



山东省土壤地球化学背景值

庞绪贵,代杰瑞,胡雪平,宋志勇,喻超,陈磊,张华平,刘华峰,王红晋,王增辉,
赵西强,曾宪东,任文凯

(山东省地质调查院,山东 济南 250013)

摘要:自2003年开始,历时15余年,在山东省开展了表层土壤地球化学调查,基本查明了全省土壤地球化学背景值。表层土壤样品采样密度为1点/km²,4 km²组合成1件分析样品,分析测试Ag,As,Au,B等54项指标;统计并研究了这些指标土壤地球化学参数,确定了山东省土壤地球化学背景值,为山东省基础地质研究及地质找矿与区划等提供了基础数据。

关键词:地球化学调查;表层土壤;背景值;基础数据;山东省

中图分类号:P595;X142

文献标识码:B

引文格式:庞绪贵,代杰瑞,胡雪平,等.山东省土壤地球化学背景值[J].山东国土资源,2018,34(1):39-43.PANG Xugui, DAI Jierui, HU Xueping, etc. Background Values of Soil Geochemistry in Shandong Province[J]. Shandong Land and Resources, 2018,34(1):39-43.

土地质量地质调查(也称生态地球化学调查)是一项基础性、公益性、战略性的地质调查与研究工作。山东省地质调查院自2003年开始,历时15余年,组织实施了山东省黄河下游流域生态地球化学调查、山东省乐陵—河口地区多目标区域地球化学调查、山东省东部地区农业生态地球化学调查、山东省中南部地区农业生态地球化学调查。至此,实现了全省陆域范围1:25万土地质量地质调查工作全覆盖。取得了一批有影响意义的成果^[1-19]。这些成果不仅对基本农田建设、土地资源保护、整治和开发利用,促进农业经济区划和种植结构调整,加快土壤保护治理和矿产资源勘查等具有重要现实意义,而且对城乡发展规划、改善人民的生存环境、提高人民的健康水平、保障社会经济的可持续发展具有深远的战略意义。

1 概述

1.1 自然地理与经济

山东省位于中国东部沿海、黄河下游,滨临渤海、黄海;境域包括半岛和内陆两部分,内陆之北、西、南三面分别与河北、河南、安徽、江苏省接壤,海上北隔老铁山水道与辽宁省、东隔黄海与朝鲜半岛相望。地貌以山地、丘陵和平原为主,中部山地突起,东部丘陵散布,宽谷平原错列于山地丘陵之间,北及西部平原坦荡低下。水系比较发育,河流分属于海河水系、黄河水系、淮河水系及直接注入渤海和黄海的其他河流。湖泊集中分布在鲁中南山丘区与鲁西南平原之间的鲁西湖带。气候属暖温带季风气候类型。年平均气温11.5~14℃,平均降水量550~950 mm。适宜的气候为区内农业发展提供了优越的自然条件,农业生产稳步发展,粮食作物以小麦、玉米、甘薯为主,经济作物以棉花、烟叶、花生、蔬菜为主。山东为全国主要水果、蔬菜产地省份之一,烟台苹果、莱阳梨、肥城桃和寿光的蔬菜等全国闻名。沿海水产亦较发达,水产养殖已形成产业,远洋

收稿日期:2016-09-30;修订日期:2017-10-16;编辑:曹丽丽

基金项目:国土资源大调查专项“山东省黄河下游流域生态地球化学调查”(1212010310306);全国土壤现状调查及污染防治专项“山东省乐陵—河口地区多目标区域地球化学调查”(GZTR20060104);山东省地质勘查专项“山东省东部地区农业生态地球化学调查”(鲁国土资字[2006]709号)、“山东省中南部地区农业生态地球化学调查及全省总结”(鲁国土资字[2011]1184号)资助

作者简介:庞绪贵(1962—),男,山东五莲人,研究员,主要从事地球物理地球化学勘查技术应用研究和管理工;E-mail:sdsddygcb@sohu.com

渔业生产亦具相当规模。

1.2 地质概况

山东省地处华北板块东南缘和扬子板块东端。区域地层中太古代至第四纪地层除志留纪和泥盆纪地层缺失外,均有出露,地层分区性明显。侵入岩自中太古代至新生代均有出露,以新太古代、新元古代和中生代侵入岩分布最广,岩石类型以中酸性岩类为主。区域构造复杂,以沂沭断裂带、五莲断裂、牟平-即墨断裂带为界划分为华北板块和扬子板块 2 个 I 级构造单元;断裂构造发育,区域性分划性断裂有牟平-即墨断裂、五莲断裂、沂沭断裂带、聊城-兰考、齐河-广饶等断裂。矿产资源丰富,能源、黑色金属、有色金属、贵金属、稀有金属、稀土金属、非金属等矿种均有分布。

1.3 土壤类型

按岩石的地质成因及沉积形成,山东省成土母质可分为残坡积物母质、洪冲积物母质、冲积物母质、湖积物母质、海相沉积物母质、风积物母质、黄河冲积物母质、黄土母质等 8 种类型。根据全国土壤普查暂行技术规程和《山东省第二次土壤普查土壤工作分类暂行方案》,山东省土壤类型分为 15 个土类,分别是:棕壤、褐土、红粘土、风沙土、火山灰土、石质土、粗骨土、砂姜黑土、山地草甸土、潮土、盐土、滨海盐土、碱土、水稻土、新积土。按各自的发育程度、附加成土过程和土壤属性进一步分为 39 个亚类,86 个土属,258 个土种^[20]。

2 工作方法

2.1 样品采集

样品采集 0~20 cm 深度的表层土壤,样点布设采用网格法,布置在农用大田、菜地、果园、林地等地段,避开存在人为污染和搬运的堆积土,在组合的分析样品能反映采样单元主要土壤地球化学特征的前提下,采样点尽可能布设在了采样单元格中央。土壤地球化学背景值样品采样密度为 1 点/km²,采样深度为 0~20 cm。采集的土壤样品过 20 目筛,并按 4 个相邻网格样品组合成一件样品进行分析,土壤地球化学背景值样品组合样密度为 1 件/4km²,组合样送样重量为 200 g。山东省共分析土壤地球化学背景值样品 39 794 件^[21-29]。

2.2 测试元素与指标

依据中国地质调查局地质调查技术标准《多目标区域地球化学调查规范(1:25 万)》的规定,土壤地球化学背景值样品分析测试 Ag, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Br, C, Cd, Ce, Cl, Co, Cr, Cu, F, Ga, Ge, Hg, I, La, Li, Mn, Mo, N, Nb, Ni, P, Pb, Rb, S, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Th, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zn, Zr, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, Corg, pH 值等 54 项指标^[30]。

样品测试由武汉综合岩矿测试中心承担,采用等离子体发射光谱法、X 射线荧光光谱法、发射光谱法、原子荧光光谱法、石墨炉原子吸收法、离子选择性电极法、催化极谱法、化学发射光谱法等配套方法测试。样品测试质量由中国地质调查局区域地球化学分析质量监督检查组进行监控,采用了标准样、密码样、监控样等多种监控手段,保证了样品分析质量的可靠性,各地区样品分析结果验收均为优秀级。

2.3 背景值计算方法

土壤地球化学背景值的求取,首先对取得的表层土壤全量 54 项指标分析数据进行整理,分离出采样点数据,依据《数据的统计处理和解释正态性检验》(GB/T4882-2001),在置信度 $\alpha=0.05$ 水平下,采用峰度、偏度法对数据频率分布形态进行正态检验。当统计数据服从正态分布时,用算术平均值(X)代表背景值;服从对数正态分布的数据,用几何平均值(X_g)代表背景值。不服从正态分布的数据,按照算术平均值加减 3 倍算术标准偏差($X \pm 3S$)或几何平均值乘除几何标准偏差($X_g \cdot S^{\pm 3}$)的立方进行剔除,经反复剔除后服从算术正态分布或对数正态分布时,用剔除后的数据算术平均值或几何平均值代表土壤背景值,经反复剔除后仍不满足正态分布或对数正态分布,当呈偏态分布时,以剔除后数据众值(X_{md})或算数平均值(X)代表背景值;当呈双峰或多峰分布时,以剔除后数据中位值(X_{me})或平均值(X)代表背景值。依据实际情况,采用算术平均值加减 2 倍(少部分为 1.5 倍)标准偏差或几何平均值乘除几何标准偏差的平方(少部分为 1.5 次方)代表背景值的变化范围;未统一选择“ ± 2 倍标准离差”,是因为有些元素若选择“ ± 2 倍标准离差”就会出现超出实际样品测试的含量范围,甚至会出现元素含量负值,这显然不符合实际情况。

在进行 pH 值参数统计时,应先将土壤 pH 值换算成 $[H^+]$ 平均浓度进行统计计算,然后再换算成 pH 值,其公式为: $[H^+] = 10^{-pH}$, $[H^+]_{\text{平均浓度}} = \sum 10^{-pH_n} / n$, $pH = -\lg[H^+]_{\text{平均浓度}}$ 。

3 主要成果

3.1 背景值的概念与意义

土壤地球化学背景值^[31-40]是指自然应力和人类活动共同作用影响下(第 II 环境)区域表层土壤的含量值,实际上是成土母质组成、成土过程中元素迁移重分配、人为扰动污染等各种因素长期综合作用的结果,以表层土壤地球化学调查元素含量表征。

它与土壤基准值有着密切继承关系,总体受土壤基准值的控制,但由于经长期风化、淋溶作用和人类生产生活等活动的改造,表层土壤地球化学特征已发生一定的演变,导致两者之间存在一定的差异。土壤元素地球化学背景值是土壤环境质量评价、土壤肥力和营养水平分级、土地管护和合理利用、土壤改良和平衡施肥、农业种植规划、土壤生态环境保护决策的基础依据。

3.2 土壤地球化学背景值

全省土壤地球化学背景值参数统计见表 1。

表 1 表层土壤地球化学含量特征参数

指标	原始数据			数据分布形态检验后统计值					中国土壤 A 层平均值	比值 (K)
	平均值 (X_0)	离差 (S_0)	变异系数 (C_0)	样本数 (n)	背景值 (X)	离差 (S)	背景值范围	分布类型		
Ag	0.072	0.046	0.64	38003	0.068	0.016	0.035~0.101	偏态	0.132	0.52
As	8.7	3.7	0.42	39033	8.6	3.1	2.4~14.7	偏态	11.2	0.77
Au	1.91	4.80	2.51	37496	1.53	0.48	0.58~2.48	偏态		
B	43.2	16.7	0.39	39226	42.7	15.4	11.8~73.6	偏态	47.8	0.89
Ba	650	387	0.60	33689	550	105	340~759	偏态	469	1.17
Be	1.97	0.38	0.19	38478	1.94	0.29	1.37~2.51	偏态	1.95	0.99
Bi	0.28	0.18	0.64	38532	0.27	0.08	0.11~0.42	偏态	0.37	0.73
Br	5.81	8.70	1.50	35815	3.99	1.47	1.05~6.93	偏态	5.4	0.74
C	1.31	0.63	0.48	39013	1.28	0.56	0.15~2.40	双峰		
Cd	0.142	0.415	2.91	38187	0.132	0.039	0.054~0.209	偏态	0.097	1.36
Ce	69.4	19.6	0.28	37431	66.8	11.1	44.5~89.0	偏态	68.4	0.98
Cl	653	2613	4.00	31095	100	41	39~161 *	偏态		
Co	12.2	3.7	0.30	38583	11.9	3.0	5.9~18.0	偏态	12.7	0.94
Cr	64.5	24.5	0.38	38128	62.0	14.2	33.7~90.4	偏态	61	1.02
Cu	24.2	11.9	0.49	37738	22.6	6.6	9.4~35.7	偏态	22.6	1.00
F	534	149	0.28	38504	521	117	286~756	偏态	478	1.09
Ga	15.80	2.49	0.16	39407	15.62	1.17	11.41~21.38	对数正态	17.5	0.90
Ge	1.31	0.17	0.13	38981	1.30	0.15	1.00~1.60	偏态	1.7	0.76
Hg	0.042	0.154	3.65	36508	0.031	0.012	0.007~0.056	偏态	0.065	0.48
I	2.11	1.69	0.80	38252	1.96	0.65	0.67~3.26	偏态	3.76	0.52
La	35.89	10.79	0.30	36826	34.20	5.18	23.84~44.57	偏态	39.7	0.86
Li	30.64	9.23	0.30	39118	30.28	8.52	13.23~47.32	偏态	32.5	0.93
Mn	590	157	0.27	38353	576	122	331~820	偏态	583	0.99
Mo	0.62	0.37	0.60	37848	0.58	0.14	0.29~0.87	偏态	1.7	0.34
N	0.090	0.029	0.32	38923	0.089	0.025	0.039~0.139	偏态		
Nb	13.8	2.7	0.20	37620	13.5	1.6	10.3~16.7	偏态		
Ni	28.3	12.2	0.43	38542	27.1	7.3	12.5~41.8	偏态	26.9	1.01
P	837	290	0.35	39139	824	258	308~1340	偏态		
Pb	25.2	14.0	0.56	37694	23.6	4.5	14.7~32.6	偏态	26	0.91
Rb	96.6	17.2	0.18	37805	94.7	12.6	69.4~120.0	偏态	111	0.85
S	314	937	2.99	35512	211	58	95~328	偏态		
Sb	0.76	0.43	0.56	39101	0.75	0.25	0.25~1.24	偏态	1.21	0.62
Sc	10.2	2.6	0.26	39005	10.2	2.4	5.3~15.0	偏态	11.1	0.92
Se	0.19	0.09	0.50	37992	0.18	0.04	0.09~0.26	偏态	0.29	0.62
Sn	2.9	1.0	0.34	38522	2.8	0.7	1.5~4.2	偏态	2.6	1.08
Sr	222	91	0.41	36687	203	49	105~302	偏态	167	1.22
Th	11.4	4.5	0.40	37455	10.7	2.3	6.1~15.3	偏态	13.75	0.78
Ti	3720	636	0.17	38233	3704	478	2748~4659	偏态	3800	0.97
Tl	0.60	0.12	0.20	38298	0.59	0.09	0.41~0.77	偏态	0.62	0.95

续表 1

指标	原始数据			数据分布形态检验后统计值					中国土壤 A 层平均值	比值 (K)
	平均值 (X ₀)	离差 (S ₀)	变异系数 (C ₀)	样本数 (n)	背景值 (X)	离差 (S)	背景值范围	分布类型		
U	2.21	0.56	0.26	38519	2.16	0.43	1.30~3.02	偏态	3.03	0.71
V	76.2	17.5	0.23	38715	75.6	15.1	45.4~105.9	偏态	82.4	0.92
W	1.53	0.57	0.37	39052	1.50	0.37	0.75~2.24	偏态	2.48	0.60
Y	22.7	3.6	0.16	38432	22.8	3.0	16.9~28.8	偏态	22.9	1.00
Zn	64.6	20.0	0.31	38756	63.3	14.4	34.5~92.2	偏态	74.2	0.85
Zr	260	65	0.25	38568	255	50	155~355	偏态	256	1.00
Al ₂ O ₃	12.95	1.37	0.11	39349	12.96	1.33	10.30~15.61	偏态	12.51	1.04
CaO	3.38	2.16	0.64	39477	3.36	2.13	0.17~6.56 *	双峰	2.15	1.56
MgO	1.61	0.62	0.39	39270	1.59	0.58	0.44~2.75	偏态	1.29	1.23
K ₂ O	2.52	0.41	0.16	38147	2.47	0.33	1.81~3.14	偏态	2.24	1.10
Na ₂ O	2.06	0.60	0.29	39320	2.04	0.58	0.88~3.20	偏态	1.37	1.49
SiO ₂	63.27	5.10	0.08	39161	63.29	4.83	53.63~72.95	正态		
TFe ₂ O ₃	4.34	1.03	0.24	38956	4.31	0.94	2.44~6.18	偏态	4.2	1.03
OrgC	0.83	0.33	0.40	38438	0.79	0.25	0.02~0.50	偏态	1.8	0.44
pH	7.32	1.08	0.15	39565	7.32	1.08	5.17~9.48	偏态	6.7	1.09

注:含量单位 C,N,OrgC 和氧化物为 10⁻²,Au 为 10⁻⁹,pH 无量纲,其余为 10⁻⁶。背景区间带 * 的元素选择背景值±1.5 倍离差,其余皆为±2 倍离差。

(1)全省表层土壤除 SiO₂,Ga 外,其余 52 元素(指标)含量数据均不服从正态分布。除 Cl,Ba,S 外,所有元素剔除异常数据均未超过总样品数的 10%;仅有少数元素,如 Ba,Au,Hg,Br,S,Cl 等,在剔除少量异常数据前后,其平均含量统计结果(几何平均值、算术平均值)差异明显,反映了这些元素在表层土壤中分布的不均匀性。

(2)山东省土壤地球化学背景值与中国土壤平均值(A 层,46 项指标)相比,绝大部分元素比值在 0.303~0.871 之间,偏低的元素(0.8<K≤0.9)有:Zn,Rb,La,B,Ga,Pb,明显偏低的元素(K≤0.8)有 Ag,Mo,Hg,I,W,Sb,Se,U,Bi,Br,Ge,As,Th,Zn,OrgC,其中营养元素 Mo 仅为全国土壤(A 层)平均值的 34%,Se 为全国土壤(A 层)平均值的 62%,OrgC 为全国土壤(A 层)平均值的 44%。偏高的元素(1.1<K≤1.2)有 K₂O,Ba,明显偏高的元素(K>1.2)有 Sr,Cd,MgO,Na₂O,CaO,为全国土壤(A 层)平均值的 1.22~1.56 倍。

(3)表层土壤中绝大部分元素的含量分布较均匀,变异系数小于 0.40。元素背景值变幅较大的元素主要为 Ag,As,Bi,Br,Ba,C,Cu,Se,Sr,Pb,Sb,Mo,Ni,I,CaO,其变异系数在 0.40~1.50 之间;Au,Cd,S,Hg,Cl 元素的变化最大,其变异系数大于 2.0。表层土壤大部分元素的变异特征与深层土壤相似,但部分元素又有一定差异,说明表层土壤在风化过程中对深层土壤有一定继承性,又有不同的地球化学演化趋势,背景含量的变化主要受基准含

量、表生富集作用和后期人类活动等因素的影响。

4 结论

通过对山东省土壤地球化学背景值统计分析研究,确定了山东省 54 项指标土壤地球化学背景值,这些成果为山东省基础地质研究及地质找矿与区划,地方政府改善生态环境,进行农业区划、环境保护、国土资源管理、地方病防治等领域提供了基础地球化学资料和科学依据。

参考文献:

- [1] 庞绪贵,高宗军,王敏,等.鲁西北平原典型生态区地质地球化学环境研究[M].北京:地质出版社,2013.
- [2] 庞绪贵,高宗军,王敏,等.鲁西北平原特色农产品产地生态地质地球化学环境研究[M].北京:地质出版社,2013.
- [3] 庞绪贵,代杰瑞,曾宪东,等.鲁东地区农业生态地球化学研究[M].北京:地质出版社,2014.
- [4] 庞绪贵,王晓梅,代杰瑞,等.济南市大气降尘地球化学特征及污染源研究[J].中国地质,2014,41(1):285-293.
- [5] 代杰瑞,祝德成,庞绪贵,等.济宁市近地表大气降尘地球化学特征及污染源解析[J].中国环境科学,2014,34(1):40-48.
- [6] 庞绪贵,成世才,张春荣,等.生态地质环境对山东鱼台地区蔬菜重金属污染的影响及选择性种植[J].江西农业学报,2010,22(2):139-148.
- [7] 徐晓慧,高宗军,庞绪贵,等.山东寿光地区蔬菜重金属赋存现状研究[J].安徽农业科学,2010,38(28):15830-15831.
- [8] 庞绪贵,姜相洪,李建华,等.济南—济阳地区土壤地球化学特征[J].物探与化探,2004,28(3):253-256.
- [9] 庞绪贵,张帆,王红晋,等.鲁西南地区土壤中有机氯农药的残留及其分布特征[J].地质通报,2009,28(5):667-670.
- [10] 王敏,庞绪贵,高宗军,等.山东省黄河下游地区部分县市高碘

- 型甲状腺肿与地质环境的关系[J].中国地质,2011,37(3):803-808.
- [11] 庞绪贵,王晓梅,喻超,等.山东省生态地球化学调查与评价综述[J].山东国土资源,2013,29(9):10-15.
- [12] 王红晋,庞绪贵,何玉海,等.临沂地区浅层地下水环境质量评价与分析[J].安徽农业科学,2014,42(5):1474-1476.
- [13] 庞绪贵,祝德成,代杰瑞,等.山东半岛蓝色经济区土壤中元素的分布与富集研究[J].安徽农业科学,2013,41(28):11363-11367.
- [14] 喻超,智云宝,代杰瑞,等.山东省威海市区域地质背景下土壤 Cd 的地球化学特征[J].物探与化探,2014,38(5):1076-1084.
- [15] 代杰瑞,郝兴中,庞绪贵,等.典型土壤环境中重金属元素的形态分布和转化——以山东烟台为例[J].中国地质,2013,32(6):713-719.
- [16] 庞绪贵,高宗军,边建朝,等.山东省黄河下游流域地方病与生态地球化学环境相关性研究[J].中国地质,2011,37(3):824-830.
- [17] 代杰瑞,庞绪贵,刘华峰,等.山东省东部地区农业生态地球化学调查及其生态问题浅析[J].岩矿测试,2012,31(1):189-197.
- [18] 庞绪贵,王红晋,高宗军,等.山东烟台市土壤中有机氯农药的分布特征[J].物探与化探,2011,35(5):671-674.
- [19] 代杰瑞,庞绪贵,宫玉鑫,等.山东威海农业生态地球化学调查与评价[J].地质通报,2010,29(9):1391-1398.
- [20] 阎鹏,徐世良,曲克健,等.山东土壤[M].北京:中国农业出版社,1994:54-63.
- [21] 奚小环.土壤污染地球化学标准及等级划分问题讨论[J].物探与化探,2006,30(6):471-474.
- [22] 廖启林,吴新民,瓮志华,等.南京地区多目标地球化学调查基本成果及其相关问题初探[J].中国地质,2004,31(1):70-77.
- [23] 周娟,王仁卿,郭卫华,等.寿光大棚蔬菜生产基地土壤地球化学元素调查[J].环境化学,2013,32(6):1100-1101.
- [24] 庞绪贵,战金成,宋海林,等.山东黄河下游地区局部生态地球化学评价方法与技术[J].山东国土资源,2006,22(5):28-33.
- [25] 庞绪贵,陈长峰,李秀章,等.鲁北小清河流域土壤中元素分布特征及环境质量评价[J].地质通报,2005,24(2):160-164.
- [26] 庞绪贵,王炜,郭卫华,等.黄河下游流域土壤种子库生物多样性研究[J].山东农业科学,2010,(2):65-69.
- [27] 庞绪贵,姜相洪,战金成,等.山东黄河流域下游土壤粒度和深度试验成果[J].地质通报,2005,24(8):767-771.
- [28] 代杰瑞,庞绪贵,王红晋,等.平阴县土壤中重金属元素异常成因研究[J].山东国土资源,2009,25(7):37-41.
- [29] 庞绪贵,王君亭,战金成,等.山东黄河下游区域生态地球化学评价方法技术探讨[J].山东国土资源,2005,21(9):35-39.
- [30] 中国地质调查局.多目标区域地球化学调查规范(1:25万)(DD2005-1)[S].2005.
- [31] 魏复盛,陈静生,吴燕玉,等.中国土壤元素背景值[M].北京:中国环境科学出版社,1990:1-91.
- [32] 鄢明才,顾铁新,迟清华,等.中国土壤化学元素丰度与表生地球化学特征[J].物探与化探,1997,21(3):161-167.
- [33] 庞绪贵,高宗军,刘中业,等.沾化冬枣产地的土壤地质地球化学背景研究[J].安徽农业科学,2011,39(2):1081-1084.
- [34] 代杰瑞,庞绪贵,喻超,等.山东省东部地区土壤地球化学基准值与背景值及元素富集特征研究[J].地球化学,2011,40(6):577-587.
- [35] 庞绪贵,李肖鹏,王炳华,等.山东黄河冲积平原区土壤地球化学特征[J].山东国土资源,2008,24(11):26-29.
- [36] 王世进,庞绪贵,战金成,等.山东省黄河下游流域生态地球化学调查主要成果[J].山东国土资源,2008,24(11):21-25.
- [37] 庞绪贵,陈钰,刘汉栋,等.山东半岛蓝色经济区土壤地球化学基准值与背景值[J].山东国土资源,2014,30(8):21-26.
- [38] 庞绪贵,代杰瑞,徐春梅,等.平阴县土壤地球化学基准值与背景值研究[J].山东国土资源,2008,24(1):21-25.
- [39] 庞绪贵,曹秀华,代杰瑞,等.山东省平阴县土壤地球化学元素含量特征与污染评价[J].上海地质,2011,31(增刊):114-132.
- [40] 代杰瑞,崔元俊,庞绪贵,等.山东省东部地区农业生态地球化学调查与评价[J].山东国土资源,2011,27(5):1-7.

Background Values of Soil Geochemistry in Shandong Province

PANG Xugui, DAI Jierui, HU Xueping, SONG Zhiyong, YU Chao, CHEN Lei, ZHANG Huaping, LIU Huafeng, WANG Hongjin, WANG Zenghui, ZHAO Xiqiang, ZENG Xiandong, REN Wenkai

(Shandong Geological Surveying Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: Since 2003, more than 15 years, the surface soil geochemical survey has been carried out in Shandong province. Soil geochemical background values of the whole province have been basically identified. The surface soil sampling density is $1/\text{km}^2$, and in the scope of 4km^2 , the spots can be combined into 1 analysis samples. Ag, As, Au, B and other 54 indicators have been analyzed and tested. These indexes of soil geochemical parameters have been studied and counted, and soil geochemical background values in Shandong province has been determined. It will provide basic data for basic geology and geological research and prospecting and zoning in Shandong province.

Key words: Geochemical survey; surface soil; background value; basic data; Shandong province