

石墨烯基复合材料的制备及其在锂离子电池中的应用研究

张 镭

成都昱泰新材料科技有限公司 四川成都

【摘要】石墨烯基复合材料因其优异的电导性、力学性能及大比表面积，在锂离子电池中的应用研究取得了显著进展。本研究聚焦于石墨烯与其他材料的复合制备技术，并探讨其在锂离子电池中的性能表现。文章回顾了石墨烯基复合材料的制备方法，如化学还原法、溶液法和熔融共混法等；分析了石墨烯复合材料在锂离子电池中的应用优势，尤其是在提升电池容量、循环稳定性和倍率性能方面的贡献。石墨烯基复合材料有望成为未来高性能锂离子电池的重要材料之一。

【关键词】石墨烯基复合材料；锂离子电池；制备技术；电池性能；材料应用

【收稿日期】2025 年 4 月 6 日

【出刊日期】2025 年 6 月 11 日

【DOI】10.12208/j.jccr.20250015

Preparation of graphene-based composites and their application research in lithium-ion batteries

Lei Zhang

Chengdu Yutai New Materials Technology Co.Ltd, Chengdu, Sichuan

【Abstract】 Graphene-based composites have achieved remarkable progress in application research in lithium-ion batteries due to their excellent electrical conductivity, mechanical properties, and large specific surface area. This study focuses on the composite preparation technology of graphene and other materials, and explores their performance in lithium-ion batteries. This article reviews the preparation methods of graphene-based composites, such as chemical reduction method, solution method, and melt blending method. It analyzes the application advantages of graphene composites in lithium-ion batteries, especially their contributions to improving battery capacity, cycle stability, and rate performance. Graphene-based composites are expected to become one of the important materials for high-performance lithium-ion batteries in the future.

【Keywords】 Graphene-based composites; Lithium-ion batteries; Preparation technology; Battery performance; Material application

引言

随着能源需求的不断增加，锂离子电池作为一种重要的能源存储装置，广泛应用于便携式电子设备、电动汽车及可再生能源存储系统中。传统的锂离子电池面临着容量提升缓慢、循环寿命短及充放电效率差等问题。近年来，石墨烯基复合材料因其卓越的电导性、机械强度及化学稳定性，在提高锂离子电池性能方面展现出巨大潜力。石墨烯及其复合材料的独特结构使其在电池电极材料中的应用成为研究热点。通过对石墨烯与其他功能材料的复合，可以有效改善锂离子电池的导电性、稳定性和能量密度，开发高效的石墨烯基复合材料制备技术，并探索其在锂离子电池中的实际应用，已成为当前材料科学研究的前沿课题。

1 烯基复合材料的制备方法及其工艺优化

石墨烯基复合材料的制备方法在近年来取得了显著进展，成为优化锂离子电池性能的重要途径。传统的石墨烯制备方法多采用化学还原法、液相剥离法等，而随着研究的深入，更多的新型复合材料制备工艺被提出。化学气相沉积（CVD）法通过控制反应气体的浓度和温度条件，可以精确地调控石墨烯的层数和形貌，从而获得具有更高电导性和更强机械强度的复合材料^[1]。法与熔融共混法也被广泛应用，前者通过溶剂辅助分散石墨烯，后者则利用热塑性塑料和石墨烯相互作用形成复合材料。这些方法各具优缺点，但通过合理的优化手段能够有效提升材料的性能。

在制备过程中，材料的分散性和相互作用力是影响

复合效果的关键因素。石墨烯与其他电极材料的复合过程中,表面改性是提高复合材料性能的关键步骤。通过化学改性,如接枝功能化基团,可以显著改善石墨烯与其他材料之间的相互作用力,避免石墨烯的团聚现象,确保其均匀分布在复合材料中。溶液法的应用可以进一步调控石墨烯与活性物质的配比,实现复合材料的高效结合,提高电池的容量和稳定性。在不同的制备条件下,石墨烯的结构和功能化程度会显著影响其在电池中的应用效果,因此对制备工艺的细致优化至关重要。

在工艺优化方面,近年来研究者在石墨烯基复合材料的制备中提出了许多创新方案。采用温控法和激光辅助法等技术,可以精确调节石墨烯与其他材料的界面特性,进一步提高其电化学性能。利用高能球磨、超声波处理等手段提高石墨烯在复合材料中的分散性,有助于避免材料在电池使用过程中的性能衰减。优化后的石墨烯基复合材料不仅能够提升锂离子电池的导电性和热稳定性,还能在提升电池寿命和充放电倍率方面发挥重要作用。针对制备方法和工艺的不断改进与创新,是推动石墨烯基复合材料在锂离子电池领域广泛应用的关键。

2 烯基复合材料在锂离子电池中的性能表现

石墨烯基复合材料在锂离子电池中的性能表现受多种因素的影响,尤其是其电导性、循环稳定性和倍率性能等方面的表现。石墨烯本身具有优异的电导性,这使得其作为电极材料时能够显著提升电池的导电性。通过与其他材料如硅、锰、钴等的复合,石墨烯能够有效改善电池的整体性能。石墨烯与硅材料复合能够缓解硅在充放电过程中的膨胀问题,从而增强硅基负极材料的循环稳定性。这一性能提升是通过石墨烯对硅颗粒的包覆作用实现的,有助于保持结构的稳定性,并有效提升电池的充放电效率。

除了导电性提升,石墨烯基复合材料还在锂离子电池的循环稳定性上表现出色。石墨烯的高比表面积和良好的机械强度能够提供更加稳定的电极结构,避免电池在长期使用过程中出现容量衰减。尤其是在高倍率放电过程中,石墨烯的优异导电网络能够有效促进电子和锂离子的快速传输,从而提升电池的功率密度。在高倍率条件下,复合材料的电极表面能够维持较低的内阻,确保电池在快速充放电时的稳定性和高效性。正因如此,石墨烯基复合材料被认为是改善锂离子电池快速充放电性能的重要材料。

石墨烯基复合材料的热稳定性是其在锂离子电池中应用的一个显著优势,特别是在高温环境下表现出

色。石墨烯具有优异的热导性,能够迅速将电池内部产生的热量传导出,避免电池在充放电过程中因温度过高而发生过热或热失控现象,从而提升了电池的安全性。这种热管理性能不仅有助于延长电池的使用寿命,还能够防止因过热导致的短路或火灾等危险事件^[2-5]。石墨烯与其他电极材料的配比及其制备工艺,研究者可以进一步提升复合材料的热稳定性、电池的能量密度、充放电效率及循环寿命,使得石墨烯基复合材料成为未来高性能锂离子电池的理想选择。这些优势使石墨烯基复合材料在极端工况下的应用具有广阔的前景。

3 烯基复合材料在锂离子电池中的应用挑战

尽管石墨烯基复合材料在锂离子电池中展现了优异的性能,但在其实际应用过程中,仍然面临一些技术挑战。石墨烯的高表面能和强亲水性容易导致其在制备过程中发生团聚现象,进而影响复合材料的分散性。团聚的石墨烯片层会降低其在电极中的导电性和电化学性能,如何有效地控制石墨烯的分散性,避免其在复合材料中的聚集,成为提高电池性能的一个重要问题^[6]。这一挑战,研究者们提出了多种方法,如表面修饰和化学功能化等,但这些方法往往增加了制备成本和工艺复杂性,因此如何平衡材料性能与制备成本仍是亟待解决的问题。

石墨烯与其他电极材料的复合过程中,界面相容性和结合力是影响复合材料性能的关键因素之一。在锂离子电池的充放电过程中,由于电极材料和石墨烯之间存在较大的体积变化和应力,界面可能发生不均匀的应力分布,这会导致石墨烯与电极材料之间的界面分离,进而降低复合材料的稳定性。随着充放电循环的不断进行,这种界面问题可能变得更加严重,特别是当电池经历数百次循环后,界面的结构变化可能导致电池的容量衰减和循环性能下降。为了解决这一问题,研究者们正在探索通过表面改性、引入粘结剂或界面增强材料来提升石墨烯与电极材料之间的结合力,从而提高复合材料的整体稳定性和长周期性能。

石墨烯基复合材料的可规模化生产面临着许多技术和经济挑战。虽然实验室中石墨烯复合材料表现出优异的电化学性能,但要将其应用于工业化生产,仍需解决一致性和可控性等关键问题。大规模生产石墨烯的过程不仅面临技术难题,还受到高成本的限制。石墨烯的生产原料及其制备过程的复杂性导致了成本较高,这使得其商业化应用受到限制^[7]。克服这些困难,研究者们正在开发更加经济且环保的生产技术,如低成本溶液法、气相沉积法等,这些方法有望降低生产成本。提升

材料利用率和优化生产工艺稳定性也是提升规模化生产效率的关键。只有在工艺与成本可控的情况下,石墨烯基复合材料才能广泛应用于锂离子电池,并推动其商业化进程。

4 石墨烯基复合材料性能的创新策略

为了提升石墨烯基复合材料在锂离子电池中的性能,研究者们提出了一系列创新策略。为了解决石墨烯团聚问题,许多新的分散技术得到了应用。使用高能超声波处理可以有效地打破石墨烯的团聚体,并将其均匀分散在基体中。通过对石墨烯表面进行功能化处理,能够引入亲油性基团,使其更好地与有机溶剂或聚合物基体相容,进而增强石墨烯的分散性。这些技术不仅能提升石墨烯在复合材料中的分散效果,还能提高电池的电导率和循环稳定性。尽管这些方法有效提升了石墨烯的性能,但如何将其在大规模生产中应用,仍是一个值得深入研究的课题。

为了改善石墨烯与其他电极材料之间的界面结合力,研究者们提出了采用界面调控技术的策略。通过在石墨烯和其他电极材料的表面引入活性基团,如羟基、氨基等,可以增强石墨烯与材料之间的物理或化学结合力,减少界面脱离现象^[8]进一步提升界面结合力,复合材料中的石墨烯可以通过金属氧化物或导电高分子等物质进行包覆,这样能够形成更稳定的界面结构,提高材料的整体稳定性。这样的技术不仅能解决石墨烯和电极材料之间的界面问题,还能有效提升电池的倍率性能和循环寿命。

为了促进石墨烯基复合材料的工业化应用,提升其生产的可规模化性,许多创新型生产方法被提出。采用低温固化技术和水相化学沉积法等,可以在低成本和低温条件下实现高质量的石墨烯复合材料制备。激光诱导化学气相沉积(CVD)等新型技术也为石墨烯基复合材料的高效、环保生产提供了新的思路。这些方法能够显著提高石墨烯材料的生产效率,降低生产成本,并在保证材料性能的前提下,推动石墨烯在锂离子电池中的实际应用。通过持续优化制备工艺和探索新的生产技术,石墨烯基复合材料有望在锂离子电池领域得到更广泛的应用。

结语

石墨烯基复合材料作为一种具有巨大潜力的电池

材料,展现出了在提升锂离子电池性能方面的显著优势。面对制备过程中的分散性、界面结合力以及规模化生产等挑战,仍需通过创新的技术手段来优化材料性能。通过表面改性、界面调控及先进的生产工艺,石墨烯基复合材料在提高电池容量、稳定性和安全性方面的应用前景将更加广阔。未来,随着技术的不断进步,石墨烯基复合材料有望成为高性能锂离子电池的核心材料,为能源存储技术的发展提供强有力的支持。

参考文献

- [1] 巩晓鹏.石墨烯基气凝胶及其环氧纳米复合材料的制备及性能研究[D].天津理工大学,2024.
- [2] 熊科,孙智鹏,胡吉辰,等.聚酰亚胺辅助制备高定向石墨烯基全炭泡沫及其在导热聚合物复合材料中的应用(英文)[J].新型炭材料(中英文),2024,39(02):271-282.
- [3] 邵普.利用石墨废料制备三维石墨烯基复合材料及其电化学性能研究[D].郑州大学,2023.
- [4] 姚俊军.石墨烯基复合电极材料的制备及其储锌性能与机理研究[D].湖南工业大学,2023.
- [5] 曹丽.氧化石墨烯基复合材料的制备及其对Cr(VI)的吸附研究[D].天津科技大学,2023.
- [6] 朱文杰.氧化石墨烯基复合材料的制备及其对染料废水中亚甲基蓝的吸附性能研究[D].江苏大学,2023.
- [7] 张忠山,方婷.聚吡咯/石墨烯基纳米复合材料的制备及其在导电油墨中的应用研究[J].印刷与数字媒体技术研究,2023,(01):104-109.
- [8] 禹梦.石墨烯基复合材料的制备及其电容性能研究[D].湖南工业大学,2022.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS