



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

电子装联设备交互信息模型 应用实施指南

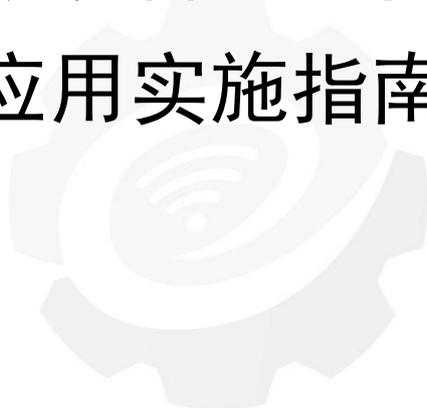
工业互联网产业联盟（AII）
2024年10月





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

电子装联设备交互信息模型 应用实施指南



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

工业互联网产业联盟（AII）

2024年10月

声 明

本报告所载的材料和信息，包括但不限于文本、图片、数据、观点、建议，不构成法律建议，也不应替代律师意见。本报告所有材料或内容的知识产权归工业互联网产业联盟所有（注明是引自其他方的内容除外），并受法律保护。如需转载，需联系本联盟并获得授权许可。未经授权许可，任何人不得将报告的全部或部分内容以发布、转载、汇编、转让、出售等方式使用，不得将报告的全部或部分内容通过网络方式传播，不得在任何公开场合使用报告内相关描述及相关数据图表。违反上述声明者，本联盟将追究其相关法律责任。

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

工业互联网产业联盟

联系电话：010-62305887

邮箱：aia@caict.ac.cn

前 言

近年来，工信部等部门深入贯彻落实党中央、国务院决策部署，深入实施工业互联网创新发展行动系列工程计划，扎实推进新型工业化，全力促进工业经济高质量发展。信息模型是工业互联网世界的普通话，是数据融合互通互操作的基础，在工业人工智能、数据治理等方面发挥着重要作用，是工业互联网规模化发展的关键技术。

电子制造是工业互联网、信息模型的重点应用领域。电子制造设备数据融合互通是指设备间的数据流转共享和资源协同互动，是以数据为驱动实现电子制造设备数字化改造和大规模更新的根本。面向电子元器件组装的电子装联是典型的电子制造过程，电子装联设备包括物理信息、属性信息和动静态工作状态等数据，当前，电子装联设备数据融合互通面临多源异构数据应用难、数据质量低下、系统集成成本高等挑战。有必要开展电子装联设备交互信息模型研究工作，推动设备数据互操作，支撑设备更新升级，服务新型工业化。为加速推动电子装联工厂数字化转型由点状探索迈向规模化普及，由工业互联网产业联盟指导，会同政、产、学、研、用各方于2022年编制《工业互联网电子装联设备交互信息模型》标准，为进一步推进标准应用落地，研究编制了本指南，旨在为电子装联数字化工厂建设过程的数据互操作、数据智能化应用、系统构建和组织实施提供参考方法。后续还将根据实践情况和各界反馈意见，适时修订更新，通过不断释放信息模型驱动的数据智能化服务价值，促进电子装联持续向高端化、智能化

和绿色化迈进。

指南共分为七个章节：第一章为总则。第二章从电子装联行业标准化发展现状出发，梳理电子装联设备交互信息模型应用需求，形成第三章的应用实施架构。第四章、第五章深入剖析电子装联设备交互信息模型实施路径、应用场景。第六章展望与建议。最后，指南给出了电子装联设备交互信息模型及应用案例，供行业参考。

组织单位：工业互联网产业联盟

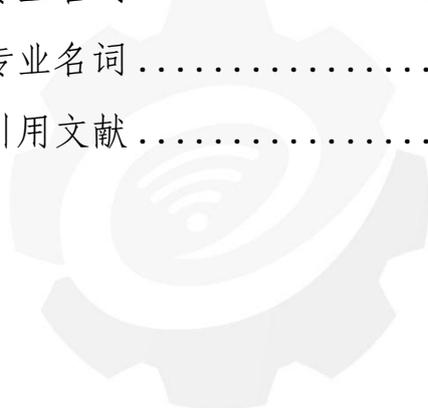
编写单位：华为机器有限公司、中国信息通信研究院、中兴通讯股份有限公司、台达电子企业管理（上海）有限公司、中电科普天科技股份有限公司、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、华为云计算技术有限公司、中控技术股份有限公司、中科斯欧（合肥）科技股份有限公司、卡奥斯创智物联科技有限公司、联合智造（北京）科技发展有限公司、北京邮电大学、中国科学院沈阳自动化研究所、施耐德电气有限公司、湖北坤盈数字科技有限公司、新元星字数联通信技术有限公司。

起草人：孔超、余思聪、王莹东、史建卫、黄颖、杨德波、魏东、尤昉、任涛林、郭小龙、王刚、陈军、王逢春、赵艳领、刘宗勇、张海城、张振、于万钦、周德营、路东、曾敬嘉、辛敏洁、曾军、滕颖蕾、钟远凡、刘阳、公彦杰、张誉、盖平。

目 录

前 言	4
一、 总则	1
(一) 适用范围	1
(二) 编制目的	1
二、 背景	2
(一) 电子装联设备信息交互现状	2
(二) 电子装联设备信息交互架构	3
(三) 应用实施标准概述	4
三、 应用实施架构	6
四、 应用场景	8
(一) 生产要素校验	8
(二) Recipe 集中管控	9
(三) 设备参数动态调优	10
(四) 生产现场可视	11
(五) 质量追溯	11
五、 组织实施	12
(一) 基本原则	12
(二) 实施流程	13
六、 展望与建议	18
(一) 展望	18
(二) 建议	19
附录一 信息模型概述	20
(一) 信息模型内涵	20

(二) 电子装联设备信息模型	21
附录二 行业应用案例	28
案例(一) 华为制造 APC 闭环控制系统	28
案例(二) 中兴 SMT 智能调度运营案例	30
案例(三) 台达供应链上游设备互操作性	34
案例(四) 卡奥斯创智物联电子装联 MOM 解决方案	37
案例(五) 联合智造电子装联路由器制造工厂	40
附录三 专业术语解释	43
(一) 中文专业名词	43
(二) 英文专业名词	43
附录四 规范性引用文献	45



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

一、 总则

（一）适用范围

电子制造业通常指计算机、通信和其他电子设备制造业【国民经济行业分类（GB/T 4754—2017）行业代码39】，主要涉及计算机、通信设备、广播电视设备、雷达及配套设备、智能消费设备、半导体等电子产品的加工制造。该行业涉及产品种类繁多，生产形式多样，既包括精密半导体器件的刻蚀加工和测试封装，也包括核心电路板的贴片加工和组装测试，同时下游又涉及计算机、汽车、手机等各类终端消费品的组装生产。本指南聚焦电子制造领域，对AII/013-2023《工业互联网 电子装联设备交互信息模型》标准（以下简称“信息模型标准”）的应用实施进行指导，覆盖电子装联产品生产普遍涉及的印刷电路板贴片、插件、组装、测试、包装、厂内物流等关键环节，针对各环节的设备交互给出具体的信息标准化建模方法和信息模型部署方案。

（二）编制目的

本指南旨在为电子装联实施新型工业化发展战略提供思路，支撑电子装联设备数字化联网和大规模设备升级更新。通过对电子装联数据融合现状、数据互操作需求、应用场景、应用架构、组织实施和实践案例等方面的系统分析，提出电子装联数据互操作建设方法论和实施路径，统一电子装联过程的信息描述、数据建模和数据管理方式。

二、 背景

（一）电子装联设备信息交互现状

电子装联是指按照电子装备总体设计技术要求，通过一定的连接技术和连接用辅料，将各种光电元器件、部件和组件等在电气上互连成具有特定功能和技术性能的电子产品的过程，是印刷电路板等电子产品的核心制造过程。电子装联属于精细制造范畴，包含焊接、贴片、插件、装配等多种装联工序，工序间的信息交互直接影响最终产品的可靠性和稳定性，各级工序互联对信息交互的标准化有严格的要求。

当前，电子装联标准主要集中在设备联网和数据集成方面，以国际标准化组织制定的标准为主。电子装联常用的 EtherCAT 和 Profibus 标准由德国企业组织编制，其中，EtherCAT 是一种实时以太网协议，因具有高保真数据传输、准确定时和高性能等优势，并且可扩展性强等特点主要应用于机器人、工厂自动化和自动控制应用。Profibus 是一种开放式工业网络协议，因具有高性能、高速传输和可靠性等特点，可以支持各种不同传感器、执行器和其他设备的链接。国际电子工业联接协会 IPC 于 2019 年推出支持产线信息集成的 IPC-2591 CFX 以及支持 M2M 的 IPC-9852 Hermes（替代原 IPC-9851 SHEMA）协议，作为电子装配过程系统间进行全向信息交换的数据集成规范得到广泛推广。

随着数字化、智能化电子装联需求不断增加，产业关注重点由设备联网转变为设备信息交互和数据互操作。尽管如此，面向电子装联的设备、设备与系统、系统与系统间的数据互通互操作困难，为电子装联产线的数字化改造带来挑战，具体表现在以下三个方面。一是制造设备往往由若干物理参数、各类异构的属性信息等组成，数据采集、处理和交互标准缺失；二是设备间通信协议多样，协议间兼容性差，

设备互联难度大；三是不同设备商采用不同的硬件和软件设计，导致设备之间的兼容性差，需要配套不同调试方案，需要多人协作才能完成调试工作，电子装联厂商需花费高昂成本对进场设备进行数据功能调试。

在工业互联网产业联盟的组织下，电子装联企业、设备供应商、技术研发机构、系统集成商等合作，从工业数据互操作视角出发，编制并发布《工业互联网 电子装联设备交互信息模型》标准。期望通过信息模型标准的实施降低电子装联设备信息交互成本。

（二）电子装联设备信息交互架构

电子装联设备包括生产制程设备、辅助设备、物流设备、组装设备、测试设备等。设备交互信息主要指制造控制系统处理的重量、单位比率、温度等参数信息，以及控制器、传感器和执行器的状态、事件、操作、行为等属性信息。电子装联设备通信架构如图 1 所示，在电子装联工厂通信架构中，设备与设备工控系统间相互通信，建立信息采集上报和远程控制等能力。

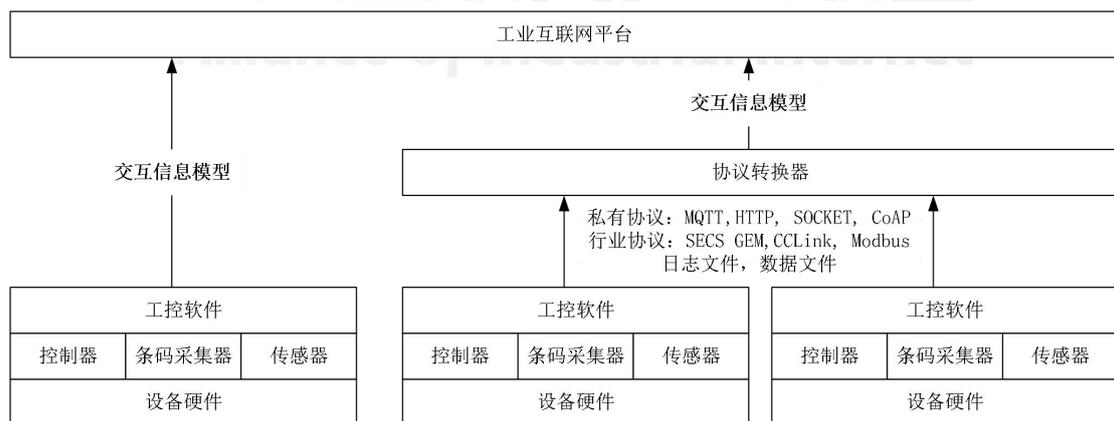


图 1 典型电子装联工厂设备通信架构

信息采集上报能力: 设备通过传感器、条码采集器, 控制器等采集设备状态参数、产品及物料条码、设备状态参数、关键工艺参数、设备异常告警等信息, 并将采集到的信息通过交互方式向主机上报。

远程控制能力: 工业互联网平台根据设备上报的信息, 通过信息交互方式对设备实施控制, 达到让设备按预期加工产品的目的。如, 调整设备工艺参数、切换 Recipe、控制设备启动或停止产品加工等功能。

表 1 典型电子装联工厂参与设备信息交互的对象

序号	对象类型	具体内涵
1	工业互联网平台	生产管理和控制、以及数据分析等集成制造系统
2	协议转换器	1) 将设备采集到的数据按转换成交互模型定义的标准格式上报给工业互联网平台 2) 按交互模型中定义的格式接收控指令, 转换设备侧的各种异构接口与设备工控软件交互
3	设备	设备硬件: 提供产品制程能力 控制器、条码采集器、传感器: 提供数据获取能力及指令接收能力 设备工控软件: 按自有接口上报数据及接收控制指令

(三) 信息模型标准概述

《工业互联网电子装联设备交互信息模型》标准规定了电子装联行业生产设备与上层制造应用系统的交互信息模型, 适用于电子装联生产设备的平台化管理和集中监控, 并为生产设备设计、开发和采购提供物联数字化参考。

信息模型标准针对电子装联过程的生产设备与主机之间交互的信息进行标准化建模, 涵盖生产设备与主机之间交互的4个环节、10

种交互场景，定义设备联机状态管理模型、设备登录管理模型、设备控制状态模型、设备数据上报模型、物料管理模型、工具管理模型、Recipe管理模型、警报管理模型、设备生产状态管理模型、产品生产状态管理模型共10类信息模型，信息模型与生产环节的对应关系如图2所示。

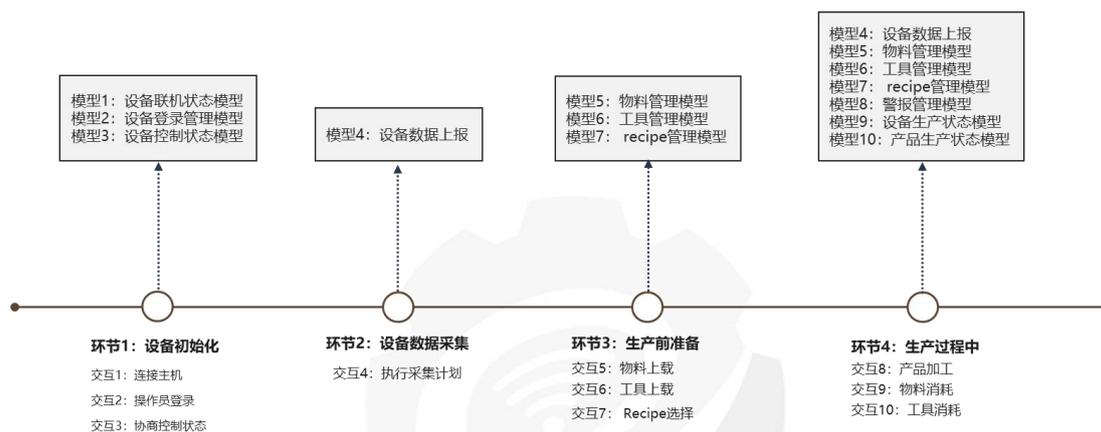


图2 工业互联网电子装联设备交互信息模型

1) 设备联机状态管理模型

设备联机状态管理模型定义了设备与主机间建立通信连接所处的各阶段/场景，包括主机请求设备联机、设备上报联机状态、设备或主机请求心跳子模型。

2) 设备登录管理模型

登录管理模型定义操作员在设备上登录和登出的过程信息模型。

3) 设备控制状态模型

设备控制状态管理模型定义设备与主机间控制模式切换与管理，包括主机请求设备控制状态切换、设备上报控制状态子模型。

4) 设备数据上报模型

设备数据上报模型定义主机查询设备、主机下发设备数据采集任

务、以及设备周期性上报数据的过程信息模型。

5) 物料管理模型

物料管理模型定义物料搬运、上载到设备，到从设备卸载、搬离的过程信息模型。

6) 工具管理模型

工具管理模型定义生产工具搬运、上载到设备，到从设备上卸载、搬离的过程信息模型。

7) Recipe管理模型

Recipe管理模型定义用户在设备/管理软件中创建、修改、选中、获取、修改、删除设备Recipe的过程信息模型。

8) 警报管理模型

警报管理模型定义设备警报发生及消除两种场景下的过程信息模型。

9) 设备生产状态管理模型

设备生产状态管理模型定义设备在RUN、DOWN、IDLE、PM等不同状态，以及对应子状态下信息模型。

10) 产品生产状态管理模型

产品生产状态管理模型定义设备加工产品的全过程，从产品上载到设备开始，产品离开设备结束加工为终止的过程信息模型。

三、 应用实施架构

电子装联设备交互信息模型在产线边缘层、平台层和应用层均可部署，基于此，可将应用架构可分为边缘设备层、生产系统层、业务

应用层，如图3所示。

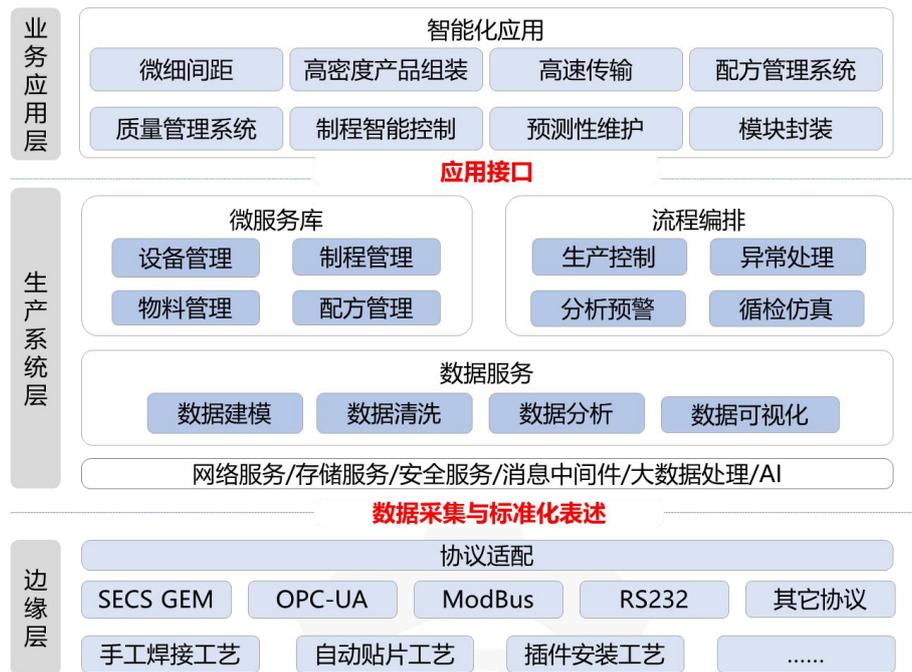


图 3 实施架构

1) 边缘层

通过数字技术及信息化手段，实现设备模型的抽象，使能设备数据采集及远程控制。通过各种通信手段，采集海量设备数据，供生产系统层各系统集成。边缘层构成电子装联数字化工厂的数据底座，为实现各种设备数字化场景提供数据来源。边缘层需要通过封装手段，将各种设备数据采集的通信归一化处理，向平台层统一呈现信息模型标准中定义的接口。

2) 生产系统层

通过大数据处理、AI等手段，对从边缘层采集到的数据进行清洗、分析、规整，供应用层消费。将行业Know-how抽象成微服务，为快速构建数字化应用提供支撑。利用流程编排技术，实现对数字化应用的快速集成，构建工业互联网生态。生产系统层需要提供对应的功

能，支撑信息模型标准中定义标准模型和业务场景，打通端到端的南向（边缘层）、北向（业务应用层）交互流程。

3) 业务应用层

业务应用层由企业生产制造、经营决策、产品全生命周期管理等各类业务系统组成，提供各种类型的创新应用。以信息模型为底层数据基础，将人工智能、大模型等技术应用到业务管理中，提升生产过程的智能化水平。值得一提的是，电子装联现场往往需要将大模型部分冗余功能裁剪，如，语言处理、语音识别等，将“体积”变小的“专业大模型（小模型）”部署在制造设备上，以保证智能化的实时性和准确性。业务应用层支撑信息模型标准定义的业务场景实现，以达到提升设备生产效率和提高良品率的目的。

四、 应用场景

（一）生产要素校验

电子装联主机采集设备生产的关键要素信息，调用业务应用层提供的规则校验服务，校验各种生产要素是否满足生产要求。

- 1) 产品校验：在产品进入设备、开始加工前，校验待加工的产品是否正确，是否可以在本设备上加工。
- 2) 物料校验：校验内容为物料正确性校验和物料齐套性检查---物料正确性校验是校验上载物料是否可在本工位使用、是否可供加工在制品使用；物料齐套性检查是校验加工在制品所需的物料是否齐套，是否满足启动加工条件；

- 3) 工装校验：校验内容为工装正确性校验和工装齐套性检查---
工装正确性校验是校验工装是否可在本工位使用、是否可供加工在制品使用；工装齐套性检查是校验加工在制品所需的物料是否齐套，是否满足启动加工条件；
- 4) Recipe校验：校验内容为Recipe名称、Recipe参数及其他设备运行所需要的常量信息---Recipe名称校验是校验设备当前选中的Recipe名称及版本是否为加工在制品的正确Recipe；
Recipe参数校验是校验设备上使用的Recipe参数设定值是否在合理范围内；
- 5) 操作员校验：校验内容为操作员身份是否合法，以及是否有对应权限操作设备对应功能。

如果校验通过，主机可下发指令指示设备启动产品加工，否则下发指令禁止设备加工。

（二）Recipe 集中管控

基于Recipe管理模型，通过部署RMS系统，可将设备加工产品所使用的Recipe进行集中管控。

- 1) Recipe生命周期管理：Recipe的创建、参数设定与更新、删除；
- 2) Recipe与产品绑定：绑定Recipe与产品的对应关系，同一个设备在加工不同的产品可使用不同Recipe；
- 3) Recipe下发：在设备切换待加工的产品时，可从主机一键操作，将Recipe下发到执行产品加工任务的同一工序下的所有设备。
通过将Recipe集中管控的做法，可降低Recipe管理的复杂性、保

证同工序设备Recipe的一致性及设备转产时Recipe切换的及时性。

(三) 设备参数动态调优

基于设备联机状态管理模型、设备数据上报模型、产品生产状态管理模型，通过部署APC(R2R)闭环控制系统，采集量测设备的产品数据，并利用数据统计分析手段，对生产设备的工艺参数进行调整，使产品加工流程总体恢复到预期结果。

APC闭环控制包含两种典型的控制场景。

1) 前馈控制

产品进入生产设备加工前，利用量测设备对产品的初始状态进行测量，并针对量测的结果进行分析、计算，得到生产设备加工产品所需的参数调整量，将调整量下发给生产设备执行生产活动。

2) 后馈控制

产品在生产设备加工完成后，利用量测设备对产品的加工结果进行测量，并针对量测的结果进行分析、计算，得到生产设备加工产品所需的参数调整量，将调整量下发给生产设备执行后续生产活动。

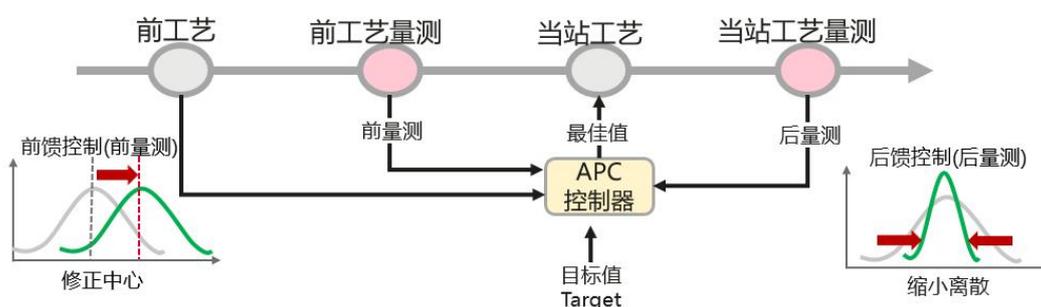


图4 后馈控制示意图

利用APC闭环控制流程，可增强产品加工过程的稳定性，保证产品品质。

（四）生产现场可视

电子装联工厂主机可以通过设备数据上报模型统一采集设备上报的信息，实现生产现场远程可视化监控的能力。

- 1) 展示人、机、料、法、环等关键生产要素的数量、状态等信息，当有潜在引起生产异常的情形时，及时提醒现场人员干预，避免异常发生；
- 2) 展示制程排产信息、生产节拍信息，提醒生产现场及时调整生产活动安排；
- 3) 展示生产中出现的异常，及时提醒现场生产、运维人员处置异常。

通过上述手段，达到降低宕机时间、提升生产效率的目的。

（五）质量追溯

通过设备联机状态模型、登录管理模型、物料管理模型、Recipe管理模型等关键模型，设备可以根据追溯要求，实时采集并传输设备相关、制程相关、环境相关等人、机、料、法、环全要素质量数据，支撑实现工厂全息追溯的完整性、一致性、及时性、有效性。

如在物料追溯场景下，设备加工产品时，扫描产品条码及物料条码并统计物料消耗数，将产品条码、物料条码、物料消耗数据通过产品生产状态管理模型上报到生产系统层，生产系统层将物料条码及产品条码的对应关系记录在持久化存储器中，提供机机接口或者人机接口供用户访问。在产品出现质量问题时，可以精准追溯到产生质量问

题来源。

五、 组织实施

（一）基本原则

本指南在应用实施过程中，应遵循以下原则。

- 1) 明确需求与目标：设备物联实施是工厂数字化实现的关键手段而非目标，需要在实施前与用户部门、行管部门达成清晰、具体业务需求和期望达成的目标，这样有助于指导后续各项工作顺利开展；
- 2) 实现方案合理性：物联网实施依赖技术方案与业务方案匹配，需要选择合适恰当的方案，如设备技术要求、设备改造、信息交互方式、实施工具选择等；
- 3) 数据安全和隐私保护：物联与应用系统交互需要基础安全，如配置安全（证书生成、敏感信息加密）、传输安全（SSL/TLS 认证）、身份认证安全（签名认证）、运行环境安全，以保证工厂基础信息安全与隐私保护；
- 4) 可扩展性与兼容性：确保物联网设备和系统能否与现有设备和系统兼容，避免出现兼容性问题。此外还需要考虑硬件和软件的可扩展性；
- 5) 可靠性与稳定性：建立系统备份和恢复机制，以应对可能的故障和灾难情况；
- 6) 项目管理与团队协作：需与周边部门共同制定详细的项目计

划，明确项目的各个阶段、任务和时间表，并进行有效的项目管理和监控。另外团队组成方面需要有技术任务、业务人员和管理人员多个角色参与。

（二）实施流程

1 设备采购

1) 设备供应商

应标时，需逐条答复标书要求的交互信息模型的条款，对于不满足项，需说明原因并提供相应的替代方案。

2) 电子装联工厂

电子装联工厂在设备采购阶段,需根据业务部门要求，整理设备数字化需求，并将需求映射到信息模型标准中定义的信息模型。将梳理出的需要设备支持的信息模型、标准文档作为设备技术规格书中的一部分，结合设备工艺需求（不在本指南定义）、设备数据采集清单（不在本指南定义）等内容打包提供给设备商应标。设备供应商回标后，需按供应商答复标准满足程度评标，并作为选择中标供应商的重要依据。

2.设备研发

1) 设备供应商

基于电子装联工厂提供的SDK及模型样例，开发设备软件。利用

电子装联工厂提供的模拟工具，针对电子装联工厂提供的测试用例要求，逐一执行用例，对于测试不通过的用例，需要修改软件BUG，力争跑通用例。如果BUG无法修复，需在测试报告中说明原因及容错措施和改进计划。

2) 电子装联工厂

为支撑供应商快速开发出满足本指南要求的设备，电子装联工厂可提供：

- 1) 各种常用编程语言的SDK，提供各种交互场景下的样例；
- 2) 主机软件模拟工具，在设备不具备主机联网的情况下，模拟主机软件的行为；
- 3) 设备软件测试工具、测试用例，测试工具需自动生成测试报告。

3.设备厂验

1) 设备供应商

配合电子装联工厂执行厂验活动，对不符合本指南之处制定整改计划。

2) 电子装联工厂

电子装联工厂可按设备供应商输出的测试报告进行逐一验收。针对不通过的用例逐一确认，对于阻塞性的关键用例，需要设备供应商改造后再重新测试，或者要求设备供应商提供限期改造的计划。如果

设备供应商改造后仍然无法通过用例或无具体改造计划，则判定厂验不通过，不允许设备进厂。

4.设备进厂

1) 设备供应商

现场提供技术支持。

2) 电子装联工厂

电子装联工厂需提供设备安置的场所，并提供满足设备工作要求的电源、通风条件。

电子装联工厂内的工程部门将设备联网（包括网络硬件施工、IP申请、防火墙开通等措施），申请设备使用者账号，安装安全防病毒软件等基础办公安全套件。在IT系统中注册设备并配置设备基础数据。

5.功能实施

1) 设备供应商

配合电子装联工厂在线执行测试用例。如果存在测试不通过的用例，需要和设备供应商一起分析问题原因，如果是设备软件原因，需要及时修改设备软件后重新测试。

2) 电子装联工厂

在功能实施过程中，电子装联工厂应遵循以下原则。

- 1) 电子装联工厂内的IT团队完成设备与主机网络集成；

- 2) 电子装联工厂IT团队按业务需求，完成平台层与上应用层的集成开发；
- 3) IT团队按设备→工业物联平台→应用端到端流程在线执行测试用例。

6.设备验收

1) 设备供应商

配合需求方执行验收活动。

2) 电子装联工厂

- 1) 电子装联工厂IT团队需和业务方一起，按设备采购阶段提供的需求清单，逐项执行端到端的业务功能验证；
- 2) 根据功能验证结论，判定是否验收设备。

7.设备试运行

1) 设备供应商

IT技术人员现场支持。

2) 电子装联工厂

- 1) 安排小批量试运行任务，验证设备运行的可靠性。
- 2) IT部门提供技术人员现场跟线，及时解决试运行期间出现的问题。
- 3) 针对生产过程中发生的典型异常，需整理异常诊断方式和恢

复措施，形成案例库。

8.设备量产

1) 设备供应商

现场IT技术人员退场，提供远程售后服务。

2) 电子装联工厂

- 1) 现场IT人员培训现场工艺人员，指导其独立完成设备维护及常见生产异常处理；
- 2) 输出操作指导书，培训操作员按指导书操作设备，解决常见生产异常；
- 3) 部署远程监控工具，在运维中心远程监控设备运行情况；
- 4) 现场IT人员退场，转由现场设备工艺维护。

9.设备运维

1) 设备供应商

- 1) 提供远程售后服务；
- 2) 修改设备软件解决量产时发现的软件BUG。

2) 电子装联工厂

- 1) 提供远程运维工具，配合生产现场，远程解决生产异常；
- 2) 持续收集设备异常，诊断异常原因并制定恢复方案，补充案例库；

- 3) 对于操作员误操作、漏操作引起的异常，可刷新操作指导书规范操作员行为。

六、 展望与建议

(一) 展望

面向未来，微细间距、高密度、高速传输、模块化是电子装联的发展趋势，推动电子装联设备向精密、智能化方向发展，同时也对电子装联设备信息无障碍交互提出更高要求，具体表现在以下四个方面。

一是产线柔性化水平逐渐提升。标准化的信息模型能确保设备间无缝通信，减少因接口不兼容导致的停机时间，提高生产线的整体效率。同时，模型的可扩展性允许轻松集成新设备和技术，增强产线灵活性。

二是供应链管理协同能力不断提高。通过统一的信息模型，供应商与制造商间的设备健康信息同步更加顺畅，丰富的设备运行数据为预防性维护提供了可能，减少现场服务需求，有助于实现供应链的透明化和可追溯性，降低库存成本，提高响应速度。

三是技术创新步伐加快。统一的标准支持跨部门合作，研发部门能够基于共享的工程数据快速迭代设计，缩短产品上市周期。

四是基于数据交互的业务场景拓展。场景级交互是业务的基础，随着AI技术的发展、数据的逐渐完备，未来企业将更多结合AI和数据主动驱动业务发展。如，AI可以通过对现有数据、场景的学习，分析生产数据、预测设备故障，提前维护设备或者其他辅助资料保障生产连续进行。

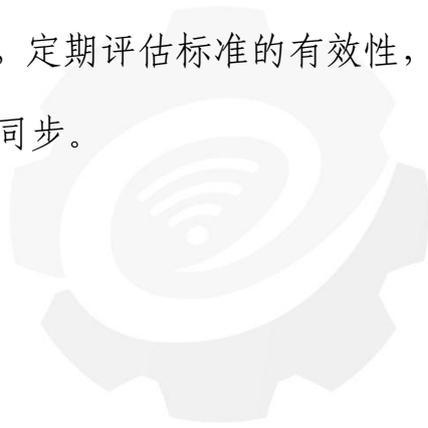
（二）建议

为推动电子装联设备交互信息模型的落地应用，有以下三点建议。

一是推进配套工具的研发。研发电子装联设备交互信息模型建模工具，降低标准使用门槛，同时建立信息模型共享机制，依托信息模型库等设施开展电子装联领域信息模型资源共享。

二是挖掘信息模型应用深度。发展人工智能、大数据等技术，建立基于信息模型的电子装联智能化生产线。

三是建立反馈与改进机制。鼓励标准用户反馈实际应用中遇到的问题和建议，定期评估标准的有效性，及时调整优化，确保标准与实际需求保持同步。



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

附录一 信息模型概述

(一) 信息模型内涵

信息模型按照建模对象类型可分为数字资产模型、语义模型、信息服务模型以及协议适配模型等。其中，数字资产模型精准呈现各类电子装联设备的数字化特征与属性，支撑数据分析和智能管理。语义模型规范和定义数据语义，保证信息理解的一致性与准确性。信息服务模型架起设备与各种服务间的桥梁，让设备能高效与服务系统交互协作。协议适配模型支持不同数据采集协议统一映射，保障多源异构数据的采集。信息交互示意如图5所示。

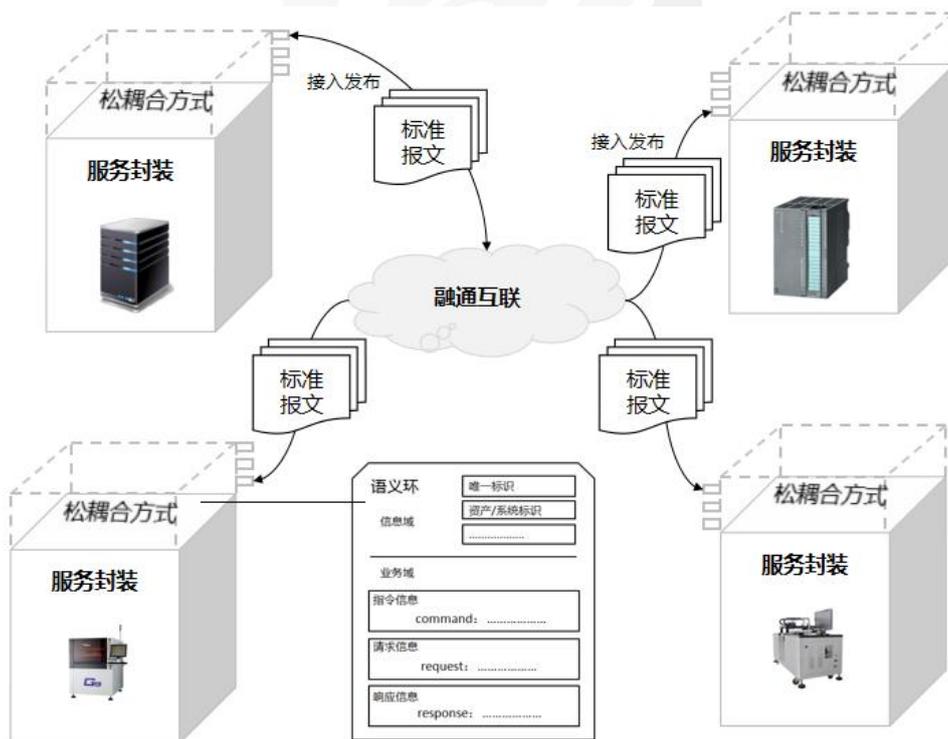


图5 信息交互示意图

(二) 电子装联设备信息模型

1. 数字资产模型

数字资产模型由基本信息、状态信息、质量信息、能力信息构成，如图6所示。

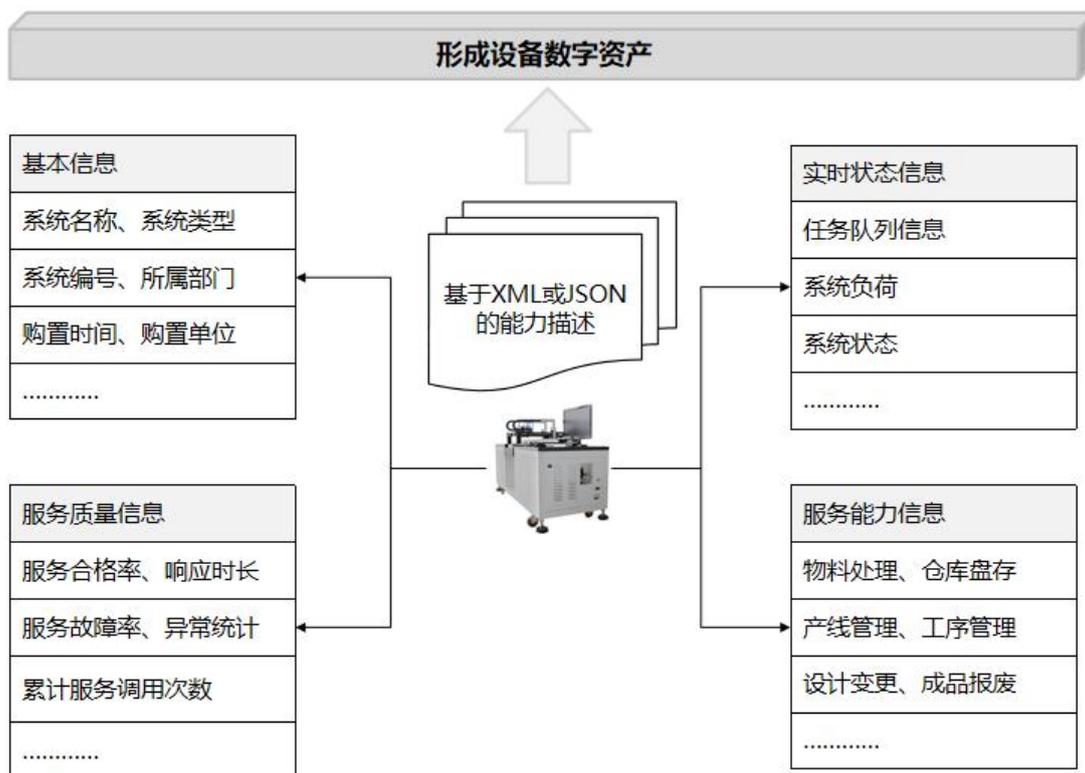


图6 设备数字资产模型

a. 基本概念

资产所代表的综合设备数字资产模型，其作用在于对设备相关的数字资产进行描述、管理与追踪。

该模型涵盖设备物理属性及相关数字信息（如技术规格、维护记录、使用数据等），能助力企业优化设备资产管理，提升可用性与可靠性，降低成本，且为设备全生命周期管理给予有力支撑。

b. 关键组成部分

设备信息：包含着设备的唯一标识信息、制造商的相关信息、型号、生产日期等基础性质的数据。

技术规格：详细地罗列出设备的性能参数、功能特点以及可支持的软硬件接口信息。

维护与使用记录：详细记录设备的维修过往历程、更换的部件详情、保养具体状况，还有设备的使用时长、使用频率等运行方面的数据。

相关文件和资料：涵盖诸如用户手册、技术文档、保修卡之类的电子资料。

c. 数字化管理

资产模型凭借数字化的手段，达成了设备信息的集中化存储、快速的检索以及即时的实时更新。

运用云计算、大数据等先进技术，针对设备的使用状况展开深入分析与精准预测，从而为设备的维护工作和管理事宜提供坚实的数据支撑。

d. 应用场景

该模型能够广泛应用于各类设备的整个全生命周期管理之中，涵盖的范围包括但不限于工业设备、办公设备以及医疗设备等。

通过资产模型，企业或者个人能够以更高的效率来对自身的设备资产予以管理，有效地降低维护的成本支出，显著提升设备的使用效率。

2. 语义模型

语义模型的核心主要由语义环组成,负责处理语义、语法的统一,如图7所示。

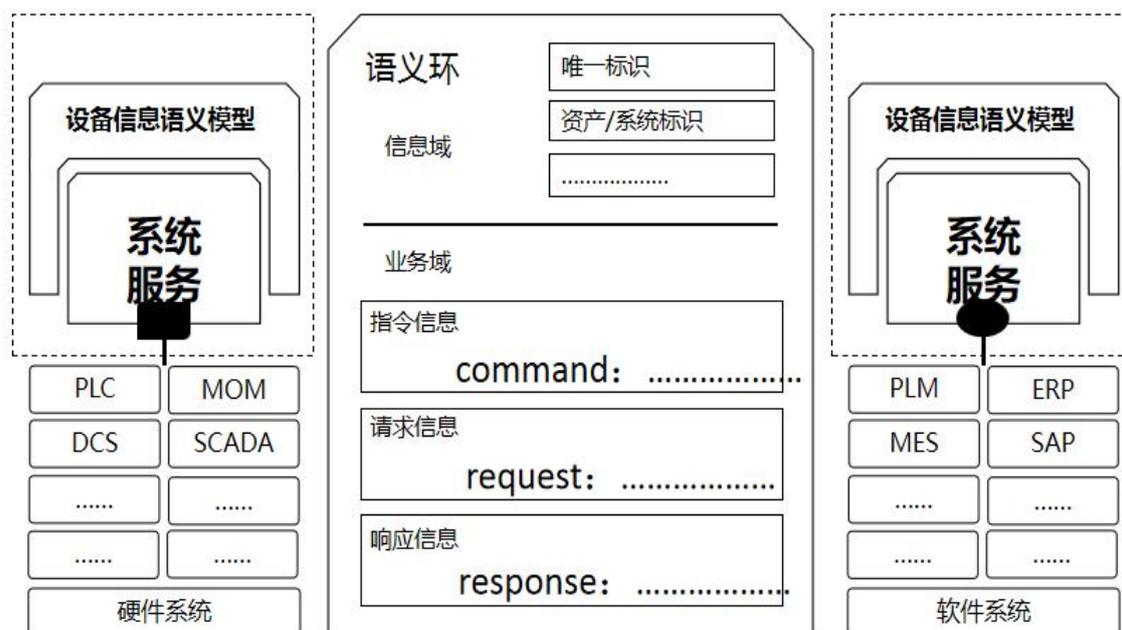


图7 语义模型

a. 基本概念

语义模型作为一种用于描绘设备信息的数据模型,以语义化的方法来表达和构建设备关联的数据。该模型通常采用 XML 或 JSON 等数据报文结构,以此实现不同系统间的数据交换与共享。

b. 关键特点

语义丰富性: 设备信息语义模型不但涵盖了设备的基本信息,而且还牵涉到设备的功能、性能、状态以及与其他设备之间的关联等一系列语义信息。

结构化表示：通过 XML 或 JSON 等结构化的格式，该模型可以非常明晰地展现出设备信息的层次结构以及关联关系，从而有利于对数据进行解析和处理。

扩展性与灵活性：语义模型对自定义字段和属性予以支持，能够依据实际的需求来进行扩展，以适应不同类别设备信息的描述。

c. 应用场景

设备管理与监控：通过设备信息语义模型，能够达成对设备的远程实时监控、状态精准检测以及故障准确诊断。

数据集成与共享：该模型在很大程度上有助于将分散在不同系统中的设备数据顺利进行集成和全面共享，进而切实提高数据的利用率和一致性。

智能决策支持：基于设备信息的语义分析，能够深入挖掘设备数据背后的潜在价值和关联信息，为设备维护决策提供针对性的建议，为设备管理决策提供全面的数据支撑。

d. 技术实现

语义模型可采用通用的数据报文格式（如，XML、JSON等）以及定义清晰明确的元素及属性命名规则。在具体的实现进程中，能够运用现存的语义建模工具及技术来对模型的构建和管理起到辅助作用。

3. 信息服务模型

信息服务模型主要通过继承、重构、重写的实例化派生方式生成对应的设备服务目录，如图8所示。

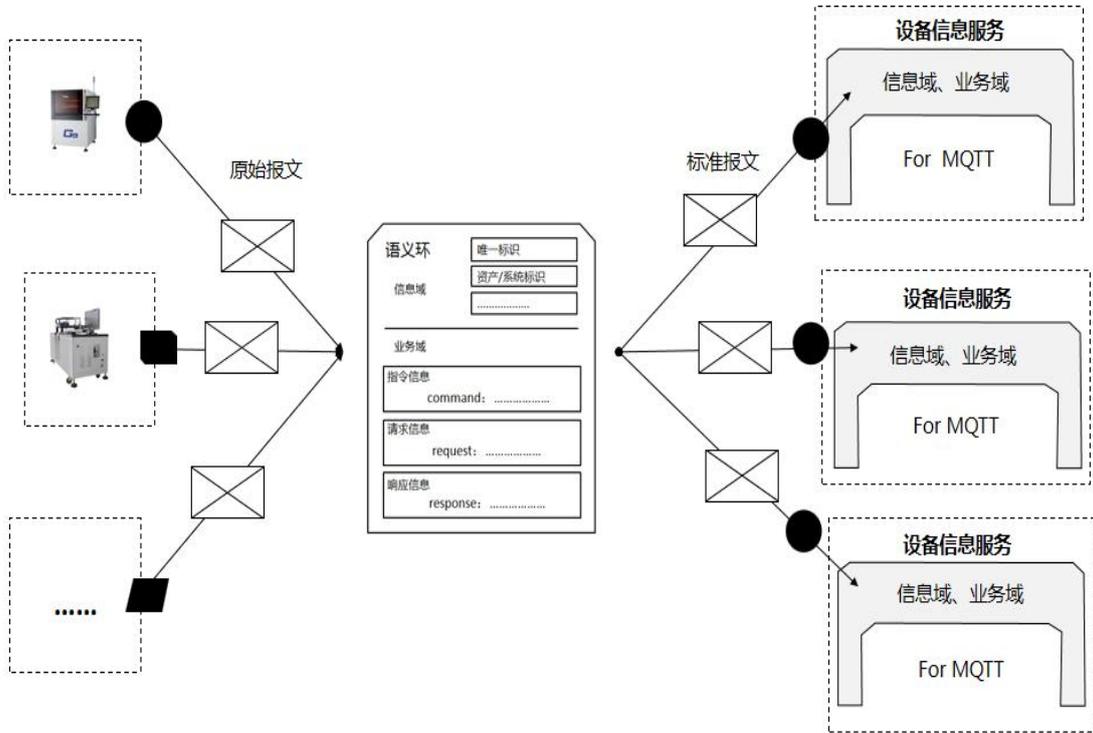


图 8 设备信息服务派生

a. 基本概念

信息服务模型是指把与设备信息相关的接口进行标准化的服务化封装，以标准化的服务接口形式予以发布，进而达成对设备信息的有效管理与运用。

b. 核心要素

接口标准化：对设备信息相关的接口进行标准化处理，确保接口的一致性、通用性和可复用性。

服务化封装：针对设备信息相关的接口实施标准化的处置，切实保障接口的一致性、通用性以及可复用性。

API发布：将这些封装好的服务以标准化的服务 API 形式予以发布，促使其他系统或者应用能够便捷地进行调用。

c.服务治理与监控

对发布的API服务进行调用监控，确保服务的稳定性和可用性。

对发布的API服务进行调用情况及状态监控，通过有效分析和反馈机制及时发现并解决问题，确保服务的稳定性和可用性。

实施服务治理策略，如负载均衡、容错处理、访问控制等，以保障服务的高效运行，确保服务在不同场景下都能稳定可靠地发挥作用。

d.有效调度

通过服务治理机制，实现服务接口的有效合理调度，确保请求能够以快速且精准无误的方式得到处理。

依据服务的使用状况以及资源的具体情况，灵活且动态地对服务的分配与优先级进行调整，从而能够满足持续不断变化的各种需求。

e.应用场景与价值

在物联网以及智能制造等诸多领域中，设备信息服务模型对于达成设备的远程监控、数据采集以及状态分析等功能而言，具备极为重要的意义。

借助标准化的服务接口，不同的系统和应用能够实现无缝对接，极大地提高了系统的可扩展性与维护性。

服务模型的运用有利于提升系统的整体性能与稳定性，降低开发和运维的成本。

综上所述，设备信息服务模型乃是一种对设备信息相关接口予以标准化服务化封装的模型，其通过发布标准化的服务 API、施行服务治理与监控，并且实现服务接口的有效调度，从而为设备信息的管理和运用提供了高效且稳定的有力支持。在实际应用场景里，该模型对于提升系统的可扩展性、维护性以及性能有着非常显著的价值。

4. 协议适配模型

协议适配模型通过若干协议种类的适配器，完成异构多源装联设备的接入，如图9所示。

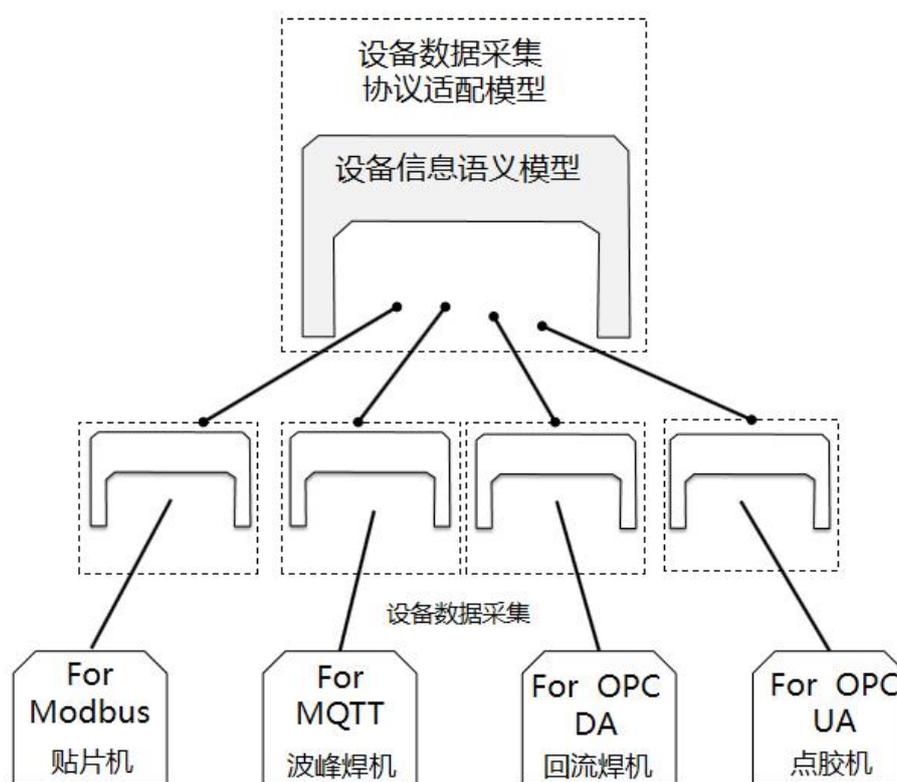


图 9 协议适配模型

在电子装联现场，存在着多种工业通信协议，如，OPC UA、Modbus、MQTT 等，为了对来自不同协议的数据予以统一化的管理和处理，有必要构建统一协议适配模型。协议适配模型的核心功能在于对各异

的工业通信协议实施标准化的报文封装操作，将各类协议映射为统一标准的数据通信机制，消除不同协议间的差异。同时，该模型具备可扩展性，使得系统能够应对未来可能出现的新协议或协议变更。

附录二 行业应用案例

案例（一）华为制造 APC 闭环控制系统

1. 案例概述

华为制造某产线的印刷机设备，在设备器件老化、例行保养或更换钢网等活动中，会逐渐造成工艺误差，随着生产的持续进行，误差会逐步累积，最终造成良品率随着时间的推移逐渐下降。

为解决上述问题，华为制造基于华为制造工业数字化平台部署了闭环系统，利用SPI设备对印刷工序后产品关键质量参数测量，进行信息模型建模并上报给云端闭环系统。在闭环系统检测到工艺误差达到设定阈值时，计算出印刷工艺参数的调整值，并下发调优参数给印刷设备，印刷机利用调优后的工艺参数加工产品，以达到消除工艺误差的目的，实现印刷设备的主动自调节和自闭环。

2. 方案设计

在印刷机信息交互过程中，参与信息交互的设备包括印刷机+SPI设备、工业数字化平台、闭环控制系统，具体信息交互方法如图11所示。

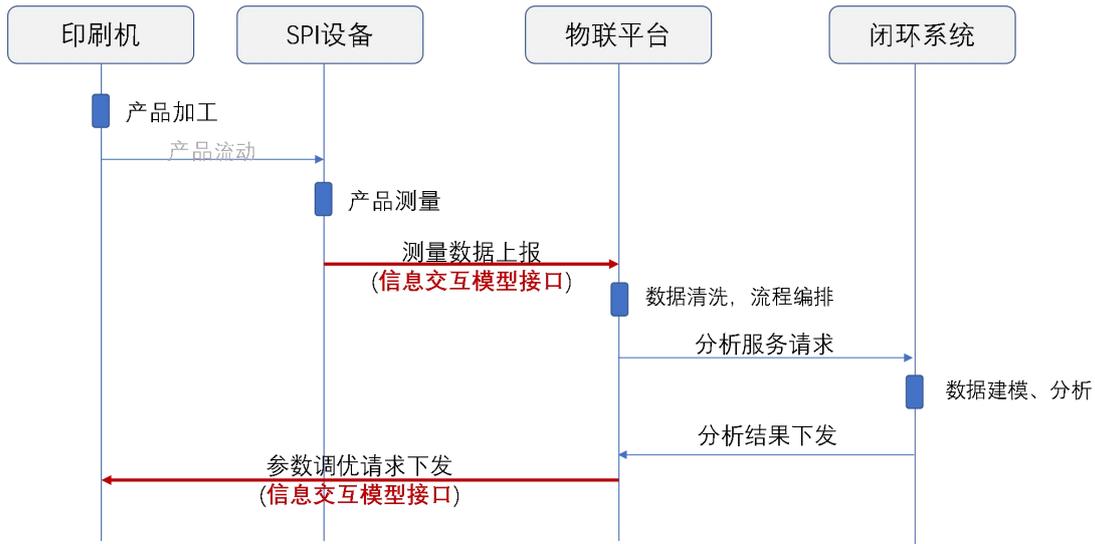


图 10 基于信息模型的印刷过程交互

SPI设备测量印后的产品，获取印刷结果的量测数据，通过信息交互模型接口上报到工业数字化平台。

印刷机接收工业数字化平台的工艺参数调优指令，按调优后的参数加工产品。

工业数字化平台对SPI设备上报的数据进行清洗、补齐、分析剔除异常数据，通过服务编排方式调用北向闭环控制系统数据上报服务接口，接收闭环控制系统的参数调请求，下发给印刷机。

闭环控制系统收集数字化平台上上报的量测数据，建模分析，计算调整量，当调整量超过特定阈值时，下发调优请求给数字化平台。

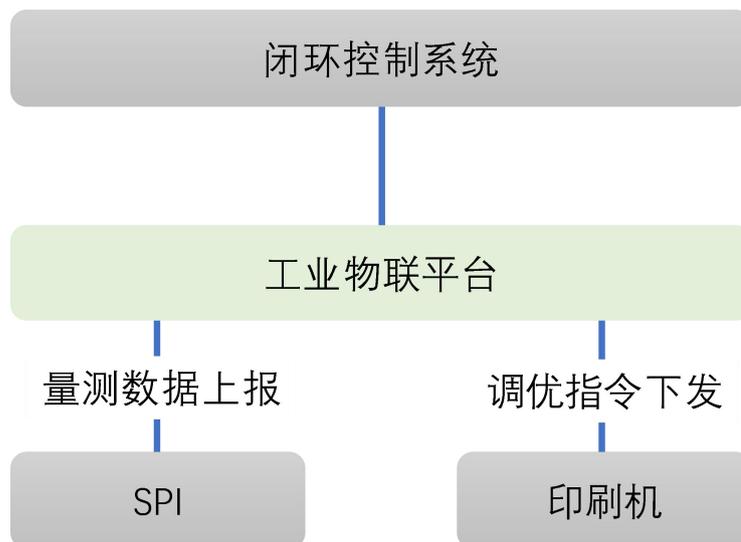


图 11 基于信息模型的的印刷交互方法

3. 应用效果

本闭环控制系统已推广应用产线60+条，取得如下效果。

1. 产品印刷不良率由0.2%下降0.05%，且免除了人工调整工艺参数的工作量；
2. 量测数据和调优效果远程可视，实时监控数据调优工艺偏差曲线；
3. 远程集中监控设备生产状态及Lite-APC工作状态，停机时及时介入处理，总有效机时提升10%。

案例（二）中兴 SMT 智能调度运营案例

1. 案例概述

中兴南京滨江生产基地主要生产5G基站设备、服务器及存储等电子产品，是中兴目前智能化程度最高的5G全连接数字化示范工厂，其SMT车间全面实现了电子装联设备的互联上云及云端的智能调度运营管理。

该案例主要聚焦电子装联设备交互信息模型标准的云端数字化应用，重点在于设备故障响应、工艺调优、制程管控与生产可视化四大应用领域。设备主要包括上下料、流水线传输、印刷机、SPI检测、贴片机、AOI检测和回流焊接等SMT设备。

2. 方案设计

为实现不同设备间的交互，中兴根据不同设备特点，基于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。

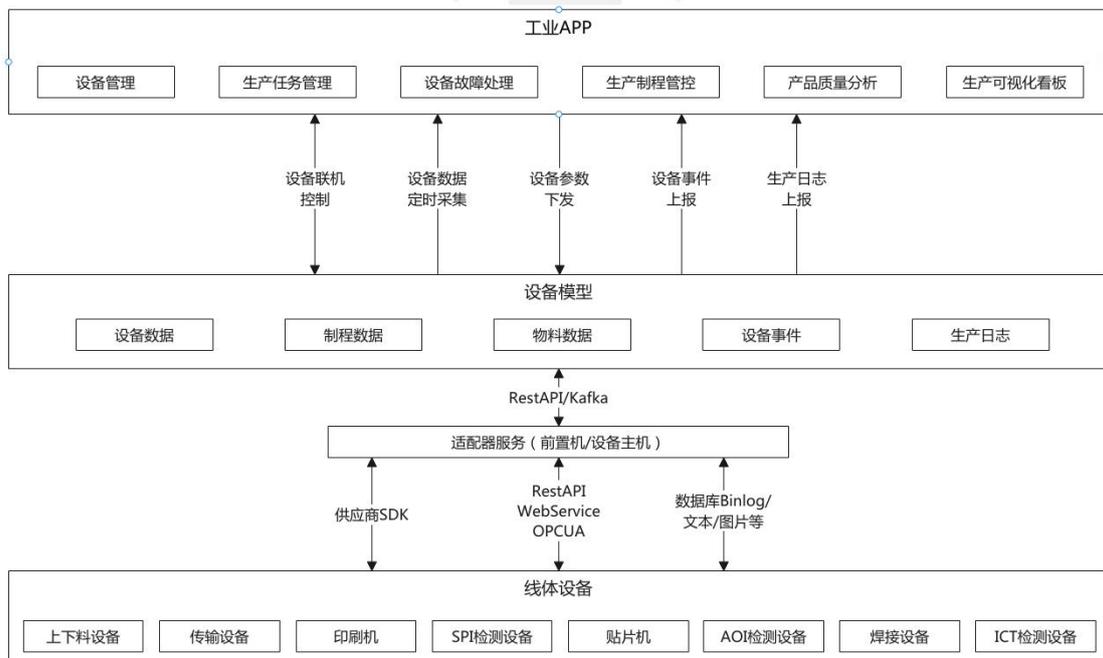


图 12 设备信息交互示意图

3. 应用效果

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、生产运营中心级智能派单系统，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 13 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

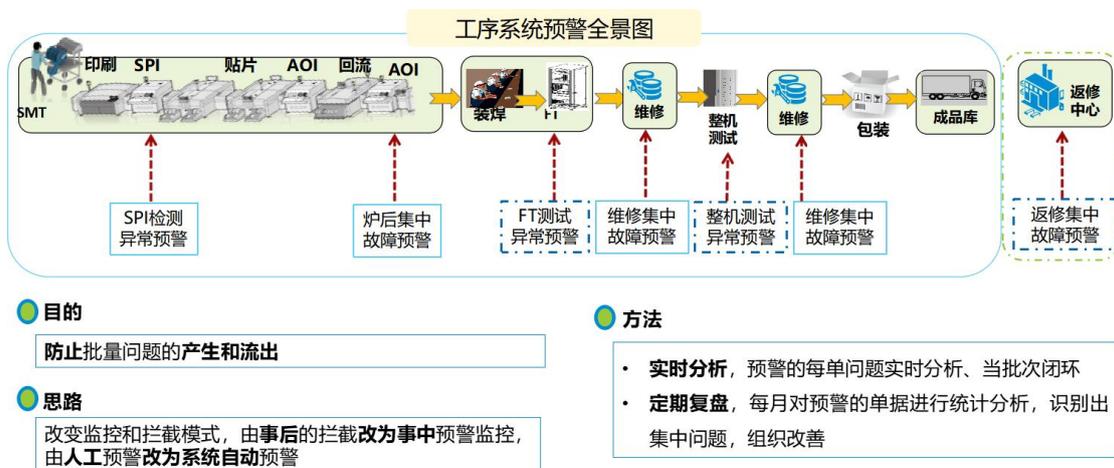


图 14 工序系统预警全景图

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。

案例（三）台达供应链上游设备互操作性

1. 案例概述

基于信息模型标准开展SMT物联网应用，基于信息模型建立传输协议映射机制，实现异构数据的统一获取和管理，并进行数据融合分析，解决不同品牌设备接口信息不一致、智能应用难等问题，实现数字驱动制造。

2. 方案设计

在台达SMT产线中实施信息模型标准内容，具体如图所示。

1.对于符合信息模型标准的设备，数据获取模块利用AMQP协议接入设备数据，并集成于数据管理模块中，以数据库保存与管理。

2.对于未符合信息模型标准的设备，透过通讯协议(MQTT、HTTP、Modbus等)经数据获取模块接入设备数据，并经数据标准化模块工具进行标准转换，再集成至数据管理模块中。

3. 标准化后的信息模型及数据，为SMT设备数据可视化、贴片站抛料分析等提供数据基础。因对上层应用的深度理解，进而完善和

丰富信息模型的语义及通讯方式的设定。为大规模水平推广提供有效和有力的数据导入工具和服务。

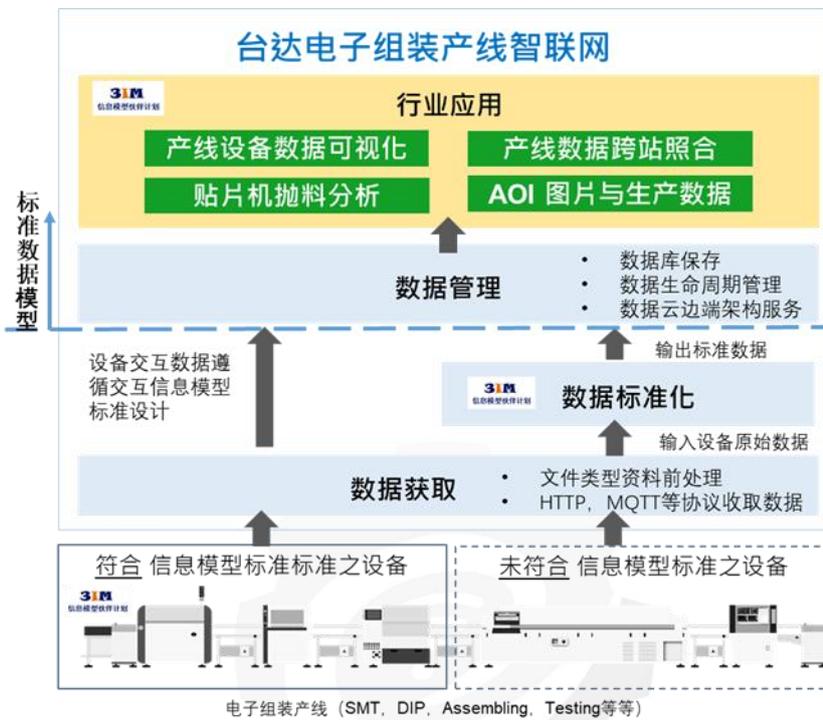


图 15 台达电子组装产线架构图

台达在试点验证成功SMT段智能联网及应用方案后，快速水平推广及展开，覆盖到全球制造100+产线，并带来规模化展开的效益。



图 16 台达电子设备联网方案

在看到设备联网的能力后，台达智能制造核心技术小组，又再次

将规划升级，从设备后装市场要求机联网能力，转为要求设备在进入台达时，需具备符合台达机联网标准的设备联网能力，有力的推进了产业界，尤其是设备制造商从源头上具备标准信息模型及接入能力。

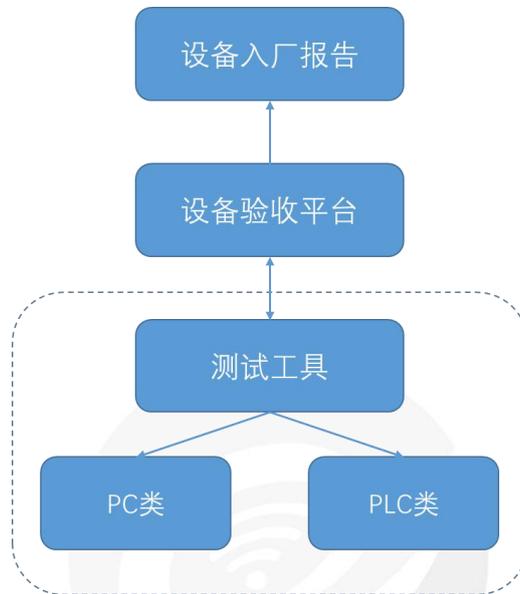


图 17 设备互操作测试方案

供应商设备导入及验证过程中，台达设定如图所示流程，要求设备供应商按照步骤确定及完成其设备接入。

- 1) 确认设备类型与设备必选可选能力。设备类型主要分为制程类设备，测试类设备等六种类型。根据不同类型的设备应用场景，规定其必选能力及可选能力，设备商可根据需要进行选择。设备联网能力包括可以提供在制品追踪，配方状态上传，设备状态上传等；
- 2) 对于PC类设备，使用台达提供的开发环境，手册与开发范例，结合设备类型进行设备联网能力开发；
- 3) 对于PLC类设备，使用点位匹配等开发手册及开发工具，结合设备类型进行设备联网能力开发；

- 4) 开发完成后，使用台达提供的测试工具与验收平台，用于开发者进行机联网功能测试与校验，并根据评测结果提供报告书上传，以进入下一步采购流程。

3. 应用效果

台达提供针对设备能力的全球验收平台，提供设备供应商在入厂前的能力验收，可依据不同的设备能力模块进行校验与验收。确保设备符合设计需求。设备验收入厂后，即可直接接入台达工业物联网，降低设备入场调试成本。

案例（四）卡奥斯创智物联电子装联 MOM 解决方案

1. 案例概述

自 2018 年始，卡奥斯创智物联科技有限公司多家 PCBA 工厂结合海尔工厂数十年精益制造经验和卡奥斯数字化能力，构建电子装联行业 MOM 解决方案，推动电子装联行业数字化转型升级，将精益生产与制造数字化深度融合，最终达成减员降本、提质增效的目标。

2. 方案设计

结合电子行业的实际需求与MOM的特点，对各场景进行相应优化匹配，将生产过程中的工艺管理、数据采集和工序计划调度交由MOM管控，包含订单管理、计划管理、生产管理、SMT生产设备联机、条码防错、Feeder管理。将仓储过程的物料出入库及成品管理交

由WMS管控。将全程质量管理交由QMS体系管控，动态质量过程控制、SPC质量分析，实现一码到底，全流程质量追溯。将工厂生产设备通过设备物联方式交由IOT管控，通过人机互联、机机互联、机料互联，建立全流程的数化工厂。



图 18 电子装联 MOM 图 (更换图)

1) 数据采集

集成数据采集、显示、控制、边缘计算、上传功能于一体，支持生产全流程各关键工序数据采集与存储。

2) 设备管理

记录生产设备的设备参数、设备日志数据抓取，设备台账记录，设备运维保养记录。

通过IOT模块，企业能够实现对设备台账的集中管理、故障维修的即时追踪、日常维护的点检记录以及备件仓库的实时库存管理。

通过实时采集加工设备的运行数据，经过分析、计算后，将生产运行的实绩信息及时反馈给生产数字平台，并在前端进行展示。

3) 生产管理

记录生产过程中辅料管理、工单任务管理、产品维修、产品报废、产品包装等各环节的数据。

4) 仓储管理

记录物料的出入库记录，盘点记录信息与调拨信息，超期物料的记录，对供应商及物料BOM记录与管理。

条码化管理、物料出入库管理、线边库管理、做账管理，对接料塔、电子货架，提高操作效率和准确率。

集成ERP系统，实时更新原材料库存、成品库存。根据批次生产计划自动生成拉动式物料需求计划，通过生产计划和物料看板拉动物料配送，降低库存积压，提升物料周转效率。

集成AGV与生产设备，实现生产数据可视化、报警数据自动化推送、物料配送自动化，实现车间物料、半成品、成品、工装制具、包材运输配送无人化，达成无人自动化车间的目标。

5) 质量管理

记录质量检验数据，从物料至生产过程，质量标准管理IQC、PQC、FQC、OQC、质量追溯管理、质量异常处理、连三累五、SPC，采用“事先预防、事中监测预警、事后分析”的策略，形成生产质量闭环管理。

6) 运营分析

提供可视化指标看板，为运营部门提供实时的可供评估生产进度与质量等方面的真实数据，系统提供自动计算相关指标并以报表或看板的

形式做曝光展现。

3. 应用效果

通过数字化智能制造工厂实施，完善供应链业务协同，强化资源互联互通，库存减少35%，库存周转率提高25%。MOM系统IOT平台负责硬件设备（生产设备、基础设施等设备）的接入、数据采集、状态监管和远程控制，贴片料100%防呆防错，产品合格率由90%提升至96%，不良品流出率减少60%。物料、线体、员工、装配数据、质量数据全面采集，实现生产过程全方位追溯，不良品追溯能力提高100%。

案例（五）联合智造电子装联路由器制造工厂

1. 案例概述

联合智造为国内某电子装联制造工厂进行企业数字化转型和数据互通互操作应用验证。通过标准的信息模型推动系统集成，实现设备、边缘和云端数据互操作。

2. 方案设计

（一）更新设备，采用信息模型实现设备数据交互

1、炉前AOI: 使用炉前AOI后能有效监测到贴片产生的所有不良，提高了炉后一次通过率；

2、炉后AOI: 通过增加在线的炉后AOI，只需1人就可以替代过

去5人的检验工作。

（二）安装边缘服务器做数据分析

1、边缘服务器的Control Center功能（集中管理系统）：实现了三台设备（SPI、炉前AOI和炉后AOI）由边缘服务器替代人工进行数据分析处理，节省人力，减少误判；具备了整板存查功能，条码追溯功能，可以实时查询PCBA在生产过程中的实际图像，做到持续的优化改进。

2、Remote Fine Turn（远端智能调试系统）：SPI、炉前AOI和炉后AOI通过5G网络实现远端调试智能监控，进行生产状况实时质量监控，自动生成SPC报表分析结果，可对单个元件集中监控管理。

（三）基于信息模型实现信息交互，确保操作准确

1、基于信息模型，构建MES+制造执行系统与企业资源计划(ERP)仓库管理系统（WMS）和电子标签辅助拣选系统（DPS）、线边智能仓储系统(SWS)和电子看板无缝集成，实现了生产过程数据融合、产品质量与售后服务可追溯。

2、在整个方案中ERP、MES+、WMS、SWS、DPS、OA和电子看板通过信息模型实现有效集成，贯彻一码到底，数据融合，确保所贴物料准确无误，提升生产制造效率。

3、订单数据在系统内部无障碍地自由流动，库管员根据拣货看板扫描拣货单，库房配置的依灯拣选系统DPS通过PC机发送指令，控制电子标签上的灯光，数字，指引库房人员准确，快速地到指定的位置捡取指定数量的物料；提高了入库，出库，盘点，移库的效率；做

到入库，出库，盘点，移库完毕后，自动生成报表，提供实时数据。

4、SMT线边仓货架通过大仓的DPS系统快速找料补货到智能仓储系统SWS。SWS系统采用一盘一码一仓的方式管理，每仓一灯，出入库时完全按照灯的指示上下架和上料码头；站位表信息上传到SWS系统后，库管员依灯快速取料和上料到码头，确保所有物料操作准确。

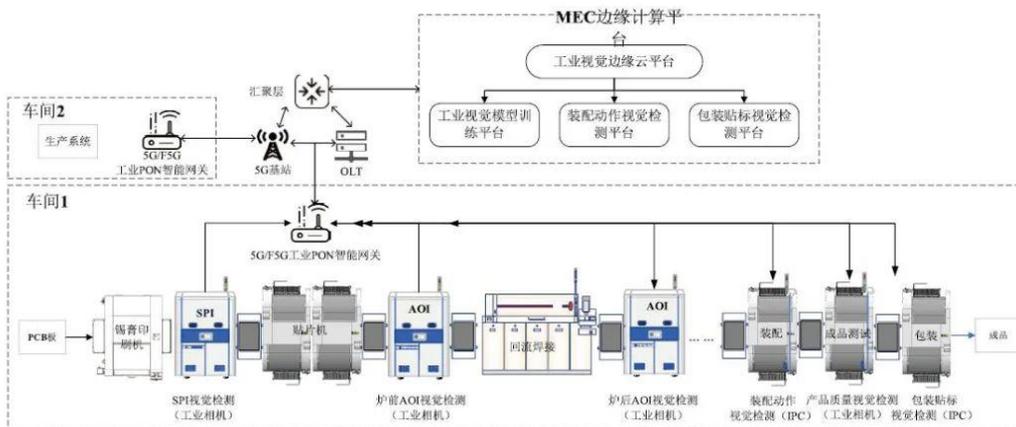


图 19 基于云边协同的 SMT 智能产线数据交互系统（更换图）

3. 应用效果

该项目通过标准信息模型，实现ERP、MES+、WMS、SWS、DPS、OA和电子看板、灯光捡料系统的互联互通，SPI（在线锡膏检测设备）锡膏印刷造成的焊接不良率降为零。

附录三 专业术语解释

（一）中文专业名词

1.信息模型 information model

信息的标准化组织和表达技术，通过对工业互联网对象、对象属性和对象间的关系等进行建模，实现对象信息的互通和共享。具体可参考《YD/T 4097-2022 物联网信息模型总体框架》。

2.电子装联 electronic assembly

依据设计方案将电子元器件通过插装、表面贴装、微组装等方式实现装配和电气连通的制造过程，并通过功能及可靠性测试，形成模块、整机或系统级组件。具体可参考《AII/013-2023 工业互联网电子装联设备交互信息模型》。

3.配方 Recipe

设备生产配方，一组唯一定义产品生产要求的必要信息集合。具体可参考《AII/013-2023 工业互联网电子装联设备交互信息模型》。

4.主机 host

具备数字化应用和服务功能的制造系统或组件。具体可参考《AII/013-2023 工业互联网电子装联设备交互信息模型》。

（二）英文专业名词

AGV (Automated Guided Vehicle)：自动导引车

AOI (Automated Optical Inspection) : 自动光学检测

APC (Advanced Process Control) : 先进过程控制

API (Application Programming Interface) : 应用程序编程接口

ASSET (Aggregated Semiconductor Equipment and Technology) :

综合半导体设备与技术

BOM (Bill of Materials) : 物料清单

CFX (Connected Factory Exchange) : 互联工厂数据交换

DPS (Digital Picking System) : 电子标签辅助拣选系统

ERP (Enterprise Resource Planning) : 企业资源计划系统

EtherCAT (Ether Control Automation Technology) : 以太网控制

自动化技术

FQC (Final Quality Control) : 最终质量控制

FT (Functional Test) : 功能测试

GEM (Generic Equipment Model) : 通用设备模型

IOT (Internet of Things) : 物联网

IPC (Industrial Personal Computer) : 工业控制机

IQC (Incoming Quality Control) : 进料质量控制

M2M (Machine to Machine) : 机器对机器通信

MES (Manufacturing Execution System) : 制造执行系统

MOM (Manufacturing Operations Management) : 制造运营管理

OQC (Outgoing Quality Control) : 出货质量控制

PC (Personal Computer) : 控制计算机

PCBA (Printed Circuit Board Assembly) : 印刷电路板组装

PLC (Programmable Logic Controller) : 可编程逻辑控制器

PQC (Process Quality Control) : 过程质量控制

Profibus (Process Field Bus) : 过程现场总线

QA (Quality Assurance) : 质量保证

QMS (Quality Management System) : 质量管理体系

R2R (Run-to-Run) : 批次控制

RMS (Reliability, Maintainability and Supportability system) : 可靠性、维修性和保障性系统

SDK (Software Development Kit) : 软件开发工具包

SEMI (Semiconductor Equipment and Materials International) : 国际半导体设备与材料协会

SMT (Surface Mount Technology) : 表面贴装技术

SPC (Statistical Process Control) : 统计过程控制

SPI (Solder Paste Inspection) : 锡膏检测

SWS (Smart Warehouse System) : 线边智能仓储系统

WMS (Warehouse Management System) : 仓库管理系统

SSL (Secure Socket Layer) : 安全套结层

TSL (Transport Layer Security) : 传输层安全

附录四 规范性引用文献

[1] ANSI/ISA-S88.01-1995 Batch Control Part 1: Models and Terminology;

- [2] IPC-HERMES-9852 The global standard for machine-to-machine communication in SMT assembly;
- [3] AII/013-2023 工业互联网电子装联设备交互信息模型;
- [4] GB/T 20720 企业控制系统集成;
- [5] T/CCSA 449-2023 工业互联网信息模型物模型描述规范;
- [6] YD/T 4097-2022 物联网信息模型总体框架。



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