导水性相对较差，下降速度小；ZK114 孔水位年变幅 5.48m(图 3-2、3-3)。

图 3-2 XXXX 矿段 ZK0802 孔水位与降水量关系曲线图

图 3-3 XXXX 矿段 ZK114 孔水位与降水量曲线图

(二) 隔水层

矿段出露地层为上侏罗统西山头组流纹质凝灰岩及下伏斑状碱性长石花岗岩，前者由火山碎屑晶屑、玻屑及火山灰组成；后者由斑晶及基质组成，前者分布广，厚度达数百米，且稳定。除风化层、破碎带、层间裂隙发育带以外，其余岩石裂隙不发育，且开启性差，或被钾长石、绿泥石、石英细脉充填。岩体结构为整体结构或块状结构。隔水性良好。

2.2 地下水的补给、径流与排泄

地下水以大气降水垂向渗入补给为主，兼有线状地表间歇性溪流及稻田灌溉水的补给。松散层孔隙水、基岩裸露区裂隙水由大气降水直接补给。在孔隙含水层覆盖区裂隙水由孔隙水补给。由于矿段岩石裂隙不甚发育，开启性差，或部分裂隙被钾长石细脉、石英细脉、绿泥石细脉充填，近地表被粘性土、岩屑充填，透水性弱，补给量有限。地下水径流方向与地表水径流方向基本一致，由高水位向低水位方向缓慢渗流。矿段中部近东西向分水岭以北，地下水流向东北，分水岭以南流向南西。

矿段北部近 XXX 矿段地段因受 XXX 矿段采矿坑道排水影响，天然流场已被破坏，09 线以东(包括 09 线)水位埋深在 100m 以上，地下水以向北东方向采矿坑道渗流为主。地下水以下降泉、蒸发、沟谷湿地、微弱渗流补给地表水及坑道排水等形式进行排泄。

2.3 地下水与地表水的水力联系

XXXX 溪为本矿段附近最大溪流，由西向东流经矿段(区外)北部，至矿段东北部转向南东流入矿段，由北西向南东流出区外。在 XXXX 东 300m 处长观流量 0.95~281.56 l/s(附表 14)。2009 年 5 月 26 日测得洪水流量 995.67l/s，水位高出河床 0.4~0.5m，河床由<1m 厚的砂卵砾石及少量砂性土组成，透水性、导水性好。局部基岩出露风化层厚度<3m，岩石裂隙较发育，透水性相对稍好。矿段 ZK0705 孔距 XXXX 溪平距 180m，孔口与 XXXX 溪河床高差 30m，二者水位高差在百米以上。ZK0705 孔东侧 2~3m 为 XXXX 矿段西溪，雨后小溪最大流量 54.49l/s，孔口与溪床高差约 1m，二者水位高亦在百 m 以上。ZK114 孔周围均为小块稻田，田内水深长时间保持在 10~15cm，二者水位高差达 20m 以上。FZ1 断裂为压扭性断裂构造，属阻水构造。破碎带宽 1m 左右，局部宽度有变宽或变窄的现象，主要为泥质胶结，局部为硅质胶结，沿破碎带附近上、下

盘无渗流或泉水出露，导水性弱。构造裂隙水有可能与地表水连通，在井下采矿时遇此断裂构造，应注意加大排水量。

2.4 矿坑涌水量预测

矿段最低侵蚀基准面位于矿段北东部 XXXX 溪河床，海拔标高 540m，矿段矿体赋存标高 87m(87 号矿体 ZK1303)~533.95m(128 号矿体 ZK0701)，资源量估算标高 191.28(97 号矿体 ZK1702)~447.26m (122 号矿体 ZK1301)，均在当地侵蚀基准面以下，在矿床开采过程中各中段均需进行机泵排水，预测涌水量。

(一)矿床充水因素

本矿段为分水岭型裂隙水充水矿床，主要充水因素为大气降水的垂向渗入、风化裂隙水、构造裂隙水与层间裂隙水。

(二)涌水量估算参数

本矿段未进行抽水试验求取矿坑涌水量估算参数。本矿段与 XX 矿段南北相连，水文地质条件基本相同。坑道涌水量估算采用 XXX 矿段采矿坑道控制面积，水位降低、坑道排水量等水文地质参数，用比拟法预测本矿段各中段正常涌水量与最大涌水量。

采用普查—勘探地质报告抽水试验成果平均渗透系数(K)值和目前坑道排水不同方向影响半径平均值及矿段各中段新的水文地质参数，用集水廊道法预测矿坑涌水量。

1.比拟法

预测公式
$$Q = \frac{Q_1 \cdot F}{F_1} \cdot \sqrt{\frac{S}{S_1}}$$

式中：

Q—各中段预测涌水量(m³/d)；

Q₁—已知开采坑道涌水量(m³/d)；

F—中段预测坑道控制面积(km²)；

F₁—已知开采坑道控制面积(km²)；

S—中段预测水位降低值(m)；

S₁—已知开采坑道水位降低值(m)。

各中段矿体水平投影面积统计表 3-1。

各中段涌水量预测结果表 3-2。

预测参数说明：

1、已知最大涌水量参数以 XXX 矿段坑道涌水量观测值三次最大值的平均值作为本矿段最大涌水量的估算参数；

2、已知正常涌水量参数以 XXX 矿段坑道涌水量观测值中去除三次最大值和三次最小值后的平均值作为本矿段坑道正常涌水量估算参数；

3、以 ZK114 孔最低水位标高作为矿段水位标高。

4、其余参数均为各中段实际参数。

表 3-1 XXXX 矿段中段框体水平投影面积统计表

中段号	标高(m)	面积(km ²)	中段号	标高(m)	面积(km ²)
1	757.80~450	0.0027	5	300~250	0.0598
2	450~400	0.0305	6	250~200	0.0714
3	400~350	0.0178	7	200~150	0.0166
4	350~300	0.0511			

表 3-2 XXXX 矿段坑道涌水量预测结果表

中段号	中段标高 (m)	预 测 参 数						预 测 结 果		备注
		已 知				预 测		正常涌水量(m³/d)	最大涌水量(m³/d)	
		水位降低 (m)	控制面积 (km²)	涌水量(m³/d)		水位降低(m)	控制面积 (km²)			
正常	最大									
1	454~400	226.60	0.48	709.30	1035.71	333.63	0.0332	72.23	86.92	比拟法
2	400~350					50	0.0178	12.36	18.04	
3	350~300					50	0.0511	35.47	51.79	
4	300~250					50	0.0598	41.51	60.61	
5	250~200					50	0.0714	49.56	72.37	
6	200~150					30	0.0166	8.92	13.03	

2.集水廊道法

预测公式：

$$Q = \frac{B \bullet K_{cp}}{2 \bullet R} \bullet \left[(2H - M) \bullet M - \left(\frac{M}{2} \right)^2 \right]$$

式中：

- Q—预测中段涌水量(m³/d)；
- K_{cp}—原普查—勘探地质报告抽水试验平均渗透系数(m/d)；
- R—坑道排水不同方向影响半径平均值(m)；
- H—水头高度(m)；
- M—含水层厚度(m)；
- B—中段沿矿体走向控矿坑道水平投影长度(m)。

坑道排水量(表 3-3)预测参数中已知参数为 XXX 矿段坑道实测涌水量，水位降低值、坑道控制面积为常数。本矿段预测参数为矿段未来各开采中段坑道控制面积、水位降低值和各中段含水层平均厚度。

表 3-3 XXXX 矿段坑道涌水量预测结果表

中段号	中段标高	坑道长度 (m)	含水层厚度 (m)	水头高度 (m)	影响半径 (m)	渗透系数 (m/d)	涌水量 (m ³ /d)		备注
1	454~400	340	3.77	185.15	450	0.73	380.40	810.58	集水廊道法，含水层厚度为平均值
			5.37	148.48			430.18		
2	400~350	380	7.57	50			211.09		
3	350~300	420	5.56	50			176.42		
4	300~250	410	2.70	15			23.87	200.76	
			5.74	50			176.89		
5	250~200	490	6.79	50			246.68		
6	200~150	420	4.12	30			77.06		

以上两种方法预测结果，第二种方法比较符合实际，与其它矿段实际排水量相比，预测水量可能稍偏大。

第四章 矿区地下水监测现状

根据调查，为了解本项目周边地下水环境质量现状，环评期间环评单位委托 XXXXXXXX 分析实验室对矿区地下涌水和附近村庄的地下水进行了现状监测。

1、监测点

矿区地下涌水、XXXX 村地下水；

2、监测时间及频次

2010 年 11 月 24 日，采样一次。

3、监测项目

pH、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氟化物、铜、铅、锌、镉、钼。

4、监测分析方法，见表 4-1。

表 4-1 监测分析方法

监测项目	监测方法	国家标准
pH	便携式 pH 计法	《水和废水监测分析方法(第四版)》
化学需氧量	重铬酸盐法	GB/T11904-1989
悬浮物	重量法	GB/T11901-1989
铜	石墨炉原子吸收分光光度法	《水和废水监测分析方法(第四版)》
铅	石墨炉原子吸收分光光度法	《水和废水监测分析方法(第四版)》
镉	石墨炉原子吸收分光光度法	《水和废水监测分析方法(第四版)》
锌	火焰原子吸收分光光度法	GB/T7475-1987
钼	全谱直读光谱仪法	GB/T5838-2008
氟化物	离子色谱法	《水和废水监测分析方法(第四版)》
硝酸盐氮	离子色谱法	《水和废水监测分析方法(第四版)》
亚硝酸盐氮	离子色谱法	《水和废水监测分析方法(第四版)》
氨氮	纳氏试剂分光光度法	HJ535-2009

5、监测结果与评价

本次地下水监测结果具体见表 4-2。

表 4-2 地下水监测结果

单位: mg/l

采样地点	样品编号	监测因子									
		钼	pH 值	氨氮	氟化物	硝酸盐氮	亚硝酸氮	铜	铅	锌	镉
矿洞内地下水	005.01A	0.203	10.1	<0.1	0.364	0.467	0.013	<0.005	<0.005	<0.05	<0.0005
	005.02A	0.203	10.2	<0.1	0.388	0.442	<0.01	<0.005	<0.005	<0.05	<0.0005
平均值		0.203	/	<0.1	0.376	0.455	0.0115	<0.005	<0.005	<0.05	<0.0005
最大值		0.203	/	<0.1	0.388	0.467	0.013	<0.005	<0.005	<0.05	<0.0005
最大比标值		0.406	/	0.200	0.194	0.016	0.13	0.003	0.050	0.010	0.050
XXXX 村	006.01A	0.005	7.9	<0.1	0.242	0.757	0.012	<0.005	<0.005	<0.05	<0.0005
	006.02A	0.005	7.9	<0.1	0.123	0.719	0.011	<0.005	<0.005	<0.05	<0.0005
平均值		0.005	/	<0.1	0.183	0.738	0.012	<0.005	<0.005	<0.05	<0.0005
最大值		0.005	/	<0.1	0.242	0.757	0.012	<0.005	<0.005	<0.05	<0.0005
最大比标值		0.010	/	0.200	0.121	0.052	0.120	0.003	0.050	0.010	0.050
标准值		0.5	5.5~6.5,8.5~9	0.5	2	30	0.1	1.5	0.1	5	0.01

从监测结果可知：

本项目矿库内地下水中，钼最大比标值(下同)0.406、氨氮 0.200、氟化物 0.194、硝酸盐氮 0.052、亚硝酸盐氮 0.130、铜 0.003、铅 0.050、锌 0.010、镉 0.050。

XXXX 村地下水，钼最大比标值(下同)0.010、氨氮 0.200、氟化物 0.121、硝酸盐氮 0.052、亚硝酸盐氮 0.120、铜 0.003、铅 0.050、锌 0.010、镉 0.050。

由此可见，矿区内地下水以及附近村庄的地下水均能满足《地下水质量标准》(GB/T14848-93)IV类标准。

第五章 地下水水动力场数值模拟

1 水文地质概念模型

1.1 模拟区范围及边界条件

矿区地处位于XX—XX北东向深断裂的西侧，XX—XX北西向断裂(XXXX~XXX断裂)南东侧，XXXX火山穹窿南部。根据区域地质及水文地质条件可知，XXXX矿段西北部、东北部为岩脉阻隔，北部河流确定为给定水头边界，西部确定为流量边界，西南部为查明断裂构成良好的隔水边界，东部地势较高，构成地表分水岭，为零流量边界。确定模拟区面积为 2.43km²，详见图 5-1。

图 5-1 模拟区边界条件图

1.2 垂向含水层概化

尽管模型区为山区丘陵地带，但是根据当地水文地质条件及矿区钻孔资料，上层第四系孔隙含水层与其下部强风化凝灰岩地层水利联系密切，且直接接受大气降水补给，故将其概化为潜水含水层。由于该项目为钼矿采矿项目，主要地下水模拟目的层位为钼矿开采时的矿坑涌水，根据矿区主要矿体 58 和 105 的标高和厚度，分别确定这两处矿脉为含水层。各含水层之间均为弱透水层，其中潜水含水层与第二含水层（58 号）之间由于水利联系和裂隙发育的不同，分为上部隔水层，下部弱透水层，在模型中通过参数进行控制。其中，模型区由于存在一条南西北东向的岩脉，构成内部的阻水边界，使得模型区形成东西南边相对独立的水文地质单元，故将其处理为内部墙体不透水边界。整体而言，模型区垂向上参数概化为非均质各项同性。

模型上边界确定为潜水面，直接接受大气降水补给，模型下边界为矿体底部凝灰岩，深部凝灰岩地层裂隙不发育，构成良好的隔水底板，为零流量边界。

该矿区地下水主要补给为大气降水，主要排泄为地下水侧向排泄，并以形成的河流和泉的方式排泄，这都是随时间变化而变化的，故可确定为非稳定流。

综上所述，模拟区地下水系统的概念模型可概化成非均质各向同性、空间三维结构、非稳定流的多层含水层地下水系统。

2 水文地质参数分区

根据前述地质、水文地质条件的分析，结合拟建矿区工程勘察、水文地质勘探资料及野外水文地质实验结果，同时为了方便计算，对模拟区潜水含水层水文地质参数进行分区(见图 5-2)，其余含水层及隔水层不进行水文地质参数分区。各层分区渗透系数和给水度（贮水系数）见表 5-1。

图 5-2 模拟区潜水含水层水文地质参数分区图

表 5-1 各层主要水文地质参数统计表

层数 代号	分区 代号	渗透系数 K(m/d)	给水 度	贮水系数	岩性描述
Layer1	1	52	0.21	/	砂砾石层与强风化凝灰岩概化
	2	30	0.24	/	沟谷砂砾石层
	3	2	0.12	/	地形较陡强风化凝灰岩区
	4	0.68	0.08	/	丘陵平台强风化凝灰岩区
Layer2	/	0.016	/	0.0000003	中等风化凝灰岩区
Layer3	/	0.0006	/	0.0000000002	弱风化凝灰岩区
Layer4	/	0.38	/	0.0006	58 号矿段及围岩裂隙破碎层
Layer5	/	0.0005	/	0.00000000015	弱风化凝灰岩区
Layer6	/	0.24		0.0004	105 号矿段及围岩裂隙破碎层

3 地下水均衡计算

3.1 均衡方程的建立

地下水位的变化，反映了补给、排泄及地下水储量的变化，应符合下列表达式：

$$Q_{\text{补}} - Q_{\text{排}} = \Delta Q$$

式中：ΔQ—均衡期内地下水储存量的变化（m³/a）；

$Q_{\text{补}}$ —均衡期内地下水各项天然补给量之和 (m^3/a);

$Q_{\text{排}}$ —均衡期内地下水各项排泄量之和 (m^3/a)。

通过对区内地下水补给条件分析, 浅层地下水补给总量为:

$$Q_{\text{补}} = Q_{\text{降}} + Q_{\text{径入}} + Q_{\text{回渗}}$$

式中: $Q_{\text{降}}$ —降雨入渗补给量 (m^3/a);

$Q_{\text{径入}}$ —地下水径流补给量 (m^3/a);

$Q_{\text{回渗}}$ —灌溉回渗量 (m^3/a);

通过对区内地下水排泄条件分析, 浅层地下水排泄总量为:

$$Q_{\text{排}} = Q_{\text{蒸}} + Q_{\text{径出}} + Q_{\text{开采}}$$

式中: $Q_{\text{蒸}}$ —潜水蒸发量 (m^3/a);

$Q_{\text{径出}}$ —地下水径流排泄量 (m^3/a);

$Q_{\text{开采}}$ —潜水人工开采量 (m^3/a)。

3.2 均衡量计算

3.2.1 补给量计算

① 降雨入渗补给量

大气降水入渗补给量采用下述公式计算:

$$Q_{\text{降}} = 10^3 \times \alpha \cdot P \cdot FZ$$

式中: $Q_{\text{降}}$ —大气降水入渗补给量 (m^3/a);

α —降雨入渗系数 (无量纲);

P —有效降水量 (mm/a);

FZ —入渗补给面积 (km^2)。

本次计算中的降雨量选用 XXXX 县气象台 2010 年的降雨量, 观测结果见表 5-2, 由此可知降雨量为 5279.5mm。

表 5-2 XXXX 县 2010 年各月降雨量统计表

月份	1	2	3	4	5	6
降雨量 (mm)	98.4	171.2	226.4	236.5	393	372
月份	7	8	9	10	11	12
降雨量 (mm)	310	138	387	83.5	50.5	113

模型区降水入渗系数根据《水文地质手册》及相关岩性查阅, 给定经验值为 0.21。结合模型区面积计算可知, 评价区大气降水入渗补给总量为

$$Q_{\text{降}}=131.73 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}。$$

②地下水侧向径流补给量

侧向径流补给量根据断面含水层厚度、渗透系数、地下水水力坡度，依据达西定律采用断面法进行计算，计算公式为：

$$Q_{\text{侧}}=365 \cdot K \cdot I \cdot A$$

式中： $Q_{\text{侧}}$ —地下水侧向径流补给量 (m^3/a)；

K —边界渗透系数 (m/d)；

I —边界处水力坡度；

A —边界过水断面面积 (m^2)。

模拟区西南边界接受区外地下水侧向径流补给，根据相关计算参数和计算公式，计算结果为均衡区西南边界年侧向径流补给总量为 $51 (\text{m}^3/\text{d}) \times 365 = 1.68 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ 。

3.2.2 排泄量计算

①河流排泄量

模型区北边界河流接受地下水排泄，计算其流量约为 $23.51/\text{s}$ ，则年排泄量为 $74.14 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ 。

②泉排泄量

区内有多处泉，根据所掌握的资料求的泉水总日平均流量为 $2.13/\text{s}$ ，则计算年总排泄量为 $6.72 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ 。

③潜水蒸发排泄量

潜水蒸发量采用下述公式计算：

$$Q_w=10^3 \cdot \varepsilon \cdot FZ$$

式中： Q_w —潜水蒸发量 (m^3/a)；

ε —潜水蒸发度 (mm/a)；

FZ —计算区面积 (km^2)；

其中，潜水蒸发度 ε 由下述的阿维杨诺夫公式计算：

$$\varepsilon = \varepsilon_0 (1 - \Delta / \Delta_0)$$

式中： ε_0 —水面蒸发度 (mm/a)；

Δ —潜水位埋深 (m);

Δ_0 —潜水蒸发的极限深度 (m);

其中, 水面蒸发度可根据气象站观测资料由下式计算:

$$\varepsilon_0 = \eta \times \varepsilon_{\text{测}}$$

式中: η —折算系数;

$\varepsilon_{\text{测}}$ —气象站观测蒸发量 (mm/a);

XXXX 县气象站进行的水面蒸发监测值见表 5-3。

表 5-3 XXXX 县 2010 年各月蒸发量统计表

月份	1	2	3	4	5	6
蒸发量 (mm)	58.4	76.6	117.8	115.2	136.9	114.6
月份	7	8	9	10	11	12
蒸发量 (mm)	201.9	528.6	160.6	108.4	79	90.4

XXXX 县水面蒸发量采用 20cm 口径 E601 型蒸发器观测值, 经分析计算其折算系数(η)为 0.56。

包气带岩性决定了毛细上升高度与速度, 从而控制和影响潜水蒸发。依据有关文献对潜水蒸发研究的相关结果, 砂卵砾石区的潜水蒸发临界深度为 2.0 米, 而在山坡风化凝灰岩地区则无潜水蒸发量。故潜水蒸发面积仅为 0.78km²。

根据研究区水位监测结果, 分别计算不同岩性、不同水位埋深的区域面积。调查区蒸发度 $\varepsilon_{\text{测}}$ 采用气象站 2010 年的监测结果。根据上述资料, 对潜水的蒸发量进行了计算, 均衡期内潜水蒸发量为 $52.12 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ 。

3.3 均衡结果分析

根据地下水均衡原理, 当地下水基本处于平衡状态时, 均衡区在一个水文年里, 潜水补给总量 $Q_{\text{总补}}$ 与潜水总排泄量 $Q_{\text{总排}}$ 应当是均衡的, 其均衡方程式为:

$$Q_{\text{总补}} = Q_{\text{总排}}$$

$$\text{左端 } Q_{\text{总补}} = Q_{\text{降}} + Q_{\text{侧}} = 133.59 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$$

$$\text{右端 } Q_{\text{总排}} = Q_{\text{河流}} + Q_{\text{泉}} + Q_{\text{蒸发}} = 132.98 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$$

其均衡差为 $0.69 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$, 仅为补给量的 0.5%。

4 地下水动力场模拟预测

4.1 地下水数值模型的建立

4.1.1 数学模型

对于非均质、各向同性、空间三维结构、非稳定地下水流系统，可用如下微分方程的定解问题来描述：

$$\begin{cases} S \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K \frac{\partial h}{\partial z} \right) + \varepsilon & x, y, z \in \Omega, t \geq 0 \\ \mu \frac{\partial h}{\partial t} = K \left(\frac{\partial h}{\partial x} \right)^2 + K \left(\frac{\partial h}{\partial y} \right)^2 + K \left(\frac{\partial h}{\partial z} \right)^2 - \frac{\partial h}{\partial z} (K + p) + p & x, y, z \in \Gamma_0, t \geq 0 \\ h(x, y, z, t)|_{t=0} = h_0 & x, y, z \in \Omega, t \geq 0 \\ \frac{\partial h}{\partial \vec{n}}|_{\Gamma_1} = 0 & x, y, z \in \Gamma_1, t \geq 0 \\ K_n \frac{\partial h}{\partial \vec{n}}|_{\Gamma_2} = q(x, y, t) & x, y, z \in \Gamma_2, t \geq 0 \\ \frac{(h_r - h)}{\sigma} - K_n \frac{\partial h}{\partial \vec{n}}|_{\Gamma_3} = 0 & x, y, z \in \Gamma_3, t \geq 0 \end{cases}$$

式中：

Ω —渗流区域；

h —含水层的水位标高（m）；

K —渗透系数（m/d）；

K_n —边界面法向方向的渗透系数（m/d）；

S —自由面以下含水层储水系数；

μ —潜水含水层在潜水面上的重力给水度；

ε —含水层的源汇项（1/d）；

p —潜水面的蒸发和降水等（1/d）；

h_0 —含水层的初始水位分布（m）；

Γ_0 —渗流区域的上边界，即地下水的自由表面；

Γ_1 —渗流区域的水位边界；

Γ_2 —渗流区域的流量边界；

\vec{n} —边界面的法线方向；

$q(x, y, z, t)$ —定义为二类边界的单宽流量（m²/d.m），流入为正，流出为负，隔水边界为 0。

上述公式为三维地下水流数学模型的一般表达式。在模拟区数值模型

中，没有混合边界。

4.1.2 模拟期及初始条件设置

初始水位以 2009 年 7 月统测的动态观测孔观测水位为基础，对矿区东部山区进行外推概化，然后按照内插法和外推法得到潜水含水层的初始流场（图 5-3）。

流量边界的水力梯度，依据矿区地下水动态监测资料，按时段分别赋值。大气降水入渗补给、蒸发排泄源汇项依据 XXXX 县气象服务站提供的观测资料，不同参数分区不同时段分别计算赋值。各项均换算成相应分区上的强度，然后分配到相应单元格。

图 5-3 2009 年 7 月 1 日潜水等水位线图

4.2 模拟软件选择及模拟区剖分

本次模拟采用 Waterloo 公司开发的三维地下水流及污染物运移模拟软件 Visaul ModFZlow4.2 来模拟地下水流过程。本次模拟从垂向上仅分为六层，分别为上部潜水含水层（第一含水层）、中等风化凝灰岩裂隙弱透水层、弱风化凝灰岩隔水层、58 号矿脉及围岩裂隙含水层、凝灰岩隔水层、105 号矿脉及围岩裂隙含水层。

地下水流模拟是为了评价地下水资源量的变化状况，并预测未开采矿过程中涌水疏干对该地区地下水位的影响。为进一步模拟矿渣渗滤液和废水对地下水造成的污染，研究其污染物迁移规律，在水流模拟模型的基础上建立地下水质模拟模型。本次地下水数值模拟的目的是在地下水流场模拟的基础上预测矿坑持续涌水对地下水系统的影响和矿渣渗滤液、污废水对下游地下水水质的影响。模拟区单元网格剖分按网格间距为 50m，进行并对 XXXX 矿段详查区进行了 52m 间隔的加密，共剖分 75×45 个网格，剖分结果如图 5-4 至 5-6 所示。

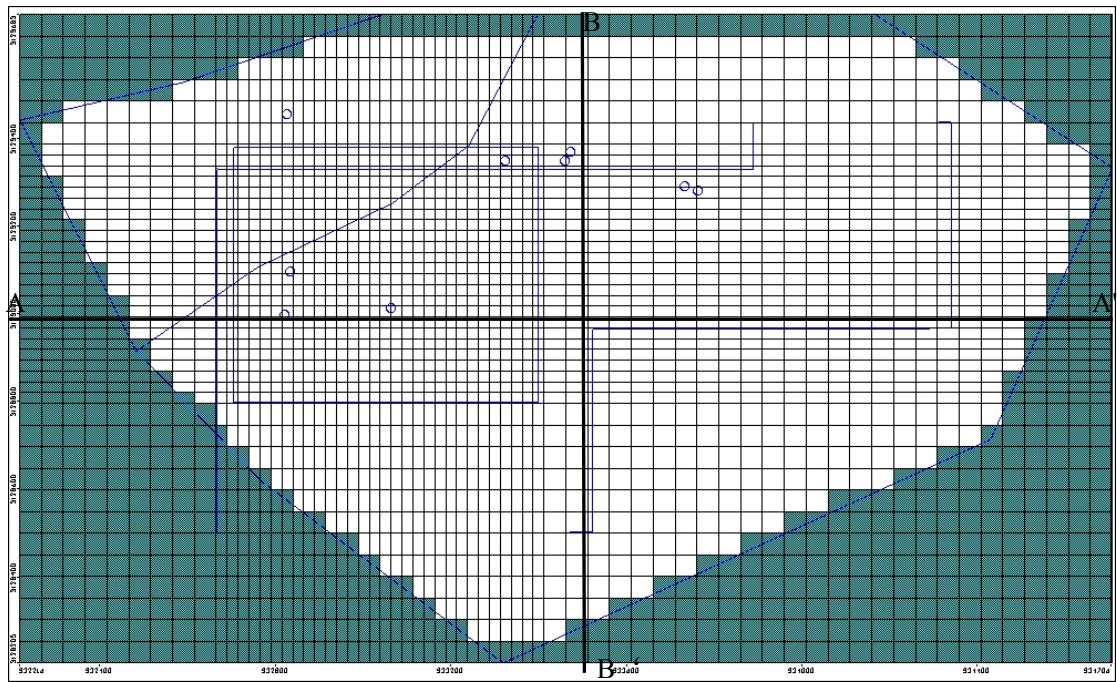


图 5-4 模拟区网格剖分图

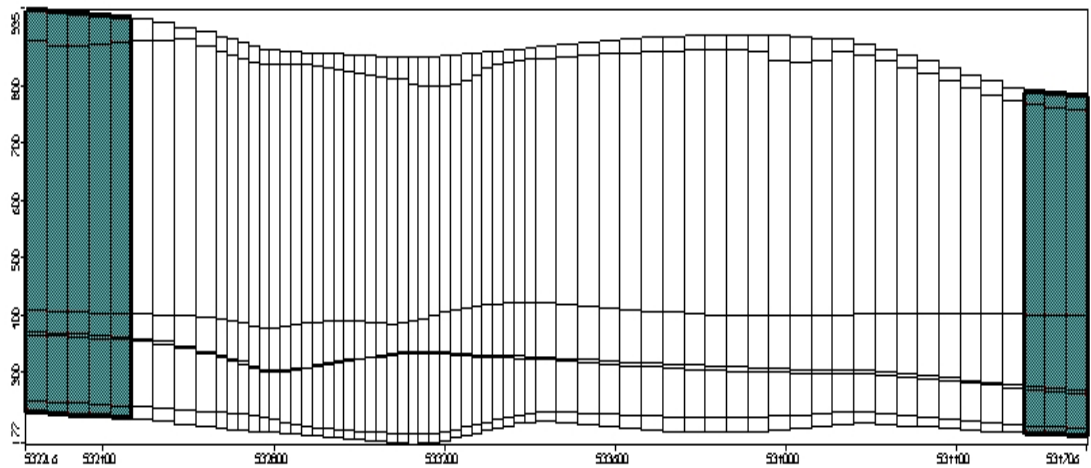
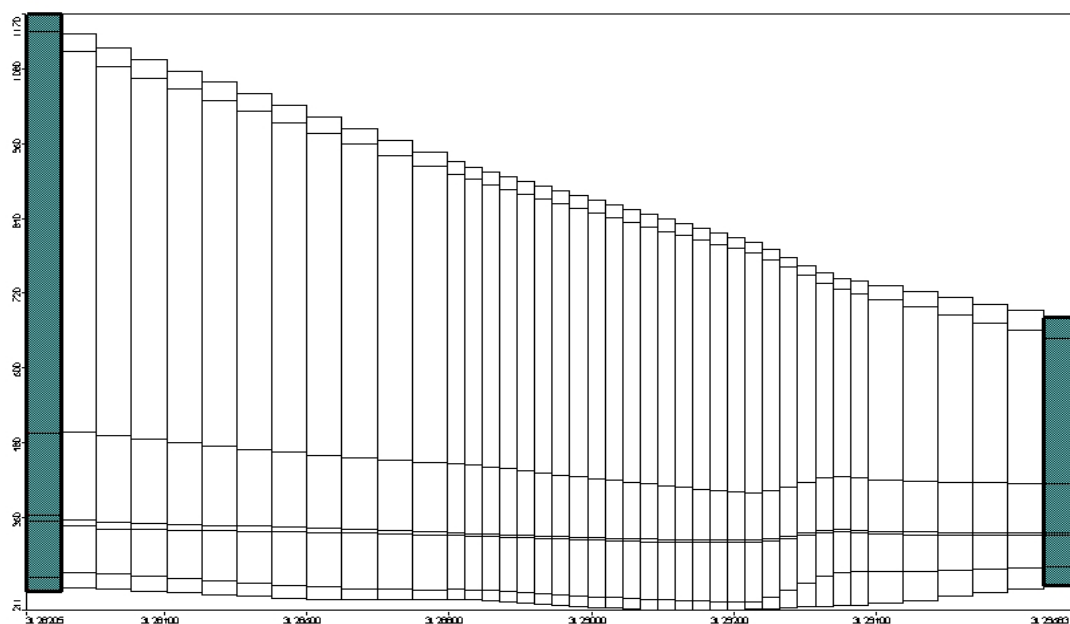


图 5-5 模拟区 A-A' 剖面垂向剖分图

B'



4.3 模型的识别与验证

模型的识别与验证过程是整个模拟中极为重要的一步工作，通常要在反复修改参数和调整某些源汇项基础上才能达到较为理想的拟合结果。此模型的识别与检验过程采用的方法称为试估—校正法，属于反求参数的间接方法之一。

运行计算程序,可得到这种水文地质概念模型在给定水文地质参数和各均衡项条件下的地下水位时空分布,通过拟合同时期的流场和长观孔的历时曲线,识别水文地质参数、边界值和其它均衡项,使建立的模型更加符合模拟区的水文地质条件。

模型的识别和验证主要遵循以下原则：①模拟的地下水流场要与实际地下水流场基本一致，即要求地下水模拟等值线与实测地下水位等值线形状相似；②模拟地下水的动态过程要与实测的动态过程基本相似，即要求模拟与实际地下水位过程线形状相似；③从均衡的角度出发，模拟的地下水均衡变化与实际要基本相符；④识别的水文地质参数要符合实际水文地质条件。根据以上四个原则，对模拟区地下水系统进行了识别和验证。通过反复调整参数和均衡量，识别水文地质条件，确定了模型结构、参数和均衡要素。

模拟时期为 2009 年 7 月到 2010 年 7 月, 以 2009 年 7 月到 2010 年 1

月作为模型识别期、2010 年 1 月到 2010 年 7 月作为模型验证期，每个时间段内包括若干时间步长，时间步长为模型自动控制，严格控制每次迭代的误差。

潜水含水层的水位过程线见图 5-7、图 5-8；潜水含水层的模拟流场与实际流场对比见图 5-9 和图 5-10。

动态拟合结果表明，各观测点在各个时段的计算水位与观测水位拟合程度较好，拟合差小于 0.6m，反应了模型在水位随时间变化模拟比较准确。

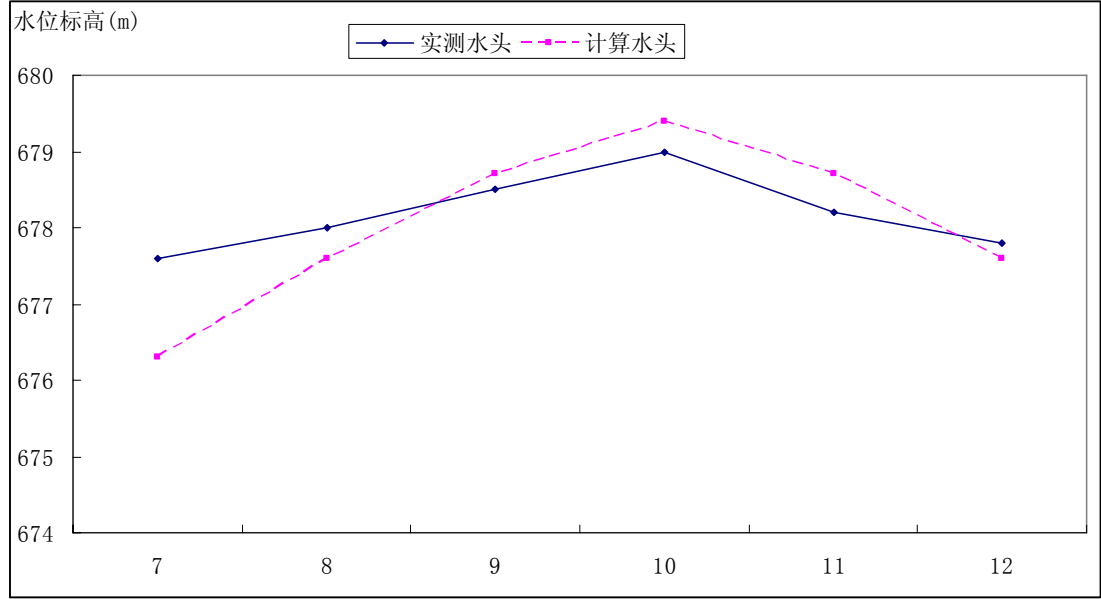


图 5-7 选定观测孔 2009 年 7 月至 2010 年 1 月水位拟合过程图

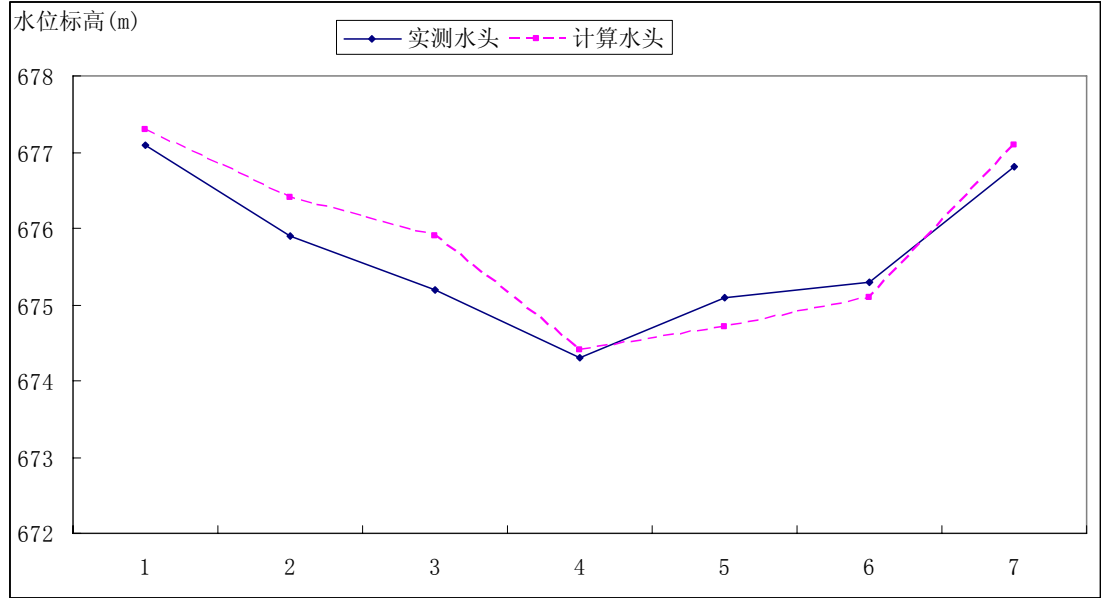


图 5-8 选定观测孔 2010 年 1 月至 2011 年 7 月水位拟合过程图

图 5-9 2010 年 1 潜水含水层流场拟合图

图 5-10 2010 年 7 月潜水含水层流场拟合图

上述结果可见，所建立的模拟模型基本达到模型精度要求，符合水文地质条件，基本反映了地下水系统的水力特征，可利用模型进行地下水位预报。

通过模型识别验证，得出模拟区地下水系统水量均衡结果见表 5-4。由表可以看出，模拟区在模拟期内的水量补排基本平衡。

表 5-4 模拟期潜水含水层均衡表 单位：m³

均衡要素	补给量(×10 ⁴ m ³)				均衡要素	排泄量(×10 ⁴ m ³)			
	人工计算	模型识别	误差	百分比(%)		人工计算	模型识别	误差	百分比(%)
降雨入渗	131.73	145.5	13.77	10.45	蒸发排泄	52.12	47.83	-4.29	-8.23
侧向补给	1.68	2.52	0.39	20.97	河流排泄	74.14	79.46	5.32	7.17
/	/	/	/	/	泉排泄	6.72	7.34	0.62	9.23
总量	133.59	147.75	14.16	10.60	总量	132.98	134.63	2.35	1.24

4.4 地下水流场预测

根据前文对矿段中对矿坑涌水量计算可知，XXXX矿段预测的矿坑涌水量分别以各层标高段计算，本模型中对预测值分别针对模型隔层进行了赋值，总预测涌水量以 1722.59m³/d记。并以上述识别和验证的模型为基础，系统分析了拟建工程区 2009 年 7 月至 2011 年 7 月大气降雨量和蒸发量的规律特征，在对模型进行动态赋值的基础上，进行了模拟区地下水流场的预测，预测时间从 2011 年 7 月到 2020 年 7 月，分别预测了潜水含水层和 58 号矿段地下水流场图，结果如图 5-11 图 5-12 所示。

图 5-11 2020 年 7 月模拟区潜水预测流场图

图 5-12 2020 年 7 月模拟区 58 矿段预测流场图

根据以上预测结果，至 2020 年 7 月，模型区潜水含水层地下水位变

化较小，流场形态基本无变化，但是深层钼矿开采层段的地下水由于持续的涌水量疏干，在岩脉附近形成不对称的地下水降落漏斗区。

第六章 矿区地下水水质模拟预测

本次地下水污染模拟过程未考虑污染物在含水层中的吸附、挥发、生物化学反应，模型中各项参数予以保守性考虑。这样选择的理由是：

①从保守性角度考虑，假设污染质在运移中不与含水层介质发生反应，可以被认为是保守型污染质，只按保守型污染质来计算，即只考虑运移过程中的对流、弥散作用。

②有机污染物在地下水中的运移非常复杂，影响因素除对流、弥散作用以外，还存在物理、化学、微生物等作用，这些作用常常会使污染浓度衰减。目前国际上对这些作用参数的准确获取还存在着困难。

③在国际上有很多用保守型污染物作为模拟因子的环境质量评价的成功实例，保守型考虑符合工程设计的思想。

1 溶质运移数学模型

地下水中溶质运移的数学模型可表示为：

其中：
$$n_e \frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i} (n D_{ij} \frac{\partial C}{\partial x_j}) - \frac{\partial}{\partial x_i} (n C V_i) \pm C' W$$

$$D_{ij} = \alpha_{ijmn} \frac{V_m V_n}{|v|}$$

α_{ijmn} -- 含水层的弥散度；

V_m , V_n — 分别为 m 和 n 方向上的速度分量；

$|v|$ — 速度模；

C — 模拟污染质的浓度；

n_e — 有效孔隙度；

C' — 模拟污染质的源汇浓度；

W — 源汇单位面积上的通量；

V_i — 渗流速度；

C' — 源汇的污染质浓度；

联合求解水流方程和溶质运移方程即可获得污染物空间分布关系。

污染运移模型的参数设定主要是以野外试验为参考，由于存在“尺度效应”，因而借鉴前人室内物理模拟试验结果，根据国内外有关弥散系数选择的文献报导，结合本项目区水文地质条件特征，对污染物运移弥散参数进行识别。

2 地下水污染预测情景设定

根据本项目采矿特点，本项目主要外排污水分别为矿坑涌水和矿石淋溶水两种类型，矿坑污水和矿渣淋溶水中主要污染离子均为总溶解固体和 Mo 离子（详见表 6-1），考虑到重金属离子的敏感性，本次模拟主要针对 Mo 离子进行。

表 6-1 XXXX 矿区主要污水排放量及各离子浓度统计表

污 染 物			产生量	排放量	处理方式及排放去向
矿井涌水	水量(m ³ /a)		202600	202600	沉淀+砂滤处理处理达标后通过当地山溪汇入XXXX-XXX
	SS	浓度(mg/L)	200	80	
		负荷(t/a)	40.53	16.21	
	Mo	浓度(mg/L)	5.48	2.74	
		负荷(t/a)	1.11	0.56	
矿石淋溶水	水量(m ³ /a)		2868	2868	沉淀+砂滤处理处理达标后通过当地山溪汇入XXXX-XXX
	SS	浓度(mg/L)	200	80	
		负荷(t/a)	0.58	0.23	
	Mo	浓度(mg/L)	5.48	2.74	
		负荷(t/a)	0.016	0.008	

为了较好的分析各种污水中离子对矿区地下水的污染。本次模拟针对矿井涌水和矿石淋溶水中的 Mo 离子分别采用水处理后和未处理直接排放两种情景进行预测，预测 20 年后矿区地下水中 Mo 离子的浓度值。

综合参照《地下水环境质量标准》(GB/T14848-93)和《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)，以及《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)等水质标准，考虑各类污染物的检出下限值参照常规仪器检测下限。拟采用污染物检出下限及其水质标准限值见表 6-2。

表 6-2 拟采用污染物检出下限及其水质标准限值

模拟预测因子	检出下限值 (mg/L)	标准限值 (mg/L)
COD	2.0	3.0

3 地下水污染预测

3.1 矿井涌水渗漏地下水污染预测

3.1.1 未经水处理直接排放情景预测

本项目钼矿矿坑涌水量 202600m³/a，按照矿区包气带岩性的相关经验值，取渠渗入渗系数为 0.2 计算，年入渗量为 40520m³，但是考虑到本地

区属于低山丘陵地区，地表径流较为发育，矿坑涌水排除后，污染物浓度会随着水流逐渐被稀释。因此，模型对污染源的赋值采用线状污染处理，特征污染物为Mo离子，污染物出硐口浓度为 5.48mg/L，预测 5 年、10 年、20 年矿区Mo离子浓度分布情况分别见图 6-1 至图 6-3。

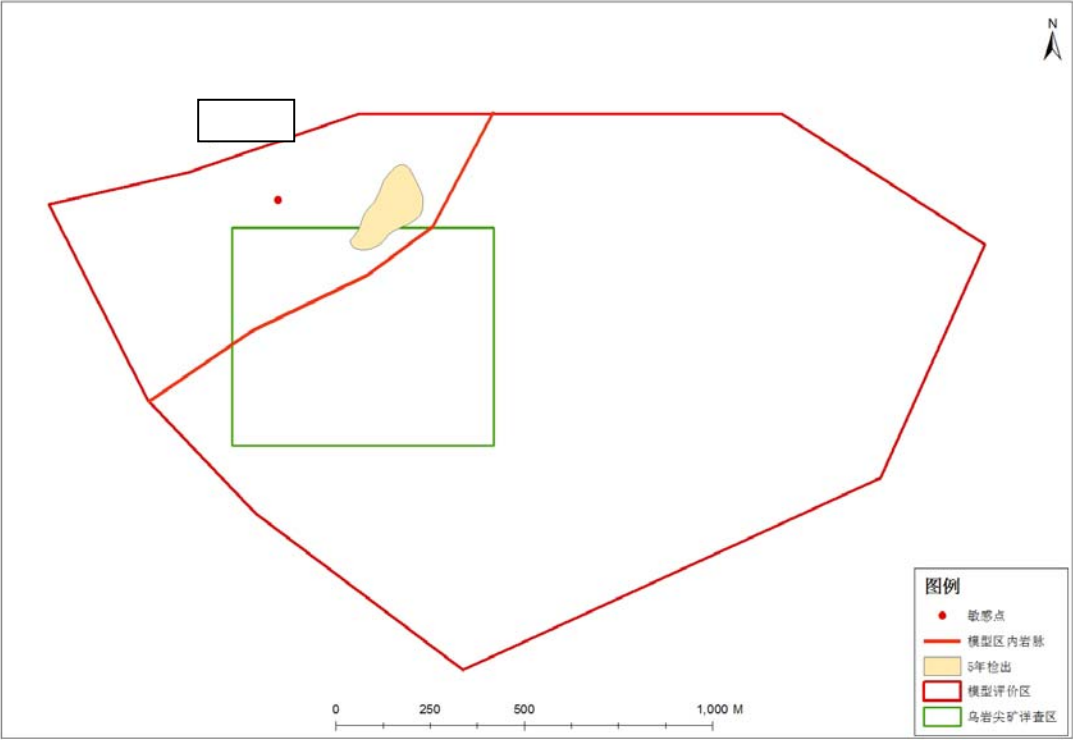


图 6-1 未处理矿坑涌水直接排放地下水污染潜水含水层预测图（5 年）

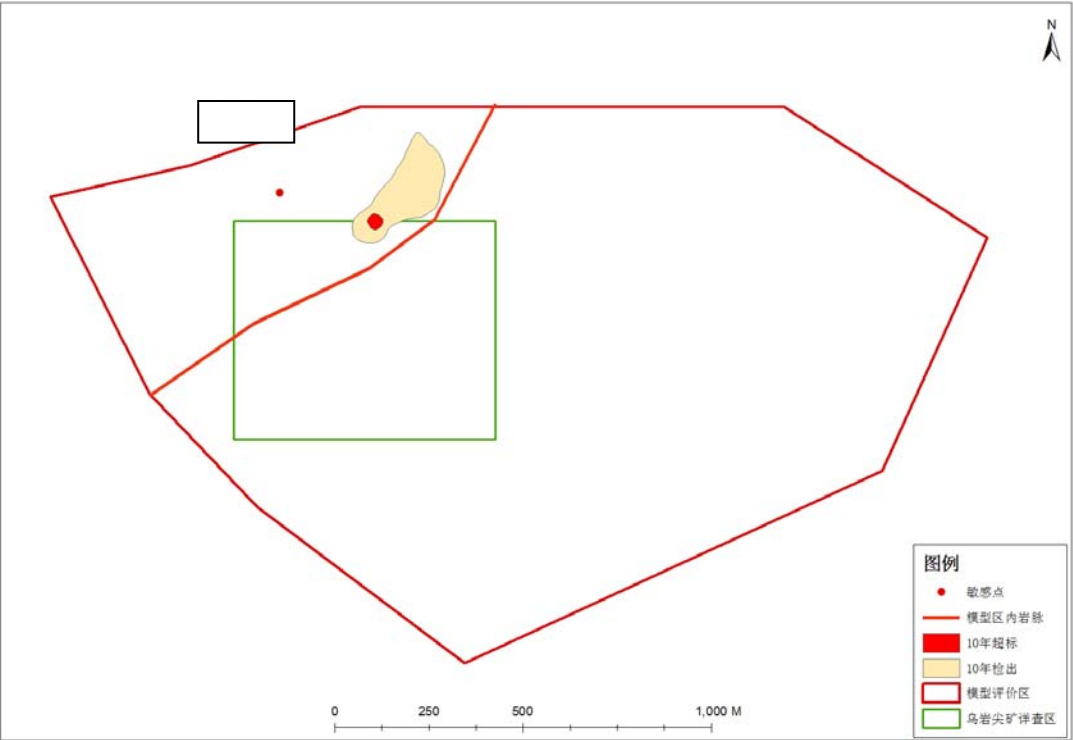


图 6-2 未处理矿坑涌水直接排放地下水污染潜水含水层预测图（10 年）

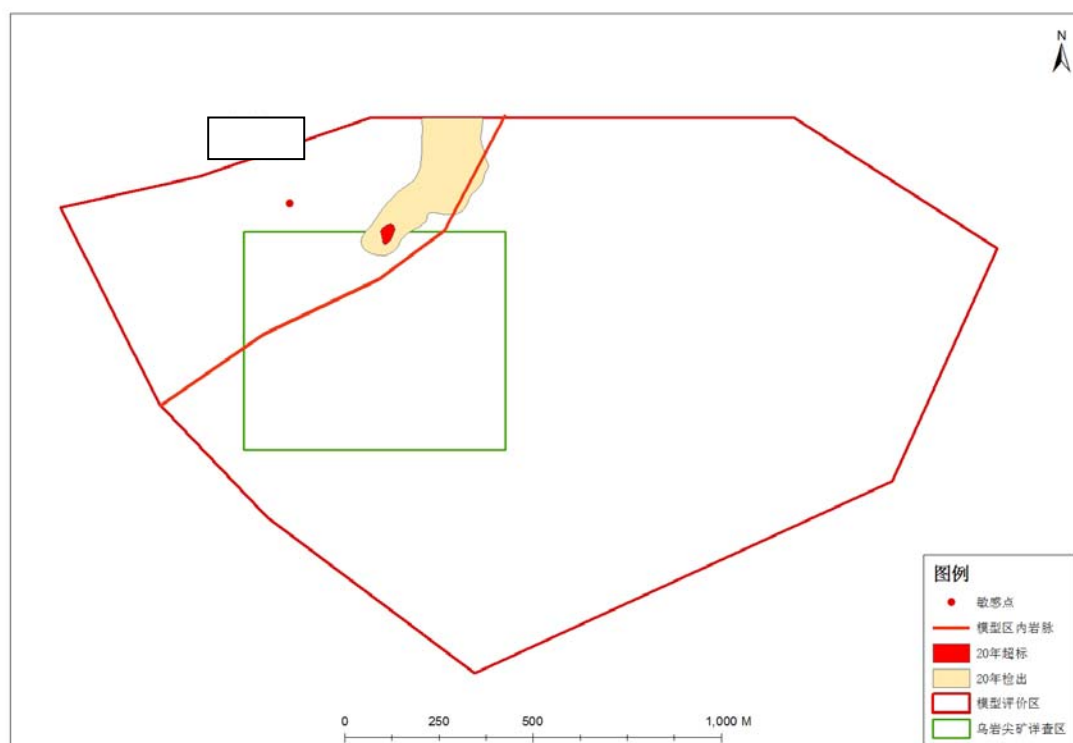


图 6-3 未处理矿坑涌水直接排放地下水污染潜水含水层预测图（20 年）

根据以上预测结果，统计典型年份污染晕检出范围、超标范围于最大运移距离，并汇总如表 6-3。

表 6-3 未处理矿坑涌水直接排放潜水污染预测结果表

污染年限（年）	检出范围（m ² ）	超标范围（m ² ）	最大运移距离（m）
5	22582	0	522
10	34456	1309	323
20	54334	1415	469

由于矿坑涌水排放入尾矿库，随XXXX下游河流向下排泄，因此在河流下游模型区边界设置观测孔（图 6-4），根据模型预测结果，该处Mo离子浓度呈上升趋势，但是至第 12 年到达 $5.5 \times 10^{-13} \text{mg/L}$ 的最高浓度后开始有所下降，直至 2020 年污染物浓度仅为 $2.28 \times 10^{-13} \text{mg/L}$ ，远远小于检出浓度下限。

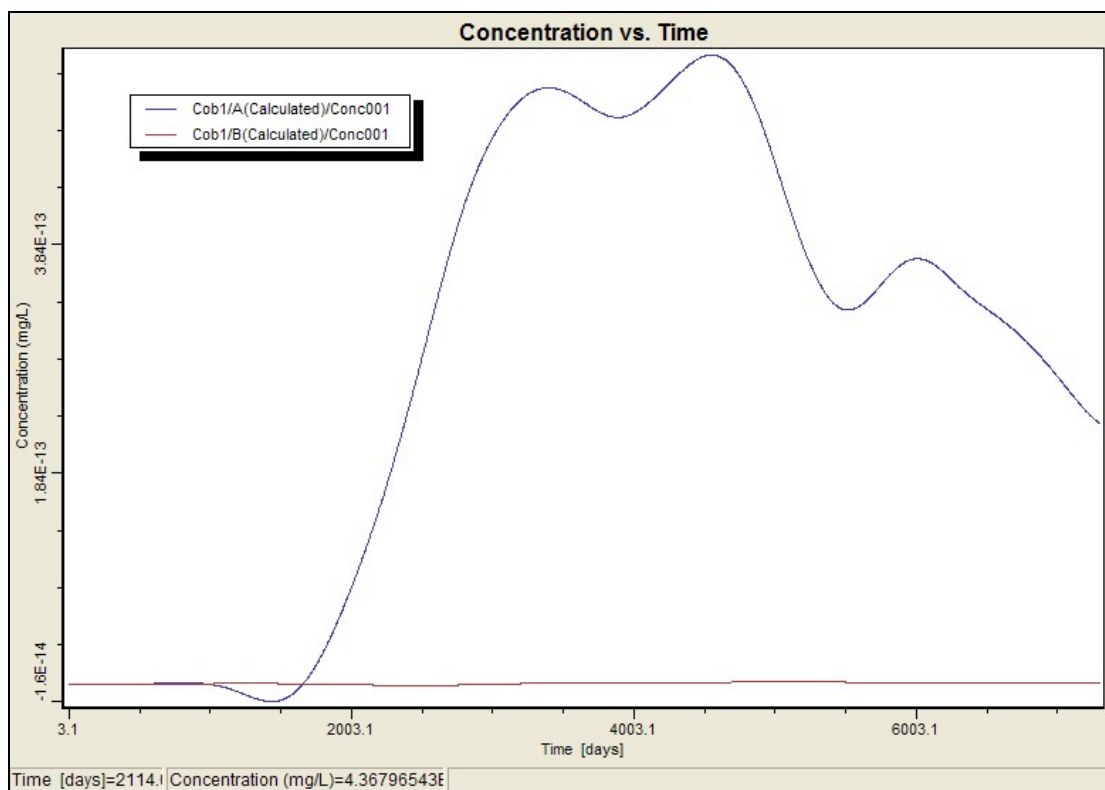


图 6-4 未处理的矿坑涌水引起下游模型区边界观测孔地下水污染浓度变化图

3.1.2 经水处理后再排放情景预测

(1) 按照 50%的处理率处理后排放

经处理后排放的污染物浓度下降为 2.74mg/L (处理率 50%)，经预测模型边界观测井中的污染物浓度变化趋势与未经处理直接排放的趋势一致，其高峰浓度值也仅为 $1.99 \times 10^{-13}\text{mg/L}$ (图 6-5)，远小于 Mo 离子检出浓度下限值。

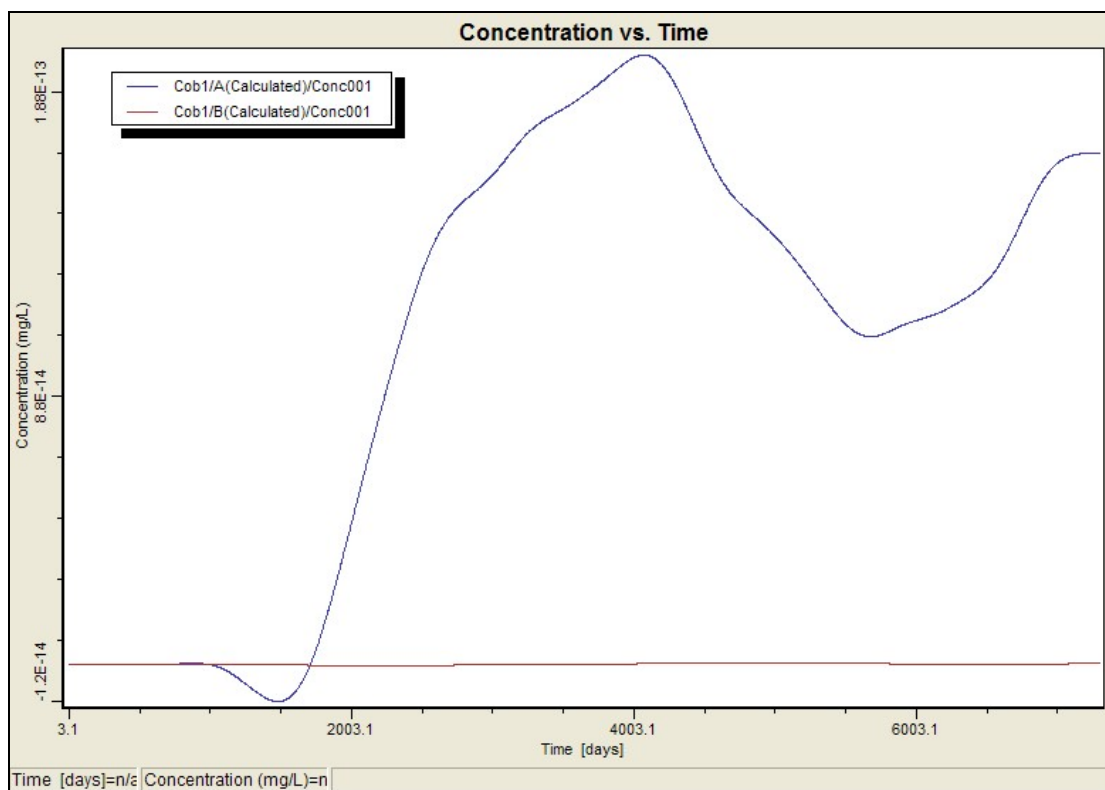


图 6-5 经 50%处理后的矿坑涌水引起 XXXX 观测孔地下水污染浓度变化图
模拟至 20 年末，区内污染物有检出，检出范围可达 22626m²，但未发现有超标现象（图 6-6）。

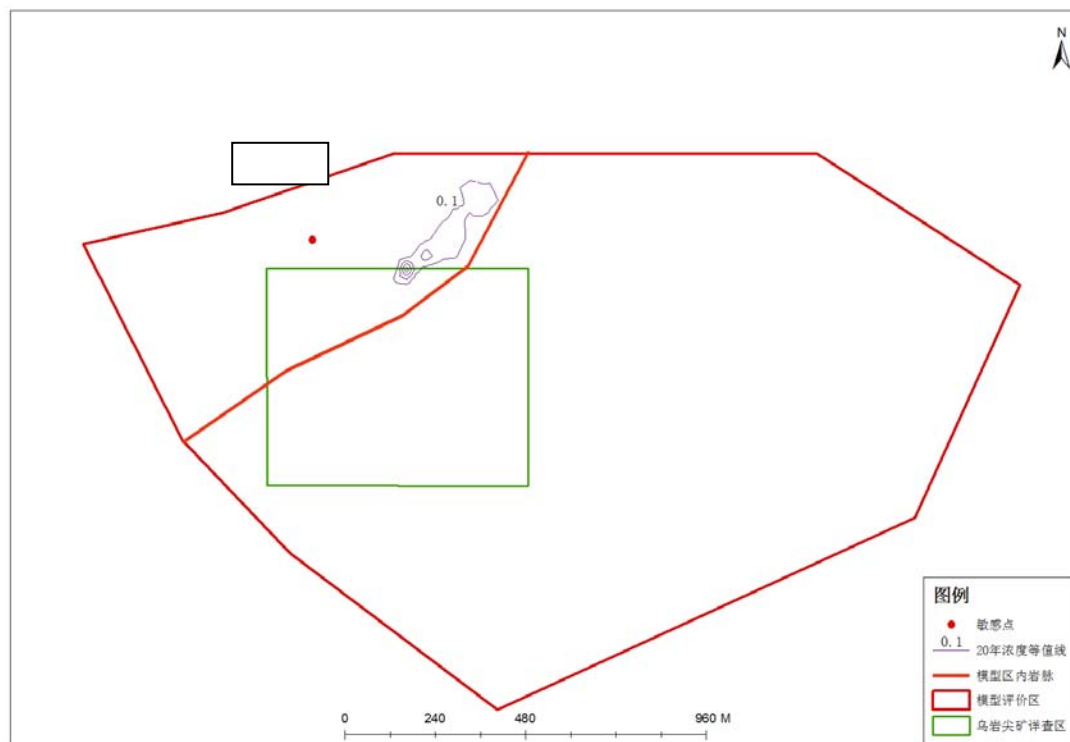


图 6-5 矿坑涌水排水经处理（50%）后 Mo 离子浓度等值线图（20 年）

（2）按照 90%的处理率处理后排放

按处理率 50%处理后排放的污染物浓度下降为 0.55mg/L，经预测模型边界观测井中的污染物浓度变化趋势与未经处理直接排放的趋势一致，其高峰浓度值也仅为 7.79×10^{-14} mg/L mg/L（图 6-7），远小于Mo离子检出浓度下限值。

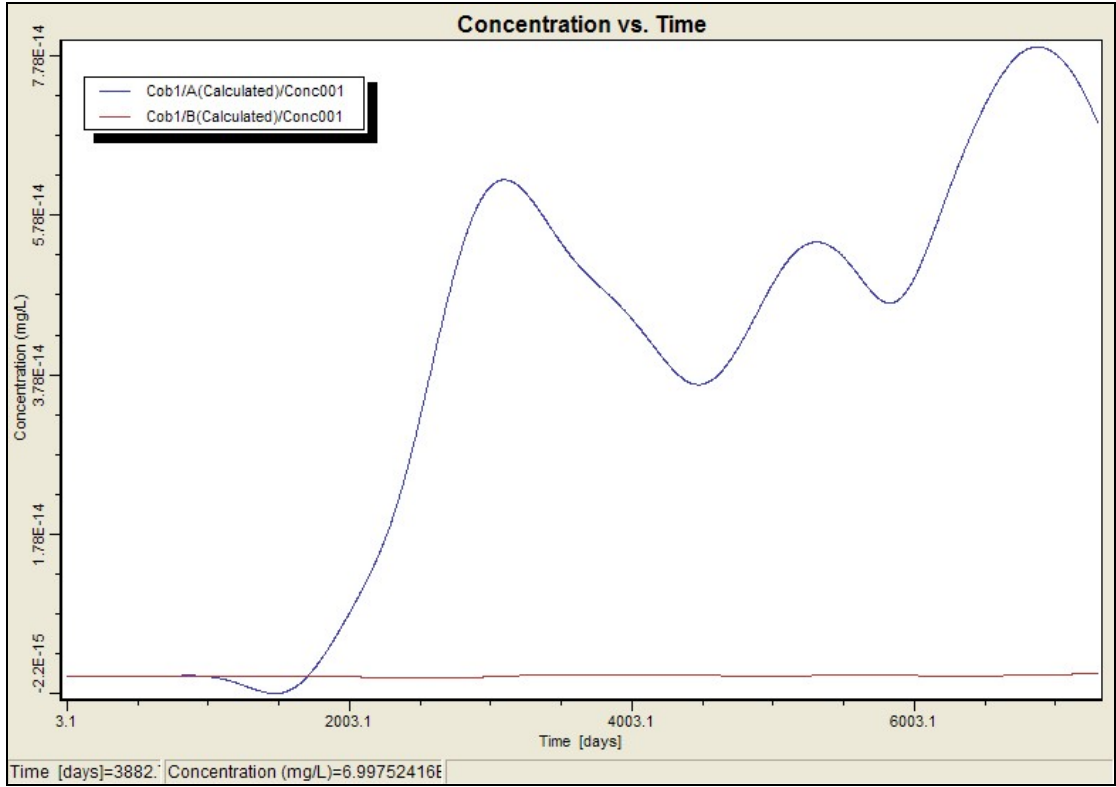


图 6-5 经 90%处理后的矿坑涌水引起 XXXX 观测孔地下水污染浓度变化图
模拟至 20 年末，区内污染物无超标无检出，中心区最高浓度仅为 0.07mg/L（图 6-8）。

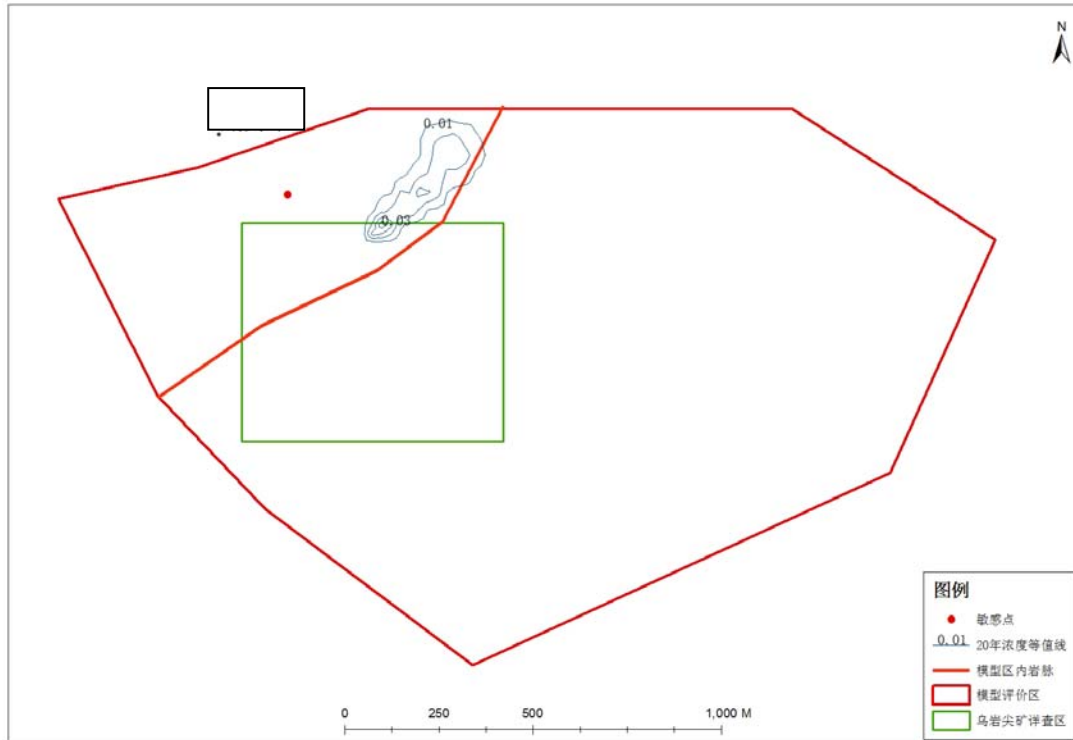


图 6-8 矿坑涌水排水经处理（90%）后 Mo 离子浓度等值线图（20 年）

3.2 矿石淋溶水渗入地下水污染预测

3.2.1 未经水处理直接排放情景预测

本项目矿石淋溶水水量 $2868\text{m}^3/\text{a}$ ，按照矿区包气带岩性的相关经验值，取渠渗入渗系数为 0.2 计算，年入渗量为 577.2m^3 ，特征污染物为 Mo 离子，污染物浓度为 5.48mg/L ，预测 5 年、10 年、20 年矿区 Mo 离子浓度分布情况分别见图 6-9 至图 6-11。

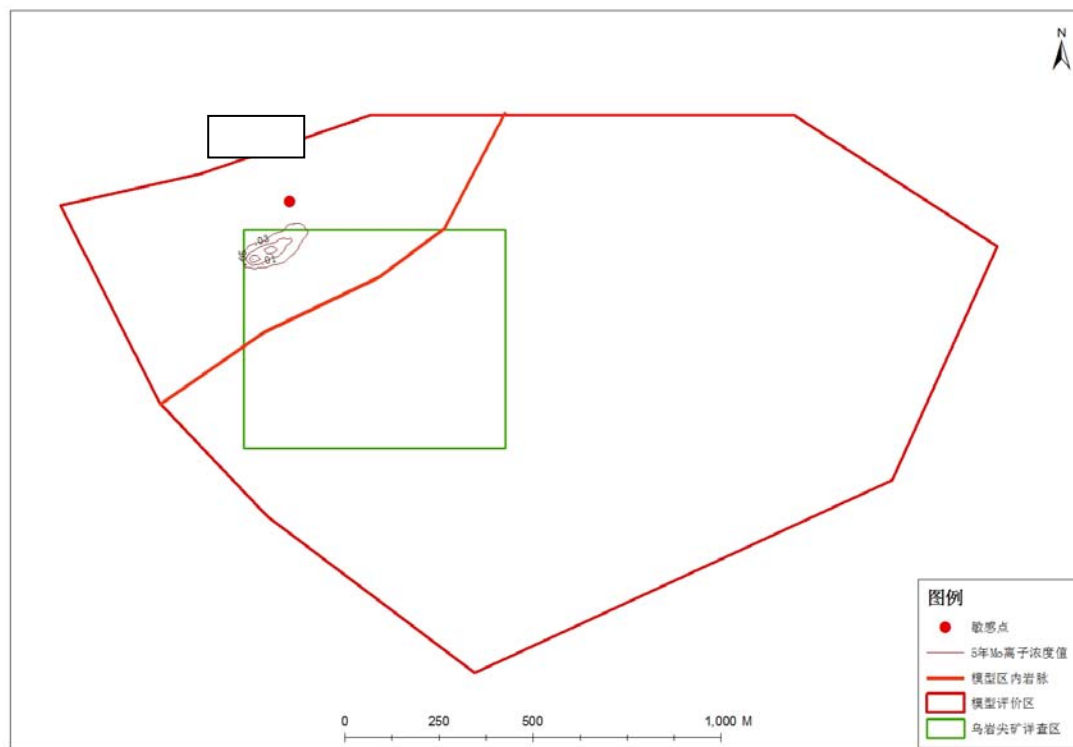


图 6-9 矿石淋溶水未处理直接排放污染地下水污染潜水含水层预测图（5 年）

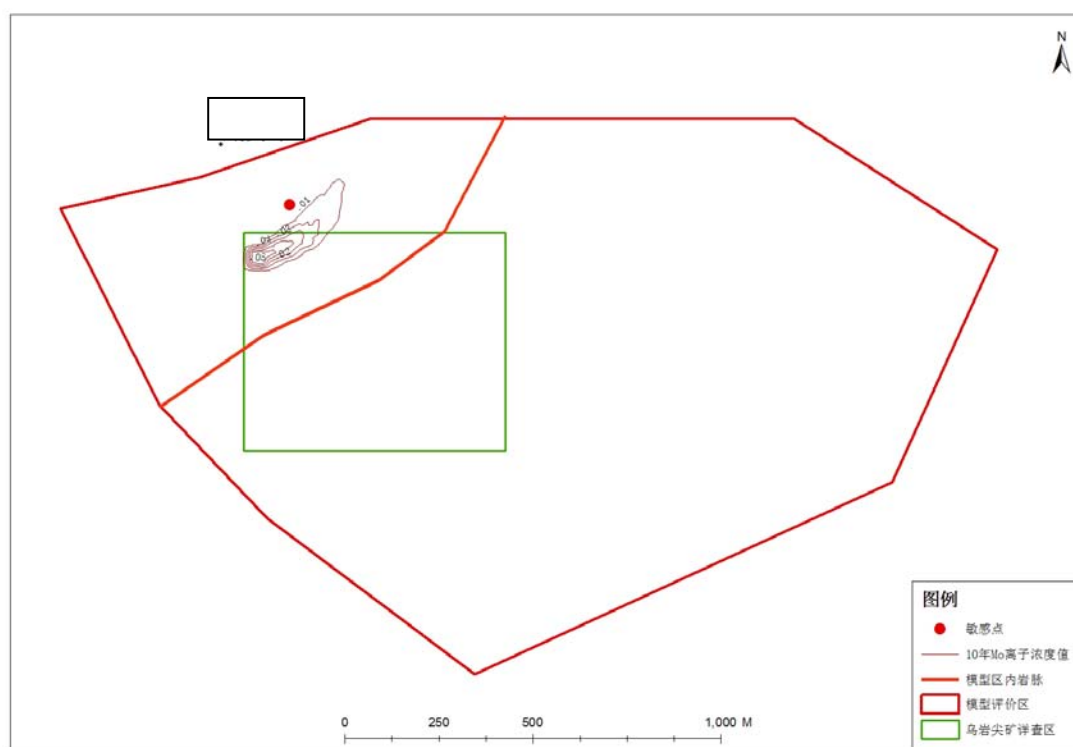


图 6-10 矿石淋溶水未处理直接排放污染地下水污染潜水含水层预测图（10 年）

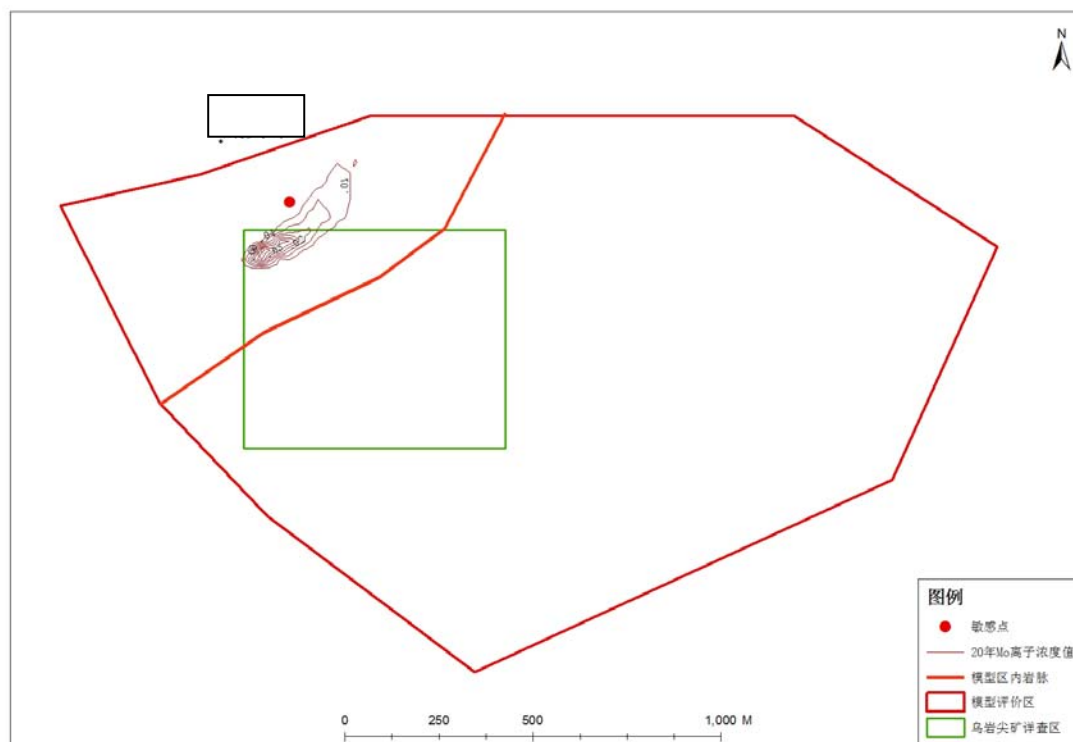


图 6-11 矿石淋溶水未处理直接排放污染地下水污染潜水含水层预测图（20 年）

根据设于矿区边界 XXXX 附近的观测孔浓度变化曲线(参见图 6-12)，无处理措施条件下，潜水含水层污染物浓度呈震荡上升趋势，至第 13 年上升至最高浓度约为 0.004mg/L，尚未达到检出底限。

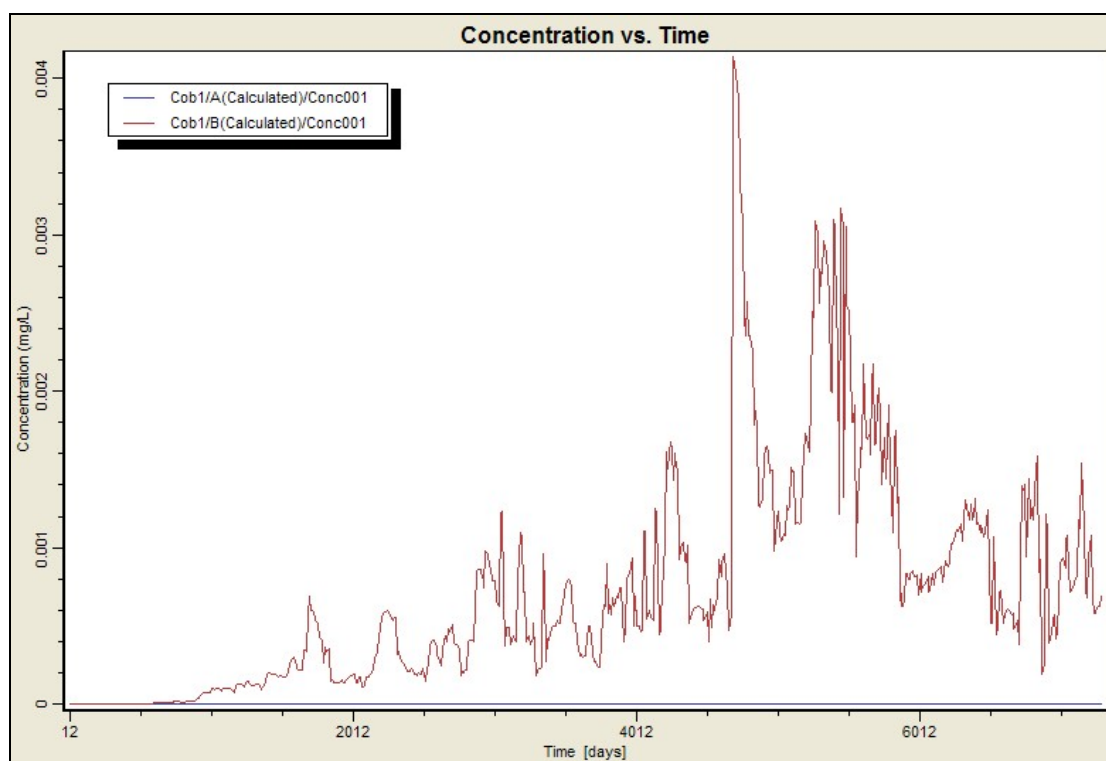


图 6-12 未经处理的矿石淋溶水引起 XXXX 观测孔地下水污染浓度变化图

3.2.2 经水处理后再排放情景预测

经处理后排放的污染物浓度下降为 2.74mg/L，经预测 XXXX 观测井中的污染物浓度变化趋势与未经处理直接排放的趋势一致，但是高峰浓度值仅为 0.0019mg/L（图 6-13），小于 Mo 离子检出浓度下限值。

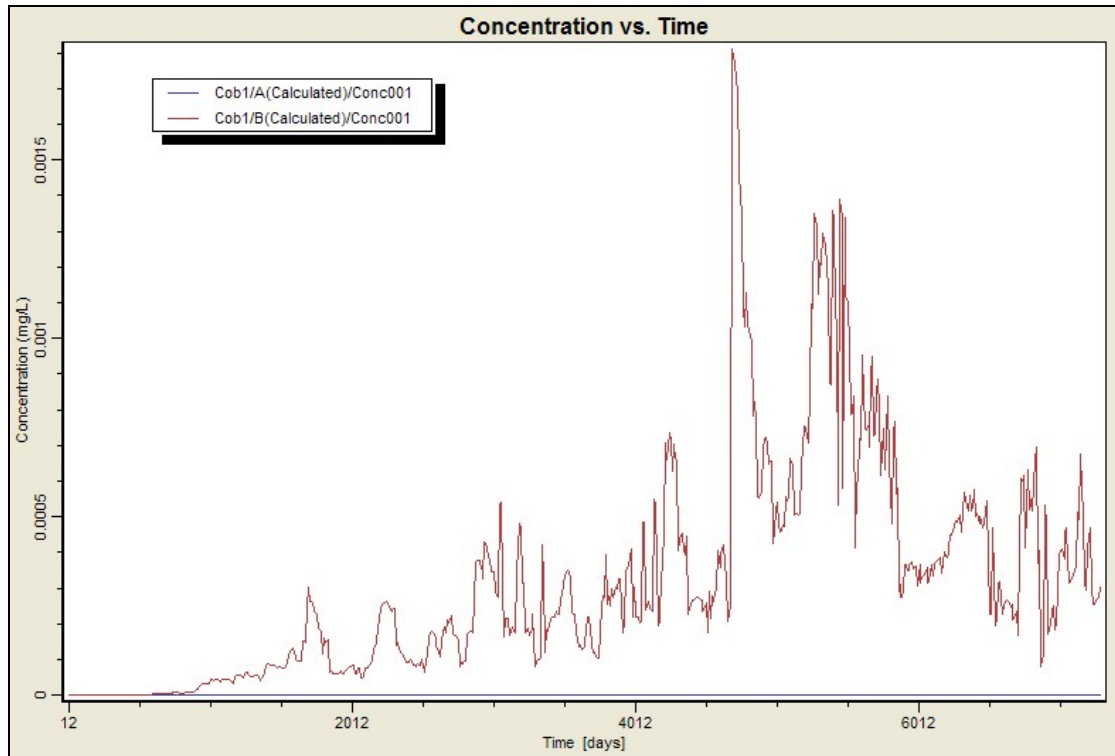


图 6-13 经处理后的矿石淋溶水引起 XXXX 观测孔地下水污染浓度变化图

4 地下水污染预测评价

根据以上预测结果，总结本次模拟的主要成果如下：

（1）矿坑涌水直接排放导致 20 年后模拟区地下水 Mo 离子检出范围 54334m²，超标范围 1514 m²，最远迁移距离 469m。但是由于矿坑涌水排放的位置位于 XXXX 东偏南山坡上，因此对 XXXX 地下水没有影响。而 20 年后下游边界地下水 Mo 离子浓度仅为 2.28×10^{-13} mg/L，远低于检出下限。

（2）矿坑涌水进行污水处理后污染物浓度降低，按处理率 50% 预测，至模型运算 20 年末，未引起地下水造成超标区域，但是其检出区域也达到了 22626m²；按处理率 90% 预测，中心区最高浓度仅为 0.07mg/L，未能达到检出下限，且这两种情况对 XXXX 地下水不会产生污染。

（3）由于矿石淋溶水排放量较小，无论是未经处理直接排放还是处理后在排放，均为对矿区地下水造成重大污染。

(4) 由此可见，矿坑涌水量排放造成的污染要大于矿石淋滤水造成的影响，这是由污染物排放量和该地区水文地质条件特征共同决定的。

第八章 结论与建议

1 结论

1.1 地下水评价工作等级

依据矿区的包气带防污性能、含水层易污染特征、地下水敏感程度和项目污水排放量、污水水质复杂程度、地下水降落漏斗和环境地质问题等指标综合判定，地下水环境影响评价工作等级为二级。

1.2 水文地质条件综述

矿区位于 XXXX 县山区丘陵地带，地层出露以晚侏罗世上统西山头组凝灰岩为主，区内地质构造较为发育，并发育北东向和北西向一组相互垂直的岩脉，在 XXXX 矿段内构成天然的隔水屏障。

区内地下水主要发育层间裂隙水，中间发育脉状裂隙，在部分层段沟通上下含水层。但是本钼矿开采层段处于地下埋深 300m 以下，裂隙发育较弱，因此含水层富水性较差。项目分别采用了比拟法和集水廊道法对矿段各层矿坑涌水量进行了预测，预测结果均显示上层涌水量大于下层，故采矿时需做好防止上层地下水向下层渗漏的防护工作。

1.3 地下水涌水量影响

为了评价矿坑涌水量排水对矿区地下水系统的影响，本项目综合分析了该地区水文地质条件基础，并建立地下水流数值模拟模型，预测持续 20 年的矿坑排水在 XXXX 矿段采矿层西北岩脉附近形成了一个非对称的地下水降落漏斗区，而对上层潜水含水层地下水影响较小，基本不影响其地下水流场形态。

1.4 地下水水质污染影响

在地下水水流模拟模型的上，建立了地下水溶质迁移模型，分别针对未处理和处理后排放的矿坑涌水、生活污水、矿石淋溶水对矿区地下水水质的影响进行了预测。预测结果表明矿区开采污水排放对 XXXX 地下水系统影响较弱。尽管如此，矿坑涌水未经处理排放对矿区地下水造成的 Mo 离子超标区域达到 158340 m^2 ，生活污水未经处理直接排放对地下水造成的 COD_{Cr} 超标范围 41593 m^2 ，并且随着时间迁移超标范围仍在扩大，迁移距离向下游增大。而地下水污染并不像地表水那样能够较快迁移，一旦污染将长期对当地地下水造成污染，因此对矿区污水做好处理后再排放是十分有必要的。

2 建议

(1) 建议在矿区建立地下水位监测系统，对矿区地下水进行分层监测，以便及时掌握矿区各层地下水水位，并分析其相互的补给关系，及时制定相应的对策。

(2) 对矿坑涌水等污水进行污水处理后排放，尽可能降低污水中的浓度，以减轻对地下水的污染。