

安徽铜陵凤凰山矿尾矿产酸能力和酸中和潜力分析

徐晓春, 牛杏杏, 黄界颖

(合肥工业大学资源与环境工程学院, 安徽 合肥 230009)

安徽省铜陵市凤凰山铜矿是一座以含铜为主, 伴生金、银、铁、硫的多金属矿山, 矿床属矽卡岩型。本文选取凤凰山矿正在使用林冲尾矿库和已经停止使用的相思谷尾矿库, 开展尾矿酸中和潜力 (NP) 和产酸能力 (AP) 的实验测试和计算, 对比新、老尾矿库尾矿产酸能力和酸中和潜力的差异及其影响因素, 评价新、老尾矿库尾矿对环境的影响。

1 样品的采集与分析

计算酸中和潜力使用 Lawrence 等 (1997) 提出的改进酸碱计数测试方法, 计算公式为: $NP(\text{kg CaCO}_3/\text{t}) = [\text{HCl 的体积} \times \text{HCl 的摩尔浓度} - \text{NaOH 的体积} \times \text{NaOH 的摩尔浓度}] \times 50 / \text{样品重量 (g)}$ 。产酸能力的计算应用 Sobek (1978) 提出的计算公式为 $AP = S\% \times 31.25$ 。

尾矿矿相学研究表明, 尾矿中少见硫酸盐矿物, 因此表 1 中产酸能力的结果是在尾矿库中全硫平均含量基础上, 使用 Sobek (1978) 的计算产酸能力的方法得到的, 为最大产酸能力, 单位是 $\text{kg H}_2\text{SO}_4/\text{t}$, 可将其单位转化为 $\text{kg CaCO}_3/\text{t}$ 。

表 1 尾矿样品的 NP 试验结果及 AP 计算结果

样品编号	S/%	产酸能力 AP (Kg CaCO ₃ /t)	消耗的 HCl/mL	消耗的 NaOH/mL	酸中和潜力 NP (Kg CaCO ₃ /t)	NP/AP
老矿 4-9	1.67	52.14	9.54	17.86	191.27	3.67
老矿 4-8			9.35	18.97	183.92	3.53
老矿 4-5			9.41	15.50	196.11	3.76
老矿 4-1			5.59	10.94	110.49	2.12
新矿 1 [#]	2.24	69.94	9.21	15.49	188.72	2.70
新矿 2 [#]			8.15	15.09	165.61	2.37

注: 老矿 4-1、4-5、4-8、4-9 分别为林冲尾矿库地表以下 10 cm、50 cm、110 cm、130 cm 深处采集的样品, 新矿 1[#]、2[#] 分别在相思谷尾矿库表面采集的样品。S 含量分别为 2 个尾矿样品分析结果的平均值, 使用的盐酸的浓度为 1 mol/L, NaOH 的浓度为 0.1 mol/L。

2 结论与讨论

从实验得到的测试结果 (表 1) 来看:

(1) 对于金属硫化物尾矿或废矿石, 当产酸的反应速度或产酸量大于酸中和的速度或酸消耗的量时, 就会产生酸性排水。应用酸中和潜力 (NP) 与产酸能力 (AP) 评价矿石或尾矿是否产酸时, 李锦文等 (2008) 认为, 当 $NP/AP > 3:1$ 时, 为不产酸矿石; $NP/AP < 1:1$, 为产酸矿石; 介于二者之间为产酸性不确定。据此, 从实验和计算结果可以看出, 本文取自林冲尾矿库的老矿 4-5、4-8、4-9 样品的 NP/AP 值大于 3, 为不产酸尾矿; 而老矿 4-1、新矿 1[#]、2[#] 的 NP/AP 值大于 2, 但小于 3, 产酸性不确定。

(2) 老矿 4-1、新矿 1[#]、2[#] 是从接近尾矿库表面所采的样品, 地表尾矿在长期的风化淋滤条件下,

已经发生了风化氧化, 其酸中和潜力值有所降低, 而对应地下 50 cm 处的 4-5 号样品的酸中和潜力与深部样品 4-8、4-9 相比较并没有太大差别, 反映深部尾矿的酸中和潜力没有发生大的变化, 这与观察和测试到的地表及地下尾矿其他物理化学变化相一致 (Xu et al., 2008)。由于林冲和相思谷尾矿库地表发生了风化氧化, 地表尾矿的 NP/AP 值在 2~3 之间, 而地表以下的尾矿 NP/AP 值大于 3, 所以, 林冲和相思谷尾矿库一般均不会产生酸性的矿山排水。本次工作对相思谷尾矿库中积水的 pH 进行了多次测定, 其值均在 7~8 之间, 说明了实验结果的正确性。但地表尾矿产酸的不确定性要求实际工作中应注意地表风化氧化作用对尾矿的影响。

(3) 虽然林冲和相思谷尾矿库中不会出现酸性的矿山排水, 但尾矿本身的酸中和潜力和产酸能力与其矿物学性质密切相关。就铜陵地区而言, 不同地点的矿床矿物组成并不相同, 因此上述结果不能说明铜陵市其它尾矿库中均不存在酸性排水问题。例如: 前人测试过铜陵黑沙河尾矿库地表水体的 pH 值大约为 4.7; 笔者测试铜陵新桥硫铁矿露天采坑及采矿废石堆场淋滤汇集的被氧化的酸性矿山排水, 其 pH 值均在 5~6 之间, 最低值竟达 1~2。因此, 对于铜陵地区众多矿山产生的尾矿进行酸中和潜力和产酸能力的分别开展测试和研究, 评价尾矿产生酸性排水的可能性, 有着重要的现实意义。

(4) 根据国外的研究, 矿山的酸性排水主要发生在矿山封闭后 3~4 年的时间中, 因此作为已经经历了 20 年堆存历史的林冲老尾矿库更不存在酸性排水的威胁。但对于尾矿库中残留的微量金属硫化物、远超过国家土壤环境标准的重金属元素 (徐晓春等, 2005) 及其与尾矿砂随风化作用进程的变化, 仍有待深入研究和长期观察, 以确保尾矿库周边的生态安全。

参 考 文 献

- 李锦文, 吴惠明, 陈永亨. 2008. 矿山酸性排水静态预测与评价[J]. 广州大学学报, 7(4): 60-63.
- 徐晓春, 陈芳, 王军, 等. 2005. 铜陵矿山酸性排水及固体废弃物中的重金属元素[J]. 岩石矿物学杂志, 24(6): 591-597.
- Lawrence R W and Wang Y. 1997. Determination of neutralization potential in the prediction of acid rock drainage[A]. Proc. 4th international conference on acid rock drainage[C]. Vancouver, BC, 449-464.
- Sobek A, Schuller F W J and Smith R. 1978. Field and laboratory methods applicable to overburdens and mine-soil, (West Virginia University, Morgantown College of Agriculture and Forestry)[Z]. E P A report no, EPA-600/2-78-054, 47-50.
- Xu X C, Xie Q Q, Chen F, et al. 2008. Acid mine drainage and heavy metal pollution from solid waste in the Tongling mines, China[J]. Acta Geologica Sinica, 82(1): 146-153.