

中国车企数字化转型趋势系列 研究报告

——生产数字化篇

2021年



海量行研报告免费读

序一百年汽车工业的巨变与沧桑

从无到有，从大到强

“

1956年7月13日，我国第一辆试制成功的汽车缓缓驶下装配线，被毛主席命名为“解放牌”，由华东野战军步兵99师改编的建筑工程第五师制造而成，从此开启了我国汽车工业的历史篇章。而65年后的今天，我国供给侧改革不断深入，数字科技加速在制造业不断渗透，数字技术与实体经济的融合发展已成为不可逆的发展方向。党的十九大报告明确指出，“加快发展先进制造业，推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合”。国家互联网信息办公室数据显示，一些传统产业通过实施数字智能技术不断向工业4.0迈进，已经具有了较高水平的数字化车间或智能工厂，其生产效率平均提升37.6%、能源利用率平均提升16.1%、运营成本平均降低21.2%、产品研制周期平均缩短30.8%、产品不良率平均降低25.6%。

2020年我国汽车行业表现良好，但受疫情、单边主义和贸易保护主义等国际因素影响，全球汽车产业链和供应链均经历了不小的挫折。然而挫折之下，中国车市却呈现出强大韧性，全年汽车销量达2531.1万辆，同比降幅收窄；新能源汽车销量不降反升，达136.7万辆，产销量连续六年蝉联世界第一，累计推广超过550万辆。

今天，新一轮的科技革命正在加速着汽车工业的演变。同时，逆全球化思潮的涌动，芯片的短缺，智能化的渗透都将使汽车行业面临新一轮“危”与“机”的抉择。在此背景之下，我国汽车产业如何抓住机遇适应产业变革，如何从强走到更强成为了每一个汽车人值得深思的问题。

”



发展背景

生产数字化理解：生产数字化是利用数字化技术，解决现有生产制造方式不能满足客户需求的核心问题，同时将生产流程、工艺中的不确定性降到最低。

转型驱动力：国家政策和地方细则双轮驱动；消费者个性化需求对于生产提出更高要求；数字化转型保证企业竞争力；依赖经验的生产决策急需数据能力全面优化。



发展现状

转型目标：利用数字工厂将传统汽车生产制造方式转变为柔性化生产方式，以便快速的响应消费者个性化需求，以及降低为了满足消费者需求而产生的一切不确定性和风险。

困境与挑战：顶层架构缺失导致的内生动力不足；由于缺乏数字化认知导致的转型失灵；看重投资回报率，难以接受投资回报不明确下的巨额支出；生产端附加价值较低，难以获得高层重视。

转型建议：自上而下：在集团层面设立数字化部门，自上而下贯彻数字化路线；纲举目张：抓住自身企业数字化的关键所在，以点带面、小步快跑；生产效率提升并非一蹴而就，配置临时人员可促进产能提升。



企业案例

吉利：采用数字化技术打造中国第一套全流程汽车仿真系统；智能工厂的零件加工合格率达到95%以上，焊点定位合格率达到99.8%，装配合格率可达到100%。

小鹏：五大工艺造就小鹏汽车数字化智能制造标签，展现了新势力车企在数字化及智能制造中的后发优势。

西门子：领先的数字化生产规划和虚拟调试系统帮助企业在生产前的优化、仿真和测试。

ABB：从传统电力到工业数字化不断演进，ABB Ability的服务涵盖工业数字化进程的整个运营生命周期。



发展趋势

数据分析：数据分析工具和人才需求不断增长，既了解汽车制造又能够熟练使用数据分析工具的人才将在行业中获得巨大的竞争力。

5G工厂：5G将成为数字工厂的重要通讯手段之一，其大带宽、高可靠性和低延时等性能在汽车制造中的适用性不断提升。

协作机器人：机器人在制造业中的持续优化及演进，人机共融的生产方式将重塑人们对制造业的刻板印象。

车企生产数字化背景

1

车企生产数字化现状

2

典型数字化转型企业案例

3

车企生产数字化趋势

4

何为生产数字化？

生产数字化是应用数字化技术，以满足客户定制化需求为本，以应对车企生产不确定性为核心的生产变革手段

目前，中国车企在制造端面临的核心问题是现有的制造方案不能满足客户个性化、定制化的购车需求，大批量制造的同质化产品已无法得到客户的青睐，因此车企为提升自身竞争力开始尝试小批量定制化产品。至此，客户对于质量、配置、服务和交付时间要求的不确定性倒逼车企必须对整个生产流程做出改变，而生产数字化便是车企生产流程变革的重要手段。生产数字化虽然可帮助车企优化生产排期、工艺流程等达成降本增效，但自动化设备的使用、制造经验的提升和精益制造的理念已将生产效率成倍提升，边际效应愈加明显。因此，艾瑞认为，车企生产数字化的核心在于利用数据能力应对消费者需求转变所带来的潜在风险，将生产流程、工艺中的不确定性降到最低，其为车企提供的长期隐形价值将远远超出想象。



世界范围的数字化革命

全球主要工业大国都将数字技术提升至国家战略高度，旨在抓住新一轮机遇，提升国际竞争力

世界范围的数字化革命

德国：德国是工业4.0的发源地。SAP和西门子为制造业生产了世界领先的数字化解决方案。大众、宝马和戴姆勒都在积极推进数字化。德国可被称为制造业数字化的全球领导者。

美国：美国车企、学术机构和政府积极参与数字化进程，工业互联网联盟、麻省理工学院、IBM、英特尔等企业已将美国置于数字化的前沿。政府在数字化领域的投资已超过10亿美元。工业互联网联盟正在与德国工业4.0合作，探讨数字化构架的潜在一致性。

印度：“印度制造”是印度政府发展制造业的战略之一。未来随着经济增长，印度将为全球车企提供大量汽车零部件。同时印度IT行业正在与制造商和政府就数字化展开合作。

中国：《中国制造2025》和《十三五规划》中提出促进工业发展，强调数字化技术应用。中国力争在2025年建立40家左右制造业创新中心，以展示新技术并形成集群。

日本：2016年由日产、松下等30个创始成员发起的产业价值链倡议正式启动，正寻求与美国和德国在数字标准制定方面的合作。日本的科技产业在工业物联网研发方面处于领先地位。

中国车企数字化转型驱动因素

政策、需求、市场和企业压力为驱动数字化转型的关键

车企数字化转型驱动因素主要可归结为4类：政策、消费者、市场和企业自身。**消费者需求向个性化转变**为数字化变革的核心驱动力，然而车企目前难以满足消费者定制化需求，除了精益生产外，**车企为了不断增强自身竞争力**而通过数字化寻找其他突破口。**同时车市下行导致市场竞争激烈，放大了企业内部压力和问题**，加之疫情突发引起车企的自我反省，促进了车企不约而同、由内向外的数字革命。而针对上述汽车行业现状，国家为推动供给侧改革，满足人民消费需求，鼓励车企自主研发向数字化转型。至此，在不同维度驱动力的共同作用下，车企数字化转型已是大势所趋，势在必行。

车企数字化转型主要驱动力



来源：专家访谈、桌面研究、艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

驱动因素(1/4): 相关政策扶持

国家指引和地方细则双轮驱动，加速促进制造业数字化转型

在国家层面上，深化供给侧改革，顺应科技、产业变革为近年来不变的发展方向。在此指导下地方也纷纷出台细则文件支持制造业的数字化转型。部分国资背景的车企承接大量国资委的数字化、智能化相关研究课题，如数据上云后的智能生产等，从理论加实践的角度促进车企数字化转型。同时由于地方财政支持的加码，数字智能化软件 and 设备的购买、技术应用等会得到相应的补贴或减税，加速了部分车企更新数字化产线，使用智能化设备的步伐。

部分相关国家及地方政策

国家层面

地方层面

- 《关于加快推动制造业高质量发展的意见》：加快发展工业软件、工业互联网，培育共享制造、共享设计和共享数据平台，推动制造业实现资源高效利用和价值共享。
- 《中国制造2025》：在重点领域试点建设智能工厂/数字化车间，促进制造工艺的仿真优化、数字化控制、状态信息实时监测和自适应控制。
- 《工业互联网创新发展行动计划（2021-2023年）》：针对传统制造业关键工序自动化、数字化改造需求，推广应用数字化技术。
- 《关于深化制造业与互联网融合发展的指导意见》：强化制造业自动化、数字化、智能化基础技术和产业支撑能力，加快构筑自动控制与感知、工业云与智能服务平台、工业互联网等制造新基础。

- 重庆-《智能制造实施方案（2019-2022）》
加快装备、生产线、车间和工厂向自动化数字化迈进。实现从研发设计、计划排产、柔性制造、物流配送到售后服务的大规模个性化订单柔性制造，构建企业快速高效满足用户个性化需求的能力。
- 温州-《关于加快推进工业经济高质量发展的若干政策意见》
每年择优支持不超过30个企业智能化技术改造示范项目（含数字化车间/智能工厂），按智能设备和软件投资额的25%给予不超过600万元补助。
- 扬州江都区-《关于加快制造业转型升级推动工业经济高质量发展的十条政策意见》
支持智能工厂、智能车间、机器换人应用，按照当年实际投入进行最高不超过400万的奖补。



注释：在此仅展现部分相关国家和地方政策；政策内容按照其相关性进行截取。
来源：国务院、发改委、中国政府网、各地方政府网站，艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

驱动因素(2/4): 消费者需求转变

消费者日益增长的个性化需求对于生产提出更高要求

随着汽车的普及和消费能力的提升，消费者已不满足于购买配置几乎固定的、同质化的汽车，更需要车企提供个性化的、各种配置按需搭配的汽车定制服务。然而，目前大部分车企的生产方式在本质上均为以产定销，难以做到反向定制。仅少量传统车企和部分新势力车企可在总装环节做到部分定制化。而数字工厂可帮助车企实现柔性化生产，利用实际订单数据制定排产计划，原材料采购和物流方案，达成混线生产，满足消费者定制化需求。

消费者需求向个性化、定制化转变

A车型（无可选配置/可选项较少）			
配置（举例）	基本款	运动款	豪华款
天窗	-	✓	✓
座椅加热	-	-	✓
真皮座椅	-	✓	✓
高性能轮胎	-	-	✓
轮圈	19英寸合金	20英寸运动款	21英寸碳纤维合金
后视镜自动调节	-	✓	✓
自适应巡航	-	✓	✓



消费者对于汽车的需求已经不仅仅是出行工具，更是除了家庭之外的另一个私密空间，因此对于车辆配置的定制化愈加重视



B车型（大部分配置可自由选择）				
配置（举例）	客户定制			
空气净化系统	PM2.5传感器	空气净化器	负离子发生器	香氛系统
座椅	绒布座椅	真皮座椅	包裹式运动座椅	顶级豪华座椅
外观	深邃黑	象牙白	急速灰	星空蓝
天窗	装配	不装配（尺寸可选）		全景玻璃车顶
自适应巡航	不装配		装配	
自动泊车	不装配		装配	
转向灯控制变道	不装配		装配	

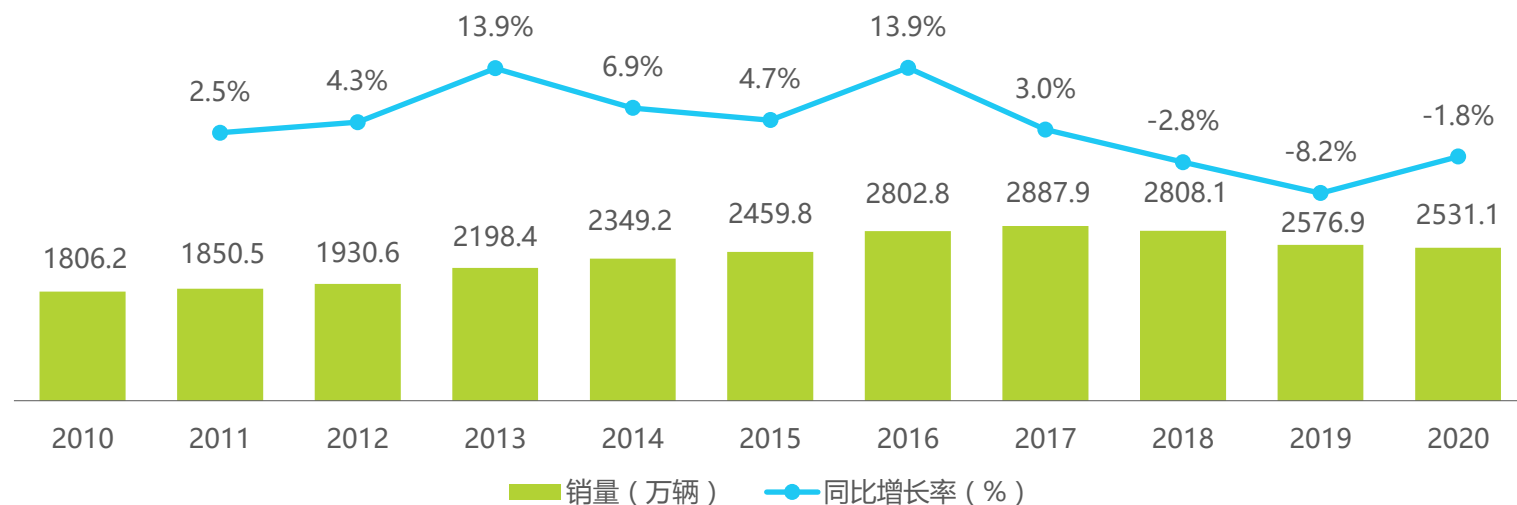
驱动因素(3/4): 车市由增转存竞争加剧

中国车市连续三年下行，行业竞争加速车企数字化转型

2018年我国汽车销量2808.1万辆，同比下降2.8%，由于宏观增速回落、中美贸易争端和消费信心等问题结束了自1991年来连续27年的增长态势，由此车市从增量市场向存量市场转变。2020年降幅收窄，车市逐渐复苏，但新冠疫情、国际环境和芯片供应仍然存在诸多不确定性因素。同时我国传统车企也面临着国外老牌车企和我国新势力车企的双面夹击，除蔚来、小鹏、理想外，更有恒大汽车、智己汽车等诞生在数字化时代的新兴势力，其新建产线数字化程度或远高于传统企业，有望为消费者提供更好的定制化服务，不断夺取市场份额。

由于上述因素影响，行业竞争不断加剧已成定局，故数字化成为了车企转型升级，提升竞争力的重要手段。通过数字化产线的改造，机器人流程自动化和各类设计、仿真软件的应用，加速生产效率，规避不确定性风险，为消费者提供高质量、定制化的汽车产品。

2010-2020年中国汽车销量及增长率



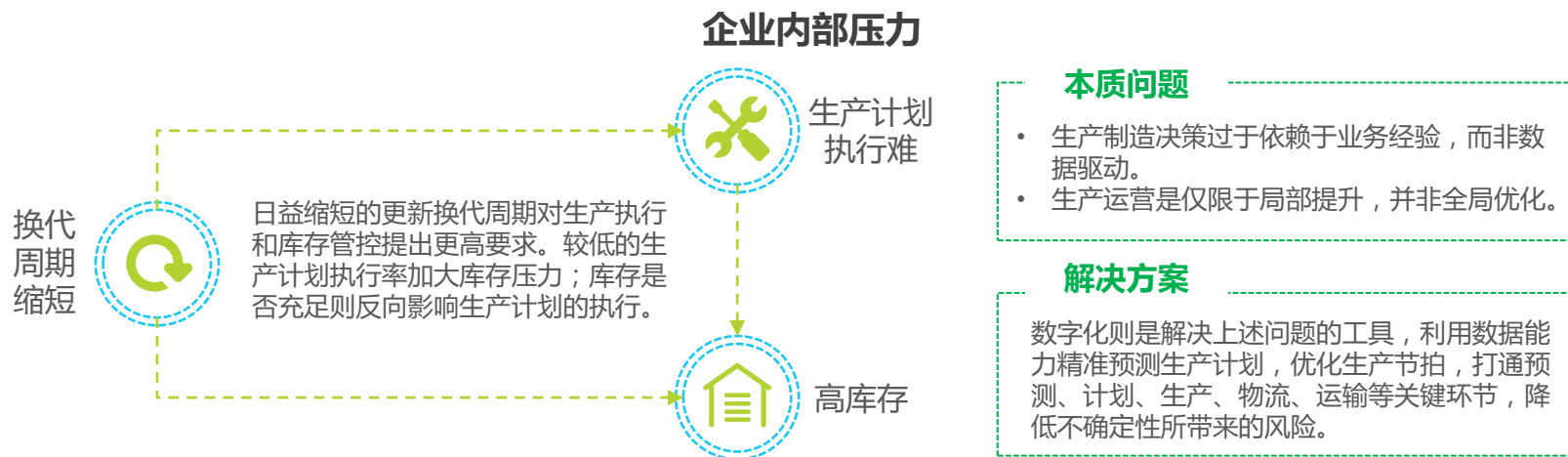
驱动因素(4/4): 企业内部压力

生产决策更多依赖业务经验，急需数据能力进行全面优化

汽车更新换代周期缩短：目前汽车市场竞争激烈，除部分超高端汽车产品外，汽车生命周期不断缩短，现有车型更新换代周期约16个月，从研发到销售的时间甚至更短，一款桑塔纳可多年经久不衰的时代早已成为历史。若在此周期内生产效率无法跟上消费需求则会造成供不应求，从而影响销量；由于预测准确度低，订单预测高于实际水平则会造成库存积压，不得不降价销售影响利润。因此汽车换代周期缩短对车企的生产计划定制与执行产生着巨大压力。

生产计划执行率低：除部分新势力和少量超豪华汽车按照真实订单定制生产计划外，绝大部分车企按照预测订单+真实订单的方式制定生产计划。但由于多种内、外部因素，客户的真实需求波动和订单预测难度较大，（外部因素如：A品牌爆款车型上市后导致B品牌客户退车；内部因素如：物料质量、生产设备稳定性和人员稳定性等），目前汽车行业月均计划波动率达30%左右，生产计划执行率为75%左右，直接影响生产计划，导致执行的不确定性较大，车企被迫大幅度更改生产计划，造成资源在不足和浪费之间游荡，难以做到平衡。

库存居高不下：由于汽车制造属于连续性生产，前工序的停顿会对后工序的生产造成直接影响。因此，部分车企为完成销量目标将产线效率拉满的同时还要储备大量物料，甚至为了追求生产计划的稳定执行而积压7天生产所需的原材料库存，导致企业资金被大量占用。同时，由于物料产品的断点切换较为粗放，至少3%的原材料成为呆滞库存难以消化，使车企高库存的难题雪上加霜。



车企生产数字化背景

1

车企生产数字化现状

2

典型数字化转型企业案例

3

车企生产数字化趋势

4

汽车制造四大工艺简述

冲压、焊接、涂装、总装

冲压：由于工作环境较为恶劣，通常为简单、批量化工作，因此自动化率可达90%以上。但其数字化程度相对较低，因为其虽然要求在达到一定精度内的大批量生产，但可通过库存来解决多数问题。**焊装**：焊装是汽车质量分界点，工艺相对复杂，环境恶劣，部分操作要求带有计算机视觉的设备进行自动化激光点焊，自动化率可达80%~90%，但由于分拼线和表面调整线操作较为复杂，仍需人工操作。**涂装**：工艺相对简单，由机器人按照既定轨迹喷涂即可，自动化率可达80%以上。但其过程少有复杂的数字化系统支持，因此数字化程度相对较低。**总装**：由于零部件种类较多且不规则，使用机器人成本较高，因此较为依赖人工装配，自动化率在20%~30%左右，数字化特征较多体现在工时优化和质量检测方面。

汽车制造四大工艺流程



注释：不同车企四大工艺流程基本相似，但细节或根据产线设计、工艺要求、质量要求和实际情况等有所不同，不代表全部企业情况。

来源：专家访谈、桌面研究、艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

车企生产数字化转型中的 核心技术应用

核心技术应用（1/4）：工业大数据

工业大数据为生产数字化转型中的核心技术，五层构架和网状应用赋能车企精准决策

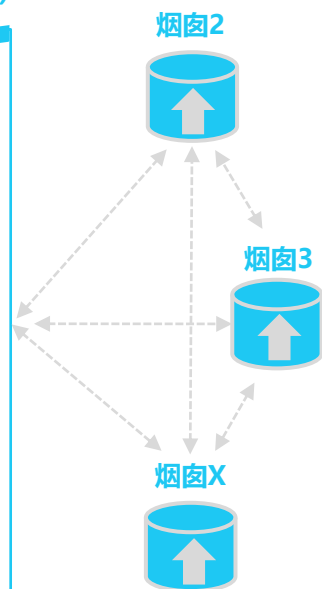
大数据为车企数字化转型的核心、基础技术，部分企业将数字化理解为数据的采集、分析和使用的闭环，但简单的闭环模式难以解决车企面临的问题，还需要通过生产控制系统、BOM系统、PMS、PLM、WMS等进行串联形成网络化数字体系，如此才能将每条孤立的纵向烟囱状应用打通，通过数据中台形成相互连通的网状结构，不同数据以相互交织的方式向上赋能，才能真正做到汽车生产全流程数字化转型。

横向数字化生产体系框架



纵向网状应用

烟囱1（举例）



来源：专家访谈、艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

工业大数据如何改善生产方式？

数据透明化、敏捷化成为车企生产方式变革的根本所在

工业数据为车企生产环节转型的基础，而数据的透明化，决策的敏捷化是生产数字化转型的根本。通过在库存、制造、物流、质检等各个生产环节产生的数据进行有效连接，分析及使用，改变原有粗放的生产方式。用数据的透明及快速传输能力打造数字工厂，解决车企生产环节长久以来的遗留问题或未被发现的问题，从而精准管控生产效率，预防潜在风险便是工业大数据赋予车企生产环节的意义。

工业大数据赋能汽车制造

焊点质量检测

线边物流管控

生产节拍优化

生产问题分析

<传统解决方案>

车企通常定期进行撕裂实验判断某批车型的焊点质量，但发现问题后往往为时已晚，且通常为批量化问题，难以**实时把控质量**。

边线物料管控通常做法为专人巡检，**效率较低，人员成本较高**。

常以个人经验为主规划产线，操作透明度低。部分供应商出于自我保护而加大操作时间余量，导致**产线JPH低于实际，规划成本升高**（每提升1JPH对应1000万成本），**生产效率难达预期**。

常以单个工厂、车间或车型为单位分析生产过程中出现的生产规划、工艺、软件烧录等问题。但大部分车企拥有多个生产基地和车间，**难以发现共性问题导致盲点**。

<数字化解决方案>

从撕裂试验转向实时监控

将数据链条打通后，利用焊接参数收集系统实时收集数据，如电流、焊接帽等，可观测设备运行情况，数据超过阈值即可报警，**及时控制焊合小、虚焊等质量问题**。

从人工巡检转向智能感知

数字边线物料系统可通过计算机视觉识别大件（如车门钣金），重量监测识别小件（如螺丝螺母）等方式进行监控，自动申请补货，同时与各条生产线融合，**提升边线物流效率**。

从经验驱动转向数据驱动

通过连续性工艺流程数据检测，可精准得出每个工位所需操作时间，甚至可得出每天、每种车型的生产节拍数据，达成数据透明，**转变长久以来的错误经验，优化生产节拍**。

从单点问题分析转向系统问题分析

通过各大基地生产数据的采集和内比，可精准挖掘共性或针对性问题，如车型设计缺陷、工艺流程缺陷等，**实现精准化、敏捷化的问题分析**。



将数据打通后，实现设备数据之间的透明化，可实时监控设备的运行状态，根据故障数据、物流效率数据的实时报警，及时调整工艺细节和生产决策，驱动工时效率的提升，解决产品批量化缺陷的问题。

注释：JPH为Jobs Per Hour，即生产线每小时可生产的汽车数量。由于工艺流程、产线设计、产能需求等因素，不同工厂JPH有所区别。

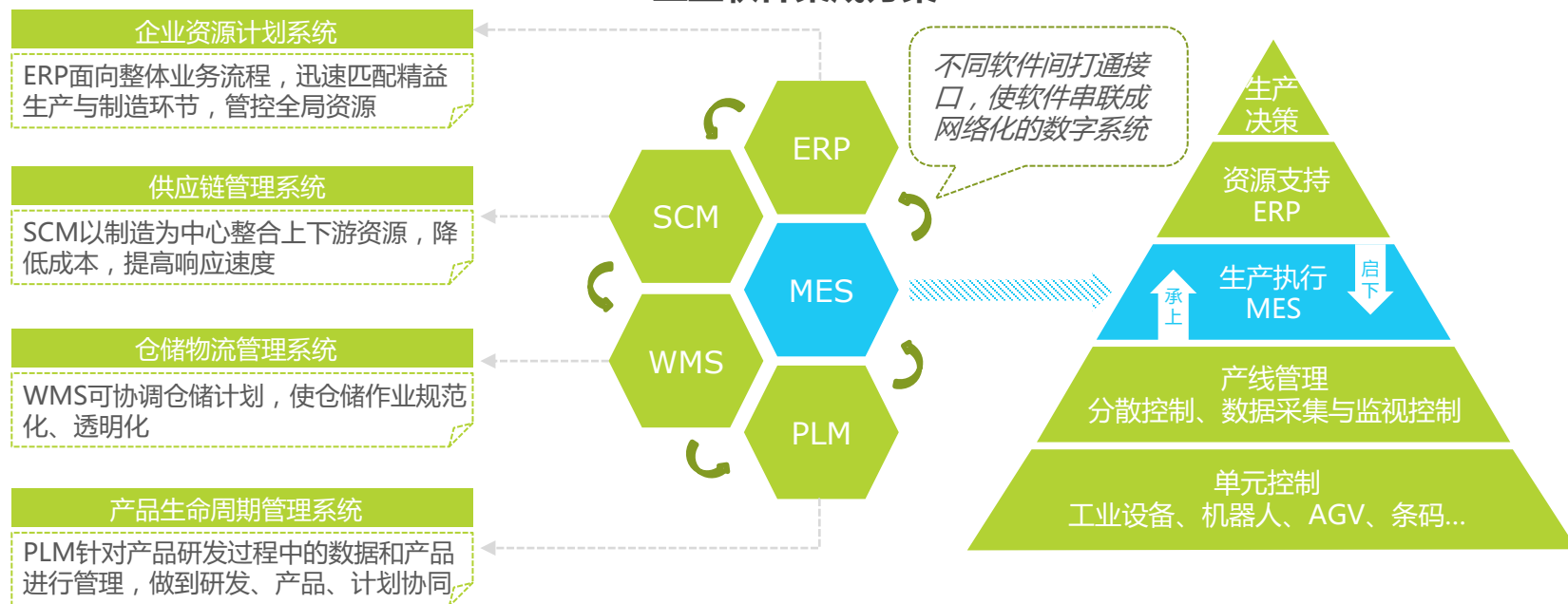
来源：专家访谈、艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

核心技术应用（2/4）：工业软件

网络化的工业软件系统成为智能制造的核心工具

工业软件是应用，数据，方法和功能的集合，在工业领域实现信息化、数字化产品研发、设计、生产、数据收集和信息管理。在生产制造环节，生产现场问题始终困扰着汽车行业，严格的交货周期、新旧车型的调整、产线设备的升级和一线人员的匹配使静态的生产计划转为动态，往往牵一发而动全身。同时，为应对消费者的个性化需求，生产管理的单位正在由最小批量向单一整车转变。因此，工业软件的使用正是解决以上问题的方案之一，而制造执行系统（MES）是生产执行侧软件，填补计划层与控制层之间的信息空白，负责车间级生产过程执行管理，在车企智能制造构架中搭建上下联通的桥梁。西门子、通用等制造业巨头正在持续加大对工业软件的投入，并持续展开依托于工业软件的工业物联网、数字化工厂等革新性项目。

工业软件集成方案



来源：专家访谈，中金公司、艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

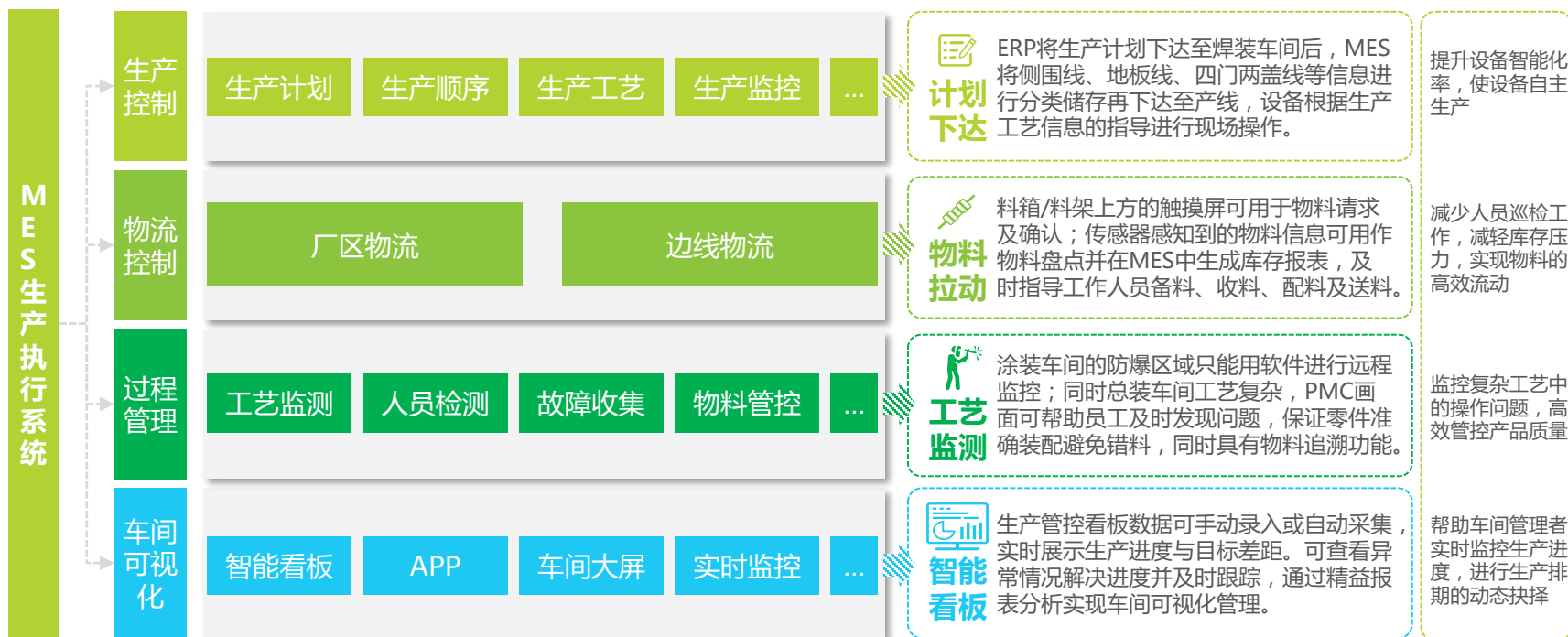
工业软件如何赋能生产控制？

处于执行层的MES赋能生产制造环节的数字决策

生产执行系统（MES）是车企生产环节重要的数字化工具，MES借助底层信息，根据上传的计划数据和生产实时数据做出反应、计算和展示。MES上接车间管理层下接设备，横向覆盖冲、焊、涂、总四大车间，可在生产、物流、人员、工艺、过程等维度做出快速响应，提高信息传递效率和精准度，有效降低由于不确定性因素导致的停工、错料等情况。

MES基本功能及构架

赋能案例



来源：专家访谈，案头研究、艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

核心技术应用（3/4）：工业机器人

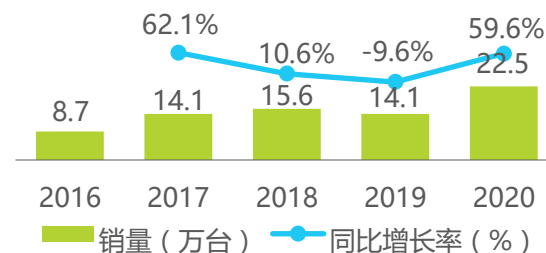
为车企生产数字化提供制造基础的执行终端和数据收集器

根据ISO 8373:2012定义，工业机器人是一种自动控制的、可编程的、多用途的，拥有3个或多个轴并可移动或固定使用的机械装置。我国工业机器人密度全球排名第15，每万名员工拥有187台机器人，在汽车行业使用的机器人数量占整体的30%~35%左右。据工信部统计，截止2021年3月底，企业关键工序数控化率、数字化研发设计工具普及率分别达52.1%和73%，工业互联网平台连接工业设备总数达7300万台，工业APP突破59万个。机器人在生产数字化中扮演者执行终端和数据收集器的角色，将生产制造层面的基础数据进行收集和储存，通过服务器上传至车间级MES和企业级ERP集成中，为生产数字化提供数据基础。然而，目前在项目规划时会提前在冲、焊、涂、总各个环节上进行人力执行和机器人执行的成本核算，考虑项目成本、运维成本后按需使用工业机器人。同时，部分工艺所需机器人的负载、精细度和臂展并不能完全满足车企要求。目前解决方案包含增加机器人数量、更换吊具或在机器人末端增加臂触传感器等，由于成本问题较少出现在机器人本体上的定制化解决方案。

常用工业机器人

类别	定义	主要应用	运动结构	样例
笛卡尔机器人	手臂具有三个移动关节且其轴与笛卡尔坐标系重合的机器人	搬运、码垛、焊接、涂装、包装		
SCARA机器人	在平面上有两个平行旋转关节以提供顺应性的机器人	装配、包装、物料搬运		
关节型机器人	其手臂至少有三个旋转关节的机器人	装配、弧焊、物料搬运、包装		
并联机器人	手臂有平行的移动关节或旋转关节的机器人	精准筛选、物料放置/拾取		
圆柱机器人	其轴线构成圆柱形坐标系的机器人	物料放置/拾取、铸造、装配、注塑成型		

2016-2020年中国工业机器人销量



各生产环节机器人用量



来源：WR Industrial Robots 2016，工信部、专家访谈、艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

工业机器人如何提升制造水平？

利用机器人流程自动化和数据能力打造数字智能工厂

供应商帮助企业搭建自动化生产线的周期一般为6到18个月，取决于产线长度和制造工艺复杂程度等因素。在四大车间当中，出于焊装对质量、精度要求较高，涂装喷房中环境高温高湿且涂料异味较重，因此焊接和涂装环节机器人用量最大，从几十到几百台不等，取决于产线生产节拍。冲压环节因操作流程简单，机器人仅作为抓取、装卸使用，因此少量机器人便可满足需求。而总装环节本身自动化程度较低，除玻璃打胶、密封条粘贴等，其他操作机器人难以执行，因此部分企业用量在8~10台不等。总体而言，每个机器人的使用约代替5个人工，可将JPH从30提升至50以上，将OEE从70%~80%提升至90%以上，极大程度上提高生产效率及制造水平。然而机器人在自动化时代就被各大车企广泛应用，因此机器人在数字化时代的价值不仅仅是机器替代人工，而是通过挖掘机器人采集到的数据进行进一步分析赋能整个生产环节，利用机器和数据价值的叠加打造数字工厂，为智能制造和工业4.0打下基础。

工业机器人赋能数字工厂



注释：1. JPH为Jobs Per Hour，即生产线每小时可生产的汽车数量。由于工艺流程、产线设计、产能需求等因素，不同工厂JPH有所区别。2.OEE为Overall Equipment Effectiveness，即设备综合效率，是设备生产效率的关键衡量指标之一。

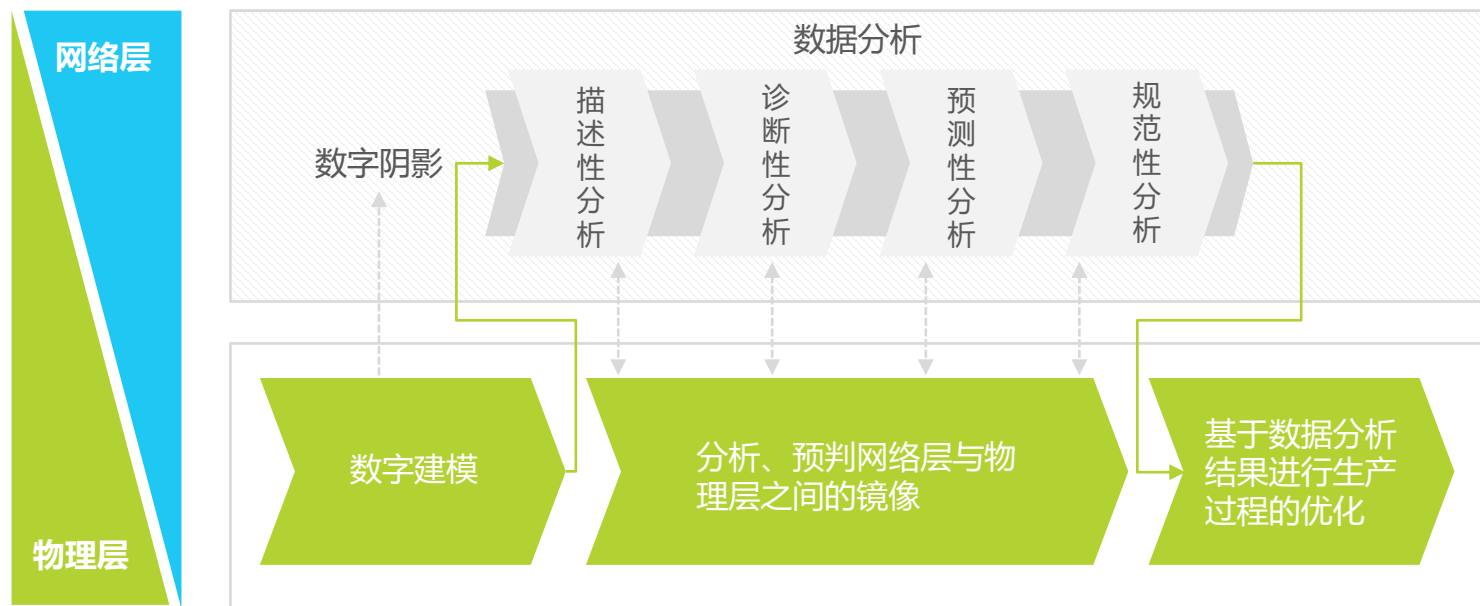
来源：专家访谈、艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

核心技术应用（4/4）：数字孪生

生产制造转型中以预测和控制为目的的认知解决方案

数字孪生是以数字化的方式将物理实体转化为数字模型，利用实施数据和历史数据的结合进行模拟、控制、验证、预测，降低生命周期中不确定性的技术手段。数字孪生可在汽车生产之前通过虚拟生产的方式模拟不同配置、类型汽车的生产过程，降低实际操作时出现的瓶颈，缩短产能爬坡周期，减少计划外的停机时间。同时可将原材料、边线物流、工序要求、设备健康状况等进行统一模拟并记录模拟生产时的参数，有助于及时发现实际生产过程中的异常情况，快速解决不确定性问题。通过数字孪生技术，车企将看到更加理想的最终产量和生流程可靠性。

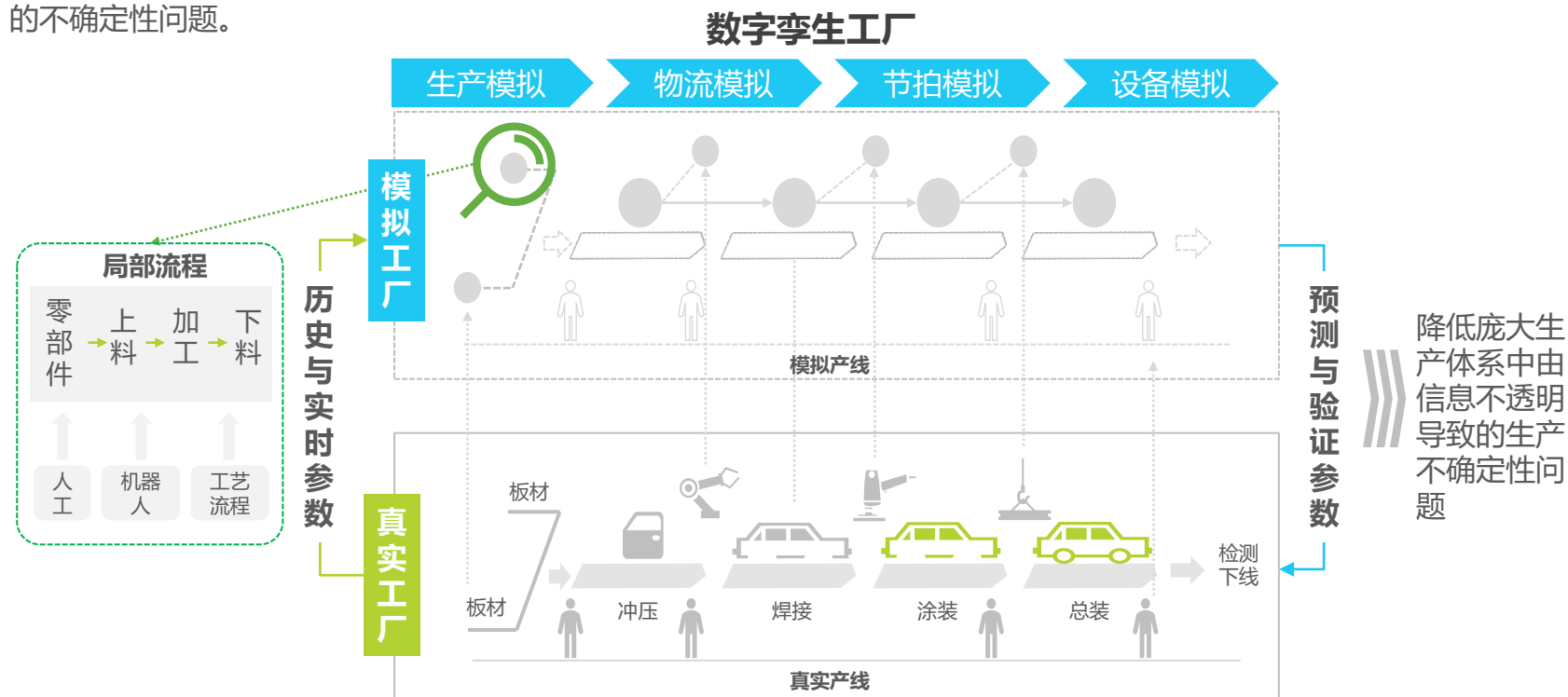
生产流程分析措施



数字孪生如何进行模拟仿真？

利用数据透明化降本增效，减少生产环节不确定性因素

在利用数字孪生进行生产仿真时，规划人员利用无人机等现场勘测设备进行绘制产线的基本信息，同时利用工厂已有的历史信息作为参考设置变量和参数建立模拟工厂，其输出的结果可作为评价工厂具体指标的重要参考。例如，通过制造流程孪生体观测生产节拍、机器人工作状态和生产工艺异常值等，可有效帮助现场管理者对物料输送、料道规划、工位和物料区进行统一规划。同时可对比物流、工位设置方案与生产工艺的适配性，提前得知规划的生产物流方案是否存在浪费，可在方案实施时大幅降低试错成本，避免设备的过度投入，可将物料成本节约30%左右，最大化降低在传统工厂生产时发生的不确定性问题。



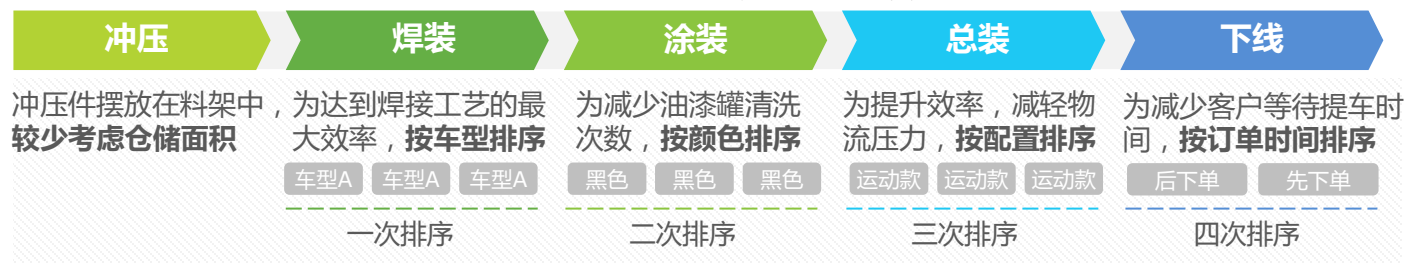
来源：专家访谈，艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

技术应用的终极目标—生产模式变革

柔性化模式令每下一辆汽车的生产都成为一个盲盒

任何新兴技术都并非为了应用而应用。在车企生产数字化进程中，技术应用的终极目标是利用数字工厂将传统汽车生产制造方式转变为柔性化生产方式，以便快速响应消费者个性化需求，以及降低为了满足消费者需求而产生的一切不确定性和风险，为下一阶段的智能化打下良好的基础。具体体现包含在冲压车间中以极短的时间内更换胎膜；在焊装车间中以机器人自主识别焊点位置和工艺要求；在涂装车间内自主完成油漆罐清洗同时降低资源浪费；在总装车间内AVG自动识别所需物料并及时配送。总之，在车企数字化转型过程中，前沿技术应用的目标并非在技术升级，而在完成一次历史性的生产方式变革；而变革后的未来工厂将具有快速而经济地适应生产变化的能力，和适应由需求改变引起的不确定性能力。

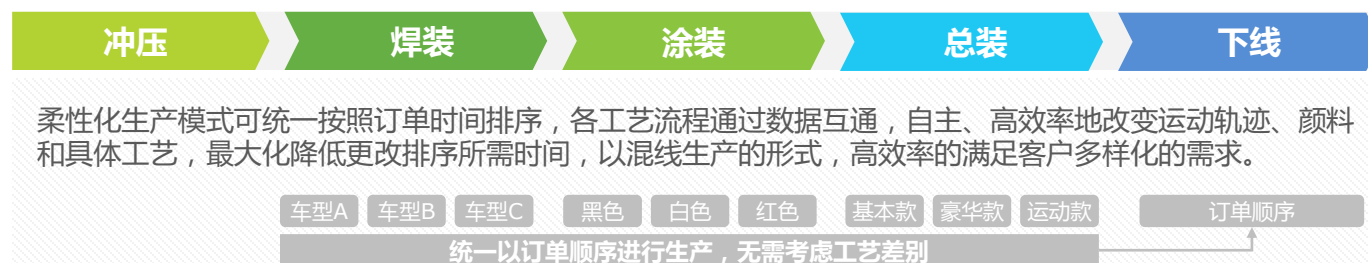
现有生产模式



以最小批量化形式进行生产，每种工艺完成后需要考虑经济性进行重新排序。同时由于基础工艺和操作流程等问题，难以做到个性化产品的高效率生产。

以满足消费者个性化需求为核心的生产方式变革

柔性化生产



无需考虑同类型车辆批量化，通过数据能力使机器自主生产，快速切换工艺及所需物料。在提升生产效率的同时，既保证生产环节的经济性，也保证产品的多样性。

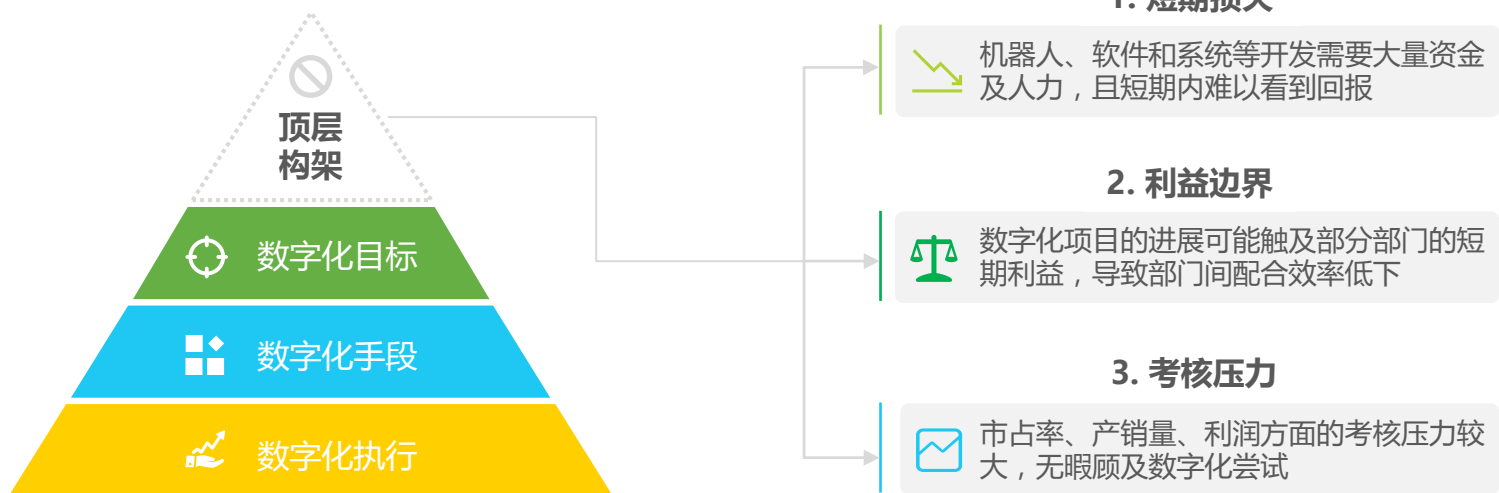
车企生产数字化转型中的 成败得失

生产数字化转型的困境与挑战（1/4）

缺乏顶层设计使企业数字化转型知易行难

生产各环节的数据、业务、流程、软件系统等打通都需要顶层构架的预先设计和规划，而缺乏了顶层设计便容易出现流程割裂、建设重复、标准不一的种种问题。更重要的是，在面临短期内的大量资金需求、部门间利益平衡和原有考核压力的问题时，缺乏顶层设计导致各部门间数字化目标难以对齐，担心JPH、资金等短期损失导致数字化内生动力不足，进而数字化进程受阻。尤其在部分国资背景车企，国资委和集团的考核集中在市占率、产销量和利润方面，除非承接国家研究课题拿到相应预算，否则使用先进科技的决策将极为谨慎。

顶层架构缺失导致的内生动力不足



生产数字化转型的困境与挑战（2/4）

由于缺乏数字化认知导致的转型失灵

由于生产制造端的数字化转型仍然为新生事物，国内起步较晚，因此车企对此认知仍然处于参差不齐的阶段。在员工层面，IT人员认为数字化是软件和数据利用；生产人员认为智能制造设备是数字化的体现，各部门如盲人摸象般的认知难以统一。在企业层面，部分管理者并未从其本质层面出发思考问题，认为数字化仅仅为了降本增效，忽略了其应对风险的本质，导致短期内难以达成降本增效的目标而在迷途中苦苦思索。同时，部分管理者容易将自动化和数字化混淆，更加导致了认知偏差。

生产数字化的本质体现在汽车产业业态、消费者需求和外部环境发生变化时第一时间应对风险和快速响应的能力；是在设备透明化，生产敏捷化的基础上以柔性生产的方式为客户定制个性化、小批量产品的能力；是帮助实现智能制造及工业4.0的必要手段和工具。而对此本质认知的偏差成为了数字化进程中的重要阻碍。

名不符实

降本增效是数字化的直接目标



宏观来讲，数字化确实可促进降本增效，但属于数字化的副产物。降本增效是自动化和精益制造所需要达成的直接目标，而非生产数字化的直接目标

建立数据库可实现数字价值



数字化不仅是简单的数据库建立，而是在大量数据的基础上进行有效分类，形成标准，打通接口，让数据做到上下流通，为生产赋能

数字化价值仅在于设备预防性维护



由于生产设备价值较高，设备失灵后损失较大，因此车企制造环节中更多的存在过度保养，极少出现因保养不及时出现的设备故障，因此其价值也不仅仅在于预防性维护

盖儒者之争，尤在名实

1

消费者需求发生个性化转变

2

需求转变导致生产不确定性及相应风险加剧

4

需要变革生产方式，以柔性化生产方式应对风险

3

传统生产方式难以规避不确定性及风险

5

利用生产数字化转型达成生产方式变革的目的

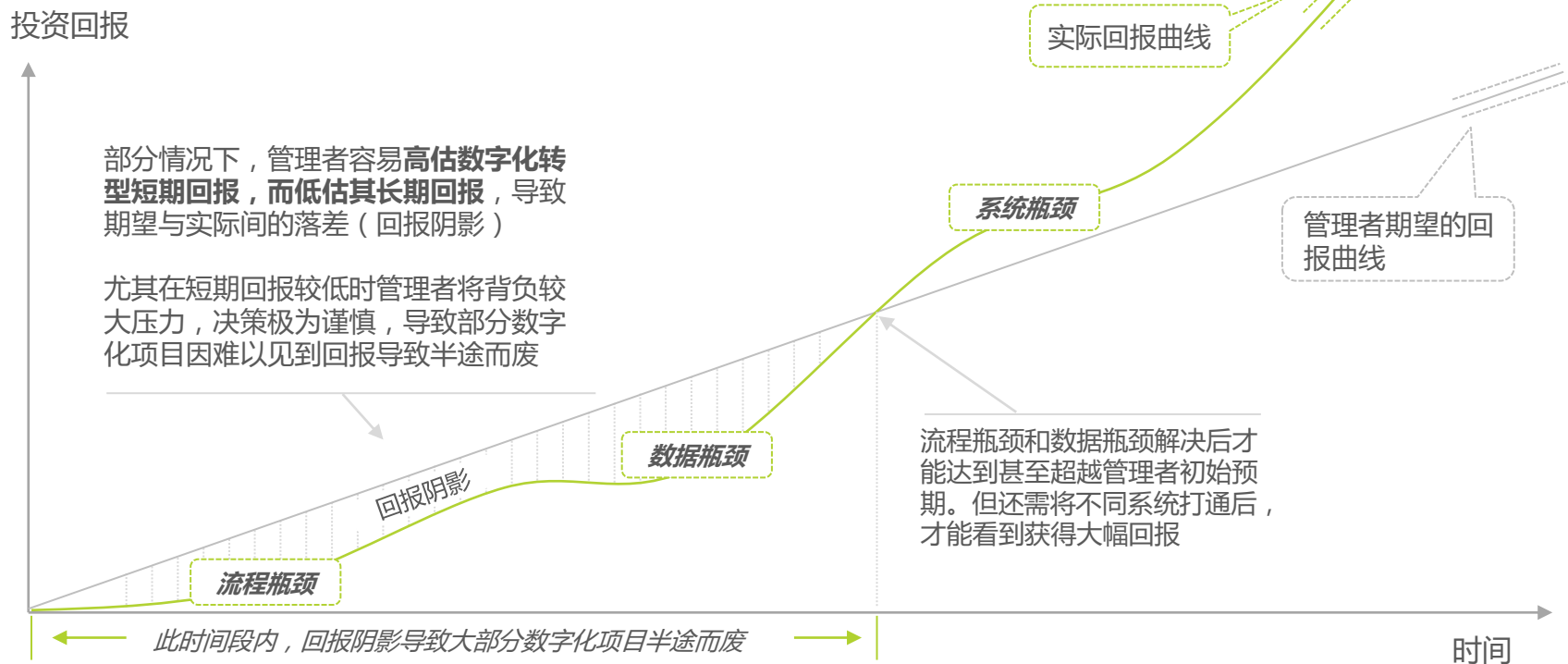
生产数字化转型的本质是以数字化技术为手段达成生产方式的变革，以规避由消费者需求变革带来的不确定性风险

生产数字化转型的困境与挑战（3/4）

看重投资回报率，难以接受投资回报不明确下的巨额支出

由于数字化项目花费金额较大，同时车企为避免过度投资会谨慎考虑前期投资额并对投资报率极为重视，因此部分企业仅将数字化作为尝试性的前沿探索，不当做重要战略方向。更重要的是，由于在数字化前期难以快速见到回报且过程中存在诸多瓶颈，管理者为企业短中期利益考虑难以接受投资回报不明确情况下的巨额投资。虽然管理者此番考虑实属合理，但会一定程度上拖慢数字化转型的节奏甚至导致项目的半途而废，从而失去长期的市场竞争力。

数字化转型回报曲线

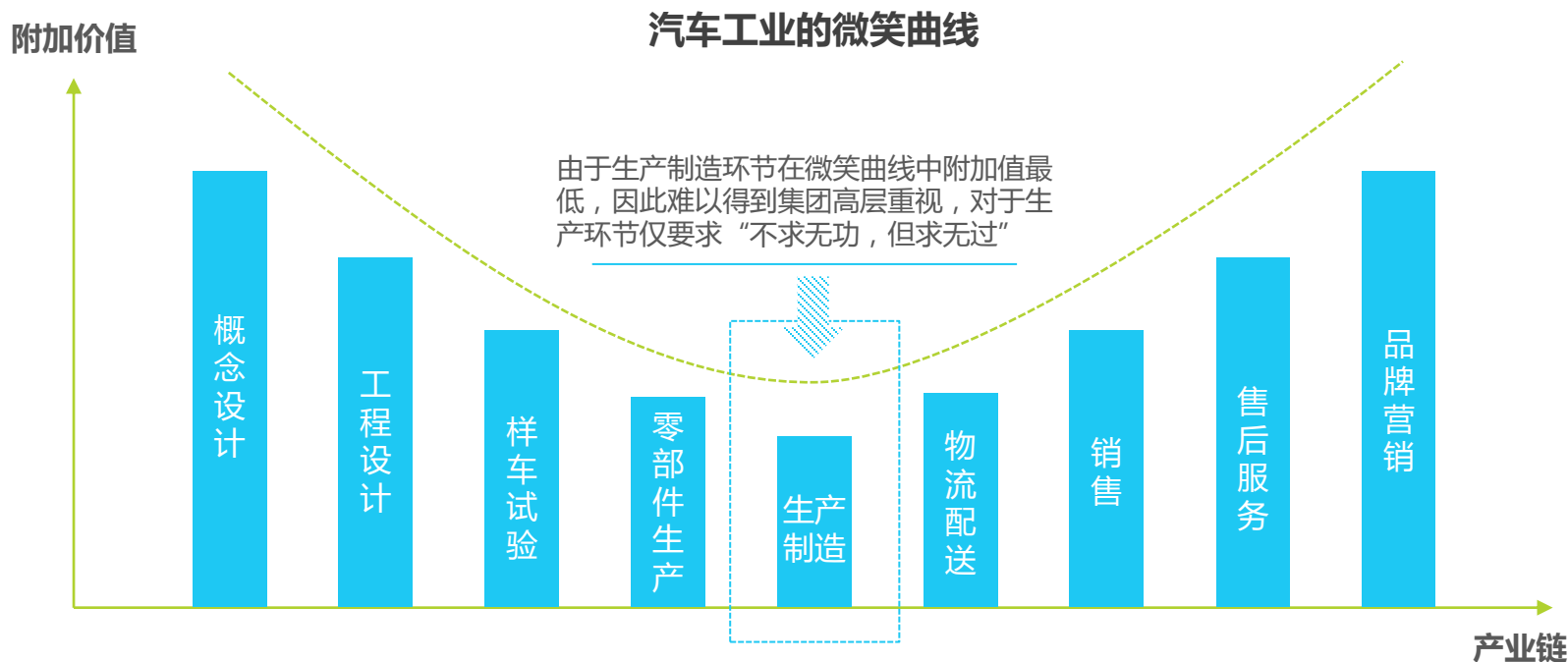


来源：专家访谈，艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

生产数字化转型的困境与挑战（4/4）

生产制造或是汽车生命周期中最难以受到重视的环节

汽车工业被称作“工业中的工业”，其产业链相对其他产业更长、更复杂；同时汽车的制造能力与其供应链、营销、品牌、口碑等有着极其密切的关系，因此汽车工业的微笑曲线理应更加平缓，而生产制造环节的价值理应更高，然而在整体汽车生命周期当中生产制造仍然是最不被集团高层重视的环节。虽然部分学者表示目前已经打破了传统的微笑曲线由中部向两端攀升的固定思维，但不得不承认的是生产制造的附加值仍然难以提升，因此生产制造在整体汽车价值链中处与较为尴尬的境地。由于销售量、利润、市占率等“硬指标”的压力，车企更加重视设计、研发和营销环节。数字化设计/研发可以加速汽车的更新迭代，数字化营销可以精准触达用户以完成销售指标，而对于生产制造环节的要求则为按照规定的质量及时间顺利交付即可。因此，当“硬指标”难以达成时，生产制造方面的数字化投入则变成了部分企业的负担和累赘。



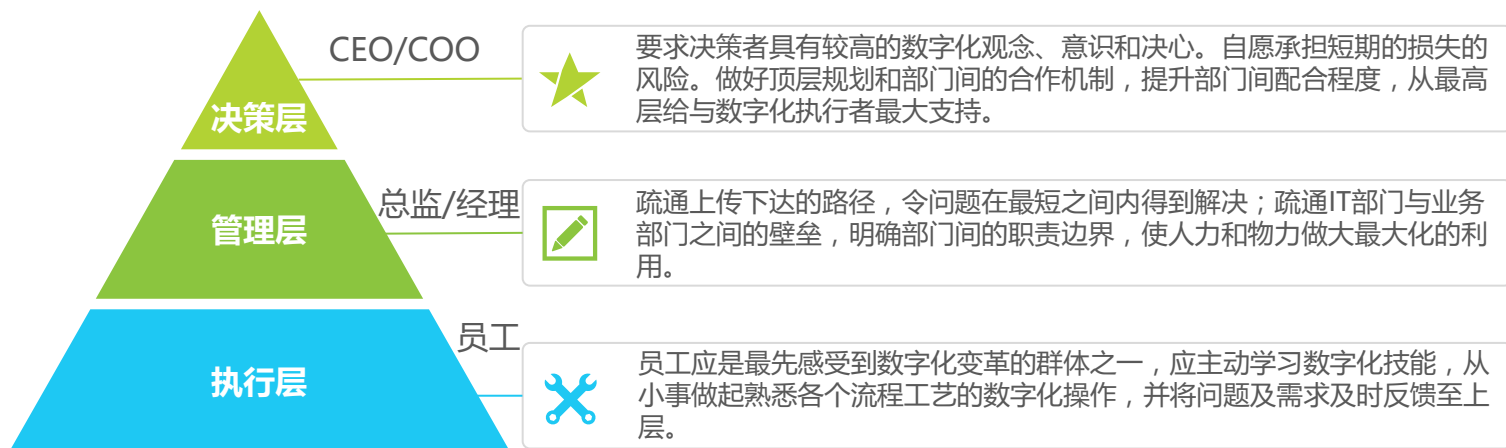
来源：专家访谈，艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

生产数字化转型关键成功因素（1/3）

决策层的支持成为生产数字化转型成功的最关键的因素

自下而上和自上而下的推动数字化转型的差异极其明显。例如，在缺乏高层支持的情况下，虽各部门均可部署数字化技术但短期成本较高，如涂装车间改造多则需要二到三百台机器人，每台价格在几十万到几百万之间，在部门间配合和资金审批等事项中将会产生极大阻碍。同时，部门间在尚未建立数字化共识时，研发、生产、供应链等部门独立数字化难以产生实际意义甚至会出现反作用，例如通过工艺流程改造提高生产节拍后，供应链部门若无法做到数字化系统协同则会出现暂时的物料紧张问题。因此，数字化仅仅是转型工具，而通过部门间协同达成生产模式变革才是目的。而达到此目的则需要高层挂帅，自上而下的进行数字化进程，通过工艺、软件、系统等顶层架构减少各部门对数字理解的偏差，建立科学的决策机制和流程机制，最大程度上减少数字化进程中所走的弯路。

高层挂帅的数字化转型

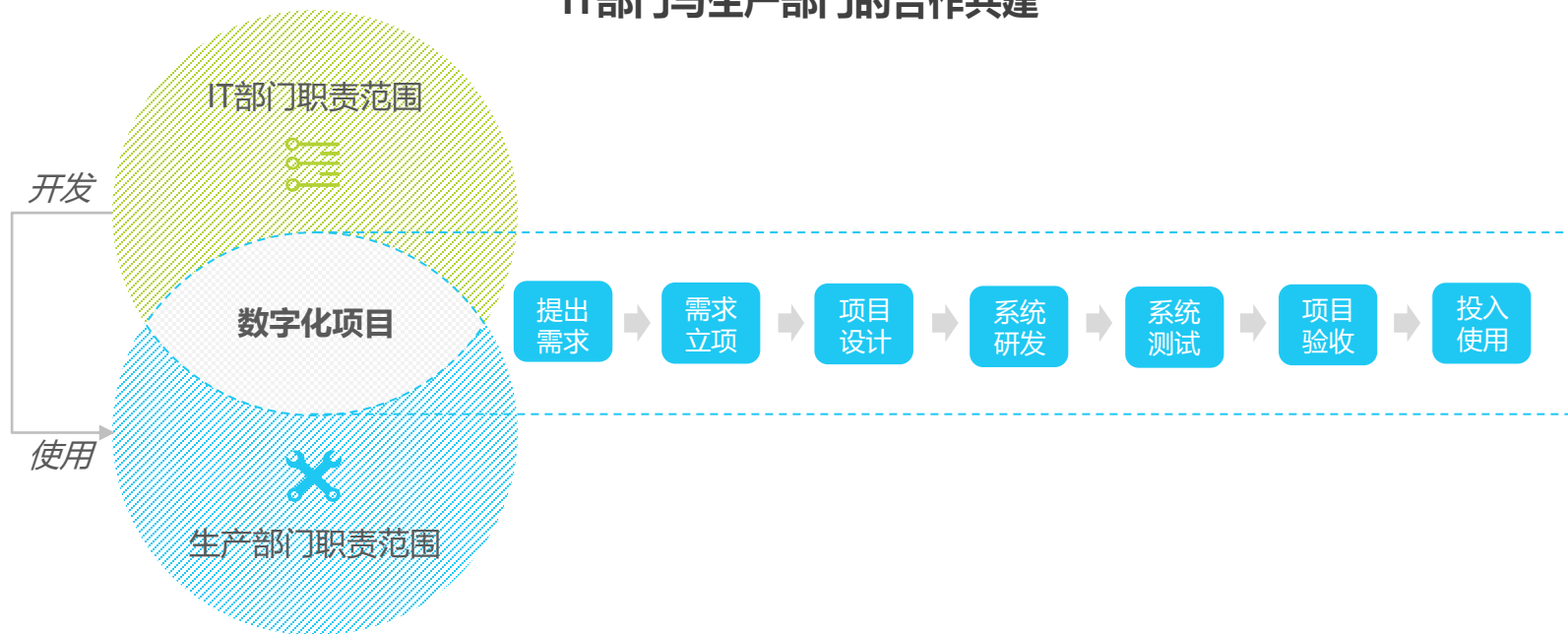


生产数字化转型关键成功因素（2/3）

IT与生产双管齐下、有机融合是数字化转型落地的根本原则

通常IT部门与生产部门存在着不同的业务语言和对数字化的理解，因此在理解出现偏差时，生产人员认为技术人员缺乏技术能力，而技术人员则认为生产人员需求不合理，容易导致责任推诿及内部管理混乱，因此两者之间沟通机制的建立成为基础。同时，传统车企中IT等部门仅扮演边缘角色，而生产、业务部门由于直接与产销挂钩故话语权较大；当数字化来临后，由于数字化项目通常较为复杂，耗费资金较大，且由于其专业性导致生产及业务部门难以承担，因此IT部门被给予了较大权利与责任。此举引发两种问题，其一间接削弱了生产及业务部门的话语权，导致部门间利益博弈，配合意愿降低；其二IT部门在过多的被公司寄以厚望的同时，考核指标并未发生根本变化，导致内生动力不足。因此，IT部门和生产、业务部门需协同配合，双管齐下，在各自的职责范围中提高期望与产出之间的一致性。

IT部门与生产部门的合作共建



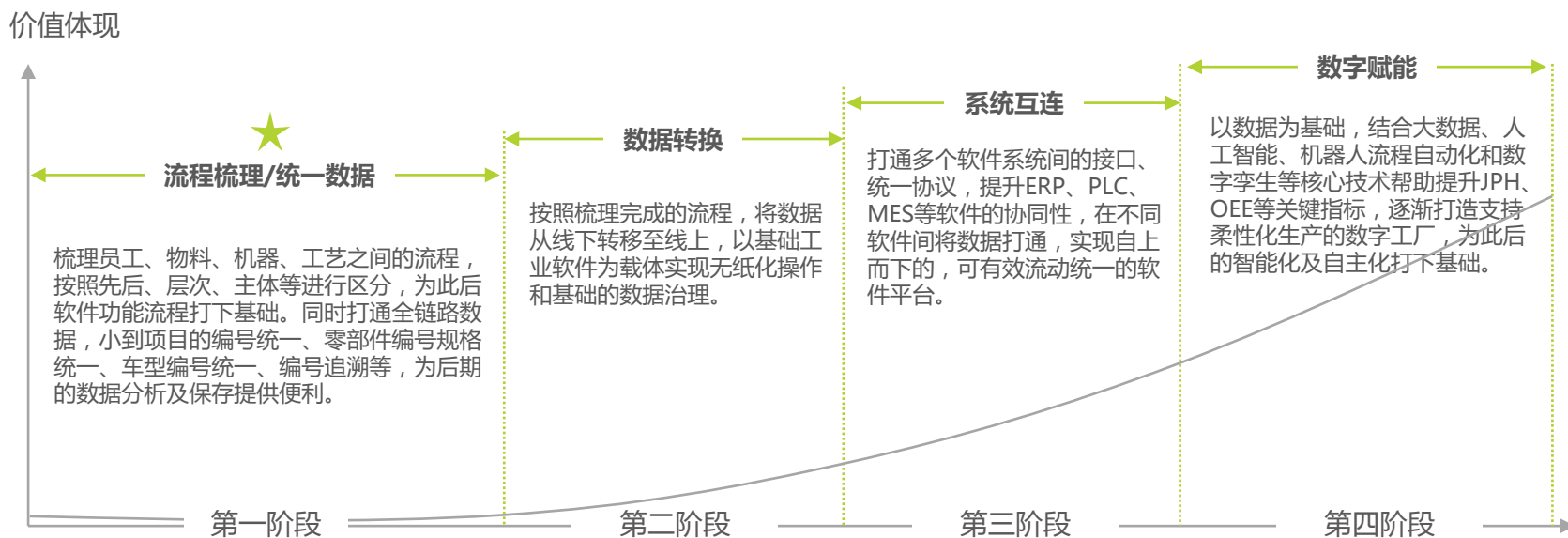
来源：专家访谈，艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

生产数字化转型关键成功因素（3/3）

将梳理流程、统一数据作为数字化转型的源头

问渠那得清如许，为有源头活水来。在开始数字化项目之前企业生产环节的流程梳理十分关键，若线下流程混乱则线上流程将毫无意义，因此流程清晰后再做系统和软件的开发将事半功倍。生产、质控、物流等需求必须要从生产车间各个部门找到对应的生产负责人和工程师将流程厘清，明确流程机制的核心和业务流中的权责机制，否则软件开发完成后流程不同便不得不做系统的二次更改，造成人力、物力及财力的浪费。同时，每种物料、车型等在不同环节的编号、规格数据也需要在开发软件之间进行统一，规避不同格式、人称和操作手法导致的数据不统一的问题，为后期的数据分析及数据库打下基础。而对于供应商来讲更需要做到与车企的数据同步，提供统一标准的数据标签，尽可能达到零部件状态可追溯。

生产数字化转型路径



来源：专家访谈，艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

如何在生产制造环节成为有力的数字化竞争者？

企业战略层：自上而下

在集团层面设立数字化部门，自上而下贯彻数字化路线

目前部分车企并未有专门的数字化部门负责相关项目，而以项目组或某一部门冠名的形式居多，其专业性仍有待考量。因此在数字化决策初期，企业应在集团层面建立数字化部门，任命生产与IT的复合型人才作为CDO，保证其与生产、业务部门的顺畅沟通。同时决策层在建立数字化转型路线后，需从长远考虑，从顶层设计出发向下贯彻，因为一旦总体系统模型建好后将来业务或者需求需要拓展，流程的兼容性以及不同供应商之间的系统兼容性可能对系统性能产生重大影响。同时，市场、消费者、技术、竞对等在不断变化，不应将数字化孤立的看待为静态的路线，相反应建立循环式流程，周期性的对上述各项因素进行判断，而认知的不断刷新也将促使企业走向适合自身的数字化道路。

组织架构变革与数字化路线



来源：专家访谈、案头研究、艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

企业管理层：纲举目张

抓住自身企业数字化的关键所在，以点带面、小步快跑

车企每日被无数的伪数字化所包围，不排除部分软件企业以推销为目的将自身产品及服务包装为数字化概念，其动机仍有待商榷。而数字化并非是可以解决一切企业问题的良药，因此企业需要明确阶段性数字化目标和自身变革的细节，对应顶层设计和企业现状筛选出可以解决关键问题的数字化手段，只有对业务有实质性的提升，企业战略层才能看到价值从而给予资源支持。同时尝试从关键的小问题着手，做好数据标准和底层软件为将来的全面数字化和智能化打下基础，采取纲举目张、以点带面，小步快跑的方式进行数字化转型。此举可以将一次性的大额投资进行分摊，减轻短期内资金压力，降低对投资回报的担忧，进而有目的、有重点的促进生产环节的数字化转型。

生产数字化重点项目筛选流程

1. 找准变革目标与细节

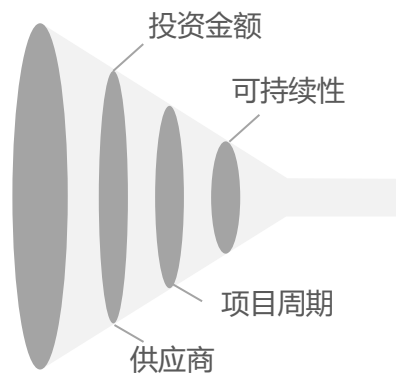
提升生产效率（举例）

- 1 将OTD从36天缩短至24天
- 2 将一次下线合格率从96.8%提升至96.9%
- 3 将JPH从45提升至50

2. 明确数字化工具



3. 建立筛选标准



注释：JPH为Jobs Per Hour，即生产线每小时可生产的汽车数量。由于工艺流程、产线设计、产能需求等因素，不同工厂JPH有所区别。
来源：专家访谈、案头研究、艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

企业执行层：循序渐进

生产效率提升并非一蹴而就，配置临时人员可促进产能提升

生产效率的提升是车企数字化中关注较多的课题之一，而由于停线频率、物流问题、人员操作等不确定性因素，使用数字化工具得出的提升指标仍需经过现场验证和磨合才能真正体现价值。因此，工厂可采取配备候选人、提前测试等循序渐进的方式完成生产效率的提升。

循序渐进地解决生产效率提升及相关案例

 **工具：数字化3D工厂模型**

 **目标：优化操作时间，提升JPH**

 **办法：配置临时支持人员**

通过配置临时支持人员解决产能爬坡不及预期的情况。（新建或改造产线后可能存在瓶颈工位或工人熟练度不高的情况。）

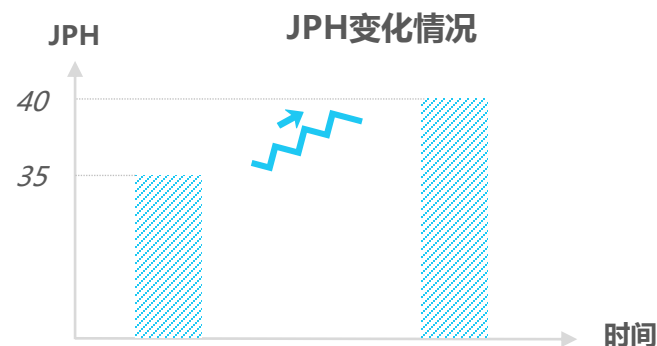
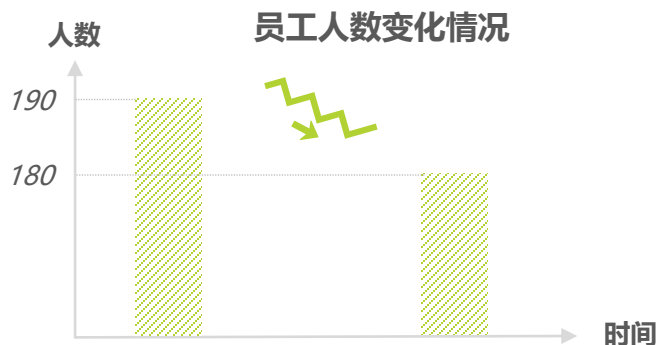
候选人解决方案案例

项目背景

某工厂通过数字化模型得出产线JPH可从35提升至40，同时需180名员工。但由于存在瓶颈工位和员工熟练度问题180名员工难以短期内达成40JPH。

解决方案

额外设置10名候选人在瓶颈工位工作，通过加强培训，增加自动化设备，调整工艺等措施在不同时间逐渐将候选人撤出工位，最终达成数字化模型得出的180名员工和40JPH的产能提升目标。



注释：JPH为Jobs Per Hour，即生产线每小时可生产的汽车数量。由于工艺流程、产线设计、产能需求等因素，不同工厂JPH有所区别。

来源：专家访谈、艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

如何评判车企自身的数字化程度？

车企生产数字化水平评估模型

了解自身才能在竞争中胸有成竹

艾瑞针对生产数字化建立了评估模型，旨在帮助车企初步了解自身的数字化程度以便对自身竞争力做出基本判断。此模型结合了大量外部资料审阅与行业专家深度验证，包含24项评估指标并对其重要性进行分析和量化，内容涵盖软硬件、机器人、仿真模拟、标准化、生产模式等方面。

生产数字化水平评估模型

编号	评估指标（下列生产数字化工具的建立情况）	重要性	重要性系数	编号	评估指标（下列生产数字化工具的建立情况）	重要性	重要性系数
1	BOM信息数字化管理系统的使用情况	★★★★☆	0.8	13	生产制造状态实时跟踪	★★★★☆	0.6
2	ERP等数据垂直整合平台的搭建及使用	★★★★☆	0.8	14	利于风险控制的项目变更和管理系统的使用	★★★★☆	0.6
3	3D产线模拟软件的使用	★★★★☆	0.8	15	与上游供应商的软件打通，实现及时的物料拉动	★★★★☆	0.6
4	ERP与其他系统打通的按需生产	★★★★☆	0.6	16	柔性产线/混线生产产线的建立及使用	★★★★☆	0.6
5	焊装机器人及工艺仿真验证	★★★★☆	0.6	17	冲压产线的规划和仿真	★★★☆☆	0.4
6	喷涂机器人及工艺仿真验证	★★★★☆	0.6	18	协同的多车间自动化物流设备和管理系统	★★★☆☆	0.4
7	总装机器人及虚拟装配仿真验证	★★★★☆	0.6	19	用于精益制造的MES的使用	★★★☆☆	0.4
8	机器人离线编程的使用	★★★★☆	0.6	20	ANDON、AVI等智能看板、生产监控系统的使用	★★★☆☆	0.4
9	工程实施阶段的虚拟调试	★★★★☆	0.6	21	产品质量管理系统的使用	★★★☆☆	0.4
10	自动生成的自动化设备程序	★★★★☆	0.6	22	动力总成车间的自动化测试平台的使用	★★☆☆☆	0.2
11	统一的工厂级文件数据标准	★★★★☆	0.6	23	统一的工程组态平台进行系统集成的使用	★★☆☆☆	0.2
12	物流仿真软件的使用	★★★★☆	0.6	24	工厂作业文件电子化的进程	★★☆☆☆	0.2

来源：专家访谈、公开资料、GB/T 39116-2020《智能制造能力成熟度模型》、艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

来源：专家访谈、公开资料、GB/T 39116-2020《智能制造能力成熟度模型》、艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

如何使用数字化模型进行自测？

合资车企表现更胜一筹，自主车企压力下精进不止

由于国内合资企业可以更有效的借鉴国外先进的制造经验，生产数字化水平较高。而自主车企虽然起步较晚，暂时稍显落后，但其拥抱数字化的态度与积极性不断提升，逐渐缩短与合资企业的差距。而新势力车企则后发优势明显，部分新势力工厂数字化程度极高，部分生产环节如冲压、焊接可达到95%以上甚至100%的自动化率，并利用数字化技术进行管理调度。

测评方式

1 自测：将24项评估指标按照企业实际使用情况逐一进行打分（0~3分）

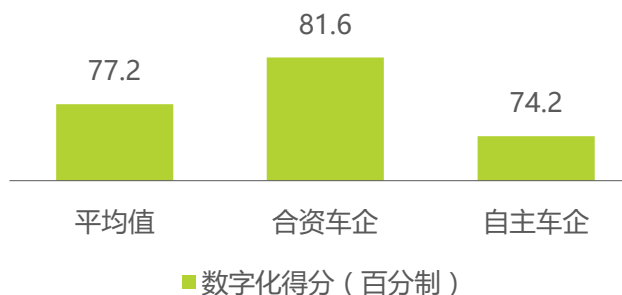
- **3分**-以建立完善并投入日常使用
- **2分**-已建立，在部分情况下使用
- **1分**-以部分建立，在小部分情况下使用
- **0分**-未建立，从来没有使用过

2 计算：将24项评估指标分数与重要性系数的乘积进行求和，结果再与2.5252相乘即可得出百分制的数字化评分

计算公式： $[(第1项评估指标得分 * 第1项评估指标重要性系数) + \dots + (第24项评估指标得分 * 第24项评估指标重要性系数)] * 2.5252$

部分企业抽样调查情况

企业数字化水平评估



结果分析

国内合资车企的数字化程度明显高于平均水平，整体而言自主车企则稍显落后。

部分自主企业在重要性较高的指标当中表现有待提升，如自动生成的自动化设备程序、工程实施阶段的虚拟调试和ERP等数据垂直整合平台的搭建及使用。

车企生产数字化背景

1

车企生产数字化现状

2

典型数字化转型企业案例

3

车企生产数字化趋势

4

吉利—坚定的数字化转型实践者

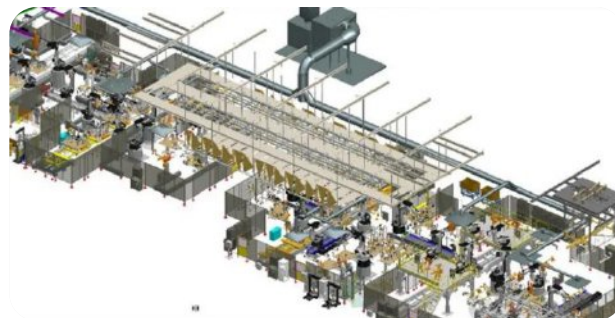
采用数字化技术打造中国第一套全流程汽车仿真系统

在仿真相关核心技术长期掌握在国外的情况下，吉利研发出了中国第一套全流程汽车仿真生产系统。采用激光扫描仪和数字定位仪采集四条生产线上（包含1820台智能装备）的183类47500个数据；其扫描误差不超过3mm，450个机器人的定位精确到0.05毫米。采集后将数据汇聚到仿真系统，建立了相似度极高的全生产流程的数字化仿真工厂，成为吉利制造体系中的关键构成。数字化仿真工厂的应用可减少人为失误风险，降低成本，缩短研发周期，在正式生产前可解决一千多项，接近90%的核心问题。尤其在底盘焊接工艺中，在孔销间隙在0.1mm的情况下，底盘上的12个定位孔可以和焊接基台上的定位销精准对接，将底盘焊接精度从原有的96%提升至100%，达成仿真结果和实际结果的完美重合。

真实工厂



仿真工厂



- 吉利采用Tecno数字化平台，结合数字化技术达成虚拟与现实的无缝连接。虚拟制造利用数字化仿真技术在真实工厂之前实现对设备的集成测试、工艺验证和虚拟试生产，确保虚拟与现实从内在参数、程序到外在数模、布局上的一致以及全过程数据的共享。
- 吉利智能工厂的零件加工合格率达到95%以上，焊点定位合格率达到99.8%，装配合格率可达到100%。

小鹏—生长在数字化时代的后起之秀

五大工艺造就小鹏汽车数字化智能制造标签

小鹏工厂厂区共设有冲压、焊装、涂装、总装、Pack五大车间，拥有4种不同车型总装柔性生产线及1条柔性电池合装线，共计设置264台智能工业机器人。利用物联网和数字化监控技术，做到生产信息、设备信息、工艺信息和质量信息可视化，实现制造过程透明化。此外，工厂内还建有覆盖18种测试路面以及NVH、操控制动舒适性、密封性、自动泊车系统等多种功能测试的动态测试跑道，展现了新势力车企在数字化及智能制造中的后发优势。

小鹏智能工厂



来源：公开资料整理，艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

西门子—国际领先的数字化服务商

领先的数字化生产规划和虚拟调试系统

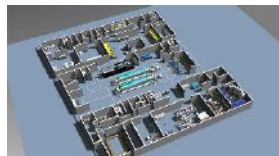
西门子于2017年提出数字化双胞胎（Digital Twin）解决方案，数字化双胞胎是实际产品或流程的虚拟表示，帮助企业在实际投入生产之前即能在虚拟环境中优化、仿真和测试，成为制造企业迈向工业4.0的解决方案。在2001年至2017年期间，通过并购MES厂商，质量管理软件厂商，提供仿真和测试软件平台的供应商，企业解决方案的厂商，出售移动电话服务，旗下汽车电子公司，分拆业务，推出家电领域等。极大提升了西门子在数字化工业的竞争力，也使得其成为能够在客户的生态流程中同时为其提供集成化软件和硬件解决方案的公司。

生产数字化双胞胎

生产规划



通过生产线设计器快速设计和显示生产线布局，并与生产规划进行关联



通过工厂模拟系统对物流系统及其流程进行建模、仿真、探索和优化



管理自动引导车 (AGV)，实现模块化和更灵活的生产

生产执行



PLC 代码可自动生成，并直接从数字化双胞胎传送到全集成自动化开关



虚拟控制器用来在一个完全虚拟的环境中测试生产单元或机器



通过西门子领先的自动化设备和全集成自动化方案，可实现高效、平稳和安全的生产

ABB—工业数字化转型的亲密伙伴

紧跟时代变迁，从传统电力到工业数字化不断演进

由于20世纪80年代欧洲电力市场逐渐饱和，两个历史100多年的国际电力巨头阿西亚公司（ASEA）和布朗勃法瑞公司（BBC Brown Boveri）为加快全球化步伐在1988年合并成为ABB（Asea Brown Boveri）。ABB随着全球工业的自动化、数字化趋势不断转型，目前拥有四类全球业务：电气化、流程自动化、运动、机器人和离散自动化，由ABB Ability™数字解决方案提供支持。ABB Ability的服务从设备、边缘计算延伸到云端，进入到工业数字化进程的整个运营生命周期。ABB具有领先的数字化/联网设备的装机量，包含7000万台数字化设备、7万套数字化控制系统和6000个企业级软件解决方案。

ABB转型路径

电气化

ABB合并后保留了ASEA和BBC的大部分业务，并重点发展电力电气业务，包含轨道交通、发电、电网、配电等

自动化

随着离散制造业快速发展，ABB剥离了大量电力业务并开始在自动化相关业务上发力，1969年ABB推出了全球首台喷涂机器人并提供机械动力传动产品

数字化

随着互联网的高速发展，ABB剥离所有配电业务并提出Industry IT战略。2016年ABB推出ABB Ability™数字化平台，致力于帮助传统制造业向数字化转型升级

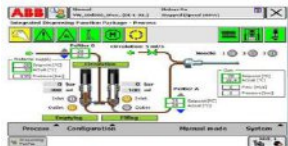
ABB汽车工业解决方案（部分）

白车身



使不同车型在同一条生产线上生产，同时允许引入未来车型。使得产线拥有更多的正常运行时间

喷涂流程



ABB提供简单易用的离线编程软件工具帮助喷涂自动化流程，可在3D环境中进行喷涂工艺的仿真模拟

动力系统



解决方案包含铸造、去毛刺、清洁、装配和测试等。产品线包含机器人、数字计量软件、机器人清洗组建和机器人3D视觉软件等

冲压



ABB将无缝整合冲压技术和机器人结合成完整的生态系统，包含低成本下料方案、冷热冲压线等

机床看护



机床看护指在车床、轧机、压机中添加机器人应用来提升机床效率。ABB提供可靠、可预测的机床输出，可将机床使用率提升60%

车企生产数字化背景

1

车企生产数字化现状

2

典型数字化转型企业案例

3

车企生产数字化趋势

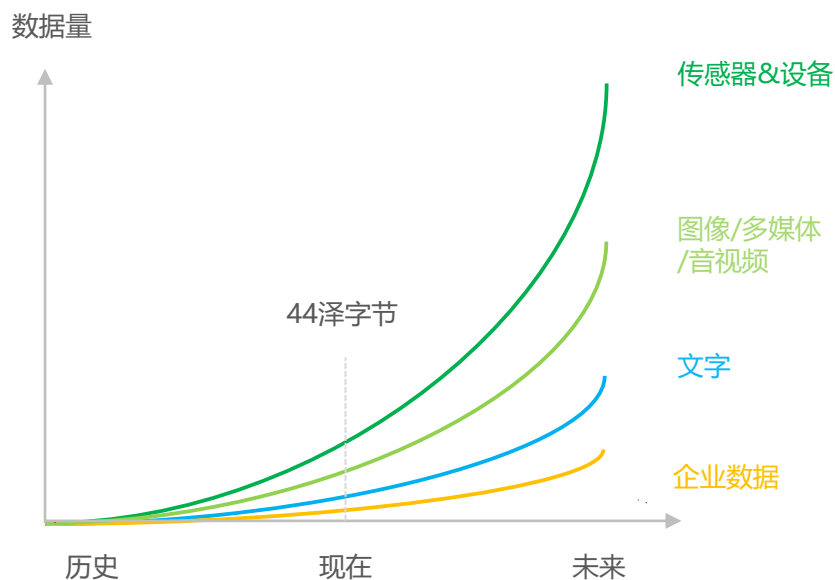
4

数据分析工具和人才需求不断增长

汽车产业数据量的增长将导致相关人才的巨大缺口

随着数字化趋势不断扩张，全球数据量将持续指数型增长，2020年数据量相当于世界上所有沙子的57倍，而多数为非结构化数据。在数字化工厂中，传感器、机器人等数据的处理及分析将成为汽车制造领域中的一大挑战，因此数据分析相关人才的重要性不言而喻，BI、Business Objects和Cognos等数据分析系统的使用将成为日常，而既了解汽车制造又能够熟练使用数据分析工具的人才将在行业中获得巨大的竞争力。

全球数据量增长趋势



数据人才需求画像



来源：公开资料整理，艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

5G将成为数字工厂的重要通讯手段之一

5G有望替代传统通讯方式以满足设备接入需求的增长

目前工厂多采用固网专线的方式进行设备间通信，以有线的形式在工业总线协议下进行生产数据的采集和传输。但随着汽车制造数字化进程不断加速，设备接入量和数据量与日俱增，传统通讯方式已难以满足需求。例如，大型搬运AGV无法使用有线传输，而使用传统无线网络则存在延时和数据丢失风险；同时焊接工厂的电火花干扰也会造成WiFi不稳的情况。因此5G凭借其大带宽、高可靠性和低延时等性能在汽车制造中的适用性不断提升，有望逐渐替代目前有线、WIFI等通讯方案。

5G智能制造工厂特征



设备层面 01.

可在刀具或机床主轴安装通信设备和传感器，利用5G技术将设备参数与运行状态实时发送至监控中心，或接受某项动作命令，完成远程设备状态监测或人机协同制造。



工艺层面 02.

冲压工艺：利用5G实现模具数据采集和质量控制，做到实时数据采集、参数自适应调整等。

焊接工艺：5G技术可应用于焊接数据采集和静态参数优化等；也可通过5G进行现场数据的采集，以驱动虚拟工厂的实时仿真。



物流层面 03.

AGV是实现边线物流及厂内运输的关键装备，基于5G通讯技术的AGV在实时/远程控制、精确导航方面将拥有绝对优势，结合射频识别技术将在厂内物流方面广泛应用。

机器人在制造业中的持续优化及演进

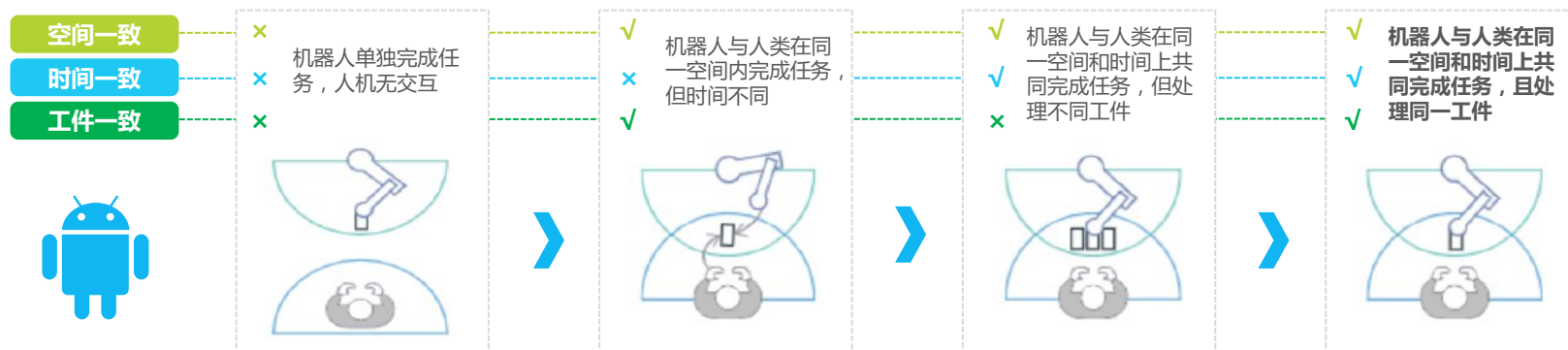
人机共融的生产方式将重塑人们对制造业的刻板印象

2014年丁汉院士、杨学军和郑南宁院士主导推动了国家自然科学基金委重大研究计划“共融机器人基础理论与关键技术研究”，推动人、机、环境共融机器人的研究，包含了刚-柔-软耦合顺柔结构设计与动力学、多模态环境感知和人机互协作等方向，逐渐成为当前机器人的发展趋势。而协作机器人在汽车生产制造中的应用仍然取决于场景的开发，预计5~10年后将逐渐开始成熟。协作机器人的研究并非为了不断增加机器人的用量以取代人类，人类的智慧更不会因协作机器人的出现而停滞不前甚至衰退，而是在生产制造中相互适应、彼此支持的共同优化与演进。

协作机器人 VS. 传统机器人

差异点	传统机器人	协作机器人
设计原则	替代人类简单、重复，或在恶劣环境下的机械式工作	人与机器优势互补，在同一空间内与人类共同完成任务
安全水平	机械、刚性的机器人本体难以保证人类安全	可保证人机合作中机器人本体和人类的双重安全
智能化水平	最高具备数字化水平，难以展现智能化特征	拥有高度智能的自助系统，甚至可感知人类情绪或生理信号
机器人与人类的关系	机器人作为生产工具被人类使用	相互依赖的同事、伙伴关系
机器人之间的关系	在前后工序上的合作关系	在同一零件、工艺上的合作及配合关系
机器人与环境的关系	程序设定后可适应单一环境	自主编程适应动态环境

协作机器人发展路径



来源：专家访谈、公开资料整理，艾瑞咨询研究院自主研究绘制。

数字化服务商的不断成熟与发展

为解决车企实际痛点，服务商的产品价值将不断提升

除机器人或硬件服务商外，多数数字化服务商为互联网及IT企业，其互联网思维与传统的工业制造思维有所差异，而数字化也并非是简单的互联网与制造业的结合，因此部分车企在与数字化服务商合作后发现其实际产生的价值不如预期。而数字化服务商也在探索中不断成长，更加聚焦于解决车企的实际问题而被车企广泛认可，以BATH为代表的大型互联网企业正在不断夺取外商市场份额，而少部分宣传伪数字化概念的服务商将逐渐退出历史舞台。

车企在生产数字化变革中的需求痛点

1 工业软件的价值偏差

部分服务商过度宣传其产品功能，而车企则希望更加聚焦和务实的解决方案。同时，汽车生产制造的过程决定了其重工业的本质，而部分服务商过于关注高科技的应用，使用移动互联网的标准与思维开发的工业软件难以覆盖汽车生产环节的需求，特别是机械工程的智能化、标准化和通用化方面。

2 企业级应用难以打通

从多家服务商处采购的工业软件和传感器产品由于数据、接口、协议等使用的标准不一，在车企实际应用环节难以打通数据闭环，导致即便采用了数字化软件后也难以在企业层面做到全局优化。

3 伪数字化概念的误导

少部分服务商为推销自身产品为目的，将所有产品都包装上数字化的外衣，导致车企被伪数字化概念所包围，加之数字化仍然为较为新兴的事物，使车企的选择更加困难。

车企痛点下，数字化产品服务商的变革方向

1 更加聚焦于产品的工业价值

数字化产品服务商未来将更加聚焦于其产品的实际价值，将在提升生产效率、仿真效率等方面产生更大的实际价值。大数据、云计算等科技在生产制造方向的产品化将更加令各大车企所认可。

2 产品功能与接口并重

服务商逐渐重新考量车企对于数字化软件生态的需求，以纵向可拓展、可连接的标准提供软件产品，逐渐将PLM、ERP、WMS、MES工业软件等串联的方式形成网状系统，逐渐做到生态的统一。

3 动机不纯的供应商将逐渐退场

更多服务商将围绕为车企解决问题的态度与车企合作，同时车企在探索中也将不断刷新对于数字化生产的认知，而动机不纯的服务商将在竞争中逐渐退场。

在我国朝着第二个百年奋斗目标迈进的同时，我国车企也正在实施一场由内向外的数字化变革，如啄喙断爪般在困境与机遇中迎来全新的发展阶段。艾瑞认为，车企的数字化转型升级将不仅仅是技术换代，而是从企业战略、组织构架、运营管理、生产制造到市场营销自上而下的全方位变革。**为此，艾瑞特别推出车企数字化转型趋势系列研究报告，将分别在生产、研发和营销三方面展开深入讨论。艾瑞希望通过在汽车行业的积累和洞见，对正在进行数字化变革的车企和每一位汽车人提供参考，为正在经历百年未有之大变局的汽车行业提供绵薄之力。**

艾瑞车企数字化转型趋势系列报告选题



生产数字化

- 数字化技术应用
- 智能制造
- 困境与挑战
-



研发数字化

- 研发技术应用
- 研发流程改进
- 创新型研发平台
-



营销数字化

- 数字化服务
- 汽车新零售
- 以消费者为中心
-

艾瑞新经济产业研究解决方案



行业咨询

- 市 场 进 入 为企业提供市场进入机会扫描，可行性分析及路径规划
- 竞 争 策 略 为企业提供竞争策略制定，帮助企业构建长期竞争壁垒



投资研究

- IPO行业顾问 为企业提供上市招股书编撰及相关工作流程中的行业顾问服务
- 募 投 为企业提供融资、上市中的募投报告撰写及咨询服务
- 商业尽职调查 为投资机构提供拟投标的所在行业的基本面研究、标的项目的机会收益风险等方面的深度调查
- 投后战略咨询 为投资机构提供投后项目的跟踪评估，包括盈利能力、风险情况、行业竞对表现、未来战略等方向。协助投资机构为投后项目公司的长期经营增长提供咨询服务

关于艾瑞



艾瑞咨询是中国新经济与产业数字化洞察研究咨询服务领域的领导品牌，为客户提供专业的行业分析、数据洞察、市场研究、战略咨询及数字化解决方案，助力客户提升认知水平、盈利能力和综合竞争力。

自2002年成立至今，累计发布超过3000份行业研究报告，在互联网、新经济领域的研究覆盖能力处于行业领先水平。

如今，艾瑞咨询一直致力于通过科技与数据手段，并结合外部数据、客户反馈数据、内部运营数据等全域数据的收集与分析，提升客户的商业决策效率。并通过系统的数字产业、产业数据化研究及全面的供应商选择，帮助客户制定数字化战略以及落地数字化解决方案，提升客户运营效率。

未来，艾瑞咨询将持续深耕商业决策服务领域，致力于成为解决商业决策问题的顶级服务机构。

联系我们 Contact Us

 400 - 026 - 2099

 ask@iresearch.com.cn



企 业 微 信



微 信 公 众 号

法律声明

版权声明

本报告为艾瑞咨询制作，其版权归属艾瑞咨询，没有经过艾瑞咨询的书面许可，任何组织和个人不得以任何形式复制、传播或输出中华人民共和国境外。任何未经授权使用本报告的相关商业行为都将违反《中华人民共和国著作权法》和其他法律法规以及有关国际公约的规定。

免责条款

本报告中行业数据及相关市场预测主要为公司研究员采用桌面研究、行业访谈、市场调查及其他研究方法，部分文字和数据采集于公开信息，并且结合艾瑞监测产品数据，通过艾瑞统计预测模型估算获得；企业数据主要为访谈获得，艾瑞咨询对该等信息的准确性、完整性或可靠性作尽最大努力的追求，但不作任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的观点均不构成任何建议。

本报告中发布的调研数据采用样本调研方法，其数据结果受到样本的影响。由于调研方法及样本的限制，调查资料收集范围的限制，该数据仅代表调研时间和人群的基本状况，仅服务于当前的调研目的，为市场和客户提供基本参考。受研究方法和数据获取资源的限制，本报告只提供给用户作为市场参考资料，本公司对该报告的数据和观点不承担法律责任。

为商业决策赋能

EMPOWER BUSINESS DECISIONS



艾 瑞 咨 询



海量行研报告免费读