

面向定制化生产的新能源整车智能工厂架构模型与应用研究

文 | 安徽江淮汽车股份有限公司 杨文江

一、引言

随着我国近年来在新能源整车领域的不断发展,新能源汽车产品的模块与标准化已经越来越成熟,面向客户定制化的生产模式已经逐步形成,并随着制造业信息化的不断推进,制造过程的智能化升级改造已成为制造企业发展的必然趋势。目前针对智能工厂如何构建,各行各业都开展了广泛的研究,并且在各个领域都得到了一定的应用。王天然等提出了智能制造空间模型,对智能制造发展模式与技术体系进行了详细的阐述;李清等在系统分析我国智能制造标准体系建设、德国工业 4.0 路线图以及美国再工业化标准内容的基础上,提出了智能制造信息系统架构以及智能制造标准化的参考模型;田济等高速动车组试验验证平台智能工厂的平台建设提出了相应的解决方案;刘进基于数字孪生的智能工厂建设方案,构建了虚实结合的智能工厂架构模型,提出了基于数字孪生的数字工厂架构模型。在智能制造应用等相关研究领域,相关学者对智能制造的关键技术如 IOT 和智能制造决策应用等方面开展了相应的研究,并取得了一定的成果。

上述研究表明当前智能制造体系、框架以及关键技术等方面均开展了大量的研究,相关的研究成果对制造企业智能工厂的建设提供一定借鉴与参考价值,但尚未形成智能工厂建设的标准化体系模型,特别针对用户定制化生产模式,既能实现对客户需求的快速响应,又能实现按照大批量的制造模式的生产成本进行定制化的生产制造工厂的架构模型体系尚未形成,本文基于该研究点出发,以定制化新能源整车制造过程的智能工厂建设为具体研究对象,提出了一种面向定制化生产的新能源整车智能工厂架构模型,并实现对该架构模型在新能源整车智能工厂建设方面的应用。

二、面向定制化生产新能源整车智能工厂建设需求分析

目前新能源汽车特别是高端新能源汽车相对于传统汽车制造业最大的区别在于对客户定制化需求的响应度以及售后服务的支撑度等方面,制造工厂作为实现这些差异的执行环节,在传统汽车智能工厂架构的基础上,新能源整车智能工厂架构在定制化生产模式下供应链协同、生产智能管控

与汽车后市场的智能服务等三个方面存在着特定的需求。

1、面向定制化 BOM 的供应链协同集成技术

客户定制化需求的不同,需要制造企业尽可能地实现将产品的结构实现标准化与模块化,使得整个生产系统能够在多样的客户需求下,实现对客户定制化需求的响应。以新能源整车为例,根据电池、内饰、颜色和选配件等模块化组合,就有几万种不同的配置。因此面向客户订单的需求,实现对整个制造供应链的协同管控就成为制造企业亟需解决的一项关键问题,在构建智能工厂信息架构模型时,供应链的集成架构模型是一项重要的研究内容。

2、面向定制化生产制造模式的智能管控技术

定制化生产模式下,生产产品种类变化的多样性对生产过程各类资源协同管控的需求也越来越高,因此对物流、设备和人员等制造资源的协同管控,建立面向制造全流程的系统管控机制,是实现整车制造过程智能管控,保证产品交付的基础,建立新能源整车的智能管控架构模型以及对关键管控技术的标准,就成为新能源整车制造企业智能工程建设的核心工作内容。

3、面向汽车后市场的智能服务支撑技术

客户产品定制化决定了客户服务需求的多样化,依据产品制造过程的产生的多样制造数据,建立面向汽车后市场的智能服务支撑体系,为客户提供个性化的定制服务是提升客户满意度,提升品牌价值的重要手段。因此,构建新能源整车智能工厂汽车后市场服务支撑技术体系是新能源整车制造企业一项重要的研究内容。

三、新能源整车智能工厂体系架构模型

1、新能源整车智能工厂整体架构模型设计

新能源整车智能工厂架构模型(如图1所示)包括工业

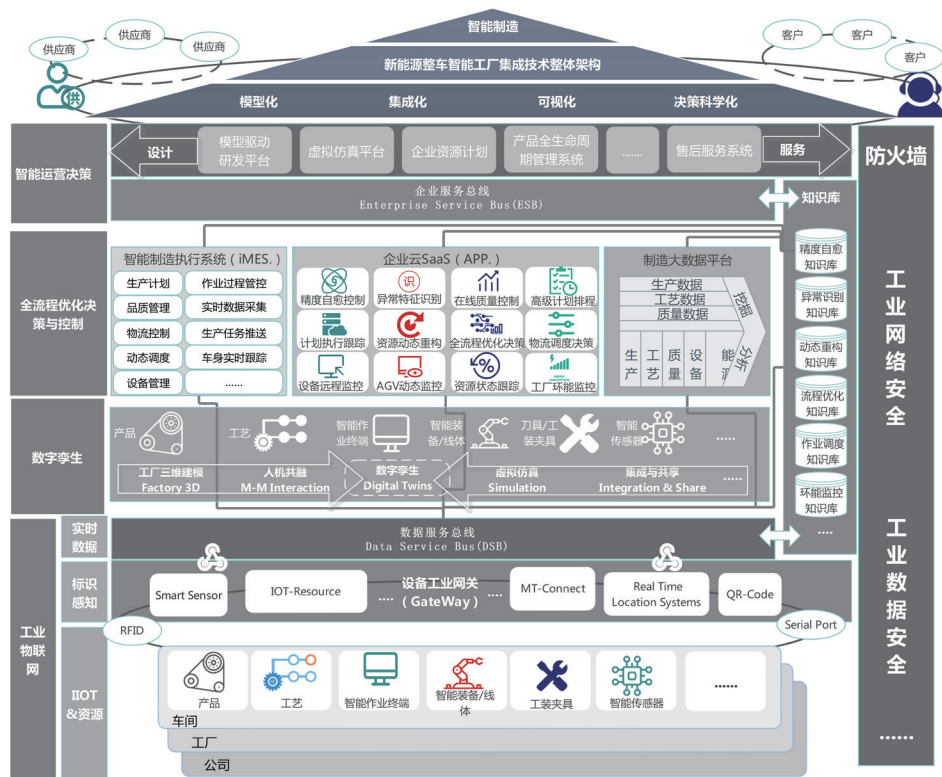


图1 智能工厂整体架构模型

物联网层、数字孪生层、全流程决策优化层与智能运行决策层等四个方面。

◎ 工业物联网层：通过对制造过程中各类制造资源（如设备、物料、指令和人员等），应用物联网的标识与感知技术，建立面向整车制造过程物联感知环境。

◎ 数字孪生层：应用模型驱动的制造工程方法，结合建立面向制造过程数据服务总线技术，实现对制造过程实时数据与生产系统的虚实映射，为对制造过程决策管控提供依据。

◎ 全流程决策优化：应用微服务的架构体系，面向新能源整车制造过程构建生产计划、物流调度、AVI、PMC、路由管控以及可视化监控等核心业务功能模块，实现对制造全流程的决策优化管控。

◎ 智能运行决策层：面向整车生产运营全业务链，以客户订单为驱动，建立面向定制化生产模式的协同制造框架模型以及面向汽车后市场的智能服务决策支撑框架体系，实现面向智能工厂全产业链的集成优化。

2、面向全业务链的集成架构模型

面向定制化生产需求，依托企业已有的信息系统

BOM/PLM/ERP 的基础上, 建立基于全局 BOM 与汽车后市场服务为一体的制造过程集成框架体系, 如图 2 所示, 实现产品配置模型、生产配置模型以及服务数据模型的集成共享, 制造过程管控与集成优化提供支撑。

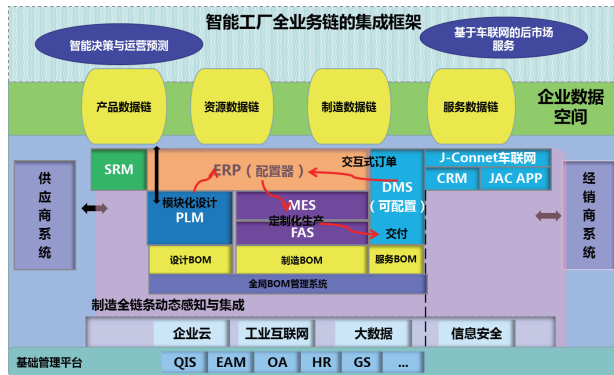


图 2 智能工厂全业务链集成框架

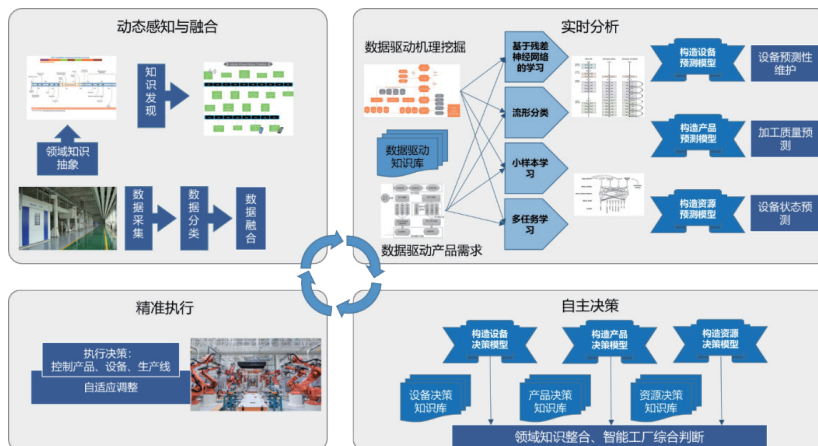


图 3 基于实时状态的制造过程协同优化控制框架

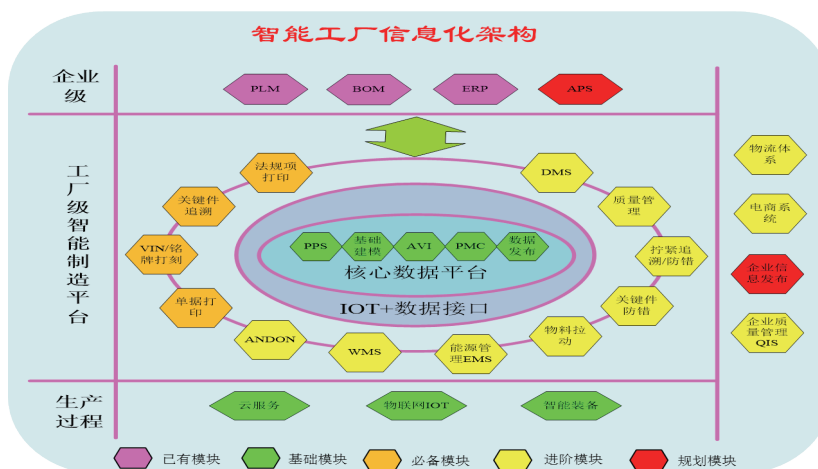


图 4 新能源整车信息系统建设框架

3、基于实时状态感知制造资源协同优化控制框架

基于分散资源集中使用和集中资源分散服务的思想, 将生产制造资源建模与服务化封装、制造任务分解与规划、制造资源优化配置以及制造服务组件化, 构建一种服务化、可配置、可拓展和高度集成化的支持生产制造系统协同运作及支持底层制造资源透明使用的组件化工具, 并能支持与协同制造平台进行信息实时双向互通与共享的生产运行管理应用平台, 如图 3 所示。

四、新能源整车智能工厂应用案例分析

1、新能源整车智能工厂信息系统建设框架

基于上述分析, 江淮蔚来新能源工厂在建设过程中依据前序的智能工厂架构模型, 面向智能工厂制造现场级、工厂级以及企业级的三个层级的信息系统建设集成框架, 如图 4 所示。

依托核心的 IOT 设备与集成接口标准, 构建面向智能工厂的核心数据平台, 在此基础上依据新能源整车的核心业务建立面向 AVI、PMC 和 PPS 等核心业务功能模型, 并面向全业务管控流程, 构建 WMS、ANDON、物料拉动和质量控制等关键业务模型, 通过标准的数据接口实现与企业上层信息系统的集成与交互。其整体业务流程如图 5 所示。

2、新能源整车智能工厂物联集成架构

针对新能源整车生产制造过程中涉及多类型和多交互协议的制造设备, 建立了面向新能源整车制造过程的全业务流程框架模型, 构建面向新能源整车四大工艺过程的有线与无线相结合的工业物联网系统, 实现对制造装备、运输设备和管控终端等基础物联, 整体物联架构如图 6 所示。

3、新能源整车智能工厂关键功能

在上述的系统架构以及物联架构的基础上, 开发并构建面向江淮蔚来汽车的智能工厂管控平台, 实现对生产订单配置、生产计划排产、生产过程管控、智能物流配送和智能决策分析等方面实现了生产过

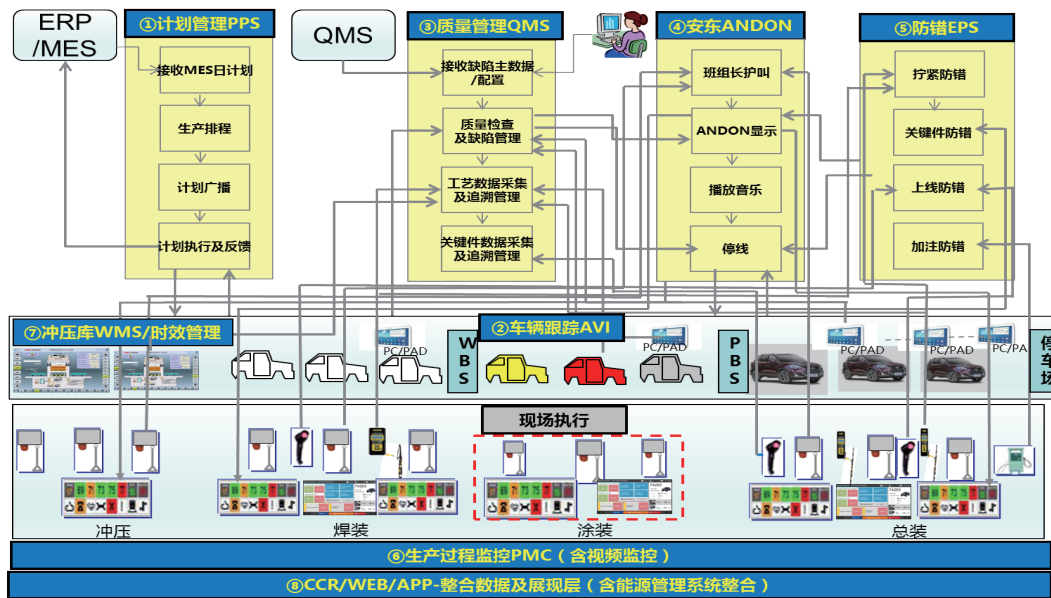


图5 新能源整车智能工厂业务流程

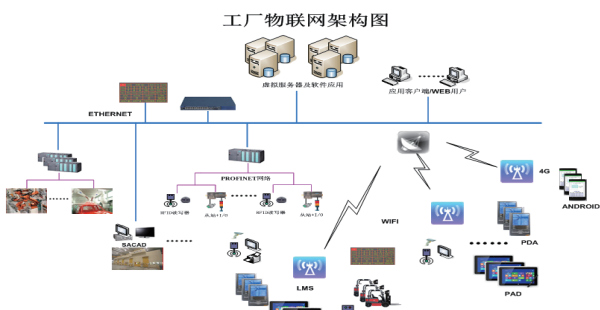


图6 新能源整车制造工厂物联网架构模型



图7 生产计划与排程功能

程的智能化管控，以下对部分关键功能进行阐述。

◎ 生产计划与排程：依据设定的排程规则与算法，以定制化的生产订单为输入，在保证生产交付的基础上，实现对新能源整车自主排产与调度，并在此基础上实现对排程计划的发布与实时跟踪，具体功能如图7所示。

◎ 生产过程实时监控：结合构建的面向整车制造过程的多源异构数据集成技术，实现对制造过程数据的实时采集，在此基础上通过可视化监控画面，实现对制造过程的实时动态展示，功能界面如图8所示。

◎ 智能决策分析：应用采集的生产过程数据，结合大数据统计分析工具，实现对整车生产制造过程中的生产

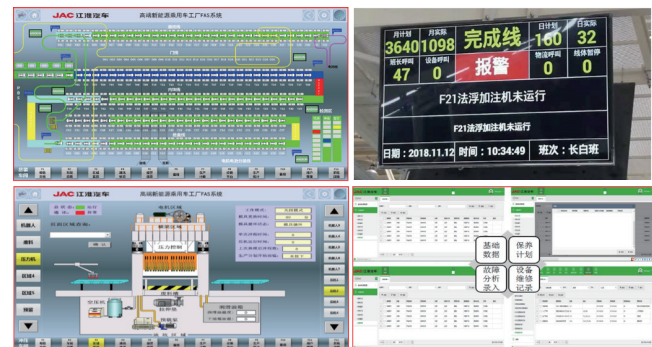


图8 生产过程可视化监控

(下转第47页)

在机测量系统在汽车模具加工中的应用

文 | 海克斯康测量技术（青岛）有限公司 崔永 高广文 杨自科

近年来，随着居民收入的持续提高，我国汽车需求量大幅增加，因此，汽车的产能也亟待提高，特别是汽车模具行业的生产效率受到了极大挑战，这使得汽车模具生产厂家不得不采取有效措施来提高其生产效率，因而需要在保证质量的前提下提高生产效率，而对于以机加工为主的汽车模具生产商提高生产效率的主要途径就是通过提高机床的加工效率和成品率。

事实证明在加工中心加工过程中产生效益的金属切削时间仅占 60% 以下，而搬运、找正和检测的比例则占到了

40% 以上，而在这些辅助时间内，找正和检测则占了绝大部分。因此要提高生产效率除了提高加工速度外，主要还是要提高找正和检测的效率。

在机自动化测量是目前用来提高找正和检测效率的主要途径，主要分为工件检测和刀具检测两类。

其中刀具检测应用于机床的刀具刀长和刀径测量，具体方式为刀具通过程序自动定位于机床内对刀仪，然后自动触发，将所得刀长和刀径自动更新刀具表，从而使机床在加工过程中可以使用最新的刀具参数对工件进行精确加工，从

（上接第 46 页）

达成率、质量效率以及能耗等关键性能指标进行统计分析，为制造过程透明化管控与智能决策提供依据，功能界面如图 9 所示。

五、结论

本文对面向定制化生产模式下，新能源整车制造企业智能工厂的建设中，相对于传统整车智能工厂架构的区别进行了阐述，并在此基础上对新能源整车智能工厂的建设整体框架以及模型进行了阐述，并建立面向企业全业务链的信息集成框架与实时感知制造资源协同优化框架，最后以新建的江淮蔚来汽车新能源工厂为基础开展了相关应用研究。本文提出的面向新能源整车的智能工厂集成框架用于解决定制化汽车生产制造过程，该整体集成框架具有一定的

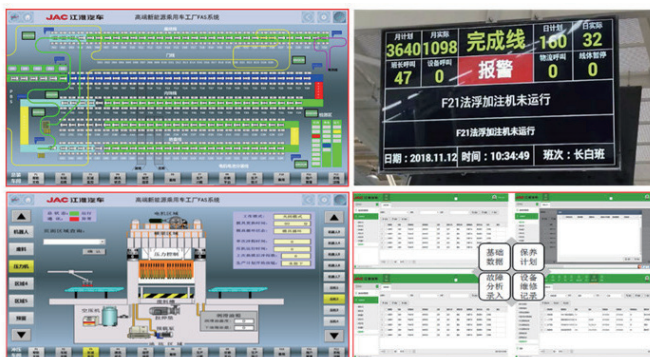


图 9 智能决策与统计分析

通用性，后续在其他领域的应用研究可以作为本文的另一个研究方向。IMM