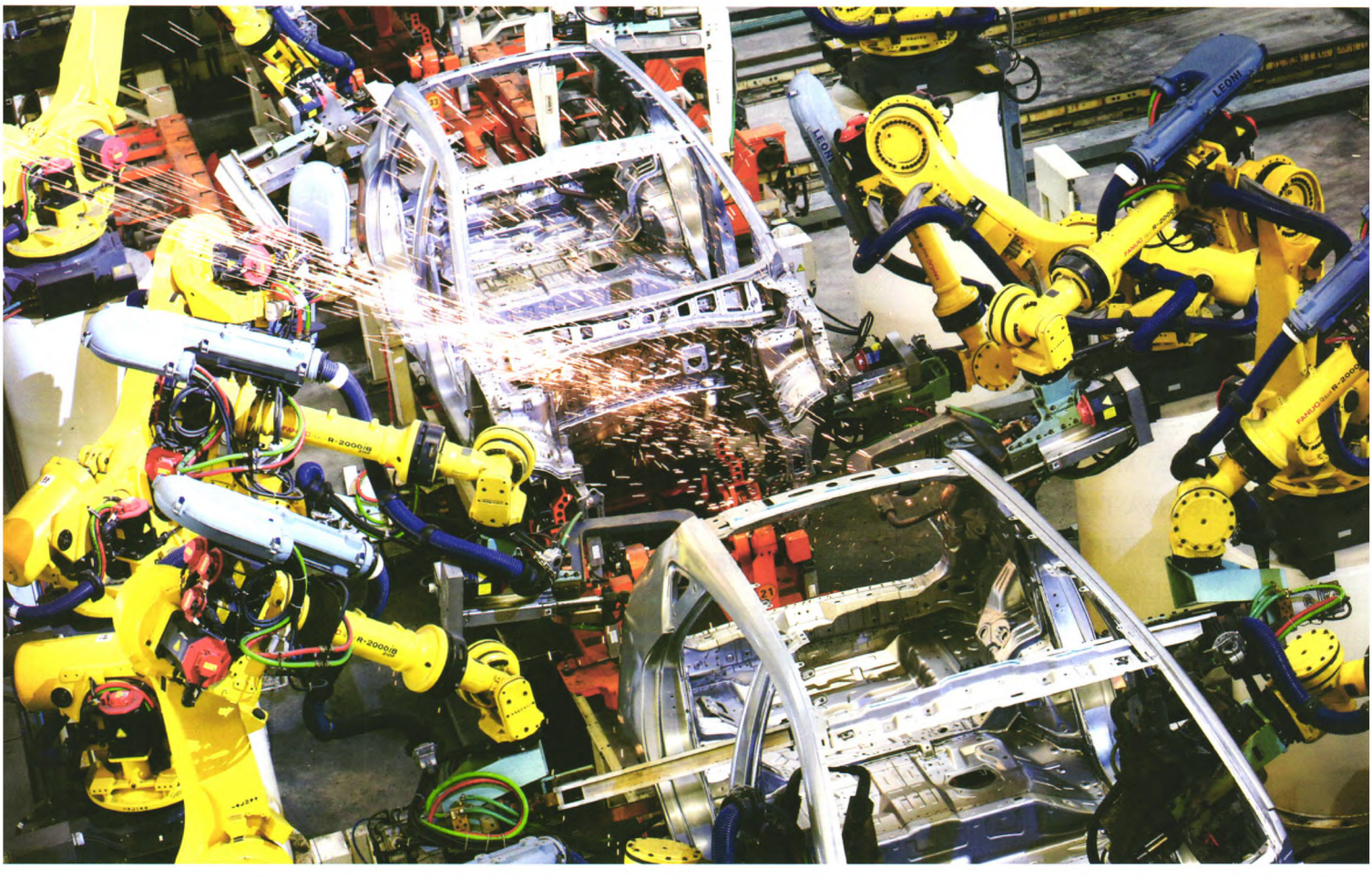
智能制造在汽车行业的应用与展望

□ 安徽江淮汽车集团有限公司/李世杭



工业背景

2008年经济危机后，国内外都达成一个共识：制造业是国家战略性的基础。以美国、德国为首的工业发达国家对制造业的重视回归到国家战略层面，都在国家层面制定了振兴发展制造业的的战略计划。另外，以信息技术为代表的新技术迅速发展，并衍生了很多新的技术、应用和产品，已经进入了技术大集成的阶段。这些新的技术、应用和产品与传统制造技术融合发展形成了当代先进制造技术，使制造业进入了一个突破性发展的历史机遇期。

尤其是以互联网为代表的信息技术不断拓展应用范围，推动多领域技术跨界融合，正在引发新一轮产业变革，将重塑经济发展方式和国际竞争格局，对我国产生深远影响。

在此背景下，有关国家提出制造业发展战略方面都融合了先进的制造技术，比较典型的是美国推出的《先进制造伙伴计划》、德国的工业4.0以及《中国制造2025》。

美国政府提出《先进制造伙伴计划》，推进信息技术与制造业的融合，重塑竞争优势。由GE公司发起提出的工业互联网概念，成为美国发展先进制造技术的主线；德国将工业4.0作为强化国家优势的战略选择，将信息通信技术与制造业融合，主导智能制造，强化国家竞争优势。2015年6月，我国正式发布了《中国制造2025》，提出了利用3个10年的时间，通过“三步走”实现制造强国的战略目标。同时提出了9大战略任务，重点实现的方向。在汽车领域，把大力推动节能与新能源汽车作为重点领域突破发展。

我国目前的工业基础，从企业所处的阶段来说，有的还处在1.0，有的处在2.0，也有的达到了3.0以及3.0以上。总的来说，特别在基础工业，我们还需要更大的努力。但是也可以欣喜地看到，我国一些重点装备以及在这个行业的制造技术应用已经取得了很大的突破，比如高铁、汽车、航空、航天、船舶、核电和军工领域等。而汽车制造业作为最典型的制造业之一，从整车到零部件，涉及到各种先进制造技术的应用，所以汽车制造业是先进技术运用的集大成者，是代表先进制造技术的一个方向。笔者所在的江淮汽车，持续开展智能制造技术的应用研究和实践，取得了可喜的成果。

江淮汽车智能制造案例

为保证产品质量、提高作业效率、降低员工劳动强度和提高职业健康水平，江淮汽车公司在新工厂规划建设或已建工厂技术改造中大力采用自动化装备和智能制造技术，不断提高汽车制造的自动化、智能化水平。

自动化装备包括以下几个方面：

（1）数控机床。如发动机车间，金属加工设备的数控化率达到90%以上。

（2）工业机器人。已在整车制造的冲压、焊装、涂装、总装“四大工艺”中广泛采用工业机器人。

（3）物流输送系统。AGV、程控葫芦、自动化输送线、自动化滚床和自动检测装备。

智能制造技术应用包括：工厂和生产线规划仿真技术、自动控制技术、自动识别技术（RFID、条形码等）、自动化生产调度及物料配送技术（MES、SPS等）。

下面以乘用车第三工厂为例，分别介绍冲压、焊装、涂装和总装车间的智能制造技术应用。

第三工厂设计原则：先进、节能、环保、高效、以人为本、投资精益；产品定位：江淮汽车全新二代乘用车产品；建设内容：新增1条冲压线，新建焊装车间、涂装车间、总装车间、污水处理站、成品车停车场等；规划产能：双班年产24万辆，节拍60UPH；项目投资：总投资21.8亿元；预期效益：年产值179.52亿元，新增就业岗位2 000个。

乘用车三厂共有机器人232台，涉及冲压、焊装、涂装、总装等多道工艺过程，全公司工业机器人数量达727台。工厂的先进性主要体现以下几个方面：

第一，冲压。新建国际先进水平的全封闭自动化冲压线一条，采用国内首台2 500t伺服压力机，横杆机器人上下料自动线，SPM（每分钟冲次）可达到13。

第二，焊装。新建国际先进水平的快速高柔性焊装线，国内首条自主研制的焊装线；高速（51s完成1台车）、高柔性（4平台6车型）和全线自动化（187台机器人）。

第三，涂装。新建国际先进高水平涂装线，32台喷涂机器人，充分贯彻节能、减排、环保主题，节省能耗30%。6台机器人实现自动化PVC底涂、裙边胶。

第四，总装。新建国内领先总装生产线，该车间采用AGV等先进总装系统、SPS配送，实现“一个流”，并全面采用地源热泵空调，降低排放、节约能源。

1.冲压工艺

传统的由4台大型压力机组成的冲压生产线每个班次需要20名工人，劳动强度大，工作效率和设备利用率低（一般SPM只能达到3～5），且难免出现工伤事故。该冲压自动化线由1台2 500t伺服压力机、3台1 000t机械压力机以及5台横杆机器人上下料自动线组成（见图1），实现了高节拍、高自动化、安全低噪，无人化生产，SPM可达到13，大大提高了劳动生产率和设备利用率，提高了生产安全和职业健康水平，具有十分明显的经济效益。

2.焊装工艺

国内第一条自主主研制的焊装生产线，由安徽巨一自动化公司和江淮汽车共同研发，具有高节

图1 冲压线

拍、高自动化、高品质和高柔性的特点。全线采用包括点焊、弧焊、包边共187台机器人，实现全自动化、无人化白车身生产。配置柔性高速台车，可实现4平台6车型柔性共线生产，其自动化程度居国内汽车行业领先水平。采用虚拟仿真优化设计技术，对几十道工序的工艺过程和机器人动作进行仿真优化，确保产品质量、作业效率、能源消耗以及生产线布局最合理化。

全数字化的设计和虚拟仿真技术的应用也大大缩短了该生产线的设计、制造、安装调试的周期。以前这样一条生产线的安装调试周期往往需要大半年时间，而该焊装生产线的安装调试（包括设备、输送系统、卡具、控制系统和机器人动作调试）只用了一个多月的就实现了全部连线投产，大大提高了一次成功率。

3.涂装工艺

第三工厂涂装车间是国内自主品牌第一条绿色涂装工厂。全过程的数字化仿真模拟，合理的工业流程和装备布局，使物流和设备高效衔接。

（1）高节拍、高柔性、高自动化的前处理电泳输送设备。摆杆链生产线节拍50s/台，属国内节拍最高，全自动控制，可实现多平台车型高柔性化生产，先进的控制系统可随时跟踪车身位置及状态，保证车身内外腔最佳的电泳效果。

（2）自动喷涂机器人。采用自动擦净机器人、喷涂机器人和旋杯喷涂机器人，自动化效率及品质大幅提升：一是提高自动化效率，降低工人劳动强度；二是运动灵活，柔性高，车身喷涂更均匀，外观更佳；三是操作方便，可靠性高，故障率低；四是提高涂料利用率；五是杜绝了人员对车身的污染。

（3）涂胶机器人。采用免遮蔽涂胶机器人，大幅度提高自动化效率和产品品质，降低工人劳动强度。具有以下优点：提高自动化效率，降低工人劳动强度，节拍50s/台；运动灵活，柔性高，车身底涂更均匀，外观更佳；操作方便，可靠性高，故障率低；杜绝了人员对车身的污染；提高底涂抗石击性能。

4.总装工艺

装配环节和加工工序不同，难以实现高度自动化。但在总装车间的整个输送系统，包括动力总成转接系统、AGV系统、轮胎装配系统、风窗玻璃涂胶装配系统等都可以应用自动化。AGV自动导航系统配送动力总成及SPS，使生产现场行云流水；轮胎、风窗玻璃机器人涂胶和安装辅助系统使员工操作得心应手。

在关键的工序环节，特别有扭矩要求的电控设备、在线数据检测设备，均是自动采集数据。总装真正的技术在信息化为基础，在多品种、大批量生产模式下，要有高效、先进的管理信息系统，包括ERP、MES、质量管理系统以及供应商管理系统等，使得计划科学、物料配送精准，实现了整个生产过程管理的精益、有序。

采用先进的EOL诊断系统和现场数据采集系统，实现了全部关键工位数据的自动采集和存储，确保整车产品质量处于受控状态并可追溯。第三工厂物料配送采用先进的SPS+防错系统，使员工专注于装配质量本身，提高装配效率，保证整车装配质量；仪表台、座椅、轮胎、后桥、前端模块等采用模块化直送模式，提高物流效率，拉动生产管理水平，及时精准满足顾客需求。

5.工厂自动化系统

在冲压、焊装、涂装和总装等整个生产过程中，有强大的自动化系统作为支撑。最具代表性的有图2所示的FAS系统，它具有以下特点：

（1）先进先出：满足“以订单拉动为主的混线排序生产”的生产模式。

（2）全SIEMENS控制平台，标准以太网接口及数据采集格式：自动化设备基础数据采集及接口提

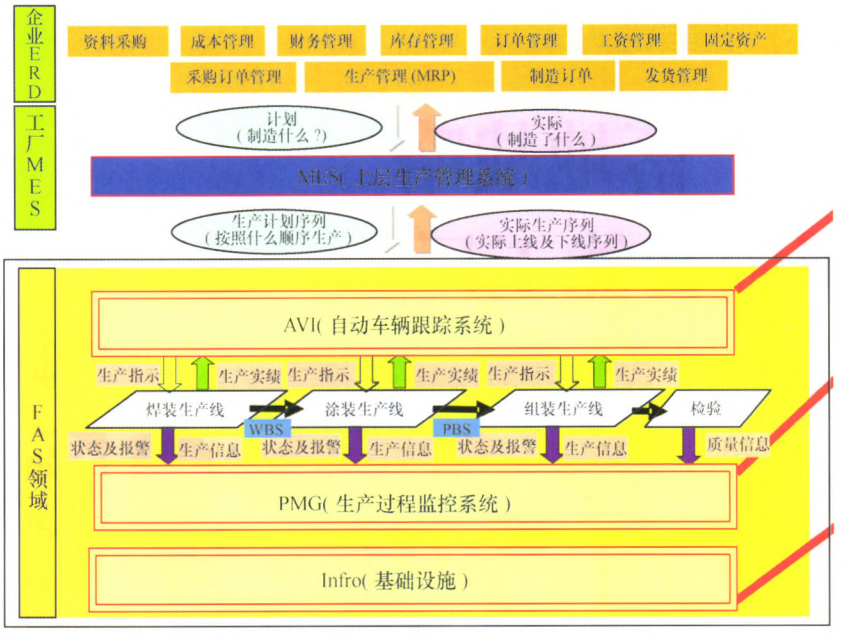


图 2

前全面规划。

（3）WBS、分色区、PBS路由全面管理：FAS管理系统与自动化系统全面有机融合。

（4）自动化生产设备全过程监控设备运行状态，实时采集基础数据，形成工业大数据。

此外，工厂自动化系统具有34个以RFID为主，条码扫描系统备用的AVI站点，覆盖整车制造过程、焊涂总以及物流成品车库管理各环节，确保全自动化生产工厂的无人化精准生产。

6.信息系统与车间设备集成

基于物联网技术的MES系统集成的工业模块如图3所示。MES系统实现了信息的存储及共享功能，满足企业对生产过程全方位的监控管理和物流状态追踪的需要。

江淮汽车“十三五”智能制造的发展方向

江淮汽车坚持厂房里面“闹革命”，大量采用自动化装备改造生产线，全面提高生产过程的自动化水平，实现机器与人的和谐工作。

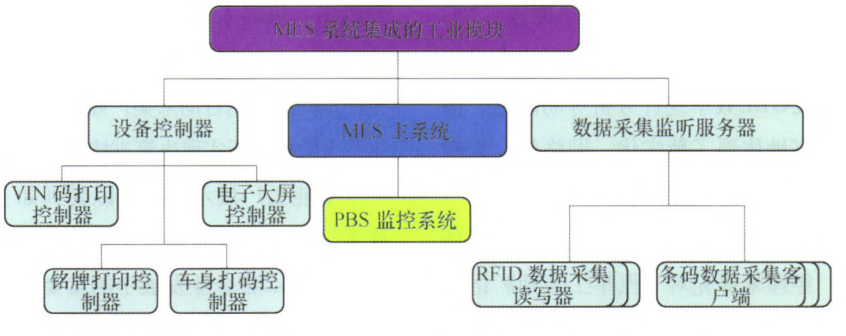


图 3

研究建立智慧制造样板工厂，为创建智慧企业打下基础（见附表）。

主要研究和建设内容

（1）智能工厂：自动化装备和技术+CPS
感知：自动识别+嵌入式
嵌入式：产品（ECU、TCU）、装备（PLC、数控）、自控 通讯、互联（4.0基于互联网）泛在的无线通信
协议、标准（异构设备）标准：研究和建立相关标准体系
（2）智慧企业：工业大数据、互联网+
大数据：产品研发数据 （嵌入式汽车控制软件）、制造过程的数据——设备运行数据、生产管理、质量、成本、能源、人、物流等； 外部数据：客户、经销商、供应商、用户（售后）、维修和配件等
互联网+：商业模式（制造服务、金融、租赁和共享）；基于用户需求的精准研发、营销传播；众创、众包；网络协同制造

AME

李世杭

高级工程师。现任安徽江淮汽车集团公司副总工程师。国家科技部制造业信息化总体专家组专家，中国汽车工业协会专家委员会专家，安徽省人民政府信息化咨询委专家，安徽省制造业信息化专家委员会专家。