

---

# **BEP ILOP ILO 矿权区铬铁矿**

## **资源潜力初步评估报告**

**贵州省地质矿产勘查开发局 117 地质大队**

**二〇〇九年十一月**

---

# **BEPILOPILO 矿权区铬铁矿**

## **资源潜力初步评估报告**

**报告编写：**

**项目负责：**

**报告审查：**

**总工程师：陈 焕**

**队 长：王成相**

**贵州省地质矿产勘查开发局 117 地质大队**

**二〇〇九年十一月**

## 正文目录

<b>1 序 言</b> .....	<b>1</b>
1.1 评估目的.....	1
1.2 评估依据.....	1
1.3 评估遵循原则.....	2
1.4 评估方法.....	2
<b>2 评估对象</b> .....	<b>4</b>
2.1 矿权持有者.....	4
2.2 矿权区位置、范围及交通.....	5
2.3 自然地理及经济概况.....	8
2.4 矿权区及区域以往的勘探历史.....	9
<b>3 区域地质背景</b> .....	<b>13</b>
3.1 冈瓦纳联合古陆与马达加斯加岛的大地构造演化.....	13
3.2 马达加斯加岛的地层和构造.....	15
3.3 区域岩浆活动及岩浆岩.....	18
3.4 区域变质作用及变质岩.....	18
3.5 Ankazotaolama ~ Andriamena 岩盆.....	19
3.6 Ankazotaolama ~ Andriamena 岩盆内的主要矿产.....	23
3.7 Ankazotaolama ~ Andriamena 岩盆典型铬矿床特征分析.....	24
<b>4 矿权区地质特征</b> .....	<b>31</b>
4.1 地层.....	31
4.2 地质构造.....	34
4.3 岩浆岩.....	34
4.4 变质作用.....	35
4.5 地球化学特征.....	36
4.6 地球物理特征.....	36
4.7 控矿因素及产出规律.....	38
<b>5 Bepilopilo 矿权区铬铁成矿潜力评价</b> .....	<b>39</b>

5.1 成矿潜力评价要素的确定 .....	39
5.2 成矿远景区划分及资源潜力评价 .....	40
5.2.1 成矿远景区划分 .....	40
5.2.2 资源潜力预测 .....	44
5.2.3 资源量预测结果 .....	47
6 评估结论及建议 .....	51
6.1 评估结论 .....	51
6.2 下一步工作建议 .....	52
7 存在的问题 .....	54
8 结束语 .....	55



## 资料附录

序号	资料名称		比例尺	数量
1	附图	Bepilopilo 矿权区地形地质简图	1:5万	1
2		Bepilopilo 矿权区 352 区块铬铁矿露头采样点分布图	1:5万	1
4		Bepilopilo 矿权区铬铁矿资源潜力评价图	1:5万	1
1	附件	Bepilopilo 矿权区的铬矿露头照片		1
2		Bepilopilo 96 区块的露头采样分析数据		1
3		Bepilopilo 矿权区物探成果资料		1
4		《Bepilopilo 矿权区铬铁矿资源潜力初步评估报告》编制单位及编写人员资质证书复印件；		1

# 1 序 言

受 TAK 国际 ( 香港 ) 股份有限公司 ( 以下简称 TAK 公司 ) 的委托 , 遵循中国有关矿业勘查区评估的有关规定 , 依照目前国际上矿产资源的勘查技术现状和勘查技术工作惯例 , 本着客观、独立、公正、科学的原则 , 对香港 TAK 公司在马达加斯加共和国拥有的 Bepipopilo 地区 352 个区块 ( 总面积 137.50km<sup>2</sup> ) 探矿权的铬铁矿资源找矿潜力进行初步评估。初步评估报告由方策、彭慈刚负责编写。

## 1.1 评估目的

根据 TAK 公司提供的现有资料 , 对其在马达加斯加共和国拥有的 Bepipopilo 地区 352 个区块探矿权的铬铁矿资源找矿潜力进行初步的评估 , 为 TAK 公司决策提供依据。

## 1.2 评估依据

评估依据主要由以下内容组成 :

- 1、现代地学理论和矿床学理论。
- 2、贵州省地质矿产勘查开发局 117 地质大队与 TAK 公司签订的《铬矿资源潜力评估协议书》；
- 3、TAK 公司提供的在 Bepilopilo 地区 352 个勘探区块已有的原始勘查资料；
- 4、TAK 公司提供的《Bepilopilo352 区块 137.50km<sup>2</sup> 铬、黄金、镍、铂金等多金属矿区简介》；
- 5、TAK 公司提供的 TAK 公司 2007 年铬铁矿露头踏勘报告；
- 6、TAK 公司公开披露的找矿信息。

### 1.3 评估遵循原则

- 1、独立、客观、科学、公正和谨慎的基本工作原则；
- 2、尊重地质规律和矿产资源经济规律的原则；
- 3、遵守地质勘查规范的原则；
- 4、地质勘查风险规避原则。

### 1.4 评估方法

根据 TAK 公司提供的 Bepilopilo 地区的 352 个勘探区块的地质资料，依照目前国际上矿产资源的勘查技术现状和勘查技术工作惯例，结合中国现行的《固体矿产地质勘查规范总则》( GB/T13908-2002 ) 和《铁、锰、铬矿地质勘查规范》( DZ/T 0200-2002 )，对勘探区块的地质研究程度、矿石的物质组成以及矿石质量、成矿地质条件等方面的工作程度，重新进行了研究和核定。

对勘探区块研究分析后认为，虽然 Bepilopilo 地区 96 个区块进行过一定地表勘查采样工作，并在 352 区块中做了 1.6km<sup>2</sup> 高精度磁测和 4 条剖面的电法测量及激发激化法测量，投入了不同程度的实物勘查工作量，取得了一定的地质、铬铁矿产信息资料和成果，但是其总体研究深度和勘查的程度仍然较低。因此，专家组认为：TAK 公司在 Bepilopilo 地区的 352 个勘探区块目前地质工作程度类似中国勘查现行规范所规定的预查工作程度。

根据以上综合因素和各勘查区块的具体特点，本次评估方法确定采用地质要素类比法进行。主要包括四类地质要素：①区内基性—超基性岩的分布情况。②区域成矿地质条件。该要素评价的是勘查区与成矿远景区(带)和已知的矿点、矿床的关联性，并通过待评估区所显示的区域成矿环境是

否有利，来推断勘查区内成矿的可能性。③物化探工作的精度与异常显示。该要素是指在勘查区内，是否存在目标矿种的较好的物化探异常和异常与成矿关联情况，依据物化探异常的数量和性质，判断勘探区内的矿产资源潜力。④矿化强度与蕴藏规模条件显示。该要素评价的是勘查区内是否存在显示矿产资源潜力强度的矿化、矿体、矿床，并依相应的工程揭示的矿化信息，类比邻区同类型矿床来推断其资源量的大小。

## 2 评估对象

### 2.1 矿权持有者

TAK 集团公司全资下属公司：马达加斯加铬矿公司 ( Madagascar Chromiun Company Ltd -SARL ) 拥有 BEPILOPILO 铬矿项目 100% 的权益。

BEPILOPILO 铬矿项目是由 6 个许可证 352 区块 ( 单位区块面积：625m×625m ) 组成勘探区域，矿权区总面积合计 137.50km<sup>2</sup>。6 个许可证的编号及其面积见表 1。

表 1 BEPILOPILO 铬矿项目的 6 个许可证的编号及权益面积一览表

序号	许可证编号	区块数	面积 (km <sup>2</sup> )
1	27694	64	25.00
2	27695	16	6.25
3	27696	32	12.5
4	27697	16	6.25
5	27698	96	37.5
6	27600	128	50.00
合计		352	137.50

BEPILOPILO 铬矿项目获准勘探的矿种是：铬、黄金、镍、铜、铂金、铅、石墨、电气石、锰、铁、压电石英、石榴石。在勘探期间若发现其他有价值的矿种，可随时向马国政府矿务部申请该矿种的勘探许可证。

BEPILOPILO 铬矿项目勘探权许可证获得马达加斯加议会批准的日期是 2007 年 10 月 26 日，此日期是排他性勘探权起算的日期。马达加斯加铬矿公司在马国矿务部备案登记的日期是 2008 年 12 月 16 日。BEPILOPILO 铬矿项目勘探权矿权许可证见图 1。

马达加斯加矿产法规定：勘探权期限共 11 年，可根据勘探情况随时转

为开采权，第一期开采权期限 40 年。

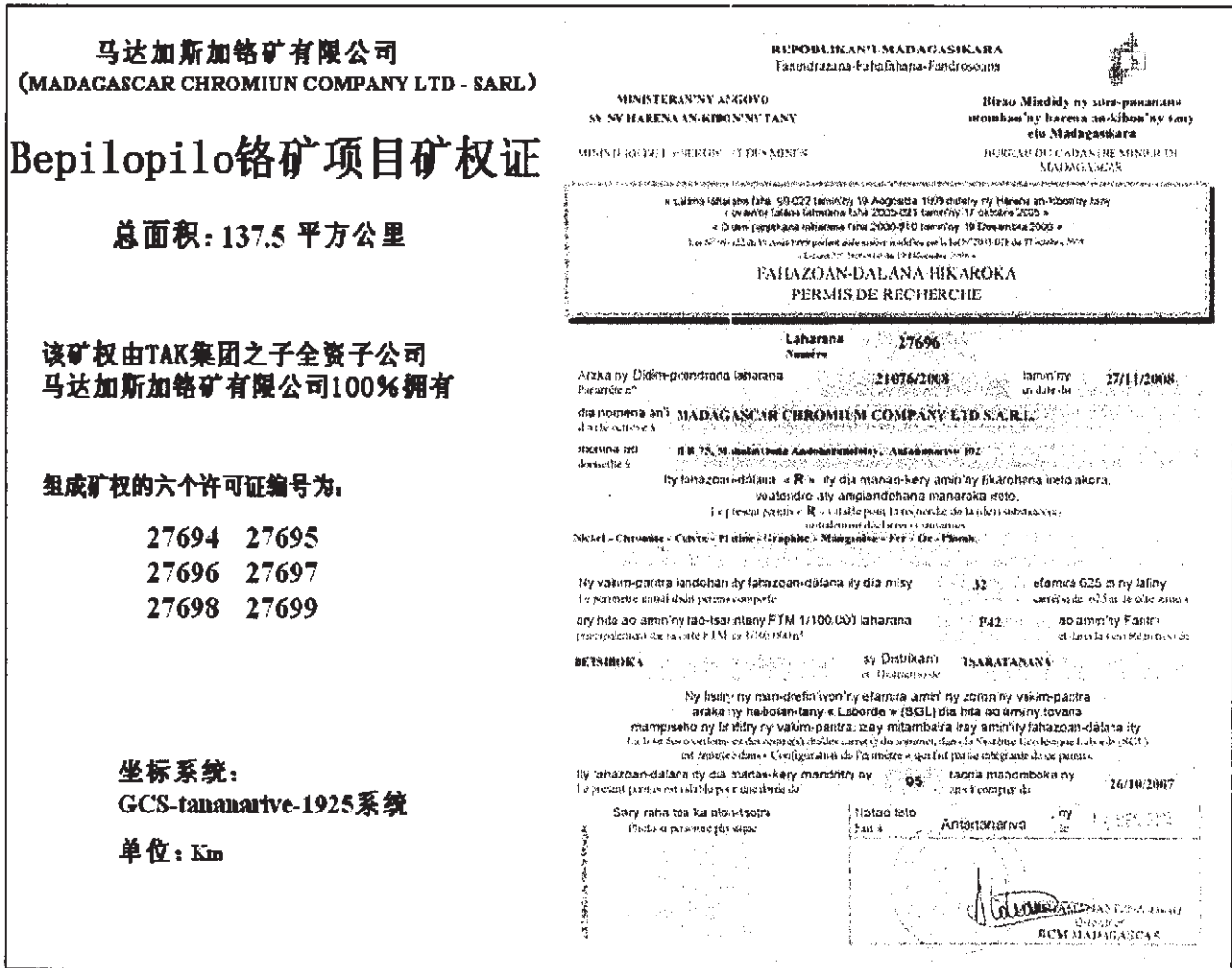


图 1 BEPILOPILO 铬矿项目勘探权许可证 ( 27696 扫描件 )

## 2.2 矿权区位置、范围及交通

**地理位置** :BEPILOPILO 铬矿项目矿权区位于马达加斯加共和国首都塔那那利佛市正北 200km 处，Betsiboka 省 Andriamena 县 Bepilopilo 地区 ( S17°04' ~ 17°14' , E47°25' ~ 47°33' )。BEPILOPILO 铬矿项目矿权区在马达加斯加岛的地理位置见图 2。矿权区边界拐点坐标见表 2 及 BEPILOPILO 铬矿项目矿权区地形图 ( 比例尺 : 1/50 万 ) 图 3。

**交通** : 有公路穿过 BEPILOPILO 铬矿项目矿权区 ( 见图 3 )。矿权区南



距离马达加斯加国有铬矿公司 KROMA 公司第一采矿场场部 Brieville 市约 70km ,西距马国 4 号与 6 号高等级公路的交叉口—交通枢纽 Ambondromamy 市约 110km , 距离马国第二大港口 Mahajanga 港口约 263km , 见图 2。

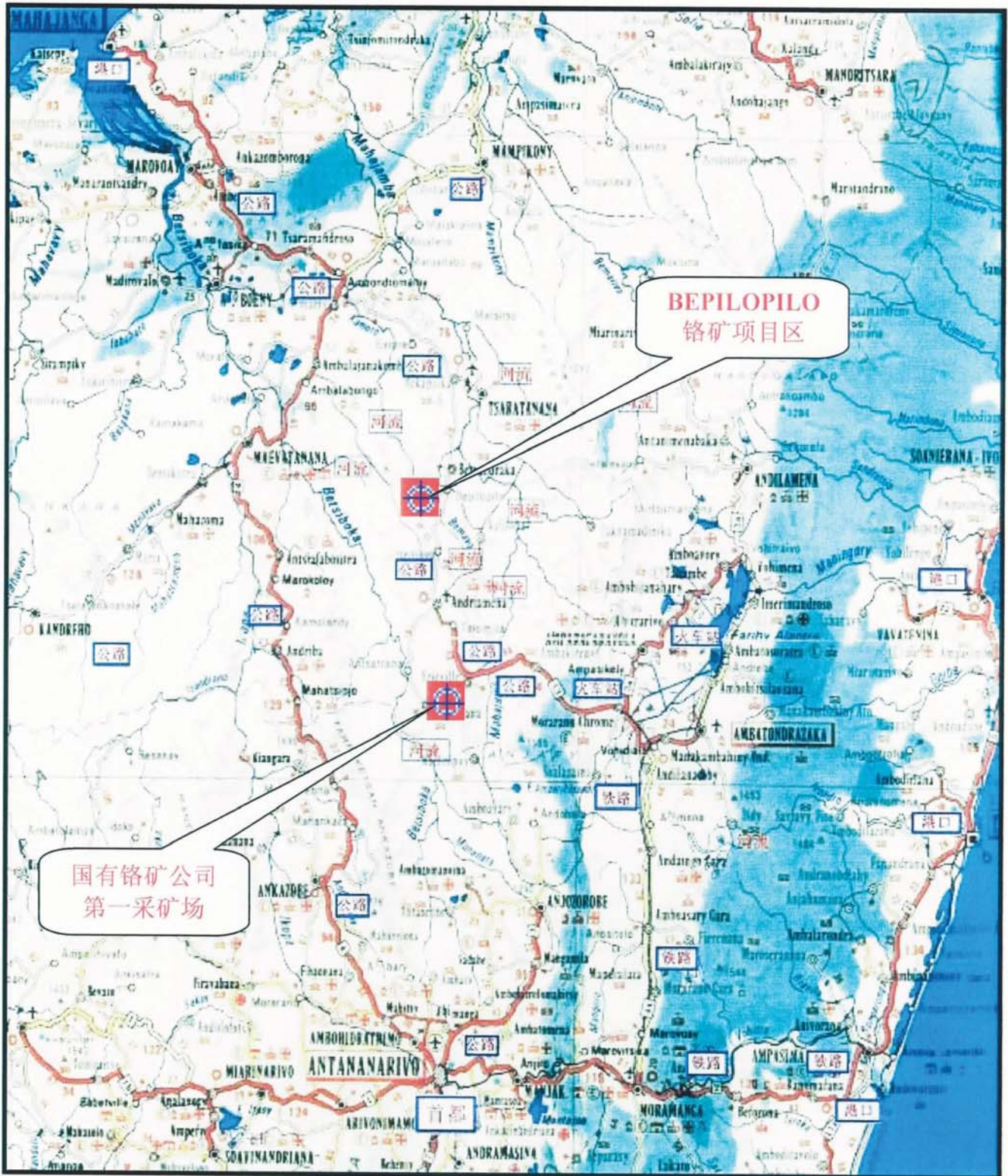


图 2 BEPILOPILO 铬矿项目矿权区在马达加斯加岛的地理位置



Brieville 市距离 Vohidiala 火车站 88 km ,Vohidiala 火车站有铁路直达马国第一大港口 Tamasina 港口。马达加斯加国有铬矿公司 KROMA 公司第一采矿场正在开采的铬矿运输就是依托这条路线的。

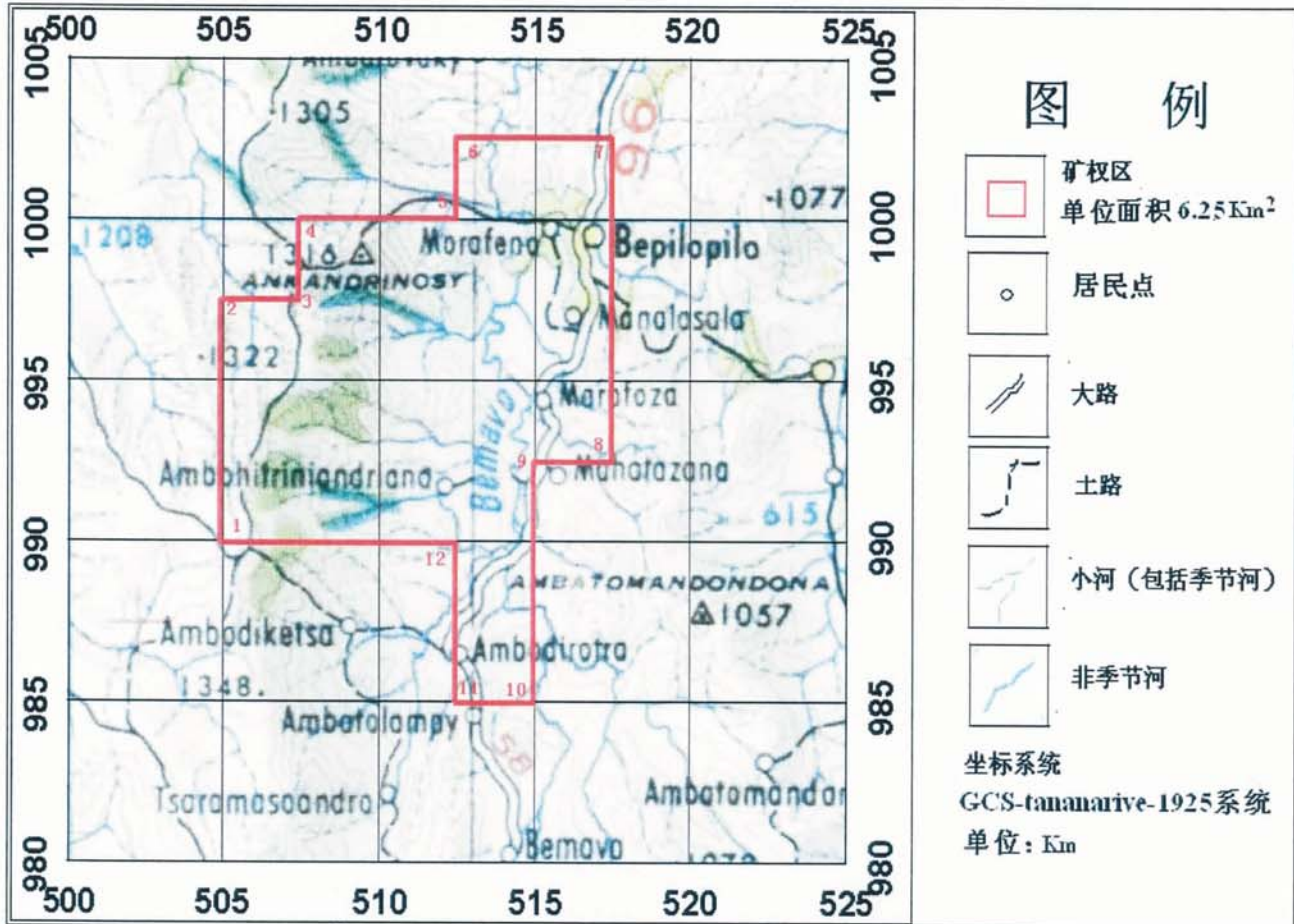


图 3 BEPILOPILO 铬矿项目矿权区地形图 ( 1 : 50 万 )

表 2 BEPILOPILO 铬矿项目矿权区范围拐点坐标表

NO.	Xv	Yv
1	990000	505000
2	997500	505000
3	997500	507500
4	1000000	507500
5	1000000	512500
6	1002500	512500
7	1002500	517500



8	992500	517500
9	992500	515000
10	985000	515000
11	985000	512500
12	990000	512500

## 2.3 自然地理及经济概况

1) 自然地理：矿权区内地形形态主要是山地，起伏不大，海拔 800~1300m 之间。地势是西部和东部高，中部低的山间盆地，山系走向北东。矿权区地表大部分被厚达数米到几十米的红土层（残积层）覆盖，红土化的侵蚀地貌（马达加斯加语“Lavaka”）广泛分布。侵蚀的陡坎（lavaka）往往能够揭露了被红土层掩盖的岩石露头和矿石露头，大量的铬矿扁豆体就是在剥蚀陡坎（lavaka）的底部和边帮被发现。

常年流淌的 Bemavo 河从南向北流经矿权区的东部。其余河（溪）流多为源流，具辫状、树枝状河流特征，最终汇入 Bemavo 河口。矿权区内源流的特点是：雨季河水上涨，水量充沛，流速湍急；旱季水流缓慢或干枯，是典型季节河。地面径流除了降雨外，还有火山泉作为重要的补给水源。

2) 植被情况：矿权区地表杂草丛生，稀疏的树林沿山谷、河道分布，其中有大量野生的芒果树、枣树等。

3) 气候：矿权区为雨季和旱季分明的地区。雨季：12~3 月，旱季：4~11 月。旱季雨量稀少，雨季雨量充沛。雨季的降水多以短时阵雨为主。矿权

区夏季气温最高可达 37~39℃，旱季气温可低至 15℃。

4) 居民：矿权区内居民稀少，总人口约 3000 多人。绝大部分地区无人居住和耕种、放牧。矿权区内只有 5 个较大的居民点，最大的居民点为 Bepilopilo，由 3 个自然村组成，人口约 1000 多人。其余 4 个居民点均有一个自然村组成。居民点位于公路旁边，毗邻河（溪）流的高地上。

5) 经济概况：传统的水稻和木薯种植构成当地的主要经济基础。此外，还从事其他粮食作物和拉菲草等经济作物的种植以及养牛和养羊业。许多当地居民也从事个体手工淘金，具有从残积层和冲（洪）积物中淘洗黄金的经验知识，并习惯于从河（溪水）道、红土中淘洗收取黄金。

## 2.4 矿权区及区域以往的勘探历史

1) 1921 年，法国地质学家 P. GIRAUD 勘探队对 Ankazotaolama ~ Andriamna 岩盆进行了野外地质勘探，发现了超基性岩和铬矿。

2) 1921 ~ 1958 年，法国地质学家陆续在 Ankazotaolama-Andriamna 岩盆进行多次的野外地质勘探，加深了对该地区超基性岩和铬矿的地质认识。

3) 1957 年由马达加斯加政府组织，地质服务公司 SIAM 承担的 1:10 万地质填图，系统勘探了 Ankazotaolama ~ Andriamna 岩盆内的基性岩和超基性岩。该次勘探在 BEPILOPILO 铬矿项目矿权区，发现有多处的铬矿原生扁豆体和残坡积物的露头。

4) 1958 ~ 1969 年，法国勘探公司 BRGM 公司在 Ankazotaolama ~

Andriamna 岩盆内进行了系统的勘探,包括多处实施了一定规模的地质勘探工程,如探槽、岩芯钻井等。并确定在岩盆的南部 Ankazotaolana ~ Bemanevika 铬矿床露天开采铬矿,为此而修建了铁路和公路。1969年3月 COMINA 公司经营的 Ankazotaolana ~ Bemanevika 铬铁矿正式出售铬矿(商品铬矿的品位  $\text{Cr}_2\text{O}_3 > 49\%$ )。

5) 1971 ~ 1972 年, BRGM 公司对包括 BEPILOPILO 铬矿项目矿权区内的 Andriamna 以北地区进行了 1:4 万的铬矿地表勘探,取得了很好的勘探结果,另外,地球化学勘查还确认了一些镍、铜、锡、钨、黄金、铂金的地球化学异常。

6) 1973 ~ 1974 年, BRGM 公司对位于 BEPILOPILO 铬矿项目矿权区内北部约 30 多平方公里的区域进行了 1:1 万地质填图,实施了探槽、浅井等地质工程,95 个样品进行了  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  和  $\text{FeO}$  的化学基本分析,并进行了选矿测试。有 3 个大型的原生铬矿地表露头(1000 吨 ~ 5000 吨)被发现。6 个平均深度不到 15m 的钻井表明:原生的铬矿扁豆体向深部延伸。

7) 由马达加斯加政府组织的 1:10 万比例尺的航空磁测和航空电法测量、处理和解释成果表明 BEPILOPILO 铬矿项目矿权区(137.5  $\text{km}^2$ )有很好的超基性和铬矿勘探前景。

8) 2005 年 ~ 2007 年,马达加斯加政府在世界银行的资助下,委托 BRGM 公司,利用现在最新地质勘探技术,对 Ankazotaolama ~ Andriamna 岩盆内



的 6 个图副 ( OPQ42-OPQ43 图幅 , 面积约  $150\text{km}\times 150\text{km}$  ) 进行了多金属矿物的勘探工作。

9 ) 2007 年 , TAK 集团公司聘请马达加斯加本土专业勘探队伍 MEAD 公司( 塔那大学地质系 )对 BEPILOPILO 铬矿项目矿权区(  $137.5\text{ km}^2$  )进行了勘探。重点对其北部的 96 区块 (  $37.5\text{km}^2$  )进行了地质施工 , 挖掘了一批探井和探槽 , 进行了地球化学原生晕和分散流采样 , 以及综合地球物理勘探。该次勘探的地表样品 249 个 , 经过化验统计 ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  的品位 $>30\%$  为 156 个 , 约占总数的 63% , 见图 4。

10 ) 2007 年 , TAK 集团公司对 BEPILOPILO 铬矿项目矿权区(  $137.5\text{ km}^2$  )中的 96 个区块 (  $37.5\text{km}^2$  )进行了系统的勘探。并遴选了 5 个区域进行了高密度磁法 ( 网度  $12.5\text{m}\times 25\text{m}$  ) 和交叉剖面电法 ( 电阻率法和激发极化法 ) 的勘探。磁异常图的比例尺为 1:1000。

11 ) 2008 年 , TAK 集团公司委托马达加斯加塔那大学地质系对利用现代勘探技术对 BEPILOPILO 铬矿项目矿权区 (  $137.5\text{ km}^2$  ) 前人的勘探资料进行了系统研究。

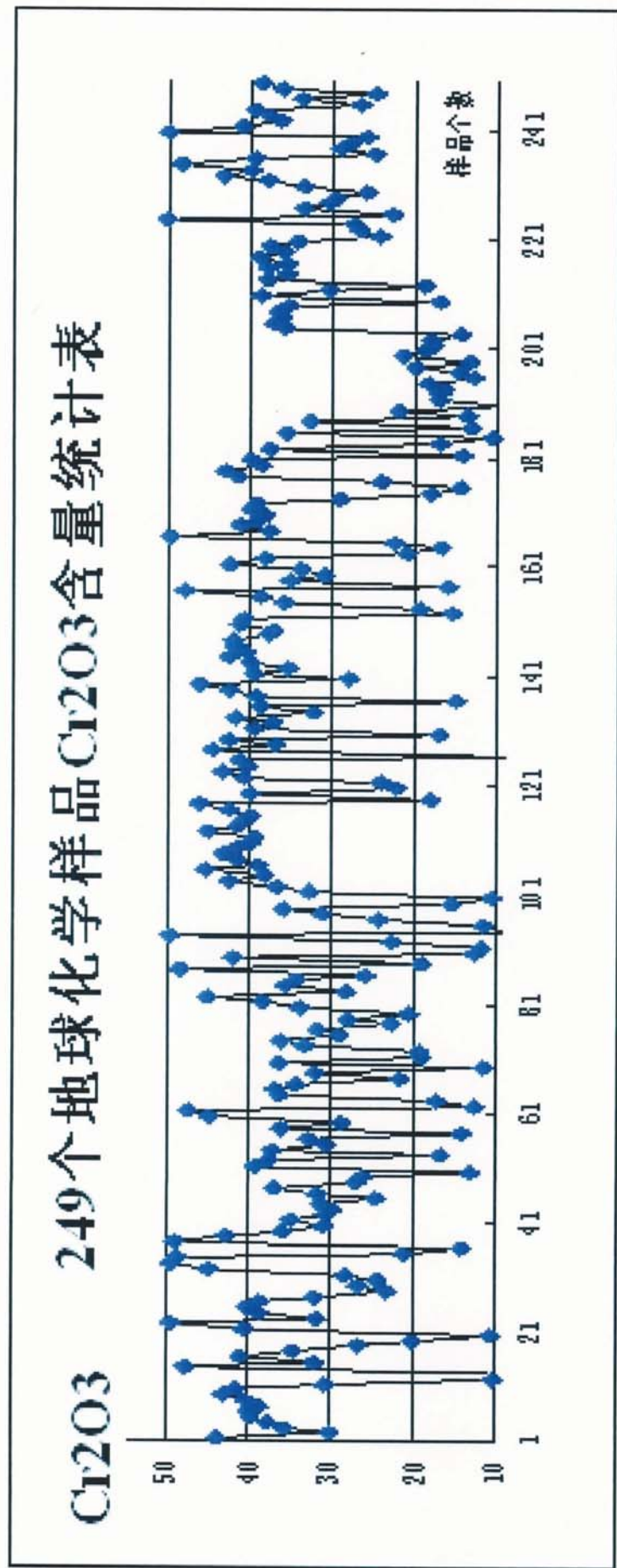


图 4 2007 年采集的 249 个地表样品 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ( % ) 百分含量统计图

### 3 区域地质背景

马岛中东部基本都被前寒武纪和早古生代的变质岩和岩浆岩覆盖，称为 Malagasy 地壳，主要由太古界和晚元古界岩石组成，并在泛非洲构造运动期间受到改造。前寒武系包括早太古代的地壳残余 ( $>3000\text{Ma}$ ) 和广泛的晚元古代混合岩，在  $600\sim 800\text{Ma}$  前冈瓦那大陆形成时，强烈的构造活动使之高度变质。同位素证据表明，在马达加斯加中部和北部存在真正的太古代克拉通。

马达加斯加克拉通完成于太古代。在马达加斯加克拉通内广泛发育有片麻岩~绿岩体，并伴有多期韧性剪切带变形和花岗岩~闪长岩及基性~超基性岩侵入，是铬矿、金、镍、铂族元素矿产的主要产出母岩。

#### 3.1 冈瓦纳联合古陆与马达加斯加岛的大地构造演化

在冈瓦那期间，马达加斯加岛与现在的南美洲大陆、非洲大陆、印度古陆、南极洲大陆、澳大利亚大陆共同组成冈瓦纳联合古陆。从泥盆纪开始由于海底扩张推动分离，在白垩纪，冈瓦那大陆完全分裂成现在的大陆，这是大陆漂移学说的主要内容。

马达加斯加卡鲁期盆地是在东西冈瓦那扩张裂解过程中生成的。近 10 年来的地质勘探表明，在马达加斯加西部的卡鲁期盆地中，发现有来自东西两边的物源。对比整个东部非洲，在东南部非洲（现在的津巴布韦~南



非) 同期存在广泛的卡鲁期盆地。这说明：马达加斯加在冈瓦纳联合古陆中，是与现在的东南部非洲相接壤，马达加斯加岛太古代克拉通和非洲东南部（津巴布韦～南非）的克拉通曾经连在一起，在冈瓦那期间共同组成非洲泛克拉通。见图 5，莫桑比克地堑周边盆地及洋壳范围图。所以，对马达加斯加岛的大地构造演变和地质认识、找矿方向都都应参照东南部非洲的地质研究成果。



图 5 莫桑比克地堑周边盆地及洋壳范围图

### 3.2 马达加斯加岛的地层和构造

马达加斯加岛地表出露前寒武系、石炭系、侏罗系、白垩系等显生宙地层。

前寒武系广泛分布，约占马岛 70%的地域，显生宙地层分布于马岛的周边。马达加斯加的铬矿成矿主要与前寒武岩系有关。前寒武岩系按照岩性及变质程度可分为太古界深变质岩系、太古界~新元古界混合岩系及中~新元古界浅变质岩系。

BEPILOPILO 铬矿项目位于马达加斯加 2 号绿岩带——Andriamena 绿岩带，见图 6。



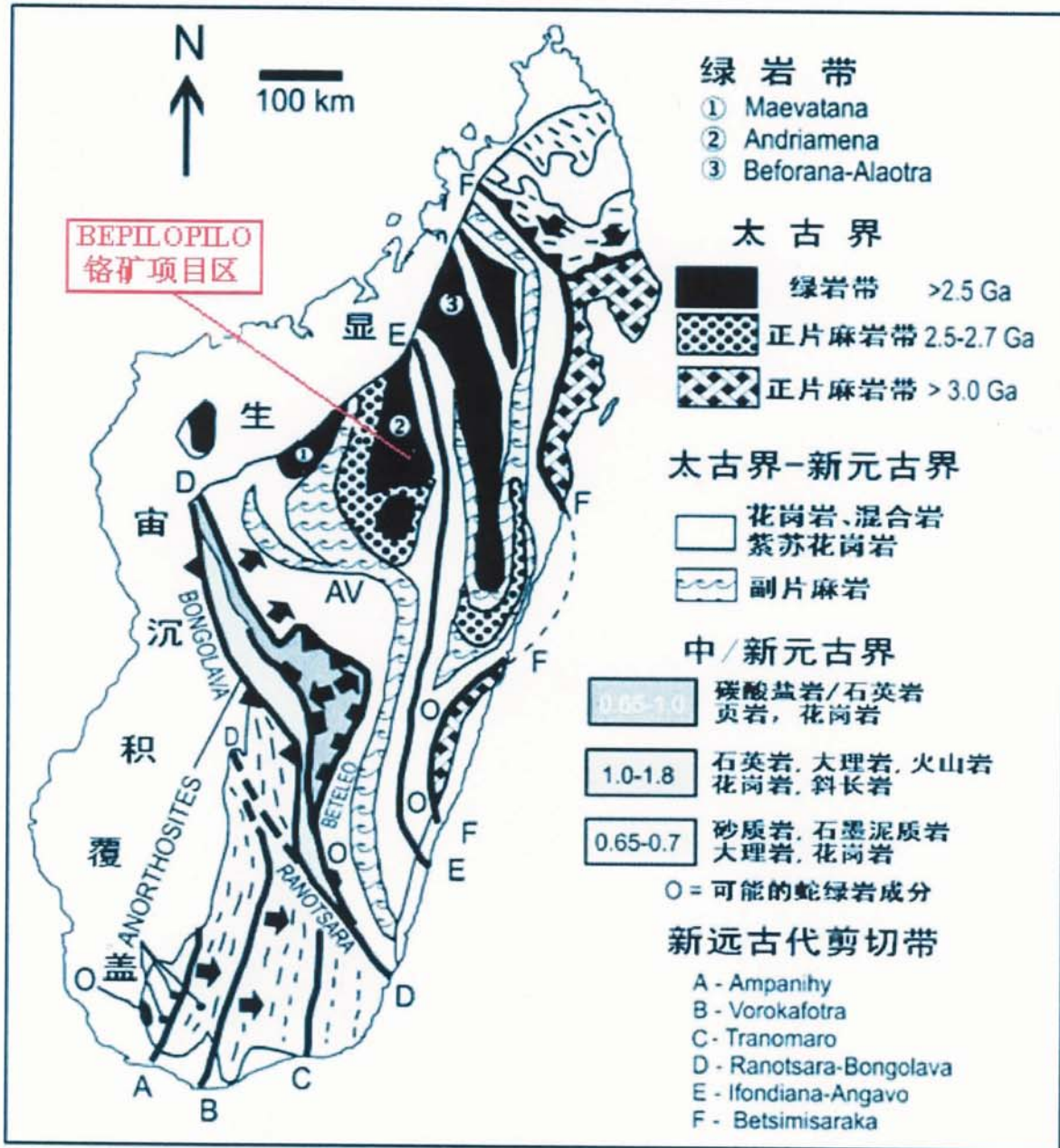


图 6 马达加斯加前寒武系基底结构图

根据基底构造研究, 马达加斯加岛是随着海底构造的扩张从冈瓦纳古陆分离出来。因此, 它显著的地质特征就是剪切构造带发育。Collins 等学者将马岛中北部划分为 Antongil 地块, Antananariv 地块, Itremo 岩席带, Tsaratanana 岩席带, Bemarivo 带五个构造单元 (见图 7, 马达加斯加中北部 5 个构造单元, )。BEPILOPILO 铬矿项目所在的 Andriamena 岩席带位于 Tsaratanana 构造单元。

Tsaratana 构造单元的历史演化阶段见图 8, 马达加斯加中北部 5 个构造事件和  
时间。

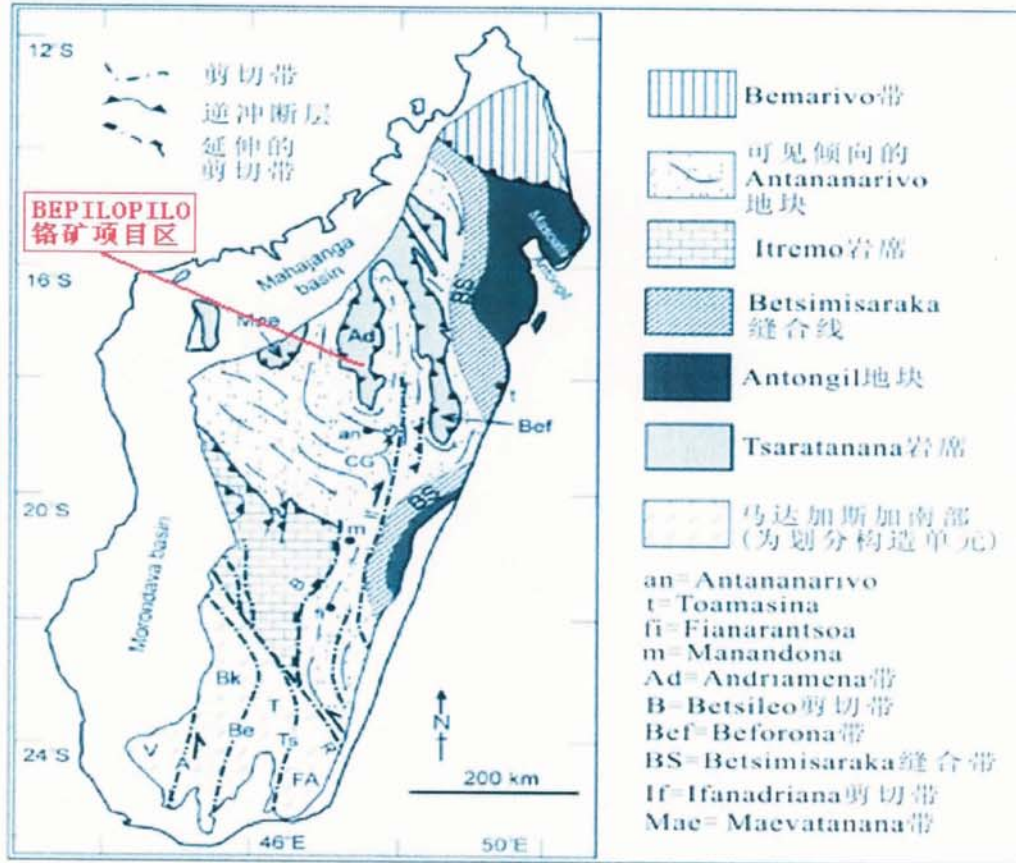


图 7 马达加斯加中北部 5 个构造单元 ( Collins , 2006 )

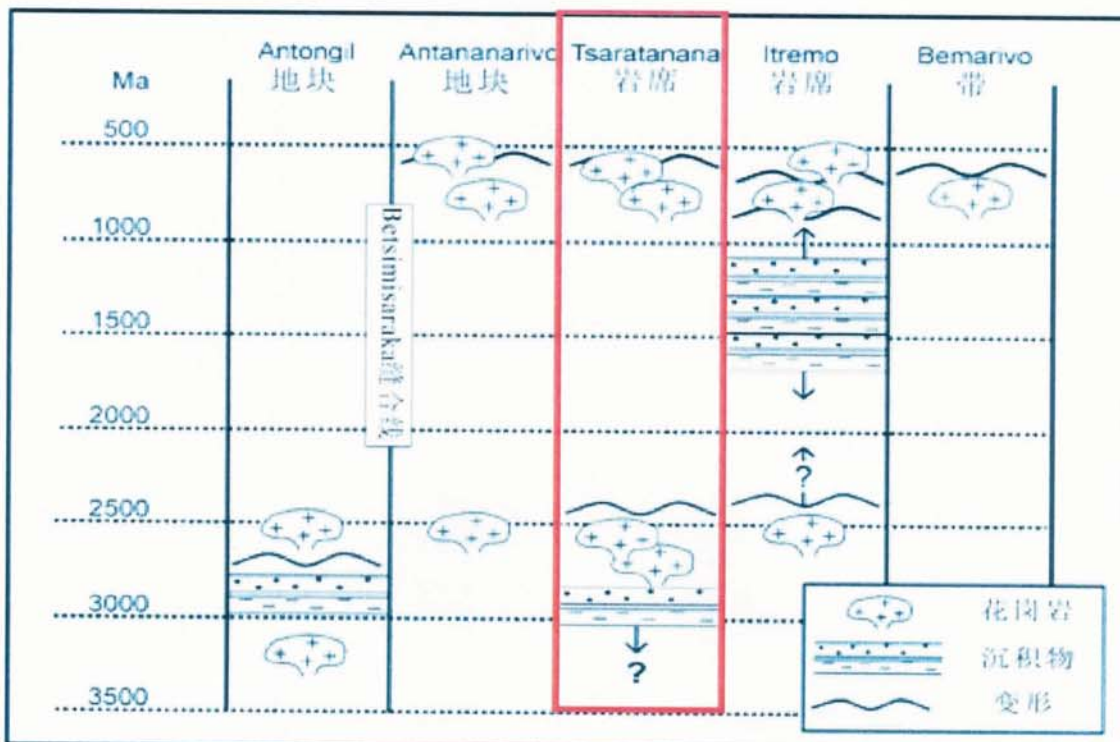




图 8 马达加斯加中北部 5 个构造事件和时间 ( Collins , 2006 )  
( BEPILOPILO 项目所在的 Andriamena 岩席带位于 Tsaratanana 构造单元 )

### 3.3 区域岩浆活动及岩浆岩

马达加斯加岛经历了多期岩浆活动，目前已辨认出 7 个大的岩浆活动时期，大规模的岩浆活动是在晚元古代 ( 23 亿年 ) 以前，在多期次构造运动和构造变形中，伴随着大量花岗岩—闪长岩及基性—超基性岩侵入到太古界变质岩中。Tsaratanana 岩席带，早期侵入体年龄测定为 2700~2400Ma，锆石捕虏体年龄为 3260Ma ( Tucker et al. 1996 ; Collins et al. 2000 )。BEPILOPILO 铬矿项目所在的 Andriamena 岩席带在 2550~2500Ma 花岗质岩类组成的岩石中，夹有大量的后期的花岗岩 ( 8240~7190 Ma )。这与马达加斯加岛晚白垩世及新近纪火山活动强烈有关，在晚白垩世主要在马岛的边缘呈线状喷发产出，在新近纪于马岛北部及中部呈点状喷发产出。

区内岩浆岩是前寒武纪结晶基底的主要组成部分。岩类主要有安山岩、霏细岩、流纹岩及凝灰岩，侵入岩有花岗岩、正长岩、辉长岩等，侵入时间 8240~7190Ma。

### 3.4 区域变质作用及变质岩

从马达加斯加前寒武系基底结构图可以看出 ( 见图 6 )，整个马达加斯加岛除西部被显生宙沉积覆盖、周边有新生代的沉积外，大部分地区都为前寒武变质岩系覆盖。变质岩类可以分为三类：

- 1) 太古界有绿岩体、正片麻岩，变质程度为麻粒岩相—片麻岩相；
- 2) 太古界—新元古界有混合岩及副片麻岩；
- 3) 中/新元古界石英岩及大理岩等。

变质作用主要有两个时期：一是斯威士兰系沉积之前的构造运动，多种变质作用的叠加改造使太古界岩系产生深度变质，以致难以恢复原来的面目；二是晚元古代后的构造运动 6000~8000Ma 前冈瓦纳大陆形成时，强烈的构造运动使之高度变质，在泛非洲构造运动期间受到改造。

### 3.5 Ankazotaolama~Andriamena 岩盆

Ankazotaolama-Andriamna 岩盆位于马达加斯加 2 号绿岩带——Andriamna 上，成正南北走向。岩盆南北最长达到 135 公里，东西最宽达到 70 公里，总面积接近 10000Km<sup>2</sup>。航磁异常图清楚的展示了岩盆的范围、形态及内部结构和构造，见图 9。航磁异常图亦清楚地表明了岩盆中弱磁性的铬矿矿化带磁异常。

Ankazotaolama-Andriamna 岩盆由四组岩相组成，依次为：花岗岩-混合岩、片麻岩-混合岩、片麻岩和顺层片麻岩、基性-超基性岩。铬矿赋存于第三组片麻岩混合岩和第四组基性-超基性岩中。铬矿的空间展布分布主要受前者麻岩 - 混合岩体空间形态分布的限制。如图 10 所示的 Ankazotaolama-Andriamna 岩盆的东西向地质剖面图。

Ankazotaolama-Andriamna 岩盆岩石演化的主要的地质时代为：

2500Ma ,形成基岩体和超基性岩以及铬矿; 1700 Ma ,强烈的区域构造运动 ,形成了大规模的褶皱和构造变形 ,剧烈的区域变质作用形成片麻岩、石榴石、紫苏辉岩和 Bemanevika ; 750 Ma ,次级的脆性变形与花岗岩化和伟晶岩系的生成 ; 550 Ma ,新的造山运动周期 ,是花岗岩化和混合岩化的主要阶段 。

在区域地质历史中 ,几次造山运动和变质作用的长期性和剧烈程度造成了矿床地质和结构的复杂性。岩盆内各种类型的片麻岩占据优势 ,还包括或多或少混合岩 ,基性岩 (辉长岩 ,苏长岩) 和超基性岩 (辉石岩 ,橄辉岩) 体。铬矿矿化体被嵌入在一个大规模的片麻岩-混合岩中。片麻岩层系在 Betrandraka 地区沿 NNW-SSE 方向延伸超过 80 公里。片麻岩层系的走向在 Tampoketsa 和 Vohambohitra 之间的两个巨大花岗岩之间发生了变化 ,这个构造变形是由 Andriamena 复向斜变窄引起的。

岩盆中成南北走向的条带状分布的铬矿矿床的形成于前寒武纪 ,赋存



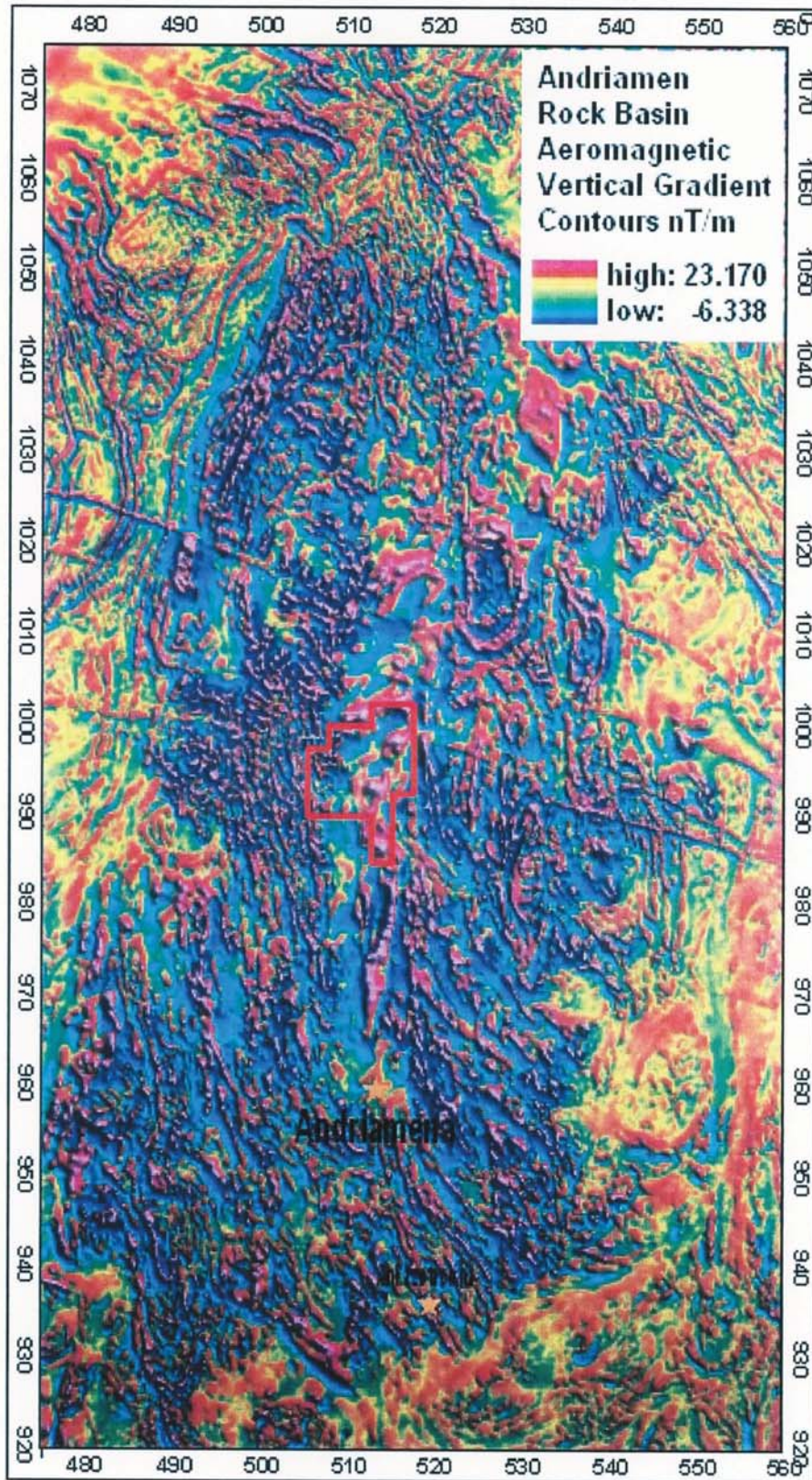


图9 Ankazotaolama-Andriamna 岩盆的垂向梯度磁异常图(2006,PGRM)

( BEPILOPILO 铬矿项目矿权区位于岩盆的地理中心和构造中心的位置，图中所示红色线框的范围。航磁异常图亦清楚地表明了岩盆中弱磁性的铬矿矿化带磁异常 )

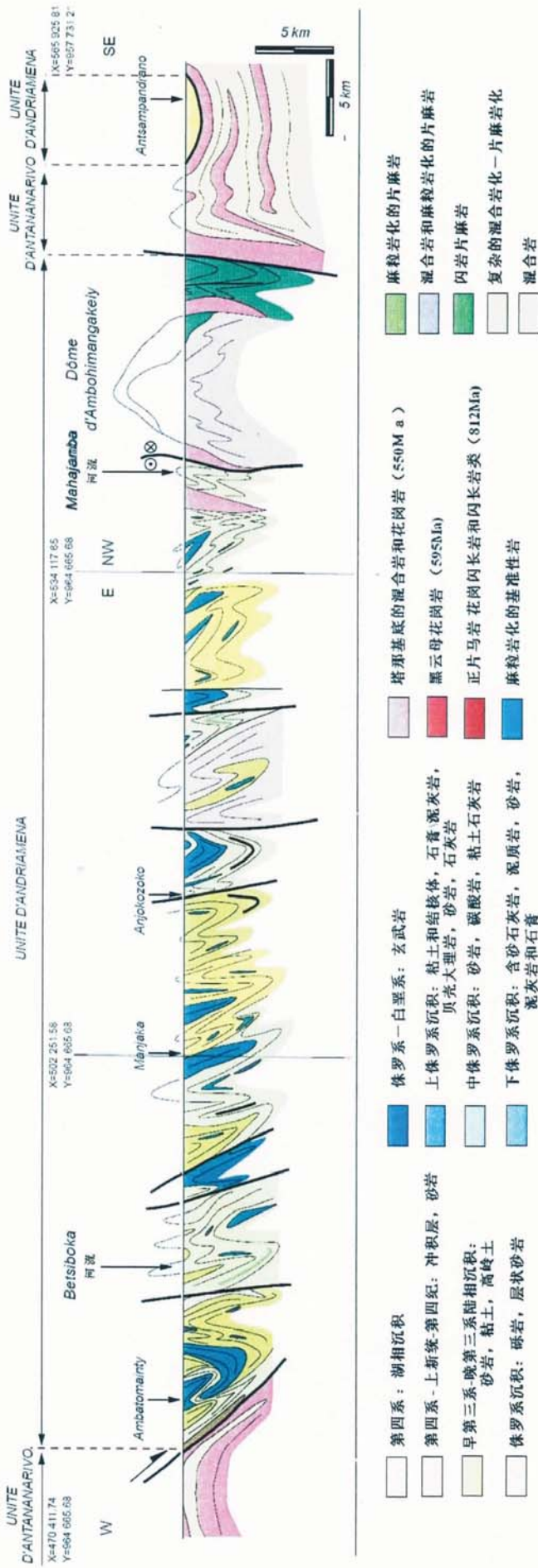


图 10 Ankazotaolama-Andriamna 岩盆的东西向地质剖面图 (2007,PGRM)



于基性岩-超基性岩中，是岩浆侵入到破碎带而形成的矿床。铬矿体通常被包裹在羟基矿物中（滑石，绿泥石，蛇纹石，阳起石，透闪石）和辉石、橄榄石中，成脉状出现。截止到 1983 年，在岩盆中已发现超过 300 多个原生的铬矿扁豆体和 800 多个残积的铬矿露头点。大多数的原生的铬矿扁豆体露头发现于岩盆的基岩和超基性岩中，后者构成脉状矿体。这些扁豆体在超基性岩中成平行的脉状分布。

实际上，多层铬矿矿脉或多或少都是平行分布的，赋存在超基性岩中：辉石岩为顶板，橄榄岩为帮（两帮，底帮）。铬矿和围岩常常穿过的伟晶岩和细晶岩脉（花岗岩化的结果）。岩盆中的铬矿围岩不仅仅是超基性岩，而且还包括辉长岩，片麻岩，穿越伟晶岩时围岩为伟晶岩。

### 3.6 Ankazotaolama~Andriamena 岩盆内的主要矿产

区内矿产资源丰富，现已发现矿种十几种，其中金属矿种有金、铜、镍、钴、铁、锰、氧化铀、铅、锡和铂族元素等；主要非金属矿有石墨、宝石、高岭土等。优势矿种主要为与基性—超基性岩有关的石墨、云母、铬矿和镍矿和铂族元素等。

Ankazotaolama ~ Andriamna 岩盆的基性岩和超基性岩中还富含铂族元素（铂 Pt、钯 Pd、铑 Rh、锇 Os、铱 Ir、钌 Ru）。前人的勘探资料表明：Ankazotaolama ~ Andriamna 岩盆中的基性、超基性岩中虽缺少层状硫化物，但仍能产出铂族金属矿物，矿床的 Pt / Pd 比值较高，Rh 显著富集，达到工





(露天采场 2 为 Ankazotaolana ~ Bemanevika 铬矿露天采场, 露天采场 1 为 Andriamena 铬矿床露天采场)

杂岩体中心部位或其边缘, 为超基性流体岩浆经结晶分异作用堆积形成的阿尔卑斯型豆荚状铬矿床, 铬矿体呈似层状、豆荚状和不规则状。矿体产状与赋存岩体产状一致。这两个矿床的野外开采情况和矿体的产状见附录照片 1, 照片 2, 照片 3。

现选择 Ankazotaolana ~ Bemanevika 铬矿床为例叙述岩盆中的典型矿床, 为 Bepilopilo 铬矿项目矿权区的勘探提供参考和指导:

与 Bepilopilo 铬矿项目矿权区在同一构造带(见图 9 和图 11)上的马达加斯加国有铬矿公司 KROMA 公司露天开采铬矿石的第一采矿坑垂直深度已达 230 米(开采时间:1969 年~2007 年 10 月)。从 KROMA 公司第一采场露天矿坑的开采统计情况来看, Ankazotaolama-Andriamna 岩盆中的铬矿是一规模巨大(垂向连续厚度超过 230 米)、品质优秀( $\text{Cr}_2\text{O}_3$  的品位达到 49% 以上,  $\text{Cr}/\text{Fe}=2.7\sim 3.0$ )的铬矿成矿带。

### 1) 区域地质背景

Ankazotaolana ~ Bemanevika 铬矿床(马达加斯加国有铬矿公司第一采场)区域上位于 Ankazotaolama ~ Andriamena 岩盆铬矿成矿带南部。出露地层主要为基性—超基性杂岩及其变质岩, 如角闪石、黑云母混合岩、混合岩化片麻岩、橄榄岩、辉石岩、辉长岩。地层总体北西向展布。

矿区范围内的航磁异常主要呈 NW~SE 向展布。矿化带的空间展布与区内 NW~SE 向中高磁异常展布基本一致，矿体主要分布于高磁异常梯度带上。

## 2) 矿床地质特征

### ➤ 矿体形态、产状及规模

矿化带总体呈 NW~SE 向展布，中部向东凸出的弧形，矿化带长大于 6km，宽 500m~1.2km。矿化带主要沿超基性杂岩体与混合岩、片麻岩接触带展布。

铬矿体主要赋存于超基性杂岩体中，个别矿体直接产于片麻岩~混合岩中或片麻岩~混合岩与辉长岩的接触带，呈豆荚状、似层状和不规则状。单个矿体产状与超基性杂岩体一致，走向北西，延伸长度 50~350m，倾向北东，倾角 45°~80°，倾向延伸长 50m~230m，矿体厚 5m~110m，矿体平均厚 15m。主矿体走向长大于 500m，倾向延伸长大于 230m，平均矿体延伸长 100m。目前该矿床露天采坑采矿垂直深度已大于 230m，矿体随开采深度增加，矿体厚度逐渐变薄，但矿石  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  的品位却有趋于稳定（该矿床露天采坑采矿深度达 230m 时， $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ：49~51%， $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{FeO}=2.7\sim 3.0$ ）。见图 12、13、14。

走向长大于 100 的铬矿体为豆荚状、脉状、似层状和透镜状。构造对矿体的破坏不明显，矿体产状较稳定。而走向小于 100 的铬矿体为不规则



透镜状、囊状、饼状、锅底状，矿体形态产状变化相对较大。

含矿岩石为辉石岩和橄榄岩，矿石品位分布较均匀，矿床平均品位金属 Cr 含量为:37%，全 Fe 含量为 12.46%，Cr/Fe=2.97。

➤ 近矿围岩

矿体直接顶底板为滑石片岩和透闪石岩，有时橄榄岩为矿体的直接底板。近矿围岩由矿体向外依次为：斜方辉石岩（橄榄岩）、辉长岩（苏长岩）、片麻岩。

➤ 围岩蚀变

围岩蚀变主要有蛇纹石化、滑石化、绿泥石化、阳起石化和透闪石化。

➤ 矿石结构构造

矿石的结构为中粒至非晶质结构，浸染状、致密块状构造。浸染状矿石品位较低，多分布于矿体上部和边部；致密块状矿石品位高，为富矿石，多分布于矿体底板和深部。

通过该矿床与 Andriamena 地区铬矿床的对比分析，矿体的控矿因素及产出特征是一致的，均为规模大、品位高、质优（铬铁比高）、产状稳定的大型优质铬矿床。



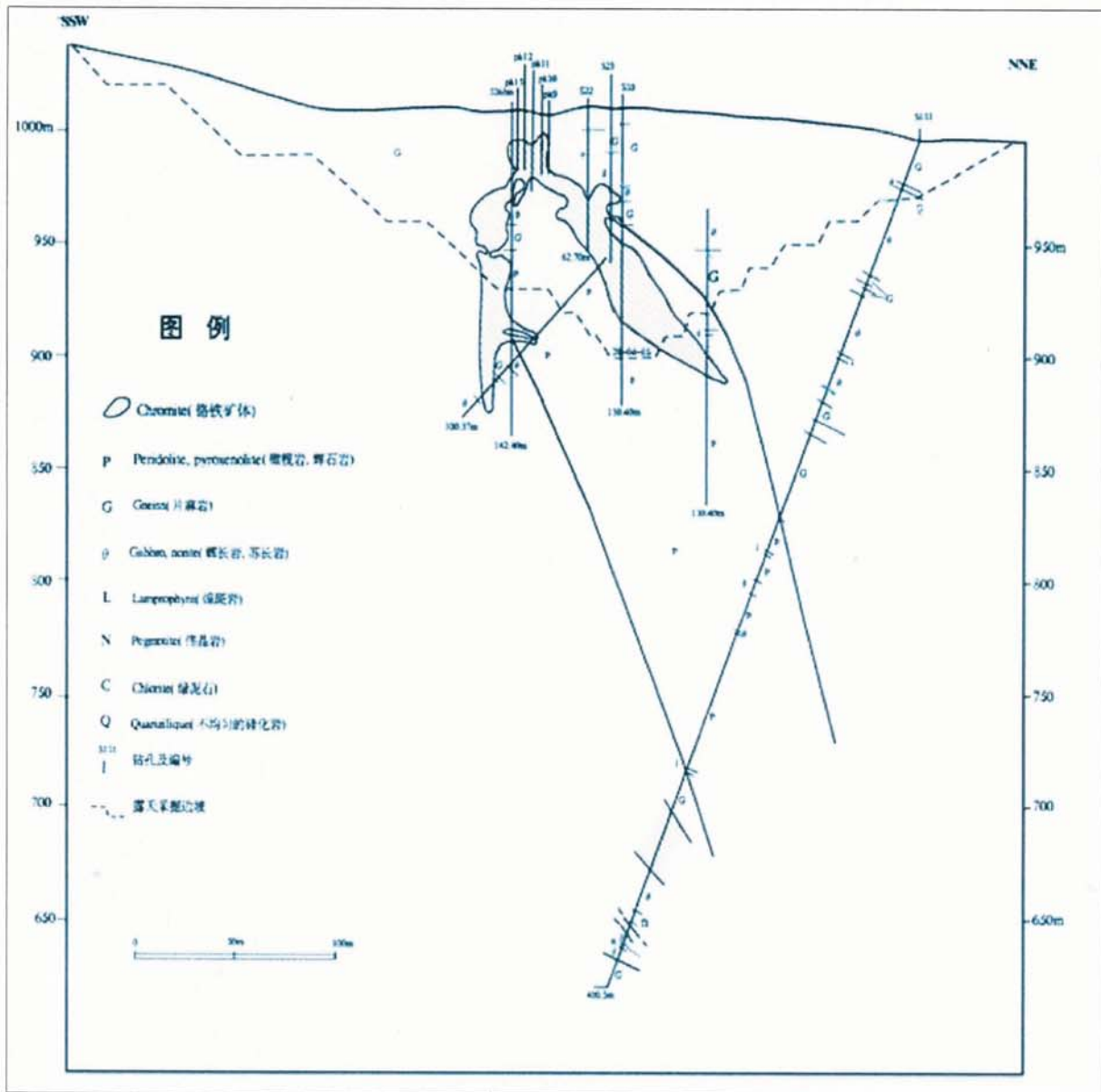


图 13 ANKAZOTAOLANA 铬矿床 157 勘探线剖面图

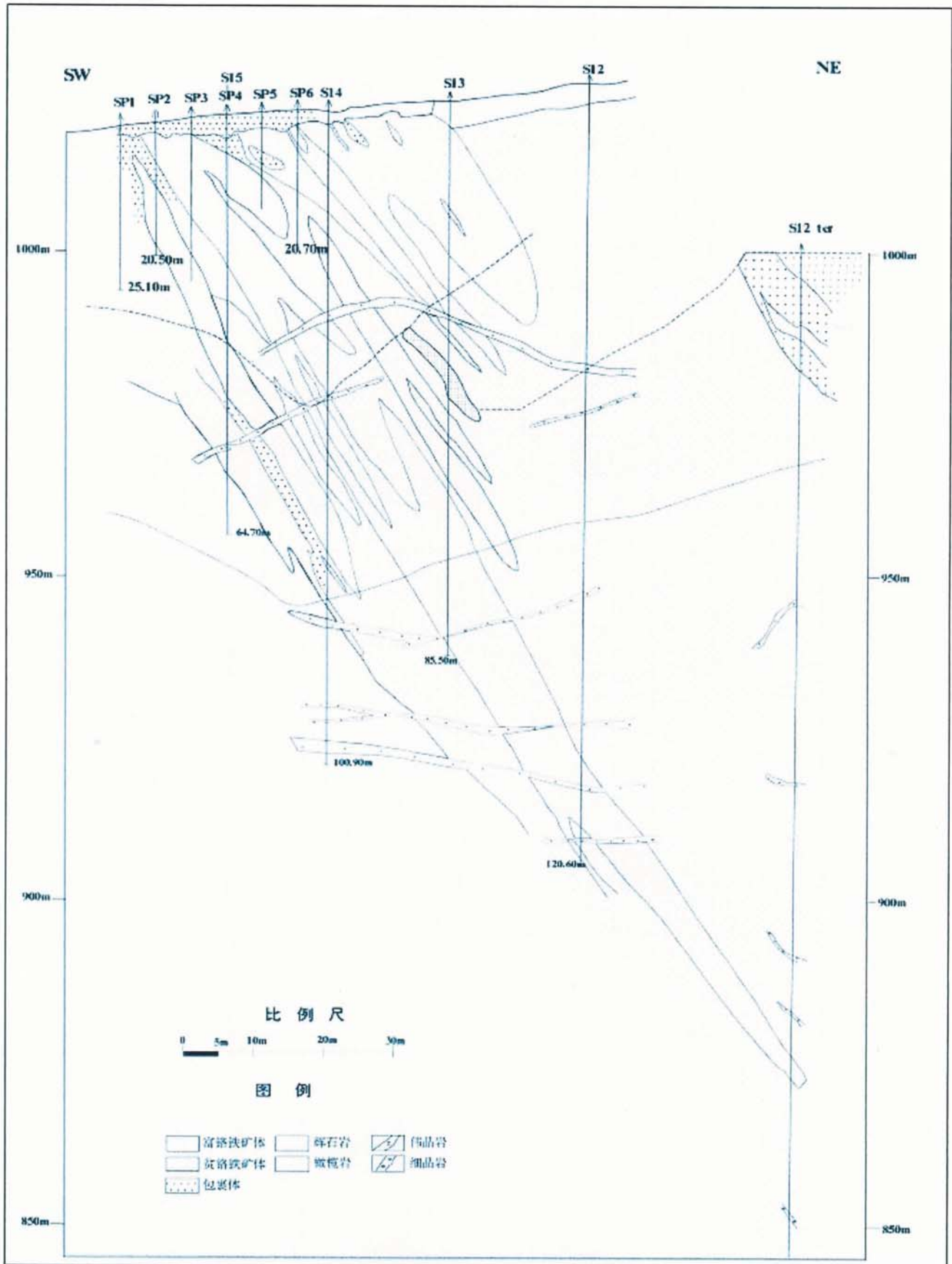


图 14 Bemanevika 铬矿床 152 勘探线剖面图



## 4 矿权区地质特征

Bepilopilo 铬矿项目矿权区位于 Ankazotaolama ~ Andriamena 岩盆的地理中心和构造中心部位，详见图 9 所示的 Ankazotaolama ~ Andriamena 岩盆磁异常图（2006，PGRM）。矿权区内矿（化）点有 200 多处，其中原生铬矿 180 多处，镍 8 处，铁 8 处，金 24 处，锰、铜各 1 处。优势矿种主要为与基性—超基性岩有关的石墨、云母、铬矿和镍矿。

### 4.1 地层

按照 Windleg et Collins (2002 年) 工作，Ankazotaolama ~ Andriamena 的地层划归为 Andriamena 层序 Tsaratanana 层，变质作用由南向北有减弱的趋势，变质作用的强弱或多或少伴随有不同程度的混合岩化。

从 BEPILOPILO 铬矿项目矿权区 1:10 万地质图上来看（见图 15），区内地层可划分为前寒武纪变质岩系及近代沉积物两部分。

#### 1) 前寒武纪变质岩

区内岩石地层都经受了不同程度的区域变质重结晶作用和混合岩化作用，局部可见绿片岩相组合，随着区域变质强度增加，区内大部分已达角闪岩相，个别地区达麻粒岩相（见图 10）。形成变质程度相对较深的变质岩和混合岩，矿区所在 1/10 万地质图显示，部分岩层变质程度已达角闪岩相。



片麻岩~混合岩系：由含透辉石、角闪石、绿帘石的片麻岩混合岩、含石榴石或角闪石混合岩、花岗质混合岩、含石榴石长英质片麻岩、黑云母混合岩、黑云母石墨石英岩组成。此变质岩系全区发育。该变质岩系是该区铬矿成矿的重要矿源层。大约形成于要形成于 2500Ma。在 750~550Ma，次级的脆性变形与花岗岩化和伟晶岩系的生成。

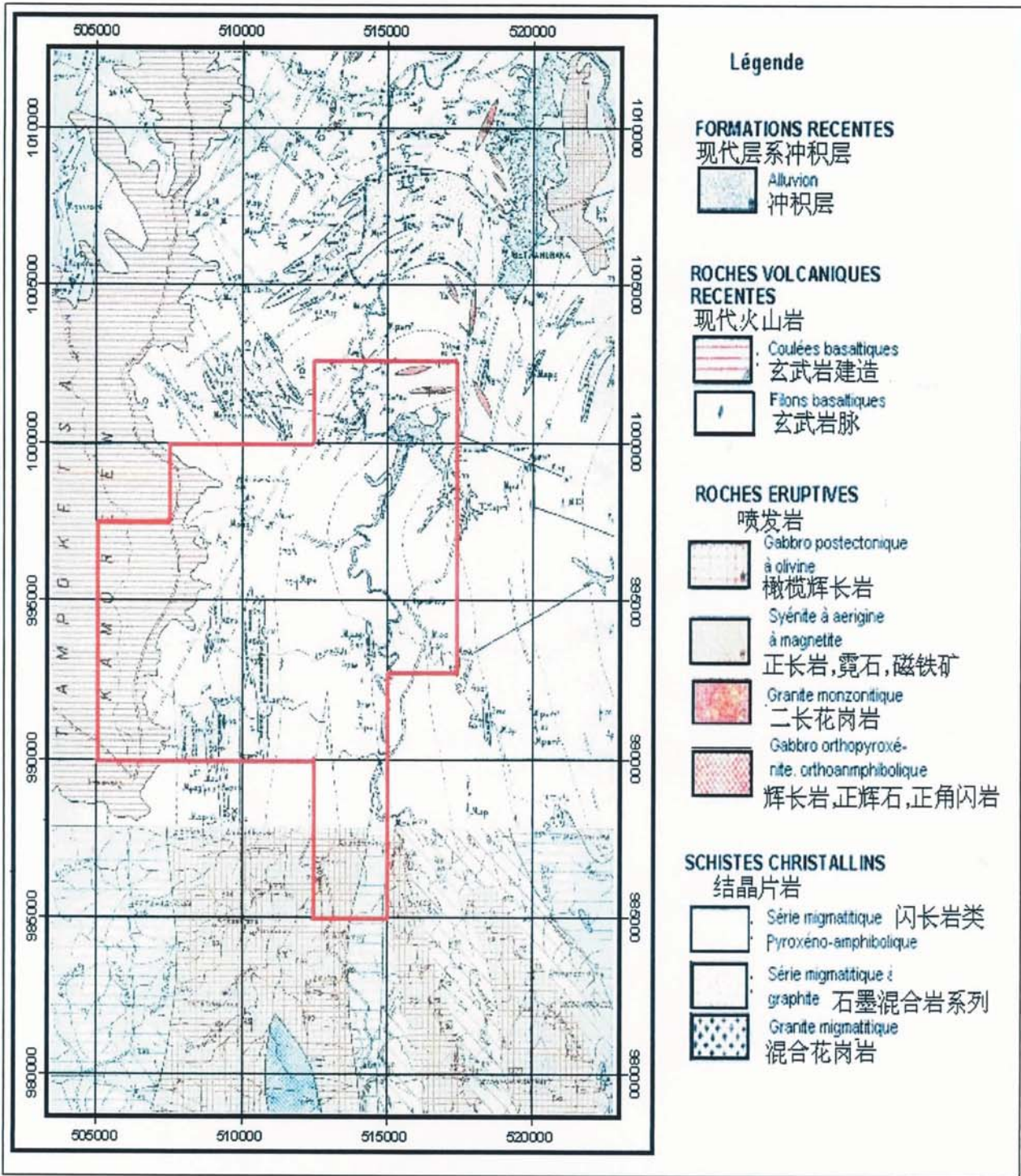


图 15 BEPILOPILO 铬矿项目矿权区 1 : 10 万地质图

## 2) 近代沉积物

主要为第四系残坡积物和冲洪积物。矿区范围岩石风化作用强烈，风化壳厚度一般较厚，残坡积物主要分布于地势平坦和缓坡地带。冲洪积物

则主要分布在矿区范围内河谷地带及洼地等处。

## 4.2 地质构造

本区构造主要表现为在前寒武纪变质岩系中的紧密变形构造，形成同斜紧密褶皱构造，褶皱枢纽总体呈南北向展布。向斜轴部主要由片麻岩及混合岩组成，而背斜核部则主要由基性岩和变基性岩组成。

断裂构造主要发育有北西向、北东向和北北东向三组断裂，其中以北东向～北北东向断裂形成时间较晚规模较大。

## 4.3 岩浆岩

马达加斯加岛经历了多期岩浆活动，目前已辨认出 7 个大的岩浆活动时期，其中较早期的岩浆活动对成矿具有重要贡献。区内岩浆岩是前寒武纪结晶基底的组成部分，出露主要岩性有玄武质熔岩 ( $\beta$ )、紫苏花岗岩 ( $\gamma_m$ )、二长花岗岩及基性～超基性岩体。

玄武质熔岩 ( $\beta$ ): 呈似层状覆盖于花岗岩、混合岩及片麻岩之上，与下伏变质岩呈角度不整合接触。主要分布于矿区西侧。

花岗岩 ( $\gamma$ ): 包括紫苏花岗岩、混合花岗岩和二长花岗岩呈南北向条带状分布在矿区的东西两侧，二长花岗岩呈透镜状岩株形态分布在矿区北部的变质岩系中。大约形成于 750～550Ma。

基性岩 ( $G_{pa}$ ): 区内出露基性岩主要有辉长岩和苏长岩，以辉长岩分



布较广。主要分布矿权区中部。形成时间为 2500Ma 前。

**超基性岩体：**包括早期超基性岩体和后期超基性岩体 (θv)。

早期超基性岩体原岩主要为辉橄岩、辉石岩和橄橄岩，已变质为斜方辉石岩、角闪岩、滑石片岩和蛇纹岩。呈似层状岩席、透镜状岩株形态分布在矿区基性岩、变基性岩、混合岩和片麻岩系中，是该地区性铬矿、镍矿的成矿的区域性成矿母岩，形成时间为 2500Ma 前。

后期超基性岩体 (θv)，则主要呈透镜状岩株分布于矿权区南东部。

形成时间较晚。

#### 4.4 变质作用

Bepilopilo 矿权区位于呈近乎正南北走向的 Maevatana 太古代绿岩带上，区内岩石地层都经受了不同程度的区域变质重结晶作用，局部可见绿片岩相组合，随着区域变质强度增加，区内大部分已达角闪岩相，个别地区达麻粒岩相。超基性岩一般已蛇纹石化成各种变种，例如滑石片岩和透闪石 - 阳起石片岩，随着变质程度的加深，基性火山岩常有类似阳起石 - 钠长石，或角闪石 - 中长石 - 绿帘石 - 石英组合。在角闪岩相中矿物组合主要为：石榴石 - 石英 - 斜长石、石榴石 - 黑云母 - 石英等。

在区域变质作用之后，受新的构造活动的影响，区内发生了较大范围的花岗岩化及混合化作用，形成了较大面积分布的混合岩。



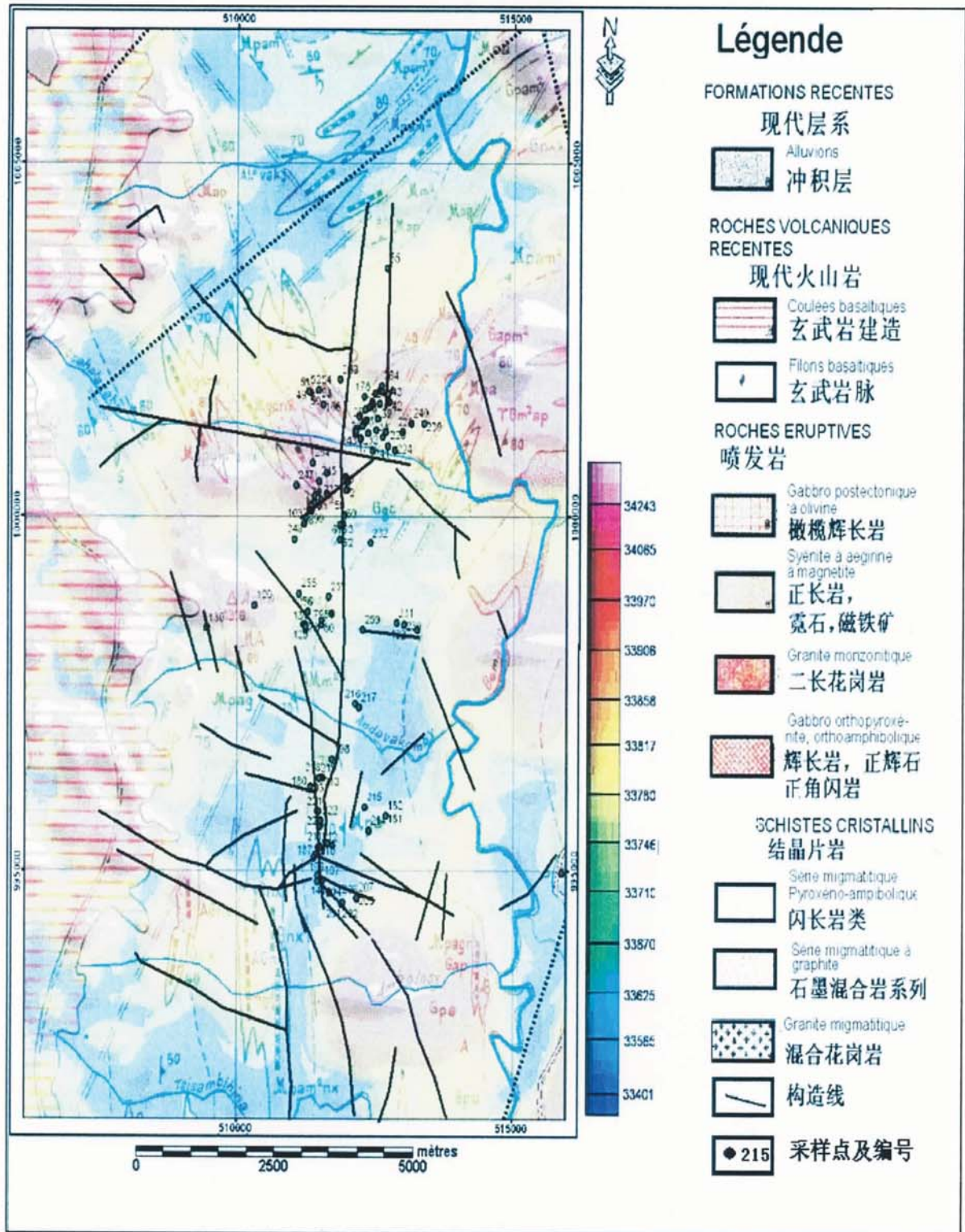
## 4.5 地球化学特征

Bepilopilo 矿权区位于呈近乎正南北走向的 Ankazotaolama-Andriamna 岩盆中，为一套太古代绿岩带中深变质基性杂岩，从已收集到的矿权区及所处区域地质资料来看，矿权区开展了水系沉物测量、1/4 万地质填图和铬矿体露头采样等地质工作。在 Bepilopilo 矿权区及周边地区圈定了一个东西宽 1~3km，南北长达 10km，总呈南北向展布的 Cr 元素异常区，并于该异常区内发现了 182 个原生和次生的铬矿露头（见铬矿体野外露头照片），这些原生和次生的铬矿露头散布在南北长 10km，东西宽 0.8~3.0km 的区域内。

## 4.6 地球物理特征

Bepilopilo 矿权区北部区域的垂向梯度磁异常图与 1/10 万的地质图叠加后显示（见图 16，矿权区北部区域地质与航磁异常图叠合图），异常峰值带主要沿区内背斜呈南北向展布，中部呈向西凸起的弧形。出露岩石主

图 16 BEPILOPILO 铬矿项目矿权区地质与航磁异常图叠合图



主要为基性—超基性岩及其变质岩：辉长岩、闪长岩、辉石岩及角闪岩。中偏高磁异常带则主要沿区内两个向斜展布，呈近南北向展布，出露岩石主要为混合岩、片麻岩。低磁异常则为区内的二长花岗岩、混合花岗岩和

云大理石分布区。区内地表已发现的铬矿露头点与区内中—高磁异常分布区关系较为密切。

区内高密度磁法测量结果显示：超基性岩、基性岩具有高磁性铬矿具有弱磁性。而铬矿体是赋存于超基性岩体中的，在高磁异常中的局部低磁区去寻找铬矿，具有一定的指导意义。同时，由于超基性岩体后期经受强烈的变质作用和混合岩化作用，其磁性也相对变弱。因此，不排除低值磁异常区内存在铬矿体。

#### 4.7 控矿因素及产出规律

根据 BEPILOPILO 铬矿项目矿权区的勘探成果，结合 Bemavo 地区铬矿床、Ankazotaolana ~ Bemanevika 地区铬矿床、Andriamena 地区铬矿床的勘探成果，总结矿权区内铬矿的控矿因素和产出规律为：

1) 矿体及赋存的超基性岩展布与区内高磁异常展布形态基本一致，主要分布于高磁异常梯度带上，由于超基性杂岩体经后期的强烈的变质作用和混合岩化作用，所以存在个别铬矿体产于在低磁异常区的现象；

2) 矿床类型为超基性流体岩浆经结晶分异作用堆积形成的阿尔卑斯型豆荚状铬矿床，铬矿体呈似层状、豆荚状和不规则状。

3) 铬矿体主要赋存于超基性岩体中心部位或其边缘，含矿岩石为辉石岩和橄榄岩，矿体产状与超基岩体产状一致。矿体的形态、产状及规模受控于其赋存的超基性岩体形态、产状及规模。



4) 铬矿体直接顶底板为滑石片岩和透闪石岩，有时橄榄岩为矿体的直接底板。近矿围岩由矿体向外依次为：橄榄岩（辉石岩）、辉长岩（苏长岩）、片麻岩~混合岩。

5) 围岩蚀变主要有蛇纹石化、滑石化、阳起石化和透闪石化，其中滑石化和透闪石化是区该类型铬矿的找矿标志。

## 5 Bepilopilo 矿权区铬铁矿成矿潜力评价

### 5.1 成矿潜力评价要素的确定

依照目前国际上矿产资源的勘查技术现状和勘查技术工作惯例，结合中国现行的勘查规范，根据地质要素评序法的评估程序和方法，通过矿权区与同类型大型铬矿床类比，建立 Bepilopilo 矿权区相关地质评价要素表，并人为赋予对应的价值指数，在作出评价区的总体远景评价时主要考虑以下内容（见表 3）。

表 3 Bepilopilo 矿权区地质要素评序规则表

要素分类	分级	要素标志	价值指数 $\alpha$
区内基性—超基性岩的分布情况	1	基性岩—超基性杂岩及其变质岩零星分布	0.1—0.5
	2	基性岩—超基性杂岩及其变质岩分布较广	0.6-0.9
	3	基性岩—超基性杂岩及其变质岩广泛分布	1.0—1.3
区域成矿地质条件显示	1	成矿地质条件差，评价区与已知矿床点不在同一成矿带上。	0.5—0.6
	2	成矿地质条件一般，评价区与已知矿床点在同一成矿带上。	0.7-0.9
	3	成矿地质条件好，勘察区外围有关联矿种的成矿预测区（带）和已知矿点、矿床，且矿床工业类型好。	1.0—1.2
物化探异常显示	1	远景区内，该区做而未做物化探工作，或物化探未发现关联矿种有价值的异常靶区。	0.5—0.9



	2	远景区内，除已查明的矿致异常外，已无或尚有 1 个关联的物化探异常靶区。	1.0—1.2
	3	远景区内，除已查明的矿致异常外，尚有 2 个关联的物化探异常靶区。	1.3—1.5
矿化强度及蕴藏规模显示	1	区内矿化强烈，具有明显的矿化蚀变标志。	0.1-0.5
	2	区内矿化强烈，并发现边界品位以上的矿体或零星资源。	0.6—1.0
	3	见矿工程推断的资源量达到“矿产地”标准。	1.0—1.5
	4	见矿工程推断的资源量达到小型矿床标准。	1.6—2.0
	5	探明资源量达小型矿床标准,推断资源量达中型矿床规模。	2.1-2.5
	6	探明资源量达中型矿床标准,推断资源量达大型矿床规模。	2.6-3.0

## 5.2 成矿远景区划分及资源潜力评价

### 5.2.1 成矿远景区划分

根据矿区已取得的地质工作成果，按上述地质要素评序规则表中矿区成矿地质条件、物化探异常显示、铬铁矿化强度分布范围、及其与邻近同类型铬铁矿床的关联性等评价要素。将矿权区内 352 个区块按找矿潜力不同划分为三个成矿远景区，即 I 级成矿远景区（96 区块）、II 级成矿远景区、III 级成矿远景区。详见表 4 和附图 3。

表 4 成矿远景区综合价值指数和成矿潜力排序表

成矿远景区	I 级成矿远景区	II 级成矿远景区	III 级成矿远景区
区内基性超基性岩的分布情况	1.1	1.1	0.4
区域成矿地质条件显示	1.1	1.1	0.8
物化探异常显示	1.4	0.6	0.6
矿化强度及蕴藏规模显示	1.4	0.7	0.7
合计	5.0	3.5	2.5

注：根据各级成矿远景区取得的成果资料，对比 Bepilopilo 矿权区地质要素评序规则表进行取值。

#### I 级成矿远景区（96 区块）：

位于Bepilopilo矿权区北部，由96个区块构成，面积37.5km<sup>2</sup>。处于区域Ankazotaolama-Andriamena岩盆铬矿成矿带中心部位。主要出露有超基性岩体、辉长岩、闪长岩、片麻岩~混合岩。

区内发现了76个原生和次生的铬矿露头(见铬铁矿体野外露头照片)，经过对铬铁矿体露头取样分析，矿石品位大于边界品位( $\text{Cr}_2\text{O}_3 \geq 25\%$ )的样品共计有60个，约占总数的80%，其中有58件露头样品分析值大于工业品位( $\text{Cr}_2\text{O}_3 \geq 32\%$ )，约占总数的77%。露头取样位置及分布范围见表5、附图3、图15和附件2(TAK集团马达加斯加铬矿公司Bepilopilo 96区块的露头采样分析数据)和Bepilopilo 地区1973年地表铬铁矿原生露头、残积和冲洪积物取样分析结果。

远景区北部，发现铬铁矿(化)体原和生次生露头露头18处，采样26件， $\text{Cr}_2\text{O}_3 \geq 25\%$ 的样品24件， $\text{Cr}_2\text{O}_3 \geq 32\%$ 样品23件。矿(化)体主要产于片麻岩~混合岩中的超基性杂岩体内或辉长岩中。矿(化)体露头带总体呈近南北向展布，长约1000m，宽10~500m。矿(化)体露头带与区内弧形航磁异常梯度带套合较好。

序号	取样位置		$\text{Cr}_2\text{O}_3$ (%)	样品编号
	X	Y		
149	512404.6	1001583.3	40	BEP282
249	511022	999680	48.6	BRGM25

TAK 集团公司 BEPILOPILO 铬矿项目资源潜力初步评估

256	511100	998920	40.9	BRGM32
127	511187	998465	41.1	BEP174
103	511192	999899	32.7	BEP16
112	511211	998459	39.8	BEP171 4
239	511220	999980	50.3	BRGM15
125	511223	998410	43.2	BEP174
257	511260	998660	36.3	BRGM33
179	511308	996172	29.02	BEP29
137	511406	995222	38.7	BEP21
186	511439	995836	40	BEP331
222	511457	995830	36.5	BEP348
220	511465	996297	37	BEP346
184	511488	995621	43	BEP322
219	511489	996309	35.7	BEP345
223	511497	995704	35.25	BEP349
134	511507	998466	37.15	BEP178
67	511510	998528	36.74	BEP142
258	511640	998870	37.9	BRGM34
105	511691	998631	42.5	BEP1711
234	511840	999880	37.5	BRGM10
63	511841	999672	47.53	BEP141 III
60	511893	999893	36	Bep140
259	512240	998400	39.3	BRGM35
233	512380	999620	35.8	BRGM9
38	512544	1001592	42.89	BEP129 14
172	512553	1001779	49.8	BEP284 2
264	512580	1001850	38.7	BRGM40
263	512590	1001770	35.9	BRGM39
228	512600	1001120	37.9	BRGM4
229	512700	1001000	35.6	BRGM5
42	512724	1001615	30.6	BEP130 11
225	512820	1000940	38.7	BRGM1
232	512860	998500	38.9	BRGM8
226	512960	1001200	30.2	BRGM2
231	513000	998480	35.4	BRGM7
145	513046	1001033	46.1	BEP281
241	513120	1001320	33.4	BRGM17

表 5 96 区块部分铬铁矿(化)体露头取样分析结果表



远景区中部，发现铬铁矿（化）体原生次生露头露头采样29处， $\text{Cr}_2\text{O}_3 \geq 32\%$ 样品34件。矿（化）体主要产于片麻岩~混合岩中，呈北东向展布。多数铬铁矿露头取样位置分布于区内正航磁异常边缘，少量则分布于负航磁异常区。

远景区南部，已发铬铁矿（化）体原生次生露头露头34处，采样38件，其中28件样品 $\text{Cr}_2\text{O}_3 \geq 25\%$ ，26件样品 $\text{Cr}_2\text{O}_3 \geq 32\%$ ，最高 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 含量达48.6%。矿（化）体露产于辉长岩中。矿体露头带总体呈近南北向展布，长约2300m，宽100~500m。取样位置与区内南北向的正航磁异常套合。

综上所述，I级成矿远景区区域处于Ankazotaolama~Andriamena岩盆铬矿成矿带中心部位，基性~超基性岩、片麻岩~混合岩分布较广。区内已发现 $\text{Cr}_2\text{O}_3 \geq 25\%$ 的铬矿（化）体次生和原生露头达60处，分布面积大，且矿体露头带平面形态与区内高磁异常分布范围基本一致，综合地质要素价值指数为5.0，充分展示该成矿远景区有极大的铬铁矿找矿潜力。通过与南部同类型铬矿床成矿地质条件及矿体分布规律的类比分析，推断在该远景区内具有发现4个以上大型铬铁矿床和3个以上中小型铬铁矿床的可能。

**II级成矿远景区：**位于Bepilopilo矿权区96区块外围，面积约69.8km<sup>2</sup>。区域处于Ankazotaolama~Andriamena岩盆铬矿成矿带中心部位。区内广泛出露辉长岩、闪长岩、片麻岩~混合岩。存在大面积的高航磁异常，且多与区内辉长岩分布范围套合。区内地质工作程度较低，目前尚未铬铁矿露头。

该成矿远景区区域成矿地质条件有利，地质工作程度低，综合地质要



素价值指数为3.5，有极大的找矿前景。推断在该远景区内具有发现3个以上大型铬铁床和2个以上中小型铬铁床的可能，值得进一步开展普查工作。

**Ⅲ级成矿远景区：**位于Bepilopilo矿权区西部，面积约16.48km<sup>2</sup>。区域上也位于Ankazotaolama ~ Andriamena岩盆成带上。区内出露以紫苏花岗岩和混合花岗岩为主，其间有零星辉长岩分布。航磁异常主要为负磁异常和低正磁异常。区内地质工作程度较低，目前在辉长岩分布区发现1个铬铁矿露头。

该成矿远景区综合成矿潜力价值指数为2.3。成矿地质条件一般，地质工作程度低，有一定的铬铁矿资源潜力。不排除在该远景区内具有发现内中小型铬铁床的可能，有必要针对辉长岩分布区开展预查与普查工作。

## 5.2.2 资源潜力预测

### 1、预测方法

本次对Bepilopilo矿权区内铬铁矿资源潜力预测方法是相似类比法。是通过各成矿远景区与处于同一区域成矿背景下、成矿地质条件相同的同类型铬铁矿床进行综合类比，并结合Bepilopilo矿权区内各成矿远景区综合地质要素价值指数、已发现铬铁矿露头分布情况及区域铬铁矿的产出规律等，根据相似性原则，将成矿远景区进一步划分出大型矿床预测区和其一般预测区，并分别进行铬铁矿资源潜力预测。

具体方法是：第一步根据矿床类比相似性原则，将各成矿远景区划分

为大型矿床预测区和一般预测区；第二步是建立成矿远景区铬矿资源预测综合影响系数类比权值表；第三步利用矿床类比法估算大型矿床预测区的铬铁矿资源量,并求出3个大型矿床预测区综合含矿率；第四步，在此基础上利用类比法求一般预测区铬铁矿的资源量。

## 2、预测区划分

矿权区内预测区划分情况见表6。

表6 大型矿床预测区和其它预测区划分情况表

成矿远景区	大型矿床预测区	一般预测区
I 级成矿远景区 (96区块)	A	1
	B	
	C	
II 级成矿远景区		1
III 级成矿远景区		1

注：表中大型矿床是指根据中国《铁、锰、铬矿地质勘查规范》(DZ/0200~2002)矿床规模界定的。

## 3、资源预测综合影响系数的确定

由于矿区地质工作程度较低，各预测区的预测的参数较少，因此，在进行预测资源潜力时，必须充分考虑各区内的铬铁矿（化）体的出露情况以及矿(化)体露头带与成矿带的吻合度，并将其作为预测区资源预测综合影响系数参与评价。

表7 预测区单位面积矿体露头影响系数表

矿体出露情况	影响系数( $\gamma$ )
预测区1km <sup>2</sup> 出露矿体数>20个	1.5-2.0
预测区1km <sup>2</sup> 出露矿体数10~20个	0.7-1.4
预测区有2个以上矿体零星出露	0.1-0.6
预测区内仅有单个或无矿体出露	0

表8 矿体露头带与区域成矿带的吻合度影响指数表

矿体露头带与成矿带的吻合度	影响指数( $\lambda$ )
矿体露头分布密集, 平面展布与成矿带吻合。	0.6-1.0
矿体露头较密集, 展布与成矿带吻合。	0.1-0.5
矿体露头零星(或无矿体露头)分布。	0

#### 4、预测区与铬矿床资源预测综合影响系数类比权值的确定

通过各成矿远景区类比区域背景与成矿地质条件相同的同类型矿床, 以大型矿综合影响系数为基准, 求出各预测区资源预测综合影响系数类比权值。详见表9。

表9 预测区资源预测综合影响系数类比权值表

远景区级别	综合地质要素价值指数( $\alpha$ )	矿体露头影响系数( $\gamma$ )	矿体露头带与区域成矿带的吻合度( $\lambda$ )	综合影响系数	综合影响系数类比权值( $\theta$ )	
同类型大型铬矿床	7	2.0	1.0	10	1	
I级成矿远景区	A	5.0	1.7	1.0	7.6	0.76
	B		1.4	0.8	7.1	0.71
	C		1.7	1.0	7.6	0.76
	其它地区		0.2	0	5.2	0.52
II级成矿远景区	3.5	0	0	3.0	0.35	
III级成矿远景区	2.5	0	0	1.8	0.25	

#### 5、工业指标的确定

根据中国《铁、锰、铬矿地质勘查规范》(DZ/0200~2002)中的一般工业要求, 确定如下:

边界品位 $\text{Cr}_2\text{O}_3$   $\geq 25\%$ ;

工业品位 $\text{Cr}_2\text{O}_3$   $\geq 32\%$ ;

最低可采厚度 0.5m。

#### 6、资源量预测参数的确定



**面积确定：**预测区面积的确定，运用MAPGIS软件图上测量预测区面积。

**矿体厚度的确定：**Ankazotaolama ~ Bemanevika大型铬矿床矿体厚度5 ~ 110m，平均厚度为15m。乘上该预测区资源预测综合影响系数类比权值。

**矿体倾向延伸：**Ankazotaolama ~ Bemanevika大型铬矿床矿体倾向延伸一般100 ~ 230m，平均矿体倾向延伸长100m，乘上该预测区资源预测综合影响系数类比权值，即为该预测区平均矿体倾向延伸长。

**矿体走向延伸长：**Ankazotaolama ~ Bemanevika大型铬矿床矿体走向延伸一般50 ~ 350m，平均矿体走向延伸长200m，乘上该预测区资源预测综合影响系数类比权值，即为该预测区平均矿体走向延伸长。

铬铁矿石体重在 4.0~4.8 t/m<sup>3</sup> 之间，本次采用铬铁矿石体重为 4.2t/m<sup>3</sup>。

### 5.2.3 资源量预测结果

#### 1、大型矿床预测区铬铁矿资源潜力预测

I级成矿远景区内 A、B 和 C 三个大型矿床预测区共计预测铬铁矿石量 2090 万吨，其中 A 区预测铬铁矿石量 609 万吨，B 区预测铬铁矿石量 541 万吨，C 区预测铬铁矿石量 940 万吨。预测结果见表 10。

表 10 I 级成矿远景区内 A、B、C 大型铬铁矿床预测区预测铬铁矿资源量结果表

大型铬铁矿床预测区名称	矿体露头点数	综合影响系数类比权值 ( $\theta$ )	类比矿体厚度 (m)	预测矿体厚度 (m)	类比矿体走向延伸长 (m)	预测矿体走向延伸长 (m)	类比矿体倾向延伸长 (m)	预测矿体倾向延伸长 (m)	体积 ( $m^3$ )	矿石体重 ( $t/m^3$ )	预测铬铁矿石量 (万吨)
I 级成矿远景区	A	0.76	11.4	11.4	200	152	100	76	1448621	4	609
	B	0.71	10.65	10.65	200	142	100	71	1288480	4	541
	C	0.76	11.4	11.4	200	152	100	76	2238778	4	940
合计											2090

注：参算矿体数指在走向大于 200m，垂直走向方向大于 15m 不重叠的矿体数。

## 2、一般预测区远景资源预测

一般预测区资源量计算公式如下：

$$Q_I = Q_i \times M \times S$$

$Q_I$ ：预测铬铁矿石量；

$Q_i$ ：A、B、C 三个大型预测区每平方公里平均含矿率；

$M$ ：预测区资源预测综合影响系数类比权值；

$S$ ：预测区面积。

如 I 级成矿远景区内一般预测区：

$$Q = Q_i \times M \times S$$

$$= (2090 \text{ 万 t} / 11.5 \text{ km}^2) \times 0.51 \times (37.5 \text{ km}^2 - 11.5 \text{ km}^2)$$

$$= 181 (\text{万 t} / \text{km}^2) \times 0.51 \times 26 (\text{km}^2)$$

$$= 2400 (\text{万 t})$$

I 级成矿远景区内一般预测区预测铬铁矿石量 2400 万吨，II 级成矿远景区预测铬铁矿石量 4365 万吨，III 级成矿远景区预测铬铁矿石量 745 万吨。一般预测区的资源量预测结果见表 11。

表 11 一般预测区预测铬铁矿远景资源结果表

预测区名称	大型矿床预测区综合含矿率 (万 t/km <sup>2</sup> )	综合影响系数 类比权值 (θ)	预测区 面积 (km <sup>2</sup> )	预测铬铁矿石量 (万 t)



TAK 集团公司 BEPILOPILO 铬矿项目资源潜力初步评估

I 级成矿远景区内 一般预测区	181	0.51	26.0	2400
II 级成矿远景区内 一般预测区		0.35	68.9	4365
III 级成矿远景区内 一般预测区		0.25	16.48	745
合 计				7510

表 12 Bepilopilo 矿权区预测铬资源量总表

成矿远景区名称		预测铬铁矿石量( 万 t )
I 级成矿远景区	A ( 大型矿床预测区 )	609
	B ( 大型矿床预测区 )	541
	C ( 大型矿床预测区 )	940
	一般预测区	2400
II 级成矿远景区内	一般预测区	4365
III 级成矿远景区内	一般预测区	745
合 计		9600

综上所述，Bepilopilo 矿权区预测铬铁矿石量共计 9600 万吨。其中 I 级成矿远景区内 A、B、C 三个大型矿床预测区预测铬铁矿石量 2090 万吨，I 级成矿远景区内一般预测区预测铬铁矿石量 2400 万吨，II 级成矿远景区预测铬铁矿石量 4365 万吨，III 级成矿远景区预测铬铁矿石量 745 万吨。

## 6 评估结论及建议

### 6.1 评估结论

经过认真分析，专家组认为：

1、Bepilopilo352 区块地质勘查程度很低，目前仅 96 区块（37.5 平方公里）开展了部分地质测量、地面高密度磁法测量及电法测量等工作，尚未对地表已发现的矿体露头进行系统工程控制。

2、352 区块位于近于正南北向的且处于 Ankazotaolama ~ Andriamna 岩盆的地理中心部位，Ankazotaolama ~ Andriamna 岩盆中基性 ~ 超基性岩广泛分布。岩盆中发现的铬铁矿床及矿化点星罗棋布，其中发现且已探明中大型矿床多处。

3、矿床类型为超基性流体岩浆经结晶分异作用堆积形成的阿尔卑斯型豆荚状铬铁矿床，铬矿体主要赋存于其中的超基性杂岩体中，铬矿体呈似层状、豆荚状和不规则状，矿体产状与赋存岩体形态、产状及规模受超基性岩体形态、产状及规模的控制。

4、围岩蚀变主要有蛇纹石化、滑石化、阳起石化和透闪石化，其中滑石化和透闪石化最常见，是区内铬铁矿的找矿标志。

5、马达加斯加 Bepilopilo 352 矿权区与南部马达加斯加国有铬矿公司 Ankazotaolama ~ Bemanevika 铬铁矿床（第一采矿场）是具有相相同区域

地质背景和相似成矿地质条件的同类型铬铁矿床。

6、根据矿区成矿地质条件、物化探异常显示、铬铁矿化强度及分布范围、及其与邻近同类型铬铁矿床的关联性等评价要素。结合矿区已取得的地质工作成果，将矿权区内 352 个区块按找矿潜力不同划分为三个成矿远景区，即 I 级成矿远景区（96 区块）、II 级成矿远景区、III 级成矿远景区。并在 I 级成矿远景区内又划分出 A、B、C 三个大型矿床资源量预测区。

7、Bepilopilo 矿权区预测铬铁矿石量共计 9600 万吨。其中 I 级成矿远景区内 A、B、C 三个大型矿床预测区预测铬铁矿石量 2090 万吨，I 级成矿远景区内一般预测区预测铬铁矿石量 2400 万吨，II 级成矿远景区预测铬铁矿石量 4365 万吨，III 级成矿远景区预测铬铁矿石量 745 万吨。

## 6.2 下一步工作建议

1、从提供的矿权区所在地区的 1/10 万、1/25 万地质图以及该地区《2007 年勘探报告》中所用的区域地质图显示的地质矿产信息内容相差较大。建议开展 Bepilopilo 矿权区较大比例尺（1:1 万或 1:5 万）的地质填图工作，重点查明矿权区内超基性岩体的分布情况、产状及规模。

2、建议在 96 个区块外的混合岩和片麻岩分布区开展 1:5 万水系沉积物测量，圈定铬异常区，进一步缩小找矿靶区，为进一步的普查与详查提供依据；



3、对已发现铬铁矿点露头的 A、B、C 三个大型矿床资源量预测区，建议开展详细普查工作，通过大比例尺地质填图、探槽和钻孔控制，基本查明区内地质特征、成矿地质条件及矿体产出特征，做出是否具有工业价值的评价，为勘探工作、矿山规划及编制矿山项目建议书提供依据。

4、建议在 96 区选择在已知有矿体的地段开展适当的大比例尺物探测量，为在其它地区开展物探测量建立物探找矿模型；

5、在勘查评价区内阿尔卑斯型豆荚状铬铁矿床时，应分析研究区内与超基性岩岩席有关层状铬铁矿存在的可能性。

6、勘查时应注意区内与基性~超基性岩及其相关矿产的综合评价。

## 7 存在的问题

1、本次评估工作是在 TAK 公司提供的现有资料的基础上进行的，评估专家组未进行实地考察。

2、根据 TAK 公司提供的现有资料，Bepilopilo 矿权区内仅 96 区块( 37.5 平方公里 )开展了部分地质测量、地面高密度磁法测量及电法测量等工作，其它地区均尚未开展过相关地质工作，地质工作程度低。

3、96 区块已发现的铬铁矿露头仅有点位分布及分析结果，缺少铬铁矿露头产出相关地质要素。

4、TAK 公司提供的南部 Ankazotaolama ~ Bemanevika 铬铁矿床勘探资料不系统，最直观资料主要是相关的勘探剖面图和露天采矿场现状图片。

## 8 结束语

报告中所有涉及与逻辑推理有关的依据均基于以下假设条件：无各种可能的原因造成的委托方对原始资料提供的不完整，资料的不真实。

报告中的分析、评价、结论和建议都是为支持本次评价结果而做出的。TAK 公司今后将通过更多的勘探工作得到更为可靠和详实的勘查资料，应根据新的勘探资料和勘探成果进行新的评价。本报告不对有新勘探资料和新勘探成果情况下的新评价结果负责。