

【申银万国期货】新能源金属材料专题系列二：金属钴

——申万期货热点专题报告

2023 年 01 月 13 日

摘要：

- 实现“碳达峰、碳中和”是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革。实现双碳战略，须立足我国能源资源禀赋，坚持稳中求进，以经济社会发展全面绿色转型为引领，以能源绿色低碳发展是关键，不断推动“双碳”工作不断迈上新台阶。
- 新能源汽车作为全球新一轮科技革命和产业变革蓬勃发展成果，也是我国从汽车大国迈向汽车强国的必由之路，同时，是推动我国绿色发展、实现双碳目标的战略举措。
- 新能源汽车的核心部件——动力电池，目前使用较广泛的是三元锂电池和磷酸铁锂电池，三元电池又可分为镍钴锰酸锂电池和镍钴铝酸锂电池。因此，在动力电池的应用中，镍、钴、锂成为不可或缺的金属元素。

分析师

侯亚辉 有色分析师

从业资格号：F3085017
投资咨询号：Z0016370
电话：021-5058 1151
邮箱：houyh@sywgqh.com.cn

申银万国期货有限公司

地址：上海东方路 800 号
宝安大厦 7、8、10 楼
邮编：200122
电话：021 5058 8811
传真：021 5058 8822
网址：www.sywgqh.com.cn



申银万国期货



申银万国期货研究

一、钴金属简介

钴（Cobalt），元素符号 Co，银白色铁磁性金属。钴是具有光泽的钢灰色金属，表面呈银白略带淡粉色，比较硬而脆，有铁磁性。钴的熔点 1495℃，沸点 2870℃，居里点 1150℃，当加热到 1150℃ 时磁性消失。钴化学性质较为稳定，常温下不与水和空气发生反应，在潮湿的空气中也很稳定。在加热至 300℃ 以上时氧化生成 CoO，氢还原法制成的细金属钴粉在空气中能自燃生成氧化钴。

图 1：电解钴



资料来源：行业协会、申万期货研究所

1780 年，瑞典化学家伯格曼制得纯钴，确定钴为金属元素。1789 年，法国化学家拉瓦锡把钴列入元素周期表，元素符号为“Co”，属过渡族元素。

钴，在早期被当作一种罕见的蓝色颜料使用。钴的一些氧化物可以呈现出鲜艳的蓝色，作为蓝色颜料的钴在瓷器和绘画中就得到了广泛使用。古代希腊人和罗马人曾利用它的化合物制造有色玻璃，生成美丽的深蓝色。

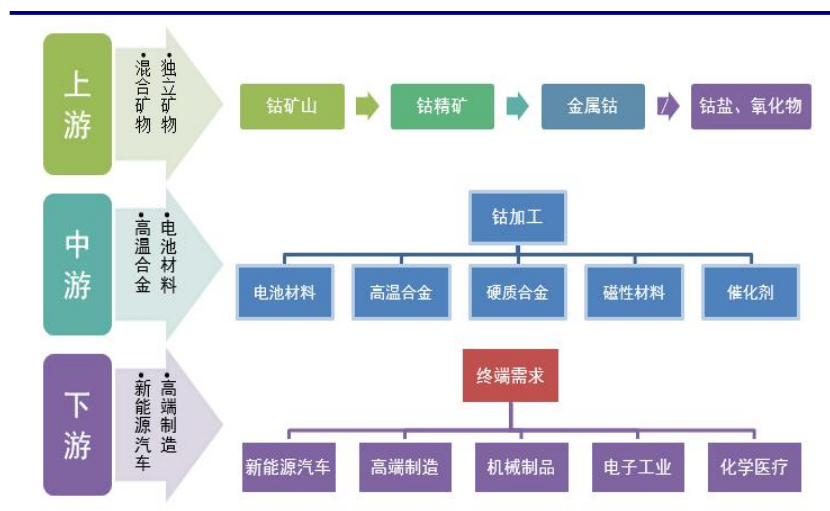
中国在早期已发现并将其用于陶器釉料，中华民族的艺术珍宝唐三彩、景泰蓝等使用的釉料中就含有钴元素，色泽艳丽历久弥新。唐三彩的彩色瓷器上的蓝色就是由于有钴的化合物存在。青花瓷中的青花是钴料（主要成分为钴的氧化物）勾勒在瓷胎上，再施透明釉经过 1250℃ 左右的高温烧制，在釉下呈现青色的样子。

近现代，德国和挪威现代最早生产了少量的钴，1874 年开发了新喀里多尼亚的氧化钴矿。1903 年加拿大安大略北部的银钴矿和砷钴矿（方钴矿）开始生产，使钴的世界产量由 1904 年的 16 吨猛增至 1909 年的 155 吨。1920 年扎伊尔加丹加省的铜钴矿带开发后，钴产量长期居世界首位，摩洛哥用砷钴矿生产钴，这段时期以火法生产钴为主。

二、钴产业链上游

钴产业链，主要由上游钴矿石的开采、选矿，中游冶炼加工以及下游终端应用组成。钴上中下游均呈现集中性较强的特征。

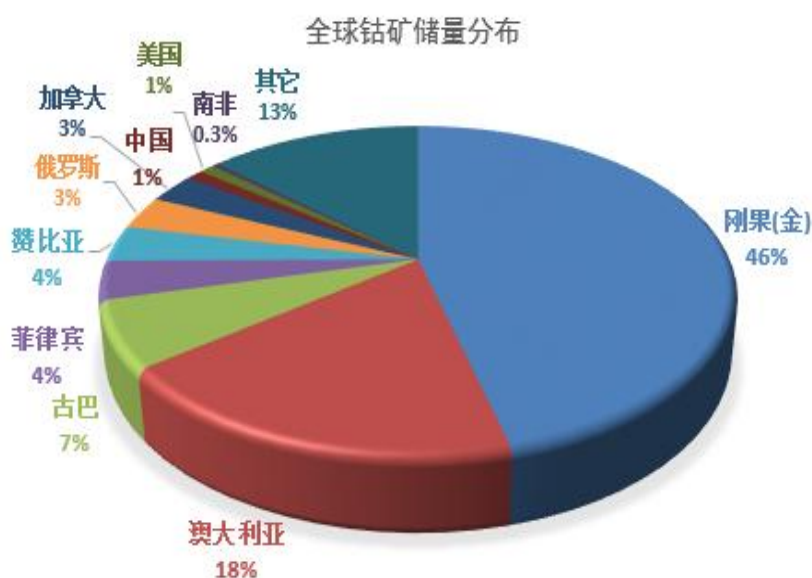
图 2：钴产业链结构



资料来源：申万期货研究所

钴上游主要是矿石储量和产量方面，目前非洲的刚果（金）独占全球钴矿约一半份额；中游的冶炼环节，主要包括各类钴盐、金属钴和钴粉等，中国集中了全球约一半钴的冶炼产能；下游消费领域，钴主要用于制造电池材料、高温合金、磁性材料等方面，尤其在电池材料应用最广泛，约 60% 的钴用在电池领域，其次是高温合金，其他应用包括硬质合金、催化剂、磁性材料等方面。

图 3：全球钴资源分布



资料来源：Wind、申万期货研究所

据美国地质调查局 USGS 统计数据显示，目前已探明的陆地钴资源量约为 2,500 万吨，海洋地壳中的资源量超过 1.2 亿吨。

钴矿资源可分为陆地钴矿资源和海底钴矿资源，现在开采和利用的钴资源全部来自陆地钴矿床。陆地钴矿床主要有沉积岩型铜-钴矿床（41%）、红土型镍-钴矿床（36%）、岩浆型铜-镍-钴矿床（15%）和热液型富钴矿床（8%）四大类。

目前，陆地上的钴资源，绝大多数蕴藏在刚果（金）和赞比亚的沉积砂岩型铜矿床、澳大利亚及邻近的岛屿国家、古巴的含镍红土矿床，以及澳大利亚、加拿大、俄罗斯和美国的镁铁矿和超镁铁矿的岩浆镍硫化物矿床中。

图 4：全球主要钴矿产国



资料来源：Wind、申万期货研究所

2021 年全球探明钴矿储量约 759 万吨，资源全球分布高度集中，主要集中在刚果（金）、澳大利亚、古巴、菲律宾、加拿大、俄罗斯等国，前三者的储量之和占据了全球 70% 的份额。其中，刚果金钴储量占据的近 50%，而且其出口量排名首位。2019 年，全球 39.6% 的钴由刚果金出口，远超第二名加拿大（7.38%）。

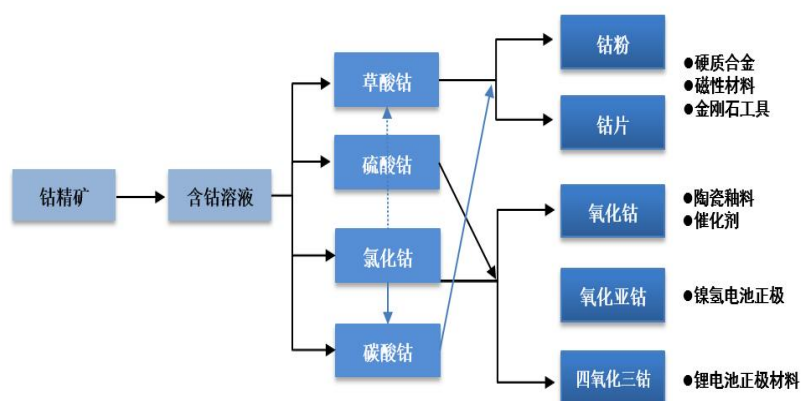
刚果（金）是陆地钴储量最丰富和年产出最大的国家，西南部拥有全球储量第一的中部非洲铜带，从加丹加延伸到赞比亚中北部，不仅钴矿的品味高，开采条件好，且都是大矿和富矿。刚果（金）最大的钴生产商是嘉能可，占总产量的 29%。第二名是洛阳钼业，占产量的 27%。第三名是意大利石化集团 ERG，占产量的 11%，刚果自有的手工和小规模采矿产量占约 9%。

我国钴资源相对匮乏，钴金属储量约为 13.74 万吨，仅占全球储量的 1%。我国钴矿主要集中在甘肃的金川岩浆型铜-镍-钴矿床，储量为 9.8 万吨，占总储量的 71%。我国富钴矿床虽然类型多、分布广，但规模小、品位低，具有可经济开采利用的甚少，原生钴矿非常少，98%的钴来源于铜钴伴生矿、镍铜钴硫化矿和红土镍钴矿。因此，我国作为全球钴资源消耗量最多的国家，钴的对外依存度在 95%以上。

三、钴产业链中游

钴的中游冶炼环节，通常是先用火法将钴精矿、砷钴精矿、含钴硫化镍精矿、铜钴矿、钴硫精矿中的钴富集或转化为可溶性状态，然后再用湿法冶炼方法制成氯化钴溶液或硫酸钴溶液，再用化学沉淀和萃取等方法进一步使钴富集和提纯，最终得到钴化合物或金属钴。

图 5：钴冶炼主要工艺



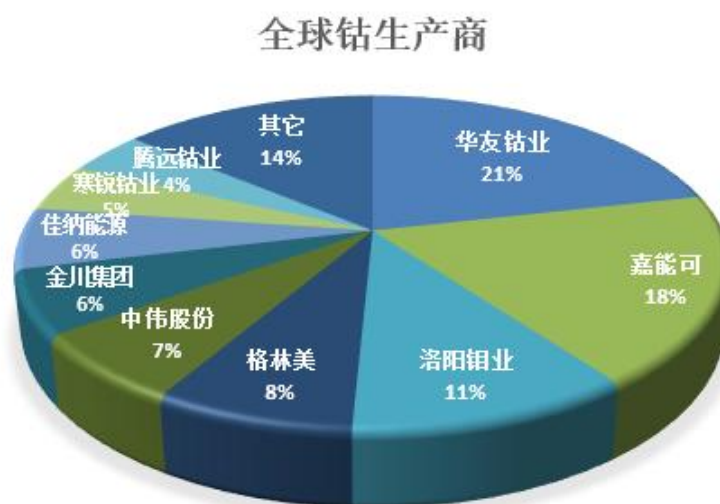
资料来源：行业协会、申万期货研究所

钴经过冶炼形成的产品，主要包括钴粉、钴片、氧化钴、氯化钴、碳酸钴和硫酸钴。按照钴矿石的类型不同，其主要冶炼工艺可划分为三大类：

一是铜-钴硫化物矿的冶炼工艺。首先在去除铜的萃余液中采用萃取反萃工艺提纯和富集钴，然后再用电解法提取钴。二是红土型镍-钴矿的冶炼工艺。主要方法有火法、湿法和选矿-冶金联合流程等。目前红土矿的火法处理工艺有还原熔炼生产镍铁和还原硫化熔炼生产镍锍两种，其中镍锍工艺镍的回收率达 90%，钴的回收率可达 50%。在湿法冶炼中，一般常采用还原焙烧-常压氨浸工艺、硫酸加压酸浸工艺和硫酸常压酸浸这三种方法。三是富钴黄铁矿的冶炼工艺。富钴黄铁矿经浮选可选出钴硫精矿，钴硫精矿经硫酸化焙烧，然后再用水浸或酸浸使钴、镍、铜等转入溶液中；浸出液经净化除杂除去铁、铜等金属杂质，再经镍钴分离得到纯净的钴溶液，最后电积生产金属钴。

全球钴制造企业的集中度相对较高。2021 年，全球十大钴生产企业中，中国已占有 9 席，年产量约占全球总产量的 76.5%，相较十年前大幅提升 260%。2021 年，中国精炼钴产量和消费量分别为 12.8 万吨和 11 万吨，分别占世界总产量和消费量的 76.6%和 67.2%，我国长期保持世界第一大钴生产国和消费国的地位。

图 6：全球主要钴制造商



资料来源：Wind、申万期货研究所

我国钴的冶炼产能，主要集中在华友钴业、洛阳钼业、金川科技、格林美、腾远钴业、寒锐钴业、佳纳能源等制造企业。据统计，2021 年以华友钴业为龙头的前十家钴冶炼企业，总产能占我国钴冶炼总产能比例近 90%。

从钴产品领域来看，目前洛阳钼业已成为全球第二大钴矿生产商，未来随着该公司 TFM 混合矿和 KFM 一期项目的建成投产，洛阳钼业将有望成为全球最大的钴矿生产商。华友钴业是全球最大的精炼钴生产商，格林美和金川集团精炼钴产能分别居全球第二位、第四位；中伟股份、格林美、邦普循环三元前驱体产量居全球前三位，容百科技和当升科技是全球排名前两位的三元正极材料企业。我国在新能源电池正极材料行业的龙头引领效应正逐步显现。

图 7：中国精炼钴产品结构



资料来源：安泰科、申万期货研究所

从产品结构来看，随着我国新能源汽车、5G 网络、航空航天等终端领域的快速发展，钴产品结构也随之不断升级。2021 年我国精炼钴的主要产品为钴盐及其氧化物，占据全国精炼钴产量的 82%，电解钴及钴粉分别占比 11% 和 7% 左右。

近十年来，我国钴盐及其氧化物产量增长近 4 倍，三元前驱体和三元正极材料产量分别增长了 49 倍和 57 倍。我国生产的各种类型钴盐、三元前驱体、三元正极和钴酸锂正极材料，产品标准均达到国际领先水平。

从产业布局方面看，我国精炼钴的主产区集中于浙江、江西、甘肃、湖北、江苏、湖南和广东等 7 省区，2021 年精炼钴产量占全国总产量的 90%。其中，浙江省精炼钴产量最大，钴产量占全国总产量的 37%。目前，我国钴产业布局有进一步由沿海地区向中西部地区转移的趋势。

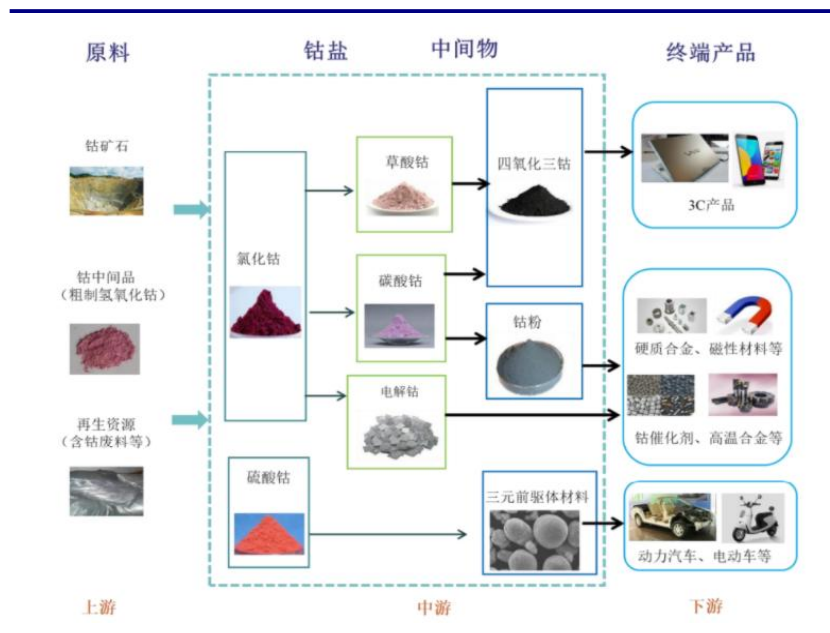
目前，中国在全球钴工业中已经逐步占据主导地位。国内已形成了成熟完备的钴上下游产业链，在资源方面积极开拓，在生产、消费领域均位列全球第一，钴产业技术装备、科技研发水平总体处于世界第一梯队。

四、钴产业链下游

钴产业链下游，主要广泛应用于航空航天、国防、医药、机械和锂离子电池等领域。钴物理和化学属性，使其在硬度、抗拉强度、机械加工性能、热力学性质、电化学反应方面与铁和镍相类似。钴良好的耐高温、耐腐蚀和磁性等性能，使其成为生产电池正极材料、高温合金、硬质合金和磁性材料的最常用材料。从航天、军工到医疗、电池等领域都有钴的身影。

我们通常所说的电解钴，主要直接用于下游冶金制造行业，是生产硬质合金、医用合金、永磁体等产品的重要原材料。现在电解钴也可进一步合成电池原料及前驱体等产品，如氢氧化钴、硫酸钴、三氧化二钴等中间产品，应用于 3C 电子产品消费领域和新能源汽车动力电池领域。

图 8：全球钴下游消费领域



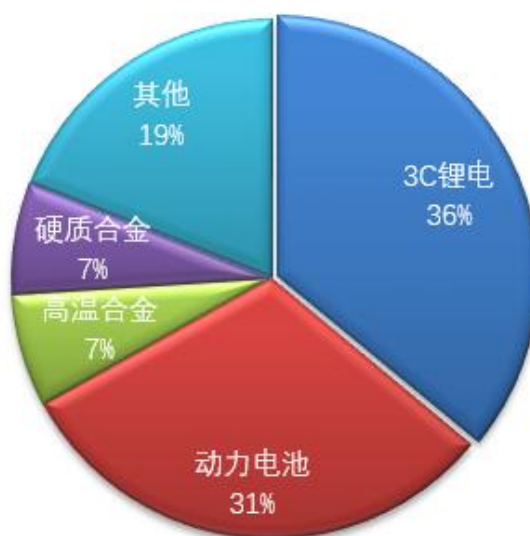
资料来源：行业协会、申万期货研究所

目前，3C 电子产品与新能源汽车是钴下游主要应用领域。3C 电子产品主要包括计算机 (computer)，通信 (communication) 和消费电子 (Consumer Electronics)，其所用的钴酸锂电池，一直占据着锂电池的重要位置。新能源汽车行业的飞速发展，使动力电池产量呈爆发式增长，逐渐成为锂电池的第一大应用领域。动力电池领域，钴作为电极材料成为其重要的应用场景。钴在电池材料中使用，可以有效提高材料的循环和倍率性能，是重要的战略能源金属。

2021 年全球钴消费量为 17 万吨，同比增长 21.5%。钴消费量增长一方面得益于新能源汽车行业在 2021 年出现爆发式增长，带动动力电池用钴量大增；另一方面也受益于消费电子行业的高景气格局。2016 年以来，我国钴在动力电池领域消费量增长迅速，2021 年中国钴在动力电池领域消费 2.09 万金属吨，同比增长 95.3%。

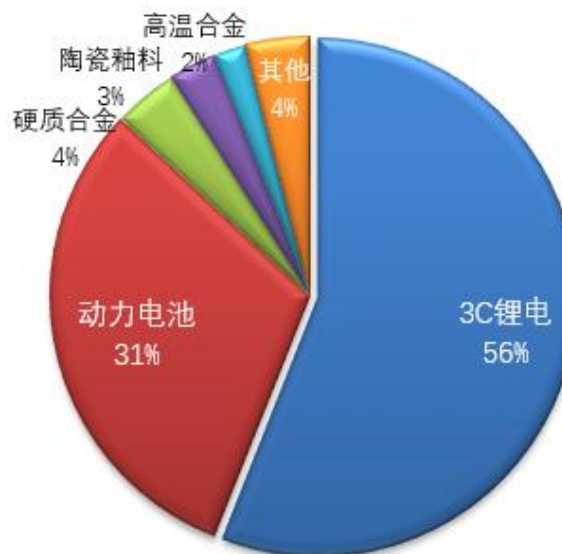
锂电池领域是全球钴消费增长的主要动力。锂电池可以划分为 3C 产品电池、电动车动力电池和锂电池储能设备等三大类。传统上，3C 产品用的钴酸锂电池一直占据着首位。据统计数据显示，2021 年全球钴消费结构中，3C 锂电占比 36%，动力电池占比 31%，高温合金和硬质合金分别占比 7%左右。

图 9：全球钴消费结构



资料来源：Wind、申万期货研究所

图 10：中国钴消费结构



资料来源：Wind、申万期货研究所

钴的消费结构方面，中国与全球存在一定差异。2021 年中国钴消费结构中，3C 锂电占比高达 56%，动力电池占比 31%，硬质合金占比 4%，陶瓷占比 3%，高温合金占比 2%。2021 年中国钴消费总量约占全球总消费量的 66%，而且钴消费中锂电池领域比重暂居半壁江山，显示了我国在全球锂电池领域的主导位置。

未来随着全球移动电子产品、新一代新能源电动汽车的消费的持续增长，全球钴消费量将呈现逐阶上升趋势。据安泰科预计：2022-2025 年全球钴消费总量将分别达到 18.0、20.8、23.4 和 25.2 万金属吨，钴需求复合增速约为 10%左右。

五、钴下游新能源汽车领域应用

新能源汽车作为全球新一轮科技革命和产业变革蓬勃发展成果，也是我国从汽车大国迈向汽车强国的必由之路，同时，是推动我国绿色发展、实现双碳目标的战略举措。

在我国“双碳”目标驱动的汽车领域电动化转型升级过程中，动力电池领域创新与应用，成为强化新能源汽车竞争水平、打造国家产业竞争力、保持企业竞争优势的关键。

图 11：新能源电动汽车结构



资料来源：网络、申万期货研究所

动力电池作为新能源汽车的核心部件，新技术竞争格局尚未形成，创新潜力发展正在重塑产业格局。电动汽车领域使用较广泛的是锂离子电池，主流为三元锂电池和磷酸铁锂电池，三元电池又可分为镍钴锰酸锂电池和镍钴铝酸锂电池。

新能源汽车使动力电池爆发式增长，逐渐成为锂电池的第一大应用领域。在动力锂电池中，镍、钴、锂都是非常重要的金属元素，钴作为电极材料成为其重要的应用场景。钴在电池材料中使用，可以有效提高材料的循环和倍率性能。新能源汽车快速发展，成为未来钴消费新的增长领域。

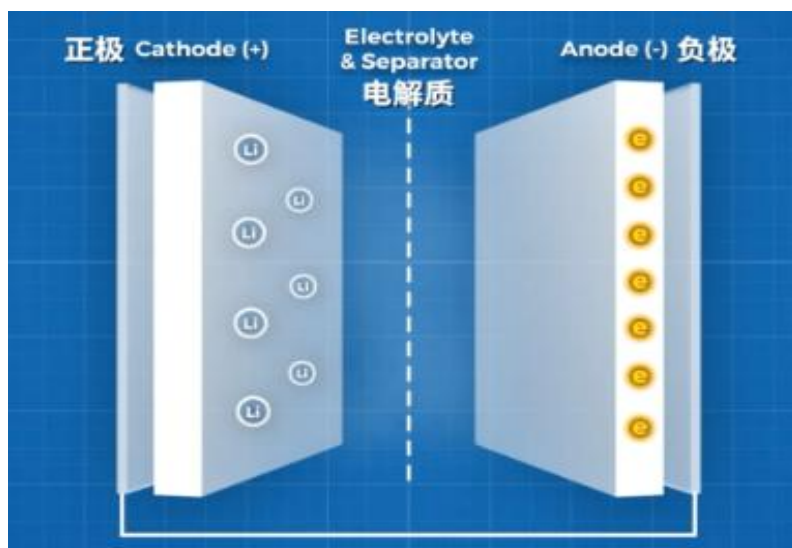
目前，新能源汽车中广泛应用的锂离子电池是一种重要的高能电池。锂离子电池是用锂作负极活性物质的化学电池，锂的标准电极电位最负，在金属中比重最轻，反应活泼性最高，因而锂电池的电动势和比能量很高。

锂离子电池的正极材料有很多种，主要有镍酸锂、锰酸锂、钴酸锂、三元材料、磷酸铁锂等。其中，三元锂电池和磷酸铁锂是新能源汽车动力电池市场的主流产品。

三元锂电池中的电池阳极是由镍、钴、锰，或者镍、钴、铝作为三元材料。三元材料的优点在于其能量密度高、性能优良，同体积下可存储更多电能并保持较长使用时间。

三元锂电池主要由正极材料、隔膜、电解液、负极材料和电池外壳构成。其中，正极材料为锂的氧化物，隔膜为具有微孔结构的高分子薄膜，电解液一般采用的是含有六氟磷酸锂的碳酸酯类溶剂，负极材料由石墨或近似石墨结构的碳构成，电池外壳使用的是镀镍铁壳、铝塑膜或钢壳等材料。

图 12：锂离子电池原理



资料来源：网络、申万期货研究所

三元锂电池工作原理即锂离子的移动。在电池充放电过程中，锂离子会在正极和负极之间移动。当电池充电时，正极上生成的锂离子会经过电解液和隔膜最终嵌入到负极的微孔中。当电池放电时，嵌在负极微孔中的锂离子将会脱出，再经过电解液和隔膜移动到正极。

磷酸铁锂电池，是一种使用磷酸铁锂作为正极材料，碳作为负极材料的锂离子电池。其具有工作电压高、充放电循环寿命长，安全性能较好等优点，但存在容量低、高低温性能差等问题。经过改良后，我国的磷酸铁锂电池已突破传统的能量密度限制，达到了三元材料的水平，在新能源汽车领域应用比重逐步提升。

2021年中国动力电池出货量为220吉瓦时，同比涨幅达175%。其中，磷酸铁锂电池出货量为117吉瓦时；三元锂电池出货量109吉瓦时。按数据测算，2021年国内动力电池市场中磷酸铁锂和三元锂电池装机占比分别为53%、47%。得益于新能源汽车的快速发展，2021年我国动力电池录得非常明显增速。

2021 年我国新能源汽车累计产量为 354.5 万辆，同比增幅高达 159.5%，市场占有率已升至 13.4%。虽然新能源汽车无钴化或高镍低钴化趋势正在形成，但未来新能源汽车市场或将走向细分领域，在短程低速或中短程电动车市场中，磷酸铁锂电池将会维持主流地位；对长程或其他用途车辆而言，三元锂电池也将有望继续维持其优势。此外，未来磷酸锰铁锂、钠离子电池、氢能源电池等新电池技术路线及商业化应用也值得关注。

六、总结与展望

实现“碳达峰、碳中和”是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革。“双碳”的战略目标，驱动我国汽车领域电动化转型加速发展，将推动新能源汽车渗透率不断提高，同时拉松动力电池的需求快速抬升。

新能源汽车动力电池中，正极材料的三元前驱体以硫酸钴等作为重要原材料，对钴金属的需求将会持续旺盛。随着新能源车高速发展和续航里程不断提升的需求，动力电池将贡献钴未来的主要消费增量。

2021 年，中国再生钴产量达到 2 万吨，占全球再生钴产量的 60%，占国内钴总产量的 15%。再生钴产业的崛起，有效缓解钴资源供应约束的矛盾，提升了行业生态效能与整体的经济效益。

新能源汽车作为全球新一轮科技革命和产业变革蓬勃发展成果，其中的动力电池领域成为全球各国争相抢占的技术高地。动力电池生命周期长链条、多体系特点，为创新发展提供了巨大空间。高能量密度、高安全性、低成本诉求等，驱动新一代动力电池不断创新。动力电池产业链的全面创新，将推动新一代电池技术和产业格局不断深化发展。

免责声明

本报告的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。我们力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，报告中的信息或意见并不构成所述品种的买卖出价，投资者据此做出的任何投资决策与本公司无关。

本报告所涵括的信息仅供交流研讨，投资者应合理合法使用本报告所提供的信息、建议，不得用于未经允许的其他任何用途。如因投资者将本报告所提供的信息、建议用于非法目的，所产生的一切经济、法律责任均与本公司无关。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利，未经本公司书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用、刊发，需注明出处为申银万国期货，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。