

一种液流电池背板翻转机构的应用效果研究

郭德华

纬景储能科技有限公司, 广东 珠海 519000

DOI:10.61369/ERA.2025070006

摘要： 随着全球工业化进程的加速以及人口的持续增长，能源需求呈现出迅猛的增长态势。传统化石能源的大量消耗不仅导致其储量日益减少，还引发了一系列严重的环境问题，如温室气体排放、空气污染和生态破坏等。在这样的背景下，开发和利用可再生能源，如太阳能、风能、水能等，成为了全球能源领域的重要发展方向。这使得可再生能源在大规模接入电网时，会对电网的稳定性和可靠性造成巨大挑战。为了解决这一问题，高效的储能技术显得尤为关键。

关键词： 液流电池；背板翻转结构；应用研究

Study on the Application Effect of Liquid Flow Battery Backplane Flipping Mechanism

Guo Dehua

Vijay Energy Storage Technology Co., LTD. Zhuhai, Guangdong 519000

Abstract： With the acceleration of global industrialization and continuous population growth, energy demand is experiencing a rapid increase. The extensive consumption of traditional fossil fuels not only leads to a gradual depletion of reserves but also triggers a series of severe environmental issues, such as greenhouse gas emissions, air pollution, and ecological destruction. In this context, developing and utilizing renewable energy sources like solar, wind, and hydropower has become a crucial direction in the global energy sector. This makes large-scale integration of renewable energy into the grid a significant challenge for grid stability and reliability. To address this issue, efficient energy storage technology is particularly critical.

Keywords： flow battery; backplane flip; applied research

引言

随着液流电池市场需求的不断增长，对生产效率和质量的要求也越来越高，开发一种高效、可靠的液流电池背板翻转机构具有重要的现实意义。它能够提高生产效率，降低生产成本，保证产品质量，增强企业在市场中的竞争力，进一步推动液流电池技术的发展和應用，满足日益增长的能源存储需求，为实现可持续发展的能源战略目标做出贡献。

一、国内外液流电池研究现状

在国外，液流电池技术的研究起步较早，众多科研机构和企业投入了大量资源进行相关技术的研发与创新。美国橡树岭国家实验室（ORNL）在液流电池领域开展了深入研究，在电池材料研发、系统设计优化等方面取得了一系列重要成果，为液流电池技术的发展奠定了坚实基础，尤其是在分布式能源存储和电动汽车储能系统等领域，通过大量的示范项目，积累了丰富的实践经验。国外部分企业和研究机构已经取得了一定的研究成果。高精度的电机驱动系统和智能控制算法，能够实现背板的快速、精准翻转，有效提高了生产效率。能够在复杂的生产环境中准确抓取

和翻转背板，并且能够根据不同的生产需求进行灵活调整，大大提高了生产的自动化程度和生产质量^[1]。

国内对于液流电池的研究虽然起步相对较晚，但近年来发展迅速。通过积极引进国外先进技术，并加大自主研发投入，我国在液流电池领域取得了显著进展。在电池材料研发方面，国内科研团队成功开发出多种高性能电极材料和离子交换膜，有效降低了电池成本，同时提高了电池的能量转换效率和稳定性。在系统集成方面，我国也掌握了液流电池系统的核心制造技术，建成了多个大型液流电池储能示范项目，为大规模商业化应用奠定了基础。

在液流电池背板翻转机构的研究上，国内相关研究主要聚焦

于如何设计出结构简单、成本低廉且高效可靠的翻转装置。一些研究通过对传统翻转机构的改进,采用新型的传动方式和夹紧装置,提高了翻转过程的稳定性和可靠性^[2]。同时通过优化夹紧结构,有效避免了背板在翻转过程中的滑落和损坏,还有研究将自动化控制技术应用与翻转机构,通过 PLC 控制系统实现了翻转过程的自动化操作,提高了生产效率和一致性。在自动化控制方面,虽然一些翻转机构已经实现了自动化操作,但控制算法的智能化程度还不够高,难以根据生产过程中的实时变化进行精准调整^[3]。

二、研究目标与内容

（一）优化翻转机构性能

通过对翻转机构的结构设计和工作原理进行深入研究,优化其机械结构和运动方式,提高翻转过程的稳定性、准确性和高效性,确保背板在翻转过程中不受损坏,提高生产效率。

（二）降低成本

在满足翻转机构性能要求的前提下,通过合理选择材料、优化结构设计和制造工艺,降低翻转机构的制造成本和维护成本,提高其性价比,增强在市场竞争中的竞争力。

（三）提高自动化程度

引入先进的自动化控制技术,实现翻转机构的自动化操作,减少人工干预,提高生产过程的一致性和稳定性,降低劳动强度,进一步提高生产效率^[4]。

（四）增强适应性

设计的翻转机构应具有良好的适应性,能够适应不同规格和尺寸的液流电池背板的翻转需求,提高设备的通用性和灵活性,降低企业的设备采购成本和维护成本。

围绕上述研究目标,本研究将重点开展以下内容的研究:

（五）液流电池背板翻转机构的结构设计

详细分析液流电池背板的结构特点、尺寸规格以及生产过程中的翻转要求,运用机械设计原理和方法,设计出合理的翻转机构总体结构。对翻转机构的关键部件,如驱动装置、传动机构、夹紧装置等进行详细设计和选型,确保其能够满足翻转机构的性能要求^[5]。通过计算机辅助设计(CAD)软件绘制翻转机构的二维和三维图纸,直观展示其结构和装配关系,为后续的制造和装配提供依据。

（六）液流电池背板翻转机构的工作原理研究

深入研究翻转机构的工作流程,包括背板的上料、夹紧、翻转、下料等环节,分析每个环节的工作原理和动作要求,制定合理的工作流程和操作规范。研究翻转机构的运动学和动力学特性,建立数学模型,运用动力学分析软件对翻转过程进行模拟和分析,优化翻转机构的运动参数,如翻转速度、加速度等,确保翻转过程的平稳性和准确性,减少对背板的冲击和损伤^[6]。

（七）液流电池背板翻转机构的自动化控制研究

选择合适的自动化控制技术,如可编程逻辑控制器(PLC)、运动控制器等,设计翻转机构的自动化控制系统。根据翻转机构的工作流程和控制要求,编写相应的控制程序,实现对翻转机构的自动化控制,包括电机的启动、停止、正反转控制,夹紧装置的夹紧和松开控制等。研究自动化控制系统与其他生产设备的通

信和协同工作方式,实现整个生产过程的自动化集成,提高生产效率和生产管理水平^[7]。

（八）液流电池背板翻转机构的应用效果分析

搭建翻转机构的实验平台,对设计的翻转机构进行实验测试,验证其性能和可靠性。在实际生产环境中应用翻转机构,收集生产数据,分析其对生产效率、产品质量和生产成本的影响,评估翻转机构的实际应用效果。根据实验测试和实际应用中发现的问题,对翻转机构进行优化和改进,不断提高其性能和可靠性,使其更好地满足生产需求。

三、研究方法与创新点

在理论分析方面,深入研究液流电池背板的结构特点、力学性能以及翻转过程中的运动学和动力学原理。通过建立数学模型,运用机械原理、运动学和动力学相关知识,对翻转机构的运动过程进行模拟和分析。运用 SolidWorks Simulation 等软件对关键部件进行力学分析,优化结构参数,确保在满足强度和刚度要求的前提下,减轻部件重量,降低制造成本。通过理论分析,为翻转机构的设计提供坚实的理论基础,明确设计方向和关键技术指标^[8]。

在实验过程中,模拟实际生产环境,对不同规格和尺寸的液流电池背板进行翻转实验,测试翻转机构的各项性能指标,如翻转精度、稳定性、可靠性等。通过实验数据的采集和分析,及时发现设计中存在的问题和不足之处,对翻转机构进行优化和改进。例如,通过实验发现翻转过程中存在的震动和冲击问题,通过调整传动系统的参数和优化夹紧装置的结构,有效降低了震动和冲击,提高了翻转过程的平稳性。

在结构设计上,采用了独特的连杆-齿轮复合传动结构,将连杆机构的平稳运动特性与齿轮传动的精确传动比相结合,实现了背板的平稳、精准翻转。这种结构设计不仅提高了翻转机构的运动精度和稳定性,还降低了制造成本和维护难度。该装置采用了先进的传感器技术和智能控制算法,能够实时监测背板的状态,实现对夹紧力的精确控制^[9]。

在应用方面,本研究将自动化控制技术与翻转机构深度融合,实现了翻转过程的全自动化操作。通过 PLC 控制系统和人机界面,操作人员可以轻松设定翻转参数,监控翻转过程,提高了生产过程的智能化水平和生产效率。此外,本研究设计的翻转机构具有良好的通用性和灵活性,能够适应不同规格和尺寸的液流电池背板的翻转需求,只需通过简单的参数调整和夹具更换,即可实现对不同背板的翻转操作,降低了企业的设备采购成本和维护成本。

四、应用过程中的问题与解决方案

在液流电池背板翻转机构的实际应用过程中,不可避免地会遇到一些问题,不仅影响设备的正常运行,还可能对生产效率和产品质量产生负面影响。及时发现并解决这些问题,对于保障生产的顺利进行和提高企业的经济效益至关重要。

在设备运行初期,曾出现过电机过热的问题。主要是由于电

机长时间高负荷运转，散热效果不佳所致。电机在驱动翻转机构时，需要克服较大的阻力，尤其是在翻转大型或重型背板时，电机的负荷更大。如果散热系统不能及时有效地将电机产生的热量散发出去，就会导致电机温度不断升高，进而影响电机的性能和寿命。电机过热还可能引发电机故障，导致设备停机，影响生产进度^[10]。

为了解决电机过热问题，采取了一系列针对性的措施。在电机外部安装了高效的散热风扇，增加了空气流量，提高了散热效率。通过优化风扇的叶片形状和转速，使其能够更有效地将电机周围的热量带走。在电机外壳上增加了散热鳍片，增大了散热面积，进一步提高了散热效果。散热鳍片的设计采用了特殊的结构，能够更好地与空气接触，加速热量的传递。还对电机的运行参数进行了优化，合理调整了电机的转速和扭矩，避免电机长时间处于高负荷运行状态。通过监测电机的运行数据，根据实际情况调整电机的工作模式，使电机在满足生产需求的前提下，尽可能地降低负荷，减少热量的产生。

通过这些措施的实施，电机过热问题得到了有效解决。在后续的运行过程中，电机的温度始终保持在正常范围内，设备的稳定性和可靠性得到了显著提高。经过实际测试，在相同的工作条件下，电机的温度降低了 [X]℃，有效避免了因电机过热而导致的故障发生，保障了生产的连续性，有效保障了生产的安全和产品的质量。

五、与传统翻转机构的对比分析

传统的液流电池背板翻转机构主要包括手动翻转机构和简易机械翻转机构。手动翻转是一种较为原始的翻转方式，通常由操作人员直接用手推动背板进行翻转。这种方式的结构极其简单，几乎不需要复杂的机械设备，仅需一些简单的支撑和固定装置，

成本非常低。操作人员可以根据实际情况灵活地调整翻转的角度和速度，具有一定的灵活性。但手动翻转存在诸多明显的局限性，由于完全依赖人工操作，劳动强度极大，长时间的操作容易使操作人员疲劳，从而导致工作效率低下，人工操作难以保证翻转的精度和一致性，不同操作人员之间的操作差异较大，容易出现翻转角度不准确、背板晃动等问题，这对产品质量产生了严重的影响。在生产过程中，人工操作还存在一定的安全风险，如操作人员可能会因用力不当而受伤。

简易机械翻转机构则是在手动翻转机构的基础上，引入了一些简单的机械装置，如杠杆、滑轮等，以辅助操作人员进行翻转。这种相比手动翻转机构，在一定程度上减轻了操作人员的劳动强度，提高了翻转的效率。通过杠杆原理，可以用较小的力来实现较大的翻转力矩，使翻转更加轻松。利用滑轮组可以改变力的方向和大小，方便操作人员进行操作。简易机械翻转机构仍然存在一些不足之处。其自动化程度较低，大部分操作仍需人工参与，无法满足大规模、高效率的生产需求。由于机械结构相对简单，难以实现高精度的翻转控制，翻转过程中的稳定性和可靠性较差。在处理一些大型或重型背板时，简易机械翻转机构的局限性更加明显，可能无法提供足够的翻转动力，导致翻转困难甚至无法完成翻转操作。传统翻转机构在适应不同规格背板方面的能力也较弱，往往需要对设备进行较大的调整或更换才能适应不同尺寸的背板。

结论：随着液流电池技术的不断发展，对背板的性能和质量要求将越来越高，未来的翻转机构需要能够满足更高精度、更高稳定性的翻转需求。随着市场对液流电池的需求不断增长，对生产效率的要求也将越来越高，未来的翻转机构需要进一步提高翻转效率，以满足大规模生产的需求。还可以关注新兴的电池技术和应用领域，研究开发适用于这些领域的翻转机构，为电池产业的发展提供技术支持。

参考文献

- [1] 杨梓. 液流电池前景可期 [N]. 中国能源报, 2024-10-14(005).
- [2] 孙建英, 赵文萱. 锌铁液流电池标准体系构建研究 [J]. 质量与标准化, 2024, (12): 42-46.
- [3] 刘素苹. 液流电池储能技术分析与实践应用 [J]. 储能科学与技术, 2024, 13(11): 3871-3873.
- [4] 闫苏, 钟芳芳, 刘俊伟, 等. 高能量密度液流电池关键材料与先进表征 [J]. 储能科学与技术, 2024, 13(01): 143-156.
- [5] 袁治章, 刘宗浩, 李先锋. 液流电池储能技术研究进展 [J]. 储能科学与技术, 2022, 11(09): 2944-2958.
- [6] 姚祯, 王锐, 阳雪, 等. 锌铁液流电池研究现状及展望 [J]. 储能科学与技术, 2022, 11(01): 78-88.
- [7] 谢聪鑫, 郑琼, 李先锋, 等. 液流电池技术的最新进展 [J]. 储能科学与技术, 2017, 6(05): 1050-1057.
- [8] 廖平, 姚祯, LEMMON John, 等. 电池储能技术研究进展及展望 [J]. 储能科学与技术, 2020, 9(03): 670-678.
- [9] 葛红江, 潘兴康, 程静, 等. 碘基液流电池体系研究进展 [J/OL]. 电池工业, 1-6[2025-04-18].
- [10] 许晓璇, 张长昆, 李先锋. 面向长时储能的液流电池储能技术: 发展、挑战及未来展望 [J]. 科学通报, 2025, 70(09): 1230-1246.