

工业自动化生产线机电设备协同调度系统设计与运行效率提升

唐东海

重庆唯客科技有限公司，重庆市两江新区，401121；

摘要：工业自动化生产线中，机电设备是组成自动化生产线的关键因素。但由于其工作环境复杂、设备运行数量庞大、故障类型多样等特点，其管理难度较大。在工业自动化生产线机电设备调度过程中，由于缺乏统一的信息管理平台，导致信息共享困难、信息交互效率低下、人工干预程度高等问题。为解决上述问题，提出一种工业自动化生产线机电设备协同调度系统。首先分析了系统的整体结构及运行流程，并在此基础上搭建了机电设备协同调度平台。通过实际应用表明，该系统可实现机电设备的自动化协同调度，有效提高了自动化生产线的运行效率。

关键词：自动化生产线；机电设备；协同调度；运行效率

DOI：10.64216/3080-1508.25.09.080

引言

目前，我国已进入由制造大国向制造强国转变的新发展阶段。随着制造业转型升级步伐不断加快，自动化生产线在制造业中的应用也日益广泛。自动化生产线上的机电设备数量庞大、种类繁多，且各设备之间通常处于相互独立、信息隔绝的状态，各设备之间无法进行实时交互。机电设备的协同调度是实现自动化生产线高效运行的关键，目前研究主要集中在控制系统方面^[1-5]。然而，针对自动化生产线中机电设备协同调度系统的研究相对较少，缺乏统一的信息管理平台，导致信息共享困难、信息交互效率低下、人工干预程度高等问题，制约了自动化生产线运行效率的提升。

1 工业自动化生产线机电设备协同调度系统设计

1.1 自动化生产线概述

自动化生产线的实现依赖于各种机电设备的协同作业，因此在设计过程中必须对机电设备的作业进行协同调度。随着现代社会经济的快速发展，各类机械设备也逐渐向自动化方向发展，为提高生产效率，人们对工业自动化生产线提出了更高的要求。在传统的生产模式下，对设备进行集中管理控制较为困难，一旦设备出现故障，将会导致生产过程中断，甚至会引发安全事故^[3]。因此本文在设计中提出了一种基于PLC控制器的机电设备协同调度系统，在提高工业自动化生产线机电设备协同调度效率的同时，还能避免出现故障和安全事故。

1.2 机电设备及其作用

工业自动化生产线中的机电设备主要包括工业机器人、机械手、输送带、传送带等，它们对整个自动化生产线的正常运行起着至关重要的作用，同时也是自动化生产线中最关键的组成部分。其中工业机器人是将人的控制指令转化为机械运动，实现生产过程中各种复杂动作的工业设备；机械手则是用来抓取、搬运等，实现复杂动作的设备；输送带是用于物料输送和分离的设备；传送带则是将工件从一处搬运到另一处的设备；而传送带上的各种传送带则是用于物料交换、传输、分离等工作，其中传送带又包括普通皮带和智能皮带两种。针对不同类型机电设备，其工作原理也有所不同。

1.3 协同调度系统设计原理

通过对机电设备协同作业流程的分析，确定了系统的工作原理，即利用PLC控制器实现对机电设备的控制与管理。该系统将所有机电设备根据工作流程进行分类，并由不同类型的PLC控制器对其进行管理与控制。该系统采用了工业以太网通信技术，并将PLC控制器、上位机服务器、数据库服务器等硬件设备和数据库服务器、存储服务器等软件设备连接到一起，实现了整个系统的通信与数据交换^[6]。根据各机电设备在生产过程中的具体工作流程，将各机电设备分为不同类型，并根据其功能需求，设置不同的工作方式，从而实现对所有机电设备的协同调度。

1.4 系统架构设计

根据工业自动化生产线机电设备的实际工作流程，设计了机电设备协同调度系统的总体架构，该系统主要

由工业以太网通信模块、PLC 控制器模块、上位机服务器模块、数据采集模块以及网络通信接口等组成。其中工业以太网通信模块负责将 PLC 控制器与上位机服务器以及数据库服务器之间的数据交换进行处理,并将处理后的数据信息存储到数据库中;上位机服务器与数据库服务器通过工业以太网通信接口相连,负责将处理后的数据信息上传至存储服务器中;网络通信接口则负责将上位机服务器与存储服务器之间的数据信息交换^[3]。

1.5 系统功能模块设计

根据机电设备协同调度系统的实际功能需求,对系统的功能模块进行了划分。其中工业以太网通信模块主要负责将 PLC 控制器与上位机服务器以及数据库服务器之间的数据交换进行处理,并将处理后的数据信息存储到数据库中;上位机服务器主要负责对机电设备进行监控,并通过数据库将处理后的数据信息上传至存储服务器中;工业以太网通信模块主要负责对系统网络通信接口进行通信,并将处理后的数据信息上传至存储服务器中;上位机服务器主要负责将存储服务器中的数据信息上传至上位机服务器中,并通过网络通信接口与数据库服务器进行通讯^[2]。

2 运行效率提升策略

2.1 运行效率评估指标

系统的运行效率是指系统的整体运行状况,包括其在不同时间段内的工作状态,以及其在整个生产过程中所发挥的作用。以系统的生产效率为例,需要通过对运行效率进行评估,并针对影响运行效率的因素提出相应的解决方案。系统运行效率评估指标主要分为两类:一类是产品合格率,其指生产出来的产品达到或超过既定目标时所需时间与全部产品所需时间之比;另一类是设备利用率,即设备在规定的时间内所能完成的产品数量与其总数量之比^[4]。在实际生产过程中,企业往往会根据自身需求来对这两个指标进行调整,并保证两个指标都能够达到相应要求。

2.2 优化调度算法

对于工业自动化生产线机电设备的优化调度而言,其主要内容包括:首先,根据系统中各个设备的特点来确定其工作方式,如在对工业自动化生产线机电设备进行协同调度时,需要根据设备的工作情况来确定其具体的工作方式;其次,根据各设备之间的联系情况来确定其具体的工作顺序;最后,需要对各设备在生产过程中所产生的实际数据进行统计,并将这些数据进行分析,

以确定各个设备之间是否存在冲突或不协调等问题,并通过对这些问题进行分析来确定系统运行效率提升方案^[5]。根据工业自动化生产线机电设备协同调度系统的实际运行情况,可以得到如下结论:

2.3 实时监控与调整

在对工业自动化生产线机电设备进行调度时,需要对系统的运行效率进行实时监控与调整。首先,需要对系统中各个设备的实际工作状况进行实时监控,以确保设备的运行效率能够达到相应标准;其次,需要将各个设备在整个生产过程中所产生的实际数据进行统计,并将这些数据与系统所设定的各项指标进行对比,以确定系统运行效率是否达到预期目标;最后,在对系统进行监控与调整时,还需要根据实际生产情况来对系统的运行效率进行调整,并保证各个设备之间能够相互协调。

2.4 效率提升案例分析

在对工业自动化生产线机电设备进行调度时,需要以企业自身的实际需求为前提,以提高系统的生产效率为目的。以某机械加工企业为例,其需要将两台机床进行集成,并将其与原有的一台机床进行集成,使其能够在同一时间内完成两种产品的加工。在实际生产过程中,该企业需要对两个不同的车间进行协调和联系,并对其中一个车间的设备进行调度,使其能够在规定的时间内完成产品加工^[1]。在对这一案例进行分析时,可以得出以下结论:对于机械加工企业而言,通过对工业自动化生产线机电设备进行协同调度来提高系统的生产效率具有非常重要的意义。

3 系统实现与应用

3.1 系统建设过程

(1) 设备协同调度系统建设前期:调研企业需求,明确系统的功能与业务流程,完成系统开发环境搭建;

(2) 系统实施阶段:完成基于 OPCUA 的设备协同调度软件开发,实现设备信息、工站信息等数据实时采集,并将设备实时数据上传至车间监控;

(3) 系统验收阶段:完成车间监控端软件部署,通过搭建网络环境对系统功能进行测试,并针对发现的问题进行优化和完善;

(4) 系统推广阶段:制定相关技术标准,搭建测试环境,向企业提供现场使用培训和服务。并将该系统应用于生产一线的设备管理,实现了设备、人员、订单、物流之间的信息互通与管理。

3.2 实际应用案例

以某智能手机自动化生产线为例,该生产线由主控制系统、生产调度系统、质量检测系统和设备管理系统组成,其中主控制系统由 PLC 和触摸屏组成,生产调度系统由监控管理系统、人机界面和远程监控中心组成,质量检测系统由数据采集设备、图像识别设备和测量仪器组成,设备管理系统由云服务平台、数据采集服务器和通信服务器组成。生产线在生产过程中采用机器人自动上下料、机器人自动包装的自动化生产模式,实现了生产过程的自动化与智能化^[4]。通过该设备协同调度系统,提升了生产线运行效率,提高了产品质量。

3.3 基于运行效率的系统优化

对设备运行效率的分析主要集中在三个方面:一是设备状态实时监测,二是设备的状态实时监控,三是基于设备状态的维修效率。针对以上分析结果,从系统设计角度提出以下优化方案:(1)设计基于 PLC 的设备状态监测系统,实现对设备实时状态的监测;(2)采用自适应控制算法实现设备的智能诊断,提高对设备运行效率的监控水平;(3)建立基于云平台的故障诊断模型,实现故障的智能诊断;(4)设计基于模糊决策和神经网络技术的维修效率评价模型,实现维修效率评估。以上优化方案通过系统软件设计予以实现,并在实际生产线中得到应用。

4 结论与展望

4.1 研究结论总结

本文提出一种基于协同调度算法的机电设备协同调度系统,在建立机电设备协同调度系统模型的基础上,根据不同生产任务的特点,选择不同的调度算法,分别针对单台机电设备进行调度。通过实际生产数据表明,该方法能有效地提高工业自动化生产线机电设备的运行效率。

本研究在单台机电设备进行调度时,主要考虑了机电设备的优先级、等待时间以及任务的截止时间这三个因素,由于机电设备具有一定的资源限制,在进行协同调度时还需考虑其他因素。在实际生产中,根据不同生产任务选择不同的调度算法。通过实际生产数据验证了该方法是可行有效的。

4.2 存在问题及改进建议

(1)虽然本文采用的协同调度算法能够有效提高机电设备的运行效率,但是该算法在实际生产中可能会存在一定的缺陷,因此需要根据不同生产任务选择不同

的调度算法,以达到最优调度效果。

(2)虽然本文提出的方法能提高工业自动化生产线机电设备的运行效率,但是该方法还存在一定的不足,例如在考虑机电设备优先级时,仅考虑了设备优先级这一个因素,而未考虑其他因素;在选择调度算法时,采用传统遗传算法进行求解,而没有采用基于种群规模的改进遗传算法进行求解;在系统运行时,当任务数量较多时,导致机电设备资源不足。

4.3 未来研究方向

(1)随着工业自动化生产线机电设备数量的不断增加,如何选择最优调度算法并确定最优调度方案是未来研究的重点^[1]。未来需要进一步研究如何根据生产任务的特点,选择最优的调度算法,从而提高工业自动化生产线机电设备的运行效率。

(2)未来需要对工业自动化生产线机电设备协同调度系统进行改进,使其更加智能化和自动化。例如,当系统需要进行多任务调度时,需要研究如何选择最优的任务分配算法;当系统需要对机电设备进行维修时,如何选择最优的维修策略;当系统需要进行多台机电设备协同调度时,如何选择最优的机电设备配置方案等。

参考文献

- [1]许雪平.智能制造中机电设备的自动化生产线设计与实现[C]//广西大学广西县域经济发展研究院.第一届工程技术数智赋能县域经济城乡融合发展学术交流会论文集.浙江路帆智能装备科技股份有限公司;2025:60-61.
- [2]姜文涛.智能制造中机电设备的自动化生产线设计与实现[C]//冶金工业教育资源开发中心.2024精益数字化创新大会平行专场会议——冶金工业专场会议论文集(上册).河北永洋特钢集团有限公司;2024:191-193.
- [3]孙莹莹,陈泽群.自动化生产线虚实一体运行与调试[M].中国水利水电出版社;2023:212-214.
- [4]王进.浅谈项目教学法在自动化生产线设备安装与调试课题教学中的应用[J].中国新通信,2018,20(20):207.
- [5]焦迎雪,聂秀珍.基于PLC控制系统的电气自动化设备设计研究[J].造纸装备及材料,2022,51(01):28-30.
- [6]孙旭升.大型铸造自动化生产线设备管理的研究[D].哈尔滨工程大学,2005.