

基于大数据的智能化制造系统

撰文 / 嘉应学院信息网络中心 黄戈文 蔡延光

奥尔堡大学健康科学与工程系 蔡颢

深圳市亚视威电子科技有限公司 任中明

介绍了基于大数据的智能化制造系统的实施过程和实施效果，详细描述了系统的总体结构、硬件结构和功能。阐述了大屏显示系统在智能化制造系统中的作用。系统的建设对制造企业的设备透明监控、生产过程监控和大数据增值利用等方面具有重要意义。

一、引言

制造业是国民经济的重要支柱和基础。我国正在大力推进“中国制造 2025”，核心在于智能制造，绿色制造以及生产经营活动的智能化、网络化和自动化。随着物联网、云计算和大数据等新一代信息技术向传统工业领域的融合与渗透，企业需要打通端到端的信息数据链，实现从单个企业到产品全生命周期，乃至整个社会生产制造活动的实时数据感知、传送、分析和处理，实现动态资源配置和智能化决策。企业应该抓住机遇，及时进行设备系统、信息系统升级改造，在新一代制造业革命中立于不败之地，并且不断发展壮大。迫切需要在工厂启动以设备为核心的车间制造系统透明化、数字化和智能化改造。应用互联网、大数据和云计算等技术，对车间设备进行设备、生产状态、能源消耗及异常情况的透明化、数字化、网络化、智能化、自动化与实时互动，提高产能利用率、设备开动率和生产订单在车间设备层面安排的可行性与执行情况的透明度、提高生产管理的有效性与效率，最终实现企业产品生产的数字化、智能化，进而减少订单生产的时间、提高质量、降低成本并提高客户的满意度。

某空调厂包括 1 个供气车间、3 个装配车间和 5 个钣金车间。在空调的生产中，钣金工艺是一道重要的工艺，包括剪板、冲压、电焊和喷涂等工序，实现设备的“透明监控”，

实现该工艺流程的智能制造、绿色制造，能够提高企业的生产效率和促进节能减排，为企业进行科学的量化管理提供决策依据。通过与 MES、ERP 及 PDM 系统实时连通，形成生产的闭环管理，使生产计划更准确、更科学，实现车间数字化管理。建设面向上下游合作伙伴的供应链智能管理，以“工业 4.0”理念为指引，把互联网、云计算和机器人等进行融合，实现智能工厂、智能制造和智能物流，以分布式计算方法来整合生产过程、改变生产流程，最终缩短生产时间，减少中间环节，提高工业效率，使得整个生产更智能化、更绿色化。

二、基于大数据的智能化制造系统结构与功能

所谓智能制造，就是面向产品全生命周期，实现泛在感知条件下的信息化制造。基于大数据的智能化制造系统是在现代传感技术、网络技术、自动化技术和拟人化智能技术、云计算及大数据等先进技术的基础上，通过智能化的感知、人机交互、决策和执行技术，实现设计过程、制造过程和制造装备智能化，实现产品的个性化定制和品质分析预测，是信息技术、智能技术与装备制造技术的深度融合与集成。基于大数据的智能化制造系统借鉴精益生产等先进理念，以打造数字化工厂为原则，以数控机床联网及数据采集系统为基础实现生产设备数据自动采集、智能精确排产，并实现生产

现场交互管理、物料管理、设备管理、工具管理、过程质量管理及决策支持等，涵盖车间生产管理的方方面面，达到全过程透明监控、生产加工闭环管理，体现协同制造、智能制造和绿色制造。

1. 系统总体架构

主要系统总体架构如图 1 所示。除基础通讯网络外，本系统由 6 个功能子系统组成：①设备（包括模具与主要工装）监测、智能分析与控制子系统；②生产监测、智能分析与控制子系统；③能源动力状态监测、智能分析与控制子系统；④车间状态视频监控、智能分析子系统；⑤大数据分析子系统；⑥生产计划排程子系统；⑦异常事件监测、报警与处理子系统；⑧智能集成综合报表子系统。



图 1 系统总体架构

2. 硬件总体结构

系统硬件由本地子系统、管理中心系统和远程应用子系统组成。本地子系统由设备状态采集与控制模块、生产状态采集与控制模块、用电参数采集与控制模块、用水参数采集与控制模块、用气参数采集与控制模块、视频监控模块、智能交互终端与物联网网关组成，管理中心系统由通信网络、服务器群（包括 Web 服务器、数据服务器、通信服务器、存储服务器和流媒体服务器）、大屏幕显示系统及 PC 工作站组成；远程应用子系统由 PC 客户端、移动智能终端等组成。系统硬件结构如图 2 所示。

(1) 大屏显示系统。

数字化生产是智能制造的终极目标，管理者能够在中央控制室通过实时采集的工厂信息实时调度安排设备、材料、人员等工作。在中央监控管理室考虑采用高清大屏系统，实时显示所有设备及产品生产与人员等状况，可以供领导决策层决策会议需要的、具有良好用户体验的各类决策信息及决策辅助方案供决策者选择，大大提高生产、人员、订单及设

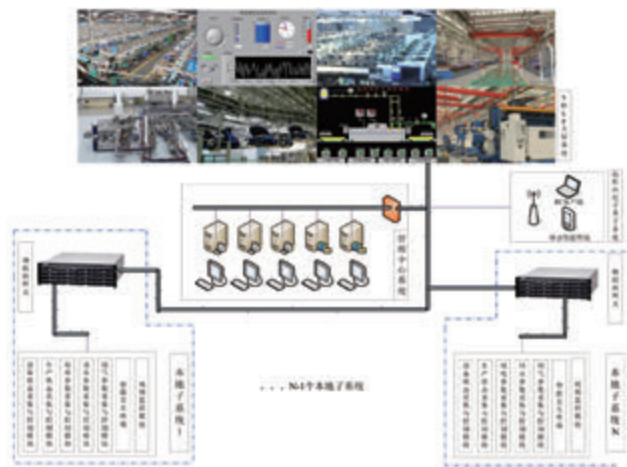


图 2 系统硬件结构

备任务安排等决策的透明度、可行性与效率。大屏幕系统最好选择 SDLP (Super Digital Light Procession) 无缝隙智能数字高清大屏系统，以满足智能化制造系统对显示的图形文字显示无缝隙分离、精细柔和、能耗低和第三方系统接入容易等要求。选用的 SDLP 大屏系统需要采用全数字技术，支持图像数据的网络传输，系统支持多个光机高速并行处理技术实现高分辨率，可以完整显示各类信号源，实现真正意义上的高清显示；要求 SDLP 大屏系统屏幕图像无物理缝隙、无色差，整个屏幕可精细地显示一张完整超大图像；要求 SDLP 大屏系统防水、防潮、节能、无电磁辐射且无热辐射，有效保护操作人员的身心健康。

大屏显示系统实时显示生产现场视频、设备生产状况、显示生产计划进度、能耗信息、实时监控信息、实时统计信息、设备与视频报警信息等，支持产品、人员和设备等信息的关联显示。大屏显示系统可按客户需求进行任意划分，实现视频、数据综合显示。大屏显示系统如图 3 所示。

(2) 设备数据采集模块。

设备状态采集与控制模块、生产状态采集与控制模块、用电参数采集与控制模块、用水参数采集与控制模块、用气参数采集与控制模块、视频监控模块和智能交互终端等通过工业以太网、现场总线与物联网网关接入计算机网络，把所采集的各种数据发送到管理中心，供管理中心实时监控、数据管理、远程监控和大数据分析等。

(3) 电能参数传感器。

电能参数传感器是系统安装在设备总电源接口，测量



图3 大屏显示系统

相应的输入电能参数，是系统的电能参数数据采集装置和发送装置。该传感器主要由电流互感器、电压互感器、低通滤波器、电子电能计量芯片、单片机、存储单元、LCD显示器、电源模块和RS232接口等构成。

(4) 智能交互终端。

设备层面智能交互终端是获取设备、生产运行、质量和订单流转等信息的重要工具，以文字、图、表、视频、语音和动画等可视化形式展现设备状态、生产过程等设备操作人员所需的各种信息，供操作人员录入或确认生产现场信息。

3. 系统功能

基于大数据的智能化制造系统在对数控设备进行DNC联网的基础上，以智能化排产为技术核心，以设备的数据自动采集形成闭环管理，建成程序编制、物料准备及刀具准备等相关工作的协同制造环境，对生产计划进行管理、拆分和下达，将车间管理、质量检测、库存管理集于一体，达成了车间完工及时检验、及时入库和及时反馈。实现了生产过程中各个环节中数据的信息共享，大大地降低了各种出错率。

系统由8大功能组成：①设备状态功能：主要是实现设备监控与数据自动采集、网络通讯、嵌入式程序开发与仿真等三部分内容。②生产过程功能：包括计划管理、作业管理、协同制造管理、现场信息管理和质量管理等。③能源动力功能：包括能源动力监测、需求响应协同、能效分析和应

急备案等。④视频监控功能：包括生产现场与关键工位监控、视频录像存储、检索、回放和入侵监测等。⑤大数据分析功能：数据整合、预测分析和可视化等。⑥生产计划排程功能：包括智能预排产、生产执行部门确认、生产计划的调整和重新分配等功能。⑦异常事件功能：包括异常事件的汇集、报警、应急处理知识库、预案生产和执行监控等。⑧智能集成综合报表功能：该部分提供各类统计分析功能，为生产管理人员、计划、调度、编程、设备、库房、质量和操作工等各类人员提供丰富的报表、饼图和柱图等分析报告，并提供条码扫描枪、手持终端、大屏显示系统、智能交互终端和系统集成接口等各类输入输出功能。

三、基于大数据的智能化制造系统运行效果

项目的实施，实现了设备联机透明化，实现了作业状态实时监控、实时产量、实时上报、实时效率分析和实时能耗统计分析，生产过程自动化；将网络应用从IT领域拓展到制造业和能源领域，提高制造灵活性和速度，提升设备综合效率以及客户满意度，达到绿色制造、智能制造的目的。

1. 设备透明监控

伴随着制造业的透明度增加，适当的传感器装置可以提取各种信号，如振动、压力等，同时也可以收集历史数据用于进一步的数据挖掘。管理者可以通过掌握正确的信息，

以确定工厂范围内的设备综合效率。通过该预测能力，设备通过适时维护可以有效地管理成本。最后，历史健康信息可以反馈到设备设计者，用于闭环生命周期的重新设计。通过数据整合平台、预测分析和可视化工具进行信号处理和特征提取、健康评估、性能预测和故障诊断。利用可视化工具，可通过雷达图、故障图、风险图和健康退化曲线有效地传达健康信息。

通过视频数据智能分析和电能参数采集，实现加工工件数量和平均能耗的机器计算，实现生产线的流水作业智能化统计、生产过程工序监控，取代了传统人工统计方式，最大限度的实现生产型企业的信息化、智能化，准确统计设备利用率，从海量数据中分析出制约生产的瓶颈原因所在。

实现生产进度在电力峰谷期的合理调度，实现对电力需求管理的自动响应，最大限度达到节能减排的目的。

2. 生产过程监控

通过对工位实时监控，帮助用户实现透明化生产过程管理，实时地获知设备运转情况，了解在制品的加工和装配过程，减少异常处理时间，弥补了产品生产时，由于缺件、倒线所造成的工时空耗和空线现象，提高准时完工率和交货率，提高生产线上的工时利用率和生产效率。

根据实时的生产进度制订准确、科学的生产计划；全过程实时状态跟踪。准确了解在制品的工位位置和状态信息，为产品问题的跟踪和质量追溯提供精确依据。

对生产本身进行进一步的监控，所产生的数据同样经过快速处理、传递，反馈至生产过程及其涉及的产业链的链条中，从而使得生产过程高品质的进行。例如在过去，在设备运行的过程中，自然磨损本身会使产品的品质发生一定的变化。随着个性化生产的推进，产品生产所涉及的自然环境因素、突发因素和设备条件等变量会进一步增多，这种磨损对整个生产带来的影响会被放大。通过信息处理技术及互联技术，生产过程中的这些因素才能被精确控制，从而真正实现生产的智能化。通过工厂层面的设备革新，产业链协作，大数据处理，产品能够具有服务价值，从而使得智能制造设备根据处理后的信息，进行判断、分析、自我调整、自动驱动生产加工和品质保持，直至最后的产出步骤。

3. 大数据增值利用

在设备透明监控、生产过程监控的基础上，实现大数

据的存储和挖掘利用，实现消费者个性化需求。由于消费者众多，每个人的需求不同导致需求的具体信息也不同，加上需求的不断变化，就构成了供应商的大数据。对这些数据进行处理，进而传递给智能设备，进行运算，设备调整，材料准备与自动加工等步骤，才能生产出符合个性化需求的产品。

消费需求的个性化要求传统制造业突破现有的生产方式与制造模式，根据消费需求海量数据与信息，进行大数据处理与传递；而在进行这些非标准化产品生产过程中产生的生产信息与数据也是大量的，需要及时收集、处理和传递。这两方面大数据信息流最终通过互联网在智能制造设备交汇，由智能制造设备进行分析、判断、决策、调整和控制开展智能制造过程，确保生产出高品质个性化产品。

四、结语

某公司的基于大数据的智能化制造系统通过建立设备用电监控、作业现场监控、现场生产信息管理等软硬件模块，采用大数据智能分析技术，实时获取机床能耗、状态、产量、生产效率及产品质量等信息，实时分析操作工的操作规范化水平，实现生产调度与用电需求侧管理的协同优化；所有的结果可显示在监控中心大屏幕上，必要时显示在相关人员的移动终端上，并具有预警报警功能。通过本系统，实现生产过程透明化、成本核算实时化、决策管理科学化，提高产品质量、经济和管理效益；实现制造智能化，能迅速地满足前端消费者的个性化需求。