

江苏省制造业智改数转网联 机器人减速器行业实施指南

江苏省工业和信息化厅
二〇二五年

目 录

| | |
|----------------------|----|
| 目 录 | I |
| 一、 背景与现状 | 1 |
| (一) 指南范围 | 1 |
| (二) 行业概述 | 4 |
| 1、 行业特点 | 4 |
| 2、 全国情况 | 7 |
| 3、 江苏省行业发展 | 8 |
| (三) 行业智改数转网联现状 | 10 |
| 二、 目标与架构 | 13 |
| (一) 总体目标 | 13 |
| (二) 实施架构 | 14 |
| 三、 基础能力 | 15 |
| (一) 网络基础设施能力建设 | 15 |
| (二) 数据采集能力建设 | 16 |
| (三) 信息系统能力建设 | 17 |
| (四) 信息安全能力建设 | 19 |
| 四、 环节与场景 | 22 |
| (一) 工厂建设 | 23 |

| | |
|-----------------------|-----------|
| (二) 产品设计 | 25 |
| (三) 工艺设计 | 28 |
| (四) 计划调度 | 32 |
| (五) 生产作业 | 37 |
| (六) 质量管控 | 42 |
| (七) 设备管理 | 45 |
| (八) 仓储物流 | 50 |
| (九) 能碳管理 | 53 |
| (十) 营销与售后 | 57 |
| (十一) 供应链管理 | 60 |
| (十二) 多环节模式创新 | 63 |
| 五、 路径与方法 | 66 |
| (一) 实施路径 | 66 |
| 1、 共性路径 | 66 |
| 2、 差异化路径 | 67 |
| 3、 实施方案建议表 | 69 |
| (二) 相关政策 | 70 |
| 1、 评估诊断 | 70 |
| 2、 部级试点示范 | 79 |

| | |
|-------------------------|-----|
| 3、 中小企业扶持政策 | 82 |
| 4、 省级资金支持政策 | 84 |
| 5、 供需对接平台和活动 | 87 |
| 六、 愿景与展望 | 91 |
| 附件 1 人工智能典型应用场景 | 94 |
| 附件 2 改造投入清单 | 97 |
| 附件 3 典型案例 | 108 |
| 附件 4 服务商目录 | 132 |
| 附件 5 技术缩略语 | 160 |
| 附件 6 智能制造典型场景参考指引 | 162 |

一、背景与现状

（一）指南范围

机器人被誉为“制造业皇冠上的明珠”，其研发、制造、应用是衡量一个国家科技和高端制造业水平的重要标志。

《“十四五”机器人产业发展规划》提出，到2025年，整机综合指标达到国际先进水平，关键零部件性能和可靠性达到国际同类产品水平，机器人产业营业收入年均增速超过20%。

《“机器人+”应用行动实施方案》指出，到2025年，制造业机器人密度较2020年实现翻番，服务机器人、特种机器人行业应用深度和广度显著提升，机器人促进经济社会高质量发展的能力明显增强。《人形机器人创新发展指导意见》提出，到2025年，人形机器人创新体系初步建立，“大脑、小脑、肢体”等一批关键技术取得突破，确保核心部组件安全有效供给。

减速器是机器人三大核心部件之一，占机器人成本的30%到40%，是成本占比最高的部分，直接关系到机器人产品的成本、质量和国产化水平。《“十四五”机器人产业发展规划》将高性能减速器列为机器人关键基础提升行动的六项任务之首。随着机器人产业攻关和应用的快速发展，减速器的产业攻关和转型升级也越发重要和迫切。尤其是随着2024年以来人形机器人的突破和关注，随着2025年“具身智能”和“智能机器人”首次出现在政府工作报告，机器人减速器市场也将呈现爆发式

增长。

机器人减速器上游包括钢、铜、铝合金等原材料和齿轮、轴承、密封件、润滑油等零部件，中游包括机器人用精密行星摆线减速器、机器人用谐波齿轮减速器、机器人用精密行星减速器、人形机器人用行星滚珠丝杠等机器人减速器，下游包括工业机器人、服务机器人、特种机器人、人形机器人等。如图 1 所示。

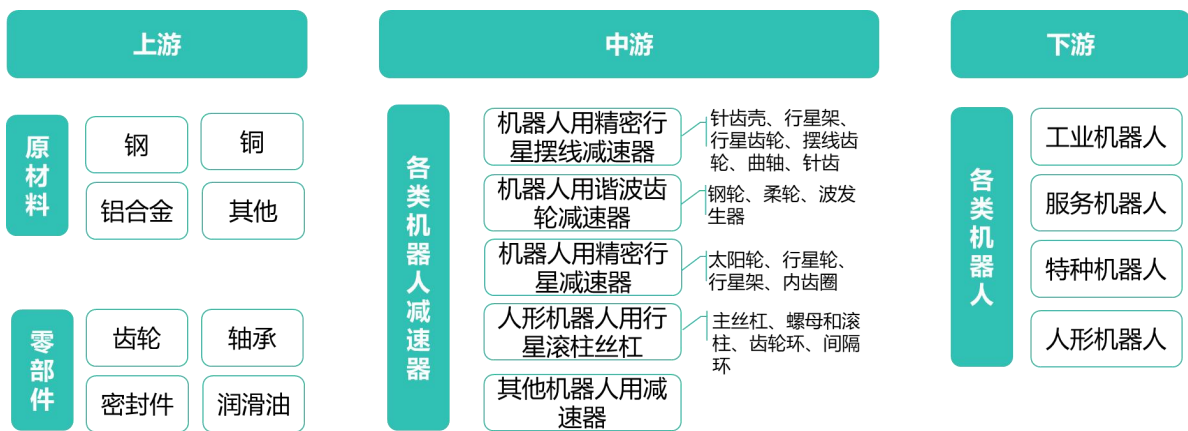


图 1 机器人减速器行业产业链

江苏省是全国机器人产业创新发展和集成应用的高地，也是国内机器人减速器供应的重点省份。2024 年《江苏省机器人产业创新发展行动方案》明确将高精度减速器作为关键核心技术攻关方向。江苏省机器人减速器行业产业链已涵盖上中下游各个环节。基于我省机器人减速器行业规模化明显、区域优势突出、生产共性强等特点，本指南将“江苏省机器人减速器行业”界定为：机器人用精密行星摆线减速器、机器人用谐波齿轮减速器、机器人用精密行星减速器、人形机器人用行星滚珠丝杠等机器人减速器，以及轴承、齿轮、密封件等机器人减速

器重点精密零部件。

本指南针对江苏省机器人减速器行业的研发设计、生产制造、经营管理、供应链管理等关键环节及其对应的典型数字化改造场景，制定了行业企业“智改数转网联”的实施建议。如图 2 所示，本指南除关注江苏省机器人减速器行业的智改数转网联转型之外，也覆盖了机器人减速器上下游协同研发、交期预测、质量检测和质量追溯、供销协同等上下游协同相关场景。



图 2 江苏机器人减速器行业“智改数转网联”指南关注范围

(二) 行业概述

1、行业特点

减速器是连接动力源和执行机构的中间机构，具有匹配转速和传递转矩的作用。按照控制精度划分，减速器可分为一般

传动减速器和精密减速器。一般传动减速器控制精度低，可满足机械设备基本的动力传动需求。精密减速器回程间隙小、精度较高、使用寿命长，更加可靠稳定，应用于机器人、数控机床等高端领域。机器人减速器主要为精密减速器。

机器人减速器种类较多，主流的包括机器人用精密行星摆线减速器、机器人用谐波齿轮减速器、机器人用精密行星减速器、人形机器人用行星滚珠丝杠等。机器人用精密行星摆线减速器以其强大的承载能力和高刚性，成为工业机器人基座、大臂及肩部等承受高负荷部位的首选；机器人用谐波齿轮减速器则以其小巧、高精度和低背隙的特点，适合需要精细操作和高灵活性的机器人小臂、腕部或手部等末端轴位置等轻负载的部位，特别适合应用于人形机器人上手臂和关节等部位；机器人用精密行星减速器以其传动效率高、成本较低、承载能力强的特点，适用于对精度要求低的机器人部分身体旋转关节；人形机器人用行星滚珠丝杠将旋转运动转化为直线运动，适用于人形机器人直线关节。

从全球竞争格局来看，机器人用精密行星摆线减速器市场由日本企业纳博特斯克、住友占据核心地位，机器人用谐波齿轮减速器市场由日本企业哈默纳科占据核心地位，全球精密行星减速器市场中日本企业新宝、德国企业纽卡特及威腾斯处于领先地位；机器人用精密行星摆线减速器方面，纳博特斯克、

住友两家日企垄断全球机器人用精密行星摆线减速器市场。中泰证券研究所最新数据显示，日本纳博特斯克、住友两家企业在全全球机器人用精密行星摆线减速器市场份额分别达 61%、17%；机器人用谐波齿轮减速器方面，日企哈默纳科独占鳌头，日企哈默纳科拥有超半个世纪技术积累和 market 经验，在全全球谐波减速器领域占据绝对领导地位。长城证券产业金融研究所最新数据显示，从全球市场来看，机器人用谐波齿轮减速器市场份额哈默纳科一家独大，占据 82%左右；机器人用精密行星减速器方面，日本、德国占据领先地位，德国、日本等国精密行星减速器处于行业领先地位。长城证券产业金融研究所最新数据显示，日本新宝、德国纽卡特、威腾斯坦全球市场份额占比分别为 12.9%、10.9%、10.7%，合计超三成；人形机器人用行星滚珠丝杠，瑞士 GSA、瑞士 Rollvis 等瑞士企业占据主要市场份额，合计全球市占率大于 50%。

从行业发展趋势来看，机器人减速器的轻量化、集成化、智能化和绿色化技术趋势日益明显，市场需求呈现爆发式增长。在轻量化方面，为满足用户对高效率、低能耗需求，减速器领域相关企业正在积极探索新的设计理论和方法，以提高减速器传动效率、减小体积和质量。如日本谐波驱动公司推出的 CSD 系列机器人用谐波齿轮减速器，其重量可比传统产品降低 30%以上；在集成化方面，人形机器人企业探索将减速机与电机、驱

动器等零部件集成在一起，形成一体化的驱动系统，不仅有助于减小系统体积和重量，还能提升系统的可靠性和协同性，降低安装和调试的复杂度。在智能化方面，随着人工智能、物联网等技术持续发展，智能化控制日益成为减速器技术研发重点。如德国弗兰德公司推出的 EPOS 系列数字式位置控制器，可实现对减速器的实时监控和智能控制，提高其运行精度和稳定性；在绿色化方面，随着全球环保意识不断提高，采用清洁能源和可再生能源驱动的减速器正在成为研究热点。如中国电子科技集团公司第四十一研究所取得了无油蜗轮蜗杆减速器专利，该产品主要采用聚醚醚酮高分子材料与玻璃纤维等环保材料，减少了产品能耗及对环境的影响。在市场需求方面，人形机器人产业爆发、智能制造对机器人的需求增长、服务机器人的需求增长等，带来了机器人减速器需求的爆发式增长，并出现了机器人企业直接投入开展减速器研发生产的趋势。这些发展趋势给机器人减速器企业带来了巨大机遇和挑战。

2、全国情况

我国精密减速器市场虽然仍严重依赖哈默纳科、新宝等外资企业，但是以双环传动、绿的谐波、来福谐波、中大力德等为代表的江浙企业逆势崛起，正成为引领中国精密减速器创新发展的主导力量，国产品牌市场份额正在逐步提升。一方面随着国内企业不断缩小与国际龙头的差距，低成本高性能的国产

减速器解决方案将更具竞争力，另一方面，人形机器人产业爆发为减速器带来新的增量，国产减速器企业替代趋势明显空间广阔，将迎来新的机遇。

双环传动是国产机器人用精密行星摆线减速器龙头，国产品牌市占率第一，国内份额 15%；绿的谐波是国产机器人用谐波齿轮减速器龙头，国产品牌市占率第一，国内份额 25%，国内其他厂商份额也逐渐提升，如来福、大族、同川等，外资龙头品牌哈默纳科整体份额有所下降；精密行星减速器行业集中度不高，山东纽氏达特、深圳精锐科技是我国精密行星减速器市场主要供应商，国内市场占有率分别为 12%、10%；行星滚珠丝杠领域，南京工艺、恒立液压、博特精工、秦川机床等国内企业，国内市场份额也有所突破。

3、江苏省行业发展

机器人减速器企业创立和发展大体有四条路径，一是减速器企业开拓高精度产品，例如国茂、双环；二是精密机械加工企业开拓下游产品，例如绿的谐波、南方精工；三是精密机械加工装备企业借助装备优势研发产品，例如南高齿、秦川机床；四是机器人企业提升竞争力自研、联研产品，例如埃斯顿巨轮智能、南通振康等。从四条发展路径看，江苏省发展机器人减速器具有得天独厚的优势——江苏省在减速器、精密机械加工、精密机械加工装备、机器人行业，均具有国内龙头企业、具有

产业聚集区域，处于全国前列，因此具有发展机器人减速器的优秀产业基础。

在这样的产业环境下，江苏省机器人减速器行业涌现了绿的谐波、南通振康、国茂股份、江苏泰隆、南高齿、南方精工等一大批机器人减速器重点企业及配套企业。江苏省的机器人减速器行业具有以下特点：

一是下游机器人产业体量大，发展潜力足。作为机器人减速器的下游，江苏省机器人本体及机器人集成应用体量大、发展快，形成了对机器人减速器的带动效应。江苏省具有埃斯顿等工业机器人龙头企业，以及大量机器人企业，牵引了机器人减速器产业发展。

二是行业龙头企业多，引领作用强。江苏省机器人减速器相关上市公司数量处于全国前列，行业影响力和引领性强。苏州绿的谐波传动科技股份有限公司成立于 2011 年，专业从事精密谐波传动装置研发、设计和生产，在国内率先攻克精密机器人用谐波齿轮减速器技术、突破国外技术封锁，成功打破国外品牌垄断，入围国家第一批专精特新“小巨人”企业、国家制造业单项冠军示范企业，其机器人用谐波齿轮减速器国内市占率居首，全球市占率约 7%、位居全球第二。南通振康焊接机电有限公司是国内工业机器人用精密行星摆线减速器的重点企业，成功实现了工业机器人用高精度机器人用精密行星摆线减速器系列产品的研发和产业化，产品填补了国内空白，打破了日本纳博特斯

克公司等国外企业的垄断。江苏泰隆减速器（集团）股份有限公司联合重庆大学国家重点实验室，对机器人精密减速器进行了攻关，产品的各方面性能达到了国际标杆企业的技术标准，特别是精度和精度保持性在行业内处于领先水平，2024 年来已经大量应用于国内多家知名机器人企业。

三是行业集聚趋势明显。江苏省 2024 年 4 月印发了《江苏省机器人产业创新发展行动方案》，提出工业机器人重点围绕高精度减速器等关键零部件和机器人操作系统开展攻关，部署无锡、常州、苏州、南通等地推进各类机器人及相应核心零部件研发创新。这些地区的机器人减速器企业较为集聚，同时“减速器之乡”泰州的机器人减速器产业潜力巨大。

（三）行业智改数转网联现状

机器人减速器是典型的多品种、小批量离散制造行业。研发设计、机加工工艺、热处理工艺、装配管理、质量管控等是核心环节。行业内普遍存在批量化定制需求矛盾，精度保持性、质量一致性和稳定性与国外存在差距，高精度长寿命机器人减速器优化设计关键技术不足，检测能力不足等问题。尤其是轻量化、智能化、绿色化技术趋势和快速增长的市场需求，给机器人减速器企业的研发设计、生产制造、经营管理等带来巨大挑战。

（1）产品批量化定制需求的矛盾：机器人减速器具有多品

种小批量的特点，既要满足产品高精度要求、又要实现产品批量化定制需求，存在生产管理和批量化工艺如何有效契合的问题。

（2）精度保持性、产品质量一致性和稳定性不足：国内减速器在精度保持性、产品质量一致性和稳定性方面与国外还有一定的差距。

（3）高精度长寿命机器人减速器优化设计关键技术不足：高精度长寿命机器人减速器优化设计关键技术、机器人减速器规模化制造工艺性研究不足，需进一步产品试验验证。

（4）检测能力不足：各减速器厂家和第三方测试机构对减速器的测试基本是单轴测试，无法模拟机器人实际工作状态中的多轴联动，需要对减速器智能检测装备进行研究。

以上问题归根结底是由产品设计技术不足、制造工艺与生产管控协同不畅、产品质量管控不力等原因导致的，智改数转网联为解决这些问题带来了机会。目前，江苏省已经有多家龙头企业进行了智改数转网联实践，并取得显著成效，例如江苏国茂已入选工业和信息化部评选的卓越级智能工厂。

江苏省内机器人减速器行业智能化改造、数字化转型和网络化联接具有一定的基础，所调研的企业普遍具备基本的研发、管理、检测软件和设备，但大中小企业存在明显的差异。大型企业水平较高，已经完成了基础的数字化和网络化建设，应用

了智能化仓储物流、加工装配、检验检测装备，完成了系统集成和数据打通，正在向智能创新和生态发展演进，例如江苏国茂；中型企业水平参差不齐，部分企业正在向集成化创新发展，例如绿的谐波，部分仍需补齐关键环节的数字化和网络化建设；小微型企业普遍水平较低，亟需小快轻准的产品服务赋能。

二、目标与架构

（一）总体目标

国家《“十四五”机器人产业发展规划》中明确表示，到2025年，关键零部件性能和可靠性达到国际同类产品水平。其中高性能减速器是机器人关键基础提升行动的任务之一，要求“研发RV减速器和机器人用谐波齿轮减速器的先进制造技术和工艺，提高减速器的精度保持性（寿命）、可靠性，降低噪声，实现规模生产。研究新型高性能精密齿轮传动装置的基础理论，突破精密/超精密制造技术、装配工艺，研制新型高性能精密减速器。”《江苏省机器人产业创新发展行动方案》中将高精度减速器列为工业机器人领域重点攻关的关键核心技术。

发挥省级标杆示范的引领示范作用，基于新一代信息技术应用，以数字化、网络化、智能化贯通原材料和零部件采购、制造、管理全过程，以数据驱动为路径，提升机器人减速器产品和工艺研发设计，实现高精密加工、装配、检测工艺技术，加强质量管控，适应下游机器人企业供应链和质量要求，向设计数字化、制造精密化、管控精细化、检测智能化等方向发展。

通过本指南实施，2026年完成全省机器人减速器行业“智改数转网联”诊断调查，建立诊断档案数据库；定点企业制定个性化“一企一策”实施方案，促进“智改数转网联”精准实施；新增“智改数转网联”标杆企业2个以上，打造全国机器

人减速器行业“智改数转网联”标杆；新增智能工厂12个以上；培育优质服务商2-4家。促进江苏省机器人减速器智能制造水平和供应链现代化水平的稳步提升，促进机器人减速器产品性能和可靠性等达到甚至超过国际同类产品水平，实现产业转型升级目标。

（二）实施架构

机器人减速器的精度、寿命和质量要求高，具有多品种、小批量、多批次、定制化等特点，涉及采购、加工、装配、检测等多个核心环节，需要对各类各型号的外购品、半成品和产成品进行管理，同时面临轻量化、智能化和绿色化等发展趋势。基于以上特点，以及江苏省机器人减速器大、中、小微企业数字化发展情况，提出以下实施架构。打好智能设备、网络连接和核心业务环节数字化基础，加强数据采集、集成和应用能力，做好设备连接、系统集成和数据互通，促进跨环节业务协同，以研发设计优化、设备管理优化和质量优化为切入点，综合运用大数据、人工智能等新一代信息技术，探索实现不同类型机器人减速器在研发设计、计划排产、加工装配、检验检测等重点环节的智能优化，提升企业竞争力。

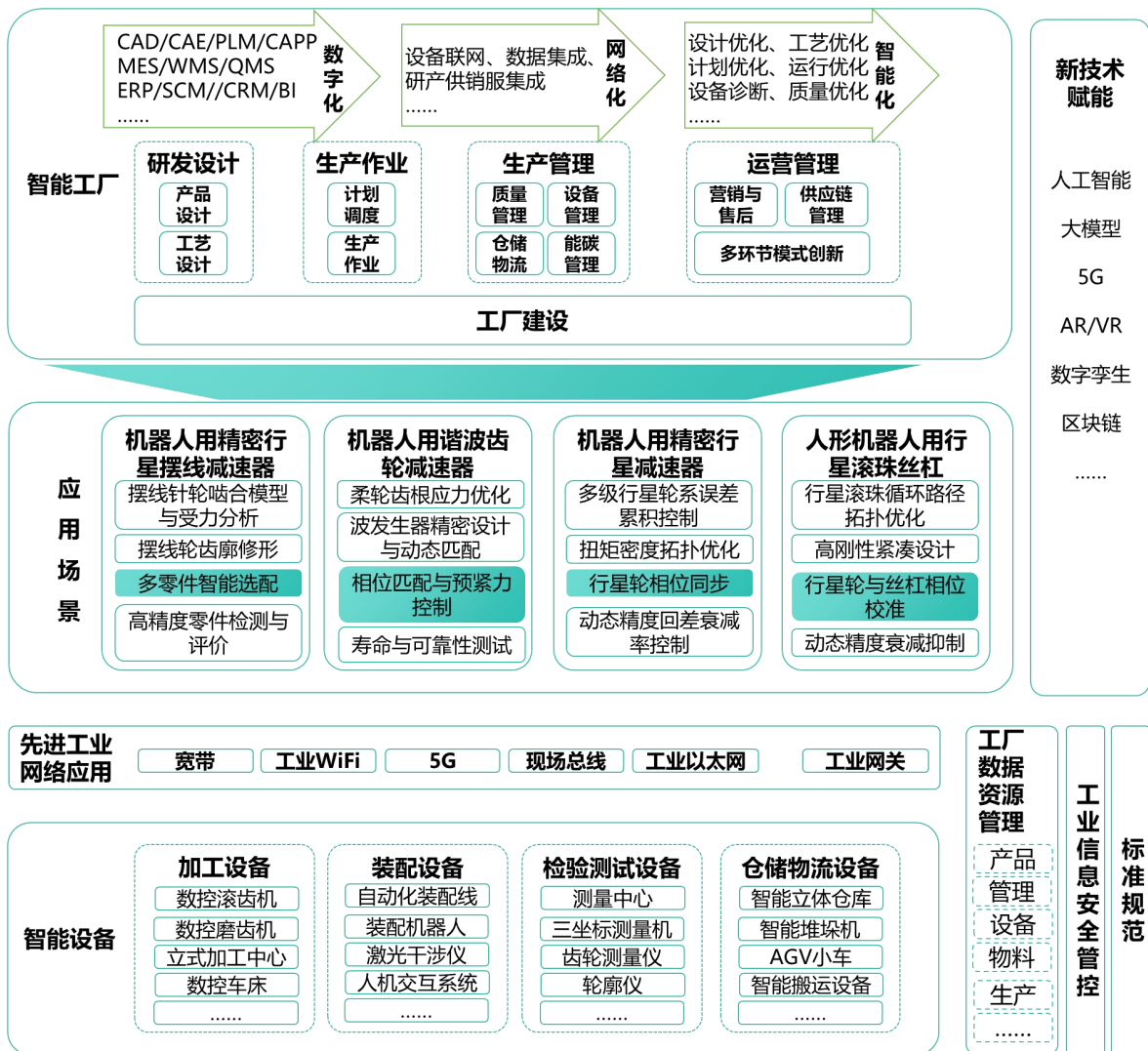


图 3 机器人减速器智改数转网联实施架构图

三、基础能力

(一) 网络基础设施能力建设

一是企业内外网建设。结合生产现场和业务管理需求，综合选择建设宽带网络、现场总线、工业以太网、工业无源光纤网络（PON）、工业 Wi-Fi、5G 等网络。

宽带网络：企业办公区域一般需要接入宽带网络，以满足

企业 OA、ERP、SCM 等需要与互联网连接的系统应用需求；

5G 网络：企业生产现场有高带宽、低延时、移动性或互联网需求时，需要使用 5G 网络，例如 AR/VR 远程运维和培训、移动设备与 AGV（自动导引车）联网、高精度实时工业控制、大规模物联等场景；

工业 Wi-Fi：企业生产现场具有高带宽、低延时、移动性或难布线情况时，可以采用工业 Wi-Fi，例如智能仓储与物流、移动设备与手持终端通信、生产线上设备数据采集等场景；

现场总线和工业以太网：现场总线和工业以太网均为有线网络，适用于固定设备的数据采集。其中，对实时性要求高的可采用现场总线；对数据传输处理量要求高、安全性要求高的可采用工业以太网，例如多设备监控、机器视觉检测等。机器人减速器生产制造更适用于部署工业以太网。

二是标识解析体系建设。标识解析技术为企业各类对象的建立唯一编码，可在智能物流、装配管理、质量追溯等多个场景中可应用。企业可以建设行业标识解析节点，不仅为本企业提供标识解析服务，也为同行业提供服务；也可以建设企业内的标识解析体系，或利用行业/区域工业互联网标识解析二级节点建设企业内标识解析体系。

（二）数据采集能力建设

一是“哑设备”改造。机器人减速器生产制造设备中，绝

大多数为数字化设备，“哑设备”较少。

二是智能设备联网。机器人减速器生产加工主要涉及数控加工设备、装配设备、检测设备和测试设备等，这些设备多为数字化设备，其联网和数据采集方案如下，应结合数据应用场景、数据集成管理架构、设备接口和数据情况等，综合选取数据采集方式，并按需设置边缘计算模块，对数据进行预处理：

（1）通过 RS232 等通信接口，直接读取设备运行参数，如数控加工设备、检测设备等；

（2）利用 Modbus、OPC UA 等工业协议，实现设备与数据采集网关或 MES 的连接，如数控车床、数控铣床、加工中心等数控加工设备；

（3）通过机器人控制器内置的数据采集功能，采集自动化装配线、机器人装配系统等装配设备的装配数据；

（4）通过温度、振动、噪声、位移等传感器，采集各类设备的数据。

（三）信息系统能力建设

企业应首先通过信息系统能力建设，实现关键业务环节的信息化和数字化。

（1）江苏省机器人减速器企业基本具备 CAD、CAE 等研发设计软件和 ERP 软件。

（2）在此基础上，为加强研发数据管理、仓储物流管理、

生产过程管理、质量管控，机器人减速器企业可选择建设 PDM、PLM、WMS、QMS、MES 等。

(3) 同时，对于规模较大，客户和供应商数量较多，采购和销售频繁的企业，可建设 OA 促进内部协同管理，建设 CRM 提高客户关系管理效率，建设 SRM 加强供应商管理。注：部分 ERP 产品中，也有简单的 CRM、SRM 相关模块。

(4) 为促进各环节协同，加强基于数据的决策，企业可选择以 ERP、MES 或数据中台为核心，集成和打通各环节数据，构建 BI 系统，在各环节开展基于数据的决策优化。本文第四部分多为这类场景。

云化工业软件的应用优势：对于资金投入有限，软件功能需求个性化不强、有协同共享需求的中小机器人减速器企业，可重点采取云化工业软件。一是成本低，云化工业软件采用订阅模式，企业按需订阅，降低了前期购买软件许可、服务器的资金压力；二是实施快，云化工业软件采用订阅模式，仅需要开通账号和进行简单配置即可使用，避免了烦琐的安装和配置；三是便于协同共享，云化工业软件具有跨地域协同的优势，对于有多个分支机构或项目团队分布在不同地区的企业尤为适用；四是具有数据和资源汇聚条件，云化工业软件将数据、资源集中，便于企业进行统一管理和应用。

工业互联网平台的应用优势：工业互联网平台的典型建设

发展路径是“大企业建平台、中小企业用平台”，因此中小企业主要是接入并使用工业互联网平台，而非自建平台。大企业建设的工业互联网平台中，有两类建议中小企业优先考虑接入：一类是机器人链主企业建立的供应链型工业互联网平台，这类平台将以供应链采购为牵引，汇聚和服务行业中小企业；一类是行业龙头企业或有行业服务商建立的产业链型工业互联网平台，这类平台将建设和汇聚适用于本行业的应用，专业性强。建议中小企业结合工业互联网平台供给和自身需求情况，选择工业互联网平台。

（四）信息安全能力建设

从安全管理设备安全、控制安全、网络安全、平台安全、应用安全和数据安全等角度综合考虑，企业工业信息安全能力的建设基本框架和部署方式如下：

一是企业工业信息安全能力建设基本框架：

（1）安全管理：建立工业信息安全管理机构，明确工业信息安全管理负责人及各部门职责；制定工业信息安全管理制度与流程；定期开展网络安全相关法律法规、政策标准的宣传教育，增强企业人员网络安全意识。

（2）设备安全：拆除或封闭工业主机上不必要的外部设备接口，若确需使用，应进行严格访问控制。

（3）控制安全：强化账户及口令管理，遵循最小授权原则

设置账户权限；建立工业控制系统安全配置清单，定期开展配置清单审计；在各类主机上部署防病毒软件，定期升级病毒库并查杀；只允许经企业授权和安全评估的应用软件运行。

（4）网络安全：根据业务特点等因素，对工业控制网络实施分区域管理，划分 OT 网络和 IT 网络，部署工业防火墙、网闸等设备实现域间横向隔离；对于工业控制网络与企业管理网或互联网连通的情况，实施网间防护，并对网间行为开展安全审计；加强无线网络访问、远程访问、远程运维等过程的身份认证管理。

（5）平台安全：对于企业自建平台，利用用户身份鉴别、访问控制、安全通信、入侵防范等技术做好安全防护；对于工业设备上云的情况，应对上云设备实施严格的标识管理，设备在接入平台时采用双向身份认证，禁止未标识设备接入平台。

（6）应用安全：采用 Web 应用防火墙等应用防护工具，对应用进行防护，并定期扫描漏洞和修复；访问关键应用服务时，必须进行用户身份认证，对于敏感应用服务采用双因子认证；严格限制应用访问范围和授权时间。

（7）数据安全：对数据进行分类分级保护；定期对重要系统应用和数据进行备份及恢复测试。

二是企业工业信息安全部署方式：

（1）分区域部署：生产区要重点部署设备安全和控制安全

措施；管理区要重点部署应用安全、平台安全和数据安全措施。

（2）分层次部署：物理层，要加强物理环境的安全管理，如设备的物理防护、机房的环境监控等；网络层，要结合网络方案、网络互通和访问等情况部署网络安全设备，实现网络的分区分区、边界防护和协议检测；平台和应用层，加强设备和系统的安全配置管理，部署防病毒软件。

四、环节与场景

机器人减速器行业属于精密制造行业，具有高精度、多品种、小批量、短交期、质量一致性要求高等特点。不同类型机器人减速器都具有加工、装配、检测等核心生产制造环节；部分企业的标准产品占订单比例更高，部分企业定制化产品占订单比例更高。机器人减速器企业的竞争力来源于产品设计、工艺水平、产品质量、价格和需求响应等优势，而决定这些优势的因素包括原材料质量、设备精度、产品设计和生产工艺等行业知识经验积累、质量管控能力、生产效率和成本管控能力等。因此，机器人减速器行业的“智改数转网联”，应以设备管理和质量管控数字化为切入点，以产品设计和工艺设计智能化为着力点，以产品型谱和订单为牵引和主线，协同优化计划调度、生产作业、仓储物流等环节，全面提升企业竞争力。

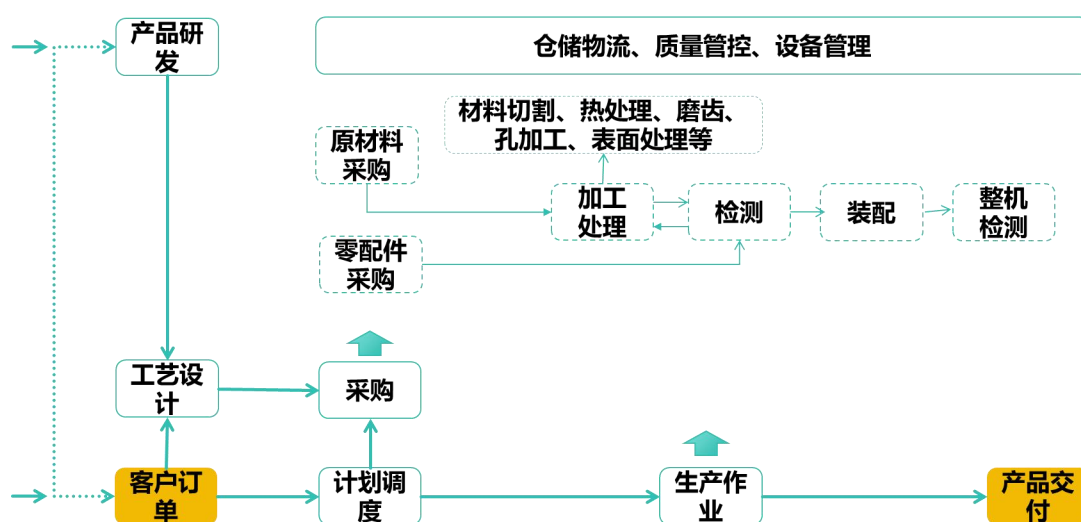


图 4 机器人减速器生产流程图

（一）工厂建设

（1）存在的问题

机器人减速器工厂中有加工、装配、检测、仓储、物流等多种大量高价值智能化设备，采用 CAD、CAE、ERP、MES、OA 等多种异构软件工具，各业务环节之间存在信息孤岛，智能设备集成管控难度大，工厂的运营效率存在较高的提升空间。

（2）改造场景

数字孪生工厂运营优化。面向基础设施运维、运营管理等业务活动，针对信息孤岛难打通、集成管控难度大等问题，应用建模仿真、异构模型融合等技术，构建设备、产线、车间、工厂等不同层级的数字孪生系统，通过物理世界和虚拟空间的实时映射和交互，实现工厂运营持续优化。

（3）解决方案

解决方案：机器人减速器数字孪生工厂

全面采集机器人减速器设备、产线运行 OT 数据，以及车间、工厂管理 IT 数据，建设设备、产线、车间、工厂的实时、虚拟的数字孪生体，并基于数字孪生体模拟仿真优化结果，指导优化设备、产线、车间、工厂的运行管理。

数字孪生工厂运营优化

某公司设备、信息系统孤立，存在生产过程中生产效率低、产品质量不稳定、生产过程人员安全隐患的问题。建立了数字孪生系统平台，解决了这些问题。



图 5 作业自动化

1.智能设备应用。采用机器人应用集成等自动化方案，采用立库、AGV 等智能仓储物流设备，采用基于机器视觉的图像检测、定位、测量、分拣设备，提高设备、产线的数字化智能化水平，为数字孪生技术应用奠定基础。

2.全面数据采集和建模。采用 SCADA 等软件全面集成各类设备、产线、车间的 OT 数据，并集成 MES、WMS、ERP 等工厂、企业的 IT 数据，对各主体进行 3D 建模、机理建模。

3.状态监控。监控并可 3D 可视化实时查看设备、产线、车间、工厂运行状态，以及物料、人员等情况。

4.运行优化。开展虚拟验证、设备运行、质量管控、作业调度等优化，将优化指令下发给生产设备、产线、车间等。

该项目加强了企业对工厂的运营管控力度，提高设备 OEE、生产效率、生产质量，促进工厂运营持续优化。

（二）产品设计

（1）存在的问题

研发设计能力是机器人减速器企业的核心能力。目前，机器人减速器企业普遍已经采用产品设计软件、仿真软件等开展产品数字化研发设计，但在产品设计知识经验积累、部分机理模型突破、产品质量性能迭代优化上，与国外产品相比仍有很大提升空间；同时，机器人减速器具有多品种、小批量、定制化的特点，在产品研发设计效率提升、研发与生产的协同上面临挑战。

（2）改造场景

产品数字化研发设计。面向产品设计、产品优化等业务活动，针对产品研发周期长、设计质量控制难、机理模型优化难等问题，集成产品设计、工艺设计、加工制造、整机装配、质量检测、经营管理等环节数据，基于机器人减速器设计、仿真工具和知识模型库，应用多学科联合建模、多目标优化、人工智能、大数据等技术，开展产品结构、性能等设计与验证，大幅缩短产品研制周期，提高设计质量。

尤其是开展精密行星摆线减速器的行星齿轮副的啮合干涉分析、轴承-齿轮集成系统刚度优化、针齿壳热处理变形补偿设计等；谐波齿轮减速器的柔轮齿形设计等；精密行星减速器的多级行星轮系的误差累积控制、高扭矩密度下拓扑优化等；

行星滚珠丝杠的行星滚珠循环路径的拓扑优化、高刚性紧凑结构设计、滚珠分离限制设计、热膨胀动态补偿设计等。

（3）解决方案建议

解决方案：产品智能协同研发设计

支持机器人减速器及零部件的模块化、系列化、配置化设计与重用，基于模型的全生命周期 xBOM 管理；提供产品协同研发功能，包括企业内不同业务部门、集团型跨组织跨地域的协同研发，多专业、多领域协同设计；建立产品研发知识库，支持符号、参数、产品设计库等产品研发数据的智能化调用、复用；基于知识采存管用的智能研发，实现基于知识的产品研发数据分析和挖掘、智能化的决策支持、知识的推荐与推理服务；支持技术状态管理和端到端的产品设计全流程项目管控。提升研发的协同性和研发效率，加强产品研发的过程和质量管控，降低研发成本，促进产品持续优化和技术创新。

产品智能协同研发设计

某企业生产规模不断扩张，亟需提高研发、生产效率，保障产品交期和质量，要求有一套能够有效管理产品设计、工艺等基础数据的 PLM 系统，并与下游 MES 等系统集成，实现研发和生产的协同，支持产品智能研发。

1.图文档管理：定义设计、工艺和其他电子文档的分类、特性以及数据之间的关联关系;对图文档资料全生命周期（新建、编制、发布、浏览、废弃、删除）管理。



图 6 产品全生命周期管理

2. 零部件及产品结构管理：树状结构形式管理产品设计结构及相关零部件。

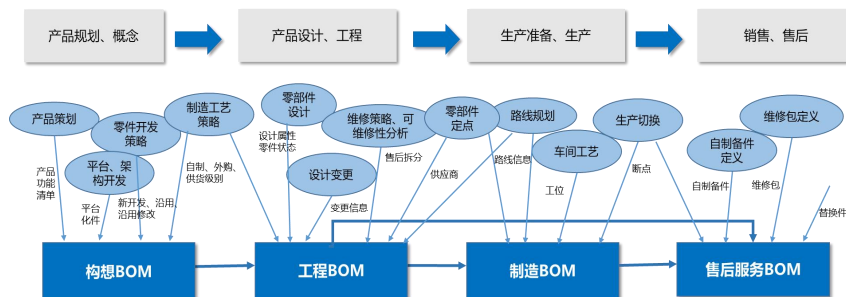


图 7 基于模型的全生命周期 xBOM 管理

3.工艺设计管理：用工艺编制工具实现工艺路线及作业指导书结构化编辑。

4.产品制造质量档案管理：实现产品质量档案与产品的关联管理；提供产品质量检测记录的发布接口。

5.工程变更管理：实现合规的图纸、工艺文件等电子文档的更改、有效性管理。

6.与其他系统接口集成：将产品研发 BOM 数据(物料、BOM、工艺路线)和相关电子文档等发布到 MES、WMS 系统。

实现产品设计数据的一致性管理；实现设计/工艺/制造系统间高度集成。提高产品质量，降低研发成本，提升了研发、生产等相关部门的协同效率。

（三）工艺设计

（1）存在的问题

机器人减速器的工艺设计涉及加工工艺、装配工艺、检测检验工艺设计等，是决定机器人减速器产品质量、性能和生产效率的关键。目前，机器人减速器企业普遍已经采用仿真软件、计算机辅助工艺规划软件等开展工艺数字化设计，但在工艺设计知识经验积累、工艺设计效率、验证成本控制上，存在较高提升空间。

（2）改造场景

工艺数字化设计。面向机器人减速器零部件加工工艺规划、装配工艺规划、检测工艺设计、产线设计等业务活动，针对工艺设计效率低、验证成本高等问题，基于工艺设计仿真工具、工艺知识库和行业工艺包等，应用工艺机理建模、流程模拟、大模型等技术，实现工艺设计快速迭代优化，缩短工艺定型周期。

尤其是开展精密行星摆线减速器的行星齿轮副的摆线轮磨削工艺优化、摆线轮与针齿接触应力分布优化、虚拟装配验证等；谐波齿轮减速器的波发生器装配变形仿真、柔轮薄壁件冲压成形工艺验证、刚轮内齿高精度铣削工艺等；精密行星减速器的超精密齿轮加工工艺、精密装配与润滑优化工艺等；行星滚珠丝杠的行星轮组精密装配工艺等。

（3）解决方案建议

解决方案：AI 赋能的工艺设计

将 AI 技术深度嵌入工艺设计软件，与多种三维 CAD、PLM、MPM 等系统深度集成，支持设计工艺协同优化；将基于大模型技术和数据驱动的工艺决策能力与基于专家知识库技术和规则驱动的计算推理能力相结合，实现工艺路线、工艺参数、工艺说明文本、工序模型等完整工艺数据的自动生成；构建工艺智能体，灵活调用各类智能化技术和工具，实现高质量的智

能化工艺规划；构建具备工艺专业技术知识和推理能力的工艺领域大模型，利用机器人减速器企业私有的工艺样本和专业知
识数据进一步训练形成适配企业的私有模型。

AI 赋能的工艺设计

某企业只采用了工艺设计软件，缺乏对工艺设计的过程管理，缺乏对工艺知识的复用和人工智能应用，工艺设计效率低、成本高、协同性差。

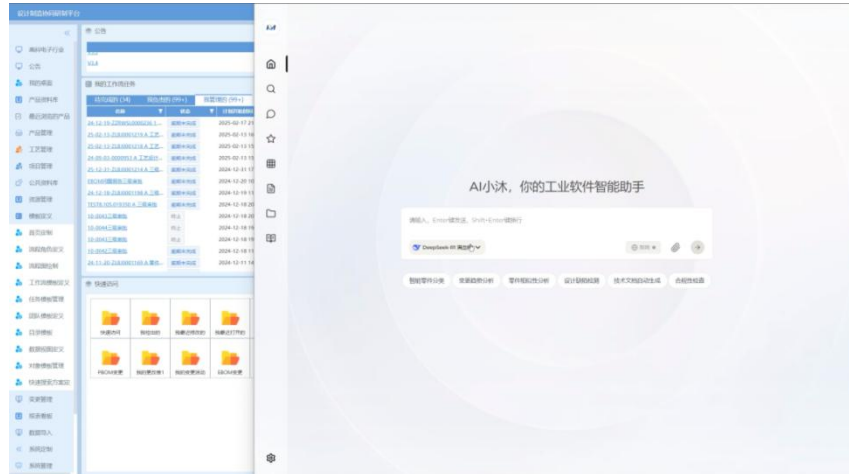


图 8 AI 工艺助手

- 1.工艺设计全过程管理：构建工艺审查、3D CAPP 软件，实现协同设计，实现仿真、工艺执行的跟踪与工艺优化。
- 2.技术状态管理：从技术状态管理计划、标识、更改控制、纪实、审核等全过程化规范变更过程和更改贯彻管理，及时发现和解决产品质量问题。
- 3.多专业协同：支持多专业工艺协同、主辅制工艺协同、工艺多要素的协同规划，基于集成化的开发环境、协同的工作流程开展工作。
- 4.结构化的工艺规划与仿真：以结构化的工艺模型为基础，采用模拟和仿真技术，可视化开展工艺规划和设计，实现制造过程模拟和生产可视化引导。

5.基于 MBD 的全三维智能工艺：提供模型识别与可视化、模型轻量化、PMI 识别与分析、基于制造特征和制造模式的工艺推理与优选、工艺过程仿真等。

6.工艺质量管理：建立工艺质量控制标准、工艺流程全面监控和控制，确保工艺设计符合质量要求，提升工艺质量并实现持续优化。

7.知识驱动的工艺创新：内置多种工艺资源和知识，通过基于模型和知识的工艺推理和智能推荐，获取并复用知识，实现工艺设计的自动化和智能化。

8.基于大模型的 AI 智能工艺创新应用：将最新 AI 技术深度嵌入工艺设计的各业务环节，通过对大模型微调和强化学习，打造了具备工艺专业技术知识和推理能力的工艺领域大模型，可实现 AI 赋能的三维工艺设计、完整工艺数据的自动生成、高质量的智能化工艺规划、工艺大模型自我更新进化，构建越用越好的工艺领域企业私有模型。

规范化了工艺设计管理，加强了与产品设计、生产制造的系统，实现了工艺设计知识的积累与复用，提高了工艺设计效率。

（四）计划调度

（1）存在的问题

机器人减速器结构复杂，生产制造涉及多个环节、多个设备产线、多种原材料和零部件，加之其多品种、小批量、定制化的特点，面临订单需求预测难、资源利用率低、交付周期长、交付不及时、急单难响应等挑战，亟需计划调度优化。完成科学的计划调度，需要掌握自制件、采购件等的库存、在制、在途等物料数据，设备、产线、人员等产能数据，需要建立智能的计划调度算法。

（2）改造场景

生产计划优化。面向机器人减速器销售订单预测、生产计划制定、生产计划动态调整等业务活动，针对订单需求预测难、交付周期长、急单难响应等问题，构建生产计划系统，打通采购、生产和仓储物流等管控系统，基于安全库存、采购提前期、订单、产能等数据，应用多目标多约束求解、产能动态规划、人工智能等技术，实现生产计划优化和动态调整，缩短订单交付周期。

智能排产调度。面向加工装配作业排程、设备人力资源调度、生产准备等业务活动，针对资源利用率低、交付不及时等问题，建设智能排产调度系统，应用多约束排产建模、多目标排产寻优等技术，对热处理、磨齿、检测等设备，装配等人力，原材料、零部件等物料等制造资源动态调度，实现多目标、多扰动情况下排产优化、精准派工，缩短产品生产周期，提升资

源利用效率。

（3）解决方案建议

解决方案：订单牵引的生产计划优化系统

打通 PLM、ERP、MES、WMS 等软件系统，以订单生产需求数据为牵引，结合物料、人力、设备等生产资源和生产能力数据，自动生成最佳生产计划和排产方案，并在遇到急单时实时调整生产计划。

订单牵引的生产计划优化系统



图 9 生产计划

某企业已经采用了 PLM、ERP、MES、WMS 等软件系统，但由于系统之间的数据没有打通，订单、采购、生产、仓储等环节互相割裂，难以跨部门进行准确的生产计划优化。

该企业开展以订单为牵引进行生产计划调度，实现 PLM、ERP、MES、WMS 等软件系统集成，以订单为牵引打通了采购、生产等环节，实现物料、人力、设备等企业内部各种生产资源生产能力的统一管理和调配，实现了最优化的库存准备、生产计划优化、自动化的工作流程管理，并通过可视化报表对公司经营过程中大量的销售、生产、库存、发货等数据进行整理、分析、呈现。

实现实时自动计划优化，可应对急单进行计划变更优化，提高资源使用效率，生产成本下降 20%，交期缩短 15%。

解决方案：APS 高级规划与排程系统

定制开发高级规划与排程系统，关联 CRM 中销售订单中产品特性、数量、交付周期等详细数据，结合产线作业、库存等有效产能，计算最优排产方案，并将工序工单与 PLM 中各产品的 BOM 和工艺路线绑定，下发至 MES 中执行。

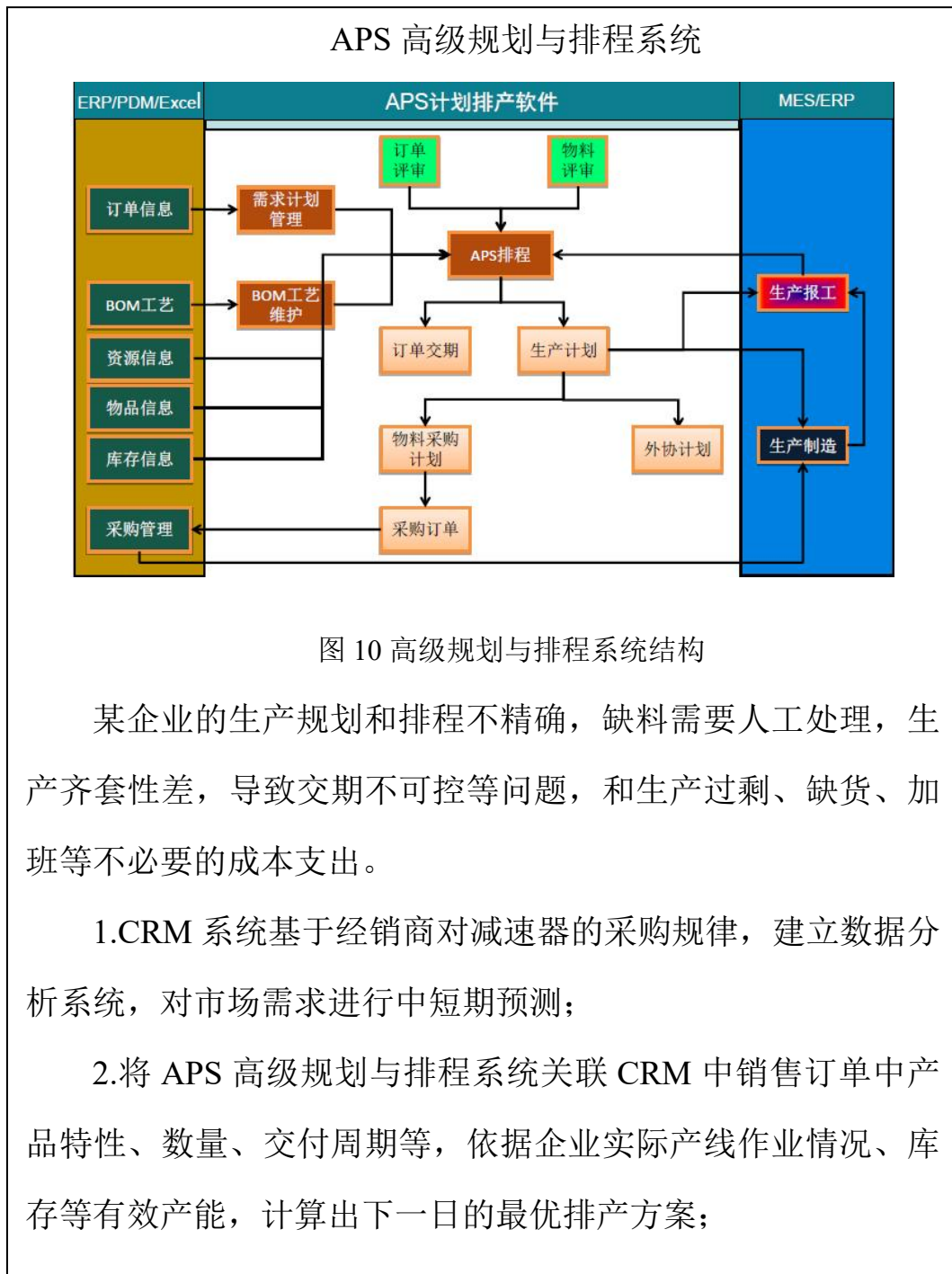


图 10 高级规划与排程系统结构

某企业的生产规划和排程不精确，缺料需要人工处理，生产齐套性差，导致交期不可控等问题，和生产过剩、缺货、加班等不必要的成本支出。

1. CRM 系统基于经销商对减速器的采购规律，建立数据分析系统，对市场需求进行中短期预测；

2. 将 APS 高级规划与排程系统关联 CRM 中销售订单中产品特性、数量、交付周期等，依据企业实际产线作业情况、库存等有效产能，计算出下一日的最优排产方案；

3.将生产订单拆分成多个工序工单，并将工序工单与 PLM 中各产品的 BOM 和工艺路线绑定，计划下发至 MES 中，通过 MES 接收各项任务的完成情况、各工序执行情况、条码信息等实现生产实时管控；

4.若出现订单变更、库存变更等突发性事件，APS 也会根据最新的订单与加工情况灵活调配，形成新的排产计划，并将生产计划重新下发到 MES 中，完成生产的动态调整。

APS 通过对企业资源的全面掌控和智能分配，提高资源的整体利用效率，显著减少生产中的浪费和瓶颈，提高生产效率。不仅关注企业内部的生产流程，还能够与供应链上的其他企业协同工作。机器人减速器的生产节拍平均由 1.5 天缩短为 1 天，生产效率提升 33.3%。由原先各部门自行组织排产，转变利用 APS 执行统一调度排产，相关计划人员减少 15%。

（五）生产作业

（1）存在的问题

机器人减速器多品种、小批量、短交期等需求特点和多物料、多环节、高精度、结构复杂等生产特点，生产作业管理问题会导致资源浪费、交期延长、库存积压等问题，亟需消除生产过程中过剩生产、等待时间、不必要的搬运等各种浪费，加速产品从原材料到成品的转化周期，减少库存积压，实现资金

的高效周转。同时，高精度加工和装配是减速器生产的关键环节，需采用大数据、人工智能等技术加工工艺、装配工艺进行优化，提升生产效率和产品质量。

（2）改造场景

人机协同作业。面向机器人减速器零部件加工、装配等业务活动，针对传统生产方式协同效率低等问题，部署工业机器人、智能产线、智能搬运、智能分拣、智能装箱、智能工位等智能制造装备，构建人机协同作业单元和管控系统，应用智能交互、自主规划、风险感知和安全防护等技术，实现加工、装配、分拣、物流等过程人机高效协同。

工艺动态优化。面向机器人减速器零部件加工工艺控制、工艺参数调优，和机器人减速器零部件装配等业务活动，针对工艺/设备参数动态调优难、人工选配效率低等问题，建设智能产线和加工工艺在线优化、智能选配系统，应用设备机理与数据混合建模、智能选配模型等技术，实现工艺过程和参数在线优化、实时最优选配，提高加工质量一致性，提升装配效率质量。

数智精益管理。面向生产现场管理、成本质量管理、供应链管理等业务活动，针对资源利用率不高、管理效率低等问题，应用六西格玛、6S等精益方法，将精益管理理念与大数据、云计算、人工智能等数智技术深度融合，借助智能派工

系统、智能工位、生产制造执行系统等，实现基于数据的人、机、料、法、环等生产要素精准、高效管理，提升整体运营效率。

（3）解决方案

解决方案：人机协同装配

对待装配的零部件进行唯一标识，将零部件测量信息统一收集并与唯一标识关联，建立智能选配模型算法，将不同零部件中相匹配的零部件进行配对，配对信息反馈给装配人员，装配人员按配对信息进行组装，提高装配效率和效果。



解决方案：机加工和装配制造执行系统

针对机加工和装配流程工艺构建制造执行系统，围绕生产计划下达、生产派工、过程检验、委外加工、工序汇报、入库

等环节实现详细规划设计，减少浪费、等待、延误。

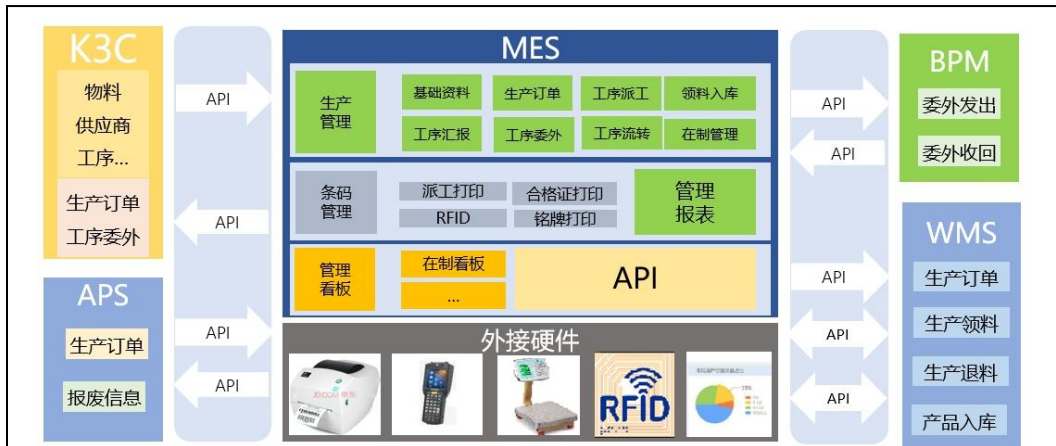


图 12 机加工和装配制造执行系统功能

某公司存在生产过程中流程繁琐、生产资源分配不合理、生产效率低下、无法及时掌握生产进程等问题。

实施机加工装配制造执行系统项目，实现生产计划下达、智能物流配送、全生产过程质量管控、设备管理、技术文件无纸化、系统集成、移动端 APP 应用。通过实时监控生产过程，减少生产过程中的浪费，如原材料、工时、能源等的过度消耗；优化生产流程，减少生产中的等待和延误，提高设备的利用率和生产效率；实现对产品质量的实时监控和追溯，减少不良品率，提高产品质量。

项目实施后，优化了生产作业流程，促进管理效率提升，确保物料配套及时性，有效减少库存积压，加强质量管控手段，生产效率提升 33.3%。

解决方案：数智精益管理

以“精益思想”为核心，融合物联网、大数据、人工智能等技术，构建覆盖生产全流程的数字化智能化管理体系。通过智能工位实现图纸查看、工艺参数实时推送、装配校验自动化、异常呼叫联动、产出登记等；结合 APS 动态排产算法优化人、机、料资源分配和法、环要素控制；依托数据驱动闭环，利用 IoT 设备采集设备运行参数与质量数据，通过六西格玛 DMAIC 方法进行缺陷根因分析，并借助 AI 预测模型实现异常预警与工艺参数自优化。

（六）质量管控

（1）存在的问题

机器人减速器的精度保持、质量一致性等是我国机器人减速器产品追赶国外品牌的重要方向，质量管控是机器人减速器企业的核心工作之一，决定了产品顺利交付、客户满意度和市场拓展基础。质量管控存在质量检测效率低、质量数据不完整、环节多难追溯、质量一致性难保持、质量数据孤岛、质量数据难以用于后续装配等问题。

（2）改造场景

在线智能检测。面向质量数据采集、分析、判定等业务活动，针对人工检测效率低、一致性差等问题，构建在线智能检测系统，应用物性成分分析、机器视觉检测等技术，实现外购

品、半成品、产成品缺陷在线识别和质量自动判定，提升质量检测效率和准确性；增加计量校准、量值溯源、量值核查的手段方法。

质量追溯与分析改进。面向质量数据管理、质量问题追溯、质量优化等业务活动，针对质量数据不完整、追溯难度大、质量一致性难保持等问题，构建质量管理体系，应用条码、二维码、射频识别、5G、标识解析、区块链等技术，结合托盘、周转箱等载体，集成分析原料、设计、加工、装配、检测等环节质量相关数据，深入分析有质量缺陷产品的数据，识别产品质量影响因素，实现产品全生命周期的质量精准追溯和优化改进。

（3）解决方案建议

解决方案：质量检测 and 追溯管理

建立质量检测 and 追溯系统，管理物料检测数据，集成质检设备及数据，与 SRM、MES、ERP、WMS 等系统集成，实现物料跟踪、质检数据记录集成、质量追溯功能等功能。

质量检测 and 追溯管理

某企业存在质量问题不透明、质量问题的处理效率低下、质量追溯要求难满足的问题。



图 13 质量检测 and 追溯

1.原辅料编码。采购人员在采购平台确认订单信息后平台自动生成对应编码标签，供应商下载打印编码标签，进行交货。到货后库管员扫描编码标签即可获取原料、零部件信息。

2.物料流转追踪。检测环节扫描二维码和 RFID 标签将检测结果传输至质量管理模块，自动化质量检测设备数据也同步至质量管理模块；生产过程中扫描派工单二维码进行生产工序报工；物料转运环节利用手持 PDA，在 WMS 系统中对货物与周转箱一对一绑定，对货物二维码、周转箱码与库位码进行扫码，实现物料生产流转环节的跟踪定位。

3.售后质量追溯。产品维护时，可通过扫描产品标识码的方式查询产品信息，追溯产品生产工艺及质量等信息。

产品二维码覆盖率 100%，真伪辨别度达 100%，产品质量检验合格率提升至 90%，减少产品召回和返工的成本，降低质量问题带来的损失。

（七）设备管理

（1）存在的问题

机器人减速生产过程中需要的设备主要包括磨齿机、滚齿机、加工中心等生产设备，三坐标测量机、轮廓仪、圆度仪等测量设备，智能立体仓储、堆垛机、AGV 等仓储物流设备。这些生产、检测设备均为高精度、高价值设备，各类设备的正常运行决定了机器人减速生产制造的质量、连续性、效率和交期。机器人减速器行业的设备管理存在设备数据全面采集难、统一管理难、异常响应慢、设备运维成本高、非计划停机频次高等问题，亟需通过设备管理实现对各类设备运行状态的跟踪和保障，支撑生产顺畅进行、产品质量稳定等。



图 14 数控磨床

（2）改造场景

设备运行监控。面向机器人减速器加工、检测、装配、仓储物流等设备运行数据采集、状态分析、异常响应等业务活动，针对设备数据全面采集难、统一管理难、异常响应慢等问题，部署设备运行监控系统，集成智能传感、5G、多模态数据融合等技术，实现设备数据实时采集、自动巡检、状态分析和异常报警，提高设备运行效率和设备异常响应效率。

设备智能运维。面向机器人减速器加工、检测、装配、仓储物流等设备故障分析、健康管理等业务活动，针对设备运维成本高、非计划停机频次高等问题，部署智能传感与控制设备，建立设备运维管理平台，应用设备故障知识图谱、故障机理分析、预测性维护、基于大模型的设备故障分析等技术，实现设备智能运维，降低运维成本，保障连续生产，降低运维人员门槛。

（3）解决方案建议

解决方案：设备综合管理平台

通过设备传感器、自适应感知、精确控制与执行等数据采集技术，应用 5G 工业采集网关与 5G PDA 等终端设备进行实时通信，以知识图谱与大数据计算引擎为基础，对海量设备数据进行采集、分析及应用，实现设备运行监控、设备运行优化等；支持设备维保计划制定、设备点检维护记录、设备维修记录；建立故障数据库和分析模型，进行故障原因统计与分析，大屏实时展示设备故障情况、故障位置、维修状态等信息，根据分

析结果进一步优化设备故障诊断分析模型，进而指导后续维修保养工作。

设备综合管理平台

某企业生产设备数量多、位置分散、未联网，无法及时掌握设备运行状态、效率，设备维护不及时，故障诊断效率低。



图 15 设备运行移动端实时查看

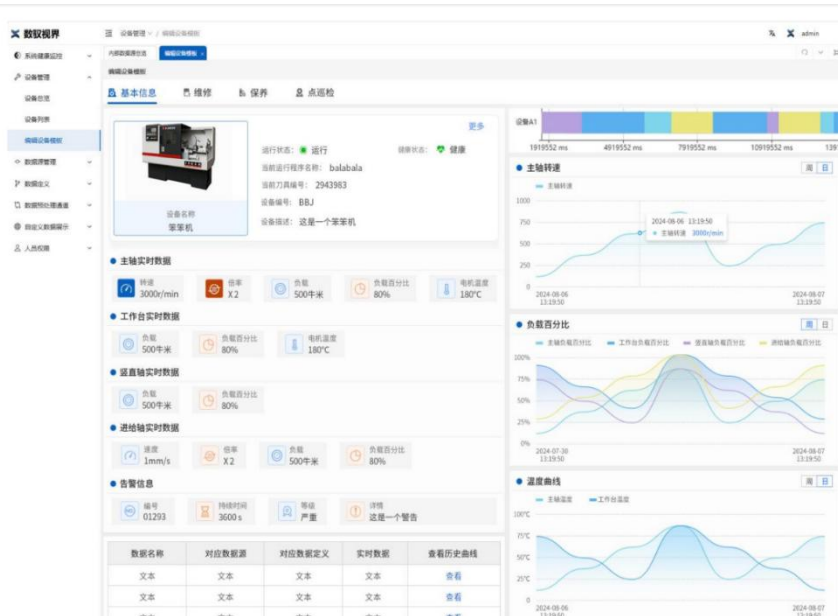


图 16 设备运维报修支持

1.设备运行状态监测。企业搭建基于 5G 的设备综合分析平台，对设备运行状态、设备总数、设备联网率和故障率、各车间设备运行率、车间设备信息等数据集成展示。

2.设备运行数据分析。对实时车间在线率、设备总开机率、近 7 天各车间停机率和车间设备运行率进行分析，形成图表进行可视化展示与实时更新。

3.设备运维。监测设备运行故障，支持设备维修、保养、巡点检。

4.设备故障诊断。交互式给出设备故障诊断建议。

5.支持手机移动端实时查看。

关键设备联网率提升至 90%，设备维修时间节约 20%，设备故障率降低至 2%，实现了远程监控、实时数据分析，减少了现场巡检的频率，提高了设备的运行效率，显著降低生产中断成本和维修人员的沟通成本，并提高故障诊断和维修效率。

解决方案：基于 5G+AR 技术的人机远程协作

建立工业 AR 智能协作平台，在 AR 眼镜中内嵌 5G 模组，形成可穿戴式的智能远程协作系统，集成 AR 3D 渲染、空间定位、3D 模型构建、音视频通信等技术，实现 AR 检修、AR 远程协助等功能。

基于 5G+AR 技术的人机远程协作

某公司生产车间多，占地面积大，设备数量众多。若出现维保人员离车间远、异地出差，或者需外部专家异地协助等情况，无法及时解决设备突发故障问题，影响生产效率及产量。



图 17 远程协作现场

该公司基于 5G+AR 技术，针对车间内的设备可发起远程协作，现场作业人员佩戴 AR 眼镜投视设备，技术工程师或者专家通过 AR 智能协作平台透过现场作业人员的第一视角与现场通过语音、视频进行交流，按步骤指导现场作业人员完成设备作业，从而提高沟通质量与效率，实现远程技术支持。

减少设备停机时间，降低第三方工程师技术支持费用，提高设备利用率至 77%，提高现场操作效率，降低培训成本。

（八）仓储物流

（1）存在的问题

机器人减速器生产制造的一个关键环节是装配，需要结合产品设计按照工序进行部件配料，需要实现物料和生产作业的同步。加工车间、装配车间、仓库中存有不同规格型号的大量原材料、零部件、半成品、成品的，管理难度大。且多品种、小批量、定制化、交期紧等需求情况下，对仓储和物流管理提出了更高的要求。传统管理模式会导致出入库效率低、库存成本高、操作易出错、配送不准时、不按节拍配送等问题，影响成本和交期。

（2）改造场景

智能仓储。面向机器人减速器原材料、零部件、半成品、产成品出入库、库存管理等业务活动，针对出入库效率低、库存成本高、操作易出错等问题，建设立体仓库和智能仓储管理系统，应用条码、二维码、射频识别、仓储策略优化、多形态混存拣选等技术，实现物料出入库、存储、拣选的自动化、智能化，提高库存周转率和土地利用率。

精准配送。面向厂内原材料仓库、线边仓库、产成品仓库中原材料、零部件、半成品、产成品的物流配送等业务活动，针对物料配送不及时、不精准、人工成本高等问题，部

署智能物流设备和管理系统，应用室内高精度定位导航、物流路径动态规划、物流设备集群控制等技术，实现厂内物料配送快速响应和动态调度，提升物流配送效率。

（3）解决方案建议

解决方案：智能仓储物流系统

构建智能无人化仓库，构建智能分拣站，采用 AGV+CTU 以车代线，集成智能无人化仓库管理系统和 AGV 等智能场内物流设备，依据实际生产作业计划实现原材料、零配件、半成品等物料自动入库进厂、盘库和出库出厂，采用安灯系统防错防呆。

智能仓储物流系统

某公司仓储物流靠人工手动，随着生产规模扩大，存在物料齐套性差、物料调拨不能及时到达装配现场、厂内物流节拍不能满足生产计划等问题。

1.周转箱编码。生产、物流、质量、自动化以周转箱作为信息连接的硬载体。



图 18 物料标识与识别

2.智能无人化仓库。在原材料仓库、线边仓，采用立库、智能货架、移动货架，建立智能无人仓库。根据参数设置自动形成呆滞物料清单，用于及时处置呆滞料。



图 19 智能无人仓储

3.精准物流配送。采用 AGV、CTU，WMS 与 AGV、CTU 等硬件无缝对接，WMS 自动产生领料指令并下发给 CTU 做上下架操作，实现精准配送。



图 20 精准配送

4.采用安灯系统，防错防呆。

项目实施后，计划领料指令准确率 99%，实现库存准确率 100%，仓储收发管理数据 100%准确，在制品、原材料、成品等呆滞库存金额下降 10%。

（九）能碳管理

（1）存在的问题

绿色化是机器人和机器人减速器行业的重要发展趋势之一。

机器人减速器生产制造过程中，机加工、热处理等环节能源消耗高，余热回收利用难；同时，企业设备、设施、照明的整体的能源管控也面临挑战。企业除了开展设备自动化改造以减少工艺循环能耗，采用新能源终端装备替代传统装备节能减排，采购绿电等方式优化用能结构等方式节能降碳之外，也亟需针对耗能设备等建立能源管控平台，开展精细化用能管控，提升能源管理效率。

（2）改造场景

能源智能管控。面向机器人减速器原材料加工等重点能耗环节的能耗监测、能源调度等业务活动，针对能耗全面监控难、精细化管控成本高等问题，部署能耗采集设备和管控系统，应用多能源介质感知、能耗综合建模仿真、能源平衡调度等技术，实现工厂能源在线监测、综合管控和能效优化，降低单位产值综合能耗。

碳资产全生命周期管理。面向碳排放数据采集、碳足迹追踪和碳资产核算等业务活动，针对碳排放计量难、碳足迹追踪效率低等问题，建立数字化碳管理系统，应用碳排放精细化检测、碳排放指标自动核算等技术，实现机器人减速器产品全生命周期碳排放追踪、分析、核算和交易，降低单位产值碳排放量，满足下游机器人企业数字化碳管理要求。

（3）解决方案建议

解决方案：数字化能碳管理平台

对高耗能设备能源消耗和碳排放进行实时、准确监测，采用大数据、人工智能等技术开展热处理、机加工等高耗能设备的设备运行参数调整、生产工艺优化，减少能源消耗和碳排放；同时，利用多能源介质感知技术面向全厂、车间、各类设备设施等采集能源消耗数据，开展能源消耗和碳排放综合分析和精细化管理，给出错峰用能、多能源调度等节能降碳决策建议，降低综合能耗和碳排放；建立碳排放管理系统，具备碳排放的监测、报告、核查和产品碳足迹核算等功能。

数字化能碳管理平台

某企业依靠传统人工抄表模式每天对各生产车间、生产线的能源用量现场记录，然后进行汇总统计分析，存在统计不及时、数据不准确、管理成本高等问题，无法高效支持节能降碳管理决策。同时，碳管理标准不健全、计量不准，导致检测结果收集困难，影响产品碳核算。

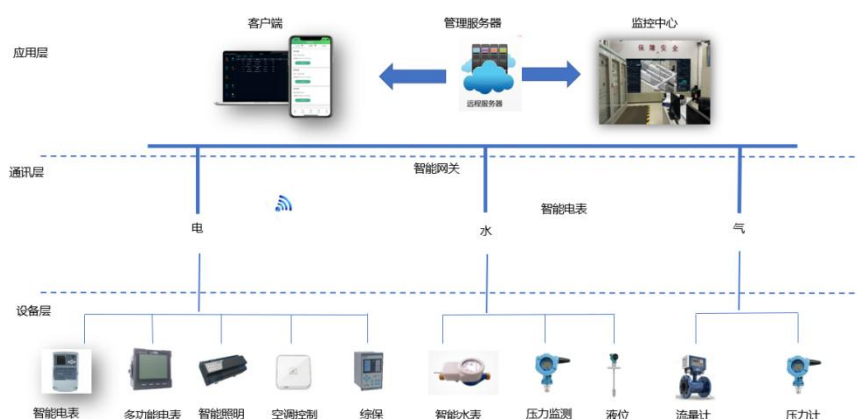


图 21 能源数据采集

- 1.对企业用电、水、气等能源消耗的关键节点加装智能采集装置，对企业能源状况进行全面监测、分析和评估。
- 2.安装碳排放监测设备，实时监测企业重点排放源的碳排放情况，并将监测数据实时传输到数字化能碳管理平台。
- 3.设立产品碳足迹核算边界，建立产品碳足迹计算模型，实现产品碳足迹数据披露展示。

（十）营销与售后

（1）存在的问题

随着国产机器人减速器市场份额的提升，以及人形机器人、具身智能的爆发式增长，机器人减速器营销面临了新的挑战。传统的机器人减速器营销多为离线管理，存在销售线索管理弱、营销策略不合理、销售行为难留痕、客户数据挖掘浅等问题，难以适应新的市场拓展机遇。同时，下游机器人企业对机器人减速器的质量要求高，需加强对售后问题反馈的响应和管理。此外，机器人减速器已经出现智能化趋势，使产品智能运维成为可能，将解决售后响应不及时、增值服务少等问题。

（2）改造场景

智慧营销管理。面向机器人减速器市场营销、销售管理等业务活动，针对客户需求信息获取不及时、营销策略不合理、销售行为难留痕、客户分析挖掘不充分等问题，建立销售管理系统，应用用户画像、需求预测、营销决策分析等技术，实现基于客户需求洞察的营销策略优化和供需精准匹配，实现基于营销成效的营销人员绩效评价，支持营销激励机制，提升营销精准性和销售量。

产品智能运维。在机器人减速器集成化、智能化发展的趋势下，机器人减速器的产品智能运维将成为可能。面向智能化机器人减速器产品运维等业务活动，针对响应不及时、增值服

务少等问题，构建智能化机器人减速器产品远程运维系统，集成 5G、AR/VR、预测性维护等技术，实现基于运行数据的产品远程监控、故障诊断和增值服务创新，提高售后服务质量和产品附加值。

智能客户服务。面向售后问题反馈、售后技术支持、客户关系维护等业务活动，针对客户响应不及时、售后问题缺记录等问题，建立客户服务管理系统，应用 5G、AR/VR、知识图谱、大模型等技术，实现主动式、智能化客户服务响应，提高客户满意度，分析售后问题以优化产品设计与服务。

（3）解决方案建议

解决方案：客户关系管理系统

实现销售线索管理，进行客户精准画像，提出销售优化策略，建设了从线索、商机、谈判到回款、服务等贯穿整个客户全生命周期的核心业务体系和价值体系。

客户关系管理

某公司存在销售线索管理弱，销售动作记录难，客户数据挖掘浅的问题。

1.采用 CRM 客户关系管理系统，构建完整的客户信息库，对客户进行精准分类和定位，从收益、成长、安全、流动、生产等五个维度实现客户价值分析；

2.与 ERP、OA 等其他企业信息系统的集成，实现了信息的共享和流转，减少信息孤岛和重复录入；

3.支持客户关系分析，发现潜在的商机和客户需求。



图 22 客户关系管理

实现营销战略、绩效、运营三个层面的数字化，建设了从线索、商机、谈判到回款、服务等贯穿整个客户全生命周期的核心业务体系和价值体系。

提升客户满意度和忠诚度，推动了公司内部和外部的效率和利润增加，并促进了企业从原来的产品和产能为中心，转成现在的以客户为中心，从制造业企业走向了制造业服务化。

（十一）供应链管理

（1）存在的问题

供应链计划的合理性影响机器人减速器的产品交期和库存成本等，需要结合多源数据合理优化。同时，由于机器人减速器生产制造所需的原材料、零部件等物料多、品种型号各异，物料的采购过程对数量、规格、时间、价格等存在大量的沟通工作，线下沟通方式存在效率低、准确性差、及时性不足等问题，影响产品交期、质量、成本等。此外，由于缺乏对供应商的考评、监督和规范化管理，可能出现供应商比选难、议价能力弱、断供风险响应不及时、供应商池缺少优化等问题。

（2）改造场景

供应链计划协同优化。面向机器人减速器原材料、零部件采购计划制定、协同、优化、执行等业务活动，针对采购计划不精准、交付不及时等问题，建设供应链管理系统，应用集成建模、多目标寻优、数据跨域控制、人工智能预测等技术，实现基于市场、采购、库存、生产等数据的供应链计划协同优化。

供应商数智化管理。面向机器人减速器原材料、零部件等供应商入库、供应商评价、物料采购等业务活动，针对供应商寻源难、供应商比选难、议价能力弱、断供风险响应不及时、供应商池缺少优化等问题，建立供应商管理系统，应用供

应需求预测、供应商风险评估、供应链溯源等技术，实现供应商精准画像，开展基于数据分析和挖掘的供应商评价、分级分类、寻源和优选推荐。

（3）解决方案建议

解决方案：供应链管理平台

构建供应链管理平台，采购方面支持订单发布、订单接受、订单内容、订单送货、订单对账、订单结算等采购全环节的线上管理；供应商管理方面，提供供应商注册、认证、审核、日常管理、评价、退出等全生命周期管理。

供应链管理平台

某企业对供应链的管理不足，存在供应链成本居高不下，供应商准时交货率低等问题，采用供应链管理平台加强管理。

1.供应链采购。采购人员通过供应商管理平台发布物料需求计划，下发给相应的供应商，完成询价、比价议价、调价、招标、定标、截标等活动。供应商可及时在平台上进行采购订单信息的确认。

2.供应商评价。开展供应商全生命周期管理和供应商数据集成评价，包括供应商准入、供应商评价、供应商考核管理等。



图 23 供应商评价管理

供应商准时交付率由 85%提升至 91%，采购成本降低了 15%，关键供应商数量降低 35%。提高了工作效率，减少了人力资源和时间成本，减少了因供应链管理不善导致的成本。

（十二）多环节模式创新

（1）存在的问题

机器人减速器产品一般按订单生产，其中一部分订单是机器人减速器企业已经设计好的产品型号，一部分订单是按下游机器人客户要求定制，需进行研发设计，因此机器人减速器企业的产品设计需常态化进行，产品研发的效率提升、创新，将直接影响企业竞争力。目前机器人减速器企业普遍存在研发效率不高、创新不足的问题。

机器人减速器原材料和外购件占成本的比例高达 40%至 60%，因此原材料和外购件的采购管理、库存管理等环节对产品成本影响高，与加工制造、研发测试成本之和大体持平。因此，机器人减速器企业整体的成本控制和效率提升，研发、生产、采购、销售均具有重要作用，尤其是在订单牵引的特点下，研产供销服各个环节深度协同优化，将突破单点优化的瓶颈，进一步实现降本增效。

（2）改造场景

数据驱动产品研发。面向机器人减速器产品快速研发、复杂结构设计、用户定制化设计等需求，集成市场、设计、生产、服务等多维机器人减速器产品全生命周期数据，探索创成式设计、大模型驱动智能设计，基于数据驱动的产品形态、功能和性能的研发设计和持续优化，基于大模型的研发设计方案智能

生成和对比，缩短产品研发周期，加速产品创新。

研产供销服深度集成。面向市场快速响应、资源高效配置、订单交期保障、售后服务优化等需求，推动研发、生产、供应、销售和服务等环节的业务流、数据流深度集成，形成一个高效协同的运营体系，实现机器人减速器产品全生命周期协同优化，全面提升企业的市场竞争力。

解决方案建议

解决方案：产供销一体化管理

采用数据集成技术打通 ERP、MES、WMS、CRM、SCM 等产供销相关系统数据，对市场、订单、需求、供应、采购、生产、库存、发货等供应链全过程进行集成化管理，实现机器人减速器销售订单、采购计划、生产计划、生产作业、仓储物流等业务环节的协同，实现对特定订单完成进度的透明化监控，实现特定订单交付期预测、订单完成卡点的识别和优化、库存管理优化等。

产供销一体化管理

某企业的产、供、销等业务环节脱节，业务流和数据流分散，随着业务量的增长，在交期、成本、效率上面临了更高的压力。公司对相关业务系统进行了集成打通，实现产供销一体化管理。

1.销售协同。公司通过 CRM 处理客户销售订单信息，并结合销售预测数据、WMS 中库存数据、PLM 中 BOM 数据或新产品设计数据，自动生成主生产计划和物料需求计划，并同步物料采购需求至供应链管理平台。

2.采购协同。供应链管理平台接收物料采购需求，执行供应链采购，并同步到货数据至 WMS 系统，到货检测数据至 QMS。

3.生产协同。结合物料供应、生产能力情况，制定生产工序计划并同步到 MES 支持生产作业，WMS 调拨和更新物料数据，同步质量数据至 QMS，同步订单进度数据至 CRM 系统。

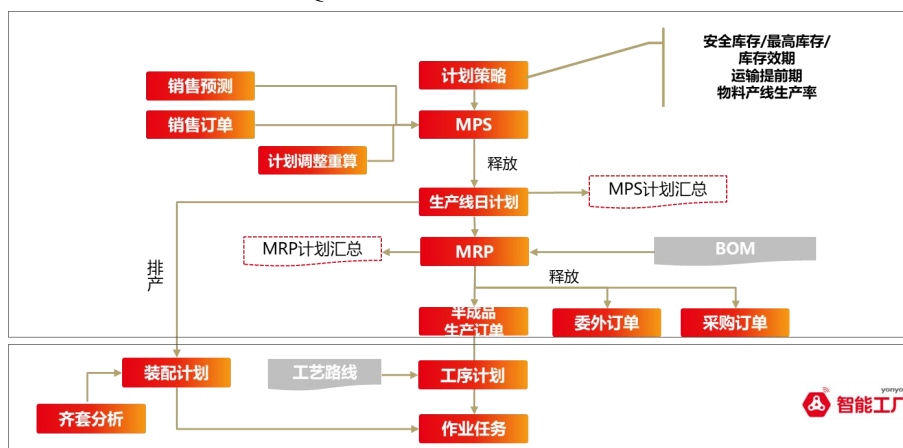


图 24 产供销一体化管理流程和功能

解决方案：设计工艺制造一体化管理

采用数据集成技术打通 ERP、MES、WMS、CRM、SCM 等产供销相关系统数据，对市场、订单、需求、供应、采购、生产、库存、发货等供应链全过程进行集成化管理，实现机器人减速器销售订单、采购计划、生产计划、生产作业、仓储物流等业务环节的协同，实现对特定订单完成进度的透明化监控，实现特定订单交付期预测、订单完成卡点的识别和优化、库存管理优化等。

五、路径与方法

（一）实施路径

1、共性路径

机器人减速器行业属于精密制造行业，设备门槛高、质量要求高。因此，高价值设备的管理、产品和工艺设计优化、生产和质量管控能力是企业赖以生存的基础，提升研发—制造—供应—销售一体化水平，实现降本、增效，是企业争取市场的关键。

研发设计方面，机器人减速器企业普遍已经具备 CAD/CAE 等数字化产品设计和工艺设计软件，部分企业需要加强 PLM 产品全生命周期管理，对研发设计知识经验的积累和优化也是重点要开展的工作。

设备管理方面，机器人减速器企业已普遍配备高价值设备，对设备的监测、运行优化、故障诊断，提高设备精度、运行效

率是企业的共性需求。

生产制造方面，WMS 是机器人减速器企业普遍已经采用的系统，大型企业和部分中型企业、车间已经应用 APS、MES、智能仓储、自动化加工装配线、智能工位等，实现生产制造的柔性化、协同化、智能化，部分企业、车间尚未采用，需按需加强建设。

经营管理方面，机器人减速器企业已普遍采用 ERP、OA 软件，实现业务的规范化管理，但部分企业应用的广度、深度、协同性不足，仅有少数企业采用 CRM、SCM 等上下游管理相关软件。

建议企业采用“愿景分析→能力分析→评估诊断→制定方案→项目推进”的路径，开展智改数转网联实施。



图 25 共性实施路径

2、差异化路径

大中小企业具有不同的愿景、数字化基础和资源，实施路

径也存在差异：

大型企业：机器人减速器企业中大型企业数量较小，一般为减速器、齿轮等大企业衍生出机器人减速器业务。大型企业数字化基础好，具备较为完备的软件工具、设备、人员配置，可以考虑向卓越级、领航级智能工厂目标迈进。大型企业的路径主要有三方面：一是通过系统集成和数据互通，打通业务环节、汇聚重点数据，实现全局业务优化；二是利用新一代信息技术，探索在核心业务痛点上进行优化；三是构建工业互联网平台，以订单为牵引，带动提升供应链企业数字化智能化水平，进而提升产业链水平，提高产品竞争力。

中型企业：中型企业在机器人减速器企业中占有较高比例。中型企业数字化基础存在差异，应采用不同的路径。

数字化基础好的企业，关键业务场景已经具备数字化工具。考虑向卓越级、领航级智能工厂目标迈进，其转型路径与大型企业类似。一是通过系统集成和数据互通，打通业务环节、汇聚重点数据，实现全局业务优化；二是利用新一代信息技术，探索在核心业务痛点上进行优化；三是构建工业互联网平台，以订单为牵引，带动提升供应链企业数字化智能化水平，进而提升产业链水平，提高产品竞争力。

数字化基础薄弱的企业，关键业务场景尚未实现数字化，考虑向基础级、先进级智能工厂迈进。其转型路径应优先补齐关键业务场景的数字化。

小微型企业路径：小微型企业从事机器人减速器业务难度较大、资源有限。小微型企业的数字化转型路径，采用“小快轻准”云化工业软件产品服务，以低成本快速提升数字化水平。同时，集中资源面向少量关键环节的核心痛点突破，形成竞争优势。

鉴于以上不同路径，给出以下大中小企业实施方案建议表。

3、实施方案建议表

| 序号 | 能力域 | 场景 | 解决方案 | 大型企业 | 中型企业 | 小微企业 |
|----|----------|------------|--------------------|------|------|------|
| 1 | 工厂和产线建设 | 数字孪生工厂运营优化 | 机器人减速器数字孪生工厂 | ★★★ | ★★ | ★ |
| 2 | 研发设计 | 产品数字化研发设计 | 产品智能协同研发设计 | ★★★ | ★★★★ | ★★★★ |
| 3 | 工艺设计 | 工艺数字化设计 | AI 赋能的工艺设计 | ★★★ | ★★★★ | ★★★★ |
| 4 | 计划调度 | 生产计划优化 | 订单牵引的生产计划优化系统 | ★★★ | ★★★★ | ★★ |
| 5 | | 智能排产调度 | 高级规划与排程系统 | ★★★ | ★★ | ★ |
| 6 | 生产作业 | 人机协同作业 | 人机协同装配 | ★★★ | ★★★★ | ★★★★ |
| 7 | | 工艺动态优化 | | | | |
| 8 | | 数智精益管理 | 机加工和装配制造执行系统 | ★★★★ | ★★ | ★ |
| | 数智精益资源管理 | | ★★★★ | ★★ | ★ | |
| 9 | 质量管控 | 在线智能检测 | 智能检测设备 | ★★★ | ★★ | ★ |
| 10 | | 质量追溯与分析改进 | 质量检测和追溯管理 | ★★★★ | ★★★★ | ★★★★ |
| 11 | 设备管理 | 设备运行监控 | 设备综合管理平台 | ★★★ | ★★ | ★★ |
| 12 | | 设备智能运维 | 基于 5G+AR 技术的人机远程协作 | ★★ | ★★ | ★★ |
| 13 | 仓储物流 | 智能仓储 | 智能仓储物流系统 | ★★★ | ★★ | ★ |

| | | | | | | |
|----|---------|------------|-------------|------|----|----|
| 14 | | 精准配送 | | | | |
| 15 | 能碳管理 | 能源智能管控 | 数字化能碳管理平台 | ★★ | ★ | ★ |
| 16 | | 碳资产全生命周期管理 | | | | |
| 17 | 营销与售后 | 智慧营销管理 | 客户关系管理系统 | ★★★★ | ★★ | ★★ |
| 18 | | 智能客户服务 | | | | |
| 19 | | 产品智能运维 | | | | |
| 20 | 供应链管理 | 供应链计划协同优化 | 供应链管理平台 | ★★★★ | ★★ | ★ |
| 21 | | 供应商数智化管理 | | | | |
| 22 | 多环节模式创新 | 数据驱动产品研发 | 设计工艺制造一体化管理 | ★★★★ | ★★ | ★★ |
| 23 | | 研产供销服深度集成 | 产供销一体化管理 | | | |

注：★★★★、★★、★分别对应高、中、低优先级

（二）相关政策

1、评估诊断

1) 两化融合自评估

基于《工业企业信息化和工业化融合评估规范》（国家标准 GB/T23020），利用国家两化融合公共服务平台江苏省分平台，开展两化融合及数字化转型重点指标自评估，从而客观掌握企业自身数字化水平基本情况。

线上评估登录网址为 <https://jspg.cspiii.com>。

2) 两化融合管理体系贯标

两化融合管理体系系列标准是推动企业数字化转型的国家标准，主要致力于为企业数字化转型提供从发现问题到解决问

题的全程服务，解决具体执行过程中方法工具支持、解决方案实施、管理机制落地、成效跟踪优化等问题。

系列标准包括：

《数字化转型 成熟度模型》（TAITRE 10004-2023）

《工业企业信息化和工业化融合评估规范》（GB/T 23020-2013）

《信息化和工业化融合管理体系 要求》（GB/T23001-2017）

《信息化和工业化融合 数字化转型 价值效益参考模型》（GBT 23011-2022）

《信息化和工业化融合管理体系 新型能力分级要求》（GB/T 23006-2022）

线上评定登录网址为

<https://pd.dltx.com/portal/index.html#/GatewayPage>。

贯标流程如下图：



图 26 两化融合贯标流程

贯标方式包括三种，一是自行贯标，适合工业化与信息化基础较好，有前期贯标基础和人才的示范企业。二是委托第三方贯标服务机构指导开展贯标，适合于工业化与信息化基础比较薄弱、信息化人才匮乏、初始投入有限、初次贯标企业，特别是中小规模的企业。三是课题研究式贯标，对大型的集团企业，可以将不同级别的分级贯标建设作为研究课题，联合联盟、咨询机构或评定机构进行课题研究，待研究成果成熟后再在下属单位进行成果转化推广。

可在该网址查询咨询机构信息：

<https://pd.dltx.com/portal/index.html#/advisory>。

可在该网址查询评定机构信息：

<https://pd.dltx.com/portal/index.html#/evaluate>。

3) 数字化转型成熟度评估

《数字化转型成熟度模型》（T/AIITRE10004—2023）给出了数字化转型成熟度模型构成、不同成熟度等级与水平档次的要求。明确了数字化转型规范级、场景级、流程级、平台级、生态级 5 个不同成熟度等级及其 10 个细化水平档次，从发展战略、新型能力、系统性解决方案、治理体系、业务创新转型 5 个评价域给出不同成熟度等级的具体要求。

线上评估登录网址为 <https://www.dltx.com/zhenduan>。

企业可以通过线上线下结合方式展开诊断对标，线上自诊

断报告包括数字化转型总体得分、所处阶段、全国对标及行业对标情况在发展战略、新型能力、系统性解决方案、治理体系、业务创新转型等方面的短板和发展建议数字化转型总体发展建议。线下深度诊断将邀请评审专家将评估发现和行业进行对标评估过程提供咨询建议，最终给出线下深度诊断报告——包含企业发展现状和问题清单等。

4) 智能制造能力成熟度评估

《智能制造能力成熟度模型》（GB/T39116-2020）规定了智能制造能力成熟度模型的构成、成熟度等级、能力要素和成熟度要求。该标准适用于制造企业、智能制造系统解决方案供应商和第三方开展智能制造能力的差距识别、方案规划和改进提升。

线上评估登录网址为 <https://www.c3mep.cn/>。

通过自评估可判定企业智能制造整体水平，帮助企业识别当前智能制造发展现状，提供与同行业同地区企业对比分析报告。

5) 数据管理能力成熟度评估

DCMM（Data Management Capability Maturity Assessment Model，数据管理能力成熟度评估模型）是我国首个数据管理领域国家标准，将组织内部数据能力划分为八个重要组成部分，描述了每个组成部分的定义、功能、目标和标准。该标准适用

于信息系统的建设单位，应用单位等进行数据管理时的规划，设计和评估。也可以作为对信息系统建设状况的指导、监督和检查的依据。

线上评估登录网址为 <http://www.dcm.org.cn>。

企业首先进行在线自评，后提交 DCMM 评估申请，由评估机构进行 DCMM 评估。评估流程如下图：



图 27 DCMM 评估流程

6) 中小企业数字化水平测评

工业和信息化部 2024 年 9 月发布了《中小企业数字化水平评测指标（2024 年版）》，从数字化基础、经营、管理、成效四个维度综合评估中小企业数字化发展水平，其中，数字化基础、管理和成效三个维度采用评分的方式确定等级，数字化经营部分用场景等级判定的方式确定等级。为中小企业数字化转型自评估提供科学工具，支撑专精特新中小企业培育遴选工作、

中小企业数字化城市试点等工作。

线上评估登录网址为“优质中小企业梯度培育平台”的“数字化水平评测”模块：<https://zjtx.miit.gov.cn/zxqySy/main>。

省级试点示范

1) 江苏省“智改数转网联”示范企业

江苏省工信厅每年开展“智改数转网联”示范企业认定遴选工作。按照不同的阶段和方向，分为示范企业储备库、智能制造示范车间、智能制造示范工厂、5G工厂、工业互联网标杆工厂、“智改数转网联”标杆企业，以及省企业级工业互联网平台、省行业级工业互联网平台、省区域级工业互联网平台、省双跨工业互联网平台申报方向。线上申报网址为江苏省工信厅数字工信一体化平台的“智改数转网联”示范企业模块，即江苏政务服务网江苏省工业和信息化厅旗舰店“认定遴选类申报”板块“智改数转网联”示范企业：
<https://www.jszwfw.gov.cn/col/col140127/index.html>



图 28 江苏省“智改数转网联”示范企业申报

江苏省工信厅已组织开展 2025 年江苏省先进级智能工厂申报工作，组织实施如下：

A. 申报主体编制《江苏省先进级智能工厂申报书》，于 2025 年 3 月 20 日前在江苏政务服务网江苏省工业和信息化厅旗舰店完成线上申报。申报主体应对申报内容真实性负责，并确保申报材料不涉及国家秘密、商业秘密。

B. “筑峰强链”企业申报时可在江苏政务服务网江苏省工业和信息化厅旗舰店选择直报省工信厅，由所属集群产业处室初审推荐；非“筑峰强链”企业（含省属国有企业）的申报主体须由各设区市工业和信息化主管部门初审推荐。

C. 推荐单位应于 2025 年 4 月 7 日前完成线下查验和线上审核，按推荐项目优先顺序填写推荐汇总表。其中：各设区市

工业和信息化主管部门初审推荐须行文（一式2份）报送江苏省工业和信息化厅。

D. 已入选2024年国家卓越级智能工厂的企业同时明确为省先进级智能工厂；入选原国家智能制造示范工厂揭榜单位、原国家数字领航企业、国家5G工厂且为原省智能制造示范工厂的企业在省数字工信平台提交申报材料经信用审查后直接明确为省先进级智能工厂。其他往年入选省智能制造示范工厂、省5G工厂、省工业互联网标杆工厂等单位满足申报条件的直接进入专家评审。

E. 省工业和信息化厅会同相关部门组织开展评审和宣传推广工作。

F. 对符合条件的省先进级智能工厂能力建设提升项目将择优给予政策支持；对入选国家卓越级和领航级智能工厂的单位给予政策支持。

G. 发生重大（含）以上安全、环保、质量事故（事件），申报资料造假、严重失信等违规行为，不再符合省先进级智能工厂要求的企业，经核实后可取消省先进级智能工厂。

2) 江苏省星级企业上云

江苏省工信厅每年开展“星级企业上云”企业评定工作。上云企业按照不同建设目标和要求，根据上云实践、上云内容、上云成效等多个方面，评定企业上云的星级。线上申报网址为江苏省工信厅数字工信一体化平台的“星级企业上云”模块：

https://szgx.gxt.jiangsu.gov.cn/esp/#/portal



图 29 江苏省星级企业上云申报

企业可通过采购公有云服务（工业互联网平台）、自建私有云或以混合云形式上云。其中，申报五星级上云的企业应用基础云服务及工业 APP，将基础、设计、生产、物流、销售、服务等业务和数据向云端迁移，实现降本提质增效；四星级上云企业应通过高耗能设备、通用电力设备、新能源设备、智能装备等工业设备上云，结合边缘侧对数据处理和分析，实现设备管理、数据监控、决策优化等；五星级上云企业应基于业务上云和设备上云，进一步应用云计算、大数据、物联网、人工智能、区块链等新一代信息技术，实现市场分析交易和预测、产品/设备远程监控与运维、产品质量管控及工艺优化等基于“数据+模型”的创新应用。

2、部级试点示范

1) 实体经济和数字经济深度融合典型案例

为贯彻落实党的二十届三中全会关于“促进实体经济和数字经济深度融合”的重要部署，深入推进新型工业化，加快新一代信息技术全方位全链条普及应用，催生新产业、新模式、新动能，工信部组织开展实体经济和数字经济深度融合典型案例征集工作。

面向实体经济和数字经济深度融合发展需求，围绕数字化转型通用工具产品、工业互联网平台创新领航应用、数字领航企业实践、数字化供应链生态等4个方向，挖掘一批创新性强、渗透性好、覆盖度高的典型案例，为更多地方和企业应用新一代信息技术、做强做优实体经济提供路径参考。

2) 智能工厂梯度培育

贯彻落实国务院办公厅印发的《制造业数字化转型行动方案》，按照《“十四五”智能制造发展规划》任务部署，构建智能工厂、解决方案、标准体系“三位一体”工作体系，打造智能制造“升级版”，工业和信息化部、国家发展改革委、财政部、国务院国资委、市场监管总局、国家数据局决定联合开展2024年度智能工厂梯度培育行动。

按照《智能工厂梯度培育行动实施方案》《智能工厂梯度培育要素条件》，分基础级、先进级、卓越级和领航级四个层

级开展智能工厂梯度培育。其中：

A. 鼓励制造业企业参考智能制造能力成熟度评估结果制定智能工厂建设提升计划，对照基础级智能工厂要素条件开展自建自评。

B. 省级工业和信息化主管部门联合相关部门制定本地区、有关中央企业制定本集团智能工厂培育计划和支持措施，组织开展先进级智能工厂评审认定工作，并推荐符合条件的申报卓越级智能工厂。

C. 工业和信息化部联合国家发展改革委、财政部、国务院国资委、市场监管总局、国家数据局共同组织开展卓越级智能工厂培育工作。

D. 鼓励有意愿、有条件的卓越级智能工厂积极申报领航级智能工厂，由所在地区或所属中央企业向工业和信息化部等部门推荐，在国家智能制造专家委员会指导下开展建设工作。

3) 工业领域数据要素应用场景

为深入贯彻落实《中共中央、国务院关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见》和全国新型工业化推进大会部署要求，充分发挥我国海量数据和丰富应用场景优势，推进数据要素赋能新型工业化，做强做优做大我国数字经济，工业和信息化部组织开展工业领域数据要素应用场景征集工作。

研发设计。发挥数据要素在协同研发、工艺设计等环节中的作用，推动产品形态丰富、功能优化和性能提升，助力企业

改造升级工艺，缩短研发周期，提升产品竞争力。

中试验证。发挥数据要素在分析检测、仿真实验、产品试用等环节中的作用，促进中试流程提速，提高成果成熟度和转化率，实现产业需求、中试成果和市场应用精准对接。

生产制造。发挥数据要素在柔性生产、协同制造、智能制造、质量检测等生产全过程中的作用，加速工业知识软件化，提升生产制造系统运行效率，提高劳动生产率。

营销服务。发挥数据要素在需求分析、市场营销、产品监测与维护、售后服务等方面的作用，推动本企业或帮助中小企业精准及时识别市场需求，优化销售策略，提高产品和服务的客户满意度。

运营管理。发挥数据要素在设备管理、安全管控、资源配置、决策分析等运营管理方面的作用，提高设备综合效率，降低安全事故率，促进资源优化配置，实现决策高效智能。

产业链供应链协同。发挥数据要素在智慧物流、产供销一体化、供应商管理、供应链风险管控、产业链稳定等方面的作用，助力企业打通产业链供应链上下游各环节，提升产业链供应链韧性和安全水平。

新业态新模式。发挥数据要素在人机协同工作、工业绿色发展、产业集聚集群发展等新业态新模式中的作用，提高人机协同工作效率，促进工业高端化智能化绿色化发展，助力打造

世界级产业集群。

其他。工业领域其他数据要素发挥作用的典型场景和对应的典型实践案例。

3、中小企业扶持政策

1) 省级专精特新中小企业申报认定

专精特新中小企业认定是全国范围内对创新型中小企业的重要扶持政策。《关于组织开展 2024 年度省级专精特新中小企业申报认定（第二批）和 2021 年度省级专精特新企业复核工作的通知》发布于省工信厅网站。

申报企业须为中小企业（符合《中小企业划型标准规定》（工信部联企业〔2011〕300号），在江苏境内注册，具有独立法人资格，经营和信用状况良好，纳入“江苏省优质中小企业培育库”的在库企业（年度新增入库或数据更新通过审核），且公告为创新型中小企业（有效期内）。优先推荐属于“1650”产业体系重点领域企业。

企业申报及审核流程为：

企业申报。申报采取线上填报与线下报送相结合的方式。企业按照自愿申报原则，进入“江苏政务服务网—江苏省工业和信息化厅旗舰店”（<https://www.jszfw.gov.cn/col/col140127/index.html>），在线办理“专精特新中小企业培育和认定”，通过统一身份认证系统登

录后，按照申报步骤和要求填报《江苏省专精特新中小企业申报书》（附件1）并上传相关佐证材料，于10月18日前完成并提交（10月18日24:00时系统将关闭企业填报提交功能）。纸质申报书需由企业通过线上系统直接打印，用普通A3白纸双面骑马钉单独装订并签字盖章，相关纸质佐证材料另行装订成一册。企业须对线上线下报送材料的真实性、一致性和准确性负责。

A. 审核推荐。请各设区市工信局严格把关，对照条件对企业申报材料进行初审，重点审核独立法人地位、企业规模、所属领域、产品核心竞争力和市场占有率、产业链配套能力以及有无环境、质量、安全等方面违法记录等。各设区市工信局按要求在企业纸质申报书填写初核推荐意见并盖章，同时在线提交审核推荐意见。

B. 审核认定。省工信厅将按程序组织对各地推荐申报的企业进行形式审查、专家评审等综合性审核，择优确定认定企业名单。认定结果将通过工信部门网站进行公示公告，有效期为3年。认定结果将在省工信厅门户网站进行公示公告，有效期为3年。

2) 中小企业上市培育

江苏省工信厅每年组织开展多场省重点产业链优质中小企业上市培育活动。活动内容丰富，主要包括：

A. 专家讲解资本市场形势，包括发行监管政策解读、新

三板政策解读、科创板审核要点解读及案例分析；

B. 拟上市企业操作实务，包括改制辅导及全流程解读、股权激励实务；

C. 标杆企业走访；

D. 企业其他融资策略分析，包括路演模拟、案例分析。



图 30 江苏省中小企业公共服务平台

中小企业可以访问江苏省中小企业公共服务平台（<https://www.smejs.cn/>），点击“获融资”。平台将发布活动通知和活动新闻。

4、省级资金支持政策

1) 江苏省制造强省建设专项资金

江苏省工业和信息化厅、江苏省财政厅从 2024 年开始组织江苏省制造强省建设专项资金项目申报，对重点产业技术创新、智改数转网联、产业转型升级、服务体系建设四个方向的项目予以遴选和专项资金支持。2025 年度江苏省制造强省建设专项

资金项目申报组织已经开始，详见：
https://gxt.jiangsu.gov.cn/art/2025/2/28/art_6278_11502675.html

基本申报条件：

A. 在江苏省域内注册，具有独立法人资格，生产经营正常，具有健全的财务管理机构 and 制度。

B. 诚信守法，近三年未发生重大（含）以上安全、环保、质量事故（事件），未被列入严重失信主体名单且无未修复的严重失信行为。

C. 同一重点支持方向中，同一申报主体只能申报一个类别（指重点支持方向中的具体类别，下同）项目，已获得省制造强省建设或以前年度省工业和信息产业转型升级专项资金支持但尚未完成验收的，本次不能再申报同类别项目。

D. 同一项目未获得过省级（含）以上专项资金支持，有规定明确需省级支持的项目除外。同一项目不得同时申报省工业和信息化厅、省发展改革委、省科技厅等部门专项资金支持的项目。

E. 申报项目的相关发票不得重复使用。

F. 《项目指南》明确各类项目支持条件。

申报流程：

“筑峰强链”重点企业可直报省工信厅（以下简称“直报项目”），也可按照属地管理原则申报。中央企业、省属企业以及社会组织等单位项目，按照属地管理原则申报（直报项目除

外)。省属事业单位须经其主管单位审核盖章后，行文向省工信厅直接申报。项目申报采取网上申报方式，进入省工信厅网上政务服务旗舰店（网址：<https://www.jszfw.gov.cn/col/col140127/index.html>），点击“江苏省制造强省建设专项资金项目管理系统”（原省级工业和信息产业转型升级专项资金立项审核，以下简称“专项资金项目管理系统”）进入申报页面，页面自动提醒申报主体是否可以直报。

直报项目网上申报开始时间为 2025 年 3 月 1 日，截止时间为 2025 年 3 月 31 日，过时不再受理。非直报项目网上申报开始时间为 2025 年 3 月 1 日，项目推荐单位初审并报送行文截止时间为 2025 年 4 月 7 日，过时不再受理。

2) 制造业设备更新与技术改造

江苏省人民政府于 2024 年 5 月 6 日印发《江苏省推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》，实施设备更新行动，推动制造业设备更新与技术改造，其中，与机器人减速器企业密切相关的政策内容包括：

A. 加快重点行业技术改造。聚焦重点行业推动设备更新和技术改造，争取每年组织实施 6000 个以上技术改造项目。推动冶金、化工、建材、轻工、纺织、机械等行业设备更新升级和工艺流程优化改造，加快淘汰落后低效设备、超期服役老旧设备。对标国际先进更新光伏、航空、动力电池、机器人等行

业一批高技术、高效率、高可靠性设备。加大工业母机、机器人、电力装备、工程机械等高端产品和优势产品供给。（省工业和信息化厅牵头负责）

B. 推动企业“智改数转网联”。加快推动设备联网和生产环节数字化改造，打造一批智能制造车间、智能制造工厂和“智改数转网联”标杆企业，加快工业互联网建设和普及应用，到2027年实现规模以上工业企业数字化改造全覆盖并向中小企业延伸，数字化研发设计工具普及率、关键工序数控化率分别超过90%、75%。（省工业和信息化厅牵头负责）

5、供需对接平台和活动

1) 江苏省智改数转网联咨询诊断公共服务平台

江苏省智改数转网联咨询诊断公共服务平台（<https://www.eqiyun.cn/>），集聚了制造业智能化改造和数字化转型服务商的平台，促进企业与服务商之间的供需对接。其资源中心和方案中心，汇聚了各类服务资源，并提供供需对接服务。

目前，资源中心已经汇聚了智能装备服务商、网络服务商、标识服务商、工业互联网融合应用服务商、系统解决方案服务商、工业信息安全服务商、生产性服务业供应商等800余家服务资源。服务商在资源池开设店铺展示产品，制造企业可以高效获取服务商信息和服务能力。

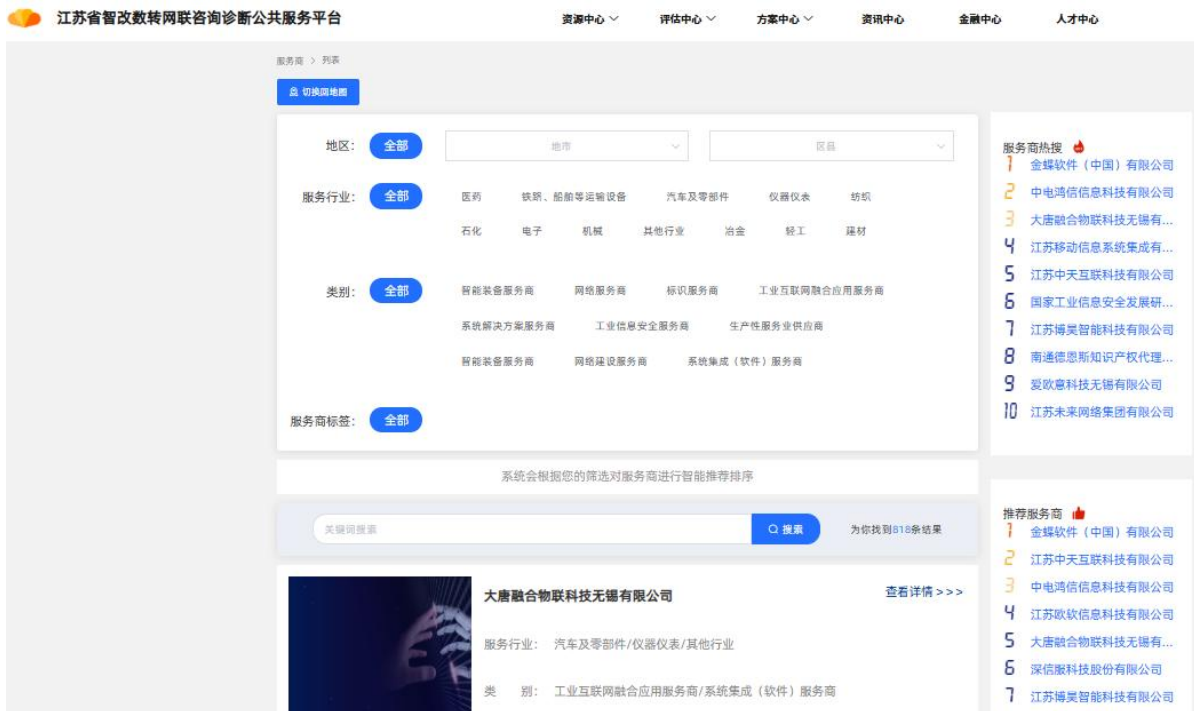


图 31 智能化改造数字化转型服务资源池

2) 江苏省中小企业公共服务平台智改数转服务

江苏省中小企业公共服务平台的智改数转服务类别（https://www.smejs.cn/service_pro_list.aspx?k=&servicetype=1&zoneid=0），汇聚了中小企业智改数转的部分服务。



图 32 江苏省中小企业公共服务平台智改数转服务

3) 世界智能制造大会

自 2016 年起，世界智能制造大会已在江苏南京连续成功举办八届，共有 20 余个国家和地区的近 3000 名重要嘉宾参会，观展人数近 45 万人次。

2024 世界智能制造大会于 2024 年 12 月 20 日至 12 月 22 日在江苏省南京市举办，主题为“加快打造智能制造升级版，因地制宜发展新质生产力”，涵盖标准与评估评价、应用与示范推广、供给与解决方案、创新与生态 4 大板块共 10 场专题活动，10 余位海内外院士、160 余名产学研专家、代表出席论坛并发表专题演讲，聚焦国内外智能制造解决方案及创新案例、智能工厂、航天智能制造创新应用、汽车智能制造关键环节、人形

机器人技术发展与应用、工业智能装备架构、智能制造技术路线图、智能制造产业人才培养等议题，分享专业观点，并与到场约 1500 名专业观众共同探讨智能制造前沿趋势、热点技术、产业应用、生态构建等方面内容。

2024 世界智能制造博览会也在南京国际博览中心盛大举行。本届展览聚焦智能制造领域先进技术产品、系统解决方案和行业示范应用等，为参展商与观众搭建了一个全方位、多层次的交流平台。作为 2024 世界智能制造大会同期举办的首届市场化展览，共设有机器人展馆、示范应用展馆、智能装备展馆、互动展区和场景演示展区。

六、愿景与展望

1、行业智改数转网联发展趋势和要求

《“十四五”机器人产业发展规划》将高性能减速器列为机器人关键基础提升行动的六项任务之首，江苏省 2024 年 4 月印发的《江苏省机器人产业创新发展行动方案》提出工业机器人重点围绕高精度减速器等关键零部件和机器人操作系统开展攻关。随着 2024 年以来人形机器人的突破和关注、2025 年“具身智能”和“智能机器人”首次出现在政府工作报告，国内机器人产业迎来了新的发展阶段，机器人减速器市场将随着机器人产业的快速发展出现爆发式增长。

机器人减速器市场的快速增长和国内机器人减速器行业供给不足的矛盾，对机器人减速器行业的智改数转网联提出了要求——机器人减速器企业想在新一轮产业竞争中立足，提高响应能力、提高产品质量、扩大产能、降低成本，智改数转网联是必由之路。

针对机器人减速器行业痛点，智改数转网联和新技术的应用，有望突破原有的行业知识经验积累速度、质量性能提升速度、产能扩大速度，给机器人减速器行业带来新的发展空间。

2、新技术行业应用场景展望

人工智能、大模型、5G、AR/VR、区块链等新一代信息技术将给机器人减速器行业智改数转网联场景带来新的机遇。

机器人减速器行业的核心生产环节是材料热处理、装配环

节，人工智能技术的持续深入应用，将为材料热处理优化、选配装配优化场景带来更高提升潜力。

机器人减速器行业生产加工设备为高价值设备，设备精度和运行状态对机器人减速器的质量和生产连续性具有决定性作用，5G、AR/VR、人工智能技术的深入应用，将为机器人减速器生产设备的预测性维护、智能故障诊断、AR/VR 远程运维提升带来新空间。类似的，机器人减速器企业能够更大范围地通过预测性维护、智能故障诊断、AR/VR 远程运维等为机器人企业提供更好的服务。

机器人减速器行业的知识经验积累和产品设计资源复用，对提升机器人减速器设计水平和设计效率至关重要。大模型在构建行业模型能力、代码生成能力等方面，将为机器人减速器的行业知识经验积累、产品工艺设计代码生成等，带来新的可能，提升产品研发效率、促进知识经验迭代。

机器人减速器作为机器人核心部件，其质量和稳定性直接影响机器人运行，区块链、标识解析等新技术应用，有助于提升机器人减速器的质量追溯能力。

- 附件： 1.人工智能典型应用场景
- 2.投入改造清单及图谱
- 3.典型案例
- 4.服务商目录
- 5.技术缩略语
- 6.江苏省制造业“智改数转网联”典型场景参考指引

附件 1 人工智能典型应用场景

1、产品设计环节：研发智能化

依托产品设计知识库，基于大模型技术建立产品设计智能体，实现物料、图纸、设计文档、工艺方案、变更信息等产品设计数据的快速智能查找和调用，产品设计文件的智能生成，以促进产品设计知识经验积累，提升研发环节效率。

2、产品设计环节：可制造性设计

依托产品设计知识库，利用模型相似性分析、可制造性审查与成本估算等智能手段，实现机加工工艺和装配工艺路线规划自动推理，和工作指导书智能创作。

3、工艺设计环节：工艺设计优化

依托工艺设计、仿真软件和工艺知识库，基于机理建模、物性表征和人工智能大模型技术，对加工、装配、检测等工艺模型数据进行智能分析，自动生成零部件分类描述报告、相似零部件/工艺比对结果、推荐优化方案，并进一步实现工艺路线、工艺参数、工艺说明文本、工序模型等完整工艺数据的自动生成，简化工艺设计工作，提高工艺设计效率。

4、计划调度：生产计划优化

基于采购、销售、仓储、生产等多源多维数据，采用 AI 智能预测与决策技术，持续优化生产计划，自适应复杂环境，实现跨系统、跨环节的生产计划协同优化。

5、质量管控环节：智能验证

融合 5G、数字孪生、机器视觉等技术，建立实际工作状态中多轴联动的虚拟仿真环境，对机器人减速器进行多轴联动智能仿真检测、分析、评价和预测，提高多轴联动检测的效率，降低试验验证成本。

6、质量管控环节：智能检测

借助机器视觉等技术，对瑕疵图片进行学习训练，建立智能瑕疵监测模型，对机器人减速器表面进行智能检测，提高机器人减速器表面瑕疵质量检测的效率。

7、质量管控环节：质量分析改进

依托质量管理体系（QMS）和质量知识库，积累大量产品质量多维、历史数据，集成质量机理分析、质量人工智能等技术，进行产品质量影响因素识别、缺陷分析预测和质量优化决策。提高批量化生产产品的质量一致性、稳定性。

8、设备管理：设备故障智能诊断

全面收集设备运行和故障数据，采用人工智能技术，建立故障分析诊断和预测模型，提升故障诊断效率、运维效率和设备综合利用率；采用大模型技术，建立设备运维知识私有化模型，为设备故障诊断提供交互式智能问答参考。

9、供应链管理：订单交期预测

基于订单数据、采购数据、生产数据、订单交期历史数据等，实现对特定机器人减速器订单完成进度的透明化监控、交付期预测，并支持对订单完成卡点的智能化识别和协同优化分

析。销售跟单人员能够将订单生产进度、交期变更情况及时反馈给客户，提升准时交付率、客户满意度。

附件 2 改造投入清单

1、机器人减速器行业系统化场景图谱

| | | 零部件环节 A | 机器人减速器环节 B (机器人用精密行星摆线减速器、机器人用谐波齿轮减速器、机器人用精密行星减速器、人形机器人用行星滚珠丝杠等) | | | | 机器人环节 C |
|------|------|---|---|---|---|--|---------|
| 研发设计 | | 数字化协同研发 协同研发机器人减速器零部件。 工具链： 协同设计软件。 数据链： 零部件需求参数、零部件设计图。 痛点问题： 协同性差，变更响应不敏捷。 | 数字化协同研发 协同研发机器人减速器。 工具链： 协同设计软件。 数据链： 零部件需求参数、零部件设计图。 痛点问题： 协同性差，变更响应不敏捷。 | | | | |
| | 主场景 | | B1.1 产品数字化研发设计 工具软件：3D CAD、CAE、PLM、数值计算和科学编程软件等 数据要素：产品研发设计数据、产品全生命周期数据 知识模型：摆线针轮啮合模型与受力分析模型、柔轮齿根应力优化模型、多级行星轮系误差累积控制、行星滚珠循环路径拓扑优化等 人才技能：机械传动设计和 IT 复合人才 痛点问题：效率低、协同性差 | | | | |
| | 细分场景 | | B1.1.2 精密行星摆线减速器产品设计 痛点问题：摆线针轮啮合模型与受力 | B1.1.2 机器人用谐波齿轮减速器产品设计 痛点问题：柔轮齿 | B1.1.3 机器人用精密行星减速器产品设计 痛点问题：多级行 | B1.1.4 行星滚珠丝杠产品设计 痛点问题：行星滚珠循环路径拓扑优 | |

| | | | | | | | |
|------|------|--|--|---|---|--|---|
| | | | 分析难等 | 根应力优化难等 | 星轮系误差累积控制难等 | 化难等 | |
| | 主场景 | | B1.3 工艺数字化设计 工具软件: CAE、CAPP、BOM、MPM 等 数据要素: 工艺设计数据 知识模型: 摆线针轮啮合模型与受力分析模型、柔轮齿根应力优化模型、多级行星轮系误差累积控制、行星滚珠循环路径拓扑优化等 人才技能: 机械传动设计和 IT 复合人才 痛点问题: 加工工艺、装配工艺等优化难 | | | | |
| | 细分场景 | | B1.1.2 精密行星摆线减速器工艺设计 痛点问题: 行星齿轮摆线轮磨削工艺优化、虚拟装配验证等 | B1.1.2 机器人用谐波齿轮减速器工艺设计 痛点问题: 柔轮薄壁件冲压成形工艺验证、波发生器装配变形仿真等 | B1.1.3 机器人用精密行星减速器工艺设计 痛点问题: 超精密齿轮加工工艺、精密装配与润滑优化工艺等 | B1.1.4 行星滚珠丝杠工艺设计 痛点问题: 行星轮组精密装配工艺等 | |
| 生产制造 | 主场景 | A2.1 计划调度 工具软件: MES 数据要素: 零部件生产计划 知识模型: 生产计划优化 人才技能: 生产管理与 IT 复合人才 痛点问题: 数据不全面、计划不准确、问题响应差 | B2.1 计划调度 工具软件: MES、APS、AI 数据要素: 生产计划 知识模型: 生产计划优化 人才技能: 生产管理与 IT 复合人才 痛点问题: 数据不全面、计划不准确、问题响应差 | B2.2 生产作业 工具软件: MES、APS 数据要素: 生产作业、物料、生产能力 知识模型: 作业计划制定 人才技能: 生产管理与 IT 复合人才 痛点问题: 数据不全面、作业计划不准确、响应不及时 | B2.3 仓储物流 工具软件: MES、WMS 数据要素: 仓储、物流 知识模型: 路线优化 人才技能: 仓储物流管理与 IT 复合人才 痛点问题: 数据不全面、安全库存与成本平衡难 | B2.4 设备管理 工具软件: MES 数据要素: 设备档案、设备运行、设备故障 知识模型: 维保计划、状态优化、故障诊断 人才技能: 物联网、机械等 痛点问题: 设备联网率低、故障诊断难 | C2.1 计划调度 工具软件: MES 数据要素: 机器人生产计划 知识模型: 生产计划优化 人才技能: 生产管理与 IT 复合人才 痛点问题: 数据不全面、减速器交期不透明、计划不准确、问题响应差 |
| | 细分场景 | A2.1.1 交期管理 痛点问题: 交期预 | B2.1.1 物料需求计划 | B2.2.1-1 精密行星摆线减速器智能装 | B2.3.1 智能仓储 痛点问题: 仓储管 | B2.4.1 设备运行监控 | C2.1.1 物料需求计划 |

| | | | | | | | |
|--|-----|--|--|---|--|--|---|
| | | 测相关数据采集不足，预测不准确 | 痛点问题： 物料相关数据采集不足，计划不准确 | 配管理 痛点问题： 装配效率低 | 理效率低，易出错，出现呆滞料 | 痛点问题： 设备联网率低 | 痛点问题： 物料相关数据采集不足，计划不准确 |
| | | | B2.1.2 资源动态配置 痛点问题： 资源相关数据采集不足，配置效率低 | B2.2.1-2 谐波齿轮减速器智能装配管理 痛点问题： 装配效率低 | B2.3.2 精准配送 痛点问题： 配送效率高、路线不准确 | B2.4.2 设备智能运维 痛点问题： 优化策略和算法不足，故障数据少，诊断模型不准确 | C2.1.2 齐套管理 痛点问题： 物料数据不全面，减速器交期不透明，判断不准，等待时间长 |
| | | | B2.1.3 齐套管理 痛点问题： 物料数据不全面，判断不准，等待时间长 | B2.2.1-3 精密行星减速器智能装配管理 痛点问题： 装配效率低 | | | |
| | | | B2.1.4 生产计划优化 痛点问题： 生产计划不准确 | B2.2.1-4 行星滚珠丝杠智能装配管理 痛点问题： 装配效率低 | | | |
| | | | | B2.2.2 精益生产管理 痛点问题： 生产工单制定效率低，派单不合理 | | | |
| | 主场景 | A2.2 质量管控 工具软件： QMS、MES、智能检测系统 数据要素： 质量数据、工序数据 知识模型： 质量检测模型 人才技能： 质量管 | B2.5 质量管控 工具软件： QMS、MES、智能检测系统 数据要素： 质量数据、工序数据 知识模型： 质量检测模型 | B2.6 工厂建设 工具软件： 数据采集、数字孪生、工厂建模软件 数据要素： 设备、产线、车间、工厂数字孪生数据 知识模型： 设备、 | | | C2.2 质量管控 工具软件： QMS、MES、智能检测系统 数据要素： 质量数据、工序数据 知识模型： 质量检测模型 人才技能： 质量管理 |

| | | | | | | | |
|------|------|---|--|--|--|--|--|
| | | 理与 IT 复合人才 痛点问题: 数据采集不全、检测模型不准确 | 人才技能: 质量管理与 IT 复合人才 痛点问题: 数据采集不全、检测模型不准确 | 产线、车间、工厂的数字孪生模型、机理模型、优化模型 人才技能: 管理、OT 和 IT 复合人才 痛点问题: 工艺合理性差、运营效率低、成本高 | | | 与 IT 复合人才 痛点问题: 数据采集不全、检测模型不准确 |
| | 细分场景 | A2.2.1 质量追溯与分析改进 痛点问题: 工序数据缺乏难追溯, 历史数据不足优化模型建立难 | B2.5.1 在线智能检测 痛点问题: 检测模型构建难、精度不足、数据采集效率低 | B2.6.1 机器人减速器数字孪生工厂 痛点问题: 设备、产线、车间、工厂优化难 | | | C2.2.1 在线智能检测 痛点问题: 检测模型构建难、精度不足、数据采集效率低 |
| | | | B2.5.2 质量追溯与分析改进 痛点问题: 工序数据缺乏难追溯, 历史数据不足优化模型建立难 | | | | C2.2.2 质量精准追溯 痛点问题: 工序数据缺乏, 难追溯 |
| 运维服务 | 主场景 | | B3.1 产品智能运维 工具软件: 智能运维系统 数据要素: 产品运行数据、产品故障数据 知识模型: 产品运行模型、故障诊断模型 人才技能: 机械传动和 IT 复合人才 痛点问题: 响应实效差 | | | | |
| | 细分场景 | | B3.1.1 产品智能运维 痛点问题: 运维响应慢 | | | | |
| 经营管理 | 主场景 | | B4.1 智慧营销管理 工具软件: ERP、CRM | B4.2 智能客户服务 工具软件: CRM | | | |

| | | | | | |
|-------|------|--|---|--|---|
| | | | <p>数据要素: 需求数据、订单数据、销售行为数据、生产数据</p> <p>知识模型: 订单预测模型、客户评价模型、营销策略模型</p> <p>人才技能: 生产管理和 IT 复合人才</p> <p>痛点问题: 数据集成度差、实时性差, 优化模型不准确</p> | <p>数据要素: 订单数据、采购数据、生产数据</p> <p>知识模型: 交期预测模型</p> <p>人才技能: 生产管理和 IT 复合人才</p> <p>痛点问题: 数据集成度差、实时性差, 优化模型不准确</p> | |
| 供应链管理 | 主场景 | | <p>B5.1 供应链计划协同优化</p> <p>工具软件: SCM、ERP</p> <p>数据要素: 采购需求、采购订单</p> <p>知识模型: 采购计划模型、订单预测模型</p> <p>人才技能: 供应链管理与 IT 复合人才</p> <p>痛点问题: 效率低、周期长、价格高</p> | <p>B5.2 供应商数字化管理</p> <p>工具软件: SRM、ERP</p> <p>数据要素: 供应商数据</p> <p>知识模型: 供应商评价模型</p> <p>人才技能: 供应链管理与 IT 复合人才</p> <p>痛点问题: 缺乏历史数据、缺乏全面评价</p> | <p>C5.1 供应链计划协同优化</p> <p>工具软件: SCM、ERP</p> <p>数据要素: 采购需求、采购订单</p> <p>知识模型: 采购计划模型、订单预测模型</p> <p>人才技能: 供应链管理与 IT 复合人才</p> <p>痛点问题: 效率低、周期长、价格高</p> |
| | 细分场景 | | <p>B5.1.1 供应链采购管理</p> <p>痛点问题: 采购寻源难、采购周期长、效率低</p> | <p>B5.2.1 供应商数字化管理</p> <p>痛点问题: 供应商遴选评价缺乏或者不科学, 不利于供应链效率和稳定性</p> | <p>C5.1.1 供应链采购管理</p> <p>痛点问题: 采购寻源难、采购周期长、效率低</p> |

2、行业智能化改造装备清单

| 序号 | 适用场景 | 装备名称 | 主要功能 | 投入区间 (万元) | 国产/进口 |
|----|--------|--------------|----------------------|---------------------|-----------|
| 1 | 智能仓储 | 智能立库 | 原料、成品管理 | 500-2000 | 国产 |
| 2 | 智能仓储 | 自动堆垛机 | 原料、成品堆垛 | 30-300 | 国产 |
| 3 | 精准配送 | AGV | 原料、成品自动搬运 | 10-200 | 国产 |
| 4 | 人机协同作业 | 中等自动化装配流水线 | 减速器装备流水线 | 10-50 | 国产 |
| 5 | 人机协同作业 | 高度自动化装配流水线 | 减速器装备流水线 | 50-150 | 国产 |
| 6 | 工艺动态优化 | 数控滚齿机 | 齿轮加工和修整 | 300-1500 100-500 | 进口、 国产 |
| 7 | 工艺动态优化 | 数控磨齿机 | 齿轮加工和修整 | 850-1700 | 进口 |
| 8 | 工艺动态优化 | 数控插齿机 | 齿轮加工和修整 | 450-1350 | 进口 |
| 9 | 工艺动态优化 | 立式加工中心 | 零件加工 | 150-750 | 进口 |
| 10 | 在线智能检测 | 齿轮测量仪 | 齿轮测量 | 200-350 | 进口 |
| 11 | 在线智能检测 | 三坐标测量机 | 进行形位公差的检验和测量 | 130-150 | 进口 |
| 12 | 在线智能检测 | 轮廓仪（微米级） | 对轮廓、二维尺寸、二维位移进行测试与检验 | 15-35 10-30 | 进口、 国产 |
| 13 | 在线智能检测 | 轮廓仪（亚微米/纳米级） | 对轮廓、二维尺寸、二维位移进行测试与检验 | 100-200 | 进口 |
| 14 | 在线智能检测 | 圆度仪 | 对圆度误差进行测量 | 30-60 | 进口、 国产 |

| | | | | | |
|----|--------|---------|-------------|----------------|----------|
| 15 | 在线智能检测 | 整机检测试验台 | 检测传动误差、传动性能 | 100-200 | 国产 |
| 16 | 工艺动态优化 | 数控磨床 | 曲轴加工打磨 | 500-600 | 进口 |
| 17 | 工艺动态优化 | 数控车齿机 | 齿轮加工 | 350 600-800 | 国产 进口 |

3、数字化转型数据要素清单

| 序号 | 场景 | 数据要素类型 | 描述 |
|----|------------|---------|--------------------|
| 1 | 数字孪生工厂运营优化 | 运行数据 | 设备、产线、车间、工厂运行数据 |
| 2 | 产品数字化研发设计 | 产品数据 | 3D 结构、运动学、动力学等设计数据 |
| 3 | 工艺数字化设计 | 产品数据 | 工艺数字化设计数据 |
| 4 | 生产计划优化 | 管理数据 | 生产计划优化数据 |
| 5 | 智能排产调度 | 管理数据 | 智能排产调度数据 |
| 6 | 人机协同作业 | 管理数据 | 人机协同作业数据 |
| 7 | 工艺动态优化 | 管理数据 | 工艺动态优化数据 |
| 8 | 数智精益管理 | 管理数据 | 数智精益管理数据 |
| 9 | 在线智能检测 | 质量数据 | 在线智能检测数据 |
| 10 | 质量追溯与分析改进 | 质量数据 | 质量追溯与分析改进数据 |
| 11 | 设备运行监控 | 运行数据 | 设备运行监控数据 |
| 12 | 设备智能运维 | 运行和分析数据 | 设备智能运维数据 |
| 13 | 智能仓储 | 供应链数据 | 智能仓储数据 |
| 14 | 精准配送 | 供应链数据 | 精准配送数据 |
| 15 | 能源智能管控 | 能耗数据 | 能源智能管控数据 |
| 16 | 碳资产全生命周期管理 | 能耗数据 | 碳资产全生命周期管理数据 |

| | | | |
|----|-----------|-------|-------------|
| 17 | 智慧营销管理 | 管理数据 | 智慧营销管理数据 |
| 18 | 智能客户服务 | 管理数据 | 智能客户服务数据 |
| 19 | 产品智能运维 | 运行数据 | 产品智能运维数据 |
| 20 | 供应链计划协同优化 | 供应链数据 | 供应链计划协同优化数据 |
| 21 | 供应商数智化管理 | 供应链数据 | 供应商数智化管理数据 |
| 22 | 数据驱动产品研发 | 产品数据 | 数据驱动产品研发数据 |
| 23 | 研产供销服深度集成 | 其他 | 研产供销服深度集成数据 |

4、知识模型资源清单

| 序号 | 场景 | 知识模型类型 | 描述 |
|----|------------|--------|------------------|
| 1 | 数字孪生工厂运营优化 | 产品设备类 | 设备、产线、车间、工厂数字生模型 |
| 2 | 产品数字化研发设计 | 结构模型类 | 3D 结构、运动学、动力学等模型 |
| 3 | 工艺数字化设计 | 仿真测试类 | 工艺数字化设计模型 |
| 4 | 生产计划优化 | 智能算法类 | 生产计划优化模型 |
| 5 | 智能排产调度 | 智能算法类 | 智能排产模型 |
| 6 | 人机协同作业 | 工艺技术类 | 人机协同作业模型 |
| 7 | 工艺动态优化 | 工艺技术类 | 工艺动态优化模型 |
| 8 | 数智精益管理 | 智能算法类 | 精益管理模型 |
| 9 | 在线智能检测 | 智能算法类 | 检测模型 |
| 10 | 质量追溯与分析改进 | 产品设备类 | 质量优化模型 |
| 11 | 设备运行监控 | 产品设备类 | 运行状态模型 |
| 12 | 设备智能运维 | 智能算法类 | 故障诊断模型 |

| | | | |
|----|------------|-------|---------------|
| 13 | 智能仓储 | 智能算法类 | 仓储管理模型、智能分拣模型 |
| 14 | 精准配送 | 智能算法类 | 路径规划模型 |
| 15 | 能源智能管控 | 智能算法类 | 能耗优化模型 |
| 16 | 碳资产全生命周期管理 | 智能算法类 | 碳核算模型 |
| 17 | 智慧营销管理 | 评估模型类 | 客户画像模型 |
| 18 | 智能客户服务 | 评估模型类 | 智能客户服务 |
| 19 | 产品智能运维 | 产品设备类 | 故障诊断模型 |
| 20 | 供应链计划协同优化 | 智能算法类 | 供应链计划协同优化 |
| 21 | 供应商数智化管理 | 评估模型类 | 供应商分级模型 |
| 22 | 数据驱动产品研发 | 智能算法类 | 产品优化模型 |
| 23 | 研产供销服深度集成 | 其他 | 协同优化模型 |

5、工具软件清单

| 序号 | 工具软件 | 描述 | 投入区间 (万元) | 国产/进口 |
|----|---------------------|---------------------|---------------------------------------|-----------|
| 1 | 3D CAD | 3D 实体设计 | 20-50 0.4-3/年 | 进口 国产 |
| 2 | CAE | 仿真设计验证 | 30-100 10-30 | 进口、 国产 |
| 3 | 3D 机加 仿真软件 | 三维机加工工艺设计与仿真 | 50-200 | 国产 |
| 4 | 3D 装配 仿真软件 | 三维装配工艺设计与仿真 | 20-50 | 国产 |
| 5 | 数值计算 和科学编 程软件 | 算法开发、数据分析、可视化以及数值计算 | 3-30 | 进口 |
| 6 | PLM | 产品全生命周期管理 | (小微型企业) 5-50 (中大型企业) 100-200 | 国产 |

| | | | | |
|----|--------------|---------------------------|---|----------|
| 7 | 成本分析 估算软件 | 制造成本分析与估算 | 30-100 | 国产 |
| 8 | CAPP | 工艺规划 | (小微型企业) 10-100 (中大型企业) 100-500 | 国产 |
| 9 | ERP | 订单、财务、仓储、销售、 质量、供应商管理等 | 5-100 0.3-3/年 | 进口 国产 |
| 10 | MES | 生产计划、生产作业 | 50-200 | 国产 |
| 11 | APS | 高级计划排程 | | |
| 12 | WMS | 仓储管理 | 5-30 0.3-3/年 | 国产 |
| 13 | CRM | 客户信息管理 | 0.1-0.4/人年 | 国产 |
| 14 | OA | 协同办公 | 0.5-15/年 | 国产 |
| 15 | BI | 商业智能分析 | 0.1-3/人年 | 国产 |

6、网络化联接设备清单

| 序号 | 适用场景 | 设备名称 | 主要功能 | 投入区间 (万元) | 国产/进口 |
|----|------|---------|---------|--------------|-------|
| 1 | 数据采集 | SCADA | 数据采集 | 15-60 | 国产 |
| 2 | 通用 | 5G 网络设备 | 5G 网络连接 | 10-30 | 国产 |
| 3 | 通用 | 工业网关 | 连接工业设备 | 10-50 | 国产 |

7、行业数字化转型人才技能清单

| 序号 | 人才技能类型 | 描述 |
|----|------------|--|
| 1 | IT/OT 复合人才 | 同时具备机械、控制等 OT 知识，和计算机软件等 IT 知识 |
| 2 | 管理/IT 复合人才 | 同时具备企业管理、供应链管理等管理知识，和计算机软件等 IT 知识 |
| 3 | 人工智能人才 | 具备相关技能：包括深度学习、自然语言处理、机器学习、图像识别、数据分析等，能够使用这些技术在各种行业中开发智能化应用 |

填写说明

图谱和清单有且不限于以上，可根据行业特点调整内容和格式。

适用场景：可填写多个，如在大量场景中广泛适用，可填写“通用”。

主要功能：可填写多个，部分软硬件功能可增减的应注明核心功能和可选功能。

投入区间：一项软硬件的单价区间，单位万元。主要功能可增减的，应详细说明每项功能相应的合理报价。

国产/进口：如是国产，注明企业所在省份。

附件 3 典型案例

一、苏州绿的谐波传动科技股份有限公司

1、基本情况

苏州绿的谐波传动科技股份有限公司是一家专业从事精密传动装置研发、设计、生产和销售的高新技术企业,产品包括谐波减速器、低压伺服驱动器、交流伺服驱动器、机电一体化执行器及精密零部件。公司产品广泛应用于工业机器人、服务机器人、数控机床、航空航天、医疗器械、半导体生产设备、新能源装备等高端制造领域。先后获评专精特新“小巨人”企业、制造业单项冠军等、上海市科学技术奖一等奖等。

2、需求痛点

随着企业生产规模不断扩张,亟需提高研发、生产效率,保障产品交期和质量,要求有一套能够有效管理产品设计、工艺等基础数据的 PLM 系统,并与下游 MES 等系统集成,实现研发和生产的协同。

3、主要做法

一是构建产品全生命周期数据管理系统,以管理产品设计数据为起点,以设计 BOM 为基础,维护 PBOM,搭建制造 BOM,实现设计数据的一致性管理。包括:

(1) 图文档管理:定义设计、工艺和其他电子文档的分类、特性以及数据之间的关联关系;对图文档资料全生命周期(新建、编制、发布、浏览、废弃、删除)管理。为图文档资料提供查询功能。

(2) 零部件及产品结构管理：树状结构形式管理产品设计结构及相关零部件。

(3) 工艺设计管理：运用 KMPLM 工艺编制工具实现工艺路线及作业指导书结构化编辑。

(4) 工程变更管理：实现合规的图纸、工艺文件等电子文档的更改、有效性管理。

二是与 MES、WMS 等系统集成，实现设计/工艺/制造系统间高度集成。包括：

(5) 将产品研发 BOM 数据（物料、BOM、工艺路线）和相关电子文档等发布到 MES、WMS 系统，实现图纸、ESOP 文件自动下发车间现场。

(6) 产品制造质量档案管理：实现产品质量档案与产品的关联管理；实现产品质量检测记录发布接口。

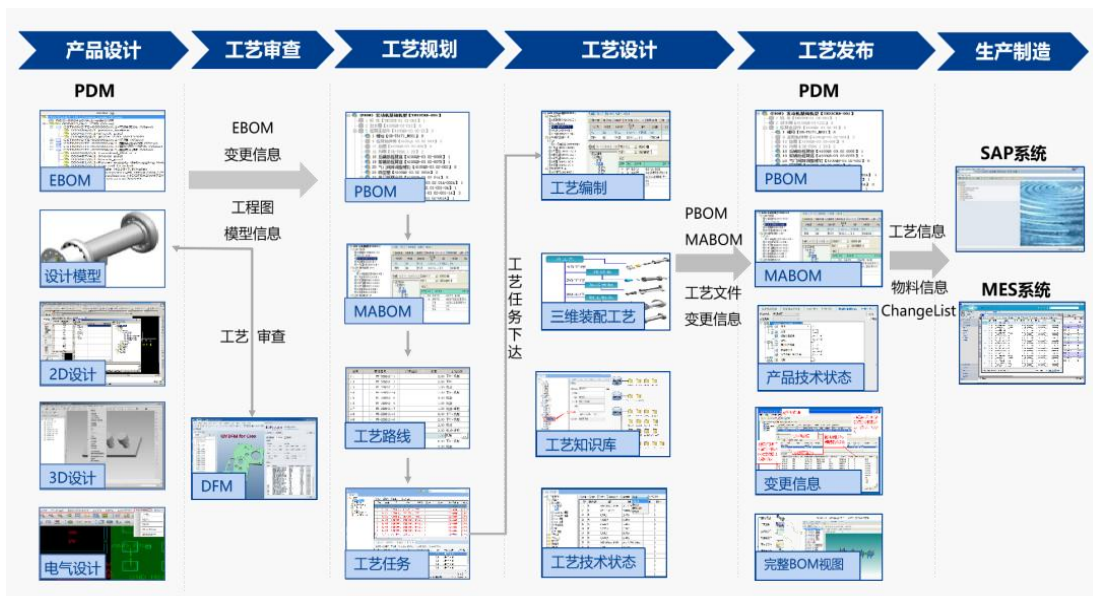


图 33 设计、工艺、制造一体化

4、价值成效

实现设计/工艺/制造系统间高度协同，保障设计数据的一致性，提高产品质量，降低企业成本。

二、江苏国茂减速机股份有限公司

“减速机大规模个性化定制智能工厂”2025 年入选工业和信息化部装备一司评选的“卓越级智能工厂（第一批）项目”榜单。

1、基本情况

江苏国茂减速机股份有限公司位于武进国家高新区，是创建于 1993 年的国茂减速机集团有限公司的控股子公司，占地面积 53 万平方米，员工近 2400 人，是集减速机研发、制造、销售于一体的高新技术企业，2019 年公司上海证券交易所上市，股票代码：603915。

作为国内通用减速机行业的领军者，国茂股份已连续多年稳居中国机械工业企业百强，齿轮减速机份额长年保持国内第一、全球第二，先后获评制造业单项冠军企业、国家知识产权示范企业、国家绿色工厂、国家绿色供应链管理企业、**国家 5G 工厂及首批卓越级智能工厂**等荣誉称号。

深耕中高端通用、专用减速机领域，致力于为全球高端装备用户提供精准、高效、可靠的传动系统解决方案，主要产品“国茂牌”齿轮减速机和摆线针轮减速机，广泛应用于新能源、工程机械、智能物流与仓储、工业自动化、冶金、环保、化学工业、食品轻工、游乐设备、港口机械、资源开采等各领域，每年生产的产品型号约 11 万种，年产量约 70 万台，年下单客户约 3 万家，是国内少数涵盖通用机械行业全领域的企业。从东部沿海到西部

戈壁，从祖国北疆到南海之滨，客户遍布各工业装备制造领域龙头企业，并远销全球数十个国家和地区。2023 年营业总收入 26.6 亿元，利润总额 4.44 亿元，纳税 1.73 亿元。2024 年前三季度营业总收入 19.27 亿元，利润总额 2.41 亿元。

国茂股份的研发设计、工艺制造及装备均达到国际领先水平，并全面应用自主可控工业互联网技术，深度融合精益思想，实施协同设计、敏捷计划、柔性制造、智能物流，实现“设施互联、系统互通、数据互享”，建立了国内一流的大规模定制化减速机智能制造示范工厂。公司产品可与国外一线品牌同台竞争，打破了国外品牌的垄断，进口替代逐年提升。已建成江苏省减速机传动机械工程技术研究中心、江苏省企业技术中心和江苏省高承载低噪音减速机工程研究中心研发平台，已获得授权各类专利 179 项，其中发明专利 32 项（含 PCT 专利 1 项）。

2、需求痛点

库存与采购协同不足：订单需求与库存准备不匹配，采购与生产环节衔接低效。

生产调度效率低：交期不可控、缺料依赖人工处理、生产齐套性差。

流程繁琐与资源分配低效：生产流程复杂，无法实时掌握进度，资源分配不合理。

排产复杂与制造周期长：中间工序流转多，换产效率低，多品种小批量生产柔性不足。

生产计划依赖人工经验：手工排产效率低，缺乏数据支持，应对订单变化能力弱。

物料管理与协同不足：库存过高或过低，供应链协同差，物流依赖人工。

质量追溯困难：生产数据采集滞后，质量问题处理效率低，无法满足合规要求。

设备维护不及时：设备故障率高，维修任务分配不均衡，缺乏实时跟踪。

成品仓储混乱：存放搬运易损、寻找困难、发运耗时长。

能源与环保管理粗放：能耗数据采集不全，污染物排放监控不及时。

数据孤岛与决策滞后：异构数据整合难，跨部门协作低效，缺乏分析工具。

研发协同低效：设计文件分散，软件版本不统一，多人协作困难。

售后服务响应慢：服务工单处理依赖人工，记录不完整，客户满意度低。

供应链透明度低：供应商绩效波动，合同管理混乱，沟通效率低。

3、主要做法

公司在已有信息系统（ERP、PLM、BPM 等）基础上，以内外部流程再造与优化为牵引，基于电信 5G、大数据、边缘计算、云网协同等技术，通过优化改造流程管理平台（BPM）、建设高级计划与排程系统 APS 及制造执行系统 MES、开发精益物流云原生系统（LEAN）、建设自动包装线系统、优化 PLM

数据功能模块等，探索 5G+工业互联网的融合创新，建设 5G 大规模定制工厂，实现 ERP、BPM、PLM、LEAN、APS、MES、WMS 等多个异构系统的优化与集成，形成基于整合商业智能、跨平台报表系统、分析系统的工业大数据决策辅助体系，从而进一步实现企业管理的规范化、高效化、系统化和集成化，不断提升企业业务集成的程度和水平层次，推动企业业务深度优化和创新发展。



图 34 国茂智能工厂总体架构

5、价值成效

通过引入和优化各类数字化系统以及 5G、大数据、云计算等先进技术，企业在生产效率、库存管理、设备利用率、产品质量、能源管理、供应链协同等方面取得了显著提升。具体表现为生产效率平均提升 33.3%，库存成本降低 10%，设备故障率降至 2%，产品质量检验合格率提升至 89.09%，能源利用率提升 11.1%，订单准时交付率提升至 90.5%，售后服务响应时间缩短

30%，供应商准时交付率提升至 91%，采购成本降低 15%。此外，企业还实现了生产过程的自动化、智能化，减少了人工干预，提升了整体运营效率和客户满意度。

三、江苏泰隆减速机（集团）股份有限公司

2022 年入选江苏省工业和信息化厅评选的“工业互联网示范工程（工业互联网标杆工厂类）”名单。

1、基本情况

江苏泰隆减速机（集团）股份有限公司主要生产精密减速器、通用减速机、高端定制齿轮箱。在原有十几个系列、几十万种规格减速机的基础上，成功开发了风电齿轮箱、水电齿轮箱、核电循环水泵驱动变速装置、重载模块化减速机、工业机器人用精密减速器等高新技术产品，承担了国家科技支撑计划桥式起重机械轻量化减速器的研制。核电循环水泵驱动变速装置填补了国内空白，工业机器人关节用精密减速器打破了国际巨头对中国的技术封锁，可完全替代同类进口产品。被认定为江苏省级工业互联网标杆工厂。

2、需求痛点

人力成本不断上升、企业招工难、工作效率低、账物不同步、齐套管理难。

3、主要做法

公司全部实施了智能化改造升级，两化融合一体化管控，形成了“研发设计协同、数字化生产管控、生产物料保障和设备

管控”四大能力单元。

以计划为核心的生产管理模式。以 PLM、ERP 和 MES 的融合应用打通从订单到研发、生产执行、发货的在线管理流程，让生产计划更加有效和精准，合理化产能配比。在减电生产区金工车间利用 MES 系统进行管理，与 ERP 系统协同下发生产计划；实时监控车间的生产执行情况，包括产能、质量、完工率；现场采用工位机实现任务的获取、报工、看图、NC 程序的下发和管理等；采用 PAD 实现移动质检等。

自动化仓储物流。采用自动化工具，降低人工作业强度，配合以计划为核心的生产管理模式，实现物料的拉动式配送模式，为生产制造的柔性化提供基础能力。使用手持 PDA、电子看板等设备进行现场管理，从领料制改为配送制。

构建可靠稳定的基础网络。将以高性能数据中心交换机作为整个园区网络的核心和汇聚，实现“万兆主干、千兆到桌面”。采用工业交换机组成工业级环形网络，保证智能设备的实时数据采集，提高整个网络的可靠性。搭建生产现场无线网络，使 PDA、工业平板等智能装备能通过生产现场无线网络与其他软硬件连接，实现整个生产现场的网络覆盖和生产制造过程的数据流闭环控制。

建立泰隆工业互联网平台，消除信息孤岛，建立以大数据为支撑的运营决策体系。以物联网技术为基础实现核心生产设备、检测设备和高能耗设备的数据联网采集，最大化设备利用率，降低人为录入数据的滞后和错误；建立泰隆工业互联网平

台，从财务、销售、采购、研发、生产、仓储的全流程管控出发，打通数据流和业务流，实现跨部门、跨组织的业务协同，有效提高经营管理效益。

安防统一管理。打造统一的企业综合安防管理平台，基于统一登录页面、统一管理界面、统一授权、统一权限卡、统一业务流程、实现园区安防的统一管控。



图 35 泰隆减速机车间现场

4、价值成效

提升订单的交付率，降低产品的不良率，让生产过程、订单执行过程透明化可追溯；提升仓储物流能力和效率；实现全流程的贯通，驱动企业精细化管理和创新发展；为新园区的信息化、智能化、数字化提供安全、稳定、便捷、可靠等网络环境。

四、南京南传智能技术有限公司

1、基本情况

南传智能成立于 2016 年。公司引进国际先进的加工设备和自动化生产线，建成恒温精密加工车间、恒温精密装配车间及辅助设施，通过精益生产管理，确保产品在整个生命周期内符合高质量标准。南高齿机器人减速机（NGCRV）具有结构紧凑、抗过负荷能力强、性能高效、定位精度高等特点，主要应用于工业多关节机器人、SCARA 机器人、机床刀库、机床工作台、焊接变位机、太阳能电板、医疗 CT 扫描设备等领域。

2、需求痛点

产品设计欠缺，高精密零件精度不足，整机测试不严谨，导致产品可靠性、寿命不足。

3、主要做法

建立高可靠数字化开发平台，平台搭载整机角度传递误差控制模型、摆线齿轮加载模型以及齿形修形理论，通过有限元建模建立了整机计算模型；

采用了摆线齿轮检测软件、球轴承检测软件以及针齿壳检测软件，确保了高精密零件测量的精确度；

基于自主研发的 NGCRV 减速机整机关键测试设备，平台建立了整机测试流程，保证了减速机整机测试的严谨性，为产品设计提供了关键性的试验验证。

4、价值成效

确保了整机稳定可靠运行，提高了产品的使用寿命。

五、常州纳博特斯克精密机械有限公司

1、基本情况

常州纳博特斯克精密机械有限公司是中日合资高新技术企业，专注高精度工业机器人关节减速器、精密传动装置及自动化设备的研发与生产。作为全球精密机械领域的领先者，公司产品广泛应用于汽车制造、智能装备、航空航天等高精尖产业，以卓越的工艺技术和严格的质量管控著称，服务多家世界 500 强企业。

2、需求痛点

标准化缺失：图纸格式、符号库不统一，跨部门协作易出错，影响生产衔接效率；

数据管理粗放：设计版本混乱、图纸检索困难，存在数据丢失风险；

国产化适配需求：亟需兼容国产操作系统、支持本土化设计规范的高性价比解决方案。

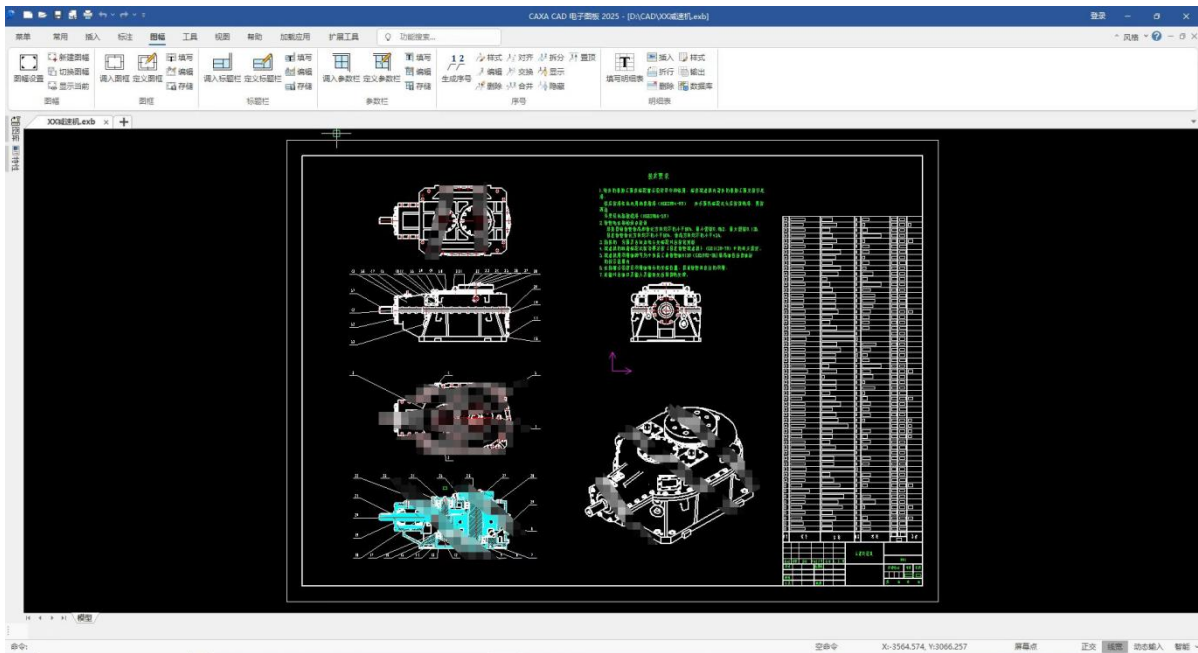


图 36 CAD 产品设计图

3、主要做法

针对上述痛点，采用“高效设计+智能协同”一体化解决方案。

一是采用智能绘图引擎：集成智能尺寸标注、参数化图库，提升设计效率；支持 GB/ISO 双标准，内置 2000+精密机械专用符号库，一键调用。

二是深度国产化适配：全面兼容统信 UOS、麒麟等国产系统，并要求设计软件服务商提供本地化技术服务团队，快速响应定制需求。

4、价值成效

实现“精度+速度”双跃升：

一是提升研发效率，关键部件设计周期缩短 25%；二是促进知识沉淀，构建企业专属设计资源库，标准化覆盖率达 90%；三是合规保障，满足信创要求。

六、浙江双环传动机械股份有限公司

1、基本情况

浙江双环传动机械股份有限公司成立于 1980 年，是全球专业齿轮制造领军企业。公司始终专注于机械传动核心部件——齿轮及其部组件的研发、制造与销售。公司管理总部位于杭州，下辖双环本部、江苏双环等 10 多家子公司，产品涵盖传统燃油车、新能源汽车、轨道交通、非道路机械、工业机器人、工业减速器、民生齿轮等多个领域。

以研究院为中心，建有博士后工作站、CNAS 国家认可实验室，拥有国家重点联系专家、省级重点联系专家、省科技创新领军人才、钱江人才、外籍专家、海外工程师等高端人才，截至 2023 年 12 月，拥有专利（含软著）440 余项，参与国家（行业）标准制定 20 余项，并与国内外知名高校和研究机构建立了稳固的合作关系，承担并完成多项国家、省市级产品攻关项目。

2、需求痛点

双环传动已经建有虚拟设计、工艺管理 CAPP、制造执行 MES，质量管理 QMS、库房管理 WMS、设备远程维护、能耗监测和供应链 WMS 等系统，但系统之间并未打通，存在数据孤岛，难以实现协同优化，产品一次交验合格率、产能、设备利用率等存在瓶颈。

3、主要做法

双环传动积极推进工厂车间先进应用系统建设，致力于建

成一个集产品设计、工艺制定、加工制作、生产管理、质量控制等于一体的智能制造工厂，实现从传统制造到产品设计、生产加工、识别检测、能源监控的全流程智能化模式的转变。

在行业内率先通过搭建工业互联网平台，覆盖双环传动集团旗下各生产基地，对双环传动现有工厂中的虚拟设计、CAPP、MES，QMS、WMS、设备远程维护、能耗监测和供应链 WMS 等无缝集成与优化，以及设备网络化、虚拟化、智能化。使不同车间的不同设备、不同生产线和不同应用系统协同工作和集中管控，实现面向“行业+区域”客户的高端需求。



图 37 双环传动未来工厂

4、价值成效

实现产品一次交验合格率提升 5%以上，产能提升 10%以上，节能降耗 3%以上，设备利用率提高 20%以上，原材料库存降低

30%以上，多项综合指标的获得提升。

七、秦川机床工具集团股份有限公司

1、基本情况

秦川机床工具集团股份有限公司是中国机床工具行业龙头骨干，中国精密数控机床与复杂工具研发制造基地，工业机器人减速器研发制造基地，国家级高新技术企业和创新型试点企业，拥有国家级制造业单项冠军产品和多家国家级专精特新“小巨人”企业。建有国家级企业技术中心、院士专家工作站、博士后科研工作站。先后获得“国家科技进步奖一等奖”“国家科技进步奖二等奖”“中国工业大奖项目表彰奖”“中国机械行业百强企业”等多项荣誉。秦川机床已开发出 RV-E 和 RV-C 两大系列减速器，覆盖 6kg 至 500kg 负载工业机器人需求，典型型号如 RV-40E、RV-110E 等。

2、需求痛点

制造效率瓶颈：传统工艺依赖人工经验，生产周期长（单件加工约 8 小时），良率不足 85%。

定制化需求：协作机器人、工业机器人对减速器的尺寸、扭矩范围需求多样化。

3、主要做法

以优化产品 BOM 数据管理为切入点、以价值链创新平台为载体，开发了面向数字化设计、智能制造、智慧服务、数据管理等各类管理工具和工业应用实现生产过程的智能化、信息

化和高效化。

智能化产线升级。加强设备互联，将数控磨齿机、热处理炉、装配线接入工业物联网（IIoT）平台，通过 OPC UA 协议实时采集加工参数（如磨削力、温度曲线）；建设 AGV 物流系统，采用激光导航 AGV 配送工件，与 MES 系统联动，减少物料等待时间。

构建数据驱动的柔性生产。建设 MES 系统，支持多品种小批量订单的动态排产，通过电子看板实时监控 OEE（设备综合效率）。

工艺数字化设计。应用 ANSYS 进行 RV 减速器摆线轮啮合仿真，优化齿形修形量；使用 Mastercam 生成高精度磨削路径；构建减速器装配线的虚拟模型，模拟热变形对精度的影响，预调补偿参数。

优化质量管理。实现在线检测，引入齿轮测量中心与机器视觉系统，实现齿形误差、表面粗糙度 100%全检。



图 38 秦川机床机器人减速器数字化车间

4、价值成效

成本降低：通过刀具寿命预测，年耗材成本减少 20%；

效率提升：单件加工时间从 8 小时缩短至 5 小时，产能提升 40%，换型时间由 4 小时降至 1.5 小时。

质量优化：传动精度稳定性（CPK）从 1.2 提升至 1.6，良率突破 90%。摆线轮齿面接触应力降低 15%，寿命预估延长至 1.8 万小时。

八、宁波中大力德智能传动股份有限公司

1、基本情况

宁波中大力德智能传动股份有限公司始创于 1998 年，是一家集电机驱动、微特电机、精密减速器及其一体化智能执行单元研发、制造、营销、服务的高新技术企业。公司注册资本 8000 万元，分、子公司 9 家，员工 1800 余人，2017 年 A 股上

市。被认定为“浙江省名牌产品”，是浙江省级企业研发中心和省级数字化车间。

2、需求痛点

面对小批量、多品种、定制化生产模式的行业变革挑战

跨事业部排程计划不准确：如遇紧急订单，无法及时反馈；

质量检测管控不到位：纸质方式记录，未形成标准化管理方式；

工序间位置独立分散：生产流转效率低，影响客户交期；

生产加工进度不透明：前后各工序计划无法及时衔接；

设备检测不受重视：如生产前的调试、设备点检等不到位，导致产品质量受设备影响。

3、主要做法

一是企业数智化平台构建。整合 ERP、OA、PLM 等系统，实现数据归集与实时同步，构建可视化看板集中展示人、机、料、法、环等要素，联动智能分析模块动态监控生产运营。

二是智能物流采购。通过智能周转箱改造及 AGV 集成，替代传统人工收料、检验、录入流程，实现采购入库数据自动采集与实时同步，降低人工成本。

三是智能调度领料。以 CTU 自动上下架和 AGV 智能配送替代人工领料搬运，通过德沃克后台统一调度，优化物料流转路径，减少车间搬运浪费。

四是全链质控追溯。通过工位一体机接入质量标准体系，实现 SOP 图纸在线查看、检验标准自动匹配及数据实时记录，

支持产品全生命周期质量追溯。

五是预测性运维管理。以自动化制造装备、自动化立体仓储、AGV/CTU、智能分拣等智能化设备为底层基础；同时，通过硬件终端与现场设备联通，进行设备大数据分析，减少设备异常对生产和质量的影响。

六是执行端数智化。简化操作为“点、扫、刷”三步，结合5G网络实现PLM、ERP、WMS等系统互联互通，从单点效率提升转向全局系统优化。



图 39 中大力德智能生产

4、价值成效

通过对 10240 个生产要素和 375 个工位点进行改造，以MES系统贯穿生产制造全过程，以自动化制造装备、AGV、自动化立体仓储设备为底层基础，同时对流程再造以构建企业数智化数据平台，推动了生产全过程的数智化管理。中大力德最终实现产品质量提升 11%，库存利用率提升 23%，生产透明度

达到 100%，产品交期缩短 15%，已通过省级数字化车间项目验收。

九、浙江三凯机电有限公司

1、基本情况

江苏三凯机电有限公司是一家集科研、生产、销售于一体的动力传动装置研发制造商。生产的减速机型号齐全，拥有精密行星减速机、工程行星减速机、谐波减速机等产品，广泛服务于人形机器人、太阳能光伏、新能源动力、3C 电子等行业领域，“三凯”品牌服务于五十多个行业，国内服务商 500 多家，出口东南亚、欧美等国家和地区。公司相继荣获国家级专精特新“小巨人”称号、国家高新技术企业、浙江省级高新技术企业研究开发中心、浙江省隐形冠军培育企业等多项荣誉资质。

2、需求痛点

市场需求的日益扩大，传统设备人工操作误差大效率低，传统仓库受限于其固有的可扩展性，难以匹配日益增长的产能需求，进而可能制约业务发展的步伐。

3、主要做法

引进智能化设备：引进车齿机等智能化设备，智能化设备自动按设置好产品参数进行切割、研磨等操作。

建设智能立库：智能立库第一层有托盘库、料箱库，兼备收发货功能；第二层为立体仓库区及物料暂置区；第三层为料箱库、齐套拣选区。配备料箱提升机、托盘提升机、托盘四向

车、料箱机器人、拆/叠盘机、AGV 小车、托盘输送机、托盘货物自动打包机等众多高端物流装备。

仓库管理系统：与智能立库集成，实现仓库层高合理化、存取自动化、操作简便化、管理智能化。提高仓库的执行效率和生产效率，降低生产成本。

物联网：实现设备之间的互联互通；

大数据分析：预测销售趋势，提前调整库存。



图 40 智能立库



图 41 智能工厂

4、价值成效

提高齿轮精度，提高生产效率，扩大产能，保障产品稳定

供应。

十、上海羿弓精密科技有限公司

1、基本情况

上海羿弓精密科技有限公司成立于 2017 年 12 月，聚焦于工业机器人用 RV 精密减速机研发、设计、生产与销售，2020 年通过国家高新技术企业认定及 ISO 9001:2015 体系认证。公司致力于自主研发，拥有强大的创新研发能力、定制化服务能力与高精密加工能力。

2、需求痛点

设计上定制化设计周期长，产品长寿命和精度保持难等。

生产上产品质量管控难、产能优化难、供应链优化难等。

3、主要做法

(1) 数字化开发平台

通过正向研发，形成数字化开发平台，在产品研发、设计、选配、测试方面具有独特创新优势和关键技术突破。

多学科仿真优化技术：机械、传热、流体等多学科联合仿真技术，实现整机运动学、动力学、磨损、润滑分析。

高精度摆线轮齿廓修形算法：适应零件加工误差，并降低摆线轮、轴承载荷，提高产品寿命。提高啮合效率从而提升精度保持性。

核心零部件配对算法：基于传动误差影响因素分析结果，开发了摆线轮与针齿壳、摆线轮与曲柄轴等零件的配对算法，

不仅提高了产品配套效率，更保障了产品质量的稳定性。

自研 WRV 正向设计软件：基于摆线针轮传动理论和工程参数，根据输入条件，可对产品进行快速正向设计，输出多个方案。



图 42 羿弓精密数字化开发平台

(2) 智能工厂

研发适应减速机全产品生命周期的智能工厂管理系统，包含全自动装配线、自研高精度高速率关键零部件检测系统、自研支持智能决策的集采购、生产、质量、仓储管理为一体柔性数字化制造 WMES 系统等三大核心技术。

全自动装配线：由高精度工业机器人、伺服压机及其他自动翻转、传动机构构成，核心控制采用国际领先的工业控制器，并配置了工业互联网关与 WMES 系统实时通讯，降低人为因素而造成的生产效率和产品之间质量的波动，在提升生产效率的同时提高了产品的稳定性、一致性。

关键零部件检测系统：针对产品关键零部件的质量和加工工艺检测需求，采用高精度传感器、高精度传动机构、高精度控制处理系统、自主研发核心计算算法，实现了对关键零部件的各种质量数据、关键技术指标的高效自动采集，通过工业网关实时对接 WMES 系统，为后续的产品装配时的甄选零部件最佳匹配组合奠定基础。

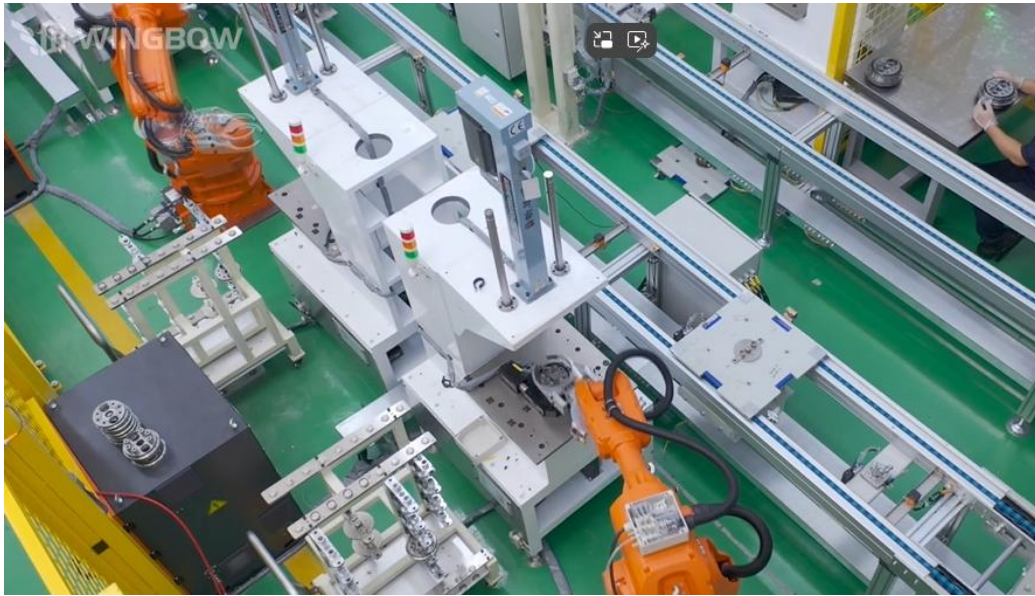


图 43 智能工厂现场

WMES 系统：是产品制造环节的数字化大脑，从零部件级别做到产品全生命周期的追溯和管理，对接零件检测系统及其他高精度数字化检测设备，实现质量管理数字化，保证零部件的质量数据和技术指标数据的可靠性，精确性，可追溯性。对产品全生命周期的关键数据做系统性分析和展示，支持智能决策分析。

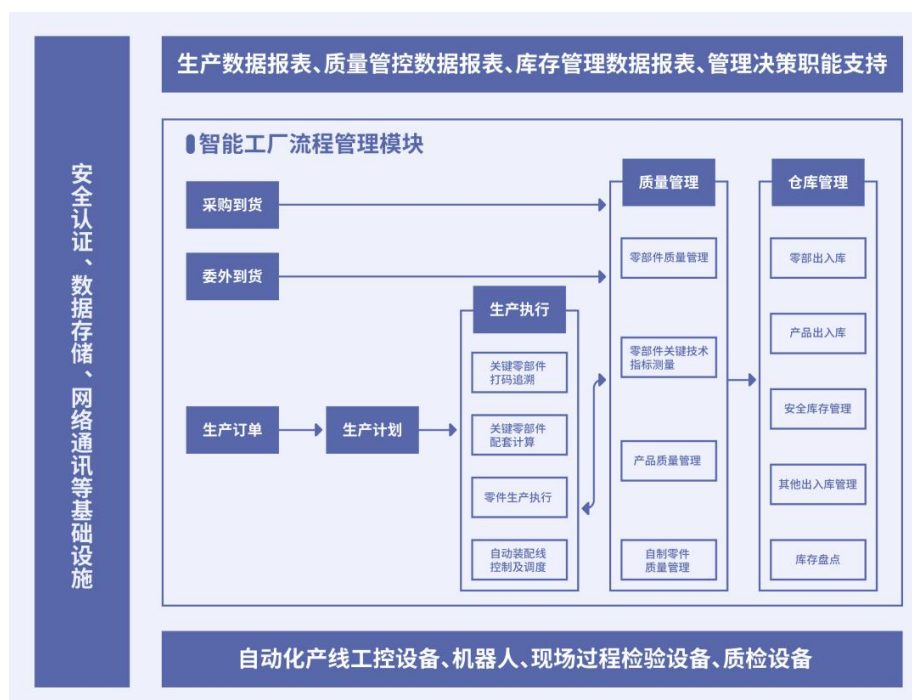


图 44 系统结构示意图

4、价值成效

数字化开发平台：可根据客户需求在 15 天内完成不同类型 RV 减速机的定制化设计，并降低摆线轮、轴承载荷 20%以上，产品寿命提高到 8000 小时以上，各型号产品的传动精度在运行 6000 小时后下降只有几角秒。

智能工厂：促进产品质量提升、性能提升、产能优化、产品库存结构、供应链优化。

附件 4 服务商目录

| 序号 | 名称 | 所在地 | 主营业务及优势 | 类别 |
|----|--|-----|--|------|
| 1 | Dassault Systèmes SolidWorks Corporation | 美国 | 3D CAD solidwork。 https://www.solidworks.com/zh-hans | 研发设计 |
| 2 | 北京数码大方科技股份有限公司 | 北京 | CAD/PLM/MES。提供数字化设计 CAD、数字化管理 PLM 和数字化制造 MES 等产品及服务， | 研发设计 |

| | | | | |
|---|-------------------------|----|---|------|
| | | | 贯通企业研发设计和生产制造全流程，赋能智能制造和数字化转型，以及数智化创新人才培养。公司致力成为中国自主的设计制造数字底座。 https://www.caxa.com/ | |
| 3 | 广州中望龙腾软件股份有限公司 | 广州 | 3D CAD。建立了以“自主二维CAD、三维CAD/CAM、流体/结构/电磁等多学科仿真”为主的核心技术与产品矩阵。 https://www.zwsoft.cn/ | 研发设计 |
| 4 | ANSYS 公司 | 美国 | CAE 软件 ANSYS。是融结构、流体、电场、磁场、声场分析于一体的大型通用有限元分析软件，功能强大，操作简单方便，已成为国际最流行的有限元分析软件。 https://www.ansys.com/zh-cn/ | 研发设计 |
| 5 | Dassault Systemes 公司 | 法国 | CAE 软件 ABAQUS。 | 研发设计 |
| 6 | MathWorks 公司 | 美国 | 数学软件 Matlab。MATLAB®是面向工程师和科学家的最简单且最高效的计算环境。 | 研发设计 |
| 7 | Siemens PLM Software 公司 | 德国 | PLM。为用户的产品设计及加工过程提供了数字化转型和验证手段。支持产品开发的整个过程，从概念（CAID），到设计（CAD），到分析（CAE），到制造（CAM）的完整流程。 | 研发设计 |
| 8 | 武汉开目信息技术股份有限公司 | 武汉 | PLM+CAPP+MOM 为核心的研发工艺制造一体化产品。 完全自主可控的 CAD/CAPP/3DCAPP/PLM/MPM/MOM 等数字化设计、数字化工艺、数字化制造系列工业软件产品，能为企业提供产品研发设计、工艺规划、生产制造一体化 | 研发设计 |

| | | | | |
|----|---------------|----|--|------------|
| | | | 的智能制造解决方案。 https://www.kmsoft.com.cn/ | |
| 9 | 浙江中之杰智能系统有限公司 | 宁波 | 智能硬件、数字工厂、智能工厂。以自有数智化工厂解决方案及工业互联网平台为核心，帮助离散制造业实现数智化转型、引领数智化生态建设的综合服务商。 https://www.chinajey.com/ | 生产制造、经营管理 |
| 9 | 南京维拓科技股份有限公司 | 南京 | PLM、WMS。深度融合 AI、IPD、MBSE，拥有业界领先的研发数字化 CAX 创新平台，突破高端工业软件自主可控瓶颈。 https://www.witsoft.cn/ | 研发设计、生产制造 |
| 10 | 南京简睿捷软件开发有限公司 | 南京 | 面向中小企业提供基于统一数据平台的 PLM/MES/MDC 等软件系统，可以和企业现有 ERP 紧密集成，搭建覆盖企业全流程的数字化管理系统。 www.jridge.com | 研发设计、生产制造 |
| 11 | 金蝶国际软件集团有限公司 | 深圳 | ERP。在企业级应用软件云服务、企业资源管理云服务、财务云市场占有率维持排名第一，并连续 19 年稳居中国成长型企业应用软件市场占有率第一。 https://www.kingdee.com/ | 经营管理、供应链管理 |
| 12 | 用友网络科技股份有限公司 | 北京 | ERP。用友中国 aPaaS 市场占有率第一、中国企业应用 SaaS 市场占有率第一，并在中国超大型及大型企业应用 SaaS 市场连续多年稳居市场占有率第一。 https://www.yonyou.com/ | 经营管理、供应链管理 |
| 13 | 常州小米软件有限公司 | 常州 | APS、MES。与主流 ERP 无缝衔接，建立研发、培训、实施服务一体化服务体系。 http://www.czxmssoft.com/ | 生产制造 |
| 14 | 艾普工华科技（武汉） | 武汉 | MES。由加拿大 Epic Fusion 和华工制造装备数字化国家工程中 | 生产制造 |

| | | | | |
|----|----------------|----|--|------|
| | 有限公司 | | 心合资成立。借助北美近 40 年的国际化管理理念与平台技术背景，结合对中国制造业现状和诉求的深刻理解，聚集了一批行业经验丰富并充满活力的技术研发与咨询领域的专家。 https://www.epichust.com/ | |
| 15 | 北京易动纷享科技有限责任公司 | 北京 | CRM。以连接型 CRM 为特色，连接业务，连接人，连接系统，实现以客户为中心，企业内部和上下游业务的高效协作。 https://www.fxiaoke.com/ | 运维服务 |
| 16 | 北京致远互联软件股份有限公司 | 北京 | OA。以协同和数据等联通企业内外部业务、人员、运营等，成为企业数智化转型升级的抓手和核心中枢，为企业的组织再造、流程再造、业务创新提供坚实的基础。 https://www.seeyon.com/ | 经营管理 |
| 17 | 帆软软件有限公司 | 无锡 | BI。专注商业智能和数据分析领域，致力于为全球企业提供一站式商业智能解决方案。帆软在专业水准、组织规模、服务范围、企业客户数量上均为业内前列。 https://www.fanruan.com/ | 经营管理 |

一、北京数码大方科技股份有限公司

1、发展情况

数码大方是中国自主的设计制造工业软件公司，经过 30 余年的技术积累和市场发展，已经成为我国工业软件知名品牌，提供数字化设计 CAD、数字化管理 PLM 和数字化制造 MES 等产品及服务，贯通企业研发设计和生产制造全流程，赋能智能制造和数字化转型，及数智化创新人才培养。

公司致力成为中国自主的设计制造数字底座。产品在装备、汽车、电子电器、航空航天、工程教育等领域广泛应用。公司是“智能化协同制造技术及应用”国家工程实验室、国家重点专精特新“小巨人”企业、工信部智能制造系统供应商和数字化赋能中小企业服务供应商、国家知识产权优势企业等。公司“CAXA”系列软件已有企业用户超过 40 万家，用户包括如中国商飞、北汽福田、西航、格力、华为、沈鼓、东汽、西电等中国 500 强企业；院校用户超过 3000 家，包括清华、北航、川大、中南大、哈工大等知名院校。海外用户遍及欧洲、美洲等 24 个国家和地区，包括丰田、霍尼韦尔等知名工业企业。

2、主营业务

数码大方主要面向装备、汽车、电子电器、航空航天等制造业领域，提供以下核心产品和服务：

数字化设计（CAD）：提供二维电子图板、三维实体设计等数字化设计解决方案，帮助企业提升产品设计效率和创新力。

产品全生命周期管理（PLM）：提供 PLM 平台及解决方案，帮助企业抽取和管理各类 CAD/ECAD/CAPP 数据，并与 ERP/MES 实现双向集成，解决企业跨部门协同、区域协同以及企业产品数据全局共享的应用需求。

数字化制造（MES）：提供以自主的 DNC/IOT 设备物联为基础，与 CAPP/CAM 贯通融合的新型 MES 系统，助力企业实现生产过程的智能化改造和数字化转型升级。该系统专注航空

航天等高端装备行业，聚焦多品种小批量生产模式，支持云化及跨平台应用场景。

教育行业解决方案：数码大方还致力于为大中专院校提供数字化教学和数字化实训等解决方案，以满足教育行业对于人才培养的需求。这些解决方案旨在提升学生的数字化技能和实践能力，为制造业培养更多高素质的人才。

3、拳头产品

CAXA CAD：拥有自主的 3D 和 2D 软件，自主的 CAD 内核和平台，自主的文件格式，具备开放 API，支持第三方应用开发。CAXA CAD 具有一体化的鲜明特色，3D/2D 一体化、CAD/CAPP/CAM 一体化、生态一体化。CAXA CAD 易学易用、并兼容其他 CAD 数据和操作习惯，可提供二维 CAD、三维 CAD、工艺 CAPP 以及 2-5 轴 CAM 数控铣、数控车和线切割软件，满足企业营销报价、方案评审、研发设计、分析仿真、工艺设计、数控编程、维修运维等应用场景。典型用户包括福田汽车、东风汽车、珠海格力、重庆川仪、河源龙记、浙江利欧、宁夏小牛等。

CAXA PLM：拥有自主的 PLM 平台，具备开放 API，支持第三方应用开发。CAXA PLM 具有用户数量多、技术先进、功能全面的突出优势，并具有设计工艺制造全流程贯通的鲜明特色。CAXA PLM 可抽取和管理各类 CAD/ECAD/CAPP 数据，并与 ERP/MES 实现双向集成。可提供图文档管理 EDM、产品数据管理 PDM、工艺数据管理 CAPP、产品全生命周期管理 PLM

产品及方案，并支撑云端 PLM 应用场景。CAXA PLM 重点解决企业跨部门协同、区域协同以及企业产品数据全局共享的应用需求，实现企业数据流程和业务流程的全面集成贯通应用。典型用户包括中国二重、兰石集团、西电集团、浙江中控、淮海汽车、恒安集团、英科医疗、今创集团等。

CAXA MES：以自主的 DNC/IOT 设备物联为基础，与 CAPP/CAM 贯通融合的新型系统。CAXA MES 专注高端装备行业，聚焦多品种小批量生产模式，支持云化及跨平台应用场景。CAXA MES 打通 PDM、ERP、MES 信息化孤岛，连通设备、生产、工艺、产品全域数据，实现设计制造贯通，形成产品研发设计闭环优化，生产制造闭环优化，支持产品运维服务新模式，帮助企业实现生产装备的智能控制，实现生产过程的智能化改造以及整个企业的数字化转型升级，支持企业提质、降本、增效。

4、优秀实施项目

CAXA 赋能精密制造：常州纳博特斯克数字化设计转型。

二、广州中望龙腾软件股份有限公司

1、发展情况

广州中望龙腾软件股份有限公司（简称“中望软件”）成立于 1998 年，是中国领先的 All-in-One CAx（CAD/CAE/CAM）解决方案提供商，也是国内 A 股首家研发设计类工业软件上市企业（股票代码：688083）。公司专注于工业设计软件超过 20 年，建立了以自主二维 CAD、三维 CAD/CAM、流体/结构/电磁等多

学科仿真为核心的技术与产品矩阵。中望软件在全球设有六大研发中心（广州、武汉、上海、北京、西安、美国佛罗里达），产品畅销全球 90 多个国家和地区，正版用户突破 140 万，广泛应用于机械、电子、汽车、建筑、交通、能源等领域。

2、主营业务

中望软件主要从事 CAD/CAM/CAE 等研发设计类工业软件的研发、推广与销售业务。其产品和服务涵盖：

二维 CAD：提供 ZWCAD 系列产品，广泛应用于建筑、机械、测绘等行业。

三维 CAD/CAM：以 ZW3D 为核心，支持复杂场景参数化设计和大装配设计。

CAE 仿真：包括中望结构（ZWSim Structural）、中望低频电磁（ZWSim Metas）等，实现设计仿真一体化。

教育服务：为 K12 学校、职业院校和本科院校提供工业设计软件和人才培养解决方案

3、拳头产品

ZWCAD：中望软件自主研发的二维 CAD 平台，具备高性能图形渲染技术和开放的 API 接口，支持跨平台开发。在信创领域，ZWCAD Linux 版与国产硬件和操作系统高度适配，填补了国产操作系统上工业设计软件的空白。

ZW3D：基于自主 Overdrive 几何建模引擎的三维 CAD 平台，支持复杂场景参数化设计和大装配设计。具备高精度建模和高性能图形渲染能力，广泛应用于机械、电子、模具设计等领域。

中望仿真系列：包括 ZWSim Structural、ZWSim Metas 等，集成自主三维几何建模内核，实现设计仿真一体化。支持多学科求解器和高性能计算，显著提升设计效率和仿真精度。

4、优秀实施项目

苏州绿的谐波传动科技股份有限公司 CAD 软件项目等。

三、武汉开目信息技术股份有限公司

1、发展情况

武汉开目信息技术股份有限公司成立于 1996 年，是国内最早从事工业软件自主研发的高科技企业之一、中国知名的 CAPP 软件厂商、国家级“专精特新”小巨人企业。从研发中国第一个工程 CAD 软件起步（课题组起步于 1991 年），深耕研发设计类工业软件 30 余载，打造中国数字化研发、工艺行业标杆，历经三十多年发展成为全栈式工业软件产品与解决方案服务商。

公司研制出完全自主可控的开目 PLM/MPM/MOM 等一体化管理系统，以及 3DDFM/3DDFC/3DAST/3DMPS/3DCAPP/CAPP/CAD 等 20 多款数字化设计、数字化工艺、数字化制造系列工业软件产品，先后承担了 30 多项国家级及省部级科研攻关项目，2 次荣获国家科技进步二等奖，拥有近 300 项发明专利及软件著作权，是业内首家获得“CMMI5 级认证”的厂商，已经成长为中国高端工业软件领先企业。公司服务于航空、航天、航发、兵器、兵装、电科、船舶等军工集团；以及以中国铁建、中国中车、特变电工、徐工集团、太原重工、东风汽车、美的集团等

为代表的诸多中国 500 强高端装备制造企业。

2、主营业务

企业核心业务类别是产品创新数字化，为制造业企业提供覆盖产品设计、工艺规划、加工制造等业务过程的产品全生命周期管理和企业应用集成一体化的解决方案。

3、拳头产品

KMCLoud 平台：基于云原生、微服务、模型驱动、国产自主可控的工业软件，实现多组织、多租户、跨地域的高效协同。

KMPLM/PDM：产品全生命周期管理系统，实现从设计、工艺、制造到运维的全生命周期管理。基于 MBSE 的设计模式，可高效解决多 CAD 集成与设计协同、异构产品数据共享、产品技术状态、更改闭环、上下游集成、集团型多组织应用等核心领域问题，提升研发效率和质量，赋能可持续的产品创新。

KMCAPP/MPM：面向复杂制造的智能结构化工艺管理系统，通过在可视化环境中，对设计协同 - 工艺规划 - 工艺开发 - 试验验证 - 仿真验证 - 工程准备 - 工艺执行 - 工艺优化的全工艺过程链的管理，为复杂产品的工艺设计过程管理保驾护航。

KMMOM/MES：制造运营管理系统，涵盖“计划管理、生产执行、仓储物流、质量控制、工具工装、设备管理、制造运营看板分析”7 大核心功能，可为离散型制造企业构建工艺制造一体化的智能工厂。

KM3DCAPP：包括 3DAST、3DMPS、3DWELD 等一系列三维工艺设计软件，3DAST 是中国第一款 3D 可视化装配工

艺规划软件，3DMPS 是中国第一款 3D 机加工工艺规划软件产品，3DWELD 是全球首款三维焊接工艺设计软件。

KM3DDFM：国内第一款商品化的可制造性分析软件，技术水平远超国外同类型产品。能够有效帮助设计人员、工艺人员、制造工程师尽早发现设计中难以制造、无法制造或制造成本高的设计缺陷，减少工艺评审时间，缩短产品开发周期。目前已在航空、航天、家电、消费电子行业广泛应用。

KM3DDFC：该产品填补了国内空白。通过一键式智能成本估算，能够在不依赖详细工艺路线的情况下，在设计阶段即可快速完成零件成本的分析与估算，可高效为装备制造企业成本优化与控制提供量化依据。

4、优秀实施项目

苏州绿的谐波传动科技股份有限公司的产品全生命周期管理项目等。

四、浙江中之杰智能系统有限公司

1、发展情况

浙江中之杰智能系统有限公司核心团队始创于 2007 年，是一家以自有数智化工厂解决方案及工业互联网平台为核心，帮助离散制造业实现数智化转型、引领数智化生态建设的国家高新技术企业。获评国家级专精特新“重点“小巨人”企业（工业软件）、国家级工业互联网平台企业、国家中小企业公共服务示范平台等。

2、主营业务

深耕制造业 18 年，秉承着“让离散制造不再离散”的使命，聚焦汽车及零部件、机器人及零部件、高端装备及新能源等离散制造业的数智化建设，自主研发了德沃克智能工厂 OBF、工业互联网平台 Tn、智能控制系统 ICS、工业智能体 X-Agent 系列等数智化系统为核心的行业解决方案。目前已为 10000 多家制造业企业提供了信息化和数智化转型服务，并建立了良好的口碑及品牌影响力。

3、拳头产品

德沃克 OBF 智能工厂整体解决方案：突破传统串联式集成路线，依托 D-WorkOS 离散工业操作系统，融合千软通、单箱流追溯系统、ICS 智控系统、低代码开放平台及 AI 工业大模型，构建智能装箱、智能存储、智能搬运、智能分拣、智能产线五大应用场景，攻克多品牌、多机种、多场景集成技术难题，实现生产过程软硬一体化动态控制、多智能体的自主高效协同、IT 与 DT、OT、PT、AT 的“5T”无缝融合，驱动产业效能进阶，助力离散制造企业打造从原材料卸货到成品出库的全链路柔性化、智能化重构。

4、优秀实施项目

宁波中大力德智能传动股份有限公司智能工厂项目。

五、南京简睿捷软件开发有限公司

1、发展情况

南京简睿捷软件开发有限公司是国内 PLM 的主要供应商和

新一代 MES 系统的核心开发商，专注于为企业提供 MDC 数据采集、PLM 产品生命周期管理、MES 制造执行系统、CPS 信息物理系统一体化智能制造解决方案。公司于 2015 年 9 月成立，成立以来快速发展。2017 年获评为创业南京支持企业；2018 年公司总经理入选南京科技型企业企业家培养计划；2018 年通过高新技术企业评审及 ISO9000 评审；2019 年公司成长为规上企业，获评江宁高新开发区卓越成长奖；2020 年获选南京市瞪羚企业；2021 年与埃斯顿合作，进入宁德时代、三一重工、徐工集团等多家灯塔工厂示范建设工程供应商行列；2023 年获得专精特新中小企业。

2、主营业务

公司主要产品包括简睿捷智能制造文档发放系统、简睿捷智能制造基础数据管理系统、简睿捷智能制造执行系统、简睿捷智能制造产品数据管理系统、简睿捷智能制造设备联网采集器及工业大数据平台等。目前公司累计软件著作权达到 19 项，授权发明专利及专利申请 11 项。公司主要服务的客户有宁德时代（新能源电池龙头）、埃斯顿（中国最大的机器人生产企业）、比亚迪（电动汽车龙头）、三一重工（工程机械领军企业）等，承担了青松食品绿色制造示范项目（国家第一批绿色制造示范）、衡水老白干 MES（国家智能制造新模式示范项目）、通用科技 PLM 项目（国家发展改革委重大技术改造项目）等项目建设工作，并参与了国家发展改革委牵头的智能制造水平评价标准体系，以及一系列国家发展改革委重大项目。

3、拳头产品

简睿捷智能制造产品数据管理系统软件（PDM/PLM）：管理研发设计数据和流程，为生产管理提供准确的数据源，提高企业研发设计标准化率，从而有效提升研发设计效率。功能包括图文档管理、BOM 管理、电子签名、 workflow 管理、变更管理、图纸发放等模块。核心能力是深度集成各类 CAD，从设计软件中获取属性、BOM 和各类关系信息，进入系统有效处理和整合，确保产品全生命周期数据的完整性和准确性。

简睿捷智能制造执行系统软件（MES）：基于 MES 国际标准进行开发，特点之一是功能灵活性。系统功能模块可根据企业需求灵活配置。企业可按需选择生产计划排程、质量管理、设备维护管理等模块，如注重产品质量的企业强化质量管理模块，设备密集型企业重点应用设备维护管理功能，适应多样化业务场景。特点之二是系统集成性：能与企业现有的各类信息系统集成，如企业资源计划（ERP）、客户关系管理（CRM）系统等。以生产企业为例，生产执行数字化系统与 ERP 系统集成，实现生产与库存、销售数据实时同步，提升整体运营效率。特点之三是开放性和配置性好，50%基础功能在行业内通用，30%功能可以通过低代码方式进行配合和定义，20%功能通过代码开发实现个性化应用。单个项目的上线周期可以控制在 3 至 4 个月。

制造数据采集系统（MDC）：提供物联网关对各类控制器\PLC\传感器进行采集，支持各类协议的解析和采集策略定义。

采集到的数据需要进行有效的存储，数据采集系统通常会与各种存储设备和数据库管理系统集成，提供灵活的数据存储方案，如关系型数据库、非关系型数据库、分布式文件系统等，满足不同类型和规模数据的存储需求。对采集平台中的数据进行方便快速地查询和统计，数据采集系统会为存储的数据建立索引，提供高效的数据检索功能。用户可以通过关键词、时间戳、数据属性等多种方式对数据进行快速检索，提高数据的利用效率。

4、优秀实施项目

南京埃斯顿自动化股份有限公司数据管理项目。

六、金蝶软件（中国）有限公司

1、发展情况

金蝶国际软件集团有限公司始创于 1993 年，是香港联交所主板上市公司，总部位于中国深圳，在深圳、上海、北京设有软件园，在深圳、北京、长沙三地设立研发中心。建立“深圳市应用软件企业重点实验室”“深圳市平台即服务（PaaS）关键技术工程实验室”等，获批设立“国家企业互联网服务支撑软件工程技术研究中心”，是国家认定“国家规划布局内重点软件企业”，是“信息技术应用创新产业工委”ERP 和财务软件工作组副组长单位，参与制定信息技术应用创新产业 ERP 平台、系统架构、数据接口等技术标准。

2、主营业务

公司目前主要业务包括云 ERP 业务、EBC 云服务，及其他

金蝶系列云产品，覆盖财务云、供应链云、制造云、全渠道云、人力云、协同云等多领域，已为超 740 万企业及政府提供相应服务。其中云 ERP 业务有面向中小微企业的 KIS 云、面向大型集团型企业的金蝶 EAS Cloud 以及面向企业人力资源的人力云等；EBC 云业务以金蝶云（苍穹、星瀚、星空、星辰、精斗云、管易云等）为核心；此外还有金蝶系云服务，包括天燕云（新一代智能化政府财务软件）、我家云（物业产业服务云）、车商悦（汽车行业数字化解决方案）、账无忧（互联网智能财税 SaaS 平台）、智慧记（个体小微商户智慧经营服务）等面向行业的云服务产品，共同发展形成金蝶云生态体系。

3、拳头产品

金蝶旗下的多款云服务产品获得标杆企业的青睐，包括金蝶云·苍穹（可组装企业级 PaaS 平台）、金蝶云·星瀚（大型企业 SaaS 管理云）、金蝶云·星空（高成长型企业 SaaS 管理云）、金蝶云·星辰（小微企业 SaaS 管理云）等，已为世界范围内超过 740 万家企业、政府组织提供企业管理云产品及服务。

4、优秀实施项目

深圳市大族机器人有限公司：制造云+财务云+供应链云+BOS 平台业财一体化项目；

青岛科捷机器人有限公司：制造云+财务云+供应链云业财一体化项目；

广州蓝海机器人系统有限公司：制造云+财务云+供应链云+BOS 平台业财一体化项目；

内蒙古北科交大机器人有限公司：财务云+供应链云+BOS 平台业财一体化项目；

芜湖摩卡机器人科技有限公司：制造云+财务云+供应链云+BOS 平台业财一体化项目；

湖州音锋机器人有限公司：制造云+财务云+供应链云+BOS 平台业财一体化项目；

安徽中显智能机器人有限公司：财务云+供应链云+BOS 平台业财一体化项目；

宁波大正工业机器人技术有限公司：财务云+供应链云项目；
智涂机器人（深圳）有限公司：制造云+供应链云项目。

七、江苏用友网络科技有限公司

1、发展情况

用友创立于 1988 年，是全球领先的企业数智化软件与服务提供商，致力于用创想与技术推动商业和社会进步。37 年来，用友持续引领企业服务产业发展。用友 1.0 时期，通过普及财务软件，服务超过 40 万家企事业单位的会计电算化，成为中国最大的财务软件公司；用友 2.0 时期，通过普及 ERP，服务超过 200 万家企业的信息化，成为亚太最大、全球前 10 的 ERP 软件提供商；当前，用友处于 3.0 发展新阶段，通过普及全球领先的数智商业创新平台——用友 BIP，目标是要服务超过千万家企业的数智化，并成为全球前三的企业云服务与软件提供商。

从 1996 年开始，用友在江苏设立全资分公司——用友网络

科技股份有限公司南京分公司，为江苏地区的企业和行业客户、政府和公共组织提供产品服务与解决方案。2020年12月，江苏用友网络科技有限公司落户南京市雨花台区。江苏用友积极投身区域企业数智化建设，先后获评江苏省数字化转型优秀服务机构、江苏省强链拓市专项合作重点合作平台，入选多地区（南京市、苏州市、南通市、常州市、淮安市、盐城市、宿迁市、扬州市、连云港市等）智改数转服务商资源池等。江苏用友基于“YonBIP 用友商业创新平台”，为江苏企业提供以移动互联网、云计算、大数据、人工智能、物联网、区块链为代表的新一代信息技术，通过集群式、交互化发展驱动新一轮商业创新，助力企业实现“业务敏捷、精益管理、全球运营”三大核心价值，成就数智企业。多年来，江苏用友已服务数十万家企业和行业客户，持续为众多本地行业龙头企业、上市公司、国资国企、专精特新“小巨人”企业、成长型企业提供数智化解决方案，助力企业数智化转型和商业创新。

2、主营业务

用友从2017年开始战略投入规模研发打造了全新一代产品——用友BIP（用友商业创新平台），在平台技术与应用架构、领域与行业应用、生态体系三个层面，实现全面突破，达到全球领先水平。

用友BIP集财务、人力、供应链、营销、采购、制造、研发、项目、资产、协同以及数智底座等数智化服务为一体，致力于帮助企业实现“业务敏捷、精益管理、全球运营”三大核心价

值，真正成就数智企业，助力企业实现高质量发展。

随着以大模型为基础的 AI 普及应用时代的到来，用友发布的业界首个企业服务大模型 YonGPT。YonGPT 契合了企业基于数智技术实现业务与业务、业务与财务、业务与管理融合创新的时代需求，将“繁杂企业应用需求”与“通用大模型”的鸿沟连接起来，是深懂企业服务的垂类大模型，成为企业 AI 应用新引擎。

3、拳头产品及优秀解决方案

用友 BIP 是用友在 2017 年开始战略投入、规模研发的全新一代的产品，用友 BIP 是一个以“数智平台+十大领域的场景服务+大规模生态”为基本产品形态的融合服务群。

用友 BIP 是一款为企业数智化而生的产品，在 2024 年 8 月 10 日召开的“全球商业创新大会”上，用友 BIP3R6 正式发布。用友 BIP3R6 支撑企业前端业务的快速创新，提供覆盖财务、人力、供应链、营销、采购、制造、研发、项目、资产及协同等十大核心领域的 564 个创新服务，是目前全球覆盖领域最多的企业云服务群。

用友 BIP 不断增强数据、智能化能力，在业务场景中嵌入式数据应用服务、智能化应用，数智驱动重塑流程，目前用友 BIP3R6 已经有 50 项数据应用服务，108 项智能应用，实现数智服务能力的大升级。

用友始终坚持“长期合作、共赢发展”的伙伴合作方针。截至目前，用友 BIP 拥有 ISV 合作伙伴 3680 家、专业服务伙伴 413 家、认证顾问 4508 人、生态解决方案超 310 个、注册开发者

115.5 万，并与 5600 所院校合作数智化教学教育，为客户提供专业化、便捷化、规模化的数智化服务，加速各行各业、各个领域的数智化转型升级。

在国产化趋势下，用友积极投入信创产业生态建设，用友 BIP 从芯片、服务器、操作系统、数据库、中间件到安全等，已经全栈适配中国电子 PKS、中国电科、中国科学院及华为鲲鹏等信创技术体系。截至目前，用友 BIP 已经完成 20 个以上联合解决方案，419 份适配证书，543 个适配项，共同致力于将数智化与信创化相结合，推动价值化国产替代。

基于 BIP 产品，在机器人减速器的精密制造相关行业，用友沉淀了优秀解决方案。

4、优秀实施项目

江苏国茂减速机股份有限公司数智化项目；

南通振康焊接机电有限公司数智化项目；

常州纳博特斯克精密机械有限公司数智化项目；

盐城市金洲机械制造有限公司数智化项目。

八、常州小米软件有限公司

1、发展情况

常州小米软件有限公司成立于 2011 年，以金蝶 ERP 管理软件为平台帮助企业打造运营管理平台；依托常州小米软件自研 APS、WMS、MES 系统帮助企业打造核心智能制造管理平台，资深级专家顾问团队，承载头部企业全方位业务实践，总结并

形成国际化高标准数字化转型架构；通过财务业务解耦、任务驱动、沉浸式咨询实施的交付理念，帮助企业快速实现数字化转型。

2、主营业务

企业数字化转型咨询交付，建立研发、培训、实施服务一体化服务体系。包括金蝶软件实施开发服务，自研 WMS、MES、APS 的打造企业核心智能制造管理平台。

3、拳头产品

WMS：智能仓储、移动仓储、立体仓库，WMS 与 ERP 的集成应用。

MES：制造执行计划、制造质量管理、过程跟踪；车间智能管理系统、车间智能物流系统、委外跟踪系统、看板管理系统。

APS（高级计划排程）：同时考虑物料需求计划和产能约束的高级计划排程系统，帮助企业打造高效智能的计划管理体系。

4、优秀实施项目

江苏国茂减速机股份有限公司数字化管理平台项目。以金蝶云星空产品作为国茂股份财务管控的核心系统，在此基础上由小米定制开发 APS 系统和 MES 系统；同时以 BPM 系统流程衔接平台，将金蝶云星空 ERP 系统与 PLM、SRM、小米 MES、小米 APS、WMS 系统集成应用，形成江苏国茂减速机股份有限公司数字化管理平台。

九、北京易动纷享科技有限责任公司

1、发展情况

北京易动纷享科技有限责任公司于 2011 年成立，助力企业通过营销、销售、服务全业务链一体化实现持续增长。目前为超 6000 家大中型企业提供数字化增长服务，在 13 个城市设立直营省分公司，在全国 50 余个城市建立营销服务中心，员工总数 1000 余人，产品研发团队 300 余人。

2、主营业务

以连接型 CRM 为特色，连接业务，连接人，连接系统，实现以客户为中心，企业内部和上下游业务的高效协作。纷享销客坚持行业化战略，为高科技、现代企业服务、快消、农牧、大制造等行业的大中型企业提供深度行业化的产品、方案和服务，助力企业通过营销、销售、服务全业务链一体化实现持续增长。

为敏捷响应企业的个性化需求与未来快速变化的需要，践行“PaaS 业务定制平台+BI 智能分析平台+开放互联平台”的平台化战略，为企业个性化业务提供友好的自主配置能力、智能分析能力和多系统连接集成能力，支持和企业微信、钉钉、HR、ERP 等多异构系统的无缝打通，更好满足不同阶段、不同类型企业的业务发展需要。

3、拳头产品

营销管理：通过“全渠道获客、潜在客户识别评估，线索培育转化，渠道 ROI 与数据驾驶舱”等能力，助力企业营销推广获客，溯源转化效果，驱动业绩增长。

销售管理：通过线索的精细化管理、全方位的客户 360°画像、标准化商机销售流程与预测，灵活的产品、价格、促销返利、订单管理，实现线索到现金的 LTC 全流程闭环。

服务管理：通过“多渠道服务受理、工单自动分派、现场服务、配件管理、设备维保与巡检、服务评价、服务数据分析”等能力，实现售后服务全流程数字化管理，为客户提供高效、专业的服务体验。

连接渠道赋能伙伴：将上游企业与下游经销商、代理商的业务连接起来，实现渠道在线订货、客户报备、联合跟进、销售预测、费用管理、数据洞察、沟通协作、培训赋能等业务经营的数字化管理，与伙伴共创共赢。

连接生态与系统：连接钉钉和企业微信平台，无缝对接 ERP 系统，以企业为主体，构建内外部业务协作数字化管理。连接微信生态，为企业提供基于公众号和小程序的营销获客与售后服务能力，直达终端客户，精准运营转化，便捷高效服务。

4、优秀实施项目

浙江双环传动机械股份有限公司 CRM 项目。

十、北京致远互联软件股份有限公司

1、发展情况

北京致远互联软件股份有限公司成立于 2002 年，一直专注于协同管理软件，致力于帮助每一个组织提升绩效，让数字化触手可及、落到实处，实现高质量发展。致远互联在全国设有

60+分支机构，覆盖 100+个城市，拥有 2600+名员工，1000+生态合作伙伴，有效实现对不同区域、不同行业、不同规模企业组织的营销服务覆盖，为客户提供高效、专业的本地化技术支持服务。

2、主营业务

协同管理软件服务：提供涵盖协作管理、审批管理、资源管理、知识管理等功能的协同管理软件，帮助企业实现高效办公和运营管理。

数字化转型解决方案：针对不同行业的特定需求和痛点，提供定制化的数字化转型解决方案，如央国企一体化平台统建方案、内控合规管理体系等。

云服务：通过致远协同云，为企业提供应用与定制的一站式云服务，用户可选取官方及生态伙伴应用，平台还支持业务定制。

3、拳头产品

A6+产品：面向中小企业组织，以成熟稳定、“易用、好用、适用”为特点，帮助中小企业规范管理流程，提升办公效率。

A8+产品：面向中大型企业和集团性企业组织，强力支持集团化、多语言和跨平台应用，满足大型企业复杂的管理需求。

G6 产品：面向政府组织及事业单位，提供符合政府部门和事业单位业务特点的协同管理解决方案，助力提升政务办公效率和管理水平。

协同运营智能产品：包括协同运营智能助手 AICOP-Copilot、

协同运营智能原生应用 AICOP-Native、协同运营智能大脑 AICOP-Brain，为企业提供智能化的协同运营管理新模式。

4、优秀实施项目

南通振康焊接机电有限公司 OA 项目。

十一、帆软软件有限公司

1、发展情况

帆软软件有限公司成立于 2006 年，是中国领先的数据分析和商业智能（BI）软件提供商。公司总部位于南京，在全国设有多个分支机构，服务范围覆盖全球。帆软以“让数据成为生产力”为使命，致力于为企业提供高效、易用的数据分析工具和解决方案。经过十余年的发展，帆软已成为国内 BI 市场的领军企业，连续多年在中国商业智能市场占有率排名第一。

2、主营业务

围绕数据分析和商业智能展开，主要包括以下领域：

数据可视化：提供丰富的数据可视化工具，帮助企业将复杂数据转化为直观的图表和报表。

报表开发：支持企业快速构建各类报表，满足日常业务分析和决策需求。

大数据分析：整合多源数据，提供高效的数据处理和分析能力。

移动端应用：支持移动端数据查看与分析，提升数据访问的便捷性。

行业解决方案：针对制造、零售、金融、医疗、教育等行业，提供定制化的数据分析解决方案。

3、拳头产品

FineReport：企业级报表工具，支持复杂报表设计、数据填报、大屏可视化等功能，适用于企业日常报表开发和数据展示。操作简单、功能强大，支持多数据源整合和跨平台部署。

FineBI：自助式商业智能分析工具，提供拖拽式操作，支持数据探索、可视化分析和自助报表生成，能够降低数据分析门槛，赋能业务人员自主分析数据。

简道云：零代码应用搭建平台，支持快速构建表单、流程、报表等应用，适用于企业内部的流程管理和数据收集。灵活易用，满足企业个性化需求。

4、优秀实施项目

江苏国茂减速机股份有限公司经营数据决策项目。

十二、中环柯昂（北京）科技有限公司

1、发展情况

中环柯昂（北京）科技有限公司成立于2017年，是一家专注于企业数智化低碳服务的科技创新公司，自主研发企业组织碳排放管理、产品碳足迹核算等云平台，为用户提供企业、产品碳排放分析核算与可视化分析，为用户数字化低碳转型注入强动力，全力支持数字经济新基建，最终完成“碳达峰、碳中和”的宏伟目标。

2、主营业务

公司专注于为用户提供企业综合能源管理、设备设施数字化智能运维、配电室精细化值守等服务，累计服务客户 500 余家。运用 5G、物联网、人工智能技术，自主研发综合能源管控平台、智能运维数字化平台、配电室无人值守系统等先进的数字化软件平台。协助工业企业、物业园区、商场、学校、医院、社区用户实现数字化、智能化转型，逐步落地建设智慧工厂、智慧物业、智慧学校，科技赋能落地、降本增效。

3、拳头产品

能碳管理平台：能源数据实时在线监测采集，部分碳排放源数据实时在线采集，ERP、MES、OA 等现有系统数据对接。以采集和填报数据为基础依据，自动匹配核算模型与算法，内置年度最新碳排放因子，自动计算。平台内置定制化报告模板，碳排放核算后，自动生成一份详细的碳排放报告。这份报告包括碳排放的总量、来源、结构等各个方面的信息，以及与其他时期或基准线的对比数据。此外，报告还可能包括减排潜力分析、减排方案建议等内容，帮助企业制定有效的减排策略。

配电室无人值守系统：通过利用互联网技术“配电数据中心”对配电室提供运行状态、异常报警、设备状态、报表分析等远程 24 小时在线监管，提升配电运行管理效率,消除人工运维盲区，实现配电室的专业化、智能化、可视化的同时，大量节约人员及维护成本。

4、优秀实施项目

北京斯利安药业有限公司能源管理项目。

附件 5 技术缩略语

| 序号 | 缩略语 | 全称 | 释义 |
|----|-----|-----------|-------------------------------------|
| 1 | CAD | 计算机辅助设计 | 利用计算机软件进行工程设计、绘图及分析的技术。 |
| 2 | CAE | 计算机辅助工程 | 通过计算机仿真技术对工程产品性能（如结构、热力学等）进行分析和优化。 |
| 3 | PDM | 产品数据管理 | 管理产品研发过程中的数据、文档和流程，确保数据一致性及版本可控性。 |
| 4 | PLM | 产品全生命周期管理 | 覆盖产品从概念设计、生产制造到维护报废的全生命周期数据与流程管理。 |
| 5 | BOM | 物料清单 | 详细列出产品所需原材料、零部件及数量的清单，用于指导生产与采购。 |
| 6 | MES | 制造执行系统 | 实时监控车间生产过程，优化资源调度，提升生产效率与质量管控。 |
| 7 | APS | 高级计划排程系统 | 基于约束条件智能生成生产计划与排程方案，提升资源利用率和订单交付效率。 |
| 8 | WMS | 仓储管理系统 | 管理仓库库存、货物出入库、物流路径优化等，实现仓储作业自动化与可视化。 |
| 9 | SRM | 供应商关系管理系统 | 优化企业与供应商的合作关系，管理采购流程、合同及供应链协同。 |
| 10 | ERP | 企业资源计划 | 整合企业财务、生产、供应链等核心业务流程，实现资源高效配置与信息互通。 |
| 11 | CRM | 客户关系管理 | 管理客户信息、交互记录与销售流程，提升客户满意度与业务转化率。 |
| 12 | OA | 办公自动化 | 通过信息化工具（如流程审批、文档共享）实现日常办公流程自动化与协同。 |
| 13 | BI | 商业智能 | 利用数据分析工具挖掘业务数据价 |

| | | | |
|----|-----|-----------|--|
| | | | 值，辅助企业制定战略决策与优化运营。 |
| 14 | BPM | 业务流程管理 | 设计、执行、监控和优化企业业务流程，提升组织效率与灵活性。 |
| 15 | 5G | 第五代移动通信网络 | 高速率、低延迟、大连接的通信技术，支持物联网、工业互联网等新兴应用场景。 |
| 16 | AR | 增强现实 | 将虚拟信息叠加到真实环境中（如通过手机或 AR 眼镜），应用于培训、维修等领域。 |
| 17 | VR | 虚拟现实 | 通过头戴设备生成完全虚拟的沉浸式环境，应用于游戏、教育、虚拟仿真等场景。 |

附件 6 智能制造典型场景参考指引

(2024 年版)

一、工厂建设

1.工厂数字化设计与交付

面向工厂规划、工艺布局、产线设计、物流规划等业务活动，针对工厂设计建设周期长、布局不合理等问题，搭建工厂数字化设计与交付平台，应用建筑信息模型、物流和动线仿真、生产系统建模等技术，开展工厂数字化设计和建设，实现工厂数字化交付，缩短工厂建设周期。

2.数字孪生工厂运营优化

面向基础设施运维、运营管理等业务活动，针对信息孤岛难打通、集成管控难度大等问题，应用建模仿真、异构模型融合等技术，构建设备、产线、车间、工厂等不同层级的数字孪生系统，通过物理世界和虚拟空间的实时映射和交互，实现工厂运营持续优化。

二、产品设计

3.产品数字化研发设计

面向需求分析、概念设计、产品设计等业务活动，针对产品研发周期长、设计质量控制难等问题，基于数字化设计仿真工具和知识/模型库，应用多学科联合建模、物性表征与分析等技术，开展产品结构、性能、配方等设计与验证，大幅缩短产品研制周期，提高设计质量。

4.虚拟验证与中试

面向产品验证、中试等业务活动，针对新产品验证周期长、熟化成本高等问题，搭建虚实融合的试验验证环境，应用多物理场仿真、可靠性分析、AR/VR 等技术，通过全虚拟或半虚拟的试验验证，降低验证与中试成本，加速产品熟化。

三、工艺设计

5.工艺数字化设计

面向工艺规划、产线设计等业务活动，针对工艺设计效率低、验证成本高等问题，基于工艺设计仿真工具、工艺知识库和行业工艺包等，应用工艺机理建模、流程模拟等技术，实现工艺设计快速迭代优化，缩短工艺定型周期。

6.可制造性设计

面向工艺审查、可制造性改进等业务活动，针对产品试制周期长、加工装配效率低等问题，打通产品研发、工艺设计、生产作业等环节数据，基于产品物理特征与制造能力关联分析，全面评价与及时改进产品和工艺设计的可加工性、可装配性和可维护性。

四、计划调度

7.生产计划优化

面向销售订单预测、生产计划制定等业务活动，针对订单需求预测难、交付周期长等问题，构建生产计划系统，打通采购、生产和仓储物流等管控系统，应用多目标多约束求解、产能动态规划等技术，实现生产计划优化和动态调整，缩短订单交付周期。

8.智能排产调度

面向作业排程、资源调度、生产准备等业务活动，针对资源利用率低、交付不及时等问题，建设智能排产调度系统，应用多约束排产建模、多目标排产寻优等技术，实现多目标、多扰动情况下排产优化与资源动态调度，缩短产品生产周期，提升资源利用效率。

五、生产作业

9.产线柔性配置

面向产线建设、产线改造等业务活动，针对个性化需求响应慢、产线换线时间长等问题，部署智能制造装备与系统，应用产线模块化重构、柔性物流运输等技术，根据订单、工况、库存等变化，实现产线快速调整和按需配置。

10.人机协同作业

面向复杂产品加工、装配等业务活动，针对传统生产方式协同效率低、作业安全风险高等问题，部署工业机器人等智能制造装备，构建人机协同作业单元和管控系统，应用智能交互、自主规划、风险感知和安全防护等技术，实现加工、装配、分拣、物流等过程人机高效协同。

11.工艺动态优化

面向离散行业工艺控制、工艺参数调优等业务活动，针对工艺/设备参数动态调优难等问题，建设智能产线和工艺在线优化系统，应用设备机理与数据混合建模、多设备联合寻优等技术，实现工艺过程和设备参数在线优化，提高产品质

量一致性。

12.先进过程控制

面向流程行业生产过程控制、工艺参数优化等业务活动，针对复杂工艺过程参数波动大、控制效果差等问题，基于先进过程控制、实时优化等系统，应用模型预测控制、多目标寻优等技术，实现精准、实时和闭环的工艺流程控制优化，稳定产品质量，提高产出率。

13.数智精益管理

面向生产现场管理、成本质量管理、供应链管理等业务活动，针对资源利用率不高、管理效率低等问题，应用六西格玛、6S等精益方法，将精益管理理念与大数据、云计算、人工智能等数智技术深度融合，实现基于数据的人、机、料、法、环等生产要素精准、高效管理，提升整体运营效率。

六、质量管控

14.在线智能检测

面向质量数据采集、分析、判定等业务活动，针对人工检测效率低、一致性差等问题，构建在线智能检测系统，应用物性成分分析、机器视觉检测等技术，实现产品缺陷在线识别和质量自动判定，提升质量检测效率和准确性。

15.质量追溯与分析改进

面向质量数据管理、质量问题追溯、质量优化等业务活动，针对质量数据不完整、追溯难度大等问题，构建质量管理体系，应用条码、二维码、RFID、5G、标识解析、区块

链等技术，集成分析原料、设计、生产、使用等质量相关数据，实现产品全生命周期的质量精准追溯和优化改进。

七、设备管理

16.设备运行监控

面向设备运行数据采集、状态分析等业务活动，针对设备数据全面采集难、统一管理难等问题，部署设备运行监控系统，集成智能传感、5G、多模态数据融合等技术，实现设备数据实时采集、状态分析和异常报警，提高设备运行效率。

17.设备智能运维

面向设备故障分析、健康管理等业务活动，针对设备运维成本高、非计划停机频次高等问题，部署智能传感与控制设备，建立设备运维管理平台，应用设备故障知识图谱、故障机理分析、预测性维护等技术，实现设备智能运维，降低运维成本，保障连续生产。

八、仓储物流

18.智能仓储

面向物料出入库、库存管理等业务活动，针对出入库效率低、库存成本高等问题，建设立体仓库和智能仓储管理系统，应用条码、二维码、射频识别、仓储策略优化、多形态混存拣选等技术，实现物料出入库、存储、拣选的智能化管理，提高库存周转率和土地利用率。

19.精准配送

面向厂内物流配送等业务活动，针对物料配送不及时、

不精准等问题，部署智能物流设备和管理系统，应用室内高精度定位导航、物流路径动态规划、物流设备集群控制等技术，实现厂内物料配送快速响应和动态调度，提升物流配送效率。

九、安全管控

20.危险作业自动化

面向危险作业操作、过程管理等业务活动，针对危险作业安全风险高、自动化水平低等问题，建设智能作业单元和管控系统，应用环境感知与识别、作业风险控制等技术，实现危险作业环节的少人化、无人化，提高生产作业安全水平。

21.安全一体化管控

面向安全风险识别、安全应急响应等业务活动，针对安全风险实时监控难、处置效率低等问题，搭建生产安全管控和应急处置系统，应用生产运行风险动态监控、安全预警等技术，提高安全防护水平和安全事故快速处置能力，降低事故发生率和损失。

十、能碳管理

22.能源智能管控

面向能耗监测、能源调度等业务活动，针对能耗全面监控难、精细化管控成本高等问题，部署能耗采集设备和管控系统，应用多能源介质感知、能耗综合建模仿真、能源平衡调度等技术，实现工厂能源在线监测、综合管控和能效优化，降低单位产值综合能耗。

23.碳资产全生命周期管理

面向碳排放数据采集、碳足迹追踪和碳资产核算等业务活动，针对碳排放计量难、碳足迹追踪效率低等问题，建立数字化碳管理系统，应用碳排放精细化检测、碳排放指标自动核算等技术，实现产品全生命周期碳排放追踪、分析、核算和交易，降低单位产值碳排放量。

十一、环保管理

24.污染在线管控

面向污染排放监测、污染物收集处理等业务活动，针对污染排放计量难、污染管理粗放等问题，部署污染排放在线采集设备和管控平台，应用污染监测与控制、污染源追溯等技术，实现污染全过程动态监测、精确追溯、风险预警和高效处理，降低污染排放水平。

十二、营销与售后

25.智慧营销管理

面向市场营销、销售管理等业务活动，针对客户需求信息获取不及时、营销策略不合理等问题，建立销售管理系统，应用用户画像、需求预测等技术，实现基于客户需求洞察的营销策略优化和供需精准匹配，提升营销精准性和销售量。

26.产品智能运维

面向产品运维、增值服务等业务活动，针对服务周期长、响应不及时等问题，构建产品远程运维系统，集成 5G、AR/VR、预测性维护等技术，实现基于运行数据的产品远程

监控、故障诊断和增值服务创新，提高产品附加值。

27.智能客户服务

面向投诉处理与反馈、客户关系维护等业务活动，针对客户响应不及时、服务体验感差等问题，建立客户服务管理系统，应用 5G、AR/VR、自然语言处理、知识图谱、大数据分析等技术，实现主动式客户服务响应，提高客户满意度。

十三、供应链管理

28.供应链计划协同优化

面向采购计划制定、协同、优化等业务活动，针对采购计划不精准、交付不及时等问题，建设供应链管理系统，应用集成建模、多目标寻优、数据跨域控制等技术，实现基于市场、采购、库存、生产等数据的供应链计划协同优化。

29.供应商数智化管理

面向供应商入库、供应商评价、物料采购等业务活动，针对供应商比选难、议价能力弱、断供风险响应不及时等问题，建立供应商管理系统，应用供应商风险评估、供应链溯源等技术，实现供应商精准画像，开展基于数据分析的供应商评价、分级分类、寻源和优选推荐。

30.供应链物流智能配送

面向配送路线规划、运输过程监控等业务活动，针对物流运输过程监控难、配送周期长等问题，建设供应链物流管理系统，应用 5G、多模态感知、实时定位导航、智能驾驶等技术，实现厂外物流全程跟踪、异常预警和高效处理，降

低供应链物流成本，提升准时交付率。

十四、信息基础设施

31.先进工业网络应用

面向工厂网络设计、建设、运营等业务活动，针对工厂网络需求多样、结构复杂、带宽不足等问题，部署 5G 专网、TSN、工业全光网络等新型网络基础设施，应用异构网络融合、远距离高带宽实时通信等技术，建设满足智能制造需求的低时延、高可靠、大带宽工业网络。

32.工业信息安全管控

面向网络安全、数据安全等要求，针对企业网络与数据安全风险高、防护能力弱等问题，实施工业互联网安全和数据分类分级管理，部署工业控制系统网络安全防护设备，建设数据安全风险监测和应急处置能力，应用安全态势感知、多层次纵深防御等技术，实现全方位全流程安全漏洞监测、风险防控、快速处置，提升网络安全和数据安全防护水平。

33.工厂数据资源管理

面向数据采集存储、数据分析应用等业务活动，针对数据格式不统一、价值释放不充分等问题，建设数据中心、工业互联网平台等基础设施，融合数据跨域控制、数字合约、隐私计算等技术，开展数据治理，实现企业内或跨企业的数据安全可信流通和挖掘应用，推动数据价值化。

十五、多环节模式创新

34.数据驱动产品研发

面向产品快速研发、复杂结构设计、用户个性化设计等需求，集成市场、设计、生产、使用等多维数据，探索创成式设计，基于数据驱动的产品形态、功能和性能的研发设计和持续优化，缩短产品研发周期，加速产品创新。

35.大规模个性化定制

面向产品个性化、多样化、小批量等需求，通过网络化手段收集多元化市场需求，采用模块化设计、平台化架构、柔性化系统等手段，以规模化生产的低成本、高质量和高效率，提供个性化、定制化的产品和服务。

36.网络协同制造

面向复杂产品多方协同、产能共享、多工厂协同等需求，建立网络协同制造平台，推动多环节、多工厂或多企业间设计、生产、管理、服务等环节紧密连接，实现跨企业跨地域的业务协同和制造资源配置优化，助力打造全球生产网络。

37.研产供销服深度集成

面向市场快速响应、资源高效配置、客户体验优化等需求，推动研发、生产、供应、销售和服务等环节的业务流、数据流深度集成，形成一个高效协同的运营体系，实现产品全生命周期协同优化，全面提升企业的市场竞争力。

38.弹性供应链

面向供应链稳定性提升、供应链快速调整等需求，建立供应链风险预警与弹性管控系统，集成应用供应链风险识别和动态响应模型，实现供应链风险在线监控、精准识别、提

前预警和快速处置，提升产业链供应链韧性和安全水平。

39.全员数字化管理

面向人员数字化绩效评估、数字化技能提升、健康管理等需求，组织开展全员数字化能力培训，构建统一的人员数字化管理平台，集成人员健康状况、专业技能评估及作业环境等多维度信息，实现人员绩效量化动态评估、人员状态动态监测和精准作业派工，提升全员岗位效能。

40.可持续制造

面向节能减排、循环经济、绿色消费等需求，以数智技术支撑企业以对环境和社会负责的方式开展产品全生命周期、生产制造全过程和供应链全环节各业务活动，实现生态效益、资源效率、生产效率和社会责任等多方面综合平衡。