

老挝南部安东花岗闪长岩砖红土型风化壳分带及微量元素地球化学特征

杨社锋^{1,2}, 方维萱^{1,2}, 胡瑞忠¹, 王思德², 韦寿贤²

(1. 中国科学院地球化学研究所矿床地球化学重点实验室, 贵阳 550002;

2. 北京东南亚资源科技有限公司, 北京 100012; 3. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

[摘要]在热带雨林特殊生态景观中和湿热气候条件下, 老挝南部阿速波省(Attapeu)安东地区(Antoum)二叠纪花岗闪长岩形成了发育完整的砖红土型风化壳, 该风化壳剖面分带明显, 最下部为蚀变花岗闪长岩(基岩), 往上依次为半风化蚀变花岗闪长岩→高岭石残积层带→砖红土带→森林表土带。测试了采集于红土型风化壳剖面不同分带样品的20种微量元素含量, 微量元素可划分出6种变化模式, 其中最明显的为Cu、Mo、As、Bi、Au等在高岭土风化带上部显著富集。认为在今后土壤地球化学普查和详查中, 经过加大采样深度, 采用固定相态提取法或部分提取法可能是强化地球化学异常、探测深部找矿信息的有效途径。

[关键词]老挝阿速波省 砖红土型风化壳 花岗闪长岩 微量元素

[中图分类号]P632; P588.12 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2006)05-0046-06

0 引言

东南亚地区热带雨林主要分布在北纬16°~南纬20°、东经95°~105°之间, 在老挝、越南、缅甸和菲律宾等国家分布较广。由于热带雨林特殊景观区进入难度大, 需要开拓研究快速高效的地质勘查新方法技术, 如遥感生物地球化学等。但地球化学勘查新方法技术研究必须在充分研究景观地球化学特征的基础上开展, 目前关于热带雨林生态景观区特殊景观地球化学研究不够深入, 尤其是关于热带季风气候下花岗类岩石厚层风化壳及其分带规律、特征和微量元素地球化学变化规律研究十分欠缺, 对于今后开展热带雨林特殊景观区地球化学勘查的方法选择、采样和分析测试方案制订带来很大困难。

老挝阿速波省(Attapeu)安东(Antoum)地区为典型热带雨林生态景观区, 在热带季风型气候及热带雨林表生地球化学作用下, 各类母岩经过彻底风化形成了典型砖红土型风化壳。其中, 在老挝阿速波省安东地区发育完整的与花岗闪长岩有关的砖红土型风化壳。文章试图从老挝与花岗闪长岩有关的

砖红土型风化壳分带特征及其微量元素变化特征研究, 解剖与花岗闪长岩有关的砖红土型风化壳中微量元素地球化学变化规律, 为今后开展热带雨林特殊景观区地球化学勘查新方法技术试验研究奠定基础。

老挝为中南半岛唯一的内陆国家, 属典型的热带季风型气候^[1-4], 面积(23.14~23.7)万km², 人口568万^[5]。老挝最初的地质调查工作开始于1898年, 由法国中南半岛地质队进行^[3,6-7]; 在1950—1975年间, 联合国、法国、英国、日本、加拿大等先后进行过一些矿产勘查计划; 1975年老挝人民民主共和国成立后, 联合国、前苏联、捷克斯洛伐克、保加利亚、越南曾给予老挝技术援助, 获得了一些地质调查成果^[3,6]; 1993—1996年, 美国与老挝政府联合, 对老挝万象省(Vientiane)、沙耶武里省(Sayaboury)和琅勃拉邦省(Louangphrabang)部分地区进行了地质工作, 并提交了成果报告^[7]; 目前澳大利亚两家公司分别在老挝赛松奔特区(Xaisomboun)、沙湾拿吉省(Savannakhet)进行着矿产地质工作; 1989年老挝开放外国投资后, 我国开始介入老挝矿

[收稿日期]2005-11-18; **[修订日期]**2006-04-17; **[责任编辑]**曲丽莉。

[基金项目]中国科学院地球化学研究所矿床地球化学重点实验室基金、财政部中央专项“老挝中南部铜多金属矿产前期概查与选区”与北京东南亚资源科技有限公司联合资助。

[第一作者简介]杨社锋(1971年—), 男, 1993年毕业于西安科技大学, 获学士学位, 在读博士生, 工程师, 现主要从事境外矿产勘查及表生地球化学研究工作。

产勘查开发及其他行业。总体上看,老挝地质研究程度不高^[3,8-10],到2004年,老挝1:20万区域地质图覆盖面积不到全国的30%,主要集中在中部地区。在湿热气候条件下,老挝南部阿速波省花岗岩类、玄武岩等岩石已经形成砖红土型风化壳,但目前关于老挝热带雨林景观下各类岩石的风化壳研究几乎为空白,文章选择老挝东南部阿速波省(Attapeu)热带雨林地貌下二叠纪花岗闪长岩风化壳进行地球化学研究,解剖分析热带雨林特殊景观中花岗闪长岩典型风化壳剖面微量元素地球化学变化规律和特征,探索花岗闪长岩风化过程对土壤的生态环境地球化学制约,为老挝南部地区农业地球化学规划和资源开发提供科学依据。

1 阿速波省安东地区花岗岩地质概况

1.1 老挝地质及花岗岩类分布概况

东南亚板块起源于早古生代冈瓦纳大陆的北缘向北漂移过程中,到早石炭世时,华南和印支微地块沿着红河缝合线拼接形成东亚大陆。老挝位于东南亚板块之内,其分界为奠边府(Dienbienphu)—琅勃拉邦(Louangphrabang)—难府(Nan)和黑水河(Song Ma)两个板块缝合带,即位于板块稳定区与活动带交接地带^[11-14]。岩浆侵入和火山活动沿深大断裂及岛弧带发育,岩浆活动期次较多,从加里东期到喜马拉雅期,酸性、中性、基性—超基性岩浆侵位及强烈的火山活动分布广泛,尤其集中在巴莱(Pak-lay)—琅勃拉邦(Louangphrabang)、桑怒(Xam Nua)、长山(Xayphou)和赛公河(Xe Kong)等地。其中,印支期—海西期花岗岩分布较广,它们是印支期造山运动的直接产物,海西期花岗岩、花岗闪长岩和二长岩等主要分布在昆嵩、长山(Xayphou)、琅勃拉邦、北礼、会晒等地;印支期花岗岩及中性岩主要分布在桑怒、公河、会晒、马江等地;在老挝中部他曲市西北出露二叠纪花岗岩、花岗闪长岩^[3,7,11-14]。

研究区阿速波省安东地区侵入岩主要为海西期和印支期花岗岩和花岗闪长岩,它们大部分沿着赛格曼河(Xekaman)和赛休河(Xe Xou)流域出露,主要呈岩株和岩基形态产出。

1.2 阿速波省地质地理特征

1992—2000年,联合国发展计划署(UNDP)曾4次在该地区进行过地质调查,调查重点为区域地球化学勘查,得到一些地层信息,但没有涉及热带风化壳研究。阿速波地区地层从元古宇到第四系都有出露;前寒武纪黑云母片麻岩和片岩分布在阿速波

赛格曼河(Xekaman)流域中部;奥陶—志留纪千枚岩、千枚状石英岩和板岩出露在赛休河(Xe Xou)内;晚古生代泥岩、石灰岩和砂岩称班帕(Ban Paam)建造出露在西北部。整个阿速波地区构造线总体趋势为NW向,断层较发育。印支期花岗闪长岩及其印支期后花岗斑岩、英安斑岩、石英斑岩、花岗岩等侵入到前寒武系中;在阿速波省东部片麻岩中,粗粒黑云母二长花岗岩分布面积超过115km²,时代可能为早三叠世;在花岗岩岩体的西边发现三叠纪凝灰质火山岩。

老挝全境位于北回归线以南,阿速波省位于老挝南部北纬14°20′~15°20′之间。气候属热带季风型,气温终年较高,降雨充沛,全年形成干季和雨季两大季节。每年从5月到10月上旬,西南季风携带的温暖气流从太平洋吹向大陆,形成雨季;从10月中旬到翌年3月,东北季风从大陆吹向海洋,形成干季。干、雨季之间前后有短暂过渡期转换风向,降雨情况也表现为前后两个季节间过渡现象,每年降雨量90%集中在雨季。安东地区植被为典型热带季风雨林类型,植被繁茂且覆盖度高达99%以上,为中南半岛降雨量最多地区之一。年平均降雨量3742.5mm,年平均气温20.1℃,年平均降雨日138d,年平均相对湿度60%~83%^[2]。安东地区属山区地貌,东北部最高峰海拔高度1692m。当地河流侵蚀面海拔高度100m左右,除6号公路和18号公路两边位于较平坦地带外,大部分都位于海拔高度200m以上。热带季风气候造成安东地区岩石风化强烈,形成红土型风化壳。研究区属典型的热带雨林特殊景观,可进入性差,主干交通是森林简易便道,多数地区依靠河流水上摩托艇运输,这种景观障碍给研究区矿产资源勘查和景观生态环境调查带来很大困难。

2 安东地区花岗闪长岩风化壳特征

老挝砖红土主要分布在波罗芬(Boloven)高原上,红土主要分布在波罗芬高原南坡和川圹高原(Xiengkhuang)的平原上,在安东地区地表并未见到红土分布的报道^[2],文章研究的砖红土型风化壳是首次修建公路过程中揭露的风化壳剖面。

风化壳分为4个主要类型^[15]:①岩屑型风化壳;②硅铝—硫酸盐型风化壳及硅铝—碳酸盐型风化壳;③高岭石型风化壳;④砖红土型风化壳,这种风化壳类型主要受气候特征和生态环境控制。在老挝南部阿速波省安东地区,花岗闪长岩的风化壳从

下到上分带十分明显,最下部为蚀变花岗闪长岩(基岩),往上依次为半风化蚀变花岗闪长岩→高岭石残积层带→砖红土带→森林表土带,具有典型砖红土型风化壳特点(图1)。从对比上看,在上述采样点东部大约5km处(6号公路边),粗粒黑云母二长花岗岩上发育较完整的红土型风化壳,从新鲜母岩表面向上厚度大约有8m。而在该地区西北部大约620km的老挝中北部赛松奔特区(Xaisomboun)花岗岩仅出现高岭土型风化壳特点。从空间和物质成分上看,研究区风化壳具有如下分带特征:①高岭石残积层带厚度超过14m,从下往上组成物质的变化规律为:灰白色高岭土(80%)+褐黄土壤(20%)→白色高岭土(70%)+斑杂状黄褐红色红土(30%)→白色高岭土(55%)+斑杂状黄褐色-赤红色残积红土(45%)等,从下往上颜色逐渐变深,铁质含量逐渐增加,白色高岭土含量逐渐减少;②红土-砖红土带厚度大约6m,从下往上组成物质的变化规律为:黄褐色-赤红色残积红土→黄褐色-浅褐黄色高岭土残斑(25%)→赤红色残积红土,从下向上颜色从黄褐色逐渐变化为赤红色。总体上看,高岭石含量从下向上呈现逐渐减少趋势,红土含量出现逐渐增加现象;③由于森林表土带在热带雨林强烈淋滤下,正地形上形成铝矾土。可以看出,老挝

阿速波省安东地区花岗闪长岩在风化壳演化过程中,首先形成高岭石型风化壳,随着时间推移,高岭石型风化壳逐渐演化为红土型风化壳,而红土表层在该地区特定气候和植被条件下继续演化形成颜色较浅的森林表土;森林表土发育,说明在酸性环境中红土中铁元素会出现淋滤。

3 样品采集及分析

3.1 样品采集

研究区印支期花岗闪长岩出露在阿速波省省会阿速波市向东大约45km处,具体位置为18号公路与6号公路交叉处东4.5km。在路边地势较高处利用挖掘机剥土,露出新鲜蚀变花岗闪长岩风化壳剖面(表1),为风化壳剖面采样提供了良好条件。从下往上共采集了LR25和LR116~LR121等7件样品。采样处采用手持式GPS(eTrex Venture型号)定位,坐标为北纬14°49'56.1"、东经107°15'50.1",标高216m。

表1 老挝阿速波省安东地区花岗闪长岩风化壳剖面采样描述

序号	样号	深度/m	物质组成
1	LR121	0.5	土黄色土壤
2	LR120	5	赤红色残积红土
3	LR119	8	黄褐色-赤红色残积红土+黄褐色-浅褐黄色高岭土残斑(25%)
4	LR118	10	斑杂状黄褐色-赤红色残积红土(45%)+白色高岭土(55%)
5	LR117	13	斑杂状黄褐红色红土(30%)+白色高岭土(70%)
6	LR116	15	灰白色高岭土(80%)+褐黄土壤(20%)
7	LR25	21	弱蚀变花岗闪长岩

LR25为弱蚀变中粗粒花岗闪长岩,花岗结构,块状构造;暗色矿物含量15%~20%,主要为黑云母和角闪石,大部分已蚀变为绿泥石;石英含量15%±,呈粗粒;斜长石含量40%~50%,多已蚀变为绿帘石。LR116含少量石英颗粒,已经难以辨认母岩花岗闪长岩的结构。LR117红土团块占30%。LR118红土团块增加,占45%。LR119含20%~25%高岭土残块,其他基本为红土。LR120肉眼已不见高岭土残块。LR121为森林土壤。其他有关样品形态描述及采样深度见表1。

3.2 样品加工与分析

所有样品均在桂林矿产地质研究院测试中心加工至-200目并进行分析。共测定了20种微量元素;Au采用化学光谱法,用PGS II两米平面光栅摄

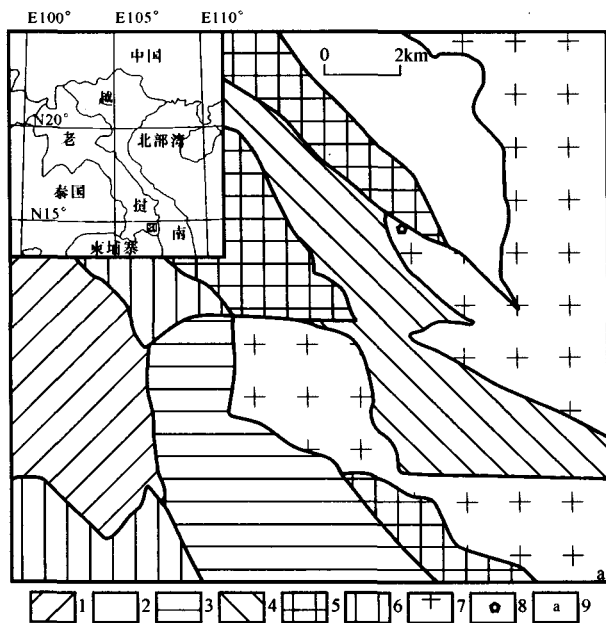


图1 老挝阿速波省安东地区地质简图

1—早二叠世—早三叠世火山凝灰岩;2—早泥盆世—早石炭世灰岩;3—早寒武世—早志留世中等变质泥岩;4—片麻岩;5—绿泥石片岩;6—千枚岩;7—花岗闪长岩;8—采样位置;9—简图所在位置

谱仪测定;Cu、Pb、Mn、Cr、Ni、Mo、Sn、V、Ag、Ti、Zn、Co、B、Ba采用90-750 II直读光谱仪测定;W采用JP-2示波极谱仪分析;As、Sb、Bi、Hg采用AFS2202e双道原子荧光光度计测定。样品分析结果见表2。

表2 老挝阿速波省安东地区花岗闪长岩风化壳剖面微量元素含量分析结果 $\omega_B/10^{-6}$

样号	LR121	LR120	LR119	LR118	LR117	LR116	LR25
Cu	30.8	52.9	49.8	89	105.7	23.9	9.6
Pb	16.6	25.8	12.1	30.7	25	25.1	30
W	3.5	3.8	3.5	3.5	2.9	1.5	1.5
Mn	262	243	339	127	91	35	919
Cr	31.3	32.7	39	30.6	17.4	13.9	25
Ni	13.8	13.6	10.5	10	9	5.5	9.2
Mo	0.93	1.18	0.76	3.83	2.11	0.36	0.42
Sn	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3	1.6	1.6
V	211.6	305.9	249.7	314.5	250.1	140.4	170.1
Ag	0.025	0.021	0.021	0.037	0.021	0.021	0.056
Ti	4915	5683	5471	4244	5777	3568	2386
Zn	59	50	49	59	56	45	76
Co	9.5	5	7.5	11.4	6.9	7.3	15.6
B	18.7	25.1	13.9	8.2	8.3	7.1	8.1
Ba	461	536	511	502	495	544	381
As	4.36	5.36	3.76	8.56	5.68	2.45	0.81
Sb	0.73	1.13	1.02	1.11	0.64	0.33	0.34
Bi	0.2	0.23	0.16	0.53	0.52	0.14	0.22
Hg	0.053	0.039	0.018	0.053	0.04	0.028	0.013
Au/10 ⁻⁹	3.19	2.24	1.75	3.66	5.21	1.71	0.7

测试单位:桂林矿产地质研究院测试中心,2005。

4 风化壳微量元素地球化学特征

在研究区花岗闪长岩风化壳剖面中,几乎每一种微量元素都不同程度地发生了分散富集变化。图2采用了不同元素在风化壳剖面中的含量与深度直接对比方法,直观地反映了微量元素的分散富集规律。从图2看,在热带雨林特殊生态景观中和湿热气候条件下,微量元素含量都随风化壳深度和分带不同发生了变化,可区别出以下6种变化模式:

1) 在森林表土中富集。Mn、Ni、Ag、Zn、Co、Hg、Au等含量在森林表土中与紧邻其下砖红土比较,有不同程度富集现象。

2) 在森林表土中贫化。Cu、Pb、W、Cr、V、Ti、B、Ba、As、Sb、Bi等含量在森林表土中与紧邻其下砖红土比较,有不同程度贫化现象。

以上地球化学特征暗示今后土壤地球化学普查需要加大采样深度,才能有效避免表生富集作用影响。

3) 在高岭石风化带中富集,这种趋势最为明

显。Cu、Mo、As、Bi、Au等在高岭土风化带上部显著富集,这可能与溶液向下运移过程中元素被黏土矿物吸附或和黏土矿物发生化学反应,形成难溶矿物有关。如在表生环境中,Cu²⁺、Cu⁺(或硫酸铜溶液等)遇到高岭石等黏土矿物或硅酸,可产生硅孔雀石、透视石、铜多水高岭石、铜质蒙脱石等^[16]。暗示经过加大采样深度,采用固定相态提取法或部分提取法可以有效强化地球化学异常,探测深部找矿信息。

4) 从下往上总体出现富集现象。W、Ni、Sn、B、Sb等总体变化趋势为从下往上出现富集,暗示这些元素在表生地球化学作用下,具有向风化壳上部富集规律,W和Sn可能与重砂矿物残余富集作用有关,Ni可能在该过程中形成一些表生矿物造成Ni发生富集。

5) 在表土中贫化。Pb、Mn、Ag、Zn、Co等元素含量与基岩相比较,含量明显减小,反映了在风化过程中,这几种元素出现贫化特征。

6) 一般认为的某些不活泼元素含量变化明显。W、Ti在风化壳剖面上部属于不活泼元素,但在此风化壳上部出现较明显迁移和富集现象,造成部分含钨和含钛矿物出现富集。

5 讨论与结论

老挝阿速波省安东地区花岗闪长岩形成了典型的砖红土型风化壳及其明显不同的分带特征,最下部为蚀变花岗闪长岩(基岩),往上依次为半风化蚀变花岗闪长岩→高岭石残积层带→砖红土带→森林表土带,这种分带现象清晰地反映了在热带季风型气候条件下,随风化壳深度和分化时间不同,砖红土型风化壳及其明显不同的分带特征反映了不同的表生演化阶段及其风化壳发育过程。高岭石带反映了碱金属和碱土金属淋滤,红土带进一步反映了硅铝淋滤现象,而黄褐色表土反映了在酸性环境下,红土中铁元素会被部分淋滤流失掉,这与我国同类岩石和红土形成过程中元素表生地球化学变化规律有一定差别^[17-20],与我国东北地区森林沼泽景观表生地球化学变化规律差别较大^[21-24]。

在热带雨林特殊生态景观中和湿热气候条件下,风化壳剖面中20种微量元素大体可划分出6种变化模式,其中最明显的为Cu、Mo、As、Bi、Au等在高岭土风化带上部显著富集,这可能与淋溶过程中这些元素易被黏土矿物吸附,或能与黏土矿物出现化学反应形成难溶矿物有关:一般认为的不活泼元

素如 W 和 Ti 等表现出明显的地球化学残余富集趋势,可能与热带雨林特殊生态景观有密切关系。这些认识对今后老挝热带雨林特殊生态景观中地球化学勘查方法选择和样品采集、分析测试方案制订有

重要的启示价值。在土壤地球化学普查和详查中,经过加大采样深度,采用固定相态提取法或部分提取法可能是强化地球化学异常、探测深部找矿信息的有效途径。

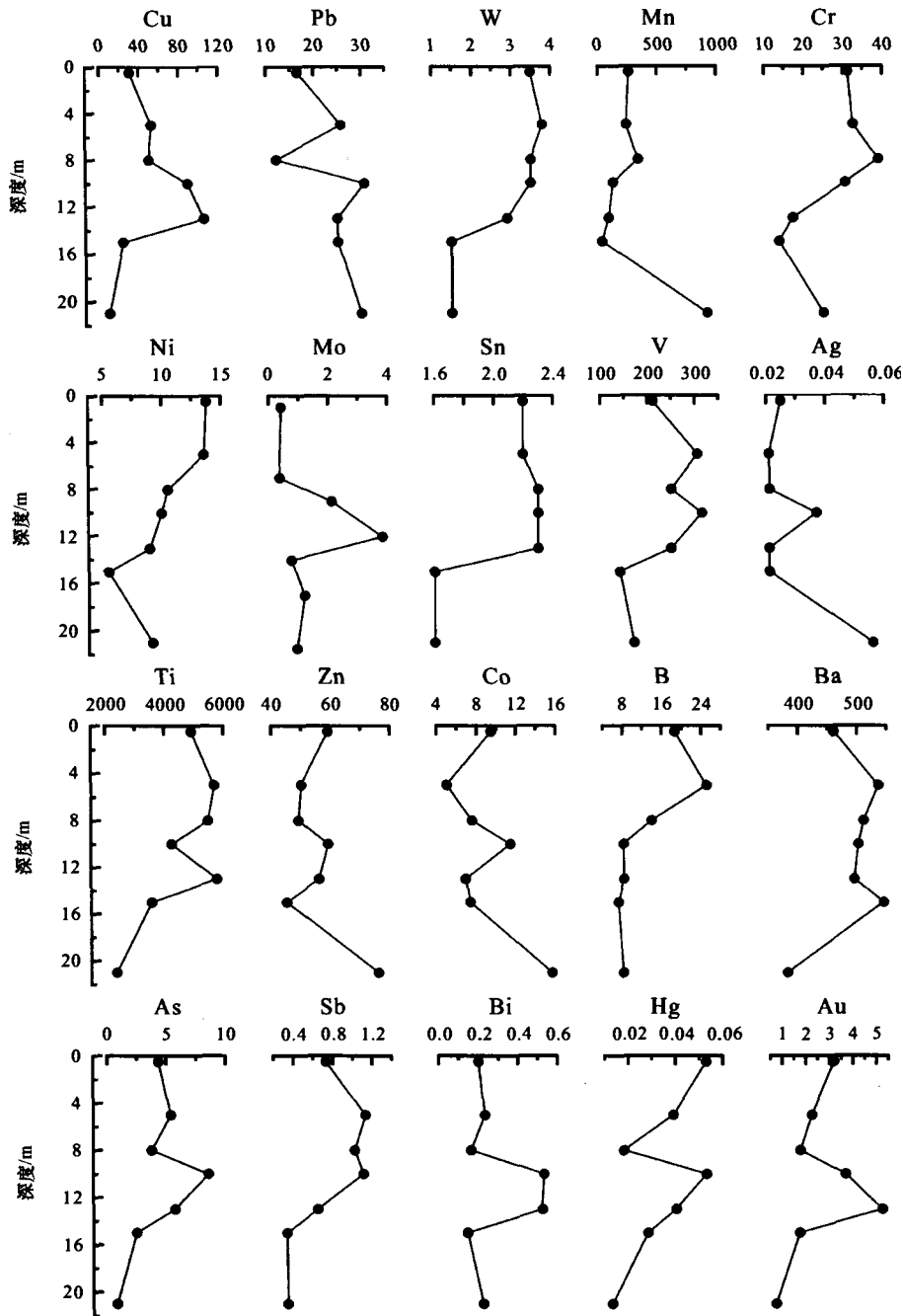


图2 老挝阿速波省安东花岗闪长岩风化壳中微量元素随深度变化趋势图
(元素含量单位: Au/10⁻⁹, 其他元素/10⁻⁶)

[参考文献]

[1] 总参谋部测绘局. 世界地图集[M]. 北京:总参谋部测绘局出版社, 1974.
 [2] 中国科学院地理所外国地理研究室. 老挝地理[M]. 北京:中国科学院地理所, 1977.
 [3] 张金生, 田宝华. 老挝[M]. 北京:当代世界出版社, 2002.
 [4] Statistics Division, ESCAP. Asia - Pacific in Figures 2004[M]. United Nations, 2004, 25.
 [5] Phan Cu Tien, Le Dzuy Bach. Geology of Kampuchea, Laos and Vietnam[M]. Institute for Information or Mines and Geology (Ha-

- noi), 1989.
- [7] Davies S W, Williamson S L. Newmont Viengkham Limited [R]. Vientiane, Lao PDR, 1989.
- [8] 杨勤生. 老挝与泰国北部地质考察报告[J]. 云南地质科技情报, 1993(2): 12-23.
- [9] 唐世荣. 老挝矿产资源概况[J]. 云南地质, 1994, 13(4): 392-395.
- [10] 袁晓军, 邱祖林. 老挝龙佛拉邦省帕奔地区金矿地质考察记[J]. 江苏地矿信息, 1999(2): 62-63.
- [11] Lao P D R. Geological and Mineral Occurrence Map: 1:100 000 [R]. British Geological Survey and Department of Geology and Mines, 1990.
- [12] 李方夏. 东南亚地质矿产与矿业经济[M]. 昆明: 云南省地质矿产局, 1995.
- [13] Pow - foong Fan. Accreted terranes and mineral deposits of Indochina [J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2000(18): 343-350.
- [14] Metcalfe I. Permian tectonic framework and palaeogeography of SE Asia [J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2002(20): 551-566.
- [15] 张虎才. 元素表生地球化学特征及理论基础[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1997: 244-277.
- [16] 胡受奚, 周顺之, 刘孝美, 等. 矿床学(下册)[M]. 北京: 地质出版社, 1983: 12-47.
- [17] 徐义芳, 朱照宇, 文高国, 等. 雷州半岛南部若干红土剖面的地球化学与成土环境研究[J]. 地球化学, 2000, 29(4): 402-409.
- [18] 杨元根, 刘丛强, 袁可能, 等. 南方红土形成过程及其稀土元素地球化学[J]. 第四纪研究, 2000, 20(5): 169-181.
- [19] 张丽萍, 朱大奎, 杨达源. 长江三峡坝区花岗岩风化壳化学元素迁移特征[J]. 地理学报, 2001, 56(5): 515-522.
- [20] 陈世益, 周芳, 何学锋. 中国南方新生代主要岩类的红土化进程[J]. 中国有色金属学报, 2004, 4(3): 1-5.
- [21] 金浚, 丁汝福, 陈伟民. 森林沼泽景观元素存在形式及化探方法研究[J]. 地质与勘探, 2002, 38(4): 50-55.
- [22] 金浚, 陈伟民. 有色地质部门勘查地球化学理论与技术创新成果综述[J]. 地质与勘探, 2005, 41(6): 55-61.
- [23] 陈伟民, 金浚, 丁汝福, 等. 森林沼泽景观中大比例尺化探方法效果. 地质与勘探, 2005, 41(6): 84-87.
- [24] 丁汝福, 金浚, 陈伟民, 等. 森林沼泽景观元素次生分散富集特征. 地质与勘探, 2005, 41(6): 80-83.

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF TRACE ELEMENTS IN LATERITIC REGOLITH PROFILE OF GRANODIORITE IN ANTOUM AREA, LAO PDR

YANG She - feng^{1,2}, FANG Wei - xuan^{1,2}, HU Rui - zhong¹, Wang Si - de², WEI Shou - xian²

(1. Key Laboratory of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002;

2. Beijing Southeast Asia Mineral Resources Sci - Tech Co. Ltd, Beijing 100012;

3. Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039)

Abstract: A perfect profile of lateritic regolith of the Permian granodiorite has been well developed in Antoum area of Attapeu Province, Lao PDR, owing to typically tropical monsoon in the rainforest ecosystem. The profile has obvious zoning characteristics which, from the bottom to the top, have altered granodiorite in the lowest profile, partly weathered altered granodiorite, kaolinitic residual zone, lateritic soil zone, and finally forest topsoil zone. Based on samples collected from the profile and analysis of 20 trace elements, six regular patterns of trace element distributions can be recognized, of which Cu, Mo, As, Bi and Au are observably enriched in the upper part of kaolinitic residual zone. It was suggested that fixed phase - extracted or partly phase - extracted methods and deep sampling may be employed for soil geochemical survey in the future so as to enlarge geochemical anomaly and find exploration information in the depth.

Key words: lateritic regolith, granodiorite, trace element, Attapeu province, Lao PDR