

电池行业深度研究系列报告之二

评级：增持

首次评级

行业研究

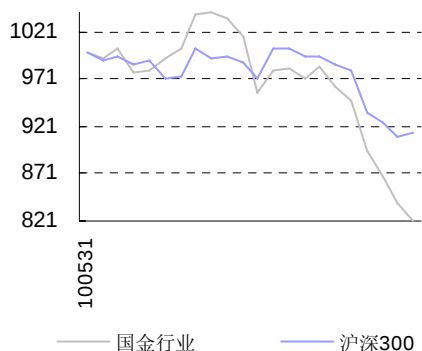
碳酸锂行业深度研究：

卤水与矿石提锂各有优劣，资源与成本是关键

长期竞争力评级：高于行业均值

市场数据(人民币)

市场优化平均市盈率	29.70
国金动力电池指数	820.63
沪深 300 指数	2534.11
上证指数	2382.90
深证成指	9227.89
中小板指数	5091.66



行业观点

- 卤水提锂与矿石提锂技术各有优劣，矿石提锂在高纯碳酸锂生产中有一定优势；卤水直接提取工业级碳酸锂成本低，但技术通用性差，早高端锂产品生产中两者不相伯仲。从目前看，矿石提锂难被替代；从长期看卤水提锂潜力较大：
 - 矿石提锂较为成熟稳定，主要有 4 种细分技术路线，大多采用硫酸法，收率高、工艺简单，方便制备高纯锂产品，目前矿石提锂生产高纯碳酸锂的成本略具优势，但并不十分显著。详细的技术分析请参考正文。
 - 盐湖提锂主要有 7 种细分技术路线，大多采用沉淀法，新技术仍在不断研发和出现中。对细分技术路线的分析请参考正文；
- 盐湖提锂的优劣势：成本低、但技术通用性差、高纯碳酸锂生产不具优势
 - 盐湖提锂制备工业级碳酸锂成本优势明显，但技术通用性差，即不同盐湖资源禀赋需要不同提锂技术；
 - 高镁锂比盐湖提锂工艺基本属于世界性难题，限制了盐湖提锂企业标准化产能扩张能力，且碳酸锂常处于副产地位，难以单独扩展提锂产能；
 - 盐湖提锂直接产品一般仅为工业级碳酸锂，需要经过提纯技术方可转化为高端碳酸锂产品，但转化难度与卤水中元素分离类似，且转化成本较难降低，生产高纯碳酸锂的成本目前不具备优势，有待技术进步；
- 需求分析：动力和传统电池需求均高速增长
 - 碳酸锂是下游应用领域最主要的原料，广泛用于电池、玻璃、陶瓷、冶金等行业；
 - 锂电池是最符合新应用发展趋势的储能技术，来自电池行业的碳酸锂需求未来五年增速将超过 25%，占需求份额不断提升；其他碳酸锂下游需求相对传统，增速稳定。
- 供给分析：产能扩建缓慢，利用率逐步提升，碳酸锂行业盈利长期仍看好
 - 行业领先企业利用自身行业地位，并结合下游需求发展，影响行业定价；
 - 国外盐湖提锂企业近期通过降价促销和补贴经销商的方式扩大其亚洲市场份额，给矿石提锂企业带来价格和利润压力；
 - 碳酸锂需求前景较好，虽然近期价格受国外巨头扩大份额的需求影响而下降，但长期价格将重回上升通道。

投资建议

- 行业策略：拥有资源量多、提纯技术成熟领先且市值相对小的上市公司。
- 推荐锂链上游组合：西藏矿业、天齐锂业、中信国安、佛山照明

图表1：碳酸锂相关公司及业务简述

代码	公司	2010-8-5 收盘价	2010-8-5 总市值 (亿元)	EPS			P/E			权益锂资源量 (万吨)	锂资源量 /市值
				2009	2010E	2011E	2009	2010E	2011E		
SZ:000762	西藏矿业	29.26	80.67	0.08	0.22	0.3	366	133	97.53	50.72	0.63
SZ:000839	中信国安	12.01	188.31	0.39	0.3	0.41	30.8	40.03	29.29	50	0.27
NA	天齐锂业	NA	25~40	NA	NA	NA	NA	NA	NA	10	0.25~0.4
SZ:002192	路翔股份	31	37.63	0.17	0.36	0.66	182	86.11	46.97	1.02	0.03
SZ:000578	盐湖集团	19.5	598.19	0.48	0.85	1.21	40.6	22.94	16.12	73.5	0.12
SZ:000541	佛山照明	14	137	0.22	0.26	0.35	63.6	53.85	40	16.758	0.12
SZ:002460	赣锋锂业	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0	NA

来源：朝阳永续，国金证券研究所

张帅 分析师 SAC 执业编号：S1130210010307
(8621)61038279
zhangshuai@gjzq.com.cn

姚罡 联系人
(8621)61038200
yaogang@gjzq.com.cn

碳酸锂概况：应用广泛、需求旺盛	4
锂元素性质特殊	4
锂产品应用广泛	4
碳酸锂是锂产业链的核心原料	5
技术比较：盐湖与矿石各有优劣、较长时间内并存	6
碳酸锂提锂技术工艺简述	6
技术概述：总量看盐湖锂占优势、矿石锂集中于高端产品	7
近期矿石提锂高纯产品略占上风	8
盐湖提锂：成本低、但通用性差、长期看潜力大	8
盐湖提锂最大难点：镁锂分离	8
盐湖提锂：提工业级产品成本低但技术通用性差	9
盐湖工业级碳酸锂提纯成本尚无明显优势	11
盐湖提锂长期潜力大	12
全球供需分析及价格变化	13
供应情况：储量丰富，近期有效产能不会大幅提升	13
需求分析：锂电池逐渐成为主要下游，推动碳酸锂需求增长	15
价格趋势：行业集中度高，需求变动推动价格变动	19
中国锂行业国情概况	22
我国盐湖资源丰富，但大部分盐湖镁锂比高，开发困难，技术难度高	22
受益下游行业发展，我国碳酸锂生产行业发展迅速，但缺乏竞争优势	22
未来技术对公司的影响	22
相关公司	23
图表 1：碳酸锂相关公司及业务简述	1
图表 2：锂产业链全图	4
图表 3：锂是电池产业链中的重要组成部分	5
图表 4：碳酸锂简介：特性、用途及产品类型	5
图表 5：矿石提锂和盐湖提锂工艺路线概况	6
图表 6：矿石提锂与盐湖提锂主要技术比较	6
图表 7：盐湖提锂技术之吸附法	7
图表 8：盐湖提锂技术之萃取法	7
图表 9：矿石提锂与盐湖卤水提锂对比	7
图表 10：矿石提锂成本	8
图表 11：盐湖提锂成本	8
图表 12：镁锂元素在元素周期表中的相对位置很近	9
图表 13：盐湖卤水沉淀法提锂原理、主要缺陷及发展方向	9
图表 14：世界主要锂资源盐湖镁锂比	9
图表 15：智利阿塔卡玛盐湖生产碳酸锂的工艺流程图	10

图表 16: 扎布耶盐湖主要生产工艺流程.....	10
图表 17: 国内盐湖卤水资源提锂技术、主要优缺点及技术瓶颈.....	11
图表 18: 西台吉乃尔盐湖卤水沉锂工艺路线图.....	11
图表 19: 矿石提锂与盐湖卤水提锂直接产品纯度比较.....	11
图表 20: 几种主要途径的缺陷.....	12
图表 21: 碳酸锂资源储量分布（2009）.....	13
图表 22: 全球锂矿石资源量（单位：万吨）.....	13
图表 23: 全球盐湖锂资源量（单位：万吨）.....	13
图表 24: 主要矿石提锂厂商情况总结.....	14
图表 25: 主要盐湖提锂厂商情况总结.....	14
图表 26: 全球提锂行业新进入者资源、规划产能及其投产时间.....	14
图表 27: 全球部分提锂厂商的技术特点.....	15
图表 28: 碳酸锂下游应用分布（2009）.....	16
图表 29: 碳酸锂下游需求发展回顾.....	17
图表 30: 下游各行业碳酸锂需求预测.....	17
图表 31: 全球碳酸锂相对供需预测.....	17
图表 32: 不同类型电动汽车中的电池级碳酸锂用量估计.....	18
图表 33: 锂电池对碳酸锂需求发展预测.....	18
图表 34: 陶瓷&玻璃行业碳酸锂需求预测.....	19
图表 35: 碳酸锂产品总体供需对比及价格变化.....	19
图表 36: 碳酸锂产能利用率.....	19
图表 37: 原材料价格变化滞后于碳酸锂价格变化.....	20
图表 38: 碳酸锂市场份额分布（2009）.....	20
图表 39: 碳酸锂市场份额分布（2009）.....	21
图表 40: 锂电正极材料成本分布.....	21
图表 41: 我国主要盐湖成分及镁锂比.....	22
图表 42: 国内部分生产厂家资源开发情况对比.....	22

碳酸锂概况：应用广泛、需求旺盛

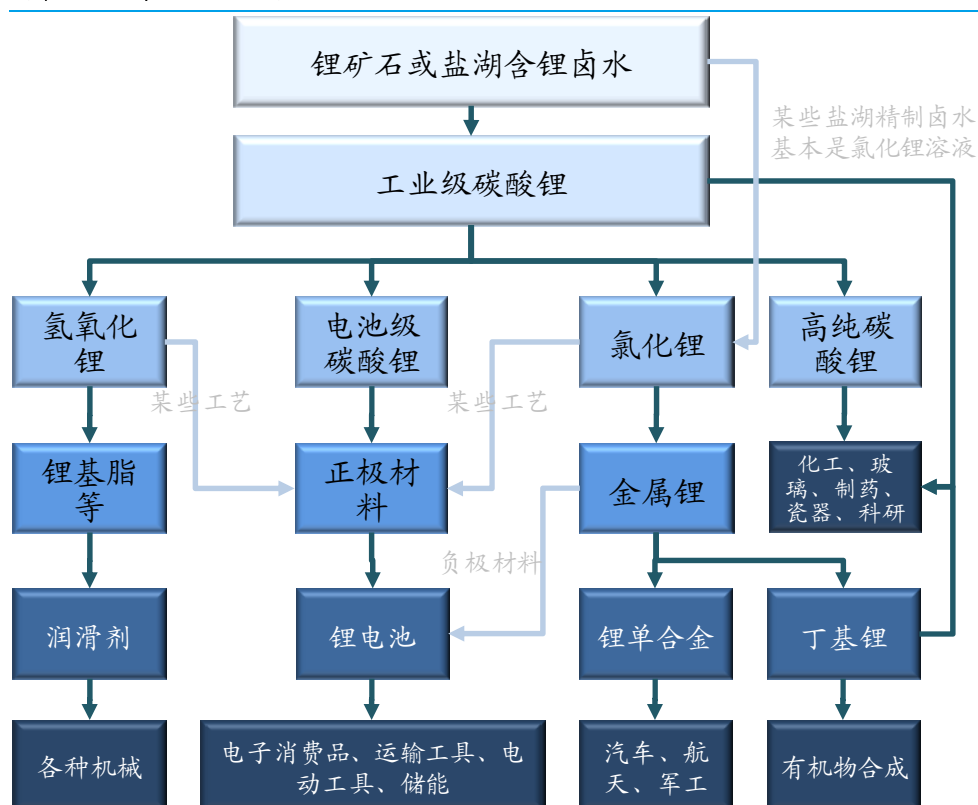
锂元素性质特殊

- 锂是一种金属化学元素，原子编号为 3，是世界上最轻的金属。锂也是电子提供能力最强、电化当量密度最大的元素，以锂系材料为正极的电池比能量最高，因此从理论上讲，锂是动力电池不可缺少的元素。

锂产品应用广泛

- 因其特殊性质，锂元素具有重要的战略地位，被誉为“二十一世纪的能源金属”，其相关产品形成了跨越多个尖端行业的锂产业链。
- 由于具有密度小、高比能量等特殊的物理和电化学性质，锂系材料是电池的理想电极材料，储能产品制造已成为锂产品最主要的下游市场之一。在世界化石能源紧张、能源智能化要求提高的大背景下，锂系电池储能设备因其性能出色、顺应需求趋势，将得到大规模应用。
- 锂的化合物品种多，已得到实际应用的各种锂化合物相关产品多达 100 以上，例如，在润滑剂和轮胎中加入锂化合物能够提高产品性能。同时，锂及其化合物能够用作核反应堆的冷却剂、玻璃、陶瓷和电解铝等行业的工业添加剂。因此，锂元素及其化合物被称为“工业味精”。
- 由锂产品精加工所得的金属锂生产的铝锂合金和镁锂合金拥有抗疲劳、强度高、韧性好、重量轻、耐高温等优点，被广泛应用于航空工业中，并被誉为“明天的宇航合金”。尤其是镁锂合金，可用作飞机的结构材料，更可用作航天飞机的热防护舱以及人造卫星、导弹弹头的包覆材料。另外，这两种合金在汽车工业中的用量也逐年增加。

图表 2：锂产业链全图

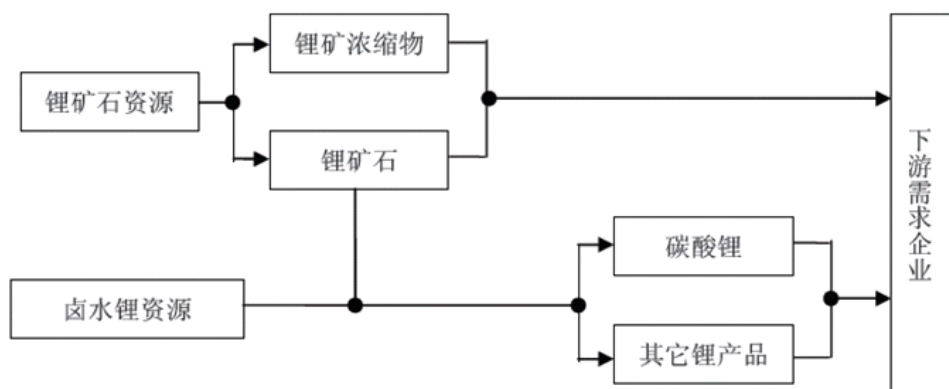


来源：国金证券研究所

碳酸锂是锂产业链的核心原料

- **锂产品**是将固体锂矿石或者含锂盐湖卤水中浓缩物提纯并精加工后形成的产品。根据加工难度、工艺水平和技术含量等因素，**锂产品**可以分为**基础锂产品**和**高端锂产品**两类。
 - **基础锂产品**一般指工业级碳酸锂、工业级氢氧化锂等大宗产品；
 - **高端锂产品**包括电池级碳酸锂、电池级氯化锂、电池级氢氧化锂、高纯碳酸锂、电池级金属锂等。

图表3：锂是电池产业链中的重要组成部分



来源：国金证券研究所

- 从锂产业链结构可知，**碳酸锂是制备各种高端锂产品的重要源头**。
 - 通过酸溶解、碱沉淀等化学反应，碳酸锂可以制得氯化锂和氢氧化锂两种基础锂产品，对应金属锂及润滑脂等下游应用。
 - 通过溶解、除杂等工艺，由碳酸锂可制得氟化锂、医用碳酸锂以及电池级碳酸锂，其中氟化锂用于陶瓷、化工等行业，医用碳酸锂用于制药，电池级碳酸锂用于生产锂电池。

图表4：碳酸锂简介：特性、用途及产品类型

碳酸锂	英文Lithium Carbonate 分子式 Li_2CO_3
物化性质	白色单斜晶系粉末，微溶于水，不溶于醇，溶于酸；600摄氏度以下对热稳定，618摄氏度后分解为 Li_2O 与 CO_2
产品用途	用于电池、玻璃、陶瓷、医药、半导体、原子能等部门，也用于制取锂化合物
产品类型 (参照国标)	1、工业级碳酸锂：碳酸锂含量98.0~99.0% 2、荧光级碳酸锂：碳酸锂含量95.0~99.9% 3、电池级碳酸锂：碳酸锂含量99.5% 4、医药级碳酸锂：碳酸锂含量98.5% 5、高纯级碳酸锂：碳酸锂含量99.99~99.999%

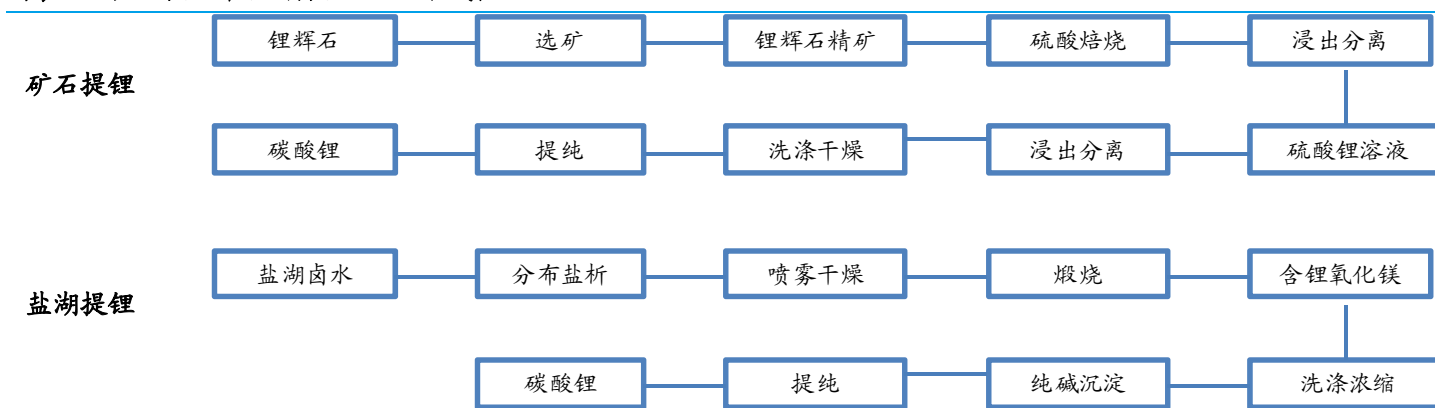
来源：国金证券研究所

技术比较：盐湖与矿石各有优劣、较长时间内并存

碳酸锂提锂技术工艺简述

- 按使用资源的不同，碳酸锂生产工艺主要分为两大类：矿石提锂和盐湖提锂。

图表5：矿石提锂和盐湖提锂工艺路线概况



来源：国金证券研究所

- **矿石提锂**指以锂辉石、锂云母等固体锂矿石为原料，生产碳酸锂和其他锂产品。矿石提锂历史悠久，技术相对成熟，其工艺主要有石灰石烧结法和硫酸法。目前最普遍的方法是硫酸法，其主要工艺是：将锂辉石（一般含氧化锂 4~6%）进行焙烧，再用硫酸溶解生成硫酸锂，经浸出、净化、蒸发、沉锂、干燥等工序，制得初级碳酸锂产品。
- **盐湖提锂**指从含锂的盐湖卤水中提取碳酸锂和其他锂盐产品。盐湖卤水提锂通常要经过盐田日晒、分阶段得到不同盐类、盐溶液提纯等阶段，最后将锂盐从溶液中分离提取，得到所需锂盐产品。目前盐湖提锂技术主要有沉淀法、溶剂萃取法、离子交换吸附法、碳化法、煅烧浸取法等。

图表6：矿石提锂与盐湖提锂主要技术比较

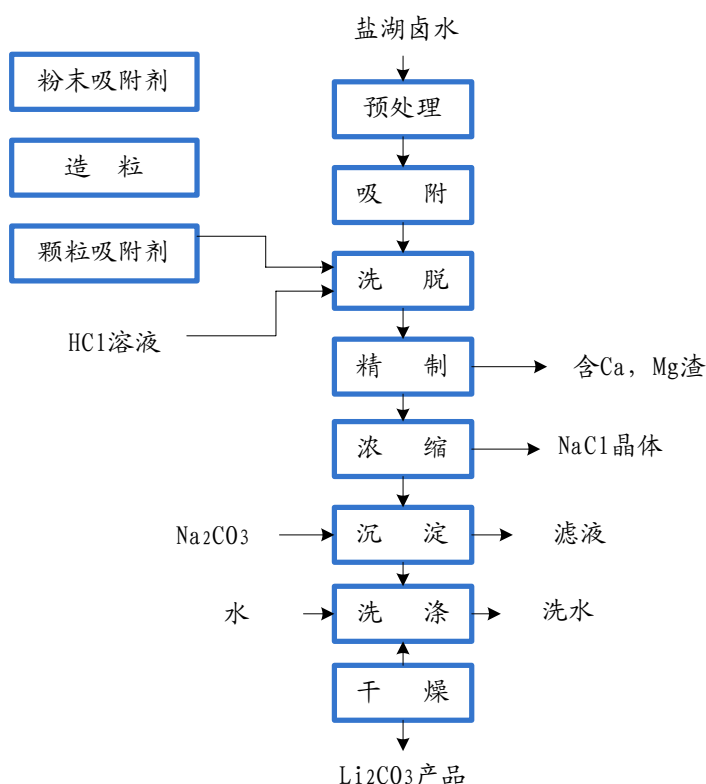
技术路线	主要方法	优点	缺点	工艺水平	生产成本
矿石提锂	硫酸法	碳酸锂收率较高，工艺简单并可处理低锂含量的矿石。	消耗大量硫酸以及纯碱，成本较高	一般	高
	锂辉石与硫酸盐混合烧结生产工艺	碳酸锂收率较高	流程长，工艺能耗较高	一般	高
	氯化焙烧生产工艺	流程简单，不消耗贵重试剂。	LiCl的收集较难，炉气腐蚀性强，试剂用量大	一般	高
	石灰石焙烧法生产工艺	实用性很普遍，不需要稀缺的试剂	蒸发能耗大，锂的回收率较低，设备维护困难	一般	高
盐湖提锂	沉淀法	工艺简单、成本较低，适宜于从低镁锂比的盐湖卤水中提锂	当镁锂比较大时会造成用碱量过大和锂盐损失严重	国际通用	中
	溶剂萃取法	适于处理高镁锂比的卤水中提取氯化锂	工艺流程长、产品单一、需要处理的卤水量大导致设备腐蚀性和设备的溶损问题，使成本显著增加	未工业化	-
	离子交换吸附法	工艺简单、回收率高、选择性好、对环境无污染	吸附法的吸附剂其流动性和渗透性都很差，溶损率也相当大，不适合工业生产	先进	-
	煅烧浸取法	工艺简单	MgCl ₂ ·6H ₂ O分解完全较困难，且生成的HCl气体对设备的腐蚀性大，需要蒸发较大的水量，工艺能耗较高。	一般	中
	电渗析法	可循环利用	成本高，不易工业化	先进	-
	碳化法	易于实现工业化，有连续化，有生产成本低、产品质量好	对盐湖要求高，需要低镁锂比，二氧化碳气源制约这种方法的发展	仅适合扎布耶盐湖	中
	盐析法	收率高、成本低	工艺过程要在封闭条件下进行，设备腐蚀严重，锂的总回收率低。	先进	-

来源：国金证券研究所

技术概述：总量看盐湖锂占优势、矿石锂集中于高端产品

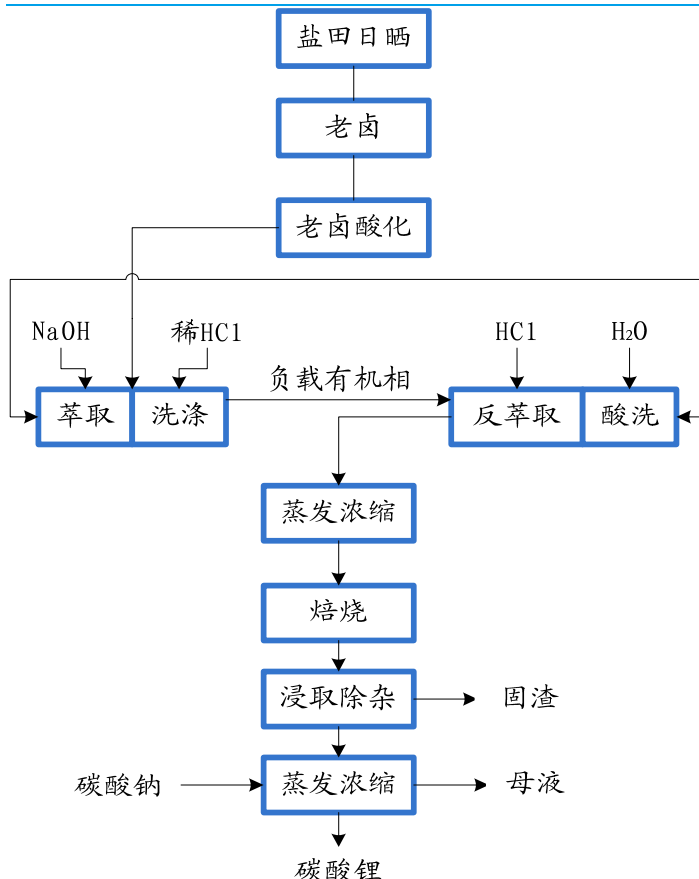
- 上世纪 80 年代，全球碳酸锂产能和产量一度以矿石提锂为主。盐湖提锂从 70 年代开始研发，90 年代国外公司在卤水提锂技术方面实现突破，同时卤水资源得到综合利用，分摊核算后的碳酸锂生产成本大大低于矿石提锂，推动盐湖提锂发展。目前，矿石提锂产量份额被大大压缩，盐湖提锂占锂产品总产量的 85% 以上。
- 矿石提锂的工艺技术经过数年发展已较为成熟。该工艺所处理的原料为锂辉石精矿，原料化学组成较稳定，除硅铝等主要杂质外，其它杂质含量均较低，工艺过程易于控制，产品质量稳定可靠，较易制备高纯度锂产品。

图表7：盐湖提锂技术之吸附法



来源：国金证券研究所

图表8：盐湖提锂技术之萃取法



来源：国金证券研究所

- 盐湖提锂的卤水原料中钾、硼、镁等元素众多，物理化学性质特殊，提锂工艺受资源禀赋与技术水平的制约很大，特别是镁与锂的化学性质极其相似，两种元素难以分离。

图表9：矿石提锂与盐湖卤水提锂对比

提锂方式	锂储量	直接锂产品	副产品	矿源品质要求	提锂技术要求
矿石提锂	35%	各种锂化合物	无	一般	一般
盐湖卤水提锂	65%	工业级碳酸锂	钾肥、硼肥等	高	复杂

来源：Internet，国金证券研究所

- 盐湖提锂生产过程不易控制，因而产量、质量波动较大。到目前为止，盐湖卤水提锂的直接产品仅能作为工业级碳酸锂，还需要对其进一步加工才能转化为电池级碳酸锂、高纯碳酸锂等高端锂产品。

近期矿石提锂高纯产品略占上风

图表10：矿石提锂成本

	2007	2008	2009
原材料:			
锂辉石 (元/吨)	2010.34	2279.40	2025.51
纯碱 (元/吨)	1304.23	1639.21	1140.88
硫酸 (元/吨)	645.09	1133.14	351.33
产品成本:			
工业级碳酸锂 (元/吨)	28965.45	29331.96	25589.87
电池级碳酸锂 (元/吨)	31021.72	31379.16	27076.63

来源：国金证券研究所

图表11：盐湖提锂成本

镁锂比: 1比1 (2009)		
制造流程	原材料	成本 (元/吨碳酸锂)
去镁	熟石灰	1224
调整PH	盐酸	136
去硫酸盐	氯化钙	1632
转为碳酸盐	碳酸钠	5168
产成品成本		
工业级碳酸锂		15415.6
电池级碳酸锂		27250

来源：国金证券研究所

- **工业级碳酸锂市场中，盐湖提锂成本优势明显：**盐湖卤水生产工业级碳酸锂成本约为锂矿生产工业级碳酸锂成本的 50%，1997 年盐湖提锂实现工业化后，带动工业级碳酸锂价格整体下降，一度将矿石提锂逼入绝境。
- **电池级碳酸锂市场中，矿石提锂成本较低：**盐湖卤水提锂所制得的工业级碳酸锂还需要通过碳化、酸化、氢化等方法得到电池级碳酸锂，因此盐湖提锂所得电池级碳酸锂并不具备成本优势，每吨生产成本略高于矿石提锂。
- **两种提锂路线各有千秋，原料和产品等级差异化，预计在未来的 5 至 10 年内将并存：**盐湖提锂生产低纯锂产品具有成本核算优势，但产能所受限多，对资源禀赋要求高，生产高端锂产品基本无优势；矿石提锂生产中高端锂产品成本略占优势，对矿源要求一般，提锂技术相对简单，工艺和质量稳定性更高。
- **高纯碳酸锂产品的需求增长更快，将提升对矿石提锂的需求：**2000 年以来，高端锂产品应用范围日益扩大，特别是电子产品的热销带动了锂电池需求，对电池级碳酸锂的需求也相应快速增长，军工、航天等快速增长的应用领域所需锂源也均为高纯碳酸锂。

盐湖提锂：成本低、但通用性差、长期看潜力大

盐湖提锂最大难点：镁锂分离

- **两个因素对盐湖提锂难度有重大影响：**1、盐湖中锂含量：通常盐湖锂含量与提锂成本成反比；2、盐湖中镁锂比：一般镁锂比越小越好。
- **造成镁锂难以分离的根本原因是该两种元素性质相近导致主要化合物的性质类似：**镁锂两种元素在元素周期表上处于对角位置，两种元素离子质量均较轻，化学性质极其相近，对应的碳酸盐、氢氧化物都不溶于水，即限制了沉淀法的使用条件。
- **目前盐湖提锂主要适用沉淀法提锂，但是如上文所分析，沉淀法适合于镁锂比低的卤水，但高镁锂比盐湖的提锂方法还在研究中，进展较慢。**

图表 12：镁锂元素在元素周期表中的相对位置很近

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe

来源：国金证券研究所

图表13：盐湖卤水沉淀法提锂原理、主要缺陷及发展方向

主要去除方法	基本原理	缺点（技术瓶颈）	发展方向
碳酸盐沉淀法	通过对蒸发池中自然蒸发浓缩后的卤水进行脱硼、除钙、除镁等分离工序，使锂离子保留于老卤中，并在一定浓度下再通过加入碳酸钠以沉淀回收锂盐	对于高镁锂比成本较高	总体而言，国外工业上应用的碳酸盐沉淀法提锂主要是应对低镁锂比的盐湖卤水；对于高镁锂比的盐湖卤水，主要方向还是研发新的工艺，利用太阳能蒸发减少能耗，提高盐湖卤水综合开发实力，增加副产品生产，降低成本
铝酸盐沉淀法	活性氢氧化铝，再与卤水中锂作用形成锂铝化合物，从而将锂从卤水中分离提取出来，是一种适合从高镁锂比卤水中提取锂的方法	铝酸盐沉淀法提锂主要存在着淡水耗量大、碳化液及焙烧浸取液蒸发能耗高和碳酸钠消耗多，致使生产成本较高	
水合硫酸锂结晶沉淀法	利用锂形成溶解度不大的硫酸锂沉淀达到分离出锂	工艺中需要获得两种不同组成的卤水，适合卤水体系有限	
镁或硼锂共沉淀法	采用硼镁、硼锂共沉淀法从高镁锂比盐湖卤水中进行了锂、镁、硼的分离和碳酸锂的制取	国内正在研究，有效性有待验证	
氨和碳酸氢铵两段沉镁提锂法	-	国内正在研究，有效性有待验证	

来源：国金证券研究所

盐湖提锂：提工业级产品成本低但技术通用性差

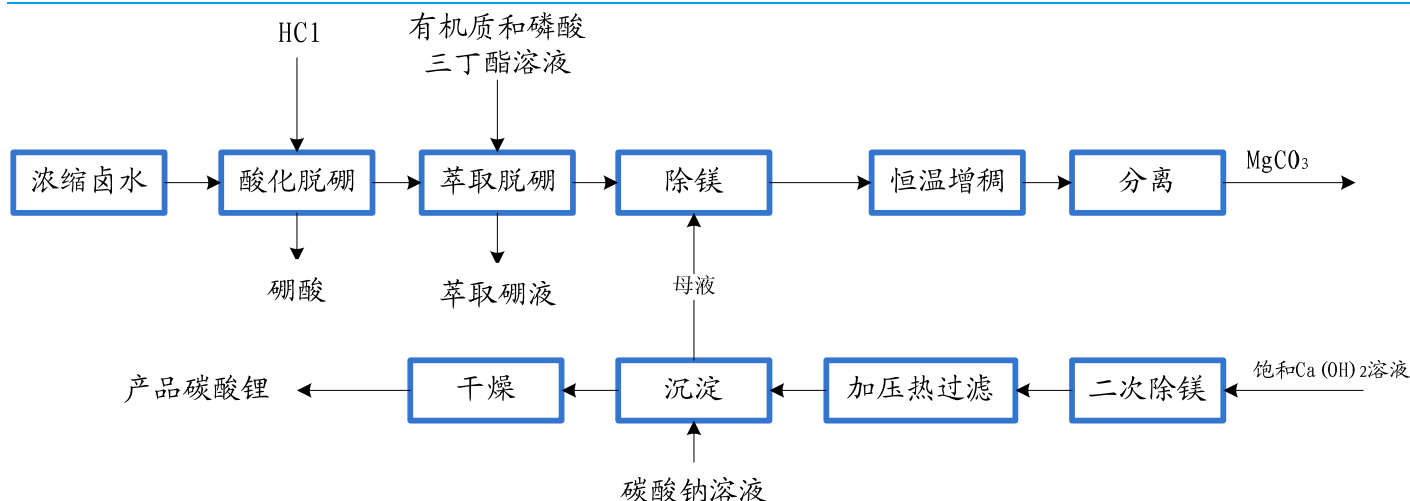
- 目前盐湖锂主要由 SQM、FMC 和 Chemetall 三家公司提供，其控制的盐湖自然禀赋较好、镁锂比较低，采用碳酸盐沉淀法即可。
- FMC 开发的阿根廷翁布雷穆尔托盐湖，其卤水镁锂比为 1.2:1，Chemetall 开发的美国银峰盐湖，其卤水镁锂比为 1.5:1，SQM 开发的智利阿塔卡玛盐湖，其卤水镁锂比为 6:1。
- 作为对比，玻利维亚的乌尤尼盐湖，含锂量世界第一，但镁锂比高达 22:1，SQM、FMC 均对其进行过开发尝试，均未获成功，至今未能实现工业化生产。
- 截止目前，国外尚未研发出从高镁锂比盐湖中提锂的相对完善的工业化生产技术。

图表14：世界主要锂资源盐湖镁锂比

盐湖名称	阿塔卡玛	翁布雷穆尔托	银峰地下卤水	扎布耶	东台吉乃尔	西台吉乃尔
Mg/Li 比	6.225	(Li 0.06%)	1.5	0.01	40.32	65.57
盐湖名称	大柴旦	一里坪	察尔汗	大盐湖	乌尤尼	死海
Mg/Li 比	114	92.3	1837	133	9.286	2000

来源：国金证券研究所

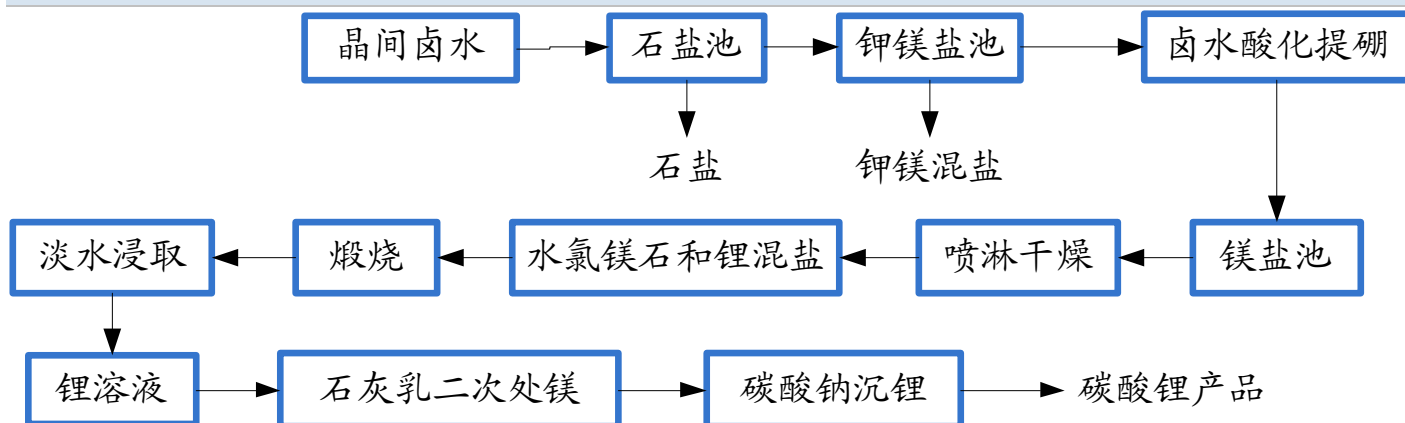
图表15：智利阿塔卡玛盐湖生产碳酸锂的工艺流程图



来源：国金证券研究所

- 国内对于使用沉淀法提锂尚处于研究阶段，产业化需要更多努力。
 - 最有发展前景的工艺是硼镁、硼锂共沉淀法。原理上讲，该方法不需要新增其他辅助原料，但对溶液温度及各种离子浓度有一定的要求，成本相对其他盐湖提锂方法较低，有利于工业化生产。
- 目前国内盐湖提锂企业主要依托当地盐湖特点进行开发，无通用盐湖提锂工艺可用：如西藏扎布耶盐湖采用碳化法，东台吉乃尔湖采用煅烧浸取法，察尔汗盐湖区采用许氏法（泵吸法），但是产量均较小，技术瓶颈明显，没有实质性的突破，也减慢了资源利用的进度。

图表16：扎布耶盐湖主要生产工艺流程



来源：国金证券研究所

- 总得来说，国外锂产品巨头和我国盐湖提锂企业的主要差异在资源禀赋而非技术水平：
 - 国外三家巨头生产碳酸锂成本低以及大规模生产的主要原因不在于锂分离技术上的优势，而是资源禀赋优良，同时各元素综合利用，通过开发各种产品，摊薄了碳酸锂的平均成本。
 - 国内盐湖的资源情况远不如国外，基本都面临海拔高、交通不便、盐湖资源镁锂比高等问题，同时产品结构较为单一，导致国内盐湖提锂成本高于国外企业成本。

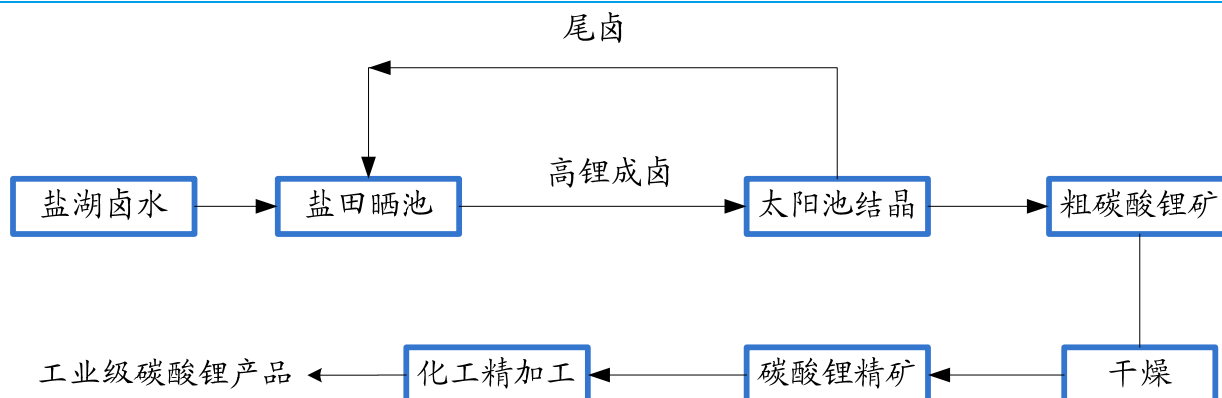
- 国外巨头采用的沉淀法较为成熟，成本主要为纯碱等原料，原料市场成熟，原料价格稳定，因此其提锂成本大幅下降可能性较小。
- 相反，国内盐湖较差的资源禀赋迫使我国企业通过自主研发克服技术瓶颈，不断提高综合开发实力，有望走出“先苦后甜”的道路，大幅降低提锂成本，后来居上。

图表17：国内盐湖卤水资源提锂技术、主要优缺点及技术瓶颈

盐湖资源	提锂技术	优点	缺点	技术瓶颈	成本
西藏扎布耶盐湖	太阳能池-碳化法	该工艺经济，充分利用丰富的太阳能和冷资源，成本较低	扎布耶盐湖目前只有单一锂产品，在生产锂产品的过程中浪费了钾、硼等资源。	二氧化碳气源制约这种方法的发展	生产成本较低，但是运输等其他成本较高
东台吉乃尔湖	煅烧浸取法	工艺简单，充分利用了周边丰富的电、气供给	设备要求高，增加成本。而且，该法需要消耗大量矿物能源。	MgCl ₂ ·6H ₂ O分解完全较困难，且生成的HCl气体对设备的腐蚀性大。需要蒸发较大的水量，工艺能耗较高	生产成本较高
察尔汗盐湖区	许氏法（泵吸法）	工艺简单，充分利用地理特点，适用于蒸发量远高于降水量的地区。	“原地化学反应池”建设比较复杂，该方法应用范围有限，同时锂元素回收率低。	镁以水氯镁石（MgCl ₂ ·6H ₂ O）结晶产出价值不高，而且在蒸发浓缩时，夹杂在水氯镁石的锂损失大，提取率不高	生产成本较高

来源：国金证券研究所

图表18：西台吉乃尔盐湖卤水沉锂工艺路线图



来源：国金证券研究所

盐湖工业级碳酸锂提纯成本尚无明显优势

- 电池级碳酸锂的要求产品中的碳酸锂含量达到 99.5%以上，其市场价格远高于工业级碳酸锂，工业级碳酸锂需要提纯才能转化为电池级碳酸锂。

图表 19：矿石提锂与盐湖卤水提锂直接产品纯度比较

组成(%)	Li ₂ CO ₃	Na	K	Fe	Mg	SO ₄	Cl
卤水提锂产品	98.22	0.12	0.0015	0.0069	0.01	0.35	0.05
矿石提锂产品	99.75	0.014	5E-05	0.0005	0.003	0.053	3E-04

来源：国金证券研究所

- 纯化的基本方法是还是利用锂元素与杂质元素的物化性质差异而将其分离，但镁锂物化性质类似，进一步提纯过程中仍面临此问题。
- 将工业级碳酸锂进一步提纯为电池级等高纯碳酸锂产品的主要途径有苛化法、电解法、氢化分解法等。

- **苛化法**是将工业级碳酸锂用石灰苛化（即与强碱反应），经除杂处理后转化成氢氧化锂，再用二氧化碳碳化制取高纯碳酸锂。
- **电解法**是用盐酸处理工业碳酸锂，除去酸不溶物和钙镁等杂质后，通过电解制得高纯氢氧化锂溶液之后，利用 CO_2 碳化法制取高纯碳酸锂。
- **氢化分解法**是将碳酸锂转化成溶解度较大的碳酸氢锂，而大部分杂质（如 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等）不被氢化，以不溶性碳酸盐的形式通过过滤除去，然后加热碳酸氢锂溶液制得高纯碳酸锂。
- **重结晶法**时利用 Li_2CO_3 在水中的溶解度在高温时比低温时更小，而一般杂质的溶解度随温度的降低而减小，可在高温时溶解 Li_2CO_3 ，冷却析出，控制在适当的温度下过滤结晶析出 Li_2CO_3 ，从而获得高纯度的产品。

图表 20：几种主要途径的缺陷

主要方案	缺陷
苛化碳化法	此方法需要精制的石灰乳，纯度要求很高。而且对于苛化时， Li_2CO_3 与石灰乳用量的比例关系、苛化时间、温度等都有较严格的要求
电解法	电解槽需要高价耐腐蚀材料，而且电解的电耗大，对膜的要求也很高。这些都制约了该方法的产业化
氢化分解法	工艺复杂，对反应温度、搅拌速度及 CO_2 的通入速度，反应时间都有比较严格的要求
重结晶法	该方法简单易行，除杂效果较好，但 Li_2CO_3 的溶解度小，操作周期长

来源：国金证券研究所

- 由提纯的主要途径可知，基本方法都是先将工业级碳酸锂溶解，再经过处理，最终重新分离出高纯碳酸锂，其生产工艺复杂、耗时，大大提高成本，降低资产周转率。
- 因此，工业级碳酸锂提纯至高纯碳酸锂的发展还是有赖于镁锂分离技术的进步，通过工业级碳酸锂制造电池级高纯碳酸锂的成本较高，镁锂分离技术进步缓慢。

盐湖提锂长期潜力大

- 中期来看，高纯碳酸锂产品的需求增长更快，将提升对矿石提锂的需求：2000 年以来，高端锂产品应用范围日益扩大，特别是电子产品的热销带动了锂电池需求，对电池级碳酸锂的需求也相应快速增长，军工、航天等快速增长的应用领域所需锂源也均为高纯碳酸锂。
- 长期来看，从可采资源储量和挖潜角度来讲，盐湖提锂更具潜力
 - 卤水锂资源储量更大，相对更方便利用：卤水锂资源占总比例超过 60%，且部分新发现的锂矿地处偏远、矿脉较薄、难以开采。
 - 盐湖提锂相关技术尚待进步，但大量投入之下，可能降低工业级产品成本，进而降低高纯产品成本：国外三大碳酸锂制造商突破卤水提锂技术瓶颈后，已完全关闭其各自的矿石提锂生产线，明确了自身技术发展方向；国内研究的主要方向也是盐湖提锂。因此，对盐湖技术的不断投入有望进一步提升盐湖提锂竞争力。随着盐湖提锂相关技术的缓步发展，工业级产品成本进一步降低，即便提纯成本无法下降，盐湖生产高纯产品的成本也可能低于当前略具优势的矿石提锂。随着盐湖系工业级产品和提纯产能的不断提升，矿石提锂的市场份额可能面临盐湖产品的威胁。