锂想系列 27：向技术要保供

有色金属

评级： 中性

日期： 2022.11.29

分析师 孙景文

登记编码：S0950519050001

☎：021-61097715

✉：sunjingwen@wkzq.com.cn

分析师 吴霜

登记编码：S0950520070001

☎：0755-23375707

✉：wushuang@wkzq.com.cn

行业表现 2022/11/29



资料来源：Wind，聚源

事件描述

1、加拿大政府在 ICA 法案基础上发布新政策，收紧对于外国企业投资该国关键矿产的安全审查，随后要求三家中国企业剥离对该国相关锂矿商的投资。

2、西澳矿商皮尔巴拉的锂精矿拍卖录得新高 8575 美元/吨（折 6%品位），对应 LCE 生产成本迫近 58 万元/吨，加剧产业链对锂资源保供的焦虑。

事件点评

抓住锂行业“技术极”，向技术要保供。基于全球动力与储能应用的高速成长以及锂电体系的主导，我们测算至 2025 年全球锂电需求有望接近 2TWh，拉动备货调整后的锂需求总量达到 176 万吨 LCE。如何匹配未来更加陡峭的需求曲线，为全球锂行业带来了重大考验，而上游锂资源的战略保供也将成为影响中国新能源汽车供应链的全球核心竞争力的关键环节。应如何解题？我们建议，在“资源极”上应加快中国本土优质锂资源的开发，并着力在海外构建更加地域多元的资源供应体系，但需看到，锂行业在“技术极”上同样大有可为。提锂技术创新将显著提高回收率、缩短生产周期、拓宽工业品位，从而极致发挥出有限资源的价值，这既契合中国“总量可观，但高品位和大规模聚集的项目有限”的锂资源禀赋，也符合未来全球“绿色高效提锂”的大趋势。

从自然滩晒蒸发转向工业化连续生产，“吸附+膜”等新兴提锂技术脱颖而出。（1）锂是一个处于成长期的矿种；即便工艺相对标准化的锂辉石矿采选，收率也多集中于 50-65%、仅少数达到 70-75%，而全球盐湖提锂的整体一次收率仅 30-50%，对比成熟矿种，未来优化的空间较大。（2）虽然经典的蒸发沉淀是最符合元素析出的自然规律、最大化利用太阳能的工艺路径，但必须建设大规模盐田，且难以改变收率低和晒卤周期长的掣肘，下游的高增长、对于次优资源开发的需求，驱动盐湖提锂转向“工业化连续生产”，据我们统计全球在建盐湖采用新工艺的产能比例已高达 72%；鉴于在中国具备可行的电力和淡水解决方案，我们认为吸附+膜将成为主流，在南美锂三角，考虑淡水、能源和资源禀赋，除了吸附、萃取也具备机会。（3）FMC 于 1996 年在阿根廷 Hombre Muerto 盐湖首次将吸附提锂商业化，但中国青海后来居上、成为全球盐湖提锂的技术高地；经数十年磨一剑，青海各主力盐湖均已攻克低锂浓度、高镁锂比卤水提锂的技术难题，吸附、膜法、萃取都实现了规模应用和连续稳定生产，最新趋势在于将提锂段前移，从“老卤提锂”进一步转向“原卤提锂”，同时基于青海的技术进展开始外溢，推动加快西藏盐湖的开发。

从 SQM“未来盐湖”项目可见，技术创新同样适用全球一线的成熟产能。SQM 于 9 月提出，规划未来投资 15 亿美元在智利 Atacama 盐湖实施 Salar Futuro 项目，核心是采用 DLE 直接提锂技术、先进蒸发技术、收率优化工艺、上线海水淡化设施，从而在保持年产 22-25 万吨 LCE 的同时，显著降低卤水抽取量、实现盐湖盆地长期水平衡、延伸产品价值链，从粗放走向绿色精细生产。

建议关注高壁垒的吸附材料及其系统装置。我们认为高位锂价将在未来 3-5 年为专业锂技术服务商带来历史性的发展机遇，可关注蓝晓科技、久吾高科。

相关研究

- 《【五矿证券研究所】全球锂资源行业发展前景展望》(2022/11/10)
- 《锂想系列 26：Core 初露锋芒，锂辉石原矿拍卖的背后》(2022/10/13)
- 《锂想系列 25：从第九次锂精矿拍卖，延伸出的锂资源供应思考》(2022/9/26)
- 《全球锂资源行业发展前景展望》(2022/7/10)
- 《全球盐湖提锂的变革：技术为资源加持，唤醒“高原上的沉默宝藏”》(2022/7/4)
- 《锂想系列 24：澳洲锂矿资源商综述，量价、供应集中度与战略雄心》(2022/3/7)
- 《全球锂资源供需现状与展望——长沙·2022 第六届动力锂电池正极材料高峰论坛暨全球锂产业链发展大会》(2022/2/23)
- 《锂想系列 23：从力拓斩获 Rincon 盐湖，论锂资源焦虑与矿业巨头的绿色雄心》(2021/12/28)
- 《锂想系列 22：欧洲锂资源战略的里程碑—法国埃赫曼重启阿根廷盐湖建设》(2021/11/15)
- 《全球锂资源现状及发展前景—2021 年中国（遂宁）国际锂电产业大会》(2021/10/26)

风险提示： 1、若全球锂矿供给释放超预期、同时新能源汽车的推广低预期，将导致锂产品价格中枢的再度下滑；

2、若替代电池路径产业化，将削弱动力电池及储能应用对于锂的需求强度和需求刚性。

总结盐湖提锂技术发展的五方面趋势

我们认为，“锂”属于一个处于成长期、在近 2~3 年方才获得充分重视的金属矿种。即便是工艺相对标准化的锂辉石矿，其采选收率也多集中在 50-65%、仅少数可达到 70-75%（例如泰利森格林布什），而全球盐湖提锂从盐田至沉锂车间、全流程的整体一次收率更是仅在 30-50%区间（南美盐湖稍高，例如智利 Atacama 盐湖可达 51%）。参考成熟矿种，锂的采选冶在未来的优化空间较大，尤其是盐湖提锂。

进一步而言，我们认为盐湖提锂凭借成本优势、资源规模优势、碳足迹优势，有望成为 TWh 时代全球锂资源供应主体的理想来源，但其尚需打破产能效率的掣肘。基于前期积淀、下游需求的爆发、资本与人才的涌入、更严格的 ESG 标准，我们预计未来盐湖提锂的技术成长曲线将更加陡峭，整体呈现五方面的发展趋势（*具体参考深度研究报告《全球盐湖提锂的变革：技术为资源加持，唤醒“高原上的沉默宝藏”》--2022/07/04*）：

1) 走向“工业化连续生产”：青海作为全球盐湖提锂的技术高地，已突破高镁锂比、低锂浓度卤水提锂，引领工艺从“自然滩晒蒸发”转向“工业化连续生产”；鉴于青海盐湖的工艺基本定型，未来新工艺在中国西藏的盐湖开发、南美盐湖开发上将更有可为。

2) 提锂段前移、降低锂在各级盐田中的夹带损失（低回收率的主要原因），极致情形是摆脱对盐田的依赖，从“老卤提锂”转向“原卤提锂”（DLE），过去锂是钾的副产品，未来锂作为主产品将更为普遍。

3) 从粗放式走向精细化，通过优化盐田工艺、部署创新提锂技术、新增沉锂母液回收，未来盐湖提锂的整体一次收率有望从约 30%提高至 60%以上，这相当于再造一个资源。

4) 在产品端，从依靠低成本大量生产工业级碳酸锂，转向一步生产电池级碳酸锂、氢氧化锂、氯化锂、磷酸锂等多元产品，并逐步向金属锂等深加工延伸。

5) 在盐湖矿区通常电网薄弱、天然气管道覆盖不及（尤其南美和中国西藏），但太阳能极为丰富，拥抱新能源、配套光伏储能/光热成为行业标配。

从代表性案例看全球盐湖提锂的技术发展

我们聚焦 Livent 旗下的阿根廷 Hombre Muerto 盐湖提锂（全球首个吸附法的商业化产能）、SQM 旗下的智利 Atacama 盐湖提锂（从盐田蒸发沉淀的全球标杆，到“未来盐湖”的直接提锂方案）、中国青藏高原的盐湖提锂（青海—全球盐湖提锂的技术高地，技术外溢至西藏盐湖），基于代表性的实例分析全球盐湖提锂的技术发展趋势。

阿根廷 Hombre Muerto 盐湖——Livent：全球吸附提锂工艺的先驱

Livent（前身 FMC Lithium）是一家专注于锂业务、从锂资源开采至锂深加工一体化、全球布局的锂化合物生产商。公司旗下的核心资源为位于阿根廷卡塔马卡省的 Hombre Muerto 盐湖（矿权占据盐湖主体区域），坐落于该盐湖之上的 Fénix 提锂设施是全球最早将吸附法提锂商业化的产能。Livent 在 1986 年就 Hombre Muerto 盐湖开发与阿根廷政府签署协议，1995-1996 年吸附提锂产能建成投产，为公司在后端的氢氧化锂、金属锂、丁基锂业务提供了低成本、高品质的基础锂盐供应（碳酸锂、氯化锂）。

我们认为，Fénix 作为全球首个商业化的吸附法提锂产能，无论工艺本身还是背后的创新精神都对全球锂行业发展的推动较大，但客观而言，其依然是依托一个优质盐湖卤水（不及智利 Atacama，但属于阿根廷的一流盐湖）上线的吸附工艺，技术难度远小于阿根廷 Rincón

等盐湖、以及中国青海的盐湖提锂（低锂浓度、高镁锂比）。

在产能建设方面，Livent 在阿根廷盐湖具备 2 万吨碳酸锂产能（盐湖矿区的 Fénix 工厂）、9000 吨氯化锂产能（毗邻萨尔塔省的 Güemes 工厂），但盐湖提锂的实际有效年产能仅略超 2 万吨 LCE，已建成运行多年。向前看，公司将分别在 23Q1、23Q4 各上线 1 万吨的吸附法新产能，从而将碳酸锂总产能在 2023 年底扩大至 4 万吨，至 2025 年将再增 3 万吨吸附系统集成装置达到 7 万吨，至 2030 年公司规划充分利用现有的小规模盐田、采用传统的沉淀工艺再增加 3 万吨，从而达到 10 万吨碳酸锂的总产能目标。

图表 1：Livent 计划在 2025 年达到 7 万吨吸附提碳酸锂产能，规划 2030 年进一步扩能至 10 万吨

单位：千吨	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
碳酸锂									
当前产能	20	20	20	20	20	20	20	20	20
扩张产能		20	20	50	50	50	50	65	80
碳酸锂总产能	**20**	**40**	**40**	**70**	**70**	**70**	**70**	**85**	**100**
扣除：碳酸锂苛化氢氧化锂用料	-20	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40
可供外售碳酸锂	**0**	**0**	**0**	**30**	**30**	**30**	**30**	**45**	**60**
氢氧化锂									
当前产能（盐湖苛化）	25	25	25	25	25	25	25	25	25
扩张产能（盐湖苛化）	5	20	20	20	20	20	20	20	20
Nemaska				34	34	34	34	34	34
回收				10	10	10	10	10	10
氢氧化锂总产能	**30**	**45**	**45**	**89**	**89**	**89**	**89**	**89**	**89**

资料来源：Livent 公司公告，五矿证券研究所

Livent 在 Hombre Muerto 盐湖采用自主开发的选择性净化吸附法（专利工艺），将锂含量约 600ppm 的原卤抽出后，在小型盐田中蒸发浓缩至一定浓度，再进入吸附车间进行提锂。该工艺至少具备两方面的优势：(1) 大幅提升生产效率，让碳酸锂的生产周期缩短至 4-9 个月，相比之下 SQM 与 Albemarle 在智利 Atacama 盐湖采用传统的碳酸盐沉淀法，晒卤周期长达 12-18 个月；(2) 采用先晒卤预处理、后吸附，大幅降低了所需要的盐田面积，并且锂的回收率较高（可达 80%，蒸发沉淀工艺仅为 30%-50%）。

该工艺的主要弊端在于淡水消耗量大，同时需要额外消耗能源，二者在当地均较为稀缺。此外，与固体锂矿不同，盐湖资源在地表下是流动、相通的水体，若在提锂过程带入较多的淡水，将淋洗脱附后的尾液回注盐湖后，容易造成卤水锂离子浓度被稀释的困扰。Fénix 在建成投产的初期经历了痛苦、漫长的磨合周期，FMC 一度需要大规模外购氯化锂等原料来支撑后端的深加工生产，后续投入了一系列技改方才实现稳定生产。

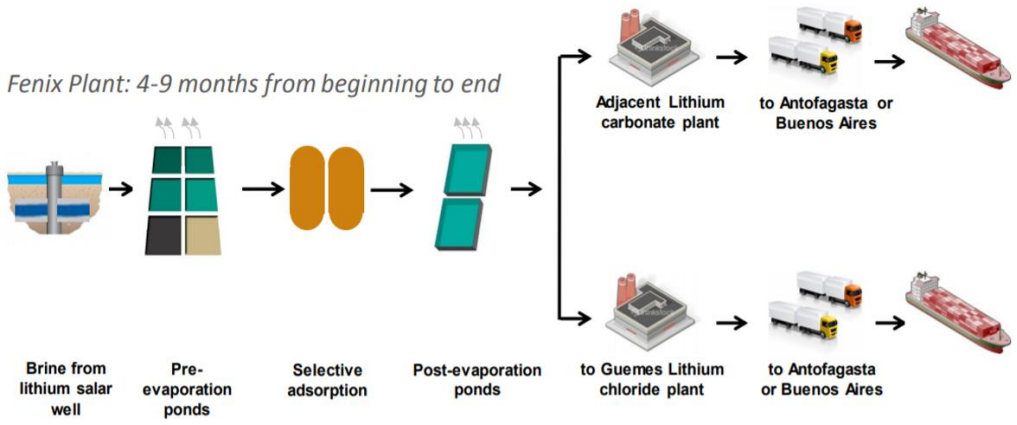
近年来，Livent 对其选择性吸附工艺进行了优化。一方面降低了淡水消耗量，另一方面，计划在未来采用直接提锂（不再需要预晒）、逐步退役大型的预蒸发池，仅保留较小面积的盐池用于存放吸附后的含锂老卤，从而进一步提升效率、降低盐田的维护成本、达到更高的 ESG 标准。此外，Livent 还与从事直接提锂和油井卤水提锂开发的 E3 Metals 公司合作，后者的技术特点在于前端可一步实现富集和除杂，并在后端采用电解生产氢氧化锂。

图表 2：由于采用吸附工艺，Hombre Muerto 盐湖上的 Fénix 提锂基地仅需要小规模的预处理盐田



资料来源：Livent 公司公告，五矿证券研究所

图表 3：Livent 工艺为抽卤--预晒--吸附--再蒸发浓缩，最后老卤生产碳酸锂和氯化锂，提锂周期为 4~9 个月



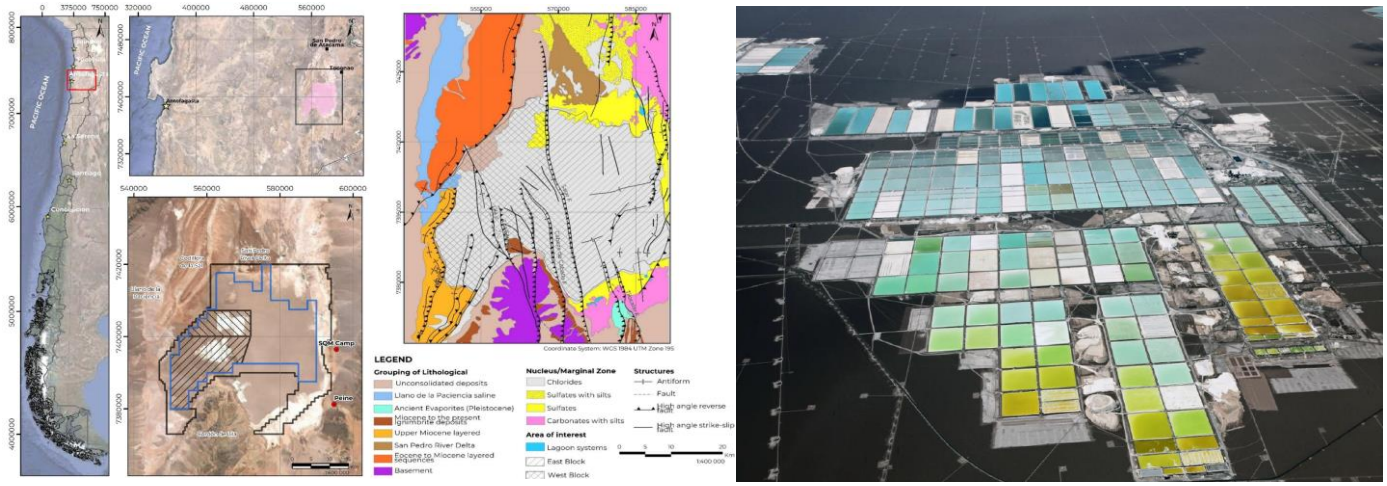
资料来源：FMC 公司公告，五矿证券研究所

智利 Atacama 盐湖——SQM：酝酿“未来盐湖”项目、上线直接提锂技术

Atacama 盐湖位于智利北部安托法加斯塔地区，盐湖长约 100 公里、宽约 80 公里、海拔约 2300 米，SQM（智利矿业化工）与 Albemarle（美国雅保公司）是该盐湖上唯二的两家生产商，锂在智利属于不可被授予矿权的战略金属，因此二者均需从智利国家机构 Corfo 获得长期的矿权租约以及锂资源开采额度、并根据约定的产能规划进行生产。

其中，SQM 方面的矿权面积覆盖 819.2 平方公里，拥有探明锂资源量 1080 万吨金属量、折合 5749 万吨 LCE，锂离子浓度高达 1835mg/L（全球最高），镁锂比也仅为 6.5:1。在提锂配额上，SQM 目前拥有锂金属开采额度 34.95 万吨金属量，折合 186 万吨 LCE，目前执行的续约将于 2030 年到期，后续需与 Corfo 重新谈判。

图表 4：Atacama 盐湖位于 Antofagsta 港口以东 208 公里，SQM 的盐田因需提钾再提锂、占地面积较大



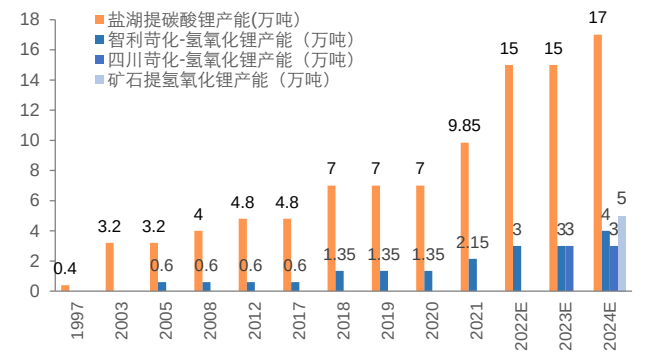
资料来源：SQM 公司公告， 五矿证券研究所

2022-2025 年继续大步扩能，同时快速实现碳酸锂、氢氧化锂的产能平衡

在 Atacama 盐湖，至 2021 年底 SQM 形成碳酸锂产能 12 万吨/年、氢氧化锂苛化产能 2.15 万吨/年（以碳酸锂为原料苛化生产氢氧化锂），2022 年公司的锂化合物总销量将超 15 万吨。向前看，未来 SQM 在 Atacama 盐湖将形成 22-25 万吨 LCE 的产能规模，具体产品将从以碳酸锂为主、氢氧化锂作为补充，转向二者并重，并可灵活根据下游需求进行切换。

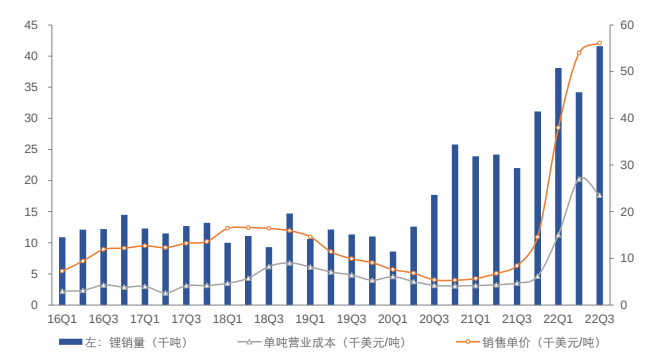
- 碳酸锂：2022 年末产能增至 15 万吨，计划至 2024 年扩至 17 万吨/年；
- 氢氧化锂：2022 年末产能扩至 3 万吨（智利），2023 年完成中国工厂的收购后（以硫酸锂为原料生产氢氧化锂）总产能增至 6 万吨，2024 年计划将智利扩至 4 万吨、加上中国的 3 万吨总规模达到 7 万吨，2025 年公司规划在智利再增 6 万吨的氢氧化锂苛化产能，从而在智利实现 10 万吨的氢氧化锂总产能目标、以 Atacama 盐湖为原料的氢氧化锂产能总量达到 13 万吨，此外公司还将在西澳的 Mt Holland 垂直一体化项目上具备一期 5 万吨的氢氧化锂产能（SQM 持有 50%权益，2024 下半年形成产能）；
- SQM 盐田的设计思路最初是以钾为主产品、锂为副产品，因此在矿区建成了两处大规模的盐田分别生产氯化钾产品、硫酸钾产品，此前由于提锂产能不足（需求不足），公司需将含锂的老卤直接出售或者回注矿区，因此在目前的产能扩张中，SQM 无须再新建盐田、扩大抽卤量，也无须扩大钾肥的生产规模（甚至在减少），便可高效、低 Capex、灵活地扩大 Atacama 盐湖以及配套 La Negra 锂盐厂的锂盐产量。

图表 5：2024 年盐湖碳酸锂与氢氧化锂规划分别为 17 万吨、7 万吨



资料来源：SQM 公司公告，五矿证券研究所

图表 6：SQM 扩能后销量屡攀新高，22Q3 累计锂销量达 11.4 万吨



资料来源：SQM 公司公告，五矿证券研究所

规划“未来盐湖”项目，若上线直接提锂技术将深刻影响全球锂行业的技术发展

SQM 在 Atacama 盐湖上建成的大规模盐田是锂行业的一张名片，也是蒸发沉淀工艺的典范。通过太阳能蒸发，逐级沉淀出岩盐、钾石盐、光卤石，最后得到 5.6~6.2%的富锂老卤，整套晒卤周期约 12 个月、约 97%的能源消耗皆为太阳能，再将老卤通过卡车运输至位于智利安托法加斯塔港口附近的 Salar del Carmen 锂盐厂进一步处理加工，萃取除硼、除杂、沉锂得到碳酸锂产品，或进一步苛化生产氢氧化锂产品。凭借无出其右的资源禀赋、绝佳的自然条件、成熟完备的基础设施，支撑 SQM 的锂化合物生产成本处于全球最低分位。

但如前所述，SQM 销售锂、钾产品需要遵守租约、向智利国家机构 Corfo 缴纳从价计征的进阶累计税率（最高档高达 40%），此外每年还需按照销售收入的一定比例投入于当地的研发、社区等，从而大幅提升了完全总成本。以 22Q3 为例，SQM 锂化合物产品的营业成本约 2.4 万美元/吨，不含 Corfo 权益金的运营成本（含折旧）仅为 3716 美元/吨。不过也正因为上述机制实现了企业、政府、社区的多赢，当前 SQM 在 Atacama 盐湖的资源开发被认为是智利政企合作的成功典范，2022 年前三季度 SQM 累计为智利财政贡献了超 36 亿美元（超 23 亿美元与 Corfo 相关），甚至远高于智利国家铜业 Codelco 向智利政府贡献的 22.6 亿美元。

着眼进一步的发展，2022 年 9 月 SQM 正式提出，未来中期将投入超过 15 亿美元，在 Atacama 盐湖实施雄心勃勃的 Salar Futuro（“未来盐湖”）项目，其核心包括先进蒸发技术（我们预计是强制蒸发装置）、原卤提锂技术（DLE）。我们认为，作为盐田沉淀的全球范例和标杆，SQM 上线直接提锂工艺将在很大程度上形成示范，改变全球盐湖提锂的格局。在进度上，公司计划可在 2024 下半年完成“未来盐湖”项目必要的全部前期工作、并将最终方案向智利政府机构提交、开展环境影响评估。虽然公司尚未披露其原卤提锂的具体工艺，我们判断采用吸附或萃取的概率较高。此外我们认为，“未来盐湖”项目将为 SQM 与 Corfo 谈判进一步续签开采租约（目前执行协议将在 2030 年底到期）形成加持，而先进工艺背后所需的更高 know-how 将进一步增强 SQM 在谈判中的话语权。

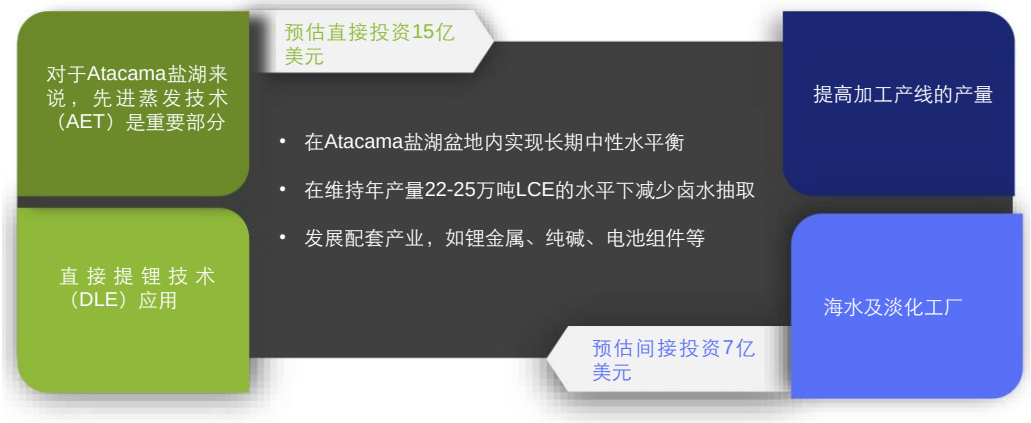
- 未来盐湖项目的核心包括四个方面：（1）使用先进蒸发技术（AET）；（2）使用直接提锂技术（DLE）；（3）在处理工厂中优化回收率；（4）采用海水淡化，从消耗淡水转变为向盐湖中净补充淡水，从而在长期实现 Atacama 盐湖盆地的淡水平衡。

- SQM 自愿承诺每年降低在 Atacama 盐湖的卤水抽取强度，到 2030 年将开采量从约 1700L/s 降低至 822L/s（相当于 2030 年获得授权抽卤强度的 50%），同时采用的新技术将支撑公司在 Atacama 盐湖的年产量维持在 22-25 万吨 LCE。

- 此外，公司致力于在智利北部建立一个发展中心，支撑产品附加值的提升（氢氧化锂、金属锂、高品质碳酸锂、纯碱等），甚至不排除未来在智利生产电池组件的可能性。

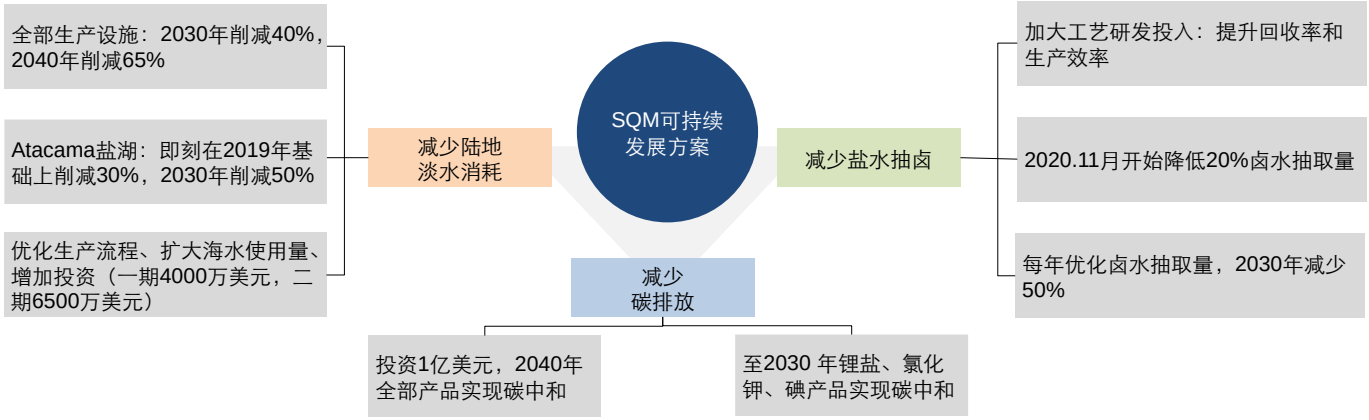
- 此前，SQM 为了达到更高的 ESG 标准、降低盐湖资源开发对于生态环境和周边社区的影响，推出了一项雄心勃勃的可持续发展方案，其中也提出将显著减少对于陆地淡水的消耗、降低抽卤量、并在 2030-2040 年分产品线逐步实现碳中和。

图表 7：SQM 直接投资超过 15 亿美元在智利 Atacama 盐湖提锂推进“未来盐湖”项目



资料来源：SQM 公司公告， 五矿证券研究所

图表 8：SQM 在 Atacama 盐湖的可持续发展目标已成为行业标杆



资料来源：SQM 公司公告， 五矿证券研究所

图表 9：根据 SQM 与 CORFO 新签署的提锂配额协议，智利政府将对锂钾产品从价计征累进制的租约费

碳酸锂售价 $/MT FOB	进阶费率%	均价假设 10000 美元/吨	均价假设 50000 美元/吨	氯化钾售价 $/MT FOB	进阶费率%
0-4000	6.8%	$272	$272	0-300	3.0%
4000-5000	8.0%	80	80	300-400	7.0%
5000-6000	10.0%	100	100	400-500	10.0%
6000-7000	17.0%	170	170	500-600	15.0%
7000-10000	25.0%	750	750	>600	20.0%
>10000	40.0%	0	16,000		
租约费用支付总额（美元/吨）		$1,372	$17,372		
实际租约费用率（%）		13.7%	34.7%		

资料来源：Albemarle、SQM 公司公告， 五矿证券研究所

中国盐湖开发：盐湖提锂的技术高地，突破“老卤提锂”进阶“原卤提锂”

青海的盐湖卤水相比于南美“锂三角”，普遍属于“低锂浓度、超高镁锂比”卤水提锂，按照海外同行的标准甚至不具备商业化利用的条件，但正是因为资源禀赋处于劣势，经数十年在高寒高海拔矿区磨一剑的工业化试验，近年来青海反而成为全球盐湖提锂的技术高地。嫁接于成熟盐田系统之上，包括吸附、膜法、萃取在内的多元“老卤提锂”技术均实现了规模应用和连续稳定生产，并还在得到进一步的优化升级。

近年来，基于青海盐湖提锂的最新技术思路在于将提锂段前移，从“老卤提锂”转向“原卤提锂”，优势在于可大幅减少对于盐田系统的依赖，从而避免锂在采卤输卤、盐田逐级滩晒中的大量夹带损失，同时锂作为主产品、生产规模将不再受到前端钾肥产能的掣肘，从先提钾再提锂、转向先提锂再提钾。同时，基于青海的技术进步开始外溢至西藏，加速西藏盐湖资源的开发。西藏盐湖开发受制于更严格的生态红线、对于原卤提锂技术的需求更加迫切（盐田的环境足迹较高），同时相比青海也不受到建成产能的掣肘、新技术的用武之地更大。虽然西藏的进度在 2022 下半年受到疫情的影响有所延缓，但我们预计在 2023 年将更为如火如荼。

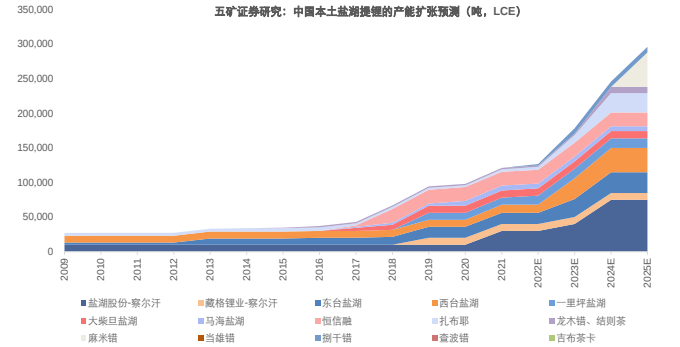
根据我们测算，2022-2025 年中国盐湖提锂的总产能有望从 12.7 万吨增长至 29.6 万吨 LCE，同期总产量有望从 9.4 万吨增长至 20.5 万吨 LCE。其中，我们预计 2022-2025 年青海盐湖提锂的总产能有望从 11.8 万吨增长至 20.1 万吨 LCE，主要增量来自察尔汗、东台、西台，同期青海总产量有望从 8.7 万吨增长至 15.9 万吨 LCE。我们预计，2022-2025 年西藏盐湖提锂的总产能有望从 0.8 万吨增长至 9.5 万吨 LCE，主要增量来自扎布耶、拉果错、结则茶卡、麻米错等，同期产量有望从 0.8 万吨增长至 4.6 万吨 LCE。

不同于以“镁锂分离”为核心的老卤提锂，原卤提锂需要一步完成锂与钠、钾、镁、硼等元素的选择性分离，利用吸附取代盐田的脱钠、脱钾功能，减轻纳滤装置的镁锂分离负荷，同时要求不影响最后提锂尾液的提钾。我们认为，原卤提锂的重要意义在于：

- 实现提锂段的前移，流程上无须先提钾再提锂，锂可作为主产品，而提锂的尾液仍可根据需要进行钾肥和硼酸的提取；
- 由于无须盐田沉淀，因此避免了锂在盐田中的夹带损失，综合收率可从目前的不足 30%大幅提升至 50%~60%（理想情形可超 70%），这等同于再造一个资源，同样的资源禀赋、同样的抽卤强度，可支撑更大规模、甚至倍增的锂盐产能；
- 抽取的原卤仅需进行预处理，提锂周期可显著缩短至以周度、甚至日度来衡量，在青海的盐湖项目上，生产周期可从 2-3 年缩短至 2 个月以内；
- 对于盐田面积的要求大幅降低，显著降低环境足迹、助力 ESG，此外我们需要认识到，受制于地形和自然生态，未来并不是每个盐湖都适合、都可以建设盐田；
- 伴随工艺进步，未来水耗/电耗/试剂消耗等均有 20%-60%的下降空间。

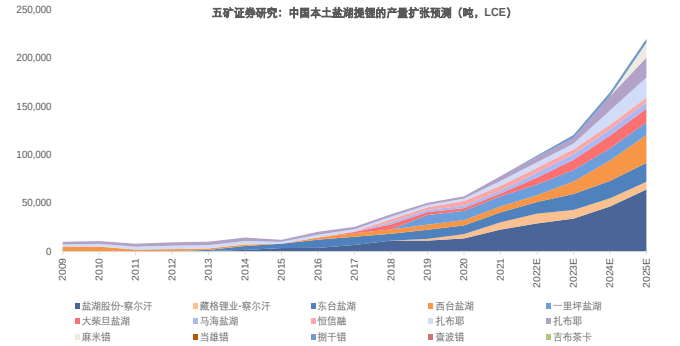
实现原卤提锂的难点无疑在于高选择性的吸附剂（或萃取剂），在同等情形下原卤提锂意味着吸附系统集成装置需要处理的卤水量将显著大增，技术难点将从镁锂分离转向钠锂分离。目前部分领军的吸附分离材料生产商已可实现老卤吸附和原卤吸附的通用性，可按需进行切换。产业目前对于原卤提锂的争议主要在于，认为通过改进盐田系统、精益生产，回收率优化的空间依然较大，或可在盐田中滩晒除钠之后便进行提锂、最后提钾，同样可实现“提锂环节前移”，不必前移至原卤、导致浓缩分离装置的卤水处理量过大。站在实际生产的角度，这无疑是务实的建议，但对于锂行业的发展而言，原卤提锂的技术革命意义更大。

图表 10：中国盐湖提锂的总产能有望在 2025 年提升至约 30 万吨 LCE



资料来源：各公司公告， 五矿证券研究所预测

图表 11：青海盐湖提锂的产量逐步放大，从边际供给走向主流之一



资料来源：各公司公告， 五矿证券研究所预测

图表 12：中国在产、在建的盐湖提锂产能及其工艺选择

锂盐湖名称	所在国/地区	投产时间	运营商	2021 年盐湖提锂产能情况	状态	工艺路线
察尔汗盐湖	中国青海	2017	盐湖股份	蓝科锂业-碳酸锂 3 万吨 规划盐湖比亚迪-碳酸锂 3 万吨 规划盐湖股份-碳酸锂 2 万吨+氯化锂 2 万吨	在产中	采用吸附法+膜浓缩工艺
察尔汗盐湖	中国青海	2019	藏格锂业	碳酸锂 1 万吨	在产中	采用吸附法+膜浓缩工艺
东台吉乃尔盐湖	中国青海	2006	东台锂资源	碳酸锂 2 万吨（目标 3 万吨）	在产中	电渗析
西台吉乃尔盐湖	中国青海	2007	青海中信国安	碳酸锂 1 万吨 规划采用膜法新建碳酸锂 2.5 万吨	在产中	老线煅烧法 膜法中试 2000 吨已试料成功
外购西台老卤	中国青海	2018	恒信融锂业	碳酸锂 2 万吨	在产中	纳滤反渗透膜法
一里坪盐湖	中国青海	2019	五矿盐湖	碳酸锂 1.4 万吨	在产中	采用“梯度耦合膜分离技术”和“多级锂离子浓缩高镁锂比卤水提取技术”结合
巴伦马海盐湖	中国青海	2017	锦泰锂业	碳酸锂 7000 吨	在产中	采用萃取+吸附法提锂
扎布耶盐湖	中国西藏	2006 太阳池 投产	西藏矿业	65%碳酸锂结晶体 7000 吨 （目标 1 万吨） 规划碳酸锂 1.2 万吨	在产中	结晶体为太阳池沉淀法，碳酸锂采用膜法 正推进吸附耦合膜法生产氢氧化锂中试，其中吸附剂为钛系离子筛
捌仟错盐湖	中国西藏	-	金圆股份	规划一期碳酸锂 2000 吨， 二期碳酸锂扩大至 0.8-1 万吨	在建中	电化学脱嵌法
拉果错盐湖	中国西藏	-	紫金矿业	规划碳酸锂 2 万吨，远期 5 万吨	推进中	采用吸附法+膜法
大柴旦盐湖	中国青海	-	金海锂业	规划碳酸锂/氢氧化锂 3 万吨， 其中一期 1 万吨	推进中	吸附法提锂
大柴旦盐湖	中国青海	-	金海锂业	规划氯化锂 1000 吨	推进中	吸附+膜法
大柴旦盐湖	中国青海	-	金昆仑	规划碳酸锂 5000 吨	推进中	吸附+膜法
结则茶卡盐湖	中国西藏	-	国能矿业	规划氢氧化锂 1 万吨	推进中	与蓝晓签订吸附法提锂合约
麻米错盐湖	中国西藏	-	藏青基金	规划碳酸锂 5 万吨	推进中	采用吸附法+膜法
当雄错盐湖	中国西藏	-	西藏旭升矿业	-	推进中	-

班戈错盐湖	中国西藏	-	西藏中鑫	中试中，远期规划氯化锂 1 万吨	推进中	吸附法
扎仓茶卡盐湖	中国西藏	-	西藏鹏程矿业	-	推进中	-
罗布泊盐湖	中国新疆	-	国投罗钾	规划碳酸锂 5000 吨	推进中	吸附+膜法
宣汉深层卤水	中国四川	-	无商业化案例，有恒成锂钾中试基地和汉威锂钾中试基地，赣锋和当地政府亦有合作，可采用吸附法			
海西深层卤水	中国青海	-	无商业化案例，赣锋锂业、藏格矿业、恒信融、中农集团、金藏膜等企业均有探矿权布局			

资料来源：各公司公告，五矿证券研究所整理

关于提锂技术服务商的思考

第一，我们认为高位运行的锂价将在未来 3-5 年为专业的锂技术服务商带来历史性的发展机遇。即便 2023 年锂盐价格走出高位震荡、出现一定程度的高位回调，我们预计更将刺激全球的锂资源商尽可能加快在手项目的投建速度，尤其以高估值获取的资源、投产转化的动力将更加迫切。在盐湖提锂领域，采用原卤吸附等创新技术可更快的抓住市场机遇，这将增加资源商对于外部专业锂技术服务商的需求。

第二，面对陡峭的全球需求曲线，长期看，加大资源的开发力度总将面临开采条件、自然条件、生态环保、社区关系等因素的掣肘，而技术创新则是在施“巧劲”，将有限的资源发挥出极致的价值，未来“绿色高效提锂”将成为大趋势。

第三，虽然经典的蒸发沉淀是最符合元素析出的自然规律、最大化利用太阳能、最稳妥的工艺路径，但我们需要看到，例如西藏的盐湖锂资源开发、在阿根廷零散矿权上的盐湖提锂、包括未来对于油气田深部卤水的锂资源综合利用，受到环保要求和地形的掣肘，无法或并不适合建设大规模的盐田，同时在次优禀赋的项目上（蒸发率不理想、锂浓度低、镁锂比高）蒸发沉淀的效率也将明显降低。在全球一线项目开发完毕后，上述情形将在未来的资源开发中更为普遍，将导致以原卤吸附为代表的直接提锂技术（DLE）从可选项愈发演变为必选项。

第四，在吸附+膜工艺中，我们建议重视具备较高壁垒的吸附分离材料及其系统集成装置。根据特定的卤水组分，定制开发具备高选择性、吸附容量大、溶损率低的吸附分离材料无疑是核心。而在吸附材料的基础上，从固定床式到阀阵式、转盘式，一套高效的吸附系统集成装置对于产能的达产达效同样重要。

第五，在投资标的上，可关注在盐湖提锂领域长期耕耘、实战经验丰富的蓝晓科技（吸附树脂底蕴深厚，盐湖提锂的吸附分离材料、系统集成装置行业领先）、久吾高科（膜法经验丰富、开始突破吸附分离材料）。

图表 13：截至 2022 年 11 月底，全球盐湖提锂规划建设产能已达到 91 万吨，而盐湖提锂新工艺产能占比 72%

项目	已公告的盐湖提锂规划产能	LCE 产能	是否为提锂新工艺	新工艺 LCE 产能
SQM-智利 Atacama	碳酸锂增加 2 万吨至 17 万吨	2.0	否，但将 DLE 工艺引入未来盐湖项目中	-
Livent-阿根廷 Fenix	碳酸锂增加 8 万吨至 10 万吨	8.0	主要是吸附法，3 万吨为沉淀法	5.0
Allkem-阿根廷 Olaroz	碳酸锂新增 2.5 万吨	2.5	否	-
阿根廷 Cauchari-Olaroz	一期规划碳酸锂 4 万吨，二期规划碳酸锂≥2 万吨	6.0	否	-
阿根廷 Mariana	氯化锂规划 2 万吨	1.7	否	-
阿根廷 Sal de Vida	一期规划碳酸锂 1.5 万吨，二期规划碳酸锂 3 万吨	4.5	否，改良沉淀法	-
阿根廷 3Q Project	一期规划碳酸锂 2 万吨，远期规划至 4-6 万吨	5.0	否	-
阿根廷 SDLA	新增碳酸锂 5 万吨	5.0	是，吸附法	5.0
POSCO-阿根廷 Sal de Oro	一期规划氢氧化锂 2.5 万吨，二期规划 2.5 万吨氢氧化锂	4.4	是，采用自主研发的 PosLX 提锂工艺	4.4
Rio Tinto-阿根廷 Rincon	碳酸锂规划 5 万吨	5.0	是，原卤吸附+膜分离	5.0
阿根廷 Centenario-Ratones	碳酸锂规划 2.4 万吨	2.4	是，吸附+膜分离	2.4
阿根廷 Kachi	碳酸锂当量规划 5 万吨	5.0	是，新型离子交换提锂	5.0
ALB-美国 Silver Peak	碳酸锂增加 0.6 万吨至 1.2 万吨	0.6	否	-
美国 Lanxess+Trtra 项目	碳酸锂规划 2.09 万吨和氢氧化锂规划 3 万吨	4.7	是，LiSTR+SiFT（陶瓷吸附+高压反渗透）	4.7
加拿大 Clearw ater 油气提锂	氢氧化锂规划 2 万吨	1.8	是，采用自主研发工艺实现吸附直接提锂	1.8
德国 Vulcan Energy	氢氧化锂规划 4 万吨	3.5	是，吸附直接提锂	3.5
海外规划建设产能合计		62.1	海外新工艺规划产能合计	36.8
青海盐湖股份-察尔汗[1]	碳酸锂增加 3+2 万吨至 8 万吨；氯化锂规划 2 万吨	6.7	是，吸附法	6.7
青海东台吉乃尔	碳酸锂增加 1 万吨至 3 万吨	1.0	是，电渗析法	1.0
青海西台吉乃尔	碳酸锂增加 2.5 万吨至 3.5 万吨	2.5	是，老线煅烧，新线膜法	2.5
青海金海锂业-大柴旦	碳酸锂/氢氧化锂规划 3 万吨；氯化锂规划 1000 吨	3.1	是，吸附+膜法	3.1
青海金昆仑-大柴旦	碳酸锂规划 0.5 万吨	0.5	是，吸附+膜法	0.5
西藏扎布耶	65%碳酸锂结晶体增加 0.3 万吨至 1 万吨 碳酸锂规划 1.2 万吨	1.4	部分是，正推进吸附+膜法直接生产氢氧化锂中试	1.2
西藏结则茶卡	氢氧化锂规划 1 万吨	0.9	是，吸附提锂	0.9
西藏麻米错	碳酸锂规划 5 万吨	5.0	是，吸附+膜法	5.0
西藏拉果错	碳酸锂规划 2 万吨，远期碳酸锂规划 5 万吨	5.0	是，吸附+膜法	5.0
西藏捌仟错	碳酸锂规划 0.2 万吨，远期规划扩大至 0.8-1 万吨	1.0	是，电化学脱嵌法	1.0
西藏班戈错	中试推进中，规划氯化锂 1 万吨	0.9	是，吸附法	0.9
新疆罗布泊	碳酸锂规划 0.5 万吨	0.5	是，吸附膜法	0.5
中国规划建设产能合计		28.5	中国新工艺规划产能合计	28.3
规划建设产能合计		90.6	新工艺规划产能合计	65.0

资料来源：各公司公告，五矿证券研究所（注 1：盐湖股份产能含比亚迪合资产能）

风险提示

1、若全球锂矿供给释放超预期、同时新能源汽车的推广低预期，将导致锂产品价格中枢的再度下滑；

2、若替代电池路径产业化，将削弱动力电池及储能应用对于锂的需求强度和需求刚性。

分析师声明

作者在中国证券业协会登记为证券投资咨询(分析师)，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。作者保证：（i）本报告所采用的数据均来自合规渠道；（ii）本报告分析逻辑基于作者的职业理解，并清晰准确地反映了作者的研究观点；（iii）本报告结论不受任何第三方的授意或影响；（iv）不存在任何利益冲突；（v）英文版翻译若与中文版有所歧义，以中文版报告为准；特此声明。

投资评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 到 12 个月内的相对市场表现，也即：以报告发布日后的 6 到 12 个月内的公司股价(或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A 股市场以沪深 300 指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	股票评级	买入	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报在 20%及以上；
		增持	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报介于 5%～20%之间；
		持有	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报介于-10%～5%之间；
		卖出	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报在-10%及以下；
		无评级	预期对于个股未来 6 个月市场表现与基准指数相比无明确观点。
	行业评级	看好	预期行业整体回报高于基准指数整体水平 10%以上；
		中性	预期行业整体回报介于基准指数整体水平-10%～10%之间；
		看淡	预期行业整体回报低于基准指数整体水平-10%以下。

一般声明

五矿证券有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本公司不会因接收人收到本报告即视其为客户，本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。本报告的版权仅为本公司所有，未经本公司书面许可，任何机构和个人不得以任何形式对本研究报告的任何部分以任何方式制作任何形式的翻版、复制或再次分发给任何其他人。如引用须联络五矿证券研究所获得许可后，再注明出处为五矿证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。在刊载或者转发本证券研究报告或者摘要的同时，也应注明本报告的发布人和发布日期及提示使用证券研究报告的风险。若未经授权刊载或者转发本报告的，本公司将保留向其追究法律责任的权利。若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。
本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入或将产生波动；在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告；本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。
本报告的作者是基于独立、客观、公正和审慎的原则制作本研究报告。本报告的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含信息和建议不发生任何变更。本公司已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不包含作者对证券价格涨跌或市场走势的确定性判断。在任何情况下，报告中的信息或意见不构成对任何人的投资建议，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。本公司及作者在自身所知情范围内，与本报告中所评价或推荐的证券不存在法律法规要求披露或采取限制、静默措施的利益冲突。
五矿证券版权所有。保留一切权利。

特别声明

在法律许可的情况下，五矿证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到五矿证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

联系我们

上海

地址：上海市浦东新区东方路 69 号裕景国际商务广场 A 座 2208 室
邮编：200120

深圳

地址：深圳市南山区滨海大道 3165 号五矿金融大厦 23 层
邮编：518035

北京

地址：北京市海淀区首体南路 9 号 4 楼 603 室
邮编：100037

Analyst Certification

The research analyst is primarily responsible for the content of this report, in whole or in part. The analyst has the Securities Investment Advisory Certification granted by the Securities Association of China. Besides, the analyst independently and objectively issues this report holding a diligent attitude. We hereby declare that (1) all the data used herein is gathered from legitimate sources; (2) the research is based on analyst's professional understanding, and accurately reflects his/her views; (3) the analyst has not been placed under any undue influence or intervention from a third party in compiling this report; (4) there is no conflict of interest; (5) in case of ambiguity due to the translation of the report, the original version in Chinese shall prevail.

Investment Rating Definitions

The rating criteria of investment recommendations

The ratings contained herein are classified into company ratings and sector ratings (unless otherwise stated). The rating criteria is the relative market performance between 6 and 12 months after the report's date of issue, i.e. based on the range of rise and fall of the company's stock price (or industry index) compared to the benchmark index. Specifically, the CSI 300 Index is the benchmark index of the A-share market. The Hang Seng Index is the benchmark index of the HK market. The NASDAQ Composite Index or the S&P 500 Index is the benchmark index of the U.S. market.

	Ratings	Definitions
Company Ratings	BUY	Stock return is expected to outperform the benchmark index by more than 20%;
	ACCUMULATE	Stock relative performance is expected to range between 5% and 20%;
	HOLD	Stock relative performance is expected to range between -10% and 5%;
	SELL	Stock return is expected to underperform the benchmark index by more than 10%;
	NOT RATED	No clear view of the stock relative performance over the next 6 months.
Sector Ratings	POSITIVE	Overall sector return is expected to outperform the benchmark index by more than 10%;
	NEUTRAL	Overall sector expected relative performance ranges between -10% and 10%;
	CAUTIOUS	Overall sector return is expected to underperform the benchmark index by more than 10%.

General Disclaimer

Minmetals Securities Co., Ltd. (or "the company") is licensed to carry on securities investment advisory business by the China Securities Regulatory Commission. The Company will not deem any person as its client notwithstanding his/her receipt of this report. The report is issued only under permit of relevant laws and regulations, solely for the purpose of providing information. The report should not be used or considered as an offer or the solicitation of an offer to sell, buy or subscribe for securities or other financial instruments. The information presented in the report is under the copyright of the company. Without the written permission of the company, none of the institutions or individuals shall duplicate, copy, or redistribute any part of this report, in any form, to any other institutions or individuals. The party who quotes the report should contact the company directly to request permission, specify the source as Equity Research Department of Minmetals Securities, and should not make any change to the information in a manner contrary to the original intention. The party who re-publishes or forwards the research report or part of the report shall indicate the issuer, the date of issue, and the risk of using the report. Otherwise, the company will reserve its right to taking legal action. If any other institution (or "this institution") redistributes this report, this institution will be solely responsible for its redistribution. The information, opinions, and inferences herein only reflect the judgment of the company on the date of issue. Prices, values as well as the returns of securities or the underlying assets herein may fluctuate. At different periods, the company may issue reports with inconsistent information, opinions, and inferences, and does not guarantee the information contained herein is kept up to date. Meanwhile, the information contained herein is subject to change without any prior notice. Investors should pay attention to the updates or modifications. The analyst wrote the report based on principles of independence, objectivity, fairness, and prudence. Information contained herein was obtained from publicly available sources. However, the company makes no warranty of accuracy or completeness of information, and does not guarantee the information and recommendations contained do not change. The company strives to be objective and fair in the report's content. However, opinions, conclusions, and recommendations herein are only for reference, and do not contain any certain judgments about the changes in the stock price or the market. Under no circumstance shall the information contained or opinions expressed herein form investment recommendations to anyone. The company or analysts have no responsibility for any investment decision based on this report. Neither the company, nor its employees, or affiliates shall guarantee any certain return, share any profits with investors, and be liable to any investors for any losses caused by use of the content herein. The company and its analysts, to the extent of their awareness, have no conflict of interest which is required to be disclosed, or taken restrictive or silent measures by the laws with the stock evaluated or recommended in this report.

Minmetals Securities Co. Ltd. 2019. All rights reserved.

Special Disclaimer

Permitted by laws, Minmetals Securities Co., Ltd. may hold and trade the securities of companies mentioned herein, and may provide or seek to provide investment banking, financial consulting, financial products, and other financial services for these companies. Therefore, investors should be aware that Minmetals Securities Co., Ltd. or other related parties may have potential conflicts of interest which may affect the objectivity of the report. Investors should not make investment decisions solely based on this report.

Contact us

Shanghai

Address: Room 2208, 22F, Block A, Eton Place, No.69 Dongfang Road, Pudong New District, Shanghai
Postcode: 200120

Shenzhen

Address: 23F, Minmetals Financial Center, 3165 Binhai Avenue, Nanshan District, Shenzhen
Postcode: 518035

Beijing

Address: Room 603, 4F, No.9 Shoutinan Road, Haidian District, Beijing

Postcode: 100037