



当前，汽车生产线越来越多地探索数字化技术的应用，包括整车装配的各类工艺和相关生产线设备设施，都在进行智能制造的探索。本文结合多年江铃总装生产线的建设和工艺开发经验，与行业人士分享和探析江铃富山智慧工厂总装数字化的应用场景。

□ 江铃汽车股份有限公司 马坚 殷红幸

数字化在总装车间的应用场景探析

江铃富山工厂是江铃集团和福特公司合作升级的重要载体，总投资约 128 亿元，具备 30 万辆整车的生产能力，目前已投产江铃福特领界、江铃福特领裕及 JMC 品牌轻卡等车型，涵盖了传统燃油和新能源汽车。通过大数据、互联网等智能化技术的充分运用，江铃富山工厂已建成国内领先、国际一流的“绿色节能、数字化、智能化”标杆工厂，正在引领江铃加速迈向智能制造的新跑道。

在江铃富山工厂的总装车间，整个装配生产线的运行以 MES-SAP 为信息控制中心，在自动化输送装配线上大量应用传感技术（RFID、传感器、变频控制和照相识别等）、通信技术（WIFI、蓝牙）及自动化技术（PLC）等先进技术，同时集成装配 EP、ECATS、QLS 和 EOL 测试等整车（装配）智

能制造技术，实现生产过程的物料操控、工艺质量、设备、生产管理及数据追溯等动态全过程监控，生产线及装备的智能化、柔性化程度达到数字制造水平。

总装数字化的网络架构

基于新一代的 MES 系统，实现与上层 SAP 及下层物流和生产线相关的 TC/QLS/WMS/EP/SRS/CDCII/Ecats 系统数据自动交互，实现整个生产、物流、质量交付全过程的数字化管理运行（图 1）。

实现的技术及思路

总装数字化的实现，技术上主要集成 EP/软 ANDON、ECATS/VCATS、QLS 及 EOL 测试等整

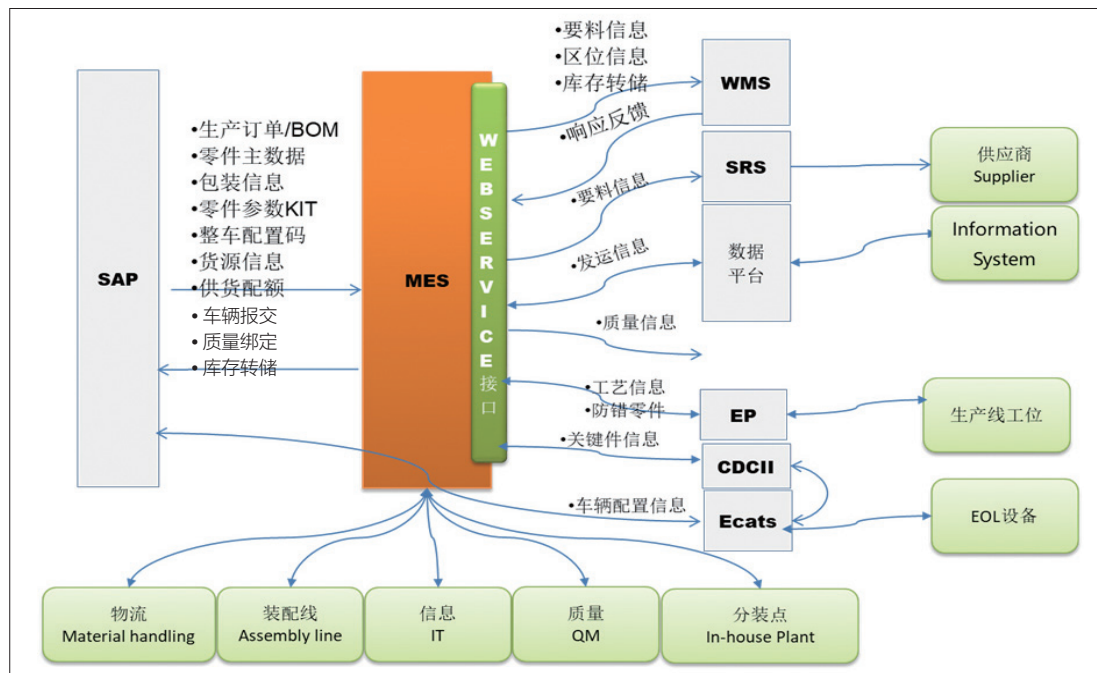


图 1 总装数字网络架构

车（装配）智能制造技术，围绕 SAP-MES 为基础的网络架构，系统实现 EP、FIS 和 QLS 数据采集并通过 PLC 通信与 MES 系统发生数据交互，实现物料操控、生产管理、工艺质量、生产线设备运行管理、数据追溯、物流及交付等动态全过程监控，最终达成制造过程的动态全透明化管理目标。

基于数字化、智能制造和物联网等技术，结合江铃各工厂生产线的运行条件，在数字化智能工厂的建设上，主要从数字化虚拟工厂、生产线设备工业物联网、智能化透明工厂管理三个方向进行思考整合和应用。

1. 建立数字化虚拟工厂

基于输送线、生产线设施、工位工艺设备和厂房等基础性的图纸数据创建生产线三维数模，建立数字化虚拟工厂模型，具体开展的工作如下：

1）收集和补充生产线所有设备设施的三维数据，创建生产线三维数模并通过仿真分析应用于工厂规划及新品工艺的可行性和投资分析、DPA5 工艺仿真分析（图 2）。

2）利用数字化工厂模型和自动化输送及工位自动化装备三维数据（如全自动玻璃涂胶及装配工位、轮胎半自动装配工位、装饰自动滚压工位及自动化输送转挂设备等），结合 VR+AR 虚拟技术建立虚拟工厂场景以取代实体现场参观介绍，更好地体现数字化智能工厂先进性。

3）结合新品项目，尝试引进 AR/VR 技术应用，借助 VR 设备，设计人员可以对零件进行预装配，以观测未来实际装配效果。

并通过利用数字化转型技术构建互联机器和分析系统来解决生产环节中各种问题，将生产线的分析能力、机器学习和工业物联网和 AR 带入到产品运营中，降低维护成本，提升企业的生产效率和竞争力。

4）由当前的精益制造转向推进智能制造：安装数字化工具，提高运营效率，并采用突破性技术的新型商业模式，如 3D 打印和人工智能等。

2. 生产线设备工业物联网创建

创建生产线设备工业物联网，实现工艺过程参数、设备状态大数据下跟踪管理（在 MES 系统中集中实现），设备工业物联网系统数采平台采集 PLC、智能设备和作业终端的实时数据，仅 PLC 的数据采集 TAG 点就达

到数万个，每秒采集的数据量达 10 万条以上，精准感知工厂各个设备的运行状态和生产状态，为避免未来数据采集瓶颈，采用新一代工业互联技术替代传统工厂集成架构。

（1）FIS 架构及应用系统建立

FIS（Facility information system）架构及应用系统建立，分步实现生产线全范围应用，如图 3 所示。

1）覆盖输送设备运行状态监控及故障原因分析（如升降机/升降台/减速机振动、异响、轴承润滑、部件工作温度变化等）、工艺参数监控（压力、流量、长度和温度等）、设备预测性保养分析、APP 应用于设备备件管理（条码扫描实现备件规格、品牌、库存数量、技术参数及采购



图 2 虚拟工厂仿真

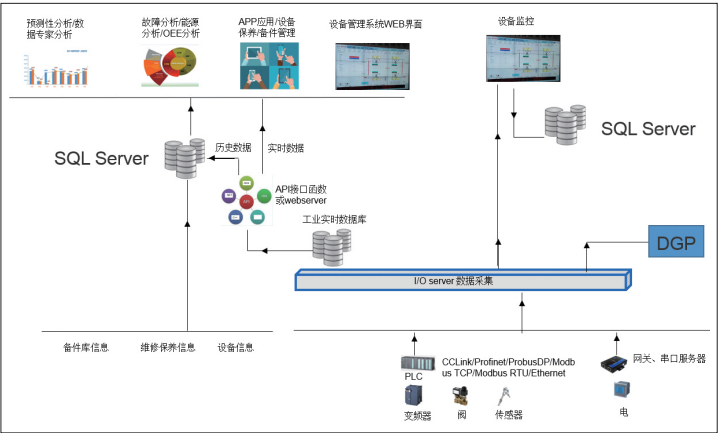


图 3 FIS 架构

渠道等信息获得)。

2) 覆盖关键工艺设备的运行及过程工艺参数的监控管理, 比如涂胶设备、加注设备、集中供液、动(静)态淋雨、装配AGV和EOL等, 及设备故障代码库的建立, 实现设备PLC数据上传FIS。

3) 生产线拧紧工具的使用状态追踪管理—扭矩管理小车的应用, 实现拧紧工具的基本信息管理(如工具编号、应用工序、拧紧参数及拧紧次数等)及预测保养建议及备件管理等信息并实现扭矩工具小车数据上传FIS。

4) 结合ANDON数据, 形成设备OEE分析及管理报表的生成。

(2) EP功能补充及数据与MES交互

EP网络架构如图4所示, 规划中的EP主要功能(扭矩防错和3C件及法规件防错)外, 扩展和实现以下主要功能:

1) 实现多工厂、多生产线、多防错模式、多车型和多工具及多工位参数可配置化EP系统平台。

2) 定义与开发典型工艺设备(加注、EOL等)的通用的标准接口, 不仅限于拧紧工具。

3) 扩展系统的生产管理功能: 如软ANDON, 工时及效率管理、工具TPPS管理等。

4) 无线AP 5G 通信技术应用, 同时兼容蓝牙工具的通信。

5) 切换实现精益生产功能(无纸化、培训和日常点检等)。

6) 扩展产品/工艺辅料的管理追溯功能(包装批次、日期绑定VIN信息等)。

3. 智能化透明工厂管理

以江铃精益制造体系为核心理念, 将企业工业软件、数据管理系统及智能装备等与企业经营管理要素相结合, 形成人、机、系统及数据等要素的管理一体化, 并通过智能手机、触摸大屏、工位一体机等智能设备, 实施包括方针展开看板、时间任务管理、标准化作业、过程确认及变化点控制等多个工厂日常管理的智能应用。智能化透明工厂管理如图5所示。

江铃富山工厂制造管理实施MES整体解决方案并结合自动化输送生产线集成传感、视觉及RFID技术应用, 实现生产线防错、工艺管理以及智能化的生产计划与排程, 全流程信

息自动跟踪和记录, 确保质量管理和偏差审核, 并基于数据采集和统计分析, 对生产线设备全生命周期管理运维, 打造全流程可视化的透明工厂, 在此基础上形成数据采集、数据处理、监测管理、预测预警、应急指挥及可视化平台于一体的大数据平台。具体推进的项目内容如下:

1) 无纸化生产管理看板建立。建议每条线有单独的可视触摸屏或利用EP工位屏, 将生产运行数据、现场数据、质量数据、操作记录、交接班日志和生产指令等操作管理及工艺管理数据互联互通, 统一到一

(下转第20页)

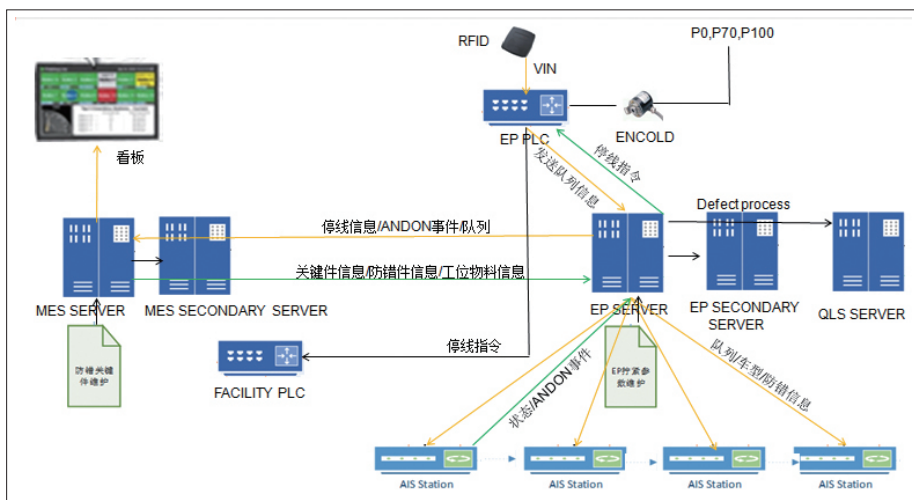


图4 EP网络架构



图5 智能化透明工厂管理



息配置以 16 进制表示，每两个数字代表一个字节，图 5 中 FX11 配置（天窗 -AT- 左舵 - 气动撑杆 - 电子驻车 -FL）在生产管理系统中可以表示为 01（车型代码）+010101000000101（配置代码）。

原车型代码是把车型信息和配置信息以某个数字集成表示，当某条生产线新导入一款车型时，哪怕此款车型仅仅在主车型的基础上改动一个小配置，由于 PLC 需要对新车型代码重新全部解析一遍，解码过程繁琐且错误率高，从而导致线体 PLC 程序调试量大，调试周期长。

新型车型工艺配方管理后，PLC 将主车型代码和配置代码一起下发给工位机器人，工位机器人仅对差异工位读取配置信息，

		以前	现在
电控系统变化说明	车型表现形式	车型和配置 集成 表示	车型和配置 分散 表示
	电控系统改造范围	所有 工艺工位	有工艺变化 工位
	电控系统改造内容	PLC程序	PLC程序
		1、车型解析程序	1、无修改
		2、步序程序	2、步序程序
		3、防错程序	3、防错程序
		触摸屏画面	触摸屏画面
		车型画面	无修改
		机器人程序	机器人程序
电控系统变化示例 (M31T新增配置)		所有 机器人程序	有工艺变化 机器人程序
	表示示例	56 (M31T新增配置)	1 (车型) 1110001111 (配置)
	改造工位 (个)	180	5
	改造工时 (人天)	45	3

图 6 车型智能化管理前后效益对比表

无须进行二次解码，从而差异工装切换，机器人程序进行直接调用，大大缩短了调试周期，如图 6 所示。

结束语

焊装车间柔性化生产线车

型通过此工艺配方管理后，车辆信息表达更全面，车辆信息从计划层到执行层数据格式保持一致，导入新车型周期和费用将缩短 90%，会对主机厂产生极大的经济效益和社会效益。AI

（上接第 16 页）

个平台进行管理，实现了无纸化办公，克服了依赖人员经验、手工劳动、数据孤岛和数据上报不及时等问题。

2) 订单生产排程、MES 及 WMS（立库或 WBS/PBS）虚拟生成，生产过程订单车辆生产信息（配置、进度、工艺、质量及交付状态等）、车辆定位信息（UWB+RFID）和物流自动配送管理等。

3) 关键工位及工艺设备视觉监控及运行状态管理，并扩展到安全、消防监控管理异常数据状态下的联网预警和提示。

智能化设备及工具技术的运用推广

历来总装产线装配自动化技术的有效运用和人机改善突出提升是专业领域追求的目标，

总装设备自动化产品也在江铃富山总装车间得到有效应用，应用案例如下：①各类移栽自动化 AGV 设备：实现物料自动转运和定位及合装作业，如前后风窗玻璃排序自动转运、底盘 AGV 合装等；②轻型机器人：小型化、轻型化的机器人取代人工来实现琐碎零件的安装固定一轮胎自动装配、前后风窗玻璃自动涂胶和安装、天窗搬运安装、段差及间隙自动检测等；③ Cobot 协同机器人：实现重复枯燥人机差的工艺操作如侧围装饰条滚压、扭矩多点自动拧紧站；④开发阶段 AR/VR 虚拟装配指导 DPA5 分析，降低样车成本，缩短样车验证时间，同时也达成培训的效果；⑤ 3D 打印技术：快速满足总装新品工装的开发制作，满足多品种、

个性化工装开发设计的需求和投入使用，缩短开发时间。

结束语

富山总装数字化工厂的建立奠定了智能数字工厂的雏形，不仅满足产品的柔性、优化和高效的智能生产要求，也能满足智能服务的个性化需求，同时以智能工厂为基础，带动供应产业链上下游同步向智能化转型，提升企业效益和社会影响力。当今数字化工厂的发展趋势是实现智能化工厂转型、实现智能化数字转型。数字互联工厂可以实现产线可视化管理，降本增效，减低生产成本。产线及设备应用数字化智能技术将更智能、更精密和更具备人性化，也将更广泛领域、更深层次影响汽车生产模式，促进产业智能、绿色持续发展。AI