

攀枝花地区煤矸石中重金属元素浸出行为

罗丽萍¹, 刘应冬¹, 范良千²

(1. 中国地质科学院矿产综合利用研究所, 中国地质调查局稀土资源应用技术创新中心, 四川 成都 610041; 2. 四川农业大学, 土木工程学院, 四川 成都 611830)

摘要: 针对煤矸石中重金属元素污染问题, 对攀枝花地区煤矸石开展了分批静态浸出实验。结果表明, 该区煤矸石浸出的重金属元素主要为 Fe、Zn、Mn 和 Cu, Co、Cr、Pb 和 Ti 的浸出量不大, As、Ni 则难以浸出。浸提液 pH 值、环境温度和液固比对浸提液中 Co、Cr、Cu、Fe、Pb 和 Ti 的浸出浓度影响显著, 低 pH 值、高温和高液固比有利于 Co、Cr、Cu、Fe、Pb 和 Ti 的浸出。对于 Mn 和 Zn, pH 值和液固比是影响其浸出的主要环境因素, 温度的影响效果并不显著, 低 pH 值和高液固比可促进 Mn 和 Zn 的浸出。细粒径煤矸石中大部分金属 (Co、Cu、Mn、Ni、Pb、Ti 和 Zn) 的浸出浓度更高, 但占比小; -5+2 mm 粒径的煤矸石占比高, 且其中的各金属的浸出浓度均较高; 煤矸石中大部分金属 (Co、Cr、Cu、Fe、Mn 和 Zn) 的释放持续时间较长, 但长时间的浸出会使 Cu、Fe 的浸出浓度下降。

关键词: 攀枝花; 煤矸石; 浸出实验; 重金属元素

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2021.04.009

中图分类号: TD952 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2021) 04-0059-07

煤矸石是煤炭开采和加工过程中产生的固体废弃物^[1-2], 存在堆存量大、土地占用及环境危害等问题^[3-4]。经过长期的浸出过程, 煤矸石中的大量有害元素将被释放, 严重危害周边环境。然而, 不同地区的煤矸石的物理和化学性质有较大区别^[5-6], 影响了煤矸石的综合利用和环境污染防治管理。为更科学地实现研究区域煤矸石库的管理与重金属污染防治, 明确其金属元素的释放种类、释放周期、释放难易程度和环境条件影响。本文针对

攀枝花地区典型煤矸石样品进行了金属释放行为和规律的实验, 为该区域煤矸石库的管理与金属污染防治提供支撑。

1 样品采集及其物性特征

本研究中煤矸石样品采自攀枝花宝鼎煤矿矸石堆, 其化学多项分析结果表明 (表 1), Fe 的含量特别高, Co、Cr、Cu、Mn、Ni、Ti 和 Zn 的含量相对较高, As、Cd 和 Pb 含量较低。煤矸石中粗粒径成分占比较大, 粒径+2 mm 88.57%(表 2)。

表 1 煤矸石中重金属元素含量 / (mg·kg⁻¹)
Table 1 Contents of main metal elements in coal gangue

As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Ti	Zn
10.75	1.56	77.68	409.61	128.73	80049.65	919.14	223.35	11.62	1470.38	330.51

表 2 煤矸石粒径分布 / %
Table 2 Particle size distribution of coal gangue

粒径 / mm	+5	-5 +2	-2+1	-1 +0.5	-0.5 +0.15	-0.15	总计
占比 / %	49.12	39.45	4.63	5.34	0.86	0.60	100.00

2 实验方法

根据煤矸石中重金属元素含量分析结果, 选定 As、Co、Cr、Cu、Fe、Mn、Ni、Pb、Ti 和 Zn

收稿日期: 2021-03-13

基金项目: 中国地质调查项目资助 (DD20189501)

作者简介: 罗丽萍 (1981-), 女, 硕士研究生, 工程师, 主要从事矿产地质及矿山环境调查。

通讯作者: 刘应冬 (1987-), 男, 硕士研究生, 高级工程师, 主要从事地质找矿及矿山环境地质调查研究。

作为煤矸石的金属元素浸出变化特征实验中的主要探讨对象,以分批静态浸出实验为手段,采用单因素实验设计,分别考察了浸提液 pH 值、温度、液固比、时间和粒径五个因素下煤矸石矿中重金属元素浸出的变化情况(表 3)。各因素实验中,煤矸石浸出液中的 Co、Cr、Cu 和 Fe 等元素均采用电感耦合等离子体发射光谱法测定,测定准确度大于 98%,精确度 $RSD < 3\%$ 。

表 3 各因素实验设置条件 粒径分布 /%

Table 3 Test setting conditions for each factor

因素	浸提液 体积 /L	初始 pH 值	温度 /℃	液固比 /(L·kg ⁻¹)	浸出 时间 /h	粒径 /mm
pH 值	0.05	2、3、 4、5、 6、7	25	20:1	10	
温度	0.05	2	15、 25、 35、 45	20:1	10	
液固 比	0.05	2	25	50:1、 30:1、 20:1、 10:1、 5:1、 2:1、 1:1	10	
时间	0.05	2	25	20:1	0.5、1、 2、4、 6、8、 10、12、 24、48、 72、96、 120	
分级 粒径	0.05	2	25	20:1	10	煤矸石: +5、 -5+2、 -2+1、 -1+0.5、 -0.5+0.15、 -0.15

3 结果与讨论

3.1 pH 值对煤矸石中金属的溶出行为的影响

10 种金属中,As 和 Ni 均未检出,Co 和 Pb 的浸出浓度分别在 pH 值大于 4 和 3 以后低于检测限,未被检出。图 1 (a) ~ (h) 分别给出了煤矸石中 Co、Cr、Cu、Fe、Mn、Pb、Ti 和 Zn 随浸提液初始 pH 值变化的浸出浓度变化趋势。

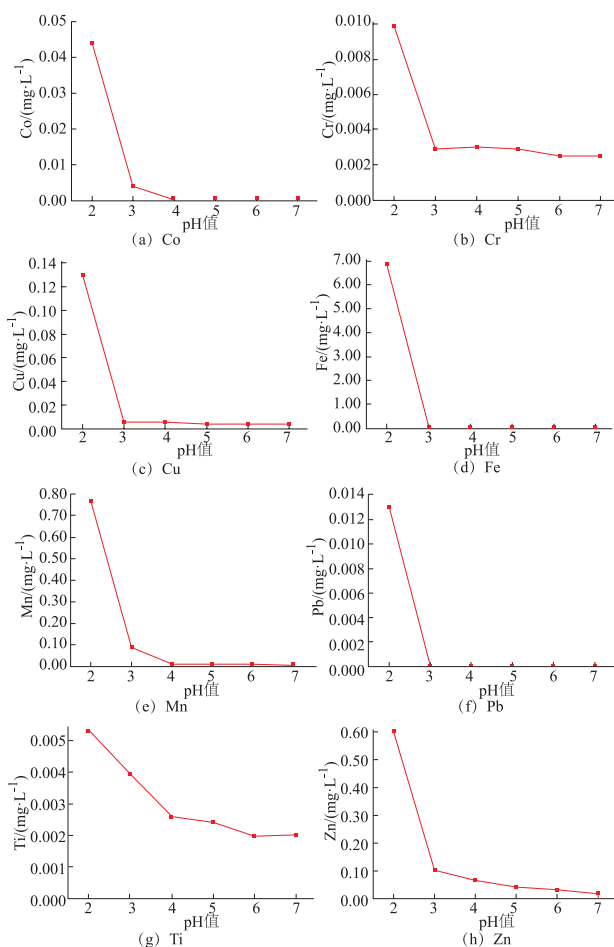


图 1 不同 pH 值下煤矸石浸出液中的重金属的浓度变化
Fig.1 Concentration changes of heavy metals in coal gangue leaching solution at different pH values

从图 1 可以看出,各金属的浸出浓度具有随 pH 值的升高而降低的趋势。除 Ti 在 $pH > 4$ 后趋于平衡外,Co、Cr、Cu、Fe、Mn 和 Zn 均在 $pH > 3$ 后便趋于平衡。对 Co、Cr、Cu、Fe、Mn、Ti 和 Zn 进行单因素方差分析,发现 Co、Cr、Cu、Fe、Mn、Ti 和 Zn 均随 pH 值升高而下降显著 ($p < 0.05$)。其中,Co、Cr、Cu、Fe、Mn 和 Zn 在 $pH > 3$ 后,浸出浓度在 pH 值因素下组间无显著性差异 ($p > 0.05$),而 Ti 在 $pH > 4$ 后,浸出浓度在 pH 值因素下组间无显著性差异 ($p > 0.05$)。该结果表明低 pH 值条件能促使尾矿中的大部分金属溶出。在浸提液初始 pH=2 条件下各金属分别达到较大溶出浓度,Co、Cr、Cu、Fe、Mn、Pb、Ti 和 Zn 的浓度分别为 0.04398 mg/L、0.00989 mg/L、

0.13009 mg/L、6.89944 mg/L、0.76715 mg/L、0.01306 mg/L、0.00538 mg/L 和 0.60522 mg/L。

结果表明,煤矸石中 Co、Cr、Cu、Fe、Mn、Pb、Ti 和 Zn 的浸出浓度与酸性强度有关,酸性越强,金属的浸出量越大,该结果与前人研究结果一致^[7]。前人研究发现,金属氧化物可以溶解在酸性溶液中,溶液的酸性越强,金属元素的浸出量越大^[8]。金属氧化物在酸性下的溶解可能正是造成上述实验结果的原因。研究区域(攀枝花)近年来 pH 值整体略有下降趋势,酸雨频率整体有上升趋势^[9]。酸雨问题可能会促使当地煤矸石库中大多数金属的溶解释放污染当地环境,因此有必要加强研究区域内雨季污染防控。

3.2 温度对煤矸石中金属的浸出行为的影响

10 种金属中,As 和 Ni 未检出。图 2 (a)~(h) 分别给出了煤矸石中 Co、Cr、Cu、Fe、Mn、Pb、Ti 和 Zn 随环境温度变化的浸出浓度变化趋势。从图 2 可以看出,煤矸石中的 Co、Cr、Cu、Fe、Mn、Pb、Ti 和 Zn 的浸出浓度随温度的升高均呈增加趋势,在 45℃ 时的浸出率分别比其在 15℃ 条件下增加了 1.75、2.99、1.66、3.09、1.33、1.77、1.33 和 1.13 倍。对 8 种金属浓度进行单因素方差分析,结果显示 Co、Cr、Cu、Fe、Pb 和 Ti 的浸出率在不同温度组间存在显著的差异 ($p < 0.05$),而 Mn 和 Zn 的浸出率在不同温度组间不存在显著差异 ($p > 0.05$)。分析表明虽然各金属浸出率随温度的升高均呈增加趋势,但温度因素对于 Co、Cr、Cu、Fe、Pb 和 Ti 的浸出影响大,对于 Mn 和 Zn 的影响并不明显。

周辰昕等^[10]认为温度的高低直接影响着构成物质的分子或离子等结构体的活性,温度升高,活性增强,有利于分子间结构的重新组合,促使煤矸石中部分金属元素游离出来并发生溶解释放。研究结果表明在实验温度范围内煤矸石中 Co、Cr、Cu、Fe、Pb 和 Ti 的相关矿物活性随温度升高

变化明显,而 Mn 和 Zn 的相关矿物的活性随温度升高变化不大。总体上讲,高温易于煤矸石中主要金属的释放。对于煤矸石的金属污染治理而言应加强自燃煤矸石的管理和高温多雨的盛夏季节污染的防范。

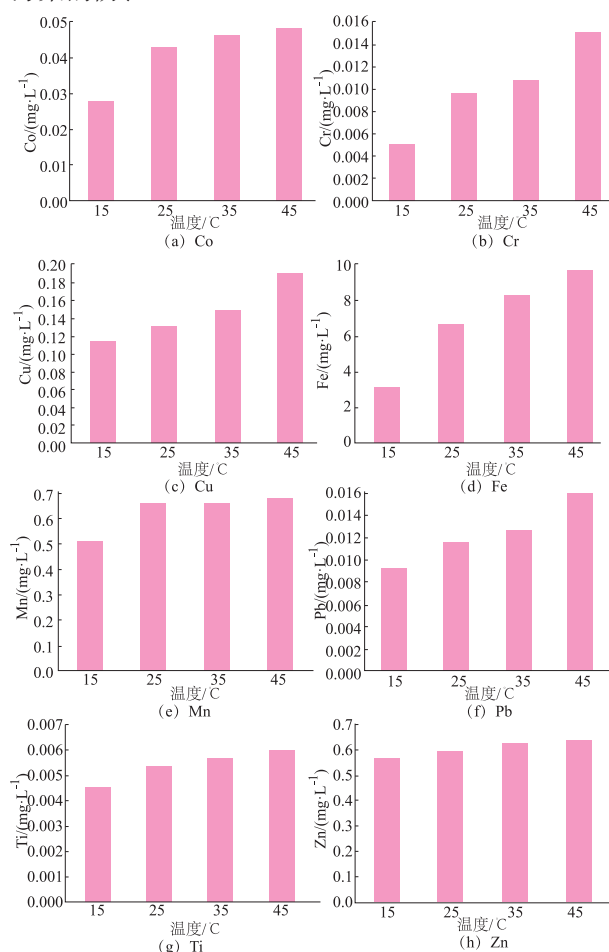


图2 不同温度下煤矸石浸出液中的重金属的浓度变化
Fig. 2 Concentration changes of heavy metals in coal gangue leaching solution at different temperatures

3.3 液固比对煤矸石中金属的浸出行为的影响

10 种金属中,As 和 Ni 未检出。图 3 (a)~(h) 分别给出了煤矸石中 Co、Cr、Cu、Fe、Mn、Pb、Ti 和 Zn 随液固比变化的单位质量浸出量的变化趋势。从图中可以看出,随液固比的增大,煤矸石中的 Co、Cr、Cu、Fe、Mn、Pb、Ti 和 Zn 的单位质量浸出量均呈增大趋势。Co、Cr、Cu、Fe、Mn、Pb、Ti 和 Zn 在液固比=100:1 L/kg 时的单位质量浸出量为 0.00152 mg/g、0.00080 mg/g、

0.00631 mg/g、0.24231 mg/g、0.02253 mg/g、0.00070 mg/g、0.00032 mg/g 和 0.02273 mg/g，分别是液固比 = 5: 1 L/kg 时对应金属浸出浓度的 3.28、13.38、7.44、12.69、3.75、16.87、21.97 和 3.88 倍。对 Co、Cr、Cu、Fe、Mn、Pb、Ti 和 Zn 元素的单位质量浸出量进行单因素方差分析，结果显示不同液固比下的各金属的单位质量浸出量组间存在显著性差异 ($p < 0.05$)。研究结果表明液固比能显著影响煤矸石中 Co、Cr、Cu、Fe、Mn、Pb、Ti 和 Zn 元素的浸出释放，液固比的增大对单位质量煤矸石的金属浸出量有促进作用。Li 等人认为液固比对煤矸石中金属释放的作用可能与溶解效应或扩散控制机制有关^[11]。溶液体积的增加有利于降低浸出液中金属离子浓度，从而提高液固界面的传质速度，最终提高金属的单位质量浸出量。

由于液固比的增大对研究区域的煤矸石金属单位质量浸出量促进效果明显，因此在降雨丰富的夏季，煤矸石可能会浸出大量金属，对煤矸石库附近的水体与土壤造成更严重的污染。此外，煤矸石中的金属浸出行为还受到其他环境因素影响，考虑到 pH 值和温度影响实验结果，可以明确温度较高、降雨量大的夏季是本研究区域煤矸石库金属释放的重要时期。

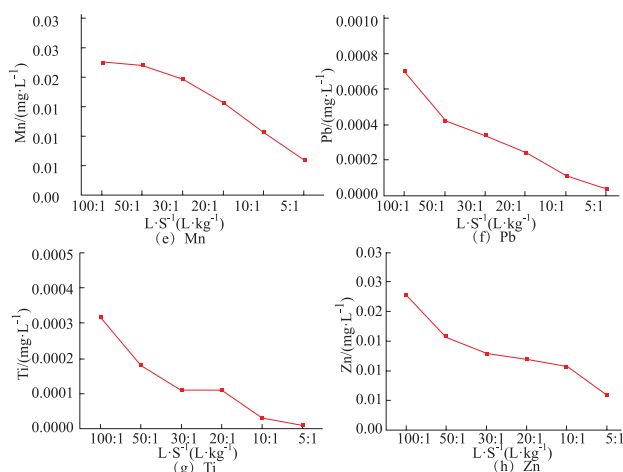
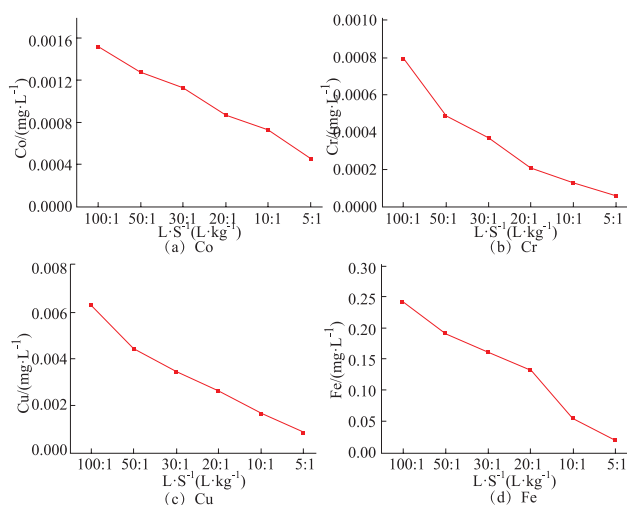


图3 不同液固比下浸出液中重金属单位质量浸出量变化
Fig.3 Changes of leaching quantities of heavy metals in leaching solution under different liquid-solid ratios

3.4 时间对煤矸石中金属的浸出行为的影响

10 种金属中，As 和 Ni 未检出。图 4 (a)~(h) 分别给出了煤矸石中 Co、Cr、Cu、Fe、Mn、Pb、Ti 和 Zn 随时间变化的浓度变化趋势。从图可以看出在实验时间范围内，煤矸石中的 Co、Cr、Cu、Fe、Mn、Pb、Ti 和 Zn 在加入浸提液后均迅速溶出。其中，Pb 的浸出浓度快速增长持续的时间较短，于 12 h 时达到较高，为 0.01304 mg/g，之后便持续下降且未在试验阶段达到平衡。Ti 在煤矸石中含量较大，但其浸出浓度较低，且在 2 h 时快速达到稳定。Ti 的浸出浓度最大值出现在 120 h，为 0.00983 mg/L。Co、Cr、Cu、Fe、Mn 和 Zn 的释放持续时间较长，分别在 96 h、120 h、72 h、48 h、96 h 及 96 h 时达到较高浸出浓度 0.11692 mg/L、0.02591 mg/L、0.21504 mg/L、20.33702 mg/L、1.71395 mg/L 和 1.18718 mg/L。其中，Co、Cr、Mn 和 Zn 在长期释放后趋于平衡，未出现显著下降。而 Cu 和 Fe 随浸泡周期延长，浸出浓度均发生一定程度的降低且并未在试验阶段达至平衡。

Silva 等人认为煤矸石中含有一定量的硫酸盐，煤矸石中溶出的 Pb 会与 SO_4^{2-} 结合产生沉淀，降

低 Pb 的浸出浓度^[12]。实验过程中,随着浸泡时间的延长,煤矸石中越来越多的硫酸盐持续性地溶出可能是致使浸提液中 Pb 浓度在快速增长后持续降低的原因。前人研究表明,Ti 即使在酸性较强的溶液中也会生成了 $\text{Ti}(\text{OH})_4$ 沉淀,这可能限制了 Ti 浸出浓度的增长^[13]。对于 Co、Cr、Cu、Fe、Mn 和 Zn,煤矸石中相应氧化物、盐与酸的反应以及相应盐的溶解可能是导致其浸出浓度持续性上升的原因。对于 Cu、Fe 元素中后期浓度下降,研究显示,富铁溶液在酸性较强 ($\text{pH}<4$) 的硫酸盐溶液中会消耗 Fe 形成黄钾铁矾与施威特曼石,而施威特曼石又能对溶液中的 Cu 产生吸附作用^[14-15]。黄钾铁矾与施威特曼石的产生、施威特曼石对 Cu 的吸附作用,可能正是导致后期 Cu 和 Fe 的浸出浓度出现降低的原因。

实验结果表明,煤矸石中大部分金属均能够在浸泡初期快速释放,少量金属的浸出浓度会在短时间内达到平衡或者开始持续下降。而随着浸泡时间的延长,大部分金属的浸出浓度则在较长时间的的增长后趋于稳定或出现下降。据此,对于煤矸石库的重金属污染防治,降雨历时较长的雨季是重要的防控时期。此外,为减轻煤矸石中重金属对附近环境的污染,还应重视煤矸石库的排水能力,尽量避免排水能力不足导致煤矸石库积水,致使大量重金属释放。

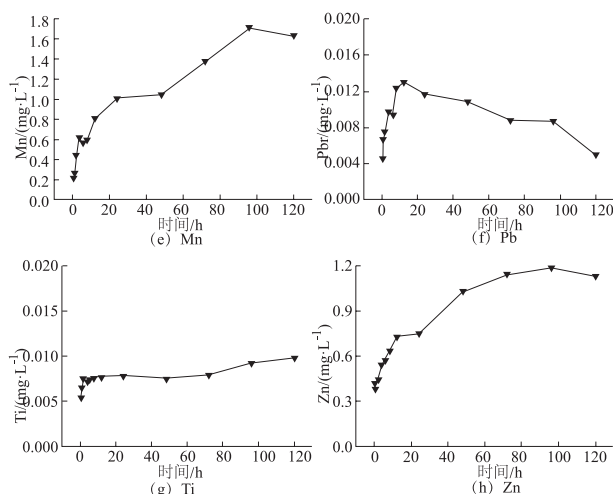
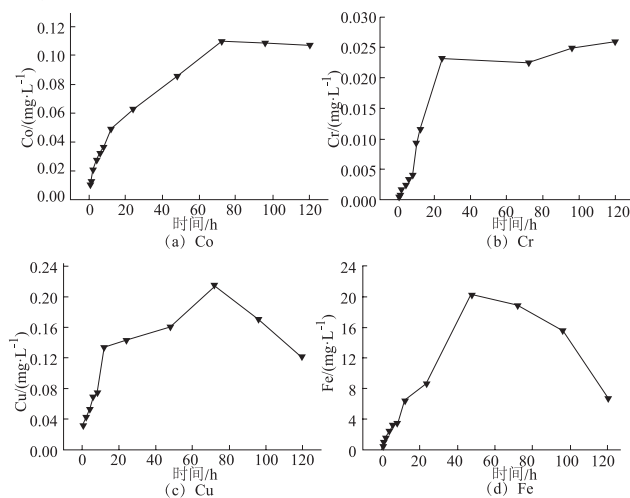


图4 不同时间下浸出液中重金属的浓度变化

Fig. 4 Concentration changes of heavy metals in leaching solution at different times

3.5 粒径对煤矸石中金属的浸出行为的影响

10 种金属中,各粒径下 As 均未检出。图 5 (a)~(i) 分别给出了 Co、Cr、Cu、Fe、Mn、Ni、Pb、Ti 和 Zn 在不同粒径分级下的浸出浓度变化趋势。其中 Ni 仅在 -0.15 mm 粒径下检出,浸出浓度为 0.20185 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。但由于 -0.15 mm 粒径在煤矸石中仅占 0.6%,故在前述实验中 Ni 均未检出。Co、Cu 和 Mn 的浸出浓度随着粒径变小均出现先增大后减小的趋势,并在 -0.15 mm 粒径时浸出浓度出现较大的增长。Co、Cu 和 Mn 在 -0.15 mm 粒径时浸出浓度达到最大,分别为 0.05506 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、0.08279 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 1.25692 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。Cr 和 Fe 的浸出浓度随着粒径变小均出现先增大后减小的趋势,并均在 -5+2 mm 粒径时达到最大浸出浓度,分别为 0.00664 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 2.43429 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。Pb 在 +5 mm 和 -1+0.5 mm 粒径中均未检出,其最大浸出浓度出现在 -0.15 mm 粒径,为 0.01046 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。Ti 的浸出浓度随粒径变化不大,随粒径减小而缓慢增加,并在 -0.15 mm 粒径时达到最大值,为 0.01046 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。Zn 的浸出浓度随粒径变小而降低,但在 -0.15 mm 粒径时浸出浓度出现了突跃,并远高于其他粒径的浸出浓度,为 2.83898 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。在 10 种金属中,Co、Cu、Mn、Ni、Pb、Ti 和 Zn 这 7 种金属的最大浸出浓

度均出现在最小粒径等级 (-0.15 mm)。对 Co、Cr、Cu、Fe、Mn、Ni、Pb、Ti 和 Zn 元素的浸出浓度进行单因素方差分析, 结果显示煤矸石的上述 10 种金属的浸出浓度在不同粒径间具有显著性差异 ($p < 0.05$)。该差异可能与不同粒径等级的煤矸石中金属组成与含量的区别有关。此外, 煤矸石的比表面积随粒径等级的变化而变化, 这也可能导致了不同粒径等级的金属浸出浓度出现差异。

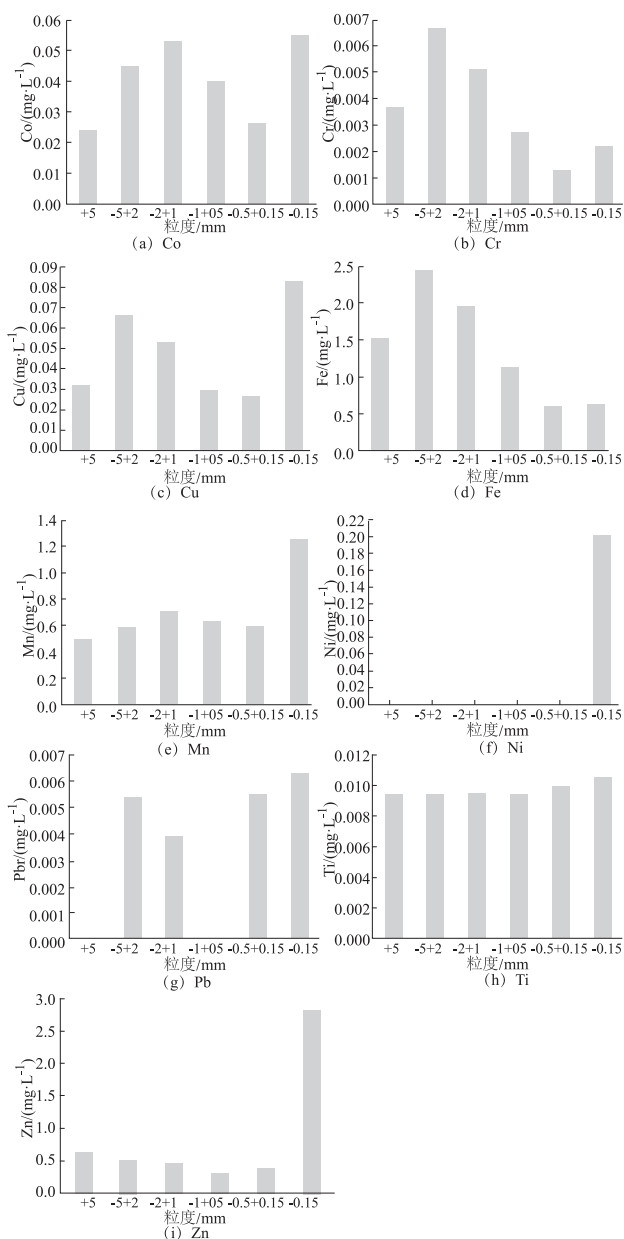


图5 不同粒径下浸出液中重金属的浓度变化

Fig. 5 Concentration changes of heavy metals in leaching solution with different particle sizes

粒径因素实验结果表明: 大部分金属在 -5+2 mm 粒径等级均有较高的浸出浓度, 且该粒径在煤矸石中占比高 (39.45%), 应注重对 -5+2 mm 粒径等级的煤矸石的污染防治。

4 结论与建议

(1) 研究区煤矸石的主要金属元素为 As、Co、Cr、Cu、Fe、Mn、Ni、Pb、Ti 和 Zn, 组成复杂, 具有种类多、含量高的特点。

(2) 该区煤矸石浸出的金属元素主要为 Fe、Zn、Mn 和 Cu, Co、Cr、Pb 和 Ti 的浸出量不大, As、Ni 则难以浸出。浸提液 pH 值、环境温度和液固比对浸提液中 Co、Cr、Cu、Fe、Pb 和 Ti 的浸出浓度影响显著, 低 pH 值、高温和高液固比有利于 Co、Cr、Cu、Fe、Pb 和 Ti 的浸出。对于 Mn 和 Zn, pH 值和液固比是影响其浸出的主要环境因素, 温度的影响效果并不显著, 低 pH 值和高液固比可促进 Mn 和 Zn 的浸出。细粒径煤矸石中大部分金属 (Co、Cu、Mn、Ni、Pb、Ti 和 Zn) 的浸出浓度更高, 但占比小; -5+2 mm 粒径的煤矸石占比高, 且其中的各金属的浸出浓度均较高; 煤矸石中大部分金属 (Co、Cr、Cu、Fe、Mn 和 Zn) 的释放持续时间较长, 但长时间的浸出会使 Cu、Fe 的浸出浓度下降。

(3) 对于煤矸石, Fe、Zn、Mn 和 Cu 是浸出的主要金属元素, 因此在煤矸石金属污染控制过程中应重点关注。在考虑使用生态修复技术修复煤矸石库周围的土壤污染时, 应选用耐受 Fe、Zn、Mn 和 Cu 的植物进行栽种。Fe 和 Cu 的浸出也受到温度的显著影响。因此, 对于煤矸石的重金属污染防控, 应考虑季节变化引起的金属污染的变化, 重点防治降雨量大、降雨历时长且温度较高的夏季。此外, 细粒径煤矸石 (-0.15 mm) 虽然占比较小, 但其内的大部分金属的浸出量更大, 在防治过程中应当注意。

参考文献:

- [1] Liu Y, Fang D, Li Y, et al. Production of lightweight ceramisite from iron ore tailings and its performance

investigation in a biological aerated filter (BAF) reactor[J]. Journal of Hazardous Materials, 2010, 178(1-3):999-1006.

[2] Haibin L, Zhenling L. Recycling utilization patterns of coal mining waste in China[J]. Resources Conservation & Recycling, 2010, 54(12):1331-1340.

[3] Li C, Sun H, Bai J, et al. Innovative methodology for Multipurpose utilization of iron ore tailings: Part 1. The recovery of iron from iron ore tailings using magnetic separation after magnetizing roasting[J]. Journal of Hazardous Materials, 2010, 174(1-3):71-77.

[4] 甄强, 郑锋. 煤的伴生资源煤矸石的综合利用[J]. 自然杂志, 2015(2):121-128.

ZHEN Q, ZHENG F. Multipurpose utilization of coal gangue, the associated resource of coal[J]. Nature Magazine, 2015(2):121-128.

[5] 夏举佩, 任雪, 张召述, 等. 高铁低铝煤矸石中酸浸溶出实验研究[J]. 化学工程, 2013(3):59-62.

XIA J P, REN X, ZHANG Z S, et al. Experimental study on acid leaching and dissolution of high-iron and low-aluminum coal gangue [J]. Chemical Engineering, 2013(3):59-62.

[6] 杨娅, 季宏兵. 新化矿区煤矸石中微量元素赋存形态及浸出特征[J]. 地球与环境, 2016(1):36-46.

YANG Y, JI H B. Occurrence form and leaching characteristics of trace elements in coal gangue in Xinhua mining area [J]. Earth and Environment, 2016(1):36-46.

[7] Zhang H, Ouyang S. Release characteristics of heavy metals from coal gangue under simulation leaching conditions[J]. Energy Exploration & Exploitation, 2014, 32(2):413-422.

[8] Wang W, Yong Q, Song D, et al. Column leaching of coal and its combustion residues, Shizuishan, China[J]. International Journal of Coal Geology, 2008, 75(2):81-87.

[9] 林武, 廖德兵, 刘真, 等. 攀枝花市酸雨变化及降水化学特征分析[J]. 攀枝花学院学报: 综合版, 2012, 29(4):120-123.

LIN W, LIAO D B, LIU Z, et al. Analysis of acid rain changes and precipitation chemical characteristics in Panzhihua City [J]. Journal of Panzhihua University: Multipurpose Edition, 2012, 29(4):120-123.

[10] 周辰昕, 李小倩, 周建伟. 广西合山煤矸石重金属的淋溶实验及环境效应[J]. 水文地质工程地质, 2014, 41(3):135-141.

ZHOU C X, LI X Q, ZHOU J W. Leaching experiment and environmental effects of heavy metals from coal gangue in Heshan, Guangxi [J]. Hydrogeology and Engineering Geology, 2014, 41(3):135-141.

[11] Li J, Xue Q, Wang P, et al. Evaluation of leaching characteristics of heavy metals from municipal solid waste incineration fly ash by up-flow percolation column tests[J]. Environmental earth sciences, 2016, 75(8):711-714.

[12] Silva E B D, Li S, De Oliveira L M, et al. Metal leachability from coal combustion residuals under different pHs and liquid/solid ratios[J]. Journal of Hazardous Materials, 2018, 341:66-74.

[13] Andriamiadamanana C, Laberty-Robert C, Sougrati M T, et al. Room-temperature synthesis of iron-doped anatase TiO₂ for lithium-ion batteries and photocatalysis[J]. Inorganic Chemistry, 2014, 53(19):10129-10139.

[14] Heepark J, Han Y S, Ahn J S. Comparison of arsenic co-precipitation and adsorption by iron minerals and the mechanism of arsenic natural attenuation in a mine stream[J]. Water Research, 2016, 106:295-303.

[15] Jönsson J, Sjöberg S, Lövgren L. Adsorption of Cu(II) to schwertmannite and goethite in presence of dissolved organic matter[J]. Water Research, 2006, 40(5):969-974

Leaching Behavior of Main Heavy Metal from Coal Gangue in Panzhihua Region

Luo Liping¹, Liu Yingdong¹, Fan Liangqian²

(1. Technical Innovation Center of Rare Earth Resources of China Geological Survey, Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resource, Chengdu, Sichuan, China; 2. College of Civil Engineering, Sichuan Agricultural University, Chengdu, Sichuan, China)

Abstract: In order to study the releasing mechanism and the environmental effect of heavy metals in the coal gangue of Panzhihua, the metal leaching experiments were carried out under the conditions of pH value, ambient temperature, liquid-solid ratio, time and particle size. Results showed that the leaching concentration of Co, Cr, Cu, Fe, Pb and Ti were significantly affected by pH, ambient temperature and liquid-solid ratio of the extract, and low pH, high temperature and high liquid-solid ratio were favorable for the leaching of Co, Cr, Cu, Fe, Pb and Ti. Leaching concentration of Mn and Zn were significantly affected by pH and liquid-solid ratio of the extract, but not obviously by ambient temperature. Leaching concentration of thin samples was higher than that of thick ones, but the proportion of thin ones was low. Proportion of -5 +2 mm particles was high, and their leaching concentration were high. Most metals in coal gangue (Co, Cr, Cu, Fe, Mn and Zn) have a long release duration, but the leaching concentration was declining with time increasing.

Keywords: Panzhihua; Coal gangue; Leaching study; Heavy metal