

制造业的智能过程和共性技术以及技术应用分析*

陈 兵

(湖南商务职业技术学院,湖南长沙 410025)

摘 要:智能制造是以智能技术做支撑的,在技术领域,能满足制造过程的关键技术有智能装备技术、智能 CAD/CAM 技术、智能计算机辅助工艺规划技术等。其中第一个技术适合于制造全过程,第二个技术适合于全过程的开始与中间,第三个技术适合于过程之初。智能共性技术有多种,在不同的制造领域发挥共性作用。智能技术在生产中的应用是智能制造的最高境界,其应用面十分广泛。

关键词: 智能 CAD/CAM;智能计算机辅助工艺规划;智能共性技术;自动化生产线;大数据

中图分类号: F270 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-2404(2018)86-0020-05

制造业的智能化是未来工业的发展方向,实现中国制造 2025 的宏伟目标之重要目标之一,就是大力发展制造业的智能化。智能化归属于高技术或先进技术领域,其知识含量高,智能化的核心就在于其蕴含的技术。除了技术的发明和创新外,更重要的是将技术运用于生产,转化为先进生产力。

1 智能制造技术概览

智能制造技术众多,在对技术应用之前,先对智能制造技术有一个概略式的了解。切入角度不同,智能技术的划分结果会不同。现分别从智能过程、智能共性、两个角度来分析智能技术。

1.1 智能过程技术

在智能制造过程中,智能技术应用于不同的过程就形成了不同的技术。这里分别研究智能制造装备的关键技术、智能 CAD/CAM 技术、智能计算机辅助工艺规划技术(ICAPP)。

1.1.1 智能制造装备的关键技术

该类技术是在生产制造过程中得到应用的,让我们分析几个技术。

装备运行状态和环境的感知与识别技术。在加工中,能准确地感知和识别加工对象,对其温度、变形、应力有良好的感知,确保精密度,它常以图像或数字展示工件加工信息。高精度传感器会应用此技术,使加工中的检测灵敏可靠。

性能预测和智能维护技术。设备的磨损不可避免,机床的不稳、故障时有发生。该技术建立了状态表征与装备性能表征指标间的映射关系,对故障予以诊断,加以修复,测试设备,预测故障,评估装备可靠性和寿命。

智能工艺规划和智能编程技术。借助计算机模拟专家,规划机床工装和零件材料特性的工艺。建立数学模型来反映工艺系统和作业环境的定量关系,建立工艺数据库和工艺知识库来达到目标工业优化,建立智能推理和决策方法。

智能数控系统与智能数控驱动技术。主要对数控机床的数控能力进行提高。完善伺服控制技术,实现系统参数自动识别、控制参数自动配置、多轴参数的自动优化、振动主动控制。完善基于视觉感知的伺服控制,实现防碰撞技术,实现自律运动、无人驾驶和灵巧操作。运用虚拟现实和人工智能技术,实现语音控制和基于虚拟现实环境的操作,发展智能化人机交互技术。

1.1.2 智能 CAD/CAM 技术

智能 CAD/CAM 技术任务是,以计算机硬件、软件工具,辅助完成产品设计与制造。此技术提高了产品设计和制造质量,实现生产中资源共享,提高设计与生产效率,能实施并行工程,缩短生产周期,既能降低生产成本,又能提升产品质量。

收稿日期:2018-06-09

作者简介:陈兵,副教授,高级物流师,高级项目经理,高级企业人力资源管理师,高级营销师,管理咨询师,注册咨询工程师,投资建设项目管理师,注册物业管理师,国际商务师,二级理财规划师,二级心理咨询师,统计师,审计师,经济师,主要从事工业工程等方面的研究。E-mail:2862509582@qq.com

*基金项目:2016年湖南省哲学社会科学基金项目。课题名称:“2025湖南智造”导向下的制造企业生产运营技术管理与实施对策研究。课题批准号:16YBG021

1.1.3 智能计算机辅助工艺规划技术(ICAPP)

作为纽带,计算机辅助工艺规划(CAPP)连结了计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)。该技术的过程是:首先,向计算机输入被加工零件的原始数据、加工条件及要求;然后,计算机自动地进行编码、编程;最后,输出优化的工艺规程。

CAPP的智能化升级就是ICAPP,即把人工智能加入CAPP,使其具备人类的推理、思维能力,模拟人的大脑工作,像人一样思考、判断、学习,智能化地解决复杂问题。

1.2 智能共性技术

智能共性技术一般都是关键技术,在工业和信息化部、财政部发布的《智能制造发展规划(2016-2020年)》中,把发展智能共性关键技术作为规划重点。现分析如下智能共性关键技术。

1.2.1 识别技术

识别技术包括:射频识别(RFID)技术、基于深度三维图像识别技术、物体缺陷自动识别技术。

射频识别(RFID)技术是一种无线通信的自动识别技术,它将小型的无线设备贴在物件表面,通过无线电信号识别特定目标,采用RFID阅读器,自动进行远距离地读写相关数据,它能快速、准确、方便、自动地读取目标物件的信息,不必将读取设备与读取目标接触。

基于三维图像物体识别技术可以识别出图像中的物体类型、位置和方向,能形象和准确地感知三维世界。其作用就是智能化的感知物件的几何图像。

物体缺陷自动识别技术能识别物体内部和外部的各种缺陷,此种识别精确、自动,以视觉化形象展示识别结果,它不受环境和主观因素影响,是产品检测与评估有力技术,为提高产品质量奠定了基础。

1.2.2 实时定位系统

实时定位系统(RTLS),是对生产中的材料、零件、设备,进行实时跟踪管理和确定位置的系统。该系统由无线信号接收传感器和标签无线信号发射器等组成。被跟踪目标贴上有源RFID标签,在室内布置多个阅读器天线,有源RFID标签可以发现目标位置;多个阅读器天线接收到标签的广播信号,每个被接受的信号传递到一个软件系统,使用三角测量来计算目标位置。

RTLS可建在一个建筑物内、室外实时跟踪对象

的位置。其技术传递媒介是某种形式的射频(RF)、红外光、超声波、超宽带(UWB)、窄频带,其中超宽带的综合性能最优,其生产应用最广泛。应用时,在标签和固定参考点上,布置发射器和接收器,完成定位信息的发射与接收。

1.2.3 无线传感器网络

无线传感网络(WSN)是由许多在空间分布的自动装置组成的一种无线通信计算机网络,这些装置使用传感器监控不同位置的物理或环境状况(如温度、声音、振动、压力、运动或污染物等)。无线传感网络的每个节点配备1个传感器、无线电收发器、微控制器、电池。传感器网络的规模及单个传感器节点的复杂度的不同,决定了存储和计算速度的不同,从而使传感器节点的尺寸和价格相差十分悬殊。无线传感网络要完成感应、通信、计算三个任务,它的核心技术是无线数据库技术,在查询和通讯中使用较多。

1.2.4 信息物理融合系统

信息物理融合系统(CPS)也称为“虚拟网络-实体物理”生产系统。它结合了计算、网络和物理环境,因此是一个多维复杂系统。技术上是计算、通信和控制的融合,是三位一体的系统,是信息与物理系统的一体化,使系统能做到对工程的实时感知、动态控制和信息服务,使系统可靠、高效、协同。总之,CPS系统的显著特点是把计算与通信嵌入实物中。使实物性能倍增。此技术的典型应用是:基于互联网的大规模网络嵌入式系统(智能组件),该系统的计算、通信与生产的物理环境深度融合。

1.2.5 网络安全技术

为了保卫工业互联网的安全,必须实施各种网络安全技术,确保智能制造的安全,例如防火墙、入侵预防、病毒扫描器、访问控制、黑白名单、信息加密等。

1.2.6 先进控制与优化技术

该技术对生产的作用,一是实时精准控制,二是优化制造工艺与过程。其典型技术有:性能评估技术、建模技术、多目标优化技术,系统仿真技术,高阶导数连续运动技术、电子传动精密运动控制技术。

1.2.7 系统协同技术

该技术以协调系统运作为目标。例如,系统整体方案设计技术、安装调试技术,统一操作界面技术、工具的设计技术,统一事件序列技术、和报警处

理技术、一体化资产管理技术。

1.2.8 功能安全技术

该技术以实现功能安全为目标。例如,精密加工工艺,精密成型工艺,特殊连接工艺,机电系统技术,可控热处理技术,精密锻造技术等。

2 技术的智能化制造应用

技术来自于研究与发现,最终还是要为生产制造活动服务,转化为生产力。智能制造的最后成功还得看智能技术如何运用与生产实践。现从十个不同角度探讨技术的智能化应用。

2.1 让产品价值倍增

利用智能技术,给传统产品添加智能因素,形成所谓的智能产品,其功能大增,性能更优越。智能产品具有记忆、感知、计算和传输功能。例如智能手机、可穿戴设备、无人机、智能汽车、智能家电、智能售货机等。给分捡器配以传感器,就能够定位产品,检测原材料状况。

2.2 升级服务

让服务智能化,能够提供给顾客更多的附加价值。例如,开发面向客户的APP,对顾客进行针对性服务,提高服务满意度,稳定老顾客,开发新顾客。再如,建立物联网,能感知或预测产品的状态,做好维修维护工作,更换零配件,搞好售后服务。还可以采集营销大数据,有利于企业的营销决策。此外,为顾客提供服务信息,服务于顾客的抉择。

2.3 装备精良

打造智能化装备,其重大意义在于倍增生产效率。智能化武装起来的装备,能够实施在机检测,补偿加工误差,补偿热变形,提高加工精度。检测与补偿都是闭环的,不依赖于环境。智能装备与其他设备联网,设备接口为数字开放式,为工业互联网的一部分。

2.4 自动化生产线的智能化

自动化生产线是先进的生产方式,智能型自动化生产线做到了“自动化+智能化”,使得加工、装配和检测更加先进。钢铁、化工、制药、食品饮料、烟草、芯片制造、电子组装、汽车、轴承等制造企业,十分需要智能化自动生产线。例如,汽车制造厂进行混流装配,在一条装配线上同时装配多种车型。再如,根据工艺配方,在食品自动化生产线上,调整分布式控制系统(DCS),调整可编程逻辑控制器

(PLC)系统,以此适应流程更改的需要,适应多品种的生产。

在生产过程中,该生产线,能够借助传感器或RFID自动进行数据采集,在电子看板显示实时的生产状态;在机器屏幕和传感器进行质量检测,自动剔除不合格品,对采集的数据进行统计控制分析,找出质量不良的原因;有利于多产品的混线生产,能柔性调整工艺,满足小批量、多品种的生产。

2.5 中级智能

不同于初级的班组和高级的企业整体,车间是制造型企业的中级结构。智能车间属于中级智能。智能车间取代传统车间后,就能对生产信息进行实时采集、实时分析,科学安排生产,大幅提高设备利用率。例如,制造执行系统(MES)就是智能车间的应用。实施了MES,能使车间布局更科学合理,追溯生产过程,使设备利用率、生产物流、产品质量均可显著提高,从而提升制造效率。再如,利用数字化制造(DM)技术,能让车间设备布局更完善,提升物流效率,提高工人的身心舒服感、满足感,同样能提高制造效率。再如,利用数字映射技术,在三维模型中实时展现采集到的信息,用虚拟形式展现实际生产。还有,利用视频监测控制系统,可以以视频方式,形象而实时地反映生产环境、人员、物料状况和危险因素,为现场控制服务。智能车间应该在生产因素控制方面和安全方面达到一流水平。

所建立的智能车间应该是:是工厂网络的一部分,生产信息自动采集,生产指令自动下达,实现无纸化生产,设计文档通过三维视频技术、工业平板和触摸屏,传递到工位。

2.6 整体智能

工厂是一个整体,智能工厂属于整体智能。智能工厂首先要做的车间智能化,即车间生产达到自动化、透明化、可视化、精益化。此外,各车间之间要实现信息共享、协作配合、无缝衔接。建立生产指挥中心就能统一协调,统一指挥,是离散性制造走向智能工厂的必然之举。企业资源计划(ERP)是智能工厂的最好例子,ERP能制定车间级和工厂级生产计划,而MES能把生产计划变成详细的生产安排。在智能工厂实践中,不少企业有自己的行之有效方法。例如,智能手机帮助工人查询工单,方便员工寻求专家答疑解惑,实现班组开会,手机配以RFID和条码扫描的接口。有的于刀柄上植入RFID芯片,

使刀具智能化。有的采用增强现实(AR)技术,操作人员戴上AR眼镜,使视觉智能化,看到了原来看不到的工序,使操作精细化。

2.7 让研发仿真化

传统研发运用了计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助工程(CAE)、计算机辅助工艺过程设计(CAPP)、电子设计自动化(EDA)等工具软件,还有产品数据管理(PDM)、产品周期管理(PLM)系统。智能研发可以把这些传统的二维技术三维化。智能研发就要用到仿真技术,完成多学科仿真,虚拟数字化样机是仿真的有力工具,仿真可以部分取代试验,减少实物试验。仿真能够在设计之时优化产品功能。仿真的生命在于仿真结果的可信度,以仿真带动设计,把传统的仿真由事后提前到事前。有的仿真软件可以判断模拟的三维模型的能否制造、装配、拆卸;有的仿真软件能分析三维模型中存在的问题;有的智能研发需要下游客户、上游供应商合作研发;仿真中的拓扑技术可以优化产品功能,减轻实体重量。研发中可运用数字映射技术,把传感器采集的数据,送给产品数字模型,再以仿真技术优化它,便可设计出高性能的产品。

2.8 系统性管理

智能管理系统有许多,例如:企业资源计划(ERP)、人力资源管理系统(HCM)、客户关系管理系统(CRM)、企业资产管理系统(EAM)、能源管理系统(EMS)、供应商关系管理系统(SRM)、企业门户(EP)、业务流程管理系统(BPM)、主数据管理系统(MDM)。成功的智能管理要求每一系统高效运作,每一系统协调配合。

智能管理的“智能”往往表现在:移动管理、云计算、电子商务、社交网络嵌入管理系统,令管理系统扁平化、弹性化,使管理系统适应性和效率性增强。例如,CRM系统的移动管理,能调配和监控客服人员服务于各地顾客。连锁企业各门店采用ERP,做到派单发货自动化,高效完成配送任务。利用销售配置器软件,工程机械企业能灵活配置产品,针对性的满足顾客的独特要求,增强市场适应性。在业务流程再造中,结合BPM软件,可以实现对业务流程模型的优化,抽象的业务流程变得形象、直观,便于操作。在人力资源管理中,公有云的使用让招聘、培训、绩效考核更加智能化。

2.9 货畅其流的智能化

智能物流表现形式有:自动化立体仓库、无人引导小车(AGV)、智能吊挂系统、智能分拣系统、堆垛机器人、自动辊道系统、仓储管理系统(WMS)、运输管理系统(TMS)、全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)。

支持以上智能物流形式的核心技术是:自动识别技术、GIS/GPS技术、电子数据交换(EDI)、供应链协同计划与优化技术。其中,EDI技术做到了信息交互自动化,避免了人为干预。供应链协同计划与优化技术,使物流与供应同步化,消除时滞效应。

2.10 面向大数据决策

决策智能化就是要做到业务智能(BI)。BI软件把从各环节或部门采集来的数据,实施多维度分析,进行定性与定量预测。BI软件应具备优良的计算功能,现代移动式管理也要求BI移动应用。智能制造企业有来自各个部门的各种工业大数据,分析复杂工业大数据仅靠一般的BI明显不够,功能更强大的智能决策软件研发已迫在眉睫。例如,在船舶建造中,利用大数据,借助船体控制器、传感器和无线通信实时采集船舶工程信息,然后多维度分析大数据,预测过程情况,真正做到船舶工程管理决策的智能化。

总之,智能制造技术的应用面相当广泛,此应用也产生了多种多样的作用,有力地推动了智能制造的发展。

参考文献

- [1] 黄培. 对智能制造内涵与十大关键技术的系统思考[J]. 中兴通讯技术, 2016(7).
- [2] 栾占威. 智能制造中的关键技术及实现途径探析[J]. 中国新技术新产品, 2016(11).
- [3] 李少波, 陈永前. 大数据环境下制造业关键技术分析[J]. 电子技术应用, 2017(2).

Analysis of Intelligent Process, Common Technology and Technology Application in Manufacturing Industry

CHEN Bing

(*Hunan Vocational College of Commerce, Changsha Hunan Province 410025, China*)

Abstract: Intelligent manufacturing is supported by intelligent technology. In the field of technology, the key technologies that can meet the manufacturing process are intelligent equipment technology, intelligent CAD/CAM technology, intelligent computer aided process planning technology and so on. The first technology is suitable for the whole process. The second technology is suitable for the beginning and middle of the whole process, and the third technology is suitable for the beginning of the process. There are many kinds of intelligent common technology, which plays a common role in different manufacturing fields. The application of intelligent technology in production is the highest state of intelligent manufacturing, and its application is very wide.

Key words: intelligent CAD/CAM; intelligent computer aided process planning; intelligent common technology; automatic production line; big data