

构建数据驱动的智慧企业

航天云网

工业互联是互联网 + 制造业的基础

习近平总书记在十九大报告中提出的 100 项任务中，头三条是：加快建设制造强国，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；培育若干世界级先进制造业集群。

在 2017 年 10 月 30 日国务院常务会议上，李克强总理也表示：“要通过深化‘互联网 + 先进制造业’、发展工业互联网，促进实体经济振兴、加快转型升级！”这次会议还通过了《深化“互联网 + 先进制造业”发展工业互联网的指导意见》，旨在加快建设和发展工业互联网，促进新一代信息技术与制造业深度融合。这个指导意见与《中国制造 2025》一脉相承，是《中国制造 2025》的主攻方向。《指导意见》确定的主要任务是：打造网络、平台和安全三大体系，推进大型企业集成创新和中小企业应用普及两类应用，构筑产业、生态和国际化三大支撑、七项任务（简称“工业互联网发展 323 行动”）。

“工业互联网发展 323 行动”主要包括了三大体系：网络体系、平台体系和安全体系。两类应用：推进大型企业集成创新，推进中小企业应用普及。三大支撑：产业支撑、生态支撑和国际化支撑。三个重点工程：平台培育工程，百万企业上云工程，以及百万工业 APP 工程。

从工业云到工业互联网

工信部信息化和软件服务业司副司长安筱鹏认为：“工业企业上云，要回答三个基本问题，企业为什么要上云？什么业务上云？如何上云？”目前，制造业云端正从工业云平台到工业互联网平台演进，两者在回答三个基本问题上有着

本质区别，主要体现在：从成本控制导向到知识创造导向、生态导向，从软件上云到硬件上云，从平台及软件开发商到海量第三方开发者，从单边市场到双边市场。

2015 年 11 月 3 日，马凯副总理给航天科工集团的批示中提到：“加快发展一批像航天云网一样的高质量、开放式的工业云服务和工业大数据平台，并实现强强联合、资源共享，为“互联网 + 制造”、“互联网 + 双创”提供强有力的支撑。”目前，航天云网是全球第一批、国内第一个国家工业互联网平台，主要包括：形成规模最大、连接设备最多、价值最大网络的国家平台，基于产业价值链和平台生态化特征，整合行业相关企业的行业平台，以及以技术、产品为牵引，发展本领域工业互联网的龙头企业平台。这三种平台的共性技术是相同的，即：云计算、大数据、物联网和人工智能，以工业物联为基础、云计算为平台、大数据为核心资源、人工智能为新的数据资源使用手段，未来将呈现三种类型平台并行发展局面。

打造工业互联网，实现数据驱动的智慧企业

工业互联网是新的产业领域，主要包括三个业务。首先是智能制造，包括工厂自动化、智能改造和数字化工厂解决方案。其次是工业云，通过工业软件的云化及云的方式实现工厂的两化融合。第三是工业大数据，它是工业互联网的命脉，创造工业互联网新模式，主要体现为工业设备和装备的智能化和互联，其核心是掌握工业数据。

云制造通过智能制造、协同制造，涵养云制造生态圈，全面整合产品设计、制造、试验、管理等制造全生命周期过程各类活动的资源，是一种自组织、自制造的“自工业”模

式，其特点是：通过“线上线下相结合、制造服务相结合、创新创业相结合”，重塑制造业社会化、服务化和平台化新生态，激发制造企业创新活力，提升产业整体竞争能力和区域经济持续发展。企业有组织，而资源无边界，制造资源共享平台（航天云网门户）通过研发设计能力服务平台、制造服务化支持平台和区域性加工协同制造平台，融合了研、产、供、销、服等方面的资源，包括工业与互联网平台线上服务企业，综合经营管理线下服务企业，各类ODM和ODE企业，专业化技术服务企业，以及项目经营企业和专业化商业服务企业。通过云智造，形成制造众包的区域协作模式，将个体优势整合成区域优势，盘活企业闲置资源，提高企业资产的利用效率，降低企业经营成本。通过工业互联网，以数据为核心，流程为纽带，打通设计、工艺和生产的全价值链，加速新旧产能转化。

数据驱动的运营环境主要分为资源层、平台层和应用层。其中资源层包括系统（PLM、ERP、MES和SCADA等）、设备（物流、AGV和智能设备）和人员（工人、管理和领导）。平台层主要提供应用开发及运行环境，以及工业大数据存储、计算和分析。在应用层包括了数据感知、分析和决策优化等功能。

要打造数据驱动的智慧企业，首先要了解智慧企业的核心特征，主要分为5级。

第1级：能够使用软件完成辅助决策，实现办公自动化，简单的生产自动化。

第2级：广泛开展云建设，企业业务转移到云端；完成机器与云的连接及简单的云计算，加快决策速度；利用大数据技术对部分业务的运行状态进行分析和报警。

第3级：使用物联网，完成部分信息获取与传递；研发设计、生产制造、经营管理和市场营销等关键环节智能化程度高；人财物信息价值创造环节实现智能化监控预警。

第4级：全部机器连接传感器，实现企业内部、上下游企业万物互联；管控调整全部由机器自动完成；制度化管理、程序化运行，特殊问题特殊处理。

第5级：体系、流程、人和技术实现自适应协调；企业拥有数字神经系统，能快速感知市场变化，并敏捷做出反应；实现“自感知、自判断、自分析、自适应、自决策和自执行”。实现智慧企业，需在企业已有信息化软件基础上，搭建企业大数据总线，实现企业全部数据集成，打通企业生产链条和业务链条，打通企业上下游、内外部，形成由数据驱动的智慧企业新模式。

智慧企业的主要问题和 INDICS 工业互联网平台的企业实践

企业当前面临不少问题，如管理乏力，主要体现在看不

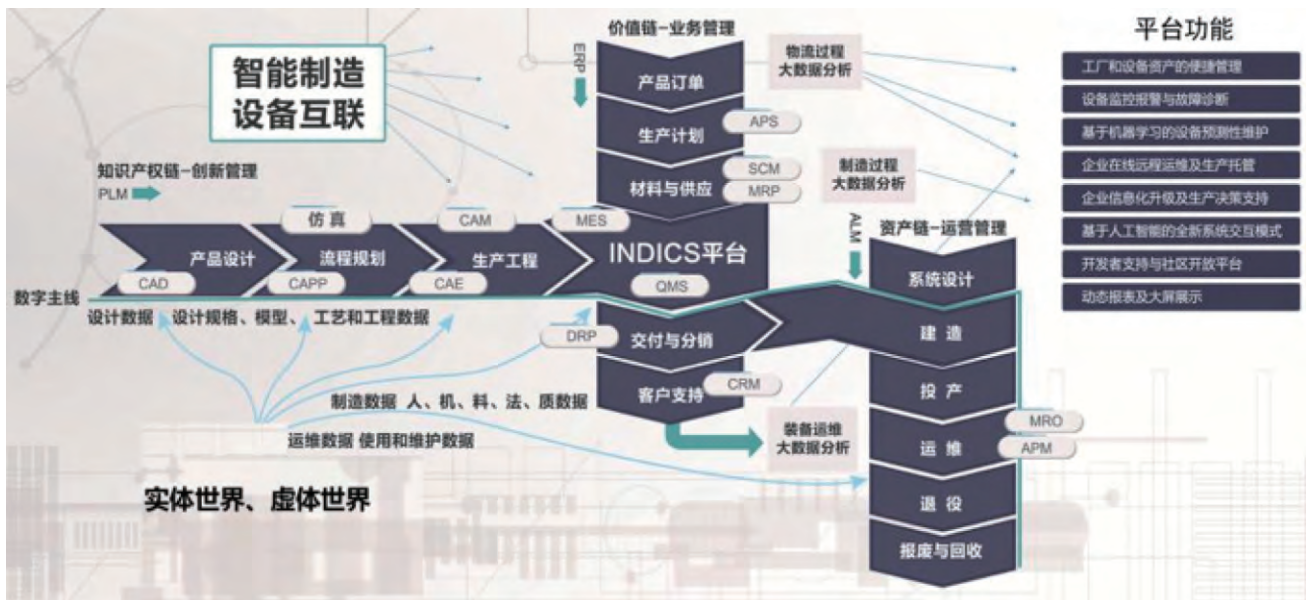


图1 INDICS 工业物联网大数据平台

见设备、产线和进度等等，看不清数据、信息不全以及无分析手段，缺乏决策手段；设备资产不平衡，设备资产利用缺乏统筹手段、关键设备缺乏预测性维护手段；从量大到质优的跨越，关键技术或性能指标难突破，缺乏精细化的数据分析方法；自动化不等于智能化，自动化程度高，工艺知识模块有待沉淀，产线缺乏柔性，自动化程度低，缺乏面向未来个性化、小批量的智能改造准备，工人缺乏精确指导手段。

为解决企业所面临的问题，INDICS 工业物联网大数据平台，如图 1 所示，通过连接实体世界与虚拟世界，将智能制造设备互联，实现工厂和设备资产的边界管理，设备监控报警与故障诊断，基于机器学习的设备预测性维护，企业在线远程维护及生产托管，企业信息化升级及生产决策支持，基于人工智能的全新系统交互模式，以及开发者支持、社区开放平台和动态报表、大屏展示等平台功能。

目前 INDICS 平台的技术体系，如图 2 所示，主要分为数据采集层、数据存储层、数据分析层、业务服务层、工业 APP 以及安全子系统和开发者支持几大模块。其中数据采集是关键，不仅业务系统数据源众多，如 PLC、PLM、MES、ERP、PDM、CRM、SCM、SAP 和 Web 等系统，而且要容纳多种数据格式，并通过全量集成分析，在 INDICS 平台

上完成清洗存储、加载、机器学习和计算、转换等步骤，同时还服务于工业全流程，涵盖研发、采购、生产、物流、审计、销售和售后等环节。

INDICS 平台在设备级的设备监控及健康管理方面主要体现在设备运行趋势分析，以及基于设备操作中的一场现象进行报警，对设备进行实效预测，并指出未来失效的关键指示和特征。而智能工厂的设备、人员和生产状态的实时映射、产线关键 KPI 展示和工艺流程分析和优化同样是 INDICS 平台的功能实践。对于智能工厂改造能力的构架，主要业务以智能制造为主线，以航天云网平台为依托，打造核心部件贯穿智能装备、智能产线和智能车间的产业链条，拥有智能制造、智能产线和智能车间管理系统三位一体的智能制造关键技术，可提供智能化升级改造所需的产品和服务，以及智能制造完整的系统解决方案。

智能机床解决方案和设备改造定制服务，主要在于设备更新（性能和精度升级），根据设备使用情况，完成对设备性能提升和精度的修复；设备数控化改造，如对数控设备和低端数控设备升级改造；设备的自动化升级，如自动刀具交换、自动工件交换、自动物流、自动生产线；哑设备的改造，主要是数据采集和处理。其中的信息采集主要包括程序开始

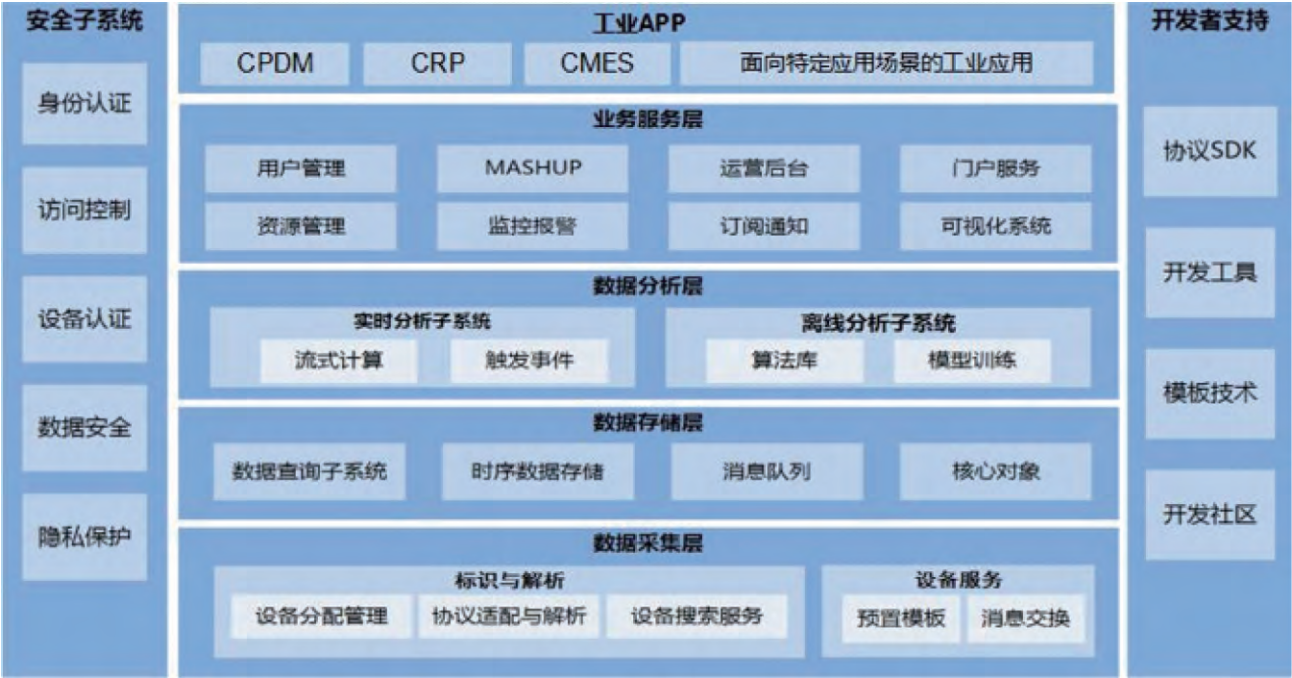


图 2 INDICS 平台技术体系

加工时间，程序结束加工时间，主轴转速 S，进给速度 F 等参数，以及刀具使用寿命记录、设备报警信息和产品质量信息等。同时，对设备的上电、断电、加工中、空闲、报警和停机信息监控。

智能产线改造方案则以精益生产和 TOC 理论为产线规划的基础理论，以工艺流程和工艺方法为核心的生产线规划设计技术，为用户提供完整的解决方案。例如，一条针对多品种（21 种）、小批量产品加工的智能化柔性生产单元，即多品种、小批量柔性机加工生产线，采用立体料库和智能仓储，使用 RFID 数据传输，智能零件选型并指导后续加工，通过地轨式机器人自动上下料以及机器人自动毛刷清理，实施在线监测，高精度随行工装，确保快换装，并使用 HERO-MES 系统。而对于包含料盘、上下料、机加、翻转、检测、打码、装配和入库的全部流程，整个生产线实现了全自动运行和订单式计划排产。连接到云端的全自动智能生产线，则采用了 HERO-MES 系统的订单式计划排产，实现柔性生产，机器人自动上下料、自动翻转工装，视觉自动检测，激光打码（二维码或条形码），自动装配，自动扫码入库，RFID 数据传输以及质量追溯。针对智能仓储物流系统的改造方案，主要体现在其衍生产品上，使用自有物料搬运及自动上下料设备，降低数据对接与系统集成难度，提供常见 PLC、各类传感器与识别技术的接口，提供自动化与信息化物流部分融合，实现智能化生产。

智能车间管理系统的改造方案，主要是 HERO-MES 航天云网智能车间制造执行系统，它是一套面向制造企业车间执行层的生产信息化管理系统，是集合系统管理软件和各类硬件的综合智能化系统，为企业搭建一个可扩展的生产管理信息平台，以精益生产为指导，以 TOC (Theory Of Constraints) 理论为核心，对原材料上线到成品入库的整个生产过程实时采集数据、控制和监控，使生产过程透明化、高效化、柔性化和可追溯化，满足客户高效控制、低成本运行的要求，提升企业核心竞争力。

INDICS 平台在企业级大数据平台的实践主要包括：企业数据总线，企业经营大数据分析，外部数据关联分析和企业画像。

以格力电器为例，通过分析其商机一部、商机二部和计算机中心的需求，得出其核心需求是建立能够有效汇聚、处理企业各复杂业务系统数据的大数据分析平台。格力电器

业务系统众多（100 余个），各业务系统间数据关系复杂，数据库表数量多（700 余个），类型及版本多样（Oracle、Mysql 和 SQLServer），格力电器实现大数据驱动运营的第一步即需要对各个业务系统的数据进行统一治理，实现数据融合。而大数据驱动的企业运营方式主要有以下七点：（1）故障诊断，及时发现设备运行故障并准确定位原因；（2）故障预测，及时发现设备的潜在故障，及时预警；（3）产品统计，分析产品销售情况、客户情况的规律、特点及变化趋势，用于指导产品的个性化设计及销售推广；（4）配件预测，从大数据的角度对设备的配件消耗量进行准确预测，解决配送不及时、消耗量与配送量不匹配的问题，实现及时和准确的配件供应；（5）智能搜索，通过语音输入关键词进行信息查询，以统计图表的形式迅速呈现查询结果，减少临时统计、分析的工作量；（6）实时查询，提供特定设备的工况信息实时查询功能，用于分析、判断特定设备在查询时间范围内的工作状态，总结和发现业务规律；（7）营销支持，分析产品及销售数据，发现购买次序、重复购买及交叉购买的规律，提醒和推荐客户购买特定的产品和服务，以提升销量。IM