



# 钨钼稀土 在新能源电池领域的应用与市场研究

DR. HANNS

©CHINATUNGSTEN ONLINE

XIAMEN CHINA, NOV.01,2023

韩斯疆博士

中钨在线®

中国厦门 2023.11.01

[www.ctia.com.cn](http://www.ctia.com.cn)

[www.chinatungsten.com](http://www.chinatungsten.com)

电话/TEL: 0086 592 512 9696/512 9595

传真/FAX: 0086 592 512 9797

邮箱/Email [sales@chinatungsten.com](mailto:sales@chinatungsten.com)



## 著作权、法律责任声明

■本文作者对本文所涉及政治、军事事件、人物等持中立态度；所涉及经济概念、事件、现象描述仅为了说明钨制品市场相关性及其影响，理论使用、论证未必正确，亦不代表作者立场。如有错漏及与读者立场不同，敬请理解。

■囿于知识和能力，错漏在所难免；如有发现任何问题，请及时联系，任何斧正无任欢迎。

■除非无法确认，我们都已标明作者及出处，如有侵权烦请告知我们，我们会立即删除并在此表示歉意。

■本文所有信息由中钨在线®韩斯疆博士及其团队编写。未经中钨在线及韩斯疆博士授权，不得对文件所载内容进行使用、披露、分发或变更。尽管我们努力提供可靠、准确和完整的信息，但我们无法保证此类信息的准确性或完整性，本文作者对任何错误或遗漏不承担任何责任亦没有义务补充、修订或更正文中的任何信息。本文中提供的信息仅供参考，不应被视为投资说明书、购买或出售任何投资的招揽文件、或作为参与任何特定交易策略的推荐。本文也不得用作任何投资决策的依据，或作为道德、法律依据或证据。无论是否已在本文片中明确或隐含地描述，本文不附带任何形式的担保。中钨在线及韩斯疆博士对使用本文相关信息造成的任何利润或损失概不负责。

■本文英文版本由百度自动翻译工具翻译，本网站、中文作者均无法对其准确性负责。

■如有需要我们的中文和/或英文版本，欢迎直接发邮件索取。

©中钨在线科技有限公司  
韩斯疆博士  
中钨在线®  
中国厦门 2023.11.01  
[www.ctia.com.cn](http://www.ctia.com.cn)



## LEGAL LIABILITY STATEMENT

■The author holds a neutral attitude towards the any political events and military issues involved in this paper. The description of the person(s), company(ies) and events involved are only to explain the economic phenomena related to the tungsten product market. The theories and facts may not be correct, nor does it represent the author's position. Please understand and forgive any mistakes, omissions and different positions from the readers.

■Unless it cannot be confirmed, we will indicate the author and source. If there is any infringement, please inform us, and we will delete it immediately and apologize.

■The information contained in this article is compiled & edited by Dr. Hanns and his team from China Tungsten Online (CTOMS). Any further reference, disclosure, distribution or editing is strictly restricted unless authorized by both Dr. Hanns and CTOMS. Although we endeavor to provide reliable, accurate and complete information, there can't be guaranteed that such information is accurate or complete and CTOMS assumes no responsibility for any errors or omissions. CTOMS is not obligated to supplement, amend, or correct any information in it. The information provided in it is for reference only and should not be construed as a prospectus; a solicitation to buy or sell any investment; or any other recommendation to participate in any particular trading strategy. Neither shall it be used as a basis for making any investment decision; or as a moral, liable or legal basis or evidence, nor is it accompanied by any form of guarantee, whether it has been explicitly or implicitly described in. CTOMS is not responsible for any profit or loss associated with using information.

■The English Version of this article is translated from Chinese Version by Baidu.com's automatic translation tool. Neither the website nor the author of the Chinese text can be responsible for its accuracy.

■Any requiring of the Chinese and/or English version of this paper may send us an email for it directly.

DR. HANNS

©CHINATUNGSTEN ONLINE

XIAMEN CHINA, NOV.01,2023

[www.ctia.com.cm](http://www.ctia.com.cm)

[ceo@tungsten.com.cn](mailto:ceo@tungsten.com.cn)



## COPYRIGHT

■ This article only briefly describes the theory and market factors, holds a neutral view on market and price changes, and is not responsible for any or misleading to the market.

■ This article was originally created by China Tungsten Online (中钨在线®). Mistakes and omissions are inevitable. If you find anything, please don't hesitate to contact us at any time.

■ There's any reference or excerpt of any copyrighted information in this article, please make a statement or claim, and the author will correct it immediately.

■ All rights reserved by China Tungsten Online (CTOMS)

■ Any use of any content and form must be authorized in writing by Dr. Hanns.

■ For more detailed market information, data and analysis, please contact the author directly through email at [sales@chinatungsten.com](mailto:sales@chinatungsten.com).

DR. HANNS

©CHINATUNGSTEN ONLINE

XIAMEN CHINA, NOV.01,2023

[www.ctia.com.cn](http://www.ctia.com.cn)

[ceo@tungsten.com.cn](mailto:ceo@tungsten.com.cn)





## 作者简介

厦门中钨在线科技有限公司，简称“中钨在线”，是中国第一家钨、钼、稀土行业的电子商务公司，1997年9月以我国第一家顶级钨制品网站 [www.chinatungsten.com](http://www.chinatungsten.com) 为基础在厦门设立。中钨在线以其在钨钼制品领域几十年积累的信息数据和专业经验为基础的设计、制造，卓越的商业信誉和优质服务闻名全球业界，使其成为钨钼稀土，特别是钨化学品、金属钨、硬质合金、高比重合金、钨及钼合金领域的最佳综合应用解决方案提供商。

自2000年起中钨在线以 [www.ctia.com.cn](http://www.ctia.com.cn) 为基础创建了超过100万个钨、钼、稀土新闻、价格、市场调查分析的网页；2013年以来，以“中钨在线”为名的公司微信公众号制作了近几十万条微信信息每日送达近十万名订阅者，该公众号已成为公认的全球最权威、最全面的钨钼行业、产品价格与市场中英文即时信息源。中钨在线的网站和微信获得了在业界首屈一指的上亿人次的访问量。

中钨在线的主要产品业务是与客户共同完成产品性能、定型、尺寸公差的研发设计和定制，并为客户提供配套的加工、改制、包装、文件和交运等综合集成服务。在过去的近30年中，中钨在线为全球十几万家客户提供了超过数十万种不同类型的钨、钼和稀土产品研发生产及后续服务；多年的经验和技术积累，也奠定了中钨在线客制化产品的柔性化和智能化制造集成能力和基础。

中钨在线的专业研究文章和报告由韩斯疆博士及其团队撰写。韩斯疆博士是中钨在线主要的市场和技术研究专家，自1990年代初期开始从事钨钼制品的电子商务和国际贸易、硬质合金和高比重钨合金的生产制造，是有着30多年经验，业内知名钨钼制品的电子商务、钨制品设计、加工和市场研究专家。

©厦门中钨在线科技有限公司  
韩斯疆博士 [ceo@tungsten.com.cn](mailto:ceo@tungsten.com.cn)  
中钨在线® [www.ctia.com.cn](http://www.ctia.com.cn)  
中国 厦门



## BRIEF INTRODUCTION TO THE AUTHOR

As the 1st E-commerce company of Tungsten (W), Molybdenum (Mo), Rare Earth (RE) in China, China Tungsten Online Manu. & Sales (CTOMS) was founded in 1997 based on China's the 1st and top tungsten website [www.chinatungsten.com](http://www.chinatungsten.com). As its specialized design, professional manufacturing, excellent service and powerful information database, CTOMS is not only the most authoritative information source of Chinese and English information of W Mo and RE products globally, but also the best comprehensive application solution provider of W, Mo and RE, both chemical materials and machined products, such as tungsten oxide, metal, cemented carbide and heavy alloys.

CTOMS has been created more than 1 million web pages and WeChat information message of W, Mo and RE news, price and market research, analysis. The web [news.chinatungsten.com](http://news.chinatungsten.com), [www.ctia.com.cn](http://www.ctia.com.cn) are the world's top index websites of tungsten which have received 1 billion visits from 1997.

The major business of CTOMS is to complete product design, R & D with customers and provide customers with processing and integration services. In the past 2 decades, it has provided more than 100,000 different types of W, Mo & RE products to more than 10,000 customers all over the world. Years experience and technology accumulation have laid a foundation for promoting the flexible and intelligent manufacturing of customized products.

The professional research articles and reports of CTOMS are written by Dr. Hanns and its marketing team. Dr. Hanns is an expert of the main market and technical research of CTOMS has been engaged in e-commerce and international trade of tungsten and molybdenum products, production and manufacturing of cemented carbide and high specific gravity tungsten alloy since the early 1990s. He is a well-known expert in e-commerce, tungsten product design, processing and Market Research of tungsten and molybdenum products in the industry with more than 30 years of experience.

DR. HANNS

©CHINATUNGSTEN ONLINE

XIAMEN CHINA, NOV.01,2023

[www.ctia.com.cn](http://www.ctia.com.cn)

[ceo@tungsten.com.cn](mailto:ceo@tungsten.com.cn)



## 钨钼稀土市场的新蓝海

### ——《钨钼稀土在新能源电池领域的应用与市场研究》内容简介

中钨在线是一家在钨钼稀土制品行业拥有几十年经验的企业，深刻了解钨钼稀土制品在电池领域的应用潜力和机遇。自 2020 年起，我们积极研究并与纳米氧化钨、纳米二硫化钨、纳米二硫化钼等钨钼化工产品的生产企业建立了紧密合作关系，从而既深入了解这些产品的微观结构、理化性质、生产技术、生产成本和应用领域，又为市场提供专业信息和见解。

今年以来，中钨在线钨钼稀土团队深入研究了新能源、电池和汽车行业，着重关注了钨化合物、钼化合物和稀土化合物在新能源电池电极材料中的应用，同时分析了它们在市场中的优势、挑战和前景，最终形成了包括钨钼稀土电池行业相关标准在内的近 100 万字《钨钼稀土在新能源电池领域的应用与市场研究》报告。本研究报告大量借鉴了新能源和电池行业的信息，并深度参考了钨钼稀土企业的技术发展和现状，以便清晰地理解钨钼稀土制品在电池市场中的应用逻辑，以及分析未来的发展趋势和局限性。后续我们将就其中的部分内容在“中钨在线”微信公众号及其网站（[www.ctia.com.cn](http://www.ctia.com.cn)）公开放送，如果您对此感兴趣或需要获取完整的报告，请联系我们 [info@chinatungsten.com](mailto:info@chinatungsten.com)。

钨是一种过渡金属元素，位于元素周期表第六周期的 VIB 族，具有高熔点、高硬度、高强度、低蒸气压、低蒸发速度、良好化学稳定性等特点，广泛引用于电池、汽车、航天航空、医疗等领域中。在电池领域，纳米钨酸、纳米三氧化钨、针状紫色氧化钨、铌钨氧化物、二硫化钨纳米片、二硒化钨纳米片、钨酸盐等钨化合物凭借着良好的物理化学性质，广泛应用于各种电池如锂离子电池、锂硫电池、钠离子电池等的电极材料中，进而能有效弥补传统电极材料低能量密度、大体积效应等不足。

钼是一种难熔金属元素，是人体和动植物必需的一种微量元素，位于元素周期表第五周期第 VIB 族，具有较高的密度、较高的硬度、较高的热传导率、较低的热膨胀系数、较低的电阻率、良好热化学稳定性等特点，在电池、汽车、电子、光学、化工、建筑、医疗、航空航天等领域中具有广泛的应用。在电池领域，纳米二硫化钼、纳米二硒化钼、氧化钼、氮化钼、碳化钼、钼酸盐等钼化合物由于具有较高的理论比容量、良好的热化学稳定性和较低的还原电位等特点，而广泛用作各种电池如锂电池、钠电池、锌离子电池、锌锰电池等的电极材料，能有效提高正负极材料的容量、倍率性能、循环寿命等性能。

稀土元素是元素周期表中的镧系元素和钪、钇共十七种金属元素的总称，这些元素由于原子序数、原子量和化学性质等方面不同，所以在自然界中呈现出多样性。稀土元素的原子结构比较复杂，电子排布有一定的特殊性，因此在化学反应中表现出较高的化学活性，能够与其他元素形成多种化合物，这使得稀土元素具有广泛的应用前景，比如可以生产优良的电池正负极材料、化工催化剂、荧光粉、永磁材料、激光材料等。

钨、钼和稀土元素虽然在电池应用中具有广泛的前景，但是在应用过程中也面临着诸多挑战：一是生产符合电极材料应用的钨化合物、钼化合物、稀土制品的生产技术难度较高以及生产成本较大，因此研究人员正在研究新的合成方法，以降低钨化合物、钼化合物、稀土制品的制造成本，并提高相应材料的储荷能力和热化学稳定性等性能，同时研究人员也





在探索钨、钼、稀土元素与其他材料的复合应用，以实现更高效的电池性能；二是由于钨、钼、稀土矿的开采、加工难度较大以及资源稀缺性，导致钨价、钼价和稀土价格较高，限制了它们在电池领域的大规模应用；三是钨、钼、稀土矿的开采和加工过程会对生态环境造成一定的影响，然而，随着环境保护要求不断的提高，矿山企业面临越来越严格的生产标准和监管。

锂离子电池是目前应用最广泛的一种新能源电池，具有高能量密度、小自放电、无记忆效应、长使用寿命、绿色环保、轻重量等优点、广泛应用于新能源汽车、3C 电子产品、智能家电、风光储能、通信储能、家用储能等领域。

工信部官网消息显示，2022 年中国的锂离子电池行业积极推进供给侧结构性改革，加速技术创新和升级转型，持续提高先进产品的供应能力，整体保持了快速增长的态势。根据行业规范公告企业信息及研究机构测算，2022 年全国锂离子电池产量达 750GWh，同比增长超过 130%，其中储能型锂电产量突破 100GWh；正极材料、负极材料、隔膜、电解液等锂电一阶材料产量分别约为 185 万吨、140 万吨、130 亿平方米、85 万吨，同比增长均达 60%以上；产业规模进一步扩大，行业总产值突破 1.2 万亿元。据测算，2026 年年底，全球 46 家动力（储能）电池企业的规划合计产能将达到 6730.0GWh，相比 2023 年上半年的实际产能增长了 182.3%；从实际需求量来看，预计 2023 年和 2026 年全球动力（储能）电池的需求量将分别为 1096.5GWh 和 2614.6GWh，全行业的名义产能利用率将从 2023 年的 46.0%下降到 2026 年的 38.8%。

研究机构 EV Tank 预计，到 2025 年和 2030 年，全球锂离子电池的出货量将分别达到 2211.8GWh 和 6080.4GWh，其复合增长率将达到 22.8%。起点研究院（SPIR）预计 2030 年全球锂电池出货量将达到 7290GWh，相比 2022 年增长 664.2%，2022-2030 年均复合增速达 28.9%，全球锂电池出货量将保持快速增长。

钠离子电池亦是一种非常受人们欢迎的新能源电池，具有低成本、高能量密度、长寿命、绿色环保等优点，因而在储能、电动汽车等领域具有潜在的应用价值。另外，钠离子电池的资源丰富，易于获取，这有助于降低生产成本并提高市场竞争力，是锂电池理想的替代品。然而，钠离子电池的发展仍需克服一些技术难题，例如提高能量密度和循环寿命、降低生产成本、优化材料体系等；另外，钠离子电池还需要在生产、应用和维护等方面建立完善的产业链和规范标准体系。

研究机构 EVTank《中国钠离子电池行业发展白皮书（2023 年）》显示，截止到 2023 年 6 月底，全国已经投产的钠离子电池专用产能达到 10GWh，相比 2022 年年底增长 8GWh；预计到 2023 年年底全国或将形成 39.7GWh 的钠离子电池专用量产线；预计到 2025 年中国钠离子电池全行业规划产能或达到 275.8GWh。中商情报网消息显示，预计 2025 年我国钠离子电池市场规模可增至 28.2GWh；到 2026 年，全球钠离子电池需求将达 116GWh，其中储能领域应用占比最高，达 71.2%；到 2030 年，全球钠离子电池需求将增长至 526GWh。

经过深入的研究和精心撰写，上述内容即为中钨在线关于《钨钼稀土在新能源电池领域的应用与市场研究》一文的核心要点和基本架构。后续，我们将陆续在“中钨在线”微信公众号中分享这份报告的部分内容，以回馈各位尊敬的关注者。



## 目 录

### 第 I 部分 电池、钨、钼和稀土的介绍

#### 第一章 电池、钨、钼和稀土的基本概念

##### 1.1 蓄电池

###### 1.1.1 蓄电池基本结构

###### 1.1.1.1 正极材料

###### 1.1.1.2 负极材料

###### 1.1.1.3 电解液

###### 1.1.1.4 隔膜

###### 1.1.2 蓄电池工作原理

###### 1.1.3 蓄电池分类

###### 1.1.3.1 传统电池

###### 1.1.3.2 新能源电池

###### 1.1.3.3 动力电池

###### 1.1.3.4 储能电池

###### 1.1.3.5 圆柱电池

###### 1.1.3.6 方形电池

###### 1.1.3.7 软包电池

###### 1.1.4 新能源电池的发展历程

###### 1.1.5 新能源电池应用领域

###### 1.1.6 新能源电池市场趋势和前景

###### 1.1.6.1 新能源电池行业发展现状

###### 1.1.6.2 新能源电池行业发展前景

##### 1.2 金属钨

###### 1.2.1 钨的理化性质

###### 1.2.2 钨的发展历史

###### 1.2.3 钨的用途

##### 1.3 金属钼

###### 1.3.1 钼的理化性质

###### 1.3.2 钼的发展历史

###### 1.3.3 钼的用途

##### 1.4 稀土元素

###### 1.4.1 稀土用途

#### 第二章 常见电池的介绍

##### 2.1 铅酸电池

###### 2.1.1 铅酸电池基本结构

###### 2.1.1.1 铅酸电池正极材料

###### 2.1.1.2 铅酸电池负极材料





- 2.1.1.3 铅酸电池隔板
- 2.1.1.4 铅酸电池电解液
- 2.1.2 铅酸电池工作原理
- 2.1.3 铅酸电池主要特性
- 2.1.4 铅酸电池生产工序
- 2.1.5 铅酸电池性能的影响因素
  - 2.1.5.1 正极材料对铅酸电池性能的影响
  - 2.1.5.2 负极材料对铅酸电池性能的影响
  - 2.1.5.3 隔膜对铅酸电池性能的影响
  - 2.1.5.4 电解液对铅酸电池性能的影响
  - 2.1.5.5 放电深度对铅酸电池性能的影响
  - 2.1.5.6 过充电程度对铅酸电池性能的影响
  - 2.1.5.7 工作温度对铅酸电池性能的影响
  - 2.1.5.8 浮充电压对铅酸电池性能的影响
  - 2.1.5.9 保养不到位对铅酸电池性能的影响
- 2.1.6 铅酸电池技术指标
- 2.1.7 铅酸电池使用注意事项
- 2.1.8 铅酸电池的应用
- 2.1.9 铅酸电池的发展状况
- 2.1.10 铅酸电池的发展瓶颈
- 2.1.11 铅酸电池的发展前景

## 2.2 锂离子电池

- 2.2.1 锂离子电池基本结构
  - 2.2.1.1 锂离子电池正极材料
    - 2.2.1.1.1 磷酸铁锂正极材料
    - 2.2.1.1.2 三元锂材料
    - 2.2.1.1.3 钴酸锂正极材料
    - 2.2.1.1.4 锰酸锂正极材料
  - 2.2.1.2 锂离子电池负极材料
    - 2.2.1.2.1 锂离子电池碳负极材料
      - a. 锂离子电池石墨化碳负极材料
      - b. 锂离子电池无定形碳负极材料
    - 2.2.1.2.2 锂离子电池非碳负极材料
      - a. 锂离子电池钨基非碳负极材料
      - b. 锂离子电池钼基非碳负极材料
      - c. 锂离子电池硅基非碳负极材料
      - d. 锂离子电池钛基非碳负极材料
      - e. 锂离子电池锡基非碳负极材料
      - f. 锂离子电池合金负极材料
- 2.2.1.3 锂离子电池隔膜
  - 2.2.1.3.1 锂离子电池聚乙烯隔膜
  - 2.2.1.3.2 锂离子电池聚丙烯隔膜
- 2.2.1.4 锂离子电池电解液
  - 2.2.1.4.1 锂离子电池液态电解质







- 2.2.1.4.2 锂离子电池固态电解质
- 2.2.1.5 锂离子电池工作原理
- 2.2.1.6 锂离子电池主要特性
  - 2.2.1.6.1 锂离子电池的能量密度
  - 2.2.1.6.2 锂离子电池的续航时间
  - 2.2.1.6.3 锂离子电池的使用寿命
  - 2.2.1.6.4 锂离子电池的充电性能
  - 2.2.1.6.5 锂离子电池的安全性
- 2.2.1.7 锂离子电池分类
  - 2.2.1.7.1 磷酸铁锂电池
  - 2.2.1.7.2 三元锂电池
  - 2.2.1.7.3 钴酸锂电池
  - 2.2.1.7.4 锰酸锂电池
  - 2.2.1.7.5 液态锂离子电池
  - 2.2.1.7.6 固态锂离子电池
  - 2.2.1.7.7 圆柱锂离子电池
  - 2.2.1.7.8 方形锂离子电池
  - 2.2.1.7.9 软包锂离子电池
    - a. 软包锂电池的基本结构
    - b. 软包锂电池与硬包锂电池区别
    - c. 软包锂电池为什么会胀气
    - d. 软包锂电池的生产流程
  - 2.2.1.7.10 耐高温锂离子电池
  - 2.2.1.7.11 耐低温锂离子电池
- 2.2.1.8 锂离子电池生产工序
- 2.2.1.9 锂离子电池性能的影响因素
  - 2.2.1.9.1 正极材料对锂离子电池性能的影响
  - 2.2.1.9.2 负极材料对锂离子电池性能的影响
  - 2.2.1.9.3 隔膜对锂离子电池性能的影响
  - 2.2.1.9.4 电解液对锂离子电池性能的影响
  - 2.2.1.9.5 放电深度对锂离子电池性能的影响
  - 2.2.1.9.6 过充电程度对锂离子电池性能的影响
  - 2.2.1.9.7 工作温度对锂离子电池性能的影响
  - 2.2.1.9.8 放电电流密度对锂离子电池性能的影响
  - 2.2.1.10 锂离子电池对正极材料的要求
  - 2.2.1.11 锂离子电池对负极材料的要求
  - 2.2.1.12 锂离子电池对隔膜的要求
  - 2.2.1.13 锂离子电池对电解液的要求
- 2.2.1.14 锂离子电池技术指标
- 2.2.1.15 锂离子电池使用注意事项
- 2.2.1.16 锂离子电池的应用
- 2.2.1.17 锂离子电池的发展状况
- 2.2.1.18 锂离子电池的发展瓶颈
- 2.2.1.19 锂离子电池的发展前景





## 2.3 磷酸铁锂电池

- 2.3.1 磷酸铁锂电池基本结构
- 2.3.2 磷酸铁锂电池工作原理
- 2.3.3 磷酸铁锂电池主要特性
- 2.3.4 磷酸铁锂电池的应用
- 2.3.5 磷酸铁锂电池的发展现状
- 2.3.6 磷酸铁锂电池的发展前景
- 2.3.7 磷酸铁锂电池的发展瓶颈

## 2.4 三元电池

- 2.4.1 三元电池基本结构
- 2.4.2 三元电池分类
  - 2.4.2.1 镍钴锰三元电池
  - 2.4.2.2 镍钴铝三元电池
- 2.4.3 三元电池工作原理
- 2.4.4 三元电池主要特性
- 2.4.5 三元电池的应用
- 2.4.6 三元电池的发展现状
- 2.4.7 三元电池的发展前景
- 2.4.8 三元电池的发展瓶颈

## 2.5 钴酸锂电池

- 2.5.1 钴酸锂电池基本结构
- 2.5.2 钴酸锂电池工作原理
- 2.5.3 钴酸锂电池主要特性
- 2.5.4 钴酸锂电池的应用
- 2.5.5 钴酸锂电池的发展现状
- 2.5.6 钴酸锂电池的发展前景
- 2.5.7 钴酸锂电池的发展瓶颈

## 2.6 锰酸锂电池

- 2.6.1 锰酸锂电池基本结构
- 2.6.2 锰酸锂电池工作原理
- 2.6.3 锰酸锂电池主要特性
- 2.6.4 锰酸锂电池的应用
- 2.6.5 锰酸锂电池的发展现状
- 2.6.6 锰酸锂电池的发展前景
- 2.6.7 锰酸锂电池的发展瓶颈

## 2.7 无钴电池

- 2.7.1 无钴电池基本结构
- 2.7.2 无钴电池工作原理
- 2.7.3 无钴电池主要特性
- 2.7.4 无钴电池的应用
- 2.7.5 无钴电池的发展现状
- 2.7.6 无钴电池的发展前景
- 2.7.7 无钴电池的发展瓶颈

## 2.8 锂硫电池





- 2.8.1 锂硫电池基本结构
  - 2.8.1.1 锂硫电池正极材料
    - 2.8.1.1.1 锂硫电池正极材料的种类
    - 2.8.1.1.2 锂硫电池正极材料的制备方法
  - 2.8.1.2 锂硫电池负极材料
    - 2.8.1.2.1 锂硫电池负极材料的种类
    - 2.8.1.2.2 锂硫电池负极材料的制备方法
    - 2.8.1.2.3 锂硫电池负极材料的研究进展
  - 2.8.1.3 锂硫电池隔膜
    - 2.8.1.3.1 锂硫电池隔膜的种类
    - 2.8.1.3.2 锂硫电池隔膜的制备方法
  - 2.8.1.4 锂硫电池电解液
    - 2.8.1.4.1 锂硫电池电解液的种类
    - 2.8.1.4.2 锂硫电池电解液的制备方法
- 2.8.2 锂硫电池工作原理
- 2.8.3 锂硫电池主要特性
- 2.8.4 锂硫电池性能的影响因素
  - 2.8.4.1 正极材料对锂硫电池性能的影响
  - 2.8.4.2 负极材料对锂硫电池性能的影响
  - 2.8.4.3 隔膜对锂硫电池性能的影响
  - 2.8.4.4 电解液对锂硫电池性能的影响
  - 2.8.4.5 放电深度对锂硫电池寿命的影响
  - 2.8.4.6 过充电程度对锂硫电池寿命的影响
  - 2.8.4.7 温度对锂硫电池寿命的影响
  - 2.8.4.8 放电电流密度对锂硫电池寿命的影响
- 2.8.5 锂硫电池技术指标
- 2.8.6 锂硫电池使用注意事项
- 2.8.7 锂硫电池的应用
- 2.8.8 锂硫电池的发展现状
- 2.8.9 锂硫电池的发展前景
- 2.8.10 锂硫电池的发展瓶颈

## 2.9 钠离子电池

- 2.9.1 钠离子电池基本结构
  - 2.9.1.1 钠离子电池正极材料
    - 2.9.1.1.1 钠电池层状氧化物正极材料
    - 2.9.1.1.2 钠电池普鲁士蓝正极材料
    - 2.9.1.1.3 钠电池聚阴离子化合物正极材料
  - 2.9.1.2 钠离子电池负极材料
    - 2.9.1.2.1 钠电池碳负极材料
    - 2.9.1.2.2 钠电池钨基负极材料
    - 2.9.1.2.4 钠电池合金负极材料
  - 2.9.1.3 钠离子电池隔膜
  - 2.9.1.4 钠离子电池电解液
- 2.9.2 钠离子电池工作原理



- 2.9.3 钠离子电池主要特性
- 2.9.4 钠离子电池生产工序
- 2.9.5 钠离子电池性能的影响因素
  - 2.9.5.1 正极材料对钠离子电池性能的影响
  - 2.9.5.2 负极材料对钠离子电池性能的影响
  - 2.9.5.3 隔膜对钠离子电池性能的影响
  - 2.9.5.4 电解液对钠离子电池性能的影响
  - 2.9.5.5 放电深度对钠离子电池寿命的影响
  - 2.9.5.6 过充电程度对钠离子电池寿命的影响
  - 2.9.5.7 温度对钠离子电池寿命的影响
  - 2.9.5.8 放电电流密度对钠离子电池寿命的影响
- 2.9.6 钠离子电池技术指标
- 2.9.7 钠离子电池使用注意事项
- 2.9.8 钠离子电池的应用
- 2.9.9 钠离子电池的发展现状
- 2.9.10 钠离子电池的发展前景
- 2.9.11 钠离子电池的发展瓶颈
- 2.10 锌离子电池**
  - 2.10.1 锌离子电池基本结构
    - 2.10.1.1 锌离子电池正极材料
      - 2.10.1.1.1 锌电池正极材料的种类
      - 2.10.1.1.2 锌电池正极材料的制备方法
    - 2.10.1.2 锌离子电池负极材料
      - 2.10.1.2.1 锌电池负极材料的种类
    - 2.10.1.3 锌离子电池隔膜
      - 2.10.1.3.1 锌电池聚合物材料的选择
      - 2.10.1.3.2 锌电池聚合物材料的优化
    - 2.10.1.4 锌离子电池电解液
      - 2.10.1.4.1 锌电池水系电解液
      - 2.10.1.4.2 锌电池非水系电解液
      - 2.10.1.4.3 锌电池混合电解液
  - 2.10.2 锌离子电池工作原理
  - 2.10.3 锌离子电池主要特性
  - 2.10.4 锌离子电池生产工序
  - 2.10.5 锌离子电池性能的影响因素
    - 2.10.5.1 正极材料对锌离子电池性能的影响
    - 2.10.5.2 负极材料对锌离子电池性能的影响
    - 2.10.5.3 隔膜对锌离子电池性能的影响
    - 2.10.5.4 电解液对锌离子电池性能的影响
    - 2.10.5.5 放电深度对锌离子电池寿命的影响
    - 2.10.5.6 过充电程度对锌离子电池寿命的影响
    - 2.10.5.7 工作温度对锌离子电池寿命的影响
    - 2.10.5.8 放电电流密度对锌离子电池寿命的影响
  - 2.10.6 锌离子电池技术指标







## 2.10.7 锂离子电池使用注意事项

## 2.10.8 锂离子电池的应用

## 2.10.9 锂离子电池的发展现状

## 2.10.10 锂离子电池的发展前景

## 2.10.11 锂离子电池的发展瓶颈

## 2.11 镍氢电池

### 2.11.1 镍氢电池基本结构

#### 2.11.1.1 镍氢电池正极材料

#### 2.11.1.2 镍氢电池负极材料

#### 2.11.1.3 镍氢电池隔膜

#### 2.11.1.4 镍氢电池电解液

### 2.11.2 镍氢电池工作原理

### 2.11.3 镍氢电池主要特性

### 2.11.4 镍氢电池生产工序

### 2.11.5 镍氢电池性能的影响因素

#### 2.11.5.1 正极材料对镍氢电池性能的影响

#### 2.11.5.2 负极材料对镍氢电池性能的影响

#### 2.11.5.3 隔膜对镍氢电池性能的影响

#### 2.11.5.4 电解液对镍氢电池性能的影响

#### 2.11.5.5 放电深度对镍氢电池寿命的影响

#### 2.11.5.6 过充电程度对镍氢电池寿命的影响

#### 2.11.5.7 工作温度对镍氢电池寿命的影响

#### 2.11.5.8 放电电流密度对镍氢电池寿命的影响

### 2.11.6 镍氢电池技术指标

### 2.11.7 镍氢电池使用注意事项

### 2.11.8 镍氢电池的应用

### 2.11.9 镍氢电池的发展现状

### 2.11.10 镍氢电池的发展前景

### 2.11.11 镍氢电池的发展瓶颈

## 2.12 燃料电池

### 2.12.1 燃料电池基本结构

#### 2.12.1.1 燃料电池阳极材料

#### 2.12.1.2 燃料电池阴极材料

#### 2.12.1.3 燃料电池隔膜

#### 2.12.1.4 燃料电池电解质

#### 2.12.1.5 燃料电池催化剂

#### 2.12.1.6 燃料电池集电器

### 2.12.2 燃料电池工作原理

### 2.12.3 燃料电池主要特性

### 2.12.4 燃料电池生产工序

### 2.12.5 燃料电池性能的影响因素

#### 2.12.5.1 阳极材料对燃料电池性能的影响

#### 2.12.5.2 阴极材料对燃料电池性能的影响

#### 2.12.5.3 催化剂对燃料电池性能的影响





- 2.12.5.4 隔膜对燃料电池性能的影响
- 2.12.5.5 电解质对燃料电池性能的影响
- 2.12.5.6 集电器对燃料电池性能的影响
- 2.12.5.7 工作温度对燃料电池寿命的影响
- 2.12.5.8 工作压力对燃料电池寿命的影响
- 2.12.5.9 电流密度对燃料电池寿命的影响
- 2.12.6 燃料电池技术指标
- 2.12.7 燃料电池使用注意事项
- 2.12.8 燃料电池的应用
- 2.12.9 燃料电池的发展现状
- 2.12.10 燃料电池的发展前景
- 2.12.11 燃料电池的发展瓶颈
- 2.13 太阳能电池**
  - 2.13.1 太阳能电池基本组成
    - 2.13.1.1 太阳能电池 PN 结
    - 2.13.1.2 太阳能电池金属电极
    - 2.13.1.3 太阳能电池透明导电膜
    - 2.13.1.4 太阳能电池硅片
  - 2.13.2 太阳能电池工作原理
  - 2.13.3 太阳能电池主要特性
  - 2.13.4 太阳能电池生产工序
  - 2.13.5 太阳能电池性能的影响因素
    - 2.13.5.1 硅片质量对太阳能电池性能的影响
    - 2.13.5.2 硅片厚度对太阳能电池性能的影响
    - 2.13.5.3 光照强度对太阳能电池性能的影响
    - 2.13.5.4 工作温度对太阳能电池性能的影响
  - 2.13.6 太阳能电池技术指标
  - 2.13.7 太阳能电池使用注意事项
  - 2.13.8 太阳能电池的应用
  - 2.13.9 太阳能电池的发展现状
  - 2.13.10 太阳能电池的发展前景
  - 2.13.11 太阳能电池的发展瓶颈

### 第三章 电池性能的检测

#### 3.1 电池的主要性能

- 3.1.1 电池的电动势
- 3.1.2 电池的额定容量
- 3.1.3 电池的额定电压
- 3.1.4 电池的开路电压
- 3.1.5 电池的充放电速率
- 3.1.6 电池的自放电率
- 3.1.7 电池的阻抗
- 3.1.8 电池的寿命





### 3.2 电池性能的检测

#### 3.2.1 电池电动势的测试

##### 3.2.1.1 电池电动势测试的目的

##### 3.2.1.2 电池电动势测试的原理

##### 3.2.1.3 电池电动势测试的方法

##### 3.2.1.4 电池电动势测试的优势

##### 3.2.1.5 电池电动势测试的注意事项

#### 3.2.2 电池容量的测试

##### 3.2.2.1 电池容量测试的目的

##### 3.2.2.2 电池容量测试的原理

##### 3.2.2.3 电池容量测试的方法

##### 3.2.2.4 电池容量测试的优势

##### 3.2.2.5 电池容量测试的注意事项

#### 3.2.3 电池内阻的测试

##### 3.2.3.1 电池内阻测试的目的

##### 3.2.3.2 电池内阻测试的原理

##### 3.2.3.3 电池内阻测试的方法

##### 3.2.3.4 电池内阻测试的优势

##### 3.2.3.5 电池内阻测试的注意事项

#### 3.2.4 电池循环寿命的测试

##### 3.2.4.1 电池循环寿命测试的目的

##### 3.2.4.2 电池循环寿命测试的原理

##### 3.2.4.3 电池循环寿命测试的方法

##### 3.2.4.4 电池循环寿命测试的优势

##### 3.2.4.5 电池循环寿命测试的注意事项

#### 3.2.5 电池静态容量的测试

##### 3.2.5.1 电池静态容量测试的目的

##### 3.2.5.2 电池静态容量测试的原理

##### 3.2.5.3 电池静态容量测试的方法

##### 3.2.5.4 电池静态容量测试的优势

##### 3.2.5.5 电池静态容量测试的注意事项

#### 3.2.6 电池充放电性能的测试

##### 3.2.6.1 电池充放电性能测试的目的

##### 3.2.6.2 电池充放电性能测试的原理

##### 3.2.6.3 电池充放电性能测试的方法

##### 3.2.6.4 电池充放电性能测试的优势

##### 3.2.6.5 电池充放电性能测试的注意事项

#### 3.2.7 电池循环次数的测试

##### 3.2.7.1 电池循环次数测试的目的

##### 3.2.7.2 电池循环次数测试的原理

##### 3.2.7.3 电池循环次数测试的方法

##### 3.2.7.4 电池循环次数测试的优势

##### 3.2.7.5 电池循环次数测试的注意事项

#### 3.2.8 电池过充电保护的测试



- 3.2.8.1 电池过充电保护测试的目的
- 3.2.8.2 电池过充电保护测试的原理
- 3.2.8.3 电池过充电保护测试的方法
- 3.2.8.4 电池过充电保护测试的优势
- 3.2.8.5 电池过充电保护测试的注意事项
- 3.2.9 电池开路电压的测试
  - 3.2.9.1 电池开路电压测试的目的
  - 3.2.9.2 电池开路电压测试的原理
  - 3.2.9.3 电池开路电压测试的方法
  - 3.2.9.4 电池开路电压测试的优势
  - 3.2.9.5 电池开路电压测试的注意事项
- 3.2.10 电池温度的测试
  - 3.2.10.1 电池温度测试的目的
  - 3.2.10.2 电池温度测试的原理
  - 3.2.10.3 电池温度测试的方法
  - 3.2.10.4 电池温度测试的优势
  - 3.2.10.5 电池温度测试的注意事项
- 3.2.11 电池 ESD 的测试
  - 3.2.11.1 电池 ESD 测试的目的
  - 3.2.11.2 电池 ESD 测试的原理
  - 3.2.11.3 电池 ESD 测试的方法
  - 3.2.11.4 电池 ESD 测试的优势
  - 3.2.11.5 电池 ESD 测试的注意事项

## 第四章 蓄电池应用领域概览

### 4.1 交通工具用蓄电池

- 4.1.1 电动汽车用蓄电池
- 4.1.3 电动自行车用蓄电池
- 4.1.4 电动摩托车用蓄电池
- 4.1.5 电动船舶用蓄电池
- 4.1.6 电动飞机用蓄电池
- 4.1.7 电动航空器用蓄电池

### 4.2 电子产品用蓄电池

- 4.2.1 手机用蓄电池
- 4.2.2 电脑用蓄电池
- 4.2.3 智能手表用蓄电池
- 4.2.4 游戏机用蓄电池
- 4.2.5 移动电源用蓄电池
- 4.2.6 无人机用蓄电池

### 4.3 智能家电用蓄电池

- 4.3.1 智能扫地机用蓄电池
- 4.3.2 智能门锁用蓄电池
- 4.3.3 智能吸尘器用蓄电池





4.3.4 智能窗帘用蓄电池

4.3.5 智能夜灯用蓄电池

4.3.6 智能音箱用蓄电池

4.3.7 智能马桶用蓄电池

#### 4.4 航空器用蓄电池

4.4.1 卫星用蓄电池

4.4.2 火箭推进系统用蓄电池

4.4.3 军事设备用蓄电池

#### 4.5 电力系统用蓄电池

#### 4.6 医疗设备用蓄电池

4.6.1 电子体温计用蓄电池

4.6.2 呼吸机用蓄电池

4.6.3 便携式心电图机用蓄电池

4.6.4 移动式超声设备用蓄电池

4.6.5 除颤仪用蓄电池

#### 4.7 电动工具用蓄电池

4.7.1 电钻用蓄电池

4.7.2 电锤用蓄电池

4.7.3 电锯用蓄电池

4.7.4 角磨机用蓄电池

4.7.5 电剪用蓄电池

#### 4.8 农业设备用蓄电池

4.8.1 收割机用蓄电池

4.8.2 播种机用蓄电池

4.8.3 喷灌机用蓄电池

4.8.4 饲料投喂器用蓄电池

## 第 II 部分 钨在新能源电池市场的介绍

### 第五章 新能源电池中的钨化合物介绍

#### 5.1 什么是钨酸

5.1.1 钨酸理化性质

5.1.2 钨酸分类

5.1.2.1 新能源电池用黄钨酸

5.1.2.2 新能源电池用白钨酸

5.1.2.3 新能源电池用偏钨酸

5.1.3 钨酸生产方法

5.1.3.1 黄钨酸生产方法

5.1.3.2 白钨酸生产方法

5.1.3.3 偏钨酸生产方法

5.1.4 钨酸应用

#### 5.2 什么是氧化钨

5.2.1 氧化钨理化性质





5.2.1.1 什么是氧化钨的氧化还原性

5.2.1.2 什么是氧化钨的电致变色

5.2.1.3 什么是氧化钨的光致变色

5.2.1.4 什么是氧化钨的气敏性

5.2.1.5 什么是氧化钨的能量密度

5.2.3 氧化钨分类

5.2.3.1 新能源电池用氧化钨纳米颗粒

5.2.3.2 新能源电池用氧化钨纳米片

5.2.3.3 新能源电池用氧化钨纳米线

5.2.3.4 新能源电池用氧化钨纳米棒

5.2.3.5 新能源电池用氧化钨纳米花

5.2.3.6 新能源电池用黄色氧化钨

5.2.3.7 新能源电池用蓝色氧化钨

5.2.3.8 新能源电池用紫色氧化钨

5.2.3.9 新能源电池用白色氧化钨

5.2.3.10 新能源电池用二氧化钨

5.2.4 氧化钨生产方法

5.2.4.1 热分解法制备氧化钨

5.2.4.2 水热合成法制备氧化钨

5.2.4.3 溶胶凝胶法制备氧化钨

5.2.4.4 电化学氧化法制备氧化钨

5.2.5 氧化钨应用

**5.3 什么是黄色氧化钨**

5.3.1 黄色氧化钨结构

5.3.2 黄色氧化钨理化性质

5.3.2.1 什么是黄色氧化钨的密度

5.3.2.2 什么是黄色氧化钨的松装密度

5.3.2.3 什么是黄色氧化钨的氧化性

5.3.2.4 什么是黄色氧化钨的电致变色

5.3.2.5 什么是黄色氧化钨的气敏性

5.3.3 黄色氧化钨分类

5.3.3.1 新能源电池用黄色氧化钨纳米颗粒

5.3.3.2 新能源电池用黄色氧化钨纳米片

5.3.3.3 新能源电池用黄色氧化钨纳米线

5.3.3.4 新能源电池用黄色氧化钨纳米棒

5.3.3.5 新能源电池用黄色氧化钨纳米花

5.3.3.6 新能源电池用微米黄色氧化钨

5.3.3.7 新能源电池用亚微米黄色氧化钨

5.3.3.8 新能源电池用纳米黄色氧化钨

5.3.3.9 新能源电池用亚纳米黄色氧化钨

5.3.4 黄色氧化钨生产方法

5.3.5 黄色氧化钨应用

**5.4 什么是紫色氧化钨**

5.4.1 紫色氧化钨结构





#### 5.4.2 紫色氧化钨理化性质

#### 5.4.3 紫色氧化钨分类

##### 5.4.3.1 新能源电池用针状紫色氧化钨

##### 5.4.3.2 新能源电池用棒状紫色氧化钨

##### 5.4.3.3 新能源电池用微米紫色氧化钨

##### 5.4.3.4 新能源电池用亚微米紫色氧化钨

##### 5.4.3.5 新能源电池用纳米紫色氧化钨

##### 5.4.3.6 新能源电池用亚纳米紫色氧化钨

#### 5.4.4 紫色氧化钨生产方法

#### 5.4.5 紫色氧化钨应用

### 5.5 什么是二氧化钨

#### 5.5.1 二氧化钨结构

#### 5.5.2 二氧化钨理化性质

#### 5.5.3 二氧化钨分类

##### 5.5.3.1 新能源电池用二氧化钨纳米颗粒

##### 5.5.3.2 新能源电池用二氧化钨纳米片

##### 5.5.3.3 新能源电池用二氧化钨纳米线

##### 5.5.3.4 新能源电池用二氧化钨纳米棒

##### 5.5.3.5 新能源电池用二氧化钨纳米花

##### 5.5.3.6 新能源电池用微米二氧化钨

##### 5.5.3.7 新能源电池用亚微米二氧化钨

##### 5.5.3.8 新能源电池用纳米二氧化钨

##### 5.5.3.9 新能源电池用亚纳米二氧化钨

#### 5.5.4 二氧化钨生产方法

#### 5.5.5 二氧化钨应用

### 5.6 什么是铌钨氧化物

#### 5.6.1 铌钨氧化物结构

#### 5.6.2 铌钨氧化物理化性质

#### 5.6.3 铌钨氧化物生产方法

#### 5.6.4 铌钨氧化物应用

### 5.7 什么是氮化钨

#### 5.7.1 氮化钨结构

#### 5.7.2 氮化钨理化性质

#### 5.7.3 氮化钨分类

##### 5.7.3.1 新能源电池用六叠氮化钨

##### 5.7.3.2 新能源电池用二氮化钨

##### 5.7.3.3 新能源电池用氮化二钨

#### 5.7.4 氮化钨生产方法

#### 5.7.5 氮化钨应用

### 5.8 什么是硼化钨

#### 5.8.1 硼化钨结构

#### 5.8.2 硼化钨理化性质

#### 5.8.3 硼化钨分类

##### 5.8.3.1 新能源电池用一硼化钨





- 5.8.3.2 新能源电池用二硼化钨
- 5.8.3.3 新能源电池用硼化二钨
- 5.8.3.4 新能源电池用四硼化钨
- 5.8.3.5 新能源电池用五硼化二钨
- 5.8.4 硼化钨生产方法
- 5.8.5 硼化钨应用
- 5.9 什么是二硫化钨
  - 5.9.1 二硫化钨结构
  - 5.9.2 二硫化钨理化性质
  - 5.9.3 二硫化钨分类
    - 5.9.3.1 新能源电池用二硫化钨纳米颗粒
    - 5.9.3.2 新能源电池用二硫化钨纳米片
    - 5.9.3.3 新能源电池用二硫化钨纳米线
    - 5.9.3.4 新能源电池用二硫化钨纳米棒
    - 5.9.3.5 新能源电池用二硫化钨纳米花
    - 5.9.3.6 新能源电池用二硫化钨量子点
  - 5.9.4 二硫化钨生产方法
  - 5.9.5 二硫化钨应用
- 5.10 什么是二硒化钨
  - 5.10.1 二硒化钨结构
  - 5.10.2 二硒化钨理化性质
  - 5.10.3 二硒化钨分类
    - 5.10.3.1 新能源电池用二硒化钨纳米颗粒
    - 5.10.3.2 新能源电池用二硒化钨纳米片
    - 5.10.3.3 新能源电池用二硒化钨纳米线
    - 5.10.3.4 新能源电池用二硒化钨纳米棒
    - 5.10.3.5 新能源电池用二硒化钨纳米花
  - 5.10.4 二硒化钨生产方法
  - 5.10.5 二硒化钨应用
- 5.11 什么是钨酸盐
  - 5.11.1 钨酸盐结构
  - 5.11.2 钨酸盐理化性质
  - 5.11.3 钨酸盐分类
    - 5.11.3.1 新能源电池用钨酸钠
    - 5.11.3.2 新能源电池用钨酸锌
    - 5.11.3.3 新能源电池用钨酸钴
  - 5.11.4 钨酸盐生产方法
  - 5.11.5 钨酸盐应用

## 第六章 钨在锂离子电池中的应用

### 6.1 纳米钨酸在锂离子电池中的应用

- 6.1.1 锂电池正极材料用纳米钨酸
- 6.1.2 锂电池负极材料用纳米钨酸







- 6.1.3 锂电池电极材料用纳米钨酸的挑战
- 6.2 纳米黄色氧化钨在锂离子电池中的应用
  - 6.2.1 锂电池正极材料用纳米黄色氧化钨
  - 6.2.2 锂电池负极材料用纳米黄色氧化钨
  - 6.2.3 锂电池电极材料用纳米黄色氧化钨的挑战
- 6.3 纳米紫色氧化钨在锂离子电池中的应用
  - 6.3.1 锂电池正极材料用纳米紫色氧化钨
  - 6.3.2 锂电池负极材料用纳米紫色氧化钨
  - 6.3.3 锂电池电极材料用纳米紫色氧化钨的挑战
- 6.4 二氧化钨在锂离子电池中的应用
  - 6.4.1 锂电池正极材料用二氧化钨
  - 6.4.2 锂电池负极材料用二氧化钨
  - 6.4.3 锂电池电极材料用二氧化钨的挑战
- 6.5 铌钨氧化物在锂离子电池中的应用
  - 6.5.1 锂电池正极材料用铌钨氧化物
  - 6.5.2 锂电池负极材料用铌钨氧化物
  - 6.5.3 锂电池电极材料用铌钨氧化物的挑战
- 6.6 氮化钨在锂离子电池中的应用
  - 6.6.1 锂电池负极材料用氮化钨
  - 6.6.2 锂电池电极材料用氮化钨的挑战
- 6.7 二硫化钨在磷酸铁锂中的应用
  - 6.7.1 锂电池正极材料用二硫化钨纳米片
  - 6.7.2 锂电池正极材料用二硫化钨纳米管
  - 6.7.3 锂电池负极材料用二硫化钨纳米片
  - 6.7.4 锂电池负极材料用二硫化钨纳米管
  - 6.7.5 锂电池电极材料用二硫化钨的挑战
- 6.8 钨酸钠在锂离子电池中的应用
  - 6.8.1 锂电池负极材料用钨酸钠
  - 6.8.2 锂电池电极材料用钨酸钠的挑战
- 6.9 钨酸锌在锂离子电池中的应用
  - 6.9.1 锂电池负极材料用钨酸锌
  - 6.9.2 锂电池电极材料用钨酸锌的挑战
- 6.10 钨酸锂在锂离子电池中的应用
  - 6.9.1 锂离子电池正极材料用钨酸锂
  - 6.9.2 锂离子电池负极材料用钨酸锂
  - 6.9.3 锂电池电解质用钨酸锂
  - 6.9.4 锂电池用钨酸锂的挑战

## 第七章 钨在锂硫电池中的应用

- 7.1 氧化钨在锂硫电池中的应用
  - 7.1.1 锂硫电池正极材料用氧化钨纳米棒
  - 7.1.2 锂硫电池负极材料用氧化钨纳米棒
  - 7.1.3 锂硫电池隔膜用氧化钨





- 7.1.4 锂硫电池用氧化钨的挑战
- 7.2 二硫化钨在锂硫电池中的应用
  - 7.2.1 锂硫电池正极材料用二硫化钨纳米片
  - 7.2.2 锂硫电池负极材料用二硫化钨纳米片
  - 7.2.3 锂硫电池正极材料用二硫化钨量子点
  - 7.2.4 锂硫电池负极材料用二硫化钨量子点
  - 7.2.5 锂硫电池隔膜用二硫化钨纳米花
  - 7.2.6 锂硫电池用二硫化钨的挑战
- 7.3 二硒化钨在锂硫电池中的应用
  - 7.3.1 锂硫电池正极材料用二硒化钨纳米片
  - 7.3.2 锂硫电池负极材料用二硒化钨纳米片
  - 7.3.3 锂硫电池正极材料用二硒化钨复合材料
  - 7.3.4 锂硫电池负极材料用二硒化钨复合材料
  - 7.3.5 锂硫电池电极材料用二硒化钨的挑战
- 7.4 氮化钨在锂硫电池中的应用
  - 7.4.1 锂硫电池正极材料用氮化钨纳米片
  - 7.4.2 锂硫电池负极材料用氮化钨纳米片
  - 7.4.3 锂硫电池电极材料用氮化钨的挑战

## 第八章 钨在钠离子电池中的应用

- 8.1 氧化钨在钠离子电池中的应用
  - 8.1.1 钠电池正极材料用黄色氧化钨
  - 8.1.2 钠电池负极材料用黄色氧化钨
  - 8.1.3 钠电池正极材料用紫色氧化钨
  - 8.1.4 钠电池负极材料用紫色氧化钨
  - 8.1.5 钠电池电极材料用氧化钨的挑战
- 8.2 二硫化钨在钠离子电池中的应用
  - 8.2.1 钠电池正极材料用二硫化钨空心球
  - 8.2.2 钠电池负极材料用二硫化钨空心球
  - 8.2.3 钠电池正极材料用二硫化钨纳米片
  - 8.2.4 钠电池负极材料用二硫化钨纳米片
  - 8.2.5 钠电池负极材料用二硫化钨纳米管
  - 8.2.6 钠电池电极材料用二硫化钨的挑战
- 8.3 二硒化钨在钠离子电池中的应用
  - 8.3.1 钠电池正极材料用二硒化钨
  - 8.3.2 钠电池负极材料用二硒化钨
  - 8.3.3 钠电池电极材料用二硒化钨的挑战
- 8.4 纳米钨酸在钠离子电池中的应用
  - 8.4.1 钠电池正极材料用纳米钨酸
  - 8.4.2 钠电池负极材料用纳米钨酸
  - 8.4.3 钠电池电极材料用纳米钨酸的挑战
- 8.5 氮化钨在钠离子电池中的应用
  - 8.5.1 钠电池正极材料用纳米氮化钨纳米





- 8.5.2 钠电池负极材料用纳米氮化钨纳米
- 8.5.3 钠电池电极材料用纳米氮化钨的挑战
- 8.6 钨酸钠在钠离子电池中的应用
- 8.6.1 钠电池负极材料用纳米钨酸钠
- 8.6.2 钠电池电极材料用纳米钨酸钠的挑战
- 8.7 钨酸锌在钠离子电池中的应用
- 8.7.1 钠电池负极材料用钨酸锌
- 8.7.2 钠电池电极材料用钨酸锌的挑战

## 第九章 钨在锌空电池中的应用

- 9.1 氧化钨在锌空电池中的应用
- 9.1.1 锌空电池催化剂用黄色氧化钨复合材料
- 9.1.2 锌空电池催化剂用紫色氧化钨复合材料
- 9.1.3 锌空电池催化剂用氧化钨的挑战
- 9.2 二硫化钨在锌空电池中的应用
- 9.2.1 锌空电池催化剂用纳米二硫化钨
- 9.1.2 锌空电池催化剂用纳米二硫化钨的挑战
- 9.3 钨酸钴在锌空电池中的应用
- 9.3.1 锌空电池催化剂用钨酸钴复合材料
- 9.3.2 锌空电池催化剂用钨酸钴的挑战

## 第十章 钨在燃料电池中的应用

- 10.1 氧化钨在燃料电池中的应用
- 10.1.1 燃料电池催化剂用纳米三氧化钨
- 10.1.2 燃料电池屏蔽层用三氧化钨涂层
- 10.1.3 燃料电池催化剂用氧化钨的挑战
- 10.2 二硫化钨燃料电池中的应用
- 10.2.1 燃料电池催化剂用纳米二硫化钨
- 10.2.2 燃料电池催化剂用二硫化钨的挑战
- 10.3 磷钨酸燃料电池中的应用
- 10.3.1 燃料电池催化剂用磷钨酸
- 10.3.2 燃料电池质子交换膜用磷钨酸
- 10.3.4 燃料电池用磷钨酸的挑战
- 10.4 燃料电池用氢钨钨青铜
- 10.4.1 燃料电池催化剂用氢钨钨青铜
- 10.4.2 燃料电池催化剂用氢钨钨青铜挑战
- 10.5 燃料电池用碳化钨粉末
- 10.5.2 燃料电池催化剂用碳化钨粉末
- 10.5.3 燃料电池用碳化钨粉末的挑战

## 第十一章 钨在太阳能电池中的应用





## 11.1 氧化钨在太阳能电池中的应用

### 11.1.1 太阳能电池正面银浆用三氧化钨

### 11.1.2 太阳能电池用氧化钨薄膜

### 11.1.3 太阳能电池用氧化钨的挑战

## 11.2 二硫化钨在太阳能电池中的应用

### 11.2.1 太阳能电池光活性层用二硫化钨

### 11.2.2 太阳能电池空穴传输层用二硫化钨纳米膜

### 11.2.3 太阳能电池用二硫化钨的挑战

## 11.3 二硒化钨在太阳能电池中的应用

### 11.3.1 太阳能电池导电层用二硒化钨

### 11.3.2 太阳能电池用二硒化钨的挑战

## 11.4 钨酸镉在太阳能电池中的应用

### 11.4.1 太阳能电池用钨酸镉

### 11.4.2 太阳能电池用钨酸镉的挑战

## 第十二章 钨在电池中的技术挑战与解决方案

### 12.1 纳米钨酸在电池中的技术挑战与解决方案

### 12.2 纳米三氧化钨在电池中的技术挑战与解决方案

### 12.3 纳米紫色氧化在电池中的技术挑战与解决方案

### 12.4 铌钨氧化物在电池中的技术挑战与解决方案

### 12.5 纳米二硫化钨在电池中的技术挑战与解决方案

### 12.6 纳米二硒化钨在电池中的技术挑战与解决方案

### 12.7 纳米氮化钨在电池中的技术挑战与解决方案

## 第十三章 钨基电池的生产成本

## 第十四章 钨在电池中的潜在价值与应用前景

## 第 III 部分 钼在新能源电池市场的介绍

## 第十五章 新能源电池中的钼化合物介绍

### 15.1 什么是氧化钼

#### 15.1.1 氧化钼结构

#### 15.1.2 氧化钼理化性质

#### 15.1.3 氧化钼分类

##### 15.1.3.1 新能源电池用三氧化钼

##### 15.1.3.2 新能源电池用二氧化钼

##### 15.1.3.3 新能源电池用氧化钼纳米线

##### 15.1.3.4 新能源电池用氧化钼纳米棒

##### 15.1.3.5 新能源电池用氧化钼纳米纤维

##### 15.1.3.6 新能源电池用微米氧化钼

##### 15.1.3.7 新能源电池用亚微米氧化钼







15.1.3.8 新能源电池用纳米氧化钨

15.1.3.9 新能源电池用亚纳米氧化钨

15.1.4 氧化钨生产方法

15.1.5 氧化钨应用

## 15.2 什么是碳化钨

15.2.1 碳化钨结构

15.2.2 碳化钨理化性质

15.2.3 碳化钨分类

15.2.3.1 新能源电池用碳化钨纳米管

15.2.3.2 新能源电池用碳化钨纳米片

15.2.3.3 新能源电池用碳化钨纳米线

15.2.3.4 新能源电池用碳化钨纳米棒

15.2.3.5 新能源电池用碳化钨纳米纤维

15.2.3.6 新能源电池用微米碳化钨

15.2.3.7 新能源电池用亚微米碳化钨

15.2.3.8 新能源电池用纳米碳化钨

15.2.3.9 新能源电池用亚纳米碳化钨

15.2.4 碳化钨生产方法

15.2.5 碳化钨应用

## 15.3 什么是氮化钨

15.3.1 氧化钨结构

15.3.2 氮化钨理化性质

15.3.3 氮化钨分类

15.3.3.1 新能源电池用氮化钨量子点

15.3.3.2 新能源电池用氮化钨纳米片

15.3.3.3 新能源电池用氮化钨纳米簇

15.3.3.4 新能源电池用一氮化钨

15.3.3.5 新能源电池用六叠氮化钨

15.3.3.6 新能源电池用二氮化钨

15.3.3.7 新能源电池用氮化二钨

15.3.3.8 新能源电池用二氮化三钨

15.3.4 氮化钨生产方法

15.3.5 氮化钨应用

## 15.4 什么是二硫化钨

15.4.1 二硫化钨结构

15.4.2 二硫化钨理化性质

15.4.3 二硫化钨分类

15.4.3.1 新能源电池用二硫化钨纳米颗粒

15.4.3.2 新能源电池用二硫化钨纳米片

15.4.3.3 新能源电池用二硫化钨纳米棒

15.4.3.4 新能源电池用二硫化钨纳米花

15.4.3.5 新能源电池用二硫化钨纳米纤维

15.4.3.6 新能源电池用微米二硫化钨

15.4.3.7 新能源电池用亚微米二硫化钨





- 15.4.3.8 新能源电池用纳米二硫化钼
- 15.4.3.9 新能源电池用亚纳米二硫化钼
- 15.4.4 二硫化钼生产方法
- 15.4.5 二硫化钼应用
- 15.5 什么是二硒化钼
  - 15.5.1 二硒化钼结构
  - 15.5.2 二硒化钼理化性质
  - 15.5.3 二硒化钼分类
    - 15.5.3.1 新能源电池用二硒化钼纳米颗粒
    - 15.5.3.2 新能源电池用二硒化钼纳米片
    - 15.5.3.3 新能源电池用二硒化钼纳米棒
    - 15.5.3.4 新能源电池用二硒化钼纳米花
    - 15.5.3.5 新能源电池用二硒化钼纳米纤维
    - 15.5.3.6 新能源电池用微米二硒化钼
    - 15.5.3.7 新能源电池用亚微米二硒化钼
    - 15.5.3.8 新能源电池用纳米二硒化钼
    - 15.5.3.9 新能源电池用亚纳米二硒化钼
  - 15.5.4 二硒化钼生产方法
  - 15.5.5 二硒化钼应用
- 15.6 什么是钼酸盐
  - 15.6.1 钼酸盐结构
  - 15.6.2 钼酸盐理化性质
  - 15.6.3 钼酸盐分类
    - 15.6.3.1 新能源电池用钼酸锂
    - 15.6.3.2 新能源电池用钼酸铁
    - 15.6.3.3 新能源电池用钼酸铜
    - 15.6.3.4 新能源电池用钼酸镍
    - 15.6.3.5 新能源电池用钼酸镁
    - 15.6.3.6 新能源电池用钼酸锌
    - 15.6.3.7 新能源电池用磷钼酸
    - 15.6.3.8 新能源电池用七钼酸铵
    - 15.6.3.9 新能源电池用钼酸钠
    - 15.6.3.10 新能源电池用钼酸钾
  - 15.6.4 钼酸盐生产方法
  - 15.6.5 钼酸盐应用

## 第十六章 钼在锂离子电池中的应用

- 16.1 氧化钼在锂离子电池中的应用
  - 16.1.1 锂离子电池负极材料用氧化钼
  - 16.1.2 锂离子电池负极材料用氧化钼的挑战
- 16.2 氮化钼在锂离子电池中的应用
  - 16.2.1 锂离子电池负极材料用氮化钼
  - 16.2.2 锂离子电池负极材料用氮化钼的优势





- 16.2.3 锂离子电池负极材料用氮化钼的挑战
- 16.3 二硫化钼在锂离子电池中的应用
  - 16.3.1 锂离子电池负极材料用二硫化钼
  - 16.3.2 锂离子电池负极材料用二硫化钼的优势
  - 16.3.3 锂离子电池负极材料用二硫化钼的挑战
- 16.4 二硒化钼在锂离子电池中的应用
  - 16.4.1 锂离子电池负极材料用二硒化钼
  - 16.4.2 锂离子电池负极材料用二硒化钼的优势
  - 16.4.3 锂离子电池负极材料用二硒化钼的挑战
- 16.5 钼酸锂在锂离子电池中的应用
  - 16.5.1 锂离子电池正极材料用钼酸锂
  - 16.5.2 锂离子电池电极材料用钼酸锂的优势
  - 16.5.3 锂离子电池电极材料用钼酸锂的挑战
  - 16.5.4 锂离子电池电解液用钼酸锂
  - 16.5.5 锂离子电池电解液用钼酸锂的优势
  - 16.5.6 锂离子电池电解液用钼酸锂的挑战
- 16.6 钼酸铁在锂离子电池中的应用
  - 16.6.1 锂离子电池负极材料用纳米棒状钼酸铁
  - 16.6.2 锂离子电池电极材料用纳米棒状钼酸铁的优势
  - 16.6.3 锂离子电池电极材料用纳米棒状钼酸铁的挑战
- 16.7 钼酸铜在锂离子电池中的应用
  - 16.7.1 锂离子电池负极材料用钼酸铜
  - 16.7.2 锂离子电池电极材料用钼酸铜的挑战
- 16.8 钼酸镍在锂离子电池中的应用
  - 16.8.1 锂离子电池正极材料用钼酸镍
  - 16.8.2 锂离子电池负极材料用钼酸镍
  - 16.8.3 锂离子电池电极材料用钼酸镍的挑战

## 第十七章 钼在锂硫电池中的应用

- 17.1 氮化钼在锂硫电池中的应用
  - 17.1.1 锂硫电池隔膜用氮化钼量子点
  - 17.1.2 锂硫电池隔膜用氮化钼量子点的优势
  - 17.1.3 锂硫电池隔膜用氮化钼量子点的挑战
- 17.2 二硫化钼在锂硫电池中的应用
  - 17.2.1 锂硫电池负极材料用二硫化钼纳米片
  - 17.2.2 锂硫电池负极材料用二硫化钼纳米片的优势
  - 17.2.3 锂硫电池负极材料用二硫化钼纳米片的挑战
- 17.3 二硒化钼在锂硫电池中的应用
  - 17.3.1 锂硫电池负极材料用二硒化钼复合材料
  - 17.3.2 锂硫电池负极材料用二硒化钼复合材料的优势
  - 17.3.3 锂硫电池负极材料用二硒化钼复合材料的挑战



## 第十八章 钨在钠离子电池中的应用

### 18.1 二硫化钨在钠离子电池中的应用

- 18.1.1 钠离子电池负极材料用二硫化钨复合材料
- 18.1.2 钠离子电池负极材料用二硫化钨复合材料的优势
- 18.1.3 钠离子电池负极材料用二硫化钨复合材料的挑战

### 18.2 二硒化钨在钠离子电池中的应用

- 18.2.1 钠离子电池负极材料用二硒化钨复合材料
- 18.2.2 钠离子电池负极材料用二硒化钨复合材料的优势
- 18.2.3 钠离子电池负极材料用二硒化钨复合材料的挑战

### 18.3 钨酸镍在钠离子电池中的应用

- 18.3.1 钠离子电池阳极材料用钨酸镍
- 18.3.2 钠离子电池电极材料用钨酸镍的优势
- 18.3.3 钠离子电池电极材料用钨酸镍的挑战

## 第十九章 钨在锌离子电池中的应用

### 19.1 二硫化钨在锌离子电池中的应用

- 19.1.1 锌离子电池负极材料用二硫化钨复合材料
- 19.1.2 锌离子电池负极材料用二硫化钨的优势
- 19.1.3 锌离子电池负极材料用二硫化钨的挑战

### 19.2 钨酸锌在锌离子电池中的应用

- 19.2.1 锌离子电池锌负极保护层用钨酸锌
- 19.2.2 锌离子电池锌负极保护层用钨酸锌的优势
- 19.2.3 锌离子电池锌负极保护层用钨酸锌的挑战

## 第二十章 钨在燃料电池中的应用

### 20.1 碳化钨在燃料电池中的应用

- 20.1.1 燃料电池阳极用碳化钨
- 20.1.2 燃料电池阴极用碳化钨
- 20.1.3 燃料电池电极用碳化钨的优势
- 20.1.4 燃料电池电极用碳化钨的挑战

### 20.2 氮化钨在燃料电池中的应用

- 20.2.1 燃料电池阳极用氮化钨
- 20.2.2 燃料电池阴极用氮化钨
- 20.2.3 燃料电池电极用氮化钨的优势
- 20.2.4 燃料电池电极用氮化钨的挑战

### 20.3 磷钨酸在燃料电池中的应用

## 第二十一章 钨在太阳能电池中的应用

## 第二十二章 钨在电池中的技术挑战与解决方案





## 第二十三章 钼基电池的生产成本

## 第二十四章 钼在电池中的潜在价值与应用前景

## 第 IV 部分 稀土在新能源电池市场的介绍

## 第二十五章 新能源电池中的稀土元素介绍

## 第二十六章 稀土元素在锂离子电池中的应用

## 第二十七章 稀土元素在钠离子电池中的应用

## 第二十八章 稀土元素在镍氢电池中的应用

## 第二十九章 稀土元素在太阳能电池中的应用

## 第三十章 稀土元素在电池中的技术挑战与解决方案

## 第三十一章 稀土基电池的生产成本

## 第三十二章 稀土元素在电池中的潜在价值与应用前景

## 第 V 部分 电池、钨、钼和稀土企业介绍

## 第三十三章 主要电池生产企业概览

### 33.1 国内主要电池正极生产企业

### 33.2 国内主要电池负极生产企业

### 33.3 国内主要电池隔膜生产企业

### 33.4 国内主要电池电解液生产企业

### 33.5 国外主要电池生产企业

## 第三十四章 主要钨、钼和稀土企业概览

### 34.1 国内主要钨、钼和稀土生产企业

### 34.2 国外主要钨、钼和稀土生产企业

## 附录 1: 电池行业相关标准

## 附录 2: 电池专有名词解释

## 附录 3: 钨钼稀土行业相关标准

## 附录 4: 钨钼稀土专有名词解释



## 第 II 部分 钨在新能源电池市场的介绍

### 第十二章 钨在电池中的技术挑战与解决方案

电池是一种将化学能转化为电能的装置，通过在电池内的电化学反应来实现。常见的储能电池和动力电池包括锂离子电池、钠离子电池、锂硫电池、锌离子电池和太阳能电池等。

锂离子电池是一种通过锂离子在正负极之间移动来储存和释放电能的二次电池，适用于移动设备（手机、平板等）、电动汽车和储能系统中。优点包括：具有相对较高的能量密度，使其成为移动设备和电动汽车等领域的理想选择；较长的循环寿命，能够经受多次充放电循环而保持性能；相对较轻，适用于需要轻量设计的应用。锂离子电池的缺点包括：成本较高，因为使用了相对昂贵的材料如钴；在极端条件下，锂离子电池可能出现过热、着火或爆炸的安全问题；钴等材料的有限供应可能限制锂离子电池的大规模应用。



锂离子电池

钠离子电池与锂离子电池类似，但使用钠离子作为储能材料，适合应用于大规模储能系统中，尤其适用于需求不那么关注体积和重量的场合。优点包括：钠较锂更为丰富，降低了电池制造的原材料成本。缺点包括：钠离子电池的离子体积较大，导致电池体积相对较大；相比锂离子电池，钠电池的能量密度较低。

锂硫电池是使用硫作为正极材料，锂作为负极材料的电池。在放电过程中，硫被氧化成多价态离子，储存电荷。优点包括：锂硫电池具有相对较高的能量密度，理论上可达到更高的能量储存水平；使用廉价的硫和锂元素。缺点包括：电池循环寿命较短，充放电循环次数有限；电池可能存在过热引发火灾的风险。锂硫电池在高能量密度领域有巨大潜力，研究方向主要包括提高循环寿命、改善安全性以及探索新型正负极材料。



锌离子电池使用锌离子进行电荷和放电。在充电过程中，锌被氧化成锌离子，而在放电过程中，锌离子被还原成金属锌。优点包括：锌是一种广泛可获得的材料，因此制造成本相对较低；锌电池具有较高的能量密度，适用于一次性电池和小型电子设备。缺点包括：锌电池可能在循环寿命和稳定性方面受到限制；相较于锂离子电池，锌电池的重量相对较大。锌离子电池作为一种低成本、高能量密度的电池技术，在特定应用场景中具有潜在市场，未来的研究主要集中在提高寿命和减轻重量。



锌离子电池

太阳能电池是一种将太阳辐射能转化为电能的半导体器件，适用于发电站和户用太阳能系统。优点包括：太阳能电池通过利用太阳能，产生零排放的清洁能源；太阳能是可再生的资源，不会耗尽。缺点包括：夜晚或云天气时，太阳能电池产生的电力会减少；制造太阳能电池的材料和工艺相对昂贵。太阳能电池技术在不断进步，主要发展方向包括提高转换效率、降低制造成本、拓展可用材料等，以更广泛地应用于不同场景。

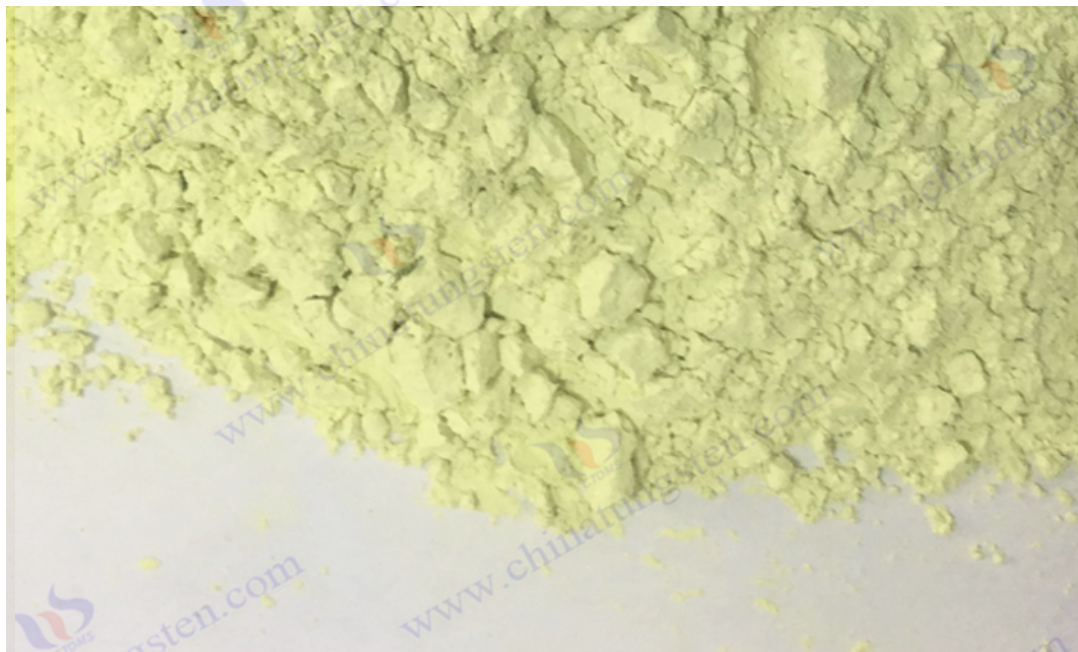


太阳能电池





由此可见，锂离子电池、钠离子电池、锂硫电池、锌离子电池和太阳能电池等电池具有诸多优势，不过，在实际应用过程中也存在一定的缺陷。为了解决这些不足，部分研究者使用了钨化合物如纳米钨酸、纳米三氧化钨/黄色氧化钨、纳米紫色氧化钨、铌钨氧化物、纳米二硫化钨、纳米二硒化钨、纳米氮化钨等来作为正负极材料的改性剂。



中钨在线纳米三氧化钨



中钨在线二硫化钨

## 12.1 纳米钨酸在电池中的挑战与解决方法





纳米钨酸 ( $\text{H}_2\text{WO}_4$ ) 是一种钨的含氧酸盐, 具有高比表面积和优异的电导率。纳米钨酸在电池中应用的优势: (1) 纳米钨酸由于其纳米级的尺寸, 具有非常大的比表面积。这意味着在电极材料中, 更多的活性物质可以暴露出来, 从而增强反应活性, 提高电池的能量密度。以  $100\text{m}^2/\text{g}$  的电极材料为例, 其比表面积是普通电极材料的数倍, 从而显著提高了电池的能量储存和释放能力。(2) 纳米钨酸具有优良的电导率, 这意味着电流在材料中流动时受到的阻力较小, 减少了能量损失。这对于需要大量电流的电池应用来说是至关重要的, 例如电动汽车和混合动力汽车。



中钨在线纳米钨酸

纳米钨酸在电池中应用的不足: (1) 合成成本高: 尽管纳米钨酸具有许多优点, 但其合成过程相对复杂, 成本较高。一些纳米材料的制备需要使用特殊的设备和条件, 这会增加生产成本。目前, 纳米钨酸的制备主要依赖于化学气相沉积、溶胶-凝胶法等复杂技术, 这些技术的生产效率相对较低, 且需要大量的实验设备和原材料。因此, 寻找一种更经济、高效的合成方法成为了纳米钨酸大规模应用的关键问题。(2) 稳定性问题: 纳米钨酸在电池中应用时, 其稳定性也是一个需要关注的问题。由于其纳米级的尺寸, 纳米钨酸容易团聚和氧化, 这会影响其在电池中的性能。此外, 纳米钨酸在电池充放电过程中可能会发生体积变化, 导致电极材料结构的破坏, 影响电池的循环寿命。

纳米钨酸在电池中应用的解决方法:

(1) 经济高效的合成方法: 为了降低纳米钨酸的生产成本, 科研人员正在积极寻找更经济高效的合成方法。例如, 利用微波辅助法、超声化学法等新兴技术可以大幅度提高纳米钨酸的生产效率。此外, 通过优化合成条件和原材料的选择, 可以进一步降低生产成本。例如, 利用廉价的钨酸盐和适当的还原剂进行化学还原反应, 可以制备出高纯度的纳米钨酸。这些改进措施有望降低纳米钨酸在电池中的成本, 使其更具竞争力。

(2) 提高稳定性: 针对纳米钨酸在电池中的稳定性问题, 可以通过表面改性和复合材料



等方法来提高其稳定性。例如，将纳米钨酸与其他导电材料复合，形成具有优异性能的复合电极材料。通过优化复合材料的组成和结构，可以进一步提高纳米钨酸在电池中的稳定性和循环寿命。此外，对纳米钨酸进行表面包覆或修饰也可以有效地防止其氧化和团聚，提高其在电池中的性能表现。



中钨在线纳米钨酸

(3) 深入研究电化学性能：为了更好地了解纳米钨酸在电池中的电化学性能和反应机制，需要进行更深入的研究。通过电化学测试和表征技术，可以获得纳米钨酸电极材料的动力学参数、反应活性和扩散系数等重要信息。这些数据有助于优化纳米钨酸在电池中的性能表现，并为改进和完善其应用提供科学依据。



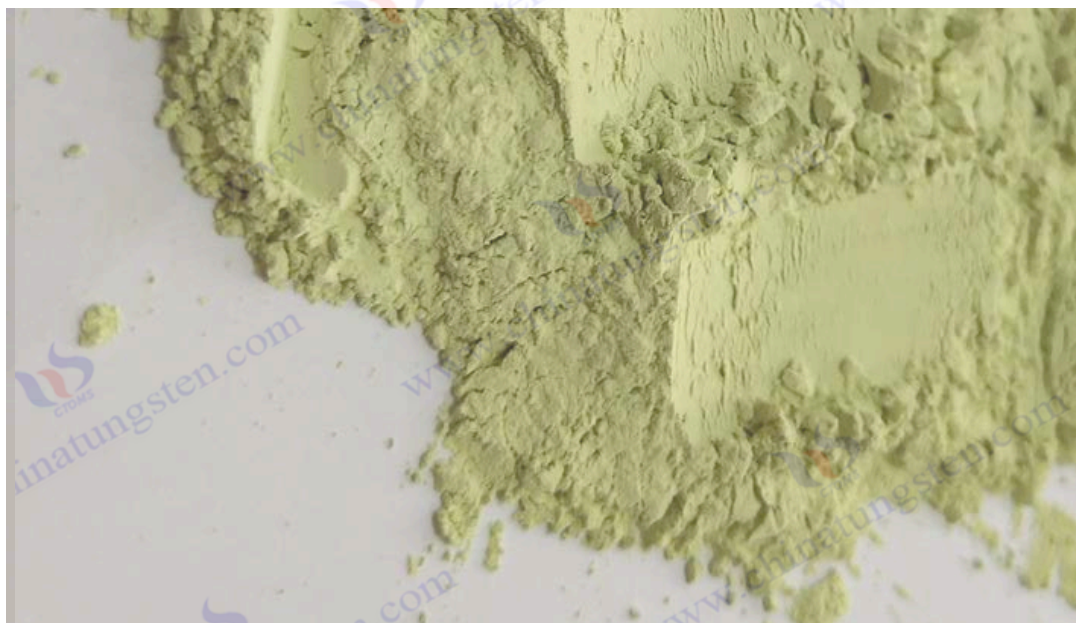
中钨在线纳米钨酸





## 12.2 纳米三氧化钨在电池中的挑战与解决方法

纳米三氧化钨，又称为纳米黄色氧化钨（ $\text{WO}_3$ ），是一种钨氧化物，具有可调控的电化学性能。纳米三氧化钨在电池中应用的优势：（1）良好的电化学性能：纳米  $\text{WO}_3$  具有可调控的电化学性能，这意味着在不同类型的电池体系中，它可以表现出特定的电化学行为。这种特性使其适用于各种应用场景，如锂离子电池、钠离子电池等。通过调整纳米  $\text{WO}_3$  的组成和结构，可以进一步优化其在不同电池体系中的性能表现。（2）高储能密度：纳米  $\text{WO}_3$  具有优异的储能性能，能够提供较高的能量密度。这意味着使用纳米  $\text{WO}_3$  作为电极材料可以增加电池的储能容量，从而提高电池的续航能力。这对于电动汽车、移动设备等需要高能量密度的应用领域具有重要意义。



中钨在线纳米三氧化钨



中钨在线纳米三氧化钨



纳米三氧化钨在电池中应用的不足：材料稳定性：纳米  $\text{WO}_3$  在某些条件下可能表现出较低的材料稳定性。在电池充放电过程中，纳米  $\text{WO}_3$  可能会发生结构变化或与电解液发生反应，导致性能下降。此外，纳米材料容易团聚和氧化，这也会影响其在电池中的稳定性。



电池

纳米三氧化钨在电池中应用的解决方法：

(1) 改进的稳定性处理：为了提高纳米三氧化钨在电池中的稳定性，可以采用多种方法进行改进处理。例如，对纳米  $\text{WO}_3$  进行表面改性，通过涂覆一层稳定材料来保护其免受氧化和电解液的侵蚀。此外，优化纳米  $\text{WO}_3$  的制备工艺也可以提高其稳定性，降低与电解液的反应活性。



中钨在线纳米三氧化钨





(2) 材料复合与优化：通过与其他材料进行复合，可以进一步优化纳米三氧化钨在电池中的性能表现。例如，将纳米  $\text{WO}_3$  与导电聚合物或碳材料进行复合，可以提高其电导率，改善充放电过程中的电子传递性能。同时，复合材料还可以缓解纳米  $\text{WO}_3$  在充放电过程中的体积变化，提高电池的循环寿命。

(3) 深入研究电化学机制：为了更好地了解纳米三氧化钨在电池中的电化学反应和反应机制，需要进行更深入的研究。通过电化学测试和表征技术，可以获得纳米  $\text{WO}_3$  电极材料的动力学参数、反应活性和扩散系数等重要信息。这些数据有助于优化纳米  $\text{WO}_3$  在电池中的性能表现，并为改进和完善其应用提供科学依据。同时，通过模拟计算和理论分析，可以进一步揭示纳米  $\text{WO}_3$  的电化学机制，为解决其稳定性问题提供理论支持。



中钨在线纳米三氧化钨

总之，纳米三氧化钨在电池中应用具有许多优势和潜在的不足之处。为了充分发挥其优点并克服不足之处，需要不断进行研究和探索。通过改进材料的稳定性处理、进行材料复合与优化以及深入研究电化学机制等方面的工作，有望实现纳米  $\text{WO}_3$  在电池中更广泛和高效的应用。同时，随着技术的不断进步和研究的深入开展，相信未来纳米三氧化钨在电池领域的应用前景将更加广阔。

### 12.3 纳米紫色氧化钨在电池中的挑战与解决方法

纳米紫色氧化钨 ( $\text{WO}_{2.72}$ ) 是一种晶体结构较为独特的钨的氧化物，具有显著的比表面效应和良好的电化学性能等特点，是一种有潜力的电池材料。

纳米紫色氧化钨在电池中应用的优势：(1) 可调控的电化学性能：纳米紫色氧化钨具有独特的电化学性能，可以通过调整其组成和结构来实现性能的优化。这种可调控的特性使其成为电池材料中的潜力股，能够满足不同应用场景的需求。通过与适当的电解质和电极



材料相结合，纳米紫色氧化钨可以展现出良好的电化学活性和稳定性。（2）电池材料的新颖选择：与传统电池材料相比，纳米紫色氧化钨作为一种新型电池材料，具有开创性的应用潜力。它为电池领域带来了新的可能性，尤其是在高能量密度和长循环寿命方面具有显著的优势。随着研究的深入开展，纳米紫色氧化钨有望成为下一代电池技术的关键组成部分。



中钨在线纳米紫色氧化钨

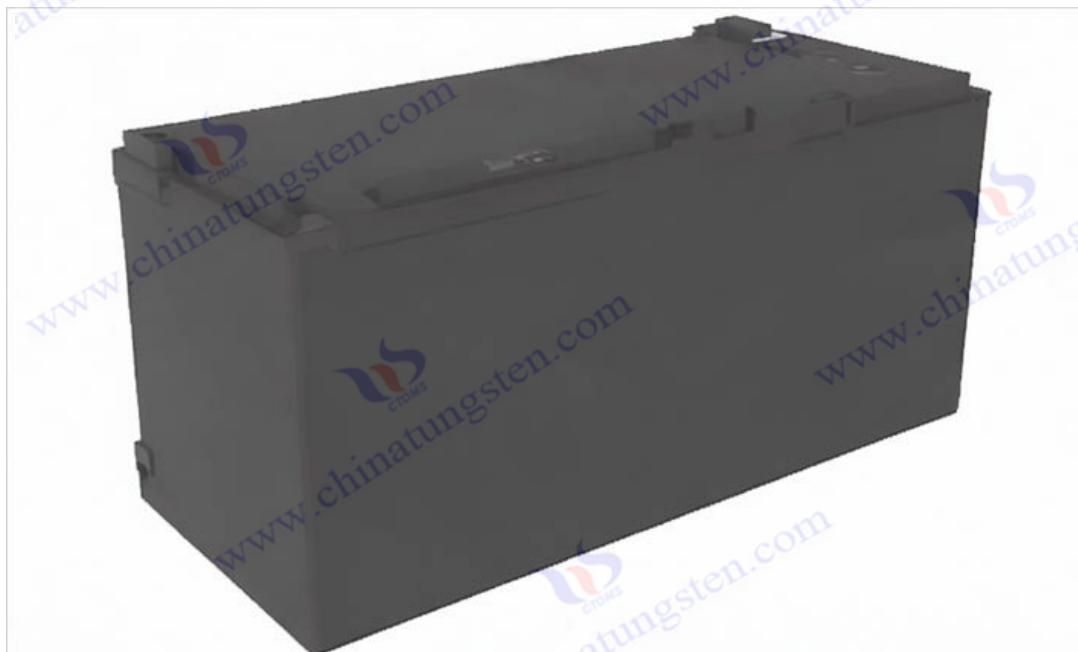
纳米紫色氧化钨在电池中应用的不足：合成难度：尽管纳米紫色氧化钨具有许多有吸引力的特性，但其合成过程相对复杂，需要精确的控制条件和合成技术。这增加了生产成本和时间投入，成为大规模应用的一大障碍。寻找更高效、经济的方法来合成纳米紫色氧化钨是解决这一问题的关键。



中钨在线纳米紫色氧化钨



纳米紫色氧化钨在电池中应用的解决方法:



电池

(1) 提高合成工艺的效率: 为了降低纳米紫色氧化钨的生产成本, 科研人员正在积极探索更高效的合成工艺。例如, 利用化学气相沉积、溶胶-凝胶法等方法可以提高合成效率, 降低生产成本。此外, 通过优化反应条件和原材料的选择, 可以进一步改进合成工艺, 提高产率和纯度。



中钨在线纳米紫色氧化钨





(2) 深入研究电化学性能与反应机制：为了更好地了解纳米紫色氧化钨在电池中的电化学性能和反应机制，需要进行更深入的研究。通过电化学测试和表征技术，可以获得纳米紫色氧化钨电极材料的动力学参数、反应活性和扩散系数等重要信息。这些数据有助于优化纳米紫色氧化钨在电池中的性能表现，并为改进和完善其应用提供科学依据。同时，通过模拟计算和理论分析，可以进一步揭示纳米紫色氧化钨的电化学机制，为解决其合成难度问题提供理论支持。

(3) 寻找合作伙伴与资金支持：推动纳米紫色氧化钨在电池领域的应用不仅需要科研人员的努力，还需要与产业界的合作和资金支持。与电池制造商和相关企业建立合作关系，共同开展研究和开发工作，有助于加速纳米紫色氧化钨的实际应用进程。同时，寻求政府和相关机构的资金支持也是推动研究进展的重要途径。



中钨在线纳米紫色氧化钨

#### 12.4 铌钨氧化物在电池中的挑战与解决方法

铌钨氧化物是铌和钨的氧化物复合物，具有高电导率和优良的电化学稳定性，是一种很有潜力的负极材料。

纳米铌钨氧化物在电池中应用的优势：（1）高电导率：纳米铌钨氧化物具有高电导率，这意味着在电池中可以提供快速的电子传输，从而提高电池的充放电性能。高电导率有助于降低电池的内阻，减少能量损失，提高电池的效率 and 功率输出。这对于需要高功率应用的场合，如电动汽车和移动设备，具有重要意义。（2）优良的电化学稳定性：纳米铌钨氧化物在电池循环中表现出优良的电化学稳定性。这意味着它在多次充放电过程中能够保持稳定的性能，不易发生结构变化或化学反应的副反应。这种优良的电化学稳定性能够提高电池的循环寿命和安全性，使得纳米铌钨氧化物成为一种可靠的电池材料。

纳米铌钨氧化物在电池中应用的不足：资源稀缺：尽管纳米铌钨氧化物具有许多有吸引力的特性，但其所需的原料（如铌和钨）在全球范围内相对稀缺。这可能导致原料供应不足和成本增加的问题，限制了其在电池领域的广泛应用。因此，寻找可持续、低成本的原料





供应是解决这一问题的关键。



电池

纳米铌钨氧化物在电池中应用的解决方法：

(1) 寻找替代材料：尽管铌和钨是稀有元素，但科研人员正在积极寻找具有类似性能的其他元素或化合物作为替代材料。例如，研究其他过渡金属氧化物或复合材料在电导率和稳定性方面的性能，以找到具有潜力的替代品。通过替代材料的应用，可以降低对稀有元素的依赖，并降低生产成本。

| III B                                                  | IV B                                                   | V B                                                    | VI B                                                   | VII B                                                  |                                                        | VIII                                                   |                                                        |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 3                                                      | 4                                                      | 5                                                      | 6                                                      | 7                                                      | 8                                                      | 9                                                      |                                                        |
| 21 Sc<br>钪<br>3d <sup>1</sup> 4s <sup>2</sup><br>44.96 | 22 Ti<br>钛<br>3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup><br>47.87 | 23 V<br>钒<br>3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup><br>50.94  | 24 Cr<br>铬<br>3d <sup>5</sup> 4s <sup>1</sup><br>52.00 | 25 Mn<br>锰<br>3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup><br>54.94 | 26 Fe<br>铁<br>3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup><br>55.85 | 27 Co<br>钴<br>3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup><br>58.93 | 28 Ni<br>镍<br>3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup><br>58.69 |
| 39 Y<br>钇<br>4d <sup>1</sup> 5s <sup>2</sup><br>88.91  | 40 Zr<br>锆<br>4d <sup>2</sup> 5s <sup>2</sup><br>91.22 | 41 Nb<br>铌<br>4d <sup>4</sup> 5s <sup>1</sup><br>92.91 | 42 Mo<br>钼<br>4d <sup>5</sup> 5s <sup>1</sup><br>95.96 | 43 Tc<br>锝<br>4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup><br>[98]  | 44 Ru<br>钌<br>4d <sup>7</sup> 5s <sup>1</sup><br>101.1 | 45 Rh<br>铑<br>4d <sup>8</sup> 5s <sup>1</sup><br>102.9 | 46 Pd<br>钯<br>4d <sup>10</sup><br>106.4                |
| 71 Lu<br>镧<br>5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup><br>175.0 | 72 Hf<br>铪<br>5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup><br>178.5 | 73 Ta<br>钽<br>5d <sup>3</sup> 6s <sup>2</sup><br>180.9 | 74 W<br>钨<br>5d <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup><br>183.8  | 75 Re<br>铼<br>5d <sup>5</sup> 6s <sup>2</sup><br>186.2 | 76 Os<br>锇<br>5d <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup><br>190.2 | 77 Ir<br>铱<br>5d <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup><br>192.2 | 78 Pt<br>铂<br>5d <sup>9</sup> 6s <sup>1</sup><br>195.1 |

钨元素



(2) 提高资源利用率：为了更有效地利用有限的资源，可以采取提高铌和钨的回收利用率的方法。通过改进提取和分离技术，提高原料的纯度，从而降低生产成本。此外，开展循环利用的研究，实现铌和钨的再利用也是解决资源稀缺问题的重要途径。

(3) 加强国际合作与政策支持：全球范围内的科研机构和企业可以加强合作，共同开展对纳米铌钨氧化物的研究和应用。通过共享资源、技术和经验，可以加速纳米铌钨氧化物在电池领域的发展。同时，政府可以提供政策支持和资金援助，鼓励相关研究和产业的发展，推动纳米铌钨氧化物在电池领域的广泛应用。

(4) 深入研究电化学性能与反应机制：为了更好地了解纳米铌钨氧化物在电池中的电化学性能和反应机制，需要进行更深入的研究。通过电化学测试和表征技术，可以获得纳米铌钨氧化物电极材料的动力学参数、反应活性和扩散系数等重要信息。这些数据有助于优化纳米铌钨氧化物在电池中的性能表现，并为改进和完善其应用提供科学依据。同时，通过模拟计算和理论分析，可以进一步揭示纳米铌钨氧化物的电化学机制，为解决其资源稀缺问题提供理论支持。



太阳能电池

## 12.5 纳米二硫化钨在电池中的挑战与解决方法

纳米二硫化钨 ( $\text{WS}_2$ ) 是硫化钨的纳米级形态，具有高比表面积和优异的电导率，使其成为电池领域备受关注的材料。

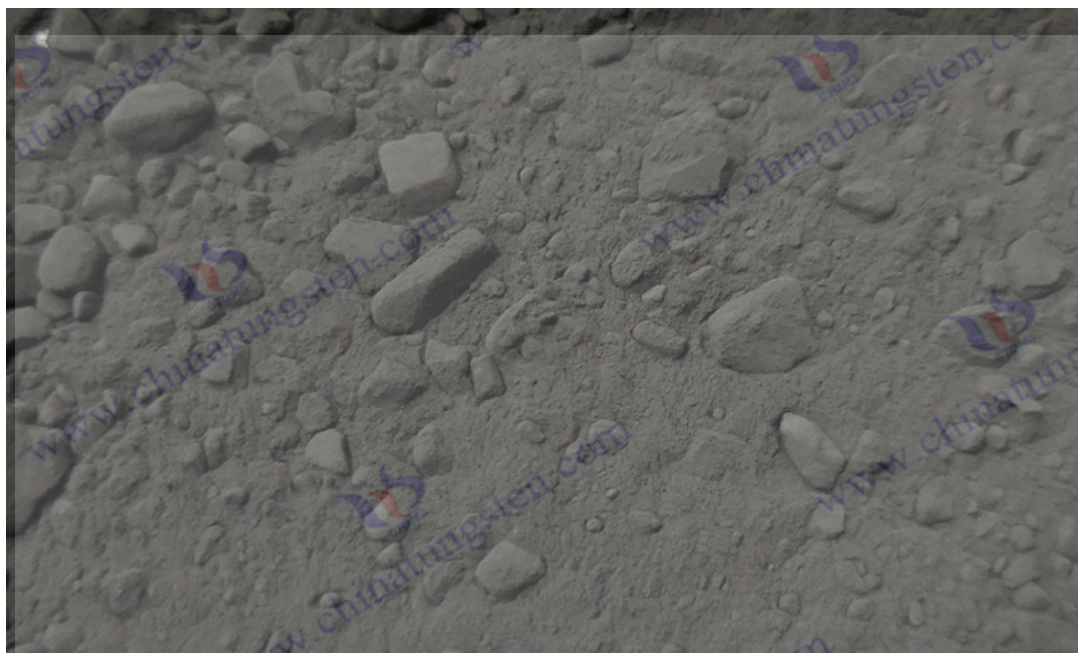
纳米二硫化钨在锂硫电池中的充放电反应：

充电： $\text{Li}^+ + \text{e}^- + \text{WS}_2 \rightarrow \text{LiWS}_2$

放电： $\text{LiWS}_2 \rightarrow \text{Li}^+ + \text{e}^- + \text{WS}_2$







中钨在线二硫化钨

纳米二硫化钨在电池中应用的优势：（1）高比表面积（ $150\text{m}^2/\text{g}$ ）：纳米  $\text{WS}_2$  由于纳米级尺寸，拥有更大的比表面积，为电池提供更多的反应活性位点。这特性有助于提高电极反应速率，增强电池性能。（2）优异的电导率（ $1.0\text{S}/\text{cm}$ ）：具有优异电导率的纳米  $\text{WS}_2$  能够改善电极的导电性能，减小电阻损耗，提高电池的整体效率。（3）高储能密度：由于纳米  $\text{WS}_2$  的高比表面积和优异的电导率，其在电池中表现出色的储能性能，有望提高电池的能量密度，延长使用寿命。（4）可调控的电化学性能：纳米材料的优势之一是其可调控的电化学性能，可以通过控制合成条件或掺杂等手段，实现对纳米  $\text{WS}_2$  电化学性能的调控，以满足不同电池应用的需求。

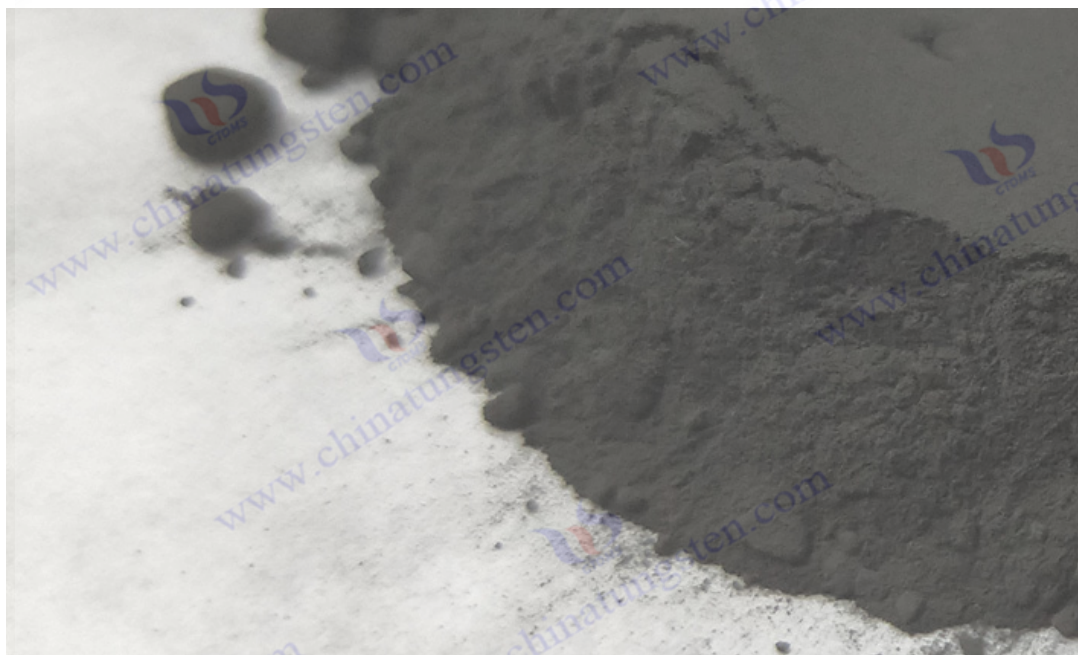


中钨在线二硫化钨





纳米二硫化钨在电池中应用的不足：纳米  $WS_2$  可能在循环中受到材料寿命的限制，主要表现为循环过程中的结构破坏、活性位点失活等问题，影响电池的循环寿命。



中钨在线二硫化钨

纳米二硫化钨在电池中应用的解决方案：

(1) 开发更稳定的硫化物材料：为了克服材料寿命限制，研究人员可以致力于开发更稳定、寿命更长的硫化物材料。通过结构优化、表面修饰等手段，提高纳米  $WS_2$  在电池中的循环稳定性。



中钨在线二硫化钨



(2) 探索新型合成方法：研究人员可以探索新型的、更加可控的合成方法，以提高纳米 $WS_2$ 的结晶度和纳米级别的均一性。这有助于降低材料的缺陷密度，提高电池的整体性能。

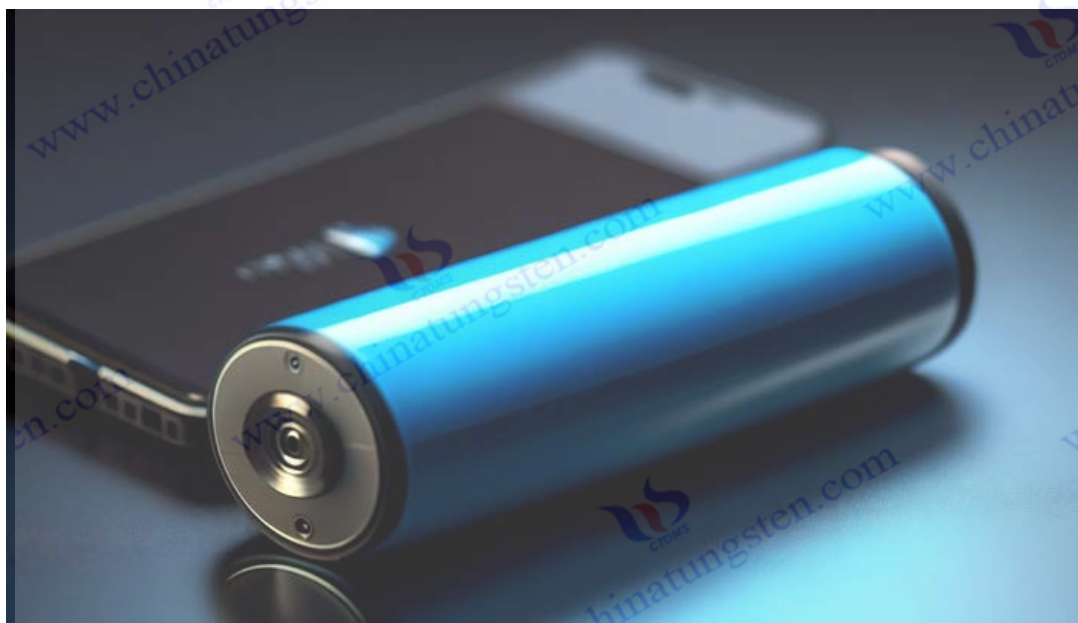
(3) 表面涂层保护：采用表面涂层保护的方法，通过包覆材料来保护纳米二硫化钨的表面，减缓与电解质的相互作用，降低活性位点的失活速率，从而提高电池的寿命。



中钨在线二硫化钨

## 12.6 纳米二硒化钨在电池中的挑战与解决方法

纳米二硒化钨 ( $WSe_2$ ) 是硒化钨粉末的纳米级形态，以其优异的储能性能和高电导率在电池领域引起了广泛关注。



电池





纳米二硒化钨在锂硒电池中的充放电反应：

充电： $\text{Li}^+ + \text{e}^- + \text{WSe}_2 \rightarrow \text{LiWSe}_2$

放电： $\text{LiWSe}_2 \rightarrow \text{Li}^+ + \text{e}^- + \text{WSe}_2$

纳米二硒化钨在电池中应用的优势：（1）纳米二硒化钨具有优异的电导率（ $1.2\text{S/cm}$ ），有助于提高电池的导电性能。良好的电导率是确保电池高效充放电的关键因素，有助于降低电阻损耗，提高能量转换效率。（2）该材料在电池中表现出出色的储能性能，有望提高电池的能量密度。这对于延长电池的工作时间以及提高其功率密度至关重要，尤其对于需要高能量密度的应用场景。（3）由于纳米级尺寸效应，纳米二硒化钨具有更大的比表面积（ $200\text{m}^2/\text{g}$ ），提供更多的反应活性位点，有助于增强电池电极与电解质之间的相互作用，提高电极的反应速率。

纳米二硒化钨在电池中应用的不足：纳米二硒化钨的合成可能存在一定的难度，这主要表现在合成工艺的复杂性和生产成本的可能增加。这是制约其商业化应用的一个潜在问题。



纳米二硒化钨

纳米二硒化钨在电池中应用的解决方案：

（1）提高合成工艺的效率：为了解决合成难度，研究人员可以致力于提高纳米二硒化钨的合成工艺效率。通过改进合成方法，寻找更简便、高效的制备途径，以提高产率、降低成本。

（2）采用新型合成催化剂，可以加速纳米二硒化钨的形成过程，提高合成效率。寻找更加环保、高效的合成方法，有助于推动其在电池中的商业化应用。

（3）通过进一步优化合成条件，如温度、压力、反应时间等，可以实现对纳米二硒化钨合成过程的更精确控制，提高产品的质量和产量。

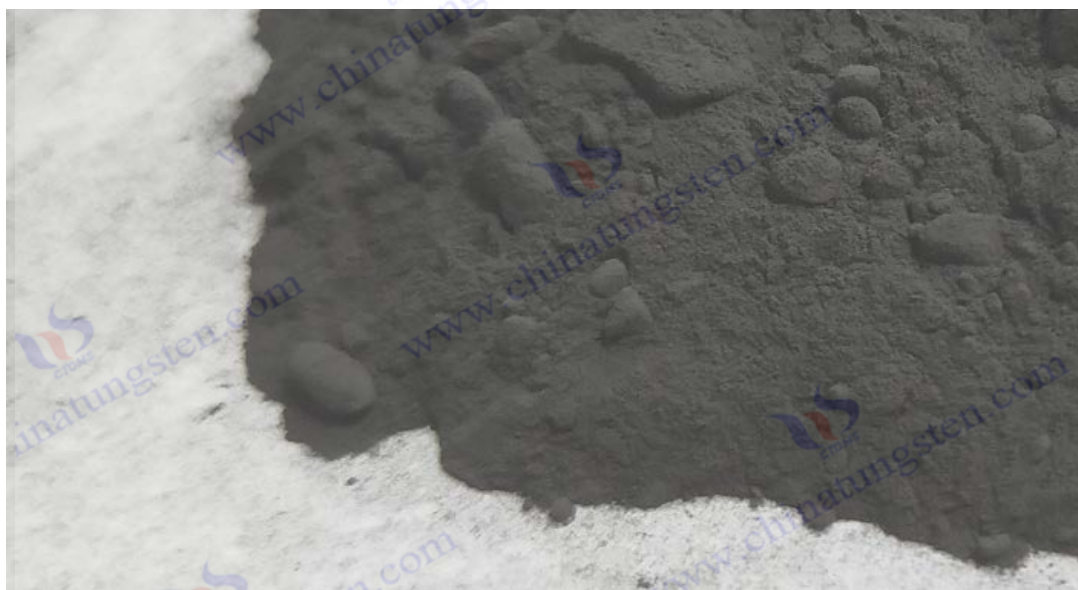




## 12.7 纳米氮化钨在电池中的挑战与解决方法

纳米氮化钨（WN）是由过渡金属钨和非金属氮两种元素共同组成的一种无机化合物，具有良好的电催化性能，可应用于电池领域。

纳米氮化钨在电池中应用的优势：（1）纳米氮化钨是一种高效的电催化剂，能够加速电池中的电荷转移过程，从而提高电池的能量转换效率和充放电性能。这种优秀的电催化性能使得纳米氮化钨成为一种理想的电极材料，有助于提高电池的性能。（2）氮是地球上极为丰富的元素，来源广泛。这为纳米氮化钨的大规模制备提供了充足的原料保障，降低了生产成本。（3）纳米氮化钨具有较高的化学和热稳定性，能够在较为恶劣的环境条件下保持稳定的性能。这种稳定性使其在高温或腐蚀性环境中仍能保持较好的电催化效果。



纳米氮化钨

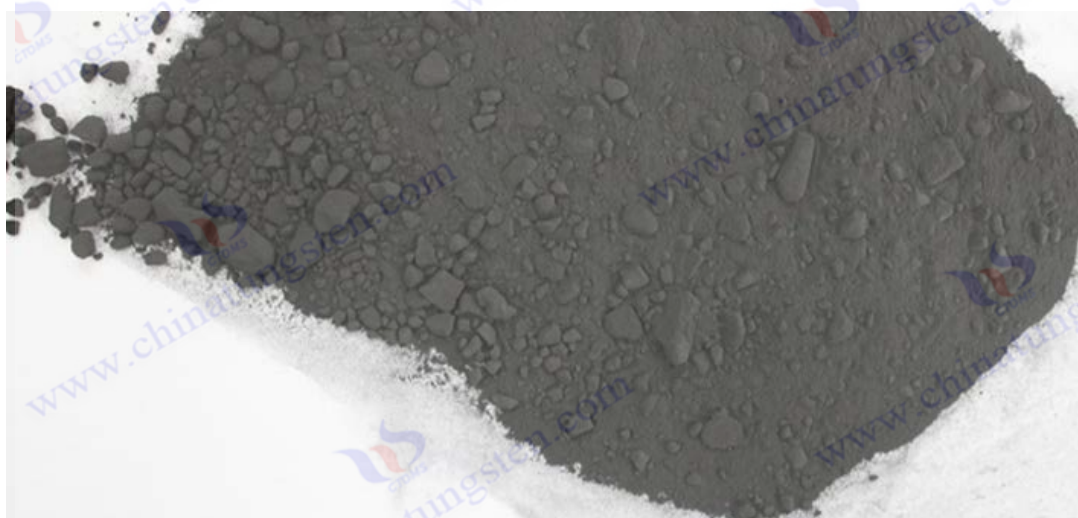
纳米氮化钨在电池中应用的不足：（1）纳米氮化钨的合成方法较为复杂，需要精确的控制条件和合成技术。这增加了生产成本和时间投入，成为大规模应用的一大障碍。（2）虽然氮是地球上极为丰富的元素，但钨资源相对有限，主要集中在少数几个国家和地区。这可能对纳米氮化钨的大规模应用造成一定的资源限制。

纳米氮化钨在电池中应用的解决方法：

（1）简化合成方法：科研人员正在积极探索更简便、高效的合成方法，以降低纳米氮化钨的生产成本。例如，利用化学气相沉积、溶胶-凝胶法等方法可以提高合成效率，降低生产难度。通过优化反应条件和原材料的选择，可以进一步改进合成工艺，提高产率和纯度。

（2）资源回收与利用：针对钨资源有限的问题，可以加强钨资源的回收和循环利用，降低对原生钨资源的依赖。同时，开展钨替代材料的研究，寻找具有相似性能的其他元素或化合物作为替代品，以扩大纳米氮化钨的原料来源。





纳米氮化钨

(3) 深入研究电化学性能与反应机制：为了更好地了解纳米氮化钨在电池中的电化学性能和反应机制，需要进行更深入的研究。通过电化学测试和表征技术，可以获得纳米氮化钨电极材料的动力学参数、反应活性和扩散系数等重要信息。这些数据有助于优化纳米氮化钨在电池中的性能表现，并为改进和完善其应用提供科学依据。同时，通过模拟计算和理论分析，可进一步揭示纳米氮化钨的电化学机制，为解决其资源限制问题提供理论支持。

总之，纳米氮化钨作为一种有潜力的电池材料具有广泛的应用前景，但需要克服合成难度和资源限制等挑战。通过简化合成方法、资源回收与利用以及深入研究电化学性能与反应机制等方面的工作，有望实现纳米氮化钨在电池中更广泛和高效的应用。随着技术的不断进步和研究的深入开展，相信未来纳米氮化钨将在电池领域发挥越来越重要的作用。



燃料电池

