

智能制造白皮书

卓越运营赋能制造企业 数字化转型



目 录

变局：数字经济浪潮“不期而至”，中国制造何去何从？	3
困局：数字化转型“恰逢其时”，制造企业任重道远	4
破局：聚焦 6 大关键能力，探索数字化转型最佳路径	8
举措一：定义企业数字化转型最佳路径	8
举措二：构建企业数字化转型能力框架	11
立局：“1+2+N”加速制造企业数字化转型落地	12
“1”：管理与数字化紧密结合的数字化转型方法体系	12
“1+2”：精益 + 数字化工具双管齐下实现持续改善	14
“1+2+N”：软硬件多场景融合打造一体化解决方案	15
解局：世界级工厂的数字化转型之道	23
合肥美桥——设备管理数字化，开启数字化转型重要一步	23
中联重科智能——探索精益企业与智慧工厂融合发展之路	25
海信集团——工业互联网平台实现信息闭环	25
码捷苏州工厂——基于 HOS 和 MOM 的霍尼韦尔首家世界级工厂	26
结语	27

变局

数字经济浪潮“不期而至” 中国制造何去何从？

VUCA (不稳定 Volatile、不确定性 Uncertain、复杂性 Complex 和模糊性 Ambiguous) 时代来临，全球经济发展面临的不确定性进一步增强。面对不确定性导致的经济持续低迷，全球数字经济的规模及体量却逐年增加，成为了低迷经济形势下的一抹亮色。2020年，面对突如其来的新冠肺炎疫情，数字经济更是展现出强大的发展韧性，实现逆势增长，为世界经济复苏与增长注入了重要动力。

根据中国信息通信研究院发布的《全球数字经济白皮书》数据显示，2020年数字经济的规模再上新台阶，47个国家数字经济增加值规模达到32.6万亿美元，同比名义增长3.0%，占GDP比重为43.7%，产业数字化仍然是数字经济发展的主引擎，占数字经济比重为84.4%。其中，2020年我国数字经济规模近5.4万亿美元，居世界第二位，同比增长9.6%，增速位于全球第一。此外，自2017年“数字经济”首次出现在政府工作报告以来，截至目前已四次被写入政府工作报告。2021年的“十四五”规划政府工作报告再次强调了“加快数字化发展，打造数字经济新优势”，同时，政府多部门也在不断释放加快数字经济发展的政策信号，数字经济已然成为我国经济发展的新引擎。

然而，相较于服务业领域的数字化应用和推进速度，作为我国经济发展主导力量的中国制造业，数字化转型进程却明显滞后。数据显示，2020年，我国服务业的数字经济渗透率为40.7%，制造业的数字经济渗透率则仅为21%，数字化程度有待进一步提升。与此同时，我国制造业面临着中低端产业向东南亚转移、发达国家高端制造业竞争壁垒加大、自身的同质化竞争严重、利润率水平持续走低等诸多发展困境，想要推动数字技术在制造业生产、研发、设计、制造、管理等领域的深化应用，加快重点制造领域数字化、智能化转型进程，仍然存在很多挑战。

因此，作为未来数字经济的主战场，中国制造业如何借助数字经济赋能转型，顺利应对VUCA时代的挑战，扭转发展困境，实现“中国制造”向“中国智造”的转型，成为每一家制造企业都需要深入思考的问题。

困局 数字化转型“恰逢其时” 制造企业任重道远

以大数据、云计算、物联网、人工智能、5G 等新一代信息技术为核心的新一轮科技革命和产业变革正在加速，数据的采集、存储、传输、展现、分析与优化都具备了良好的技术基础，数字化转型的浪潮迅速席卷全球。

我国经历四十年改革开放和连续高速增长，也已经进入了中速增长平台和高质量驱动的阶段，处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期，数字化成为实现高质量发展的基本路径。特别是 2020 年，突如其来的疫情让中国企业尤其是制造企业经历了前所未有的困境，同时也感受到了数字化对企业“转危为机”的重要性。制造企业的决策者们开始重新审视数字化转型对企业的价值与意义，并且用实际行动加速企业数字化转型的进程。

据 e-works 最新调研数据显示，99% 的企业对数字化转型持支持态度，约 80% 的企业已经制定了数字化转型规划，且超过 40% 的企业已经将数字化转型作为企业核心战略。不难看出，越来越多的企业受到企业发展、产品创新需求、人力成本上升等因素的驱动，选择用数字化转型来对抗不确定因素，并高度认同其价值，企业数字化转型的内生动力不断被激发。

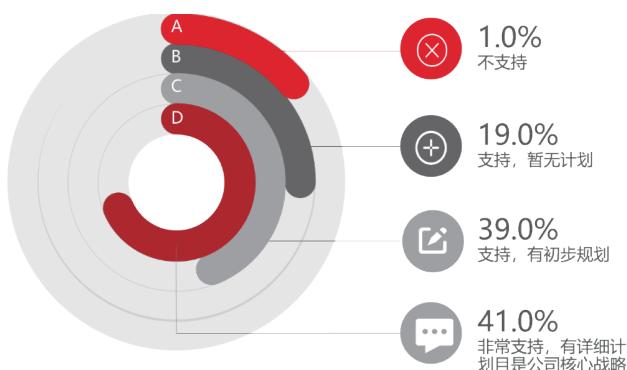


图 1 制造企业对数字化转型的态度（数据来源：e-works）

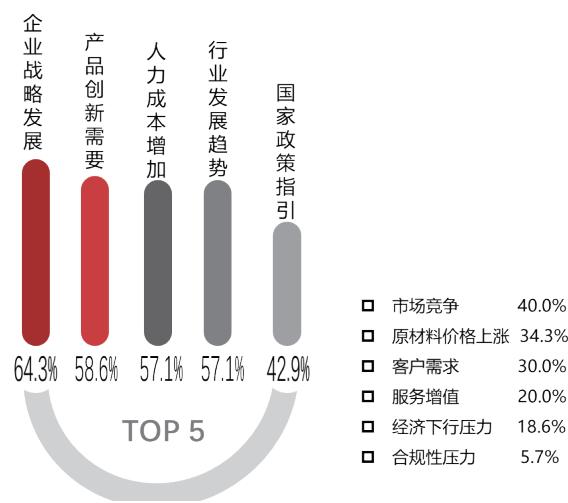


图 2 促使企业数字化转型的主要动因（数据来源：e-works）

同时，尽管受到“疫情”冲击，依然有超过 80% 的企业保持了在数字转型方面的持续投入。其中，投资额在 300 万 -1000 万元区间的企业比例也保持稳定上升。此外，自疫情后，无专项投入的企业比例显著缩小，这也充分说明数字化转型的价值驱动效应明显，企业内生动力正在持续释放。

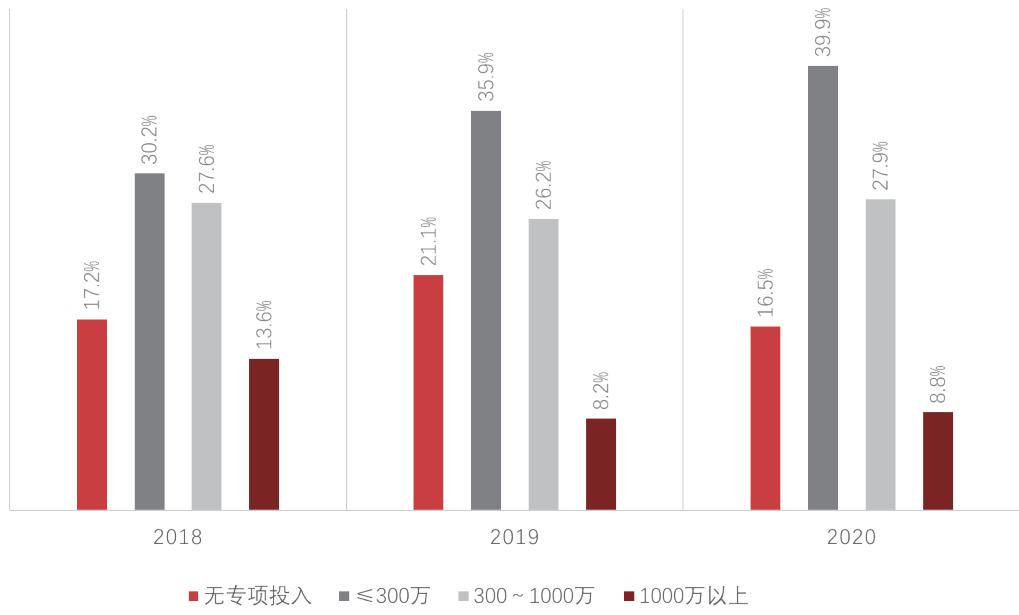


图 3 制造企业 2018-2020 年数字化建设投入 (数据来源: e-works)

此外，随着云计算、大数据、移动互联网、物联网、人工智能等新兴信息技术与制造业的深度融合，数字化技术正在引发对制造业研发设计、生产制造、产业形态、商业模式、业务运营、决策方式、组织形态、企业文化等方面深刻变革与影响。数据显示，数据采集及分析、物料与库存管理、生产运行管理、质量管理、设备维护与备件管理位列企业数字化应用的前五。并且，未来 2-3 年，设备数据采集、实施 MES/MOM 系统、实现车间设备联网、实现数字化质量管理是企业数字化建设的主要方向。

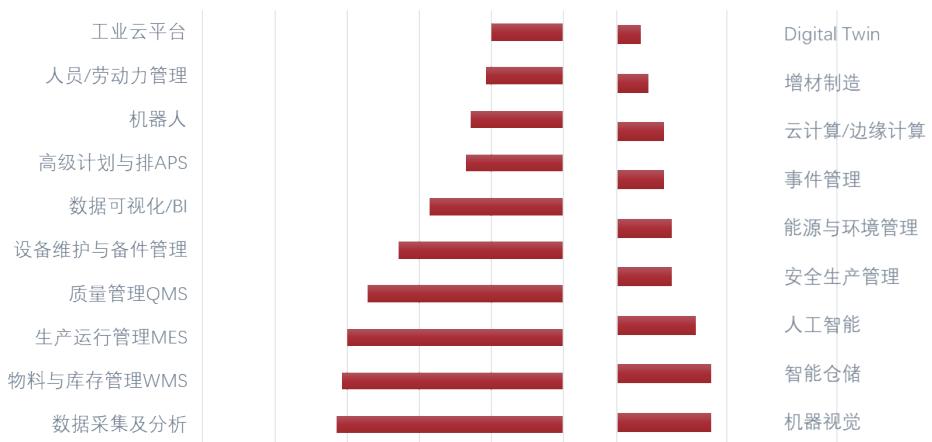


图 4 企业数字化技术应用情况 (数据来源: e-works)

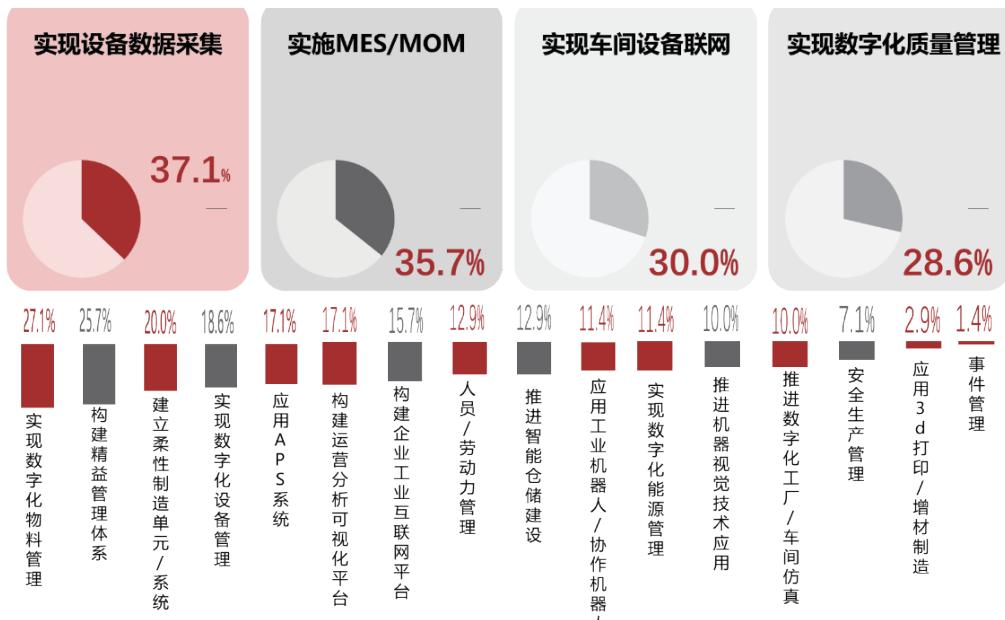


图 5 企业未来 2-3 年数字化建设方向 (数据来源: e-works)

由此不难发现，企业数字化转型的热情正在被一步步点燃，数字化转型正当时。然而，根据制造企业数字化转型阶段分布自评数据显示，现阶段企业数字化转型多处于起步阶段，仅有 7.1% 的企业处在全面部署阶段，处在创新优化阶段的企业更是不足 3%。这说明我国制造业数字化转型总体还属于成长型，未来仍然有较大的发展空间，转型之路任重道远。

毕竟数字化转型是一个长期且复杂的过程，企业在数字化转型过程中面临着技术创新、业务能力与组织架构重建、人才培养以及资金投入等方方面面的挑战，同时制造企业组织、业务、产品和价值链的复杂性，也为制造企业的数字化转型带来诸多障碍。根据 e-works 长期跟踪数据显示，专业人才、技术能力、资金投入是制约制造企业数字化转型的主要因素，此外还包括顶层规划缺失、管理与流程原因、转型方向不明、无成功案例借鉴等。

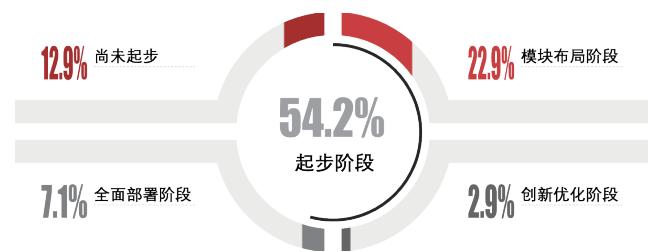


图 6 制造企业数字化转型阶段分布自评 (数据来源: e-works)

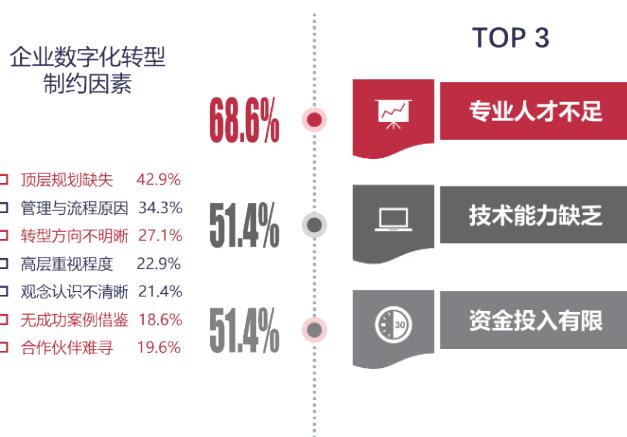


图 7 制约企业数字化转型的因素 (数据来源: e-works)

具体来说，中国制造企业数字化转型面临以下八大难点与问题：

专业人才不足制约数字化转型进程。数字化 / 智能化转型需要培养复合型人才，但尽管部分企业采取内部培养、优秀人才输入等多种方式构建企业数字化人才体系，但对于大多数企业而言成本负担较重，存在一定风险。

企业技术能力难以全面支撑数字化转型。大多数企业对于信息技术的应用认知还停留在部署 IT 系统的阶段，并且经过多年传统信息技术（如 ERP 等）的应用，孤岛纵横、基础数据不准等问题始终困扰着企业。与此同时，云、大数据、AI、IoT 等新兴技术快速发展，新旧问题叠加让传统制造企业理解、应用、掌握这些技术变得更加困难。

数字化转型缺乏足够的资金投入。传统制造企业尤其是中小企业的利润率较低，因此在数字化转型资金投入方面尤为谨慎，更加关注投资回报，往往缺乏足够的资金投入。另一方面，企业投资数字化转型项目一旦没有取得显著效果，企业进一步的数字化转型的投资动力也受到制约。

数据采集与应用能力不足。数据是制造企业数字化、智能化非常重要的组成部分，也是企业重要的资产。企业涉及的数据类型多、来源多、量级大，如何获取数据、传输数据、管理数据、发挥数据价值仍然是企业亟需攻克的难题。

软硬能力失衡制造数字化转型障碍。受到投资回报的牵引，企业往往将应用的重点放在自动化设备等硬件设施的升级上，很多企业并不太重视设备联网和数据采集，这样造成了企业在数字化转型中重硬轻软，能力分布失衡。

企业数字化转型缺乏全局战略支撑。数字化不仅仅是技术革新，更是经营理念、战略、组织、运营等全方位的变革，需要从全局谋划。尽管目前多数企业推动数字化转型的意愿强烈，但普遍缺乏清晰的战略目标、详细的数字化转型规划以及确保规划落地的保障措施。

企业数字化建设的管理基础薄弱。数字化转型不仅仅是技术问题，更多的是管理问题。目前企业已经应用了诸多信息系统，但是孤岛纵横，基础数据不准确，编码体系不统一等问题依旧突出，如果企业缺乏良好的管理基础，就盲目实施数字化项目，收效一定无法达到预期，因此管理基础的夯实尤为关键。

缺乏数字化建设方法和经验的指引。制造业的各个细分行业差异很大，处在各个产业链中不同位置的企业个性化很强，即使是同类企业由于企业实际建设水平的差异，数字化转型的突破口也各不相同，企业往往没有可以直接照搬的模板，缺乏可借鉴的经验和专业的指导。



图 8 企业数字化转型主要难点与问题来源

面对这些难题，制造业该如何打破转型困局？如何保障数字化应用落地？如何高效地推动数字化转型？这些成为了当前制造企业关注的重中之重。

破局

聚焦 6 大关键能力 探索数字化转型最佳路径

数字化为传统制造企业带来了很多新的机遇，用正确的方式破解困局，寻求合适的转型方法与路径，拥抱数字化转型给制造业带来的红利已成为制造企业的必修课。

举措一：定义企业数字化转型最佳路径

在拥抱数字化转型的过程中，很多企业在数字化领域已经进行了很多艰苦而勇敢的尝试。但对于大多数企业来说，它们所面临的是一段充满未知的旅程，个体的差异使得数字化转型的路径千差万别，难以寻找标准答案。

制造业数字化转型是全方位的，通常情况下，企业数字化转型可以有六种典型切入模式，即：商业模式转型、服务模式转型、研发模式转型、运营模式转型、制造模式转型和决策模式转型。商业模式转型主要指企业通过数字化手段，建立起了全新的商业模式，如按服务绩效付费（Pay by use）；服务模式转型指企业通过开发产品服务的 APP 等方式，让客户可以实现自助式服务，

转变传统服务方式，从而提升服务效率；研发模式转型指在产品研发过程中广泛应用数字化技术，如通过互联网收集客户对产品的需求，在研发过程中实现众包设计等；运营模式转型指的是结合业务场景全方位应用数字化技术，帮助企业实现精细化管理；制造模式转型是通过制造环节的数字化技术应用实现制造的转型升级；决策模式转型通常指企业通过推进数字化转型，对已经拥有的海量异构数据进行多维度分析，提高数据分析的实时性和可视化，实现数据治理，基于数据驱动进行决策，并利用人工智能和大数据分析技术分析数据背后蕴含的关键信息。

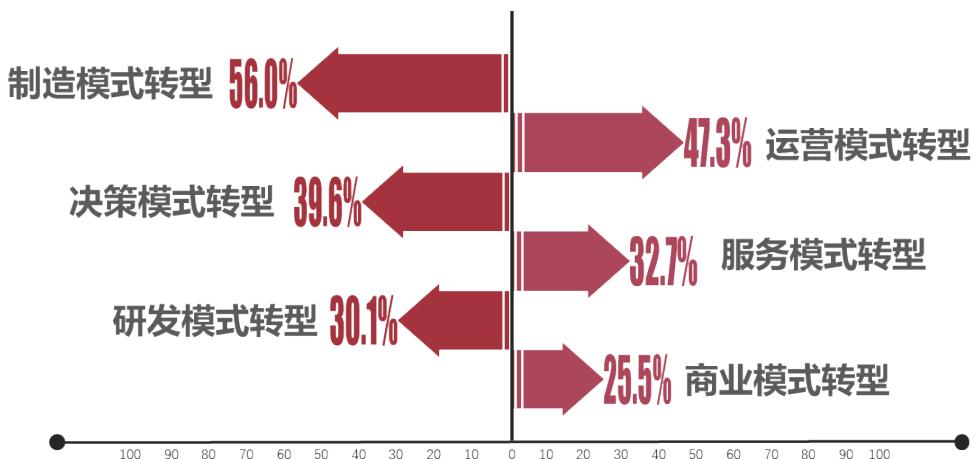


图 9 制造企业的数字化转型模式选择

从发展路径来看，制造企业数字化转型可分为着精益化，自动化，互联，智能四个阶段。



图 10 智能工厂发展路径

精益化是企业走向智能的重要基础。企业需要引入 5S 现场管理法 / 精益物流（PFEP）、流程设计（design for flow）、制造质量（BIQ）、六西格玛等具体的精益管理方法和工具，指导企业改善管理状态，打好数字管理的基础。同时，数字化也是突破精益管理瓶颈的有效工具，企业需要以精益改善为抓手，通过指标驱动实现自主管理让数字化转型落地。

自动化是在精益化的基础上，从 IT 与 OT 两方面开始部署，一是升级自动化设备，实现面向库存（Build to stock, BTS）和面向订单（Build to order, BTO）的大规模标准化生产；一是开始部署工业软件，如 MES、PLM、ERP 等，实现业务信息的数字化管理，对于高能耗企业，利用传感器、测量仪表等获取能耗数据，建立能源管理解决方案。

互联是在精益化和自动化的基础上，强调互联互通，通过 IT 与 OT 融合，实现信息流、物流和生产设备的互联互通，如实现 MES 与 WMS 之间的集成，实现 PLM 与 ERP 之间的集成等，逐步从大规模生产演变为大规模定制，实现面向订单生产（BTO）和配置订单生产（Configure To Order, CTO）。

智能是在精益化、自动化、互联的基础上，通过工业互联网、云计算等技术，实现业务的智能化升级。制造模式也从大规模定制，演变为柔性协同制造，利用机器对话机器（M2M），实现生产的自组织，并对生产设备实现预测性主动维护，同时将集成供应链（ISC）的管理拓展至工厂外部生态链上，形成智能工厂生态链。

就我国目前智能制造的总体情况看，大部分中国企业仍处在建设起步阶段，成熟度也属于智能制造的初级阶段。在棘手的经济和社会挑战的持续倒逼和政策与技术发展的大力支撑下，中国企业多选择“并行推进，融合发展”的跨越式发展范式。充分利用后发优势，采取并联式发展，实现多阶段并行推进、融合发展。在这样跨越式的发展过程中，企业将面临更多维度的挑战，也对智能制造解决方案供应商的综合能力提出了更高的要求。

因此，企业需要借鉴成功的建设经历和前沿的研究，结合自身特点，去尽可能全面地描绘自身企业数字化转型的愿景。通过在过往的实践中沉淀的经验、思考，定义适合企业的最佳转型方向。通过科学的实施路径与步骤，企业才能规划出适应自身的最佳转型路径。

企业推进数字化转型的实施步骤需要从建立正确的理解和认识开始，全面评估企业数字化转型的现状，了解价值链各个环节应用数字技术的深度、广度和应用效果，明确企业数字化转型的基础。其次，通过广泛的企业调研和行业案例分析，在企业战略发展规划的前提下，寻找适合企业的数字化转型的机会；第三，通过对企业业务流程分析明确优化方向，同时确定企业数字化转型的关键考核指标，数字化系统的整体框架，明确未来三到五年的整体规划；第四，结合实际的业务现状，明确各个数字化系统的具体功能、部署方式、集成方式，确定数据采集、设备联网、IT和OT集成方案等，制定完整的数字化转型路线图；第五，根据数字化转型规划实施推进，并定期诊断对规划进行修订。



图 11 企业推进数字化转型实施路径与步骤

制造企业需要通过科学的实施路径与步骤，并像“滚雪球”一样不断积累和重复上述步骤，在实践中探索、学习才能找到适合自身企业的数字化转型路径最佳答案。

举措二：构建企业数字化转型能力框架

为了更好地解决和规避数字化转型中的潜在问题，企业还需要清晰地了解自身真实的状况，通过数字化转型核心能力的构建，以前瞻性的视角与洞察，制定符合企业实际情况的具体方法与路线。

战略规划能力。数字化转型的规划应该是三年一规划，一年一滚动，企业需要站在长期发展的战略高度，根据企业自身需求、产业链中的地位、企业的实力及发展愿景，制定个性化的数字化转型策略。因此，企业必须具备从变革驱动、创新能力、组织架构等多维度勾勒企业数字化转型蓝图的能力。

数据能力。企业和决策的基础是数据，数据要真实、可靠、全面、及时，因此，数据也成为了信息爆炸时代的重要企业资产之一。那么，如何获取数据、传输数据、管理数据、发挥数据的价值，如何用数据来驱动企业的业务运作和正确决策，如何打造企业强有力的数据能力，包含数据战略、数据架构、数据治理等成为了企业重要的关注点。

技术能力。面对数字化技术的日新月异，企业需要具备对技术的甄别能力、架构能力、应用能力以及整合能力等，结合实际情况进一步追踪技术趋势对于自身数字化转型的影响，并评估数字化技术深化应用对企业业务目标实现的价值。特别是在数字化技术提供商的选择方面，企业需要全面考核供应商的资质和能力，考虑产品之间的可连接、可扩展性等，确保给予企业数字化技术应用落地强有力保障。

软硬件应用能力。数字化转型是数字技术对传统商业模式、业务模式、运用模式、决策模式等方面地重塑与再造，软硬件结合的应用能力以及整合能力是数字化生产活动的基础性设施，也是制造企业需要通过自身或者协同合作伙伴提升的必要能力。

知识与经验转化能力。数字化企业和传统企业存在截然不同的形态和运行方式，数字化转型是企业突破“舒适圈”的时代选择，需要企业在缺乏经验的状态下，耗费大量的时间与金钱不断探索未知领域，并将数字化转型的知识和经验固化，因此为了避免走很多“弯路”，企业需要具备建立自身数字化转型“know-how”的能力。

人才保障与资源供给能力。数字化 / 智能化转型需要培养技术与业务融合创新的复合型人才，高水平的数字化转型人才队伍打造是企业不可回避的问题。对于很多企业而言，可以借助优秀的服务商、专业培训机构，优化人才培养的知识体系。此外，为了有效推进数字化转型，企业需要理性看待数字化转型的效益，确保变革过程中的组织、资金等保障，资源的持续供给是数字化转型成功的重要条件。

数字化转型征途漫漫，制造企业需要针对各自的产业优势，按照因时、因地、因业、因企原则，以灵活多样的商务模式及部署形式提供高度及深度定制化的方案，帮助制造企业构建管理竞争壁垒，提升数字化转型能力，进而顺利实现精益数字化转型。

立局 “1+2+N” 加速制造企业 数字化转型落地

站在新旧动能转化的路口，面对大“变局”的数字化时代，企业在看到数字化机遇的同时也深知自身所处的“困局”，唯有“破局”，找准拥抱数字化转型的正确“姿势”才能赢得主动，实现业务的革新。

“1”：管理与数字化紧密结合的数字化转型方法体系

不同投资能力、不同管理现状、所处不同发展阶段、不同细分行业的企业在经历数字化转型变革时，所选取的路径、落地方案都是各不相同的。但对于任何企业而言，数字化建设必须是与企业管理相结合的，数字化转型的落地一定要匹配企业的管理流程和组织发展。

霍尼韦尔卓越运营体系 HOS (Honeywell Operation System) 正是一套经历几个时代的发展演变，不断扩

充完善体系部署范围与调整聚焦目标，融合了先进的管理理念与技术，关注数字化转型与突破性目标达成的方法体系，也是百年霍尼韦尔全球 140 多家工厂，横跨 8 大行业，数千位六西格玛精益管理专家，耗资数十亿美金，实践反馈，不断升级的“精益数字化方法论”。利用 HOS 的完整性与先进性不仅构建起了霍尼韦尔数十年的管理竞争优势，也成为了各行业企业发展的“know-how”。

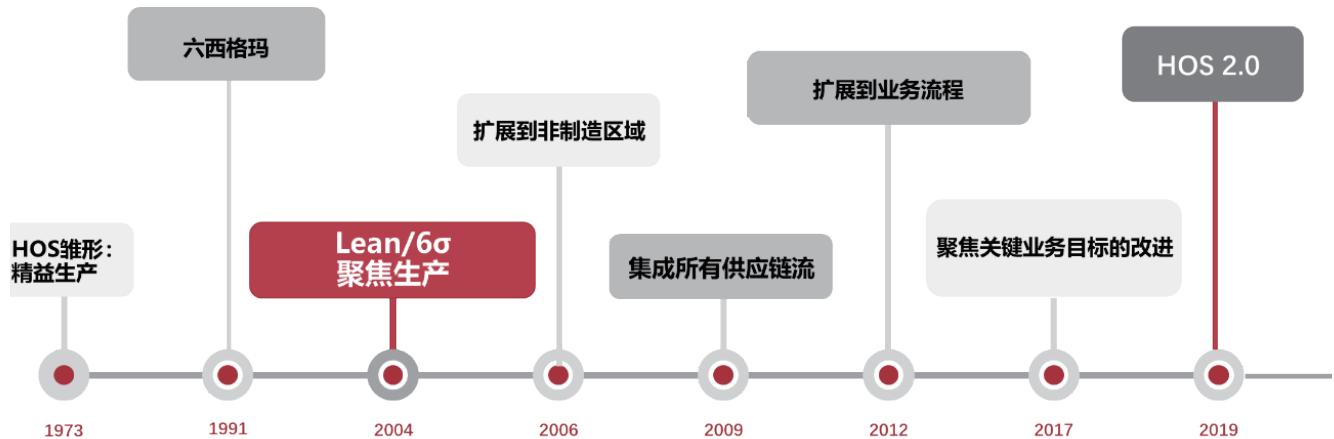


图 12 不断发展的霍尼韦尔卓越运营体系

HOS 是建立在精益六西格玛基础上的集成系统，以加速集成供应链 (ISC) 在安全、质量、交付、成本和库存的改进，实现从工具箱到整合业务系统的转变。从 2004 年诞生至今，HOS 已经涵盖 27 个精益模块 / 活动，6 个专业管理，及丰富的精益工具与方法论流程，涉及研发、生产、销售、客户体验、供应商管理的完整价值链，可以全方位地支持多职能部门专业管理。



领导力	工具方法	推行与评估	人才育成	专业管理
<ul style="list-style-type: none"> 倡导者培训 变革管理和沟通 战略方针部署 领导/管理者标准化工作 (LSW) 沟通和知识分享 教练式领导 非权力和职务影响力 	<ul style="list-style-type: none"> TPM 标准化工作 物料补给 快速换型 内建质量 销售运营协同 供应链基线分析 层级会议 	<ul style="list-style-type: none"> HOS部署框架及概述 HOS与其它体系融合 HOS推进方法论 评估方法 成熟度评估 机会到回款 	<ul style="list-style-type: none"> 管理师培训 HOS工作坊 TTT培训 绿带/黑带/精益专家培训 生产模拟培训 标杆工厂学习 	<ul style="list-style-type: none"> 健康、安全、环保体系 能原管理 质量管理 供应链管理 设备管理 新产品研发管理

图 13 霍尼韦尔卓越运营体系 HOS 及相关模块 / 活动

目前 HOS 已经过了近二十年全球跨地区、跨行业的实践检验，并在不断发展与升级优化。HOS 结合数字化方法，极大程度保证了运营体系的持续改善。

HOS 管理指标改善参照表

安全	总事故率 (TCIR=Total Case Incident Rate) 减少 从 HSE 管理体系整合、领导标准化工作、5S 和目视化管理方向入手，改善 TCIR 指标 10%-30%；
质量	客户缺陷 (PPM=Parts Per Million) 改善 从生产全流程控制、防错、及快速解决问题方面，改善 PPM 指标 25%-90%；
交付	准时交货率 (OTTR=On Time To Request) 改善 从减少换线时间、提高 OEE 等方面降低生产周期，使 OTTR 至少达到 90%（根据企业实际，改善目标有：90%、95%、98%）；
成本	转换成本 (Conversion Cost) 改善 通过提升直接人工生产效率，实现转换成本按比例减少 50%；总体成本降低 5%-10%；
库存	库存天数 (DOS=Days Of Store) 改善； 通过缓冲库存的消除、拉动式供给原材料以及通过缩短周期时间，拉动式生产，生产布局优化等，可以有效降低库存 15%-20%。

“1+2”：精益 + 数字化工具双管齐下实现持续改善

制造运营管理系统的各个单元需要整体设计、紧密结合、环环相扣、持续优化，企业需要根据自身的特点，分阶段进行体系的搭建。按照霍尼韦尔的实践，建设 HOS 运营体系需要搭建组织人才评价体系、工具流程、IT 技术应用的从基石、支撑到落地的三层架构。通过对企业精益部署、数字化部署的成熟度评估，识别企业面临

的问题，洞察企业制造运营的瓶颈，提出基于企业现阶段发展特点的三年期改善目标，并分阶段进行针对性的精益项目、数字化项目的部署工作。企业通过“1+2”即 1 套方法论 + 精益和数字化 2 大工具的应用，全方位确保数字化转型落地与持续改进。

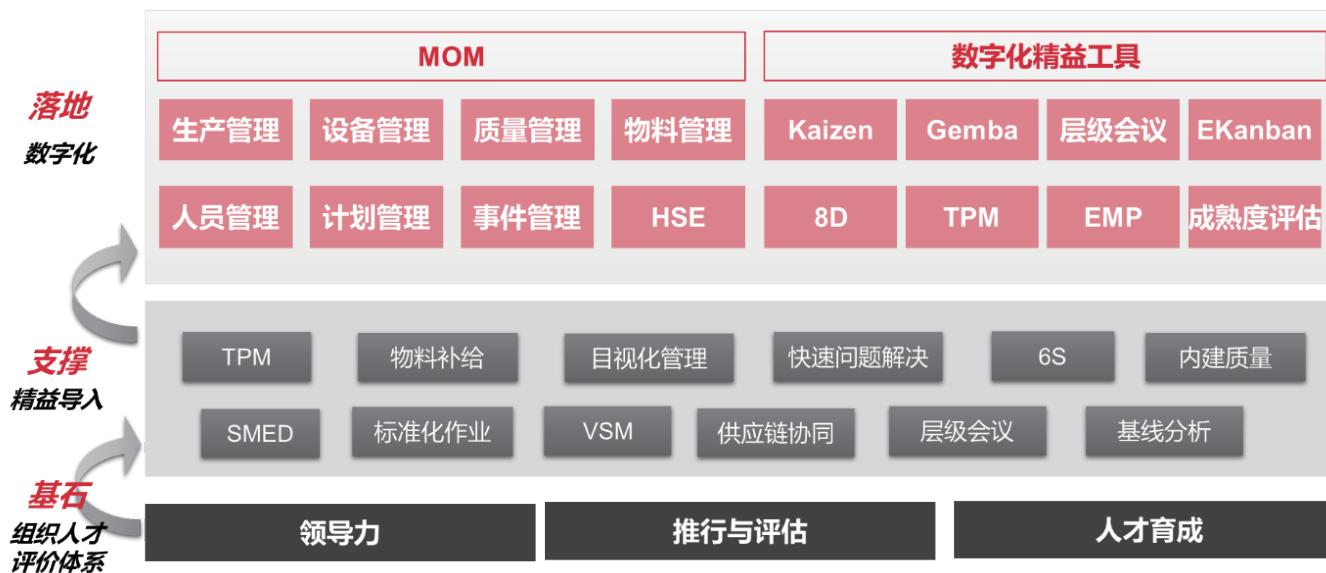


图 14 HOS 运营体系搭建的三层架构

霍尼韦尔的精益服务以自身丰富的 HOS 及精益专家团队为核心，联合生态伙伴及行业专家智库共同成立精益数字化研究院，打造专家网络与生态社群，为战略客户提供定制化专业咨询服务，覆盖精益改善、工艺优化、智能制造规划等主题，提供培训、诊断、规划、实施的端到端支持，为制造企业量身打造精益体系搭建路径与分阶段部署计划，最终通过与客户共创，助力客户沉淀出可持续发展的卓越运营体系。同时，霍尼韦尔将精益理念数字化，固化在软件产品中，提供数字化精益工具与制造运营管理（MOM）。

霍尼韦尔制造运营管理（MOM）是一套基于“精益理念 +HOS 经验 + 云技术”的生产运营综合管理平台系统，也是将精益理念数字化的结果。霍尼韦尔通过精益专家对企业精益管理成熟度的综合评定，判断企业面临的问题，给予企业改善建议，同时针对企业个性化

的问题提出相应的数字化解决方案。MOM 围绕生产制造各个环节进行“人、机、料、法、环”管理，可根据客户的需求个性化搭建了人员管理、设备管理、物料管理、事件管理、质量管理与安全管理等模块，实现了生产运营指标实时监控、生产运营工作流协同管理、系统数据分析预测、企业知识库搭建与利用等功能，从根本上通过数字化手段减少信息传递和丢失带来的浪费，最大化利用生产资源，从而提升整体生产效率，降低制造成本，帮助企业实现数字化转型，全面建立竞争优势。霍尼韦尔 MOM 是典型的“精益 + 数字化”网状交叉结构，共同支撑生产管理运营，并实现持续改善。同时，根据精益理念的各个元素，提供相应数字化工具，如层级会议，改善行动等工具，这些工具辅助精益理念落地实施，指导、促进并能推动相关执行，也能实现固化改善结果。

“1+2+N”：软硬件多场景融合打造一体化解决方案

根据相关调查显示，市场上数字化领域服务商众多，但能够提供从设备层、IOT 层、应用层到决策层软硬一体化解决方案的服务商少之又少。霍尼韦尔则是具有全方位数字化服务能力的服务商，其竞争优势主要体现在强大的专家团队、先进的云计算、数据分析、工业物联网等技术和完整的硬件产品组合，以及数据分析与建模、人工智能引擎与 MOM 功能模块紧密结合等等。

两大应用	边缘侧应用	集中化分析
三类场景	<ul style="list-style-type: none">边缘智联 <p>通过霍尼韦尔工业边缘网关，为边缘侧设备提供数据采集和边缘计算服务 统一转换南侧设备各主流工业通讯协议 将数据在边缘侧进行清洗、加密和传输 结合设备工艺，在本地边缘侧进行分析计算</p> <p>打通设备间的信息孤岛，通过数据让设备联动</p>	<ul style="list-style-type: none">智造协同 <p>打通信息系统（IT）生产运营系统（OT）各平台间的数据孤岛 将联通数据进行有效整合和统一管理 利用可视化AI引擎，呈现IT/OT数据的集成联动，最终起到辅助决策的作用</p> <p>整合企业生产运营和业务信息，进行集中化监控与管理</p>
专家团队	<p>行业专家 理解客户问题，明确当前常用行业解决方案的优势和局限 技能和经验： · 行业经验 · 产品物理原理</p> <p>物联网架构师 针对客户问题提出有效并切实可行的解决方案 技能和经验： · 传感器 · 数据采集 · 数据分析</p> <p>数据工程师 搭建和管理用于存储盒 处理海量数据的计算机集群 技能和经验： · 软件开发 · 集群搭建 · 集群管理</p> <p>数据科学家 基于已有数据提供预测 模型和优化算法 技能和经验： · 机器学习 · 深度学习 · 数据分析</p> <p>应用实施工程师 为客户提供使用界面，将方案与客户已有系统进行集成 技能和经验： · 软件开发 · 云计算 · 数据展示</p>	

图 15 基于霍尼韦尔全方位优势打造的边缘侧与工业数据分析解决方案解决方案

霍尼韦尔的一站式解决方案，打造了“1+2+N”的从方法论、数字化工具到场景落地的完整数字化转型方案体系，软硬结合，有效管理“人、机、料、法、环”各关键要素，围绕生产制造各个环节进行全面管理，全面提升制造企业管理竞争壁垒，助力制造企业精益数字化转型。



24

图 16 霍尼韦尔精益数字化一站式解决方案



场景一：人员管理

人员管理的范围通常包含一线操作人员、维修人员、一线员工、检验人员、仓库人员，通过全方位、多维度、可自定义绩效管理工具，将管理与人员绩效管理模型有机结合，兼具人员绩效管理结果及过程管控，帮助管理团队识别、分析提升绩效的维度及空间，实现人员工作效率、人力资源利用率、人员绩效全面性的稳步提升。

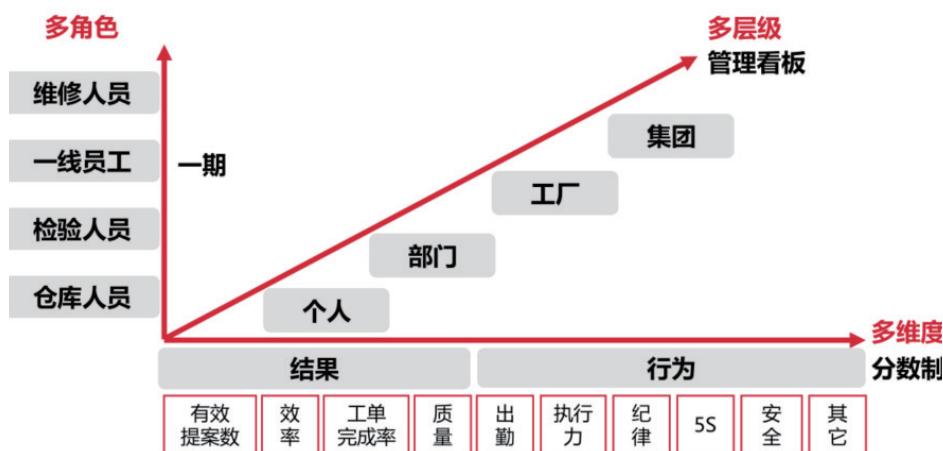


图 17 多角色 / 多层级可视化的直接员工管理

场景二：劳动力管理

通过对整体劳动效能指标的分析，可以清楚了解劳动力绩效，找出人员绩效改进的方向和办法，而分析劳动力绩效的基础是及时、完整、真实的数据。通过考勤机、排班管理软件、MES系统等实时收集的考勤、工时和车间生产的基础数据，用数据分析的手段，可以衡量人

工与资源（如库存或机器）在可用性、绩效和质量方面的相互关系。让决策层对工厂的劳动生产率和人工安排具备实时的可视性，通过及时准确地考勤数据分析评估出劳动力成本和服务水平，从而实现整个工厂真正的人力资本最优化和整体劳动效能的提高。

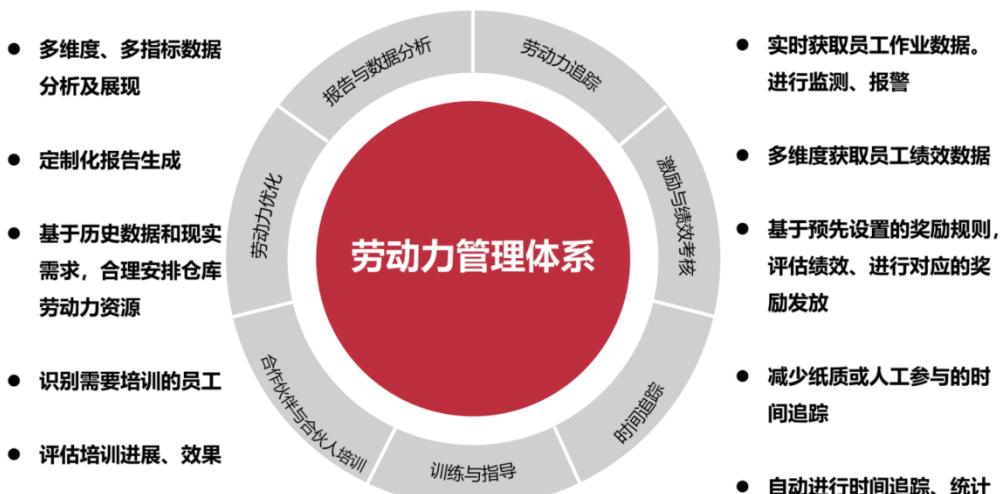


图 18 霍尼韦尔 LMS 解决方案



场景一：设备互联

推进工业互联网建设，最重要的基础就是要实现M2M，即设备与设备之间的互联，建立工厂网络。霍尼韦尔通过全球领先的通用物联网平台架构技术Niagara及配套边缘计算网络控制器，为生产设备提供边缘侧数据采集和边缘计算服务，支持数十种主流工业

通讯协议，支持多种有线和无线通讯网络，支持云部署和本地部署。数据通过边缘侧进行清洗、加密和传输，并结合设备工艺在本地边缘侧进行分析计算，提供智能边缘应用，实现设备间的信息孤岛打通，让设备管理更高效，更智能。

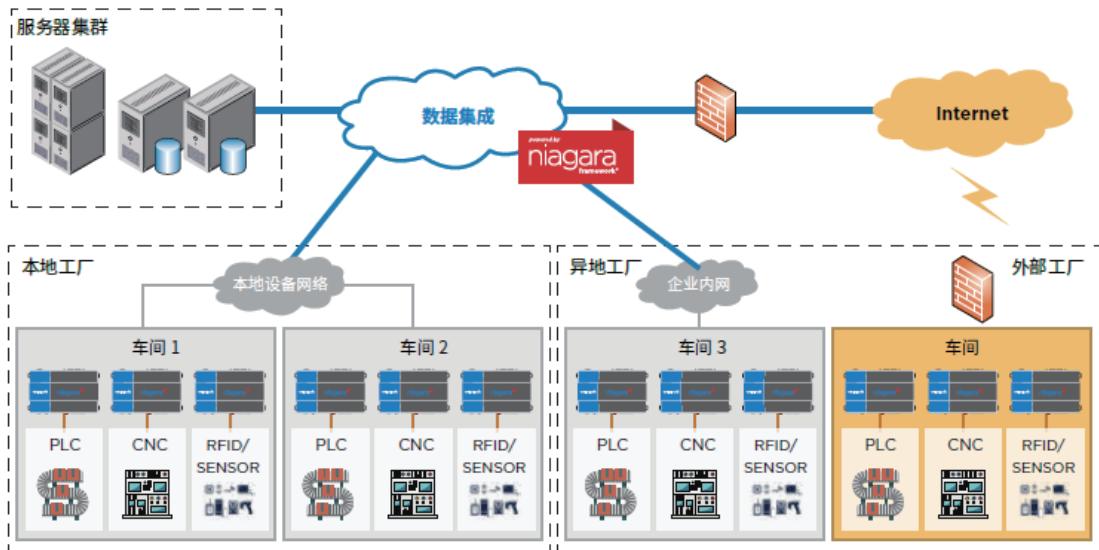


图 19 Niagara 工业互联网架构设备互联分布式部署架构



图 20 霍尼韦尔全球顶级的部分工业边缘采集硬件

场景二：设备健康诊断

设备数量多、故障频发、意外停机造成损失大、设备数据采集难等问题始终困扰着制造企业。传统的管理模式下，基本依赖行业专家及有丰富经验的维修人员，工作强度大、维护成本高、新老传承难。随着技术的发展，数字化对设备管理提出了新的要求，设备运维也逐步从事后维修转变成预防性维护，甚至是预测性维护，这就需要实时监测设备状态，动态进行设备健康评估，快速异常识别及故障诊断，并快速响应提出维修策略。通过对设备的数据采集与分析，及时预警，降低设备故障率、减少备件损耗以及积累企业维修经验，将设备使用效率最大化。

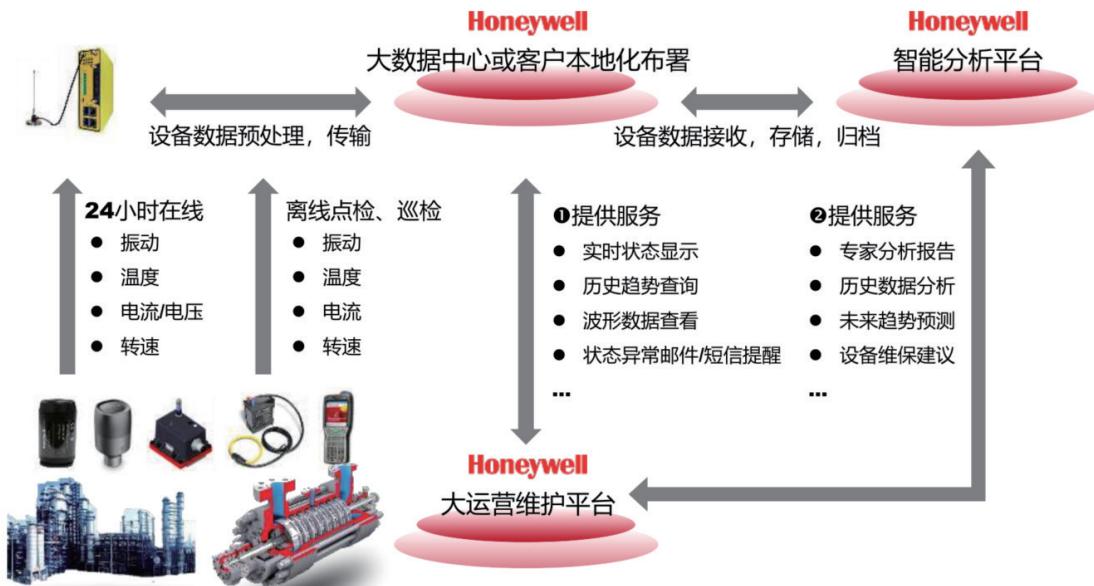


图 21 霍尼韦尔 CMS 设备健康诊断解决方案

场景三：模具管理

在模具管理方面，制造企业一直面临人工管理效率低、准确性差且无法实时定位等问题。霍尼韦尔借助其在物联网领域的研究成果，在模具智能传感器搭载磁感计数、参数统计、智能定位等功能，并利用 NB-IoT / LoRa 等方案进行数据上传与资产定位，完成对设备状态、产能、利用率等各项参数的统计汇总，从而达到提升模具数据时效性与准确性，避免模具违规外放或调拨并可获得准确的模具完整履历的管理要求。



场景一：物料管理

物料拣选、配送的准确性及物料交付的周转时间是企业物料管理的关键。通过 AGV、WMS 仓储管理系统、WCS 设备控制系统、语音拣选系统等数字化技术的应用进行拉动式物料管理，打通仓库与生产现场，大幅提升管理效率与库存周转率。

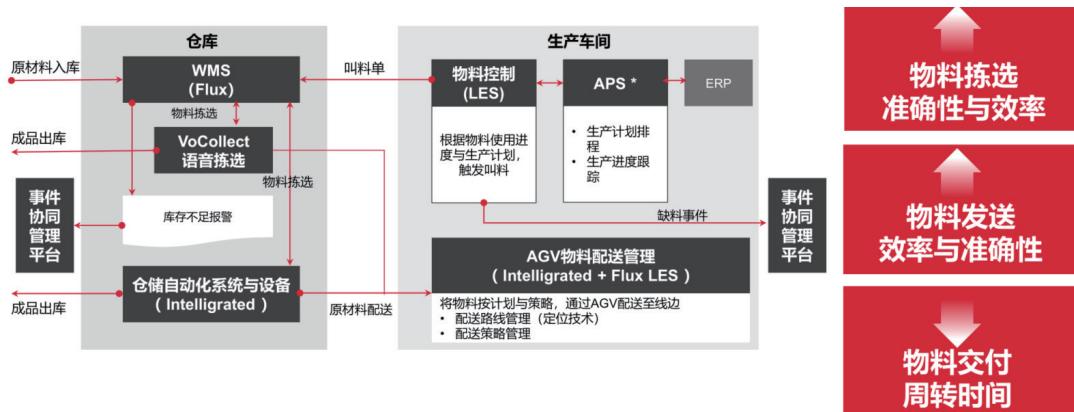


图 22 物料管理方案示意

场景二：智能仓储

在竞争激烈的市场环境中，原料和成品流通的各个环节都在利用多种新兴的策略和技术来缩短与生产端与客户端的时间和距离，如线边库、自动化仓储等，以优化效率，提升客户满意度。利用软硬件相结合的智能仓储解决方案，制造商可优化原料配给和成品配送，提高生产率，帮助企业提升竞争优势并优化运营绩效。

霍尼韦尔通过灵活高效的输送机、分拣系统、码垛机，机器人和自动存取设备的恰当组合，物料的出入库、储存、拣选和库内流转，可实现自动化的控制和管理。结合高度产品化和高度可配置的 WMS/WCS 仓库管理和执行软件，将上下游系统打通，精益化管理仓库，并提升作业效率和准确率。霍尼韦尔智慧仓储根据生产和物流作业的特点及行业特性做定制化设计，对实际运营环境提供针对性的解决方案，一站式的软硬系统集成确保客户物流仓储环节升级的可靠执行，助力制造运营升级。



图 23 霍尼韦尔自动存取系统——托盘堆垛机

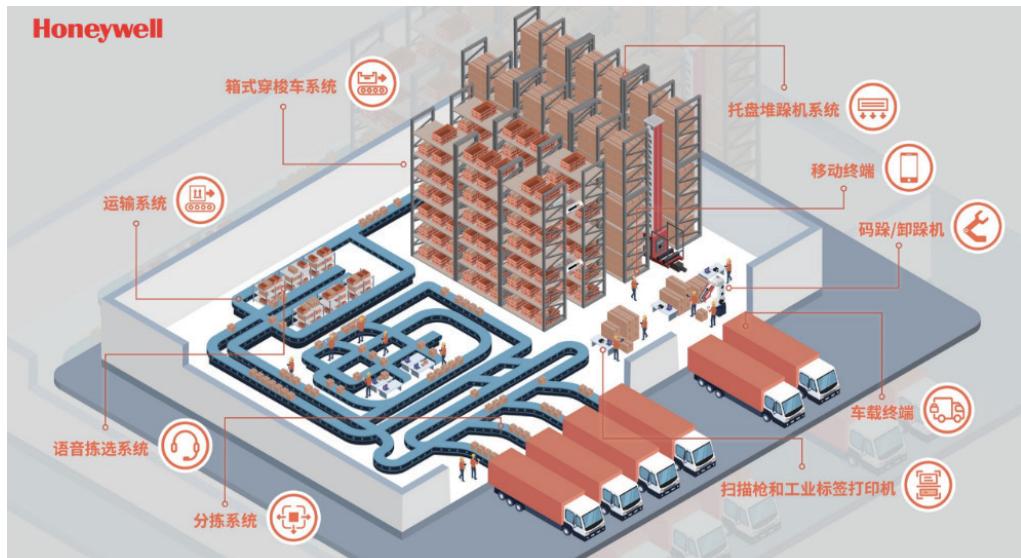


图 24 霍尼韦尔智能仓储解决方案



场景一：视觉检测驱动质量管理

随着智能制造的热潮，市场对于机器视觉的需求也将逐渐增多。条码辨识、产品检测、外观尺寸检测等都是机器视觉检测技术可以发挥的领域。特别是在 3C、汽车、医药、钢铁、快消等行业，检测数量大、效率要求高、标准严格，传统的方式很难实现。霍尼韦尔视觉检测方案涉及 3C 配件检测、PCB 检测、涂装检测、零配件检测、试剂瓶检测、胶囊检测、钢铁表面检测、密封性检测、包装检测等多制造业场景，提供包括 Hon-Vision 平台（缺陷检测模型、OCR 识别算法、工业级解码算法）、智能终端（智能相机、工业级扫描终端）等视觉检测落地产品。通过工业视觉分析模型，为生产和质检过程提供高效反馈，有效提高工作效率，提升产品良率，降低报废成本。



图 25 质量管理方案示意

场景二：工艺参数优化

随着信息技术和自动化技术的不断进步，工艺控制和优化已逐渐成为制造企业质量控制的重要手段。在加工过程中，通过对设备加工状态，如工艺参数、生产环境数据的监控，建立状态改变对于加工质量影响的数学分析模型，通过趋势分析预测加工质量的异常，并能够迅速采取措施，调整设备工艺参数，形成监控 - 分析 - 调整 - 优化的闭环，防止废品、残次品产生。霍尼韦尔工业智慧解决方案能支撑制造业资产优化的相关场景应用。其中，在工艺流程优化方面，基于工业 AI 数据分析，可以对加工过程建立数字化工艺模型，并结合 IDAS 工艺分析方法论给出优化推荐。



场景一：个人安全防护

工业安全性已经成为制造企业需要关注的重要问题。作业过程中的危险操作、不规范操作将产生严重的安全隐患，导致操作人员的人身安全难于得到保证。霍尼韦尔在个人安全产品领域拥有最广泛的产品组合及解决方案。除了呼吸防护、足部防护、眼脸及头部防护、听力防护、身体防护、坠落防护、电力安全等产品外，还提供个人安全防护设备可视化监测及合规管理系统，不断拓展安全管理所及范围，形成高效、精准、低成本的预防管理模式。



图 26 霍尼韦尔人安全防护设备可视化监测及合规管理系统

场景二：环境安全管理

环境安全即健康、安全与环境 HSE 管理。霍尼韦尔通过风险管理、合规管理、能源管理等，实现安全行为率上升，风险评估准确率上升，以及能耗成本的下降。

针对气体探测的安全管控环境，霍尼韦尔提供气体探测解决方案，覆盖日常生产、危化品仓储运输、应急救援能多场景，为生产、环境和员工安全提供实时保障。通过气体监测软件平台实时监控与报警，对气体扩散进行分析与模拟，提供救援支持。

针对能源管理，霍尼韦尔提供全面的传感器解决方案对生产环境指标及能耗数据进行全面收集与监控，并通过多维度能源预测模型，动态优化能耗指导生产，降低生产成本。

解局 世界级工厂的数字化转型之道

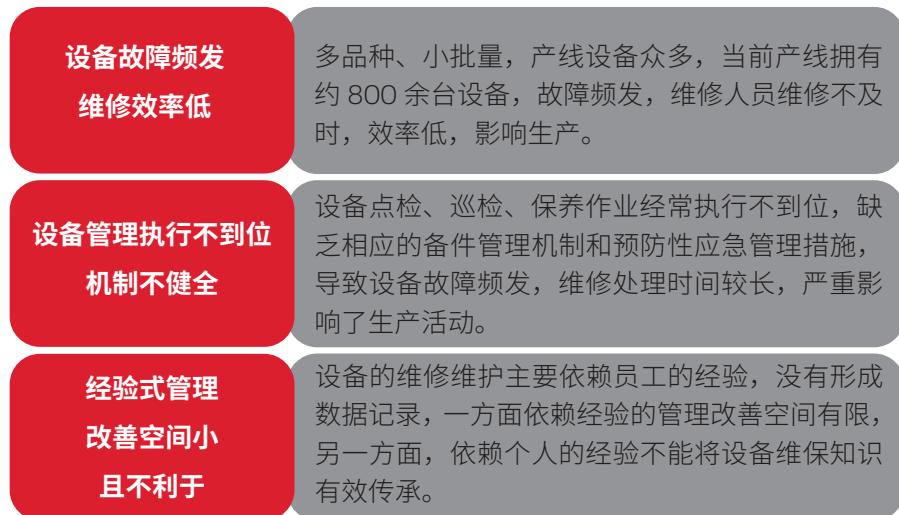
制造企业的数字化转型并非一蹴而就，为了帮助制造企业精准定位自身现状，明确数字化转型的方向，并转化为可落地数字化方案，霍尼韦尔用百年的沉淀，丰富的软硬一体化一站式解决方案，赋能企业成为数字化变革中的佼佼者。

合肥美桥——设备管理数字化，开启数字化转型重要一步

合肥美桥汽车传动及底盘系统有限公司（以下简称：合肥美桥）是以生产汽车前后桥、SUV 四驱系统为主的汽车零部件专业制造厂家，拥有冲压、焊接、机加、装配、涂装等工艺齐全的 60 余条柔性化专业生产线，在国内商用车桥领域处于领先地位。

近年来，随着外部不确定风险日益增多：排放标准升级、芯片短缺、原材料价格大幅增长，加之主机厂对产品质量要求日益提高，合肥美桥面临巨大压力。为提升企业竞争力，实现降本、提质、增效，合肥美桥制定了全面的数字化转型规划，并将首期建设重点放在了生产管理的改善，特别是生产设备的数字化管控。

合肥美桥生产设备管理的主要痛点：



为此，合肥美桥计划决定部署制造运营系统 MOM，在改善设备管理水平的同时，搭建企业数字化 / 智能化管理平台。经多方对比选型，2020 年 7 月合肥美桥与霍尼韦尔正式签约，并于当年 11 月 11 日完成了 MOM 系统的上线，实现了 60 条产线的设备维护管理功能的覆盖。模块包括维修管理，保养管理，设备巡检、点检，预防性维护、备件管理，报表管理等。其中点、巡检、维修管理和构建预防性维护知识体系方面效果显著。



图 27 合肥美桥 MOM 系统主要功能

随着应用的不断深入，设备管理改善成效显著：

实施点巡检管理模块，确保日常维保作业执行到位。 MOM 系统的设备管理模块将设备的点检、巡检内容和记录纳入，并且点、巡检作业的内容可以在移动端查询，有效提升了设备点、巡检监管力度，确保了点、巡检作业的执行到位，进一步保证了设备的正常运行。通过数字化管理，设备的平均无故障工作时间(MTBF)增加了 30 余分钟。

基于数字化平台服务，设备维修效率提升。 MOM 系统的设备管理能够在移动端进行派单、转单、报工、关单、过程监控等服务，提升了维修报修的效率，报修响应时间从 22 分钟缩短至 8-10 分钟；平均修复时间 (MTTR) 缩短了 15 分钟，且维修节点有语音短信提醒，提升了用户体验。

数据积累实现价值再造，构建预防性维护知识体系。 设备频繁维修影响生产的组织活动与生产过程质量，若能实现设备的预防性维修维护，则能极大改善生产现状。MOM 的设备管理模块实现与设备互联，将设备的运行及维修历史数据存储在系统里，便于后期分析，形成知识积累并进行改善，进而提升生产效率。

总体而言，合肥美桥 MOM 项目达到了既定目标，帮助企业实现了设备管理过程的透明化和可跟踪，提升了企业的设备管理数字化能力，为企业后续的整体数字化转型开启了良好开端。

客户评价

霍尼韦尔 MOM 并不仅仅是设备管理解决方案，更是围绕精益生产理念与数字化转型的整体信息化解决方案。并且，MOM 配置灵活，扩展便捷，可操作性极强。霍尼韦尔作为知名品牌，系统的后续运维服务也有充分保证。

——合肥美桥 信息化部长 周亮

中联重科智能——探索精益企业与智慧工厂融合发展之路

湖南中联重科智能技术有限公司（以下简称：中联智能）致力于电气控制和智能终端产品的开发、生产、销售和维护服务。随着中联智能业绩的不断攀升，生产经营中存在的痛点也逐渐暴露出来：产品生产效率低、周期长、质量不稳定，由此导致生产成本偏高。如何实现降本增效，进而增强企业核心竞争力，成为中联智能公司最关注的问题。

中联智能公司从2010年开始推进精益生产，试图以精益管理实现降本增效。但由于精益管理没有统一的标准衡量，企业需要自主建立评价标准，并需要形成自身快速响应的可持续改进体系。因此，中联智能经多方考察，最终选择与精益管理实践经验丰富、实施能力雄厚的霍尼韦尔合作。

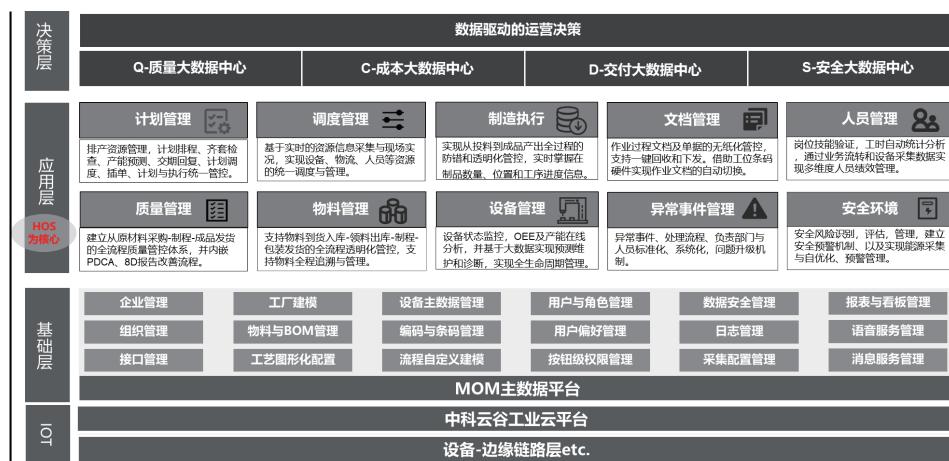


图 28 中联智能公司数字化建设蓝图

在霍尼韦尔卓越运营体系理念的指导下，中联智能公司上线霍尼韦尔精益管理系统 MOM（制造运营系统），并以该项目为载体，开启了中联精益信息化的变革之路，力图实现制造过程透明化、异常管理流程化、管理报表可视化、作业文件电子化，以数字化驱动精益管理决策，固化精益改善成果。

中联智能打造的精益管理 MOM 系统，遵循调研 - 培训 - 共创设计 - 辅导实施 - 成熟度评估这一方法论，将精益导入按照基础部署、流程改进与追求卓越三个阶段进行实施。实施团队在梳理了中联的业务流程，明确了优化方向后，与企业共同就各业务流程的管理规则与方法达成一致。优化了中联的计划排产业务，改善了物料配送方式，并对生产异常事件的发现、反馈和解决实施集中管理，同时采集业务关键数据点。目前 MOM 已经在主要产品线试点导入，产线的精益管理能力已有所改善，生产效率、生产周期和生产质量均得到明显优化。

生产前置期 ▼ 8 小时

质量成本 ▼ 30%-40%

客户评价

霍尼韦尔具有行业最佳实践经验的百年沉淀，在精益管理的实施中，能够给我们提供很多建设性的建议与分析；同时在接口与通信方面的技术实力雄厚，能够满足我们数字化建设规划的需求。总之，在双方的合作、共创下，预期项目目标定会实现，选择与霍尼韦尔合作，不会后悔！

——中联智能公司 制造部副部长 徐磊

海信集团——工业互联网平台实现信息闭环

海信集团业务涵盖多媒体、家电、IT、智能信息系统、现代服务业等多个领域，且在各个领域均取得了亮眼的业绩。海信在发展历程中，极其重视数字化转型，很早就开始了数字化转型的整体规划。他们认为，工业互联网平台是企业发展的重要基础，要完成研发、营销、制造、物流、服务等领域的全面数字化转型，实现全业务流程的信息闭环，工业互联网平台不可或缺。因此，海信开始寻找合适的服务商，与之共建海信工业互联网平台。

在选型时，海信主要考虑的因素有产品品牌力、平台成熟度、平台应用范围、用户评价等方面。霍尼韦尔作为一家百年传承的世界 500 强企业，具有强大的品牌影响力，也在市场管理方面积累了丰富的经验。同时，霍尼韦尔对生产的业务场景有着深入理解，产品可以很好地融合实际的生产业务。此外，霍尼韦尔有着丰富的产品线，可以提供智能制造相关的软硬件产品，并已经在多家知名企业取得成功应用。海信相信，与霍尼韦尔的合作必将成为海信未来发展的重要助力。

海信与霍尼韦尔计划开展四期项目合作，通过 MOM 制造运营管理与 Niagara 物联网平台整体解决方案，来赋能集团的数字化转型。2020 年 3 月，海信与霍尼韦尔合作的首期物联网平台项目正式启动。霍尼韦尔通过项目的实施，帮助海信建立了完整的设备管理规范，统一了五项设备管理流程及七项标准，实现了数据采集上传和信息互联互通，实现了故障自动上报，解决了海信设备状态无法监控、OEE 不透明、缺乏数据支撑、记录困难不易追溯等问题。物联网平台还与海信的很多系统实现了数据的对接与集成，打破了信息孤岛，实现信息闭环，极大提升了管理的效率。

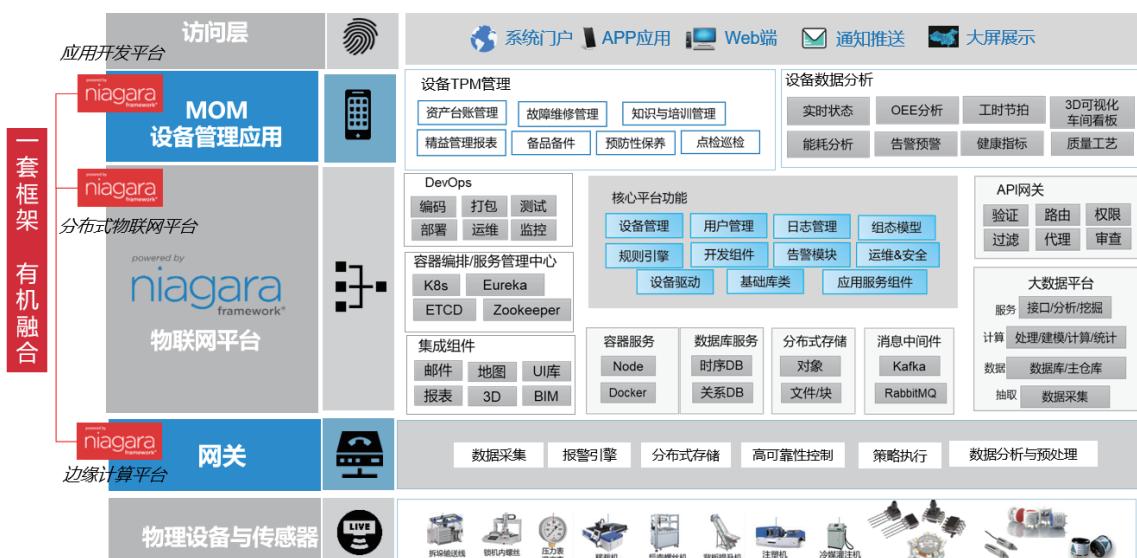


图 27 海信工业互联网平台建设蓝图

首期 Niagara 物联网平台项目完成后，海信降本增效效果显著。



客户评价

在项目实施过程中，霍尼韦尔给我们带来了先进的管理理念和方法，我们合作的项目，都能够实现既定的预期目标。此外，在项目实施过程中，感受最深的是霍尼韦尔团队的责任感与使命感。他们非常善于站在用户的角度考虑问题，对产品的每个功能都有详细的设计过程，且测试细致入微，对于系统出现的问题积极响应，及时解决，保障了每个功能的落地，为用户提供了非常好的使用体验，是一支以用户为核心的非常负责任的优秀团队！期待我们的后续合作项目展现出更优秀的实施成果！

——海信集团 IT 项目经理 詹昊

码捷苏州工厂——基于 HOS 和 MOM 的霍尼韦尔首家世界级工厂

码捷（苏州）科技有限公司是霍尼韦尔安全与生产力解决方案集团的苏州工厂，是集制造、研发、服务于一体的 SPS 全球中心，主要硬件产品有条码扫描仪、移动终端、打印机、扫描引擎、智能应用、个人防护等，目前业务已经从单一硬件拓展到产品生态系统。

2008 年，码捷苏州工厂引入霍尼韦尔卓越运营体系 HOS，并采用霍尼韦尔制造运营管理 MAM，从人员、设备、物料、产品、事件和 HES 管理方面进行提升，从而使生产运营的高度协同，建立起强大的管理竞争优势。

码捷苏州工厂应用情况及成效：

业务应用	主要问题	应用成效
员工管理	生产规模的扩大，员工数量日益增多，人工安排、分配任务、数据整理的管理成本高且效率低。	实现员工自主管理，通过绩效数据分析处理，全员参与改善，员工的积极性及工作效率进一步提升，节省直接人力成本 14.1%，生产效率提升 20%。
设备管理	人工管理设备效率低下；不规律的检查和保养造成过度保养或无效保养；备品备件库存管理不到位。	实时监测设备状态，提前制定预防性检查和保养计划，降低设备的故障发生频率，提高设备的使用寿命。
物料管理	纸质单据，手工做账，人工找料，效率低下。	需求信息一目了然，物料管理员可以快速下单、快速捡料送料；与产线联通实时物料拉动，精准管理库存；协同管理企业的人员、设备、物料和能源等资源。
产品管理	产品缺陷未及时发现、报告处理，导致报废成本增加。	准确管理批次物料，有效发现不合格产品，并及时处理产品质量问题，持续改进。
事件管理	异常事件很难第一时间上报，即使上报后，维修人员也不能及时响应，解决方案也不能有效沉淀为知识经验。	问题快速上报，不断根据设定的时间响应升级，快速处理问题；实时查看生产状态与统计报表；挖掘事件数据，形成知识库和改善方案，提升问题解决效率；减少对人工的依赖，提升管理水平；减少设备故障发生的时间，实现持续改善。
HSE 管理	安全隐患和生产能耗居高不下，资源消耗严重，随时可能发生人员伤害、资源浪费和环境污染。	实行了风险分布可视化管理，对隐患精准排查，将风险降到最低，通过数据化管理能耗，数据准确率提升 13%，能源利用效率最大化。

结语

数字化转型并非单项技术的应用，也不仅仅是个技术命题，更是一个战略和管理命题，是一个长期的旅程，是一种新能力的获得。因此，制造企业需要深度剖析数字化转型的需求和突破口，建立明确的数字化转型路线图。然而，面对不同行业、不同规模、不同所有制、不同制造模式的企业，推进数字化转型的路径千差万别，个性化极强，单凭企业自身的能力很难驾驭。因此，制造企业需要充分善用外力，深入生态体系，更快速地学习数字化领域知识，借鉴成熟的行业 know-how，避免盲目，同时借助像霍尼韦尔这样专业厂商的指导，减少试错成本，加速数字化转型的进程。

关于 霍尼韦尔

霍尼韦尔是一家《财富》全球 500 强的高科技企业。我们的高科技解决方案涵盖航空、楼宇和工业控制技术，特性材料，以及物联网。我们致力于将物理世界和数字世界深度融合，利用先进的云计算、数据分析和工业物联网技术解决棘手的经济和社会挑战。在中国，霍尼韦尔长期以创新来推动增长，贯彻“东方服务于东方”和“东方服务于全球”的战略。霍尼韦尔始创于 1885 年，在华历史可以追溯到 1935 年，在上海开设了第一个经销机构。目前，霍尼韦尔四大业务集团均已落户中国，上海是霍尼韦尔亚太区总部，同时在中国 30 多个城市拥有 50 多家独资公司和合资企业，其中包括 20 多家工厂。霍尼韦尔在华员工人数约 11,000 名，其中 20% 为研发人员，共同打造万物互联、更智能、更安全和更可持续发展的世界。

欲了解更多公司信息，请访问霍尼韦尔中国网站 www.honeywell.com.cn，或关注霍尼韦尔官方微博和官方微信。

关于 霍尼韦尔安全与生产力解决方案集团

霍尼韦尔安全与生产力解决方案集团为全球超过 5 亿作业人员提供移动工业终端、语音软件和工作流、扫描和打印技术、智能仓储解决方案、气体检测技术及个人防护设备，帮助提高作业安全性和事故应对能力，优化制造、存储、配送等流程，提升运营绩效。在中国，其一系列创新技术和互联解决方案广泛应用于工业、能源、建筑、交通、医疗、仓储、零售等领域，帮助作业者提高能效、安全性与生产力，同时降低资源消耗和环境污染。





供应链协同解决方案



传感智联与智能仓储

霍尼韦尔安全与生产力解决方案集团
上海市浦东新区张江高科技园区环科路 555 号 1 号楼

官方网站: www.honeywellaiddc.com.cn

服务热线: 400 639 6841

© 2021 Honeywell International Inc.

THE
FUTURE
IS
WHAT
WE
MAKE IT

Honeywell