

重金属污染元素在天津 土壤剖面中的纵向分布特征

曹淑萍

(天津市地质调查研究院, 天津 300191)

摘要: 文章阐述了天津市不同地貌单元 8 个土壤剖面中重金属污染的纵向分布特征, 并对土壤中重金属污染的形成原因进行了分析。结果表明, 重金属元素随土壤质地不同而有所不同。镉、汞、铜、铅、锌等在城市附近污染比较重, 污染主要集中在 0~50 cm 土层内。污水灌溉、污泥施用和城市降尘是造成土壤多种重金属元素污染的主要原因。

关键词: 天津; 土壤剖面; 重金属污染元素; 纵向分布

中图分类号: P632.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2004)04-0270-05

重金属是指比重大于 5.0 g/cm^3 的金属元素, 包括铁、锰、铜、锌、镉、铅、汞、铬、镍、钼、钴等; 砷是一种准金属元素, 但由于其化学性质和环境行为与重金属有相似之处, 通常也归并于重金属的研究范围。由于土壤中铁和锰的质量分数较高, 因而一般认为它们不属土壤污染元素。

土壤重金属污染是指由于人类活动将重金属加到土壤中, 致使土壤中重金属的质量分数明显高于其自然背景值, 并造成生态破坏和环境质量恶化的现象。土壤污染不但影响作物产量和品质, 而且涉及大气和水环境质量, 并可通过食物链危害人类的生命和健康。因此开展对重金属污染元素环境行为的研究具有重要意义。污灌、工矿活动、肥料和农药施用是引起土壤重金属污染的重要原因^[1]。

由于严重缺水, 天津从 1958 年开始用污水灌溉农田, 到 1981 年污灌面积总计为 223.83 万亩, 为全国首位。至 1999 年天津污灌面积达到 351.045 万亩。有三大污灌区——南排河污灌区、北排河污灌区和武宝宁污灌区; 市区周边的西青区和东丽区部分农田中曾有多年的施用污泥的历史, 虽然施用污泥能增加土壤有机质, 提高土壤肥力, 但也会造成污泥中的重金属在土壤中积累^[2]; 天津市蓟县山区有多处小型矿床和矿化点, 产生的矿石及其废渣、废水中也有部分重金属元素对土壤造成污染。本研究分析了天津不同地貌单元、土地利用方式及污灌情况的

土壤剖面中重金属元素的纵向分布特征, 比较和总结了代表性地区土壤剖面中重金属元素的分布特征, 并初步探讨了重金属元素的纵向分布机理。

1 研究方法

1.1 土壤剖面和样品采集

本次试验工作共设 8 个剖面, 各剖面设置及采集样品的具体情况见表 1 和图 1。

对各剖面土壤特征进行野外观察描述和土壤样品采集, 每一土壤自然层至少采集一个样品, 超过 20cm 厚的土壤自然层分段采样, 每 20cm 采一个样。样品用洛阳铲自上而下连续采集, 样品干燥后过 20 目尼龙筛, 然后送交化验室。

1.2 样品测试

土壤样品测试项目包括铜、锌、镉、铅、汞、铬、镍、钼、钴、砷等 10 种重金属元素。各元素测试方法见表 2。

2 结果与讨论

样品测试结果表明在图 2 中, 从图 2 中可以看出:

表 1 土壤剖面的基本情况

Table 1 Outline of soil profile in Tianjin

剖面	位 置	地貌类型	土地利用	其 他	剖面深度 (cm)
P1	蓟县官庄乡	低山丘陵区	荒地	附近有小型钼矿	0~120
P2	宝坻区牛道口乡	冲积平原	新菜田	非污灌区	0~120
P3	静海县城关乡	海积冲积低平原	旱地	非污灌区	0~155
P4	宁河县大王御史北村	海积冲积低平原	水田	非污灌区	0~150
P5	东丽区大毕庄	海积冲积低平原	老菜田	北排河污灌区	0~150
P6	武清区东蒲洼乡	冲积平原	旱地	武宝宁污灌区	0~155
P7	西青区大寺乡	海积冲积低平原	旱地	南排河污灌区	0~155
P8	大港区炼油厂	海积冲积低平原	荒地	附近有炼油厂	0~155

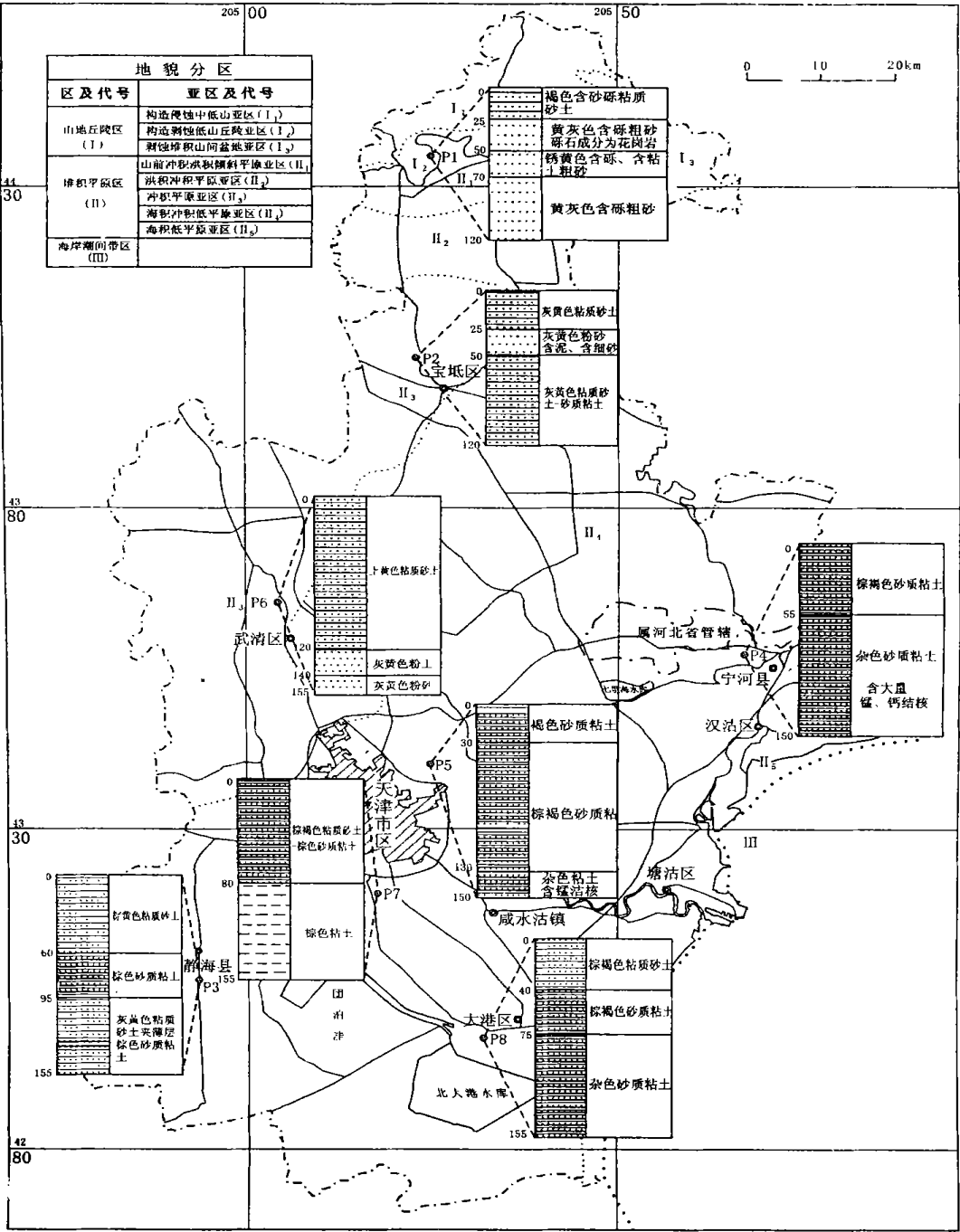


图 1 土壤剖面位置图

Fig. 1 Localities of the soil profiles

表 2 各元素的分析方法和测试仪器

Table 2 Techniques and apparatus used in the analysis

元 素	分 析 方 法	仪 器 型 号
钴、铬、铜、镍、锌	四酸溶矿 等离子光谱法	PS-4 型多道 ICP 光谱计
砷	王水溶矿 氢化原子荧光法	AFS-1201 型双道原子荧光光度计
铅	发射光谱法	31WI 发射光谱仪
钼	碱溶 催化极谱法	JP-2 型极谱仪
汞	王水溶矿 冷原子吸收法	F-732 型测汞仪
镉	酸溶 萃取火焰原子吸收法	508 型原子吸收光度计

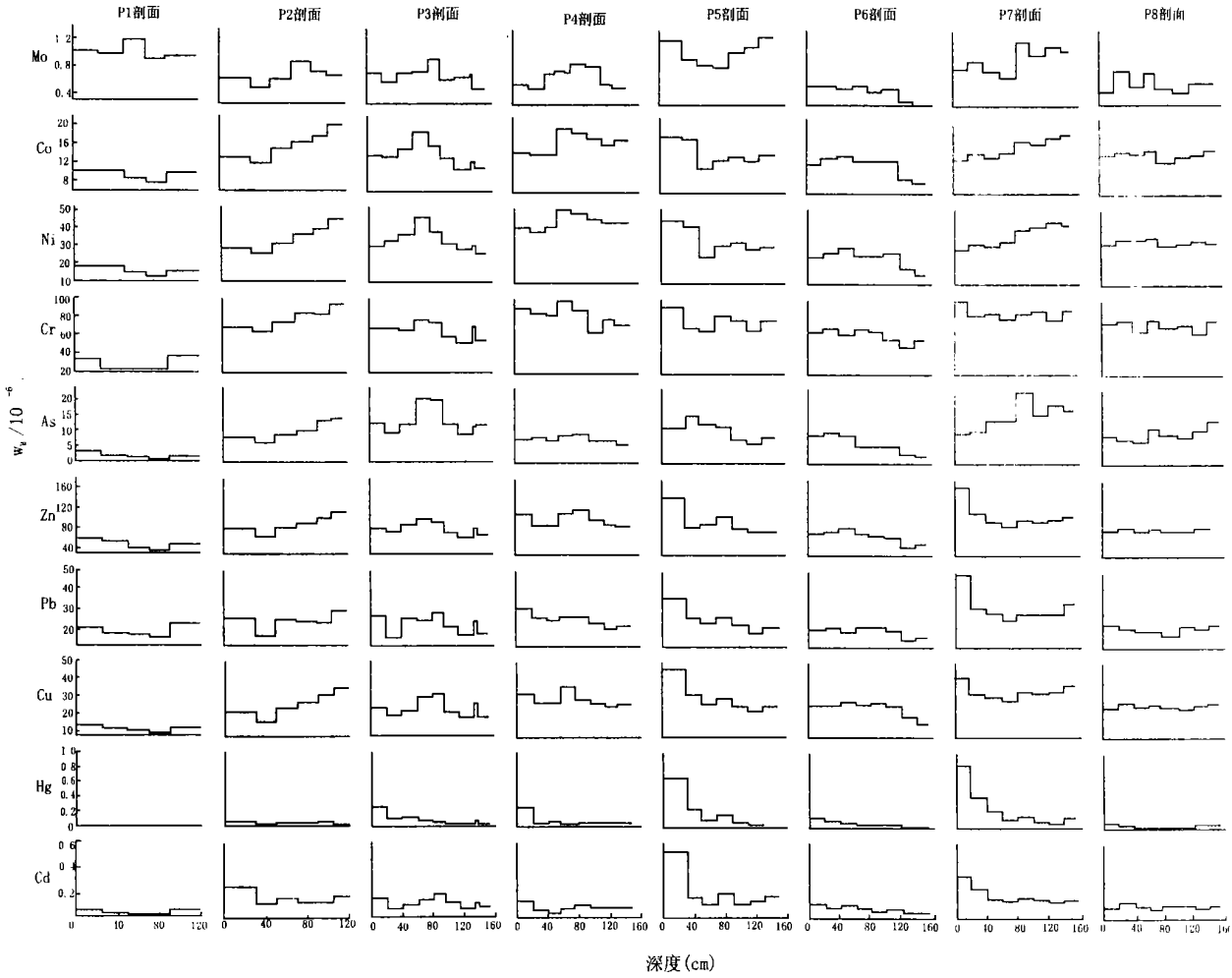


图 2 重金属元素纵向分布

Fig. 2 Vertical distribution of heavy metals in soil profile

P1 剖面土壤母质为冲洪积褐色含砾砂土, 表土中含有少量粘粒。该剖面绝大多数重金属元素含量较低, 尤其是与人类活动有关的汞、镉等含量极低, 与土壤质地较粗、远离污染源而且土壤成熟度较低有关。该剖面 Mo 元素较高, 与附近的小型钨钼矿有关。

P2 剖面土壤母质为潮白河冲积物, 0~ 50 cm 为

砂性土, 50 cm 以下土壤粘性逐渐增大为砂质粘土。50 cm 以下钴、铬、镍、铜、锌、砷等元素随深度增加含量逐渐升高, 与土层粘性逐渐增大有关。镉元素在表层呈现出富集现象, 在 30 cm 以下其含量均已达背景范围。

P3 剖面土壤母质为南运河冲积物, 在纵向上土壤质地变化较大, 为粘、砂互层。0~ 60 cm 为粘质砂

土, 60~90 cm 为砂质粘土-粘土, 95~155 m 又变为粘质砂土。多数元素随土壤质地不同而发生明显变化, 在 60~90 cm 土层中, 由于为较纯的粘土, 铜、铅、锌、铬、镍、钴、砷、钼均表现为高含量。汞、镉、铜、铅等有在表土层富集现象。随深度增加呈下降趋势的只有汞元素, 在 60 cm 深度时其含量达背景范围, 表明土壤质地对其影响不明显。

P4 剖面土壤母质为蓟运河冲积物, 通体为粘性土, 土壤类型为水稻土。55 cm 以下土层中可见大量铁锈、钙结核和锰结核。55~100 cm 土层中铜、铅、锌、铬、镍、钴、钼等元素含量有增高现象, 该区长期种植水稻, 水稻土中经常发生氧化还原周期变化, 重金属元素发生垂向移动^[3], 部分重金属元素在 55 cm 以下土层中富集, 与其活化迁移有关。镉、汞等元素在表层有富集现象, 20 cm 以下土层中其含量均已达背景范围。

P5 剖面为老菜田。土壤母质为湖沼相沉积物。土壤质地粘重, 通体为粘性土。该区离城市较近, 位于北排河污灌区, 农田曾进行过污灌和施用污泥, 土壤污染较重。土壤中镉、汞、铜、铅、锌、铬、镍、钴、钼等多种元素在表层均有明显富集现象, 镉是国家一级环境质量的 2.65 倍, 汞是国家一级环境质量的 4.48 倍, 表明受人为影响明显。30 cm 以下土层各元素含量迅速下降, 于 60 cm 深处已达背景范围。钼元素表现出不同特征, 100 cm 以下土层中含量逐渐升高。

结合区域重金属元素分布特征可知, 北排河污灌区受镉、汞、铜、铅、锌、铬、镍、钴、钼等多种重金属元素污染, 污水灌溉、污泥施用和城市降尘是造成土壤多种重金属元素污染的主要原因。

P6 剖面位于武宝宁污灌区。土壤母质为潮白河冲积物, 通体为砂性土, 0~120 cm 为粘质砂土, 120~160 cm 为粉砂土。该区曾长期用北京排污河水灌溉。剖面中镉、汞、铅等各种重金属元素含量均偏低, 与土壤含砂量较高有关。垂向上大多数元素含量随土壤质地不同而变化, 但变化范围不大。只有汞在表层土壤略有富集, 在 20 cm 以下的土层中其含量已达背景范围。

武宝宁污灌区主要使用北京排污河水灌溉, 由于华北地区地表水体 pH 值一般大于 7, 水中存在大量的碳酸氢根和氢氧根离子, 因此在污水流动过程中, 重金属元素很快沉淀在排污河底泥中, 一般重金属在水中迁移距离较短^[4]。结合区域地球化学特征可知, 使用北京排污河水灌溉不会造成武宝宁污灌

区土壤产生重金属污染。

P7 剖面位于中心城区周边西青区, 为南排河污灌区。土壤母质为湖沼相沉积物。土壤质地粘重, 通体为粘性土, 80 cm 以下土层粘性更大, 为粘土。该区离中心城区较近, 历史上进行过污水灌溉。土壤中镉、汞、铅、锌、钼等元素呈现出强烈的表层富集现象, 汞是国家一级环境质量的 5.65 倍, 20 cm 以下各元素的含量均有大幅度下降, 50 cm 以下基本趋于背景范围。铜、铬元素通体均为高含量, 表土略有富集, 推测其高含量与沉积物为粘性土且为湖沼相有关。

砷、钼两元素在 80 cm 以下含量增大, 这两种元素为变价元素, 在土壤中溶液一般以阴离子形式迁移, 与汞、镉、铜等重金属元素化学性质不同, pH 值升高可显著提高砷、钼的溶解度。天津表层土壤 pH 值较高, 土壤中正电荷较少, 降低了对酸根的吸附作用, 因此表土中砷、钼的富集不很明显。砷、钼在迁移到一定深度后, 与铁、锰等元素一同沉积下来, 因此 80 cm 以下土层砷、钼含量增高^[5]。

结合区域重金属元素分布特征可知, 南排河污灌区主要污染元素是镉、汞、铅、锌、钼, 城市降尘、污水灌溉和污泥施用造成南排河污灌区土壤多种重金属元素污染的主要原因。

P8 剖面位于大港区炼油厂西边荒地中。土壤母质为泻湖相沉积物, 为粘质砂土-砂质粘土, 土壤质地垂向上变化较小, 土壤成熟度较低。该剖面中重金属元素含量在深度上变化较小。

3 结论

(1) 各剖面不同深度上, 元素含量随土壤质地不同而有明显不同。一般重金属元素随土壤粘性增大其含量升高。

(2) 一般在耕作土壤中均有镉、汞表层富集现象, 与农田施用化肥和农药产生的残留有关。在山区和大港等荒地土壤剖面上重金属元素变化较小。

在城市附近土壤污染比较重, 污染元素也较多, 有镉、汞、铜、铅、锌、铬、镍、钴、钼等, 污染主要集中在 0~50 cm 土层内。污水灌溉、污泥施用和城市降尘是造成土壤多种重金属元素污染的主要原因。

(3) 使用北京排污河水灌溉不会造成武宝宁污灌区土壤重金属污染。

(4) 砷、钼两元素为变价元素, 与汞、镉、铜等重

金属元素化学性质不同, 在污染地区表现出在 80cm 以下土层其含量增高现象。

参考文献:

[1] 陈怀满, 郑春荣, 周东美, 等. 土壤中化学物质的行为与环境质

量[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 46-48.

[2] 天津市环境保护局. 天津市环境质量报告书[R]. 天津: 天津市环境保护局, 1981. 174-176.

[3] 南京大学, 北京大学, 中山大学, 等. 土壤学基础与土壤地理学[M]. 上海: 高等教育出版社, 1985. 242-245.

[4] 杨忠芳, 朱立, 陈岳龙. 现代环境地球化学[M]. 北京: 地质出版社, 1999. 280-284.

[5] 林炳营. 环境地球化学简明原理[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1990. 183-189.

VERTICAL DISTRIBUTION OF HEAVY METAL POLLUTANT IN SOIL PROFILE OF TIANJIN

CAO Shu-ping

(Tianjin Geological survey, Tianjin 300191, China)

Abstract: The paper describes vertical distribution characteristics of heavy metal pollutants in soil profile for 8 landscape units in Tianjin and discusses the causes for pollution. Analytical results show that the heavy metals are varied with soil profiles. Soil profile near the city is heavily polluted by Cd, Hg, Cu and Pb that are concentrated in a layer 0~50 cm thick. Land irrigation of waste water and application of sludge to land and city dust precipitation are the main causes for the heavy metal pollution.

Key words: soil profile; heavy metal pollution; vertical distribution; Tianjin

(上接第 222 页)

THE CHARACTERISTIC CONTRAST OF GEOLOGY AND GEOCHEMISTRY IN LAERMA GOLD DEPOSIT AND XIAJIADIAN GOLD DEPOSIT

QI Ya-lin¹, ZHANG Fu-xin¹, WANG Wei-tao¹, XIAO Li¹, ZHOU Tie-suo¹, LI Jian-bin², REN Tao²

(1. Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069, China;

2. Team 713, Northwest China, Bureau of Geological Exploration for Nonferrous Metals CNNC, Shangzhou 726000, China)

Abstract: Laerma and Xiajiadian gold deposits are all located in the sedimentary domain of palaeozoic taphrogeosyncline and hosted in carbonaceous-siliceous-limy sediments and characterized by micro-disseminated Au. The two deposits occur at different localities and they are similar and different in geological background, ore-controlling factors, geological and geochemical characteristics, ore-forming epoch, ore type and genesis etc. H-isotope values indicate that ore fluid in Xiajiadian gold deposit is characteristic of metamorphic water. Their Pb-isotope values fall between the boundaries of upper crustal and orogenic fields showing that they are dynamically formed by orogeny. Their REE patterns decline slightly to right and imply inheritable relation between the deposits and their wall rocks. They are of Carlin-like gold deposits.

Key words: Laerma Gold Deposit; Xiajiadian Gold Deposit; Geology and geochemistry of the deposits; comparison study