

江苏省制造业智改数转网联 传感器行业实施指南

江苏省工业和信息化厅

二〇二五年

目录

一、背景与现状	- 1 -
(一) 指南范围	- 1 -
(二) 行业概述	- 2 -
1、全国传感器行业现状	- 2 -
2、周边省份传感器行业发展现状	- 3 -
3、我省传感器行业现状	- 5 -
(三) 行业智改数转网联现状	- 7 -
二、目标与架构	- 10 -
(一) 总体目标	- 10 -
(二) 实施架构	- 10 -
1、边缘层	- 11 -
2、设施层	- 11 -
3、数据平台	- 12 -
4、应用层	- 12 -
三、基础能力	- 12 -
(一) 网络基础设施能力建设	- 12 -
1、企业内外网建设情况	- 12 -
2、标识解析体系建设和应用	- 15 -
(二) 数据采集能力建设	- 17 -
1、“哑设备”改造情况	- 17 -

2、智能设备联网建设	- 17 -
(三) 信息系统能力建设	- 19 -
1、管理信息系统	- 20 -
2、云化应用及工业互联网平台的优势	- 24 -
3、中小企业接入云应用和工业互联网平台建议	- 25 -
-	
(四) 信息安全能力建设	- 25 -
1、设备安全	- 25 -
2、控制安全	- 26 -
3、网络安全	- 27 -
4、平台安全	- 27 -
5、应用安全	- 28 -
6、数据安全	- 28 -
四、环节与场景	- 29 -
(一) 研发设计	- 29 -
1、存在的问题	29
2、改造场景	- 30 -
3、解决方案建议	- 32 -
(二) 智能制造	- 35 -
1、计划调度	- 35 -
2、生产作业	错误! 未定义书签。

3、设备管理	- 45 -
4、质量管控	- 52 -
（三）营销管理	- 57 -
1、存在的问题	- 57 -
2、改造场景	- 57 -
3、解决方案建议	59
（四）供应链管理	- 61 -
1、存在的问题	- 61 -
2、改造场景	- 62 -
3、解决方案建议	- 63 -
（五）仓储物流	65
1、存在的问题	- 65 -
2、改造场景	67
3、解决方案建议	68
（六）售后服务与运维	- 70 -
1、存在的问题	- 71 -
2、改造场景	- 71 -
3、解决方案建议	- 72 -
五、路径与方法	- 74 -
（一）实施路径	- 74 -
1、实施方案建议	- 74 -

2、大中小企业类型优先级划分	- 75 -
(二) 相关政策	- 76 -
1、线上评估	- 76 -
2、咨询诊断和实施方案	77
3、两化融合管理体系贯标	77
4、数据管理能力成熟度评估	79
5、智能制造能力成熟度模型	- 80 -
6、网络和数据安全	- 81 -
7、工业互联网标识解析二级节点	- 82 -
8、部省荣誉认证及专项资金	- 83 -
六、愿景与展望	87
(一) 传感器发展的主要方向	87
(二) 传感器行业领域的未来技术应用	88
1、智能化改造	88
2、数字化转型	88
3、网络化连接	88
(三) 前景展望	89
附件一、人工智能典型应用场景	89
(一) 人工智能典型应用场景一	89
(二) 人工智能典型应用场景二	91
附件二、投入改造清单及图谱	- 95 -

（一）行业系统化场景图谱示意图	- 95 -
（二）行业智能化改造装备清单	- 105 -
（三）数字化转型数据要素清单	- 112 -
（四）知识模型资源清单	- 127 -
（五）工具软件清单	- 137 -
（六）网络化联接设备清单	- 149 -
（七）行业数字化转型人才技能清单	156
附件三、典型案例	- 156 -
（一）南京高华科技股份有限公司	- 156 -
（二）无锡物联网创新中心有限公司	- 160 -
（三）北京中石伟业科技无锡有限公司	- 165 -
（四）敦南科技（无锡）有限公司	- 168 -
（五）无锡芯感智科技股份有限公司	- 172 -
（六）太极半导体（苏州）有限公司	- 176 -
（七）博世汽车部件（苏州）有限公司	- 178 -
（八）日月新半导体（昆山）有限公司	- 181 -
（九）立讯电子科技（昆山）有限公司	- 183 -
（十）江苏艾森半导体材料股份有限公司	- 186 -
附件四、服务商目录	- 189 -
附件五、技术缩略语	208
附件六、江苏省制造业智改数转网联典型场景参考指引 -	

一、背景与现状

（一）指南范围

为贯彻省委、省政府关于打造具有国际竞争力的战略性新兴产业集群的意见，进一步优化“1650”产业体系，认真落实“1650”产业体系强链补链延链行动方案和《江苏省深化制造业智能化改造数字化转型网络化联接三年行动计划（2025—2027年）》要求，推动我省传感器行业智能化改造、数字化转型和网络化联接（以下简称“智改数转网联”），特制定本指南。

本指南主要面向全省传感器制造企业，以企业已有技术能力为基础，以传感器高端化、智能化、绿色化为发展方向，以企业数字化转型为路径，以传感器制造关键环节和典型应用场景为切入点，促创新、补短板、锻长板、强基础、优生态，开展一系列智改数转网联性动感，提升传感器行业数字化、智能化、国产化、高端化水平。

指南主要聚焦全省已形成较为明显规模化、区域性优势的传感器制造全生命周期领域，覆盖研发设计、制造、封装、测试、仓储、售后服务与维护等关键环节。同时，指南提供了传感器企业进行智改数转网联的基础能力建设、环节与场景的改造场景及解决方案、具体实施路径、相关政策荣誉介绍、优秀企业典型案例、投入改造清单、推荐服务商目录等。传感器企业可根据自身发展现状，参考指南提供的路径方法开展智改数转网联建设。

（二）行业概述

传感器作为物联网感知层的重要组成部分，主要包括物联网芯片、模组终端和传输标准等领域。它将现实世界中的物理量、化学量、生物量等转化成可供处理的数字信号，是实现物联网的基础和前提，同时 MEMS（微机电）技术作为支撑技术，在物联网的发展中起着至关重要的作用。

传感器行业作为当今科技领域不可或缺的关键驱动力，被誉为现代智能化的神经触角。目前，业内对传感器智能化、小型化、低功耗和低成本等有着共同的需求。

1、全国传感器行业现状

随着人工智能、物联网等技术的快速发展，传感器产业正迎来前所未有的发展机遇，并在推动制造业转型升级、提高生产效率、降低能耗等方面发挥着越来越重要的作用。

赛迪顾问数据显示，2024 年中国传感器市场规模达到 4061.2 亿元，同比增长 11.4%。压力传感器以 714.2 亿元的规模位居第一，占比 17.6%；流量传感器以 545.6 亿元的规模超越图像传感器，升至第二位，占比 13.4%；图像传感器则以 505.9 亿元的规模退居第三，占比 12.5%。

当前，我国传感器行业呈现蓬勃发展态势，工业总产值、市场规模、应用领域位居世界前列。我国传感器行业技术持续创新，朝着更高精度、更低功耗、更小体积的方向发展；应用领域不断拓展，特别是随着新能源汽车、航空航天等产业的快速发展；国产替代加速演进，国家政策和市场需求带

动下，推动企业不断加大研发投入和技术创新力度，国内传感器企业的一些细分领域已取得突破；产业链协同发展，随着产业链的不断完善和优化，传感器的生产成本将进一步降低，市场竞争力将进一步提升。

2、周边省份传感器行业发展现状

上海。2024年，上海传感器产业规模突破450亿元，年均复合增长率15%，占全国市场份额的18%，形成以嘉定为核心，临港、张江、松江为支撑的“一核三带”产业布局。其中汽车电子传感器占比提升至35%，主要受益于特斯拉、蔚来等车企的强劲需求，并新增年产能达10万片的量子传感器中试产线。在创新载体方面，国家智能传感器创新中心建成国内首条12英寸MEMS先进产线，上海智能传感器产业园扩容后新增50家企业（含3家独角兽），重点聚焦车规级激光雷达。同时，长三角传感器产业联盟于2024年成立，联合江浙皖攻关EDA工具国产化。政策支持上，上海推出最高3000万元的“传感器首轮流片补贴”，发布《上海市AI+传感器融合行动计划》以推动2025年前建成10个工业互联网标杆场景，并通过科创板绿色通道助力4家传感器企业成功上市。

浙江。2024年浙江传感器产业规模达600亿元，年均复合增长率高达22%，其中乐清主导的压力传感器全球市占率提升至40%，智慧医疗传感器以50%的年增速成为增长最快领域，主要应用于浙大系AI辅助诊断设备，同时杭州“中国

视谷”带动光学传感器爆发式发展，充分满足海康、大华等企业的供应链需求。在创新载体建设方面，之江实验室智能传感中心成功研发精度达 0.1nm 的纳米光学传感器，乐清物联网传感器产业大脑实现产业链 100%数字化协同，宁波磁性材料传感研究院突破 TMR 芯片卡脖子技术并实现量产。政策支持上，浙江实施“专精特新”倍增计划，2024 年新增 128 家传感器企业（占总数 30%以上），推出数据要素 X 传感器行动开放政府场景数据用于算法训练。

安徽。2024 年安徽传感器产业规模达 350 亿元，实现 20%的高速增长，其中蚌埠传感谷贡献了 75%的产值，使安徽成为全国最大的压力传感器生产基地。同时，受益于蔚来、比亚迪等车企在皖工厂的带动，车用 MEMS 传感器产能实现翻倍增长，合肥“量子传感产业园”首期项目也已正式投产。在技术创新方面，中科大-蚌埠传感联合实验室成功发布全球首款精度达 0.001°/h 的量子陀螺仪，长三角传感器检测认证中心（芜湖）将车规级认证周期缩短 50%，皖仪科技传感器中试平台则攻克晶圆级封装技术难题，使良率提升至 90%以上。政策支持上，安徽推出“皖芯 100”计划，要求传感器芯片国产化率达 60%，实施产业飞地政策鼓励企业在沪苏浙设立研发中心并提供补贴，并通过“场景机会清单”机制每年发布 100 个政府示范采购订单，为产业发展提供持续动力。

山东。2024 年山东传感器产业规模突破 520 亿元，其中声学传感器占据全球 33%市场份额，歌尔微电子 MEMS 麦

克风年出货量达 20 亿颗位居全球第一。青岛红外传感产业集群快速崛起，高德红外与海信联合攻关成功研发 $8\mu\text{m}$ 非制冷红外传感器，潍坊则建成全国最大的压力传感器膜片生产基地，市场占有率达 70%。在创新平台建设方面，山东智能传感器研究院 2024 年挂牌成立并突破硅光子传感芯片技术，青岛传感谷引进日德企业共建高端加速度计产线，济南空天信息传感器实验室为北斗 3 号卫星提供配套服务。政策支持上，山东推出高于国家标准的 22 项“好品山东”传感器行业标准，实施针对东南亚市场的传感器出口退税提高 3% 的专项补贴政策，并创新推出“鲁芯贷”金融产品为传感器企业提供零利息设备采购贷款支持。

3、我省传感器行业现状

我省传感器行业市场规模逐年扩大，已成为我国传感器产业的重要基地之一。

(1) 发展情况

根据博研咨询&市场调研在线网来源数据，2024 年，全省传感器产量为 22.3 亿颗，占全国 23%。其中无锡 EEMS 晶圆产能居全球前列。拥有传感器相关企业超过 2000 家，其中研发设计代表企业是苏州敏芯微电子技术股份有限公司，制造代表企业是华润微电子有限公司，封测代表企业是华天科技（昆山）电子有限公司，模组代表企业是汉威科技集团股份有限公司。此外，芯片、模组终端和传输标准作为网络化联接的具体形式，各种新的场景不断涌现和趋于成熟。

芯片国产化趋势明显，低功耗和高集成度是技术重点。

拥有众多传感器核心企业，这些企业主要分布在南京、苏州、无锡、常州、扬州等城市，基本覆盖传感器研发、设计、制造、封测、模组系统、软件算法等全产业链条。涌现出一批具有代表性的龙头企业和创新型中小企业。消费电子代表企业——苏州敏芯微电子技术股份有限公司，专注于 MEMS 传感器研发设计，产品涵盖声学、压力、惯性传感器等品类，主导华为 TWS 耳机和小米手机市场。汽车电子代表企业——苏州纳芯微电子股份有限公司凭借车规级磁电流传感，成功配套比亚迪电机和蔚来 BMS 系统并实现进口替代，最新与博世合作开发的 48V 混动系统专用隔离式电流传感器再创技术突破。工业领域代表企业——汉威科技集团股份有限公司凭借激光光谱技术研发出可检测 ppm 级 VOCs、抗 H₂S 腐蚀且寿命达 10 年的工业气体传感器模组，成功应用于中石化输油管道和宝钢高炉预警系统，并主导制定了国家行业标准。医疗领域代表企业——江苏鱼跃医疗设备股份有限公司，凭借医用级血氧传感技术，成功配套华为智能穿戴和飞利浦监护系统并实现技术自主，最新与美敦力合作开发的无创血糖监测传感器取得重大临床突破。

（2）主要特点

技术创新活跃且成果显著，培育出苏州敏芯微电子技术股份有限公司、江苏三恒科技股份有限公司、南京高华科技股份有限公司等一批具有国际竞争力的传感器企业和品牌；

同时延链强链补链，积极完善产业链，构建起从原材料、元件、模块到系统集成和应用的全产业链体系；此外，传感器应用领域广泛、产品种类丰富，除传统领域外，在医疗电子、环保监测、智能家居等新兴领域的应用也不断拓展。

江苏省高度重视传感器产业发展，出台了《江苏省“十四五”数字经济发展规划》、《关于推进先进制造业集群发展的指导意见》、“强链补链”专项计划、《制造业智能化改造数字化转型实施方案》、“双创计划”传感器专项等一系列政策措施，引导和推动传感器产业链向优势地区集聚。

（3）发展趋势

市场规模持续增长，传感器市场需求将进一步扩大。预计“十五五”期间江苏省传感器市场规模将突破 2000 亿元，年均复合增长率超 15%，国产替代率提升至 60%以上。以运营商为推广代表的服务商，将通过强化产业链协同构建“芯片-模组-网络-应用”全生态体系，并以 5G+AI 边缘计算融合为突破点，推动高可靠性工业传感器实现批量化应用。高可靠性、低时延传输的无限传感网络，在工业传感器行业中的应用将越来越普遍。

（三）行业智改数转网联现状

我省作为传感器产业的核心聚集区，在全国 4061.2 亿元的市场份额中占比超过 30%。传感器行业，在智改数转网联方面处于全国前列，同时也面临一些深层次挑战。

1、总体发展情况

传感器产业规模持续突破，年复合增长率超过 18%，形成了苏州工业园区、无锡高新区、南京江宁开发区三大产业集群。龙头企业积极建设智能工厂/车间，中小企业数字化渗透率超过 45%，规上企业接入工业互联网平台率达到 72%。

2、面临的痛点问题

第一，技术创新力度不够。首先，不少企业依赖传统的研发设计技术，核心技术如高精度传感器、智能传感器等领域的研发进展缓慢，创新能力不足，导致产品同质化严重，无法满足日益多元化和高精度的市场需求。其次，传感器是“广种薄收”、“厚积薄发”的行业，产品研发周期较长，技术要求较高。许多企业，尤其是中小型企业，缺乏长期稳定的研发资金支持。最后，传感器技术的发展，需要与物联网、大数据、人工智能等技术的深度融合。然而，行业内不少的企业仍集中在传统技术开发上，缺乏与 AI、边缘计算等其他科技领域的紧密合作。

第二，制造工艺水平不高。传感器整体工艺水平与国际性企业相比，仍存在一定差距。一方面，在高精度和智能传感器的制造中，自动化和智能化水平较低，部分企业以人工操作为主，不仅增加生产成本，而且降低了生产效率和产品质量的稳定性。另一方面，市场对传感器的需求波动较大，一些企业在规划产能时缺乏精准的市场需求预测，导致出现生产过剩、资金周转困难，增加了企业的经营压力。

第三，供应链协同活力不足。一是中小型传感器企业居多，产业链条不集中，影响企业间的有效沟通和协作，造成了供应链一定的低效运作。二是部分企业采购渠道单一且不稳定，导致原材料价格波动和供应不及时，影响了生产进度和产品质量。三是随着全球化和信息化的推进，供应链条日益复杂，涉及多个环节和合作伙伴。

第四，经营管理水平有待提升，尤其是在市场定位、资源配置和管理数字化等方面。首先，部分企业仅仅依靠技术创新而忽视了市场需求的变化，导致产品开发和市场推广方向不明确，市场竞争力不足。其次，部分企业过度集中资源于生产环节，而忽视了营销、品牌建设等领域的投入。最后，部分企业依然使用传统的手工管理模式，缺乏现代化的ERP、CRM等管理系统，导致信息流通不畅，决策延误，工作效率低下，影响了企业的盈利能力。

第五，后期运维服务有待完善。首先，部分企业缺乏完善的售后服务体系，运维人员的培训程度和技术储备不足。客户在产品使用过程中出现问题时，无法及时有效地进行修复或技术支持。其次，当前传感器设备产生的数据量呈几何数增长，如何高效、及时地处理这些庞大的数据，成为一个重大挑战。最后，行业竞争加剧，部分企业在服务质量、响应速度等方面与其他竞争者相比，没有显著优势和差异性，导致无法在市场中脱颖而出。

第六，行业内技术标准有待统一。标准的不统一，导致

传感器在不同应用场景中的兼容性不足，影响了技术推广和规模化应用的效率。如传感器在网络通信层面，缺乏一致标准，导致针对不同应用场景下，没有对应的通信传输标准，无法实现某些（诸如车路协同等）时间敏感领域对通信时效性的功能要求。经市场调查，行业内超过 40% 的企业反映存在技术标准不统一和数据安全隐患问题，亟需加强统一的技术规范和数据保护体系。

二、目标与架构

（一）总体目标

为全面落实省政府《江苏省深化制造业智能化改造数字化转型网络化联接三年行动计划（2025-2027 年）》（苏政办发〔2024〕39 号），计划制定出台传感器行业智转数改网联实施指南，为智能工厂梯度建设、中小企业数字化转型、数字基础设施升级、人工智能赋能应用、工业网络和数据安全保障提供进一步的落地指导，加快企业设备更新、工艺升级、数字赋能、模式创新步伐。到 2027 年底，全省深化传感器行业智转数改网联，打造龙头企业的标杆效应，基本完成规上工业企业智能化改造，全面实施中小企业数字化转型。

（二）实施架构

传感器企业的智改数转网联实施架构是实现数字化、智能化和网络化的关键框架，涵盖了边缘层、设施层、数据平台和应用层等多个层次。通过各层的协调运行，企业能够更好地实现资源优化配置、生产效率提升和全生命周期管理，

最终推动业务模式创新和竞争力增强。整体架构图如下图所示：

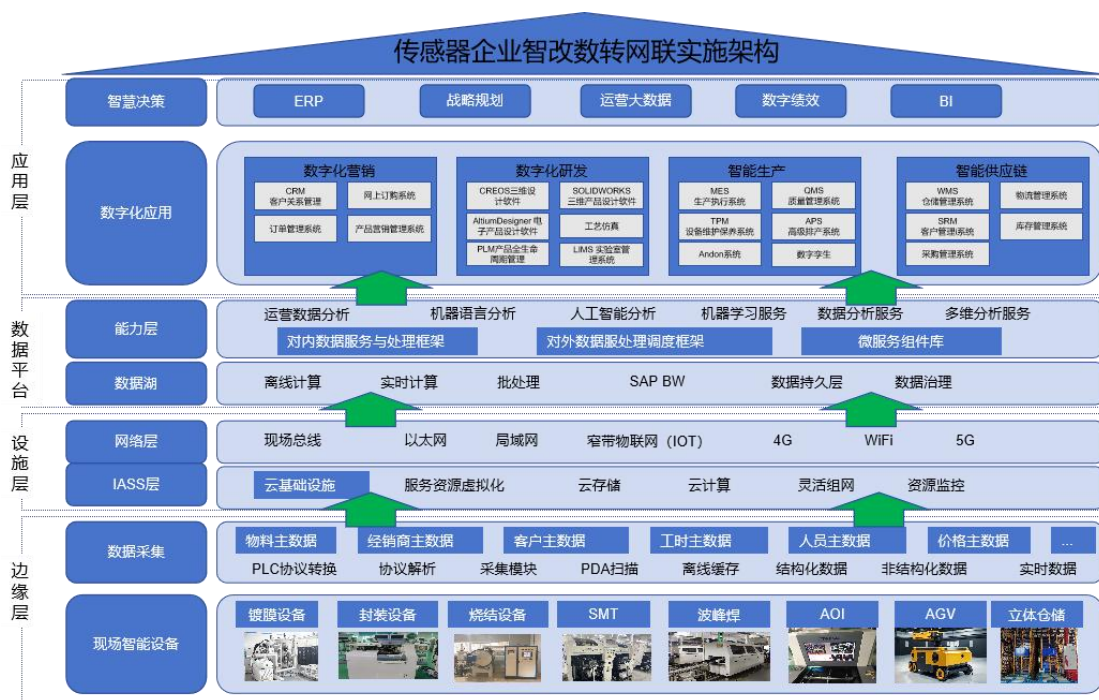


图 2-1 传感器企业智改数转网联实施架构

1、边缘层

边缘层是数据采集与设备感知的基础。作为传感器行业“智转数改网联”架构的起点，承担数据采集与设备感知的核心职责，其内容涵盖链路设备、封装设备、焊接设备、SMT设备、波峰焊设备、AOI设备、AGV及立体仓储等，通过与现场设备的协同运行，实现物理数据的实时采集与状态感知。

2、设施层

设施层是稳定运行的网络与资源基础。作为传感器行业“智转数改网联”架构的关键支撑，为边缘层采集的数据提供传输、存储和计算支持。其核心内容包括网络层（采用 Wi-Fi、5G、确定性局域网/广域网等多种技术）和 IaaS 层（以云基础设施为核心，提供计算、存储和资源监控能力）。

3、数据平台

数据平台是赋能智能化决策的中枢。作为传感器行业“智转数改网联”架构的核心层，负责加工、分析和存储边缘层与设施层采集的数据，为上层应用提供决策基础。其核心内容包括数据湖（支持离线计算、实时计算和批处理）和能力层（通过人工智能和多维分析，助力企业运营决策）。

4、应用层

应用层是实现业务价值的关键出口。作为传感器行业“智转数改网联”架构的顶层，将数字化、智能化和网络化能力转化为实际业务价值。其核心内容包括智慧决策、数字化营销、数字化研发、智能生产和智能供应链五大模块。

三、基础能力

（一）网络基础设施能力建设

1、企业内外网建设情况



图 3-1 企业内外网建设示意图

(1) 企业内外网建设

传感器企业的生产流程涉及从原材料采购、智能制造到质量检测、仓储物流等多个环节，需要内外网协同，实现高效的业务管理与生产调度。企业外网主要承担对外数据交互，包括供应链管理、云端系统接入和远程运维等，建议采用千兆/万兆光纤接入，保障数据传输的稳定性和安全性。对于跨区域布局的企业，可以引入 **SD-WAN** 等广域网技术，以优化带宽资源，提高网络响应速度。

在企业内部，工厂现场网络架构需要满足生产设备的数据采集、控制和管理需求，采用工业以太网与现场总线结合的方式，提高数据传输的实时性和可靠性。工业以太网如 **PROFINET**、**EtherCAT** 等技术可以实现生产设备间的高速数据交互，而针对不同传感器协议需求，**CAN**（控制器局域网总线）、**Modbus** 等现场总线可用于支持传感器信号采集。企业的业务管理系统，如 **ERP**、**MES** 等，也需要与生产网络无缝连接，实现从订单管理、生产排程到质量追溯的全流程数字化管控，提升企业的精细化管理能力。

在企业外部，网络接入普遍采用 **5G**、光纤宽带等高速网络技术，确保对客户请求响应和供应链协作的实时性。在确定性切片网络连接方面，可利用未来网络试验设施 **CENI**，实现各类业务切片专网链接，并结合广域网确定性传输。“最后一公里”接入可通过光纤直连或依靠运营商专线。在 **VPN** 与安全隔离方面，企业可部署虚拟专用网络和防火墙系统，

保障外部数据访问的安全性，防止网络攻击和数据泄露；同时，可依靠确定性网络切片技术，在统一物理资源上叠加专网能力，实现数据的物理隔离。

（2）新型网络技术拓展应用

随着人工智能时代的来临，传感器企业可引入更先进的网络技术来提升生产效率和智能管理水平。如工业无源光纤网络（PON）适用于大型传感器制造园区，可减少布线成本，提高传输稳定性，并满足远距离数据传输需求。同时，结合工业 WiFi 6 技术，可在工厂内部实现高密度设备连接，满足移动终端、自动化设备和仓储机器人等应用场景的需求。

5G 工业专网的应用可以进一步提升了生产现场的灵活性，能够支持超低时延（ $<1\text{ms}$ ）、大带宽（Gbps 级）和海量连接，使传感器企业具备远程实时监控、智能物流调度和远程维护的能力。借助边缘计算，数据可在本地快速处理，减少对云计算的依赖，提高数据安全性。此外，通过工业互联网平台，企业可以实现供应链上下游的深度协同，推动产业链整体智能化升级。

在安全管理方面，企业需要构建多层级的网络安全体系，包括防火墙、入侵检测系统（IDS）、VPN 等技术，保障数据安全。同时，未来 IPv6、AI 智能运维、量子加密通信等技术的发展，也将为传感器企业提供更强的网络安全与管理能力，为数字化转型提供坚实支撑。

2、标识解析体系建设和应用

(1) 标识解析体系建设

传感器行业涉及多类型产品（如温度传感器、压力传感器、光学传感器等）和复杂生产环节，需建立统一的标识编码规则。基于国家工业互联网标识解析体系，传感器企业可采用 Handle、OID 等国际标准，结合企业自有编码（如产品序列号、生产批次号），为每个传感器、设备及物料生成唯一数字身份。例如，一个温度传感器的标识编码可能是“88.10086.001/SN20250301”，其中包含企业节点、产品类型和生产信息。通过给每一个对象赋予标识，并借助工业互联网标识解析系统，实现跨地域、跨行业、跨企业的信息查询和共享，架构如图 3-2。

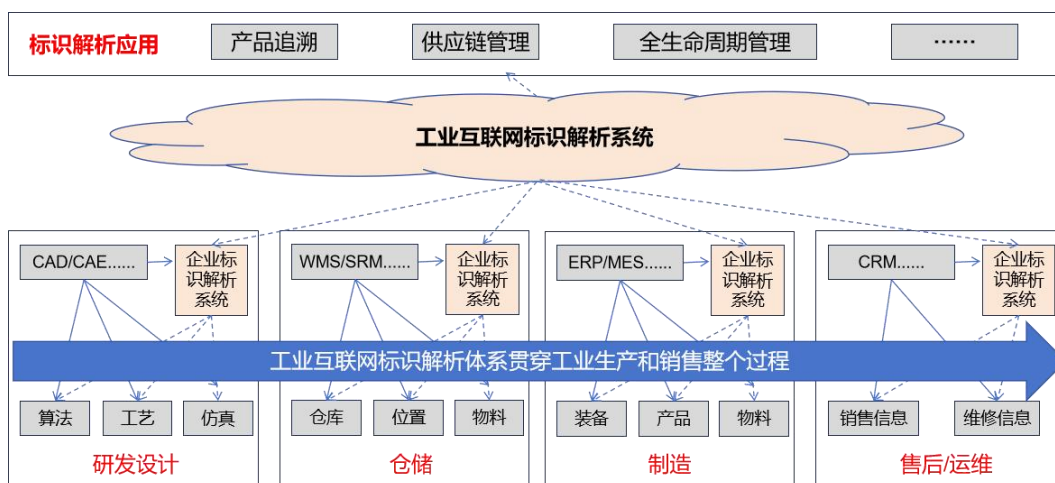


图 3-2 标识解析建设架构图

传感器企业需依托工业互联网标识解析体系，建设行业二级节点，作为数据管理的区域枢纽。二级节点部署在企业云平台或智慧园区内，与国家顶级节点对接，负责存储和解析行业内标识数据。例如，江苏某传感器企业可建设“传感器

行业二级节点”，覆盖全省传感器产业链，服务于数千家中小企业。标识解析体系需依赖边缘层的数据采集设备（如 RFID 读写器、条码扫描器）和设施层的网络支持（如 5G、工业 PON）。通过这些基础设施，传感器企业在生产、仓储和物流环节实现标识的快速注册与解析，确保数据实时性与准确性。

（2）标识解析技术的应用

生产过程追溯：在传感器生产中，标识解析体系可实现从原材料到成品的全流程追溯。例如，通过扫描焊接设备上的标识，系统可查询其供应商、生产日期和质检记录；在封装环节，标识解析可追踪每批次传感器芯片的使用情况，及时发现质量问题，提升生产管控能力。

供应链协同优化：标识解析体系打通了传感器企业与上下游的数据壁垒。供应商通过标识查询原材料库存和交付状态，制造商可实时共享生产进度，客户则能跟踪产品物流信息。例如，某汽车厂商可通过解析传感器标识，确认其是否符合规格要求，确保供应链高效协同。

售后服务与生命周期管理：标识解析支持传感器产品的全生命周期管理。客户通过扫描产品标识，可获取使用说明、维护建议及回收信息；企业则可基于解析数据分析产品使用情况，优化下一代设计。例如，智能家居应用中的传感器发生故障时，用户通过标识查询即可联系厂商，缩短维修周期。

（二）数据采集能力建设

1、“哑设备”改造情况

根据《江苏省深化制造业智能化改造数字化转型网络化联接三年行动计划（2025-2027年）》的指导精神，传感器企业在推进“智改数转网联”过程中，数据采集能力建设是实现智能制造和数字化转型的基础环节。针对传统生产设备中普遍存在的“哑设备”（即无法联网、无数据采集能力的设备），通过加装数据传感器进行改造，不仅能够提升设备联网能力，还能显著增强企业（包含传感器企业）的数据采集水平，为后续的智能决策和网络化协同奠定基础。

全省传感器企业，特别是中小企业，仍存在大量传统设备无法联网或缺乏数据采集功能的问题。在改造“哑设备”的过程中，企业需根据设备特点选取适合的传感器类型，并通过外接模块实现数据采集。例如，在焊接设备上加装温度传感器和电流传感器，用于监测焊接温度和电流稳定性；在SMT生产线加装振动传感器和计数传感器，实现设备状态监测和生产节拍控制。加装的传感器能够实时采集温度、压力、振动等关键参数，并通过边缘计算设备或PLC模块转换数据格式后上传至企业数据平台，实现精准监测与自动报警。

2、智能设备联网建设

智能设备联网能力的建设是推动企业数字化转型和智能制造升级的重要环节，以下从数据归集、分析、利用三个方面来阐述建设智能设备联网的方法。

数据归集是智能设备联网的核心环节，传感器企业需构建灵活高效的采集体系，确保生产设备、检测设备及环境监测装置的数据能够准确获取并高效传输。PLC 作为工业自动化控制的核心单元，广泛应用于生产线的自动化控制，同时具备数据采集能力，能够通过工业总线（Modbus、PROFINET、EtherNet/IP 等）与智能传感器、执行机构等互联，形成基础数据采集网络。与此同时，工控机在智能制造系统中扮演着数据中枢的角色，具备更强的计算和处理能力，可通过标准协议进行跨平台数据交互，实现设备互联的兼容性。对于数据归集的进一步优化，企业可以结合远程 I/O 模块、无线数据采集模块，提升分布式设备的数据采集能力，尤其适用于大规模生产环境中的设备联网需求。

海量设备数据的有效分析成为优化生产流程、提升产品质量的重要手段。通过边缘计算技术，企业可在 PLC、工控机端实现实时数据处理，减少数据传输延迟，并在本地进行故障检测、工况优化、预测性维护等智能分析，提升生产效率。基于工业互联网平台的云端大数据分析，可对设备的运行状态、历史故障、能耗情况进行建模分析，助力企业构建预测性维护系统，降低非计划停机时间，提高设备健康管理水平。此外，人工智能技术的应用也在生产制造领域不断深入拓展。人工智能算法能够深度挖掘海量设备数据间的潜在关联，结合机器学习与深度学习模型，实现对生产过程的智能决策与动态优化。例如，利用强化学习算法根据实时生产数据自动调整设备参数，提升生产效率；借助计算机视觉

技术对产品进行智能质检，精准识别瑕疵，降低人工检测误差；通过自然语言处理技术分析生产日志与维修记录，辅助技术人员快速定位故障根源。同时，人工智能与边缘计算、云端大数据分析深度融合，形成“端-边-云”协同的智能生产体系，不仅能实现设备的精准调度和远程调试，还能显著提升生产系统的柔性自适应能力，推动制造业向智能化、数字化方向迈进。

在构建智能设备联网能力的同时，还需进一步拓展数据利用的价值，提升管理决策智能化水平。借助工业互联网平台，企业可以搭建远程监测与智能运维系统，实现生产设备的远程状态监测、智能告警及自动维护建议，提高运维效率，降低人工干预成本。此外，通过大数据分析优化生产流程，结合能耗管理系统，企业可针对不同设备的运行特性制定节能策略，减少能耗成本，提高生产经济效益。未来，企业还可引入 AI 算法，通过深度学习挖掘设备运行模式，优化产品质量控制，提升全链条智能制造水平。

（三）信息系统能力建设

信息化系统建设是传感器行业推进智能化、数字化和网络化发展的重要基础。通过信息系统的全面应用，企业可以实现业务流程的数字化、资源的高效配置以及生产效率的显著提升。以下将从 ERP（企业资源计划系统）、PLM（产品生命周期管理）、MES（制造执行系统）、QMS（质量管理体系）、WMS（仓储管理系统）五个方面对传感器行业的信

息系统建设与应用情况进行深入分析。

1、管理信息系统

(1) ERP 系统

ERP 系统整合了企业的财务、采购、库存、生产、销售等核心业务流程，实现数据的集中管理和高效协同，提高企业运营效率。

ERP 系统的核心功能应涵盖多个企业管理领域。在财务管理方面，ERP 支持会计核算、成本管理、预算控制等功能，确保企业财务透明度和合规性。在供应链管理方面，系统能够实现采购计划、供应商管理、库存优化等能力，提高采购效率并降低库存成本。在生产管理方面，ERP 能够与制造执行系统（MES）联动，优化生产计划、物料需求计划和工单管理，提高生产效率。例如：某生产汽车传感器的企业，通过 ERP 导入订单属性（如型号、交期、优先级），使用订单紧急度变化，综合换型时间，寻求最优排产计划，并通过构建的虚拟产线进行排产方案的可行性验证。此外，ERP 在销售管理方面提供订单处理、客户管理、价格策略制定等功能，确保销售业务与库存、财务等环节无缝衔接。

(2) PLM 系统

PLM 系统贯穿产品设计、工艺开发、生产制造、质量管理和维护服务的整个生命周期，实现数据的集中管理和跨部门协同，提升企业的研发效率和产品创新能力。

PLM 系统的核心功能涵盖多个产品开发和管理环节。在

产品数据管理方面，PLM 提供了 BOM（物料清单）管理、技术文档管理、CAD 设计文件管理等功能，实现产品数据的集中存储和版本控制，确保数据的完整性和可追溯性。例如：某传感器企业通过 PLM 系统部署，集成结构设计、多物理场仿真、版图设计、MES 数据流，实现跨部门协同。在 MEMS 麦克风设计中，PLM 系统自动同步膜片结构参数至产线设备，工艺调整周期从 5 天缩短至 8 小时。在变更管理方面，PLM 支持工程变更单、产品设计变更等流程，提高变更审批效率，减少因设计错误导致的生产损失。在工艺管理方面，PLM 与 MES 联动，优化工艺路线、生产工艺参数和工艺标准，提高生产一致性和质量控制水平。此外，PLM 还具备合规性管理、供应链协同和产品维护管理功能，确保产品符合行业标准，并在全生命周期内进行有效追踪和优化。

（3）MES 系统

MES 系统实时采集、分析和管理生产数据，实现生产过程的透明化、精细化和智能化管理，从而提高生产效率、优化资源利用并确保产品质量。

MES 系统的核心功能涵盖多个生产管理环节。在生产计划与调度方面，MES 能够优化生产任务分配、设备负荷均衡和工单管理，提高生产计划的执行效率。在工艺执行管理方面，MES 实现标准化工艺流程控制，确保操作员按照预定工艺路线执行，提高生产一致性。在数据采集与监控方面，MES 通过集成 PLC、工控机、传感器等设备，实时采集生产数据，

监测设备运行状态、能耗数据和产品质量情况，帮助企业快速响应异常情况。在质量管理方面，MES 与 QMS 联动，支持在线检测、SPC 等功能，确保产品质量符合标准。此外，MES 还具备物料跟踪、设备管理、生产报表分析等功能，实现全流程可追溯性管理。例如，某传感器企业的柔性制造系统，采用 MES+AGV+微型仓库系统，同一产线可快速切换生产汽车胎压传感器(高抗震)和医疗气体传感器(高精度)。

(4) QMS 系统

QMS 是确保产品一致性、提高客户满意度和符合行业标准的关键系统，系统覆盖整个产品生命周期的质量控制流程，包括质量规划、过程监控、质量检测、不合格品管理、供应商质量管理和合规性管理。

QMS 系统的核心功能涵盖多个质量管理环节。在质量规划方面，QMS 支持质量标准设定、检验计划制定和质量目标管理，确保企业在产品设计和生产初期就建立完善的质量控制体系。在过程监控方面，QMS 能够实时采集生产数据，与 MES 系统联动，进行统计过程控制分析，识别生产过程中的质量异常，提高产品一致性。在质量检测管理方面，QMS 支持 IQC (来料检验)、IPQC (过程检验)、OQC (出货检验) 等多个环节的质量控制，确保产品符合设计和客户要求。在不合格品管理方面，QMS 提供缺陷追踪、根因分析、CAPA (纠正与预防措施) 管理功能，帮助企业减少质量问题的重复发生。此外，QMS 还具备供应商质量管理、客户投诉处理

和合规性管理功能,确保企业产品符合 ISO 9001、IATF 16949 等国际标准。例如:某传感器企业,针对汽车压力传感器良率波动问题(初始不良率 1.2%),部署 QMS 系统实现全流程管控,并联动 MES 自动拦截超标批次;关键材料(如 SOI 晶圆)来料不良率下降 40%。实施 6 个月后,产品直通率从 85%提升至 98%,并通过 IATF 16949 认证审核零不符合项,成为博世亚太区核心供应商。

(5) WMS 系统

WMS 是提升库存管理效率、优化物料流转和降低运营成本的核心系统,系统能够精确管理库存、优化仓库作业流程,并通过与 ERP、MES 等系统的集成,实现生产与物流的高效协同。例如:某传感器企业通过智能化设备和系统实现全流程自动化与精细化管理。部署自动化立体仓库(AS/RS)、自动化输送线、AGV 搬运车等设备,大幅提升货物存取效率,优化空间利用率,并减少人工干预,降低人为失误率。

WMS 系统的核心功能涵盖多个仓储管理环节。在库存管理方面,WMS 支持多仓库、多批次管理,提供库存盘点、先进先出(FIFO)、批次追踪等功能,确保库存数据的准确性和可追溯性。在入库管理方面,WMS 优化了原材料、半成品和成品的入库流程,实现条码扫描、自动化入库分配和仓位优化,提高入库效率。在出库管理方面,WMS 支持订单分拣、波次管理、拣货路径优化等功能,减少拣货时间,提高发货准确率。在仓储作业优化方面,WMS 能够与自动

化仓储设备（如 AGV、自动化立体仓库）集成，实现智能补货、库存预警和仓库资源优化配置。此外，WMS 还具备供应链协同、库存数据分析和异常预警功能，提高仓储管理的智能化水平。

2、云化应用及工业互联网平台的优势

首先，云计算的按需付费模式降低了企业的信息化成本，特别适用于资金有限的中小企业。企业无需购置昂贵的服务器和软件许可证，即可使用功能强大的 ERP、PLM、MES、QMS 和 WMS 系统，并且系统的升级、维护由云服务商负责，大幅减少管理成本。其次，云化系统具备更强的灵活性和扩展性，企业可以根据业务需求随时调整系统配置，避免传统本地部署带来的升级难题。最后，云端协同能力提升了企业的跨部门数据共享效率，实现生产、质量、库存、供应链的高效衔接。例如，PLM 系统可以与 MES 无缝集成，实现从产品设计到制造执行的全流程数据互联，而云 MES 与 QMS、WMS 结合，则可实现生产数据与质量、库存的实时联动，提高产品一致性和库存管理效率。再如：无锡某工业传感器企业，基于工业互联网平台实现全要素云化转型，构建“云-边-端”协同体系：在生产端，通过部署边缘计算节点实时处理 2000+ 传感器数据（如振动、温度），结合云端 AI 模型预测设备故障（准确率达 92%）；在服务端，搭建 SaaS 化监测平台，客户可远程查看传感器健康状态（如气体传感器的电解液余量），实现预测性维护响应速度提升 60%。平台整

合供应链数据后，晶圆等原材料库存周转率提高 35%。通过接入江苏省“5G+工业互联网”标杆项目，企业年运维成本降低 800 万元，并孵化出“传感器即服务”（SaaS）新模式，带动订单增长 40%。

3、中小企业接入云应用和工业互联网平台建议

对于江苏省的中小型传感器企业，接入云化信息系统和工业互联网平台时，应结合自身业务需求和发展阶段，采取分步实施的策略。建议企业优先选择 SaaS 模式的 ERP、MES 和 WMS 系统，以满足基础的生产管理、库存管理和供应链需求。在企业信息化基础较为完善后，再逐步扩展 PLM 和 QMS 功能，提升产品研发能力和质量控制水平。此外，企业在选择云服务商时，应考虑与本地工业互联网平台的兼容性，确保数据的安全性和可扩展性。通过合理规划和逐步推进，江苏省中小传感器企业可借助云计算和工业互联网平台，实现数字化管理升级，提升市场竞争力。

（四）信息安全能力建设

我省传感器企业在工业信息安全建设方面，宜基于下述六个安全领域，采取分层防御、纵深防护、智能检测的策略，构建全方位的安全体系。

1、设备安全

（1）基本框架

设备安全主要涉及传感器、智能终端、工业机器人、PLC 等工业设备的防护，防止物理入侵、恶意篡改、固件攻击等

威胁。

（2）部署内容

端点保护：为传感器及工业设备部署可信执行环境和设备指纹识别技术，防止非法接入。

固件安全：采用安全启动机制与加密固件更新，防止恶意篡改。

访问控制：基于身份认证（如双因素认证、零信任架构），避免未经授权的设备接入企业网络。

物理安全防护：对传感器及相关设备采取防拆卸、防干扰、防入侵检测等安全措施。

2、控制安全

（1）基本框架

控制安全侧重于对工业控制系统、SCADA、DCS 的安全防护，防止控制指令篡改、未授权访问等攻击。

（2）部署内容

访问权限管理：采用 RBAC（基于角色的访问控制）或 ABAC（基于属性的访问控制）等机制，确保操作权限合理分配。

指令完整性保护：对控制指令进行数字签名和加密，防止数据篡改。

异常行为检测：结合 AI 分析与安全审计，识别非正常操作指令和控制异常行为。

安全补丁与漏洞管理：定期更新 SCADA 和 DCS 系统补

丁，防止已知漏洞被利用。

3、网络安全

(1) 基本框架

网络安全涵盖企业工业网络架构防护、通信安全及边界安全，防止入侵、数据窃取和网络攻击。

(2) 部署内容

工业内网与外网隔离：采用工业防火墙、网闸、安全隔离网关，确保核心生产网络不直接暴露在公网环境中。

安全通信协议：使用 TLS/SSL 加密、MQTT with TLS、Modbus 安全扩展等安全协议，防止数据传输被劫持。

工业入侵检测与防御 (IDS/IPS)：利用深度包检测技术识别异常流量。

零信任架构：针对远程访问及供应链连接，加强身份验证和行为监控，确保权限访问。

4、平台安全

(1) 基本框架

平台安全针对工业互联网平台、企业私有云等安全能力建设，保障云端计算、存储、数据处理的安全性。

(2) 部署内容

云安全架构：采用多层防护模型，确保云端数据安全。

安全容器与虚拟化防护：使用 Kubernetes 安全策略、Docker 镜像安全扫描，避免恶意镜像入侵。

API 访问管理：为企业工业互联网平台部署 API 网关，

设置严格的认证、授权与访问控制策略。

供应链安全：针对 SaaS/PaaS 厂商实施安全评估，防止第三方平台带来的风险。

5、应用安全

（1）基本框架

应用安全主要涉及工业软件、传感器数据处理系统、MES、ERP 等业务应用的安全保障，防止漏洞攻击、业务逻辑劫持等风险。

（2）部署内容

代码安全：采用 SAST（静态应用安全测试）、DAST（动态应用安全测试）识别和修复漏洞。

软件供应链安全：引入软件物料清单机制，确保第三方组件无安全隐患。

Web 应用防火墙：拦截 SQL 注入、XSS（跨站脚本）、CSRF（跨站请求伪造）等攻击。

安全开发生命周期：在软件开发过程中引入安全设计、威胁建模、代码审计等措施。

6、数据安全

（1）基本框架

数据安全包括传感器数据、工业控制数据、企业生产数据的存储、传输、访问及合规管理。

（2）部署内容

数据加密：采用 AES-256 等高级加密算法，确保数据存

储及传输的安全性。

数据访问控制：基于 ABAC（属性访问控制）、PBAC（策略访问控制）等模型，防止敏感数据泄露。

数据完整性保护：使用人工智能或区块链技术，防止数据篡改。

数据安全审计与合规：结合日志分析与行为监控，确保数据使用符合《网络安全法》等法规要求。

四、环节与场景

（一）研发设计

研发设计环节是传感器产业链中的关键环节，涉及产品研发、工艺设计、虚拟仿真、试验调试以及数据驱动设计等方面。当前，受技术手段、管理机制及市场需求等因素影响，行业研发设计环节面临诸多挑战，需要通过技术改造和场景优化推动整体研发设计能力的提升。

1、存在的问题

（1）设计工具与技术落后

当前，部分中小企业仍采用传统的二维 CAD 设计工具，缺乏三维建模、智能仿真和数据共享平台。造成设计效率低下，无法适应复杂产品的多场景开发需求。同时，数字化研发手段缺乏，延长了产品开发周期，增加了成本投入。

（2）虚拟试验与仿真不足

设计阶段缺少虚拟仿真技术的应用，无法提前预测产品的性能表现和问题。传统试验流程耗时耗力，过度依赖物理

试验，无法满足高精度传感器产品多变量、多工况的需求。

（3）跨部门协同不足

设计部门与生产、测试部门之间协同不足，信息传递效率低，设计成果与实际制造存在较大偏差，导致后期反复修改，增加了研发成本。

2、改造场景

（1）云端协同设计平台构建

研发设计是提升质量与降低成本的核心环节，传统协同设计存在资源孤岛、异构资源共享困难等问题。云制造融合AI、物联网等技术，支持动态资源按需配置，成为解决传统制造模式局限性的重要方向。

构建云制造协同设计平台五层架构模型：

资源层：物理基础层，集成产品生命周期中的计算能力、知识、软硬件等资源。解决资源闲置与过载问题，提升利用率。

云技术层：资源虚拟化、资源管理、物联网（IoT）感知。实现异构资源的统一描述、封装与智能共享。

云服务层：提供用户数据管理、任务分配、冲突消解、安全监控等服务。抽象设计流程，提炼关键任务进程。

应用层：提供功能接口，支持协同设计、建模、仿真、制造等功能的灵活组合。

用户层：交互界面层，实现人机共融，用户可通过网络访问平台功能。

实时监测协作过程冲突（数据、权限等）、资源状态及系统故障。权限分级管理、动态用户增减、安全测试保障。

（2）AI+仿真驱动设计

企业在研发设计过程中，物理样机试制周期长，工艺偏差导致灵敏度波动、温漂超标等问题难以及时发现。设计未考虑可制造性，量产阶段频繁返工，成本增加 30%以上。

基于 AI+仿真模型进行虚拟试验随着设计进度不断推进，AI+仿真模型具有了越来越完善的功能。AI+仿真模型可应用于复杂的分析场合，如结构分析、装配分析、动力学分析或碰撞分析，AI 自动识别设计图中的公差超标、装配干涉问题，推送至工艺团队同步优化。

在数字孪生中模拟 MEMS 刻蚀、封装、测试全流程，预测工艺偏差对性能的影响。训练深度学习模型预测刻蚀速率、键合温度等参数，推荐最优组合。将工艺约束（如刻蚀深宽比 $\geq 5:1$ 、封装残余应力阈值）嵌入 CAD 工具，实时校验设计可行性。

（3）构建统一数据平台

设计工具（CAD/CAE）与 MES 数据格式不兼容，人工转换效率低。设计、工艺、制造部门目标不一致，缺乏跨职能协同机制。

基于 PLM 系统集成设计、工艺、MES 数据，实现版本统一管理。基于 MBSE（基于模型的系统工程）打通需求-设计-工艺-制造数据流，确保参数实时同步。

通过数据治理与标准化，统一传感器核心参数（灵敏度、量程、温漂系数）的定义与编码规则，构建企业级数据目录，标注数据来源、格式、更新频率、责任人。Collibra（数据治理工具）自动扫描 CAD 图纸、工艺文件、MES 工单中的元数据。开发 SolidWorks、ANSYS 等工具的插件，自动上传模型与仿真数据至数据湖。通过协议连接 MES/SCADA，实时采集产线设备数据。定义 RESTful API 接口规范，支持 PLM、ERP 等系统调用。部署 Apache Kafka（开源消息系统项目）处理传感器测试数据流。基于机器学习训练工艺优化模型，封装为 API 供设计工具调用。

3、解决方案建议

（1）云端协同设计平台构建

■ 云端协同设计平台构建

采用云工业互联网平台，部署多节点，确保数据本地化存储与低延迟传输（延迟<10ms）。统一数据接口，通过中间件实现数据格式转换。协同设计环境，在云端部署共享版图编辑器，支持多地团队实时标注、修改设计。安全加固，数据传输采用 AES-256 加密，存储启用动态密钥管理。权限分级控制，如仅可访问 MEMS 结构层，或仅查看 ASIC 接口层，核心工艺参数隔离。

实时联调流程：在 Coventor 中完成 MEMS 膜片设计，生成 SDM 格式文件上传至云端。在 Cadence 中导入 SDM 文件，设计低噪声放大器电路，实时仿真信噪比。通过云端平台同步调整膜片厚度与电路增益，AI 算法自动推荐最优参数组合。数字孪生验证平台模拟极端温度下的性能漂移，迭代至达标。

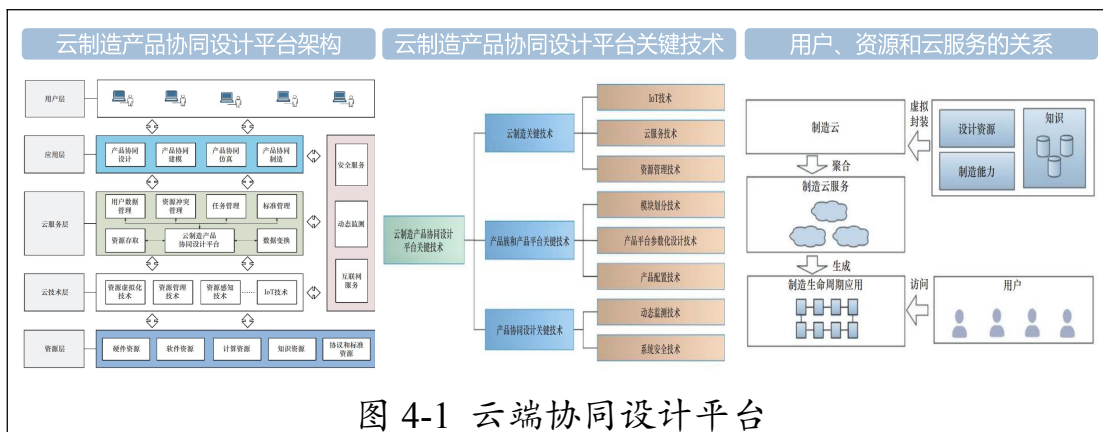


图 4-1 云端协同设计平台

(2) AI+仿真驱动设计

■ AI+仿真驱动设计

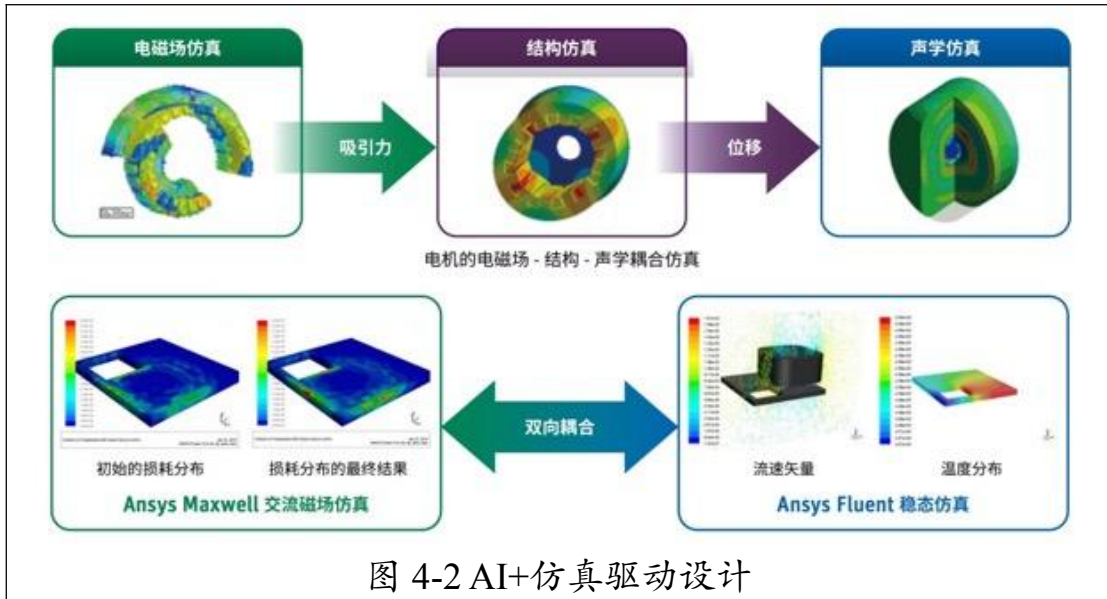
传感器产品，如 MEMS 加速度计需满足汽车电子（如安全气囊触发）和消费电子（如手机姿态识别）的高精度、高可靠性要求，传统试错式研发周期长、成本高。

可以进行多物理场建模，在结构力学方面，利用 ANSYS Mechanical 建立悬臂梁、质量块等关键结构的 3D 模型，分析惯性力作用下的应力分布与变形。在热-力耦合方面，模拟温度变化（-40℃~125℃）对材料杨氏模量的影响，优化温度补偿设计。在电磁干扰分析方面，评估外部电磁场对电容检测电路的信号干扰，优化屏蔽层布局。

进行敏感度分析，通过 ANSYS Design Explorer 筛选关键参数（如悬臂梁宽度、质量块厚度），确定对灵敏度和共振频率影响最大的变量。进行多目标优化，采用遗传算法在以下约束条件下寻找最优解。

进行蒙特卡洛分析，基于 ANSYS Red Hawk-SC 模拟光刻、刻蚀等工艺的随机偏差（±5nm），预测良率分布，优化设计容差。建立缺陷模式库，建立常见制造缺陷（如侧壁粗糙度、材料分层）的虚拟模型，指导工艺改进。

虚拟原型验证，将优化后的设计导入 ANSYS Sherlock 进行可靠性测试（如机械冲击、振动疲劳），预测产品寿命。仿真结果与物理实验数据对比，误差控制在 5% 以内，显著减少流片次数。



(3) 构建统一数据平台

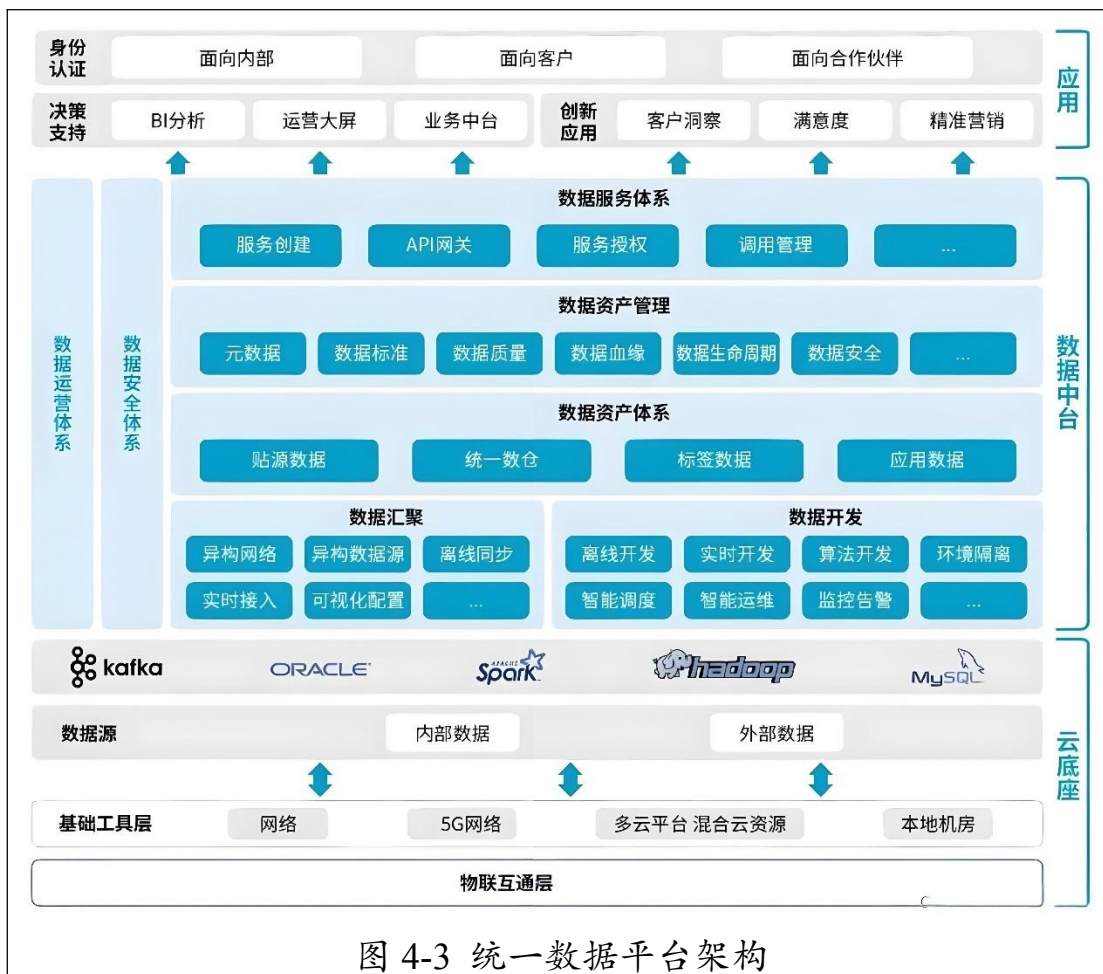
■ 构建统一数据平台

通过 PLM 系统部署，集成结构设计、多物理场仿真、版图设计、MES 数据流，实现跨部门协同。如在 MEMS 麦克风设计中，PLM 系统自动同步膜片结构参数至产线设备，工艺调整周期从 5 天缩短至 8 小时。

通过标准化数据接口，采用 STEP (ISO 10303) 标准转换设计数据，确保 CAD 模型与 CAPP/MES 系统无缝对接。设计到制造的参数转换错误率从 15% 降至 1% 以下。

通过虚拟制造平台构建 MEMS 刻蚀、键合工艺的数字孪生体，预测刻蚀速率偏差对灵敏度的影响。实现量产前识别并修正 12 处设计缺陷，流片次数从 5 次减少至 2 次，成本节省 500 万元/项目。

通过供应链数据共享，区块链记录原材料批次、工艺参数，实现全生命周期溯源。客诉处理效率提升 70%，供应商交货准时率从 75% 提升至 95%。



（二）智能制造

智能制造环节，分计划调度、生产调度、设备管理、质量管控等四个细分环节，逐一进行阐述。

1、计划调度

计划调度是传感器行业生产运营中的关键环节，涵盖生产计划制定、车间排产管理和资源动态配置等内容，直接影响生产效率、成本控制和交付周期。然而，传统的计划调度模式存在信息滞后、资源利用率低、缺乏柔性响应等问题，难以满足当前传感器行业快速发展的需求。通过数字化和智能化手段优化计划调度，能够实现资源配置的动态调整，提升生产运营效率。

（1）存在的问题

1. 车间排产管理效率低

车间排产依赖手工或简单的 ERP 系统，缺乏智能排产工具，导致生产任务分配不合理、瓶颈工序严重，影响整体产能。排产缺乏动态调整能力，面对订单变更、设备故障等突发情况时，难以快速调整生产安排，影响交付周期。

2. 资源利用率低，协同不足

企业生产资源（设备、人员、物料）分配不均，部分资源存在闲置与浪费现象，而关键资源却又常常出现短缺。

各部门之间信息孤立，资源调度缺乏协调，无法实现跨部门、跨工序的资源动态配置与最优化。

（2）改造场景

针对传感器行业计划调度存在的问题，以下两个典型改造场景展示了通过智能化生产计划优化、车间排产管理和资源动态配置提升生产运营效率的路径。

1. 基于 APS 系统的车间智能排产

某传感器制造企业在生产计划制定过程中，主要依赖手工录入与经验判断，导致生产计划难以精准匹配订单需求与产能。面对突发订单或设备故障时，计划调整滞后，生产进度与交付周期受到严重影响。

引入大模型技术与 APS（高级计划排程）工具，对订单需求与生产资源进行智能分析，制定最优生产计划。通过实时监控设备状态与生产进度，在发生设备故障或订单变更时，

自动调整生产计划。建立订单优先级管理功能，根据订单交期、客户等级与生产成本等因素，动态调整生产任务的优先级。

2. 基于 CPS 系统的资源动态配置

某中型传感器企业的生产车间面临排产不合理、工序瓶颈严重的问题。由于缺乏智能系统工具，生产任务分配依赖人工调度，导致资源浪费严重，整体生产效率较低。同时，面对物料短缺或设备闲置时，无法实现资源的动态调整，生产灵活性不足。

多模态数据融合分析部署视觉大模型解析车间监控视频流，实时识别人员操作规范度（准确率 $\geq 98\%$ ），采用语音识别大模型处理设备异响，实现故障早期预警。动态调度决策引擎，构建生产调度专用大模型，同步处理 300+维度的实时传感器数据。知识增强型异常处理，建立设备维修知识图谱，支持自然语言查询故障解决方案，通过对比学习训练异常检测模型，误报率较传统方法降低 65%。

（3）解决方案建议

1. 基于 APS 系统的车间智能排产

■ 基于 APS 系统的车间智能排产

某企业生产汽车传感器，产品种类多，批量小，需要频繁换型，通过“智能算法+柔性换型技术+数字孪生验证”组合，实现了多品种混合生产的高效排产，解决小批量、定制化订单带来的换型复杂性和效率瓶颈。

通过全域实时数据采集，设备状态监控，订单数据集成，由 ERP 导入订单属性（如型号、交期、优先级），动态更新至 APS

系统。采用多目标优化引擎，使用订单紧急度变化，综合换型时间，设备利用率，交期紧迫度，寻求最优排产计划，并通过构建的虚拟产线进行排产方案的可行性验证。

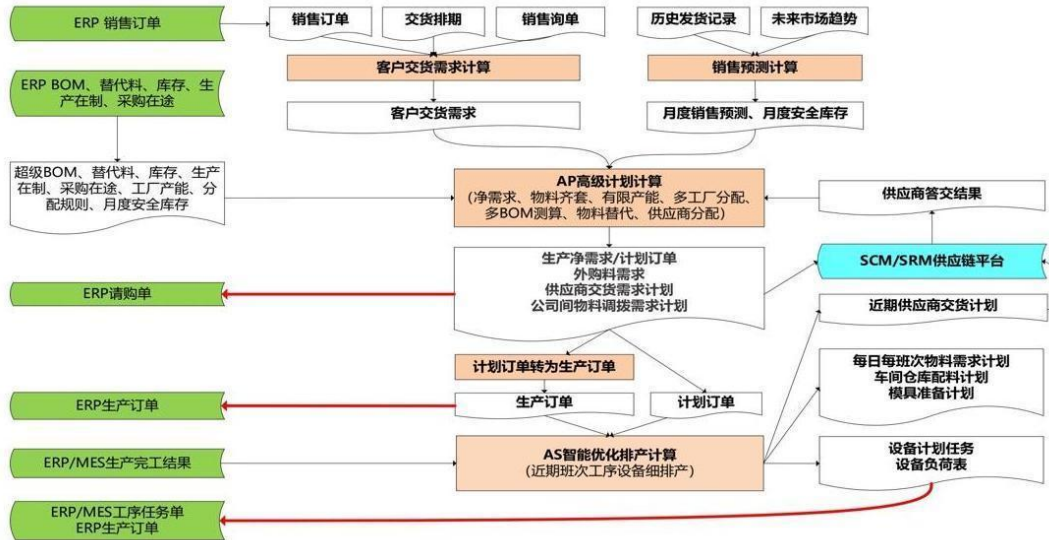


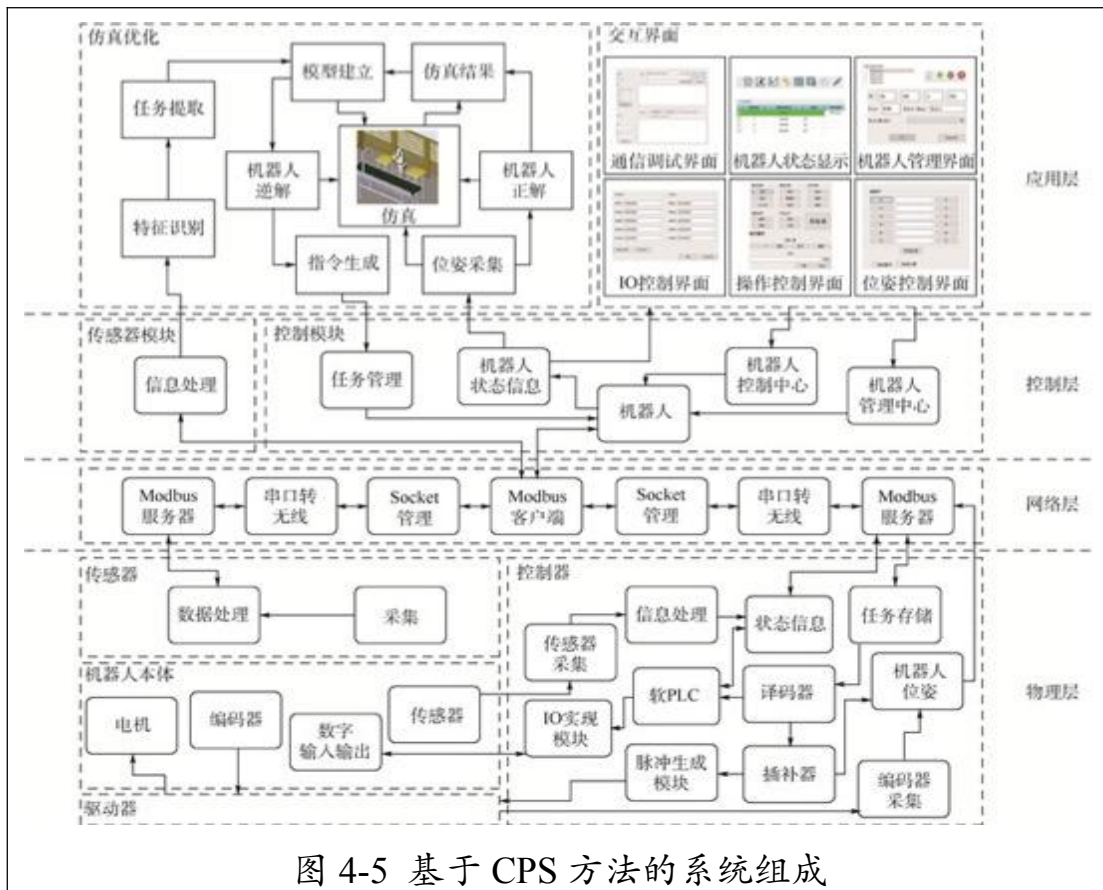
图 4-4 APS 系统的业务蓝图

2. 基于 CPS 系统的资源动态配置

■ 基于 CPS 系统的资源动态配置

某企业通过“数据感知-仿真预测-动态优化”技术闭环，实现了生产过程中动态瓶颈的实时识别与消除，大幅提升设备利用率和产能弹性。

通过全域 IOT 检测网络实时采集设备健康数据，预测故障风险；读写器监控产品位置，计算在制品数量及消耗时间。通过数字孪生建模构建工厂虚拟镜像，模拟工序的物料流，设备状态，工艺参数，仿真未来 2 小时生产状态，识别潜在瓶颈。根据实时数据动态分配设备任务，优化目标、切换设备负载并将设备利用率均衡化。基于 AGV 实时位置数据生成避障路线，缩短流转时间，降低在制品库存。



2、生产作业

生产作业是传感器行业制造过程的核心环节，涵盖产线柔性配置、精益生产管理、工艺动态优化、先进过程控制、智能协同作业、人机协同制造、网络协同制造等方面。当前，传统生产作业面临刚性制造模式、资源浪费、效率低下等问题，无法适应多品种、小批量、高精度生产的需求。通过数字化、智能化和网络化手段改造生产作业，能够有效提升生产柔性、效率与质量，实现高效协同的智能制造体系。

（1）存在的问题

1.精益生产管理与产线柔性化配置低

生产过程中存在资源浪费问题，如设备闲置、工序不平衡、原材料损耗等，精益生产管理未能有效落实。缺乏生产

过程中的标准化作业与持续改善机制，导致生产质量与效率波动较大。

2. 工艺动态优化与先进过程控制不足

生产工艺优化主要依赖人工经验，缺乏动态工艺调整与智能优化手段，导致生产过程中工艺参数难以实时调整与优化。

过程控制手段落后，生产过程中对关键工艺参数的监测与控制精度不足，影响产品质量与一致性。

3. 智能协同与人机协同制造薄弱

生产作业中缺乏智能协同机制，设备、系统与人员之间信息流通不畅，协同效率低。人机协同制造尚未普及，自动化设备与人工操作未能有效融合，生产线整体效率未能最大化。

（2）改造场景

针对生产作业环节中的问题，以下两个典型应用场景展示了如何通过智能化和柔性化手段优化生产作业，提升生产效率与灵活性。

1. 基于柔性产线的精益生产模式

某传感器制造企业生产订单多样化，涉及温度传感器、压力传感器等多个品类，客户定制需求增加，但传统的刚性生产线难以快速适配不同产品的生产要求，导致产线切换频繁、生产效率低、成本高。

产线柔性配置：采用模块化产线设计，通过可重构设备和自动化生产单元，实现产线的快速调整与柔性生产。引入

智能夹具与自动换线系统，缩短产线切换时间，提升柔性响应能力。

精益生产管理：推行精益生产理念，优化生产布局与工序流转，减少资源浪费。建立标准化作业流程与实时监控机制，实现对生产过程的高效管理。

智能工艺动态配置：通过传感器与工业互联网平台，对生产过程中的工艺参数进行实时采集与分析，动态配置工艺参数，提升切换效率。集成 MES 系统，实现生产任务的智能调度与工艺配置。

2. 基于工艺动态优化的先进过程控制

某高端 MEMS 传感器生产企业在制造过程中存在关键工艺参数波动大、控制精度不足的问题，导致产品性能稳定性差、合格率低。传统过程控制方式依赖人工经验，无法实时调整工艺参数，影响产品一致性和生产效率。

部署 APC 系统：在关键工艺环节（如蚀刻、薄膜沉积、封装等）引入 APC 技术，通过实时监控工艺参数（温度、压力、时间等），基于反馈与人工智能技术动态调整控制参数，确保工艺稳定性。集成边缘计算技术，对关键数据进行本地分析与快速响应，缩短控制延迟时间。

数据驱动的工艺优化：利用大数据分析和 AI 模型，对历史工艺数据进行挖掘与建模，发现工艺改进的潜在路径。通过虚拟仿真与工艺仿真技术，验证优化后的工艺参数，提高工艺设计的科学性。

实时监控与闭环反馈：部署传感器与工业互联网平台，实现工艺状态的实时监控，出现异常时及时报警并调整。建立工艺参数与产品性能的关联模型，实现从生产到性能表现的闭环优化。

3.基于基于人机、智能、网络协同制造

某高端传感器制造企业的生产线中，自动化设备与人工操作未能有效协同，生产效率与工艺稳定性受到影响，如：人工记录导致的传感器标定数据录入错误率 0.8%、设备报警后人工确认平均耗时 7.2 分钟等。

通过确定性网络连接+分布式智能算力服务监控与调度一体化平台可调度各地算力资源，为传感器生产企业 AI 视觉系统提供强有力算力支撑；AI 视觉类算力根据推理、训练不同需求，分别配置不同的算力资源，降本增效。

引入人机协同制造系统：在生产线上部署协作机器人，替代高重复性、低附加值的人工操作，与工人协同完成装配、检测等任务。通过传感器与 AI 控制系统，实现机器人与人工操作的智能协同，提升整体生产效率。

智能生产协同管理：通过工业互联网平台实现生产任务的智能调度与资源优化，自动匹配设备与人员任务，提高资源利用效率。

实时监控与动态优化：通过工业传感器与数据采集系统，对生产线的设备状态、工艺参数、任务进度进行实时监控与反馈，确保生产作业的高效运行。集成 AI 算法，对生产过

程中出现的异常情况进行自动诊断与优化。

(3) 解决方案建议

1. 基于柔性产线的精益生产模式

■ 基于柔性产线的精益生产模式

采用模块化与可重构生产线设计，通过智能设备与自动换线系统，实现多品种、小批量生产的快速响应。引入智能夹具与自动化装配系统，缩短产线切换时间，提升产线柔性生产效率。

推行精益生产理念，优化生产布局与工序流转，减少设备闲置、原材料浪费等资源浪费现象。

建立标准化作业流程与实时监控机制，实现生产过程的高效管理与持续改善。

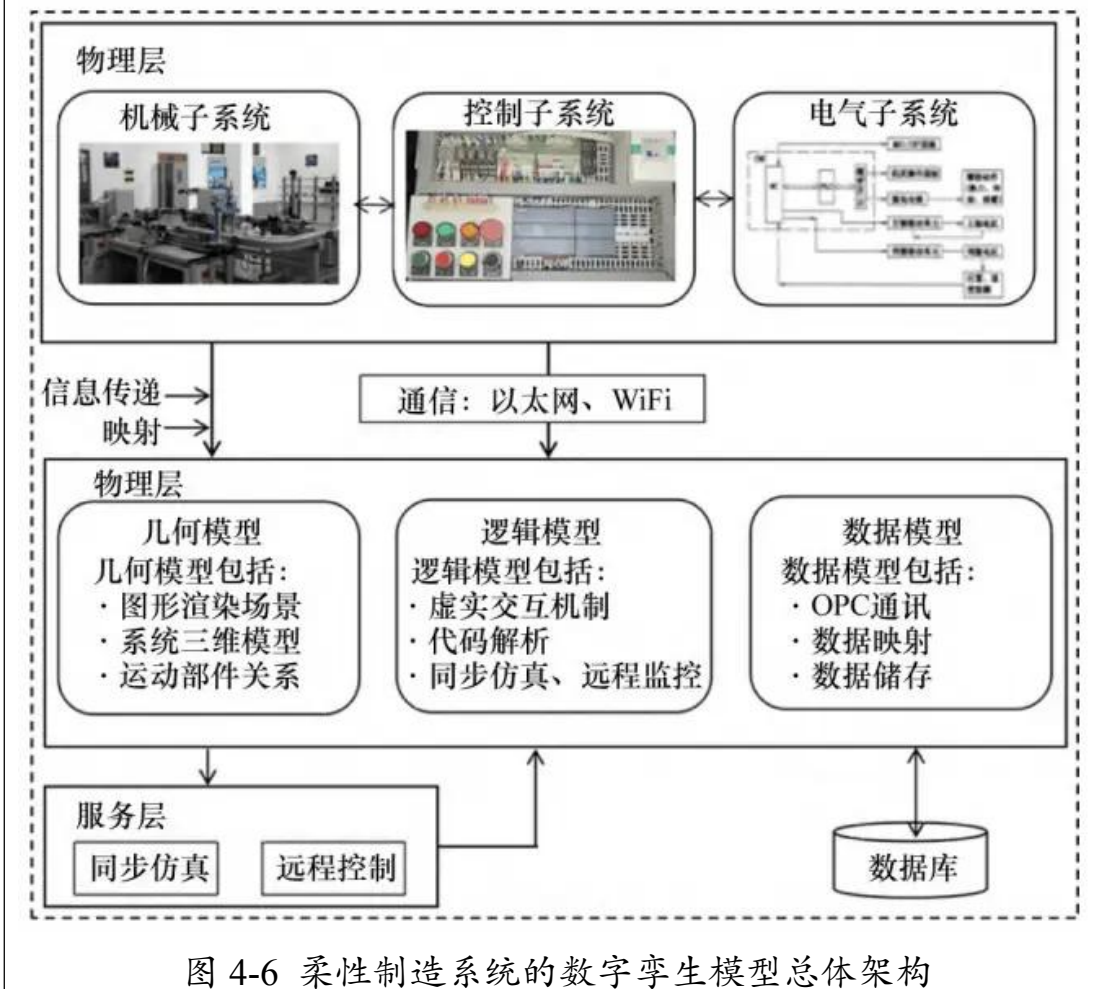


图 4-6 柔性制造系统的数字孪生模型总体架构

2. 基于工艺动态优化与过程控制系统

■ 基于工艺动态优化与先进过程控制

部署工业传感器与数据采集系统，对工艺参数进行实时监测与分析，动态优化工艺参数，提升工艺稳定性与产品质量。

集成MES系统与工业互联网平台，实现生产过程的实时监控与异常预警，提升过程控制水平。

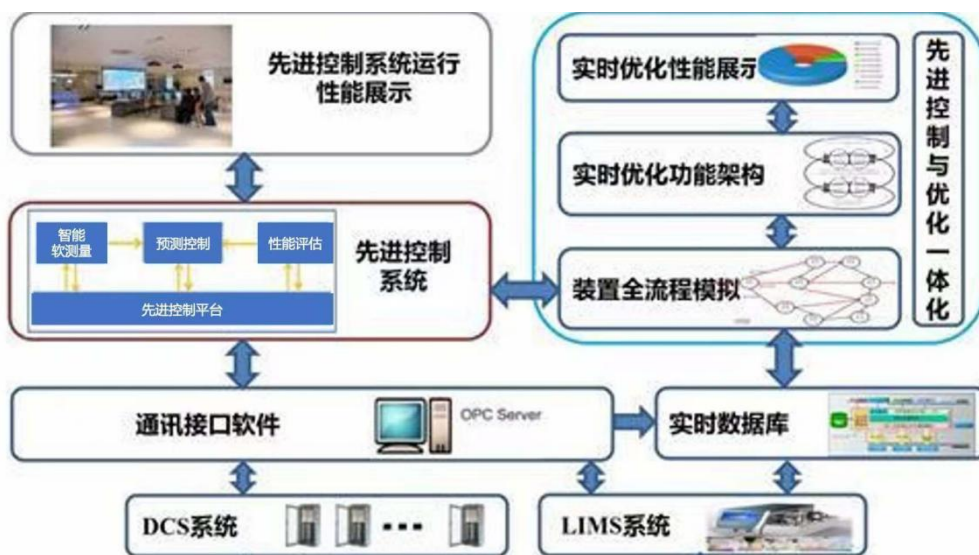


图 4-7 先进过程控制与工艺动态优化的系统架构

3. 基于人机、智能、网络协同制造

■ 基于人机、智能、网络协同制造

在生产线上部署协作机器人，与人工操作实现高效协同，替代高重复性、低附加值任务，释放人工劳动力。通过AI与传感器技术，实现人机交互与智能协同，提升生产效率与质量。

通过工业互联网平台实现生产任务、设备状态、人员负荷的智能调度与资源优化。

集成自动化仓储与物流系统，实现物料配送的智能化与动态调度，减少人工干预与错误率。

通过工业互联网与云平台，打通企业内部与供应链上下游的数据共享通道，实现跨部门、跨企业的协同制造。实现生产资源的动态调配与优化配置，提高供应链的柔性及稳定性，提升整体生产响应能力。

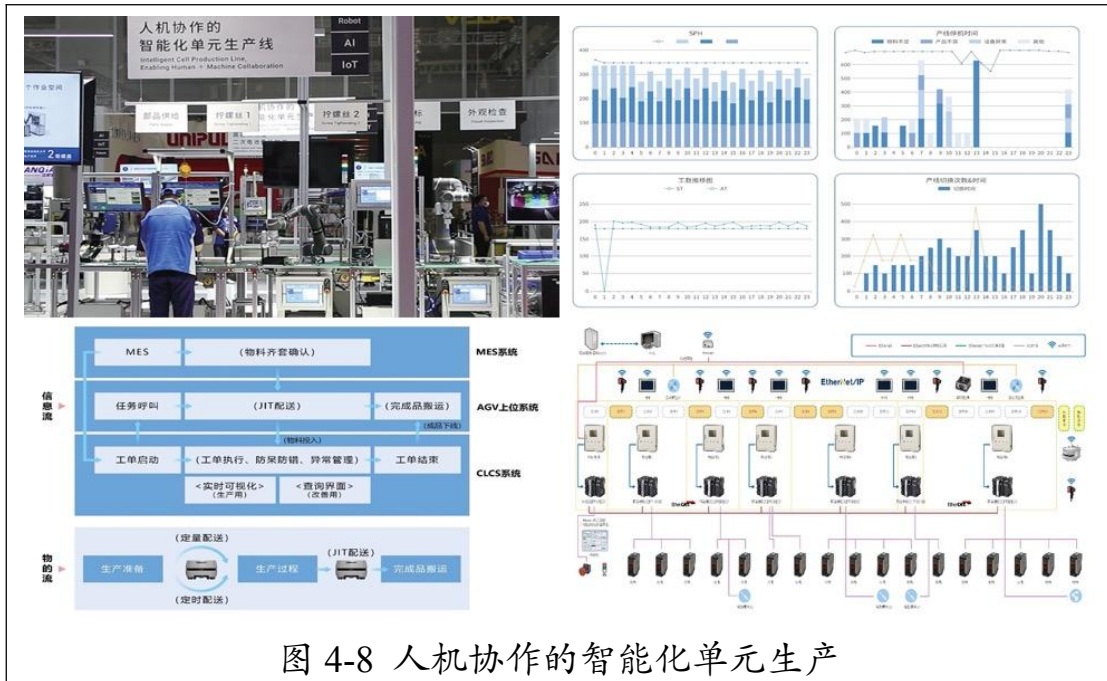


图 4-8 人机协作的智能化单元生产

3、设备管理

设备管理是传感器行业智能制造的重要支撑环节，涵盖在线运行监测、故障诊断与预测、运行优化等方面。当前，许多企业在设备管理中面临效率低、维护滞后、运行优化不足等问题。通过引入智能化、数字化技术，能够显著提升设备管理的效率、可靠性和稳定性，降低维护成本并提高生产连续性。

(1) 存在的问题

1.设备状态监测能力不足

当前，大部分传感器企业的设备状态监测主要依赖人工巡检与传统的台账记录，缺乏实时数据支持。这种方式的局限性表现在数据采集延迟、状态不可见及设备异常无法及时发现。企业在采集设备运行数据时往往缺乏传感器和监测系统的支持，导致关键参数（如振动、温度、压力等）无法连

续记录，为故障原因分析与后续优化增加了难度。

2.故障诊断与预测能力薄弱

许多传感器企业的设备维护策略仍停留在“事后维修”的阶段，企业普遍缺乏基于数据分析的故障诊断工具，传统诊断依赖工程师的经验判断。在故障预测方面，企业通常缺乏历史运行数据的积累与分析模型支持，设备潜在问题难以及时发现，导致突发性故障频率较高，占总故障的 30%-40%。

3.设备运行优化能力不足

设备长期处于非最佳运行状态是传感器企业设备管理中的普遍问题。由于运行参数未能动态调整，许多设备在工作中能耗过高且效率低下。MEMS 光刻设备、真空溅射镀膜机等设备性能下降后未能及时优化运行策略，导致产品质量波动较大，次品率提升 15%-20%。设备运行优化不足还表现为企业缺乏设备运行绩效管理工具，无法全面衡量设备的可用性、性能和质量，限制了持续改进能力。

（2）改造场景

1.基于物联网的设备在线运行监测

随着设备规模的扩大以及生产工艺的复杂化，当前的管理方式已难以满足现代化生产的需求。为了解决这些问题，基于传感器与物联网的设备在线运行监测应运而生。这种方式能够实时监测设备的运行状态，快速识别潜在的故障风险，极大提高生产效率和设备利用率，减少设备停机损失。

基于传感器与物联网的设备在线运行监测改造，通过传

传感器将设备的各项关键运行数据（如温度、压力、振动等）实时采集，并将数据传输至中央监控平台进行集中管理和分析。

传感器安装与布置：在设备的关键部位（如电机、泵、轴承、液压系统等）安装振动传感器、温度传感器、压力传感器等。这些传感器会实时采集设备的工作状态数据。

数据采集与传输：通过物联网技术，将各传感器采集到的数据通过无线网络传输至中央监控平台。平台采用工业互联网技术，能够处理来自多个设备的数据流，确保数据的实时传输和稳定性。

数据存储与分析：中央监控平台对实时数据进行存储和分析。通过大数据技术，平台可以对设备的运行情况进行详细记录，并生成趋势图、热力图等分析报告。平台还能够基于历史数据进行预测分析，识别设备的潜在风险和隐患。

可视化展示与预警机制：平台将设备运行状态以图表、仪表盘等方式进行可视化展示，便于操作人员一目了然地查看设备状况。同时，设定合理的预警阈值，当设备运行出现异常（如温度超标、振动过大等）时，系统会及时发出警报，并生成详细的报告供维护人员参考。

2. 基于 AI 的设备故障诊断与预测

随着工业互联网、人工智能（AI）、机器学习和大数据技术的发展，设备管理领域迎来了转型的契机。AI 技术的引入使得设备故障诊断和预测从被动维护转向主动预测，企业

不再单纯依赖人工检查和经验判断，而是通过数据驱动实现智能化的故障诊断和预测性维护。这种转型不仅能够提高故障诊断的准确性和效率，还能够显著降低停机时间和维修成本。

基于 AI 的设备故障诊断与预测改造，将人工智能技术与设备监测系统结合，构建一个能够智能分析、诊断和预测设备故障的系统。

数据采集与传输：通过部署传感器（如温度传感器、振动传感器、压力传感器等）采集设备的运行数据，包括温度、压力、振动频率等关键指标。这些数据通过物联网技术实时传输至数据处理中心，为 AI 故障诊断提供基础。

剩余寿命预测与健康评估：AI 系统不仅能够诊断已发生的故障，还能够通过对设备运行过程中的关键参数波动趋势进行分析，预测设备的剩余使用寿命。AI 算法利用设备运行数据建立健康评估模型，识别设备是否接近故障发生的临界点，从而提前进行维护安排，避免故障发生。

预警与决策支持：通过 AI 算法的预测结果，系统能够生成预警信息，及时向维修人员发出警报，并提供故障类型和可能发生的时间。这使得企业能够提前安排维护人员进行检查，避免因设备故障导致生产中断。

3. 基于数据分析的设备运行优化

在许多生产环境中，设备的资源利用率偏低，设备的运行时段和参数设置不合理，导致能耗高、生产效率低，甚至

存在设备空闲或过度运转的问题。尤其是在能源成本不断上升和环保要求日益严格的背景下，如何在保障生产效率的同时减少能耗，成为了企业面临的迫切问题。因此，实施基于数据分析的设备运行优化，不仅能够提高生产效率和设备利用率，还能显著降低能耗。

基于数据分析的设备运行优化，利用人工智能、大数据、物联网和云计算技术的集成应用。通过实时采集设备运行数据、生产计划数据和工艺参数数据，企业可以实现对设备运行状态的全面优化。

数据采集与整合：在设备上部署各种传感器（如温度、压力、振动、流量等）来采集设备的实时运行数据。此外，整合与生产工艺、生产计划相关的数据，建立统一的数字化平台，以便进行全面的数据分析和优化决策。

设备绩效管理（OEE）系统部署：对设备可用性、性能和产品质量的综合评估，量化设备效率的提升空间。OEE可以帮助企业实时监测设备的运行状况，识别低效环节和瓶颈，通过系统化的数据分析，提出优化建议。通过与MES联动，合理调整设备的任务分配和运行调度，提升整体生产效率。

运行参数优化：通过数据分析平台对设备的运行模式、工艺参数、能耗数据进行深度挖掘，识别设备运行过程中的能效低点。例如，对于高耗能设备，系统可以分析其运行时段和参数设定，优化其生产计划，降低设备的单位能耗。通过对设备负荷和工作状态的实时调整，优化能耗和生产效率。

(3) 解决方案建议

1. 部署在线运行监测与预警系统

■ 部署在线运行监测与预警系统

设备在线运行监测与预警系统的核心是构建基于传感器和工业互联网的实时监控网络。在关键设备上部署振动、温度、压力等传感器，实时采集运行数据，通过无线通信技术将数据上传至中央管理平台。这一系统不仅能实时监控设备状态，还能通过设定参数阈值，对异常情况进行自动预警。

某传感器企业可以通过平台实时查看设备的运行状态，生成多维度的可视化报告，如设备运行效率、关键参数趋势和异常情况分布等。当某一设备的运行参数超出正常范围时，系统会通过报警机制通知相关负责人，同时生成异常报告。企业可据此快速响应，避免小问题演变为重大故障。通过在线监测与预警系统，设备停机时间可减少 50%，维护效率显著提升。

此外，企业还将实时监测数据与历史数据结合，识别设备性能下降的早期信号，为设备优化与诊断提供支持。这一系统能够在保障设备安全稳定运行的同时，降低人工巡检成本，并提高设备运行效率。



图 4-9 设备在线运行检测与预警系统架构

2.引入预测性维护与智能诊断

■ 引入预测性维护与智能诊断

某传感器企业通过机器学习和 AI 算法，构建基于数据分析的设备健康评估与故障预测模型。预测性维护的关键在于充分利用历史数据与实时监测数据，形成设备运行的全生命周期模型，识别潜在故障点并预测剩余使用寿命。

当系统检测到某设备振动频率异常时，可通过 AI 模型判定其可能的故障类型，并结合历史维护数据提出针对性解决方案。这种诊断方式不仅能提高故障定位的准确性，还能缩短维护响应时间。

结合预测性维护和智能诊断，可以制定更加精准的维护计划，避免过度维护或维护不足的问题。



图 4-10 设备预测性维护管理平台

3.基于数据分析优化设备运行

■ 基于数据分析优化设备运行

某传感器企业需通过大数据分析平台，实时监测设备的关键参数（如功率、速度、温度等），并基于算法优化设备的运行模式，确保设备在最佳状态下工作。这种动态调整可显著提升设备运行效

率。

结合设备绩效管理系统（OEE），企业能够量化设备的可用性、性能与质量，全面评估设备的运行效率。基于这些数据，企业可以对低效设备进行针对性优化改造，进一步提高生产线的整体能效。



图 4-11 OEE 自动采集及优化

4、质量管控

质量管控是传感器行业生产制造的核心环节之一，直接关系到产品性能、可靠性与客户满意度。当前，随着智能制造和数字化转型的推进，传统质量管控方式面临诸多挑战，亟需通过智能在线检测、质量精准追溯与数据驱动的产品质量优化，实现质量管控体系的全面升级。

(1) 存在的问题

1.检测手段落后，效率低下

许多企业仍采用人工检测和离线抽检等传统方式，检测效率低、实时性差，难以满足高精度传感器的生产需求。对于批量化生产的传感器产品，传统检测手段无法实现全流程、全批次的在线质量监控，容易导致不良品流入市场。

2.缺乏质量追溯机制

在生产过程中，缺少对各工序与物料的实时追溯能力，导致出现质量问题时无法快速定位问题根源，影响问题解决效率。数据孤岛现象严重，生产、检测、仓储等环节的数据未能有效集成，难以实现质量数据的全链条可追溯管理。

（2）改造场景

针对质量管控存在的问题，以下两个典型改造场景展示了通过智能在线检测、精准质量追溯与数据分析，实现质量管控体系升级的路径。

1.基于智能在线监测的质量实时管控

某传感器企业在生产过程中主要依赖人工抽检方式，检测环节效率低，存在漏检和误判现象，导致不良品流入市场，客户投诉率较高。此外，高精度传感器的生产过程缺乏实时监控，无法在生产环节及时发现质量缺陷，影响了产品交付质量与生产效率。

引入智能在线检测设备，在关键生产工序中部署智能在线检测设备，如光学检测系统、X射线检测仪、激光干涉仪等，实现对产品尺寸、外观、性能等参数的实时在线检测。

利用机器视觉技术，通过高精度传感器与 AI 算法自动识别产品缺陷，替代人工检测，提升检测效率与准确性。

建立质量实时监控系统，在生产线各环节部署质量数据采集终端，实时采集并传输检测数据，构建质量在线监控平台。利用工业互联网平台对生产过程进行实时监控与预警，发现质量异常时自动停机或提示人工干预。

缺陷自动识别与反馈，集成机器学习与缺陷分析模型，对检测数据进行实时分析，识别缺陷模式与趋势，为质量改进提供决策支持。将检测结果与生产数据联动，快速定位问题工序与设备，及时采取纠正措施。

2. 基于精准追溯的质量管理闭环

某高端传感器生产企业在质量问题发生时，无法快速追溯到问题根源，主要原因在于缺乏全流程质量追溯机制。生产过程中的工序、数据与物料信息未能有效集成，导致问题定位与解决周期长，影响了企业的生产效率与客户满意度。

构建质量追溯系统，通过 RFID 标签、二维码、条码技术等，对产品及物料进行唯一标识，实现从原材料采购、生产加工到成品交付的全流程数据追溯。在生产工序中嵌入数据采集设备，实时记录设备状态、工艺参数、检测结果等关键质量数据。

集成质量数据管理平台，搭建企业级质量数据管理平台，打通生产、检测、仓储、物流等环节的数据链路，实现质量数据的集中存储与管理。利用大数据分析技术，对质量数据

进行实时分析，形成质量趋势分析报告，提供质量改进决策支持。

闭环质量管控机制，当产品出现质量问题时，通过追溯系统快速定位问题根源，包括问题批次、工序环节与设备状态等。对质量问题形成闭环反馈机制，推动工艺参数调整与设备维护，持续优化生产过程，提高产品质量稳定性。

（3）解决方案建议

1. 基于智能在线检测的质量实时管控

■ 基于智能在线检测的质量实时管控

某企业生产 MEMS 传感器晶圆，在传统检测方面存在人工显微镜抽检覆盖率低，漏检率高；检测结果滞后导致批量报废；SPC 依赖周级数据分析，无法实时纠偏。

企业采用激光共聚焦显微镜，定制化晶圆传输机械臂，采集晶圆表面形貌、反射率、光谱特征等多模态信息。并构建缺陷检测模型，训练数据，采用边缘计算技术，实时进行推理、实时决策，并且实现 SPC 动态控制。



图 4-12 智能在线监测及实时控制

2. 基于精准追溯的质量管理闭环

■ 基于精准追溯的质量管理闭环

某传感器工厂的全流程追溯体系基于“区块链+物联网+数字孪生”技术融合，覆盖设计、制造、测试、封装全环节。

在区块链技术方面构建可信数据链，采用先进的联盟链架构，联合上下游供应商（如硅片厂商、封装厂）共同参与节点验证。

原材料数据，如硅片批次号、纯度等级、供应商质检报告。制造数据，如光刻参数（如曝光能量、对准精度）、刻蚀速率、薄膜厚度等工艺参数。测试数据，如电性能测试结果、环境应力测试（如高温高湿、温度循环）记录。这些关键数据进行上链追溯，并运用算法，确保数据不可篡改且多方高效协同。

在 2000+ 台设备（如光刻机、刻蚀机）部署传感器，实时采集振动、温度、压力等设备状态数据。使用 OPC UA 协议实现跨品牌设备数据互通。在产线部署边缘计算设备，实时分析关键工艺参数，异常数据触发自动停机，减少废品率。数据清洗后上传至云端区块链节点，降低带宽压力。

例如在质量追溯与缺陷根因分析。某批次压力传感器在客户测试中出现零点漂移。通过区块链查询该批次芯片的工艺数据，发现某台刻蚀机的气体流量波动超出阈值。通过数字孪生复现该异常参数对薄膜应力分布的影响，确认缺陷根源。最终召回受影响批次，调整工艺参数后良率恢复至 99.99%。

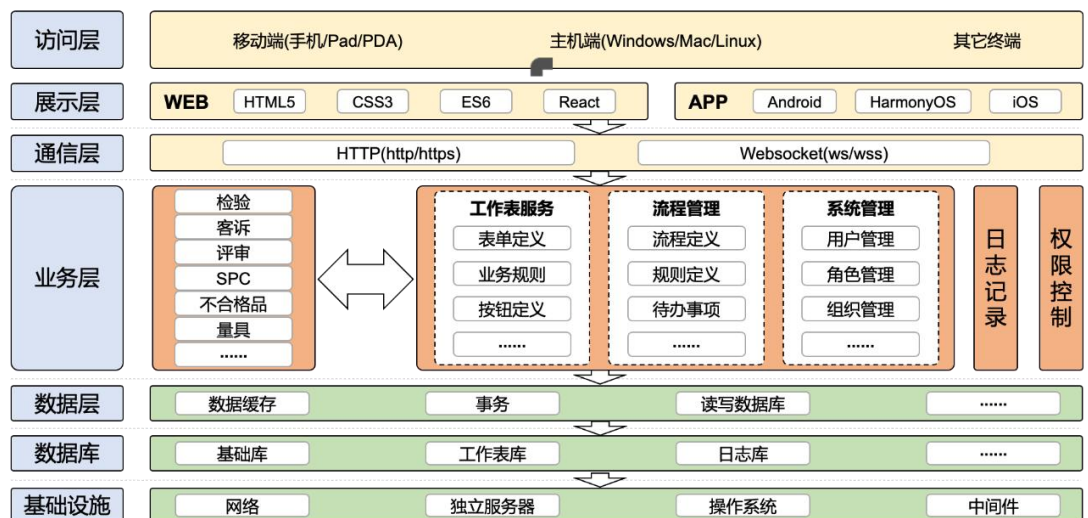


图 4-13 基于精准追溯的质量管理软件架构

（三）营销管理

1、存在的问题

（1）销售驱动业务优化不足

数字化营销能力滞后：客户数据分散在 CRM、ERP 等系统中，缺乏统一分析平台。

精准触达手段匮乏：传统营销依赖展会、行业杂志等“广撒网”模式，转化率不足 2%。

代理商能力参差不齐：中小代理商技术相对较弱，仅能售卖标准化产品，推广高毛利解决方案难度较大。

（2）大规模个性化定制能力不足

模块化设计的兼容性冲突，传感器模块需兼顾通用接口与定制功能，但多模块组合时易出现信号干扰或功耗超标。

需求分散化，B 端客户需求高度定制化：半导体厂商可能需要耐腐蚀气体传感器，而食品机械商则要求易清洁封装设计，导致企业 SKU（最小存货单位）数量激增，营销资源被稀释。

多数企业聚焦硬件参数竞争，但缺乏对客户场景的深度理解，导致无法构建差异化价值主张。

同一传感器（如压力传感器）在汽车、医疗、农业等领域的应用逻辑差异巨大，但企业常采用“一刀切”营销策略。

2、改造场景

（1）销售驱动业务优化

某传感器企业是国内较早实现无线传感器网络产品批

量产业化生产的企业，可为各类工业级客户提供完整的无线传感器网络系统解决方案及 MEMS 传感器芯片生产。公司传感器产品广泛应用于数字油田、智能工业、智能电网等领域。公司深度为国防研究、教学及实验、科研及检测、装备制造等领域提供力学参数无线检测系统解决方案，为汽车电子及消费类电子产品等提供 MEMS 压力传感器芯片及模组产品。公司拥有雄厚的自主研发能力与良好的产品品质，但是近年来市场增长缓慢。

精准客户画像：通过 CRM 系统整合销售记录（如客户行业、采购频次、产品偏好、痛点反馈），结合外部数据（如行业报告、招标信息）进行数据采集。建立客户分层模型，如高价值客户（如汽车主机厂、工业自动化集成商）：提供定制化解决方案（传感器+数据分析平台）；长尾客户（中小型设备商）：标准化产品+快速交付（如 MEMS 传感器现货库）。



图 4-14 客户信息管理系统

动态市场趋势预测：利用 AI 工具解析销售数据中的需求变化信号。

销售流程数字化，虚拟仿真工具：开发传感器在线选型

平台（输入温度范围、精度要求→自动推荐型号），降低销售沟通成本；AR 远程支持：销售端通过 AR 眼镜展示传感器在客户设备中的安装效果，提升体验感。

（2）C2M 大规模个性化定制

传感器行业实现大规模个性化定制需要结合数字化技术、柔性制造、模块化设计以及客户协同创新。

核心单元标准化，将传感器拆解为传感元件、信号处理模块、通信接口、外壳封装等标准化模块，通过排列组合实现功能重组。

参数可配置化，开发嵌入式软件配置平台，客户可在线调整灵敏度、采样频率、报警阈值等参数。

柔性制造系统，采用 MES+AGV+微型仓库系统，同一产线可快速切换生产汽车胎压传感器和医疗气体传感器。

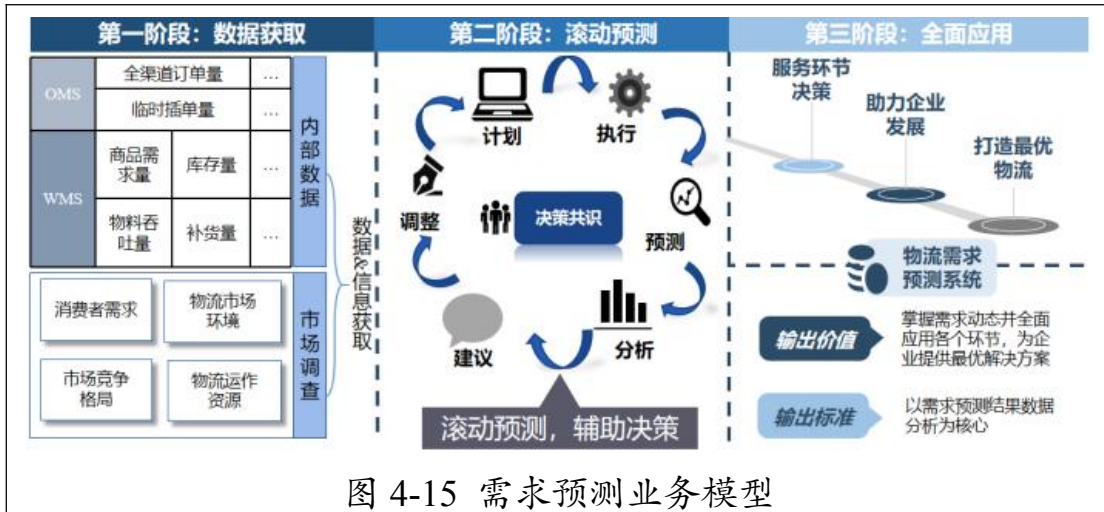
在线定制门户，提供可视化界面，客户可实时预览传感器性能与价格。

3、解决方案建议

（1）销售驱动业务优化

■ 销售驱动业务优化

某压力传感器企业通过分析客户采购周期，发现半导体行业客户每季度末需求激增 30%，提前备货后交付周期缩短至 3 天，客户复购率提升 25%。整个实现过程利用 ERP 系统中的客户订单记录、交付日志，形成内部数据，并利用半导体行业景气指数、客户财报发布时间、设备采购招标公告的外部数据并建立需求预测模型、AI 智能算法、供应链优化策略及时进行预测，提前备货，缩短产品交付周期。避免客户停工风险，与竞品形成差异化优势，积累客户的信任。

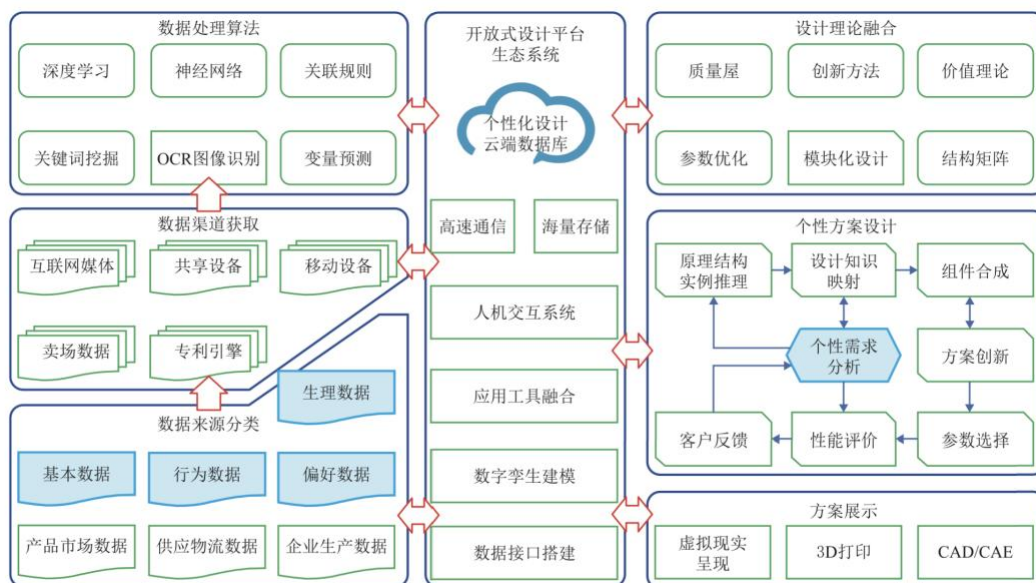


(2) C2M 大规模个性化定制

■ C2M 大规模个性化定制

某传感器企业定制化技术架构，将工业压力传感器解耦为 4 大标准化模块，通过接口标准化实现灵活组合。并构建数字化配置平台，客户可以通过 Web 端配置工具实现自主设计，并可以通过平台调用数字孪生系统，模拟传感器工作状态，预测寿命及可能失效的组合。在生产制造方面，以订单驱动制造，并利用配套产业链优势及时采购，进行加工制造，完成发货。

通过“标准化模块+客户自定义参数”模式，既保证规模效益，又满足个性化需求。



（四）供应链管理

传感器行业供应链涉及采购、生产、分销等环节，但协同效率低，信息化程度不足。信息孤岛现象普遍，数据无法实时共享，导致库存与市场需求脱节，交货延误频发，削弱竞争力。同时，需求预测精度不足，因下游需求波动大，企业多依赖人工经验，缺乏智能工具，致使库存积压或缺货并存，运营成本高企。此外，部分中小企业的数字化水平滞后，未充分利用工业互联网和人工智能技术优化资源。这些问题与“智改数转网联”政策目标不符，亟需技术升级和政策推动，迈向网络化、智能化，提升行业效率与市场适应力。

1、存在的问题

（1）供应链计划精准度不足，需求预测偏差较大

传感器企业多为中小型企业，在供应链计划环节普遍依赖经验判断和 ERP 系统，缺乏基于大数据和人工智能的精准预测能力。由于市场需求波动较大，尤其是在半导体、汽车电子和工业自动化领域，需求的不确定性较高，导致企业容易出现备货不足或库存积压的情况。此外，供应链上下游企业间的数据流通不畅，导致供应链协同效率较低，进一步加剧了预测误差。

（2）供应链柔性不足，难以快速应对市场变化

供应链仍以刚性生产模式为主，供应链计划环节未能有效整合多种生产模式，导致企业在面对突发市场变化时响应速度较慢。例如，部分传感器企业仍采用固定供应商体系，

缺乏多元化、智能化的供应商管理机制，当供应链上某一环节出现问题（如原材料短缺、物流受阻）时，企业难以及时调整生产计划。此外，供应链计划通常未能充分考虑绿色制造和低碳排放要求，使企业在“双碳”政策要求下面临额外压力。

2、改造场景

（1）基于人工智能和大数据的需求预测与供应链优化

某企业通过引入 AI 驱动的供应链预测系统，利用历史订单数据、市场趋势分析和行业动态数据进行更精准的需求预测。

采用时间序列分析和算法对传感器市场需求进行预测，提高预测准确度。结合多维数据（历史订单数据、市场趋势、天气、宏观经济变化等），提升供应链预测的精准性。

通过供应链可视化分析工具（如 Power BI）实现库存数据分析，智能计算安全库存量，减少存货积压与断供风险。运用 RFID、IoT 传感器实时监控库存变动情况，自动触发补货或调整生产计划。

依托工业互联网平台，构建上下游企业的供应链数据共享系统，减少因信息不透明导致的预测误差。通过区块链技术确保数据安全性和供应链透明度，提升供应链协同能力。

（2）构建智能化供应链协同平台，实现柔性供应链管理

某企业针对供应链柔性不足的问题，建立了智能化供应

链协同平台，实现动态供应链管理。

数字孪生技术构建供应链模拟环境：采用数字孪生平台，模拟供应链运行情况，提前发现潜在风险。基于仿真结果，优化供应链调整策略，实现动态柔性管理。

区块链实现智能合同与供应链透明化管理：实现供应商交易的自动化执行，提高供应链信任度。供应商、制造商和物流商可在区块链平台上共享实时库存、订单和交货数据，提高响应速度。

智能调度系统优化生产和物流管理：采用 MES+APS，实现生产计划的智能优化，提升柔性生产能力。结合 WMS/TMS，利用 AI 算法自动匹配最佳运输方案，降低物流成本，提高交付能力。

3、解决方案建议

(1) 推动供应链智能化升级，提升预测精准度

■ 推动供应链智能化升级，提升预测精准度

企业要深入采用工业互联网、AI 和大数据技术，提高供应链计划环节的智能化水平，需要从数据共享、智能预测、人才培养等多个方面入手。

首先，龙头企业可以建立供应链数据共享平台，依托“工业大脑”或“智能工厂”项目，整合行业上下游企业的供应链数据，形成跨企业、跨行业的数据互联互通机制。通过构建标准化的数据接口和安全的数据共享机制，使上下游企业能够实时获取市场需求、原材料供应、物流状态等关键信息，减少信息孤岛，提高供应链透明度和协同效率。此外，政府还可提供政策支持，鼓励企业接入统一的工业互联网平台，实现供应链全链路可视化和智能调度。

其次，要推广 AI 预测和智能补货系统，利用机器学习和大数据分析技术对市场需求、库存水平和供应能力进行智能预测，优

化备货策略，减少供应链断裂风险。例如，企业可以利用 AI 算法分析历史订单数据、市场波动和原材料供应情况，提前调整采购计划，减少库存积压或短缺问题。结合工业互联网平台，企业还能实时监测生产和物流情况，实现精准的库存管理和自动补货，提高供应链响应速度。

此外，政府和行业协会应加强供应链智能化人才培养，通过产学研合作、专项培训计划等方式，提升企业在 AI、大数据、供应链管理等方面的专业能力。鼓励高校与企业联合开设供应链智能化课程，支持企业进行数字化转型培训，使企业能够更有效地应用智能化工具，提升整体竞争力。



图 4-17 人工智能在数字化供应链上的应用

(2) 加强供应链柔性建设，提高供应链韧性

■ 加强供应链柔性建设，提高供应链韧性

传感器企业需要建立更加灵活、多元化的供应链管理体系，增强企业在复杂市场环境下的适应能力。首先，应构建多层次供应商管理体系，引入供应商智能评估机制，结合工业互联网和大数据分析技术，对供应商的生产能力、交付稳定性、财务状况、可持续发展能力等进行综合评估。通过建立多级供应商池，企业可以在供应链受到冲击时迅速切换供应来源，避免对单一供应商的过度依赖。此外，鼓励企业在本地培育关键零部件和原材料供应商，提升区域供应链的自主可控能力，同时支持企业开展全球供应链布局，构建

多元化采购体系，增强供应链的抗风险能力。

其次，要推广智能生产调度系统，依托工业互联网平台，实现供应链上下游的协同调度，提高生产计划的灵活性。企业可以利用AI算法和实时数据分析，优化生产计划，根据市场需求和供应链情况进行动态调整，减少生产波动对供应链的影响。例如，在原材料短缺或市场需求波动时，智能生产调度系统可以自动调整生产节奏，优化资源配置，确保生产的连续性和稳定性。

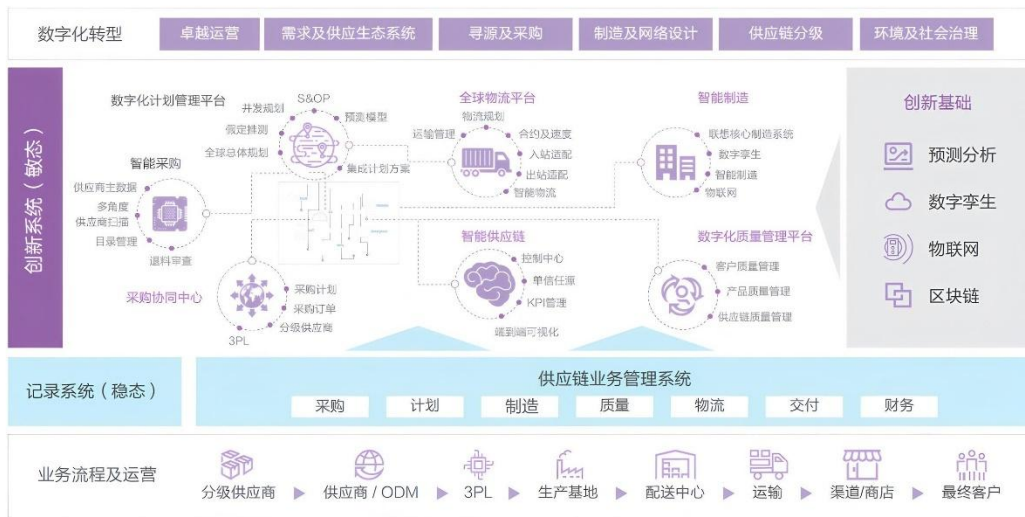


图 4-18 供应链协同发展架构图

（五）仓储物流

仓储物流是传感器行业供应链的重要环节，涵盖了原材料入库、在制品存储与成品配送的全过程。传统仓储物流系统依赖人工管理与机械化操作，存在效率低、精度差、响应慢等问题，难以满足传感器行业复杂的多品类、小批量、高频次需求。通过智能化改造，实现仓储物流的精准、高效、协同，将显著提升供应链整体效能。

1、存在的问题

（1）仓储管理效率低下

人工操作效率低：传统仓储作业依赖人工完成，如货物入库、出库及库存盘点。数据统计显示，人工操作的货物存

取效率仅为每小时 30-50 个货位，而自动化设备可提升至每小时 150-200 个货位，效率提高约 3 倍。

库存盘点不精准：根据行业调研，70%以上的企业在库存盘点中存在数据录入错误或货位错放的问题，造成库存准确率不足 90%。这些问题可能导致库存积压或货品错配，进一步增加运营成本。

仓储空间利用率低：许多企业的货品摆放缺乏科学规划，导致仓储空间利用率仅为 50%-60%。相比之下，应用自动化立体仓库的企业，其仓储利用率可达 90%以上，大大减少仓库扩容需求。

系统割裂：仓储系统与生产、销售系统间信息流通不畅，订单需求与库存状态无法实时联通，导致生产与销售脱节。数据显示，超过 60%的企业在订单处理过程中需手动核对库存信息，增加了订单处理时间和误差率。

物料供应失衡：由于库存数据滞后，常出现物料短缺与库存积压同时存在的问题。调研显示，40%的企业每月需应对超过 3 次的生产因物料短缺而中断的情况，而积压库存占比达总库存的 20%-30%。

（2）配送响应能力不足

路径规划不合理：根据物流行业报告，传统配送模式下，约 25%-30%的配送成本浪费在无效运输路径上。配送车辆的平均满载率仅为 60%-70%，远低于智能调度系统能实现的 90%以上满载率。

紧急订单响应慢：数据显示，超过 50%的企业在应对紧急订单时，需额外增加物流成本，且平均响应时间超过 48 小时，而智能物流调度系统可将响应时间缩短至 12 小时以内。

客户满意度下降：配送延误或错误直接影响客户体验。某企业因物流延误导致客户投诉率高达 8%，并因延迟交付损失订单额达 200 万元，占总订单量的 5%。

自动化设备普及率低：行业数据显示，目前仅约 30%的传感器制造企业引入了自动化仓储设备，绝大多数仍依赖人工操作，导致劳动成本高且效率低。相比之下，使用自动化立体仓库的企业，其平均劳动成本可降低 20%-30%。

缺乏人工智能算法支持：仓储与配送环节未应用 AI 与大数据分析技术，缺乏精准预测与决策支持，导致仓储布局优化与配送策略调整滞后。研究表明，利用 AI 技术的企业可将库存积压率降低 15%，物流成本减少 10%-15%。

2、改造场景

（1）智能仓储系统的构建

某传感器制造企业在仓储管理中依赖人工操作，入库、出库和库存盘点效率低，且货品错放与数据错误时有发生。仓储空间利用率不足，导致库存积压严重。

部署自动化立体仓库：引入自动化存储设备（如堆垛机、自动货架系统）与 AGV 搬运设备，实现物料的自动存取与高效搬运。使用货到人系统提升拣选效率，减少人工作业时

间和错误率。

建设智能仓储管理系统（WMS）：部署 WMS，实现对入库、出库、盘点、库存状态的实时监控与管理。

集成条码/RFID 技术，为每件货品提供唯一标识，确保库存数据的准确性和可追溯性。

优化仓储布局与存储策略：基于货品属性和出入库频次，动态调整货位分配，最大化仓储空间利用率。引入 AI 算法对库存需求进行预测，减少积压库存与缺货风险。

（2）精准配送系统的应用

某传感器企业在物流配送环节存在响应速度慢、路径规划不合理的问题，特别是在处理紧急订单时效率低，客户满意度下降。

智能调度与路径优化：引入智能物流调度系统，结合订单需求、车辆状态与地理位置等数据，自动规划最优配送路径。实现基于实时路况的动态调整，确保运输效率与成本最优化。

配送全程实时监控：部署物联网与北斗系统，对运输车辆和货物状态进行实时监控与追踪，提高物流透明度与安全性。向客户提供实时配送状态更新，增强客户体验与满意度。

紧急订单快速响应机制：配置灵活的物流资源，针对紧急订单优先调配车辆与物料，缩短响应时间。建立紧急配送渠道，提高应急情况下的交付效率。

3、解决方案建议

(1) 构建智能仓储系统

■ 构建智能仓储系统

为提升仓储作业效率与管理精度，应通过智能化设备和系统实现全流程自动化与精细化管理。部署自动化立体仓库（AS/RS）、自动化输送线、AGV 搬运车等设备，可大幅提升货物存取效率，优化空间利用率，并减少人工干预，降低人为失误率。同时，结合智能仓储管理系统（WMS），实现对货品的入库、出库、盘点及库存状态的实时监控。通过条码或 RFID 技术为货品赋予唯一标识，建立货物全生命周期追踪机制，确保库存信息的精准与可追溯性。此外，还可基于货品特性和出入库频次优化仓储布局，动态调整存储策略，进一步提升仓储空间利用率和库存周转效率。

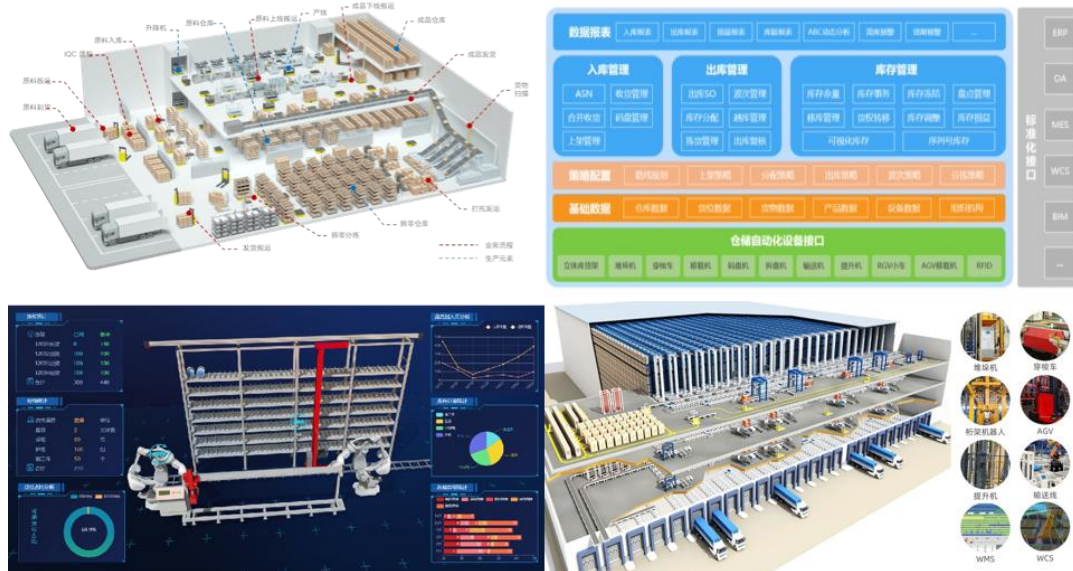


图 4-19 智能仓储系统

(2) 应用精准配送系统

■ 应用精准配送系统

通过智能调度系统优化配送计划和路径设计，能够显著提高物流效率与响应速度。在订单处理环节，部署智能调度系统，根据订单需求、车辆状态、配送优先级和地理位置等实时数据，自动生成最优配送方案，并动态调整配送路径，以应对紧急订单和路况变化。同时，利用智能分拣系统实现货物的高效分类与打包，减少人工操作对配送环节的干扰。结合北斗定位与物联网技术，实施物流全程

监控和动态追踪，为客户提供实时配送状态更新，提升配送透明度和客户满意度。此外，灵活配置物流资源，建立紧急订单优先调度机制，可显著缩短紧急响应时间，确保交付的及时性和准确性。

构建覆盖仓储物流全链条的可视化管理系统，是提升透明度与追溯能力的有效途径。通过物联网与北斗技术，实现对货物、运输车辆的实时监控，确保运输过程中的货物安全和状态透明。结合RFID技术与区块链数据存储方案，为货物建立完整的追溯链条，涵盖入库、生产、出库到交付的全生命周期数据。客户可通过在线平台实时查询物流状态和历史记录，显著提升用户体验与满意度。

同时，可基于可视化管理平台，对物流过程中的异常情况进行实时预警与快速响应，确保物流环节的安全与高效运行。

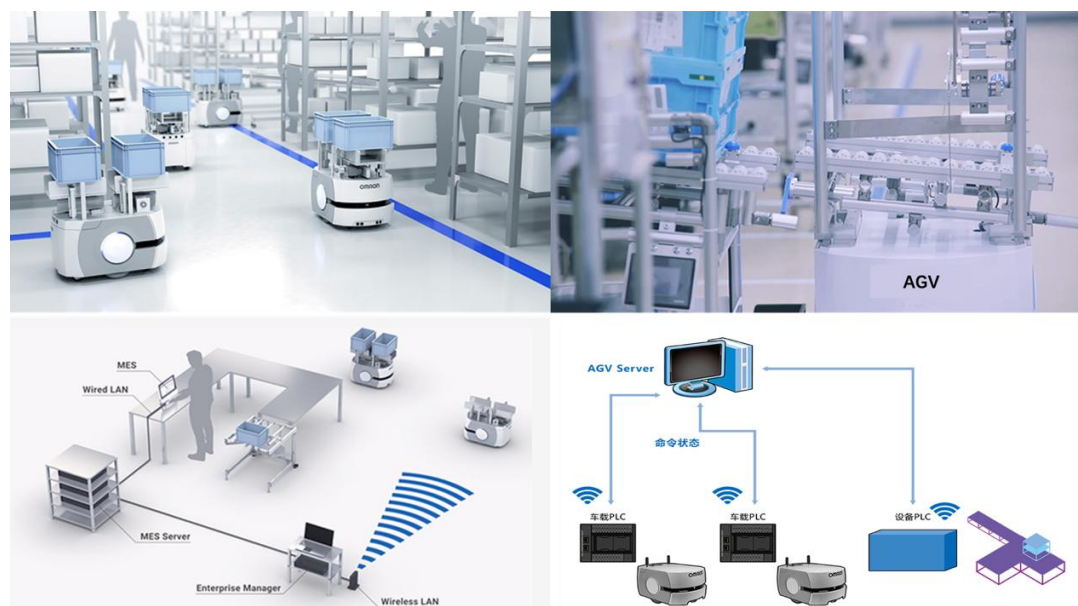


图 4-20 物料精准配送

（六）售后服务与运维

传感器企业普遍采用物联网、大数据和人工智能技术，基本上实现了设备状态的实时监控和故障预警，提升了运维效率。售后服务方面，远程诊断和在线支持成为主流，减少了现场维护需求，降低了成本。然而目前故障响应滞后问题突出，传感器分布广、数量多，人工巡检效率低，难以快速发现故障；售后服务流程不透明，缺乏主动服务能力，无法

提供预测性维护等增值服务。这些问题亟需通过智能化、数字化手段加以解决，以提升整体运维效率和服务质量。

1、存在的问题

（1）故障响应滞后

传感器分布广、数量多，人工巡检效率低，难以及时发现故障。

客户报修依赖人工沟通，信息传递易延迟或失真。80%以上故障仍依赖客户报修，平均修复时间超 48 小时。依赖现场工程师排查故障，差旅成本高且耗时。备件库存管理粗放，导致积压或短缺，增加运维成本。传统备件库存周转率不足 4 次/年，长尾型号缺货率超 30%。

（2）校准与数据追溯难

传感器校准周期固定（非按需），易出现过度维护或失效风险。历史数据分散，故障溯源依赖人工经验，效率低。90%传感器未回传运行数据，维修依赖工程师个人经验，重复故障率超 40%。售后服务流程不透明，客户无法实时跟踪处理进度。缺乏主动服务能力，无法预警潜在故障。售后仅提供维修更换，缺乏预测性维护、能效优化等增值服务。

2、改造场景

（1）产品远程运维

通过 IoT 和 AI 技术，实时监测传感器运行状态，提前预测故障并主动触发维护流程。在传感器中集成 IoT 模块，实时采集温度、电压、信号波动等数据。基于算法（如时序

分析、异常检测) 预测设备寿命或潜在故障。

通过数据分析和数字孪生技术，优化备件库存管理和应急供应。结合历史故障数据和设备运行状态，预测备件需求（如某型号传感器在高温环境下的损耗周期）。使用数字孪生仿真备件使用场景，动态调整库存策略。

(2) 数据驱动服务

利用区块链和云平台，实现传感器校准记录、维修历史等数据的透明化管理。校准数据上链存储，确保不可篡改和可追溯。客户可通过移动端查询设备历史维护记录和校准证书。

构建线上自助服务平台，提供智能化客户支持。客户门户网站或 APP 集成在线报修、工单跟踪、知识库查询（如故障代码库）。AI 客服机器人自动解答常见问题，复杂问题转人工。

3、解决方案建议

(1) 产品远程运维

■ 产品远程运维

某传感器企业的电子稳定程序（Electronic Stability Program, ESP）是车辆主动安全的核心系统，其传感器（如横向加速度传感器、偏航率传感器）的精度直接影响车辆动态控制性能。传统运维模式面临以下挑战，定期校准成本高，校准滞后风险，用户体验差。

通过硬件升级，增加智能传感器模块，集成自诊断芯片，实时监测传感器零点漂移，精度达 $\pm 0.003g$ （较传统 $\pm 0.01g$ 提升3倍）；内置温度补偿算法，消除环境波动影响（ $-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ 全温域误差 $< 0.001g$ ）。5G通信模块嵌入，支持双向数据传输（上行传感器状态，下行校准参数）；低功耗设计，待机电流 $< 10\mu A$ ，不影响车辆

蓄电池寿命。

通过云端标定系统架构，在车载网关部署轻量级异常检测模型，实时过滤噪声数据，降低云端负载。采用学习框架，聚合全球车辆数据训练漂移补偿模型，动态优化标定参数。



图 4-21 云端标定系统架构

(2) 数据驱动服务

■ 数据驱动服务

某企业压力传感器广泛应用于石化、航空航天、能源等领域，其可靠性直接影响设备安全。传统维护模式存在以下痛点：固定更换周期（如 3 年）导致过早报废（30%传感器仍可用）或超期使用引发事故；密封圈老化、膜片疲劳等失效模式难以肉眼检测，突发故障造成生产中断；备件库存积压（长尾型号占库存 40%），周转率不足 2 次/年。

通过数据驱动的使用寿命预测系统，进行传感器硬件改造，新增微米级形变监测模块，通过光纤光栅传感器（精度 $\pm 0.1\mu\text{m}$ ）实时检测密封圈形变；增强动态压力采样：压力波动频率从 1Hz 提升至 1kHz，捕捉瞬态冲击信号。对压力波动，温度循环，机械形变，环境腐蚀等关键参数进行监测。构建寿命预测模型，结合工况参数预测剩余寿命。

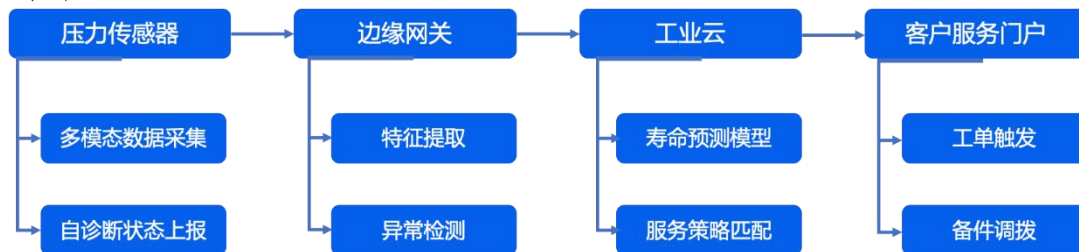


图 4-22 数据驱动的使用寿命预测系统架构

五、路径与方法

(一) 实施路径

在当前数字经济快速发展的背景下，企业数字化转型已经成为推动产业升级和增强核心竞争力的重要战略选择。然而，传感器行业的智改数转网联并不仅仅是单一技术的引入或工具的应用，而是一项系统化、全局性的变革过程。大中小企业在进行智转数改网联能力提升时，宜按照以下步骤进行实施，才能保证转型的成功。

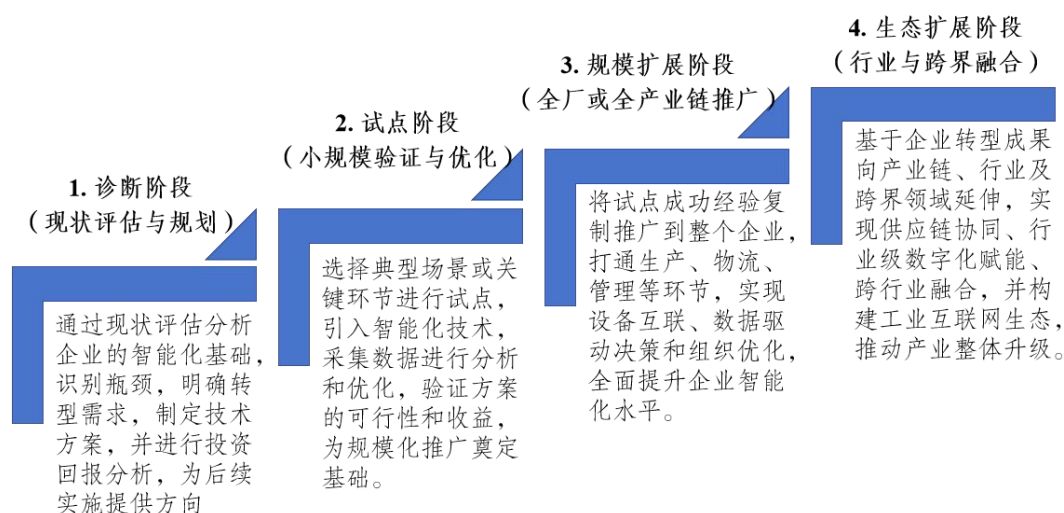


图 5-1 传感器企业智转数改网联实施步骤

1、实施方案建议

大型企业和中小型企业由于资源、技术能力、市场定位等因素不同，其实施的方案也有所差异，建议大型企业以自主研发和全链条整合为核心，实现全面智能化，而中小型企业则应依托外部资源，重点优化关键环节，以更灵活的方式推进转型。具体可参考下表。

表 5-1 实施方案建议表

类别	大型企业	中小型企业
----	------	-------

战略规划	制定智能制造整体战略，推动全链条数字化升级	采用渐进式改造，优先优化关键环节，逐步推进
技术研发	加强自主研发，整合 5G、AI、工业互联网等技术	借助第三方技术平台，快速应用成熟智能化方案
生产制造	建设智能工厂，实现生产全流程数字化管理	采用柔性制造，提高定制化生产能力和市场适应
供应链管理	打造产业链协同平台，推动上下游企业协同制造	依托政府或行业平台，实现供应链数字化协作
市场拓展	布局国际市场，提升品牌影响力和行业话语权	深耕细分市场，强化特色产品竞争力
政策支持	建设团体标准，参与国家重点項目	充分利用政府奖补和技术支持政策
实施路径	全面布局、深度整合，实现全方位智能化升级	以降本增效为核心，逐步实现智能化改造

2、大中小企业类型优先级划分

大型企业优先推进全流程自动化、柔性制造、工业大数据分析及供应链协同，注重 5G+工业互联网和网络安全防护，确保整体智能化升级。中小型企业则聚焦关键环节优化，优先质量检测、数据采集、设备互联和柔性制造，以低成本实现数字化提升，并逐步扩展至供应链和远程运维等领域。具体请参考下表。

表 5-2 大中小企业类型优先级划分表

类型	能力子域	大型企业	中小型企业
智能化改造	设备智能控制	高	中
	生产自动化	高	中
	质量检测智能化	高	高
	预测性维护	中	低
	柔性制造	高	高

数字化转型	数据采集与监控	高	高
	生产管理系统（MES）	高	中
	供应链数据协同	高	中
	经营分析与决策支持	高	低
	工业大数据分析	中	低
网络化联接	设备互联互通	高	高
	5G+工业互联网应用	高	中
	远程运维与监测	中	低
	供应链云端协同	高	中
	网络安全防护	高	中

（二）相关政策

1、线上评估

两化融合评估

基于《工业企业信息化和工业化融合评估规范》（国家标准 GB/T 23020），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。登录网址为 <https://jspg.cspiii.com>。



图 5-2 两化融合自评估体系

国家工业信息安全发展研究中心每年开展全国及各省的两化融合发展水平及评估报告，全省各设区市两化融合及数字化转型重点指标评估报告，以及各地组织参评工作情况报告。

2、咨询诊断和实施方案

咨询诊断和实施方案可以从智能化改造数字化转型服务资源池（<https://www.eqiyun.cn>）进行寻找，这是集聚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。服务资源汇聚七大类服务商：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。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。

资源池同时汇聚智能化改造数字化转型解决方案，面向企业“减存”、“增效”、“降本”、“提质”，提供丰富的解决方案供企业参考和对接服务商。



图 5-3 江苏省智改数转网联咨询诊断公共服务平台

3、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：

- 《工业企业信息化和工业化融合评估规范》
(GB/T23020-2013)
- 《信息化和工业化融合管理体系基础和术语》
(GB/T23000-2017)
- 《信息化和工业化融合管理体系要求》
(GB/T23001-2017)
- 《数字化转型参考架构》(TAITRE10001-2020)
- 《数字化转型价值效益参考模型》(TAITRE10002-2020)
- 《数字化转型新型能力体系建设指南》
(TAITRE20001-2020)
- 《两化融合管理体系新型能力分级要求》
(TAITRE10003-2020)

贯标流程如下图：

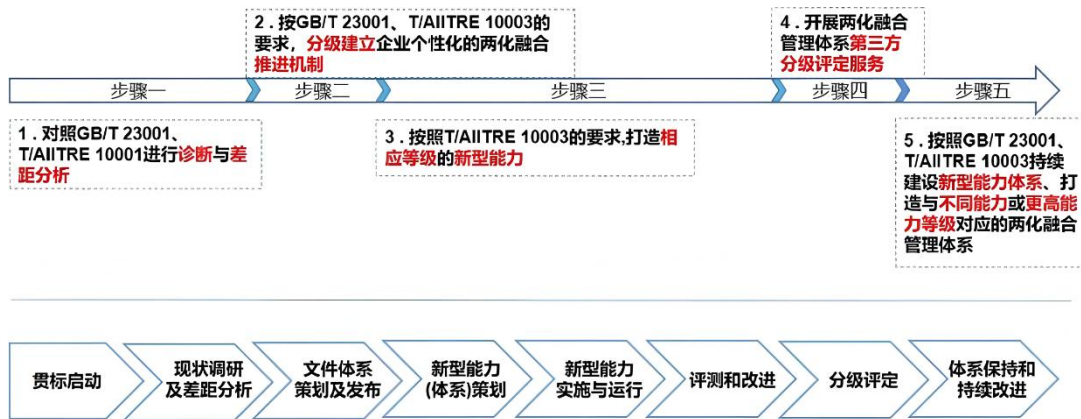


图 5-4 两化融合贯标流程

登录网址：<https://ispg.espii.com/login>，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。

4、数据管理能力成熟度评估

数据管理能力成熟度评估模型（DCMM）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候的规划，设计和评估。也可以作为针对信息系统建设状况的指导、监督和检查的依据。DCMM 评估网址：<http://www.dcm.org.cn>。

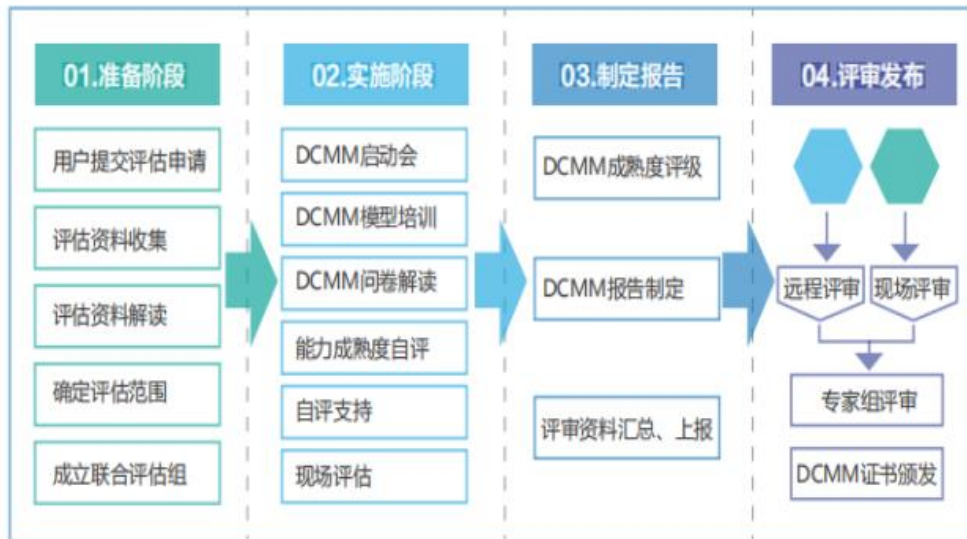


图 5-5 DCMM 评估流程图

评估流程如上图。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。

5、智能制造能力成熟度模型

《智能制造能力成熟度模型》(CMMM) 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。

企业可以通过智能制造数据资源公共服务平台，网址：<https://www.c3mep.cn> 开展智能制造能力成熟度自评估。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。

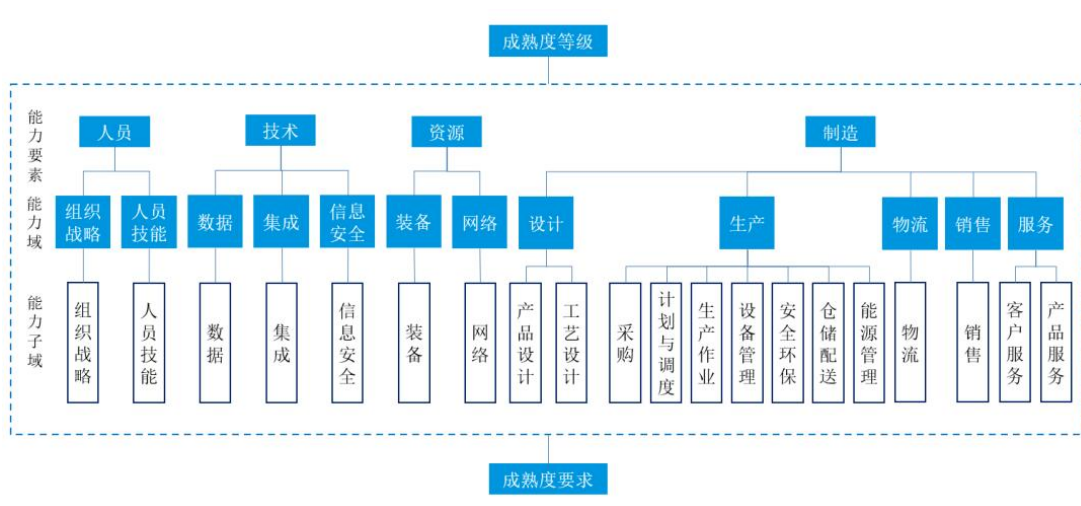


图 5-6 智能制成熟度模型

6、网络和数据安全

工业信息安全防护星级企业培育。通过检测评估、咨询诊断和整改提升等流程，提升企业安全防护能力，帮助企业实现星级达标（工控安全防护基础建设级或平台安全防护基本级及以上等级）或星级提升。积极鼓励近年以来获得国家、省、市工信部门认定的各类信息化基础较好的工业企业和工业互联网平台企业参加培育工作。企业需进行的流程如下：

（1）企业自评估。各设区市工信局组织企业在江苏省工业信息安全公共服务平台 <https://www.jsqyaq.com> 注册账号并填报企业基础信息，各设区市工信局组织本地区的自评估咨询服务机构，指导企业开展自评估相关工作。

（2）整改提升。服务机构对完成自评估的企业开展线上核查评估，并根据企业自评估安全防护状况给出整改建议。企业根据整改建议进行对标整改，企业整改后将整改情况从平台提交。

(3) 现场核查。结合企业自评估和机构线上核查评估情况，省工信厅指定专业服务机构对重点企业开展现场评估，为企业提供专业诊断服务并帮助提升。省工信厅将根据线上核查评估和现场抽查评估结果，确定安全防护星级企业名单。

7、工业互联网标识解析二级节点

工业互联网标识通过一系列规范编码赋予标识对象唯一的“数字身份证”，通过解析系统实现跨国家、跨地域、跨行业、跨企业的信息互联互通。

建设流程分为七步：

(1) 确认建设主体。标识解析二级节点建设主体一般为行业龙头企业，或关联企业组建的联合体。

(2) 明确建设方案。建设方案包含三个核心部分：一是节点平台技术架构与部署方案；二是节点平台运营计划（标识产品和业务是什么，标识应用怎么拓展、对谁提供服务）；三是节点平台投入计划（有明确的投入计划保障平台能够持续运行和运营）。

(3) 专家评审。申请人将申请材料提交至省工信厅，评审委员会对申请材料进行初步评审，审查内容包括对申请表、建设方案、业务规划方案、网络安全保障方案、服务承诺书等文件的资格性及符合性审查，审查通过的提交至工信部进行详细评审。

(4) 签订协议。省工信厅及工信部评审通过后，申请人和中国信息通信研究院签订二级节点建设协议。

(5) 部署实施。签订二级节点项目建设实施合同，进行系统部署和调试。在基础环境确定的情况下，实施系统部署大约需要2~3周时间。

(6) 对接顶级节点。系统部署后，启动顶级节点的对接程序，根据顶级节点的要求进行系统测试和考察，完成系统对接和资源权限的开通。

(7) 持续运营。标识解析二级节点的重要任务是保障标识节点平台的稳定性与可用性，推动行业企业接入和应用标识，需专门团队持续运营。

8、部省荣誉认证及专项资金

国家级荣誉认证

为推进企业数字化转型，加快培育基于工业互联网平台的新模式新业态，贯彻落实国家区域重大战略，工信部每年组织多类试点示范项目。企业编写申报材料报送省工信厅，由省工信厅推荐报送工信部。

(1) 专精特新“小巨人”企业培育。围绕提升产业链供应链韧性和关键领域竞争力，聚焦专业化、精细化、特色化、新颖化发展方向，重点培育一批专注于细分市场、创新能力强、市场占有率高、掌握关键核心技术的专精特新“小巨人”企业。通过强化政策引导、金融支持和技术服务，推动“小巨人”企业在核心技术攻关、工艺升级、品牌塑造等方面实现突破，形成示范引领效应。

(2) 智能制造系统解决方案“揭榜挂帅”。围绕关键

制造环节和行业痛点问题,实施智能制造系统解决方案"揭榜挂帅"机制,面向全社会公开征集技术攻关团队,重点突破智能装备、工业软件、系统集成等核心技术,打造可复制、可推广的智能制造示范应用场景。

(3) 智能工厂梯度培育行动。围绕智能工厂建设的关键环节和发展路径,实施"基础-示范-引领"三级梯度培育计划,重点培育一批数字化车间、智能工厂和"灯塔工厂",形成可复制推广的智能制造发展模式。

培育方向:

基础级培育:支持企业开展自动化改造和数字化基础建设,实现关键设备联网和数据采集;

示范级培育:推动 5G、工业互联网、数字孪生等技术深度应用,打造全流程数字化智能工厂;

引领级培育:培育具有全球示范效应的"灯塔工厂",实现 AI 决策、自适应生产等创新应用。

(4) 物联网赋能行业发展典型案例。发挥物联网技术在产业转型升级中的赋能作用,面向重点行业征集物联网创新应用典型案例。通过标杆示范和经验推广,加快物联网技术与垂直行业的深度融合,推动数字经济高质量发展。

重点征集方向:

工业物联网应用:包括设备远程监控、预测性维护、智能产线优化等典型场景;

农业物联网示范:涵盖精准种植、智慧养殖、农产品溯

源等创新应用；

城市物联网建设：聚焦智能交通、智慧能源、环境监测等重点领域；

医疗物联网创新：突出远程医疗、智能穿戴、医疗物资管理等解决方案。

（5）产业技术基础公共服务平台。重点围绕产业共性技术研发与成果转化，打造面向重点行业领域的产业技术基础公共服务平台，为制造业高质量发展提供技术支撑和公共服务保障。

重点建设方向：

标准体系建设平台：开展行业标准研制、验证与推广应用；

试验检测服务平台：提供产品可靠性试验、质量检测等专业服务；

知识产权运营平台：构建专利导航、评估交易、维权保护全链条服务体系；

成果转化促进平台：搭建产学研用协同创新桥梁，加速技术产业化。

国家级专项资金

《两部门关于开展财政支持中小企业数字化转型试点工作的通知》工信厅联企业〔2022〕22号：从2022年到2025年，中央财政计划分三批支持地方开展中小企业数字化转型试点。中央财政对完成改造目标的服务平台安排奖补资金。

每个服务平台最高奖补不超过 600 万元（按照不超过每家试点企业实际改造成本的 30%且奖补资金最高不超过 30 万元进行测算）。文件网址：https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/art/2022/art_e85fcdf081964eb18d21ccd613e5633c.html。

省级荣誉认定。为加快推动江苏制造业高质量发展，省工信厅开展认定各类试点荣誉项目，由企业撰写申报材料，各设区市工信局推荐上报，省工信厅组织材料评审和专家核查，递选出一批标杆示范企业。

（1）专精特新“小巨人”。根据《江苏省专精特新企业培育三年行动计划（2023-2025 年）》，企业符合“专精特新中小企业认定标准”规定条件，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.jszwfw.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》并上传相关佐证材料。相关通知发布于省工信厅网站。

（2）先进级智能工厂。在车间智能化改造基础上，加强智能制造装备、工业软件与操作系统和工业网络设备等集成应用，开展基础、先进、卓越和领航级智能工厂梯度建设。企业对照先进级智造工厂申报条件进行自我评价，填报申请表，并按要求提供能够反映企业智能工厂建设情况的典型场景和要素条件。相关通知发布于省工信厅网站。

（3）工业互联网平台开展年度监测评价。围绕平台服

务效能、技术创新、生态协同等核心维度，开展年度监测评价工作。重点聚焦平台资源管理、应用服务、数据赋能、安全防护等关键指标，通过科学评估与动态监测，促进平台功能完善与生态优化。

省级资金支持

江苏省工信厅每年统筹工业和信息产业转型升级专项资金项目，省工信厅网站发布相关通知，专项资金重点支持五大方向：智能化改造数字化转型、关键核心技术（装备）工程化攻关、自主品牌企业培育、绿色化改造提升、产业支撑体系建设。

项目申报采取网上申报（省工信厅网上政务服务一张网旗舰店 <https://www.jszwfw.gov.cn/col/coll40127/index.html>），进入“江苏省制造强省建设项目库管理系统”上传相关申报材料，由各设区市、县（市）工信部门审核本地区项目材料并推荐报送至省工信厅。

六、愿景与展望

2025 年政府工作报告将“具身智能”首次写入国家级政策文件，一场由感知技术驱动的工业革命已然拉开帷幕。全球传感器市场正以 12.3% 的年复合增长率高速扩张，而中国作为最大应用市场，即将迎来产业发展的黄金拐点。在这场智能时代的底层革命中，传感器行业的下一个爆发周期已清晰可见。

（一）传感器发展的主要方向

多功能化：传感器能够集成多种功能，如测量多种参数、处理数据、存储信息、通信交互等，提高传感器的效率和灵活性。

高性能化：传感器能够提高测量的精度、灵敏度、稳定性和可靠性，降低测量的误差和干扰，满足更高的测量要求。

低成本化：传感器能够采用新型材料和新型工艺制造，降低生产成本和维护成本，实现大规模生产和应用。

微型化：传感器能够以更小的体积实现同水平的性能，可满足更多应用场景的需求。

（二）传感器行业领域的未来技术应用

1、智能化改造

（1）AI 融合与边缘计算

将深度集成机器学习算法，实现实时数据分析和自主决策（如工业设备预测性维护、智能家居环境自适应调节）。

边缘计算技术使传感器具备本地数据处理能力，减少云端依赖，提升响应速度（如自动驾驶中的激光雷达实时目标识别）。

（2）自诊断与自适应

通过嵌入式 AI 实现传感器自校准、故障诊断。

2、数字化转型

（1）数字孪生与虚拟传感

数字传感器与物理系统联动，构建数字孪生模型（如智

能工厂中全流程模拟优化)。

“软测量”技术通过算法虚拟化补充物理传感器盲区。

(2) 标准化数据接口

采用统一协议实现跨平台数据互通，支持柔性生产。

3、网络化连接

(1) 无线传感器网络 (WSN) 与 5G/6G

大规模部署低功耗 WSN 节点 (如农业物联网中的土壤多参数监测网格)。

5G 高带宽支持高清视频传感器与 AR/VR 结合 (如远程医疗内窥镜实时协作)。

(2) 分布式协同感知

多传感器阵列通过联邦学习共享数据模型 (如智慧城市中交通流量与空气质量联合调控)。

(三) 前景展望

我省作为传感器制造大省，产品种类丰富，特色园区众多。在“十五五”时期，智能传感器产业规模、工业产值、市场份额有望大幅提升。

未来 5 年，传感器产业规模有望突破 5000 亿元，工业产值在全国占比超过 30%，MEMS 传感器国产化率提升至 50%以上，整体实力位居全球前三。

未来 10 年，传感器产业规模有望达到万亿级产业集群，汽车传感器全球占比达 20%，智能传感器封测领域全球领先，MEMS 领域全球领跑。

附件一、人工智能典型应用场景

（一）人工智能典型应用场景一

以苏州敏芯微电子技术有限公司为例。

1、企业基本情况

苏州敏芯微电子技术有限公司成立于 2007 年，是中国 MEMS 传感器的领军企业之一，专注于高性能传感器的设计、制造和封装测试。公司主要产品包括 MEMS 麦克风、压力传感器、惯性传感器等，广泛应用于消费电子、汽车电子、工业控制及医疗设备等领域。

敏芯微电子是国内少数具备 MEMS 传感器全产业链自主研发能力的企业之一，拥有完整的“芯片设计—晶圆制造—封装测试”技术体系。公司于 2020 年在科创板上市（股票代码：688286），成为国内首家以 MEMS 传感器为主营业务的上市公司。

近年来，公司积极推进智能制造转型：2018 年：建成国内首条 MEMS 麦克风全自动化生产线，实现高精度声学传感器的量产。2020 年：联合东南大学成立“MEMS 传感器联合实验室”，加强微纳制造技术攻关。2021 年：发布《MEMS 传感器智能制造白皮书》，推动行业标准化进程。2022 年：通过“江苏省智能工厂”认证，成为省内 MEMS 传感器智能制造的标杆企业。2024 年：获江苏省科学技术三等奖。2025 年，获得“优秀传感器/MEMS 芯片国产品牌企业”称号。

2、智能生产线质量检测解决方案

基于 AI 的 MEMS 麦克风缺陷检测。通过高精度光学检测设备采集传感器晶圆表面图像，结合深度学习算法，智能识别微米级缺陷。建立缺陷数据库，关联工艺参数（如刻蚀深度、温度控制），优化生产流程。



图 7-1 智能生产线质量检测解决方案

采用 Transformer 架构搭建传感器性能智能预测模型，融合生产全流程的多模态数据（工艺参数、设备状态、环境信息等）进行训练，精准预测灵敏度、信噪比等关键指标。基于此，在智能制造云平台部署人工智能大模型，通过端到端数据追溯实时分析海量生产数据，利用图神经网络与强化学习，突破传统 SPC 局限，智能诊断工艺波动根因、预测质量风险，并自动优化关键工艺参数，构建“感知-分析-决策-执行-学习”的智能质量闭环，推动生产向零缺陷与批次完美一致性进阶。

3、应用价值

生产效率提升：智能检测系统使单条生产线日均检测量提升 50%，人工复检需求减少 80%。

成本优化：年节省人工及材料损耗成本超 500 万元，新

产品试制周期缩短 60%。

行业示范效应：为国内 MEMS 传感器企业提供可复用的智能制造方案，推动行业向高精度、高可靠性方向发展。参与制定《MEMS 传感器智能制造通用技术要求》团体标准，填补国内相关标准空白。

（二）人工智能典型应用场景二

以南京芯视界微电子科技有限公司为例。

1、基本情况

芯视界微电子科技有限公司成立于 2018 年，系专精特新“小巨人企业”、南京市培育独角兽企业、瞪羚企业、南京市集成电路行业协会理事单位。设有南京、上海、硅谷三处研发中心和深圳的营销中心，芯视界在单光子直接 ToF 技术和应用落地上处于领先地位，是全球率先研究单光子 dToF 三维成像技术的先驱之一。公司拥有芯片级的光电转换器件设计和单光子检测成像技术，主营基于单光子探测的一维和三维 ToF 传感芯片。芯片产品广泛应用于扫地机、无人机和手机等诸多消费类电子领域，以及 AR/VR、智能家居和自动驾驶激光雷达等应用。公司管理团队凝聚了一批超过 15 年从业经验的国内外资深技术专家。

2、智慧安防解决方案

智慧安防解决方案围绕人身安全、厂区安全、合规管理三大核心板块展开。

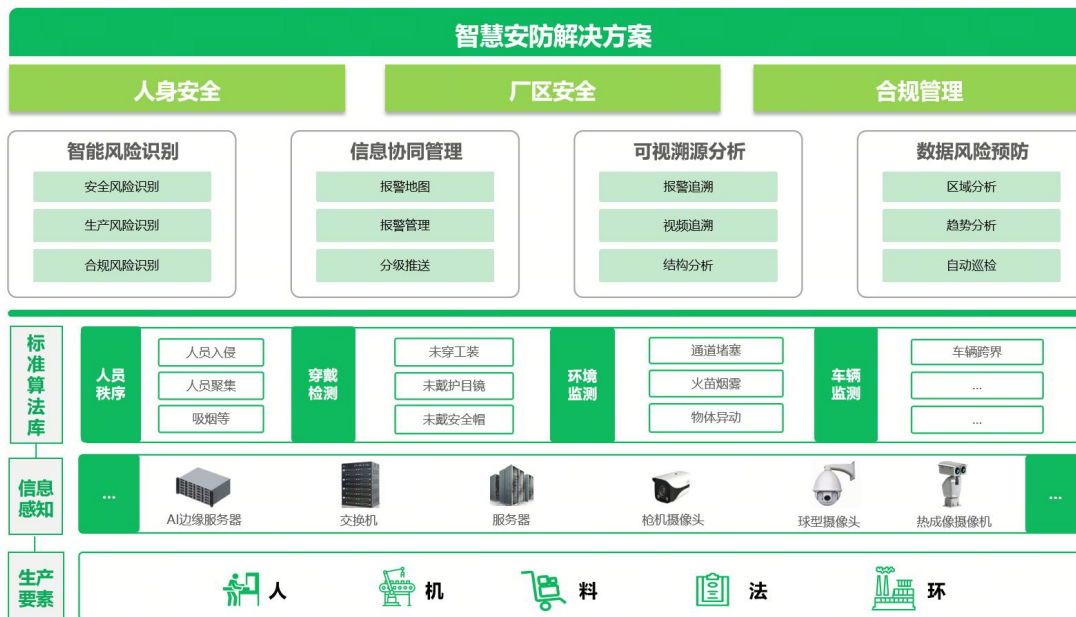


图 7-2 智慧安防解决方案

（1）人身安全智能防护（AI 大模型实时感知与预警）

基于多模态大模型的计算机视觉能力，智能摄像机对现场图像/视频流进行实时分析，利用 Transformer 架构和时空特征建模，不仅能精准识别人员非法入侵、越界等行为，还可通过异常行为模式学习，理解徘徊、尾随等复杂场景，毫秒级触发告警，将安全威胁扼杀在萌芽阶段。

（2）厂区安全智能管控（AI 大模型协同分析与溯源）

以大模型作为信息融合中枢，实时汇聚摄像头、传感器等设备的报警数据，通过图神经网络进行跨系统、跨设备的智能关联分析，实现告警精准传递。同时，大模型作为视频分析核心，结合全域摄像头网络，对报警事件快速溯源，并深度挖掘物品遗留、设备异常等安全隐患，构建主动监控体系。

（3）合规与风险智能管理（AI 大模型预测与洞察）

大模型融合历史与实时数据，运用时序预测算法挖掘数据演变规律，提前预判特定区域安全风险、设备故障等趋势，为企业决策提供前瞻依据。同时，基于大模型的自动巡检机制，实时监测安防系统设备健康度、数据完整性，智能诊断潜在问题，确保系统稳定运行。

2、应用价值

由人工巡检转变为系统 24 小时不间断摄像头自动巡检，提高风险处理效率，减少安全损失。平均提升安全巡检效率 50%~100%，企业千人负伤率从 2.6%降低到 0.5%以下；从源头杜绝安全隐患，安全事故风险降低 30%~80%。

精细化管理，将现场管理中的要求落实到每一分钟、每一个人、每台设备、每一处区域，实时报警，分级推送。提高员工素养，提高企业的管理水平，让现场管理变得实时、高效、便捷。违规行为自动识别、自动推送整改，自动输出考核报表，提升处理效率 20~50%。

通过 AI 算法自动识别异常数据，让管理决策有数据可支撑、问题追溯有数据可查证、资源分配有数据可规划。

附件二、投入改造清单及图谱

(一) 行业系统化场景图谱示意图

	研发设计	智能制造	营销	供应链	仓储	售后服务与 运维
研发 设计	<p>数字化协同研发：贯穿产业链全过程</p> <p>工具链：设计软件（CAD）-项目管理软件（CRM/ERP）-协同工作平台（PLM）-数据分析工具</p> <p>数据链：数据采集-数据存储-数据处理-数据共享-数据安全</p> <p>痛点问题：（1）高精度与可靠性要求（2）集成化和小型化技术 （3）智能化和网络化技术（4）CAD、CAE、EDA、ansys 等工业软化国产化替代</p>					
	主场景	<p>A1.1 主场景</p> <p>工具软件：CAD/CAM/CAE 等设计软件，MES、ERP、CRM、WMS 等系统软件，deepseek 等大模型软件</p> <p>数据要素：市场需求、技术参数、材料性能、仿真模拟、生产工艺、质量控制、设备校准、封装材料、封装工艺、封装测试、静态特性测试、动态特性测试、可靠性测试、环境适应性测试</p>	<p>E1.1 主场景</p> <p>工具软件： WMS</p> <p>数据要素： 库存、物流</p>	<p>F1.1 主场景</p> <p>工具软件： 设备管理系统、CRM</p> <p>数据要素： 客户信息、维修记录</p>		

		<p>知识模型： 物理、数学、信号处理、仿真、工艺、质量控制、封装工艺、热管理、测试、数据分析</p> <p>人才技能： 电子电气工程、材料科学、信号处理、软件编程、生产工艺、质量控制、封装工艺、热管理、精细操作、测试、数据分析</p> <p>痛点问题： 关键技术突破、设计人才匮乏、设计软件昂贵、生产工艺复杂、设备投入大、质量控制难、封装技术不成熟、封装材料依赖进口、封装设备不先进、测试设备昂贵、测试标准不统一、测试周期长</p>				<p>知识模型： ABC 分类法、库存控制</p> <p>人才技能： 仓储、库存管理、信息技术应用</p> <p>痛点问题： 系统集成的复杂性、数据准确性、初期投入成本高</p>	<p>知识模型： 故障预测、维护优化</p> <p>人才技能： 数据分析与处理</p> <p>痛点问题： 跨部门协作难、维修不及时、客户反馈周期长</p>
	<p>A1.2 主场景</p> <p>工具软件： CAD、CAE、EDA、ansys</p> <p>数据要素： 传感器的工作原理、性能指标</p>	<p>B1.2 主场景</p> <p>工具软件： MES、ERP、WMS；封装测试软件</p> <p>数据要素： 生产进度、设备状态、产品质量；封装参数；测试环境</p>	<p>C1.2 主场景</p> <p>工具软件： CRM</p> <p>数据要素： 客户需求、竞品参数</p>	<p>D1.2 主场景</p> <p>工具软件： ERP</p> <p>数据要素： 核心元器件、关键元器件知识 产权风险分析</p>	<p>E1.2 主场景</p> <p>工具软件： WMS</p> <p>数据要素： 库存数量、状态、出入库记录</p>	<p>F1.2 主场景</p> <p>工具软件： CRM</p> <p>数据要素： 客户反馈、故障记录、维修记录</p>	

		<p>知识模型： 工作原理、电路设计、材料科学</p> <p>人才技能： 电子、通信等专业背景，精通数/模电路设计</p> <p>痛点问题： 创新能力、核心技术</p>	<p>知识模型： 生产工艺流程、设备操作、质量控制；封装技术；测试方法、数据分析</p> <p>人才技能： 生产、封装、测试经验、操作技能；熟悉生产、设备和工艺流程</p> <p>痛点问题： 生产效率低、设备故障率高、产品质量不稳定；封装参数不稳</p>	<p>知识模型： 技术、行业标准</p> <p>人才技能： MEMS 工艺</p> <p>痛点问题： 高精度传感器的小型化与低成本矛盾、工艺验证周期长</p>	<p>知识模型： 供应商评估、风险预测</p> <p>人才技能： 元器件选型、国际贸易条款</p> <p>痛点问题： 高端传感器芯片交期长、核心元器件技术依赖</p>	<p>知识模型： 库存控制</p> <p>人才技能： 仓储管理经验</p> <p>痛点问题： 库存不准确、出入库效率低</p>	<p>知识模型： 故障诊断、维修方法</p> <p>人才技能： 售后服务和维护经验</p> <p>痛点问题： 故障定位不准确、维修效率低</p>
	细分场景	A1.3 细分场景	B1.3 细分场景	C1.3 细分场景	D1.3 细分场景	E1.3 细分场景	F1.3 细分场景
		痛点问题： 缺乏核心技术	痛点问题： 设备故障率高；封	痛点问题： 高精度传感	痛点问题： 核心元器件技	痛点问题： 库存不准确	痛点问题： 维修效率低

		术	装参数不稳定；测试方法不准确	器的小型化与低成本矛盾	术依赖		
生产 制造	主场景	<p>A2.1 主场景 工具软件： 设计、仿真软件 数据要素： 设计规范与标准</p> <p>知识模型： 工作原理和特性、材料科学</p> <p>人才技能：</p>	<p>B2.1 主场景 工具软件： 生产管理、封装设计、测试管理软件 数据要素： 生产过程、封装（如封装合格率、封装强度）、测试结果（如测试合格率、不合格原因） 知识模型： 生产工艺流程、质量控制方法；封装技术、方法；测试原理、方法</p> <p>人才技能：</p>	<p>C2.1 主场景 工具软件： MES、ROS 数据要素： 设备 OEE、良品率 知识模型： 工艺、排产</p> <p>人才技能：</p>	<p>D2.1 主场景 工具软件： APS 数据要素： 实时库存、供应商绩效、产能 知识模型： 动态库存、替代路径</p> <p>人才技能：</p>	<p>E2.1 主场景 工具软件： 自动化设备（如 AGV） 数据要素： 库存、出入库记录 知识模型： 仓储管理</p> <p>人才技能：</p>	<p>F2.1 主场景 工具软件： CRM 数据要素： 客户反馈、维修记录 知识模型： 传感器产品知识、售后服务流程</p> <p>人才技能：</p>

		专业知识、电子电路设计 痛点问题： 技术创新难度大、知识产权保护困难	生产、封装、测试操作 痛点问题： 生产成本低；封装技术更新快；测试周期长、测试设备成本高	营销机器、管理体系 痛点问题： 批量生产中的性能离散、高端设备（如光刻机）成本高	精益供应链管理、缺料场景下的生产计划重组 痛点问题： 原材料过度备货、特种材料（如陶瓷基板）依赖单一供应商	操作技能 痛点问题： 库存积压、库存短缺	客户服务、维修技能 痛点问题： 售后服务成本高、客户满意度低
	细分场景	A2.2 细分场景 痛点问题： 技术创新难度大	B2.2 细分场景 痛点问题： 生产成本低；封装质量稳定性差；测试周期长	C2.2 细分场景 痛点问题： 高端设备成本高	D2.2 细分场景 痛点问题：特种材料依赖单一供应商	E2.2 细分场景 痛点问题： 库存积压	F2.2 细分场景 痛点问题： 售后服务成本高
运维服务	主场景	A3.1 主场景 工具软件： CAD、数字	B3.1 主场景 工具软件： CAPP、MES；封	C3.1 主场景 工具软件： IoT 平台	D3.1 主场景 工具软件： 备件管理软件	E3.1 主场景 工具软件： WMS	F3.1 主场景 工具软件： CRM

		<p>化仿真、数字样机、模型驱动设计</p> <p>数据要素： 历史、用户反馈</p> <p>知识模型： 产品性能、结构、工作原理</p> <p>人才技能： 产品研发、设计、仿真</p> <p>痛点问题： 技术瓶颈、创新不足、设计周期过长</p>	<p>装、测试软件</p> <p>数据要素： 实时生产、封装、测试及质量</p> <p>知识模型： 生产、封装、测试过程中的各种现象和问题</p> <p>人才技能： 生产制造、设备管理、质量控制</p> <p>痛点问题： 生产效率低下、质量不稳定、设备故障</p>	<p>数据要素： 实时状态（如振动、温度）、环境</p> <p>知识模型： FTA</p> <p>人才技能： 响应机制、客户培训</p> <p>痛点问题： 小众场景定制化服务成本高</p>	<p>数据要素： 备件消耗、服务网络</p> <p>知识模型： 备件预测、旧传感器回收再制造</p> <p>人才技能： 备件分级管理、回收流程设计</p> <p>痛点问题： 备件冗余、分散式部署的传感器回收成本高</p>	<p>数据要素： 库存、出入库</p> <p>知识模型： 反映仓储规律的算法、数据结构或数字模块</p> <p>人才技能： 仓储管理、物流操作</p> <p>痛点问题： 临库存积压、库存短缺</p>	<p>数据要素： 用户反馈、维修记录</p> <p>知识模型： 反映售后服务规律的算法、数据结构或数字模块</p> <p>人才技能： 售后服务、设备维修</p> <p>痛点问题： 服务响应速度慢、维修效率低下</p>
--	--	---	--	--	--	---	--

	细分场景	A3.2 细分场景 痛点问题： 设计周期过长	B3.2 细分场景 痛点问题： 设备故障	C3.2 细分场景 痛点问题： 跨厂商设备 协议不统一	D3.2 细分场景 痛点问题： 分散式部署的 传感器回收成 本高	E3.2 细分场景 痛点问题： 库存短缺	F3.2 细分场景 痛点问题： 维修效率低 下
经营管理	主场景	A4.1 主场景 工具软件： CAD、EDA 数据要素： 市场需求、竞 品分析、技术 趋势 知识模型： 传感器设计 原理、材料科 学、信号处理 人才技能：	B4.1 主场景 工具软件：ERP、 MES；ATE 数据要素： 生产物料、设备 知识模型： 生产工艺流程、质 量控制标准 人才技能：	C4.1 主场景 工具软件： CRM、BI 数据要素： 毛利率、区 域销售、客 户复购率 知识模型： 决策、风控 人才技能：	D4.1 主场景 工具软件： 供应链金融平 台 数据要素： 合规、成本 知识模型： 总成本、供应链 网络韧性指数 人才技能：	E4.1 主场景 工具软件： ERP 数据要素： 库存、出入库 知识模型： 仓储管理原 则、库存控制 策略 人才技能：	F4.1 主场景 工具软件： CRM 数据要素： 客户、售后服 务 知识模型： 产品维修手 册 人才技能：

		<p>电子工程、材料科学等知识背景</p> <p>痛点问题：研发周期长、成本高、市场需求变化快</p>	<p>熟练的操作技能、设备维护</p> <p>痛点问题：物料浪费、设备故障、封装成本、测试准确性</p>	<p>行业政策解读、数字化转型</p> <p>痛点问题：海外市场认证壁垒、高端传感器研发资金投入大</p>	<p>汇率风险、供应链区域化布局</p> <p>痛点问题：合规成本、资金压力</p>	<p>仓储操作技能，掌握仓储管理软件</p> <p>痛点问题：库存积压、库存短缺、仓储成本高</p>	<p>客户服务</p> <p>痛点问题：售后服务响应慢、维修成本高、客户满意度低</p>
	细分场景	<p>A4.2 细分场景</p> <p>痛点问题：成本高</p>	<p>B4.2 细分场景</p> <p>痛点问题：生产效率低、封装良率低、测试成本高</p>	<p>C4.2 细分场景</p> <p>痛点问题：高端传感器研发资金投入大</p>	<p>D4.2 细分场景</p> <p>痛点问题：合规成本</p>	<p>E4.2 细分场景</p> <p>痛点问题：库存积压</p>	<p>F4.2 细分场景</p> <p>痛点问题：客户满意度低</p>
供应链管理	主场景	<p>A5.1 主场景</p> <p>工具软件：EDA、项目管理软件</p> <p>数据要素：</p>	<p>B5.1 主场景</p> <p>工具软件：ERP、MES</p> <p>数据要素：</p>	<p>C5.1 主场景</p> <p>工具软件：SCM</p> <p>数据要素：</p>	<p>D5.1 主场景</p> <p>工具软件：SCM</p> <p>数据要素：</p>	<p>E5.1 主场景</p> <p>工具软件：ERP</p> <p>数据要素：</p>	<p>F5.1 主场景</p> <p>工具软件：远程维护工具</p> <p>数据要素：</p>

		<p>市场需求、竞品分析</p> <p>知识模型： 设计原理、材料科学、信号处理</p> <p>人才技能： 专业技能、团队协作和项目管理能力</p> <p>痛点问题： 研发周期长，成本高昂；技术更新迅速，产品易过时；市场需求变化快</p>	<p>生产、物料、质量</p> <p>知识模型： 生产工艺流程、设备管理、成本控制</p> <p>人才技能： 设备、工艺、质量管理和成本控制能力</p> <p>痛点问题： 生产效率低；设备故障频；成本控制难度大</p>	<p>交货准时率、原材料价格</p> <p>知识模型： 库存策略、国产化供应商替代</p> <p>人才技能： 谈判技巧、地缘政治对供应链的影响预判</p> <p>痛点问题： 关键材料的断链风险、需求预测偏差导致的库存积压</p>	<p>从原材料到交付客户的实时动态、市场价格</p> <p>知识模型： 全流程仿真</p> <p>人才技能： 供应链数字化转型、跨国供应商谈判</p> <p>痛点问题： ERP/MES/CRM系统间数据未打通，导致决策滞后；关键设备（如ASML光刻机）进口受限</p>	<p>库存、出入库</p> <p>知识模型： 仓储管理原则、库存控制策略</p> <p>人才技能： 掌握WMS软件和物流管理工具</p> <p>痛点问题： 库存积压严重；库存短缺；仓储管理不规范</p>	<p>客户、维修记录</p> <p>知识模型： 产品维修、故障排查手册</p> <p>人才技能： 掌握CRM软件和维修管理工具</p> <p>痛点问题： 售后服务响应慢；维修成本高；产品故障频发</p>
--	--	---	---	--	--	---	---

	细分场景	A5.2 细分场景 痛点问题： 产品易过时、 研发周期长	B5.2 细分场景 痛点问题： 生产效率低、成本 控制难	C5.2 细分场景 痛点问题： 关键材料的 断链风险	D5.2 细分场景 痛点问题： ERP/MES/CRM 系统间数据未 打通，导致决策 滞后	E5.2 细分场景 痛点问题： 库存短缺，影 响生产进度	F5.2 细分场景 痛点问题： 售后服务响 应慢
--	------	--	--	--	--	--	--

(二) 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	备注
1	工艺数字化设计	3D 打印机	用于传感器原型制造和复杂结构件的快速成型	20-300	上海市	传感器企业结合自身情况, 进行选择
2	产线柔性配置	工序加工机器人	通过程序的设定完成在本工序的多品种产品生产	100-500	南京市	同上
3	工艺动态优化	扫描电子显微镜	观察材料表面形貌和微观结构	50-500	北京市	同上
4		阻抗分析仪	测量材料的电学性能	10-50	苏州市	同上
5	先进过程控制	智能传感器	实时采集传感器生产过程中的关键参数, 为工艺优化提供数据支持	5-10	苏州市	同上
6	智能协同作业	智能物流机器人	实现传感器生产过程中的物料自动搬运和高效协作	30-150	杭州市	同上
7		贴片机	将电子元件精确地贴装到 PCB 板上, 是表面贴装技术生产线的核心设备	50-800	进口	同上

序号	适用场景	装备名称	主要功能	投入区间 (万元)	国产/ 进口	备注
8	智能协同 作业	波峰焊	通过熔融的焊锡波峰与 PCB 焊点接触，实现通孔元件的自动焊接	6-40	东莞市	同上
9		自动光学检查仪	利用机器视觉技术检测 PCB 焊接质量和元件贴装情况，快速发现缺陷	10-60	深圳市	同上
10	人机协同 制造	协作机器人	与生产设备和检测装备协同作业，提升生产效率	10-30	北京市	同上
11		智能眼镜	通过增强现实 (AR) 技术，在眼镜镜片上显示操作指南、生产流程、设备信息等，帮助工人更高效地完成任务	1-5	进口	同上
12		智能手套	配备高性能传感器和无线通信模块，实时采集和传输数据，如手部动作、力度、位置等信息	5-30	进口	同上
13	在线运行 监测	PLC	在边缘侧处理设备运行数据，支持实时监测和快速响应	0.05-0.5	深圳市	同上

序号	适用场景	装备名称	主要功能	投入区间 (万元)	国产/ 进口	备注
14	在线运行监测	智能仪表	用于监测、控制和记录工业过程中的各种物理量，并能根据需要进行数据分析、自动调节和远程控制	0.05-0.5	南京市	同上
15	设备故障 诊断与预 测	振动分析仪	对设备振动数据进行分析，支持故障诊断	0.5-2	杭州市	同上
16		噪音分析仪	实时测量、分析和记录环境中的噪音数据，包括频率分布、噪音剂量等，并能以图表、报表等形式呈现结果	0.3-0.8	杭州市	同上
17	智能在线 检测	激光测量仪	对传感器产品进行高精度尺寸和形状检测	0.5-2	苏州市	同上
18		高精度电气性能测试仪	检测传感器的电气性能，包括电压、电流、响应速度、灵敏度等，满足技术要求	0.5-1	常州市	同上

序号	适用场景	装备名称	主要功能	投入区间 (万元)	国产/ 进口	备注
19	智能在线检测	激光扫描检测仪	使用激光技术检测传感器表面的微小缺陷，常用于表面粗糙度、裂纹等的检测	5-100	武汉市	同上
20	质量精准追溯	RFID 读写设备	对传感器产品进行标识和追溯数据采集	0.05-1	深圳市	同上
21		条码扫描设备	对传感器产品进行条码扫描，支持质量追溯	0.02-0.5	福州市	同上
22	智能仓储	仓储机器人	支持货物搬运、上架等自动化操作	10-50	太原市	同上
23		立体仓库	通过自动化存储设备和智能管理系统，实现物料或产品的高密度存储、快速存取和高效管理	100-2000	太原市	同上
24	精准配送	无人配送车	支持生产工位的无人配送，提高配送效率	10-50	沈阳市	同上

序号	适用场景	装备名称	主要功能	投入区间 (万元)	国产/ 进口	备注
25	安全风险 实时监测 与应急处 置	气体检测传感器	实时监测有害气体浓度，支持安全预警	0.05-0.5	苏州市	同上
26		智能摄像头	4K 热成像+ AI 行为分析摄像机对园区的安全进行实时监控	0.5-2	杭州市	同上
27		电子哨兵	带人脸识别的门禁终端（自动识别黑名单并触发报警）	1.5-3	深圳市	同上
28	危险作业 自动化	自动化机械臂	替代人工完成危险作业（如高温、高压环境下的操作）	10-200	深圳市	同上
29		智能巡检机器人	自动巡检危险区域，实时采集环境数据并支持异常报警	2-50	北京市	同上
30		无人搬运车	在危险环境中自动搬运物料，减少人员接触风险	5-20	苏州市	同上
31		防爆传感器	在易燃易爆环境中实时监测关键参数，支持安全预警	0.2-1	乐清市	同上

序号	适用场景	装备名称	主要功能	投入区间 (万元)	国产/ 进口	备注
32	能耗数据 监测	智能电表	实时监测电力消耗数据，支持能耗分析和报表生成	0.03-0.1	长沙市	同上
33		水流量传感器	实时监测水消耗数据，支持水资源管理	0.02-1	南京市	同上
34		气体流量传感器	实时监测气体消耗数据，支持能源管理	0.02-15	广州市	同上
35	能效平衡 与优化	变频器	根据负载需求自动调整设备运行频率，降低能耗	1-10	深圳市	同上
36		余热回收装置	回收生产过程中的余热，用于其他环节，提升能源利用率	0.6-5	佛山市	同上
37	污染监测 与管控	空气质量监测仪	实时监测空气中的 PM2.5、PM10、CO2 等污染物浓度	0.05-0.2	济南市	同上
38		水质监测仪	实时监测水体中的 pH 值、溶解氧、重金属等污染物浓度	3-30	杭州市	同上

序号	适用场景	装备名称	主要功能	投入区间 (万元)	国产/ 进口	备注
39	污染监测 与管控	噪声监测仪	实时监测环境噪声水平，支持超标报警	5-10	北京市	同上
40		VOCs 监测仪	实时监测挥发性有机化合物浓度，支持污染管控	10-200	北京市	同上
41	碳资产与 废弃物管 理	低温等离子体废气处理设备	利用高能电子与污染气体分子发生化学反应，将有害气体分解为无害物质	1-3	淄博市	同上
42		光催化氧化废气处理设备	利用 UV 光催化纳米材料激发化学反应，将污染物分解为水和二氧化碳	2-10	东莞市	同上
43		电催化氧化废水处理设备	利用电化学氧化还原反应去除高难度有机污染物	20-50	潍坊市	同上

(三) 数字化转型数据要素清单

序号	场景	数据要素类型	描述
1	产品数字化研发与设计	研发数据	包括产品需求分析、设计图纸、技术参数、材料选型等，用于支持产品研发过程
2		设计数据	包括 3D 模型、CAD 图纸、仿真结果、设计优化方案等，用于产品设计与优化
3		工艺数据	包括工艺流程、加工参数、设备选型等，用于支持产品设计与生产工艺的衔接
4		材料数据	包括材料性能、供应商信息、成本数据等，用于产品设计中的材料选择与优化
5		历史数据	包括过往产品的设计经验、失败案例、用户反馈等，用于指导新产品的研发设计
6	虚拟试验与调试	仿真数据	包括虚拟试验中的仿真模型、测试参数、结果分析等，用于验证产品设计可行性
7		试验数据	包括虚拟试验中的测试数据、性能指标、故障记录等，用于评估产品性能与可靠性
8		调试数据	包括调试过程中的参数调整、优化方案、调试结果等，用于优化产品设计
9		环境数据	包括虚拟试验中的环境模拟数据，用于测试产品在不同环境下的表现
10		用户数据	包括用户使用场景、需求反馈、使用习惯等，用于优化虚拟试验与调试的方向

11	工艺数字化设计	工艺数据	包括工艺流程、设备选型、工装夹具设计等，用于支持工艺设计与优化
12		设计数据	包括产品设计图纸、3D模型、材料选型等，用于与工艺设计的衔接与优化
13		设备数据	包括设备性能参数、维护记录、使用状态等，用于工艺设计中的设备选型与配置
14		材料数据	包括材料性能、供应商信息、成本数据等，用于工艺设计中的材料选择与优化
15		历史数据	包括过往工艺设计经验、失败案例、优化方案等，用于指导新工艺的设计与改进
16	可制造性设计	生产数据	包括生产计划、产能数据、生产进度等，用于评估工艺设计的可制造性与生产效率
17		质量数据	包括质量检测结果、缺陷记录、返工率等，用于优化工艺设计以提高产品质量
18		成本数据	包括材料成本、加工成本、设备成本等，用于评估工艺设计的经济性与成本控制
19		工艺数据	包括工艺流程、加工参数、设备选型等，用于支持可制造性设计的验证与优化
20		历史数据	包括过往可制造性设计经验、用户反馈等，用于指导新工艺的设计与改进
21	生产计划优化	生产数据	包括生产计划、产能数据、设备利用率等，用于优化生产计划的制定与执行
22		订单数据	包括客户订单、交付时间、产品规格等，用于根据市场需求调整生产计划
23	生产计划优化	库存数据	包括原材料库存、半成品库存、成品库存等，用于优化生产计划的资源分配
24		设备数据	包括设备状态、维护记录、故障率等，用于评估设备可用性并优化生产计划

25		成本数据	包括生产成本、材料成本、人工成本等，用于优化生产计划的经济性与成本控制
26	车间智能排产	生产数据	包括生产任务、工序安排、设备利用率等，用于支持车间智能排产的优化与执行
27		工艺数据	包括工艺流程、加工参数、工装夹具等，用于优化车间排产的工艺衔接与效率
28		设备数据	包括设备状态、维护计划、故障记录等，用于评估设备可用性并优化车间排产
29		人员数据	包括人员技能、工时安排、出勤记录等，用于优化车间排产的人力资源配置
30		历史数据	包括过往排产经验、优化方案等，用于指导车间智能排产的优化与改进
31	产线柔性配置	生产数据	包括生产任务、产线配置、设备利用率等，用于支持产线柔性配置的优化与执行
32		设备数据	包括设备状态、维护计划、故障率等，用于评估设备可用性并优化产线配置
33		工艺数据	包括工艺流程、加工参数、工装夹具等，用于优化产线配置的工艺衔接与效率
34		订单数据	包括客户订单、交付时间、产品规格等，用于根据市场需求调整产线配置
35	精益生产管理	生产数据	包括生产任务、工序安排、设备利用率等，用于支持精益生产管理的优化与执行
36		质量数据	包括质量检测结果、缺陷记录、返工率等，用于优化精益生产管理的质量与效率
37		成本数据	包括生产成本、材料成本、人工成本等，用于优化精益生产管理的经济性与成本控制

38		人员数据	包括人员技能、工时安排、出勤记录等，用于优化精益生产管理的人力资源配置
39	工艺动态优化	工艺数据	包括工艺流程、加工参数、工装夹具等，用于支持工艺动态优化的执行与改进
40		生产数据	包括生产任务、设备利用率、生产进度等，用于优化工艺动态调整的执行效率
41		质量数据	包括质量检测结果、缺陷记录、返工率等，用于优化工艺动态调整的质量与效率
42		设备数据	包括设备状态、维护计划、故障率等，用于评估设备可用性并优化工艺动态调整
43		历史数据	包括过往工艺优化经验、优化方案、执行效率等，用于指导工艺动态优化的改进与执行
44	智能协同作业	生产数据	包括生产任务、设备利用率、生产进度等，用于支持智能协同作业的优化与执行
45		设备数据	包括设备状态、维护计划、故障率等，用于评估设备可用性并优化智能协同作业
46	智能协同作业	人员数据	包括人员技能、工时安排、出勤记录等，用于优化智能协同作业的人力资源配置
47		工艺数据	包括工艺流程、加工参数、工装夹具等，用于优化智能协同作业的工艺衔接与效率
48		历史数据	包括过往协同作业经验、优化方案、执行效率等，用于指导智能协同作业的优化与改进
49	人机协同制造	生产数据	包括生产任务、设备利用率、生产进度等，用于支持人机协同制造的优化与执行
50		设备数据	包括设备状态、维护计划、故障率等，用于评估设备可用性并优化人机协同制造

51		人员数据	包括人员技能、工时安排、出勤记录等，用于优化人机协同制造的人力资源配置
52		工艺数据	包括工艺流程、工装夹具等，用于优化人机协同制造的工艺衔接与效率
53		历史数据	包括过往人机协同制造经验、优化方案、执行效率等，用于指导人机协同制造的优化与改进
54	网络协同制造	生产数据	包括生产任务、设备利用率、生产进度等，用于支持网络协同制造的优化与执行
55		设备数据	包括设备状态、维护计划、故障率等，用于评估设备可用性并优化网络协同制造
56		人员数据	包括人员技能、工时安排、出勤记录等，用于优化网络协同制造的人力资源配置
57	网络协同制造	工艺数据	包括工艺流程、加工参数、工装夹具等，用于优化网络协同制造的工艺衔接与效率
58		历史数据	包括过往网络协同制造经验、优化方案、执行效率等，用于指导网络协同制造的优化与改进
59	在线运行监测	设备数据	包括设备状态、运行参数、实时数据等，用于支持在线运行监测的执行与分析
60		生产数据	包括生产任务、设备利用率、生产进度等，用于评估设备运行对生产的影响
61		环境数据	包括温度、湿度、振动等环境参数，用于分析设备运行环境对设备状态的影响
62		能耗数据	包括设备能耗、功率、效率等，用于评估设备运行的经济性与能耗优化

63		历史数据	包括过往设备运行监测数据、故障记录、优化方案等，用于指导在线运行监测的优化与改进
64	设备故障 诊断与预测	设备数据	包括设备状态、故障记录等，用于支持设备故障诊断与预测的执行与分析
65		生产数据	包括生产任务、设备利用率、生产进度等，用于评估设备故障对生产的影响
66		质量数据	包括质量检测结果、缺陷记录、返工率等，用于分析设备故障对产品质量的影响
67	设备故障 诊断与预测	维护数据	包括维护计划、维修记录、备件库存等，用于支持设备故障诊断与预测的执行与优化
68		历史数据	包括过往设备故障诊断与预测数据、优化方案、执行效率等，用于指导设备故障诊断与预测的优化与改进
69	设备运行 优化	设备数据	包括设备状态、运行参数、实时数据等，用于支持设备运行优化的执行与分析
70		生产数据	包括生产任务、设备利用率、生产进度等，用于评估设备运行优化对生产的影响
71		能耗数据	包括设备能耗、功率、效率等，用于评估设备运行优化的经济性与能耗优化
72		维护数据	包括维护计划、维修记录、备件库存等，用于支持设备运行优化的执行与优化
73		历史数据	包括过往设备运行优化数据、优化方案、执行效率等，用于指导设备运行优化的优化与改进

74	智能在线检测	生产数据	包括生产任务、设备运行参数等，用于支持智能在线检测的执行与分析
75		质量数据	包括质量检测结果、缺陷记录、合格率等，用于评估智能在线检测的效果与质量
76		设备数据	包括设备状态、运行参数、故障记录等，用于分析设备对智能在线检测的影响
77	智能在线检测	环境数据	包括温度、湿度、振动等环境参数，用于分析环境对智能在线检测的影响
78		历史数据	包括过往智能在线检测数据、优化方案、执行效率等，用于指导智能在线检测的优化与改进
79	质量精准追溯	生产数据	包括生产任务、设备运行参数、生产进度等，用于支持质量精准追溯的执行与分析
80		质量数据	包括质量检测结果、缺陷记录、合格率等，用于评估质量精准追溯的效果与质量
81		物料数据	包括物料批次、供应商信息、物料质量等，用于分析物料对质量精准追溯的影响
82		工艺数据	包括工艺流程、工艺参数、工艺标准等，用于分析工艺对质量精准追溯的影响
83		历史数据	包括过往质量精准追溯数据、优化方案、执行效率等，用于指导质量精准追溯的优化与改进
84	产品质量优化	生产数据	包括生产任务、生产进度等，用于支持产品质量优化的执行与分析
85		质量数据	包括质量检测结果、缺陷记录、合格率等，用于评估产品质量优化的效果与质量
86		设备数据	包括设备状态、运行参数、故障记录等，用于分析设备对产品质量优化的影响

87		工艺数据	包括工艺流程、工艺参数、工艺标准等，用于分析工艺对产品质量优化的影响
88	工业技术 软件化应用	研发数据	包括产品设计图纸、技术参数、研发流程等，用于支持工业技术软件化应用的执行与分析
89		生产数据	包括生产任务、设备运行参数、生产进度等，用于评估工业技术软件化应用对生产的影响
90		工艺数据	包括工艺流程、工艺参数、工艺标准等，用于分析工艺对工业技术软件化应用的影响
91		历史数据	包括过往工业技术软件化应用数据、优化方案、执行效率等，用于指导工业技术软件化应用的优化与改进
92	数字基础 设施集成	设备数据	包括设备状态、运行参数、故障记录等，用于支持数字基础设施集成的执行与分析
93		生产数据	包括生产任务、设备运行参数、生产进度等，用于评估数字基础设施集成对生产的影响
94		网络数据	包括网络拓扑、带宽、延迟等，用于分析网络对数字基础设施集成的影响
95		环境数据	包括温度、湿度、振动等环境参数，用于分析环境对数字基础设施集成的影响
96	数据治理 与流通	管理数据	包括组织架构、管理流程、决策支持等，用于支持数据治理与流通的执行与分析

97		生产数据	包括生产任务、设备运行参数、生产进度等，用于评估数据治理与流通对生产的影响
98		质量数据	包括质量检测结果、缺陷记录、合格率等，用于分析质量对数据治理与流通的影响
99		设备数据	包括设备状态、运行参数、故障记录等，用于分析设备对数据治理与流通的影响
100		历史数据	包括过往数据治理与流通数据、优化方案、执行效率等，用于指导数据治理与流通的优化与改进
101	销售驱动 业务优化	销售数据	包括订单数据、客户信息、销售渠道、销售额等，用于分析销售趋势和优化销售策略
102		客户数据	包括客户需求、客户反馈、客户满意度等，用于支持客户关系管理和精准营销
103		市场数据	包括市场需求、竞争对手分析、市场趋势等，用于指导销售策略的制定与优化
104		生产数据	包括生产任务、设备运行参数、生产进度等，用于评估生产对销售的支持能力
105		历史数据	包括过往销售数据、优化方案、执行效率等，用于指导销售驱动业务优化的改进与执行
106	供应链计划协同优化	采购数据	包括供应商信息、采购订单、采购价格、交货周期等，用于优化采购计划与供应商管理
107		库存数据	包括库存数量、库存周转率、库存成本等，用于优化库存管理与供应链计划

108		生产数据	包括生产任务、设备运行参数、生产进度等，用于评估生产对供应链计划的支撑能力
109		销售数据	包括订单数据、客户信息、销售预测等，用于优化销售计划与供应链协同
110		物流数据	包括运输路线、物流成本、配送时效等，用于优化物流计划与供应链效率
111		历史数据	包括过往供应链计划数据、优化方案、执行效率等，用于指导供应链计划协同优化的改进与执行
112	产供销一体化	生产数据	包括生产任务、设备运行参数、生产进度等，用于评估生产对产供销一体化的支撑能力
113		销售数据	包括订单数据、客户信息、销售预测等，用于优化销售计划与产供销协同
114	产供销一体化	采购数据	包括供应商信息、采购订单、采购价格、交货周期等，用于优化采购计划与产供销协同
115		库存数据	包括库存数量、库存周转率、库存成本等，用于优化库存管理与产供销一体化
116		物流数据	包括运输路线、物流成本、配送时效等，用于优化物流计划与产供销效率
117	供应链采购动态优化	采购数据	包括供应商信息、采购订单、采购价格、交货周期等，用于动态优化采购计划与供应商管理

118		库存数据	包括库存数量、库存周转率、库存成本等，用于优化库存管理与采购动态优化
119		生产数据	包括生产任务、设备运行参数、生产进度等，用于评估生产对采购动态优化的支撑能力
120		市场数据	包括市场需求、原材料价格波动、供应商竞争情况等，用于指导采购策略的动态调整
121		历史数据	包括过往采购数据、优化方案、执行效率等，用于指导采购动态优化的改进与执行
122	供应链智能配送与动态优化	物流数据	包括运输路线、物流成本、配送时效等，用于优化物流计划与智能配送动态优化
123		库存数据	包括库存数量、库存周转率、库存成本等，用于优化库存管理与智能配送协同
124		销售数据	包括订单数据、客户信息、销售预测等，用于优化配送计划与智能配送动态优化
125		生产数据	包括生产任务、设备运行参数、生产进度等，用于评估生产对智能配送的支撑能力
126		历史数据	包括过往配送数据、优化方案、执行效率等，用于指导智能配送与动态优化的改进与执行
127	供应商数字化管理	供应商数据	包括供应商基本信息、资质认证、合作历史、绩效评价等，用于支持供应商的数字化管理与优化

128		采购数据	包括采购订单、采购价格、交货周期、供应商响应时间等，用于评估供应商的采购表现与优化供应商管理
129		合同数据	包括合同条款、履约情况、付款记录等，用于监控供应商合同执行情况与数字化管理
130		生产数据	包括供应商提供的原材料质量、交货准时率等，用于评估供应商对生产的支持能力
131	智能仓储	库存数据	包括库存数量、库存周转率、库存成本等，用于优化库存管理与智能仓储
132		仓储设备数据	包括仓储设备运行状态、设备维护记录、设备故障率等，用于支持智能仓储的设备管理与优化
133		仓储环境数据	包括温度、湿度、光照等环境参数，用于监控仓储环境，确保传感器产品的存储条件符合要求
134		入库/出库数据	包括入库时间、出库时间、货物信息、操作人员等，用于优化仓储流程与智能仓储管理
135		历史数据	包括过往仓储数据、优化方案、执行效率等，用于指导智能仓储的改进与执行
136	精准配送	订单数据	包括订单信息、客户地址、配送要求等，用于支持精准配送的计划与执行
137		物流数据	包括运输路线、物流成本、配送时效等，用于优化物流计划与精准配送

138		车辆数据	包括车辆位置、车辆状态、司机信息等，用于监控配送车辆状态与优化配送效率
139		客户数据	包括客户偏好、历史配送记录、客户反馈等，用于优化配送服务与精准配送
140		历史数据	包括过往配送数据、优化方案、执行效率等，用于指导精准配送的改进与执行
141	主动客户服务	客户数据	包括客户信息、购买记录、使用习惯等，用于支持主动客户服务的个性化与精准化
142		运维数据	包括设备运行状态、故障预警、维护记录等，用于主动发现客户问题并提供解决方案
143		历史数据	包括过往服务记录、客户反馈、优化方案等，用于指导主动客户服务的改进与执行
144		市场数据	包括市场需求、客户偏好、竞争对手动态等，用于优化主动客户服务的策略与执行
145		管理数据	包括服务团队信息、服务流程、绩效考核等，用于支持主动客户服务的组织管理与优化
146	安全风险实时监测与应急处置	传感器数据	包括传感器采集的环境数据（如温度、湿度、气体浓度等）和设备运行状态，用于实时监测安全风险
147		运维数据	包括设备运行状态、故障报警、维护记录等，用于支持安全风险的实时监测与应急处置
148		历史数据	包括过往安全事件数据、应急处置方案、优化记录等，用于指导安全风险监测与应急处置的改进与执行

149		管理数据	包括安全管理制度、应急预案、人员信息等，用于支持安全风险监测与应急处置的组织管理与优化
150	能耗数据 监测	传感器 数据	包括传感器采集的能耗数据（如电力、水、气等）和设备运行状态，用于实时监测能耗情况
151		生产数据	包括生产流程数据、设备运行状态、生产环境参数等，用于分析能耗与生产活动的关系
152		运维数据	包括设备运行状态、维护记录、故障报警等，用于支持能耗数据监测的设备管理与优化
153		历史数据	包括过往能耗数据、优化方案、执行效率等，用于指导能耗数据监测的改进与执行
154		传感器 数据	包括传感器采集的环境数据（如空气质量、水质、噪声、废气排放等），用于实时监测污染情况
155	污染监测 与管控	生产数据	包括生产流程数据、设备运行状态、生产环境参数等，用于分析污染与生产活动的关系
155		运维数据	包括设备运行状态、维护记录、故障报警等，用于支持污染监测与管控的设备管理与优化
156		历史数据	包括过往污染数据、优化方案、执行效率等，用于指导污染监测与管控的改进与执行

157	碳资产与 废弃物管 理	传感器 数据	包括传感器采集的碳排放数据、废弃物处理数据等，用于支持碳资产与废弃物管理的分析与决策
158		生产数据	包括生产流程数据、设备运行状态、生产环境参数等，用于优化碳资产与废弃物管理的执行与监控
159		运维数据	包括设备运行状态、维护记录、故障报警等，用于支持碳资产与废弃物管理的设备管理与优化
160		历史数据	包括过往碳排放数据、废弃物处理数据、优化方案等，用于指导碳资产与废弃物管理的改进与执行
161		管理数据	包括碳资产管理制度、废弃物处理方案、人员信息等，用于支持碳资产与废弃物管理的组织管理与优化
162		研发数据	包括产品设计参数、技术文档、环保优化方案等，用于支持碳资产与废弃物管理的技术支持与问题解决

(四) 知识模型资源清单

序号	场景	知识模型	描述
1	产品数字化 研发与设计	信息模型	用于描述传感器产品的结构、功能、接口等信息，支持多学科协同设计
2		机理模型	基于物理定律描述传感器的工作原理
3		物理模型	结合传感器材料的物理特性进行设计优化
4		仿真模型	通过仿真工具模拟传感器的工作环境和性能
5		优化模型	基于数学优化方法优化传感器设计参数
6	虚拟试验与调试	故障诊断模型	基于传感器的工作数据，诊断潜在的设计缺陷或故障
7		控制模型	模拟传感器与控制系统之间的交互，验证其控制性能
8		数据融合模型	整合多源数据（如历史试验数据）提高虚拟试验的准确性
9	数据驱动产品 设计优化	统计模型	基于历史数据分析传感器性能的变化趋势
10		机器学习模型	通过机器学习算法分析传感器数据，优化设计参数

11	工艺数字化设计	信息模型	用于描述传感器制造工艺的流程、参数、设备等信息
12		物理模型	结合材料特性进行工艺设计
13		仿真模型	通过仿真工具模拟工艺过程
14		控制模型	用于设计和优化工艺控制系统
15	生产计划优化	信息模型	用于描述生产计划的相关信息，如订单、库存、设备状态等
16		统计模型	基于历史数据分析生产计划的执行情况，预测未来需求
17		优化模型	基于数学优化方法（如线性规划、整数规划）优化生产计划
18	车间智能排产	信息模型	用于描述车间排产的相关信息，如设备状态、工人技能、任务优先级等
19		优化模型	基于数学优化方法优化排产方案
20		控制模型	用于设计和优化车间排产控制系统
21	产线柔性配置	信息模型	用于描述产线配置的相关信息，如设备状态、工艺参数、任务需求等
22	产线柔性配置	控制模型	用于设计和优化产线配置控制系统

23	精益生产管理	信息模型	用于描述精益生产管理的相关信息，如生产流程、资源使用、浪费分析等
24		统计模型	基于历史数据分析生产过程中的浪费和效率问题
25		优化模型	基于数学优化方法（如线性规划、整数规划）优化生产流程
26	工艺动态优化	优化模型	基于数学优化方法优化工艺参数
27		数据融合模型	整合多源数据（如传感器数据、工艺数据）提高工艺优化的准确性
28	智能协同作业	信息模型	用于描述智能协同作业的相关信息，如设备状态、工人技能、任务需求等
29		优化模型	基于数学优化方法优化协同作业方案
30	人机协同制造	信息模型	用于描述人机协同制造的相关信息，如工人状态、设备状态、任务需求等
31		控制模型	用于设计和优化人机协同控制系统
32	人机协同制造	深度学习模型	通过深度学习算法优化人机协同策略
33	网络协同制造	信息模型	用于描述网络协同制造的相关信息，如工厂状态、设备状态、任务需求等

34		优化模型	基于数学优化方法（如遗传算法、粒子群优化）优化协同制造方案
35		数据融合模型	整合多源数据（如工厂数据、设备数据）提高协同制造的准确性
36	在线运行监测	信息模型	用于描述设备运行监测的相关信息，如设备状态、运行参数、环境条件等
37		统计模型	基于历史数据分析设备运行的正常范围和异常模式
38		数据融合模型	整合多源数据（如传感器数据、设备数据）提高监测的准确性
39	设备故障诊断与预测	信息模型	用于描述设备故障诊断与预测的相关信息，如设备状态、故障记录、维修历史等
40		故障诊断模型	基于规则或机器学习算法诊断设备故障
41		深度学习模型	通过深度学习算法预测设备故障
42	设备故障诊断与预测	统计模型	基于历史数据分析设备故障的模式和趋势
43		混合模型	结合机理模型和数据驱动模型提高诊断与预测的准确性
44	设备运行优化	优化模型	基于数学优化方法（如遗传算法、粒子群优化）优化设备运行参数
45		控制模型	用于设计和优化设备运行控制系统
46		深度学习模型	通过深度学习算法优化设备运行策略

47	智能在线检测	信息模型	用于描述智能在线检测的相关信息，如产品参数、检测标准、检测结果等
48		统计模型	基于历史数据分析产品质量的正常范围和异常模式
49		数据融合模型	整合多源数据（如传感器数据、视觉数据）提高检测的准确性
50		控制模型	用于设计和优化在线检测控制系统
51	质量精准追溯	信息模型	用于描述质量精准追溯的相关信息，如生产批次、工艺参数、质量数据等
52		知识模型	基于规则或专家系统实现质量问题的精准追溯
53	质量精准追溯	统计模型	基于历史数据分析质量问题的模式和趋势
54	产品质量优化	信息模型	用于描述产品质量优化的相关信息，如产品参数、质量数据、优化目标等
55		优化模型	基于数学优化方法优化产品质量
56	工业技术软件化应用	知识模型	基于规则或专家系统实现工业技术的软件化
57		仿真模型	通过仿真工具模拟工业技术软件化应用方案，验证其可行性
58		控制模型	用于设计和优化工业技术软件化应用的控制系统

59	数字基础设施集成	信息模型	用于描述数字基础设施集成的相关信息，如网络配置、存储资源、计算资源等
60		控制模型	用于设计和优化数字基础设施集成的控制系统
61	数字基础设施集成	数据融合模型	整合多源数据（如网络数据、存储数据）提高集成的准确性
62		仿真模型	通过仿真工具模拟数字基础设施集成方案，验证其可行性
63	数据治理与流通	信息模型	用于描述数据治理与流通的相关信息，如数据标准、数据质量、数据安全等
64		统计模型	基于历史数据分析数据的质量和流通模式
65		知识模型	基于规则或专家系统实现数据治理与流通
66		数据融合模型	整合多源数据（如生产数据、质量数据）提高治理的准确性
67	销售驱动业务优化	统计模型	基于历史销售数据分析客户行为和市场趋势
68		优化模型	基于数学优化方法优化销售策略和业务流程
69		数据融合模型	整合多源数据（如销售数据、客户数据）提高优化的准确性
70	供应链计划协同优化	信息模型	用于描述供应链计划协同优化的相关信息，如采购数据、生产数据、物流数据、库存数据等

71		优化模型	基于数学优化方法优化供应链各环节的协同性
72		统计模型	基于历史数据分析供应链各环节的效率和瓶颈
73		深度学习模型	通过深度学习算法预测供应链需求和优化协同方案
74	产供销一体化	信息模型	用于描述产供销一体化的相关信息，如生产数据、供应数据、销售数据等
75		统计模型	基于历史数据分析产供销各环节的效率和瓶颈
76		数据融合模型	整合多源数据（如生产数据、销售数据）提高优化的准确性
77	供应链采购动态优化	信息模型	用于描述供应链采购动态优化的相关信息，如采购需求、供应商数据、库存数据等
78		优化模型	基于数学优化方法动态优化采购计划
79		统计模型	基于历史数据分析采购需求和供应商表现
80		深度学习模型	通过深度学习算法预测采购需求和优化采购策略
81		数据融合模型	整合多源数据（如采购需求、供应商数据）提高优化的准确性
82		控制模型	用于设计和优化采购动态优化的控制系统

83	供应链智能配送与动态	信息模型	用于描述供应链智能配送与动态优化的相关信息，如订单数据、库存数据、物流数据等
84	供应链智能配送与动态	统计模型	基于历史数据分析配送需求和物流表现
85		深度学习模型	通过深度学习算法预测配送需求和优化配送策略
86		数据融合模型	整合多源数据（如订单数据、物流数据）提高优化的准确性
87		控制模型	用于设计和优化智能配送与动态优化的控制系统
88	智能仓储	信息模型	用于描述智能仓储的相关信息，如库存数据、仓储设备状态、订单数据等
89		统计模型	基于历史数据分析库存需求和仓储效率
90		深度学习模型	通过深度学习算法预测库存需求和优化仓储策略
91		数据融合模型	整合多源数据（如库存数据、订单数据）提高仓储管理的准确性
92	精准配送	信息模型	用于描述精准配送的相关信息，如订单数据、配送路线、物流设备状态等
93		统计模型	基于历史数据分析配送需求和物流效率
94		深度学习模型	通过深度学习算法预测配送需求和优化配送策略

95	精准配送	数据融合模型	整合多源数据（如订单数据、物流数据）提高配送管理的准确性
96	主动客户服务	信息模型	用于描述主动客户服务的相关信息，如客户行为数据、服务记录、反馈数据等
97		统计模型	基于历史数据分析客户行为和服务需求
98		深度学习模型	通过深度学习算法预测客户需求和服务趋势
99		数据融合模型	整合多源数据提高客户需求预测的准确性
100		优化模型	基于数学优化方法优化客户服务策略
101	数据驱动服务	信息模型	用于描述数据驱动服务的相关信息，如服务数据、客户数据、产品数据等
102		统计模型	基于历史数据分析服务需求和效率
103		深度学习模型	通过深度学习算法预测服务需求和服务趋势
104		数据融合模型	整合多源数据（如服务数据、客户数据）提高服务决策的准确性
105		优化模型	基于数学优化方法优化服务策略
106	安全风险实时监测与应急处置	信息模型	用于描述安全风险实时监测与应急处置的相关信息，如传感器运行数据、环境数据

107		故障诊断模型	基于故障诊断算法识别安全风险的类型和原因
108		数据融合模型	整合多源数据（如传感器运行数据、环境数据）提高安全风险监测的准确性
109		仿真模型	通过仿真工具模拟安全风险实时监测与应急处置方案，验证其可行性
110		控制模型	用于设计和优化安全风险实时监测与应急处置的控制系统
111	能耗数据监测	信息模型	用于描述能耗数据监测的相关信息，如设备能耗数据、环境数据、时间序列数据等
112		统计模型	基于历史数据分析能耗数据的分布特征和变化趋势
113		数据融合模型	整合多源数据（如设备能耗数据、环境数据）提高能耗数据监测的准确性
114	污染监测与管控	信息模型	用于描述污染监测与管控的相关信息，如污染源数据、环境监测数据、管控措施记录等
115		统计模型	基于历史数据分析污染数据的分布特征和变化趋势

116		数据融合模型	整合多源数据（如污染源数据、环境监测数据）提高污染监测的准确性
117	碳资产与废弃物管理	信息模型	用于描述碳资产与废弃物管理的相关信息，如碳排放数据、废弃物处理数据
118		数据融合模型	整合多源数据（如碳排放数据、废弃物处理数据）提高碳资产管理和废弃物处理的准确性
119		优化模型	基于数学优化方法优化碳排放和废弃物处理策略

（五）工具软件清单

序号	场景	工具软件	描述	投入区间 (万元)	国产/进口
1	产品数字化研发与设计	计算机辅助设计	用于传感器产品的二维和三维设计，支持基础设计和图纸绘制	0.5-3	进口
2		三维辅助设计软件	用于复杂产品的 3D 建模	10-50	进口

序号	场景	工具软件	描述	投入区间 (万元)	国产/进口
3		计算机辅助工程	用于结构、流体、热传导等领域的仿真分析	30-80	进口
4	虚拟试验与调试	三维仿真软件	用于传感器产品的虚拟试验和调试，支持结构、热、流体等多物理场仿真	20-300	北京市
5		虚拟现实仿真平台	适用性强、操作简单、功能强大、高度可视化	30-80	深圳市
6		数学计算和编程软件	用于传感器产品的控制系统仿真，支持虚拟试验和调试	3-8	进口
7	数据驱动产品设计优化	数据分析与建模工具	集成机器学习、大数据分析 & 预测建模，支持历史数据驱动的参数优化、性能预测及迭代改进	50-200	进口
8		创成式设计平台	基于 AI 算法自动生成优化设计方案，结合材料、工艺等约束条件，实现高性能结构设计	30-200	进口
9		数字孪生与仿真平台	构建物理实体的虚拟映射，支持数据交互与动态仿真，用于产品全生命周期性能验证及故障预测	100-500	武汉市

序号	场景	工具软件	描述	投入区间 (万元)	国产/进口
10		PLM	管理产品全生命周期数据，支持设计协同、版本控制及流程优化	30-180	上海市
11		工艺仿真与优化软件	结合三维建模与工艺机理，模拟加工流程、能耗及材料变形，支持动态调整参数以减少试错成本	20-150	上海市
12	工艺数字化设计	计算机辅助设计	用于传感器产品的二维和三维设计，支持基础设计和图纸绘制	0.5-3	进口
13		产品工程解决方案	为产品设计及加工过程提供数字化造型和验证手段，针对用户的虚拟产品设计和工艺设计需求，提供经过实践验证的解决方案	10-20	进口
14	工艺数字化设计	自动化工程的集成软件	涵盖了 PLC 编程、HMI 设计、驱动配置等功能，提供统一的开发环境和共享的数据管理	1-10	进口
15		PLC 编程软件	提供直观的编程界面，支持多种编程语言，具备强大的逻辑控制和数据处理能力	1-5	进口

序号	场景	工具软件	描述	投入区间 (万元)	国产/进口
16	可制造性 设计	计算机辅助 制造	提供各种先进的制造策略，能够生成高效、精确的切削路径，是模具制造中精密加工的理想选择，适用于数控加工编程	5-20	进口
17		三维可视化 建模软件	融合了多种技术，如直接建模技术、基于联结的装配技术、自顶向下的参数化建模技术、云端数据管理等	免费	进口
18		三维辅助设计 软件	用于复杂产品的 3D 建模	10-50	进口
19	生产计划 优化	ERP	可帮助企业进行需求预测、物料需求计划、生产排程、资源分配等，能与采购、库存、销售、财务等紧密集成，实现企业资源的全面管理和优化	10-200	北京市
20	生产计划 优化	高级计划软件	具备先进的排程和需求管理功能，可根据企业的生产能力、物料供应、订单需求等多方面因素，制定出优化的生产计划	20-50	进口

序号	场景	工具软件	描述	投入区间 (万元)	国产/进口
21	车间智能排产	APS	用于传感器产品的车间智能排产，支持实时排产、动态调整和优化	50-200	进口
22		MES	根据企业的生产计划和订单需求，将生产任务分配给各个生产单元并进行排产，确保生产过程高效运行	20-300	杭州市
23	资源动态配置	ERP	通过集成各部门数据，提供实时信息，帮助企业快速响应市场变化，及时调整资源	10-200	北京市
24		分布式存储系统	用于数据存储与管理	1-100	深圳市
25		实时流数据处理系统	用于数据处理与分析	1-100	深圳市
26	精益生产管理	Microsoft Visio	用于绘制 VSM，分析产品的价值	1-3	进口

序号	场景	工具软件	描述	投入区间 (万元)	国产/进口
27		工时分析软件	进行视频动作要素分析拆解、工时测量，有效时间、无效时间、标准工时、问题描述、改善对策等基础数据处理	1-20	深圳市
28		精益管理	提供5S管理、看板、持续改进、问题追踪、绩效管理等功能，帮助企业实现精益生产	1-10	上海市
29	工艺动态优化	EcoStruxure	数据收集与传输、分析洞察、智能嵌入、应用开发支持、云连接、AI能力、边缘控制以及特定领域解决方案等功能	3-230	进口
30		数字孪生	采集数据，实现对空调系统等设备的智能控制和优化运行	10-50	北京市
31	先进过程控制	数字自动化系统	可以预测装置的变化，提前调节多个相关的操作变量	3-30	北京市
32	智能协同作业	生产制造执行系统	用于传感器产品的智能协同作业，支持生产过程的协同管理和优化	10-200	南京市

序号	场景	工具软件	描述	投入区间 (万元)	国产/进口
33	网络协同 制造	制造协作云 服务平台	提供“云加工厂”服务，支持设备、人力、数据的匹配与协同，帮助企业降低制造成本	5-50	长沙市
34		制造业协同服 务平台	提供空间定位、设备协作、资源共享、协同设计等功能，支持制造企业间的协同创新与资源共享	5-20	北京市
35	在线运行 监测	实时监控系统	该软件用于实时采集传感器数据，监控设备运行状态，提供可视化界面和报警功能，确保设备在正常范围内运行	10-50	青岛市
36		SCADA 系统	SCADA 系统用于大规模传感器网络的集中监控，支持数据采集、处理、存储和远程控制，适用于复杂的工业环境	20-200	宁波市
37	设备故障 诊断与预 测	预测性维护 平台	该平台利用机器学习和大数据分析技术，对传感器数据进行深度挖掘，预测设备故障并提供维护建议，减少非计划停机时间	30-100	深圳市
38	设备运行 优化	智能优化平台	该平台结合人工智能和优化算法，对传感器数据进行多目标优化，实现设备运行的最佳状态	60-150	深圳市

序号	场景	工具软件	描述	投入区间 (万元)	国产/进口
39	智能在线检测	智能视觉检测系统	利用机器视觉技术,对传感器产品的外观、尺寸、缺陷等进行实时检测,确保产品符合质量标准	20-80	北京市
40	质量精准追溯	质量追溯管理系统	通过条码、RFID等技术,记录传感器产品的生产、检测、包装等全流程数据,实现质量问题的精准追溯	5-30	武汉市
41		全生命周期追溯平台	覆盖传感器产品从原材料到成品的全生命周期,支持数据分析和问题定位,提高质量管理效率	5-30	武汉市
42	产品质量优化	质量优化分析软件	通过分析传感器生产过程中的质量数据,识别关键影响因素,提供优化建议,提升产品良率	10-90	杭州市
43	工厂数字化设计	计算机辅助设计	提供工厂布局、工艺流程、设备配置等数字化设计功能,支持传感器生产线的优化规划	10-80	上海市
44		三维工厂设计软件	基于三维建模技术,实现工厂布局、设备安装、管道布置等的可视化设计,提升设计效率	100-300	进口
45	数字孪生工厂建设	数字孪生平台	通过实时数据采集和仿真,构建传感器工厂的数字孪生模型,实现生产过程的实时监控与优化	200-500	北京市

序号	场景	工具软件	描述	投入区间 (万元)	国产/进口
46	数据治理与流通	数据治理平台	对传感器生产过程中的数据进行清洗、分类、存储和分析，确保数据质量和可用性	20-150	深圳市
47	销售驱动业务优化	CRM	管理传感器客户的销售线索、订单、售后服务等信息，提升客户满意度和销售效率	50-150	上海市
48	大规模个性化定制	MES	将个性化定制订单转化为生产指令，实现传感器产品的柔性生产和快速交付	5-500	宁波市
49	供应链计划协同优化	供应链协同管理软件	实现传感器行业上下游企业的协同计划，支持需求预测、库存共享、订单协同等功能，提升供应链响应速度	20-100	北京市
50	产供销一体化	智能制造与供应链集成系统	将传感器生产与供应链管理无缝集成，支持实时数据共享和协同决策，实现产供销一体化	50-300	青岛市
51	供应链采购动态优化	采购优化与成本管理平台	通过智能算法优化传感器行业的采购策略，包括供应商选择、采购量规划和成本控制，降低采购成本	80-250	杭州市

序号	场景	工具软件	描述	投入区间 (万元)	国产/进口
52	供应链智能配送与动态优化	智能配送优化系统	通过智能算法优化传感器产品的配送路线和运输方式，降低物流成本并提高配送效率	10-100	青岛市
53		物流动态监控与调度平台	实时监控传感器产品的物流状态，动态调整配送计划，确保准时交付并应对突发情况	15-100	苏州市
54	供应商数字化管理	SRM	实现传感器行业供应商的数字化管理，包括供应商准入、绩效评估、合同管理和协同采购等功能	10-100	北京市
55	供应链风险预警与弹性管控	弹性供应链管理平台	支持传感器行业供应链的动态调整和弹性管控，包括多源采购、库存优化和应急计划制定	50-300	苏州市
56	智能仓储	WMS	实现传感器行业仓储的智能化管理，包括库存监控、货位优化、出入库管理和自动化设备集成	100-300	深圳市
57	精准配送	智能配送优化系统	通过智能算法优化传感器产品的配送路线和运输方式，降低物流成本并提高配送效率	20-300	深圳市

序号	场景	工具软件	描述	投入区间 (万元)	国产/进口
58		物流动态监控与调度平台	实时监控传感器产品的物流状态，动态调整配送计划，确保准时交付并应对突发情况	30-300	杭州市
59	产品远程运维	设备远程控制与管理系统	支持对传感器设备的远程控制和管理，包括参数调整、固件升级和故障修复，提升运维效率	30-400	青岛市
60		IoT 运维平台	通过物联网技术实现传感器设备的远程运维，支持数据采集、分析和设备健康管理	30-400	青岛市
61	主动客户服务	CSM	实现传感器行业客户服务的全流程管理，包括服务请求、工单分配、客户反馈和服务质量评估	15-60	上海市
62	安全风险实时监测与应急处置	安全风险监测平台	实时监测传感器生产环境中的安全风险，包括设备、环境和人员行为，提供预警和报警功能	15-80	杭州市
63		应急管理指挥系统	支持传感器行业突发事件的应急处置，包括应急预案管理、资源调度和指挥决策，提升应急响应效率	30-200	沈阳市
64	能耗数据监测	IoT 能耗监测系统	通过物联网技术实现传感器设备能耗的实时监测，支持远程数据采集和设备健康管理	1.5-15	重庆市

序号	场景	工具软件	描述	投入区间 (万元)	国产/进口
65	污染监测 与管控	污染源在线监 测系统	实时监测传感器生产过程中的污染物排放，提供 数据采集、分析和报警功能	15-100	杭州市

(六) 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	数据驱动产品设计优化	高性能计算服务器	数据建模、仿真分析与优化设计	20-80	北京市
2		工业数据采集设备	实时采集产品测试数据与用户反馈	5-15	深圳市
3		工业级 5G 模组 (含芯片)	支持工业场景，保障数据高速稳定传输，满足产品设计中大量数据建模、仿真分析的数据交互需求	0.5-3	南京市
4		5G 云化 PLC 终端	控制逻辑上云，通过 5G 远程执行，可用于产品设计优化过程中的远程控制等操作	10-40	南京市
5	工艺数字化设计	CAD/CAE 软件工作站	三维建模、工艺仿真与优化	8-30	上海市
6		数字化工艺数据库	存储工艺参数、支持多版本管理	10-50	北京市

序号	适用场景	设备名称	主要功能	投入区间 (万元)	国产/进口
7	工艺数字化 设计	5G DTU	将 5G 信号转换为企业内部网络信号，方便工艺数据库等设备与外部网络的数据交互	0.3-1.5	南京市
8		5G 工业 CPE	将 5G 信号转换为工厂内网信号，支持多运营商冗余接入，保障产品设计相关数据在企业内部网络的稳定传输	2-10	南京市
9	人机协同 制造	力控传感器与视觉系统	实时感知环境变化、辅助精准操作	5-20	深圳市
10		5G MEC 边缘服务器	进行本地化计算，时延小，支持运营商边缘云合作，为实时感知环境变化、辅助精准操作提供快速的计算支持	15 - 50	南京市
11		5G+北斗融合终端	实现室内外厘米级定位，可用于人机协同场景中设备或人员的精准定位，如辅助精准操作	1-8	南京市
12	网络协同制造	工业互联网平台	跨企业数据共享、协同生产调度	100-500	北京市

序号	适用场景	设备名称	主要功能	投入区间 (万元)	国产/进口
13	网络协同制造	分布式边缘计算节点	低延迟数据处理、本地化协同控制	10-50	上海市
14		5G 工业路由 (TSN)	实现毫秒级设备同步控制, 支持时间敏感网络, 满足跨企业数据共享、协同生产调度时设备之间的精确同步要求	1.5 - 6	南京市
15	在线运行监测	高精度振动传感器	实时采集设备振动、温度等参数	1-5	西安市
16		智能在线检测设备	自动检测产品质量异常 (如尺寸、缺陷)	5-30	南京市
17		5G 8K 视频采集终端	实时采集设备运行视频并回传至监测平台, 依赖运营商大带宽切片, 为设备运行状态监测提供高清视频数据	3-12	南京市
18		工业级 5G 模组 (含芯片)	支持设备振动、温度等参数数据的高速传输, 满足在线运行监测中实时数据传输需求	0.5-3	南京市

序号	适用场景	设备名称	主要功能	投入区间 (万元)	国产/进口
19	设备运行优化	预测性维护系统	基于 AI 分析设备健康状态、预测故障	20-100	上海市
20		5G VPN 安全网关	对设备健康状态数据、故障预测分析等数据进行加密传输，支持运营商安全方案，保障数据在传输过程中的安全性	5-20	南京市
21	数字基础设施集成	云计算服务器集群	提供分布式计算与存储资源	50-300	北京市
22		工业网络交换机 (支持 5G/TSN)	高速、低延迟数据传输	5-20	杭州市

(七) 行业数字化转型人才技能清单

序号	人才技能类型	描述
研发设计		
1	技术研发类	掌握 MEMS 设计、多学科仿真、AI 算法优化，推动传感器性能突破
2	应用实施类	具备系统集成（如物联网平台对接）、现场调试（如环境适应性测试）、实时数据分析（如边缘计算应用）能力
3	业务管理类	擅长需求优先级排序、研发成本预算控制、跨部门协作
4	创新管理类	聚焦前沿技术侦察、专利风险预警、创新资源协调（如产学研合作）
5	项目管理类	精通敏捷开发流程、资源冲突调解、风险预案设计（如关键芯片断供应对）
智能制造		
6	应用实施类	掌握智能产线部署（如工业机器人的编程与运维）、设备预测性维护、边缘计算（如本地数据处理）技能
7	业务管理类	精通生产计划优化（如 APS 系统应用）、质量追溯、供应链协同
8	创新管理类	具备工艺改进、新技术孵化、专利布局能力

序号	人才技能类型	描述
营销管理		
9	应用实施类	掌握数字营销工具及 CRM 系统应用
10	业务管理类	精通市场分析、销售预测模型构建及动态定价策略设计
11	创新管理类	具备新产品开发能力（如智能传感器场景化设计）、品牌数字化升级及跨界合作创新
12	项目管理类	擅长营销活动策划（如线上直播+线下体验）、执行过程监控（如实时数据看板）及效果量化评估
供应链管理		
13	研发设计类	掌握供应链协同设计（如传感器供应商联合开发）、供应商全生命周期管理
14	应用实施类	具备智能仓储优化、实时库存跟踪及供应链可视化
15	业务管理类	精通战略采购（如传感器芯片采购谈判）、供应链成本分析及风险预警
16	创新管理类	聚焦 C2M 反向供应链设计、供应链金融创新
17	项目管理类	擅长供应链网络优化（如多仓库选址规划）、KPI 监控（如订单履行率追踪）及合规管理

序号	人才技能类型	描述
仓储物流		
18	应用实施类	掌握智能仓储系统部署、AGV 机器人运维
19	业务管理类	精通动态库存管理、物流成本控制、供应链协同
20	创新管理类	聚焦仓储自动化创新、绿色物流技术、溯源
售后服务与运维		
21	应用实施类	掌握远程监控（如传感器状态实时追踪）、故障诊断及预测性维护
22	业务管理类	精通客户服务管理、智能备件调度
23	创新管理类	聚焦服务模式创新（如传感器即服务 Saas 化）、AR 远程协助
24	项目管理类	具备敏捷运维项目管理、服务交付质量监控及客户反馈闭环管理

附件三、典型案例

（一）南京高华科技股份有限公司

1、企业基本情况

南京高华科技股份有限公司成立于 2000 年，注册资金 18592 万元，建筑面积 4 万 m²，位于南京经济技术开发区栖霞大道 66 号。是一家以研发、设计、生产、销售高可靠性传感器及传感器网络系统为主的高新技术企业，2022 年获得国家级专精特新“小巨人”企业称号，2023 年 4 月 18 日成功登陆上交所科创板（股票代码 688539）。2024 年先后成立了以敏感芯片研发、商业航天运载火箭监测为主营的全资子公司。

公司主要产品涵盖各类压力、加速度、温湿度、位移等传感器，以及通过软件算法将上述传感器集成为传感器网络系统，主要运用在航天、航空、兵器、轨交、机械装备等领域。依托高可靠性传感器产品自主创新优势，公司核心产品具有可靠性高、一致性好、集成度高特点，公司参与并圆满完成了载人航天工程、探月工程、北斗工程、空间站建设工程、商业航天，新一代战机、运输机、无人机，坦克装甲，和谐号、复兴号高铁动车，智能矿山机械等重点工程配套任务。

公司拥有特种行业资质以及 ISO9001、IRIS、软件能力等级证书、CCS 型式认证、MA 矿用安全标志等产品认证，参与《微机电系统（MEMS）技术术语》、《MEMS 压阻式

压力敏感器件性能试验方法》、《制造系统诊断维护技术与应用集成通用要求》国家标准的制订，建有三个省级研发平台。公司在传感器芯片设计、传感器设计、传感器网络系统等方面拥有了多项核心技术，公司已取得知识产权 106 项，其中发明专利 56 项，实用新型专利 38 项，外观设计专利 7 项，软件著作权 5 项。

2、实施智改数转网联的主要做法

(1) 卓越生产管理体系建设

为实现建成卓越生产管理体系远景目标，高华科技生产制造部门，首先根据公司高层一年一度的战略方针目标运营体系（SDP）的行动计划，结合基线分析法（BA），明确现状，落实生产部门的短期目标和长期目标（1-3 年计划）。进一步制定了高华科技卓越生产管理体系搭建总体思路。

卓越生产运营体系框架设计思路

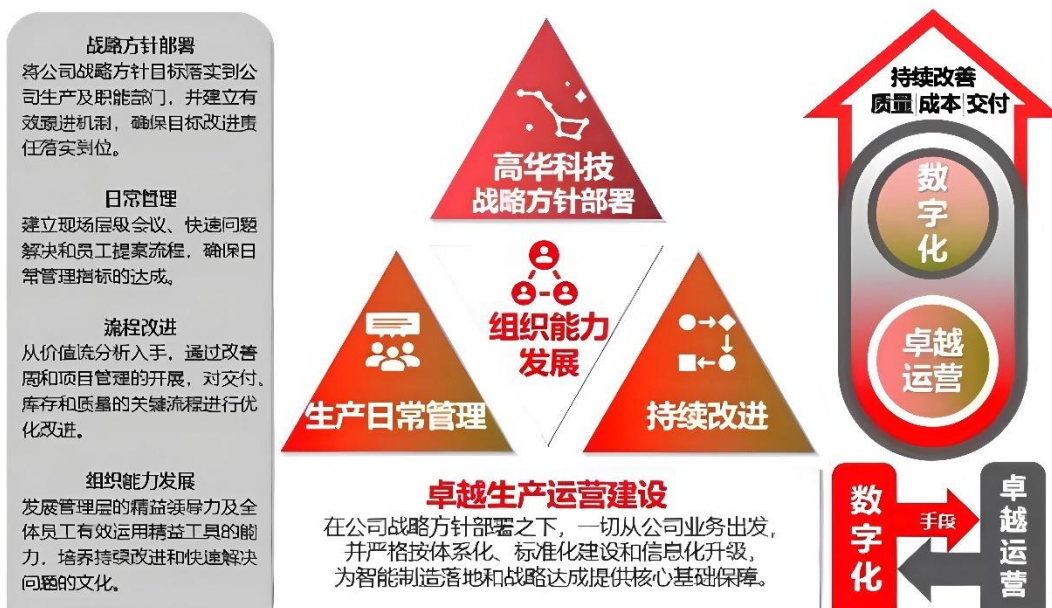


图 9-1 卓越生产运营体系框架

同时基于生产管理几大重要模块，结合高华科技以往生产管理的特点和痛点，明确了主要的工具和方法。

精益+数字化合力有效解决

工具方法		主要改善点	数字化模块工具
问题快速解决		多种等待浪费 (物料, 维修...响应)	物料拉动、层级会议
国产替代		质量缺陷返工	质量管理、8D、MES
人才培养与激励		在制品库存多	物料拉动、看板
TPM		目视化管理欠缺	层级责任会议、MES
层级责任会议		模具换型及保养	设备及备件运维管理
走动管理		5S+全员改善	改善、走动管理
数智化建设		跨部门沟通不畅	层级会议、跨部门例会
持续改进			

图 9-2 主要的工具和方法

(2) 设备全生命周期数字化 ETPM 管理

结合 MES (生产执行系统) 的上线, 实现了全公司 1300 台设备全生命周期的数字化管理全覆盖, 设备的点检, 保养, 报修, 维修, 巡检, 备件达到全线上管理, 短期来看, 减少异常停机, 减少维修次数和效率, 降低维保费用, 同时, 提高设备综合效率, 确保连续生产, 提高产出; 长期来看, 通过推动智能化改造进程, 改善企业服务形象和能力, 提高公司竞争力。

通过系统协同设备报修、资料提交自动生成设备点检单、维修单、验收单等符合质量管理体系要求的标准化单据, 结合软件系统、无纸化交付和数字档案馆, 实现了自动电子签名, 各类文件文档集中收集存储、整理统计、查阅下载等。

ETPM：数字化+设备全生命周期管理

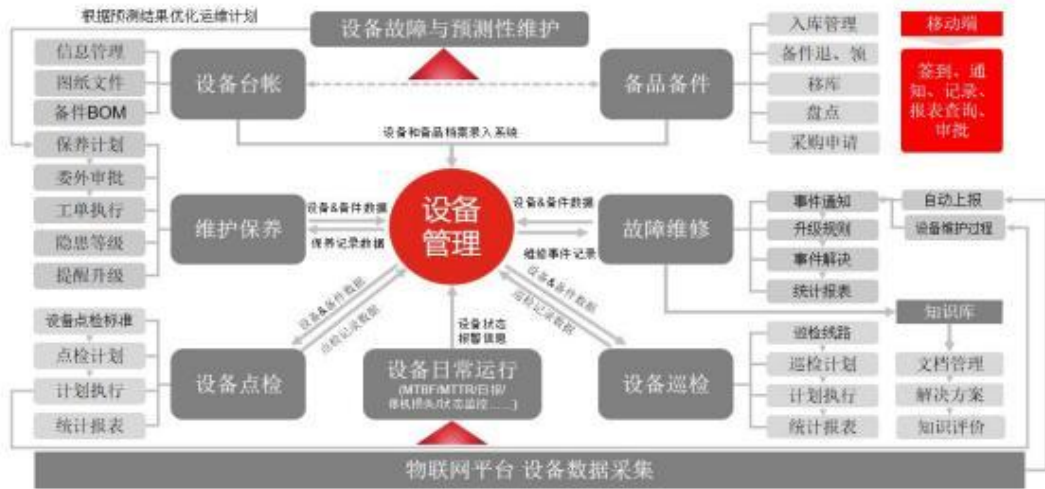


图 9-3 数字化+设备全生命周期管理

(3) 调整产线布局，提升生产效率，降低生产成本

基于市场需求和订单预测，积极调整产线布局，对产线布局进行重组，快速支持业务发展。基于精益生产理论，从客户端的目标产能，计算制程的需求时间，利用精益工具如VSM 价值流分析，ECRS，5WIH，等对产线进行重置优化，同时加强对人员的培训，三年时间共完成产线布局重组 5 起，积极应对业务的发展，实现柔性生产。



图 9-4 产线布局（改造前）

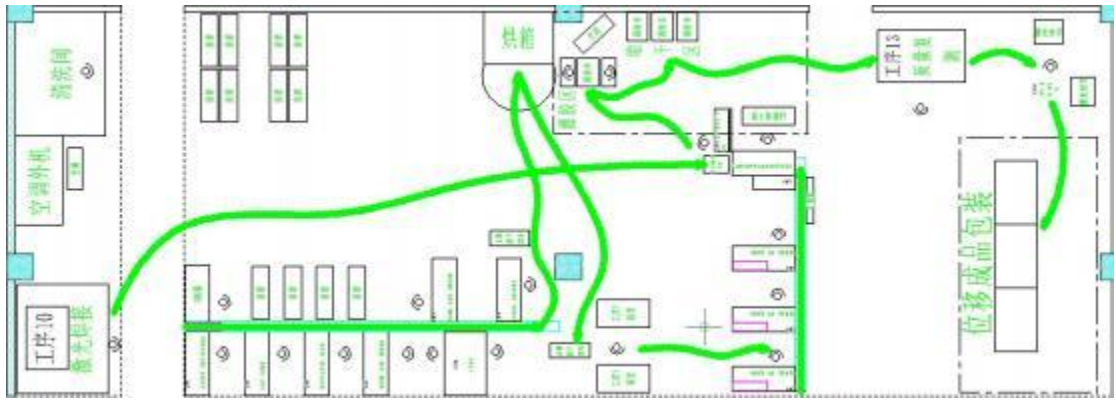


图 9-5 产线布局（改造后）

3、实施后的成效

（1）生产交付能力大幅提高，为重点项目提供强力支持。近三年，在现有生产员工保持不变的基础之上，实现产量的平均年度增长 8% 以上，准时交付平均年度增长 3% 以上，助力国家重点配套项目。2022 年获得力箭一号运载火箭发射成功感谢信；2023 年获长征五号 B 运载火箭圆满完成我国空间站建设任务感谢信、长征二号 F 遥十七火箭发射成功感谢信；2024 年获东方空间“引力一号遥一运载火箭”飞行试验任务获得圆满成功感谢信。

（2）生产制造成本不断降低，产品竞争力显著提升，尽显经济效益。单位小时制造费用平均每年降低 4% 左右，持续降本增效，不断提高产品竞争力。

（3）产线改善后，瓶颈时间由 226.8s 下降至 108s，产线平衡由 58.5% 提升至 93.5%。

（二）无锡物联网创新中心有限公司

1、企业基本情况

无锡物联网创新中心有限公司（以下简称“公司”）是一

家混合所有制企业，注册资本 8.72 亿元。公司的核心定位：物联网产业核心技术“策源地”，产业发展“推进器”，公共服务“示范点”，高端人才“集聚区”。公司围绕物联网及工业互联网核心共性关键技术研发和成果转移转化，牵头组织申报和承担国家重大创新项目，联合创新平台开展行业应用，为企业提供总体解决方案，同时进行产业技术发展战略规划研究，标准研究制定、测试验证和推广应用等工作。先后获批江苏省物联网创新中心、江苏省物联网先进感知产业创新中心、江苏省企业技术中心、江苏省专精特新小巨人企业（创新类）和“科创中国”物联网创新基地、江苏省潜在独角兽企业、无锡市 MEMS 传感器智能化工程技术研究中心。截止 2024 年底，公司牵头或参与传感器、工业互联网、车联网及物联网共性技术相关标准 47 项。

公司近年来，围绕“一感两网”（一感即先进感知，两网为车联网和工业互联网）进行研发项目布局和投入，2024 年研发投入 1.1 亿。工业互联网方面建有一个纺纱工业互联网平台，一个电子制造业协同创新平台，该方向仅 2023 年和 2024 年就先后获得工信部物联网赋能行业发展典型案例、江苏省行业级工业互联网平台、数字中国创新大赛（AI 赛道）数智百景奖、中国国际数字经济博览会《新技术》一等奖等十余项奖项。项目方面，公司先后承担了省部级 10 项，总经费 4.5 亿左右，先后孵化投资公司 6 家，投资额近 5000 万元。

2021 年公司投资 8.42 亿元，建设了 MEMS 先进感知中心，目前面向 8 英寸硅晶圆加工需求，建设了光刻、薄膜、刻蚀、扩散、注入、湿法、键合、背面减薄蒸镀、量测等系列工艺能力，可基于 CMOS 工艺开展 MOS 和光电器件研发、基于 CMOS-MEMS 工艺开展 MEMS 器件研发。公司现有研发场地 32000 多平方米，分为研发办公室、实验室、万级洁净间、SMT 实验室、先进感知研发中心。已完成 MES/ERP/RMS 等生产管理等系统搭建，完成数字化转型升级。拥有>130 台套设备。研发中心团队人数 250 人。

2、实施智改数转网联的主要做法

以实现高端 MEMS 芯片“中国智造”为目标，通过构建 EDA 设计共享云、IP 服务云、数字智造云，基于工业互联网平台，建成“三云一网”的芯工坊——电子制造业协同创新平台。有机整合 MEMS 相关的 EDA 设计工具、代工资源，聚焦 MEMS 芯片中试及量产，以提供“可制造的设计、经验证的工艺”为理念，开发核心自主知识产权（IP），在线打通 MEMS 芯片的设计、流片等核心环节，实现 MEMS 芯片从设计到服务一站式协同创新。最终构建新的技术生态，推动行业的发展与变革。

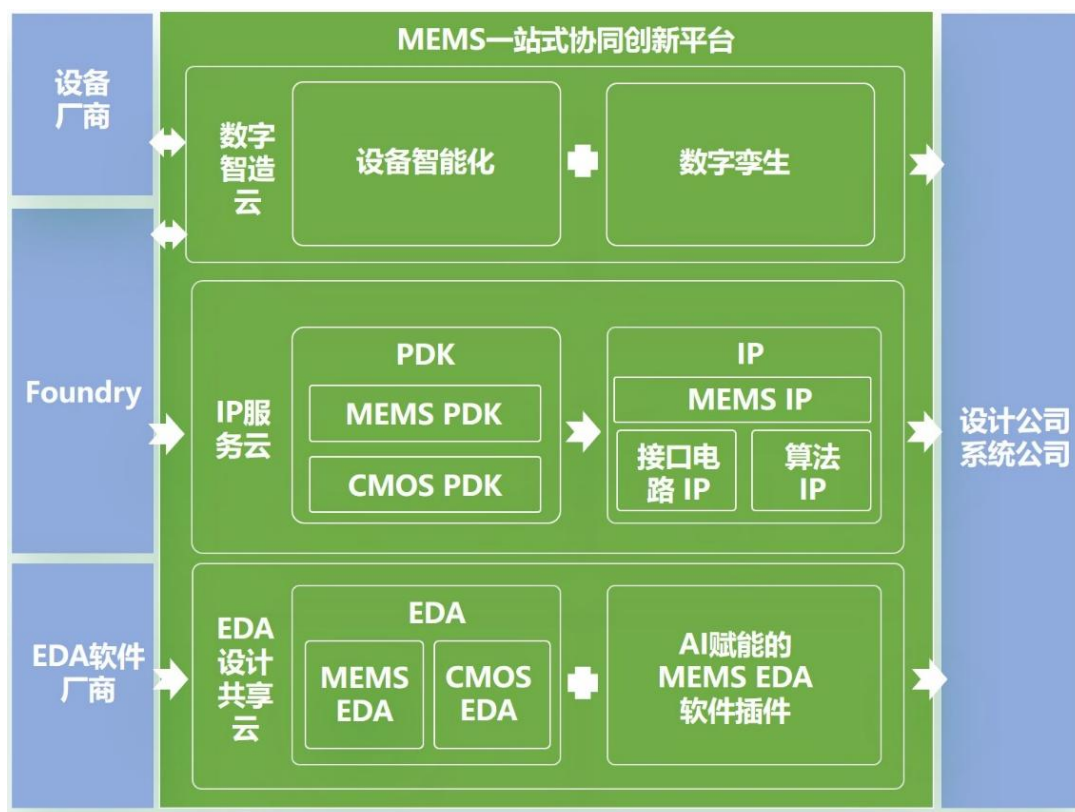


图 9-6 MEMS 一站式协同创新平台

本平台投入为 1.5 亿元，是在原有试验平台的基础上，进一步优化扩建电子制造业协同创新平台——“芯工坊”，结合数字孪生、人工智能等技术，实现线上服务的数字化 MEMS 传感器公共服务平台，平台搭建 EDA 设计共享云、IP 服务云和数字智造云。在前期的建设中，在数字制造云方面，已接入 38 家国内 MEMS 研发实验平台和代工线，接入 MEMS 加工、测试、封装设备共计 1204 台套，完成了净化厂房和 1204 台半导体设备的数字孪生建模，可供用户对设备和工艺进行了解。

近期建设拟重点围绕 EDA 设计共享云和 IP 服务云开展，通过近期建设，支撑 >10 家 MEMS 芯片设计公司或个人同时远程使用 EDA 开展设计仿真、开发不少于 5 类器件工艺 PDK，

形成不少于 8 类 IP，累计服务>20 家用户使用 EDA 设计共享云、IP 服务云、数字智造云。具体建设内容包括：

（1）EDA 设计共享云方面

在原有的基础平台上，通过远程在线的形式为用户提供模型仿真、多物理场耦合、版图设计等服务。

（2）在 IP 服务云方面

开展工艺设计工具包 (Process Design Kit, PDK)和 IP 两方面建设，以提高用户的器件开发效率。一是在 MEMS 传感器 PDK 开发方面，结合已经在芯工坊平台通过数字孪生上线的 30 余家 MEMS 研发平台和代工线，针对典型且量大的 5 大类器件，包括：硅电容、压阻型、热阻/热堆型、PZT 压阻型以及 CMOS-MEMS 兼容的单片集成式，用三年时间，形成五套 PDK，即每类器件形成一套 PDK。二是在 IP 方面，基于形成的器件 PDK，针对压阻型压力传感器、热阻/热堆型真空传感器、热阻/热堆型流量计、PZT 扬声器、CMOS-MEMS 兼容的热堆阵列红外器件，开展参数化器件 IP 设计，定义各器件类型，器件名称，器件参数，器件视图、器件版图等；确定参数调用关系函数集、参数数据类型等。

3、实施后的成效

（1）经济效益：

一是平台通过提供设计、定制开发、流片等服务，自身可以实现经营收入，每年不低于 5000 万元左右。

二是通过平台提供的参数化的 IP 服务等，相关的设计公

司、系统公司可以显著提高开发及制造效率，降低开发及流片的成本和商务成本，从而每年间接带动整个行业的经济效益增加超过 5 亿元。

三是平台的功能完善后，会逐步衍生出相关的供应链、培训等业务，每年整个生态可增加的间接经济效益超过 50 亿元。

（2）社会效益

一是通过平台实现了 MEMS 芯片设计、制造一站式的协同，直接推动 MEMS 芯片行业专业化分工，显著提升全行业的协同创新效率，不断推动行业发展变革。

二是通过平台发展，最终带动形成了一个全新的协同创新的产业生态，生态内各创新要素充分高效协同，对提升国内中高端 MEMS 芯片自主创新的国际竞争力，并最终逐步解决“卡脖子”问题有积极的意义。

三是通过平台的发展，直接间接带动就业及增值服务业，有利于社会和谐稳定。

（三）北京中石伟业科技无锡有限公司

1、企业基本情况

北京中石伟业科技无锡有限公司是一家致力于提高智能电子设备可靠性的整体解决方案服务商，总部位于北京。自 1997 年集团公司成立以来，公司自主研发和生产电磁兼容、屏蔽及导热产品，解决智能电子设备在复杂且恶劣的电磁干扰环境和发热运行环境下可靠性问题，为客户提供环境

评估失效性能及个性化应对措施和全面解决方案，多年来积累了丰富的专业制造经验。客户主要集中在通讯设备、航空航天、医疗、电子、机械制造、轨道交通、新能源等行业。

在工厂智能化建设过程中，公司引进国内外高端工业设备，为工艺流程与智能化信息化结合、构建精益数字化生产体系打下基础。智能工厂集成应用传感器、产品生命周期管理系统、采购管理系统、企业资源计划管理系统、制造执行系统、工业自动化数据采集系统、仓储管理系统等，实现企业管理和生产数字化、可视化、柔性化，对传统离散型断层生产组织方式进行转型升级，实现生产制造组织方式再造。

2、实施智改数转网联的主要做法

(1) 研发设计

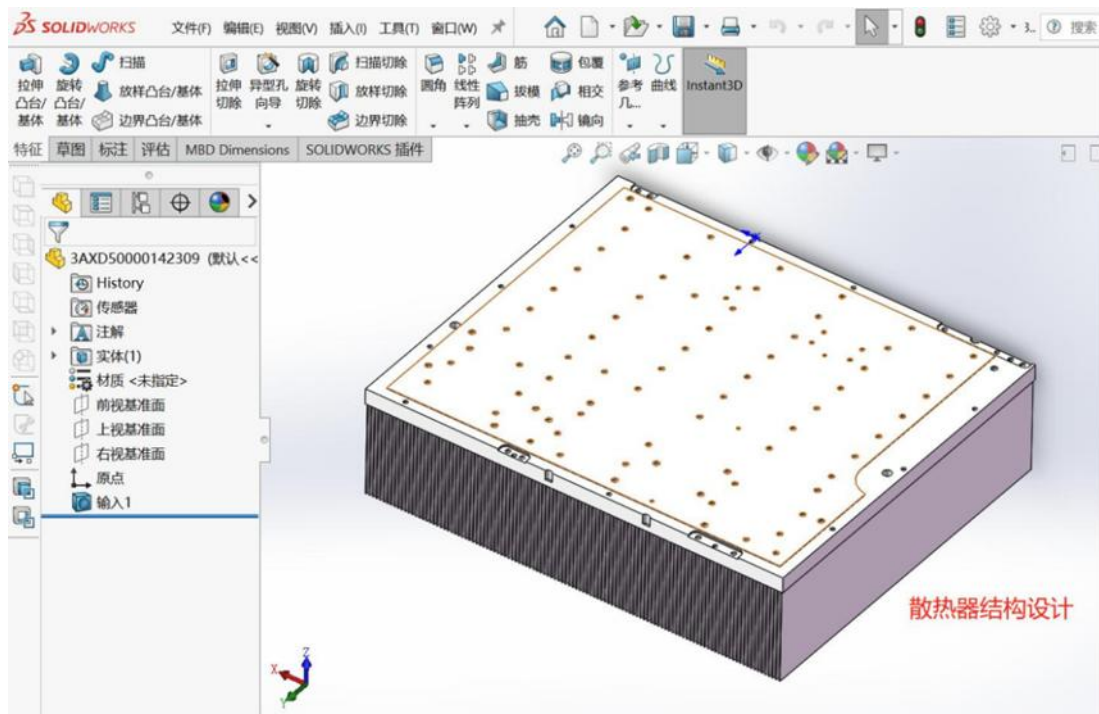


图 9-7 三维建模设计软件

公司应用三维建模设计软件进行产品设计，可基于模型对产品设计进行仿真测试，并开发实验室管理系统，针对实验设备可自动采集实验数据上传至系统，对研发数据进行分析，实现对原材料信息、配方配比和工艺参数的管理。同时系统支持趋势分析、相关性分析、回归分析和模型分析，建立起数学模型，描述其预测方法，为决策提供支持。

（2）生产环节

公司应用 SAP、ERP、MES、SCADA 系统综合集成，实现生产管控、资源管理、质量管控、车间物流管控四大模块一体化，结合数据中心展示大屏、生产看板以及现场操作端，通过仓储物流信息采集与处理、物料追溯与产品档案、生产排程信息自动管理、异常处理等功能，实现生产排程柔性化、资源组织动态化、生产作业数字化、过程质量可追溯、生产设备自动管理、物流配送智能化、能源资源利用集约化。



图 9-8 SAP、ERP、MES、SCADA 系统综合集成

（3）营销及供应商管理

应用 SRM、SAP、CRM 系统综合集成，系统能根据市场趋势、需求变化自动调整生产和采购建议并给出优化方法，结合人工评估应对市场需求的波动。系统还具有详细的供应商评估功能：考评档案管理记录供应商考评详细过程，考评评分管理记录供应商打分规则，考评结果输出自定义供应商评估报表，实现供应商的实时动态管理。

3、实施后的成效

中石伟业智能工厂项目依托先进的智能装备和信息化实施，从行业传统“离散中心型”工厂布局和工艺路线革新为“系统流水型”工厂布局和工艺路线，实现制造全过程无行吊卸载、无叉车传输、无人工转运。

项目建成后提高了生产产量，生产效率提高 11.6%左右，运营成本降低 20%以上，产品不良品率维持在 98.3%左右，能源利用率提高 55%左右，车间用工率降低 35%。

（四）敦南科技（无锡）有限公司

1、企业基本情况

敦南科技（无锡）有限公司是由光宝（LITE-ON）集团旗下敦南科技股份有限公司 100%投资建设，公司成立于 2001 年，总投资额 11900 万美元，注册资本 4300 万美元，公司主要生产产品为 CIS 非接触式影像传感器，为世界一流公司提供优秀的 CIS 产品，自 2003 年起即跻身为全球第一大传感器生产商，在国际相关领域具有一定的影响力。

敦南科技 CIS 非接触式影像传感器制造智能工厂建立 ERP、PLM、MES、WMS、QMS、MIS、机修系统、报表系统等信息化系统，部署自动磨巴机、自动烘烤机、自动接线机等智能化装备，结合 IT-OT 融合应用、物联网技术、数据采集与分析、在线设备状态监控、在线生产数据监控、机器视觉检测等，打通工艺、计划、生产、检测、仓储等全流程管理，加深工厂内人、机、料、法、环等要素互联互通，逐步实现“全流程 BI 平台办公”和“全联动 MES 平台车间”。

2、实施智改数转网联的主要做法

（1）产品数字化研发与设计环节

工厂应用 AutoCAD 及 Creo3D 设计软件，基于产品三维模型，设计产品相关工治具及辅助设备，相关工艺信息全部集成于三维模型中。建立 PLM 系统，实现产品多配置管理、产品设计、工艺数据的集成管理；建立研发协同管理平台，实现销售、研发、生产等部门间的信息共享通道；建立产品数据管理体系，为 ERP 等系统自动提供完整正确的基础数据。

（2）生产排程柔性化

智能工厂建立 ERP 系统，实现基于安全库存、采购提前期、生产提前期、生产过程数据等要素开展生产能力运算，自动生成有限能力主生产计划。建立 MES 系统管理车间作业计划，所有生产任务打印生产流程卡，通过流程卡及 MES 终端扫码过站，实时采集监控现场生产信息，调节生产节奏，平衡优化生产线。同时 MES 系统与 ERP 系统集成互通，实

现企业内部人、机、料等资源的统一管理和调配。



图 9-9 MES 系统管理车间

(3) 过程质量可追溯

智能工厂在磨巴、接线、组装等关键工序，部署高倍显微镜、推拉力机、测试机等智能在线检测装备，将机器视觉检测技术、图像识别技术与实际场景相结合，提高工业场景检测的准确性、快速性和全面性。根据业务需求，将检测结果多路径实时上传至 QMS、MIS 等系统，生产管理部门可第一时间接收现场数据并作出工作指示；每次检测完成后，原图、检测结果、检测时间、对应生产线等相应信息将留档储存，便于后期追踪溯源。

(4) 设备故障诊断与预测

车间内采用现场总线、以太网、物联网等信息技术和控制系统，建立车间级工业互联网，自动采集和传输各种设备的生产状态、参数等信息，通过数据采集系统及与MES、MIS、机修系统等信息化系统的集成应用，实现对所有设备和机器的实时监控，实时了解设备的运行状况，在系统中记录设备故障原因、次数与维修时间，设备报警在线警示，故障响应时间和故障率大幅下降。



图 9-10 信息化系统集成，对设备和机器进行实时监控

3、实施后的成效

生产运营成本降低了 32%，产品不良率降低 25%，设备综合效率提升 10%，能源资源利用率提高 9.13%。

（五）无锡芯感智科技股份有限公司

1、企业基本情况

无锡芯感智科技股份有限公司成立于 2010 年，是一家专注于 MEMS 传感器芯片设计、研发和封测制造于一体的国家专精特新小巨人企业，在汽车电子、医疗健康等多个领域向全球客户提供高效、专业、智能的传感器解决方案。

芯感智是国内 MEMS 传感器设计领域的先行者，也是国内 MEMS 传感器行业的关键参与者，经过 10 多年的持续研发和应用推广，公司基于微纳加工技术，结合半导体工艺，通过晶圆级封装（WLP）和 TSV（硅通孔）技术，开发高精度、高可靠性、小型化 MEMS 压力传感器，填补了国内高精度、高可靠性传感器的空白，主要面向医疗市场及汽车市场，其中核心产品微压压力传感器的产品参数（如精度、温漂等）达国际先进水平，实现进口替代，打破了国外寡头企业对行业的垄断。公司目前主要产品涵盖各类压力、流量、气体、红外等七大类传感器。

公司已累计申请专利 149 项、集成电路布图 56 项。授权专利 118 项，其中发明专利 42 项（2 项海外专利）、实用新型专利 66 项，外观专利 10 项，集成电路布图 56 项。并参与五项 MEMS 相关国家标准制定。先后获评为国家级专精特新小巨人企业、国家重点集成电路设计企业、苏南地区瞪羚企业、江苏省智能制造示范车间、江苏省工业互联网五星上云企业等荣誉。

2、实施智改数转网联的主要做法

(1) 通过设备联网和系统监控及大数据分析实现设备运行优化

建设设备管理系统，基于模型对设备运行状态、工作环境等进行综合分析，调整优化设备运行参数，提高运行效率，延长设备使用寿命。针对生产流程，提出优化建议，减少不必要环节。强化质量控制，提升产品合格率。数据集成管理实现生产过程透明化。实施预测性维护策略，预防故障发生。

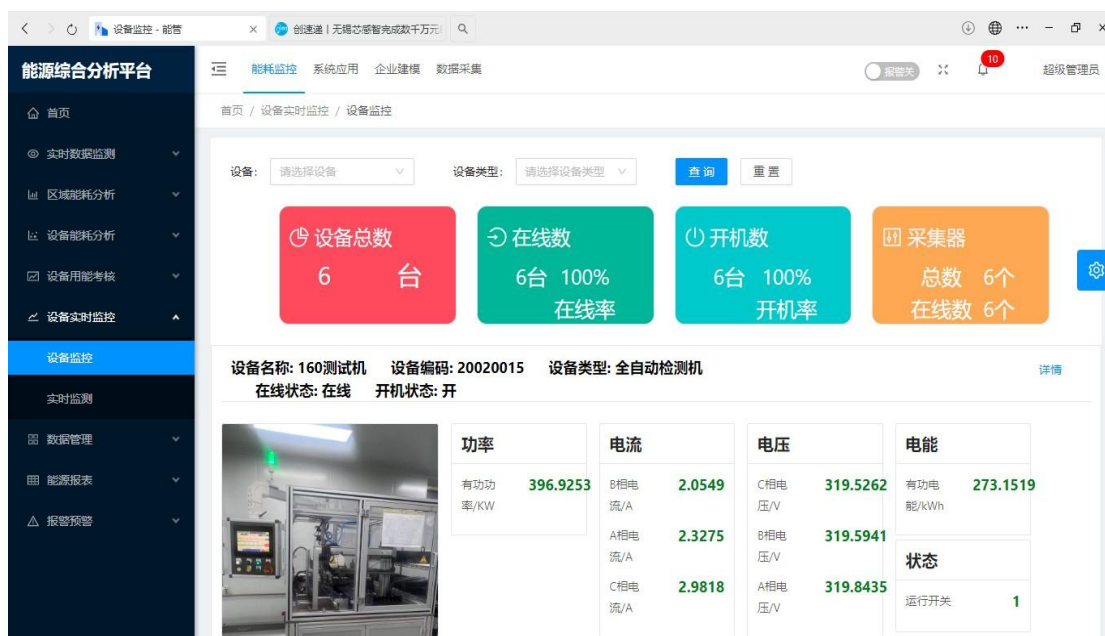


图 9-11 设备运行优化

同时综合运用物联网、机器学习、故障机理分析等技术，建立故障诊断和预测模型，预测故障失效模式，开展预测性维护，提高设备综合利用率。

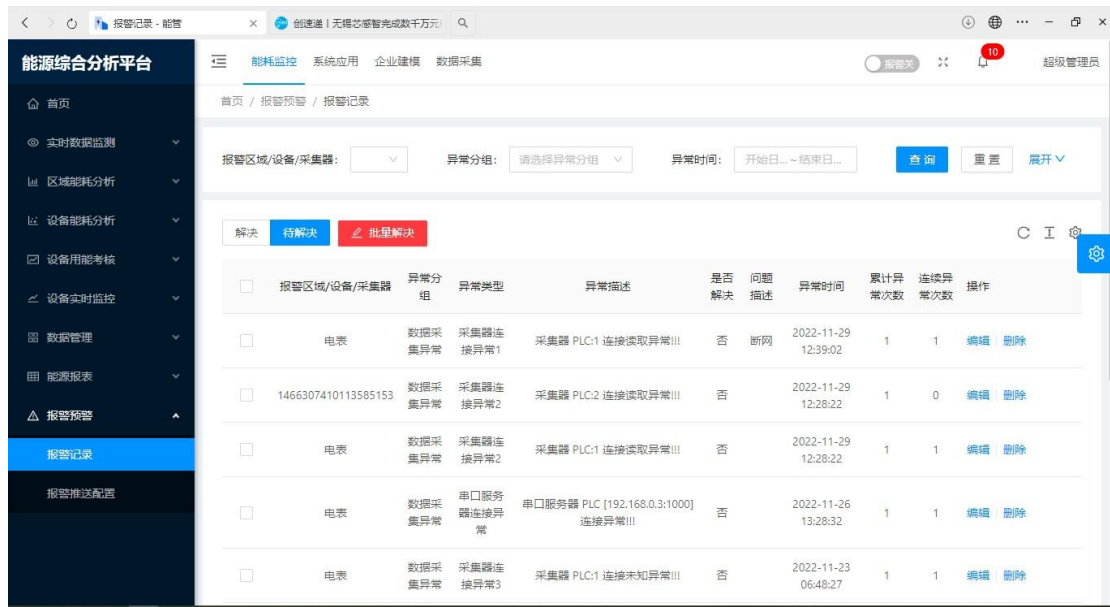
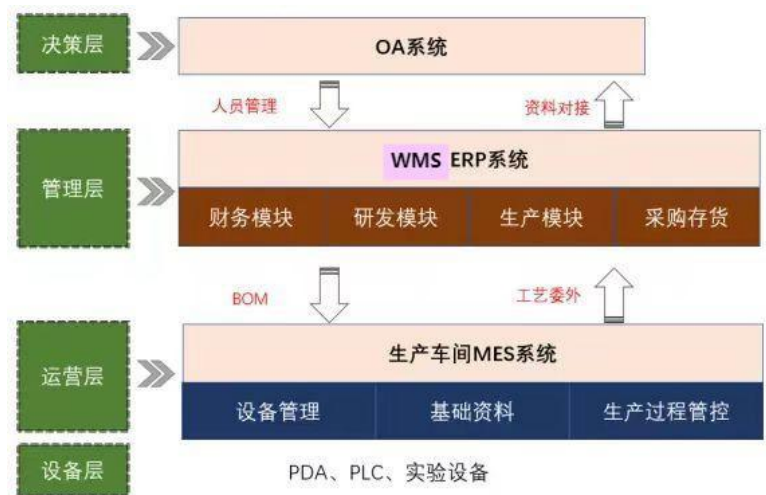


图 9-12 设备预测性维护

(2) 基于边缘计算技术建设生产现场设备控制系统 MES 与 ERP 等深度集成

通过设备联网监测生产过程中的各种数据，并将数据传输到 MES 系统中，从而实现对生产过程的实时监控和自动化控制。通过 ERP 系统（金蝶云星空）与 MES 系统的集成互联，ERP 系统根据销售订单（订单量、交付日期等）生成主生产作业计划，并流转到 MES 系统生成生产命令单，下放到生产车间，供车间负责人安排操作人员、机台。ERP 与 MES 系统在大数据应用方面实现了生产数据与业务流程的深度整合，优化了决策支持，提升了制造效率和智能化水平。



	工艺流程卡号	工序	产品名称	规格/净尺寸	操作人	班次	设备编码	设备名称	报工时间	创建时间
○	B4C7FB20	测试	单芯片	B4C7FB	徐建海		20020017	六角件自动检测机	2024-04-20	2024-04-20 14:58:47
○	B4C7FB9	测试	单芯片	B4C7FB	徐建海		20020017	六角件自动检测机	2024-04-20	2024-04-20 14:56:32
○	B37ECF1	测试	单芯片	B37ECF	徐建海		20020017	六角件自动检测机	2024-04-20	2024-04-20 14:54:45
○	A28F6E15	测试	单芯片	A28F6E	徐建海		20020017	六角件自动检测机	2024-04-20	2024-04-20 14:52:41
○	A28F6E1	测试	单芯片	A28F6E	徐建海		20020017	六角件自动检测机	2024-04-20	2024-04-20 14:49:43
○	B4C7FB21	测试	单芯片	B4C7FB	徐建海		20020017	六角件自动检测机	2024-04-20	2024-04-20 14:46:56
○	B4C7FB1	测试	单芯片	B4C7FB	徐建海		20020017	六角件自动检测机	2024-04-20	2024-04-20 14:42:22
○	A28F6E17	测试	单芯片	A28F6E	徐建海		20020017	六角件自动检测机	2024-04-20	2024-04-20 14:35:04

图 9-13 建设生产现场设备控制系统，MES 与 ERP 等深度集成

3、实施后的成效

(1) 设备利用率大幅提高，为重点项目提供强力支持。近两年年，在现有设备不变的基础之上，实现产量的平均年度增长 15%以上，准时交付平均年度增长 3%以上。

(2) 生产制造成本不断降低,产品竞争力显著提升，尽显经济效益。产品单位制造成本近两年年均下降 5%。

（六）太极半导体（苏州）有限公司

1、企业基本情况

太极半导体（苏州）有限公司成立于 2013 年 1 月，是国内领先的存储芯片封装测试服务提供商。业务涵盖芯片封装与测试、模组组装与测试和终端交付等方面，主导封装技术成果产品为高容量稳定性 NAND 存储芯片。先后获得国家高新技术企业、国家级两化融合管理体系 AA 认定、江苏省五星上云企业、江苏省智能制造示范工厂等荣誉。



图 9-14 智能制造示范工厂

2、实施智改数转网联的主要做法

太极半导体以产业数字化、制造智能化为核心，打造了高端存储芯片智能工厂。通过打造“运营管理智能平台”及“BI 大数据平台”，太极半导体将客户端、供应端、制造端

等各环节信息数据流打通，实现产业数字化的转型，使生产中的数据可视化使经营分析清晰化，大幅度提升公司生产效率、降低公司运营成本。

将数字化与智能化融入生产中的高端存储器芯片制造智能工厂不仅实现了在产业数据上的完美融合和可视化，还让工厂加速了从“传统制造”过渡到“智能制造”的步伐，推动现代智能工厂的建设。



图 9-15 BI 大数据平台

3、实施后的成效

近三年，公司累计投入超 2 亿元进行设备迭代和技术研发，持续推进智改数转网联工作实施，完成高端存储器芯片制造智能工厂建设。企业的智改数转工作取得了较大的成效，公司关键设备数控化率达到 100%，关键设备联网率达到 100%。与三年前相比，公司生产效率提升 44.83%，研制周期缩短 34.72%，产品不良品率下降 21.26%，设备综合效率提升 11.20%，万元产值综合能耗降低 33.40%，资源综合利

用率提升 15.80%，运营成本下降 17.57%，万元产值人工成本降低 21.30%，库存周转率提升 10%，订单准时交付率提升 8.75%，减少用工 54 人。

（七）博世汽车部件（苏州）有限公司

1、企业基本情况

博世汽车部件（苏州）有限公司专业研发及生产汽车零部件，提供电气化、智能交通、智能装备、工业 4.0 软件解决方案等。公司通过实施智改数转网联，创新质量管理模式，不断提升综合竞争力，持续保持行业领先。

2、实施智改数转网联的主要做法

（1）人机协同作业

智能车间通过大规模使用工业机器人和自动化设备，将人工操作工位降低到 10%以下，实现生产过程的高度智能化。所有设备配备先进的人机交互界面，将操作系统与设备充分融合，形成高效协同的工作环境，降低操作的复杂性，使生产过程更加流畅。

质量精准追溯对智能集成制动系统的关键零件进行二维码追溯，通过传感器实时采集加工参数、加工结果、产品流转等制造数据，借助生产大数据分析云平台进行实时分析。同时，打通从供应商到客户不同工厂、不同系统之间的数据壁垒，打造端到端的全流程数据底座，实现全方位质量追溯。



图 9-16 生产大数据分析云平台

智能在线检测与质量优化智能集成制动系统的组装过程一方面要机器视觉技术全覆盖，另一方面要实现全流程视频监控。对不易探测的零件内部腔体，运用声纳技术进行无损检测。利用 AI 图像算法，对图片及视频进行研判，快速全面锁定组装过程中出现的产品外观缺陷，弥补人工检查的漏失，实现高效的质量控制。应用深度神经网络的自动编码器技术，对冲压及测试曲线进行分析与趋势判断，预防不良件的产生。



图 9-17 智能在线检测

(2) 工艺数字化设计与仿真

导入新产品型号时，借助虚拟仿真技术模拟调整工装位置，提高设备调试效率，避免现场停线的时间浪费，最大化提升生产设备产能利用率。在新工艺新设备的调试过程中，借助头戴式显示设备，利用 AR/MR 技术，在虚拟空间连线德国工厂专家，进行语音、文件等信息的实时交互，极大提高了远程协作的调试效果。



图 9-18 虚拟仿真技术应用

（3）预防性维护

运用 IoT 和传感器技术，实时采集 PLC 设备中的温度、高度等数据，通过智能监控算法对设备状态进行实时分析。系统探测到异常趋势或测试情况，立即触发预警并自动发送邮件至相应工程师进行提前干预，降低停机风险，实现智能预防性维护。



图 9-19 运用 IoT 和传感器技术，采集数据

3、实施后的成效

通过实施智改数转网联，博世智能集成制动系统生产车间按时交付率达到 100%，运营成本降低 5%，生产效率提升 14%。

（八）日月新半导体（昆山）有限公司

1、企业基本情况

日月新半导体（昆山）有限公司致力于为半导体企业提供前段的工程测试、晶圆侦测以及后半段的半导体封测、成品测验等专业一元化服务。公司先后获评“苏州市企业技术中心”、“苏州市先进芯片封装工艺工程技术研究中心”；基于公司在智能制造方面的持续投入和建设成效，先后被认定为“苏州市示范智能车间-芯片测试智能封装车间”、“江苏省示范智

能车间-芯片测试智能封装车间”、“数字化转型改造示范企业”。

2、实施智改数转网联的主要做法

(1) 生产信息实时管控

公司 MES 系统通过对各类机台的统一管理开展生产过程的制造执行工作,并将各类报表和文件汇总给 SAP 系统用于进行企业管理和生产控制。MES 在制造系统中起到了信息整合的作用:(1)负责控制生产过程阶段,生成各类数据和报表信息,反馈给 SAP 系统的相关模块用于企业上层决策;(2)集中各个分散站点的数据并储存于数据库以建立信息平台;(3)获取 ERP 的生产管理信息,处理之后形成工作任务,将上层的操作指令传递给 PCS,采集 PCS 的实时数据以监控生产状态。

生产过程中信息传递、SAP 与 MES 系统集成情况如下:

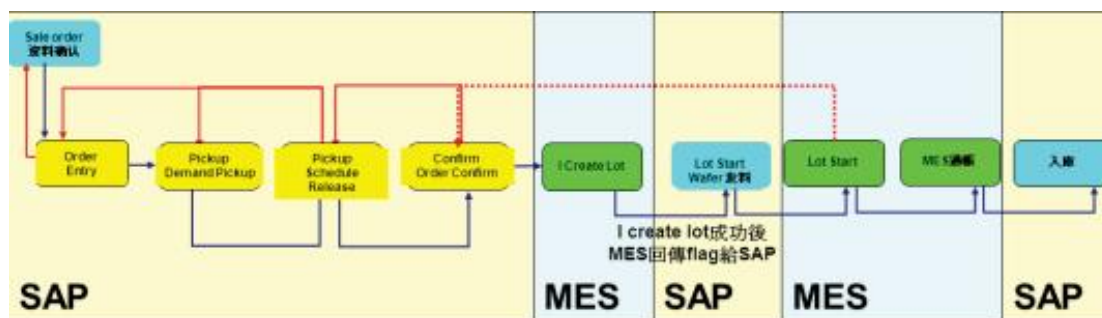


图 9-20 生产过程中信息传递流

首先 SAP 系统形成订单,生成产品的唯一编码用于记录后续生产过程中的全部生产信息,以进行质量追溯;MES 获得订单后,根据订单需求等生成工艺排程表。生产信息在收集后经过 MES 系统加以分析,就能通过系统报表实时呈现

生产现场的生产进度，以及生产的人、机、料的利用状况，实现生产现场透明化。

(2) 生产资源动态管控

公司生产设备由设备当机管理系统进行实时监控。机台信息均可通过监控进行查询。设备出现故障时触发自动警报并提供报警信息，蓝色代表正常作业，红色代表故障或警告。



图 9-21 生产资源动态管控

3、实施后的成效

公司通过智能化技术改造实现所有设备的互联互通，通过控制各主要生产工艺的自动化设备实现自动化和智能化作业。工厂智能化水平达到 95%以上，生产效率在现有基础上提升 5%，通过信息溯源、大数据分析等改善工艺流程，产品良率在现有基础上提升 5%。

(九) 华旋传感技术有限公司

1、企业基本情况

华旋传感技术有限公司坐落于常州，成立于 2014 年 2

月，专注于智能传感器制造领域。公司的核心产品旋变传感器在国内汽车市场的占有率已突破 30%，进入上汽集团、比亚迪、理想汽车等头部车企供应链体系，不仅实现了国产替代，还成功进军欧洲和北美市场，成为行业内的“隐形冠军”。2023 年，即便面临资本寒冬，华旋传感依然凭借强劲实力，吸引了红杉中国、中信建投资本、容亿资本等头部机构超亿元的融资。截至 2024 年，公司已获评“江苏省专精特新中小企业”，并与浙江大学电气工程学院共建“未来智慧电驱传感联合实验室”，推进前沿技术研发。

2、实施智改数转网联的主要做法

(1) 生产信息实时管控

华旋传感构建了先进的生产信息管理系统，以 MES 系统为核心，实现对生产过程的全方位监控与管理。MES 系统对各类生产机台进行统一调度，整合生产过程中的各类数据，生成详细报表和文件，并及时传递给 SAP 系统，为企业管理和生产决策提供有力支持。



图 9-22 生产信息实时管控

在生产过程中，信息传递与系统集成紧密配合。当 SAP 系统生成订单后，会为产品赋予唯一编码，该编码贯穿整个生产流程，用于记录生产信息和质量追溯。MES 系统接收订单后，依据订单需求、产品工艺等因素，智能生成精准的工艺排程表。生产过程中的各类信息，如生产进度、设备运行状态、原材料消耗等，经 MES 系统收集、分析后，通过系统报表实时呈现，使生产现场的各项情况一目了然，真正实现了生产现场的透明化管理，为企业管理层及时调整生产策略提供了关键依据。

（2）生产资源动态管控

公司引入先进的设备监控系统，对生产设备进行 24 小时实时监测。每台机台的运行信息，包括设备状态、运行参数、故障报警等，均可通过监控平台轻松查询。当设备出现故障时，系统会立即触发自动警报，并详细提供故障类型、故障位置等报警信息。在监控界面上，设备状态通过直观的颜色标识呈现，蓝色代表设备正常作业，红色则警示设备出现故障或异常，方便工作人员迅速定位问题设备，及时安排维修，有效减少设备停机时间，保障生产的连续性。

3、实施后的成效

通过大力推进智能化技术改造，华旋传感实现了所有生产设备的互联互通，构建了高度自动化和智能化的生产作业体系。目前，工厂的智能化水平已达到 95% 以上，生产效率在原有基础上显著提升 5%。借助信息溯源技术和大数据

分析手段，公司深入挖掘生产过程中的数据价值，精准识别工艺流程中的瓶颈环节和潜在问题，进而针对性地优化工艺流程，使得产品良率在现有基础上提升了 5%，产品质量和市场竞争能力得到进一步增强。

（十）江苏艾森半导体材料股份有限公司

1、企业基本情况

江苏艾森半导体材料股份有限公司成立于 2010 年，注册资金 6610 万元。公司是具有十多年高端电子化学品研发、制造和销售经验的高新技术企业。公司建有省级企业技术中心、省级工程技术研究中心、省博士后创新实践基地，并于 2021 年度荣获第一批国家级重点专精特新“小巨人”企业。

2、实施智改数转网联的主要做法

（1）安全实时监测与精准处理场景做法

车间加装智能传感器、直连报警控制器，接入声光报警器、风机、电磁阀等设备，并通过串口转换器接入企业网络，通过危险源可燃有毒气体监控平台，监控不同区域的报警控制器，并通过控制器控制电磁阀和风机等设备的运行，保障了生产安全。



图 9-23 安全实时监测与精准处理

艾森的生产车间通过传感器监测装置，实现对车间各区域温度、湿度、有毒气体含量、可燃气体浓度的实时监测，公司在各车间安装中央空调，保证生产车间恒温、恒湿，并统一安装气味抽排处理装置，最大限度减少对人员健康的危害及环境污染。当车间的温度或湿度等出现失衡情况，监测装置会及时做出响应。每日会有人员轮班对有毒气体监测装置情况进行查看，确保车间无有毒气体泄漏等情况。

3、实施后的成效

通过应用智能传感器和 IOT 技术，实现可燃、有毒气体的远程监控，平台可以直观地看到各传感器的状态，减轻了在无尘无菌特殊环境下车间气体安全巡检的难度，加强了公司在安全管理方面的管控能力。构建了集监测、预警、自动

处理、数据传输于一体的安全监测系统，对安全隐患有一定的预知，可第一时间锁定危险源，实现了可燃、有毒气体的实时监测和精准处理。

公司在安全生产管理体系实施后，安全管理不仅有事后处置，还达到了事前预防的效果，车间安全事故数量显著下降，生产效率提升、客诉数量减少，显著提升了产品及时交付率、生产能力以及产品质量，公司综合竞争力和盈利能力进一步提高。

附件四、服务商目录

序号	名称	所在地	主营业务及优势
1	上海联泰科技股份有限公司	上海市	<p>主营业务：3D 打印设备及相关软件、材料的研发、生产与销售</p> <p>优势：在 3D 打印技术方面有深厚积累，设备精度较高，可满足传感器原型等多样化制造需求，能够提供较为完善的售前售后服务</p>
2	南京埃斯顿自动化股份有限公司	南京市	<p>主营业务：工业自动化及工业机器人产品的研发、生产和销售</p> <p>优势：拥有自主核心技术和关键零部件，产品种类丰富，在多品种产品生产的程序设定及自动化操作方面经验丰富，具备良好的市场口碑和服务体系</p>
3	北京中科科仪股份有限公司	北京市	<p>主营业务：电子光学仪器及相关技术的研发、生产和销售</p> <p>优势：专注于电子光学领域，显微镜产品分辨率高、性能稳定，在材料微观结构观察方面具有领先的技术优势</p>

序号	名称	所在地	主营业务及优势
4	苏州泰思特电子科技有限公司	苏州市	<p>主营业务：电磁兼容测试设备及相关测量仪器的研发、生产和销售</p> <p>优势：在电学性能测量方面技术成熟，阻抗分析仪测量精度高、可靠性强，能够为客户提供全面的测试解决方案和专业的技术服务</p>
5	苏州敏芯微电子技术股份有限公司	苏州市	<p>主营业务：微电子机械系统（MEMS）传感器的研发、生产和销售</p> <p>优势：在 MEMS 传感器技术方面处于国内领先水平，智能传感器能够精准实时采集数据，为生产工艺优化提供有力的数据支撑，研发能力强，产品具有较高的市场竞争力</p>
6	杭州蓝芯科技有限公司	杭州市	<p>主营业务：智能视觉机器人的研发、生产和销售。</p> <p>优势：以智能视觉技术为核心，智能物流机器人具备自主导航、灵活避障等功能，在物料搬运和协作方面效率高、稳定性好，能够适应复杂的生产物流环境</p>

序号	名称	所在地	主营业务及优势
7	南京斯沃电气有限公司	南京市	<p>主营业务：智能电力仪表及相关系统的研发、生产和销售</p> <p>优势：智能仪表测量精度高、功能全面，可实现对多种工业物理量的精准监测和智能控制，在电力及工业自动化领域应用广泛，具备完善的数据分析和远程控制能力</p>
8	苏州天准科技股份有限公司	苏州市	<p>主营业务：精密测量仪器、智能检测装备等的研发、生产和销售</p> <p>优势：激光测量仪具有高精度、非接触式测量等特点，能够快速准确地检测传感器产品的尺寸和形状，在精密测量领域技术领先，产品性能可靠，为客户提供优质的测量解决方案</p>
9	常州同惠电子股份有限公司	常州市	<p>主营业务：电子测量仪器的研发、生产和销售</p> <p>优势：高精度电气性能测试仪测量精度高、测试功能全面，能够严格检测传感器的各项电气性能指标，为传感器质量控制提供有力保障，在电子测量仪器领域具有一定的技术优势和市场竞争力</p>

序号	名称	所在地	主营业务及优势
10	武汉中谷联创光电科技有限公司	武汉市	<p>主营业务：光电检测设备的研发、生产和销售</p> <p>优势：激光扫描检测仪采用先进的激光检测技术，能够高精度地检测传感器表面微小缺陷，检测速度快、灵敏度高，在表面质量检测方面具有独特的技术优势，为传感器生产企业提供可靠的质量检测手段</p>
11	苏州梅思安安全设备有限公司	苏州市	<p>主营业务：安全设备及传感器的研发、生产和销售</p> <p>优势：气体检测传感器检测精度高、响应速度快，能够实时准确监测有害气体浓度，及时发出安全预警，保障工作环境安全，在安全检测领域具有较高的知名度和良好的产品质量</p>
12	苏州新代科技股份有限公司	苏州市	<p>主营业务：AGV 及相关自动化设备的研发、生产和销售</p> <p>优势：无人搬运车具备自主导航、智能避障等功能，能够在危险环境中安全高效地搬运物料，减少人员接触风险，提高物流搬运的自动化水平和安全性，产品性能稳定，在工业物流领域有较好的应用案例</p>

序号	名称	所在地	主营业务及优势
13	北京声望声电技术有限公司	北京市	<p>主营业务：声学测量仪器的研发、生产和销售</p> <p>优势：噪声监测仪测量</p>
14	达索系统（Dassault Systèmes）	法国巴黎	<p>主营业务：专注于3D体验解决方案，涉及产品设计、制造、仿真等多个环节</p> <p>优势：在高端制造业尤其是航空航天、汽车制造等领域具有领先地位，其软件的精确性和创新性突出，能够为复杂产品的研发提供全面的数字化支持</p>
15	中望龙腾软件股份有限公司	广州市	<p>主营业务：提供CAD、CAM、CAE等多种自主知识产权的工业软件</p> <p>优势：对国内市场需求有深刻理解，软件性价比高，且具有良好的本地化服务。在传感器行业的仿真应用中，能够提供贴合国内企业需求的功能和解决方案</p>

序号	名称	所在地	主营业务及优势
16	北京华如科技股份有限公司	北京市	<p>主营业务：专注于仿真技术及相关产品，提供虚拟现实、半实物仿真等多种解决方案</p> <p>优势：在军事仿真等领域有深厚积累，技术实力强劲，其虚拟现实仿真平台的沉浸感和交互性好，可广泛应用于工业、教育等多个领域的模拟训练和设计验证</p>
17	西门子 (Siemens)	德国柏林和慕尼黑	<p>主营业务：涵盖工业自动化、能源、医疗等多个领域的技术和解决方案</p> <p>优势：在工业领域拥有广泛的产品线和深厚的技术底蕴，创成式设计平台结合了其在制造工艺和自动化方面的优势，能够快速生成创新的设计方案，加速产品研发进程</p>
18	金蝶软件 (中国) 有限公司	深圳市	<p>主营业务：提供企业管理软件及云服务，涵盖 ERP、PLM 等领域</p> <p>优势：在企业信息化管理方面有丰富的经验和大量的客户案例，其 PLM 软件易于实施和使用，能够与企业的其他管理系统进行集成，实现数据的无缝流转和协同工作</p>

序号	名称	所在地	主营业务及优势
19	用友网络科技股份有限公司	北京市	<p>主营业务：提供企业管理软件和云服务，包括 ERP、财务软件等</p> <p>优势：是国内知名的企业管理软件提供商，产品功能全面，适应不同规模和行业的企业需求，拥有完善的服务体系，能够为企业提供全方位的信息化解决方案</p>
20	中国联通有限公司江苏分公司	南京市	<p>主营业务：雁飞工业物联网、北斗时空云服务、5G 虚拟专网</p> <p>核心优势：厘米级北斗定位服务；模组国产化率超 90%，成本较同类产品低 20%，特别适合大规模部署；首创"虚拟+混合+独立"三级专网体系，在场景中实现 0.8ms 级设备同步；2.1GHz 频段移动性优异，支持 AGV 等移动设备无缝切换，切换成功率 99.5%</p>
21	中国电信股份有限公司江苏分公司	南京市	<p>主营业务：天翼云工业互联网、量子安全通信、工业 PON+5G 融合组网</p> <p>核心优势：独家量子加密 SIM 卡技术，为工业数据传输提供最高级别安全保障；3.5GHz 频段大带宽特性突出，单用户峰值速率达 1Gbps；工业 PON+5G 融合组网方案，实现有线无线一体化，网络可靠性达 99.999%</p>

序号	名称	所在地	主营业务及优势
22	中国移动通信集团有限公司江苏分公司	南京市	<p>主营业务：5G 专网建设、工业互联网平台、移动云边缘计算</p> <p>核心优势：网络覆盖能力强，建成全球最大 5G 网络（基站超百万），2.6GHz 频段穿透性强，特别适合厂房密集区域；自主研发 OneCyber 工业安全体系，已应用于多个智能制造项目；移动云边缘节点覆盖 300+地市，时延<15ms 内，满足工业实时控制需求</p>
23	华为技术有限公司	深圳市	<p>主营业务：提供通信设备、云计算、大数据等产品和解决方案</p> <p>优势：技术实力强大，在分布式存储领域有先进的技术和可靠的产品，其存储系统具有高可靠性、高性能和可扩展性，广泛应用于企业数据中心和各种数据存储场景</p>
24	阿里巴巴集团	杭州市	<p>主营业务：涵盖电子商务、云计算、大数据等多个领域</p> <p>优势：在大数据处理和分析方面有丰富的经验和强大的技术能力，实时流数据处理系统能够快速处理大规模的实时数据，为企业的实时决策提供支持</p>

序号	名称	所在地	主营业务及优势
25	上海易趋信息科技有限公司	上海市	<p>主营业务：提供精益管理软件和咨询服务</p> <p>优势：在精益管理领域有专业的知识和实践经验，其软件能够帮助企业规范管理流程，提高生产效率，降低成本，实现持续改进</p>
26	江苏金恒信息科技股份有限公司	南京市	<p>主营业务：提供智能制造相关的软件和解决方案，包括 MES 等</p> <p>优势：对制造业的生产流程有深入了解，其生产制造执行系统能够实现生产过程的实时监控和协同管理，提高生产效率和产品质量</p>
27	树根互联技术有限公司	长沙市	<p>主营业务：提供工业互联网平台和解决方案</p> <p>优势：在工业互联网领域有领先的技术和平台优势，制造协作云服务平台能够实现制造资源的优化配置和高效协同，推动制造业的数字化转型</p>

序号	名称	所在地	主营业务及优势
28	浙江中控技术股份有限公司	宁波市	<p>主营业务: 提供自动化控制系统和解决方案, 包括 SCADA 系统等</p> <p>优势: 在工业自动化领域经验丰富, SCADA 系统性能稳定、功能强大, 能够满足大规模工业监控的需求, 实现对工业设备的高效管理和控制</p>
29	深圳智维科技有限公司	深圳市	<p>主营业务: 专注于工业设备智能运维软件研发与服务</p> <p>优势: 拥有先进的机器学习算法和大数据处理能力, 在设备故障预测方面准确率较高, 可有效降低企业运维成本</p>
30	北京视维智能科技有限公司	北京市	<p>主营业务: 专注于机器视觉检测系统的研发与应用</p> <p>优势: 拥有高精度的视觉识别算法, 检测速度快、精度高, 广泛应用于各类制造业产品检测</p>

序号	名称	所在地	主营业务及优势
31	武汉溯源科技有限公司	武汉市	<p>主营业务：提供质量追溯系统解决方案</p> <p>优势：追溯体系完善，数据记录详细，能够快速定位质量问题源头，提升企业质量管理水平</p>
32	杭州质优软件科技有限公司	杭州市	<p>主营业务：从事质量数据分析与优化软件研发</p> <p>优势：拥有专业的数据分析团队和先进的算法模型，能够精准分析质量问题，为企业提供有效优化方案</p>
33	青岛智联科技有限公司	青岛市	<p>主营业务：专注于智能制造与供应链集成解决方案</p> <p>优势：能够实现生产与供应链的深度融合，提高企业整体运营效率和决策科学性</p>

序号	名称	所在地	主营业务及优势
34	苏州链弹科技有限公司	苏州市	<p>主营业务：提供供应链风险管理解决方案</p> <p>优势：对供应链风险有深入研究，能够及时预警并提供有效的弹性管控策略，增强供应链稳定性</p>
35	青岛智控运维科技有限公司	青岛市	<p>主营业务：提供设备远程运维解决方案</p> <p>优势：远程控制技术成熟，能够实现对传感器设备的全方位管理，降低运维成本和时间</p>
36	北京超算科技有限公司	北京市	<p>主营业务：专注于高性能计算服务器的研发、生产与销售</p> <p>优势：拥有自主研发的高效计算架构，计算性能强劲，在复杂数据建模和仿真分析方面表现出色，可为产品设计优化提供强大算力支持</p>

序号	名称	所在地	主营业务及优势
37	深圳智采科技有限公司	深圳市	<p>主营业务：专业从事工业数据采集设备的研发与制造</p> <p>优势：设备采集精度高、稳定性强，能够快速准确地收集各类工业数据，支持多种数据接口，便于与不同系统集成</p>
38	上海绘模科技有限公司	上海市	<p>主营业务：提供 CAD/CAE 相关软件及工作站解决方案</p> <p>优势：具备专业的三维建模和工艺仿真软件研发能力，软件功能丰富、操作便捷，工作站硬件配置可根据客户需求定制，满足复杂工艺设计与优化需求</p>
39	北京数工科技有限公司	北京市	<p>主营业务：专注于工业数字化数据库的研发与服务</p> <p>优势：数据库管理系统先进，能够高效存储和管理海量工艺参数，多版本管理功能有助于工艺的迭代优化，数据安全性高</p>

序号	名称	所在地	主营业务及优势
40	深圳感智科技有限公司	深圳市	<p>主营业务：研发、生产力控传感器与视觉系统产品</p> <p>优势：力控传感器灵敏度高、响应速度快，视觉系统识别精度高，两者配合可实现人机协同的精准操作，广泛应用于多种制造业场景</p>
41	北京云协科技有限公司	北京市	<p>主营业务：构建和运营工业互联网平台</p> <p>优势：平台具有强大的数据整合与共享能力，具备成熟的协同生产调度算法，能够有效促进企业间的协同合作，提升生产效率</p>
42	上海边智科技有限公司	上海市	<p>主营业务：专注于边缘计算设备的研发与生产</p> <p>优势：边缘计算节点性能稳定，具备高效的数据处理能力，可实现低延迟的数据处理和本地化协同控制，适用于对实时性要求高的工业场景</p>

序号	名称	所在地	主营业务及优势
43	西安振测科技有限公司	西安市	<p>主营业务：研发和生产各类振动传感器产品</p> <p>优势：高精度振动传感器具备高灵敏度和抗干扰能力，能够准确实时采集设备的振动、温度等参数，为设备运行状态监测提供可靠数据</p>
44	南京智检科技有限公司	南京市	<p>主营业务：专注于智能在线检测设备的研发与制造</p> <p>优势：检测设备采用先进的机器视觉和传感器技术，检测精度高、速度快，可有效检测出产品的尺寸、缺陷等质量异常问题</p>
45	上海智维科技有限公司	上海市	<p>主营业务：提供设备预测性维护解决方案</p> <p>优势：拥有先进的 AI 算法和数据分析模型，能够准确分析设备健康状态，提前预测故障，帮助企业降低设备维护成本，减少非计划停机时间</p>

序号	名称	所在地	主营业务及优势
46	杭州网通科技有限公司	杭州市	<p>主营业务：专注于工业网络通信设备的研发与生产</p> <p>优势：工业网络交换机支持 5G 和 TSN 技术，具备高速、低延迟的数据传输能力，网络稳定性强，适用于工业生产中的数据通信需求</p>

附件五、技术缩略语

序号	缩略语	全称	释义
1	MEMS	Micro - Electro - Mechanical Systems	微机电系统
2	ERP	EnterpriseResourcePlanning	企业资源计划系统
3	CRM	Customer Relationship Management	客户关系管理系统
4	SMT	Surface Mount Technology	表面贴装技术
5	AOI	Automated Optical Inspection	自动光学检测
6	AGV	Automated Guided Vehicle	自动导引车
7	IaaS	Infrastructure - as - a - Service	基础设施即服务
8	VPN	Virtual Private Network	虚拟专用网络
9	PON	Passive Optical Network	无源光网络
10	PLC	Programmable Logic Controller	可编程逻辑控制器
11	PLM	Product Lifecycle Management	产品生命周期管理
12	MES	Manufacturing Execution System	制造执行系统
13	QMS	Quality Management System	质量管理体系
14	WMS	Warehouse Management System	仓库管理系统
15	PDM	Product Data Management	产品数据管理
16	CAD	Computer - Aided Design	计算机辅助设计
17	SaaS	Software - as - a - Service	软件即服务

序号	缩略语	全称	释义
18	SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	数据采集与监视控制
19	DCS	Distributed Control System	分布式控制系统
20	IoT	Internet of Things	物联网
21	CAE	Computer - Aided Engineering	计算机辅助工程
22	CAPP	Computer - Aided Process Planning	计算机辅助工艺规划
23	SDM	System Development Multitasking	系统开发多任务
24	AI	Artificial Intelligence	人工智能
25	APS	Advanced Planning and Scheduling	高级计划与排程
26	CPS	Cyber - Physical Systems	信息物理系统
27	RFID	Radio Frequency Identification	射频识别
28	SKU	Stock Keeping Unit	库存保有单位
29	BI	Business Intelligence	商业智能
30	DCMM	Data Management Capability Maturity Model	数据管理能力成熟度模型
31	CMMM	China Manufacturing Maturity Management Model	智能制造能力成熟度模型
32	ASIC	Application - Specific Integrated Circuit	专用集成电路
33	IC	Integrated Circuit	集成电路
34	WSN	Wireless Sensor Network	无线传感器网络

序号	缩略语	全称	释义
35	EDA	Electronic Design Automation	电子设计自动化
36	CSM	Customer Service Management	客户服务管理系统
37	ROS	Robot Operating System	机器人操作系统
38	ATE	Automatic Test Equipment	自动测试设备
39	SCM	Supply Chain Management	供应链管理系统
40	SRM	Supplier Relationship Management	供应商关系管理系统
41	SAP	Systems, Applications and Products in Data Processing	思爱普（德国软件公司，其产品是企业管理解决方案）
42	MIS	Management Information System	管理信息系统

附件六、江苏省制造业“智改数转网联”典型场景参考指引

智能制造场景是智能工厂的核心组成部分，是指面向制造过程各个环节，通过新一代信息技术、先进制造技术的深度融合，部署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、行业成套装备等智能制造装备，集成相应的工艺、软件等，实现具备协同和自治特征、具有特定功能和实际应用价值的场景。根据“十三五”以来智能制造发展情况和企业实践，结合技术创新和融合应用发展趋势，凝练总结了3个方面16个环节的45个智能制造典型场景，为智能工厂及智慧供应链建设提供参考。

一、生产全过程

1.计划调度环节。通过市场需求预测、产能分析、库存分析、计划排产和资源调度等，提高劳动生产率和订单达成率，可参考以下场景：

（1）生产计划优化。构建企业资源管理系统，应用约束理论、寻优算法和专家系统等技术，实现基于采购提前期、安全库存和市场需求的计划优化。

（2）车间智能排产。应用高级计划排程系统（APS），集成调度机理建模、寻优算法等技术，实现基于多约束和动态扰动条件下的车间排产优化。

（3）资源动态配置。依托制造执行系统（MES），集

成大数据、运筹优化、专家系统等技术，开展基于资源匹配、绩效优化的精准派工，实现人力、设备、物料等制造资源的动态配置。

2.生产作业环节。部署智能制造装备，通过资源动态配置、工艺过程优化、协同生产作业，提高劳动生产率、降低产值成本率，可参考以下场景：

（4）产线柔性配置。部署智能制造装备，应用模块化、成组和产线重构等技术，搭建柔性可重构产线，根据订单、工况等变化实现产线的快速调整和按需配置，实现多种产品自动化混线生产。

（5）精益生产管理。应用六西格玛、5S管理和定置管理等精益工具和方法，开展相关信息化系统建设，实现基于数据驱动的人、机、料等精确管控，提高效率，消除浪费。

（6）工艺动态优化。部署智能制造装备，搭建生产过程全流程一体化管控平台，应用工艺机理分析、多尺度物性表征和流程建模、机器学习等技术，动态优化调整工艺流程/参数。

（7）先进过程控制。部署智能制造装备，依托先进过程控制系统（APC），融合工艺机理分析、多尺度物性表征和建模、实时优化和预测控制等技术，实现精准、实时和闭环的过程控制。

（8）智能协同作业。部署智能制造装备，基于5G、TSN边缘计算等技术建设生产现场设备控制系统，实现生产设备、

检测装备、物流装备等实时控制和高效协作。

（9）人机协同制造。应用人工智能、AR/VR、新型传感等技术，提高高档数控机床、工业机器人、行业成套装备等智能制造装备与人员的交互、协作能力，实现加工、装配、分拣等生产作业的人、机自主协同。

（10）网络协同制造。建立网络协同平台，推动企业间设计、生产、管理、服务等环节紧密连接，实现基于网络的跨企业、跨地域的业务并行协同和制造资源配置优化。

3.仓储物流环节。部署智能物流与仓储装备，通过配送计划和调度优化、自动化仓储、配送管理，提高库存周转率，降低库存成本，可参考以下场景：

（11）智能仓储。建设智能仓储管理系统（WMS），应用条码、射频识别、智能传感等技术，依据实际生产作业计划，实现物料自动入库（进厂）、盘库和出库（出厂）。

（12）精准配送。集成智能仓储系统和智能物流装备，应用实时定位、机器学习等技术，实现原材料、在制品、产成品流转全程跟踪，以及物流动态调度、自动配送和路径优化。

4.设备管理环节。部署智能传感与控制装备，通过设备运行监测、故障诊断和健康管理，提升设备综合效率，降低运维成本，可参考以下场景：

（13）在线运行监测。集成智能传感、5G、大数据分析等技术，通过自动巡检、在线运行监测等方式，判定设备运

行状态，开展性能分析和异常报警，提高设备运行效率。

（14）设备故障诊断与预测。综合运用物联网、机器学习、故障机理分析等技术，建立故障诊断和预测模型，预测故障失效模式，开展预测性维护，提高设备综合利用率。

（15）设备运行优化。建设设备健康管理系统，基于模型对设备运行状态、工作环境等进行综合分析，调整优化设备运行参数，提高运行效率，延长设备使用寿命。

5.质量管控环节。部署智能检测装备，通过在线检测、质量分析、质量追溯和闭环优化，提高产品合格率，降低质量损失率，可参考以下场景：

（16）智能在线检测。部署智能检测装备，融合5G、机器视觉、缺陷机理分析、物性和成分分析等技术，开展产品质量在线检测、分析、评价和预测。

（17）质量精准追溯。建设质量管理系统（QMS），集成5G、区块链、标识解析等技术，采集并关联产品原料、设计、生产、使用等全流程质量数据，实现全生命周期质量精准追溯。

（18）产品质量优化。依托质量管理系统（QMS）和质量知识库，集成质量机理分析、质量数据分析等技术，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。

6.安全管控环节。部署安全监控和应急装备，通过安全风险识别，应急响应联动，提升本质安全，降低损失工时事故率，可参考以下场景：

(19) 安全风险实时监测与应急处置。依托感知装置和安全生产管理系统，基于智能传感、机器视觉、特征分析、专家系统等技术，动态感知、精准识别危化品、危险环节等各类风险，实现安全事件的快速响应和智能处置。

(20) 危险作业自动化。部署智能制造装备，集成智能传感、机器视觉、特种机器人、5G 等技术，打造面向危险作业的自动化产线，实现危险作业环节的少人化、无人化。

7.能源管理环节。部署能耗采集装置，通过能耗实时采集、监测，能耗数据分析与调度优化，提高能源利用率，降低单位产值综合能耗，可参考以下场景：

(21) 能耗数据监测。基于能源管理系统(EMS)，应用智能传感、大数据、5G 等技术，开展全环节、全要素能耗数据采集、计量和可视化监测。

(22) 能效平衡与优化。应用能效优化机理分析、大数据和深度学习等技术，优化设备运行参数或工艺参数，实现关键设备、关键环节等能源综合平衡与优化调度。

8.环保管控环节。部署环保监测装置，通过排放采集与监控，排放分析与优化，降低污染物排放，减少单位产值碳排放量，可参考以下场景：

(23) 污染监测与管控。搭建环保管理平台，应用机器视觉、智能传感和大数据等技术，开展排放实时监测和污染源管理，实现全过程环保数据的采集、监控与分析优化。

(24) 碳资产与废弃物管理。开发碳资产管理平台、废

弃物料管理平台和行业成套装备，集成智能传感、物联网、区块链等技术，实现全流程的碳排放追踪、分析、核算和交易以及废弃物处置和循环再利用全过程的监控、追溯。

9.工厂建设环节。依托数字基础设施，推动工业知识软件化，加快数据流通，通过工厂数字化建模、仿真、优化和运维，提升制造系统运行效率，降低运维成本，可参考以下场景：

（25）工厂数字化设计。应用工厂三维设计与仿真软件（CAX），集成工厂信息模型、制造系统仿真、数字孪生和AR/VR等技术，高效开展工厂规划、设计和仿真优化，实现数字化交付。

（26）数字孪生工厂建设。应用建模仿真、多模型融合等技术，构建装备、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，实现基于模型的数字化运行和维护。

（27）工业技术软件化应用。应用大数据、知识图谱、知识自动化等技术，将工业技术、工艺经验、制造知识和方法沉淀为数据和机理模型，进行数据化显性化，与先进制造装备相结合，建设知识库和模型库，开发各类新型工业软件，支撑业务创新。

（28）数字基础设施集成。部署工业互联网、物联网、5G、千兆光网等新型网络基础设施，建设工业数据中心、智能计算中心、工业互联网平台以及网络、数据、功能等各类安全系统，完善支撑数字业务运行的信息基础设施。

(29) 数据治理与流通。应用云计算、大数据、隐私计算、区块链等技术，构建可信数据空间，实现企业内数据的有效治理和分析利用，推动企业间数据安全可信流通，充分释放数据价值。

二、产品全生命周期

1. 产品设计环节。通过设计建模、仿真优化和虚拟验证，实现数据和模型驱动的产品设计，缩短产品研制周期，提高新产品产值贡献率，可参考以下场景：

(30) 产品数字化研发与设计。应用设计、仿真软件 and 知识模型库，基于复杂建模、物性表征与分析、多目标优化等技术，搭建数字化协同设计环境，开展产品、配方等设计、仿真与迭代优化。

(31) 虚拟试验与调试。构建虚拟试验与调试环境，面向产品功能、性能、可靠性等方面，应用数字孪生、AR/VR、知识图谱等技术，通过全虚拟仿真或者半实物半虚拟仿真，开展产品调试和测试验证，缩短验证周期，降低研发成本。

(32) 数据驱动产品设计优化。集成产品设计、生产作业、售后服务等环节数据，结合人工智能、大数据等技术，探索创成式设计，持续迭代产品模型，驱动产品形态、功能和性能的创新。

11. 工艺设计环节。通过工艺建模与虚拟制造验证，实现基于数字模型的工艺快速创新与验证，缩短工艺开发周期，降低生产成本，可参考以下场景：

(33) 工艺数字化设计。应用工艺设计、仿真软件和工

艺知识库，基于机理建模、物性表征和数据分析技术，建立加工、装配、检测、物流等工艺模型，进行工艺全过程仿真，预测工艺设计缺陷并优化改进。

（34）可制造性设计。打通工艺设计、产品研发、生产作业等环节数据，结合知识模型库，全面评价与及时改进产品设计、工艺的可加工性、可装配性和可维护性等，降低制造与维护成本。

12.营销管理环节。依托数字销售渠道，通过市场与客户数据分析，精准识别需求，优化销售策略，提高人均销售额，可参考以下场景：

（35）销售驱动业务优化。应用大数据、机器学习、知识图谱等技术，构建用户画像和需求预测模型，制定精准销售计划，动态调整设计、采购、生产、物流等方案。

（36）大规模个性化定制。部署智能制造装备，依托产品模块化、生产柔性化等，以大批量生产的低成本、高质量和高效率提供定制化的产品和服务。

13.售后服务环节。依托智能产品，通过运行数据采集、分析，开展产品健康监控、远程运维和维护，提高顾客的服务满意率，可参考以下场景：

（37）产品远程运维。建立产品远程运维管理平台，集成智能传感、大数据和5G等技术，实现基于运行数据的产品远程运维、健康监控和预测性维护。

（38）主动客户服务。建设客户关系管理系统(CRM)，集成大数据、知识图谱和自然语言处理等技术，实现客户需

求分析、服务策略决策和主动式服务响应。

(39) 数据驱动服务。分析产品运行工况、维修保养、故障缺陷等数据，应用大数据、人工智能等技术，开拓专业服务、设备估值、融资租赁、资产处置等新业务，创造新价值。

三、供应链全环节

14. 供应链计划环节。通过打通供应链上下游生产、仓储、物流等环节，开展供应链计划协同优化，提高供应商准时交付率，可参考以下场景：

(40) 供应链计划协同优化。应用大数据、人工智能等技术，结合市场需求预测和仓储、生产、物流等状态分析，实现采购计划、生产计划、配送计划的协同编制与同步更新。

(41) 产供销一体化。通过人工智能、云计算等技术，打通销售、生产和采购系统的业务流、数据流，实现销售、生产和采购的协同优化。

15. 供应链采购与交付环节。通过供应链采购订单和交付物流的实时监控，提高供应商交付率，降低采购成本，可参考以下场景：

(42) 供应链采购动态优化。建设供应链管理系统(SCM)，集成寻优算法、知识图谱、5G等技术，实现采购订单的精准跟踪、可视化监控和采购方案动态优化。

(43) 供应链智能配送与动态优化。依托运输管理系统，应用实时定位、人工智能等技术，实现运输配送全程跟踪和

异常预警、装载能力和配送路径优化。

16.供应链服务环节。通过供应链上下游数据采集与分析，精细化管理供应商，预测供应链风险并动态响应，确保订单交付，可参考以下场景：

（44）供应商数字化管理。建立供应商管理系统(SRM)，集成大数据、知识图谱等技术，实现供应商数据管理以及基于数据分析的供应商评价、分级分类、供应商寻源、优选推荐。

（45）供应链风险预警与弹性管控。建立供应链管理系统，集成知识图谱、云计算等技术，开展供应链风险隐患识别、定位、预警和高效处置。