



灼鼎咨询
APEX & CONSULTING

共创

锂离子电池行业知识报告

——剖析现状，洞察未来

发布时间：更新至2024年5月 | 第二次发布（第2版） 共90页

APEX & CONSULTING

锂离子电池

动力电池

储能电池

消费电池

固态电池



扫码关注「灼鼎咨询」公众号免费领取行业报告

行业研究 | 共创报告 | 战略咨询 | 竞品调研 | 薪酬调研 | 上市辅导

商务合作请简要描述需求至合作邮箱 collaboration@apexandconsulting.com



关于行业知识报告——在“信息爆炸”的当下，知识接收与学习的需求愈加迫切，终身学习的重要性不言而喻。

- ✓ 我们悉心构建，希望凭借自身专业能力与信息资源用心为您提供“包罗万象”的行业知识报告；
- ✓ 我们精心打磨，力求每篇报告都能汇聚该行业更全面、更动态、更深入的知识理论与市场经验；
- ✓ 我们实时关注，及时洞察行业动态，总览行业全景：助力“小白”知识速览、“大神”信息同步。
- ✓ 我们希望成为您快速了解新行业的重要帮手。

关于知识共享与共创——“理愈辩而愈明”，行业知识报告并非尽善尽美。

- ✓ 我们相信每个意见和建议都会为报告阅读者创造价值，倘若当前报告存在疏漏或是您其他可补充的关键信息，可随时联系我们，我们始终欢迎并接受您所提出的建设性意见。
- ✓ 我们将按一定优先级进行筛选后，定期或并不定期进行报告优化及数据更新。
- ✓ 我们相信知识共创的力量。

- **行业背景：**随着全球对碳中和目标的追求，绿色出行方式如电动汽车和氢燃料电池汽车成为节能减排的重要途径。中国政府提出2030年前实现“碳达峰”，2060年前实现“碳中和”，进一步推动了锂电池行业的发展，特别是在交通运输领域，电动汽车的推广成为减少碳排放的关键措施。而锂离子电池作为电动汽车的核心组件，因其高能量密度、长寿命和快速充电等优势成为主流电池技术，成为实现这一转型的重要技术支撑。
- **发展现状：**当前，锂离子电池技术已经成熟并在市场中占据主导地位，电池的结构和工作原理不断优化，以提高能量密度和安全性。市场上的锂离子电池可以按照按极片材料、电解质材料、产品外观和实用性能等进行分类，主要应用于动力电池、消费电池和储能电池。其中动力电池市场份额最大，超过70%，推动了整个行业的技术进步和规模扩张。此外，在政策支持、技术创新以及市场需求的共同作用，锂电池产业得到快速发展；同时，原材料供应、正极材料的研发和生产也成为行业发展的关键因素。
- **未来前景：**展望未来，锂电池行业预计将持续增长，特别是随着固态电池技术的突破，有望解决现有锂离子电池在安全性和能量密度上的局限。全球范围内对电动汽车和储能系统的需求增长，将为锂电池行业提供更大的市场空间。此外，随着环保政策的持续推动和技术的不断进步，锂电池将在推动全球能源结构转型中发挥更加重要的作用。行业内的领先企业通过技术创新和国际合作，将有机会进一步巩固市场地位，并推动整个行业的健康发展。

- 2021年3月15日，习近平总书记在中央财经委员会第九次会议中提出我国力争2030年前实现“碳达峰”，2060年前实现“碳中和”。
- 以**电动汽车**和**氢燃料电池汽车**为代表的绿色出行方式一直是节能减排的“急先锋”，终端电气化和氢能利用体系是降低二氧化碳排放的必由之路，并且将成为人们的首选。在加速实现“碳中和”目标的背景下，**动力电池**借助电动汽车的再度推广，将迎来“二次发展”。

建筑领域

- 在设计阶段，推动近零能耗建筑规模化发展，鼓励开展零能耗建筑、零碳建筑发展。
- 在运行阶段，通过推广清洁采暖、炊事电气化、电制生活热水等技术，降低建筑领域直接碳排放。

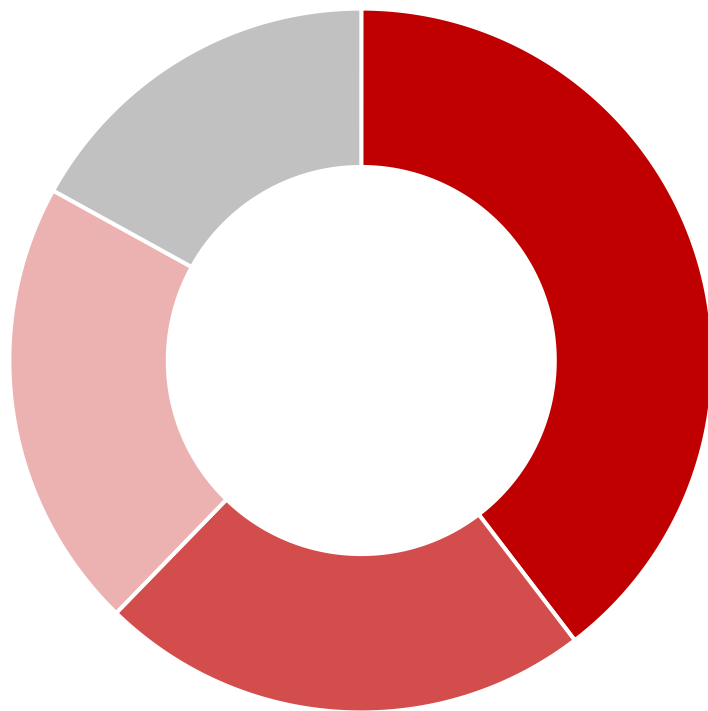
交通领域

- 促进交通与城市协调发展，打造低碳生活模式，促进交通出行模式转型，持续推动大宗货物“公转铁”，加速机动车能源结构零碳转型，通过智能交通助力运行效率提升。

工业领域

- 消除产能过剩，优化工业结构，建设现代化工业体系，加速工业数字化进程，对制造业进行结构调整，使用低碳燃料/原料替代技术。

实现“碳达峰”“碳中和”，探索科学路径



能源

- **清洁能源**：生产能源清洁化是能源转型的必然趋势，主要是清洁能源替代传统化石能源发电和终端清洁能源直接利用两种方式。
- **电能替代**：电能将成为最主要的能源利用形式，未来主要包括工业领域电热替代与机械动力电源替代，交通领域**电动汽车**与**氢燃料电池汽车**技术，建筑领域**电采暖**与**热泵**技术，电制燃料与原料技术等。
- **低碳燃料**：氢能作为清洁能源，对构建绿色、低碳、经济、多元化的能源供应体系具有重要意义。
- **能源互联**：是清洁能源大规模优化配置的基础，包括特高压交直流、柔性交直流等先进输电技术及大规模储能技术。
- **分布式综合能源系统**：分布式综合能源系统是集中式能源供应模式的补充，通过整合分布的能源资源，利用高效能源生产转换技术，构建零碳社区/城市。
- **碳捕集、利用与封存（CCUS）**：通过在能源生产过程中将二氧化碳从排放源中分离后捕集、直接加以利用或封存以实现二氧化碳减排的过程。

目录

1

锂离子电池行业定义

2

锂离子电池行业发展背景

3

上游产业介绍-原材料

4

中游产业介绍-锂离子电池生产

5

下游产业介绍-锂离子电池应用

6

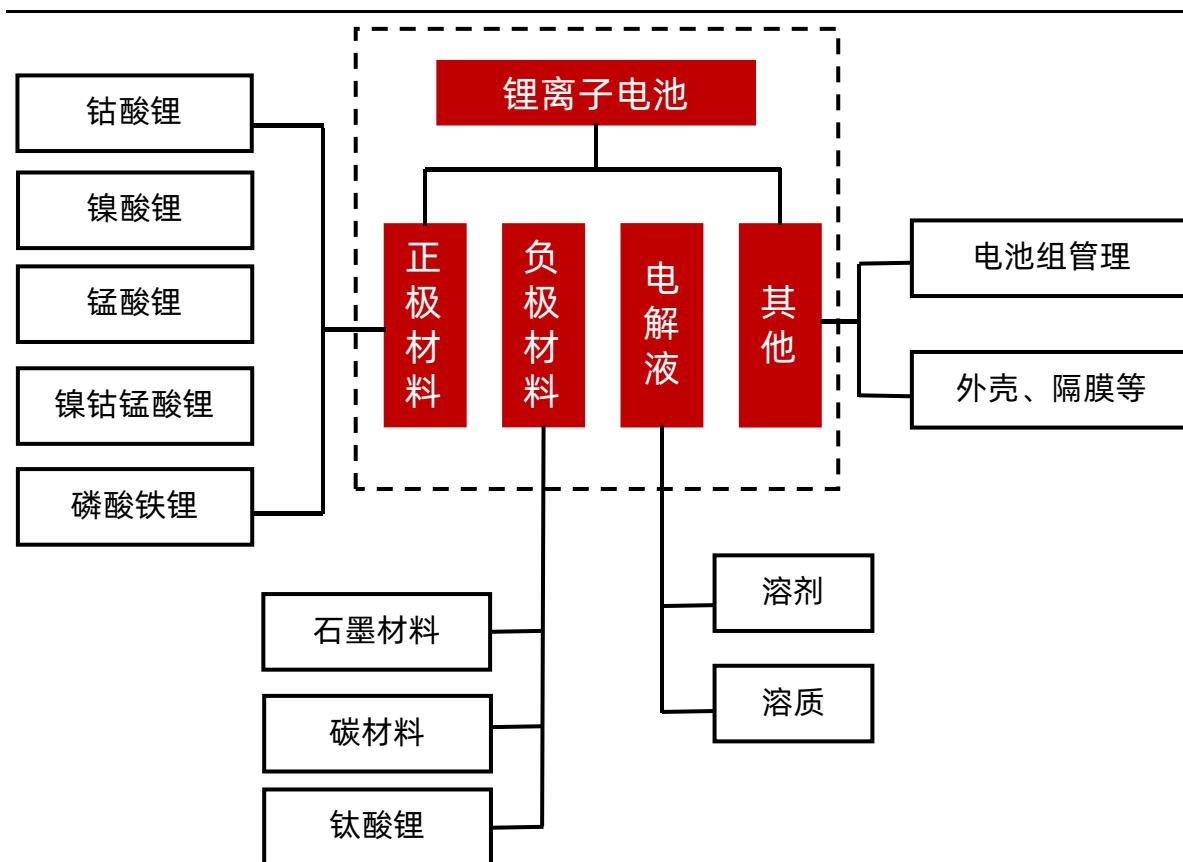
未来趋势

PART 01

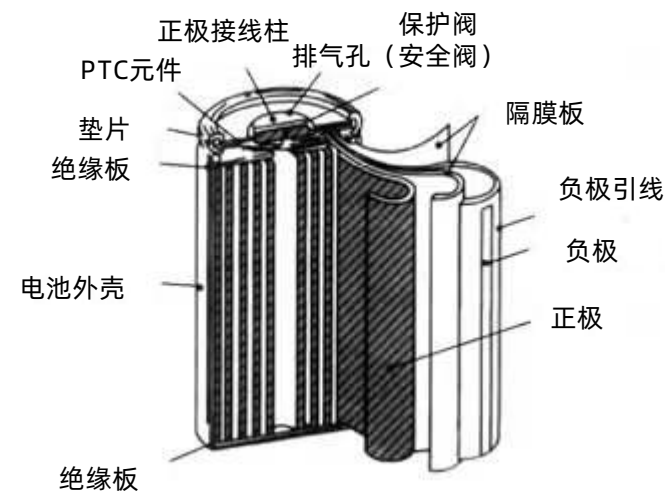
锂离子电池行业定义

- 锂离子电池是一类由锂金属或锂合金为正/负极材料、使用非水电解质溶液组成的电池。由于锂金属的化学特性非常活泼，使得锂金属的加工、保存、使用对环境要求非常高。随着科学技术的发展，锂离子电池已经成为了主流的电池。

锂离子电池组成示意图



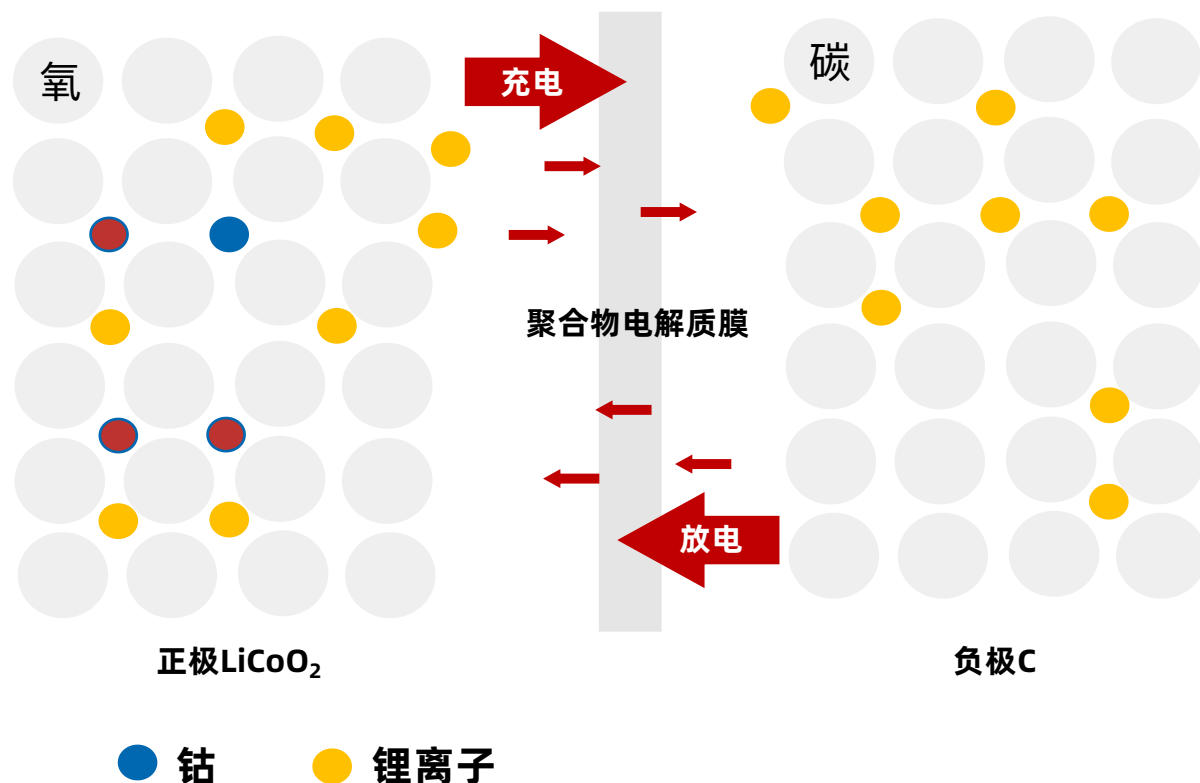
锂离子电池结构示意图



- 锂离子电池的结构一般包括：正极材料、负极材料、电解液、隔膜、正极引线、负极引线、中心端子、绝缘材料、安全阀、密封圈、PTC（正温度控制端子）、电池壳等，其中正极材料、负极材料、电解液、隔膜是锂离子电池的四种关键材料。

- 锂离子电池实质上是一种具有浓度差的电池，正/负极材料具有不一样的电化学性质，中间被隔膜材料分离， Li^+ 从电势高的电极向电势低的电极移动，只有锂离子可以通过隔膜在电解液中移动，电荷补偿电子只能通过外电路移动，从而形成电流提供给用电设备使用。
- 人们习惯用放电过程中的阴阳极代表正负极，在锂离子电池中，一般认为正极为阴极，负极为阳极。

锂离子电池工作原理示意图



锂离子电池充放电工作原理

- **放电过程：**充满电的锂离子电池，锂离子嵌入在阳极材料上，阳极（负极）的石墨呈层状微孔机构，锂离子嵌入在碳层的微孔中。放电时， Li^+ 通过隔膜从阳极移动到阴极，电子无法通过隔膜，只能通过外面电路的负极移动到正极。
- **充电过程：**当对电池进行充电时，电池的阴极上有锂离子生成，生成的锂离子经过电解液运动到阳极。而作为阳极的石墨呈层状微孔结构，到达阳极的锂离子就嵌入到碳层的微孔中，嵌入的锂离子越多，充电容量越高。

- 锂离子电池的分类可以使用不同的标准，分类标准主要有下四种：极片材料、电解质材料、产品外观、实用性能。市场上习惯按照极片材料与产品外观来分类。

按极片材料

- **正极材料**：磷酸铁锂电池（LFP）、钴酸锂离子电池（LCO）、锰酸锂离子电池（LMO）、二元电池：镍锰酸锂/镍钴酸锂离子电池、三元电池：镍钴锰酸锂离子电池（NCM）、镍钴铝酸电池（NCA）。
- **负极材料**：钛酸锂离子电池（LTO）、石墨烯电池、纳米碳纤维电池。

按电解质材料

- 锂离子电池分为**液态锂离子电池（LIB）**和**聚合物锂离子电池（PLB）**。
- **液态锂离子电池**使用液体电解质，目前动力电池多为此种。**聚合物锂离子电池**则以固体聚合物电解质来代替，这种聚合物可以是“干态”，也可以是“胶态”，目前大部分采用聚合物凝胶电解质。
- **固态电池**，严格意义上指的是电极与电解质均为固态的锂离子电池。

按产品外观

- 锂离子电池分为**圆柱、软包、方形**。
- **圆柱**和**方形**外包装多为钢壳或者铝壳。**圆柱**锂离子电池型号一般为五位数，前两位数字为电池的直径，中间两位数字为电池的高度，单位为毫米。例如18650锂离子电池，直径18毫米，高度为65毫米。
- **软包**外包装为铝塑膜，其实软包也是一种方形电池，市场上习惯将铝塑膜包装的成为软包，也有人将软包电池称为聚合物电池。

按应用领域

- 锂离子电池分为**动力电池、消费电池和储能电池**。
- **动力电池**内阻小，充放电速度快，主要应用于电动汽车。
- **消费电池**能量密度高，一致性较低，主要应用于手机、数码等产品。
- **储能电池**内阻大，充放电慢，主要应用于光伏与UPS领域。
- 其中动力电池占据市场份额最大，超过70%，消费与储能领域分别占到22%与7%左右。

锂离子电池优点

- **能量密度较高。**具有高储存能量密度，一般在300Wh/kg左右，目前已有研究机构在对**锂硫电池**进行研发，其能量密度可高达**600Wh/kg**左右，有望进一步提升能量密度。
- **使用寿命长，**通常锂离子电池需要在**3-5年**后更换，磷酸铁锂电池在最佳护理下通常可以超过 5,000 次循环。
- **额定电压高**(单体工作电压为3.7V或3.2V)，约等于3只镍镉或镍氢充电电池的串联电压，便于组成电池电源组。
- **具备高功率承受力，**锂离子电池放电倍率在120C以下，便于高强度的启动加速；高倍率锂离子电池一般充电电流最大可以达到15C，极大提升了充电效率。
- **自放电率很低，**这是该电池最突出的优越性之一，目前一般是在2%-5%/月，远低于镍氢电池。
- **重量轻，**相同体积下重量约为铅酸产品的1/5-1/6。
- **高低温适应性强，**可以在-20℃--60℃的环境下使用，经过工艺上的处理，可以在-45℃环境下使用。
- **绿色环保，**不论生产、使用或报废，均不含有、产生任何铅、汞、镉等有毒有害重金属元素和物质。
- **生产基本不消耗水，**对缺水的我国来说，十分有利。

锂离子电池缺点

- **安全隐患：**锂离子电池在极端条件下可能会发生热失控，导致电池过热、膨胀甚至起火或爆炸。尽管现代电池设计采用了多种安全措施，如隔膜、安全阀和电池管理系统（BMS），但安全性仍然是一个重要考量。
- **环境适应性：**锂离子电池的性能受温度影响较大。在低温环境中，电池的电解液黏度增加，导致充放电效率下降；而在高温环境中，电池材料和电解液可能会退化，影响电池寿命和安全性。
- **成本问题：**由于制作锂离子电池需要的原材料较为昂贵（如钴）以及需要精细控制的生产过程，其生产成本相较于某些其他类型的电池（如铅酸电池）较高。



容量

- **容量**的单位一般为mAh(毫安时)或Ah(安时), 在使用时又有额定容量和实际容量的差别。
- **额定容量**是指满充的锂离子电池在理想的温湿度环境的实验室条件下, 以某一特定的**放电倍率**(C-rate)放电到**截止电压**时, 所能够供应的总电量。
- **实际容量**一般不等于额定容量, 它与温度、湿度、充放电倍率等直接相关。一般情况下, **实际容量比额定容量偏小一些**, 有时甚至比额定容量小很多, 比如北方的冬季, 电池容量会迅速下降。

能量密度

- **能量密度**, 指的是单位体积或单位重量的电池, 能够存储和释放的电量, 其单位有两种: **Wh/kg, Wh/L**, 分别代表重量比能量和体积比能量。
- 电动汽车领域, 在体积和重量都受到严格限制的情况下, 电池的能量密度决定了电动汽车的单次最大行驶里程, 假如要使得电动汽车的单次行驶里程达到与传统燃油车同样的行驶里程, 电池单体的能量密度必须达到300Wh/kg以上。

充放电倍率

- **充放电倍率**主要影响锂离子电池工作时的持续电流和峰值电流, 其单位一般为C(C-rate)
- 例, 某电池的额定容量是10Ah, 假如其额定充放电倍率是1C, 那么就意味着这个型号的电池, 可以以10A的电流, 进行反复的充放电, 一直到充电或放电的截止电压。
- **充放电倍率**对应的电流值乘以工作电压, 就可以得出锂离子电池的基础功率和峰值功率指标。

电压

- **开路电压**, 指电池外部不接任何负载或电源的情况下, 电池正负极之间的电位差。
- **工作电压**, 指电池外接负载或电源, 处在工作状态, 有电流流过时, 测量所得的正负极之间的电位差。一般来说, 由于电池内阻的存在, 放电状态时的工作电压低于开路电压, 充电时的工作电压高于开路电压。
- **充/放电截止电压**, 是指电池允许达到的最高和最低工作电压。超过了这一限值, 会对电池出现一些不可逆的损害, 导致电池性能降低, 严重时造成起火、爆炸等安全事故。

寿命

- 循环寿命一般以**次数**为单位，代表电池可以循环充放电的次数。
- 一般是在**理想**的温湿度下，以**额定的充放电电流**进行**深度的充放电**(100%DOD或者80%DOD)，计算电池容量**衰减**到额定容量的80%时，所经历的循环次数。
- 日历寿命就是电池在使用环境条件下，经过特定的使用工况，达到寿命终止条件(比如容量衰减到80%)的**时间跨度**。

内阻

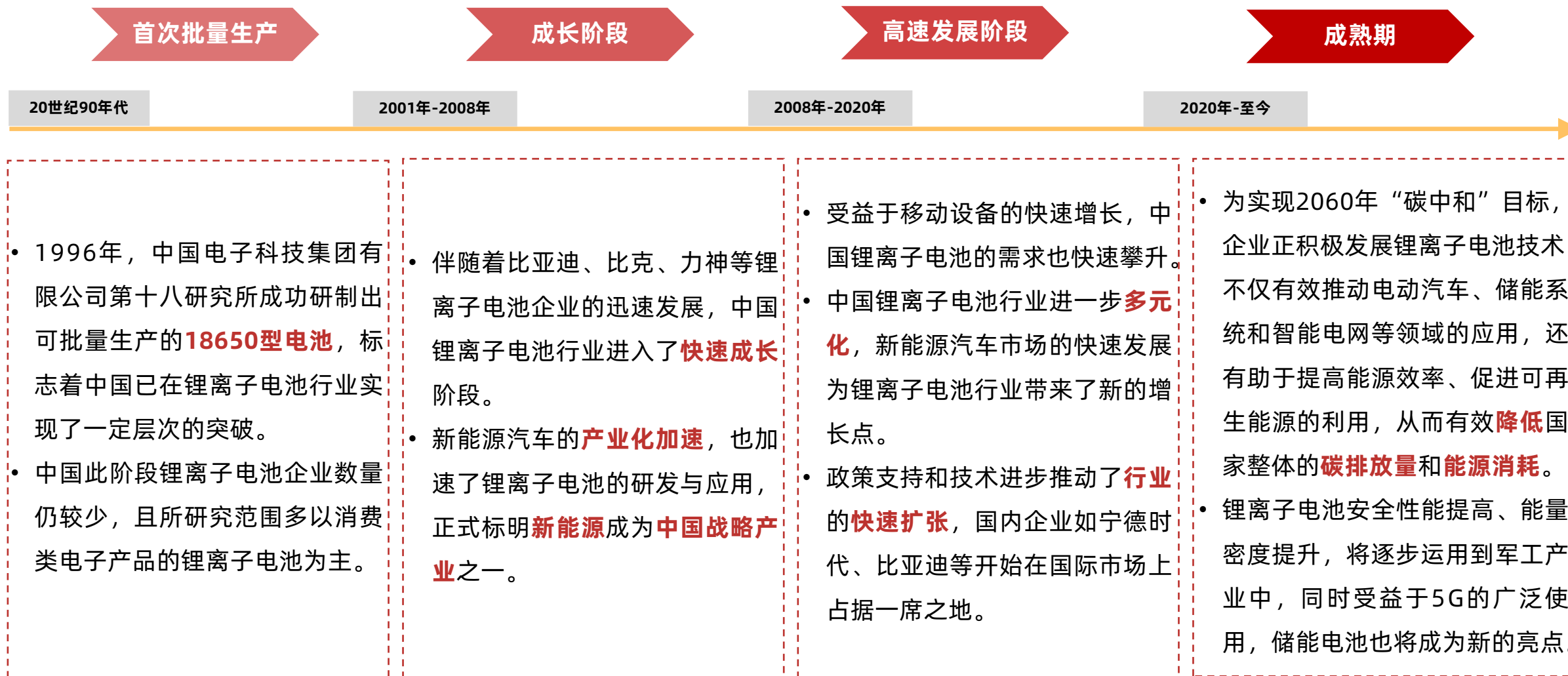
- 锂离子电池的内阻是指电池在工作时，电流流过电池内部所受到的阻力。
- 极化内阻是指电化学反应时由极化引起的电阻，包括电化学极化和浓差极化引起的电阻。
- 内阻的单位一般是毫欧姆($m\Omega$)，内阻大的电池，在充放电的时候，**内部功耗大，发热严重**，会造成锂离子电池的**加速老化**和**寿命衰减**，同时也会**限制大倍率的充放电应用**。

自放电

- 电池在放置的时候，其容量是在不断下降的，容量下降的速率称为自放电率，通常以百分数表示：% / 月。
- 一旦锂离子电池的自放电导致电池过放，其造成的影响通常是不可逆的，即使再充电，电池的可用容量也会有很大损失，**寿命会快速衰减**。
- 长期放置不用的锂离子电池，一定要记得**定期充电**，防止因为自放电导致过放，性能受到很大影响。

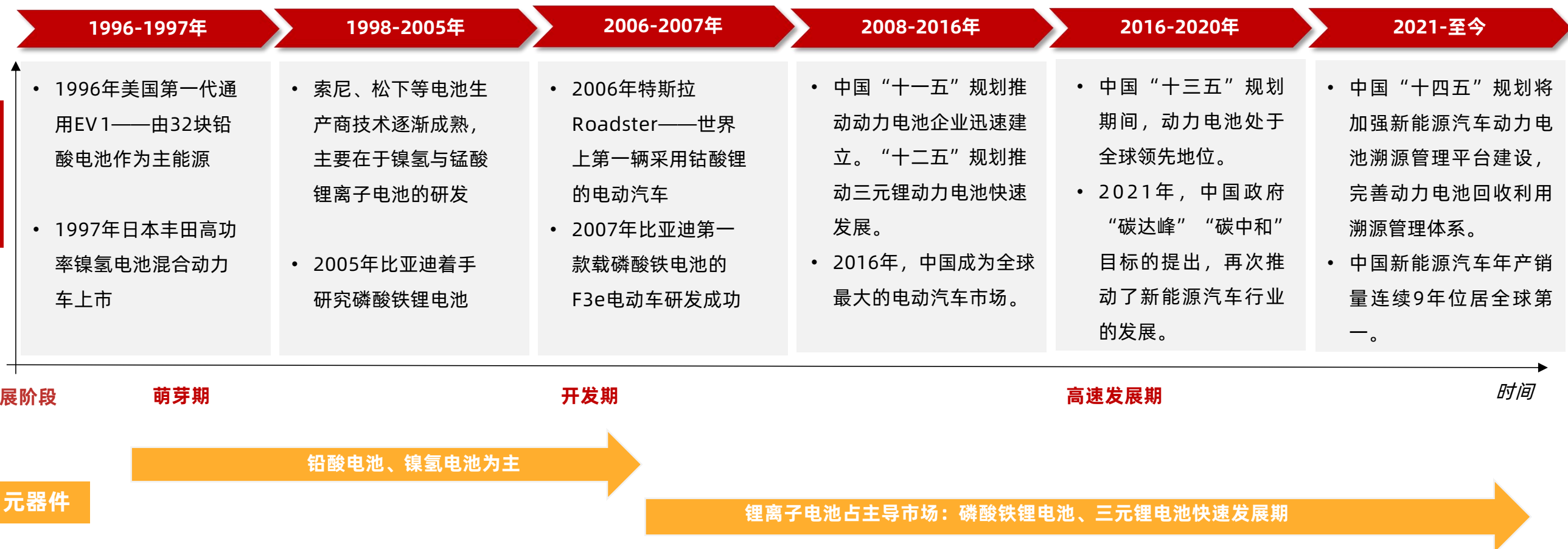
工作温度

- 锂离子电池的工作电压、容量、充放电倍率等参数都会随着温度的变化而发生非常显著的变化。
- 长时间的高温或低温使用，也会使得锂离子电池的寿命加速衰减。
- 锂离子电池的存储温度也是有严格约束的，长期高温或低温存储，都会对电池性能造成不可逆的影响。



动力电池定义及发展

- 动力电池即为工具提供动力的电源，多指为电动汽车、电动列车、电动自行车等提供动力的蓄电池。
- 其种类包括铅酸蓄电池、燃料蓄电池、镍氢蓄电池、锂电池等。现在动力电池在汽车行业使用范围较广，多以锂动力电池为主。



- 动力电池可分为电芯/电池单体（cell）、模组（module）、电池包/电池系统（pack）。其结构关系可类比为细胞、组织、器官。不同车型的动力电池设计会存在差异。

电芯

- 电芯是动力电池的最小单位，也是电能存储单元，有较高的能量密度，尽可能多的存储电能，使电动汽车拥有更远的续航里程。目前多以锂离子电池为主。任何一颗电芯的损坏，都会导致整个电池包的损坏。



模组

- 当多个电芯被同一个外壳框架封装在一起，通过统一的边界与外部进行联系时，这就组成了一个模组。



电池包

- 而当数个模组被BMS和热管理系统共同控制或管理起来后，这个统一的整体就叫做（电池）包



全文共90页，如需查看全文，或有其他行业报告定制需求
请通过邮箱联系客服！

邮箱地址：report_purchase@apexandconsulting.com

全文共90页，如需查看全文，或有其他行业报告定制需求
请通过邮箱联系客服！

邮箱地址：report_purchase@apexandconsulting.com

全文共90页，如需查看全文，或有其他行业报告定制需求
请通过邮箱联系客服！

邮箱地址：report_purchase@apexandconsulting.com

PART 02

锂离子电池行业发展背景

- 锂离子电池行业经历了从初期的政策扶持和鼓励发展阶段，逐渐过渡到目前更加注重规范和监管的市场导向阶段。近年来，中国政府通过相关政策文件明确了动力电池行业的发展方向，强调技术创新和产业升级，同时着重于环保和可持续发展。政策着力点覆盖了从产业链优化到充电基础设施建设，旨在促进动力电池行业的规范化和高质量发展，支持国家碳减排目标的实现。

时间	发布部门	政策名称	重点内容
2023.7	工信部、科技部等5部门	《制造业可靠性提升实施意见》	重点突破基于数字化试验场的整车及关键零部件 可靠性检测与评价技术 ，持续提升新能源汽车软件功能性能，可靠性水平、功能安全、预期功能安全、信息安全等综合能力，提升动力电池健康状态评价、使用寿命评价、安全性及故障预警、低温适应性等可靠性和耐久性测试评价能力，促进新能源汽车和智能网联汽车整车可靠性水平提升。
2023.6	国务院	《关于进一步构建高质量充电基础设施体系的指导意见》	压实电动汽车、动力电池和充电基础设施生产企业 产品质量安全责任 ， 严格充电 基础设施建设、 安装质量安全管理 ，建立火灾、爆炸事故责任倒查制度。持续优化电动汽车 电池技术性能 ，加强新体系动力电池、电池梯次利用等技术研究。
2023.1	工信部等6部门	《关于推动新能源电子产业发展的指导意见》	提高锂、镍、钴、铂等关键资源保障能力，加强 替代材料 的开发应用。
2022.12	国务院	《扩大内需战略规划纲要（2022-2035年）》	加快构建废旧物资循环利用体系，规范发展汽车、动力电池、家电、电子产品 回收利用 行业。
2022.11	工信部、市场监管总局	《关于做好锂离子电池产业链供应链协同稳定发展工作的通知》	鼓励锂电池生产商、锂电池材料生产商、上游矿产资源企业、锂电池回收企业等协调配合，共同引导上下游参与者稳定市场预期、明确供需及价格并确保稳定供应。
2022.8	科技部、工信部、国家发改委等9部门	《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022-2030年）》	力争到 2030 年，动力电池、驱动电机、车用操作系统等关键技术取得重大突破，新能源汽车 安全水平全面提升 ，纯电动乘用车新车平均 电耗大幅下降 。
2022.6	工信部、生态环境部等5部门	《关于推动轻工业高质量发展的指导意见》	高能效锂电池安全技术 是关键研发突破技术之一。
2022.1	发展改革委、能源局	《“十四五”新型储能发展实施方案》	提出到2025年，新型储能由商业化初期步入规模化发展阶段，具备大规模商业化应用条件。其中， 电化学储能技术 性能进一步提升，系统成本降低30%以上；火电与核电机组抽汽蓄能等依托常规电源的 新型储能技术 、百兆瓦级压缩空气储能技术实现工程化应用。到2030年，新型储能全面市场化发展。

政策解读-锂电政策遍地开花，绿色动力共绘蓝图

- 在动力锂离子电池领域，从“十二五”的全面发展，到“十三五”的关键技术突破，再到“十四五”的安全性提升，政策逐步深化；同时，政府也在鼓励动力电池在多领域的应用和回收利用，其中，河南、贵州、福建等省份提出了动力电池产量和产能的预期增长相关目标。
- 在储能锂离子电池领域，《“十四五”新型储能发展实施方案》设定了2025年规模化发展和2030年市场化发展的目标。国家鼓励示范项目和技术攻关，以加速核心技术突破，推动新型能源体系建设和新质生产力的发展。其中，广东、江苏、浙江和四川等省份的政策导向、产业布局和装机规模快速增长，在中国储能锂离子电池领域中占据重要地位。

天津：支持**锂离子电池及材料**、风能、太阳能、氢能等重点领域，提供新能源系统解决方案；鼓励探索**退役动力电池**等新兴产业废物高效利用以及可循环、高值化的再生利用模式，加强资源再生产品推广应用。

北京：强调加快关键技术研发，提供最高可达**3000万元**的资金支持。同时，鼓励建设示范园区，支持企业提升**智能化**和**绿色化**水平。

青海：到2025年**碳酸锂**生产规模达到17万吨/年，**锂电池电芯产能**达到60GWh/年，并探索**动力锂电池梯次利用**，打造锂电池技术创新中心和制造基地。

吉林：提出**电源侧储能配置**不低于发电装机容量的15%，以及通过高质量发展战略规划，促进新能源与储能系统耦合集成，提升电力系统调节能力和安全稳定水平。

四川：提出到**2027年**构建完整的锂电产业生态体系，全产业链产值超过**8000亿元**，建成**世界级锂电产业基地**，同时促进动力电池和储能电池产业的高质量发展。

湖北：提出到2025年**动力电池产能**达到**200GWh**，支持**废旧电池回收利用**体系建设，以及加快发展纯电动汽车和动力电池材料。

河南：聚焦于加快推动电池正负极、隔膜、电解质、电池管理系统等技术创新，力争2025年**动力电池**产量达到**50GWh**，并形成**千亿级动力电池产业集群**。

江苏：聚焦于加快新能源汽车推广应用，规范**充（换）电设施**建设和运营，以及推动新能源汽车产业电动化、网联化、智能化转型升级。

上海：聚焦于推动新能源汽车动力电池**回收再利用**体系的建设，以应对即将到来的**电池退役潮**，并促进新能源汽车产业的可持续发展。

贵州：到**2050年**，锂离子电池材料产业总产值达到**1000亿**以上；建成一个“五百亿级”，2至3个“百亿级”锂离子电池材料优势产业集群。

浙江：纳入“415”先进制造业产业集群体系，深化产业集群培育工程，促进锂电池产业“**核心区+协同区**”融合发展。

广西：提出到2025年锂离子电池年产能达到**100GWh**，其中动力电池产能达到**60GWh**，并力争在充电基础设施规划（2021—2025年）目标任务中新增公共充电桩8万个，累计建成**充电桩**29.5万个。

福建：提出到2025年，全省锂电池产能规模要突破**500GWh**，全产业链产值超过**6000亿元**人民币，计划在全省范围内累计建成超过1000座电动汽车换电站。

广东：支持开发超长寿命、高安全性、全气候**储能锂离子电池**，并推进新体系锂电池的研发和应用，计划通过政策支持促进**光伏、锂离子电池**产业发展。

海南：提出到2025年**新能源汽车保有量**达到50万辆，新能源汽车保有量占全省汽车保有量的20%，通过财政补贴等措施鼓励新能源汽车及**锂电产业**的发展。

江西：鼓励科技创新、加大**锂资源**保障力度、优先保障重大项目**能耗需求**，并提出计划通过设立不少于**50亿元**的专项子基金支持锂电产业发展。

全文共90页，如需查看全文，或有其他行业报告定制需求
请通过邮箱联系客服！

邮箱地址：report_purchase@apexandconsulting.com

全文共90页，如需查看全文，或有其他行业报告定制需求
请通过邮箱联系客服！

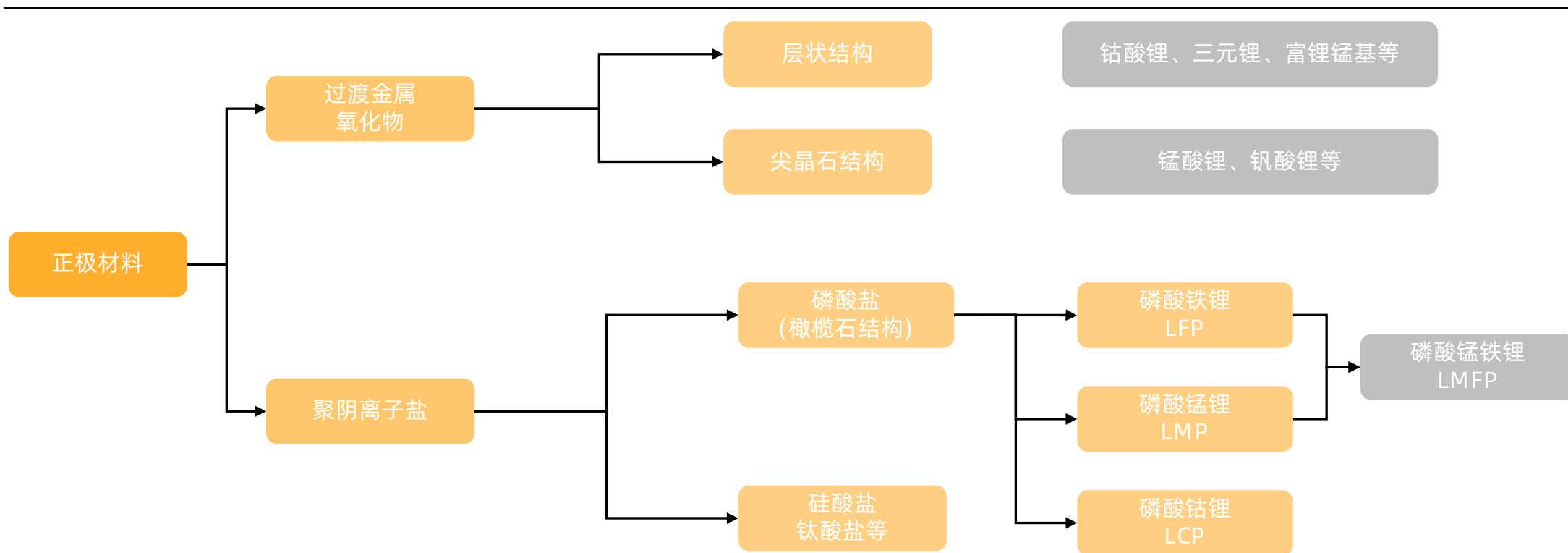
邮箱地址：report_purchase@apexandconsulting.com

PART 03

上游产业介绍-原材料

- 锂离子电池中的正极材料是决定**电池能量密度**和**成本的关键材料**，占有较大比例（正负极材料的质量比为3:1~4:1），正极材料的成本占动力电池总成本的30%以上。提升正极材料的比容量可以显著降低动力电池各材料用量，降低单位kwh的电芯成本。
- 我国是全球锂离子电池正极材料的主要生产国之一。其中，我国在钴酸锂及锰酸锂材料方面目前已成为世界最大出口国，磷酸铁锂及三元正极材料成为世界最大生产及使用国。

锂离子电池正极材料分类



全文共90页，如需查看全文，或有其他行业报告定制需求
请通过邮箱联系客服！

邮箱地址：report_purchase@apexandconsulting.com

全文共90页，如需查看全文，或有其他行业报告定制需求
请通过邮箱联系客服！

邮箱地址：report_purchase@apexandconsulting.com

全文共90页，如需查看全文，或有其他行业报告定制需求
请通过邮箱联系客服！

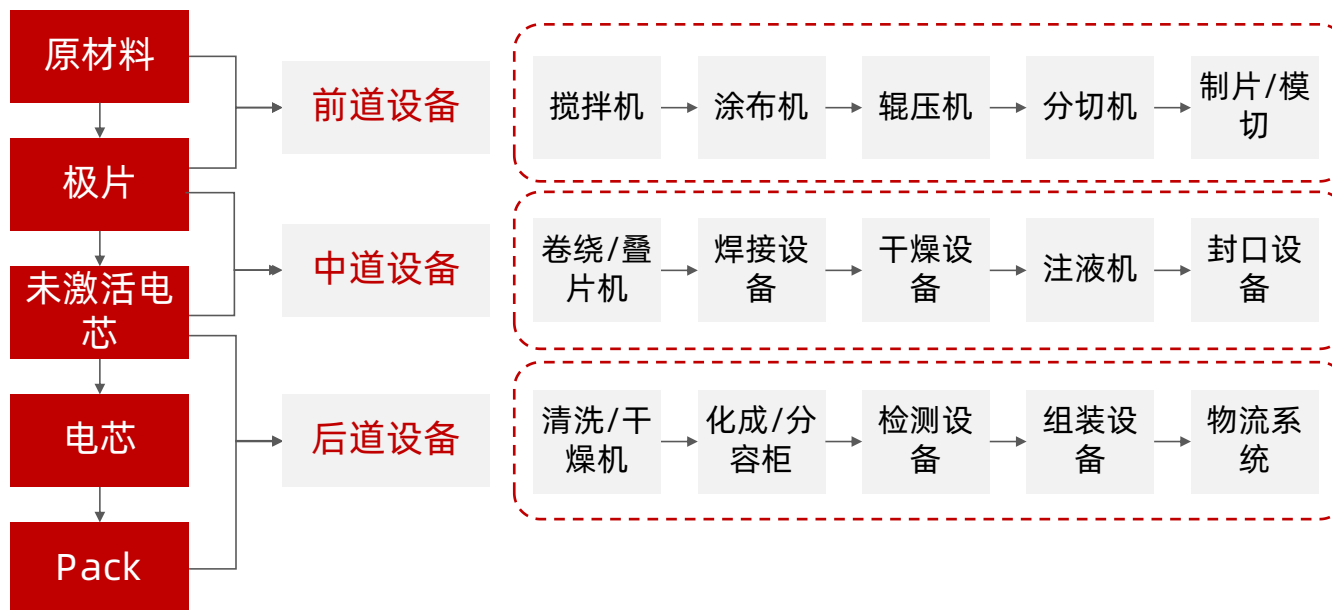
邮箱地址：report_purchase@apexandconsulting.com

PART 04

中游产业介绍-锂离子电池生产

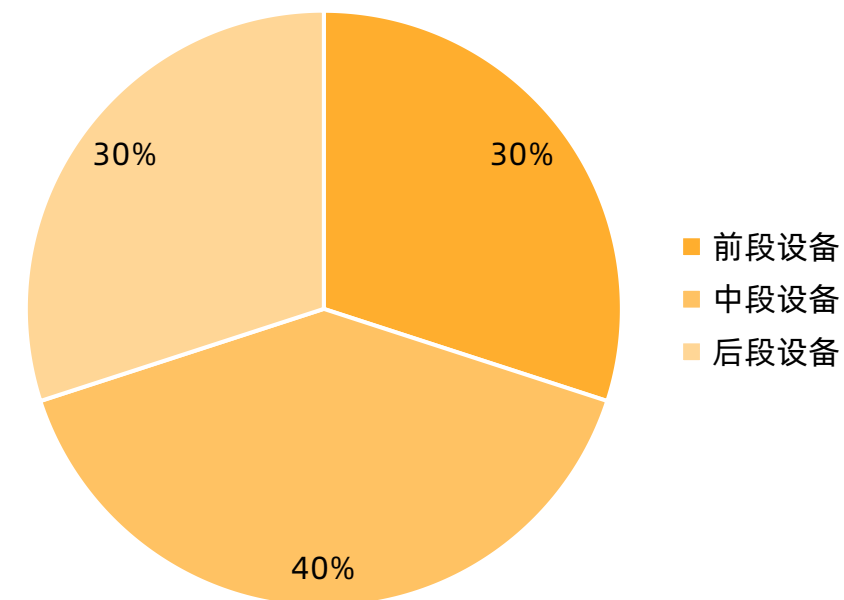
- **锂电设备**主要指生产锂离子动力电池的设备，工艺流程分为电芯前段、电芯中段、电芯后段、模组和电池包四大环节。
- 前段的核心设备为涂布机，中段核心设备为卷绕机/片机，后段的核心设备为化成分容设备。
- 设备价值分布方面，电芯前中段、电芯后段、模组及电池包、其他占比分别为49%、31%、15%和5%。

产业链



锂电设备

中国分段锂电设备价值占比



全文共90页，如需查看全文，或有其他行业报告定制需求
请通过邮箱联系客服！

邮箱地址：report_purchase@apexandconsulting.com

全文共90页，如需查看全文，或有其他行业报告定制需求
请通过邮箱联系客服！

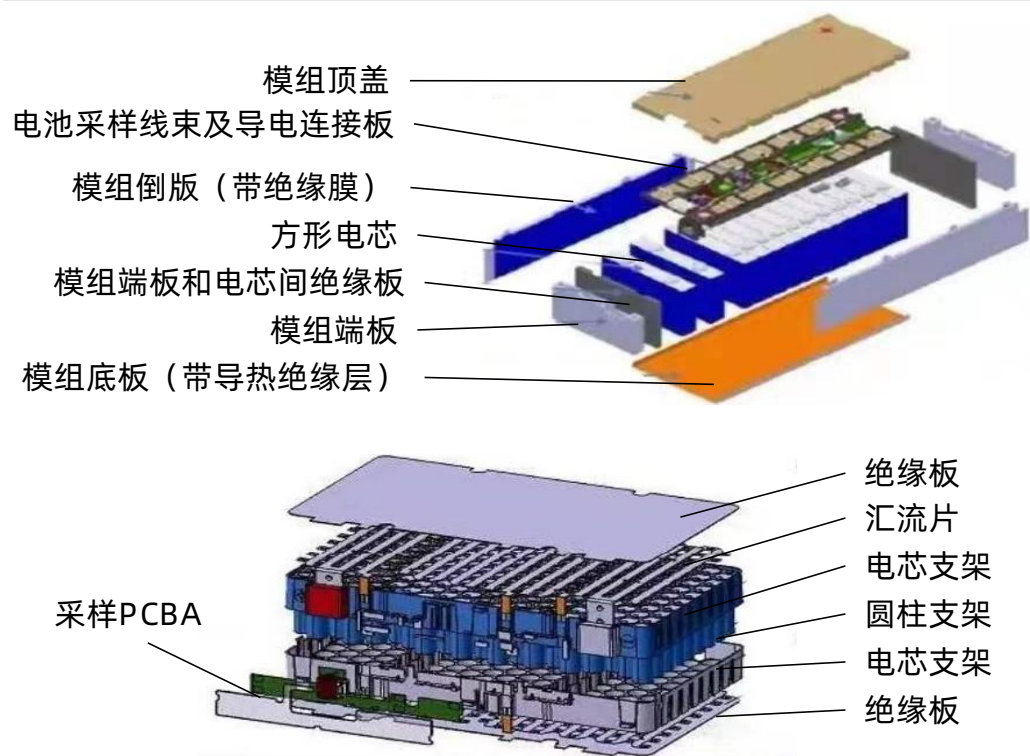
邮箱地址：report_purchase@apexandconsulting.com

PART 05

下游产业介绍-锂离子电池应用

- 单个电芯并不足以驱动电动车，需将多个电芯串并联，才能实现驱动电动车所需的高电压、大电量。
- 模组，就是将多个电芯串并联，再加上起到汇集电流、收集数据、固定保护电芯等作用的辅助结构件，所形成的模块化电池组。模组的基本作用就是连接、固定和安全防护。

动力电池模组示意图



具体信息

电芯与导电母排的连接有**焊接**、**螺接**、**机械压接**三种形式。

- **焊接**，主要有激光焊接、超声波焊接和电阻焊。其中，激光焊配合工业机器人正在逐步成为自动化模组生产线的主力。焊接工艺，效率高，易于实现自动化生产。
- **螺接**，用防松螺钉固定电芯与母排之间的连接。工艺上比较简单，但主要应用于单体容量比较大的电池系统中。尤其方形电池螺接结构比较多。
- **机械压接**，该方案由于依靠导电件的弹性变形保持电池与回路的电连接，占用空间略大，导致能量密度受到影响。但是电池在梯次利用中，拆解方便，获得完整电芯的可能性高。

全文共90页，如需查看全文，或有其他行业报告定制需求
请通过邮箱联系客服！

邮箱地址：report_purchase@apexandconsulting.com

全文共90页，如需查看全文，或有其他行业报告定制需求
请通过邮箱联系客服！

邮箱地址：report_purchase@apexandconsulting.com

全文共90页，如需查看全文，或有其他行业报告定制需求
请通过邮箱联系客服！

邮箱地址：report_purchase@apexandconsulting.com

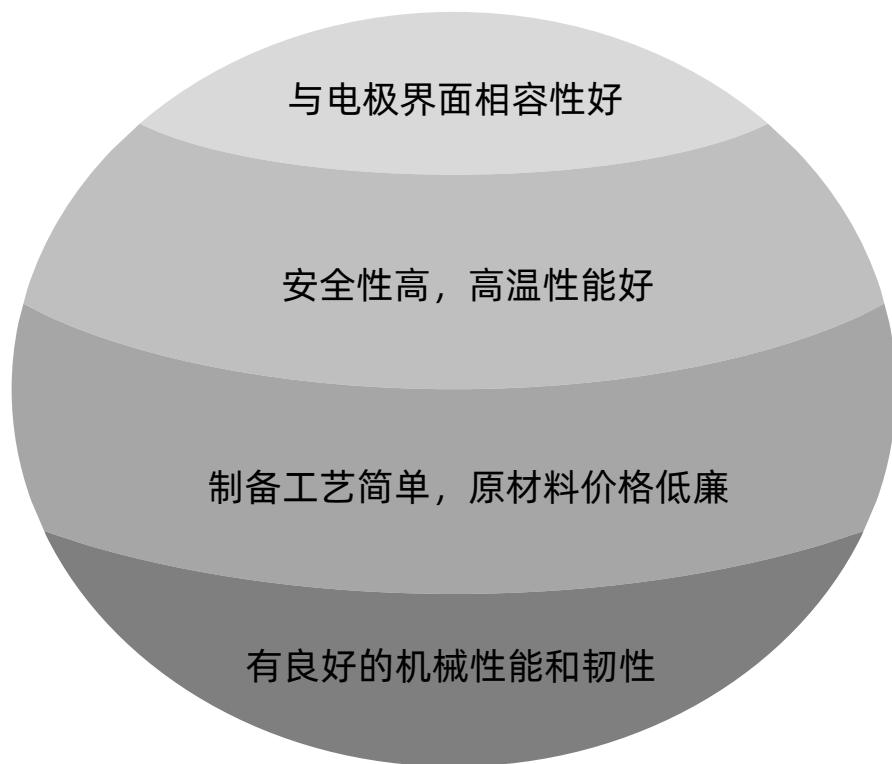
PART 06

未来趋势

发展趋势一：聚合物固体电解质

- 聚合物电解质主要有三大体系，其中最早发现可以导锂，研究相对成熟的是**PEO基固体电解质体系**，其次，聚合物电解质还包括聚碳酸酯基体系、聚硅氧烷基体系以及聚合物锂单离子导体基体系。
- 目前主流研究方向为如何提高常温下PEO的“无定形区”占比，主要有化学混合和物理填充两种方法。

工艺与技术层面优势



材料性能层面劣势

- **室温离子电导率低**
- 当温度低于60°C，PEO主要形态为结晶区，呈现出圆柱型“隧道”结构，锂离子在“隧道”中定向迁移实现导锂，该形态下的PEO离子电导率普遍较低；在室温25°C下，离子电导率普遍低于10-7S/cm，远远低于常规电解液的离子电导率（10-2S/cm左右），离大规模商业化应用还有较大的差距。
- **通过增加“无定形区”常温占比的方法改进。**
- 化学混合法：采用其他的聚合物与PEO基团进行化学反应，通过嫁接、共聚或者交联，形成梳型化或者枝化结构，能够有效的打乱PEO结晶，提高无定型区的比例。
- 物理填充法：物理填充纳米粒子，降低相同温度下结晶区所占的比例，同时加速锂盐的分解，不但能够对电解质的电导率有较大的提高，还能进一步改善电解质的电化学稳定性、热稳定性以及机械性能。

- 氧化物固态电解质是由锂、氧与其他多种元素（如磷、钛、铝、镧、锆、锌、锶等）构成的化合物，分为非晶态和晶态两种形态。LiPON型是非晶态氧化物电解质的代表，而晶态氧化物电解质则包括钙钛矿型（例如LLTO）、反钙钛矿型、石榴石型（例如LLZO）、NASICON型（例如LATP）和LISICON型。
- 氧化物固态电解质展现出较高的锂离子传导性和良好的热稳定性，具备较宽的电化学窗口，使其能够与高电压正极材料相匹配。其生产过程相对容易控制，因此技术发展速度较快。在氧化物固态电解质中，石榴石型电解质（如LLZO）和NASICON型电解质（如LATP）是较为常见的类型。

氧化物电解质优势

- 几乎可以忽略的电子导电率，在锂离子电池中可以充当隔膜的角色。
- 高温下表现稳定，不易出现安全隐患，制备过程大多要进行高温烧结，具备较高的热稳定性。
- 电化学窗口宽，适用于高电压的电极材料体系。
- 离子迁移数较高，接近1的锂离子迁移数，远高于聚合物固体电解质。

不同氧化物电解质性能分析

类型	代表材料	电导率	优点	缺点
LiPON型	LiPON	10 ⁻⁶ S/cm	• 电化学窗口宽、热稳定性好、电阻小	• 离子导电率低
钙钛矿型	LLTO	10 ⁻³ S/cm	• 离子导电率最高、循环寿命好	• 需高温退火、晶界电阻高、锂金属不稳定、生产成本低
反钙钛矿型	LOC	10 ⁻³ S/cm	• 离子导电率高、电化学窗口宽、锂金属稳定、成本低	• 脆性较高、循环寿命差、不易加工
石榴石型	LLZO/ LLZTO	10 ⁻³ S/cm	• 离子电导率高、电化学窗口宽、锂金属稳定、空气相对稳定	• 需进行掺杂改性、生产成本低
NASICON型	LATP	10 ⁻⁴ S/cm	• 生产成本低、空气中稳定、电化学窗口最宽、适合高压体系	• 离子电导率偏低、锂金属不稳定
LISICON型	LZG	10 ⁻⁷ S/cm	• 合成条件吻合、空气中稳定	• 离子电导率低（需加热）、空气中敏感、锂金属不稳定

- 硫化物电解质离子电导率可媲美电解液，最具商业化潜力。晶体型固体电解质研究相对较少，电导率普遍较低，同时对金属锂不稳定、导电性各向异性，在循环过程中会发生不可逆性。
- 非晶态中的硫化物电解质，室温离子电导率较高，可与电解液媲美。2016年具备LGPS结构的 $\text{Li}_{9.54}\text{Si}_{1.74}\text{P}_{1.44}\text{S}_{11.7}\text{Cl}_{0.3}$ 材料，电导率达到 $2.5 \times 10^{-2} \text{ S/cm}$ ，已经达到电解液的电导率水平。

硫化物电解质的瓶颈

- 硫化物本身是硬度较高的无机粉末，在与电极接触时界面相容性较差，使得电池界面传质电阻较大。此外，氧化物正极材料会吸引锂离子，造成硫化物电解质贫锂，形成空间电荷层，增大界面阻抗。
- 硫化物与空气中的水分反应生成有毒的硫化氢气体，生产过程必须在惰性氛围下进行。
- 目前制备硫化物电解质采用冷压技术，微观层面仍有空隙和晶界空格，无法做到完全致密，循环过程中锂枝晶会在空隙中生成，最终导致电解质破碎，电池短路。
- 硫化物易与金属锂反应生成SEI层，负极界面阻抗较高；同时与现有正极材料体系的化学势相差较大，形成空间电荷层，增大正极界面阻抗值。

常见硫化物电解质离子导电率

名称	室温导电率(S/cm)
$\text{Li}_{3.25}\text{Ge}_{0.25}\text{P}_{0.75}\text{S}_4$	2.2×10^{-3}
$\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$	1.2×10^{-2}
$\text{Li}_{10}\text{SiP}_2\text{S}_{12}$	2.3×10^{-3}
$70\text{Li}_2\text{S}_{30}\text{P}_2\text{S}_5$	3.2×10^{-3}
$\text{Li}_{9.54}\text{Si}_{1.74}\text{P}_{1.44}\text{S}_{11.7}\text{Cl}_{0.3}$	2.5×10^{-2}
$\text{Li}_7\text{SnP}_2\text{S}_{12}$	4×10^{-3}
$\text{Li}_{3.833}\text{Sn}_{0.833}\text{As}_{0.166}\text{S}_4$	1.39×10^{-3}
$\text{Li}_6\text{PS}_5\text{Cl}$	1.33×10^{-3}

电池专用名词解释

PTC (Positive Temperature Coefficient)

- 正温度系数热敏电阻，是一种典型具有温度敏感性的半导体电阻，超过一定的温度（居里温度）时，它的电阻值随着温度的升高呈阶跃性的增高。

PVDF

- 聚偏氟乙烯，是一种高度非反应性热塑性含氟聚合物，可通过1,1-二氟乙烯的聚合反应合成。

OCP (Over Current Protection)

- 过流保护，是以被测线路的电流为判断标准，当线路的输出电流大于指定值后，电源就会关断该线路的输出，以保证负载与电源自身的安全。

DOD (Depth Of Discharge)

- 表示放电深度。电池放电深度可以用以A·h形式表达也可以用DOD百分比的形式表示。

3C产品

- 是计算机类、通信类和消费类电子产品三者的统称，亦称“信息家电”。

PCB (Printed Circuit Board)

- 印制电路板，又称印刷线路板，是重要的电子部件，是电子元器件的支撑体，是电子元器件电气相互连接的载体。由于它是采用电子印刷术制作的，故被称为“印刷”电路板。

15-30C

- C是用来表示电池充放电能力倍率。1C表示电池一小时完全放电时电流强度。如标称为2200mA·h的18650电池在1C强度下放电1小时放电完成，此时该放电电流为2200mA。

OVP (Over Voltage Protection)

- 过压保护，限制最高输入电压

ICT (Information and Communications Technology)

- 信息与通信技术，是一个涵盖性术语，覆盖了所有通信设备或应用软件以及与之相关的各种服务和应用软件，例如视频会议和远程教学。

AR (Augmented Reality)

- 增强现实，是一种实时地计算摄影机影像的位置及角度并加上相应图像的技术，是一种将真实世界信息和虚拟世界信息“无缝”集成的新技术，这种技术的目标是在屏幕上把虚拟世界套在现实世界并进行互动

UVP (Under Voltage Protection)

- 欠压保护，在电压下降到最小允许值时需要切断电源，这就是欠电压保护。其任务主要是防止设备因过载而烧毁。

CTP (Cell to Pack)

- 无模组技术，现有两种不同的技术路线。一是彻底取消模组的方案，以比亚迪刀片电池为代表；二是小模组整合为大模组的方案，以宁德时代CTP技术为代表。

VR (Virtual Reality)

- 虚拟现实，又称灵境技术。虚拟现实技术囊括计算机、电子信息、仿真技术于一体，其基本实现方式是计算机模拟虚拟环境从而给人以环境沉浸感。指通过摄像头、传感器、雷达对自动驾驶行为的参与方环境的监控以及信息获取。

OTP (Over Temperature Protection)

- 温度保护，当电源内部温度或者指定电路的温度超过标准后，电源会限制甚至是关断相应的输出，以确保自身与负载的安全。

V2X (Vehicle to Everything)

- 车联网，以行驶中的车辆为信息感知对象，借助新一代信息通信技术，实现车与X（即车与车、人、路、服务平台）之间的网络连接。

电池专用名词解释

CAN (Controller Area Network)

- 控制器局域网络，是由以研发和生产汽车电子产品著称的德国BOSCH公司开发的，并最终成为国际标准（ISO 11898），是国际上应用最广泛的现场总线之一。

CCUS (Carbon Capture, Utilization and Storage)

- 碳捕获、利用与封存，即把生产过程中排放的二氧化碳进行提纯，继而投入到新的生产过程中，可以循环再利用，而不是简单地封存。

比容量

- 比容量分为两种，一种是质量比容量，即单位质量的电池或活性物质所能放出的电量；另一种是体积比容量，即单位体积的电池或活性物质所能放出的电量。

BDU (Battery Disconnect Unit)

- 电池包断路单元，专为电池包内部设计，也是高压配电箱的一种。一般包含：系统主路接触器，打开/切断电池包主路直流电流；预充继电器，保护高压电路免受系统上电时的瞬时大电流冲击；电流传感器，用来测量和计算电池包容量。

NCM、NCA

- N、C、A和M分别指代镍、钴、铝和锰。

能量密度

- 电池的平均单位体积或质量所释放出的电能。
- 电池能量密度=电池容量×放电平台/电池厚度/电池宽度/电池长度。

CTC (Centralized Traffic Control System)

- 调度集中系统，是对管辖区段内的列车和调车作业进行指挥和管理，通过联锁、列控、区间等信号设备，实现集中控制的铁路信号技术装备。

BOPP (Biaxially Oriented Polypropylene)

- 即双向拉伸聚丙烯薄膜。

中间相炭微球

- 沥青类化合物热处理时，发生热缩聚反应生成具有各向异性的中间相小球体，把中间相小球从沥青母体中分离出来形成的微米级球形碳材料就称为中间相炭微球

SOC (state of charge)

- 汽车电池的充电状态，也叫做剩余容量，表示电池继续工作的能力。

PAS

- 聚硫酸铝（PAS）是新一代无机高分子混凝剂。分子结构庞大，吸附能力强。

PEO (Plasma electrolytic oxidation)

- 等离子体电解氧化，是用于在金属表面产生金属氧化物涂层的电化学表面处理过程。这个过程可以用来生长厚达几十或几百微米的氧化物涂层，这些氧化物涂层基本上是结晶性的，如铝，镁和钛这样的金属的氧化物涂层。

SEI (solid electrolyte interface)

- 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相界面上发生反应,形成一层覆盖于电极材料表面的钝化层。

• 版权声明

本报告为灼鼎咨询制作，其版权归属灼鼎咨询，任何机构和个人引用或转载本报告时需注明来源为灼鼎咨询，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。任何未注明出处的引用、转载和其他相关商业行为都将违反《中华人民共和国著作权法》和其他法律法规以及有关国际公约的规定。对任何有悖原意的曲解、恶意解读、删节和修改等行为所造成的一切后果，本公司及作者不承担任何法律责任，并保留追究相关责任的权力。

• 免责条款

本报告基于已公开的信息编制，但本公司对该信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断，该等意见、评估及预测在出具日外无需通知即可随时更改。本公司将来可能根据不同假设、研究方法、即时动态信息和市场表现，发表与本报告不一致的意见、观点及预测，本公司没有义务向本报告所有接受者进行更新。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载观点、结论和建议仅供参考使用，不作为投资建议。对依据或者使用本报告及本公司其他相关研究报告所造成的一切后果，本公司及作者不承担任何法律责任。

——立足业内领先的企业管理咨询平台，致力于为客户提供专业服务：

行业研究

立足专业分析，挖掘细分领域前沿动态，深入研判市场环境、产业链结构、市场空间与竞争格局等，预测行业发展前景、技术发展方向。

共建报告

立足公司特色业务与产品，深入剖析行业发展现状与动态热点，开辟新的企业品牌推广路径，进一步夯实领先地位、塑造企业品牌专业形象。



战略咨询

对内全面了解企业管理与经营运作模式，对外对标竞对商业模式、洞察行业市场动态，全方位形势研判，为企业选提供专业咨询支持。

上市咨询

提供全流程专业上市辅导，入驻企业全面改善各环节问题，协助准备融资及上市相关文件，助力企业实现上市目标。

商业尽职调查

全面调研与分析，了解目标投资公司运营生产情况与市场行业格局、准确研判目标公司投资价值，输出调查分析报告。

商务合作：请简要描述需求至合作邮箱 collaboration@apexandconsulting.com

APEX & CONSULTING



扫码关注

灼鼎咨询

- 服务于各领域数百家企业，具有丰富且专业的行业经验
- 与全球数百家第三方机构建立合作，积累详实的行业数据
- 专家网络覆盖全球数十万名行业专家，全面覆盖各类领域