



中国地质调查局专题论坛
Thematic Session on Geological Survey of China Mining 2016



CHINA MINING 2016
2016中国国际矿业大会

中埃地学领域合作 进展和展望

李闫华

中国地质调查局武汉地质调查中心

2015年9月24日·天津

内 容

- 中埃地学领域合作现状
- 中埃地学领域合作取得成果
- 中埃地学领域合作展望



中埃地学领域合作现状

埃塞俄比亚-非洲大地一颗璀璨的明珠

埃塞俄比亚是非洲东北部的内陆国，有“非洲屋脊”之称。

埃塞俄比亚是非洲联盟(非盟)总部所在地，埃塞俄比亚航空公司已与世界上90多个国家开通了直航，是非洲连接亚欧地区重要的桥头堡。

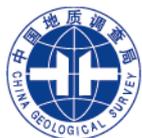
近年来，埃塞俄比亚经济增长保持较快速度，平均经济增长率达到11%。是世界上经济发展最快的国家之一。



中埃地学领域合作现状

中埃两国合作不断深入

随着中埃关系全面深入发展，两国经贸往来日益密切，埃塞已经成为中非合作的重要战略伙伴，也是中国开展对非产能合作的三个先行先试国家之一。两国已在交通、医疗、制造、矿业、能源、文化、贸易等领域开展了卓有成效的合作。



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

中埃地学领域合作现状

2008年4月21日，中国地质调查局原总工张洪涛代表中国地质调查局与埃塞俄比亚地质调查局签署了两局合作谅解备忘录。主要从以下几个方面开展合作：

- ✓区域地质调查、地球物理、地球化学填图中的方法技术；
- ✓区域矿产资源潜力评价；
- ✓沉积盆地分析与能源资源评价；
- ✓现代分析测试方法技术；
- ✓地学数据库建设；
- ✓双方感兴趣的其他合作领域。



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

中埃地学领域合作现状

中埃两国开展了多层次的地学领域合作

1、人才培养

- 科研院所、大专院校联合培养
- 来华短期交流与培训
- 联合开展项目工作



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

中埃地学领域合作现状

中埃两国开展了多层次的地学领域合作

2、联合地质矿产调查

- 2005年 援埃塞俄比亚矿产地质前期考察
- 2007-2009年 援埃塞俄比亚Gimbi—Nejo地区区域地球化学调查
- 2016年- 东北非低密度地球化学填图



中埃地学领域合作现状

中埃两国开展了多层次的地学领域合作

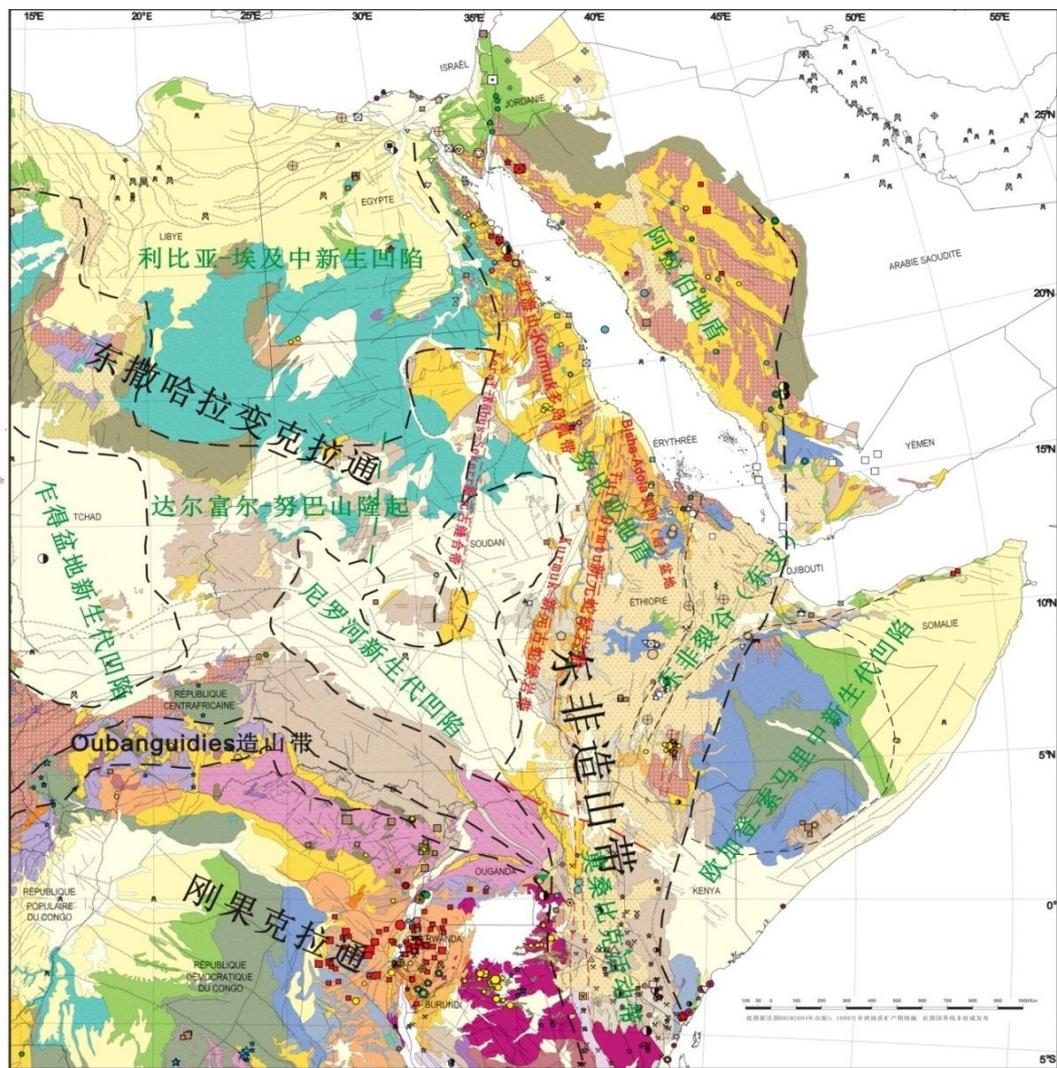
3、合作研究

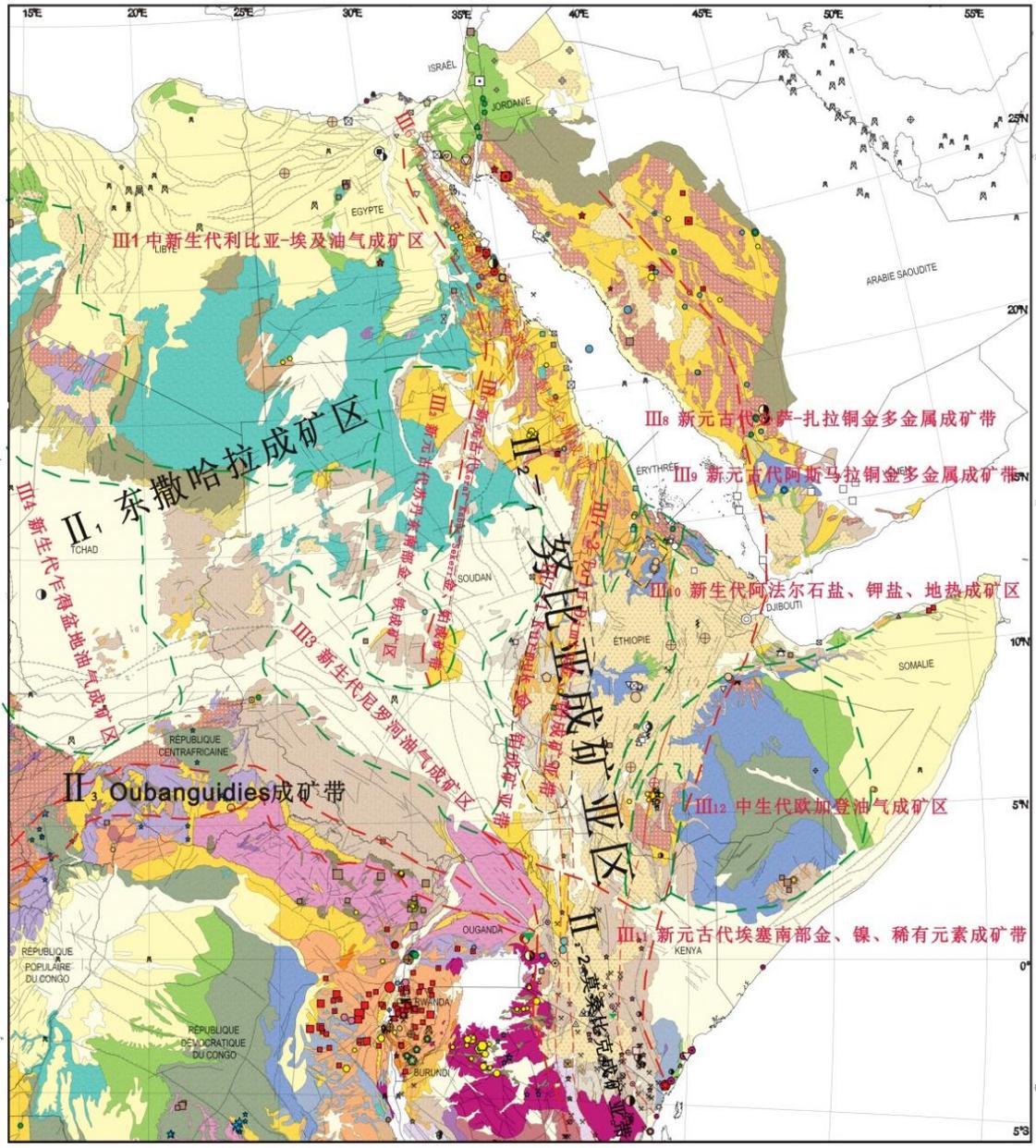
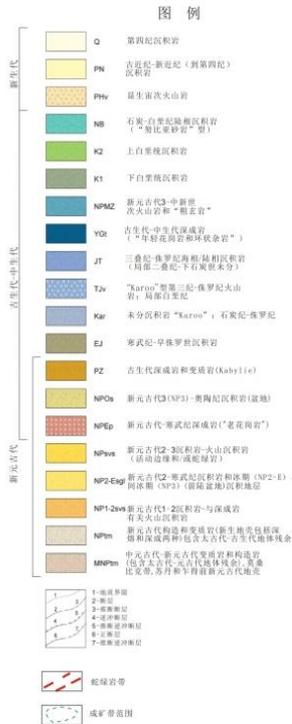
- **2009-2010年** 埃塞俄比亚**Asosa—Gimbi**地区优势金属矿产成矿规律研究
- **2010-2015年** 非洲东北部地区优势矿产资源成矿规律研究与资源潜力综合分析
- **2012年-** 非洲西部及东北部成矿规律研究与资源潜力综合分析



中埃地学领域合作取得成果

区域地质编图





比例尺: 0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 km

数据来源: 根据地质部2014年数据, 1:500000比例尺矿产地质图, 此图仅供参考

埃塞厄立特利亚吉布提肯尼亚索马里地质图

埃塞厄立特利亚吉布提肯尼亚索马里构造岩浆岩图

埃塞厄立特利亚吉布提肯尼亚索马里地质矿产图

苏丹(含南苏丹)共和国地质图

苏丹(含南苏丹)共和国矿产分布图

苏丹(含南苏丹)构造-岩浆岩图

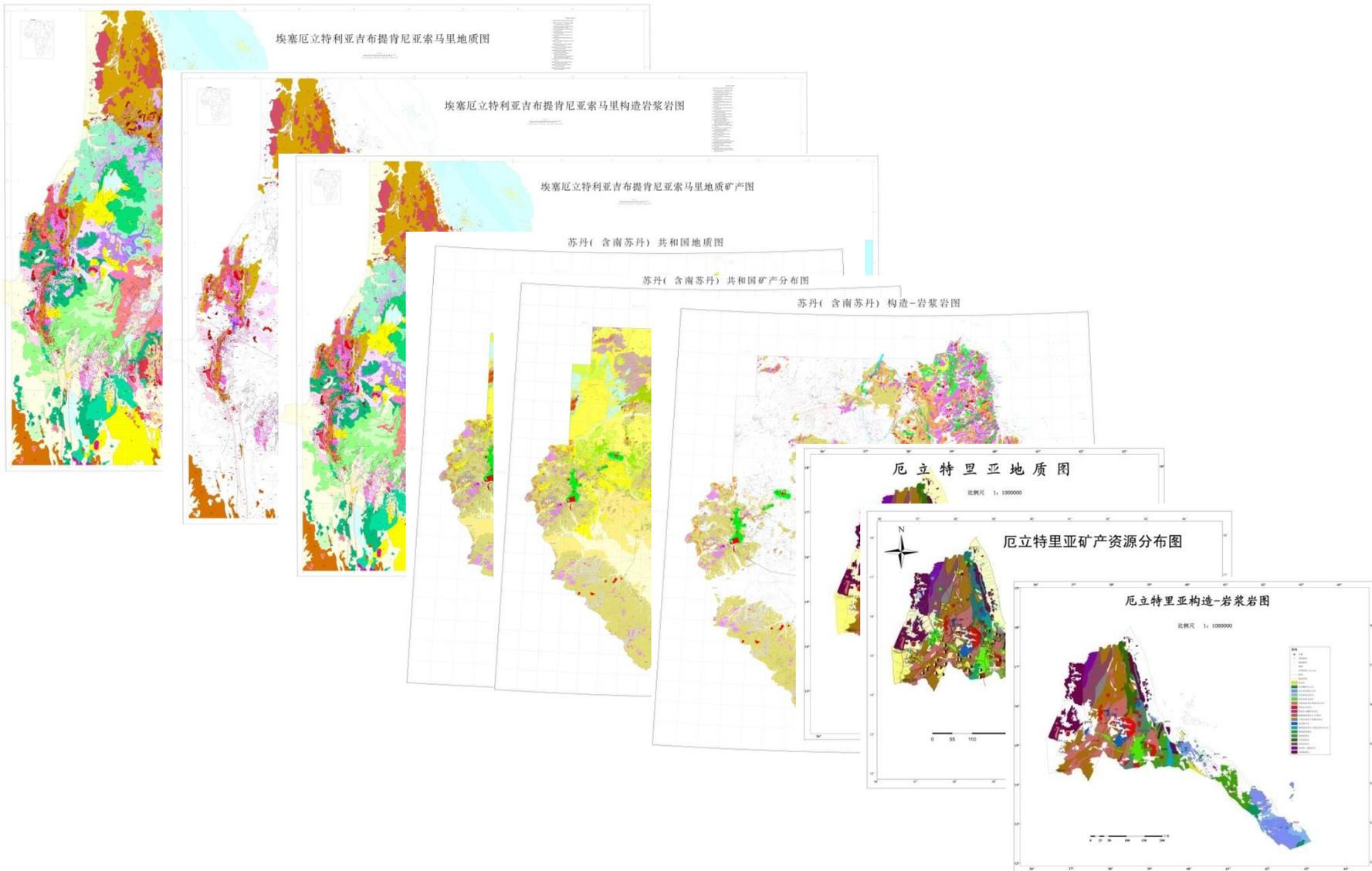
厄立特里亚地质图

比例尺 1:100000

厄立特里亚矿产资源分布图

厄立特里亚构造-岩浆岩图

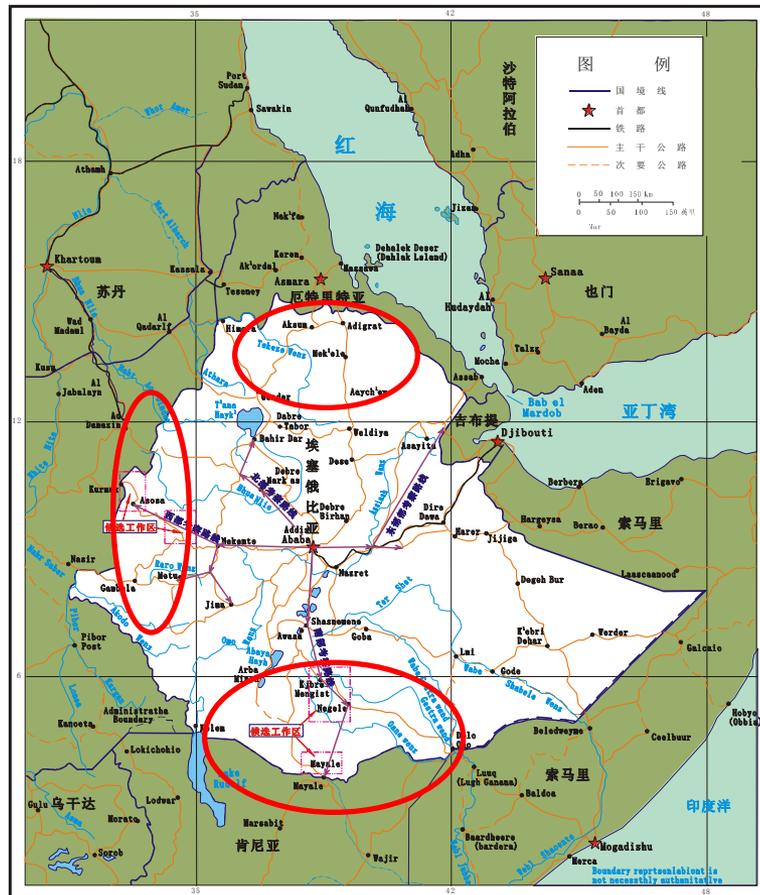
比例尺 1:100000



中埃地学领域合作取得成果

地质矿产考察

通过对埃塞俄比亚矿产资源
和矿业开发基本情况进行考察，初步了解了埃塞俄比亚
区域地质背景、矿产分布规
律（四个成矿带）及主要成
矿类型，对埃塞俄比亚的矿
产地质工作程度、地形地貌
及人文环境有了比较全面的
认识。



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

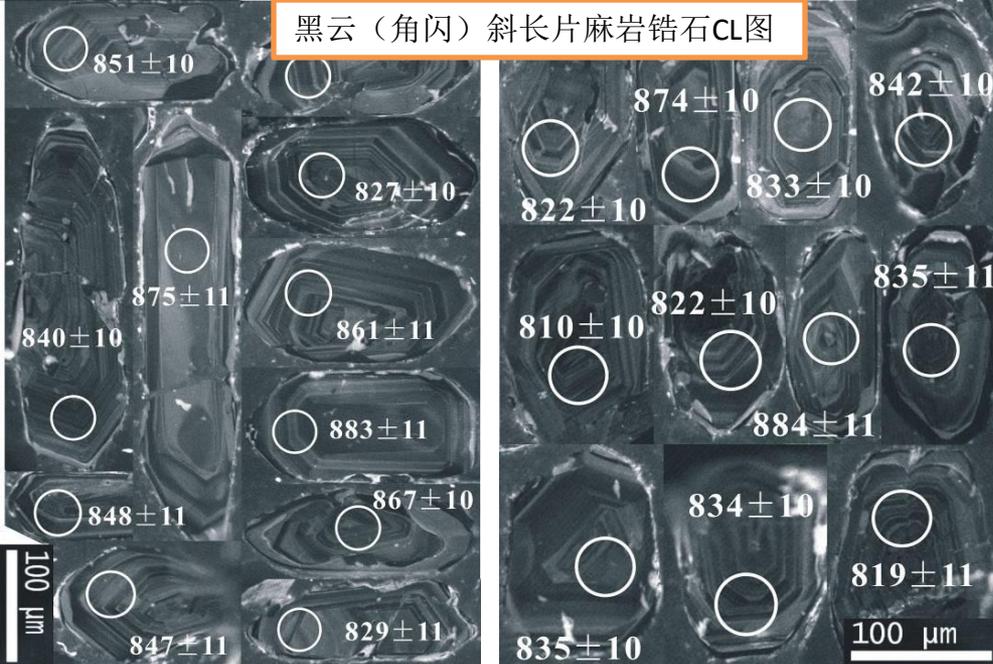
中埃地学领域合作取得成果

基础地质调查和研究

◆通过同位素地质年代学的方法，厘定了研究区前寒武纪侵入岩时序和岩石地层序列。在工区首次系统测试并获得了混合黑云角闪片麻岩（锆石U-Pb年龄： $845.1 \pm 6.1\text{Ma}$ ）、基性杂岩（Sm-Nd全岩矿物等时线年龄： $767 \pm 20\text{Ma}$ ）、闪长岩（锆石U-Pb年龄： $758 \pm 11\text{Ma}$ ）、花岗闪长岩（锆石U-Pb年龄： $728 \pm 23\text{Ma}$ ）及花岗岩（锆石U-Pb年龄： $550.4 \pm 9.2\text{Ma}$ ）的同位素年龄。

◆综合地质、同位素年代学研究成果，探讨了工作区地质构造演化历史，认为Gimbi-Nejo地区泛非构造期历经了大陆裂解及海底扩张、大洋消减闭合、弧陆碰撞、伸展走滑等四个阶段。

黑云（角闪）斜长片麻岩锆石CL图



黑云（角闪）斜长片麻岩



黑云（角闪）
斜长片麻岩

激光剥蚀等离子质谱
(LA-ICPMS)
U-Pb法

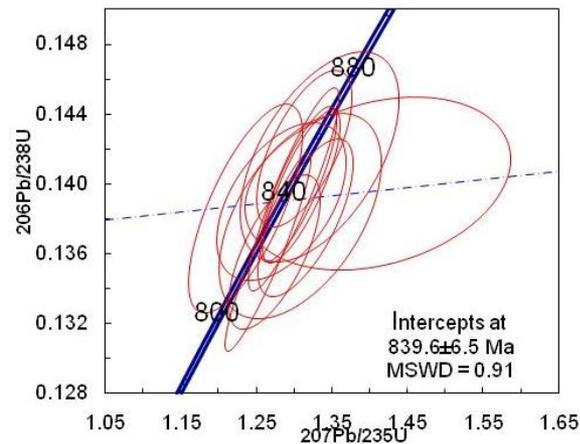
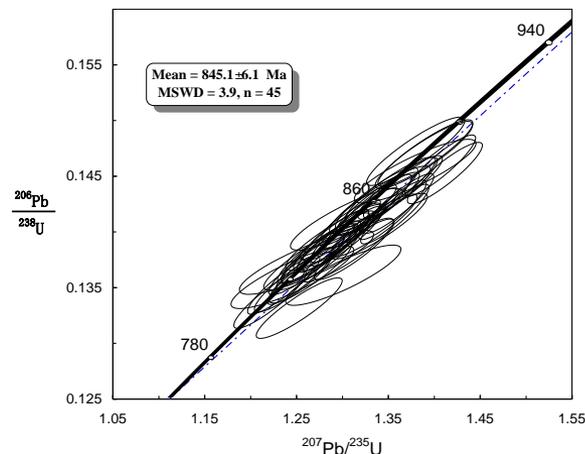
测得年龄为 $845.1 \pm 6.1 \text{ Ma}$

SHRIMP
U-Pb法

测得年龄为 $839.6 \pm 6.5 \text{ Ma}$

花岗闪长质
片麻岩

锆石年龄谐和图



中基性侵入岩

闪长岩

SHRIMP
U-Pb法

测得年龄为
 839.6 ± 6.5 Ma

中酸性侵入岩

激光剥蚀等离子质谱
(LA-ICPMS)
U-Pb法

SHRIMP
U-Pb法

黑云花岗闪长岩

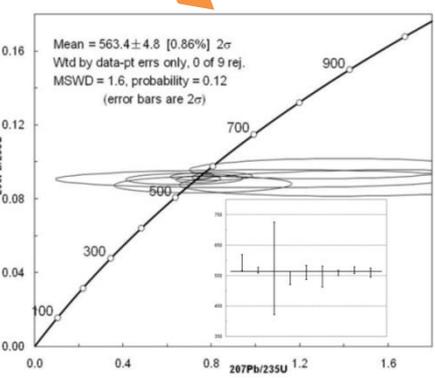
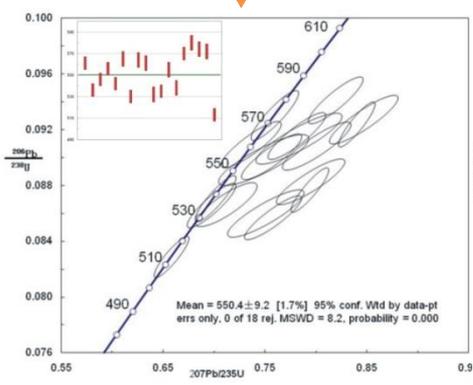
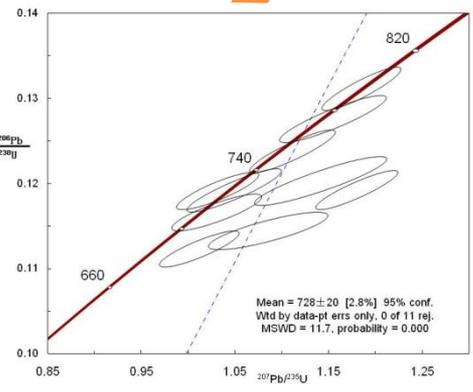
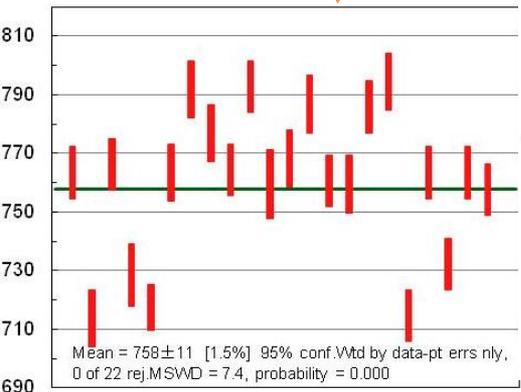
黑云正长花岗岩

黑云母碱长花岗岩

728 ± 20 Ma

550.4 ± 9.2 Ma

563.4 ± 4.8 Ma



大陆裂解及海底扩张阶段

近南北向构造带中蛇绿岩组合的发现，代表了海底扩张时洋壳存在。花岗质片麻岩杂岩中岩浆结晶锆石U-Pb年龄值限定了演化的上限为 $845.1 \pm 6.1 \text{ Ma}$ 。而蛇绿岩组合中的变玄武岩的年龄代表弧后盆地最大扩张时限为 $817.1 \pm 5.5 \text{ Ma}$ 。

大洋消减闭合阶段

以弧后裂谷盆地沉积建造及岩浆弧的形成为代表。出现了双峰式火山岩组合和以变质碎屑岩-钙硅酸盐岩-大理岩夹变基性火山岩组合为代表的弧后盆地沉积建造，基性-中基性岩浆弧的 $767 \pm 20 \text{ Ma}$ -- $758 \pm 11 \text{ Ma}$ 年龄代表了本阶段主期时代。

弧弧碰撞阶段

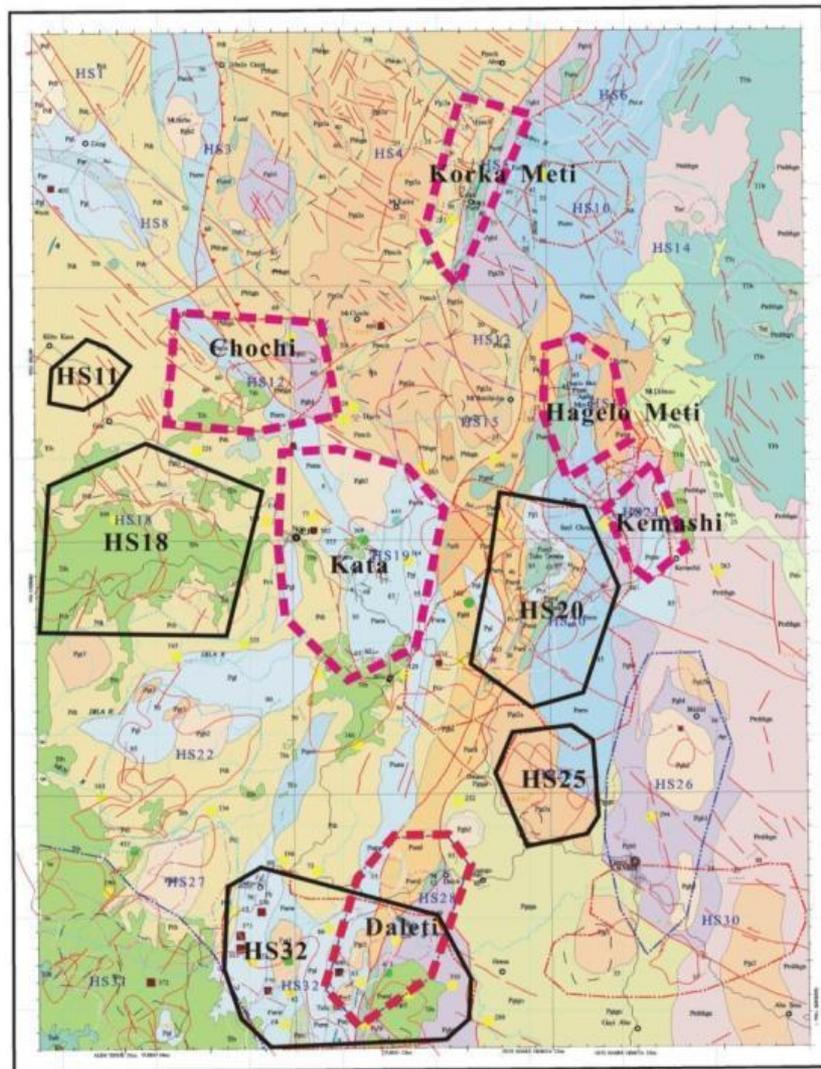
以研究区发育逆冲—褶皱变形 (D_1)、区域变质作用及同构造期的中酸性岩浆活动为特征，同构造期花岗岩-花岗闪长岩中锆石U-Pb年龄值为 $728 \pm 20 \text{ Ma}$ ，代表了该阶段构造活动的主峰时代。

走滑伸展阶段

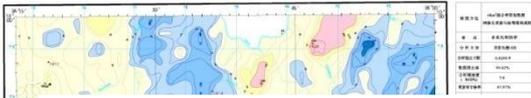
该时期主要为构造剪切与滑脱变形，早期为近南北向左行韧性剪切变形 (D_2)，后期以滑脱变形 (D_3) 为主，同时伴随有中酸性岩浆活动，区内碱长花岗岩和正长花岗岩的成岩年龄 $563.4 \pm 4.8 \text{ Ma}$ -- $550.4 \pm 9.2 \text{ Ma}$ ，大致代表了本阶段时限。

地球化学调查

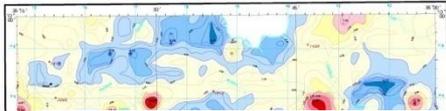
- ◆完成水系沉积物测量采样面积9040平方公里，圈出组合异常32处。划出了15个地球化学异常区(带)。
- ◆筛选出6处异常进行了重点检查，同时踏勘性检查了5个异常。通过野外及室内工作认为6处异常具有进一步工作价值。
- ◆依据区域成矿地质背景认为工作区具有寻找金、镍、铂、铜、铁等矿产资源的潜力。划分出4个三级成矿带，5个A类找矿远景区和4个B类找矿远景区。



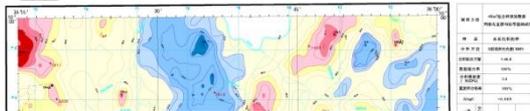
埃塞俄比亚 GIMBI-NEJO 地区
银地球化学图



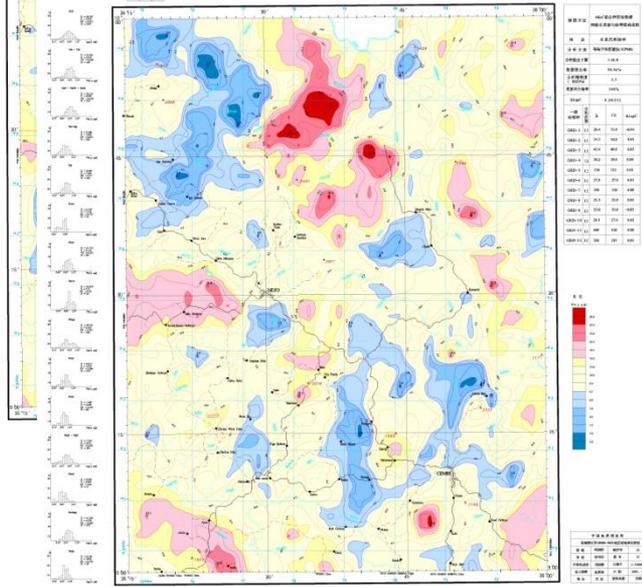
埃塞俄比亚 GIMBI-NEJO 地区
金地球化学图



埃塞俄比亚 GIMBI-NEJO 地区
铜地球化学图



埃塞俄比亚 GIMBI-NEJO 地区
铅地球化学图



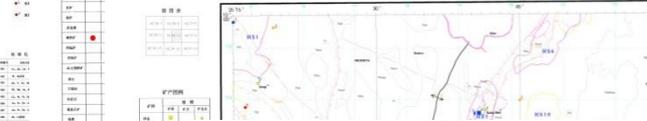
埃塞俄比亚 GIMBI-NEJO 地区
金、银、铅、锌、钾、铀、汞、镉组合异常图



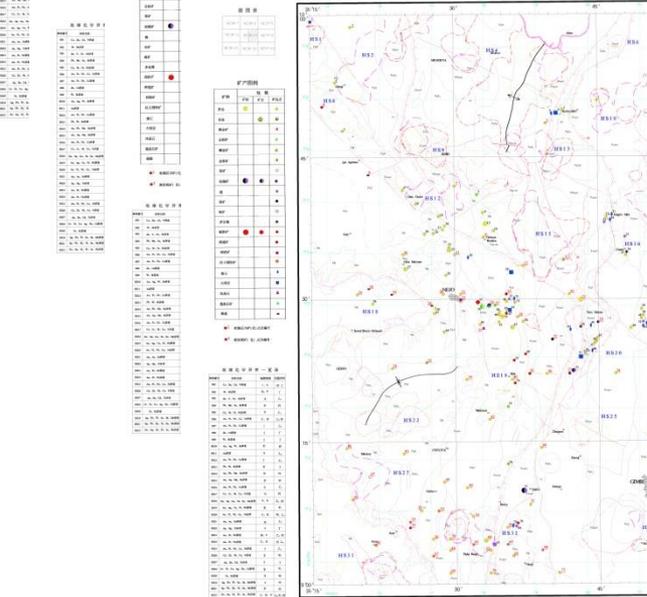
埃塞俄比亚 GIMBI-NEJO 地区
铜、钴、镍、钼、钒、钛、铁组合异常图



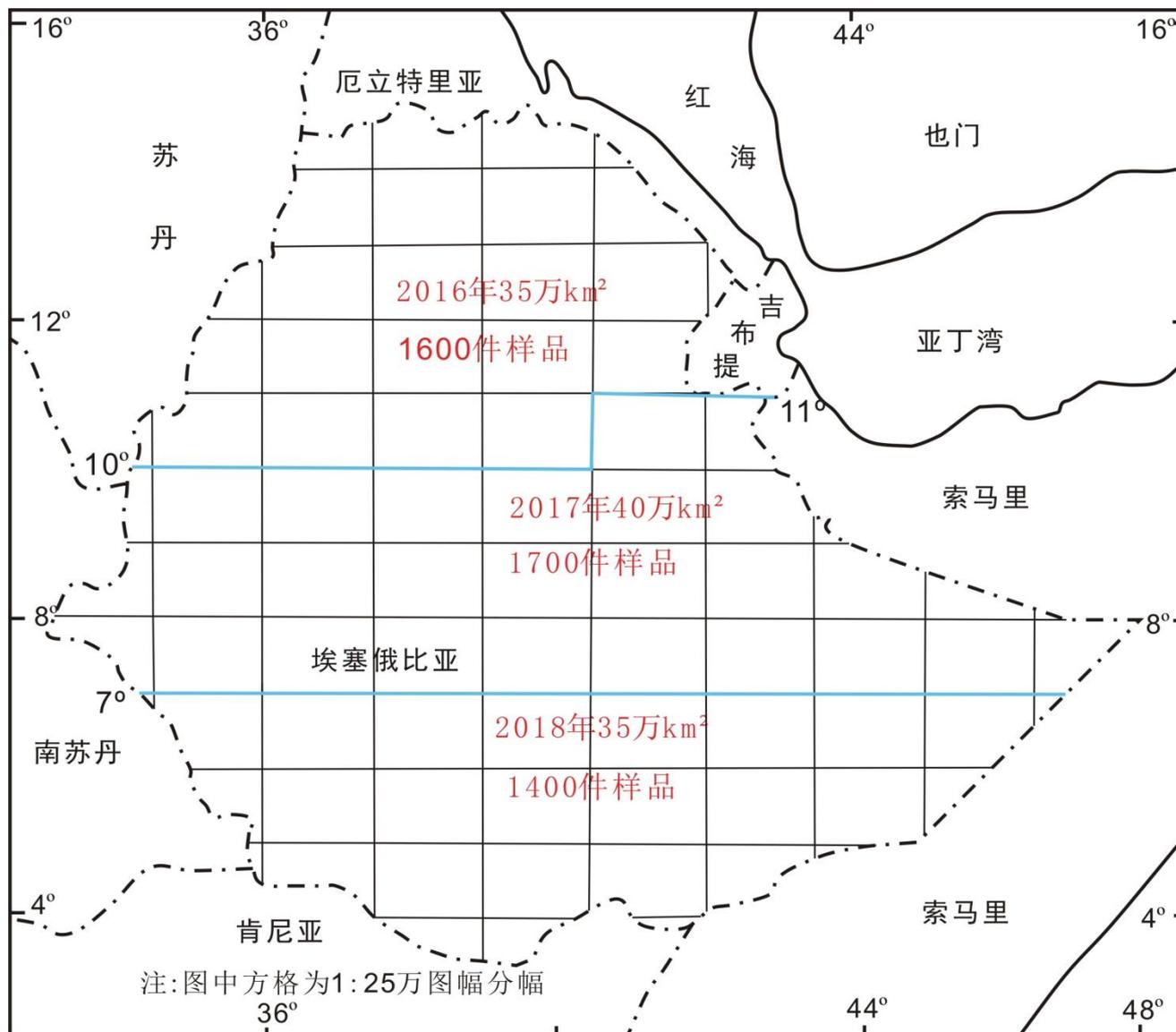
埃塞俄比亚 GIMBI-NEJO 地区
金、铂、钯、铜组合异常图



埃塞俄比亚 GIMBI-NEJO 地区
铟、锡、铋、钨、钼、锂、氟组合异常图



2016-2018年低密度地球化学调查部署图



中埃地学领域合作取得成果

矿产资源调查与评价

◆ 确认各类矿（化）点或矿化信息点81处（含砂金、非金属矿产）。编制了工作区1:25万区域地质矿产图。

◆ 系统对区内主要矿产（金、铂族元素、镍、铁、铜等）的矿床类型进行了划分。对典型矿床（点）的成矿地质条件及成因类型进行了初步探讨。

| 成矿阶段 | 沉积组合 | 岩浆作用 | 变质作用 | 构造变形 | 形成时代 | 成矿类型 | 代表性矿床 |
|---------------|-----------------|---------------------------|--------|--------------------------|------------------------------|----------------------|-----------------------|
| 大陆裂解及海底扩张成矿阶段 | | 蛇绿岩 | | 裂谷作用 | 小于845.1±6.1Ma, 主期817.1±5.5Ma | 铂族元素、铬、镍、钴 | Yubdo铂矿、Dalati镍矿 |
| 大洋消减闭合成矿阶段 | 碎屑岩-钙硅酸盐岩-大理岩组合 | 双峰式火山岩组合、基性环状杂岩体、中基性侵入岩岩基 | | | 767±20Ma—758±11Ma | 条带状磁铁矿 | Kata铁矿 |
| | | | | | | 与基性火山岩相关的块状磁铁矿 | |
| | | | | | | 岩浆熔离型磁铁矿、磷矿 | Bikilal铁矿 |
| 弧弧碰撞成矿阶段 | | 同构造期花岗岩 | 区域绿片岩相 | 逆冲—褶皱变形(D ₁) | 728±20Ma | 高温热液钼、钨矿化和接触变质带金、铜矿化 | Fakusho钼矿、Chochi铜金矿点 |
| 走滑伸展地壳隆升成矿阶段 | | 正长花岗岩和碱长花岗岩侵位 | | 左行韧性剪切变形、滑脱变形 | 563.4±4.8 Ma 550.4±9.2 Ma | 与剪切带相关石英脉性金矿化、蚀变岩型金矿 | Dul金矿、Bekuji-motish金矿 |

典型矿床

Gumu金矿

Bushane Aleltu

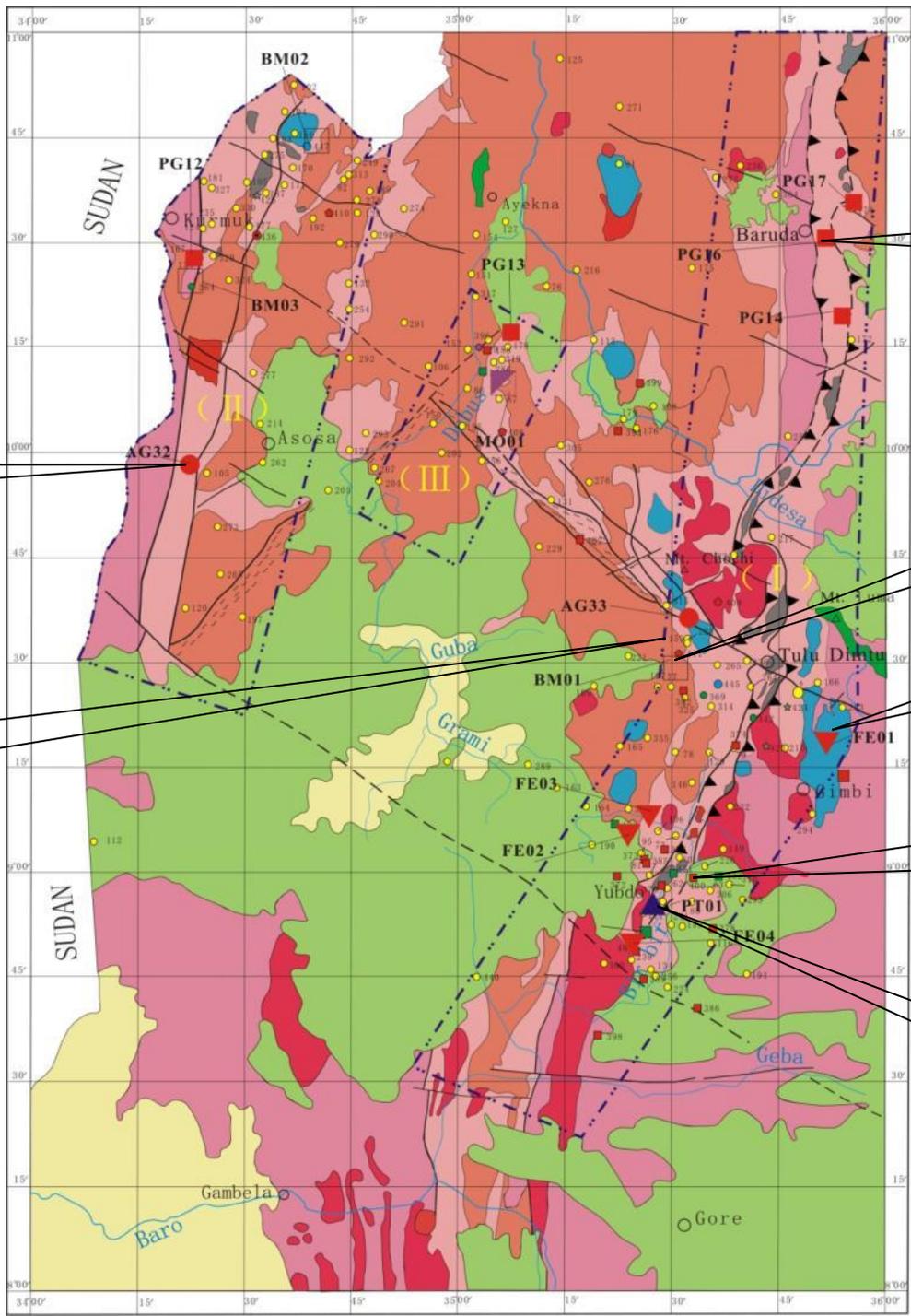
Bulen金矿

Kata铜金矿

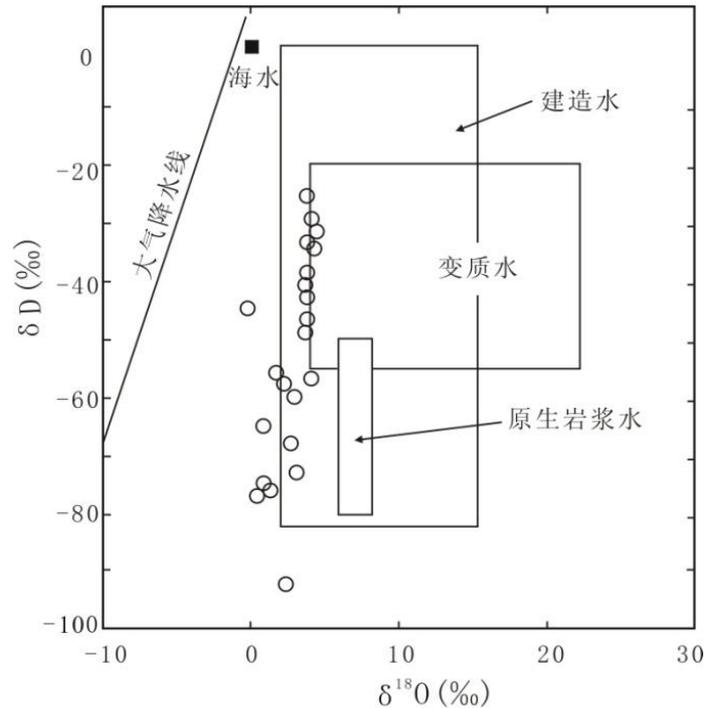
Bikilal铁矿

Tulu Capi 金矿

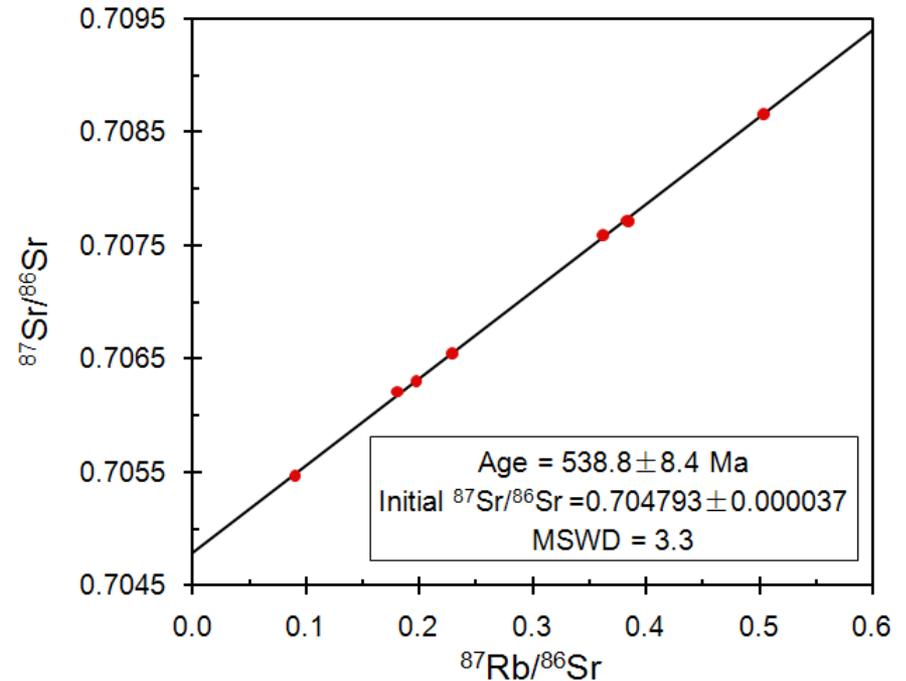
Yubdo铂矿



◆首次通过氢、氧、氩、氦等稳定同位素和流体包裹体研究对区内剪切带型金矿的物质来源、成矿流体性质、成矿时代进行了探讨。本区金矿属中温热液型矿床，成矿流体主要为中低温低盐度流体和中低温中高盐度流体，主要来源于地壳流体，流体为变质水、建造水与大气降水的混合。运用流体包裹体Rb-Sr测年，首次确定了石英脉型金矿的成矿年龄为545Ma±7Ma，矿床形成于泛非期构造热事件的晚期。



石英流体包裹体 $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-SMOW}}\text{‰}-\delta\text{D}_{\text{V-SMOW}}\text{‰}$ 关系图



石英流体包裹体Rb-Sr同位素等时线年龄

中埃地学领域合作取得成果

能力建设方面

近5年来，累计培训埃塞俄比亚地质技术人员100多人次。联合开展各类学术研讨会5次。



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

中埃地学领域合作展望

地学领域合作的机遇

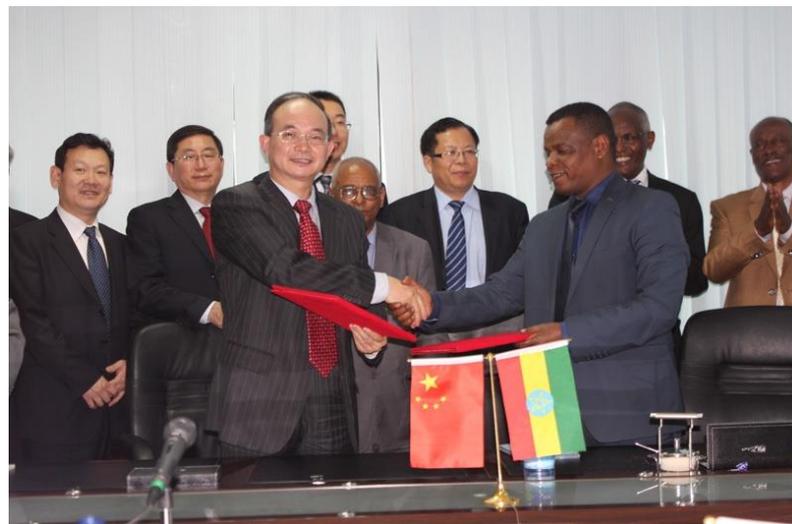
- 两国经济发展对地学领域合作的需求
- 友好的双边关系
- 埃塞俄比亚优良的资源禀赋
- 埃塞俄比亚优越的矿业投资环境
- “一带一路”战略的实施



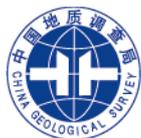
中埃地学领域合作展望

2016年4月12日中国地质调查局钟自然局长在访问埃塞俄比亚期间，与埃塞俄比亚矿业与石油天然气部副部长瓦克格诺·富瑞签署了《中国地质调查局与埃塞俄比亚地质调查局区域地球化学填图项目合作协议》。

为进一步落实本项目协议，促进中埃两国地学领域的合作，中国地质调查局武汉地质调查中心已派出项目组赴埃塞俄比亚开展埃塞俄比亚全国地球化学调查项目。



中国-埃塞俄比亚双方签署合作项目协议



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

中埃地学领域合作展望

地学领域合作的愿景

- 打造中国-西非北非地学合作研究中心区域性合作平台
- 双方地调机构+其他国际地质机构的合作模式
- 项目合作+中国地质院校的人才培养方式
- 以国际矿业公司需求和解决区域性地质科学问题为合作方向



谢谢！



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY