

勐兴铅锌矿区水文地质条件及水质有害性分析

高星刚¹, 臧小豹², 高建国¹, 覃荣高¹, 赵长江¹

(1. 昆明理工大学国土资源工程学院, 云南 昆明 650093; 2. 江苏省地质矿产调查研究所, 南京 210000)

摘 要: 矿区有独立的水文地质单元, 地下水水质属较差—极差类, 指出影响水质的有害因素, 提出治理建议。

关键词: 有害因素; 补给条件; 地下水水质; 综合指数法; 云南龙陵勐兴

中图分类号: P641.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-1885(2009)04-430-07

云南龙陵勐兴铅锌矿区是一个贫水区域。矿区位于分水岭斜坡地带, 仅有季节性地表溪流沿沟谷渗入地下, 并迅速排泄于西侧勐兴盆地。通过矿区地下水水质评价, 查明地下水的有害元素, 为地下水的利用和污染防治提供科学依据。

1 水文地质条件

矿区位于怒江与勐兴夹持、近南北向分水岭西侧的斜坡地带 (图 1), 受地层产状及构造制约, 构成单斜自流斜坡, 为独立水文地质单元。西侧勐兴盆地标高 740 米, 为南北向怒江断裂通过、相对下降的断陷盆地 (不对称向斜盆地)。北、东、南三面为怒江环绕, 怒江标高 560 米 ~ 600 米。盆地与怒江之间分水岭标高 950 米 ~ 1 204 米, 相对高差约 390 米 ~ 604 米, 属中山中度切割地貌。矿区静止水位标高 910 米 ~ 1 018 米, 而矿区降落漏斗地下水最低水位标高 685 米, 略高于怒江 (图 2)。

矿区所在区域水文地质单元为一完整岩溶地下水均衡区, 地下水由南而北以暗河形式排泄入怒江 (与怒江流向相反)。次级水文地质单元分为岩溶水区和裂隙水区, 即以泥盆系灰岩与志留系千枚岩为界, 西为岩溶水区, 东为裂隙水区, 矿区处于地表分水岭以西斜坡地带的裂隙水区。

2 地下水补给、径流和排泄条件

矿区含水、隔水层相间产出, 地层均为向西倾斜, 东部大片为隔水岩系, 矿区内无大的地表水流和水体。地表分水岭和地下分水岭一致, 补给条件比较清楚, 径流和排泄条件较简单。

2.1 补给条件

矿区所在分水岭西侧斜坡地带, 含水层走向大致平行于地表分水岭的单斜自流斜地, 矿

收稿日期: 2009-07-02

作者简介: 高星刚 (1984 ~), 男, 山西吕梁市人, 在读硕士研究生, 专业: 地质工程, 方向: 水文地质与工程地质。

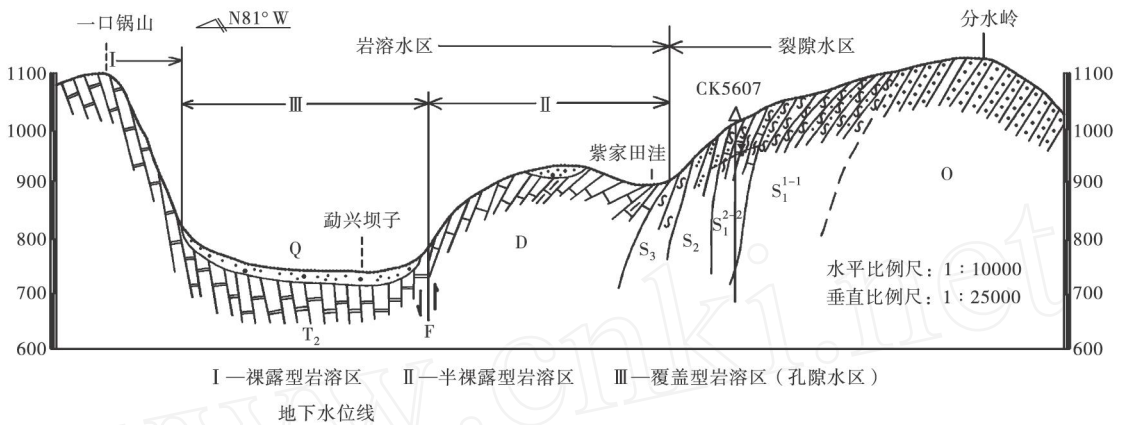


图 1 勐兴铅锌矿区水文地质剖面

Fig. 1 Hydrogeological Section of Mengxing Pb - Zn Ore field

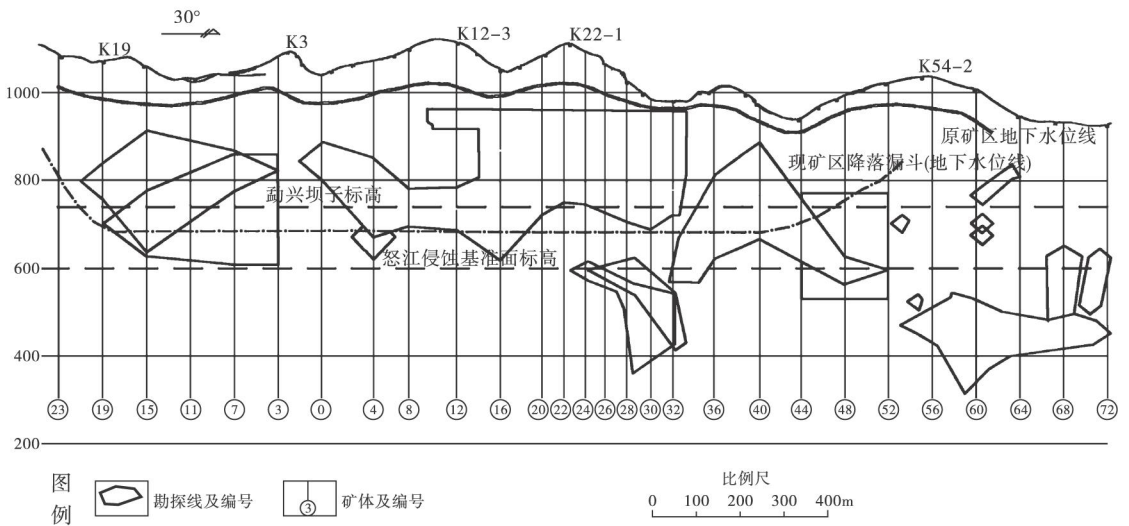


图 2 矿体垂直纵投影与静止水位、侵蚀基准面关系

Fig. 2 Relationship between Vertical Projection of Ore Body and Still Water Level, Erosion Basis

区附近无大的地表水流和水体，大气降水是矿区地下水唯一的补给来源。因此，含水层出露地段就是地下水的补给区，补给量受到下列条件的制约，渗入水量有限。

(1) 含水层所在的斜坡地带位置高，地表冲沟发育。另外，上覆为志留系上统 (S_3) 千枚岩隔水层，不利于地下水渗入补给，仅有季节性地表径流沿沟谷部分渗入地下，大部分迅速排泄于西侧勐兴盆地。

(2) 含水层为砂岩、千枚岩、石英千枚岩，不利于大气降水渗入，渗入水量有限。

(3) 含水岩系大致平行地表分水岭呈长条状，分布狭窄，汇水面积小，补给水量有限。

(4) 矿区地质构造较简单，规模小。

由于以上条件限制，含水层的静储量和动储量都十分有限。

2.2 径流和排泄条件

矿区为一向西倾斜单斜自流斜地，制约了含水层的展布方向和空间位置，决定了地下水的空间流场、补给、径流和排泄条件。矿区等水位线表明：地下水沿层向北西径流水力坡度(0.172~0.081) %，最大为 0.23 %，排泄至西侧次级基准面—勐兴盆地。

区域上，地下水的活动受岩性和构造断裂的控制。地下水流向由南往北（与怒江流向相反），以地下暗河的形式排泄至怒江。矿区揭露的地下水位标高为 890.38 米（CK4803）~1 038.86 米（CK5105），而勐兴盆地三叠系中统（T₂）岩溶含水层水位标高为 721.92 米~724.94 米，相差仅 168 米~317 米，含水层开启程度较差。上覆志留系上统（S₃）千枚岩起了隔水墙的作用，矿区地下水向北西方向排泄，成为灰岩、白云岩含水层的部份补给来源。

3 水质有害分析

通过野外地质调研，系统采集了枯水期 20 个地下水水化学样，由云南省地矿局第一水文地质大队进行 35 个元素的水质分析。

3.1 矿区地下水分类

根据硬度，矿化度和主要离子浓度百分比对水样进行分类（表 1）。

表 1 勐兴铅锌矿矿区地下水初步分类

Tab. 1 Tentative classification of Underground Water of Mengxing Ore field

样号	硬度分类	矿化度分类	舒卡列夫分类	样号	硬度分类	矿化度分类	舒卡列夫分类 ^[3]
D - 1	极软水	淡水	A - 2	630 - 1	微硬水	淡水	A - 5
D - 2	微硬水	淡水	A - 1	630 - 2	极硬水	淡水	A - 8
D - 3	硬水	淡水	A - 2	650 - 1	硬水	淡水	A - 2
D - 4	极软水	淡水	A - 2	600 - 1	微硬水	淡水	A - 4
D - 5	硬水	淡水	A - 2	600 - 2	硬水	淡水	A - 8
D - 6	硬水	淡水	A - 2	870 - 1	微硬水	淡水	A - 1
D - 7	硬水	淡水	A - 2	870 - 2	微硬水	淡水	A - 1
D - 8	软水	淡水	A - 4	860 - 2	微硬水	淡水	A - 2
D - 9	微硬水	淡水	A - 2	w - k	极硬水	弱咸水	B - 30
580 - 1	微硬水	淡水	A - 1	s - k	软水	淡水	A - 2

表 1 得知，该区地下水主要为淡水（w - k 尾矿库水样除外）。该区是个独立的水文地质单元，水中的钙质应与该区的灰岩、白云岩溶蚀有关，尤其是坑道水质硬度随深度增加有增硬趋势。w - k 水样与 630 中段 2 号水样和 600 中段 2 号水样有密切联系，可能与通过尾矿库的断层有关，有待进一步查证。

3.2 地下水评价

本次评价标准参考《地下水质量标准 GB/T14848 - 93》，采用 17个参评指标（表 3）。

评价中，考虑到某些指标对人体健康的双向作用（指标浓度偏高或偏低对人体健康都是不利的），引用前人的研究成果，对总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氟化物、砷、铅 6 类指标做了相应的修正（表 2）^[1]。

表 2 矿区单项水质指标分类限值修正建议（单位：mg/L）^[1]

Tab.2 Correction of Classification limitation of Monophas Water Quality Index of Orefield

项目	类	类	类	类	类
总硬度	40 ~ 150	150 ~ 300	300 ~ 450	450 ~ 550	<40, >550
TDS	300	500	1500	2000	>2000
硫酸盐	15 ~ 50	50 ~ 150	150 ~ 250	250 ~ 350	<15, >350
氟化物	0.3 ~ 1.5	0.3 ~ 1.5	0.3 ~ 1.5	1.5 ~ 2.0	<0.3, >2.0
砷	0.005	0.01	0.01	0.05	>0.05
铅	0.005	0.01	0.01	0.1	>0.1

评价采用综合指数法，按从优不从劣的原则，确定各水样的单组分质量类别，并分别给各单项组分赋予分值 F_i （达 类水指标者 F_i 取 0， 类取 1， 类取 3， 类取 6， 类取 10）。各项水质指标类别见表 3，综合水质指标评价成果见表 4。

综合指数计算公式 $F^{[2]}$:
$$F = \frac{\sqrt{F^2 + F_{\max}^2}}{N} \quad \overline{F} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N F_i$$

式中： \overline{F} 为各单项组分评价分值 F_i 的平均值； F_{\max} 为各单项组分评价分值 F_i 的最大值； N 为单项组分的总项数；

表 3 勐兴铅锌矿矿区各项水质指标类别

Tab.3 Various Water Quality Index of Orefield

样号	指标																
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	F ⁻	NH ₄ ⁺	Fe	Cu	Pb	Zn	Cd	Mn	As	Hg	总硬度	TDS	PH
D - 1																	
D - 2																	
D - 3																	
D - 4																	
D - 5																	
D - 6																	

续 表

样号	指标																
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	F ⁻	NH ₄ ⁺	Fe	Cu	Pb	Zn	Cd	Mn	As	Hg	总硬度	TDS	PH
D - 7																	
D - 8																	
D - 9																	
580 - 1																	
630 - 1																	
630 - 2																	
650 - 1																	
600 - 1																	
600 - 2																	
870 - 1																	
870 - 2																	
860 - 2																	
w - k																	
s - k																	

表 4 矿区综合水质评价

Tab. 4 Comprehensive Assessment of Water Quality of Ore field

样号	F	级别	样号	F	级别
D - 1	2.67	极差	630 - 1	2.35	较差
D - 2	2.52	较差	630 - 2	2.18	较差
D - 3	2.56	较差	650 - 1	2.56	较差
D - 4	2.71	极差	600 - 1	2.40	较差
D - 5	2.60	较差	600 - 2	2.92	极差
D - 6	2.54	较差	870 - 1	2.52	较差
D - 7	2.56	较差	870 - 2	2.71	极差
D - 8	3.35	极差	860 - 2	2.67	极差
D - 9	2.86	极差	w - k	3.94	极差
580 - 1	2.50	较差	s - k	2.54	较差

3.3 评价结果及建议

以上评价得知，该区水质为较差、极差类，仅适用于工农业生产用水。

(1) 硫酸根离子浓度、氟离子浓度：普遍偏低，与岩性直接相关。630及 600米中段、2号水样，和尾矿库水样硫酸根离子浓度偏高，可能与坑道作业有关，与尾矿库水有很强的关联。

(2) 铁、锰元素：水中存在适量铁，将会形成红色的氢氧化物沉淀，在城市及工业供水系统中是一类有害的杂质。锰是不受欢迎的杂质，主要是黑色的氧化锰沉淀，美国公共供水中推荐的上限值是 0.05mg/L [4]。600米级 860米中段 2号水样铁离子浓度偏高，对管道不利。大寨（恭）水样的锰偏高原因不明，630米及中段 600米中段、860米中段等 2号水样锰偏高，且往地下增多的趋势，可能与周围岩石有关，且与尾矿库有很强的关联性。

(3) PH：长期、大量地饮用 pH值偏低的纯净水，可能会造成人体免疫力下降，引发各种疾病，荷花塘水井、龙王庙水井与大寨（恭）水样的 pH值偏低，如不加处理不宜用作饮用水。

(4) 硝酸盐：饮用水中的硝酸盐浓度过高，会使儿童患高铁血红蛋白症。当硝酸盐氮的浓度超过 10mg/L （相当于 44mg/LNO_3^- ）时，这种危险会明显出现 [4]。大寨（恭）、大寨的硝酸根离子浓度太高，可能是附近农田施肥排水有关，应立即停止饮用，否则会引发危险。大寨（恭）井，亚硝酸根离子浓度偏高，有致癌后果。

(5) 微量元素：镉元素的毒性和其已知的易在植物中积累的性质，推荐的灌溉水中的上限值为 $10\mu\text{g/L}$ （和饮用水一样），高于该值会损坏骨骼。美国规定饮用水中铅元素的浓度上限值为 $50\mu\text{g/L}$ ，少量的砷就能对人类造成危害。1976年的饮用水标准中，浓度上限值为 $50\mu\text{g/L}$ ；按“水质基准，1972”（NAS - NAE, 1972）所推荐的锌的水质标准上限值为 5mg/L ，若高于该值时，很多人能从味觉中察觉到锌 [4]。尾矿库水样的锌、镉、锰元素偏高可能与坑道作业有关，也可能与周围岩石有关，待查清工作环节有无使用含该些元素的材料加以确认。

参 考 文 献

- [1] 苏耀明，朱琳，苏小四，等．基于 GIS的鄂尔多斯白垩系盆地浅层地下水水质分布规律研究 [J]．水文地质工程地质，2009（36）：25～26.
- [2] 李峰，李保珠，张兵，薛传东，张惠颖，等．云南会泽铅锌矿矿区水文地质测绘研究报告 [R]．昆明理工大学地球科学系，2001. 8.
- [3] 王大纯，张人权，史毅虹，等．地下水化学分类与图示方法．水文地质学基础 [M]．北京：地质出版社，1995.
- [4] 申献辰，刘玲花，赵炳成，张忠龙，等．天然水的主要组分、天然水中微量和痕量元素．天然水化学 [M]．北京：中国环境科学出版社，1994.

THE HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS & ANALYSIS OF WATER HARM OF MENGXING PB - ZN OREFIELD IN LONGLING, YUNNAN

GAO Xing-gang¹, ZANG Xiao-bao², GAO Jian - guo¹, Q N Rong-gao¹, ZHAO Chang-jiang¹

(1. College of Land Resources Engineering, Kunming University of Science & Technology, Kunming 650093)

(2. Jiangsu Institute of Geology & Mineral Resources, Nanjing 210000)

Abstract: There is an independent hydrogeological unit in the orefield. The quality of underground water belongs to the bad—very bad class. In this paper, we point out the harmful factors of water quality and put forward the processing method.

Key Words: Harmful Factor; Supply Condition; Quality of Underground Water; Composite Index Method; Mengxing, Longling, Yunnan