
马达加斯加共和国 23702、23324、 28668、28608 矿区铌钽铀矿预查报告

项目实施单位：广东省物料实验检测中心

广东省地质局七〇四地质大队

项目参与单位：广东省地质局七〇五地质大队

报告编写日期：二〇一三年一月

马达加斯加共和国 23702、23324、 28668、28608 矿区铌钽铀矿预查报告

委托单位：中非资源控股有限公司

主编单位		广东省地质局七〇四地质大队	
编写时间		二〇一三年一月	
编写人	地质矿产部分	莫 桥	
		陈郁明	
		郑会昌	
		何恩旺	
		胡家荣	
		苏奕县	
		罗家海	
	化探部分	欧阳述	
		韩 雪	
	物探部分	刘立军	
		庞志仁	
		刘秋云	
	水工环部分	朱 奋	
		唐成敏	
项目负责		卢少文	
审 核		黄 洪	
总工程师		黄 洪	
单位负责		罗策伟	

目 录

1	绪论	1
1.1	目的和任务	1
1.2	工作区位置、交通	1
1.3	自然地理与经济概况	3
1.4	以往地质工作程度	4
1.5	本次工作情况	4
2	区域地质	7
2.1	地层	7
2.2	构造	8
2.3	岩浆岩	8
2.4	变质岩	9
2.5	区域地球物理与地球化学特征	9
2.6	区域矿产	9
3	工作区地质	9
3.1	地层	9
3.2	构造	10
3.3	岩浆岩	13
3.4	变质作用	13
3.5	矿（化）体特征	14
4	1:1 万地面放射性伽玛测量异常	14
4.1	地面放射性伽玛测量工作方法及其目的	14
4.2	地面放射性伽玛场特征	15
5	1:1 万水系沉积物测量异常	17

5.1	数据处理及异常下限的确定.....	17
5.2	水系沉积物各元素异常特征.....	17
5.3	异常解释评价.....	21
5.4	化探工作结论.....	22
5.5	建议.....	22
6	矿区水文地质、工程地质、环境地质条件	22
6.1	工作概况.....	22
6.2	水文地质条件.....	23
6.3	工程地质条件.....	25
6.4	环境地质条件.....	26
6.5	结语及建议.....	27
7	勘查工作方法 with 质量评述.....	27
7.1	勘查工作方法的选择.....	27
7.2	工作质量简述.....	28
8	工作区资源量预测.....	47
8.1	资源量预测的矿产指标及参数选择.....	47
8.2	资源量预测结果.....	47
9	结论与建议.....	48
9.1	结论.....	48
9.2	建议.....	48

附图目录

顺序号	图号	图名	比例尺
1	1	马达加斯加 23702、23324、28668、28604 矿区铌钽铀矿 区域地质图	1 : 100000
2	2	马达加斯加 23702、23324、28668、28604 矿区铌钽铀矿 地形地质图	1 : 25000
3	3	马达加斯加 23702、23324、28668、28604 矿区铌钽铀矿 地质矿产实际材料图	1 : 25000
4	4	马达加斯加矿区遥感地质解译图	1 : 25000
5	5	马达加斯加 23702、23324、28668、28604 矿区 Cu、Pb、 Zn、Nb、Ta、U、Au 元素综合异常图	1 : 25000
6	6	马达加斯加 23702、23324、28668、28604 矿区水系沉积 物测量采样点位图	1 : 25000
7	7	马达加斯加 23702、23324、28668、28604 矿区成矿远景区图	1 : 25000
8	8	马达加斯加安其拉贝地区伽玛异常晕图	1 : 25000
9	9	马达加斯加安其拉贝地区物探实际材料图	1 : 25000
10	10	马达加斯加安其拉贝地区伽玛等值线图	1 : 25000
11	11	马达加斯加 23702 矿区铌钽铀矿 TC1 素描图	1 : 100
12	11	马达加斯加 23702 矿区铌钽铀矿 TC2 素描图	1 : 100

附件目录

- 1、探矿证
- 2、资质证书

1 绪论

1.1 目的和任务

受中非资源控股有限公司委托，由广东省物料实验检测中心承接，与广东省地质局七〇四地质大队、七〇五地质大队等三个单位组建野外综合找矿项目组对马达加斯加共和国安琪拉贝市 23702 矿权、23324 矿权、28668 矿权和 28604 矿权的铌钽铀矿进行预查工作，工作任务如下：

（1）充分收集和分析已有的地质、物化探成果资料，研究控矿的地质条件和蚀变矿化规律。

（2）开展 1:2.5 万地质测量，调查区内已知的矿点、矿化体，了解区内地质、矿化特征及成矿地质条件，并与区内已知矿床进行类比，对区内成矿远景作出评价。

（3）通过 1:2.5 万的放射性地面 γ 测量和水系沉积物测量，圈定放射性能谱测量、水系沉积物测量的异常，圈出异常靶区。

（4）在全面开展野外调查的基础上，结合物化探工作成果，对出露的矿（化）体开展有限的工程揭露，初步圈定矿（化）体范围，大致了解矿（化）体沿深部的延伸变化特征，并估算预测资源量。

（5）主要实物工作量

- ① 1:2.5 万遥感地质解译 100 km²;
- ② 1:2.5 万地质填图 100 km²;
- ③ 1:2.5 万放射性地面 γ 测量 100 km²;
- ④ 1:2.5 万水系沉积物测量 100 km²。

1.2 工作区位置、交通

工作区（23702、23324、28668 和 28604 矿权）位于安琪拉贝市区中

心南北 245° 方向，直距约 38km 处，从安琪拉贝市至工作区，除安琪拉贝市区附近约有 12km 沥青路外，其余为土石简易路，里程约为 85km。首都塔那那利佛至安琪拉贝市有航班和公路相通，铁路为法国 20 世纪 60 年代前修建，因年久失修，已经基本停运。工作区内仅有少数乡村牛车路和步行小道，交通通行较困难（图 1）。



图1 工作区交通位置图

1.省界 2.首都 3.省会 4.地级市 5.铁路 6.公路 7.工作区位置

工作区包括四个探矿权（23702、23324、28668、28604 矿权）范围，面积共 100km²。各区面积及范围拐点坐标如下：

（1）23702 矿区面积 75 km²，拐点坐标：

A: X=682500, Y=410000; B: X=682500, Y=415000;

C: X=687500, Y=415000; D: X=687500, Y=420000;
E: X=685000, Y=420000; F: X=685000, Y=417500;
G: X=682500, Y=417500; H: X=682500, Y=420000;
I: X=685000, Y=420000; J: X=685000, Y=425000;
K: X=680000, Y=425000; L: X=680000, Y=412500;
M: X=677500, Y=412500; N: X=677500, Y=410000。

(2) 23324 矿区面积 12.5 km², 拐点坐标:

A: X=677500, Y=422500; B: X=677500, Y=425000;
C: X=672500, Y=425000; D: X=672500, Y=422500。

(3) 28668 矿区面积 6.25 km², 拐点坐标:

A: X=675000, Y=425000; B: X=675000, Y=427500;
C: X=672500, Y=427500; D: X=672500, Y=425000。

(4) 28604 矿区面积 6.25 km², 拐点坐标:

A: X=677500, Y=427500; B: X=677500, Y=430000;
C: X=675000, Y=430000; D: X=675000, Y=427500。

1.3 自然地理与经济概况

工作区地处高原, 区内高差不大, 海拔一般在 1400~1900m, 水系发育, 属热带高原气候, 温和凉爽, 年平均气温 24° C。每年 4 月至 11 月为旱季, 气候干旱少雨, 12 月至翌年 3 月份为雨季, 气候炎热湿润。植被主要为草本植物及生于低洼沟谷处的乔木。

农作物主要为水稻、玉米和木薯, 主要经济作物有咖啡、剑麻及花生等。人口稀少, 劳动力不足; 季节性河流密布, 水资源较为丰富; 能源匮乏, 除大中城市之外, 乡村无电力供应; 无线电话信号覆盖率十分有限, 离开大中城市基本无信号。

1.4 以往地质工作程度

(1) 20 世纪 60 年代，马达加斯加共和国完成 1:10 万区域地质调查工作。

(2) 2009 年 5~6 月，核工业北京地质研究院对工区进行野外踏勘，并提交了《2009 年 5~6 月赴马达加斯加共和国地质踏勘报告》。

(3) 2012 年 4~5 月，广东省物料实验检测中心对工区进行实地勘查，并提交了《马达加斯加共和国安琪拉贝铌钽铀矿勘查方案》。

1.5 本次工作情况

1.5.1 工作概况

按照项目工作方案的目的和任务要求，项目组人员于 2012 年 7 月 31 日开始进驻矿区，开始实施本项目野外工作。本次工作的重点是对多个民采铌钽铀矿点进行验证评价；开展 1 : 2.5 万的遥感地质解译、地质测量、放射性能谱测量、水系沉积物测量，及极少量地表工程。与地质特征相似的已知矿床进行类比，对区内地层、构造、岩浆岩等地质特征以及与成矿有关的矿化蚀变进行了综合研究。

在项目野外工作结束之前，由矿权业主组织野外工作质量检查验收小组，进行了野外工作检查。项目组按照检查小组的检查意见，对地质资料进行补充调查和收集完善。本项目野外地质工作于 2012 年 11 月 26 日结束，编写野外地质工作总结，野外验收获优秀等级。项目野外组 11 月 29 日撤离工作区回国，进行室内资料整理与综合研究编写报告。

1.5.2 完成主要实物工作量

本次预查按双方合同同意的《马达加斯加共和国安琪拉贝铌钽铀矿勘探方案》开展工作，至 2012 年 11 月底已完成项目的各项野外工作

任务，完成主要实物工作量详见表 1-1。

表 1-1 完成主要实物工作量一览表

工作内容	单 位	工 作 量		
		方案设计 工作量	实际完成 工作量	完成百分率 (%)
1 : 2.5 万地质测量	km ²	100	100	100
1 : 2.5 万遥感地质解译	km ²	100	100	100
1 : 2.5 万放射性地面γ 测量	km ²	100	100	100
1 : 2.5 万水系沉积物测量	km ²	100	100	100
槽探	m ³		78.63	
Ta 、 Nb、 U 基本分析样	个		39	
水系沉积物样	个		700	
外检分析样	个			
薄片鉴定样	个		30	

1.5.3 取得的主要成果

(1) 通过 1 : 2.5 万的遥感地质解译，大致圈定物性对比差别明显的各种地质体，初步了解其产状与分布。其中 23702 矿区解译出 6 条规模较大的北西向断裂带，地质调查证实各带均有伟晶岩或石英脉沿断裂裂隙充填，地表出露的伟晶岩已见铌钽矿化。四个探矿证共有 7 条断裂带。

(2) 通过野外工作，结合 1 : 10 万区域地质图资料（ 23324、28668 和 28604 矿权为相邻区块，与 23072 矿权相隔），基本确定 23072 矿权区范围为一个轴向北西的向斜构造，主要由前寒武纪变质地层 Vohibory 体系组成，核部为 Mboroposy 组片岩类与石英岩，两翼为 Maeratana 组片麻岩。核部地层内部发育北西走向的次级褶皱及断裂（带）。南东角有后期花岗岩体侵入 Mboroposy 组，切割北西向褶皱。

23324、28668 和 28604 矿权区，总体为枢纽走向北西的向斜构造，核部为前寒武纪变质地层 Vohibory 体系 Mboroposy 组大理岩，两翼为 Mboroposy 组的片岩类。北西部有后期花岗岩岩体侵入前寒武纪变质地层，与前述的花岗岩应为同一个岩体（椭圆状岩株），长轴呈北东向。

（3）大致了解区内构造主要为断裂，其次为褶皱。

断裂主要有北西向组，其次为北东向组和近东西向组。存在形式主要以后期岩脉充填为特征，岩脉除了伟晶岩脉以外，还有规模相对较小的石英脉。断裂（岩脉）主要分布于片岩类内部或片岩与石英岩北西向界线部位及其附近。在较大断裂（岩脉）两侧，往往发育规模不等的次级断裂或裂隙组。北东向断裂规模较小，局部表现为北东向节理裂隙带，切割北西向构造，为晚期构造。近东西向断裂规模最小。依据切割关系判别三组断裂的先后关系，大致为北西向——北东向——近东西方向。

褶皱主要为两个不同区的向斜构造，中间被后期北东向岩体截切，轴向北西的褶皱及其次级（北西向或北北西向）褶皱与北西向断裂应为同期构造。

（4）四个探矿证内发现含铌钽（铀）矿的断裂裂隙带伟晶岩型矿（化）体共 10 个，矿化主要地质体为伟晶岩。含铌钽矿伟晶岩脉带走向主要为北西向，基本与片岩片理或片岩与石英岩界面平行，其构造位置为向斜构造核部的断裂或次级褶皱的翼部。其他还有北东向、近东西向断裂（伟晶岩脉）含矿。

（5）对 23702 矿区 II 号含铌钽（铀）矿化伟晶岩脉带地表追索及施工 TC1 进行揭露，初步认为是北西向压扭性断裂的拐弯处，或后期可能经历了张扭性断裂，为储矿构造。II 号带除了充填伟晶岩脉之外，还有厚度规模相对较小的石英脉，厚度从几厘米至几十厘米不等。石英脉中

未发现明显的铌钽（铀）矿化。

（6）I、II、III号断裂带内及其附近多发育轴向北西的褶皱，初步认为与北西向断裂为同期构造，其他断裂带褶皱不太明显。在一定程度上，区内铌钽（铀）矿体产出的伟晶岩不但受断裂控制，也可能受褶皱控制。

（7）本次预查工作初步预测的资源量(334)：矿石量 3475 万吨， Nb_2O_5 76440 吨、 Ta_2O_5 12508 吨、U 17373 吨。

2 区域地质

23702、23324、28668 和 28604 探矿权区位于马达加斯加共和国中部。区域地层为前寒武纪结晶基底的 Graphite 体系和 Vohibory 体系构成。地层走向总体呈北西向，主要受到一系列轴向北西和北北西向的中—小型褶皱影响。

2.1 地层

2.1.1 Graphite 体系(G)

该套地层为变质地层，基本特征是石墨含量较高，变质程度较高，主要从中变质带云母片岩相到麻粒岩相，依据变质程度不同，岩性主要有：混合岩类、混合岩化花岗岩类、混合花岗岩类和片麻岩类。

2.1.2 Vohibory 体系(V)

以富含闪石建造及存在部分由玄武岩类转变的闪石为特征。

（1）Maeratana 组：本区域的 Maeratana 组主要出露片麻岩类。

（2）Mboroposy 组：为片岩—石英岩系列，主要由石英岩、云母石英片岩、石英云母片岩、云母片岩、角闪片岩、大理岩构成。

2.2 构造

2.2.1 褶皱

地层走向多呈北西向，主要受到一系列枢纽走向北西或北北西的中—小型褶皱影响。其中之一的复式向斜轴向北西，核部为 Vohibory 体系 Mboroposy 组的石英岩或片岩类，翼部为 Maeratana 组的片麻岩类。大部分褶皱被后期北东向断裂切割。

本次工作的四个探矿权区位于上述该区域北西向复式向斜的北东部次级向斜附近。

2.2.2 断裂

区内以北西向断裂为主，北东向断裂为次，少数近南北向断裂。北东向断裂切割北西向断裂。依据区域地质资料近南北向断裂应为最新的一组断裂。

2.3 岩浆岩

区内岩浆岩主要有两期，不明时代的混合花岗岩(my)和印支——燕山期钾长花岗岩(γ_5)。

(1) 混合花岗岩(my): 主要分布于该区域北部，为 Vorombolo 岩体，呈北北西走向的长条状较大岩株产出。北西部和南部有分散出现，均在本次工作范围以外。

(2) 钾长花岗岩(γ_5): 缺乏岩体测年资料，应为印支——燕山期岩浆侵入活动的产物，其代表岩体为 Faliarivo 岩体。Faliarivo 岩体位于中部，其形成主要受北东向断裂带控制有关，局部呈轴向北北东的长条状和北西向透镜状，可能沿早期断裂裂隙充填形成。

2.4 变质岩

本区变质岩主要为 Graphite 体系与 Vohibory 体系的区域变质岩和混合岩。区域变质岩为中高级变质产物，岩性有麻粒岩、大理岩、片岩类、石英岩等；混合岩主要为混合岩化作用形成的各种混合岩。

2.5 区域地球物理与地球化学特征

该地区从未开展过区域地球物理与区域地球化学工作。未获相关资料。

2.6 区域矿产

区域矿产较丰富，矿产有铌、钽、铀、碧玺、金、石墨和云母矿等，矿产以伟晶岩脉矿床为主，沉积——变质型矿床次之。

3 工作区地质

3.1 地层

四个矿权区内出露的地层有 Vohibory 体系(V) Maeratana 组的片麻岩；Mboroposy 组的大理岩、石英岩和云母石英片岩、石英云母片岩、云母片岩、二云母片岩等。

3.1.1 Maeratana 组片麻岩类

主要分布于 23702 矿区的北东部和南西角，岩性呈浅灰色到浅灰白色，花岗变晶结构，片麻状构造。局部有不同程度的混合岩化，混合岩化最强部位过渡为混合岩。偶见麻粒岩出现于片麻岩中。

3.1.2 Mboroposy 组大理岩

Mboroposy 组大理岩成分为白云石大理岩，占据 23324、28668、28604

等三个矿权区的 92%面积，岩性呈白色，粒状变晶结构，块状构造，局部发育半定向构造，主要有北西向和北东向构造面理，局部有糜棱线理和糜棱叶理。

3.1.3 Mboroposy 组片岩类

Mboroposy 组片岩类主要岩由云母石英片岩、石英云母片岩、云母片岩和二云母片岩构成，主要分布于 23702 矿区中部、23324 矿区西部，以及 28604 矿区北东角。在 23702 矿区范围内与石英岩相间分布，岩性主要呈浅灰色、浅灰褐色，鳞片（粒状）变晶结构，片状构造。偶见该组内出现角闪石岩夹层。

3.1.4 Mboroposy 组石英岩

该组石英岩主要分布于 23702 探矿权区中部、23324 探矿权区的西部、28604 探矿权区东北角。多呈厚层状，局部可见薄至中厚层状云母石英片岩夹于其中。在 23702 探矿区证内，呈北西走向的带条状展布，在 23702 区外发生褶皱转弯。岩性特征为浅灰色、浅灰带黄色、浅灰白色、白色，细粒变晶结构，块状构造或半定向——定向构造。

3.2 构造

本次工作的四个探矿权区位于区域轴向北西复式向斜的北东次级向斜部位。工作区内断裂构造和褶皱构造均十分发育。

3.2.1 褶皱

主要为向斜构造及其次一级的褶皱。23702 矿权区与相隔距离和另外三个较小矿权区（位于 23702 的南东部），两区总体均为一向斜构造，轴向北西。

23702 矿权区的向斜构造主要由前寒武纪变质地层 Vohibory 体系组

成，核部为 Mboroposy 组片岩类与石英岩，两翼为 Maeratana 组片麻岩。核部地层内部发育轴向北西的次级褶皱。

23324、28668 和 28604 矿权区的向斜构造，核部为前寒武纪变质地层 Vohibory 体系 Mboroposy 组大理岩，两翼为 Mboroposy 组的片岩类。

3.2.2 断裂和剪切带

四个矿区范围内断裂构造主要以北西向断裂和剪切带为主，次为北东向断裂，以及少数的北北东向断裂和近东西向断裂。

(1) 北西向断裂和剪切带

北西向断裂规模大，数量多，依据北西向断裂局部较密集成带分布的特点，共圈定 7 条断裂破碎带，编号为 I、II、III、IV、V、VI、VII。断裂破碎带内由多条断续相信邻平行分布，并沿走向方向断续出现，或以尖灭再现方式相连，最长为 IV 号带，长度超过 11km，由 23702 矿区北部至东部，延伸区外。7 个主要断裂破碎带是与本次工作区的铌钽（铀）矿化有关的构造，其特征如下：

I 号断裂破碎带：分布于 Mboroposy 组片岩类岩层中，走向 330°，倾向北东为主，倾角 50~65°，长约 2.75 km（贯穿矿区南北），水平宽约 0.6 km。力学性质属压扭性。

II 号断裂破碎带：分布于 Mboroposy 组石英岩（间夹多层片岩）岩层中，走向 310~330°，倾向北东为主，倾角 55~68°，长度大于 2.5 km（向南东延伸矿权区以外），水平宽约 1 km。力学性质属压扭性，并见两期（或以上）不同的压扭性构造迹象，可能早期为左旋剪切作用，后期为右旋剪切作用。

III 号断裂破碎带：分布于 Mboroposy 组片岩类岩层中，走向 295~300°，倾向北东为主，倾角 50~60°，长约 2.75 km（贯穿矿区东西），

水平宽约 0.3 km。力学性质属压扭性。

IV号断裂破碎带：分布于 Mboroposy 组石英岩和片岩类岩层界面两侧，走向由北部 330°，往南渐变，角度变小，至东部变为 280°，倾向北东为主，倾角 55~68°，长度超过 11km（贯穿矿区北，东部被晚期花岗岩体截切），水平宽约 0.6~1.5km。力学性质属压扭性。

V号断裂破碎带：分布于 Mboroposy 组石英岩和片岩类岩层界面两侧，走向由北部 330°，往南渐变，角度变小，至东部变为 280°，倾向北东为主，倾角 55~60°，长度北东边界超过 11km（贯穿矿区北，东部被晚期花岗岩体截切），南东边界仅约 3 km 明显，向南东追索为浮土掩盖，水平宽大于 0.6km。力学性质属压扭性。

VI号断裂破碎带：分布于 Mboroposy 组片岩类岩层中，走向 295°，倾向南西为主，倾角约 55°，长约 2.25 km，水平宽约 0.2 km。力学性质属压扭性。

以上 I 号~VI号断裂破碎带均分布在 23702 矿权区。

VII号断裂破碎带：分布于 28668 矿权区 Mboroposy 组大理岩类岩层中，走向 310°，倾向南西或北东，倾角约 65°，长大于 1.25 km（南部延伸至矿权区以外），水平宽约 0.3 km。力学性质属压扭性，以压性为主。

北西向剪切带在 II 号断裂带内特征最明显，水平宽约 30m，长度大于 2.5 km（向南东延伸矿权区以外），岩性主要为糜棱岩和构造片岩。其他地方局部出现糜棱岩化岩石，未见形成一定规模的剪切带。

（2）北东向断裂

是仅次于北西向断裂的一组断裂，全区均可观察到其切割北西向断裂。在 23702 矿权区南部至三个小矿权区均较发育，局部表现为北东向密集型节理或劈理。长度一般有数百 m。暂未发现该组断裂内或有关的

旁侧蚀变带有明显的铌钽（铀）矿脉。

（3）近东西向断裂

仅局部发育，规模不大，其中之一 F8 断裂（V8 矿化体的容矿断裂）走向 86°，倾向南或北，倾角约 65~68°，长度大于 300m，厚度不少于 4m，断裂充填含矿伟晶岩，矿化较强，其延深暂无工程控制。

除了以上三组断裂以外，另外还有北北西向小型断裂和近南北向断裂。北北西向小型断裂可能是北西向力学作用派生的产物。近南北向断裂最大的在 23702 矿权区的北部，由于浮土覆盖，性质不详。

区内断裂或裂隙除了部分北东向断裂或裂隙（可能有两期）之外，基本均充填伟晶岩脉或石英脉。北西向构造被北东向构造切割，据此初步判断北东向构造发育晚于北西向构造。近东西向断裂、近南北向断裂与其他断互不相干。各组断裂构造先后关系有待进一步工作查明。

3.3 岩浆岩

四区内仅 23702 与另三个探矿权区的连接非矿权区之间出露一个轴向北东的印支或燕山花岗岩体。岩性为黑云母花岗岩，局部发生混合岩化，变质程度不高，发生时间不详。

3.4 变质作用

工作区变质作用主要为区域变质作用，形成了中级变质程度的云母片岩——高级变质的麻粒岩相的一系列变质岩石。其次为广义的变质作用，即蚀变作用，如钾长石化、钠长石化、硅化、黄铁矿化等。

3.5 矿（化）体特征

依据地质测量、物化探成果综合研究，全区初步圈定铌钽（铀）矿化体共 10 个，主要分布于伟晶岩中，其中 7 个主要北西向断裂破碎带的伟晶岩内有 8 个，分别为 I 号带 1 个（V1）、II 号带 1 个（V2）、III 号带 1 个（V3）、IV 号带 1 个（V4）、V 号带 2 个（V5 和 V5）、VI 号带 1 个（V6）、VII 号带 1 个（V7，属 28668 矿权区）；另外 2 个，V8 矿化体分布在 23702 矿权区的近东西向断裂内，V10 分布于 28604 矿权区北东角的大理岩与片岩类界面附近（可能为顺地层界面的断裂，已被浮土覆盖）。各矿化体规模特征如下：

- （1）V1 矿化体：推测：长 725m，平均厚度 15 m，延深 130 m。
- （2）V2 矿化体：推测：长 650m，平均厚度 10m，延深 150 m。
- （3）V3 矿化体：推测：长 825m，平均厚度 30 m，延深 100 m。
- （4）V4 矿化体：推测：长 900m，平均厚度 45 m，延深 90 m。
- （5）V5 矿化体：推测：长 1050m，平均厚度 12 m，延深 120 m。
- （6）V6 矿化体：推测：长 350m，平均厚度 5 m，延深 80 m。
- （7）V7 矿化体：推测：长 500m，平均厚度 25 m，延深 110 m。
- （8）V8 矿化体：推测：长 775m，平均厚度 8 m，延深 90 m。
- （9）V9 矿化体：推测：长 325m，平均厚度 4 m，延深 70 m。
- （10）V10 矿化体：推测：长 450m，平均厚度 20 m，延深 50 m。

4 1:1 万地面放射性伽玛测量异常

4.1 地面放射性伽玛测量工作方法及目的

本工作区进行了 1:2.5 万地面放射性伽玛测量，工作目的是了解该区

内主要岩性的放射性分布特征及异常场与构造带的相互关系。采用上海申核 FD-3013 辐射仪，工作前都进行了仪器性能鉴定。1: 2.5 万地面放射性测量与地质同线路施测，采用自由路线法，线距 250m，点距 25~50m 标图点 125m。沿测线进行连续测量，仪器靠近地面左右摆动，沿 S 型前进，测点记录。

4.2 地面放射性伽玛场特征

4.2.1 矿区放射性强度的统计特征

23702 矿区内共记录了有效放射性测点 3213 个，23324、28668、28604 三个矿区共记录了有效放射性测点 923 个，按下列公式计算平均值 ($\bar{x}$)，均方差 (σ) 及变异系数 (cv)：

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$cv = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

不同地层岩石放射性伽玛强度计算结果详见表 4-1。

表 4-1 岩石放射性伽玛强度计算结果表

岩性	测点 数	伽玛强度 (ppm)				异常值 (ppm)	备注
		$\bar{x}$	一般强度	σ	cv		
脉石英	311	11.3	7~25	2.3	0.2	15	异常值下 限=平均值 +1.65 倍均 方差
石英岩	1379	9.8	5~28	2.8	0.28	15	
伟晶岩	98	11.8	7~25	2.7	0.22	17	
石英云母片岩	250	12.4	5~25	2.5	0.2	17	
片麻岩	102	12.6	9~21	2.1	0.16	16	
大理岩	267	10.8	8~20	2.2	0.2	15	
钾长花岗岩	39	32	12~46	8.3	0.25	46	
全区		12.8		4		20	

计算结果表明，各类岩石中钾长花岗岩伽玛强度为最高，片麻岩、石英云母片岩次之，最低是石英岩，但变异系数最大。

4.2.2 伽玛场分布特征

根据以下公式计算异常值外带、中带：

异常值外带=平均值+1.65 倍均方差

异常值中带=2 倍（平均值+1.65 倍均方差）

23702 矿区有效放射性记录点共 3213 个，23324、28668、28604 三个矿区有效放射性记录点共 923 个，伽玛强度概率分布服从正态分布，用累计频率曲线算出全区算数平均值 ($\bar{x}$) 为 12.8ppm，均方差 (σ) 为 4，由此算出异常值外带为 20ppm 中带为 40ppm。23702 矿区有伽玛异常晕若干个，有伽玛异常晕偏高场 2 个见异常晕图，呈东西向分布。伽玛偏高场规模小，伽玛场与含铀构造蚀变带关系不密切，伽玛强度增高地段由云母片岩引起。23324、28668、28604 三个矿区有伽玛异常晕 3 个，伽玛异常晕偏高场 1 个见异常晕图，呈北东向分布。伽玛偏高场规模小，伽玛场与含铀构造蚀变带关系不密切，伽玛强度增高地段由花岗岩引起。

5 1:1 万水系沉积物测量异常

5.1 数据处理及异常下限的确定

对马达加斯加 23702、28604、28668、23324 矿区 Nb、Ta、U、Cu、Pb、Zn、Au、Ag、Th、Sn 元素实验室分析均 100% 报出。其异常下限 T 依据整个矿区数据统计得出。将整个矿区元素值剔除离群样品值之后，剩余数据呈正态分布，统计正态分布部分数值得到平均值 $\bar{X}$ 与离差 δ ， $T=\bar{X}+2*\delta$ 即为该元素在整个矿区的异常下限值（表 5-1），按 $T, 2T, 4T$ 分为外中内三个异常带。

表 5-1 各元素异常下限值表

元 素	平均值 $\bar{X}$ ($\times 10^{-6}$)	标准离差 δ	异常下限 T ($\times 10^{-6}$)	
			计算值	采用值
Au	0.7792	0.4672	1.7136	1.7
Ag	0.0477	0.0122	0.0721	0.07
Cu	4.477	2.66	9.797	10
Pb	5.633	3.668	12.969	13
Zn	14.82	9.054	32.928	33
Ta	1.06	0.803	2.666	2.5
Nb	7.874	4.269	16.412	15
U	1.63	0.782	3.194	3
Th	7.742	3.979	15.7	15
Sn	1.992	0.4846	2.9612	3

注：Au—单位为 $\times 10^{-9}$

5.2 水系沉积物各元素异常特征

Pb 异常：呈不规则椭圆状。异常强度 $13 \sim 52 \times 10^{-6}$ ，平均值 5.63×10^{-6} 。具不明显的浓度分带，浓集中心位于 23702 矿区东南角及 28604 矿区西北部（图 2）。

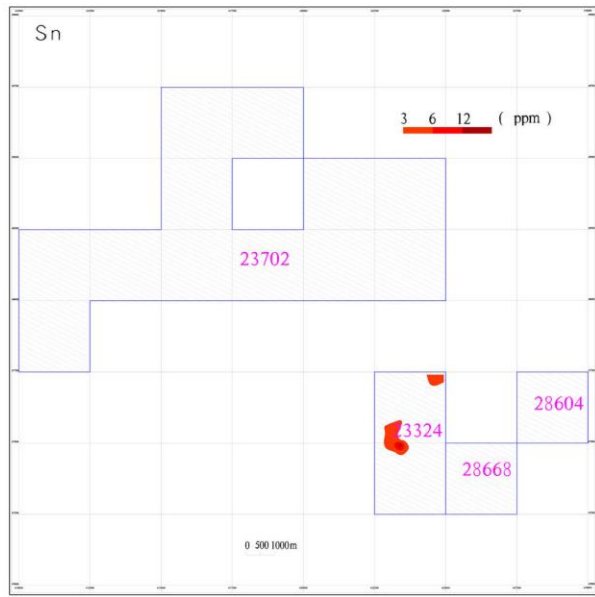
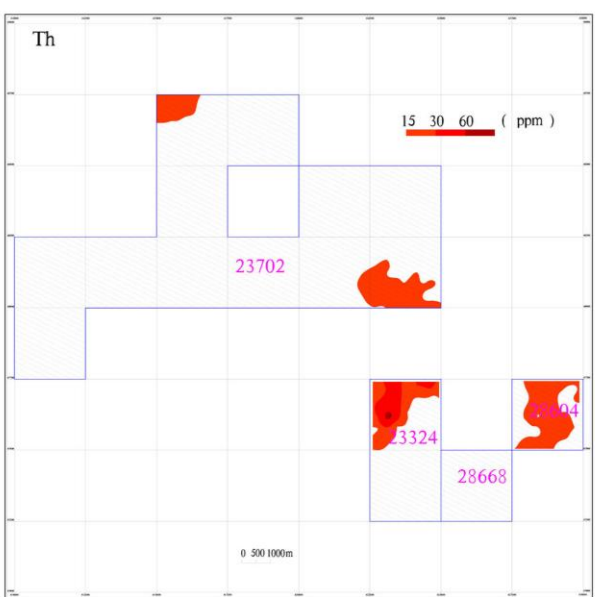
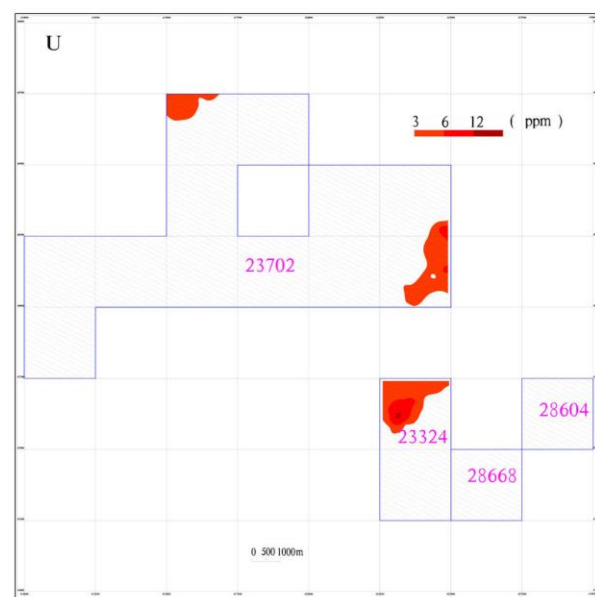
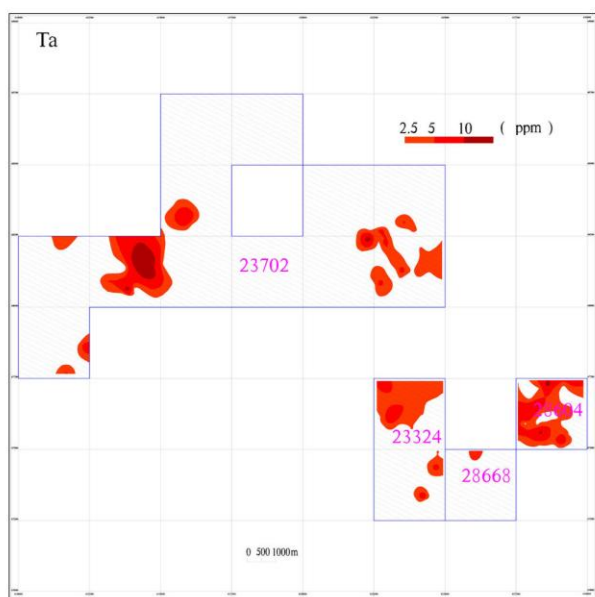
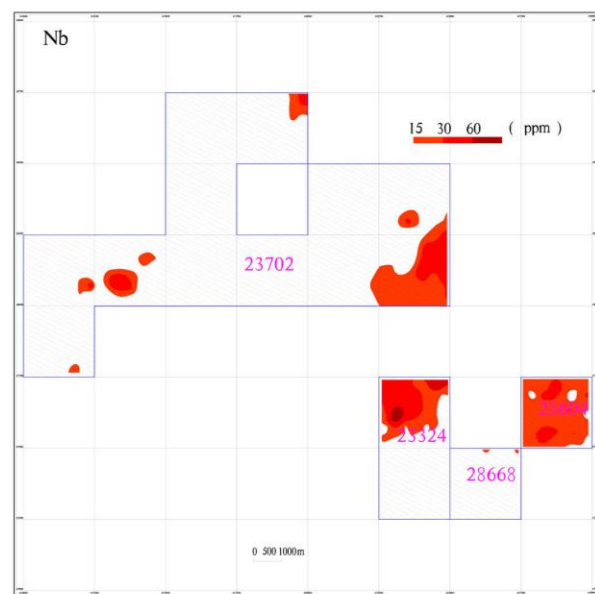
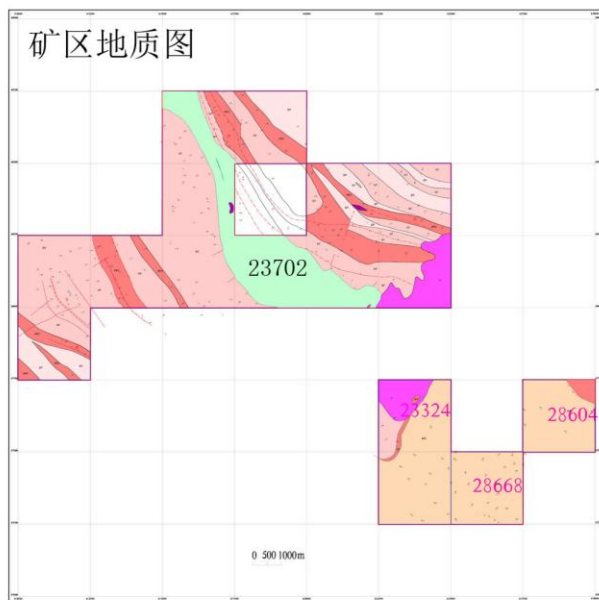


图2(1/2) 地球化学剖析图

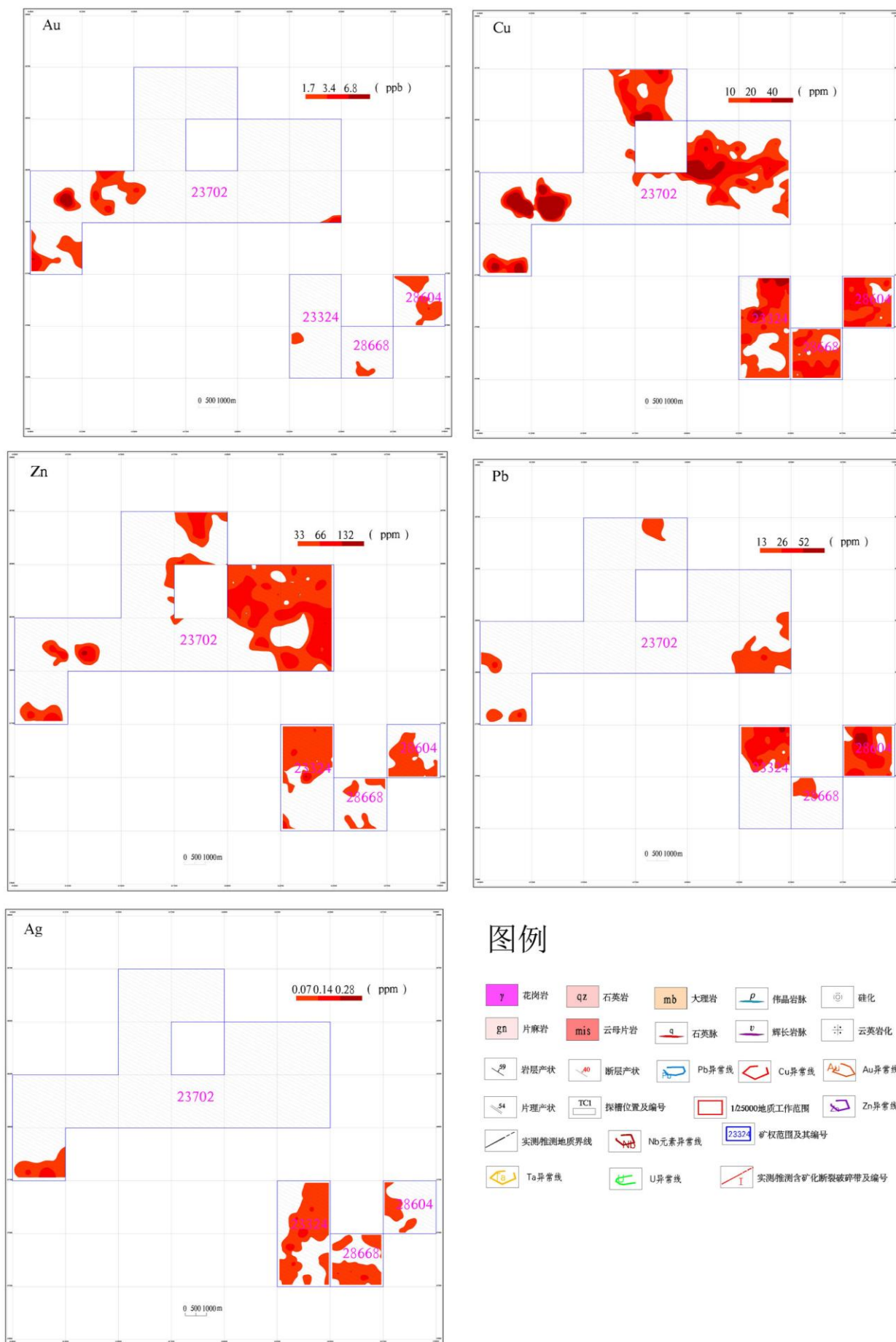


图2 (2/2) 地球化学剖析图

Zn 异常：呈不规则状。异常强度 $33\sim132\times10^{-6}$ ，平均 14.82×10^{-6} 。具显著的浓度分带，浓集中心分布在 23702 矿区东部及西南角，中心与 Pb 异常中心重合。

Cu 异常：呈近圆状。异常强度 $10\sim40\times10^{-6}$ ，平均值 4.47×10^{-6} 。浓度分带显著，浓积中心明显，与 Pb、Zn 浓集中心重合。

Ag 异常：呈不规则状。异常强度 $70\sim280\times10^{-9}$ ，平均值 47.7×10^{-9} 。为低值异常，具不明显的浓度分带。

Au 异常：呈不规则状。异常强度 $1.7\sim6.8\times10^{-9}$ ，平均值 0.77×10^{-6} 。为低值异常，具不明显的浓度分带。

U 异常：呈不规则状。异常强度 $3\sim12\times10^{-6}$ ，平均值 1.63×10^{-6} 。为低值异常，略显浓度分带，异常分布范围在 23702 矿区东南角及 23324 矿区西北部。

Sn 异常：异常不明显。整个矿区值几乎全在背景值下。

Ta 异常：呈长条状。异常强度 $2.5\sim10\times10^{-6}$ ，平均值 1.06×10^{-6} 。具明显浓度分带，浓积中心明显，异常分布范围在 23702 矿区西部、东南角及 28604 矿区西北部。浓积中心与 Nb、Th 元素有一定的重合。

Nb 异常：呈椭圆状。异常强度 $15\sim60\times10^{-6}$ ，平均值 7.87×10^{-6} 。具明显浓度分带，浓积中心明显，异常分布范围在 23702 矿区西部、东南角及 23324、28604 矿区西北部。浓积中心与 Ta、Th 元素有一定的重合。

Th 异常：呈不规则状。异常强度 $15\sim60\times10^{-6}$ ，平均值 7.74×10^{-6} 。不具明显浓度分带，异常分布范围在 23702 矿区东南角及 23324 矿区西北部。浓积中心与 Ta、Nb 元素有一定的重合。

5.3 异常解释评价

5.3.1 异常的分布特征

整理统计图表显示，主成矿元素 Ta、Nb 异常较好，面积较大，具有清晰的浓度分带，浓集中心面积大且规整。主要分布在 23702 矿权区西部及东南角以及 23324 矿权区西北部。中温元素 Pb、Zn、Cu 元素异常分带明显，面积大且异常套合好。Ag、Au、Sn 异常小，面积较小，低前沿元素值和较好中高温元素值显示为低剥蚀异常。

异常的空间分布，多受地质因素的制约，马达加斯加项目工作区主要的控制因素有：断裂带和花岗岩体与地层的接触带。从空间分布上看，高值范围（异常范围）主要位于花岗岩体与地层的接触带上，花岗岩体能很好的提供了成矿物质来源，片岩类与石英岩的地层界面叠加顺层剪切裂隙及区内断裂裂隙提供元素迁移与富集空间，指示了沿这些构造部位成矿的找矿信息。

5.3.2 地层条件

异常区出露的云母片岩系地层以及东南部的花岗岩体，是区内 Ta、Nb、Pb、Zn、Cu 的高背景含量地质体，在区域地质作用下成矿元素的活化迁移为成矿提供物质基础，特别是区内的云母片岩、花岗岩体及地层岩性差异较大的层（组）界面，是区内成矿的有利地层条件。

5.3.3 构造条件

工作区主要有由多条北西—南东向的较大断裂（带）组成，另有部分由较大断裂引起的次级断裂，是元素迁移及富集成矿的有利部位。

找矿远景区的圈定：依据矿区异常成矿元素组合较复杂，部分成矿元素浓集中心十分明显，异常矿化度和内带规模较大，各元素异常套合或基本套合，有显著的找矿标志。成矿地质条件有利，寻找有经济价值

的矿产具有一定的远景，建议进行二级查证或进一步地质工作。本次工作获得地球化学找矿远景区 4 个。

5.4 化探工作结论

(1) 本次 1 :2.5 万水系沉积物测量，图幅面积 100km²，完成采样面积 100 km²，采集水系沉积物样品 700 个，采样密度 7 个/km²，100%的采样大格均有样品分布。采样布局均匀合理，采样方法正确，野外工作及样品分析质量符合规范要求。

(2) 编制 10 种元素的各种地球化学图件，初步探讨了 10 种元素在区内时空上的分布、演化规律以及异常的分布规律。

(3) 根据异常的分布特点、元素组合、异常控制因素、地质条件等，划分出 4 个找矿远景区，是今后的普查找矿提供地球化学方面的信息，也即重点靶区。

5.5 建议

追索北西向几组断裂的延伸及规模，了解元素迁移和填充空间变化情况，进行大比例尺的土壤测量和地表填图，寻找伟晶岩脉型铌钽矿床。

6 矿区水文地质、工程地质、环境地质条件

6.1 工作概况

在开展矿区地质填图、放射性能谱测量、水系沉积物测量工作的过程中，同时收集矿区水文地质、工程地质及环境地质资料，为下一步勘查工作提供依据。

6.2 水文地质条件

6.2.1 自然地理概况

工作区（23702、23324、28668 和 28604 矿权）位于安琪拉贝市区中心南北 245°方向，直距约 38km 处，从安琪拉贝市至工作区，除安琪拉贝市区附近约有 12km 沥青路外，其余为土石简易路，里程约为 85km，交通较困难。本次调查面积约 100km²，其中矿权 23702 矿区面积 75 km²，大地坐标 X=677500~687500，Y=410000~425000；矿权 23324、28668 和 28604 矿区集中一块，面积 25km²，大地坐标 X=672500~677500，Y=422500~430000，矿区行政区划隶属安琪拉贝市。

（1）地形地貌

工作区属高原地区，区内高差不大，海拔一般在 1400~1900m。区内地形较陡峻，溪沟较发育，沟谷切割呈“V”字型，相对高差较大。本区植被较差，植被主要为草本植物及生于低洼沟谷处的乔木。

（2）气象

本区地处属热带高原气候，温和凉爽，年平均气温 24° C。每年 4 月至 11 月为旱季，气候干旱少雨，12 月至翌年 3 月份为雨季，气候炎热湿润。

（3）水文

区内山间溪沟较发育。23702 矿区水系较发育均以溪流为主，无较大河流；23324、28668 和 28604 矿区水系不发育，区内无大的地表静水体。

6.2.2 地层的水文地质特征

四个矿权区内出露的地层有 Vohibory 体系(V) Maeratana 组的片麻岩；Mboroposy 组的大理岩、石英岩和云母石英片岩、石英云母片岩、云母片岩、二云母片岩等。

（1）含水层（体）

① 松散岩类孔隙水——

第四系冲洪积孔隙潜水含水层（ Q_4^{apl} ）：主要分布于沟谷中、下游及洼地，主要由砂质粘土、亚砂土及细粒级砂土组成，局部由砂、砾及卵石组成，厚度较小。

② 风化岩类裂隙水——

风化岩类裂隙水主要分布于 23702 矿区全区、23324、28668 和 28604 矿区北东角及北西部的片麻岩等变质岩，花岗岩类的强~弱风化岩体中。厚度发育不均匀，区内发育较多泉水，以下降泉为主。

③ 构造破碎带裂隙水——

构造破碎带裂隙水主要分布于 23702 矿区构造断裂带之中，区内以北西向断裂为主，北东向断裂为次。北东向断裂为北西向断裂所切割，地下水以承压水为主。

④ 岩溶裂隙水——

岩溶裂隙水主要分布于 23324、28668 和 28604 矿区，该三个矿区大部分地段出露大理岩。23324 矿区南部偶见塌陷溶洞及冲蚀溶洞。

（2）隔水层（体）

矿区隔水层主要为相对完整的微风化岩体。

（3）地下水的补给、迳流和排泄

大气降雨是区内地下水的主要补给来源。矿区含水层补给途径有：

① 大气降雨经过坡流渗漏补给基岩地下水；

② 地表水（溪流）通过基岩出露部位的风化-构造裂隙直接进入含水层；

在天然条件下矿区地下水依地形由高处向低处迳流。地下水主要以

潜流形式运动，部分地下水在河谷切割处或地形低洼处以下降泉、湿地等形式排泄。

6.2.3 矿区水文地质勘探类型

23702 矿区主要充水含水层为基岩风化裂隙含水层及构造破碎带裂隙含水层，其富水性弱，地下水补给条件差，矿体附近无地表水体。初步认为 23702 矿区水文地质条件简单。

23324、28668 和 28604 矿区主要充水含水层为基岩风化裂隙含水层及岩溶裂隙含水层，其富水性弱~强，地下水补给条件差，矿体附近无地表水体。初步认为 23702 矿区水文地质条件中等~复杂。

6.3 工程地质条件

6.3.1 矿体及围岩工程地质特征

根据矿体及围岩的成因、岩性、物理力学性质及埋藏分布条件等，将矿区岩土层由上到下划分为基岩风化坡残积松散岩类、强~弱风化软弱~半坚硬岩类、微风化坚硬岩类共三类，分述如下：

(1) 基岩风化坡残积松散岩类

主要由坡残积的粉质粘土、粘土以及局部发育的全风化岩组成，该层厚度变化较大，局部地段缺失。

(2) 强~弱风化软弱~半坚硬岩类

主要由强~弱风化石英岩、伟晶岩、云母片岩、片麻岩及花岗岩组成，局部夹全风化岩。呈灰黄、浅灰、灰黑等色，岩石风化裂隙发育，呈半岩半土状或碎块状为主，岩石质量极劣，岩石破碎。该层厚度变化较大，局部地段缺失。

(3) 微风化坚硬岩类

主要由微风化石英岩、伟晶岩、云母片岩、片麻岩及花岗岩组成，岩石节理裂隙普遍稍发育，局部较发育，岩石普遍较完整~完整，局部地段破碎。岩石锤击声清脆，岩石质量中等~好，岩体中等完整~较完整。该层广布全区，厚度较大。该层为赋矿岩体或矿体的直接顶、底板围岩。

6.3.2 矿体和围岩的工程地质评价

(1) 基岩风化坡残积松散岩类：该层厚度变化大，埋藏浅，稳固性较差，易发生冲沟、塌方、湿化破坏等不良工程地质现象。

(2) 强~弱风化软弱~半坚硬岩类：该层岩石风化裂隙发育，呈半岩半土状或碎块状，岩石质量极劣，岩体破碎，稳固性差，局部较差，故边坡易出现不均匀的侵蚀破坏、风化裂隙性破坏、塌方和滑坡破坏，边坡上易出现危岩危石，易发生掉块和渐进性崩塌等不良工程地质现象；23324、28668 和 28604 矿区发育大理岩，地下可能发育有土洞或溶洞。

(3) 微风化坚硬岩类：该层岩石厚度大，工程性质良好，稳固性好，属一般稳定型。

6.3.3 矿区工程地质勘探类型

23702 矿区岩性较简单，地质构造简单，岩体结构以块状构造为主，主要赋矿地段岩石强度高，总体稳定性较好，一般不易发生矿山工程地质问题，仅局部风化岩体稳定性差。初步认为 23702 矿区工程地质条件简单。

23324、28668 和 28604 矿区主要围岩为可溶岩类，地面塌陷、崩塌缝等工程地质问题的出现与岩溶、土洞、地下水等因素有直接关系，初步认为 23324、28668 和 28604 矿区工程地质条件中等。

6.4 环境地质条件

矿区植被发育较差，水土流失严重，易发生崩塌、滑坡等地质灾害；

23324、28668 和 28604 矿区发育大理岩，易发生岩溶性地面塌陷、崩塌等地质灾害。

区内居民生活、生产用水多引自山间泉水、小溪。野外调查期间，未获悉有水土方面的地方病或污染问题。

综上所述，初步认为 23702 矿区地质环境质量中等；23324、28668 和 28604 矿区地质环境质量不良。

6.5 结语及建议

（1）该矿区未开展水文地质、工程地质及环境地质勘查工作，仅以收集矿区水文地质、工程地质及环境地质资料为主，对矿床开采技术条件不足以判别勘查类型。

（2）当对矿区进行下一步勘查工作时，应配套开展水文地质、工程地质及环境地质勘查工作。根据《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-91）的要求，作为矿床初步技术经济评价、矿山总体建设规划、矿区勘探设计和为矿床技术经济评价、矿山建设可行性研究与设计所需的水文地质工程地质资料，需达到详查阶段和勘探阶段的要求。

7 勘查工作方法 with 质量评述

7.1 勘查工作方法的选择

工作区以往工作程度低，因发现区内民用工业采碧玺、红宝石等而发现的铌钽铀矿化体，因此选择了遥感地质解译、地面放射性测量、水系沉积物测量、地质测量等工作方法及手段，是适合该区找矿工作的，是合理、经济实用的。工作结果证明：本次勘查工作方法经济节约，找矿效果明显。

7.2 工作质量简述

各项野外工作按相关国标和行业规范执行，野外工作的同时进行质量三级检查体系，野外工作结束，并经委托方组织的野外工作质量验收，获优秀等级。

7.2.1 1:2.5 万遥感地质解译

采用在北京购买的马达加斯加该工作地区的 1:1 万航片，经缩小为与工作内容比例相同 1:2.5 万底图，进行地质岩性段界线（部分岩性段光学性质差异较小，映像不易解译）与线性构造、环形构造等的遥感地质解译，底图内容全面与清晰，能解译的全部解译，经里外地质测量对比，效果好。

7.2.2 1:2.5 万地面放射性伽玛测量

采用上海申核 FD-3013 辐射仪，工作前都进行了仪器性能鉴定。1:2.5 万地面放射性测量与地质同线路施测，采用自由路线法，线距 250m，点距 25~50m 标图点 125m。沿测线进行连续测量，仪器靠近地面左右摆动，沿 S 型前进，测点记录。野外测量的线距与点距符合规范要求，室内数据整理及计算均符合规范要求。

7.2.3 1:2.5 万水系沉积物测量

按 1:2.5 万水系沉积物测量规范要求进行，每平方千米样点 6~8 个，主要在一或二级水系中采点，成分主要为粉砂或含淤泥粉砂，局部缺少河沟的地方采用多点土壤组合代替，样品代表性好，覆盖全面，有关工作，如检查样品的采取、野外定点与物质成分检查等工作均按行业规范执行，完成质量好。

7.2.4 1:2.5 万地质测量

以工作区所在地精度最高的地形图（仅达 1:10 万）放大为 1:2.5 万

地形图作为底图，地质测量精度为草测，线距大致为 300~500m，点距依据岩性变化、地质界线及矿化构造的出现密度实际定点，一般岩性单一地段点距为 250~300 m，野外定点用专用的卫星定位仪测定，记录各种地质现象详尽，符合规范要求。

7.2.5 其他野外工作

槽探：按规范执行布置，基本垂直矿化体（带）施工，揭露深至基岩 0.3~0.5 m，槽壁坡度满足安全要求。

基本化学分析样的采取：按矿层、或矿化蚀变分层刻槽采取，样槽 10cm×3cm，样长一般 1~2 m，采样不跨层，不混样，均符合规范要求。

岩矿鉴定样（薄片）的采取：按规范要求执行，一般规格为 3cm×6cm×9cm，均采取新鲜岩矿石，样品一式两份，一份送检，一份留作手标本，方便野外定名与室内定名在以后工作中对比参考。

7.2.6 室内整理工作

野外资料经过野外验收后数据、代号等重点资料用钢笔以不褪色的墨水着墨；原始数据核对没有错误后进行上图，资料汇总图、表等经过质量检查的互检，基础图件检查正确后，再利用来汇总整理综合图件，全部各项资料的质量进行三级质量检查，质量较好。

7.2.7 室内样品检测测试

7.2.7.1 测试基本情况

根据中非资源控股有限公司（甲方）与广东省物料实验检测中心（乙方）签订的《中非资源控股有限公司马达加斯加项目》技术服务合同书，甲方因开展马达加斯加国铌钽铀矿勘查项目的水系沉积物和岩石样品的分析测试工作由广东省物料实验检测中心承担。

按委托方要求，项目水系沉积物分析：Nb、Ta、U、Th、Au、Ag、

Cu、Pb、Zn、Sn 共十个元素；岩石样品分析：Nb、Ta、U 共 3 项指标。

样品分析测试工作按中华人民共和国地质矿产行业标准 DZ/T0130—2006 及中华人民共和国地质矿产行业标准 DZ/T0011—91 等标准、规范要求进行。分析工作完成后，提供以下报告：（1）全部样品元素全量的分析数据文字报告；（2）全部样品元素全量分析的数据光盘；（3）日常分析质量控制各参数的统计表及质量分析报告。

项目采样单位于 2012 年 11 月 19~30 日期间送来水系沉积物样品五批，共 701 件（分别编为 2012 年 19013、19019、19020、19021、19022 批）。同时，于 2012 年 12 月 03 日送来岩石样品二批，共 33 件。送样情况详见表 1。在质控过程中，水系沉积物样品共插入国家一级土壤标准物质 132 个，二级标准物质监控样 36 个，抽取内检密码重复检样 35 个（编为 2012 年 19014、19025 批）；岩石样品共插入国家矿石标样 3 个，抽取内检密码重复检样 3 个，内检重复分析样品 7 个。

表 7-1 水系沉积物、岩石样品送样情况统计表

序号	试验批号	分析项目	样品类型	样品数量	送样日期
1	2012 年 19013 批	Nb、Ta、U、Th、 Au、Ag、Zn、Pb、 Cu、Sn	水系沉积物	464	2012.11.19
2	2012 年 19019 批			43	2012.11.30
3	2012 年 19020 批			43	
4	2012 年 19021 批			60	
5	2012 年 19022 批			91	2012.12.03
6	2012 年 19023 批	Nb、Ta、U	岩石	28	
7	2012 年 19024 批			5	

在项目样品分析测试过程中，我中心积极与项目负责单位（甲方）相互沟通、密切配合，顺利完成样品的分析测试工作。项目分析方法和质量评述报告如下：

7.2.7.2 采用的分析方法及分析方法摘要

7.2.7.2.1 分析方法配套方案

根据《地球化学普查规范（比例尺 1 : 50000）》（DZ/T0011—1991）、《地质矿产实验室测试质量管理规范》（DZ/T0130-2006）的要求，结合本单位配备的仪器设备，我们制定了以电感耦合等离子体质谱法（ICP-MS）、电感耦合等离子体光谱法（ICP-OES）发射光谱法（ES）分析方法组合成先进、准确度和精密度高的分析体系和配套方案（详见表 7-2、表 7-3）。

表 7-2 水系沉积物样品测试分析方法配套方案

分析方法	项数	测定元素
等离子体质谱法（ICP-MS）	6	Nb、Ta、U、Th、Pb、Au
等离子体光谱法（ICP-OES）	2	Zn、Cu
发射光谱法（ES）	2	Ag、Sn
3 种方法	10 元素（项）	

表 7-3 岩石样品测试分析方法

分析方法	项数	测定元素
等离子体光谱法（ICP-OES）	2	Nb、Ta
等离子体质谱法（ICP-MS）	1	U
2 种方法	3 元素（项）	

7.2.7.2.2 样品加工与分析方法的摘要

(1) 实验室样品接收和加工

实验室配备专职的样品管理人员，负责样品的验收、检查和保管。样品送交实验室时，均需办理样品交接手续。在双方交接过程中，如发现送来样品有下述情况之一者，实验室有权拒收样品，并应及时通知送样单位处理：a.无送样委托书，或送样委托书填写不清、不全；b.样品无编号或编号混乱或有重号；c.样品在运输过程中受到破损、丢失或污染；d.样品质量不符合本暂行规定或设计书要求。样品验收合格后，实验室样品管理人员在送样委托书上编写批号和各个样品的实验室分析编号，并进行登记。

水系沉积物样品加工前在 $<60^{\circ}\text{C}$ 恒温干燥箱内充分烘干，并采用无污染的刚玉圆盘机进行破碎，用石英砂和待加工样品磨洗后，进行下一个样品加工。样品加工粒度要求达到 -0.074mm （200 目筛），不需过筛，用手感检查。

岩石化学分析样品的加工粒度因矿种的不同而不同，按分析项目样品加工粒度要求达到 -0.074mm （-200 目筛）。分析试样用 100×150 鄂式破碎机进行粗碎并经混匀、缩分后，取一半样品用密封式碎样机进行中碎过筛至 -1mm （18 目筛），经混匀、缩分后，一半留作粗付样，一半用细碎至 -0.074mm （200 目筛），混匀、缩分后制备为分析正样，同时留分析副样。

分析试样的制备流程详见图 3。

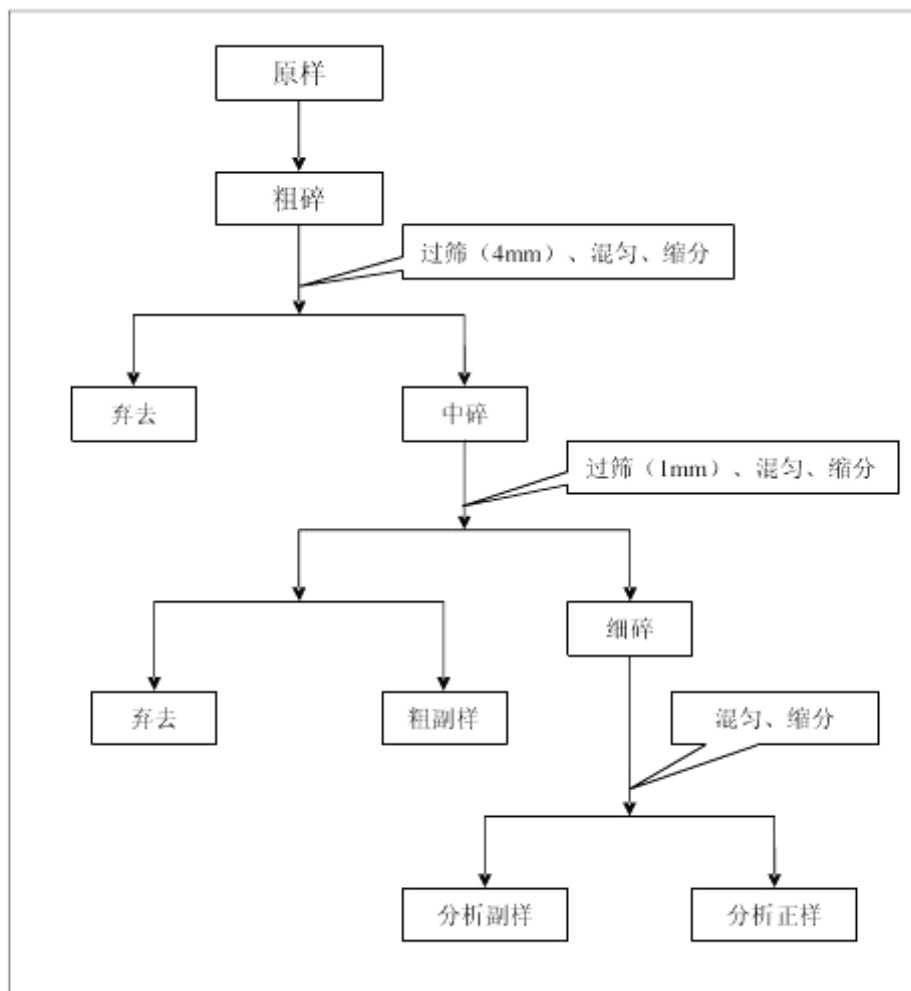


图3 岩石矿物分析试样制备流程图

试样制备的全过程，随时填写“岩石矿物分析试样制备原始记录”，确实数据正确、无误。制样原始记录和分析原始记录一同归档保存，以便核查。

为保证加工粒度要求，质量检查人员每天在已加工好的样品中随机抽取一定数量的样品（3-5%），从中分出 5g 过筛检查，过筛率必须在 95% 以上，不合格者全部返工。样品加工合格后，按不同分析方法和测试项目需要分装样品。

（2）分析方法摘要

① 水系沉积物

A、等离子体质谱法（ICP-MS）、等离子体光谱法（ICP-OES）

分析项目：Nb、Ta、U、Th、Pb、Cu、Zn

方法摘要：称取 0.2500g 样品于 50mL 聚四氟乙烯坩锅中，用 H₂SO₄、HF、HNO₃、HClO₄ 分解样品，蒸至湿盐状，热水煮沸，定容至 25mL 的塑料比色管中，H₂SO₄—HF 介质。分取溶液，ICP-OES 测定 Cu、Zn 两元素，浓度直读。另外分取 1mL 至 10mL 比色管中，定容。以 Rh 为内标，ICP-MS 测定 Nb、Ta、U、Th、Pb，浓度直读。

仪器型号：ICP—MS（DRC—e）、ICP—OES（Optima 2000DV）。

分析项目：Au

方法摘要：称取 10.0 克样品于瓷坩锅中，高温灼烧，王水分解，泡塑震荡吸附，泡塑灰化，王水溶解，ICP-MS 进行测定，浓度直读。

仪器型号：ICP—MS（DRC—e）。

B、原子发射光谱法（ES）

分析项目：Ag、Sn

方法摘要：取 0.2000g 样品与 0.2000g 光谱缓冲剂研磨均匀，装双份样品，摄谱时间 35s，重叠摄谱，用 A、B 混合液洗相，测光时以 Ge 为内标，用乳剂特性曲线扣除背景。

仪器型号：一 m 平面光栅摄谱仪（wp1 型），自动测微光度计（9w 型）

② 岩石样品

分析项目：Nb、Ta

方法摘要：称取 0.2500g～0.5000g 样品于高铝坩锅中，用 NaOH-Na₂O₂ 熔融样品，硅酸沉淀分离，过滤，灰化沉淀，酒石酸浸取，

ICP-OES 测定。

分析项目： U

方法摘要：称取 0.2500g 样品于 50mL 聚四氟乙烯坩锅中，用 H₂SO₄、HF、HNO₃、HClO₄ 分解样品，蒸至湿盐状，热水煮沸，定容至 25mL 的塑料比色管中，H₂SO₄—HF 介质。分取 1mL 至 10mL 比色管中，定容。以 Rh 为内标，ICP-MS 测定 U。

仪器型号：ICP—MS（DRC—e）、ICP—OES（Optima 2000DV）。

7.2.7.3 分析方法检出限、准确度及精密度

7.2.7.3.1 各种分析方法检出限

本项目各种分析方法各元素检出限满足《地球化学普查规范（比例尺 1：50000）》（DZ/T0011—1991）及其补充规定、《地质矿产实验室测试质量管理规范》（DZ/T0130—2006）中地球化学普查水系沉积物样品各项元素分析检出限的要求。分析方法的检出限见表 7-4。

表 7-4 分析方法检出限

单位：10⁻⁶

元素	要求检出限	方法检出限	元素	要求检出限	方法检出限
Nb	5	0.030 (ICP-MS)	Th	5	0.012
Ta	/	0.015 (ICP-MS)	Pb	10	0.05
U	1	0.008 (ICP-MS)	Cu	2	0.5
Zn	20	0.5	Sn	2	0.5
Ag	0.05	0.02	Au	0.0003	0.0003
Nb	/	0.1 (ICP-OES)	Ta	/	0.2 (ICP-OES)

7.2.7.3.2 分析方法准确度、精密度

分析方法的准确度和精密度选用 12 个不同类别的国家一级标准物质（GSD 系列）进行考核，采用选定的样品分析方法，对每个样品分析 12 次，按规定办法计算准确度和精密度，其结果符合表 7-5 要求。

表 7-5 分析方法的准确度和精密度要求（DZ/T0130-2006）

表示方法 允许限 含量范围	准确度	精密度
	$\overline{\Delta \lg C}(\text{GSD}) = \lg \overline{C_i} - \lg C_s $	$\text{RSD}\%(\text{GSD}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C_s)^2}{n-1}} \times 100$
检出限三倍以内	≤ 0.13	≤ 15
检出限三倍以上	≤ 0.11	≤ 10
$> 1\%$	≤ 0.07	≤ 7

表中： $\overline{C_i}$ 为每个 GSD 标样 12 次实测值的平均值； C_s 为 GSD 标样的标准值； C_i 为 GSD 标样单次实测值。

各种方法的精密度经标准物质验证，结果准确度符合《地球化学普查规范（比例尺 1 : 50000）》（DZ/T0011—1991）及其补充规定、《地质矿产实验室测试质量管理规范》（DZ/T0130—2006）的要求。具体分析数据详见表 7-6。

表 7-6 分析方法的精密度

元素	方法精密度（%）	元素	方法精密度（%）
Th	1.54~7.32	Au	8.4~11.5
U	2.44~9.93	Nb	3.68~9.85
Ta	5.42~9.94	Pb	4.57~9.52
Cu	0.20~3.97	Zn	0.16~1.46
Sn	5.14~9.73	Ag	5.13~10.00

7.2.7.4 质量控制

7.2.7.4.1 水系沉积物质量控制

(1) 准确度和精密度控制

根据《地球化学普查规范（比例尺 1 : 50000）》（DZ/T0011—1991）、《地球化学普查（比例尺 1 : 50000）规范》样品分析技术要求补充规定、《地质矿产实验室测试质量管理规范》（DZ/T0130—2006）要求，采用密

码插入国家一级标准物质及监控样与水系沉积物试样同时分析进行控制分析质量。

准确度控制：选取水系沉积物标准物质按每批（约 50 件样品）均匀插入 1 件进行准确度控制。

精密度控制：选取水系沉积物标准物质按每批（约 50 件样品）均匀插入 3 件监控样进行精密度控制。

国家一级标准物质和监控样每种元素的每次分析结果单独计算测定值与标准值对数差（ $\Delta\lg C$ ）和每四件标准物质对数差的标准偏差（ λ ），其中金元素计算相对偏差（RE）。 $\Delta\lg C$ 、 λ 、RE 合格率统计结果详见表 7-7。

表 7-7 准确度和精密度参数合格率统计表

元素	Ag	Sn	Th	U	Nb	Ta	Cu	Pb	Zn	Au (RE 合格率)
$\Delta\lg C$ 合格率(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
λ 合格率 (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

各元素准确度、精密度参数对数差（ $\Delta\lg C$ ）、标准偏差（ λ ）、相对偏差（RE）结果合格率满足规范要求。

（2）内检重复性检验合格率

根据《地球化学普查规范（比例尺 1 : 50000）》（DZ/T0011—1991）、《地质矿产实验室测试质量管理规范》（DZ/T0130—2006）等要求，按所送试样总数随机抽取 5%试样，编制成密码，进行内检重复性检验控制分析，按规范要求计算原始分析数据与重复性检验分析数据之间相对双差（RD），金元素按《地球化学普查规范（比例尺 1 : 50000）》（DZ/T0011—1991）中表 8 允许限，其它元素按表 6 要求判断合格率。合格率统计

结果表 7-8。

表 7-8 内检重复性检验合格率统计表

元素	Ag	Sn	Th	U	Nb	Ta	Cu	Pb	Zn	Au
RD 合格率 (%)	100	100	100	100	94.3	94.3	100	100	100	97.1

以上重复性检验合格率满足规范规定（合格率 $\geq 90\%$ ）要求。

（3）异常点重复性检验的合格率

根据《地球化学普查规范（比例尺 1 : 50000）》（DZ/T0011—1991）、《地质矿产实验室测试质量管理规范》（DZ/T0130—2006）等要求，每批样品分析完毕后，对目标元素或各分析方法部分按 3%~5%抽取特高或特低含量试样，金元素抽取 10%，进行异常点重复性检验。

异常点重复性检验结果，按补充规定要求计算原始分析数据与重复性检验数据之间相对双差（RD），允许限按《地球化学普查规范（比例尺 1 : 50000）》（DZ / T0011—1991）中表 7-6 要求（金按规范规定中表 8 要求）判断合格率，合格率统计结果见表 7-9。

表 7-9 异常点重复性检验合格率统计表

元素	Ag	Sn	Au
RD 合格率 (%)	100	100	100

各元素异常点重复性检验结果合格率满足规范规定（合格率 $\geq 85\%$ ，金元素合格率 $\geq 80\%$ ）要求。

（4）各元素的报出率、总报出率

项目水系沉积物样品所采用分析方法的检出限完全满足本测区试样分析要求，对分析结果进行统计，各元素的报出率和总报出率统计结果详见表 7-10，由表中可知，各元素的报出率均大于 90%，完全满足地球

化学普查规范（比例尺 1: 50000）》（DZ/T0011—1991）、《地质矿产实验室测试质量管理规范》（DZ/T0130—2006）等要求。

表 7-10 各元素的报出率和总报出率统计结果表

元素	Ag	Sn	Th	U	Nb	Ta	Cu	Pb	Zn	Au
报出率（%）	100	100	100	100	100	99.59	98.24	100	100	93.93
总报出率（%）	99.18									

（5）质量控制图

准确度质量控制图：对每批密码插入的国家一级标准物质每种元素的每次分析结果计算的测定值与标准值对数差（ $\Delta \lg C$ ）为参数，以插入的每个国家一级标准物质的 $\Delta \lg C$ 为纵坐标，以插入的每个国家一级标准物质编号为横坐标，每天连续绘制监控图，以控制分析质量的变化趋势。当发现某元素连续 3 个监控样的 $\Delta \lg C$ 同一方向偏倚，质控员要多加注意；当发现某元素连续 5 个监控样的 $\Delta \lg C$ 同一方向偏倚，应立即采取措施。

精密度质量控制图：对每批（约 50 件样品）均匀插入的 4 件监控样进行精密度控制，以插入的 4 件监控样的 $\Delta \lg C$ 的平均值和标准偏差（ λ ）为纵坐标，分析批次为横坐标，每天绘制日常精密度监控图，以控制分析质量的变化趋势。

7.2.7.4.2 岩石样品质量控制

（1）准确度控制

根据《地质矿产实验室测试质量管理规范》（DZ/T0130—2006）要求，为准确控制分析质量，每分析批试插入 2-3 个标准物质控制。在两批矿石样品的分析过程中，我中心严格按照相关规范要求，共插入 2 个国家一级标准物质（GBW07154、GBW07155）和 1 个国际标准物质（DH-SX18-02）

进行准确度控制。

标准物质每种元素的每次分析结果相对误差的允许限按《地质矿产实验室测试质量管理规范》(DZ/T0130—2006)要求 $(Y_B) = \frac{1}{\sqrt{2}} C \times (14.37 X_0^{-0.1263} - 7.659)$ 计算。当标准物质的分析结果与标准值的相对误差 (RE) 小于等于允许限 (Y_B) 时为合格, 大于允许限 (Y_B) 时为不合格。

3 种元素标准物质分析相对误差与允许限统计结果。

所有标准物质的分析结果与其推荐值的相对误差 $RE \leq Y_B$, 合格率为 100%, 满足《地质矿产部实验室测试质量管理规范》(DZ/T0130—2006) 的质量要求。

(2) 精密度控制

根据《地球化学普查规范 (比例尺 1 : 50000)》(DZ/T0011—1991)、《地质矿产实验室测试质量管理规范》(DZ/T0130—2006) 等要求, 按所送试样总数随机抽取 5% 试样, 编制成密码, 进行重复性检验控制分析。

根据《地质矿产实验室测试质量管理规范》(DZ/T0130—2006) 要求, 依据岩石矿物试样化学成分重复分析相对偏差 (RD%) 允许限的数学模型 ($(Y_c) = C \times (14.37 X_0^{-0.1263} - 7.659)$) 作为重复分析结果精密度的允许限 (Y_c), 重复分析结果的相对偏差小于等于允许限 (Y_c) 时为合格; 大于允许限 (Y_c) 时为不合格。批次合格率为 100%, 满足质量要求。

表 7-11 批次精密度合格率统计表

元素	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	U
RD 合格率 (%)	100	100	100

(3) 内检样品分析结果统计

将内检样品分析结果与基本结果作重复合格性统计, 统计方式与上述批次试样重复分析数学模型和判断方法相同。内检合格率统计结果见

表 7-12。

表 7-12 内检样品合格率统计表

元素	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	U
RD 合格率 (%)	100	100	100

从表 7-12 可知，各元素内检样品合格率均大于 95%，满足 DZ/T 0130-2006 中内检重复分析合格率应大于 95%的要求。

7.2.7.5 为保证分析测试质量采取的各项控制措施

7.2.7.5.1 样品制备质量控制措施

送至实验室的岩石样品，制样时，碎样人员进行多次破碎和缩分，缩分遵循切乔特经验公式，保证制备的试样均匀并达到规定要求的粒度，保证整体原始样品的物质组分及其含量不变。

岩石样品按粗碎、中碎、细碎三个阶段分别计算损耗率，保证粗碎阶段损耗率低于 3%、中碎阶段低于 5%和细碎阶段低于 7%。每次缩分后部分试样之质量差不大于缩分前试样质量的 3%。

水系沉积物原样已在野外进行过筛处理，粒度为-20~-60 目，可直接进行细碎。本中心采用无污染刚玉圆盘粉碎机细碎，每磨完一个样品均用石英砂磨洗，以防交叉污染。加工粒度要求达到-0.074mm(200 目筛)，不需过筛，用手感检查。

质检人员按总数 3%~5%随机抽取小量样品过筛检查，通过率规定为 95%合格，不合格者全部返工。样品加工合格后，按不同分析方法和测试项目需要分装样品。

在样品的加工制备、保存和测试中，防止污染、防止错号，有专人负责妥善保管。

7.2.7.5.2 分析方法、过程质量控制措施

(1) 分析方法质量控制措施

如前所述，根据本项目分析质量要求严、工作效率要求高的特点，按项目分析测试技术要求，结合分析测试单位实际，我们制定了以电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)、电感耦合等离子体光谱法(ICP-OES)和发射光谱法(ES)组合成的先进、准确度和精密度高的分析体系和配套方案，各项分析方法的检出限、准确度和精密度经国家一级标准物质验证，可以用于实际生产中。

(2) 分析过程质量控制措施

分析过程严格按照已批准的分析方法程序，注意试液（料）制备控制、标准溶液控制、标准曲线（工作曲线）控制、空白试验、背景扣除和干扰校正等。

7.2.7.5.3 内部分析质量控制技术措施

(1) 准确度控制

① 水系沉积物

严格执行规范要求，插入的国家一级标准物质和样品同时测试一次，计算每个元素单次测定值和标准物质标准值的对数偏差，允许限必须满足表 13 的要求，合格率为 100%。

表 13 国家一级标准物质准确度控制质量要求(DZ/T 0130-2006)

含量范围	$\Delta \lg C \text{ (GBW)} = \lg C_i - \lg C_s $
检出限三倍以内	≤ 0.17
检出限三倍以上	≤ 0.15
1~5%	≤ 0.10
>5%	≤ 0.07

如果出现单个标样单一元素超过允许限，即对该标样控制区间样品该元素进行复查，包括超差标准物进行复检；如果出现超过二个（含二个）标样同一元素超过允许限或同一标样超过二个元素（含二个）超过允许限即停止作业并对本控制批作全面检查；如仅为分析操作偶然误差造成，则要单项整改返工；如为分析方法不适应造成，则要进行“不合格反馈和控制程序”按规定办法处理。

② 岩石样品

为准确控制分析质量，分析试样时，插入 2-3 个标准物质控制。在两批矿石样品的分析过程中，我中心严格按照相关规范要求，共插入 2 个国家一级标准物质（GBW07154、GBW07155）和 1 个国际标准物质（DH-SX18-02）进行准确度控制。插入的标准物质含括高、中、低水平含量，保证与预期应用的水平相适应，以达到质量监控的效果。标准物质合格率达 100%，满足大于 95%的要求。

（2）精密度的控制

① 水系沉积物

严格执行规范要求，对每 50 个号码为一小批等距插入的 4 个水系沉积物标准物质（根据本测区样品性质、主要分析元素种类及含量情况，选取接近背景含量，兼顾高、中、低的标准物质）与样品一起分析，计算每个元素 4 个单次测定值和标准物质标准值的对数差的平均值和标准偏差(λ)，允许限见表 7-14。合格率应满足 100%的要求。

如连续三个监控样同一方面偏倚，质控员要多加注意；如连续五个监控样在同一方向偏倚，即下达修偏指令；如连续七个监控样出现同一方向偏倚，即要进入不合格程序，按程序规定处理。作为精密度控制的监控样测试，原则上也是不允许超差的，若出现某个样品单一元素超差则必须对其控制区间前方三个样、后方三个样进行检查。

表 7-14 监控样精密度控制质量要求
(中地调发〔2007〕220 号 1:5 万补充规定)

表示方法 含量范围	$\lambda = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 (\lg C_i - \lg C_s)^2}{4-1}}$
检出限三倍以内	≤ 0.20
检出限三倍以上	≤ 0.17
1~5%	≤ 0.15
>5%	≤ 0.07

② 岩石样品

根据《地质矿产实验室测试质量管理规范》(DZ/T 0130-2006) 要求, 随机抽取 10% 样品, 编成密码, 进行重复分析。依据岩石矿物试样化学成分重复分析相对偏差 (RD%) 允许限的数学模型 ($(Y_c) = C \times (14.37 X_0^{-0.1263} - 7.659)$) 作为重复分析结果精密度的允许限 (Y_c), 重复分析结果的相对偏差小于等于允许限 (Y_c) 时为合格; 大于允许限 (Y_c) 时为不合格。统计该项目室内一次合格率为 100%, 符合 >95% 要求, 判定该批次合格。

(3) 报出率(P%)控制

水系沉积物各元素报出率必须按 90% 控制, 以 500 个样品为单元, 凡出现某元素报出率低于 90% 者, 需作特别处理, 如加大取样量或改用更灵敏的分析方法测试, 保证报出率达到规范要求。

(4) 内检重复分析控制

① 水系沉积物

按每一批样品或按样品分布区域分片, 组成单元 (视送样情况而定) 的样品总数, 随机抽取 5% 样品优先进行不同人时、不同批次内部检查重复分析, 内检样在正式安排测试前抽取, 测试后样品依原顺序插入、计

算基本分析与检查分析的相对偏差($RD=(A_1-A_2)/[(A_1+A_2)/2] \times 100$), 按《地球化学普查规范(比例尺 1:50000)》(DZ/T0011-1991)中表 6 要求(金按规范规定中表 8 要求), 以衡量整批样品的分析精密度和小批样品分析之间的系统偏差, 并统计其合格率。每个元素内检一次原始合格率不得低于 90%。

② 岩石样品

从 28 个样品中, 随机抽取 7 个样品做内检分析。将内检样品分析与基本结果作重复合格性统计, 统计方式与上述批次试样重复分析数学模型和判断方法相同。合格率为 100%。符合 >95% 要求, 判定该批次合格。

(5) 异常点抽查检查

水系沉积物每批样品分析完毕, 对部分特高和特低含量样品, 对主要元素(重点调查元素)原则上是全部核查、其他元素按 50% 抽查验证, 并计算基本分析和检查分析之间的相对偏差($RD=(A_1-A_2)/[(A_1+A_2)/2] \times 100$), 以防偶然误差造成错误信息。一次原始合格率不得低于 85%。

(6) 上述内检分析、异常点检查出现超差, 并经复验是基本错误, 即检查该样前后样品测试结果与周围样品结果是否存在系统误差。如存在则说明有固定原因造成超差, 应查找原因并加密检查前后样品, 并统计合格率。

严格禁止仅对监控样进行复查后, 更正数据, 追求虚假的表现质量。

(7) 每分析批次应带 2 个以上的空白样品, 以控制空白变化。

(8) 绘制标准物质质量参数的日常监控图。

(9) 单元质量评估

一批或一个单元的样品分析完成后, 中心质管员主要从报出率、标

准物质合格率、精密度合格率、内检合格率、异常点检查合格率等方面来进行初步的测试数据可靠性、真实性等质量评估。中心技术负责从样品元素平均含量变异情况及数据分布，结合测区地质情况、环境地理因素进行综合评审，查看各种控制参数，确保体系受控，封闭各不合格项，确保测试质量控制各要素有效覆盖并作综合评估。

(10) 聘请有丰富经验的专家作指导和技术监督。

7.2.7.6 总体评价

本项目各项所选用的分析方法的检出限、准确度和精密度均满足或优于地球化学普查规范（比例尺 1 : 50000）》（DZ/T0011—1991）、《地质矿产实验室测试质量管理规范》（DZ/T0130—2006）中地球化学样品各项指标分析要求。

水系沉积物样品测试过程所插入的一级标准样准确度、精密度为 100%，未见系统偏倚。测试质量参数如下：报出率除 Ta 为 99.58%、Cu 98.24%、Au 93.93%，其它元素均为 100%；内检合格率除 Nb、Ta 为 94.3%、Au 为 97.1%，其它元素为 100%；异常抽查合格率除达 100%。结果表明，国家一级标准物质及监控样的各项质量参数结果均满足规范要求。

岩石样品测试过程所插入的一级标准样品准确度、精密度均为 100%，内检合格率为 100%。

综上所述，《中非资源控股有限公司马达加斯加项目》样品分析测试质量满足地球化学普查规范（比例尺 1 : 50000）》（DZ/T0011—1991）、《地质矿产实验室测试质量管理规范》（DZ/T0130—2006）的技术标准要求和分析质量要求，数据可以用于本项目的调查评价工作，达到了预期目的。

8 工作区资源量预测

8.1 资源量预测的矿产指标及参数选择

按现行的国内及国际同类矿产工业要求，确定各项起算指标，参数参考类似矿床，本次工作探矿工程太少，样品数据参考 2009 年踏勘报告及本次工作的样品取其中间值，依据野外工作物化探成果及实地地质测量验证的浅部，结合区域地质信息，合理推测，对工作全区范围进行矿产资源量预测。

8.2 资源量预测结果

通过预查工作，全区预测铌钽铀资源量（334）：矿石量 3475 万吨，其中 Nb_2O_5 76440 吨、 Ta_2O_5 12508 吨、U 17373 吨，详见下表 8-1。

表 8-1 马达加斯加安琪拉贝铌钽铀矿资源量预测表

矿化体编号	矿化体长度 (m)	矿化体平均厚度 (m)	矿化体推测延深 (m)	矿石体积质量 (t/m^3)	矿石量 (t)	矿石品位 (%)			预测资源量 (t)		
						Nb_2O_5	Ta_2O_5	U	Nb_2O_5	Ta_2O_5	U
V1	725	15	130	2.75	3887813	0.22	0.036	0.05	8553	1400	1944
V2	650	10	150	2.75	2681250	0.22	0.036	0.05	5899	965	1341
V3	825	30	100	2.75	6806250	0.22	0.036	0.05	14974	2450	3403
V4	900	45	90	2.75	10023750	0.22	0.036	0.05	22052	3609	5012
V5	1050	12	120	2.75	4158000	0.22	0.036	0.05	9148	1497	2079
V6	350	5	80	2.75	385000	0.22	0.036	0.05	847	139	193
V7	500	25	110	2.75	3781250	0.22	0.036	0.05	8319	1361	1891
V8	775	8	90	2.75	1534500	0.22	0.036	0.05	3376	552	767
V9	325	4	70	2.75	250250	0.22	0.036	0.05	551	90	125
V10	450	20	50	2.75	1237500	0.22	0.036	0.05	2723	446	619
合计					34745563				76440	12508	17373

9 结论与建议

9.1 结论

(1) 矿区预查时间紧，野外条件艰难，但能较好地完成预查工作任务。经预查发现该区矿化较好，具有寻找中大型矿床潜力。

(2) 通过本次工作，圈定了 Ta、Nb、Cu、Pb、Zn 等水系沉积物异常，其中 Ta、Nb 异常较好，面积较大，且具有清晰的浓度分带，浓集中心面积大且规整；Cu、Pb、Zn 元素异常分带明显，面积大且异常套合好。

(3) 全区初步圈定铌钽（铀）矿化体 10 个，主要分布于北西向断裂破碎带的伟晶岩中，个别分布于近东西向断裂或大理岩与片岩类界面接触带上。预测铌钽铀矿资源量(334)：矿石量 3475 万吨，其中 Nb_2O_5 76440 吨， Ta_2O_5 12508 吨，U17373 吨，达大型矿床规模。

9.2 建议

4 个预查区的水系沉积物异常好，矿化体多且矿化较好，成矿条件有利，找矿远景较好，建议进一步开展勘查工作。

(1) 对水系沉积物测量异常区采用 1:1 万地质测量，1:1 万土壤测量开展异常查证，对已发现的铌钽（铀）矿化体及异常进行槽探揭露和钻孔控制。

(2) 对主要矿化体，通过 1:2000 地质填图、水工环地质测绘、系统取样工程，以查明矿体产状、规模等，为制订矿山总体规划和开发提供依据。