

国信期货锂专题报告

锂

锂产业链全景梳理（二）

2023年7月7日

● 主要结论

在《锂产业链全景梳理（一）》中，我们从介绍锂的基础知识开始，梳理锂产业链从“工业味精”到“白色石油”经历了怎样的结构性变革，进一步结合全球锂资源的分布情况从上游原料端开始梳理锂资源分布特点以及目前各国锂矿项目概况。

在本篇专题报告中，我们将梳理锂资源的直接加工产品——锂盐、并分析其用途及其分类及对应品级。然后，我们将对锂产业链中的中游产品——锂电池的基础材料进行系统性的分析梳理，为大家全面介绍正极材料的分类、命名体系、行业发展及目前市场结构，结合电解液和可用于锂电池负极的金属锂，让大家更深入的走进锂电池的内部组成。最后，我们将落脚于锂产业链的下游及终端应用——锂离子电池和新能源汽车，分析行业变革，通过对锂资源的需求端的梳理从而完善整条锂产业链。

在接下来的专题系列中，我们将首先聚焦于锂产业链的供应端，总结全球锂资源项目最突出的特点和投产扰动因素，并针对硬岩型资源和盐湖卤水型资源分别深入分析。进一步，我们将结合历史锂价波动总结各个时间段的锂资源项目供应情况，最后落脚于当前、分析锂产业链供应端的变革以做出未来展望。

国信期货有色及新材料研究团队

分析师助理：王美丹

从业资格号：F03114617

电话：021-55007766-6614

邮箱：15695@guosen.com.cn

分析师：顾冯达

从业资格号：F0262502

投资咨询号：Z0002252

电话：021-55007766-6618

邮箱：15068@guosen.com.cn

独立性申明：

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于本人的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

一. 锂盐——锂资源的直接加工产品：

作为锂矿资源加工后的直接产品，锂盐主要用于锂产业链中的中游正极和下游锂电池和终端新能源汽车的应用。锂盐主要有三种——碳酸锂、氢氧化锂和氯化锂，而碳酸锂和氢氧化锂按照品质的不同又可以分为电池级和工业级两种。

碳酸锂，作为目前锂盐产品中用量最多的产品，是一种无极化合物，化学式 Li_2CO_3 ，分子量 73.89，是一种无色单斜系晶体活白色粉末，微溶于水、稀酸，不溶于乙醇、丙酮。其密度为 2.11g/cm^3 ，熔点为 720°C ，热稳定性低于元素周期表同族其他元素的碳酸盐，空气中不潮解。根据品质的不同，碳酸锂又分为工业级碳酸锂（碳酸锂含量为 98%-99%）和电池级碳酸锂（碳酸锂含量大于 99.5%）。其中，工业级碳酸锂主要通过锂辉石等矿石或者盐湖卤水中提取，作为传统陶瓷、玻璃等行业的原材料之一，或者用于制备六氟磷酸锂和金属锂。而电池级碳酸锂则主要通过提纯工业级碳酸锂而得，用于制备钴酸锂、锰酸锂、中低镍三元材料和磷酸铁锂等锂离子电池的正极材料。

氢氧化锂，是一种无机化合物，化学式为 LiOH ，为白色结晶性粉末，溶于水，微溶于乙醇，具有强碱性，腐蚀性极强。氢氧化锂依据品质不同分为工业级氢氧化锂（ LiOH 含量不小于 56.5%）和电池级氢氧化锂（ LiOH 含量为 56.5%至 57.5%）同碳酸锂一样，同样可以作为电池的主要原材料，区别主要在于电池级氢氧化锂用于中高镍正极的制备，而电池级碳酸锂则主要用于中低镍正极材料和磷酸铁锂的制备，工业级氢氧化锂则主要用于润滑脂的制备。此外，两种盐的制备工艺也有所差别，碳酸锂也可以通过苛化法制备氢氧化锂。

氯化锂是制取金属锂的主要原料，是一种无机物，分子式为 LiCl ，分子量为 42.39，也可用于空气调节领域，用作助焊剂、干燥剂、化学试剂或用于制焰火。氯化锂自然状态下为白色的晶体，具有潮解性，易溶于水，也易溶于乙醇、丙酮、吡啶等有机溶剂，但难溶于乙醚。工业上主要通过锂云母、锂辉石以及提取 NaCl 、 KCl 后的盐卤水中制备氯化锂。

二. 中游产品——锂离子电池的基础材料：

锂产业链的中游——锂电材料，主要由正极材料、负极材料、隔膜和电解液四大材料组成。其中，锂盐作为正极材料的重要原材料，金属锂和六氟磷酸锂则分别可用于锂电池负极材料和电解液。

正极材料是锂电池电化学性能的决定性因素，直接决定了电池的能量密度和安全性，从而进一步影响电池的综合性能。而正极材料在锂电池材料成本中所占的比例约为 30%-40%，所以其成本也直接决定了电池整体成本的高低，因此正极材料在锂电池中具有不可替代的作用。目前中国锂电池正极材料市场已完成了由早起层状钴酸锂至层状三元结构的技术迭代，应用场景也由消费类电子设备拓展至新能源乘用车市场。

锂电池按照正极材料体系来划分，主要分为钴酸锂（ LCO ）、锰酸锂（ LMO ）、三元材料（镍钴锰酸锂（ NCM ）和镍钴铝酸锂（ NCA ））、磷酸铁锂（ LFP ）等。

钴酸锂是第一代商业化正极材料，在几十年的发展中逐渐改性和提高，目前是发展最成熟的锂离子电池正极材料。钴酸锂具有比容量较高、放电平台高、循环性能好、合成工艺简单等优点，但由于其中含有大量钴元素，所以制作大型动力电池时安全难以保证。但由于钴酸锂材料的压实密度大于三元材料等其他正极材料，及单位体积内能容纳的钴酸锂量最多，所以在更加重视体积密度的 3C 电池中，钴酸锂仍作为

主流材料被使用。

锰酸锂具有资源丰富、成本低、无污染、安全性好、倍率性能好等优点，相比于钴酸锂而言是更理想的动力锂电池正极材料。然而，由于锰元素的溶解性导致锰酸锂材料耐高温性能和循环性能不佳，需要掺杂铝和烧结造粒来混合使用，故而目前锰酸锂主要用于为电动两轮车供电。

三元正极材料是层状镍钴锰(铝)酸锂复合材料，主要有 NCM（镍钴锰三种金属元素）和 NCA（镍钴铝三种金属元素）两种类型，按照各个元素不同比例制备，即可获得不同的电池性能。其中，镍元素可以提高材料活性，从而提高能量密度。钴元素也属于活性物质，能减小阳离子混排、便于材料深度放电，从而提高其对应电池的放电容量，同时混入适量钴元素还能起到稳定正极材料层状结构的作用。锰元素则是主要发挥其稳定性、在正极材料中起到支撑结构的作用，提升电池充放电过程的安全性。铝元素在 NCA 系正极中主要代替锰元素起到增强材料稳定性和提高材料循环性能的作用。

三元正极的命名通常以三种金属元素的字母代表及其对应比例组成，例如目前三元正极材料市场占有率最高的 NCM523，代表有镍钴锰三种金属元素按比例 5:2:3 制备而成的正极材料。NCM 系正极的常见比例配置有 NCM111、NCM333、NCM523、NCM622、NCM811 等，NCA 系则主要以 8:1.5:0.5 配比为主。三元正极材料中，镍比例大于 6 的正极材料被称为高镍三元材料（如 NCM811、NCA 系），由于其电芯能量密度高、循环寿命长且度电成本低，已经成为三元正极材料发展的主流趋势。

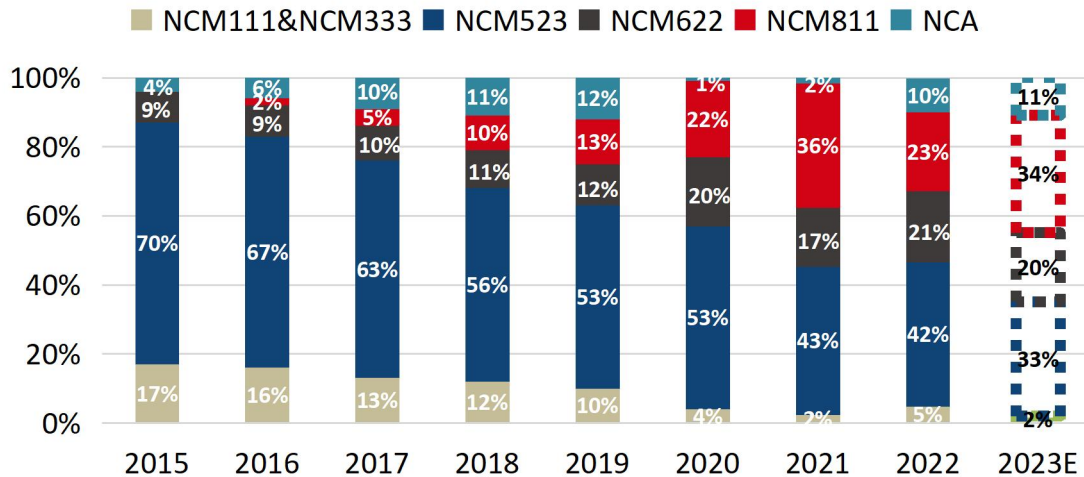
图：三元正极材料



数据来源：GGII，EVTank，国信期货

目前，市场上三元正极材料占比最高的是 NCM523，NCM811 和 NCA 系正极因动力电池高镍化趋势近年来占比在逐步提升，而 NCM111 和 NCM333 因成本高、能量密度低，目前已经基本被淘汰。据 GGII 统计，2022 年，NCM523 的产量占比高达 42%，NCM811 和 NCA 系合计占 33%，而 NCM111 和 NCM333 仅占 5%；而据 EVTank 预计，2023 年 NCM523 的产量占比将随着高镍化趋势降至 33%、NCM111 和 NCM333 缩小至 2%，NCM811 和 NCA 系正极将提升至 45%。

图：中国三元材料产量占比趋势变化



数据来源：GGII，EVTank，国信期货

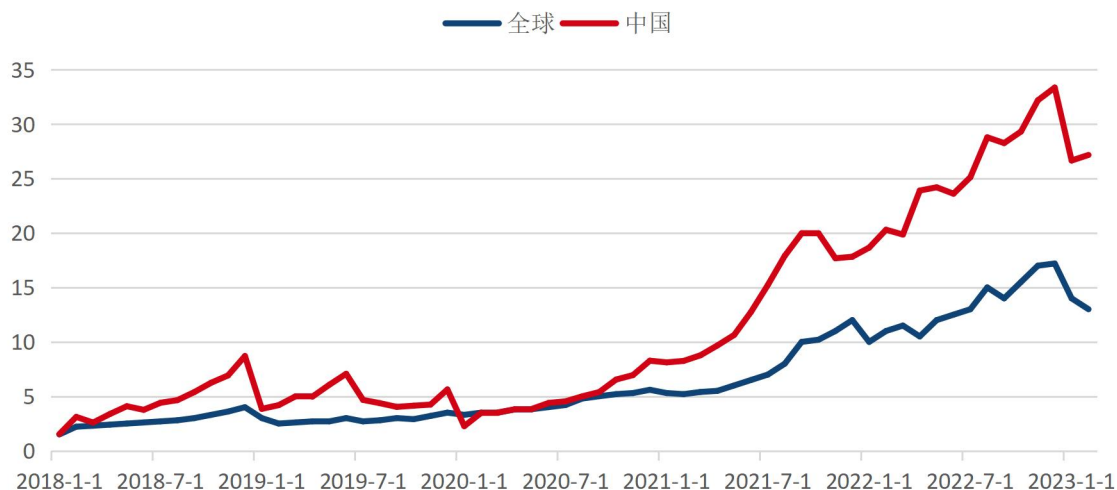
磷酸铁锂是一种由锂源、铁源、磷源和碳源为主要原材料构成的橄榄石结构的锂离子电池正极材料，化学式为 LiFePO_4 ，主要用于各种锂离子电池，具有工作电压高、能量密度大、循环寿命长、安全性能好、自放电率小、无记忆效应等优点。磷酸铁锂的性价比较高，一方面融合了中低端消费者的需求，另一方面在续航里程上无较多劣势，逐渐成为国内的主流动力电池方式。

六氟磷酸锂，是一种无机化合物，化学式为 LiPF_6 ，为白色结晶性粉末，易溶于水、溶于低浓度甲醇、乙醇、丙酮、碳酸酯类等有机溶剂，主要用作锂离子电池电解质材料。目前六氟磷酸锂可通过湿法、干法和溶剂法制备而成。湿法是将锂盐溶于无水氢氟酸中形成 $\text{LiF} \cdot \text{HF}$ 溶液，然后通入 PF_5 气体进行反应生产六氟磷酸锂结晶。经分离，干燥得到产品。干法则是将 LiF 用无水 HF 处理，形成多孔 LiF ，然后通入 PF_5 气体进行反应，从而得到产品。而溶剂法则是使锂盐与氟磷酸的碱金属盐、铵盐或有机胺盐在有机溶剂中反应，结晶，从而制取六氟磷酸锂产品。

三. 锂产业链的下游及终端应用——锂离子电池和新能源汽车：

锂产业链中的下游和终端应用主要为锂离子电池和新能源汽车、储能领域组成，其中锂离子电池主要分为动力锂电池和容量性锂电池。新能源汽车是至采用新型动力系统，完全或者主要依靠新型能源驱动的汽车，动力锂电池是其最主要的供能来源。目前全球新能源乘用车的销量在近年来电池技术不断突破和相关政策的扶持下，渗透率已由 2020 年的约 3% 增长至约 13%，而中国新能源汽车的渗透率已高达约 27%。此外，储能领域在全球碳中和的大背景下正在大力发展，有望成为拉动锂资源需求增长的第二驱动力。

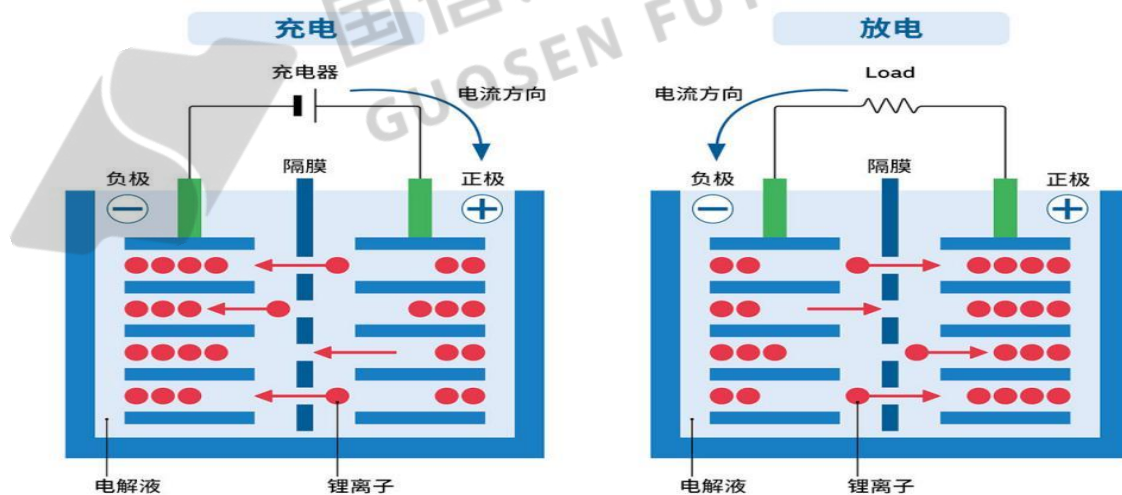
图：全球及中国新能源车渗透率



数据来源：EVTank，国信期货

锂离子电池的内部主要由正负极、隔膜、和电解液构成；而组成电芯还需要铜箔、铝箔以及电池外壳的包装组成。其工作原理是以金属锂或石墨等材料作为负极，而以含有锂的含氧酸盐作为正极。放电时，锂离子从负极向正极迁移，而充电时，锂离子从正极向负极迁移。这样就完成了锂离子电池的充放电，以此便可以向新能源车提供动能。锂离子电池主要依靠锂离子在正负极之间的移动来实现充放电的过程，如图——所示。

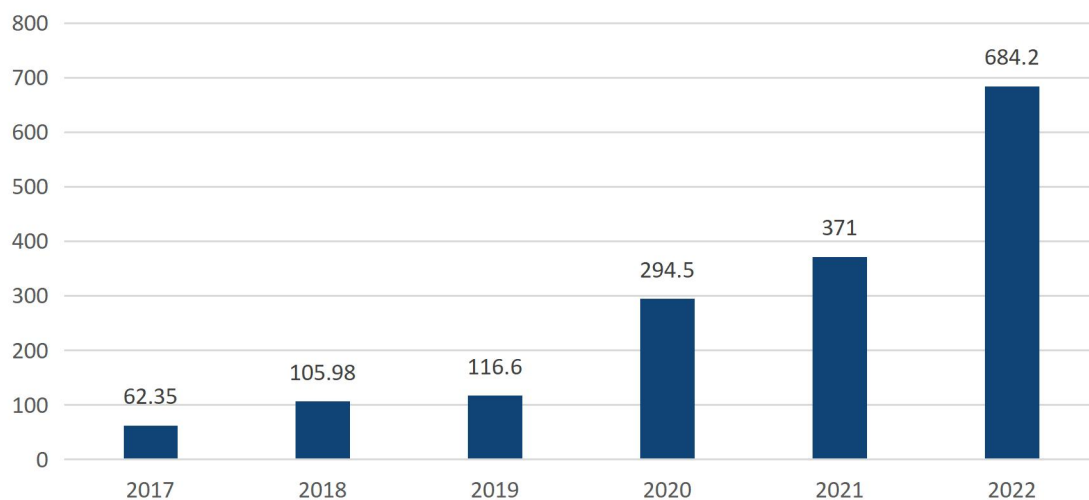
图：锂离子电池运作过程



数据来源：公开资料，国信期货

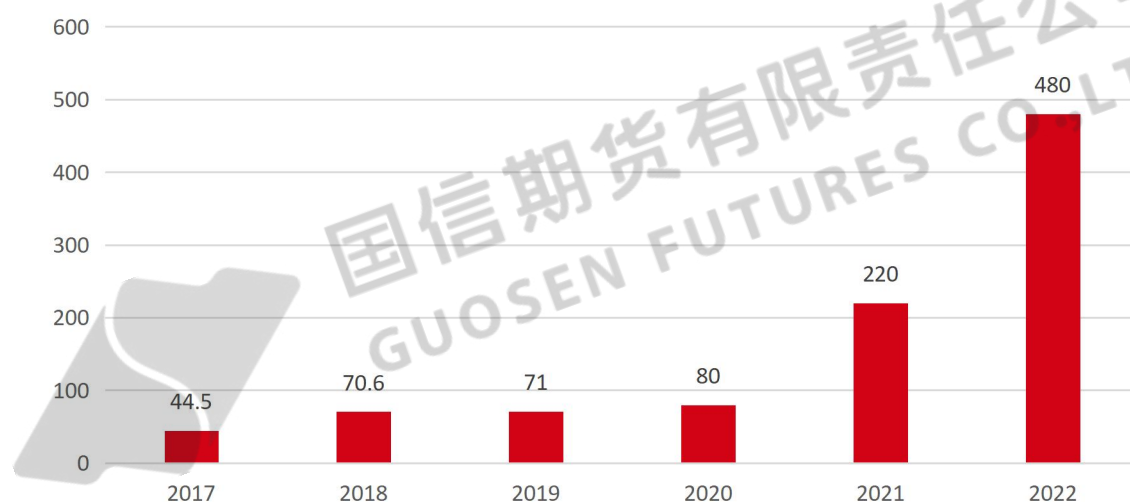
锂离子电池市场仍处于高速发展中。据《中国锂离子电池行业发展白皮书（2023年）》显示，全球2022年锂离子电池出货总量957.7GWh、同比增长70.3%，中国出货总量为480GWh、同比增长超118%；从出货结构来看，全球汽车动力电池出货量为684.2GWh，同比增长84.4%；储能电池出货量159.3GWh，同比增长140.3%；小型电池出货量114.2GWh，同比下滑8.8%。所以目前动力电池仍是锂离子电池的主流，但基于储能的增速在2022年已超过动力电池综合而言，储能和动力电池的发展将进一步扩展锂离子电池的出货量，从而进一步拉升锂的下游需求。

图：全球锂离子电池出货总量（GWh）



数据来源：GGII，中国汽车动力电池产业创新联盟，国信期货

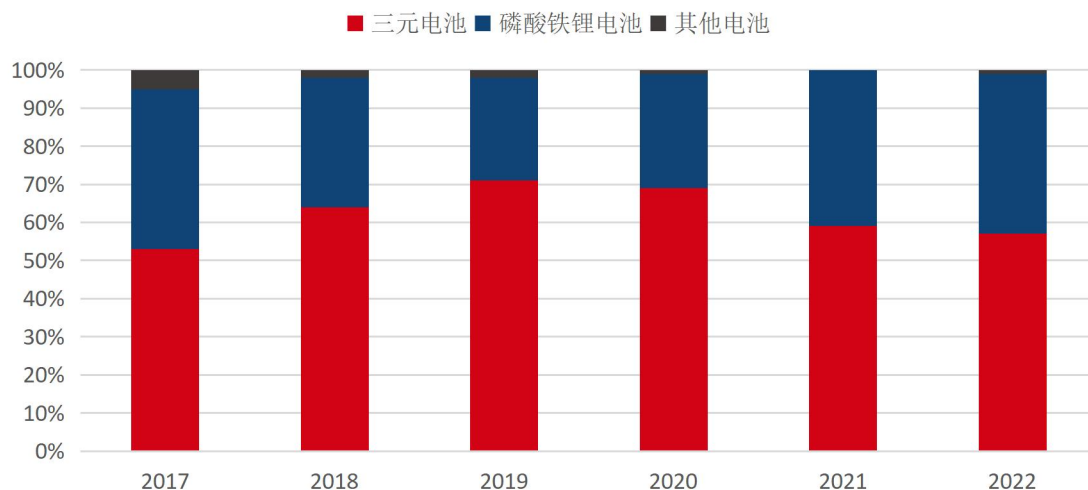
图：中国锂离子电池出货总量（GWh）



数据来源：GGII，中国汽车动力电池产业创新联盟，国信期货

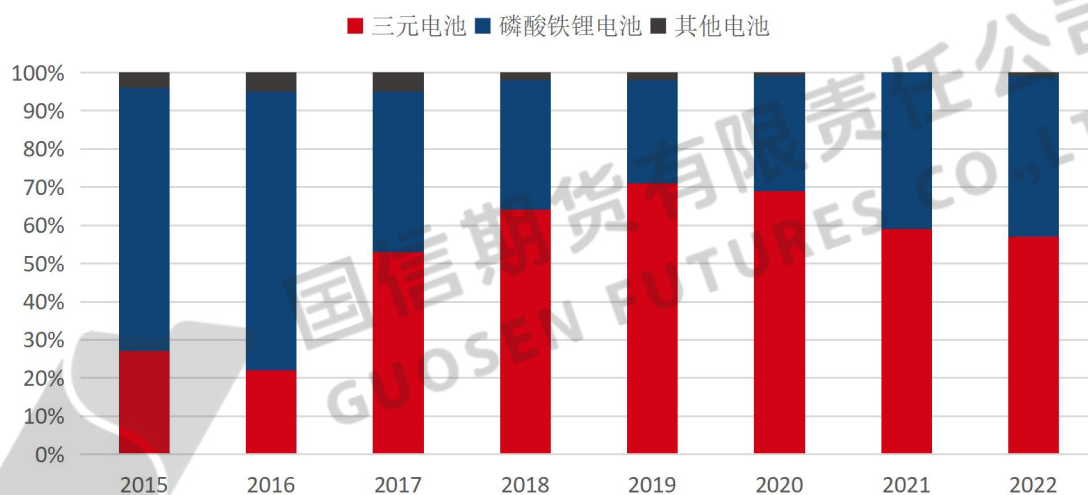
动力电池中，三元电池和磷酸铁锂电池占据了绝大多数。据 EVTank 统计，2022 年全球三元电池装机量的占比高达 57%，磷酸铁锂电池的占比也约为 42%，而其他电池的占比仅为 1%。国内方面，我国动力电池三元和磷酸铁锂电池的装机量也高达 99% 以上。区别于全球数据来说中国动力电池出货量主要占比来源于磷酸铁锂电池，而全球则主要呈现三元、铁锂并驾齐驱的市场。

图：全球动力电池分类装机量占比



数据来源：EVTank，国信期货

图：中国动力电池分类装机量占比



数据来源：EVTank，国信期货

小结：

2023年6月14日，广州期货交易所官网发布公告，就碳酸锂期货合约及相关业务规则公开征求意见，这意味着“万众瞩目”的碳酸锂合约离正式上市又进了一步。目前正处于碳酸锂期货上市在即的重要时间节点，国信期货有色与新材料研发团队将推出相关系列专题报告，从碳酸锂的产业链全景梳理开始，分析整个锂行业供需两端的变化以及目前的行业矛盾点和痛点，结合锂价波动梳理锂产业链发展，并进一步探寻碳酸锂现货市场定价的模式、分析期货上市后对碳酸锂价格的影响，对行业中的最新趋势做出第一时间的分析解读。

在本篇专题报告中，我们梳理了锂矿资源的直接加工产品——锂盐、并分析其用途及其分类及对应品级。然后，我们对锂产业链中的中游产品——锂电池的基础材料进行系统性的分析梳理，为大家全面介绍正极材料的分类、命名体系、行业发展及目前市场结构，结合电解液和可用于锂电池负极的金属锂，让大家更深入的走进锂电池的内部组成。最后，我们落脚于锂产业链的下游及终端应用——锂离子电池和新能

源汽车，分析行业变革，通过对锂资源的需求端的梳理从而完善整条锂产业链。

在接下来的专题系列中，我们将首先聚焦于锂产业链的供应端，总结全球锂资源项目最突出的特点和投产扰动因素，并针对硬岩型资源和盐湖卤水型资源分别深入分析。进一步，我们将结合历史锂价波动总结各个时间段的锂资源项目供应情况，最后落脚于当前、分析锂产业链供应端的变革以做出未来展望。



重要免责声明

本研究报告由国信期货撰写编译，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发布及分发研究报告的全部或部分给任何其它人士。如引用发布，需注明出处为国信期货，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。国信期货保留对任何侵权行为和有悖报告原意的引用行为进行追究的权利。

报告所引用信息和数据均来源于公开资料，国信期货力求报告内容和引用资料和数据客观与公正，但不对所引用资料和数据本身的准确性和完整性作出保证。报告中的任何观点仅代表报告撰写时的判断，仅供阅读者参考，不能作为投资研究决策的依据，不得被视为任何业务的邀约邀请或推介，也不得视为诱发从事或不从事某项交易、买入或卖出任何金融产品的具体投资建议，也不保证对作出的任何判断不会发生变更。阅读者在阅读本研究报告后发生的投资所引致的任何后果，均不可归因于本研究报告，均与国信期货及分析师无关。

国信期货对于本免责声明条款具有修改权和最终解释权。

国信期货有限责任公司
GUOSEN FUTURES CO., LTD.