

文章编号:1673-9469(2009)01-0066-03

基于人工降雨作用下煤矸石路堤污染物释放研究

邓仁健¹, 周德如²

(湖南科技大学 土木工程学院, 湖南 湘潭 411201; 2. 中交第四公路工程局有限公司, 北京 100000)

摘要:本文对济东高速公路沿线的煤矸石淋溶释放污染物的规律进行了动态淋滤实验研究。实验结果表明:主要污染组分为总硬度、硫酸盐、总铁、TDS等, pH值的变化范围为7.05~9.11, 淋溶液成弱碱性, 而其它污染物质, 如氯化物、锰、铜等为少量或微量; 煤矸石中污染物溶解释放的质量浓度随淋溶量增加而变小, 如果淋溶量继续增加, 最终会达到平衡; 路用煤矸石中污染物溶解释放成指数曲线衰减, 利用该衰减规律可预测煤矸石中污染物在大气降水淋滤下对土壤和地下水污染的强度。最终认为, 路用煤矸石会对公路沿线地下水和地表水带来一定的污染。

关键词:煤矸石; 淋溶实验; 淋溶污染物质

中图分类号: X508

文献标识码: A

Research on pollutant release from coal gangue under runoff leaching operation

DENG Ren-jian¹, ZHOU De-ru²

(School of Civil Engineering, Hunan University Science and Technology, Xiangtan 411201, China; 2. No.4 Highway Engineering Co. Ltd., Beijing 100000, China)

Abstract: Run leaching experiments were carried out for study of there gularity of pollutant dissolution and release from coal gangue in Ji - dong high way. Some conclusions were drawn as follows, the main pollutant omponents released from coal gangue are the total hardnes, SO_4^{2+} , total Fe, TDS, ect. The pH value of leaching liquid is in the range of 7.05 ~ 9.11, and there are still small amounts of or minim of Cl⁻, Mn, Cu and so on; The concentration of pollutants components is decreased with increase of rain fall; The amounts of pollutants released from coal gangue are attenuated in a negative exponential law, moreover, the attenuation law can be applied to predicting the intensity of soil and ground water pollution. It is concluded that using the coal gangue in the highway may pollute the ground water and surface water.

Key words: coal gangue; leaching experiment; pollutant of leaching

目前,有关矿区堆放煤矸石对周围环境影响的研究成果很多,但对有关自然环境中,路用煤矸石污染物质大气降雨淋浸作用下的释放扩散规律的研究很少。同时,有关煤矸石中重金属的静态淋溶试验研究较多^[1,2],而对路用煤矸石中多组分的动态淋溶释放规律研究甚少^[3,4]。为了全面了解煤矸石中污染物的释放规律,定量预测煤矸石中污染物在大气降水作用下对土壤和地下水污染的强度,本文通过模拟自然降水进行多组分分析的动态淋溶实验研究,建立路用煤矸石中污染物的释放与降水量的关系模型,从而定量预测路用

煤矸石中污染物对公路沿线土壤和地下水污染的强度,为判断煤矸石的应用是否会在公路沿线造成二次污染奠定基础,同时也为路用煤矸石使用提供环境评价的依据。

1 煤矸石淋溶液试验

1.1 样品采集及制备

某高速公路1号标段煤矸石路堤所用的煤矸石主要取自公路沿线焦作1#、吴村、程村、李固等四个煤矿的煤矸石山中。从这四个煤矿煤矸石

设的路堤中分别选取具有代表性的煤矸石样品, 每种样品充分混合后分别过 10mm 筛备用。

1.2 试验方法

模拟大气降水对煤矸石进行动态淋溶实验研究, 研究不同降雨量等因素对煤矸石淋溶液水质变化的影响以及煤矸石随降雨量而溶解释放污染物的规律。在 1 000mL 筒式分液漏斗底部铺设两层定量滤纸。然后装入 200mm 厚(1 000g) 煤矸石样品, 轻轻摇动, 使其紧实模拟自然降雨, 采用连续式均匀淋溶方式, 加蒸馏水的强度约为 1mm/min (与自然暴雨降雨强度接近), 加水时间持续 120min, 然后停 24 个小时后, 再继续加蒸馏水, 反复共加 8 次。分液漏斗下面用三角瓶接收溶出液, 共接 8 次, 每次约 100mL。

2 分析检测方法

测定溶出液中的总硬度、硫酸盐、硝酸盐、锰、铜、铁、氯化物、pH 值、DTS 的质量浓度。淋溶液检测分析方法见表 1^[5]。

3 实验结果分析

1) 四种煤矸石路堤淋溶液的主要污染物质为总硬度、硫酸盐、总铁、TDS 等, 而硝酸盐、氯化物、锰、铜等为少量或微量污染物质。煤矸石路堤淋溶液成弱碱性, pH 值变化规律基本相似, 即随淋溶增加 pH 值成缓慢的增加; pH 值的变化范围为 7.05 ~ 9.11, 其中焦作 1# 煤矸石淋溶液的 pH 值略显偏高, 这与梁冰等人的研究结果不同^[4]。不同煤矸石淋溶液的总硬度变化比较大, 其中以吴村矸石和程村煤矸石初始淋溶时, 淋溶液的总硬度远远大于其它两个采样点, 造成这种原因可能是不同采样点的

煤矸石所含的物质及分化程度不同。

焦作 1# 和李固煤矸石路堤淋溶液中铁的浓度的最大值分别为 4.25mg/L 和 0.356mg/L, 超出 GB3838 - 2002 规定的集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值^[6]。因此, 可以认为路用煤矸石路堤或填料在大气降水淋溶会对公路沿线地下水 and 地表水带来污染。

2) 根据实验数据绘制淋溶液中 pH 值、总硬度、TDS、总铁及硫酸盐等污染物质随淋溶次数(或淋溶量)的变化曲线见图 1 ~ 图 5。

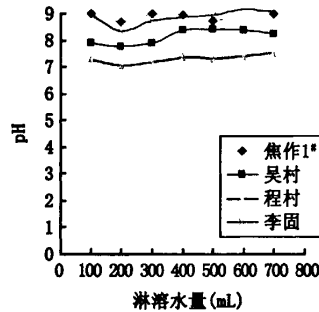


图1 pH值随淋溶量变化曲线
Fig.1 pH changes with the leaching curve

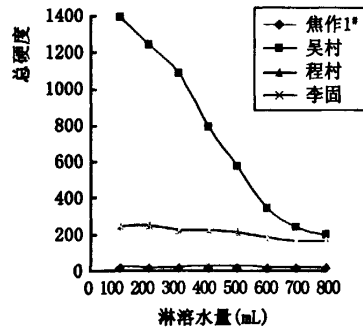


图2 总硬度随淋溶量变化曲线
Fig.2 Total hardness changes with the leaching curve

表 1 淋溶液和浸出液监测分析方法
Tab.1 The analysis methods of leaching solution and lixivium

序号	检测项目	分析方法	序号	检测项目	分析方法
1	pH 值	玻璃电极法	6	TDS	重量法
2	总硬度	乙二胺四乙酸二钠滴定法	7	铁	原子吸收分光光度法
3	SO ₄ ²⁻	硝酸钡分光光度法	8	锰	原子吸收分光光度法
4	Cl ⁻	硝酸银滴定法	9	铜	原子吸收分光光度法
5	NO ₃ ⁻	二磺酸酚分光光度法	10	锌	原子吸收分光光度法

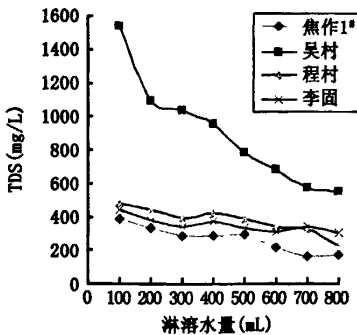


图3 TDS随淋溶量变化曲线
Fig. 3 TDS changes with the leaching curve

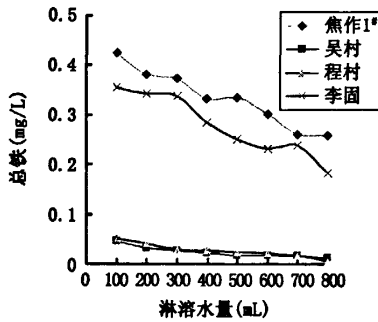


图4 总铁随淋溶量变化曲线
Fig. 4 Total iron changes with the leaching curve

由图1~图5可知,煤矸石路堤淋溶初期,淋溶液中总硬度、TDS、总铁及硫酸盐等污染物质等质量浓度较高,这是由于煤矸石中可溶解释放的污染物质质量浓度较高,所以溶出速率也较快。以后随着淋溶量(降水量)的增加,煤矸石中的污染物逐渐被降雨淋溶水量带走,煤矸石路堤中污染物溶解释放的质量浓度越来越小,溶出速率也越来越慢,淋溶液中各污染物质质量浓度逐渐降低,如果淋溶量继续增加,最终会达到平衡。

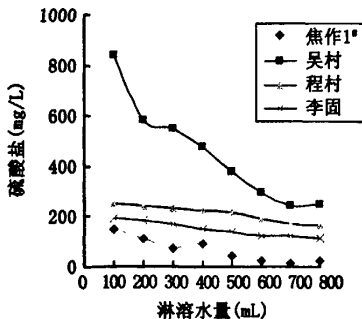


图5 硫酸盐随淋溶量变化曲线
Fig. 5 Sulfate changes with the leaching curve

3)根据已知数据点采用最小二乘法拟合得出:淋溶液中总硬度、硫酸盐、总铁、TDS等质量浓度与降水量之间呈指数曲线衰减关系,指数衰减模型为

$$C = C_0 e^{-nV} \quad (1)$$

式中 C - 淋溶量(或降雨量)为 V 所对应的某组分的浓度, mg/L; V - 淋溶量(或降雨量), mL; C_0, n - 淋溶系数和指数, 相关指数见表2。

表2 淋溶液中污染物质量浓度与淋溶量 V 的拟合关系

Tab. 2 The fitting relationship between pollutant concentration with leaching volume

项目	采样点	回归方程	相关系数
总硬度	焦作1#	$C = 14.732e^{-0.002V}$	0.763
	吴村	$C = 2313.1e^{-0.003V}$	0.984
	程村	$C = 275.9e^{-0.0006V}$	0.960
	李固	$C = 27.858e^{-0.005V}$	0.623
DTS	焦作1#	$C = 446.68e^{-0.0012V}$	0.951
	吴村	$C = 1616.1e^{-0.0014V}$	0.984
	程村	$C = 552.91e^{-0.0009V}$	0.912
	李固	$C = 426.28e^{-0.0004V}$	0.864
总铁	焦作1#	$C = 0.4551e^{-0.0007V}$	0.982
	吴村	$C = 0.0451e^{-0.0016V}$	0.965
	程村	$C = 0.0722e^{-0.0025V}$	0.900
	李固	$C = 0.4122e^{-0.0009V}$	0.966
硫酸盐	焦作1#	$C = 207.41e^{-0.0031V}$	0.935
	吴村	$C = 919.86e^{-0.0018V}$	0.988
	程村	$C = 275.5e^{-0.005V}$	0.977
	李固	$C = 208.73e^{-0.0008V}$	0.987

主要污染组分质量浓度的常用对数与降水量的常用对数二者之间呈显著的负相关,即随着降水量的增加,淋溶液中主要污染组分质量浓度呈指数曲线降低,可见,利用煤矸石中污染物的淋溶释放模型,可得到主要污染组分释放质量浓度随降水量的变化规律,可以定量预测路用煤矸石中污染物对土壤和地下水污染的强度。

4)对确定煤矸石路堤中某污染因子的淋溶释放模型进行积分,就可得到降水量为 V 时该污染因子的释放总量为 $W = \int_0^V C_0 e^{-nV} dV = \frac{C_0}{n} (1 - e^{-nV})$ 。

煤矸石路堤是长期的污染源,尤其是煤矸石山内部高度风化煤矸石,一旦被大雨渗入内部淋溶就会释放出大量污染物。

(下转第75页)

表 1 供冷建筑热损失百分率^[7]

Tab. 1 The percentage of building heat loss in cooling system

建筑外围护结构类型	差(平均传热系数)	中(平均传热系数)	好(平均传热系数)
	2.81 W/(m ² ·K)	1.57 W/(m ² ·K)	0.75 W/(m ² ·K)
地板辐射供暖	165.1	91.6	43.6
辐射吊顶供暖	169.6	95.9	44.6

5 结论

1)蓄热性能不同的辐射面材料,对辐射面温度变化存在着不同程度的滞后与延迟,采用间歇运行模式时,据此确定最佳的启动和停机时间,在保证舒适的条件下,节约空调能耗;

2)外围护结构数量不同将引起地板辐射采暖室内热环境的较大变化。在设计过程中应该通过缩小盘管的间距、增加散热面积、增强外窗气密性、增加围墙保温性等方法改善建筑顶层边户的室内热环境。随着外墙数的增加,建筑物耗热量增加,为了满足室内舒适度的要求,需要提高地板表面温度;

3)节能型建筑的外围护结构相对导热系数小,室内受外界的影响也较小,有利于辐射空调稳定

运行。

参考文献:

- [1] 王子介.低温辐射供暖与辐射供冷[M].北京:机械工业出版社,2004.
- [2] GB50019-2003,采暖通风与空气调节设计规范[S].
- [3] L巴赫基.房间的热微气候[M].傅忠诚译.北京:中国建筑工业出版社,2003.
- [4] 贺平,孙刚.供热工程[M].北京:中国建筑工业出版社,2001.
- [5] 郑茂于,齐杰.一种适应于严寒地区的新型节能窗[J].低温建筑技术,2002,(4):77-79.
- [6] 韩亚伟,王薇薇.北方地区建筑外窗节能技术[J].建筑节能,2007,(10):45-46.
- [7] 王子介.地板供冷的研究与进展[J].南京:南京师范大学学报,2006,6(1):34-38.

(责任编辑 闫纯有)

(上接第 68 页)

4 结论

1)煤矸石路堤或填料在动态淋溶作用下溶解释放的主要污染组分为总硬度、硫酸盐、总铁、TDS等,pH值的变化范围为7.05~9.11,淋溶液成弱碱性。而其它污染物质,如硝酸盐、氯化物、锰、铜等为少量或微量。

2)淋溶初期,淋溶液中总硬度、TDS、总铁及硫酸盐等污染物质等质量浓度较高,以后随着淋溶量(降水量)的增加煤矸石路堤中的污染物逐渐被降雨淋溶水带走,煤矸石中污染物溶解释放的质量浓度越来越小,溶出速率也越来越慢,淋溶液中各污染物质量浓度逐渐降低,如果淋溶量继续增加,最终会达到平衡。

3)煤矸石路堤或填料中污染物溶解释放成指数曲线衰减。利用该衰减规律可预测煤矸石路堤污染物在大气降水淋滤下对土壤和地下水污染的

强度。

4)煤矸石路堤或填料的使用会对公路沿线地下水 and 地表水带来一定的环境污染,但污染程度与煤矸石的组成成分和分化程度有关。

参考文献:

- [1] 刘迪.煤矸石的环境危害及综合利用研究[J].气象与环境学报,2006,22(3):60-62.
- [2] 冯吉燕,刘志斌.煤矸石中金属元素对人体健康影响的研究[J].露天采矿技术,2006,(3):41-44.
- [3] AZCUE J M. Environmental impacts of mining activities: emphasis on mitigation and remedial measures[M]. New York Springer,1999.
- [4] 梁冰,肖利萍,陆海军,等.煤矸石在动态淋滤作用下污染物释放规律研究[J].水利水电科技进展,2006,26(4):27-30.
- [5] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会.水和废水监测分析方法(第四版)[M].北京:中国环境科学出版社,2002.
- [6] GB 3838-2002,地表水环境质量标准[S].

(责任编辑 刘存英)

基于人工降雨作用下煤矸石路堤污染物释放研究

作者: 邓仁健, 周德如, DENG Ren-jian, ZHOU De-ru
作者单位: 邓仁健, DENG Ren-jian (湖南科技大学, 土木工程学院, 湖南, 湘潭, 411201), 周德如, ZHOU De-ru (中交第四公路工程有限公司, 北京, 100000)
刊名: 河北工程大学学报(自然科学版) 
英文刊名: JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING (NATURAL SCIENCE EDITION)
年, 卷(期): 2009, 26(1)
被引用次数: 2次

参考文献(6条)

1. 刘迪 煤矸石的环境危害及综合利用研究[期刊论文]-气象与环境学报 2006(03)
2. 冯吉燕;刘志斌 煤矸石中金属元素对人体健康影响的研究[期刊论文]-露天采矿技术 2006(03)
3. AZCUE J M Environmental impacts of mining activities:emphasis on mitigation and remedial measures 1999
4. 梁冰;肖利萍;陆海军 煤矸石在动态淋滤作用下污染物释放规律研究[期刊论文]-水利水电科技进展 2006(04)
5. 国家环境保护总局<水和废水监测分析方法>编委会 水和废水监测分析方法 2002
6. GB 3838-2002. 地表水环境质量标准

本文读者也读过(10条)

1. 郝启勇. 尹儿琴. 李明建. 鲁孟胜. 姜明丽. 张心斌 兖济滕矿区煤矸石的污染危害效应分析[期刊论文]-矿业安全与环保2006, 33(3)
2. 艾尔肯·司马义. Aierken·SIMAYI 煤矸石对环境的影响及其防治对策分析[期刊论文]-新疆环境保护 2008, 30(1)
3. 师旭超. 金萍. 周岸 煤矸石在路基工程中的应用[期刊论文]-路基工程2008(2)
4. 刘谊人. 王小红 人工降雨污染环境吗[期刊论文]-建筑工人2009(11)
5. 刘红霞. 云玲. 袁业芹 人工降雨条件下土壤结皮的特征[期刊论文]-吉林农业2007(5)
6. 赵鑫. 马金珠. 黄天明. ZHAO Xin. MA Jin-zhu. HUANG Tian-ming 宝天高速公路沿线地表水环境现状评价的密切法[期刊论文]-安全与环境工程2007, 14(2)
7. 芮小平. 宋现锋. 于雪涛 基于GIS的雷达回波提取及人工降雨作业点确定方法研究[期刊论文]-南京信息工程大学学报2009, 1(2)
8. 李曾中. 程明虎. 李月安 利用人工降雨手段化汛期特大暴雨灾害为可利用水资源[期刊论文]-灾害学2002, 17(3)
9. 郑继东. 邵龙义. 胡斌. 邓寅生. ZHENG Ji-dong. SHAO Long-yi. HU Bin. DENG Yin-sheng 煤矸石井下填充对矿井水的污染及其吸附控制模拟实验[期刊论文]-水文地质工程地质2006, 33(4)
10. 李旭华. 段宁. 王心义. 杨建. LI Xu-hua. DUAN Ning. WANG Xin-yi. YANG Jian 矿区煤矸石对周围农田玉米作物污染研究[期刊论文]-合肥工业大学学报(自然科学版) 2008, 31(11)

引证文献(2条)

1. 牛清娜 基于边缘检测算法的煤矸石自动分选技术研究[期刊论文]-河北工程大学学报(自然科学版) 2012(4)
2. 苏华美. 王智. 刘志斌 煤矸石中砷的淋溶析出规律[期刊论文]-黑龙江科技学院学报 2013(5)