甘肃阳山特大型金矿床水文地质条件和环境地质问题研究

李石桥

(武警黄金第十二支队,成都 610036)

摘要:阳山金矿床为一尚未开发的特大型金矿床。矿区地下水类型有第四系孔隙水、基岩裂隙水和构造带脉状裂隙水等三类。第四系松散堆积物及地表浅部节理裂隙发育的基岩为区内含水层,深部节理裂隙不发育的千枚岩、灰岩及斜长花岗斑岩为矿区隔水层。矿区西侧马连河水水质较好,可作为矿山开发用水源地。矿山开采过程中,第四系松散覆盖层的厚度、地下水对矿区有害元素的溶解程度以及地表水、地下水的二次污染等,均为矿山开发时应该研究的水文地质和环境地质问题。

关键词:水文地质特征;环境地质;阳山金矿床

中图分类号:P641.4⁺3　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1006 - 0995(2005)01 - 0019 - 04

阳山金矿位于甘肃省与川、陕两省的交界地带,1997 年为武警黄金第十二支队在进行水系沉积物测量时发现。目前,该矿床控制的金资源量已达到特大型规模。笔者通过对矿区水文地质条件的分析,阐明了矿床开采中水文地质因素的影响,为下一步地质工作和矿山开发提供依据。

1　矿床地质基本特征

矿区位于扬子板块、中朝板块、松潘—甘孜褶皱系结合三角区的文县弧形构造内[1]。出露地层主要为第四纪黄土及残坡积物,中泥盆统的千枚岩、硅化灰岩及砂质板岩等,以及少量二叠纪、白垩纪地层[2]。中泥盆统三河口组第三、四岩性段的千枚岩为矿区主要赋矿层位,安昌河—观音坝 NEE 向断裂为区内主要控矿构造带,区内小岩株和岩脉沿构造破碎带产出,岩性主要为斜长花岗斑岩。

矿区 EW 向长 12 km,宽约 2 km,分为四个矿段,即阳山、高楼山、安坝和葛条湾矿段。主要矿脉 305、311、314 号呈近东西向大体平行展布,分布于安坝矿段中。矿石类型主要为蚀变岩型、蚀变千枚岩型、蚀变灰岩型和蚀变斜长花岗斑岩型四种,以黄铁矿化蚀变千枚岩型和黄铁矿化蚀变斜长花岗斑岩型矿石为主;矿物中的金属矿物主要为自然金、银金矿、毒砂、黄铁矿和辉锑矿,以细粒(< 2 mm)黄铁矿和毒砂为主,毒砂含量略高于黄铁矿[3]。

2　区域水文地质特征

矿区所在区域为湿润气候带地貌,高中山区,地势大体西北高东南低,最高处(金子山)海拔 3 113 m,最低处 1 100 m;年均气温 15.2 ℃,年均降水量 425.8 mm。白水江、马连河为区内主要水系;由于地形切割强烈,山势陡峻,地表水以暴涨暴跌为特征[4 - 5]。

区内地下水,根据其赋存条件、含水介质、水力特征,可分为第四系孔隙水、基岩裂隙水和构造带脉状裂隙水三种类型。第四系孔隙水含水层主要分布于河谷及山坡地带,呈条带状分布,均为孔隙潜水。基岩裂隙水含水层主要指近地表岩石风化层,富水性较弱。构造带脉状裂隙水分布在有张性断裂带或压性断裂带中羽状断裂、裂隙、破劈理发育的脆性岩石裂隙中,其特征是,分布与富水性都很不均匀[6 - 8]。

地下水的补给来源主要为大气降水,其次为冰雪融化水。降水渗入补给主要集中于 7～9 月份,冰雪融化期则为 3～4 月份。汇水面积大、地形平缓、岩石裂隙发育、降水量大、植被茂密时,补给量大;反之则小。由于区内地形坡度较大,有利于降水的迅速汇集与排泄,地下水渗入补给量较小,含水层储水性能差,地下水多以山泉及溪流形式向下游排泄。

收稿日期:2004 - 10 - 25

作者简介:李石桥(1971 -),男,湖南邵东县人,工程师,从事水文地质工程地质勘查工作

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3 矿床水文地质特征

矿区位于金子山脉分水岭北侧,马连河支流金昌沟水文地质单元中上部,相对侵蚀基准面海拔 1 100 m,地形坡度大于 25°,地下分水岭与地表分水岭基本一致,水文地质边界条件较清楚(图 1)。

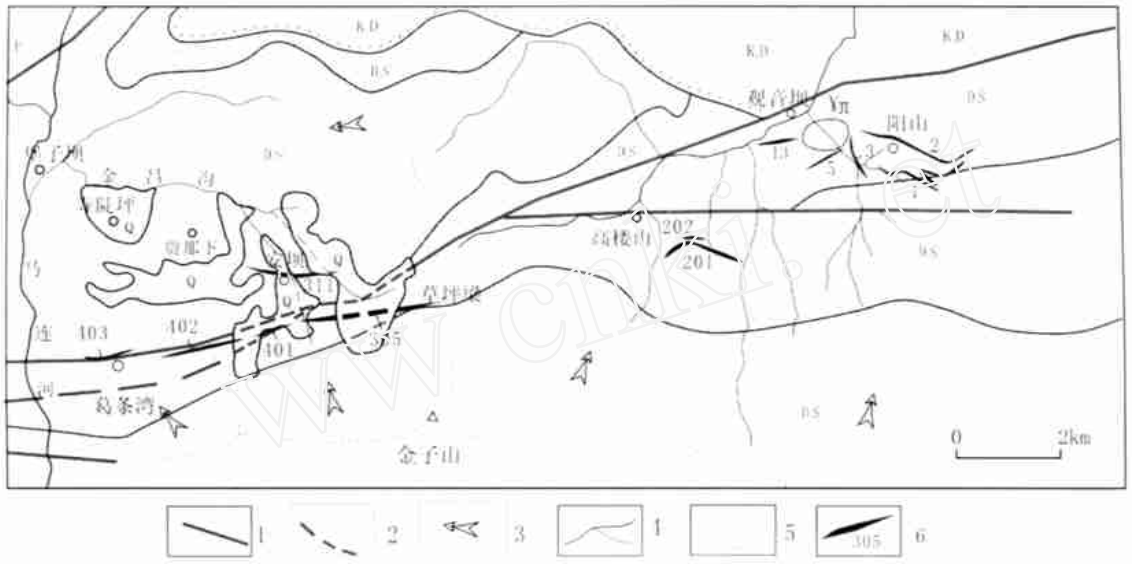


图 1 阳山金矿床水文地质简图

Q —第四纪黄土及残坡积物;K_1d —下白垩统东河群红及黄色砾岩、泥灰岩、页岩;P_1 —下二叠统泥板岩、钙质板岩;D_2s^5,D_2s^4,D_2s^3 —中泥盆统三河口组五段灰岩、四段千枚岩夹薄层灰岩、三段灰岩和砂质板岩;γπ —斜长花岗斑岩;1 —断层;2 —推测断层;3 —地下水流向;4 —地表水系;5 —地表分水岭;6 —金矿体及编号

3.1 地下水类型及含、隔水层特征

矿区地下水主要有第四系孔隙水、基岩裂隙水和构造带脉状裂隙水三种类型。①第四系孔隙水可分为河谷潜水和坡地潜水,以坡地潜水为主。河谷潜水含水层为砂砾卵石层,分布于金昌沟及马连河两侧,一般近河段富水性强,远离河段富水性弱;坡地潜水含水层岩性为黄土及残坡积物,分布于山谷及山坡地带,泉水流量 0.001～0.40 L/s。含水层厚度 3～50 m,水位埋深 10～60 m。②基岩裂隙水主要分布于矿区南部,含水层岩性为地表浅部的千枚岩、脉岩等,分为层间裂隙水和风化裂隙水,千枚岩挤压作用明显,在与其它岩石的接触面发育裂隙,赋存层间裂隙水;岩石浅部风化强烈,裂隙发育,赋存风化裂隙水。根据岩性的不同,岩层风化厚度不一,一般为 20～60 m,最厚处大于 100 m,水位埋深 10～50 m,含水层厚度为 0～70 m。泉流量一般小于 0.01 L/s,坑道中裂隙一般宽度为 0.05～0.10 cm,最大裂隙出水点出水量为 0.004 L/s。③构造带脉状裂隙水分布在张性断裂中,区内构造主要为 NEE 向安昌河 —观音坝压扭性断裂,该断裂本身不含水,起阻水或隔水作用,在构造带中发育的一组 SN 向张性断裂延长较短,孔隙裂隙发育,当有补给源时含水,断裂带内岩石节理裂隙率在 0.8%～4.5%之间,安坝矿段内构造裂隙出水点最大水量为 0.028 L/s。

区内岩石以千枚岩、灰岩及斜长花岗斑岩为主,裂隙带出露标高一般为 1 500～2 300 m,在该裂隙带以下,岩层完整性较好,岩石节理裂隙不发育,局部裂隙多被钙质、硅质、黏土质等阻水物质充填,岩层透水性能差,可视为隔水层。

3.2 地表水及地下水动态特征

区内地表水流量变化受降水影响明显,以暴涨暴跌为特征,在 7～9 月份出现一次高峰;地下水的补给、径流、排泄则没有明显的区域之分,均属降水型,地下水潜水面水力坡度约 21°,略低于地形坡度。冲洪积、残坡积孔隙潜水动态受大气降水控制,第四系黄土及基岩风化裂隙水则滞后降水一个月左右。

区内地表水系主要为马连河及金昌沟,都出露于矿区边缘,地表水体对矿体充水影响不大,第四系孔隙水与下部基岩裂隙水之间无相对隔水层,二者具一定的水力联系。由于风化裂隙水渗透性能不一,在不同地

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

段与第四系孔隙水联系有较大差异,脉状裂隙水在低洼地带以越流形式补给上部含水层。

3.3　矿区水质及水资源利用

阳山矿区地表水及地下水水质普遍较好(表 1),适宜生活及工农业用水,地表水及地下水未受外界污染。区内地下水平均矿化度为 391.6 mg/L,平均总硬度为 238.4 mg/L,水化学类型为重碳酸钙型水,黄园英等[9]的分析结果也表明,一般山泉水矿化度及硬度各项指标较溪沟水高。矿区金昌沟以溪流形式补给,流量一般小于 2 000 m^3/d。区内第四纪覆盖层较厚,但含水性能差,其泉水及溪沟流量仅够当地居民生活用水。矿区西侧马连河为文县主要水系白水江的支流,据文县观测站统计,白水江年均流量为 80 m^3/s,最大为 500 m^3/s(1992 年 9 月),最低 30 m^3/s(2000 年 3 月)。据马连河近两年观测资料,该河水最大流量为 14.1 m^3/s,最小流量为 2.1 m^3/s,年均流量为 4.7 m^3/s,水流量较稳定。马连河水水质清澈透明,无色无味无臭,平均矿化度为 335.5 mg/L;平均总硬度 210.2 mg/L,水化学类型为重碳酸钙镁型淡水。检测微量元素 Cr^{6+}、Cu、Pb、Zn、As、Mn 各项指标符合 GB5749 - 85 饮用水标准。其水量及水质能满足矿山生产建设需要,可作为矿山生产生活用水源地。

表 1　阳山金矿床水质分析结果表　　(单位:mg/L)

地貌部位	水样采集地	颜色	味和嗅	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^{2-}	NO_3^-	F^-
安坝沟	2 号水点	无	无	3.8	1.4	74.65	14.28	3.20	44.6	250.2	0.0	1.18	<0.1
草坪梁沟	1 号水点	无	无	4.1	2.1	50.6	18.84	4.25	49.45	178.5	0.0	1.55	0.32
观音坝	22 号水点	无	无	3.0	1.3	59.12	6.06	1.77	21.2	189.2	0.0	2.95	0.3
草坪梁沟	泉水	无	无	5.75	1.4	73.15	21.58	3.54	69.66	256.3	0.0	1.8	0.28
安坝山坡	5 号泉水点	无	无	5.95	1.6	89.18	9.42	3.9	7.24	327.9	0.0	0.18	<0.1
安坝矿坑	CM102	无	无	0.91	0.47	1.42	0.26	<0.01	0.82	11.42	<0.01	<0.01	0.13
金昌沟沟谷	高家山北	无	无	5.59	1.01	68.74	18.61	5.44	21.18	240.80	10.37	<0.01	0.09
马连河河谷	10 号水点	无	无	3.87	1.23	58.12	13.18	3.19	41.33	192.2	0.0	2.70	0.31
马连河河谷	堡子坝乡	无	无	3.65	0.72	53.60	18.20	4.36	33.81	181.40	8.64	<0.01	0.14
白水江	东峪口	无	无	5.31	0.95	42.01	19.69	4.31	18.39	172.20	10.37	<0.01	0.08

注:部分水样由四川省水文中心测试(2001～2004 年),多次分析结果取平均值;部分样据黄园英,2002。

4　水文地质因素对矿床开采的影响

阳山矿区地形切割大,沟谷发育。主要含水层为第四系覆盖层,成分为马兰黄土和灰岩、千枚岩及斜长花岗斑岩残坡积物。其分布范围广,厚度不一,钻孔揭露最深厚度为 181 m,最浅为 7 m。这对矿区含水层储水性能以及地表水、地下水对矿床充水影响等水文地质因素产生不良影响;而这些又将对金矿床开采中矿体顶板冒落带的计算,开采边坡的稳定性计算等产生许多不确定因素。

矿区地表水、地下水均较缺乏,将来实际生产时需从马连河引水,其纳污能力、自净能力均有限。实际生产运行后,矿坑排水、浮选尾矿浆、尾矿和废石淋浴液、生产废水以及厂区生活污水的排放将直接威胁到矿区水环境质量的好坏,从而直接改变矿区的水环境状态。矿区开采排出的废石(以千枚岩为主)、尾矿,如不能得到妥善处理,受雨水淋滤,会污染地表水及地下水,也将诱发泥石流。因此,地表水及地下水的补给、迳流、排泄条件等将是矿床开采时必须考虑的水文地质因素。

区内岩(矿)石中有害元素 As、Hg、Pb、Zn、Sb 等含量较高,武警黄金地质研究所 2001 年测试砷含量较高,与镜下所见毒砂含量较高较为一致[10]。当矿区进行大量开采时,含有害元素的矿渣及废石大量堆放,在空气中或经地下水的淋滤作用,将会对地表水及地下水造成二次污染,而地表水及地下水的补给、迳流、排泄则是重要的水文地质因素。据中国地质大学沈照理教授试验,随着 pH 值的降低(7.0 →4.0 →2.0),酸性逐渐增强,许多重金属和微量元素组分的浸出浓度也呈显著增大的迹象[11]。矿区开采过程中,尾矿受风化侵蚀和雨水冲淋,黄铁矿氧化成酸,加上采矿的酸性矿水排入尾矿坝,坝内酸性不断增强,尾矿的化学成分和物理、化学性质不断变化,溶出有毒有害的重金属和微量元素的量将可能增加。因此,水环境的改变将会影响矿山开采后的环境地质条件。

区内构造发育,岩石破碎,重力侵蚀活跃,滑坡、泥石流等外力地质灾害发育,矿床开采过程中,矿区地表

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

水及地下水的补给、迳流、排泄条件的改变,地表水或地下水对区内节理裂隙面的重新渗透等,必然引发新的地表开裂或滑坡等不良工程地质问题;同时,矿床深部开采后,疏干范围内所有的水点都将消失,使沟谷等流量减小,进而影响下游居民的生产生活及农田灌溉用水。以上与矿区水文地质条件密切相关的问题,在进一步勘查和今后开发时均需深入研究,并制定相应的对策。

5 结 语

阳山金矿床地表水以暴涨暴跌为特征,矿床含水层富水性弱,渗入补给量小,地表水及降水对矿体充水影响不大;矿体顶板虽裂隙发育,但富水性差,矿床水文地质条件简单。但矿区 As 等有害重金属离子含量较高;区内外力地质作用明显,地质灾害易于发生。矿区水文地质条件的研究,对预防和治理矿床开采过程中地下水的疏干、水环境的改变;地表水、地下水的二次污染以及矿区不良工程地质问题等均具有重要的现实意义。

参考文献:

[1]齐金忠,袁士松,李莉,等. 甘肃省文县阳山金矿床地质地球化学研究[J]. 矿床地质,2003,22(1):24～31.

[2]甘肃省地勘局兰州地质矿产勘查院. 1◇5 万堡子坝幅地质图说明书[R]. 北京:中国地质资料馆,1999.

[3]郭俊华,齐金忠,孙彬,等. 甘肃阳山特大型金矿床地质特征及成因[J]. 黄金地质,2002,8(2):15～19.

[4]郭俊华,孙彬,余金元,等. 甘肃省文县阳山金矿带 305 号脉群普查报告[R]. 四川成都:武警黄金第十二支队,2002.

[5]李石桥. 甘肃阳山金矿水文地质特征[J]. 黄金地质,2004,10(1):62～67.

[6]甘肃省地矿局第一水文地质工程地质队. 甘肃省武都-天水地区 1◇50 万区域水文地质普查报告[R]. 兰州:国土资源厅地质资料处资料中心,1983.

[7]甘肃省地勘局第一水文地质工程地质队. 甘肃省陇南甘南地区区域水文地质调查报告[R]. 兰州:国土资源厅地质资料处资料中心,1998.

[8]甘肃省地矿局第一水文地质工程地质队. 甘肃省东部 1◇50 万综合水文地质图说明书[R]. 兰州:国土资源厅地质资料处资料中心,1983.

[9]黄园英,刘芬,罗锡明,等. 用离子色谱法测定金矿区水样中常规无机离子[J]. 黄金地质,2002,8(2):69～73.

[10]齐金忠,袁士松,郭俊华,等. 甘肃省文县阳山金矿带成矿规律与找矿方向研究[R]. 河北廊坊:武警黄金地质研究所,2001.

[11]沈照理. 甘肃阳山金矿区开发中的环境风险预测[R]. 北京:中国地质大学,2002.

Hydrogeological Conditions and Environmental Geology in the Yangshan Giant Au Deposit, Gansu

LI Shi-qiao

(No. 12 Gold Geological Party, CAPF, Chengdu, Sichuan 610036)

Abstract: Yangshan Au deposit is an unexploited giant deposit. Underground water consists of Quaternary pore water, bedrock fissure water and vein fissure water in structure zones. Aquifers are composed of Quaternary loose deposits and fissure-developing bedrock and aquifuges consist of deep fissure-undeveloped phyllite, limestone and plagiogranite porphyry. The Malian River water has good water quality and may be used as industrial water and drinking supply. Thickness of the Quaternary loose deposits, dissolubility of harmful impurities, secondary pollution of surface water and underground water during exploitation should be studied.

Key words: hydrogeological geological features; environmental geology; Yangshan Au deposit

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net