葛江洪,王英凯,张旭,等.黑龙江省特殊景观区化探土壤样品中钼的相态分析方法及应用[J]. 岩矿测试,2019,38(2):222 – 227. GE Jiang – hong, WANG Ying – kai, ZHANG Xu, et al. Phase State Analysis Method and Application of Molybdenum in Soil Samples of Special Landscape Exploration in Heilongjiang Province[J]. Rock and Mineral Analysis,2019,38(2):222 – 227.

[DOI: 10.15898/j. cnki. 11 – 2131/td. 201611100206]

黑龙江省特殊景观区化探土壤样品中钼的相态分析方法及应用

葛江洪, 王英凯, 张旭, 葛艳梅

(黑龙江省地质矿产测试应用研究所,黑龙江哈尔滨150036)

摘要: 多年来通过化探扫面的全量异常分析结果发现的矿床并不多,在表生条件下,不同的元素随着区域景观条件的不同,其迁移、沉积规律以及元素原始的赋存状态也不同,化探分析给出元素的全量分析结果并不能完全准确地反映成矿情况,因而元素的存在形式和存在状态对于判断是否是成矿异常至关重要。本文建立了黑龙江地质景观特点的化探土壤样品中钼的相态分析方法,将钼的相态分为五相:水提取相、弱有机结合相、氧化物结合相、铁结合相、残渣相。采用 ICP - MS 测定钼元素各相态的检出限分别为:水提取相 0.0011µg/g,弱有机结合相 0.020µg/g,氧化物结合相 0.100µg/g,铁结合相 0.100µg/g,残渣相 0.100µg/g。利用该方法分析了黑龙江某地有钼全量异常的样品,结果表明钼主要以铁结合相存在,属脉型产状,符合钼 矿床的类型之一,研究结果提高了利用化探异常找矿的准确性。

关键词: 化探土壤; 钼; 相态分析; 电感耦合等离子体质谱法; 成矿异常

要点:

(1) 通过化探分析元素全量异常发现矿的几率不高,研究元素的物相和形态有助于判断成矿异常的可能性。

(2) 建立了黑龙江省化探异常元素钼的相态分析方法,应用 ICP - MS 获得较准确的各个相态组成。

(3) 利用黑龙江省某地区的化探样品进行试验,钼的相态分析结果与钼矿床的成矿类型相吻合。

中图分类号: S151.93; 0614.612 文献标识码: B

目前化探工作已成为地质找矿的重要手段之一,通常的区域化探中是分析多个元素的全量,根据 全量作背景和异常的地球化学图。但是,经过全量 的化探异常图圈定的异常,一般经进一步工作验证 后,有相当一部分未找到矿。如何准确地圈定矿致 异常,有必要对异常元素进行相态分析,利用矿物相 的含量制作地球化学图,其地质意义比全量异常更 有实际应用价值,可以对众多的地球化学异常进行 筛选,更加准确地确定靶区,有效避免不必要的工作 投入,节约人力和物力。实际上,化探分析给出元素 的全量分析结果并不能完全准确地反映成矿情况, 元素的存在形式和存在状态对判断是否是成矿异常 至关重要。如在 Cu、Pb、Zn 的化探异常评价时,当 它们的硫化物相和氧化物相是主要占比时,在 Cu、 Pb、Zn的异常区很容易找到矿化。Ni和 Co的异常也有类此情况,当存在 Ni、Co的全量地球化学异常,大部分是由超基性岩引起的,只有 Ni、Co 以硫化态存在时才有可能找到矿化。因此,对区域化探异常元素进行相态分析,对于提高找矿的准确度、精准找矿是十分必要的^[1-3]。

相态分析是化学物相分析和元素状态分析的结 合,20世纪80年代我国的化学物相分析发展很快。 90年代以后,在化学物相分析方法研究和应用方面 都有所突破。但在相态分析的基础理论研究方面仍 有很大的不足,各相态溶剂的选择几乎完全通过大 量的实验来实现。相态分析和物相分析在分相浸取 上存在着同样的问题^[4]。本文参考了前人在相态 和形态方面的研究成果,结合黑龙江省的地质景观

收稿日期: 2016-11-11;修回日期: 2018-07-27;接受日期: 2018-12-10

基金项目:黑龙江省国土资源厅科研项目"黑龙江省化探土壤中重点金属元素相态分析方法研究"(SDK2008-026) 作者简介: 葛江洪,硕士,实验测试高级工程师,主要从事地质样品分析测试工作。E-mail:gjh777@163.com。

条件,根据相态分析方法在地质研究中的应用,将化 探土壤中的钼划分了5个相态(水提取相、弱有机 结合相、氧化物结合相、铁结合相、残渣相),重点对 各相态浸取条件的实验结果进行对比和优化,最终 确定了浸取剂的种类、浓度、浸取时间等实验条件。 利用电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)的高灵敏 度、更低的检出限进行各相态的测定,各相态的分析 结果比前人检测方法更加稳定、准确,为确定研究区 成矿信息提供了依据^[5-8]。

1 实验部分

1.1 实验样品

实验样品共选择 5 件,是黑龙江省土壤二级标 准样品(GRD 系列),各样品中的钼含量从接近地壳 背景值到 $20\mu g/g$ 左右,分别为:HT -1(钼20.75 $\mu g/g$)、HT -2(钼3.41 $\mu g/g$)、HT -4(钼5.46 $\mu g/g$)、 HT -6(钼3.68 $\mu g/g$)、HT -7(钼9.67 $\mu g/g$)。

同时选择5件土壤国家一级标准物质 GBW07401、GBW07405、GBW07406、GBW07407、 GBW07429作为稳定性试验样品。

1.2 测量仪器和主要试剂

X-Series II 电感耦合等离子体质谱仪(美国 ThermoFisher 公司),仪器工作条件列于表1。

表1 电感耦合等离子体质谱仪工作条件

Table 1 Working conditions of the ICP - MS instrument

工作参数	设定值	工作参数	设定值
ICP 功率	1250W	跳峰	3 点/质量
冷却气流量	13.0L/min	停留时间	20ms/点
辅助气流量	1.05L/min	扫描次数	40 次
雾化气流量	0.82L/min	测量时间	35s
取样锥孔径	1.0mm	截取锥孔径	0.7mm

钼标准储备液:由单个标准溶液(100μg/mL) 逐级稀释而得,介质为2%的硝酸。

调谐液:浓度为 10ng/mL,包含 Li、Co、In、U 等 代表性元素,介质为 2% 的硝酸。

内标溶液:Rh 含量为 10ng/mL,由单个标准溶 液(100μg/mL)逐级稀释而得,介质为 2% 的硝酸。

焦磷酸钠、碳酸钠、氨水均为分析纯;盐酸、硝酸、高氯酸均为优级纯;氢氟酸为分析纯。

纯水(电导率 > 18M Ω・cm)。

1.3 钼元素各相态的提取方法

 1.3.1 浸取溶剂选择实验 参考国内外相态研究成果并结合黑龙江省化探 样品的实际情况,基于浸取剂使用较普遍、空白低的 原则,综合了多种相态分析方法所使用的浸取剂,确 定了钼各相态的浸取剂:水提取相选择蒸馏水,弱有 机结合相选择焦磷酸钠溶液,氧化物结合相选择氨 水,铁结合相选择盐酸。残渣相和全量的分解方法 都是采用混合酸溶矿^[9-11]。

1.3.2 浸取剂种类、浓度和浸取时间实验

水提取相:以蒸馏水为浸取剂,浸取物的浓度为 0.57μg/g,浸取时间分别为0.5、1、2、3h进行试验, 在2~3h内浸取率几乎没有变化,故选择水提取相 的浸取时间为2h。

弱有机结合相:以焦磷酸钠为浸取剂,浸取物的 浓度为1.90μg/g,浸取剂的浓度分别为0.05、0.1、 0.15、0.2mol/L,浸取时间分别为1、2、3、4h 进行试 验。相同时间内0.05mol/L浸取剂的浸取率较其他 三个浓度偏低,其他三个浓度在2~4h 持平,故选择 浸取剂浓度为0.1mol/L,浸取时间为2h。

氧化物结合相:以氨水为浸取剂,浸取物的浓度 为8.37µg/g,浸取剂的浓度分别为40%、60%、 80%、100%,浸取时间分别为0.5、1、2、3、4h进行试 验。氨水在2h以后浸取率几乎不变,其他三个浓度 在3h以后浸取率还在上升,故选择以氨水为浸取 剂,浸取时间为2h。

铁结合相:以盐酸为浸取剂,浸取物的浓度为 5.66μg/g,浸取剂的浓度分别为 10%、20%、30%、 40%、50%,浸取时间分别为 5、10、15、20、25min 进 行试验。50%的盐酸在 15min 以后浸取率几乎不 变,其他四个浓度在 25min 时才达到 50% 盐酸 15min 的浸取率,故选择浸取剂浓度为 50% 盐酸,浸 取时间为 15min。

残渣相:用硝酸、高氯酸、氢氟酸分解试样,稀王 水复溶,定容,放置澄清。待测。

1.4 钼元素各相态含量测定方法

(1)水提取相:称取样品 1.0000g 于 250mL 离 心杯中,准确加入 25.00mL 蒸馏水(煮沸、冷却、调 节 pH = 7),摇匀,于振速为 200r/min 的振荡器上振 荡 2h,在离心机上以 4000r/min 离心 20min。将清 液用孔径为 0.45μm 滤膜过滤,滤液分取,用 ICP – MS测定钼的含量。

(2)弱有机结合相:在上述残渣中准确加入0.1 mol/L 焦磷酸钠溶液 25mL,摇匀,盖上盖子,于振速为 200r/min 的振荡器上振荡 3h。取下,放置 2h,除 去盖子,在离心机上以 4000r/min 离心 20min。将清 液倒入 25mL 塑料比色管中,分取 10mL 清液于

50mL 烧杯中,加 5mL 硝酸和 1.5mL 高氯酸,于控温 电热板待高氯酸白烟近尽。取下,加入盐酸溶解盐 类,定容于 10mL 比色管中,摇匀。用 ICP – MS 测定 钼的含量。

(3)氧化物结合相:在上述残渣中准确加入 100mL浓氨水,盖上盖子,沸水浴2h。取下冷却,除 去盖子,在离心机上以4000r/min离心20min。将清 液稀释后用ICP-MS测定钼的含量。

(4)铁结合相:将上述残渣转入原烧杯中,准确 加入 50% 的盐酸 50mL,盖上盖子,沸水浴浸取 15min。取下除去盖子。用中速滤纸过滤,留下残 渣。滤液定容至 100mL,稀释后用 ICP – MS 测定钼 的含量。

(5)残渣相:将上述残渣转入 20mL 瓷坩埚中, 在电热板上干燥,在 400~500℃灼烧 30min。将残 渣磨细、称重,计算校正系数。称取 0.1000g 残渣于 聚四氟乙烯坩埚中,加入 6mL 盐酸、2mL 硝酸、5mL 氢氟酸和 2mL 高氯酸,于电热板上加热蒸至高氯酸 白烟冒尽,冷却。加 20% 的王水 10mL 提取,溶解盐 类,冷却,定容至 25mL 比色管中,摇匀。稀释 10 倍,用 ICP – MS 测定钼的含量。

(6)全量:同(5)残渣相的分析手续。

2 钼相态分析方法参数及应用

2.1 方法精密度和检出限

选择的 5 个土壤国家一级标准物质,按本文的 分相方法进行测定,用平行 12 次分析的数据计算得 到钼元素各相态的方法精密度(RSD,表 2),能够满 足规范全量钼分析方法的精密度要求,小于 3 倍检 出限的精密度小于 40%,大于 3 倍检出限的精密度 小于 25%。

采用钼各相态的浸取剂作为测定各相态检出限

表 2 钼相态分析方法的精密度

Table 2	Precision	tests	of	the	method	for	Mo	phase	analysis	
---------	-----------	-------	----	-----	--------	-----	----	-------	----------	--

标准物质 编号	RSD(%)											
	水提取相	弱有机 结合相	氧化物 结合相	铁结合相	残渣相							
GBW07401	8.19	4.76	7.92	3.03	8.12							
GBW07405	17.27	5.76	9.91	1.96	4.18							
GBW07406	13.28	5.39	7.91	6.13	3.90							
GBW07407	17.02	9.96	8.03	5.64	9.85							
GBW07429	40.07	8.22	8.01	3.67	4.30							

的试剂,在 ICP – MS 上连续测定 12 次,计算 12 次 测定结果的标准偏差,以3 倍标准偏差作为分析方 法检出限。钼的各相态都得到了较低的检出限 (0.0011~0.100μg/g,表3)。

表3 钼相态分析方法的检出限

Table 3 Detection limits of the method for Mo phase analysis

钼元素相态	标准偏差 (μg/g)	方法检出限 (μg/g)				
水提取相	0.0004	0.0011				
弱有机结合相	0.007	0.020				
氧化物结合相	0.033	0.100				
铁结合相	0.033	0.100				
残渣相	0.033	0.100				
全量	0.033	0.098				

2.2 钼元素相态分析方法验证

2.2.1 土壤试验样品

在本项目组已完成的黑龙江省某地多金属矿普 查项目的副样中选择的试验样品,全量钼有异常显 示的土壤样品 38 件,钼全量在 5.95~242μg/g 之 间。按本文的 5 个分相进行了钼相态分析,每个样 品都是进行 3 份分析,统计双份分析结果不超差的 数据的平均值见表 4,计算加和与全量的误差满足 《地质矿产实验室测试时质量管理规范》(DZ/T 0130—2006)的相关要求。由表 4 中的数据可见,不 同相态在总量中的占比不同而且相差很大,占比由小 到大依次是:水提取相、弱有机结合相、残渣相、氧化 物结合相、铁结合相。

2.2.2 黑龙江省景观区实际样品

对黑龙江省某景观区化探土壤样品中钼的相态 分析数据(表4)进行统计,计算钼各相态的含量占 钼总量的比例。其中水提取相占全量的1.5%~ 16.7%,弱有机结合相占全量的0.61%~20.40%, 氧化物结合相占全量的3.0%~24.4%,铁结合相 占全量的47.2%~95%,残渣相占全量的1.18%~ 8.57%。从占比数据可以看出,钼各相态占钼总量 的比例差别很大,其中水提取相、弱有机结合相、氧 化物结合相、铁结合相的占比依次增大。铁结合相 占总钼量的50%以上,个别样品占比达到95%。水 提取相的占比很小,此类样品可以不分析水提取相, 表明该地区样品的钼主要存在于铁结合相中。

利用钼各相态的数值与钼全量的比值,绘制了 各相态地球化学图(图1),该图直观地反映出钼各

表 4 黑龙江省某地土壤试验样品钼的相态分析结果

Table 4 Analytical results of Mo phase in soil samples of Helongjiang Province

	钼各相态的含量(μg/g)						钼各相态的含量(μg/g)								
样品 编号	水提 取相	弱有机 结合相	氧化物 结合相	铁结合相	残渣相	加和	全量	样品 编号	水提 取相	弱有机 结合相	氧化物 结合相	铁结合相	残渣相	加和	全量
1	0.010	0.41	0.83	4.02	0.51	5.78	5.95	20	0.007	2.32	3.74	8.05	0.47	14.6	13.7
2	0.020	1.70	2.15	13.9	0.97	18.8	17.4	21	0.005	1.48	2.68	4.90	0.38	9.44	8.70
3	0.019	1.75	2.98	27.0	0.91	32.7	29.0	22	0.007	2.06	3.61	5.29	0.29	11.3	10.1
4	0.025	1.02	1.92	34.3	0.97	38.3	33.9	23	0.003	0.84	1.44	15.8	0.52	18.6	21.0
5	0.018	0.92	4.18	46.8	1.04	52.9	46.1	24	0.009	1.93	4.30	118	1.70	125	134
6	0.023	1.25	2.32	86.2	1.93	91.7	79.3	25	0.014	0.88	2.12	32.8	0.83	36.6	43.5
7	0.032	1.09	2.12	102	1.95	107	92.6	26	0.007	0.77	1.16	5.32	0.59	7.84	6.79
8	0.065	1.76	3.34	94.7	1.42	101	86.0	27	0.011	7.59	11.1	33.8	1.10	53.6	61.9
9	0.023	0.76	1.49	46.2	0.66	49.1	42.5	28	0.010	2.53	3.55	30.2	1.19	37.5	41.7
10	0.62	14.1	27.8	209	2.60	254	220	29	0.012	4.55	6.86	32.5	1.66	45.6	53.4
11	2.14	31.1	51.6	196	2.42	283	242	30	0.004	4.29	7.24	39.5	1.09	52.1	57.0
12	1.96	28.6	40.8	123	1.57	196	167	31	0.013	14.9	32.7	25.3	2.17	75.1	87.9
13	0.008	0.26	0.84	17.0	0.43	18.5	16.8	32	0.008	1.39	1.71	3.91	0.84	7.86	9.32
14	0.036	0.98	3.02	86.0	0.96	91.0	77.5	33	0.014	0.86	2.17	2.99	0.28	6.32	6.02
15	0.059	0.90	3.16	155	1.50	160	148	34	0.015	0.88	2.40	2.82	0.45	6.57	5.97
16	0.016	0.46	1.02	20.7	0.31	22.5	19.3	35	0.014	1.13	2.38	9.86	1.29	14.7	16.3
17	0.008	0.21	0.43	8.00	0.32	8.97	8.72	36	0.011	0.26	0.61	3.31	0.99	5.18	5.90
18	0.011	0.19	0.28	5.22	0.23	5.93	5.55	37	0.005	3.11	3.80	9.75	2.22	18.9	22.9
19	0.006	1.72	3.27	9.43	0.39	14.8	16.0	38	0.013	1.66	2.15	6.75	2.38	13.0	14.4



图1 钼各相态含量与钼全量的比值成图

Fig. 1 Diagrams of the ratio of the Mo phase to total Mo: (a) water extraction phase, (b) weak organic binding phase, (c) oxide bonding phase, (d) Fe - bonding phase, (e) residue phase, (f) total Mo

相态含量及其与钼全量的关系,各相态的数据稳定、 可靠,各相态加和与全量之间的误差均满足区域化 探样品对全量分析误差的要求。从相态分析数据和 比值图上来看,钼全量异常值的主要来源是铁结合 相。经进一步勘查,此地已经圈出几百吨钼的储量, 钼矿床主要类型有斑岩型钼矿、砂卡岩型钼矿、脉型 钼矿床等,该矿属于脉型钼矿,主要矿物是铁钼华和 辉钼矿。即通过相态分析数据可以明确全量异常主 要来自于哪种矿物,是否符合钼的成矿类型,为确定 钼矿的类型提供了数据支撑。

3 结论

黑龙江省特殊景观区土壤的有机质含量较高, 土壤被水冲刷不彻底,这类土壤容易吸附一些游离 的离子和化合物。本文根据该区土壤的特点,保留 传统的氧化物结合相、铁结合相和残渣相,增加了水 提取相和弱有机结合相,建立了含有机质土壤中钼 的5个相态分析流程。在研究过程中着重对钼各相 态浸取剂的条件开展了大量试验,所选择的浸取剂 都是综合考虑了浸取率、空白值、基体干扰等因素, 确定的浸取条件均是最佳化选择。本相态分析方法 操作比较简单,影响因素易于控制,得到的分相结果 相对准确,能够定量地提供各相态含量以及占全量 的比例,提高了利用化探异常找矿的准确性,也有助 于判断成矿类型和成矿机理。

4 参考文献

[1] 刘崇民,胡树起,马声明,等.成矿元素相态对地球化
 学异常的作用[J].物探与化探,2013,37(6):
 1049-1055.

Liu C M, Hu S Q, Ma S M, et al. Phase behavior of geochemical anomaly of ore – forming elements [J]. Geophysics and Geochemistry, 2013, 37(6):1049–1055.

[2] 龚美菱.相态分析与地质找矿(第一版)[M].北京: 地质出版社,1994.

> Gong M L. Phase Analysis and Geological Prospecting (First Edition) [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1994.

[3] 迟永坤,张鹰. 相态研究在化探异常评价中的应用
 [J]. 地质与资源,2003,12(1):48-53.
 Chi Y K, Zhang Y. Application of phase state study in

geochemical anomaly evaluation [J]. Geology and Resources, 2003, 12(1):48 - 53.

[4] 周天泽.无机微量元素形态分析方法学简介[J].分析

试验室,1991,10(3):44-50.

Zhou T Z. Inorganic trace element morphology analysis methodology introduction [J]. Chinese Journal of Analysis Laboratory, 1991, 10(3): 44-50.

[5] 王亚平,黄毅,王苏明,等.土壤和水系沉积物中元素的化学形态及其顺序提取法[J].地质通报,2005,24
 (8):728-733.
 Wang Y P, Huang Y, Wang S M, et al. Chemical

morphology and sequential extraction of elements in soil and water sediments [J]. Geological Bulletin of China, 2005,24(8):728-733.

- [6] 赵伟,王玉林,钟莅湘,等. 土壤样品中贵金属活动态 提取技术[J]. 岩矿测试,2016,35(2):212-216.
 Zhao W, Wang Y L, Zhong L X, et al. Precious metal forms in soil sample extraction [J]. Rock and Mineral Analysis,2016,35(2):212-216.
- [7] 刘红艳,张瑞鹏,刘淑芹,等. 金川铜镍矿区土壤多元 素相态分析方法[J]. 实验室研究与探索,2013,32
 (9):28-33.
 Liu H Y, Zhang R P, Liu S Q, et al. Method of phase analysis of soil elements in Jinchuan copper - nickel mine[J]. Laboratory Research and Exploration,2013,32
 (9):28-33.
- [8] 黄宝贵,张志勇,杨林,等.中国化学物相分析研究的新成就(下)[J].中国无机分析化学,2011,1(3):8-15.
 Huang B G,Zhang Z Y,Yang L, et al. Achievements of study on chemical phase analysis in China (II) [J]. Chinese Journal of Inorganic Analytical Chemistry,2011, 1(3):8-15.
- [9] 许俊蕾,张晓娟,邱海鸥,等.铅锌矿中硫的相态分析
 [J].分析试验室,2014,33(4):404-407.
 Xu J L,Zhang X J,Qiu H O,et al. Phase state analysis of sulphur in lead and zinc mine[J]. Analysis Laboratory, 2014,33(4):404-407.
- [10] 刘文彧,祁士江,陆继龙,等.甘肃阳山金矿安坝矿段 土壤中金的相态分析[J].世界地理,2014,33(1): 112-118.
 Liu W Y,Qi S J,Lu J L, et al. Phase analysis on Au in the soil of Anba ore block, Yangshan gold deposit, Gansu Province [J]. World Geography, 2014, 33 (1): 112-118.
- [11] 胡一珠,邓天龙,胡志中,等. 土壤样品中汞的形态分析研究进展[J]. 广东微量元素科学,2010,17(11): 19-21.
 Hu Y Z, Deng T L, Hu Z Z, et al. Research progress on

Hu Y Z, Deng T L, Hu Z Z, et al. Research progress on speciation analysis of mercury in soil samples [J]. Guangdong Microelement Science, 2010, 17(11):19-21.

Phase State Analysis Method and Application of Molybdenum in Soil Samples of Special Landscape Exploration in Heilongjiang Province

GE Jiang - hong, WANG Ying - kai, ZHANG Xu, GE Yan - mei

(Institute of Geological and Mineral Testing in Heilongjiang Province, Haerbin 150036, China)

HIGHLIGHTS

- (1) The probability of finding total element anomaly is not very high. It is helpful to study the physical phase and morphology of element to determine the possibility of total element anomaly.
- (2) The phase analysis method of the molybdenum element of geochemical anomaly in Heilongjiang Province was established, and the analytical results of each phase were obtained by ICP MS.
- (3) The test was carried out using a chemical sample from a certain area of Heilongjiang Province. The results of phase state analysis of molybdenum agree with the metallogenic types of molybdenum deposits.

ABSTRACT

BACKGROUND: Over the years, the total anomaly analysis results of geochemical exploration have found that there are not many deposits. Under the conditions of epigenetic conditions, different elements have different migration and deposition laws and primitive occurrence states. The geochemical analysis gives the full analysis of the elements cannot accurately reflect the mineralization anomalies situation. Therefore, the existence form and existence state of the elements are crucial for judging whether it is a metallogenic anomaly.

OBJECTIVES: This paper establishes the phase analysis method of molybdenum in geochemical soil samples from the characteristics of Heilongjiang geological landscape.

METHODS: The phase states of molybdenum are divided into five phases: water extraction phase, weak organic binding phase, oxide binding phase, Fe – binding phase, and residue phase. The detection limits of molybdenum phases determined by ICP – MS are: water extraction phase 0.0011µg/g, weak organic binding phase 0.020µg/g, oxide binding phase 0.100µg/g, Fe – binding phase 0.100µg/g, the residue phase is 0.100µg/g.

RESULTS: The method was used to analyze the samples with molybdenum anomaly in a certain part of Heilongjiang Province. The results showed that molybdenum was mainly composed of Fe – binding phase, which belonged to the vein type and conformed to one of the types of molybdenum deposits.

CONCLUSIONS: The method improves the accuracy of prospecting using geochemical anomalies.

KEY WORDS: chemical exploration of the soil; molybdenum; phase analysis; Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry; mineralization anomalies