

优氩迅滤筒在锂电池正负极材料制备过程中的应用

Application of UOXXON® Filter Cartridge in the Preparation Process of Lithium Battery Positive and Negative Materials

余绍毅 袁嘉 叶中天 王浩华

Shaoyi Yu, Jia Yuan, Zhongtian Ye, Haohua Wang

(广州市华滤环保设备有限公司 广东广州 511400)

Guangzhou Farrleey Filtration Co., Ltd, Guangzhou, Guangdong, 511400

摘要 本文阐述了优氩迅滤筒在锂电池正负极材料制备过程中的应用,分析了锂电池正负极材料制备工艺段的粉尘特性以及滤筒在控制粉尘排放方面的应用效果。本文强调了滤筒在锂电池正负极材料制备中的重要性。结果表明,优氩迅滤筒在该领域具有显著的效果,为锂电池正负极材料制备的粉尘净化提供了新的思路和方法。

Summary: This article elaborates UOXXON® filter cartridge using in the preparation process of lithium battery positive and negative electrode materials, analyzes the dust characteristics of the lithium battery positive and negative electrode material preparation process section and the filter cartridge applying effects during controlling dust emission. The article emphasizes the importance of filter cartridges used in the preparation of lithium batteries positive and negative materials. The results show that UOXXON® filter cartridge has a remarkable effect in this field, and it provides a new idea and method for the dust purification of the lithium batteries positive and negative materials.

关键词 锂电池;正负极材料;滤筒;粉尘;优氩迅

Keywords: Lithium Battery; Positive and Negative Electrode Materials; Filter Cartridge; Dust; UOXXON®

1. 引言

随着新能源汽车的普及和需求的不断增加,锂离子电池作为一种高效、环保、安全的电池,具有高能量密度、长寿命、低自放电率等优点,因此被广泛应用于新能源汽车领域。近年来,政府出台了一系列支持新能源汽车产业发展的政策,例如,《新能源汽车产业发展规划(2021-2035年)》、《关于加快新能源汽车产业发展的若干意见》、《国务院关于印发推进新能源汽车产业发展的指导意见》等政策,这些政策的出台,为锂电池行业的发展提供了政策支持和契机。

锂电池的正负极材料是决定其性能的关键因素之一。正极材料的选择通常基于其嵌入/脱出锂离子的能力和稳定性,而负极材料的选择则考虑其嵌入/脱出锂离子的速率和稳定性。制备过程也会对电池性能产生重要影响,如正极材料的烧结温度、负极材料的碾压方式和电解液的配制等都会影响锂电池的性能表现,如容量、循环寿命和安全性。而这一过程中,粉尘的产生和如何有效进行除尘净化长期困扰着众多的生产企业,这不仅会影响材料制备的效率和性能,还会导致员工健康、环境污染以及物料损失等问题。因此,研究选用何种优质的过滤元件,有着重要的研究意义和应用价值^[1]。

目前,针对锂电池正负极粉尘治理这一领域,传统的布袋过滤元件虽然可以达到一定的过滤效果,但在实际应用中存在较多的缺陷。例如,其过滤效率不高,易堵塞、易磨损、维护成本高等问题。这些问题不仅导致了生产效率低下和物料损失,也给企业 and 环境带来了一系列负面影响。为了解决这些问题,目前已经发展出了多种方法和技术,其中优氩迅滤筒的应用引起了越来越多的关注。

相对于传统的布袋过滤技术,优氩迅滤筒具有过滤效率高、维护成本低、易于自动化等优点。因此,装备优氩迅滤筒的集尘设备已经成为锂电池材料制备过程中的重要过滤设备。本文旨在探讨优氩迅滤筒在锂电池正负极材料制备过程中的应用及其效果,并与传统的布袋过滤技术进行对比。通过对优氩迅滤筒的研究和分析,可以为锂电池材料制备工艺除尘领域提供新的思路和方法,为企业提供参考价值。

2. 锂电池正负极材料的制备过程与粉尘特性

2.1 正负极材料的常见制备工艺

2.1.1 正极材料常见制备工艺

高温固相烧结法是最早采用的一种 LiFePO_4 粉体合成方法,也是现阶段工业应用中多采用的方法,如图 1 所示。 Li^+ 源常用 $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ 、 Li_2CO_3 、 LiNO_3 ; PO_4^{3-} 来源主要选用 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 和 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 等; Fe^+ 源常用 $\text{Fe}(\text{CO})_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 Fe_2O_3 、 FePO_4 等。固相法设备和工艺简单,对工业化生产比较有利。

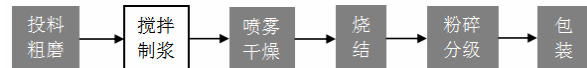


图 1 LFP 正极材料高温固相烧结法制备工艺

液相共沉淀法是一种制备超细氧化物由来已久的方法,由于溶解过程中原料均呈液相,使元素间能够得到最大程度均匀混合。其具体过程是将适合的沉淀剂加入到有不同化学成分的可溶盐组成的混合溶液当中,析出难溶的超微颗粒沉淀,再将此前驱体沉淀物干燥、烧结后得到成品。Arnold 等以二价 Fe 盐为铁源,调整溶液 pH 值,共沉淀合成 LiFePO_4 超细前驱体,在 N_2 气氛下 $650\sim 800^\circ\text{C}$ 的 12h 热处理合成了 LiFePO_4 。成品为粒度 D_{50} 约 $5\mu\text{m}$ 的粉体,具有优良的电化学性能,在首次循环中就表现出极佳的循环稳定性。在 0.05C 下,容量可达 160mAh/g ,即使在 0.5°C 下,初次循环容量也高达 145mAh/g ^[2]。

其他制备工艺在市场上应用较少,例如:碳热还原法、溶胶-凝胶法、微波烧结法、乳液干燥法、模版法、脉冲激光沉积法等等。

在正极材料制备工艺中,会产生大量的粉尘,对工作环境和工人健康产生负面影响。这些粉尘不仅会影响工作环境和工人的健康,还会对生产过程和产品质量产生影响。因此,除尘净化在正极材料制备工艺中扮演着重要的角色,可以提高工作环境的安全性和生产效率,同时也有利于提高产品质量。

2.1.2 负极材料常见制备工艺

常见的负极材料有石墨、硅基材料、碳纤维等。不同的制备工艺可

以获得不同的负极材料性能。目前，常见的负极材料制备工艺有以下几种。

湿法制备工艺是负极材料制备中的主要方法之一。该方法是在液相中加入原料，通过反应合成所需的负极材料。湿法制备工艺可以获得高纯度、粒径小、电化学性能好的负极材料。

干法制备工艺是负极材料制备的一种重要方法，通过高温热处理来制备负极材料，如图2所示。该方法具有工艺简单、适用范围广、产品成本低等优点。但是，由于高温热处理过程中会产生大量的粉尘，需要采用高效的集尘技术进行处理。

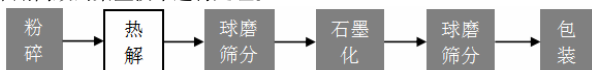


图2 石墨负极材料干法制备工艺

气相沉积制备工艺是一种新兴的负极材料制备方法。该方法将气态前体物质经过特定的反应，在基材表面上沉积形成负极材料。该方法具有制备过程简单、粉尘产生量小等优点，但其设备成本较高，目前应用较少。

在负极材料的制备过程中，产生的粉尘会对工作环境、生产效率、产品质量等产生严重的影响。因此，采用高效的集尘技术对产生的粉尘进行收集和处理具有重要的意义^[9]。

2.2 正负极材料的功能和粉尘特性

2.2.2 正负极材料的粉尘特性

正负极材料的制备过程中会产生大量的粉尘，这些粉尘的特性对于电池的性能和安全具有重要的影响。研究正负极材料粉尘的特性，可以更好地理解电池的制备过程和电池的性能。

正极材料钴酸锂（LiCoO₂）粉尘的特性表明，其平均粒径为 1~10 μm，表面积较大，易于在空气中悬浮。同时，钴酸锂粉尘还具有较高的氧化性和热稳定性。这些特性会导致钴酸锂粉尘在空气中易于自燃，并且在热加工过程中易于爆炸；锰酸锂（LiMn₂O₄）是一种较为安全的正极材料，其粉尘的特性表明其平均粒径较小，为 0.5~5 μm，但其表面积较大。锰酸锂粉尘还具有较高的热稳定性，不易自燃或爆炸。但是，锰酸锂粉尘具有较高的毒性，可能对工人造成健康危害；磷酸铁锂（LiFePO₄）粉尘特性为平均粒径较大，为 0.5~10 μm，表面积相对较小。磷酸铁锂粉尘的热稳定性较高，不易自燃或爆炸，并且不具有明显的毒性；负极材料石墨（Graphite）粉尘的特性表明，其平均粒径为 10 μm 左右，表面积较小，不易在空气中悬浮。石墨粉尘具有较高的热稳定性，不易自燃或爆炸，并且不具有明显的毒性。但是，石墨粉尘易于在电池中与电解液反应，可能导致电池内部出现气体和膨胀等问题，影响电池的性能和安全。

根据研究，不同种类的正负极材料在制备过程中都会产生粉尘。正极材料的主要成分是过渡金属氧化物，如钴、锰、镍等，制备过程中产生的粉尘含有这些金属的氧化物，以及其他添加剂和助剂的残留物。而负极材料主要成分是碳负极材料和金属氧化物复合材料，制备过程中产生的粉尘主要含有这些材料的碎片、颗粒和氧化物。

正负极材料的粉尘特性也有所不同。根据实验数据，正极材料的粉尘粒径主要分布在 5~15 μm 之间，平均粒径约为 10 μm。而负极材料的粉尘粒径主要分布在 5~20 μm 之间，平均粒径约为 8 μm。正极材料的粉尘粒径相对较大，容易被人眼所察觉，而负极材料的粉尘粒径相对较小，更容易被吸入到肺部。

除此之外，正负极材料的粉尘在制备过程中还存在不同的物理和化学性质。例如，在钴酸锂的制备过程中，会产生大量的氧化钴尘，这些粉尘不仅具有一定的刺激性和毒性，还具有易燃易爆的危险。而锰酸锂的制备过程中，则会产生大量的二氧化锰尘，这些粉尘对人体有较强的致癌作用。在高温的工况下，粉尘的温度也会随之增加，例如喷雾干燥是一种高效的正极材料制备工艺段，它将电解液喷雾成微小颗粒，内部的热气流会将悬浮在空气中的正极材料液滴快速蒸发，使其在高温下瞬间干燥转化成固态粉末，这些粉末会在空气中形成浓厚的粉尘云，这些粉尘具有分布范围广、高浓度、成分复杂、高温等特性。

随着制备工艺的改进和材料性能的提高，制备工艺中产生的粉末也越来越细。这些细小的粉末不仅在生产过程中更容易扬尘，造成原材料的溢出和散失，还会增加制备工艺中的废料率，从而降低了工艺的效率 and 材料的利用率，导致成本的增加，随之出现物料损失等问题。因此，在正负极材料的制备过程中，需要采取高效的集尘净化措施，降低粉尘的危害^[9]。

3. 优氨迅滤筒在锂电池正极与负极材料制备过程中的优点

3.1 优氨迅滤筒相比布袋的优势

布袋除尘器因其较大的占地面积、较低的过滤效率和较差的清灰效果，已经逐渐被滤筒除尘器所替代。相对于布袋除尘器，滤筒除尘器优势明显——小型化设计：滤筒除尘器采用滤筒作为过滤器件，相对于布袋除尘器的过滤袋，滤筒的体积和长度可以大大缩小，从而减小了设备的体积和占地面积，如图3所示。因此，滤筒除尘器更适合在空间有限的场合使用，如室内净化、车间除尘等；低阻力运行：在相同长度下，滤筒的过滤面积可以达到布袋的4倍，过滤面积增加，过滤风速随之降低。在一定范围内，过滤风速越低，系统的阻力就越低，随之过滤效率就越高，因此相对于布袋除尘器，滤筒除尘器的过滤风速更低，过滤效率更高，同时还降低了风机能耗和运行成本；滤筒除尘器的清灰效果更好，能够更彻底清除滤筒表面的灰尘，保证了设备的长期稳定运行，如图4所示；可定制化：滤筒除尘器可以根据不同的工况，如易燃易爆或高温等特殊粉尘工况，针对不同需求进行定制化设计，包括滤筒材料、长度、直径等参数的选择，以及设备的布局、结构等方面。这样就可以在不同的应用场景中，实现最佳的过滤效果和最小的运行成本^[5]。

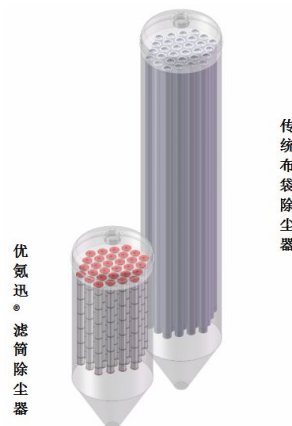


图3 除尘器体积对比

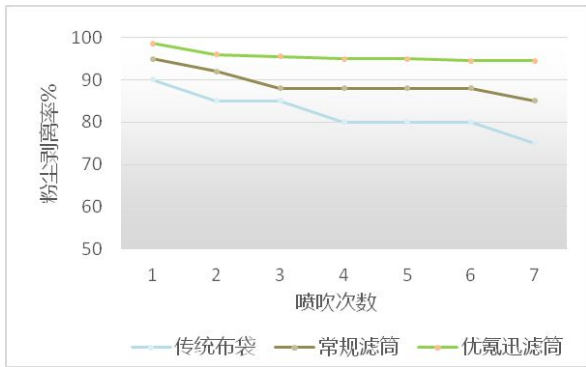


图4 粉尘剥离率对比

综上所述，滤筒除尘器具有小型化设计、低阻力运行、高效清灰技术和可定制化等优势，相对于布袋除尘器，具有更好的过滤效果和更低的运行成本，因此在工业生产和环境治理等领域中得到了广泛的应用。

3.2 优氦迅滤筒应对锂电池正负极材料粉尘特性

锂电池正负极材料制备过程中，超细粉尘颗粒的处理是一个重要的问题。常用的处理方法是在滤料表面进行 PTFE 覆膜。然而，常规 PTFE 覆膜对于超细粉尘的过滤效率偏低，会导致过滤效果差、排放不达标和物料损失等问题，对高价值锂电池材料的收集造成了较大的影响。未来，为了获得更高能量密度的锂电池产品，正负极材料的体积密度将增加，粒径将减小，这将使得超细粉尘颗粒的处理更加重要。

长圆布袋处理方法作为一种传统的处理方式，存在着过滤风速偏高、过滤精度偏低等问题，会造成材料跑粉和物料损失等问题的发生。特别是在高温粉料收集环节，这些问题更为突出。因此，在锂电池行业高速发展时期，我们必须解决排放超标、物料浪费和能耗过大等问题。为了达到这个目标，设备改造和滤袋升级已经成为必须的措施。

在这种情况下，华滤环保公司推出了高效低阻的高、低温型优氦迅滤筒，以解决这些问题。优氦迅滤筒采用了华滤环保公司自研的“极滤”滤料，并在表面覆盖了高精度、高通透的 ePTFE 膜。采用超微孔表面过滤技术，0.5 μm 的颗粒物粉尘过滤效率能达到 99.51%，经过优氦迅滤筒过滤后的粉尘排放接近于零，这为锂电池正负极材料制备过程中的超细粉尘颗粒处理提供了更为高效的方案。

此外，高通透覆膜的透气性提升 30% 以上，系统阻力大为下降，如图 5 所示。针对高温工艺后端的空气处理，华滤环保公司还推出了高温型优氦迅滤筒，可长期在 200℃ 环境下稳定使用。结合高精度、高通透的 ePTFE 覆膜技术，过滤精度及效率更高，透气性能更强，材料整体更耐磨，运行阻力更低，这使得优氦迅滤筒成为锂电池正负极材料制备过程中不可或缺的高效除尘器过滤元件。

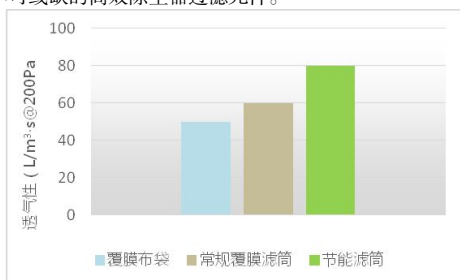


图5 透气性能对比

以上特点和优势的结合，使得优氦迅滤筒在锂电池制备过程中更具有适用性。其在过滤效率、过滤精度、系统阻力等方面的优异表现，为锂电池材料制备过程中的环境保护和能源节约提供了有力支持。

4 优氦迅滤筒在锂电池正极与负极材料制备过程中的应用

华滤环保公司参与了众多正负极材料制备工艺中集尘除尘设施的改造项目，例如：正负极材料的混料、破碎、干燥、筛分、包装等工艺段。采用优氦迅滤筒替换传统布袋，这些项目旨在改善锂电池材料生产过程中透粉造成的高价值物料损失、能源浪费和环境污染等问题。根据项目数据研究，该项目的实施可以将高价值物料损失减少 80% 以上，同时降低风机能耗和压缩空气耗量。已经与贝特瑞新材料集团股份有限公司、上海璞泰来新能源科技股份有限公司、杉杉科技股份有限公司、广东凯金新能源科技股份有限公司等企业进行合作。客户反馈显示，华滤环保公司的优氦迅滤筒在锂电池材料生产过程中的应用效果非常显著，不仅可以提高生产效率，同时还能减少材料损失和能源浪费，对于企业的经济效益和环境保护都起到了积极的作用，有助于实现可持续发展目标。

作为该领域的领先企业，华滤环保公司的优氦迅滤筒作为成熟且获得业内广泛认可的产品，在新能源锂电池领域里得到了广泛应用。其技术优势在于高效除尘、低能耗、长使用寿命等方面，是锂电池制造各个环节中实施超低排放升级改造和新建产线的首选。

5. 结论

锂电池正负极材料的制备过程中产生的粉尘具有复杂的成分和广泛的粒径分布范围，需要采取有效的控制措施来减少对人体和环境的危害以及为企业减少物料损失。优氦迅滤筒作为一种高效的过滤设备元件，在锂电池正负极材料制备过程中具有明显的优点。优氦迅滤筒已经被广泛应用于锂电池正负极材料制备过程中，可以有效地降低粉尘浓度，提高产品质量。将优氦迅滤筒引入锂电池正负极材料制备过程中是一种非常有效的控制措施，可以有效减少粉尘危害，提高工作效率和生产效益。

华滤环保是一家专注于粉尘治理领域超过 15 年的企业，作为国内领先的滤料、滤筒和除尘设备制造商，华滤环保提供全面的除尘系统评估、改造升级、维保和运维等一站式服务，为锂电池材料生产企业提供可靠的技术支持和服务保障。华滤环保通过对除尘系统的整体升级改造，实现了锂电池材料生产过程中的排污降碳、降本提效等多重目标，进一步提升了企业的竞争力和可持续发展水平。

总之，华滤环保作为专业的除尘系统解决方案提供商，可为锂电池材料生产企业提供高效、可靠的技术服务和产品支持，帮助企业实现更加环保、高效和经济的生产过程。未来，随着锂电池材料生产的不断发展和技术进步，华滤环保将继续致力于技术创新和服务优化，为客户提供更加全面、专业的解决方案，共同推动行业的可持续发展。”

参考文献：

- [1] 李月涛. 浅谈锂电正极材料生产车间除尘[J]. 科技风, 2010
- [2] 王锦. 优氦迅®滤筒在钢铁行业超低排放改造中的技术探讨[J]. 冶金与材料, 2020.