

EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA

采矿权评估报告书

北方亚事矿评报字[2016]第 002 号

北京北方亚事资产评估有限责任公司

二〇一六年二月二十六日

公司地址：中国北京市宣武区广内大街6号枫桦豪景A座

邮编：100053

电 话：（010）83549216

传 真：（010）83549215

EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA

采矿权评估报告书

摘 要

北方亚事矿评报字[2016]第002号

评估对象：EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 采矿权。

评估委托人：四川路桥建设集团股份有限公司、四川路桥矿业投资开发有限公司。

评估机构：北京北方亚事资产评估有限责任公司。

评估目的：四川路桥矿业投资开发有限公司拟收购桑里奇黄金公司全资子公司桑里奇厄特运营有限公司所持有的阿斯马拉矿业股份公司 60%股权，需对阿斯马拉矿业股份公司所持有的“EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA”采矿权进行价值评估。本次评估即是为了实现上述目的，而为评估委托人提供该采矿权在本评估报告所述各种条件下和评估基准日时点上公平、合理的价值参考意见。

评估基准日：2015 年 9 月 30 日。

评估方法：折现现金流量法。

评估主要参数：截至评估基准日(2015 年 9 月 30 日)评估范围内保有资源储量 7610.48 万吨；评估利用资源储量 7610.48 万吨；评估利用的可采储量 5421.97 吨；生产能力 400 万吨/年；评估计算年限为 17.00 年；矿山服务年限为 15 年；产品方案为金锭、银锭、直销原矿（含铜 15.6%，金 3g/t，银 76.8g/t）、表生铜精矿（含铜 25.00%，金 5.50g/t，银 180.00g/t）、原生铜精矿（含铜 25.00%，金 6.00g/t，银 150.00g/t）、锌精矿（含锌 56%）；金锭销售价格（不含税）为 45.17 美元/g，银锭销售价格（不含税）为 0.70 美元/g，直销原矿含铜价格（不含税）为 6169.05 美元/吨，直销原矿含金价格（不含税）为 37.04 美元/g，直销原矿含银价格（不含税）

为 0.51 美元/g，铜精矿含铜价格（不含税）为 6345.62 美元/吨，铜精矿含金价格（不含税）为 37.49 美元/g，铜精矿含银价格（不含税）为 0.52 美元/g，锌精矿含锌价格（不含税）为 1469.14 美元/吨；固定资产投资为 37673.79 万美元；以 2024 年为例，单位总成本费用 50.84 美元/吨，单位经营成本 45.95 美元/吨，折现率 11.05%。

评估结论：本公司在充分调查、了解和分析评估对象实际情况的基础上，依据科学的评估程序，选用合理的评估方法，经过计算，确定“EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 采矿权”在评估基准日时点的评估价值为 12534.00 万美元，按评估基准日 2015 年 9 月 30 日人民币汇率中间价（6.3613）折合人民币 79732.53 万元，大写人民币柒亿玖仟柒佰叁拾贰万伍仟叁佰元整。

评估有关事项声明：

评估结论使用的有效期为一年，即从评估报告基准日起一年内有效。

本评估报告仅供委托人用于此次评估所涉及的特定评估目的之用。本报告的所有权归委托方所有，正确使用评估报告是评估委托人和相关当事方的责任；除法律法规规定以及相关当事方另有约定，未征得矿业权评估机构同意，矿业权评估报告的全部或部分内容不得被摘抄、引用或披露于公开媒体。

本评估报告的复印件不具有法律效力。

重要提示：

1、以上内容摘自 EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 采矿权评估报告书，欲了解本次评估的全面情况，请阅读本采矿权评估报告书全文。

法定代表人（或授权人）：

注册矿业权评估师：

注册矿业权评估师：

北京北方亚事资产评估有限责任公司

二〇一六年二月二十六日

公司地址：中国北京市宣武区广内大街6号枫桦豪景A座 邮编：100053

电 话：（010）83549216 传 真：（010）83549215

目 录

第一部分 评估报告摘要

第二部分 评估报告正文

1. 评估机构	1
2. 评估委托人及采矿权人	1
3. 评估对象和范围	1
4. 评估目的	6
5. 评估基准日	6
6. 评估原则	6
7. 评估依据	7
8. 评估过程	8
9. 采矿权概况	9
9.1 地理位置及交通	9
9.2 自然地理及经济	9
9.3 矿权历史沿革及地质工作概况	10
10. 矿区地质概况	20
10.1 区域地质特征	20
10.2 矿区地质特征	23
10.3 矿体特征	27
10.4 矿床成因、控矿因素及找矿标志	30
10.5 矿石质量	31
10.6 矿石选冶实验及其加工技术性能	32
10.7 矿体围岩及夹石	32
10.8 开采技术条件	33
11. 矿区开发现状	38
12. 评估方法	38
13. 评估参数的确定	39

13.1 资源储量	39
13.2 生产规模及服务年限.....	43
13.3 收入估算	44
13.4 项目投资	48
13.5 回收固定资产残（余）值	58
13.6 更新改造资金.....	58
13.7 流动资金	59
13.8 总成本费用	59
13.9 经营成本	62
13.10 销售税金及附加	62
13.11 企业所得税.....	62
14 折现率	63
15 评估结论	63
16 评估有关问题的说明	64
17 评估报告日.....	66
18 评估机构及评估责任人.....	66

第三部分 评估报告附表

附表一 EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 采矿权评估价值计算表

附表二 EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 采矿权评估可采储量及服务年限计算
表

附表三 EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 采矿权评估销售收入估算表

附表四 EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 采矿权评估固定资产投资估算表

附表五 EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 采矿权评估固定资产折旧费用估算表

附表六 EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 采矿权评估单位成本估算表

附表七 EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 采矿权评估总成本费用估算表

附表八 EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 采矿权评估税费估算表

第四部分 评估报告附件

附件一 关于采矿权评估报告及附件使用范围的声明；

附件二 北京北方亚事资产评估有限责任公司企业法人营业执照；

附件三 北京北方亚事资产评估有限责任公司探矿权采矿权评估资格证书；

附件四 注册矿业权评估师执业资格证书；

附件五 评估机构承诺函；

附件六 中标通知书、评估业务委托合同、委托方承诺函、被评估方承诺函；

附件七 委托方企业法人营业执照、简介；

附件八 阿斯马拉矿业股份公司法人营业执照、厄立特里亚政府与 Asmara 公司签订的采矿权协议、采矿许可证；

附件九 2013 年 8 月巴拿马 SENET 有限公司编制的“阿斯玛拉项目可行性研究报告”（NI 43-101 技术报告）节选；

附件十 2015 年 3 月高达矿业咨询公司出具的“ASMARA 铜多金属矿项目可行性研究技术核查报告”节选；

附件十一 《厄立特里亚国 EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 项目可行性研究》（四川省冶金地质勘查院、四川省冶金设计研究院、四川一盛工程咨询有限公司，2015 年 6 月）节选及审查意见；

附件十二 关于项目基建“预备费”使用的说明。

EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA

采矿权评估报告书

北方亚事矿评报字[2015]第 002 号

北京北方亚事资产评估有限责任公司受四川路桥建设集团股份有限公司、四川路桥矿业投资开发有限公司共同委托，根据国家有关采矿权评估的规定，本着客观、独立、公正、科学的原则，按照《中国矿业权评估准则》中规定的评估方法，对“EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 采矿权”进行了评估。本公司评估人员按照必要的评估程序对委托评估的“EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 采矿权”进行了现场勘查与询证，并对该采矿权在 2015 年 9 月 30 日所表现的市场价值作出了公允反映。

现将该采矿权评估情况及评估结论报告如下：

1. 评估机构

名称：北京北方亚事资产评估有限责任公司；

机构地址：北京市东城区崇文门西大街 7 号 2 门 303 室；

法定代表人：闫全山；

企业法人营业执照注册号：110000002973755；

探矿权采矿权评估资格证书编号：矿权评资[2012] 008 号。

2. 评估委托人及采矿权人

2.1 评估委托人

评估委托人之一：四川路桥建设集团股份有限公司

住 所：成都市高新区高朋大道 11 号科技工业园 F-59 号

公司类型：股份有限公司

法定代表人：孙云

注册资本：叁拾亿壹仟玖佰柒拾叁万贰仟陆佰柒拾贰元人民币

成立日期：1999 年 12 月 28 日

营业期限：1999 年 12 月 28 日至长期

经营范围：一般经营项目（以下范围不含前置许可项目，后置许可项目凭许可证或审批文件经营）：项目投资与资产管理；高速公路管理；公路工程、桥梁工程等；工程勘察设计；测绘服务；规划管理；工程管理服务；工程机械租赁、维修；建筑材料生产；商品批发与零售；物业管理。

四川路桥建设集团股份有限公司由四川公路桥梁建设集团公司发起创立于 1999 年，于 2003 年 3 月在上海证券交易所挂牌交易（简称四川路桥，股票代码 600039），是四川省交通系统首家 A 股上市企业；2012 年，路桥集团和路桥股份通过重大资产重组实现整体上市，母公司为四川省铁路产业投资集团有限责任公司。公司主要从事交通基础设施的设计、投资、建设和运营，下辖 14 个全资、控股子公司。

评估委托人之二：

企业名称：四川路桥矿业投资开发有限公司

住 所：成都市高新区九兴大道 12 号 1 栋 3 层

公司类型：其他有限责任公司

法定代表人：熊国斌

注册资金：壹亿元人民币

成立日期：2014 年 1 月 14 日

营业期限：2014 年 1 月 14 日至长期

经营范围：一般经营项目（以下范围不含前置许可项目，后置许可项目凭许可证或审批文件经营）：矿业投资与资产管理；矿业产品加工；进出口业；矿产品销售；商务服务业。

四川路桥矿业投资开发有限公司成立于 2014 年 1 月 14 日，是由四川公路桥梁建设集团有限公司、四川省铁路产业投资集团有限公司共同持股的资源型勘查开发企业。公司主要从事矿产投资与资产管理，矿产品加工销售、进出口，矿业商品批发与零售、商务服务等。公司实行“市场化运作、股东分工合作、部门协同、企业化管理”的运行机制，充分发挥出资各方优势，共同投资和勘查开发厄立特里亚以及其它国内外地区矿产资源。公司现有员工 33 人；本科以上学历

28 人，其中硕士研究生 13 人；专业技术人员 25 人。

2.2 采矿权人

企业名称：阿斯马拉矿业股份公司（ASMARA MINING SH.CO.）

注册号：ASR00035684。

2014 年 6 月 27 日，桑里奇黄金公司（SGC）与厄特国家矿业公司（ENAMCO）签署《2014 股东协议》并随后开始成立阿斯马拉矿业股份公司（AMSC）。桑里奇黄金公司（SGC）通过在巴巴多斯成立两层全资子公司持有阿斯马拉矿业股份公司（AMSC）60%的股权；ENAMCO 持有阿斯马拉矿业股份公司（AMSC）40%的股权，其中 10%的股权是 ENAMCO 作为厄特国有公司，根据厄特法律无偿获得，另外 30%是 SGC 有偿转让。阿斯马拉矿业股份公司（AMSC）成立后，SGC 已将其持有的 EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 项目三个勘探权及相关资产和矿产信息转至 AMSC（AMSC 股权结构见下图一）。



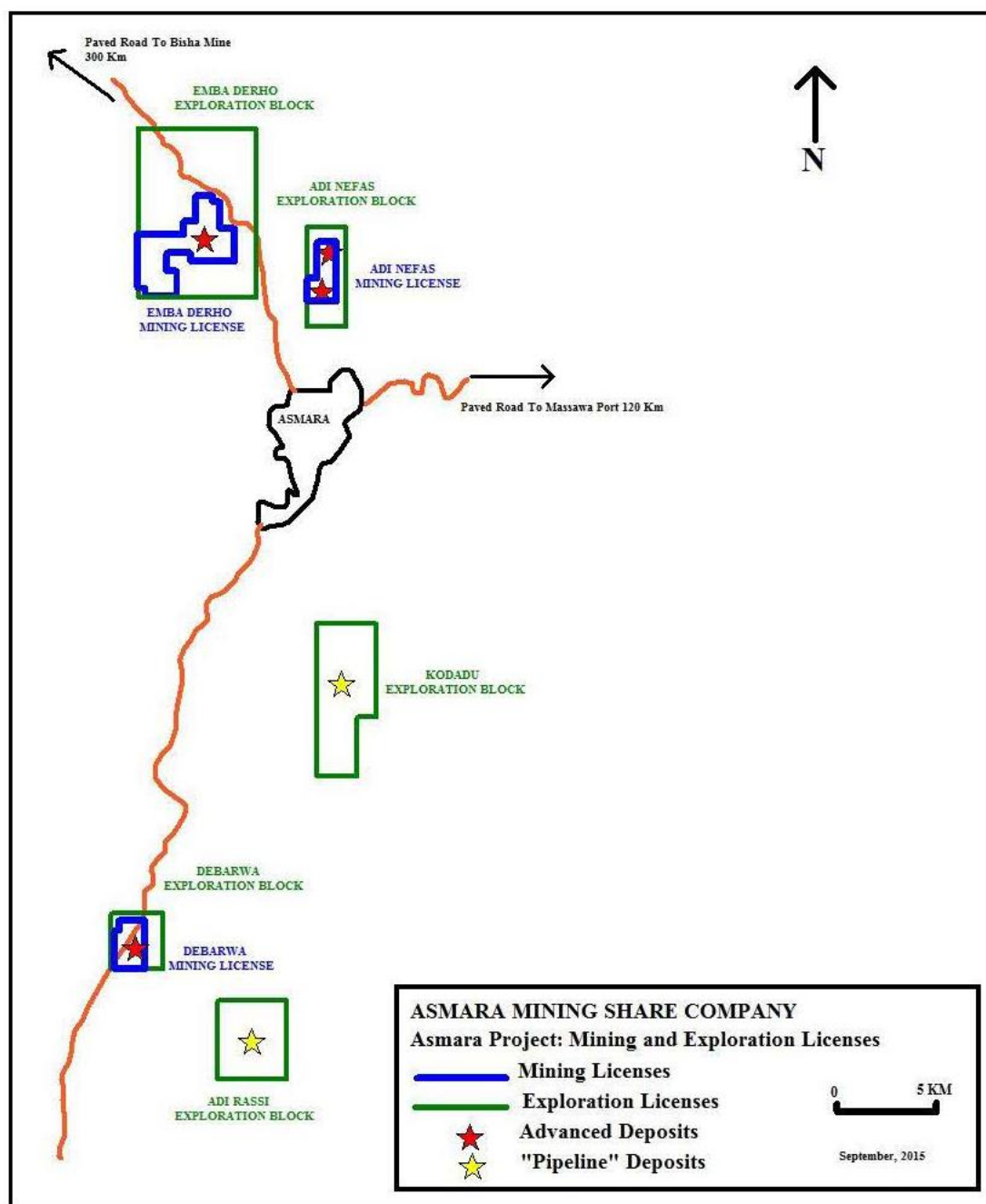
备注：①为 AMSC 成立之前的运营结构；②为 AMSC 成立之后的股权结构

（图一）阿斯马拉矿业股份公司（AMSC）股权结构图

3. 评估对象和范围

3.1 评估对象基本情况

2015 年 9 月，厄立特里亚政府与阿斯马拉矿业股份公司签订了采矿权协议“《MINING AGREEMENT BETWEEN THE GOVERNMENT OF THE STATE OF ERITREA AND ASMARA MINING SHARE COMPANY》”，实际取得采矿权，2015 年 10 月 16 日阿斯马拉矿业股份公司（AMSC）取得采矿许可证，并继续拥有剩余区域探矿权，目前阿斯马拉矿业股份公司共拥有 3 个采矿权、3 个探矿权，矿权关系图如下(图二)：



图二 AMSC 矿权示意图

3.2 本次评估范围

本次评估对象“EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA”，共包含如下三个采矿权：EMBA DERHO MINING LICENSE、ADI NEFAS MINING LICENSE、DEBARWA MINING LICENSE, 各采矿权详细情况如下：

3.2.1 EMBA DERHO 采矿许可证

采矿许可证号：0212111019115；开采矿种：金、银、铜、锌；矿区面积：

12.2 平方公里（包含两个区域，Emba Derho 1A 面积 7.3 平方公里，Emba Derho 1B 面积 4.9 平方公里）；有效期限：20 年，自 2015 年 10 月 16 日起生效。矿区拐点坐标（通用横轴墨卡托（U.T.M.）坐标系 37 区）如下：

Emba Derho 1A

序号	X 坐标	Y 坐标	序号	X 坐标	Y 坐标
1a	485400	1704700	8	488100	1706300
2	486250	1704700	9	488100	1705000
3	486250	1705350	10	488850	1705000
4	486850	1705350	11	488850	1703300
5	486850	1706650	12	486600	1703300
6	487750	1706650	13	486600	1703750
7	487750	1706300	14	485400	1703750

Emba Derho 1B

序号	X 坐标	Y 坐标	序号	X 坐标	Y 坐标
1	484000	1704700	17	485900	1701600
1a	4854000	1704700	18	484300	1701600
15	4854000	1702850	19	484300	1702000
16	485900	1702850	20	484300	1702000

3.2.2 ADI NEFAS 采矿许可证

采矿许可证号：0212111018115；开采矿种：金、银、铜、锌；矿区面积：3.6 平方公里；有效期限：20 年，自 2015 年 10 月 16 日起生效。矿区拐点坐标（通用横轴墨卡托（U.T.M.）坐标系 37 区）如下：

序号	X 坐标	Y 坐标	序号	X 坐标	Y 坐标
1	492500	1702500	4	494000	1704300
2	493000	1702500	5	494000	1701300
3	493000	1704300	6	492500	1701300

3.2.3 DEBARWA 采矿许可证

采矿许可证号：0212111017115；开采矿种：金、银、铜、锌；矿区面积：3.5 平方公里；有效期限：20 年，自 2015 年 10 月 16 日起生效。矿区拐点坐标（通用横轴墨卡托（U.T.M.）坐标系 37 区）如下：

序号	X 坐标	Y 坐标	序号	X 坐标	Y 坐标
1	484300	1670000	4	482800	1669500
2	484300	1667600	5	483000	1669500
3	482800	1667600	6	483000	1670000

本次评估范围即为上述矿区范围，其涉及的资源储量均在上述矿区范围内。根据中伦律师事务所出具的“关于四川路桥矿业投资开发有限公司 Asmara 收购项目相关工作的法律意见书”，根据厄特矿业法之规定，由有效探矿权权利人申请转换至采矿权时为无偿取得，无探矿权价款缴纳等附加义务。

4. 评估目的

四川路桥矿业投资开发有限公司拟收购桑里奇黄金公司全资子公司桑里奇厄特运营有限公司所持有的阿斯马拉矿业股份公司 60% 股权，需对阿斯马拉矿业股份公司所持有的“EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA”采矿权进行价值评估。本次评估即是为了实现上述目的，而为评估委托人提供该采矿权在本评估报告所述各种条件下和评估基准日时点上公平、合理的价值参考意见。

5. 评估基准日

根据委托方要求，本采矿权评估的基准日确定为 2015 年 9 月 30 日。评估报告中计量和计价标准，均为该基准日的客观有效标准。

6. 评估原则

- 6.1 遵循独立性原则、客观性原则和公正性原则的工作原则；
- 6.2 遵循预期收益原则、替代原则、效用原则和贡献原则等经济（技术处理）原则；
- 6.3 遵循矿业权与矿产资源相互依存原则；
- 6.4 尊重地质规律及资源经济规律原则；
- 6.5 遵守矿产资源勘查开发规范和会计准则原则。

7. 评估依据

7.1 法规依据

- (1) 1996 年 8 月 29 日修正后颁布的《中华人民共和国矿产资源法》;
- (2) 国务院 1998 年第 240 号令发布的《矿产资源勘查区块登记管理办法》;
- (3) 国务院 1998 年第 242 号令发布的《探矿权采矿权转让管理办法》;
- (4) 国土资源部国土资[2000]309 号文印发的《矿业权出让转让管理暂行办法》;
- (5) 国土资发[2008]174 号 《矿业权评估管理办法（试行）》;
- (6) Proclamation No. 68/1995 A Proclamation to Promote the Development of Mineral Resources 《矿业法》;
- (7) Proclamation No. 157/2006 Eritrean National Mining Corporation Establishment Proclamation: 《第 157/2006 号法律令》
- (8) Mining Law Proclamation No. 68/1995 Amendment Proclamation No. 165/2011 《矿业法第 165/2011 号修正案》;
- (9) 《铜、铅、锌、银、镍、钼矿地质勘查规范》(DZ / T 0214-2002);
- (10) 《矿业权评估指南》(2006 年修订);
- (11) 国土资源部《关于实施〈矿业权评估收益途径评估方法修改方案〉的公告》(2006 年第 18 号);
- (12) 中国矿业权评估师协会《中国矿业权评估准则》(2008 年 9 月 1 日实行);
- (13) 《中国矿业权评估准则》(二);
- (14) 中国矿业权评估师协会《矿业权评估参数确定指导意见》(2008 年)。

7.2 规范标准依据

- (1) 《中国矿业权评估准则》(2008 年 9 月 1 日实行);
- (2) 《中国矿业权评估准则》(二);
- (3) 《矿业权评估参数确定指导意见》(CMVS3080-2008);
- (4) 《矿业权评估指南》(2006 年修订);

7.3 行为依据

(1) 评估业务约定书。

7.4 产权、地质信息依据

(1) EMBA DERHO 采矿许可证 (证号: 0212111019115)、ADI NEFAS 采矿许可证 (证号: 0212111019115)、DEBARWA 采矿许可证 (证号: 0212111017115);

(2) 《阿斯马拉项目可行性研究报告 (NI43-101 技术报告)》(巴拿马 SENET 有限公司, 2013 年 8 月, 2015 年 7 月翻译稿);

(3) 《阿斯马拉项目可行性研究报告》(巴拿马 SENET 有限公司, 2013 年 5 月, 2015 年 8 月翻译稿);

(4) 《ASMARA 铜多金属矿项目可行性研究技术核查报告》(高达矿业咨询公司, 2015 年 3 月);

(5) 《厄立特里亚国 EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 项目可行性研究》(四川省冶金地质勘查院、四川省冶金设计研究院、四川一盛工程咨询有限公司, 2015 年 6 月);

(6) 评估人员核实收集和调查的其它资料。

8. 评估过程

根据《矿业权评估程序规范》(CMVS11000-2008), 按照评估委托人的要求, 我公司组织评估人员对委托评估的采矿权实施了如下评估程序:

8.1 接受委托阶段: 2015 年 11 月 24 日, 我公司通过公开竞标, 取得 EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 项目, 随后我公司接受委托, 开始项目洽谈, 明确了此次评估业务基本事项, 拟定评估计划, 收集与本次评估有关的资料, 向采矿权评估委托人提供评估资料准备清单。

8.2 尽职调查阶段: 2015 年 12 月 31 日~2016 年 1 月 13 日, 我公司评估人员在阿斯马拉矿业股份公司总经理 Amanuel 及四川路桥矿业投资开发有限公司项目经理曹锐、技术总工刘尚贵等人的陪同下, 根据评估的有关原则和规定, 对委托评估的采矿权进行了现场查勘和产权验证, 查阅有关资料, 征询、了解核实矿床地质勘查、矿山设计等基本情况, 并搜集、核实与本次评估有关的地质资料、

财务数据、设计资料等；对采矿权范围内有无矿业权纠纷进行了核实。

8.3 评定估算阶段：2016 年 1 月 14 日~1 月 25 日，依据收集的评估资料进行整理分析，选择适当的评估方法，合理选取评估参数，完成评定估算，具体步骤如下：根据所收集的资料进行归纳、整理，查阅有关法律、法规，调查有关矿产开发及销售市场，按照既定的评估程序和方法，选取评估参数，对委托评估的采矿权价值进行评定估算，对估算结果进行必要的分析，形成评估结论，完成评估报告的初稿，复核评估结论，并对评估结论进行修改和完善。

8.4 出具报告阶段：2016 年 1 月 25 日~2 月 26 日，根据评估工作情况，起草评估报告，向评估委托人提交评估报告初稿、交换评估初步结果意见，在遵守评估规范、指南和职业道德原则下，认真对待评估委托人提出的意见，并作必要的修改，于 2016 年 2 月 26 日出具评估报告。

9. 采矿权概况

9.1 地理位置及交通

阿斯马拉(Asmara)位于东非高原最北端，它是厄立特里亚首都，平均海拔为 2350 米，人口为 42 万。它距离北部红海港口——马萨瓦港 120km(直线距离 75km)，有公路和窄轨铁路等交通方式，距埃塞首都亚的斯亚贝巴 1070 公里。

EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 位于阿斯马拉(Asmara)城郊，其中 Emba Derho 矿区位于阿斯马拉市西北方向约 12km 处，矿区全年道路畅通，具有密封严实的沥青路网和保养良好的二级土路，后者主要连接小型居民区。Adi Nefas 矿区(包含 Gupo 矿区)位于阿斯马拉市正北方向约 4km 处，有路况良好的土路可到达。Debarwa 矿区位于阿斯马拉市西南方向约 25km 处，一条密实平整的沥青路和养护良好的二级公路可到达 Debarwa 采矿许可证区域。

地理位置见 3.1(图二 AMSC 矿权示意图)。

9.2 自然地理及经济

EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 位于阿斯马拉市(Asmara)城郊，区域海拔为 1900 米至 2400 米，该区域气候干旱，年平均气温 30.6℃。年降水量大约是 534mm，其中，百分之六十年平均气温为 15.8℃，最低月平均气温和最高

月平均气温分别是 11℃ 和 25℃，五成的降水都集中在七月和八月。EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 项目所在区域的潜在蒸散相对比较高，有 1167mm，年平均风速约为 3.3 m/s。

阿斯马拉市经济落后，市场上商品品种少，数量也小，就连柴油、煤气和灯管这些日用品都经常断货。但农牧产品贸易甚盛。周边工业有纺织、食品、皮革、水泥、钢铁、机器制造、化工日用品、卷烟等工厂。

9.3 矿权历史沿革及地质工作概况

阿斯马拉矿业股份公司（AMSC）成立之前，桑里奇黄金公司（SGC）通过其厄特的分公司（SGE）在厄特进行勘探等工作，其共持有 3 个探矿权，分别为：Debarwa 勘探权（覆盖 Debarwa 及 Adi Rassi 矿床）；Medrizien 勘探权（覆盖 Emba Derho 和 Kodadu 矿床）；Adi Nefas 勘探权（覆盖 Adi Nefas 及 Gupo 矿床）。

9.3.1 探矿权历史沿革

9.3.1.1 Debarwa 勘探权（覆盖 Debarwa 及 Adi Rassi 矿床）

1996 年 4 月 2 日厄特能矿部与 WMC 签署《Debarwa 勘探协议》，将 Debarwa 勘探权授予 WMC。

1997 年 6 月 19 日，WMC 与 Phelps Dodge 签署《勘探权转让协议》（以下简称“《1997 转让协议》”），将 Debarwa 勘探权转让给 Phelps Dodge。

2000 年 10 月 5 日，AWR 以 AWR 和 MG 两家公司的名义向 Phelps Dodge 发出收购要约信函（以下简称“《2000 合同函》”），收购 Phelps Dodge 所拥有的所有厄特资产，包括 Debarwa 勘探权、Medrizien 勘探权以及 Phelps Dodge 的其他资产。

2000 年 10 月 10 日，AWR 与 MG 签署一份协议，约定 AWR 与 MG 将以 20% 和 80% 的比例出资收购 Phelps Dodge 持有的勘探权（以下简称“《勘探权共有协议》”）。2001 年 6 月 13 日，Phelps Dodge 与 AWR、MG 签署《转让契约》（Deed of Assignment，以下简称“《2001 转让契约》”）。

2001 年 11 月 16 日，能矿部代表厄特政府与 Phelps Dodge、SSE 签署《勘探权转让协议》（以下简称“《勘探权转让协议 2001》”）。根据该协议，厄特政府同意将 Phelps Dodge 持有的 Debarwa 勘探权和 Medrizien 勘探权转让给 SSE。

2004 年 6 月 30 日，SSE、AWR 以及 Sunridge 签署了一份《合资协议》（以下称“《勘探合资协议》”），同时 Sunridge 分别与 SSE（以及 SSE 母公司 SBS）和 AWR 签署了两份《期权协议》，根据上述《勘探合资协议》，Sunridge 将投资 SSE 名下勘探权的勘探工作，若在 2005 年 12 月 26 日以前 Sunridge 因勘探工作产生的费用不少于 240 万美元，Sunridge 将可以享有 SSE 名下勘探权（包括 Debarwa 勘探权、Medrizien 勘探权以及 Adi Nefas 勘探权）40%的权益。根据 Sunridge 与 SSE、SBS 签署的《期权协议》，Sunridge 有权收购 SSE 的所有股权。根据 Sunridge 与 AWR 签署的《期权协议》，Sunridge 有权收购 AWR 所持有的《勘探合资协议》项下的权益，包括由 SSE 代持的 AWR 对有关勘探权的权益。

2006 年 1 月 13 日，Sunridge 行使上述期权。同日，SBS、SSE、AWR 以及 Sunridge 之间签署了一份《勘探权转让契约》。该协议对上述两份《期权协议》进行了修订，Sunridge 将根据该协议规定的条件终止收购 SSE 的股权以及 AWR 所持有的《勘探合资协议》项下的权益。

2007 年 4 月 3 日，能矿部与 SSE 和 Sunridge 签署《勘探权转让协议》（以下称“《勘探权转让协议 2007》”），根据该协议，能矿部同意 SSE 将其名下的 3 个勘探权转让给 Sunridge 并且确认有关勘探权转让的时间为 2006 年 1 月 13 日。

Debarwa-Adi Rassi 勘查证经延续登记，有效期至 2016 年 5 月 20 日。勘查面积自取得时 250 平方公里缩减至 21.42 平方公里（其中：Debarwa 矿床面积 7.42 平方公里（含采矿权面积 3.5 平方公里）。

9.3.1.2 Medrizien 勘探权（覆盖 Emba Derho 和 Kodadu 矿床）

厄特能矿部于 1998 年 5 月 26 日与 Phelps Dodge 签署《勘探协议》（以下简称“《Medrizien 勘探协议》”）将 Medrizien 勘探权授予 Phelps Dodge。

2000 年 10 月 5 日，AWR 以 AWR 和 MG 两家公司的名义向 Phelps Dodge 发出收购要约信函（以下简称“《2000 合同函》”），收购 Phelps Dodge 所拥有的所有厄特资产，包括 Debarwa 勘探权、Medrizien 勘探权以及 Phelps Dodge 的其他资产。

2000 年 10 月 10 日，AWR 与 MG 签署一份协议，约定 AWR 与 MG 将以 20%和 80%的比例出资收购 Phelps Dodge 持有的勘探权（以下简称“《勘探权共有协议》”）。

2001 年 6 月 13 日，Phelps Dodge 与 AWR、MG 签署《转让契约》(Deed of Assignment，以下简称“《2001 转让契约》”)。

2001 年 11 月 16 日，能矿部代表厄特政府与 Phelps Dodge、SSE 签署《勘探权转让协议》(以下简称“《勘探权转让协议 2001》”)。根据该协议，厄特政府同意将 Phelps Dodge 持有的 Debarwa 勘探权和 Medrizien 勘探权转让给 SSE。

2004 年 6 月 30 日，SSE、AWR 以及 Sunridge 签署了一份《合资协议》(以下称“《勘探合资协议》”)，同时 Sunridge 分别与 SSE (以及 SSE 母公司 SBS) 和 AWR 签署了两份《期权协议》，根据上述《勘探合资协议》，Sunridge 将投资 SSE 名下勘探权的勘探工作，若在 2005 年 12 月 26 日以前 Sunridge 因勘探工作产生的费用不少于 240 万美元，Sunridge 将可以享有 SSE 名下勘探权 (包括 Debarwa 勘探权、Medrizien 勘探权以及 Adi Nefas 勘探权) 40% 的权益。根据 Sunridge 与 SSE、SBS 签署的《期权协议》，Sunridge 有权收购 SSE 的所有股权。根据 Sunridge 与 AWR 签署的《期权协议》，Sunridge 有权收购 AWR 所持有的《勘探合资协议》项下的权益，包括由 SSE 代持的 AWR 对有关勘探权的权益。

2006 年 1 月 13 日，Sunridge 行使上述期权。同日，SBS、SSE、AWR 以及 Sunridge 之间签署了一份《勘探权转让契约》。该协议对上述两份《期权协议》进行了修订，Sunridge 将根据该协议规定的条件终止收购 SSE 的股权以及 AWR 所持有的《勘探合资协议》项下的权益。

2007 年 4 月 3 日，能矿部与 SSE 和 Sunridge 签署《勘探权转让协议》(以下称“《勘探权转让协议 2007》”)，根据该协议，能矿部同意 SSE 将其名下的 3 个勘探权转让给 Sunridge 并且确认有关勘探权转让的时间为 2006 年 1 月 13 日。

Medrizien-Kodadu 勘查证经延续登记，有效期至 2016 年 5 月 20 日。勘查面积自取得时 (850 平方公里) 缩减至 71.00 平方公里 (其中：Emba Derho 矿床面积 51.00 平方公里 (含采矿权面积 12.2 平方公里)，Kodadu 矿床面积 20.00 平方公里)。

9.3.1.3 Adi Nefas 勘探权 (覆盖 Adi Nefas 及 Gupo 矿床)

2001 年 11 月 16 日厄特能矿部与 SSE 签署《Adi Nefas 勘探协议》将 Adi Nefas

勘探权授予 SSE。

2004 年 6 月 30 日, SSE、AWR 以及 Sunridge 签署了一份《合资协议》(以下称“《勘探合资协议》”), 同时 Sunridge 分别与 SSE (以及 SSE 母公司 SBS) 和 AWR 签署了两份《期权协议》, 根据上述《勘探合资协议》, Sunridge 将投资 SSE 名下勘探权的勘探工作, 若在 2005 年 12 月 26 日以前 Sunridge 因勘探工作产生的费用不少于 240 万美元, Sunridge 将可以享有 SSE 名下勘探权(包括 Debarwa 勘探权、Medrizien 勘探权以及 Adi Nefas 勘探权) 40% 的权益。根据 Sunridge 与 SSE、SBS 签署的《期权协议》, Sunridge 有权收购 SSE 的所有股权。根据 Sunridge 与 AWR 签署的《期权协议》, Sunridge 有权收购 AWR 所持有的《勘探合资协议》项下的权益, 包括由 SSE 代持的 AWR 对有关勘探权的权益。

2006 年 1 月 13 日, Sunridge 行使上述期权。同日, SBS、SSE、AWR 以及 Sunridge 之间签署了一份《勘探权转让契约》。该协议对上述两份《期权协议》进行了修订, Sunridge 将根据该协议规定的条件终止收购 SSE 的股权以及 AWR 所持有的《勘探合资协议》项下的权益。

2007 年 4 月 3 日, 能矿部与 SSE 和 Sunridge 签署《勘探权转让协议》(以下称“《勘探权转让协议 2007》”), 根据该协议, 能矿部同意 SSE 将其名下的 3 个勘探权转让给 Sunridge 并且确认有关勘探权转让的时间为 2006 年 1 月 13 日。

Adi Nefas 勘查证经延续登记, 有效期至 2016 年 5 月 20 日。勘查面积自取得时(550 平方公里) 缩减至 10.00 平方公里(含采矿权面积 3.6 平方公里(采矿权包含 Adi Nefas 矿床及 Gupo 矿床))。

9.3.2 地质工作概况

9.3.2.1 Emba Derho

Emba Derho 是 Medrizien 矿权许可范围内最大的矿床。在 Emba Derho 村西南方大约 2,000m 的地表处发现了 Emba Derho 铁帽。以往本地居民在此进行过金矿开采。

据 Blackburn 和 Chisholm(2004) 的所述。1902 年, 英国公司 ~ Societe per Le M. iniere d'Oro 在 Asmara ~ Medrizien 区域进行频繁的采矿活动。M. acLaren (Blackburn 和 Chisholm, 2004) 向厄立特里亚政府报告 1907 年的产金量大约

100kg。1914 年第一次世界大战爆发时开采活动中止。20 世纪 30 年代早期再次恢复开采活动，截至 1940 年，年产金量约为大约 12,000 盎司（约 373.2kg）。第二次世界大战（1939~1945）的爆发，使开采活动的规模再次中止。

Medrizien 矿权许可范围主要覆盖 Hamasien 金矿区的核心区域，现有矿权许可区域的范围内包括了原意大利人开采的金矿。包含 Medrizien、Sciumagalle、Regina de Saba 和 Hara 矿井。Medrizien 矿井是最大的矿井之一，位于阿斯马拉（Asmara）西北 11 km 处。露天矿和地下矿主要集中在 2km 长的含金硫化物石英矿脉范围内，主要开采活动从 1902 年持续到 1914 年，然后在 1931 年，再次启动开采活动，并持续到 1963 年（Blackburn 和 Chisholm, 2004）。过去的 Sciumagalle 矿位于 Medrizien 矿以南 5km 处。Medrizien 采矿活动主要集中在某个含金石英矿脉区域。显然，对于这些活动来说，根本不存在历史生产记录可供参考。

埃塞俄比亚地质调查局（The Ethiopian Geological Survey）首次披露了 Emba Derho 露头铁帽及其潜在价值，埃塞俄比亚地质调查局（The Ethiopian Geological Survey）在 1969 年~1970 年对露头铁帽区域进行了勘探。Ethio-Nippon 于 70 年代在阿斯马拉（Asmara）区域启动了勘探项目，包括在 Emba Derho 铁帽实施了 2 个钻孔。1974 年中止勘探工程。

Ashanti（厄立特里亚（Eritrea））在 1996 年~1998 年进行勘探活动，包括沿着横跨 Emba Derho 大面积硫化物铁帽的剖面线实施了 3 个钻孔。在许可范围内的某些殖民时期的金矿进行特定物探工作。本工程的主要资料已经无从考究。于 1998 年 04 月 Ashanti 放弃了矿权。

1998 年 05 月 Phelps Dodge 取得了 Medrizien 矿权。矿权区所作的工作包括水系沉积物、岩石、探槽取样、地质测绘和时间域电磁法（T.D.E.M.）调查。探槽施工结果说明存在大面积低价值的金矿（大约 0.1~0.5g/t），以及优质的矿样（最高为 30g/t）。地表锌含量普遍较低，说明存在大范围的淋滤现象；而岩层内含铜 0.1-0.5%。施工首个金刚石钻孔位于矿化体南部 200m 处，大量近似平行的硫化物透镜体相互交错。Blackburn 和 Chisholm（2004）审核并编录钻孔结果。

2001 年底，Sub-Sahara 取得 Adi Nefas 矿权；同时 Phelps Dodge 通过 Africa

Wide 资源公司 (Stokes et al., 2007) 将 Debarwa 和 Medrizien 矿权转让给 Sub-Sahara。Sub-Sahara 就之前实施的工作, 包括槽探以及各种取样成果, 编录数字资料。2003 年下半年在 Adi Nefas, Debarwa 和 Medrizien 矿权范围内进行航空磁测 (E. M.)。

Sub-Sahara 虽然在 2003 年同 S. G. C. 签订了《期权协议》, 但在 2004 年 09 月政府下令终止勘探活动前仍负责运营。在 2005 年恢复勘探活动后 S. G. C. 负责联营企业。2006 年初, S. G. C. 行使期权, 从 Sub-Sahara 收购阿斯马拉 (Asmara) 项目 100% 的权益。Emba Derho 矿床的勘探史总结见表 9-1。

表 9-1 勘探史汇总表 (Emba Derho)

埃塞俄比亚地质调查局 (The Ethiopian Geological Survey) (1967 年~1971 年)	
发现铁帽外露	
钻孔	7 个钻孔
Ethio~Nippon 矿业公司 (1971 年~1974 年)	
钻孔	2 个钻孔
Ashanti (厄立特里亚 (Eritrea)) (1966 年~1998 年)	
地表地球化学	历史性早期金矿周边特定土壤取样
槽探	
钻孔	
Phelps Dodge (1998 年)	
地表地球化学	水系沉积物和岩屑取样
槽探	11 条槽沟
地质测绘	
地面地球物理学	电磁勘探
钻孔	1 个钻孔
Sub-Sahara 资源 (Eritera) 有限公司 (“Sub-Sahara”) (2001 年~ 2003 年 08 月)	
资料汇总	已竣工勘探工程的数字数据库
地球化学	岩屑取样
钻孔	2 个钻孔
Sunridge/Sub-Sahara 联营 (2003 年 08 月~2006 年 08 月 22 日【同 Sub-Sahara 签订合约之日】)	
地球物理	辉固航空勘测 (澳大利亚) 在 2003 年年底对 Adi Nefas, Debarwa 和 Medrizien (总长 5,441 千米 (km), 间隔 200m) 进行 T.E.M.P.E.S.T. 航空电磁和磁力勘测飞行。
	M.W.H. 调查局对涵盖 阿斯马拉 (Asmara) 项目在内的区域进行区域性重力测量 (300m×300m 菱形网格)
	地面重力测量 (总长 43.3m; 网格 80m×20m)

	地面重力测量（总长 3.6 千米（km））；地面脉冲电磁（E.M.）测量；井下脉冲电磁测量；音频大地电磁场（A.M.T.）测量
地球化学	整个岩石地球化学（Barrie）使用 5 个样品
测绘	C.J Greig 编制的 1:3500 地质测绘图
钻孔	2005 年 12 月~2006 年 08 月之间施工了 51 个钻孔（10,592m）
取样和分析	提交 4,894 个岩芯样品进行分析
选冶	进行中的选冶试验
环境	启动基础研究

9.3.2.2 Debarwa

Debarwa 详细的勘探史说明见 Blackburn 和 Chisholm (2004)。1955 年报道发现铁帽，铁帽和相关重晶石在地表裸露。但是由于缺少铜的次生矿物，因此当时并未意识到铁帽的重要性。在指定孔内发现大量铜矿物后，1966 年埃塞俄比亚地质调查局(The Ethiopian Geological Survey)开始启动 38 个钻孔(4, 586m)的钻探。钻孔圈定了走向长度为 1, 300m 和最大宽度为 200m 的矿体。

20 世纪 70 年代早期，Ethio~Nippon 矿业公司（埃塞俄比亚政府和日本矿业公司成立的联营）在 Debarwa 矿区 1, 500m 走向长度内完成了 75 孔（12005m）的钻孔工程。在最佳铁帽开发区域大约 200m 的走向长度内施工约 50 个钻孔。报告“生产性矿产储量”，在开采矿床时考虑可行性研究报告。

1972 年，施工立式木支护矿井，垂直深度 136m（计划垂直深度为 240m），水平深度为 379m。木支护矿井同位于表生矿床上部的巷道相互交错，并位于铁帽的最低处。采集 2, 000 吨的总试样，然后送至日本进行选冶试验检测。据报告，总试样含有 13.8%铜（Blackburn 和 Chisholm (2004)）。厄立特里亚（Eritrea）独立军在厄立特里亚（Eritrea）独立战争期间发动战争后，于 1974 年 03 月废弃了 Debarwa 矿床。现场仍见井架和巷道。

在独立战争期间，上述历史性活动的岩芯被破坏，散落在 Debarwa 营地原岩芯储存大楼的矿石堆中。

自 1974 年开始（由于独立战争造成工程废弃），直至厄立特里亚（Eritrea）在 1993 年脱离埃塞俄比亚，并未完成其他现场工作。1996 年 04 月 WMC 公司获得 Debarwa 矿床的探矿权。1997 年，WMC 耗费 981, 000 美元重新梳理原钻探活动以及各种地表地球化学和地球物理调查内容。在铁帽的地表裸露处进行详细的岩屑刻槽取样，平均含金（Au）量为 4.82g/t。

WMC 于 1997 年 04 月放弃探矿权，并在 1997 年 07 月将矿权转让给 Phelps Dodge。直至 1999 年 03 月，Phelps Dodge 勘探费用约 1,161,215 美元。另外，Phelps Dodge 进行了多样的地球化学和地球物理项目分析。此外，其还在 Debarwa 矿床实施了 12 个钻孔（1944m）。

表 9-2 勘探史汇总表（Debarwa）

埃塞俄比亚地质调查局（The Ethiopian Geological Survey）（1966 年～1971 年）	
发现铁帽和重晶石外露	1955 年
钻孔	在矿物区内划定 38 个钻孔（4,586m），走向长度 1,300m；最大宽度为 200m
历史矿产资源/矿床*	“矿石储量预估”1.5Mt.，含铜（Cu）1.62%
Ethio～Nippon 矿业公司（1971 年～1974 年）	
钻孔	在 1,500m 的走向长度内有 75 个钻孔（12,005m）
历史矿产资源/矿床*	“生产性矿石储量预估”：0.65Mt.，含铜（Cu）7.63%；含金（Au）1.29g/t；含银（Ag）30g/t；含锌（Zn）1.8%
可行性报告	新“矿石储量”预估：2.6Mt.，含铜（Cu）5.72%；含金（Au）1.45g/t；含银（Ag）37.81g/t
开采	竖井掘金（Au）；水平坑道和地下开采
选冶	提取 2,000t 地下块状样品
WMC（海外）有限责任公司（1996 年 04 月～1997 年 04 月）	
测绘	1:50,000（250 km ² ）；1:10,000（3.4 km ² ）；1:4,000（2 km ² ）；1:1,000（10.4 km ² ）
地球化学	区域水系沉积物调查（370 份样品）；定向水系沉积物调查（38 份样品）；上游水系沉积物调查（74 份样品）；土壤地球化学试点测量（39 份样品）；详细的土壤地球化学测量（992 份样品）；间隔取样测量（166 份样品）；铁帽取样测量（22 份样品）
地球物理	地面磁力测量（长度：35.3 千米（km））；重力测量（长度：35.3 千米（km））；TE.M.测量（读数：531）；感应极化（IP）激化率/电阻率测探
历史矿产资源/矿床*	1.62Mt.，平均含铜（Cu）量 4.91%；含金（Au）量 1.22 g/t（基于 Ethio～Nippon 数据重新评估）。
Phelps Dodge 勘探公司（1997 年 07 月～2001 年 11 月）	
详细测图	1.2km ²
地球化学	土壤地球化学取样（236 份样品）；岩屑和刻槽取样（185 份样品）；178m 有 4 条沟槽；89 份样品；12 个矿坑（30 份样品）；
地球物理	地面磁力勘探；TE.M.，CSA.M.T.和组合 TE.M./CSA.M.T.测量；IP 激化率/电阻率测探；井下 TE.M.和井下径向感应极化测量
钻孔	12 个钻孔（1,945m，538 份样品）
历史矿产资源/矿床*	1.65 Mt.，平均含铜（Cu）量为 5.10%，含金（Au）量为 1.40 g/t
Sub-Sahara 资源（厄立特里亚） Ltd.（“Sub-Sahara”）（2001 年 09 月～2003 年 08 月）	

资料汇总	已竣工勘探工程的数字数据库
地球化学	在以往未取样的铁帽中有 4 条沟槽；主 Debarwa 东北部；不规则锌（Zn）和铜（Cu）（600m；302 份样品）
地球物理	重新诠释已进行的地面地球物理测量内容
钻孔	在主 Debarwa 范围内 9 个钻孔（450m）

2001 年年底,通过 Africa Wide 资源(Stokes et al., 2007)将 Phelps Dodge 所有的 Debarwa 和 Medrizien 矿权转让给 Sub-Sahara; 与此同时转让 Adi Nefas 矿权所附权利; 其中 Sub-Sahara 负责编辑竣工工程、槽探和各种岩屑取样的数字资料。对阿斯马拉 (Asmara) 项目进行航空电磁测 (E. M.) 调查, 包括 2003 年年底 Adi Nefas、Debarwa 和 Medrizien 矿权许可的区域。

截止 2003 年 08 月, Sub-Sahara 在 Debarwa 主区域内实施了 9 个钻孔工程 (450m)。

完成收购后, S. G. C. 则着重于 Debarwa 的钻探范围划定, 其他块状硫化物 (V. M. S.) 矿床, 以及所有权范围内的勘探计划, 以期寻找新的钻探目标。Debarwa 矿床的勘探史汇总见表 9-2。

9.3.2.3 Gupo

Gupo 矿床, 旧称为 Adi Nefas Doop, 由意大利矿工在殖民期间在厄立特里亚 (Eritrea) 境内开采, 开采活动在 Adi Nefas 探矿权范围内。在 1996 年~1998 年 La Source 进行土壤取样、测绘、地球物理调查和钻孔。大约完成 10, 162m 的反循环钻孔 (124 个钻孔) 和 460m 的岩芯钻探 (5 个钻孔) (Coumoul, 1998)。

Thomas 和 M. arais (2009) 总结 La Source 反循环 (R. C.) 钻孔取样对矿产资源估值产生一定的风险。Gupo 矿床并无重要且可证实的历史矿产资源评估报告。

9.3.2.4 Adi Nefas

1967 年首先报道发现铁帽, 铁帽在紧邻 Adi Nefas 村庄的地表处沿着走向大约 700m 均连续露头。1968 年~1969 年, 埃塞俄比亚地质调查局 (The Ethiopian Geological Survey) 在铁帽区域进行了调查, 完成 9 个钻孔 (954m)。资料来自 Blackburn 和 Chisholm (2004) 报告。

联合国矿产调查局 (The UN Mineral Survey) 在 1970 年~1971 年进行了物探, 并就与 Adi Nefas 铁帽相似的异常区做了相关分析。在同 Debarwa 以往勘探保持一致的情况下, Ethio~Nippon 矿业公司进行化探采样, 并于 1971 年~

1973 年在 Adi Nefas 进行钻探。总计完成了 24 个钻孔。

1996 年 LaSource Development SAS (La Source) 取得了 Adi Nefas 矿权。La Source 对 Adi Nefas 块状硫化物 (V.M.S.) 矿床进行了土壤和水系沉积物地球化学研究, 并查明变质岩石和铁帽 (Stokes et al., 2007) 部分保持一致的土壤岩土化学特性。横跨 Adi Nefas 铁帽开挖出十四条探槽。探槽矿样化验报告可知, 金最高达到 8.5g/t, 金平均含量为 2.54g/t; 宽度 2m~8.5m。La Source 并未对铁帽进行钻探测试。1999 年 05 月将项目经营权转让给 Rift 资源有限公司 (Rift), 而这家公司仅完成了两个钻孔。两个钻孔同大面积的硫化物相互交错, 钻孔结果同之前的工程一致。La Source 于 1999 年放弃 Adi Nefas 矿权。2001 年年底 Sub-Sahara 资源 (厄立特里亚) 有限公司 (Sub-Sahara) 取得 Adi Nefas 矿权, 同时通过 Africa Wide 资源 (Stokes et al., 2007) 将 Phelps Dodge 所有的 Debarwa 和 Medrizien 矿权转让给 Sub-Sahara。Sub-Sahara 完成工程编录工作, 并在 Adi Nefas 铁帽以南刻槽取样。

Sub-Sahara 同 S.G.C. 于 2003 年 08 月签订联营 (JV) 期权协议, 在 2004 年 09 月政府下令终止勘探活动前一直负责运营。最终, Sub-Sahara 在 Adi Nefas 仅完成了 6 个新钻孔 (1, 200m)。

S.G.C. 在 2005 年恢复勘探活动后负责运营联营企业, 并在 2006 年期间完成了 50 个新钻孔 (大约 7, 000m)。2006 年年初, S.G.C 从 Sub-Sahara 收购阿斯马拉 (Asmara) 项目 100% 的权益。Adi Nefas 矿床的勘探史总结, 见表 9-3。Adi Nefas 矿床并无重要历史矿产资源评估报告。

表 9-3 勘探史汇总表 (Adi Nefas)

埃塞俄比亚地质调查局 (The Ethiopian Geological Survey) (1967 年~1971 年)	
发现铁帽外露	
钻孔	9 个钻孔 (954m)
历史资源	1.0M.t.: 铜 (Cu): 2.0% 锌 (Zn): 15.0% 铅: 0.8% 金 (Au): 120g/t
联合国矿产调查局 (The UN Mineral Survey) (1970 年~1971 年)	
地球物理	列明同 Adi Nefas 铁帽 一致的不规则之处
Ethio~Nippon 矿业公司 (1971 年~1973 年)	
地球化学	土壤和岩屑取样
钻孔	24 个钻孔
历史资源 (不符合 NI 43-101)	1.0 M.t.: 铜 (Cu): 1.4% 锌 (Zn): 13.0% 铅: 1.6% 金 (Au): 4.0g/t 银 (Ag): 160g/t (宽度: 4.5m; 比重 = 4.0)
La Source 和 Rift 资源 (1996 年~1999 年)	

地球化学	土壤和水系沉积物地球化学
槽探	14 条沟槽, 2523m 按照 3m 间隔提取井壁样品, 仅分析样品含金 (Au) 量
钻孔	2 个钻孔 (449.4m)
Sub-Sahara 资源有限公司 (厄立特里亚) (“Sub-Sahara”) (2001 年~2003 年 08 月)	
资料汇总	已竣工勘探工程的数字数据库
地球化学	Adi Nefas 铁帽以南原矿坑岩屑取样 (26 个样品)
槽探	1 条探槽, 54 个样品, Adi Nefas 南部区域
地球物理	地面磁力 (大约 50 km)

9.3.3 获得资源储量情况

自 2004 年 6 月 30 日起, 桑里奇黄金公司 (SGC) 开始对 Debarwa 勘探区、Medrizien 勘探区、Adi Nefas 勘探区进行探矿工程, 2013 年 8 月巴拿马 SENET 公司根据桑里奇黄金公司 (SGC) 公司委托, 完成并提交了《阿斯马拉项目可行性研究报告 (NI43-101 技术报告)》, 获得如下资源储量:

探明、控制和推断的矿产资源量估算表 **单位: 万吨**

矿床	探明+控制	推断	合计
Emba Derho	7000	1505	8505
Debarwa	331.2	68.1	399.3
Gupo	95.18	180.855	276.035
Adi Nefas	184.1		184.1
合计	7610.48	1753.955	9364.435

桑里奇黄金公司 (SGC) 对其勘探权区域中成矿条件好, 且经可行性研究报告估算资源储量区域进行探矿权转采矿权申请工作。2015 年 10 月 16 日阿斯马拉矿业股份公司 (AMSC) 取得采矿权, 并继续拥有剩余区域探矿权。

10. 矿区地质概况

10.1 区域地质特征

10.1.1 大地构造位置

厄立特里亚位于“泛非构造带”中的东非造山带, 东非裂谷的北端, 与红海缝合带的交汇部位。“泛非构造带”形成于 1000~450Ma, 包括非洲北部、东部至阿拉伯半岛的所有地区, 该活动带在构造上将非洲大陆的西非、尼罗河、喀拉哈沙漠、刚果、南非等稳定的克拉通分隔, 由阿拉伯-努比亚地盾和莫桑比克带构成。

10.1.2 区域地层

厄立特里亚出露前寒武系至第四系地层，以前寒武系、古生界、中生界和新生界地层最为发育。厄立特里亚由前寒武纪基底组成，基底被中生代沉积岩以及第三系至第四系火山岩和沉积岩覆盖，呈不整合接触。沿着红海海岸线一带出露着中生代到全新世海洋沉积物。

厄立特里亚地表岩石以构造边界可分为 4 个构造地体，分别为巴尔卡 (Barka) 地体、夏甲 (Hagar) 地体、纳克法 (Nakfa) 地体以及达纳基尔 (Danakil) 地体，其中 3 个地体 (巴尔卡地体、夏甲地体、纳克法地体) 位于厄立特里亚的北部和中部，而达纳基尔 (Danakil) 地体占据了该国的东南部。巴尔卡 (Barka) 地体分布于西部地区，主要由含蓝晶石、十字石、石英岩和大理岩的角闪岩和角闪相泥质片岩组成。夏甲 (Hagar) 地体分布于中部地区，主要包括数个由海洋和增生楔物质组成的椭圆形构造地质体：绿泥片岩与绿泥石化、绿帘石化的玄武岩互层，其间夹有绿帘石和绿泥石化变质玄武岩，偶见有薄层不连续的大理岩和含铁锰的燧石；达纳基尔 (Danakil) 地体位于东南部地区，主要由变质岩组成，可划分为 3 组。纳克法 (Nakfa) 地体覆盖了本国的大部分中央区域，岩性主要由火山岩和变质碎屑岩 (硅质和碳酸盐)。Nakfa 地体还包括阿斯马拉 (Asmara) 绿岩带块状硫化物 (V.M.S.) 沉积物和 Bisha 块状硫化物 (V.M.S.) 沉积物。阿斯玛拉矿区位于 Nakfa 地体向斜构造内。

10.1.3 区域构造

厄立特里亚区域主体构造方向为一系列北北东向、北西西向断裂带和北北东向的紧闭褶皱。脆性断裂几乎发育在所有新老地层中。这一地区的构造核心是东非大裂谷北段及尼罗河深断裂。这些深断裂控制了整个非洲东部的地质发展史，包括沉积建造、岩浆活动以及构造活动。

厄立特里亚的阿斯马拉铜金成矿带和碧沙—扎拉铜金多金属成矿带，分别处在以上两个重要的构造带上。阿斯马拉成矿带从阿斯马拉以北，经阿斯马拉向西南一直延伸至厄—埃边界。碧沙—扎拉成矿带位于厄立特里亚西南部加什—巴尔卡 (GASH-BARKA) 地区，近北东—南西向，贯穿厄立特里亚整个西部。

10.1.4 岩浆岩

区域内出露的岩浆岩以花岗岩、花岗闪长岩和闪长岩为主，其余有细晶岩、

辉绿岩及石英斑岩，皆呈岩脉产出。花岗岩主要分布于区域的东部一带，常伴随有花岗斑岩的产出。闪长岩主要出露在区域的西北部一带，多呈灰绿色，风化后呈灰白色，中粒，可见弥散状绿泥石化。细晶岩、辉绿岩脉出露面积不大，分布较广，一般伴随断裂构造出露。石英斑岩主要在东北部出现，且受后期构造的影响片理化强烈。

10.1.5 区域矿产

矿业在厄立特里亚国民经济发展中居重要地位，加拿大 NEVSUN 公司开采的碧沙铜金矿床，于 2009 年投产，年产金 9~15 吨，2014 年完成浅地表以金为主的采矿，下一步将转向以铜铅锌为主的多金属开采选矿。

厄立特里亚位于大型的 VMS 矿床集中分布区，该区范围包括苏丹、厄立特里亚、埃塞俄比亚及红海对岸的沙特阿拉伯地区，区内普遍叠加造山期的造山型金矿(剪切带型)。从成矿地质背景分析，在厄立特里亚前寒武系地层中应以寻找 VMS 型块状硫化物铜金多金属矿床和造山型金矿为主要目标。

区域资料显示:纳克法(Nakfa)地体 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、S、Hg、V、Ti、Cr 总体含量高，表明其为高铜金背景区，表明该区具有较大铜金矿找矿潜力。厄立特里亚目前发现的主要矿床都位于纳克法(Nakfa)地体中。

已有的勘查结果证明厄立特里亚具有两个铜金成矿带：碧沙(Bisha)—扎拉(Zara)铜金成矿带和阿斯马拉(Asmara)铜金成矿带。主要金属矿床类型为块状硫化物(铜、锌、金、银)矿床和构造蚀变岩型金矿，它们是重要的与火山成因有关的块状硫化物和岩浆岩或构造活动有关的热液型金矿。典型矿床有碧沙铜金矿床和扎拉金矿床等。

10.1.6 成矿地质条件

阿斯马拉(Asmara)项目矿区处于 Nakfa 地体向斜构造中。本区域勘探公司的开采活动很大程度上加深了对当地地层的查明程度。S. G. C. 编制了阿斯马拉(Asmara)项目区域的地质简图。岩体通常向东倾，紧密重叠向北朝向褶皱轴，一般是向东或者向东~南东方向倾，倾角约 45° ~ 85° ，保持原样或者低于绿片岩相。主要包括双峰火山岩和衍生火山碎屑岩在内的系列岩石，按照变质碎屑岩的顺序向东展布。发育完好的页理平行于一般为北~北东走向的区域结构地层纹理。

Emba Derho 位于 Asmara 西部，包括 Dairo Paulos 矿床、Woki Duba 矿床和 Emba Derho 矿床；Debarwa~Adi Nefas 至少南北延长约 25 千米 (km)，包括 Debarwa、Shiketi、Adi Lamza 和 Adi Nefas 矿床和 Adi Adiето 矿床；Adi Rassi~Kodadu 为北东走向 (Barrie, 2004)；其中利用火山碎屑角砾岩定义部分 Adi Adiето 矿床和 Adi Rassi~Kodadu 的走向；而 Emba Derho 为南西走向，多数金属矿床赋存在花岗岩中。

10.2 矿区地质特征

10.2.1 矿区地层

1) Emba Derho

根据 S. G. C. 的测绘和钻孔数据了解矿床地质情况和围岩。矿床地质说明见 Daoud 和 Greig (2007) 以及 Barrie (2004)。

Barrie (2004) 编辑的地层剖面示意图见图 10-1。块状硫化物下伏地层包括青石英质斑状流纹岩、角状角砾岩和相关的长英质碎屑凝灰质岩。局部演变成绢云母绿泥片岩。上覆的矿化带包括半片状和片状硫化物堆层，无数的凝灰质和火山流物质（间层）夹层和一层重晶石。通常由 1m~5m 厚的各种相位的变形期后长英质岩脉隔断。上覆层序包括针状玄武岩和枕状角砾岩以及大量的绿帘石硅质蚀变。在片状硫化物层的蚀变镁铁质火山岩内存在数种含锰硅质喷气岩。此外在镁铁质火山岩流内存在少量的蚀变和变形粗粒灰岩。整体岩层一般向北呈陡斜趋势。

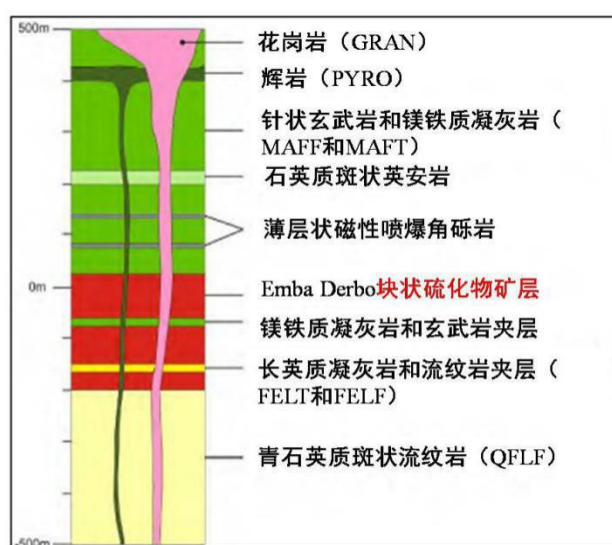


图 10-1 Emba Derho 地层剖面图 (Barrie, 2004)

矿床的地表特征表现为明显露头铁帽，其范围为东西向 800m 和南北向 220m。铁帽包括氧化和酸性蚀化（表生蚀变）长英质凝灰岩流，其极有可能包含大量复杂的岩性组合，风化片状和半片状硫化物；相对按顺序排列的棕橙色较薄风化流纹岩岩脉（或有可能是岩床），厚度为 1m~2m。铁帽周围是外露相对较少的岩石，可视为铁帽自身的组成部分。一般是发育完好的页理状酸性蚀变超细凝灰岩，含有镁铁质和长英质成分；由于缺少暴露，可将其划分为未分裂的酸性蚀变细凝灰岩。其他成分在局部具有辨识度，但是很大部分会被地表风化不易辨别，包括各种成分的变形期后花岗岩岩脉。

2) Adi Nefas

根据 S. G. C. 的测绘和钻孔数据了解矿床地质情况和围岩。Adi Nefas 矿床地质说明见 Barrie (2004) 和 ZerE. M. ariam (2004)。

Adi Nefas 矿床为双峰长英质（黑矿型）块状硫化物（V. M. S.）矿床，发育镁铁质和长英质火山岩，富集贵金属，矿床本身富集大量钡（Barrie, 2004）。西侧的下盘玄武岩发生绿帘石化，局部程度较深。东侧上盘的地层剖面图主要包括枕状玄武岩和叶片状等同物，少量的后期石英斑岩岩床。枕状玄武岩和相关镁铁质变质石灰岩上覆含有硅质镁铁质喷气岩透镜体的一致凝灰岩沉积物。Adi Nefas 简化地层剖面图在 Barrie (2004) 中有所介绍，并在图 10-2 中重述。

Adi Nefas 铁帽充分外露直至 Adi Nefas 村庄北部，向北延长数百米。总体而言，可连续追踪到的铁帽大约长 700m。Adi Nefas 块状硫化物（V. M. S.）矿床位于 Gupo 金矿北部 1.5 千米（km）。虽然 Gupo 的金矿控矿同石英脉相关，但两个矿床互为走向，均位于同一地层中。

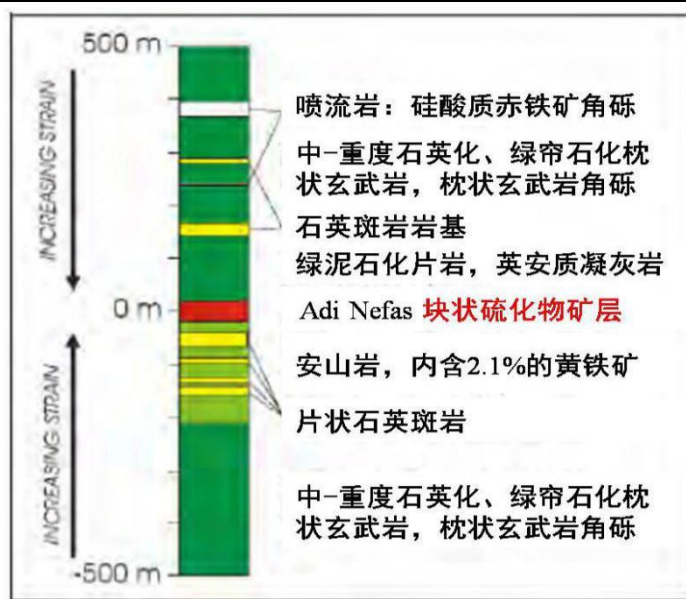


图 10-2 Adi Nefas 地层剖面图（来源：Barrie, 2004）

3) Debarwa

Debarwa 矿床矿化主要集中在各种蚀变强烈的双峰低 K 拉斑玄武岩流斑岩中，其中斑状双峰低 K 拉斑玄武岩沿着局部间杂的火山碎屑岩和喷气岩（M.auritsen 和 Arafine, 1998）沉积在海底环境中。长英质岩石局部显示在地层下盘发生直接矿化，直接矿化的母岩也通常蚀变成长英质岩。镁铁质岩主要是存在于从 Debarwa 到 Shiketi 铁帽矿床地层北～北东走向 6 千米(km)地带中。

10.2.2 矿区构造

阿斯马拉（Asmara）矿区位于 Nakfa 地体向斜构造内。岩石紧密重叠并向北朝向褶皱轴，一般是向东或者向东～南东方向倾斜大概 $45^{\circ} \sim 85^{\circ}$ ，保持原岩岩性或者变质程度低于绿片岩相。

1) Emba Derho

母岩至少有两条相交的褶皱，形成面向北西的 W 形，褶皱轴向北西方倾斜，陡峭度适中。矿床东端的其他褶皱向北东倾斜。在褶皱构造中，铁帽和火山碎屑角砾岩具有标示性作用。

2) Adi Nefas

ZerE. M. ariam (2005) 说明了矿床规模构造背景，结构程度适中，向北倾斜，背斜构造向西倾斜，褶皱核部发育长英质岩石，褶皱东翼边缘处发育片状硫化物透镜体。

3) Adi Rassi 和 Kodadu

Kodadu 块状硫化物 (V.M.S.) 矿床从构造上来讲, 矿床主要沉积在向西倾斜的倒转褶皱中。造山型金矿矿化主要存在于镁铁质火山岩地层下盘的剪切带内。

10.2.3 矿区岩浆岩

Emba Derho 矿床矿区被北东向花岗岩侵入体切割。长英质侵入岩的五个阶段切割矿化岩层 (二长花岗岩、斑状长石岩脉、石英长石斑状岩脉、碱性长石花岗岩和石英质岩脉)。侵入体厚度从 1m~5m 不等。Adi Nefas 矿床, 多发育镁铁质和长英质火山岩。Debarwa 矿床矿化主要集中在经过强烈蚀变并按照倒序排列的双峰低 K 拉斑玄武岩流斑岩中, 其中双峰低 K 拉斑玄武岩流斑岩伴随局部夹杂的火山碎屑岩和喷气岩 (M.auritsen 和 Arafine, 1998) 沉积在海底环境中。Adi Rassi 和 Kodadu, 岩性主要包括双峰式火山岩和衍生火山碎屑岩在内的系列岩石, 按照变质碎屑岩的顺序向东延伸。

10.2.4 矿区围岩蚀变

1) Emba Derho 矿床

Emba Derho 矿床地表铁帽广泛出露, 铁帽成分为块状硫化物。铁帽: 长×宽为 800m× 220m, 呈紧密褶皱状裸露于地表, 褶皱轴面呈北西向, 两翼陡倾。该区域西部断续出露铁帽透镜体, 铁帽主要发育硫化物矿化, 围岩以长英质变质火山岩为主, 并发育绢云母化、绿泥石化和硅化。

2) Adi Nefas 矿床

主要存在于变质火山岩和衍生变质沉积岩的直立双峰岩层中。片状硫化物岩层厚度从 5m~20m 不等, 主要存在于热液蚀变的长英质石英绢云母绿泥石黄铁矿中, 一般上覆于蚀变变质岩中。变质长英质岩层厚度从 25m~60m 不等。

3) Debarwa 矿床

地表出现块状硫化物矿化, 矿体下伏长英质岩层局部见矿化, 直接矿化的母岩蚀变成长英质岩。

10.2.5 矿区地球化学特征

1) 水系沉积物取样

2010 年期间, 完成了 S.G.C./Antofagasta 合资企业勘探项目中对 Debarwa

勘探许可证范围内区域水系沉积物的取样工作，共采集 222 个水系沉积物样品，全部送到了位于罗马尼亚的 A. L. S. Chemex 分析实验室。用 10 目的筛子对水系沉积物进行筛分，样品平均重量为 30k. g.。用米袋装好样品送往 Debarwa 勘探营，然后再用 80 目的筛子进行筛分后送往实验室。

从 Adi Rassi 矿床的排放水流中采集了四个样品。所有样品中的铜 (Cu) 和金含量反常 (铜 (Cu) 的最大值为 1, 035 p. p. m, 金 (Au) 的最大值为 71 p. p. b.)。

2) 岩石的地球化学取样

2006~2007 年期间, Adi Rassi 矿体共计采集了 66 个随机样品。当前 Debarwa 勘测许可证区域中 Adi Rassi 矿体内样品分析结果表明, Adi Rassi 成矿区西北部分存在的铜 (Cu)、金 (Au) 和银 (Ag) 的异常较弱 (铜 (Cu) 为 358 p. p. m), 与 A. M. T. 地球物理异常一致。

Adi Rassi 成矿区南部一隔离样品中铜 (Cu) 异常较大, 含铜 (Cu) 量为 1, 211 p. p. m。

10.3 矿体特征

1) Emba Derho 矿床

Adi Nefas 矿床主要为块状硫化物组成, 矿体呈北东向展布, 东部矿体厚度较薄, 主要由直立双峰序列的变质火山岩和衍生的变质沉积岩构成。块状硫化物出露厚度为 5m~20m, 整体岩层向北倾斜, 倾斜角度较大。

Emba Derho 矿床地表铁帽广泛出露, 铁帽成分为块状硫化物。铁帽: 长×宽为 800m×220m, 呈紧密褶皱状裸露于地表, 褶皱轴面呈北西向, 两翼陡峭倾斜。该区域西部断续出露铁帽透镜体, 铁帽以长英质变质火山岩为主, 主要发育硫化物矿化, 辅以绢云母化、绿泥石化和硅化。

块状硫化物 (V. M. S.) 矿床主要包含褶皱的块状硫化物层, 厚度从 5m~40m 不等。北东向的花岗岩侵入体将矿化带部分切割。长英质侵入岩的五个阶段切割矿化岩层 (二长花岗岩、斑状长石岩脉、石英长石斑状岩脉、碱性长石花岗岩和石英质岩脉)。侵入岩体厚度从 1m~5m 不等。

铁帽 (氧化带): 致密状深红棕色铁帽; 赤铁矿、针铁矿和局部富集磁铁矿; 地表风化 (氧化) 衍生的块状硫化物。常见的褶皱层形成不连续的岩石类型, 主铁帽区域 800m×220m; 在本区域内, 岩层厚度不等; 在其他区域, 局部岩层和

细脉呈几厘米到几分米厚，并通常存在于酸性蚀变岩中。局部流动的铁质形成含铁矿床和纹理发育的铁砾岩。氧化带通常延伸到地下水 20m~30m。

富铜表生矿床带：片状黄铁矿多呈细粒和中细粒结构，晶洞构造，局部含砂质，并含有铜蓝、蓝辉铜矿以及少量的斑铜矿。表生矿床带一般不超过地下水位。相对于主要矿化带，锌（Zn）储量已耗尽。

硫铁矿块状硫化物原生带：块状硫化物带发育在燧石、富硅喷气岩和镁铁质流以下；指的是块状硫化物的地层顶部。硫化物主要组成为细粒和中细粒片状黄铁矿，细粒磁铁矿和极少量的黄铜矿和闪锌矿。

富锌原生块状硫化物带：富锌矿化带指的是块状硫化物（V.M.S.）矿床南部和西部完好发育的地带。矿化物包括细粒和中细粒片状黄铁矿，并包含有闪锌矿。使用不同颜色标注闪锌矿。闪锌矿呈薄层条带状，黄铁矿呈片状。使用不同颜色标记至少三种类型的闪锌矿：锈棕色闪锌矿（有可能是富铁矿，表示的是高温闪锌矿），米黄色闪锌矿和白灰色闪锌矿（低温相位）。

富铜原生片状硫化物带：主要发育于矿床的北部区域；包括中细粒和粗粒片状黄铁矿和雌黄铁矿，间杂有黄铜矿和磁铁矿。黄铜矿为片带状结构，多呈细脉状，具有隆起。

出于建模考虑，确认四大矿化带的不同之处。对地表氧化富金带贱金属进行淋溶。贫锌表生矿床带上覆富锌原生硫化物带反过来上覆富铜原生硫化物带。

2) Adi Nefas 矿床

Adi Nefas 矿床呈北—北东向展布，发育向东倾斜的块状硫化物层，主要存在于变质火山岩和衍生变质沉积岩的直双峰岩层中。块状硫化物单元厚度从 5m~20m 不等，主要存在于热液蚀变的长英质石英绢云母绿泥石黄铁矿中，一般上覆或覆盖蚀变变质岩中。变质长英质岩层厚度从 25m~60m 不等。

Adi Nefas 铁帽包括硅质、赤铁矿和富针铁矿复合物，表示的是块状硫化物和富硫化物母岩的地标裸露。铁帽平均厚度为 10m，沿着走向进行大概长度为 2 千米（km）的分布。Adi Nefas 矿床展示了风化的垂直分层性，详见图 4.11。

淋溶上部氧化带和上覆的过渡带，特别是在相对于原生硫化物矿化带中的铜（Cu）锌（Zn）已耗尽。报告中显示该地区矿化带中的含金（Au）量较少。随着矿化带深度的加深，贱金属品位略微增加。在地下水位处和地下水位以下，相对

于原生硫化物矿化带，表生矿床带含有大量的富铜和富金储量，以及少量的富锌物。表生矿床带厚度一般为 20m~40m。Adi Nefas 块状硫化物（V.M.S.）矿床的矿化证明是锌（Zn）铜（Cu）银（Ag）金（Au）原生硫化物带。虽然 Adi Nefas 在矿床类型上类似于 Debarwa 矿床，但是因为主要富锌硫化物矿化有别于后者。

3) Gupo 矿床

Gupo 金矿的地表已经确定，并在一个 1.6 千米（km）长、10m~20m 宽的区域内进行了钻探。矿区被分为两大部分：即北 Gupo 和南 Gupo，两个地区被一个 400m 长的无矿地带隔开，该区域被定义为一个晚期正断层带，与红海形成期间 ANS 地域的抬升有关。

北 Gupo 中途向南分裂为东部和西部分区，可能代表着断层抬升出的金矿的根系。

4) Debarwa 矿床

位于 Debarwa 的三个明显的垂直矿区已经确认。已经明显暴露出基底金属的表面氧化物金矿距离最高点的深度约为 80m，位于一个富含铜（Cu）的表生矿床之上，向下延伸至约 110m 深。表生矿床位于一个厚度为 5~20m、富含铜（Cu）的硫化物矿带之上。表生矿床和氧化矿之间有一个较薄的富含贵金属的过渡带。

Debarwa 铁帽地表出现块状硫化物矿化，测绘走向长度大概为 1.2 千米（km）。在 Debarwa 营区铁帽位于突脊处，朝西面向海岭直接连接 Gual Mereb 河。确认两大片状硫化物带；较大的透镜体名为主 Debarwa，长度大约 830m；较小的透镜体位于南侧，名为南 Debarwa，长度约为 285m。两大区域之间的矿化区狭长，呈间歇性。

在主 Debarwa，位于最西端，连续性最明显厚度至少为三个近似平行的矿化层，向西倾斜 50° ~ 60° 。本地带宽度大约 8m~30m，由 S.G.C. 在轴向长度超过 800m，深度约为 30m 的区域中进行钻孔划定范围。片状硫化物矿化仅限定在主区域，厚度从不到 1m 直至 22m 不等。上覆的表生矿床和氧化带厚度可达 50m。在南 Debarwa，在整个走向长度 280m 范围内，片状硫化物矿化带朝西北大约倾斜 35° ~ 45° ；朝西南大约倾斜 60° 。整体而言，南 Debarwa 中的矿化度比主 Debarwa 的矿化度更多变，总体而言相对较低。矿化宽度更复杂，特别是在主硫化带厚度更薄。

10.4 矿床成因、控矿因素及找矿标志

块状硫化物矿床可按构造环境（围岩岩性）和矿石组分来划分。按构造环境划分：塞浦路斯（Cyprus）型、黑矿（Kuroko）型、别子（Besshi）型和诺兰达（Noranada）型矿床类型，分别代表了不同的构造环境和地质背景。

塞浦路斯型矿床形成于增生板块边缘（洋中脊），以中生代大洋中脊拉斑玄武岩为含矿围岩，主要为铜矿石组分；黑矿型矿床形成于汇聚板块的边缘，与年轻的火山弧或弧后盆地与硅铝质地壳深熔作用形成的钙碱性、碱性长英质岩浆有关，主要为铅、锌、铜矿石组分；别子型矿床则形成于新元古代或显生宙弧前海槽或海沟的火山沉积岩系中，围岩为沉积岩，主要为铜、锌矿石组分；诺兰达型矿床是一种古老的矿床，形成于汇聚板块的边缘，产于太古宙—古元古宙俯冲岛弧的拉斑系列到钙碱性系列的玄武安山岩到流纹岩中，以锌、铜矿石组分为特征。

1) 阿拉伯-努比亚（ANS）地盾中的块状硫化物（V.M.S.）矿床

Barrie（2004）认为阿斯马拉（Asmara）项目区域内的块状硫化物（VMS）矿床为黑矿型。黑矿型基本特征见图 8.1。黑矿（Kuroko）型/诺兰达（Noranada）型块状硫化物（VMS）矿床具有典型的高品位多金属特征，相关的贵金属含量适中或过量，存在块状硫化物透镜体。

2) 阿拉伯-努比亚（ANS）地盾中的块状硫化物（V.M.S.）矿床

阿拉伯-努比亚（ANS）地盾至少包括 52 个已知的块状硫化物（V.M.S.）矿床，覆盖面遍及厄立特里亚（Eritrea）、苏丹、埃及和沙特阿拉伯（Barrie, 2004）。依照 Barrie，多数矿床和分布集中在十个区域；其中五个区域在红海一侧（图 4.14）。多数矿床母岩中含有大量的长英质火山岩，同阿拉伯-努比亚（ANS）地盾中长英质频繁演变特征一致。将二十九个矿床分类为黑矿型（双峰长英质伴组），九个分类为 Bathurst 亚型（双峰硅质碎屑型），五个分类为太古代铜（Cu）锌（Zn）亚型（双峰镁铁质），一个为 Besshi 亚型（镁铁质-硅质碎屑型），剩余由于信息不足无法分类（Barrie, 2004）。

Barrie（2004）将阿斯马拉（Asmara）项目区域内的所有块状硫化物（V.M.S.）矿床和产状分类为黑矿型。将 Emba Derho 块状硫化物（V.M.S.）矿床视为大型矿床，在空间上和小型矿田存在相关性。

Gupo 金矿同其他剪切带石英脉系相关的金矿有共性，其中金矿在前寒武纪

期成形，然后由于地质构造和近地面风化作用发生变化。Gupo 和沿着 Adi Nefas 块状硫化物（V.M.S.）矿床走向发生的热液蚀变带相关性说明 Gupo 金矿的前兆矿化作用同火山活动相关。

Gupo 矿床和黑矿石金矿的剪切带部分同其他剪切带石英脉系相关的金矿存在共性，其中金矿中太古代到第三纪地形期形成，然后由于地质构造和近地面风化作用发生变化。Gupo 和沿着 Adi Nefas 块状硫化物（V.M.S.）矿床走向发生的热液蚀变宽地带相关性说明 Gupo 金矿的前兆矿化作用同火山活动相关。

中太古代到第三纪地形期形成的剪切带金矿是变质带中最知名的金矿类型，包含数种巨型（>250 吨金（Au））和数种世界级（>100 吨金（Au））样品。定义特征、空间性和时序分布记录文件相对较完备。金矿可作为潜沉相关冲积层或碰撞岩层演变的一部分，其中母岩序列按照弧度、黑弧或增积岩体的顺序构成。

一致的地质特征包括多变的变质母岩；含量较低的硫化物；碳酸盐化、硫化物化、绢云母化、绿泥石化在绿片岩相母岩中广泛发育；盐度低；富一氧化碳成矿流体， 180 含量为 $25\sim 10\%$ ；一般来说，同扭压结构的强大压缩性有时序相关性（Colvine et al., 1984、Hodgson, 1993、Robert, 1996）。

剪切带金矿一般包括足量的硅质碳酸盐脉系，说明是在前静岩压力条件下涌出的液体而形成的。矿化岩脉形成了从上地壳到中地壳的独特压力（ $1\sim 5$ kbar）和温度（ $200\sim 650$ °C）范围。

10.5 矿石质量

阿斯马拉铜多金属矿的四个矿床按照矿石性质可分为氧化矿（金矿）铜矿、铜锌矿；按照氧化程度可分为表生矿、原生矿，详见第六章。本章对表生矿和原生矿的选矿厂进行设计，表生矿、原生矿在矿床的分布及品位详细见表 10-1。

表 10-1 表生矿及原生矿资源量及品位

类别	项目	Emba Derho	Debarwa	Gupo	Adi Nefas	合计
表生矿	表生矿（万吨）	120	120			240
	铜品位（%）	1.0	3.5			2.3
	金品位（g/t）	0.3	1.3			0.8
	银品位（g/t）	14.9	28.4			21.6
原生矿	原生矿（万吨）	4880	50		170	5100.0
	铜品位（%）	0.7	1.9		1.6	0.7
	锌品位（%）	1.6	4.0		8.2	1.9
	金品位（g/t）	0.3	1.1		2.8	0.4

	银品位 (g/t)	9.4	25.3		96.5	12.4
--	-----------	-----	------	--	------	------

10.6 矿石选冶实验及其加工技术性能

SGS 公司根据 EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 项目开采计划,对生产过程进行模拟,试验最终制定了铜锌顺序优先浮选的工艺流程。原矿磨至 $-70\mu\text{m}$ 占 80%进入铜粗选;铜精矿再磨细度为 $-25\mu\text{m}$ 占 80%,进行 2 至 3 次精选,最终获得铜品位大于 25%的铜精矿。铜粗选尾矿与铜精选 I 尾矿合并进入锌粗选,锌粗选尾矿为最终尾矿。锌粗选精矿进入再磨,再磨磨至 $-37\mu\text{m}$ 占 80%后进行 3 次锌精选,最终获得锌品位大于 56%的锌精矿。

1) 推荐流程

SGS 公司针对本矿所进行的小型选矿试验,其试验结果较好,试验流程简单,可操作性好,故本次试验流程及条件为《可行性研究报告》设计推荐流程。

(2) 推荐指标

SGS 公司模拟矿山生产出矿进行矿样配制试验,其中有一个矿样是按照矿床平均品位所进行配矿,其原矿性质可以代表本矿床矿石性质,试验结果可代表今后生产指标,由此平均矿样指标为本次设计推荐试验指标,详细指标见表 10-2。

表 10-2 推荐试验指标

产品	产率 (%)	品位				回收率(%)			
		Cu%	Zn%	Au/g/t	Ag/g/t	Cu	Zn	Au	Ag
铜精矿	2.70	24.6	1.25	1.41	73.90	90.90	1.85	25.36	36.91
锌精矿	2.77	0.69	59.5	0.28	25.30	2.62	90.60	5.17	12.98
尾矿	94.53	0.05	0.15	0.11	2.86	6.48	7.55	69.47	50.10
原矿	100.0	0.73	1.82	0.15	5.4	100.0	100.0	100.0	100.0

10.7 矿体围岩及夹石

根据岩石质量指标划分,Emba Derho 矿床围岩强度较高,属于稳固到中等稳固,矿体中夹石在局部地方存在,但是并不太厚,对露天开采影响较小。

Debarwa 矿床岩石的完整性相对较好,其中矿床的西部岩体质量相对东部较差,这主要是由于风化程度不同导致的。

Gupo 露天采坑中岩石质量较好,根据岩体质量指标(RMR' 76)分类标准,经计算(RMR' 76)的平均值是 52。钻井的平均总岩芯回收率(TCR)和岩石质量指标(RQD)分别为 96%和 66%。

岩石质量指标(RQD)、节理间距和节理类型相似,且较围岩(镁铁质岩流)

更高。硫化物矿石较完整，围岩铁镁质岩体为破碎~较完整。

10.8 开采技术条件

10.8.1 水文地质条件

10.8.1.1 区域水文地质条件

（一）地形地貌

阿斯玛拉（Asmara）项目位于红海的海岸之上，海拔 1900m~2400m 之间。高原地表遍布深的沟谷。植被稀疏，可耕种的土地大多已被开垦，用于农业种植。

（二）气象

主要用温度、风速、风向、太阳辐射和降水量数据来描述阿斯马拉项目区域的气候条件。

温度:Adi Nefas 和 Emba Derho 气象站分别位于项目区域的西侧和东侧，海拔分别为 2427m 和 2337m。阿斯马拉机场气象站，海拔为 2372m，位于项目区域以南约 15km 处。这三个站都位于一个狭窄的海拔区域内，温度一般相似。

三个站的数据显示出了每月温度变化的趋势，在 12 月和 1 月出现最低的温度，在 5 月和 6 月出现最高的温度。温度的急剧下降出现在 7 月，标志着一年一度的雨季的开始。估算整个项目区域的年平均气温为 16.6℃，年平均最高和最低气温分别为 18.5℃和 13.8℃。

风速和风向：从 2007 年至 2011 年 11 月的风速和风向数据已收集在 Adi Nefas 和 Emba Derho 气象站。Adi Nefas 气象站的数据大量的不连续，因此未计入年平均数据的计算。Emba Derho 气象站连续记录的数据超过 4 年，阿斯马拉机场已经记录了从 1968 至 1990 年的风速和风向数据。

根据 Emba Derho、Adi Nefas 和阿斯马拉机场的月平均风速数据。Emba Derho 的年平均风速为 4.7m/s，而阿斯马拉机场稍低，为 3.3m/s。这种差异可能是实际存在的，但更有可能是由于记录的不连续和 Emba Derho 气象站记录数据的时间非常短。

风速数据显示出明显的昼夜规律。根据 Emba Derho 气象站于 2010 年 8 月观测的数据。晚上的每小时的平均风速通常为 6-7m/s，早晨的每小时的平均风速为 1-3m/s。

在 Emba Derho 气象站观测记录的时间段内，每小时的最大风速为 16.2m/s，

发生在 2007 年 12 月 17 日，恰好是观测记录中最冷的一天。

风在一年四季中往往相对一致，虽然 9 月份不一样，这是最平静的月份之一，10 月份是风力最大。在阿斯马拉机场和 Emba Derho 气象站，风的季节分布总体一致。Adi Nefas 的数据不遵循以上规律，但是这很可能是由于数据采集的不连续。风向数据表明，主风向为北东向，但也频频刮起西风和西南风。

太阳辐射：Emba Derho 和 Adi Nefas 气象站已经收集了太阳辐射数据。在 2012 年的 Debarwa 水文气象报告初步分析，并已更新和增加了到 12 月 26 日的最新数据，Adi Nefas 气象站的太阳辐射数据由于在 2011 年出现大量的不连续，也没有被记录在该报告中。

一般来说，低太阳辐射较低发生在晚上，0 W/m² 多数发生在晚上。白天约 800–1000 W/m²，最高可达 1100 W/m²。Emba Derho 气象站，月平均值为 2011 年 8 月的 180 W/m² 到 2008 年 3 月的 292 W/m²。应当指出的是，这些平均值包括夜晚时间段。平均值通常出现在 4 月和 5 月，最低值出现在 7 月和 8 月。这是由 Van Buskirk 在 2003 年关联降水量、季节和海拔，做出的区域评估。

相对湿度：Emba Derho 和阿斯马拉机场气象站的月平均相对湿度相比较，项目区域的年平均相对湿度估计约为 55%，月平均数值最低的为 2 月和 3 月，略低于 40%，最大的月平均数值为 8 月，大于 80%。在 Emba Derho 气象站和在阿斯马拉机场气象站测得的相对湿度普遍一致。而 Adi Nefas 气象站的相对湿度数据出现大量的不连续，并没有记录在该报告中。

（三）地质构造

矿区周围渗透系数很高，这很可能与地质构造有关；然而这个构造的性质在记录或者岩芯照片中不是很明显。这个区域需要进一步地勘探和调查。

（四）区域地层含水性

除了 ED-GT-02 附近的区域，其他地方的渗透系数相对较低。地下水位是在地平线几十米以内。

水力梯度都是垂直地向下和水平地向西。ED-PZ-01 的压力计数据表明降水情况重要波动的强梯度向下渐变。

10.8.1.2 矿区水文地质条件

主要介绍矿区水文地质概况、矿床主要含、隔水层水文地质特征、地质构造

对矿床充水的影响、地表水对矿床充水的影响。

Eritrea 中部高原的 Asmara 项目分为两大区域流域：Debarwa 区域流入 Mereb-Gash 盆地，Asmara 区域流入 Barka-Ansela 盆地。Mereb-Gash 和 Barka-Ansela 河水，只是在雨季才会有。Mereb 河流只有在高峰期时才会与 Sudan 的 Atbara 河流交汇（FAO，1997）。Eritrea 中部高原地形贫瘠，植被稀疏。

工程区域内的地表水文，降水时的主要河流水位图包括迈雷卜，尔梅雷布，Mesheala 和麦比拉河。这些地表水和水位图表明，大雨季通常从六月持续到八月。虽然较小的峰值会出现在小雨季月份，但是根据水位图可以发现，径流事件是具有周期性的，并且径流系数是与降水强度、持续时间和降水频率成正比的。据估算，大约 25%~30% 的平均径流系数会出现在七月和八月。

（1）Ongula 流域

每个月和每年估算的径流系数差别很大。Ongula 水库的径流系数大约是 9%，在雨季（七月和八月）最高估算的径流系数是 20%，而且在某些情况下，估计一天的径流系数会超过 60%。

（2）Mai Bela 流域

每个月和每年估算的径流系数大体一致。Mai Bela 水库的径流系数大约是 14%，在雨季（七月和八月）最高的径流系数是 24%。预计 Mai Bela 会有一个略高的径流系数，因为阿斯马拉城市位于它的源头。拥有优先的排水体系，将影响 Mai Bela 水库径流。

（3）Mai Kubo 流域

在测量期间，每个月和每年估算的径流系数差别很大。超过记录时期估算的 Mai Kubo 水库的径流系数大约是 12%，除了七月和八月，其他月份中极其高的数值主要认为是排洪造成的。

（4）Mesheala 流域

每个月和每年估算的径流系数与测试时期的大体一致。超过记录时期估算的 Mesheala 水库的径流系数大约是 11%，虽然在雨季（七月和八月）最高径流系数是 21%。与 2010 年相比，2011 年估算的径流要低很多。

10.8.2 工程地质条件

10.8.2.1 Emba Derho 矿区

（1）基本信息

研究发现，矿区主要分为三类岩性：花岗岩、长英质岩流和镁铁质岩流，各类岩性有其特有的工程地质特征。Emba Derho 矿区主要由较薄（<5m）的粉砂土覆盖，对边坡稳定性的影响小。研究认为，铁帽不会影响开采境界线的设计。建议后期深部矿坑设计加强对铁帽的研究，铁帽的风化深度可达地下 30 米。

已探明有两条断层穿过露天开采境界，北端尾部年产 600 万吨的小采坑处可能有第三条断层，每年 400 万吨的采坑不会受第三条断层的影响。这些断层走向北东-南西，几乎平行，但其倾角尚不清楚。

（2）岩石力学参数

根据岩体质量指标（RMR' 76）分类标准，设计的开采范围内岩石强度较高，不同区域，岩体质量指标（RMR' 76）从 62%~73%不等。单轴抗压强度试验，均值范围为 163Mpa（花岗岩）~238Mpa（长英质岩流）。

10.8.2.2 Debarwa 矿区

（1）基本信息

研究（Senet 可研报告）证明，采坑西部相对采坑东部岩石质量指标（RQD）更低和风化程度更高。从工程钻探的岩心可知，矿区内主要有三组发育的构造： $46^{\circ} \angle 205^{\circ}$ 、 $89^{\circ} \angle 204^{\circ}$ 和 $23^{\circ} \angle 136^{\circ}$ ，构造带中的长英质岩体最发育。

（2）水文试验

从工程钻探的结果可知，潜水面距离地表的高度为 10m，不同风化区域中各岩类的渗透系数见下表：

Debarwa 矿区渗透系数表

岩类	风化带(m/s)	过渡带(m/s)	原生带(m/s)
镁铁质岩类	8.02E-09	1.79E-08	2.67E-08
长英质岩类	4.00E-08	1.45E-08	3.11E-08
硫化物矿石	1.30E-08	6.57E-08	1.65E-07

（3）岩石力学参数

根据测得的数据，岩石质量指标（RQD）平均值进行比较，采坑西部长英质岩类相对采坑东部，岩石质量指标（RQD）更低，并且采坑西部受风化作用的影响更大，因此采坑西部过渡带较原生带岩石质量指标（RQD）更低。

根据 GSI 模型测试可知，围岩岩体结构等级为：“完整或块状结构”~“块状结构”为主，结构面表面特征等级为：“一般”~“好”。

其节理间强度测试结果见下表：

过渡带和原生带长英质岩类的节理间强度统计

UCS(σ_{ci})(MPa)	JCS (MPa)	$\Phi_b(^{\circ})$	JRC	$\Phi(^{\circ})$
48	48	20	8	28

10.8.2.3 Gupo 矿区

(1) 基本信息

表层覆盖层平均 2.0 米厚，岩石类型主要有长英石岩流（FELS）和镁铁质岩流（MAFF）。整个 Gupo 矿区，基岩被部分构造带所切割。大多数构造带小于 3 米厚，构造带占总面积的 15%。Gupo 矿区主要的岩石类型结构与强度特征相似。常见粒径 $\leq 1\text{m}$ 的断层角砾岩，断裂带对边坡设计有一定的影响。

Gupo 和 Adi Nefas 两个矿床位于同一地层，走向一致，但 Gupo 的金矿化带在构造上受异类变质英安碎裂岩内剪切带石英脉的影响。构造使金主要富集在第二、三层次的变质结构中。矿化带中有一 200 米至 300 米宽的石英-钾长石-碳酸盐-绢云母-黄铁矿的热液蚀变带（据高达尽职调查报告）。

(2) 岩石力学参数

Gupo 露天采坑中岩石质量较好，经计算 RMR' 76 的平均值是 52。钻井的平均总岩芯回收率（TCR）和岩石质量指标（RQD）分别为 96%和 66%，其中大约 50%的岩心 RQD $\geq 75\%$ 。

10.8.2.4 Adi Nefas 矿区

(1) 基本信息

Adi Nefas 矿区主要由镁铁质流（MAFF）和硫化物矿石（SULF）组成，铁镁质岩体被一系列脉体切割。斑状结构的脉体主要以长英质岩类为主，有少量镁铁质岩类。

节理倾角影响着矿床的稳定性和回采空间，目前研究尚未对采坑壁的节理进行详细的介绍。了解节理在走向和强度上的变化对空区管理十分重要，还应将主要构造如岩脉、断层等数字化，因为这些构造可能会影响地下开采的稳定性。同时，应根据采矿过程中的钻孔、测绘及发现的构造对模型进行定期更新（据高达尽职调查报告）。

(2) 岩石力学参数

矿床的岩石质量指标（RQD）、节理间距和节理类型相似，且比围岩（镁铁质

岩流)较高。Adi Nefas 矿区主岩的岩芯采取率(TCR)和岩石质量指标(RQD)见表 4-13,从表中可知,硫化物矿石较完整,围岩铁镁质岩体为破碎~较完整。

Adi Nefas 矿区主岩的 TCR 和 RQD 汇总表

岩性	TCR (%)	RQD (%)
硫化物矿石	99	90
铁镁质岩流	97	74

11. 矿区开发现状

2014 年 6 月 27 日,桑里奇黄金公司(SGC)与厄特国家矿业公司(ENAMCO)签署《2014 股东协议》并随后开始成立阿斯马拉矿业股份公司(AMSC)。随后阿斯马拉矿业股份公司(AMSC)对其勘探权区域中成矿条件好,且经可行性研究报告估算资源储量区域进行探矿权转采矿权申请工作。2015 年 10 月 16 日阿斯马拉矿业股份公司(AMSC)取得采矿权,目前矿山正在建设筹办阶段,未开始生产。

12. 评估方法

本次评估矿山为拟建矿山,2013 年 5 月,巴拿马 SENET 有限公司编制了《阿斯马拉项目可行性研究报告》,2015 年 3 月,高达矿业咨询公司编制了《ASMARA 铜多金属矿项目可行性研究技术核查报告》,对巴拿马 SENET 有限公司估算得资源储量进行重新估算,对比误差在允许范围内,资源储量真实可信。

2015 年 6 月,四川省冶金地质勘查院、四川省冶金设计研究院、四川一盛工程咨询有限公司对阿斯马拉项目编制了《厄立特里亚国 EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 项目可行性研究》,对项目开采投资及技术经济方面进行了设计论证。

以上资料基本能满足使用现金流量法进行评估的要求,根据《中国矿业权评估准则》和《矿业权评估收益途径评估方法修改方案》,确定本次评估采用折现现金流量法。其计算公式为:

$$P = \sum_{t=1}^n (CI - CO)_t \cdot \frac{1}{(1+i)^t}$$

式中: P—矿业权评估价值;

CI—一年现金流入量;

CO —年现金流出量；

$(CI-CO)_t$ —年净现金流量；

i —折现率；

t —年序号 ($t=1, 2, 3, \dots, n$)；

n —评估计算年限。

13、评估参数的确定

本次评估利用的资源储量依据主要为《阿斯马拉项目可行性研究报告(NI43-101 技术报告)》(巴拿马 SENET 有限公司, 2013 年 8 月, 2015 年 7 月翻译稿)、《阿斯马拉项目可行性研究报告》(巴拿马 SENET 有限公司, 2013 年 5 月, 2015 年 8 月翻译稿)、《ASMARA 铜多金属矿项目可行性研究技术核查报告》(高达矿业咨询公司, 2015 年 3 月)。

主要技术经济指标参数的选取参考四川省冶金地质勘查院、四川省冶金设计研究院、四川一盛工程咨询有限公司为该项目编写的《厄立特里亚国 EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 项目可行性研究》(以下简称《可行性研究报告》)。

受四川路桥矿业投资开发有限公司委托, 四川省冶金地质勘查院、四川省冶金设计研究院、四川一盛工程咨询有限公司于 2015 年 6 月联合编制了《四川路桥矿业投资开发有限公司厄立特里亚国阿斯马拉铜金多金属矿项目可行性研究报告》。编写单位均具有相应的甲级资质, 报告通过了评审专家组的评审, 其设计开采范围与本项目评估范围一致, 报告提交时间距本次评估基准日仅 3 个月, 期间未发生影响行业技术水平、经济环境、产业政策的重大事件, 评估人员认为《可行性研究报告》所确定的技术参数可以作为本次采矿权评估依据。

13.1 资源储量

13.1.1 保有资源储量

根据《阿斯马拉项目可行性研究报告(NI43-101 技术报告)》(巴拿马 SENET 有限公司, 2013 年 8 月)、《阿斯马拉项目可行性研究报告》(巴拿马 SENET 有限公司, 2013 年 5 月), 采矿权范围内截止储量估算基准日保有资源储量为:(探明+控制)共计 7610.48 吨,(推断) 1753.955 万吨, 合计 9364.435 万吨。

由于矿山正在建设筹办阶段，未进行采矿，截至本次评估基准日 2015 年 9 月 30 日，本次评估保有资源储量为（探明+控制+推断）9364.435 万吨。各个矿区资源储量见下表（表 13-1 至 13-7）：

表 13-1 探明、控制和推断的矿产资源量估算表（汇总） 单位：万吨

矿床	探明+控制（万吨）	推断（万吨）	合计（万吨）
Emba Derho	7000	1505	8505
Debarwa	331.2	68.1	399.3
Gupo	95.18	180.855	276.035
Adi Nefas	184.1		184.1
合计	7610.48	1753.955	9364.435

表 13-2 探明和控制的矿产资源估算表～Emba Derho 单位：万吨

矿带	品位下限	铜(Cu)(%)	锌(Zn)(%)	金(Au)(g/t)	银(Ag)(g/t)	储量(万吨)
氧化金	0.5 g/t Au	0.07	0.04	1.06	4.3	175
次生铜	0.5% Cu	0.94	0.38	0.17	12.2	165
富铜(Cu)的原生矿	0.3% Cu	0.83	0.93	0.17	7.7	4980
富锌(Zn)的原生矿	<0.3% Cu >1.0% Zn	0.14	2.80	0.31	9.9	1680
合计						7000

表 13-3 推断的矿产资源估算表～Emba Derho 单位：万吨

矿带	品位下限	铜(Cu)(%)	锌(Zn)(%)	金(Au)(g/t)	银(Ag)(g/t)	储量(万吨)
氧化金	0.5 g/t Au	～	～	～	～	～
次生铜	0.5% Cu	～	～	～	～	～
富含铜(Cu)的原生矿	0.3% Cu	0.87	0.89	0.25	10	1328
富含锌(Zn)的原生矿	<0.3% Cu >1.0% Zn	0.20	1.94	0.39	11	177
合计						1505

表 13-4 探明和控制的矿产资源量估算表-Debarwa 单位：万吨

矿物类型	品位下限	铜(Cu)(%)	锌(Zn)(%)	金(Au)(g/t)	银(Ag)(g/t)	资源量(万吨)
氧化物	Au 0.5g/t	0.06	0.04	1.47	6	37.1
	Au 0.5g/t	0.08	0.05	2.85	27	72.0
次生	Cu 0.5%	5.15	0.07	1.40	33	138.9
原生(Cu)	Cu 0.5%	2.34	3.92	1.30	29	77.4
原生(Zn)	Zn 2.0% (Cu<0.5%)	0.36	3.05	1.24	22	5.8
合计						331.2

表 13-5 推断的矿产资源量估算-Debarwa 单位：万吨

矿物类型	品位下限	铜(Cu)(%)	锌(Zn)(%)	金(Au)(g/t)	银(Ag)(g/t)	资源量(万吨)
------	------	----------	----------	------------	------------	---------

氧化物	Au 0.5g/t	0.1	0.1	1.1	5	23.9
过渡	Au 0.5g/t	0.1	0.0	1.4	22	13.8
次生	Cu 0.5%	2.7	0.1	0.6	31	14.4
原生 (Cu)	Cu 0.5%	1.2	3.6	2.6	41	15.4
原生 (Zn)	Zn 2.0% (Cu<0.5%)	0.4	3.3	1.1	21	0.6
合计						68.1

表 13-6 控制和推断的矿产资源量估算表-Gupo 单位：万吨

	品位下限	金(Au)(g/t)	金(Au)(kg)	资源量(万吨)
控制资源量	0.50 g/t Au	1.53	1326.19	95.18
推断资源量	0.50 g/t Au	1.83	3014.69	180.855

表 13-7 控制的矿产资源量估算表-Adi Nefas 单位：万吨

矿带	品位下限	铜(Cu)(%)	锌(Zn)(%)	金(Au)(g/t)	银(Ag)(g/t)	储量(万吨)
原生矿	2.0 % Zn	1.78	10.05	3.31	115	184.1

13.1.2 评估利用的资源储量

根据《中国矿业权评估准则》中有关资源储量的规定：计算评估利用的资源储量时，对评估基准日保有资源储量应结合矿产资源开发利用预评估报告或（预）可行性研究或矿山设计进行项目经济合理性分析后分类处理。

根据《阿斯马拉项目可行性研究报告》（巴拿马 SENET 有限公司，2013 年 5 月）及《可行性研究报告》，推断得资源储量不参与经济评价，本次评估参照上述设计选取，故评估基准日本次评估利用资源储量为（探明+控制）7610.48 万吨。

13.1.3 采矿方案

根据《可行性研究报告》，Emba Derho, Debarwa 和 Gupo 三个矿床矿体为露天开采，Adi Nefas 为地下开采。

Emba Derho 矿床、Debarwa 矿床和 Gupo 矿床三个露天矿，露天采场前期为山坡型露天，后期为凹陷型露天，露天开采均采用自上而下分台阶的开采顺序。地下开采顺序至下而上。

四个矿床根据矿山总体规划分步骤开采，Emba Derho 矿床开采年限为第 1～17 年，Debarwa 矿床开采年限为第 1～4 年，Gupo 矿床开采为第 7～8 年，Adi Nefas 地下开采为第 11 年～17 年。

13.1.4 产品方案

根据《可行性研究报告》，本次评估确定产品方案为金锭、银锭、直销原矿

(含铜 15.6%，金 3g/t，银 76.8g/t)、表生铜精矿（含铜 25.00%，金 5.50g/t，银 180.00g/t）、原生铜精矿（含铜 25.00%，金 6.00g/t，银 150.00g/t）、锌精矿（含锌 56%）。

13.1.5 可采储量

13.1.6 设计损失

根据《可行性研究报告》，矿床设计损失如下：

Emba Derho 矿床露天境界内资源量为 5192 万吨，其余作为设计损失，则 Emba Derho 矿床设计损失为 1808 万吨。

Debarwa 矿床露天境界内资源量为 251.7 万吨，其余作为设计损失，则 Debarwa 矿床设计损失为 79.50 万吨。

Gupo 矿床露天境界内资源量为 46.5 万吨，其余作为设计损失，则 Gupo 矿床设计损失为 48.68 万吨。

Adi Nefas 矿床设计地下永久矿柱矿量为 15.9 万 t，本次评估作为设计损失，则 Adi Nefas 矿床设计损失为 15.9 万 t。

13.1.7 采矿回采率

根据《可行性研究报告》，Debarwa 矿床、Gupo 矿床、Debarwa 矿床为露天开采，矿山采矿损失率为 4%，回采率为 96%，本次评估露天采矿回采率取 96%。

Adi Nefas 矿床为地下开采，矿山采矿损失率为 10%，回采率为 90%，本次评估地下采矿回采率取 90%。

13.1.8 评估利用的可采储量

根据《中国矿业权评估准则》及《矿业权评估参数确定指导意见》中有关矿产资源储量的规定：

评估利用的可采储量=（评估利用的资源储量-设计损失量）×采矿回采率

$$\begin{aligned}\text{Emba Derho 矿床评估利用可采储量} &= (7000-1808) \times 96\% \\ &= 4984.32 \text{ (万吨)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Debarwa 矿床评估利用可采储量} &= (331.2-79.50) \times 96\% \\ &= 241.63 \text{ (万吨)}\end{aligned}$$

Gupo 矿床评估利用可采储量= (95.18-48.68) × 96%

=44.64 (万吨)

Adi Nefas 矿床评估利用可采储量= (184.10-15.9) × 90%

=151.38 (万吨)

矿区评估利用的可采储量合计为 5421.97 万吨。

13.2 生产规模及服务年限

本次评估矿山为拟建矿山,根据《可行性研究报告》,设计的生产规模为 400t/年,露天矿开采损失率为 4%、矿石贫化率为 4%,地下开采采矿损失率为 10%、废石混入率为 10%,本次评估采用以上数据,则生产规模为 400t/年,矿石贫化率露天开采 4%、地下开采 10%。根据《中国矿业权评估准则》的有关规定,矿山合理服务年限根据下列公式计算:

$$T = \frac{Q}{A \cdot (1 - \rho)}$$

式中: T —合理的矿山服务年限;

A —矿山生产能力;

Q —可采储量;

ρ —矿石贫化率。

根据《可行性研究报告》(P11)“表 1 阿斯马拉铜金多金属矿项目生产计划表”,4 个矿床作为一个矿区共同开发,矿山自基建至矿山资源开采完毕共需 17 年,其中基建期为两年,基建期副产矿石 28.00 万吨,正常生产年限为 15 年,矿山基建生产年限及采矿计划如下表:

表 13-8 矿山基建生产年限及采矿计划表

年份	矿石	Debarwa	Emba Derho	Gupo	Adi Nefas	采出量 (万 t)
		(万 t)	(万 t)	(万 t)	(万 t)	
1						
2	氧化矿(金矿)	16.40				28.00

	直销原矿	11.60				
3	氧化矿(金矿)	52.20	140.00			322.20
	表生矿	67.80	62.20			
4	氧化矿(金矿)	0.00	48.80			358.30
	表生矿	51.70	57.80			
	原生矿	52.00	148.00			
5	氧化矿(金矿)					400.00
	原生矿		400.00			
6	氧化矿(金矿)					400.00
	原生矿		400.00			
7	氧化矿(金矿)		0.00	40.00		440.00
	原生矿		400.00	0.00		
8	氧化矿(金矿)		0.00	6.50		400.00
	原生矿		393.50	0.00		
9	原生矿		400.00			400.00
10	原生矿		400.00			400.00
11	原生矿		400.00			400.00
12	原生矿		386.80		13.20	400.00
13	原生矿		380.00		20.00	400.00
14	原生矿		360.00		40.00	400.00
15	原生矿		360.00		40.00	400.00
16	原生矿		360.00		40.00	400.00
17	原生矿		94.90		15.00	109.90
总量		251.70	5192.00	46.50	168.20	5658.40

则本次评估矿山服务年限为 15 年，评估计算年限为 17.00 年（含基建期 2 年），即自 2015 年 10 月至 2032 年 9 月。

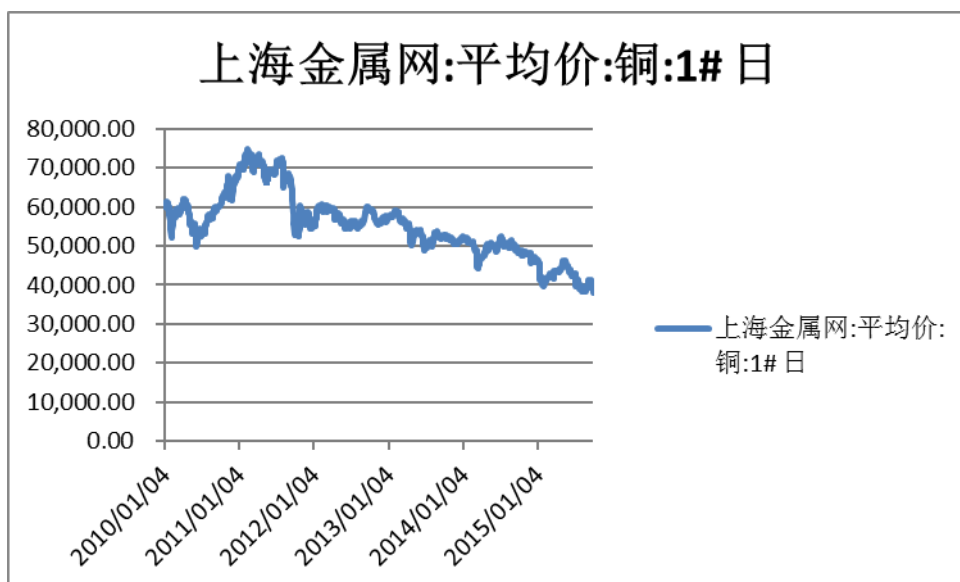
13.3 收入估算

根据《中国矿业权评估准则》，产品销售价格应根据产品类型、产品质量和

销售条件确定，一般采用当地平均销售价格，原则上以评估基准日前的三个年度内的价格平均值或回归分析后确定评估计算中的价格参数；对产品市场价格波动较大、服务年限较长的大中型矿山，可以评估基准日前五个年度内价格平均值确定评估用的产品价格。对服务年限短的小型矿山，可以采用评估基准日当年价格的平均值确定评估用的产品价格。

根据评估人员搜集的矿产品价格数据，现分析如下：

①1#铜近五年价格走势

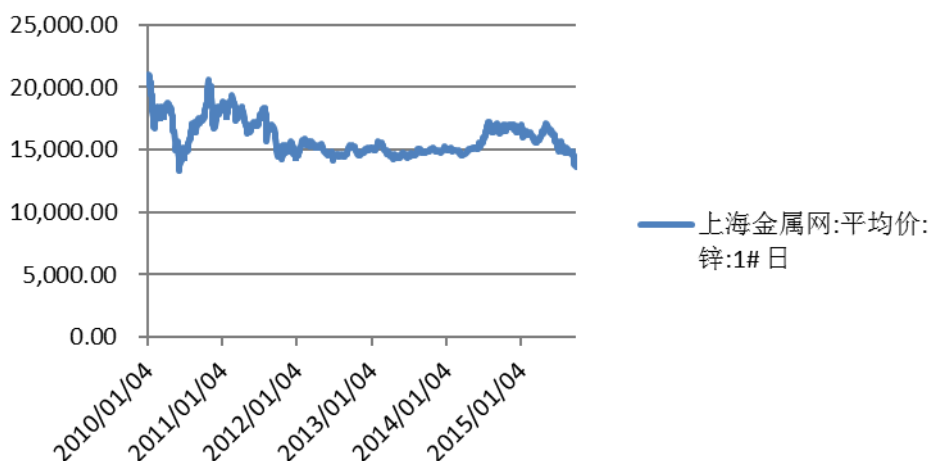


从上述上海金属网近五年 1#铜价格走势图表看，近五年来，最高价出现在 2011 年 2 月，最低价出现在 2015 年 9 月，最高价为 74900.00 元/吨，最低价为 38100.00 元/吨。2010 年至 2011 年 1#铜价格急速攀升，2011 年 2 月达到近五年内最高价。随后价格开始下滑。至 2015 年 9 月达到近五年来最低价。

总体来看，1#铜价格在近五年来价格波动大。

②1#锌近五年价格走势

上海金属网:平均价:锌:1# 日

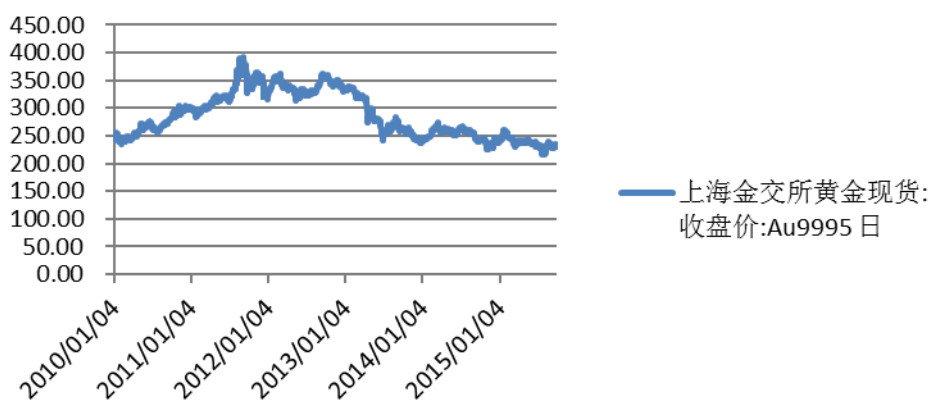


从上述上海金属网近五年 1#锌价格走势图表看，近五年来，最高价出现在 2010 年 1 月，最低价出现在 2010 年 6 月。最高价为 21025.00 元/吨，最低价为 13350.00 元/吨。2010 年至 2012 年初 1#锌价格波动较为剧烈，2012 年后 1#锌价格走势较为稳定。

总体来看 1#锌价格在近五年来价格波动大。

③ Au（99.95%）近五年价格走势

上海金交所黄金现货:收盘价: Au9995 日



从上述上海黄金交易网近五年 Au（99.95%）价格走势图表看，近五年来，最高价出现在 2011 年 9 月，最低价出现在 2015 年 7 月。最高价为 392.90 元/g，最低价为 216.75 元/吨。2010 年至 2011 年 Au（99.95%）价格急速攀升并高位运行，2011 年后逐渐下降，走势较为稳定。

总体来看 Au（99.95%）价格在近五年来，价格波动大。

④ Ag（T+D）近五年价格走势



从上述上海黄金交易网近五年 Ag (T+D) 价格走势图表看,近五年来,最高价出现在 2011 年 4 月,最低价出现在 2015 年 8 月。最高价为 10686.00 元/kg,最低价为 3165.00 元/kg。2010 年至 2011 年 4 月 Ag (T+D) 价格急速攀升,2011 年 4 月达到五年内最高价,后急剧下跌,2014 年至 2015 年 9 月走势较为稳定。

总体来看 Ag (T+D) 价格在近五年来价格波动巨大。

⑤有色金属矿采选行业的特点

有色金属矿采选行业是典型的强周期性行业,与宏观经济相关度很高。有色金属矿采选行业作为有色金属冶炼行业上游行业受宏观经济影响明显。当经济高速增长时,市场对有色金属需求也高涨,这些行业所在公司的业绩改善就会非常明显;而当经济低迷时,固定资产投资下降,对其产品的需求减弱,业绩就会回落。根据本项目前期财务与商务尽职调查和评估机构德勤咨询有限公司分析认为:有色金属价格波动周期明显,一般 3-5 年为一个单向周期,最长未超过 8-10 年,现已有大于 4 年处于下降形态的低迷期,已使当前多数大宗金属商品价格接近行业平均成本,预计将在低迷期徘徊一段时间,但更加低迷的概率依据已不足,而稳定和回升趋势渐有显现。

⑥评估取值

从近五年各金属价格走势图表看,产品售价基本趋势是 2010 年至 2011 年初处于上升通道,2011 年下半年至 2015 年 9 月产品售价处于下滑阶段(锌除外),

至 2015 年 9 月矿产品价格几乎达到近几年来的最低值。根据评估人员掌握的本次评估基准日至本次评估报告日有色金属的走势，本次评估所涉及的金属价格走势趋稳甚至出现个别回升现象，考虑到本项目将近 2 年后才出主要产品，矿山生产期长达 15 年，目前有色金属行业基本已处于行业周期的底部，经综合分析，本次评估最终选用 5 年 1 期平均价作为本项目产品的售价。

13.3.1 销售收入

根据《矿业权评估收益途径评估方法和参数》中规定销售价格的取值依据一般包括矿产资源开发利用预评估报告或可行性研究报告或矿山初步设计资料，企业的会计报表资料；市场收集的价格凭证；国家（包括有关期刊）公布、发布的价格信息。本次评估收集到以下资料：

（1）根据外管局数据，2010 年-2015 年 9 月 30 日美元兑人民币汇率中间价为：

表 13-9 2010 年-2015 年 9 月美元兑人民币汇率中间价

序号	日期	汇率（中间价）	备注
1	2010 年 12 月 31 日	6.6227	
2	2011 年 12 月 31 日	6.3009	
3	2012 年 12 月 31 日	6.2855	
4	2013 年 12 月 31 日	6.0969	
5	2014 年 12 月 31 日	6.1190	
6	2015 年 9 月 30 日	6.3613	

（2）公开市场价格信息

将本次评估涉及的金属国内市场价格按当期美元兑人民币汇率中间价折合为美元与国家市场价格列示比较如下：

①根据 wind 资讯，2010 年-2015 年 9 月，国际与国内市场价铜价如下：

表 13-10 近五年国际与国内市场价铜价一览表 单位：美元/吨

序号	年份	LME 价格（美元/吨）	COMEX 价格（美元/吨）	国内价格（美元/吨）	备注
1	2010 年	7,537.75	7576.92	7626.43	不含税

2	2011 年	8,830.85	8835.53	8989.84	不含税
3	2012 年	7,929.70	7963.87	7785.01	不含税
4	2013 年	7,324.93	7356.07	7462.49	不含税
5	2014 年	6,865.66	6843.50	6866.44	不含税
6	2015 年 1-9 月	5,710.58	5719.92	5583.02	不含税
7	五年一期均价	7,366.58	7382.63	7385.54	不含税

②根据 wind 资讯，2010 年-2015 年 9 月，国际与国内市场价格如下：

表 13-11 近五年国际与国内市场价格一览表 单位：美元/吨

序号	年份	LME 价格 (美元/吨)	国内价格 (美元/吨)	备注
1	2010 年	2,156.56	2248.67	不含税
2	2011 年	2,190.53	2294.46	不含税
3	2012 年	1,946.48	2045.65	不含税
4	2013 年	1,909.08	2090.49	不含税
5	2014 年	2,164.50	2197.24	不含税
6	2015 年 1-9 月	2,035.20	2131.93	不含税
7	五年一期均价	2,067.06	2168.07	不含税

③根据 wind 资讯和新浪财经网，2010 年-2015 年 9 月，国际与国内市场价格如下：

表 13-12 近五年国际与国内市场价格一览表 单位：美元/g

序号	年份	伦敦金价格 (美元/g)	COMEX 价格 (美元/g)	上交所 Au99.95%价 格 (美元/g)	备注
1	2010 年	39.46	40.10	40.42	不含税
2	2011 年	50.55	53.76	52.17	不含税
3	2012 年	53.65	57.07	53.95	不含税
4	2013 年	45.33	47.68	46.09	不含税
5	2014 年	40.69	42.20	41.11	不含税
6	2015 年 1-9 月	37.89	39.39	37.29	不含税
7	五年一期均价	44.60	46.70	45.17	不含税

④根据 wind 资讯和新浪财经网，2010 年-2015 年 9 月，国际与国内市场价格如下：

价格如下：

表 13-13 近五年国际与国内市场价银价一览表 单位：美元/g

序号	年份	伦敦银价格 (美元/g)	COMEX 价 格 (美元/g)	上交所 Ag (T+D) 价格(美元/g)	备注
1	2010 年	0.65	0.65	0.59	不含税
2	2011 年	1.14	1.13	1.03	不含税
3	2012 年	1.00	1.00	0.88	不含税
4	2013 年	0.77	0.76	0.67	不含税
5	2014 年	0.61	0.61	0.56	不含税
6	2015 年 1-9 月	0.51	0.50	0.46	不含税
7	五年一期均价	0.78	0.78	0.70	不含税

(3) 产品价格计算

通过以上价格对比，评估取值依据的国内五年一期平均不含税铜价为 7385.54 美元/吨，与同期 LME 价格 7,366.58 美元/吨和 COMEX 价格 7382.63 美元/吨基本一致；评估取值依据的国内五年一期平均不含税锌价为 2168.07 美元/吨，LME 同期锌价格为 2,067.06 美元/吨，评估采用价格比 LME 价格高 4.80%；评估取值依据的上海黄金交易所 Au (99.95%) 五年一期平均价格为 45.17 美元/克，伦敦金同期价格为 44.60 美元/克，COMEX 同期价格为 46.70 美元/克，评估采用价格比 LME 价格高 1.28%，比 COMEX 价格低 3.28%；评估取值依据的上海黄金交易所 Ag (T+D) 五年一期平均不含税价格为 0.7 美元/克，伦敦银同期价格为 0.78 美元/克，COMEX 同期价格亦为 0.78 美元/克，评估采用价格比 LME 价格及 COMEX 价格低 10.26%。

通常来讲，国际间贸易结算多采用 LME 价格，LME 价格换算成国内价格，可视为进口计算：进口成本=(LME 价格+现货升贴水+进口升贴水)×(1+增值税率)×汇率+杂费

上述国内金属价格均已换算为不含税价格，考虑到升贴水和杂费的影响，评估人员认为搜集到的国内金属价格与国际价格差距不大。根据《矿业权评估参数确定指导意见》，矿产品定价应考虑到交易方式，通常，不同交易方式矿产品价

格不同，矿业权评估中，应分析矿产品价格包含的内容，确保价格和成本费用计算不重不漏。根据《可行性研究报告》，设计矿产品以中国为销售市场，且其成本费用中已包含了运往中国所发生的成本费用。考虑到成本费用与售价计算口径一致，且国内金属价格与国际价格差距不大，本次评估产品价格采用中国国内价格进行折算，计算如下：

①直销原矿含铜价格

根据上海金属交易所铜精矿计价方法，铜含量为 20.00% 标准时正常结算，铜精矿结算价格 = 上海金属交易所 1# 电解铜平均结算价 × 铜精矿计价系数 (83-85) + 铜品位变化差价，铜品位变化对应铜精矿差价见表 13-13：

表 13-13 铜品位变化对应铜精矿差价(元/吨) 对应表

铜品位%	差价	铜品位%	差价	铜品位%	差价	铜品位%	差价
≥28%	+650	27-27.99%	+600	26-26.99%	+550	25-25.99%	+500
24-24.99%	+400	23-23.99%	+300	22-22.99%	+200	21-21.99%	+100
20-20.99%	0	19-19.99%	-100	18-18.99%	-200	17-17.99%	-300
16-16.99%	-400	15-15.99%	-800	14-14.99%	-1400	13-13.99%	-1900
12-12.99%	-2400	<12%	拒收				

直销原矿含铜品位为 15.6%，根据铜精矿计价方法，本次评估铜精矿计价系数取 85%，铜品位差价为 800，经计算，直销原矿含铜价格为 6169.05 美元/吨。本次直销原矿含铜价格为 6169.05 美元/吨。详见表 13-14：

表 13-14 直销原矿含铜价格计算表

年份	1# 铜金属价格 (人民币含税)	直销矿含铜价格 (人民币不含税)	当期汇率	美元价 (美元/吨)
2010	59,093.86	42247.68	6.6227	6379.22
2011	66,273.57	47463.71	6.3009	7532.85
2012	57,251.26	40909.04	6.2855	6508.48
2013	53,232.74	37989.59	6.0969	6230.97
2014	49,158.42	35029.62	6.119	5724.73

2015 年 1-9 月	41,552.88	29504.23	6.3613	4638.08
平均价	54,427.12			6169.05

②直销原矿含金价格

直销原矿含金品位为 3g/t，根据黄金产品计价系数表，铜精矿含金不小于 3g/t，黄金计价系数为 82%。经计算，铜精矿含金价格为 37.04 美元/g，本次评估直销原矿含金价格取 37.04 美元/g。详见表 13-15：

表 13-15 直销原矿含金价格计算表

年份	Au (99.95%) 价格(元/g)	直销矿含金价格 (元/g)	当期汇率	美元价 (美元/g)
2010	267.70	219.51	6.6227	33.15
2011	328.69	269.53	6.3009	42.78
2012	339.09	278.05	6.2855	44.24
2013	281.01	230.43	6.0969	37.79
2014	251.54	206.26	6.119	33.71
2015 年 1-9 月	237.19	194.50	6.3613	30.57
平均价	284.20			37.04

③直销原矿含银销售价格

直销原矿含银品位为 76.80g/t，根据白银产品计价系数表，铜精矿含银不小于 50g/t，白银计价系数为 73%。经计算，铜精矿含银价格为 0.51 美元/g，本次评估直销原矿含银价格取 0.51 美元/g。详见表 13-15：

表 13-15 直销原矿含银价格计算表

年份	Ag (T+D) 价格 (含税, 元/g)	直销矿含银价格 (不含税, 元/g)	当期汇率	美元价 (美元/g)
2010	4.60	2.87	6.6227	0.43
2011	7.62	4.75	6.3009	0.75
2012	6.48	4.04	6.2855	0.64

2013	4.81	3.00	6.0969	0.49
2014	4.00	2.50	6.119	0.41
2015 年 1-9 月	3.46	2.16	6.3613	0.34
平均价	5.16			0.51

④金锭销售价格

金锭含金品位为 90%以上，根据黄金产品计价系数表，可按成品金计价。经计算，金锭销售价格为 45.17 美元/g，本次评估金锭销售价格为 45.17 美元/g。详见表 13-16：

表 13-16 金锭价格计算表

年份	Au (99.95%) 价格(元/g)	金锭价格 (元/g)	当期汇率	美元价 (美元/g)
2010	267.70	267.70	6.6227	40.42
2011	328.69	328.69	6.3009	52.17
2012	339.09	339.09	6.2855	53.95
2013	281.01	281.01	6.0969	46.09
2014	251.54	251.54	6.119	41.11
2015 年 1-9 月	237.19	237.19	6.3613	37.29
平均价	284.20			45.17

⑤银锭销售价格

银锭含银品位为 90%以上，根据白银产品计价系数表，可按成品银计价。经计算，银锭销售价格为 0.70 美元/g。本次评估银锭销售价格为 0.70 美元/g。详见表 13-17：

表 13-17 银锭价格计算表

年份	Ag (T+D) 价格 (含税, 元/g)	银锭价格 (不含税, 元/g)	当期汇率	美元价 (美元/g)
2010	4.60	4.60	6.6227	0.69

2011	7.62	7.62	6.3009	1.21
2012	6.48	6.48	6.2855	1.03
2013	4.81	4.81	6.0969	0.79
2014	4.00	4.00	6.1190	0.65
2015 年 1-9 月	3.46	3.46	6.3613	0.54
平均价	5.16			0.70

⑥铜精矿含铜销售价格

表生、原生铜精矿含铜品位均为 25%，根据铜精矿计价方法，本次评估铜精矿计价系数取 85%，铜品位差价为 500，经计算，铜精矿含铜价格为 6345.62 美元/吨。本次评估铜精矿含铜价格为 6345.62 美元/吨。详见表 13-18：

表 13-18 铜精矿含铜价格计算表

年份	1# 铜金属价格 (人民币含税)	铜精矿含铜价格 (人民币不含税)	当期汇率	美元价 (美元/吨)
2010	59,093.86	43358.79	6.6227	6547.00
2011	66,273.57	48574.82	6.3009	7709.19
2012	57,251.26	42020.15	6.2855	6685.25
2013	53,232.74	39100.71	6.0969	6413.21
2014	49,158.42	36140.73	6.1190	5906.31
2015 年 1-9 月	41,552.88	30615.34	6.3613	4812.75
平均价	54,427.12			6345.62

⑦铜精矿含金销售价格

表生铜精矿含金品位为 5.5g/t，原生铜精矿含金品位为 6.00g/t，根据黄金产品计价系数表，铜精矿含金不小于 5g/t，黄金计价系数为 83%。经计算，铜精矿含金价格为 37.49 美元/g。本次评估铜精矿含金价格为 37.49 美元/g。详见表 13-19：

表 13-19 铜精矿含金价格计算表

年份	Au (99.95%)	铜精矿含金价格	当期汇率	美元价
----	-------------	---------	------	-----

	价格(元/g)	(元/g)		(美元/g)
2010	267.70	222.19	6.6227	33.55
2011	328.69	272.82	6.3009	43.30
2012	339.09	281.45	6.2855	44.78
2013	281.01	233.24	6.0969	38.26
2014	251.54	208.78	6.1190	34.12
2015 年 1-9 月	237.19	196.87	6.3613	30.95
平均价	284.20			37.49

⑧铜精矿含银销售价格

表生铜精矿含银品位为 180g/t，原生铜精矿含银品位为 150g/t，根据白银产品计价系数表，铜精矿含银不小于 100g/t，白银计价系数为 74%。经计算，铜精矿含银价格为 0.52 美元/g。本次评估铜精矿含银价格为 0.52 美元/g。详见表 13-20：

表 13-20 铜精矿含银价格计算表

年份	Ag (T+D) 价格 (含税, 元/g)	铜精矿含银价格 (不含税, 元/g)	当期汇率	美元价 (美元/g)
2010	4.60	2.91	6.6227	0.44
2011	7.62	4.82	6.3009	0.76
2012	6.48	4.10	6.2855	0.65
2013	4.81	3.04	6.0969	0.50
2014	4.00	2.53	6.1190	0.41
2015 年 1-9 月	3.46	2.19	6.3613	0.34
平均价	5.16			0.52

⑨锌精矿含锌销售价格

锌精矿含锌品位为 56.00 %，评估人员搜集到国内某大型铅锌矿与购货方签订的锌精矿销售合同，锌精矿计价以上海有色金属网 1#锌锭月均价为 15000 元/

吨时，扣减加工费，超过或不足部分双方按二八比例分成，矿山企业 80%，购货方 20%。锌精矿以 50%为计价基准，含 Zn>50%时，含锌每增加 1%，单价增加 20 元/金属吨，含 Zn<50%时，含锌每较少 1%，单价降低 20 元/金属吨。锌精矿结算价格计算公式如下：

锌精矿结算基准价格=（15000-扣减加工费）+（上海有色金属网 1#电锌月均价-15000 元/吨）×80%±品位增减奖罚

根据评估人员搜集到的锌精矿结算合同，2013 年-2015 年 50%锌精矿扣款在 5000-6000 元波动，经评估人员网上查询，2010-2012 年 50%锌精矿扣款在 4000-5000 元波动。根据以上信息，考虑到本次评估矿山锌精矿品位较高，且 2015 年末锌加工费应经开始下调，本次评估 2010 年-2011 年加工费扣除按 4500 元/吨计算，2012 年-2013 年加工费按 5200 元计算，2014 年-2015 年 9 月加工费按 5500 元计算。《可行性研究报告》设计产品品位为 56%，品位奖励为 120 元/吨。经计算，锌精矿含锌价格为 1462.24 美元/吨。本次评估锌精矿含锌价格为 1462.24 美元/吨。详见表 13-21。

表 13-21 锌精矿含锌价格计算表

年份	1# 锌金属价格 (人民币含税)	锌精矿含锌价格 (人民币不含税)	当期汇率	美元价 (美元/吨)
2010	17,423.96	10734.33	6.6227	1620.84
2011	16,914.89	10386.25	6.3009	1648.38
2012	15,043.75	8508.55	6.2855	1353.68
2013	14,912.21	8418.60	6.0969	1380.80
2014	15,730.54	8721.74	6.119	1425.35
2015 年 1-9 月	15,867.35	8815.28	6.3613	1385.77
均价	15982.12			1469.14

(3) 产品销售收入

本次评估假定产品全部销售，销售收入的计算公式为：

年销售收入=精矿含金属产量×精矿含金属价格

=矿石入选量×矿石入选品位×选矿回收率×精矿含金属价格

以 2024 年为例：

根据《可行性研究报告》(P11)“阿斯马拉铜金多金属矿项目生产计划表”，入选矿石 Cu 品位为 0.73%，Zn 品位为 1.78%，Au 品位 0.37g/t，Ag 品位 11.90g/t；Cu 选矿回收率为 87%，Zn 选矿回收率为 87%，Au 选矿回收率为 56.83%，Ag 选矿回收率为 57.06%。则：

年销售收入=矿石入选量×矿石入选 Cu 品位×Cu 选矿回收率×Cu 精矿含 Cu 价格+矿石入选量×矿石入选 Zn 品位×Zn 选矿回收率×Zn 精矿含 Zn 价格+矿石入选量×矿石入选 Au 品位×Au 选矿回收率×Cu 精矿含 Au 价格+矿石入选量×矿石入选 Ag 品位×Ag 选矿回收率×Cu 精矿含 Ag 价格

$$\begin{aligned} &=400 \times 0.73\% \times 87\% \times 6345.62 + 400 \times 1.78\% \times 87\% \times 1469.14 + 400 \\ &\quad \times 0.37 \times 56.83\% \times 37.49 + 400 \times 11.90 \times 57.06\% \times 0.52 \\ &=29786.41 \text{ (万美元)} \end{aligned}$$

年销售收入详见附表三。

13.4 项目投资

13.4.1 后续地质勘查投入

本次评估矿山为拟建矿山，因此，后续地质勘查投入为 0。

13.4.2 固定资产投资

根据《可行性研究报告》，本项目首期建设投资总额为 42194.66 万美元，其中：建筑工程 13517.53 万美元；剥离工程 2683.61 万美元；设备购置 17021.57 万美元；安装工程 2554.02 万美元；其他费用 6417.92 万元（含预备费 4520.86 万美元）。根据评估人员咨询《可行性研究报告》编制人员，以上投资包含安全投资及环保投资。

根据《可行性研究报告》，矿山后续维持运营投资总计 12881 万美元，于第 4 年锌浮选投资 458 万美元，第 5 年二期尾矿投资 3143 万美元、第 8 年三期尾矿投资 7279 万美元，第 11 年地下采矿投资 2001 万美元。

根据《中国矿业权评估准则》，矿业权评估固定资产投资应剔除预备费，其

他费用应按房屋及构筑物、机器设备、采矿工程所占比例分摊，流动资金应重新计算。

根据四川路桥矿业投资开发有限公司出具的关于项目基建“预备费”使用的说明，预期不会动用“预备费”，本次评估首期固定资产投资依据《中国矿业权评估准则》将预备费剔除，并将其他费用按房屋及构筑物、机器设备、采矿工程分摊后，固定资产投资为 37673.79 万美元，其中：房屋及构筑物为 14234.30 万美元，机器设备为 20613.59 万美元，采矿工程为 2825.91 万美元。

矿山后续维持运营投资总计 12881 万美元，于 2019 年投入锌浮选投资 458 万美元，于 2020 年投入二期尾矿投资 3143 万美元、于 2023 投入三期尾矿投资 7279 万美元，于 2026 年投入地下采矿投资 2001 万美元。

《可行性研究报告》未对维持运营投资分项，由于本次评估各类固定资产折旧年限全部为 4 年，鉴于对评估结论无影响，本次评估将锌浮选投资 458 万美元计入机器设备投资；将二期尾矿投资 3143 万美元、三期尾矿投资 7279 万美元计入房屋建筑物投资；将地下采矿投资 2001 万美元计入采矿工程投资。

根据《可行性研究报告》（P330），建设期为 2 年，首期投资 37673.79 万美元在建设期内按建设进度计划在建设期内分批投入，第一年 20%、第二年 80%。维持运营投资在第 4 年投入 458 万美元，第 5 年投入 3143 万美元、第 8 年投入 7279 万美元，第 11 年投入 2001 万美元。详见附表 4 “评估投资估算表”、附表 5 “固定资产折旧表”。

13.5 回收固定资产残（余）值

根据“厄立特里亚矿业法”，所有的资本性支出和生产前成本都应折旧，应以历史成本为基础采取直线法进行折旧，使用寿命为连续 4 年，第 4 年结束时净残值为 0。因此，本次评估期末回收固定资产残（余）值为 0。详见附表五“固定资产折旧估算表”。

13.6 更新改造资金

房屋构筑物、机器设备及采矿工程折旧年限均等于矿山服务年限，故无需更新改造。

13.7 流动资金

流动资金是企业维持生产正常运转所需是周转资金，是企业进行生产和经营活动的必要条件。根据《可行性研究报告》，流动资金为 4213.00 万美元，本次评估采用该值，则流动资金为 4213.00 万美元。

本项目评估中，流动资金在 2017 年 10 月至 2020 年投入，2017 年 10 月投入 1069.58 万美元，2018 年投入 2419.10 万美元，2019 年投入 394.97 万美元，2020 年投入 329.35 万美元。评估计算期末回收全部流动资金。

13.8 总成本费用

本次评估未来矿山的成本费用等经济参数的选取主要依据《可行性研究报告》确定，规费部分根据《矿业权评估准则》及相关政策文件确定。

总成本费用包括外购材料、外购燃料及动力、职工薪酬、修理费、其他费用、折旧费、管理费用、销售费用、财务费用等构成。经营成本采用总成本费用扣除折旧费、财务费用确定。

本次评估参考《可行性研究报告》，按费用要素进行成本估算。根据《可行性研究报告》，由于估算的年成本费用均为整年估算，且每年成本费用均不相等，而本次评估基准日为 2015 年 9 月 30 日，本次评估将年成本费用按时间匹配后参加计算，例如：生产期第 9 年、第 10 年，年外购辅助材料分别为 9146.39 万美元、9238.47 万美元，本次评估生产期 2024 年对应《可行性研究报告》生产期第 9 年 9 个月生产期和第 10 年 3 个月生产期，因此，本次评估生产期 2024 年外购辅助材料为 9169.41 万美元（ $=9146.39 \times 9/12 + 9238.47 \times 3/12$ ），其他费用要素原理相同。详见以下分项：

（1）外购辅助材料

根据《可行性研究报告》，以 2024 年为例，经折算后年外购辅助材料为 9169.41 万美元，2024 年产量为 400 万吨，则单位外购辅助材料费为 22.92 美元/吨。

（2）外购燃料及动力费

根据《可行性研究报告》，以 2024 年为例，经折算后年外购燃料及动力费为

4788.20 万美元，2024 年产量为 400 万吨，则单位外购辅助材料费为 11.97 美元/吨。

（3）工资及福利费

根据《可行性研究报告》，以 2024 年为例，经折算后年工资及福利费为 787.11 万美元，2024 年产量为 400 万吨，则单位工资及福利费为 1.97 美元/吨。

（4）折旧费

根据“厄立特里亚矿业法-第 69/1995 号采矿作业所得税法”第 8 条，所有的资本性支出和生产前成本都应折旧，应以历史成本为基础采取直线法进行折旧，使用寿命为连续 4 年，第 4 年结束时净残值为 0。因此，本次评估期末回收固定资产残（余）值为 0。详见附表五“固定资产折旧估算表”。

根据“厄立特里亚矿业法”上述规定，本次评估固定资产（包括维持运营投资）折旧年限均取 4 年。由于矿区投资较大，固定资产在 4 年内更新改造显然不合理，因此，本次评估固定资产按照法律规定在 4 年内折旧完毕，折旧完毕后固定资产在生产期 15 年内不再更新改造。以上固定资产折旧方法采用直线法。

房屋建筑物基建期投资额为 14234.30 万美元，矿山于 2019 年、2022 年分别投入房屋建筑物维持运营投资 3143.00 万美元、7279.00 万美元。以 2024 年为例，房屋建筑物年折旧额为：

$$\begin{aligned}\text{房屋建筑物年折旧额} &= \text{房屋建筑物原值} \div \text{折旧年限} \\ &= 7279.00 \div 4 \\ &= 1819.75 (\text{万美元/年})\end{aligned}$$

机器设备基建期投资额为 20613.59 万美元，根据《可行性研究报告》，矿山在 2018 年投入机器设备维持运营投资 458.00 万美元。以 2024 年为例，机器设备年折旧额为：

$$\begin{aligned}\text{机器设备年折旧额} &= \text{机器设备原值} \div \text{折旧年限} \\ &= 0 \div 4 \\ &= 0 (\text{万美元/年})\end{aligned}$$

采矿工程基建期投资额为 2825.91 万美元，根据《可行性研究报告》，矿山

在 2025 年投入采矿工程维持运营投资 2001.00 万美元。以 2024 年为例，采矿工程年折旧额为：

采矿工程年折旧额=采矿工程原值 ÷ 折旧年限

$$=0 \div 4$$

$$=0(\text{万美元/年})$$

经计算，以 2024 年为例，年折旧费为 1819.75 万美元，年生产规模为 400 万吨/年，则单位折旧费为 4.55 美元/吨。固定资产折旧估算过程详见附表五。

（5）修理费

根据《可行性研究报告》，年修理费计算比例为固定资产 3%，矿山固定资产投资为 37673.79 万美元，经折算后年修理费为 1130.21 万美元/年，年生产规模为 400 万吨/年，则单位修理费为 2.83 美元/吨。

（6）其他费用

根据《可行性研究报告》，其他费用包括其他制造费用、管理费用、销售费用、产品运输费用及土地租金。其中产品从矿区到港口的运输费用 60.48 美元/吨矿、海运费 20 美元/吨矿，土地租金 181.29 美元/年·公顷。

以 2024 年为例，经折算后年其他费用为 2506.86 万美元，年生产规模为 400 万吨/年，则单位其他费用为 6.27 美元/吨。

（7）财务费用

财务费用是企业为了维持正常生产筹集流动资金而发生的各项费用。根据《矿业权评估准则》中的有关规定，流动资金的 30%由自有资金解决，70%可通过流动资金借款解决。

根据评估人员调查厄立特里亚阿斯马拉当地银行，按当地的规定，矿山企业在当地贷款利率为 0，考虑到国内融资的可能性，本项目评估流动资金贷款利率按国内银行短期贷款利率确定。评估基准日 2015 年 9 月 30 日按中国人民银行于 2015 年 8 月 26 日执行的一年期贷款利率为 4.60%，本项目评估采用该有效利率。故本评估项目的单位财务费用为（以 2024 年为例）：

流动资金贷款利息=4213.00×70%×4.60%=135.66（万美元/年），折合成单位

财务费用为 0.34 美元/吨。

经计算，年总成本费用为 20337.20 万美元，单位总成本费用为 50.84 美元/吨。详见附表六“单位成本估算表”、附表七“总成本估算表”。

13.9 经营成本

以 2024 年为例：

经营成本=总成本费用-折旧费-摊销费-财务费用

$$=20337.20-1819.75-135.66$$

$$=18381.79 \text{（万美元）}$$

经计算，单位经营成本为 45.95 美元/吨。详见附表六“单位成本估算表”、附表七“总成本估算表”。

13.10 销售税金及附加

根据厄立特里亚目前法律，矿山开采应缴纳矿区使用费，贵金属适用费率为 5%，其他金属适用费率为 3.5%。以 2024 年为例：

金锭、银锭、精矿含金、精矿含银年销售收入为 4565.56 万美元，矿区使用费费率为 5%，则金锭、银锭、精矿含金、精矿含银销售收入年应交矿区使用费为 228.28（=4565.56×5%）万美元。

精矿含铜、精矿含锌年销售收入为 25220.85 万美元，矿区使用费费率为 3.5%，则精矿含铜、精矿含锌销售收入年应交矿区使用费为 882.73（=25220.85×3.5%）万美元。

则年应矿区使用费为 1111.01 万美元。

详见附表 8“税费估算表”。

13.11 企业所得税

根据“厄立特里亚矿业法第 69/1995 号采矿作业所得税法”第 3 条“税项”，矿山企业适用所得税税率为 38%。根据“厄立特里亚矿业法-第 69/1995 号采矿作业所得税法”第 4 条“应纳税所得额的界定”及第 7 条“收益性支出”，应纳税所得额计算基础为收入总额减掉总成本费用、矿区使用费等准予扣除项目。

根据“厄立特里亚矿业法第二十五 A 条”，在任何年度，如纳税人的总收入

低于其依照本法可享受的抵扣额度，则该纳税人应被认为在该年度遭受净亏损。某一年度所遭受的净亏损可以以后五年内的应税营业收入来抵扣，早先遭受的损失应先于其后遭受的损失进行抵扣。

2018年利润总额为-2645.11万美元，2019年、2020年、2021年共抵扣营业收入2645.11万美元。

应交所得税=利润总额×所得税率

以2024年为例，年利润总额为8338.20万美元，年应交所得税为3168.52万美元。详见附表8。

14 折现率

根据《矿业权评估参数确定指导意见》，折现率由无风险报酬率、风险报酬率构成。

根据《矿业权评估参数确定指导意见》，风险报酬率=勘查开发阶段风险报酬率+行业风险报酬率+财务经营风险报酬率+社会风险报酬率。

勘查开发阶段风险，主要是因不同勘查开发阶段距开采实现收益的时间长短以及对未来开发建设条件、市场条件的判断的不确定性造成的。矿山地质勘查程度较高，采用克里格法估算了储量，根据高达工程咨询有限公司编制的《ASMARA铜多金属矿项目可行性研究技术核查报告》，储量估算符合规范，矿山主要为露天开采，可快速回笼资金，因此，勘查风险较低，因此比对《矿业权评估参数确定指导意见》，宜在勘探及建设阶段范围内选取，勘探及建设阶段勘查开发阶段风险报酬率的取值区间0.35%~1.15%，本次评估取0.58%。

行业风险，是指由行业性市场特点、投资特点、开发特点因素造成的不确定性带来的风险。本项目为铜多金属采选，矿石的开采和选矿技术皆相当成熟，本矿主要为露天开采，近年来受国内外经济环境影响，行业复苏缓慢，但矿山未来由中方企业收购后，产品市场主要为中国市场，而铜矿是中国紧缺矿种，因此，总体上行业风险中等偏上，根据《矿业权评估参数确定指导意见》，行业风险推荐取值区间为1.00%~2.00%，本次评估取较高值1.70%。

财务经营风险，主要包括产生于企业外部而影响财务状况的财务风险和产生

于企业内部的经营风险两个方面。本项目生产规模较大，投资较大，资金融通存在一定的困难。根据《矿业权评估参数确定指导意见》，财务经营风险推荐取值区间为1%~1.5%，本次评估取1.40%。

社会风险，是一国经济环境的不确定性带来的风险。如：产业政策的调整，财政政策、金融政策的调整，所有制政策、经济发展政策的多变等，影响投资者的合理预期，造成投资风险。厄立特里亚虽经济落后，政治相对闭塞，但近年来矿业政策、经济政策、所有制政策等目前较为稳定，且与中国关系良好。本次评估社会风险取4.5%。

美国长期国债的收益率经常被用来作为无风险报酬率，本次评估选取美国30年国债收益率作为无风险报酬率，经查询，美国30年国债收益率在评估基准日为2.87%

综上，本次评估折现率合计取为11.05%。

15 评估结论

本公司在充分调查、了解和分析评估对象实际情况的基础上，依据科学的评估程序，选用合理的评估方法，经过计算，确定“EMBA DERHO、ADI NEFAS、DEBARWA 采矿权”在评估基准日时点的评估价值为 12534.00 万美元，按评估基准日 2015 年 9 月 30 日人民币汇率中间价(6.3613)折合人民币 79732.53 万元，大写人民币柒亿玖仟柒佰叁拾贰万伍仟叁佰元整。

16 评估有关问题的说明

16.1 评估结果的有效期

本评估报告书自评估基准日起一年内有效。如果使用本评估结果的时间超过本评估结果有效期，本公司对应用此评估结果而对有关方面造成的损失不承担任何责任。

16.2 特别事项说明

(1) 本次评估结论是在独立、客观、公正的原则下做出的，本公司参加本次评估的工作人员与评估委托人及采矿权人之间无任何利害关系。

(2) 评估工作中评估委托人及采矿权人所提供的有关文件材料，相关文件

材料提供方对其真实性、完整性和合法性负责并承担相关的法律责任。

(3) 本评估报告书含有附表、附件，附表及附件构成本报告书的重要组成部分，与本报告正文具有同等法律效力。

(4) 对存在的可能影响评估结论的瑕疵事项，在评估委托人未做特殊说明而评估人员已履行评估程序仍无法获知的情况下，评估机构和注册矿业权评估师不承担相关责任。

(5) 本评估报告书经本公司法定代表人和注册矿业权评估师签名，并加盖本公司公章后生效。

(6) 根据《可行性研究报告》(P11)“阿斯马拉铜金多金属矿项目生产计划表”，入选矿石Cu品位为0.73%，Zn品位为1.78%，Au品位0.37g/t，Ag品位11.90g/t；Cu选矿回收率为87%，Zn选矿回收率为87%，Au选矿回收率为56.83%，Ag选矿回收率为57.06%。《可行性研究报告》第六章、第七章描述矿石入选品位及选冶回收率与《可行性研究报告》(P11)“阿斯马拉铜金多金属矿项目生产计划表”部分数据不同，经咨询《可行性研究报告》编制单位技术人员，以“阿斯马拉铜金多金属矿项目生产计划表”数据为准，特此提示。

(7) 根据评估人员的调查及委托方提供的资料，截止评估基准日，评估对象未涉及抵押、担保或质押等他项权利限制。

(8) 根据中伦律师事务所出具的“关于四川路桥矿业投资开发有限公司Asmara收购项目相关工作的法律意见书”，根据厄特矿业法之规定，由有效探矿权权利人申请转换至采矿权时为无偿取得，无探矿权价款缴纳等附加义务。评估人员在现场调查过程中亦未发现探转采需缴纳价款或类似支出事宜，因此，本次评估未考虑价款或类似支出。

16.3 评估基准日后的调整事项

在本评估结果的有效时间内，如果委托方的资产具体数量发生变化，委托方可商请本公司根据原评估方法，对评估价值进行相应的调整；如果本项目评估所采用的计价取费标准发生不可抗拒的变化，并对评估价值产生明显影响时，委托方可及时委托本公司重新确定采矿权价值。

16.4 评估报告书的使用范围

本评估报告书仅供委托方、本项目评估目的所涉及的经济情形的当事人及评估结果审查确认机关使用，除此之外，不得向任何其他单位或个人提供。未经本公司及委托方书面同意，不得将报告的全部或部分内容公之于任何公开媒体。本

16.5.2 国家产业、财税、金融政策在预测期内无重大变化；

16.5.3 以现有的开采技术水平为基准；

16.5.4 市场供需水平基本保持不变。

16.6 其它责任划分

本公司只对本项目的评估结果是否符合职业规范要求负责，不对资产定价决策负责。本项目评估结果是根据本项目特定的评估目的而得出的评估意见，而非市场价格，不得用于其它目的，也未考虑国家宏观经济政策发生变化或其他不可抗力可能对其造成的影响。

17 评估报告日

本评估报告书报告日为 2016 年 2 月 26 日。

18 评估机构及评估责任人

法定代表人（或授权人）：

袁志敏

注册矿业权评估师：

张石歧

注册矿业权评估师：

冯冰

北京北方亚事资产评估有限责任公司

二〇一六年二月二十六日