



面向未来的智能工厂及行业典型

文/中国机床工具工业协会车床分会副秘书长 陈洪军



扫描二维码了解更多

时代大背景工业4.0

工业4.0是德国在2013年汉诺威工业博览会上提出的，很快在业内引发了轰动的效应。第四次工业革命就是现在的工业4.0，通过信息物理系统，将智能机器存储系统和生产设施融入整个生产系统中，人、机、料能够相互独立的自动交换信息，触发动作和自主控制，实现一种智能、高效及个性化的生产方式，推动制造业向智能化转型。

“中国制造2025”即是以智能制造为主攻方向。智能生产是

涉及企业宏观运行的内容，包括整个企业的生产计划，物流、产品研发和企业智能决策，甚至包括人机交互、3D技术等与生产有关的技术。从精益管理角度，智能制造分为三个层级，分别为智能制造、智能工厂和智能车间，其中智能工厂和智能车间是属于生产工艺范畴，而智能制造属于生产理念范畴。

对智能工厂的认知

近年来智能制造热潮席卷我国，成为推进“中国制造2025”

的重要举措。其中智能工厂作为智能制造的重要实践，已引起了企业的广泛关注和各级政府的高度重视。

1. 智能工厂的定义

智能工厂也叫智慧工厂，是传统制造企业发展的一个新的阶段，是在数字化工厂的基础上，利用物联网的技术和设备监控技术，加强信息管理和服务，清楚地掌握产销流程，提高生产过程的可控率，减少生产线上的人工干预，及时采集生产线数据，配置生产计划与生产进度，并加上

绿色制造的手段，构建一个高效节能、绿色环保及环境舒适的人性化工厂。智能工厂的本质是人机有效交互。

2. 智能工厂主要特征

智能工厂以工厂运营整体水平提高为核心，关注于产品及行业生产周期研究，从上下游的产品供应链到客户的经营管理都通过自动化和信息化来实现，同时实现满足客户需求到深度挖掘客户的内在需求的转型。智能工厂有六大特征。

一是设备互联。实现设备与设备互联以及设备控制系统集成，实时采集设备的状态信息、生产完工的信息及质量信息，实现生产过程的可追溯。

二是软件控制。广泛应用各种工业软件，实现生产现场的可视化和透明化，实现实时自动管理、流程控制、能源监控和质量管理等。

三是柔性化自动化。结合企业的产品和生产特点，持续提升生产设备、检测手段和工厂物流的智能化程度，合理使用助力设备，减轻工人劳动强度。

四是精益生产。通过大数据的分析整合，使产业链可视化，达到生产最优化、流程最简化、效率最大化、成本最低化和质量最优化的精益生产理念。

五是实时监控。建立生产指挥系统，实时监控工厂的生产质量、能耗和设备状态信息，管理生产现场的状态，实现从排产到完工信息的闭环反馈。

六是绿色制造。及时采集设备和生产线的能源损耗，实现能源高效利用。

3. 智能工厂的五层级构架

按照德国的Scheer教授提出的智能工厂构架理论，智能工厂可以分为基础设施层、智能装备



陈洪军

中国机床工具工业协会车床分会副秘书长、沈阳机床（集团）有限责任公司设计研究院高级工程师

层、智能产线层、智能车间层和工厂管控层五个层级。

一是基础设施层。它是企业建立工厂网络，实现生产指令的自动下达和设备与产线信息的自动采集，形成集成化的车间联网环境，解决不同通信协议的设备之间的联网问题，利用系统对车间环境人员行为进行监控、识别以及报警。此外，工厂在温度、湿度、清晰度的控制和工业安全等方面达到智能化的水平。

二是智能装备层。智能装备是智能工厂运作的重要手段和工具。智能装备主要包含智能生产设备、智能检测设备和智能物流设备。智能化的加工中心具有误差补偿、温度补偿等功能，能够实现边检测边加工。

三是智能产线层。在生产和装配的过程中，能够通过传感器售后系统或射频识别，自动进行生产质量、能耗设备等数据的采

集，并通过电子看板显示实时的生产状态，通过max系统实现供需之间的协作，生产线能够实现柔性自动化，能够支持多种相似产品的混线生产和装配，灵活调整工艺，适应小批量多品种的生产模式。针对人工操作的工位，可以智能的提示。

四是智能车间层。在设备互联网的基础上，利用制造执行系统等软件进行高效的生产排产和合理的人员安排，实现对生产过程进行有效管控，实现生产过程的追溯，减少成品库存。可以利用数字映射技术，将max系统采集到的数据在虚拟三维车间模型中实时展现。显示设备的实际状态，实现虚实结合，企业需要充分利用智能物流装备，实现生产过程中所需物料的及时配送。

五是工厂管控层。通过生产指挥系统实时监控工厂的运营，实现多个车间之间的协作与资源的

调度。

制造企业广泛应用分布式控制系统或PLC系统进行生产管控，实时显示工厂的运营数据和图表，显示设备的运行状态，并可以通过图像识别技术，对视频监控中发现的问题自动报警。

智能工厂的现状

1. 制造企业面临着巨大的转型压力

竞争环境方面。劳动力成本迅速攀升、产能过剩、竞争激烈及客户个性化需求日益增长等因素，迫使制造企业从低成本竞争策略转向建立差异化竞争优势。

工厂人力方面。制造业面临着招工难、缺乏专业技师的巨大压力，迫切需要推进智能化工厂建设。

技术保障方面。物联网、机器人、增材制造及机器视觉等新兴技术信息迅速升级，为制造业推进智能工厂建设提供了良好的技术支撑。

政策扶持方面。国家和地方政府都在大力支持智能化、两化融合等项目，使各个行业间越来越多的大中型企业开启了智能工厂建设的新征程。

2. 国内智能工厂建设情况

三一重工智能化车间。三一重工18号厂房——工程机械总装车间是亚洲最大的智能化制造车间，于2008年开始筹建，2012年全面投产，总面积约10 m²。技术工人凭借计算机可以为每个工位提供物料和零件提取配送服务；加入了视觉识别模块的智能焊接机器人，可以自动识别物料并进行焊接；重型AGV满载物料配送；在智能化系统的指挥下，上百台机器人能够协同工作。目前三一集团已建成车间智能监控网络和高级管理系统、公共制造资源定位与物料跟踪管理系统、计划

物流质量管控系统、生产控制中心和中央控制系统等智能系统。

宁夏共享装备铸造3D打印智能工厂。宁夏共享装备铸造3D打印智能工厂于2016年11月开工建设；2018年投产。3D打印智能工厂基于3D打印机、AGV、桁架机器人、立体库等智能装备、传感器、智能单元管理与控制系统等，通过建设物联网实现设备数据采集、存储、上传至云信息系统，在行业云（共享工业云）上实现业务集成，打通人、设备及系统之间的数据通道，实现高效协同。

行业典型智能工厂

1. 马扎克（Mazak）智能工厂

基本情况：马扎克于20世纪80年代开始将柔性生产系统应用到无人化工厂，FMS于1998年完成了Cyber Factory（网络化工厂）的构筑，率先在业界推进了工厂的自动化、网络化。2014年启动智能工厂iSMART Factory™，其目标是打造一个高度数字化制造实践、不断进化的工厂，以创造新价值，给客户提供产品和服务。iSMART Factory是对以前的Cyber Factory理念的进一步升级，实现更高效率的制造工厂。iSMART字母“i”寓意革新化、智能化、集成管理，“SMART”是自我管理、自我优化、与经营活动和业务环境同步的意思。

iSMART Factory规划分为五个步骤：

1) 搭建好底层的IoT安全网络，做到可视化。

2) 利用制造中的大数据的分析来做生产改善。

3) 系统配合协作分析和最优化。

4) 将熟练工经验技能的AI化，高度的系统配合协作，将在

制品时间缩短30%，半成品库存减少30%。

5) 打造一个具有自我学习的智能工厂，通过AI的自适应性，自我改善，自我分析。

2. 海天精工智能工厂

总体情况：海天精工智能制造覆盖“产品研发、计划物流、制造过程 and 客户服务”全业务过程。

1) 主要的信息系统包括PLM、ERP、MES、CRM、SCM、DNC、OA及BI等。

2) 智能装备包括数控加工中心、柔性加工线（FMS）、机器人、AGV叉车、立体库和堆垛机等。

3) 数据采集手段包括设备联网、车间报工终端、移动终端、平板计算机和手机APP等。

应用情况：

1) 实施范围是宁波大港工厂，包括金加工、功能部件、钣金及整机装配等四个车间、四个仓库；以及营销部（含售后服务部）、技术科、计划科、采购科、财务科和综合管理等部门。

2) 在大幅度更新制造装备，专用数控设备、数控柔性加工线、立体库、堆垛机、机器人及AGV等。

3) 完善数字信息网络和信息化管理、控制系统，将软硬件和管理者、操作者连接在一起，组成一个具有感知、学习、分析、指挥及执行能力的整体。

4) 通过数字神经网络将管理流程和操作标准固化到每个业务节点，将业务执行的实时数据反馈到指挥中心，使整个工厂的运作数字化、智能化，进而实现质量、成本及交期的持续优化，不断增强企业的核心竞争力。EA

（本文源自《2022数字化车间和智能工厂》在线论坛第一期：高端智能制造装备落实精细化生产，编辑整理：任智惠）