

# 云岫资本：锂电产业链还有哪些机遇？

2021年，中国动力锂电池进入爆发年，市场化提速明显。根据国家工信部的数据，2021年新能源汽车销量达352万辆，预计2-3年后，全球动力电池出货量达到1100GWh，正式迈入TWh时代。据不完全统计，2021年锂电扩产投资额超6000亿元。

这场高景气扩产潮也催生了多个千亿市值以上的锂电巨头，宁德时代更是稳稳地迈入了万亿市值大关。

锂电扩产大潮下，产业链也面临着各种挑战：上游材料短缺、价格上涨；中游制造环节设备和优质产能交付延迟；下游则面临来自客户的更高要求，续航、安全性、充电速度、成本等亟待解决。

产业的不成熟和需求激增，为技术和产业链带来新的发展机遇，同时也在释放着新的投资机会。

本文针对锂电产业链，从上游材料、中游制造、下游电池技术及电池回收四个方面进行梳理，详细拆解6000亿扩产潮下锂电行业新的趋势和投资机遇，持续跟踪并分享行业观点。

一、上游：材料革新提升电池性能，从精细化工进入大化工时代

(一) 提锂：势在必行

锂电大规模扩产的需求被放大后，向上游层层传导，从最上游锂资源开始，原材料的争抢愈演愈烈。2021年以来，碳酸锂/氢氧化锂的价格一路上涨，从年初的5.6万元涨至20余万元。以天齐锂业为例，其银行借款已达170亿元，资产负债率一度攀升至82%，需要通过港股上市降低负债率。各家提锂企业也在大举抢占资源，如宁德时代和赣锋锂业对千禧锂业的争夺战，最终被美洲锂业以4亿美金高价截胡。

目前提锂方式主要可分为锂辉石提锂、盐湖提锂、锂云母提锂三种。产出产品主要为碳酸锂和氢氧化锂两种，其中氢氧化锂生产出的电池性能更优。氢氧化锂主要从锂辉石中提取，锂辉石资源主要集中在南美锂三角和澳洲。我国锂矿资源并不丰富，并且我国的盐湖锂禀赋较差，镁元素过高，产出大多为碳酸锂。

但是，在全球新能源汽车迎来需求爆发之际，我国作为全球最大的锂消费国，对锂资源的开发和把控势在必行。提锂技术受到重点关注，旨在通过技术的革新，来弥补自然资源的稀缺和禀赋上的缺陷。可以关注拥有突破性提锂技术及把握锂资源的企业。

(二) 材料：持续推动降本增效

锂电池主要靠正负极之间锂离子的移动、脱嵌，并与正负极材料产生化学反应进行充放电。

锂电材料主要分为正极、负极、隔膜、电解液四大主材及铜箔、铝箔、铝塑膜等其他材料。材料革新需要综合考虑能量密度、功率、循环寿命、安全性、成本等多个因素，对应着下游需求，形成了多元化的电池技术路线。

材料革新主要有两种方式：材料改性及新材料的开发。

锂电材料的革新中，正负极的变革最具想象力，电解液、隔膜等其他材料也在不断创新，带动产业发展。

锂电材料中，正极材料成本占比最高，也是锂电池的核心材料，决定了锂电性能，对产品最终的能量密度、电压、使用寿命以及安全性等都有着直接影响。

1. 正极材料

正极材料目前主流为三元材料和磷酸铁锂，二者各具优势：三元材料理论能量密度更高，磷酸铁锂更安全、更具成本优势，因而三元和磷酸铁锂之争一直未停。

2021年动力电池装机种类中，三元材料仍占据更高份额，占比为55.3%，但磷酸铁锂装机量增长更快。产业内较流行的观点是：高镍三元是中/高端电动车实现长距离续航的重要技术路线，磷酸铁锂将在其他场景更有优势，如A00级车、城内短途出行、二轮车、储能、重卡等。

两种材料都在不断进化，三元朝着高镍低钴甚至无钴方向发展，铁锂系中，磷酸锰铁锂相比磷酸铁锂可提升最高工作电压，从而提升能量密度，是重要的发展方向。未来何种材料将成为主流，尚不能轻易下定论。

中长期来看，富锂正极、高压电芯都是提升能量密度的重要技术路线。更长远的终极：也许可以重点聚焦周期表右上方元素——具备小的电化当量、高的电极电位，更有作为正极潜质的元素，筛选出极具应用

前景的无锂正极。

但材料革新中对能量密度的提升，往往意味着对其他性能如循环性能、稳定性等方面的牺牲，并且新的正极材料需要寻找更合适的配套材料如相对应的负极、电解液等，成本也将成为掣肘产业化的问题。

因此，正极材料革新及产业化的方向并不完全追求单一性能的极致，而是更看重综合性性能的同步提升。

相信随着时间推移和技术进步，相关问题得以解决后，我们会看到材料变革带来的产业进步，如同半导体行业的摩尔定律。

2. 负极材料

负极材料的作用是储存和释放能量，主要影响锂电池的循环性能等指标。目前，石墨负极本身并不存在缺口，然而双碳政策下，内蒙产能受到影响，因此负极材料也是供不应求。

负极材料可分为碳系材料和非碳系材料，其中碳系材料中的人造石墨是当前绝对主流，成本和性能相对占优，典型企业是北交所一哥贝特瑞。

石墨负极最核心的问题是其能量密度的理论上限为372mAh/g，行业头部公司的产品已可实现365mAh/g的能量密度，逼近理论极限。基于此，大家开始将目光转向硅基负极，其中硅碳负极材料被认为是前景最佳的技术路线。

特斯拉已将硅碳负极应用于Model 3，在人造石墨中加入10%的硅，单体能量密度成功实现300Ah/g，大幅领先传统技术路线的电池。

然而，硅碳负极的加工技术仍不成熟，当前硅碳负极材料市场价格已经超过15万元/吨，是人造石墨负极材料的两倍，其技术和配套工艺还有待成熟，典型企业包括江西紫宸、璞泰来、致德新能源等。

另一个负极研发热点是金属锂负极，其因“高比容、低电位”等特性而具有应用潜力，但还需要解决锂枝晶带来的安全问题等。

金属锂负极可能中短期将在无人机等细分领域进行推广商用，在动力领域商用预计还需要更长的时间。

3. 电解液

电解液包括高纯度的有机溶剂、电解质锂盐和添加剂，主要作为离子迁移的载体，保证离子在正负极之间的游动。按成本划分，电解质锂盐占比约40%~50%，溶剂占比约30%、添加剂占比约10%~30%。

电解液虽然不是最为核心的原料，却是近年来缺口最大、价格上涨最为严重的部分，尤其是其中的电解质——六氟磷酸锂，其扩产和环评需要的时间较长，整体需要1.5-2年的时间，价格已经从年初的十几万一吨上涨至五六十万一吨。目前天赐材料、新宙邦等公司都在积极扩产，能锁定客户长单、绑定上游氟化氢、氟化锂等资源的电解液生产企业更具业绩确定性。

为应对六氟的涨价和缺货，电解液企业纷纷探索新的替代性方案，新型锂盐LiSFI代替LiPF6就是其中的一种。这种新型电解液可以提升电池安全稳定性，提高耐低温耐胀能力，但制备成本相对较高。作为替代方案，LiSFI的需求主要取决于与LiPF6之间的价格差。

除电解质的稀缺，添加剂VC今年也暴涨3倍左右。

添加剂的作用主要是改善界面特性、提高电解液导电能力、以及进行内部过充电保护等。VC是最广泛应用的添加剂，有利于促进稳定SEI膜(在液态锂离子电池首次充放电过程中，电极材料与电解液在固液界面上发生反应，形成一层覆盖于电极材料表面的钝化层)的形成，提升电解液性能。

电解液未来主要的创新将体现在对新型锂盐和新型添加剂的开发。如蜂巢能源开发出以凝胶电解液为电解质的“果冻电池”，提升安全性能。

进一步地，电解液未来最有前景的变革将是液态电解液逐步向固态电解质变革，大幅提升锂电池安全性及其他综合性能。

4. 隔膜

锂电池的隔膜是一种经特殊成型的高分子薄膜，薄膜有微孔结构，可以让锂离子自由通过。

目前来看，锂电池隔膜技术壁垒最高，行业集中度最高，国内市场CR5达到82.1%，仅龙头恩捷股份国内市占率就达到44.1%，基本达到寡头垄断格局，毛利率也在众多锂电材料公司中堪称最为丰厚。

隔膜的技术路线主要分为干法和湿法，目前湿法隔膜为主流。

隔膜在储能领域也是不可或缺的材料，未来隔膜轻薄化是开发的一大趋势。

隔膜投资的风险点主要在于未来固态电池中电解质承担了分隔正负极的作用，而无需用传统隔膜，但纯固态电池大规模商用尚早，隔膜短中期仍是高壁垒、广泛使用的材料。

此外，隔膜的设备基本为进口，也可以关注锂电隔膜设备国产化机会。

5. 其他

除了正负极材料、电解液、隔膜四大主材，铝塑膜、铜箔(负极用)/铝箔(正极用)、粘结剂等也是值得关注的材料。如铝塑膜受软包电池渗透率提升和储能利好，成为锂电材料中新的热点。

铝塑膜长期由日本昭和电工、DNP等日韩企业垄断，国产率低，是技术壁垒最高的锂电材料之一。主要技术路线为干法和热法，但各有优劣势，干法铝塑膜深冲性能好，但耐电解液和抗水性能不及热法；热法铝塑膜耐电解液腐蚀性能好，但冲深成型性能差。因此也有新的厂商另辟蹊径，如锂盾材料自主研发出非极性微波锚固法多相界面一体化铝塑膜，将干法和热法优势结合。

(三) 从精细化工到大化工供应：解决供需矛盾

除了每种原材料本身的技术进步外，应对下游大规模需求，锂电材料还需从精细化工向大化工产业转，才能维持健康、可持续的供需关系。

近年来，越来越多的“局外化工巨头”正在加速搅局，如巴斯夫与杉杉合资成立巴斯夫杉杉，万华化学投建5万吨磷酸铁锂正极材料一体化项目，新洋丰、龙佰集团、中核钛白等磷化工和钛白粉企业也宣布投建磷酸铁、LFP材料项目。可以说，锂电材料正经历的不仅仅是“局内人”的内卷。

未来，传统精细化工的生产方式将不再适用，小而美的材料商也难以继续奇货可居，来自外围大化工企业的降维打击正在考验每个材料上的运营能力和创新能力。

二、制造：亟需高效的优质产能及智能制造

(一) 锂电设备：一体化、自动化和一致性

随着锂电扩产潮的到来，锂电设备受益明显。据统计，2021年中国动力锂电池累计装机量达154.5GWh，同比累计上升153.1%，而TOP10企业规划产能合计已接近2.1TWh。按照动力电池单GWh设备投资额约为2亿元测算，预计2021-2025年新增锂电设备市场需求将超4000亿元。

在强订单需求下，具备规模化供应能力的厂商有限，锂电池的扩产周期较长，从厂房建设到确认验收一般需要2-3年建设期，其中设备从采购生产到验收确认收入也需要12-18个月的时间，这就意味着锂电设备的收入增长相对迟滞，投资者可根据在手订单有效预测未来收入。

从今年各家锂电厂商2021年中报披露的在手订单来看，大部分锂电设备商在上半年的新签订单或者在手订单就已经超去年全年的收入，先导智能更是仅上半年就新签订单92亿元，几乎是2020年收入的两倍。面对大量的订单堆积，交付能力成了关键。

从生产工序上来看，锂电设备主要分为前道设备、中道设备和后道设备。前道制作极片，中道制作电芯，后道制作模组和电池pack。整体主要包括涂布、辊压、分切、卷绕、叠片、注液、焊接、分容化成、组装、检测等工序。

由于生产工序非常多且不同工序需要的核心技术不同，大多数厂商仅能卡位2-3个工序，目前前中后道都能覆盖的仅先导智能和赢合科技两家企业。

各类设备的关键技术及进步趋势如下：

除了追求各环节工艺的精进，一体化、自动化和更高的一致性为锂电设备的主要趋势。

锂电池生产的工序非常琐碎，单纯的一两道工序线速度提升并不能带动整个生产效率，若能将前后工序一体化则能直接减少物料搬运的时间，降低生产成本，提升物料一致性。因此近年来许多领先的锂电设备厂商都在主打自己的一体机，如辊压分切一体机、激光模切卷绕一体机、切叠一体机等，预计未来一体机在锂电设备中的渗透率会越来越高。

除了专用设备外，通用的激光设备在锂

电行业中也应用广泛。典型的跨界代表厂商如大族激光。

根据长江证券的调研，激光焊接设备在锂电池设备投资中占比约5%-15%，具体环节包括：中道工艺——极耳焊接、极带的点焊接、电芯入壳的预焊、外壳顶盖密封焊接、注液口密封焊接等；后道工艺——电池模组PACK的连接片焊接，以及模组后的盖板上的防爆阀焊接等。

随着4680电池的极耳数量增加，焊接从两个极耳的点焊变为了全极耳的面焊，焊接工序和焊接量都将变多，焊接难度也大幅提升：激光强度及焦距控制难度提升，容易焊穿烧到电芯内部或者虚焊，影响良率等，因此对焊接工艺提出了更高的技术要求。随着焊接难度与焊接量的提升，预计4680电池产线中激光焊接设备的价值量将提升。

(二) 锂电制造：从制造走向智造

五六年前，中国的锂电行业还处于一种高速裸奔的状态，技术水平弱、自动化程度低，甚至是半手工半机械化生产，跟在3C精密制造业背后模仿追赶。

而随着技术经验的积累以及下游大客户的需求倒逼，锂电生产正从制造转向“智造”，对设备的互动纠偏能力、精度、速度、稳定一致性，对生产环节中的节能减排，对生产效率的极致追求都在重塑整个行业。其中机器视觉检测、机器人、数字化系统三大技术在锂电行业中的应用将带动锂电行业新的发展。

1. 机器视觉检测

锂电生产中的气泡、黑点、划刻等瑕疵，极耳错位等问题都会影响电池质量甚至造成爆炸等，这就要求对锂电生产进行实时视觉检测，保证一致性和稳定性。

过去几年，锂电行业视觉检测一直处于可有可无，甚至是设备厂商为了应付电池厂要求而随意装配在设备上的状态，绝大多数视觉检测厂商作为Tier 2供货商话语权弱，利润空间薄。

随着电池安全问题频发、对电池一致性的要求，尤其是海外主机厂对电池质量的要求更加严苛，倒逼上游电池厂商引起重视。从宁德时代开始，电池厂商越来越重视视觉检测，头部视觉检测厂商正从幕后走向台前，从Tier 2发展成Tier 1厂商，甚至需要设备厂商配合视觉厂商进行规格定制。

可以预见，未来锂电池的机器视觉将会向更多电池厂商、更多生产工序中的渗透，锂电设备标配CCD检测系统有望成为行业惯例。

2. 机器人

目前锂电生产过程中还是以专机设备为主，工业机器人使用目前并不多。在一些工艺段，有企业尝试使用机器人，如叠片环节，并联机器人更有速度优势。

据高工锂电调研，锂电行业对机器人更大的缺口还在移动机器人。前道因为物料体积和负载问题，需要和产线精准对接，因此对移动机器人需求量比较大，后道则需要移动机器人进行柔性搬运。

与一般AGV的场景类似，在动力电池产线AGV的应用场景中，客户主要看重AGV的定位精度、与整体生产节拍的协调性、调度系统的稳定性以及数据采集的准确性。

目前锂电行业自动化厂商主要有两大类玩家：机器人厂商、锂电设备厂商，但各有优劣：

如何将机器人、物流技术和锂电生产现场工艺融会贯通或将成为竞争要素。在这样的前提下，先发优势非常重要，能先进入大客户卡位的厂商，则有一定的时间窗口对生产工艺加深理解，进行现场调试，获得宝贵的现场工艺经验，进一步进行技术迭代，提高壁垒。

3. 数字化系统

与精密生产相匹配的，是智能化的生产工厂。

大量的自动化和工业互联网厂商正试图将他们多年的数字化改造经验迁移复用到锂电行业。他们通过拆解和模块化生产工序，保证交付的稳定性和一致性。通过打通PLC单元、MES系统，嵌入3D模型组态，强化整线系统和集成能力，并配合5G工业物联网平台，实现程序高效化、标准化、可视化。

据了解，单个工厂的智慧化解决方案客单价可达数百万元，若配合自动化传输、检测、减排、温控设备则可卖到数千万。宇航股份、智造家、思客琦、(下转第50版)