

石家庄污灌区土壤元素评价

崔邢涛¹ 栾文楼¹ 石少坚² 李随民¹ 宋泽峰¹ 马忠社²

(1.石家庄经济学院资源与环境工程研究所,河北 石家庄 050031;2.河北省地质调查院,河北 石家庄 050051)

摘要:本文参照土壤质量内涵的三个方面,对石家庄污灌区表层土壤元素进行了评价。研究认为,反映土壤肥力质量的肥力元素大部分处于丰富或适宜状态,只有 Mo、Co、碱解氮、有效 Mo 等处于相对缺乏状态;反映土壤环境质量的重金属元素含量都低于《土壤环境质量标准》(GB-15618-95)中二级标准限值,其中 Cu、Ni、As、Hg、Pb 元素 100%达到了土壤一级环境质量标准,同时通过对研究区重金属元素的形态分析认为: Cd 的生物有效性和潜在危害性较大,是研究区最具有生态危害的重金属;反映土壤健康质量的土壤元素 F 处于丰富或适宜状态, I 处于相对缺乏状态。

关键词:污灌区;土壤;评价;石家庄

中图分类号: X53 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3657(2010)06-1753-07

土壤既是人类赖以生存的自然资源,也是与人类关系密切的环境要素^[1]。随着人口-资源-环境之间矛盾的日趋尖锐,土壤质量问题正在不断得到世界范围内的共同关注^[2]。土壤质量的好坏直接关系到人的生存状况。土壤质量的保持和提高已日益成为当今国际土壤学界、农学界及环境科学界共同关注的研究课题^[3]。土壤元素含量与土壤质量密切相关,其水平直接影响农业生产和农作物的生长,从而间接地影响人类的健康^[4]。长期以来,由于现代工业的发展和人类自身活动的增加,大量的工业废水和城市污水通过农业灌溉进入土壤中,影响了土壤的质量,改变了土壤中元素的含量,这在一定程度上破坏了农业生态系统,影响了农业生产环境,从而带来了一系列的生态环境问题。鉴于土壤质量在土地资源开发利用和农业发展及环境保护中的特殊作用,污灌区土壤元素亟待评价,以为当地的农业规划、环境污染治理等提供科学的资料和依据。

1 研究区概况

石家庄污灌区地处河北省中南部,属于太行山

东麓山前平原的滹沱河冲积扇。区内年平均气温 13℃,为温带半干旱半湿润大陆性季风气候。区内土壤类型主要为壤质洪冲积潮褐土,栾城间或分布有粘壤质洪冲积潮褐土,赵县间或有砂壤质洪冲积潮褐土、粘壤质洪冲积潮褐土分布。

目前,石家庄污灌区纯污灌面积为 9922 hm², 占总面积 92%;污清混灌面积为 800 hm², 占总面积的 7.5%。全年总污灌水量为 6692 万 t,灌溉用污水量占总灌溉用水量的 97.2%。

2 样品采集与分析测试

以石家庄污灌区为研究区域,在河北省多目标地球化学调查取样的基础上(采样密度为 1 个样/km²,采样深度 0~20 cm,4 个土壤样品组成 1 个分析样,即表层土壤每 4 km² 一个分析样,共计 66 个),在东明渠、洨河段选取上、中、下游 3 个剖面,土壤样品采集深度为 0~20 cm。其中在上游剖面(I)采集 8 个土壤样品、中游剖面(II)采集 15 个土壤样品、下游剖面(III)采集 6 个土壤样品(图 1)。

土壤样品采集 1 kg 左右,装在干净的布袋中贴

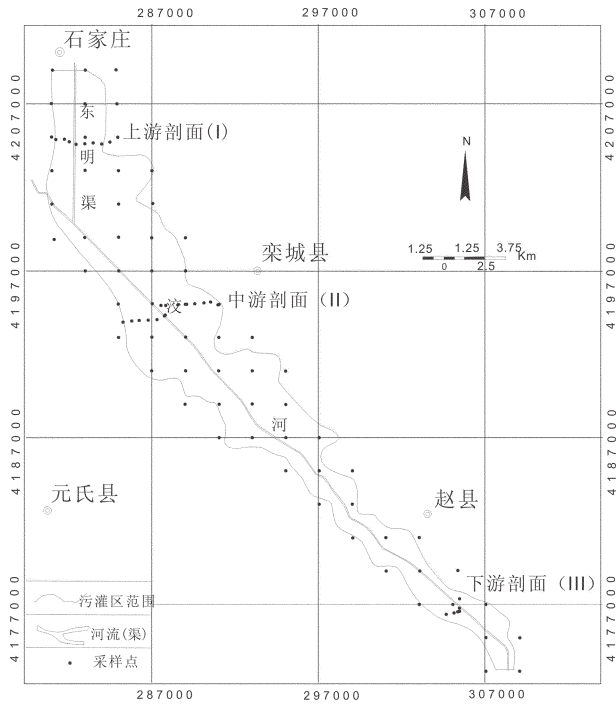


图1 石家庄市污灌区样点分布图

Fig.1 Distribution of soils in sewage-irrigation areas of Shijiazhuang City

好标签,进行自然风干。样品过筛前用木槌轻轻敲打,以使土壤样品保持自然粒级状态。样品用尼龙筛,截取小于0.8 mm(20目)粒级组分500 g,装瓶。

土壤样品由国土资源部保定矿产资源监督检查中心分析,数据分析质量严格按照DD2005-1《多目标区域地球化学调查规范》和DD2005-3《生态地球化学评价样品分析技术要求(试行)》执行。

3 结果与讨论

土壤质量是指土壤肥力质量、土壤环境质量及土壤健康质量3方面的综合量度,即土壤在生态系统的范围内,维持生物的生产能力、保护环境质量及促进动植物健康的能力^[5]。土壤肥力质量是土壤提供植物养分和生产生物物质的能力,是保障粮食生产的根本;土壤环境质量是土壤容纳、吸收和降解各种环境污染物的能力;土壤健康质量是土壤影响或促进人类和动植物健康的能力^[6]。简言之,土壤质量是土壤肥力质量、土壤环境质量和土壤健康质量3个既相对独立而又有机联系的组分之综合集成,土壤质量是土壤在一定的生态系统内支持生物生产能

力、净化环境能力和促进动物、植物及人类健康能力的集中体现,是现代土壤学研究的核心^[7]。对于石家庄污灌区而言,参照土壤质量内涵的3个方面,对其表层土壤元素丰缺性进行评价。

3.1 土壤肥力元素评价

土壤肥力的好坏既受自然气候等条件的影响,也受栽培作物、耕作管理、灌溉施肥等农业技术措施以及社会经济制度和科学技术发展水平的影响。土壤养分作为土壤肥力的重要组成部分,其丰缺程度及其供应能力直接影响作物的生长发育和产量。因此,了解土壤养分元素的地球化学特征,客观地分析土壤的养分水平、养分的空间分布规律,正确地定位土壤的肥力水平,据此提出合理的施肥建议,充分发挥土壤的潜力至关重要。根据植物正常生长发育所必需的营养元素,将表征土壤肥力的土壤养分元素分为植物生长必需营养元素和植物生长有益元素,其中植物生长必需营养元素按照其在植物体内的含量高低分为必需大量元素(有机质、N、P、K等)、必需中量元素(S、Ca、Mg等)、必需微量元素(Fe、Mn、Zn、Cu、B、Mo、Cl等),植物生长有益元素是指Co、Ni、Na等。按照全国土壤养分丰缺标准,在评价土壤营养元素全量(相对)丰缺状况和供应潜力的基础上,结合各元素的有效态含量来进一步评价研究区土壤肥力的实际丰缺状况,为更好地指导农业生产提供科学依据。

3.1.1 研究区表层土壤中植物必需大量元素评价

一般来说,植物对氮、磷、钾、钙、镁、硫的吸收主要来自土壤,而且这些元素在土壤中空间分布差异较大。故先对土壤中植物必需大量元素进行含量分级,其中有机质、N、P、K及其有效态按照土壤第二次普查的分级标准进行评价,Ca、Mg、S参考1990年出版的《中国土壤元素背景》中报道的全国土壤A层背景值的25%、50%、75%和90%顺序统计量做为土壤的分级标准^[8],该分级结果具有全国可比性(表1)。

从表1中可以看出,有机质丰富区占研究区面积的4.9%,适宜区占研究区面积的77.1%,缺乏区占研究区面积的18%;全N丰富区占研究区面积的3.3%,适宜区占研究区面积的96.7%;全P丰富区占研究区面积的11.7%,适宜区占研究区面积的85%;速效磷丰富区占研究区面积的50.8%,适宜区面积占总面积的45.90%;速效钾丰富区占研究区面积的68.8%,适宜区占研究区面积的31.2%;Ca丰富区占

表 1 研究区表层土壤中植物必需大量元素含量分级标准及统计表
Table 1 Content grading standard and statistic values of essential abundance elements in topsoil of the study area

元素	一级		二级		三级		四级		五级	
	分级标准	百分比	分级标准	百分比	分级标准	百分比	分级标准	百分比	分级标准	百分比
有机质/%	>4.0		3.0~4.0	4.9	2.0~3.0	77.1	1.0~2.0	18.0	≤1.0	
N/(mg/kg)	>2000		1500~2000	3.3	1000~1500	96.7	750~1000		≤750	
碱解氮/(mg/kg)	>150		120~150		90~120		60~90	70.5	≤60	29.5
P/mg/kg	>2000		1500~2000	11.7	1000~1500	85.00	700~1000	3.3	≤700	
速效磷/(mg/kg)	>40	4.9	20~40	45.9	10~20	45.9	5~10	3.3	≤5	
K/%	>3.0		2.0~3.0	100	1.5~2.0		1.0~1.5		≤1.0	
速效钾/mg/kg	>200	13.1	150~200	55.7	100~150	31.2	50~100		≤50	
Ca/%	>5.23		3.02~5.23	85.2	0.93~3.02	14.8	0.36~0.93		≤0.36	
Mg/%	>1.47	100	1.12~1.47		0.74~1.12		0.45~0.74		≤0.45	
S/(mg/kg)	>248	100	187~248		150~187		122~150		≤122	

研究区面积的 85.2%，适宜区占研究区面积的 14.8%；全 K、Mg、S 丰富区占研究区面积的 100%；碱解氮处于缺乏状态。

3.1.2 研究区表层土壤中植物必需微量营养元素评价

一般植物对微量营养元素的需要量很少，只占植物干重的万分之几到百万分之几，甚至更少，这些元素主要包括 B、Mo、Cu、Zn、Cu、Mn、Fe 和 Cl 等。成土母质是土壤中微量元素的主要来源，土壤微量元素的含量主要由成土母质和成土过程决定，而且它在土壤中赋存形式、迁移、活化也都与土壤的环境条件有关。一般土壤中微量元素含量反映的是其有效量的供给能力，而农学家常用微量元素的有效态来评价土壤提供给当季作物吸收利用的能力，所以研究微量元素的有效态含量分布，对于指导农民进行合理施肥具有重要的意义。因此在对各微量元素进行评价时，首先对微量元素进行分级，对于 B、Mo、Cu、Zn、Cu、Mn、Fe 和 Cl 等参考 1990 年出版的《中国土壤元素背景》中报道的全国土壤 A 层背景值的 25%、50%、75%和 90%顺序统计量做为土壤的分级标准，该分级结果具有全国可比性(表 2)，各微量元素的有效态含量按照土壤第二次普查的分级标准进行评价(表 2)。

从研究区土壤微量元素含量统计表中可以看出，该研究区土壤中 Fe、有效铁、B、Mn、Cu、有效铜、有效锌、Ni、Cl 等元素处于不缺乏状态，丰富区

和适宜区面积之和都大于 90%以上；而 Mo、有效钼和有效硼等微量元素处于缺乏状态。

3.1.3 研究区表层土壤中有益元素评价

研究区土壤有益元素分级标准及含量分级统计见表 3。对于 Co、Ni、Na 等元素参考 1990 年出版的《中国土壤元素背景》中报道的全国土壤 A 层背景值的 25%、50%、75%和 90%顺序统计量做为土壤的分级标准，该分级结果具有全国可比性(表 3)。

从表 3 可以看出，Co 元素在研究区相对比较缺乏，缺乏面积占研究区面积的 26.3%；Na 元素丰富区面积占研究区总面积的 100%；Ni 元素丰富区、适宜区面积分别占研究区总面积的 11.5%和 88.5%。

3.2 研究区表层土壤环境健康元素评价

土壤环境健康指标主要是指对植物的生长发育和人体健康直接或间接有害的元素，主要包括：Cu、Zn、Cd、Hg、Pb、As、Cr、Ni 等有害元素和 F、I、Se 等，其中 Cu、Zn 和 Ni 元素在含量水平较低时，是作物的有益元素，当含量超过一定值时，则是有害元素。这些元素对于作物生长具有双阀性。因此 Cu、Zn 和 Ni 既可作为肥力指标又可作为环境健康指标。在评价时，首先将 Cu、Zn 和 Ni 作为环境指标进行讨论；若研究区 90%土壤达到一级环境质量标准，则将 Cu、Zn 和 Ni 归并在肥力指标进行讨论。

3.2.1 研究区表层土壤环境元素评价

土壤重金属污染评价根据《土壤环境质量标准》

表 2 研究区表层土壤中植物必需微量元素含量分级标准及分级统计
Table 2 Content grading standard and statistic values of essential trace elements in topsoil of the study area

元素	一级		二级		三级		四级		五级	
	分级标准	百分比	分级标准	百分比	分级标准	百分比	分级标准	百分比	分级标准	百分比
Fe/%	>4.36	90	3.53~4.36	10	2.97~3.53		2.42~2.97			≤2.42
有效铁/(mg/kg)	>20	11.5	10~20	88.5	4.5~10		2.5~4.5			≤2.5
B/(mg/kg)	>82.3		58.6~82.3	11.5	41~58.6	83.6	25.9~41	4.9		≤25.9
有效硼/(mg/kg)	>2		1~2		0.5~1		0.25~0.5	100		≤0.25
Mn/(mg/kg)	>967		711~967		540~711	93.4	342~540	6.6		≤342
Mo/(mg/kg)	>5.0		2.3~5.0		1.1~2.3		0.7~1.1	6.6		≤0.7
有效钼/(mg/kg)	>0.3		0.2~0.3		0.15~0.2	3.3	0.1~0.15	47.5		≤0.1
Cu/(mg/kg)	>36.6		27.3~36.6	23.3	20.7~27.3	76.7	14.9~20.7			≤14.9
有效铜/(mg/kg)	>2	13.1	1~2	86.9	0.5~1		0.2~0.5			≤0.2
有效锌/(mg/kg)	>2	98.4	1~2	1.6	0.5~1		0.3~0.5			≤0.3
Ni/(mg/kg)	>42.4		33.0~42.4	11.5	24.9~33.0	88.5	17.0~24.9			≤17.0
Cl/(mg/kg)	>87.5	100	64.3~87.5		53.5~64.3		45.7~53.5			≤45.7

表 3 研究区表层土壤有益元素含量分级标准及分级统计

Table 3 Content grading standard and statistic values of beneficial elements in topsoil of the study area

元素	一级		二级		三级		四级		五级	
	分级标准	百分比	分级标准	百分比	分级标准	百分比	分级标准	百分比	分级标准	百分比
Co/(mg/kg)	>20.0		15.4~20.0	1.6	11.6~15.4	72.1	8.0~11.6	26.3		≤8.0
Na/%	>1.76	60.4	1.48~1.76	39.6	1.11~1.48		0.49~1.11			≤0.49
Ni/(mg/kg)	>42.4		33.0~42.4	11.5	24.9~33.0	88.5	17.0~24.9			≤17.0

(GB-15618-95)的分级^[9],分级统计结果见表 4。

从表 4 可以看出,依据土壤中单元素环境质量标准,研究区土壤中 Cu、Ni、As、Hg、Pb 100%达到了土壤一级环境质量标准,Zn、Cr、Cd 部分达到了土壤一级环境质量标准,全部达到了土壤二级环境质量标准。

一般来讲,重金属总量可以作为环境污染程度的重要标志,但不能真正反映其潜在的生态危害性,因为重金属有不同的存在形态,不同形态重金属环境行为和生态效应不同^[10]。研究认为,水溶态易被植物吸收,具有很大的迁移性和毒性^[11];碳酸盐结合态重金属与土壤结合较弱,最易被释放,有较大的可移

表 4 研究区表层土壤重金属元素含量统计

Table 4 Content of heavy metal elements in topsoil of the study area

比例/%	一类土壤	二类土壤	三类土壤
Cd	46.67	53.33	
Ni	100		
As	100		
Cr	70.69	29.31	
Cu	100		
Zn	86.21	13.79	
Hg	100		
Pb	100		

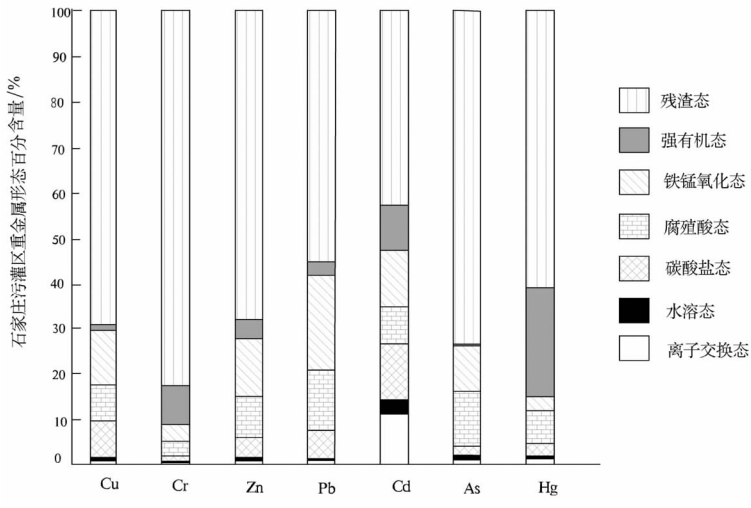


图 2 研究区表层土壤重金属元素形态分布图

Fig.2 Morphology distribution of heavy metal elements in topsoil of the sewage irrigation area in Shijiazhuang

动性^[2];离子交换态在土壤中活性最高,易被植物吸收、利用、淋失和迁移;腐殖酸结合态,当土壤发生氧化时重金属容易被释放出来;强有机态和铁锰氧化态较为稳定,当外界条件发生变化时才可以释放出来^[3];残渣态重金属在自然界正常条件下不易释放,不易为植物吸收,在整个土壤生态系统中对食物链影响较小^[4]。通过对研究区表层土壤中重金属形态的分析,研究区表层土壤中 Hg、Cr 主要以残渣态、铁锰氧化态为主,其有效化学形态含量较小,对环境及生态系统危害较小;Pb、Zn、AS、Cu 的残渣态和铁锰氧化态所占比例也较高,同时也存在一定比例的腐殖酸态和碳酸盐态,表现出一定的危害性;Cd 的离子交换态、水溶态和碳酸盐态之和所占比例之和接近总形态含量的 30%,远远大于其他重金属元素,其生物有效性和潜在危害性较大,是研究区最具有生态危害的重金属。

3.2.2 研究区表层土壤健康元素评价

目前,各国未制定土壤中碘和氟的环境健康基准值,故本次研究仍参考 1990 年出版的《中国土壤元素背景》中报道的全国土壤(A 层)背景值 25%、50%、75%和 90%顺序统计量作为土壤的分级标准,该分级结果具有全国可比性(表 5)。

从表 5 可以看出,F 元素丰富区、适宜区占研究区总面积的 28.3%、71.7%;研究区土壤中 I 元素处于缺乏状态,缺乏面积占研究区总面积的 93.4%。

4 结论

(1) 研究区表层土壤肥力元素评价证明,土壤中的大量营养元素:有机质、全 N、全 P、全 K、速效钾、速效磷、Ca、Mg、S 都处于丰富或适宜状态,碱解氮处于相对缺乏状态;土壤中的微量营养元素 Fe、有效铁、B、Mn、Cu、有效铜、有效锌、Ni、Cl 等元素处

表 5 研究区表层土壤健康元素含量分级标准及分级统计

Table 5 Content grading standard and statistic values of health elements in topsoil of the study area

元素	一级		二级		三级		四级		五级	
	分级	百分	分级	百分	分级	百分	分级	百分	分级	百分
	标准	比例	标准	比例	标准	比例	标准	比例	标准	比例
I/(mg/kg)	>9.02		4.01~9.02		2.2~4.01	6.6	1.22~2.20	93.4	≤1.22	
F/(mg/kg)	>721		582~721	28.3	453~582	71.7	336~453		≤336	

于丰富状态,丰富区和适宜区面积之和都大于90%以上,而Mo、有效铜和有效硼等微量元素处于缺乏状态;土壤中有益元素Na、Ni元素处于丰富或适宜状态,Cd在研究区相对比较缺乏。

(2) 研究区表层土壤重金属元素评价证明,土壤中的各项重金属含量都低于《土壤环境质量标准》(GB-15618-95)中二类土壤标准限值,其中Cu、Ni、As、Hg、Pb元素100%达到了一类土壤的环境质量标准要求,但是,Cd的离子交换态、水溶态和碳酸盐态所占其总形态比例之和接近30%,远远大于其他重金属元素,其生物有效性和潜在危害性较大,具有较大的潜在生态危害。

(3) 研究区表层土壤中F元素丰富区、适宜区占研究区总面积的28.3%、71.7%;研究区土壤中I元素处于缺乏状态,缺乏面积占研究区总面积的93.4%。

参考文献(References):

- [1] 王玉婷,何明友,曾宜君,等. 宜宾市翠屏区宋家乡土壤地球化学质量评价及意义[J]. 广东微量元素科学, 2007, 14(7):20-26.
Wang Yuting, He Mingyou, Zeng Yijun, et al. An appraisal of soil environmental geochemistry quality in Sung Home of Cuiping area, Yibin city, China and its meaning [J]. Guangdong Trace Elements Science, 2007, 14(7):20-26(in Chinese with English abstract).
- [2] 郑昭佩,刘作新. 土壤质量及其评价 [J]. 应用生态学报, 2003, 14(1):131-134.
Zheng Zhaopei, Liu Zuoxin. Soil quality and its evaluation [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2003, 14(1):131-134(in Chinese with English abstract).
- [3] 张桃林,潘剑君,赵其国. 土壤质量研究的发展和方向 [J]. 土壤, 1999, (1):1-7.
Zhang Taolin, Pan Jianjun, Zhao Qiguo. Progress and orientation of soil quality research [J]. Soil, 1999, (1):1-7(in Chinese with English abstract).
- [4] 林才浩. 福建九龙江下游地区土壤地球化学分类 [J]. 中国地质, 2004, 31(3):332-336.
Lin Caihao. Geochemical classification of soils in the downstream area of the Jiulong River, Fujian Province [J]. Geology in China, 2004, 31(3):332-336(in Chinese with English abstract).
- [5] Doran J W, Parkin T B. Defining and assessing soil quality [C]// Doran J W, Coleman D C, Bezdicek D F, et al. Defining soil quality for a sustainable environment. SSSA Spec. Publ. 35, Am. Soc. Agron, Madison, WI, 1994:3-21.
- [6] 吕晓男,孟赐福,麻万诸,等. 土壤质量及其演变 [J]. 浙江农业学报, 2004, 16(2):105-109.
Lv Xiaonan, Meng Cifu, Ma Wanzhu, et al. Soil quality and its development[J]. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 2004, 16(2): 105-109(in Chinese with English abstract).
- [7] 徐建民,黄昌勇,安曼,等. 磺酰脲类除草剂对土壤质量生物学指标的影响[J]. 中国环境科学, 2000, 20(6):491-494.
Xu Jianmin, Huang Changyong, An Man, et al. Effect of sulfonylurea herbicides on biological indicators characterizing the soil quality [J]. China Environmental Science, 2000, 20(6):491-494(in Chinese with English abstract).
- [8] 中国环境监测总站主编.中国土壤元素背景值[M]. 北京:中国环境科学出版社, 1990.
The Chinese Environment Monitoring Center. The Background Values of the Elements in Soil in China [M]. Beijing:China Environment Science Press, 1990(in Chinese).
- [9] 中华人民共和国农业部.《土壤环境质量标准》(GB-15618-95) [S]. 北京:中国标准出版社, 1995.
Ministry of Agriculture of Ministry of Agriculture of the People's Republic of China. Standard of Soil Environment Quality (GB-15618-95)[S]. Beijing:Standards Press of China, 1995(in Chinese).
- [10] 范文宏,陈静生,红松,等. 沉积物中重金属生物毒性评价的研究进展[J]. 环境科学与技术, 2002, 25(1):36-39.
Fan Wenhong, Chen Jingsheng, Hong Song, et al. Recent development in bio-toxicological assessment of heavy metal in aquatic sediments[J]. Environmental Science and Technology, 2002, 25(1):36-39(in Chinese with English abstract).
- [11] 孙敬亮,武文钧,赵瑞雪,等. 重金属土壤污染及植物修复技术 [J]. 长春理工大学学报, 2003, 26(4):46-48.
Sun Jingliang, Wu Wenjun, Zhao Ruixue, et al. Studies on pollution of heavy metals in soils and technology of plant remediation [J]. Journal of Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics, 2003, 26(4):46-48(in Chinese with English abstract).
- [12] 吴新民,潘根兴. 影响城市土壤重金属污染因子的关联度分析[J]. 土壤学报, 2003, 40(6):921-929.
Wu Xinmin, Pan Genxing. The correlation analysis between the content of heavy metals and the factors influencing the pollution of heavy metals in urban soil in Nanjing City [J]. Acta Pedologica Sinica, 2003, 40(6):921-929(in Chinese with English abstract).
- [13] 宋明义,刘军保,周涛发,等. 杭州城市土壤重金属的化学形态及环境效应[J]. 生态环境, 2008, 17(2):667-669.
Song Mingyi, Liu Junbao, Zhou Taofa, et al. Chemical speciation of some heavy metals in urban soil in Hangzhou city and environmental effects [J]. Ecology and Environment, 2008, 17(2): 667-669(in Chinese with English abstract).
- [14] 武永锋,刘丛强,涂成龙. 贵阳城市土壤重金属元素形态分析 [J]. 矿物学报, 2008, 28(2):177-179.
Wu Yongfeng, Liu Congqiang, Tu Chenglong. Speciation of heavy metals in urban soil on Guiyang[J]. Acta Mineralogica Sinica, 2008, 28(2):177-179(in Chinese with English abstract).

The evaluation of soil elements in topsoil of the sewage irrigation area in Shijiazhuang

CUI Xing-tao¹, LUAN Wen-lou¹, SHI Shao-jian²,
LI Sui-min¹, SONG Ze-feng¹, MA Zhong-she²

(1. *Institute of Resource and Environmental Engineering, Shijiazhuang University of Economics, Shijiazhuang 050031, Hebei, China;*

2. *Institute of Geological Survey of Hebei Province, Shijiazhuang, 050051, Hebei, China)*

Abstract: In this paper soil elements in topsoil of the sewage irrigation area in Shijiazhuang are evaluated, with three aspects of soil quality taken into account. Studies suggest that elements reflecting soil fertility quality are in a rich or desirable state except for Mo, Co, alkali-hydrolyzable N, available phosphorus and effective Mo which are relatively deficient. The concentrations of heavy metal elements which can reflect the soil environment quality are all below the secondary standard limits in "soil environmental quality standard" (GB-15618-95), with the concentrations of Cu, Ni, As, Hg, Pb completely reaching the senior standard. A morphological analysis of heavy metal elements show that the bio-availability and potential harmfulness of Cd are relatively serious and hence this element may be the most ecologically harmful element in the study area. Among the elements which reflect the quality of soil health, F is in abundant or desirable state while I is in relatively deficient state.

Key words: sewage irrigation area; soil; evaluation; Shijiazhuang

About the first author: CUI Xing-tao, male, born in 1978, master and assistant researcher, engages in environmental geochemistry research; E-mail: cxt78520@126.com.