

# 九龙矿矸石山周围土壤环境的评价

欧阳赛兰,王金喜,凌佩

(河北工程大学,河北省资源勘测研究重点实验室,河北邯郸 056038)

**摘要:**调查了邯郸市九龙矿矸石山周围地表土壤中重金属的元素含量。并通过单因子污染指数和 N.L.Nemerow(内梅罗)指数法对矸石山周围土壤进行污染评价。结果表明,矸石山附近的土壤都符合土壤环境质量标准二级标准中(pH>7.5、农田、旱地)的重金属指标。背景土壤与矸石山周围土壤的重金属含量相差较小,主要与煤矸石中重金属含量偏低有关。由于该矿煤矸石对周围土壤环境影响程度较小,煤矸石中重金属含量偏低所以应尽量增加对煤矸石的综合利用,从而减少煤矸石对土地的压占。

**关键词:**煤矸石;重金属;土壤环境污染评价;综合利用;九龙煤矿

中图分类号:X820.3 文献标识码:A 文章编号:1006-8759(2013)02-0054-03

## ENVIRONMENTAL EVALUATION OF THE SOIL AROUND MINE ROCK DUMP IN JIULONG COAL MINE

OUYANG Sai-lan, WANG Jin-xi, LING Pei

(Hebei University of Engineering, Key Laboratory of Resource Exploration Research of Hebei Province, Handan 056038, China)

**Abstract:** We investigated the heavy metals contents in the surface soil around the mine rock dump in Handan Jiulong coal mine and assessed the soil pollution by single-factor contaminant index and nemerow index method. The result showed that the heavy metals in the surface soil around the mine rock dump attained the Grade II Environmental quality standard for soils (pH>7.5, farmland, dry land). The background soil and the surface soil around the mine rock dump have a small difference. It is related to the low heavy metals contents. The coal gangue impact the soil around the gangue to a lesser extent and the heavy metals contents of coal gangue is low it should be to maximize the comprehensive utilization of coal gangue. Thereby reducing the pressure accounted gangue of land.

**Keyword:** coal gangue, heavy metals, evaluation of soil environmental pollution, comprehensive utilization, Jiulong Coal Mine.

### 1 引言

煤矸石是煤矿在建井、煤炭开采和加工时排出的固体废弃物,是煤炭工业排放量最大的固体废弃物[1]。随着采煤技术的提高煤矸石的排出量

已经减少,但是仍有大部分煤矸石被排出,并堆积在地表逐渐形成规模。由于煤矸石从地下被移至地表以致煤矸石由原来的还原环境变成氧化环境,并在降雨、风化、自身所载水分等条件下发成一系列物理、化学反应和生物降解从而导致矸石山周围地下水、地表水和土壤环境受到污染,尤其是重金属的污染受到广泛重视。很多国内外学者都进行了相关研究。如 Canibano 等对通过对西班牙

收稿日期:2012-12-18

基金项目:河北省科学技术研究与发展计划项目(10276701D)

第一作者简介:欧阳赛兰(1986-),女,河北邢台,河北工程大学在读环境工程硕士研究生,研究方向为环境地质灾害治理工程。

牙某个矿区煤矽石进行淋滤实验发现淋溶液中的重金属的含量对周围环境不造成影响<sup>[2]</sup>。仆何春等对贵州省三个煤矿的煤矽石(富含黄铁矿)进行研究发现煤矽石中的重金属的溶出取决于淋溶液酸度和煤矽石的风化程度<sup>[3]</sup>。刘向荣等对贵州某矿区煤矽石风化后造成的土壤重金属污染分布特征和植物利用性进行了研究<sup>[4]</sup>。同时胡斌<sup>[5]</sup>,杜忠<sup>[6]</sup>,王贤荣<sup>[7]</sup>,王兴明<sup>[8]</sup>,冯启言<sup>[9]</sup>等都都对煤矽石中微量有害重金属对矽石山周围土壤环境影响进行了评价。

本文以邯郸市九龙矿矽石山周围土壤为研究对象,探讨矽石山对周围环境是否存在影响以及对影响状况进行评价,并根据该矿煤矽石中重金属对环境的污染程度提出治理方法。九龙煤矿自投产至今已经 21 年,煤矽石堆放在九龙煤矿南部并已具有一定规模<sup>[10]</sup>。

## 2 采样和方法

### 2.1 样品的采集

样品采自邯郸市九龙矿矽石山,分别采集了煤矽石样品、背景土样和采自矽石山周围的土壤样品。矽石样品采用蛇形布点法在矽石山上确定 5 个采样点进行采样。土壤样品采样点的布设分别在矽石山正北、正东和西北方向以矽石山脚为起点每 15 m 布设一个采样点,在北部和东部每个方向采 3 个土壤样品在矽石山西北方向采 2 个土壤样品,共计 8 个土壤样品。并在矽石山对面 1km 的土坡上土壤污染较小区域采得背景土壤样品。

### 2.2 样品的制备

采回的矽石样品、背景土壤样品和土壤样品经过自然风干后去除土壤样品中的草根等杂物后经四分法缩分,然后经破碎、筛分、掺合和缩分等步骤将矽石样品、背景土壤样品和 8 个土壤样品分别研磨为 200 目备用。

### 2.3 样品重金属含量及 pH 的测定

取研磨好的矽石样品、背景土壤样品和土壤样品在烘箱中 45 ℃烘 4 h 后,称取样品 0.0500 g 采用 HF-HClO<sub>4</sub>-HNO<sub>3</sub> 法进行消解用电感耦合等离子质谱(ICP-MS)对矽石样品和土壤样品中的重金属元素进行分析。土壤样品 pH 的检测方法为取研磨好的土壤样品 10 g,以蒸馏水配制土水比为 1:5 待测液,将待测液震荡 30 min 后用玻璃电极法测定 pH 值。

## 3 结果与讨论

通过对消解后矽石样品、背景土壤样品和土壤样品进行的电感耦合等离子质谱(ICP-MS)检测,测得煤矽石、背景土样和各采样点的土壤样品中 Ni、Cu、Zn、Cd、Pb 的含量见表 1。

表 1 各样品中重金属的含量 单位:mg/kg

样品名	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
矽石样品	16.49	60.16	78.23	9.51	20.26
背景土样	15.25	12.91	27.76	0.18	8.61
N1	16.09	16.00	49.58	0.25	15.56
N2	16.82	14.84	37.70	0.21	14.86
N3	18.03	15.30	37.87	0.27	12.28
E1	14.53	13.83	43.06	0.25	15.50
E2	15.54	15.53	44.76	0.25	18.89
E3	16.86	14.58	202.60	0.27	20.37
WN1	16.10	13.46	48.93	0.27	12.87
WN2	16.65	17.82	54.93	0.24	16.26

经检测土壤中 pH 大于 7.5,适用于土壤环境质量标准(GB15618-1995)二级标准在 pH>7.5 的要求。本研究区域主要是以旱地耕作方式,因此对这 5 中重金属进行污染评价时污染评价标准值应按照土壤环境质量标准(GB15618-1995)二级标准(pH>7.5,农田,旱地)。各重金属元素的土壤环境质量标准值见表 2。

表 2 土壤环境质量标准二级标准(pH>7.5,农田,旱地)

重金属元素	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
标准值(mg/kg)	60	10	300	0.60	300

矽石山周围土壤样品中这 5 种重金属元素采用单因子指数和 N.L.Nemerow(内梅罗)指数进行污染评价。

单因子指数的基本公式为:

$$P_i = \frac{C_i}{S_i}$$

式中:  $P_i$ ——第 i 项的污染指数;

$C_i$ ——第 i 项污染检测值;

$S_i$ ——第 i 项污染物评价标准值。

N.L.Nemerow(内梅罗)指数的基本公式为:

$$P_n = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{S_i}\right)_{\max} + \left(\frac{C_i}{S_i}\right)_{\text{ave}}}{2}}$$

通过计算得矽石山周围各采样点的重金属元素的单因子指数和 N.L.Nemerow(内梅罗)指数见表 3~表 5 所示。土壤样品中 5 种重金属的单因子

表 3 Nemerow(内梅罗)指数污染等级划分标准

等级划分	内梅罗污染指数	污染程度
1	PN<0.7	清洁(安全)
2	0.7<PN≤1	尚清洁(警惕级)
3	1<PN≤2	轻度污染
4	2<PN≤3	中度污染
5	PN>3	重度污染

表 4 单因子指数污染等级划分标准

P	<1	1~2	2~3	3~5	>5
水质等级	清洁	轻污染	污染	重污染	严重污染

污染指数均小于 1, 根据单因子指数污染等级划分标准属于清洁范围内。从 nemerow(内梅罗)指数可以看出九龙矿煤矸石在这 20 年的堆放过程中对周边的土壤存在影响, 但影响程度不大。其中部分区域已经处在警惕级, 所以应对矸石山附近环境进行定期监测, 并采取防护措施如对矸石山进行覆土绿化等减少降雨、风化对矸石山周围环境的影响。

表 5 单因子指数和 N.L.Nemerow(内梅罗)指数

重金属元素	样品名								
	N1	N2	N3	E1	E2	E3	WN1	WN2	
单因子指数	Ni 0.297	0.28	0.30	0.24	0.26	0.28	0.27	0.28	
	Cu 0.16	0.15	0.15	0.14	0.16	0.15	0.13	.1	
	Zn 0.17	0.13	0.13	0.14	0.15	0.68	0.16	0.18	
	Cd 0.41	0.35	0.45	0.42	0.42	0.45	0.45	0.40	
	Pb 0.05	0.05	0.04	0.05	0.06	0.07	0.04	0.05	
N.L.Nemerow 指数	0.56	0.52	0.57	0.56	0.56	0.71	0.58	0.56	

尽管矸石山附近的土壤受到矸石山的影响, 但仍符合土壤环境质量标准 (GB15618-1995) 二级标准 (pH>7.5, 农田, 旱地), 因此矸石山周围的土壤可以达到维护人体健康限制值。根据表 1 煤矸石中的重金属含量可知该矿煤矸石中重金属含量偏低。在考虑对矸石山周围环境进行防护的同时还可以考虑对该矿煤矸石进行综合利用。例如可以将煤矸石做为有机复合肥料, 增强土壤的透气性、疏松性、腐植酸和生物活性的含量, 提高土壤整体的固氮能力, 从而达到改善土壤结构, 达到增产的目的<sup>[11]</sup>。同时煤矸石还可以直接用于对矿井的填埋来防止地面塌陷、地裂缝的产生, 进而可以保护地表的农田和建筑物。还可以做为道路路基和基层的填料和深加工做成矸石烧结砖、水泥

掺合料等<sup>[12]</sup>。从而减少煤矸石对土地的压占, 更彻底的解决矸石山对周围环境的影响。

#### 4 结论

通过对九龙煤矿矸石山周围土壤中重金属含量的分析和评价, 并得到如下结论:

(1) 通过矸石山周围土壤样品和背景土壤中重金属含量的比较可以看出该矿矸石山对周围环境有一定的影响, 但是影响程度小。

(2) 矸石山周围的土壤 pH 值呈碱性, 同时土壤中重金属的含量符合土壤环境质量标准 (GB15618-1995) 二级标准中 pH>7.5 的标准。

(3) 根据该矿煤矸石中重金属含量, 以及对周围土壤环境基本不造成影响这一现状, 可以将煤矸石做为土壤有机复合肥料、对矿井进行回填、道路路基和基层的填料、矸石烧结砖、水泥掺合料、陶粒等, 从而减少煤矸石对土地的压占。

#### 参考文献

- [1] 刘巧茹, 谢晖, 郝成君等. 煤矸石的污染危害及其在华工方面的应用[J]. 大众科技, 2007(10):97-98.
- [2] Gonzalez C J, Falcon A, Rodriguez Ortiz J M, et al. Static leaching of coal mining wastes [C]. Rainbow A K M. Reclamation, treatment and utilization of coal mining wasts. Rotterdam: Balkema, 1990:165-175.
- [3] 仆河春, 万国江. 富含黄铁矿煤矸石中碳酸盐影响其风化淋溶性质的研究[J]. 重庆环境科学, 1995, 3(6):24-28.
- [4] 刘玉荣, 党志, 尚爱安. 煤矸石风化土壤中重金属的环境效应研究[J]. 农业环境科学学报, 2003, 22(1):64-66.
- [5] 胡斌, 任玉芬, 方元元, 等. 焦作朱村矸石山周围土壤重金属污染特征分析[J]. 能源环境保护, 2004, 18(3):53-56.
- [6] 杜忠, 陶玲, 王朝旭. 演马矸石山周围土壤中重金属污染评价[J]. 兰州交通大学学报, 2007, 26(1):105-107.
- [7] 王贤荣, 张维, 陈纪良, 等. 煤矸石长期堆放对周边土壤环境的影响及污染评价[J]. 广西轻工业, 2010, 5:84-86.
- [8] 王兴明, 董众兵, 刘桂建, 梅静梁. Zn, Pb, Cd, Cu 在淮南新庄孜煤矿矸石山附近土壤和作物中分布特征 [J]. 中国科学技术大学学报, 2010, 42(1):17-25.
- [9] 冯启言, 刘桂建. 兖州煤田矸石中的微量有害元素及其对土壤环境的影响[J]. 中国矿业, 2001, 11(1):67-69.
- [10] 樊景森, 孙玉壮, 牛红亚, 浑凌云, 等. 九龙矿煤矸石山对环境的有机污染[J]. 环境污染与防治, 2009, 31(1):101-103.
- [11] 曾丽. 重视煤矸石的再生利用[J]. 边疆经济与文化, 2010, 5:38-39.
- [12] 王彦洪, 江英. 实现煤矸石的资源化 建立循环经济型煤矿区[J]. 煤炭技术, 2007, 2:40-42.