

本文基于工业物联网载体技术，通过冲压智能制造运营系统开发及应用，创新系统架构，实现跨业务间的数据共享，利用数据驱动冲压批量制造业务质量、成本和效率改善，为打造汽车冲压批量智造运营标杆提供了参考。

□ 一汽解放汽车有限公司 王建新 赵旭 房金良 腾野 闫文龙 崔有山 朱秋实 崔文华

基于工业物联网的汽车冲压智能制造运营系统开发及应用

国家明确提出了“到 2025 年，智能制造能力成熟度水平明显提升”的转型升级目标；各省重要举措包括“推动智能制造升级，拓展融合应用广度深度”和“挖掘数据资源价值，强化数据要素赋能作用”；为践行国家、省数字化转型和智能制造要求，公司根据汽车制造业务场景，开展了智能制造落地。

通常，汽车制造行业智能制造升级往往集中在焊装、涂装和总装等流水线生产，对“汽车制造第一步”的冲压等批量生产关注较少，流水线生产的智能制造升级经验对批量生产参考有限，造成冲压制造成为汽车制造工厂智能升级的难点，进而成为汽车智造升级的短板；在汽车智能制造工厂建设过程中，开展大数据分析应用是一项关键任务，由于冲压智造升级进展相对慢，冲压制造可用数据和数据分析应用不足，所以通过汽车冲压智造升级加速冲压大数据应用潜力巨大。

汽车冲压制造运营智能化升级是汽车冲压智造的基础和灵魂，冲压制造运营系统（Manufacturing Operation Management, MOM）是冲压智能化升级的关键，而 MOM 作为工业软件是国家公认的卡脖子技术的重要组成部分，所以开展冲压 MOM 系统开发及应用显得尤为重要。

系统架构

归纳冲压制造的 26 个细分典型业务场景，聚焦为现场工艺管理、生产计划管理、生产管控、设备管理、模具管理和制造质量管理 6 个智造环节，开展冲压 MOM 系统架构开发，具体如图 1 所示。

系统架构支持 B/S、C/S、移动终端混合部署，实现业务层与执行层的独立；业务层支持业务逻辑及规则调整，而执行层则偏重于执行，注重快速、稳定、可靠的执行。架构基于面向服务的架构 SOA（Service-Oriented Architectur），可快速实现与三方系统的双向集成。

系统开发及应用

创新汽车冲压智能制造的业务环节的数据流设计，基于具体业务场景，实现各场景开发关键



图 1 系统应用架构

2023/1/31 10:53:03

生产任务触发模具需求后，利用模具 UWB 定位，系统自动指示模具位置；模具到达线边后，使用 PDA 扫描模具与设备二维码，实现模具设备绑定和解绑；操作者使用 PDA 将完工冲压件品种、数量与器具 RFID 绑定，实现生产报工。MOM 与自动线冲压设备中控集成，实时跟踪自动线生产实绩、器具和模具状态；手动线通过器具 RFID 绑定和解绑，使用 PDA 跟踪每道工序冲压件生产实绩，跟踪和监控在制品状态，跟踪和监控数据可实时查询。

4. 过程质量管理

制造过程质量主要围绕标准制订、过程质量控制和质量分析改善的现场质量全流程 PDCA 闭环管理进行，主要包括质量标准制订修改、量检具在用管理、检查和申告问题点选、质

量缺陷的推送、手修管理、预防与改善措施制订和跟踪、经验库的建立等，具体业务数据流如图 5 所示。

过程质量管理各场景开发关键点见表 4，重点场景方案如下：检查员使用 PAD 维护质量检查信息，不合格冲压件手修管理数据全程线上数字化，具体如下：①扫描完工冲压件器具 RFID，维护不良品质量缺陷信息并在器具标记不良品标识，手修区使用 PDA 记录该器具 RFID 和冲压件零件信息；②手修前解绑不良品与器具 RFID；③手修合格则通过 PDA 扫描 RFID 器具报工，录入合格数量；不合格则走报废评审流程，形成报废记录；手修过程的不合格问题，可以通过 PAD 上传记录。

5. 设备和模具管理

设备和模具管理主要内容

表 3 生产管控各场景开发关键点

环节	场景	开发关键点
生产管控	1. 生产跟踪	1. 生产数据集成
		2. 生产报工
		3. 在制品监控
	2. 产生安东	4. 异常管理
	3. 冲压生产调度	5. 冲压班组派工
		6. 调整任务单
	4. 生产统计报表	7. 生产统计报表

表 4 过程质量管理各场景开发关键点

环节	场景	开发关键点
过程质量管理	1. 制造质量标准	1. 质量基础数据管理
		2. 量检具管理
	2. 制造质量控制	3. 首检管理
		4. 抽检管理
		5. 线尾检管理
	3. 冲压件不合格管理	6. 冲压件手修管理
	4. 质量统计报表	7. 质量经验库管理

包括基础数据管理（设备与模具台账、故障体系和备件台账）、预防性维护（点检、周期性维修保养、计划性检修）、故障维修、数据分析与积累，具体业务数据流如图 6 所示。设备和模具各场景开发关键点见表 5 和表 6，重点场景方案如下。

系统自动实现冲模使用传票、冲模修理卡等 10 种模具维修文件统计、读取和调用，实现模具档案管理，自动生成模具停工分类、班次和次数等趋势图，实现数据跟踪及报表分析统计。

根据历史维修经验数据，系统自动生成对应设备和模具的维修知识库，赋能维修人员对设备和模具异常进行响应、分析和处理；根据算法规则自动选择 TOP 问题和解决方案，推送至技术人员确认并改善解决方案。根据历史信息，借助 AI 算法，自动或手动优化设备和模具故

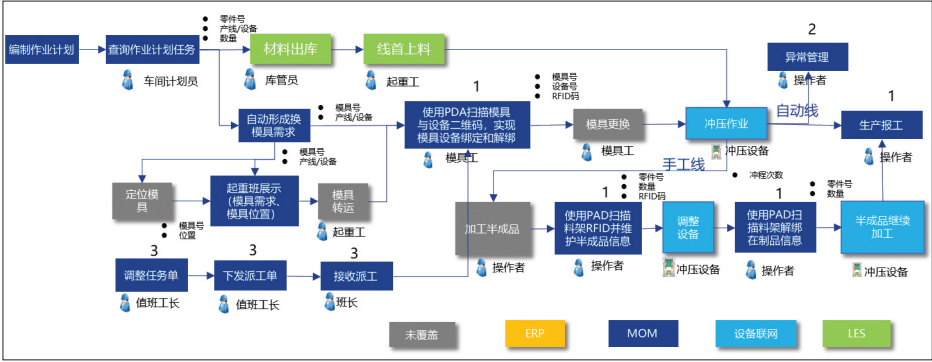


图 4 生产管控业务数据流

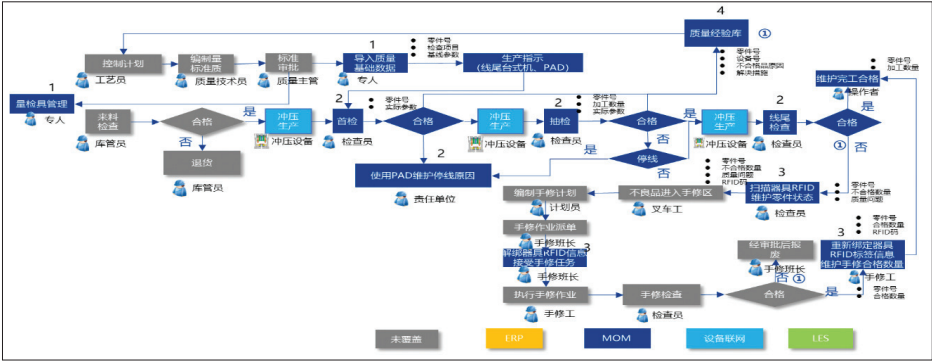


图 5 过程质量管理业务数据流

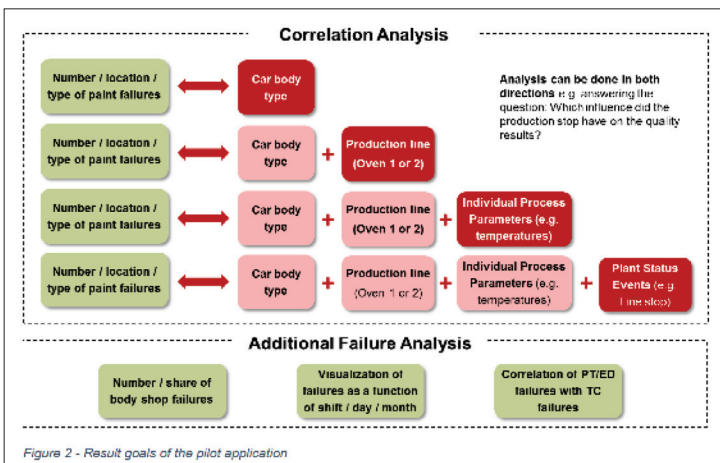


图 5 数据关联

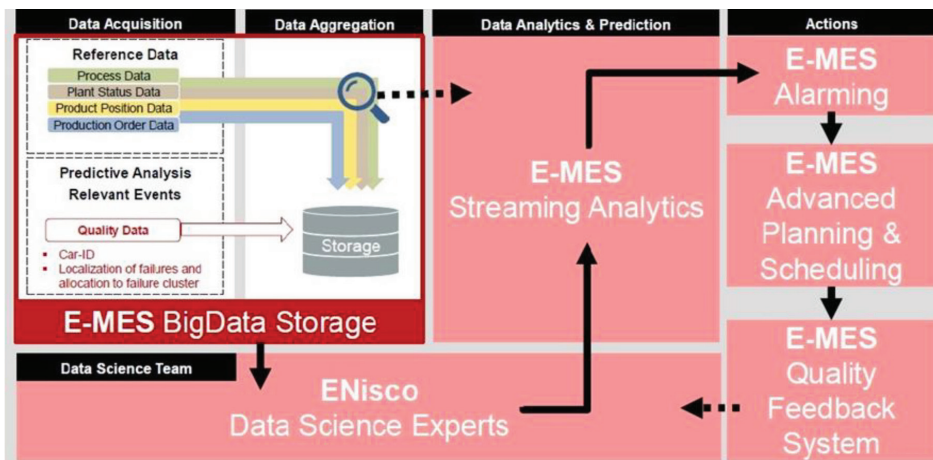


图 6 数据模型框架

analytics。通过全面的质量状态监控，从而提高设备效率，质量相关性指标和产品缺陷可及时被发现。可视化的界面提升了产品质量状态的透明度。AI 控制模式的识别算法可自动地发现质量缺陷和系统问题。使用图形工具，将质量缺陷可视化，并给出快速排除的提示。此外，还可创建报告和导出数据，以便应用于更多的数据分析。

结语

随着智能制造的不断发展，大数据分析将成为汽车制造的趋势，但是如何利用大数据，让大数据变得真正有意义，还是要从一个个小实验去论证和证明。从前文可见这个实验不仅投资小、成本低,而且不会影响生产。但是，当实验模型得到论证后，其意义将是重大的，因为它完全可以复制推广到其他工艺领域，为汽车制造开拓新的局面。AI

（上接第 24 页）

表 7 接口方案

序号	接口数据	描述	源系统	目标系统
1	控制计划文件	发送工艺控制计划文件至 MOM	DPS	MOM
2	作业指导文件	发送工艺作业指导文件至 MOM	DPS	MOM
3	工艺参数	工艺参数下发至 MOM	DPS	MOM
4	工艺变更	发送工艺变更至 MOM	DPS	MOM
5	MBOM	从 ERP 获取物料清单，包括工位	ERP	MOM
6	主生产计划	发动大纲计划和日整车顺序计划至 MOM	ERP	MOM
7	设备备件	发送设备备件信息至 MOM 系统	ERP	MOM
8	物料主数据	发送物料主数据至 MOM 系统	ERP	MOM
9	产线信息	车间产线工位基础信息发送至 MOM	DPS	MOM
10	库存信息	材料库、成品库库存和出入库信息	LES	MOM
11	计划信息	车间作业计划信息	MOM	LES
12	设备监测与诊断结果，重点是故障指标	发送设备监测与诊断结果（重点是故障指标）至 MOM	PHM	MOM
13	油液监测与诊断结果，重点是故障指标	发送油液监测与诊断结果（重点是故障指标）至 MOM	IOOMD	MOM
14	生产信息和停线信息	发送产线生产信息和停线信息至 MOM	产线中控	MOM

能提醒当前作业要点和质量问题，工艺参数自动采集和校正；通过 AI 算法，实现多约束规则计划排程；使用 RFID、二维码和 UWB 等技术，将生产任务、在制品、完工、模具及设备信息集成共享，实现生产管控降本增效；PAD 维护质量检查信息，质量数据全程线上数字化；模具维修知识库建设，赋能冲压制造。冲压智能制造运营系统架构、集成、接口、可视化、环节数据流及重点场景方案的开发和应用，融合创新突破的同时经济效益显著，为行业提供了强有力的解决方案。AI