

深圳市精密仪器设备行业 中小企业数字化转型实践样本



深圳市中小企业服务局

2025年11月

目 录

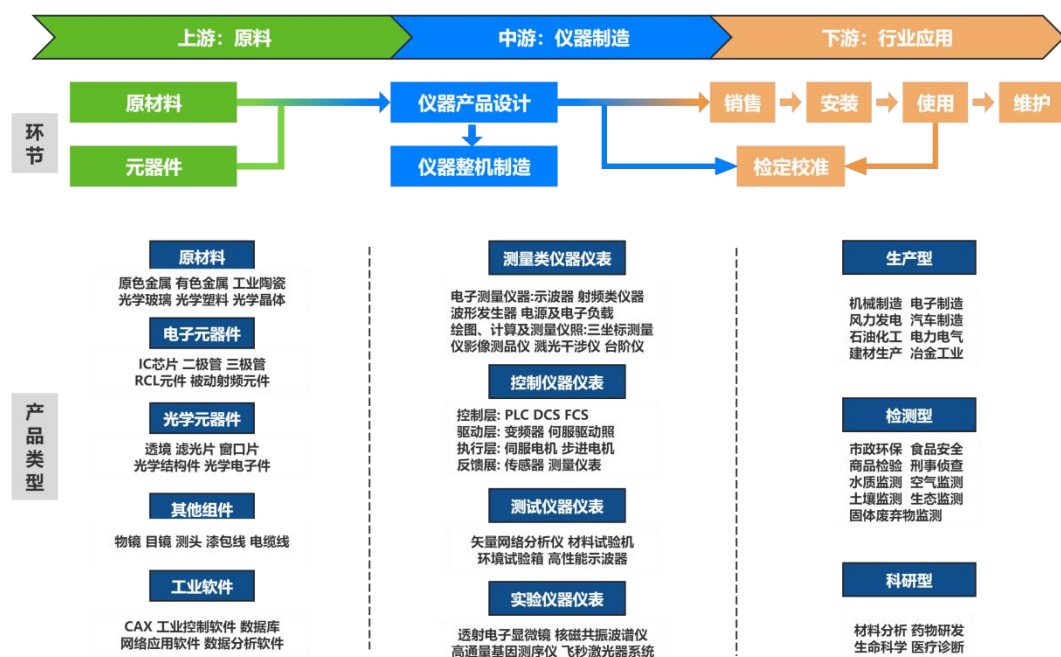
一、精密仪器设备行业中小企业发展情况	- 1 -
(一) 精密仪器设备行业定义与范围	- 1 -
(二) 精密仪器设备行业中小企业发展现状与趋势	- 2 -
(三) 精密仪器设备行业中小企业业务痛点	- 4 -
二、精密仪器设备行业中小企业转型价值	- 5 -
三、精密仪器设备行业中小企业数字化转型场景	- 6 -
(一) 产品生命周期数字化	- 8 -
1. 产品设计	- 8 -
2. 工艺设计	- 10 -
3. 售后服务	- 12 -
4. 营销管理	- 14 -
(二) 生产执行数字化	- 17 -
1. 生产管控	- 17 -
2. 质量管理	- 19 -
(三) 供应链数字化	- 23 -
1. 采购管理	- 23 -

一、精密仪器设备行业中小企业发展情况

（一）精密仪器设备行业定义与范围

精密仪器设备指以产生、测量精密量的设备和装置，主要为各类测量、分析、试验及其他通用专用仪器制造组成。**行业范围**对应《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017）中 C 门类下的 40 大类（仪器仪表制造业），包括通用仪器仪表制造、专用仪器仪表制造、光学仪器制造、钟表与计时仪器制造、衡器制造和其他仪器仪表制造业等六个中类及其小类。**典型产品**包含频谱分析仪、激光干涉仪（计量与测试类仪器），显微镜、望远镜（光学仪器），光谱仪、色谱仪（分析仪器）、刻蚀机、贴片机（制造仪器设备）等。

精密仪器设备产业链上游包括原材料（如高精度光学玻璃、特殊金属材料）、核心元器件（如传感器、激光器）、生产加工设备、工业控制软件等，中游主要是精密仪器设备研发、设计与制造生产企业，下游是应用领域，包括科研、工业、汽车、航空航天、医药、国防等。



图：精密仪器设备行业产业链示意图

精密仪器设备中小企业集中于产业链中下游，主要业务包含精密仪器设备研发制造及精密仪器设备的行业应用。精密仪器设备中小企业正通过“技术聚焦 + 场景深耕”在新能源检测等细分领域构筑壁垒，基于业务深耕实现面向行业企业的定制化开发，是场景化技术突破和国产化替代的主要贡献者。同时，加速“智能化转型 + 服务升级”，通过引入AI优化性能并延伸至预测性维护、数据分析等高附加值服务以提升盈利。

（二）精密仪器设备行业中小企业发展现状与趋势

近年来，得益于下游半导体、新能源汽车、工业机器人、智能穿戴设备等产业加速发展，国内精密制造产业规模呈现加速扩容态势。随着制造业数字化、网络化、智能化的迅猛发展，对设备和生产过程的精密度和智能化水平提出了更高要求，行

业呈现出深度数智化、应用多元化、国产替代化、集群高端化的趋势。

一是深度数智化。精密仪器设备在生产及行业应用中深度集成人工智能（AI）、物联网（IoT）等新兴技术。仪器从单纯的数据检测工具，升级为具备数据存储、自主决策、远程控制和智能诊断能力的系统。

二是应用多元化。精密仪器设备的下游应用不断拓展和深化，应用需求增长主要来自半导体制造（如电子显微镜、质谱仪）、生物医药（如基因测序、高端影像）和新能源（如电池检测）等产业驱动。此外，在环境监测、石油化工等领域中，不精密仪器设备面临千差万别的应用环境和需求，精密仪器生产依赖于定制化并具备明显的行业壁垒特征。

三是产品高端化。国内精密仪器设备产业发展迅速，规模不断扩大，但整体水平仍处于中低端，高端领域长期依赖进口。目前，在政策支持下，本土企业正通过自主创新在部分领域打破垄断，中高端设备国产化率逐步提升。仪器部分测量指标趋近测量物理极限，仪器精密程度、生产工艺难度远高于中低端精密设备。

四是产业集群化。我国精密仪器设备企业主要形成长三角、珠三角、京津冀、鄂豫皖四个产业集群，其中长三角、珠三角地区企业数量更多、更为集中。上述四个地域具备资金、

技术、人才等多重优势，科技创新与研发实力雄厚，为精密仪器设备产业上下游协同发展提供先决条件。

深圳市精密仪器设备行业现状及发展趋势：经过多年培育，深圳市精密仪器设备产业迅速发展。深圳市精密仪器设备行业已经涌现了一批优秀的中小企业，培育了超过100家的专精特新“小巨人”企业，涌现出深圳市英威腾电源有限公司、深圳汉诺医疗科技股份有限公司、深圳市中图仪器股份有限公司等一批优秀企业。

（三）精密仪器设备行业中小企业业务痛点

精密仪器设备行业朝着高端化、国产化、多元化的趋势发展，对中小企业提出了更高的数字化转型需求，具体体现中小企业特性及精密仪器设备行业特性2个方面。

中小企业性质方面：中小企业面临技术、资金和人才的限制，企业转型痛点主要表现在数字基础薄弱、专业能力不足、行业需求独特等方面。

精密仪器设备行业特性方面：

产品创新：传统产品形式居多，附加值低，缺乏集成AI、数据分析等增值功能。中小企业虽具创新潜力，但产业化与知识产权转化率不高。

生产效率：工艺复杂（微米/纳米级精度），参数优化难；生产设备相对落后，生产过程难以实时监控；多品种小批量模式导致生产管控复杂、效率低。

质量合规：产品高精度与高稳定性要求下，质量管理体系可能不完善，缺乏先进检测设备与方法，全流程（原材料、过程、终检）风险管控存挑战。

售后服务：仪器安装复杂影响数据准确性，拆装维护成本高且管理困难。

二、精密仪器设备行业中小企业转型价值

精密仪器设备行业中小企业开展数字化转型，正驱动行业从传统制造迈向智慧生产新阶段。通过数据贯通研发、制造与服务全流程，企业实现更精准的工艺控制、更高效的资源协同和更快速的迭代创新。提升了产品可靠性与生产效率，构建起以用户需求为导向的敏捷生态，建立可持续发展的产业链生态，对中小企业强化竞争力，快速打开市场有着重要推动作用。

一是针对传统产品同质化严重，缺乏AI与数据分析增值功能，创新成果产业化效率低。数字化转型可协同产品研发、工艺设计及生产制造，缩短新产品开发周期，降低试错成本。同时，通过软件定义仪器（如集成多模态AI功能），拓展精密仪器设备人机交互模式，提升精密仪器设备产品性能及产品附加值；

二是针对精密工艺参数优化难，多品种小批量导致排产混乱。数字化转型可有效提升设备综合效率（OEE），基于多条件约束性动态计划排程，实现多品种小批量订单的规模化定制生产。

三是针对检测依赖人工，过程质量失控率高，追溯体系不完善导致合规成本攀升。数字化转型可形成质量追溯机制，有效降低产品不良率和生产成本。

四是针对仪器安装调试周期长，现场维护成本高。数字化转型可通过预防性运维及远程诊断降低售后维护成本，缩短安装调试时间。

三、精密仪器设备行业中小企业数字化转型场景

精密仪器设备行业呈现仪器生产数智化、集群化，行业应用多元化，产品定位高端化、国产化的发展趋势。为提升精密仪器设备行业中小企业数字化转型在研发创新、生产制造以及市场响应等关键领域的赋能效果，本实践样本重点聚焦产品设计、工艺设计、售后服务、营销管理、生产管控、质量管理及采购管理七大场景，编制了数字化转型分级指引及典型案例。



图：精密仪器设备行业中小企业数字化转型典型场景金字塔图

（一）产品生命周期数字化

1. 产品设计

痛点需求：

一是定制化响应滞后。多品种小批量需求下，缺乏参数化设计能力，难快速响应客户定制需求。二是产品附加值低。传统产品缺乏AI与数据分析增值功能。

应用场景：

一级：CAD/CAE 辅助部件微米级建模与验证。应用CAD/CAE等基础工具辅助设计，实现简单部件（如仪器外壳、支架）的微米级公差建模与基础有限元验证，加速仪器外形设计迭代。

二级：构建精密零部件产品设计数据管理体系。应用PDM等信息化系统，管理激光器光学路径、传感器电路等核心部件的设计版本、BOM及工艺变更，形成完整的产品设计资料，规范管理产品设计与版本。

三级：精密仪器参数化、模块化、协同化设计。应用典型零部件标准库和设计知识库，集中统一管理标准部件、感觉转换部件、转换变大传输部件、驱动控制部件等组成部件的参数化模型，以及激光器校准参数库、材料热变形补偿模型等工艺信息数据。实现产品设计与工艺设计的协同，实现数据跨部门共享。

四级：仿真建模测试产品性能, AI赋能仪器性能与服务。

应用多物理场仿真等功能生成生成数字孪生模型预判性能，对镀层厚度/均匀性、表面粗糙度、低温漂放大器参数等关键参数进行深度验证与优化，并应用云端设计协作平台，共享产品设计、测试、制造相关数据。加强AI与产品功能的深度融合，引入AI提升仪器性能（如基于AI分析降低数据采集精度需求）并延伸至预测性维护、数据分析等高附加值服务。

典型案例：深圳市优贝特科技有限公司基于系统协同， 全链赋能研发管理

深圳优贝特科技改造前仅依赖 CAD/CAE 进行研发设计，因研发周期长、协作不透明及数据不同步，导致设计效率低与成本超支。企业部署 PLM 系统重构研发流程，按项目设定时限与节点，设计成果分阶段提交并自动流转，生成可视化进度看板；打通 CRM、ERP 与工艺设计模块，实现订单数据自动获取、工艺参数标准化，采购实时抓取物料需求，完成“订单-研发-工艺-采购”全链路协同。

研发周期缩短 50%，设计通过率升至 90%，物料浪费减少 20%。BOM 错误归零，工艺调试周期减少 60%，采购效率提升 30%，报表时间缩短 5 天。



2. 工艺设计

痛点分析：

创新转化率低。精密仪器设备需反复制作物理样机验证微米级精度，传统试错模式推高研发成本，中小企业创新成果难以产业化。

应用场景：

一级：数字化工具定义工艺参数与管理工艺数据。应用基础CAM工具辅助生成工艺文件，实现仪器外壳钻孔、支架切割加工参数的数字化定义。通过结构化存储抛光粗糙度、温控曲线等基础工艺数据，替代纸质工艺卡管理，降低人工记录错误率。

二级：工艺信息化系统实现核心工艺验证及版本管控。采用工艺信息化系统统一管理镀膜、传感器装配等核心工艺的流

程规范与版本控制。采用基于模型的数字孪生、物理仿真等理念和技术，进行工艺的快速验证，提前发现工艺设计的缺陷。

三级：工艺与材料知识库优化复杂工艺与制造的一致性。
构建行业工艺知识库并关联材料特性库（如热膨胀系数），支持光-机-电多物理场耦合工艺仿真。打通设计与生产系统，确保高精度组件的制造一致性，实现复杂工艺链（如激光干涉仪镜组装调）的跨部门协同优化，通过虚拟验证显著减少物理试制次数。

四级：AI动态优化生产参数，云平台协同工艺迭代。应用AI 算法对切削参数（如进给速度、主轴转速）进行动态优化，可自适应不同材料特性和加工需求。通过机器学习，系统能够自动积累经验并优化路径规划，大幅降低试错成本与编程时间。通过云平台与上下游（材料供应商、客户等）共享核心工艺数据，实现定制订单的工艺方案跨域协同迭代。

典型案例：深圳可立克科技股份有限公司基于PLM系统驱动电子元件研发设计与工艺管理升级

深圳可立克科技股份有限公司在电子变压器等产品工艺设计中，面临物料管理离散、标准化缺失、数据不一致及审批低效等问题。公司引入 PLM 系统，实现物料申请、承认及变更全流程电子化管理，建立标准件库和优选库，集成 CAD 与 ERP 系统，自动生成 BOM 和图纸。优化审批与变更流程，实现版本控制与追溯，完善评审机制及问题风险管理，推动模块

化设计与数据协同。

物料编码标准化，资料查询效率提升 50%，设计效率提高 30%，电源与变压器开发周期分别缩短 45 天和 30 天。BOM 产出效率提升 50%，变更处理周期缩短 30%，设计返工减少 20%，审批周期缩短 20%，一次评审通过率提高 20%。



图：生产车间

3. 售后服务

痛点分析：仪器安装复杂影响数据准确性，拆装维护成本高且管理困难。精密仪器设备（如激光干涉仪、原子力显微镜、航天传感器等）的高精度属性与复杂系统结构，导致安装调试需满足温湿度、防震、洁净度等严苛环境条件，且核心部件拆装涉及真空密封、光学校准等高难度操作，传统服务模式难以保障数据准确性与维护效率。

应用场景：

一级：数字化记录仪器部署环境、校准数值等服务流程与信息。应用工单小程序等信息技术工具辅助记录服务流程，实现安装运维人员、产品型号等基础信息的数字化记录，通过结构化存储仪器安装环境温湿度、传感器初始校准值等关键服务节点信息，替代纸质工单流转，减少信息遗漏。

二级：服务管理系统记录售后信息，规范化售后作业。应用服务管理系统记录售后服务信息，集成设备运行数据，生成安装调试报告电子档案，并对售后服务的光路校准、探针更换等环节制定标准化作业模板，实现服务流程规范化。

三级：故障知识库结合 IOT 远程运维实现预测性主动服务。构建仪器故障知识库，应用IOT等技术技术远程监控运行状态和性能数据，实现远程定位复杂故障根因、故障排除，减少现场服务需求，降低精密仪器设备停机时间。与客户系统共享历史报警日志等关键数据，基于设备运行数据的预测性维护，能提前预判潜在故障并主动服务，变被动维修为主动预防。

四级：基于多维信息定制精准服务方案。基于产品特性、使用环境及产品日志等信息，建立客户服务数据模型，定制产品安装及维护计划，实现满足客户需求的精准服务。

典型案例：深圳市鑫承诺环保产业股份有限公司通过AI知识库+数智人驱动售后服务降本增效实践

深圳市鑫承诺环保产业股份有限公司售后服务原依赖人工客服，响应效率低、口径不统一，知识沉淀与复用不足，导

致重复工作多、成本高。企业引入数智人与 AI 知识库系统，构建统一知识库，通过大模型整合企业及产品信息，生成标准培训课程。对内借助数智人讲解提升培训效率，对外由 AI 实时响应客户咨询，支持用户自助查询政策、流程和故障处理方法，减少人工介入。

人工成本显著降低，重复咨询自动处理，客服人力得到释放；客户问题识别更精准，关联文档智能推送，商机转化率提升；故障响应速度提高 70%，售后效率大幅增强。



图：数字人客服

4. 营销管理

痛点分析：

一是**客户需求响应滞后**。精密仪器设备产品具备高度定制化的特点，分散的纸质流程导致需求汇总低效，无法快速整合客户产品需求偏好，客户需求响应滞后。

二是**研发协同能力薄弱**。依赖纸档存储导致文档易损毁，信息检索困难，产品设计资料、工艺知识缺乏统一管理，无法实现需求、研发、工艺数据的闭环联动。

应用场景：

一级：数字化工具存储客户及关联项目等基础营销信息。运用电子表格和云文档等信息技术工具辅助记录基础营销信息，实现销售订单、客户信息的电子化留存。

二级：CRM 系统记录营销计划及客户需求偏好。应用CRM等信息化系统记录营销信息（如销售计划、销售订单、销售运行销售业绩等）及客户信息（包括测量精度范围、温控稳定性指标等技术参数需求、设备应用场景及简单竞品对比），实现企业营销的规范化管理。

三级：CRM 关联多系统信息实现营销与多部门数字化协同。应用CRM等信息化系统实施掌控营销信息，并在营销系统基于销售信息关联仪器核心指标库（如激光波长精度、EMC等级），技术文档，仓库物料、项目成本估算等信息，实现营销管理与研发、生产、库存、财务等系统的数字化协同。

四级：依托AI内联外通重塑智能营销生态。构建AI驱动的智能营销生态，对内联通研发、生产、财务部门，实现产品方案、成本、库存等信息的快速整合。对外基于科研政策、产业链动态，预测高精度仪器需求热点区域及品类，生成客户营销方案，同时融合供应链数据、竞品情报，生成动态定价策略，不断提升营销管理水平。

典型案例：深圳三思纵横科技股份有限公司以数据驱动重塑营销链路，实现需求响应与转化双提升

深圳三思纵横科技股份有限公司是专业提供材料检测、结构试验和成品试验的试验仪器厂商。企业数字化转型主要面临以下痛点：一是数据一致性缺失。纸质流程难以保证客户资料、合同信息的实时统一，跨部门（如研发、工艺、售后）数据孤立影响营销策略精准性及跨部门协作效率。二是客户需求响应滞后。精密仪器设备产品高度定制化，传统纸质流程分散，需求汇总效率低，难以快速整合客户偏好，导致需求响应延迟。

针对企业数字化转型需求，联动 CRM、ERP、OA 等数字化系统实现以下功能：一是客户数据集中治理。应用 CRM 系统，集中存储客户资料与合同数据，确保信息准确性和实时一致性。二是跨系统数据协同。联动 ERP 生产系统及金蝶财务系统，打通营销-生产-财务链路，实现客户需求快速传递至研发、排产环节。并整合售后服务系统，实现客户问题可追溯、需求反馈闭环管理，反哺营销策略优化。

经过以上数字化转型改造，效率显著提升，客户需求响应时间缩短 50%；效益持续优化，客户转化率提升 20%，营销费用降低 10%，同时保障订单交付质量，增强客户信任。

...	记账日期	期间	凭...	状态	制单	审核	科目	摘要	科目名称	币别	核算项目	原币金额	借方	贷方	业务日期
97	...	2025-06-12	2025.6	记	0037	已过期	张卡	任...	1123 购深圳市深动力电气有限公司材料 (商银挂3301-2505249)	预付账款	人民币	1,040.00		1,040.00	2025-06-12
98	...	2025-06-12	2025.6	记	0037	已过期	张卡	任...	1403 购怡尔精密科技 (东莞) 有限公司材料 (商银挂3301-2505374)	原材料	人民币	360.00	360.00		2025-06-12
99	...	2025-06-12	2025.6	记	0038	已过期	张卡	任...	1123 购怡尔精密科技 (东莞) 有限公司材料 (商银挂3301-2505374)	预付账款	人民币	360.00		360.00	2025-06-12
100	...	2025-06-12	2025.6	记	0038	已过期	张卡	任...	1403 购深圳市祥富机电设备有限公司材料 (商银挂3302-2502070)	原材料	人民币	690.27	690.27		2025-06-12
101	...	2025-06-12	2025.6	记	0038	已过期	张卡	任...	222 购深圳市祥富机电设备有限公司材料 (商银挂3302-2502070)	应交税费-应交增...	人民币	89.73	89.73		2025-06-12
102	...	2025-06-12	2025.6	记	0038	已过期	张卡	任...	1123 购深圳市祥富机电设备有限公司材料 (商银挂3302-2502070)	预付账款	人民币	780.00		780.00	2025-06-12
103	...	2025-06-12	2025.6	记	0039	已过期	张卡	任...	1403 购深圳市海明机电设备有限公司材料 (商银挂3302-2504386)	原材料	人民币	11,072.57	11,072.57		2025-06-12
104	...	2025-06-12	2025.6	记	0039	已过期	张卡	任...	222 购深圳市海明机电设备有限公司材料 (商银挂3302-2504386)	应交税费-应交增...	人民币	1,439.43	1,439.43		2025-06-12
105	...	2025-06-12	2025.6	记	0040	已过期	张卡	任...	1123 购深圳市海明机电设备有限公司材料 (商银挂3302-2504386)	预付账款	人民币	12,512.00		12,512.00	2025-06-12
106	...	2025-06-12	2025.6	记	0040	已过期	张卡	任...	1403 购深圳市海明机电设备有限公司材料 (商银挂3302-2504435)	原材料	人民币	24,856.63	24,856.63		2025-06-12
107	...	2025-06-12	2025.6	记	0040	已过期	张卡	任...	222 购深圳市海明机电设备有限公司材料 (商银挂3302-2504435)	应交税费-应交增...	人民币	3,231.37	3,231.37		2025-06-12
108	...	2025-06-12	2025.6	记	0041	已过期	张卡	任...	1123 购深圳市海明机电设备有限公司材料 (商银挂3302-2504435)	预付账款	人民币	28,088.00		28,088.00	2025-06-12
109	...	2025-06-12	2025.6	记	0041	已过期	张卡	任...	1403 购深圳市科源自动化技术有限公司材料 (商银挂3301-2504289)	原材料	人民币	341.59	341.59		2025-06-12
110	...	2025-06-12	2025.6	记	0041	已过期	张卡	任...	222 购深圳市科源自动化技术有限公司材料 (商银挂3301-2504289)	应交税费-应交增...	人民币	44.41	44.41		2025-06-12
111	...	2025-06-12	2025.6	记	0042	已过期	张卡	任...	1123 购深圳市科源自动化技术有限公司材料 (商银挂3301-2504289)	预付账款	人民币	360.00		360.00	2025-06-12
112	...	2025-06-12	2025.6	记	0042	已过期	张卡	任...	1403 购怡尔精密科技 (东莞) 有限公司材料 (商银挂3301-2504622)	原材料	人民币	360.00	360.00		2025-06-12
113	...	2025-06-12	2025.6	记	0043	已过期	张卡	任...	1123 购怡尔精密科技 (东莞) 有限公司材料 (商银挂3301-2504622)	预付账款	人民币	360.00		360.00	2025-06-12
114	...	2025-06-12	2025.6	记	0043	已过期	张卡	任...	1403 购深圳市科源自动化技术有限公司材料 (商银挂3302-2503623)	原材料	人民币	1,207.97	1,207.97		2025-06-12
115	...	2025-06-12	2025.6	记	0043	已过期	张卡	任...	222 购深圳市科源自动化技术有限公司材料 (商银挂3302-2503623)	应交税费-应交增...	人民币	157.03	157.03		2025-06-12
116	...	2025-06-12	2025.6	记	0044	已过期	张卡	任...	1123 购深圳市科源自动化技术有限公司材料 (商银挂3302-2503623)	预付账款	人民币	1,365.00		1,365.00	2025-06-12
117	...	2025-06-12	2025.6	记	0044	已过期	张卡	任...	1403 购上海歙元自动化科技有限公司材料 (商银挂3302-2503358)	原材料	人民币	10,461.06	10,461.06		2025-06-12
118	...	2025-06-12	2025.6	记	0044	已过期	张卡	任...	222 购上海歙元自动化科技有限公司材料 (商银挂3302-2503358)	应交税费-应交增...	人民币	1,359.94	1,359.94		2025-06-12
119	...	2025-06-12	2025.6	记	0045	已过期	张卡	任...	1123 购上海歙元自动化科技有限公司材料 (商银挂3302-2503358)	预付账款	人民币	11,821.00		11,821.00	2025-06-12
120	...	2025-06-12	2025.6	记	0045	已过期	张卡	任...	1403 购安徽衡孚电子科技有限公司材料 (商银挂3302-2504433)	原材料	人民币	553.10	553.10		2025-06-12
121	...	2025-06-12	2025.6	记	0045	已过期	张卡	任...	222 购安徽衡孚电子科技有限公司材料 (商银挂3302-2504433)	应交税费-应交增...	人民币	71.90	71.90		2025-06-12
122	...	2025-06-12	2025.6	记	0046	已过期	张卡	任...	1123 购安徽衡孚电子科技有限公司材料 (商银挂3302-2504433)	预付账款	人民币	625.00		625.00	2025-06-12
123	...	2025-06-12	2025.6	记	0046	已过期	张卡	任...	1403 购深圳市南方正泰电气技术有限公司材料 (商银挂3302-2504236)	原材料	人民币	2,578.54	2,578.54		2025-06-12
124	...	2025-06-12	2025.6	记	0046	已过期	张卡	任...	222 购深圳市南方正泰电气技术有限公司材料 (商银挂3302-2504236)	应交税费-应交增...	人民币	335.21	335.21		2025-06-12
125	...	2025-06-12	2025.6	记	0046	已过期	张卡	任...	1123 购深圳市南方正泰电气技术有限公司材料 (商银挂3302-2504236)	预付账款	人民币	2,913.75		2,913.75	2025-06-12
126	...	2025-06-12	2025.6	记	0046	已过期	张卡	任...	1123 购深圳市南方正泰电气技术有限公司材料 (商银挂3302-2504236)	预付账款	人民币	2,913.75		2,913.75	2025-06-12
合计															

图：CRM协同财务系统

(二) 生产执行数字化

1. 生产管控

痛点分析：

一是工艺复杂度与参数敏感度高。微米级加工精度易受材料特性、环境波动影响，传统人工经验难以动态优化多物理场参数（机械、热、电、磁、光），导致良率波动。

二是多品种小批量协同低效。定制化订单频繁切换，依赖电子表格排产易造成物料错配、设备闲置，延长交付周期。

应用场景：

一级：数字化工具记录部件工艺参数与产能故障率数据支撑产线优化。应用电子表格等信息技术工具，辅助人工记录生产工序参数（如抛光粗糙度、温控曲线）和生产工单数据（如产线各环节的物料、产量、故障率、返工率等数据），用于分析产能短板，定位产线问题，支撑产线的持续迭代优化。

二级：MES 系统实现生产全业务流程数字化。应用MES系统实现生产工单信息（如生产工单进度、产量、物料领用/耗用等）录入、跟踪，完成生产管控基础业务（生产工序与工艺路线、工艺参数与产品 BOM、标准作业指导、工时计价标准、异常分类、人员技能矩阵、健康安全环境、层级会议等）流程数字化，实现生产规范化管理。

三级：多系统联动管控，自动分配多品种订单。应用MES、CRM、设备管理系统（如SCADA）、产品参数库等信息化系统/工具，采集工单、工艺参数以及生产设备等数据，实现对工单、物料、设备的全流程管控，并完成“研发-生产-订单”系统协同与数据共享。实现产品生产自动关联工艺参数与设备状态，并依据订单数量、设备负荷，自动分配多品种订单。

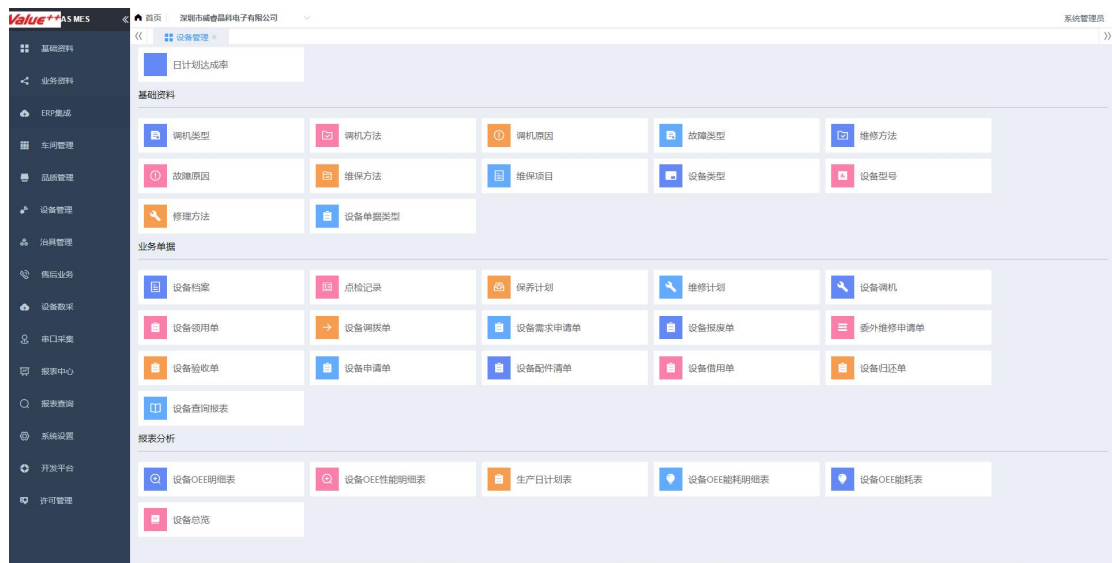
四级：依托AI及生产监测预警模型实时修正加工参数。运用AI技术建立生产运行监测预警模型，在线分析与实时预警生产数据、工艺参数、设备状态等数据，依据设备状态与环境温湿度等因素，实现加工参数的实时修正与动态调整。

典型案例：深圳市威睿晶科电子有限公司通过精密制造高效协同

赋能智能生产管控

深圳市威睿晶科电子有限公司作为激光测距仪器企业，面临生产数据滞后、人工误差大及物料协同不畅等问题，急需透明化、防错和协同优化。公司部署 MES 系统实现全域数据实时采集，动态监测设备与工艺状态，生成管理看板辅助决策；通过 AGV 调度与扫码校验实现物料精准防错配送，并将关键工艺参数固化至数字工单，规范操作流程，降低人为偏差。

改造后设备 OEE 提升 25%，异常响应时间由 2 小时缩至 40 分钟内；需求预测准确率达 85%，订单准时交付率由 80%升至 95%，全流程透明度与协同效率显著提高。



图：MES系统主界面

2. 质量管理

痛点分析：

质量追溯与实时监控缺失。高精度检测需全流程数据闭环，但人工记录难以关联工艺参数、设备状态与质检结果，缺陷根因分析滞后。

应用场景：

一级：数字化工具记录尺寸抽检与光学镜面粗糙度等精密质检数据。应用电子表格等信息技术工具辅助记录质检数据，实现尺寸抽检记录、温湿度环境参数等基础质量信息的数字化记录。通过结构化存储光学镜面粗糙度、传感器零点漂移值等关键工序检测结果，替代纸质表单流转，降低人工录入错误。

二级：QMS 系统数字化检测关键工序，建立全链条质量档案。应用QMS系统等质量管理系统，对激光干涉仪光路校准、高精度传感器标定等关键工序开展数字化检测并自动判异，集成检测设备实时采集微米级精度数据，建立原材料-过程-成品的质量档案，支持基础追溯，减少批量性工艺失误，实现质量流程规范化管理。

三级：关联多源质量知识库，定位缺陷根因并溯源预警。构建产品的多源质量知识库，打通材料供应、工艺设计及生产系统实现全要素关联分析，并基于光-机-电参数耦合追溯，自动定位复杂缺陷根因，实现跨环节风险预警及问题溯源。

四级：构建多模态AI赋能质检及模型建迭代机制。应用多模态AI（如视觉质检）开展产品质量检测，建立历史数据“存储-训练-迭代机制”不断提升AI能力检测精度，提升检测效率

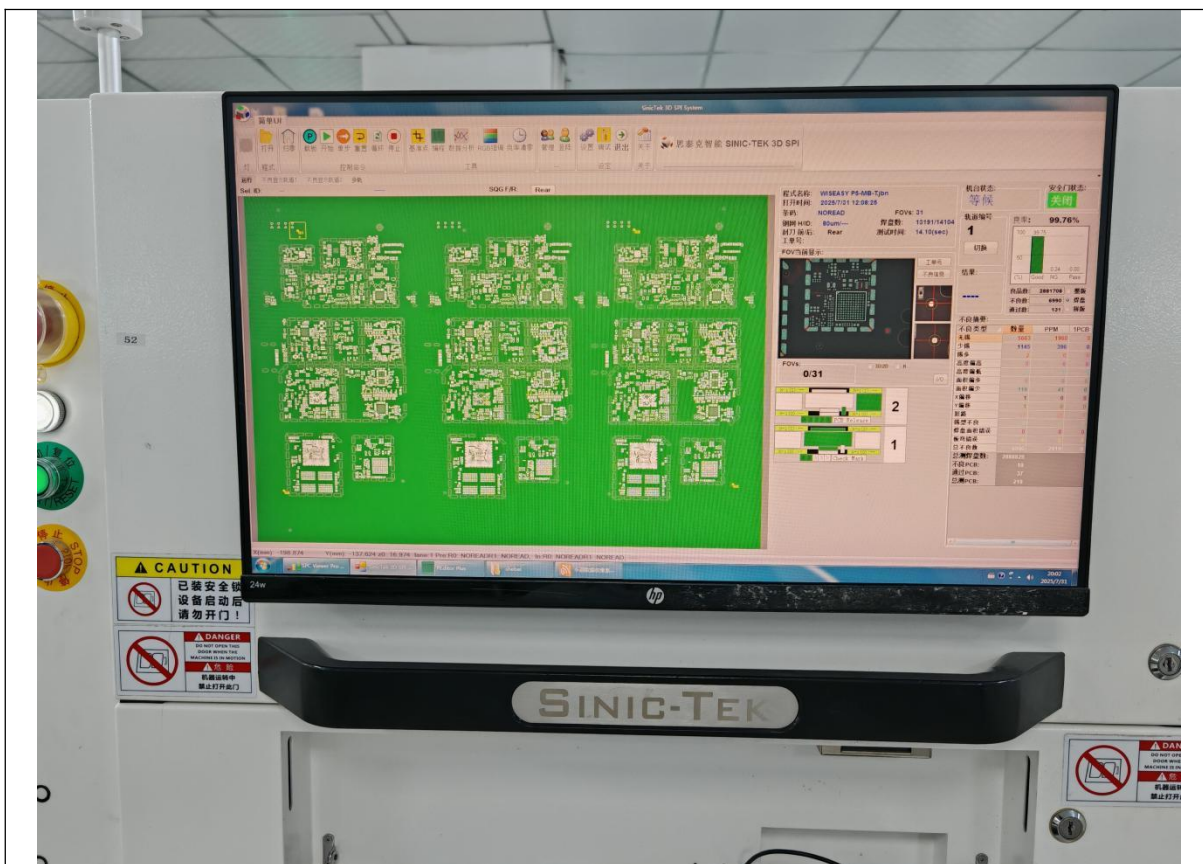
和检测水平。构建产品质量管理模型，实现产品质量影响因素识别及缺陷预测性分析。并基于云平台等技术实现产业链上下游质量数据共享。

典型案例：深圳市永迦电子科技有限公司通过AI视觉赋能精密制造质量管理升级

深圳市永迦电子科技有限公司在 PCBA 贴装环节依赖 SMT 机贴装、人工组装、外观尺寸检测及 SOP 执行监督，生产过程不仅需要把控半成品良率，还需检查人工组装的动作准确度。

企业部署 AI 视觉设备与模型超脑，对接 IMOM 系统及低代码平台，实现全链条智能检测。通过深度学习自动判定缺陷，实时监控员工作业规范性，关键工序在线分析，不良超标自动停线，形成数据驱动的质量闭环管理。

产品良率提升 3.36%，质量成本显著优化，有效规避人工漏检与违规风险，客户满意度大幅提高。



图：产品贴装检验并自主判定



图：员工作业作业流程监测

（三）供应链数字化

1. 采购管理

痛点分析：

供应链质量协同能力薄弱。供应商质量风险滞后反馈，核心原料若存在质量问题即可导致整批产品报废，易引发批次性隐患。缺乏供应商质量数据联动，产品采购质量问题易直接转化为高额返工成本与交付延误。

应用场景：

一级：实现物料采购清单与资质文件电子归档满足追溯。

应用电子表格等基础工具，管理进口光学玻璃、真空镀膜材料等特种物料的采购清单，记录供应商资质文件，实现微米级研磨耗材、精密轴承等关键部件订单基础信息的数字化留存及材料成分证明文件的电子归档，满足物料基本追溯需求。

二级：应用系统管理采购数据，规范化采购流程。应用覆盖供应商全生命周期的信息化系统，实施物料批次号等参数的线上标准化管理，实施检测报告、真空腔体氦质谱检漏证书等质量文件的系统化归档，建立供应商技术档案库，实现采购过程的规范化管理。

三级：数据驱动优化采购配额与追溯。应用ERP系统，基于供应商历史绩效数据（如交货准时率、良品率）及物料批次成本差异，通过寻报比价动态优化采购配额并记录批次成本；同时对高纯度化学试剂等敏感材料的批次检验数据（纯度、杂

质含量)进行跨系统追溯,支持替代料智能推荐;实现采购成本精确核算及与生产计划、仓储物流系统的协同。

四级: AI驱动材料供应链风险预警,推动产业链动态协同。
应用人工智能技术,构建供应链风险预警模型,实时监测物流中断对特种材料供给的影响并动态生成备选方案;构建跨企业协同平台,实现供应商生产排程与本厂试制计划的数字化协同。

典型案例: 深圳市君兰电子有限公司通过“智链质控·溯源协同”实现供应链协同

深圳市君兰电子有限公司作为出口导向型企业(95%产品销往欧美等高端市场),客户对质量要求严格,需实现对供应商来料质量的实时协同管控,打破质量信息“孤岛”。采购管理转型核心围绕供应链质量协同与全流程可追溯性展开。公司搭建供应链质量协同平台,集成内部 ERP、CRM 等系统并与供应商实时共享质量数据;推行“一物一码”实现从原料到成品全流程精准追溯;部署智能亮灯拣货系统,通过可视化指引提升拣货准确性与效率,降低对人经验的依赖。

通过以上改造,企业供应链质量协同效率提升,供应商来料与生产过程质量数据实时互通,质量问题响应速度加快,工厂对供应商的质量管理能力显著增强。通过“一物一码”实现单品 100%全流程精准追溯。仓储管理降本增效,亮灯系统消除对老员工依赖,新人可快速上手,拣货效率提升。



图：一物一码追溯



图：仓库亮点拣货