

焦家断裂带上朱郭李家矿区 地质环境现状与趋势分析

刘乐军

(山东省第六地质矿产勘查院, 山东 威海 265400)

摘要:位于焦家断裂成矿带上的朱郭李家矿山建设规模为大型, 矿区地质环境条件较为复杂, 矿山开采对矿山地质环境的影响主要是对土地、植被资源以及地下含水层的破坏。借鉴周边同类生产矿山对成矿带区域地质环境的影响, 对朱郭李家矿区地质环境现状和发展趋势进行了分析研究, 为投产后的朱郭李家矿区, 乃至焦家断裂成矿带区域地质环境地质保护与治理提供依据。

关键词:焦家断裂; 地质环境现状; 发展趋势; 保护与治理; 朱郭李家矿山; 山东莱州

中图分类号: S75

文献标识码: B

山东省莱州市朱郭李家矿山建设规模为大型, 面积 1.9219 km², 拟开采矿体位于马塘金矿体深部, 埋藏深度 -284 ~ 990 m 标高^[1-21]^①, 矿石为易碎易选矿石, 设计开采矿体标高 -284 ~ 990 m, 地下开采方法为: 中深孔落矿上向水平分段胶结充填采矿法、上向水平分层尾砂充填采矿法和上向进路尾砂胶结充填采矿法。充填料来自选矿厂分级尾砂, 采用分级尾砂充填, 选矿厂产出的全尾砂泵送至充填站砂仓, 经旋流器分级脱泥, 粗尾砂落入砂仓用于充填, 溢流返回选厂浓缩机浓缩后泵送至尾矿库。为了减少废石的提升费用, 应尽量将掘进废石回填到采场内, 尽量减少废石出坑。

1 研究背景

焦家断裂成矿带上的采矿活动已有几十年, 自南向北分布着寺庄、焦家、新城等大型矿山, 矿山地质环境受到了一定程度影响, 矿山地质环境保护工作愈发受到人们的关注。山东省莱州市朱郭李家金矿床位于该成矿带上, 建设规模为大型矿山, 鉴于其矿区地质环境条件较复杂, 以及周边在生产矿山开采对成矿带区域地质环境的影响和破坏, 即将作为该带一个新生矿山形成之前, 根据调查收集的相关

资料对地质环境现状做肤浅分析, 为关注焦家断裂带矿山地质环境的同仁提供参考。

2 地质环境现状

矿区内主要分布有金城镇南吕村, 朱桥镇朱郭李家村和大冢坡村, 人口分别为 1 000 人、700 人和 600 人; 分布有二级公路及工业广场内的重要建筑物; 评估区远离各级自然保护区与旅游景点区, 位于城市规划区以外; 无重要水源地; 区内土地属于工业规划用地。

2.1 地形地貌与自然景观

区域地形东高西低、南高北低, 向西北倾斜, 地面标高为 11.40 ~ 108.80 m, 最高点在矿区东南部, 地面标高 108.80 m, 最低点在矿区西部的大沙岭一带地面标高 11.40 m。区域的东、东南及东北部是以剥蚀作用为主的丘陵区, 分布面积约 12 km², 矿区的西、南、北部为山前冲积平原, 分布面积约 24 km², 地形相对较平缓。地面标高 11.40 ~ 56.50 m, 坡降一般小于 3×10^{-3} 。矿区位于中部的山前冲积平原区, 地势平坦, 地面标高一般在 13.60 ~ 26.30 m。

收稿日期: 2014-04-21; 修订日期: 2014-07-03; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 刘乐军(1965—), 山东栖霞人, 工程师, 主要从事矿区水工环调查研究及地质灾害调查评估工作; E-mail: 836415315@qq.com。

^①高书剑, 姜红利, 山东省莱州市朱郭李家矿区金矿详查报告, 2009年。

矿区内没有大的工程建设,原始地形未有大的改变,地貌景观没有明显破坏。

2.2 地下水

地质环境系统中的水环境,主要讨论水圈与岩石圈相交的地下水^[3],是评价不可缺少的部分。

2.2.1 第四系孔隙水含水层

主要位于焦家断裂带西部,由朱桥河、滚龙河冲积物、冲洪积物为代表的沉积地层组成。厚度一般在2.9~40 m,平均大致在21 m左右,主要由含砾中粗砂、含砾亚粘土、砂砾层等组成,渗透系数一般在0.5~2.0 m/d,部分地区尤其有古河道通过的地段底部有0.5~1.0 m的砂砾层,透水性很好,渗透系数5~40 m/d,是下伏基岩风化含水层接受大气降水补给的通道。该层地下水受采矿活动影响水量减少,影响程度较下盘相对较小,干旱年份部分含水层干枯(如2008—2010年),雨量丰沛的年份地下水位又有所回升(如2011—2013年)。

在焦家断裂带上进行采矿活动开始之前(约20世纪70年代以前),断裂带东侧有几处泉水出露,采矿活动开始之后,泉水随之断流,附近水井的水位持续大幅下降,造成部分农灌水井报废,矿山附近含水层已干枯多年。

其中,红布-马塘段地下水位下降几米至上百米,根据焦家金矿工业区内施工的勘查钻孔资料,地下水位埋深已达350 m。

采矿活动开始以来,地下水水质逐年变差。下盘地下水水质变差与水量减少呈正相关,地下水位、水量受影响小的地段水质变化小,水质较好,反之变化大,水质差。由浅入深水水质由好变差,主要表现在 Cl^- 离子含量高,矿化度高。

2.2.2 基岩风化裂隙水含水层

位于第四系之下,分布在整个矿区范围内。岩性由控矿主断裂上盘的变辉长岩及西北角的二长花岗岩组成。盖层厚度4~28 m,含水层厚度一般20~45 m,局部风化强烈达70~80 m,岩石以裂隙方式储水。该层受影响程度同第四系孔隙水含水层。

G206国道以东焦家-马塘地段基岩风化裂隙水含水层大多已经干枯,其他受影响地段地下水位下降4~12 m。水化学指标也随着受影响程度增大水质变差,主要表现在 Cl^- 离子含量高,矿化度增高。

2.2.3 上盘(极)弱富水含水层

位于焦家主干断裂的上盘,中间隔水带之上。

由变辉长岩、变辉长岩质碎裂岩、绢英岩化花岗岩等组成。从主裂面向西厚度逐渐增加,目前已控制的厚度1400余米,岩层含极弱构造裂隙水,在邻近的焦家矿区、朱郭李家矿区测井资料中也证实了这一点,该层的透水性、富水性随裂隙发育程度有较大的变化,富水性不均匀是其显著特点。岩层的地质年代久远,经历了多次构造变动,裂隙比较发育,但多为扭性、压扭性裂隙,连通性较差。该含水层与上覆基岩风化带中等富水含水层呈过渡关系,其地下水水位埋深也与上覆含水层相同,属潜水,水位埋深18~25 m,地下水主要接受风化裂隙含水层的补给。前几年连续干旱气候条件和矿山排水降低东部补给区地下水位,上盘含水层地下水得不到应有的补充,地下水位连年下降。矿山开采过程中破坏了主裂面附近隔水层后即发生泄漏,与泄漏区连通的导水裂隙可以将几百米甚至几千米远的地下水传导过来,以至于上盘含水层受到影响,水位观测显示出带状降落漏斗,主要沿NW向张性断裂形成。

2.2.4 下盘(极)弱富水含水层

在矿区的东部呈SN向条带状分布。由黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩、黄铁绢英岩化花岗岩、绢英岩化花岗岩等组成。含水带多被第四系无水岩层覆盖,盖层厚4~28 m,含水带沿中间隔水带的黄铁绢英岩化碎裂岩底部分布,厚度变化较大,一般22.28~305.05 m,平均163.38 m。水平及垂向延伸与焦家主断裂面基本一致,深度大于1000 m,岩石距主裂面较近,构造裂隙发育,多为扭性及压扭性结构面,透水性导水性较差,单位涌水量小于 $0.01 \text{ L/S} \cdot \text{m}$,渗透系数 $0.002 \sim 0.05 \text{ m/d}$,属弱富水含水带。矿体主要位于焦家断裂带下盘,采矿工程多布置在这里。多年天气干旱,长期多矿坑排水导致下盘地下水位明显下降,水量减少。随着采矿深度的增加,下盘地下水水质趋差,根据焦家金矿井下涌水点水质分析结果, Cl^- 离子含量高达 8.5 g/L ,矿化度 14.1 g/L 。

2.3 地质灾害

矿业活动改变了岩石圈的应力结构,引发的各种次生地质灾害,该区突出问题为地面塌陷和地裂缝^[4]。

(1) 矿区周边地质灾害类型与现状

焦家断裂带附近矿山密布,自北向南依次有新城金矿、河西金矿、红布金矿、焦家金矿、马塘金矿二

采区、寺庄金矿等。焦家断裂大致是东部丘陵与西部滨海平原交界线,以东的丘陵低缓,坡度小于 10° 。区内以往未有发生过崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害,也没有地面沉降记录,焦家成矿带内发生过几处地面塌陷、地裂缝等地质灾害。

新城金矿附近的新城村东,206国道西侧曾发生过局部地面沉降,造成几户百姓房屋、院墙开裂,原因是早期采矿开挖的巷道,埋藏浅,部分未被及时充填,天长日久发生采空塌陷。事情发生后,山东黄金集团新城金矿及时组织勘察,对塌陷区采取了空区灌注充填、陷区填土压实等治理措施,效果良好。

红布矿区办公楼附近发生采空塌陷,塌陷区呈近似方形,长、宽各30 m左右。经填土压实,地表覆盖混凝土地面后完成治理,塌陷原因为早期浅部采矿形成的采空区局部没有充实所致。

马塘金矿二采区1999年3月18日突发塌陷,并伴生少量地裂缝,塌陷面积约 800 m^2 ,造成2间工棚及其内6人陷入身亡;文三公路35 m长路面出现裂缝而中断交通,附近围墙墙体开裂。

(2) 矿区内地质灾害类型与现状

矿区地势平坦,地面标高一般在 $+19.44 \sim +25.20\text{ m}$,坡度一般小于 3×10^{-3} ,通过实地调查,区内地形虽然有起伏,但坡度小,没有陡峭的岩土体、渣子山、人工切坡等,没有露天采矿,不具备产生崩塌地质环境条件。

矿区内地形坡度小,没有陡峭的岩土体和较大规模人工切坡等,没有可以产生滑坡的软弱结构面,不具备产生滑坡的地质环境条件。因此,滑坡地质灾害危险性小。

工业生活区内地形坡度小,山坡上没有大量堆积物,形成泥(渣)石流的物质条件不足,冲沟为汇集降水和将降水排出矿区的通道,区内分布少数冲沟,但坡缓沟浅而短,冲沟内没有大量松散的堆积物,自然条件下不具备产生泥(渣)石流的地质环境条件。所以,工业生活区泥渣石流地质灾害危险性小。

矿区岩性以新元古代震旦期玲珑超单元花岗岩及变辉长岩为主,可溶岩不发育,不具备岩溶塌陷条件。

矿区紧邻焦家断裂带,断裂构造发育,受浅部采矿活动影响,采空区充填不及时或不符合要求,断层两盘的岩体在局部地区可能重新活动,地表可能沿

断裂带发育地裂缝;另外,在采空塌陷发生的过程中,塌陷的边缘地段易伴生地裂缝。

矿区内第四系厚度小,为正常固结土且为不含水或中等偏弱富水含水岩层,因此,区内不具备发生地面沉降的地质环境条件。

综上所述,矿区内不具备发生滑坡、泥石流、地面沉降条件,局部具备采空地面塌陷和地裂缝发生的条件。

3 地质环境未来发展趋势

3.1 地质灾害

矿山主要采用地下开采,在开采过程中随着开采范围扩大,开采深度将不断扩展,开采力度不断加大,地下采空区容易引起上覆岩层失去平衡而发生移动或变形,有可能诱发地面塌陷及伴生地裂缝地质灾害^[5]。矿区内不具备发生滑坡、泥石流、地面沉降条件,采矿活动也不足以引发崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降等地质灾害,因此,确定将采空地面塌陷及伴生地裂缝定为该次地质灾害的危险性灾种加以分析。

根据矿体的空间分布特征、矿山开采方法及开拓系统,类比同类矿山数据,选择上盘岩石移动角为 75° ,下盘岩石移动角为 75° ,矿体侧翼岩石移动角 75° ,按最大开采深度 -990 m 与矿山基础储量范围确定采空区外延形成封闭曲线。

矿床开采形成的采空区会对矿区岩体稳定性产生一定影响。位于主裂面之下的I号矿体分布连续,厚度较大,水平倾向延伸较远,开采时会形成大面积的采空区,顶板岩石会不断崩落,形成一定的冒落带及导水裂隙带,冒落带及导水裂隙带影响半径计算公式为:

$$\text{影响半径: } r = H / \text{tg}\beta$$

式中: r —地表影响半径(m); H —II号矿体最大开采深度(m),最大开采深度为 $(990 + 23)\text{ m}$; β —移动角($^\circ$),根据开发利用方案,此值取 75° 。

经计算: $r = 1013 / \text{tg}75^\circ = 271\text{ m}$,因此,划定矿体资源量外围 271 m 范围内为地面塌陷可能影响范围。

根据计算结果,主要矿体开采后可能出现采空塌陷影响范围(图1),由于采矿边界的约束,大致呈不规则的南北长方形,采矿权登记区东南角部分处

于焦家断裂带以东则不受本次开采影响。

冒落带高度计算公式： $H_c = (4 \sim 5)M$

导水裂隙带高度计算公式：

$$H_f = \frac{100M}{2.4n + 2.1} + 11.2$$

式中： M —累计采厚，根据详查报告，共圈定4个矿体，厚度分别为10.95 m, 3.43 m, 3.30 m, 1.99 m，累计采厚为19.67； n —矿体层数。

经计算，冒落带高度 H_c 为 78.68 ~ 98.35 m，导水裂隙带高度 H_f 为 179.32 m，导水裂隙带远远小于最高开采中段（-284 m）至地表距离，且矿山采用充填法开采，其冒落带会更小。冒落带及导水裂隙带距地面较远，顶板中又无明显与主带倾向相反的软弱面，由此推断采空区一般不会引起岩体较大移动变形。

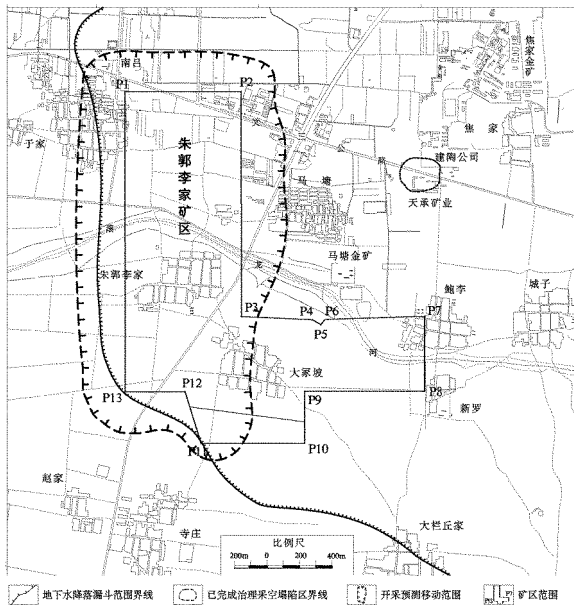


图1 采空塌陷可能影响范围图

3.2 地下水含水层

(1) 对地下水位水量的影响

矿床开采过程中的矿坑排水，根据开发利用方案论述，预测矿区深部巷道正常涌水量 6 887 m³/d，最大涌水量 9 347.8 m³/d，直接充水水源为下盘弱富水含水层。由于矿坑疏干排水，会对矿区内的地下水环境产生一定的影响。

上盘含水带中一般只施工竖井，预测裸壁涌水量 285.82 m³/d，施工时间较短，且经严密的护壁，护壁后预测涌水量 16.91 m³/d，地下水位、水量受矿床开采的影响较小。采矿工程主要分布在下盘弱

富水含水层中，下盘含水带中有张性的导水裂隙分布，沿主裂面走向上有较好的导水性，但地下水的补给条件较差，其矿坑中心地段将很快被疏干，然后向四周逐渐延伸。

目前，焦家、寺庄金矿矿坑排水，水量较稳定（表1），已造成下盘含水层水位下降，该矿山与焦家金矿、寺庄金矿开采同一矿体，只是深度有差别，主要开采主裂面以下的矿体，受中间隔水带的阻隔，下盘含水层与上盘含水层、基岩风化裂隙含水层及第四系含水层无明显水力联系，下盘含水层水位的降低不会引起上盘含水层水位的大幅度下降，只会局部范围降低下盘含水层的地下水位减少下盘含水层水量，直接影响周围金矿的矿坑涌水量，对生产生活用水影响较小。

表1 附近矿山排水量

矿山名称	开采深度/ m	正常涌水 量(m ³ /d)	备注
焦家金矿	-390	3250	含充填水 350m ³ /d
寺庄金矿	-400	4500	最大 6470m ³ /d

未来矿山开采过程中，矿坑直接充水水源为下盘弱富水含水层，含水层厚度较大，但透水性较差，连通性差，中间受隔水带的影响，与上盘弱富水含水层及基岩风化中等富水含水层联系较少。目前，矿区东部的焦家金矿矿坑排水在下盘弱富水含水层中形成了水位大幅下降区，而上盘弱富水含水层的水位下降很小，只在中段形成小范围的浅降落漏斗，水位降幅最大 10 m 左右，二者水位相差较大，充分说明了二者不发生明显水力联系，也说明目前中间隔水带只遭受轻度破坏，只有中间隔水带遭严重破坏才会发生明显水力联系。故矿坑排水会造成下盘弱富水含水层水位下降，但对上盘含水层的水位影响稍小。

经过多年矿床开采活动，焦家断裂带上已形成了一定范围程度不同的疏干漏斗区，而且影响范围随着开采规模的增大（排水时间延长、开采深度加大），出现增大趋势。该矿开采虽然有防范措施，但对地下水含水层（尤其下盘含水层）的影响不可避免，会一定程度加剧局部地区地下水位下降、含水层水量减少。这种影响在下盘含水层中表现比较强烈，对上盘含水层水量影响表现为侧向补给水量的减少。

(2) 对地下水水质的影响

根据焦家断裂带上部分矿山井下取样分析显示,水质有变差的趋势,因为矿体主要赋存于下盘,所以代表的是下盘地下水水质变化趋势。区域地形东高西低,通常地下水流向与地形大致一致,东部(下盘)地下水补给西部(上盘)地下水。随着焦家断裂带上矿山数量增多,开采区地下水降落漏斗扩大,导致本应向西补给上盘含水层的地下水被采矿排出,自东向西补给量明显减少,上盘得不到应有的补充,水质逐年变差,遇到年降水量大的年份,水质稳定或稍有好转。

3.3 对地形地貌景观的影响

根据以往矿山开采经验,未来矿山开采主要为地下开采,采矿活动不存在剥离山体等工程活动,地表建筑物只有矿山工业场地及主、副竖井。开采加工过程中会产生一定量的尾矿及废石,为避免其对环境造成影响,同时从提高竖井提矿能力考虑,生产组织过程中,井下开采优先采用废石充填,废石做为充填料就地充填在附近的采坑内,尾矿大部分也用于采空区充填,所以,生产过程中不会堆积大量的尾矿与废石,对原生的地形地貌景观的影响和破坏程度较轻。

4 结语

地质环境问题越来越多地被社会关注,成为国

民经济综合发展不可缺少的衡量指标之一。该文仅就一个矿区的地质环境现状及发展趋势作了简要分析,针对性较强。部分观点代表了焦家断裂带地质环境共性,以期对矿山开发者与矿山管理部门有效开展对焦家断裂带附近地质环境保护提供点参考,使这个开采几十年的黄金生产带健康地运转下去。了解矿区地质环境现状和发展趋势,一方面可针对性地完善生产工艺,最大限度地避免或减轻矿山开采对地质环境的影响,有效地预防矿山地质灾害,减少对人们生产、生活的影响;另一方面,呼吁矿山企业认清当前地质环境保护的严峻形势,合理安排保护工作,减少甚至避免对地质环境的破坏,创建绿色矿山,确保矿山经济和环境的可持续发展。

参考文献

- [1] DZ/0223—2011. 矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范[S].
- [2] 国土资源部令第44号. 矿山地质环境保护规定[S].
- [3] 汪留洋,傅荣华,吴亚子,等. “地质环境”与“地质环境评价”[J]. 甘肃水利水电技术, 2013, 49(1): 50-53.
- [4] 徐友宁. 矿山环境地质与地质环境[J]. 西北地质, 2007, 38(1): 108-111.
- [5] 孙广忠. 地质环境评价理论与方法[A]//中国水文地质工程地质勘察院, 环境地质研究论文集[C]. 北京: 地质出版社, 1991, (1): 5-12.

Analysis on Present Condition of Geological Environment and Trend of Zhuguolijia Mine in Jiaojia Fault Zone

LIU Lejun

(No. 6 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Weihai 265400, China)

Abstract: Construction scale of Zhuguolijia in Jiaojia metallogenic fault belt is large, and geological conditions of mining area is complicated. The mining impact of the mine to geological environment is mainly on land, vegetation resources and underground aquifer breakdown. Referring to the surrounding similar production mines in metallogenic belt, regional geological environment and present condition of geological environment of Zhuguolijia mine have been analyzed. It will provide some references for production of Zhuguolijia mine and protection and management of geological environment in Jiaojia fault belt.

Key words: Jiaojia fault belt; geological environment; development trend; protection and management; Zhuguolijia mine