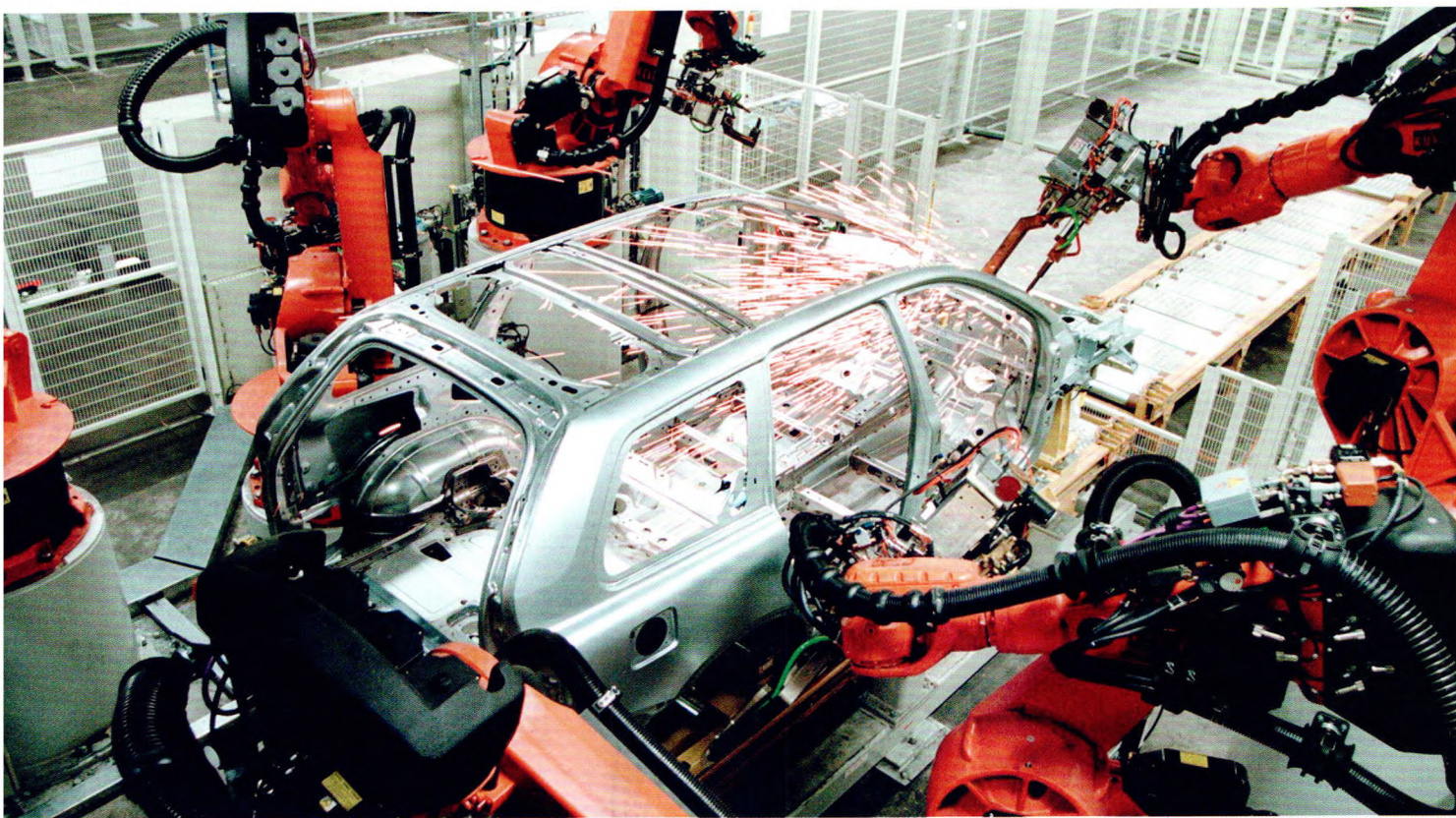


汽车产业智能制造研究分析

□ 中国汽车工程学会装备部 / 刘来超 胡志强 蔡云生

汽车企业作为智能制造的应用行业，对智能制造技术的发展虽然起到了推动作用，但智能制造关键技术的突破还是要靠相关技术的供应商来实现。因此，一个国家的智能制造体系中，供应商的强大与否往往决定着这个国家智能制造的强弱。



汽车产业智能制造的发展取决于两个方面。一方面，汽车企业以积极探索和开展智能制造为发展源头，通过企业的实践、总结和归纳有效的方法和实施手段；另一方

面，智能制造各层面技术供应商对汽车行业的智能制造发展程度起着决定性的作用。不可否认，汽车企业作为智能制造的应用行业，对智能制造技术的发展虽然起到了推动

作用，但智能制造关键技术的突破还是要靠相关技术的供应商来实现。因此，一个国家的智能制造体系中，供应商的强大与否往往决定着这个国家智能制造的强弱。

汽车产业智能制造案例对比分析

汽车及零部件企业是智能制造技术的应用客户，在选择智能制造技术供应商时自由度比较大，不仅仅局限在本国供应商，而且可以在全球范围内进行筛选、比较，选择合适自身当前制造体系和未来发展规划的技术和产品。因此，在智能化建设方面，国内汽车及关键零部件企业与国外企业的差距不大，尤其整车制造业，自主品牌与合资企业基本处在同一水平线上。汽车生产自动化水平不相上下，有完整的信息化管理系统，实现了多个信息化管理平台之间的集成工作。另外，自主品牌企业的制造技术体系、工程技术管理人员往往来源于合资企业，这些人员把在合资企业中所做带到自主品牌，并与本地汽车市场的发展相契合，帮助自主品牌企业取得了很好的发展。

与国外企业或者国内合资企业相比，自主品牌的智能制造实施过程比较艰难，对智能制造的认知程度不如合资品牌企业，对智能制造的未来规划也没有合资品牌清晰。自主品牌的企业是在向外方的学习中建立起来的，消化吸收需要时间，在实施过程中还有一个摸索的过程，实施智能制造要克服传统思想的束缚和企业诸多层面的不理解、自身技术不熟练等困难。从模仿到创新是一个艰难的蜕变，智能制造的很多领域还没有成熟的范式，自主品牌汽车企业在对未来的智能制造规划方面是一边探索一边实践。

1. 智能化工厂对比

从汽车诞生到现在，整车制造

工艺和技术已经非常成熟，适合大规模生产的汽车制造传统工艺已经成为汽车制造厂建设规划的标准。从车身冲压、焊装、喷涂、动力总成到总装，各整车厂的制造工艺水平和车间装备自动化程度大体相当，各工艺的主要生产装备供应商屈指可数，世界领先的供应商之间的技术水平差异很小。所以从制造车间来说，各整车企业生产线加工装备自动化水平都非常高，焊装、涂装车间都是大量使用机器人；生产线采用RFID射频识别系统实现了车间信息采集；开发了AGV等自动物流系统。

在企业管理信息化方面，合资品牌汽车制造企业在建厂之初就依照国外企业的管理方式建立了ERP系统、MES系统并实现集成。合资品牌企业信息化系统采用的是国际领先供应商的产品或外方自己开发的管理系统。自主品牌汽车制造企业采用ERP系统比较晚，大约迟于合资品牌3~5年。经过比较，自主品牌大多采用国际前沿品牌ERP供应商产品，经过2~3年ERP系统建设，自主品牌企业管理水平大幅提升。在后续的信息化建设中，自主品牌企业投建了MES系统，并将ERP、MES和车间自动化控制系统进行集成，实现了企业管理数据与生产数据无缝对接。

在数字化工厂建设方面，国内外汽车生产企业相继进行了PDM、PLM系统建设，并从产品设计端向制造端延伸。从目前的建设情况看，自主品牌案例中，很多企业实现了多个制造车间三维仿真模型，并应用于前期工厂规划。欧美企业比较领先，不仅开发了新工厂，同

时对旧工厂进行三维扫描。合资企业的做法很明确，利用三维仿真技术建设一个与实际生产工厂相对应的虚拟数字化工厂。一方面，对工厂、工艺的改善和革新可以先在虚拟工厂中进行验证，缩短时间、降低成本；另一方面，通过数据采集、传输系统在虚拟和现实之间建立互联，通过虚拟工厂操作直接指导实际生产或操作现场工作机器人及其他加工或辅助设备。

与合资企业相比较，自主品牌企业的劣势在于对汽车生产工艺的掌握和理解方面，主要体现在对现有制造工艺进行变革和创新的能力不足。在这方面，日本汽车及零部件制造企业有很强的实力。日本汽车制造企业没有像欧美企业那样强调数字化或虚拟工厂，而是强调制造工艺改善、精益生产、自动化和信息化。丰田汽车看板管理系统是企业信息化的典型代表，在很多年前已经实现了车间无纸化电子屏显示，其功能相当于目前各汽车制造商运用RFID技术对各生产节点进行采集并实时告知汽车生产状态的功能，用于指导生产现场工人了解汽车生产状态，进行后续工作安排和操作。另外，丰田汽车在生产制造大数据方面进行了有益的探索，实现了机器人生产大数据采集和分析，机器人预防性维护、自动修理等典型的智能制造工作。

2. 智能化管理对比

汽车生产企业的智能化管理是运用物联网技术提升产品设计开发、生产制造及物流效率和质量，减少浪费，降低成本，其主要体现在三个方面：一是运用ERP系统拓展功能对供应商和客户信息进行处

理,合理安排生产制造,使生产制造信息与供应商、客户订单信息相匹配,主要体现在对供应商配件物流、生产线物流和整车库存与出厂物流的管理;二是在PLM层面,以产品生命周期管理系统为平台,建立虚拟设计协同开发平台、虚拟现实工厂数据管理平台,将产品设计、制造、应用的数据实时反馈给产品研发与制造管理者,完成产品设计与制造更新换代;三是将企业运营的相关信息反馈给企业各层管理负责人,以便各层管理者做好未来规划或应急事件处理。

在第一个层面,整车生产企业可以利用RFID技术对供应商零部件产品进行录入登记,方便库存查询、生产准备和质量追溯。有的企业专门开发了智能物流软件平台,可以实现精准分拣与拉动式物流配送;有的企业利用物联网技术实现了生产过程、仓储和交付过程中整车的实时跟踪。

在第二个层面,国内外汽车制造企业都在建设与探索过程中;在虚拟设计协同开发平台建设方面已经有所成效,因为合资品牌公司大多承担生产制造任务,涉及产品开发的内容很少,无法获悉相关资料,但在报道中,有福特汽车利用

电动汽车运行大数据更新第二代电动汽车产品设计的报道,因此可以判断,自主品牌完成了协同开发平台第一阶段的工作,第二阶段因与智能产品相关,还没有实际的应用案例,国外汽车公司领先自主品牌一步。

在第三个层面,无论合资还是自主品牌汽车企业都可以通过信息化管理平台为企业管理者提供相关数据和决策支持。完整的信息决策系统是将企业内部所有信息管理系统进行有效集成,以完成企业OTD平台的建设和使用为标志。在相关报道资料中,国外汽车企业其实已经实施了OTD平台,如大众汽车、通用汽车、丰田汽车、戴姆勒汽车、宝马汽车、克莱斯勒汽车;自主品牌中实施OTD平台的企业并不多。

3. 智能新模式对比

随着市场竞争的提升,整车企业定制化销售、市场大数据分析、客户数据分析等智能化新模式纷纷为国内外汽车企业所采用。这些功能的实现是以企业ERP为基础,开发多功能的DMS、CRM系统,并将这些系统与ERP集成在一起,实现数据对接。

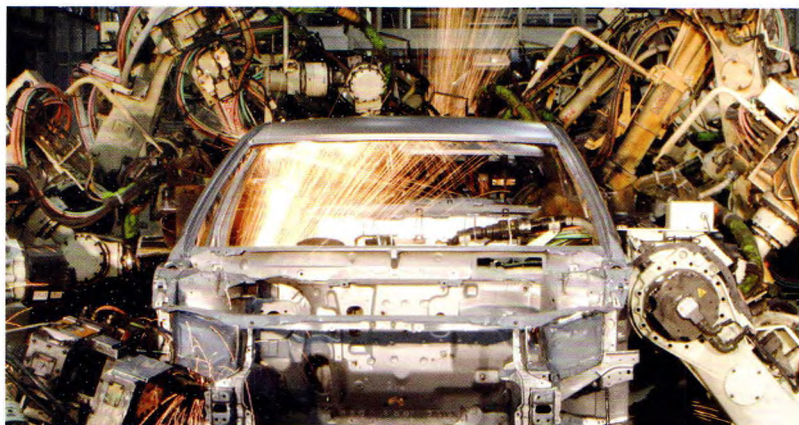
近年来,电商平台在中国零售市场中的作用越来越大,国内外汽车企业纷纷与电商合作,开始销售汽车产品,并在电商平台上做客户信息收集和 sales 大数据分析工作。在定制化销售方面,合资和自主品牌企业都在建立系统,有的企业的定制化系统已经具备了实际操作的功能,并与企业的OTD系统进行了集成,可实现客户定制化生产工作。在对客户数据分析工作方面,有的汽车企业都进行了客户画像数据统计工作,根据对客户行为、选择的数据分析,将客户的偏好绘制成人像数据图;有的企业开发了客户价值管理系统,其作用与客户画像异曲同工。

4. 智能化产品与智能化服务对比

因为汽车的智能化服务往往要依托于汽车智能化产品来实现,因此将两者放在一起进行分析。

汽车智能化产品或者说智能汽车技术也是刚刚起步,分为汽车本体的智能技术和智能网联技术。汽车本体的智能技术以车身主动、被动安全技术为基础,实现的功能包括自动驾驶、自动驻车、自动避让等。这不是智能制造赋予的智能化产品定义。智能制造层面上的智能产品指以物联网技术、互联网技术为载体,对产品的运行状态进行实时监视,并能给出合理的预防性维护建议,或根据运行大数据分析,企业可以对产品技术更新换代设计,甚至提供以提高客户出行效率,降低客户出行成本为目的的服务。这些服务,可被定义为智能服务。

自主品牌企业在汽车智能化产品方面做了很多工作,通过车载智



能终端（TBOX）设备采集车身数据，在服务平台上开发了预防性维护分析功能。

智能制造供应商体系对比

自主品牌汽车制造商依托国内外的智能制造技术供应商实现了自身智能制造的发展，通过案例分析不难发现，支撑汽车企业智能制造系统的供应商仍然以国外供应商为主。在工厂自动化生产线上，无论冲压、焊接、涂装还是总装，来自欧洲、日本的设备制造商占据了主要的市场。但上升到智能制造系统后，美国以强大的互联网技术和软件技术优势超越了欧洲和日本，领跑全球。

在汽车产业智能制造供应商体系方面，美国仍然是最强的，在工厂自动化（PLC）层面有以罗克韦

尔为代表的供应商，在ERP系统方面有Oracle、Infor、微软等公司，在三维虚拟仿真软件和PLM产品上有PTC公司，加上IBM、思科、Intel等IT和互联网公司，可以说是一枝独秀。

德国自西门子不断从美国收购软件公司后，在智能制造体系上，逐渐追上了美国。在工厂自动化（PLC）、设计数字化方面（PLM），有以西门子为代表的供应商，在ERP系统上有SAP公司，在IT和互联网方面也有许多中小型企业。

法国在智能制造方面有良好的基础，在工厂自动化（PLC）层面有可与德国西门子比肩的施耐德公司，在三维仿真软件（PLM）技术上，达索系统与美国PTC公司并驾齐驱，ERP系统上有欧洲第二大软件供应商Sage（Adonix）公司，

体系齐全。近来，施耐德收购英国Invensys公司，加强了自己软件方面的力量，Invensys公司旗下的Wonderware公司在MES系统上有很强的实力。

日本在智能制造方面有自己的特色。“智能制造系统”（IMS）计划最先由日本在1989年提出，在美国、德国等其他国家加入IMS研发计划后，日本却退出了。目前看，在汽车智能制造方面，日本在三维仿真软件技术上与美国、德国相比，实力相差较大；但在生产系统上，日本有很强的实力。开放系统上，日本有三菱公司；封闭系统上，丰田汽车自成体系。在ERP、MES等技术上，富士通、NEC等公司都能为汽车企业提供解决方案。在硬件，尤其机器人技术上，日本有较强的优势。各国主要机器人供应商见附表。

用于汽车制造的各国机器人品牌

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
公司名称	发那科	库卡	那智不二越	川崎	ABB	史陶比尔	柯马	爱普生	安川
所属国家	日本	德国	日本	日本	瑞士	瑞士	意大利	日本	日本
序号	10	11	12	13	14	15	16	17	18
公司名称	新松	现代	罗普伺达	OTC	优傲	松下	电装	广州数控	埃夫特
所属国家	中国	韩国	韩国	日本	丹麦	日本	日本	中国	中国

从表中可见，全球工业机器人品牌中，日本占半壁江山。合资、自主品牌汽车企业高度自动化的生产线，如焊接、涂装等，基本采用发那科、库卡、ABB、柯马等品牌的机器人。除了表中的品牌，日本还有神户制钢、东芝、富士电机、三菱、雅马哈等机器人品牌用于汽车整车和零部件生产制造。因此，日本提出“机器人换人”计划不但是要提高本国的智能制造水平，还

要向外拓展和加强竞争，巩固国家在工业方面的优势。

从智能制造整个体系看，中国虽然在各个环节都有企业从事相关技术开发和产品制造，但还有待加强，尤其工厂自动化硬件产品，尚不能为汽车制造企业提供完整的支撑。在IT和互联网方面，中国有一批企业正在崛起，如华为、阿里巴巴等；在ERP方面，北自所、神州数码等企业有发展的潜力；MES系

统上，易往信息、开目、沈阳自动化研究所等企业为汽车制造企业提供了很多服务；PLM系统有上海思普、武汉天喻等公司。以上企业的技术和产品在汽车整车和汽车零部件生产制造中有一定程度应用。但国内的PLC产品，在汽车行业内罕有应用，因此，国内互联网、IT和软件层面在汽车行业内呈蓬勃发展态势，而自动化生产硬件上却缺失很多。 **AUTO1950**