

矿山酸性废水治理研究

石德坤

(贵州省水土保持监测站, 贵州 贵阳 550002)

摘要 针对矿山酸性废水排放量大、影响范围大、治理投资大、成本高、实用性受到限制的特征,简述矿山酸性废水的来源、特点及其危害。分析总结了中和法、沉淀法、微生物法、人工湿地法和利用尾矿分级溢流液处理矿山酸性废水等的技术现状及优缺点。

关键词 矿山酸性废水 处理技术 水资源保护 贵州省

中图分类号 :TU991.21 TV213.9

文献标识码 :B

文章编号 :1004-693X(2008)S1-0102-02

随着社会经济的迅速发展,人类对矿产资源的需求量日益增长,在矿产资源开采和加工过程中所产生的工业废水排放量也随之增加。据资料统计,我国各类矿山废水的排放量约占全国工业废水总排放量的10%左右^[1]。矿山废水中污染范围最广、危害程度最大的是矿山排放的酸性废水。由于矿山酸性废水含有高浓度的重金属和较低的pH值,因而给矿业生产和生态环境造成严重的负面影响。

1 矿山酸性废水的来源、特点及危害

1.1 矿山酸性废水的来源

在矿山企业生产过程中,酸性废水产生的主要原因是由于矿石和围岩中含有硫化矿物,在矿石开采、运输、选矿及废石排放和尾矿贮存等生产过程中,硫化矿物经氧化、分解,并与水化合后形成矿山酸性废水。矿山酸性废水的形成主要通过以下途径:①矿床开采过程中,大量的地下水渗流到采矿工作面,这些矿坑水排至地表面后,是酸性废水的主要来源;②矿石加工过程中,若是采用添加酸性药剂的选矿作业流程,所排放的废水是酸性废水和有害物质的主要来源;③矿山生产过程中排放的大量含有硫化矿物的废石和尾矿,在露天堆放时不断与空气和水或水蒸气接触,生成金属离子和硫酸根离子,当遇雨水或堆置于河流、湖泊附近时,所形成的酸性水会迅速大面积扩散^[2]。

1.2 矿山酸性废水的特点

a. 呈酸性^[2],并含有多种金属离子。一般废水的pH值在2~4左右,重金属离子的浓度为每升几毫克至几百毫克范围,也有高达数千毫克的情况,铁

离子一般都会在每升数百毫克至数千毫克范围,有的还含有一定数量的铜、锌、锰等,有的矿山废水还含有铝、镁、砷和二氧化硅等。

b. 水量大、污染时间长^[3]。矿山废水水量大,据统计,每开采1t矿石,废水的排放量约为1m³。由于矿山废水主要来源于地下水和地表降水,即使矿山开采完毕,这些水仍然继续流出,如果不采取措施,对环境将造成长期不利影响。

c. 水量与水质波动大^[3]。矿山废水的水量与水质随着矿床类型、赋存条件、采矿方法和自然条件的不同而异,即使同一矿山,在不同的季节由于雨水的丰沛情况不同也有很大的差异。废水的来源不同,其水质、水量的变化规律也不同,水量波动很大,水的成分变化也大。同一类型矿藏,由于矿石组成、形成的条件等因素的差异,使形成废水的组成及其浓度均不同。

1.3 矿山酸性废水的危害

矿山酸性废水因pH值低、酸度大,且含有大量的重金属,一般都不能直接循环利用,通常排入矿山附近的河流、湖泊等水体,使水体的pH值发生变化,抑制或阻止了细菌及微生物的生长,妨碍水体的自净。酸性水与水体中的矿物质相互作用会生成某些盐类,对淡水生物和植物的生长产生不良影响,导致矿区周围的水体被严重污染,引起鱼类、藻类、浮游生物等绝大多数水生物死亡,并且破坏土壤的团粒结构,使土地板结,农作物枯黄,在缺氧的状态下,矿山酸性废水中大量的SO₂受脱硫菌类的作用,所产生的H₂S气体对生物体具有严重的毒害作用,酸性废水对水泵配件、管材、坑道设备产生强烈的腐蚀

破坏作用,致使设备维修频繁,更会直接危害矿工的安全^[2]。如果天然水体长期受到酸污染,会使水质逐渐酸化,给生态环境造成严重的破坏。

2 矿山酸性废水的治理技术

2.1 中和沉淀法

中和沉淀法是最常见方法。它是向废水中投入中和剂或碱性废水,使废水中金属离子生成氢氧化物沉淀与水分离,同时使废水达到排放标准。常见的中和剂有石灰、石灰石、苏打、苛性碱等。由于石灰来源广、价格低、操作简便,故石灰为常用中和剂。石灰石与石灰比较,中和时产生的泥渣体积小,占地较少,含水量较低,易于脱水,但中和反应速度不如石灰快。苏打及苛性碱作中和剂虽然效果好,但价格昂贵,一般不采用。在铁矿中,为了提高沉淀效果,中和法一般将 Fe^{2+} 转变为 Fe^{3+} ,氧化或和曝气过程相结合使用^[4]。

中和沉淀法处理工艺简单,处理成本低。但是这种方法处理后的渣量大,易造成二次污染、含水率高等缺点。为克服这这些缺点,可在沉淀过程中添加絮凝剂,加快沉降速度,降低渣的含水率。为了回收某些有用的物质,根据金属离子在不同 pH 值下沉淀完全的差异,采用分段中和沉淀法,既达到了废水处理的目的,又回收了有用的金属。

2.2 微生物法

微生物处理矿山酸性废水是利用自然界中硫循环的原理,分 3 个阶段将硫酸根还原成单质硫。第一阶段在厌氧条件下,通过异化硫酸盐生物还原反应,利用矿石盐还原菌(SRB)将硫酸还原为硫化物;第二阶段利用光合硫细菌或无色硫细菌(CSB)将硫化物氧化成硫单质;第三阶段为出水中硫单质的分离及回收问题。利用硫酸盐还原菌(SRB)处理含硫酸盐矿山酸性废水。由于含硫酸盐矿山酸性废水中不含有机物,因此需要人为投加。有机物不仅是 SRB 细胞合成的碳源,也是其能源,硫酸盐仅作为最终电子受体起作用。SRB 利用 SO_4^{2-} 作为最终电子受体,通过分解、电子传递、氧化等作用,将 SO_4^{2-} 还原为硫化物。SRB 可以利用醋酸、丙酸、丁酸和一些长链脂肪酸等作碳源。从 20 世纪 60 年代起,许多研究者利用一些不同物质的发酵产物作为碳源有机物,进行了微生物法还原硫酸盐的研究。这些物质有初沉池污泥、剩余活性污泥、糖蜜、经过气提的奶酪乳清和橡胶废水等。此外,SRB 除了能利用单一有机碳化物作为碳源和能源,还可利用不同的物质分别作为碳源和能源。

微生物法处理含硫酸盐矿山酸性废水具有成本低、适用性强、无二次污染,并可回收单质硫等优点,已受到国内外环境工作者的广泛关注。

2.3 人工湿地法^[3]

我国采用人工湿地生态工程技术处理铁矿排放的酸性重金属废水已取得成功经验。选用水葱、香蒲、芦苇、菖蒲、凤眼莲等抗酸性重金属废水较强的植物,在人工湿地栽植植物后,酸性废水 pH 值由 2.6 升高到 6.1,Cu、Fe、Mn 3 种金属离子去除率达 70.9%~99.8%,其浓度均低于国家允许排放标准,湿地中的植物生长茂盛。实践表明,采用人工湿地处理铁矿酸性废水方法较其他方法有明显优势,具有建设费用低、易管理、工艺流程简捷的特点,处理后的水可回用或农用,改善和美化了环境。

2.4 利用尾矿碱度处理矿山酸性废水

利用尾矿分级溢流液处理矿山酸性废水时,传统方法是投加石灰乳或碱性废水,中和达标后排放或回用。但在酸性废水中含有大量硫酸根离子(SO_4^{2-})情况下,投加石灰乳易产生硫酸钙(CaSO_4)沉淀,附着于设备管路的表面,引起管路结钙堵塞。

例如,江西德兴铜矿根据矿区特点,经现场调查与实践,提出利用尾矿分级溢流液处理矿山酸性废水的新方法。该方法主要是使尾矿浆先经过旋流器分级,分级后即产生尾矿分级溢流液(尾液),存放于尾矿库内进行沉淀。尾液的 pH 值高达 11.97,它可作为一种较好的中和剂。中和渣存放于尾矿库内,不用另建矿渣库。该方法既节省了建设投资,又不产生二次污染。实验证明,利用尾矿分级溢流液中和酸性废水,不需投加其他中和剂,可达到完全以废治废的目的。处理后的水质可达到国家工业废水排放标准,并满足选矿生产用水水质要求^[2]。

3 结 语

我国是个水资源短缺的国家,水资源问题制约着我国经济和社会的发展。加强水资源保护、防治水污染,是我们当前面临和今后长期的艰巨任务,目前对矿山治理还未全面展开。因此,要充分认识到矿山酸性废水的危害性,同时要不断开展新型的矿山酸性废水的治理技术,因地制宜地选择合理的治理技术,用最少的投资换取最大的治理效益,促进水资源的合理利用和社会经济的可持续发展。

参考文献:

[1] 杨根祥,沙日娜,乌云高娃,等.酸性矿山废水的污染与治理技术研究[J].西部探矿工程,2000(6):53-54.
[2] 饶俊,张锦瑞,徐晖,等.酸性矿山废水处理技术及其发展前景[J].矿业工程,2005,3(3):50-52.
[3] 罗凯,张建国.矿山酸性废水治理研究现状[J].资源与环境工程,2005,19(1):49-53.
[4] 王钧扬.矿山废水的治理与利用[J].中国资源综合利用,2000(3):6-9.

(收稿日期:2008-02-13 编辑:高渭文)