



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工业数据采集产业研究报告

工业互联网产业联盟
2018年9月

工业数据采集产业研究报告



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工业互联网产业联盟

2018年9月

声 明

本报告所载的材料和信息，包括但不限于文本、图片、数据、观点、建议，不构成法律建议，也不应替代律师意见。本报告所有材料或内容的知识产权归工业互联网产业联盟所有（注明是引自其他方的内容除外），并受法律保护。如需转载，需联系本联盟并获得授权许可。未经授权许可，任何人不得将报告的全部或部分内容以发布、转载、汇编、转让、出售等方式使用，不得将报告的全部或部分内容通过网络方式传播，不得在任何公开场合使用报告内相关描述及相关数据图表。违反上述声明者，本联盟将追究其相关法律责任。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工业互联网产业联盟

联系电话：010-62305887

邮箱：aai@caict.ac.cn

编写说明

国务院《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》明确将构建网络、平台、安全三大功能体系作为其重点任务,并指出要“强化复杂生产过程中设备联网与数据采集能力,实现企业各层级数据资源的端到端集成”。其中工业互联网平台是工业互联网体系架构的核心,而工业数据采集则是工业互联网平台的基础。在工业和信息化部信息化和软件服务业司的指导下,工业互联网产业联盟组织编写了《工业数据采集产业研究报告》,希望加强研究与交流,与业界共同推动工业数据采集的发展。

报告共分为六个部分。第一部分分析了工业数据采集的国家政策支持和重要性。第二部分提出了工业数据采集的内涵与体系架构,并重点分析了工业数据采集的主要特点和重点产品类型。第三部分为工业数据采集产业综述,重点分析了产业规模、主要问题和产业格局等产业发展现状。第四部分分析了工业数据采集涉及的主要关键技术及发展趋势。第五部分则重点提出了我国工业数据采集发展的相关建议。第六部分介绍了我国工业数据采集典型产品和应用案例。

报告编写过程中得到了联盟成员及众多相关企业的大力支持。相关企业不仅结合自身产品发展情况,从工业数据采集的需求、产品、关键技术与应用案例等方面给予了大量素材支持,更是进行了多次研讨,为本报告观点的形成与落地提供了

有力支撑。报告编写过程中获得了众多专家的指导与帮助，特别感谢工业和信息化部信息化和软件服务业司领导对本报告的全面支持和指导。在此一并致谢。

当前我们对工业数据采集的研究也还是初步和阶段性的，后续我们将根据工业数据采集的发展情况和来自各界的反馈意见，在持续深入研究的基础上适时修订和发布新版报告。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

指导单位：工业和信息化部信息化和软件服务业司

组织单位：工业互联网产业联盟

主编单位：

中国电信集团公司、中国信息通信研究院

参编单位：按首字母排序

北京机械工业自动化研究所有限公司、北京和利时智能技术有限公司、北京鼎实科技股份有限公司、华为技术有限公司、霍尼韦尔(中国)有限公司、工控网(北京)信息技术有限公司、上海明匠智能系统有限公司、研华科技、中兴通讯股份有限公司。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

目 录

| | |
|---------------------------------|-----------|
| 第一章 背景及意义 | 1 |
| 第二章 工业数据采集概述 | 2 |
| (一) 工业数据采集的内涵与范围 | 2 |
| (二) 工业数据采集体系架构 | 4 |
| (三) 工业数据采集的特点 | 6 |
| (四) 工业数据采集产品类型 | 8 |
| 第三章 工业数据采集产业发展现状 | 10 |
| (一) 工业数据采集产业综述 | 10 |
| (二) 工业数据采集产业规模和预测 | 11 |
| (三) 工业数据采集存在的主要问题 | 13 |
| (四) 我国工业数据采集产业格局 | 14 |
| 第四章 工业数据采集关键技术及趋势 | 15 |
| (一) 工业通信网络 | 15 |
| (二) 协议转换技术 | 20 |
| (三) 物体标识及解析 | 22 |
| (四) 边缘计算 | 24 |
| (五) 工业人工智能 | 26 |
| 第五章 我国工业数据采集产业发展建议 | 29 |
| (一) 夯实工业数据采集产业基础 | 29 |
| (二) 加快工业数据采集核心技术研发突破 | 29 |
| (三) 打造共赢的工业数据采集产业体系 | 29 |

| | |
|----------------------------------|-----------|
| (四) 推广基于工业数据采集的新模式应用 | 30 |
| (五) 建立工业数据安全相关法律法规 | 30 |
| (六) 推动数据开放和数据主权立法 | 30 |
| 第六章 工业数据采集典型产品和案例介绍 | 31 |
| (一) 中国电信集团有限公司 | 31 |
| (二) 北京机械工业自动化研究所有限公司 | 34 |
| (三) 华为技术有限公司 | 36 |
| (四) 中兴通讯股份有限公司 | 39 |
| (五) 上海明匠智能系统有限公司 | 41 |
| (六) 研华科技 | 44 |
| (七) 北京和利时智能技术有限公司 | 47 |
| (八) 霍尼韦尔(中国)有限公司 | 49 |
| (九) 上海宝信软件股份有限公司 | 52 |
| (十) 深圳华龙讯达信息技术股份有限公司 | 54 |
| (十一)北京寄云科技有限公司 | 56 |
| (十二)烟台恒远智能科技有限公司 | 59 |
| (十三) 湖南华辰智通科技有限公司 | 62 |
| 附件 1: 缩略语 | 65 |
| 附件 2: 参考文献 | 67 |

第一章 背景及意义

工业数据采集是智能制造和工业互联网的基础，是“两化”融合的先决条件，在国家及各部委发布的政策文件中不断被提及。在 2015 年国务院发布的《中国制造 2025》中，提出了“建立国家工业基础数据库，加强企业试验检测数据和计量数据的采集、管理、应用和积累。”《智能制造工程实施指南（2016-2020）》提出，要发展“智能传感与控制装备”，要形成“现场总线和工业以太网融合、工业传感器网络、工业无线、工业网关通信协议和接口”标准，要解决智能制造“数据采集、数据集成、数据计算分析”等方面存在的软件问题，在五类新模式中支持数据采集系统与其他系统协同与集成。

2017 年 11 月国务院发布的《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》明确将构建网络、平台、安全三大功能体系作为其重点任务，并强调要“强化复杂生产过程中设备联网与数据采集能力，实现企业各层级数据资源的端到端集成”，推动各类数据集成应用，形成基于数据采集、集成、分析的“工艺优化、流程优化、设备维护与事故风险预警能力”，实现“企业生产与运营管理的智能决策和深度优化”。

作为工业互联网三大功能体系之一，工业互联网平台是全要素连接的枢纽和工业资源配置的核心，而工业数据采集则是工业互联网平台的基础，发展工业数据采集是我国推动工业互联网平台全面深度应用的起点，也是制造业转型升级的必要条件。

随着信息化与工业化的深度融合，信息技术渗透到了工业企业产业链的各个环节，推动了以“智能化生产、个性化定制、网络化协同和服务化延伸”为代表的新兴智能制造模式的发展，其核心是基于海量工业数据的全面感知。工业数据采集可以实现对生产现场各种工业数据的实时采集和整理，为企业的MES、ERP等信息系统提供大量工业数据，通过对积累沉淀的工业大数据的深入挖掘，实现生产过程优化和智能化决策。

第二章 工业数据采集概述

(一) 工业数据采集的内涵与范围

1. 工业数据采集的定义

工业数据采集是利用泛在感知技术对多源设备、异构系统、运营环境、人等要素信息进行实时高效采集和云端汇聚。工业数据采集对应工业互联网平台体系架构中的边缘层，如下图红圈线所示。通过各类通信手段接入不同设备、系统和产品，采集大范围、深层次的工业数据，以及异构数据的协议转换与边缘处理，构建工业互联网平台的数据基础。



图：工业数据采集的定位

工业数据向云端传输后的数据汇聚、数据处理和数据分析、数据应用等功能，属于工业大数据和工业应用范畴，故不在本报告中涉及。

2. 工业数据采集的范围

工业数据采集广义范围既包括工业现场设备的数据采集和工厂外智能产品/装备的数据采集，也包括对 ERP、MES 等应用系统的数据采集，具体如下：

(1) 工业现场设备的数据采集

主要通过现场总线、工业以太网、工业光纤网络等工业通信网络实现对工厂内设备的接入和数据采集，可分为三类：对传感器、变送器、采集器等专用采集设备的数据采集；对 PLC、RTU、嵌入式系统、IPC 等通用控制设备的数据采集；对机器人、数控机床、AGV 等专用智能设备/装备的数据采集。

主要基于智能装备本身或加装传感器两种方式采集生产现场数据，包括设备（如机床、机器人）数据、产品（如原材料、在制品、成品）数据、过程（如工艺、质量等）数据、环境（如温度、湿度等）数据、作业数据（现场工人操作数据，如单次操作时间）等数据。主要用于工业现场生产过程的可视化和持续优化，实现智能化的决策与控制。

(2) 工厂外智能产品/装备的数据采集

主要通过工业物联网（3G/4G、NB-IoT 等）实现对工厂外智能产品/装备的远程接入（通过 DTU、数采网关等）和数据采集。主要采集智能产品/装备运行时关键指标数据，包括但不限于如工作电流、电压、功耗、电池电量、内部资源消耗、通信状态、通信流量等数据。主要用于实现智能产品/装备的远程监控、健康状态监测和远程维护等应用。

(3) 对 ERP、MES 等应用系统的数据采集

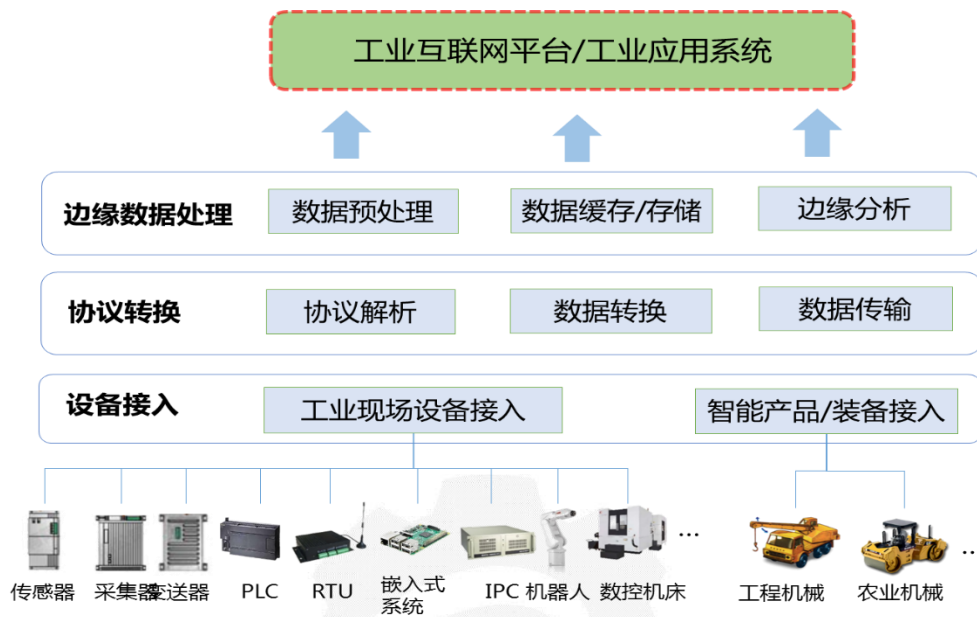
主要由工业互联网平台通过接口和系统集成方式实现对 SCADA、DCS、MES、ERP 等应用系统的数据采集，系统集成技术与应用已经有很多成熟的分析和研究，故不在本报告中展开。

本报告中的工业数据采集范围主要指工业现场设备的数据采集和工厂外智能产品/装备的数据采集。

(二) 工业数据采集体系架构

工业数据采集体系架构包括设备接入、协议转换、边缘数据

处理三层，向下接入设备或智能产品，向上与工业互联网平台/工业应用系统对接，如下图所示：



图：工业数据采集体系架构

设备接入：通过工业以太网、工业光纤网络、工业总线、3G/4G、NB-IoT 等各类有线和无线通信技术，接入各种工业现场设备、智能产品/装备，采集工业数据。

协议转换：一方面运用协议解析与转换、中间件等技术兼容 Modbus、CAN、Profinet 等各类工业通信协议，实现数据格式转换和统一。另一方面利用 HTTP、MQTT 等方式将采集到的数据传输到云端数据应用分析系统或数据汇聚平台。

边缘数据处理：基于高性能计算、实时操作系统、边缘分析算法等技术支撑，在靠近设备或数据源头的网络边缘侧进行数据预处理、存储以及智能分析应用，提升操作响应灵敏度、消除网络堵塞，并与云端数据分析形成协同。

(三) 工业数据采集的特点

1. 连接性

连接是工业数据采集的基础。所连接物理对象的多样性及应用场景的多样性，需要工业数据采集具备丰富的连接功能，如各种网络接口、网络协议、网络拓扑、网络部署与配置、网络管理与维护。连接需要充分借鉴吸收网络领域先进研究成果，如 TSN、SDN、NFV、WLAN、NB-IoT、5G 等，同时还要考虑与现有各种工业总线的互联互通。

2. 数据第一入口

工业数据采集作为物理世界到数字世界的桥梁，是数据的第一入口，拥有大量、实时、完整的数据，可基于数据全生命周期进行管理与价值创造，将更好的支撑预测性维护、资产性能管理等创新应用；同时，作为数据第一入口，工业数据采集也面临数据实时性、确定性、多样性等挑战。

3. 数据量大

随着工业系统由物理空间向信息空间、从可见世界向不可见世界延伸，工业数据采集范围不断扩大；同时工业企业中生产线处于高速运转，由工业设备所产生、采集和处理的包括设备状态参数、工况负载和作业环境等数据量呈爆发式增长，远大于企业中计算机和人工产生的数据。随着智能制造和物联网技术的发展，产品制造阶段少人化、无人化程度越来越高，运维阶段产品运行状态监控度不断提升，未来人产生的数据规模的比重降低，机器

产生的数据将出现指数级的增长。

4. 实时性

生产线的高速运转、精密生产和运动控制等场景对数据采集的实时性要求不断提高，重要信息需要实时采集和上传，以满足生产过程的实时监控需求。

工业系统不仅要求数据采集速度快，而且要求数据处理速度快，特别是针对传感器产生的海量时间序列数据，数据写入速度达到了百万数据点/秒-千万数据点/秒。而且数据采集模块还要将实时数据通过有线、无线网络实时传送至系统集成模块，实现企业业务决策的实时性，也就是工业 4.0 所强调的基于“纵向、横向、端到端”信息集成的快速反应。

5. 融合性

OT 与 IT、CT 的融合是工业数字化转型的重要基础。工业数据采集作为“OICT”融合与协同的关键承载，需要在连接、管理、控制、应用、安全等方面的协同。工业数据采集既需要 OT 技术提供在工厂中的对于各种工业流程和机器的控制技术并且能够保证工业环境中的高可靠性，又需要 IT 技术支持工厂中大量数据分析和促进工业生产数字化和智能化，也需要 CT 能够提供可靠、快速和低成本的“传输”实现工业连接。

6. 多种工业协议并存

工业软硬件系统本身具有较强的封闭性和复杂性，不同设备或系统的数据格式、接口协议都不相同，甚至同一设备同一型号

的不同时间出厂的产品所包含的字段数量与名称也会有所差异，数据无法相互共享。工业数据采集领域存在 Profibus、Modbus、CAN、LonWorks、HART、Profinet、EthernetIP、Modbus/TCP、EtherCAT 等多种工业协议标准，各种协议标准不统一。

综上所述，工业数据采集需要将互联网、物联网、云计算、边缘计算等技术和工业数据采集深度融合，一方面通过构建一套能够兼容、转换多种协议的技术产品体系和网络架构，实现工业数据互联互通互操作；另一方面通过 TSN 等低时延技术和部署边缘计算模块，实现数据的实时采集和在生产现场的轻量级运算、实时分析，缓解数据向云端传输、存储和计算压力，才能更好的满足工业互联网对工业数据采集的要求。

(四) 工业数据采集产品类型

根据上面的工业数据采集内涵和体系架构，工业数据采集产品主要包括如下几类：

1. 设备接入

设备接入是建立物理世界和数字世界的联接的起点，是数字化信息的源头。根据接入物理设备的分类不同，设备接入产品可以细分如下几类：

(1) 数据采集板卡/模块

采集现场对象的物理量并转化为数字量，即其输入是各种传感器/变送器的输出，该类设备将其输入转换为数字量，并存储在设备中，以供其它系统使用。

(2) RTU/PLC/DCS/IPC/嵌入式系统等

这些现场的控制系统在承担其本职功能的同时，可以作为接入设备使用，是工业数据采集系统的信息源头。

(3) 机器人/数控机床/专用智能设备或装备

这类设备通过专用工业通信协议与工业数据采集系统通信，以实现信息有效流动与集成。

(4) 物料标识读取设备

物料身份标识技术主要是条码/二维码和 RFID，对应的读取设备有条码/二维码识别器（扫描枪）和 RFID 读写器。

2. 协议转换

工业通信网络接口种类多、协议繁杂、互不兼容，需要通过工业网关来进行各种协议转换，工业网关主要包括串口转以太网设备、各种工业现场总线间的协议转换设备和各种现场总线协议转换为以太网（TCP/IP）协议的网关等。

3. 网络传输

网络传输设备用于工业现场设备和智能产品/装备的网络连接和数据传输。针对工业现场设备通常以有线网络传输为主，无线网络传输作为补充；针对工厂外智能产品/装备通常采用无线网络传输方式。

网络传输设备从功能上可以分为工业交换机、工业路由器、工业中继器、工业网桥、DTU 等。它们与商用网络传输设备不同之处在于为了适应工业现场的环境要求，在可靠性、实时性等方面技术指标要明显高于商用设备。

4. 边缘数据处理

基于高性能计算、实时操作系统、边缘分析算法等技术支撑，在靠近设备或数据源头的网络边缘侧进行数据预处理、存储以及智能分析应用。边缘数据处理主要产品包括边缘计算软件、配套数据库及相关模块等。

5. 工业数据采集安全

由于工业数据采集系统对实时性和稳定性的高要求使得传统安全产品往往无法应用于工业数据采集系统中。目前在工业数据采集系统中，主要通过工业防火墙和工业网闸等产品，实现数据加密传输，防止数据泄漏、被侦听或篡改，保障数据采集和传输过程中的安全。

第三章 工业数据采集产业发展现状

(一) 工业数据采集产业综述

1. 市场规模潜力巨大：

中国作为世界第一制造大国，随着工业互联网市场的不断发展和完善，企业对工业数据采集的实时性、可靠性和专业解决方案需求日益增强，中国工业数据采集市场呈现巨大潜力，相关硬件和服务提供商迎来了良好的发展机遇。

2. 市场各方积极参与

从消化政策、推出工业数据采集解决方案，到发布工业互联网平台，各市场参与方努力寻求业务转型，外资企业和本土企业均在积极部署工业数据采集产品体系和解决方案，谋划市

场布局。

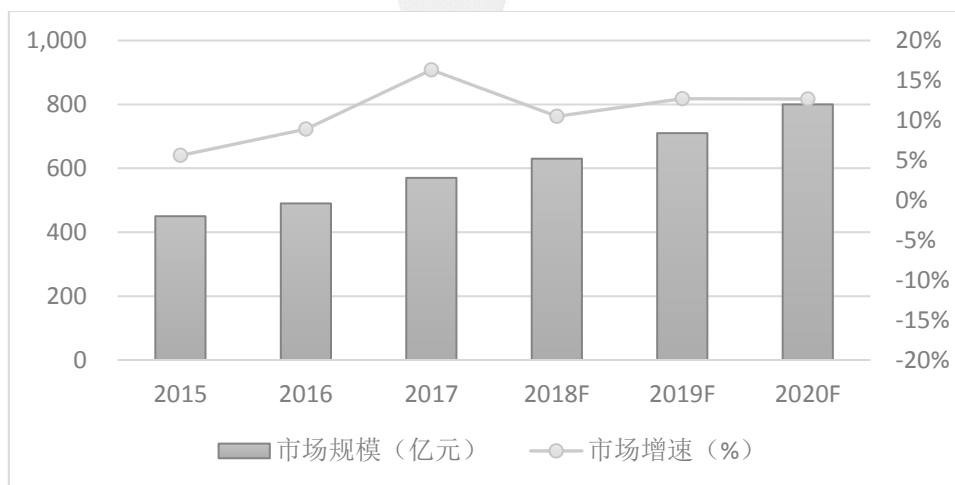
3. 技术产品和解决方案持续推进与完善

当前，工业数据采集技术产品和解决方案仍处于发展阶段，但已有部分厂商推出了一些多样化的解决方案，比如通过构建兼容转换协议的技术产品体系，实现工业数据互联互通；或是通过部署边缘计算模块，实现数据在机器设备端的轻量级运算和实时分析。

(二) 工业数据采集产业规模和预测

1. 整体市场情况

2017年，中国工业数据采集产业市场规模达到570亿元，同比增长16.3%。预计未来2-3年，中国工业数据采集市场将保持稳定增长趋势。



图：2015-2020年中国工业数据采集市场规模

(数据来源：工控网)

2. 细分产品市场情况

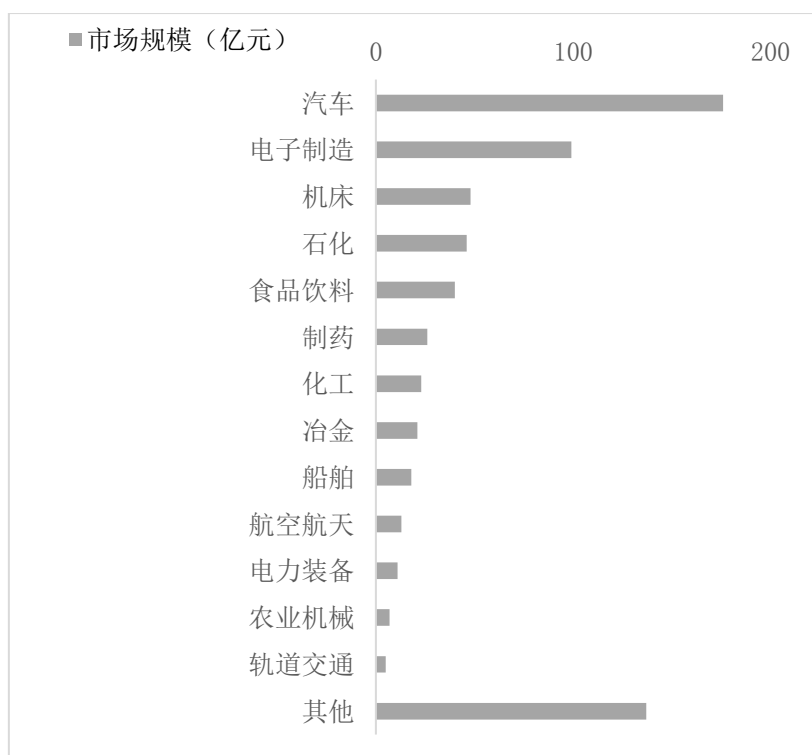


图：2017 年中国工业数据采集细分产品市场规模

(数据来源：工控网)

备注 1: 传感器包括光电传感器、接近传感器、视觉传感器、位移传感器、速度传感器、加速度传感器等。读码设备包括条码设备、射频识别等。工业通讯模块包含工业串口卡、总线卡、串口服务器、工业电源、以太网模块等。

3. 细分行业市场情况



图：2017 年中国工业数据采集细分行业市场规模

(数据来源：工控网)

(三) 工业数据采集存在的主要问题

当前工业数据采集面临的突出问题可以总结为“三不”：**不敢传**（数据安全问题）、**不能传**（协议标准不统一）、**不需传**（本地化和实时性问题），无法支撑实时数据采集和实时分析、智能优化和科学决策。

(1) 工业数据采集存在数据安全隐患

工业数据采集会涉及到大量重要工业数据和用户隐私信息，在传输和存储时都会存在一定的数据安全隐患，也存在黑客窃取数据、攻击企业生产系统的风险。急需从技术、管理和法律法规等多方面保障数据安全。

(2) 工业协议标准不统一且数据开放性不够

目前在工业数据采集领域，存在 Profibus、Modbus、CAN、LonWorks、HART、Profinet、EthernetIP 等多种工业协议标准，各个自动化设备生产及集成商还会自己开发各种私有的工业协议，各种协议标准不统一、互不兼容；同时很多设备和系统的数据开放性不够，缺乏数据开放接口及文档说明。导致协议适配、协议解析和数据互联互通困难。

(3) 工业数据采集实时性要求难以保证

生产线的高速运转，精密生产和运动控制等场景则对数据采集的实时性要求不断提高，传统数据采集技术对于高精度、低时延的工业场景难以保证重要的信息实时采集和上传，无法满足生产过程的实时监控需求。

(四) 我国工业数据采集产业格局

当前，工业数据采集发展越来越快，工业互联网的跑道越来越宽，工业自动化企业、网络通信企业、信息技术企业身影已纷纷出现。就当前情况而言，工业自动化企业具备先天竞争优势，起步和前期推广相对容易，可以在原有系统客户上深度耕耘。信息技术企业和网络通信企业在技术架构的高度上更有比较优势，战略构想和规划能力更为突出。

目前，工业数据采集产业供应侧主要有以下三类企业：

一是工业自动化企业，从自身核心产品能力出发，主要为工业数据采集提供接入设备，作为工业数据采集的源头，例如

西门子、研华、霍尼韦尔、安控等；

二是工业网络服务企业，主要为工业数据采集提供工业网络协议转换、传输、安全等配套设备和服务，部分企业从原有优势领域正在积极向制造业领域延伸发展，例如中国电信、中兴通讯、华为等；

三是工业数据采集解决方案企业，主要提供工业数据采集解决方案、系统开发、项目实施、系统集成等服务，例如北自所、和利时、明匠智能等。

第四章 工业数据采集关键技术及趋势

工业数据采集过程，包含多类工业设备接入、多种工业通信网络协议解析、多源工业数据格式转换、实时工业数据存储与预处理等多个环节，为实现多源设备、异构系统、运营环境、人等要素信息的实时高效采集，需要大量 IT、OT 与 CT 核心关键技术支撑。

本报告所列工业数据采集关键技术主要源于工业数据采集各相关方共同关切和发展急需的方面。工业数据采集主要涉及工业通信网络、协议转换、物体标识及解析、边缘计算、工业人工智能等关键技术。

(一) 工业通信网络

工业数据采集常用工业通信网络技术主要有工业现场总线、工业以太网、工业光纤网络、TSN、NB-IoT、4G/5G 等，总体上可

分为有线和无线通信网络技术。

有线通信网络技术主要包括现场总线、工业以太网、工业光纤网络、TSN 等，现阶段工业现场设备数据采集主要采用有线通信网络技术，以保证信息实时采集和上传，对生产过程实时监控的需求。

无线通信网络技术正逐步向工业数据采集领域渗透，已成为有线网络的重要补充。主要包括短距离通信技术 RFID、Zigbee、WIFI 等，用于车间内的传感数据读取、物品及资产管理、AGV 等无线设备的网络连接；专用工业无线通信技术 WIA-PA/FA、WirelessHART、ISA100.11a 等；以及蜂窝无线通信技术 4G/5G、NB-IoT 等，用于工厂外智能产品、大型远距离移动设备、手持终端等的网络连接。

1. 现场总线：

现场总线主要解决工业现场的智能化仪器仪表、控制器、执行机构等现场设备间的数字通信以及这些现场控制设备和高级控制系统之间的信息传递问题，是连接智能现场设备和自动化系统的全数字、双向、多站的通信系统。现场总线目前仍没有统一标准，很多公司都推出其各自的现场总线技术，但彼此的开放性和互操作性还难以统一，目前应用较多的有 Profibus、CAN、LonWorks、HART、Modbus 等。

现场总线在工业界使用时间较长，技术成熟稳定。现场总线仍然是目前工业环境应用最为广泛的工业网络，现场总线的简单

性、可靠性高的优点受到许多用户的喜爱。随着中国产业升级的进一步深化，现场总线作为智能制造和工业互联网的基础，预计从 2018 年开始新增节点数会逐步回升。

2. 工业以太网：

工业以太网是指在工业环境的自动化控制及过程控制中应用以太网的相关组件及技术。工业以太网采用 TCP/IP 协议，和 IEEE 802.3 标准兼容，但在应用层会加入各自特有的协议。工业以太网实现了以太网 TCP/IP 协议与工业现场总线的融合，是在标准以太网协议基础上修改或增加一些特定的功能而形成的。工业以太网在发展过程中形成了多种协议标准，包括 Profinet、EthernetIP、Modbus/TCP、EtherCAT 等，这些协议背后皆有各自支持厂商，难以形成统一标准。

工业以太网最大的优势在于：能够使企业的信息网络和控制网络实现统一；以太网容易实现网络集成，开发技术广泛，价格较低，容易获得众多厂商的支持。

工业以太网近几年快速发展，技术逐渐成熟，电磁兼容性、高低温等工业特性已能够满足工业数据采集需求，在工业数据采集领域得到了广泛应用，近年来工业以太网的市场占比逐步上升。

3. 工业光纤网络

随着无源光网络 (PON) 技术在电信、电力行业的广泛应用，工业光纤网络已成为工业数据采集领域的一种新型组网技术。工业光纤网络在工业互联网体系架构中处于车间级网络位置，工业

光纤网络由汇聚设备 OLT、无源分光器、PON 接入设备 ONU 组成，可以提供多种工业接口，实现工业设备数据、生产数据到企业 IT 系统的可靠有效地传输。

工业光纤网络在工业场景下最常用的组网方式是基于 Type D 保护方式的手拉手保护链型组网和星型组网，实现全光路保护，提高了车间通信网络的可靠性，为制造企业的通信可靠性提供了坚实的保障。

工业光纤网络具有以下优点：PON 通过无源器件组网，不受电磁干扰和雷电影响；采用自愈环形网络支持并联型，切换时间短、抵抗失效能力强；点到多点传输架构，终端并行接入，部署灵活；仅需单根光纤线传输，最远覆盖 30 公里范围；多业务承载，支持数据、视频、语音、时间同步等多种业务；高安全性，PON 网络设置 ONU 安全注册机制，下行数据传送天然加密，上行数据传送时分机制隔离。

4. TSN

TSN 是 IEEE 提出的一个国际标准，TSN 是为了解决工业领域中的互操作性孕育而生的标准协议，厂商设备之间可以进行非常好的互联互通。TSN 是基于以太网标准的确定性实时通信机制，定义了极其准确、极易预测的网络时间，具备高数据量传输与优先权设定功能等优势。TSN 是其它工业以太网协议的基础，现有的工业以太网协议未来将会成为 TSN 网络之上的专属网络协议，因此这类协议依旧会存在，但彼此之间不会互相取代。

通过为以太网增添诸多功能特性，有效地解决了工业数据采集数据在以太网传输中的时序性、低延时和流量整形问题。同时又保持了 100% 向后兼容传统以太网，TSN 确保了关键任务型时间敏感数据在网络上不会滞留，有助于跨许多行业打造一个互操作性的生态系统。通过使用标准的以太网组件，TSN 可无缝集成现有棕色地带应用和标准的 IT 网络来提高易用性。此外，TSN 继承了 HTTP 接口和 WEB 服务，实现了工业数据采集系统所需的远程监控、可视化和修复功能。

5. NB-IoT

NB-IoT 是由 3GPP 定义的基于蜂窝网络的窄带物联网技术，它支持海量连接、有深度覆盖能力、功耗低，适合于传感、计量、监控等工业数据采集应用，可满足这些应用对广覆盖、低功耗、低成本的需求，目前广泛商用的 2G/3G/4G 及其他无线技术都无法满足这些挑战。

NB-IoT 单小区可支持 5 万用户，NB-IoT 可以比现有无线技术提供 50~100 倍的接入数；NB-IoT 比 LTE 提升 20dB 增益，很好实现广域覆盖，就算在地下车库、地下室、地下管道等信号难以到达的地方也能覆盖到。

NB-IoT 引入超长 DRX 省电技术和 PSM 省电态模式，可让设备时时在线，通过减少不必要的信令和在 PSM 状态时不接受寻呼信息来达到省电目的，保障电池 5 年以上的使用寿命。

6. 5G（第五代移动通信网络）

近些年 WiFi、Zigbee 和 WirelessHART 等无线通信网络技术已经在制造车间使用，但这些无线技术存在局限性，不能满足智能制造对于数据采集的灵活、可移动、高带宽、低时延和高可靠等通信要求。

5G 具有更高的速率、更宽的带宽，预计 5G 网速将比 4G 提高 10 倍左右，从行业应用看，5G 具有更高的可靠性，更低的时延，支持接入网络更多、密度更大，可以为关键任务型的服务提供保障能力。能满足工业数据采集的高带宽、低时延和高可靠性等网络通信需求，可保证工业信息实时采集和上传，从而实现对生产过程的实时监控。

从发展态势看，5G 目前还处于技术标准的研究阶段，5G 有望 2020 年正式商用。目前，有线连接在工业数据采集连接数量方面占主导地位。但预测显示，从 2022 年到 2026 年，5G 物联网连接的平均年复合增长率将达到 464%。

(二) 协议转换技术

1. 基本内涵

目前在工业数据采集领域，多种工业协议标准并存，各种工业协议标准不统一、互不兼容，导致协议解析、数据格式转换和数据互联互通困难。

协议转换技术就是将不同的工业通信协议通过协议解析、数据转换和地址空间重映射等技术手段转换成统一协议，实现设备

数据采集的信息交互以及和信息系统的互联互通。可以支持常用的工业协议，通过协议转换降低了设备组网的难度，实现了访问的统一性。

2. 关键技术

OPC 基金会大力推动的 OPC UA 统一架构，是应用程序和现场控制系统连接的标准，可以通过一个统一接口实现多种工业协议标准的数据交换， OPC UA 是以 SOA、WebService 为核心的跨平台数据交换技术。

OPC UA 可用作数据传输的统一通讯协议，为互联互通提供了完善的解决方案。通过 OPC UA 提供了一致、完整的地址空间和服务模型，解决了过去同一系统的信息不能以统一方式被访问的问题。基于 OPC UA 消息的编码格式可以是 XML 文本格式或二进制格式，也可使用多种传输协议进行传输，比如：TCP 和通过 HTTP 的网络服务；基于 OPC UA 的标准安全模型，应用程序之间传递消息的底层通信技术提供了加密功能和标记技术，保证了消息的完整性，也防止信息的泄漏；OPC UA 与平台无关，基于 WebService 服务架构（SOA）和非常灵活的数据交换系统，保障软件开发不局限于任何特定系统平台。

3. 发展趋势：

OPC UA 的最大优势是与平台无关，在对传统的 OPC 进行拓展和兼容的同时，还考虑了 OPC UA 的安全性、冗余性等问题，具备极好的开放性。GE 通过将数据采集转换模块 Predix Machine

部署在现场传感器、控制器和网关，利用 OPC UA 技术实现工业以太网、工业现场总线等不同协议的转换。

OPC UA 技术由于具备开放性和稳定性，在国内已经取得了市场的认可和应用，随着我国智能制造和工业互联网的发展，OPC UA 技术应用及其标准规范将在各行各业得到广泛应用。

(三) 物体标识及解析

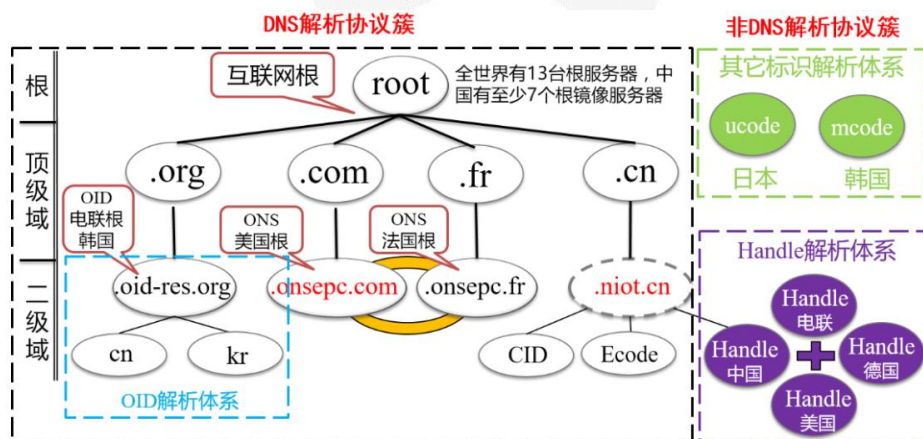
1. 基本内涵

在工业互联网中，为了实现人与设备、设备与设备的通信以及各类工业互联网应用，需要利用标识来对人、设备、产品等对象以及各类业务应用进行识别，并通过标识解析与寻址等技术进行翻译、映射和转换，以获取相应的地址或关联信息。标识解析既是工业互联网网络架构的重要组成部分，又是支撑工业互联网互联互通的神经中枢。通过赋予每一个产品、设备唯一的“身份证”，实现全网资源的灵活区分和信息管理。

借助标识解析技术可以低成本、高效率地实现跨主体供应链信息采集与信息关联，并为不同的用户组（如供应商、物流商、经销商或客户、维护服务商）提供不同的授权解析机制，提供指定信息实时共享增值服务。实现供应商生产节奏管理，提高配套企业库存周转率，降低库存成本。同时，在生产过程中，借助 RFID 等手段，使用标识技术可以实现物料/零部件数据的无接触读取、多数量和多品种读取等，可以极大提高物料/零部件的管理效率。

2. 关键技术

物体标识用于在一定范围内唯一识别工业互联网中的物理或逻辑实体，以便网络或应用基于此物体标识对目标对象进行相关控制和管理，以及相关信息的获取、处理、传送与交换。标识解析则是指将某一类型的标识映射到与其相关的其它类型标识或信息的过程。国际上主流的标识解析体系分为基于 DNS 的解析协议簇和非 DNS 的解析协议簇。典型的基于 DNS 的解析协议簇包括 OID 的 ORS 解析服务、EPC 的 ONS 解析服务，非 DNS 的解析协议簇包括 Handle 解析服务等。



图：物体标识解析协议族

具体在工业数据采集集中，需要通过赋予每个工业物体一个唯一的标识，实现该物体在整个生产以及流转过程中数据采集、数据存储及数据查询的身份标识。数据采集技术与标识技术的结合，可以实现该工业物体相关数据的汇聚与关联，从而为工业互联网的大数据处理、协同及应用打下坚实的基础。

3. 发展趋势

目前标识技术在资产管理、物流管理、溯源等部分环节得到

应用和推广，并正在向工业生产环节渗透，如产线可以通过自动读取在制品标签标识来匹配相应的处理。随着面向产品全生命周期管理及跨企业产品信息交互需求的增加，将推动企业标识系统与公共标识解析的对接、闭环的私有标识及解析系统逐步向开环的公共标识及解析系统演进。未来，随着智能化生产，网络化协同，服务化延伸等工业互联网应用的开展，标识技术将更加广泛地得到应用。

随着区块链技术与工业互联网的不断融合，区块链与标识技术也发生越来越密切的联系。将区块链技术应用到标识体系中，通过区块链技术的去中心化及数据不可篡改的特点，可以提升标识解析的效率，增强标识体系中数据交换的安全性。未来，标识技术与区块链的融合将进一步催生新应用新模式的产生，为工业互联网的信息及数据交换及融合提供基础。

(四) 边缘计算

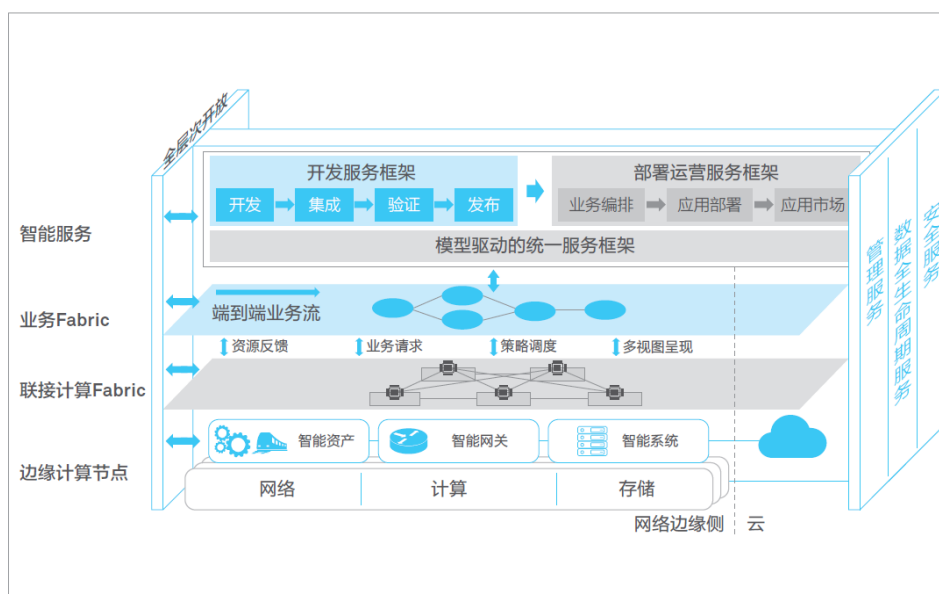
1. 基本内涵

边缘计算是在靠近物或数据源头的网络边缘侧，融合网络、计算、存储、应用核心能力的分布式开放平台，就近提供边缘网络、技术、存储等服务，满足行业数字化在敏捷连接、实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私保护等方面的关键需求。它可以作为连接物理和数字世界的桥梁，使能智能资产、智能网关、智能系统和智能服务。其中边缘计算智能网关从工业数据采集的

角度来看，该网关可起到数据路由器的作用，同时也承载了联接计算的需求与业务的执行。

2. 关键技术

边缘计算可实现海量、异构的联接，满足业务的实时性要求，实现数据的优化，注重应用的智能性，同时保护安全与隐私。边缘计算在实时性、短周期数据、本地决策等工业数据采集场景方面有不可替代的作用。边缘计算参考架构如下图所示：



图：边缘计算参考架构

从架构的横向层次来看，具有如下特点：

- 智能服务基于模型驱动的统一服务框架，通过开发服务框架和部署运营服务框架实现开发与部署智能协同，能够实现软件开发接口一致和部署运营自动化；
- 智能业务编排通过业务 Fabric 定义端到端业务流，实现业务敏捷；
- 联接计算 CCF (Connectivity and Computing Fabric) 实

现架构极简，对业务屏蔽边缘智能分布式架构的复杂性；实现 OICT 基础设施部署运营自动化和可视化，支撑边缘计算资源服务与行业业务需求的智能协同；

- 智能 ECN (Edge Computing Node) 兼容多种异构联接、支持实时处理与响应、提供软硬一体化安全等。

边缘计算参考架构在每层提供了模型化的开放接口，实现了架构的全层次开放；边缘计算参考架构通过纵向管理服务、数据全生命周期服务、安全服务，实现业务的全流程、全生命周期的智能服务。

对于边缘计算节点 (ECN)，有如下关键使能技术：软件定义网络 (SDN)、低时延网络 (TSN)、异构计算 (HC)、时序数据库 (TSDB) 等。

3. 发展趋势

边缘计算未来将提供四个关键能力：建立物理世界和数字世界的联接与互动、提供模型驱动的智能分布式架构平台、提供开发与部署运营的服务框架、支持边缘与云计算的协同。

边缘计算已经掀起产业化的热潮，各类产业组织、标准组织在积极发起和推进边缘计算的研究、标准、产业化活动。

(五) 工业人工智能

1. 基本内涵

人工智能 (Artificial Intelligence, 简称 AI)，是计算机

学科的一个重要分支，核心目的是使用机器模拟人的思维过程，进而代替人完成相应的工作。其作为研究机器智能和智能机器的一门综合科，涉及心理学、认知科学、思维科学、信息科学、系统科学和生物科学等的综合型技术学科，目前已在知识处理、模式识别、自然语言处理、博弈、自动定理证明、自动程序设计、专家系统、知识库、智能机器人等多个领域取得实用的成果。目前没有关于人工智能的公认定义，可以将概括为研究人类智能活动的规律，构造具有一定智能行为的人工系统。

工业领域的人工智能技术从具体应用看可以粗略的分两类：一类是传统自动控制相关的业务及技术领域，指利用设备或装置，使机器、设备或生产过程的某个工作状态或参数自动地按照预定的规律运行；另一类，通过对企业生产及服务过程中积累的历史数据，采用深度学习等人工智能的模型算法，发现数据的内在规律及新的价值，用于改善设计、生产及服务等行业业务环节。

2. 关键技术

工业互联网将为人工智能技术提供广阔的发展空间，根本原因就是传感器产生的数据为人工智能技术提供了各类数据输入，并提供了无尽想象的应用场景。

从工业数据采集角度人工智能技术的应用可以使各类设备升级为具备“自适应能力”，主动感知环境变化的智能设备，可以根据感知的信息调整自身的运行模式，使其处于最优状态。包括：

(1) 环境的自适应：能够根据自身的工作环境（如温度、湿度、电流、电压）通过可用手段（调节转速、功率、高电压保护等）维持自身正常运转，对环境进行适应与优化。该能力表现为设备在不同环境下的工作能力。

(2) 功能的自适应：指工业互联网各类具备人工智能能力的设备能够根据被控对象所处的突发状况、外部环境（如坡道、冲击、压力等）通过可控手段实现被控对象正常运转与使用，并保证安全。该能力表现为设备在各类环境、场景中性能的差异性，如性能的高低。

3. 发展趋势

在工业互联网领域人工智能技术的发展趋势总结如下：

跨媒体智能，根据在工业互联网领域的具体应用所开发的跨媒体人工智能技术，如机器视觉在工业互联网中的应用。

人机对话的应用，包括复杂声场学环境下的语音识别、工业互联网具体生产场景下的语义理解，集合二者的人机对话及信息搜索系统。

人工智能与边缘计算的结合。未来的人工智能应用将向各类场景渗透，其中与网络的结合是一个重要趋势，人工智能要求与边缘计算的具体应用场景、需求的紧密结合。

第五章 我国工业数据采集产业发展建议

(一) 夯实工业数据采集产业基础

设立数据采集发展专项资金或产业基金，活用各类金融扶持手段，推动我国数据采集产业发展。重点发展专用数据采集设备、通用控制设备，推动智能装备和各类应用系统开发数据接口；发展协议转换设备和模块、工业网关和新型网络系统；发展自主数据存储系统、数据库、数据预处理软件和各类系统软件。

(二) 加快工业数据采集核心技术研发突破

面向工业数据采集体系的接入层、协议转换、边缘数据处理层，重点发展新型工业通信网络、协议转换、物体标识及解析、边缘计算等核心关键技术，面向未来发展趋势，积极融合人工智能等新兴技术。

(三) 打造共赢的工业数据采集产业体系

依托行业组织、标准协会，加快制定各层级统一的工业数据采集标准，推动工业数据采集体系各层级设备数据互联互通，支撑智能制造、工业互联网新模式应用。以龙头系统集成商为牵引，整合工业数据采集体系各层级资源，形成工业数据采集整体解决方案和服务，构建先进制造发展基础。

(四) 推广基于工业数据采集的新模式应用

面向制造企业，推广基于工业数据采集的纵向、横向、端到端集成应用，打造企业内部数据集成、产业链上下游数据共享、产品全生命周期数据打通的数据链，形成基于数据集成高效利用的价值链。依托工业互联网产业联盟，设立工业数据采集供应商推荐名录，加快推动工业数据采集设备、解决方案供应商与制造企业对接。

(五) 建立工业数据安全相关法律法规

工业数据采集会涉及企业重要工业数据和隐私信息，在传输和存储时都会存在一定的数据安全隐患。应出台工业数据采集数据安全相关法律法规，建立数据安全等级保护、风险评估等安全制度，保障工业数据采集系统安全可靠运行。

(六) 推动数据开放和数据主权立法

一方面，应出台数据开放相关法规和行业规范，明确关键数据采集设备应提供的数据开放接口和协议，保障企业用户合理数据权益；另一方面，工业数据采集会产生大量有价值数据，应推动数据主权立法，维护我国制造企业合法数据权益，以自主数据银行、数据空间为核心，形成数据链上下游利益共享、互利共赢的商业模式。

第六章 工业数据采集典型产品和案例介绍

(一) 中国电信集团有限公司

中国电信顺应信息通讯业智能化发展趋势，明确了未来十年的转型 3.0 战略，着重推进网络智能化、业务生态化、运营智慧化，引领数字生态，致力于做领先的综合智能信息服务运营商，助力网络强国，服务社会民生。2016 年 7 月中国电信联合中国信息通信研究院正式发布《工业连接计划白皮书》，提出了工业连接的两类应用、四大场景、八项连接需求，并制定了具体的目标和实施步骤，帮助制造企业实现网络化、数字化、协同化和智能化转型。

1. 工业数据采集产品及解决方案

定制工业网关，全面开源网关操作系统，整合硬件生产价值链，降低数采成本，促进边缘计算。工业数据接口种类多，工业数据协议繁杂，数据感知和采集服务商规模小且采集成本高的现状，严重阻碍了制造企业数字化转型的进程。中国电信联合智能制造领域领先企业和研究院所，研发了统一的工业智能网关，推动了工业数据采集、安全终端与网络传输终端的融合。

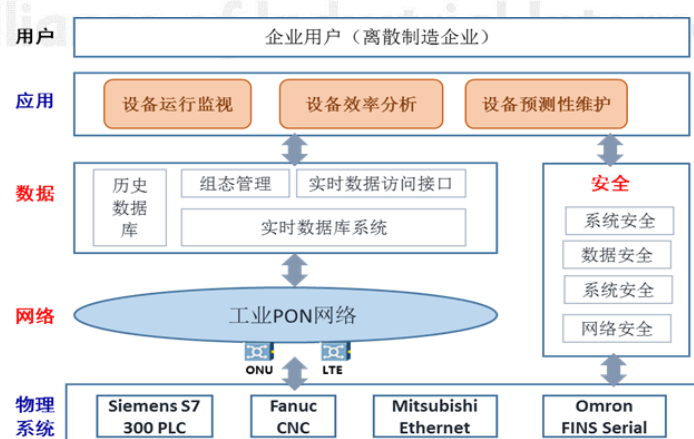
升级工业网络连接，增强云网融合能力。中国电信积极将光纤、LTE 专网、NB-IoT、5G 等新一代信息通讯技术引入制造行业，为数字工厂提供高带宽、扁平化的工业光纤网络数据传输解决方案；为智能产品提供移动化、安全可靠的网络传输解决方案。

构建全程全网工业连接服务网络，消除企业数据连接的后顾之忧。本着以制造企业为中心的理念，中国电信还在着力打造，集网络传输、数据采集服务、安全管控为一体的智能连接综合服务平台，为制造企业提供 7*24 小时，覆盖全球的全程全网工业连接保障服务。

初步构建以数据洞察为基础的工业互联网平台。中国电信自主研发的工业互联网平台是以数据洞察为基础，构建在安全可信的中国电信天翼云（IaaS 平台）之上的，可灵活扩展的工业云操作系统（PaaS 平台）。

2. 解决方案成功案例

中国电信与潍柴集团合作，成功实施了基于工业光纤网络的工业网络互联网与数据采集项目。首先通过工业光纤网络技术进行了工业智能网络的升级改造，在工业智能网络升级改造的基础上，进行了智能生产数据采集与分析、基于发动机的数据采集与分析方面进行试点，取得了良好的阶段成果。



工业网络互联与数据采集项目架构图

本项目采用工业光纤网络技术，在潍柴 1 号工厂进行智能车间改造试点，在总装车间、试车车间等 8 个车间部署工业光纤网络，涵盖加工、装配、试车、涂装四个部分试点整套装备系统，对 420 余台智能设备进行网络联网，具备设备数据及业务数据的远程自动采集及远程交互控制能力，为潍柴智能工业互联网建设打下坚实的网络基础。

潍柴车间内设备种类繁多，各种设备接口及协议不统一，导致数据采集困难。本项目通过工业网关及工业光纤网络的 ONU 设备实现 RS232/485 串口、以太网等多种工业设备接口接入，并通过集成各种主流的工业协议（如：Profibus、Profinet、Modbus、OPC UA 等），为潍柴实现了各种先进制造设备的数据采集。

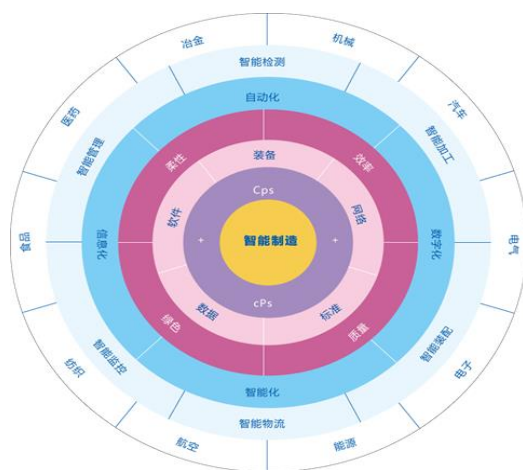
通过本项目的实施，中国电信协助潍柴实现了试点车间内的设备的联网及数据采集，通过利用生产数据进行预测性维护分析及产品过程质量分析等应用分析，提高产线生产效率 10%，降低缺陷产品率 40%，降低设备故障停机时间 50%，取得了良好的应用效果。

(二) 北京机械工业自动化研究所有限公司

北京机械工业自动化研究所有限公司（简称“北自所”）下设 9 个工程研究中心，是国务院国资委所属的转制科研院所。60 多年来一直致力于制造业领域自动化、信息化、集成化、智能化技术与设备的创新、研究、开发和应用，是离散制造领域智能制造系统集成的实践者和引领者。

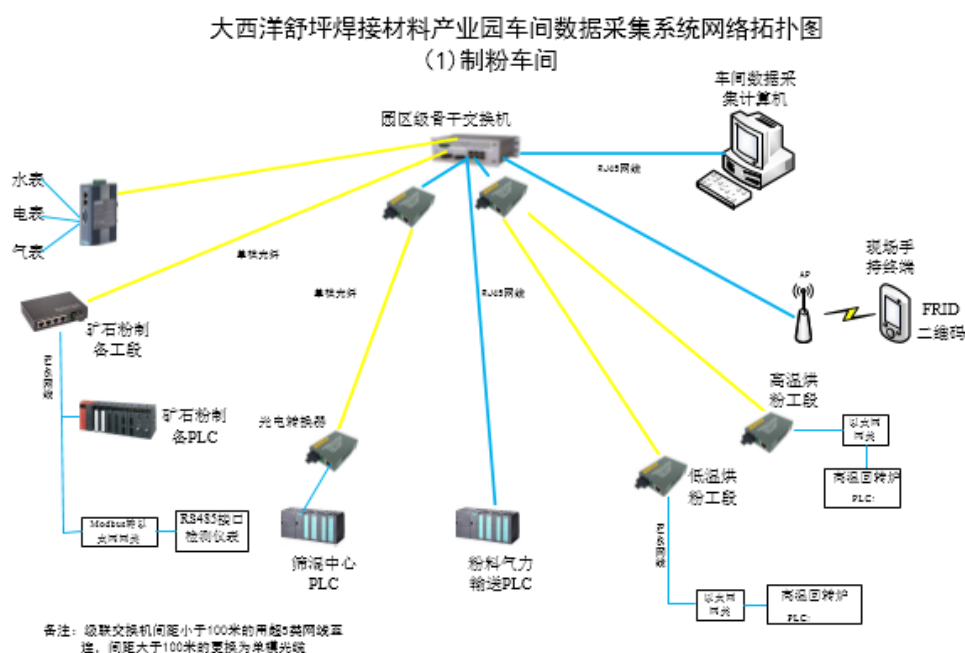
1. 工业数据采集产品及解决方案

北京机械工业自动化研究所有限公司为企业 提供自动化专机/单元、集成化产线/系统、数字化车间、智能工厂等多种智能制造解决方案，为客户实现高效、精益、柔性、绿色制造，助力企业提质增效、转型升级。作为首批推荐的智能制造系统解决方案供应商及两化融合先进单位，将数据采集系统与自主开发的 MES 等系统结合，开发了 OEE (设备综合效率分析)、SPC (质量分析)、设备生产能耗分析等数据处理模块。数采软件结合协议转换网关能够连接所有主流的 PLC/DCS、各种工业总线的仪表、开放协议的数控设备以及 RFID、二维码(条码)读写设备。



2. 解决方案成功案例

四川大西洋焊接材料股份有限公司以“智能制造示范工厂”为建设目标，在生产加工、园区物流、工序物流、能源、环境、质量等环节采用智能制造相关技术和产品。通过工业数据采集系统对现场设备、仪表的数据收集和管理，不仅能够保证生产计划的正确执行，还能对生产现场各业务单元的绩效执行和能耗情况进行评估，最终将考核目标的颗粒度细化到每个岗位和工位。



车间级数据采集系统网络系统网络拓扑图

(三) 华为技术有限公司

华为是全球领先的信息与通信技术 (ICT) 解决方案供应商，专注于 ICT 领域，坚持稳健经营、持续创新、开放合作，在电信运营商、企业、终端和云计算等领域构筑了端到端的解决方案优势，为运营商客户、企业客户和消费者提供有竞争力的 ICT 解决方案、产品和服务，并致力于使能未来信息社会、构建更美好的全联接世界。目前，华为约有 18 万名员工，业务遍及全球 170 多个国家和地区，服务全世界三分之一以上的人口。

1. 工业数据采集产品及解决方案

针对工业数据采集场景，华为提供 EC-IoT 边缘计算物联网解决方案，方案由终端通信模块、边缘计算网关（AR 系列）和敏捷控制器共同构成。终端通信模块支撑制造现场物联终端传感网络智能互联，边缘计算网关就近提供智能服务，敏捷控制器通过开放的 API/eSDK 与不同合作伙伴的制造行业应用系统开放对接，同时应用云管理的架构实现制造行业海量终端的智能联接和高效管理，助力行业数字化转型。

EC-IoT 产品全家福



华为 EC-IoT 产品全家福图

如今， EC-IoT 解决方案已经在梯联网， 电力物联网， 城市及照明物联网， 智慧能源， 智能制造， 工程机械， 车联网等领域有了成果的应用， EC-IoT 解决方案将成为行业数字化转型的重要抓手， 使能行业数字化转型。

2. 解决方案成功案例



目前， 全球有超过 1500 万部电梯在运行， 每天乘电梯的人数达十亿人次， 电梯安全至关重要。 通过人力进行电梯的运维， 以每部电梯每月 2 次例行检查计算， 工作量很大。 因此， 希望通

过电梯上的传感器采集电梯运行数据，从而实现对电梯运行情况的监控。然而，一部电梯里面的传感器数量可多达 700 个，产生海量数据。将这些数据全部上传至云端进行分析，是不经济、不合理的。在此背景下，梯联网解决方案应运而生。

梯联网基于边缘计算，通过在边缘侧安装智能网关，与电梯主控板或电梯传感器对接，实时采集电梯上各类传感器所获取的电梯运行数据，并进行数据预处理；预处理后的数据经有线或无线的方式上传云端，通过云端大数据分析平台，全面监控电梯各部件的“健康指标”；通过电梯预测性维护，提高维护效率，降低维护成本，降低最终客户 OPEX；通过提供增值服务，支撑电梯制造商向服务商进行转型，打造新的利润增长点。

2016 年，华为和全球领先的电梯及自动扶梯供应商迅达集团签署了合作协议，梯联网解决方案将助力迅达全球百万电梯的统一联网和管理。

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

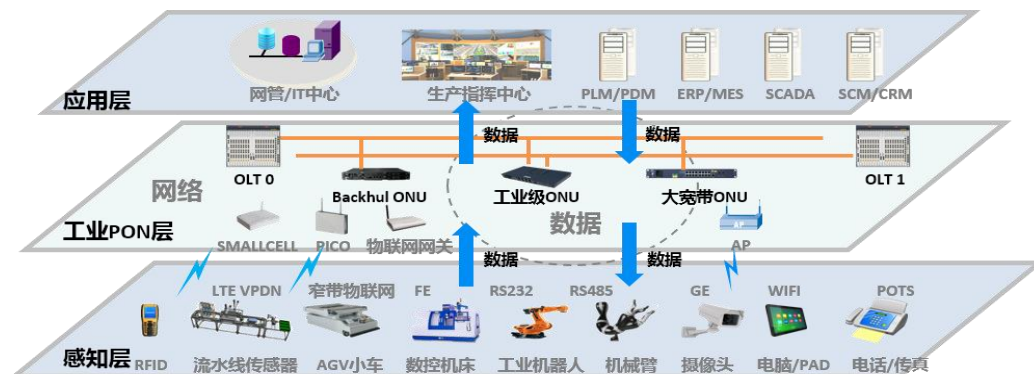
(四) 中兴通讯股份有限公司

全球领先的综合通信解决方案提供商，中国最大的通信设备上市公司。主要产品包括：2G/3G/4G/5G 无线基站与核心网、IMS、固网接入与承载、光网络、芯片、高端路由器、智能交换机、政企网、大数据、云计算、数据中心、手机及家庭终端、智慧城市、ICT 业务，以及航空、铁路与城市轨道交通信号传输设备。

1. 工业数据采集产品及解决方案

中兴通讯在对传统工业交换机系统研究基础之上，结合工业互联智能化发展，创新出定位工业数据采集和网络连接的工业无源光网络解决方案（简称工业 PON）。

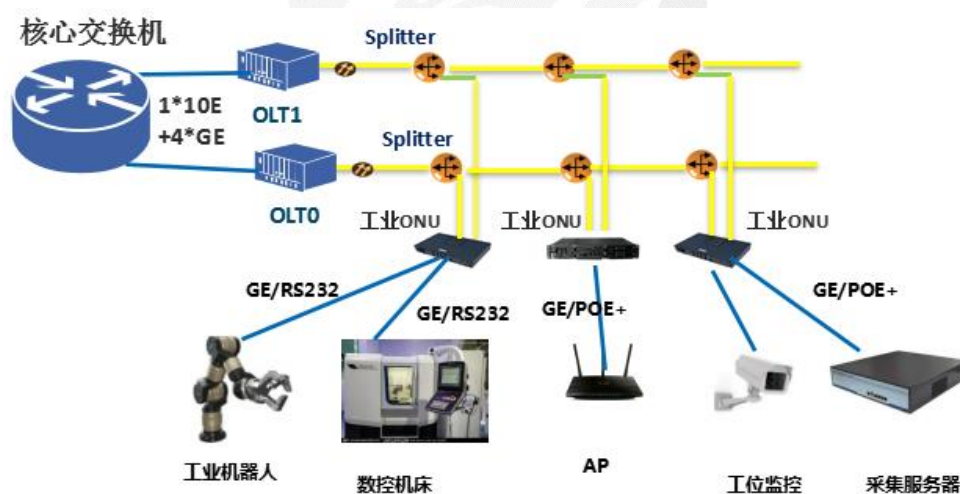
PON (Passive Optical Network) 为无源光纤网络，目前已在各大运营商广泛应用。中兴通讯工业 PON 继承 PON 大带宽、扁平架构、业务融合等技术优势，更在安全、可靠、易维、接口、环境适应各方面增强，全面适配工业制造现场要求，在安全可靠、网络性能、业务接入能力等方面超越传统工业以太网方案，成为工业级网络连接的优选方案。



工业 PON 网络架构图

2. 解决方案成功案例

中兴和中国电信合作成功实施了徐工道路工业互联网项目，项目核心目标是建立智能制造车间信息高速；实现车间中各类加工设备和数据采集、MES 等信息系统有机连接；实现加工车间、装配车间无线设备、物联设备统一采用全光网络承载；实现加工高清可视化监控信息高速传输通道建设；从而保障智能制造车间提高设备利用率，减少故障和停机时间，降低使用成本，节省统计生产数据的时间，提高处理问题的效率。为管理者提供更加方便快捷地监管系统，及时了解掌握车间生产的执行情况及设备的运行情况。



徐工道路工业 PON 系统架构图

(五) 上海明匠智能系统有限公司

明匠智能是国内知名的智能制造系统解决方案供应商，主要为客户提供智能装备、自动化集成与系统集成服务，具有多年非标设备设计制造经验和丰富的智能工厂、智能产线、智能仓储物流和 MES 项目的设计和落地实施经验。研发有立体仓库、AGV、MES、智能网关等产品，形成了通用机械、汽车零部件、家居、家电、高中低压输配电、铸造锻造、海工与港口重工和新能源等行业智能制造系统解决方案。

1. 工业数据采集产品及解决方案

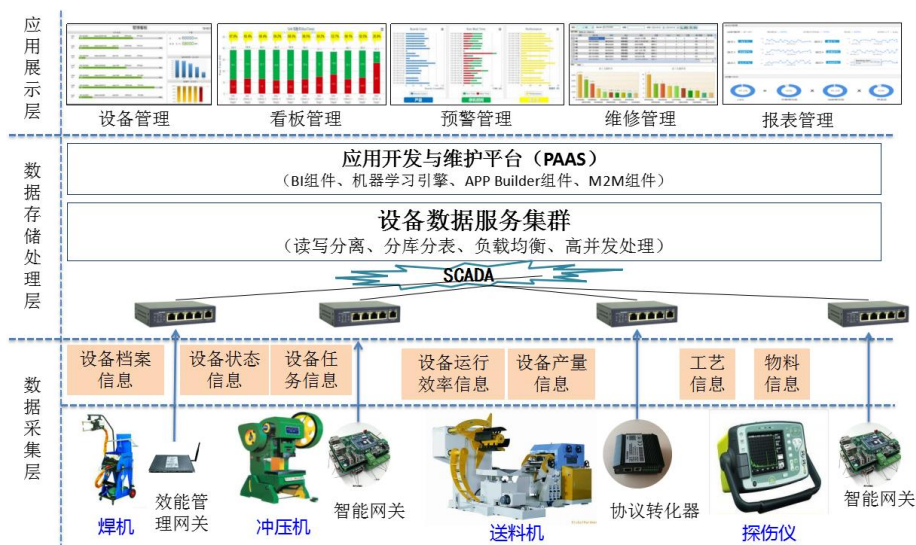
明匠智能在长期的智能制造实践中为了解决制造业工厂设备接口不统一，协议不统一带来的组网难的问题，研发了专用于工业数据采集应用的牛顿 1.0 工业物联网操作系统。基于该操作系统研发有多业务智能网关、效能分析系统、4G 远程管理数采诊断模块、协转服务器和防漏扫扫码系统等嵌入式数据采集产品，其中最典型的产品是多业务智能网关。

多业务智能网关集成有 RS232、RS485、RS422、CAN、以太网、IO 点和模拟量等多种多路资源，通过这些资源实现对工业现场设备各种总线的接入和数据采集，该智能网关将采集到的信号进行协议转换、数据转换和地址空间的映射，统一转换成 OPC-UA 协议，通过以太网进行传输，实现多业务数据采集和传输。通过牛顿 1.0 智能网关可以实现生产线单个设备或者一组设备的智能化改造，将车间的生产单元改造成为智能生产单元。智能生产单

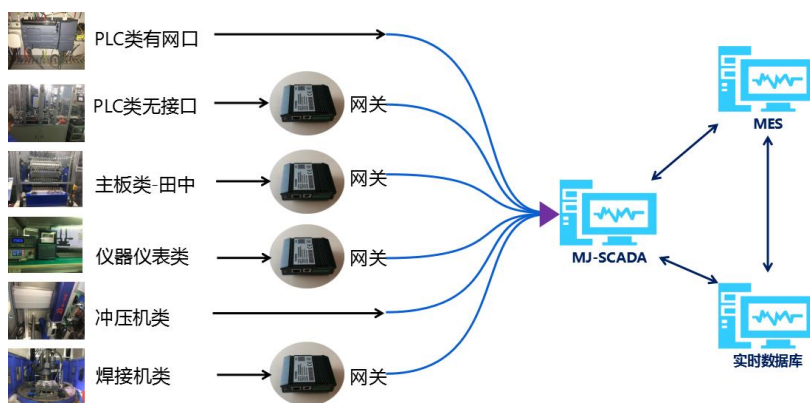
元可以将生产工艺参数、设备运行状态、能源信息、环境信息以信息树的形式将数据传递给生产线上的其他单元。

2. 成功案例：长春三友 MES 项目

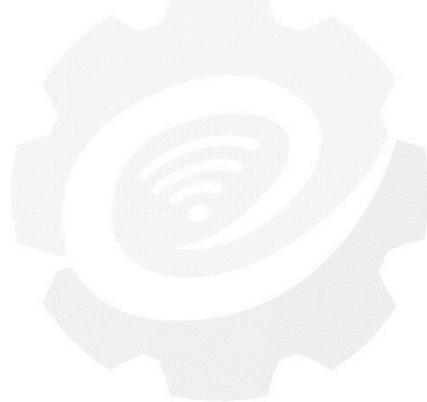
长春三友汽车部件制造有限公司是一家以生产汽车板材成形和汽车焊接与总成等部件产品的国家重点高新技术企业。



本项目通过建设车间工业物联网实现了车间生产全基础数据的采集，汇聚到车间 SCADA 系统为 MES 系统提供数据支撑。车间工业物联网覆盖了生产物料信息采集、设备数据采集、生产工艺信息采集、人员信息采集、产品品质信息采集和车间工况信息采集等。



设备数据采集是本项目建设的难点，本项目通过 Modbus TCP、Modbus RTU、MQTT、三菱 MC、欧姆龙 Hostlink、三菱 485BD、西门子 PPI、西门子 Profinet 和串口自定义协议等十余种协议，实现了全厂包含：冲压机、焊接机、送料机和空压机在内的 52 台套设备的数据采集，采集的数据包含运行状态、产量信息、运行效率信息和设备任务信息四类信息。本项目通过工业物联网实现设备的信息采集，为 MES 系统提供设备的实时信息，同时为 MES 系统提供设备管理和工艺下发的链路。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

(六) 研华科技

1. 工业数据采集产品及解决方案

研华自 1983 年创立以来，偕同合作伙伴驱动智能城市创新，共建物联产业典范，于 2017 年起积极推展 WISE-PaaS 物智联软件平台，为系统整合商、制造业、传统产业、各领域市场提供关键核心软件服务，将持续携手合作伙伴推出更多样化软件与云服务，以推动实体产业数字转型，并加速实践产业智能化的目标。研华致力成为自动化产业、嵌入计算机、物联网最具关键影响力的全球企业，持续专注于智慧工厂、智慧设备自动化、智能运输系统、环境和设施管理系统、电力&能源等工业物联网应用领域。



2. 成功案例：无线数据采集解决方案提供高效设备监控与远程管理

● 客户需求

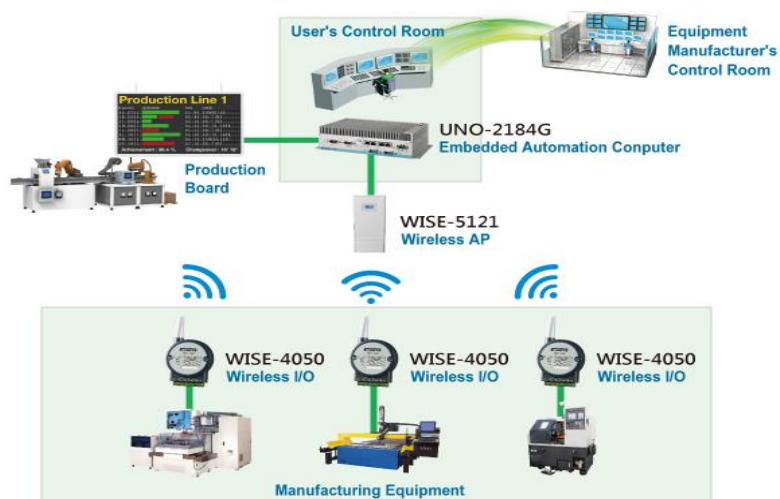
位于苏州的某设备制造商是专门为计算机、消费性电子与通讯等 3C 产品制造商提供非标自动化设备的厂商，该公司认为机器设备本身提供的功能，售后的设备保养与故障处理是赢得客户

高度满意的重要关键。

考虑机器设备销往全球各地，现场布线、设备监控及后续维护成为日后运作的关键。促使该公司决定改采无线解决方案，取代先前采用 PLC、有线的数据捕获设备和工厂内的局域网络的架构。并率先导入锁螺丝机与 ATE 测试机台这两款机器新增设备状态监控和预防保养服务。

● 系统概述

研华以物联网无线数据收集模块 WISE-4050 与无线基地台 (AP) WISE-5121 搭配嵌入式工业计算机 UNO-2184G 所组成的无线数据收集解决方案能大幅缩减导入设备监控管理系统时所需的建置成本与安装时间。其中，贴附在机器设备旁的 WISE-4050 是负责收集设备启停、故障、运行时间、产量计数等信息；而所有数据则会经由 WISE-5121 采强固设计的工业等级无线微型基站 AP 汇集至客户工厂内的 UNO-2184G 进行初步运算处理，之后再传送至设备制造商的控制中心供其远程监控，并且为客户量身打造设备维护与预防保养计划。而工厂方面则能运用收集来的设备信息，以电子广告牌实时显示机台的生产状态，也能将资料汇入企业的 MES/ERP 以协助生产排程与物料需求之规划。



无线数据采集项目系统架构图

●项目实施效果

研华无线数据采集解决方案，让设备制造商快速地为客户建置设备监控与远程管理之应用，新的智能设备在短短不到半年时间就已销售了数十台，并让此设备商的其他设备积极导入研华的无线解决方案。

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

(七) 北京和利时智能技术有限公司

和利时是中国领先的工业自动化与信息化解决方案提供商，业务覆盖工业自动化、轨道交通自动化和医疗自动化三大领域，主要产品有分布式控制系统、可编程控制器、综合监控系统、高速铁路信号系统等。公司将智能制造与工业互联网作为主攻方向，构建 HiaCloud/HiaCube/HiaEdge “云-企-端” 三层协同的工业互联网平台。

1. 工业数据采集产品及解决方案

智能工厂和数字车间建设过程中，在数据采集方面往往面临设备和子系统类型繁多数量庞大、协议复杂开放度不够的痛点，为此和利时推出工厂数据综合采集与应用开发平台 HiaCube，具有对企业范围内各类多源异构数据的采集、建模、处理和分发等基本功能，以及分析、可视化和应用开发等高级功能。应用 HiaCube 可实现对生产设备、工具、产品、部件、人员以及各类监控系统和信息系统的连接，支持对生产过程、设备状态、安全设施和环境能耗等实时数据的采集处理，以及对工艺文件、关系数据库、检验记录、空间定位信息和音视频多媒体数据的采集和集成，同时还可以把采集到的数据按需分发到其它系统及云端。

2. 解决方案成功案例

在海尔智能工厂项目中，采用基于工业互联网理念建设全面互联的数字化、信息化和智能化工厂。摒弃了传统项目中各子分系统独立规划、分头设计、单独建设，到头孤立运行的落后方式，

采用系统化、集成化思想进行整体规划、联合设计、统一建设，实现全集成运行。



工厂中央集控指挥中心采用和利时 HiaCube 工厂数据综合采集与应用开发平台，支持 Profinet、Profibus-DP、Modbus TCP/RTU、SNMP、OPC/OPC UA、RESTful 等各种标准化的通信协议和接口，整个工厂内与生产相关的产线自动化系统、专机设备、配电照明系统和通风系统，与弱电集成相关的网络通信系统、机房监控系统、广播语音系统和信息发布系统，以及与安全防护相关的门禁系统、消防系统、视频监控系统和停车场管理系统，共计三十余类子分系统全部由 HiaCube 平台进行统一的数据采集、分析处理、功能集成和可视化呈现，执行集中统一监控调度。同时也为 MES、WMS、ERP 等生产运行系统提供 OPC UA 和 RESTful 形式的数据和接口。

此外，HiaCube 平台还提供快速开发工具集和二次开发接口，可通过简单组态或编程实现多个子系统间基于时间、事件和预置条件的联动机制，在虚拟工厂模型之上创建各种新型应用。

(八) 霍尼韦尔(中国)有限公司

Honeywell Niagara Framework® 是物联网开放式软件框架平台，提供了一个完整的设备到企业级应用的统一开放平台，用于集成、连接和管理任何协议、任何网络、以及分散在不同区域的智能设备和子系统。基于平台化的集成管理和应用开发，有效实现企业与远程智能设备和系统进行互联互通互操作，从而帮助企业打造全透明的智慧工厂设施系统，为企业带来各种增值服务。

1. 工业数据采集产品及解决方案

通过开放架构，将离散的智能设备和子系统有机连接，实现工厂透明化；通过分布式实时数据库平台，将设备海量实时数据准确完整记录下来；通过可视化大数据分析工具，为企业决策提供实时可靠的数据决策支撑。

基于 Niagara Framework® 的嵌入式网络控制器 JACE®，轻松将不同工业总线，不同协议的离散智能设备无缝整合到一个统一的实时数据库平台上来，同时利用基于 Niagara Framework® 的大数据可视化分析框架 Niagara Analytics Framework，为企业提供全面、及时、有效的大数据分析运算，为企业的生产过程的持续优化提供有力的数据决策支撑。

冲压、总装等厂房的数据，这些厂房彼此分布距离较远，能源管理系统需要将各车间、站点的能源数据采集汇总到中央服务器，且很多数据是对实时性要求很强的故障保护信号或计量信号。为了提高系统的可靠性与专用性，采集系统采用了专用双光纤环网结构，将基于 Tridium JACE 的边缘信息处理单元部署至划定的区域或系统本地现场；基于 Tridium JACE 的边缘信息处理单元利用 modbus-RTU、modbus-TCP 等协议，把各个区域/系统的水表、电表、气表、室内外温湿度、室内外空气质量、光照度等仪表和传感器的数据分别采集并处理，同时也对空调、照明、空压机等设备进行监测及控制；所有的边缘信息处理单元通过信息层网络互联并统一地各自向上层信息网络提供需要的基于模型的信息。

在这个项目建设中，Niagara Framework 发挥了特有的优势：

- 支持 25%能源消减目标，可以持续消减 5%的运行成本
- 提供了统一、灵活、开放的系统集成平台
- 提供标准一致的信息
- 改进设备和系统的寿命
- 支持能源改造项目和系统调试的评测
- 可以很好的与维护系统进行整合
- 为数据提供可视化工具，持续改进企业管理水平

(九) 上海宝信软件股份有限公司

宝信软件工业数据采集产品经过多年的开发和不断的完善，在各类工厂已经有大量的应用案例。它可实现目前市面上见到的 1000 多种协议的数据连接，可为大中型工厂的实现各层级各类数据采集，汇聚，清洗，整合以及存储，为企业实现生产控制和企业管理奠定了基础。

宝钢股份 1580 热轧智能化车间为工信部 2015 年智能制造示范项目，建立了涵盖制造全过程智能化应用，提升了产线制造稳定性和灵活性、节能降耗绿色生产、降低制造成本，项目目标将 1580 产线建成具有国际先进水平的轧钢智能化车间。

数据采集涉及的子系统很多，包含产线上所有电气控制系统、行车、各类能源介质、各种类型的重点设备状态监测；生产过程控制系统、MES、数据仓库和设备管理系统。采集的数据可分为两大类：

1、 现场 PLC，DCS，智能装备等高密度数据采集方案

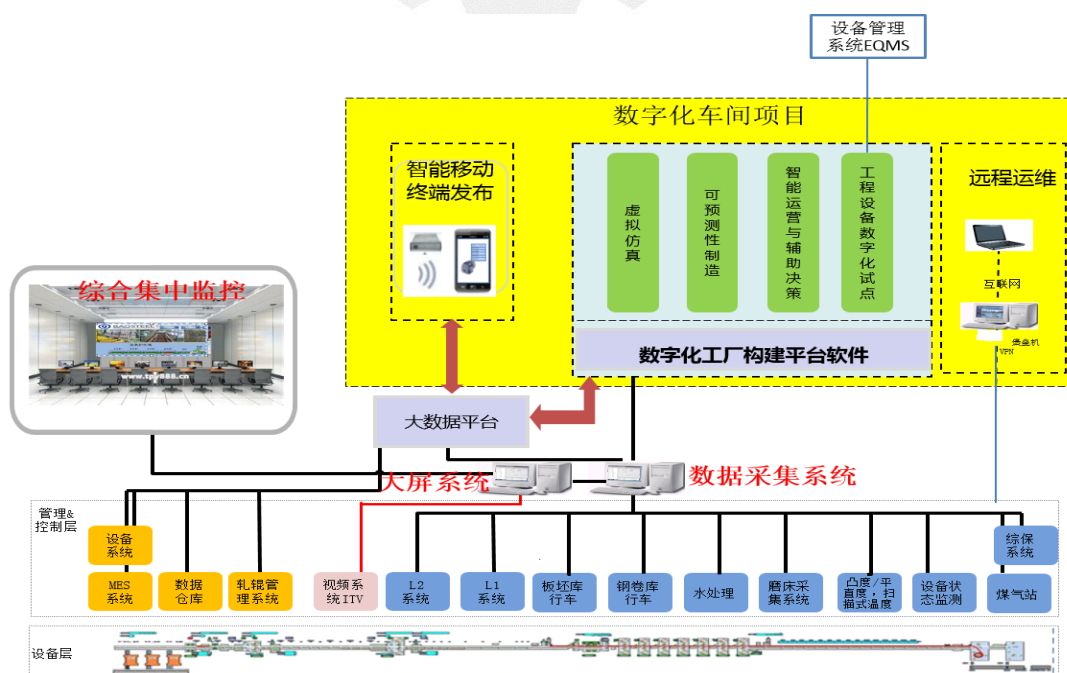
现场各类设备大约有 10000 点，分别位于 PLC、DCS、智能装备、电表等，分布于各种网络，且通信协议都不相同的设备中。对于数据采集频率要求也不尽相同，最高频率要求 2 毫秒，为此配置宝信公司数据采集软件 ICV 数据采集软件、ICG 特殊通信网关、以及 XCOM 软件进行 TCP/IP 的通信数据采集。采集数据存储于宝信实时数据库 iHDB 中，然后进行后续滤波、统计和匹配材料或设备信息，最后压缩送到大数据平台。

2、 关系型数据采集

在应用端部署一个数据引擎 ETL，主动抽取应用数据汇聚至大数据数据库，采用该种方式在应用上更加灵活多变。

本项目的实施，大大提升了客户工作效率，实现了全层次、全流程的数据透明可视，为钢铁数字化工厂奠定了坚实的基础。可实现热轧生产管理、质量提升、成本和能源精细化管控，设备预维护等，打造钢铁智能制造试点示范，在钢铁等流程工业上是首次尝试，水平达到业界领先。先进性表现如下：

- 具有业界领先的多种协议、多维度工业数据采集与融合技术
- 可实现智能车间全程信息集中监控
- 实现热轧管理信息与过程信息的融合，实现互联互通
- 数据汇聚到大数据平台，可实现数据挖掘、仿真、优化提升管理和控制水平



(十) 深圳华龙讯达信息技术股份有限公司

深圳华龙讯达信息技术股份有限公司，勇于探索 OT 与 IT 的融合应用，潜心钻研数字双胞胎技术实现制造车间物理世界与信息世界的交互融合，使公司成长为设备智能控制技术的先行者、工业 VR 技术的开拓者、智能工厂管理与服务融合技术的实践者。

1. 工业数据采集产品及解决方案

基于源程序的数据采集：从设备自动化控制层采集数据，实现海量数据的采集，保证了数据采集的真实性、实时性和全面性。采集数据点全面、准确、稳定，无线网络传输安全、快速、可靠。

兼容性和协议转换：数据采集系统可兼容 80% 以上主流通讯协议设备的数据采集，支持多个系统制造商的不同现场总线协议，可以将不同的数字化机器进行联网，实现机器的互联互通，可以彻底改变以前机器信息化孤岛的局面，是制造业企业实现数字化、智能化的必备利器。

智能工业网关：通过即插即用的数据采集网关，以安全的方式从工业现场设备实时获取数据，并把数据安全传送到云端。

数据实时交互：部署边缘计算模块，实现数据在生产现场的轻量级运算和实时分析，缓解数据向云端传输、存储和计算压力，保证数据云端的实时交互和协同高效合作。

3D 可视化呈现方式：依托华龙 Ceres 智能设备的便捷组网功能以及数据采集、数据分析/推送、企业应用数据的互联，把在线生产过程与企业信息化管理体系相结合，建立起作业工人、

与生产设备、与企业管理系统三位一体的基于 3D 可视化的 HMI 人机交互管理平台，通过信息化、可视化等技术实现互联互通和物理实体世界与数字虚拟世界的深度融合。

2. 解决方案成功案例

华龙讯达根据烟草行业特点，为曲靖卷烟厂设计的数据采集系统平台采用了 5 层模式，分别为设备层、数据采集层、数据交互层、数据存储层、数据运用层，具有数据清洗、数据分类、数据编码、数据转换、数据交互、数据存储、数据展示等模块，系统架构见下图。

数据采集系统平台为各类设备提供统一接口，实现不同设备之间的互联互通。运用此采集方式从自动化控制层实时采集生产数据、原辅料消耗数据、产品质量统计数据、废品剔除数据、设备停机故障数据、机器性能数据、设备 I/O 状态数据、工艺参数数据等，为企业其他系统提供全面、及时、准确的生产数据，为曲靖智能工厂建设提供数据基础。



(十一) 北京寄云科技有限公司

寄云科技为企业提供从传感器数据采集、实时数据存储和转换、设备远程监控和告警，到工业大数据的深度处理和分析等多维度的服务，及故障诊断、故障分析和预测、可靠性分析、产线优化乃至产能提升等全方位的解决方案。

1. 工业数据采集产品及解决方案

寄云 NeuSeer 工业互联网平台支持汇聚来自设备的海量传感器数据，来自 IT 系统的运营数据，或者第三方的数据，利用大数据、高级分析、机器学习和边缘计算等技术，通过预测性分析，改进运营效率、提高产能和服务。



2. 解决方案成功案例：彩虹智能工厂工业大数据工程

彩虹集团（邵阳）特种玻璃有限公司咸阳分公司生产的盖板用保护玻璃为高铝硅超薄玻璃，在屏保护用玻璃行业属高端产品，具有很高的质量要求，废品率很高。产线面临传统 PLC、DCS 数据采集与存储方式独立、数据格式封闭、数据保存周期短等问题，无法做到对设备的全生命周期管理优化。

玻璃基板制造兼有流程制造及离散制造特点，需要智能装备

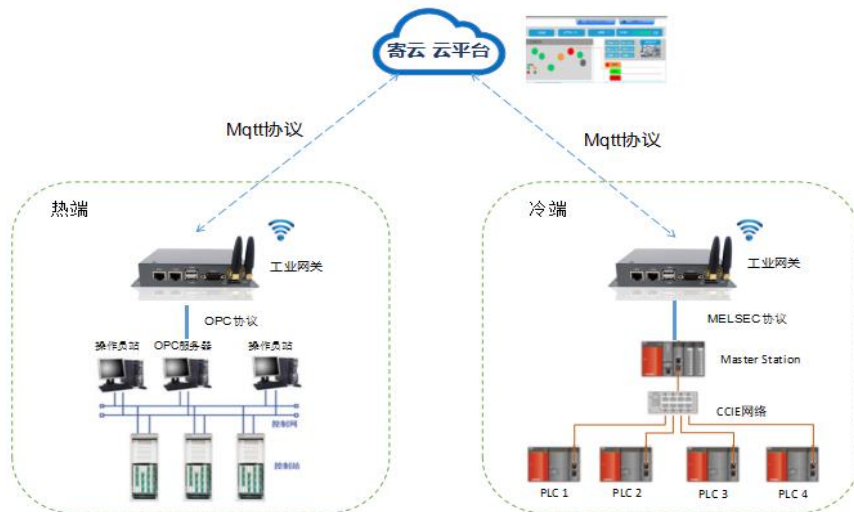
与信息系统深度嵌入，完成 IT 与 OT 数据物理链路的建设，完成对企业生产数据及设备数据进行全方位的监控并有效的分析和呈现。

寄云科技提供的工业设备远程监控和运维解决方案包含软硬件一体化的工业物联网网关和工业物联网平台，实现了远程数据采集、远程监控、统一配置和统一的设备管理，并支持对设备的远程编程。针对现有智能装备的数据数据利用工业网关接口对控制的 PLC 端口数据的提取。针对 DCS 的信息孤岛问题，利用 OPC 的方式进行数据的接入。

玻璃盖板生产产线分为热端和冷端两部分。热端采用 DCS 控制系统，完成原料预加工、配料、熔制、成型、热处理等工艺。冷端采用三菱 Q 系列 PLC 控制生产设备，完成切割、质检、分类、装箱等工艺处理。

工业数据采集也分为两部分。热端的 DCS 系统数据已通过控制网络汇总到 DCS 服务器上，DCS 服务器提供 OPC 接口，工业网关通过 OPC 协议采集数据并上报云端。冷端的 PLC 数据原本存储在各个 PLC 中，通过 CCIE 协议组网，将环网中的 PLC 数据搜集到 Master PLC 中，工业网关通过三菱专有的 MELSEC 协议将数据采集并上报云端。

其数据采集系统架构图如下图所示：



- 热端关键参数：各原料的重量（包括：石英砂、纯碱、石灰石、长石等）、设定炉温、实际炉温、设定炉压、实际炉压、玻璃液位等；

- 冷端关键参数：理论横切数、实际横切数、掰板机器人掰板数、上板机器人接收数、传送带接收板数、纵切机接收数、称重结果、下板接收数、贴膜接收数、A 品包装数、B 品包装数等数据。

通过本项目的成功实施，企业实现单条产线运营成本降低 20%，产能提升 20%，生产节拍提升 20%，不良率降低 10%。平台长远规划为实现彩虹集团生产数据多地互联互通互动，集团级的数据资源共享，模型资源共享，应用资源共享，开发环境共享，平台集中管控。

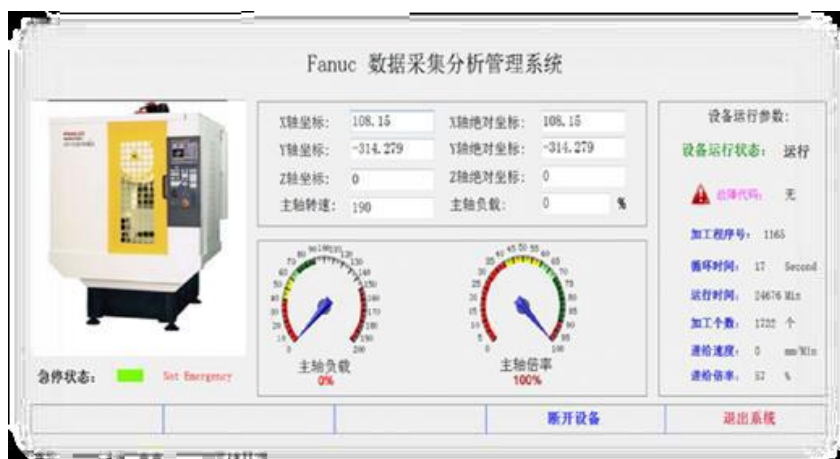
(十二) 烟台恒远智能科技有限公司

烟台恒远智能科技有限公司成立于 2016 年 1 月，专注于机械加工行业数据采集与应用的整体解决方案，依托行业领先的设备联网、数据采集、数据分析能力，助力中小型企业互联网转型，实现工厂全面的数字化管理。

1. 工业数据采集产品及解决方案

采用工业级全向无线 AP，高密负载均衡，所有终端自动被接入到附近最优 AP，保证系统稳定运行。工业 PON 网络在物理层采用了 PON 技术，在链路层使用以太网协议，利用 PON 的拓扑结构实现了以太网的接入，并构建了双冗余容错环网，确保生产网络出现连接中断的情况时，立即启用另外一条通路，使网络通信的可靠性大大提高。

通过 EverMonitor 采集设备加工参数、设备状态、故障分析与预警等实时数据，实时监测材料车间的冶炼设备、热处理设备、机加工设备监控炉温曲线、转轴与进刀速度等工艺参数，实现预警功能。



EverMonitor 是基于 Arm-Linux 平台开发的一款智能设备，集数据采集、数据分析、数据处理、过程控制为一体。内部集成了多种采集协议，兼容 ModBus、OPC、CAN、Profibus 等各类工业通信协议和软件通信接口，实现数据格式转换和统一。



2. 解决方案成功案例

五维项目针对特种合金材料的研发、检测、制造设备，如热处理、冶炼、检测仪器、数控车床等进行设备联网与数据采集，将加工设备的温度曲线、湿度范围、材料密度、压力、转速、检测参数等进行严格的实时控制与预警，并结合特定的应用场景进行数据的分析与应用。



五维项目通过对加工过程中的炉温、气压、浓度等核心参数的采集、监控和预警，产品的一次通过率有了大幅提升。通过数据积累和挖掘，得出不同环境参数对产品质量和性能的影响，为产品的性能改进提供了数据支持。

通过对设备运行参数的采集，结合设备故障信息建立分析模型，为设备的预防性维修提供有效建议，设备的综合使用效率得到明显提升，进一步提高生产效率，降低成本。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

(十三) 湖南华辰智通科技有限公司

湖南华辰智通科技有限公司成立于 2009 年，是一家专注于解决工业设备联网、工业设备远程维护与管理，为客户提供“工业物联网”应用整体解决方案的高新技术企业。公司主要面向工业领域客户提供工业数据采集智能终端产品和行业专用物联网平台软件，解决设备广泛联网监控运维和数据分析应用的难题。

1. 工业数据采集产品及解决方案

核心产品有 HINET 智能网关和 ZT-IoT 工业云平台：

HINET 智能网关主要为解决工业设备联网以及设备通讯接口和协议不开放、不统一的难题，方便企业不同地点、不同型号、不同批次的设备统一联网接入以及数据采集和共享。

ZT-IOT 为设备提供标准化的实时状态监控、故障告警等基础信息化功能模块，同时提供开放式的软件接口，支持与企业 CRM\PDM\OA 等信息化系统数据横向互联。

2. 解决方案成功案例：中国中车变流器远程监控系统

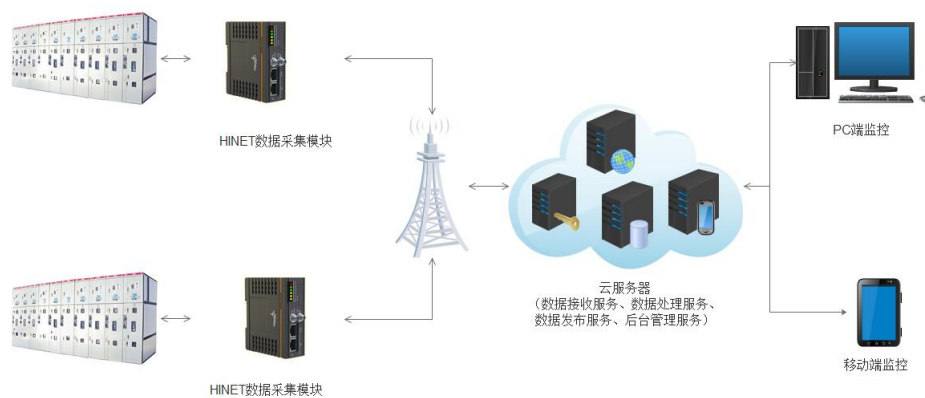
(1) 客户需求

中国中车变流器在一些如钢铁厂、水泥厂、煤矿等高能耗企业使用普遍，但设备的售后维护成了一个很大问题，需要耗费公司大量人力物力。同时由于设备过于分散，每台设备都是一个信息孤岛，设备运行数据得不到统一汇总，很多有价值的的数据流失，给后期的设备升级换代、大数据应用以及运算模型建立带来了很大的困难。因此企业急需一套基于工业物联网技术的设备远程运

维及数据采集统计分析的系统解决方案。

(2) 解决方案

华辰智通在详细评估了客户需求和痛点后，提供了设备远程运维整体解决方案。方便中车各类设备的远程接入和工业数据采集，提供统一的参数、命令配置、多类用户界面展示、多种告警即时通知机制、设备监控、设备代维、设备关联能耗管理集成等可定制的平台服务；提供安全方案，解决设备安全接入和防止非法访问设备的问题；建立新型的设备运维体系，最大程度上降低设备运维成本，提高设备的使用率。系统架如下图：



变流器远程数据监控系统包括软硬件两大部分，硬件部分主要为数据采集器，采用 HINET 智能网关，通过 RS485 接口对变流器（高压变频器及无功补偿系统）实时运行数据、故障状态、录波文件等数据的采集，采集的数据经过编码压缩能过 4G 网络向服务器传输。同时采集器也可接受来自服务器的指令。

云服务器端包括通讯系统和 WEB 系统两大部分软件，通讯系统负责处理来自于变流器的数据，WEB 系统可以为用户开放展未

的窗口，使用户无论在任何地方，只要能正常连接互联网，都可以方便直观的查看现象任何一台设备的运行情况。

本系统的主要管理对象为变流器设备，包括主要设备和其重要的运行数据、实时采集的数据和报警信号，主要采集数据包括：三相输入电压、电流；三相输出电压、电流；运行频率；调制电压；电机转速。采集接口协议采用 Modbus 协议。

(3) 项目价值

以前在变流器设备的现场使用过程中，由于企业没有对现场设备进行数据收集和运行情况监控，导致企业无法获得设备的运行参数及其它相关情况，当设备出了故障时或需要数据进行设备的升级指导时企业需要委派相关人员去使用现场了解设备的运行情况等，其运营成本和维修检修成本都极高，花费的周期也很长。同时如果设备一旦出现故障，企业安排人员到现场的及时性较差，至使故障停机时间变长，其给最终用户所造成的直接经济损失也会较大。现在使用变流器远程监控系统后，能够做到设备运行情况实时远程监测，故障提前告警，故障信息实时查询，故障远程诊断，极大的降低企业的运营成本，设备维护成本。同时还可实现企业大数据的原始积累，为后续产品升级改进提供强有力的数据支持。

附件 1：缩略语

| 序号 | 缩略语 | 中文 | 英文 |
|-----|------------|--------------------------------------|--|
| 1. | 5G | 第五代移动通信技术 | the 5th generation of communication technology |
| 2. | CAN | 控制器局域网 | Controller Area Network |
| 3. | CC-Link | 控制与通信链路系统 | Control&Communication Link |
| 4. | DCS | 分布式控制系统 | Distributed Control System |
| 5. | DNS | 域名系统 | Domain Name System |
| 6. | DONA | 数字对象名称管理机构 | Digital Object Numbering Authority |
| 7. | EPC | 电子产品代码 | Electronic Product Code |
| 8. | EtherCAT | 以太网控制自动化技术 | EtherNet Control Automation Technology |
| 9. | EtherNetIP | 一种建立在标准 UDP/IP 与 TCP/IP 协议之上的工业应用层协议 | EtherNet IP |
| 10. | FDT | 现场设备工具 | Field Device Tool |
| 11. | DTM | 设备类型管理器 | Device Type Manager |
| 12. | Handle | 标码 | Handle |
| 13. | HMI | 人机界面接口 | Human Machine Interface |
| 14. | HART | 可寻址远程传感器高速通道 | Highway Addressable Remote Transducer |
| 15. | LonWorks | 一种工业自动化领域中底层数据通信网络 | LonWorks |
| 16. | IaaS | 基础设施即服务 | Infrastructure as a Service |
| 17. | Modbus | 一种工业现场总线通讯协议 | Modbus |
| 18. | MQTT | 消息队列遥测传输 | Message Queuing Telemetry Transport |
| 19. | NB-IoT | 基于蜂窝的窄带物联网 | Narrow Band Internet of Things |
| 20. | OID | 对象标识符 | Object Identifier |
| 21. | OMG | 对象管理组织 | Object Management Group |
| 22. | ONS | 对象名称服务 | Object Name Service |

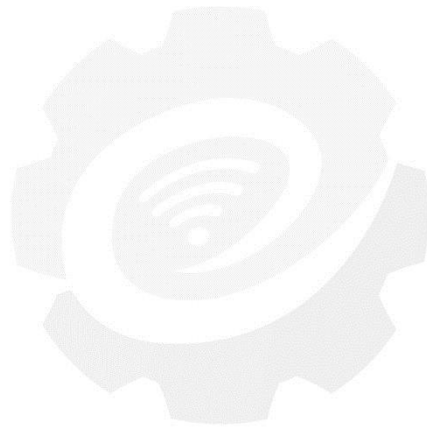
| | | | |
|-----|----------|-------------------------------------|---|
| 23. | OPC | 用于过程控制的 OLE | OLE for Process Control |
| 24. | OPC UA | OPC 统一架构 | OPC Unified Architecture |
| 25. | ORS | 对象标识解析系统 | Object Identifier Resolution System |
| 26. | PaaS | 平台即服务 | Platform as a Service |
| 27. | PLC | 可编程控制器 | Programmable Logic Controller |
| 28. | Profibus | 过程现场总线 | Process Field Bus |
| 29. | Profinet | 由 Profibus 国际组织推出的基于工业以太网技术的自动化总线标准 | Profinet |
| 30. | RFID | 射频识别 | Radio Frequency Identification |
| 31. | SaaS | 软件即服务 | Software as a Service |
| 32. | SCADA | 数据采集与监控系统 | Supervisory Control And Data Acquisition |
| 33. | SDN | 软件定义网络 | Software Defined Network |
| 34. | SOA | 面向服务的体系结构 | Service-Oriented Architecture |
| 35. | TSN | 时间敏感网络 | Time Sensitive Network |
| 36. | WIA-FA | 面向工厂自动化的无线网络 | Wireless Network for Industrial Automation – Factory Automation |
| 37. | WIA-PA | 面向工业过程自动化的无线网络 | Wireless Networks for Industrial Automation Process Automation |

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

附件 2：参考文献

- [1] 工业和信息化部，信息化和工业化深度融合专项行动计划（2013-2018 年），2013.9
- [2] 国务院，中国制造 2025，2015.5
- [3] 工业和信息化部、国家标准化管理委员会，国家智能制造标准体系建设指南，2015.12
- [4] 国务院，关于深化制造业与互联网融合发展的指导意见，2016.5
- [5] 工业和信息化部、财政部，智能制造工程实施指南（2016-2020），2016.8
- [6] 国务院，关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见，2017.11
- [7] 中国工信出版集团、电子工业出版社，国家智能制造标准体系建设指南（2015 年版）解读，2016.6
- [8] 中国工信出版集团、电子工业出版社，智能制造标准化案例集，2016.6
- [9] 电子工业出版社，智能制造探索与实践 46 项试点示范项目汇编，2016.3
- [10] 工业互联网产业联盟，工业互联网体系架构（版本 1.0），2016.9
- [11] 工业互联网产业联盟，工业互联网平台白皮书（2017），2017.11
- [12] 工业互联网产业联盟，工业互联网工业大数据技术与应用白皮书，2017.7
- [13] 工业互联网产业联盟，工业互联网标识解析——产品追溯白皮书，2017.2
- [14] 边缘计算产业联盟、工业互联网产业联盟，边缘计算参考架构 2.0，2017.11
- [15] 中国电信、中国信息通信研究院，《工业连接计划白皮书》，2016.7
- [16] 美国国家标准与技术研究院（NIST），《Current Standards Landscape for Smart Manufacturing Systems》（当前智能制造系统标准前景），2016.1
- [17] 李洁、张东、常洁、杨震，面向智能制造的工业连接现状及关键技术分析，电信科学，2017.11
- [18] 杨震、张东、李洁、张建雄，工业互联网中的标识解析技术，电信科学，2017.11
- [19] 杨震、杨宁、徐敏捷，面向物联网应用的人工智能相关技术研究，电信技术，2016,8(5)
- [20] 戴汝为，社会智能科学的形成和发展，上海理工大学学报，2011,33(1)
- [21] 邹蕾、张先锋，人工智能及其发展应用，信息安全，2012(2)
- [22] 赵云山、刘焕焕，大数据技术在电力行业的应用研究，电信科学，2014, 30(1)

- [23]吴军，大数据和机器智能对未来社会的影响，电信科学,2015,31(2)
- [24]杜娟、王峰，互联网的内涵、服务体系及对制造业的作用路径，电信科学，2016,32(1)
- [25]杨思维，升级版德国“工业 4.0 平台”经验对我国制造业的影响，电信科学，2016,32(1)
- [26]工控网，中国 IPC 市场研究报告，2017.5
- [27]工控网，中国工业交换机研究报告，2017.5
- [28]工控网，工业控制系统信息安全蓝皮书，2017.7



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet