

青海日龙沟矿水文地质及工程地质特征分析

张全贵

青海省有色第三地质勘查院

DOI:10.12238/gmsm.v4i1.991

[摘要] 本文研究分析了日龙沟矿区的含水层的含水性、地下水补给、径流、排泄条件及动态变化水文地质特征,通过矿坑涌水量的预测,矿区岩石的风化特征、断裂构造发育特征、矿体及顶底板岩层的稳定性评价分析,为矿山进一步开采提供参考。

[关键词] 日龙沟矿; 水文地质; 工程地质; 特征

中图分类号: TN959.3 **文献标识码:** A

日龙沟矿区位于青海省兴海县日龙沟及智黑乃海内沟分水岭及南北两侧的高山严寒地带,地表大部多被第四系残破积、洪冲积砂砾、碎石土覆盖,在+4500m以上山势较高部位局部有基岩出露。矿区地形地表起伏较大,地形陡峻,形成高山与侵蚀沟谷之V字形起伏地貌,地势总趋势中部较高,海拔高程一般在+4600m—+4700m,最高+4929m,南北两侧渐低,海拔高程一般在+4300—+4600m,相对高差300—500m。矿区内地表水体,以224线附近的分水岭为界限,向北为日龙沟,向南为智黑乃海内沟小溪流,6—8月一般流量0.26—6.9万m³/d。当地最低侵蚀基准面位于矿区西北部日龙沟与铜峪沟交汇处,标高+3800m,主要工业矿体在当地侵蚀基准面以上。除强风化带外,矿体及顶底板岩体石完整,节理裂隙不太发育,基岩裂隙潜水层含水性微弱,含水层(带)与相对隔水层富水性差异不明显。

日龙沟矿区属于高原山区,气候条件、大气降水较充沛,但很不均匀,地下水除受地层岩性及风化裂隙发育程度制约,加之多年冻土的普遍存在,降水补给地下水受阻,地下水的补给、径流、排泄循环条件缓慢,形成地下水水质稍差于地表水的水质的主要原因。

1 地质特征

日龙沟矿区内矿产以层控型的铜、铅、锌、锡为主,局部有砂金。东部以铜为主,有赛什塘铜矿及已查明的具中型矿床规模铜峪沟铜矿床,西北部以多金属为主,为矿化点,砂金仅有矿化显示。矿区属沉积变质热液改造层控类砂卡岩型锡铜矿床。勘探类型为II类。矿床共分7个矿带,计有矿体38个,主矿体为M_{2-III-3}、M_{4-II-1}矿体,为锡、铜共生矿体。M_{2-III-3}矿体长1360m,沿倾向延伸300m,未封闭,平均厚度3.54m; M_{4-II-1}矿体长480m,沿倾向延伸300m,未封闭,平均真厚度4.25m。矿区水文地质条件简单,为坑采。矿石类型为类砂卡岩型锡、铜、锡铜矿石。

2 水文地质特征

2.1 主要含水层的含水性

根据区域岩性分布结构及含水层的富水性,将区内划分为第四系松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。

①第四系松散岩类孔隙水(I):

矿区第四系地层分布面积较广,坡度较缓、植被发育的地段都有分布,但厚度不大,一般在1.50—2.50m,属季节性含水层,但沿地势较低的日龙沟、智黑乃海内沟第四系厚度较大,一般2.50—6.0m,最大厚度16m左右,其岩性主要为坡积、残积及洪冲积块石碎石土,疏松未胶结。根据地表工程及钻孔揭露,常见厚度为1—6m岩屑砂砾碎石土,由于地处高原多

年冻土带,赋存冻结固态水,夏秋升温季节表层1.1—2.0m融冻,形成表层潜流或局部湿地,泉水流量8.64—86.4L/s,接受大气降水和融冰水补给,排泄于沟谷,汇集成溪流经日龙沟、智黑乃海内沟排出矿区。从日龙沟口观测沟谷水流量为25920—43200m³/d左右。

②基岩裂隙水(II)

主要指埋藏于风化带中的基岩裂隙水,赋存于各类基岩上部风化带内,含水层岩性主要有绿泥石英千枚岩,绢云千枚岩,板岩及变质粉砂岩、大理岩等,组成矿体的主要围岩,风化裂隙发育。风化带深度25—60m。近地表40—60m是多年永冻层分布的部位,此部位风化裂隙水被冻结为固态水,永冻层表层融冻水沿自然坡向下渗,横向补给第四系松散岩类含水层,进而排泄于沟谷。冻结层以下基岩裂隙含水层,由于裂隙发育程度较差,富水性微弱,局部地段具弱承压性。

根据钻孔岩心观察编录,随深度增大,岩石逐趋完整,风化裂隙发育程度也随之由发育到较发育渐变为不发育,含水逐减。

根据ZK11202孔和ZK12002、ZK21702孔等七个钻孔的完整井孔抽水试验,单位涌水量0.00018—0.03284L/s·m,涌水量0.156—2.8375m³/d,渗透系数0.000054—0.000876m/d,水化学类型

SO₄²⁻—Ca²⁺—Mg²⁺型水,矿化度一般小于1.0g/L。

2.2地下水补给、径流、排泄条件及动态变化

矿区普遍存在常年永冻层,其厚度一般在20—50m,夏季融冻深度1.10—2.0m。本区虽然大气降水量在500mm左右,但由于地形坡度较陡峻,永冻层阻隔大气降水的垂直入渗,大气降水基本上呈现地表迳流,汇入沟谷。经日龙沟、智黑乃海内沟流出矿区,但在高程低于+4300米沟谷洼地,仍能得到大气降水局部补给。较高地区则随地温升高得到少量永冻带下部的融冻水的补给,这是地下水补给的另一途径。总之,矿区地下水的补给受冻土层隔离、补给条件差,地下水补给量有限,裂隙构造连通性差,迳流条件不太畅通,地下水以渗流方式由高水位区向低水位区运移,在低洼地段以下降泉汇入沟谷水流,是矿区地下水的主要排泄途径。

矿区地下水的埋深随地势的起伏而变化,一般地下水埋藏深度在24.52—57.22m,地势较高地段地下水埋深更深。地下水流向以矿区地表分水岭为流向分界,总趋势流向分别向南东及向北西运移。在一个水文年内一般6—9月份为丰水期,10月至次年5月为平水期,动水位年变化幅度3.0m左右。

3 矿坑涌水量

3.1矿床充水因素分析

根据钻孔、勘探平巷等资料,近地表受风化作用影响25—40米风化裂隙节性上层滞水,两洞口测的流量1.8—3.2L/d,由于永冻带的隔离,它与深部地下水无水力联系。

矿区内没有大断裂通过,压性、压扭性小断裂较为发育,施工钻孔及平巷中都不不同程度的见到断层破碎带,破碎带组成物以构造角砾岩、摩棱岩、断层泥为主。断层及断层两侧的影响带,细小裂隙网状、枝状发育。沿断裂带局部存在厚度有限的含水带,但富水性较差。矿床

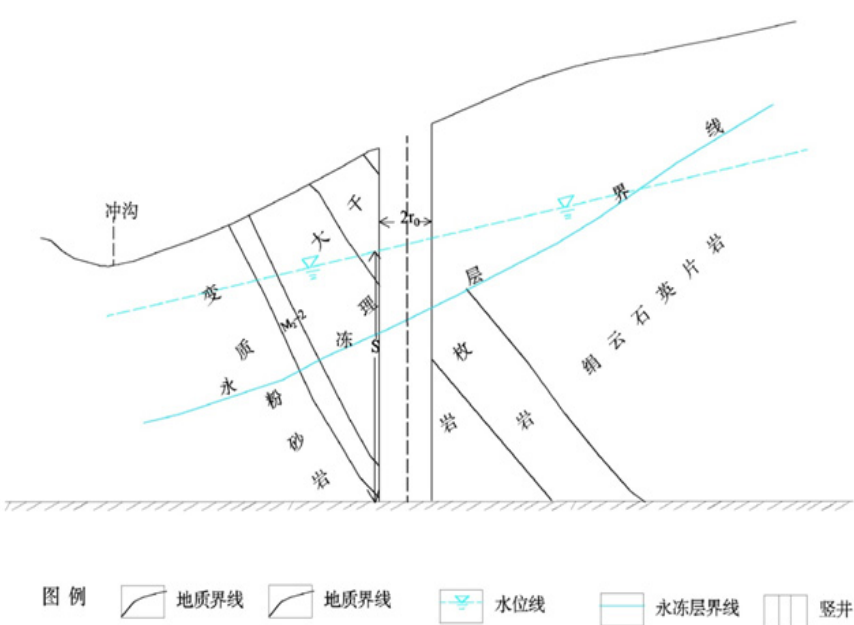


图1 大井法预测涌水量模型示意图

表1 竖井及坑道涌水量预测计算结果表

矿带编号	开采水平	参数值	计算公式	涌水量(m ³ /d)		备注
				竖井	坑道	
M ₂	+4486m	K=0.00075m/d M=4.11m H=4.54mh ₀ =0.5m R ₀ =3.243m r ₀ =2.0m B=1800m S=13.5m	公式(1) $Q=1.366k\frac{M(2H-M)-h^2}{\lg R_0-\lg r_0}$ 公式(2) $Q=Bk\frac{(2S-m)m}{R_0}$	0.096	8.503	公式(1)为竖井,公式(2)为坑道
M ₄	+4643m	K=0.00069m/d M=3.57m H=20.13mh ₀ =0.5m R ₀ =7.234m r ₀ =2.0m B=560m S=20.13m	公式(1) $Q=1.366k\frac{M(2H-M)-h^2}{\lg R_0-\lg r_0}$ 公式(2) $Q=Bk\frac{(2S-m)m}{R_0}$	0.222	6.996	

注:Q—竖井、平巷涌水量(m³/d);K—渗透系数(m/d);M—承压含水层厚度(m);H:承压含水层水头高度(m);h₀—竖井或坑道外缘水位降深剩余值(m);R₀—引用影响半径(m);r₀—竖井半径(m);S—水位降深(m);B—坑道长度(m)

内各种岩性的富水性总体上看没有明显变化。但从趋势看矿区南部M₄矿段矿体顶底板岩性以变质粉砂岩为主。岩矿体富水性稍好,单孔涌水量2.0~2.5m³/d。M₂矿段岩性为大理岩、变质粉砂岩,西北部(132线以西)岩矿体富水性较好(单孔涌水量2.5m³/d)。M₂矿带东南部(132线以南)岩矿体富水性相对较差

(单孔涌水量0.2m³/d)。同时也表明矿区基岩裂隙和溶蚀裂隙潜水含水层富水性没有大的差异。

3.2边界条件

由于矿体是似层状,矿体及顶底围岩为一极弱含水层,没有明显的补给及隔水边界,因此形成无限状态下的弱补给边界条件。首采地段边界进水类型可

概化为大井位于无限弱补给边界中。

3.3 疏干流场的水力特征

该矿区矿体绝大部分为隐伏矿体,赋存于变粒粉砂岩、大理岩中,由于永冻层的发育深度较大,永冻层下部变粒粉砂岩、大理岩等基岩裂隙水具微承压性,为矿床主要充水岩层。矿山开拓初期,矿坑涌水量以消耗静储量为主,地下水从顶及两壁向坑道径流,随着地下水的疏干排出水量逐渐减少,由承压转向无压。

3.4 公式的选择及参数的确定

通过对矿床水文地质边界条件及疏干流场的水力特征分析,故选用承压一无压完整井公式,分别计算 M_2 、 M_4 矿带首采地段第一开采水平,矿床未来开采竖井及坑道的涌水量(图1)。以下按实测涌水量推算既可。根据勘查施工的坑道及控制矿带长度, M_2 矿带首采地段第一开采水平标高+4686m,矿带长1800m, M_4 矿带首采地段第一开采水平标高+4643m,矿带长560m。竖井及坑道涌水量预测计算结果(表1)。

矿坑疏干排水以消耗含水层中的静储量为主,根据施工的坑道水文地质观测结果,推荐 M_2 、 M_4 矿带第一开采水平矿坑涌水量分别为 $8.5\text{m}^3/\text{d}$ 及 $7.0\text{m}^3/\text{d}$ 。由于矿床上部均覆盖有永冻层,矿床充水含水层得不到大气降水的补给,因此无需计算矿坑最大涌水量。

4 工程地质特征

矿区出露地层为浅海相碎屑岩碳酸盐岩建造,主要岩性为变质粉砂岩,绿泥石英千枚岩,绢云母石英片岩,千枚岩,大理岩、斜长角闪片岩及少量分布的砂卡岩,板岩。主矿体($M_{2-III-3}$ 、 M_4 -II-)的顶、底板岩石主要为大理岩,变质粉砂岩,斜长角闪片岩(M_2)矿体倾向北东,倾角 $47^\circ\sim 77^\circ$, (M_4)矿体倾向东,稍偏南,倾角 $60^\circ\sim 75^\circ$ 。

4.1 矿区岩石的风化特征

矿区各类岩石由于岩性特征的不同和岩石抗风化力的差异,其风化程度不

尽相同。矿区各类岩石都不同程度的存在强——中等风化带,岩石的风化程度主要表现特征为地形较高,基岩裸露地段的岩石,风化程度强于被覆盖的地段。组岩粒度较粗的岩石风化程度,强于粒度较细的岩石。断裂裂隙较发育的岩石风化程度强于裂隙不太发育的岩石。岩石纵向风化基本规律是由近地表的较强风化,弱(中等)风化逐步过渡为微风化或新鲜岩石。除此沿构造断裂破碎带,在不同深度,局部存在着带状、囊状与地下水作用有关的囊状风化现象。

根据钻孔岩心编录,近地表岩石普遍分布岩石强风化带,其厚度一般为10—20m,中等风化带埋深15—45m不等,垂直深度35—45m以下逐渐过渡为微风化岩石或新鲜岩石,岩石风化除岩石结构、构造、矿物等自身因素外,断裂构造及节理裂隙的发育程度,规模,是影响岩石风化的另一重要因素,从这个意义上讲,分布较深的带状、囊状风化体都与此有着密切的关系。

强风化带风化裂隙密集发育,岩石较为破碎,钻进过程中孔内常发生掉块,孔壁坍塌等现象,岩芯采取率较低,岩芯多为碎块、碎屑状。井巷勘探工程的进洞附近岩层风化裂隙发育岩性较软弱,有塌方及片帮现象发生,成洞条件及其岩体的稳定性较差,均采取了防护措施。中等风化带岩石不太完整,风化节理裂隙较为发育,岩石多被节理裂隙切割成20—30cm的不规则块体。钻孔岩芯多呈现块状,片柱状或短柱状;钻进中常有采心困难情况,勘探井巷在中等风化带亦见局部岩石发生掉落现象。

4.2 矿体围岩及岩石的物理力学性质

矿区 M_2 矿带和 M_4 矿带是本次矿区工程地质勘查的重点工作地段,这两个矿带的主要围岩为绿泥石英千枚岩,大理岩,条纹状大理岩,变质粉砂岩,绢云母石英千枚岩,斜长角闪片岩等。分别在两个矿带的直接顶,底板岩层,中采

取岩(矿)石物理力学性测试样共23组,岩(矿)石物理力学性质反应了矿体各类顶,底板围岩单轴抗压强度等物理力学性质特征。

矿区 M_2 矿带、矿体主要顶、底板围岩由白色——浅灰白色大理岩,灰——深灰色变质粉砂岩组成。大理岩为矿体的顶板岩石,属区域变质岩层,矿物成分主要为方解石、白云石等,微细粒变晶结构,块状——条纹状构造,岩性致密较坚硬,硬度IV—V级,岩体完整,节理裂隙不发育。钻孔岩芯岩石质量指标RQD值均大于95%,岩石抗压强度29.2—45.5MPa,抗拉强度2.3—4.7MPa。岩体岩层完整,厚度大,强度较高。岩石坚固性较好,属完整块状较坚硬岩体。变质粉砂岩是构成矿体底板的主要岩石。矿物以石英、长石、黑云母为主,变余粉砂质结构,块状——条带状构造,岩性质地致密较坚硬,硬度V—VI级。岩体完整,节理裂隙不发育,岩芯质量指标RQD值大于90%,岩石抗压强度多在44.7—55.4MPa之间,抗拉强度3.8—5.6MPa。岩体岩层完整,厚度较大,致密较坚硬,强度较高,岩石坚固性较好,应属完整块状较坚硬岩体。

矿区 M_4 矿带,顶板围岩主要为基性火山岩的斜长角闪(片)岩,矿物以石英、长石、角闪石为主。粒柱状变晶结构,块状构造,质地致密坚硬,锤击不易碎裂,硬度V1—V2级,节理裂隙不太发育,节理面较平整而粗糙,据钻孔岩芯块度统计,质量指标RQD值大部为75—85%,岩石抗压强度77.60MPa,抗拉强度8.75MPa,岩性致密坚硬,强度高,岩体岩层完整,岩石坚固,属块状完整坚硬岩体。

变质粉砂岩是构成 M_4 矿带底板围岩的主要岩石,其矿物组成结构,构造,岩性特征及岩石的物理力学性质,基本与前述的变质粉砂岩相同或相似,属完整块状较坚硬岩体。

4.3 断裂构造发育特征

矿区断裂及节理裂隙不甚发育,但断裂及节理裂隙不同程度影响岩体的连

接性,局部岩石被切割成20~60cm的块体,影响局部岩体的稳定性,特别是断裂交汇部位,更加剧了岩石的破碎程度,成为矿床不良工程地质因素的潜伏的地段,也是重点防护治理的地段。

4.4 矿体及顶底板岩层的稳定性

矿体及顶底板围岩,岩性为黄铁矿化砂卡岩、大理岩、斜长角闪片岩和变质粉砂岩,这四类岩石在风化带中,节理裂隙在地表节理裂隙随处可见,裂隙间距小于20cm,加之风化裂隙的发育,加剧了岩石的破碎程度,岩石质量指标较低,RQD值小于50%,岩体完整性很差,是稳定性较差的硬质岩体,在此部位施工的矿山工程最可能出现不稳定而引起工程地质问题,需要进行防护重点地段。

风化带以下的上述岩石,节理裂隙明显减少,所见节理裂隙多被方解石细脉充填胶结,钻孔岩芯多为柱状、长柱状,单根岩芯可达2m以上,岩石质量指标均大于90%,在已开掘的2千多米探采平巷中,除硐口及两处有掉落岩块、偏邦和超挖现象外,整体平巷硐体完整、坚固稳定,没有实施支护等防护措施。施工中没有出现坍塌、偏邦、滑落等工程地质问题。

岩体完整稳定,岩石强度较高。综上所述:矿区除风化带,岩石质量较低,岩石完整性和稳定性较差外,风化带以下各类岩石节理裂隙不发育,岩石完整程度较高,稳定性好,属局部地段的工程地质问题,对整体影响不大。

4.5 局部地段的稳定性问题

在矿带及顶底板围岩中,局部见到压-压扭性断裂带,层面接触挤压破碎带。带内岩石破碎,泥质胶结不好。失水后容易风化崩(裂)解。它对岩体的稳定性有一定的影响。这些脉体常引起岩块脱落、滑塌,形成局部数米或稍大一点的失稳带,出现工程地质问题,施工工程要及时支护,永久性工程应加以衬砌。

5 结语

矿区地处高原寒冷半干旱地区,地下水补给受永冻层阻隔。大气降水补给量较少,地下水位埋藏较深,含水岩层富水性微弱、断裂破碎带含水性、富水性,与岩层含水性基本相同。矿床充水因素单一,虽大部矿体埋藏于地下水位以下,但岩体含水层涌水量较小,容易疏干,属水文地质条件简单的矿床。矿区出露二叠系变质岩,主要岩石有绿泥石英千

枚岩、大理岩变质粉砂岩、绢云石英千枚岩和斜长角闪片岩等,矿体为黄铁矿化、黄铜矿化类砂卡岩,矿体及其围岩较致密坚硬,岩石完整,构造断裂、节理裂隙不发育,各类岩(矿)石抗压强度较高,尤其是顶底板围岩,岩层坚固稳定性好,工程地质为较简单的矿床。

参考文献

- [1]马元珍.陡倾斜薄矿体无顶底柱采矿法探析[J].智能城市,2019,5(9):54-55.
- [2]胡明.甘肃岷县鹿儿坝金矿水文地质特征[J].现代矿业,2021,37(2):29-32.
- [3]张汉文.青海铜峪沟铜矿床的热液沉积规律及形成环境——兼论热水作用与火山活动的关系[J].西北地质科学,2000,(02):46-56.
- [4]路远发.赛什塘一日龙沟矿带成矿地球化学特征及矿床成因[J].西北地质,1990,(03):20-26.
- [5]王移生.青海日龙沟锡-多金属矿床地质特征及成矿作用[J].西北地质,1990,(02):43-48.
- [6]邱凤岐,董景深.青海赛什塘铜矿区岩浆岩及其成矿特征[J].青海地质,1978,(03):1-19.