

## 拉丁美洲关键矿产成矿特征与成矿区带划分\*

陈喜峰<sup>1,2</sup>, 唐金荣<sup>1,2</sup>, 施俊法<sup>1</sup>, 陈秀法<sup>1,2</sup>, 张福良<sup>1,2</sup>, 张振芳<sup>1,2</sup>, 张潮<sup>1,2</sup>,  
宋崇宇<sup>1,2</sup>, 常畅<sup>1,2</sup>, 梅燕雄<sup>3</sup>, 马彦云<sup>4</sup>

(1 中国地质调查局发展研究中心, 北京 100037; 2 中国-阿拉伯国家地学合作研究中心, 北京 100037; 3 中国地质科学院矿产资源研究所 自然资源部成矿作用与资源评价重点实验室, 北京 100037; 4 宁夏回族自治区地质局, 宁夏银川 750021)

**摘要** 拉丁美洲关键矿产丰富, 对其进行成矿作用研究和成矿区带划分具有重要的理论意义, 同时为找矿勘查提供依据。文章研究表明, 拉丁美洲优势关键矿产具有储量丰富、地理分布集中、大型矿床数量多、综合利用价值大等禀赋特征; 大地构造演化-关键矿产成矿作用可划分为前寒武纪、古生代和中-新生代 3 大阶段, 以前寒武纪和中-新生代为主; 主要关键矿产可划分为 8 大成矿系列, 有 10 种主要矿床类型; 成矿区带可划分为 2 个成矿域 (一级成矿区带)、10 个成矿省 (二级成矿区带)、28 个三级成矿区带和 50 个四级成矿区带。前寒武纪克拉通的 BIF 型铁矿、绿岩型金矿和墨西哥-安第斯造山带的中-新生代斑岩型铜金多金属矿及中-新生代的红土型镍矿、红土型铝土矿、盐湖卤水型锂矿为拉丁美洲大陆今后找矿勘查的主攻方向。

**关键词** 关键矿产; 资源禀赋; 成矿特征; 成矿区带; 找矿方向; 拉丁美洲

中图分类号: P618.31; P618.51

文献标志码: A

## Metallogenic characteristics and metallogenic belts of critical mineral resources in Latin America

CHEN XiFeng<sup>1,2</sup>, TANG JinRong<sup>1,2</sup>, SHI JunFa<sup>1</sup>, CHEN XiuFa<sup>1,2</sup>, ZHANG FuLiang<sup>1,2</sup>, ZHANG ZhenFang<sup>1,2</sup>,  
ZHANG Chao<sup>1,2</sup>, SONG ChongYu<sup>1,2</sup>, CHANG Chang<sup>1,2</sup>, MEI YanXiong<sup>3</sup> and MA YanYun<sup>4</sup>

(1 Development and Research Center, China Geological Survey, Beijing 100037, China; 2 China-Arab States Geosciences Cooperation Research Center, Beijing 100037, China; 3 MNR Key Laboratory of Metallogeny and Mineral Assessment, Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China; 4 Geological Bureau of Ningxia Hui Autonomous Region, Yinchuan 750021, Ningxia, China)

### Abstract

The Latin America is abundant in critical minerals. The research on metallogenic characteristics of critical minerals and the division of critical minerals metallogenic belts are of both theoretical and mineral prospecting practical significance. The endowment characteristics of major critical minerals of Latin America include abundant reserves, concentrated geographical distribution, large number of large deposits and high comprehensive utilization value. The tectonic evolution-mineralization of critical minerals of Latin America continent can be divided into three main stages of Precambrian, Paleozoic and Mesozoic-Cenozoic, dominated with Precambrian and Mesozoic-Cenozoic. The metallogenic belts of critical minerals of Latin America can be divided into 2 metallogenic domains ( first-order metallogenic belt ), 10 metallogenic provinces ( second-order metallogenic belts ), 28

\* 本文得到深地国家科技重大专项项目“全球战略性矿产资源供需格局演变及对中国供应安全研究”(编号:2025ZD1007001)和中国地质调查局地质调查项目“战略性矿产资源政策与投资环境评价”(编号:DD20211404)联合资助

第一作者简介 陈喜峰, 男, 1979 年生, 博士, 正高级工程师, 主要从事矿床地质和成矿规律研究。Email: chen6100117@126.com

收稿日期 2025-08-31; 改回日期 2026-01-04。秦思婷编辑。

third-order metallogenic belts and 50 fourth-order metallogenic belts. The major critical minerals of Latin America can be divided into 8 metallogenic series, and 10 major deposit types. The BIF type iron deposits and greenstone type gold deposits in the Precambrian Craton, the Mesozoic-Cenozoic porphyry type copper-gold polymetallic deposits in the Mexican-Andean orogenic belt, and the Mesozoic-Cenozoic laterite-type nickel deposits, laterite-type bauxite deposits and brine-type lithium deposits are the main directions for future exploration and prospecting in the Latin American continent.

**Key words:** critical mineral resources, mineral resource endowment, metallogenic characteristics, metallogenic belts, the direction for further exploration, Latin America

拉丁美洲是世界上地质-构造演化过程最漫长、最复杂、最活跃的大陆之一,从太古宙至新生代发生了多期次强烈的构造运动,经历了多个超大陆的形成与裂解,以及中-新生代洋-陆俯冲、陆内构造演化的复杂演化过程,并伴随有强烈的岩浆活动,成矿地质条件优越,发生了多期次的区域性大规模成矿作用,跨环太平洋成矿域和冈瓦纳成矿域2个世界级巨型成矿域(裴荣富等,2013),产有在世界占有重要地位的BIF型铁矿、绿岩型金矿、斑岩型铜金多金属矿、浅成低温热液型金多金属矿、红土型铝土矿、红土型镍矿、盐湖卤水型锂矿、与碳酸岩风化壳有关的铀矿等矿产,关键矿产资源非常丰富(毛景文等,2019;唐金荣等,2025)。前人关于拉丁美洲的基础地质研究取得了大量代表性研究成果,大多聚焦于具体的矿床、成矿带、矿集区和某个大地构造单元(Zappettini et al.,2013;董永观等,2015;姚仲友等,2017;卢民杰等,2018;陈玉明等,2018;曾勇等,2020;姚春彦等,2023;Antunes et al.,2023),尚未见有开展集整个拉丁美洲地区的矿产资源禀赋、地质构造演化过程与成矿地质条件、主要矿产成矿系列、主要矿产的矿床类型与成矿时代、成矿区带划分、重要成矿带地质矿产特征等内容于一体的综合性研究;同时,目前国内尚未系统开展整个拉丁美洲尺度的一至四级成矿区带的划分,导致读者无法从整个拉丁美洲尺度对其有一个系统、全面、多维度的了解。本文在论述拉丁美洲关键矿产的资源禀赋、地质构造演化与关键矿产成矿作用、主要成矿期次、主要矿床类型与成矿时代、成矿系列的基础上,首次开展拉丁美洲关键矿产一至四级成矿区带划分,并提出了今后找矿勘查的主攻方向,以期呈现拉丁美洲关键矿产成矿特征和成矿区带时空特征的全貌,为深化该地区基础地质研究和促进找矿勘查工作提供依据。

## 1 区域地质背景

拉丁美洲大陆大地构造位置独特,跨南美洲板块、北美洲板块和加勒比板块,主体位于南美洲板块内,其西侧与科科斯(Cocos)板块、纳斯卡(Nazca)板块、太平洋板块毗邻,其东侧与非洲板块隔大西洋相望(Hasteroka et al.,2022)。拉丁美洲大陆经历了多期、多阶段漫长而复杂的地质-构造演化过程,几乎贯穿了地球的所有地质历史演化时期,包括潘基亚超大陆、冈瓦纳大陆、劳亚大陆等多个古陆的形成与裂解和大西洋打开及中-新生代板块/地块的汇聚、陆内构造演化等一系列的构造运动,形成了现今的大地构造格局。现今的拉丁美洲大陆是一个复合的大陆,是由原属于劳亚古陆、冈瓦纳古陆的多个陆块/地块在不同地质历史时期发生裂离、增生、汇聚、拼合后形成的大陆,主要由复杂的克拉通、地块、造山带等组成,其大地构造格架可概括为“1造山带+1克拉通(包括3盾+3盆+1地台)”。其中,1造山带为墨西哥-安第斯造山带,1克拉通为南美克拉通,两者均规模巨大,构成拉丁美洲大陆的主体;1地台为巴塔哥尼亚地台,3盾为圭亚那地盾、中巴西地盾和圣弗朗西斯科地盾,3盆为亚马孙盆地、巴拉纳盆地和帕拉伊巴盆地(图1),这些构造单元与区域内地层的时空分布、岩浆岩的时空演化规律和关键矿产的成矿作用关系密切(卢民杰等,2018;陈玉明等,2018;曾勇等,2020;Gomes et al.,2023)。

拉丁美洲地层发育较齐全,从太古宙至新生界均有发育,但不同时代的地层分布明显与大地构造单元密切相关。前寒武系主要分布于南美克拉通的圭亚那地盾、中巴西地盾、圣弗朗西斯科地盾和巴塔哥尼亚地台内,是绿岩型金矿、BIF型铁(锰)矿、红土型镍矿等矿产的主要赋矿地层。古生界主要分布于地盾与盆地边缘,中生界、新生界多出露于亚马孙盆

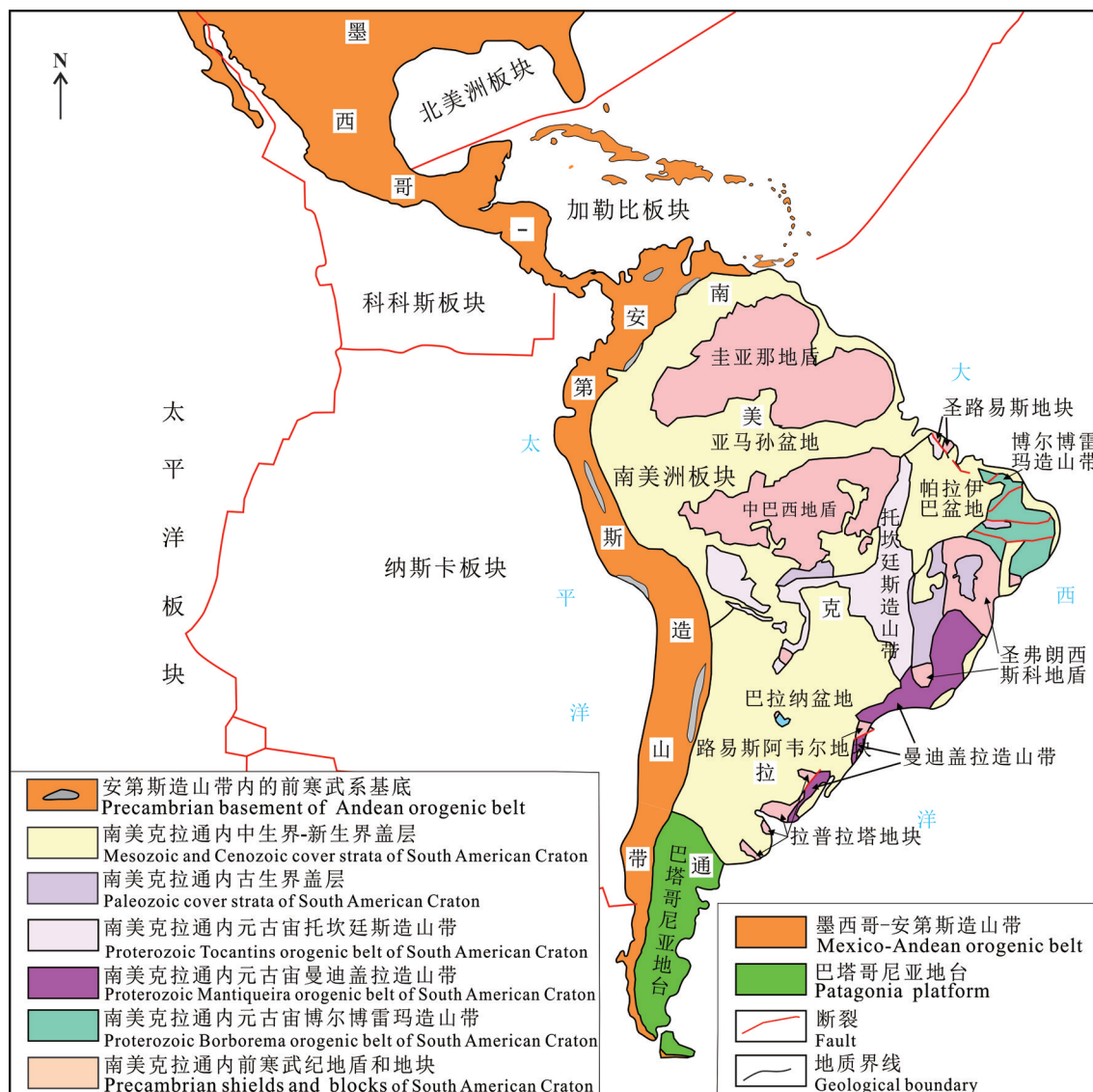


图 1 拉丁美洲大陆地质构造简图(据 Santos et al., 2002; 董永观等, 2015; 曾勇等, 2020; Hasteroka et al., 2022 修改)  
 Fig. 1 The geological and tectonic map of Latin American continent(modified from Santos et al., 2002; Dong et al., 2015; Zeng et al., 2020; Hasteroka et al.,2022)

地、巴拉纳盆地和帕拉伊巴盆地等沉积盆地内。墨西哥-安第斯造山带内地层则以新生界、中生界和古生界为主,而前寒武系则零星出露(卢民杰等, 2018; 沈莽庭等, 2021; Ariza-Acero et al., 2022; Antunes et al., 2023)。

岩浆活动具有时期长、频繁且强烈的特点,其时空演化规律与构造运动密切相关,几乎各个地质时期均发生过岩浆活动,但不同大地构造单元中岩浆岩的类型、规模和时代具有较大的差异。岩浆活动以南美洲最为强烈,南美洲的岩浆活动又以前寒武纪和中-新生代最为强烈。南美克拉通岩浆活动主

要集中在前寒武纪,以元古宙最为强烈,形成的岩浆岩主要分布在圭亚那地盾、中巴西地盾和圣弗朗西斯科地盾,以花岗岩类和基性-超基性岩为主,构成花岗-绿岩带,是绿岩型金矿的主要成矿母岩;古生代以来,特别是中-新生代以来岩浆活动较弱。安第斯造山带自前寒武纪至新生代均有岩浆活动,大致可划分为前寒武纪、早古生代、晚古生代和中-新生代四期,以中-新生代最为强烈,形成了世界著名的岩浆岩带,是环太平洋岩浆岩带的重要组成部分,以中酸性侵入岩为主,为铜、金、银、钼及其他金属矿产的形成提供了良好的构造-热事件成矿条件,造就了

世界著名的安第斯多金属成矿带,形成众多斑岩型铜金多金属矿床和浅成低温热液型金多金属矿床。中美洲和加勒比地区岩浆岩以中-新生代火山岩为主,发育中美洲火山弧,形成了众多的浅成低温热液型金多金属矿床(Bouvier et al.,2022;陈喜峰等,2024a;2024b)。墨西哥岩浆岩带也以中-新生代火山岩为主,发育泛墨西哥火山岩带,形成了众多的浅成低温热液型金多金属矿床(王翠芝等,2017)。

## 2 拉丁美洲关键矿产资源禀赋

### 2.1 主要关键矿产的储量世界地位

拉丁美洲大陆是世界古老的大陆之一,构造运动-岩浆活动演化历史漫长、复杂,成矿地质条件优越,关键矿产非常丰富,铁、铜、金、铅、锌、钼、铝土矿、锡、锂、稀土、铌、钽、萤石、石墨等矿产的储量在世界占有重要地位,尤其是铜、金、铁、锂、铝土矿、铌等优势矿产的储量居世界前列(表1)。

在储量上,铜、锂、铌等矿产的储量均居各大洲首位,其中,铌储量世界占比近90%,锂储量世界占比近70%,铷储量世界占比50%以上,铜储量世界占比为37.67%,铁、锰、锡、钼、镍、银、铝土矿、石墨、萤石等矿产的储量世界占比为20%~30%,锑、金、稀土、钾盐等矿产的储量世界占比为15%~20%,铅、锌的储量世界占比为12.88%和14.81%(表1)。

从国家来看,一些拉丁美洲国家关键矿产的储量在世界占有重要地位,巴西的铁、锰、镍、稀土、铝土矿、锡、铌、石墨等矿产的储量居世界前5位,智利的铜、钼、锂、铷等矿产的储量居世界前5位,墨西哥的铜、金、银、铅、锌、萤石等矿产的储量居世界前10

位,秘鲁的铜、金、银、铅、锌、锡、钼等矿产的储量也居世界前10位。此外,玻利维亚的锂、银、锡,阿根廷的锂和牙买加的铝土矿等矿产的储量也居世界前列。

### 2.2 主要关键矿产分布特征

拉丁美洲的铁、铜、钼、金、镍、稀土、铝土矿、锡、锂、铷、铌等优势矿产具有地理分布高度集中的特点:①铜、钼储量主要分布在安第斯造山带,集中于智利、墨西哥、秘鲁等国家;②铝土矿主要集中于巴西和牙买加,其中,红土型铝土矿主要分布在巴西,岩溶型铝土矿主要分布于牙买加;③锂矿主要分布在“南美锂三角”地区,集中于阿根廷、智利和玻利维亚3个国家的交界区域;④锡矿主要分布在玻利维亚和秘鲁;⑤铷矿高度集中分布在智利;⑥金矿分布广泛,但探明储量高度集中分布在巴西、秘鲁和墨西哥;⑦镍、铁、稀土、铌的储量主要集中分布于巴西。

在地理分布上,拉丁美洲主要国家(地区)的关键矿产的禀赋差异明显,除巴西、智利、秘鲁、墨西哥、阿根廷、玻利维亚及哥伦比亚外,其余国家(地区)的矿产资源相对较少。在矿种上,铜、锂、金、钼、稀土、锡、铝土矿、银、石墨、萤石等绝大部分矿产的储量分布极不均衡,探明储量高度集中分布于少数国家(表2)

## 3 拉丁美洲关键矿产成矿特征

### 3.1 地质构造演化与关键矿产成矿作用

从太古宙至新生代,拉丁美洲大致经历了以下构造演化阶段:①太古宙,在南美克拉通发生了捷奎叶-阿若斯构造旋回(3.7~3.4 Ga);②古元古代(2600~1900 Ma),在南美克拉通发生了泛亚马孙构

表1 拉丁美洲大陆主要关键矿产的储量世界地位

Table 1 The world position of reserves of critical mineral resources in Latin American continent

矿种	储量/万吨	储量世界占比/%	矿种	储量/万吨	储量世界占比/%	矿种	储量/万吨	储量世界占比/%
铀(U)	36	5.92	钨	3	0.52	锂(金属)	3181.18	68.99
铁(矿石)	4559100	24	锡	95.20	22.09	稀土(REO)	2100	19.09
锰(矿石)	40200	21.16	钼	441.69	29.45	铷	0.13	>50
铬铁矿(矿石)	5200	2.44	锑	32.80	16.40	铌	1600	89.84
钒	43.20	1.79	钴	81.80	8.67	石墨	7710	27.54
钛(金属量)	618	1.44	镍	2665.12	20.50	萤石	6800	24.29
铜	37673.28	37.67	铝土矿(矿石)	613000	20.43	钾盐(K <sub>2</sub> O)	71400	19.83
铅	1223.30	12.88	金	1.16	19.76	磷(矿石)	195900	2.65
锌	3257.27	14.81	银	20.48	28.44			

注:资料据江思宏,2024;USGS,2025;陈喜峰等,2025。

表2 拉丁美洲大陆主要关键矿产地理分布

Table 2 The geographical distribution of critical mineral resources in Latin American continent

矿种	储量居世界前10位的国家	其他国家(地区)
铀	巴西	智利、阿根廷、墨西哥、玻利维亚、哥伦比亚、圭亚那、巴拉圭、厄瓜多尔
铁	巴西	智利、秘鲁、阿根廷、墨西哥、玻利维亚、哥伦比亚、委内瑞拉、乌拉圭、巴拉圭、厄瓜多尔、洪都拉斯、危地马拉、古巴、牙买加
锰	巴西、墨西哥	智利、秘鲁、玻利维亚、哥伦比亚、圭亚那、乌拉圭
钒		巴西、阿根廷、厄瓜多尔
钛		巴西、巴拉圭、委内瑞拉、秘鲁、危地马拉、哥伦比亚
铜	智利、秘鲁、墨西哥	巴西、阿根廷、玻利维亚、哥伦比亚、圭亚那、法属圭亚那、委内瑞拉、厄瓜多尔、古巴、牙买加、多米尼加、巴拿马、尼加拉瓜、洪都拉斯、海地
铅锌	墨西哥、秘鲁	巴西、玻利维亚、智利、阿根廷、哥伦比亚、委内瑞拉、厄瓜多尔、古巴、牙买加、危地马拉、多米尼加、洪都拉斯
锡	巴西、玻利维亚、秘鲁	哥伦比亚、阿根廷、墨西哥
钼	智利、秘鲁	阿根廷、墨西哥、巴西、玻利维亚、哥伦比亚、厄瓜多尔、古巴、多米尼加、海地
锑	玻利维亚	墨西哥、古巴、危地马拉
镍	巴西	古巴、多米尼加、危地马拉、墨西哥、哥伦比亚、圭亚那、厄瓜多尔、委内瑞拉
钴		古巴、巴西、墨西哥、智利、阿根廷
铋		玻利维亚、墨西哥、古巴、危地马拉
铝土矿	巴西、牙买加	阿根廷、哥伦比亚、圭亚那、委内瑞拉、多米尼加、苏里南
锂	智利、阿根廷	巴西、玻利维亚、墨西哥、圭亚那
铌	巴西	阿根廷、委内瑞拉、巴拉圭、玻利维亚、墨西哥、哥伦比亚、圭亚那
铯	智利	墨西哥、秘鲁
金	巴西、秘鲁、墨西哥	玻利维亚、智利、阿根廷、哥伦比亚、委内瑞拉、厄瓜多尔、古巴、牙买加、危地马拉、多米尼加、洪都拉斯、圭亚那、苏里南、法属圭亚那、乌拉圭、巴拉圭、巴拿马、哥斯达黎加、尼加拉瓜、萨尔瓦多
银	秘鲁、墨西哥、智利、玻利维亚	阿根廷、哥伦比亚、厄瓜多尔、古巴、牙买加、危地马拉、多米尼加、洪都拉斯、圭亚那、苏里南、法属圭亚那、乌拉圭、巴拉圭、巴拿马
稀土	巴西	智利、阿根廷、墨西哥、巴拉圭
石墨	巴西、墨西哥	哥伦比亚
萤石	墨西哥	巴西、秘鲁、阿根廷、哥伦比亚
钾盐	阿根廷、巴西、智利	墨西哥、玻利维亚、秘鲁
磷	巴西	秘鲁、墨西哥、智利、阿根廷、哥伦比亚、委内瑞拉、古巴

注:资料据 USGS, 2025; 陈喜峰等, 2025。

造旋回;③中元古代(1900~1100 Ma),在南美克拉通发生了埃斯皮纳克构造旋回,部分地区已演化为地台,以褶皱构造运动为主;④新元古代,在南美克拉通发生了巴西利亚构造旋回,是一次大规模的褶皱构造运动,此阶段整个南美地台连成一体;⑤古生代和中生代,在南美克拉通发生了裂谷作用,古生代海相和陆相沉积均有,部分地区出现裂谷,中生代进一步演化为大陆裂谷;⑥中-新生代,在墨西哥-安第斯造山带发生了强烈的造山运动和岩浆活动,并发生与其密切相关的金属矿产成矿作用,形成铜、金、钼、铅、锌、银、稀有金属及其他矿产等矿产,以斑岩型矿床最具代表性。同期,在中美洲、加勒比地区形成了与火山岩、基性-超基性岩有关的铜、金、银、

铬、镍等矿产;⑦新生代,发生南大西洋旋回,在南美克拉通,除继续陆相碎屑沉积外,发生了红土化作用,形成了红土型镍矿和红土型铝土矿,帕拉伊巴盆地、巴拉纳盆地重新沉降,前寒武纪断裂重新活动产生新的断裂,部分断块之间的垂向运动形成了一些小型沉积盆地,部分地区发生了强烈的岩浆活动,形成了大面积的玄武岩及辉绿岩岩墙群、碱性杂岩体(董永观等,2015;陈玉明等,2018;吕古贤等,2024;陈浩宇等,2024;牛耀龄,2025)。

不同的构造演化阶段和不同的构造环境发生不同的成矿作用,形成不同成矿系列的矿产资源。太古宙主要形成了与捷奎叶-阿若斯构造旋回有关的BIF型铁矿。古元古代形成与泛亚马孙构造旋回有

关的铜、金矿。中生代形成了与沉积盆地关系密切的钾盐与冈瓦纳大陆裂解、地台活化有关的金伯利岩型金刚石矿及碱性岩型稀有金属、稀土、磷等矿产。前寒武纪地盾区主要形成了丰富的铁、锰、金、铜、铅、锌等矿产。盆地区则形成了丰富的石油、天然气、钾盐等矿产。

太古宙捷奎叶-阿若斯构造旋回,为南美克拉通古陆核形成期,形成了克拉通的主体,此阶段主要在圭亚那地盾的伊玛塔卡(Imtaca)、中巴西地盾的卡拉加斯、弗朗西斯科地盾的铁四角等地区形成了BIF型铁(锰)矿。

古元古代泛亚马孙旋回(2.5~1.8 Ga),克拉通形成,构造运动表现为开始了古元古代的造山运动,形成规模巨大的造山带,此阶段主要在花岗-绿岩带内形成绿岩型金矿,如在中巴西地盾的卡拉加斯、塔帕若斯、阿尔塔弗老莱斯塔和圣弗朗西斯科地盾的伊塔皮库鲁、法曾达巴西雷诺、玛利亚普来塔及铁四角等地区形成绿岩型金矿,以及与基性-超基性岩有关的铜、铬铁矿等矿产。

中元古代埃斯皮纳克旋回(1.9~1.0 Ga),该时期的构造运动主要表现为在克拉通内发生裂谷作用,形成陆相火山岩、非造山花岗岩和碎屑沉积盖层,形成了与非造山花岗岩类有关的锡、钨矿及与圭亚那地盾罗赖马群、圣弗朗西斯科地盾埃斯宾阿索(Espinhaço)超群砾岩有关的金刚石(Beyer et al.,2015)。

古生代,在克拉通内部形成裂陷盆地,在巴拉纳、帕拉伊巴和亚马孙3个盆地内形成了鲕状赤铁矿,在亚马孙盆地内形成钾盐。

中生代,南美地台发生大陆裂谷作用,形成狭窄的裂谷盆地,在裂谷内形成陆相碎屑沉积和碱性岩、碳酸岩,形成稀有金属、金刚石、钾盐等矿产。在地台边缘形成了一些小型沉降盆地,为石油、天然气、煤炭、自然硫等矿产的形成提供了有利条件,是巴西油气的主要分布区。

新生代,风化-淋滤作用形成了红土型铝土矿、红土型镍矿、高岭土及砂矿型的金、钛、铌、锡、金刚石、钛铁矿、金红石、锆石等矿产。

### 3.2 关键矿产成矿期次

拉丁美洲大陆从太古宙至新生代均发生了关键矿产的成矿作用,结合该大陆的地质-构造演化过程及岩浆活动期次,其关键矿产的成矿作用大致可划分为前寒武纪、古生代和中-新生代3大构造演化-成矿期,以前寒武纪和中-新生代为主。

在产出构造单元上,不同时期形成的矿产具有集中分布于专属构造单元的特点。前寒武纪形成的矿产主要分布在前寒武纪克拉通中,以BIF型铁(锰)矿、绿岩型金矿为主。古生代形成的矿产主要分布在巴拉纳、帕拉伊巴和亚马孙3个盆地内,以铁、钾盐为主。中-新生代是该大陆金属矿产的重要成矿期,形成的金属矿产主要分布在墨西哥-安第斯造山带中,产有世界闻名的斑岩型铜金多金属矿、浅成低温热液型金多金属矿、盐湖卤水型锂矿、红土型镍矿、红土型铝土矿等矿产(表3)。

### 3.3 主要关键矿产矿床类型与成矿时代

在矿床类型上,该地区金属矿产的成矿作用与岩浆活动具有密切的成因联系,其中,铜、钼矿的矿床类型以斑岩型为主;金矿以斑岩型和浅成低温热液型为主;铝土矿以红土型为主;锂以盐湖卤水型为主;镍矿以斑岩型为主;锡矿以锡石-硫化物型、砂矿型为主;镍矿以红土型为主;铁矿以BIF型为主(表4)。

在拉丁美洲地质构造-岩浆活动和成矿作用的演化阶段上,该大陆主要关键矿产的成矿期为前寒武纪和中-新生代,其中,中-新生代是该地区金属矿产的重要成矿期。前寒武纪形成的矿产主要有铁、锰、金等,以BIF型铁(锰)矿和绿岩型金矿为代表。中-新生代形成的矿产主要有金、铜、铅、锌、锂、铝土矿、硼、钾盐等,其中,斑岩型铜金多金属矿、浅成低温热液型金多金属矿、盐湖卤水型锂矿、红土型铝土矿、红土型镍矿等世界闻名。

### 3.4 主要关键矿产成矿系列

根据成矿环境、成矿作用、矿床类型、矿床产出构造环境、主要控矿因素、岩浆岩类型及组合、产出的相条件、成矿主元素组合、主要成矿时代等因素,按成矿系列理论(陈毓川等,2016;王登红等,2023;侯增谦等,2025),拉丁美洲主要关键矿产可划分为8大成矿系列(表5)。

I. 与前寒武纪克拉通内变质岩系有关的铁、锰、铜、金等矿产成矿系列:为拉丁美洲大陆的重要成矿系列之一,该成矿系列形成的矿床主要产于前寒武纪克拉通的变质岩系内,铁、锰、金、铜成矿作用与条带状硅铁建造和花岗-绿岩带有关,矿床类型以BIF型铁(锰)矿、绿岩型金矿为主,成矿时代以太古宙—元古宙为主。

II. 与中-新生代中酸性侵入岩有关的铜、金、钼、铅、锌、钨、锡、铋、银、铁、稀有金属等矿产成矿系

表 3 拉丁美洲大陆主要构造演化-成矿阶段及相关的构造运动、大地构造环境、岩浆活动

Table 3 The major tectonic-metallogenic stages and related tectonic movement, tectonic environment, magmatic activity in Latin American continent

主要构造演化-成矿阶段	前寒武纪	古生代	中-新生代
构造运动	捷奎叶-阿若斯造山运动、泛亚马孙造山运动、埃斯皮纳克造山运动、巴西利亚造山运动	构造运动较弱	安第斯造山运动
区域地层	前寒武系	古生界	中生界、新生界
矿产产出的主要大地构造环境	前寒武纪克拉通	巴拉纳盆地、帕拉伊巴盆地、亚马孙盆地	墨西哥-安第斯造山带
与成矿有关的岩浆岩	花岗岩类、基性-超基性岩、中基性火山岩	岩浆岩较少	中酸性侵入岩、火山岩、蛇绿混杂岩、
形成的主要矿产	铁、锰、金、铜、铅、锌等,以 BIF 型铁(锰)矿、绿岩型金矿较为重要	铁、钾盐	铬、铜、铅、锌、钨、锡、钼、镍、金、铝土矿、锂、铌、钽、镧、硼、钾盐等,以斑岩型铜金多金属矿、浅成低温热液型金多金属矿、红土型镍矿、红土型铝土矿、盐湖卤水型锂矿等较为重要

表 4 拉丁美洲大陆关键矿产主要矿床类型与成矿时代

Table 4 The deposit types and metallogenic epoch of critical mineral resources in Latin American continent

矿种	主要成矿构造单元	主要矿床类型	主要成矿时代
铁	圭亚那地盾、中巴西地盾、圣弗朗西斯科地盾	BIF 型、矽卡岩型、IOCG 型,以 BIF 型为主	前寒武纪
锰	圭亚那地盾、中巴西地盾、圣弗朗西斯科地盾	BIF 型、矽卡岩型,以 BIF 型为主	前寒武纪
铜	墨西哥-安第斯造山带及圭亚那地盾、中巴西地盾、圣弗朗西斯科地盾	斑岩型、矽卡岩型、VMS 型、IOCG 型、浅成低温热液型、SEDEX 型等,以斑岩型、浅成低温热液型为主	中-新生代
铅锌	墨西哥-安第斯造山带、中巴西地盾、圣弗朗西斯科地盾	MVT 型、VMS 型、浅成低温热液型、矽卡岩型、SEDXE 型,以 MVT 型、VMS 型为主	中-新生代、早古生代
镍	中巴西地盾、古巴岛弧带	红土型、IOCG 型、岩浆型,以红土型为主	新生代
钴	古巴岛弧带、中巴西地盾	红土型、岩浆型、IOCG 型,以红土型为主	新生代
铝土矿	圭亚那地盾、亚马孙盆地、帕拉伊巴盆地、牙买加-波多黎各岛弧带	以红土型为主,其次为岩溶型	新生代
锡	安第斯造山带	砂矿型、锡石-硫化物型、矽卡岩型	中-新生代、早古生代
钼	安第斯造山带	斑岩型、矽卡岩型、热液型,以斑岩型为主	中-新生代
金	墨西哥-安第斯造山带、圭亚那地盾、中巴西地盾、圣弗朗西斯科地盾	斑岩型、矽卡岩型、砂矿型、浅成低温热液型、绿岩型、角砾岩筒型、IOCG 型、VMS 型,以斑岩型、浅成低温热液型、绿岩型为主	前寒武纪、中-新生代
银	墨西哥-安第斯造山带	浅成低温热液型、斑岩型、矽卡岩型、VMS 型	中-新生代
稀土	中巴西地盾、托坎廷斯造山带	离子吸附型、伟晶岩型、黏土型	新生代
锂	安第斯造山带	盐湖卤水型、伟晶岩型、黏土型,以盐湖卤水型为主	第四纪
铌钽	托坎廷斯造山带	碳酸岩型、伟晶岩型	中生代
钾盐	安第斯造山带	盐湖卤水型	新生代

列:为拉丁美洲地区重要成矿系列之一,该成矿系列主要形成于安第斯造山带内,成矿作用主要与花岗岩类有关,矿床类型主要有斑岩型、石英脉型、矽卡岩型、碱性花岗岩型、花岗岩型、云英岩型、热液脉型等,成矿时代以中-新生代为主。

Ⅲ. 与中-新生代火山活动有关的铁、铜、金、铅、锌、银、铀等矿产成矿系列:该成矿系列矿床的成矿作用主要与中-新生代火山岩及次火山岩有关,矿床类型以 VMS 型和浅成低温热液型为主,成矿时代以

中-新生代为主,以中美洲火山弧产出的浅成低温热液型金多金属矿最为典型。

Ⅳ. 与中-新生代基性-超基性岩或蛇绿岩带有关的铬、镍、钴、铜、金、钒、钛、铂族金属、金刚石等矿产成矿系列:该成矿系列的矿床主要形成于深大断裂带、岛弧、裂谷、缝合带、板块或地块的边缘等构造环境,成矿作用主要与基性-超基性岩和蛇绿岩有关,矿床类型主要有岩浆型铜镍(铂族金属)硫化物矿、岩浆型铬铁矿、岩浆型钒钛磁铁矿、金伯利

表5 拉丁美洲主要矿产成矿系列、矿床类型及典型矿床

Table 5 The metallogenic series, deposit types and typical deposits of critical mineral resources in Latin American continent

成矿系列	主要矿床类型	主要成矿时代	典型矿床
I. 与前寒武纪克拉通内变质岩系有关的铁、锰、铜、金等矿产成矿系列	BIF型(铁(锰)矿)	前寒武纪	巴西阿马帕(Amapa)铁锰矿床
	绿岩型(金矿)	前寒武纪	巴西米奈拉考(Mineracao)金矿床
II. 与中-新生代中酸性侵入岩有关的铜、金、钼、铅、锌、钨、锡、铋、银、铁、稀有金属等矿产成矿系列	石英脉型(锡矿、金矿)	中生代	秘鲁圣菲拉尔(San Rafael)锡矿床
	云英岩型(钨锡矿)	中生代—新生代	巴西布莱维斯(Breves)钨锡矿床
	斑岩型(铜金多金属矿)	中生代—新生代	智利北艾比阿尔托(Norte Abierto)铜金银矿床
	IOCG型(铁-铜-金矿)	侏罗纪—泥盆纪	秘鲁马尔科纳(Marcona)铁铜金矿床
III. 与中-新生代火山活动有关的铁、铜、金、铅、锌、银、铀等矿产成矿系列	矽卡岩型(铁矿、铜矿、金矿、铅锌矿、钨锡矿、银矿)	中生代—新生代	墨西哥洛斯菲洛司(Los Filos)金银矿床
	VMS型(铜矿、金矿、铅锌矿、多金属矿)	中生代—新生代	秘鲁塔姆博格兰德(Tambo Grande)铜金铅锌银矿床
	火山岩型(铁矿、铜矿、铀矿) 浅成低温热液型(金银铅锌多金属矿)	中生代—新生代 新生代	秘鲁马库萨尼(Macusani Plateau)铀矿床 多米尼加普韦布洛维约(Pueblo Viejo)金银多金属矿
IV. 与中-新生代基性-超基性岩或蛇纹岩带有关的铬、镍、钴、铜、金、钒、钛、铂族金属、金刚石等矿产成矿系列	岩浆型(铜镍硫化物矿、铬铁矿、铂族金属)	中生代—新生代	巴西卡莱巴(Caraiba)铜镍铂族金属矿床
	金伯利岩型(金刚石)	中生代	巴西万多亩(Vendome)金刚石矿床
V. 与中-新生代伟晶岩、碱性岩、碳酸岩有关的锂、稀土、锡、铌、钽、铍、磷、宝石、萤石等矿产成矿系列	伟晶岩型(铌钽矿、锡矿、锂矿)	中生代—新生代	巴西博姆弗图罗(Bom Futuro)铌-钽-锡矿床
	碱性岩型(钛、稀有金属、铌钽矿)	中生代	巴西塞拉内格罗(Serra Negra)钛-铌-磷矿床
	碳酸岩型(稀土-铌-磷矿)	中生代	巴西阿拉萨(Arara)铌稀土矿床
VI. 与古生代—新生代(热水)沉积作用有关的煤炭、铀、铁、锰、铜、金、钴、铅、锌、磷、钾盐、石膏、岩盐、重晶石等矿产成矿系列	MVT型(铅锌矿)	古生代—中生代	秘鲁圣维森特(San Vicente)铅锌矿床
	SEDEX型(铅锌矿)	古生代—中生代	阿根廷阿圭拉(Aguilar)铅锌矿床
	沉积型(煤田、锰矿、铁矿、金矿)	古生代—新生代	巴西的坎迪奥塔(Candiota)煤矿
	砂岩型(铀矿)	古生代—中生代	阿根廷塞拉宾塔达(Sierra Pintada)铀矿床
VII. 与新生代风化-淋滤作用有关的铝土矿、镍、锰、锡、金、铁、铂、金刚石、锆、铌、钽、钛铁矿、高岭土等矿产成矿系列	红土型(镍(钴)矿、铝土矿、金矿、稀土)	新生代	巴西的帕拉格米纳斯铝土矿床
	砂矿型(金矿、锡矿、金刚石)	新生代	哥伦比亚奈奇(Nechi)金矿床
VIII. 与中-新生代盐湖卤水有关的锂、钾盐、硼等矿产成矿系列	盐湖卤水型(锂矿、钾盐、硼矿)	新生代	玻利维亚乌尤尼锂矿床

岩型金刚石等(袁建国等, 2025), 成矿时代以中-新生代为主。

V. 与中-新生代伟晶岩、碱性岩、碳酸岩有关的锂、稀土、锡、铌、钽、铍、磷、宝石、萤石等矿产成矿系列: 该成矿系列矿产的成矿作用主要与中-新生代伟晶岩、碱性岩、碳酸岩有关, 形成伟晶岩型锂矿、伟晶岩型铌钽矿、碳酸岩型铌钽矿、伟晶岩型锡矿、碱性岩型铌钽矿、碳酸岩型稀土-铌-钽-磷矿、碱性岩型稀有金属-稀土矿等矿产, 有时伴生Co、Ni、Cr等元素。

VI. 与古生代—新生代(热水)沉积作用有关的煤炭、铀、铁、锰、铜、金、钴、铅、锌、磷、钾盐、石膏、岩盐、重晶石等矿产成矿系列: 该成矿系列形成的矿产主要分布在沉积盆地内, 成矿作用主要与沉积岩有

关, 矿床类型主要有沉积型、MVT型、SEDEX型等, 如形成鲕状赤铁矿、沉积型锰矿、蒸发沉积型钾盐、SEDEX型铜-铅-锌-重晶石矿等矿产, 成矿时代为古生代—新生代。

VII. 与新生代风化-淋滤作用有关的铝土矿、镍、锰、锡、金、铁、铂、金刚石、锆、铌、钽、钛铁矿、高岭土等矿产成矿系列: 为拉丁美洲地区重要成矿系列之一, 该成矿系列的成矿作用主要与风化作用有关, 如红土化作用, 矿体主要分布在红土风化壳和新生代残积、坡积、河床冲积物中, 形成的矿床分布非常广泛, 矿床类型主要有红土型、砂矿型、铁帽型和风化淋滤残积-坡积型等, 在拉丁美洲大陆形成了丰富的砂矿型金矿、红土型铝土矿、红土型镍矿、砂矿型锡矿、风化-淋滤型锰矿、风化-淋滤型赤铁矿、砂矿型金

刚石矿、高岭土等矿产,成矿时代以新生代为主。

VIII. 与中-新生代盐湖卤水有关的锂、钾盐、硼等矿产成矿系列:该成矿系列矿产的成矿作用主要与盐湖卤水有关,成矿元素主要分布在盐湖中,形成的矿床集中分布在“南美锂三角”地区,矿床类型为盐湖卤水型,成矿时代以新生代为主,形成了极其丰富的盐湖卤水型锂矿(张汉成等,2025)。

## 4 拉丁美洲关键矿产成矿区带划分

### 4.1 关键矿产成矿区带划分研究现状

成矿区带划分是区域矿产成矿规律研究的重要内容之一,对指导找矿勘查工作具有重要的意义。目前,国内外学者关于拉丁美洲地区成矿区带的划分取得了重要研究成果,但由于采用的划分原则、依据不同和涉及的地理范围不同,提出了多种划分方案,并存在争议。Zappettini等(2013)将南美洲划分为南美地台成矿区和安第斯成矿区2个大成矿区,将巴塔哥尼亚地台划入安第斯成矿区。Sillitoe(2005)从矿种尺度上,对安第斯铜、金矿的成矿区带的划分取得了重要进展,总结了安第斯成矿带铜矿的成矿规律,提出11个铜矿床类型和7个成矿期次;系统地总结了安第斯金矿的成矿规律,提出8种金矿床类型和22个金矿带的重要认识。董永观等(2015)与Zappettini等(2013)的不同之处是将南美洲划分成南美地台成矿区、安第斯造山带成矿区和巴塔哥尼亚地台成矿区3个大成矿区,然后将南美地台成矿区作为一级成矿区带,依据其总结的“三盾三盆”的南美地台构造格架,进一步将南美地台划分出6个二级成矿区带、17个三级成矿亚带和60个四级成矿区。王翠芝等(2017)依据区域构造、岩浆岩、成矿作用、成矿时代等,将墨西哥划分为9个构造-岩浆-成矿带。张潮等(2017)和陈玉明等(2018)对南美洲大陆进行了一至三级成矿区带划分,划分为南美地台成矿区和安第斯成矿区2个成矿区、9个成矿省和42个三级成矿区带,将巴塔哥尼亚地台划入南安第斯成矿省。姚仲友等(2017)以大地构造单元划分为依据,在裴荣富等(2013)关于全球成矿域划分的基础上,将拉丁美洲划分为西冈瓦纳南美洲成矿亚域、特提斯加勒比成矿亚域和滨东太平洋成矿亚域等3个成矿亚域,进而划分了14个成矿省;在三级成矿区带和四级成矿区带的划分上,主要是在对其他专家学者(张潮等,2017;董永观等,2015;王翠芝

等,2017;曾勇等,2020)的相关划分方案进行了评述,并没从整个拉丁美洲尺度对其进行一至四级成矿区带划分。卢民杰等(2018)依据基底组成、构造-岩浆演化、板块俯冲形式,以及成矿构造环境、主要成矿类型的不同,将安第斯造山带作为成矿域,进一步将其划分为北安第斯成矿省、中安第斯成矿省、南安第斯成矿省3个成矿省及14个三成矿区带。曾勇等(2020)将南美克拉通作为成矿域,并进一步划分为11个成矿省、28个三级成矿区带和66个三级亚带或四级成矿区带。姚春彦等(2023)将南美地台作为一级成矿带,进一步将其划分为6个二级成矿区和17个三级成矿区带。

综上所述,中外学者在不同时期,依据不同的划分原则和研究对象,提出了多种不同尺度、涉及不同区域范围的划分方案,这些划分方案大多以拉丁美洲的部分区域范围为研究对象,如以南美洲、南美地台、安第斯造山带、秘鲁、墨西哥等地区为研究对象,即目前国内外尚未系统开展覆盖整个拉丁美洲地区的一至四级成矿区带的划分;同时,上述划分方案也存在一些争议:①关于巴塔哥尼亚成矿区归属的争议,部分学者将其划入南安第斯成矿带(Zappettini et al.,2013;卢民杰等,2018;陈玉明等,2018;曾勇等,2020),部分学者将其划入南美地台成矿区(裴荣富等,2013;姚仲友等,2017),还有部分学者认为其属于独立的成矿单元(董永观等,2015);②在南美克拉通成矿带的划分上,一些学者对圭亚那地盾、中巴西地盾、大西洋地盾、亚马孙盆地、巴拉纳盆地等重要成矿单元的边界、范围、形态、成矿元素组合等方面的认识存在分歧(陈玉明等,2018;曾勇等,2020)。

### 4.2 关键矿产成矿区带划分

区域构造运动、岩浆活动、沉积作用、变质作用等地质作用,尤其是大规模的构造运动和岩浆活动与拉丁美洲关键矿产的成矿作用、时空分布和规模关系密切,因此,本文以板块构造理论和区域成矿理论为指导,依据区域成矿区带划分要与区域地质-构造运动-岩浆活动演化历史相结合的原则,以区域大地构造演化为基础,以区域大地构造单元、成矿作用、成矿规律、成矿时代(主导性)、成矿系列、主要控矿因素、矿床空间分布特征、矿产组合与矿床类型等为依据,在综合研究前人相关研究的基础上(Zappettini et al.,2013;裴荣富等,2013;董永观等,2015;姚仲友等,2017;卢民杰等,2018;陈玉明等,

2018;曾勇等,2020;姚春彦等,2023;Antunes et al., 2023;王京彬等,2025;李汉武等, 2025),将拉丁美洲大陆自西向东划分为墨西哥-安第斯和南美克拉通2

个成矿域(一级成矿区带)、10个成矿省(二级成矿区带)、28个三级成矿区带和50个四级成矿区带(图2, 表6)。



图2 拉丁美洲成矿区带划分图

Fig. 2 The metallogenic belts of Latin American continent

### 4.3 重要成矿带成矿特征

#### 4.3.1 墨西哥-安第斯成矿带(I)

##### (1) 墨西哥成矿省(I-1)

该成矿省范围与墨西哥地理范围一致,大部分矿产的成矿作用主要与晚古生代—新生代的岩浆活动有关,成矿作用主要发生在中-新生代,大致可划分为中侏罗世、早白垩世、晚白垩世、古新世、始新世、渐新世和中新世7个主要成矿期,矿床类型主要有浅成低温热液型、斑岩型、矽卡岩型、VMS型、IOCG型、云英岩型(锡)、火山热液型(铀)等,以斑岩型铜金多金属矿、浅成低温热液型金多金属矿、IOCG型铁铜金矿和VMS型铜铅锌金多金属矿为主(王翠芝等,2017;刘登锋等,2021)。

##### (2) 中美洲成矿省(I-2)

该成矿省范围大致包括中美洲除巴拿马以外的区域,矿产资源主要有金、银、铜、铅、锌、钼、镍、钴等,以金、银为主。区域内成矿地质背景的最显著特征是发育呈北西-南东向展布、规模巨大的中-新生代中美洲火山弧,金、银及铜、铅、锌等矿产的成矿作用主要与中-新生代火山弧有关,成矿时代以中-新生代为主,矿床类型主要有浅成低温热液型和VMS型等,以浅成低温热液型金多金属矿为主(陈喜峰等,2024b)。

##### (3) 加勒比成矿省(I-3)

该成矿省范围大致覆盖加勒比地区,矿产资源主要有铁、锰、铬、铜、铅、锌、金、铝土矿、镍、钴、钨、铋、银、铂族金属及稀土等。区域内成矿构造环境以大安的列斯岛弧带和小安的列斯岛弧带为主,地层以中生界和新生界为主,中-新生代火山岩分布广泛,成矿作用主要发生在中-新生代,矿床类型主要有浅成低温热液型、斑岩型、岩浆型(铬铁矿)、VMS型、红土型(镍、钴)、砂矿型(金、铬铁矿)和岩溶型(铝土矿)等,从储量世界地位看,以古巴的红土型镍钴矿、斑岩型铜金矿、浅成低温热液型金银多金属矿和牙买加的岩溶型铝土矿为主(陈喜峰等,2024a)。

##### (4) 安第斯成矿省(I-4)

北安第斯成矿区(I-4-1)。该成矿区大地构造位置和地理范围与北安第斯造山带一致,成矿作用主要与太平洋板块向南美洲板块仰冲或陡倾斜俯冲诱发的构造运动、岩浆活动有关,岩浆岩以中-新生代火山岩、侵入岩及蛇绿混杂岩带为主,发育乔科地体和皮诺-达瓜地体等洋壳增生体和西安第斯火山岩带、中安第斯火山岩带、东安第斯火山岩带、梅里

达火山岩带等多条呈北北东-南南西向延伸的大规模火山岩带,在火山岩带间发育山间盆地,中生代火山岩以玄武质和安山质为主。地层以中生界和新生界为主,其中,中生界为一套变质沉积岩和变质火山岩,发育超镁铁质侵入岩和新近纪中酸性侵入岩。该成矿区矿产主要有铀、铁、钛、钒、铜、铅、锌、钼、镍、金、银、铂族金属、钽、稀土等,成矿构造环境以岛弧、弧前盆地和弧后盆地为主,矿床类型主要有斑岩型、VMS型、岩浆型、红土型、浅成低温热液型、矽卡岩型、砂岩型(铀矿、铅锌矿)、SEDEX型等,其中,斑岩型铜矿规模不大,红土型镍矿、VMS型多金属矿、岩浆型钒钛磁铁矿等具有较好的找矿前景(卢民杰等,2018)。

中安第斯成矿区(I-4-2)。该成矿区的大地构造位置为中安第斯造山带,地理范围包括秘鲁的西部、智利的中北部、玻利维亚的西部、阿根廷的西北部等地区。成矿构造背景为太平洋板块向南美洲板块下部俯冲形成的陆缘弧环境,发育阿雷基帕-安托法亚、库亚尼亚、智利尼亚等新元古代—早古生代增生地体,是安第斯造山带中-新生代岩浆活动最活跃、成矿作用最强烈的地段,发育中-新生代构造-岩浆岩带,具有优越的斑岩型矿床成矿条件,是安第斯造山带内斑岩型铜金多金属矿成矿带的重要组成部分;火山岩以安山质、英安质、流纹质为主,产有成矿作用主要与中新世中晚期和上新世早期的火山岩有关的铜、铅、锌、金、银等矿产。铜、钼、金等矿产资源非常丰富,为全球重要的铜-钼-金多金属成矿带,产有众多世界级的大型-超大型铜金多金属矿床,是安第斯造山带铜、金、钼、银、锂最丰富和找矿潜力最大的地段。主要矿床类型有斑岩型、浅成低温热液型、IOCG型、MVT型、SEDEX型、沉积型、盐湖卤水型、砂矿型等,成矿类型具有自西向东由IOCG型向斑岩型→浅成低温热液型、热液型演变的规律,成矿时代以中-新生代为主。此外,在该成矿区的普纳高原分布有世界著名的“南美锂三角”,是全球锂资源最丰富的地区(卢民杰等,2018;金露英等,2021; Salado-Paz et al.,2023; Lobos et al., 2024)。

南安第斯成矿区(I-4-3)。该成矿区的大地构造位置与南安第斯造山带一致,成矿地质条件不如中安第斯成矿区优越,中-新生代岩浆活动明显弱于中安第斯成矿区,火山岩以玄武质或玄武安山质为主。矿产资源主要有煤炭、铀、铁、铜、铅、锌、铋、钨、金、银、重晶石、萤石等,矿床类型主要有SEDEX型、

表6 拉丁美洲成矿区带划分表

Table 6 The metallogenic belts of Latin American continent

一级成矿区带	二级成矿区带	三级成矿区带	四级成矿区带
I-1 墨西哥成矿省		I-1-1 下加利福尼亚成矿带	I-1-1-1 下加利福尼亚西部沿海铁-铜-金成矿带 I-1-1-2 下加利福尼亚铜-金-钼-锰-钴成矿带
		I-1-2 西马德雷成矿带	I-1-2-1 西墨西哥盆地铁-铜-金-钼-铅-锌-银多金属成矿带 I-1-2-2 西马德雷铜-金-钼-铅-锌-银-锂多金属成矿带
		I-1-3 中部火山岩带金-银-铜多金属成矿带	
		I-1-4 中部高原及东部盆岭成矿带	I-1-4-1 东部盆地铁-铜-铅-锌-银多金属成矿带 I-1-4-2 中部高原铜-金-铅-锌-银-锡多金属成矿带
		I-1-5 泛墨西哥火山岩带铜-铅-锌-银成矿带	
		I-1-6 南马德雷成矿带	I-1-6-1 南马德雷北部铜-金-钼-铅-锌-银-石墨成矿带 I-1-6-2 南马德雷南部铁-锰-铜-金-钼-铅-锌-银多金属成矿带
		I-1-7 东马德雷成矿区	I-1-7-1 东马德雷煤炭-铅-锌-银成矿带 I-1-7-2 墨西哥湾海岸盆地石油-天然气-铅-锌-银成矿带
		I-1-8 尤卡坦(Yucatan)铜-金-银多金属成矿区	
I-2 中美洲成矿省		I-2-1 乔蒂斯(Chortis)地块铜-铅-锌-镍-钴-金-银多金属成矿带	
		I-2-2 中美洲火山弧金-铜-铅-锌-银多金属成矿带	
		I-2-3 邱罗特加(Chorotega)地块金-银多金属成矿带	
I 墨西哥-安第斯成矿域		I-3-1 巴哈马铜-金-钼-银多金属成矿带	
	I-3 加勒比成矿省		I-3-2-1 北古巴前陆盆地石油-天然气成藏区 I-3-2-2 古巴铁-铜-金-镍-钴-铅-锌-银多金属成矿带 I-3-2-3 牙买加-波多黎各铜-金-铝土矿-铅-锌-银多金属成矿带
		I-3-3 小安的列斯群岛石油-天然气成藏带	
I-4 安第斯成矿省			I-4-1-1 皮诺-达瓜-乔科(Pinon-Dagua-Choco)石油-天然气-铁-铜-镍-金-银多金属成矿带 I-4-1-2 西安第斯铀-铁-铜-金-钼多金属成矿带 I-4-1-3 中安第斯铬-铜-钴-镍-金-银多金属成矿带 I-4-1-4 东安第斯石油-天然气-铜-金-钼-银多金属成矿带 I-4-1-5 梅里达(Mérida)煤炭-铜-铅-锌-磷成矿带 I-4-1-6 北海岸铁-钛-镍-铜多金属成矿带
		I-4-1 北安第斯成矿区	
			I-4-2-1 海岸安第斯石油-天然气-铁-铜-铅-锌-金-银多金属成矿带 I-4-2-2 西安第斯铁-铜-铅-锌-金-银多金属成矿带 I-4-2-3 中安第斯铜-金-钼-钨-锡-银-锂多金属成矿带 I-4-2-4 东安第斯金-银多金属成矿带 I-4-2-5 次安第斯带铜-铅-锌-金-银多金属成矿带
		I-4-2 中安第斯成矿区	
			I-4-3-1 邱诺斯(Chonos)铜-铅-锌-金-铂族金属多金属成矿带 I-4-3-2 西巴塔哥尼亚铜-铅-锌-金-银多金属成矿带 I-4-3-3 火地岛金多金属成矿带
		I-4-3 南安第斯成矿区	

续表 6

Continued Table 6

一级成矿区带	二级成矿区带	三级成矿区带	四级成矿区带
II 南美克拉通成矿域	II -1 亚马孙克拉通成矿省	II -1-1 圭亚那地盾成矿区	II -1-1-1 圭亚那地盾西部金-锡-铝土矿-铌-钽-稀土-金刚石成矿带
			II -1-1-2 圭亚那地盾北部铁-锰-金-铝土矿-金刚石成矿带
			II -1-1-3 乌艾米里(Uaimiri)锡-铌-钽-稀土成矿带
			II -1-1-4 圭亚那地盾南部金-锡-金刚石成矿带
			II -1-1-5 圭亚那地盾东部锰-铬-金成矿带
		II -1-2 中巴西地盾成矿区	II -1-2-1 巴卡加(Bacaja)金成矿带
			II -1-2-2 卡拉加斯(Carajas)铁-锰-铜-锡-金成矿带
			II -1-2-3 亚马孙中部(Amazonia Central)铜-金-锡成矿带
			II -1-2-4 朗多尼亚-茹鲁埃纳(Rondonia-Juruena)金-锡成矿带
			II -1-2-5 舜萨斯(Sunsas)铁-锰-铜-金成矿带
			II -1-2-6 帕雷西斯(Parecis)盆地金刚石成矿区
		II -2-1 圣弗朗西斯科地盾成矿区	II -2-1-1 圣弗朗西斯科地盾东部铀-铬-金成矿带
			II -2-1-2 圣弗朗西斯科地盾中部铁-锰-金-铅-锌多金属成矿带
			II -2-1-3 圣弗朗西斯科地盾西部金-铜多金属成矿带
		II -2-2 圣路易斯地块成矿区	II -2-1-4 铁四角(Quadrilatero Ferrifero)铁-金-铀成矿带
II -2-3 曼迪盖拉成矿带			
II -2 大西洋克拉通成矿省	II -2-4 路易斯阿韦尔斯(Luis Alves)地块成矿区	II -2-3-1 阿拉苏阿伊(Aracuai)金-铁-宝玉石成矿带	
		II -2-3-2 里贝拉(Ribeira)金-铜-铅-锌-银成矿带	
	II -2-5 拉普拉塔(La Plata)地块成-铜-铅-锌成矿区	II -2-3-3 多姆费利西亚诺(Dom Feliciano)金-铜-铅-锌-钨-锡成矿带	
		II -2-6 托坎廷斯成矿带	
II -3 亚马孙盆地天然气-煤炭-铝土矿-钾盐-高岭土-石膏成矿省	II -2-6 巴拉圭-阿拉瓜亚(Paraguay-Araguaia)铁-锰-金-金刚石成矿带	II -2-6-1 巴拉圭-阿拉瓜亚(Paraguay-Araguaia)铁-锰-金-金刚石成矿带	
		II -2-6-2 巴西利亚(Brasilia)铀-铁-锰-钛-铜-铅-锌-镍-金-稀土成矿带	
		II -2-7-1 塞腾特洛纳尔(Setentrional)铁-铜-铀-金-钨-铌-钽-菱铁矿-石墨-稀土成矿带	
II -4 帕拉伊巴盆地铁-镍-铝土矿-石膏-金刚石成矿省	II -2-7 博尔博雷玛(Borborema)成矿带	II -2-7-2 诺尔德斯特(Nordeste)铁-铜-金-铅-锌成矿带	
		II -2-7-3 谢尔吉帕诺(Sergipano)铁-铜成矿带	
		II -5 巴拉纳盆地煤炭-天然气-铀-石膏成矿省	
II -6 巴塔哥尼亚地台成矿省	II -6-1 索姆库拉(Somuncura)地块钨-金-铅-锌-银多金属成矿区	II -6-1 索姆库拉(Somuncura)地块钨-金-铅-锌-银多金属成矿区	
		II -6-2 德赛阿多(Deseado)地块成矿区	

浅成低温热液型、沉积型、火山岩型、破碎带型、矽卡岩型、砂矿型(金、铂)等,主要成矿期次与成矿类型有:①元古宙,形成与变质基性岩有关的铅、锌、银、

重晶石矿;②志留纪—泥盆纪,形成与被动陆缘沉积有关的层状沉积型铁矿和SEDEX型铅锌银重晶石矿;③二叠纪—三叠纪,形成与碰撞后花岗岩和

陆地流纹岩有关的浅成低温热液型金多金属矿、火山岩型铀矿、破碎带型铜金铋矿及脉状、角砾岩中的萤石矿;④侏罗纪—白垩纪,形成与裂谷火山活动有关的浅成低温热液型金矿及脉状、角砾岩中的萤石矿;⑤古近纪—新近纪,形成沉积型重晶石、重晶石-锶、铜等矿产(卢民杰等,2018; Ezpeleta et al., 2024)。

#### 4.3.2 南美克拉通成矿域(II)

##### (1) 亚马孙克拉通成矿省(II-1)

圭亚那地盾成矿区(II-1-1)。该成矿区位于南美地台的北部,北临大西洋,南接亚马孙盆地,地理范围和大地构造位置对应圭亚那地盾,地层主要由太古宇(由麻粒岩、片麻岩组成)和古元古界组成,分布有元古宙花岗-绿岩带,在巴西西北部的阿马帕地区发育阿马帕杂岩。火山岩大规模分布,以酸性为主,还发育与锡、稀有金属成矿作用关系密切的古元古代—中元古代花岗质侵入岩。主要矿产有铁、铬、锰、金、铜、锡、铝土矿、铌、钽、钪、稀土、锆、金刚石等。成矿类型主要有BIF型铁(锰)矿,风化淋滤型铁锰矿,绿岩型金矿,红土型金矿,石英脉型金矿,砷卡岩型金矿,碳酸岩型铌钽矿,红土型铝土矿,岩浆型铬铁矿,金伯利岩型金刚石矿和砂矿型金矿、金刚石、铬铁矿等。BIF型铁(锰)矿主要分布在委内瑞拉的伊玛塔卡地区,分布有走向延伸500 km、宽约80~100 km的伊玛塔卡BIF型铁(锰)矿带。绿岩型金矿主要分布在委内瑞拉帕斯特拉(Pastora)-圭亚那的巴拉马-马扎鲁尼(Barama-Mazaruni)一带的绿岩带内和罗赖马盆地的边缘(Beyer et al., 2015; Tedeschi et al., 2020),典型矿床有拉斯克里斯蒂娜(Las Cristinas)金矿、埃拉卡拉奥(EI Callao)金矿等,在该绿岩型金矿带内还产有砂矿型金矿。碳酸岩型铌矿主要分布在巴西黑水河上游,在红土风化壳中还产有金红石、铌铁矿等矿产。红土型铝土矿主要分布在委内瑞拉的玻利瓦尔州和巴西亚马孙州的库奇韦罗(Cuchivero)地区,以玻利瓦尔西部的塞德诺地区为主。砂矿型金、金刚石矿主要分布在委内瑞拉的克夫拉达格兰德(Quebrada Grande)、帕拉马卡、罗赖马盆地的边缘和巴西、圭亚那、委内瑞拉3国交界处的罗赖马(Roraima)等地区,金刚石砂矿主要分布在罗赖马群下部的砾岩中及其下伏古元古代变质火山-深成杂岩内,代表性矿田为巴西的罗赖马金刚石矿田。锡矿主要分布在皮廷加地区,铌、钽、钪、稀土主要分布在塞斯拉格斯(Seis Lagos)地区(Geraldes et

al., 2015; Monsels et al., 2019; Heesterman, 2019; 曾勇等, 2020; 张俊杨等, 2025)。

中巴西地盾成矿区(II-1-2)。该成矿区大地构造位置和地理范围对应中巴西地盾,地层以前寒武纪结晶基底为主,包括中太古界、新太古界、中元古界、新元古界,以蒙特沃德(Monte Verde)杂岩体、巴瑟瑞-蒙诺(Bacaeri-Mogno)杂岩体、加玛里(Jamari)杂岩体、辛古(Xingu)杂岩和皮温(Pium)杂岩为主,其中,中太古代辛古杂岩和皮温杂岩是卡拉加斯地区的结晶基底。区内发育元古宙花岗-绿岩带(以巴卡加群为主),还发育古元古代TTG(英云闪长岩-奥长花岗岩-花岗闪长岩)岩套。区内发生了中太古代、新太古代、古元古代、新元古代—早古生代等多期岩浆活动,岩浆岩类型有闪长岩、花岗岩、碱性岩、基性-超基性岩、伟晶岩等。矿产主要有铁、锰、铬、金、铜、铅、锌、镍、钨、锡、铂族金属、稀有金属等,以铁、铜、金为主。金成矿作用主要与花岗质侵入岩和花岗-绿岩带有关。镍、铂族金属成矿作用与超基性岩有关。锡矿主要分布在朗多尼亚地区,成矿作用主要与该地区的中元古代非造山环斑花岗岩(1300 Ma)和新元古代花岗岩(950 Ma)有关,成矿类型有伟晶岩型、云英岩型、锡石-石英脉型等。此外,还产有与古元古代花岗岩有关的铜-铁-金(钨-锡)矿、浅成低温热液型金多金属矿、BIF型铁(锰)矿、沉积型锰矿、红土型铝土矿、IOCG型铁铜金矿、红土型镍等(曾勇等, 2020; 沈莽庭等, 2021)。在中巴西地盾的西部发育舜萨斯造山带,地处玻利维亚与巴西的交界处,矿产主要有金、铁、锰、铜等;带内发育古元古代变质火山-沉积岩系,主要由花岗片麻岩、镁铁质-超镁铁质火山岩、酸性火山岩组成,构成花岗-绿岩带,在卡巴卡尔(Cabacal)地区的绿岩带中产有绿岩型金矿。铜、金矿主要分布在玻利维亚与巴西交界的加鲁(Alto Jauru)地区和瓜波雷(Alto Guapore)地区,金矿化类型有与绿岩带有关的绿岩型金矿、与剪切带有关的剪切带型金矿、与火山岩有关的VMS型金矿及石英脉型金矿、砂矿型金矿等。铁、锰矿主要分布在玻利维亚与巴西交界的穆通-乌鲁库姆(Mutun-Urucum)地区,矿床类型以BIF型为主,典型矿床为穆通铁矿和舜萨斯锰矿(曾勇等, 2020; Huang et al., 2021)。在中巴西地盾的南部偏西地区发育帕雷西斯盆地,矿产以金、铜、金刚石为主,金、铜矿主要分布在瓜波雷地区,金成矿作用与剪切带有关;金刚石主要分布在马托罗索地区,以砂矿

型金刚石矿为主。

## (2) 大西洋克拉通成矿省(II-2)

圣弗朗西斯科地盾成矿区(II-2-1)。该成矿区大地构造位置对应圣弗朗西斯科地盾,地层以太古宙结晶基底和中-新元古代盖层为主,发育太古宙花岗岩,构成花岗-绿岩带。主要矿产有铀、铁、铬、锰、钒、钛、金、铜、铅、锌、镍、稀土、稀有金属、菱镁矿、滑石、金刚石、磷、重晶石、石膏、翡翠、祖母绿等,主要成矿类型有BIF型铁(锰)矿、风化淋滤型铁锰矿、绿岩型金矿、岩浆型钒钛磁铁矿、砂矿型金刚石矿、SEDEX型铅锌矿、沉积型金铀矿等。金矿主要分布在伊塔皮库鲁(Rio Itapicuru)地区,成矿作用与伊塔皮库鲁绿岩带有关,金矿化分布在剪切带内石英脉中,典型矿床为法曾达布拉西里罗(Fazenda Brasileiro)。雅克宾纳地区的金、铀成矿作用与雅克宾纳群砾岩层有关,矿床类型为砾岩型,典型矿床有巴塞尔拉夫(Basal Reef)金铀矿。铜、镍、宝玉石主要分布在库拉卡(Curaca)地区,铜矿化分布在紫苏花岗岩内,宝玉石矿化分布在镁铁质-超镁铁质侵入杂岩中。金刚石、重晶石、石膏主要分布在热基耶(Jequie)地区和迪亚曼蒂纳(Diamantina)地区,其中,前者金刚石矿化与新元古代金伯利岩有关,矿床类型为金伯利岩型;后者金刚石分布在迪亚曼蒂纳群砾岩层中,属砾岩型金刚石矿化,在地表风化物中也产有金刚石。在加维奥(Gaviao)南段的贾卡莱(Jacare)基性岩中产有岩浆型钒钛磁铁矿。翡翠、祖母绿主要分布在坎普福莫苏(Campo Formoso)地区,与古元古代蛇纹石化超基性岩有关。菱镁矿产于布鲁马杜(Brumado)太古宙绿岩带的火山-沉积岩系中,典型矿床为塞拉达斯艾瓜斯(Serra das Eguas)菱镁矿,为巴西规模最大的菱镁矿矿床。磷矿分布在艾莱赛(Irece)河流域,磷、重晶石矿化分布在新元古界乌纳(Una)群和巴姆布伊(Bambui)群。铀矿分布在拉格莱尔(Lagoa Real)地区,属侵入岩型,为巴西最重要的铀矿集区(曾勇等,2020)。该成矿区内的铁四角地区因其铁、金、铀等矿产非常丰富而闻名于世,赋矿地层主要为新太古界维尔哈斯(Rio das Velhas)超群和古元古界米纳斯(Minas)超群。维尔哈斯超群产有:①与诺瓦利马(Nova Lima)群基性岩有关的铬铁矿,属岩浆型,典型矿床为塞罗-阿尔沃拉达(Serro-Alvorada)铬铁矿矿床;②与诺瓦利马群火山碎屑沉积岩有关的锰矿,属沉积型,典型矿床为肯塞尔黑罗拉非特(Conselheiro Lafaiete)

锰矿床;③与绿岩带变质火山-沉积岩系有关的铜、钴、镍、金、铂族金属等矿产,矿化类型有岩浆型铬铁矿、红土型镍矿、岩浆型铜镍硫化物矿,典型矿床为奥图尔(O'Toole)铜-镍-钴-铂族金属-金矿床;④与剪切带有关的金矿床,金矿化分布在石英脉和条带状含铁建造中,属剪切带型,典型矿床有莫罗韦洛(Morro Velho)金矿和库亚巴(Cuiaba)金矿。米纳斯超群产有:①BIF型铁矿,赋矿层为伊塔比拉(Itabira)群下部的考艾(Cauc)组条带状含铁建造,铁矿资源非常丰富,产有以阿瓜克拉拉(Agua Clara)铁矿、卡帕内马(Capanema)铁矿等为代表的重要铁矿床10余个,TFe品位50%~65%;②与含铁石英岩有关的金矿床,典型矿床为贡戈索科(Gongo Soco)金矿;③与伊塔比拉群摩达(Moeda)组砾岩层有关的金-铀矿,属砾岩型;④与诺瓦利马群绿岩带有关的翡翠、祖母绿矿床,成矿作用主要与花岗岩侵入诺瓦利马群超镁铁质岩使其发生蚀变有关。此外,在马里亚纳地区产有与剪切带有关的金矿床,金矿化分布在石英脉中,典型矿床有马里亚纳金矿和帕萨吉姆(Passagem)金矿等(Klein et al.,2004;赵宏军等,2017)。

圣路易斯地块金成矿区(II-2-2)。该地块也被称为圣路易斯科拉通,位于帕拉伊巴盆地北部。该地块发育元古宙结晶基底,主要为亚利桑那群变质火山-沉积岩系,主要岩性有变质基性岩、变质沉积岩、片麻岩和板岩等,发育绿岩带。矿产以金为主,成矿作用与绿岩带内剪切带有关,金矿化主要分布在古元古代钙碱性花岗岩与古元古代变质火山-沉积岩的接触带附近。

曼迪盖拉成矿带(II-2-3)。该成矿带位于曼迪盖拉造山带,经历了新元古代区域变质变形作用和花岗岩侵入作用。地层主要有太古宇、古元古界伊塔贝拉巴(Itaberaba)群、中元古界塞图瓦(Setuva)群、新元古界阿纯圭(Acungui)群及古生界、新生界,发育新元古代艾淘卡(Itaoca)花岗岩。矿产主要有铁、铜、铅、锌、钨、钼、金、银、镍、锂、铍、金刚石、石墨、宝玉石、重晶石、萤石、滑石等,以铁、金、铜、铅、锌为主。铁矿产于博尔泰里尼亚(Porteirinha)地区马卡乌巴斯群陆源沉积岩中,形成于新元古代,属沉积型,典型矿床为博尔泰里尼亚铁矿。金矿主要分布于里亚舒-杜斯马沙杜斯(Riacho dos Machados)、里贝拉和拉瓦拉斯(Lavaras)南部等地区;其中,里亚舒-杜斯马沙杜斯地区金矿产于绿岩带中;里贝拉地

区金矿化主要分布在伊塔贝拉巴群内的构造破碎带和石英脉中;拉瓦拉斯南部地区金矿化主要分布在的花岗质杂岩体中,属斑岩型金多金属矿化,伴有铜、铅、锌、银矿化,典型矿床为乌拉圭北部的圣格兰迪(San Grande)金矿。铅、锌及铜、银分布广泛,在伊塔贝拉巴山区的伊塔贝拉巴群、里贝拉地区的塞图瓦群佩拉乌(Perau)组和里贝拉河谷的阿纯圭群的碳酸盐岩中均有产出,矿床类型以SEDEX型和MVT型为主,典型矿床有卡加诺斯、罗恰(Rocha)、帕纳拉斯(Panelas)等。钨、钼及铜主要分布在拉加杜(Lajeado)超群碳酸盐岩与艾淘卡(Itaoca)花岗岩的接触带,矿床类型属矽卡岩型。石墨主要分在米纳斯吉拉斯州的东北缘和巴伊亚州的南部,大致可划分为与片岩有关的石墨矿和与片麻岩、麻粒岩有关的石墨矿2种类型,典型矿床分别为佩德拉阿祖尔(Pedra Azul)石墨矿和伊塔马拉吉(Itamaraju)石墨矿。锂、铍、宝玉石主要分布于东部沿海地区的伟晶岩带内,主要有阿拉苏阿伊、瓦拉达里斯(Governador Valadares)和圣塔玛丽亚(Santa Maria)等伟晶岩带,产有成矿作用与之有关的锂、铍、铌、钽、海蓝宝石、祖母绿等矿产(曾勇等,2020)。

(3) 亚马孙盆地天然气-煤炭-铝土矿-钾盐-高岭土-石膏成矿省(Ⅱ-3)

该盆地主体形成于古生代,是在早已固化的克拉通基底上形成的沉积盆地。地层以古生界及中生界、新生界为主,发育中生代基性岩岩墙和岩床。总体看,金属矿产较少,产有铁、铝土矿、钾盐及高岭土、石膏等矿产。在该盆地的加塔普(Jatapu)地区产有泥盆纪鲕状铁矿、石炭纪一二叠纪蒸发沉积型钾盐和新生代红土型铝土矿。

(4) 帕拉伊巴盆地铁-镍-铝土矿-石膏-金刚石成矿省(Ⅱ-4)

该盆地位于巴西东部,主体形成于古生代,也是在前寒武纪克拉通基底上形成的沉积盆地。地层以古生界及中生界、新生界为主,发育中生代基性岩岩墙和岩床。矿产资源有铁、镍、铝土矿、金刚石及石膏等。

(5) 巴拉纳盆地煤炭-天然气-铀-石膏成矿省(Ⅱ-5)

该盆地主体也形成于古生代,地层也以古生界及中生界、新生界为主。中生代发生了镁铁质岩浆活动,形成了大面积分布的玄武岩。金属矿产资源相对较少,主要矿产有铀、煤炭、铁、石膏等矿产。在

该盆地主要产有二叠纪煤炭、二叠纪砂岩型铀矿和塞拉罗那卡多(Serra do Roncador)地区的泥盆纪鲕状铁矿(Veroslavsky et al.,2021)。

## 5 结 论

(1) 拉丁美洲地区具有优越的构造运动-岩浆活动成矿条件,大多数金属矿产的成矿作用与前寒武纪和中-新生代的岩浆活动有关,尤其是与中-新生代安第斯造山带的岩浆活动的关系最为密切,形成了世界著名安第斯铜金多金属矿巨型成矿带。

(2) 矿产资源丰富、种类较多,大部分金属矿产以多金属共伴生的形式产出,综合利用价值大。铁、锰、铜、钼、锡、镍、铝土矿、银、锂、铍、铌、石墨、萤石等种优势矿产的储量全球占比在20%以上,尤其是锂、铌、铍的储量极其丰富,全球占比均在50%以上。

(3) 主要关键矿产的成矿时代可划分为前寒武纪、古生代和中-新生代3大时期,以前寒武纪和中-新生代为主。前寒武纪形成的矿产主要分布在圭亚那地盾、中巴西地盾和圣弗朗西斯科地盾3个地盾中,以BIF型铁矿和绿岩型金矿为主。中-新生代形成的矿产主要分布在安第斯造山带,以斑岩型铜金多金属矿和浅成低温热液型金多金属矿为主。

(4) 主要关键矿产可划分为2个成矿域(一级成矿区带)、10个成矿省(二级成矿区带)、28个三级成矿区带和50个四级成矿区带及8大成矿系列,其中,安第斯成矿省是全球斑岩型铜矿最丰富的成矿带,具有矿床规模大、品位高和储量高度集中于智利、秘鲁和墨西哥3国的特点。“南美锂三角”是全球盐湖卤水型锂矿最丰富的地区,具有镁锂比值全球最低、品质好、生产工艺简单、易于开发利用、生产成本低等特点。

(5) 矿床类型以斑岩型铜金多金属矿、浅成低温热液型金多金属矿、红土型镍矿、BIF型铁矿、红土型铝土矿、盐湖卤水型锂矿、碳酸岩型铌钽矿、绿岩型金矿、IOCG型铁铜金矿、锡石-硫化物型锡矿10种为主。前寒武纪克拉通的BIF型铁、绿岩金矿和墨西哥-安第斯造山带的中-新生代斑岩型铜金多金属矿及中-新生代的红土型镍矿、红土型铝土矿、盐湖卤水型锂矿为拉丁美洲大陆今后找矿勘查的主攻方向。

致 谢 审稿专家对本文提出了许多建设性修改意见,在此表示由衷的感谢!

## References

- Antunes G C, Warren L V, Okubo L, Freitas B T, Inglez L, Caetano-Filho S and Morais L. 2023. Caetano-Filho assessing the correlation between Ediacaran-Cambrian units of SWGondwana: The Tagatiya Guazú (Itapucumi Group, Paraguay) and Tamengo (Corumbá Group, Brazil) formations[J]. *Journal of South American Earth Sciences*, 130:104577.
- Ariza-Acero M M, Spikings R, Beltrán-Trivino A, Ulianov A and Von-Quadt A. 2022. Geochronological, geochemical and isotopic characterisation of the basement of the Chocó-Panamá Block in Colombia[J]. *Lithos*, 412-413:106598.
- Beyer S R, Hiatt E E, Kyser K, Drever G L and Marlatt J. 2015. Stratigraphy, diagenesis and geological evolution of the Paleoproterozoic Roraima Basin, Guyana: Links to tectonic events on the Amazon Craton and assessment for uranium mineralization potential[J]. *Precambrian Research*, 267:227-249.
- Bouvier A S, Portnyagin M V, Flemetakis S, Hoernle K, Klemme S, Berndt J, Mironov N L and John T. 2022. Chlorine isotope behavior in subduction zone settings revealed by olivine-hosted melt inclusions from the Central America Volcanic Arc[J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 581:117414.
- Chen H Y and He W Y. 2024. Control of sulfide saturation on the formation of porphyry Cu-Au deposits during magmatic evolution[J]. *Geoscience*, 38(4):947-958 (in Chinese with English abstract).
- Chen X F, Mei Y X, Zhang C, Ma Y Y, Hao L R and Wang X N. 2024a. Mineral resources endowment, exploration & development situation and cooperation prospect of the Caribbean region in Latin America[J]. *Mineral Exploration*, 15(11): 2135-2147 (in Chinese with English abstract).
- Chen X F, Mei Y X, XU G P, Chen X F, Zhang F L, Zhang Z F, Li Y L, Zhang C, Song C Y, Zhao D J and Chang C. 2024b. Mineral resources endowment, exploration & development situation and cooperation prospect of the Central America Region in Latin America[J]. *China Mining Magazine*, 33(12): 72-80 (in Chinese with English abstract).
- Chen X F, Li Y L, Chen X F, Zhang Z F, Zhao D J, Huang X, Zhang C, Chang C, He X Z, Song C Y, Zhang W B, Yu R and Zhang F L. 2025. World mineral fact, Latin America and the Caribbean[M]. Beijing: Geological Publishing House. 1-430 (in Chinese).
- Chen Y C, Pei R F, Wang D H and Huang F. 2016. Minerogenetic series for mineral deposits: Discussion on minerogenetic series(V)[J]. *Acta Geoscientia Sinica*, 37(5): 519-527 (in Chinese with English abstract).
- Chen Y M, Zhang C, Chen X F, Chen X F, Zhao H J, Cui M L, Zhang W B, Wang Q S, Wu L Q, Wang L L and Yuan C H. 2018. Geology and mineral resources and mining development of South America[M]. Wuhan: China University of Geosciences. 1-439 (in Chinese).
- Dong Y G, Zeng Y, Yao C Y, Gao W H and Guo W M. 2015. Geological tectonic evolution and mineralization of metallic minerals in the South America Platform[J]. *Resources Survey and Environment*, 36(2): 116-122 (in Chinese with English abstract).
- Ezpeleta M, Avila P, Martina F, Kusnir Walz I T, Clutier A, Rodríguez M, Dagert J M and Dávila F M. 2024. Tectonic and geodynamic controls on Oligocene-Miocene Paleogeography and basin subsidence in southern Patagonia[J]. *Journal of South American Earth Sciences*, 136: 104800.
- Geraldes M C, Tavares A D and Dos Santos A C. 2015. An overview of the Amazonian Craton evolution: Insights for paleocontinental reconstruction[J]. *International Journal of Geosciences*, 6(9):1060.
- Gomes C B, Comin-Chiaramonti P and Velazquez V F. 2023. The Alto Paraguay alkaline province at the border of Brazil and Paraguay: General features[J]. *Journal of South American Earth Sciences*, 140:104535.
- Hasteroka D, Halpinb J A, Collinsa A S, Hand M and Kreemer C. 2022. New maps of global geological provinces and tectonic plates[J]. *Earth-Science Reviews*, 231: 104069.
- Heesterman L. 2019. Stratigraphy of Guyana greenstone belts[J]. *Mededelings Geologisch Mijnbouwkundige Dienst Suriname*, 29:71-80.
- Hou Z Q, Yang Z M, Zhang H R, Wang R, Song Y C, Liu Y, Zheng Y H, Xu B, Wang Q F and Liu Y C. 2025. Metallogenesis in collisional orogens: New insights and advances[J]. *Earth Science Frontiers*, 32(6): 179-209 (in Chinese with English abstract).
- Huang X W and Georges B. 2021. Nano-inclusions in zoned magnetite from the Sossego IOCG deposit, Carajás, Brazil: Implication for mineral zoning and magnetite origin discrimination[J]. *Ore Geology Reviews*, 139: 1-16.
- Jiang S H. 2024. Assessment report for mineral reserves in the world[M]. Beijing: Geological Publishing House. 1-188 (in Chinese).
- Jin L Y, Qin K Z, Zhang X P, Zhao J X and Zeng M. 2021. Geological characteristics of giant Toromocho porphyry-skarn Cu-Mo deposit and regional mineralization in Central Peru[J]. *Mineral Deposits*, 40(3): 587-602 (in Chinese with English abstract).
- Klein C and Ladeira E A. 2004. Geochemistry and mineralogy of Neoproterozoic banded iron-formations and some selected, siliceous manganese formations from the Urucum district, Mato Grosso Do Sul, Brazil[J]. *Economic Geology*, 99(6): 1233-1244.
- Li H W, Xu M, Zheng L and Fang Z. 2025. Application of remote sensing technology in exploration and investigation of epithermal deposits in Iglesia region of Argentina[J]. *Mineral Deposits*, 44(4): 888-904 (in Chinese with English abstract).
- Liu D F, Bi Q Z, Han T C and Wei Y. 2021. Geological characteristics and prospecting potential of La Yesca manganese-silver polymetallic deposit in Nayarit, Mexico[J]. *Geology and Resources*, 30(4): 443-449 (in Chinese with English abstract).
- Lobos A C M, Balderrama G N P and Machuca B C D. 2024. Genetic implications of vein texture and mineralogy at the Au-bearing El Morado mining district, Sierras Pampeanas, San Juan, Argentina[J]. *Journal of South American Earth Sciences*, 135: 104801.
- Lu M J, Zhu S X, Zhao H J, Zeng Y, Dong F L, Fang W X, Chen Y M

- and Guo W M. 2018. Analysis of metallogenic regularity and potential of major mineral resources in the Andes metallogenic belt[M]. Wuhan: China University of Geosciences. 1-224(in Chinese).
- Lü G X, Zhang B L, Hu B Q, Zhou Y S, Wang Z X, Wang H C, Cao D Y, Fang W X, Han R S, Xu D R, Yang X K, Jiao J G, Wang C Z and Lyu C X. 2024. Theoretical outline and application prospects of tectonophysicochemistry[J]. *Geoscience*, 38(4):837-852(in Chinese with English abstract).
- Mao J W, Yang Z X, Xie G Q, Yuan S D and Zhou Z H. 2019. Critical minerals: International trends and thinking[J]. *Mineral Deposits*, 38(4):689-698(in Chinese with English abstract).
- Monsels D A and Bergen M J V. 2019. Bauxite formation on Tertiary sediments in the coastal plain of Suriname[J]. *Journal of South American Earth Sciences*, 89: 275-298.
- Niu Y L. 2025. Why should we drill through intact ocean crust[J]? *Earth Science Frontiers*, 32(6): 156-178(in Chinese with English abstract).
- Pei R F, Mei Y X, Qu H Y and Wang H L. 2013. New recognized intellect for prospecting large-superlarge mineral deposits[J]. *Mineral Deposits*, 32(4):661-671(in Chinese with English abstract).
- Salado-Paz N, Quiroga M F, Sarapura J, Ortiz A, Becchio R, Wemmer K and Ortega B A. 2023. Geology and hydrothermal alteration in the Organullo district (Au-Cu-Bi): Evidence of overlapping hydrothermal systems, Argentinian Puna[J]. *Journal of South American Earth Sciences*, 121: 104100.
- Santos T O S, Hartmann L A, McNaughton N J and Fletcher I R. 2002. Timing of mafic magmatism in the Tapajos Province (Brazil) and implications for the evolution of the Amazon craton: Evidence from baddeleyite and zircon U-Pb SHRIMP geochronology[J]. *Journal of South American Earth Sciences*, 15: 409-429.
- Shen M T, Guo W M, Xu M and Sun J D. 2021. Characteristics of typical niobium-tantalum deposits in Brazil and their resource distribution regularity and prospecting directions[J]. *Mineral Deposits*, 40(3):603-624(in Chinese with English abstract).
- Sillitoe R H and Perello J. 2005. Andean copper province: Tectonomagmatic settings, deposit types, metallogeny, exploration, and discovery[J]. *Economic Geology*, 100 anniversary:845-890.
- Tang J R, Zhang Y X, Xu L, Niu Y Z, Ren J G and Yu R. 2025. Stability of global critical mineral supplies: Trends, hot topics, and further outlook[J]. *Geology in China*, 52(2): 462-481(in Chinese with English abstract).
- Tedeschi M T, Hagemann S G, Kemp T, Kirkland C and Ireland T R. 2020. Geochronological constrains on the timing of magmatism, deformation and mineralization at the Karouni orogenic gold deposit: Guyana, South America[J]. *Precambrian Research*, 337: 105329.
- USGS. 2025. Mineral Commodity summaries 2025[R]. Washington: USGS.1-205.
- Veroslavsky G, Rossello E A, Lopez-Gamundi O, Santa Ana H, Assine M L, Marmisolle J and Perinotto A J. 2021. Late Paleozoic tectono-sedimentary evolution of eastern Chaco-Paraná Basin (Uruguay, Brazil, Argentina and Paraguay)[J]. *Journal of South American Earth Sciences*, 106:102991.
- Wang C Z, Lei H, Yao Z Y, Zhao Z M, Xie Q F, Wang L Y, Lin M S, Fan M S and Chen L H. 2017. Classification of the Mesozoic-Cenozoic metallogenic series and belts in Mexico and its tectonic significance[J]. *Geological Bulletin of China*, 36(12): 2116-2123(in Chinese with English abstract).
- Wang D H. 2023. New progress on minerogenetic series and metallogenic prediction for mineral deposits: Guest editor's preface to the " 'minerogenetic series and prospecting direction' of 'annals of geology of mineral resources of China' "[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 44(4):559-564(in Chinese with English abstract).
- Wang J B, Wang Y W, Lin S H, Long L L and Geng J. 2025. Location prediction of porphyry copper polymetallic metallogenic system[J]. *Mineral Deposits*, 44(2): 279-298(in Chinese with English abstract).
- Yao C Y, Guo W M, Ding H F, Liu J A and Wang T G. 2023. Temporal and spatial distribution and typical deposit characteristics of Laramide porphyry copper deposits in northern Mexico[J]. *Geological Review*, 69(1):383-395(in Chinese with English abstract).
- Yao Z Y, Guo W M, Wang T G, Yao C Y, Shen M T, Zhao Y H, Xu M and Liu J A. 2017. Tectonic framework, metallogenic division and metallogenic series of Latin America[J]. *Geological Bulletin of China*, 36(12): 2099-2106(in Chinese with English abstract).
- Yuan J G, Zhang W Y, Pang Z S, Li G X, Chen G, Guo L J, Zhai Q G, Teng X J, Wan Y and Shi C Y. 2025. The characteristics of global podiform chromites and prospecting potential in China[J]. *Earth Science Frontiers*, 32(6): 473-496(in Chinese with English abstract).
- Zappettini E O, Coira B, Santos J O S, Cisterna C E and Belousova E. 2013. Combined U-Pb and Lu-Hf isotope study from the Las Lozas volcanics, northwestern Argentina: Evidence of juvenile Cryogenian-derived, lower Pennsylvanian volcanism in western Gondwana[J]. *Journal of South American Earth Sciences*, 59: 13-18.
- Zeng Y, Guo W M, Yao C Y and Zheng D. 2020. Characteristics and metallogenic potential of mineral resources in South American Craton[M]. Beijing: Geological Publishing House. 1-230(in Chinese).
- Zhang C, Chen Y M, Zhao H J, Yao Z Y and Guo W M. 2017. Division of metallogenic units and geological characteristics in South America[J]. *Geological Bulletin of China*, 36(12): 2134-2142(in Chinese with English abstract).
- Zhang H C, Liu J H, Li S T, Zhang S J, Lin S H, Huang Z L, Zheng Y P, Zhang S D, Chen W, Chen J P, Meng J H and Wang X F. 2025. Geological characteristics and resource evaluation of Tres Quebradas brine lithium mine, Argentina[J]. *Mineral Deposits*, 44(2):334-348(in Chinese with English abstract).
- Zhang J Y, Shan S Q, Fu Q B, Liu Y S, Wu B S, Wang Q, Liu H, Li Y H and Zhu X Y. 2025. Geological characteristics and prospecting prediction of Aurora gold deposit in northern Guiana shield,

South America[J]. Mineral Deposits, 44(2): 365-388 (in Chinese with English abstract).

Zhao H J, Lu M J, Zhou S G, Ye J H, Chen X F, Zhang C, Guo W M, Huang F X and Yao C Y. 2017. A study of key metallogenetic zones and principal metallogenic regularities of iron ore resources in South American countries[J]. Geology in China, 44 (4): 690-706(in Chinese with English abstract).

#### 附中文参考文献

陈浩宇,和文言. 2024. 岩浆演化过程中硫化物饱和对斑岩型Cu-Au矿床形成的控制[J]. 现代地质, 38(4): 947-958.

陈喜峰,梅燕雄,张潮,马彦云,郝丽荣,王小宁. 2024a. 拉美加勒比海地区矿产资源禀赋、勘查开发形势与合作展望[J]. 矿产勘查, 15(11):2135-2147.

陈喜峰,梅燕雄,徐广平,陈秀法,张福良,张振芳,李玉龙,张潮,宋崇宇,赵东杰,常畅. 2024b. 拉美中美洲地区矿产资源禀赋、勘查开发形势与合作展望[J]. 中国矿业, 33(12):72-80.

陈喜峰,李玉龙,陈秀法,张振芳,赵东杰,黄霞,张潮,常畅,何学洲,宋崇宇,张伟波,于瑞,张福良. 2025. 世界矿情·拉丁美洲和加勒比地区卷[M]. 北京:地质出版社. 1-430.

陈玉明,张潮,陈秀法,陈喜峰,赵宏军,崔敏利,张伟波,王秋舒,吴林强,王靓靓,元春华. 2018. 南美洲地质矿产与矿业开发[M]. 武汉:中国地质大学出版社. 1-439.

陈毓川,裴荣富,王登红,黄凡. 2016. 矿床成矿系列——五论矿床的成矿系列问题[J]. 地球学报, 37(5):519-527.

董永观,曾勇,姚春彦,高卫华,郭维民. 2015. 南美地台地质构造演化与主要金属矿产成矿作用[J]. 资源调查与环境, 36(2): 116-122.

侯增谦,杨志明,张洪瑞,王瑞,宋玉财,刘琰,郑远川,许博,王庆飞,刘英超. 2025. 大陆碰撞成矿作用:新认识与新进展[J]. 地学前缘, 32(6):179-209.

江思宏. 2024. 全球矿产资源储量评估报告(2024)[M]. 北京:地质出版社. 1-188.

金露英,秦克章,张西平,赵俊兴,曾敏. 2021. 秘鲁中部超大型特罗莫克斑岩-矽卡岩铜钼矿地质特征及区域成矿作用[J]. 矿床地质, 40(3):587-602.

李汉武,徐鸣,郑璐,方针. 2025. 遥感技术在阿根廷伊格莱西亚地区浅成低温热液矿床找矿调查中的应用[J]. 矿床地质, 44(4): 888-904.

刘登峰,毕启尊,韩天成,魏远. 2021. 墨西哥纳亚里特州 La Yesca 锰银多金属矿床地质特征及找矿远景[J]. 地质与资源, 30(4): 443-449.

卢民杰,朱小三,赵宏军,曾勇,董方浏,方维萱,陈玉明,郭维民. 2018. 安第斯成矿带成矿规律与优势矿产资源潜力分析[M].

武汉:中国地质大学出版社. 1-224.

吕古贤,张宝林,胡宝群,周永胜,王宗秀,王红才,曹代勇,方维萱,韩润生,许德如,杨兴科,焦建刚,王翠芝,吕承训. 2024. 构造物理化学的理论纲要和应用前景[J]. 现代地质, 38(4):837-852.

毛景文,杨宗喜,谢桂青,袁顺达,周振华. 2019. 关键矿产——国际动向与思考[J]. 矿床地质, 38(4):689-698.

牛耀龄. 2025. 我们为什么要钻穿完整的洋壳[J]? 地学前缘, 32(6): 156-178.

裴荣富,梅燕雄,瞿泓滢,王浩琳. 2013. 大型-超大型矿床找矿新认知[J]. 矿床地质, 32(4):661-671.

沈莽庭,郭维民,徐鸣,孙建东. 2021. 巴西铌钽矿典型矿床特征及其资源分布规律和找矿方向[J]. 矿床地质, 40(3):603-624.

唐金荣,张宇轩,徐利,牛亚卓,任继刚,于瑞. 2025. 全球关键矿产稳定供应研究新趋势、新热点与未来展望[J]. 中国地质, 52(2): 462-481.

王翠芝,雷华,姚仲友,赵珍梅,谢其锋,王力圆,林木森,范明森,陈丽华. 2017. 墨西哥中-新生代成矿系列和成矿带划分及其大地构造意义[J]. 地质通报, 36(12): 2116-2123.

王登红. 2023. 矿床成矿系列与成矿预测研究新进展——“《中国矿产地质志》‘成矿系列与找矿方向’”专辑特邀主编寄语[J]. 地球学报, 44(4):559-564.

王京彬,王玉往,林寿洪,龙灵利,耿健. 2025. 斑岩铜多金属成矿系统定位预测[J]. 矿床地质, 44(2):279-298.

姚春彦,郭维民,丁海峰,刘君安,王天刚. 2023. 墨西哥北部拉拉米期斑岩型铜矿床时空分布及典型矿床特征[J]. 地质论评, 69(1): 383-395.

姚仲友,郭维民,王天刚,姚春彦,沈莽庭,赵宇浩,徐鸣,刘君安. 2017. 拉丁美洲大地构造轮廓、成矿区带和成矿系列[J]. 地质通报, 36(12):2099-2106.

袁建国,张万益,庞振山,李广旭,陈刚,郭灵俊,翟庆国,滕学建,万阔,史淳元. 2025. 全球豆荚状铬铁矿资源特征与我国找矿潜力分析[J]. 地学前缘, 32(6):473-496.

曾勇,郭维民,姚春彦,郑镛. 2020. 南美克拉通矿产资源特征与成矿潜力[M]. 北京:地质出版社. 1-230.

张潮,陈玉明,赵宏军,姚仲友,郭维民. 2017. 南美洲成矿区带划分及其地质特征[J]. 地质通报, 36(12):2134-2142.

张汉成,刘金辉,李顺庭,张顺金,林寿洪,黄志立,郑元平,张世东,陈威,陈建平,孟军辉,王小飞. 2025. 阿根廷 Tres Quebradas 盐湖锂矿地质特征及资源评价[J]. 矿床地质, 44(2): 334-348.

张俊杨,单思齐,傅其斌,刘洋树,吴炳生,王勤,刘晗,李永辉,祝新友. 2025. 南美圭亚那地盾北部奥罗拉金矿床地质特征及找矿预测[J]. 矿床地质, 44(2):365-388.

赵宏军,卢民杰,周尚国,叶锦华,陈秀法,张潮,郭维民,黄费新,姚春彦. 2017. 南美洲铁矿重要成矿区带与成矿规律研究[J]. 中国地质, 44(4):690-706.