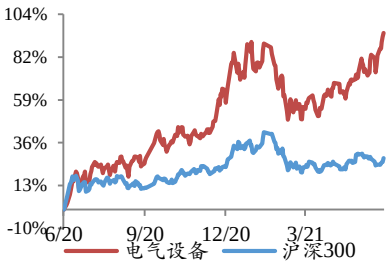
技术进步推动盐湖提锂，禀赋不同需因地制宜

——锂资源专题报告之盐湖提锂技术路线解析

行业评级：增持

报告日期：2021-06-27

行业指数与沪深 300 走势比较



分析师：陈晓

执业证书号：S0010520050001

邮箱：chenxiao@hazq.com

联系人：别依田

执业证书号：S0010120080027

邮箱：bieyt@hazq.com

相关报告

1.《科达制造_公司深度_陶机龙头开拓非洲，蓝科锂业低成本扩张》2021-3-15

2.《科达制造_公司专题_蓝科锂业盈利敏感性分析，锂盐业务 22 年贡献利润或达 7.2 亿元》2021-4-5

3.《科达制造_公司点评_主业经营改善业绩超预期，蓝科锂业低成本扩张》2021-4-28

主要观点：

● **盐湖提锂兼具资源和成本优势，资源量占比高，成本低**

全球锂资源总量在 3190-5190 万吨之间，分布在卤水和矿石中，其中卤水锂资源占比 62.60%。以矿石为原料生产锂盐相比，以卤水为原料生产锂盐能耗低、成本低，综合成本可以节省 30%到 50%。卤水锂资源主要分布在南美“锂三角”智利、阿根廷、玻利维亚地区，占据全球份额接近 80%；和我国青藏高原地区，份额为 12%。

● **国内盐湖普遍镁锂比偏高，因地制宜孕育多种提锂技术；南美盐湖低镁锂比沉淀法为主；一湖一策，不同湖区结合不同情况选择不同路线**

我国除了西藏地区的扎布耶盐湖以外，盐湖的镁锂比普遍较高，需要使用离子交换吸附、膜分离等选择性提取方法来更好地实现镁锂分离以及锂离子的富集。目前国内盐湖提锂主要采用离子交换吸附法、溶剂萃取法、膜分离法、煅烧浸取法、太阳池法、电化学法这几类技术路线。离子交换吸附法、膜分离法的环保成本更低，且利用吸附剂、纳滤膜或电渗析膜可以更有选择性地富集锂离子，相比更优，但也存在着吸附剂、纳滤膜性能提升遇到瓶颈，电渗析膜通电能耗高且拆洗膜维护成本高的问题，未来发展方向主要是高性能吸附分离材料的研发及工艺流程的简化。南美盐湖低镁锂比的禀赋优势决定了基本以沉淀法为主的工艺流程。

● **投资建议**

在锂资源自主可控的大背景下，基于盐湖提锂的成本与资源优势，一方面建议关注布局盐湖资源的公司，另一方面建议关注能够因地制宜选择合适的技术路线，稳定产出碳酸锂，且持续扩产同时成本下降的公司。

建议关注**科达制造**（陶机主业经营改善，参股国内盐湖提锂龙头蓝科锂业、稳定产出低成本扩张）、**盐湖股份**（钾肥业务向好，蓝科锂业母公司，拥有察尔汗盐湖主要开采权）、**藏格控股**（依托察尔汗盐湖生产钾肥与碳酸锂）、**赣锋锂业**（锂业龙头）、**天齐锂业**（优质盐湖资源布局）、**西藏矿业**（扎布耶盐湖开采）、**蓝晓科技**（吸附分离技术综合服务供应商）。

● **风险提示**

新能源车及储能发展不及预期；疫情扩散影响盐湖开采进程；盐湖提锂技术产业化进程不及预期。

● **建议关注公司盈利预测与评级：**

公司	EPS（元）			PE			评级
	2021E	2022E	2023E	2019E	2020E	2021E	
科达制造*	0.43	0.65	0.80	31.49	20.83	16.93	买入
赣锋锂业	1.44	2.00	2.47	86.99	62.49	50.68	无评级
天齐锂业	0.39	1.00	1.59	159.82	63.06	39.52	无评级

资料来源：*为华安证券研究所预测，其他均为 wind 一致预期

正文目录

1 总论 4
2 盐湖提锂资源和成本优势兼备 7
3 国内盐湖因地制宜孕育多种盐湖提锂技术 11
3.1 吸附法：吸附剂性能提升是关键 12
3.2 萃取法：环保成本高，产能规模较小 18
3.3 膜法：膜的选择性可实现镁锂分离，但维护成本高 19
3.4 煅烧法：最早实现产业化，能耗较高 21
3.5 太阳池法：适用于低镁锂比盐湖 22
3.6 电化学法：尚未实现工业化，关注电极材料的选择和改性 24
4 南美盐湖低镁锂比，沉淀法为主 26
5 相关标的 28
5.1 科达制造 28
5.2 赣锋锂业 28
5.3 天齐锂业 29
5.4 盐湖股份 29
5.5 藏格控股 29
5.6 西藏矿业 30
5.7 蓝晓科技 30
风险提示： 31

图表目录

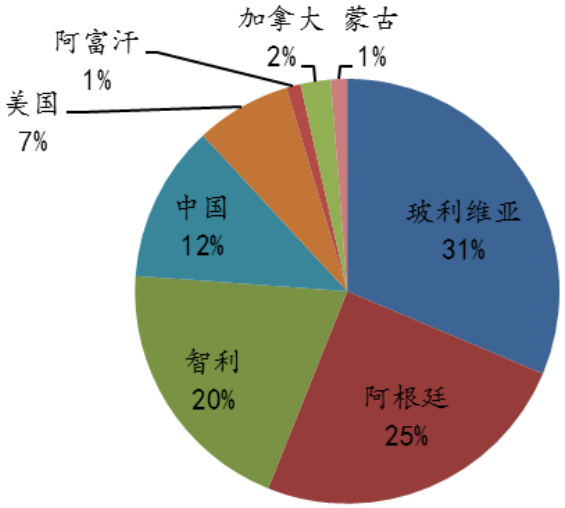
图表 1 2019 年各国卤水锂资源占比 4
图表 2 盐湖提锂常用技术以及适用范围 5
图表 3 重点公司盈利预测及估值 6
图表 4 全球卤水和矿石锂资源分布概况 7
图表 5 2019 年各国卤水锂资源占比 7
图表 6 南美主要盐湖情况 8
图表 7 南美主要盐湖地理位置（SALAR DE UYUNI、SALAR DE ATACAMA、SALAR DE HOMBRE MUERTO） 9
图表 8 国内主要盐湖情况 10
图表 9 盐湖提锂常用技术以及适用范围 11
图表 10 蓝科锂业吸附法提锂工艺流程 12
图表 11 锂吸附剂的分类 13
图表 12 锂离子筛吸附过程 13
图表 13 锰系离子筛合成及提锂过程 13
图表 14 溶胶-凝胶技术制备钛系离子筛前驱体过程 14
图表 15 沸石的初级结构单元 15
图表 16 沸石初级结构单元组成不同类型的多孔道笼状结构 15
图表 17 吸附分离树脂合成工艺流程 16
图表 18 常见锂吸附剂的优劣势和发展方向 17
图表 19 萃取法盐湖提锂工艺流程 18
图表 20 青海柴达木兴华锂盐有限公司萃取体系 18
图表 21 电渗析过程示意 19
图表 22 青海恒信融锂业使用纳滤法生产 LI2CO3 工艺流程 20
图表 23 煅烧浸取法提锂工艺流程 21
图表 24 扎布耶盐湖盐梯度太阳池结构 22
图表 25 非对流层内盐溶液浓度沿太阳池深度方向增大 23
图表 26 用于水系锂离子电池的主要电极材料 24
图表 27 工作电极活性材料优劣势 24
图表 28 对电极材料优劣势 25
图表 29 SQM 公司开采 ATACAMA 盐湖工艺 26
图表 30 SQM 公司锂产品生产流程图 26

1 总论

锂资源是锂电池的重要原材料，是一种具有战略意义的“能源金属”。全球锂资源总量在 3190-5190 万吨之间，分布在卤水和矿石中，其中卤水锂资源占比 62.60%。以矿石为原料生产锂盐相比，以卤水为原料生产锂盐能耗低、成本低，综合成本可以节省 30%到 50%。

卤水锂资源主要分布在南美“锂三角”地区（智利、阿根廷、玻利维亚）和我国青藏高原地区，**南美“锂三角”地区卤水锂资源占据全球份额接近 80%，我国份额为 12%。南美盐湖锂资源总量丰富，锂浓度高，镁锂比低**，靠近港口，有成本优势和区位优势，拥有开采权的企业包括 SQM、Livent、我国赣锋锂业的子公司 Minera Exar 等。**我国盐湖主要分布在青海、西藏地区，相比起南美盐湖锂资源量和锂浓度更低，镁锂比不一。**

图表 1 2019 年各国卤水锂资源占比



资料来源：CNKI，华安证券研究所

我国除了西藏地区的扎布耶盐湖以外，盐湖的镁锂比普遍较高，需要使用离子交换吸附、膜分离等选择性提取方法来更好地实现镁锂分离以及锂离子的富集。目前国内盐湖提锂主要采用离子交换吸附法、溶剂萃取法、膜分离法、煅烧浸取法、太阳池法、电化学法这几类技术路线。其中离子交换吸附法、膜分离法的环保成本更低，而且利用吸附剂、纳滤膜或电渗析膜可以更有选择性地富集锂离子，相对而言是更优的选择，但是也存在着吸附剂、纳滤膜性能提升遇到瓶颈，电渗析膜通电能耗高且拆洗膜维护成本高的问题，未来的发展方向主要是高性能吸附分离材料的研发以及工艺流程的简化。

图表 2 盐湖提锂常用技术以及适用范围

提锂技术	基本原理	适用对象	优点	缺点	应用情况
沉淀法	利用强碱除去卤水中的杂质离子，再用纯碱沉淀出 Li2CO3	低镁锂比	工艺简单，成本较低	锂回收率低， 耗时长	海外盐湖为主
离子交换吸附法	用选择性吸附剂吸附 Li+，再用洗脱液将 Li+洗脱后浓缩富集	高镁锂比	工艺简单，成熟可靠，选择性好，生产效率高，无环境污染	吸附剂通用性差，复用频率低	蓝科锂业、藏格控股（察尔汗盐湖）
溶剂萃取法	利用对 Li+有选择性萃取性的溶剂萃取	高镁锂比	选择性高，工艺流程短	萃取剂易腐蚀设备管道，大部分有毒有害且易降解、变质	青海柴达木兴华锂盐有限公司（大柴旦盐湖）
膜分离法	利用离子交换膜在压力驱动（纳滤膜法）或者电驱动的作用下（电渗析膜法）选择性提取 Li+	高镁锂比	试剂耗量低，清洁无污染	1. 电渗析法前期预处理系统成本高，预处理系统和电渗析膜容易破损，使用周期短 2. 高镁锂比盐湖中纳滤膜还不能直接用于镁锂分离，需要和其分离方法连用	电渗析法：青海锂业有限公司（东台吉乃尔） 纳滤膜法： 青海恒信融锂业科技有限公司（西台吉乃尔）和启迪
煅烧浸取法	盐湖提钾老卤蒸发至 Li+含量大于 4.5g/L，成为富锂老卤作为提取硼锂的原料	高镁锂比	是最早实现产业化的技术路线之一	1. 对设备要求高，投资成本过高 2. 需消耗较大的热量，能源消耗大，产生有毒有害尾气	青海中信国安科技发展有限公司（柴达木盆地东、西台吉乃尔盐湖）
盐梯度太阳池法	使用太阳池技术在池底储存热量，利用碳酸锂溶解度规律与其他盐类的差异使其高温析出	高/低镁锂	因地制宜， 成本低	工艺周期长，地理环境限制大	西藏扎布耶盐湖
电化学法	利用电位控制 Li+在电极材料中嵌入/脱出	高/低镁锂	高效、 高选择性，绿色无污染	电极材料有待进一步改进	-

资料来源：CNKI、华安证券研究所

南美盐湖锂浓度更高、镁锂比更低，整体资源禀赋更优，采用的提锂工艺也更为简便。总结 SQM、Livent 和 Cyprus Foote 矿物公司的盐湖提锂技术路线，**海外盐湖低镁锂比的禀赋优势决定了基本以沉淀法为主的工艺流程**。

投资建议

在锂资源自主可控的大背景下，基于盐湖提锂的成本与资源优势，一方面建议关注布局盐湖资源的公司，另一方面建议关注能够因地制宜选择合适的技术路线，稳定产出碳酸锂，且持续扩产同时成本下降的公司。

建议关注科达制造（陶机主业经营改善，参股国内盐湖提锂龙头蓝科锂业、稳定产出低成本扩张）、盐湖股份（钾肥业务向好，蓝科锂业母公司，拥有察尔汗盐湖主要开采权）、藏格控股（依托察尔汗盐湖生产钾肥与碳酸锂）、赣锋锂业（锂业龙头）、天齐锂业（优质盐湖资源布局）、西藏矿业（扎布耶盐湖开采）、蓝晓科技（吸附分离技术综合服务供应商）。

图表 3 重点公司盈利预测及估值

代码	名称	收盘价（元）	总股本（亿股）	市值（亿元）	EPS（元）				PE（倍）			
					2020	2021E	2022E	2023E	2020	2021E	2022E	2023E
600499	科达制造*	13.54	18.88	255.69	0.17	0.43	0.65	0.80	81.57	31.49	20.83	16.93
002460	赣锋锂业	124.95	14.37	1796.13	0.79	1.44	2.00	2.47	158.16	86.99	62.49	50.68
002466	天齐锂业	62.84	14.77	928.21	(1.24)	0.39	1.00	1.59	(50.68)	159.82	63.06	39.52
000792	盐湖股份	8.84	54.33	480.27	0.49	-	-	-	18.09	-	-	-
000408	藏格控股	20.71	19.94	412.91	0.11	-	-	-	188.27	-	-	-
000762	西藏矿业	23.54	5.21	122.60	(0.09)	-	-	-	(252.58)	-	-	-
300487	蓝晓科技	73.87	2.20	162.35	0.97	1.34	1.73	2.29	76.15	55.16	42.70	32.31

资料来源：*为华安证券研究所预测，其他均为 wind 一致预期

2 盐湖提锂资源和成本优势兼备

锂资源是新能源锂电池材料中锂盐的重要供应，在传统陶瓷玻璃工业中也有广泛的应用，是一种具备战略意义的“能源金属”。全球锂资源储量丰富，总量在 3190 到 5190 万吨之间，主要分布在卤水和矿石中，卤水锂资源占比为 62.60%，矿石锂资源占比 37.40%。

卤水锂资源相比矿石锂资源不仅占比更高，提锂成本也更低。和以矿石为原料生产锂盐相比，以卤水为原料生产锂盐能耗低、成本低，综合成本可以节省 30%到 50%，因此盐湖提锂是经济性更优的一种锂资源获取路径。

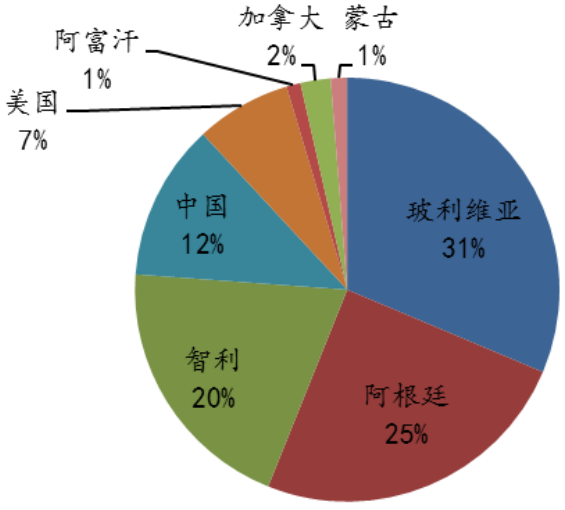
图表 4 全球卤水和矿石锂资源分布概况

	占比	分布区域	锂资源总量	提锂成本
卤水锂	62.60%	高浓度含锂卤水主要在高海拔的南美安第斯山脉（智利、阿根廷、玻利维亚“锂三角”）和我国的青藏高原，70%以上的卤水锂资源在智利、阿根廷、玻利维亚“锂三角”地区	3190-5190 万吨	以卤水生产锂盐比用矿石生产锂盐综合成本节省 30%~50%
矿石锂	37.40%	澳大利亚、加拿大、美国、民主刚果、塞尔维亚、中国等		

资料来源：CNKI，华安证券研究所

卤水锂资源主要分布在南美“锂三角”地区（智利、阿根廷、玻利维亚）和我国青藏高原地区，南美“锂三角”地区卤水锂资源占据全球份额接近 80%，我国份额为 12%。2019 年南美“锂三角”卤水锂资源占比合计达到 76%，其中玻利维亚是全球卤水锂资源最丰富的国家，全球份额达到 31%，阿根廷、智利分别为 25%和 20%，我国卤水锂资源占比仅次于上述三国，达到 12%，少数的卤水锂资源也分布在美国、阿富汗、加拿大和蒙古。

图表 5 2019 年各国卤水锂资源占比



资料来源：CNKI，华安证券研究所

南美盐湖锂资源总量丰富，锂浓度高。从锂资源总量来看，位于玻利维亚的 Uyuni 盐湖、智利的 Atacama 盐湖资源总量显著领先于世界上的其他盐湖，分别含锂资源 10.2Mt 和 6.3Mt；从锂含量来看，Uyuni 盐湖大部分区域锂浓度在 500-600mg/L 之间，Atacama 盐湖锂离子浓度最高可达 4000mg/L。

图表 6 南美主要盐湖情况

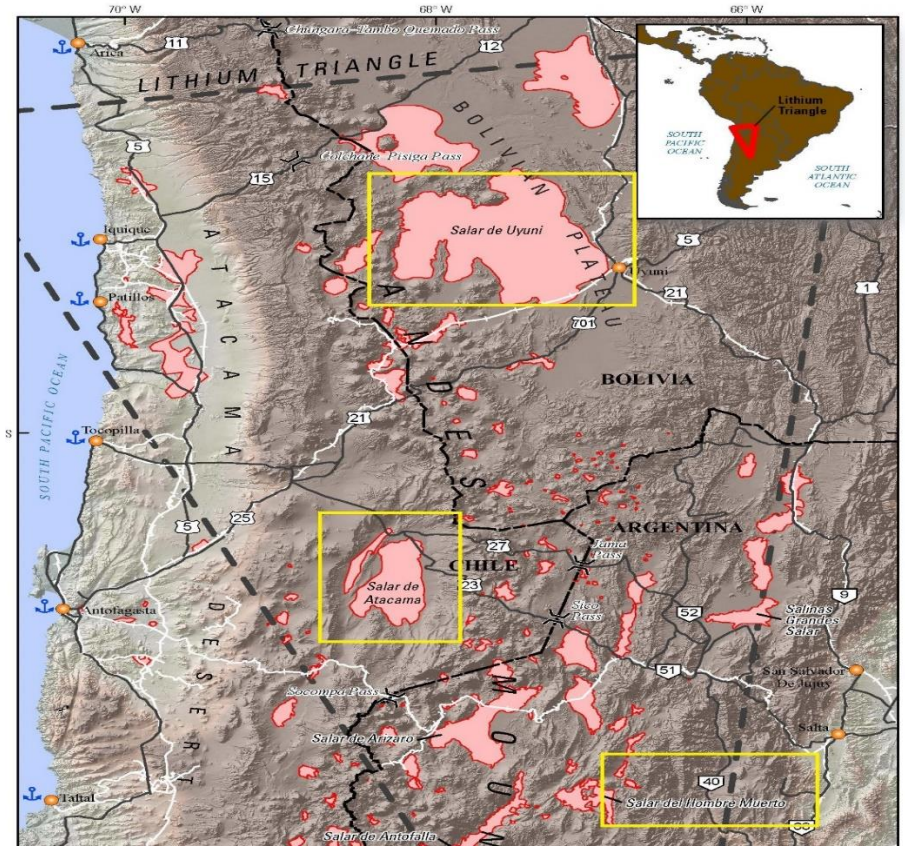
	地理位置	面积	锂资源总量	锂浓度	Mg/Li，镁锂比	开采企业
乌尤尼盐湖（Salar de Uyuni）	位于玻利维亚西南部的波托西省	10582km²，是世界上面积最大的盐湖	约 10.2Mt 锂，占全球锂资源总量约 20%	大部分湖区锂浓度在 500-600mg/L 之间	18.6	目前处于开发初期
阿塔卡玛盐湖（Salar de Atacama）	位于智利东北部，距安托法加斯塔港 280km	超过 3500km²，是全球第 2 大盐湖卤水型锂矿床	约 6.3Mt 锂，占全球锂资源总量约 12%	卤水锂离子的浓度最高 4000mg/L，经盐田日晒蒸发可浓集到 60g/L	6.4	智利 SQM 公司、雅保公司（Albemarle）
霍姆布雷托盐湖（Salar de Hombre Muerto）	位于阿根廷萨尔塔省和卡塔马卡省交界处	590km²，是世界第 4 大盐湖卤水型锂矿床	/	卤水锂浓度在 1m 以下即可达到 220-1000mg/L，平均含量约为 520mg/L	约 1.37	Livent
阿根廷 Cauchari-Olaroz 锂盐湖	阿根廷胡胡伊省	/	372.97 万吨，碳酸锂当量 1985.27 万吨	平均达到 592mg/L	/	Minera Exar（赣锋锂业子公司）

注：Mt= million tonnes，百万吨

资料来源：CNKI，赣锋锂业官网，华安证券研究所

南美盐湖镁锂比低，靠近港口，有成本优势和区位优势，拥有开采权的企业包括 SQM、Livent、我国赣锋锂业的子公司 Minera Exar 等。镁和锂的化学性质相近，难以分离，盐湖原卤中的镁锂比是决定提锂工艺流程和技术、成本的关键因素，而南美盐湖的镁锂比普遍较低，阿根廷霍姆布雷托盐湖（Salar de Hombre Muerto）的镁锂比低至 1.37 左右。南美盐湖的地理位置较为优越，智利的阿塔卡玛盐湖（Salar de Atacama）靠近安托法加斯塔港，而南美的其他盐湖也分布在邻近的位置，基本都处于沿海的区位，相比起内陆而言更有利于锂盐产品的运输和贸易。

图表 7 南美主要盐湖地理位置（Salar de Uyuni、Salar de Atacama、Salar de Hombre Muerto）



资料来源：USGS，华安证券研究所

我国盐湖主要分布在青海、西藏地区，相比起南美盐湖锂资源量和锂浓度更低，镁锂比不一。位于青海的察尔汗盐湖是我国面积最大、锂资源储量最高的盐湖，保有 LiCl 孔隙度储量为 402.39 万吨，蓝科锂业、藏格控股拥有对察尔汗盐湖的开发权；位于西藏的扎布耶盐湖具有低镁锂比的优势，镁锂比低至 0.053，LiCl 资源量为 30 万吨，但是由于处在海拔高、氧气稀薄的西藏地区，盐湖提锂难度极高，西藏矿业、天齐锂业拥有对扎布耶盐湖的开采权。基于不同盐湖的资源禀赋差异，近年来我国各个盐湖开发企业研发了不同的盐湖提锂技术。

图表 8 国内主要盐湖情况

	地理位置	水化学类型	锂离子质量分数	镁锂比	储量	开发企业	提锂技术
察尔汗	青海柴达木盆地中东部	氯化物型	0.0031%	1577.4	保有 LiCl 孔隙度储量 402.39 万 t，	蓝科锂业、藏格控股	吸附法
东台吉乃尔	青海柴达木盆地内	硫酸盐型	0.085%	35.3	LiCl 孔隙度储量 284.78 万 t，LiCl 给水度资源量 158.58 万 t，	青海锂业有限公司	电渗析多级膜分离
西台吉乃尔	青海柴达木盆地内	硫酸盐型	0.031%	65.161	LiCl 资源量 30 万 t，可采资源储量 130 万 t	中信国安	煅烧法分离镁锂（纳滤膜法）
扎布耶	西藏仲巴县境内	碳酸盐型	0.0489%	0.053	Li2CO3 资源量 183 万 t	西藏矿业、天齐锂业	太阳池技术
一里坪	青海柴达木盆地中部，西台吉乃尔湖西北	硫酸盐型	0.021%	60.95	保有给水度储量以 LiCl 计 178.00 万 t，以 Li2CO3 计 154.93 万 t	五矿盐湖有限公司	纳滤膜分离

资料来源：CNKI、华安证券研究所

3 国内盐湖因地制宜孕育多种盐湖提锂技术

我国除了西藏地区的扎布耶盐湖以外，盐湖的镁锂比普遍较高，需要使用离子交换吸附、膜分离等选择性提取方法来更好地实现镁锂分离以及锂离子的富集。目前国内盐湖提锂主要采用离子交换吸附法、溶剂萃取法、膜分离法、煅烧浸取法、太阳池法、电化学法这几类技术路线，技术重点在于吸附提取材料的对锂离子的选择性、通用性和复用性以及环保因素影响下的装置投资成本。其中离子交换吸附法、膜分离法的环保成本更低，而且利用吸附剂、纳滤膜或电渗析膜可以更有选择性地富集锂离子，相对而言是更优的选择，但是也存在着吸附剂、纳滤膜性能提升遇到瓶颈，电渗析膜通电能耗高且拆洗膜维护成本高的问题，未来的发展方向主要是高性能吸附分离材料的研发以及工艺流程的简化。

图表 9 盐湖提锂常用技术以及适用范围

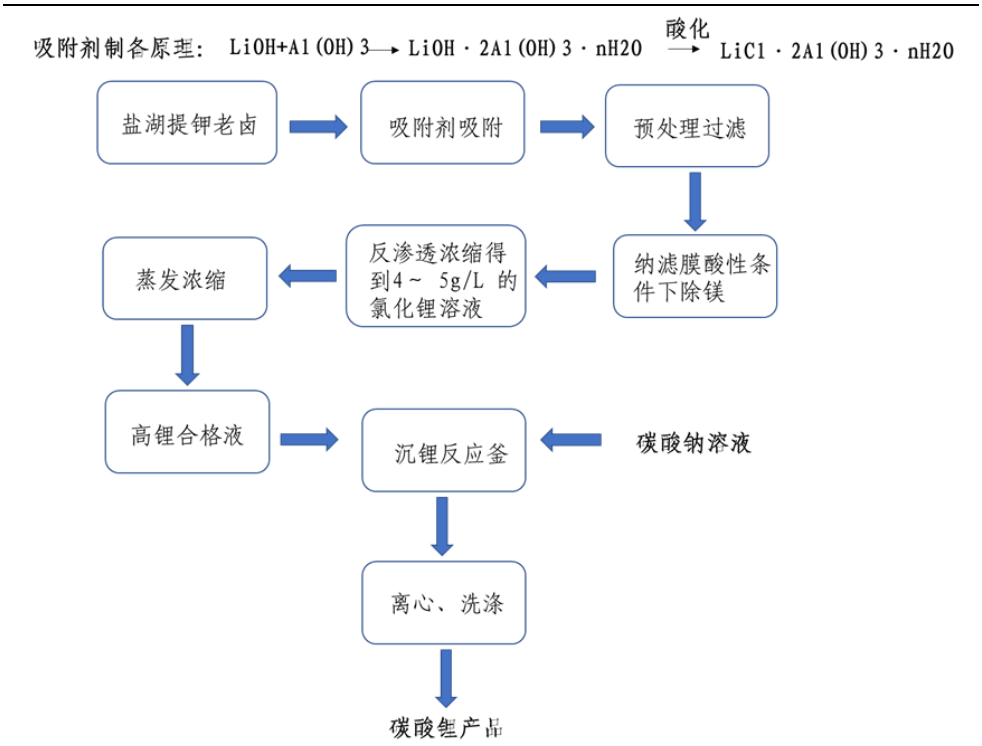
提锂技术	基本原理	适用对象	优点	缺点	应用情况
沉淀法	利用强碱除去卤水中的杂质离子，再用纯碱沉淀出 Li2CO3	低镁锂比	工艺简单，成本较低	锂回收率低， 耗时长	海外盐湖为主
离子交换吸附法	用选择性吸附剂吸附 Li+，再用洗脱液将 Li+洗脱后浓缩富集	高镁锂比	工艺简单，成熟可靠，选择性好，生产效率高，无环境污染	吸附剂通用性差，复用频率低	蓝科锂业、藏格控股（察尔汗盐湖）
溶剂萃取法	利用对 Li+有选择性萃取性的溶剂萃取	高镁锂比	选择性高，工艺流程短	萃取剂易腐蚀设备管道，大部分有毒有害且易降解、变质	青海柴达木兴华锂盐有限公司（大柴旦盐湖）
膜分离法	利用离子交换膜在压力驱动（纳滤膜法）或者电驱动的作用下（电渗析膜法）选择性提取 Li+	高镁锂比	试剂耗量低，清洁无污染	1. 电渗析法前期预处理系统成本高，预处理系统和电渗析膜容易破损，使用周期短 2. 高镁锂比盐湖中纳滤膜还不能直接用于镁锂分离，需要和其分离方法连用	电渗析法：青海锂业有限公司（东台吉乃尔） 纳滤膜法： 青海恒信融锂业科技有限公司（西台吉乃尔）和启迪
煅烧浸取法	盐湖提钾老卤蒸发至 Li+含量大于 4.5g/L，成为富锂老卤作为提取硼锂的原料	高镁锂比	是最早实现产业化的技术路线之一	1. 对设备要求高，投资成本过高 2. 需消耗较大的热量，能源消耗大，产生有毒有害尾气	青海中信国安科技发展有限公司（柴达木盆地东、西台吉乃尔盐湖）
盐梯度太阳池法	使用太阳池技术在池底储存热量，利用碳酸锂溶解度规律与其他盐类的差异使其高温析出	高/低镁锂	因地制宜， 成本低	工艺周期长，地理环境限制大	西藏扎布耶盐湖
电化学法	利用电位控制 Li+在电极材料中嵌入/脱出	高/低镁锂	高效、 高选择性，绿色无污染	电极材料有待进一步改进	-

资料来源：CNKI、华安证券研究所

3.1 吸附法：吸附剂性能提升是关键

离子交换吸附法目前主要是蓝科锂业在青海察尔汗盐湖使用。该方法的原理是采用选择性吸附剂吸附 Li+，再用洗脱液将 Li+洗脱后使用纳滤膜在酸性条件下除镁，经过反渗透浓缩、盐田自然蒸发浓缩后得到高锂合格液，最后沉淀、过滤得到碳酸锂产品。

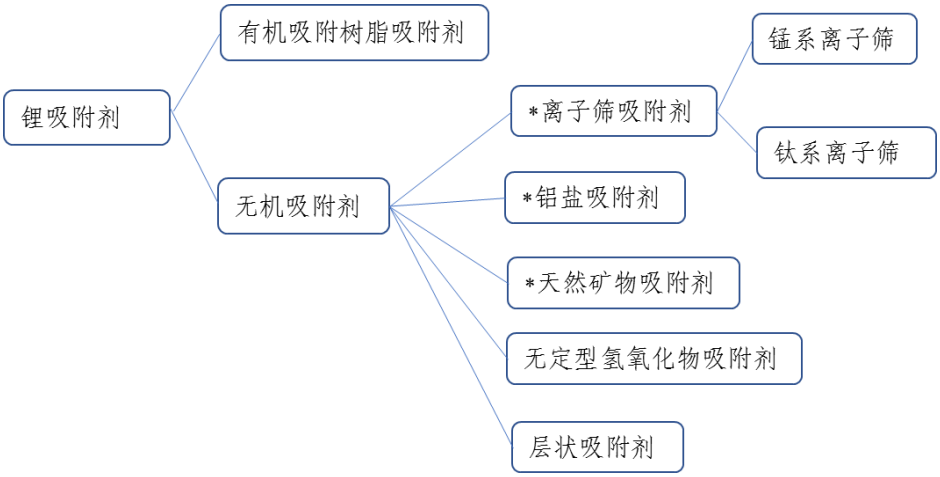
图表 10 蓝科锂业吸附法提锂工艺流程



资料来源：CNKI，华安证券研究所

吸附剂性能决定离子交换吸附法工艺的效率，目前投入使用的吸附剂种类多样。该工艺的核心环节在于吸附剂的性能，吸附剂要能够排除卤水中大量共存的碱金属，选择性地吸附卤水中的锂离子，并且吸附容量高、强度大，常用的锂吸附剂可分为有机吸附树脂吸附剂、无机吸附剂两大类，无机吸附剂又可分为离子筛吸附剂、铝盐吸附剂、天然矿物吸附剂等类型。

图表 11 锂吸附剂的分类



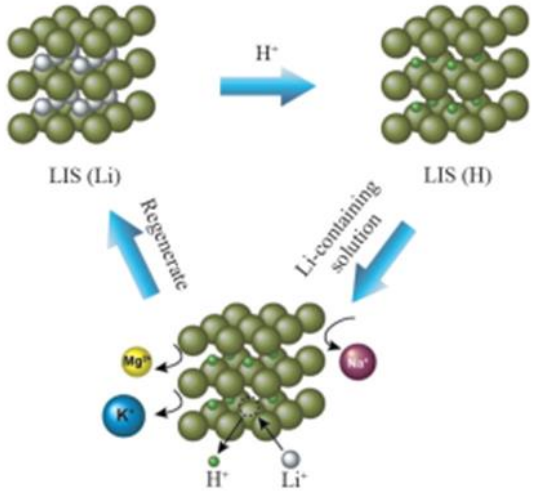
注：标示*的是已实现工业化应用的吸附剂

资料来源：CNKI，华安证券研究所

离子筛吸附剂最早由前苏联在上世纪 70 年代研制成功并用于盐湖提锂。该离子筛吸附剂的基本原理是将目的离子导入无机化合物中生成新的复合氧化物，在保持晶体结构不变的前提下洗脱目标离子，得到缺少目的离子孔隙的化合物，从而实现对目标离子的选择性吸附。

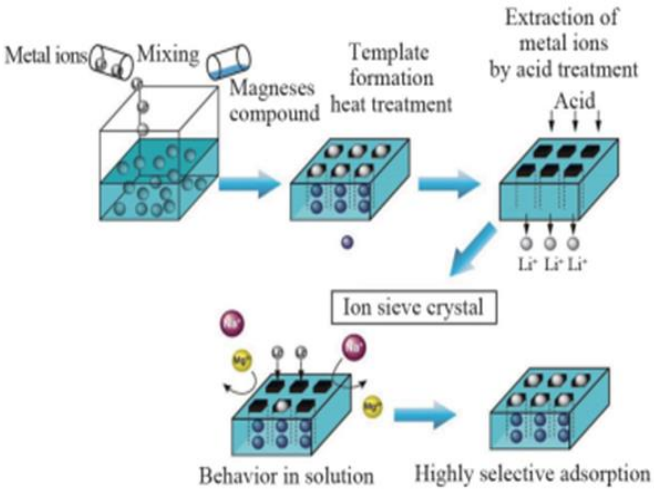
根据氧化物的类型，离子筛吸附剂又可分为锰系离子筛和钛系离子筛。锰系离子筛中尖晶石结构的 λ-MnO2 具有三维网络离子隧道，Li+更容易嵌入形成更合适的结晶结构，使其对 Li+具有特殊的吸附效应。关于 Li+在锰系离子筛尖晶石结构中嵌入、脱出原理的解释主要有氧化还原机理、离子交换机理和二者复合机理，但是并不能全面解释锰系离子筛的所有性能。锰系离子筛的优势在于吸附量、对 Li+的选择性和稳定性，劣势在于锰溶损问题严重，并且吸附容量随时间降低，循环性能不佳，改进方向主要是掺杂改性。

图表 12 锂离子筛吸附过程



资料来源：CNKI，华安证券研究所

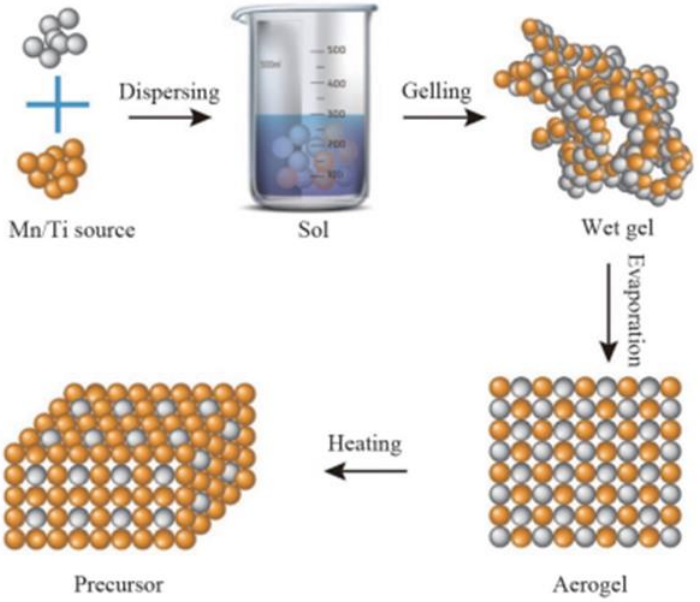
图表 13 锰系离子筛合成及提锂过程



资料来源：CNKI，华安证券研究所

钛系离子筛是为了解决锰系离子筛锰溶损问题而提出的，钛氧化物的稳定性更佳，可以改善溶损现象。钛系离子筛通常以 TiO2 或者 Ti(OC4H9)4 为钛源，LiOH、Li2CO3 或 CH3COOLi 为锂源，经高温固相或水热/溶剂热、溶胶-凝胶技术反应生成前驱体，再用酸洗脱置换出 Li+制备得到。钛系离子筛性质稳定、溶损低、耐酸性好、吸附容量大，但是由于多是粉末状，渗透率和吸附速率较低，而且吸附周期长，钛系离子筛成型造粒后吸附容量会大幅降低，今后钛系离子筛的研究方向是解决造粒成型后吸附容量稳定性的问题。

图表 14 溶胶-凝胶技术制备钛系离子筛前驱体过程



资料来源：CNKI，华安证券研究所

铝盐吸附剂是蓝科锂业在察尔汗盐湖使用的吸附剂类型，其由铝盐沉淀法发展而来，核心是合成对 LiCl 具有选择性吸附能力的 $LiX \cdot 2Al(OH)_3 \cdot nH_2O$（X 代表阴离子，通常是 Cl）。蓝科锂业铝盐吸附剂的制备、吸附和脱附原理如下：

制备： $LiOH+Al(OH)_3 \rightarrow LiOH \bullet 2Al(OH)_3 \bullet nH_2O$，酸化生成 $LiCl \bullet 2Al(OH)_3 \bullet nH_2O$

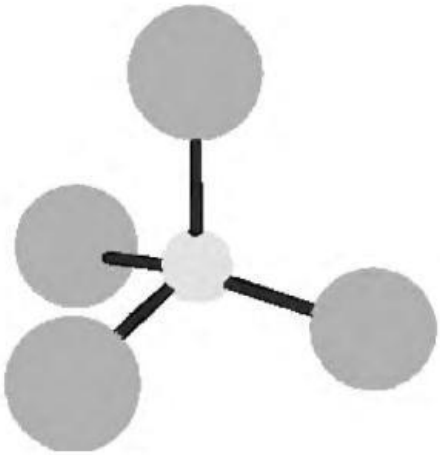
吸附： $LiCl_{(1-x)}2Al(OH)_3 \cdot nH_2O+xLiCl \rightarrow LiCl \bullet 2Al(OH)_3 \bullet nH_2O$

脱附： $LiCl \cdot 2Al(OH)_3 \cdot nH_2O+H_2O \rightarrow LiCl_{(1-x)}2Al(OH)_3 \bullet nH_2O+xLiCl$

铝盐吸附剂不是粉末状，因此优势在于不存在成型问题，损耗小且循环次数多，选择性优良，但是吸附容量小，未来的改进重点是降低成本、增大吸附容量。

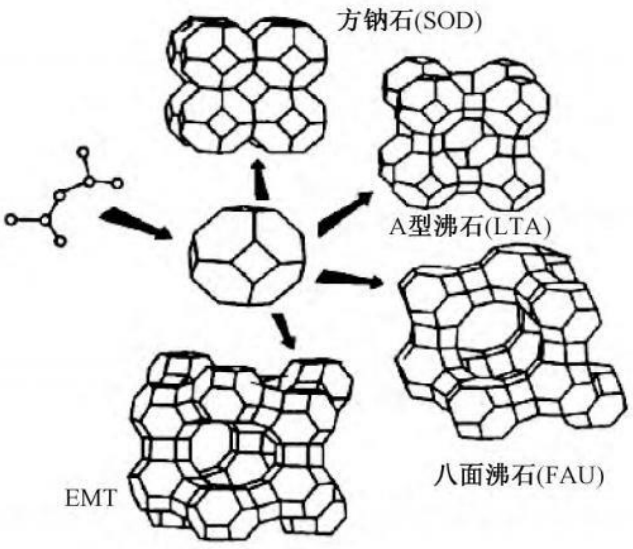
天然矿物改性吸附剂的特殊结构决定优良的吸附性能，未来发展方向是尖晶石结构前驱体的合成。天然高岭土、沸石等黏土矿物中存在空旷结构，内部有大量孔隙，例如沸石经初级结构单元组合后形成了多孔道笼状结构，具有孔隙，天然高岭土和沸石这类矿物铝含量高，含有水分和阳离子，改性后的高岭土和沸石具有很高的阳离子交换容量和比表面积，因此对重金属有良好的吸附性，循环利用率较高，近年来已经出现了对于高岭土等黏土矿物用于提锂的研究，可用这类黏土矿物和水合氢氧化锂、硝酸锂等锂的化合物进行离子筛前驱体的合成，吸附工艺简便，耗能更少，但是天然矿物的选取要依据盐湖附近资源量进行成本计算。未来应重点关注天然矿物的选取和机理的探索、矿物改性后成型造粒问题以及具有尖晶石结构前驱体的合成。

图表 15 沸石的初级结构单元



资料来源：北京国投盛世科技股份有限公司，华安证券研究所

图表 16 沸石初级结构单元组成不同类型的多孔道笼状结构

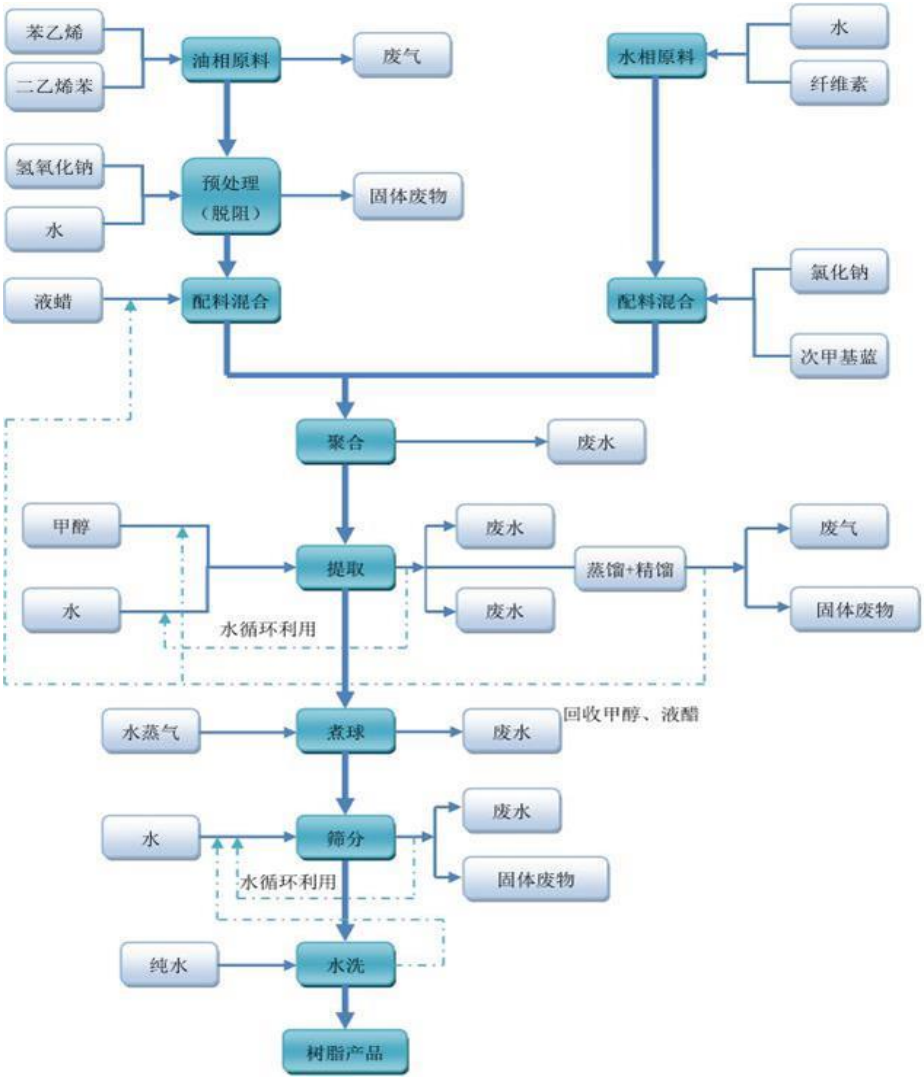


资料来源：北京国投盛世科技股份有限公司，华安证券研究所

除了无机吸附剂，有机吸附树脂也是可行的吸附剂材料。吸附分离树脂是功能高分子材料的一种，可以通过自身具有的精确选择性，以交换、吸附等功能实现浓缩、分离、精制、提纯、净化等物质分离和纯化的目的，其优势在于吸附能力和精确选择性兼备。

吸附分离树脂合成工艺较为复杂，需要分别将油相原料和水相原料混合处理后进行聚合、提取等，相应产生废水、固体废物的环节较多，部分有机原材料有毒有害，增加了环保处理成本。

图表 17 吸附分离树脂合成工艺流程



资料来源：蓝晓科技招股说明书，华安证券研究所

图表 18 常见锂吸附剂的优劣势和发展方向

	锰系离子筛	钛系离子筛	铝盐吸附剂	天然矿物改性吸附剂	有机吸附树脂吸附剂
优势	在吸附量和选择性方面均具有较大的优势	性质稳定，溶损低，耐酸性好，吸附容量大，锂洗脱率高	不存在成型问题，损耗小，选择性优良，循环次数多，循环稳定性较好，吸附速率快，且脱附过程不需要消耗酸，已成功应用于工业化生产	矿物孔径范围可控，对锂离子可以选择性吸附和洗脱，吸附过程中能源消耗更少，吸附锂工艺简单，产生废料少利于环保	吸附能力和精确选择性兼备
劣势	锰溶损问题制约工业化应用，循环性能不佳	多是粉末状，渗透率差，吸附速率慢，将钛系离子筛成型造粒后吸附容量会大大降低	吸附容量小	矿物选取要依据盐湖附近资源量进行成本计算，天然矿物的选取和机理有待探索，矿物改性后成型造粒问题都是未来天然矿物改性作吸附剂研究重点	合成工艺较复杂，有机原材料有毒有害
发展方向	利用掺杂改性解决溶损问题，并在制备过程中用镁代替锂制备离子筛前驱体	解决钛系吸附剂造粒成型工作后吸附容量稳定性问题	降低成本，增大吸附容量，增强离子选择性，降低卤水总盐度对铝盐吸附剂吸附容量的影响		/

资料来源：CNKI，华安证券研究所

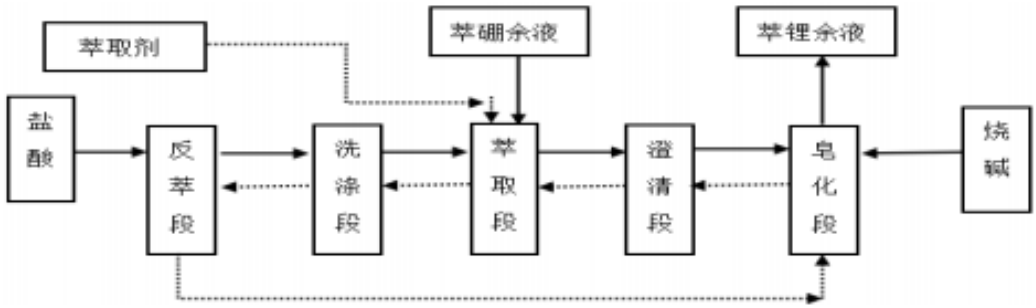
各种锂吸附剂的发展方向基本都包括吸附容量的提升、溶损率的降低、提高循环次数等，对于高镁锂比盐湖而言，吸附剂性能将影响镁锂的有效分离和锂离子的有效富集，进而影响工艺成本和产品纯度，对于吸附剂性能的提升将是盐湖提锂技术发展的重要课题。

3.2 萃取法：环保成本高，产能规模较小

盐湖卤水中的锂离子还可以用溶剂萃取法进行提取，其原理是相似相溶，将与卤水不互溶且密度不小于水的有机溶剂混合接触，在物理溶解、分离或化学反应（络合物、螯合物）作用下将卤水中所需组分萃取转移到有机相中，再通过反萃取将所需组分从有机溶剂中萃取水相。目前常见的 Li^+萃取体系包括中性 TBP/FeC13/MIBK 萃取体系、冠醚类化合物、β-双酮类、离子液体等。

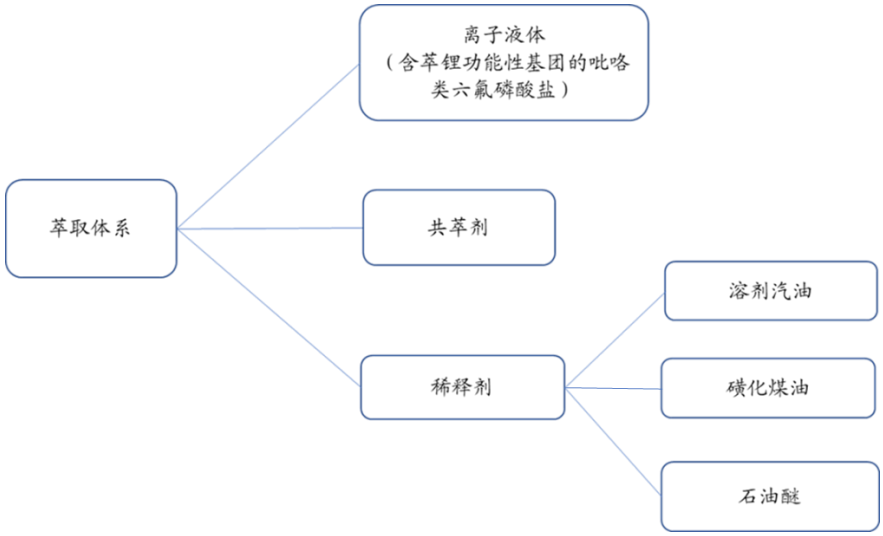
萃取法适用于高镁锂比盐湖提锂，但是有机溶剂有毒有害的问题导致环保成本上升，所以萃取法提锂并没有得到大规模的使用，产能也较小，目前该方法主要是青海柴达木兴华锂盐有限公司在大柴旦盐湖使用，公司已拥有盐湖提锂萃取技术专利，该萃取体系包括离子液体、共萃剂和稀释剂，其中离子液体为含萃锂功能性基团的吡咯类六氟磷酸盐离子液体，稀释剂为溶剂汽油、磺化煤油、石油醚，该萃取体系可避免使用协萃剂三氯化铁，因而无需调卤水的 pH，每生产一吨氯化锂，至少可节约 5 吨工业盐酸及 2 吨氢氧化钠，大大降低了生产成本，工艺方面减少了皂化工序、洗酸工序及除铁工序，因而更易于工业化大规模生产。

图表 19 萃取法盐湖提锂工艺流程



资料来源：CNKI，华安证券研究所

图表 20 青海柴达木兴华锂盐有限公司萃取体系



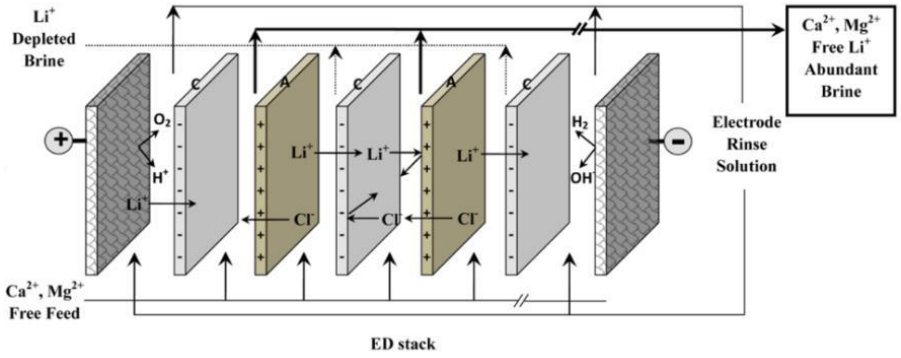
资料来源：爱企查，华安证券研究所

3.3 膜法：膜的选择性可实现镁锂分离，但维护成本高

盐湖提锂的膜法技术路线包括电渗析膜、纳滤膜两种方法。电渗析膜技术最早用于海水淡化，21 世纪初开始用于盐湖卤水中的镁锂分离，其技术原理是，使用交替放置的阳离子和阴离子交换膜，阳离子在电场作用下通过阳离子交换膜，而阴离子通过阴离子交换膜迁移到电极上，单价阳离子（例如 Li^+、Na^+、K^+）通过单价选择性阳离子交换膜迁移到浓缩室，而二价阳离子（例如 Ca^+、Mg^+）被阻挡，留在脱盐室，从而达到镁锂分离的目的。

目前国内电渗析膜技术主要是青海锂业有限公司在东台吉乃尔盐湖使用，实际生产中发现电场作用下会产生 H_2 和 OH^-，从而产生的 $Mg(OH)_2$ 沉淀会覆盖离子交换膜，影响电渗析效率，因此需要经常拆洗膜，维护成本较高。

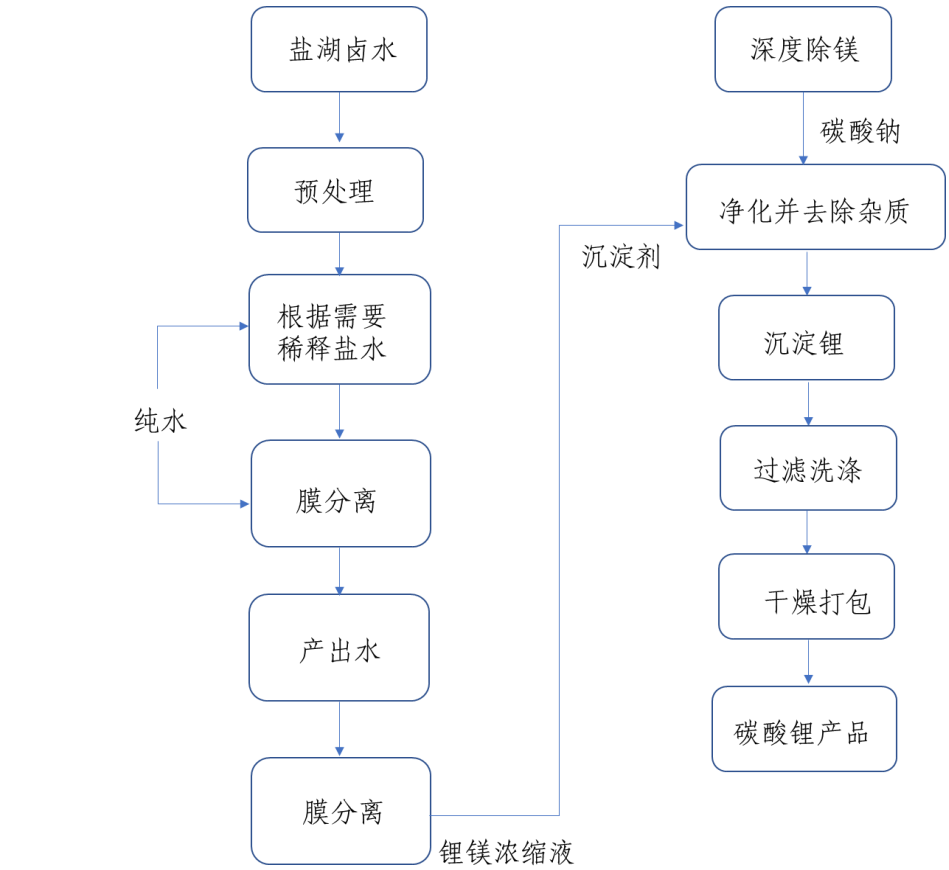
图表 21 电渗析过程示意



资料来源：CNKI，华安证券研究所

纳滤膜法的原理是使用纳滤膜截留二价及以上的金属阳离子，一价的 Li^+ 和 Na^+ 可以通过，就可以将提钾老卤中的 Li^+ 和 Mg^{2+} 分离。纳滤膜法适用于镁锂比低于 30 的盐湖卤水，在镁锂比大于或等于 30 的盐湖中需要将纳滤膜法与吸附法或电渗析技术相结合。**目前青海恒信融锂业使用纳滤膜法生产电池级碳酸锂。**

图表 22 青海恒信融锂业使用纳滤法生产 Li2CO3 工艺流程

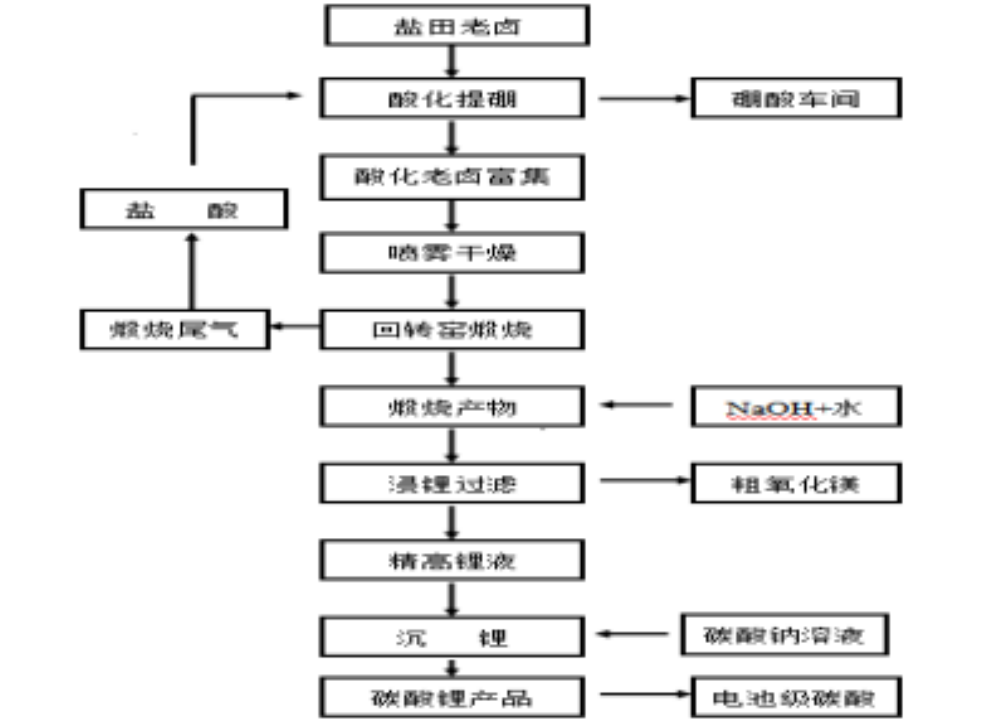


资料来源：CNKI，华安证券研究所

3.4 煅烧法：最早实现产业化，能耗较高

煅烧浸取法提锂的原理是含锂氧化镁和碳酸锂镁不溶于水，用水浸取氧化镁可以达到锂镁分离的目的。将盐田老卤经过酸化制取硼酸后浓缩得到四水氯化镁，经过喷雾干燥后得脱水得到二水氯化镁，进入回转窑在 700-900℃高温下煅烧脱水得到无水含锂氧化镁等混合物，此时加入高纯水可浸取锂，再通过加入 $Ca(OH)_2$ 和 Na_2CO_3 除去钙、镁等杂质离子。煅烧浸取法是最早实现产业化的技术路线之一，但是能源消耗大且产生有毒有害气体，造成的环境污染严重，曾由青海中信国安科技发展有限公司使用。

图表 23 煅烧浸取法提锂工艺流程



资料来源：CNKI，华安证券研究所

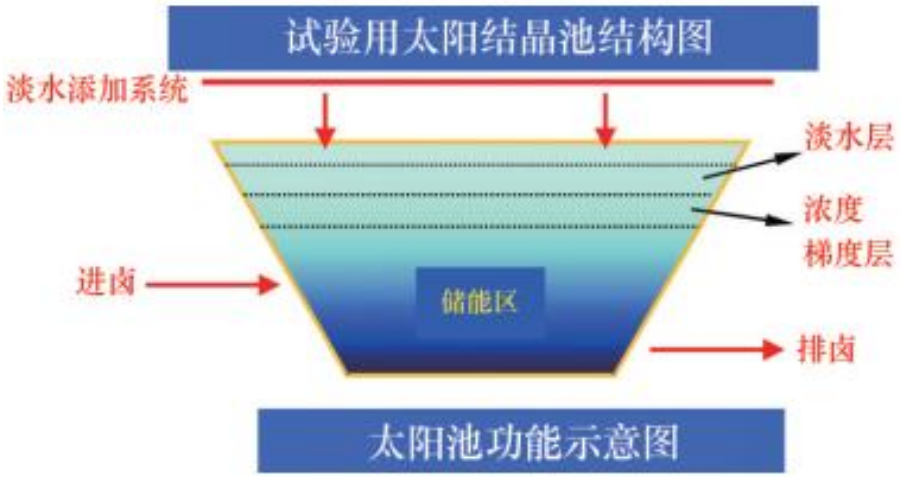
3.5 太阳池法：适用于低镁锂比盐湖

位于西藏的扎布耶盐湖是国内为数不多的低镁锂比盐湖，目前采用独特的盐梯度太阳池法进行碳酸锂的沉淀。

盐梯度太阳池由上、中、下三层构成，分别是上对流层（UCZ）、非对流层（NCZ）和下对流层（LCZ），上对流层的成分是淡水，温度与环境温度接近，对下层起到保护作用；下对流层的成分是饱和盐溶液，具有吸热和储热的功能；中间的非对流层的盐浓度随池深度而增加，利用淡水与卤水折射率的不同，可以使热量储存在池底卤水中。进一步地，由于扎布耶盐湖的碳酸盐型卤水中除碳酸锂以外的其他盐类溶解度随温度升高而增大，碳酸锂溶解度则随温度升高而降低，当下对流层温度升高时碳酸锂就会在池底沉淀富集，而其他盐类难以析出。

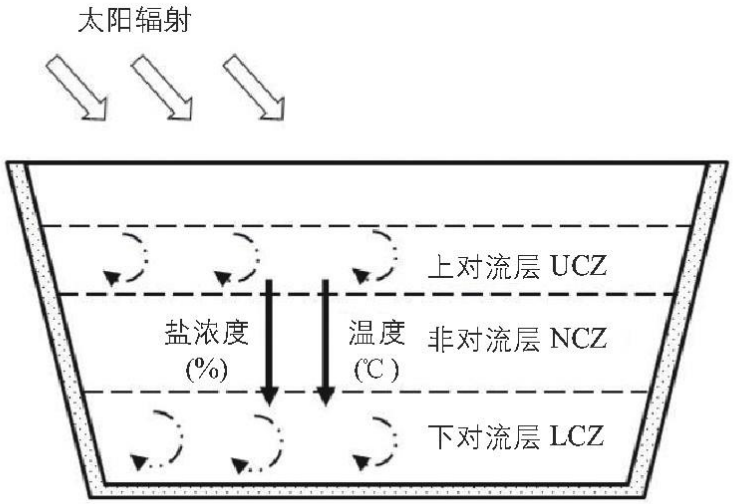
盐梯度太阳池对于热量的储存方式较为灵活，中间非对流层的存在使得下层储存的热量不容易散发，因此盐梯度太阳池还能够在冬天保持一定温度，实现全年连续生产。

图表 24 扎布耶盐湖盐梯度太阳池结构



资料来源：CNKI，华安证券研究所

图表 25 非对流层内盐溶液浓度沿太阳池深度方向增大



资料来源：CNKI，华安证券研究所

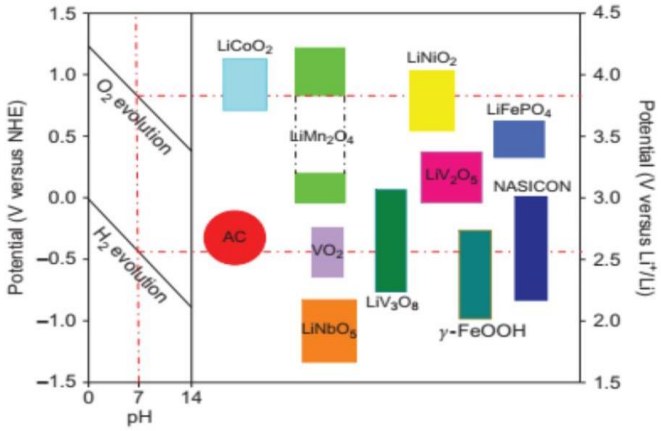
盐梯度太阳池法的优点在于因地制宜、提锂成本低，缺点在于生产周期较长且受光照强度等地理因素的限制，目前主要应用于西藏扎布耶盐湖，具有一定的局限性，普遍推广的空间不大。

3.6 电化学法：尚未实现工业化，关注电极材料的选择和改性

电化学提锂法是根据锂电池工作原理发展而来的，通过控制电位来实现 Li^+在电极材料中的嵌入和脱出，可以避免离子交换吸附法中传统锰基、钛基离子筛材料在酸解吸过程中发生溶解。电化学提锂法可以明显改善吸附剂的运行周期，适合不同卤水体系的盐湖提锂，目前尚未实现工业化，研发重点是电极材料的选择和改性。

电化学提锂体系主要由工作电极、对电极和提锂原溶液组成。工作电极的作用是在放电提锂的过程中使得锂离子高效、高选择性地嵌入其中，充电脱锂时使锂离子可逆地脱出进入回收液中，对于工作电极活性材料的选择需要考虑材料对锂离子的选择性、脱嵌容量和循环稳定性，目前合适的工作电极活性材料主要有橄榄石结构 LiFePO4、尖晶石结构 LiMn2O4、尖晶石结构 LiNi0.5Mn1.5O4 和层状结构 LiNi1/3Co1/3Mn1/3O2 四类，根据各自的结构呈现不同的性能优劣势。

图表 26 用于水系锂离子电池的主要电极材料



资料来源：CNKI，华安证券研究所

图表 27 工作电极活性材料优劣势

工作电极活性材料	优势	劣势
橄榄石结构 LiFePO4（LFP）	稳定、锂离子脱嵌容量高、循环性能好	电导率差，对镁锂的选择性低
尖晶石结构 LiMn2O4（LMO）	对 Li+有较高的选择性，锂离子传输速率快于 LFP	循环稳定性比 LiFePO4 差，且对溶液的 pH 变化较敏感
尖晶石结构 LiNi0.5Mn1.5O4（LNMO）	/	Ni 不参与提锂过程，理论吸附容量偏低

资料来源：CNKI，华安证券研究所

对电极的作用是形成闭合回路，从而保持整个电化学体系的电中性。在锂离子嵌入工作电极时，为了保持电化学提锂体系的电中性，对电极上有可能发生捕获阴离子、释放阳离子或其他反应，根据对电极上发生反应的不同又可以把电化学提锂体系分为基于捕获阴离子对电极的电化学提锂体系、基于释放阳离子对电极的电化

学提锂体系、“摇椅式”电化学提锂体系和基于其他对电极的电化学提锂体系 4 种，使用的电极材料主要有 Ag、活性炭（AC）、电活性聚合物、普鲁士蓝（PB）类配合物等。

图表 28 对电极材料优劣势

电化学提锂体系类型	对电极材料	优势	劣势
基于捕获阴离子对电极的电化学提锂体系	Ag 电极	避免电解水，降低能耗	贵金属成本高，Ag 在高卤化物的溶液中会发生少许的溶解
	活性炭（AC）电极	价格低廉，化学稳定性、循环性能好	捕获氯离子的比容量小于 Ag 电极
	电活性聚合物电极（聚吡咯（PPy））	/	/
	电活性聚合物电极（聚苯胺（PANI））	成本低、导电性好、环境友好、易于处理	/
	钛网对电极	离子交换容量大，循环性能好，锂离子提取率高	/
基于释放阳离子对电极的电化学提锂体系	普鲁士蓝（PB）类配合物电极	回收溶液可以是海水或者盐水，大大减少了淡水资源的使用	要严格控制阳离子的浓度才能获得纯度较高的含锂溶液
	Zn 电极	成本低、容量大、在水中氧化还原电位稳定	/
“摇椅式”电化学提锂体系	LiFePO4/FePO4、LiMn2O4/Li1-xMn2O4	灵活性好，避免传统对电极的使用	存在膜的高离子电阻，能量损失高
基于其他对电极的电化学提锂体系	NaFePO4 等材料	选择性好	/

资料来源：CNKI，华安证券研究所

电化学提锂法的未来发展方向是基于工作电极、对电极材料的性能优劣势，通过掺杂、包覆等技术或是开发新材料来改进电极材料性能，从而尽可能实现锂离子选择能力、吸附容量、稳定性、循环性等多种性能的提升，并且尽可能降低材料成本和工艺成本。

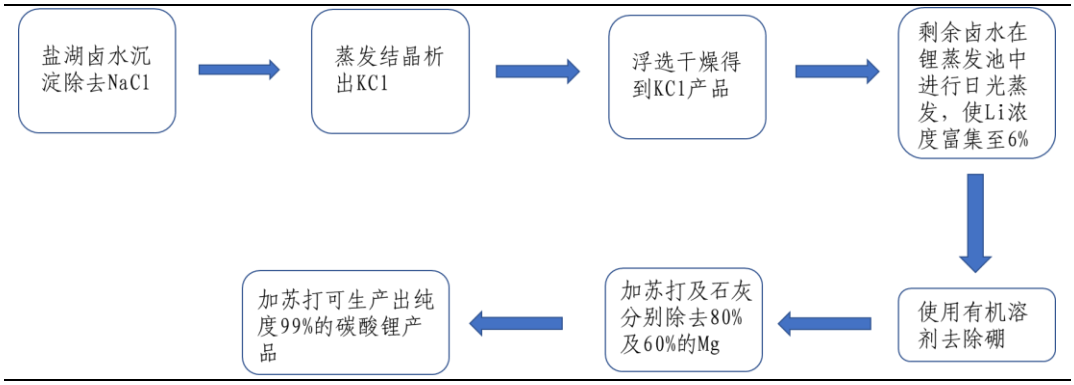
4 南美盐湖低镁锂比，沉淀法为主

南美盐湖锂浓度更高、镁锂比更低，整体资源禀赋更优，采用的提锂工艺也更为简便。低镁锂比的禀赋优势决定了基本以沉淀法为主的工艺流程，具有综合成本优势。

智利 SQM 公司对 Atacama 盐湖采用的是沉淀法提锂工艺，主要分为两部分：氯化钾的析出和浮选、碳化制备碳酸锂，由于镁锂比低、锂含量高，仅通过日光蒸发就可以将 Li 富集至 6%，富集成本非常低。其工艺的具体流程是，对沉淀除去 NaCl 的盐湖卤水进行蒸发结晶析出 KCl，浮选干燥得到 KCl 产品，将剩余的卤水在锂蒸发池中进行日光蒸发，将 Li 浓度富集至 6%，此时用有机溶剂去除硼，加入苏打和石灰除去 Mg，再加苏打就可得到 99%纯度的碳酸锂产品。

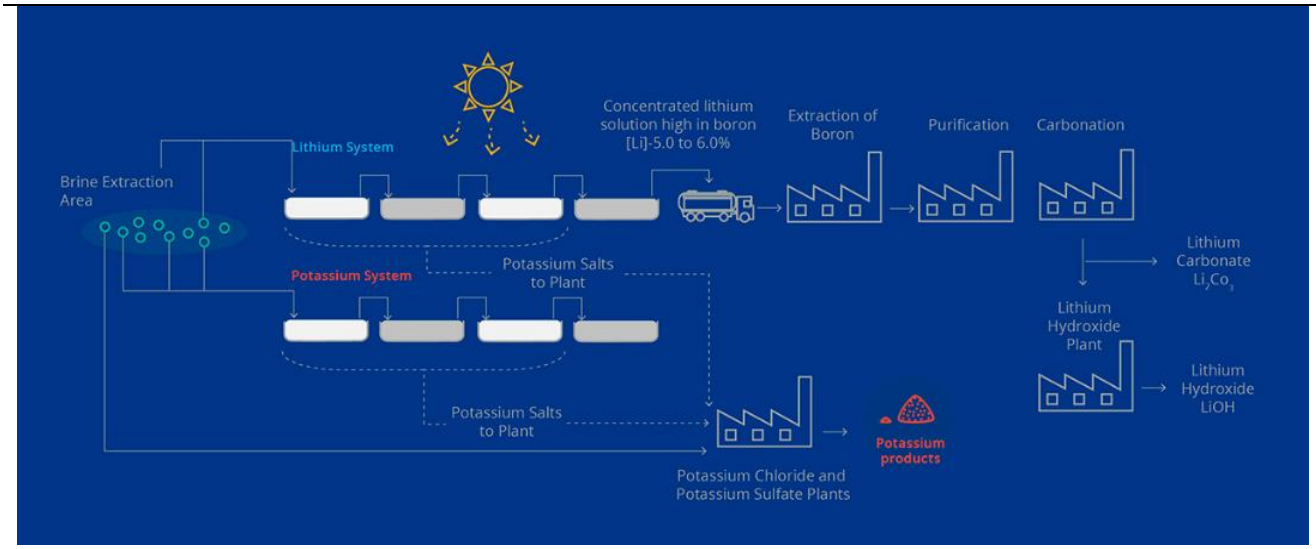
SQM 公司沉淀法提锂的主要优势在于，Atacama 盐湖较低的镁锂比使得 Li 富集成本非常低，无需其他化学工艺和试剂就可以实现 Li 的富集，浓度可以达到 6%。

图表 29 SQM 公司开采 Atacama 盐湖工艺



资料来源：CNKI，华安证券研究所

图表 30 SQM 公司锂产品生产流程图



资料来源：SQM 官网，华安证券研究所

Livent 公司在 Hombre Muerto 盐湖使用自主开发的锂富集、提纯技术，缩短传统日光蒸发浓缩模式下的生产周期。Livent 使用抽水井把浓度为 600ppm 的卤水从含水层中抽取出来，再将卤水导入蒸发池系统，Livent 自主开发了专用锂富集、提纯技术，使用了选择性吸附树脂吸附锂离子，缩短传统日光蒸发模式下的提锂周期。在蒸发过程中，钠、钾和镁元素通过加工被浓缩和去除，蒸发池系统终端产生的 LiCl 溶液随后被输送至 Fenix 和 Güemes 两个工厂，分别进行碳酸锂和氯化锂的生产。Livent 在传统沉淀法的基础上加入吸附树脂吸附锂离子，更好地实现 Li 离子的富集。

美国 Cyprus Foote 矿物公司（后被 Albemarle 收购）对美国 Silver Peak 盐湖也采用沉淀法，通过天然蒸发将卤水 Li 浓缩 20 倍左右后加入苏打沉淀得到碳酸锂。

5 相关标的

5.1 科达制造

科达制造的主要业务为建材机械、海外建筑陶瓷的生产和销售，战略投资以蓝科锂业为载体的锂电材料业务，另有洁能环保设备、液压泵、智慧能源等培育业务。2020 年公司营收稳步增长，归母净利大幅增长主要是由于转让了陶瓷科技 51%股权及政府补助等，影响非经常性损益 2.51 亿。**2021Q1 利润大幅改善，毛利率和净利率分别提升 3.29 和 8.35pct。2021Q1 对联营企业和合营企业的投资收益 0.33 亿，预计主要由蓝科锂业贡献，主业利润约 1.58 亿，相较于 2020 年全年 0.33 亿大幅改善。**

蓝科锂业是国内卤水提锂的龙头企业，科达制造间接持有蓝科锂业共 43.58%的股权。蓝科锂业在青海察尔汗盐湖使用吸附法提锂，其盐湖提锂技术是在 2010 年从俄罗斯引进，所使用的吸附剂为自主研发，吸附剂损耗在 10%以内。

蓝科锂业现有 1 万吨碳酸锂装置，新增 2 万吨碳酸锂项目截至 2021 年 5 月 27 日已完成吸附剂车间、提锂塔、纳滤深度除镁 BOT 项目及部分公辅设施等工程，部分装置已在运行。蓝科锂业 2020 年工业级碳酸锂产量为 1.36 万吨，同比增长 20.35%。

预计 21/22 年碳酸锂销量分别为 2.4/4.0 万吨，完全成本分别为 3.10/2.90 万元/吨。假设 8.5 万元/吨含税单价，**21/22 年蓝科净利将达到 9.02/15.72 亿，对应科达投资收益为 3.93/6.85 亿元。碳酸锂售价每抬升 1 万元/吨，21/22 年科达制造投资收益增厚 0.82/1.31 亿元。**

科达制造 2021Q1 费用率大幅下降，经营改善显著。2020 年公司总期间费用率为 19.52%，同比上升 2.3%；但公司 2021Q1 期间费用率下降至 13.16%，同比下降 5.30pct，其中销售/管理/财务分别下降 0.85/1.39/3.20pct，研发费用率提高 0.15pct。公司的非洲业务高速增长，把握非洲超 10 亿人口带来的城镇化高速发展红利。2020 公司在加纳和肯尼亚两家公司的净利润分别为 1.97、1.59 亿元，分别同比增长 149.4%、96.3%。公司目前在肯尼亚、加纳、坦桑尼亚、塞尔加尔、赞比亚 5 个国家建设并运营了陶瓷厂，其中赞比亚项目于 2021 年 4 月点火。目前年产能近 7000 万平米，并出口至东非多个国家。

基于公司机械设备业务大幅改善、非洲业务高速增长，以及蓝科锂业碳酸锂新建产能稳步进行、价格维持高位，我们给予 21/22/23 年归母净利分别为 8.07/12.25/15.02 亿，对应 PE 分别为 32/21/17 倍，维持“买入”评级。

5.2 赣锋锂业

公司是世界领先的锂生态企业，拥有五大类逾 40 种锂化合物及金属锂产品的生产能力，是锂系列产品供应最齐全的制造商之一。公司通过在全球范围内的锂矿资源布局，分别在澳大利亚、阿根廷、爱尔兰、墨西哥、非洲和我国青海、江西等地，掌控了多块优质锂矿资源，形成了稳定、优质、多元化的原材料供应体系。目前公司锂原料主要来源为 Mount Marion 产量为 40 万吨/年锂精矿。

盐湖方面，公司主要布局 Cauchari-Olaroz 及 Mariana 项目，以及通过伊犁鸿大、五矿盐湖间接取得青海省柴达木一里坪锂盐湖项目权益。公司直接持有位于阿根廷西北部胡胡伊省的 Cauchari-Olaroz 项目 51%股权，Cauchari-Olaroz 项目的含

锂卤水资源量为约合 2,458 万吨 LCE，是目前全球最大的盐湖提锂项目之一，支持年产量超过 4 万吨电池级碳酸锂并持续 40 年。公司订立了包销协议，获得 Cauchari-Olaroz 规划年产 4 万吨电池级碳酸锂中 76%的产品包销权。Cauchari-Olaroz 计划于 2021 年完成大部分项目建设，由于受新型冠状病毒疫情的影响，该项目延期至 2022 年上半年试车生产。Mariana 是一个位于阿根廷萨而塔省的锂钾盐湖。根据澳大利亚地质咨询公司 Geos 矿业编制的最新资源评估报告，Mariana 项目的控制及推断锂资源量为约合 519.6 万吨 LCE。Mariana 项目已于 2019 年顺利完成了可行性研究工作，计划在 2021 年内拿到建厂环评许可后开始建设。

5.3 天齐锂业

公司为中国和全球领先的集上游锂资源储备、开发和中游锂产品加工为一体的锂电新能源核心材料供应商。资源方面，公司以西澳大利亚格林布什锂矿为资源基地，四川雅江措拉锂矿为资源储备，确保能获得稳定的低成本优质锂原料供应，提高锂盐生产的运营效率、稳定性及灵活性。锂产品加工方面，公司主要依托四川射洪、江苏张家港和重庆铜梁生产基地，提供碳酸锂、氢氧化锂、氯化锂以及金属锂产品，其中张家港基地拥有全球目前唯一在运营的全自动化电池级碳酸锂生产线；另外，公司正在西澳大利亚奎纳纳建设两期共计 4.8 万吨电池级氢氧化锂生产线。

盐湖方面，公司于 2018 年成功收购 SQM23.77%的股权，成为其第二大股东。SQM 主要从事特种植物肥料、钾肥、锂及其衍生物、碘及其衍生物和工业化学品的生产和销售，是全球最大的碘和硝酸钾生产企业和领先的碳酸锂和氢氧化锂生产商，2020 年锂产品销量约 6.46 万吨。SQM 拥有世界上最大的卤水储量和最高品味的卤水型锂资源阿塔卡玛盐湖的开采权，锂离子探明储量为 456 万吨，潜在储量 399 万吨，可动用锂金属配额 34.95 万吨（折合 LCE220 万吨）。

5.4 盐湖股份

公司业务分为钾肥和锂盐两大板块，钾肥业务的产品是氯化钾，2020 年营收占比为 74.29%，公司目前合计钾肥产能为 500 万吨/年，2020 年公司氯化钾的产量和销量分别为 551.75 万吨、644.90 万吨，同比增加 42%。

公司控股子公司蓝科锂业以生产钾肥排放的老卤为原料生产碳酸锂，2020 年碳酸锂产量为 1.3602 万吨，同比增长 20.35%。公司通过多年的工艺优化和创新，已经形成了一整套集吸附提锂、膜分离浓缩技术耦合为一体的工业化示范装置，突破了从超高镁锂比低锂型卤水中提取锂盐的技术，近两年公司工业级碳酸锂完全成本控制在 3.4 万元/吨以内。

5.5 藏格控股

公司业务包括钾肥和锂盐两个板块，钾肥是公司的核心业务，公司以青海察尔汗盐湖钾盐资源为依托生产和销售氯化钾，2020年氯化钾产品的营收占比为95.94%。公司氯化钾年生产能力达 200 万吨，是我国第二大氯化钾生产企业，2020 年生产钾肥 111.51 万吨，同比上升 2.97%。

公司利用氯化钾生产过程中的剩余老卤、废卤，在察尔汗盐湖生产碳酸锂产品，碳酸锂 2020 年营收占比为 3.34%。公司使用吸附法提锂，目前“年产 2 万吨碳酸锂项目一期工程”（年产 1 万吨碳酸锂）已建成投产，2020 年公司碳酸锂产量为生产碳酸锂 4429.83 吨。

5.6 西藏矿业

公司的业务分为铬铁矿、锂矿的开采、加工及销售和贸易，公司在西藏罗布萨铬铁矿使用为分层崩落法进行铬铁矿的开采，2020 年铬类产品营收占比为 82.34%，2020 年公司生产铬矿石 6.655 万吨，同比增长 17.22%;

公司在西藏扎布耶盐湖进行盐湖提锂以及硼矿的开采，目前采用适用于扎布耶盐湖地理环境的太阳池结晶法，目前扎布耶锂精矿的年产能为 5000 吨左右，公司 2020 年锂精矿产量为 4600 吨，同比增长 10.57%。

5.7 蓝晓科技

公司主营业务是研发、生产和销售吸附分离材料以及围绕吸附分离材料核心形成的应用工艺技术、配套系统装置、技术服务，是能够提供“材料+设备”的吸附分离技术的综合服务供应商，公司提供的吸附分离材料及技术广泛应用于金属资源、生物医药、食品与植物提取、水处理与超纯化、节能环保、化工与工业催化等领域。2020 年公司吸附材料产销量分别为 2.16 万吨、2.04 万吨，同比增长率分别为 26.11%、30.81%，资源与新能源板块实现营业收入 9228 万元，同比增长 26.81%。

吸附分离材料可通过其自身具有的精确选择性，以交换、吸附等功能来实现浓缩、分离、精制、提纯、净化、脱色等物质分离及纯化的目的，公司吸附分离法提锂技术能有效分离镁、锂离子。在涉锂产业，公司可针对中、高、低不同品位的卤水提供不同方案，技术辐射精制、回收、除硼、矿石锂除杂等多个维度，重大合同包括与格尔木藏格锂业有限公司签订的年产 1 万吨碳酸锂盐湖卤水提锂装置设备购销合同（金额 5.78 亿元）、与青海锦泰锂业有限公司签订 3000t/a 碳酸锂生产线建设、运营和技术服务合同（金额 4.68 亿元）、五矿项目 1000 吨技术改造。

风险提示：

新能源车及储能发展不及预期；疫情扩散影响盐湖开采进程；盐湖提锂技术产业化进程不及预期。

分析师与联系人简介

华安证券新能源与汽车研究组：覆盖电新与汽车行业

陈晓：华安证券新能源与汽车首席分析师，十年汽车行业从业经验，经历整车厂及零部件供应商，德国大众、大众中国、泰科电子。

别依田：上海交通大学锂电博士，获国家奖学金并在美国劳伦斯伯克利国家实验室学习工作，六年锂电研究经验，覆盖锂电产业链。

滕飞：四年产业设计和券商行业研究经验，法国 KEDGE 高商金融硕士，电气工程与金融专业复合背景，覆盖锂电产业链。

宋伟健：五年汽车行业研究经验，上海财经大学硕士，研究领域覆盖乘用车、商用车、汽车零部件，涵盖新能源车及传统车。

盛炜：三年买方行业研究经验，墨尔本大学金融硕士，研究领域覆盖风电光伏板块。

重要声明

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证，据此投资，责任自负。本报告不构成个人投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。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。华安证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起 6 个月内，证券（或行业指数）相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准，A 股以沪深 300 指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克指数或标普 500 指数为基准。定义如下：

行业评级体系

增持—未来 6 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%以上；
中性—未来 6 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
减持—未来 6 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%以上；

公司评级体系

买入—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上；
增持—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
中性—未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
减持—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至；
卖出—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。