



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

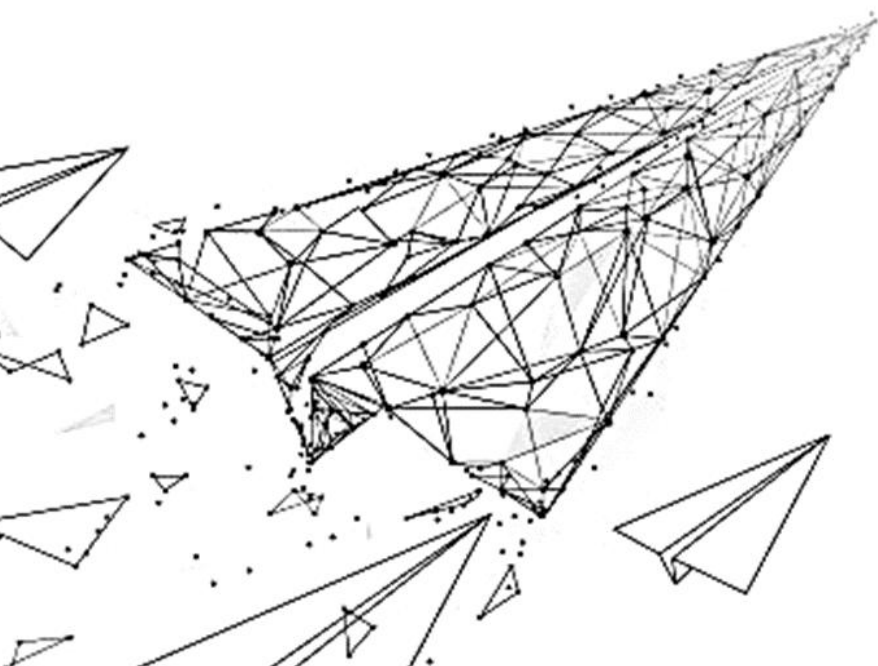
信息模型伙伴计划 数据互操作应用案例集 (2025)

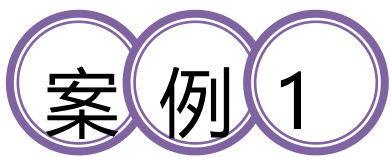
工业互联网产业联盟 (AII)
2025年11月



2025

信息模型伙伴计划-数据互操作应用案例集





华为智能工厂数字化项目

华为技术有限公司作为全球领先的信息与通信技术解决方案提供商，近年来持续推动工业数字化转型与智能制造发展。在其精密制造领域，华为深入贯彻“标准引领、平台赋能、数据驱动”的策略，构建了覆盖全流程的智能工厂数字化系统，其中包括 M2M 平台，制造执行系统（MES），IOC 参数管控系统、全息追溯平台、错误侦测系统等数字化应用，并在多个制造基地的精密制造智能工厂项目中广泛应用。

华为智能工厂数字化系统基于电子装联设备交互信息模型（以下简称“交互信息模型”）标准体系，构建统一数据底座和流程编排引擎，支撑设备自动化控制、实时监控、质量预警与闭环反馈等功能。

华为精密制造智能工厂通过集成 5G 工业物联、AI 智能诊断、边缘计算、工业信息模型等关键技术，实现了设备层到平台层、再到应用层的全贯通，支撑了九大基础能力和八大高阶应用场景

的规模部署。打造出行业领先的“极速部署、智能运营、精益制造”的工业互联网标杆案例，全面助力华为制造体系迈向智能化、透明化、高效化的新阶段。

一、项目概况

本项目聚焦于华为在精密制造领域的智能工厂建设，围绕“标准统一、平台融合、数据驱动”三大主线展开，明确将“设备物联、信息模型构建、生产现场管理”作为核心建设方向。项目以提升精密制造产线的自动化水平、透明化能力与智能化管理为目标，依托交互信息模型平台，推动生产设备数字化升级、业务流程优化重构及质量管理智能闭环，旨在构建具备高响应、高可靠、高效率能力的标杆型智能制造体系，全面提升华为制造业务的柔性化、智能化水平，增强企业核心竞争力。

1. 项目背景

华为作为全球领先的 ICT（信息与通信技术）企业，在自身制造体系中同样面临着高端精密制造设备类型多样、产线部署复杂、系统孤岛严重、异常响应滞后等挑战。随着产品多品类、小批量、高质量的制造模式不断深化，如何实现跨设备、跨系统的数据统一与流程协同，成为制约制造效率与质量稳定性的关键因素。

在新一轮工业智能化浪潮与工业互联网技术加速融合的大背景下，华为以内部精密制造基地为试点，启动智能物联与信息模型平台(M2M 平台)建设工程。项目聚焦于打通设备层、数据层、业务层之间的信息壁垒，构建统一交互信息模型标准体系，推动设备互联互通、数据精准采集、异常快速诊断与远程协同处理，

通过数字化与智能化手段破解传统制造系统分散、响应慢、效率低等问题，打造智能制造的新范式。

2. 项目简介

华为智能工厂数字化项目，基于“设备全面联网+标准化建模+流程智能闭环”思路，打造了集协议集成、信息建模、数据治理、服务抽象、流程编排于一体的数字化平台。通过集成数字应用，支撑工厂精益化的设备管理（TPM）、质量管控（TQM）、工艺追溯（QCP）、预测性维护（PHM）等关键业务场景，推动制造流程向标准化、透明化、智能化升级。

平台通过交互信息模型标准体系实现多品牌设备的统一接入，通过模型驱动实现状态、参数、事件的语义对齐，形成可扩展的信息模型体系。同时，基于 M2M 平台构建原子服务库，覆盖生产控制、异常闭环、预警监控等场景，支撑设备一键换线、参数远程下发、异常自动诊断，一键处置及闭环等功能，全面提升生产效率与工厂柔性。

信息模型体系从设备级到工厂级形成完整层次化结构：

设备级：通过交互信息模型标准实现设备参数、状态、事件的统一建模，打通不同品牌设备的语义对齐；

产线级：基于 M2M 平台构建原子服务库与流程编排机制，实现产线工序级联、异常闭环与自动调度；

车间级：以统一模型驱动构建多维监控与全息追溯体系，支撑质量预测与工艺协同；

工厂级：通过信息模型的全域集成，构建跨系统的智能中枢，实现生产、质量、运维的统一数据底座与智能决策闭环。

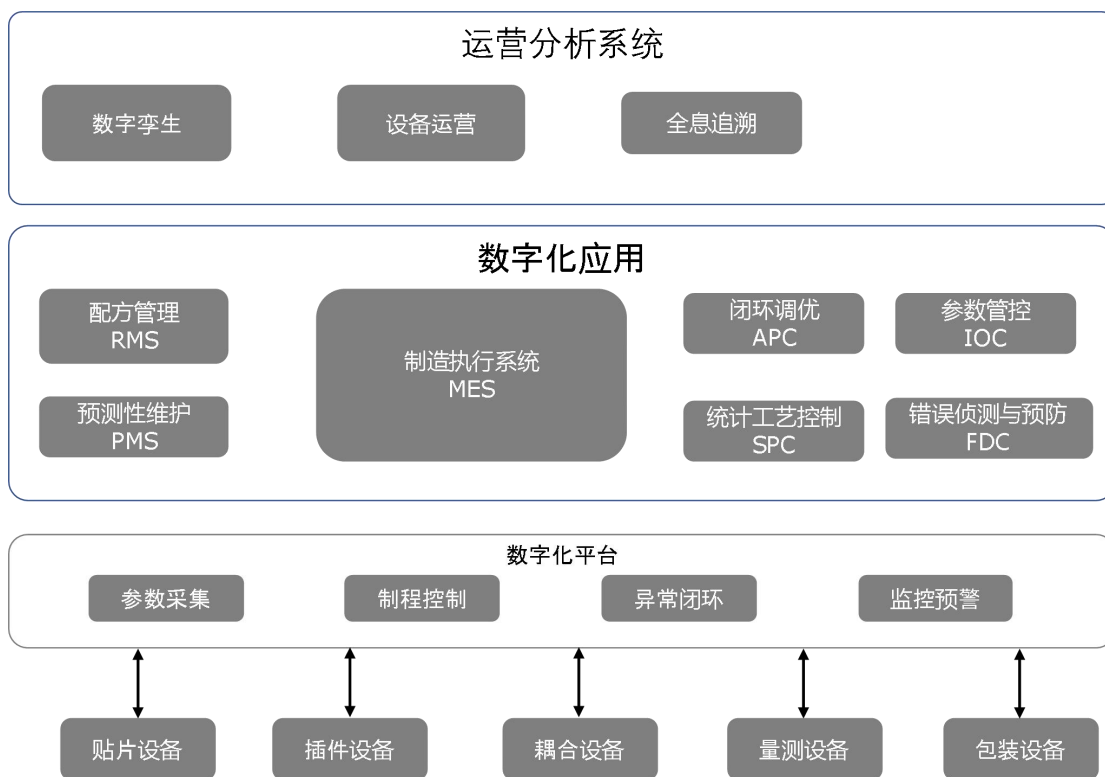


图 1 整体框架及规划

3.项目目标

华为智能工厂数字化项目致力于打造智能化工业数据中枢，通过构建“平台化-标准化-智能化”三位一体的数据底座，实现制造全链路的数字化升级。项目以“信息模型”为技术底座，依托精益制造方法论指导，创新构建“模型驱动→数据沉淀→服务解耦→流程编排”的四级演进架构，贯通设备感知层到数字化应用层的数字通路，最终达成生产可视化监控、质量预测性管控、运维自主决策的智能制造闭环。

(1) 实现工厂自动化、智能化

自动化场景从单纯设备自动化控制迈向“感知-分析-决策-执行”的全价值链闭环，通过大数据平台及工业 AI 引擎持续进化，实现生产效率、质量控制与资源利用最优。

自动化场景从“单机控制单元”向“整线设备集群”的模式跃迁，通过数据分布式采集、集中处理的方式实现跨设备信息共享、多设备联动控制模式，使产线生产效率达到全局最优状态。

（2）增强设备数字化实施和生产效率

平台提供全栈式数字化实施工具套件，通过预集成生产控制、异常闭环、监控预警等核心场景解决方案，实现软件开发、物联部署到量产运营的全生命周期覆盖，打造从实施到运营的端到端效率提升体系。

（3）提升制造管理的标准化与透明化

通过构建统一的信息模型体系标准，实现多类型设备、多协议系统的集成管理，消除数据孤岛。通过数据采集、建模、治理等手段，保证数据的完整性和数据质量。在应用层部署多维感知数字看板，提升数据的透明性。

（4）推动参数全流程管控和数据全息追溯

通过构建参数智能管控平台与全息追溯平台，建立覆盖产品全生命周期的质量闭环管理体系（产前校验-过程监控-产后分析），实现数据驱动的质量风险预警与异常溯源，确保产品质量稳定可靠、生产环节全流程可追溯。

二、项目实施概况

华为智能工厂数字化项目，依托 M2M 平台、交互信息模型标准体系及数字化工具的集成，通过端到端的数据采集、模型驱动、业务编排、远程运维等能力，全面构建适用于多业务场景的工业智能平台，实现设备可视、过程可控、异常可追、业务可调的数字化闭环管理。

1. 项目总体架构和主要内容

项目按照“感知层—适配层—平台层—应用层—运营层”五层架构进行规划，重点构建了以下核心能力：

统一设备集成接口：基于交互信息模型中定义的状态机模型，打通设备通信协议“七国八制”难题，实现跨品牌、跨型号设备的统一接入与建模，支撑工厂全量设备集成。

原子服务库：沉淀 30+类生产控制类原子服务（如物料校验、进出站、载具绑定、RECIPE 参数下发等）和 40+异常诊断、异常处置服务、70+监控、预警服务。

可编排业务流程：提供图形化的开发工具对各类原子服务进行编排，生成端到端的生产控制、异常闭环、监控预警流程。通过预集成 70+业务流程，实现设备开箱即用的目标。

生产现场两级看板：构建设备级、线体级两级生产现场看板，使能生产现场全景可视，通过提供各种交互控制功能，实现生产现场远程可视可控的能力。

全栈物联实施工具链：通过一站式物联工作台将设备实施活动集成到线上完成，以缩短建线周期，保障项目快速上线。

质量预警与 FDC 分析系统：基于 CTQ 参数实时采集与 IOC 平台算法分析，推动工艺质量在线监控与波动提前识别，确保良率稳态控制。

全息追溯系统：构建统一的多维追溯平台，覆盖产品、物料、人员、工装、设备参数等关键追溯字段，达成 IPC1782 国际标准 Level4 级追溯能力。

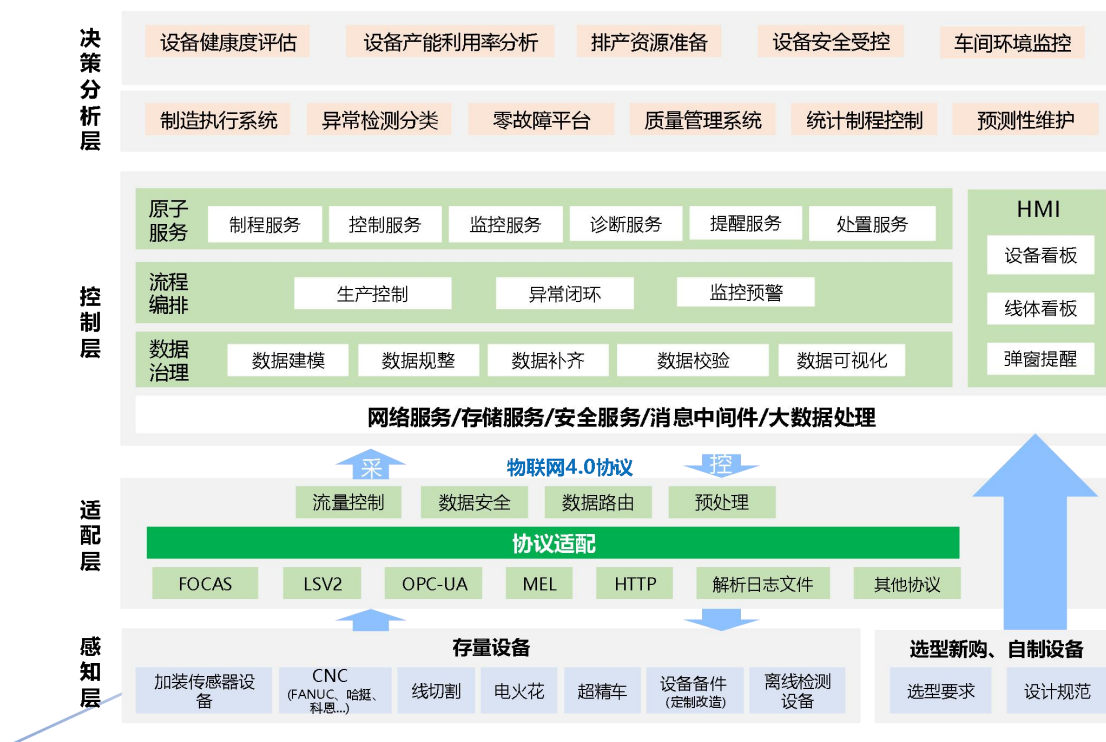


图 2 项目技术架构图

2. 具体应用场景和应用模式

(1) 自动化过站与程序控制

设备支持无感自动过站及 RECIPE 参数一键切换，提升产品

切换效率，避免人为误操作，提升自动过站成功率。

(2) 远程调试与设备协同控制

通过 PDA 远程运维工具与设备控制集成，支持远程上下料、异常放行、程序切换等常规指令，有效保障生产不中断。

(3) 多维 CTQ 监控与 FDC 分析

结合信息模型结构，设备 CTQ 参数实现曲线可视、波动预警与质量闭环，提升工艺稳定性。

(4) 异常实时识别与一键处置

提供 116 类异常场景的自动诊断及实时提醒，支持自动、一键手动两种处置模式，降低异常处置的人员技能要求及异常宕机时间。

(5) 生产现场监控与预警

提供 50+现场监控场景，监控人、机、料、法、环等关键生产要素的正确性、可用性和齐套性，提前识别引起生产异常的风险因素，提前预警以消除风险。

(6) AI 辅助判断与智能视觉质检

应用 AI 机器视觉于包装、贴片等关键工序，实现人力替代与实时判断，减少人因干扰，提高一致性。

3. 安全及可靠性

华为部署独立的工业网络系统与工业边缘平台，结合端到端的加密传输机制，实现设备、平台、数据全链路的安全可信。同

时在物联平台中集成分层访问控制与操作留痕机制，保障现场操作安全性和可审计性。

4. 项目亮点

（1）精益生产理念驱动智能闭环

通过信息模型+原子服务编排方式，推动多工序精益管控，实现设备自动上报—质量异常预警—工单生成—远程调试等环节的一体化协同。

（2）推拉结合的柔性排产体系

通过 WMS 对接与产品履历管理，实现标准件“预测式”推式加工与客户订单“响应式”拉式组装，保障交付灵活性与库存最小化。

三、下一步实施计划

在现有平台能力与应用场景的基础上，华为将继续深化精密制造数字化水平，推动平台能力模块化、标准化、智能化升级，构建更加高效、协同、可扩展的工业互联网体系。下一阶段的重点实施计划包括以下三方面：

1. 强化平台统一与模型标准化能力

围绕交互信息模型标准持续迭代，推动设备信息、控制协议、运行状态等多维模型在跨工厂、跨业务线间统一适配，构建多工

艺通用型模型库，实现“一类模型、多端复用、动态适配”，为生态融合奠定数据底座。

2.拓展 AI 智能分析与预测能力

在已有 CTQ 预警与 FDC 基础上，进一步引入 AI 算法与机器学习技术，提升设备健康预测、异常趋势识别和工艺优化能力。构建设备 PHM 与产线智能调优联合机制，逐步实现“预测+预警+自优化”的闭环自适应系统。

3.推动多场景集成与业务协同联动

持续推进平台与各类数字化应用深度对接，形成多系统协同执行的业务网络；拓展更多典型场景（如多品种小批量柔性排产、异常溯源联动远程运维、定制工艺一键模板化配置等），实现设备数字化从“广度覆盖”到“深度赋能”的转变。

四、项目创新点和实施效果

1.项目先进性及创新点

（1）设备物联与信息模型深度融合的行业首创实践

项目全面落地交互信息模型标准协议，支持多品牌、多协议设备统一接入，同时构建涵盖“人、机、料、法、环”的统一信息模型体系，打破传统系统“点对点”对接的瓶颈，通过部署 M2M 平台，打破 OT 与 IT 间的技术壁垒，实现设备与数字化应

用间的联动及透明化处理，在精密制造领域率先实现“协议统一—模型驱动—服务编排—应用使能”的全栈式智能物联架构。

（2）基于云服务和规则引擎快速实现应用集成

基于 M2M 平台，沉淀 27 类通用原子服务和 40+种异常诊断处理服务，支持生产控制、质量追溯、异常诊断、工单调度等流程的“配置式、可复用、即插即用”编排，降低产线导入与系统部署门槛，实现设备上电即识别、上线即联通、配置即运行的高效实施能力，产线导入周期平均缩短 30%以上。

（3）AI 增强质量管理与预测性维护能力

结合 CTQ 关键参数、FDC 过程分析与 AI 算法模型，构建生产质量在线预警机制；设备层面引入 PHM（预测性健康管理）与远程调优模块，实现参数波动趋势预测与异常快速自愈，提升良品率、减少突发故障，推动质量管控从“被动反应”向“主动预防”转型。

（4）多源数据驱动的数字孪生与智能决策闭环

通过构建设备、工艺、人员等多维数字孪生模型，支撑产线仿真模拟、过站路径规划与异常场景演练。结合 Dry-run 工具、实时反馈机制和多看板融合呈现，实现制造场景的动态调度、异常态预演与运营态评估，增强生产系统的柔性与鲁棒性。

2.实施效果

项目全面部署以来，在多个精密制造工厂试点验证并推广，

取得以下典型成效：

（1）产线效率与调度能力显著提升

设备联网覆盖率达 99%，支持设备无感过站、程序自动切换，产线换线时间平均缩短 40%；

异常闭环平均响应时长由 17 分钟下降至小于 5 秒，一键恢复率达 85%。

（2）设备可用性与运维成本大幅改善

通过预测性维护与远程诊断，设备故障停机时间下降 30%，OEE 指标提升 18%；

异常报警频次减少 70%，平均人力干预频次减少 40%以上。

（3）质量水平与稳定性全面优化

CTQ 实时预警提升良率 5%-10%，关键工序 Cpk 由 0.54 提升至 2.36，质量问题定位时间缩短 90%。

（4）实施效率与扩展能力持续增强

新线体数字化现场实施周期由 2 个月缩短到 3 天，设备开箱即用比例超 80%；

（5）综合经济效益显著

人均产出提升 12%-25%，设备产能利用率提高 20%以上；

整体质量成本降低 10%-15%，柔性排产支撑多品种交付能力提升约 20%。

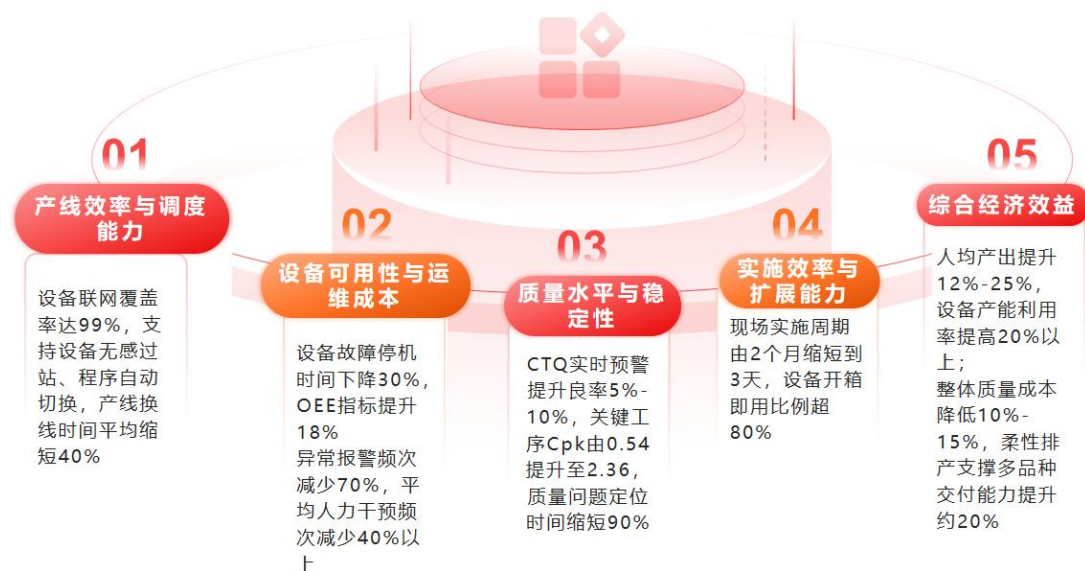


图3 项目实施成效

中兴 SMT 产线智能调度运营项目

中兴通讯股份有限公司作为全球领先的通信设备提供商，在 5G 高端制造领域持续推进智能制造与工业互联网融合。南京滨江制造基地作为中兴重点建设的 5G 示范工厂，聚焦 SMT 产线设备的数字化与智能化运营，在设备多品牌、多型号、多工艺的环境下，推进生产任务的精细调度与协同控制。

为解决设备协议不统一、系统联动难、异常处理慢等问题，中兴基于电子装联设备交互信息模型标准（以下简称“交互信息模型”），构建“设备-模型-服务”三位一体的调度运营体系。打通设备互联、数据上报、参数下发等关键环节，解决了产线上不同厂家设备通讯方式异构、数据异构、事件上报机制各异等导致的设备互操作难等问题，提升设备调度响应能力与异常处理效率，为中兴制造体系打造柔性、高效、透明的智能生产新模式注入关键支撑。

一、项目概况

中兴通讯南京滨江生产基地作为其 5G 智能化示范工厂，在 SMT 车间全面部署电子装联设备互联上云及云端调度管理能力。项目以交互信息模型为标准底座，聚焦设备故障响应、工艺调优、制程管控与生产可视化四大应用，构建了从设备接入到数据运营的完整闭环，显著提升了产线智能化水平与运营效率。

1. 项目背景

随着设备类型日益多样、工艺节拍不断变化，SMT 生产面临设备对接难、系统分散、调度效率低等问题。特别是在多品牌设备共线运行场景下，传统人工调度和参数调整方式难以满足高频次生产节奏下的效率与质量需求。

中兴在南京滨江基地启动 SMT 智能调度运营项目，依托交互信息模型标准和数字化平台能力，推进设备互操作标准化改造、任务派单自动化落地、质量预警闭环构建，打造以平台驱动、系统协同、设备互联为核心的新一代 SMT 智能制造能力体系。

2. 项目简介

为实现不同设备间的交互，中兴根据不同设备特点，基于交互信息模型标准建立了对应的设备模型，通过设备差异化定制开发适配器服务，实现各厂家设备联机、数据采集、参数下发与事件上报等动作的标准化。该方案解决了产线上不同厂家设备通讯方式异构、数据异构、事件上报机制各异等导致的设备互操作难

等问题。其设备交互示意图如下。

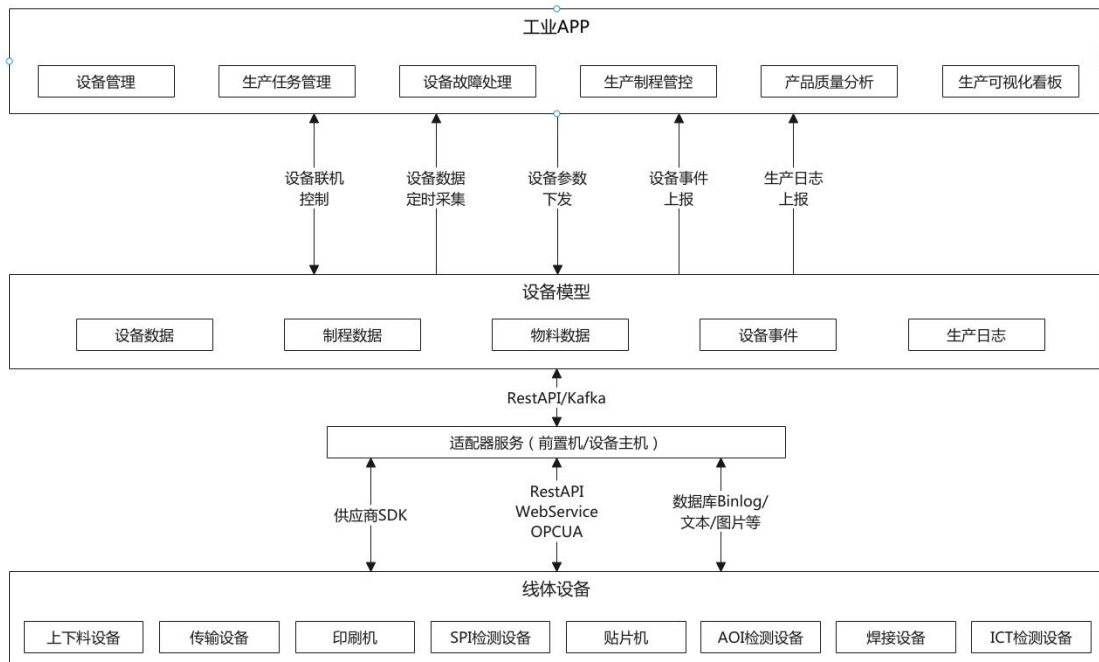


图 1 设备信息交互示意图

中兴的信息模型应用体系在多品牌 SMT 设备环境中实现多层互操作：

设备级：基于交互信息模型构建差异化适配器服务，统一采集、参数下发和事件上报机制；

产线级：通过模型驱动的调度与派单逻辑，形成任务派发、异常闭环和工艺参数动态优化；

车间级：实现生产状态、物料配送、异常处理等全流程数据可视化与双闭环管控；

工厂级：以标准化模型为底座，打通多产线间的统一监控与任务调度，构建 5G 智能制造体系下的柔性工厂模型。

3.项目目标

项目旨在通过针对不同厂商设备开展差异化适配器服务开发，实现多类型设备的联机接入、数据采集、参数下发与事件上报等功能的标准化与统一化，打通设备侧数据通道，提升设备集成效率与互操作能力。进一步优化 SMT 产线的调度效率与执行准确性，实现产线任务快速响应、工艺参数远程配置、异常处理闭环联动。

通过智能派单、异常预警、质量追溯等关键能力，优化换线配置与调试环节，减少人工操作负担，提升作业响应时效。依托交互信息模型标准，推动设备统一接入，增强系统间的协同能力。支撑中兴制造体系在多品种小批量高频换线背景下的柔性生产需求，实现产线运行精益化、数据采集实时化、生产过程透明化，全面提升产线智能化运营能力与管理水平。

二、项目实施概况

1. 项目主要内容

中兴以多品牌设备并存的 SMT 产线为应用场景，围绕设备互操作与智能调度需求，构建标准化的设备接入体系与数字化运营调度平台，打通从设备上云、数据集成到任务调度、质量预警的全过程。

项目技术架构包括信息模型标准体系、设备适配服务、智能派单平台、质量预警机制等多个模块，构建统一的生产过程调度

和任务反馈机制。通过差异化开发适配器服务，解决多厂商设备在通信协议、事件格式、数据结构等方面的对接难题，实现设备接入、数据采集、参数下发与事件上报的标准化，保障系统间的信息交互与联动控制。

在应用系统方面，生产运营中心与工艺控制平台联动，完成工艺参数的下发与产品配方的自动匹配；智能派单系统基于生产状态、物料就绪情况等信息自动触发派单任务，提升任务分配的精准性与及时性；检测设备异常通过质量系统自动触发维修任务与数据追溯，实现缺陷快速闭环处理，形成设备级与任务级的双闭环体系。

项目通过打通设备、系统、平台之间的协同链路，支撑中兴在 5G 高端制造产线中实现任务调度响应提速、产线换型效率提升、质量问题精准定位等核心能力，形成面向复杂电子装联场景的智能调度运营体系。

2. 具体应用场景和应用模式

（1）生产可视化智能运营管理

生产可视化智能运营管理包括工艺控制平台、生产运营中心及智能派单系统，分别针对设备的工艺参数监控与下发、可视化生产看板及生产现场配送、异常处理等进行任务分派。



图2 生产可视化智能运营管理

整个系统依赖于车间自动化线体、设备的数字化互通。通过打通整个 SMT 信息流，实现 SMT 排产、生产任务、物料配送、转机上线、线体运行、半成品转交、在线库存等电子产品生产全流程的可视化与集中监控。

针对生产任务切换转线，提前将物料配送、上料任务派发至相关班组，同时支持自动化批量生产程序、配置参数下发到生产设备，实现转线设备调试时长由原有 1-2 小时降低至 0.5 小时左右，根据每条线体年均产能计算，每年转机停线成本降低 2000 万以上。

对现场的缺料、故障等生产异常按照处理方式分为在线处理与离线处理，并通过生产运营中心自动派单、消红点模式快速把生产异常和故障处理任务推送给智能终端或附近技术员智能手表。实现 SMT 在线停机时间减少 44%，生产现场操作人员减少 50%，现场异常处理效率提升 40%以上。

（2）生产过程质量预警和闭环

产品研发端：基于产品 BOM 清单中元器件制造过程质量的产品合格率评估及优化策略

产品制造端：分析 SMT 设备参数及其检测数据，对产品生产过程工艺参数调优，实现质量闭环控制

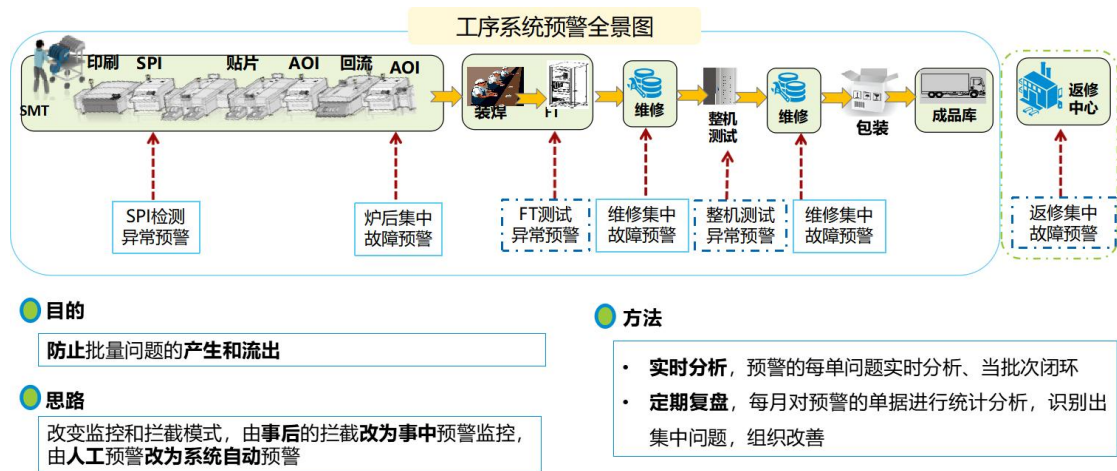


图 3 工序系统预警全景图

SPI 检测异常预警：实时识别印锡异常，及时对瑕疵印锡进行预警拦截，预防产生批量问题，技术员/工艺员收到实时预警后，及时到生产线现场分析确认处理，预防批量问题。

SMT 炉后维修数据集中故障预警：实时识别集中故障，及时对批量问题进行预警拦截，预防产生批量问题，按问题类别实时推送，负责人收到预警邮件后，及时到现场确认分析，预防批量问题。

维修数据集中故障预警：实时识别集中故障，及时对批量问题进行预警拦截，防止流出批量问题。QA 收到预警邮件后，及时组织中试、工艺等相关人员分析确认，及时拦截批量问题。

设备工艺参数优化预警：设备能力和工艺能力的标定和监控，通过 SPI-AOI-FT 三点照合，建立关键过程检测指标（SPI/AOI）阈值库动态优化模型，动态评估单板生产质量风险指数并自动推

送预警信息到生产工艺人员，及时对工艺参数进行评估、确认及优化，提前防止质量问题产生。

3. 安全及可靠性

面向关键生产流程，工艺控制平台支持对设备状态、工艺参数和派单策略等关键配置项的实时监控与异常报警，结合日志机制强化平台运行安全保障能力，为 5G 产品制造过程中的数据合规与生产稳定提供坚实支撑。

4. 项目亮点

（1）设备互操作性驱动精益生产

项目依托交互信息模型标准体系，打通多品牌 SMT 设备间的通信协议与事件机制差异，实现设备联机、数据采集、参数下发、事件上报等功能的统一管理。设备接入从“定制对接”转向“模型驱动”，大幅提升了接入效率与集成一致性。该能力支撑了中兴在复杂装联产线场景下的快速换型与工艺柔性化，推动形成以设备互操作为基础的高效、精益的智能调度模式。

（2）智能派单优化现场响应效率

通过智能派单系统与工艺控制平台联动，实现生产任务、物料配送、异常处理等全流程派单机制。结合现场终端与智能手表的快速推送模式，有效提升生产异常响应速度与操作闭环能力，支撑快速换线与工单调度柔性化。

三、下一步实施计划

中兴将在现有 SMT 智能调度运营能力基础上，继续扩展信息模型在更多电子制造工序中的适配与应用，提升设备类型与工艺环节的覆盖范围。

四、项目创新点和实施效果

1.项目先进性及创新点

（1）多品牌设备互操作集成实践

基于交互信息模型标准体系，构建统一的设备建模规范与接口机制，开发多种设备适配器服务，解决设备品牌差异带来的通信协议不统一、事件机制不一致等问题，实现产线多厂家设备的互操作集成。

（2）设备事件驱动的智能调度运营系统

建立智能派单系统和工艺控制平台协同机制，实现生产任务、物料配送、转产调试、异常处理等任务的闭环派发，支撑大规模生产任务的快速响应与执行，提升调度柔性 with 运行效率。

2.实施效果

项目全面部署以来，取得以下典型成效：

（1）产线柔性 with 运营效率显著提升

转线设备调试时长由原来 1-2 小时缩短至 0.5 小时，年均转

机停线成本节约 2000 万元以上，支持柔性排产与快速调试。

（2）异常响应与处理效率有效提升

通过现场事件快速派单机制，SMT 在线停机时间减少 44%，生产现场操作人员减少 50%，现场异常处理效率提升 40%以上。

（3）质量稳定性与过程可控性增强

异常预警机制覆盖 SPI 检测和炉后维修环节，集中故障识别与拦截能力提升，避免质量问题流出，形成可溯源的质量闭环控制体系。

案例 3

台达电子企业管理工业股份有限公司

电子装联智能自动化产线应用项目

台达电子企业管理(上海)有限公司聚焦智能制造解决方案领域，依托集团在电子制造领域的深厚积累，将先进制造技术与 ICT 技术融合，为企业提供从设备层到智能应用层的全链条解决方案。其研发的智能自动化产线应用基于电子装联行业生产设备交互信息模型，通过标准化数据互操作能力，解决了多品牌设备协同、分散制造集中管理等行业痛点，在电子组装领域形成了可复制的智能化升级范式。

一、项目概况

1. 项目背景

AI 等数字化技术推动电子制造业产品更丰富、迭代更快，少量多样生产模式占比上升，且 SMT 环节的自动化程度最高、制程相对标准。在日渐去中心化、去全球化趋势下，“全球本地化”成为制造新范式，为了要求制造总部集中管理贴近消费市场的产线，合规优化生产调配，台达等企业的动态产线布局更要凸显快速建线、导入新品等需求。为此，需将精细化管理下沉到各个区域产线并实现数字化、标准化线上管理。台达结合自身制造经验与技术能力，将产线管理知识融入智能产线管理系统 LineManager，该方案已落地并实现现场精细管理与总部集中管控的协同效应，提升了生产的柔性 with 韧性。

2. 项目简介

该项目依据 IPCCFX 国际标准及 AII 《电子装联设备交互信息模型》，以 LineManager 系统为核心构建智能产线管理方案，覆盖设备联网、数据标准化等全流程。方案通过“三总线一平台”架构适配多种工业协议、转换数据格式，打破设备与系统通信壁垒。目前其已在台达网通产品产线落地，支持设备集成、参数优化等场景，有效缩短换线时间、提升设备效率。

台达电子的信息模型体系以标准化和可复用为核心：

设备级：通过 IPC-CFX 与电子装联设备交互信息模型标准实

现多协议设备的快速接入；

产线级：在 LineManager 系统中建立统一数据模型，支撑配方管理、上料防错与 PQM 分析；

车间级：整合 SMT、DIP、测试等多制程模型，实现生产状态与质量数据的集中分析；

工厂级：构建总部集中与分厂协同的模型体系，实现跨区域产线的标准化管控与精益决策。

3.项目目标

项目旨在通过构建统一的智能产线管理体系，实现跨品牌设备的互联互通和工艺流程的标准化协同；通过配方管理、上料防错与工单追溯，减少生产换线与异常处理的时间；借助 PQM 指标分析与可视化看板，提升生产透明度与管理精细化水平；最终推动产线柔性化、精益化和智能化升级，支撑台达电子制造的高质量发展。

二、项目实施概况

1. 项目主要内容

在电子制造业少量多样化和全球本地化生产的背景下，台达在网通产品 SMT 制程段导入智能产线管理系统 LineManager，以解决分散产线与集中管控之间的矛盾。该系统融合台达五十余年的制造管理经验与十余年的智能制造创新成果，将现场管理知

识和最佳实践固化到软件平台中，实现“分散制造、集中管理”的智能化升级。

在设备与系统互联方面，LineManager 通过设备数据模型预定义和 IPC-CFX 统一协议，打通 IT/OT 层，实现多品牌、多型号设备的快速接入与原生整合，保证质量稳定并具备良好兼容性。系统支持自动化控制软件应用 App 按需配置，满足多样化生产场景。

在生产管理方面，方案支持配方线外编辑与模拟，结合配方管理和自动换线功能，大幅缩短新产品导入（NPI）周期，加快产能爬升；同时通过工单追溯与换线管理，实现生产的灵活切换和工序稳定执行。

在质量管控方面，LineManager 可对检测数据进行多层级穿透分析，并结合专家系统辅助判断，帮助快速排查隐性问题，降低“隐形”成本，减少产能损失。

在运营可视化方面，系统提供 KPI 广告牌功能，支持自定义指标与多角色视角，做到生产效能、设备状态“一目了然”，为不同层级的管理人员提供决策支撑。

该方案已在台达网通产品产线部署，并持续推广。通过现场精细化管理与总部集中计划管控的协同，台达实现了快速建线、快速换线和柔性生产，显著提升了制造体系的韧性与全球化响应能力。



图 1 台达智能产线管理系统总体架构图

2. 具体应用场景和应用模式

(1) 智能换线与配方管理

针对电子组装行业少量多样生产导致换线频繁、准备时间长的痛点，LineManager 提供换线准备看板，提前预告并提醒人员做好物料与工艺准备；支持配方线外编辑与模拟，加快验证与上线；通过自动配方下载，实现一键配置，减少人工干预和操作失误。这样不仅大幅缩短了新产品导入（NPI）周期和产能爬升时间，还提升了多工厂、多产线环境下生产的柔性化与韧性。



图 2 整线管理方案

(2) 上料防错与智能报警

在 SMT 表面贴装制程中，设备高速运转，一旦上错料可能导致大批量报废。LineManager 在上料环节引入防呆防错机制，通过扫描物料、料枪和料架站位条码，与料站表逐一比对，确保物料与工单要求一致，不符即触发报警，提醒人员检查。对于尚未维护料站表的企业，系统提供独立维护功能，保证信息完整；对于智能化水平较高的贴片机，系统支持免刷条码，由设备自行读取 feederid 并比对 slotid，形成“软防错”机制，进一步提升上料环节的可靠性。

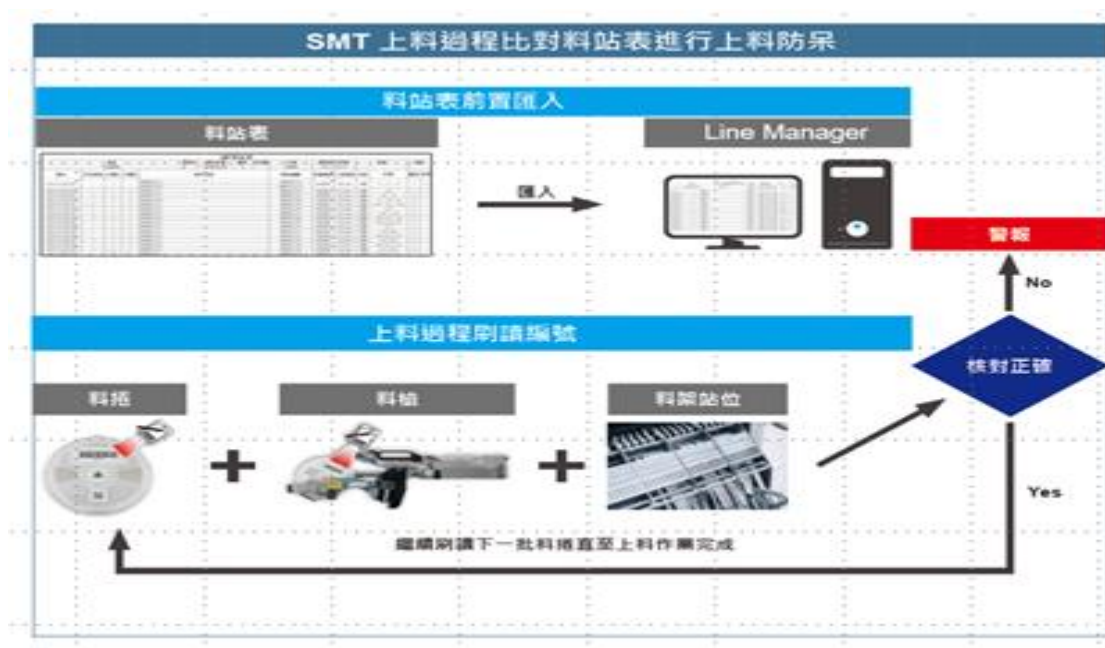


图 3 STM 上料过程比对料站进行上料防呆图

（3）质量监控与 PQM 分析

在生产过程中，系统实时采集每站点的生产数据，形成完整的产线级数据，并与工单信息关联，精准反映生产执行情况。LineManager 通过 PQM 看板，将关键质量指标进行可视化展示，不同层级、不同职能人员都能从自身关注的指标切入，逐层 Drill-down 分析异常原因。最终形成从感知、分析、决策到处理的闭环，帮助快速锁定关键问题，提升质量管控效率，满足高质量与低碳可追溯性的要求。



图 4 生产 PQM 看板

3.项目亮点

项目展现出以下亮点：

一是统一接口与高效整合。通过标准化设备数据接口规范，实现多品牌设备快速接入；对于无法统一的设备，提供数据转换模块，大幅提升 OT/IT 系统的整合度与运维效率。

二是全制程覆盖的情境方案。应用范围突破 SMT 制程，延伸至 DIP、TEST 与 Assembly 产线，围绕产线稳定性与质量目标，形成涵盖实务流、信息流与管理流的一体化解决方案。

三是最佳实践驱动的场景化落地。以电子组装行业的最佳实践为基准定义应用场景，为客户提供可复制、可落地的应用价值，推动生产现场的数字化与精益化升级。

三、下一步实施计划

未来将进一步与 AI 应用及数字孪生技术深度融合，推动数实融合的智能产线升级。在单机层面，实现关键制程设备参数的自动调整与优化，通过数字孪生动作模拟提升设备运行效率，并支持设备与零部件的健康度监测和寿命预测；在产线层面，强化 OT 整合，实现整线生产的协调控制，提前预测瓶颈工序，提升整体良率与产线稳定性。

四、项目创新点和实施效果

1.项目先进性及创新点

1.通过遵循电子组装行业标准、适配不同品牌设备功能及客户现有系统接口，为行业产线级互操作应用提供高性价比、兼容且可扩展的平台与应用。

2.产品级平台 DIAEAP+构建了设备联网及数据传输的统一架构与服务，并提供低代码开发环境支持客户二次开发。

2.实施效果

项目上线后，率先完成了设备标准通讯的整合，首条产线仅用一个月完成，后续导入可在一周内快速上线，大幅缩短了部署周期。应用模块化 APP 和 P、Q、M 多维度分析，使生产与设备状况实现可视化与透明化，管理层能够以 Drill-down 方式快速定位问题根因。结合移动终端，产线问题实现实时预警与处置，瓶颈与异常得以及早排除，保障生产连续性。上料环节通过智能校验降低人工错误，换线环节通过自动配方下载减少设备停顿，生产履历的完整记录则确保了客户稽核与异常追溯的可靠性。整体上，项目综合效益提升约 20%，单位小时产出提升 33%，显著增强了产线的柔性与管理韧性。

案例4

广州睿帆科技有限公司

轨道交通智能运营升级项目

广州睿帆科技有限公司作为国家级专精特新“小巨人”企业，在轨道交通领域助力广州地铁应对日均近千万客流下的系统异构、数据分散和运维压力。项目建设了覆盖全域数据融合、智能驱动和生态赋能的架构体系，统一采集和治理设备运行、客流监测、运维日志等多源数据，形成标准化、可追溯的数据底座。在此基础上，平台实现了客流预测、设备状态监控和智能调度等核心应用，显著提升跨系统数据互操作性与一致性，降低人工运维成本，缩短数据处理时延，为广州地铁构建安全、高效、智能的运营新模式提供了有力支撑。

一、项目概况

1. 项目背景

广州地铁作为全国客流量最大的城市轨道交通系统，日均运量接近千万，长期面临系统异构、数据分散和运维压力大的问题。传统信息化手段难以支撑实时监控与智能调度需求，迫切需要通过建设统一的数据中台，实现多源数据融合治理和高效应用，提升整体运营的智能化与精细化水平。

2. 项目简介

项目聚焦轨道交通多源数据的融合治理与智能应用，打造统一的数据中台，通过“智能检测（故障数据整合与知识图谱构建）、智能调度（客流监控预测）、贴心服务（智能客服）”三步走解决运营巡检问题，提供数据全流程服务，为广州地铁实现高效、智能、可持续运营提供核心支撑。

3. 项目目标

项目通过智能客服、智能监测等手段，旨在打破数据孤岛，增强数据质量与共享能力，进而提升地铁运维效率、降低人工成本，全面支撑广州地铁的智能调度与精细化管理。

二、项目实施概况

1. 项目主要内容

项目依托睿帆科技自研的 Baymax 大数据科学平台、雪球数

数据库以及生产云基础组件，为广州地铁搭建具备高可靠存储和高性能计算能力的数据中台，实现资源与 IT 服务的一站式管理。该平台既能支撑海量多源异构数据的高效接入与治理，又能提供灵活扩展的计算能力，推动广州地铁在智能化转型中建立坚实的数据底座。

在安全层面，项目同步构建生产云安全防护体系，确保数据和业务系统的稳定运行，为地铁运营提供可信保障。

在应用层面，项目以“三步走”策略推进场景落地：其一，智能检测，通过聚合设备故障数据并构建知识图谱，优化巡检与维修流程，提高运维效率；其二，智能调度，基于多源数据进行实时客流预测与调度优化，提升地铁运行的精准性与灵活性；其三，贴心服务，推出智能客服应用，支持票务咨询与自助处理，改善乘客服务体验。

通过上述体系，广州地铁不仅解决了运营巡检难题，还为未来线网级数据平台的建设奠定了坚实基础，实现了数据治理、业务应用与智能服务的深度融合。

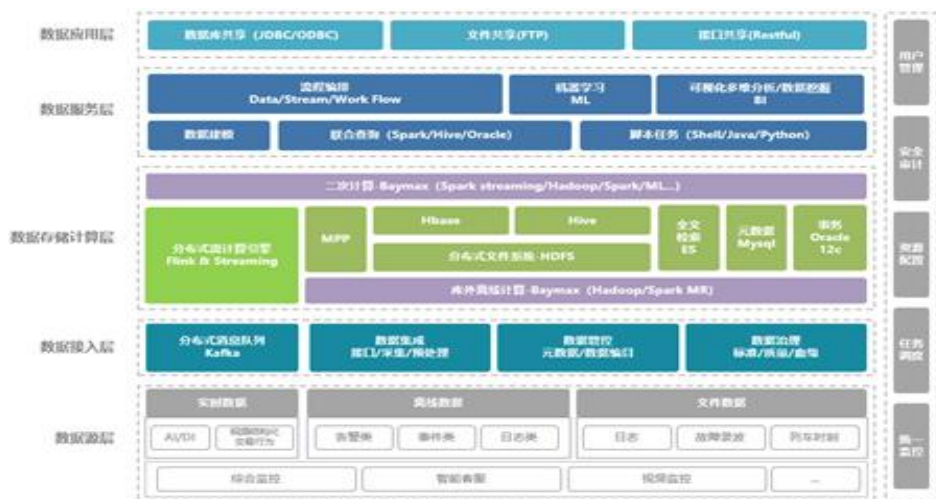


图 1 广州数据平台技术架构图

2. 具体应用场景和应用模式

(1) 应用场景

项目聚焦地铁运维、调度与服务三大核心环节，覆盖设备智能检测、客流预测调度和票务自助服务等应用场景。

(2) 应用模式

采用“全域融合-智能驱动-生态赋能”三位一体架构，通过数据集成治理、低代码开发等四大核心模块，实现轨道交通全场景数字化赋能。

3. 项目亮点

项目在数据融合、分析引擎和多元处理能力方面展现出独特优势：

一是打造全域数据融合引擎，通过智能协议适配整合 30 余类异构数据源，实现千亿级数据的实时与离线统一管理，将跨系

统查询效率由小时级提升至秒级，有效打破数据孤岛；

二是推出自研国产化高性能分析引擎——雪球数据库，实现轨交 OLAP 能力的国产化替代，支持 PB 级数据的实时预警与历史分析，已在全国 10 余个城市地铁落地并获公安部认证；

三是形成多元计算处理体系，针对不同业务场景灵活匹配批量计算、流式计算、并行分析和联机事务处理，满足轨道交通运营全场景的数据处理需求。

三、下一步实施计划

下一阶段，将聚焦于模式推广与生态化定制，通过“标准化输出+场景化适配”双轨策略，打造可复制的智慧地铁中枢。

1.通过提炼广州地铁数据融合引擎、雪球数据库、AI 治理体系，形成轻量化部署包，内置客流预测、设备健康度评估等通用数据模型，来帮助新城市地铁快速上线基础功能、降低成本。

2.按不同的地铁公司规模来定制不同方案：一线城市强化千万级实时客流调度、扩展跨线路联合计算；中小城市提供云端 SaaS 化服务（按调用量计费）。通过可视化配置中心调整 workflow，以此来满足安检数据本地加密等个性化需求。

四、项目创新点和实施效果

1.项目先进性及创新点

项目在数据处理、工具应用、治理模式和服务模式上均实现创新突破：在数据处理上，采用动态适配与冷热分层存储策略，结合实时流处理与离线批处理的融合架构，实现多类型数据的高效管理与计算；在工具应用上，依托 Baymax 大数据科学平台的低代码开发和 200+数据算子，大幅提升开发效率，并结合自研雪球数据库实现毫秒级查询性能；在治理模式上，建立三级血缘追踪与动态质量稽核机制，确保数据全链路可溯源与自动修复；在服务模式上，封装六大主题服务包并支持多通道调用，结合智能服务编排实现分钟级的业务响应。整体上，项目形成了全流程、智能化、可复制的数据治理与服务新模式，为轨道交通运营注入持续创新动能。

2.实施效果

项目的实施显著改善了运营与管理水平。

在社会效益方面，平台通过统一数据管理和智能化运维，避免了重复存储和冗余计算，每年节省千万级管理成本；同时整体生产效率提升约 15%，维护人员数量由 150 人缩减至 50 人，人工成本明显下降；依托智能分析与监控，设备利用率提升 20%，故障率与闲置率大幅降低。

在生态效益方面，项目优化了数据处理与设备运维的能耗结构，使系统能耗下降约 10%，提升了资源利用效率，实现了节能减排与绿色运营目标。

营销智能体矩阵应用项目

杭州鲸云智能工业科技有限公司作为国内领先的工业 AI 平台提供商，专注于人工智能、工业模型算法与知识图谱的融合应用，助力制造企业实现数字化和智能化升级。在智能制造营销环节，传统企业普遍存在市场响应慢、供应链协同不足、内容生产周期长等问题，影响全球竞争力。

为破解难题，鲸云智能基于自主研发的工业 AI 平台，构建“营销数据集智能体”矩阵，涵盖市场洞察、动态定价、内容生成和供应链协同等核心环节。项目融合时序预测模型、强化学习定价、多模态知识图谱和 AIGC 引擎，打通销售数据、原材料价格、工艺参数和客户信息等关键数据链路，形成“数据—模型—应用”一体化体系。

该项目显著提升了市场分析与响应能力，实现营销成本下降、预测准确率提升等，为制造业探索“AI+全链路营销”新模式提供了标杆示范。

一、项目概况

1. 项目背景

景弘盛通信以电缆定制为主营业务，SKU 数量庞大，产品非标准化程度高。在市场竞争加剧的情况下，企业面临市场响应滞后、供应链协同效率低和营销内容生产周期长等问题，需借助 AI 技术提升营销效率和供应链协同能力，构建面向全球市场的智能化营销体系。

2. 项目简介

该项目依托鲸云自主研发的工业 AI 平台，构建“营销数据集智能体”矩阵，覆盖市场洞察、动态定价、内容生成和供应链协同等全链路场景。方案融合多模态大模型、知识图谱、AIGC 引擎与强化学习定价算法，形成“数据—模型—应用”一体化架构，打通销售数据、工艺参数、原材料价格及客户信息等多源数据通道。目前已在景弘盛通信电缆业务落地应用，实现市场预测、定价优化与内容生成等环节的智能化，显著提升响应速度和营销效率。

3. 项目目标

该项目旨在通过构建基于工业 AI 平台的“营销数据集智能体”矩阵，全面提升制造企业营销环节的数据治理与智能化水平。目标包括：一是打通多源异构数据，实现跨系统的统一管理与标准化应用；二是提升市场预测与动态定价能力，增强企业应对原

材料价格波动和竞争态势的灵活性；三是推动营销内容生产自动化，缩短周期、降低成本；四是优化供应链协同与产销匹配度，提升整体运营效率；五是通过智能体矩阵沉淀行业知识与规则，形成可复制推广的智能营销新模式。

二、项目实施概况

1. 项目主要内容

在实施过程中，项目分阶段推进数据治理与智能体构建。

阶段一：聚焦于异构融合与质量控制，为后续数据治理和分析奠定基础。实现高质量、标准化、可追溯的数据输入系统，为后续治理和分析奠定基础。



图 1 第一阶段数据异构融合与质量控制图

阶段二：多模态图谱建模与推理实验方案：企业知识分散，缺乏统一的知识关联与推理能力。第二阶段聚焦于构建多模态知识图谱，实现复杂，业务场景下的智能推理与决策支持。构建企

业级"统一作战地图",实现复杂业务场景下的智能推理与决策支持,为企业业务突围提供知识图谱支撑。



图 2 多模态图谱建模与推理实验方案

2. 具体应用场景和应用模式

在市场洞察环节，项目部署基于 LSTM+Prophet 的时序预测模型，结合 RAG 知识检索，提升市场需求预测与政策风险研判的准确性，误差率控制在 12%以内。

在动态定价环节，构建融合原材料价格、竞品策略与客户弹性系数的 DQN 强化学习定价智能体，实现分钟级的策略优化，显著提升了价格响应速度和灵活性。

在营销内容生产环节，依托鲸云自研 AIGC 引擎与行业知识图谱，自动生成多语言、合规化的产品营销文案与方案，内容产出效率提升 10 倍，极大缩短了推广周期。

在供应链协同环节，项目应用多目标优化算法，提升产销计划匹配度与库存周转效率，产能利用率提高 40%，库存周转率提高 25%，有效缓解了产销错配问题。

通过“市场洞察—动态定价—内容生成—供应链协同”四大应用场景，项目形成了“智能体驱动+数据互操作”的模式，推动制造业营销环节实现全链路的数字化与智能化升级。

3. 项目亮点

项目通过先治理、后融合、再智能，逐步实现数据从采集到应用的全流程闭环，打造首个“A1+全链路营销”标杆，解决传统制造业依赖经验决策、响应迟缓的痛点。

三、下一步实施计划

下一步从两个方面进一步推进：

行业渗透路径：拉动行业 15%头部企业跟进；通过政企协同模式，取得省级工业互联网平台认证。

数据资产变现：行业知识图谱开放 API 接口，向研究机构提供数据服务。

标准输出：沉淀《制造业营销智能体技术规范》，参与国家标准制定。

四、项目创新点和实施效果

1.项目先进性及创新点

（1）数据处理方式

针对制造业普遍存在的系统孤立与数据割裂问题，项目构建企业级统一语义基础，通过数据字段语义映射实现跨系统数据对齐，完成异构数据源的高质量接入与整合，有效降低了系统改造和对接成本。

（2）工具创新

依托自研的异构数据融合与知识图谱构建工具，能够快速完成主数据清理、数据自动标注、知识图谱推理及因果链挖掘，显著提升数据治理的效率与智能化水平。

（3）治理模式

采用“技术解耦、灵活部署”的治理模式，企业可按需选用相关功能模块；同时，行业复用能力突出，如在电子电缆领域结合 DQN 定价模型与 RAG 知识图谱，实现投标效率提升 40%，展现出良好的可迁移与推广价值。

2.实施效果

（1）成本优化

动态产销计划优化使产能错配率从 30%降至 18%，库存周转率提升 10%，仓储与物流成本本年缩减百万。

（2）效率提升

市场分析报告生成时间从 3 天压缩至 2 小时，采购策略响应

速度达分钟级，年均可抢占 5%价格窗口红利。

（3）订单转化率提升

基于客户画像的精准触达(满意度 95%+)带动新客户增长 12%，预期年订单额增加 6%。创新加速价值。

（4）新产品上市周期有效缩短

通过项目的实施，新产品上市周期缩短 30%，进一步推动高附加值产品快速占领市场。

案例 6

北京数语科技有限公司

长安汽车数字化转型与数据应用项目

北京数语科技有限公司作为国内领先的数据治理平台提供商，在长安汽车数字化转型中承担了企业级数据治理体系建设。针对数据分散、标准不统一、质量不稳定等问题，项目打造“模型—标准—质量”三位一体架构：统一车型编码、供应商主数据等标准，构建企业级数据资产目录；通过逻辑模型到物理模型的自动生成机制，规范模型全生命周期管理；设定质量监控规则，对 BOM 表、订单等关键数据进行自动巡检与告警。该体系有效解决了数据重复、模型混乱与质量参差问题，实现跨系统数据的一致性与共享，显著提升业务数据获取与分析效率，为长安汽车智能工厂建设与供应链优化提供了坚实的数据底座支撑。

一、项目概况

1.项目背景

长安汽车作为国内领先的汽车制造企业，随着业务规模的不断扩大和数字化转型的深入，企业内部积累了海量生产、供应链、研发及管理数据，面临数据分散、标准不统一、质量参差不齐等问题，影响数字化转型进程。

2.项目简介

项目以“数据中台+治理平台”的集成模式为核心，构建了覆盖数据模型管控、数据资产目录和数据质量监控的全链路治理体系。通过模型全生命周期管理，实现从逻辑模型到物理模型的自动化生成与版本回溯，避免模型混乱和重复建设；通过建立企业级数据资产目录，统一车型、供应商等核心主数据标准，支撑业务人员自助查询和跨部门共享应用，提升了数据获取效率；同时，项目设定质量监控规则，对 BOM 表、订单等关键数据开展完整性、一致性检测，并在发现异常时自动触发告警，确保业务运行的稳定性与可靠性。

3.项目目标

项目旨在通过构建企业级数据治理体系，实现数据标准化与资产化；通过数据中台与治理平台集成，同步推进数据开发与治

理，提升业务部门数据获取效率，支撑智能生产、供应链优化等场景，全面提升长安汽车的数据管理与应用能力。

二、项目实施概况

1. 项目主要内容

项目通过资产盘点掌握集团数据规模与分布，实现业务系统及数仓数据线上管控；联动元数据、数据标准等要素，推动数据治理流程线上化，强化数据标准化并提升质量；同时为所有数据补充注释，助力理解其含义。

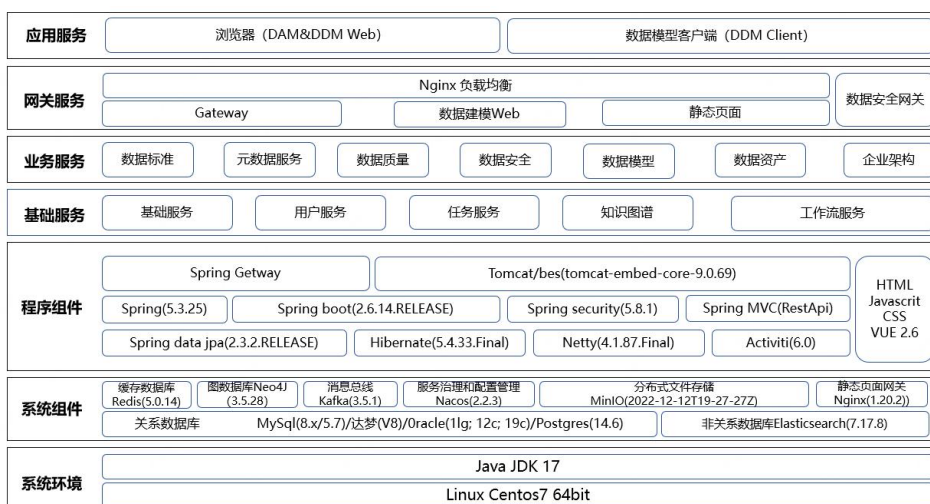


图 1 技术架构图

2.具体应用场景和应用模式

(1) 数据标准化

制定企业统一的数据标准（如车型编码、供应商主数据），通过术语库强制约束字段命名（如“VIN 码”采用标准词根）。

（2）模型管理

逻辑模型→物理模型→数据库脚本（DDL）自动化生成。版本比对与回溯，避免模型混乱。

（3）质量监控

对关键数据（如 BOM 表、订单数据）设置完整性、一致性规则。每日自动扫描质量问题并生成报告。

3.项目亮点

（1）“中台+治理”双引擎（行业首创）

模式：打破传统割裂流程，在华为 DGC 数据中台建设初期嵌入治理工具链，实现“开发即治理”。

技术：API 联动中台与治理平台，数据入湖自动校验规则，事后整改成本降 50%+。

影响：被一汽、比亚迪等借鉴，成制造业标杆。

（2）全自动化数据模型管控

高效建模：逻辑/物理模型、DDL 脚本一键生成，建模效率升 70%。

版本追溯：Git 式版本管理，可定位变更影响；内置 200+ 汽车行业规则，实时合规预警。

（3）业务场景驱动的数据资产运营

场景化目录：为智能工厂、供应链协同等定制数据视图；支持自然语言搜索，无需 IT 协助。

智能优化：按资产使用热度动态调整存储资源。

（4）质量与安全闭环管理（行业稀缺能力）

联动管控：数据质量问题自动触发权限收紧或告警；同一字段按场景动态脱敏。

可信存证：车辆召回记录等关键数据变更日志上链，审计不可篡改。

（5）可复用的汽车行业知识库

沉淀资产：含 2000+数据标准、50+质量规则模板；共享给供应商，对接周期缩 30%。

跨域适配：规则库替换术语即可适配机械、能源等行业。

三、下一步实施计划

短期（1 年内）：夯实现有能力，扩大治理覆盖范围；

中期（2-3 年）：通过 AI 与生态化释放数据资产价值；

长期：成为制造业数据治理的标准输出者，推动行业整体升级。

四、项目创新点和实施效果

1.项目先进性及创新点

（1）模式创新

首推“治理左移”的中台集成架构，改变制造业重开发、轻

治理的现状。

（2）技术创新

模型自动化、质量-安全协同、区块链存证等技术首次在汽车行业落地。

（3）运营创新

以业务场景驱动资产运营，实现数据从“管控”到“服务”的转变。

2.实施效果

项目全面部署以来，取得以下典型成效：

（1）效率提升

业务人员通过资产目录找数据时间减少 80%。

（2）质量改进

关键数据质量达标率从 60%提升至 95%。

（3）成本优化

数据运维人力成本降低 30%，重复开发减少 50%。

（4）业务价值

支撑精准营销、智能工厂等场景，年间接创收超千万。

案例 7

中国科学院沈阳自动化研究所

智能产线工艺设计应用项目

中国科学院沈阳自动化研究所作为我国机器人与智能制造领域的领军科研机构，近年来持续推动工业互联网与智能制造的深度融合。研发并落地了“工艺智能设计”方案，服务于机械、汽车等行业。该方案以 PLM、ERP 等工艺知识源为基础，结合数据标准化和知识图谱等技术，构建统一的工艺知识信息模型库，并通过规则引擎与语义建模实现动态关联和逻辑约束。系统可在设计参数变更时自动关联并校验 BOM 清单，打通设计、工艺与制造环节的协同。应用过程中，有效解决了工艺知识碎片化、数据不一致等长期痛点，显著提升了提高了设计与规划效率，降低了工艺错误率，并促进知识沉淀与共享。项目提出的“知识信息模型+规则引擎”双驱动治理模式和工艺参数语义建模引擎，突破了传统工艺数据单向存储的局限，形成覆盖 80%离散制造场景的可复制方案，具备良好的通用性和推广价值。

一、项目概况

1.项目背景

中国科学院沈阳自动化研究所与国内某智能生产线集成厂商合作，将设计、工艺、制造相关的文档、经验等进行标注和标准化，搭建知识管理信息模型；借助知识推理与规则引擎技术，自动完成工艺设计并生成所需数据文档，助力企业快速应对产品型号变更。

2.项目简介

项目依托企业现有 PLM、ERP 系统及工艺知识源，经数据标注与标准化构建工艺知识信息模型；借助规则引擎建立工艺参数语义模型及规则图谱，实现跨系统数据关联与动态推理。

沈阳自动化所的信息模型体系聚焦工艺知识与语义建模：

设备级：基于设备参数和工艺要素的知识标注，形成参数化模型；

产线级：构建工艺参数语义模型，实现设计、工艺、制造的联动；

车间级：形成工艺知识图谱，支撑跨部门协同与动态校验；

工厂级：建立知识信息模型库，实现全厂级工艺标准化与智能化设计管理。

3.项目目标

通过本项目，实现工艺知识标准化管理，提升数据一致性与可复用性，提高工艺设计与规划效率，降低对资深工程师经验的依赖，促进知识沉淀与共享，支撑生产线流程优化与标准化改造。

二、项目实施概况

1. 项目主要内容

本项目的技术架构以企业现有的 PLM（产品生命周期管理）、ERP（企业资源计划）系统及工艺知识源为基础，旨在通过标准化手段实现工艺知识的系统化管理与智能化应用。实施过程包括以下几个环节：

首先，从企业内部各业务系统中提取相关工艺数据，作为业务知识源，并利用数据标注技术对数据进行精准标注，使同类数据和具有关联关系的数据得到准确识别，从而保证数据一致性与准确性。其次，采用数据标准化方法对原始信息进行规范化处理，将原本分散但相关的数据进行有机关联，并以标准化知识信息模型的形式存储和展示历史工艺案例。

在此基础上，借助规则引擎对工艺知识进行结构化处理，构建工艺参数语义模型，系统化整理历史工艺参数信息，形成具有高度复用价值的工艺信息模型。进一步结合规则引擎建立工艺信息图谱，实现工艺知识的逻辑约束与自动推理。最终，通过案例库与规则引擎的深度融合，项目实现了跨系统的数据交互与条件

触发式的动态推理。例如，当 PLM 系统中设计参数发生变化时，系统可自动联动 ERP 的物料清单（BOM）进行工艺可行性校验，确保设计、工艺与制造的实时协同。

通过这一实施路径，企业不仅建立起覆盖全流程的工艺知识信息模型库，还实现了知识的共享、复用和创新，显著提升了工艺管理效率与智能化水平。

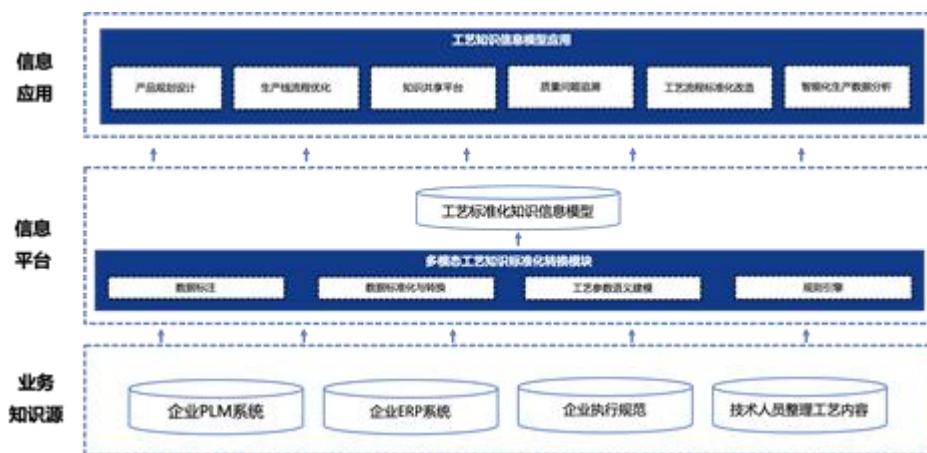


图 1 工艺标准化知识模型图

2.具体应用场景和应用模式

在具体应用场景和应用模式方面，重点体现在产品设计与工艺的协同以及生产规划流程的优化。一方面，通过在产品阶段就引入工艺协同，实现设计数据与工艺数据的紧密衔接，从而提升设计质量并缩短研发周期；另一方面，在生产规划环节加强流程优化，利用数据驱动的方式提升资源配置效率和生产灵活性，保障整体制造过程的高效与可控。

3.项目亮点

本项目的亮点主要体现在两个方面：一是通过“知识信息模型+规则引擎”的组合，构建了高效的数据模型，实现了数据在结构化、语义化和逻辑化层面的统一与规范；二是采用了实时双向校验机制，将图谱修正规则与规则丰富图谱相互作用，不断提升数据的准确性和智能化水平。

三、下一步实施计划

下一步实施计划将围绕三个方向推进：

一是持续开展知识规则库的性能调优，不断提升规则运行的效率与稳定性；二是加强案例库的建设，丰富典型应用案例，提升其覆盖度和代表性；三是推进设备与零部件知识体系架构的新增与设计，逐步完善面向多场景、多层次的知识支撑体系。

四、项目创新点和实施效果

1.项目先进性及创新点

（1）工艺知识治理模式的创新

突破传统的工艺数据单向存储模式，构建了知识信息模型（动态关联）与规则引擎（逻辑约束）深度融合的治理架构。

（2）工艺参数语义建模引擎

开发了面向制造领域的轻量化本体建模工具，并且支持非技术专家快速定义工艺实体关系。

2.实施效果

本案例通过构建标准化的工艺信息知识信息模型及其智能应用体系，切实解决了企业在工艺数据管理与应用中的突出问题，具体成效包括：

- （1）提升工艺数据质量与一致性；
- （2）提高工艺设计与规划效率；
- （3）降低生产过程中的工艺错误率；
- （4）推动知识沉淀、共享与创新能力。

案例 8

中科斯欧（合肥）科技股份有限公司

福耀集团全链路数据治理项目

中科斯欧（合肥）科技股份有限公司作为国家高新技术企业和工业互联网领域的标准制定者，长期专注于知识工程、大数据和人工智能的融合应用。在汽车零部件行业，企业与福耀集团合作建设互联协同平台，聚焦于跨系统数据治理和业务流程整合，解决多基地、多环节生产中“数据烟囱”和系统割裂的问题。

为应对数据分散、质量不一、跨部门共享难等挑战，中科斯欧基于“三总线一平台”架构，构建起覆盖数据采集、汇聚、治理、管理、应用的全生命周期体系。该架构通过设备互联总线、应用互联总线 and 数据连接器，兼容 30 余种工业协议和 200+数据格式，实现异构系统间的数据互联互通；同时结合工业数据融合智能体与标识解析体系，为设备和产品赋予唯一数字身份，打通工艺参数、质量检测、运维日志等关键环节的数据链路。

这一体系显著提升了福耀集团在生产、供应链和研发环节的

数据流通效率，实现了设备全生命周期追溯、工艺优化与异常处理加速，为企业打造柔性、高效、透明的智能制造模式提供了坚实支撑。

一、项目概况

1.项目背景

福耀集团作为全球领先的汽车玻璃制造商，业务覆盖研发、生产、供应链与销售全链条，累计数据量已突破 PB 级，涵盖生产设备运行、质量检测、供应链管理、客户订单等多类数据。然而，长期以来传统的信息化建设模式使数据分散在 MES、ERP、CRM 等 30 余个异构系统中，形成“数据烟囱”，不仅增加了数据获取与使用成本，也制约了数据驱动的精细化决策与业务创新。

2.项目简介

为破解数据割裂和价值沉睡难题，本项目建设覆盖全链条的数据治理与互联协同平台。该项目依托“三总线一平台”架构和工业数据融合智能体，打通设备、系统、应用间的数据壁垒，实现从采集、汇聚、治理、管理到应用的全生命周期治理。项目同时引入工业要素标识解析体系，为设备和关键数据赋予唯一数字身份，确保全流程可追溯与跨系统互操作。

3.项目目标

- （1）打破数据孤岛，让数据能跨部门、跨系统共享流通。
- （2）制定统一数据标准规范，保障数据一致、准确、完整。
- （3）提升数据质量，减少错误与缺失，增强其可信度和可用性。

（4）搭建数据分析平台，深度挖掘分析数据，为决策提供科学支撑。

（5）培养数据治理人才，培育相关文化，提高员工数据意识与素养。

二、项目实施概况

1. 项目主要内容

本项目的智能制造规划以数据治理为核心，构建覆盖设备、系统与业务的全链路治理体系。在 IT 端，通过融合平台汇聚来自 ERP、MES 等业务系统及智能设备的数据，并依托标准化、清洗、血缘分析等治理流程，解决数据不一致、冗余和质量参差等问题，再结合两化融合、物联网和大数据处理实现数据的高效流转与深度应用。在 OT 端，将工业自动化系统（如 SCADA、DCS）及底层设备运行数据纳入治理范畴，确保生产一线数据的真实性与完整性，从源头保障数据质量。如图 1 所示。

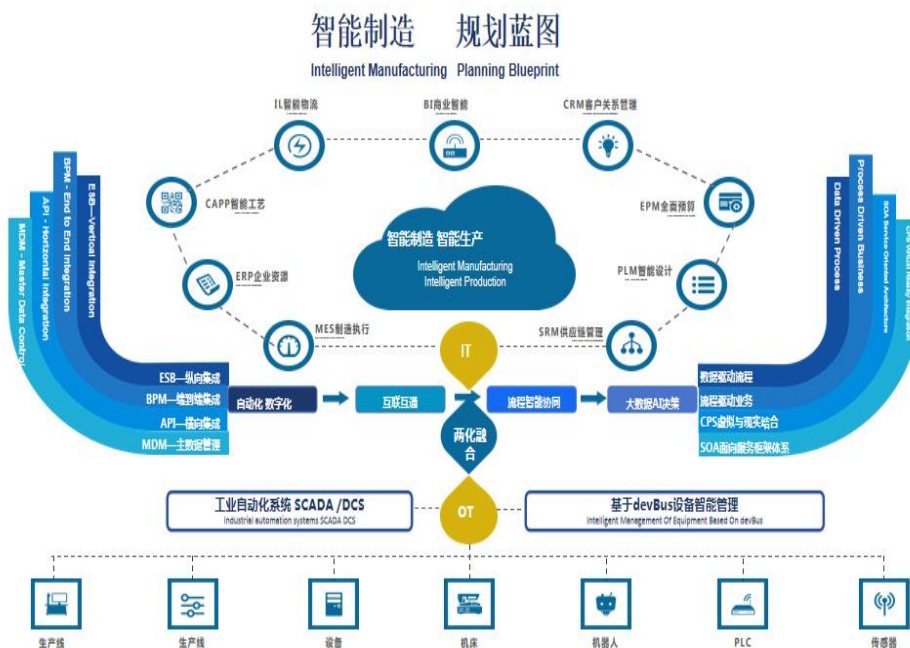


图 1 智能制造总体蓝图设计

总体应用功能设计架构以数据治理及标准化为核心，包含三大层面：应用层通过福耀统一协同门户对接各业务系统；平台层借助数据治理平台开展全维度数据管理，提供共享主数据访问接口；主数据资源层统一集团主数据标准与编码体系，规范流程并集中收分发数据，覆盖四大业务领域，实现数据统一应用。如图 2 所示。

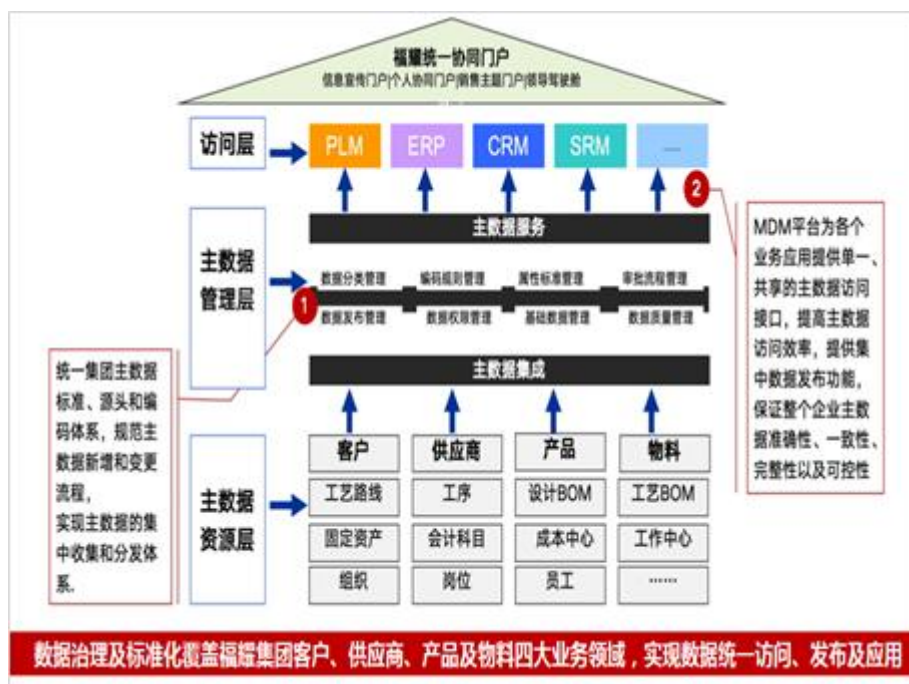


图2 总体应用功能设计架构

福耀集团数据治理项目采用边缘层-平台层-应用层三层技术架构，围绕工业数据全生命周期管理，搭建“采集-治理-应用”完整链路，以数据驱动提升制造效能、推动业务创新。

2.具体应用场景和应用模式

在福耀玻璃的生产制造环节，集团长期存在设备数据分散、运维响应慢的问题。项目通过在工厂部署工业数据融合智能体，对接生产设备、质量检测与运维系统，实现设备全生命周期管理。工人通过扫描设备二维码即可获取完整的运行与维保信息，并可一键发起维修工单，使故障处理时间由过去的“小时级”缩短至“分钟级”。这种“智能体驱动+标识解析”的模式，为每台设备赋予唯一数字身份，打通了设备信息的采集、追溯与跨系统流转，显著提升了生产透明度和设备管理效率。

在集团级数据治理层面，项目面向能源管理、供应链协同、研发设计等关键业务场景，统一采集并治理分散在 ERP、MES、CRM 等 30 余套系统中的异构数据。通过建立全链条的数据治理体系，实现了跨部门、跨系统的数据共享流通。尤其在能源领域，数据治理结合物联网感知能力，提升了资源调度与运行可靠性；在研发和军工类业务中，通过流程规范与统一标准，支撑新产品开发与合规审计。项目采用“全生命周期治理+大模型赋能”的模式，在提升数据质量与一致性的同时，引入 AI 技术实现规则自动发现与脚本语义化生成，大幅增强了数据治理的智能化与可扩展性。

3.项目亮点

（1）技术体系突破

通过“一物一码一链”标识体系与云原生技术解决“一数多源”问题；利用数据互联网技术构建可信数据空间，经清洗脱敏后将数据封装为服务向产业链开放，同时整合数据开发智能应用以提升制造效率与市场预判能力。

（2）核心突破

推动数据治理向资产运营范式升级，梳理 50 类核心数据资产并明确权责，将数据转化为产业链智能服务；依托可信数据空间实现合规数据共享，形成“数据创价值—价值反哺治理”的正向循环。

三、下一步实施计划

下一步，该项目将持续深化数据治理平台与业务系统的融合，拓展更多典型场景的应用落地，推动互联协同平台在全集团范围的复制推广。

四、项目创新点和实施效果

1.项目先进性及创新点

一是跨系统数据治理的全链路创新。项目以“三总线一平台”架构为核心，打通 ERP、MES、CRM 等 30 余个异构系统，形成覆盖采集、清洗、标准化、共享和应用的全链条数据治理体系，解决了长期存在的数据烟囱和信息孤岛问题，在行业内率先实现了跨部门、跨系统的数据统一管理。

二是行业可复制的推广价值。项目不仅在福耀集团的生产、供应链、能源和研发等环节实现了落地，还形成了“标准统一—流程闭环—智能应用”的可复制路径，为汽车玻璃及相关制造行业提供了可借鉴的治理范式和应用样板。

2.实施效果

一、经济效益：成本优化与效率提升

（1）硬件与运维成本显著降低

通过数据湖冷热存储、边缘层数据处理、设备健康度模型等

手段，降低存储、带宽及维护成本，整体下降 2.5%。

（2）生产与供应链效能提升

以智能算法优化工艺、高频数据采集支撑定制化生产，结合智能补货与标识解析优化供应链，相关成本降低 1.75%。

（3）研发与管理效率突破

结构化存储研发数据缩短研发周期，统一数据平台与自助分析工具提升决策及业务分析效率，成本降低 5.22%。

二、管理效能：全链条智能化升级

（1）生产制造智能化转型

设备通过唯一标识、异常预警、质量追溯体系助力提升设备的综合效率、生产连续性及质量管理效率。

（2）供应链管理协同优化

需求预测模型、跨系统数据集成、协同平台推动订单交付准时率超过 95%，提升了客户满意度与计划执行效率。

（3）研发创新数据驱动

统一了数据平台，支撑全球研发协作，数据驱动配方与维护优化，使研发周期平均缩短 5%-10%。