

# 拉丁美洲铝土矿地质特征及资源潜力

姚仲友<sup>1</sup>, 陈喜峰<sup>2</sup>, 陈玉明<sup>2</sup>, 李汉武<sup>1</sup>, 赵宇浩<sup>1</sup>, 沈莽庭<sup>1</sup>

YAO Zhongyou<sup>1</sup>, CHEN Xifeng<sup>2</sup>, CHEN Yuming<sup>2</sup>, LI Hanwu<sup>1</sup>, ZHAO Yuhao<sup>1</sup>, SHEN Mangting<sup>1</sup>

1. 中国地质调查局南京地质调查中心, 江苏南京 210016;

2. 中国地质调查局发展研究中心, 北京 100037

1. *Nanjing Center, China Geological Survey, Nanjing 210016, Jiangsu, China;*

2. *Development Research Center, China Geological Survey, Beijing 100037, China*

**摘要:**介绍拉丁美洲铝土矿资源概况、地质特征及成因类型。拉丁美洲铝土矿资源主要分布在巴西、苏里南、牙买加、圭亚那、委内瑞拉等国家, 储量为  $60.3 \times 10^8$  t, 占世界铝土矿总储量的 21.54%。巴西为拉丁美洲最大的铝土矿生产国和出口国。拉丁美洲铝土矿成因类型主要为红土型和岩溶型 2 种, 主要的铝土矿矿山有 45 座。牙买加岛弧、圭亚那地盾、中巴西地盾、圣弗朗西斯科地盾为 4 个铝土矿勘查开发潜力区。

**关键词:** 铝土矿; 地质特征; 资源潜力; 拉丁美洲

**中图分类号:** P612      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1671-2552(2017)12-2107-09

**Yao Z Y, Chen X F, Chen Y M, Li H W, Zhao Y H, Shen M T. Geological features and resources potential of bauxite in Latin America. *Geological Bulletin of China*, 2017, 36(12):2107-2115**

**Abstract:** This paper emphatically describes the general situation, geological characteristics and genetic types of bauxite resources in Latin America. The bauxite resources of Latin American are mainly distributed in Brazil, Suriname, Jamaica, Guyana and Venezuela, and the reserves have reached 6.03 billion tons which account for 21.54% of the world's bauxite total reserves. Brazil is the largest bauxite producer and export country in Latin America. The genetic types of Latin American bauxite include lateritic type and karst type. There are 45 major bauxite mines in Latin America. The Jamaica island arc, Guyana shield, middle Brazil shield and San Francisco shield are the major bauxite resources potential areas for exploration and development in Latin America.

**Key words:** bauxite; geological characteristics; resources potential; Latin American

矿产资源是国民经济和社会发展的重要物质基础, 与国家经济命脉息息相关。随着中国工业化、城市化进程的加快, 特别是在全面建设小康社会新的发展阶段, 对铝土矿资源的需求量将大幅度增加。2016 年中国铝土矿消费量达到  $11705 \times 10^4$  t, 对外依存度达到 44.47% (进口量/消费量)。目前中国铝土矿静态可开采年限仅为 14a, 远远落后于全球的 102a, 未来中国很可能面临国内铝土矿资源短缺的困境, 铝土矿供给缺口将更多地依靠进口来满足, 在未来几年对外依存

度将超过 50% 以上<sup>[1-2]</sup>。

铝土矿资源在全球主要集中分布在非洲、大洋洲、南美洲、加勒比地区、亚洲。其中, 非洲占 32%, 大洋洲占 23%, 拉丁美洲地区占 21.54%, 亚洲占 18%, 其他地区占 6% (图 1)。拉丁美洲铝土矿资源比较丰富, 近年来中国从拉丁美洲的巴西、圭亚那等国进口了少量铝土矿。因此, 适时了解拉丁美洲铝土矿地质特征, 对其资源进行潜力分析, 无论是对中国进口拉丁美洲铝土矿, 保障国内铝土矿资源安全供给, 还是对中国铝行业企业“走出去”在拉丁

收稿日期: 2017-03-20; 修订日期: 2017-09-19

资助项目: 中国地质调查局项目《海上丝绸之路大洋洲和南美洲矿产资源评价》(编号: DD20160110)

作者简介: 姚仲友 (1962-), 男, 本科, 教授级高级工程师, 从事矿床地质及成矿规律研究。E-mail: yaoyao\_q@163.com

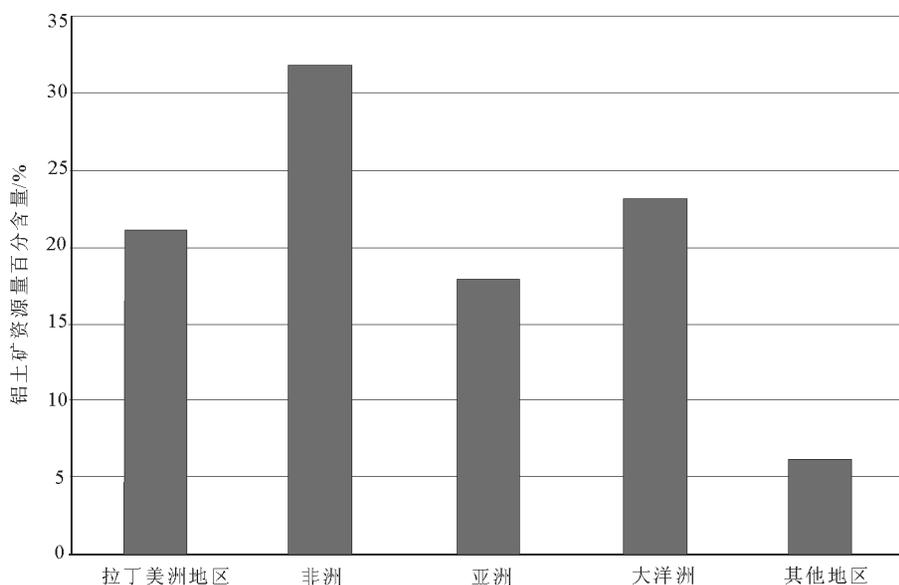


图1 全球探明铝土矿资源量在各大洲的分布

Fig. 1 The distribution proportions of proven bauxite resources in various continents

美洲开展铝土矿资源的勘查、开发投资、转移中国铝土矿产能,都具有十分重要的意义。

### 1 拉丁美洲铝土矿资源概况

拉丁美洲铝土矿资源比较丰富,约占世界储量的21.54%。主要分布在巴西、圭亚那、苏里南、委内瑞拉和牙买加。尤其主要集中在巴西亚马孙盆地的特龙贝塔斯矿区和帕拉格米纳斯矿区、苏里南、圭亚那沿海平原,以及加勒比海的牙买加圣安娜高原山地等。巴西蕴藏着丰富的铝土矿,已探明的铝土矿储量 $26 \times 10^8 \text{t}$ ,居世界第三位,占全球铝土矿储量的9.29%(表1、表2),

巴西铝土矿主要集中在特龙贝塔斯矿区和帕拉格米纳斯矿区,这两个矿区占巴西铝土矿储量的80%~90%,约 $20 \times 10^8 \text{t}$ ,矿石平均含 $\text{Al}_2\text{O}_3$  43.5%,其中高品位的矿石约 $8 \times 10^8 \sim 10 \times 10^8 \text{t}$ 。其余的铝土矿大部分分布在米纳斯吉拉斯州。

巴西铝土矿的75%来自于亚马孙盆地的几个大型铝土矿床,主要分布在巴伊亚州。此外,米拉斯基拉州的老铝业基地和波苏斯笛卡尔达斯的铝业基地也占有重要地位。主要的矿山有 Trombetas、Paragominas、Pocos de Caldas、Curimbaba 等,其中 Trombetas 矿山产量为 $15.65 \times 10^4 \text{t}$ ,占全球铝土产

量的7.8%。

苏里南铝土矿全部为风化红土型,含矿的红土风化壳的母岩是古元古代(2.0~1.8Ga)的花岗岩、中酸性火山变质岩、辉长岩及超基性杂岩和沉积变质岩,成矿时代为古近纪。

巴克赫伊斯山铝土矿是苏里南国的主要矿区,总储量约 $2.88 \times 10^8 \text{t}$ 。该地成矿母岩复杂,有沉积岩、浅色层状麻粒岩夹石英岩、酸性火山杂岩、闪岩、辉长岩等,红土化后的化学及机械侵蚀强烈,使该区铝土矿的厚度、品位及铁和铝的含量变化都很大,但硅的含量一般较低。

苏里南是继巴西、牙买加后铝矿出口西方世界的主要基地之一。苏里南铝业公司 Suralco 和 Billiton Moaatschappij Suriname NV (BMS) 在苏里南铝资源行业中占据重要地位,其大型矿山有 Onverdacht、Moengo Coermotib 等。

圭亚那铝土矿主要集中在北部,有圭亚那海岸平原及帕卡赖马山2个重要的矿区。圭亚那海岸平原铝土矿包括埃塞奎博、林登、伊图尼、夸夸尼等6个矿床,总储量大于 $3 \times 10^8 \text{t}$ 。矿体产在前寒武纪变质岩及火山岩的红土风化壳中,属风化红土型矿床。

圭亚那的铝土矿主要分布于距海岸线32~

表 1 拉丁美洲主要铝土矿国家 2015—2016 年储量<sup>[3-4]</sup>

Table 1 Bauxite reserves of the major countries in Latin America, 2015–2016

国 家					10 <sup>8</sup> t
	2015年储量	2016年储量	2016年储量占比	2016年世界地位	矿石主要类型
巴 西	26	26	9.29%	3	三水铝石
牙买加	20	20	7.14%	5	一水铝石
圭亚那	8.5	8.5	3.04%	8	三水铝石
苏里南	5.8	5.8	2.07%	10	三水铝石
委内瑞拉	3.2	-			三水铝石
全球总量	280	280			

112km处的东北部, Lindern、Ituni、Kwakwani 及帕卡赖马山区为主要的采矿区域。铝矿杂质少且品位高, 因埋藏较深使开采成本较高。圭亚那铝土矿主要矿山为 Aroaima, 年产量  $1.2 \times 10^6$ t。

委内瑞拉的铝土矿主要为红土型铝土矿床, 此类矿床主要由酸性、中性和基性成分含铝硅酸盐岩石在热带、亚热带气候条件下, 经深度化学风化形成, 矿石由三水软铝石组成, 其铝土矿资源储量大、分布相对集中, 主要分布在玻利瓦尔州和亚马孙州 2 个主要地区, 有洛斯皮希瓜奥斯、拉塞瓦塔纳、乌帕塔、努里亚等矿床。已探明铝土矿储量及资源量合计约为  $34.79 \times 10^8$ t, 其中储量  $13.32 \times 10^8$ t, 资源量  $21.47 \times 10^8$ t。

加勒比海牙买加铝土矿为岩溶型, 成矿时代为白垩纪。矿床位于该岛北部最大的圣安娜矿山, 矿物成分以一水铝石为主, 其次为勃姆石, 二者之比为 3:1, 伴生有少量的高岭土、赤铁矿等矿物。含  $\text{Al}_2\text{O}_3$  40%~50%, 探明的基础储量达  $25 \times 10^8$ t, 年产量达  $857 \times 10^4$ t。

## 2 拉丁美洲铝土矿地质特征

南美洲铝土矿资源主要特点是分布高度集中, 主要分布于巴西、圭亚那和苏里南 3 个国家, 三国铝土矿储量约占南美铝土矿总储量的 92.6%<sup>[3]</sup>; 铝土矿矿床类型以红土型为主, 这主要与南美洲处于南北纬 30° 线之间的热带—亚热带地区有关, 这类地区为铝土矿成矿母岩的风化成矿作用提供了良好的气候条件。从矿床储量规模看, 大、中型铝土矿占主导地位; 从矿床数量看, 以中、小型为主, 大型以上铝土矿数量占南美洲铝土矿数量的 34%。南美洲铝土矿矿石以三

水铝石为主, 占南美洲铝土矿总资源储量的 90% 以上, 矿石以高铁、中铝、低硅、高硅铝比为特征。露天开采的矿床比例高, 易采易溶, 矿石品质较好, 开发利用成本低。

加勒比海铝土矿以一水硬铝石、高岭石、赤铁矿为主, 次要矿物为勃姆石。矿石具高 Al、低 Si 的特点; 赤铁矿和针铁矿中含有较多的 Al, Si, Ti 混入物; 黄铁矿以高 S、低 Co/Ni 值等为特征。

### 2.1 成矿时代

拉丁美洲重要的铝土矿基本都形成于晚白垩世—新近纪, 尤以古近纪为主, 而加勒比海的牙买加铝土矿成矿时代主要为白垩纪—现代。

巴西著名的特龙贝塔斯铝土矿矿田中的铝土矿床均形成于晚白垩世—古近纪, 巴西的朗多 (Rondon) 超大型铝土矿床和戈米纳斯 (Paragominas) 超大型铝土矿床、圭亚那上德梅拉拉—伯比斯大型铝土矿床均形成于古近纪。

总体看, 拉丁美洲铝土矿主要为前寒武纪花岗岩、中酸性火山变质岩、辉长岩及超基性杂岩和沉积变质岩在晚白垩世—古近纪风化的产物<sup>[5]</sup>。

### 2.2 空间分布

从大地构造看, 拉丁美洲铝土矿主要分布在南美地台的圭亚那地盾、中巴西地盾、圣弗朗西斯科地盾及加勒比海岛弧带; 从南美地台成矿带看, 南美洲铝土矿主要分布在泛亚马孙 (Transamazon) 铝土矿成矿带、巴纳伊巴 (Parnaiba) 坳陷盆地铝土矿成矿带、索利默伊斯 (Solimoes) — 亚马孙坳陷盆地铝土矿成矿带和里奥内格罗铝土矿成矿带 4 个成矿带内<sup>[6]</sup>。

表 2 全球主要铝土矿国家 2015—2016 年产量<sup>[3-4]</sup>

Table 2 Bauxite production of the major countries in the world, 2015–2016

国 家					10 <sup>4</sup> t
	2015年产量	2016年产量	2016年产量占比	2016年储量	储采比
澳大利亚	8090	8200	31.01%	620000	75.61
巴 西	3390	3450	13.05%	260000	75.36
牙买加	963	850	3.217%	200000	235.29
圭亚那	170	160	0.61%	85000	531.25
苏里南	160	---	---	58000	---
委内瑞拉	150	200	0.76%	32000	160.00
全球总量	29300	26446		2800000	105.88

从分布地区看,南美洲铝土矿主要分布在巴西的亚马孙盆地与东南部地区、苏里南与圭亚那的沿海平原区(主要是贝尔维塞(Berbice)盆地)、委内瑞拉的洛斯·皮希瓜奥斯(Los Pijiguaos)等地区(图2)。

### 2.3 矿石特征

南美洲铝土矿大多为风化红土型铝土矿,含矿的红土风化壳剖面从上到下分为粘土盖层、结核层、铁质层、主要的铝土矿层及腐泥煤层。粘土盖层呈黄色-浅红褐色,由高岭土和25%的三水铝石组成。结核层含粒状结核,上部富铝、下部富铁,厚度不稳定(0~3m)。铁质层以含较大的结核团块而

与上覆结核层相区别,平均厚0.5~1.5m,该层下部逐渐过渡为块状铝土矿。主要的铝土矿层富集三水铝石,顶部具块状构造,底部有保存很好的原岩残余构造,厚度变化很大,多小于等于8m。腐泥煤层由细粒杂斑状粘土组成,含三水铝石和石英,该层下部逐渐过渡为原岩。

铝土矿是以三水铝石、一水软铝石或一水硬铝石为主要矿物所组成的矿石的统称。矿物成分为三水铝矿( $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ )、勃姆石( $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ )和水铝石。铝土矿(晶体化学)理论组成(wB%):  $Al_2O_3$  65.4,  $H_2O$  34.6。常见类质同像替代有Fe和Ga,

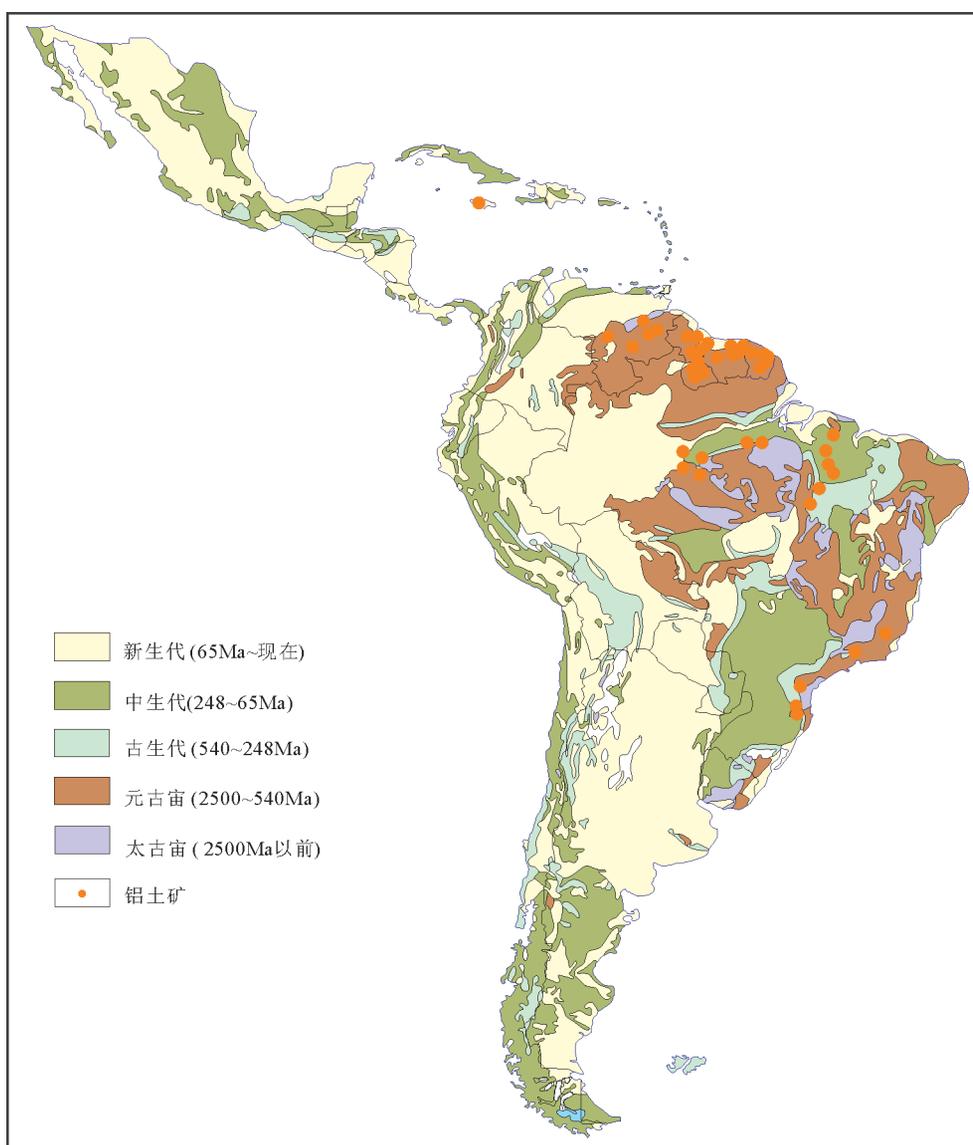


图2 拉丁美洲铝土矿分布示意图(据参考文献[6]修改)

Fig. 2 Sketch map showing the distribution of bauxite resources in Latin America

$\text{Fe}_2\text{O}_3$ 可达2%, $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 可达0.006%。此外,常含杂质 $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{SiO}_2$ ,还伴生有Ga、V、Li、稀土金属、Nb、Ta、Ti、Sc等多种有用元素。铝土矿中的Ga、V、Sc等常具有回收价值,可开采的经济型铝土矿含较低的 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 和 $\text{SiO}_2$ 。

#### 2.4 成因类型

南美洲铝土矿成因类型以红土型为主,这类铝土矿床主要是由铝硅酸盐岩(如玄武岩、花岗岩、粒玄岩、长石砂岩、麻粒岩等)在热带和亚热带气候条件下,经深度化学风化作用形成的与基岩呈渐变过渡关系的残积矿床。从地貌看,南美洲红土型铝土矿主要赋存于大陆边缘的盆地、近海平原、中低高地、台地和岛屿上。

巴西铝土矿几乎全部是红土型,成矿时代主要为新近纪中新世,含矿的红土风化壳覆盖在前寒武纪变质岩及火成岩之上,构成表面平坦、形状和大小不一的高地,高地的地表是一系列的侵蚀面。粘土盖层呈黄色-浅红褐色可作为找矿标志。

苏里南和圭亚那的铝土矿也几乎全部为红土型,矿体主要产在前寒武纪花岗岩、中酸性火山变质岩、辉长岩及超基性杂岩和沉积变质岩的红土风化壳中,成矿时代为古近纪。

拉丁美洲地区铝土矿资源地质特征见表3<sup>[7]</sup>。

### 3 铝土矿资源潜力分析

根据拉丁美洲地区铝土矿成矿地质条件、分布规律,以及巴西、苏里南、圭亚那、委内瑞拉、牙买加等国铝土矿资源的勘查开发程度,将拉丁美洲地区铝土矿资源分布区分为牙买加岛弧、圭亚那地盾、中巴西地盾、圣弗朗西斯科地盾4个铝土矿勘查开发潜力区(图3;表4)。

#### 3.1 牙买加岛弧铝土矿潜力区

该潜力区位于加勒比海成矿带的牙买加岛。矿床类型以岩溶型为主,矿石为一水铝石,成矿时代为白垩纪-现代,铝土矿发育于60~600m的中央山脉两侧白色灰岩出露区,矿体充填于岩溶的凹地。牙买加的铝土矿开采量排在世界第7位,约占世界铝土矿开采量的3.22%,其氧化铝的产量约占世界总产量的7.14%。牙买加铝土矿的优势也是矿石接近地表,易于开采,并且矿山位置接近港口。但是,牙买加的铝土矿含杂质比较多。

#### 3.2 圭亚那地盾铝土矿潜力区

该潜力区位于圭亚那地盾内,分为委内瑞拉里奥内格罗(Rio Negro)铝土矿成矿区和泛亚马孙铝土矿成矿带区。目前已有洛斯皮希瓜奥斯大型铝土矿、纳索山铝土矿、翁弗达赫特铝土矿、蒙戈铝土矿等矿床,矿床类型以红土型为主,矿石为三水铝石,成矿时代为古近纪,部分被渐新世沉积物覆盖。该潜力区内铝土矿潜在资源储量达 $10\times 10^8\text{t}$ 以上,矿石平均品位 $\text{Al}_2\text{O}_3$  42%,可望找到大型和超大型矿床。

圭亚那地盾区具备有利的铝土矿成矿地质条件,但由于地理位置偏僻、基础设施落后、以往勘查投入少等原因,导致圭亚那地盾潜力区铝土矿的勘查、开发程度低。

#### 3.3 中巴西地盾铝土矿潜力区

该潜力区位于中巴西地盾巴纳伊巴河(Parnaíba)和索利蒙伊斯河(Solimoes)-亚马孙(Amazonas)拗陷盆地铝土矿成矿带内,主体位于巴纳伊巴河(Parnaíba)拗陷盆地铝土矿成矿带内。该潜力区内已发现了巴西特龙贝塔斯铝土矿矿田和帕拉·戈米纳斯超大型铝土矿矿床,矿床类型以红土型为主,矿石为三水铝石,成矿时代为新近纪中新世。该潜力区的铝土矿潜在资源储量在 $20\times 10^8\text{t}$ 以上,矿石平均品位 $\text{Al}_2\text{O}_3$  43.5%,其中高品位的矿石 $8\times 10^8\sim 10\times 10^8\text{t}$ ,成矿区主要集中分布在西北部、中北部和东部区域,潜力区所处地区是巴西工业最发达的区域,但勘查程度低,虽目前未得到充分、有效开发,但铝土矿资源潜力巨大。

#### 3.4 圣弗朗西斯科地盾铝土矿潜力区

该潜力区位于圣弗朗西斯科地盾,进一步分为沙帕达-迪亚曼蒂纳成矿区、库拉撒河谷东部成矿区、塞拉雅克比纳成矿区、库拉撒河谷西部成矿区、铁四角成矿区、Alto Jequitinhonha成矿区和盆地成矿区。从太古宙开始演化,至中元古代趋于稳定,在新元古代受到与巴西利亚旋回有关的活动带限制。铝土矿主要为红土型,与基性-超基性岩关系密切,成矿时代为新生代,目前已有摩多德东多铝土矿、罗波巴西铝土矿、法丁娜色卡铝土矿、巴德伊多铝土矿、巴达多斯英多斯铝土矿等在开发利用,可望找到中-大型矿床。

拉丁美洲铝土矿资源较丰富,牙买加、苏里南-圭亚那、委内瑞拉、巴西等国铝土矿资源的勘查开

表3 拉丁美洲地区铝土矿资源地质特征  
Table 3 Geological characteristics of bauxite resources in Latin American region

序号	国别	矿床名称	矿床类型	成矿时代	矿床特征	矿床储量	品位	开采状态	
1		Nuria			产于辉长岩等环状岩脉中, 主要矿物为三水铝石等	大型; 5000×10 <sup>4</sup> t 矿石	45%	生产	
2		Cerro del Hormiguero			产于辉长岩等环状岩脉中				
3	委内瑞拉	Los Pijiguaos	红土型	第四纪	产于碱性火山-沉积序列中, 主要矿物为三水铝石矿物	超大型; 5×10 <sup>4</sup> t 矿石; Al 2.4×10 <sup>4</sup> t	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 48.5%	生产	
4		Los Guacicas			矿化与拉斑玄武火山-沉积序列侵入岩有关, 主要矿物为三水铝岩	超大型; 1×10 <sup>4</sup> t 矿石	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 35.5%, Fe 35%, Ti 3%		
5		Mesa de la Carata			产于辉长岩中, 主要矿物为三水铝石、高岭石	大型; 50×10 <sup>4</sup> t 矿石	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 39%		
6		Montagne de Kaw			产于火山沉积岩中, 主要矿物为三水铝矿	大型; 2580×10 <sup>4</sup> t 矿石			
7	法属圭亚那	Montagnes Plomb	红土型	第四纪	产于火山沉积岩中, 变质程度为绿片岩相, 主要矿物为三水铝矿	中型; 700×10 <sup>4</sup> t 矿石			
8		Monts Tortue			产于火山沉积岩中, 变质程度为绿片岩相, 三水铝矿为主要矿物	小型; 270×10 <sup>4</sup> t 矿石			
9		Monts Lucifer			产于辉长岩套; 主要矿物为三水铝矿	小型; 270×10 <sup>4</sup> t 矿石			
10		Monts de l'Observatoire			矿床产于火山沉积岩中, 主要矿物为三水铝矿	中型; 758.5×10 <sup>4</sup> t 矿石			
11		Aroaima			产于粘土岩中, 以氢氧化铝蚀变为主			正在开采	
12		Blue Mountains			产于粘土岩中, 以氢氧化铝、赤铁矿、针铁矿蚀变为主		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 26.5%		
13		Montgomery mine		新生代 早中期	产于粘土岩中, 以氢氧化铝蚀变为主			正在开采	
14		Kwakwani	产于粘土岩中, 以氢氧化铝蚀变为主					正在开采	
15		Dacoura	产于粘土岩中, 以氢氧化铝蚀变为主					正在开采	
16		East Montgomery mine	产于粘土岩中, 以氢氧化铝蚀变为主					正在开采	
17	圭亚那	Berbice			可能形成于古近纪, 部分被渐新世沉积物覆盖			矿山开发阶段	
18		Guyana		古近纪	产于变安山岩、变玄武岩、花岗岩等铝硅酸盐岩石中	大型; 8720×10 <sup>4</sup> t	49.50%	矿山开发阶段	
19		Omai			产于变安山岩、变玄武岩、花岗岩等铝硅酸盐岩石中	大型; 6154×10 <sup>4</sup> t	60.20%	矿山开发阶段	
20		Tarakulli			产于变安山岩、变玄武岩、花岗岩等铝硅酸盐岩石中	大型; 6270×10 <sup>4</sup> t	58.60%	储量评定阶段	
21		Bakhuis, Adampada, Kabalepo			新生代	矿床为沉积型, 以氢氧化铝、高岭土、石英、赤铁矿蚀变为主		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 45%, Si 3%, Fe 15%	
22		Moengo			矿床为沉积砂岩型, 以氢氧化铝、勃姆石、铝土、高岭土蚀变为主	超大型; 1.3×10 <sup>4</sup> t	54%	正在开采	
23	苏里南	Onverdacht	红土型	始新世	矿床为沉积砂岩型, 以氢氧化铝、勃姆石、铝土、高岭土、赤铁矿蚀变为主	大型; 6000×10 <sup>4</sup> t	57%	生产	
24		Paranam, Topibo, Lelydorp, Accaribo			矿床为沉积砂岩型, 以氢氧化铝、勃姆石、铝土蚀变为主		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 58.6%; Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 53.1%		正在开采
25		Coermotibo			矿床为沉积砂岩型, 以氢氧化铝、铝土、勃姆石蚀变为主				正在开采
26		Porto Trombetas		上新世—全新世	产于沉积岩、砂岩-灰岩中; 红土矿化蚀变; 主要矿物为水铝矿、高岭土、赤铁矿	超大型; 6×10 <sup>4</sup> t 矿石(1979年); 2.97×10 <sup>4</sup> t Al	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 49.5%	生产	
27	巴西	Morro Redondo	红土型	白垩纪晚期	产于侵入岩中, 具有碱性特征; 主要矿物为水铝矿	小型; 115.827×10 <sup>4</sup> t 矿石(1971年); 579135t 矾土	矾土 50%	关闭	
28		Nhamundá			新近纪—全新世	产于沉积岩、砂岩-灰岩中; 红土矿化蚀变; 主要矿物为水铝矿、高岭土、针铁矿、赤铁矿	中型; 500×10 <sup>4</sup> t 矿石; 237.5×10 <sup>4</sup> t Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 47.5%	

续表 3

序号	国别	矿床名称	矿床类型	成矿时代	矿床特征简介	矿床储量	品位	开采状态
29		Plata N5			岩石主要为火成岩,双峰式镁铁质火成岩(玄武岩),变质程度为闪岩相;红土化作用蚀变;主要矿物为水铝矿	大型;4800×10 <sup>4</sup> t 矿石(1982年); 1680×10 <sup>4</sup> t 水铝矿	水铝矿 35%	
30		Novo Brasil			矿床产于变质岩、片麻岩、钙碱性岩岩中;红土矿化作用蚀变;主要矿物为水铝矿	小型;546989t 矿石; 233315t Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 43%	关闭
31		Almeirim		新近纪—全新世	矿体产于沉积岩、泥岩-砂岩中;红土矿化作用蚀变;主要矿物为水铝矿	大型;3878.4×10 <sup>4</sup> t 矿石(1980年); 2753.6×10 <sup>4</sup> t Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 71%	生产
32		Serra do Acauzal			矿体产于沉积岩,泥岩-砂岩-褐铁矿中;红土矿化作用蚀变;主要矿物为水铝矿、褐铁矿	中型;735.5×10 <sup>4</sup> t 矿石(1980年); 428.8×10 <sup>4</sup> t Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 58.3%	
33		Camoai			矿体产于沉积岩,泥岩-砂岩-褐铁矿中;红土矿化作用蚀变;主要矿物为水铝矿、褐铁矿、针铁矿	中型;1210×10 <sup>4</sup> t 矿石(1980年); 706×10 <sup>4</sup> t Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 58.35%	
34		Farinha Seca			矿体分布于正长岩套(响岩)侵入岩中;红土矿化作用蚀变;主要矿物为水铝矿、针铁矿、褐铁矿	中型;502×10 <sup>4</sup> t 矿石(1975年); 249.2×10 <sup>4</sup> t Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 49.65%	
35	巴西	Barreiros	红土型	新近纪	矿体分布于正长岩套(响岩)侵入岩中,红土化作用蚀变;主要矿物为水铝矿、针铁矿、褐铁矿	小型;612500t 矿石; 313600t Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 51.2%	
36		Barra dos indios			矿床主要分布于正长岩套(响岩)侵入岩中;红土化作用蚀变;主要矿物为水铝矿	小型;215000t 矿石; 118000t Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 52%	
37		Pedral		新生代	矿床分布于砂岩-灰岩中,氧化作用蚀变;主要矿物为钽土矿	大型;4299.6×10 <sup>4</sup> t 矿石(1992年); 1680×10 <sup>4</sup> t 钽土	钽土 39.2%	生产
38		Caramiranga			矿体分布于砂岩-灰岩中,主要矿物为钽土矿	中型;1830×10 <sup>4</sup> t 矿石(1992年); 938.79×10 <sup>4</sup> t 钽土	钽土 51.3%	生产
39		Juruti			主体位于巴纳伊巴河拗陷盆地铝土矿成矿带内	大型;3520×10 <sup>4</sup> t	47.70%	矿山开发阶段
40		MRN		新近纪中新世	主体位于巴纳伊巴河拗陷盆地铝土矿成矿带内	超大型;54400×10 <sup>4</sup> t	49.50%	矿山开发阶段
41		Paragominas			主体位于巴纳伊巴河拗陷盆地铝土矿成矿带内	超大型;28870×10 <sup>4</sup> t	48.68%	矿山开发阶段
42		Rondon			主体位于巴纳伊巴河拗陷盆地铝土矿成矿带内	超大型;98380×10 <sup>4</sup> t	43.67%	可行性研究阶段
43	哥伦比亚	Popayán	红土型	上新世—更新世	含矿主岩为火山岩,酸性火山岩,矿化为氢氧化铝,埃洛石蚀变			正在开采
44		Morales- Cajibío		白垩纪	含矿主岩为火山岩,主要为铝土矿			正在开采
45	牙买加	St Ann	岩溶型	白垩纪—现代	矿物成分以三水铝石为主,其次为勃姆石,二者之比为 3:1,伴生有少量的高岭土、赤铁矿等矿物	超大型;探明的基础储量达 25×10 <sup>4</sup> t,储量可达 5×10 <sup>4</sup> t,年产量 857×10 <sup>4</sup> t	含 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 40%~50%	正在开采

发程度极不均匀,许多铝土矿潜力区勘查开发程度较低或完全未进行勘查工作。随着拉丁美洲铝土矿勘查投资的增加和勘查技术水平的提高,其铝土矿资源储量将不断增加,因此上述 4 个地区具有很大的勘查开发潜力。

#### 4 投资建议

(1)巴西的东亚马孙是最有利的铝土矿勘查开发投资目标区。从整个拉丁美洲看,巴西的矿业投

资环境较好<sup>[8]</sup>。因此,无论是从铝土矿资源勘查开发潜力看,还是从投资环境看,巴西东亚马孙铝土矿勘查开发潜力区为有利的投资目标区。

(2)目前拉丁美洲氧化铝产能不足,而中国氧化铝产能过剩,中国的大型铝企业应积极参与南美洲铝土矿新产能建设(如巴西的朗多超大型铝土矿矿山正在寻求投资伙伴),掌握其部分股权,签定长期的合作协议,争取铝土矿勘查开发份额,建立国外氧化铝生产基地,遏制国际铝土矿资源垄断局面

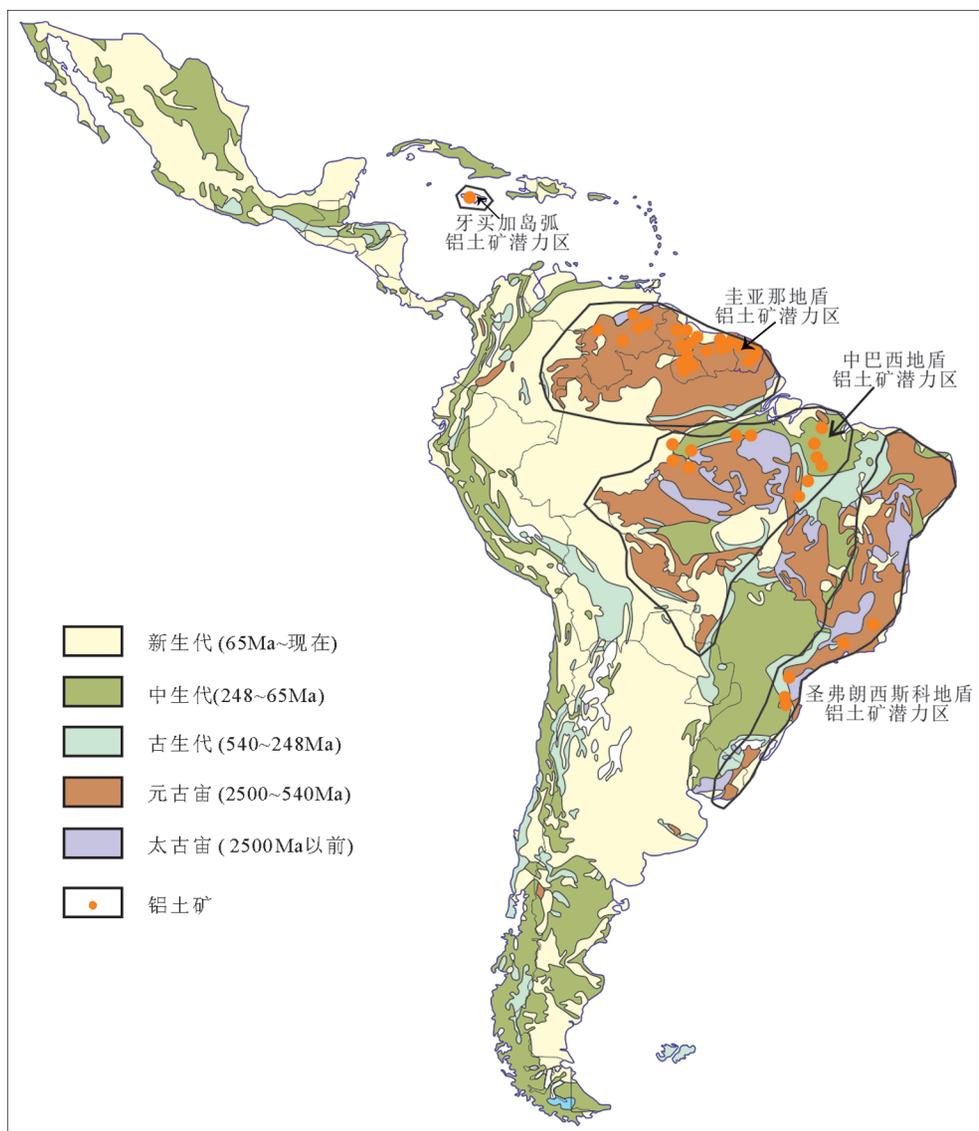


图3 拉丁美洲铝土矿资源潜力预测

Fig.3 Sketch map showing the distribution of bauxite potential area in Latin America

的形成。鼓励中国矿业企业积极勘查、开发利用南美洲铝土矿资源,转移国内氧化铝产能。

(3)为保障中国铝行业长期、安全稳定的健康发展,中国铝土矿进口应尽早实现全球配置战略,多元化进口源<sup>[9-11]</sup>,因此拓展拉丁美洲铝土矿市场,加大拉丁美洲铝土矿的进口量,可能是较好的选择之一。

## 5 结论

(1)拉丁美洲铝土矿资源主要分布在巴西、牙买加、苏里南、圭亚那、委内瑞拉等国家,占世界铝

土矿总储量的21.54%,其中巴西为最大的铝土矿生产国和出口国。

(2)铝土矿成因类型主要为红土型和岩溶型2种,矿石类型以三水铝石为主,矿石品质好,开发利用成本低。

(3)铝土矿资源潜力区为牙买加岛弧、圭亚那地盾、中巴西地盾及圣弗朗西斯科地盾,其中巴西东亚马孙是最有利的铝土矿勘查开发潜力区。

**致谢:**成文过程中得到中国地质调查局南京地质调查中心芮行健研究员、中国地质科学院矿

表 4 拉丁美洲铝土矿潜力区特征  
Table 4 The characteristics of bauxite potential area in Latin American area

序号	铝土矿潜力区	主要矿床类型	矿床预测规模	矿石质量	可开采性分析
A	牙买加岛弧	岩溶型	可望找到大型和超大型矿床	优质矿石	可开发利用, 目前已有圣安高原山地铝土矿在开发利用
B	圭亚那地盾	红土型	可望找到大型和超大型矿床	优质矿石	可开发利用, 目前已有洛斯皮希瓜奥斯大型铝土矿、纳索山铝土矿、翁弗达赫特铝土矿、蒙戈铝土矿在开发利用
C	中巴西地盾	红土型	可望找到大型和超大型矿床	优质矿石	可开发利用, 目前已有巴西特龙贝塔斯铝土矿矿田和帕拉戈米纳斯超大型铝土矿在开发利用
D	圣弗朗西斯科地盾	红土型	可望找到中型和大型矿床	优质矿石 中等矿石	可开发利用, 目前已有摩多德东多铝土矿、罗波巴西铝土矿、法丁娜色卡铝土矿、巴德伊多铝土矿、巴达多斯英多斯铝土矿在开发利用

产资源研究所宋学信研究员具体指导, 在此致以衷心感谢。

#### 参考文献

- [1]陈喜峰. 南美洲铝土矿资源勘查开发现状与潜力分析[J]. 国土资源科技管理, 2017, 34(1): 106-115.
- [2]朱训. 我国主要矿产品对外依存度全面大幅上升[J]. 中国有色建设, 2014, (2): 25.
- [3]USGS. Mineral Commodity Summaries 2017[EB/OL] (2015-01-19)[2017-03-18] <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/index.html>. 2015.
- [4]USGS. Mineral Commodity Summaries 2016[EB/OL] (2015-01-30)[2017-03-18] <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/index.html>. 2015.
- [5]Eduardo O.Zappetini.Metallogenic map of South America[M]. Buenos Aires,IGRM-SEGMR, 2005:1-282
- [6]Geological Survey of Canada. Generalized geological map of the world and linked databases[M]. Geological Survey of Canada, 1995.
- [7]SNL. Metals & Mining Properties, Bauxite[EB/OL] (2016-06-01)[2017-03-18]<http://www.snl.com/SNLWebPlatform/Content/Commodities/Mining/CommodityProfile.aspx>. 2016.
- [8]王威. 南美主要国家矿业投资环境综合评述[J]. 国土资源情报, 2014, (12): 9-14.
- [9]World Bureau of Metal Statistics. World Metal Statistics Yearbook 2016[M]. London, World Bureau of Metal Statistics, 2016: 1-74.
- [10]《中国海关》杂志社. 海关统计2015—12[M]. 北京: 中国海关出版社, 2015: 1-220.
- [11]雷岩, 张志, 宋菲, 等. 矿产资源“走出去”进入南美洲的形势及对策建议[J]. 中国矿业, 2014, 23(11): 35-38.