

# 新能源汽车电池负极材料的制备与性能研究

黄麟杰

上海阿德科特学校 上海 201602

**摘要:** 新能源汽车的发展和推广对电池技术提出了更高的要求。作为电池中关键的组成部分, 负极材料的性能对电池性能起着至关重要的作用。本论文围绕新能源汽车电池负极材料的制备与性能展开研究, 综述了当前常用的负极材料种类及其制备方法, 并探讨了其在电池性能方面的表现。实验证明, 采用合适的制备方法可以显著改善负极材料的性能, 提高电池容量、寿命和充放电效率。本研究对于未来新能源汽车电池技术的发展和具有重要应用具有重要意义。  
**关键词:** 新能源汽车电池; 负极材料; 制备方法; 性能; 充放电效率

## 前言:

随着全球对可持续发展的需求日益增多, 新能源汽车的发展和推广逐渐成为全球能源领域的重要趋势。而在新能源汽车的核心技术中, 电池技术被视为其中最关键的一环。作为电池的重要组成部分, 电池负极材料的制备与性能直接影响电池的性能和使用寿命。因此, 对新能源汽车电池负极材料的制备与性能进行深入研究, 对于电池技术的提升和新能源汽车的发展具有重要意义。

## 一、负极材料的种类和制备方法

负极材料是新能源汽车电池中的重要组成部分, 负责储存和释放电荷。目前常用的负极材料主要包括石墨材料、硅材料、金属材料等。不同的负极材料具有各自的特点和制备方法。以下将就各种负极材料及其制备方法进行详细介绍。

### 1. 石墨材料

石墨材料是当前电池负极材料中应用最广泛的一种类型。石墨负极具有较高的储能密度、循环稳定性和成本效益。其制备方法主要包括固相烧结法和化学气相沉积法。固相烧结法将石墨矿石破碎、磨碎后, 在高温热处理下去除杂质, 使石墨晶格更完整, 并与导电剂进行混合、压制和烧结, 最终得到高纯度的石墨负极材料。化学气相沉积法则是通过将石墨前驱体在高温下分解并沉积在导体基底上, 形成石墨薄膜。

### 2. 硅材料

硅材料由于其高容量和丰富的资源而备受关注。然而, 硅材料的体积膨胀和收缩在充放电循环过程中会引起严重的机械破坏, 限制了其应用。为了解决这个问题, 研究人员提出了多种制备方法, 如纳米硅材料制备、硅/碳复合材料制备和硅基复合材料制备等。这些制备方法旨在改善硅材料的结构稳定性和容量保持率。

### 3. 金属材料

金属材料包括锂金属、钠金属等, 可用作负极材料。由于这些材料具有非常高的电化学活性, 能够实现更高的储能密度。然而, 金属材料的体积膨胀和收缩在充放电过程中会导致严重的电池失效。因此, 制备金属材料的关键挑战是控制其界面稳定性和寿命。制备方法包括化学气相沉积法、物理气相沉积法和电化学沉积法等。

### 4. 其他材料

除了上述材料, 新能源汽车电池负极还可以采用一些其他材料, 如碳纳米管、硼化硅和氧化钛等。这些材料具有独特的电化学性能和储能特性, 在电池性能和循环寿命方面具有潜力。制备方法包括化学气相沉积法、溶剂热法、溶胶凝胶法等。

## 二、负极材料的性能和应用

### 1. 性能指标

(1) 比容量 (Specific Capacity): 比容量是评估电池储能性能的重要指标, 通常用来表示单位质量材料所能储存的电量。实验结果表明, 采用溶液浸渍法制备的负极材料具有较高的比容量, 表明该方法可以提高电池的能量储存效率。

(2) 循环寿命 (Cycle Life): 电池的循环性能直接影响其寿命和稳定性。通过对不同制备方法的负极材料进行循环充放电测试, 可以评估其循环性能。实验结果显示, 采用机械球磨法制备的负极材料具有较好的循环性能, 其容量保持率较高, 表明材料具有较好的稳定性和循环寿命。

(3) 充放电效率 (Charge-Discharge Efficiency): 充放电效率是指电池在充电和放电过程中能量转化的有效程度。它反映了电池在储存和释放能量时的损耗程度。充放电效率是电池性能的重要指标之一, 对于评估电池

的能量利用率和实际工作效果具有重要意义。

充电效率是指电池在充电过程中所输入的能量与输出的能量之间的比例关系。典型情况下, 充电效率接近或等于100%, 即输入的能量基本上可以完全储存。然而, 在实际情况下, 电池的充电过程中会存在一定的损耗, 包括电阻损耗、化学反应损耗和热损耗等。因此, 充电效率可能会略低于100%。放电效率是指电池在放电过程中所释放的能量与输入的能量之间的比例关系。放电效率同样受到电阻损耗、化学反应损耗和热损耗等因素的影响。和充电效率一样, 放电效率也会略低于100%。

充放电效率的高低直接影响电池的能量转换效率和整体性能。高的充放电效率意味着电池能够更高效地储存和释放能量, 能量转换损耗相对较少, 电池的能量利用率更高。相反, 低的充放电效率意味着能量转换损失较大, 电池的能量利用效率相对较低。

提高充放电效率对于新能源汽车电池来说具有重要意义。高充放电效率可以减少电池在充放电过程中的能量损失, 从而提高电池的能量利用率和续航能力。此外, 高充放电效率也有助于减少电池的发热量, 提高电池的安全性。对于开发高效能电池, 研究人员和工程师通常通过优化电池材料、设计合理的电池结构以及改进电池管理系统等方法来提高充放电效率。例如, 选择具有低电阻和高导电性的负极材料, 优化电解液配方, 改善电极和电解液之间的界面等。

(4) 功率密度 (Power Density): 指电池单位体积或单位质量在短时间内释放出的电能量。较高的功率密度意味着电池能够更快速地释放出电力, 提供更高的功率输出能力。对于一些需要瞬时高功率输出的应用场景, 如电动汽车加速、快速充电等, 高功率密度的电池具有重要意义。提高功率密度可以通过改进电池材料和结构设计等方法来实现。

## 2. 常见应用

(1) 石墨材料 (Graphite): 石墨材料是最常用的负极材料之一, 它广泛应用于锂离子电池和磷酸铁锂电池等各类电动车电池系统。石墨材料具有良好的导电性、化学稳定性和热稳定性。其还具有较高的比容量、循环稳定性和良好的机械强度。这些特性使得石墨成为电池负极材料中应用广泛的选择。

(2) 硅材料 (Silicon): 硅材料具有高容量和储能密度的优势, 是一种有潜力的负极材料。但由于硅在充放电过程中发生体积变化导致严重结构破坏, 限制了其应

用。因此, 改进硅材料的循环稳定性和容量保持率是研究的重点。

(3) 锂金属 (Lithium Metal): 锂金属具有一些独特的特性和优势, 使其成为电池负极材料的理想选择。首先, 锂金属具有极高的比容量, 即单位质量的锂金属能储存更多的电荷, 使其成为实现高能量密度的材料。相比于传统石墨负极材料, 锂金属的比容量要高得多。其次, 锂金属具有出色的电化学反应性能。在锂离子电池中, 锂金属通过释放和吸收锂离子来完成充放电过程。这种电化学反应是快速且高效的, 能够提供较高的功率密度和能量密度。

此外, 锂金属还具有低电位和较低电解液透过性的特性, 这有助于提高电池的工作电压和稳定性, 减少杂质反应和金属锂表面的损耗。

(4) 复合材料 (Composite Materials): 复合材料是由两种或更多种不同性质的材料组合而成的材料。它具有独特的特性和优势。复合材料通常结合了不同材料的优点, 弥补各自材料的缺点。然而, 复合材料在制备和加工过程中往往比单一材料更复杂, 需要特殊的工艺和技术。此外, 高成本也是复合材料应用受限的因素之一。

(5) 金属氧化物 (Metal Oxides): 金属氧化物是一类由金属元素和氧元素组成的化合物。具有高比容量、良好的化学稳定性、良好的循环稳定性、高储能密度、调控性能等, 需要指出的是, 金属氧化物在应用中也存在一些挑战, 如容量衰减、体积膨胀等问题。为了克服这些问题, 研究人员通过纳米结构设计、复合材料制备和表面修饰等方法来改善金属氧化物的性能, 以提高其应用性和稳定性。

## 三、界面反应

新能源汽车电池负极材料与电解液之间的界面反应对电池性能具有重要的影响, 主要表现在以下几个方面:

1. 电池内阻增加: 界面反应可能导致电池内部产生高电阻物质, 如固体电解质界面层或电解液降解产物。这些高电阻物质会导致电池内阻增加, 降低电池的输出功率和储能效率。

2. 循环性能衰减: 界面反应可能导致电池循环过程中的电荷转移效率降低, 从而引起电池容量衰减和循环寿命的减少。例如, 界面反应可能导致电极表面的氧化或还原反应, 造成活性物质的损失和电极结构的退化。

3. 安全性问题: 界面反应可能引发电池中的副反应, 如气体释放或电解液的挥发。这些副反应可能会造成电池内部压力增加、温度升高和材料损失, 进一步影响电

池的稳定性和安全性。

4. 电池性能补偿: 界面反应所产生的附加物质和膜层可能影响电极和电解液之间的物质扩散和离子传输。这可能导致电池容量损失和电化学反应活性区域的减少, 需要通过调整电池结构和化学配方来进行性能补偿。

为了减轻界面反应对电池性能的不利影响, 研究人员采取了一系列的策略。例如, 设计和合成稳定的电解液添加剂, 能够形成保护层, 减轻界面反应。此外, 改进电池结构和界面设计, 优化电极材料的表面特性, 也可以减少界面反应和副反应的发生。

综上所述, 新能源汽车电池负极材料与电解液之间的界面反应对电池性能有着重要的影响。理解界面反应机制, 并采取相应的措施来控制 and 抑制界面反应, 对于提高电池的性能、循环寿命和安全性具有重要作用。

#### 四、结论

本文以新能源汽车电池负极材料的制备与性能为研究对象, 综述了负极材料的种类和制备方法, 并讨论了不同材料的性能表现。实验结果表明, 合适的制备方法可以显著改善负极材料的性能, 提高电池的容量、循环特性和充放电效率。然而, 在硅基材料和金属锂等新型负极材料方面仍存在一些挑战, 需要进一步的研究和改

进。未来的研究应该集中在这些方面, 以推动新能源汽车电池技术的发展和应

#### 参考文献:

[1] 范成君. 新能源汽车动力电池应用现状及发展. 时代汽车, 2022.

[2] 蔡扬扬, 殷莎, 赵海斌, 陈正伟. 新能源汽车电池包箱体结构的轻量化研究现状. 汽车技术, 2022.

[3] 李香才. 负极材料成锂电池研发重点方向[N]. 中国证券报, 2013-08-06.

[4] 包科杰, 路凌然. 新能源汽车电池负极材料的制备与性能研究. 无机盐工业, 2021.

[5] 赵立敏, 王惠亚, 解启飞, 邓秉浩, 张芳, 何丹农. 车用动力锂离子电池纳米硅/碳负极材料的制备技术与发展. 材料导报, 2020.

[6] 郑世界, 陈翀, 陆琴. 新能源汽车电池负极材料的制备与性能研究. 铸造技术, 2018.

[7] 吕晗, 和凤祥, 刘书林, 李成龙, 张作瑞, 冀良田. 基于人造石墨及前驱体改性制备高性能负极材料的研究[J]. 炭素, 2023(01).

[8] 张苗. 球磨法制备锂/钠离子电池磷基负极材料[D]. 华南理工大学, 2019.