

老旧工业机械电气控制系统改造与机械性能适配性验证

惠战东

鄂尔多斯市润和建筑设备租赁有限公司, 内蒙古鄂尔多斯市, 017200;

摘要: 为响应国家工业强基工程, 以老旧工业机械为对象, 对其电气控制系统进行了改造, 并通过机械性能测试对改造效果进行验证。结果表明, 通过对原有电气控制系统进行改造, 使其能够完成自动化控制, 实现远程控制, 并具备完善的保护功能。在此基础上, 验证了改造后的电气控制系统与机械性能的适配性, 为老旧工业机械的智能化升级提供了一种方案。工业机械是现代社会发展的基础和依托。随着我国经济社会的快速发展, 机械制造行业也得到了飞速的发展。但是部分旧机械仍然存在着功能落后、技术落后等问题, 导致其在市场上竞争优势不明显, 严重阻碍了相关产业的健康发展。

关键词: 老旧工业机械; 电气控制系统; 机械性能; 适配性验证

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 09. 075

引言

随着社会经济的快速发展, 科学技术不断进步, 新工艺、新技术、新材料得到了广泛的应用。我国作为制造大国, 部分旧机械由于长期未进行技术升级, 其在技术性能、功能等方面已经不能满足现代社会的发展需求。老旧工业机械是指使用时间较长, 存在一定的安全隐患、性能低下的机械设备。随着我国社会经济的发展, 老旧工业机械已经无法满足现代社会的需求, 为推动我国工业现代化发展进程, 国家制定了“中国制造 2025”行动计划。在此背景下, 对老旧工业机械进行升级改造已成为必然趋势。本文将从电气控制系统出发, 对老旧工业机械的智能化改造进行研究。

1 老旧工业机械电气控制系统改造技术

1.1 老旧工业机械现状分析

老旧工业机械在生产运行过程中, 由于长期超负荷工作, 设备本身已经严重老化, 设备故障率高, 零部件磨损严重, 电气控制系统的可靠性和稳定性差, 造成运行过程中能耗高、效率低、故障率高。此外, 老旧机械的设计标准不高, 在生产过程中还存在着质量控制环节不严谨、质量不达标、精度不够等问题。这些问题如果不及及时进行改造, 会造成老旧工业机械无法满足现代生产工艺和设备需求。因此, 老旧工业机械改造已成为各行业和企业的必然趋势^[9]。经过调查发现老旧机械设备改造难度大、周期长、费用高, 因此寻找一种高效节能的改造方法就显得尤为重要。

1.2 电气控制系统改造技术概述

电气控制系统的改造主要包括对机械传动系统的

改造和对机械运动控制系统的改造, 电气控制系统改造技术就是指通过对老旧机械设备进行分析、研究和论证, 找出影响老旧工业机械电气控制系统运行效率和稳定性的因素, 然后针对这些因素进行改进和优化, 最后采用电气控制技术对老旧工业机械电气控制系统进行改造。通过对老旧工业机械的研究分析, 发现其中存在着一些问题, 如设备性能不稳定、自动化程度低、缺乏实时监测等^[4]。针对这些问题, 我们可以通过对机械设备进行技术改造来提高其运行效率和稳定性, 以达到改善设备性能、提高设备质量和效率的目的。

1.3 机械性能与电气控制系统的关系分析

在电气控制系统中, 机械性能与电气控制系统是相互依存、相互促进的关系。首先, 机械性能的好坏影响着电气控制系统的效率和稳定性; 其次, 电气控制系统的稳定运行能有效提高机械性能。电气控制系统和机械性能相互促进、相互依存, 如果没有电气控制系统, 那么机械性能就无法发挥作用; 如果没有机械性能, 那么电气控制系统也无法发挥作用。

1.4 老旧工业机械电气控制系统改造技术优势分析

老旧工业机械电气控制系统改造技术具有节能环保、高效节能的优势, 同时也具有较高的经济价值和实用价值^[9]。因此, 我们应充分利用其优势, 实现老旧工业机械设备的改造。

2 老旧工业机械电气控制系统改造实践

2.1 改造方案设计

针对上述老旧工业机械电气控制系统的技术缺陷,

我们对其进行了如下改造方案设计：

(1) 将原来的直流电机改为交流变频电机，提高电机运行效率^[1]。

(2) 采用 PLC+变频器的控制方式，对原有的控制线路进行改造，将原变频器参数设置为零电压启动方式，通过 PLC 程序进行逻辑控制。

(3) 对原控制系统的人机界面进行更换，由触摸屏代替原有的手动按钮或操纵杆。

(4) 对原控制器的电路设计和程序设计进行修改和完善，使之更符合自动化生产要求。

(5) 为满足改造后电气系统对设备运行性能要求，对 PLC、变频器等进行升级和更新^[7]。

2.2 设备选型与集成

通过对原有电气控制系统的故障点进行分析，我们对老旧工业机械电气控制系统进行了如下设备选型与集成：

(1) 基于 PLC 的机电一体化电气控制系统的选型：为提高机电一体化程度，我们采用了西门子 S7-200 系列 PLC，并在原设备基础上进行了相关硬件和软件的升级。

(2) 基于变频器的机电一体化电气控制系统的选型：基于变频器的机电一体化电气控制系统，主要包括变频器和 PLC 两部分，变频器采用了西门子 S7-200 系列。

2.3 系统调试与优化

改造后的系统，经现场安装、调试及优化后，目前已投入使用。通过对老旧工业机械电气控制系统的优化升级，不仅确保了老旧工业机械运行性能的稳定性，而且有效地提高了企业生产效率。从已改造完成的设备运行情况看，改造后的电气控制系统运行稳定、维护简单、故障率低。由于电气控制系统稳定运行，减少了维护次数，从而延长了设备使用寿命；由于电气控制系统运行可靠，设备故障率降低，企业生产效率得到提升^[2]。由于老旧工业机械电气控制系统改造项目顺利完成，目前该项目已被列入当地政府 2021 年重大项目计划，预计 2022 年投入使用^[3]。

3 机械性能适配性验证方法研究

3.1 机械性能测试要求分析

工业机械机械性能的测试可分为三个步骤：一是通过调整电气控制系统来改变机械运行的速度和加速度，

通过采集传感器数据并分析设备运行状态，来判断机械设备的运动是否符合电气控制系统的要求。

二是通过电气控制系统来控制机械设备的运行状态，包括调整机械速度、加速度和位置等参数，并对数据进行分析，以判断机械设备是否满足电气控制系统要求。

三是通过对设备运行数据进行采集、分析和判断，验证电气控制系统和机械设备的适配性。结合以上三个步骤的分析，工业机械电气控制系统与机械设备适配性验证可从以下两方面进行：

3.2 适配性验证方法探讨

通过分析电气控制系统与机械设备适配性验证的三个步骤，可知影响适配性的主要因素是机械设备和电气控制系统之间的兼容性。而机械设备和电气控制系统之间兼容性的影响因素有很多，例如：机械设备所采用的传感器、控制器等元件是否和电气控制系统所采用的元件相同，电气控制系统和机械设备在运动过程中是否能够相互适应；电气控制系统所使用的算法是否能够满足机械设备运动过程中的速度、加速度等参数要求^[5]。因此，在进行适配性验证时，需要考虑工业机械设备、电气控制系统和机械设备之间兼容性等因素。

3.3 实验设计与数据分析

在进行适配性验证时，应根据实际情况选择合适的实验方法，通常可选择传统的电气控制系统测试法和传统的机械设备测试法，在实验过程中应结合实际情况确定测试项目、测试参数和测试方案等，通过试验验证，判断工业机械电气控制系统与机械设备的适配性^[2]。在试验过程中应对所收集的数据进行记录和分析，主要包括以下几个方面：一是测量数据的采集、分析和判断；二是对测量结果进行分析，包括对实验数据的变化趋势进行分析，对实验结果进行判断；三是通过实验结果与理论结果之间的比较，分析实验结果与理论结果之间是否存在差异，并对差异产生原因进行分析^[8]。

4 实验结果与分析

4.1 机械性能测试结果

实验结果表明，由 PLC 控制的改造后的机械系统的性能要优于由传统控制方式下的机械系统，可以实现较好的运动性能，同时可实现较高精度的定位和控制。实验中，由于系统速度变化剧烈，导致运动不平稳、定位精度低等问题，但通过采用先进的矢量控制技术、PLC 技术和高速伺服驱动器等先进控制手段，使其机械性能

得到了显著改善^[3]。

通过上述实验表明, PLC 控制系统改造后的工业机械电气系统不仅能够完成预定的运动功能, 还可以实现更高精度、更高速度、更平稳、定位精度更高等功能, 对于机械结构设计具有重要指导意义^[4]。

4.2 适配性验证实验结果

实验结果表明, PLC 控制系统改造后的机械电气系统, 其速度和稳定性更好, 定位精度更高。在给定的实验条件下, 通过改变控制算法, 可以实现不同的机械性能。在实验中, 由于电机、控制器和伺服驱动器等元件的工作状态不同, 导致机械性能有较大差异。但是, 在实际工业机械设计中, 需要综合考虑设计结构、制造工艺和成本等因素, 实现不同元件之间的最佳组合, 使工业机械电气系统具有较好的适应性^[6]。通过实验结果可知, 该研究采用的 PLC 控制系统改造方案具有一定的实际应用价值和指导意义, 为机械电气系统设计提供了一种新思路。

4.3 结果分析与讨论

在传统工业机械电气控制系统中, 由于电机和控制器的参数设计不合理, 导致机械性能无法满足实际需求。针对该问题, 本文提出了一种 PLC 控制系统改造方案, 采用矢量控制技术、高速伺服驱动器等先进控制手段, 提高了机械电气系统的性能。在此基础上, 对传统工业机械电气控制系统进行改造, 提高了机械性能。实验表明, 在给定的实验条件下, PLC 控制系统改造后的工业机械电气系统可以实现更高的运动性能和定位精度。该研究为工业机械电气系统设计提供了一种新思路。

5 结论与展望

5.1 结论总结

本文主要通过对老旧工业机械电气控制系统改造与机械性能适配性验证进行研究, 在现有的技术条件下, 根据老旧机械电气控制系统的使用状态, 对其进行分析、研究和总结, 同时根据机械电气控制系统的基本原理, 通过分析和研究电气控制系统与机械性能之间的适配性, 提出相应的改造措施和方法。通过对老旧工业机械电气控制系统进行改造与优化, 实现了对机械性能适配性的验证, 提高了其运行的稳定性和安全性。对于老旧工业机械电气控制系统的改造和优化设计, 将有利于提高其运行效率和产品质量, 进而提升整个机械行业的发展水平。

5.2 研究展望

本文研究主要针对机械电气控制系统与机械性能之间的适配性进行了研究, 随着科学技术的不断发展, 传统的老旧工业机械电气控制系统已经不能满足现代工业的发展需求。为了进一步提升老旧工业机械电气控制系统的性能, 需要对其进行优化和改造, 在现有技术条件下, 通过对机械电气控制系统中的部分零部件进行改造, 可以有效提高其运行的稳定性和安全性。同时, 通过对老旧工业机械电气控制系统的优化设计, 可以提升其运行效率, 实现生产企业经济效益的增长^[8]。本文研究主要针对老旧工业机械电气控制系统改造与优化进行研究, 具有一定的推广意义和应用价值。

参考文献

- [1] 甄彩霞, 顾晓宇, 刘智, 等. 基于 PLC 技术的联合收割机电气控制系统设计[J]. 南方农机, 2025, 56(19): 133-134+145.
- [2] 母世英, 钱坤. 机械装备电气控制系统典型故障分析[J]. 机电产品开发与创新, 2025, 38(05): 103-106.
- [3] 陈良富. 电气设备连接线自动控制系统设计与验证[J]. 电气技术与经济, 2025, (09): 340-342.
- [4] 李加耀, 蒋娉婷, 阳佳呈. PLC 技术在电气自动化控制系统中的应用分析[J]. 数字技术与应用, 2025, 43(09): 238-240.
- [5] 覃娟. 车载空气净化系统中的电气控制与空气质量监测技术[J]. 汽车电器, 2025, (09): 118-120.
- [6] 田园. 基于 S7-1200PLC 控制的啤酒灌装贴标生产线电气控制系统设计[J]. 中阿科技论坛(中英文), 2025, (09): 96-100.
- [7] 全国冶金设备标准化技术委员会(SAC/TC 409). 重型机械电气控制系统设计要求: GB/T 46155-2025[S]. 中国标准出版社, 2025.
- [8] 全国测量、控制和实验室电器设备安全标准化技术委员会(SAC/TC 338). 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求第 15 部分: 柜式 X 射线系统的特殊要求: GB/T 42125. 15-2025[S]. 中国标准出版社, 2025.
- [9] 范帅, 梅二召, 秦亮. 高效节能型电机驱动与智能调速电气控制系统设计[J]. 数字技术与应用, 2025, 43(08): 229-231. DOI: CNKI: SUN: SZJT. 0. 2025-08-062.