

文章编号: 1009-3850(2007)01-0097-06

宜宾市宋家地区土壤元素背景值研究及其意义

曾宜君^{1,2}, 黄思静¹, 阚泽忠², 王玉婷¹, 刘 雷²

(1. 成都理工大学 油气藏地质及开发工程国家重点实验室, 四川 成都 610059; 2. 四川省地质调查院, 四川 成都 610081)

摘要: 作者在表层土壤系统采样调查的基础上, 计算出宋家地区土壤元素地球化学背景值, 并通过与不同区域土壤元素地球化学背景值、基准值的对比研究, 总结了该区土壤元素地球化学基本特征, 为该区土壤资源、环境评价和农业经济发展规划提供了实用地球化学信息。

关键词: 背景值; 土壤; 地球化学; 宜宾; 四川
中图分类号: P595 文献标识码: A

1 概 述

宜宾市翠屏区宋家乡是四川省第一批“金土地工程”农业地质评价示范区之一。对该区土壤进行地球化学调查, 是农业地质调查评价的基础。

研究区位于长江上游, 属四川盆地浅丘地貌, 地处川南经济区, 工农业、旅游业较发达, 自然条件优越, 交通便利, 人口稠密, 物产丰富。研究区面积约 10km², 地理座标为东经104°49′00″~104°52′10″, 北纬 28°43′00″~28°46′30″(图 1)。区内土壤主要为紫色土和水稻土, 其成土母岩为侏罗系中、上统的沙溪庙组、遂宁组、蓬莱镇组及第四系残坡积(黄荣章等, 1:5 万宜宾、李庄等 4 幅地质图, 1990)。

2 研究方法

2.1 样品采集

(1) 土壤样品采集: 在 1:10000 地形图上按 250m×250m 的网格进行布点; 样点一般布置在采样单元中间, 能代表采样单元内的水田或旱地等主要土壤类型。单件样品采样深度 0~30cm, 每一个格内采样由 50m 方圆内 3~5 个土样点等量组合, 且保持

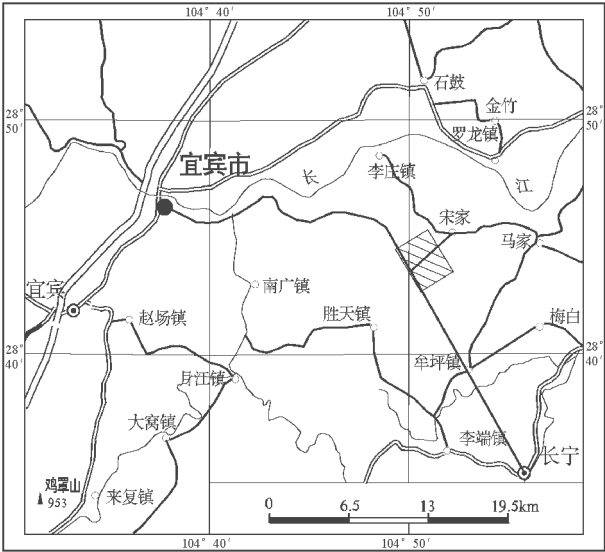


图 1 研究区位置图

Fig. 1 Location of the study area

水田或旱地的一致性, 并缩分至 1kg。采样工具包括铁锹、半圆竹筒、白布样袋、自封袋、标签以及手持 GPS 等, 在采样过程中, 确保了采样位置的准确和避免了样品污染。研究区共采集正样 194 件, 重复采样

24件。

(2)样品加工处理:土壤样品利用日照自然风干,除去生物残骸、植物碎片、碎石和砾石等杂物,粉碎过20目尼龙筛,保证剩下的残余不超过2g,四分法留样500g,送实验室300g作分析用。

2.2 样品分析

所有样品由国土资源部成都矿产资源监督检测中心分析。样品分析以X荧光光谱法和等离子体光量计法为主,辅以原子吸收法、等离子体发射光谱、原子荧光法、极谱法、燃烧法、容量法等。分析方法的准确度和精密度采用国家一级土壤标准物质(GBW系列)进行检验,按比例随机检查和异常点检查进行样品质量监控。同时以重复采样、重复分析来评定采样和分析误差是否对研究区地球化学变化有显著影响。

2.3 土壤元素背景值与基准值

土壤元素地球化学背景值与基准值是相对应的。基准值是指土壤在发育过程中,未受或很少受到人类活动影响,特别是未受或很少受到污染、破坏的情况下,土壤本身固有的化学组成和含量。而背景值则是指自然营力和人类共同作用条件下,一定区域内表层土壤的元素平均含量水平^[1]。上述两个值是一个地区土壤地球化学元素的特征值,它既能反映土壤的原生环境特征,也能反映人类活动对表层对土壤环境的影响。

2.4 土壤元素基准值与背景值的确定

尽管对土壤元素地球化学基准值和背景值的定义差异不大(陈德友等,四川省成都经济区1:25万多目标地球化学调查报告,2006^[1]),但确定的方法仍略有差异。在研究成都经济区土壤元素地球化学基准值时,唐文春主张在区域地球化学数据处理过程中,首先计算研究区深层样元素平均值 X_1 、标准离差 S_1 ,数据经 $X_1 \pm 2S$ 反复剔除后再计算其平均值 X_2 ,即为研究区土壤元素基准值。而金立新认为,土壤中大部分元素的中位值与平均值 X_2 差异很小,仅CaO、Hg、N、Org.C(有机质)和Se的算术平均值比中位值偏高,推测与后期人类活动的影响较大有关。因此,采用深层土壤元素含量的中位值来作为研究区土壤地球化学元素基准值(Me)。本文采用后一种方法,基准值用中位值,而背景值采用算术平均值(X_2)。

3 土壤元素背景值特征

3.1 土壤元素背景值

本次工作对研究区表层土壤分析了7个常量元

素、8个微量元素、8个重金属元素和有机质及pH值,共25项,基本包括了土壤的主要组份以及农作物生长相关的有益、有害元素。表1列出了研究区25项分析成果的范围、背景值和变异系数。

3.2 区域背景值比较

笔者分别将研究区的表层土壤背景值与成都经济区、浙江省及全国进行比较(图2)。

(1)研究区与成都经济区的土壤背景值比值在0.408~2.220之间,背景水平基本一致。其中在10%范围波动的元素有B、Cl、Cr、Cu、Mn、Ni、SiO₂、Fe₂O₃;在10%~50%范围波动较富集的有Al₂O₃、CaO、K₂O、MgO、Mo、Na₂O、Org.C、Zn,较亏损的有As、N、P、Pb、Se;含量高的元素有Cd、S,比值分别为1.857、2.220;含量低的元素为Hg,比值仅0.408。

(2)研究区与浙江省多目标地球化学调查成果土壤背景值的比值在0.408~4.707之间,有较大的变化范围。其中在10%范围波动的有B、N、Na₂O;在10%~50%范围内波动较富集的有Al₂O₃、As、Cl、Cr、Cu、K₂O、Mn、Org.C、Zn;中等亏损的有P、Pb、Se、SiO₂;而CaO、Cd、MgO、Mo、Ni、S、Fe₂O₃富集,含量比值超过50%,且CaO、Cd、MgO、S高达4.707、2.813、2.379、2.519倍;Hg低,比值仅0.408。比值结果反映研究区表层土壤地球化学背景值较浙江省部分表层土壤背景值有较大变化,可能与土壤成土自然因素有关。

(3)研究区与中国土壤A层背景值的比值在0.502~4.786之间,显示存在较大的变化。研究区内仅Al₂O₃、Mn、P、Pb、SiO₂的比值范围在10%以内;10%~50%变化范围内较富集的有B、CaO、Cr、Cu、K₂O、N、Ni、Fe₂O₃、Zn;而中等亏损的有As、Cl、Na₂O;超过50%的元素有Cd、MgO、Mo、S,分别为4.786、1.656、1.975、2.356;Hg、Se比值低,为0.502、0.598。

从两者比值变化情况看,后期人类活动对工作区表层土壤成分的影响较大。

3.3 同类型土壤背景值对比

研究区属四川盆地南部低山丘陵地区,笔者将其与相同地貌景观和同类型土壤元素背景值相比(表2)。

研究区土壤元素背景值与丘陵区背景值相比,比值在0.65~2.73之间(图2)。从图上可看出,除Cd、Mo、有机质、S富集,比值达1.93、1.88、1.97、2.73,CaO、Hg、P略低,为0.77、0.65、0.73外,其余元素As、B、Cr、N、Na₂O、Pb、SiO₂相近,变化低于10%;

表 1 研究区及区域土壤地球化学背景值

Table 1 Geochemical background values for the soil from the study area and other parts in China

序号	元素	成都经济区 ^①			中国 ^②		浙江省 ^③	调查区		
		含量范围	背景值	变异系数	含量范围	背景值	背景值	含量范围	背景值	变异系数
1	Al ₂ O ₃	0.44~25.82	13.85	0.145	0.005~27.3	15.974	12.99	11.41~17.55	15.828	0.06262
2	As	0.764~1662	9.11	1.727	0.01~626	11.2	6.47	1.99~15.71	7.2837	0.39198
3	B	7.6~350	62.37	0.37	1.0~768	47.8	50.66	14.2~96	55.837	0.31254
4	CaO	0.078~44.26	1.88	1.13	0.01~47.9	2.156	0.56	0.25~8.16	2.6362	0.76544
5	Cl	0.06~20.7	0.25	1.571	0.001~13.4	0.097	0.165	0.2~4.39	0.4642	0.66775
6	Cl	19.27~1842.7	72.1	0.484		87.299	67.55	37.58~145.49	78.08	0.25887
7	Cr	4~2897.21	78.03	0.544	2.20~1209	61	55.43	25.28~96.93	71.596	0.17042
8	Cu	1.694~737.3	28.1	0.787	0.33~272	22.6	22.96	14.15~66.53	27.527	0.26543
9	Hg	0.01~62.77	0.08	6.063	0.001~45.9	0.065	0.08	0.01~0.2	0.0326	0.67117
10	K ₂ O	0.18~20.59	1.69	0.57	0.02~4.00	1.293	0.9	0.73~2.75	2.1411	0.16325
11	MgO	0.18~20.59	1.69	0.57	0.02~4.00	1.293	0.9	0.73~2.75	2.1411	0.16325
12	Mn	63.43~13982	615.89	0.628	1~5888	583	513.29	146.74~1244.1	637.25	0.29752
13	Mo	0.125~43	0.8	1.45	0.1~2.8	0.6	0.68	0.51~2.47	1.1849	0.27554
14	N	166~12691	1504.79	0.564		893.76	1289.8	487~2411	1222.9	0.2856
15	Na ₂ O	0.03~6.49	0.92	0.557	0.01~6.07	1.375	0.97	0.4~3.83	1.0299	0.37204
16	Ni	2.81~1126	33.53	0.45	0.06~627	26.9	21.27	9.6~62.9	35.886	0.24505
17	Org. C	0.11~19.52	1.38	0.749			1.24	0.4~4.4	1.6979	0.44198
18	P	99.3~42758	753.91	0.835		553.91	646.02	208.49~1272	557.11	0.30278
19	Pb	7.06~44800	30.32	9.593	0.68~1143	26	32.85	11.35~49.59	23.416	0.23617
20	pH	3.7~8.97	7.11	0.154			5.46	3.85~8.56	7.03	0.20316
21	S	69.55~11351	316.48	0.899		298.15	278.88	127.7~2863.4	702.57	0.76925
22	Sr	0.02~21	0.23	1.267	0.006~9.13	0.29	0.29	0.05~0.36	0.1733	0.27215
23	SiO ₂	2.78~84.8	62.46	0.109		64.41	71.39	51.85~74.28	60.728	0.07036
24	TFeO	0.615~32.4	5.44	0.304	0.12~12.5	4.204	3.87	1.55~7.75	5.981	0.16517
25	Zn	7.9~4089.7	82.22	0.894	2.6~593	74.2	82.67	27.48~127.6	94.554	0.14011

注: 1. 资料来源: ①《四川省成都经济区多目标区域地球化学调查报告》, ②《中国土壤元素背景值》, ③《浙江省多目标地球化学调查报告》;
2. 单位: 氧化物 Org. C 为%; pH 为无量纲; 其它为 10⁻⁶。

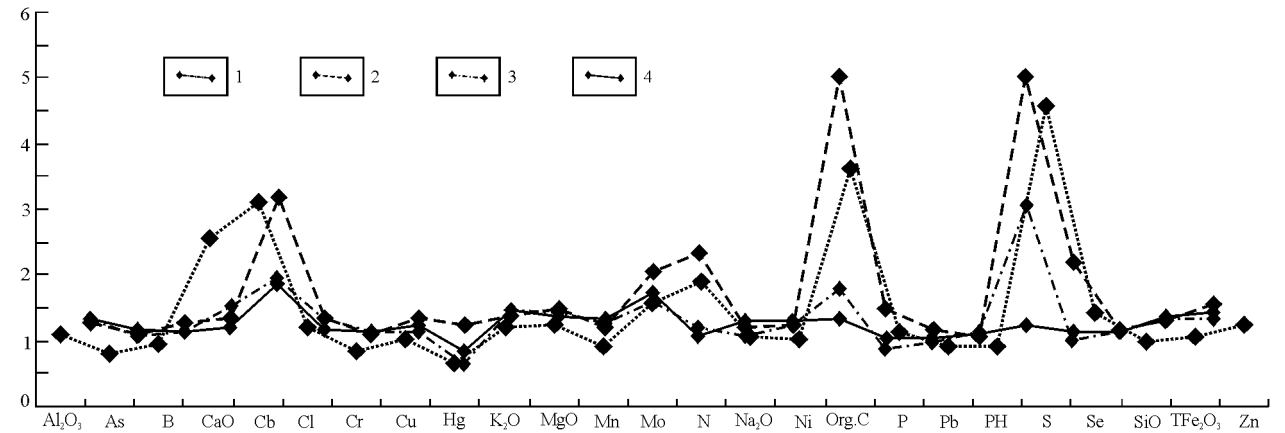


图 2 调查区元素背景值与区域背景值比值图

1. 调查区背景值/成都经济区背景值; 2. 调查区背景值/浙江多目标调查区背景值; 3. 调查区背景值/中国土壤(A层)背景值; 4. 调查区背景值/四川丘陵区背景值

Fig. 2 The ratios for the elemental background values for the soil from the study area and other parts in China
1= background values for the soil from the study area / background values for the soil from the Chengdu economic area; 2= background values for the soil from the study area/ background values for the soil from Zhejiang; 3= background values for the soil from the study area study area/ background values for the Chinese soil (A Horizon); 4= background values for the soil from the study area / background values for the soil from the hilly areas in Sichuan

表 2 研究区及相同类型土壤元素地球化学基准值、背景值表

Table 2 Geochemical background values and base values for the same types of soil from the study area and other parts in Sichuan

序号	元素	成都经济区	四川盆地丘陵区		成都经济区		调查区	
					紫色土	水稻土	紫色土	水稻土
		基准值	基准值	背景值	背景值	背景值	背景值	背景值
1	Al ₂ O ₃	143	14.04	13.41	13.4	13.4	15.94	15.94
2	As	9.12	7.95	7.35	7.39	8.365	7.24	7.34
3	B	58	50.5	51.15	55.5	61.13	53.29	58.90
4	CaO	1.03	2.18	3.44	2.81	1.688	2.87	2.37
5	Cd	0.15	0.14	0.24	0.24	0.236	0.43	0.45
6	Cl	64.45	65.77	68.05	68.4	75.13	67.94	88.96
7	Cr	84.77	78.77	74.94	75.4	76.28	71.38	73.34
8	Cu	28.86	23.14	23.77	24.7	29.01	25.99	28.16
9	Hg	0.049	0.03	0.05	0.05	0.102	0.03	0.04
10	K ₂ O	0.42	2.37	0.34	2.33	2.16	3.09	2.91
11	MgO	1.7	1.6	1.73	1.79	1.608	2.19	2.12
12	Mn	710	629.8	569.84	587	519.2	695.91	566.60
13	Mo	0.75	0.59	0.63	0.72	0.781	1.19	1.16
14	N	641	520	1117.72	1203	1413	1039.94	1432.16
15	Na ₂ O	0.96	1.01	0.96	0.94	1.022	1.08	0.89
16	Ni	34.99	33.24	31.4	31.7	32.61	36.27	35.43
17	Org. C	0.47	0.31	0.86	0.98	1.303	1.16	2.25
18	P	489	405.76	758.32	717	777.2	593.11	505.04
19	Pb	26.05	23.56	25.12	26.4	30.94	22.57	23.47
20	pH7.61	8.24	8.21	7.76	7.267	7.15	6.89	
21	S	153.31	129.01	257.29	263	348.9	284.32	1121.05
22	Se	0.12	0.08	0.14	0.17	0.246	0.16	0.20
23	SiO ₂	61.7	62.05	62.54	63	65.09	60.55	60.95
24	TFeO	5.72	5.18	4.78	4.96	5.168	6.05	6.03
25	Zn	76.84	66.48	70.76	72.9	81.32	94.64	96.97

Al₂O₃、Cl、Cu、K₂O、MgO、Mn、Ni、Se、Fe₂O₃、Zn 略高，在 10%~30%之间；pH 值 0.86 稍低。

研究区土壤类型主要为水稻土和紫色土，其成土母岩为紫红色泥质岩、粉砂质泥岩和杂色、灰色长石岩屑砂岩及长石石英砂岩。土壤元素地球化学组成和含量与成土母岩具有密切的关系。因此，将研究区同类型土壤元素背景值进行对比，可研究岩石风化后成壤和人类活动过程对土壤元素地球化学特征值的影响及变化趋势。研究区水稻土与成都经济区水稻土背景值相比，土壤元素含量比值 0.39~3.21 之间有一定对比性(图 3)。其中 Cd、有机质和 S 富集，比值分别为 1.91、1.73 和 3.21；SiO₂、CaO、Cl、

K₂O、MgO、Mo、Fe₂O₃、Zn 比值较高，在 1.17~1.49 之间；Hg 低，仅 0.39；As、Na₂O、P、Pb、Se 比值较低，在 0.65~0.88 之间；其余 B、Cr、Cu、Mn、N、Ni、pH 值相近，在 10% 范围内波动。紫色土元素含量比值在 0.60~1.79 之间，更具有可对比性(图 3)。其中 Cd、Mo 富集，分别为 1.79、1.65；SiO₂、

K₂O、MgO、Mn、Na₂O、Ni、有机质、Fe₂O₃、Zn 比值较高，在 1.14~1.33 之间；Hg 低，仅 0.60；N、P、Pb 较低，为 0.82~0.86；其余 As、B、CaO、Cl、Cr、Cu、pH、S、Se、SiO₂ 值相近，在 10% 范围内波动。

从上比较可知，相同地貌景观和同类型土壤元

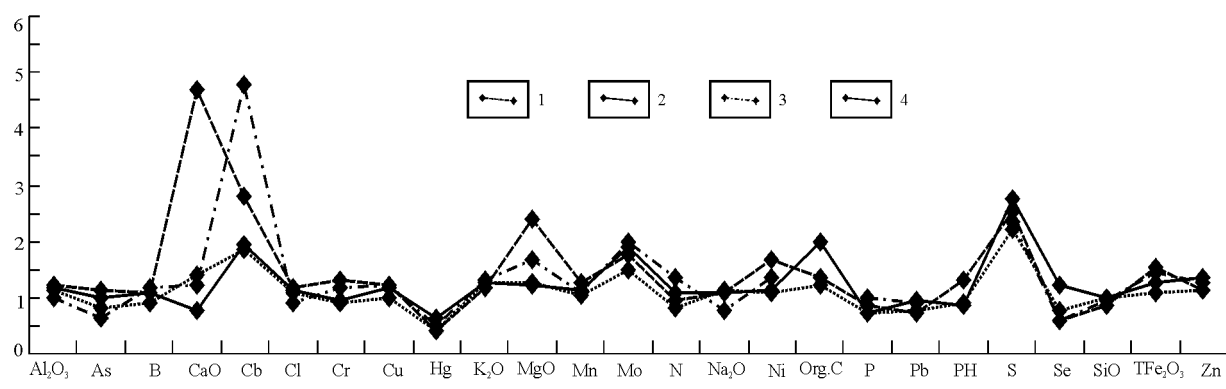


图3 调查区土壤元素背景值与相同土壤背景值、区域土壤基准值比值图

1. 调查区土壤背景值/成都经济区基准值; 2. 调查区土壤背景值/丘陵区基准值; 3. 调查区水稻土背景值/成都经济区水稻土背景值; 4. 调查区紫色土背景值/成都经济区紫色土背景值

Fig. 3 The ratios for the elemental background values for the soil from the study area and background values and base values for the same types of soil from the study area and other parts in Sichuan

1= background values for the soil from the study area/base values for the Chengdu economic area; 2= background values for the soil from the study area/base values for the hilly areas; 3= background values for the rice soil from the study area/ background values for the rice soil from the Chengdu economic area; 4= background values for the purple soil from the study area/ background values for the purple soil from the Chengdu economic area

素地球化学背景值比值变化趋势基本一致, 其中紫色土更具有可对比性。

3.4 研究区土壤元素背景值与成都经济区、丘陵区土壤基准值对比

表层土壤地球化学元素背景值与土壤地球化学基准值有密切的继承关系, 尽管表层土壤受人类活动的影响, 但总体上是受土壤基准值的控制。表2中列出了成都经济区、丘陵区地球化学基准值。

研究区表层土壤背景值与成都经济区土壤基准值相比有较大的变化(图3), 比值处于0.666~4.58之间, 50%以上的元素含量大于基准值, 总体受人类活动影响较大。其中 Al_2O_3 、B、Cu、Mn、 Na_2O 、Ni、Pb、 SiO_2 、 $TFeO$ 的背景值与成都经济区基准值较接近, 在10%的范围波动; Cl、 K_2O 、MgO、P、Se、Zn 较富集, As、Cr、Hg 中等亏损, 在10%~50%范围内波动; 而CaO、Cd、Mo、N、Org. C、S 富集含量比值超过50%, Cd、Org. C、S 高达3.095、3.613、4.583倍。

研究区土壤背景值与丘陵区土壤基准值相比, 比值在0.87~5.48之间, 同样变化较大(图3)。除Cd、Mo、N、有机质、S、Se 富集(分别为3.32、2.01、2.35、5.48、5.45、2.17), As、Cr 略低(分别为0.92、0.91)外, 其余元素 Al_2O_3 、B、Hg、Mn、 Na_2O 、Ni、Pb、 SiO_2 相近, 在0.98~1.10之间; CaO、Cl、Cu、 K_2O 、MgO、P、 Fe_2O_3 、Zn 略高, 在1.11~1.42之间。

上述元素地球化学比值变化显示表层土壤受人类活动影响较大, 具有使元素含量增大的趋势。

4 研究区土壤元素背景值特征及其变化的原因

综上所述, 研究区土壤元素地球化学背景值较成都经济区、浙江省多目标地球化学区及中国土壤A层背景值有较大差异。总体比值范围多在50%以内, 少部分在10%以内, 但CaO、Cd、S比值始终较高, 分别在1.223~4.707, 1.857~4.786, 2.220~4.583的变化区间内。而研究区土壤元素地球化学背景值与丘陵区背景值相比, 除Cd、Mo、有机质、S富集外, 更趋于一致。从相同土壤类型比值看, 紫色土背景值比值基本一致。研究区土壤元素基准值与成都经济区、丘陵区土壤元素基准值相比, 同样具有较大的变化。总体趋势是丘陵区基准值、背景值、紫色土背景值更具有可比性。但是, 不论采用何种比值, 研究区都具有Cd、有机质、S富集, Hg低或相近, pH值稍低的地球化学特征。

通过以上几项对比, 认为其变化较大的主要原因有:

(1)土壤成土母岩的差异。无论是成都经济区、浙江省多目标地球化学研究区还是中国土壤(A层)土壤元素地球化学背景值, 其成土母岩是极其复杂的, 与研究区较单一成土母岩的土壤相比, 地球化学成分含量的差异是必然的。对于CaO、Cd、S三个元素的强烈富集, 除受母岩影响较大外, 还受其他多种因素的制约。

(2)土壤成土母质的差异。对于母岩相同或相近的地区,土壤的成土母质仍然存在较大差异,在成都经济区内成都平原占有较大的比重,其土壤母质多为第四系冲积物,物源较为复杂,且各种母岩风化物混合更均一,而研究区属丘陵浅丘地貌区,母质多为相对单一的残积或坡洪积物。因此,元素地球化学组成含量的差异,除受成土母岩、成土母质影响外,人类活动的影响不容忽视。

(3)人类生产活动的影响。尽管在同样地貌景观或同种土壤类型条件下,人类生产活动的影响同样造成土壤地球化学组成含量变化。研究区 Cd、Mo、N、有机质、S、Se 富集,更多的是与生产过程中施用肥料、大气飘浮沉降物组分、含量有关。

(4)人类环境的影响。通过较大区域、同类地貌景观以及同类型土壤元素地球化学背景值对比,研

究区重金属元素 Cd 富集,Cu、Ni、Zn 略高,初步调查与施用肥料、大气环境关系密切;而 Hg 略低与研究区无污染环境的工矿企业有关。

(5)尽管研究区具有相同地貌景观、相同成土母岩,水稻土与紫色土的差异在于水稻土多分布于冲沟、坪坝等地形较缓第四系堆积区,主要为坡洪积,而紫色土则分布于坡顶、斜坡等地,多为第四系残积、坡残积物。加之人类农业生产活动的差异,水稻土多种植水稻,紫色土多种植玉米、红苕、小麦及水果、蔬菜等不同作物,其耕种方式、施用肥料的差异,可能造成土壤元素地球化学的差异。

参考文献:

[1] 唐文春,金立新,周雪梅.成都市土壤中元素地球化学基准值研究及其意义[J].物探与化探,2005,29,(1):71—83.

Geochemical background values for the soil in the Songjia region, Yibin, Sichuan and their significance

ZENG Yi-jun^{1, 2}, HUANG Si-jing¹, KAN Ze-zhong², WANG Yu-ting¹, LIU Lei²

(1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2. Sichuan Institute of Geological Survey, Chengdu 610081, Sichuan, China)

Abstract: The geochemical background values are calculated for the soil from the Songjia region, Yibin, Sichuan, and correlated with geochemical background values and base values for the soil from other parts in China. The results of research in this study have proposed useful geochemical information for the soil resource and environmental assessment and agricultural economic development.

Key words: background value; soil; geochemistry; Yibin; Sichuan