

松辽平原土壤环境背景值区域特征及分布规律

吴燕玉 李 彤 谭 方 郭 雷* 孟宪玺

(中国科学院林业土壤研究所)

(中国科学院长春地理研究所)

陈 万 峰

伞 家 菊

(黑龙江省环境保护研究所)

(吉林省环境保护研究所)

一、前 言

“松辽平原土壤环境背景值调查研究”列入国家“六五”重点攻关课题,由辽宁、吉林、黑龙江三省环境监测中心站、中国科学院林业土壤研究所、长春地理所、高能物理所等十六个单位组成协作组,对松辽平原 24.6 万 km² 土地,采土壤剖面 1025 个,土壤样品 3284 个,进行 35 项元素及土壤性质的分析测试,共获得数据七万余个,提出了松辽平原土壤背景值及背景图。本文从土壤地球化学观点出发对该区土壤背景值区域特征及分布规律作一些探讨,至于详细采样布点设计,所用分析方法与质量控制以及分布类型检验方法等,请参阅“松辽平原土壤背景值调查研究”报告,此处从略。

二、松辽平原自然条件及主要土壤类型

松辽平原位于大小兴安岭之间,辽西山地以东,张广才岭以西,西接内蒙,南至辽东湾海岸,是由辽河、松花江、嫩江及其支流冲积而成的大平原。纵跨辽宁、吉林、黑龙江三省,占三省总面积的 31%。本区地形特点:

东西北三面环山,呈马蹄形,区内地势平坦,起伏较小。北部松嫩平原平均海拔高度 140—180m,南部为辽河平原,海拔高度 50m 以下。中间为松辽分水岭,海拔高度 200—220m。松辽平原地质构造属于燕山沉降地带,从中生代以来,主要进行着下陷过程,堆积了极深厚的陆相地层,其上部普遍覆盖着第四纪疏松沉积物。在地层结构和岩性特征上,辽河平原比较复杂,两侧辽东、辽西山地丘陵有花岗岩、石灰岩出露。松嫩平原比较单一,主要是黄土状母质及砂性淤积物。在本区西部广泛分布碳酸盐淤积物及砂质风积物。

本区气候属温带季风区,南部的辽河平原属暖温带半湿润区。热量分布由北向南逐渐增加,降水分布,自东南向西北递减,而干燥度沿此方向递增,因此土壤呈现与经纬度相一致的地带性变化^[1]。

本区地带性土壤为棕壤、黑土、黑钙土、栗钙土等;隐域性土壤有草甸土,水稻土等。按占调查区内面积计,主要为草甸土,占 32.9%,其次为黑钙土占 18.26%;黑土占 8.11%;棕壤占 10.23%;暗棕壤占 5.33%;砂土占 5.84%;水稻土、白浆土、栗钙土、沼泽土均占 1—1.8%。在表 1 列出了各土类采样点数及平均海拔高度。

* 参加工作的尚有孔庆新、王新、芦凤勇等同志。

表 1 松辽平原各土类采样数及高程

土类	剖面数	平均海拔高程(m)
暗棕壤	30	242—265
棕壤	139	205(30—620)
黑土	166	210—231
褐土	27	277(130—450)
黑钙土	113	172—185
白浆土	10	227
暗栗钙土	10	217
风沙土	49	137—161
盐碱土	43	30—147
草甸土	307	49(辽河平原)(144—167松嫩平原)
水稻土	45	33(2.4—171)
沼泽土	2	145

本区土壤受温带冷凉气候及季节性冻层的影响,腐殖质含量可达 6—8% 或更高,平均值 2.29%,居国内首位。本区土壤开垦利用年限较短,一年一熟,受人为耕作活动影响较少,大部分土壤仍保持着土壤发生学特征与发生层次。故按土壤发生学分类,将本区土壤分为十二个土类,二十二个亚类,作为土壤背景值的统计单元。仅在辽河平原两侧丘陵地区,按母岩不同区分到土属统计。

本文所举土壤背景值均以表层代表。

三、松辽平原土壤背景值 Cu、Pb、Ni、Zn、Cd、Cr、Hg、As 分布规律

本次所测数据经过各种数学方法检验及对剖面自然、社会环境的综合分析判断,共剔除异常值 98 个,占总数据的 1.24%。

采用多种方法联合检验元素分布类型,有柯氏法(Kolmogorov-Smirnov),Vistlius 检验,W 检验,偏度峰度法检验和 X^2 检验,以 Z-80 微计计算(见表 2)。

对于正态分布的元素,用算术平均值和标准差 $\bar{x} \pm 2s$ 表示背景值范围。对数正态分布的元素,以几何平均值和标准差表示,以 $M/D^2-M \cdot D^2$ 表示其背景值范围。偏态分布的元素,将算术均值用电子计算机进行正态化处理,仍取平均值加减两倍标准差表示

表 2 松辽平原各土类元素分布类型检验结果

元素	正态分布	对数正态分布	偏态分布
Cu	黑钙土、草甸土、暗棕壤、沼泽土、白浆土、暗栗钙土	棕壤、盐碱土、褐土、砂土	黑土、水稻土
Pb	草甸土、黑土、沼泽土、白浆土、暗棕壤、暗栗钙土	黑钙土、棕壤、褐土、盐碱土、砂土	水稻土
Ni	黑钙土、黑土、草甸土、暗棕壤、水稻土、白浆土、暗栗钙土、沼泽土	褐土、棕壤、盐碱土、砂土	
Zn	黑钙土、褐土、棕壤、暗棕壤、砂土、沼泽土、白浆土	黑土、盐碱土、水稻土、暗栗钙土	草甸土
Cd	褐土	黑钙土、草甸土、棕壤、沼泽土、白浆土、暗栗钙土	黑土、盐碱土、暗棕壤、砂土、水稻土
Cr	黑土、褐土、草甸土、暗棕壤、水稻土、沼泽土、白浆土、暗栗钙土	黑钙土、棕壤、盐碱土	砂土
Hg	褐土、盐碱土、砂土、水稻土、白浆土、暗栗钙土、沼泽土	黑钙土、黑土、棕壤、暗棕壤	草甸土
As	黑钙土、黑土、草甸土、棕壤、盐碱土、暗棕壤、砂土、沼泽土、白浆土	褐土、水稻土、暗栗钙土	

背景值范围,兹举几个代表性土类背景值如表 3。

各元素在各土类中含量顺序如下:

水稻土>沼泽土>白浆土>棕壤>暗棕壤>草甸土>黑土>褐土>黑钙土>盐碱土>暗栗钙土>砂土。

将所得土类背景值进行方差分析,应用新复极差法检验($p = 0.01$),列举差异最多组如下:

Cu: 棕壤与栗钙土、砂土、褐土有差异;黑钙土与草甸土、水稻土、黑土有差异。

Pb: 棕壤与盐碱土、风砂土、褐土有差异;黑钙土与草甸土、水稻土、黑土、盐土有差异。

Ni: 棕壤与盐碱土、砂土有差异;黑钙土与草甸土、水稻土、黑土、暗棕壤有差异。

Zn: 褐土、砂土均与棕壤、暗棕壤、黑钙土、草甸土、白浆土有差异。

表 3 松辽平原主要各土类背景值 (mg/kg)

土 类	元素	分布类型*	平均值	标准差	背景值范围	土 类	元素	分布类型*	平均值	标准差	背景值范围
黑钙土	Cu	N	15.49	5.54	4.42—26.57	棕壤	Cd	LN	2.112	1.81	0.034—0.364
	Pb	N	15.60	5.66	4.28—26.92		Cr	LN	53.4	1.45	25.25—112.79
	Ni	N	19.61	7.04	5.53—33.68		Hg	LN	0.036	1.67	0.013—0.1
	Zn	N	43.29	16.91	9.46—77.11	暗棕壤	As	N	9.22	2.47	4.28—14.16
	Cd	LN	0.082	1.41	0.042—0.163		Cu	N	18.08	4.85	8.39—27.78
	Cr	LN	35.20	1.34	19.62—63.15		Pb	N	19.62	5.44	8.64—30.9
	Hg	LN	0.032	1.65	0.012—0.087	暗棕壤	Zn	N	61.38	13.83	33.72—89.05
	As	N	10.97	3.55	3.86—18.08		Cd		0.098	0.045	0.051—0.181
草甸土	Cu	N	17.27	7.73	1.81—32.74		Cr	N	54.99	13.69	27.61—82.37
	Pb		17.79	6.49	4.03—36.87		Ni	N	24.46	4.25	15.95—32.96
	Ni	N	21.89	8.82	4.25—39.53		As	N	10.83	3.20	4.43—17.23
	Zn	N	50.41	21.31	7.79—93.03		Hg	LN	0.035	0.642	0.0133—0.0775
	Cd	LN	0.074	1.87	0.021—0.259	白浆土	Cu	N	14.27	5.7	2.86—25.68
	Cr	N	45.28	18.19	8.90—81.65		Zn	N	63.19	23.09	17.02—109.36
	Hg		0.047	0.031	0.015—0.217		Ni	N	22.86	7.87	7.13—38.59
	As	N	9.26	4.14	0.98—17.53		Pb	N	21.89	2.20	17.46—26.26
黑土	Cu		20.96	3.67	13.33—40.88		Cd	LN	0.175	1.74	0.058—0.532
	Pb	N	20.67	3.95	12.77—28.57	暗栗钙土	Cr	N	55.11	7.15	40.81—69.41
	Ni	N	26.10	5.13	15.85—36.85		Hg	N	0.232	0.012	0.008—0.056
	Zn	LN	57.86	1.25	37.26—89.83		As	N	7.98	2.86	2.27—13.69
	Cd	LN	0.066	1.63	0.025—0.174		Cu	LN	8.88	1.26	6.36—11.41
	Cr	N	49.91	10.23	29.46—70.37		Zn	LN	31.23	1.64	27.76—34.30
	Hg	LN	0.041	1.58	0.016—0.101		Ni	N	16.82	3.80	9.21—24.43
	As	N	9.84	2.67	4.45—15.24		Pb	N	13.86	2.21	9.44—18.28
棕壤	Cu	LN	21.8	1.47	10.0—47.4		Cd	LN	0.067	1.40	0.034—0.132
	Pb	LN	21.6	1.48	9.9—47.1		Cr	N	30.63	8.84	12.95—48.32
	Ni	LN	25.92	1.36	13.96—48.14		Hg	N	0.011	0.004	0.003—0.019
	Zn	N	64.81	18.90	27.1—102.6		As	LN	14.68	1.43	7.18—30.01

* 剖面数: 黑钙土类 108—113; 草甸土类 271—307; 黑土 164—170; 棕土 133—139; 暗棕壤土类 27—30; 白浆土类 9—10; 暗栗钙土类 8—10.

** N——正态; LN——对数正态; 空白——偏态.

Cd: 棕壤与黑钙土、草甸土、黑土有差异; 黑钙土还与黑土、白浆土、沼泽土有差异.

Cr: 草甸土与水稻土、黑土、暗棕壤、白浆土、暗栗钙土、风沙土有差异; 风沙土与多数土壤有差异.

Hg: 草甸土、水稻土与白浆土、盐碱土、暗栗钙土、褐土、风沙土有差异.

As: 多数土类均与砂土有差异, 黑钙土与草甸土、黑土、棕壤、盐碱土有差异.

土类之间差异性检验证明各土类背景值

之间存在着统计上差异. 以土类为统计单元是必要和合适的.

将松辽平原 22 个亚类土壤作为统计单元进行系统聚类分析, 对聚类的分组选择在 $D = 1.0—20.0$ 时, 每个元素可划分为 3—5 个等级. 以铜为例见图 1.

在上述八个元素单独系统聚类基础上, 又进行了八元素综合系统聚类, 得出了综合聚类树(见图 2). 将松辽平原所有亚类分为 IV 级:

从松辽平原土壤背景图上可明显的看出

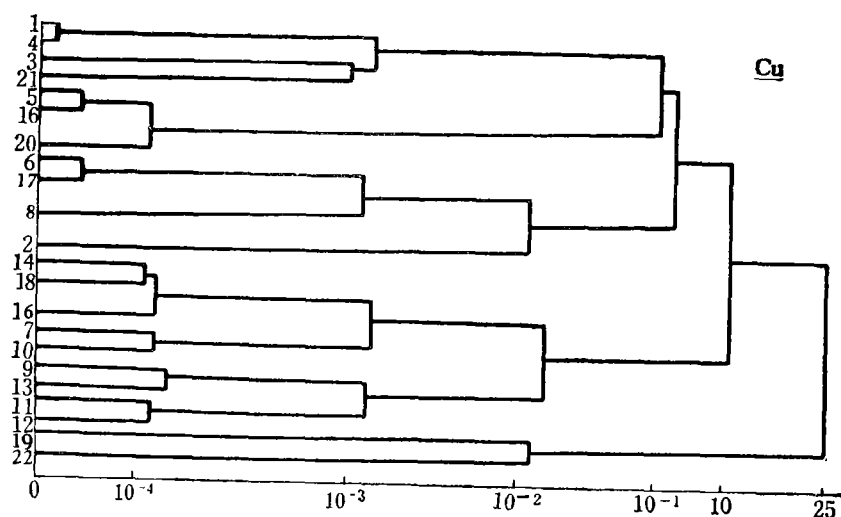


图 1 铜元素在各亚类间系统聚类

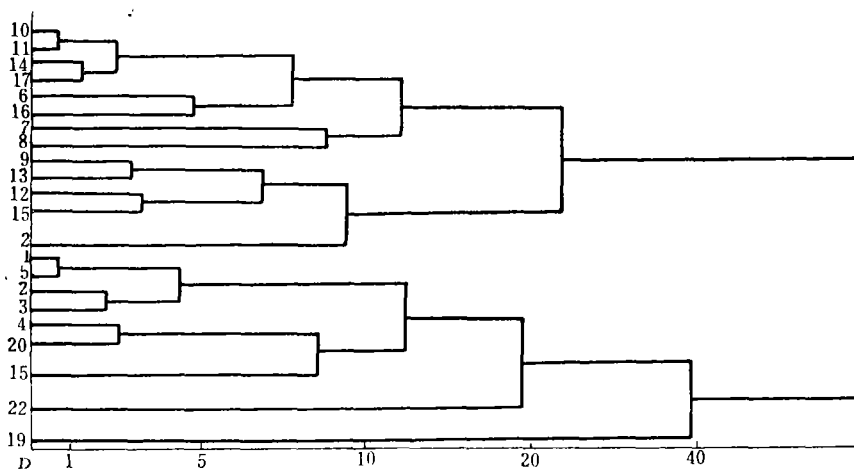


图 2 Cu、Pb 等八元素综合系统聚类

1. 碳酸盐黑钙土 2. 黑钙土 3. 草甸黑钙土 4. 碳酸盐草甸土 5. 盐碱化草甸土 6. 潜育草甸土 7. 草甸土 8. 盐化水稻土 9. 淹育型水稻土 10. 黑土 11. 草甸黑土 12. 棕壤性土 13. 潮棕壤 14. 棕壤 15. 内陆盐土 16. 滨海盐土 17. 暗棕壤 18. 沼泽土 19. 砂土 20. 褐土 21. 白浆土 22. 暗栗钙土

背景值分布规律呈现：东部地区 > 西部地区；南部地区 > 北部地区。

造成上述规律的原因，我们分析有以下五点：

1. 土组的差异

本区土壤背景值：东部土壤 > 西部土壤，北部土壤 > 南部土壤，水成土壤 > 旱成土壤，是造成区域背景值差异的直接原因。本区东部多分布棕壤，黑土，白浆土；本区西部

多分布黑钙土，盐碱土，砂土，栗钙土。如前所述，土类之间元素含量有显著差异，反映在区域性差异上。

2. 母质的差异

众所周知，不同成土母质对其上发育形成的土壤背景有着深刻的影响。本区成土母岩仅在区域边缘山地丘陵区有所露头，大多属于酸性岩石花岗岩、片麻岩；石灰岩、基性岩很少。在平原内部多为第三、四纪新老黄

土性母质及砂质淤积物。又可按碳酸盐含量区分为无碳酸盐与碳酸盐淤积物。表 4 列出了松辽平原母质(岩)背景值。从中可见 Cu、Pb 等八个元素含量分布是:

石灰岩>黄土性母质>花岗岩;

黄土状粘土沉积物>砂黄土;

无碳酸盐淤积物>碳酸盐淤积物。

凡是母质中元素含量高时,所形成土壤中元素背景含量也较高。如发育在黄土性母质上暗棕壤元素含量均大于发育在花岗岩上暗棕壤(表 5)。

本区成土母质分布状况是东部湿润地区多为无碳酸盐淤积物及黄土状母质,西部干旱地区多为碳酸盐淤积物及砂质风积物。因此促成了背景值区域差异。

3. 土壤机械组成的差异

本区土壤机械组成的地理分布特点是东侧山前平原大部分属于轻粘土,分布有黑土、白浆土;在西侧弧形地带分布含有饱和碳酸盐的沙砾质沉积物,机械组成一般较轻,分布有栗钙土。中间过渡地带土壤机械组成为中

壤土—重壤土,分布有黑钙土及盐土。本区西部平原区风积物或沙质淤积物则是砂土至砂壤质,分布有风砂土。

按粘粒(< 0.001mm)含量计: 白浆土 22.1%> 黑钙土 17.74%> 暗栗钙土 14.09%> 砂土 7.78%。元素含量排列顺序相同(As 除外)。

4. 气候条件差异

本区热量分布自北向南增加,温带至暖温带,元素释放强度较高,粘化作用发育较为强烈,因此南部土壤背景值大于北部土壤。同是花岗岩残积物与黄土母质、在北部形成暗棕壤,在南部形成棕壤,后者细粒含量大于前者,因此土壤背景值也大于前者。

这种趋势在全国大的区域土壤背景值差异上反映也是明显的。如同是花岗岩,第四纪红色粘土,石灰岩等母质,在辽河平原形成棕壤;而在湖南形成红壤。上述八项元素中除 Cd 外,均是湖南红壤大于辽宁棕壤(表 6)。

5. 植被与耕作利用方式的差异

表 4 松辽平原母质(岩)背景值 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

母质(岩) 类 型	Cu		Pb		Ni		Zn		Cd		Cr		Hg		As	
	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$
花岗岩	35	20.01	40	18.62	39	27.94	37	69.85	38	0.072	37	51.20	40	0.026	10	6.5
石灰岩	16	32.83	15	27.17	16	42.23	13	82.23	15	0.128	13	76.93	15	0.039	11	11.03
黄土性物质	58	22.7	55	20.5	58	30.2	56	57.4	53	0.092	53	60.3	59	0.031	58	10.1
砂黄土	6	13.33	6	9.23	6	18.03	6	32.0	6	0.045	6	57.15	6	0.013	6	6.45
无碳酸盐淤积物	130	20.24	130	19.28	130	24.11	130	56.10	130	0.085	130	50.82	130	0.066	130	9.37
碳酸盐淤积物	103	15.52	103	15.40	103	20.60	103	45.30	103	0.062	103	40.99	103	0.022	103	7.66

表 5 不同母质暗棕壤中背景含量 (mg/kg)

母 质	Cu	Pb	Ni	Zn	Cd	Cr	Hg	As
花岗岩残积物	14.47	22.44	22.99	47.31	0.092	61.6	0.027	9.98
黄土性物质	19.97	23.70	27.66	68.73	0.074	60.17	0.041	10.89

表 6 不同气候条件下的土壤背景值 (mg/kg)

母 质	地区及土壤	Cu	Pb	Ni	Zn	Cd	Cr	Hg	As	Sr
花 岗 岩	辽宁棕壤	14.3	20.0	17.6	73.3	0.11	45.9	0.037	7.91	117.1
	湖南红壤	23	48	21	99	0.036	51	0.088	9.8	36
第四纪红色粘土	辽宁棕壤	22.9	22.5	29.4	62.1	0.07	51.4	0.018	8.54	77.2
	湖南红壤	27	26	30	95	0.04	73	0.088	16	60
石 灰 岩	辽宁棕壤	34.5	34.7	42.8	94.5	0.13	92.6	0.044	13.2	54.9
	湖南红壤	29	30	37	116	0.091	88	0.14	21	59

表 7 不同植被类型、利用方式对土壤背景的影响 (mg/kg)

类型及利用方式	Zn	Cd	Cr	Hg	As	有机质(%)	备 注
林 地	78.82	0.148	65.15	0.054	9.28	6.34	Cu、Pb、Ni 差异不显著
荒 地	63.76*	0.089*	55.68	0.034*	8.83	3.23*	
农 田	59.25*	0.122	49.31*	0.037*	9.13	2.60*	* 者系指与林地 有显著差异
辽西水土流失区	38.77	0.068	24.43	0.016	6.51	1.45	

本区东部丘陵区林地,荒地较多,中部西部平原区农田较多。林地大部分是落叶阔叶次生林,生物量大,枯枝落叶积于地表、土壤表层有机质高,水土流失少。荒地长草本植被,生物量较小,富集系数小,但携走量也小,土壤有机质仍较高。农田每年生长作物除根系外,一般全部取走,本区又无施有机肥习惯,使土壤有机质逐年减少,因此土壤背景值中 Zn、Cr 含量林地>荒地>农田,尤以作物生长所需元素 Zn 为明显。而 Cd、Hg、As 等元素随着农业化肥的施用,林地>农田>荒地。Cu、Pb、Ni 等元素差异不显著(表 7)。

在辽宁西部褐土区,森林全遭破坏,水土流失严重,有机质极度贫乏,心土层露出地表,背景值含量降低。

本区土壤受人为活动影响最大的是水稻土,在不断灌溉施肥集约耕作管理下,土壤背景值相对较高。

四、松辽平原土壤区域背景值及其特征

为了将各区域间土壤背景值互相比较,采取以各土类所占面积百分比为权重进行区域背景值计算。按松嫩平原、松辽分水岭、辽河平原三大地形单元与沈阳市、长春市、哈尔滨市分别算出区域土壤背景值,再按各区面积计算松辽平原区域背景值(表 8)。

表 8 表明:辽河平原>松嫩平原>松辽分水岭;沈阳市>长春市>哈尔滨市。

因辽河平原棕壤与草甸土各占 41.5—42.4%,松嫩平原黑土与草甸土各占 31—32.8%,这些土类背景值较高,区域背景值亦高;而松辽分水岭区黑钙土与碳酸盐草甸土各占 22—27%、黑土占 21%、暗栗钙土、盐碱土,风砂土共占 17.25%,故区域背景值较低。沈阳城市化程度高,故土壤背景值较高。

表 8 松辽平原区域土壤背景值 (mg/kg)

元素 \ 地区	松辽平原	松嫩平原	松辽分水岭	辽河平原	沈阳市	长春市	哈尔滨市
Cu	17.58	17.78	14.80	20.77	24.57	18.87	18.17
Pb	18.45	20.23	15.01	19.97	22.15	17.90	20.46
Ni	22.39	23.65	19.13	24.55	27.92	25.70	23.06
Zn	50.92	52.05	45.95	55.42	59.84	59.86	55.32
Cd	0.085	0.073	0.084	0.11	0.16	0.092	0.082
Cr	44.86	42.46	42.14	52.09	57.66	53.96	43.35
Hg	0.030	0.031	0.027	0.034	0.050	0.039	0.034
As	9.81	9.14	11.06	8.17	8.79	10.16	8.67

表 9 松辽平原土壤中 18 种元素背景值 (mg/kg)

元 素		剖面数	测值全距	背 景 值			(D) 地壳丰度	世界土壤	A/D
				(A) 平均值	标准差	变异系数			
大 量 元 素	Na(%)	135	0.23—2.74	1.14	0.38	0.333	2.5	0.8	0.456
	Ca(%)	135	0.05—6.23	1.17	1.18	1.008	3.6	137	0.325
	Mg(%)	135	0.04—1.38	0.50	0.29	0.58	1.87	0.63	0.267
	Fe(%)	135	0.48—5.03	2.34	0.99	0.423	4.65	3.8	0.503
微 量 元 素	Sr	135	10—358	113.76	55.35	0.487	375	300	0.301
	Ba	135	107—943	477.16	116.15	0.243	425	500	1.122
	TiO ₂ (%)	135	0.2—1.71	0.66	0.21	0.318	0.45	0.46	1.466
	Cr	135	16.2—67.15	49.90	22.82	0.457	100	100—300	0.499
	V	135	5.5—200	75.97	33.59	0.442	135	100	0.563
	Ni	135	11.21—35.11	25.35	10.18	0.425	75	40	0.338
	Cu	135	8.03—27.16	20.62	11.08	0.537	55	15—40	0.374
	Zn	135	26.95—74.88	54.89	22.45	0.409	70	50—100	0.783
	Cd	135	0.078—0.208	0.107	0.085	0.7943	0.2	0.5	0.535
	Hg	135	0.016—0.084	0.032	0.021	0.656	0.083	0.03—0.1	0.386
	Pb	135	5.6—31.8	17.48	10.11	0.582	12.5	15—25	1.398
	As	135	4.14—23.28	9.61	3.81	0.396	1.8	5—10	5.333
	Se	135	0.029—0.49	0.177	0.19	0.704	0.05	0.2	3.54
	Mn	135	86—1872	484.96	246.88	0.509	950	850	0.510

注: 参考资料引自 A. П. Виногородов (1962) 及 Tayler (1964).

在调查中, 又选择 135 个典型剖面用 ICP 进行 Na、Ca、Mg、Fe、Sr、Ba、TiO₂、V、Mn 等选择项目的测定, 应用化学发生原子吸收法进行 Se 元素的测定, 结果见表 9。

将松辽平原土壤区域背景值及其他元素含量与地壳丰度同世界土壤含量与国内其他地区土壤背景值相比, 可得出如下特征:

1. 多数元素含量偏低, 处于世界土壤含

量的下限。

含量偏高的元素仅有抗风化的 Ti。

含量接近或稍偏低的元素有 Ca、Fe、Mg、Ba、As、V、Ni、Cu、Pb、Mn、Se。

含量偏低的元素有 Sr、Cr、Zn、Cd、Hg。

本区土壤中碱金属 Na 与碱土金属 Ca、Mg 含量与土类关系密切,总的说来与地壳丰度比,小于 1,说明有一定淋溶,系湿润地区特征。Sr 属强烈迁移型元素,在本区含量

为 113.7mg/kg,远低于干旱地区土壤。新疆 380mg/kg,却又高于华南土壤 28.0mg/kg^[3]。

微量元素 Se 的含量平均为 0.177mg/kg,低于世界土壤含量 0.2mg/kg,恰处于世界土壤低硒带^[2],其中棕壤、黑土区不但硒总量低,有效态硒含量也低,是地方病病区。但松辽平原土壤含硒量大大高于东北地区土壤含硒量 0.108mg/kg^[9]的水平。

世界土壤各元素含量顺序为 Cr > Zn > Ni > Cu > Pb > As > Cd > Hg, 松辽平原

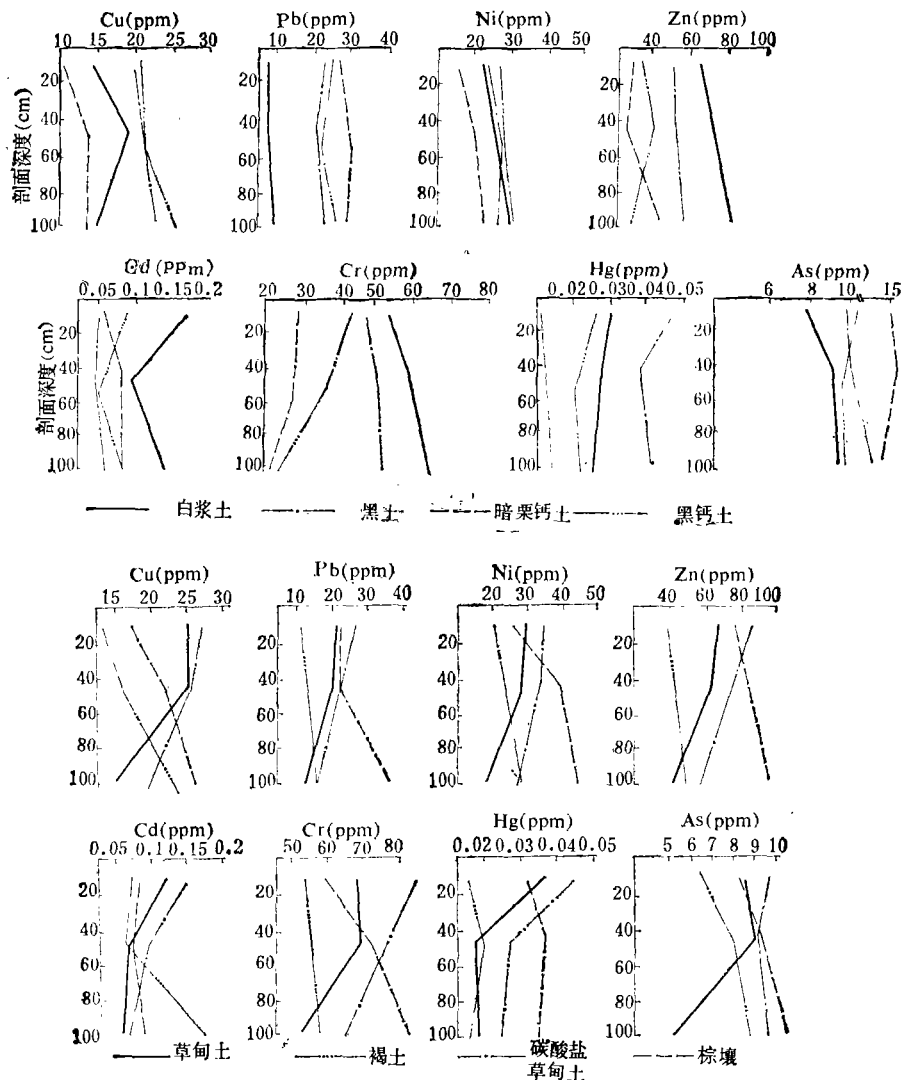


图 3 八种金属元素在不同土类剖面中纵向分布(单位 ppm)

黑土为 50 个剖面平均值;余为 10 个剖面平均值。

表 10 松辽平原各土类元素变异系数

土壤	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	Ni
草甸土	0.45	0.57	0.42	0.66	0.85	0.45	0.40	0.40
水稻土	0.15	0.14	0.34	0.35	0.49	0.32	0.25	0.16
沼泽土	0.38	0.23	0.44	0.49	0.60	0.43	0.46	0.40
盐碱土	0.44	0.61	0.51	0.54	0.60	0.52	0.55	0.54
白浆土	0.40	0.10	0.36	0.49	0.36	0.36	0.13	0.34
黑钙土	0.36	0.79	0.39	0.34	0.47	0.32	0.29	0.36
黑土	0.18	0.41	0.23	0.49	0.49	0.27	0.20	0.20
暗棕壤	0.27	0.44	0.22	0.45	0.44	0.50	0.25	0.17

元素含量 $Zn > Cr$ 其他与世界土壤顺序一致。原因为本区成土母岩以花岗岩与黄土母质为主所致。

2. 本区土壤元素变异系数不大, 多在 40—50% 个别含量低的元素 Hg、Cd、Se 变异系数较大, 可达 65—79%, Ca 可达 20—90%, 原因是存在不同土类的地带性差异。与我国南方土壤相比, 如湘江谷地, 它的元素变异系数多数大于 50%; 有的可达 100—300%。

造成上述差异的原因为湘江谷地成土母岩以残积物、坡积物为主, 松辽平原大部分平原地区以堆积型成土母质为主、土层深厚, 母质比较均一, 因此元素变异系数较小。

3. 本区土壤中各元素在剖面中纵向迁移规律随土类而异, 暗棕壤、棕壤对各元素均

表 11 松辽平原土壤不同层次元素的迁移系数

土壤类型	层次	样品数	Ba	Sr	V	Mn	Fe	Mg	Na	Ca
黑钙土	A	22	0.72	0.60	0.93	0.85	0.93	0.96	0.92	0.49
	B	10	0.81	1.03	1.10	1.07	0.97	1.41	0.85	1.06
黑土	A	18	0.79	0.69	1.05	1.22	0.93	0.74	0.79	1.06
	B	4	0.74	0.65	1.08	0.90	0.97	0.83	0.67	0.68
暗棕壤	A	8	1.15	0.96	0.78	1.20	0.75	0.49	1.22	0.82
	B	3	1.02	0.91	0.89	1.51	0.95	0.78	0.92	0.65
棕壤	A	15	1.09	0.88	0.78	0.99	0.90	0.85	1.32	1.11
	B	13	1.21	0.99	0.87	0.86	0.93	0.83	1.37	0.95
褐土	A	10	0.77	0.38	0.85	0.66	0.68	0.58	0.96	0.93
	B	8	0.99	0.64	1.06	0.73	0.87	0.91	1.07	2.12
暗栗钙土	A	5	1.20	0.57	0.65	0.82	0.71	0.66	1.41	0.42
	B	5	0.99	1.54	0.70	1.11	0.91	1.19	0.86	1.53
白浆土	A	4	1.67	1.29	0.86	1.24	1.12	2.68	1.07	1.56
	B	4	1.45	1.15	1.55	1.03	1.47	2.48	1.24	1.27
水稻土	A	3	0.97	2.20	1.17	1.36	1.21	1.86	1.50	2.13
	B	3	0.99	1.20	1.07	0.70	0.91	1.12	1.04	1.33
盐碱土	A	15	0.89	0.81	0.94	0.85	0.93	1.03	0.97	0.54
	B	3	1.16	1.60	0.71	0.97	0.84	1.18	1.41	1.65
沼泽土	A	2	1.42	1.04	0.97	0.90	0.84	0.98	1.14	0.79
	B	2	1.15	1.58	0.82	1.14	1.22	1.95	0.45	0.96
草甸土	A	20	0.88	0.78	0.98	0.93	0.98	0.31	0.82	0.83
砂土	A	12	1.0	1.0	1.03	1.05	0.90	0.81	0.95	1.32

表现向下淋移而淀积的现象,黑钙土、栗钙土、褐土有着明显的钙淀积,而黑土、草甸土、水稻土和白浆土中各元素的迁移则是表层富集大于淋溶,砂土表底土差异不大,盐碱土中海盐土亚类在 A₁ 层中有元素积累,在内陆盐土亚类中土壤表层有所富集。

本区土壤各元素迁移系数 0.9—1.1 左右(表 11)。中性淋溶,不破坏粘粒。淋溶层与淀积层多数元素含量在统计上差异不显著。Ca 的迁移系数较高,可达 0.42—2.12,差异显著(见图 3)。

五、结 语

1. 松辽平原土壤背景值区域特征表现为: a. 除 Ti 元素略高于世界土壤平均含量和地壳丰度外,其他元素均处于低值。b. 元素变异系数大多 < 0.5; Ca、Hg、Cd 变异系数略大。c. 元素在剖面中纵向迁移系数

(上接第 56 页)

上述三种方案中,从总效用指数值而言规划方案一最佳。

6. 优先推荐方案(规划方案一)的效益及其与经验方案的对比可见优先推荐的系统规划方案,比一般经验性“工厂达标方案”总效用指数高 47%;综合评价,水质约改善 10%

0.9—1.1 左右。

2. 造成松辽平原土壤区域特征的原因在于本区自然地理条件系温带湿润区气候,有一定淋溶作用,母质以花岗岩及黄土性母质为主,受工业污染较少。

3. 本区土壤背景值分布规律: 东部土壤 > 西部土壤; 北部土壤 > 南部土壤; 水成土壤 > 旱成土壤,与本区土壤分布规律相一致。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院林业土壤研究所,中国东北土壤,第 6—14 页,科学出版社,北京,1980 年。
- [2] 郑达贤,环境科学学报,2(3),241—249(1982)。
- [3] 中国科学院土壤背景值协作组,广东省区域土壤中某些元素的自然背景值,见《环境中若干元素的自然背景值及其研究方法》,56—59 页,《环境科学》编辑部编,科学出版社,北京,1982 年。
- [4] J. J. 康纳(王景华等译),美国大陆某些岩石、土壤、植物及蔬菜的地球化学背景值,16—17 页,科学出版社,北京,1980 年。
- [5] 程伯容,土壤学报,17(1),55—60(1980)。

(由 IV 级 → III 级),比现状水质约改善一个等级;酚浓度的超标倍数可降低约 70%;总投资节省 3236 万元;年运行费节省 320 万元(年总费用省 482 万元);厂内外净收益相对增加 447 万元/年。

表 12 优先推荐方案与经验方案的对比

		优先推荐的系统规划方案	各工厂达到排放标准方案	分区(2-2-1)处理方案
总效用指数		0.195	0.133	0.157
总效用指数比值		1.47	1	1.18
第一流带水质	综合等级 COD 酚(平均) 酚(最大)	全面达 III 级水 达 标 达 标 超 1.64 倍	10% 为 IV 级水 超标 20% 超 2.16 倍 超 5.1 倍	全面达 III 级水 超标 10% 超 1.02 倍 超 1.28 倍
厂外总投资(万元)		2514	5750	5681
厂外年费用(万元/年)		296	778	661
厂内外净收益(万元/年)		+270	-177	-95

Abstracts

HUANJING KEXUE

Chinese Journal of Environmental Science

Trends of Sciences of Environmental Protection from the Viewpoint of Econ-ecology

Ma Shijun

This overview article examines the recent development in sciences of environmental protection econ-ecologically by discussing structure and function of human environment. In researching environmental features and taking protective measures, one should pay attention to the characteristics of time, space, dimension and ordination in environment so as to understand their variable rules. Environmental protection is to conserve environmental quality, including structure of man's physical environment and its regulative functions. In order to solve environmental issues, methodology of system engineering should be used so that growth of population and exploitation of resources may coordinate the economic construction as a whole to meet the needs of industrial and agricultural development and of the people's life. Two highlights in eighties of this century, sustainable development and eco-economic planning, show the trends of environmental protection sciences later on, according to the author.

HUANJING KEXUE Vol 7, No. 5, p 2, 1986

Atmospheric Environmental Impact Assessment for Baosan Iron and Steel Complex, Shanghai

Zhang Xifu et al.

Baosan Iron and Steel Complex is situated on the north of Shanghai city. The purpose of this study was to assess the influence of atmospheric diffusion of pollutants from the Complex to Shanghai city. By using SF₆ tracer for field experiments and model simulation, the result showed that concentration of SO₂ in the ambient air of the urban districts around the Complex was below permissible level under any meteorological conditions.

HUANJING KEXUE Vol 7, No. 5, p 83, 1986

Regional Features of Soil Background Values and Their Distributive Rules in the Songhuajiang-Liaohe Rivers Plain

Wu Yanyu et al.

This paper surveys background values of some trace elements in soils of Songhuajiang-Liaohe rivers plain, and finds out their regional features and distributive rules. Background values of some trace element contents in various soil groups of the said region reads in order as follows: paddy soil>bog soil>side bleached soils>brown soil>dark brown forest soils>meadow soils>black soils>cinnamon soils>chernozem>halogenic soils>dark castanozems>aeolian sandy soils, as is coincident approximately with natural geographical rules from east to west.

The soil background values in the region is low, as compared with normal ones in the world as well as in other regions of China. The variance coefficients of these values are mostly below 0.5; migration coefficients of the elements in soil profiles are 0.9–1.1. In this paper causes of mentioned rules have been discussed.

HUANJING KEXUE Vol 7, No. 5, p 24, 1986

Macroeconomic Analysis on Noise Pollution

Li Baoshan

This paper analyses the economic issues of noise pollution and its control measures from overview of social and economic development by applying the theory of environmental economics and methodology of system dynamics to establishing mathematic models with computer technique. It calculates economic losses caused by noise pollution at present and reads estimative loss figures of the year 2000 in the now, evaluates reasonable investments for noise control and their social, environmental and economic benefits which may be gained in different periods so as to choose the optimal project for policy-maker.

HUANJING KEXUE Vol 7, No. 5, p 77, 1986
