

机电安装工程管理在锂离子电池制造中的应用与优化

黄荣惯

广东 佛山 528000

DOI:10.61369/WCEST.2025110012

摘 要： 介绍锂离子电池制造机电安装工程，包括其特殊工艺特性及对应机电安装要求，阐述全生命周期管理理论框架各阶段要点，还涉及规划、安全、风险评估、可视化预警等多方面内容，以及优化路径和未来发展方向。

关 键 词： 锂离子电池；机电安装；工程管理

Application and Optimization of Electromechanical Installation Engineering Management in Lithium-ion Battery Manufacturing

Huang Rongguan

Foshan, Guangdong 528000

Abstract： This paper introduces electromechanical installation engineering in lithium-ion battery manufacturing, covering its specific process characteristics and corresponding electromechanical installation requirements. It elaborates on key aspects of the full lifecycle management theoretical framework across various stages, encompassing planning, safety, risk assessment, visual early warning systems, and other multifaceted content. Optimization pathways and future development directions are also discussed.

Keywords： lithium-ion battery; electromechanical installation; engineering management

引言

锂离子电池制造在当今能源领域具有重要地位。其生产过程对环境和工艺要求严格，如电极制备需控湿，装配要清洁，化成分容需精准控温电流等。近年来，随着新能源产业相关政策的推进（如《新能源汽车产业发展规划（2021 - 2035年）》），锂离子电池制造产业迎来新机遇与挑战。这对机电安装工程提出了更高要求，涵盖洁净厂房建设、全生命周期管理、车间布局、特殊环境控制系统集成等多方面，同时施工安全、风险评估、应急处置等环节也至关重要，相关研究与实践不断发展以适应产业需求。

一、锂离子电池制造机电安装工程基础理论

（一）锂离子电池制造工艺特性与安装要求

锂离子电池制造具有独特的工艺特性。其生产过程对环境要求苛刻，例如在电极制备环节，需要严格控制湿度，以防材料受潮影响性能^[1]。装配过程要求高度清洁的环境，以避免杂质混入影响电池质量。化成分容阶段，对温度和电流的精准控制至关重要。

基于这些工艺特性，机电安装有特殊要求。洁净厂房的通风净化系统要能有效过滤空气中的微粒，保证空气质量达到相应等级。温湿度控制设备需精确调节环境温湿度，满足不同生产环节需求。防静电措施必不可少，包括防静电地板、接地系统等的合

理安装，防止静电对电池造成损害。

（二）机电工程全生命周期管理理论框架

机电工程全生命周期管理理论框架涵盖规划设计、施工管理、运维保障三个主要阶段。在规划设计阶段，需综合考虑锂离子电池制造工艺要求、场地条件等因素，制定科学合理的机电系统布局和设备选型方案^[2]。施工管理阶段涉及严格把控施工质量、进度和安全，确保机电设备安装符合设计标准和规范。这包括对施工人员的专业培训和管理，以及对施工过程的精细化监督。运维保障阶段则着重于建立完善的设备维护和故障预警机制，定期对机电设备进行检测和维护，以保障其长期稳定运行，满足锂离子电池制造生产需求。

二、机电安装工程在厂房规划中的应用实践

（一）车间平面布局与设备定位安装

在锂离子电池制造厂房规划中，机电安装工程的车间平面布局与设备定位安装至关重要。对于高精度设备基础施工，需精确测量和设计，确保设备安装的稳定性和准确性，满足锂离子电池生产的高精度要求^[3]。流水线空间优化方面，要根据生产流程和设备尺寸，合理规划流水线的走向和间距，提高生产效率，减少物料搬运时间。物料输送系统集成需考虑与车间平面布局的协调性，使物料能够高效、准确地在各生产环节间输送，同时避免与其他设备和人员的干扰，保障生产的连续性和安全性。

（二）特殊环境控制系统集成

洁净室空气处理系统、氮气供应系统和循环冷却水系统的协同安装是特殊环境控制系统集成的关键。洁净室空气处理系统需满足锂离子电池制造对空气洁净度的严格要求，通过合理规划送回风路径、选用高效过滤器等确保空气质量^[4]。氮气供应系统要保证氮气的纯度和稳定供应，其管道布局应与其他系统协调，避免干扰。循环冷却水系统则要根据设备散热需求，精确设计管道管径和流量，同时考虑与空气处理系统的热交换关系。三者协同安装时，需综合考虑空间布局、运行参数匹配以及维护便利性等因素，以实现高效、稳定的特殊环境控制。

三、锂电制造机电工程风险管理体系

（一）项目风险识别与评估

1. 典型风险因素分析

在锂电制造机电工程中，施工安全环节存在诸多风险源。例如，施工现场的电气设备使用不当可能引发触电事故，高处作业若防护措施不到位易导致人员坠落伤亡^[5]。技术交底方面，若交底不清晰、不全面，施工人员可能对施工工艺和质量要求理解有误，从而影响工程质量。材料验收环节，材料的质量不符合要求，如电气材料的绝缘性能不达标，可能引发电气故障，影响机电系统的正常运行。同时，材料的规格型号与设计不符，也会给施工带来困难，延误工期。这些风险源都需要在项目实施过程中给予高度关注和有效管理。

2. 模糊综合评价模型构建

建立考虑工期、质量、成本的动态风险评估模型可基于模糊综合评价模型构建。该模型首先需确定评价指标体系，涵盖工期、质量、成本等关键因素相关的各项指标，这些指标应全面且能准确反映机电工程风险情况^[6]。接着，确定各指标的权重，可采用层次分析法等科学方法，确保权重分配合理，能体现不同指标对风险的影响程度。然后，建立模糊评价矩阵，对各指标的风险程度进行模糊评价，评价等级可分为高、中、低等。最后，通过模糊运算得出综合评价结果，以此动态评估机电工程的风险水

平，为风险管理提供科学依据。

（二）风险防控实施路径

1. 全流程风险预警机制

基于BIM技术的风险可视化预警方案是锂电制造机电工程全流程风险预警机制的重要组成部分。BIM技术可集成项目的各种信息，实现对机电工程风险的实时监测与动态分析^[7]。通过建立三维模型，直观展示工程结构与设备布局，提前识别潜在风险点，如管线碰撞、空间冲突等。同时，结合传感器等物联网设备，收集工程实际运行数据，与BIM模型中的理论数据进行对比分析，及时发现偏差并预警。这有助于在风险发生前采取有效措施进行防控，保障锂电制造机电工程的顺利进行。

2. 应急处置预案设计

在锂电制造机电工程中，应急处置预案设计至关重要。应建立设备调试异常、系统运行故障等应急预案库^[8]。针对设备调试异常，需详细记录可能出现的各类问题，如参数偏差、部件不匹配等，并制定相应的解决措施，包括调整参数的具体方法、更换部件的标准流程等。对于系统运行故障，要分析可能的故障点，如电路短路、软件错误等，同时制定从故障检测到修复的完整流程，明确责任人员和时间节点，确保在故障发生时能够迅速响应，减少对锂电制造的影响，保障生产的连续性和稳定性。

四、锂电制造机电安装工程优化路径

（一）全生命周期管理优化

1. 三维协同设计优化

在锂电制造机电安装工程的三维协同设计优化方面，应用BIM技术至关重要。BIM技术可实现机电管线综合排布与碰撞检测^[9]。通过创建三维模型，能够直观地呈现各机电系统的空间位置和相互关系。在设计阶段，可提前发现管线之间的碰撞冲突，避免施工过程中的返工和延误。同时，利用BIM模型的可视化特点，不同专业的设计人员可以更好地协同工作，提高设计效率和质量。各方人员可在统一的平台上对设计方案进行交流和修改，确保机电安装工程的设计符合锂电制造的工艺流程和空间要求，为后续施工和运营维护提供良好的基础。

2. 模块化施工技术应用

预制化管道组件与设备基座的工厂化预制是模块化施工技术应用的重要方面。对于预制化管道组件，可根据锂电制造机电系统的设计要求，在工厂精确加工制作，确保管道的尺寸精度、材质质量以及连接部位的可靠性。这样在现场安装时，能大大减少安装时间和误差，提高安装效率和质量^[10]。设备基座的工厂化预制同样关键，通过精确设计和制造，使其与设备完美匹配。在工厂环境下，可更好地控制基座的强度、平整度等关键指标，为设备的稳定运行提供坚实基础，同时也便于运输和现场快速安装，进一步优化锂电制造机电安装工程的全生命周期管理。

（二）智能化技术赋能管理

1. 智能监测系统集成

在锂电制造机电安装工程中，智能监测系统集成至关重要。基于物联网开发设备运行状态实时监测平台，通过传感器等设备采集机电设备的各项运行数据，如温度、压力、振动等。这些数据被实时传输至监测系统，利用数据分析技术进行处理。系统可对数据进行比对分析，判断设备是否处于正常运行状态。当出现异常时，能及时发出预警信号，以便维修人员快速响应。同时，该系统还可实现对设备运行历史数据的存储和分析，为设备的维护保养计划制定提供依据，从而提高整个锂电制造机电安装工程的可靠性和效率。

2. 数字孪生运维系统

构建机电系统虚实映射的智能运维管理系统是锂电制造机电安装工程优化的关键。通过数字孪生技术，创建机电系统的虚拟模型，使其与实际物理系统实时映射。该虚拟模型可集成设备运行数据、环境数据等多源信息，实现对机电系统的全面感知。利用数据分析和人工智能算法，对系统运行状态进行实时监测和预测，提前发现潜在故障并预警。同时，基于虚拟模型可进行维修方案模拟和优化，提高维修效率和准确性。这一智能运维管理系统有助于提高锂电制造机电安装工程的可靠性和稳定性，降低运维成本，提升整体生产效率。

（三）绿色安装技术发展

1. 节能降耗技术体系

在锂电制造机电安装工程中，绿色安装技术和节能降耗技术体系至关重要。对于绿色安装技术，变频控制是关键之一。通过合理应用变频技术，可根据实际需求精准调节设备运行频率，降低能耗。例如，在一些动力传输设备上采用变频控制，能避免设备长期处于高能耗运行状态。余热回收技术同样重要，在锂电制造过程中，部分生产环节会产生大量余热。利用高效的余热回收

装置，将这些余热收集并加以利用，如用于预热生产用水或为车间供暖等，不仅减少了能源浪费，还提高了能源利用效率，实现了绿色安装和节能降耗的双重目标。

2. 废弃物处理工艺改进

锂电制造机电安装工程优化路径涵盖绿色安装技术发展与废弃物处理工艺改进等方面。在废弃物处理中，施工废料的分类回收与循环利用机制至关重要。应建立科学的废料分类体系，将金属、塑料、木材等不同材质的废料准确区分。对于可回收利用的金属废料，如铜管、铝型材等，应进行集中收集和妥善保管，以便后续送回相关工厂进行再加工。塑料废料可根据其类型进行分类，部分可用于制作一些简易的安装辅助工具或进行再生塑料生产。木材废料若保存较好，可考虑用于制作一些小型的工装夹具或作为生物质能源的原料。通过这样的优化机制，不仅能减少废弃物对环境的污染，还能降低工程成本，实现资源的可持续利用。

五、总结

锂电制造机电安装工程管理在技术创新方面呈现出多个关键点。智能化技术的应用不断深化，如自动化设备的广泛使用提高了安装效率和精准度。同时，绿色化理念逐渐融入，从材料选择到施工过程都更加注重环保。这些创新不仅提升了工程质量，也符合可持续发展的要求。

展望未来，随着新型电池制造的发展，工程管理需要进一步改进。要加强不同专业之间的协同合作，确保各个环节紧密衔接。在技术层面，持续关注新技术的发展动态，积极引入适合新型电池制造的先进技术。此外，还需建立更加完善的质量管理体系和安全保障机制，以应对日益复杂的工程环境，为锂电制造产业的高质量发展提供有力支撑。

参考文献

- [1] 刘洪兴. H机电安装项目施工成本管理改进研究 [D]. 贵州大学, 2021.
- [2] 毛宇. 机器学习在锂离子电池产线工艺优化中的应用研究 [D]. 电子科技大学, 2023.
- [3] 彭振华. 锂离子电池管理技术与应用的调研分析 [D]. 中国矿业大学 (江苏), 2021.
- [4] 刘直. L2项目机电安装工程施工管理优化研究 [D]. 吉林大学, 2021.
- [5] 曾荟静. 财务视角下 L 机电安装公司安装工程管理优化研究 [D]. 广西大学, 2023.
- [6] 陈士胜. 机电安装工程管理的问题与对策 [J]. 造纸装备及材料, 2021, 050(3): P.75-78
- [7] 段腾飞. 浅谈机电安装工程管理的的问题与对策 [J]. 电站系统工程, 2012(4): 2.
- [8] 雷立猛. 机电安装工程管理的的问题与对策分析 [J]. 陶瓷, 2023(5): 109-110.
- [9] 马卓颖. 机电安装工程管理的的问题与对策分析 [J]. 中国设备工程, 2021(14): 2.
- [10] 邱泽华, 李晓文. BIM技术在机电安装工程中的优化应用 [J]. 石材, 2023(1): 70-72.