

体评价中,使用 Trent 指数和 Chandler 记分系统比较合适。

本工作曾蒙北京市环境保护科学研究所朱新源等同志指导并鉴定部分生物,地区环保局魏跃林、金宝义副局长给以大力支持,本站杨文秀、邓家骧、孙学军、吕明等同志协助,王艳霞同志参加了本工作,在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 颜京松等,环境科学,1(4),14(1980).
- [2] 《水和废水标准检验法》,第13版,537—591页,中国建筑工业出版社,1978年.
- [3] 北京农业大学主编,《昆虫学通论》(上册),179—181页,363—364页,农业出版社,1980年.
- [4] 杞桑等,环境科学,3(3),54(1982).
- [5] 颜京松等,昆虫学报,20(2),2(1977).
- [6] 津田松苗,《水生昆虫学》,248页,北隆馆,1962年.

铜冶炼厂废气对土壤环境污染现状评价

张亚武 金志玉 李惠清 宋宝刚

(云南省卫生防疫站)

某冶炼厂是一座设计年产6万吨电解铜的大型有色金属冶炼厂。为了解生产过程中排放的废气对周围土壤环境的污染规律及污染现状,进行了本次调查,结果如下:

原子吸收法测有效态铜、铅、锌、镉含量;糙米在热消化后,其测定方法、项目同上;土壤、糙米含砷量,用热消化银盐比色;烟尘以光谱法定量。

一、调查内容及方法

(一) 采样点及采样方法

① 采样点以厂为中心,按当地20年平均风频、风玫瑰图的八个方位、分别距污染源50、100、300、500、1000、2000、3000米处取表层土壤,遇有建筑物、树林、农田、水面等予以回避,观察污染范围及程度;②在50—100米污染范围内,采集稻田表层土壤及成熟水稻,观察农田污染情况;③取距厂50米的主导风向下风侧旱地及稻田各一块,在垂直方向每隔10厘米采集10层剖面土壤,观察污染物在土壤中迁移渗透情况;④以市郊地质条件相似未受污染的土壤及水稻作为对照;⑤收集厂区烟尘及五个点降尘量,以市郊清洁区为对照。

(二) 样品处理及测定

①样品按常规法取样、阴干、碾碎、过筛、80℃烘四小时,干燥器冷却备用。②土壤用

二、结果与讨论

某冶炼厂共有废气排放点45个,除2个点为无组织排放外,其余均为有组织排放。由于废气回收、净化效率较低,厂区内五个点灰尘自然沉降量平均112吨/平方公里/月,是对照区的11.7倍,最高可达290吨/平方公里/月(表1)。主要烟尘中含有多种金属(表2)。由于工业烟尘中重金属是土壤金属污染的主要来源之一,金属在土壤中的生物降解极慢或不能降解而积累在土壤中。土壤一旦受到污染,消除很困难,并通过农作物或水源(地面或地下)对人体产生间接的影响,因此积极开展土壤卫生防护,已成为环境保护重要内容之一。

根据不同距离、不同方位五种元素测定结果(表3)绘制的北和东北烟波污染图分析(图1—2),该厂废气对土壤的污染呈现三个浓度递降、污染范围递增的污染峰。第一个

表 1 大气灰尘自然沉降量

(吨/平方公里/月)

采 样 点	浓度范围	均值±标准差	均 值 比	显著性试验
厂区(五个点)	49.7—290.0	111.82±100.74	11.7	P<0.01
对 照 区	2.98—31.64	9.53±5.18		

表 2 主要烟尘成份

(%)

	Cu	Pb	Zn	As	Cd	In	S	SiO ₂	TeO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃
范 围	2.13	0.088	1.06	0.15	0.965	0.108	0.84	16.41	8.7	5.89	0.49	4.37
	14.24	23.88	14.35	4.02			9.83	26.84	18.69	7.73	4.78	13.73
均 值	9.65	6.12	7.71	1.66	0.965	0.108	6.38	19.98	13.50	6.60	3.28	7.75

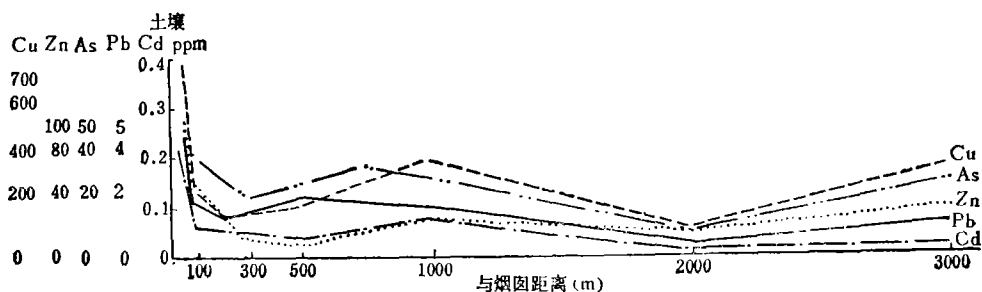


图 1 烟波污染图(北)

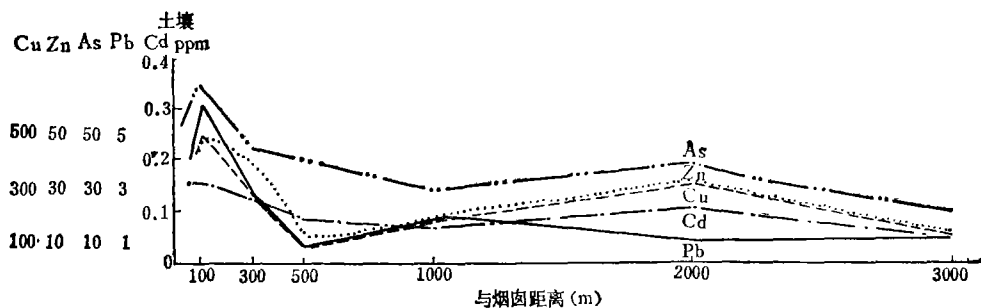


图 2 烟波污染图(东北)

峰是距污染源 100 米以内无组织及超低空排放所致,污染最严重。第二个峰是 40—60 米高度的烟囱排放所污染,由于风向、方位的不同,烟波落地近距约 300—600 米,远距约 2000—3000 米,污染高峰距约 1000—2000 米,污染宽度约 1500—2500 米,污染面积约 9000—16000 平方米;烟波落地与烟囱高度

之比,近距约 5—10 倍,远距约 40—60 倍,污染高峰距约 20—40 倍,污染宽度约 30—50 倍。这样对于烟波落地距离有一个比较全面的了解,对 40—60 米高度烟囱的污染距离与范围,提供了推算依据。第三个峰是 120 米烟囱排放所污染,在正北方位烟波落地近距约 2000 米,而在主导风向下风侧的东北方,

表 3 不同距离、不同方位五种元素含量

(ppm)

元 素	距离(m)	东	东 南	南	西 南	西	西 北	北	东北
铜	50	667.7	409.8	519.0	492.9	572.0	467.0	748.1	412.3
	100	70.1	225.1	1074.3	479.6	495.3	256.1	284.1	495.1
	300	133.5	121.3	80.4	506.1	361.5	136.5	182.9	285.6
	500	124.3	63.7	202.0	83.0	84.5	121.0	218.0	61.9
	1000	85.1	16.2	268.1	120.0	42.3	136.5	327.7	170.2
	2000	49.0	30.1	21.2	85.7	54.9	65.1	91.5	309.9
	3000	67.0	31.5	96.3	72.5	72.5	33.8	333.3	102.8
锌	50	138.6	1.0	111.5	77.3	203.1	349.6	104.8	44.2
	100	9.8	30.6	197.4	134.5	61.8	166.6	55.9	48.1
	300	66.5	22.2	17.2	254.6	320.3	55.9	14.8	38.3
	500	4.6	69.3	105.9	14.3	8.9	45.1	8.9	8.9
	1000	45.9	1.0	14.3	17.2	14.8	60.3	32.4	16.7
	2000	4.6	8.6	5.8	17.2	128.3	9.9	20.7	31.5
	3000	11.1	25.8	31.5	4.0	18.7	7.0	38.3	10.9
砷	50	68.4	31.7	27.1	42.9	56.3	51.9	49.1	52.6
	100	8.4	26.1	130.3	49.4	31.0	31.9	42.5	69.4
	300	12.5	21.1	17.7	36.7	43.3	19.9	23.9	44.4
	500	14.2	4.4	21.7	10.2	11.7	97.9	35.4	4.1
	1000	12.7	4.8	11.9	9.4	9.4	20.8	31.8	28.1
	2000	7.5	6.1	2.5	11.3	10.2	31.6	9.4	38.3
	3000	18.7	33.8	13.5	9.0	12.5	27.4	29.2	18.7
铅	50	10.6	1.8	1.4	2.6	3.8	3.3	3.8	4.0
	100	0.6	1.9	3.6	1.3	1.5	1.6	3.2	6.1
	300	3.4	0.6	1.0	1.7	1.1	1.5	1.7	2.6
	500	0.8	2.5	0.8	0.6	0.6	2.4	2.4	0.7
	1000	2.6	0.3	0.3	0.9	0.4	10.4	1.8	1.7
	2000	1.1	0.3	0.4	0.9	0.8	1.6	0.4	1.0
	3000	5.5	1.7	5.5	0.6	0.9	1.9	1.1	1.1
镉	50	0.64	0.19	0.07	0.17	0.07	0.09	0.23	0.15
	100	0.06	0.07	0.44	0.18	0.16	0.05	0.06	0.16
	300	0.04	0.04	0.06	0.15	0.10	0.03	0.05	0.13
	500	0.06	0.03	0.03	0.04	0.05	0.04	0.03	0.08
	1000	0.04	0.03	0.03	0.05	0.03	0.04	0.08	0.07
	2000	0.02	0.03	0.01	0.04	0.04	0.03	0.01	0.10
	3000	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.01	0.01	0.06

在采样最远点 3000 米处尚未见烟波落地,超过烟囱高度的 25 倍。从污染范围与趋势等值图来看(表 4、图 3),不同的元素,污染范围不同,这可能与烟尘排放高度及排放量有关。污染范围最大的是铜,其次为锌、铅、砷、

镉。以上讨论看出,废气对土壤环境的污染受排放高度、量、风向、风速及地形地貌等多种因素影响,污染规律是:主导风向下风侧污染最严重;烟尘排放高度越低(尤其是无组织排放),污染越严重,污染范围相对较小;排

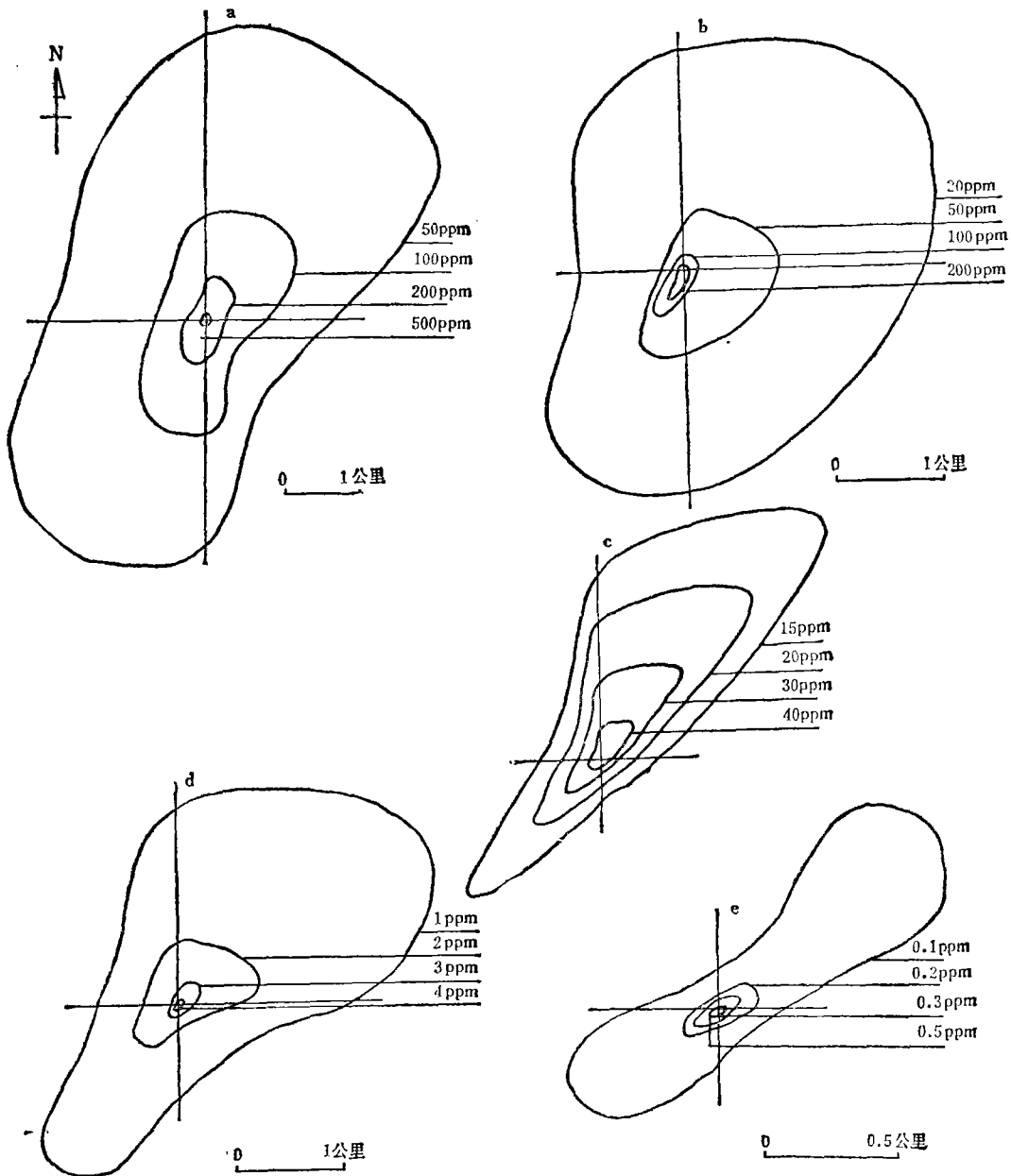


图3 a. 铜污染趋势等值图, b. 锌污染趋势等值图, c. 砷污染趋势等值图, d. 铅污染趋势等值图, e. 镉污染趋势等值图。

放高度越高, 污染相对较轻, 但污染范围扩大。故对于生产中的废气, 应尽量控制和减少无组织及低空排放量, 提高有组织排放量, 实行综合利用回收, 增强净化效率。

调查区为冲积湖平坝。地质以新生界第

三纪、第四纪的冲积、湖积物为主, 土壤为红壤, pH 多在 4—5.5。废气污染的土壤 pH 为 4.1—7.9, 酸性略有降低。重金属对土壤的污染, 本文采用相同母质土壤(对照样)的背景值, 加两倍标准差为污染的评价依据。厂周

表 4 烟波污染范围

铜			锌			砷			铅			镉		
浓度 (ppm)	面积 (km) ²	%	浓度 (ppm)	面积 (km) ²	%	浓度 (ppm)	面积 (km) ²	%	浓度 (ppm)	面积 (km) ²	%	浓度 (ppm)	面积 (km) ²	%
50—	16.73	83.9	20—	9.94	90.7	15—	3.2	56.1	1—	8.277	90.7	0.1—	0.535	96.0
100—	2.83	14.2	50—	0.90	8.2	20—	1.7	27.8	2—	0.803	8.8	0.2—	0.014	2.5
200—	0.36	1.8	100—	0.08	0.7	30—	0.7	12.3	3—	0.038	0.4	0.3—	0.007	1.2
500—1000	0.01	0.1	200—400	0.04	0.4	40—70	0.1	1.8	4—10	0.008	0.1	0.5—0.7	0.002	0.3
合 计	19.93	100	合 计	10.96	100	合 计	5.7	100	合 计	9.126	100	合 计	0.558	100

表 5 土壤、糙米测定结果

元素	样品	污 染			对 照				污染指数 (污均/污起)	污染土壤 与糙米相关
		样数	范 围 (ppm)	均值±标准差 (ppm)	样数	范 围	均值±标准差 (ppm)	污染起 始值 (ppm)		
铜	土壤	12	227.97—1423.59	600.34±337.39	3	28.25—39.84	32.8±6.18	45.16	13.3	P<0.0025
	糙米	12	12.67—30.48	20.51±6.09	3	4.64—6.56	5.44±1.0	7.44	2.8	
锌	土壤	12	19.50—383.69	89.80±98.55	3	10.68—16.20	13.77±2.89	19.55	4.6	P>0.05
	糙米	12	17.88—27.41	23.02±2.85	3	21.10—21.95	21.62±0.46	22.54	1.0	
砷	土壤	12	25.70—83.20	46.90±18.80	3	9.0—13.40	10.6±2.4	15.40	3.1	P>0.05
	糙米	12	0.30—0.92	0.54±0.19	3	0.08—0.15	0.11±0.04	0.19	2.8	
铅	土壤	12	1.593—21.094	4.270±5.362	3	0.568—0.864	0.693±0.153	0.999	4.3	P>0.05
	糙米	12	0.042—0.433	0.197±0.128	3	0.093—0.246	0.161±0.078	0.317	0.6	
镉	土壤	12	0.068—2.713	0.434±0.758	3	0.013—0.020	0.017±0.003	0.023	18.9	P<0.005
	糙米	12	0.007—0.079	0.038±0.020	3	0.017—0.020	0.019±0.002	0.023	1.7	

围稻田土壤五种元素的污染指数均较对照土壤有显著差异,土壤的污染是比较严重的,其中镉、铜最为明显。糙米的污染低于土壤,经统计处理,与土壤的污染有显著正相关的元素是铜和镉,锌、铅、砷相关不显著(表 5,图 4—7)。本文结果与国内及日本的一些报告一致,糙米与土壤的含镉量成正相关,但当土壤镉积累到一定数量后,则无相关或成负相关。本文报告污染土壤最高含镉量为 2.7 ppm,是日本报告生产“镉米”的最低土壤含

镉量的 1.8 倍,已有生产镉米的可能,应引起注意。另有报告提出:叶面能吸收镉,并能转移再分配,引起籽实的污染。而植物从土壤吸收的镉,主要富集在根部,籽实较少,所以镉的空气污染是不可忽视的。

废气中有害金属在土壤中的垂直渗透深度,主要富集于 30 厘米的耕作层,一般不超过 50 厘米(表 6、图 8),这与水型污染的报告基本一致,其原因与重金属易被土壤吸附、沉淀或与有机质发生络合作用有关。

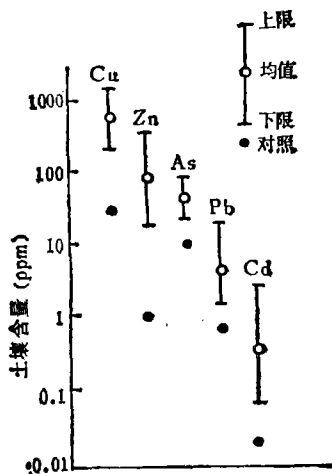


图 4 土壤金属含量图

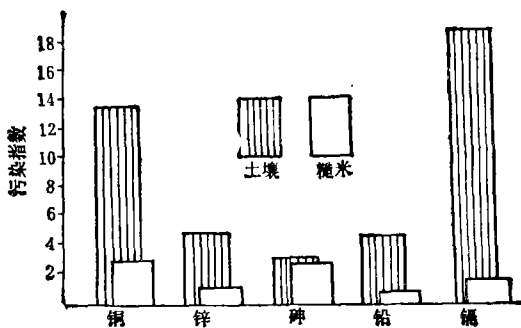


图 5 气型污染土壤糙米污染指数

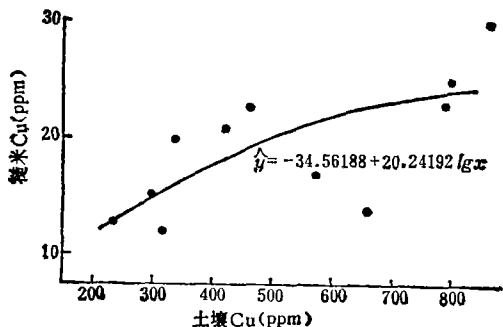


图 6 土壤糙米含铜相关

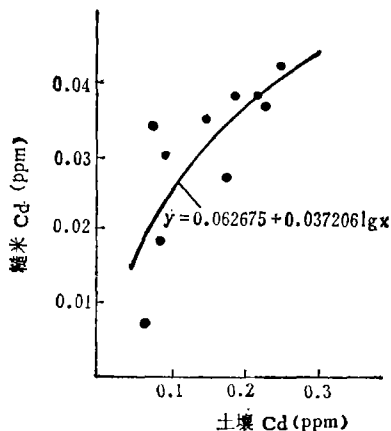


图 7 土壤糙米含镉相关

表 6 垂直渗透剖面测定结果

(ppm)

剖面深度 (cm)	铜			锌			砷			铅			镉		
	水田	旱地	对照	水田	旱地	对照	水田	旱地	对照	水田	旱地	对照	水田	旱地	对照
0—	648.35	523.13	17.76	61.07	53.84	5.12	59.6	65.7	13.3	3.17	4.19	0.21	0.18	0.13	0.015
10—	538.38	382.64	17.04	57.86	31.52	5.06	55.6	57.6	13.1	2.77	4.11	0.28	0.18	0.125	0.015
20—	40.28	60.53	13.54	16.34	4.89	8.35	9.1	22.8	12.5	0.35	6.00	0.23	0.08	0.026	0.01
30—	34.78	23.03	13.45	2.33		6.38	8.0	16.7	11.3	0.31	0.55	0.21	0.02	0.066	0.015
40—	23.80	19.76	12.01	2.33		4.59	5.2	18.6	9.6	0.28	0.315	0.33	0.017	0.062	0.01
50—	23.81	9.90	11.29	2.33		3.53	5.0	21.8	10.4	0.18	0.335	0.30	0.02	0	0.013
60—	26.55	10.60	11.29	3.11	3.74	5.06	7.4	18.1	10.6	0.28	0.42	0.20	0.02	0	0.01
70—		10.60	11.29		6.31	3.97	9.9	16.5	9.7		0.34	0.30		0	0.013
80—		9.9	11.29		4.59	3.19	12.2	15.7	12.8		0.42	0.12		0	0.034
90—100		7.88	11.65		1.42	4.12	7.0	24.7	13.5		0.38	0.30		0	0.013

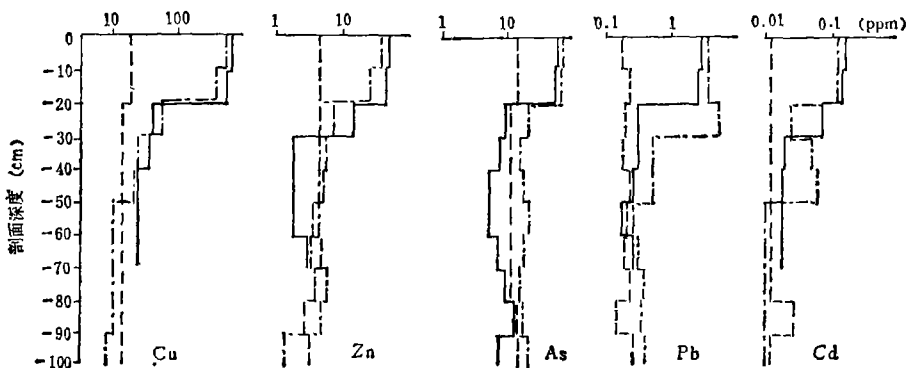


图 8 气型污染重金属垂直渗透污染图

——水田 一·一·旱地 一一背景

环境污染的评价,有人提出锌镉比的概念。锌是生物体维持生长发育的必需元素之一,是锌的酶系统的重要元素。生物体中的镉是后天摄取,新生儿体内几乎不含镉,而锌与镉性质酷似,若机体摄入的镉量大于锌时,镉能替换锌,使需锌酶系统的活动受到破坏。不同类别的样品锌镉比不同,日本土壤平均为 400,人的食物为 58—2108,平均 413。因此本文以 400 为大致的判断标准,比值越低,污染越严重。本文报告的污染土壤锌镉比为 207,大大低于判断标准(表 7),与日本主要镉污染地区神通川下游处于相等水平(142—364),进一步证实该厂周围土壤环境受到较严重污染。

表 7 土壤、糙米的锌镉比

样 品	土 壤	糙 米
污 染	207	606
对 照	810	1138

(上接第 31 页)

在研究流域水体汞污染规律及其控制途径方面达到了国内先进水平。

巯基棉富集分离技术的建立及其在环境分析化学中的应用研究是从 1975 年开始。他们在 9 年中改进了原制备方法,较系统地研究了巯基棉对 39 种元素的吸附性能;建立了 22 个适于水、土、粮、沉积物、生物、岩矿、金属等各类样品中多种痕量和超痕量元

三、小 结

铜冶炼厂排放的废气中含有大量的各种重金属,污染面最宽的是铜,由于镉元素造成植物残留,在污染区已有产生“镉米”的可能。本文对 40—60 米高度烟囱的各种烟波落地距离及其污染范围进行了推算,发现金属在土壤中的垂直渗透深度与水型污染基本一致,主要在距地表 50 厘米以内的土层,因此治理重点是 50 厘米内的浅层。

现场工作得到厂方大力支持并提供资料,本室周漾同志协助绘图,在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 王宏康,农业环境保护,1,69,1980.
- [2] 董克虞,环境科学,3(4),31(1982).
- [3] 日本环境厅水质保全局土壤农药课,公害と防止对策,145,株式会社白亜书房,昭和 48 年 9 月.
- [4] Garrigan G. A. J. WPCF, 49(12), 2380, 1977.
- [5] 杨居荣等,环境科学,3(3),9(1982).
- [6] 上海第一医学院等,环境卫生学,37 页,人民卫生出版社,1981.

素的分析方法,利用这一技术能解决一些目前痕量元素分析中的技术难题。参加评议的同行专家认为该成果是环境分析化学中痕量、超痕量元素富集分离方面的一项具有特色的开拓性工作,有较大的学术意义和广泛的实用价值,取得了较大的经济效益和社会效益。鉴定意见认为此项新技术不仅在国内处于领先地位,也受到国外同行学者的重视和好评,具有国际水平。

(本刊讯)