

不同提取剂提取酸性土壤有效态 Cu 和 Cd 的方法研究

贺静^{1,2}, 林玉锁², 刘鹏², 张孝飞², 冯艳红², 陈伟伟², 章瑞英²

(1. 南京农业大学资源与环境学院, 江苏 南京 210095; 2. 环境保护部南京环境科学研究所, 国家环境保护土壤环境管理与污染控制重点实验室, 江苏 南京 210042)

摘要: 选择 HCl (1#)、HOAc (2#)、NaNO₃ (3#) 和 CaCl₂ (4#)、NH₄OAc (5#)、NaOAc (6#) 6 种不同的提取剂提取某冶炼厂周边重金属污染水稻田土壤中有有效态 Cu 和 Cd。结果表明, 对土壤有效态 Cu 各提取剂按提取量排序为: 1# > 2# > 5# > 4# > 3# > 6#, 对土壤有效态 Cd 各提取剂按提取量排序为: 1# > 5# > 2# > 4# > 6# > 3#, 有效态 Cu 的提取量因提取剂种类不同差异较大; 4#、5# 两种提取剂对土壤有效态 Cu 和 Cd 的提取结果变异范围较集中, 实验结果相对较稳定; 各提取剂提取土壤有效态 Cu 和 Cd 的量与其在土壤中全量都显著相关, 仅 5# 提取剂的提取量与水稻籽粒中 Cu、Cd 的质量比显著相关。综合实验结果的稳定性与土壤重金属有效态的实际意义, NH₄OAc (5#) 为最适合提取该研究土壤中有有效态 Cu 和 Cd 的提取剂。

关键词: 土壤; 有效态 Cu; 有效态 Cd; 提取剂; 水稻

中图分类号: O657131 **文献标识码:** B **文章编号:** 100622009(2009)05-0025-05

The Study of Extraction Method for Available Copper and Cadmium in Acidity Soil with Different Extractants

HE Jing^{1,2}, LIN Yushuo², LIU Peng², ZHANG Xiaofei², FENG Yanhong², CHEN Weiwwei², ZHANG Ruiying²

(1. College of Resource and Environmental Science, Nanjing Agricultural University, Nanjing

Jiangsu 210095, China; 2. Nanjing Institute of Environmental Science, State Environmental Protection

Key Laboratory of Soil Environmental Management and Pollution Control, Nanjing, Jiangsu 210042, China)

Abstract The six extractants chosen to extract available copper and cadmium from heavy metal polluted soils around a smelter. The extractants were HCl (1#), HOAc (2#), NaNO₃ (3#) and CaCl₂ (4#), NH₄OAc (5#) and NaOAc (6#). The results showed that CaCl₂ (4#), NH₄OAc (5#) had lower coefficients of variation (CV) for both copper and cadmium. The sequence of extraction contents for copper was 1# > 2# > 5# > 4# > 3# > 6#, and for cadmium was 1# > 5# > 2# > 4# > 6# > 3#. The study also showed that the kinds of the extractions had relatively smaller influences on cadmium than copper. The contents of available copper and cadmium in soil extracted by all the six extractions had significant correlation with the total contents of copper and cadmium in soils, but only the contents of available copper and cadmium extracted by NH₄OAc (5#) had significant correlations with the contents of Cu and Cd in rice grains. NH₄OAc was the best extractant for available copper and cadmium from studied soils.

Key words Soil; Available copper; Available cadmium; Extractant; Rice

近年来土壤重金属污染问题受到广泛关注^[1-3]。鉴于用土壤重金属总量指标评价土壤污染状况存在局限性, 有学者^[4-6]提出用重金属有效态评价土壤污染程度。目前, 国内外对土壤重金属有效态提取大多采用化学试剂法, 发现因提取剂不

收稿日期: 2009-03-16 修订日期: 2009-07-15

基金项目: 公益性行业科研专项 / 土壤环境质量标准制订方法学研究 0 和 / 污染土壤风险评估技术方法研究 0 基金资助项目 (200709035)

作者简介: 贺静 (1984), 女, 宁夏中卫人, 硕士研究生, 从事土壤环境污染控制与生物修复研究。

同,元素的测定结果差异很大。选择提取结果稳定、可靠,并能真实反映元素植物效应的提取剂,是准确评价土壤中重金属有效性的关键^[7]。现以某冶炼厂周围受重金属污染的水稻土为研究对象,分别采用不同提取剂(0.1 mol/L HCl、0.5 mol/L HOAc、1 mol/L NH₄OAc、1 mol/L NaOAc、0.1 mol/L NaNO₃、0.01 mol/L CaCl₂)比较提取酸性土壤中有效态 Cu 和 Cd 的方法,以期能为土壤重金属污染风险评价提供可靠依据。

1 材料和方法

1.1 实验材料

1.1.1 供试样品

采自江西省某冶炼厂周边受污水灌溉影响的水稻田土样,属红壤,共采集 9 个表层(0 cm ~ 20 cm)土壤样品。土样采回后先挑出土体中所带杂草根系、石块等侵入物,风干磨细过 60 目筛后作为土样备用(土样编号用 S 表示)。同时采集同一田块上生长的水稻,取其籽粒风干,去皮磨细过 20 目筛后作为植物样备用(植物样编号用 P 表示),共 7 个(其中 S1、S2 无植物样本)。土壤基本理化性质按土壤农化常规分析法测定^[8]。土壤全 Cu、土壤全 Cd 采用混合酸消煮法^[9-10]提取,水稻籽粒中 Cu 和 Cd 采用浓硝酸-浓盐酸-高氯酸混合酸消解^[8]提取。供试土壤基本理化性状见表 1。

表 1 供试土壤基本理化性状

土样 编号	pH	CEC ¹ /(cmol# kg ⁻¹)	OM ^o X/(g# kg ⁻¹)	各级颗粒组成/%			质地	全 Cu X/(mg# kg ⁻¹)	全 Cd X/(mg# kg ⁻¹)
				粘粒	粉粒	砂粒			
S1	4.56	6.91	23.0	18.2	28.4	53.4	砂壤	235	0.610
S2	5.27	8.00	21.4	21.1	32.7	46.2	壤土	162	1.19
S3	4.39	7.18	23.8	20.7	37.4	42.0	壤土	218	1.49
S4	4.59	7.00	26.9	19.7	31.4	48.9	砂壤	142	1.23
S5	4.66	6.27	30.9	19.7	31.4	48.9	砂壤	138	1.35
S6	4.58	7.18	25.7	22.0	30.7	47.3	壤土	177	1.55
S7	4.89	6.41	25.9	21.2	33.4	45.4	壤土	158	1.49
S8	4.44	6.91	21.0	18.3	30.6	51.1	砂壤	113	0.640
S9	5.03	3.45	23.7	20.1	32.1	47.8	壤土	101	1.48

¹ CEC 为土壤阳离子交换量; ^o OM 为土壤有机质。

1.1.2 供试提取剂

(1) 0.1 mol/L HCl (1#): 吸取 8.6 mL HCl (优级纯) 加水稀释至 1 L;

(2) 0.5 mol/L HOAc (2#): 吸取 28.8 mL 浓 HOAc (体积分数 99.9%) 加水稀释至 1 L;

(3) 0.1 mol/L NaNO₃ (3#): 称取 8.50 g NaNO₃ 加水稀释到 1 L;

(4) 0.01 mol/L CaCl₂ (4#): 称取 11.11 g 无水 CaCl₂ 加水稀释至 1 L;

(5) 1 mol/L NH₄OAc (5#): 称取 77.08 g NH₄OAc 加水稀释至 1 L;

(6) 1 mol/L NaOAc (6#): 称取 82.06 g NaOAc 加水稀释至 1 L。

所用试剂除标明外,均为分析纯,稀释所用水全部为去离子水。

1.2 提取实验

土壤样品中重金属有效态的提取,称取过(26)

60 目筛的风干土壤 5 000 g 放入 150 mL 三角瓶中,加入提取剂 50.0 mL,在室温(20±1)℃下,置水平式往复振荡机上,以 180 次/min 振荡 2 h,以 5 000 r/min 离心 5 min,取上清液过滤后待测,每个样品做 3 个重复。试验所用全部器皿用体积分数 9% 的 HNO₃ 溶液浸泡过夜。

1.3 测试仪器及基体改进剂

使用 Perkins-Elmer 公司的原子吸收分光光度计,Cu 采用火焰原子吸收法测定,Cd 采用石墨炉原子吸收法测定。以体积分数 1% 的 NH₄H₂PO₄ 和质量分数 0.03% Mg(NO₃)₂ 的混合溶液作为基体改进剂。

2 结果与讨论

2.1 不同提取剂提取土壤有效态 Cu 和 Cd 的提取量

2.1.1 不同提取剂提取土壤有效态 Cu 的比较对同

一土壤样品,各种提取剂提取土壤有效态 Cu 的差异较大,以 2#酸(1#、2#)的提取量最大,醋酸钠(6#)的提取量最小。从平均值可以看出,提取力度大的 1#提取剂的提取量是提取力度小的 6#提取剂提取量的 32 倍。总体上各种提取剂的提取量排序为: 1# > 2# > 5# > 4# > 3# > 6#。

相对标准偏差是反映实验结果稳定性的一个指标,相对标准偏差小,表明提取结果变异范围越

集中,实验结果相对稳定。观察各提取剂提取结果的相对标准偏差,可以看出 4#、5# 两种提取剂的相对标准偏差最小,而 3# 提取剂的相对标准偏差相对较大,说明 4#、5# 提取剂所得实验结果相对较稳定。表 2 是各种提取剂提取土壤中有效态 Cu 的量,其数据表示 3 平行样的平均值加减标准偏差,括号中数据是相对标准偏差。

表 2 6 种提取剂提取土壤中有效态 Cu 的量

mg/kg

土样编号	1#	2#	3#	4#	5#	6#
S1	184 ? 5.56(3.02)	90.0 ? 1.34(1.49)	14.4 ? 0.29(2.00)	21.6 ? 0.01(0.05)	36.9 ? 0.14(0.38)	7.51 ? 0.03(0.36)
S2	72.6 ? 2.46(3.39)	61.8 ? 1.06(5.86)	4.75 ? 0.07(1.47)	7.31 ? 0.22(3.05)	11.8 ? 0.08(0.68)	2.21 ? 0.12(5.23)
S3	182 ? 0.87(0.48)	139 ? 1.66(1.20)	24.7 ? 0.59(2.38)	32.8 ? 0.04(0.11)	35.2 ? 0.22(0.62)	6.37 ? 0.08(1.27)
S4	123 ? 4.85(3.94)	59.6 ? 1.64(2.76)	4.87 ? 0.18(3.70)	6.35 ? 0.08(1.31)	17.9 ? 0.17(0.96)	2.56 ? 0.08(3.28)
S5	117 ? 1.16(0.99)	61.5 ? 1.30(2.12)	3.78 ? 0.13(3.30)	5.42 ? 0.06(1.11)	9.42 ? 0.01(0.12)	2.59 ? 0.08(1.83)
S6	122 ? 0.95(0.78)	69.1 ? 1.22(1.77)	5.17 ? 0.14(2.66)	7.85 ? 0.09(1.11)	15.6 ? 0.04(0.26)	3.33 ? 0.05(1.35)
S7	142 ? 0.57(0.40)	10.4 ? 2.65(2.52)	9.54 ? 0.14(1.41)	14.5 ? 0.26(1.77)	29.7 ? 0.84(2.84)	4.43 ? 0.08(1.88)
S8	58.1 ? 5.27(9.07)	38.6 ? 1.00(2.61)	3.38 ? 0.10(2.81)	4.59 ? 0.06(1.28)	7.00 ? 0.06(0.91)	2.89 ? 0.05(1.64)
S9	66.3 ? 1.50(2.27)	33.5 ? 0.75(2.25)	2.04 ? 0.09(4.44)	2.87 ? 0.12(4.15)	4.87 ? 0.09(1.90)	1.82 ? 0.08(4.45)
平均值	118 ? 2.09(1.88)	73.1 ? 1.41(2.05)	8.06 ? 0.22(2.69)	11.5 ? 0.18(1.55)	18.0 ? 0.16(0.90)	3.74 ? 0.09(2.36)

2.1.2 不同提取剂提取土壤有效态 Cd 的比较

对同一土壤样品,提取剂不同,所提取土壤有效态 Cd 的量不同,以 1#提取剂的提取量最大,3#提取剂的提取量最小,从各种提取剂提取 Cd 量的

平均值看,各提取剂按提取有效态 Cd 量排序为: 1# > 5# > 2# > 4# > 6# > 3#。表 3 是各种提取剂提取土壤中有效态 Cd 的量,其数据表示方法同表 2。

表 3 6 种提取剂提取土壤中有效态 Cd 的量

mg/kg

土样编号	1#	2#	3#	4#	5#	6#
S1	0.443 ? 0.026(5.78)	0.361 ? 0.028(7.78)	0.187 ? 0.005(2.58)	0.293 ? 0.009(3.03)	0.359 ? 0.012(3.28)	0.261 ? 0.006(2.41)
S2	0.626 ? 0.001(1.59)	0.525 ? 0.069(13.3)	0.230 ? 0.005(2.07)	0.374 ? 0.00(1.38)	0.525 ? 0.003(0.49)	0.337 ? 0.013(3.85)
S3	0.654 ? 0.016(2.52)	0.622 ? 0.023(3.64)	0.405 ? 0.020(4.95)	0.499 ? 0.006(1.25)	0.560 ? 0.008(1.53)	0.480 ? 0.014(2.97)
S4	0.616 ? 0.025(4.08)	0.492 ? 0.005(0.94)	0.240 ? 0.012(5.08)	0.412 ? 0.009(2.23)	0.511 ? 0.017(2.49)	0.264 ? 0.016(5.96)
S5	0.715 ? 0.014(2.01)	0.516 ? 0.011(2.20)	0.206 ? 0.010(4.68)	0.384 ? 0.014(3.73)	0.530 ? 0.004(0.81)	0.264 ? 0.016(14.39)
S6	1.11 ? 0.029(2.58)	0.501 ? 0.002(0.450)	0.523 ? 0.002(0.42)	0.889 ? 0.027(3.05)	1.16 ? 0.017(1.46)	0.550 ? 0.005(0.89)
S7	1.15 ? 0.051(4.41)	0.760 ? 0.010(1.29)	0.487 ? 0.012(2.46)	0.883 ? 0.004(0.49)	1.08 ? 0.018(1.61)	0.568 ? 0.003(0.53)
S8	0.462 ? 0.031(6.72)	0.265 ? 0.008(2.99)	0.102 ? 0.010(9.77)	0.164 ? 0.001(0.51)	0.330 ? 0.012(3.67)	0.214 ? 0.003(1.36)
S9	0.882 ? 0.012(1.34)	0.723 ? 0.015(2.08)	0.218 ? 0.011(5.15)	0.556 ? 0.006(1.01)	0.713 ? 0.009(1.22)	0.623 ? 0.031(5.03)
平均值	0.742 ? 0.026(3.45)	0.513 ? 0.020(3.92)	0.291 ? 0.121(4.13)	0.498 ? 0.009(1.85)	0.641 ? 0.012(1.84)	0.401 ? 0.017(4.15)

此外,4#、5# 提取结果的相对标准偏差较小,其他几种提取剂的相对标准偏差相对较大。对比 Cu、Cd 两种元素,用 4#提取剂、5#提取剂所得实验结果相对稳定,其中 Cu 提取结果的相对标准偏差相对较小(平均值 1.91,极差 1.79),Cd 提取结果的相对标准偏差较大(平均值 3.22,极差 2.31)。

研究表明,石墨炉原子吸收法记忆效应和背景干扰较火焰原子吸收法严重,方法的精密度较火焰原子吸收法差^[11-12]。

2.1.3 各提取剂提取率的比较

提取率是指有效态提取量与重金属总量比值的百分数,用来表示提取剂的提取能力。对比提取

率, 土壤有效态 Cu 的量因提取剂种类不同变化较大, Cd 变化相对较小。如对于 Cu, 1# 提取剂的平均提取率是 6# 提取剂的 32 倍; 对 Cd 而言, 1# 提取剂是 6# 提取剂提取率的 1.73 倍, 是提取率最低的 3# 提取剂的 2.63 倍, 可见土壤有效态 Cu 对提取剂较为敏感, 因提取剂不同, 差异较大。

对比同一提取剂提取率的平均值、最大值和最小值可以看出, 3# 提取剂、4# 提取剂、5# 提取剂提取有效态 Cu 的结果变化范围相对较大, 而同一提取剂提取有效态 Cd 的结果, 各提取剂变化范围相对都较小。

盐类提取剂和酸类提取剂对土壤有效态 Cu 的提取差异也较酸类提取剂的提取差异大。结果表明, Cd 元素是一种强富集性元素, 在土壤中 Cd 多以可交换态形式存在, 铁锰氧化态及有机结合态很少^[13-14], 因此提取能力较强的酸类提取剂与盐类提取剂差异较小。

土壤中的 Cu 主要受铁锰氧化态及有机结合态控制固定, 化学性质较为稳定^[15], 而酸类提取剂溶解能力较强, 可以将非代换吸附态的重金属提取出来, 见表 4。

表 4 各种提取剂提取土壤有效态 Cu 和 Cd 能力的比较

提取剂	Cu 提取率 /%			Cd 提取率 /%		
	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值
1#	72.5	89.7	44.7	61.9	77.2	43.9
2#	44.3	66.4	32.9	43.0	59.5	32.3
3#	4.5	11.5	1.7	23.8	33.7	15.2
4#	6.4	15.0	2.8	39.7	59.2	25.8
5#	10.2	18.3	4.8	52.7	74.8	43.0
6#	2.2	3.3	1.3	35.8	62.7	19.1

2.2 Cu 和 Cd 有效态提取量与其在土壤中全量的关系

各提取剂提取有效态 Cu 和 Cd 的量与其在土壤中的全量都呈正相关, 其中除 2# 提取剂呈显著相关外, 其他各提取剂提取土壤有效态 Cu 的量与其在土壤中的总量达到了极显著相关, 各提取剂对有效态 Cd 的提取量与其在土壤中的全量呈显著相关。

张金彪等^[16]表明, 土壤中的有效态重金属含量以土壤中重金属总量为基础, 将各提取剂提取土壤有效态 Cu 和 Cd 的量分别与其在土壤中的全量做相关性分析, 结果见表 5。

表 5 不同提取剂提取有效态 Cu 和 Cd 的量与其在土壤中全量的相关性分析 (n=9)

有效态名称	1#	2#	3#	4#	5#	6#
Cu	0.867 [†]	0.798 [°]	0.815 [†]	0.848 [†]	0.884 [†]	0.886 [†]
Cd	0.791 [°]	0.851 [†]	0.763 [°]	0.774 [°]	0.735 [°]	0.761 [°]

[†] 为 p < 0.01 水平极显著相关; [°] 为 p < 0.05 水平显著相关。

2.3 Cu 和 Cd 有效态提取量与其在水稻籽粒中质量比的相关性

结果表明, 各提取剂提取土壤有效态 Cu 的量与水稻籽粒中 Cu 元素有较好的相关性, 其相关性排序为: 5# > 6# > 2# > 1# > 4# > 3#, 但只有 2#、5#、6# 的提取结果与水稻籽粒中 Cu 的质量比呈显著相关; 观察 Cd 的相关系数, 除 2# 提取结果的相关性较差, 其他几种提取剂相关性较好, 其相关系数排序为: 1# > 5# > 4# > 3# > 6# > 2#, 其中 1#、4#、5# 提取剂的提取结果与水稻籽粒中 Cd 质量比达到了极显著相关, 3# 提取剂呈显著相关, 可见 5# 提取剂对 Cu、Cd 两种元素都较适宜。对不同提取剂提取土壤有效态 Cu 和 Cd 的量与相应土壤上生长的水稻籽粒中 Cu、Cd 的质量比进行回归分析结果见表 6。

表 6 不同提取剂提取有效态 Cu、Cd 的量与水稻籽粒中质量比的相关性 (n=7)

项目	1#	2#	3#	4#	5#	6#
Cu	0.942	0.961 [°]	0.906	0.923	0.975 [°]	0.974 [°]
Cd	0.997 [†]	0.424	0.963 [°]	0.992 [†]	0.994 [†]	0.912

[†] 为 p < 0.01 水平极显著相关; [°] 为 p < 0.05 水平显著相关。

3 结论

土壤有效态 Cu 的量因提取剂不同变化范围较大, 而土壤有效态 Cd 则因提取剂不同变化较小, 总体而言, 酸性提取剂 (1#、2#) 提取力度较大, 其他 4 种提取剂提取能力相对较小。由于测试方法的不同, 以火焰原子吸收法方法测量的各提取剂提取土壤有效态 Cu 结果的相对标准偏差较小, 以石墨炉原子吸收法测量的各提取剂提取土壤有效态 Cd 结果的相对标准偏差较大。

从保证实验结果的精确性和稳定性出发, 并考虑到提取态结果的实际意义, 即提取结果能够准确表现植物对 Cu、Cd 的吸收积累情况, 1 mol/L NH₄OAc (5#)、0.01 mol/L CaCl₂ (4#) 提取剂较适

合该土壤,其提取结果相对稳定,与水稻籽粒中 Cu 和 Cd 质量比相关性较好,其中 1 mol/L NH_4OAc 提取土壤中有有效态 Cu 和 Cd 的量与水稻籽粒中 Cu 和 Cd 的质量比分别呈极显著相关,更适合该土壤 Cu 和 Cd 的提取。酸类提取剂由于 pH 值过低,可以将土壤中一些非代换吸附态重金属提取出来,使其提取的重金属形态不能真正代表生物有效性重金属^[15-17-18],而中性盐基本能反映土壤在自然 pH 值下重金属的溶解能力,对重金属的提取结果能较好的反映土壤重金属的有效性,其中, CaCl_2 为适用范围最广泛的广谱性提取剂。

[参考文献]

- [1] 张书海,沈跃文. 污灌区重金属污染对土壤的危害[J]. 环境监测管理与技术, 2000, 12(4): 22- 24
- [2] 王凯荣. 我国农田镉污染现状及其治理利用对策[J]. 农业环境保护, 1997, 16(6): 274- 276
- [3] 王莉,郭淑满. 某灌区土壤中重金属镉污染调查[J]. 环境监测管理与技术, 2006, 18(4): 19- 21
- [4] XAN X. Effect of chemical forma of Cadmium, Zinc and Lead in polluted soils on their uptake by Cabbage plants[J]. Plant and Soil 1989, 113(2): 257
- [5] 陈怀满. 土壤-植物系统中的重金属污染[M]. 北京: 科学出版社, 1996
- [6] 刘晶,腾彦国,崔艳芳,等. 土壤重金属污染生态风险评估方法综述[J]. 环境监测管理与技术, 2007, 19(6): 6- 11.

- [7] 刘铭,刘凤枝,刘保峰. 土壤有效态铅和镉的测定[J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(增刊): 300- 302
- [8] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 中国农业科技出版社, 2004
- [9] 国家环境保护总局. GB/T 17138- 1997 土壤质量 铜、锌的测定 火焰原子吸收分光光度法[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 1997
- [10] 国家环境保护总局. GB/T 17141- 1997 土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 1997
- [11] 陈玲,郜洪文. 现代环境分析技术[M]. 北京: 科学出版社, 2008
- [12] 刘绮,潘伟斌. 环境监测教程[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2008
- [13] 颜明娟. 土壤中镉的化学行为和检测技术研究进展[J]. 福建农业科技, 1999, 30(4): 27- 28
- [14] 徐晓炎,宗良纲. 土壤中镉的吸附解析研究进展[J]. 生态环境, 2003, 12(3)331- 335.
- [15] 熊礼明,鲁如坤. 土壤有效 Cd 浸提剂对 Cd 的浸提机制[J]. 环境化学, 1992, 11(3): 41- 47
- [16] 张金彪,黄维南,陈玉森. 福建省耕地土壤重金属含量和可浸提性研究[J]. 应用生态学报, 2003, 14(2): 273- 276
- [17] 郑绍建,胡霁堂,蒋廷惠,等. 污染土壤中镉活性提取剂的选择[J]. 农业环境保护, 1995, 14(2): 49- 53
- [18] 贺建群,许嘉琳,杨居荣,等. 土壤中有有效态 Cd、Cu、Zn、Pb 提取剂的选择[J]. 农业环境保护, 1994, 13(6): 246- 251.

本栏目责任编辑 薛光璞

征订启事

欢迎订阅 2010年 5化学分析计量 6

中国科技核心期刊 邮发代号 24- 138

5化学分析计量6是中国兵器工业集团第五三研究所(国防科技工业应用化学一级计量站)主办的全国性分析测试、化学计量专业技术刊物。为中国科技核心期刊,美国5化学文摘6(CA)收录期刊。主要报道分析测试、化学计量行业的技术、学术论文;标准物质的研制与应用;分析、计量仪器的研制、开发、检定、维修经验;相关专业的法规、政策、标准,管理经验,技术发展动态,综述和技术经济信息等。为双月刊,大16开本,单月20日出版,2010年全年定价共78元。国内邮局发行代号24- 138 中国国际图书贸易总公司办理国外订阅,国外发行代号4794 BM,同时杂志社自办发行业务。

本刊自创刊号以来至2008年共计17卷65期的合订本光盘已公开发售,利用该合订本光盘,优惠价150元。既可按作者、文题、关键词、年、期等分类查阅本刊已发表的所有科技文章和科技信息的全文,又可根据读者自定义的关键词进行全文检索。欢迎广大读者到当地邮政局(所)办理订阅手续,漏订或订阅合订本光盘及过期刊物的读者可直接向杂志社订阅。

地址: 济南市 108信箱杂志社 户名: 中国兵器工业集团第五三研究所 邮编: 250031

开户行: 济南市工商银行经十一路支行 电话: 0531- 85878132, 85878223, 85878278 账号: 1602001229014425546

传真: 0531- 85947355 85878224 网址: www.cam1992.com 电子信箱: anameter@126.com cam@cam1992.com