

# 对轴承企业发展智能制造 之路径的思考与探索

常熟长城轴承有限公司董事长、总经理 朱克明

## 一、智能制造的定义

智能制造是一个不断向深度与广度发展的过程，是基于新一代数字与网络信息技术，贯穿于用户、设计、工艺、生产、检测、管理、服务，及上下游企业等制造活动各个环节，具有信息深度自感知、智慧化自决策（多参数人工智能）、精确控制自执行等功能的可控并可远程控制的具有反馈功能的先进制造过程、系统与模式的总称。

## 二、智能制造是《中国制造 2025》和德国“工业 4.0”的主攻方向

### （一）智能制造是《中国制造 2025》的主攻方向

《中国制造 2025》的核心内容为三个“一”——

一个目标：从制造业大国向制造业强国转变，最终实现制造业强国目标。

一条主线：以加快新一代信息技术与制造业深度融合（两化融合）为主线。

一个主攻方向：以推进智能制造为主攻方向。

### （二）智能制造是德国“工业 4.0”的实施目标

“工业 4.0”属于实体物理世界与虚拟网络世界融合的时代。未来 10 年，基于信息物理联合系统（Cyber-Physical System, CPS）的智能化，将使人类步入智能制造。产品全生命周期、全制造流程数字化以及基于信息通信技术的模块集成，将形成一种高度灵活、个性化、数字化的产品与服务新生产模式。

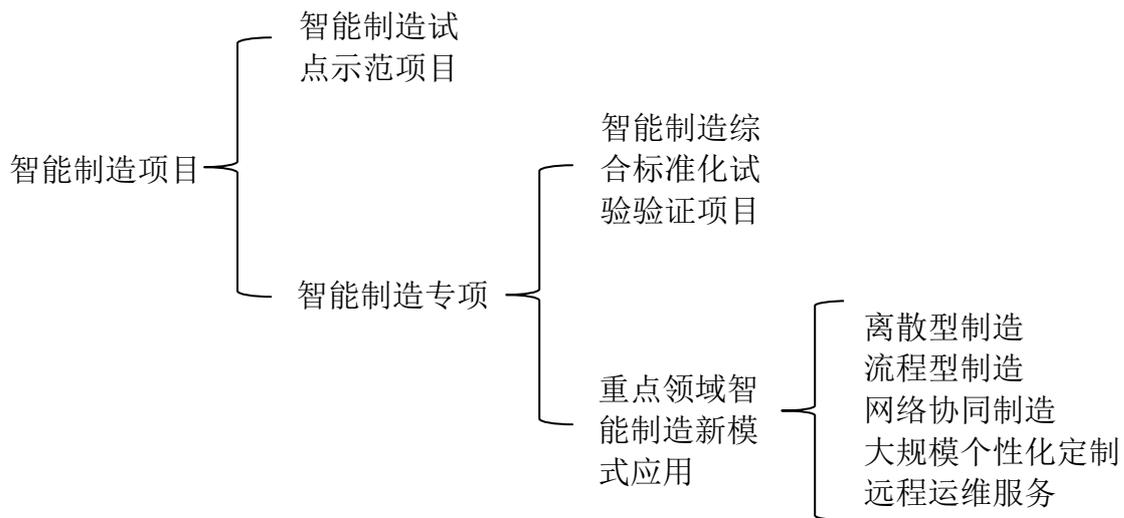
“工业 4.0”就是人（机器人）、智能化设备、产品之间通过有线无线、宽带、移动、泛在的网络（物联网即工业互联网）联系及链接在一起，实现智能化制造。

可以这样理解——

“工业 4.0” = 智能化设备、产品 + 物联网（工业互联网）→ 实现智能制造。

## 三、国家对智能制造的导向

为了推动智能制造的发展，国家工信部和财政部通过组织实施智能制造项目，对智能制造的发展给予政策支持。



其中，智能制造试点示范项目每个行业限定评选一家。现已批准了 46 家。只挂牌子，不给资金支持。

智能制造专项每年每个省、自治区、直辖市推荐项目不超过 15 个。每个项目按采用的核心智能制造装备投资的 30%给予财政资金补助。

对于我们轴承行业的企业，宜申报“智能制造专项”中的“重点领域智能制造新模式应用项目”，一般应为“流程型制造模式”。

#### 四、智能制造的模式

智能制造的模式包括离散型制造、流程型制造、网络协同制造、大规模个性化定制、远程运维服务。

离散型智能制造：车间总体设计、工艺流程及布局数字化建模；车间互联互通网络架构与信息模型，产品数字化三维设计与工艺仿真，建立产品数据管理系统（PDM），制造过程现场数据采集与可视化，现场数据与生产管理软件实现信息集成，车间制造执行系统（MES）、产品全生命周期管理（PLM）、企业资源计划（ERP）系统高效协同与集成，数据分析与优化。

流程型智能制造：工厂总体设计、工艺流程及布局数字化建模，工厂互联互通网络架构与信息模型，生产工艺仿真与优化，生产流程实时数据采集与可视化，现场数据与生产管理软件实现信息集成，车间制造执行系统（MES）与企业资源计划（ERP）系统实现协同与集成。

#### 五、我国轴承行业所处的发展阶段

我国轴承制造技术的发展历程：

机械化 → 机电一体化 → 自动化 → 数控化 → 数字化 → 智能化

工业 1.0 工业 2.0 工业 3.0 工业 4.0

目前,我国轴承行业优势企业处于工业 3.0 阶段,还有相当一部分企业处在工业 2.0 阶段,甚至还有企业处在工业 1.0 阶段。我们要实现从工业 3.0、工业 2.0、甚至工业 1.0 向工业 4.0 的跨越,走一条工业 2.0 补课、工业 3.0 普及、工业 4.0 示范的“并联式”发展道路。

## 六、建设智能化生产车间的实践

长城轴承应用“流程型制造模式”,紧扣关键工序智能化、关键岗位机器人替代、生产过程智能优化控制,初步建设了以数控机床与工业机器人车削加工铁路、航空用轴承关键零部件的智能化生产车间,为后续向轴承磨超、装配生产的智能化推进实施作些探索和示范。

我们在去年引进了 Infor LN 智能制造系统和 PLM 产品全生命周期管理系统。以 Infor LN 系统为平台,通过各个管理模块的启用,软件的二次开发,在一个系统下实现财务管理、生产管理、仓库管理、客户管理、采购管理以及质量管理。DNC-MDC 与 Infor LN 内容共享,实现在线智能排产;物流流转中实施条码管理,优化精简生产流程;Infor LN 质量管理模块与在线自动测量 SPC 系统相连接,及时反馈质量信息。

建设中的铁路、航空用轴承关键零部件智能生产车间,目前生产运行状况:对原配置的二十四台沈机 ETC3650 数控车床,改造成十二条桁架式机器人生产连线;对六台本公司与常熟理工学院合作研发并获国家专利的 CNC-CDB600 倒立式车床配置新松 50kg 六轴机器人,改造成自动生产线。后续已列入计划,对三十台自制 CNC-CK400 车床改造升级配置十五台机器人组成生产线。该车间配套大规模、多种物联网感知技术手段和支持生产管理科学决策的新一代智能化制造过程管理系统,对生产计划、生产质量、生产物流、制造决策等作业环节的数据进行自动化的无线数据采集、无线数据更新,对整个生产系统的各个环节进行快速性和准确性的管理,确保企业及时准确地掌握生产过程中的真实数据。

企业建设智能车间改变了传统的规划设计理念,将设计规划从经验和手工方式,转化为计算机辅助数字仿真与优化的精确可靠的规划设计,在管理层有 INFOR LN 系统实现企业层面针对质量管理、生产绩效、依从性、产品总谱和生命周期管理等提供业务分析报告;在控制层有 MES 系统实现对生产状态的实时掌控,快速处理制造过程中物料短缺、设备故障、人员缺勤等各种异常情形;在执行层面由工业机器人、移动机器人和其他智能制造装备系统完成自动化生产流程。机器人智能车间在时间、质量和成本方面体现出重要的意义:减少了试生产和工艺规划时间,缩短生产准备期,提高规

划质量，提高产品数据统一与变型生产效率，优化了生产线的配置，降低了设备人员的投入。

长城轴承在“十三·五”期间，加快实施智能制造的改建工程，逐步向轴承磨超、装配生产全过程扩展，构建以 LN 为核心的柔性智能制造系统，实现各子系统之间的互联互通和协调作业，打造长城轴承智能制造的信息化平台，实现智能服务客户、智能制造、智能物流和移动管理智能化。

## 七、实施智能制造的几个要点

### （一）目标产品

智能制造应以《中国制造 2025》提出的十大重点领域的配套轴承，特别是其中的高端轴承为目标产品。产品应具有知识产权归属明确的核心技术，产品技术参数和功能有重大突破，技术指标达到国内领先和国际先进水平。

十大重点领域是：

新一代信息技术产业；高档数控机床和机器人；航空航天装备；海洋工程装备及高技术船舶；先进轨道交通装备；节能与新能源汽车；电力装备；农机装备；新材料；生物医药和高性能医疗器械。

### （二）联合体

要组建联合体实施智能制造新模式应用。核心智能制造装备用户、系统集成商、软件开发商、核心智能制造装备供应商等单位按照市场化原则组建成系统的产学研用一体化联合体，承担智能制造新模式推广应用任务。组建的联合体须突出需求牵引和问题导向，强化技术、资本等内在纽带，通过签署合作协议书，明确联合体组织方式和运营机制、成员单位责权利、承担新模式应用项目的实施方案和任务分工、联合体长期发展计划等。联合体要逐步发展成具有长远商业效益、以服务带动制造业智能转型的专业化队伍，形成推进智能制造发展的长效机制。

### （三）核心智能装备

提高智能制造所需“短板装备”创新应用水平，每个新模式应用项目中至少采用 8 种以上核心智能制造装备的创新应用。核心智能制造装备包括高档数控机床与工业机器人、增材制造装备、智能传感与控制装备、智能检测与装配装备、智能物流与仓储装备（详见附件）。

### （四）数据流

建立企业中央数据库，把生产设备、工艺生产、经营管理、客户需求等各种数据及时、准确、完整地收集、传输、加工和执行。构建面向企业全业务、全流程、产品全生命周期的数据流。以数据流为核心，人、机器、产品互联互通，人人互联、人机互联、

机物互联、机机互联，实现企业内部信息流、资金流和物流的集成，企业内部所有环节无缝对接，建设互联企业生态系统。

## （五）柔性化

以物联网信息系统为核心，构造多阶段混联离散型生产模式；以传感器、企业服务总线（ESB）、制造执行系统（MES）等技术为支撑，对生产系统、产品、设备工作状态实时动态监控，物流智能拉动，在充分满足大批量生产的同时，满足多品种、小批量混线生产，提高企业的柔性生产能力，满足用户个性化定制。

### 附件：核心智能制造装备范围

（1）高档数控机床与工业机器人。数控双主轴车铣磨复合加工机床；高速高效精密五轴加工中心；复杂结构件机器人数控加工中心；螺旋内齿圈拉床；高效高精数控蜗杆砂轮磨齿机；蒙皮镜像铣数控装备；高效率、低重量、长期免维护的系列化减速器；高功率大力矩直驱及盘式中空电机；高性能多关节伺服控制器；6~500kg级系列化点焊、弧焊、激光及复合焊接机器人；关节型喷涂机器人；切割、打磨抛光、钻孔攻丝、铣削加工机器人；缝制机械、家电等行业专用机器人；精密及重载装配机器人；六轴关节型、平面关节（SCARA）型搬运机器人；在线测量及质量监控机器人；洁净及防爆环境特种工种工业机器人；具备人机协调、自然交互、自主学习功能的新一代工业机器人。

（2）增材制造装备。高功率光纤激光器、扫描振镜、动态聚焦镜及高品质电子枪、光束整形、高速扫描、阵列式高精度喷嘴、喷头；激光/电子束高效选区熔化、大型整体构件激光及电子束送粉/送丝熔化沉积等金属增材制造装备；光固化成形、熔融沉积成形、激光选区烧结成形、无模铸型、喷射成形等非金属增材制造装备；生物及医疗个性化增材制造装备。

（3）智能传感与控制装备。机器人用位置、力矩、触觉传感器；高性能光纤传感器、微机电系统（MEMS）传感器、多传感器元件芯片集成的MCO芯片、视觉传感器及智能测量仪表、电子标签、条码等采集系统装备；分散式控制系统（DCS）、可编程逻辑控制器（PLC）、数据采集系统（SCADA）、高性能高可靠嵌入式控制系统装备；高端调速装置、伺服系统、液压与气动系统等传动系统装备。

（4）智能检测与装配装备。数字化非接触精密测量、在线无损检测系统装备；可视化柔性装配装备；激光跟踪测量、柔性可重构工装的对接与装配装备；智能化高效率强度及疲劳寿命测试与分析装备；设备全生命周期健康检测诊断装备；基于大数据的在线故障诊断与分析装备；新能源汽车动力电池专用工艺装备。

(5) 智能物流与仓储装备。轻型调整堆垛机；超高超重型堆垛机；高速智能分拣机；智能多层穿梭车；智能化高密度存储穿梭板；高速托盘输送机；高参数自动化立体仓库；调整大容量输送与分拣成套装备，车间物流智能化成套装备。