

图 38 基于健康指数的机床关键部件的寿命预测

系统利用故障诊断算法对设备的运行状态进行分析和识别，通过对历史数据和实时数据的比对，可以判断设备是否处于正常工作状态，识别潜在的故障风险。利用预测分析功能对设备的未来状态进行预测，通过对历史数据和设备运行模式的分析，以预测设备的寿命和故障概率。

结合上述预测的设备寿命和故障概率，根据设备当前的运行的状态数据和历史维护记录，通过 EMS 系统自动生成维护计划，包括维护时间、维护内容、所需备件等，并利用机器学习算法持续改进，对维护计划进行优化，降低维

(八) 仓储物流环节

1. 存在问题

找寻物料费时费力且易出错的难题，生产物料有几万个，很难快速准确地找到所需物料；以前仓管员需手工入账，然后手工将物料搬运至库位，劳动强度大，费时费力；部分机床企业在厂内物流配送时，缺乏科学、合理的路径规划。这导致物流车辆在配送过程中频繁改变路线，增加了配送时间，降低了配送效率；一些机床企业的物流设备，如 AGV（自动导引车）、叉车等，没有得到充分利用。这些设备在闲置时无法为配送任务提供支持，而在忙碌时又可能出现拥堵现象，影响了整体配送效率；在配送过程中，准确识别物料信息对于确保配送的准确性至关重要。然而，部分机床企业的物流系统在识别物料信息时存在错误率较高的问题，如物料编码错误、物料信息更新不及时等，这都会导致配送的准确性下降。

2. 可改造场景

场景 1：智能仓储场景

针对机床配件及刀具的出入库、库存管理等问题，可以建设专门的金属切削机床智能仓储系统。该系统应用条码或二维码技术，对每台机床及其配件进行唯一标识，实现精准追踪与管理。

通过射频识别技术，实时获取机床配件及刀具的库存

状态，提高出入库效率。同时，利用仓储策略优化算法，根据机床使用频率和配件需求预测，合理安排库存布局，减少库存积压，提高库存周转率。

此外，多形态混存拣选技术的应用，使得不同型号、规格的机床配件能够高效、准确地被拣选和配送，满足生产线的即时需求，进一步提升生产效率和土地利用率。

场景 2：精准配送场景

部署针对金属切削机床的智能物流系统。该系统应用室内高精度定位导航技术，确保物流设备在复杂厂区内能够准确、快速地定位并导航至指定位置，实现机床配件及刀具的精准配送。

同时，利用物流路径动态规划算法，根据实时交通状况和配送需求，动态调整配送路径，确保物料能够以最短的时间送达生产线。此外，通过物流设备集群控制技术，实现多台物流设备的协同作业，提高配送效率，减少等待时间。上述技术的应用，使得金属切削机床的配件及刀具配送更加快速、准确，有效提升了生产效率和物流响应速度。

3. 解决方案建议

解决方案 1：智能仓储

某机床企业首先将物料采用二维码技术进行编码，利用扫码器扫码完成自动入库。

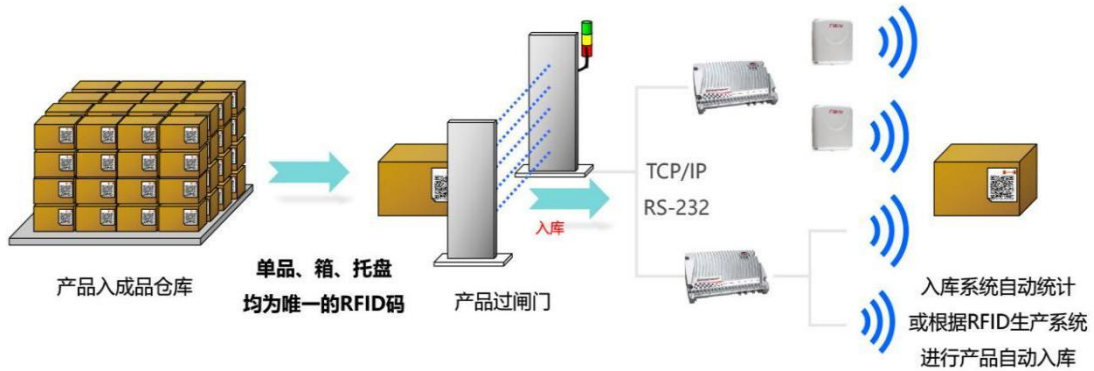


图 42 RFID 仓储管理系统

建立立体货柜，利用监控系统可监控库位物料实时状况，实现物流信息状态可视化管理。

通过 WMS 系统，将现场所有物料信息进行联网，信息通过 SAP 与 WMS 数据交互，所有信息同步至 WMS 中，实现数据的实时更新。

通过智能货柜，利用高度的优势，光栅尺识别物料的高度，控制托盘与托盘之间的间隔，更好地利用高度的空间；同时，所有物料扫码自动入库。



图 43 智能立体货柜



图 44 立体货柜物料入库



库存查询

物料编号 物料名称 批号 线边库 用途 关联单号

物料编号	物料名称	生产单位	批号	线边库	实际库存	可用库存	用途	关联单号	标签
DV030-02	刹车盘 (精)	精	PC202401190001	生产线边库	1	1	在制品	PG20240119001	
DV030-02-01-15	刹车盘	个	PC202304140001-1-02	生产线边库	1	1	原料	PG20230414001	
DV030-02-01-15	刹车盘	个	PC202304140003	生产线边库	1	1	在制品	PG20230414001	
DV030-02-01-15	刹车盘	个	PC202304140001-3	生产线边库	1	1	原料	PG20230414001	
DV030-02-01-15	刹车盘	个	PC202304130002	生产线边库	1	0	在制品	PG20230411008	
DV030-02-01-15	刹车盘	个	PC202304120006	生产线边库	4	4	在制品	PG20230412004	
DV030-02-01-15	刹车盘	个	PC202304130003-1-02	生产线边库	2	2	原料	PG20230413003	
DV030-02-01-15	刹车盘	个	PC202304140003-2	生产线边库	1	1	改制品	PG20230414001	
DV030-02-01-15	刹车盘	个	PC202304130003-1	生产线边库	1	1	改制品	PG20230413003	
DV030-02-01-15	刹车盘	个	PC202304120008-1	生产线边库	1	1	改制品	PG20230412004	
DV030-02-01-15	刹车盘	个	PC202304120008-1-02	生产线边库	1	1	原料	PG20230412004	
DV030-02-01-15	刹车盘	个	PC202304130002-1	生产线边库	1	1	改制品	PG20230411008	
DV030-02-01-15	刹车盘	个	PC202401180002	生产线边库	2	2	在制品	PG20240118003	
DV030-02-01-15	刹车盘	个	PC202304140003-1	生产线边库	1	1	在制品	PG20230414001	

图 45 机床企业 WMS 系统应用

解决方案 2：精准配送

优化路径规划，提升配送效率。某机床企业引入智能路径规划算法，如 A*算法、Dijkstra 算法或基于机器学习的预测性路径规划，根据实时交通状况、物料需求优先级、设备状态等多维度信息，动态生成最优配送路径。不仅能减少物流车辆的路线变更次数，还能有效避免拥堵，缩短配送时间。

构建高精度的厂内物流地图，包括所有道路、交叉口、仓库位置及障碍物信息。同时，实施地图的实时更新机制，确保地图信息与实际环境保持一致，为路径规划提供准确的基础数据。这里 AGV 采用激光雷达技术进行环境扫描和定位，实现精确的空间定位和路径规划；利用摄像头和图像识别技术，通过识别环境特征进行自动导航。采用即时定位与地图构建技术，结合激光雷达和视觉传感器，

实时构建和更新环境地图，同时进行自我定位。

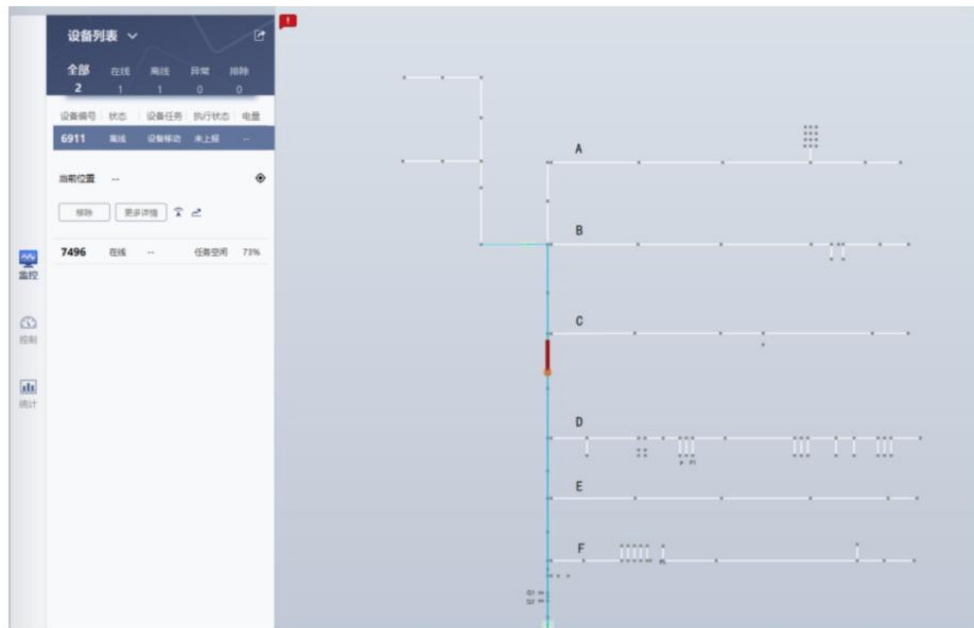


图 46 根据产线布局规划 AGV 运行路径地图

在物流车辆和关键节点部署物联网传感器，实时收集车辆位置、速度、载重等信息，并反馈至中央管理系统，为路径规划提供实时数据支持，实现动态调度。

提高物流设备利用率，均衡负载。引入物流设备集群控制系统，通过中央管理平台统一调度 AGV、叉车等物流设备，实现任务的智能分配和设备的协同作业。系统应根据设备类型、能力、位置及当前任务状态，自动分配最合适的设备执行配送任务，避免设备闲置或拥堵。



图 47 AGV 小车自动配送物料

对物流设备进行实时监控，包括电量、故障状态、维护周期等，确保设备处于最佳工作状态。通过预测性维护减少设备故障，提高设备可用性和使用寿命。

面向灵活调整配送策略，AGV 从收料点将物料运送至立体货柜，仓管员使用 PDA 扫码入库，立体货柜将物料自动存入库内；系统下发出库指令，立体货柜自动将物料取出放置取料口，激光仪自动指向待取物料，仓管员扫码出库；AGV 按预设轨道将物料搬运至生产车间，完成后即可过账。立体货柜和 AGV 监控系统可远程实时监控查看 AGV 运行状态、仓库库位状态、执行任务数量、在手任务数量、执行效率等物流信息。

此外，将根据生产计划和物料需求预测，灵活调整配送策略和频次。在高需求时段增加配送车辆和频次，在低需求时段合理安排设备维护和充电，实现资源的高效利用。

加强物料信息管理，提高识别准确性。建立统一、规范的物料编码体系，确保每种物料都有唯一且准确的编码。定期对物料编码进行审查和更新，避免编码错误或重复；在物料包装上粘贴 RFID 标签或二维码，包含物料编码、名称、数量等关键信息。物流系统在配送过程中通过扫描设备自动读取这些信息，减少人工输入错误，提高识别准确性；实施物料信息的实时更新和同步机制，利用 5G 无线通信技术，用于 AGV 与中央控制系统以及其他设备之间的数据传输和指令接收，通过物联网技术实现 AGV 与生产信息化系统的无缝集成，进行数据交互和远程控制。采用智能调度算法，用于在多台 AGV 协同作业时，优化任务分配、路径规划和交通管理。确保物流系统、生产系统、库存管理系统之间的数据一致。当物料状态发生变化时（如入库、出库、移动等），相关系统应能立即更新物料信息，避免信息滞后导致的配送错误。

（九）安全管控环节

1.存在问题

异常事件不能提前或及时发现；人员疏忽大意导致安全事故发生的问题；切削过程中产生的高温工件、刀具和冷却液可能导致烫伤。此外，机床内部的电气元件和机械部件也可能因过热而引发火灾；金属切削机床运行时产生

的噪声和振动可能对操作人员的听力和身体健康造成长期损害；部分机床企业仍然依赖传统的人工操作方式进行危险作业，自动化程度低。这导致作业效率低下，且增加了安全风险。

2.可改造场景

场景 1：安全一体化管控场景

搭建生产安全管控和应急处置系统，该系统集成了生产运行风险动态监控技术，能够实时监控机床的运行状态，及时发现潜在的安全风险。

同时，系统应用安全预警技术，一旦监测到异常数据或行为，立即发出预警信号，提醒操作人员采取相应措施。这大大提高了安全防护水平，降低了事故发生的可能性。

此外，系统还具备快速处置安全事故的能力，能够迅速响应并协调各方资源，有效控制事故蔓延，减少损失。通过上述技术的应用，金属切削机床的安全管理更加高效、智能，为企业的安全生产提供有力保障。

场景 2：危险作业自动化场景

聚焦于提高作业安全性和自动化水平，建设智能作业单元，集成了环境感知与识别技术，能够实时监测作业环境，准确识别潜在的安全隐患。

同时，引入了作业风险控制技术，通过智能算法对作业过程进行精准控制，有效降低了危险作业的安全风险。

上述技术的应用，使得金属切削机床的危险作业环节实现了少人化，甚至无人化操作。

3. 解决方案建议

解决方案 1：安全一体化管控

为实现现场生产安全一体化管控，某机床厂数控机床采用红外线监测技术，当操作员或其衣物等部位遮挡了红外线时，接收器会立刻接收到信号并迅速做出反应，使机床停止工作，从而避免潜在的安全风险。

使用安全光栅用于区域保护，在工业生产过程中，一些危险的机器或设备可能带有旋转部件、挤压装置或其他潜在的威胁人身安全的部件，通过及时发现人员或物体进入危险区域，安全光栅可以有效地防止事故的发生。

同时，数控机床应用电子门锁技术，在设备门窗被打开或移动时，感应器识别到信号，从而停止设备运行，达到对人身安全的保护作用。

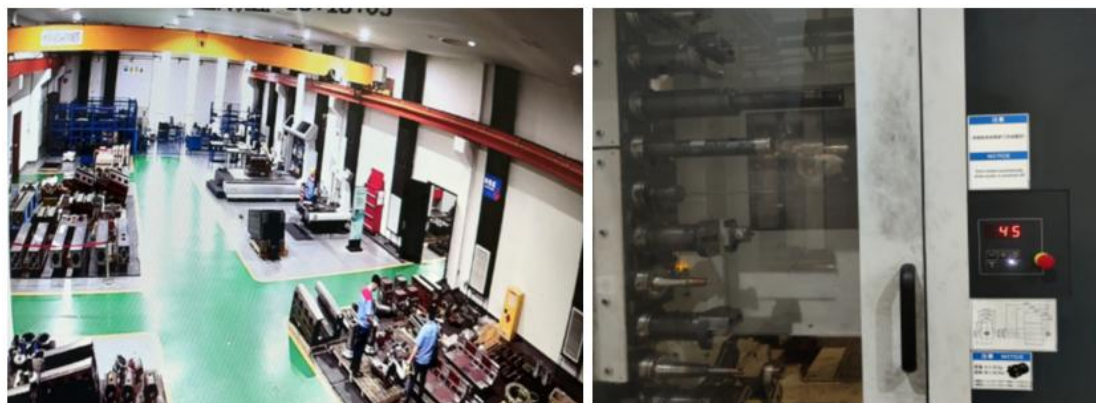


图 48 机床生产现场安全风险实时监测

构建安全可视的一体化平台，通过多维感知、智能物

联、5G、人工智能、GIS 可视化等信息技术，结合火灾报警、GDS 系统、DCS 系统及视频监控等系统，构建了 AR 安环一张图、人员定位系统、智能巡检系统、工业控制系统、消防报警系统，实现了安全生产综合可视化；实时动态感知与全局联防联控，系统能够实现安全生产业务由静态分析向实时动态感知、单点防控向全局联防联控、事后应急向事前预防的转变；此外，通过平台同步搭建安全生产监测预警基础支撑环境，打破信息孤岛，进一步提升了数据融合应用、智能化分析检索及智能运维能力，大幅提高了企业监测预警响应能力和事故应急处置能力，保障企业安全稳定运行。



图 49 人员实时安全定位管理



图 50 单人活动热力图

解决方案 2：危险作业自动化

针对高温风险防控。引入智能温控技术，对切削区域进行实时监测与控温。通过红外热像仪等传感器，精确测量工件、刀具及冷却液的温度，一旦超过安全阈值，立即触发预警机制，并自动调整切削参数或启动冷却系统，防止烫伤和火灾；同时，采用先进的冷却技术，如高压水雾冷却、低温冷却液循环等，有效降低切削过程中的温度。同时，开发智能冷却管理系统，根据切削条件和工件材质自动调节冷却液的流量和温度，确保冷却效果的同时减少资源浪费；此外，对机床的关键部位，如电气柜、电机等，进行隔热设计，使用耐高温材料或安装隔热板，减少高温对电气元件和机械部件的影响，降低火灾风险。

针对噪声与振动控制。在机床设计阶段，采用低噪声电机、优化传动系统、安装隔音罩等措施，从源头上减少

噪声产生。同时，在作业区域设置吸音材料，如吸音板、隔音窗帘，进一步降低噪声对操作人员的影响；应用振动隔离技术，如安装减震器、调整机床结构，减少机床运行时的振动传递。此外，开发智能振动监测系统，实时监测机床振动情况，及时预警并调整作业参数，避免长期振动对操作人员健康的损害。

面向高危作业，提升设备自动化水平，减少人为作业。传统生产中，人工取换料方式常导致加工残屑遗留，影响加工精度和生产速度。采用垂直多关节机器人 DRV 系列，通过线性滑轨安装，精确完成上下料与残屑清理，提高自动化程度和作业灵活性，替代人工完成工件的装夹、搬运和卸载，减少操作人员与机床的直接接触，降低安全风险；构建智能作业单元，将机床、机器人、传感器、执行器等设备集成于一体，通过中央控制系统实现协同作业。利用机器视觉、力觉等感知技术，实现工件的精准定位和加工过程的实时监控，提高作业精度和效率，此外，在机床多工位管理方面，可以通过协作机器人辅助人工作业，进而减少人工操作员靠近重型机械的风险，同时在协作机器人参数设置方面，考虑限制机器人与人接触时的力量，提高了生产作业中的安全性。此外，在机械臂的编程中也进行调优，即使其能在有人进入工作区域时执行减速

运行，确保人员作业安全。

此外，通过建立远程监控与诊断平台，实时收集机床运行数据，包括温度、振动、噪声、切削力等，进行数据分析与故障诊断。通过远程操作界面，操作人员可以实时监控作业状态，及时调整参数或远程干预，确保作业安全。

（十）能碳管理环节

1.存在问题

金属切削机床行业设备种类繁多，且往往分散在多个车间或生产线中，导致能耗数据的采集和监控难度大。不同设备的能耗特性、工作模式及运行参数各异，使得全面监控能耗变得复杂；部分老旧设备可能缺乏先进的能耗数据采集接口或通信协议，导致能耗数据难以实时、准确地传输到监控系统中。数据采集设备的部署和维护成本也较高，增加了全面监控的难度；金属切削机床行业在生产过程中往往需要使用多种能源介质，如电力、燃气、蒸汽等。不同能源介质之间的供需关系复杂，且存在相互制约和影响的情况，使得能源平衡调度难度增加；金属切削机床行业设备种类繁多，工艺复杂，导致碳排放数据来源广泛且分散。企业往往难以准确收集和记录所有相关设备的能耗和碳排放数据，从而影响碳排放计量的准确性；许多企业

仅关注生产过程中的直接碳排放，而忽视了供应链上下游的间接碳排放。这种有限的追踪范围使得企业难以全面掌握其产品的全生命周期碳足迹；金属切削机床行业在碳资产核算方面尚未形成完善的体系。企业往往难以准确评估其碳资产的价值和潜力，从而无法有效管理和利用碳资产。

2.可改造场景

场景 1：能源智能管控场景

针对机床能耗监测不精准、能源利用效率低等问题，部署智能能耗采集设备和能源管控系统。通过应用多能源介质感知技术，实时监测机床的电力、气体、液体等多种能源介质的消耗情况。同时，利用能耗综合建模仿真技术，对机床的能耗数据进行深度分析和模拟，建立机床能耗模型，为能源调度提供数据支持。再结合能源平衡调度技术，根据生产计划和能源供应状况，智能调整机床的能源分配，实现能源的高效利用。上述技术的应用，不仅能够提高机床的能源使用效率，还能够降低单位产值的综合能耗，助力工厂实现绿色生产。

场景 2：碳资产全生命周期管理场景

针对碳排放计量难、碳足迹追踪效率低等问题，建立数字化的碳资产管理系统。该系统应用碳排放精细化检测技术，实时监测机床运行过程中的碳排放量，确保数据的准确性和可靠性。同时，通过碳排放指标自动核算技术，

对机床在全生命周期内的碳排放进行追踪、分析和核算，形成完整的碳足迹报告。此外，系统还支持碳排放数据的可视化展示和智能分析，帮助企业及时发现碳排放的热点和潜在改进点。通过上述技术的应用，企业可以有效降低金属切削机床的单位产值碳排放量，提升碳资产管理效率，促进绿色制造和可持续发展。

3. 解决方案建议

解决方案 1：能源智能管控

构建多层次能耗数据采集与监控系统。针对金属切削机床设备种类繁多、老旧设备接口不兼容的问题，研发智能传感器和适配器，实现对不同类型设备能耗数据的精准采集。这些传感器和适配器应具备良好的兼容性、稳定性和耐用性，能够适应各种恶劣的工业环境；构建分布式数据采集网络，将传感器部署于各车间或生产线，通过无线或有线方式将能耗数据实时传输至中央监控平台。利用物联网技术，实现数据的远程、实时、高效传输，降低数据采集的复杂度和成本；在数据传输至中央平台前，进行必要的的数据预处理，如数据清洗、格式转换、异常值检测等，确保数据的准确性和可靠性。同时，建立统一的数据标准，实现不同设备、不同车间能耗数据的标准化管理；利用云计算和大数据技术，构建能耗数据管理与分析平台。该平台应具备强大的数据存储、处理和分析能力，能

够支持大规模数据的实时处理，为能耗监控和能效优化提供有力支撑。

基于金属切削机床行业的生产特点和能源需求，建立多能源介质的综合建模与仿真系统。通过模拟不同能源介质的供需关系、设备运行状态及能耗特性，为能源调度提供科学依据；同时，开发智能调度算法，实现多能源介质的平衡调度。该算法应能够综合考虑生产需求、能源价格、设备能效等因素，自动调整各能源介质的供应量和分配比例，确保能源的高效利用。

将能源介质平衡调度系统与现有的生产管理系统、设备管理系统等集成，实现生产流程与能源调度的无缝对接。通过实时监测生产数据和能耗数据，动态调整能源调度策略，确保生产过程的顺利进行和能源的高效利用。

利用机器学习技术，对能耗数据进行深度挖掘和分析，建立能耗预测模型。通过预测未来一段时间的能耗需求，提前制定能源调度计划，实现能源的精准管理和优化。

解决方案 2：碳资产全生命周期管理

构建数字化碳管理系统，强化碳排放数据采集与监控。针对设备种类繁多、工艺复杂的问题，构建集成化的数据采集平台。该平台应支持多种数据接口和通信协议，

能够自动、实时地收集各类型设备能耗和碳排放数据。同时，平台应具备数据清洗、校验和存储功能，确保数据的准确性和完整性。在生产设备的关键部位安装智能传感器，利用物联网技术实现数据的远程传输和实时监控。传感器应能够精确测量设备的能耗和碳排放量，为碳排放计量提供可靠依据。制定统一的数据标准和规范，对收集到的数据进行标准化处理。这有助于消除数据差异，提高数据的可比性和一致性，为后续碳足迹追踪和碳资产核算奠定基础。

扩展碳足迹追踪范围，实现全生命周期管理。将碳足迹追踪范围从生产过程扩展到供应链上下游，包括原材料采购、运输、加工、使用及废弃处理等各个环节。通过与供应商、客户等合作伙伴建立信息共享机制，共同追踪和记录碳排放数据，确保碳足迹的完整性和准确性；开发或引入先进的数字化追踪工具，如区块链技术、碳足迹管理软件等。这些工具能够自动记录和分析碳排放数据，提高追踪效率，降低人为错误和成本；**碳足迹可视化分析：**利用大数据和可视化技术，将碳足迹数据以图表、报告等形式直观展示，帮助企业全面了解产品全生命周期的碳排放情况，为制定减排策略提供科学依据。

完善碳资产核算体系，提升碳资产管理能力。参考国

际和国内相关标准，结合企业实际情况，建立碳资产核算框架。该框架应明确碳资产的定义、分类、计量方法和报告格式，确保核算的准确性和规范性。定期对碳资产进行评估和审计，包括碳排放量、碳减排潜力、碳交易价值等方面。通过专业评估机构或内部审计团队进行审计，确保碳资产数据的真实性和可靠性。根据碳资产核算结果，制定碳资产管理策略。这包括碳减排计划、碳交易策略、碳资产管理目标等方面。通过实施这些策略，企业可以有效管理和利用碳资产，实现碳减排和经济效益的双重目标。

（十一）环保管理环节

1.存在问题

机床制造企业面临的废气处理成本高、治理难、难持续的老大难问题。

2.可改造场景

场景 1：污染在线管控场景

针对机床加工过程中产生的油雾、废屑等污染物排放计量难、管理粗放的问题，部署专门的在线采集设备和管控平台。通过应用污染监测与控制技术，实时采集机床加工过程中的污染物排放数据，包括油雾浓度、废屑产生量等关键指标。同时，利用污染源追溯技术，对污染物的产生源头进行精确追踪，确保问题能够及时发现并定位。平

台还具备风险预警功能，当污染物排放超标时，能够自动触发预警机制，提醒相关人员及时采取措施。此外，通过数据分析与优化处理，实现污染全过程动态监测和高效处理，有效降低金属切削机床的污染排放水平，提升环保效益。

3.解决方案建议

解决方案 1：污染在线管控

某机床企业聚焦废气综合治理，采用“喷淋+过滤+吸附浓缩+CO 催化燃烧”的先进工艺治理办法：

喷淋。喷淋塔采用旋流、填料塔，内置旋流层/填料层、除雾层、喷淋系统以及循环水池。

过滤。当过滤系统压力达到设定报警值时，系统自动发出报警信号至中控室，提醒操作员更换滤材。

吸附浓缩。配置 6 个吸附单元，每个吸附单元配置 4 台气动切换阀门，对吸附、脱附操作进行切换。

CO 催化燃烧。催化设备内置高效换热器，有效回收燃烧热能，减少催化设备运行费用。

后端脱附。系统配置在线检测，检测每个炭箱浓度，根据炭箱排风浓度，控制脱附排序。

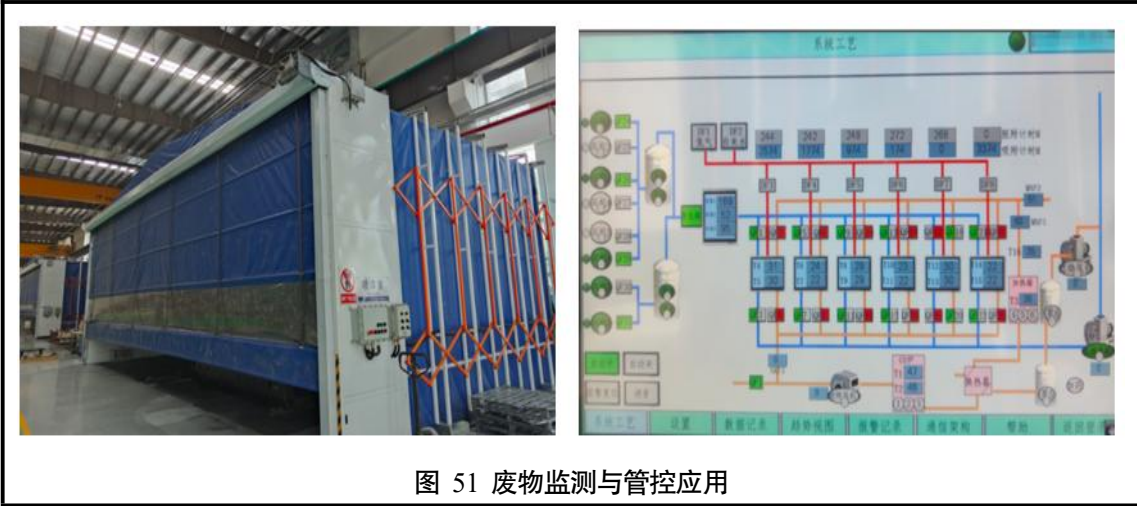


图 51 废物监测与管控应用

（十二）营销与售后环节

1. 存在问题

在快速变化的市场环境中，部分企业未能及时捕捉到客户的最新需求信息，导致营销策略与市场需求脱节；缺乏统一、高效的销售管理系统，导致销售数据分散、难以整合和分析；缺乏先进的数据分析技术，难以深入挖掘客户潜在需求和消费行为模式；产品维护往往依赖于人工经验，缺乏数据驱动的决策支持；故障诊断和预测能力不足，导致意外停机频发；尽管智能客户拜访旨在实现主动服务，但许多企业仍受限于传统的被动响应模式。客户问题或投诉处理流程繁琐，导致响应时间长，影响了客户满意度和忠诚度；许多金属切削机床企业虽然意识到智能技术的重要性，但在将 5G、AR/VR、自然语言处理等技术有效集成到客户服务管理系统中时面临挑战；售后服务人员可能无法快速获取最新的产品知识、维修技巧和客户案例，导致

在现场服务时效率低下或无法有效解决问题，知识图谱和智能推荐系统的应用尚不广泛。

2.可改造场景

场景 1：智慧营销管理场景

针对客户需求信息获取滞后、营销策略缺乏针对性等问题，可以构建金属切削机床的销售管理系统。该系统应用用户画像技术，深入分析客户的使用习惯、偏好及需求，形成精准的客户画像。同时，利用需求预测技术，对市场趋势进行前瞻性分析，把握潜在需求动态。

基于上述技术，实现营销策略的优化，确保营销活动更加贴近客户实际需求。系统还能实现供需的精准匹配，提高营销精准性，进而提升销售量。此外，结合大数据分析，对销售数据进行深度挖掘，为产品改进和市场拓展提供数据支持，助力金属切削机床企业在激烈的市场竞争中脱颖而出。

场景 2：产品智能运维场景

针对服务周期长、响应不及时等痛点，构建远程运维系统。该系统集成 5G 技术，实现高速、低延迟的数据传输，使得机床的运行数据能够实时上传至云端，为远程监控提供坚实基础。

此外，系统基于预测性维护技术，通过对机床运行数据的深度分析，提前预判潜在故障，实现预防性维护，减

少了非计划停机时间。这些技术的综合应用，不仅提升了产品运维的智能化水平，还创新了增值服务模式，如远程培训、性能优化建议等，进一步提高了金属切削机床的产品附加值。

场景 3：智能客户拜访场景

针对客户响应不及时、服务体验感差等问题，建立客户服务管理系统。该系统深度融合 5G 技术，实现快速、稳定通信连接，确保客户问题能够即时传达至服务团队。同时，引入 AR/VR 技术，为客户提供沉浸式的产品演示和故障排查体验，增强互动性和直观性。

系统基于自然语言处理技术，能够智能理解客户诉求，快速提供准确解决方案。结合知识图谱，构建全面的产品知识库，为服务团队提供即时、准确的信息支持。大数据分析技术的运用，能够洞察客户需求趋势，实现主动式客户服务响应。

3. 解决方案建议

解决方案 1：智慧营销管理

构建客户需求快速响应机制。某机床企业建立多渠道客户反馈系统：结合官方网站、社交媒体、客服热线、销售拜访等多种方式，建立全方位的客户反馈收集系统；利用大数据平台，对收集到的客户反馈进行实时分析，快速识别客户需求变化和市场趋势。

引入 AI 辅助的客户洞察。基于客户基本信息、购买历史、浏览行为等多维度数据，利用机器学习算法构建精准用户画像。通过自然语言处理技术，分析客户反馈中的情感倾向，及时发现潜在问题和改进点。

打造统一高效的销售管理系统，整合销售数据资源。建立中央数据库，整合来自不同销售渠道、客服系统、财务系统的数据，实现数据统一存储和管理。制定统一的数据标准和格式，确保数据的一致性和准确性。

优化销售流程自动化。引入或升级客户关系管理系统（CRM），实现销售流程自动化，包括客户跟进、订单处理、合同管理等。基于历史销售数据和市场趋势分析，利用预测模型预测未来销售情况，指导生产计划和库存管理。

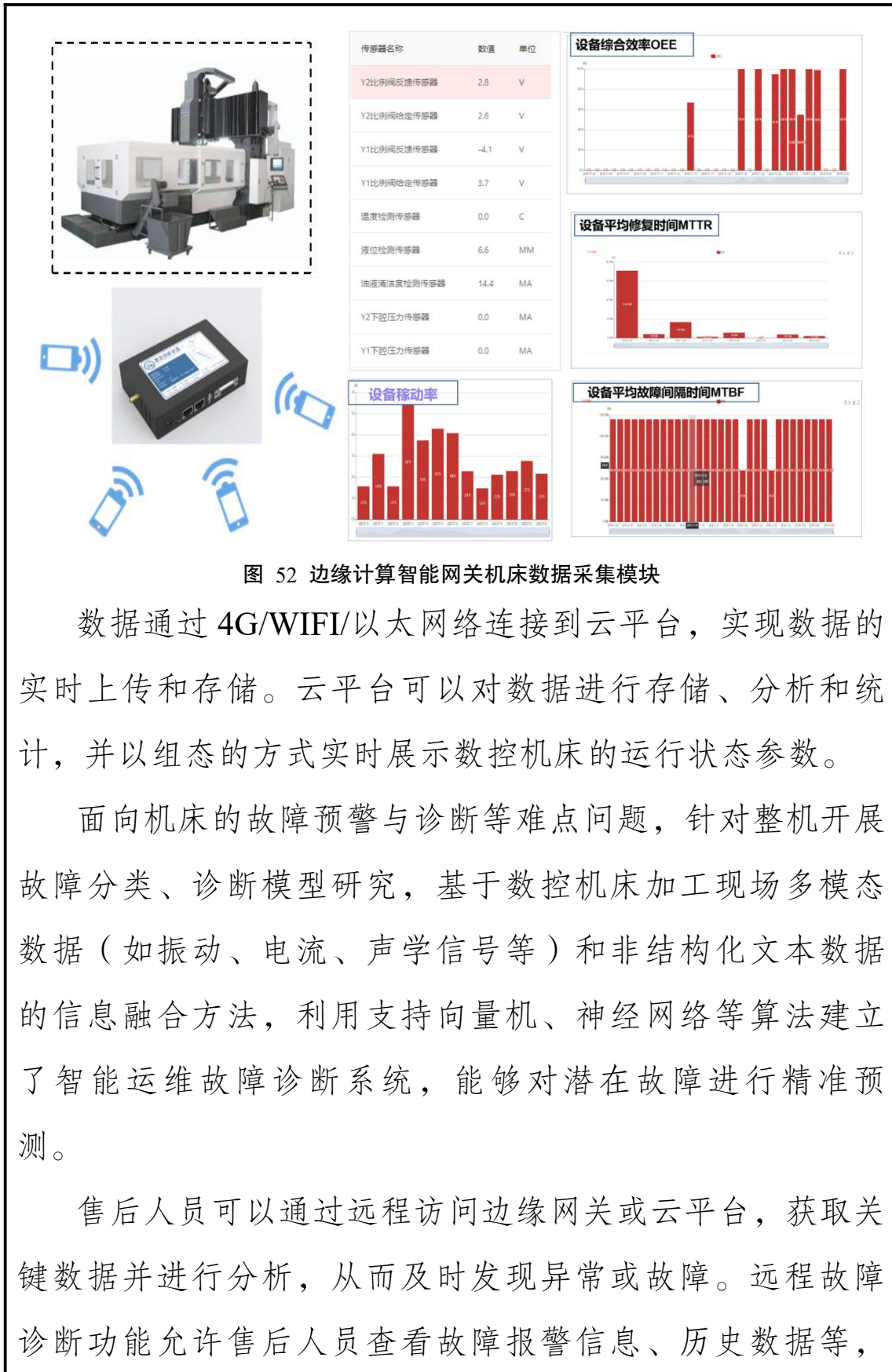
深化数据分析与挖掘。通过先进的数据分析工具，如 BI（商业智能）平台，搭建商业智能平台，提供数据可视化、报表生成、数据分析等功能，帮助管理层快速决策。应用聚类分析、关联规则挖掘等高级数据分析技术，深入挖掘客户潜在需求和消费行为模式；此外，针对金属切削机床小批量定制化特点，开展个性化营销策略，基于用户画像和数据挖掘结果，制定个性化的营销策略，如定制化产品推荐、精准广告投放等。根据市场反馈和销售数据，

动态调整营销策略和促销活动，确保营销活动的有效性和针对性。

解决方案 2：产品智能运维

某金属切削机床厂在数控机床控制系统中集成远程运维模块以实现实时数据采集和分析。在数控机床上安装各种传感器（如温度传感器、电压传感器、压力传感器等），用于检测机床的运动轴、刀具及其他机械或电气部件的运行状态。这些传感器可以实时采集机床各部件的运行数据，包括温度、振动、声音等信息。

使用边缘计算网关或智能网关来建立数据采集通道，可以覆盖主流金切数控机床系统，实现数据解析与设备联网，能够将采集到的数据通过有线或无线网络传输到云平台。这种网关支持边缘计算功能，能够实现数据采集、监控、过滤、清洗和安全防护等功能。



并结合机床的操作手册和经验，远程指导维修人员进行故障诊断和排除。例如，系统预警告知某台关键生产设备即将出现机床关键部件轴承磨损的故障，运维人员可迅速定位并启动应急预案，有效避免了设备停机。

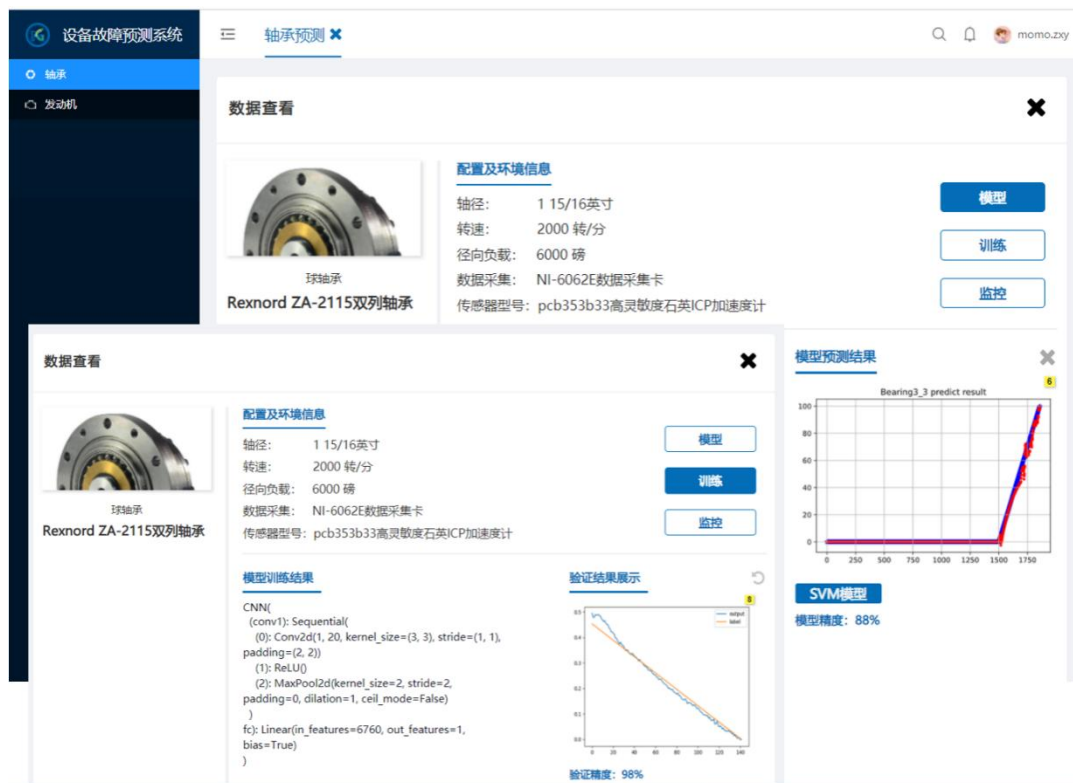


图 53 机床轴承等关键部件故障诊断与分析

利用上述收集到的运行数据，可以对机床的工作过程进行全面的数据记录和分析，发现存在的问题和瓶颈，并针对性地进行改进和优化，提高生产效率和产品质量。通过数据分析，可以预测机床的故障风险，并采取相应的维护措施，提前避免故障发生。

通过远程连接，可以对数控机床进行维护和调试，例如远程更新软件、调整参数、进行系统配置等操作，以确保

机床的正常运行。工程师还可以通过远程控制功能对机床进行的操作和调整，提高设备维护效率。

该系统支持防火墙功能，保证设备网络安全特性；联网断线自动重拨，故障自愈；提供故障线路链路冗余，多级链路检测机制保障设备在线。此外，目前通过增强现实（AR）技术也被广泛应用于数控机床的操作和维护中。

在平台框架构建方面，以 Unity3D 为载体，设计并开发了面向高级 CNC 机床的 AR 技术运行与维护平台。这种设计使得运行与维护人员可以通过 AR 设备与 CNC 机床进行面对面的交互，提高了智能管理效率。

解决方案 3：智能客户拜访

某机床企业构建智能客户服务管理系统，通过技术集成与平台化，设计一套能够兼容 5G、AR/VR、自然语言处理、大数据分析等多种技术的客户服务管理系统。通过采用微服务架构，确保各技术模块之间的松耦合，便于后续的技术升级和扩展。将产品知识、维修技巧、客户案例等结构化信息构建成知识图谱，并集成到客户服务管理系统中。利用智能推荐算法，根据售后服务人员的需求和情境，快速提供相关信息和解决方案。

为进一步优化投诉处理与反馈流程。进行自动化投诉分类与优先级排序，利用自然语言处理技术，对客户的投诉信息进行自动分类和优先级排序，确保高优先级问题得到及时响应。根据投诉内容和售后服务人员的专业技能，智

能派发工单，并通过系统实时跟踪处理进度，确保问题得到高效解决。

为实现主动式客户服务响应，利用大数据分析技术，对客户的使用数据、机床维修历史等进行深度挖掘，预测潜在的故障点和维修需求，提前安排服务计划。通过系统定期向客户发送设备维护提醒、保养建议等，增强客户的满意度和忠诚度。

此外，AR/VR等新技术也被逐渐使用，如利用AR技术，售后服务人员可以在现场通过智能设备获取远程专家的实时指导，快速定位并解决问题。利用VR技术，为售后服务人员提供沉浸式的操作培训，提高其技能水平和服务效率。

（十三）供应链管理环节

1. 存在问题

金属切削机床行业的市场需求波动较大，且受宏观经济、政策变化、技术进步等多种因素影响。企业往往难以准确预测市场需求，导致采购计划不精准，容易出现库存积压或缺货现象；由于供应链上下游企业间信息流通不畅，机床企业难以获取准确、及时的供应商信息、原材料价格、交货周期等关键数据。这增加了采购计划制定的难度，容易导致采购决策失误；金属切削机床行业的供应链涉及多

个参与方，包括原材料供应商、零部件制造商、组装厂、分销商等。由于各方利益诉求不同、工作方式和管理工作方法各异，企业间合作难度大，难以实现供应链计划的高效协同；许多机床企业仍采用传统的物流运输方式，缺乏 5G、多模态感知、实时定位导航等先进技术的支持，导致物流运输过程难以实时监控，货物状态和位置信息获取滞后；缺乏智能配送系统的支持，导致配送路线规划不合理，运输效率低下，增加了配送周期；在物流运输过程中出现异常情况时，由于缺乏智能预警和高效处理机制，导致处理时间延长，进一步增加了物流成本；面对物流运输过程中的异常情况，企业的应急响应能力差，无法迅速调整配送计划，进一步影响了准时交付率；缺乏供应商数智化管理系统的支持，企业难以对供应商进行全面、深入的评估，无法形成精准的供应商画像，从而影响供应商的选择和决策；缺乏对供应商的有效风险评估和管理机制，无法提前识别潜在的风险供应商，导致在供应商出现问题时，企业无法迅速采取应对措施，保障供应链的稳定性和连续性；没有对供应商进行分级分类管理，导致企业无法根据不同供应商的特点和需求，制定差异化的管理策略，优化供应商资源配置。

2.可改造场景

场景 1：供应链计划协同优化场景

针对采购计划不精准、交付不及时等问题，建设专门的供应链管理系统。该系统应用集成建模技术，将市场、采购、库存、生产等多源数据进行整合，构建全面的供应链模型。通过多目标寻优算法，系统能够自动分析各种约束条件，制定出最优的采购计划，确保机床零部件和原材料的及时供应。同时，数据跨域控制技术使得供应链各环节的信息能够实时共享，提高协同效率。金属切削机床企业能够实现供应链计划的精准制定和高效协同，降低库存成本，提高生产响应速度，增强市场竞争力。

场景 2：供应链物流智能配送场景

针对物流运输过程监控难、配送周期长的问题，建设供应链物流管理系统。该系统深度融合 5G 技术，实现数据的高速、低延迟传输，为实时监控提供坚实基础。通过多模态感知技术，系统能全面获取物料状态、车辆位置等信息。实时定位导航技术确保配送路线精准无误，智能驾驶技术则助力车辆自主行驶，减少人为干预。上述技术的综合应用，能够实现厂外物流的全程跟踪、异常预警和高效处理。不仅降低供应链物流成本，还能有效提升准时交付率，为金属切削机床的生产提供有力保障。

场景 3：供应商数智化管理场景

针对供应商比选难、议价能力弱、断供风险响应不及时等问题，建立供应商管理系统。该系统应用供应商风险评估技术，对供应商的财务状况、生产能力、历史业绩等多维度数据进行综合分析，实现供应商精准画像。同时，通过供应链溯源技术，追踪物料来源，确保供应链透明化。系统还开展基于数据分析的供应商评价，对供应商进行分级分类，便于企业优化供应商结构。此外，系统提供寻源和优选推荐功能，帮助企业快速找到合适供应商，降低采购成本，提高供应链稳定性，确保金属切削机床生产的顺利进行。

3. 解决方案建议

解决方案 1：供应链计划协同优化

加强市场需求预测，提高采购计划精准性。利用大数据、人工智能等技术，结合历史销售数据、市场趋势、政策变化、技术进步等多种因素，构建市场需求预测模型。如利用 SAP Leonardo 平台，通过 AI 技术预测市场需求，该模型应能够动态调整预测参数，提高预测的准确性和灵活性；采用滚动预测方法，定期更新市场需求预测结果，并将预测结果及时反馈给采购部门。这有助于采购部门根据市场需求变化及时调整采购计划，避免库存积压或缺货现象；与客户建立紧密的市场反馈机制，及时了解客户需

求变化和市场反馈。通过市场反馈数据，对市场需求预测模型进行持续优化，提高预测精度。

加强供应链信息共享，提高采购决策效率。搭建供应链信息平台，实现供应链上下游企业间的信息共享。平台应涵盖供应商信息、原材料价格、交货周期等关键数据，确保数据的准确性和及时性；通过电子采购系统，实现采购流程的数字化和自动化。电子采购系统应与供应链信息平台对接，实现采购订单、合同、发票等信息的实时传递和共享，提高采购效率；对供应商进行定期评估和分类，建立供应商评价体系。通过评价体系，筛选出优质供应商，并与其建立长期合作关系，确保采购物料的质量和交货周期。

加强企业间合作，实现供应链计划高效协同。与供应链上下游企业建立协同机制，共同制定供应链计划。通过定期召开供应链协同会议，协调各方利益诉求，确保供应链计划的一致性和可执行性。引入供应链协同软件，实现供应链计划的协同制定和优化。软件应支持多方在线协作、数据共享和流程优化等功能，提高协同效率。通过签订合作协议、共享收益等方式，建立供应链上下游企业间的信任机制。信任机制有助于减少合作过程中的摩擦和冲突，提高供应链计划的协同效率。

优化生产计划与采购计划协同。与供应商共同制定联合生产计划，确保采购物料与生产计划的匹配性，将 ERP（企业资源规划）与 APS（高级计划与排程）系统的集成，实现供应链计划的统一和业务的协同，通过联合生产计划，可以提前锁定采购物料和交货周期，降低采购风险。建立采购进度跟踪机制，实时监控采购物料的到货情况。当采购物料出现延误时，及时调整生产计划，避免生产中断。同时，将精益生产理念引入生产计划制定过程中，通过优化生产流程、减少浪费等方式，提高生产效率和灵活性。

解决方案 2：供应链物流智能配送

某机床企业利用 5G 技术的高速度、低延迟特性，实现物流运输车辆与供应链物流管理系统的实时数据传输。通过 5G 网络，可以实时获取货物的位置、状态、温度等关键信息，确保物流运输过程的透明化和可视化。

结合摄像头、传感器等多种感知设备，实现对物流运输环境的全面监控。通过图像识别、声音识别等技术，可以实时监测货物的完好性、运输环境的异常变化等，及时发现并处理潜在风险。

引入高精度定位技术和导航系统，为物流运输车辆提供精确的路线规划和导航服务。通过实时更新交通信息、路

况数据等，优化配送路线，减少行驶时间和成本。

建设智能配送系统，优化配送路线和运输效率。开发基于大数据和人工智能的智能配送算法，根据历史配送数据、市场需求预测等信息，自动规划最优配送路线。同时，考虑车辆装载率、运输成本等因素，实现运输资源的高效利用；建立车辆调度优化模型，根据配送任务、车辆状态、驾驶员信息等，实现车辆的合理调度和安排。通过智能调度，可以减少车辆空驶率、提高运输效率，降低物流成本；利用先进的装载算法和仿真技术，实现货物的合理装载和摆放。通过优化装载顺序、减少空间浪费等方式，提高车辆的装载率和运输效率。

面向异常处理，建立基于大数据和机器学习的异常监测与预警系统，实时监测物流运输过程中的异常情况，如货物丢失、损坏、延误等。通过智能分析算法，提前预测潜在风险，并发出预警信号；制定完善的异常处理流程，明确各环节的责任人和处理时间节点。当异常情况发生时，能够迅速启动处理流程，调动相关资源进行处理，确保问题得到及时解决；应急响应机制：建立应急响应机制，组建应急响应团队，制定应急预案和演练计划。通过定期演练和培训，提高团队的应急响应能力和协同作战能力，确保在紧急情况下能够迅速调整配送计划，保障准时交付。

提升应急响应能力，确保准时交付。建立供应链上下游企业间的信息共享与沟通机制，实时传递物流运输过程中的关键信息和异常情况。通过加强合作与协同，共同应对物流运输过程中的挑战和风险；当物流运输过程中出现异常情况时，能够迅速调整配送计划，重新规划配送路线和车辆调度。通过灵活调整计划，确保货物能够按时到达客户手中，提高准时交付率；建立备用资源和方案库，包括备用车辆、备用驾驶员、备用路线等。当主方案无法实施时，能够迅速启用备用方案，确保物流运输过程的连续性和稳定性。

解决方案 3：供应商数智化管理

构建供应商数智化管理系统，实现精准画像与评价。企业需要建立一个能够集成和整合来自不同渠道供应商数据的平台。这包括供应商的基本信息、历史交易记录、质量报告、交货时间、价格数据等。通过数据清洗和标准化，确保数据的准确性和一致性；利用大数据和人工智能技术，对集成的供应商数据进行深度分析，构建供应商画像。画像应涵盖供应商的财务状况、生产能力、技术水平、质量控制能力、市场声誉等多个维度，为供应商的选择和决策提供全面、客观的依据；建立一套基于数据分析的供应商评价体系，包括定量指标（如交货准时率、质量

合格率、价格竞争力等)和定性指标(如企业文化、合作意愿、创新能力等)。通过定期评价,对供应商进行动态管理,确保供应商队伍的优化。

加强供应商风险评估与管理,提升应急响应能力。运用风险评估技术,如信用评分、风险矩阵等,建立供应商风险评估模型。对供应商的财务风险、供应链风险、合规风险等进行全面评估,提前识别潜在的风险供应商;建立风险预警和监控机制,实时监测供应商的风险状况。当供应商的风险水平超过预设阈值时,系统自动发出预警,提醒企业采取相应措施,如增加备货、寻找替代供应商等,以降低供应链中断的风险;针对关键供应商和高风险供应商,制定详细的应急响应计划。包括备选供应商名单、快速切换流程、库存策略等,确保在供应商出现问题时,企业能够迅速响应,保障供应链的稳定性和连续性。

实施供应商分级分类管理,优化资源配置。根据供应商的评价结果和风险水平,将供应商分为不同等级,如战略供应商、优先供应商、普通供应商和备选供应商。不同等级的供应商享受不同的合作政策和资源支持;根据供应商提供的产品或服务类型、技术复杂度、市场稀缺性等因素,对供应商进行分类管理。针对不同类别的供应商,制定差异化的管理策略,如加强技术研发合作、提高采购灵

活性、优化库存管理等；基于供应商的分级分类结果，优化资源配置。对于战略供应商和优先供应商，加大投入，建立长期稳定的合作关系；对于普通供应商和备选供应商，保持一定的灵活性和市场竞争力，确保供应链的多样性和灵活性。

（十四）信息基础设施环节

1.存在问题

金属切削机床行业的生产流程复杂，涉及多种设备和系统，如 CAD/CAM 系统、数控系统、传感器网络等，这些设备和系统对网络的需求各异。现有工厂网络往往难以满足这种多样化的需求，导致生产过程中的数据传输延迟、丢失等问题，影响生产效率和产品质量；随着金属切削机床行业的智能化、网络化发展，工厂网络结构日益复杂，涉及多种网络协议、设备和系统。这种复杂性增加了网络管理的难度，容易出现网络故障、安全漏洞等问题，给企业的生产运营带来风险；随着金属切削机床行业的不断发展，企业对网络的需求也在不断变化。许多机床企业的现有网络扩展性差，难以满足未来发展需求，可能导致企业在未来的智能化、网络化转型过程中面临网络瓶颈，影响企业的竞争力和可持续发展能力；金属切削机床企业内部往往存在多个信息系统，如 ERP（企业资源计划）、MES

（制造执行系统）、PLM（产品生命周期管理）等，这些系统之间存在数据格式不统一，难以实现信息共享和协同，导致信息传递效率低下，使得企业无法将内部数据资源充分利用起来，从而影响了决策效率和业务优化；金属切削机床企业在数据治理方面存在标准不统一、规范不明确的问题，使得数据在采集、存储、处理等环节缺乏统一的标准和规范，导致数据质量不高、数据共享困难等问题。

2.可改造场景

场景 1：先进工业网络应用场景

金属切削机床面临着高效加工、精准控制及远程运维等挑战。为应对上述挑战，通过部署 5G 工业专网，实现机床与控制系统间的高速率、低时延通信，确保加工指令的实时传输与执行。同时，引入 TSN（时间敏感网络）技术，保障关键数据的确定性传输，提高加工过程的同步性与精度。

通过构建工业全光网络，提供大带宽支持，满足机床高清视频监控、远程故障诊断等大数据量传输需求。应用异构网络融合技术，实现不同网络协议与设备的无缝对接，简化网络管理。此外，利用远距离高带宽实时通信技术，支持机床的远程监控与调试，降低维护成本，提升生产效率。上述技术的综合应用，将金属切削机床打造成为智能制造体系中的高效、智能节点。

场景 2：工业信息安全管理场景

实施工业互联网安全和数据分类分级管理，对机床运行过程中产生的数据进行细致分类和严格保护。同时，部署专门的工业控制系统网络安全防护设备，如防火墙、入侵检测系统等，有效阻挡外部攻击和内部威胁。

通过建设数据安全风险监测和应急处置能力，实时监控机床网络的数据流动，及时发现并处置潜在的安全风险。应用安全态势感知技术，全面了解机床网络的安全状态，实现全方位全流程的安全漏洞监测。同时，构建多层次纵深防御体系，确保即使某一层防御被突破，仍有其他层次提供保护，从而全面提升金属切削机床的网络安全和数据安全防护水平。

场景 3：工厂数据资源管理场景

建设数据中心和工业互联网平台，作为数据存储、处理和分析的基础设施。针对数据格式不统一的问题，采用数据跨域控制技术，实现不同来源、不同格式数据的统一管理和集成。

同时，融入数字合约技术，确保数据在流通过程中的合规性和可追溯性。应用隐私计算技术，保护数据隐私和安全，促进企业内或跨企业的数据安全可信流通。通过开展数据治理，提升数据质量，挖掘数据价值，为金属切削机床的运行维护、性能优化和智能决策提供支持。上述技

术的综合应用，将推动金属切削机床数据资源的价值化，提升工厂的整体运营效率和竞争力。

3. 解决方案建议

解决方案 1：先进工业网络应用

构建多元化网络基础设施，满足多样化需求。5G 技术以其高带宽、低时延、大连接数的特性，非常适合金属切削机床行业的复杂生产环境。通过部署 5G 工业专网，可以为 CAD/CAM 系统、数控系统、传感器网络等提供稳定、高速的数据传输通道，满足各种设备和系统对网络的不同需求；时间敏感网络（TSN）能够提供精确的时间同步和确定的数据传输，对于需要严格时间控制的金属切削过程至关重要。将 TSN 技术融入工业网络，可以确保关键数据的实时传输，减少数据传输延迟和丢失，提高生产效率和产品质量；工业全光网络以光纤为传输媒介，具有传输速度快、抗干扰能力强、传输距离远等优点。通过构建工业全光网络，可以实现工厂内部各区域之间的高速互联，为智能制造提供强大的网络支撑。

简化网络管理，提高网络可靠性。通过异构网络融合技术，将不同网络协议、设备和系统整合到一个统一的网络管理平台中，实现网络资源的集中管理和优化配置。这不仅可以降低网络管理的复杂性，还可以提高网络的可靠性和稳定性；并利用 SDN（软件定义网络）、AI（人工智

能)等先进技术,开发智能化网络管理工具。这些工具可以自动监测网络状态、识别潜在故障、优化网络路径等,从而减少网络故障的发生,提高网络管理的效率和准确性。

此外,在网络设计中融入多层次的安全防护措施,如防火墙、入侵检测系统、数据加密等。同时,建立完善的安全管理制度和应急预案,确保网络在遭受攻击时能够迅速恢复,保障企业的生产运营安全。

提高网络扩展性,满足未来发展需求。采用模块化网络设计,将网络划分为多个可独立扩展的模块。这样,随着企业业务的发展和网络需求的增加,可以方便地扩展网络规模,而无需对整个网络进行大规模改造;将工业网络与云计算平台相结合,实现云网一体化。通过云计算平台提供的弹性计算、存储等资源,可以灵活应对企业业务变化带来的网络需求变化,提高网络的扩展性和灵活性;关注工业网络技术的最新发展动态,及时将新技术、新标准引入企业网络中。例如,随着6G、Wi-Fi7等新一代通信技术的出现,及时评估其在企业网络中的应用潜力,并适时进行技术升级,以确保企业网络始终保持在行业前沿。

解决方案 2：工业信息安全管控

实施数据分类分级加密。对金属切削机床行业涉及的关键数据进行全面梳理，根据数据的重要程度和价值进行分类分级。采用先进的加密算法和技术，对不同级别的数据实施差异化的加密保护。对于核心设计图纸、工艺参数等关键数据，应采用最高级别的加密标准，确保数据在传输和存储过程中的安全性。

建立安全的数据存储机制，采用冗余存储、分布式存储等技术，提高数据的可靠性和可用性。同时，对存储设备进行定期的安全检查和漏洞修复，防止数据被非法访问和篡改。

建立严格的数据访问控制机制，对数据的访问进行权限管理和审计。只有经过授权的人员才能访问相应的数据，且每次访问都需进行记录和审计，以便及时发现和处置异常访问行为。

选择适合金属切削机床行业特点的安全态势感知工具或系统，如 SIEM（安全信息和事件管理）系统、威胁情报平台等。这些工具能够实时收集和分析网络中的安全日志、流量数据等信息，帮助企业管理员及时了解网络的安全状况。

通过安全态势感知系统收集到的数据，进行深度分析和挖掘，发现潜在的安全威胁和漏洞。同时，结合威胁情报和行业动态，对安全事件进行预测和预警，提高企业对安全风险的对应对能力。

将安全态势感知系统的分析结果以直观、清晰的方式展示出来，如通过可视化图表、仪表盘等形式。这样，企业管理人员可以更加直观地了解网络的安全状况，及时发现和处置安全问题。

在金属切削机床企业的网络中部署防火墙、入侵检测系统、安全网关等多种防护设备，形成多层次的安全防护屏障。这些设备能够相互补充和协同工作，共同抵御来自外部和内部的安全威胁。

通过配置和策略设置，实现各防御设备之间的协同和联动。例如，当防火墙检测到异常流量时，可以自动触发入侵检测系统进行进一步的分析和检测；当安全网关发现恶意行为时，可以及时通知防火墙进行拦截和阻断，可以大大提高防护的效率和准确性。

制定完善的应急响应计划和流程，明确各相关部门和人员的职责和任务。当发生安全事件时，能够迅速启动应急响应机制，进行事件的调查、处置和恢复工作。同时，定期进行应急演练和培训，提高企业对安全事件的应对能力

和水平。

解决方案 3：工厂数据资源管理

构建统一数据平台，打破信息孤岛。建设或升级现有的数据中心，将其作为数据汇聚的核心节点。同时，引入工业互联网平台，利用其强大的连接、集成与分析能力，将 ERP、MES、PLM 等信息系统无缝对接，实现数据的统一采集、存储与处理。通过平台提供的 API 接口和数据交换服务，促进各系统间的数据流动与共享，打破信息孤岛；基于数据格式标准化与转换，制定统一的数据格式标准，包括数据编码、数据结构、命名规则等，确保不同系统间数据的一致性和可比性。对于已有的非标准数据，开发数据转换工具或模块，实现数据的自动转换与标准化处理，为后续的数据分析与应用打下坚实基础。

基于国际通用的数据治理框架（如 DCMM、DAMA 等），结合企业实际情况，构建一套涵盖数据战略、数据架构、数据质量、数据安全、数据价值等方面的完整数据治理体系。明确数据治理的组织架构、职责分工、流程规范，确保数据治理工作的有序开展。

在数据治理框架的指导下，制定详细的数据标准与规范，包括数据字典、数据模型、数据质量指标等。通过标准化管理，确保数据在采集、存储、处理、分析、应用等

全生命周期中的一致性、准确性和完整性。

建立数据质量监控机制，定期对数据进行质量检查与评估，及时发现并解决数据错误、缺失、重复等问题。通过数据清洗、数据校验、数据修正等手段，不断提升数据质量，为数据分析与应用提供可靠的数据基础。

此外，先进技术赋能，能够进一步促进数据安全流通与价值挖掘。例如数据跨域控制技术，实现不同系统、不同域之间的数据安全交换与共享。通过设定访问控制策略、数据加密传输等措施，确保数据在跨系统、跨网络流动过程中的安全性与隐私保护；引入数字合约技术，如区块链智能合约，为数据交换与共享提供法律和技术上的保障。通过数字合约，明确数据使用的权限、范围、期限等，确保数据在合法合规的前提下被使用，同时保护数据提供者的权益；应用隐私计算技术，如差分隐私、联邦学习等，实现数据在不解密或不暴露原始数据的前提下进行计算和分析。这既能保护数据隐私，又能充分挖掘数据价值，促进数据安全可信流通与应用。

（十五）多环节模式创新环节

1.存在问题

多环节数据收集需强化，数据处理能力亟待提升，部门间存在信息孤岛，阻碍知识交流与技术转移；国内企业

多依赖引进模仿，自主创新不足，难以快速响应个性化、多样化市场需求，开发新产品能力欠缺；传统大批量生产难以适应个性化、小批量定制需求，调整生产流程会增加成本与时间，企业响应客户定制需求速度慢，影响客户满意度与忠诚度；供应链弹性不足，面对市场波动、突发事件难以及时应对，易致供应链中断或延误。同时，原材料供应因管理不善或供应商选择不当而不稳定，影响生产计划；部分企业数字化管理平台功能单一，与实际业务结合不紧密，且缺乏有效评估机制。服务部门与其他部门沟通不畅，信息系统不兼容，制约数据共享与传递；机床生产能耗大，需实时监控并优化能耗环节，同时废料回收再利用不足，申请绿色产品认证意识薄弱。

2.可改造场景

场景 1：数据驱动产品研发场景

针对机床的快速研发、复杂结构设计及用户个性化需求，集成市场趋势、设计理念、生产数据及用户使用反馈等多维数据。通过应用先进的 CAD/CAM 软件及仿真工具，实现机床结构的创成式设计，快速迭代优化机床形态与功能。同时，建立机床研发设计数据平台，全面分析机床在各工况下的性能表现，获取精准的生产过程数据。利用机器学习技术，挖掘生产数据与机床性能之间的关联，建立预测模型。通过模型不断优化机床设计参数，缩短研发周

期，提升机床的加工精度与稳定性。此外，个性化定制服务也得以加强，满足用户多样化需求，加速产品创新与市场响应速度。

场景 2：大规模个性化定制场景

通过网络化手段，如云计算、物联网等技术，实时收集并分析多元化市场需求，精准把握客户个性化、多样化、小批量需求趋势。机床设计采用模块化理念，将机床分解为可重用的模块组件，通过灵活组合快速响应客户需求。同时，构建平台化架构，实现机床设计、生产、服务等各环节的协同与集成。引入柔性化生产系统，结合先进的数控技术和自动化装备，提高机床生产的灵活性和适应性。此外，应用大数据和人工智能技术，对生产数据进行深度挖掘和分析，优化机床的性能和参数，以规模化生产的低成本、高质量和高效率，提供个性化的金属切削机床产品和服务。

场景 3：网络协同制造场景

通过建立网络协同制造平台，将设计、生产、管理、服务等环节紧密连接起来，实现多工厂、多企业间的业务协同。对于金属切削机床而言，可以利用云计算技术，实现机床设计数据的在线共享和协同编辑，提高设计效率。通过物联网技术，实时采集机床运行状态和生产数据，为产能共享和多工厂协同提供数据支持。同时，应用大数据

和人工智能技术，对生产数据进行深度分析，优化机床调度和资源配置，提高生产效率。这种跨企业、跨地域的协同制造模式，有助于打造全球生产网络，提升金属切削机床行业的整体竞争力。

场景 4：研产供销服深度集成场景

通过集成 PLM（产品生命周期管理）、ERP（企业资源计划）、MES（制造执行系统）、CRM（客户关系管理）等信息系统，实现研发、生产、供应、销售和服务各环节的业务流、数据流深度融合。利用数字化技术，机床的研发设计可以与市场需求实时对接，快速响应变化。生产过程中，通过智能化设备联网，实现生产数据的实时采集和监控，提高生产效率和质量。供应链方面，应用大数据和 AI 技术优化库存管理，确保物料及时供应。销售和服务环节，通过 CRM 系统提升客户体验，实现全生命周期的服务支持。这种深度集成的高效协同运营体系，能够全面提升金属切削机床企业的市场竞争力。

场景 5：弹性供应链场景

为提升供应链的稳定性和快速调整能力，建立供应链风险预警与弹性管控系统。该系统集成应用供应链风险识别和动态响应模型，通过大数据和人工智能技术，对供应链中的各类风险进行在线监控和精准识别。一旦发现潜在风险，系统能够提前预警，并快速启动处置流程，确保供

应链的顺畅运行。对于金属切削机床而言，该系统能够及时应对原材料供应中断、生产设备故障等突发情况，通过快速调整生产计划、调配库存等方式，保障产品的按时交付，从而提升产业链供应链的韧性和安全水平。

场景 6：全员数字化管理场景

构建统一的人员数字化管理平台，集成员工健康状况、专业技能评估及作业环境等多维度信息。通过应用大数据和人工智能技术，实现对员工绩效的量化动态评估，准确反映员工的工作表现和贡献。同时，平台还能对员工状态进行动态监测，及时了解员工的身体状况和技能水平，为精准作业派工提供数据支持。

场景 7：可持续制造场景

运用物联网技术实时监控机床能耗，通过大数据分析优化能耗模型，实现节能减排。同时，引入智能调度系统，提高生产资源利用效率，减少浪费，促进循环经济。在产品的设计阶段，采用数字化设计工具，考虑产品全生命周期的环境影响，推动绿色消费。供应链方面，利用区块链技术确保原材料来源可追溯，保障供应链的可持续性。

3. 解决方案建议

<h3>解决方案 1：基于人工智能的数据深度挖掘与跨部门协同研发</h3>

<p>在金属切削机床行业加速向智能化、数字化转型的大背</p>

景下，数据驱动产品研发已成为企业提升核心竞争力的关键路径，而人工智能技术的深度融入则为这一进程注入了强大动力。

构建全面的数据采集与整合体系。企业搭建的集中式工业互联网平台，将设计、生产、销售、售后服务等多个关键业务系统紧密相连，数据能够实现实时共享与交互；在数据采集环节，边缘计算发挥着至关重要的作用。通过部署边缘计算节点，可在数据源头进行初步处理，不仅能大幅减少数据传输延迟，还能显著降低中心服务器的处理压力；利用传感器网络对机床运行状态进行全方位监控，是获取关键数据的重要手段。引入人工智能技术后，可进一步提升数据采集的精准度与深度；采集到的数据会及时上传至云端或本地数据库，为后续的数据分析和决策制定提供坚实的数据支撑；制定统一的数据交换标准和 API 接口，确保不同品牌、型号的机床能够无缝对接。

提升企业自身数据分析能力。投资高性能计算资源，如云计算服务、GPU 集群等，为大规模数据集的快速分析提供了坚实的硬件保障；在优化加工参数设定上，智能算法可根据不同的工件材料、形状和加工要求，智能推荐最佳的切削速度、进给量和切削深度组合，显著提高加工效率和产品质量；开发直观易用的数据可视化界面，结合人工

智能中的自然语言处理技术，能够将复杂的数据以直观易懂的图表、图形甚至自然语言描述的形式呈现出来。

促进跨部门协作。设立首席数据官（CDO）职位，由高层管理者直接领导，负责统筹规划企业的数字化转型工作；创建联合项目团队，组织来自市场、研发、制造等部门的专业人员组成专项工作组；定期举办内部培训讲座，借助人工智能技术实现个性化培训推荐；搭建在线协作平台，利用即时通讯软件、文档管理系统等工具，方便团队成员随时随地沟通协作。

解决方案 2：人工智能赋能大规模个性化定制

在当今制造业向智能化深度转型的浪潮下，大规模个性化定制已成为金属切削机床企业满足市场多元需求、提升核心竞争力的关键路径。以某机床企业为例，其在大规模个性化定制方面的实践充分融合了先进技术，尤其是人工智能，展现出卓越的成效。

该企业借助数控技术、物联网、大数据等现代信息技术，全力构建智能工厂，实现生产过程的自动化、数字化与智能化。在生产数据实时监控环节，人工智能发挥着关键作用。传感器实时采集机床运行的各类数据，如温度、振动、转速等，通过物联网传输至中央控制系统。人工智能中的机器学习算法对这些海量数据进行深度分析，能够

精准识别设备运行状态，提前预测潜在故障。一旦发现异常，系统可迅速调整生产计划，将受影响的生产任务合理分配至其他设备，确保生产的连续性与高效性，极大地提高了生产灵活性。

将金属切削机床分解为标准化模块是实现大规模个性化定制的核心策略。在模块组合过程中，人工智能的优化算法能够依据客户的多样化需求，在众多模块组合方案中快速筛选出最优配置。例如，当客户对机床的加工精度、速度以及特定功能有特殊要求时，算法可综合考虑模块性能、兼容性等因素，在短时间内生成满足需求且性能最优的产品组合方案。这种方式既保证了个性化定制的实现，又利用批量生产的优势降低了成本，有效缩短了交货周期。

解决方案 3：网络协同制造

在金属切削机床行业，网络协同制造是实现多环节模式创新的关键环节。通过建立网络协同制造平台，企业可以将设计、生产、管理、服务等环节紧密连接起来，实现多工厂、多企业间的业务协同，从而提升整个行业的竞争力。

构建网络协同制造平台。网络协同制造平台的架构设计应充分考虑企业的业务流程和数据流动。平台应具备高效

的数据采集、传输、存储和处理能力，以支持大规模数据的实时分析和处理。同时，平台应具备良好的扩展性和兼容性，能够适应不同企业、不同设备的接入；平台需要实现设计、生产、管理、服务等环节的数据集成与共享。通过制定统一的数据标准和接口规范，确保各环节数据的准确性和一致性。例如，设计环节的 CAD 模型、BOM 清单等数据应能够无缝传递到生产环节的 MES 系统，指导生产计划的制定和执行；建立协同工作流程是网络协同制造的核心。平台应支持多企业、多工厂之间的任务分配、进度跟踪、质量控制等协同工作流程。例如，在一个复杂的机床制造项目中，不同的零部件可以在不同的工厂进行生产，通过平台实时协同，确保各环节按时完成，最终实现整机的装配。

云计算与物联网技术应用。利用大数据技术对生产数据进行深度分析，挖掘潜在的优化点。例如，通过分析不同工厂的生产效率、质量数据，找出生产过程中的瓶颈环节，为优化生产流程提供依据；应用人工智能技术，实现智能调度和资源配置优化。通过对生产数据的分析，平台可以自动调整生产计划，优化任务分配，提高生产效率。例如，在面对紧急订单时，平台可以快速调整生产资源，确保订单的及时完成。

跨企业协同与全球生产网络构建。网络协同制造平台有助于构建稳定的供应链协同关系。通过平台，企业可以与供应商实时共享需求预测、库存信息，实现供应链的优化管理。例如，当市场需求波动时，企业可以通过平台及时调整采购计划，确保原材料的及时供应；借助网络协同制造平台，企业可以整合全球的生产资源，构建全球生产网络。通过平台，企业可以与全球的合作伙伴进行协同设计、生产和服务，提升企业的全球竞争力。例如，企业可以在不同国家设立生产基地，通过平台实现各基地之间的协同生产，优化全球资源配置。

安全保障与数据隐私保护。网络协同制造涉及大量敏感数据的传输和共享，因此网络安全防护至关重要。企业应采用先进的网络安全技术，如防火墙、入侵检测系统等，确保平台的安全运行；在数据共享的过程中，必须严格保护数据的隐私。通过数据加密、访问控制等技术手段，确保只有授权的用户能够访问和使用相关数据。同时，企业应遵守相关的法律法规，如《数据保护法》，确保数据的合法使用。

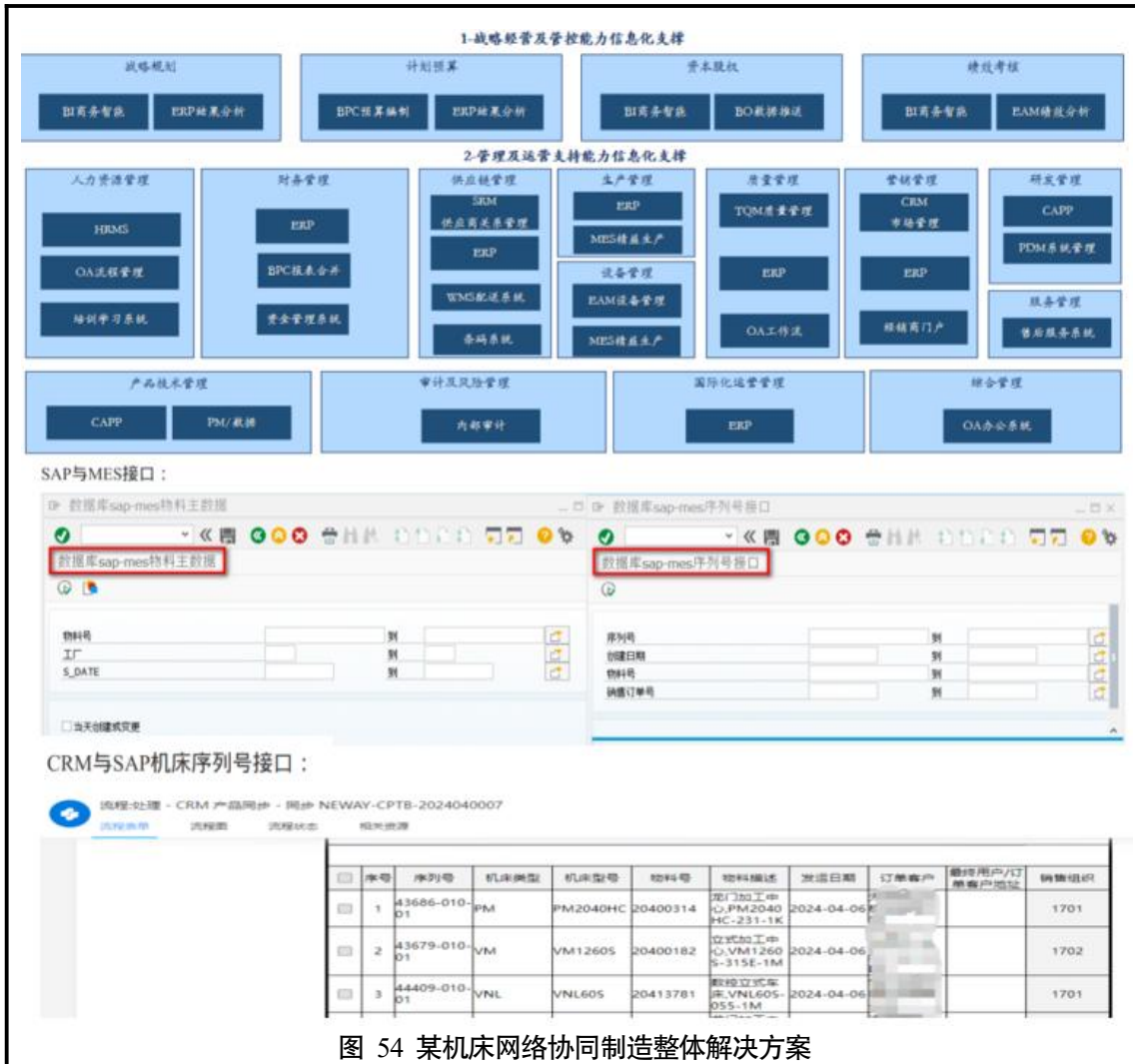


图 54 某机床网络协同制造整体解决方案

解决方案 4：研产供销服深度集成

在金属切削机床行业的数字化转型进程中，研产供销服深度集成是提升企业整体竞争力的关键策略。随着人工智能技术的迅猛发展，将其融入研产供销服的各个环节，能够进一步优化流程、提升效率、增强决策科学性，为企业带来更为显著的效益。

建立跨部门协作机制，由研发、生产、采购、销售、服务等多部门人员组成项目团队，共同参与产品设计和开发过程。在这一过程中，人工智能可发挥重要作用。例如，

利用自然语言处理技术，开发智能沟通协作平台，能够自动识别会议纪要中的关键任务、责任人及时间节点，并将信息准确推送给相关人员。同时，通过机器学习算法对过往项目数据进行分析，为新项目提供风险预测和应对建议，帮助团队提前做好准备，确保产品设计充分考虑生产条件、工艺水平和成本限制；借助人工智能的图像识别和数据分析能力，能够快速展示产品设计的模拟效果、生产进度的可视化数据以及成本分析图表等，使各部门人员更直观地了解项目进展，高效讨论问题、协调资源，保障各环节紧密配合。

引入并行工程，在产品的设计阶段同步进行生产准备，可显著缩短产品从设计到生产的时间。数字化仿真技术在其中已得到广泛应用，通过深度学习算法，对产品设计和生产过程的模拟数据进行深度挖掘，能够发现潜在问题的细微特征和规律。例如，在模拟机床加工过程中，人工智能算法可以对刀具轨迹、切削力分布等数据进行分析，提前预测可能出现的加工缺陷，如振动、变形等，并给出优化设计方案和生产流程的建议。相比传统的人工分析方式，人工智能能够更快速、准确地处理海量数据，大大提高了并行工程的效率和质量；利用人工智能算法对历史数据和实时数据进行分析，不断优化产品设计和工艺流程。例

如，通过对客户反馈数据的分析，了解客户对产品性能、功能等方面的需求和意见，结合生产过程中的质量数据、成本数据等，对产品设计进行有针对性的改进，提高产品的市场竞争力。

加强供应链协同，从质量、价格、交货期、服务等多个维度对供应商进行评估至关重要。人工智能的大数据分析技术能够收集和整合供应商在各个维度的海量数据，通过构建复杂的评估模型，对供应商进行全面、客观的评价。例如，利用机器学习算法分析供应商过往的交货记录、产品质量检测数据以及客户反馈等信息，预测其未来的表现。根据评估结果对供应商进行分级管理，对于关键供应商，运用人工智能的预测性维护技术，实时监测其生产设备的运行状态，提前发现可能影响供货的设备故障，给予更多支持和关注，从而提高供应链的稳定性和可靠性；与销售部门紧密合作，共享市场需求预测，帮助供应商提前做好准备，确保原材料供应的稳定性和及时性。通过数字化平台，将市场需求预测数据、销售订单数据等实时传递给供应商，使供应商能够根据需求变化调整生产计划，优化库存管理，减少库存积压和缺货现象；与供应商共同管理库存，实现库存的透明化和优化。利用人工智能技术对库存数据进行分析，预测库存需求，优化库存水平。例

如，通过机器学习算法对历史销售数据、生产计划数据等进行分析，预测未来一段时间内的原材料需求，结合供应商的供货能力和库存情况，制定合理的库存补货计划，降低库存成本。

强化服务与销售、生产协同，为客户提供便捷的反馈渠道，及时收集客户意见和建议。销售和服务部门定期回访客户，了解客户需求变化，及时发现问题并解决问题。利用人工智能技术对客户反馈数据进行分析，挖掘客户需求和潜在问题，为产品改进和新产品研发提供依据；利用信息化手段建立信息共享平台，实现销售、生产和服务部门之间的信息实时共享和传递。销售、生产和服务部门定期召开协调会议，共同讨论客户反馈的问题，制定解决方案并跟踪执行情况；将客户反馈融入到产品的持续改进过程中。通过对客户反馈数据的深入分析，了解客户对产品性能、功能、服务质量等方面的需求和期望，结合生产过程中的质量数据和成本数据，对产品进行有针对性的优化和升级，提高客户满意度和忠诚度。

面向统一信息系统与数据集成，对现有信息系统进行评估，确定其集成性和可扩展性。根据评估结果选择或升级至集成性强的信息系统，确保研发、生产、供应、销售和服务等环节能够无缝对接。在评估过程中，重点关注信息

系统的功能完整性、数据准确性、操作便捷性等方面，确保新系统能够满足企业数字化转型的需求；制定统一的数据标准和格式，确保各环节数据的准确性和可比性。通过接口对接、数据仓库等方式实现数据的共享和传递，消除信息孤岛。例如，制定统一的产品数据格式、生产数据格式、销售数据格式等，使不同部门之间的数据能够相互兼容和交换，提高数据的利用效率；利用云计算平台提供的计算能力和存储资源，实现数据的集中管理和高效处理。运用大数据技术对数据进行分析和挖掘，为企业的决策提供支持，提高运营效率和市场响应速度。例如，通过云计算平台对海量的销售数据、生产数据、客户数据等进行集中存储和分析，挖掘数据中的潜在价值，为企业制定市场营销策略、生产计划、产品研发计划等提供科学依据。

解决方案 5：基于人工智能的弹性供应链

协同优化与风险应对

在金属切削机床行业，供应链的稳定性和弹性对于企业的生存和发展至关重要。面对日益复杂的市场环境和频繁的突发事件，传统的供应链管理模式的已难以满足企业的需求。基于人工智能的弹性供应链协同优化与风险应对成为企业提升供应链韧性和安全水平的关键策略。

供应商评估与选择的智能化。传统的供应商评估方式依

赖人工经验与有限的数据统计，存在主观性与滞后性。引入人工智能后，借助大数据分析技术，可广泛收集供应商生产设备运行状态、原材料库存水平、过往订单交付记录等海量运营数据。运用机器学习算法对这些数据深度挖掘，构建精准的供应商评估模型，实现对供应商供货能力、质量稳定性、交货周期及应急响应能力等方面的客观量化评估，进而形成科学合理的供应商分级管理体系。例如，通过分析供应商的历史交货数据和质量检测结果，机器学习算法可以预测其未来的表现，帮助企业选择更可靠的供应商；在寻找并引入新供应商时，人工智能的数据分析与市场调研能力优势显著。通过对全球供应商市场的大数据分析，能精准挖掘具有地理分散性、技术互补性和快速响应能力的潜在供应商。例如，利用自然语言处理技术分析行业报告、新闻资讯等文本数据，从中识别新兴供应商信息；运用图像识别技术分析供应商生产设施图片，评估其生产能力与技术水平。这有助于企业构建一个更具弹性和适应性的全球供应链网络。

风险识别与预警的人工智能升级。整合供应链上下游数据，包括市场趋势、供应商状况、物流信息、自然灾害预警等，构建全面的风险数据库。在此基础上，AI和机器学习技术发挥关键作用。利用深度学习算法对风险数据库中

的数据进行深度分析，能够识别潜在风险模式和趋势。例如，通过分析市场趋势数据与供应商生产数据的关联，预测因原材料价格波动或供应商产能问题导致的供应风险；结合物流信息与自然灾害预警数据，提前预判物流受阻风险。相比传统风险识别方法，人工智能大大提高了风险识别的准确性和及时性；根据历史数据和业务需求，运用数据挖掘技术为不同风险类型设定合理的预警阈值。当风险数据达到预警阈值时，自动化的预警系统，借助人工智能的模式识别和信息推送技术，实现风险的在线监控、自动识别和预警信息的快速传递。根据风险的严重程度和紧迫性，人工智能还能辅助设定不同级别的预警响应流程，包括智能生成信息报告模板、协助进行风险评估、提供决策建议以及跟踪执行情况等。这使得企业能够及时采取措施，避免风险的扩大化。

基于人工智能的供应链协同优化。搭建基于人工智能的供应链协同平台，实现供应链上下游企业之间的信息实时共享与资源高效整合。利用人工智能算法对平台上共享的生产计划、采购计划、物流计划等数据进行智能分析，优化协同流程。例如，通过智能算法自动匹配生产需求与供应商供货能力，调整采购计划；根据物流实时信息和运输资源状况，优化物流配送路线。这不仅提高了协同效率，

还降低了协同成本；与关键供应商和客户建立长期稳定合作关系过程中，利用人工智能分析合作历史数据，挖掘潜在合作机会与风险点，共同制定更具前瞻性和稳定性的供应链发展战略。当风险发生时，人工智能辅助供应链伙伴快速共享风险信息，通过智能算法协调各方资源，共同制定解决方案，降低风险对供应链的影响。例如，在面对原材料短缺时，协同平台可以智能调配库存，优化物流路径，确保生产的连续性。

风险应对措施智能化与自动化。开发智能决策支持系统，基于人工智能的风险评估模型和决策算法，为企业提供科学合理的风险应对方案。该系统能够综合考虑风险的类型、程度、影响范围以及企业的资源状况等因素，自动生成多种应对策略，并对每种策略的优缺点进行分析和比较，帮助企业快速做出决策。例如，在面对供应商突发断货时，系统可以智能推荐替代供应商、调整生产计划或优化库存等应对措施；将风险应对措施与企业的生产、物流、库存等管理系统集成，实现风险应对的自动化执行和实时监控。通过人工智能技术对执行过程进行智能跟踪和反馈，确保风险应对措施的有效落实。例如，当库存水平低于安全库存时，系统可以自动触发采购订单或调整生产计划，同时实时监控库存的变化情况，及时调整应对措

施。这不仅提高了风险应对的效率，还减少了人为干预的错误和延误。

解决方案 6：人工智能驱动的全员数字化管理平台 构建与效能提升

在金属切削机床行业，构建基于人工智能的全员数字化管理平台是提升企业管理效率和员工效能的关键举措。通过整合多维度数据和应用智能技术，企业能够实现对人员的精准管理和优化调度，同时促进员工的个人发展和技能提升。

搭建平台核心功能模块。平台运用 AI 技术，如自然语言处理和图像识别，生成个性化测试题目，精准评估员工专业技能，为培训和晋升提供数据支持。系统根据评估结果智能推荐培训课程，员工可利用碎片时间通过在线学习平台进行学习，提升技能水平；环境监测模块集成各类传感器，实时分析环境数据，确保工作环境适宜，一旦参数异常即触发预警。通过智能视频监控系统实时监测车间环境，自动识别安全隐患，如员工未佩戴安全帽、设备防护门未关闭等，及时提醒管理人员和员工，减少安全事故的发生；借助大数据和 AI 算法，整合多源数据，客观准确反映员工表现。管理者可以通过仪表盘实时查看员工绩效数据，快速识别高绩效和低绩效员工，为决策提供依据。同

时，平台支持多维度数据分析，如生产效率、质量合格率、任务完成率等，帮助管理者全面了解员工工作表现。

深化数字化管理与实际业务的融合。以数字化管理平台为核心，对企业现有的业务流程进行梳理和优化，实现业务流程的数字化再造。例如，将员工招聘、培训、考核、晋升等流程全部线上化，提高管理效率；通过平台分析作业数据，优化生产计划和工艺流程，减少浪费，提升生产效率。根据生产任务和员工技能水平，智能调度系统自动分配任务，实现人员的优化配置。同时，实时监测生产进度和人员状态，及时调整调度方案，确保生产任务的顺利完成；鼓励一线员工参与数字化管理的设计和 implementation 过程，收集他们的反馈和建议，确保数字化方案更加贴近实际操作需求。可以通过设立员工意见箱、定期召开员工座谈会等方式，促进上下沟通，形成良性互动。

建立有效的数字化管理评估机制。根据企业的战略目标和业务需求，借助人工智能的数据分析和决策支持技术，设定一系列明确、可衡量且能切实反映数字化管理实际效果的评估指标。例如，通过人工智能算法分析员工绩效数据，计算员工绩效提升率；利用生产数据监测系统和人工智能的数据分析功能，得出生产效率增长率；建立定期的评估机制，如月度、季度或年度评估，运用人工智能的自

动化数据采集和分析工具，对数字化管理的实施效果进行全面、深入的评估。评估结果通过数字化管理平台及时反馈给相关部门和人员，为改进和优化管理提供科学依据；为增强评估的客观性和权威性，引入第三方机构进行外部评估和认证。第三方机构借助专业的人工智能评估工具和行业数据对比分析，能够更准确地指出企业在数字化管理方面的优势和不足，帮助企业学习行业最佳实践，不断提升管理水平。

平台实施步骤。深入调研各部门和员工的需求，明确平台的功能定位和目标。制定详细的实施计划，包括时间表、资源分配、预算安排等；整合企业现有的人员数据，包括人事档案、绩效记录、培训记录等，建立统一的数据库。开发平台的核心功能模块，确保各模块之间的数据流通和协同工作；在小范围内进行试运行，收集用户反馈，及时发现和解决问题。根据试运行结果，对平台进行优化和调整，提高系统的稳定性和易用性；在全企业范围内推广使用全员数字化管理平台，组织员工进行操作培训，确保每位员工都能熟练使用平台。同时，建立技术支持团队，为员工在使用过程中遇到的问题提供及时的帮助和解决。

解决方案 7：人工智能赋能可持续制造的 节能减排与能源智能管理

在金属切削机床行业，可持续制造是企业实现长期发展和社会责任的重要方向。通过应用人工智能技术，企业可以在节能减排、能源智能管理、循环经济与废料管理以及绿色消费与市场需求引导等方面取得显著成效，实现生态效益、资源效率、生产效率和社会责任的综合平衡。

节能减排与能源智能管理。在智能化能源监控系统构建方面，企业应积极构建基于物联网和大数据的智能化能源监控系统，借助人工智能技术实现能源管理的精细化与智能化。通过部署在机床设备及能源供应线路上的各类传感器，实时且精准地采集机床运行过程中的多元能耗数据，涵盖电力、水资源、气体等。运用人工智能中的机器学习算法对这些海量数据进行深度挖掘与分析，不仅能够准确识别能耗高峰和低谷时段，还能洞察能耗变化与机床运行状态、生产任务之间的内在关联。基于此分析结果，系统可智能优化能源配置方案，自动调整机床的工作参数，如切削速度、进给量等。在节能技术改造与升级方面，企业大力推广使用高效能电机、变频调速技术、能量回收系统等节能技术对老旧机床进行改造。引入智能控制算法，依据机床的实时运行工况、负载变化以及能耗数据，动态优

化机床的运行模式。以智能能量回收系统为例，通过人工智能算法精确控制能量回收时机与效率，将机床在制动、减速等过程中产生的多余能量进行有效回收并存储，供后续机床运行使用，显著提高能源利用效率。此外，企业还利用人工智能技术对太阳能、风能等绿色能源的发电情况进行预测与调度管理，结合生产需求，合理安排绿色能源的接入与使用，减少对传统化石能源的依赖，降低碳排放。

循环经济与废料管理。建立完善的废料回收与再利用体系是实现循环经济的核心环节。企业利用人工智能中的图像识别技术和机器人自动化技术，实现对金属切削过程中产生废料的精准分类、高效收集、妥善储存和安全运输。废料分类机器人通过先进的图像识别算法，能够快速准确地识别不同材质、形状的废料，将其分类放置到相应的回收容器中，大大提高废料分类效率与准确性。与专业的废料处理企业合作时，借助人工智能的数据分析技术，优化废料运输路线与处理方案，降低运输成本与处理能耗。在产品的设计阶段，运用人工智能的设计优化软件，考虑废料的易回收性和再利用性，从源头上减少废料产生量并提高废料回收价值；在强化供应链闭环建设方面，企业通过搭建基于人工智能的供应链协同平台，实现供应链上下游企

业之间的信息实时共享与资源高效整合。利用人工智能算法对供应链中的原材料使用、产品生产、废料产生及回收等数据进行分析，挖掘潜在的资源循环利用机会。例如，根据下游企业的废料产出情况，上游企业可调整原材料采购与生产计划，将废料作为部分原材料进行再利用。在废料管理方面应用创新技术，如智能废料处理系统，通过人工智能算法对废料处理过程进行实时监控与优化，提高废料的处理效率和回收利用率，降低废料处理成本。

绿色消费与市场需求引导。在绿色产品设计和研发环节，企业借助人工智能的模拟仿真技术，在产品阶段全面考虑环保因素。通过对产品生命周期的模拟分析，包括原材料获取、生产制造、使用过程及废弃处理等阶段，评估产品对环境的影响，并利用人工智能算法优化设计方案，减少产品在整个生命周期中的能耗与污染物排放。积极申请绿色产品认证过程中，利用人工智能技术对认证标准进行解读与分析，确保产品设计与生产符合相关认证要求；通过市场宣传时，运用人工智能的大数据分析与精准营销技术，深入了解消费者对绿色产品的认知与需求，针对性地开展宣传活动，提高消费者对绿色产品的认知度和接受度。建立完善的绿色服务体系时，企业利用人工智能的远程监测与诊断技术，为客户提供绿色维修、绿色升级

等定制化服务。通过对产品运行数据的实时监测与分析，提前预测产品可能出现的故障，及时为客户提供维修建议与解决方案，延长产品使用寿命。在产品升级方面，根据客户需求与产品使用情况，利用人工智能算法为客户推荐个性化的绿色升级方案，提高产品性能，减少资源浪费和环境负担。

五、路径与方法

（一）实施路径

金属切削机床行业作为高端装备制造的重要组成部分，正加速向智能制造转型。为响应国家及地方政策号召，提升企业核心竞争力，借鉴智能制造成熟度模型（GB/T 39116-2020）、《制造业企业数字化转型实施指南》（工信部联信发〔2024〕241号）的科学指引。系统评估企业智能制造能力，直观反映企业在智能制造各环节的发展水平。本报告针对大、中、小型企业分别制定了详细的智能制造能力提升方案。方案基于智能工厂、解决方案、标准体系“三位一体”的工作体系，细化了从工厂建设、产品设计、工艺设计到生产作业、仓储物流、设备管理、质量管控、营销与售后、能碳管理、环保管理、安全管控及供应链管理 etc 全方位的企业“智改数转网联”关键环节划分。

总体而言，在金属切削机床行业大中小企业“智改数转网联”具体实施路径，各类企业应制定转型规划，评估自身基础，明确转型目标。分阶段推进数字化转型，聚焦研发、生产、管理等关键环节，逐步实现企业整体转型，推动江苏省金属切削机床行业智能化水平提升，具体而言：

针对**大型企业**，应加速“整体”专项，对标高标准，全面推进深度智能化建设。建设工业互联网平台，提升数据处理和生态搭建能力，实现智能决策与运营优化。创新组织管理模式，构建柔性组织体系，开展动态透明管理。优化业务模式，协同研发、

生产与供应链，探索个性化定制与服务化转型。同时，增强供应链韧性，利用大数据构建风险模型，保障供应稳定，强化产业链协同，带动上下游企业共同发展。

针对中小企业，应实施“梯次”转型，依据自身资源条件和数字化基础，因“企”制宜、重点突破，明确转型优先级。**中型企业**，聚焦生产作业智能化升级，以需求迫切的场景为切入点，对生产作业环节展开深度改造。优化工艺设计，提高生产效率与产品质量；加强仓储管理智能化，提升仓储物流效率；完善客户服务体系，借助数字化手段提升客户满意度；推进企业管理数字化，实现数据驱动的管理决策，进而提升整体运营水平。其中，专精特新“小巨人”企业要着重加强关键业务系统部署，围绕产品数字孪生、设计制造一体化、个性化定制等复杂场景，开展系统化集成改造，增强企业竞争力。省级专精特新中小企业和规上工业中小企业，则应选取生产排程优化、质量检测自动化等重点场景进行深度改造；**小型企业**，考虑资源限制，开展普惠性上云用数赋智，积极上云上平台，使用云化的研发设计、生产管理和运营优化等订阅式服务，实现产品设计与生产智能化。在此基础上，逐步完善质量、物流、设备管理智能化，降低成本，提高竞争力。

1.基于大中小企业特征的“智改数转网联”建设关键指标梳理

根据国务院办公厅印发的《制造业数字化转型行动方案》（国办发〔2024〕10号），按照《“十四五”智能制造发展规划》

任务部署，构建智能工厂、解决方案、标准体系“三位一体”工作体系，打造智能制造“升级版”，以培育新质生产力为目标，参照《工业和信息化部办公厅国家发展改革委办公厅财政部办公厅 国务院国资委办公厅 市场监管总局办公厅 国家数据局综合司关于开展 2024 年度智能工厂梯度培育行动的通知》文件对企业制造能力的层级划分，结合目前根据《智能制造典型场景参考指引（2024 年版）》（工信厅联通装函〔2024〕361 号）梳理的金属切削机床典型环节及场景，结合大中小企业现状情况，进行分类梳理。

表 1 大型企业“智改数转网联”建设关键指标参考

序号	环节	场景	指标描述	具体要求
1	工厂建设	工厂数字化设计与交付	面向工厂规划、工艺布局、产线设计、物流规划等业务活动，搭建工厂数字化设计与交付平台，应用建筑信息模型、物流和动线仿真、生产系统建模等技术，开展工厂数字化设计和建设，实现工厂数字化交付，缩短工厂建设周期。	必须

序号	环节	场景	指标描述	具体要求
2	工厂建设	数字孪生工厂运营优化	面向基础设施运维、运营管理等业务活动，应用建模仿真、异构模型融合等技术，构建设备、产线、车间、工厂等不同层级的数字孪生系统，通过物理世界和虚拟空间的实时映射和交互，实现工厂运营持续优化。	必须
3	产品设计	产品数字化研发设计	面向需求分析、概念设计、产品设计等业务活动，针对产品研发周期长、设计质量控制难等问题，基于数字化设计仿真工具和知识 / 模型库，应用多学科联合建模、物性表征与分析等技术，开展产品结构、性能、配方等设计与验证，大幅缩短产品研制周期，提高设计质量。	必须

序号	环节	场景	指标描述	具体要求
4	产品设计	虚拟验证与中试	面向产品验证、中试等业务活动，针对新产品验证周期长、熟化成本高等问题，搭建虚实融合的试验验证环境，应用多物理场仿真、可靠性分析、AR/VR 等技术，通过全虚拟或半虚拟的试验验证，降低验证与中试成本，加速产品熟化。	必须
5	生产作业	工艺动态优化	面向离散行业工艺控制、工艺参数调优等业务活动，建设智能产线和工艺在线优化系统，应用设备机理与数据混合建模、多设备联合寻优等技术，实现工艺过程和工艺参数在线优化，提高产品质量一致性。	必须
6	生产作业	先进过程控制	面向流程行业生产过程控制、工艺参数优化等业务活动，基于先进过程控制、实时优化等系统，应用模型预测控制、多目标寻优	必须

序号	环节	场景	指标描述	具体要求
			等技术，实现精准、实时和闭环的工艺流程控制优化，稳定产品质量，提高产出率。	
7	生产作业	数智精益管理	面向生产现场管理、成本质量管理、供应链管理等业务活动，应用六西格玛、6S 等精益方法，将精益管理理念与大数据、云计算、人工智能等数智技术深度融合，实现基于数据的人、机、料、法、环等生产要素精准、高效管理，提升整体运营效率。	必须
8	计划调度	生产计划优化	面向销售订单预测、生产计划制定等业务活动，构建生产计划系统等管控系统，应用多目标多约束求解、产能动态规划等技术，实现生产计划优化和动态调整，缩短订单交付周期。	必须
9	计划	智能排	面向作业排程、资源调度、生产	必须

序号	环节	场景	指标描述	具体要求
	调度	产调度	准备等业务活动，建设智能排产调度系统，应用多约束排产建模、多目标排产寻优等技术，实现多目标、多扰动情况下排产优化与资源动态调度，缩短产品生产周期，提升资源利用效率。	
10	质量管控	在线智能检测	面向质量数据采集、分析、判定等业务活动，构建在线智能检测系统，应用物性成分分析、机器视觉检测等技术，实现产品缺陷在线识别和质量自动判定，提升质量检测效率和准确性。	必须
11	质量管控	质量追溯与分析改进	面向质量数据管理、质量问题追溯、质量优化等业务活动，构建质量管理体系，应用条码、二维码、RFID、5G、标识解析、区块链等技术，集成分析原料、设计、生产、使用等质量相关数据，实现产品全生命周期的质量	必须

序号	环节	场景	指标描述	具体要求
			精准追溯和优化改进。	
12	设备管理	设备运行监控	面向设备运行数据采集、状态分析等业务活动，部署设备运行监控系统，集成智能传感、5G、多模态数据融合等技术，实现设备数据实时采集、状态分析和异常报警，提高设备运行效率。	必须
13	设备管理	设备智能运维	面向设备故障分析、健康管理等业务活动，部署智能传感与控制设备，建立设备运维管理平台，应用设备故障知识图谱、故障机理分析、预测性维护等技术，实现设备智能运维，降低运维成本，保障连续生产。	必须
14	仓储物流	智能仓储	面向物料出入库、库存管理等业务活动，建设立体仓库和智能仓储管理系统，应用条码、二维码、射频识别、仓储策略优化、多形态混存拣选等技术，实现物	必须

序号	环节	场景	指标描述	具体要求
			料出入库、存储、拣选的智能化，提高库存周转率和土地利用率。	
15	仓储物流	精准配送	面向厂内物流配送等业务活动，部署智能物流设备和管理系统，应用室内高精度定位导航、物流路径动态规划、物流设备集群控制等技术，实现厂内物料配送快速响应和动态调度，提升物流配送效率。	必须
16	安全管控	安全一体化管控	面向安全风险识别、安全应急响应等业务活动，搭建生产安全管控和应急处置系统，应用生产运行风险动态监控、安全预警等技术，提高安全防护水平和安全事故快速处置能力，降低事故发生率和损失。	必须

序号	环节	场景	指标描述	具体要求
17	能碳管理	能源智能管控	面向能耗监测、能源调度等业务活动，部署能耗采集设备和管控系统，应用多能源介质感知、能耗综合建模仿真、能源平衡调度等技术，实现工厂能源在线监测、综合管控和能效优化，降低单位产值综合能耗。	必须
18	环保管理	污染在线管控	面向污染排放监测、污染物收集处理等业务活动，部署污染排放在线采集设备和管控平台，应用污染监测与控制、污染源追溯等技术，实现污染全过程动态监测、精确追溯、风险预警和高效处理，降低污染排放水平。	必须
19	营销与售后	智慧营销管理	面向市场营销、销售管理等业务活动，建立销售管理系统，应用用户画像、需求预测等技术，实现基于客户需求洞察的策略优化和供需匹配，提升营销精准性。	必须

序号	环节	场景	指标描述	具体要求
20	营销与售后	产品智能运维	面向产品运维、增值服务等业务活动，构建产品远程运维系统，集成 5G、AR/VR、预测性维护等技术，实现基于运行数据的产品远程监控、故障诊断和增值服务创新，提高产品附加值。	必须
21	营销与售后	智能客户服务	面向投诉处理与反馈、客户关系维护等业务活动，建立客户服务管理系统，应用 5G、AR/VR、自然语言处理、知识图谱、大数据分析等技术，实现主动式客户服务响应，提高客户满意度。	必须
22	供应链管理	供应链计划协同优化	面向采购计划制定、协同、优化等业务活动，建设供应链管理系统，应用集成建模、多目标寻优、数据跨域控制等技术，实现基于市场、采购、库存、生产等数据的供应链计划协同优化。	必须

序号	环节	场景	指标描述	具体要求
23	供应链管理	供应商数智化管理	面向供应商入库、供应商评价、物料采购等业务活动，建立供应商管理系统，应用供应商风险评估、供应链溯源等技术，实现供应商精准画像，开展基于数据分析的供应商评价、分级分类、寻源和优选推荐。	必须
24	供应链管理	供应链物流智能配送	面向配送路线规划、运输过程监控等业务活动，建设供应链物流管理系统，应用 5G、多模态感知、实时定位导航、智能驾驶等技术，实现厂外物流全程跟踪、异常预警和高效处理，降低供应链物流成本，提升准时交付率。	必须
25	信息系统设施	工厂数据资源管理	面向数据采集存储、数据分析应用等业务活动，建设数据中心、工业互联网平台等基础设施，融合数据跨域控制、数字合约、隐私计算等技术，开展数据治理，	必须

序号	环节	场景	指标描述	具体要求
			实现企业内或跨企业的数据安全可信流通和挖掘应用，推动数据价值化。	
26	多环节模式创新	研产供销服深度集成	面向市场快速响应、资源高效配置、客户体验优化等需求，推动研发、生产、供应、销售和服务等环节的业务流、数据流深度集成，形成一个高效协同的运营体系，实现产品全生命周期协同优化，全面提升企业的市场竞争力。	必须
27	多环节模式创新	弹性供应链	面向供应链稳定性提升、供应链快速调整等需求，建立供应链风险预警与弹性管控系统，集成应用供应链风险识别和动态响应模型，实现供应链风险在线监控、精准识别、提前预警和快速处置，提升产业链供应链韧性和安全水平。	必须

序号	环节	场景	指标描述	具体要求
<p>备注：（相关参照标准细则）</p> <p>1.国家智能工厂梯度培育</p> <p>——参照《工业和信息化部办公厅国家发展改革委办公厅财政部办公厅 国务院国资委办公厅 市场监管总局办公厅 国家数据局综合司关于开展 2024 年度智能工厂梯度培育行动的通知》文件。</p> <p>卓越级智能工厂：</p> <p>围绕工厂建设、研发设计、生产作业、生产管理、运营管理等开展智能工厂建设，原则上应覆盖全部五个环节。</p> <p>（1）工厂建设：开展工厂级数字化规划与建设，以及数据治理工作；对工厂进行系统建模和优化，实现工厂数字化交付，推动虚拟工厂建设；体系化部署安全可控的智能制造装备、工业软件和系统。</p> <p>（2）研发设计：开展产品、工艺协同研发设计、集成建模和仿真，实现基于模型和数据的系统优化。</p> <p>（3）生产作业：开展多场景数智技术应用，实现装备运行状态智能分析和故障诊断、生产过程智能管控和在线优化、过程质量在线检测与控制。</p> <p>（4）生产管理：通过生产全过程数据综合分析，实现生产计划与</p>				

序号	环节	场景	指标描述	具体要求
			排程自动生成、设备全生命周期管理、质量精准追溯和持续改进、物流仓储策略优化、安全应急联动、能源环保综合管控等，推动主要生产要素的智能协同优化。	
			(5) 运营管理：通过多维数据智能分析，实现用户需求精准识别和敏捷响应、全厂资源协同优化、产品增值服务、设计生产服务闭环优化、智能化决策支持等，推进供应链上下游“链式”协同。	

表 2 中型企业“智改数转网联”建设关键指标参考

序号	环节	场景	指标描述	具体要求
1	生产作业	工艺动态优化	面向离散行业工艺控制、工艺参数调优等业务活动，建设智能产线和工艺在线优化系统，应用设备机理与数据混合建模、多设备联合寻优等技术，实现工艺过程和设备参数在线优化，提高产品质量一致性。	必须

序号	环节	场景	指标描述	具体要求
2	生产作业	先进过程控制	面向流程行业生产过程控制、工艺参数优化等业务活动，基于先进过程控制、实时优化等系统，应用模型预测控制、多目标寻优等技术，实现精准、实时和闭环的工艺流程控制优化，稳定产品质量，提高产出率。	必须
3	生产作业	数智精益管理	面向生产现场管理、成本质量管理、供应链管理等业务活动，应用六西格玛、6S 等精益方法，将精益管理理念与大数据、云计算、人工智能等数智技术深度融合，实现基于数据的人、机、料、法、环等生产要素精准、高效管理，提升整体运营效率。	必须
4	质量管控	在线智能检测	面向质量数据采集、分析、判定等业务活动，构建在线智能检测系统，应用物性成分分析、机器视觉检测等技术，实现产品缺陷在线识	必须

序号	环节	场景	指标描述	具体要求
			别和质量自动判定，提升质量检测效率和准确性。	
5	质量管控	质量追溯与分析改进	构建质量管理体系，集成分析原料、设计、生产、使用等质量相关数据，实现产品全生命周期的质量精准追溯和优化改进。	必须
6	设备管理	设备运行监控	面向设备运行数据采集、状态分析等业务活动，部署设备运行监控系统，集成智能传感、5G、多模态数据融合等技术，实现设备数据实时采集、状态分析和异常报警，提高设备运行效率。	必须
7	设备管理	设备智能运维	建立设备运维管理平台，应用设备故障知识图谱、故障机理分析、预测性维护等技术，实现设备智能运维。	必须

序号	环节	场景	指标描述	具体要求
8	计划调度	生产计划优化	构建生产计划系统，打通采购、生产和仓储物流等管控系统，应用多目标多约束求解、产能动态规划等技术，实现生产计划优化和动态调整。	必须
9	计划调度	智能排产调度	建设智能排产调度系统，应用多约束排产建模、多目标排产寻优等技术，实现多目标、多扰动情况下排产优化与资源动态调度。	必须
10	仓储物流	智能仓储	建设立体仓库和智能仓储管理系统，实现物料出入库、存储、拣选的智能化管理。	必须
11	仓储物流	精准配送	部署智能物流设备和管理系统，实现厂内物料配送快速响应和动态调度。	必须
12	安全管控	危险作业自动化	建设智能作业单元和管控系统，实现危险作业环节的少人化、无人化。	必须