

doi: 10.12029/gc20230215001

刘金龙, 李仁民, 周永恒, 董存杰. 2025. 中蒙俄东段地区地质背景及优势金属矿产成矿时空分布规律[J]. 中国地质, 52(3): 945–971.

Liu Jinlong, Li Zhumin, Zhou Yongheng, Dong Cunjie. 2025. Geological setting, spatiotemporal distribution of predominant metal deposits in eastern section of China, Mongolia and Russia[J]. *Geology in China*, 52(3): 945–971(in Chinese with English abstract).

# 中蒙俄东段地区地质背景及优势金属矿产 成矿时空分布规律

刘金龙, 李仁民, 周永恒, 董存杰

(中国地质调查局沈阳地质调查中心, 辽宁 沈阳 110000)

**摘要:**【研究目的】中蒙俄东段地区地质演化历史复杂、成矿作用强烈, 加强跨境地区成矿作用的研究, 尤其是全区尺度成矿规律的总结, 对提升区域基础地质研究水平和找矿勘查具有重要意义。【研究方法】通过收集各类地质资料, 对成矿地质特征、资源禀赋、矿床时空分布、成矿背景等进行了梳理。【研究结果】研究区已探明或发现的超大型矿床 10 处、大型矿床 33 处、中型矿床 55 处、小型矿床(及矿点)众多。总体上可划分为与前寒武纪构造体系有关的矿床、与古亚洲洋构造体系有关的矿床、与蒙古—鄂霍茨克构造体系有关的矿床、与蒙古—鄂霍茨克洋和古太平洋构造体系叠加有关的矿床。【结论】区域矿床时空规律明显, 各个历史时期形成的最重要矿产包括: 分布在西阿尔丹—苏塔姆地区的太古宙 Fe 矿床; 分布在乌多坎—戴奥斯莱格里尔地区的古元古代 Cu-Fe-Ti 矿床和贝加尔—木雅构造带的新元古代 Pb-Zn 矿床; 分布在叶尼塞—后贝加尔边构造带的寒武纪—志留纪 Fe-Zn-Ti 矿床; 分布在贝加尔—帕托姆构造带的石炭纪 Au 矿床; 分布在奥洪—色楞格地区的三叠纪 Cu-Mo 矿床和安加拉河—伊利姆地区的晚二叠世—早三叠世 Fe 矿床; 分布在蒙古—鄂霍茨克构造带及其周边地区的中侏罗世—白垩纪 Au-Pb-Zn-W-Mo 矿床。

**关键词:** 金属矿产; 金-铅-锌-钨-钼矿; 地质背景; 西伯利亚地台; 古亚洲洋; 蒙古—鄂霍茨克洋; 地质调查工程

**创新点:** 中蒙俄东段地区总体上可划分为与前寒武纪构造体系、古亚洲洋构造体系、蒙古—鄂霍茨克构造体系、蒙古—鄂霍茨克洋和古太平洋构造体系叠加有关的矿床; 各个历史时期形成的最重要矿产有太古宙 Fe 矿床, 元古宙 Cu-Fe-Pb-Zn-Ti 矿床, 寒武纪—志留纪 Fe-Zn-Ti 矿床, 泥盆纪—早石炭世 Au 矿床, 晚石炭世—早侏罗世 Cu-Mo-Fe 矿床, 中侏罗世—白垩纪 Au-Pb-Zn-W-Mo 矿床。

中图分类号: P618.2 文献标志码: A 文章编号: 1000-3657(2025)03-0945-27

## Geological setting, spatiotemporal distribution of predominant metal deposits in eastern section of China, Mongolia and Russia

LIU Jinlong, LI Zhumin, ZHOU Yongheng, DONG Cunjie

(Shenyang Center, China Geological Survey, Shenyang 110000, Liaoning, China)

**Abstract:** This paper is the result of geological survey engineering.

**[Objective]** The eastern segment of China–Mongolia–Russia has a complex geological evolution history with strong mineralization.

收稿日期: 2023-02-15; 改回日期: 2023-05-15

基金项目: 中国地质调查局项目(DD20221806)资助。

作者简介: 刘金龙, 男, 1988 年生, 高级工程师, 主要从事区域地质矿产调查与研究工作; E-mail: liujinlong0815@yeah.net。

通信作者: 李仁民, 男, 1983 年生, 高级工程师, 主要从事东北亚地区地质矿产调查与研究工作; E-mail: 45569520@qq.com。

Thus, it is of great significance to enhance the study about cross-boundary mineralization and, particularly, the summary of region-wide mineralization rules for improving the level of regional basic geological research and ore exploration. **[Methods]** By compiling all kinds of geological data, we disentangle the metallogenic geological features, resource endowment, temporal and spatial distribution of ore deposits, metallogenic background and so on. **[Results]** Within the study area, 10 super-large ore deposits, 33 large ore deposits, 55 medium ore deposits, and numerous small ore deposits (and occurrences) were proved or discovered. In general, it can be divided into the deposits related Precambrian tectonic system, the deposits related Paleo-Asian Ocean tectonic system, the deposits related Mongolia-Okhotsk tectonic system, and the deposits superimposed by the Mongolia-Okhotsk Ocean and Paleo-Pacific tectonic system. **[Conclusions]** The spatial and temporal distribution features of regional ore deposits are obvious: The most important deposits formed in various periods, including the Archean Fe deposits distributed in the West Aldan-Sutam area, the Paleoproterozoic Cu-Fe-Ti deposits distributed in the Udokan-DyosLeglier area and the Neoproterozoic Pb-Zn deposits distributed in the Baikal-Muya tectonic belt, the Cambrian-Silurian Fe-Zn-Ti deposits distributed in the Yenisey-Transbaikalian tectonic belt, the Carboniferous Au deposits distributed in the Baikal-Patom tectonic belt, the Triassic Cu and Mo deposits distributed in the Orhon-Selenge area and the Late Permian-Early Triassic Fe deposits in the Angara-Ilim area, and the Middle Jurassic-Cretaceous Au-Pb-Zn-W-Mo deposits distributed in the Mongolia-Okhotsk tectonic belt and its surrounding areas.

**Key words:** metal deposit; Au-Pb-Zn-W-Mo minerals; geological setting; Siberian Platform; the Paleo-Asian Ocean; the Mongolia-Okhotsk Ocean; geological survey engineering

**Highlights:** Generally, the ore deposits in the eastern segment of China-Mongolia-Russia can be divided into the deposits related Precambrian tectonic system, the deposits related Paleo-Asian Ocean tectonic system, the deposits related Mongolia-Okhotsk tectonic system, and the deposits superimposed by the Mongolia-Okhotsk Ocean and Paleo-Pacific tectonic system. The most important ore deposits formed in each historical period are the Archean Fe, the Proterozoic Cu-Fe-Pb-Zn-Ti, the Cambrian-Silurian Fe-Zn-Ti, the Devonian-Early Carboniferous Au, the Late Carboniferous-Early Jurassic Cu-Mo-Fe, and the Middle Jurassic-Cretaceous Au-Pb-Zn-W-Mo.

**About the first author:** LIU Jinlong, male, born in 1988, senior engineer, mainly engaged in regional geological mineral survey and research; E-mail: [liujinlong0815@yeah.net](mailto:liujinlong0815@yeah.net).

**About the corresponding author:** LI Zhumin, male, born in 1983, senior engineer, mainly engaged in northeast Asian regional geological mineral survey and research; E-mail: [45569520@qq.com](mailto:45569520@qq.com).

**Fund support:** Supported by the project of China Geological Survey (No.DD20221806).

## 1 引言

中蒙俄东段地区空间范围北起西伯利亚地台南缘、西至图瓦—蒙古超地体、东南接中蒙古—额尔古纳地块,为中国、蒙古、俄罗斯三国跨境区域(图 1, Badarch et al., 2002; Nokleberg, 2010)。该区具有长期而复杂的地质演化历史,经历了太古宙克拉通形成,元古宙裂解—增生,早古生代古亚洲洋构造域俯冲、造山,晚古生代—中生代蒙古—鄂霍茨克洋构造域裂解、俯冲、“剪刀”式闭合—造山等构造作用(Li, 2006; Zorin et al., 2007; Vladimirov et al., 2008; Rytsk et al., 2011; Kovach et al., 2013; Donskaya, 2020; Ma et al., 2022)。独特的构造—岩

持续时间长、成矿机制复杂为特点(Badredinov et al., 2009; Gongalsky and Krivolutskaya, 2019)。据笔者不完全统计(表 1),研究区已探明或发现的超大型矿床 10 处、大型矿床 33 处、中型矿床 55 处、小型矿床(及矿点)众多,区域矿床时空规律明显,各个历史时期形成的最重要矿产有太古宙 Fe 矿床,元古宙 Cu、Fe、Pb、Zn、Ti 矿床,寒武纪—志留纪 Fe、Zn、Ti 矿床,泥盆纪—早石炭世 Au 矿床,晚石炭世—早侏罗世 Cu、Mo、Fe 矿床,中侏罗世—白垩纪 Au、Pb、Zn、W、Mo 矿床。

近些年,各国学者们陆续对区域基础地质、区域成矿学、区域动力学、区域成矿规律、深部构造等诸多方面做了系统总结(Dejidmaa et al., 2001; Nokleberg, 2010; 周永恒等, 2013, 2018a, b; 鲍庆中等, 2015; 柴璐等, 2017; Петров and Тетенькин,

2021)。但由于各国研究程度和学术观点参差不齐,加之各国学者掌握的资料不一致等原因,导致对成矿作用等方面的认识尚显不足,尤其在全区尺度成矿规律总结方面较为薄弱。因此,本文在前人重要资料基础上 (Dejidmaa et al., 2001; Badarch et al., 2002; Nokleberg, 2010; Petrov et al., 2017; Петров and Тетенькин, 2021), 结合最新的研究成果,对成矿地质特征、资源禀赋、矿床时空分布、成矿背景等进行论述,旨在提高区域研究程度,为区域重要金属矿产的找矿勘查提供依据。

## 2 区域大地构造单元及其主要特征

研究区主要构造单元如图 1 所示,西伯利亚克拉通是由被造山带和缝合带分割的几个太古宙和古元古代地块拼贴而成,拼合的历史包括 2.00~1.87 Ga 期间的三次构造-岩浆事件 (Donskaya, 2020;

Donskaya and Gladkochub, 2021)。由于前寒武纪、古生代和中生代沉积岩和火山岩的覆盖,西伯利亚克拉通基底岩石出露较少,不过在南部的阿尔丹 (Aldan) 和阿纳巴尔 (Anabar) 地区发现 3.6~3.0 Ga 的麻粒岩和片麻岩 (Nutman et al., 1992)。

贝加尔—帕托姆 (Baikal-Patom) 区包括早寒武纪基底和晚里菲期弧后盆地,该区晚里菲期碳酸盐、陆源沉积岩 (帕托姆杂岩),以及文德纪和前寒武纪沉积岩不整合覆盖于前寒武纪基底之上 (Parfenov et al., 2003)。在西部、北部和东部,该区沿着弧形断层系统与克拉通接壤,主要是向北逆冲断层 (Zorin et al., 2009)。该区的帕托姆杂岩为变质沉积岩,形成于弧后盆地环境,沉积于 1050~600 Ma (Zorin et al., 2007)。

贝加尔—木雅 (Baikal-Muya) 区是晚里菲期岛弧系统,西部发育角闪岩相玄武岩、镁铁—超镁铁

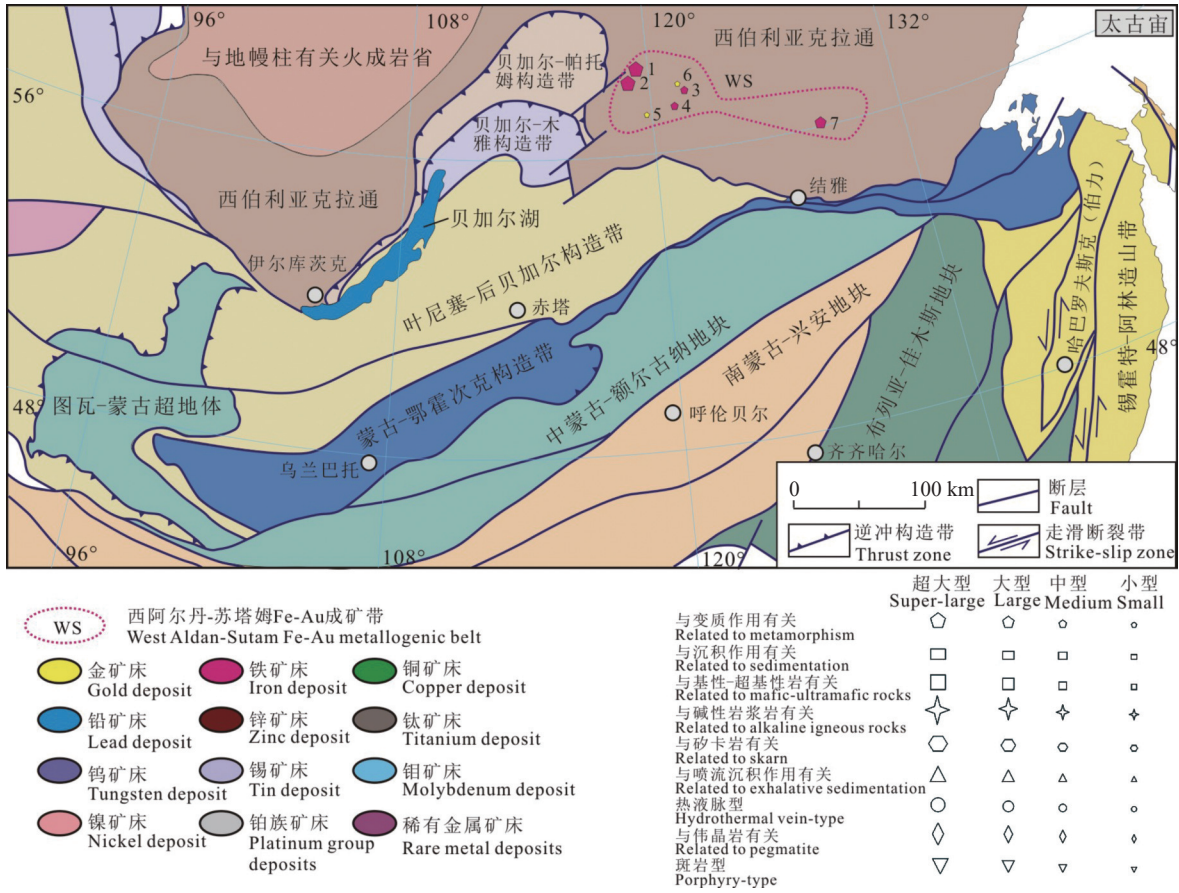


图 1 区域大地构造划分和太古宙主要成矿带 (据 Parfenov et al., 2001; Badarch et al., 2002; Nokleberg, 2010)

Fig.1 Regional geotectonic division and Archean main metallogenic belt (after Parfenov et al., 2001; Badarch et al., 2002; Nokleberg, 2010)

质和斜长岩层状侵入体,可能是深度侵蚀的岛弧基底(Zorin et al., 2009)。东部的火山岩成分多样,从玄武岩、玄武安山岩到流纹岩,及玻安岩脉,还存在绿片岩相-角闪岩相火山岩和镁铁-超镁铁质侵入岩,火山岩和深成岩的年龄大多集中在 825~700 Ma (Dmitrieva et al., 2013),岩石地球化学特征显示其为岛弧成因(Makrygina et al., 2007)。贝加尔—木雅区还包括前寒武纪地块(Muya 地块),可能是岛弧中岛屿的基底(Skuzovatov et al., 2017)。贝加尔—木雅岛弧、贝加尔—帕托姆弧后盆地在晚里菲期(630~610 Ma)拼贴到西伯利亚地台南缘,伴随一系列岩浆(Vernikovskiy and Vernikovskaya, 2006; Demonterova et al., 2011)和变质作用(Furnes and Safonova, 2019),并在早文德世处于被动大陆边缘(Gordienko, 2006)。

叶尼塞—后贝加尔构造拼贴带由文德纪—早古生代岛弧(Dzhida、Uda Vitim 和 Adatsag)、弧后盆地(Minusa Sayan 和 Transbaikalian 盆地)以及微地块组成(Belichenko et al., 2006; Gordienko et al., 2015)。叶尼塞—后贝加尔构造拼贴带的形成与古亚洲洋演化有关,岛弧系统在文德纪—早寒武世(640~530 Ma)发展成成熟(Belichenko et al., 2006)。根据文德纪—早中寒武世时期的古地磁数据(Kungurtsev et al., 2001; Vernikovskiy et al., 2009),现在的西伯利亚克拉通南缘被岛弧环绕,随着古亚洲洋板块的俯冲,各类地体拼贴到克拉通边缘。贝加尔和后贝加尔地区发育的晚寒武世—奥陶纪高级变质杂岩、同碰撞和后碰撞花岗岩类可被视为该期增生事件的响应(Reznitsky et al., 2007; Vladimirov et al., 2008; Rytsk et al., 2011; Kovach et al., 2013)。

蒙古—鄂霍茨克构造拼贴带主要由活动大陆边缘泥盆纪—石炭纪增生楔(杭盖、肯特和达斡尔区)、泥盆纪—早石炭世和晚二叠世—早侏罗世岛弧(奥伦区)、微地块组成(Zorin, 1999)。志留纪,古亚洲洋向北俯冲引起弧后拉张蒙古—鄂霍茨克洋打开,代表古太平洋的一个分支(Parfenov et al., 2003; Bussien et al., 2011)。在杭盖、肯特、达斡尔地区广泛分布着大量泥盆纪和石炭纪海相浊积岩、少量蛇绿岩,物源主要来自西伯利亚克拉通,对应于安第斯型活动大陆边缘的海沟(Zorin, 1999;

Yarmolyuk et al., 2008)。石炭纪,随着蒙古—鄂霍茨克洋的俯冲,它们增生到西伯利亚克拉通,经后期构造作用的改造形成现今格局(Kelty et al., 2008),这也可以从强烈的岩浆活动事件得到支持(Jahn et al., 2009)。

相对应地,奥伦地区的板块俯冲活动在石炭纪中期之前停止(Zorin, 1999)。古地磁数据显示晚石炭世和早二叠世时期,奥伦岛弧距离南部和北部的大陆很远(Kovalenko et al., 2022)。这也可以从泥盆纪—早石炭世地层起源于远离西伯利亚克拉通的岛弧附近,和石炭纪中期—晚石炭世和早二叠世海相沉积物方面得到支持(Zorin et al., 1995)。

此后,在晚二叠世板块俯冲活动再次开启,这可以从地层和岩浆活动方面得到证实:奥伦岛弧的东南边缘发育晚二叠世—早三叠世凝灰质浊积岩(Leonov et al., 2007),西北部发育海相沉积岩和凝灰岩,东北地区发育晚三叠世玄武安山岩、凝灰岩和砾岩(Leonov et al., 2007)。从切穿火山岩的基性层状侵入岩和英云闪长岩定年结果(~196 Ma)来看,奥伦岛弧下的俯冲应一直持续到早侏罗世。中晚侏罗世,蒙古—鄂霍茨克洋迅速关闭(黄始琪等, 2016)。

图瓦—蒙古超级地体(Superterrane)主要由北部的图瓦—蒙古地块(Tuva-Mongolia Massif)和南部的扎布汗地块(Dzabkhan Massif)构成(Gladkochub et al., 2013),在 750~650 Ma 期间二者处于分离状态,到新元古代末期它们完成拼合作用(Demonterova et al., 2011),并共同接受新元古界碳酸盐沉积盖层(Kravchinsky et al., 2010)。此后,在早奥陶世时期,图瓦—蒙古超级地体拼贴到西伯利亚克拉通南缘(Kuzmichev et al., 2001)。

图瓦—蒙古地块是由早前寒武纪基底和新元古代岛弧和蛇绿岩组成的复合地体,它们在晚新元古代拼合在一起,最古老的早前寒武纪岩石在加尔冈(Gargan)地区,发育的英云闪长岩片麻岩年龄为~2664 Ma 和~2727 Ma(Kovach et al., 2021)。扎布汗地块同样也发育早前寒武纪基底(Baydrag)和新元古代弧杂岩(Kravchinsky et al., 2010)。

中蒙古—额尔古纳地块由中蒙古地块和额尔古纳地块组成,二者在早古生代拼贴到一起,从而形成统一的地块(李锦轶, 1998; Sorokin et al.,

2004)。该地块北西方向以中生代蒙古—鄂霍茨克缝合带为界, 东南以古生代天山—南蒙古—大兴安岭缝合带为界(Li, 2006), 以显生宙花岗岩和中生代中酸性火山岩广泛分布, 以及不连续分布的前寒武纪变质岩系为标志(Wu et al., 2012)。中蒙古地块发育太古宙和古元古代变质杂岩, 而额尔古纳地块发育古元古代杂岩(Kozakov et al., 2003)。

### 3 主要金属矿床时空分布特点

#### 3.1 太古宙

西阿尔丹—苏塔姆 Fe—Au 成矿带(WS)发育超大型矿床 2 处, 成矿带主要有条带状铁矿床和绿岩带型金矿床。条带状铁矿床分布在西阿尔丹和苏塔姆地体, 西阿尔丹地体位于西伯利亚地台南缘的阿尔丹—斯坦诺夫地盾(Aldan—Stanovoy)的西部, 为花岗岩绿岩带地体, 绿岩带由 3.2~2.7 Ga 变火山岩和变沉积岩组成(图 1, Neymark et al., 1993)。该区铁矿床主要赋存在绿岩带博尔萨利斯克群(Borsalinsk Group), 矿石主要为磁铁矿和镁铁闪石—磁铁矿, 围岩主要为片岩、片麻岩、角闪岩等(Goroshko et al., 2010; Petrov et al., 2017)。该区约发现 10 处条带状铁矿床, 总储量超过 60 亿 t, 品位为 25%~29%。代表性矿床有超大型的塔林纳赫和戈尔基, 储量分别为 28.1 亿 t 和 16.2 亿 t(Petrov et al., 2017; Петров and Тетенькин, 2021)。另外, 该成矿区还发育产于韧性剪切带和石英脉中的金矿床, 如莱莫奇和奥隆多金矿, 它们被认为形成于 2.6~2.5 Ga 或古元古代晚期(表 1)(Bortnikov et al., 1998)。

塔林纳赫铁矿床矿体主要由细粒的角闪石—阳起石—磁铁矿含铁石英岩构成, 也有镁铁闪石—磁铁矿、绿泥石—磁铁矿和磁铁矿等类型。磁铁矿石英岩与黑云母—石英和白云母—绢云母—石英片岩以及石英岩互层, 厚 1.4~3.3 km。角闪石—长石片岩和角闪岩宽 0.5~7 m, 矿体延伸 22.5 km, 厚度达 330 m。矿区变质程度为绿帘石—角闪岩相, 矿体的构造主要为断层(图 2, Petrov et al., 2017; Петров and Тетенькин, 2021)。

苏亚姆地体位于阿尔丹(Aldan)地盾南部, 由副片麻岩、花岗岩质片麻岩、紫苏花岗闪长岩组成。副片麻岩为 Seim 群, 其母岩的 Sm—Nd 同位素年龄为 2.9~2.5 Ga; 正片麻岩的年龄为~3.1 Ga, 同变质作用

发生在 2.5 Ga 之后(Mishkin et al., 2001; Badredinov et al., 2009)。苏亚姆区铁矿床主要赋存在苏亚姆地体的副片麻岩中, 成矿类型为条带状铁建造型(苏必利尔湖型), 估计储量为 35~40 亿 t 铁矿石, 代表矿床有奥林匹克(6.1 亿 t)、卡巴京斯基(2.2 亿 t)、亚图古图拉(1.3 亿 t)、胡杜金斯科耶(1.8 亿 t)、亚金迪亚(1.66 亿 t)、基别尔斯捷诺沃耶(0.31 亿 t)等(Петров and Тетенькин, 2021)。

#### 3.2 元古宙

##### 3.2.1 乌多坎—戴奥斯莱格里尔 Cu—Ti—Ni—V—Fe—Pt—Au—稀有金属成矿带(UD)

该古元古代成矿带是区域最重要的成矿带, 成矿带西部为著名的科达尔—乌多坎成矿区(Kodar—Udokan)和东部的戴奥斯莱格里尔成矿区(图 3, Nokleberg, 2010)。科达尔—乌多坎成矿区位于西阿尔丹花岗岩绿岩带地体上的科达尔—乌多坎盆地中, 走向近东西, 长约 250 km。盆地内沉积了巨厚的古元古代乌多坎群(9~12 km), 主要由陆源碎屑岩和碳酸盐组成。另外, 该区还发育一系列古元古代岩浆岩, 如科达尔花岗岩和脉岩岩群、奇涅伊(Chiney)辉长岩、斜长岩和苏长岩岩群、卡图津(Katuginsky)碱性交代岩岩群等。发育矿床方面, 有赋存于乌多坎群的沉积型铜矿, 预测 Cu 资源量 4000 多 t, 如超大型的乌多坎矿床(Gablina, 1997), 赋存于奇涅伊岩群的岩浆岩型的奇涅伊 V—Ti—Fe 和 Cu—Ni—PGE 矿床, 与碱性交代岩群有关的卡图津 Ta—Nb—REE—Be 矿床。

乌多坎铜矿含矿层中包含各种泥质岩、粉砂岩、砂岩、钙质砂岩、砾岩—角砾岩, 年龄为 2.2~1.8 Ga(图 4, Gongalsky and Krivolutskaya, 2019)。矿体呈透镜状、层状或雁列状分布, 主要矿体延伸达 2~3 km。常见的原生矿物有辉铜矿、斑铜矿、黄铜矿、黄铁矿、磁铁矿等。矿石品位方面, Cu 为 1.36%~1.76%、Ag 为 9~20.7 g/t、Au 为 1 g/t、S 为 0.36%~0.39%、Pt 为 0.1~0.21 g/t、Pd 为 0.94 g/t; 储量方面, Cu 为 1973 万 t、Ag 为 1.5 万 t、Au 为 1.4 万 t、S 为 1431 万 t(Петров and Тетенькин, 2021)。另外, 还有些同类型但储量较小的铜矿床, 如温库尔、萨金斯科耶、克拉斯诺耶、苏尔班斯科耶、普拉沃—英加马基茨科耶等。

奇涅伊岩体产出在一个沿着乌多坎盆地南缘

表 1 中蒙俄东段地区主要金属矿产统计 ( 据 Dejidmaa et al., 2001; Nokleberg, 2010; Петров and Тетенькин, 2021 )

Table 1 Statistics of main metal deposits in the eastern part of China, Mongolia and Russia (after Dejidmaa et al., 2001; Nokleberg, 2010; Петров and Тетенькин, 2021)

序号	矿床 (中文)	矿床 (英文)	成矿时代	成矿成矿带 带中编号	成因类型	主要矿种	纬度 (N)	经度 (E)	规模
1	塔林纳赫	Tarynnakh		1	BIF型	Fe	58°17'55" 119°16'43.49"		超大型
2	戈尔基	Gorkitsky		2	BIF型	Fe	58°04'39" 119°09'35"		超大型
3	涅柳金	Nelyuki		3	BIF型	Fe	57°39'25" 121°39'50.79"		中型
4	达格迪	Dagda		4	BIF型	Fe	57°13'23" 121°3'48.05"		中型
5	奥隆多	Olondo		5	绿岩带型	Au	57°4'22" 119°43'48.45"		小型
6	莱莫奇	Lemochi	太古宙	6	绿岩带型	Au	57°49'22" 121°18'44.26"		小型
7	奥林匹克	Olimpiyskoe		7	BIF型	Fe	56°4'26" 127°54'35.99"		大型
8	卡巴京斯基	Kabakinski		8	BIF型	Fe	/ /		大型
9	亚图古图拉	Atugura		9	BIF型	Fe	/ /		大型
10	胡杜金斯科耶	Hudukinskoye		10	BIF型	Fe	/ /		大型
11	亚金迪亚	Achindia		11	BIF型	Fe	/ /		大型
12	基别尔斯捷诺沃耶	Kibelszenovoye		12	BIF型	Fe	/ /		中型
13	乌多坎	Udokanskoye		1	沉积型	Cu	56°33'23" 118°29'59.86"		超大型
14	萨金斯科耶	Sakinskoye		2	沉积型	Cu	56°34'24" 118°41'55.68"		小型
15	克拉斯诺耶	Krasnoye		3	沉积型	Cu	56°47'23" 119°0'46.20"		小型
16	苏尔班斯科耶	Sulbanskoye		4	沉积型	Cu	56°49'20" 117°25'57.50"		小型
17	普拉沃—英加马基茨科耶	Pravo-Ingamakitskoye		5	沉积型	Cu	56°24'16" 118°33'57.00"		小型
18	布尔帕林斯科耶	Burpalinskoye		6	沉积型	Cu	56°0'52" 119°39'48.81"		小型
19	温库尔	Unkurskoye		7	沉积型	Cu	56°49'20" 118°33'53.46"		小型
20	奇涅伊	Chineyskoye		8	与基性—超基性 岩浆有关型	Fe、Ti、Cu、 Ni	56°27'25" 118°42'48.33"		超大型
21	卡图津	Katuginskoye		9	与碱性岩浆岩有关型	Ta、Nb、REE	56°17'24" 119°11'51.01"		/
22	莱迪亚诺	Ledyanoe		10	热液脉型	Au	56°9'26" 119°29'47.28"		小型
23	普拉沃卡巴坦斯科	Pravokabaktanskoe	元古宙	11	热液脉型	Au	56°40'25" 122°30'53.01"		小型
24	塔耶日诺耶	Tayozhnoe		12	矽卡岩型	Fe	57°45'24" 125°25'36.74"		超大型
25	迪奥索夫斯科	Dyosovskoe		13	矽卡岩型	Fe	57°34'27" 124°31'46.98"		大型
26	霍洛德宁	Kholodninskoye		1	喷流沉积型	Pb、Zn	56°12'26" 109°49'6.51"		超大型
27	别洛齐明	Beloziminskoye		1	与碱性岩浆岩有关型	Nb、Ta	55°33'29" 100°33'22.07"		大型
28	祖恩—霍尔宾	Zun-Kholba		1	热液脉型	Au	52°7'29" 101°14'20.17"		大型
29	巴伦—霍尔宾	Barun-Kholba		2	热液脉型	Au	52°8'58" 101°0'19.78"		中型
30	先锋2	Pionerskoye 2		3	热液脉型	Au	52°4'57" 100°58'22.11"		中型
31	博尔茨—乌尔	Borts Uul		1	喷流沉积型	Cu	49°18'11" 93°58'50.70"		小型
32	戈兹戈尔	Gozgor		2	喷流沉积型	Cu	49°13'24" 91°57'46.57"		小型
33	拜德拉金戈尔 I	Baydragiin Gol I		1	BIF型	Fe	46°11'00" 99°17'00"		小型
34	拜德拉金戈尔 II	Baydragiin Gol II		2	BIF型	Fe	46°10'00" 99°21'00"		小型
35	拜德拉金戈尔 III	Baydragiin Gol III		3	BIF型	Fe	46°9'00" 99°24'00"		小型
36	哥别坎斯克	Gerbikanskoe		1	喷流沉积型	Fe	53°28'40" 133°11'54.06"		大型
37	米坎斯克	Milkanskoe		2	喷流沉积型	Fe	54°2'31" 134°7'30.38"		小型
38	加兰斯克	Galamskoe		3	喷流沉积型	Fe	53°36'15" 133°55'27.59"		小型
39	爱特马丁斯克	Itmatinskoe		4	喷流沉积型	Fe	53°20'35" 133°23'42.07"		小型
40	库鲁姆斯克	Kurumskoe		5	喷流沉积型	Fe	53°21'59" 132°52'18.52"		小型
41	凯门努斯因斯克	Kamenushinskoe	寒武纪—志留纪	1	喷流沉积型	Cu、Fe、Zn	52°42'22" 129°6'35.18"		小型
42	加尔	Gar		2	矽卡岩型	Fe	52°33'26" 129°3'37.97"		小型
43	奥泽尔	Ozernoye 2		1	喷流沉积型	Zn	52°58'22" 111°38'58.63"		超大型
44	乌尔祖图伊斯科耶	Ulzutuiszkoye		2	喷流沉积型	Zn	53°2'52" 111°40'7.79"		小型
45	贡都	Gundui		3	热液脉型	Cu	52°55'32" 111°32'4.89"		中型
46	克鲁奇宁	Kruchinskoye		4	与基性—超基性 岩浆有关型	Ti	52°11'23" 114°22'5.56"		超大型
47	托莫尔蒂	Tomortei		1	矽卡岩型	Fe	49°40'27" 107°16'8.83"		小型

续表 1

序号	矿床 (中文)	矿床 (英文)	成矿时代	成矿带 中编号	成因类型	主要矿种	纬度 (N)	经度 (E)	规模
48	巴彦格勒3	Bayangol 3		2	矽卡岩型	Fe	49°35'26"	107°19.65"	中型
49	欧玉陶勒盖3	Oyut tolgoi 3		3	矽卡岩型	Fe、Cu、Au	49°38'20"	106°38'38.17"	小型
50	托木尔陶勒盖	Tomor tolgoi		4	矽卡岩型	Fe	49°17'28"	106°10'15.67"	中型
51	舍尔特恩	Serten		5	矽卡岩型	Cu	49°3'35"	105°36'9.00"	小型
52	科托	Khotol		6	与基性—超基性 岩浆有关型	Ni	49°3'15"	105°28'15.16"	小型
53	塞尔滕—诺贡	Serten-Nomgon		7	与基性—超基性 岩浆有关型	Cu	49°3'26"	104°55'13.70"	小型
54	奥尔特苏格	Oortsog		8	与基性—超基性 岩浆有关型	Cu、Ni	47°52'24"	102°14'21.41"	小型
55	沃尔科—伊斯基	Verkhne-Iiskoye		1	与基性—超基性 岩浆有关型	Ti、Fe	52°59'24"	99°39'27.14"	大型
56	伊尔宾斯科耶	Irbinskoye		1	矽卡岩型	Fe	53°59'28"	92°32'35.15"	中型
57	别廖佐夫斯科耶	Beryozovskoye		2	矽卡岩型	Fe	54°28'32"	93°2'35.29"	小型
58	玛戈兹	Margoz		3	矽卡岩型	Fe	54°22'9"	93°10'48.03"	小型
59	鲁迪—卡斯卡德	Rudny-Kaskad		4	矽卡岩型	Fe	54°9'52"	93°11'2.70"	小型
60	捷列霍夫斯科耶	Terekhovskoye		5	矽卡岩型	Fe	54°3'32"	93°29'33.63"	小型
61	奥迪诺奇诺耶	Oдиноchnoye		6	矽卡岩型	Fe	54°14'35"	93°10'28.88"	小型
62	穆金斯科耶	Mulginskoye		7	矽卡岩型	Fe	54°11'42"	93°3'28.52"	小型
63	伯鲁克斯科耶	Burluiskoye		8	矽卡岩型	Fe	54°1'33"	93°4'28.70"	小型
64	彼得罗巴甫洛 夫斯科耶	Petropavlovskoye		9	矽卡岩型	Fe	53°48'30"	93°37'33.08"	小型
65	兹纳缅斯科耶	Znamenskoye		10	矽卡岩型	Fe	54°5'32"	92°34'34.22"	小型
66	塔亚茨科耶	Tayatskoye		11	矽卡岩型	Fe	53°30'30"	94°13'43.40"	小型
67	塔布拉茨科耶	Tabratskoye		12	矽卡岩型	Fe	53°27'10"	93°59'34.92"	小型
68	卡其巴里克斯克	Khabalykskoye		13	矽卡岩型	Fe	53°28'42"	94°7'42.74"	小型
69	伊齐克斯克	Izykhskoye		14	矽卡岩型	Fe	53°34'33"	93°6'17.27"	小型
70	卡尔拜	Karbai	寒武纪— 志留纪	15	矽卡岩型	Fe	52°0'31"	90°32'37.49"	小型
71	贝洛基特斯科耶	Belokitatskoye		16	喷流沉积型	Fe	53°56'29"	95°36'53.80"	小型
72	西丁斯科耶	Sydinskoye		17	喷流沉积型	Fe	54°27'31"	92°5'37.06"	小型
73	康斯坦丁诺夫斯科耶	Konstantinovskoye		18	热液脉型	Au	54°23'32"	93°39'23.65"	小型
74	奥尔霍夫斯科耶	Olkhovskoye		19	热液脉型	Au	54°23'13"	93°28'51.94"	小型
75	哈希姆—高尔夫	Khachim gol		1	与基性—超基性 岩浆有关型	Fe	51°6'23"	100°16'15.59"	中型
76	塔斯蒂格斯科耶	Tastygskoye		1	伟晶岩型	Li、Ta、Nb	49°52'17"	97°17'12.30"	大型
77	上埃米根斯科耶	Verkhne-Emigenskoye		2	伟晶岩型	Li	49°53'8"	97°25'7.93"	小型
78	巴彦戈勒 1	Bayangol 1		3	伟晶岩型	Li	50°11'30"	96°37'18.63"	小型
79	布尔金斯科耶	Burginskoye		4	伟晶岩型	Li	49°58'26"	96°52'8.44"	小型
80	皮奇—塔斯蒂格斯科耶	Pichi-Tastygskoye		5	伟晶岩型	Li	49°51'25"	97°7'28.98"	小型
81	哈廷斯科耶	Khartynskoye		6	伟晶岩型	Li	50°0'30"	96°14'41.21"	小型
82	欧玉陶勒盖2	Oyut tolgoi 2		1	与基性—超基性 岩浆有关型	Cu	49°15'27"	95°58'26.84"	小型
83	奥恩慈乌尔	Onts Uul		2	与基性—超基性 岩浆有关型	Cu	49°9'57"	96°18'46.13"	小型
84	塔克希尔—努尔	Takhilt nuur		3	与基性—超基性 岩浆有关型	Cu、Ni	48°46'6"	96°45'55.81"	小型
85	索隆戈	Solongot		4	矽卡岩型	Cu	48°9'28"	99°1'22.62"	小型
86	哈恩加尔加兰特	Khanjargalant Uul		5	矽卡岩型	Cu	49°43'4"	100°4'14.91"	小型
87	明朱特陶勒盖	Minjuurt tolgoi		6	矽卡岩型	Cu	49°30'25"	99°1'24.02"	小型
88	斯卡恩	Skarn		7	矽卡岩型	Cu	49°12'48"	97°42'47.07"	小型
89	哈拉特乌尔	Kharaat Uul		8	矽卡岩型	Cu	49°15'28"	96°43'50.46"	小型
90	霍赫布尔金—霍恩迪	Khokhbulgiin khondii		1	矽卡岩型	Cu、Au	46°28'25"	99°36'19.14"	小型
91	察甘扎基尔	Tsagaantsakhir Uul		2	热液脉型	Au	46°4'38"	100°3'15.91"	小型
92	尤爱特温都尔	Uet Ondor		1	与基性—超基性 岩浆有关型	Fe、Ti	46°52'39"	95°39'21.07"	小型

续表 1

序号	矿床 (中文)	矿床 (英文)	成矿时代	成矿带 中编号	成因类型	主要矿种	纬度 (N)	经度 (E)	规模	
93	苏霍伊罗格	Sukhoy Log		1	热液脉型	Au	58°36'26"	115°14'56.13"	超大型	
94	维苏恰尔希	Vysochaishiy		2	热液脉型	Au	58°44'25"	115°32'2.83"	中型	
95	都盖尔丁斯克	Dogaldynskoe		3	热液脉型	Au	58°12'22"	114°43'4.56"	中型	
96	莫霍沃耶	Mokhovoye		1	斑岩型	Sn	55°47'23"	115°42'53.90"	中型	
97	伊洛金达	Irokinda		2	热液脉型	Au	55°56'21"	115°15'0.03"	中型	
98	威尔赫内—萨库坎 斯科耶	Verkhne-Sakukanskoye		3	热液脉型	Au	56°46'23"	116°56'52.30"	小型	
99	拉杜加	Raduga		1	热液脉型	Be	53°22'27"	95°12'26.22"	小型	
100	奥库涅夫斯科耶	Okunevskoye		2	热液脉型	Be	53°38'26"	94°4'28.37"	小型	
101	奥克特亚尔斯克	Oktyabrskoye 1		3	热液脉型	Au	53°9'13"	94°36'50.45"	小型	
102	奥布科尔斯克	Obkolskoye	泥盆纪— 早石炭世	KKM	4	热液脉型	Be	52°33'31"	91°42'26.69"	小型
103	阿克苏格	Aksug		5	斑岩型	Cu、Mo	53°25'31"	96°34'25.43"	中型	
104	达施科姆	Daschkemskoye		6	斑岩型	Mo	53°17'26"	96°54'23.46"	小型	
105	卡兹尔斯科耶	Kazyrskoye		7	热液脉型	Be、Li	53°28'30"	96°9'21.21"	小型	
106	乌兰托尔戈伊	Ulaantolgoi		1	与碱性岩浆 岩有关型	Zr、Nb、Ta	49°27'31"	93°2'24.47"	小型	
107	沙托勒盖	Shartolgoi		2	与碱性岩浆 岩有关型	Ta、Nb、Zr	49°4'32"	92°43'30.27"	小型	
108	托莫尔托勒盖	Tomortolgoi		1	喷流沉积型	Fe	47°22'27"	101°48'18.47"	中型	
109	祖吉因	Zoogiin		2	喷流沉积型	Fe	47°49'23"	99°36'21.99"	小型	
110	坎盖	Khangai		3	喷流沉积型	Fe	47°50'29"	99°22'15.31"	小型	
111	穆恩霍特	Monhot		4	喷流沉积型	Fe	47°6'24"	99°20'20.91"	小型	
112	贝里扬宾斯科耶	Beryambinskoye		1	矽卡岩型	Fe	58°22'27"	99°32'21.81"	小型	
113	皮赫托沃耶	Pikhtovoye		2	矽卡岩型	Fe	58°30'37"	99°6'22.46"	小型	
114	奥格内恩斯克	Ognenskoye		3	矽卡岩型	Fe	58°27'9"	99°16'50.39"	小型	
115	沃斯托克	Vostok		4	矽卡岩型	Fe	58°25'43"	99°4'8.48"	小型	
116	塔加尔斯科耶	Tagarskoye		5	矽卡岩型	Fe	58°28'24"	99°5'33.76"	中型	
117	克里明斯科耶	Kliminskoye		6	矽卡岩型	Fe	58°34'41"	98°29'54.34"	小型	
118	左贝雷日诺耶	Levoberezhnoye		7	矽卡岩型	Fe	58°35'11"	98°20'1.11"	小型	
119	基切茨科耶	Kichetskoye		8	矽卡岩型	Fe	57°28'26"	96°2'24.47"	小型	
120	塔季扬斯科耶	Tatyanskoye		ANI	9	矽卡岩型	Fe	56°41'24"	104°26'20.49"	中型
121	尤比利诺耶	Yubileinoye 1		10	矽卡岩型	Fe	59°4'55"	103°28'19.15"	小型	
122	卫星一号	Sputnik 1		11	矽卡岩型	Fe	58°56'40"	103°56'31.09"	小型	
123	阿塔文斯科耶1	Atavinskoye 1		12	矽卡岩型	Fe	58°56'11"	103°46'27.97"	小型	
124	内尔居恩丁斯克耶	Nerjundinskoye		13	矽卡岩型	Fe	58°49'23"	103°48'19.65"	大型	
125	卡帕耶夫斯科耶	Kapaevskoye		14	矽卡岩型	Fe	58°30'25"	103°45'20.79"	大型	
126	卢德诺高尔斯克耶	Rudnogorskoe		15	矽卡岩型	Fe	57°14'27"	103°42'18.39"	大型	
127	科尔舒诺夫斯基	Korshunovskoe	晚石炭世— 早侏罗世	16	矽卡岩型	Fe	56°31'25"	104°0'10.85"	小型	
128	波诺马乔夫斯科耶	Ponomarjovskoye		17	矽卡岩型	Fe	58°38'24"	104°48'13.44"	大型	
129	乌鲁格—坦泽克	Ulug-Tanzek		1	与碱性岩浆岩有关型	Ta、Nb、REE	50°23'31"	96°37'24.86"	大型	
130	威尔赫内— 昆杜斯科耶	Verkhne-Kundusskoye		UT	2	与碱性岩浆岩有关型	Ta、Nb、REE	50°13'27"	97°13'23.87"	小型
131	阿加什斯科耶	Agashskoye		3	与碱性岩浆岩有关型	Ta、Nb、REE	50°10'26"	97°40'29.63"	小型	
132	伯格戴恩—阿尔山	Bogdyn-Arshaan		1	矽卡岩型	Fe	47°47'31"	97°32'22.27"	小型	
133	萨兰—乌尔	Saran-uul		2	斑岩型	Cu	45°46'30"	100°36'17.24"	小型	
134	阿斯盖特—乌尔	Asgat-uul		3	矽卡岩型	Fe	46°57'26"	96°27'26.49"	小型	
135	布特萨盖恩	Buutsagaan		4	矽卡岩型	Cu、Au、Fe	46°4'54"	98°46'4.19"	小型	
136	乌兰—阿尔嘎朗特	Ulaan-Argalant		5	矽卡岩型	Fe	45°19'27"	99°29'16.27"	小型	
137	斯塔赫尔—胡达格	Tsakhir-khudag		CM	6	矽卡岩型	Cu、Au	46°2'29"	96°26'21.15"	小型
138	萨拉亚	Salaa		7	热液脉型	W	46°42'57"	113°26'6.40"	小型	
139	巴彦海尔汗	Bayankhairkhan		8	矽卡岩型	Au、Cu、Fe	48°43'15"	94°26'47.11"	小型	
140	额尔登内特哈尔坎	Erdenekhairkhan		9	矽卡岩型	Au、Cu、Fe	48°10'25"	95°44'44.10"	小型	
141	努基特	Nukhet		10	热液脉型	Zn、Pb	48°16'28"	94°56'24.01"	小型	
142	左思—乌尔	Zos-Uul		11	斑岩型	Cu-Mo	48°41'57"	98°20'52.99"	小型	



续表 1

序号	矿床 (中文)	矿床 (英文)	成矿时代	成矿带 中编号	成因类型	主要矿种	纬度 (N)	经度 (E)	规模
143	纳兰—布拉格	Naran-bulag	CM	12	斑岩型	Cu	48°34'25" 97°47'26.72"	小型	
144	霍欧—乌兰— 乌拉	Khoo-Ulaan-Uul		1	斑岩型	Cu	48°53'28"101°55'14.55"	小型	
145	佐斯特—陶勒盖	Zost-tolgoi		2	斑岩型	Cu、Mo	48°42'30"101°25'19.38"	小型	
146	欧玉—乌拉	Oyuut-Uul		3	斑岩型	Mo、Cu	49°37'23"106°11'16.37"	小型	
147	博斯特	Bots		4	热液脉型	Cu	49°48'27"105°37'10.33"	小型	
148	巴卢恩布伦	Baruunburen		5	热液脉型	Cu	49°16'23"104°41'14.97"	小型	
149	额尔德尼汀— 敖包	Erdenetiin-Ovoo		OS	6	斑岩型	Cu、Mo	48°59'24" 104°8'11.86"	超大型
150	胡吉伦戈尔	Khujiryngol			7	斑岩型	Cu	49°7'42" 103°39'16.21"	小型
151	沙恩德	Shand			8	斑岩型	Cu、Mo	48°45'53"104°13'19.86"	小型
152	布尔干	Bulgan		9	热液脉型	Cu	48°51'22"103°29'56.62"	小型	
153	奥米因—查干— 纽尔	Ormiin-Tsagaan-nuur	晚石炭世— 早侏罗世	10	斑岩型	Cu、Mo	48°47'26"102°55'17.54"	小型	
154	博鲁4	Boroo 4		1	热液脉型	Au	48°46'60"106°11'23.21"	小型	
155	博鲁7	Boroo 7		2	热液脉型	Au	48°46'55" 106°3'52.50"	小型	
156	巴夫盖特	Baavgait		NH	3	热液脉型	Au	48°33'55" 105°56'1.24"	小型
157	苏吉戈特	Sujigt			4	热液脉型	Au	48°32'57"106°31'19.95"	中型
158	纳兰托戈伊	Narantolgoi			5	热液脉型	Au	48°37'51"106°11'11.59"	小型
159	布姆巴特	Bumbat			6	热液脉型	Au	48°15'49"104°33'40.94"	小型
160	扎恩奇南	Janchivlan (Buural khantai and Urt Gozgor)		1	与碱性岩浆岩 有关型	Ta	47°33'28" 107°36'8.01"	中型	
161	巴彦敖包	Bayan Ovoo		2	热液脉型	Sn、W	47°2'23" 107°45'6.48"	小型	
162	乌尔特— 戈兹戈尔	Urt-Gozgor		3	与碱性岩浆岩 有关型	Li、Ta	46°33'26"107°32'11.62"	小型	
163	巴加—加扎	Baga-Gazar	4	热液脉型	Sn	46°14'26" 106°1'11.38"	小型		
164	奥穆诺德格	Omnodelger	5	热液脉型	Sn	47°58'22" 109°48'9.07"	中型		
165	必斯	Bees	CH	6	矽卡岩型	W	47°55'26"109°12'12.82"	小型	
166	门多特	Modot		7	热液脉型	Sn、W	47°50'24" 109°7'20.03"	小型	
167	胡伊坎	Khujkhan		8	热液脉型	Sn、W	47°45'27"109°13'14.17"	小型	
168	巴彦—穆德	Bayan-Mod		9	热液脉型	Sn、W	47°47'43" 109°0'50.76"	小型	
169	赛罕	Saikhan (Bor Khujir)	10	热液脉型	W、Sn	48°21'55"106°14'54.59"	小型		
170	察干—达巴	Tsagaan-dabaa	11	热液脉型	W、Mo	48°10'27" 106°4'16.45"	中型		
171	伊赫—哈朱	Ikh-Khajuu	12	热液脉型	Sn、W	49°14'27" 109°40'9.05"	小型		
172	祖恩塔特戈尔	Zuuntartsgol	13	热液脉型	W、Sn	49°9'23" 109°35'9.21"	小型		
173	图木尔泰	Tumurtei	1	矽卡岩型	Zn、Fe、 Mo	45°12'22"106°36'16.45"	中型		
174	雅伦—努尔	Aryn-nuur	2	斑岩型	Mo	47°12'24" 113°57'4.33"	小型		
175	科勒—胡达格	Khol-khudag	GB	3	矽卡岩型	Zn、Fe、 Mo	46°49'51"113°26'25.30"	小型	
176	图穆尔丁敖包	Tumurtiin-Ovoo		4	矽卡岩型	Zn、Fe	46°47'32"113°19'26.75"	大型	
177	奥尔特索格敖包	Oortsog-ovoo	5	矽卡岩型	Sn、Pb、Zn	45°33'24" 108°6'15.73"	小型		
178	库拉纳赫	Kuranakh	中侏罗世— 白垩纪	1	热液脉型	Au	59°0'23" 125°36'35.89"	大型	
179	克林	Klin		CA	2	矽卡岩型	Au	57°45'27"132°48'27.75"	中型
180	克鲁托	Krutoy			3	热液脉型	Au	57°45'28"132°33'38.74"	中型
181	乌拉汗	Ulakhan			4	热液脉型	Au	57°37'26" 132°2'30.57"	中型
182	马卢米尔	Malomyr			1	热液脉型	Au	53°5'23" 131°49'36.42"	中型
183	因伽利	Ingagli		2	热液脉型	Au	53°3'3" 133°21'7.71"	小型	
184	卡尔加	Kharga		3	热液脉型	Au	52°56'30" 133°37'9.57"	中型	
185	托库尔	Tokur		KS	4	热液脉型	Au	53°8'8" 132°48'49.28"	中型
186	阿法纳谢夫斯基	Afanas'evskoe	5		热液脉型	Au	52°49'4" 133°23'7.63"	小型	
187	扎祖布林斯科	Zazubrinskoe	6		热液脉型	Au	53°8'28" 132°21'31.83"	小型	
188	塔拉明斯科	Talaminskoe	7	热液脉型	Sb、Au	52°41'23"133°23'30.59"	小型		

续表 1

序号	矿床 (中文)	矿床 (英文)	成矿时代	成矿 带	成矿带 中编号	成因类型	主要矿种	纬度 (N)	经度 (E)	规模
189	巴姆斯科	Bamskoe (Chul'bango)			1	热液脉型	Au、Ag	55°58'24"	123°53'44.76"	中型
190	布林丁斯克	Burindinskoe			2	热液脉型	Au、Ag	53°40'24"	124°53'42.13"	小型
191	佐洛塔亚语—戈拉	Zolotaya-Gora			3	热液脉型	Au	54°18'26"	126°43'43.59"	小型
192	博尔古利阶	Borgulican		NSNB	4	斑岩型	Cu、Au	53°39'27"	126°38'37.57"	中型
193	先锋	Pioneer			5	热液脉型	Au	53°26'25"	126°26'44.99"	中型
194	波克罗夫斯克	Pokrovskoe			6	热液脉型	Au、Ag	53°7'22"	126°16'44.95"	大型
195	二十一站	Ershiyizhan			7	斑岩型	Au	52°29'36"	125°39'52.33"	小型
196	奥雷基坎斯科耶	Orekitkanskiye		KSN	1	斑岩型	Mo	54°37'21"	116°41'54.88"	大型
197	穆奥拉克斯科耶	Muoklakanskoye			2	热液脉型	W	54°42'26"	118°38'54.13"	小型
198	阿普莱科夫斯科耶	Aprelkovskoye			1	热液脉型	Au	51°47'21"	116°17'1.23"	小型
199	戴尔马吉克	Delmachik			2	斑岩型	Au	51°54'25"	115°42'59.29"	中型
200	斯莱德— 高尔戈斯基	Sredne-Golgotaiskoye			3	热液脉型	Au	51°27'25"	116°38'58.58"	大型
201	法蒂莫夫斯科耶	Fatimovskoye			4	热液脉型	Au	51°19'57"	116°48'6.55"	中型
202	武库尼克斯斯科耶	Ukoniskoye			5	热液脉型	Au	53°57'24"	119°42'54.34"	中型
203	伊塔金斯科耶	Itakinskoye			6	热液脉型	Au	53°52'27"	118°44'51.49"	大型
204	达文达	Davenda		TRN	7	斑岩型	Mo	53°34'28"	119°19'28.84"	小型
205	克里尤切夫斯基	Klyuchevskoye			8	热液脉型	Au	53°30'15"	119°23'40.23"	中型
206	亚历山大罗夫斯克	Aleksandrovskoye			9	热液脉型	Au	53°32'36"	119°12'33.77"	中型
207	卡里伊斯科伊	Kariyskoye			10	热液脉型	Au	52°47'21"	118°30'54.57"	小型
208	达拉松斯科耶	Darasunskoye			11	热液脉型	Au	52°20'48"	115°34'19.47"	大型
209	特雷姆金斯科耶	Teremkinskoye			12	热液脉型	Au	52°22'23"	115°28'4.75"	中型
210	塔拉图伊斯科耶	Talatuiskoye			13	热液脉型	Au	52°23'52"	115°21'36.41"	中型
211	新谢洛金斯科耶	Novo-Shirokinskoye			14	热液脉型	Pb、Au	51°35'23"	118°41'49.72"	中型
212	乌兰巴托	Ulaanburd			1	热液脉型	Sn	47°39'25"	107°40'14.90"	小型
213	图门佐格特	Tumentsogt			2	热液脉型	W	47°35'41"	112°5'38.16"	小型
214	温都尔察甘语	Ondortsagan	中侏罗世— 白垩纪		3	热液脉型	W、Mo	47°53'2"	110°8'53.39"	小型
215	蒙贡—翁杜尔	Mungon-Ondur			4	热液脉型	Zn、Pb、Sn	47°51'10"	110°14'30.25"	小型
216	查干—楚鲁特	Tsagaan-chuluut			5	斑岩型 与碱性岩浆岩 有关型	Mo	47°44'21"	110°10'8.56"	中型
217	西佐格特	Baruuntsogt			6		Ta	46°42'25"	111°43'6.43"	小型
218	图加尔加泰恩— 努鲁	Tugalgatain nuruu			7	热液脉型	Zn、Pb、Sn	47°16'25"	109°46'8.14"	小型
219	霍哈尔—戴尔— 乌尔	Khokh-Del-Uul			8	与碱性岩浆岩 有关型	Ta、Nb	46°0'21"	108°51'8.95"	小型
220	查干楚鲁特— 胡达格 2	Tsagaanchuluut khudag II			9	热液脉型	Au	49°26'52"	113°24'4.54"	小型
221	伍格塔姆	Ugtam			10	热液脉型	Au	49°15'31"	113°48'54.67"	小型
222	蔡林	Tsairyn			11	热液脉型	Au	49°10'43"	113°42'35.61"	小型
223	巴彦敦	Bayandun		EMPD	12	矽卡岩型	Zn、Fe	49°14'16"	113°22'27.97"	大型
224	德尔伯希—布拉格	Delberkhei-bulag			13	热液脉型	Au、Fe	48°51'24"	112°16'0.53"	小型
225	巴彦祖赫	Bayanzurkh			14	热液脉型	Au	48°7'58"	111°27'50.66"	小型
226	沃兹德维真斯科耶	Vozdvizhenskoye			15	热液脉型	Pb、Zn	51°16'57"	119°30'58.97"	中型
227	布拉戈达特斯科耶	Blagodatskoye			16	热液脉型	Pb	51°14'54"	119°31'55.49"	中型
228	卡丹斯科耶	Kadainskoye			17	热液脉型	Pb、Zn	51°13'13"	119°39'34.34"	中型
229	沙赫塔明斯科耶	Shakhtaminskoye			18	斑岩型	Mo	51°16'26"	117°52'57.88"	中型
230	布格丹斯科耶	Bugdainskoye			19	热液脉型	Mo、W	51°8'25"	117°42'57.83"	大型
231	小伊诺盖沟	Xiaoyinuogaiyou			20	热液脉型	Au	50°35'23"	119°16'55.82"	小型
232	塞韦罗— 阿卡图耶夫斯科耶	Severo-Akatuevskoye			21	热液脉型	Pb、Zn	51°4'19"	117°49'12.44"	中型
233	克里奇金斯科耶	Klichinskoye			22	热液脉型	Pb	50°27'45"	117°56'46.61"	中型
234	八大关	Badaguan			23	斑岩型	Cu	49°54'21"	118°55'49.02"	小型
235	乌奴格吐山	Wunugetushan			24	斑岩型	Cu、Mo	49°22'24"	117°24'54.58"	大型
236	贝茨敖包	Baits-Ovoo			25	热液脉型	Zn、Pb、Ag	50°9'21"	114°41'1.62"	小型

续表 1

序号	矿床 (中文)	矿床 (英文)	成矿时代	成矿带 中编号	成因类型	主要矿种	纬度 (N)	经度 (E)	规模
237	乌兰	Ulaan		26	热液脉型	Zn、Pb、Ag	50°12'15"	114°44'1.63"	小型
238	阿夫达尔陶勒盖	Avdartolgoi		27	斑岩型	Cu、Mo	49°39'36"	114°51'1.20"	小型
239	额尔登特陶勒盖	Erdentolgoi		28	矽卡岩型	Au、Cu、Fe	49°28'46"	114°33'48.90"	小型
240	甲乌拉	Jiawula		EMPD 29	热液脉型	Pb、Zn、Ag	48°47'20"	116°19'57.95"	大型
241	查干布拉根	Chaganbulagen		30	热液脉型	Pb、Zn、Ag	48°44'24"	116°24'57.27"	中型
242	察布	Tsav		31	热液脉型	Zn、Pb、Ag	48°50'24"	115°22'59.77"	中型
243	三河	Sanhe		32	热液脉型	Pb、Zn	50°54'34"	120°51'32.87"	中型
244	马洛—库林丁斯克	Malo-Kulindinskoye		1	伟晶岩型	Ta、Be	50°58'25"	115°42'0.54"	中型
245	斯波科伊宁斯科耶	Spokoininskoye		2	热液脉型	W	51°2'27"	115°3'5.04"	中型
246	奥尔洛夫斯科耶	Orlovskoye		AE 3	与碱性岩浆岩有关型	Ta	51°1'25"	114°44'59.84"	大型
247	埃提金斯科耶	Etykinskoye		4	与碱性岩浆岩有关型	Ta、Nb	50°59'20"	116°51'54.16"	大型
248	舍洛沃沃尔斯基	Sherlovogorskoye		5	热液脉型	Sn	50°32'21"	116°15'57.76"	大型
249	阿拉—伊林斯科	Ara-Ilinskoe	中侏罗世— 白垩纪	1	斑岩型	Au	50°55'26"	113°17'9.14"	小型
250	塔尔巴尔哲伊斯科	Tarbaldzheiskoe		2	热液脉型	Sn	49°45'24"	112°29'0.18"	中型
251	哈普切兰加	Khapcheranga		3	热液脉型	Sn	49°43'25"	112°21'9.55"	小型
252	卢巴文斯科耶	Lubavinskoye		KOT 4	热液脉型	Au	49°37'27"	112°10'8.09"	小型
253	舒米洛夫斯克	Shumilovskoe		5	热液脉型	W	50°7'22"	110°6'10.71"	小型
254	库纳列伊斯科耶	Kunaleiskoye		6	热液脉型	W	50°7'22"	109°58'5.14"	小型
255	波姆—戈隆斯科耶	Bom-Gorhonskoye		7	热液脉型	W	51°17'23"	109°20'7.07"	中型
256	阿森蒂耶夫斯科耶	Arsentievskoye		1	与基性—超基性 岩浆有关型	Ti	51°15'24"	106°46'7.79"	小型
257	埃连	Ereen		2	热液脉型	Au	48°35'41"	106°34'53.64"	小型
258	布拉格泰	Bulagtai		SE 3	热液脉型	W、Mo	50°15'25"	104°22'18.30"	大型
259	马洛—奥伊诺戈尔斯科耶	Malo-Oinogorskoye		4	斑岩型	Mo	50°17'24"	103°38'14.96"	大型
260	吉丁斯科	Dzhidinskoe district		5	热液脉型	W	50°18'25"	103°21'16.01"	大型
261	塔维特	Tavt		6	热液脉型	Au、Ag、Cu	50°6'24"	102°26'15.41"	中型
262	特希格1号	Teshig 1		7	热液脉型	Au	49°58'6"	102°29'13.12"	小型

注: WS—西阿尔丹—苏塔姆Fe—Au成矿带; UD—乌多坎—戴奥斯莱格里尔Cu—Ti—Ni—V—Fe—Pt—Au—稀有金属成矿带; BM—拜卡洛—穆伊斯基Pb—Zn成矿带; PrS—普里萨扬斯基Nb—Ta成矿带; BK—伯克逊—基托斯基Au成矿带; LA—雷克Cu—Zn成矿带; BD—拜拉德Fe成矿带; US—乌达—山塔尔Fe—Mn成矿带; SG—希马诺夫斯克—加尔Cu—Zn—Fe成矿带; OZ—沃泽宁斯基Pb—Zn—Cu成矿带; KR—克鲁奇宁Ti—Fe—V成矿带; BY—巴彦戈儿Fe—Cu—Ni成矿带; VI—沃尔科—伊斯基Ti—Fe—V成矿带; KK—基齐尔—卡兹尔Fe—Au成矿带; KG—哈希姆—高尔夫Fe—Ti成矿带; TG—塔斯泰格Li—REE成矿带; TL—泰尔曼Cu—Ni成矿带; BH—巴彦洪戈儿Cu—Au成矿带; ZJ—扎夫汉曼达尔—贾加兰特Fe—Ti成矿带; Bod—博代宾斯基Au成矿带; MS—穆伊斯基Au—Sn成矿带; KKM—基日—赫姆Au—Cu—Be—Mo—Li成矿带; KB—卡勒赞—博尔歌德Nb—Ta—Zr成矿带; HAN—杭爱Fe—Mn成矿带; ANI—安加拉河—伊利姆Fe成矿带; UT—乌鲁格—坦泽克Ta—Nb—REE成矿带; CM—中蒙古Fe—Cu—Au—Pb—Zn—W成矿带; OS—奥洪—色楞格Cu—Mo成矿带; NH—北肯特Au成矿带; CH—中肯特W—Sn—Nb—Ta—Li成矿带; GB—戈维—乌格塔—巴鲁恩Zn—Fe—Mo成矿带; CA—查拉—阿尔丹Au成矿带; KS—科尔比—谢列姆贾Au成矿带; NSNB—北斯坦坦诺夫—北布列亚Au—Cu—Ag成矿带; KSN—卡伦斯基—涅钦斯基Mo—W成矿带; TRN—后贝加尔—北额尔古纳Au成矿带; EMPD—东蒙古—普里阿贡—得尔布干Au—Ag—Pb—Zn—Cu—Mo—W—Sn—Fe成矿带; AE—阿金斯基—埃提金斯科耶Nb—Ta—Be—W—Sn成矿带; KOT—希洛克斯基—鄂嫩—图林斯基W—Sn—Au成矿带; SE—塞伦斯基—埃连Au—Mo—W—Ti成矿带

的近东西向分布的断层交界处,具有独特的分层和韵律结构,蕴含大量的V—Ti—Fe和Cu—Ni—PGE等资源,岩体年龄为1880~1850 Ma(Polyakov et al., 2006)。奇涅伊V—Ti—Fe矿位于奇涅伊岩体的中部,含矿侵入体的面积达100 km<sup>2</sup>,已发现17个V—Ti—Fe矿体。矿石矿物主要由钛磁铁矿、钛铁矿、斜长石、辉石、黑云母、橄榄石、黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、镍黄铁矿组成。品位方面,Fe为34.65%(其中75%为磁铁矿),TiO<sub>2</sub>为6.27%,V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>为0.54%,Fe矿石储量9.3亿t(Петров and Тетенькин,

2021)。在奇涅伊岩体的外围,Cu—Ni—PGE矿化十分普遍,预测铜资源量800万t,可划分为内接触带型和外接触带型矿体。内接触带型矿体含矿为辉长岩,含有浸染状黄铜矿、磁黄铁矿和黄铁矿,矿体厚度从1 m到40~70 m变化,含铜0.5%~1%,矿石伴生有贵金属、钴、镍、硒等,铜镍比为1:10;外接触带型矿体数量少、规模小,但是具有铜品位高的特点,部分矿体的平均品位可达7%~10%,矿物主要为黄铜矿(Gongalsky et al., 2016; Петров and Тетенькин, 2021)。

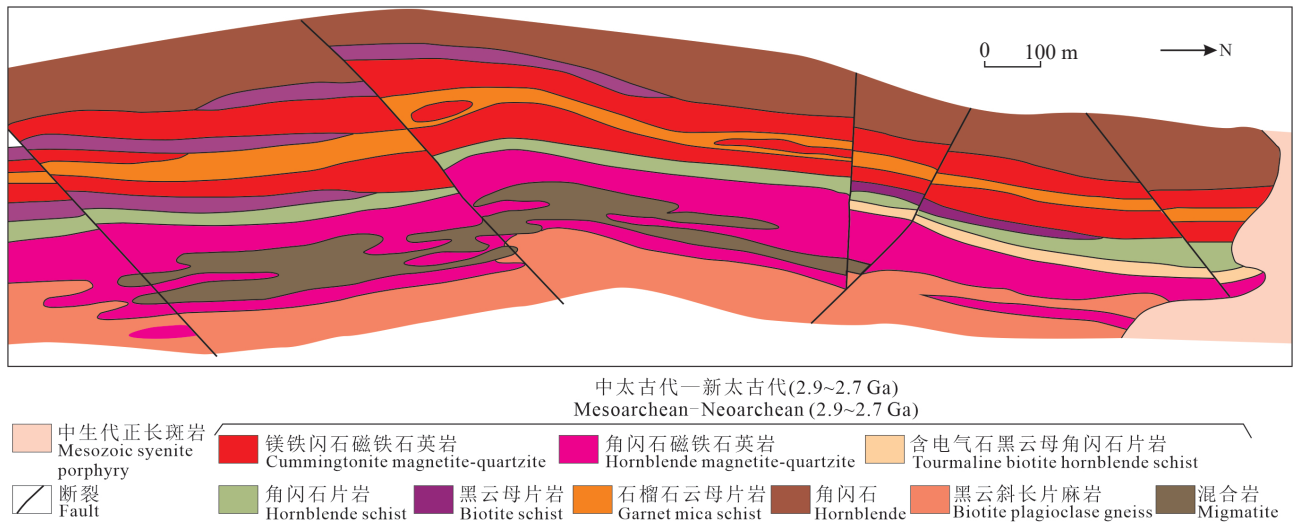


图2 塔林纳赫铁矿床地质简图(据 Petrov et al., 2017)  
Fig.2 Geological sketch of Tarynnakh iron deposit (after Petrov et al., 2017)

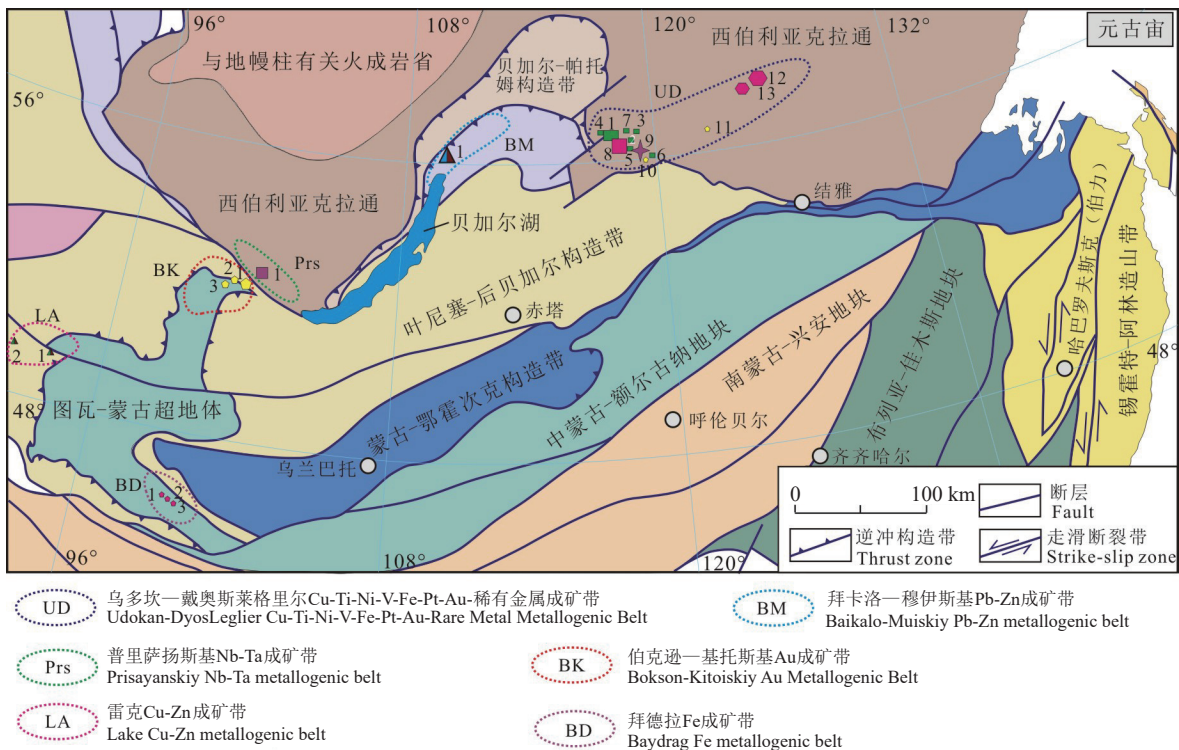


图3 区域元古宙主要成矿带  
Fig.3 Proterozoic main metallogenic belts in the region

卡图津碱交代岩型 Ta-Nb-REE-Be 矿床成因与卡图津碱性交代岩岩群有关,成矿年龄为(2066±6)Ma。卡图津岩群产出在西斯坦诺夫和西阿尔丹地体的连接处科达混杂岩带。矿体为微斜长石-钠长石-石英交代岩,发育有细粒的浸染状稀

土元素矿物,主要矿石矿物为烧绿石、锆石、稀土萤石、氟钙钠钽石和冰晶石等。矿石品位方面, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 为 0.0193%、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 为 0.297%、ZrO<sub>2</sub> 为 1.09%、冰晶石为 2.056%、U 为 0.008%、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 为 0.092%;储量上, ZrO<sub>2</sub> 为 308.6 万 t(Петров and Тегенькин, 2021)。

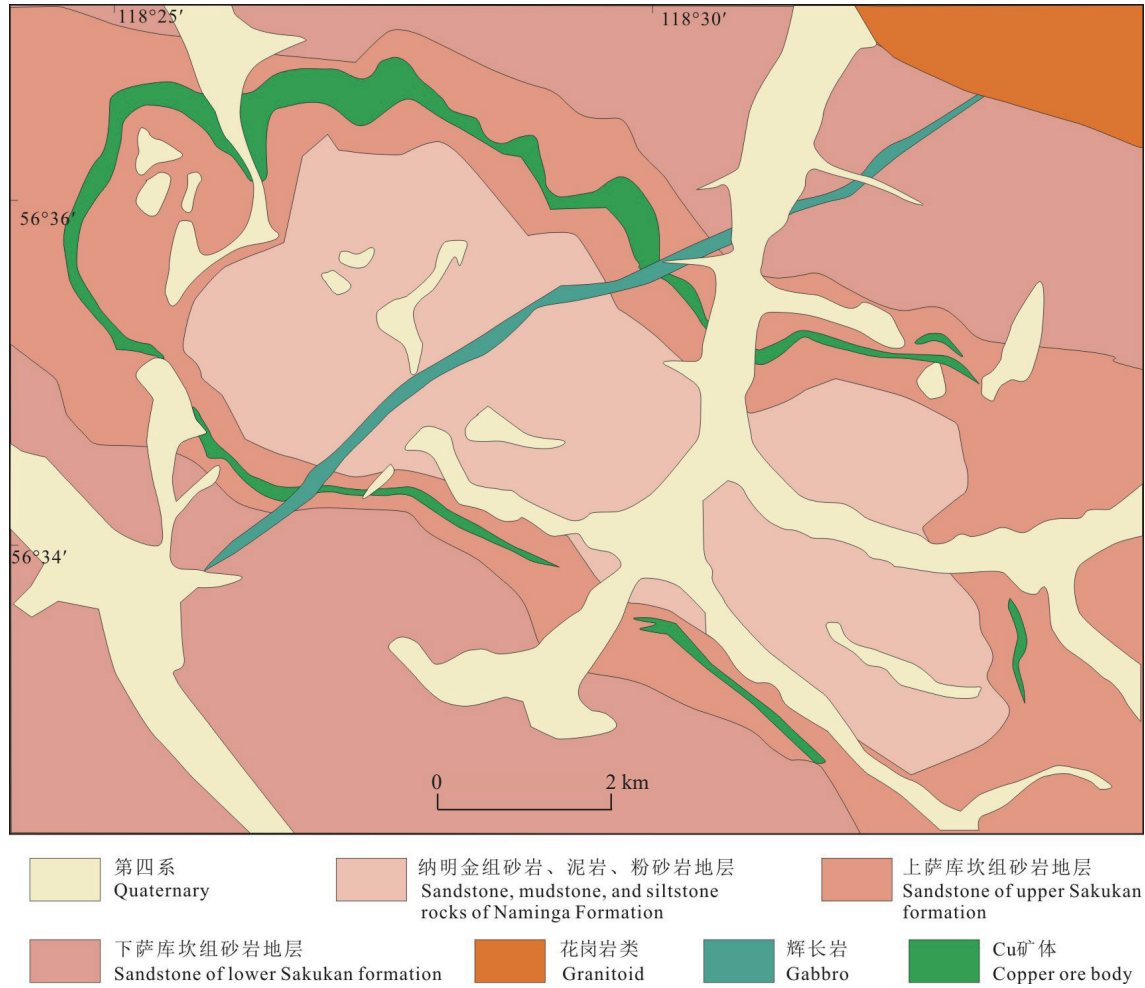


图 4 乌多坎铜矿床地质图(据 Gongalsky and Krivolutskaya, 2019)  
Fig.4 Geological map of the Udokhan copper deposit (after Gongalsky and Krivolutskaya, 2019)

东部的戴奥斯莱格里尔成矿区主要成矿类型为矽卡岩型铁矿床,成矿时间集中在 2.3~1.9 Ga (Макаръев et al., 2010)。代表矿床有塔耶日诺耶 (13.9 亿 t)、迪奥索夫斯科 (5.6 亿 t) 等。塔耶日诺耶矿床围岩为费多罗夫斯卡娅 (Fedorovskaya) 群碳酸盐和铝硅酸盐,矿体包括磁铁矿矽卡岩、菱镁矿矽卡岩。矿体长 400~800 m,厚 30~50 m,主要的硫化物是黄铁矿、磁黄铁矿和黄铜矿。一些岩层包括硼镁铁矿和硼镁矿。

### 3.2.2 拜拉德 Fe 成矿带 (BD)

该古元古代成矿带位于图瓦—蒙古超地体南部的拜拉德地体中,主要为条带状铁矿。矿化与古元古代拜拉德群片麻岩、角闪岩、片岩、大理岩和石英岩有关(图 3, Nokleberg, 2010)。带内铁储量较小,代表性矿床有拜德拉金戈尔 I、拜德拉金戈尔

II、拜德拉金戈尔 III (Dejidmaa et al., 2001)。拜德拉金戈尔 III 矿床矿体为层状硅质磁铁矿,赋存在古元古代片麻岩和石英岩中,矿体长 4.5 km,厚 10~100 m。矿石矿物主要为磁铁矿,品位为 25.7%。

### 3.2.3 拜卡洛—穆伊斯基 Pb-Zn 成矿带 (BM)

该新元古代成矿带出现在贝加尔—木雅构造带,代表矿床为超大型的喷流沉积型霍洛德宁,该矿床是俄罗斯最大 Pb-Zn 矿床之一(图 5)。矿体赋存在新元古代碳酸盐—陆源碎屑岩中 (Ondokskaya Formation),为层状、透镜状等,矿石矿物主要有黄铁矿、磁黄铁矿、闪锌矿、方铅矿和黄铜矿等,伴生铜、银和黄铁矿等。品位方面,Pb 为 0.68%、Zn 为 4.33%、Cu 为 0.15%、Ag 为 1.06 g/t,并含有 Au、Bi、Cd、La、Se、Te 等有益元素;储量上,Pb 为 335.9 万 t、Zn 为 2119.5 万 t(Петров and Тетенькин, 2021)。

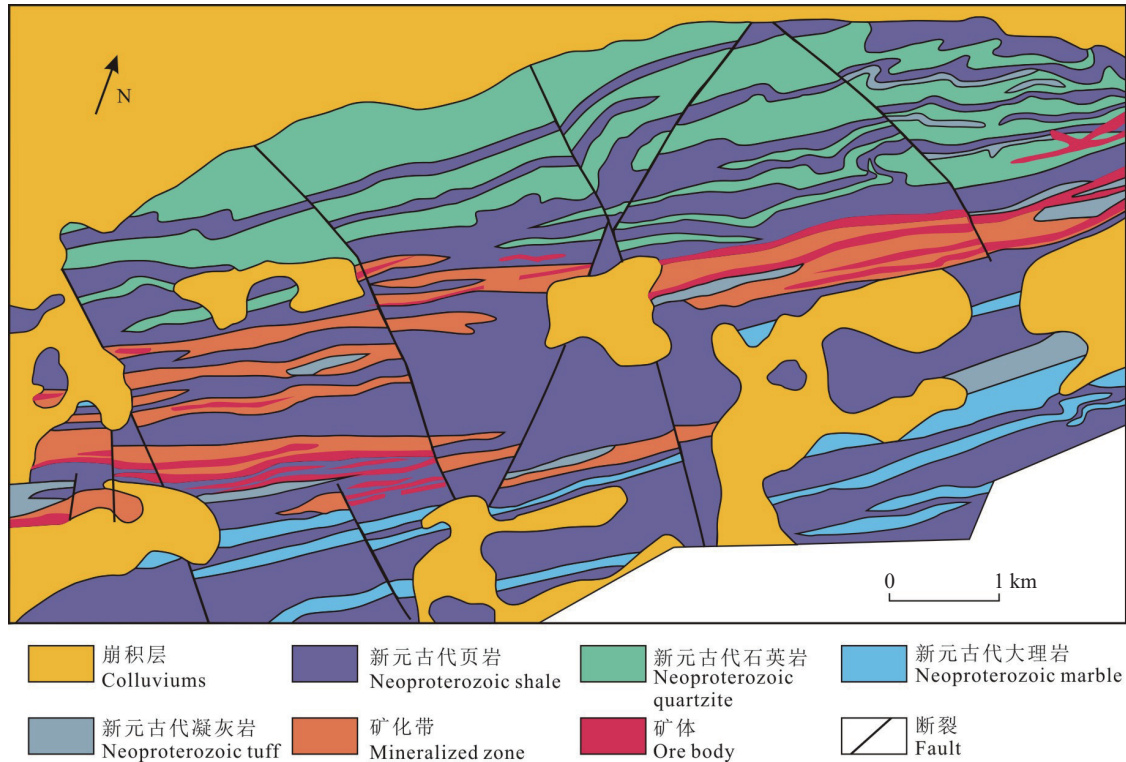


图5 霍洛德宁铅锌矿床地质简图(据Добровольская and Ерёмин, 2010)

Fig.5 Geological sketch of Kholodninskoye lead-zinc deposit (after Добровольская and Ерёмин, 2010)

### 3.2.4 伯克逊—基托斯基 Au 成矿带 (BK)

该新元古代成矿带位于图瓦—蒙古超地体北缘,主要发育热液脉型 Au 矿床,代表矿床有祖恩—霍尔宾(大型)、巴伦—霍尔宾、先锋 2。祖恩—霍尔宾矿体位于里菲期碳酸盐页岩与新元古代苏姆苏努尔(Sumsunur)花岗岩杂岩接触带,苏姆苏努尔杂岩成因上与俯冲相关, U-Pb 和 Rb-Sr 年龄为~790 Ma(Nokleberg, 2010)。该矿床包括 30 个矿体,可分为陡倾的石英—多金属硫化物、带状黄铜矿—黄铁矿、石英脉型三种,第一种经济价值最高。主要矿石矿物有黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿,少量斑铜矿、辉铜矿、辉铋矿、自然银、自然金和碲化物等。品位上, Au 为 26 g/t、Ag 为 24~37 g/t、Pt 为 1.7 g/t, 储量上为大型矿床(Галимова et al., 2012)。

### 3.2.5 雷克 Cu-Zn 成矿带 (LA)

该晚新元古代(文德期)到晚寒武世成矿带位于吉达—雷克(Dzhida-Lake)岛弧内,矿床成因类型主要为喷流沉积型,代表矿床有博尔茨—乌尔、戈兹戈尔,均为小型(Nokleberg, 2010)。博尔茨—乌尔

矿床赋存于坎盖(Khangai)和札布汗(Zavkhan)断裂带交汇处的火山岩中,火山岩主要岩性有安山岩透视镜体、英安岩、玄武质凝灰岩和火山角砾岩等。矿体为层状、透镜状,与围岩整合接触。矿床铜品位 0.33%~1.5%, 铜储量 2.82 万 t, 并伴生 Zn、Au、Ag 等元素(Izokh et al., 1990)。

### 3.2.6 普里萨扬斯基 Nb-Ta 成矿带 (PrS)

该新元古代成矿带位于西伯利亚地台南缘(图 3),代表矿床有别洛齐明 Nb-Ta 矿床,其矿体为网状方解石碳酸盐岩,出现在碱性超基性深成岩体的核部。矿床规模为大型, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位 0.39%, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位 0.015%~0.017%(Галимова et al., 2012)。

## 3.3 寒武纪—志留纪

### 3.3.1 乌达—山塔尔 Fe-Mn 成矿带 (US)

该早古生代成矿带位于加兰(Galam)增生楔地体内,增生楔地体主要由三种岩石层序组成:层状浊积岩;玄武岩、带状燧石岩、硅质页岩;滑塌堆积(Shkol'nik and Zhegallo, 2012; 图 6)。成矿方面主要形成喷流沉积型的 Fe-Mn 矿床,代表的有哥别坎斯克(大型)、米坎斯克、加兰斯克、爱特马丁斯克、

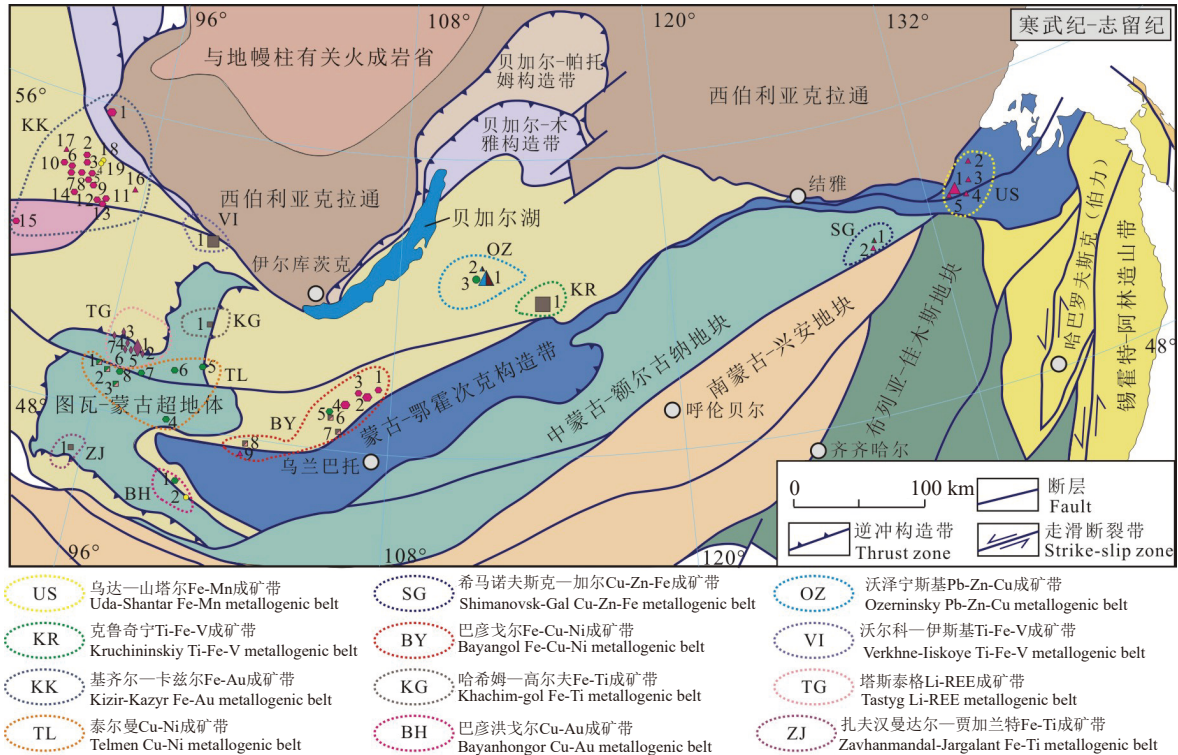


图 6 区域寒武纪—志留纪主要成矿带(成矿带划分据表 1 中参考文献)

Fig.6 Cambrian-Silurian main metallogenic belts in the region (classification of mineralization belts based on the references in Table 1)

库鲁姆斯克等。哥别坎斯克为大型规模,矿体为带状、透镜状和层状,矿石主要有赤铁矿、磁铁矿以及少量黄铁矿和黄铜矿。

### 3.3.2 希马诺夫斯克—加尔 Cu-Zn-Fe 成矿带 (SG)

该早古生代成矿带位于额尔古纳地块东缘,形成矿床规模不大,均为小型,主要有喷流沉积型 Cu-Zn 矿床(如凯门努斯因斯克)和矽卡岩型铁矿床(如加尔)(图 6)。加尔铁矿的形成与基维利斯克(Kiviliysk)花岗岩有关(Nokleberg, 2010)。

### 3.3.3 沃泽宁斯基 Pb-Zn-Cu 成矿带 (OZ)

该寒武纪—志留纪成矿带位于文德纪—早古生代吉达—雷克岛弧的埃拉夫纳(Eravna)地体的西北部边缘,该地体被巴古津—维提姆(Barguzin-Vitim)岩基(320~280 Ma)侵入(图 6; Khubanov et al., 2021)。矿床出现在沿着北东走向断裂带的盆地内(Buslov, 2011)。发育的矿床类型有喷流沉积型和热液脉型两种,前者以奥泽尔为代表,后者以贡都为代表。

奥泽尔 Pb-Zn 矿床为超大型,位于下寒武统火

山—陆源—碳酸盐地层中,矿体为层状、带状、透镜状和似层状等,长 1300~2340 m,厚 1~2 m 到 30~45 m。主要矿石矿物有闪锌矿、方铅矿、黄铁矿、重晶石、菱铁矿和磁铁矿等。品位: Zn 为 5.49%、Pb 为 1.02%、FeO 为 25.57%; 储量: Zn 为 826.9 万 t、Pb 为 156.3 万 t(Петров and Тетенькин, 2021)。

贡都铜矿床规模为中型,受北东向的乌迪诺—维蒂姆斯基(Удино-Витимскую)断裂带的次级断裂控制(Kovalev et al., 2005)。贡都矿床发育在早寒武世碳酸盐岩和火成碎屑岩与石英—斜长质斑岩的接触带,矿石矿物主要为黄铜矿、重晶石、磁铁矿,并受到后期变质作用的影响。品位方面, Cu 为 0.92%, Fe 为 22%~31%, 重晶石为 27%~46%(Козлов et al., 2011)。

### 3.3.4 克鲁奇宁 Ti-Fe-V 成矿带 (KR)

该寒武纪—志留纪成矿带位于叶尼塞—后贝加尔构造带南缘(图 6),代表矿床有超大型的克鲁奇宁钛矿。该矿床成因上与辉长岩、辉石岩有关,主要为钛铁矿、钛磁铁矿,伴生磷灰石,该矿

TiO<sub>2</sub> 品位 8.39%(Козлов et al., 2010), 矿床储量 2480 万 t TiO<sub>2</sub>(Петров and Тетенькин, 2021)。

### 3.3.5 巴彦戈勒 Fe-Cu-Ni 成矿带 (BY)

该寒武纪成矿带位于叶尼塞—后贝加尔构造带南缘, 矿床的形成主要与俯冲有关背景的泰尔曼 (Telmen) 火山侵入岩带有关(图 6; Vetrov et al., 2019, 2022)。矿床成因多样, 规模大多为中小型。主要有矽卡岩型铁矿床, 如托莫尔蒂、巴彦格尔 3、欧玉特陶勒盖 3、托木尔陶勒盖等; 矽卡岩型 Cu 矿床, 如舍尔特恩; 与基性—超基性岩有关的 Cu-Ni 矿床, 如科托、塞尔滕—诺贡、奥尔特苏格等(Nokleberg, 2010)。

### 3.3.6 沃尔科—伊斯基 Ti-Fe-V 成矿带 (VI)

该成矿带时代为寒武纪—志留纪, 代表矿床为大型的沃尔科—伊斯基, 矿床成因类型为与基性—超基性岩有关的 Ti-Fe 矿床(图 6)(Галимова et al., 2012)。

### 3.3.7 基齐尔—卡兹尔 Fe-Au 成矿带 (KK)

该寒武纪—奥陶纪成矿带与坦诺拉(Tannuola)深成岩带相关, 构造单元属于萨彦弧后盆地, 矿床成因类型主要有矽卡岩型铁矿床、喷流沉积型铁矿床、热液脉型金矿床(图 6)(Vetrov et al., 2019, 2022)。矽卡岩型铁矿床沿着辉长岩、闪长岩和花岗闪长岩深成岩体及捕掳体与围岩接触带发育矿化, 主要有伊尔宾斯科耶、别廖佐夫斯科耶、玛戈兹、鲁迪—卡斯卡德、捷列霍夫斯科耶等; 喷流沉积型铁矿床与早中寒武世火山—沉积建造有关, 发育贝洛基特斯科耶、西丁斯科耶矿床; 热液脉型金矿床主要发育在花岗岩侵入体与寒武系接触带, 如康斯坦丁诺夫斯科耶、奥尔霍夫斯科耶(Dejidmaa et al., 2001; Nokleberg, 2010)。

### 3.3.8 哈希姆—高尔夫 Fe-Ti 成矿带 (KG)

该成矿带位于图瓦—蒙古超地体北部, 发育与基性—超基性岩有关的 Ti-Fe-(V) 矿床, 以哈希姆—高尔夫矿床为代表。该矿床规模为中型, 形成于早中寒武世(图 6; Nokleberg, 2010)。

### 3.3.9 塔斯泰格 Li-REE 成矿带 (TG)

该志留纪成矿带位于图瓦—蒙古地块北缘, 主要成因类型为伟晶岩型 Li-REE 矿床, 代表矿床有塔斯蒂格斯科耶、上埃米根斯科耶、布尔金斯科耶、皮奇—塔斯蒂格斯科耶等, 其中塔斯蒂格斯科

耶规模为大型(图 6)。

### 3.3.10 泰尔曼 Cu-Ni 成矿带 (TL)

该寒武纪—志留纪成矿带位于图瓦—蒙古地块中部, 成矿与泰尔曼火山岩、深成岩带有关(Vetrov et al., 2019, 2022), 成矿类型主要有与基性—超基性岩浆岩有关的 Cu-Ni 矿床、矽卡岩型铜矿床, 这些矿床规模均为小型(图 6; Dejidmaa et al., 2001; Nokleberg, 2010)。

### 3.3.11 巴彦洪戈勒 Cu-Au 成矿带 (BH)

该奥陶纪成矿带位于图瓦—蒙古超地体南部边缘, 发育矽卡岩型 Cu-Au 矿床(霍赫布尔金—霍恩迪)和热液脉型金矿床(察甘扎基尔), 二者均为小型规模(图 6; Dejidmaa et al., 2001; Nokleberg, 2010)。

### 3.3.12 扎夫汉曼达尔—贾加兰特 Fe-Ti 成矿带 (ZJ)

该成矿带位于图瓦—蒙古超地体南部, 发育小型的尤爱特温都尔 Fe-Ti 矿床, 矿床的形成与基性—超基性岩有关, 成矿时代为寒武纪(图 6; Dejidmaa et al., 2001; Nokleberg, 2010)。

## 3.4 泥盆纪—早石炭世

### 3.4.1 博代宾斯基 Au 成矿带 (Bod)

该泥盆纪—早石炭世成矿带位于贝加尔—帕托姆构造带内, 主要的矿床成因类型为热液脉型, 矿床受贝加尔—博代博(Baikal-Bodaibo)断裂带控制, 代表矿床有苏霍伊罗格、维苏恰尔希、都盖尔丁斯克等(图 7; Goldfarb et al., 2014)。其中, 苏霍伊罗格为超大型, 储量为 1378.9 t, 该矿床位于马拉卡诺—通古斯卡(Marakano-Tunguska)向斜内, 矿体赋存于元古宙黑色页岩和碳酸盐中, 沿走向长 3 km 以上, 平均厚度约 70 m。矿石品位稳定(2.1 g/t), 大部分金都与硫化物矿物有关, 主要是黄铁矿, 并伴生铂族元素(图 8)。矿床的热液绢云母 K-Ar 年龄为(329±13)、(313±10)和(328±6)Ma(Lavrov et al., 2007)。

### 3.4.2 穆伊斯基 Au-Sn 成矿带 (MS)

该泥盆纪—早石炭世成矿带发育在巴古津—维提姆花岗岩带的花岗岩杂岩中, 主要有热液脉型金矿床和斑岩型锡矿床, 前者有伊洛金达(中型)、威尔赫内—萨库坎斯科耶(小型), 后者以莫霍沃耶(中型)为代表(图 7, Prokof'ev et al., 2019)。伊洛金达金矿床位于太古宙—古元古代木雅地体中部, 围岩地层为古元古代片麻岩、灰岩和角闪岩(Chetvertakov et al., 2021)。最具经济意义的矿脉



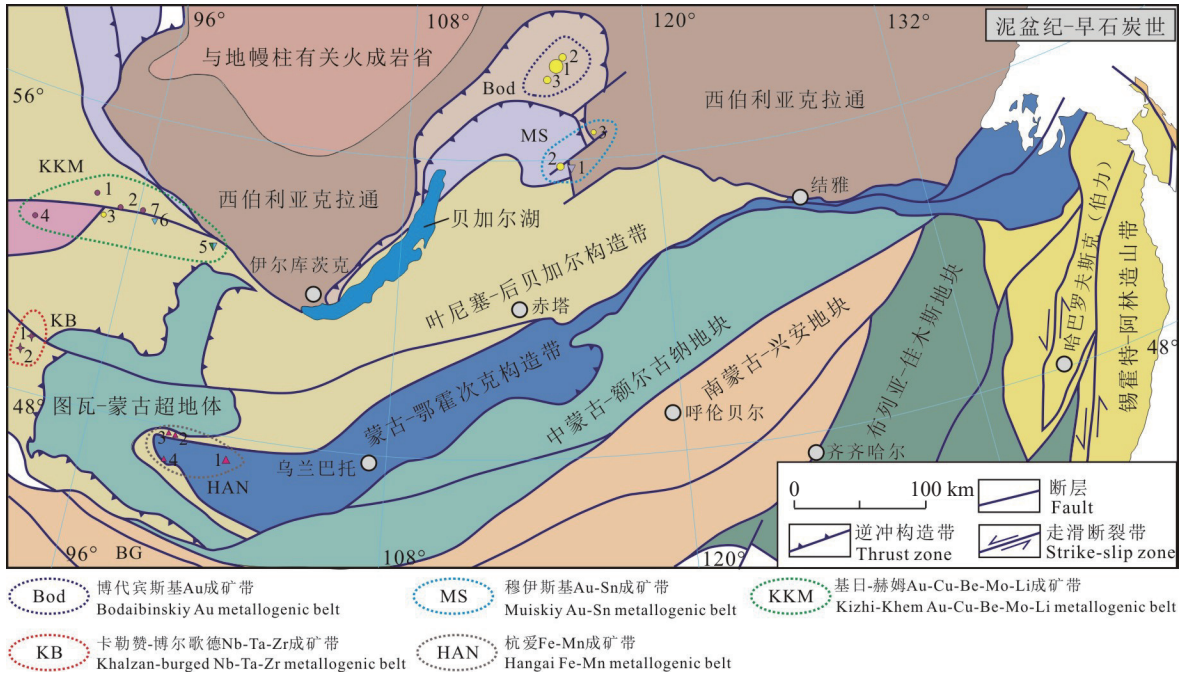


图 7 区域泥盆纪—早石炭世主要成矿带(成矿带划分据表 1 中参考文献)

Fig.7 Devonian–Early Carboniferous main metallogenic belts in the region (classification of mineralization belts based on the references in Table 1)

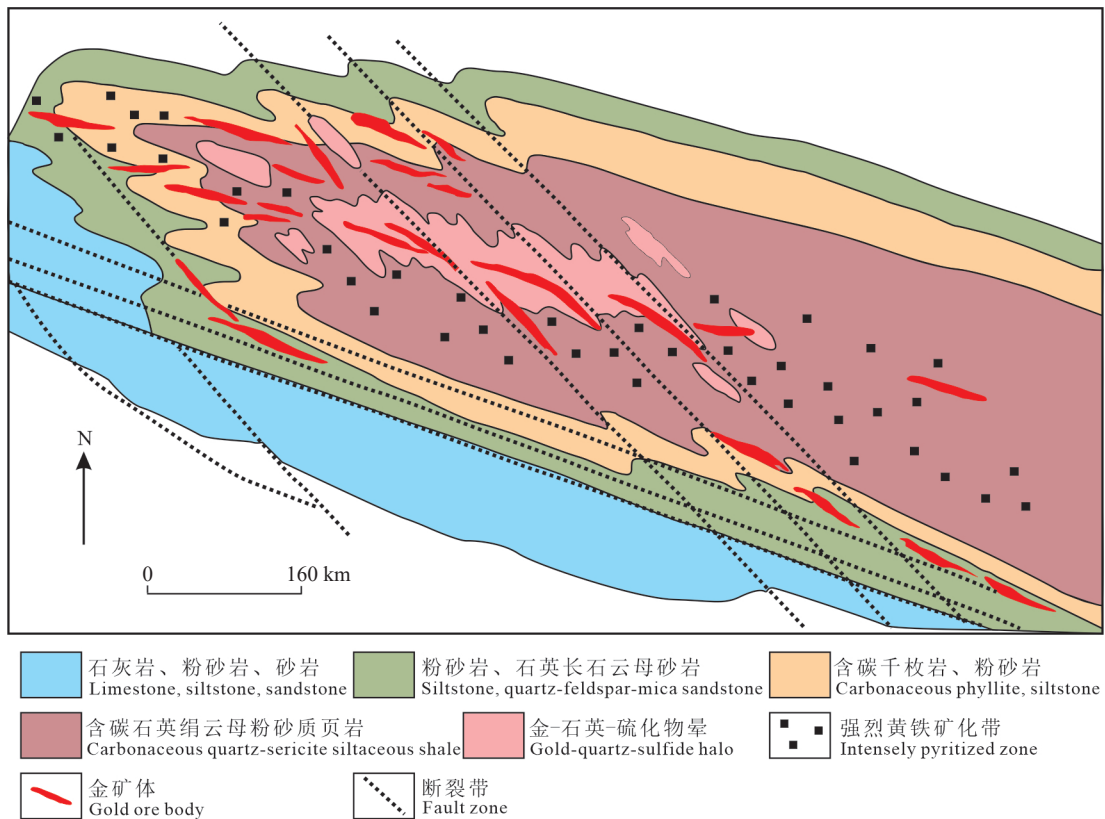


图 8 苏霍伊罗格金矿床地质简图(据Макаръев et al., 2010)

Fig.8 Geological sketch of Sukhoy Log gold deposit (after Макаръев et al., 2010)

切断石榴石-辉石片麻岩,围岩发育 3~4 m 到 30~40 m 的蚀变带,蚀变类型有硅化、黄铁矿化、绢云母化和绿泥石化(Козлов et al., 2010)。矿床 Au 品位 0.7~133.8 g/t, 规模为中型。

3.4.3 基日—赫姆 Au-Cu-Be-Mo-Li 成矿带 (KKM)

该泥盆纪—石炭纪成矿带位于坎萨拉 (Khamsara) 岛弧地体, 与西伯利亚地台南缘的构造岩浆活动有关(图 7; Чечеткин and Трубочев, 2014)。带内发育的矿床主要有斑岩型 Cu-Mo 矿床, 沿泥盆纪盆地的边缘分布, 如阿克苏格(中型)、达施科姆(小型)(Галимова et al., 2012); 热液脉型铍矿床与亚碱性淡色花岗岩小岩株和脉岩有关, 主要出现在外部接触带(Distanov et al., 2006), 如拉杜加、奥库涅夫斯科耶等, 均为小型; 热液脉型金矿床, 如奥克特亚尔斯克(小型)(Галимова et al., 2012)。

3.4.4 卡勒赞—博尔歌德 Nb-Ta-Zr 成矿带 (KB)

该泥盆纪成矿带矿床成因上与阿尔泰山深成带中的碱性花岗岩有关, 代表矿床有乌兰托尔戈伊、沙特勒盖矿床, 规模均为小型(图 7; Dejidmaa et al., 2001; Nokleberg, 2010)。

3.4.5 杭爱 Fe-Mn 成矿带 (HAN)

该成矿带形成于泥盆纪, 位于杭爱—达斡尔地体, 主要形成喷流沉积的 Fe-Mn 矿床, 代表矿床有托莫尔托勒盖、祖吉因、坎盖、穆恩霍特。矿床规模上, 托莫尔托勒盖为中型, 其余均为小型(图 7, Dejidmaa et al., 2001; Nokleberg, 2010)。

3.5 晚石炭世—早侏罗世

3.5.1 安加拉河—伊利姆 Fe 成矿带 (ANI)

该晚二叠世—早三叠世成矿带位于西伯利亚地台西南部, 主要为矽卡岩型铁矿床, 如内尔居恩丁斯克耶、卡帕耶夫斯科耶、卢德诺高尔斯克耶、波诺马乔夫斯科耶、塔加尔斯科耶、塔季扬斯科耶等, 其中前四个矿床规模为大型(图 9)。铁矿床主要与火山通道中部的三叠纪爆破、侵入的玄武质暗色岩系有关, 矿化发生在亚碱性辉绿岩侵入体的外接触带, 而早寒武世—早三叠世围岩矿化较弱。矿化的发育主要受控于岩性, 包括碎屑岩、碳酸盐(白云岩)、蒸发岩及基性岩类(Prokopyev et al., 2021)。

3.5.2 乌鲁格—坦泽克 Ta-Nb-REE 成矿带 (UT)

该成矿带形成于三叠纪, 发育有与碱性岩浆岩有

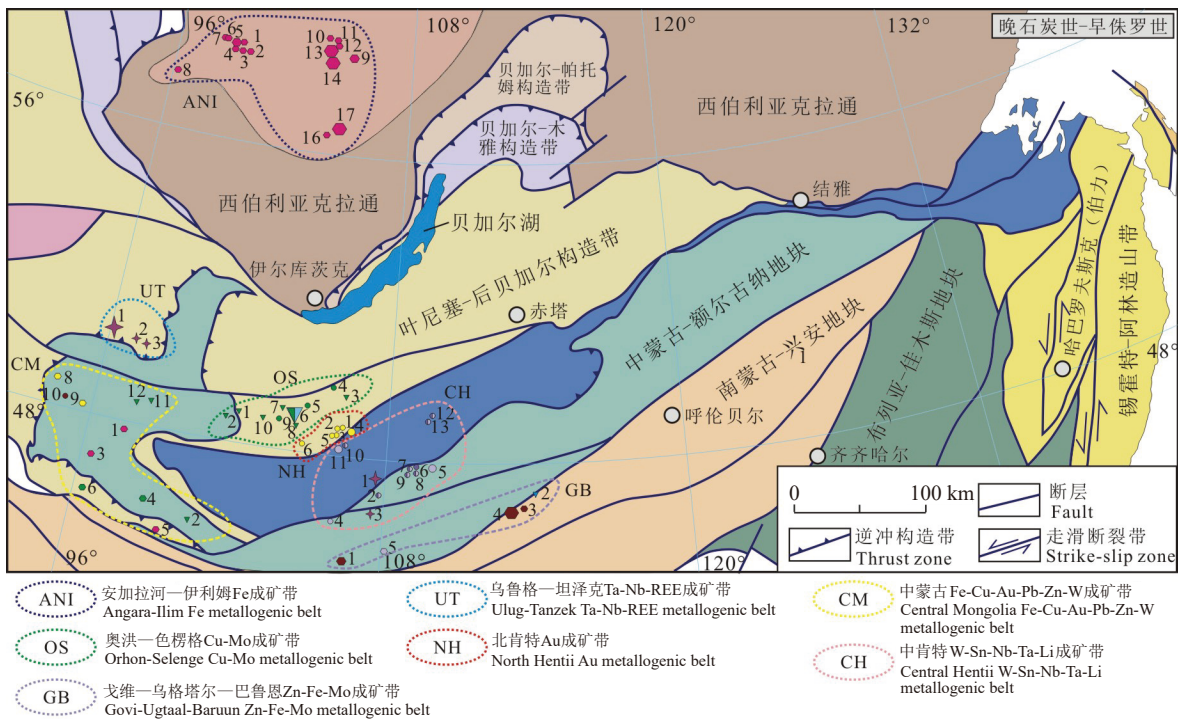


图 9 区域晚石炭世—早侏罗世主要成矿带(成矿带划分据表 1 中参考文献)

Fig.9 Late Carboniferous–Early Jurassic main metallogenic belts in the region (classification of mineralization belts based on the references in Table 1)

关的 Ta-Nb-REE 矿床, 矿床与侵入到桑吉伦(Sangilen)地体的乌鲁格—坦泽克(Ulug Tanzek)花岗岩群有关。代表矿床有大型的乌鲁格—坦泽克、两个小型的威尔赫内—昆杜斯科耶和阿加什斯科耶(图 9)。

### 3.5.3 中蒙古 Fe-Cu-Au-Pb-Zn-W 成矿带 (CM)

该二叠纪成矿带位于杭爱山附近, 矿化主要与色楞格省沉积—火成岩带的花岗岩类有关(图 9, Nokleberg, 2010)。矿床主要有矽卡岩型铁矿床, 如伯格戴恩—阿尔山、阿斯盖特—乌尔、乌兰—阿尔嘎朗特等, 与高碱花岗岩有关; 矽卡岩型金矿床, 如布特萨盖恩、巴彦海尔汗; 矽卡岩铜矿床, 如斯塔赫尔—胡达格、额尔登内特哈尔坎; 斑岩型 Cu-(Mo) 矿床, 如萨兰—乌尔、左思—乌尔、纳兰—布拉格; 热液脉型钨矿床, 如萨拉亚, 主要与晚石炭世或二叠纪花岗闪长质和二长质斑岩型岩株相关; 热液脉型 Pb-Zn 矿床, 如努基特。虽然成矿带矿床较多, 成矿作用复杂, 但规模较小, 均为小型(Dejidmaa et al., 2001)。

### 3.5.4 奥洪—色楞格 Cu-Mo 成矿带 (OS)

该三叠纪成矿带位于色楞格沉积—火山—侵入岩带, 主要发育斑岩型 Cu-Mo 矿床和少量的热液脉型铜矿床, 与蒙古—鄂霍茨克洋闭合所导致的俯冲作用及相关构造—岩浆活动有关(图 9, Sotnikov et al., 2005)。区域出露地层主要为二叠系—下三叠统火山—沉积岩以及上三叠统—中侏罗统火山岩和沉积岩盖层。岩浆活动强烈, 著名的色楞格侵入杂岩体出露面积为 2800 km<sup>2</sup>, 矿化主要位于杂岩体的额尔登特岩体中。额尔登特岩体由不同成分的侵入岩组成, 包括石英闪长岩、花岗闪长岩和花岗岩(Dejidmaa et al., 2001; 江思宏等, 2010)。

发育的矿床主要有斑岩型 Cu-Mo 矿床, 如额尔德尼汀—敖包、霍欧—乌兰—乌尔、佐斯特—陶勒盖、欧玉—乌尔等; 热液脉型铜矿床, 如博斯特、巴卢恩布伦、布尔干。额尔德尼汀—敖包为超大型 Cu-Mo 矿床, 为著名额尔登特矿田一部分(图 10, Sotnikov et al., 2005)。额尔德尼汀—敖包铜储量 1085 万 t、钼储量 16.7 万 t, 与石英闪长岩—花岗闪长斑岩体具有密切空间分布关系, 形成于早三叠世末至中三叠世初(江思宏等, 2010)。矿化体集中出现在斑岩体内部, 平面上为一北西向展布的椭圆

形, 长达 2.4 km, 最宽处 1.3 km。主要矿石矿物有黄铜矿、辉铜矿、斑铜矿、砷黝铜矿和辉钼矿等(Watanabe, 2000)。

### 3.5.5 北肯特 Au 成矿带 (NH)

该中三叠世—中侏罗世成矿带位于叶尼塞—后贝加尔构造带南缘, 主要发育热液脉型金矿床, 这些矿床成因上与蒙古—后贝加尔火山深成岩带花岗岩类有关(图 9), 代表矿床有博鲁 4、博鲁 7、巴夫盖特、苏吉戈特、纳兰托戈伊、布姆巴特等, 其中苏吉戈特矿床为中型, 其余为小型(Dejidmaa et al., 2001)。这些矿床存在于早古生代碎屑岩、泥盆纪花岗岩、晚泥盆世—早二叠世次火山流纹岩和早中生代花岗闪长岩中(Nokleberg, 2010)。

### 3.5.6 中肯特 W-Sn-Nb-Ta-Li 成矿带 (CH)

该晚三叠世—早侏罗世成矿带与蒙古—后贝加尔火山—深成岩体带花岗岩类相关, 成矿带的边缘为北东向延展的断层, 矿床大多为中—小型(图 9; Nokleberg, 2010)。最有经济意义的矿床类型有热液脉型 W-Sn 矿床、与碱性花岗岩有关的 Ta-Li 矿床, 前者主要与黑云母花岗岩和少量的角闪石黑云母花岗岩有关, 如门多特、巴彦—穆德、胡伊坎等, 后者与钾长石黑云母花岗岩有关, 如扎恩奇南、乌尔特—戈兹戈尔, 这些花岗岩形成于 225~188 Ma。热液脉型 W-Sn 矿床形成在蒙古—鄂霍茨克洋最终关闭的蒙古—外贝加尔火山深成岩体花岗岩类碰撞形成时期, 碱性花岗岩有关的 Ta-Li 矿床和小型深成岩体有关, 形成在大陆后碰撞造山事件时期(Dejidmaa et al., 2001)。

### 3.5.7 戈维—乌格塔尔—巴鲁恩 Zn-Fe-Mo 成矿带 (GB)

该晚三叠世—早侏罗世成矿带位于中蒙古—额尔古纳地块南缘, 矿床类型有矽卡岩型 Fe-Zn 矿床, 如图穆尔丁敖包、图木尔泰、科勒—胡达格, 三个矿床规模分别为大型、中型、小型; 矽卡岩型锡矿床(奥尔特索格敖包)和斑岩型钼矿床(雅伦—努尔)均为小型。这些矿床与晚三叠世—早侏罗世碱性白岗岩及花岗岩株密切相关(图 9; Nokleberg, 2010)。图穆尔丁敖包矿体沿着泥盆纪灰岩和中生代微碱性花岗岩的接触带分布, 主要的矿石矿物有闪锌矿和磁铁矿, 含 Zn 量达 75 万 t, 含 Cd 量达 1770 t(Nokleberg, 2010)。

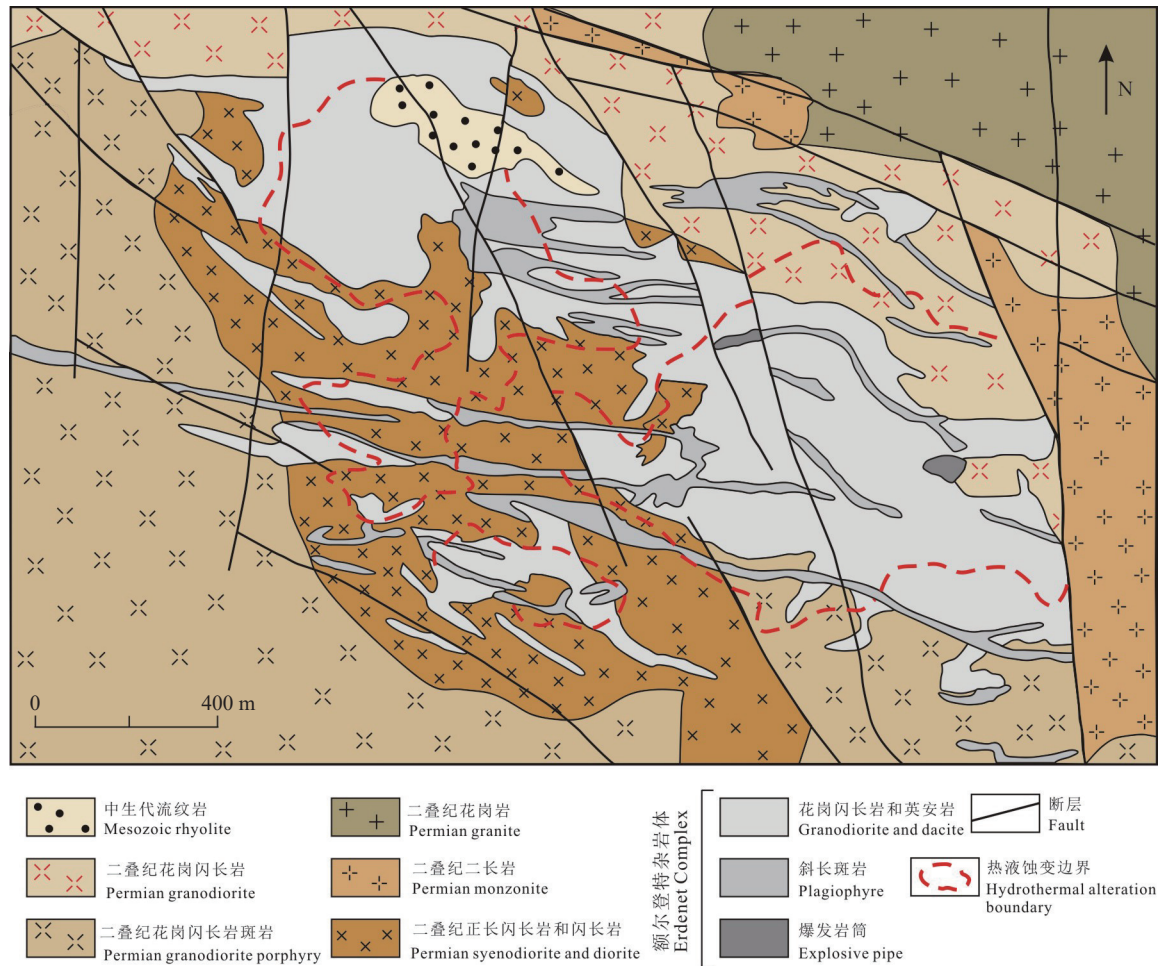


图 10 额尔登特铜钼矿床地质简图(据 Sotnikov et al., 2005)

Fig.10 Geologic sketch map of the Erdenet porphyry Cu-Mo deposit (after Sotnikov et al., 2005)

### 3.6 中侏罗世—白垩纪

#### 3.6.1 查拉—阿尔丹 Au 成矿带 (CA)

该侏罗纪—早白垩世成矿带位于西伯利亚地台南部,发育热液脉和矽卡岩型金矿床,前者代表矿床有库拉纳赫(大型)、克鲁托、乌拉汉,后者代表矿床有克林(图 11)。这些矿床成因上与侏罗纪到早白垩世弱碱性及碱性花岗岩类有关,这些岩浆岩侵入到早前寒武纪结晶基底和文德期到寒武纪阿尔丹—外兴安岭地盾的沉积盖层中。除了金以外,该成矿带具有未被勘探的稀土元素矿和铀矿(Miguta, 2001)。

库拉纳赫金矿床发育在寒武纪地层和侏罗纪砂岩接触部位,矿体被高角度的煌斑岩脉穿切。矿化发育在侏罗纪长石砂岩、早寒武世灰岩及白云岩、下伏前寒武纪变质基底和丰富的中生代深成岩中,矿体厚度从几米到几十米不等,长度达几千米。

#### 3.6.2 科尔比—谢列姆贾 Au 成矿带 (KS)

该侏罗纪—早白垩世成矿带位于蒙古—鄂霍茨克构造带东部,主要为热液脉型金矿床,如马卢米尔、因伽利、卡尔加、托库尔、阿法纳谢夫斯基、扎祖布林斯科等。其中,卡尔加和托库尔成矿规模为中型,其余均为小型(图 11)。

#### 3.6.3 北斯坦诺夫—北布列亚 Au-Cu-Ag 成矿带 (NSNB)

该早白垩世成矿带横跨西伯利亚克拉通、蒙古—鄂霍茨克构造带、额尔古纳地块,成矿作用主要与早白垩世长英质和中性火山岩内的矿脉及花岗岩相关(图 11)。矿床成因方面主要有热液脉型金(银)矿床,如巴姆斯科、布林丁斯克、佐洛塔亚语—戈拉、先锋、波克罗夫斯克(大型);斑岩型 Cu-Au 矿床,如博尔古利阶、二十一站等。

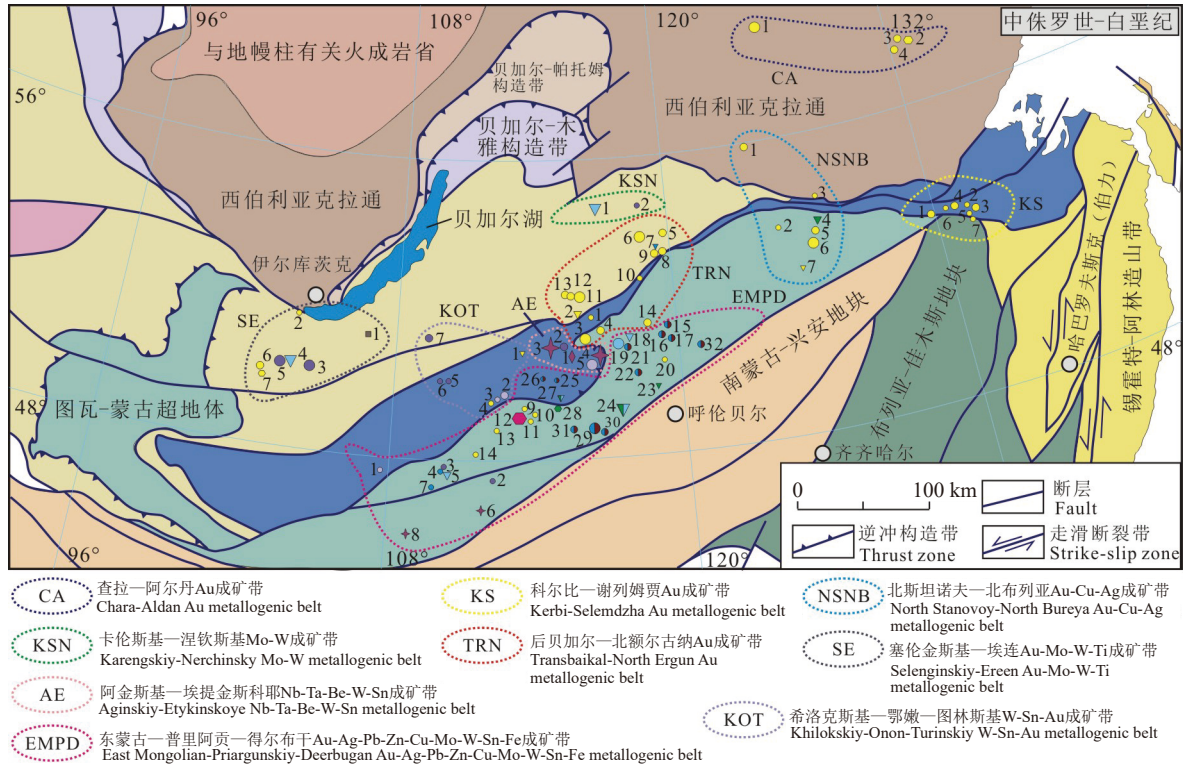


图 11 Middle Jurassic-Cretaceous main metallogenic belts in the region (classification of mineralization belts based on the references in Table 1)

波克罗夫斯克 Au-Ag 矿床赋存在早白垩世安山岩、英安岩和凝灰岩序列中。矿床由石英脉和蚀变岩型矿体组成, 蚀变矿物有石英、绢云母、钠长石、方解石、绿泥石和黏土矿物等, 硅化蚀变与 Au、Ag 成矿关系最为密切。矿石贫硫化物, 发育少量黄铁矿, Au 品位 4.4 g/t, Ag 品位 15 g/t。

3.6.4 卡伦斯基—涅钦斯基 Mo-W 成矿带 (KSN)

该晚侏罗世—早白垩世成矿带位于叶尼塞—后贝加尔构造带内部, 成矿主要有斑岩型钼矿床, 如大型的奥雷基坎斯科耶; 热液脉型钨矿床, 如小型穆奥拉坎斯科耶(表 1, Козлов et al., 2010)。

3.6.5 后贝加尔—北额尔古纳 Au 成矿带 (TRN)

该晚侏罗世—早白垩世成矿带位于蒙古—鄂霍茨克构造带中部及其周边地区, 金矿床主要成因类型为热液脉型, 如大型的斯莱德—高尔戈斯基、伊塔金斯科耶、达拉松斯科耶, 还有大量的中—小型矿床(图 11, Козлов et al., 2010)。此外, 还有少量斑岩型金矿床(如戴尔马吉克)、钼矿床(如达文达)。热液型金矿床总体上受蒙古—鄂霍茨克缝合

带及次级断裂带控制, 可以进一步划分为: 具部分斑岩矿床特征的与侵入体有关的高硫型矿床、与侵入体有关的低硫型矿床、浅成低温热液型低硫 Au-Ag 矿床。

3.6.6 东蒙古—普里阿贡—得尔布干 Au-Ag-Pb-Zn-Cu-Mo-W-Sn-Fe 成矿带 (EMPD)

该成矿带中侏罗世—早白垩世成矿带主要位于中蒙古—额尔古纳地块中部, 少部分延伸至蒙古—鄂霍茨克构造带中, 成因上与后贝加尔—大兴安岭火山—深成岩体带有关(图 11)。该期矿化面积巨大, 矿床成因多样, 成矿作用复杂, 主要有热液脉型 W-Sn 矿床, 如乌兰巴托、图门佐格特、温都尔察甘语; 热液脉型 Pb-Zn 铅锌矿, 如沃兹德维真斯科耶、布拉戈达特斯科耶、卡丹斯科耶、塞韦罗—阿卡图耶夫斯科耶、克里奇金斯科耶、甲乌拉、查干布拉根、察布、三河等, 其中甲乌拉为大型规模; 矽卡岩型 Zn-Fe 矿床, 如大型的巴彦敦; 热液脉型 Mo-W 矿床, 如大型的布格丹斯科耶; 斑岩型 Cu-Mo 矿床, 如乌奴格吐山、八大关、阿夫达尔陶

勒盖, 乌奴格吐山为大型规模; 斑岩型 Mo-W 矿床, 如查干—楚鲁特、沙赫塔明斯科耶, 两个矿床均为中型规模; 与碱性岩有关的 Nb-Ta 矿床, 如小型的西佐格特和霍哈尔—戴尔—乌尔; 热液脉型金矿床, 如查干楚鲁特—胡达格 2、伍格塔姆、蔡林等, 不过规模均为小型; 矽卡岩型铜矿床, 如小型的额尔登特陶勒盖(Dejidmaa et al., 2001)。

### 3.6.7 阿金斯基—埃提金斯科耶 Nb-Ta-Be-W-Sn 成矿带 (AE)

该中侏罗世—早白垩世成矿带位于蒙古—鄂霍茨克构造带内, 成因上与后贝加尔—大兴安岭火山深成岩体带有关。矿床有与碱性岩有关的 Nb-Ta-Be 矿床, 如埃提金斯科耶、奥尔洛夫斯科耶, 前者 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 储量 10904 t, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 储量 15985 t, 为大型规模; 伟晶岩型 Ta-Be 矿床, 如中型的马洛—库林丁斯克; 热液脉型 W-Sn 矿床, 如舍洛沃戈尔斯斯基、斯波科伊宁斯科耶, 前者为大型规模(图 11)。

### 3.6.8 希洛克斯基—鄂嫩—图林斯基 W-Sn-Au 成矿带 (KOT)

该中侏罗世—早白垩世成矿带位于蒙古—鄂霍茨克构造带与叶尼塞—后贝加尔构造带接触部位, 成矿主要与侏罗纪—白垩纪的岩浆作用和断层有关。该成矿带的 W-Sn 矿床均为热液脉型, 代表矿床有塔尔巴尔哲伊斯科、波姆—戈隆斯科耶、库纳列伊斯科耶、哈普切兰加等, 前两个矿床规模为中型, 其余为小型; 金矿床有斑岩型(阿拉—伊林斯科)和热液脉型(卢巴文斯科耶), 均为小型规模(图 11)。

### 3.6.9 塞伦金斯基—埃连 Au-Mo-W-Ti 成矿带 (SE)

该中侏罗世—早白垩世成矿带发育在色楞格和吉达河盆地, 沿着蒙古东北部到俄罗斯贝加尔湖南部展布, 矿床和矿点出现在不同的地区, 最广泛分布的是不同模型类型的 W、Mo 矿床, 和少量的 Au、Ti 矿床(图 11; Dejidmaa et al., 2001)。矿床成因类型上, 钨矿床主要为热液脉型, 如吉丁斯科、布拉格泰, 为大型; 钼矿床主要为斑岩型, 如马洛—奥伊诺戈尔斯斯科耶, 该矿钼储量 15.49 万 t, WO<sub>3</sub> 为 123 万 t, Th 为 2.5 t, 为大型规模; 金矿床成因类型为热液脉(如埃连、塔维特)和矽卡岩型(特希格 1 号), 规模为中—小型; 钛矿床为与基性—超基性岩有关的 Ti-Fe(V) 矿床, 如小型的阿森蒂耶夫斯科耶(Dejidmaa et al., 2001)。

## 4 主要成矿带成矿背景

太古宙时期西伯利亚地台尚未完成克拉通化, 新太古代时期多个古老的地体通过水平增生发生拼贴, 其中西阿尔丹地体增生作用发生在 2.6 Ga 并且伴随着花岗岩相和麻粒岩变质作用(Donskaya and Gladkochub, 2021)。西阿尔丹—苏塔姆 Fe-Au 成矿带就是形成于该期构造—岩浆事件, 位于西阿尔丹地体条带状铁矿床形成环境为弧后盆地或岛弧环境(Bortnikov et al., 1998); 而位于苏亚姆地体的条带状矿床主要与副片麻岩有关; 金矿主要是在剪切带中, 剪切带在地体拼合过程中形成, 或者在构造事件的晚期形成(Mishkin et al., 2001; Badredinov et al., 2009)。

元古宙主要成矿带有 6 处, 其中最重要的是古元古代乌多坎—戴奥斯莱格里尔 Cu-Ti-Ni-V-Fe-Pt-Au-稀有金属成矿带, 该成矿带砂岩型铜矿形成于 2.2~1.8 Ga(Gongalsky and Krivolutsкая, 2019), 与基性—超基性岩有关的 V-Ti-Fe 和 Cu-Ni-PGE 矿床形成时代略晚, 为 1.88~1.85 Ga(Polyakov et al., 2006), 二者形成于被动大陆边缘裂谷环境, 而成矿带的 Ta-Nb-REE 与碱性岩有关的矿床被认为形成于之后的后碰撞期。古元古代另一个成矿带是拜拉德 Fe 成矿带, 成矿带的条带状铁矿床赋存于火山和碎屑沉积岩盆地中, 形成于大陆边缘弧环境(Nokleberg, 2010)。此外, 还有 4 处新元古代成矿带, 拜卡洛—穆伊斯基 Pb-Zn 成矿带喷流沉积矿床形成于贝加尔—木雅岛弧或里菲期木雅变质地体与增生楔地体的拼贴过程中; 伯克逊—基托斯基 Au 成矿带形成于与俯冲相关的地质背景(Nokleberg, 2010); 雷克 Cu-Zn 成矿带喷流沉积型矿床与俯冲相关的岛弧火山作用有关(Izokh et al., 1990); 普里萨扬斯基 Nb-Ta 成矿带构造环境目前尚不明确(Галимова et al., 2012)。

寒武纪—志留纪成矿主要受控于古亚洲洋的构造演化, 大多数矿床形成于古亚洲洋板块的俯冲及各类地体拼贴到克拉通边缘的背景。乌达—山塔尔 Fe-Mn 成矿带喷流沉积型矿床形成于海底玄武岩活动间歇期, 与乌达岛弧演化有关; 希马诺夫斯克—加尔 Cu-Zn-Fe 成矿带喷流沉积型矿床与海底热液活动有关, 矽卡岩型铁矿床与基维利斯克花

岗岩有关(Nokleberg, 2010);沃泽宁斯基 Pb-Zn-Cu 成矿带中喷流沉积矿床在岛弧中形成;克鲁奇宁 Ti-Fe-V 成矿带的形成与早古生代板内岩浆作用有关(Козлов et al., 2010);巴彦戈尔 Fe-Cu-Ni 成矿带与俯冲相关的基性—超基性岩、花岗岩类岩浆作用有关(Nokleberg, 2010);沃尔科—伊斯基 Ti-Fe-V 成矿带形成于大陆边缘环境(Галимова et al., 2012);基齐尔—卡兹尔 Fe-Au 成矿带形成于岛弧与西伯利亚地台拼贴有关背景(Nokleberg, 2010);哈希姆—高尔夫 Fe-Ti 成矿带中与矿化密切的辉长岩形成于大洋俯冲相关背景(Nokleberg, 2010);塔斯泰格 Li-REE 成矿带形成于板内环境;泰尔曼 Cu-Ni 成矿带与基性—超基性岩浆有关型矿床形成于俯冲环境,矽卡岩型矿床与随后的碰撞相关的花岗岩类有关(Nokleberg, 2010);巴彦洪戈尔 Cu-Au 成矿带与地体拼贴有关(Nokleberg, 2010);扎夫汉曼达尔—贾加兰特 Fe-Ti 成矿带的形成与俯冲成因的基性—超基性岩有关(Nokleberg, 2010)。

泥盆纪—早石炭世成矿带有 5 处,博代宾斯基 Au 成矿带与晚古生代构造—岩浆事件有关(Goldfarb et al., 2014);穆伊斯基 Au-Sn 成矿带形成与巴古津—维提姆花岗岩有关(Козлов et al., 2010);基日—赫姆 Au-Cu-Be-Mo-Li 成矿带与南西伯利亚火山深成带有关(Галимова et al., 2012);卡勒赞—博尔歌德 Nb-Ta-Zr 成矿带形成于活动大陆边缘环境(Nokleberg, 2010);杭爱 Fe-Mn 成矿带形成于增生楔海洋沉积岩中(Nokleberg, 2010)。

晚石炭世—早侏罗世成矿带 7 处,安加拉河—伊利姆 Fe 成矿带矽卡岩型 Fe 矿床与三叠纪爆破、侵入的玄武质暗色岩系有关;乌鲁格—坦泽克 Ta-Nb-REE 成矿带形成于板内裂谷环境;中蒙古 Fe-Cu-Au-Pb-Zn-W 成矿带与蒙古—鄂霍茨克洋边缘俯冲有关(Nokleberg, 2010);奥洪—色楞格 Cu-Mo 成矿带与蒙古—鄂霍茨克洋闭合所导致的俯冲作用及相关构造—岩浆活动有关(江思宏等, 2010);北肯特 Au 成矿带形成在蒙古—鄂霍茨克洋最终关闭和蒙古—外贝加尔岛弧形成的碰撞花岗岩类形成期间(Nokleberg, 2010);中肯特 W-Sn-Nb-Ta-Li 成矿带热液脉型 W-Sn 矿床形成在蒙古—鄂霍茨克洋最终关闭的蒙古—外贝加尔火山深成岩体花岗岩类碰撞形成时期,碱性花岗岩有关的 Ta-Li 矿床和小

型深成岩体有关,形成在大陆后碰撞造山事件时期(Nokleberg, 2010);戈维—乌格塔尔—巴鲁恩 Zn-Fe-Mo 成矿带与活动大陆边缘的花岗岩类有关(Nokleberg, 2010)。

中侏罗世—白垩纪成矿带 9 处,这些成矿带主要形成于蒙古—鄂霍茨克洋构造带闭合、碰撞造山及陆壳拆沉、地幔上涌等环境(Kelty et al., 2008; 黄始琪等, 2016)。形成的成矿带自东向西有查拉—阿尔丹 Au 成矿带、科尔比—谢列姆贾 Au 成矿带、北斯坦诺夫—北布列亚 Au-Cu-Ag 成矿带、卡伦斯基—涅钦斯基 Mo-W 成矿带、后贝加尔—北额尔古纳 Au 成矿带、东蒙古—普里阿贡—得尔布干 Au-Ag-Pb-Zn-Cu-Mo-W-Sn-Fe 成矿带、阿金斯基—埃提金斯科耶 Nb-Ta-Be-W-Sn 成矿带、希洛克斯基—鄂嫩—图林斯基 W-Sn-Au 成矿带、塞伦金斯基—埃连 Au-Mo-W-Ti 成矿带。其中,查拉—阿尔丹 Au 成矿带和科尔比—谢列姆贾 Au 成矿带又受到古太平洋构造体系叠加的影响(王涛等, 2014)。

## 5 结论

(1)区域矿产资源丰富,成矿作用复杂,已探明或发现的超大型矿床 10 处、大型矿床 33 处、中型矿床 55 处、小型矿床(及矿点)众多。总体上可划分为与前寒武纪构造体系有关的矿床、与古亚洲洋构造体系有关矿床、与蒙古—鄂霍茨克构造体系有关的矿床、与蒙古—鄂霍茨克洋和古太平洋构造体系叠加的有关的矿床。

(2)区域矿床时空规律明显,各个历史时期形成的最重要矿产包括:分布在西阿尔丹—苏塔姆地区的太古宙 Fe 矿床;分布在乌多坎—戴奥斯莱格里尔地区的古元古代 Cu-Fe-Ti 矿床和贝加尔—木雅构造带的新元古代 Pb-Zn 矿床;分布在叶尼塞—后贝加尔边构造带的寒武纪—志留纪 Fe-Zn-Ti 矿床;分布在贝加尔—帕托姆构造带的石炭纪 Au 矿床;分布在奥洪—色楞格三叠纪 Cu-Mo 矿床和安加拉河—伊利姆地区晚二叠世—早三叠世的 Fe 矿床;分布在蒙古—鄂霍茨克构造带及其周边地区的中侏罗世—白垩纪的 Au-Pb-Zn-W-Mo 矿床。

## References

Badarch G, Dickson C, Windley B. 2002. A new terrane subdivision for

- Mongolia: Implications for the Phanerozoic crustal growth of Central Asia[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 21(1): 87–110.
- Badredinov Z, Sharova O, Avchenko O, Sakhno V, Mishkin M, Vovna G, Karabtsov A. 2009. Magnetite–ilmenite equilibria in Archean enderbites from the Sutam Complex (Aldan Shield)[J]. *Doklady Earth Sciences*, 425: 235–238.
- Bao Qingzhong, Zhou Yongheng, Shao Jun, Chai Lu, Wang Hongbo, Zhang Jing, Zhang Zhehuan. 2015. Ore-forming geological background of Mesozoic orogenic belts in northeast area of Russian Far East: Metallogenic process of Okhotsk–Chukchi volcanic plutonic belt[J]. *Geological Bulletin of China*, 34(4): 605–617 (in Chinese with English abstract).
- Belichenko V, Geletii N, Barash I. 2006. Barguzin microcontinent (Baikal Mountain area): The problem of outlining[J]. *Russian Geology and Geophysics*, 47(10): 1049–1059.
- Bortnikov N, Gamyani G, Alpatov V, Naumov V, Nosik L, Mironova O. 1998. Mineralogy, geochemistry, and origin of the Nezhdaninsk gold deposit (Sakha–Yakutia, Russia)[J]. *Geology of Ore Deposits* 40(2): 121–138.
- Buslov M. 2011. Tectonics and geodynamics of the Central Asian fold belt: The role of Late Paleozoic large-amplitude strike-slip faults[J]. *Russian Geology and Geophysics*, 52(1): 52–71.
- Bussien D, Gombojav N, Winkler W, Quadt A. 2011. The Mongol–Okhotsk Belt in Mongolia: An appraisal of the geodynamic development by the study of sandstone provenance and detrital zircons[J]. *Tectonophysics*, 510(1): 132–150.
- Chai Lu, Bao Qingzhong, Zhou Yongheng, Li Xiao. 2017. Copper resources and supply & demand situation in Northeast Asia[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, (6): 26–30 (in Chinese with English abstract).
- Chetvertakov I, Vanin V, Demin I. 2021. Geologic structure, mineralogy, and geochemistry of the Nerunda Gold Ore Field (Northern Transbaikalia)[J]. *Russian Geology and Geophysics*, 62(10): 1139–1156.
- Dejidmaa G, Bujinlkham B, Eviihuu A, Enkhtuya B, Ganbaatar T, Moenk–Erdene N, Oyuntuya N. 2001. Distribution map of deposits and occurrences in Mongolia, at the scale 1: 1000000[R]. Ulaanbaatar: Geological Information Center, Geological Office, Mineral Resources Authority of Mongolia, 1–280.
- Demonterova E, Ivanov A, Reznitskii L, Belichenko V, Hung C, Chung S, Iizuka Y, Wang K. 2011. Formation history of the Tuva–Mongolian Massif (Western Hubsugul region, North Mongolia) based on U–Pb dating of detrital zircons from sandstone of the Darkhat group by the LA–ICP–MS method[J]. *Doklady Earth Sciences*, 441: 1498–1501.
- Distanov E, Borisenko A, Obolensky A, Sotnikov V, Lebedev V. 2006. Metallogeny of the polyaccretionary Altai–Sayan orogenic area[J]. *Russian Geology and Geophysics*, 47(12): 1257–1276.
- Dmitrieva N, Letnikova E, Buslov M, Proshenkin A, Geng H. 2013. Late Precambrian terrigenous rocks of the Anamakit–Muya zone of the Baikal–Muya belt: Geochemistry and results of LA–ICP–MS dating of detrital zircons[J]. *Russian Geology and Geophysics*, 54: 1164–1176.
- Donskaya T. 2020. Assembly of the Siberian Craton: Constraints from Paleoproterozoic granitoids[J]. *Precambrian Research*, 348(1): 105869.
- Donskaya T, Gladkochub D. 2021. Post-collisional magmatism of 1.88–1.84 Ga in the southern Siberian Craton: An overview[J]. *Precambrian Research*, 367: 106447.
- Furnes H, Safonova I. 2019. Ophiolites of the Central Asian Orogenic Belt: Geochemical and petrological characterization and tectonic settings[J]. *Geoscience Frontiers*, 10(4): 38–67.
- Gablina I. 1997. Formation conditions of large cupriferous sandstone and shale deposits[J]. *Geology of Ore Deposits*, 39(4): 320–333.
- Gladkochub D, Stanevich A, Mazukabzov A, Donskaya T, Pisarevsky S, Nicoll G, Motova Z, Kornilova T. 2013. Early evolution of the Paleasian ocean: LA–ICP–MS dating of detrital zircon from Late Precambrian sequences of the southern margin of the Siberian craton[J]. *Russian Geology and Geophysics*, 54(10): 1150–1163.
- Goldfarb R, Taylor R, Collins G, Goryachev N, Orlandini O. 2014. Phanerozoic continental growth and gold metallogeny of Asia[J]. *Gondwana Research*, 25(1): 48–102.
- Gongalsky B, Krivolutsкая N, Ariskin A, Nikolaev G. 2016. The Chineysky gabbro–anorthosite layered massif (Northern Transbaikalia, Russia): Its structure, Fe–Ti–V and Cu–PGE deposits, and parental magma composition[J]. *Mineralium Deposita*, 51: 1013–1034.
- Gongalsky B, Krivolutsкая N. 2019. World-Class Mineral Deposits of Northeastern Transbaikalia, Siberia, Russia[M]. Springer Nature Switzerland AG, 1–321.
- Gordienko I. 2006. Geodynamic evolution of Late Baiklides and Paleozoids in the folded periphery of the Siberian craton[J]. *Russian Geology and Geophysics*, 47(1): 51–67.
- Gordienko I, Gorokhovskiy D, Elbaev A, Bayanova T. 2015. New data on the Early Paleozoic gabbroid and granitoid magmatism age within the Dzhida zone of Caledonides (Southwestern Transbaikalia, North Mongolia)[J]. *Doklady Earth Sciences*, 463: 817–821.
- Goroshko M, Kaplun V, Malyshev Y, Romanovskiy N, Gurovich V. 2010. The deep structure, magmatism, and metallogeny of the Central Aldan Block, Aldan–Stanovoy Shield[J]. *Russian Journal of Pacific Geology*, 4(4): 275–288.
- Huang Shiqi, Dong Shuwen, Hu Jianmin, Shi Wei, Chen Xuanhua, Liu Zhiqiang. 2016. The formation and tectonic evolution of the Mongol–Okhotsk belt[J]. *Acta Geologica Sinica*, 90(9): 2192–2205 (in Chinese with English abstract).
- Izokh A, Polyakov G, Krivenko A, Bognibov V, Bayarbileg L. 1990. The Gabbro Formations of Western Mongolia[M]. Novosibirsk: Nauka, 1–269 (in Russian).
- Jahn B, Litvinovsky B, Zanzvilevich A, Reichow M. 2009. Peralkaline



- granitoid magmatism in the Mongolian–Transbaikalian Belt: Evolution, petrogenesis and tectonic significance[J]. *Lithos*, 113(3): 521–539.
- Jiang Sihong, Nie Fengjun, Su Yongjiang, Bai Daming, Liu Yifei. 2010. Geochronology and origin of the Erdenet superlarge Cu–Mo deposit in Mongolia[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 31(3): 289–306 (in Chinese with English abstract).
- Kelty T, Yin A, Dash B, Gehrels G, Ribeiro A. 2008. Detrital–zircon geochronology of Paleozoic sedimentary rocks in the Hangay–Hentey basin, north–central Mongolia: Implications for the tectonic evolution of the Mongol–Okhotsk Ocean in central Asia[J]. *Tectonophysics*, 451(1/4): 290–311.
- Khubanov V, Tsygankov A, Burmakina G. 2021. The duration and geodynamics of formation of the Angara–Vitim Batholith: Results of U–Pb isotope (LA–ICP–MS) dating of magmatic and detrital zircons[J]. *Russian Geology and Geophysics*, 62(12): 1331–1349.
- Kovach V, Salnikova E, Wang K, Jahn B, Chiu H, Reznitskiy L, Kotov A, Iizuka Y, Chung S. 2013. Zircon ages and Hf isotopic constraints on sources of clastic metasediments of the Slyudyansky high–grade complex, southeastern Siberia: Implication for continental growth and evolution of the Central Asian Orogenic Belt[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 62: 18–36.
- Kovach V, Kozakov I, Kröner A, Salnikova E, Wang K, Lee H, Plotkina J, Gorokhovskiy B, Adamskaya E, Tolmacheva E, Shpakovich L. 2021. Early Neoproterozoic crustal growth and microcontinent formation of the north–central Central Asian Orogenic Belt: New geological, geochronological, and Nd–Hf isotopic data on the Mélange Zone within the Zavkhan terrane, western Mongolia[J]. *Gondwana Research*, 91: 254–276.
- Kovalenko D, Yarmolyuk V, Kozlovskiy A. 2022. Paleomagnetism of the central part of the Central Asian Fold Belt (Tuva, Mongolia)[J]. *Doklady Earth Sciences*, 504(1): 296–304.
- Kovalev K, Ripp G, Distanov E, Baulina M. 2005. Fe–Mg carbonates and variations in isotopic compositions of carbon and oxygen at the Ozernoe hydrothermal–sedimentary pyrite–polymetallic deposit (Transbaikalia)[J]. *Russian Geology and Geophysics*, 46(4): 383–397.
- Kozakov I, Kovach V, Yarmolyuk V, Kotov A, Salnikova E, Zagornaya N. 2003. Crust–forming processes in the geologic development of the Tuva–Mongolia Massif: Sm–Nd isotopic and geochemical data for granitoids[J]. *Petrology*, 11: 444–463.
- Kravchinsky V, Sklyarov E, Gladkochub D, Harbert W. 2010. Paleomagnetism of the Precambrian Eastern Sayan rocks: Implications for the Ediacaran–Early Cambrian paleogeography of the Tuva–Mongolian composite terrane[J]. *Tectonophysics*, 486: 65–80.
- Kungurtsev L, Berzin N, Kazansky A, Metelkin D. 2001. Tectonic evolution of the southwestern framing of the Siberian Platform in the Vendian–Cambrian according to paleomagnetic data[J]. *Russian Geology and Geophysics*, 42: 1042–1051.
- Kuzmichev A, Bibikova E, Zhuravlev D. 2001. Neoproterozoic (~800 Ma) orogeny in the Tuva–Mongolia Massif (Siberia): Island arc–continent collision at the northeast Rodinia margin[J]. *Precambrian Research*, 110(1): 109–126.
- Laverov N, Chernyshev I, Chugaev A, Bairova E, Gol’tsman Y, Distler V, Yudovskaya M. 2007. Formation stages of the large–scale noble metal mineralization in the Sukhoi Log deposit, east Siberia: Results of isotope–geochronological study[J]. *Doklady Earth Sciences*, 415(1): 810–814.
- Leonov M, Morozov Y, Nikitin A. 2007. Tectonic deformation of granites in the Tien Shan and Transbaikalian regions[J]. *Doklady Earth Sciences*, 417(9): 1348–1354.
- Li Jinyi. 1988. Some new ideas on tectonics of NE China and its neighboring area[J]. *Geological Review*, 44(4): 339–347 (in Chinese with English abstract).
- Li J Y. 2006. Permian geodynamic setting of Northeast China and adjacent regions: Closure of the Paleo–Asian Ocean and subduction of the Paleo–Pacific Plate[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 26(3): 207–224.
- Ma Y F, Liu Y J, Peskov A, Wang Y, Song W M, Zhang Y J, Qian C, Liu T J. 2022. Paleozoic tectonic evolution of the eastern central Asian Orogenic Belt in NE China[J]. *China Geology*, 5(4): 555–578.
- Makrygina V, Belichenko V, Reznitskiy L. 2007. Types of paleoisland arcs and back–arc basins in the northeast of the Paleasian Ocean (from geochemical data)[J]. *Russian Geology and Geophysics*, 48(1): 107–119.
- Miguta A. 2001. Uranium deposits of the El’kon ore district in the Aldan Shield[J]. *Geology of Ore Deposits*, 43(2): 117–135.
- Mishkin M, Vovna G, Lavrik S, Oktyabr’skii R. 2001. Geochemistry and genesis of in the Sutam block, deep–seated Archean enderbites southern Aldan Shield[J]. *Geochemistry International*, 39(7): 627–645.
- Neymark L, Kovach V, Nemchin A, Morozova I, Kotov A, Vinogradov D, Gorokhovskiy B, Ovchinnikova G, Bogomolova L, Smelov A. 1993. Late Archean intrusive complexes in the Olekma granite–greenstone terrain (eastern Siberia): Geochemical and isotopic study[J]. *Precambrian Research*, 62(4): 453–472.
- Nokleberg W. 2010. Metallogenesis and Tectonics of Northeast Asia[M]. U. S. Geological Survey, 1–624.
- Nutman A, Chernyshev I, Baadsgaard H, Smelov A. 1992. The Aldan shield of Siberia, Ussr: The age of its Archean components and evidence for widespread reworking in the Mid–Proterozoic[J]. *Precambrian Research*, 54(2/4): 195–210.
- Parfenov L, Popeko L, Tomurtogoo O. 2001. Problems of tectonics of the Mongol–Okhotsk orogenic belt[J]. *Geology of the Pacific Ocean*, 16(5): 797–830.
- Parfenov L, Berzin N, Khanchuk A, Badarch G, Belichenko V, Bulgatov A, Dril S, Kirillova G, Kuz’mi M, Nockleberg W, Prokop’ev A, Timofeev V, Tomurtogoo O, Yan H. 2003. A model

- for the formation of orogenic belts in Central and Northeast Asia[J]. *Tikhookeanskaya Geologiya*, 22(6): 7–41.
- Petrov O, Morozov A, Kiselev, Shokalsky S, Dong S, Chuluun O, Tomurtogoo O, Uzhkenov B, Sayduakasov M, Hwang J, Chul K. 2017. Metallogeny of Northern, Central and Eastern Asia[M]. St. Petersburg: VSEGEI Printing House, 1–310.
- Polyakov G, Izokh A, Krivenko A. 2006. Platiniferous ultramafic–mafic formations of mobile belts of central and southeastern Asia[J]. *Russian Geology and Geophysics*, 47(12): 1227–1241.
- Prokof'ev V, Safonov Y, Lüders V, Borovikov A, Kotov A, Zlobina T, Murashov K, Yudovskaya M, Selektor S. 2019. The sources of mineralizing fluids of orogenic gold deposits of the Baikal–Patom and Muya areas, Siberia: Constraints from the C and N stable isotope compositions of fluid inclusions[J]. *Ore Geology Reviews*, 111: 102988.
- Prokopyev I, Doroshkevich A, Malyutina A, Starikova A, Ponomarchuk A, Semenova D, Kovalev S, Savinsky I. 2021. Geochronology of the Chadobets alkaline ultramafic carbonatite complex (Siberian craton): New U–Pb and Ar–Ar data[J]. *Geodynamics & Tectonophysics*, 12(4): 865–882.
- Reznitsky L, Sal'nikova E, Barash I, Belichenko V, Glebovitsky V, Kotov A, Kovach V, Yakovleva S, Fedoseenko A. 2007. Upper age boundary of the accretion of terranes in the northwestern part of the eastern segment of the Central Asian fold belt[J]. *Doklady Earth Sciences*, 414(1): 548–551.
- Rytsk E, Kovach V, Yarmolyuk V, Kovalenko V, Bogomolov E, Kotov A. 2011. Isotopic structure and evolution of the continental crust in the East Transbaikalian segment of the Central Asian fold belt[J]. *Geotectonics*, 45(5): 349–377.
- Shkol'nik E, Zhegallo E. 2012. Formation conditions of some iron ores in the Uda–Shantar basin, Far East[J]. *Russian Journal of Pacific Geology*, 6(3): 242–250.
- Skuzovatov S, Shatsky V, Dril S. 2017. High–pressure mafic granulites of the South Muya Block (Central Asian Orogenic Belt)[J]. *Doklady Earth Sciences*, 473: 423–426.
- Sorokin A, Kudryashov N, Li J, Zhuravlev D, Pin Y, Guihua S, Liming G. 2004. Early Paleozoic granitoids in the eastern margin of the Argun' terrane, Amur area: First geochemical and geochronologic data[J]. *Petrology*, 12(4): 367–376.
- Sotnikov V, Ponomarchuk V, Shevchenko D, Berzina A. 2005. The Erdenetiyn–Ovoo porphyry Cu–Mo deposit, Northern Mongolia:  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  geochronology and factors of large–scale mineralization[J]. *Geologiya i Geofizika*, 46(6): 633–644.
- Vernikovskiy V, Vernikovskaya A. 2006. Tectonics and evolution of granitoid magmatism in the Yenisei Ridge[J]. *Russian Geology and Geophysics*, 47: 35–52.
- Vernikovskiy V, Kazansky A, Matushkin N, Metelkin D, Sovetov J. 2009. The geodynamic evolution of the folded framing and the western margin of the Siberian craton in the Neoproterozoic: Geological, structural, sedimentological, geochronological, and paleomagnetic data[J]. *Russian Geology and Geophysics*, 50(4): 380–393.
- Vetrov E, Chernykh A, Babin G. 2019. Early Paleozoic granitoid magmatism in the East Tannu–Ola Sector of the Tuvian magmatic belt: Geodynamic setting, age, and metallogeny[J]. *Russian Geology and Geophysics*, 60(5): 492–513.
- Vetrov E, De Grave J, Vetrova N. 2022. The tectonic evolution of the Paleozoic Tannuola Terrane of Tuva in the Mesozoic and Cenozoic: Data of fission–track thermochronology of apatite[J]. *Geotectonics*, 56(4): 471–485.
- Vladimirov A, Khromykh S, Mekhonoshin A, Volkova N, Travin A, Yudin D, Kruk N. 2008. U–Pb dating and Sm–Nd systematics of igneous rocks in the Ol'khon Region (Western Baikal Coast)[J]. *Doklady Earth Sciences*, 423(2): 1372–1375.
- Wang Tao, Zhang Lei, Guo Lei, Wang Xiaoxia, Li Shan, Feng Chengyou, Xu Wenliang, Tong Ying, Zhang Jianjun, Zhang Hongrui, Zhang Chengli, Mao Jianqi, Yang Qidi. 2014. The progress of the preliminary compilation of map of Mesozoic granitoid of Asia and the research on related key issues[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 35(6): 655–672 (in Chinese with English abstract).
- Wu G, Chen Y, Chen Y, Zeng Q. 2012. Zircon U–Pb ages of the metamorphic supracrustal rocks of the Xinghuadukou Group and granitic complexes in the Argun massif of the northern Great Hinggan Range, NE China, and their tectonic implications[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 49: 214–233.
- Watanabe Y. 2000. Re–Os ages for the Erdenet and Tsagaan Suvarga porphyry Cu–Mo deposits, Mongolia, and tectonic implications[J]. *Economic Geology*, 95(7): 1537–1542.
- Yarmolyuk V, Kovalenko V, Kozakov I, Sal'nikova, E, Bibikova E, Kovach V, Kozlovsky A, Kotov A, Lebedev V, Eenjin G, Fugzan M. 2008. The age of the Khangai batholith and the problem of batholith formation in Central Asia[J]. *Doklady Earth Sciences*, 423: 1223–1228.
- Zhou Yongheng, Bao Qingzhong, Chai Lu, Zhang Zhehuan, Shi Jianmin, Duan Ruiyan. 2013. Metallogenic characteristics and prospecting indications of Udokan sandstone copper deposit in North Transbaikalye, Russia[J]. *Geological Science and Technology Information*, 32(5): 153–159 (in Chinese with English abstract).
- Zhou Yongheng, Liu Changchun, Wu Taotao, Bao Qingzhong, Wu Datian. 2018a. Geological characteristics and a prospecting model of volcanic–type uranium deposits in the Zabaikalsky area of Russia[J]. *Geology and Exploration*, 54(6): 1238–1246 (in Chinese with English abstract).
- Zhou Yongheng, Zhang Sen, Wu Taotao, Bao Qingzhong, Wu Datian, Chai Lu, Liu Jinlong. 2018. Current situation, potential and investment proposal of copper deposit exploitation and utilization in Russia[J]. *Geology and Exploration*, 54(6): 1227–1237 (in Chinese with English abstract).
- Zorin, Y, Belichenko V, Turutanov E, Mazukabzov A, Sklyarov E,

- Mordvinova V. 1995. The East Siberia transect[J]. *International Geology Review*, 37: 154–175.
- Zorin Y. 1999. Geodynamics of the western part of the Mongolia–Okhotsk collisional belt, Trans–Baikal region (Russia) and Mongolia[J]. *Tectonophysics*, 306: 33–56.
- Zorin Y, Sklyarov E, Belichenko V, Mazukabzov A. 2007. Evolution of island arcs and geodynamics of the eastern central Asian fold belt in the Neogene[J]. *Doklady Earth Sciences*, 412(1): 39–42.
- Zorin Y, Sklyarov E, Belichenko V, Mazukabzov A. 2009. Island arc–back–arc basin evolution: Implications for Late Riphean–Early Paleozoic geodynamic history of the Sayan–Baikal folded area[J]. *Russian Geology & Geophysics*, 50(3): 149–161.
- Галимова Т Ф, Пашкова А Г, Поваринцева С А, Перфильев В В, Намолова М М, Андрущенко С В, Денисенко Е П, Пермяков С А, Миронюк Е П, Тимашков А Н, Плеханов А О. 2012. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000000 (третье поколение). Серия Ангаро Енисейская. Лист N47–Нижеудинск. Объяснительная записка [R]. 1–652.
- Добровольская М Г, Ерёмин Н А. 2010. Метаморфизм и время образования промышленных свинцово–цинковых руд в Холоднинском месторождении (Северное Прибайкалье)[J]. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования, 1: 30–35.
- Козлов С А, Новченко С А, Богач Г И, Томбасов И А, Пинаева Т А, Потемкина Л В, Ядрищенская Н Г, Абдукаримова С Ф, Куриленко А В, Раитина Н И, Ступак Ф М, Филипченко Ю А, Сверкунов В С, Егоров А С, Шор Г М, Алексеенко В Д, Беляев Г М, Руденко В Е. 2010. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1000000 (третье поколение). Серия Алдано–Забайкальская. Лист N–50–Сретенск. Объяснительная записка[R]. 1–377.
- Козлов А В, Печенкин М М, Савичев А А, Бамбаев Т С. 2011. Новые черты глубинного строения Озернинского рудного узла по данным магнитотеллурического зондирования[J]. Записки Горного института, 189: 262–265.
- Макарьев Л Б, Митрофанов Г Л, Митрофанова Н Н, Пай В М, Семейкина Л К. 2010. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 1000000 (третье поколение). Серия Алдано–Забайкальская. Лист О–50 — Бодайбо. Объяснительная записка[R]. 1–623.
- Петров Е И, Тетенькин Д Д. 2021. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДОКЛАД О СОСТОЯНИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИНЕРАЛЬНО–СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ в 2020 году[R]. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра), 1–572.
- Чечеткин В С, Трубочев А И. 2014. Металлогения меди Центрально–Азиатской провинции[J]. Науки о Земле и недропользование, 3(46): 5–15.

### 附中文参考文献

- 鲍庆中, 周永恒, 邵军, 柴璐, 王宏博, 张璟, 张哲寰. 2015. 远东东北部中生代造山带成矿地质背景——兼论鄂霍茨克–楚科奇火山深成岩带金属成矿作用[J]. *地质通报*, 34(4): 605–617.
- 柴璐, 鲍庆中, 周永恒, 李霄. 2017. 东北亚地区铜矿资源与供需概况[J]. *矿产综合利用*, (6): 26–30.
- 黄始琪, 董树文, 胡健民, 施炜, 陈宣华, 刘志强. 2016. 蒙古–鄂霍茨克构造带的形成与演化[J]. *地质学报*, 90(9): 2192–2205.
- 江思宏, 聂凤军, 苏永江, 白大明, 刘翼飞. 2010. 蒙古国额尔登特特大铜–钼矿床年代学与成因研究[J]. *地球学报*, 31(3): 289–306.
- 李锦铁. 1988. 中国东北及邻区若干地质构造问题的新认识[J]. *地质论评*, 44(4): 339–347.
- 王涛, 张磊, 郭磊, 王晓霞, 李舫, 丰成友, 许文良, 童英, 张建军, 张洪瑞, 张成立, 毛建仁, 杨奇获. 2014. 亚洲中生代花岗岩图初步编制及若干研究进展[J]. *地球学报*, 35(6): 655–672.
- 周永恒, 鲍庆中, 柴璐, 张哲寰, 时建民, 段瑞炎. 2013. 俄罗斯乌多坎砂岩型铜矿的成矿特征与找矿标志[J]. *地质科技情报*, 32(5): 153–159.
- 周永恒, 刘长纯, 吴涛涛, 鲍庆中, 吴大天. 2018a. 俄罗斯后贝加尔地区火山岩型钼矿地质特征与找矿模型[J]. *地质与勘探*, 54(6): 1238–1246.
- 周永恒, 张森, 吴涛涛, 鲍庆中, 吴大天, 柴璐, 刘金龙. 2018b. 俄罗斯铜矿资源勘查开发现状、潜力及投资建议[J]. *地质与勘探*, 54(6): 1227–1237.