

# 隆安县不同地层岩石与土壤中的元素自然含量特征\*

## Characteristics of Natural Contents of Soil- and rock-elements in Different Stratum of Long'an County

李先琨 黄玉清 邓庆焜 苏宗明 陆菱妹  
Li Xiankun Huang Yuqing Den Qingkun Su Zongming Lu Lingmei

(广西植物研究所 桂林市雁山 541006)  
(Guangxi Institute of Botany, Yanshan, Guilin, Guangxi, 541006)

**摘要** 对隆安县2个地层的20个岩石、2个土壤3种元素含量分析,结果表明,该区土壤中 Fe Al Zn V Ni As Se含量高于世界土壤元素背景值, Mn Cu B Mo Co Cr Ga与世界土壤背景值接近, Si P K Na Ca Mg S低于世界土壤背景值, F和 Br含量均小于  $15\mu\text{g/g}$ , Sn小于  $0.09\mu\text{g/g}$ ; 岩石元素变异系数较大,土壤元素分布相对集中;土壤元素含量与其母岩之间多数相关不显著;多数元素在成土过程中富集;土壤 Ni/Co 比值与其母岩之间显著正相关。

**关键词** 地层 岩石、土壤 元素含量 相关性

**Abstract** The data of 31 elements of rocks and soils from 21 strata in Long'an county, southwest of Guangxi, were sorted out. The average contents of Fe, Al, Zn, V, Ni, As and Se were higher than the background values of elements in soils of the world; Mn, Cu, B, Mo, Co, Cr and Ga were similar; Si, P, K, Na, Ca, Mg, S were lower, F and Br were less than  $15\mu\text{g/g}$ , Sn was less than  $0.09\mu\text{g/g}$ . The contents of the elements in rocks were different greatly when expressed by coefficient of variation. There were no correlation for most rocks and soils in element contents. Most elements were relatively enriched in soil forming process. Significant positive correlation was found for the Ni/Co between soils and rocks.

**Key words** stratum, rock, soil, natural contents of elements, correlation

中图法分类号 P584; S151.93

土壤与地质有着密切的联系,岩石的化学成分与物理特性不仅影响着土壤的性状,也影响着土壤元素的丰度,而不同地层的岩石,则因形成时间的不同,即使母质基本雷同,其发育而成的土壤也有较大差异。现代地质学理论和积累的地质资料对岩石类型的研究不仅在成因上,而且也反映在时间和空间分布上<sup>[1]</sup>。同一时代,岩性不同或不同时代,岩性相同的岩石,其元素含量都不同。本文研究了桂西南地区隆安县21个地层岩石、土壤的元素含量特征及其相互关系,揭示土壤的地质学特征,并使之成为生产服务。

### 1 研究区自然条件概况

研究区为广西西南部的隆安县,位于  $22^{\circ}51' \sim 23^{\circ}$

$21'N$  和  $107^{\circ}21' \sim 108^{\circ}08'E$  之间;岩溶地貌发育(占总面积的 32.8%),地形为东北、西、西南部高,中部和东南低,地势由东北、西、西南向中部、东南右江河谷倾斜;全县地貌以丘陵为主,洼地、谷地次之,海拔均在 700 m 以下。年平均温  $21.7^{\circ}C$ 、日照 1596 h, 辐射总量  $4.23 \times 10^5 \text{ J/cm}^2 \cdot \text{a}$ , 降水量 1282.7 mm, 蒸发量 1653 mm。隆安县地层出露较齐全,从古生界寒武系、泥盆系至中生界三迭系直至新生界第三系、第四系均有出露,共 21 个地层,其中以石炭系、泥盆系分布最广。隆安县各地层岩性类型为:页岩( $C_1$ ),砂岩夹泥岩( $D_{1a}$ 、 $D_{2y}$ ),灰岩( $P_{1q}$ 、 $P_{1m}$ 、 $P_{2a}$ 、 $P_{2b}$ 、 $C_{1s}$ 、 $C_{1d}$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 、 $T_{1a}$ 、 $T_{1b}$  等地层),白云岩( $D_{2d}$ 、 $T_{1b}$ ),粉砂泥岩( $T_{2-3p^2}$ ),粉砂页岩( $T_{2-3p^1}$ 、 $T_{2-3p^3}$ ),砂泥岩夹煤层(N),第四纪红土( $Q_4$ 、 $Q_h$ ),硅质岩( $D_3$ )。土壤类型为:红壤及黄壤( $C_1$ ),红壤( $D_{1a}$ 、 $D_{2y}$ ),棕色石灰土( $D_{2d}$ 、 $D_{2a}$ 、 $D_3$ 、 $C_{1s}$ 、 $C_{1d}$

C<sub>3</sub> C<sub>3</sub> P<sub>1q</sub> P<sub>1m</sub> P<sub>2</sub> T<sub>1k</sub> T<sub>1h</sub>等地层)、赤红壤 (B下部 T<sub>2-3p1</sub> T<sub>2-3p2</sub> T<sub>2-3p3</sub> N Q<sub>p</sub> Q<sub>h</sub>)

## 2 研究方法

### 2.1 野外取样

按研究区所出露的地层类型分别采集各地层岩石、土壤样品。岩石样均采自新鲜土壤母岩岩面,岩性单一的单源类土壤母岩采取单层样,岩性复杂的多源类土壤母岩则分层取样后以混合样进行测试分析,共采集 21 个地层的 20 个岩石样 (其中 Q<sub>p</sub> 地层为土壤母质) 土壤样品的采集根据地层、地形、土类选定取样点,挖掘土壤剖面,进行土层划分和野外记录,采集未采人为干扰、能如实反映地质特征的 B 层土壤进行分析,共采集 21 个地层土壤样品 (其中 Q<sub>h</sub> 地层未采母质) 岩石、土壤均按同位点采样

表 1 隆安县 21 个地层岩石与土壤元素含量及变异值

Table 1 Coefficients of variation and contents of elements in the rocks and soils of 21 strata from Long'an county

元素 Element	岩石 Rock					土壤 Soil					世界土壤元素背景值 Backg round value of elements in soils of the world
	最小值 Min. ( $\mu\text{g/g}$ )	最大值 Max. ( $\mu\text{g/g}$ )	平均值 Mean ( $\mu\text{g/g}$ )	标准差 S ( $\mu\text{g/g}$ )	变异系数 C. V. (%)	最小值 Min. ( $\mu\text{g/g}$ )	最大值 Max. ( $\mu\text{g/g}$ )	平均值 Mean ( $\mu\text{g/g}$ )	标准差 S ( $\mu\text{g/g}$ )	变异系数 C. V. (%)	
Fe	330	111000	24413	32045	131.26	40300	116600	76957	22665.4	29.45	39869 <sup>[2]</sup>
Al	1110	175400	38066	50873	133.64	58200	171200	119019	34019.8	28.58	70971 <sup>[2]</sup>
Si	1876	345847	117202.3	140104	119.54	143733	347713	227539	64733.5	28.45	329560 <sup>[2]</sup>
N	60	560	253.5	146.9	57.95	350	4300	1108.4	788.3	71.12	
P	30.7	3660	408.9	771.6	188.70	92.4	1973	608.3	420.6	69.14	800 <sup>[2]</sup>
K	130	33100	7548	9628.8	127.57	1550	23200	9271.6	5781.4	62.36	14110 <sup>[2]</sup>
Na	95.5	9610	1642.5	2603.4	158.50	281	3101	852.3	759.9	89.16	4970 <sup>[2]</sup>
Ca	1650	394200	210601.4	171551.4	81.46	156	26200	2167	5511.4	254.32	14994 <sup>[2]</sup>
Mg	250	114100	19852.8	34730.1	174.94	1101	7750	2934.9	1833.3	62.47	5005 <sup>[2]</sup>
Mn	11.7	983	186.4	282.4	151.50	61.8	2568	731.6	858.5	117.35	500~ 1000 <sup>[2-4]</sup>
Zn	10.5	229	55.7	56.0	100.54	43.9	336	159.7	90.3	56.54	50~ 100 <sup>[3,4]</sup>
Cu	0.131	64.8	24.4	25.2	103.28	18.9	98.4	38.5	17.6	45.71	15~ 40 <sup>[3,4]</sup>
S	14	820	216.7	277.8	128.20	14	490	162.1	188.3	116.16	700 <sup>[2]</sup>
B	0.488	67.4	17.7	19.7	111.30	21	68.5	36.7	13.0	35.42	20~ 50 <sup>[4]</sup>
M <sub>0</sub>	0.066	3.04	0.60	0.68	113.33	0.125	2.83	1.16	0.81	69.83	1~ 2 <sup>[4]</sup>
C <sub>0</sub>	1.13	24.5	10.5	5.6	53.33	8.19	27.5	14.3	5.8	40.56	10~ 15 <sup>[3,4]</sup>
Ni	7.44	109	28.3	25.4	89.75	36.6	156	68.5	37.9	55.33	40~ 50 <sup>[2,3]</sup>
Cr	6.34	139	49.0	43.5	88.78	16.9	284	106.0	66.0	62.26	100~ 300 <sup>[3,4]</sup>
Sr	7.08	616	89.8	127.6	142.09	8.37	120	52.4	29.0	55.34	
Ba	7.65	786	152.4	237.8	156.04	35.9	618	163.8	135.7	82.84	
V	3.8	246	62.1	77.8	125.28	90.7	302	205.4	67.2	32.72	90~ 100 <sup>[2,4]</sup>
As	1.62	56.8	11.9	12.9	108.40	4.84	128	55.7	36.2	64.99	5~ 6 <sup>[2,3]</sup>
Ge	1.3	864	103	202.6	196.70	0.86	1531	460.3	379.0	82.34	
Ga	0.05	42.3	5.09	10.2	200.39	0.4	47.4	28.6	13.8	48.25	30 <sup>[4]</sup>
Se	0.35	960	114.7	205.6	179.25	0.031	2.58	1.09	0.77	70.64	0.2 <sup>[4]</sup>
Cl	19.9	700	153.1	156.7	102.35	22.1	270	58.0	52.1	89.83	
I	< 4.2	16.9				0.13	50.8	26.0	14.7	56.54	
W	< 0.003	7.45				0.764	8.96	5.05	2.93	58.02	
F	< 30	< 30				< 15	< 15				
Br	< 30	< 30				< 15	< 15				
Sn	< 0.09	< 0.09				< 0.09	< 0.09				

## 2.2 元素分析

各地层岩石、土壤进行测试分析的项目为 Fe Al Ca Mg Mn Zn K Na 等 3 种元素的全量,土壤还测定其阳离子交换量,全部分析项目由广西区测试分析研究中心完成。

## 2.3 数据的处理和分析

同一地层有两个以上岩石、土壤样品时,元素含量采用平均值。利用数理统计方法,计算岩石与土壤元素含量的平均值、变异程度、相关性以及土壤元素的富集程度等,以阐明土壤的地质学特征

## 3 结果与讨论

### 3.1 元素含量水平及其变异

20 个地层岩石 (母质)、21 个地层土壤样品元素含量的平均值、最大值、最小值及其变异程度见表 1

由表可知,本区岩石中元素平均值大于  $\times 10^5 \mu\text{g/g}$  的有 Si Ca;  $\times 10^4 \mu\text{g/g}$  的有 Mg Fe Al;  $\times 10^3 \mu\text{g/g}$  的有 Na K;  $\times 10^2 \mu\text{g/g}$  的有 Ge Se Ba Cl Mn S N P;  $\times 10^1 \mu\text{g/g}$  的有 Co As B Cu Ni Cr Zn V Sr; 其余元素含量较低。土壤中元素平均含量在  $\times 10^5 \mu\text{g/g}$  以上的有 Al Si;  $\times 10^4 \mu\text{g/g}$  的有 Fe;  $\times 10^3 \mu\text{g/g}$  的有 N Ca Mg K;  $\times 10^2 \mu\text{g/g}$  的有 Cr Zn S Ba V Ge P Mn Na;  $\times 10^1 \mu\text{g/g}$  的有 Co I Ga B Cu Sr As Cl Ni; 其余元素含量较低。与世界土壤元素背景值<sup>[2-4]</sup>相比,隆安土壤中的 Fe Al Zn V As Se 高于世界土壤平均含量; Mn Cu B Mo Co Cr 处于世界土壤平均含量范围, Ga 略低于世界土壤均值; Si R K Na Ca Mg S 低于世界土壤元素背景值与我国土壤平均值<sup>[4]</sup>相比, Mn Zn 略高, Cu 接近,而 B Mo 较低; As 的土壤含量高于我国土壤临界含量, Cu 平均值低于我国土壤临界含量,但有部分地层高于临界含量<sup>[5]</sup>。

各元素含量的变异状况,从最大和最小值相差倍数看,相差 1000 倍以上的有岩石中的 W Se 和土壤中的 Ge; 相差 50 倍以上的有岩石中的 Ge Ga; 相差 100~50 倍以上的有岩石中的 Na Ba P B Al Si Ca K Fe Mg Cu 和土壤的 Ga Ca I 等元素; 见表 2 元素含量大于平均值的地层岩石元素组成

Table 2 Elements in the rock of stratum in which the contents of elements are above the average

地层岩石 Rock of stratum	元 素 组 成 Elements																	
ε	Fe	Al	Si	P	k	Na	Mg	Zn	Cu	S	B	Mo	Co	Cr	Ba	Ge	Se	
D <sub>11</sub>	Fe	Al	Si	K	Zn	Cu	B	Co	Ni	Cr	Ba	V						
D <sub>2y</sub>	Fe	Al	Si	N	K	Na	Mn	Zn	Cu	S	B	Mo	Co	Ni	Cr	Ba	V	As
D <sub>2d</sub>	Ca	Mg	Co	Cl														
D <sub>2l</sub> <sup>2</sup>	Ca																	
D <sub>3</sub>	Ca	Mg	S	As	Cl													
C <sub>1y</sub>	Ca	Cl																
C <sub>1d</sub>	Ca																	
C <sub>2</sub>	Ca	Mo																
C <sub>3</sub>	Ca	Se																
P <sub>1q</sub>	Ca	Sr	Ge	Ga														
P <sub>1m</sub>	Ca	Se																
P <sub>2</sub>	Fe	Al	Si	N	P	Na	Mn	Zn	S	B	Mo	Ni	Cr	Sr	As	Ga	Se	Cl
T <sub>11</sub>	N	Ca	Mn	Zn	Cu	S	Sr	As	Cl									
T <sub>1b</sub>	Ca	Mg	Cl															
T <sub>2-3p</sub> <sup>1</sup>	Fe	Al	Si	N	P	K	Na	Zn	Cu	B	Co	Ni	Cr	Ba	V	As	Ge	Ga
T <sub>2-3p</sub> <sup>2</sup>	Fe	Al	Si	N	P	K	Na	Mn	Zn	Cu	S	B	Co	Ni	Cr	Ba	V	
T <sub>2-3p</sub> <sup>3</sup>	Fe	Al	Si	K	Na	Cu	B	Cr	Ba	V	Ge	Se	Cl					
N (第三系)	N	K	Ca	Sr														
Q <sub>p</sub>	Fe	Al	Si	N	P	Zn	Cu	B	Mo	Co	Ni	Cr	V	As	Ge	Ga		

差 10~100 倍的有岩石中的 Ni Co Zn Cr As Cl Mo S V Mn Sr 和土壤中的 Na W Cl N Sr K Cr Ba P Mo As S Mn Se 等元素; 岩石中的 N 和土壤中的 Si Fe Al B V Co Ni Cu Mg Zn 等元素相差倍数较小。从变异系数看, 大于 100% 的有岩石中 Fe Al Si 等 21 个元素和土壤的 Ca Mn S; 岩石中所有元素含量的变异系数均大于 50%, 土壤中有 20 种元素含量变异系数大于 50%。从以上二项结果看, 岩石元素含量的变化程度普遍大于土壤元素; Ge Ga Ca S 等元素在岩石、土壤中的变化均较大; Fe Al Si 等元素在岩石中变化大, 在土壤中的变化较小, B V Cu Mg 等也表现类似的情况。

3.2 不同地层岩石、土壤的元素组成

在 20 个地层中, 元素含量水平大于平均值的地层岩石及元素组成见表 2

由表可知, ε、D<sub>2y</sub>、P<sub>3</sub>、T<sub>2-3p</sub><sup>1</sup>、T<sub>2-3p</sub><sup>2</sup>、Q<sub>p</sub> 等地层母岩(质)中元素含量相对丰富, 而 D<sub>2d</sub>、D<sub>2l</sub>、D<sub>3</sub>、C<sub>1y</sub>、C<sub>1d</sub>、C<sub>3</sub>、C<sub>3</sub>、P<sub>1q</sub>、P<sub>1m</sub>、T<sub>1b</sub> 以及 N 等地层岩石元素含量相对贫乏。

2 个地层的土壤中, 元素含量大于平均值的地层土壤元素组成见表 3

表3 元素含量大于平均值的地层土壤元素组成

Table 3 Elements in the soil of stratum in which the contents of elements are above the average

地层土壤 Soil of stratum	元 素 组 成 Elements														
C	Si	N	K	Mg	Ba	Ga	Se	I							
D <sub>11</sub>	Si	K	Ba	Ge	Ga	I									
D <sub>2y</sub>	Si	N	K	B	Ba	Ga	Se	Cl							
D <sub>2d</sub>	Fe	P	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu	B	Mo	Co	Ni	Cr	V	Ga	W
D <sub>212</sub>	Fe	Al	P	Cu	Mo	Sr	V	As	Ge	Se	W				
D <sub>3</sub>	Fe	Al	N	P	Mn	Zn	B	Mo	V	As	Ge	Ga	I	W	
C <sub>1y</sub>	Fe	Al	P	Zn	B	Mo	V	As	I	W					
C <sub>1d</sub>	Fe	Al	P	Zn	Cr	As	Se	W							
C <sub>2</sub>	Si	N	Ca	Mg	Mn	Zn	Co	Ni	I						
C <sub>5</sub>	Fe	Al	S	B	Mo	Cr	V	Ge	Ga	W					
P <sub>1q</sub>	Al	N	P	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu	S	Co	Ni	Cr	Sr	V	W
P <sub>1m</sub>	Fe	Al	P	Na	Zn	Cu	S	Mo	Co	Ni	Sr	V	As	Cl	W
P <sub>2</sub>	Al	Na	Mn	Zn	Cu	Co	Cr	Sr	V	As	Ga	Cl			
T <sub>11</sub>	Na	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu	S	Mo	Co	Cr	Sr	V	Ga	Se	
T <sub>1b</sub>	Fe	Al	Na	Zn	Cu	S	Co	Sr	Ba	V	As	Ge	Se	I	W
T <sub>2-3p'</sub>	Fe	Si	K	Na	Mg	Cu	Ni	Sr	Cl	I					
T <sub>2-3p<sup>2</sup></sub>	Si	K	Na	Mn	B	Sr	Ge	Ga	Se	Cl	I				
T <sub>2-3p<sup>3</sup></sub>	Si	K	Na	Sr	Ba	Ge	Ga	Cl	I						
N (第三系)	Si														
Q <sub>p</sub>	Fe	Al	P	Cu	B	Mo	V	As	Ga	Se	W				
Q <sub>h</sub>	Fe	Al	Si	P	K	B	Ba	Ge	W						

21个地层的土壤中，元素含量相对丰富的有D<sub>2d</sub>、D<sub>212</sub>、D<sub>3</sub>、P<sub>1q</sub>、P<sub>1m</sub>、T<sub>1b</sub>、T<sub>11</sub>等7个地层；其余地层部分元素较高，部分元素含量较低；只有N地层元素含量偏低，除Si外，均低于平均值。

### 3.3 岩石与土壤元素含量的关系

表4为各地层岩石及相应土壤元素含量相关分析的结果。

由表4可以看出，各地层土壤中元素含量与岩石元素含量之间多数相关不显著，仅Si、K、Sr、Ba、Cl等元素达到0.05以上显著正相关，P、V为0.10水平显著负相关。在成土过程中，有的元素富集如Fe、Al、Si等，而有的元素淋失如Ca等。

### 3.4 土壤元素的富集特征

由表5可知，在成土过程中，绝大多数元素在成土过程中表现富集，尤以W、Ga、Ge、Fe、Al、Mn、Si、Cu富集程度高，仅有Ca、Se、Cl表现淋失，Sr、Mg、Co相对稳定。而不同地层元素的富集状况变化极大。

### 3.5 不同地层土壤化学特征

#### 3.5.1 离子吸附能力及酸碱性

各地层母岩(质)发育的土壤粘土矿物组成不同，因而土壤的阳离子吸附能力也有差异。21个地层土壤CEC平均为16.90 cmol(+)/kg，其中P<sub>0</sub>最大，

表4 岩石与土壤元素含量相关系数

Table 4 Correlation coefficient of element between rock and soil

元 素 Element	相关系数 Correlation coefficients	元 素 Element	相关系数 Correlation coefficients
Fe	-0.3166	Ni	-0.1736
Al	-0.2659	Cr	-0.0595
Si	0.6814*	Sr	0.5511*
N	-0.3254	Ba	0.8834*
P	-0.4259 <sup>△</sup>	V	-0.4292 <sup>△</sup>
K	0.7499*	As	-0.0573
Na	0.2642	Ge	0.0669
Ca	0.2961	Ga	0.2346
Mg	0.2411	Se	-0.1514
Mn	0.0120	Cl	0.7570*
Zn	-0.2410	I	/
Cu	-0.3280	W	/
S	-0.0280	F	/
B	-0.0635	Br	/
Mo	-0.2029	Sn	/
Co	-0.2293		

\* 显著,  $P < 0.05$  Significant at  $P < 0.05$ ; \*\* 显著,  $P < 0.01$  Significant at  $P < 0.01$ ; <sup>△</sup>显著  $P < 0.1$ , Significant at  $P < 0.1$



达 38.5 cmol (+) /kg, T<sub>2-3p</sub>, C<sub>3</sub>, D<sub>2d</sub>, C<sub>1</sub> 的 CEC 值也较大, T<sub>2-3p</sub>, N, T<sub>2-3p</sub><sup>2</sup> 地层土壤的 CEC 值较小 (表 6) 本区各地层的土壤呈现酸性至碱性 (pH 值为 4.5~ 8.5), 而以微酸至中性土壤较多。

表 6 土壤化学性状及岩石、土壤 Ni/Co 比值

Table 6 Chemical properties of soils and Ni/Co ratios of rocks and soils

地层 Stratum	阳离子代 换量 CEC cmol(+ ) /kg	pH	Ni/Co	
			岩石 Rock	土壤 Soil
C <sub>1</sub>	20.02	4.5~ 6.0	1.99	4.80
D <sub>11</sub>	12.66	6.5~ 7.5	3.24	5.29
D <sub>2y</sub>	16.99	7.0~ 8.5	3.15	4.47
D <sub>2d</sub>	21.96	6.5~ 8.0	1.46	5.49
D <sub>21</sub> <sup>2</sup>	11.04	6.5~ 8.5	1.49	5.08
D <sub>3</sub>	13.74	6.0~ 8.5	1.86	3.53
C <sub>1y</sub>	13.85	7.0~ 8.0	5.92	9.56
C <sub>111</sub>	17.64	7.0~ 8.5	1.51	6.08
C <sub>2</sub>	24.13	6.5~ 8.5	1.41	6.47
C <sub>3</sub>	13.09	6.5~ 7.5	1.42	3.03
P <sub>1q</sub>	38.5	6.5	1.42	6.37
P <sub>1m</sub>	15.36	6.5	1.58	6.58
P <sub>2</sub>	9.59	7.0	3.70	5.72
T <sub>11</sub>	18.44	4.5~ 6.5	2.30	4.23
T <sub>1b</sub>	19.47	5.0~ 6.0	1.73	2.83
T <sub>2-3p</sub> <sup>1</sup>	26.15	6.0~ 8.5	2.71	6.67
T <sub>2-3p</sub> <sup>2</sup>	10.17	5.0~ 8.5	2.08	3.0
T <sub>2-3p</sub> <sup>3</sup>	8.44	6.0~ 8.0	2.20	4.32
N	9.85	7.5~ 8.5	1.39	4.48
Q <sub>p</sub>	16.45	5.0~ 6.5	5.43	7.79
Q <sub>b</sub>	17.31	6.0~ 6.5		4.49
平均 Mean	16.90		2.40	5.25

### 3.5.2 土壤与母岩 Ni/Co 分异

Xing 等<sup>[6]</sup>指出土壤中 Ni/Co 主要由成土母质所决定。从本区域母岩 (质) Ni/Co 比值看, 亦有与土壤相似的变化规律 (表 6), 两者 Ni/Co 比值相关系数为 0.6110, 大于  $\alpha = 0.0$  的临界值, 达到显著相关水平, 回归方程为  $\hat{y} = 3.3969 + 0.7887x$ 。因此, 可以认为, 土壤 Ni/Co 比值与所处地层母岩有显著正相关关系。

## 4 结论

桂西南隆安县 2 个地层的 20 个岩石 (母质) 和 21 个土壤的 3 种元素的自然含量, 分析结果表明, 不同地层岩石、土壤的元素丰度差异较大; 土壤元素含量与其母岩之间多数相关不显著, 绝大多数元素在成土过程中表现富集, 且不同地层元素富集状况差异很大, 土壤阳离子交换量 (CEC) 差异明显, 土壤 Ni/Co 分异与其母岩 (质) 之间存在显著正相关关系。

### 致谢

谢义林同志参加部分野外调查及采样工作, 谨致谢忱!

### 参考文献

- 1 童潜明, 杨慧敏. 地质学对土壤学的影响. 见: 周恩湘等主编: 土壤地质. 北京: 地质出版社, 1994. 264~ 270.
- 2 童潜明, 张建新主编. 湖南农业地质概论. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1994. 5~ 15.
- 3 中国科学院土壤背景值协作组. 北京、南京地区土壤中若干元素的自然背景值. 土壤学报, 1979, 16 (4): 322.
- 4 唐丽华, 徐俊祥, 朱其清等. 黄壤中元素的含量和分布. 土壤学报, 1983, 20 (2): 186~ 196.
- 5 夏增禄. 中国主要类型土壤若干重金属临界含量和环境容量区域分异的影响. 土壤学报, 1994, 31 (2): 161~ 169.
- 6 Xing Guangxi, Hou Wenhua, Yang Wengxing. Ratios of Closely Related Elements in Soil and Their Implications. Pedosphere, 1991, 1 (4): 333~ 343.

(责任编辑: 蒋汉明)