

Technical Research and Application of Portal Crane Following Control System

Wenjian Han¹ Huanbing Zhang²

1. Wuhan Guide Electric Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430000, China

2. Wuhan Xingda Iron and Steel Economic Development Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract

In the development of port container transportation, all kinds of spreaders bring forth the new and constantly update them, so as to meet the needs of the modern loading and unloading of the port. In particular, the introduction of various advanced technologies promotes the research and development and application of portal crane following control system. The system includes the drive device, detection device, communication device and control program, which can realize the portal crane automatic follow. With the support of this system, the operation is more refined and the efficiency of loading and unloading is improved. In view of this, the research work of this paper, a brief overview of the portal crane following control system, analyze the technical points and specific application of the system, for the reference of relevant personnel.

Keywords

portal crane; follow control system; technology

门机吊具跟随控制系统的技术研究与应用

韩文剑¹ 张焕兵²

1. 武汉港迪电气有限公司, 中国·湖北 武汉 430000

2. 武汉兴达钢铁经济发展有限公司, 中国·湖北 武汉 430000

摘要

在港口集装箱运输发展中, 各种吊具推陈出新, 不断地更新换代, 从而适应港口现代化装卸工作的需求。尤其是各种先进技术的引进, 促进门机吊具跟随控制系统的研发和应用。该系统包含驱动装置、检测装置、通信装置和控制程序, 可以实现门机吊具自动跟随。该系统的支持下, 使操作更加精细化, 提高装卸的效率。鉴于此, 开展论文的研究工作, 简单概述门机吊具跟随控制系统, 分析该系统的技术要点和具体的应用情况, 以供相关人员参考。

关键词

门机吊具; 跟随控制系统; 技术

1 引言

在港口装卸作业集装箱转运的过程中, 门机旋转机构需要旋转 $70^{\circ} \sim 120^{\circ}$, 需要司机根据经验进行判断, 在起重回转中或回转结束后反复调整吊具旋转相应角度, 使得吊具集装箱的方向与门机轨道保持一致, 以方便装卸与集卡车对位, 这一过程对司机的操作提出了更高的要求。在传统手动操作方式下, 控制精度差, 操作相对复杂, 需要司机具备较为娴熟的操控手法。而随着自动化技术的应用, 门机吊具跟随控制系统得以应用于集装箱的装卸中。在该系统的支持下, 可以确保吊具的旋转与起重机的旋转实现同步运行, 使吊具横向水平轴线与起重机轨道始终保持一定的角度, 将

误差控制在合理的范围内, 可以较大地提高装卸的效率, 实现整个吊装过程中的精确性和高效化。因此在港口的集装箱的装卸中, 该系统得到了广泛的应用。

2 门机吊具跟随控制系统的概述

门机吊具跟随控制系统包括门机旋转、吊具旋转、中控决策等多个子系统。配有变频驱动器和变频器电机, 可以实现吊具的自动跟随功能。在门机旋转齿轮盘处和吊机旋转齿轮盘处分别安装绝对值编码器, 获得数据后对比分析, 可以获得运动执行机构的计算依据^[1]。门机吊具根据控制系统的结构, 如图 1 所示, 包含门机旋转机构位置检测系统、吊具旋转机构位置检测系统和门机起升机构位置检测系统, 三个子系统实施运行, 开展实时角度和实时高度的检测, 传输给中控决策系统, 分析判断吊具旋转实时偏差夹角运算和吊具旋转方向与速度给定值, 传输给运动控制系统, 操纵吊具

【作者简介】韩文剑(1985-), 男, 中国河南许昌人, 本科, 工程师, 从事电气工程及其自动化研究。

旋转机构的各项动作，从而实现有效控制。

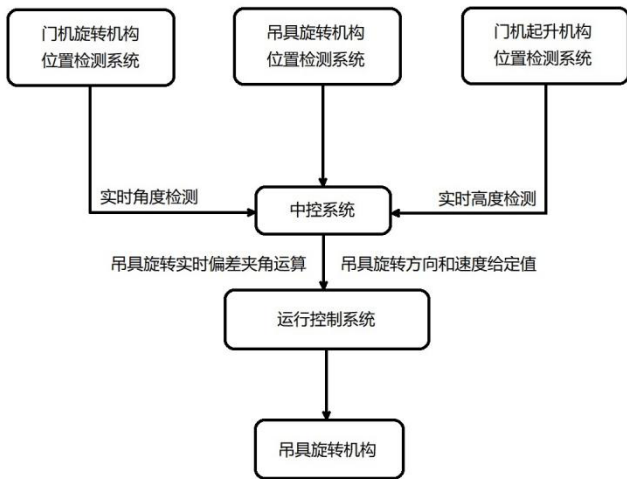


图1 系统结构图

3 门机吊具跟随控制系统的技术要点

3.1 机构运行位置检测系统

各机构位置信息检测需要借助多重手段来实现，通过各自系统的支持，可以获取信息对比分析，相互校验，获得更加真实可靠的机构位置信息。一方面，可以利用增量型编码器开展位置信息检测工作，一般将增量型编码器安装在变频电机上，可以实现对某单一机构驱动系统变频电机的闭环矢量控制。变频器通过一定算法实现对连续位置的检测。增量型编码器一般用于校验数据。另一方面，可以使用绝对值编码器开展位置信息检测。与增量型编码器相比，绝对值编码器可以输出连续的位置信息，获得较大范围内的位置信息，不需要通过累积算法来实现，因此不会产生累计误差^[2]。绝对值编码器还具有断电位置记忆功能，且精度高，一般用于检测结构旋转部件的运动信息。不过在具体应用中，由于机械传动部件在长期运行过程中可能会积累一定的误差，因此需要通过固定位置安装的感应式设备（如接近开关、RFID和磁钉组合等）来实现定期校验，以确保数据的准确性和可靠性。

门机旋转机构和吊具旋转机构的位置检测利用绝对值编码器作为主检验数据源，将增量型编码器的数据用作校验数据^[3]。起升机构的位置检测利用绝对值编码器作为高度信息的主数据源，利用电机增量型编码器用于数据校验。各机构在必要的限位位置还安装各种限位开关设备，获取开关量信号，可以实现对系统的安全保护作用。在整体系统的构成和相互作用下，实现稳定运行。

3.2 控制原理

将门机吊具自动跟随系统应用于集装箱的装卸工作中，该系统主要是跟随集装箱与大车轨道的角度，门机旋转机构动作时，通过角度检测装置控制吊具旋转机构的旋转方向和

速度，确保集装箱与大车轨道的角度保持不变。以顺时针旋转编码器值增加为统一方向，门机旋转角度加上吊具旋转角度作为实时角度，自动跟随未激活时，将此值作为自动跟随前的初始角度差。两值相减便是吊具旋转需要动作的角度，如果大于 0° ，吊具旋转需要左旋，反之则右旋。PLC获得门机旋转运行机构和吊具旋转机构的定位数据，通过运算获得具体位置，再通过一系列的运算来控制门机旋转和吊具旋转的变频器，驱动电机调速，确保门机吊具能够自动跟随^[4]。

3.3 各执行机构系统

各执行机构系统是通过变频器驱动变频电机来实现的，变频器执行系统下发的各机构的运行速度指令，实现有效控制。

3.4 中控决策系统

中控决策系统在门机吊具跟随控制系统中发挥着关键作用。它能够处理来自各自系统的多维度信息和复杂算法，为决策提供重要的依据。同时也能执行相应决策，对底层反馈的信息进行流程化处理，在该系统的支持下便于快速响应，提高信息处理的稳定性^[5]。

PLC在中控决策系统中发挥重要作用。通过实现数据通信电缆与门机吊具旋转变频器的通信，实现控制工作。而且在运行的过程中，门机旋转位置检测系统和吊机旋转位置检测系统可以开展实时检测工作，将位置反馈给PLC，可以形成闭环控制。这一过程的稳定运行，确保门机吊具旋转控制更加科学合理，具有更高的精度和自动化。处理器进行综合决策后，能够生成针对各机构的控制指令上传至中控PLC，由PLC开展各指令的执行与监督。

4 门机吊具跟随控制系统的具体应用

4.1 在自动跟随中的应用

司机操作旋转门机臂架时，吊具会在门机臂架旋转的过程中自动跟随旋转。在这个过程中，吊具横向水平轴线要与门机轨道保持某一角度一致。很多门座式起重机虽然运用了吊具自动旋转技术，但是无法满足旋转位置准确、响应迅速、角度差不得大于 3° 的要求。因此，在具体应用中，可以借助门机吊具跟随控制系统来实现这一要求，优化传统门机吊具，控制设计，优化配置方案。

采用吊具自动跟随方案，在该方案的支持下，可以通过实时检测，分析判断自动纠正位置偏差，从而确保集装箱吊具的横向水平轴线始终与起重机的轨道保持在某一角度范围内。根据调整自动跟随方案，设置吊具旋转绝对值编码器、门机旋转绝对值编码器，上传至门机的PLC系统中，进行角度运算，利用驱动器调整吊具旋转电机的跟随速度。将吊具旋转绝对值编码器安装在吊具旋转装置上，随着吊具旋转减速机驱动齿轮运行，检测装置数据实时反馈，通过计算得到吊具旋转的实时位置信息。将门机旋转绝对值编码器安装在门座臂架旋转齿轮传动轮上，随着门座臂架传动轮的

旋转,计算得到的门机旋转的实时位置信息。通过上述两个检测数据计算得出的角度差,闭环控制线性地调整吊具旋转的速度增量。由于起升机构的高度直接决定了吊具到门机臂架顶端的钢丝绳的摆长,吊具旋转的过程中不同摆长的钢丝绳扭力释放的滞后时间也不一致,因此需要通过起升高度检测数据来计算吊具处在不同作业高度时的吊具旋转速度补偿值,使吊具旋转能更为迅速地跟随上起重机的旋转,从而达到吊具始终与轨道保持一定的角度。在门机司机室联动台上设置“吊具跟随”开关,司机在操作的过程中可通过此开关来自主选择开启或关闭自动跟随系统,开启自动跟随系统可以实现对吊具旋转角度自动跟随的控制。因此合理应用该系统确保门机吊具与起重机的轨道维持一定的夹角,以适用装卸集装箱作业的需求,保障系统运行的稳定性和吊具跟随调整的安全性。

4.2 基于 CAN 总线布置

CAN 指的是控制器局域网网络,是支持分布式控制和实时控制的串行通信网络,它具有实时性强系统稳定性高的优势,因此在各行各业中得到了广泛的应用。基于 CAN 总线方案,优化门机吊具跟随控制系统的设计和布置,包括电机驱动变频器、CAN 控制器、CAN 通讯、绝对值编码器、变频电机等多个部件^[6]。当司机操作旋转门机臂架时,编码器会将臂架位置数据借助于 CAN 的通信总线发布到吊具的 CAN 控制器上,控制器会根据门机旋转臂架位置数据驱动吊具上的旋转变频器进行工作,对比旋转吊具上绝对值编码器的位置信号,从而驱动变频电机进行作业,使吊具同步反向旋转,保持旋转吊具和门机大车轨道平行。该方案的合理布置,实现门机吊具跟随系统的稳定运行,对主控 PLC 程序和门机改造的整体的改动量较少。

4.3 DP 总线的方案布置

DP 总线主要用于现场层的高速数据传输,主站周期的读取从站的输入信息,周期内向从站发送输出信息。也能提供智能化设备的非周期性通信,开展诊断、组态和警报处理。

通过该方案的合理布控,可以实现可编程控制器与现场分散 I/O 设备之间的通讯。门机主控 PLC 配置吊具旋转电机驱动变频器,驱动旋转吊具上的变频电机。在这个过程中,旋转吊具装置上的所有接近传感器信号和 DP 绝对值编码器信号,会通过 DP 总线分布式 I/O 模块传输给门机主控 PLC。在门机司机室进行操作时,主控 PLC 会通过 DP 绝对值编码器的数据确定吊具的具体旋转位置。通过数据的对比分析,从而驱动旋转吊具上变频电机进行旋转,确保位置始终保持一致。该方案的有效布控,开展在线监控和故障诊断,常适用于门机主机厂配套旋转吊具使用,故障率较低。

5 结语

综上所述,门机吊具跟随控制系统是自动化和精度化高的控制系统,可以解决当前集装箱装卸过程中的一些技术弊端。提高司机的操作精度,降低司机的劳动强度。门机吊具根据控制系统的合理应用,将其中的误差降到最低,满足多用途的要求,确保集装箱与起重机的轨道保持某一角度,提高装卸的效率。在具体的应用中,还需要对方案进行合理配置,适用于实际情况。进一步改进门机吊具跟随系统,确保其得到合理应用,促进港口作业的自动化和智能化发展。

参考文献

- [1] 张辉.门座起重机臂架配备集装箱吊具的电气工艺设计[J].港口装卸,2023(1):3-6.
- [2] 孙晓军,何钢迪,韩成功,等.基于YOLOv3和OHEM的门机歪拉斜吊检测系统[J].工业控制计算机,2022,35(10):100-102.
- [3] 张诚龙,万梓清.门座式起重机吊具旋转机构变频调速改造[J].港口科技,2022(4):31-36.
- [4] 王家.基于半自动化背景下的门机全自动智能化控制系统的研究[J].现代食品,2023,29(12):72-75+218.
- [5] 李小阳,迟金生,张亚飞,等.门机智能控制系统在黄骅港杂货码头的应用[J].港口科技,2023(12):15-19.
- [6] 王宏锋,宗新斌,朱晓刚.门座起重机一体式旋转吊具水平自动纠偏设计[J].港口装卸,2022(5):17-18.