

国际



国际锂业协会(ILiA)

锂业之声

国际锂业协会期刊 (ILiA)

第7期, 2024年

ISSN 2755-354X

人物专访

大卫·布特教授
(David F. Boutt)

是谁发现了锂?

路易斯·卢塞罗博士

(Dr. Luis Lucero)

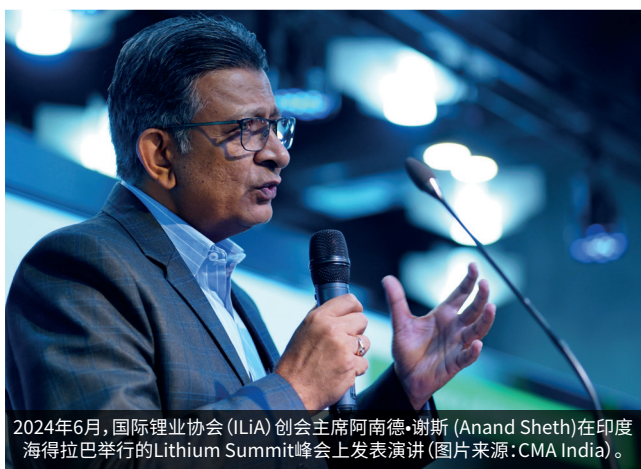
阿根廷矿业国务秘书长



盐湖

锂的重要来源

ILiA Connections



2024年6月, 国际锂业协会 (ILiA) 创会主席阿南德·谢斯 (Anand Sheth) 在印度海得拉巴举行的Lithium Summit峰会上发表演讲 (图片来源: CMA India)。



秘书长罗兰·查瓦瑟 (Roland Chavasse) 在2024年中国国际电池技术交流会/展览会 (CIBF) 上会见中国化学与物理电源行业协会 (China Industrial Association of Power Sources, 缩写CIAPS) 秘书长王泽深先生。



在美国内华达州 (NV) 拉斯维加斯 (Las Vegas) 举行的2024年Fastmarkets锂供应和电池原材料会议 (Fastmarkets Lithium Supply and Battery Raw Materials Conference) 期间, ILiA协会会员与嘉宾在会员年度大会上交流互动。



参与2024年Fastmarkets锂供应和电池原材料会议的国际锂业协会 (ILiA) 团队成员: 阿南德·谢斯 (Anand Sheth)、朱莉娅·沃森 (Julia Watson)、马丁·马 (Martin Ma) 与罗兰·查瓦瑟 (Roland Chavasse)。



罗兰·查瓦瑟 (Roland Chavasse) 在瑞典乌托岛的乌托矿业和地方历史博物馆 (Utö Gruv- & Hembygdsmuseum) 会见了托马斯·纳斯特罗姆 (Thomas Näsström) 和克拉斯·海默森 (Klas Helmerson), 并认识了透锂长石 (Petalite) 和锂辉石首次被发现的地方。



阿斯特丽德·卡拉米拉 (Astrid Karamira) 参观位于巴西纳斯吉拉斯州东北部杰奎廷哈河谷 (Jequitinhonha) 的巴西锂业公司 (CBL)。(图片来源: CBL)

内容目录

- 2 人脉网络
网络合作及全球各地活动
- 4 专访路易斯·卢塞罗博士 (Dr. Luis Lucero)
阿根廷矿业国务秘书长
- 6 盐湖
简短介绍
- 12 是谁发现了锂？
锂是如何首次被发现、命名和研究的
- 16 欧洲视角
Project Blue项目的大卫·梅里曼 (David Merriman)在该地区特别报道
- 17 北美视角
标普全球大宗商品市场洞察 (S&P Global Commodity Insights) 在该地区特别报道
- 18 南美视角
iLiMarkets锂资源咨询公司合伙人丹尼尔·希梅内斯 (Daniel Jiménez) 发表报告
- 19 聚焦可持续发展
在巴西与社区交流互动
- 20 专访大卫·布特教授 (David F. Boutt)
他也是国际锂业协会荣誉会员。布特教授讨论了为什么掌握水文地质学、物理学和地质学的知识有助于建立盐湖复杂动态模型，同时也告诉我们最初吸引他踏入锂行业的原因。
- 22 锂电池生命周期评估LCA新指南 (第二部分)
国际锂业协会 (ILiA) 水资源稀缺性足迹 (PWSF) 评估项目

主席致词



欢迎大家阅读《锂业之声》第7期，本期的封面主题聚焦于盐湖。盐湖可谓是达成全球可再生能源与脱碳经济目标中，锂资源供应的关键环节。英国地质调查局 (BGS) 解释了盐湖是如何形成的，以及水和高盐度盐湖卤水的区别，这是一个相当常见的认识误区。

我们也非常荣幸与阿根廷矿业国务秘书长路易斯·卢塞罗博士 (Dr. Luis Lucero) 进行交流会谈，讨论锂资源对阿根廷乃至对全世界的关键性和重要性。阿根廷乃全球第二大锂生产国，并且是“南美锂 (卤水) 三角区”的一部分。

本季度，我们在“人物专访”栏目里，特别邀请到了来自马萨诸塞大学阿默斯特分校的大卫·布特 (David Boutt) 教授，他同时也是国际锂业协会荣誉会员。布特教授讨论了为什么掌握水文地质学、物理学和地质学的知识有助于建立盐湖复杂动态模型，同时也告诉我们最初吸引他踏入锂行业的原因。

众所周知，国际锂业协会 (ILiA) 于今年初隆重推出了《锂产品碳足迹核算指南》，此指南一经发布，便收获了极为热烈的反响与好评。目前，我们已经着手开展“产品水资源稀缺性足迹”项目，锂可持续发展小组委员会也及时向我们通报了迄今为止最新的工作进展。

“是谁发现了锂？”一文将引领您踏上一段锂元素发现的奇妙旅程，深入探索其背后的历史故事，相信您定会乐在其中！本篇报道恰巧与本会秘书长最近前往瑞典乌托岛 (Utö) 的行程相吻合，也就是锂矿物首次被发现的地方。

最后，请不要忘记访问我们的网站 www.lithium.org，在这里您将能找到全球各地与锂相关的各种会议及活动的最新信息。

阿南德·谢斯 (Anand Sheth)
创会主席

国际锂业之声

国际锂业协会 (ILiA) 第7期, 2024年
ISSN 2755-354X



2024年9月

供稿
阿南德·谢斯 (Anand Sheth)
罗兰·查瓦瑟 (Roland Chavasse)
罗文·哈克斯 (Rowan Halkes)
安德鲁·休斯 (Andrew Hughes)
艾薇·佩塔夫拉齐 (Evi Petavratzi)
托马斯·布彻 (Thomas Butcher)
大卫·梅里曼 (David Merriman)
阿德里安娜·卡瓦略 (Adriana Carvalho)
丹尼尔·希梅内斯 (Daniel Jiménez)
阿斯特丽德·卡拉米拉 (Astrid Karamira)

广告部
info@lithium.org

创意部
GFI PROJECTS

翻译社



* 如有请求, 可提供参考资料

《锂业之声》期刊属于国际锂业协会 (International Lithium Association Ltd), 协会登记于英国 (#13299086), 注册地址为: Cannon Place, 78 Cannon Street, | Londres EC4N 6AF, Reino Unido

免责声明: 国际锂业协会有限公司 (ILiA) 已尽一切努力确保所含信息的正确性, 但国际锂业协会不声明也不保证本出版物所含信息的准确性或其对任何一般或特定用途的适宜性。特此告知读者, 本期刊中所载之资料仅供参考; 若未获得专业建议的情况下, 不应将其用于任何特定或一般应用场景, 也不应依赖期刊内容。国际锂业协会 (ILiA) 及其会员、工作人员及顾问, 对因使用或依赖本信息所产生的任何形式的损失、损害、成本或伤害, 均不承担任何责任。

© 著作权与版权所有: 国际锂业协会, 2024年



锂矿与阿根廷 耀眼的未来 携手共进

最近,《锂业之声》期刊对阿根廷矿业国务秘书长路易斯·卢塞罗博士(Dr. Luis Lucero)进行了独家专访。在2024年3月接受任命之前,卢塞罗博士是一名矿业律师,过去也曾任Marval O'Farrell Mairal 律师事务所合伙人。



图片来源:阿根廷矿业国务秘书处

秘书长阁下,感谢您百忙中拨冗抽空接受《锂业之声》专访。在您上任矿业国务秘书长后的首次演讲中,您对锂矿前景乐观以对。您会如何概述对阿根廷锂产业的愿景?

锂产业已大力推动了我国西北三省的发展,尤其是为那些毗邻锂矿项目的社区带来了实实在在的利​​益,而这些社区多数都坐落在以往常被忽视的普纳区(Puna)。我有幸直接参与了近期启动的Centenario Ratones锂矿项目,这让我深切体会到如此规模采矿项目的深远意义。对当地社区而言,该项目无疑成为了宝贵的社会经济资源,不仅助力基础设施的升级,还促进了本地供应商的成长,更创造了众多高薪岗位及公共服务机会。这是一个必须持续的良性循环。

阿根廷有近50个不同的锂矿项目,从勘探到生产,不一而足。您对考虑投资阿根廷锂资产的投资方有什么建议?

对于那些寻求在我国投资的投资人来说,这绝对是一个千载难逢的绝佳机会。全球矿业

投资界都在密切关注阿根廷,这对我国来说相当有利。全球最大的矿业公司之一必和必拓(BHP),最近也决定投资阿根廷,这就是最佳实例。我国正在制定法律监管框架,以确保我们在地区和全球的竞争力。

自2020年以来,矿业陆续宣布投资总额约109亿美元,用于锂项目开发的各个阶段,充分凸显了阿根廷在锂资源方面的潜力。

阿根廷现在必须把握住这个机遇,支持各省协调大力发展矿业活动,以充分抓住这一新出现的机会之窗。

今年七月,您宣布了一个新的监管框架(大型投资项目激励机制,简称RIGI),旨在简化锂矿开采项目的审批流程。锂矿开采的新监管框架何时能准备就绪?您预计未来将会有有什么具体的福利出现?您预计这将对外国直接投资(FDI)产生什么影响?

关于大型投资项目激励机制实施细则的总统令已经在今年8月22日签发。现在既然实施细

则都已经颁布,这套机制就已经准备就绪,适用于项目所有者决定提交加入该制度申请的项目。目前若干省分(如:胡胡伊省、门多萨省、圣胡安省、里奥内格罗省和丘布特省均已响应加入这项计划,但丘布特省在加入时暂未将矿业纳入),另外还有其他省分正在省议会中进行评估。

我们坚信,这一制度将成为我国增加外国直接投资的决定性推动力。

阁下所领导的部门将如何协调米莱政府与各省政府的国家锂业战略愿景,尤其是与RIGI相关的愿景?

在阿根廷,矿产资源归属各省政府所有,因此,联邦政府与各省政府当局之间的经常性协调,对于采矿业的稳健发展具有举足轻重的意义。我国政府已与国家地质矿产局(SEGEMAR)、圣胡安省及门多萨省正式缔结了三方合作协议,并翘首以盼能与更多省政府携手开展同类合作。在国家政府层面,我国政府积极参与了锂资源工作组的协作,该

工作组汇聚了西北部的胡胡伊省、萨尔塔省与卡塔马卡省的力量；同时，我们也投身铜资源工作组，与西北部诸省以及圣胡安省、门多萨省的库约地区共同致力于资源开发与合作。

我们积极推动联邦矿业委员会(COFEMIN)的工作，该委员会由联邦政府与各省政府共同组成。同时，我们也积极参与众议院矿业委员会和参议院矿业委员会的合作，出席了它们的全体会议。我们认为，于制度框架之下深化合作，对于各省推进采矿业发展而言，具有至关重要的意义。这是我国政府工作的核心目标之一。

您对阿根廷和美国是否能找到一种途径，让阿根廷的锂在《通胀削减法案》(IRA)下符合进入美国市场的资格有多大信心？

阿根廷愿与美国当局紧密携手，共同探索在《通胀削减法案》(IRA)框架下，阿根廷锂产品如何顺利进入美国市场的有效路径，正如我们当下不懈努力的方向。我们深信，此番合作必将迅速结出令人满意的硕果。

面对锂矿开发活动的日益增长，阿根廷当局采取了哪些措施以确保行业履行高水准的环境与社会保护标准？

国家矿业秘书处与各省政府之间保持密切连续的协调工作，是我们管理战略的坚实基础，因为这些工作能强化矿业最内在基本面的原则。对于新项目或已经投产项目，我们均致力于持续提升开发标准。近期，我有幸参加了《采掘业透明度倡议》(EITI)年会，阿根廷乃该倡议的成员国这也反映出了我国对矿业界透明度与问责制的高度重视。

您对国家干预锂市场(参考价格和锂国有化)的法案草案有何看法？

我完全支持国家总统的立场。我们坚决反对国家以任何形式干预锂市场。阿根廷国家宪法明确规定矿产资源乃归属各省所有，因此我们也不支持将各省资源国有化。

到2030年，您认为阿根廷的锂矿产业会发展到什么程度？这

对经济增长和创造就业有什么意义？

即便从审慎保守的视角审视，预测数据仍赫然揭示，阿根廷不仅将营来锂矿产量的显著提升，甚至在矿业出口及国家总出口中的比重亦将持续扩大。我们预期，此番增长浪潮将促进就业机遇的稳步增长，至2030年之前为阿根廷带来稳定的就业岗位增量。阿根廷矿业潜力巨大，投资意愿强烈，全球对阿根廷所拥有的重要矿产的需求也在不断增长，这些都在表明阿根廷未来几年的发展前景十分广阔。

当前，阿根廷总共有50个处于不同阶段的锂矿项目，遍布于萨尔塔省、卡塔马卡省及胡胡伊等省目前有4个锂矿项目正在运营中。另一个萨尔德奥罗项目(Sal de Oro)将于十月正式投产，而在未来的六年里，更有八个项目蓄势待发。此举不仅将为阿根廷带来更加稳定且持久的就业机会，更将助力出口量的显著提升。

此外，根据标准普尔(S&P)最新数据显示，2023年矿业公司为锂勘探分配了1.399亿美元的预算，同比增长率高达91%。

使得阿根廷在全球勘探资金排行榜上跃升至第三位，仅次于矿业强国澳大利亚与加拿大。勘探投资的重要性不言而喻，它不仅是新项目蓬勃发展的强劲动力，更是确保行业长远可持续发展的坚固基石，更可以巩固阿根廷未来的出口形象。

此外，对于当前正在生产中的项目而言，周边区域的勘探工作无疑是其延长生命周期、持续贡献价值的关键所在。



由左至右：阿根廷国家矿业国务秘书路易斯·卢塞罗、萨尔塔省矿业秘书长罗米娜·萨萨里尼(Romina Sassarini)及法国关键矿物供应部际代表本杰明·加勒佐(Benjamin Gallezot)



盐湖:简短介绍

作者:罗文·哈克斯 (Rowan Halkes)、安德鲁·休斯 (Andrew Hughes) 与艾薇·佩塔夫拉齐 (Evi Petavratzi), 英国地质调查局 (BGS)

序言

对未来数十年锂需求激增的预测,预示着其产量将迎来爆炸式增长。全球锂资源的一半蕴藏于南美洲的盐湖中,此一地带被冠以“南美锂三角”之名。此区域覆盖阿根廷、玻利维亚及智利部分地区(请参见图1),对于满足全球脱碳与电气化进程中的锂需求具有举足轻重的作用。本文旨在简要阐述这些锂矿的形成机制、分布地点、锂的开采生产方式,并会涉及一些与之相关的复杂议题。

盐湖简介

盐湖是历经数十万年形成的古代湖泊遗迹,其形成受气候在湿润与干旱周期间循环变化的影响。盐湖沉积物的形成过程复杂,需满足特定的地质与环境条件,并经历漫长的时间。

概括而言,盐湖沉积物的形成需具备六大要素;1) 干旱气候;2) 含有盐湖(盐壳)、盐水

盐湖作为世界上最复杂的自然系统之一,其特性源自大气圈、水圈与岩石圈之间错综复杂的相互作用。

湖或两者兼具的封闭盆地;3) 相关的火成活动及/或热液活动;4) 构造运动导致的沉降(为持续的流入/填充提供空间);5) 适宜的锂来源;6) 足够的时间以浓缩锂元素。

盐湖本身由中心区域(核心)和边缘的过渡区(或边缘区)组成,它们被包含在一个更宽广的盆地内。(请参见图2)然而,并非所有盐湖都蕴含锂资源,那些含有锂资源的盐湖被称为盐湖矿床。

许多较知名的盐湖矿床有玻利维亚的乌尤尼盐湖(Uyuni)、智利的阿塔卡马盐湖(Atacama)以及阿根廷的翁布雷穆埃尔托盐湖(请参见图)。中国和北美也从盐湖矿床中提取锂,但南美的盐湖对全球锂供应至关重要,2022年其产量占全球的34%。

盐湖群位于海拔2300至4000米的安第斯山脉,因其高海拔、强烈的太阳辐射和干旱的气候条件,使其成为了地球上最极端的环境之一。这些条件使得盐湖群拥有独特的动植物,包括微生物,进而形成了多样且

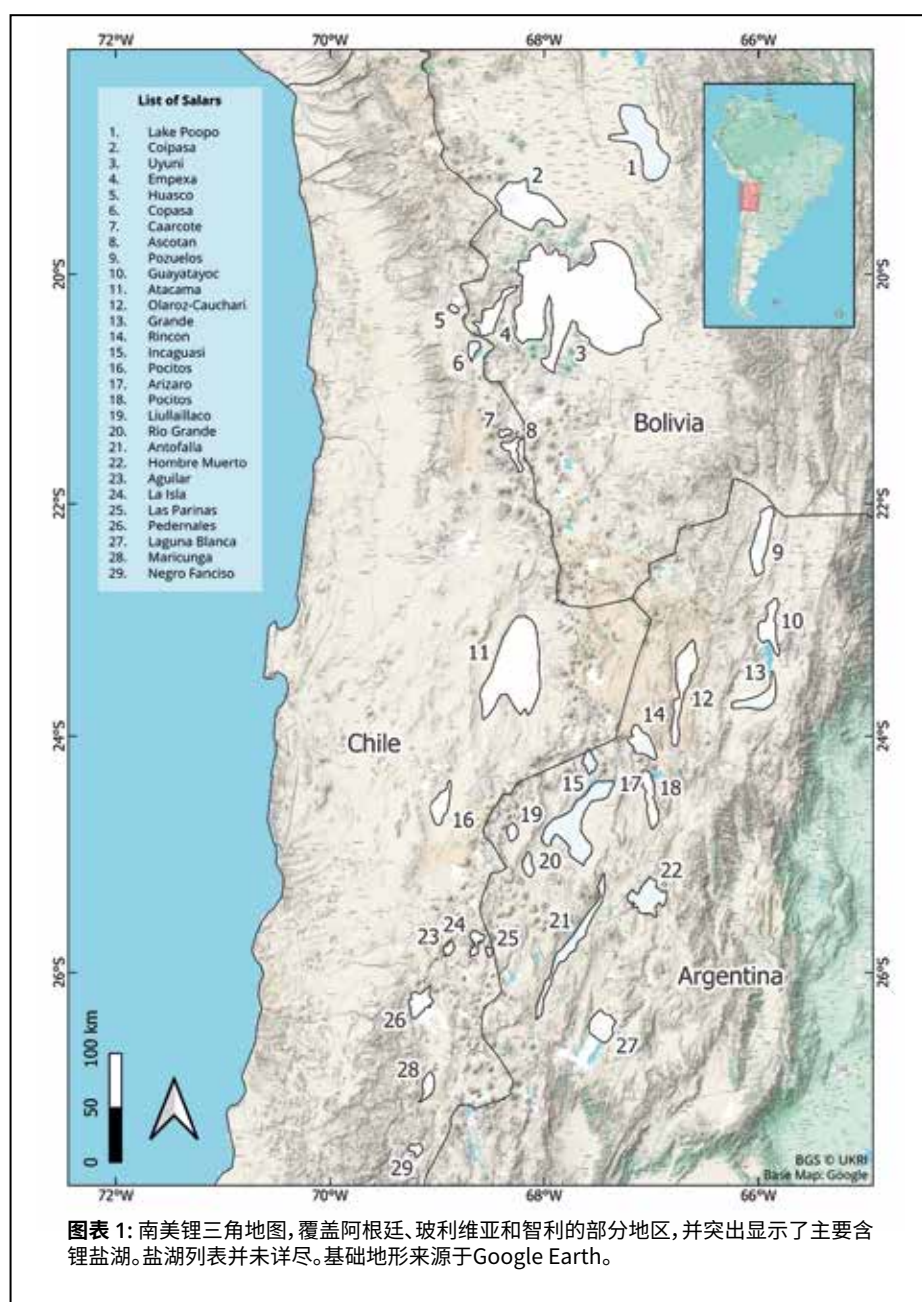
稀有罕见的生态系统。这些条件使得盐湖群拥有独特的动植物，包括微生物，进而形成了多样且稀有罕见的生态系统。鉴于该地区的干旱气候，在盐湖群所在流域内的所有用户（包括其他采矿项目、旅游业和农业）对水的获取和使用是一个需要考虑的问题。此外，盐湖群通常位于或毗邻野生动物保护区，例如国际公认的拉姆萨尔（Ramsar）湿地。

从地质学的角度来看，盐湖群通常由沉积岩构成，如粘土、粉砂、砂子和蒸发岩矿物如岩盐（NaCl）。这些岩石的孔隙（小空间）可以储存卤水和淡水*，这是盐湖最重要的特征之一。

此外，孔隙间的连通性使得流体得以流动，从而使卤水和淡水能够随时间迁移和汇集，进而可被抽取利用。

“南美锂三角”地区的盐湖群是在一个极为活跃的地质系统中形成并赋存的。周边的安第斯山脉是在构造俯冲带上方由于火山活动而形成的，产生了大量的岩浆，进而塑造了这些火山山脉。

尽管围绕盐湖的火山岩中锂含量较高，但并未达到可开采的品位。随着时间的推移，锂从火山岩中被浸出，并通过地表水、地下水和深层的地热水输送到盐湖中（请参见第6页之图2）。由于海拔高、气候干旱加上强烈的太阳辐射，这些水体因蒸发作用而显著浓缩，形成了富含高品位锂及其他盐类（如钾、钠和镁）的卤水（请参见表1）。该地区锂的浓度变化范围从16毫克/升至1570毫克/升不等，平均浓度约为~336毫克/升。这种变化可归因于多种因素，包括火山岩的差



异以及形成它们的岩浆化学成分的变化。

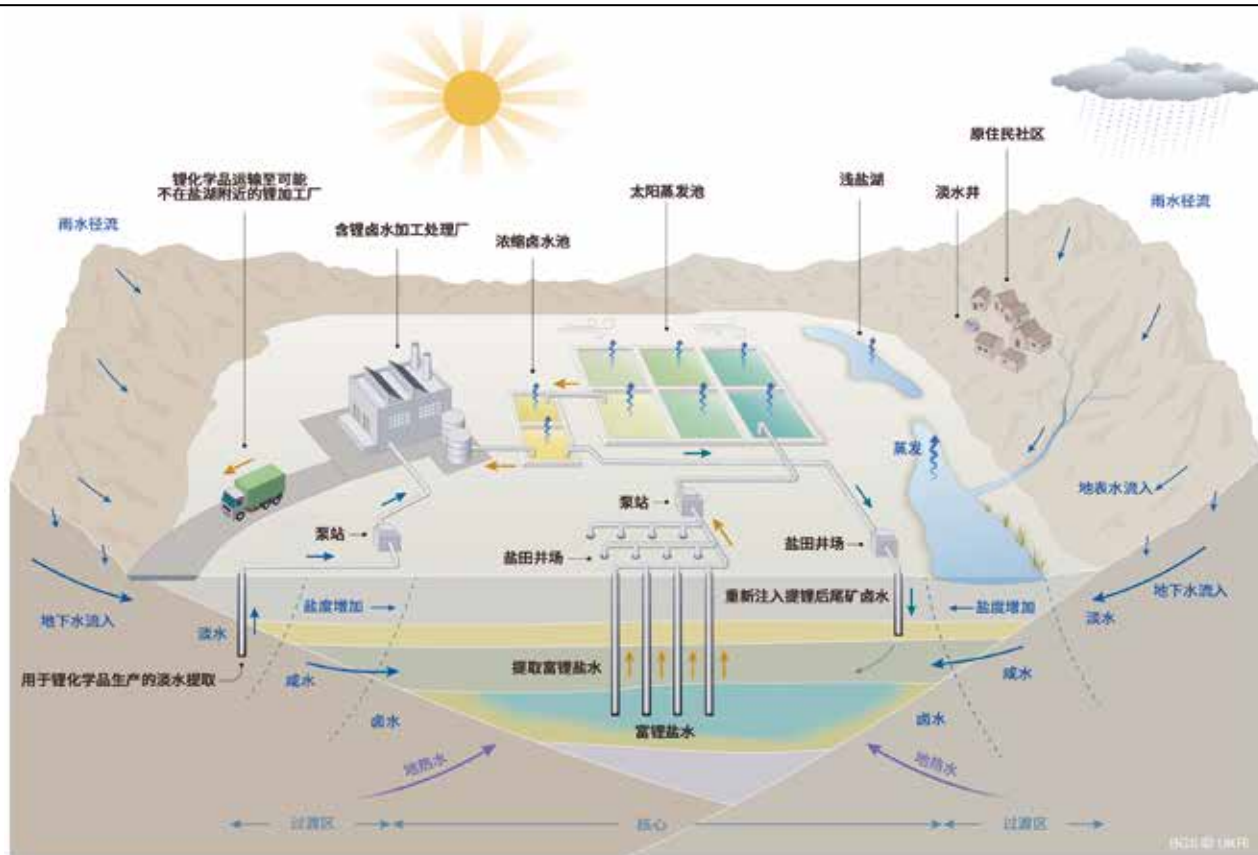
总体而言，盐湖中有两种类型的水：卤水和淡水。尽管卤水持续形成，但锂需要数十万至数百万年才能富集到具有经济开采价值的浓度。值得注意的是，锂在这些卤水中仅占极小比例（<1%），而水则占据约~75%（请参见表1）。卤水和淡水的存在意味着盐湖蕴含大量水资源。然而，卤水含有极高的盐分（见表1），不能用作饮用水或

灌溉水。

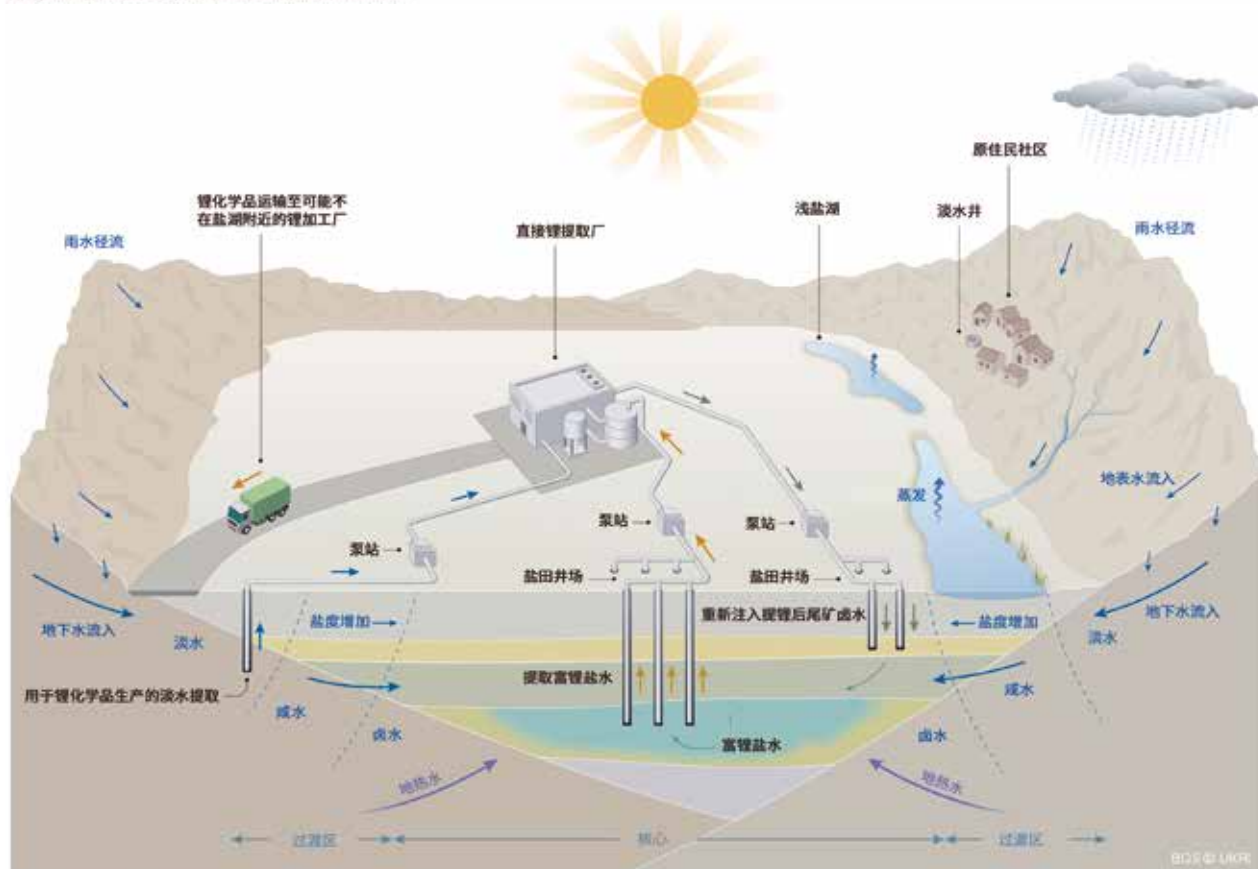
尽管锂浓度可能随深度增加而增加，但含锂卤水主要通过浅井抽取，这些浅井通常位于核心区表面以下20至40米的深度范围内，不过具体深度可能有所不同（请参见图2），是锂浓度最高和提取作业最集中的地方。

接续至第9页

*在本文中，“淡水”是指溶解固体浓度低的水，通常可接受用于取水和/或常规处理以生产可饮用水。



未按比例绘制。图表仅为示意图，可能无法准确代表所有情况。



未按比例绘制。图表仅为示意图，可能无法准确代表所有情况。

图表 2: 盐湖的示意框图，展示了使用a) 蒸发工艺 (EP) 和 b) 直接锂提取 (DLE) 进行卤水提取和浓缩的过程。同时也展示了水文地质和其他盐湖特征。请注意，图示并非按比例绘制，仅属示意图，因此可能无法准确反映所有情况。卤水提取和回注的位置和性质仅属指示性的。

接续第7页

盐湖的复杂性

盐湖作为世界上最复杂的自然系统之一，融合了大气圈（如降雨模式）、水圈（如地下水和地表水）和岩石圈（如锂从岩石中的释放和迁移）之间的相互作用，并通过蒸发过程浓缩溶质。

确定水的输入量是非常困难的，因为每个盐湖在淡水流入的类型和数量上都存在差异。然而，淡水通常主要来自地表水和地下水，尽管其数量有限，但对盐湖的水量平衡和维持小池塘（如水塘或小湖泊）具有重要作用。降水量通常较低，但周期性的洪水有助于维持水量平衡。蒸发则是主要的自然流失途径，在某些情况下，其速率可能超过当前的输入量。蒸发在系统中淡水的循环和卤水的浓缩过程中起着关键作用，而地球化学过程在卤水的演变和锂的后续分布中也可能发挥重要作用。

盐湖中，入流、出流以及不同类型的水体之间存在着复杂的相互作用。比方说，核心区内的卤水并非静止不动，由于高密度卤水的下沉，形成了大规模



阿根廷林孔(Rincón)盐湖(上图)和玻利维亚乌尤尼(Uyuni)盐湖的景观对比。



的对流单元，这些对流单元影响了淡水的流入以及过渡区内卤水和淡水的相互作用。过渡区由湖泊、湿地和泥炭地组成，是盐湖中环境最为敏感的部分。湖泊作为生态系统的重要组成部分，其形成是由于地下淡水在遇到高密度卤水时，形成了一个有效的屏障或对流单元，并被迫上升至地表形成泻湖。因此，湖泊对入流的变化以及核心区卤水水平的变化都极为敏感。

此外，盐湖在第四维度上也表

现出复杂性，它们具有高度动态性，时间尺度从小时级（如降雨事件）到数百万年级（如卤水和岩盐的形成）不等。盐湖受到气候变化的影响而不断变化，气候变化可能导致温度升高，但对降雨量的影响具有不确定性，并可能随时间改变水流的入出平衡。然而，气候变化目前及未来对盐湖可能产生的具体影响尚不明朗。

尽管‘南美锂三角’区域内的盐湖存在相似之处，但它们之间也存在显著差异。每个盐湖在卤水及其化学成分（请参见表1）、小气候、地貌、地质、水文地质、海拔以及周边社会经济状况等方面均展现出独特性。

值得注意的是，我们对盐湖的很多认识来源于智利的阿塔卡马盐湖。尽管它并非一个特例，但在盐湖分布中，它被视为一个‘极端案例’，因为其相较于其他盐湖更热、更干燥、海拔更低，且锂浓度更高。因此，在将阿塔卡马盐湖的研究成果应用于其他盐湖时，需要谨慎行事。

正如‘每个人都是独一无二的’，‘每个盐湖也都有其独特性’。

接续至第10页

表1:不同盐湖卤水和水类型的比较

盐湖/水类型	地区/国家	总溶解量 总量(SDT) (% p/v)	锂 (mg/l)	镁 (mg/l)	钙 (mg/l)	钾 (mg/l)	钠 (mg/l)
乌尤尼	波托西 (Potosí), 玻利维亚	35,10	694	15 365	540	12 197	88 641
阿塔卡马	安托法加斯塔, 智利	37,50	1570	9650	450	23 600	91 100
翁布雷穆埃尔托盐湖	萨尔塔/卡塔马卡, 阿根廷	34,09	535	1091	766	4681	43 376
海水	-	3,50	0,18	1300	400	380	11 000
瓶装水	-	0,03	0,005	26	80	1	6,5

每个盐湖卤水数据来自不同来源，无法直接比较。该表仅展示变化，不能进行比较。

乌尤尼数据:Risacher与Fritz (1991); 阿塔卡马数据:López Steinmetz与Salvi (2021); 翁布雷穆埃尔托盐湖数据:Ericksen与Salas (1987); 卤水SDT数据:López Steinmetz et al. (2020); 海水数据:Riley与Tongudai (1965); Petrowiki; 瓶装水数据:Evian; Parnell与Armstrong (2023)

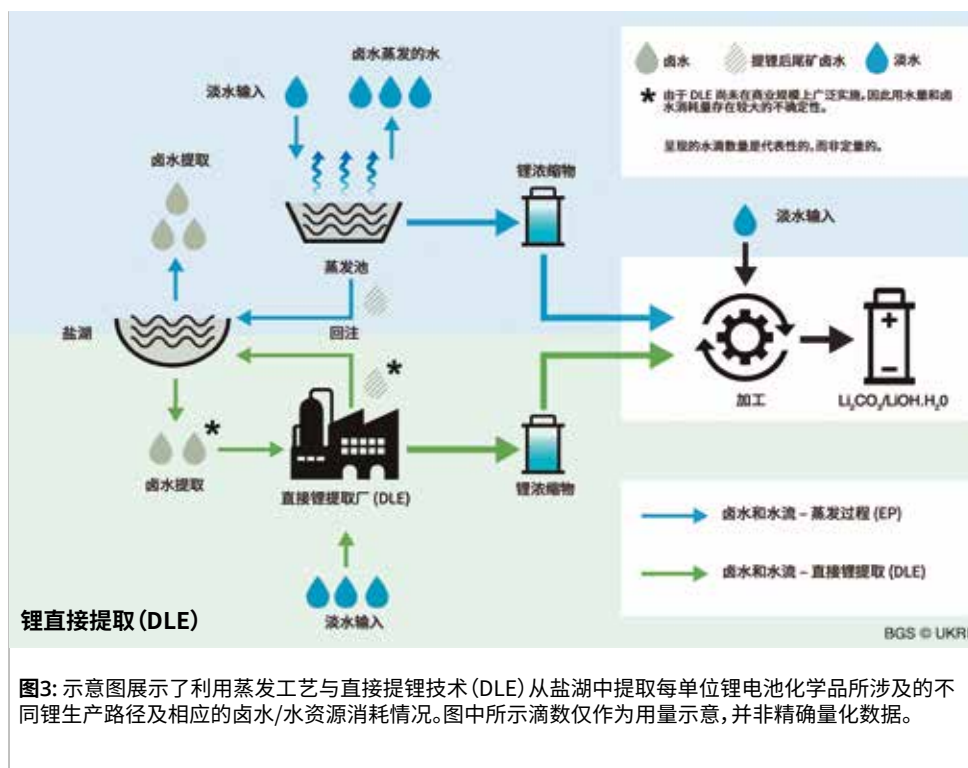
盐湖提锂

南美盐湖中锂的发现与提取为该领域带来了革命性变化,提供了丰富的资源,且这些资源可通过低碳工艺相对容易地开采。然而,与传统的采矿项目相比,盐湖锂资源的开采具有其独特性,因为此类系统中的矿藏(在本例中为卤水)仍处于动态变化之中,构成了一个“活跃”的系统。

在锂生产领域，智利的阿塔卡马盐湖和阿根廷的翁布雷穆埃尔托盐湖拥有最长的生产历史。早期，阿塔卡马盐湖主要生产硝酸钾，而锂的生产则是在20世纪80年代末至90年代初加入的；相比之下，翁布雷穆埃尔托盐湖自1997年起便开始持续生产锂。近十年来，随着电气化和锂需求的不断增长，南美锂三角地区的开采活动迅速扩大。随着时间的推移，环境保护议题的关注日益凸显，同时提高产量的需求也日益迫切，因此，人们开始更加关注从卤水中回收锂的加工技术，并致力于推广负责任的采矿实践。

然而,南美洲的大多数锂提取作业均遵循一个共同的加工框架:

- 1) 卤水抽取(泵送),
 - 2) 浓缩与纯化, 以及3) 化学加工以制取碳酸锂或氢氧化锂。
- 浓缩与纯化步骤通常在盐湖现场进行, 而化学加工则通常在另一独立设施“场外”(ex situ)完成。在浓缩与纯化阶段, 主要采用两种技术: 蒸发工艺(EP)和直接锂提取(DLE) (请参见图3)。蒸发工艺(EP)作为最传统且常见的方法, 与相对较新



的直接锂提取 (DLE) 技术相比, 虽然各有特点, 但两者亦可结合使用, 如阿根廷的翁布雷穆埃尔托盐湖便采用了这种组合方式。鉴于每种卤水的化学成分独特, 因此需采用定制化的加工方法。对某一盐湖适用的方法, 在其他盐湖可能并不适用。

在蒸发工艺(EP)过程中,卤水抽取后,通过太阳能和风能驱动的蒸发作用,卤水在一系列蒸发池中逐步浓缩(请参见图2)。得益于自然条件下的高干旱度、高海拔以及强烈的太阳辐射,使得这一过程能耗和碳足迹均保持较低水平。随着不同盐类的沉淀,如钾盐,可将其收集并去除杂质。此过程耗时12至18个月,锂的回收率介于30 %至50 %之间,而卤水中85 %至95 %的水分被蒸发。

DLE(直接锂提取)技术是一个广义术语,涵盖了多种能够主动浓缩锂的技术。尽管当前趋势是逐步倾向于采用DLE

(直接锂提取) 技术替代EP (蒸发工艺), 但由于DLE在南美洲尚未实现大规模商业化应用, 因此其效率与影响尚存在一定的不确定性。DLE (直接锂提取) 技术的锂回收率可达70%至95%, 并有望减少卤水使用量、缩短生产周期, 以及开发此前不具有经济效益的矿床。然而, DLE技术也面临着一系列挑战, 包括淡水和能源需求、环境足迹增大, 以及贫锂卤水回注量增加等问题。欲了解更多关DLE (直接锂提取) 技术的详细信息, 请参阅《锂业之声》第6期。

在浓缩与纯化阶段之后,贫锂卤水可能会被重新注入盐湖中(请参见图3)。对于采用EP日晒持蒸发工艺的情况,回注的卤水量约占原始卤水量的15%至20%。预计DLE(直接锂提取)技术将提供更高的锂回收率,但具体数值会因工艺类型和盐湖的不同而有所差异。回注过程将大部分抽取的卤水

(尽管锂含量已降低)返回盐湖,有助于维持系统的化学性质稳定。此外,在盐田与敏感地点(如湖泊)之间进行回注,通过减少水/卤水位的下降及其后续影响,可能有助于部分缓解卤水抽取带来的影响(见图2)。然而,需要注意的是,贫锂卤水的化学成分与原始卤水存在差异,特别是经过DLE工艺处理后的卤水,由于化学反应和处理过程的影响,其化学成分会发生显著变化。这可能会改变系统的地球化学特性,进而造成将卤水回注至盐湖的困难;同时,也必须关注贫锂卤水回注可能会稀释卤水中的锂浓度,或破坏地层结构(包括岩石和沉积物层)。

在评估EP(日晒池蒸发工艺)技术和DLE(直接锂提取)技术的整体可持续性优势时,就其对盐湖水文地质的整体影响或对社区及生态系统水资源供应的影响而言,目前尚无明确证据表明哪一种技术更具优势。这些影响不仅受所用技术的制约,还受到卤水中锂浓度、杂质含量、当地水文地质条件以及气候条件等多重因素的共同影响。因此,对于所采用的技术及其优缺点,需要针对具体情况进行详尽的评估。

锂生产的影响

南美地区锂生产的进一步发展有望在经济、地方、区域及全球层面产生显著的积极影响。尽管在推动负责任的采矿实践方面已取得了一定进展,但仍需持续努力。

锂生产过程中,卤水和淡水的使用及其相关的环境和社会影响引发了广泛关注。为全面评估环境影响,需综合考虑多个盐湖特征,包括水流入量、性质及其与湖泊的相互作用,盐湖的固有属性和特性,以及抽水(泵送)作业的具体特征。与所有开采行业相似,为确保项目能够成为“良好的社区成员”,避免社会冲突,需进行周密的考虑和沟通。

值得注意的是,每个盐湖和项目所受的影响都是独特的,受到水文地质、水文、地貌、地质、海拔及所采用技术等多重因素的共同影响。此外,由于该地区气候干旱、系统复杂、气候条件多变,且系统对敏感环境特征(例如湖泊)的响应可能需要数年甚至数十年才能显现,因此准确评估影响具有一定难度。

同时,在考量人为影响时,必须充分考虑自然变化和气候变化的影响。在更广泛的背景下,还需考虑其他水用户的影响,

如旅游业、农业以及其他采矿项目(例如铜矿)。特别重要的是,要关注同一盐湖中同时共存多个锂项目可能产生的累积影响。

结论

一旦完成锂的浓缩与提纯,通常以氯化锂溶液的形态被输送至加工工厂。在此,锂首先被转换成碳酸锂,并根据需求可进一步制备成氢氧化锂。这些化合物随后融入全球供应链,广泛应用于电池制造、陶瓷生产及医药领域等。

鉴于工业与交通领域的迅速电气化,扩大锂生产规模以满足脱碳需求的时间窗口异常紧迫。南美锂三角区域盐湖中提取的锂,在全球脱碳进程中扮演着举足轻重的角色。然而,要实现这一潜力,无论是对于南美锂三角国家还是全球而言,都需审慎且协作地应对错综复杂的经济、环境、社会及治理挑战,力求在营造适宜商业环境、促进公平发展、加强环境保护及实现社会正义之间找到恰当的平衡点。

本文所述内容仅代表作者个人观点,并不一定反映英国地质调查局(BGS)或国际锂业协会(ILiA)之官方立场。



政治家、工业家、贵族、资产阶级、英国人和德国人

是谁发现了锂？

去年11月，第4期《锂业之声》庆祝了“锂工业的世纪”，标志着锂的首次工业生产仅发生在一个世纪前。但也许更令人惊讶的是，锂元素仅仅在一百多年前才成为一个“命名元素”。

不过，谁实际上发现了锂呢？实际上，这取决于你如何界定“发现”一词。在“锂元素早期历史”的舞台上，以下人物均扮演了举足轻重的角色。

Dramatis Personae (依出场顺序)

政治家

何塞·博尼法西奥·德·安德拉达·艾·席尔瓦(José Bonifácio de Andrada e Silva) (1763-1838)

工业家

埃里克·托马斯·斯维登斯杰纳(Eric Thomas Svedenstjerna) (1776-1825)

贵族

约恩斯·雅各布·柏采留斯(Jöns Jacob Berzelius) (1779-1848)

资产阶级

约翰·奥古斯特·阿尔夫维德森(Johan August Arfvedson) (1792-1841)

英国人

汉弗里·戴维(Sir Humphry Davy)

(1778-1829)

威廉·汤姆斯·布兰德(William Thomas Brande)

(1788-1866)

德国人

罗伯特·威廉·本生(Robert Wilhelm Bunsen)

(1812-1899)

其他科学家

奥古斯都·马蒂森(Augustus Matthiessen)

(1831-1870)

政治家

除了锂研究领域内的专业人士，何塞·博尼法西奥·德·安德拉达·艾·席尔瓦(José Bonifácio de Andrada e Silva)的名字或许更

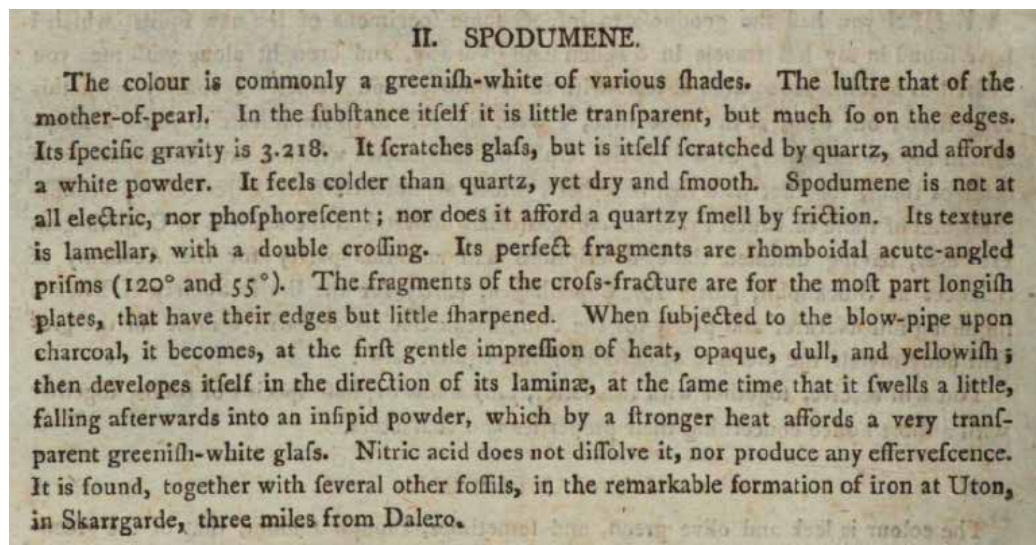


美国纽约布莱恩特公园(Bryant Park)的何塞·博尼法西奥·德·安德拉达·艾·席尔瓦(José Bonifácio de Andrada e Silva)雕像。

多地与他在科学及矿物学之外的成就相联系，尤其是他作为一位备受尊崇的政治家的身份。他是巴西独立运动的先驱，一度几近成为巴西的总理。

安德拉达于1763年诞生于巴西圣保罗的一个葡萄牙贵族家庭，当时圣保罗尚属葡萄牙帝国领地。就如同那个年代许多相同社会阶层人士的成长路径一样，他赴葡萄牙求学，于科英布拉大学(Coimbra)相继完成哲学(1786年)与法律(1788年)学业。随后，他暂别了这些学术领域，转而投身于当时被称为“自然哲学”的科学探索。

1790年，他与爱尔兰籍新娘Narcisa Emilia O' Leary结为连理，并随即携手踏上了长达十年的欧洲考察与学习之旅。



1801年8月版《自然哲学、化学和艺术杂志》中对锂辉石的描述。

图为首次发现锂矿的瑞典Utö岛上被水淹没的铁矿区。

图片来源:ILIA

在1790年至1794年间,安德拉达在法国与德国深耕矿物学,遍访矿山与冶金产业。此后,他又耗时五年,在奥地利、丹麦、匈牙利、意大利、挪威及瑞典继续其矿山考察工作(1797年,他当选为瑞典皇家科学院院士),并将所见所感详实记录于日志之中。在瑞典斯德哥尔摩以南约45公里处的乌托岛铁矿,安德拉达取得了对我们而言至关重要的发现:他鉴别出了两种新矿物——透锂长石(petalite)和锂辉石(spodumene)。

此一发现,在1800年首次由谢勒(Scherer)发表于德国莱比锡出版的《通用化学杂志》(Allgemeines Journal der

Chemie)。一年后,而在英国,相同内容的观察报告则以"Mr. Beyer, Master of the Mines at Schneeberg"书信形式,经翻译后刊载于1801年8月的《自然哲学、化学与艺术杂志》上。

尽管可以合理推测,安德拉达在柏林、哥本哈根、巴黎及斯德哥尔摩的友人与同事均收到了他寄送的岩石样本,并对此深感惊叹且进行了深入研究,但在随后的近二十年间,关于这些样本的进一步消息却鲜有耳闻。

工业家

若不是与安德拉达同一时代的埃里克·托马斯·斯维登斯杰纳(Eric Thomas Svedenstjerna)的出现,透锂长石与锂辉石或许

早已湮没无闻。斯维登斯杰纳是一位瑞典贵族、矿山研究者及瑞典皇家科学院成员,对矿物学怀有浓厚兴趣,同时也是铁业企业家。

据说,在担任瑞典铁锭铸造与生铁业务主管期间,他再度发现了这两种矿物。他在乌托岛重新采集了样本,并于1817年将透锂长石的样本分发给世界各地的多位同行。其中,一位著名的矿石收件人便是他的恩师及同胞,约恩斯·雅各布·柏采留斯伯爵(Jöns Jacob Berzelius)。

尽管历史文献未载斯维登斯杰纳是否持续关注这两种矿物,但确知的是,由于钴业务失败导致的个人破产,他于1825年1月14日不幸自杀身亡。

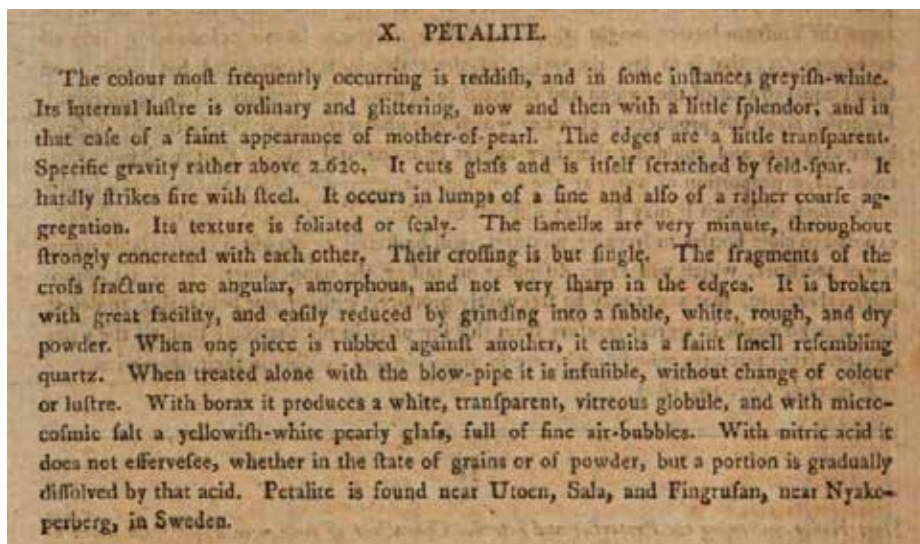
图片来源:ILIA



乌托铁矿尾矿,安德拉达在此地首次发现了透锂长石和锂辉石样本。

贵族

柏采留斯(Berzelius),这位瑞典贵族,被公认为现代化学的先驱之一,同时也是瑞典皇家科学院的杰出成员,于1779年诞生于厄斯特哥特兰(Östergötland)。尽管他最初以医生的身份开始了工作生涯,但他对科学的最大贡



1801年8月版《自然哲学、化学与艺术杂志》中对透锂长石的描述。

接续至第14页

献是在化学领域。

柏采留斯是一位热衷、方法论严谨且彻底的经验主义者，这也许是他亲自确立了(确定)定比定律的原因之一。

尽管铈和硒的发现归功于柏采留斯本人，但在他位于斯德哥尔摩德国面包师之家的私人实验室中，学生们和朋友们不仅发现了镧和钷，还成功发现了锂元素。其中，对锂元素的发现应特别归功于约翰·奥古斯特·阿尔夫维德森(Johan August Arfwedson，有时亦写作“Arfwedson”)。

资产阶级

阿尔夫维德森(Arfwedson)是本篇故事中的另一号关键人物，他出生于富裕的工厂主与商人家庭，不仅拥有法学学位，更在矿物学领域有所建树，并与柏采留斯(Berzelius)建立了深厚的友谊，柏采留斯慷慨地允许他使用位于斯德哥尔摩的实验室。

正是这位挚友兼导师柏采留斯，将源自斯维登斯特耶纳(Svedenstjerna)的透锂长石(petalite)样本赠予了阿尔夫维德森。

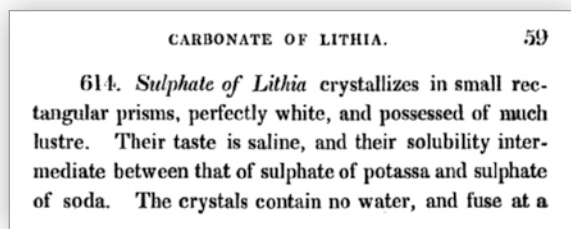
在深入研究透锂长石 $\text{LiAl}(\text{Si}_4\text{O}_{10})$ 的过程中，阿尔夫维德森成功测定了氧化铝和二氧化硅的含量。然而，令他困惑的是，这些成分仅占矿物总重量的约97%，剩余的3%则无法识别。转变实验方向后，阿尔夫维德森发现，这种新元素形成的化合物与钠和钾的化合物相似，但其碳酸盐和氢氧化物在水中的溶解度较低，且碱性更强。

于这一发现，他与柏采留斯共同推断，这未知的百分比(由于数值过小，不可能是钠)必定代表了一种新的碱金属。于是，柏



德国面包师之家，是柏采留斯位于瑞典斯德哥尔摩的实验室所在地，已于1907年被拆毁。

采留斯提议将这种金属命名为“锂”，源自希腊语“lithos”，意为“石头”，以此纪念其矿物来源(相比之下，同族的其他两种常见元素——钠和钾——则是从植物中



发现的)。

锂元素被确认后，阿尔夫维德森与德国化学家克里斯蒂安·格梅林(Christian Gmelin)均多次尝试从其盐类中分离出锂，但两人都功败垂成。尽管他们尝试了多种方法，例如通过铁或碳加热氧化物进行还原，却始终无法将锂以金属形态分离出来。

这一难题困扰了科学界数年之久。

英国人

最终，于1821年，汉弗里·戴维(Humphry Davy)与威廉·托马斯·布兰德(William Thomas Brande)成功地通过电解法(此技术由戴维开创，并已被其用

于分离钾与钠)自锂氧化物(Li_2O)中提取出了微量纯锂，其形态为细小的珠粒，然而这些珠粒在空气中会迅速于数秒内燃烧殆尽。在实验过程中，戴维还注意到，这一新元素释放出的红色火焰(该现象最初由格梅林(Gmelin)在1818年观测到)与锶的火焰颇为相似。

作为《化学手册》(A Manual of Chemistry)的合著者，布兰德详尽地阐述了多种锂化合物的制备方法。他甚至提及了一项“味觉试验”，但需强调的是，读者切勿尝试重复此操作。

德国人

虽然布兰德和戴维能够分离出少量的纯锂金属，但直到1855年，德国化学家罗伯特·本森(Robert Bunsen)与英国化学家奥古斯塔斯·马西森(Augustus Matthiessen)在海德堡大学合作，才想出了一种通过电解法生产足够的锂金属以供详细研究的方法。

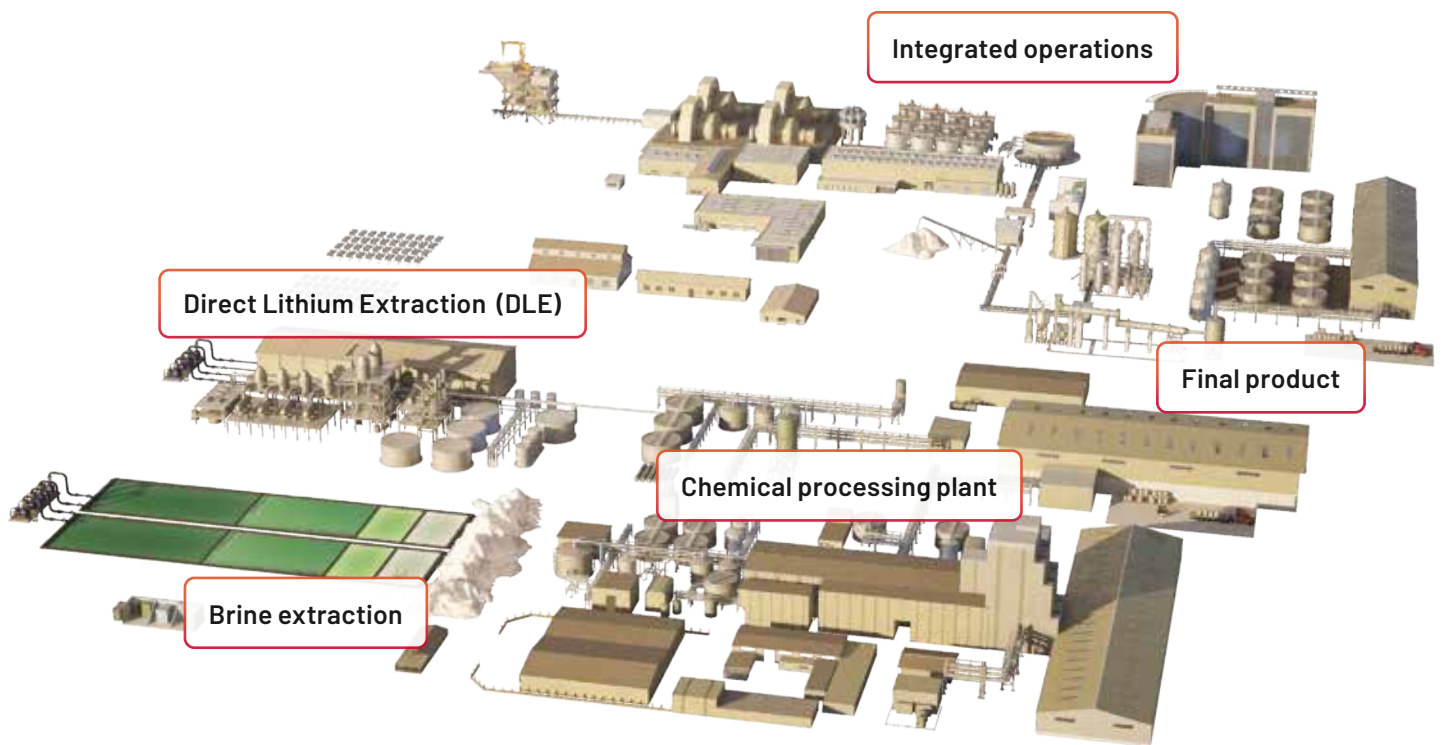
这一通过电解氯化锂生产锂的过程，标志着锂商业化的开始。

锂的发现者是...

那么，您认为是谁实际上发现了锂呢？是这些科学家中的某一位吗？还是他们共同发现的？无论你的答案是什么，他们在当代都是杰出的人物，他们每一个人对锂的发现都做出了至关重要的贡献。大多数教科书都记载阿尔夫维德森是第一个察觉到这种元素的人，但如果非要选择一个主角的话，那么锂的发现故事无疑应该从若泽·博尼法西奥·德·安德拉达·席尔瓦开始讲起：他是一位科学家、政治家、教授、自然学家、诗人和废奴主义者。🕒

Connected Lithium Production: End-to-End

Integrating power, control, and information from extraction to processing to market!



**Want to
learn more?**
rok.auto/lithium



**Rockwell
Automation**

欧洲 视角

Project Blue项目的大卫·梅里曼 (David Merriman)

欧洲在应对其境内锂资源供给与《欧盟关键原材料法案》CRMA所设定精炼锂产品需求之间的不平衡问题上,仍面临重大挑战。

《欧盟关键原材料法案》CRMA为欧盟设定了雄心勃勃的境内锂生产目标。至2030年,欧盟力求实现其精炼锂需求的40%源自本土生产,同时确保10%的锂矿产量来自欧盟内部。根据 Project Blue 预测,到2030年,这一精炼锂的需求量将达到约23万吨碳酸锂当量(LCE)。

欧盟委员会主席冯德莱恩(Ursula von der Leyden)的连任,预示着当前欧盟能源转型政策及欧洲锂供应链发展策略将在未来至少五年内保持连续性。然而,尽管欧洲基于现有“项目储备”的产能看似足以满足CRMA的要求,但在2030年前的时间框架内,多个潜在的锂矿开采企业与加工企业仍面临融资、开发与许可获取等方面的严峻挑战。

经过与欧盟委员会及德国总理的协商,塞尔维亚政府已重新向力拓集团核发了开发贾达尔项目(Jadar)的矿业许可证。此举引发了大规模的抗议,因为塞尔维亚政府对于锂矿开采的态度发生了180度转变,此前塞尔维亚曾在2022年禁止锂矿开采。但是该禁令在2024年的司法审查中被裁定为违宪。贾达尔项目(Jadar)预计产能接近6万吨LCE当量,使其成为欧洲按目标产量计算的最大锂项目。然而,根据塞尔维亚矿产与能源部的预测,由于许可流程预计

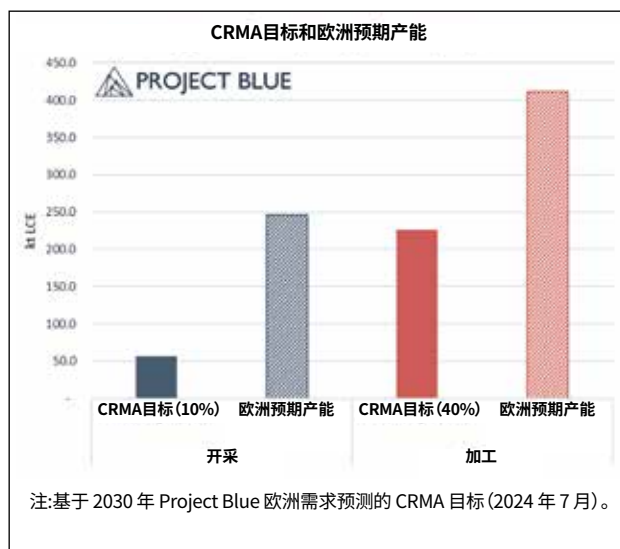
至少需要两年时间,贾达尔项目的实际生产可能要到接近2030年才能实现。

在德国,Vulcan Energy Resources公司宣布其位于兰道(Landau)的锂提取优化工厂(LEOP)已成功产出首批氯化锂,采用的是该公司独有的铝酸盐基吸附剂(VULSORB®)直接锂提取(DLE)工艺。在德国,Vulcan Energy Resources公司宣布其位于兰道(Landau)的锂提取优化工厂(LEOP)已成功产出首批氯化锂,采用的是该公司独有



的铝酸盐基吸附剂(VULSORB®)直接锂提取(DLE)工艺。

此外,AMG Lithium锂业公司正在德国比特费尔德(Bitterfeld)建设锂氢氧化物工厂,该厂将处理来自AMG巴西业务的锂辉石精矿以及芬兰哈尔亚瓦尔塔(Harjavalta)



Fortum电池回收厂提供的回收锂化合物。

在法国,法国锂业(Lithium de France)公司与地质与矿产研究局(BRGM)加强了合作,共同开发阿尔萨斯地区(Alsacia)的地热卤水项目。同时,法国益瑞石集团(Imerys)已将法国埃查西埃尔(Echassières)附近博瓦尔锂项目(Beauvoir)的公众咨询期限延长至2024年7月底,目前国家公众辩论委员会(CNDP)正在进行编制该项目的发展报告。

最后,尽管欧盟致力于加强境内锂产品的提取与加工能力,以支撑其能源转型技术的发展,但欧盟化学品管理局风险评估委员会可能将锂碳酸盐、氯化锂和氢氧化锂归类为“已知的人类生殖毒物”,这一潜在分类可能成为锂资源开发的一大障碍。特别是考虑到包括美国、澳大利亚、智利、阿根廷和英国在内的多个国家已向欧盟提出书面异议,同声反对此一分类(请参见《锂业之声》第6期)。

欧洲视角 代表 Project Blue 的观点,不代表国际锂业协会(ILiA)的观点。



北美 视角

撰稿人：标普全球大宗商品洞察金属高级执行编辑阿德里安娜·卡瓦略 (Adriana Carvalho)

对关键材料的需求推动了北美电池中心的发展

北美正逐步发展成为电池生产中心，此举将有助于推动全球能源转型，并壮大该地区的电动汽车数量。

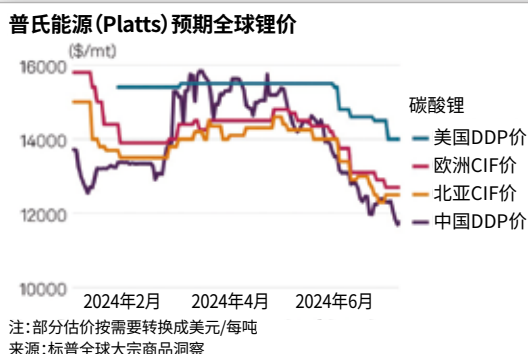
受美国政府对该行业的支持以及汽车制造商自身扩大电动汽车 (EV) 车型供应目标的推动，汽车制造商已经宣布在未来几年内将投资超过1000亿美金用于在美国开发和生产电动汽车。

此外，美国能源部于7月宣布，将提供17亿美元用于美国传统汽车制造设施的现代化改造，以生产电动汽车及其零部件。

电池制造业也同样迎来了大量资金的涌入，预计到今年年底，将有约500亿美元被投入到北美的电池生产设施中。包括松下、LG能源解决方案和三星SDI在内的公司正在建立或扩展其业务，预示着北美电池供应链将迎来强劲的发展。预计这些设施到2030年将支持总计1太瓦时 (TWh) 的电池产能。

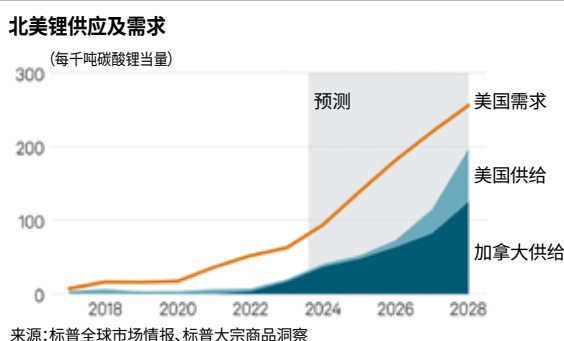
关键材料的现状

确保关键材料的稳定供应对于此次扩张的成功至关重要。预计到本十年末，锂和镍项目的投资将达到约100亿美元。然而，根据美国人口普查局的数



据，美国电池生产所需约75%的锂预计将来自国外。

尽管如此，美国锂盐现货市场交易活跃度不高，这主要是由于多数公司已签订长期协议，或专注于扩大其试点正极材料 (pCAM/CAM) 工厂的公司仅采购小批量试验品。



诺在未来五年内投资超110亿美元用于磷酸铁锂 (LFP) 的生产，并同时宣布了多个镍钴锰 (NCM) 项目，凸显了在这两个领域的巨额投资。

据SPGCI数据显示，2023年碳酸锂占LFP正极材料原材料成本的89.4%，氢氧化锂则占NMC-811正极材料成本的62.9%。电池金属价格下

跌导致电池组平均成本较去年同期下降了30%。

在美国西部，大约有125个锂开采项目正在实施中。这些项目不仅面临低价格的挑战，还需应对复杂的法规、漫长的许可流程、环境问题以及商业规模开采技术的缺乏。

然而，Stardust Power公司已宣布计划在俄克拉荷马州马斯科吉建造一座大型锂精炼厂，以进入美国锂供应链。该厂具备处理多种卤水输入的能力，年产量可达5万吨。

根据S&P全球大宗商品洞察 (SPGCI) 的数据，美国至少有35个电池制造设施正在规划、建设或已经投入运营。参与这些设施建设的六家公司已承

北美视角 代表标普全球商品洞察的观点，不代表国际锂业协会 (ILiA) 的观点。

Platts
S&P Global
Commodity Insights

北美 视角

撰稿人:iLiMarkets锂资源咨询公司合伙人丹尼尔·希梅内斯
(Daniel Jiménez)

南美的锂行业在2024年第二和第三季度在智利、阿根廷、巴西和玻利维亚都出现了显著的发展。

智利的国家锂战略进展: 智利政府持续推动其国家锂战略在智利的69个盐湖中, 两处将由国有企业控制, 五处将由公私部门合营, 27处将向私营企业开放, 其余的正在或将受到环境保护。

智利国家铜业公司(Corporacion Nacional del Cobre de Chile, 简称: CODELCO) 将在阿塔卡马盐湖(Atacama)和马里昆加盐湖(Maricunga)的关键锂项目中保持多数股权。智利国家铜业公司(Codelco)与SQM达成协议, 共同成立一家各持50%股权的合资企业, 负责运营SQM的阿塔卡马项目, 直至2060年。SQM原有的租约本将于2030年到期。在位于马里昆加盐湖的区域, Codelco依据其持有的特别锂运营合同(CEOL), 通过斥资2.44亿美元从Lithium Power International公司手中购得Salar Blanco盐湖项目及接纳SQM矿产权作为Atacama交易协议的一部分, 已成功整合拿下了该地区大部分的矿产资源。

此外, Codelco正积极寻求一位可能持有49%股份的战略合作伙伴, 潜在的合作对象包括埃赫曼集团(Eramet)、赣锋锂业(Ganfeng Lithium)、力拓(Rio Tinto)及沙特阿美(Aramco)。与此同时, 另一家智利国有矿业公司Enami也在推进Salares Alto Andinos项目, 该项目涵盖了四个盐湖。目前, 该项目正处于寻找合作伙伴

的阶段, 预计将于2025年3月做出最终抉择。与此同时, Aguilar盐湖、Grande盐湖及La Isla盐湖的勘探工作正在推动中, 并启动了原住民咨询流程, 以评估CEOL的相关申请。对于智利锂矿产业的关注度持续高涨, 经由信息征询(RFI)程序, 共收到来自10个国家共54家企业提交的88份关注意向。预计合同将于2025年年中完成最终签订。

本季度内, 雅保公司(Albemarle)在La Negra矿区扩大了生产规模, 使得全年出口总量提升至53000公吨碳酸锂当量(LCE)。此外, SQM公司在其第二季度财务报告中亦报告了创历史新高的出口及销售数据。

阿根廷: 价格压力导致出现延迟: 阿根廷在锂资源开发项目上遭遇了由锂价低迷及融资难题引发的延期问题。Argosy Minerals公司基于市场状况及保本的考量, 宣布暂停其Rincon锂矿项目的运营活动。同时, 埃赫曼集团(Eramet)也通报了Centenario锂工厂的投产延期, 原计划于六月启动, 现调整至十一月。

该项目原订在2025年中达到24000公吨碳酸锂当量(LCE)的年产能目标。此外, Arcadium Lithium公司报告了其菲尼克斯(Fenix)工厂扩建及Sal de Vida项目的进度滞后, 这也同样凸显了市场普遍存在的不确定性因素。紫金矿业似乎也因为技术原因而出现滞后延期。

由LAAC与赣锋锂业共同持有的Caucharí-Olaroz项目, 已于2024年第三季度投产, 当前产量约为其设计年产能4万吨LCE的70%, 预计全年将生产2万至

2万5千吨LCE, 此数据与先前预测保持一致。

巴西: 整合趋势: 在巴西市场, 整合趋势日益显著, 尤以澳大利亚企业皮尔巴拉矿业收购拉丁资源公司(Latin Resources)的锂辉石项目为突出例证。此举彰显了业界对巴西在锂供应链中扮演日益重要角色的浓厚兴趣。另一方面, Lithium Ionic公司与Appian Capital Advisory LLP成功缔结了一项价值2000万美元的特许权使用费协议。该笔资金将被用于推动位于巴西锂谷的Bandeira锂项目的研发与建设工作。巴西锂谷以其富含锂元素的伟晶岩而著称, 此外, 该资金还将用于公司的日常运营及一般企业用途。

玻利维亚发展动态: 八月间, 玻利维亚国家锂业公司(Yacimientos de Litio Bolivianos)携手中国中信国安公司(CITIC GUOAN), 共同发布了关于在乌尤尼盐湖北部兴建新型直接锂提取(DLE)工厂的可行性研究报告。此番向科罗马地区(Coroma)地方领导人的展示, 充分证明了该项目在技术与财务上的可行性, 并着重强调了水资源利用的可持续性以及为区域发展带来的广阔机遇。

总而言之, 南美锂产业正面临锂化学品价格下跌的挑战, 这一态势导致项目推进受阻, 融资难度加大, 进而使得产业扩张步伐放缓。然而, 尽管挑战重重, 鉴于生产成本普遍处于较低水平, 业界对于锂提取的热情依旧高涨。

南美视角代表
iLiMarkets意见, 不代表国际锂业协会(ILiA)观点。



聚焦可持续发展

在巴西米纳斯吉拉斯州(Minas Gerais)矿业小镇阿拉苏阿伊(Araçuaí)的锂业务研讨会里与社区互动交流。尽管锂行业各种活动与研讨会众多,但鲜有活动能如锂业务研讨会般如此重视社区参与。国际锂业协会(ILiA 阿斯特丽德·卡拉米拉(Astrid Karamira) 撰稿

今年7月1日,当我从里斯本启程飞往巴西贝洛奥里藏特时,我未曾预料到接下来几天的旅程将如何展开。

此行是我首次踏足巴西,目的是参加于米纳斯吉拉斯州(Minas Gerais)矿业小镇阿拉苏阿伊(Araçuaí)举办的第二届锂业务研讨会。本次研讨会由罗斯安德罗·拉莫斯教授(Rossandro Ramos)组织,并诚邀国际锂业协会(ILiA)发表演讲,作为ILiA团队中精通葡萄牙语的成员,我很荣幸地代表协会出席此次位于杰基廷约尼亚(Jequitinhonha)锂谷盛会的任务。

历经两次航班与五小时车程后,我抵达了阿拉苏阿伊,初时以为这将是一场与其他锂行业会议无异的典型聚会。然而,事实远非如此。研讨会选址于阿拉苏阿伊网球俱乐部,多数活动均在户外举行。主舞台上的所有环节——包括主题演讲、讲座及小组讨论——均通过大屏幕实时转播至户外区域,颇有一种类似世界杯足球赛公共观赛区的氛围。



众多在“锂谷”地区活跃的主要锂矿企业,如巴西锂业公司(CBL)、Sigma Lithium公司、Latin Resources公司及Lithium Ioniq均设立了展台并特别聚焦于教育工作上,其重点不仅在于锂本身,更在于锂行业的广泛背景,尤其是其对当地社区的影响与贡献。

就在我参观各个展台时,我意外地发现,自己竟置身于售卖宝石、珠宝、蜂蜜及巴西甘蔗酒的摊位之间。此次研讨会的一大核心理念是将锂矿企业与当地社区紧密联系在一起。这也说明了为何研讨会选择“锂谷”作为会议地点,而非贝洛奥里藏特或其他巴西大城市。锂业务研讨会为各方提供了一个交流互动的平台,促进了彼此间的深入了解,取得了显著成效。售卖巴西甘蔗酒的女士(据说她的产品堪称巴西之最)与售卖宝石的先生参观了矿业公司的展台并学习了该地区的锂提取工艺的相关知识;而矿业公

司的代表们则向他们购买了珠宝、巴西甘蔗酒及宝石。这一互动模式充分展示了互惠互利的原则,并为整个地区的企业获取“社会运营许可”提供了有效途径。

夜幕降临后,一支当地乐队奏响了桑巴乐曲,众多与会者随之翩翩起舞。



2024年锂业务研讨会成功展示了如何从锂矿开采之初便有效融入社区参与,为其他企业提供了共同创造与共同教育的宝贵经验。此次盛会让我有幸在与众多国际锂业协会会员——包括AMG巴西、CBL、Latin Resources及Sigma Lithium——并且与他们能面对面交流,实在是太棒了!我热切期待再次参与明年于阿拉苏阿伊举办的锂业务研讨会。



专访 大卫布特教授 (DAVID F. BOUTT)

马萨诸塞大学阿默斯特分校, 地球、地理与气候科学系水文学教授,
国际锂业协会 (ILiA) 名誉研究员



请问您是如何开始研究盐湖的?

其实我一直对复杂的挑战充满兴趣,而且我从小在底特律郊区长大时,尽管在我成长的过程中,大多数同学和家人都在汽车行业工作,但我对水却特别感到有兴趣。

最初,我是被地质学吸引,因为我对深远的地质时间以及山脉、火山和美丽风景的形成感到着迷。但在我本科阶段的密歇根州立大学,位于美国中西部地区,矿业行业其实并不发达,所以大多数地质学家都投入了石油和天然气行业。

因为我一直对与社会相关的问题非常感兴趣,而且我也研究水,特别是地下水,所以后来很自然而然地从地质学转向

了水文学。后来我转到新墨西哥矿业与技术学院攻读博士学位,因为该校拥有美国顶尖的水文学项目之一。由于该校地处沙漠景观,使我得以深入接触众多关于地下水补给的问题,尤其是在干旱条件下的相关研究。

在新墨西哥期间,我有幸首次结识了LeeAnn Munk(请参见《锂业之声》第三期)。数年后,当她在研究位于内华达州的克莱顿谷及智利的阿塔卡马盐湖时,主动联系了我,我立刻被深深吸引。盐湖景观,可谓是蔚为壮观。然若想深入理解盐湖,则必须从水文学的地质与工程双重角度,以及地质学的各个子学科进行综合考量,这涵盖了从火山学到沉积学,从地球化学到构造学与矿物学的广泛领域。这些盐湖系统中的一切环节,实则环环相扣!而这就是令我特别深感着迷与热衷的一部份:复杂性!

您是否还记得首次探访南美洲盐湖的经历?

绝对记得!我之前虽已游历过美国众多封闭山谷,如死亡谷,但真正踏入阿塔卡马盐湖的那一刻,其盆地的广阔无垠与山脉的雄伟壮丽仍让我震撼不已。

自那以后,我便尽可能地投身于实地考察之中。举例来说,我

们目前正参与一个阿根廷的项目,每次实地考察都能让我们对这个系统的运作机制有新的认识。做学问真的是百闻不如一见!

对于正考虑开发盐湖的开发商,您有何建议?

我建议他们应全面审视,而不要仅仅聚焦于卤水本身。我们对盐湖系统理解取得的许多重大进展,都是得益于对整个流动过程的细致观察,从卤水到整个流域的边界。比如,锂是在哪个阶段从岩石中被析出,并随着水流进入盆地的?

此外,淡水的可用性也至关重要,这一点从矿业巨头雅保公司(Albemarle)和SQM公司考虑将淡化后的海水运输至其阿塔卡马盐湖的锂矿项目中便可见一斑。

从技术视角审视,深刻理解盐湖的形成年代及其对
流机制至关重要。
盐湖水体历经数
百万年演化,并非
静止不变。

关于盐湖锂生产的未来展望如何?

自上世纪80年代以来,所抽取的卤水大多源自盐湖表层约30米的深度。然而,在地下更深处,无论是阿塔卡马盐湖还是阿根廷的盐湖,均蕴藏着锂含量丰富的卤水资源。这些深层

卤水有望成为极具潜力的勘探目标,其开发方式可能更接近于当前从地热卤水或油田卤水中提取锂的技术路径。

盐湖水文地质学面临哪些挑战?

在探讨盐湖水文地质所面临的挑战时,我致力于挖掘新知,而我们团队以在顶级期刊上发表论文为荣。然而,并非所有关于盐湖的文献都具备高水准。我们经常花费相当多时间驳斥那些带有政治或商业意图、发布错误信息的人。

从技术视角审视,深刻理解盐湖的形成年代及其对流机制至关重要。盐湖水体历经数百万年演化,并非静止不变。以阿塔卡马盐湖为例,罕见降雨后,地表盐分溶解,导致水力传导性变化,开辟了新的水流路径,但这些流动在十年间会逐渐消逝。

尽管我们知道盐湖中部分水体历史悠久,但精确测定其年代却是一项艰巨任务。雨水中含有的氚元素,作为一种半衰期约12年的放射性氢同位素,在历经一个世纪后几乎无迹可



图片来源:大卫·布特教授(David F. Boutt)

寻。尽管可以尝试通过测量水中溶解的无机碳来估算年龄,但在如安第斯山脉这样的高火山活动区域,这一方法存在风险,因为来自地球深部非常古老碳可能污染测量结果。

如何成就一位卓越的水文地质学家?

在水文地质学中有三大支柱:建模、水文地球化学和物理水文地质学,此三者实乃相辅相成。LeeAnn和我合作得很好,因为她带来了地球化学方面的专业知识,而我则有更强的物理水文地质学背景。我们相互挑战,并且以不同的方法各自讲述了完整故事的一部分。

对于想深入研究水文地质学领域的人来说,良好的地下水流动建模理解和地球物理解是一个很好的起跑点。

更重要的是,必须认识到水文地质学是一个团队游戏,我和LeeAnn所做的工作之所以能够有所斩获,仍是有赖于许多优秀的学生和前学生的帮助,此外我们还有优秀的公司合作

伙伴相互扶持,这在学术界是很少见的。例如,我们与雅保公司(Albemarle)和Lithium Americas公司密切合作,我们帮助他们了解他们的资源,作为回报,我们的理解和盐湖模型也得到了改进。

卤水是水吗?

你这个问题问得不对!\ [他笑道]把一升卤水与一升水相提并论的比较是不公平的,因为它们在盐湖环境中是完全不同的物质,功能与所处的位置是截然不同的。水、卤水和介于两者之间的各种咸水在这个高度复杂的系统中各有不同的用途。

您有电动车吗?

还没有,我打算在换车前充分利用现有车辆的内置排放功能!

不过,我肯定会买的。最近,我和家人在波兰南部的山区骑山地自行车时,只能租到电动车型。我之前从没骑过,但我们玩得非常开心!



图片来源:大卫·布特教授(David F. Boutt)



新的锂产品生命周期评估(LCA)指南 (第二部分)

锂行业产品水资源稀缺性足迹评估新指南

生命周期评估(LCA)对行业和监管机构来说越来越重要。当前,针对锂产品的唯一标准化LCA指南仅覆盖了产品碳足迹领域(详情参见《锂业之声》期刊第5期及第2期)。然而,这一现状即将迎来变革,因为国际锂业协会(ILiA)可持续锂小组委员会主导的一项新举措——锂产品水资源稀缺性足迹(PWSF)即将推出。

LCA正逐渐成为众多产品评估中不可或缺的标准文档之一。在生命周期评估(LCA)中,尽管通常会涵盖超过十个“环境影响因素”,且全球变暖潜势(或称作产品碳足迹)往往最受瞩目,但锂生产过程中的水足迹问题正逐渐成为研究焦点,许多有关锂行业水消耗对全球或当地影响的说法,往往是基于有限的科学数据。

国际锂业协会(ILiA)推出本项目的核心目标,在于推动产品层面水消耗及水资源稀缺性足迹的可比性披露报告,以此作为对企业自愿性或强制性报告的补充。然有必要明确声明的是,此项目仅聚焦于蓝水* (源自盐湖提取)的产品足迹分析,并未涉及地方生态或地方社会影响评估。《水资源稀缺性足迹》作为一项衡量指标,旨在量化产品价值链生产区域内蓝水直接需求对水资源稀缺性的潜在贡献。此处所指的“蓝水”,是从湖泊、河流及地下水中提取的水资源,而不是指“绿水”(即易于蒸发且不补充地下水的降水)。值得一提的是,“蓝水”并不适合人类直接饮用。

此项目象征着全球首次尝试努力,旨在明确锂产品水资源稀缺性足迹(PWSF)的计算方法,且澄清其不替代企业级报告的地位。

尽管目前采矿行业的用水报告尚未广泛普及,但未来新出台的法规预计将涵盖水使用方面的相关内容。例如,根据欧盟《可持续产品生态设计法规》(ESPR),自2027年2月起,提供PWSF披露报告可能成为电池级锂产品进入欧盟市场的必要条件。

为何推出新指南?

- 新的指南可以为会员企业提供一套更为全面的工具包,以有效应对来自客户、投资者、非政府组织、标准制定机构及立法者的多元化关切与需求。
- 自愿采用国际锂业协会(ILiA)PWSF核算指南并进行公开披露声明,将符合全球通行标准,因其能够在锂产业背景下对这些标准进行精准解读,同时避免给企业带来额外的报告负担。
- 理解生产流程中的PWSF(产品水足迹)是推动持续改进与创新的关键驱动力。

我们对锂的建议

本提案中的锂PWSF核算指南将涵盖以下核心要点:

- 明确建立针对锂生产行业的特定方法,并在可能的情况下参照现有标准。
- 新指南将与现有标准保持一致,如ISO和欧盟的环境足迹

何为生命周期评估(LCA)?

生命周期评估(LCA)是一种系统性方法,旨在全面评估产品在其整个生命周期内对环境的综合影响,进而促进资源的高效利用并降低环境负担。这种方法可以用于研究产品或产品设计功能的环境影响。LCA通常被称为“从摇篮到坟墓”的过程分析。

LCA的核心要素包括:(1) 识别与量化环境负荷(例如:详细梳理并计算产品生命周期中涉及的能源与原材料消耗、排放物及废弃物产生等环境负荷);(2) 评估潜在环境影响;以及(3) 探索减负方案:综合评估并提出减少环境影响的可行策略与措施。

联合国环境规划署

方法论,国际矿业与金属委员会(ICMM)的水报告良好实践指南,以及水足迹网络的水足迹评估手册(WFN)。

- 新指南将限于从源头到工厂的边界,不包括使用阶段和锂的回收。
- 它将是一个实用且易于使用的指南,不受生产路线、技术或地理位置的限制。

国际锂业协会(ILiA)作为国际矿业与金属理事会(ICMM)及全球电池联盟(GBA)的成

员,这一身份有助于确保我们的锂资源指南与其他电池原材料的指南保持高度一致。

现况与未来展望

该项目于2024年5月启动,由协会的可持续锂小组委员会负责主导,同时获得了PWSF工作小组的支持,工作组成员广泛代表了锂行业,其中包括许多非会员成员和学者专家成员。本项目的参与门槛对ILiA会员及非会员均保持开放态度,我们诚挚邀请所有对此感兴趣的相关方参加这项工作。值得一提的是,本项目的组织结构借鉴了今年早些时候成功完成的产品碳足迹核算指南项目(详见《锂业之声》期刊第5期)。

指南草案文件将由Johannes Drielsma编写,他是一位独立项目负责人,在碳足迹指南文件创建经验和复杂多方利益相关者过程管理方面用有非常广泛的经验。工作小组的第一次研讨会于六月中旬举行,第二次研讨会于九月中旬举行,接下来还会再陆续进行两轮咨询和研讨会。

可持续锂小组委员会计划在



锂产品碳足迹(PCF)核算指南目前已提供英语版、西班牙语版和中文版本。

国际锂业协会(ILiA)关于计算锂产品碳足迹的创新指南,目前已提供英语版、中文版和西班牙语版本,这是国际锂业协会广泛分享锂行业相关信息使命的一部分。三个版本均可在官方网站取得:www.lithium.org

2025年初完成指南文件的最终草案。期望能设定一个良好的起点,并计划根据未来的经验进行修订和完善。

国际锂业协会(ILiA)的可持续锂小组委员会成员包括:Mark De Boer(主席,雅保公司)、Dana Graves(Arcadium Lithium公司)、Austin Devaney(皮德蒙特锂业)、Eulogio Almanza(皮尔巴

拉矿业)、Rajini Janardhan(力拓集团)、Renaud Thiard(Sibanye Stillwater公司)、Valentin Barrera(SQM公司)和Christina Wang(天齐锂业)。

*“蓝水”被定义为淡水湖泊、河流和含水层中的淡水地表水和地下水(WFN, 2011),其溶解固体浓度最高达1000毫克/升(USEPA, 1979; 欧盟, 1998; WHO, 2011)及地表水和地下水流,不包括降雨和地表土壤水分(Hoekstra, 2012年, Northey, 2018年)。








锂业之声

现在马上免费订阅, 不再错过任何一期! www.lithium.org

国际锂业协会 (ILiA) 的新指南

《锂产品碳足迹核算指南》旨在帮助任何人对关键锂中间体、电池级碳酸锂以及氢氧化锂等特殊化学品进行标准化、可复制和具有可比性的产品碳足迹 (PCF) 评估。它不受生产路线的影响。

这是全球首次尝试制定锂产品的碳足迹核算指南，是全球 40 多个组织共同努力的成果。目前已提供英语、中文和西班牙语版本。

《指南》免费下载点 <https://lithium.org/guidance-chinese/>



国际锂协会(ILiA)是锂产业价值链上的国际非营利行业机构。协会由成员运营管理，并为成员提供服务。

www.lithium.org