

# 高导电水性石墨烯基导电油墨的制备及其应用性能

陈耀祖

(深圳市长辉新材料科技有限公司, 广东 深圳 518000)

**摘要:** 与传统石墨烯油墨相比, 水性石墨烯油墨具有更好的环保性能和广泛的应用前景。本研究以高导电水性石墨烯为基础, 成功制备出具有高导电性能的水性石墨烯基导电油墨。其中, 研究了添加量、搅拌速度、搅拌时间以及油墨配方等对水性石墨烯基导电油墨的导电性能的影响。结果表明, 通过优化制备条件, 可制得导电性良好, 稳定性及兼容性优异的水性石墨烯基导电油墨。对油墨的应用性能进行了评价, 显示其有极好的印刷性、导电性和粘附性, 并且在环保、成本等方面具有优势, 该油墨有望在电子元器件、抗静电涂料、传感器等领域有广泛的应用前景。这一研究不仅为高导电水性石墨烯基导电油墨赋予了实际的应用价值, 同时也为石墨烯油墨的进一步应用研究提供了重要的参考。

**关键词:** 水性石墨烯基导电油墨; 高导电性; 环保性能; 印刷性; 电子元器件应用

中图分类号: TQ637

文献标识码: A

文章编号: 3007-1283 (2025) 01-0016-03

DOI: 10.12462/RESD.issn3007-1283.2025.01.006

## Preparation and Application Performance of Highly Conductive Water-based Graphene Based Conductive Ink

Yaozu Chen

(Shenzhen Changhui New Material Technology Co., Ltd, Shenzhen, Guangdong 518000)

**Abstract:** Compared with traditional graphene inks, water-based graphene inks have better environmental performance and wide application prospects. In this study, waterborne graphene-based conductive inks with high conductivity were successfully prepared based on highly conductive waterborne graphene. Among them, the effects of addition amount, stirring speed, stirring time and ink formulation on the conductive properties of waterborne graphene-based conductive inks were investigated. The results showed that the waterborne graphene-based conductive ink with good conductivity, excellent stability and compatibility could be produced by optimizing the preparation conditions. The application performance of this ink was evaluated, showing that it has excellent printability, conductivity and adhesion, and has advantages in environmental protection and cost, etc. This ink is expected to have a wide range of applications in the fields of electronic components, antistatic coatings, sensors and so on. This study not only endows the highly conductive aqueous graphene-based conductive inks with practical application value, but also provides an important reference for further application studies of graphene inks.

**Keywords:** aqueous graphene-based conductive inks; high conductivity; environmental performance; printability; electronic component applications

### 一、高导电水性石墨烯基导电油墨的制备原理与技术

#### (一) 水性石墨烯的基本特性及其在导电油墨中的应用

水性石墨烯是一种石墨烯基础材料, 散布水性介质形成的新型材料, 具有出色电学、热学和力学特性。片层结构赋予这种材料高比表面积和优良导电特性, 水性散布体系让这种材料拥有生态环保性和使用便捷性。对照传统使用有机溶剂制作的石墨烯材料, 水性石墨烯环保、毒性低、适配不同功能需求方面展现出明显优点。导电油墨

中, 石墨烯材料依靠高电导率和柔性特点普遍使用。水性石墨烯依靠优良散布性, 赋予油墨平均结构分布, 降低导电通路中出现断点情况, 提高油墨的导电特性。其亲水性特质和较低的表面张力, 增强了油墨在各种基底上的黏附力, 降低了制造过程中的环境风险。基于水性石墨烯的导电油墨不仅保留了石墨烯材料的优异导电性能, 还提高了油墨的稳定性与可加工性, 为实现高效、环保的电子器件制造提供了重要材料基础。

#### (二) 高导电水性石墨烯基导电油墨的制备技术

高导电水性石墨烯基导电油墨的制作技术改进水性石墨烯的散布性和稳固性, 达成优质油墨的制作。石墨烯加

**作者简介:** 陈耀祖, 硕士, 董事长, 研究方向为新能源电池的石墨烯分散剂及其制备方法。

入量、分散剂挑选和用量决定油墨性能好坏，作用明显。调节搅拌速度和搅拌时间，提升石墨烯平均分布和分散稳固性，达到理想效果。增强油墨导电性，调整溶剂和黏结剂比例，加入功能性助剂很关键，决定性能优劣。设计配方时，思考所有组分互相配合，保证油墨黏度、流变行为和导电性能保持均衡。防止颗粒堆积和下沉，超声分散和机械搅拌结合使用，达成石墨烯在水性体系中的高能散布，最终目标是制作出导电性高又环保的石墨烯基油墨。

### （三）导电性能优化的关键因素与制备条件

导电性能的优化主要受添加量、搅拌速度、搅拌时间及油墨配方等因素影响。在添加量方面，控制石墨烯的适量添加可提高导电性，保持油墨的稳定性。搅拌速度和时间对石墨烯的分散均匀性至关重要，合理设置能够提高电性能的一致性。油墨配方中分散剂、黏合剂的比例需精确调整，以确保导电性与印刷性能的兼容性。通过系统优化上述制备条件，可显著提高水性石墨烯基导电油墨的导电性能，增强其稳定性和适用性。

## 二、高导电水性石墨烯基导电油墨的性能测试与评价

### （一）导电性测试方法与结果分析

检验高电导水性石墨烯基油墨的导电性能，采取了四探针技术和体积电阻率测量方式，表面阻值是在实验中测得的，数据表现了油墨的一致性与稳定性。于是进一步分析了搅拌方式和内容，优化后的油墨在科学条件下显示出卓越的结果。实验结果还显示，不同石墨烯添加量对导电性有显著影响，较高添加量有助于形成更加连续和密集的导电网络，但过量添加可能会对油墨的流变性能和应用性能产生不利影响。综合分析表明，该导电油墨在环保性与高导电性之间达成良好平衡，为后续的工业化应用奠定了基础。

### （二）稳定性与兼容性测试

通过对改进后的墨料进行全面测试，评估了其稳定性和实际应用价值。在存储状态观察中，墨料未出现明显的离散性积淀现象，同时通过颗粒大小分布和光散发强度的测量，证实了墨料具有良好的存储稳定性。实验结果显示，墨料未出现显著积淀，且颗粒分布均匀，具备长期持久性。在匹配性测试中，重点考察了墨料在不同基底材料上的湿润性、划痕、黏附性及膜层一致性等指标。结果表明，墨料表现出优异的匹配性，能够形成无裂缝的导电膜。这些出色的实验结果充分展现了科技力量在改造物质

属性中的巨大潜力，为实际应用开辟了新的可能性。

### （三）印刷性与粘附性测试

高导电水性石墨烯基导电油墨的印刷性与黏附性测试通过标准印刷方法和附着力测试仪器进行评价。在印刷过程中，油墨展现出优异的流变性能，能够实现均匀涂布与良好图案精度。粘附性测试结果表明，油墨在不同基材表面均具有牢固的附着力，无脱落现象，具备良好的耐久性。这些性能为其在柔性电子、印刷电路等领域的应用奠定了可靠基础。测试结果进一步突出其环保优势和成本效益。

## 三、高导电水性石墨烯基导电油墨的应用潜力

### （一）在电子元器件中的应用

高导电水性石墨烯基导电油墨在电子元器件领域的应用潜力显著。其卓越的导电性能、环保特性以及出色的印刷适用性，使其成为制造柔性电子器件的关键材料之一。在柔性电路板的制造中，这种油墨可以替代传统的金属导电材料，不仅满足设备轻型化、柔性和便携化的需求，还能显著降低制造成本。在触控屏技术中，石墨烯基导电油墨可用于制造透明电极，具有优异的透光性和弹性，同时表面电阻极低，为新型智能设备和可穿戴设备的发展提供了重要支持。此外，在二次打印电子模式中，这种材料表现尤为突出，非常适合用于制造可拆卸和可重组的电子元件，为电子元器件的设计与制造提供了广阔的发展空间和机遇。凭借其高导电率、高稳定性以及环保性能，高导电水性石墨烯基导电油墨在电子元器件领域的应用前景十分广阔，有望推动行业技术的革新与进步。

### （二）抗静电涂料的应用前景

在抗静电涂料领域，高导电水性石墨烯基导电油墨展现出显著的应用潜力。其能够形成有针对性的连贯电路结构，同时具备优异的附着性能和持久能力，满足了抗静电涂料的关键需求。通过降低涂层表面的电阻值，这种油墨形成的连贯电路结构有效实现了抗静电功能。此外，水性配方的环境友好特性减少了对环境的污染，成功替代了传统产品。该油墨能够在多种底层材质上形成均匀一致的涂层，结合其出色的表面附着效果，进一步提升了涂层的稳健性。凭借其灵活的兼容性能和较低的制造成本，这种材料极大地拓展了工业应用的边界，为抗静电涂料领域带来了新的发展机遇。

### （三）传感器领域的应用探索

在传感器领域，高导电水性石墨烯基导电油墨表现出

卓越的应用潜力。其优异的导电性能和稳定性能够满足压力传感器、湿度传感器和气体传感器等多种传感器的功能需求。该油墨具备良好的柔韧性和可印刷性，可用于开发柔性传感器，实现复杂表面上的高精度图案化。其水性特性使其更适合在生物传感器中应用，具有较低的生物毒性和环境友好性。这些特性为开发高性能、低成本及环保的传感器提供了新的技术方向。

## 四、高导电水性石墨烯基导电油墨的优势与挑战

### （一）环保性能的优势

高导电水性石墨烯基导电油墨在环保性能方面具有显著优势。这种油墨以水为分散介质，避免了传统油墨中有机溶剂的使用，显著减少了挥发性有机化合物（VOCs）的排放，从源头上降低了对环境的污染。水性体系的石墨烯基导电油墨制备过程更加绿色，无需复杂的有机溶剂回收装置，能有效降低能源消耗和环境处理成本。其使用过程中的低毒性特性对操作人员的健康影响更小，符合当前社会对可持续发展和绿色经济的追求。相比溶剂型油墨，废弃物处理更加简便，进一步提升了其环保价值。

### （二）成本效益与市场前景

高导电水性石墨烯基油墨的显现，成为节省成本与提升经济效益的关键因素。其天然属性中，采用水分散制备方式扬长避短，革新性地避免了传统有机溶剂的使用，从而将经济效益的负担降至最低。这种油墨的成功开发吸引了多方合作，成为行业关注的焦点。在环保理念盛行的背景下，绿色协同的超前概念进一步推动了其发展前景。资本与技术的协力合作，正在探索更优的工艺，推动该领域向更深层次的发展模式迈进。

## 五、未来发展方向与研究前景

### （一）石墨烯基导电油墨的进一步优化

石墨烯基导电油墨的进一步优化是实现其广泛应用和市场化的重要方向，为提升性能和适应多领域需求，优化工作集中在材料体系、工艺条件以及应用特性等方面。石墨烯材料的质量对导电油墨性能至关重要，高纯度、低缺陷的石墨烯在提升油墨导电性和稳定性方面具有重要作用。通过改良石墨烯的制备方法，例如采用低温化学气相沉积法或优化氧化还原法，能够进一步提高材料的电子迁移效率，保障导电性能的可靠性。

在配方研究方面，油墨中添加剂的选择与组合是优化的核心之一。调整表面活性剂、分散剂以及导电填料的配比，可促进石墨烯均匀分散，避免团聚，提高材料的导电连续性。通过调节油墨黏度和流变性能，确保其在印刷过程中的流动性和成膜效果。对于水性石墨烯油墨，预防稳定性问题是优化过程中必须解决的重点，可通过增强油墨的抗凝聚性和耐储存性，实现更长的应用周期和稳定的性能表现。

### （二）新兴应用领域的探索

随着新型技术的不断进步和交叉学科的发展，高导电水性石墨烯基导电油墨在新兴领域的潜在应用正逐渐显现。在柔性电子领域，其优越的导电性能、环境友好性及可加工性，使其成为制备柔性电极、柔性显示器及可穿戴设备中导电元件的重要材料。在生物医学领域，由于其良好的生物相容性和导电性，有望被应用于神经传感器、心电监测贴片及其他生物电子设备中，实现生物信号的高效采集与传输。该油墨在能源领域具有应用前景，可探索用于可印刷太阳能电池和储能装置中的导电层材料。未来，通过跨领域合作与技术集成，该油墨可在更加多元化的应用场景中发挥重要作用，为相关行业创新提供新路径。

## 六、结束语

本研究主要探讨了水性石墨烯基导电油墨的制备及应用性能，成功优化制备条件，得到具备优良导电性、稳定性及兼容性的油墨。应用性能测试揭示该油墨印刷性、导电性和黏附性出色，且在环保、成本等方面具有优势，对电子元器件、防静电涂料、传感器等领域具有广阔应用前景。然而，尚需进一步研究石墨烯基导电油墨在各种环境条件下的稳定性、耐久性等，并在未来研究中更全面地探讨影响油墨性能的因素，如原料纯度、石墨烯结构特性等。未来，应进一步优化制备条件，改进导电油墨性能，同时开发更具针对性的产品以满足不同需求，并进一步探讨其在新材料、新能源、环保等领域的可能应用。

### 参考文献：

- [1] 张宏伟, 谢鸿, 方志强, 等. 石墨烯导电墨水的制备及其纸基电路的导电性能 [J]. 中国造纸, 2021, 40 (03): 14-19.
- [2] 坎标, 顾迪. 碳系导电油墨的导电性能研究 [J]. 机械设计与制造, 2023, (08): 66-69.
- [3] 陈光, 李亮, 陈小明, 等. 镀镍石墨烯增强复合焊料的制备及增强相存留率研究 [J]. 新疆钢铁, 2023 (03): 16-18.