

动力锂离子电池极片的辊压工艺

闫小飞

邢台纳科诺尔精轧科技股份有限公司, 河北 邢台 054000

[摘要] 文章讨论了动力锂离子电池极片的辊压工艺, 并针对该工艺面临的现状、问题和改进策略进行了分析。在现状部分, 介绍了动力锂离子电池极片辊压工艺的应用广泛程度、主要特点以及现有技术改进和创新。在问题部分, 讨论了工艺的一致性和稳定性、材料损伤和变形、电池性能差异和品质控制挑战等问题。在改进策略部分, 提出了工艺参数优化与控制、材料优化和结构设计改进、质量控制和监测技术的应用等策略。这些策略旨在提高工艺的一致性、稳定性和品质控制, 从而改善电池的性能和可靠性。通过进一步研究和创新, 动力锂离子电池极片辊压工艺有望迎来更好的发展和应用。

[关键词] 动力锂离子电池极片; 辊压工艺; 改进策略

DOI: 10.33142/ect.v1i4.9375

中图分类号: TG335.21

文献标识码: A

Roller Pressing Process for Power Lithium-ion Battery Electrode Plates

YAN Xiaofei

Xingtai Nakonor Finishing Mill Technology Co., Ltd., Xingtai, Hebei, 054000, China

Abstract: The article discusses the rolling process of power lithium-ion battery electrodes, and analyzes the current situation, problems, and improvement strategies faced by this process. In the current situation section, the widespread application, main characteristics, and existing technological improvements and innovations of the rolling process for power lithium-ion battery electrode sheets were introduced. In the problem section, issues such as process consistency and stability, material damage and deformation, battery performance differences, and quality control challenges were discussed. In the improvement strategy section, strategies such as process parameter optimization and control, material optimization and structural design improvement, quality control and monitoring technology application were proposed. These strategies aim to improve process consistency, stability, and quality control, thereby improving battery performance and reliability. Through further research and innovation, the rolling process of power lithium-ion battery electrode sheets is expected to usher in better development and application.

Keywords: power lithium-ion battery electrode plate; rolling process; improvement strategy

引言

随着电动汽车和可再生能源的快速发展, 动力锂离子电池作为重要的能量存储设备变得日益重要。在动力锂离子电池中, 电池极片的辊压工艺是关键制造环节, 直接影响电池性能和品质。然而, 现有的辊压工艺仍面临一些挑战, 如一致性和稳定性问题、材料损伤和变形问题, 以及电池性能差异和品质控制挑战。为了克服这些问题, 需要对辊压工艺进行深入研究和改进。本文旨在探讨动力锂离子电池极片辊压工艺的现状、问题和改进策略。通过优化工艺参数、改进材料和结构设计, 以及应用质量控制和监测技术, 我们可以提高辊压工艺的一致性、稳定性和品质控制, 进一步推动动力锂离子电池技术的发展。

1 动力锂离子电池极片辊压工艺的现状

1.1 动力锂离子电池极片辊压工艺的应用广泛程度

动力锂离子电池极片辊压工艺是目前电池制造中应用广泛的关键工艺之一。它在电池性能和可靠性方面起着重要作用, 因此受到众多电池制造商的广泛关注和应用。

动力锂离子电池作为目前电动车辆和可再生能源等领域的主要能量存储装置, 对于提高能源利用效率和减少

碳排放具有重要意义。而辊压工艺作为电池制造中的关键步骤之一, 对电池性能具有直接影响。因此, 广泛采用辊压工艺可以确保电池的性能和可靠性。

动力锂离子电池极片辊压工艺的应用已经得到电池制造行业的广泛认可, 大多数电池制造商都采用辊压工艺来生产锂离子电池极片。无论是大型电池制造商还是新兴的电池技术公司, 辊压工艺都是制造高性能电池的重要环节之一。其广泛应用的原因在于辊压工艺可以提高电池极片的结合强度和导电性, 从而改善电池的循环寿命、功率密度和安全性能。

辊压工艺的应用不仅局限于动力锂离子电池, 在其他类型的锂离子电池中也有广泛应用。例如, 辊压工艺在储能电池、便携式电子设备电池以及工业用途的电池中都有重要作用。这进一步扩大了辊压工艺的应用范围和广泛程度。

1.2 当前动力锂离子电池极片辊压工艺的主要特点

当前动力锂离子电池极片辊压工艺具有以下主要特点, 这些特点对于提高电池性能和可靠性起着关键作用:

辊压工艺可以提高电池极片的结合强度和导电性, 通过辊压过程, 电池极片中的活性物质与电解质层能够更加

紧密地结合在一起,形成良好的电池极片结构。这样的结合强度可以提高电极材料的耐久性,减少电池使用过程中的松动和损伤,从而提高电池的循环寿命。

辊压工艺能够改善电池的循环寿命和功率密度,通过辊压,电池极片中的活性材料与电解质层之间形成更加紧密的接触,有效提高了电子和离子的传输速度。这可以降低电池内部电阻,减少充放电过程中的能量损失,提高电池的能量密度和功率密度。辊压工艺还可以改善电极的电化学性能,提高电池的循环稳定性,延长电池的使用寿命。^[1]

1.3 动力锂离子电池极片辊压工艺的现有技术改进和创新

(1) 工艺参数优化与控制: 工艺参数优化是改进动力锂离子电池极片辊压工艺的关键策略之一。通过研究辊压工艺的关键参数,如辊压速度、温度和压力等,可以优化这些参数的选择和控制在,以获得更好的辊压效果和一致性。例如,通过精确控制辊压速度和温度,可以确保电极材料与电解质层的均匀结合,并提高电极材料的充放电性能。采用先进的控制系统和实时监测技术,可以确保工艺参数的稳定性和精确控制,从而提高生产的稳定性和一致性。

(2) 材料优化和结构设计改进: 材料优化是改进动力锂离子电池极片辊压工艺的另一个重要方面。研发新型电极材料,具有更好的韧性和抗损伤性能,是提高工艺性能的关键。这些材料可以通过添加纳米颗粒或纤维增强材料等方式来改善电极的力学性能和稳定性,减少辊压过程中的变形和损伤。此外,通过优化电极的结构设计,如增加电极的孔隙率和表面积,可以改善电解质的渗透性和离子传输速度,进一步提高电池的性能和循环寿命。

2 动力锂离子电池极片辊压工艺面临的问题

2.1 一致性和稳定性问题

一致性和稳定性问题是动力锂离子电池极片辊压工艺面临的重要挑战。在电池生产过程中,辊压工艺的一致性和稳定性对于确保产品性能的一致性和质量的稳定性至关重要。

一致性问题指的是在不同批次或不同生产线上制造的电池极片之间的性能差异,由于辊压过程中涉及多个工艺参数和操作环节,如辊压速度、温度和压力等,这些因素可能会导致辊压过程的不一致性。不一致的辊压可能导致电极材料与电解质层之间的结合质量不同,进而影响电池的性能和循环寿命。因此,如何实现辊压工艺的一致性是一个关键问题。

稳定性问题涉及到辊压工艺在长时间运行过程中的稳定性和可靠性,长时间的连续辊压过程可能会导致设备磨损、热传导问题以及工艺参数漂移等,这些因素可能导致辊压过程的稳定性下降。辊压稳定性的下降会导致电极材料

的结合质量变差,进而影响电池的性能和循环寿命。因此,确保辊压工艺的长期稳定性是解决稳定性问题的关键。

2.2 材料损伤和变形问题

材料损伤和变形问题是动力锂离子电池极片辊压工艺面临的重要挑战。在辊压过程中,电极材料可能会受到压力、温度和机械力等因素的影响,导致材料的损伤和变形,进而影响电池的性能和可靠性。

材料损伤问题是指在辊压过程中,电极材料可能会发生物理和化学上的损伤。辊压过程中的高压作用下,电极材料可能会受到压缩、破碎或变形,特别是对于高容量和高能量密度的电池而言。这些损伤可能会导致电池性能的下降,如容量损失、内阻增加等,从而影响电池的循环寿命和功率输出。^[2]

材料变形问题是指在辊压过程中,电极材料可能会发生尺寸和形状的变化。由于辊压过程中施加的压力和力的不均匀分布,电极材料可能会发生厚度不均匀、形状变形或边缘破裂等问题。这些变形可能会导致电极材料的内部应力集中,进而影响电池的结构稳定性和电化学性能。

2.3 电池性能差异和品质控制挑战

电池性能差异和品质控制挑战是动力锂离子电池极片辊压工艺面临的重要问题。由于辊压工艺的复杂性和影响因素的多样性,不同批次的电池极片之间可能存在性能差异,这对电池的一致性和品质控制提出了挑战。

电池性能差异问题是指在辊压工艺中,不同批次或不同生产线上制造的电池极片之间可能存在性能差异。这些差异可能源于材料的差异、工艺参数的变化、设备的差异等多种因素。电池性能差异可能会导致在电池组装过程中的不匹配和不均衡,从而影响整个电池组的性能和可靠性。

品质控制挑战涉及到如何确保辊压工艺在生产过程中的一致性和稳定性,以及如何提高电池的品质和一致性。辊压工艺中涉及多个工艺参数和操作环节,如辊压速度、温度和压力等,这些因素可能会导致工艺的变异性和不稳定性。如何建立有效的品质控制体系,确保生产过程中的一致性和稳定性,是提高电池品质和控制性能差异的关键挑战。

3 改进动力锂离子电池极片辊压工艺的策略

3.1 工艺参数优化与控制

工艺参数优化与控制是改进动力锂离子电池极片辊压工艺的重要策略。通过研究和优化辊压工艺的关键参数,如辊压速度、温度和压力等,可以提高工艺的一致性、稳定性和效率,进而改善电池性能和可靠性。

工艺参数优化旨在找到最佳的参数组合,以实现最佳的辊压效果和一致性。不同的工艺参数对于电池极片的结合质量、电解质浸润性和电极材料性能等方面具有不同的影响。通过对这些参数的系统研究和优化,可以找到最佳的参数范围,以实现辊压工艺的最佳性能。例如,合理选择辊压速度和温度,可以控制电极材料与电解质层的结合

质量，减少结构松动和内阻增加的问题。

工艺参数的控制是确保辊压过程的稳定性和一致性的关键，通过建立先进的控制系统和实时监测技术，可以实时监测辊压过程中的关键参数，并对其进行精确控制。这可以减小参数的波动性，保持工艺的稳定性 and 一致性。例如，采用先进的传感器和自动化控制系统，可以实时监测辊压速度、温度和压力等参数，并根据实际情况进行调整和控制。^[3]

在工艺参数优化与控制的过程中，以下是一些关键的步骤和方法：

(1) 实验设计和优化：通过设计合理的实验方案，系统地研究不同参数对辊压效果和电池性能的影响。通过统计分析和模拟仿真等方法，找到最佳参数组合和工艺条件。

(2) 参数范围的确定：根据材料特性和工艺设备的限制，确定工艺参数的合理范围。考虑到不同电极材料和电池型号的差异，参数范围的确定需要综合考虑多个因素。

(3) 实时监测和反馈控制：建立先进的实时监测系统，通过传感器和仪器对关键参数进行实时监测。根据监测结果，采取及时的反馈控制措施，对参数进行调整和优化。

3.2 材料优化和结构设计改进

材料优化和结构设计改进是改进动力锂离子电池极片辊压工艺的重要策略。通过研发新型电极材料和优化电极的结构设计，可以提高电池的力学性能、稳定性和循环寿命，从而改善电池的性能和可靠性。

材料优化是指通过研发新型电极材料，具有更好的韧性、抗损伤性能和电化学性能。目前的研究方向包括开发具有高强度、高导电性和高容量的电极材料，以满足电池对高性能材料的需求。例如，通过添加纳米颗粒、纤维增强材料或调整电极材料的成分，可以改善电极的力学性能和稳定性，减少辊压过程中的变形和损伤。此外，优化电极材料的电化学性能，如提高材料的离子和电子传导性，有助于提高电池的能量密度和循环寿命。

结构设计改进是指通过优化电极的结构设计，改善电极的力学性能和稳定性。电极的结构设计涉及到电极材料的组成、颗粒形状、孔隙率、厚度和涂覆方式等多个方面。通过增加电极的孔隙率和表面积，可以提高电解质的渗透性和离子传输速度，进一步提高电池的性能和循环寿命。此外，优化电极的颗粒形状和分布，以及涂覆方式的控制，可以减小辊压过程中的应力集中，降低材料的损伤和变形。

在材料优化和结构设计改进的过程中，以下是一些关键的步骤和方法：

(1) 材料选择和合成：根据电池的要求和工艺的特点，选择合适的电极材料。同时，优化材料的合成方法，以获得具有优良性能的电极材料。

(2) 电极结构设计：通过调整电极材料的组成、颗粒形状和分布等参数，优化电极的结构设计。考虑电极的孔隙率、厚度、表面积等因素，以提高电极的渗透性、离

子传输速度和循环稳定性。

3.3 质量控制和监测技术的应用

质量控制和监测技术的应用对于改进动力锂离子电池极片辊压工艺具有重要意义。建立有效的质量控制体系和应用先进的监测技术，可以确保辊压工艺的一致性、稳定性和可靠性，提高电池的品质和一致性。^[2]

建立严格的质量控制体系是确保辊压工艺品质的基础，通过制定明确的工艺标准、操作规程和质量检验标准，可以指导操作人员进行正确的工艺操作和产品检测。质量控制体系应涵盖辊压工艺的每个环节，包括原材料检验、工艺过程控制和最终产品检测等。合格的原材料供应、严格的工艺控制和产品检测，可以确保生产过程中的一致性和稳定性，降低产品的变异性和缺陷率。

应用先进的监测技术可以实时监测辊压工艺中的关键参数和电池性能，及时发现潜在问题并进行调整和改进。以下是一些常用的监测技术的应用：

(1) 成像技术：采用光学显微镜、扫描电子显微镜 (SEM) 和透射电子显微镜 (TEM) 等成像技术，可以观察电极材料的形貌、结构和缺陷情况。这可以帮助识别辊压过程中可能导致损伤和变形的因素，并优化工艺参数和材料设计。

(2) 电化学分析：通过电化学分析技术，如电化学阻抗谱 (EIS) 和循环伏安 (CV) 等，可以评估电池的电化学性能和循环稳定性。这可以帮助检测电极材料的离子和电子传输性能、界面反应特性和电化学容量衰减情况。

(3) 温度和压力监测：使用温度和压力传感器，实时监测辊压过程中的温度和压力变化。这可以帮助控制辊压过程的温度和压力梯度，避免产生过高的应力和温度差，减少材料的损伤和变形。

4 结语

总结起来，动力锂离子电池极片辊压工艺是目前广泛应用于电池制造的关键工艺之一。然而，该工艺在一致性、稳定性和品质控制方面仍面临着一些挑战。为了改进工艺，可以采取工艺参数优化与控制、材料优化和结构设计改进，以及质量控制和监测技术的应用等策略。通过优化工艺参数、改进材料和结构设计，以及建立严格的质量控制体系，可以提高辊压工艺的一致性、稳定性和可靠性，从而提高电池的性能和品质。进一步的研究和创新将有助于推动动力锂离子电池极片辊压工艺的发展，促进电池技术的进步和应用。

【参考文献】

[1] 刘斌斌, 杜晓钟, 王荣军, 等. 动力锂离子电池极片的辊压工艺研究[J]. 机械科学与技术, 2017(11): 8.

[2] 国思茗, 朱鹤. 锂电池极片辊压工艺变形分析[J]. 精密成形工程, 2017, 9(5): 230-234.

作者简介：闫小飞（1986—）男，河北省沙河市人，毕业于河北工程大学，硕士学位。