图表13：不同类型导电剂性能对比

导电剂能够提高石墨负极材料循环稳定性和硅基负极导电性。1）石墨负极：在锂离子多次嵌 入和脱嵌过程中，石墨颗粒体积发生膨胀和收缩；随着循环次数增加，石墨颗粒之间接触减 少、出现空隙，使得石墨负极导电性下降。因此，虽然石墨负极本身具有良好导电性，但仍需 要加入小颗粒导电剂如碳黑、乙炔黑或纤维状导电剂填补石墨颗粒之间的空隙，保持循环稳定 性，并且快充趋势提升带动导电剂的添加比例进一步提升。2）硅基负极：硅基负极导电性 差，将进一步拉动高性能导电剂需求提升，且硅基负极的体积膨胀严重会促使导电网络的破 坏，因而需要构建一个长程的导电网络。

国内导电剂以导电炭黑为主，硅基负极产业化助推碳纳米管渗透率提升。目前导电剂分为超导 炭黑（乙炔黑、Super P)、特导炭黑（科琴黑）、导电石墨等颗粒状导电剂，以及碳纳米管、 纳米碳纤维等纤维状导电剂和石墨烯面状导电剂。传统导电剂（导电石墨、导电炭黑）与负极 活性物质之间点对点接触，分散性强、成本低；而新型导电剂碳纳米管是一种由单层或多层的 石墨烯层围绕中心轴按一定的螺旋角卷曲而成一维量子材料，与活性物质之间线对点接触，容 易形成导电网络结构，具有更好的导电性和结构稳定性，碳纳米管可以缓解硅材料充放电过 程中由于膨胀造成的结构缩，我们认为硅基负极产业化有望助推碳纳米管渗透率提升。

■导电炭黑国产替代加速：2020年以前传统石墨以及炭黑导电剂市场几乎被产能规模 大、具有先发优势的法国益瑞石、美国卡博特垄断，国内企业布局较慢。2021年新能 源车下游市场需求快速释放，全球导电炭黑供需紧张，为国内企业提供国产替代的黄金 机遇期，国内企业在逐步实现技术突破之后、国产化率不断提升。 硅基负极快速渗透带动单壁碳纳米管需求提升：碳纳米管根据石墨烯层数差异可以分 为单壁碳纳米管和多壁碳纳米管。单壁碳纳米管是最适合硅基负极的导电剂，主要由 于：1）导电性好：单壁碳纳米管的一维结构更易搭建有效导电网络，弥补硅基负极导 电性差的问题；2）机械性能强：单壁碳纳米弹性强度高，在硅基材料体积膨胀时紧密 连结材料颗粒，减少活性物质脱落，提高负极材料结构稳定。碳纳米管主要制备方法为 气相沉积法，技术壁垒高、客户认证周期长。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 导电剂种类 | | 优点 | 缺点 |
| 碳纳米管导电剂 | | 导电性能优异，添加量小，提升电池能量密度，提 升电池循环寿命性能 | 需要预分散，价格较高 |
| 炭黑类 | SP | 价格便宜，经济性高 | 导电性能相对较差，添加量大，降低正极活性物质 占比，全依赖进口 |
| 科琴黑 | 添加量较小，适用于高倍率、高容量型锂电池 | 价格贵，分散难、全依赖进口 |
| 乙炔黑 | 吸液性较好，有助提升循环寿命 | 价格较贵，影响极片压实性能，主要依赖进口 |
| 导电石墨类导电剂 | | 颗粒度较大，有利于提升极片压实性能 | 添加量较大，主要依赖进口 |
| 气相生长碳纤维 | | 导电性优异 | 分散困难、价格高、全依赖进口 |
| 石墨烯导电剂 | | 导电性优异，比表面积大，可提升极片压实性能 | 分散性能较差，需要复合使用，使用相对局限(主要 用于磷酸铁理电池) |

资料来源：天奈科技招股书，中金公司研究部

现有粘结剂将难以满足硅基负极要求，新型粘结剂PAA迎来发展机遇。负极材料需要粘结剂 将其与集流体连结，目前石墨负极粘结剂的主流方案是将羧甲基纤维素（CMC）与丁苯橡胶 （SBR）进行复合，CMC包覆于石墨表面，SBR颗粒状分布于石墨负极之间，能够充分发挥