

乌拉圭主要金属矿床研究现状

王靓靓, 叶锦华, 陈秀法, 于 瑞

(中国地质调查局发展研究中心, 北京 100037)

摘要: 乌拉圭盛产石灰石、大理石、紫水晶、玛瑙等矿产资源,但一直被认为缺乏金属矿产。随着近年来矿产资源勘查开发力度的增大,陆续发现了一批金、铁、锰等矿床,金已成为其主要矿产资源。乌拉圭地质工作程度较低,可供研究地质资料较少,本文在系统分析已有乌拉圭地质背景、地质矿产等资料的基础上对其主要金属矿床现状进行了综合研究。

关键词: 乌拉圭; 区域地质背景; 金属矿产; 研究现状

中图分类号: P618 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4051(2017)12-0150-07

Overview of research on major metal deposits in Uruguay

WANG Liangliang, YE Jinhua, CHEN Xiufa, YU Rui

(Development and Research Center, China Geological Survey, Beijing 100037, China)

Abstract: Uruguay is rich in non-metallic mineral resources such as limestone, marble, amethyst and agate, and was considered a country lack of metallic resources, before. Actually, gold, iron and manganese have been discovered in recent years, and gold is the dominant one. Uruguay has low degree of geological work for less study geological data, based on the systematic analysis of existing Uruguay on the basis of the geological background, geological and mineral data comprehensive research on the current situation of the main metal deposits.

Keywords: Uruguay; regional geological background; metals and minerals; research status

乌拉圭地处南美洲东南部,面积 17.62 km²。盛产大理石、石灰石、玛瑙、紫水晶等,长期以来一直被认为缺乏金属矿产资源。新世纪以来,乌拉圭政府大力支持本国矿业开发。现已经探明了些金属矿产的存在,但是大部分资源量较少,本文将在简要介绍乌拉圭区域地质背景的基础上着重介绍金、铁、锰三种显示较大资源潜力的金属矿产。

1 地质背景

在大地构造位置上,乌拉圭位于南美地台的东南缘,其前寒武演化历史是与巴西南部联系在一起。中前寒武纪发育的优地槽占据了该国相当大区域,虽然其变质岩和火成岩目前仅局限于南部狭窄

区域。地槽内填充了碎屑沉积物和相当厚度的火山物质,后者可能源于地槽内部的火山喷发。前寒武纪中期,一个构造旋回使地槽内的沉积地层遭受挤压发生褶皱、变质^[1]。

前寒武纪晚期,乌拉圭大片区域再度变成海相沉积的场所,并伴有酸性火山活动,随后发生的褶皱作用伴随有造山期后花岗岩的侵入,强度上远逊于之前的 Minas 群。前寒武纪之后,乌拉圭不再发育地槽沉积。

早古生代大部分时间里,乌拉圭一直沉积陆相沉积物。泥盆纪伊始,北部巴拉那盆地区域遭受海侵。海侵持续时间短暂,仅形成厚度几百米的海相沉积地层。中泥盆世巴拉那盆地再次隆升,其中的乌拉圭部分在密西西比和宾西法尼亚亚纪时可能是一片稍高于海平面平坦广阔的平原,向南逐渐变得波状起伏。

二叠纪伊始,由东和北东方向推掩过来大陆冰川覆盖了整个乌拉圭,在乌拉圭盆地南端沉积了一层冰碛,同时这一区域轻微下陷,海水再次淹没乌拉

收稿日期: 2017-07-01 责任编辑: 宋菲

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目资助(编号:DD20160118)

第一作者简介: 王靓靓,毕业于中国地质大学(北京),副研究员,主要从事南美洲地质矿产综合研究工作, E-mail: wliangliang@mail.cgs.gov.cn.

通信作者简介: 叶锦华,研究员,从事境外地质矿产综合研究及战略规划研究。

圭北部, 沉积了一套砂岩和页岩, 与冰碛岩在垂向上交互、横向上互相楔接^[2]。

二叠纪末随着巴拉那盆地的轻微抬升, 气候也随之发生了改变, Melo、Palermo 和 Tubarao 组不同程度地遭受了侵蚀并准平原化。到了晚二叠世, 在半干旱气候环境下侵蚀面上堆积了 Estrada Nova 组陆相地层。一些地方出现了大型浅水湖泊, 但多数沉积显然是地表堆积。

早-中三叠世在巴拉那盆地南部发生了断层作用, 晚古生代地层遭受了相当大的扰动。乌拉圭西北部伴随断层作用还出现了从属褶皱和基性岩脉和岩墙的侵入。

在经历了一个短暂的侵蚀期后, 晚三叠世(和早侏罗世)在先期地层上侵蚀出的近乎平整的准夷平面上沉积了 Tacuarembó 砂岩。

晚白垩世和侏罗纪乌拉圭可能都处于侵蚀基准面之上。白垩纪末东部和南部在 Serra Geral 火山岩和前寒武系侵蚀面上沉积了陆相地层, 相似的情况在第三纪晚期重复出现, 并且在东部沉积了 Fray Bentos。上新世早期, 乌拉圭河河口的 Punta Gorda 周围区域遭受了 Entre Rios 海侵, 沉积了数米厚的滨海相地层。

更新世, 乌拉圭大部分地区零星沉积了风成相、河流相和湖泊相的陆相地层, 沿乌拉圭河和 Plate 河发生的短暂海侵留下了数米厚的滨海相沉积^[2]。

特殊的区域地质背景, 是乌拉圭矿产资源尤其是金属矿产资源相对贫瘠的重要原因。

2 金矿

2.1 圣格雷戈里奥金矿田

2.1.1 矿田概况

圣格雷戈里奥金矿田位于里韦拉省水晶(Crystalline)岛, 距离巴西边界以南约 70 km, 乌拉圭首都蒙得维的亚以北 450 km, 塔卡伦博市东北 70 km 处, 面积 20.62 km²。圣格雷戈里奥矿田地理坐标是西经 55°30.4', 南纬 31°35.2'。该矿田探明和控制的矿石资源量为 470 万 t, 金平均品位 1.30 g/t, 最低品位 0.5 g/t, 推断的矿石资源量为 96.6 万 t, 金平均品位 1.30 g/t, 最低品位 0.5 g/t, 推断的矿石资源量为 96.6 万 t, 金平均品位 1.10 g/t。圣格雷戈里奥矿田矿石基础储量约 83 万 t, 金平均品位 1.95 g/t, 最低品位 0.6 g/t^[4]。圣格雷戈里奥金矿田示意图显示了大部分矿床位置。

圣格雷戈里奥矿田金矿化作用发育在石英-碳酸盐岩-硫酸盐矿脉及硅-硫矿脉中, 这些矿脉分布在沿圣格雷戈里奥附近的水晶岛花岗绿岩带的剪切

构造带内, 长 110 km, 宽 20~40 km。

该矿田控矿因素以剪切作用为主, 矿体赋存在走向呈 290~315°, 倾向 70°北北东的花岗闪长岩-英云闪长岩内, 石英脉长度达 700 m。在空间上与区域性里韦拉剪切断层有关。圣格雷戈里奥剪切带(SGSZ)控制着圣格雷戈里奥金矿脉等相关的矿床。

金矿床赋存在变质基底和花岗质侵入岩中, 地质年龄分别为 1.2 Ga 和 0.6 Ga。金矿化赋存于石英内, 伴生铁氧化物(为赤铁矿化作用结果, 部分来自硫酸盐的蚀变), 及剪切-蚀变主岩(含浸染黄铁矿的细粒绿泥石镁铁质片岩)。该矿田被认为是典型的中温热液脉型或造山型金矿。

该矿田主要矿床有: 圣特雷莎、维塔(Veta A)和维塔瑟((VetaSur)矿床、圣格雷戈里奥、欧姆布(Ombu)、阿雷纳尔、卡斯提荣(Castrillon)、苏布瑞琳莱恩特、扎弗卡、高山苏尔(Knob Hill)及阿根廷巴卡穆埃而塔、克如舍若、及帕卡弗洛等。

2.1.2 圣特雷莎矿床

沿圣格雷戈里奥剪切带包括圣特雷莎(主矿脉)、圣特雷莎东部(STE)、圣特雷莎北部(STN)及 Polvorin, 其中圣特雷莎地区蕴藏西部最有经济价值的金矿脉。截至 2009 年末, 圣特雷莎地区共生产金超过 10 万盎司。目前圣特雷莎主采坑产量逐年递减。

圣特雷莎金矿化赋存在一条东西向剪切断层带内, 倾向南, 倾角中到陡。围岩为元古代花岗岩、二长岩及闪长岩, 这些岩石经历了角闪岩相变质作用。金矿化与硅质-绢云母-碳酸盐岩蚀变有关, 形成石英-碳酸盐岩-黄铁矿矿脉及硅质-黄铁矿网脉。圣特雷莎地区构造复杂, 已经发现了多个金矿。STN 和 Polvorin 地区控矿构造主要是构造倾覆端、断层下盘和剪切带。

2.1.3 维塔(Veta A)和维塔瑟(VetaSur)矿床

维塔 A 和维塔瑟矿床有极大相似度, 在于它们的主控矿因素均为剪切构造, 位于主圣格雷戈里奥剪切带的上盘, 具有类似规模和赋存形式。维塔 A 和维塔瑟矿床赋存于 SGSZ 上盘的倾斜、低角度剪切构造中。

金矿化赋存在石英-碳酸盐岩-黄铁矿脉及附近, 宽度可达 20 m, 围岩为典型的闪长岩到二长岩, 有绿泥石和绢云母蚀变。矿脉受一条主要的窄剪切构造带或以中等角度向南东倾斜的断层控制, 没有同期的褶皱作用或后期断层作用。

2.1.4 圣格雷戈里奥矿床

圣格雷戈里奥矿床在沿圣格雷戈里奥剪切带(SGSZ)的中部矿脉中, 历史上, 它是 Minas 科拉莱

斯地区的采矿活动中心。两个露天采坑的垂直深度200 m,圣格雷戈里乌矿床已经生产了超过40万盎司的黄金。最近,奥休公司关闭了东部采坑。圣特雷萨的金矿化赋存在一条东西向剪切断层带内,倾向南,倾角中到陡。围岩为元古代花岗岩、二长岩及闪长岩,变质程度为角闪石相。

圣格雷戈里乌的金矿化沿中部的一条石英-碳酸盐岩-黄铁矿矿脉分布,不同含量的硅质-黄铁矿网脉呈脉状赋存在脉体内及附近的下盘和上盘内。蚀变剪切带宽度可达100 m,一般由硅质-绢云母-碳酸盐岩-黄铁矿蚀变和强烈变形岩石组成,包括在下盘的角砾岩。

目前,最深的钻孔(710 m)已经穿过圣格雷戈里乌矿脉,矿体在倾向上延伸超过300 m,下部有高品质的薄矿脉。

2.1.5 欧姆布(Ombu)矿床

欧姆布矿床位于圣格雷戈里乌剪切带内。该带沿北西西-南东东向延伸(方位角 290°),倾向南,倾角 $40\sim 50^{\circ}$ 。从南到北,围岩为基性-中性侵入岩,岩性多为二长岩到闪长岩,中细粒结构,一般未变质到片理状。北部为石英-长石花岗岩,中粒结构,局部伟晶岩化,常遭受强烈片理化。在断裂带附近的上盘(向南)和下盘(向北)岩体内出现强烈硅化。大致呈南北向的脆性变形作用叠加在早期的片理上,发育角砾岩和碎裂岩。热液蚀变作用出现在变质作用时期,主要有:碳酸盐岩化、绢云母化、硫酸盐化、硅化。

金矿化主要与硫化和硅化作用有关(金主要赋存在黄铁矿的包体内,局部赋存在石英细脉内)。主要围岩为基性-中性岩石(上盘矿化作用)。矿化带宽度 $5\sim 20$ m,平均品位为 $1\sim 1.5$ g/t。

2.1.6 阿雷纳尔矿床

阿雷纳尔矿床位于圣格雷戈里乌剪切带东部,位于圣格雷戈里乌以东2 km,是该带产金最多的矿床。从2004年10月到2009年4月,阿雷纳尔的一个露天采坑开采深度达到200 m。

阿雷纳尔的矿体赋存在片麻岩相到角闪石相的变质基底内。原岩主要为石英-二长岩、二长岩及闪长岩。原岩中铁质成分越多,片麻状构造的强度越强。金矿化赋存在中等规模的南倾、东西走向的剪切带内。在阿雷纳尔地区,逆冲作用至少明显地表现出两个主要阶段:在圣格雷戈里乌矿山,赋存主矿体的圣格雷戈里乌断层系统,主体上为一条南北向剪切系统,其后的西北向逆冲作用导致圣格雷戈里乌断层系统的重新活动,并导致内部断裂活动,赋存

了全部的矿体。在阿雷纳尔,圣格雷戈里乌断层系统完全由上部和下部断层确定,局部称作 H_1 和 F_1 ,代表上盘和下盘。剪切带通常宽度为 $50\sim 100$ m,常常整个带都有矿化。高品位金矿化受晚期断裂作用控制。

Holcombe(2009年)认为:在上盘和下盘的地层单元之间,存在一个不整合面。上盘地层产状呈近水平,下盘地层走向呈北西向,倾角中等,倾向东。不整合的角度反映了 F_1 断层的实际断距。

矿化作用的特征是:以硅质-绢云母-碳酸盐岩-黄铁矿蚀变带和在宽阔区的硅质-黄铁矿网脉。阿雷纳尔矿床的矿体在地面上沿走向长度为900 m,倾向/倾伏延伸大于700 m。矿化主要出现在SGFS向东开放的阿雷纳尔,并下伏到东南沿断层/裂缝控制的岩组。阿雷纳尔矿体在西部和东部受北西向的分支拉伸断层控制,推断断距大于1 km。阿雷纳尔处倾角中等,约 $40\sim 50^{\circ}$ 倾向南,在深处变陡,倾角超过 70° 。目前,阿雷纳尔最深钻孔钻深为634 m,矿化深度为550 m。

2.1.7 卡斯提荣(Castrillon)矿床

卡斯提荣距圣格雷戈里乌以北11 km,2009年开始开采。金矿化赋存在一条 $3\sim 5$ m宽的石英-黄铁矿脉内,围岩是Sobresaliente钾长花岗岩。矿脉呈向北西陡倾,沿走向可以追索300 m,向深部可追索100 m。

2.1.8 苏布瑞琳莱恩特(Sobresaliente)矿床

苏布瑞琳莱恩特矿床赋存在Sobresaliente钾长花岗岩侵入体中,距圣格雷戈里乌矿山复合体以北10 km,历史上有一些小规模开采活动。整体赋存在一条宽阔的构造带内,金矿化与浸染状黄铁矿以及石英-黄铁矿网脉和席状脉有关。

2.1.9 扎弗卡、高山苏尔(Knob Hill)及阿根廷巴卡穆埃而塔(Argentinita)矿床

扎弗卡及阿根廷巴卡穆埃而塔矿床距圣格雷戈里乌东南29 km。扎弗卡最早开采在20世纪末期,历史上生产了51 000盎司金,曾停产,2010年重新开始生产。

矿化继续往扎弗卡采坑以南延伸,可是,部分被扎弗卡河流截断。在河流南部的主要丘陵地区勘探也发现了与扎弗卡类似的矿化,目前认为是扎弗卡矿化带的延伸,该丘陵即高山苏尔。沿矿化剪切带再往南是另一个矿床即阿根廷巴卡穆埃而塔那。扎弗卡、高山苏尔及阿根廷巴卡穆埃而塔矿床分布在一条低角度的褶皱剪切构造带内,在或靠近花岗岩质片麻岩和下伏闪长岩接触面,称为扎弗卡剪切带。

矿化赋存在褶皱的硅化糜棱岩和近水平石英碳酸盐岩脉内。与矿化作用有关的主要蚀变组合有硅质-碳酸盐岩-绢云母-黄铁矿-绿泥石化。

2.1.10 克如舍若(Crucera)矿床

克如舍若矿床距蒙得维的亚北 110 km, 圣格雷戈里乌矿床 410 km。该矿赋存 Piedra Alta 阶地东部。Piedra Alta 阶地有两条花岗岩-绿片岩带: 佛罗里达和阿罗约 Grande, 被认为是金矿化的远景区。

克如舍若矿床位于佛罗里达花岗岩-绿片岩带。矿体赋存在剪切带内, 剪切带倾向 $290\sim 315^\circ$, 倾向向北-北东, 倾角 70° 。主要岩性为花岗闪长岩-英云闪长岩, 含不规则出露的石英-黄铁矿脉, 沿走向长度至少 700 m。

矿化主要与透明/乳状石英脉有关, 赋存在一条剪切和蚀变的细粒绿泥石镁铁片岩中, 含浸染状黄铁矿。在石英脉露头, 继硫酸盐之后, 铁氧化物引起人们关注。

OMI 正在评估该矿床作为圣格雷戈里乌选厂的潜在矿石来源的可行性。

2.1.11 帕卡弗洛(Picaflor)矿床

帕卡弗洛矿床在圣格雷戈里乌选厂东北约 5 km。为赋存于梅纳斯德科拉雷斯花岗岩内的一条以剪切为主的矿脉。金矿化为石英-黄铁矿脉及角砾化赤铁矿化花岗岩, 沿走向长 300 m, 延伸大于 100 m。主要构造控制为 NWW 向, 南倾 65° , 典型的是: 在一条 5~12 m 宽的矿化包络内的 2~12 m 高品位层段。向西部, 该构造显然继续向下延伸至梅纳斯德科拉雷斯镇。该构造向东继续延伸至秘鲁远景区。

2.2 圣格雷戈里奥金矿田金矿远景分析

在该矿田区域已圈定多个远景区, 分别是: 努埃瓦西澳(Nueva Australia)、秘鲁、阿瑞库(Areicua)和劳莱雷斯(Laureles)、瓦卡穆尔塔(Vaca Muerta)。

2.2.1 努埃瓦西澳(Nueva Australia)矿床

努埃瓦西澳远景区为圣格雷戈里奥剪切带的向西延伸。

最初制图、采样、地球物理及大间距, 浅部钻井证实异常金的存在。最近, 完钻的一轮钻探也证实了深部潜力。首口深井在 445.9 m 处发现厚度达 3.7 m 的矿体, 金品位 10.6 g/t。

2.2.2 秘鲁矿床

秘鲁远景区分布在梅纳斯德科拉雷斯花岗岩侵入体内, 距圣格雷戈里乌选厂东北约 8 km。秘鲁以东的构造继续延伸至 Areicua 远景区。

2.2.3 阿瑞库(Areicua)和劳莱雷斯(Laureles)矿床

阿瑞库和劳莱雷斯远景区分别距圣格雷戈里乌工厂东北约 10 km, 东部约 12 km, 沿梅纳斯德科拉雷斯地区的一些花岗岩侵入体边缘分布。主矿化沿向北的花岗质侵入体和向南的变质基底岩石之间的断层分布。最初的钻井识别出一个单一而狭窄的矿化剪切带, 这表明一个小型断层带矿化富集为短而高品位的富矿体。阿瑞库远景区由切割花岗质岩石的北东向石英-黄铁矿脉组成, 类似于往西 2 km 处的 Picaflor(秘鲁)远景区。

2.2.4 瓦卡穆尔塔(Vaca Muerta)矿床

瓦卡穆尔塔矿床距圣格雷戈里乌选厂东南东 85 km 处, 该地区以极低的露头密度为特征。从地质上讲, Vaca Muerta 以中等到强烈变形的花岗岩-片麻岩为主, 走向南西 $270\sim 290^\circ$ 。该岩组与里韦拉剪切带的剪切方向一致, 该剪切带沿整个水晶岛(沿 WNW-ESE 倾向约 110 km)延伸的一种构造。远景区沿其南部边缘分布。

区内主要矿化带沿方位角 290° 延伸达 600 m。金矿化与基底花岗闪长岩的剪切-蚀变部分有关, 产生与 FeOx、绢云母、绿泥石和黄铁矿有关的片状岩石, 金矿化存在于石英脉中。

从成因上讲, 金矿化与里韦拉剪切系统及 330° 的断裂两套系统循环的热液流体有关。

3 锰矿

3.1 阿德拉伊达和圣马特奥锰矿床

蒙得维的亚省已知锰矿有两处, 一处是位于蒙得维的亚海湾的阿德拉伊达, 此处近潘塔诺索河口, 另一处位于该省东部地区的圣马特奥, 坎德拉斯沟谷区域左侧边缘处。

阿德拉伊达锰矿出露地表, 位于潘塔诺索河口处, 且在位于其东南部的小岛上。该矿床位于蒙得维的亚的两块岩石之间, 是一条主要由原岩构成的顺层到次顺层的矿脉: 呈西北走向。区域上可见西-东走向的岩石, 且主要由下列岩石与矿石构成: 角闪页岩、锰矿石、石英岩、含有锰矿石的血红色云母板岩、石英岩以及角闪页岩中的锰夹层。锰矿石产状有两种, 一种是团块状, 部分为顺层状, 这种矿石包含在斑杂黏土的团粒中, 宽度在几厘米至 6 m 之间。锰矿石矿物组成包括: 软锰矿、褐锰矿、硬锰矿以及硬锰矿蔷薇辉石; 在黏土部分的碎石中也包括透闪石、硫酸钙、黄铁矿、重土以及萤石。

该区域是各种勘测研究的对象, 包括位于小岛上及其沿岸地带。对小岛的勘测工作是在一个深度

为 30 m 的主矿井中完成的,主矿井包括几条深度为 14 m 和 28 m 的水平巷道,勘测工作的范围还包括一个倾斜的矿井,该矿井靠近矿脉,在 14 m 和 28 m 深度的水平巷道之间,且矿床自此被切断。在深度为 14 m 和 28 m 的巷道中所采集的十八种矿样的分析数据表明,锰的品位在 29.38% 和 2.89% 之间,平均值为 14.8%。另一方面,分别从 18 m 和 28 m 深度处采集两种矿样,品位分别为 42.52% 和 34.36%。根据利安比亚斯·德·奥利瓦尔(1921 年)研究指出,这些结果说明含量百分比随深度增加而增加。

圣马特奥矿含矿原岩由花岗岩、云母板岩和千枚岩构成,花岗岩体在东北走向上都经历了强烈变形和褶皱作用。锰矿脉顺层或次顺层,赋存在千枚岩和云母板岩之间。在深度 4 m 左右的矿井中见有一层宽度在 3 m 左右的矿层,含锰 29%~34%。

3.2 塞罗鸵鸟(Avestruz)锰矿床

在里韦拉省的米那斯科拉西斯和阿罗约卡帕特里亚镇之间的谢拉帕帕加约地区,有许多小而富的锰矿床。锰矿物(软锰矿和硬锰矿)以拉伸透镜体出现在被花岗岩岩体包围的高度变质铁英岩中。锰矿物与磁铁矿等含铁矿物普遍共生。

由于锰和抗风化的铁英岩的伴生,矿床常见于山的顶部和陡翼。富锰岩石有两种独特的形式存在:①坚硬致密脆性岩石,深部铁/锰为 1/10 的较高比值;②松软多孔岩石,明显富含硬锰矿和软锰矿,铁/锰比值可能为 2/5。矿石有较高的磁性,通常形成富锰透镜主体。松软变种呈暗黑色和多孔。通常发育在含锰透镜体的中心附近。在一些地区,该类型岩石含 50%~55% 的 MnO_2 , 石英少见,含铁很低。

据美国地质调查局相关地质工作人员的观点,矿石为富锰矿物的角闪岩岩床和岩盘的风化产物。已在矿床附近钻孔中发现此类岩盘。角闪岩质组分的高度或深度风化的岩墙可能位于以下所述的塞罗 Avestruz 矿床的富锰透镜体内。

塞罗 Avestruz 矿床位于米那斯科拉西斯镇东南约 18 km 处,为一个典型的锰矿,在铁英岩厚条带边界内形成透镜体。锰矿石透镜体长轴平行于围岩铁英岩母岩呈 $NE10^\circ$ 的层理走向。富锰岩石的透镜体的 MnO_2 平均含量为 40%, MnO_2 以软锰矿和硬锰矿的形式存在。透镜体有硬、软两个矿石变种。

在富锰透镜体的中心,锰矿石的天然成带作用发生在该岩床的任何一侧;多孔矿石靠近岩床,横向上逐渐变为坚硬的矿石变种。该矿山多孔矿石约

1~2 m 厚,过渡带约 5~10 cm 厚,坚硬矿石条带约 10 m 厚,坚硬矿石递变为富锰铁英岩,厚度通常在 3 m 以内,铁英岩只含少量锰矿物。

该矿床矿体长度 100 m、平均宽度 25 m、平均厚度 5 m,锰矿石量约 4 万 t。

4 铁矿

4.1 巴伦蒂内斯铁矿床

该矿位于佛罗里达州最东北部的巴伦蒂内斯小村庄以西 6 km。铁路距蒙得维的亚市北部约 261 km,阿罗约巴伦蒂内斯-里约伊河支流流经矿区中部。

巴伦蒂内斯铁英岩矿床可分为三个矿体:北部 Apretado 矿体,中部 Aurora 矿体及南部 Esabella 矿体。Apretado 矿体出露于山顶,(长度)约 1 km。Aurora 矿体和 Esabella 矿体位于 Apretado 山脊分支的南部延伸带。Aurora 矿体出露长度约 300 m, Esabella 矿体出露长度约 500 m。在 Esabella 矿体以南,铁英岩出露数公里或更多。

该地区发育一系列呈近平行的西北倾伏的平缓背斜和向斜,倾向从 $NW20^\circ$ 到 $NW30^\circ$ 。这些背斜和向斜的核部由花岗岩组成。在已发现的所有露头中,花岗岩的线理和叶理平行于铁英岩的层理。在变质沉积岩和花岗岩中,发育一组 $N10^\circ-30^\circ E$ 横节理。该组节理与乌拉圭前寒武系岩石的线性构造方向趋势相一致。

在背斜和向斜翼部的铁英岩层厚约 50 m,而在顶部和槽部,其厚度不足 1 m。翼部铁英岩层出现一些小型褶皱,引起小型褶皱的应力也产生了一些小型右侧向滑动断层,将矿床分割为三个部分。

铁矿赋存在一套坚硬高度变质的富硅前寒武系沉积铁英岩中。该岩石呈条带状,富硅和富铁岩层交替出现。巴伦蒂内斯矿床富石英岩层的铁英岩呈淡棕色到棕灰色;而在地表的风化岩石,富铁岩层则呈中等灰色到黑色,厚度从小于 1~15 cm 以上不等,平均厚度约 4 cm。

在整个乌拉圭,所有铁英岩矿床的围岩为花岗岩质岩石,其风化后两侧均为缓坡的山脊。

矿石以粗粒赤铁矿、假象赤铁矿或磁铁矿分散于粗粒石英中。矿石平均品位 40%~45%。从地表到深处(最大钻孔深度 240 m),有一条垂直的铁矿化带。多数地方,赤铁矿分布于矿体顶部 30 m 处。矿体最下部为磁铁矿。在赤铁矿和磁铁矿之间的一条薄层过渡带含假象赤铁矿(化学式为 Fe_2O_3 磁铁矿的一种假象)。富磁铁矿和富赤铁矿的接触带极不规则,在一些地方,扁豆状磁铁矿被包围在富赤磁铁矿带内。

矿体顶底板岩石通常为花岗岩和角闪岩, 厚约 1 m。铁英岩层最高含铁量仅为 10%, 靠近接触带岩石含铁量仅为 1%~5%。

根据巴伦蒂内斯矿床的长度和铁矿层的宽度以及延伸和品位估算, 铁矿石资源量 6 300 万 t。山顶的氧化矿保守估计铁矿石量在 100 万 t 以上。

乌拉圭政府 2015 年同意继续同盎格鲁-瑞士合资企业佳明制铁(Zamin Ferrous)就投资额 30 亿美元的巴伦蒂内斯(Valentines)铁矿项目开发进行磋商, 但是自此以来该项目没有任何进展。

4.2 萨帕塔小胡子(Zapucay)铁矿床

矿区位于蒙得维的亚以北 450 km, 面积 750 km²。该项目位于水晶岛(Isla Cristalina)铁矿带上, 由布宜诺奥顿矿床、伊曼矿床和帕帕加约 3 个矿床组成。探明和控制的资源总量达 6 940 万 t, 铁平均品位 26.5%。在上述资源量中, 磁铁矿石资源量为 2 260 万 t, 铁品位 63%。

2010 年第三季度, Gladiator 资源公司利用其优先购买权取得了乌拉圭 Isla Cristalina 区域 OMI 项目区内铁矿的股份, 在与 Orosur 矿业公司的竞争中胜出。截至 2010 年 9 月末, Gladiator 资源公司作为其在选择权协议中的部分职责, 对 ICB 项目完成了理论研究。基于野外勘测结果, Zapucay 地区被视为初试开采最有前途的区域。

4.3 塞罗阿梅利亚铁矿床

塞罗阿梅利亚位于乌拉圭北部塔夸伦博省米那斯科拉斯小镇南 1 km。地表高磁性的坚硬、致密碎石的露头形成长度为 500 m, 最大宽度为 35 m 的一个透透镜体, 发育在叶理发育的破碎花岗岩内。富铁碎石品位变化极大, 含铁量从 15%~40%。

5 矿产勘查与矿业开发

5.1 矿产勘查现状

乌拉圭政府大力支持本国矿业开发, 2001~2016 年主要支持铜、钻石、金、镍、锌-铅矿产资源的勘查开发。支持对象包括大、中、小型矿业公司及政府相关部门, 主要矿种为金、锰、镍, 勘探阶段包括: 勘探早期、勘探后期、开采阶段(表 1, 表 2, 表 3)^[5]。

表 1 2014 年度勘探投入分析(按目标矿产分类)

目标矿种	金额/百万美元
锰	0.1
金	3.7
镍	0.1
总额	3.9

资料来源: SNL。

表 2 2014 年度勘探投入分析(按勘探阶段分类)

勘探阶段	金额/百万美元
勘探早期	0.7
勘探后期	1.2
开采阶段	2.0
总额	3.9

资料来源: SNL。

表 3 2014 年度勘探投入分析(按勘查公司分类)

公司类型	金额/百万美元
中等规模	3.7
小型公司	0.2
总额	3.9

资料来源: SNL。

5.2 主要金属矿业开发现状

2013 年以来采矿业占 GDP 增长的比重逐年增加, 2016 年所占 GDP 比重达到 2%~5.4%。

2013 年乌拉圭的矿产品总出口额约为 91 亿美元, 而 2012 年为 87 亿美元。主要出口国按出口量由高到低依次为巴西(占乌拉圭矿业产品 19.1% 的出口)、中国(16.0%)、阿根廷(5.2%)以及委内瑞拉、德国和美国。其中, 金(原矿和半成品)出口额为 9 320 万美元。乌拉圭 2013 年矿产品进口额约为 95 亿美元, 高于 2012 年的 85 亿美元, 主要进口产品为原油、石膏、高岭土, 主要进口国为中国、巴西、阿根廷和美国。

2013 年, 乌拉圭金产量由 1 725 kg 增加到 2 022 kg, 增产 17%; 粗钢产量由 7.8 万 t 增加到 9 万 t, 增产 15%; 2016 年开始开采的阿拉蒂瑞铁矿山将成为乌拉圭第一个真正意义上大规模矿业项目, 乌拉圭希望以此扩大产业链, 将铁矿 15% 的产量供给国内市场, 发展本国钢铁工业。

加拿大奥罗索矿业有限公司(OMI)是乌拉圭唯一的金生产商, 拥有圣格雷戈里奥金矿项目, 其中包括圣特雷莎、维塔(Veta A)和维塔瑟((VetaSur)矿床、圣格雷戈里乌、欧姆布(Ombu)、阿雷纳尔、卡斯提荣(Castrillon)、苏布瑞琳莱恩特、扎弗卡、高山苏尔(Knob Hill)及阿根廷巴卡穆埃而塔、克如舍若、及帕卡弗洛等矿床。2013 年 12 月, 政府签发了瓦卡姆尔塔项目的采矿许可, 该项目位于米那斯科拉斯小镇东-东南方 52 km 处。瓦卡姆尔塔矿区的探明和控制的矿产资源量估计为 47 万 t(矿石量), 金平均品位 1.47 g/t, 最低品位 0.7 g/t, 推测矿产资源量估计为 54 000 t, 金平均品位 1.34 g/t。公司将继续在圣格雷戈里奥的阿雷纳尔和瓦卡姆尔塔矿区开发新资源储量, 预计产金量在 1 600~1 700

kg 之间。

2013年,澳大利亚勇士资源有限公司完成了 Zapucay 铁矿项目的初步可行性报告。该项目包括布宜诺奥顿矿床、伊曼矿床和帕帕加约矿床。探明控制和控制的资源总量估计可达 6 940 万 t,铁平均品位 26.5%。该项目包括一个露天矿山、一个选矿厂和一个迷你鼓风机,在未来至少 19 年时间内估计能生产 57 万 t 铁砂和 42 万 t 生铁。公司预期该铁矿可能开发出适应于鼓风机使用的精铁矿砂。2010年,勇士资源与 OMI 成立了合资公司。2015年12月完成的银行融资可行性报告中指出,根据协议,勇士公司将从依斯拉克里斯塔利娜矿带的 OMI 铁矿、锰矿、碱金属项目中获得营业额 80% 的利润。瓦伦丁铁矿项目归英国扎门铁矿有限公司的子公司——阿亚提里矿业所有。瓦伦丁铁矿项目总面积 145 km²,可能开发 5 个露天矿山(拉斯帕尔马斯、迈达纳、摩洛克斯、米尔罗、乌利亚),1 个选矿厂,通过 212 km 输送管道将铁矿石运送到位于海边的码头。该项目精铁矿预计产能 1 800 万 t/a,矿山服务年限 20 年。自 2013 年开始,该项目的环评评估未得到政府批准^[6]。

5.3 矿业开发政策

进入到 21 世纪以后(2002 年以来),国际矿产品价格进入上升周期,特别是 21 世纪第一个 10 年的后半程,国际矿产品价格大幅度上升,矿业投资热情高涨。面对矿业投资商获得的巨大利益,南美洲一些国家开始感觉到,在矿业处于低谷时期所提供的引资条件过于优惠,政府由此失去很多收入,同时火热的国际矿业形势也刺激了新一轮的资源民族主义热潮的蔓延,国家的资源主权意识不断增强,原本对外敞开的大门开始收窄,对外资增加了限制。有不少南美国家再次修改或制定新的矿业法,以法律的形式来保护本国的利益。

与南美其他国家相同,乌拉圭本国的矿业法也存在高度的透明。乌拉圭上一部矿业法是 1982 年颁布的,2011 年 9 月 23 日 18.813 号法令和 17.283 号环境法对矿业法进行了修订。2014 年乌拉圭通过新的矿业法。对矿业管理法律制度、矿业经营活动管理、矿床管理机制等做了详尽规范。对具有开发前景的大型采矿项目制定了明确的税收和环保标准,包括矿山闭坑。新矿业法的颁布,同时也吸引了一些境外公司来乌进行投资。

乌拉圭矿业也紧跟了其他南美国家国有化趋势的步伐,明确了“海底和陆地上的矿床所有权”。提

高相关税收以此来增加国家收入。矿业第四十五条确定了矿业经营方须依法缴纳相关税费;矿业勘探税、地表税、矿产税的具体计算规定并且强调了“所有的矿产税须一次性支付给政府相应主管部门,政府将在收到该笔款项之日起三十个工作日将对应款项打入物权所有人账户。如有多个地表物权所有人,政府将按照其物权在矿区占比逐一分别打款”。

环保要求的提高也在矿业中凸显。矿业开采过程中强调自然环境保护及尾矿处理对环境的保护。

6 结 语

乌拉圭区域地质的特殊性,决定了该国矿产资源相对贫瘠,尤其是金属矿产资源。金、锰、铁等金属矿产资源是近短时间被发现的资源潜力较大的金属矿产资源。

金矿为乌主要金属矿产,主要集中位于里韦拉省水晶(Crystalline)岛,距离巴西边界以南约 70 km,乌拉圭首都蒙得维的亚以北 450 km,塔卡伦博市东北 70 km 处,面积 20.62 km² 的圣格雷戈里奥金矿田。矿田地理坐标是西经 55°30.4',南纬 31°35.2'。该矿田探明和控制的矿石资源量为 470 万 t,金平均品位 1.30 g/t,最低品位 0.5g/t,推断的矿石资源量为 96.6 万 t。

锰矿主要集中在阿德拉伊达和圣马特奥锰矿床、塞罗鸵鸟(Avestruz)锰矿床,推断矿石资源量不详。

铁矿主要集中在巴伦蒂内斯铁矿床、萨帕塔小胡子(Zapucay)铁矿床、塞罗阿梅利亚铁矿床,其中巴伦蒂内斯铁矿床为乌国铁矿富集区,推断矿石资源量为 100 万 t 以上。

近年,乌拉圭政府大力支持本国矿业开发,矿业开发政策日趋完善,采矿业占 GDP 比重逐年增加。

参 考 文 献

- [1] 乌拉圭能源和矿业部. 乌拉圭地质图说明报告[R]. 1985.
- [2] Ministerio de energía y minas, Uruguay. Mapa de Integración Geológica de la Cuenca del Plata y áreas Adyacentes[R]. 2012.
- [3] Ministerio de energía y minas, Uruguay. DIRECCI6N NACIONAL DE MINERÍA Y GEOLOGÍA CARTA GEOLÓGICA DEL URUGUAY A ESCALA 1:500.000[R]. 2012.
- [4] Randall Corbett, William Lindqvist, John Barber. 乌拉圭圣格雷戈里项目 NI43-101 技术报告 2010[R]. 2010.
- [5] SNL[EB/OL]. <http://www.snl.com/>.
- [6] The Mineral Industries of Paraguay and Uruguay in 2013 [R]. 2013.