

# 煤矿周围土壤中铜、锌污染状况及特征分析

刘 焱

(湖南师范大学, 湖南长沙 410081)

**摘要:**以陕西省神木县西沟乡六道沟流域作为研究区域,对六道沟煤矿周围的土壤中的铜、锌的含量进行了研究,着重分析了煤矿开采是否对周围土壤造成重金属污染以及重金属在煤矿周围土壤中的分布特征。结果表明该区域仅有部分土壤遭受铜、锌的轻度污染,即煤矿开采会对周围土壤造成不同程度的污染,且铜、锌含量随着距煤矿距离的增大而递减,并随采样深度增加而递减。

**关键词:**煤矿;土壤;污染状况;特征分析

中图分类号:TD99

文献标识码:B

文章编号:1006-8759(2010)01-0048-04

## THE CONTAMINATION AND CHARACTERISTICS ANALYSIS OF Cu AND Zn OF SOILS AROUND COAL MINE

LIU Yi

(Hunan Normal University, Changsha 410081, China)

**Abstract:** This study based in Shenmu County Xigou Country Liudaogou Watershed of Shanxi Province. In order to investigate heavy metals content concerning Cu, Zn, soil samples were collected in the vicinity of Xigou country Liudaogou watershed coal mine, Emphasized to analyze the mine in mineral area whether result in the heavy metals contamination and the characteristic of distribution of heavy metals in the mineral area surroundings soil. These evidences indicated that the level of contamination in this area was in low-grade. In other words, mining causes various heavy metal pollution to ambient soil, and heavy metal pollution has a trend that the further from the mining area, the weaker the contamination is; and with the sampling depth tended to decrease.

**Keywords:** coal mine; soil; contamination; characteristics analysis

## 0 引言

随着煤矿资源的开采,特别是不合理的开发、利用,对煤矿周围土壤环境造成了严重污染,不仅破坏了生态环境,威胁到人民生命安全,还制约着国民经济的发展。因此,煤矿周围土壤重金属污染状况已成为目前备受关注的研究领域<sup>[1-2]</sup>。

煤矿周围土壤的重金属污染物大多数来源于

煤矿粉尘的迁移沉降,尤其在地处水蚀风蚀交错带的陕西省神木县六道沟流域,煤矿众多且多集中在沟口处,对周围土壤造成了严重的点源污染,同时由于风力作用,使煤矿粉尘在流域中被重新分布,增加了对土壤的非点源性污染。以神木县西沟乡六道沟流域作为研究区域,通过测定西沟乡六道沟煤矿周围土壤中铜、锌的含量,明确这两种重金属在煤矿周围土壤中污染状况及分布情况,可为当地的土壤环境质量评价工作及煤矿周围土

壤重金属污染的综合治理提供一定依据,并对保护当地居民的身体健康,有一定现实意义。

## 1 研究区域概况

研究区域位于陕西省神木县窟野河流域的支流六道沟流域,六道沟流域位于神府煤田中心,距离神木县城以西 14 km,流域面积 6.89 km<sup>2</sup>,流向自南而北。区域内土壤以硬黄土和风沙土为主。土壤结构疏松,抗蚀性差,水土流失非常严重。流域主要植被为半干旱草原,且多为人工植被,以梯田/台田农地、坡耕地、灌木林地和草地为主。

西沟乡六道沟煤矿开采时间为四年,周围耕地较为平坦,种植的主要农作物为黄豆和玉米。土壤呈碱性,pH 值约为 8。该区域主要盛行西北风。

## 2 土壤样品的采集

结合土壤样品采集布点原则和西沟乡六道沟煤矿所处的地理位置,考虑了自然风向、矸石堆坡向等情况,根据该区主吹风向、雨水淋溶的可能方向、煤矿附近土壤表面煤矸石颗粒的散布疏密情况,以煤矿为中心,利用扇形布点法沿选定的路线按照距煤矿由近及远分别进行采样(图略)。具体方法为:先确定 a、b、c、d 四条采样主线,再在采样主线上确定采样位置,每个样点采集 0.5 kg 左右混合样品,储存于袋中。并进行分层采样,采集深度为 1 m,每 20 cm 采集一个样。采样同时做好采样记录。其中,a、b、c 线的土壤为硬黄土,a 线的主要植被为长毛草,b 线、c 线周围为农作物,主要有黄豆和玉米;d 线土壤为风沙土,主要植被为沙蒿。

## 3 测定内容及方法

本次研究共采集土样 125 个,其中 a 线 30 个,b 线 40 个,c 线 30 个,d 线 25 个。将采集的样品进行预处理,制成满足分析要求的土壤样品,再将制备好的土样先用 HCl-HNO<sub>3</sub>-HF-HClO<sub>4</sub> 分解法消解<sup>[3]</sup>,再用火焰原子吸收分光光度法测定其中的铜、锌的含量。

## 4 土壤重金属污染评价模式

采用单项污染指数法来评价土壤环境质量污染状况。

土壤单项污染指数的计算模型为: $P_i=C_i / S_i$

式中: $P_i$  为土壤中  $i$  元素的污染指数; $C_i$  为土壤中某元素  $i$  的实测值,mg/kg; $S_i$  为土壤中某元素  $i$  的评价标准值,mg/kg。当  $P_i \leq 1$  时,表示土壤未受污染; $P_i > 1$  时,表示土壤受到污染,且  $P_i$  值越大,则污染越严重<sup>[4]</sup>。

以国家土壤环境质量标准(GB15618-1995)和中国土壤元素背景值陕西省土壤元素背景值为评价标准(见表 1)。土壤环境质量标准把土壤环境质量分为三个等级。其中一级标准针对区域土壤诸元素背景值评价,二级标准评价区域是否受到污染,三级标准则是土壤临界值评价<sup>[5]</sup>。本文主要是评价该区域是否受到污染,因此选用二级标准。

表 1 土壤环境质量标准值(GB15618-1995)和背景值

项目	陕西省土壤元素背景值 <sup>[2]</sup>	国家一级标准自然背景值	国家二级标准(pH 值)		
			mg/kg		
			< 6.5	6.5~7.5	> 7.5
铜	21.4	35	50	100	100
锌	69.4	100	200	250	300

## 5 结果与分析

### 5.1 土样中铜的含量

本研究区域土壤呈碱性,pH 值约为 8.0,对照土壤环境质量标准值(GB15618-1995)铜元素的二级标准 100 mg/kg,用单项污染指数法对其进行评价。从调查的 125 个土样来看,受到重金属污染的土样占总样品数的 6.2%。77 个土样的单项污染指数  $P_i > 1$ ,且这些土样均在 a、b、c 线,证明 a、b、c 线的土样均受到了不同程度的铜污染,而 d 线土样未受到污染。但是,d 线的铜含量是陕西省铜元素土壤背景值的 1.33~3.52 倍,说明 d 线土样中已累积了大量铜元素,也应引起重视。各采样线土样铜含量变化见图 1 所示。

图 1 为各采样线土样铜的含量变化图(a1~a6、b1~b8、c1~c6、d1~d5 代表各土样是按照距煤矿由近到远的顺序进行采集的)。图中 a 线铜含量在 54.82~256.70 mg/kg,a 线土样只有在 40~60 cm 深度才可大致看出铜的含量随距离增加而下降的趋势,这可能和当地的主导风向有关,还和土壤质地、pH 值、周围植被及一些相关构筑物有关。b 线铜含量在 84.11~220.68 mg/kg,若去除 b1 点,可看出各层土样中铜含量随距离增大整体呈现出明显的下降趋势。c 线铜的含量为 23.82~147.51 mg/kg,各样点铜含量随距离的增加也呈现出明显的

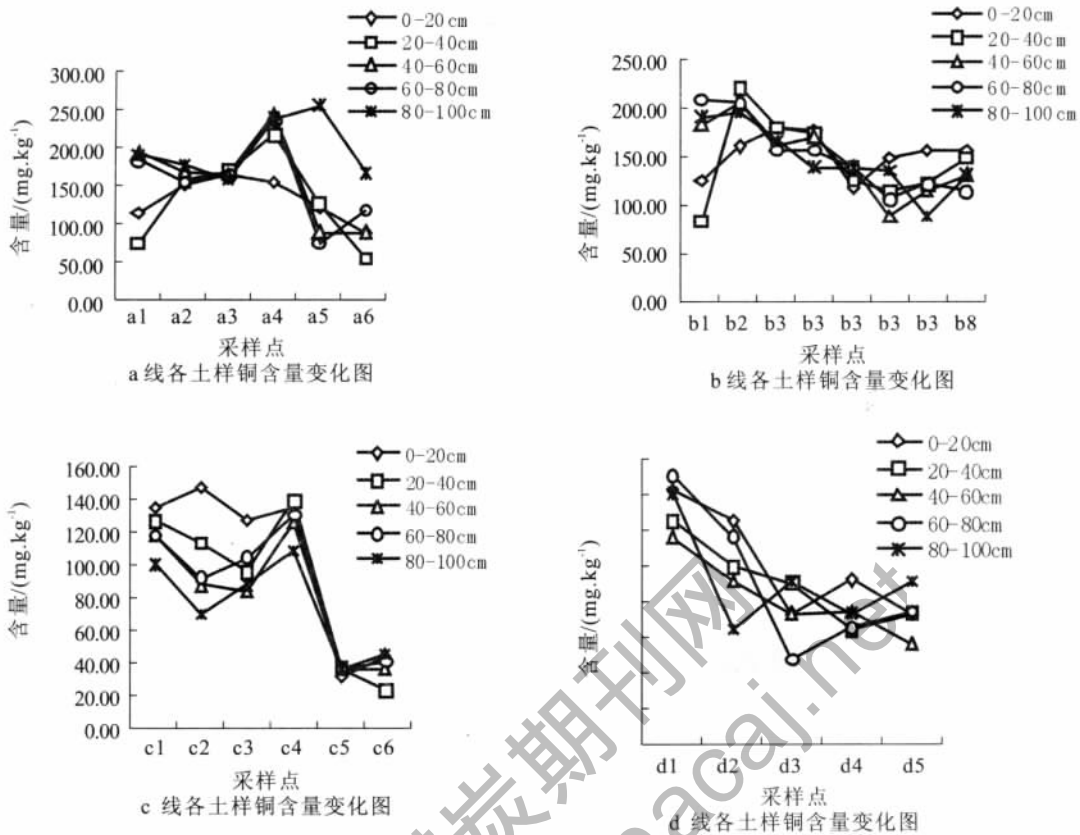


图1 各采样线土样铜含量变化图

下降趋势,但c4点出现了上升现象,这可能与土质有关,因为土壤中铜含量最高的是在矿化岩石上形成的矿藏土壤,其含量在1500~6000ppm。含量低的是位于多雨区的泥炭土和沙质灰化土,其含量从迹量~10ppm<sup>[6]</sup>。因此,岩石分化会造成局部地区土壤中铜浓度增高,故c4点铜含量土壤突然上升。d线铜含量为23.77~75.34mg/kg,各采样点铜含量随距离的增加呈现出较明显的下降趋势,虽然个别样点铜含量有起伏,但没影响到整体下降趋势。因此,土壤铜污染与污染源有关,离污染源越近,土壤污染越严重,即矿区周围土壤中的含量随着距矿区距离的增大而逐渐降低。

一般来说,污染土壤的铜主要积累在表层,并沿土壤的纵深垂直分布递减。表层土壤含铜量高,是因为进入土壤中的铜,被表层土壤的粘土矿物阻留,还有表层土壤的有机质多,铜与有机质结合成螯合物,铜不易向下层移动而积累<sup>[6]</sup>。但本实验所得的结果与该规律不符,可能是因为表层土壤对铜的吸附固定能力不够,由于淋溶作用而发生

流失,致使表层土壤中铜含量降低。

### 5.2 土样中锌的含量

对照土壤环境质量标准值(GB15618-1995)锌元素的二级标准300mg/kg,用单项污染指数法对其进行评价。从调查的125个土样来看,所有土样的锌含量均低于土壤环境质量标准的国家二级标准,土壤未受到锌的污染。原因可能为:(1)该区域土壤普遍缺锌,锌含量较低;(2)该煤矿开采时间较短,锌元素累积程度不高。

但根据《中国土壤元素背景值》可知,a线有28个土样的锌含量都超出了陕西省锌元素的土壤元素背景值69.4mg/kg;b线所有土样锌含量均超出了陕西省土壤元素背景值;c线有19个土样超出了背景值含量;d线上只有2个土样超出了背景值含量。所以,虽然该区域锌含量并未超出土壤环境质量标准的国家二级标准,但却超出了该地区土壤环境背景值,表明锌的累积已达到了一定程度,故仍然不可忽视其对环境的重要影响。

图2为各采样线土样锌含量变化图,与铜含

量随距离的变化一致,煤矿周围土壤中锌含量也是随距煤矿距离的增大而逐渐降低,虽然个别样点锌含量有起伏,但并没影响到整体的下降趋势。在 a 线上,0~60cm 深度中,锌含量均随距离的增大呈下降趋势;但在 60~100cm 深度中,锌含量随距离的增大却呈轻微上升趋势,不符合随距离增大重金属含量降低的一般规律,这可能和当地主导风向有关,还和土壤质地、pH 值、周围植被及相关构筑物有关。在 b 线、c 线和 d 线上,各个深度土样中锌含量均呈现出随距离增大而下降的趋势。各采样线土样铜含量变化见图 2 所示。

同时还可看出,只有少数土样锌含量沿土壤的纵深垂直分布呈明显递减趋势。因为,土壤中锌含量除了和成土母岩有关,还和土壤腐殖质及粘粒含量有关。一般来说,土壤的含锌量随腐殖质和有机质含量增加而增高。同时砂质土壤阳离子吸收量低,含锌量也低,粘质土壤固锌能力强,含锌量也较高<sup>[6]</sup>。另外,锌是实验室分析过程中易被污染的元素,且易形成氟化物而挥发损失,因此,由于上述各种原因,土样中锌含量变化趋势受到了一定的影响。

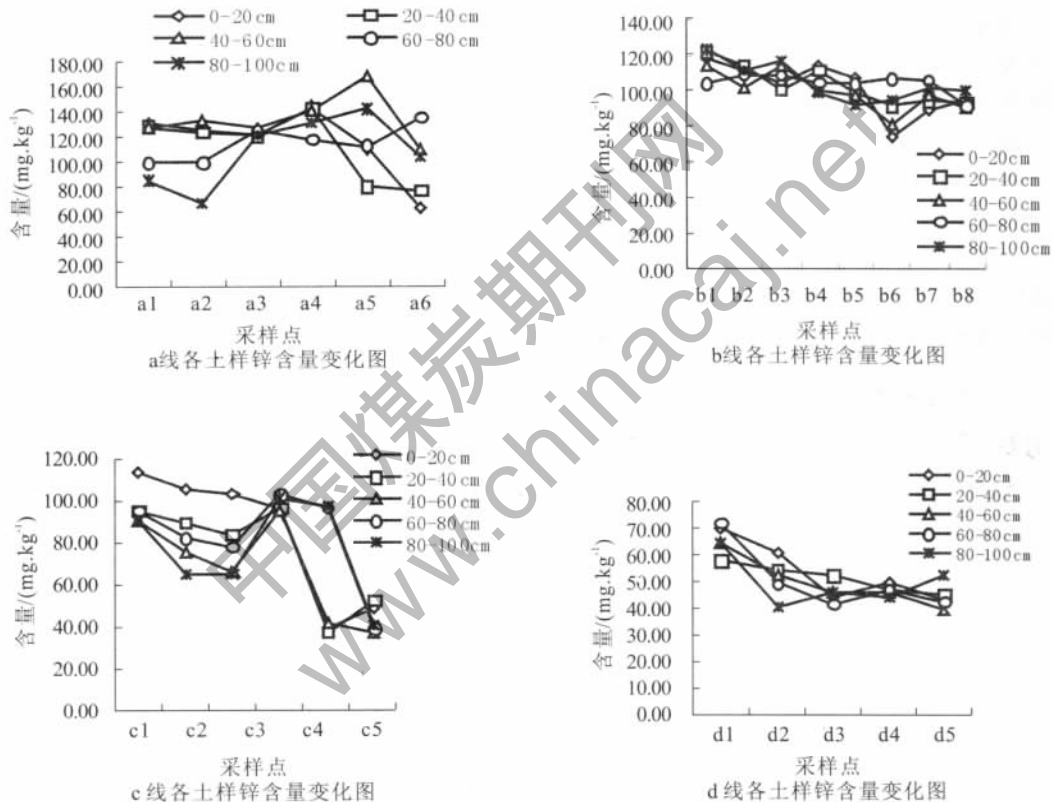


图 2 各采样线土样锌含量变化图

## 6 结论

通过调查采样、分析测试及评价得出:神木县西沟乡六道沟煤矿周围的土壤已经受到不同程度的重金属污染。该研究区一半以上的土样铜的含量超出了国家土壤污染二级标准,锌的含量虽未超出了国家土壤污染二级标准,但已经超出本地的自然背景值,且有污染加重的趋势,证明该区域土壤已遭受到铜、锌这两种元素不同程度的污染,其污染浓度与距煤矿的距离呈非线性负相关关

系,距离煤矿越远,污染程度越低,并随采样深度增加呈降低趋势。

六道沟流域煤矿周围土壤中锌含量虽未超标,但由于土壤重金属污染是一个长期、缓慢的过程,土壤一旦受到重金属污染,就很难在短时间内去除,还会不断积累下去,这就要求我们对煤矿的开采活动进行科学管理、严格控制其中的重金属向周围土壤的迁移,对已经产生的铜元素污染问

(下转第 56 页)

### 3.2 复垦土壤生产力评价结果分析

(1) 从表4的评价结果可以看出,四个地块中,覆土75 cm、90 cm地块的生产力较好,但稍低于对照地块,这是由于有机质和P等养分不足,以及在塌陷区填充复垦过程中,原有的土壤结构遭到破坏,复垦土壤需要一个熟化的过程。覆土40 cm、60 cm地块的生产力都比较差,其有机质、N、P、K等养分普遍偏低,土壤总体肥力太差。

(2) 通过对评价结果的误差分析可以看出,本次评价的最小误差为1.65%,最大误差为4.33%,与参考文献<sup>[2],[3]</sup>(误差分别为5.6%、5.8%)相比较,误差有所降低。可见,本文分两个土层进行评价,以及评价因子和权重的选择是比较合

理的,有效地提高了MPI模型的精确度。同时,进一步验证了MPI模型适用于煤矸石复垦土壤生产力的评价。

### 参考文献:

- [1] 徐良骥,严家平,高永梅等.煤矿塌陷区覆土造地综合研究——以新庄孜矿为例[J].煤田地质与勘探,2007,35(1):56~58.
- [2] 卞正富,张国良.矿山复垦土壤生产力指数的修正模型[J].土壤学报,2000,37(1):124~130.
- [3] 刘青柏,刘明国,冯景刚. MPI模型在矸石山复垦土壤生产力评价中的应用[J].水土保持研究,2006,13(3):24~25.
- [4] 卞正富.矿区土地复垦界面要素的演替规律及其调控研究[J].中国土地科学,1999,13(2):6~11.

(上接第47页)

实施水源地信息公告制度。加大宣传力度,鼓励公众共同保护水源地安全。广泛发动群众,使饮用水水源保护成为全民的自觉行动;增强公众的参与意识和自我保护意识,强化舆论和群众监督,调动全社会力量做好饮用水源保护工作;建立饮用水水源地水质信息网络,加强信息反馈,增强快速反应能力,发现污染事故及时排除并向当地政

府和上级环保部门报告。

### 3 结语

饮用水安全保护意义重大而长远,各级环保部门需要做的工作很多,不但要从思想上重视,更应该进一步落实到具体的行动中去。真正做到一手抓防范,一手抓治理。在水污染防治方面,不断探索、积极创新,确保人民群众喝上放心的水。

(上接第51页)

题更应引起足够的重视,采取适当的防治措施,制定相应的治理对策,加强污染治理,尽最大努力改善土壤环境,保证人民身体健康。

### 参考文献

- [1] 陈怀满,郑荣春,周东美等.关于我国土壤环境保护研究中一些值得关注的问题[J].农业环境科学学报,2004,23(6):1244~1245.

- [2] 黄铭洪,骆永明.矿区土地修复与生态恢复[J].土壤学报,2003,40(2):161~169.
- [3] 奚旦立,孙裕生,刘秀英.环境监测(第三版)[M].北京:高等教育出版社,2004,7:594~595.
- [4] 丁桑岚.环境评价概论[M].北京:化工出版社,2001,4:136~137.
- [5] 中华人民共和国国家标准.土壤环境质量标准(GB 15618-1995)[S].国家环境保护局,1995.
- [6] 廖自基.微量元素的环境化学及生物效应[M].中国环境科学出版社,1992:185~267.