

基于 MES 的金属材料切削加工智能制造过程研究

费国华

(嘉兴技师学院, 浙江 嘉兴 314001)

摘要:为解决机械企业在智能制造过程中现场流程复杂、信息化低、有安全隐患等问题。以切削加工智能制造单元生产过程为研究对象,以工业总线技术、大数据、云计算等为支撑,立足建设制造强国的战略背景,基于客户产品工艺特性及其管控要求,构建标准的 MES 系统。企业使用 MES 后可以缩短产品生产周期、增强交货能力、改善产品质量、降低成本、增加总生产效益。

关键词: MES; 智能制造单元; 应用

发展智能制造是国家的核心战略布局,而 MES 是智能制造产业的核心一环,是生产制造行业新一代工业革命的重要标志。MES (Manufacturing Execution System), 中文名称为制造执行系统,是用来帮助生产企业从产品订单、任务生产、流程管控,直到产品完成,收集及监控制造流程中所产生的生产资料,确保产品加工质量的应用软件。切削加工智能制造单元是一种由数控车床、加工中心、七轴工业机器人、PLC 等共同组成的人机一体化系统,是一种高度集成与柔性的组合体。

一、MES 概述

(一) 基本概念

MES 理论最早出现在美国,由 AMR 公司提出并进行详细论述,研究了基于 ERP 的生产车间现场监管系统,其中主要包含上位软件、计量检测仪、数据采集器、PLC 程控器等,合理嵌入了执行调动系统。从基本概念角度分析,MES 可被视为一种管理信息系统,介于工业控制系统、计划管理系统之间。其能够为相关人员提供产品跟踪服务、库存信息服务、资源调度服务。制造执行系统协会认为,MES 具有全过程管理的能力,能够通过传输信息把控订单下达到生产完成的各个环节,保证了生产效率和品质。对于其中出现的问题,MES 可迅速分析、应答和处理,既能够实现信息的双向传输,还能向管理人员提供最新的供应链信息,为管理人员提供依据。

(二) MES 在国内的发展

在推动智能发展战略落实的背景下,诸多制造业引入 MES,通过控制企业的单元层、车间层,推动企业的工厂实现智能化生产,形成了集成化管理模式,对企业经济效益、生产水平提升具有重大意义。当前,我国大力扶持工业互联网、智能制造产业发展,为制造企业应用新型信息技术提供了政策支持,MES 研究不断深入,已经被运用到机械加工、钢铁冶金、航空航天等制造企业。基于最新互联网技术的支持,现代制造业可引入基于互联网感知的制造执行系统,为工业制造、选矿、提供技术支持。同时,基于互联网智能制造执行系统的帮助,企业可从关键技术、运行模式、系统架构等方面入手,构建面向云服务的制造执行系统,促进企业车间装备制造发展。此外,利用云制造、智能制造理念,可开发机床装备制造方面的生产 MES,发挥柔性制造单元构建方法、零件云制造技术的作用。

二、MES 系统的应用及技术特点

(一) MES 系统的分类

MES 专用系统,主要在工艺群体管理、车间调动、生产监制、车间维修等方面应用;MES 集成系统,主要在车间装配领域,如化工、机械行业,其能够将下层实时控制系统、上层事务处理系统集成在一起。与前者相比,MES 集成系统形成了整体数据模型、

集成性系统、独立逻辑数据库。

(二) MES 的应用领域

在国内,MES 生成了两种应用形式。一方面,面向流程制造业 MES,重在降低能耗、节约能源;另一方面,面向离散制造业的 MES,能够将制造、管理和设计统一起来。水泥、能源、化工属于典型的流程制造行业;电气装配、机械制造属于离散型制造行业。从生产类型角度看,可划分出多品种小批量生产、单品种大批量生产方面,MES 系统在上述两种生产行业中的应用模块十分相似,但在具体生产方式、工艺流程上需要加以区分。所以,不同企业应立足生产需求,制定和规划 MES 系统建设方案。

(三) MES 的技术特点

1. 集成技术的纵向性。要想将 MES 运用于制造生产型企业中,必须将数据问题放在首位,若不能解决数据集成、信息互通问题,将影响企业信息化管理进程。从实际管理需求角度看,基于上层 ERP、下层自动化控制系统,MES 系统应从纵向上提供支持,成为前两者的中间件。

2. 集成技术横向性。MES 制造执行系统能够将各个生产节点联系起来,形成具有横向集成特点的生产管理模式,促进生产全过程实现信息化、集成化。这样,MES 系统能够发挥综合管控、分析能力,保障生产效率。

3. 具有模型驱动特点。MES 系统能够为企业生产提供标准化管理服务。在基于 MES 系统的生产流程、生产工艺,相关质量监控、设备维护模块,都需引入模型化处理方式,实现生产调度、信息处理的统一性。

4. 具有实时处理特点。对于生产中出现的各种信息,MES 系统能够实现自动化监控和处理,迅速分析、统计、整理相关信息,并将最终结果数据反馈至信息中心,实现生产的现代化。

5. 具有排程技术特点。在具体应用过程中,MES 系统的排程技术具有明显的应用、参考价值。相关人员可参考物料库存、产品 BOM、物料需求等方面的信息,根据精密排程算法,细化 ERP 系统的生产计划,形成可控制性、可执行性强的生产计划。

三、MES 在切削加工智能制造单元中的主要功能

MES 可以解决切削加工智能制造单元中分析、判断、推理、构思和决策一系列问题。MES 不但具备柔性,而且还表现出智能。MES 可以在切削加工智能制造单元中实现以下功能:

(一) 任务管理

数控编程人员对每个产品制定相应的技术文件。产品技术文件包括的内容有:数控加工程序、产品的三维模型、数控加工工艺清单等。任务管理界面中只要将需要的加工的技术文件按照一定的标准命名,上传至指定区域就完成任务创建。任务管理器会根据产品加工内容、加工时间、加工工艺自动解析,生成切削加工智能制造单元的任务管理。MES 中的任务管理可以对产品的加工流程进行查询。任务管理可以提供产品的生产周期、生产进度、产品生产时间,用数据对每次任务进行跟踪和最新状态展示。

(二) 仓库管理

MES 在切削加工智能制造单元运行中,自动对仓库每个库位进行盘点。操作人员事先根据 MES 设置要求把零件类型、材质、加工状态等信息通过 RFID 芯片写入料仓相应的库位中。切削加工智能制造单元自动化生产加工中,仓库中的每个库位会根据加工

实际情况显示不同的加工状态(毛坯、待加工、加工中、加工异常、加工完成、不合格、合格等)。MES 中的仓库管理可以监控产品流转流程,保证库料可以实时查询。

(三) 订单管理

切削加工智能制造单元中的加工任务订单由 MES 系统创建。MES 系统获取 CAM 软件设计好的加工工艺文件,将工艺文件按一定标准命名,并上传至 MES 系统,即可创建相应的加工订单。MES 工艺文件命名规范可以有:场次、工件序号、工件材料、加工工序名称等信息构成。数控车床和数控铣床的程序根据实际要求按照规范命名并上传到 MES 系统中。MES 系统会自动进行分析,生成加工任务清单,并创建产品加工订单。

MES 中需要对产品的数量及相应的加工方案进行确认。如切削加工智能制造单元这次加工四个件,两个件是在加工中心完成,剩下的两个件需要车床完成后再到加工中心。我们可以在 MES 的订单管理中查看每个工件具体的加工工艺流程。在切削加工智能制造单元运行前,可以对订单任务进行任何修改。如果多选了加工工步,操作人员可以手动去除。如果少选了加工工步,操作人员可以重新添加。

(四) 在线检测及刀具补偿修正

MES 可以根据实际要求采集数控车床及加工中心所有刀具信息。其中包括:刀具长度磨损、刀具长度补偿、刀具半径磨损、刀具半径补偿、刀具圆弧磨损、刀具圆弧补偿等。长度补偿半径补偿可以在 MES 中进行在线修改。如加工中心完成零件后,编程人员在安排加工工艺时会对产品进行在线监测环节,监测的数值直接显示在 MES 中。当在线检测数值与实际数值有偏差时,操作人员修改加工中心刀具补偿,MES 启动进行返修加工。下个批次的产品会自动补偿偏差值,保证切削加工智能制造单元生产的产品合格。

加工制造过程的工序尺寸检验与产品质量管控,可以对产品质量进行追溯,对尺寸不合格进行严格控制。在线检测及刀具补偿修正可以实现对产品重要尺寸进行全面检查,对出现的尺寸误差进行及时修补,确保产品第一时间进行调整。在统计产品合格率和不合格率的量化指标过程中可以定量分析刀具磨损情况,减少企业因刀具问题而造成的不必要的浪费和损失。

(五) 设备管理

切削加工智能制造单元主要硬件有:数控车床、加工中心、工业机器人、立体仓库、PLC 控制柜、计算机、视频监控装置。MES 会自动检测每个硬件的连接情况,保证运行通畅。在切削加工智能制造单元自动运行过程中,操作人员可以通过 MES 中设备管理功能查看数控机床门的实时状态、数控机床运行参数、机器人当前的点位、摄像头中的加工状态等。MES 设备管理中显示每台设备的运行情况,对每次出现的故障、问题、报警会有详细的说明。MES 系统会定时采集所有设备重要信息,操作者可以远程控制并管控,实现智能化管理,对一些重要的信息可以记录方便以后对设备的维修、保养、升级。

(六) 报文管理

报文管理是 MES 基于某种协议的处理方法,是大部分 MES 采用的信息传输方式,是 MES 系统重要组成部分。报文管理具有组成方便,传递可控,解读简单的特点。切削加工智能制造单元中,MES 发送给 PLC 的报文信息有:命令码、取件仓位、放件位置、设备号、取件类型、放件类型、取件状态、放件状态等,MES 响应 PLC 命令有:命令响应码、工作位置码、结果、设备号等。报文管理在各个运行的系统之间进行发送变量和响应变量时用来交换信息代码。报文管理可以进行速度和代码的转换,把一个报文发送到多个目的地,通信量大但仍然可以接收报文而且传送延迟

不会增加的优点。

四、MES 在切削加工智能制造中的不足

从每个产品任务开始到全部产品加工完成的整个过程中,MES 可以进行数据比较、优化、传递。当切削加工智能制造单元发生实时问题时,能对出现的问题作出相应的反应和问题报告,我们可以根据 MES 显示的报告作出最快、最准确、最无误的指导和处理。但是,MES 在切削加工智能制造中也有一定的不足:

(一) 兼容性困难

切削加工智能制造单元包括:数控车床、数控铣床、工业机器人、计算机等。MES 是硬件设备的中枢,需要每个设备的参数导入、配对、连接。只有全部参数兼容,切削加工智能制造才能互联互通正常运行。在实际调试过程中,设计的功能还是不能兼容,需要反复调试,最终实现的功能和当初设计不一定完全符合。

(二) 设计成本高

MES 设计初始能实现精益制造、柔性制造、敏捷制造,在中国企业实施不久。设计经费从几十万到上百万甚至上千万不等。对于一般的企业花那么多钱,买一个看不见的东西很难让老板支持。切削加工智能制造单元适合产品单一、工艺简单、数量大的企业。当加工产品大小要更换的时候,需要对硬件进行二次改进。机器人爪子、工件装夹装置、仓库摆放装置等进行升级的费用不少。

(三) 需要专业能力强

MES 连接切削加工智能制造单元所有设备,在产品加工过程中做到调度并直接自动检测。设计切削加工智能制造单元 MES 软件时,需要设计团队有一定的专业理论知识包括:机械工程基础、计算机与工业物联网、传感器与检测技术、人工智能应用、数控机床编程与应用、工业机器人技术与应用、PLC 编程等。如专业知识不扎实,设计的软件不适用实际生产。如对生产制造工艺不了解,软件效果不符合客户需求。如专业问题缺乏经验,生产加工中存在一定的安全隐患。

五、结语

切削加工智能制造单元是在现代先进制造技术、新一代信息技术支撑下,面向产品全生命周期的智能设计与开发、智能加工与装配,智能检测与控制、智能管理与运行、智能服务与反馈的机械加工平台。MES 引入技师学院机械制造专业中,使学生掌握更多先进制造技术,在培养高素质人才中发挥重要作用。虽然在设计开发 MES 管控软件中会遇到一定的问题,但是 MES 将会使制造业的产品形态、设计和制造过程、管控方法和组织结构、制造模式发生重大革命性变革。

参考文献:

- [1] 赵伟博,李琳杰.基于 MES 系统的智能制造切削加工系统架构设计[J].工业仪表与自动化装置,2020(1):42-45.
- [2] 周子涵,高瑜雄.MES 系统在制造生产企业中的应用与研究[J].软件,2020,41(11):214-216.
- [3] 王峰,牛孟杰,张莹,李晓东.过程自动化 MES 系统中报文的处理方法[J].数码世界,2019(05):25.
- [4] 胡觉成,陆剑峰,余涛,白欧,杨越.基于报文方式的机床数据采集与分享方法研究[J].自动化仪表,2022,43(01):38-41+54.
- [5] 穆青.现代管理技术在化工设备管理中的应用研究[J].现代盐化工,2021,48(06):97-98.
- [6] 何章玮,翁枫,韩卫民,马志刚,叶润森.基于信息化视角下 3D 智慧仓库管理系统设计分析[J].科技视界,2021(19):182-183.