

盐湖提锂：技术革命，成本下行，放量可期

——锂行业深度②



行业评级	看好 中性 看淡 (维持)
国家/地区	中国
行业	有色金属行业
报告发布日期	2021年08月11日



证券分析师 刘洋
021-63325888*6084
liuyang3@orientsec.com.cn
执业证书编号：S0860520010002

联系人 李一冉
liyiran@orientsec.com.cn

核心观点

- **新能源将显著拉动锂需求量，盐湖开发势在必行。**全球范围内盐湖锂资源较为丰富，占全球锂资源量约 64%，并且不同于矿石锂资源集中在澳大利亚，盐湖锂资源集中分布在南美和我国青藏高原，盐湖的开发对我国新能源产业供应链安全至关重要。
- **我国盐湖“以勤补拙”，吸附法和膜法已具备竞争力，或成为主流工艺。**南美盐湖资源量大、锂含量高、镁锂比低，可采用成熟、简单的沉淀法。而我国盐湖由于资源禀赋较差，难以照搬海外的提锂工艺，在自主研发工艺上进行了较长时间的摸索，其中吸附法和膜分离法由于环保且具经济性，或成为未来我国盐湖提锂的主流工艺。
- **盐湖开发具有显著的规模效应，高 Capex，低 Opex。**盐湖建设资本开支较大，约为矿山锂项目的 3 倍，但一旦建成，现金成本较矿山锂或更具经济性，周期低谷时的现金成本曲线很好地反映了这一点，无论是生产氢氧化锂还是碳酸锂，成本曲线最左端基本被盐湖项目占据。未来盐湖锂之于矿石锂，或如红土镍矿之于硫化镍矿，对未来行业成本曲线、锂资源供应结构的演变产生重要影响。

投资建议与投资标的

- **建议关注两条主线：**一是关注资源端，具备盐湖锂资源、新增产能陆续投放的 **赣锋锂业(002460, 未评级)**、**盐湖股份(000792, 未评级)**、**科达制造(600499, 未评级)**、**藏格控股(000408, 未评级)**等；二是关注技术端受益于盐湖提锂扩张的公司，如**蓝晓科技(300487, 未评级)**、**久吾高科(300631, 未评级)**、**唯赛勃(688718, 未评级)**等。

风险提示

- 锂盐价格下跌的风险。
- 全球锂盐需求不及预期风险。
- 盐湖工艺进步不及预期风险。
- 海内外疫情反复风险。

目 录

1 前言：锂需求快速增长，盐湖提锂开发势在必行	5
2 盐湖画像：南美多用沉淀法，我国吸附法和膜法已进入产业化阶段	7
2.1 全球盐湖分布及特征：集中在南美“锂三角”和我国青藏高原	7
2.2 盐湖提锂工艺：中低镁锂比用沉淀法，高镁锂比主要采用吸附和膜分离法	10
2.3 未来发展方向：原卤提锂是降低盐田资本开支、缩短晒卤周期的主要探索方向	14
3 盐湖提锂开发特点：高 Capex，低 Opex，规模效应显著	16
3.1 资本开支大：盐湖项目投资密度约为矿山项目的 3 倍	16
3.2 产能爬坡慢：盐湖项目一般需要 1-3 年满产，矿山一般仅需 1 年	18
3.2 现金成本低：直接生产成本明显低于矿山项目	19
4 投资建议：建议关注具备盐湖资源或受益于盐湖扩张的上市公司	22
5 风险提示	24

图表目录

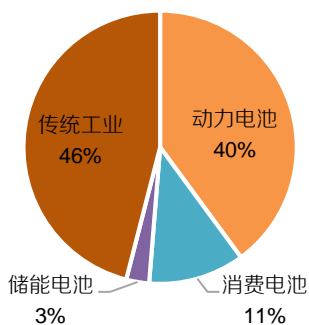
图 1: 2020 年全球锂资源 40%用于动力电池	5
图 2: 2020-2025 年全球新能源汽车产量(万辆).....	5
图 3: 各国锂资源量占比.....	6
图 4: 卤水和矿山锂资源量占比.....	6
图 5: 前五大锂生产国中澳大利亚资源量最少但产量最高, 源于其锂以矿石形式赋存.....	6
图 6: 全球主要盐湖分布.....	7
图 7: 我国青藏高原盐湖分布	8
图 8: 南美盐湖分布.....	8
图 9: 卤水锂资源量大(横轴, 百万吨)但锂含量低(纵轴, %)	8
图 10: 第一梯队盐湖主要集中在南美, 我国盐湖锂含量和规模劣于南美盐湖	8
图 11: 除扎布耶盐湖, 我国其余盐湖不仅规模小, 而且锂含量低或者镁锂比高.....	9
图 12: 盐湖提锂工艺流程.....	10
图 13: 分步沉淀法流程图.....	11
图 14: Livent 工艺: 先晒卤后吸附, 盐田规模更小, 晒卤周期更短.....	12
图 15: 西藏矿业扎布耶盐湖提锂工艺.....	13
图 16: 太阳池示意图.....	13
图 17: 国内青海主要盐湖均采用吸附、膜分离法	14
图 18: 盐湖和矿山的投资密度(纵轴, 美元/吨)和设计产能(横轴, 万吨)对比.....	16
图 19: 盐湖和矿山的投资密度(纵轴, 美元/吨)和设计产能(横轴, 万吨), 考虑锂矿山+国内加工厂投资后.....	17
图 20: 国内碳酸锂产能尚较为充足, 开工率不足 70%.....	17
图 21: 盐湖的投资密度与锂浓度高度相关.....	17
图 22: 盐湖和矿山项目开发周期对比.....	18
图 23: 在产和待开发盐湖现金成本对比, 不考虑资源税	19
图 24: 在产和待开发盐湖现金成本对比, 考虑 LCE7000\$/t 下的资源税后	19
图 25: 在产和待开发的盐湖和矿山项目制成碳酸锂生产成本曲线(\$7,000/t LCE)	20
图 26: 在产和待开发的盐湖和矿山项目制成氢氧化锂生产成本曲线(\$7,000/t LCE)	21
图 27: 盐湖提锂行业全景图及相关上市公司	22
表 1: 全球重要盐湖卤水型锂矿床的基础数据, 按锂含量从高往低排序	9
表 2: 按化学性质适用的卤水提锂工艺	10
表 3: 南美盐湖以分步沉淀法为主, 现金成本与锂浓度高度相关.....	11
表 4: 我国发展出的提锂工艺	13

表 5：原卤提锂与传统沉淀法对比	15
表 6：CORFO 对碳酸锂和氢氧化锂征收资源税税率	19

1 前言：锂需求快速增长，盐湖提锂开发势在必行

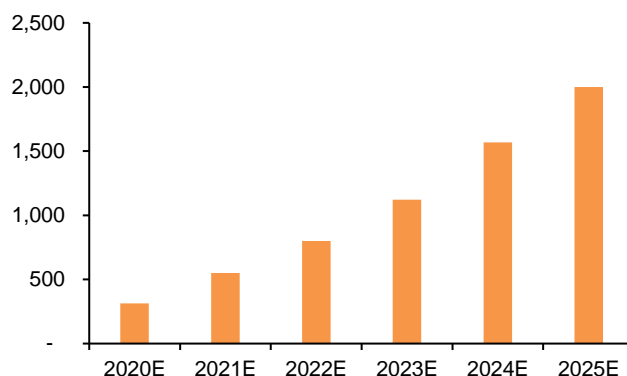
新能源浪潮下，锂资源的需求将快速提升。在我们6月发布的2021年中期策略报告《锂、铝、特材或维持高景气》中提到，2020年全球锂资源需求总量为36.78万吨（以LCE计），其中40%用于动力电池生产。根据东方证券研究所新能源汽车产业链团队2021年6月1日发布的《新能源驱动电机：老赛道孕育新确定性，聚焦电机或大有可为》做出的预测，2020-2025年全球新能源汽车产能年复合增长率将达45%。到2025年动力电池或将成为锂资源第一大下游应用，为未来锂资源需求增长最大的动力源泉。

图 1：2020 年全球锂资源 40% 用于动力电池



资料来源：Roskill, IEA, 东方证券研究所

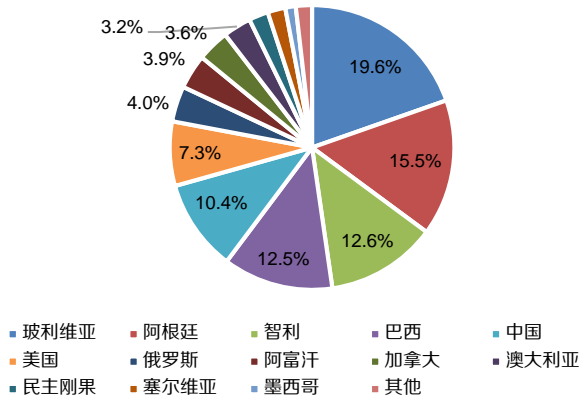
图 2：2020-2025 年全球新能源汽车产量(万辆)



资料来源：EV Sales, 东方证券研究所

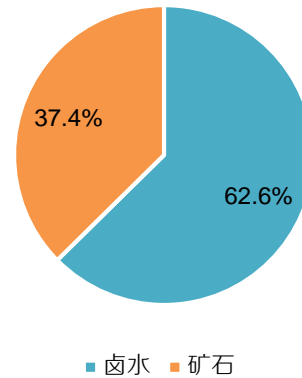
全球锂资源中 62.6% 为卤水锂，贡献了 20 年全球约 45% 的锂产量。全球目前可利用的锂资源主要有两类：卤水锂和矿石锂，根据苏彤等 2019 年于《盐湖研究》发表的《全球锂资源综合评述》，全球锂资源量(以金属锂计)约为 5195.6 万吨，卤水锂占 62.6% 达 3253.8 万吨，矿石锂占比 37.4% 达 1941.8 万吨。玻利维亚、阿根廷和智利“锂三角”集中了 70% 以上的卤水锂资源，锂资源总量位列全球前三，在全球占比合计达 47.7%。我国锂资源总量位列全球第五位，占比达 10.4%。而产量位居全球第一的澳大利亚锂资源量占比仅为 3%，位列第十。

图 3：各国锂资源量占比



资料来源：苏彤等 2019 年于《盐湖研究》发表的《全球锂资源综合评述》，
东方证券研究所

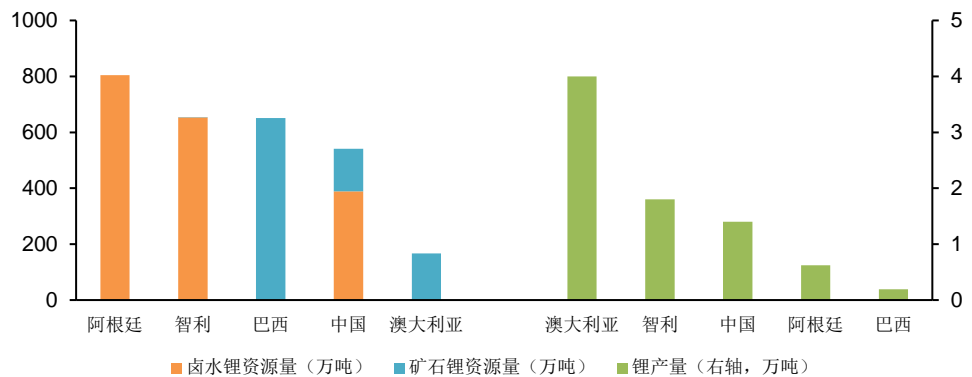
图 4：卤水和矿山锂资源量占比



资料来源：苏彤等 2019 年于《盐湖研究》发表的《全球锂资源综合评述》，
东方证券研究所

矿山锂开发程度远高于盐湖，澳大利亚尽管锂资源占比仅为 3%，但贡献了 2020 年全球近 50% 的锂资源供应量。澳大利亚的锂资源几乎均为矿石锂，尽管资源量规模小于卤水，但矿石提锂工艺较为成熟，易于开发，因此资源利用程度较高。而我国虽然锂资源量并不稀缺，但多为卤水型盐湖锂（卤水型仅为盐湖的一种，后文“盐湖”即指“卤水型盐湖”），占我国锂资源量约 72%。由于盐湖提锂工艺发展较晚，尤其是我国盐湖相对于“锂三角”的盐湖资源禀赋更差，提锂流程和工艺更为复杂，因此锂资源利用程度远低于澳大利亚。

图 5：前五大锂生产国中澳大利亚资源量最少但产量最高，源于其锂以矿石形式赋存



资料来源：Statista，苏彤等 2019 年于《盐湖研究》发表的《全球锂资源综合评述》，东方证券研究所

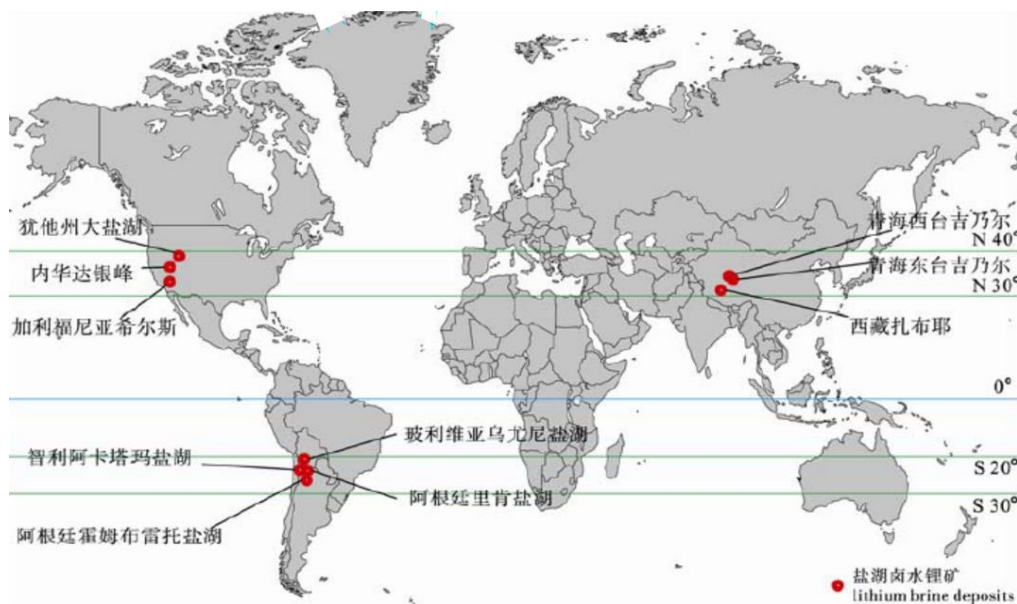
随着新能源汽车的快速发展，锂资源需求日渐增长，而中澳关系紧张以西澳锂矿山的高集中度日益提升的背景下，锂资源自给的重要性愈发凸显。如何能发挥盐湖锂的规模优势，尤其是我国赋存的盐湖锂资源的开发，对我国未来新能源汽车和储能产业的发展至关重要。本文将对盐湖锂资源的特点、生产工艺、及开发现状进行论述，以期对盐湖提锂的发展前景进行判断。

2 盐湖画像：南美多用沉淀法，我国吸附法和膜法已进入产业化阶段

2.1 全球盐湖分布及特征：集中在南美“锂三角”和我国青藏高原

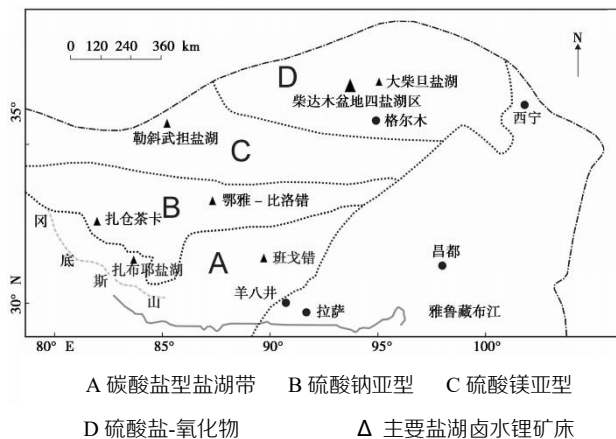
卤水主要在温带和热带干旱区、海拔较高的区位形成。卤水型盐湖的形成分布特征与地质构造和气候带类型有着密切的关联，一般形成在干旱少雨气候下的封闭汇水盆地内，并且周围新生代火山活动频繁，可为盐湖锂资源形成提供主要的物质来源。这样的形成条件也决定了全球盐湖主要分布在北纬30-40度的温带干旱气候区，以及南纬的20-30度热带干旱区，并且所处海拔一般较高。按国家来看，主要分布在南美“锂三角”（玻利维亚、智利和阿根廷）和我国青藏高原。

图 6：全球主要盐湖分布



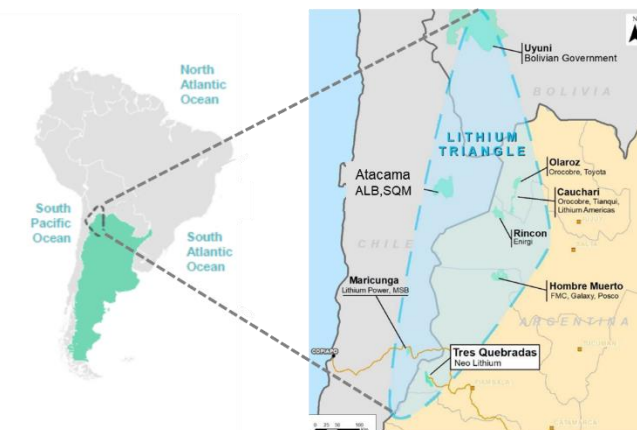
资料来源：高峰等 2011 年于《地球学报》发表的《盐湖卤水锂资源及开发进展》，东方证券研究所

图 7：我国青藏高原盐湖分布



资料来源：高春亮等 2020 年于《盐湖研究》发表的《全球盐湖卤水锂矿床的分布特征及控制因素》，东方证券研究所

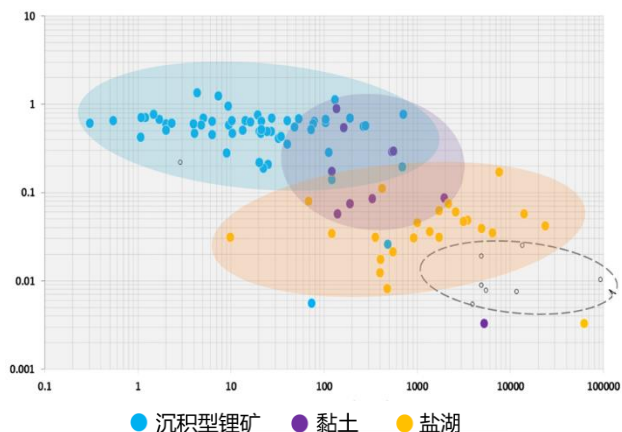
图 8：南美盐湖分布



资料来源：South Lithium，东方证券研究所

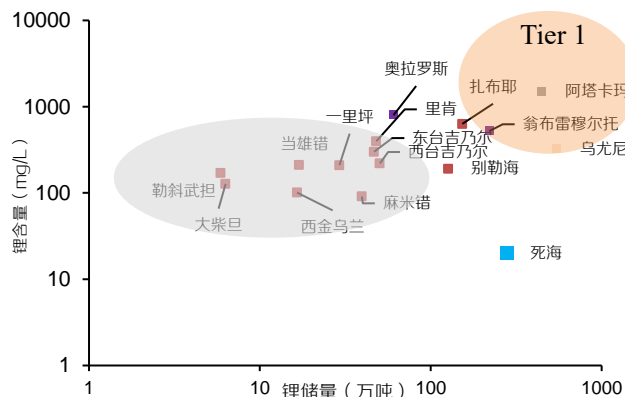
卤水锂资源一般锂含量较低。不同于矿石型较高的锂含量（锂含量在 0.3-2.4%），盐湖锂含量较低，一般为 0.09-0.32%。南美地区主要的盐湖锂含量介于 321-1500mg/L，阿塔卡马为锂含量最高的盐湖。我国盐湖锂含量显著低于南美地区，仅西藏扎布耶盐湖锂含量与南美地区较为接近，为 632mg/L，其余均不高于 300mg/L。

图 9：卤水锂资源量大（横轴，百万吨）但锂含量低（纵轴，%）



资料来源：MinEx Consulting，东方证券研究所

图 10：第一梯队盐湖主要集中在南美，我国盐湖锂含量和规模劣于南美盐湖

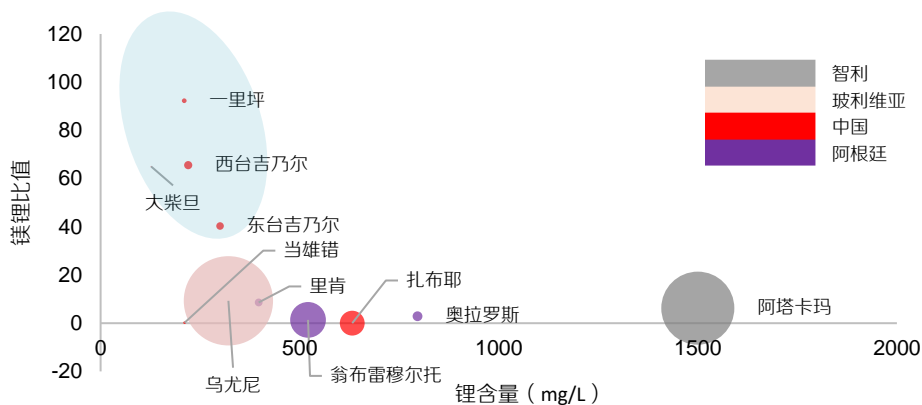


资料来源：苏彤等 2019 年于《盐湖研究》发表的《全球锂资源综合评述》，东方证券研究所

卤水化学成分复杂，镁锂比的高低对提锂工艺的难易起重要作用，我国盐湖镁锂比比较南美存在明显劣势。不同地域的盐湖卤水成分相差较大，按化学成分可分为碳酸盐型、硫酸盐型（硫酸钠亚型、硫酸镁亚型）和氯化物三类，南美“锂三角”和青藏高原地区均以硫酸盐型为主，西藏扎布耶是为

数不多的碳酸盐型富锂盐湖，氯化物型盐湖则更为稀少。卤水不同的化学成分决定了后续提锂工艺的选择，其中镁与锂的化学性质较为相似，是较难分离的元素，碳酸盐型卤水镁锂比一般最低，氯化物型镁锂比一般较高，硫酸盐型盐湖的镁锂比差别较大。除了规模和锂含量，我国盐湖在镁锂比上较南美盐湖也存在显著劣势，这对提锂工艺提出了更大的挑战，也是导致我国盐湖提锂起步较晚的主要原因之一。

图 11：除扎布耶盐湖，我国其余盐湖不仅规模小，而且锂含量低或者镁锂比高



注：气泡大小代表储量规模

资料来源：苏彤等 2019 年于《盐湖研究》发表的《全球锂资源综合评述》，东方证券研究所

表 1：全球重要盐湖卤水型锂矿床的基础数据，按锂含量从高往低排序

盐湖名称	地理位置	海拔 (m)	面积 (km ²)	降雨量 (mm/a)	蒸发量 (mm/a)	锂含量 (mg/L)	镁锂比	化学类型	锂储量 (以锂金属量计, 万吨)
阿塔卡玛	智利	2300	3000	30	3833	1500	6.23	MS	450
乌拉斯	阿根廷	3900	508	<100	2500	796	2.88	MS	60.5
扎布耶	中国西藏	4422	247	196	2269	632	0.01	SC	153
翁布雷穆尔托	阿根廷	4300	565	20	2300	521	1.37	NS	220
里肯	阿根廷	3700	250	20	3000	397	8.6	NS	48
乌尤尼	玻利维亚	3650	10582	100	1700	321	9.28	MS	550
东台吉乃尔	中国青海	2683	210	18	3102	300	40.32	MS	46.6
西台吉乃尔	中国青海	2680	570	18	2506	220	65.57	MS	50.4
一里坪	中国青海	2600	250	25	3500	210	92.3	MS	29.2
别勒海	中国青海	2681	1500	30	3000	191	0.06	MS	126.7
勒斜武担	中国青海	4867	227	202	1500	171	12800	U	5.9
大柴旦	中国青海	3142	240	80	1800	127	65	MS	6.3
西金乌兰	中国青海	4769	346	425	1500	101	24600	MS	16.5
麻米错	中国西藏	4342	98	128	2342	91	4.11	NS	39.5

注：MS 为硫酸镁亚型；NS 硫酸钠亚型；U 为氯化物型；橙色为我国正在开发的盐湖矿床。

数据来源：高春亮等 2020 年于《盐湖研究》发表的《全球盐湖卤水锂矿床的分布特征及控制因素》，东方证券研究所

2.2 盐湖提锂工艺：中低镁锂比用沉淀法，高镁锂比主要采用吸附和膜分离法

盐湖提锂工艺包括前端卤水开采、中端富集分离，后端产品转化三个环节，工艺的差别主要体现在中端富集分离环节。盐湖前端和后端工艺差别不大，而在中端环节，卤水锂含量低、化学成分复杂的特点决定了卤水提锂工艺的难点就在中端环节——富集分离锂，下文提锂工艺即指中端富集分离环节所涉及的工艺。

图 12：盐湖提锂工艺流程



资料来源：公开资料整理，东方证券研究所

总体来看，盐湖提锂目前已形成了低镁锂比太阳池沉淀法、中低镁锂比分步沉淀法、高镁锂比吸附/膜分离法的工艺选择趋势。

表 2：按化学性质适用的卤水提锂工艺

	卤水化学类型	镁锂比	开发工艺	代表盐湖
低镁锂比卤水	碳酸盐型	<0.1	太阳池沉淀法	扎布耶
中低镁锂比卤水	硫酸盐型	0.1-10	分步沉淀法	阿卡塔玛
高镁锂比卤水	硫酸盐型	10-100	吸附法、膜分离法等及多种分离耦合工艺	台吉乃尔

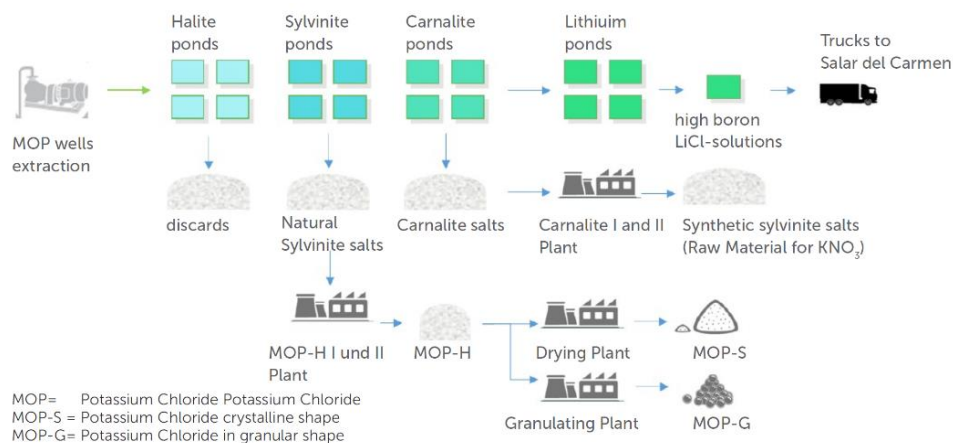
数据来源：高峰等 2011 年于《地球学报》发表的《盐湖卤水锂资源及开发进展》，东方证券研究所

(1) 中低镁锂比盐湖：分步沉淀法

分步沉淀法适用于中低镁锂比卤水，工艺较为成熟，生产成本低，但建设周期长，锂资源利用率低。分步沉淀法即抽取卤水通过盐田多段浓缩后化学沉淀分离锂产品，在盐田蒸发过程中，氯化钠和氯化钾会先后析出，大部分锂被保留在浓缩液中，之后在对浓缩液添加化学试剂脱掉其他杂质，并加入碳酸钠沉淀得到碳酸锂。该方法优点在于工艺成熟可靠、达产后生产成本较低，但盐田建设周期

较长、资本开支较大、产出对恶劣天气敏感，并且盐田分级次数越多，锂夹带损失越大。根据South Lithium公司披露，该工艺锂回收率一般约为40%。分步沉淀法是南美盐湖的主流工艺，因其仅适用于镁锂比较低的盐湖，对于镁锂比较高的盐湖直接采用沉淀法会导致回收率更低。

图 13：分步沉淀法流程图



资料来源：SQM，东方证券研究所

目前南美大型在产盐湖如雅宝的Atacama、Silver Peak，SQM的Atacama，Orocobre的Olaroz盐湖均采用分步沉淀法，在建项目如银河资源的Vida、赣锋锂业和美洲锂业合资的Cauchari-Olaroz也都是采用该工艺。

表 3：南美盐湖以分步沉淀法为主，现金成本与锂浓度高度相关

盐湖/项目名称	位置	公司	项目进展	产能/产量 (万吨 LCE)	现金成本 ¹ (美元/吨 LCE)	单吨投资额 (万美元/ 吨 LCE)	锂浓度 (mg/L)
阿塔卡玛 (Atacama)	智利	ALB (雅宝)	在产	20 年产量 4.2	18-20: 3012-5243 ³ , 银峰预计~4500	—	1600
银峰 (Silver Peak)	美国	ALB	在产	20 年产量 0.2		—	100-200
阿塔卡玛 (Atacama)	阿根廷	SQM	在产	产能10	18-20: 3730-6089 ³ ; 剔除资源税约 2000- 2600	—	1835
Olaroz	阿根廷	Orocobre	在产	产能 1.75	18-20: 4151-4372	1.31	690
Vida	阿根廷	银河资源 ²	在建	设计产能 1.07	可研 3500	1.43	780
Cauchari-Olaroz	阿根廷	赣锋锂业 51%、美洲 锂业 49%	在建	设计产能 4	可研 3576	1.41	480

注：①雅宝和 SQM 成本根据公司披露锂化合物业务利润率、售价等计算而来；Oloraz 现金成本为公司披露口径，不包括资源税、210\$/t 出口税等；在建项目现金成本根据项目可研报告预期。

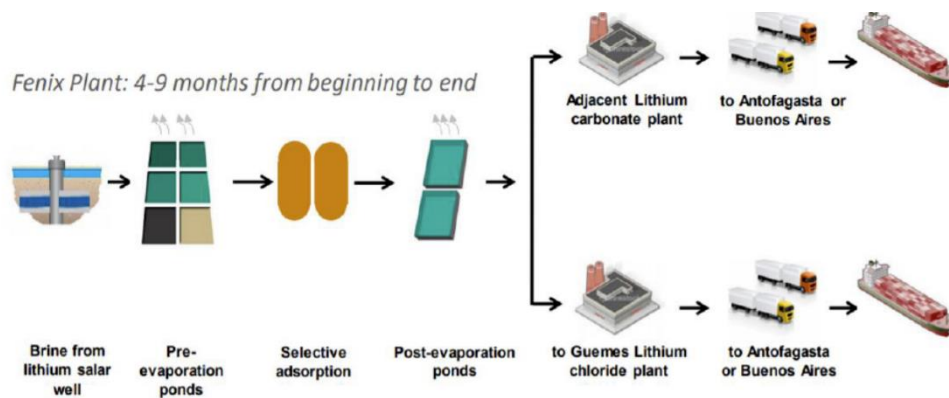
②21 年 4 月，Orocobre 与银河资源联合宣布两家公司将合并，预计该项交易于 8 月中旬完成；

③SQM 和 ALB 现金成本波动较大，主要是受资源税影响；

数据来源：公司公告、东方证券研究所

南美在产盐湖中目前仅 Livent 因地理环境限制，未完全采用分步沉淀法。这主要由于其开采的 Hombre Muerto（翁布雷穆尔托）盐湖位于山谷地带，不具备大规模建设盐田的条件，因此通过引入吸附法，使得建设的盐田规模更小、日晒周期更短。吸附工艺也是我国高镁锂比盐湖采取的工艺之一，在后文将阐述。

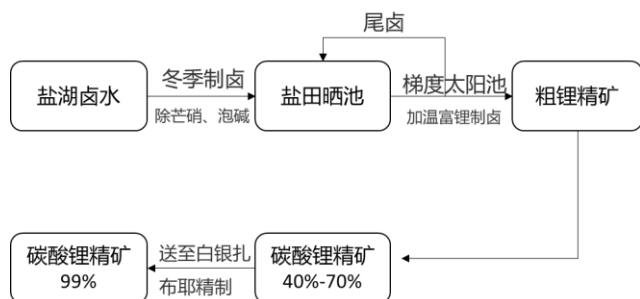
图 14：Livent 工艺：先晒卤后吸附，盐田规模更小，晒卤周期更短



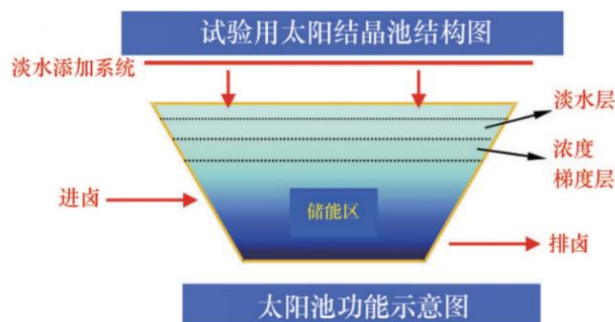
资料来源：Livent 官网，东方证券研究所

（2）低镁锂比盐湖：太阳池沉淀法

国内西藏控股的扎布耶盐湖太阳池沉淀法可以看作分步沉淀法的延伸，由于镁锂比极低，且为碳酸根型，为全球唯一采用该工艺的盐湖。根据高峰等2011年于《地球学报》发表的《盐湖卤水锂资源及其开发进展》一文，扎布耶盐湖为全球唯一在生产开发的碳酸盐型盐湖，它的显著特点就是镁锂比含量低，仅为0.01。经盐田池冷凝蒸发后得到富锂卤水，在灌入太阳池，太阳池效应会使池温升高，逐渐使碳酸锂结晶析出。相比于南美的沉淀法，扎布耶盐湖所需的盐田建设和晒卤周期要求降低，并且由于该盐湖本身富含碳酸根，部分省略了化学沉淀锂的步骤。扎布耶资源禀赋虽好，但当地较高的海拔（4500米以上）、山峦起伏、能源成本较高等经营因素限制了产能的大幅扩张，后端产品转化目前也是运到距离超过2000公里的甘肃白银进行二次加工生产碳酸锂。

图 15：西藏矿业扎布耶盐湖提锂工艺


资料来源：卞贞等 2010 年于《地球学报》发表的《中国盐湖锂资源的产业化现状》，东方证券研究所

图 16：太阳池示意图


资料来源：丁涛等 2020 年于《科技导报》发表的《盐湖卤水提锂技术及产业化发展》，东方证券研究所

(3) 高镁锂比盐湖：吸附/膜分离法

除扎布耶盐湖外，我国大部分盐湖均为高镁锂比盐湖，相对于南美盐湖，在盐田浓缩、化学沉锂基础上还要额外增加镁锂的分离工艺，因此理论上成本比南美盐湖更高。目前我国已探索出多种针对高镁锂比盐湖的提锂工艺，包括吸附交换、膜分离、萃取法、煅烧法等，以及多种富集分离方法耦合的工艺路线，其中已部分产业化或半产业化。下表为几种提锂工艺的对比：

表 4：我国发展出的提锂工艺

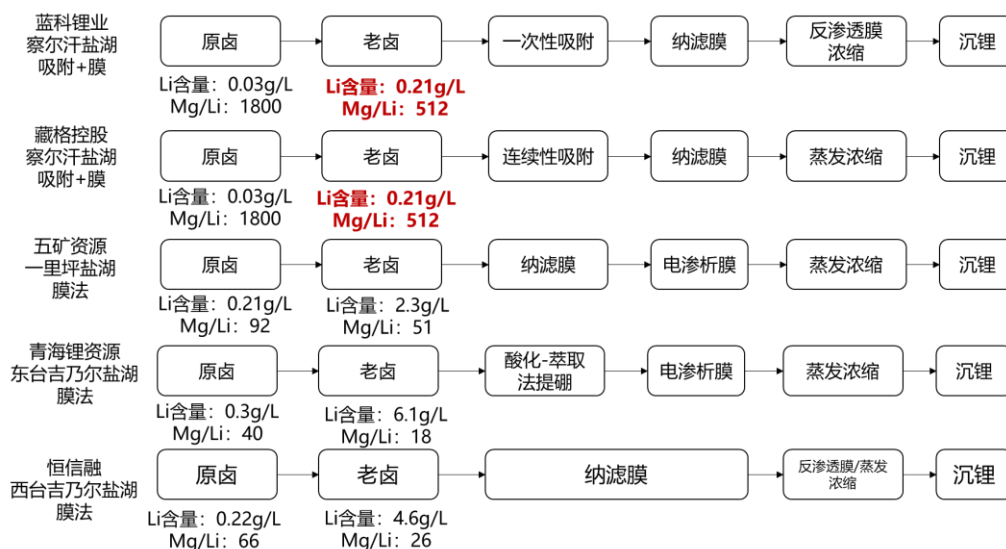
工艺名称	原理	优势	劣势	案例
煅烧法	以提硼后的含锂水氯镁饱和卤水为原料，通过喷雾干燥得到含锂氯化镁，经高温煅烧得含锂氧化镁，经过水洗、除杂、浓缩后加入碳酸钠沉淀析出碳酸锂	生产碳酸锂的同时获得副产品镁砂、资源综合利用水平高、原料消耗少	设备腐蚀严重，能源消耗大	中信国安西台吉乃尔盐湖，公司正在探索膜分离法
萃取法	通过萃取剂将目标物质选择性的转移到另外一相，从而达到分离目的	锂萃取率高，镁锂分离效果好	污染严重；萃取剂价格昂贵	大华化工大柴旦盐湖
吸附法	利用具有较强吸附能力的多孔性固体吸附剂，选择性的将一种物质吸附在固体表面，从而实现液体混合物中不同组分的分离	生产效率高、工艺简单、回收率高	吸附剂吸附性能和吸附条件较难控制，若吸附选择性差，则回收率会受影响	蓝科锂业、藏格控股察尔汗盐湖
膜分离法	包括纳滤法、电渗析法等，利用多种类型的滤膜，逐步将卤水中杂质成分分离，并富集浓缩锂后化学沉淀	生产效率高、工艺简单、回收率高	需要多种滤膜配合、对滤膜要求高、膜研发和生产成本高	恒信融西台吉乃尔盐湖

数据来源：唯赛勃招股说明书，公开资料整理，东方证券研究所

上述工艺中萃取法和煅烧法产业化程度较低，未来我国高镁锂比盐湖或以吸附/膜分离法为主。根据蓝科锂业披露，萃取法中萃取剂容易腐蚀设备，煅烧法由于能耗高且产生盐酸腐蚀设备趋于淘

汰，从综合考虑了技术可行性和经济效益、能够产业化的技术路线，目前仍是吸附-膜法技术。如下图所示采用吸附法、膜分离法或吸附+膜分离法提锂的盐湖，20年贡献了我国盐湖锂至少93%的产量，已成为我国高镁锂比盐湖主流选择。

图 17：国内青海主要盐湖均采用吸附、膜分离法



资料来源：李增荣等 2017 年于《资源信息与工程》发表的《青海盐湖锂资源及提锂技术概述》，上海有色网，东方证券研究所

吸附法相对于膜分离法，对卤水的锂含量和镁锂比要求均较低。如上图所示，察尔汗盐湖即使老卤的锂含量仍较低，镁锂比高达512，远高于一里坪、台吉乃尔盐湖，不适用于膜分离法。根据李增荣等2017年于《资源信息与工程》发表的《青海盐湖锂资源及提锂技术概述》一文，膜分离一般要求盐湖卤水的镁锂比介于20-50、锂含量2.5g/L以上，吸附法可用于镁锂比500以上、锂含量12.5g/L以上的盐湖，因此藏格控股和蓝科锂业对察尔汗盐湖均采用了吸附+膜分离法的耦合技术。

2.3 未来发展方向：原卤提锂是降低盐田资本开支、缩短晒卤周期的主要探索方向

盐湖工艺的选择是project-driven，尽管技术推广的有限性阻碍了盐湖锂资源的开发进展，但我国已实现了从0-1的突破，后续工艺优化和产能扩张障碍或明显降低。通过对盐湖工艺路线和发展趋势的分析，可以看出盐湖工艺选择主要由资源禀赋主导，但即使是同一盐湖矿床，不同区位的化学组成、周围基础设施和自然条件也会影响工艺的选择，工艺的选择更多是“project driven”。技术推广的有限性毫无疑问会对我国盐湖锂资源的开发提出巨大挑战，但值得庆幸的是我国盐湖提锂工艺已经过了从0-1的探索，不少盐湖提锂项目一期经过多年的探索、试验、改造已达成设计目标，并着手开始二期建设。对于这些项目而言，未来的问题更多是从工艺优化的角度，找到锂资源回收率和生产成本之间的最优平衡点。

从资源优化的角度，提锂工艺应尽量靠近前端，“原卤提锂”（DLE, direct lithium extraction）成为海内外盐湖主要探索方向。我国盐湖提锂目前主要从老卤中提取，这会带来两个问题，一个是锂盐规模必然受制于钾盐的生产规模，二是日晒过程中锂的夹带损失和生产周期会随着盐田分级层数的增加而增加。要解决这一问题，就需要将提锂工艺前置，甚至做到“原卤提锂”。但锂资源利用效率提升的同时，也意味着处理的液体锂浓度会降低，处理量需要增加，相应的工程设计规模和物料消耗必然会增多，并且原卤中钠盐和钾盐的经济价值未能充分挖掘。但在新能源转型的趋势下，锂资源价值量未来会逐渐放大，提锂工艺前置也必然是未来主要的工艺流程优化方向之一。

原卤提锂或将以“月”计量的生产周期缩短至“小时”，锂资源利用率或翻倍。我国五矿盐湖的“盐湖原卤高效提锂技术研究”于今年5月获得专家组评审通过，该技术采用新型锂吸附树脂通过连续离交式设备，实现了锂元素与钾、钠、镁、硼等元素的先一步分离，省去了盐湖原始卤水的盐田浓缩过程，直接从原始卤水直接实现钠、镁、钾与锂的同时分离及浓缩脱硼提锂，大大提高了锂离子的总收率。在工艺上主要省去分离浓缩时间长、收率低的盐田摊晒工序，将原来2年的生产周期缩短到20天。加拿大上市公司South Lithium计划投资310万美元建设原卤提锂试验工厂，预计2023年底建成运行，相较于传统沉淀法40%的回收率，其项目预计能实现80%的回收率。

表 5：原卤提锂与传统沉淀法对比

	传统沉淀法	原卤提锂
生产周期	>18 个月	预计缩短至数小时（取决于合格人士报告）
回收率	~40%	预计~80%（取决于合格人士报告）
易受天气影响	是	否

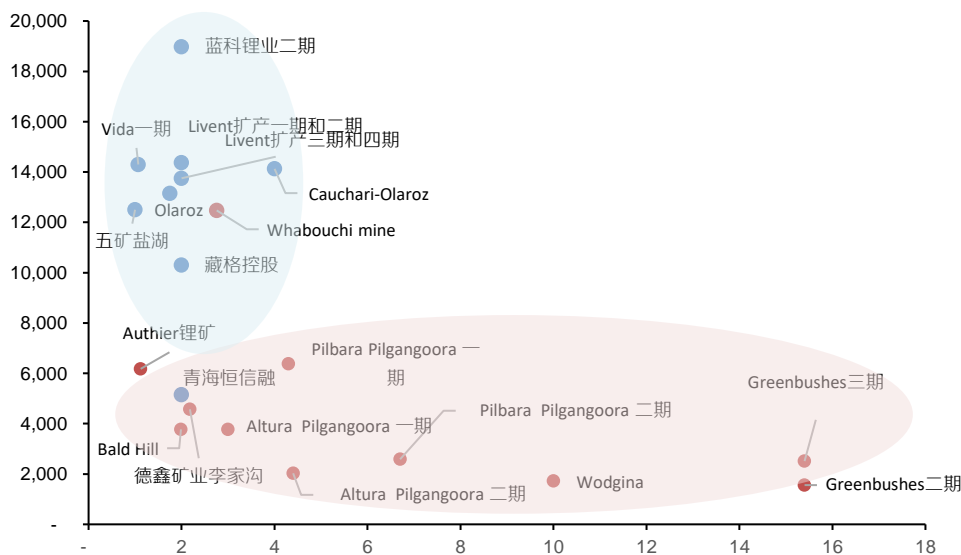
数据来源：South Lithium，东方证券研究所

3 盐湖提锂开发特点：高 Capex，低 Opex，规模效应显著

3.1 资本开支大：盐湖项目投资密度约为矿山项目的 3 倍

盐湖项目资本开支密度明显大于锂矿项目。如下图国内外主要的盐湖和锂矿项目产能和单吨投资额所示，统计的锂矿项目单吨投资额平均约4300美元/吨，而统计的盐湖项目单吨投资额平均约1.3万美元/吨，约为锂矿山的3倍。

图 18：盐湖和矿山的投资密度（纵轴，美元/吨）和设计产能（横轴，万吨）对比

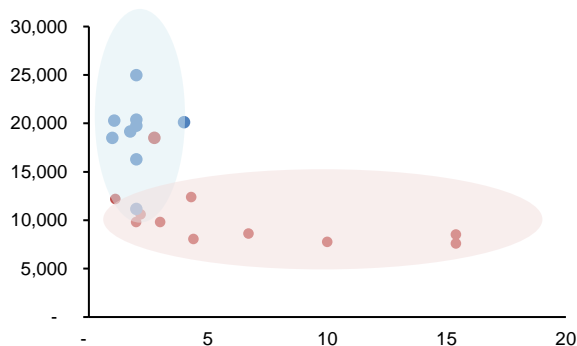


注：蓝色为盐湖项目，红色为锂矿项目

资料来源：公司公告，东方证券研究所

即使考虑锂矿项目同时配套碳酸锂加工厂的建设，投资强度仍低于盐湖项目。盐湖项目资本开支一般包括工业级/电池级碳酸锂工艺的建设，而锂矿项目的产品为锂精矿，并非直接转化成碳酸锂或氢氧化锂。目前全球碳酸锂加工产能主要集中在国内，统计的天齐锂业、赣锋锂业、雅化在国内单吨碳酸锂加工厂项目的单吨投资平均约为6000美元/吨，考虑锂矿+国内碳酸锂加工厂的项目投资组合，碳酸锂单吨投资额平均约为1万美元/吨，仍明显低于盐湖单吨投资额，况且短期内我国碳酸锂加工产能处于过剩状态，对碳酸锂加工产能的建设并不如资源端迫切。

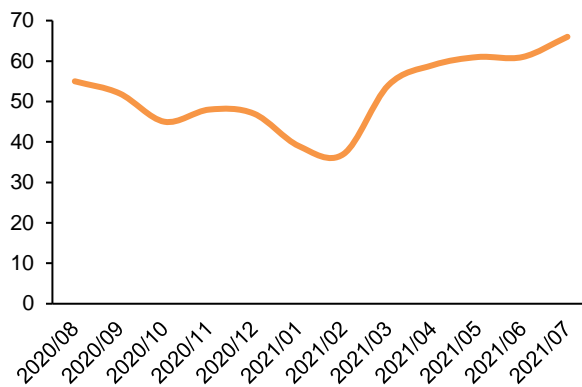
图 19：盐湖和矿山的投资密度（纵轴，美元/吨）和设计产能（横轴，万吨），考虑锂矿山+国内加工厂投资后



注：蓝色为盐湖项目，红色为锂矿项目

资料来源：公司公告，东方证券研究所

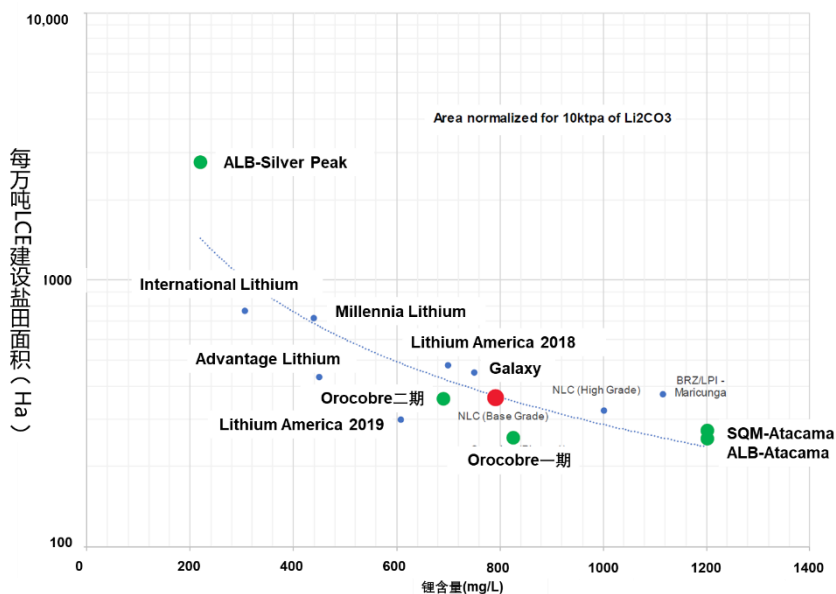
图 20：国内碳酸锂产能尚较为充足，开工率不足 70%



资料来源：SMM，东方证券研究所

一般锂含量越低，盐湖项目的单吨投资额越高。根据3Q Lithium公司统计，盐田的建设投资一般占据投资总额的一半，锂浓度越低代表所需盐田的面积越大，单吨LCE投资额越高。

图 21：盐湖的投资密度与锂浓度高度相关



资料来源：3Q Lithium，东方证券研究所

3.2 产能爬坡慢：盐湖项目一般需要 1-3 年满产，矿山一般仅需 1 年

盐湖项目从开工到满产较锂矿山更为漫长。锂矿如Greenbushes扩产项目，Altura二期项目，融达锂业可研报告数据显示，一般建设期1-2年，投产后一般一年内即可实现满产。而盐湖给大部分投资者留下了开发周期较长的印象，但实际上盐湖的建设周期并不长，一般也是1-2年，但由于卤水晾晒客观所需的时间较长，产能爬坡相较锂矿山明显更慢，如：

SQM：Atacama2.2万吨扩产项目18年建成，20年满产，产能爬坡期近24个月；

Livent：由于采用吸附法，盐田晾晒周期更短，一期1万吨扩产项目预计一年满产；

Orocobre：Olaroz盐湖14年初建成，17年产量开始稳定，产能爬坡近36个月。

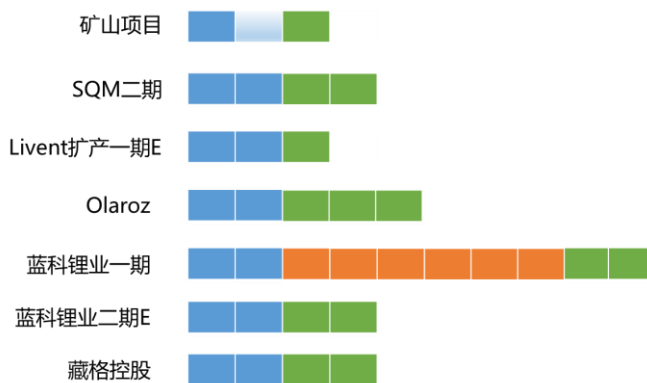
国内盐湖过去开发周期较南美更慢，其中工艺开发、优化占据了相当长的时间，如：

蓝科锂业：察尔汗盐湖一期项目07年开始建设，08年建成，但由于产能利用始终未达设计目标，并受资金紧张的影响，17年才技改完成，18年实现设计目标，从项目启动到满产时间跨度长达10余年；

西藏矿业：扎布耶盐湖06年即完成一期建设，但未能实现设计产能于2010年启动技改工程，13年才达设计产能，从建成到满产时间跨度约7年。

尽管盐湖建设周期由于资源禀赋的客观原因，导致其相对锂矿山产能释放较慢，但在我国盐湖开发工艺已实现0-1的新时期下，国内盐湖开发周期或快速缩短。如藏格控股的察尔汗盐湖提锂项目17年开工，仅用不到两年时间建成，21年预计可实现满产；蓝科锂业2万吨碳酸锂二期项目18年开工，20年开始试生产，目前正在产能爬坡。并且随着未来提锂工艺的前置以及原卤提锂法的成熟，卤水晾晒周期或缩短，并加快盐湖资源的开发。

图 22：盐湖和矿山项目开发周期对比



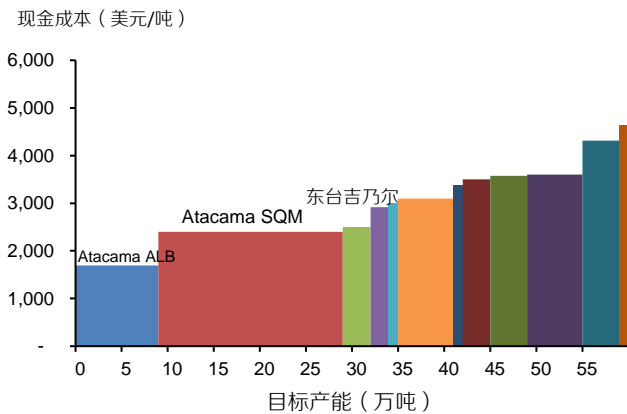
注：蓝色为建设期，橙色为技改停滞期，绿色为爬坡期，单个单元格约一年

资料来源：公司公告，东方证券研究所

3.2 现金成本低：直接生产成本明显低于矿山项目

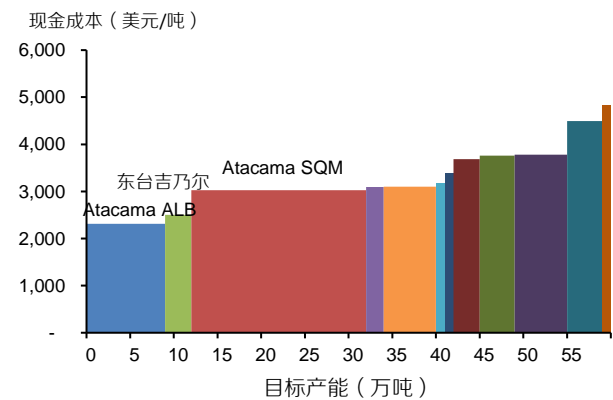
盐湖锂浓度越高，一般现金成本越低。阿塔卡马由于优异的资源禀赋，与经营相关的单吨直接成本位列盐湖成本曲线最左端，根据ALB和SQM的锂业务经营情况，其2020年单吨碳酸锂直接生产成本（不考虑资源税）分别约为1692、2401\$/t，由于SQM锂业务部分产品为氢氧化锂，其单吨成本较ALB略高也具有合理性。东台吉乃尔盐湖是我国青海锂浓度含量最高的盐湖（扎布耶为我国锂浓度最高的盐湖，但由于产能过小，后续对比分析中未列），略低于阿根廷的Rincon盐湖和玻利维亚的Uyuni，预计为我国盐湖中单吨成本最低的盐湖，根据西部矿业披露青海锂业从东台吉乃尔盐湖卤水生产碳酸锂的全成本在2016年5-12月约为1.86万元/吨，若剔除折摊费用，考虑一定采卤成本，其现金成本或约为1.3万元/吨。

图 23：在产和待开发盐湖现金成本对比，不考虑资源税



资料来源：公司公告，东方证券研究所

图 24：在产和待开发盐湖现金成本对比，考虑 LCE7000\$/t 下的资源税后



资料来源：公司公告，东方证券研究所

智利高昂的资源税显著削弱了阿塔卡马盐湖的竞争力。智利政府机构CORFO对碳酸锂和氢氧化锂采取了阶梯累计税率，当碳酸锂价格上涨至10000美元/吨时，超出部分对应的税率高达50%。SQM财报中披露了其支付给CORFO的权利金，18-20年其单吨锂产品销量所支付的资源税分别约为4057、3190、1152美元/吨，导致其单吨成本提升至6089、5783、3730美元/吨。ALB单吨成本也同样显著提升，18-20年考虑资源税后单吨成本提升至5219、5243、3012美元/吨。如图24所示，当碳酸锂价格跌至7000美元/吨时，阿塔卡马考虑资源税后的现金成本几乎与东台吉乃尔相当，高于7000美元/吨时，成本领先地位或让位于东台吉乃尔。

表 6：CORFO 对碳酸锂和氢氧化锂征收资源税税率

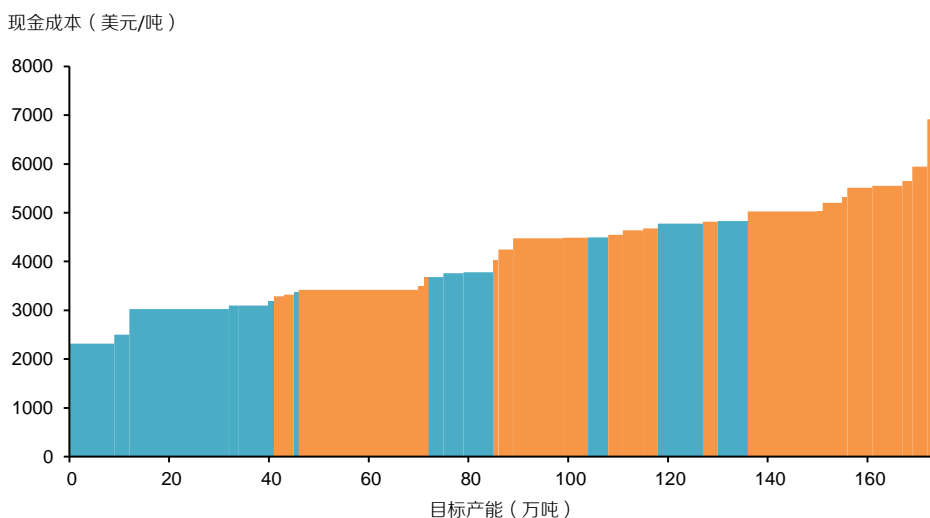
碳酸锂价格 (\$/t)	税率	区间最高资源税额 (\$/t)	氢氧化锂价格 (\$/t)	税率	区间最高资源税额 (\$/t)
\$0-\$4,000	6.8%	272	\$0-\$5,000	6.8%	340
\$4,000-\$5,000	8%	80	\$5,000-\$6,000	8%	80
\$5,000-\$6,000	10%	100	\$6,000-\$7,000	10%	100
\$6,000-\$7,000	17%	170	\$7,000-\$10,000	17%	510
\$7,000-\$10,000	25%	750	\$10,000-\$12,000	25%	500

>\$10,000	40%		>\$12,000	40%	
-----------	-----	--	-----------	-----	--

数据来源：CORFO，东方证券研究所

盐湖提锂生产碳酸锂的现金成本整体低于矿山-碳酸锂加工厂产线。生产成本曲线一般随行业所处周期会发生变化，如矿山会以更高价格销售锂精矿，从而抬高以矿石为原料的碳酸锂成本，而南美盐湖受资源税影响，其在成本曲线的位置对行业景气程度更是高度敏感。从衡量个体经营风险的角度，行业周期低点时的生产成本曲线或更具指引意义，假设行业低谷时碳酸锂价格跌至7000美元/吨，南美盐湖的资源税较18-19年将显著降低；锂矿方面假设向国内锂盐厂的精矿销售价格也降低至成本价出售，并假设锂盐厂平均现金加工成本为1.4万元/吨。该情形下，行业成本曲线的最左端几乎均被盐湖占领，大型锂矿中仅泰利森的Greenbush成本与盐湖的平均水平相当，若考虑矿端一定水平的利润率，盐湖制碳酸锂现金成本将更加明显。

图 25：在产和待开发的盐湖和矿山项目制成碳酸锂生产成本曲线（\$7,000/t LCE）

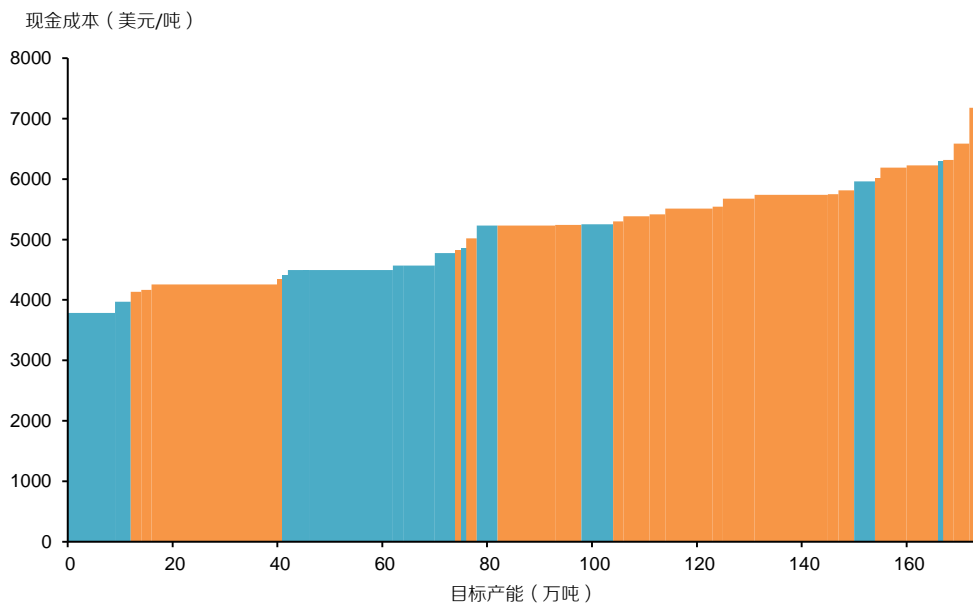


注：蓝色为盐湖项目，橙色为非盐湖项目

资料来源：公司公告，东方证券研究所

即使是制成氢氧化锂，盐湖制碳酸锂再苛化成氢氧化锂产线相较锂矿-氢氧化锂产线也并不逊色。假设碳酸锂价格同上7000美元/吨，碳酸锂苛化成氢氧化锂现金成本约1470美元/吨（折合人民币1万元/吨），锂精矿加工厂氢氧化锂现金成本约3000美元/吨的情形下，盐湖、锂矿为原料的氢氧化锂现金成本差距整体有所缩小，但成本曲线最左端仍以盐湖为主。

图 26：在产和待开发的盐湖和矿山项目制成氢氧化锂生产成本曲线（\$7,000/t LCE）



注：蓝色为盐湖项目，橙色为非盐湖项目

资料来源：公司公告，东方证券研究所

盐湖资本开支较大，若以债务形式为主，财务费用将提升全成本（All-in cost），成本优势或受影响。由于盐湖提锂项目资本开支较大，较高的折旧摊销尽管不影响后续的现金流，但若建设资金来源债务融资比例较高，财务负担较锂矿山也更重，因此盐湖项目的融资方式也是未来影响资源之间抗风险能力的变量之一。

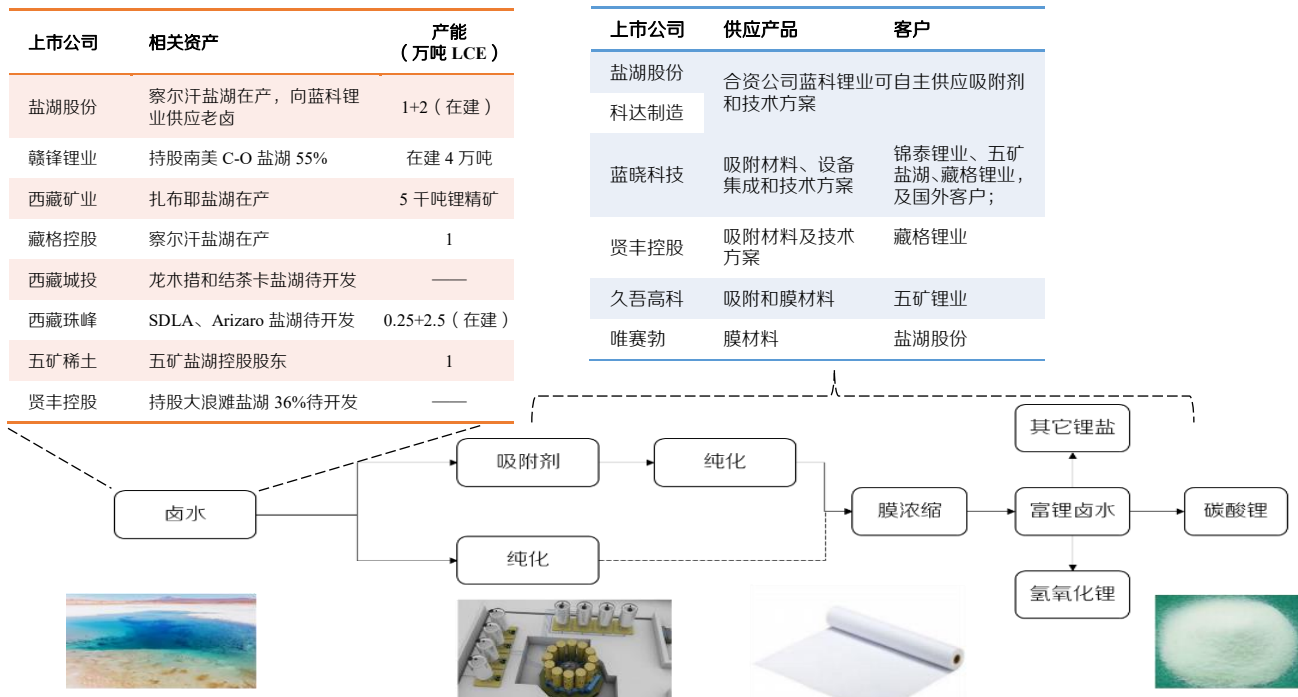
4 投资建议：建议关注具备盐湖资源或受益于盐湖扩张的上市公司

全球范围内盐湖锂资源较为丰富，占全球锂资源量约 64%，并且不同于矿石锂资源集中在澳大利亚，盐湖锂资源集中分布在南美和我国青藏高原，盐湖的开发对我国新能源产业供应链安全至关重要。

南美锂盐湖的开发相对较早，由于锂含量高且镁锂比较低，已形成较为成熟的分步沉淀法工艺，而我国盐湖由于资源禀赋较差，难以照搬海外的提锂工艺，在自主研发工艺上进行了较长时间的摸索，其中吸附法和膜分离法由于环保且具经济性，或成为未来我国盐湖提锂的主流工艺。尽管盐湖的长开发周期经常为人诟病，但过去我国盐湖开发周期较长除了有晒卤制卤期存在的客观原因，也与富镁锂比盐湖提锂工艺不完善有关，目前我国盐湖在此方面已实现了从 0-1 的突破，后续盐湖提锂开发进程或加速，在锂盐的原材料供应占比将继续提升。

经济性方面，盐湖建设资本开支较大，据我们统计约为矿山锂项目的 3 倍，更高的投资门槛意味着需要更高的锂价、以及对锂价长期乐观预期的配合。但盐湖一旦建成，现金成本较矿山锂或更具经济性，周期低谷时的现金成本曲线很好地反映了这一点，无论是生产氢氧化锂还是碳酸锂，成本曲线最左端基本被盐湖项目占据，抗风险能力较矿山锂项目或更强。未来盐湖锂之于矿山锂，或如红土镍矿之于硫化镍矿，对未来行业成本曲线、锂资源供应结构的演变产生重要影响。

图 27：盐湖提锂行业全景图及相关上市公司



注：产能指项目层面产能，非上市公司权益产能。

资料来源：公司公告，东方证券研究所

建议关注两条主线：一是关注资源端，具备盐湖锂资源、新增产能陆续投放的赣锋锂业(002460，未评级)、盐湖股份(000792，未评级)、科达制造(600499，未评级)、藏格控股(000408，未评级)等；二是关注技术端受益于盐湖提锂扩张的公司，如蓝晓科技(300487，未评级)、久吾高科(300631，未评级)、唯赛勃(688718，未评级)等。

5 风险提示

锂盐价格下跌的风险。若锂资源开发和供应超预期，导致锂盐价格大幅下跌，则相关企业盈利存在波动风险。

全球锂盐需求不及预期风险。若新能源汽车销量不及预期或电池技术发生迭代，导致锂盐需求增速放缓，则上游相关生产企业盈利存在波动风险。

盐湖工艺进步不及预期风险。若盐湖工艺进步不及预期，产能投放进度或产品质量或低于预期，则相关企业存在盈利波动风险。

海内外疫情反复风险。若海内外疫情发展超预期，下游需求或受影响，相关企业盈利存在波动风险。

分析师申明

每位负责撰写本研究报告全部或部分内容的研究分析师在此作以下声明：

分析师在本报告中对所提及的证券或发行人发表的任何建议和观点均准确地反映了其个人对该证券或发行人的看法和判断；分析师薪酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来，均与其在本研究报告中所表述的具体建议或观点无任何直接或间接的关系。

投资评级和相关定义

报告发布日后的 12 个月内的公司的涨跌幅相对同期的上证指数/深证成指的涨跌幅为基准；

公司投资评级的量化标准

买入：相对强于市场基准指数收益率 15%以上；

增持：相对强于市场基准指数收益率 5% ~ 15%；

中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；

减持：相对弱于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级 —— 由于在报告发出之时该股票不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该股票的研究状况，未给予投资评级相关信息。

暂停评级 —— 根据监管制度及本公司相关规定，研究报告发布之时该投资对象可能与本公司存在潜在的利益冲突情形；亦或是研究报告发布当时该股票的价值和价格分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确投资评级；分析师在上述情况下暂停对该股票给予投资评级等信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该股票的投资评级、盈利预测及目标价格等信息不再有效。

行业投资评级的量化标准：

看好：相对强于市场基准指数收益率 5%以上；

中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；

看淡：相对于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级：由于在报告发出之时该行业不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该行业的研究状况，未给予投资评级等相关信息。

暂停评级：由于研究报告发布当时该行业的投资价值分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确行业投资评级；分析师在上述情况下暂停对该行业给予投资评级信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该行业的投资评级信息不再有效。

免责声明

本证券研究报告（以下简称“本报告”）由东方证券股份有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

收人应当采取必要措施防止本报告被转发给他人。

本报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，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证券研究报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的证券研究报告之外，绝大多数证券研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人作出邀请。

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

在任何情况下，本公司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，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面协议授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容。不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

经本公司事先书面协议授权刊载或转发的，被授权机构承担相关刊载或者转发责任。不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

提示客户及公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告，慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

东方证券研究所

地址：上海市中山南路 318 号东方国际金融广场 26 楼

电话：021-63325888

传真：021-63326786

网址：www.dfzq.com.cn