

港口机械制造中的智能软件应用分析

王昌盛

(上海振华重工集团股份有限公司 上海 201913)

摘要: 为适应港机制造领域对产品质量、生产效率提出的高水平要求,通过引入 Smart nest 智能套料软件与自动控制系统、RFID 射频识别技术及软件开发工具进行港口机械制造程序设计,并将其应用于港口实际生产作业环节进行应用效果的评价,最终证明智能软件的应用可有效提升作业效率与自动化水平,为港机产品质量提升与精益管理目标的实现提供重要参考。

关键词: 港口机械; 智能套料; 软件数据库; 生产作业

0 引言

港口作为带动区域经济发展的重要辐射节点,其机械制造的智能化水平在提升港口作业效率、实现港机标准化生产等方面发挥着显著作用。基于此,研究智能软件在港机制造中的具体应用及其使用价值,对于提升港机制造水平、落实精细化管理目标具有一定的现实意义。

1 基于智能化仓储的堆垛起重机设计

1.1 工艺描述

港口仓储系统中起重设备承担物料吊运、货物运输等关键功能。以堆垛起重机系统控制程序设计为例,常用起重机类型包含桥式堆垛起重机、巷道式堆垛起重机两种,其技术参数如表 1 所示。根据起重机设备的运行原理进行机械制造控制程序设计,先将起重小车与升降货叉通过立柱进行刚性连接,沿立柱垂直方向的中心线控制货叉转动方向,依据起重机设备宽度进行航道宽度控制,实现起重机、货叉在地面作业的同步控制。

1.2 系统设计与应用

基于起重机设备的运行工艺原理,在控制系统设计

上需明确以下要点:

(1) 明确系统控制指标,包含起重小车运行轨迹、叉车移动方向等关键指标,根据实际物料运输、生产环节的工艺节拍进行控制指标设计与检验,保证完善系统使用功能。

(2) 自动控制程序设计。以设备启动程序设计为例,选用 8255 芯片、开关装置、直流电机、指示灯等进行硬件电路的简单连接,分别设置开关装置对应的工作状态(“1”为正常工作状态,“0”为异常工作状态),观察指示灯、报警装置是否出现异常亮起或发出警报,并观察直流电机示数,判断系统是否处于正常工作状态。

(3) 程序调试。利用开关输入模拟检测项的运行状态,运用程序自动判断项目是否正常,并将调试结果在屏幕端显示,用于保证设备处于正常状态,在发生故障时及时发出告警提示。

2 基于智能套料软件的数控切割机程序设计

2.1 智能套料软件功能

根据港机产品制造工艺流程,以板材切割下料作为主要工艺环节进行智能软件应用与程序设计的研 究。基于 Smart nest 软件建立自动化套料系统程序,适应水射流、激光等不同类型数控切割机的自动化控制需求。将该软件应用于板材切割下料环节,主要工艺程序如下:①板材、余料的入库管理;②切割零件运输、入库管理;③自动化套料;④执行交互式套料操作;⑤确认机械设 备切割运动轨迹;⑥数控自动化编程;⑦切割过程仿真 模拟;⑧汇总整理工艺数据;⑨自动生成统计报表。

针对 Smart nest 软件功能进行分析。首先可提供多种套料算法,根据物料类型、生产节拍及产量要求选择相应的套料模式,支持对工艺数据进行集成化管理;其次支持套料作业的全自动化,与智能共边切割工艺融合设计,仅需运行简单的机器学习算法即可实现自动操作,

表 1 堆垛起重机技术参数

设备类型	项目名称	具体参数	
桥式堆垛起重机	额定起重量 /t	0.5 ~ 5	
	适用仓库规格	高度 /m	< 12
		跨度 /m	> 20
巷道式堆垛起重机	额定起重量 /t	< 2	
	仓库高度 /m	45	
	巷道宽度 /cm	超出起重机宽度 15 ~ 20	
	起升速度 / (m/min)	15 ~ 25	
	起重机运行速度 / (m/min)	60 ~ 100	
	货叉伸缩速度 / (m/min)	5 ~ 15	

实现切割代码的输出耗时约 3min；最后可提供一种开放性程序，支持与企业原 ERP、OA 等系统实现有效集成，满足企业生产管理需求。

2.2 数据库与接口设计

引入数据库技术进行港口机械零件数据的收集、处理与存储，取代传统由人工统计数据、制作表格的工作模式，基于 Smart nest 软件进行港口机械零件数据库设计，将开放接口与 ERP 平台对接，实现两平台系统间的数据共享，对原套料生产作业数据进行信息化管理，并与 CAD 图纸分析系统、外部网络平台形成接口，进一步拓宽数据共享范围，实现对套料数据的自动化、共享化管理，为数据准确度及作业效率的提升提供技术支持。

2.3 与切割工艺融合应用

智能软件支持提供常规切割作业工艺，但在面向不同港口机械产品与作业需求时，仍需结合实际工艺参数进行特殊切割工艺及程序的优化设计。通过结合实际生产作业需求，在 Smart nest 软件中输入港口机械设备的技术与性能参数，可面向产品质量提升层面实现以下功能：①微连接切割工艺，防范产品变形；②搭桥切割工艺，自动规划切割路径，提升作业效率；③连续多零件切割，支持连续化、批量化生产；④共边切割工艺，保证产品质量。通过引入智能软件提供上述四种特殊工艺，可有效提升港口机械制造环节的切割作业效率，在加快生产进度、满足量产需求等方面发挥显著作用。

2.4 应用于数控切割机生产工艺

根据港口机械制造行业在零件切削环节使用的工艺可知，常见数控切割工艺包含等离子、火焰两种类型，但在实际生产环节常面临材料消耗量大、工艺控制精度不足、套料实际应用效率低等现实问题，并且将产生较多余料，造成余料堆积与浪费情况，对于企业切割工艺及产线的改造升级提出更高要求。对此，拟在保留原数控切割机的基础上，对软件程序进行优化设计。基于 Smart nest 套料软件进行板材切割、下料等流程的系统优化，针对等离子、激光、水切割等不同数控切割机类型进行通用程序的设计，包含 4 个功能模块，其具体程序设计要点如下：

(1) 绘图模块，将机械设备产品的工艺参数输入软件中，执行拆图、绘图操作，并利用 Auto CAD 工具生成 CAD 图纸，分别以“.dwg”和“.dxf”两种格式进行绘图文件的存储。

(2) 自动套料模块，将“.dwg”“.dxf”两种格式文件分别导入智能软件中，利用软件工具进行 CAD 图像轮廓线的校验，随后根据工艺参数进行曲线压缩处理，保留曲线压缩结果进行重复线的清除，生成不封闭图形。

(3) 工艺模拟与质量检验模块，根据生成 CAD 图形结果进行排版设计，运行 Smart nest 的模拟分析工具

进行工艺操作过程的模拟，并对模拟制成零件样品进行质量检验，生成切割操作的具体移动轨迹。

(4) 数据统计分析与存储处理模块，结合不同后置条件要求，Smart nest 软件分别编制“.txt”“.NC”两种格式的文件，并提取其中“.txt”文件进行完整性检验，确认合格后将其传送至 ERP 系统接收端。操作人员通过登录平台完成帐号输入与权限校验后，即可获取、拷贝、使用文件。

3 基于智能理货系统的港口倒运设备设计

3.1 工艺描述

港口倒运作业主要由空车检斤过皮、倒运车装车、重车检斤、卸车四个基本环节组成，用于实现对港口货物及物料的倒运、计量。为提升港口倒运环节的机械化作业水平，拟基于智能软件开发工具、引入 RFID 射频识别技术进行移动扫描终端设备的开发设计，将带有 RFID 电子标签的智能终端装置安装在倒运车上，在倒运车移动至不同工序位置时，利用读卡设备识别卡片信息、获取车辆的运输及作业状态，并经通信网络进行采集数据的实时回传，存储在系统数据库中，由此实现倒运作业的自动化控制。场景布局参数如表 2 所示。

表 2 场景布局参数表

名称	最小值	特征值	最大值
场地总长 /cm	-	528	-
场地总宽 /cm	-	360	-
(标签数 / 直径) / (个 / mm)	-	548/25	-
标签间距 /cm	16	-	32
循迹线宽 /mm	-	25	-
(水平车道数 / 宽) / (条 / mm)	-	12/240	-
(垂直车道数) / (条 / mm)	-	17/320	-

3.2 技术方案及实现

在系统运行环节，利用装载在车体内的 RFID 读卡器识别 RFID 卡信息，获取倒运车辆作业数据，实时传递至车载系统处；由车载系统接收实时生产数据后，利用微型计算机系统前台业务数据处理，同时运行后台逻辑层进行数据的有效对接，执行系统软件预设的业务流程，控制倒运车辆执行装 / 卸车作业；在车体装置外壳处安装 LED 显示屏、太阳能光伏发电板等装置，支持将作业数据实时显示，并起到操作提示功能。

在基于智能软件进行系统控制程序实现上，主要体现在以下三个方面。

(1) 基于 Visual Studio 平台进行软件开发设计，采用 RS485 串行通信进行不同硬件装置的集成化处理，将港口理货流程等参数输入系统中，即可实现智能理货程序的自动化运行；该系统设有多个串口开发模块，后台业务逻辑层基于 J2EE 架构设计，支持承载多种 APP 应

用程序, 并实现与 RFID 读卡器、液晶显示屏及车载计算机系统间的数据交互与实时共享, 满足前端数据处理模块与后端业务管理逻辑的有效交互, 保证倒运车在空车过皮、转车、过重以及卸车四个工序环节的连续化运行与自动控制, 防范因人机交叉引发安全事故。

(2) 采用 RFID 技术进行 RFID 识别与读卡装置的设计, 支持 125kHz 与 2.4GHz 两种频率建立数据交互连接; 引入 4G+Wi-Fi 无线网络技术, 可将港口局域网通信模块植入车载计算机中, 保证在倒运车运行过程中与监控平台建立稳定的数据传输关系, 并且实现倒运、理货全过程的连续化、不停车作业, 保证生产效率与产品质量。其中在 RFID 读卡装置运行程序设计上, 基于双频功勋模式支持在待机状态下连续向外发送低频信号, 使进入作业区域范围内的有源 RFID 卡接收 ID 编码, 经解析、信号回传等流程实现信息的高速交互; 在 4G 无线网络通信功能实现上, 可借助专网系统的建构, 基于系统内部逻辑运行具体业务指令、完成指令向终端的传递, 保证理货过程的智能化运行, 有效减少以往因频繁停车产生的额外油耗, 并节约作业成本。

(3) 引入光伏发电技术进行供配电模块设计, 支持 24h 不间断供配电, 运用太阳能光伏板与蓄电池的配合实现装置作业区间的灵活布置, 同时还可外接市电, 有效防范因停电影响系统运行、降低对生产环节的负面影响。在转运小车设计上, 引入轮式小车控制模式, 使小车在较短距离、既定路线范围内移动, 基于皮卡车、人力牵引两种模式控制车辆进行移动、转场, 满足不同距离的作业需求。

3.3 应用效果评价

通过采用上述技术与智能软件联合进行智能理货系统及倒运设备的开发设计, 可有效实现扫描、理货的全程自动化操作, 支持人机分离处理、防范现场交叉事故, 实现不停车作业、灵活部署, 系统采用集成化配置模式, 保证基于业务逻辑即可实现生产作业流程的自动化控制, 满足实际港口机械作业与生产要求。

在该智能化系统与终端装置投入使用 2 年时间内,

共实现自动化理货次数 98.5 万余次, 累计运行时长约 7.9 万 h, 承担港口货物及物料倒运总质量 1869 万 t, 有效实现理货全程的自动化操作, 节约人力成本年均 100 万元以上, 并且 2 年内安全事故发生次数为零, 满足安全生产作业要求。同时, 引入 RFID 射频识别技术后, 使设备读卡效率较以往提升超过 92%, 相应使得倒运货物总量增加, 车辆耗油量减小, 实现节能环保、高效生产目标。此外, 采用光伏、太阳能等新能源进行装置改造升级, 支持 24h 不间断供配电运行, 并支持根据现场作业环境进行供配电位置的灵活补助, 实现手动、机械化作业两种模式间的任意切换, 满足现场任意工况、场景下的集成化应用需求, 更好地提升港口机械设备的智能化制造与生产潜能, 服务于智慧港口建设目标的实现。

4 结语

通过将智能软件应用于堆垛起重、下料切割与物料倒运等多个作业领域, 可有效提升港口机械化作业水平, 取代传统人工作业模式实现机械制造领域的自动化生产与精益化管理目标。未来还应聚焦人工智能、物联网等领域引入先进技术进行软件设计创新与硬件设备升级, 为港口机械制造的智慧转型提供示范经验。

参考文献:

- [1] 孙明文, 刘光辉. 机械装备制造中智能化的应用 [J]. 内燃机与配件, 2021(16): 161-162.
- [2] 郑英明, 刘永东. 大型机械制造中人工智能技术的应用 [J]. 南方农机, 2020(12): 195.
- [3] 沈吉祥. 港口岸电系统智能全负载测试的应用 [J]. 中国水运: 下半月, 2020(02): 88-89.
- [4] 杨金鑫, 孙斌, 孙浩. 智能物联网技术在大型港口油品容量计量交接中的应用 [J]. 计量科学与技术, 2021(04): 74-77.

作者简介: 王昌盛 (1980.04-), 男, 汉族, 山东威海人, 本科, 工程师, 研究方向: 港口机械项目制造及管理。