

工业互联网发展进阶

Advances in the development of the industrial Internet

席万选，李永祥，孙丹峰，季幼章，程鑫昌

中国电子学会传感与微系统技术分会电压敏专业学部 汕头 515041

摘要：我国工业互联网加速发展，各行业已纷纷布局工业互联网。信息技术与互联网公司通过网络 - 平台 - 安全三步骤，切入工业互联网。通信行业实现：数据中心、网络、平台和终端环节，深度参与工业互联网。机械装备行业深度参与感知层，积极向平台层 / 网络层业务拓展，进军工业互联网。本文对我国工业互联网的加速发展作了综述。

关键词：工业互联网，发展，进阶

1 引言

工业互联网，就是把人、数据和机器连接起来。工业互联网的本质，就是通过开放的、全球化的通信网络平台，把设备、生产线、员工、工厂、仓库、供应商、产品和客户紧密地连接起来，共享工业生产全流程的各种要素资源，使其数字化、网络化、自动化、智能化，从而实现效率提升和成本降低。

我国工业互联网加速发展，(1) 各行业已纷纷布局工业互联网，入局者分为五类：制造龙头企业、传统制造业方案服务商、软件企业、互联网龙头、特定工业领域初创企业。(2) 信息技术与互联网企业从搭建设备互通网络，再到搭建工业

互联网应用平台，辅以安全保障，逐步切入工业互联网。(3) 通信行业企业将通过数据中心、网络、平台、终端四环节深度参与工业互联网实现。(4) 工业互联网对设备感知、传导信息和控制元件的需求，将使机械装备进军工业互联网，其中领先者将从参与感知层向网络和平台层进行业务拓展。

本文对我国工业互联网的发展作了综述。

2 工业互联网体系架构

工业互联网服务对象是工业，互联网是服务的基础设施。工业互联网的本质是以机器、原材料、控制系统、信息系统、产品及人之间的网络互连为基础，通过对工业数

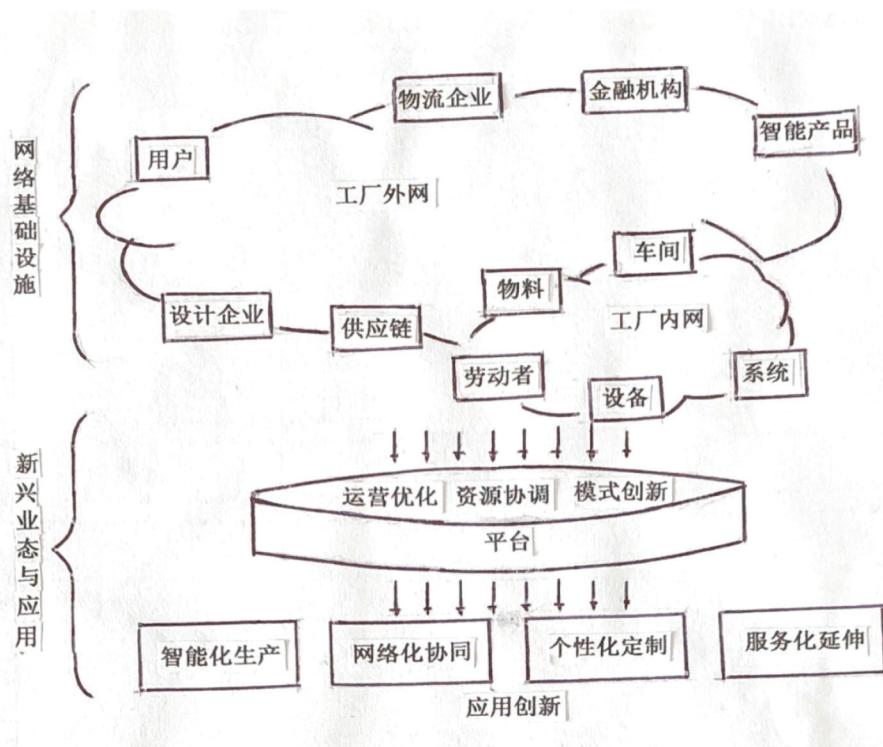


图 1 工业互联网体系架构

电路保护元件

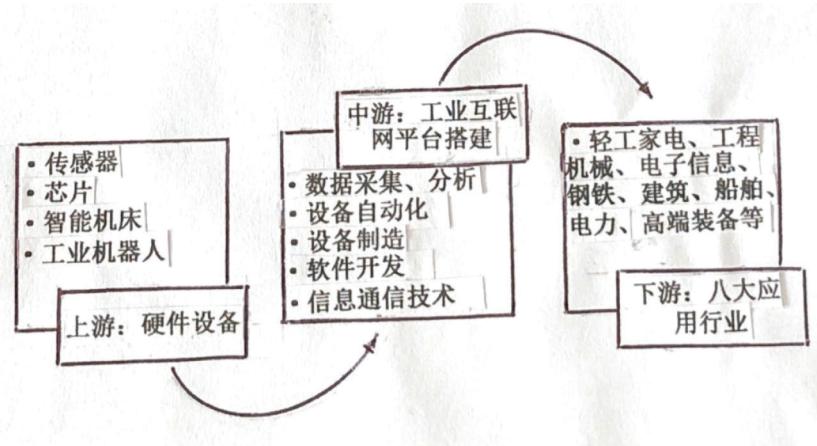


图 2 工业互联网产业链

据深度感知、实时传输交换、快速计算处理及高级建模分析，实现智能控制、运营优化和生产组织方式的变革。图 1 示出工业互联网体系架构。图 2 示出工业互联网产业链。

3 制造升级为核心驱动力，我国工业互联网加速发展正当时

中国劳动生产率增速放缓，工业互联网有望助力制造业生产率提升。根据 2015 年国际劳工组织数据，中国劳动力人均产值增速从 2007 年开始持续回落，2015 年人均产值仅为美国的 7.4%。回顾美国制造业发展历史，1988 至 1990 年，工业革命的创新已经达到较成熟的阶段，美国制造业劳动生产率增速乏力。1990 年之后，互联网革命及信息与通信技术推动美国的制造业生产率复苏。参考美国制造业发展历程，数据化、信息化是打破生产率瓶颈的重中之重。

目前关于工业互联网的政策引导非常明确，由中央部门主导制造升级。2017 年 11 月，国务院发布《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》，规范和指导我国工业互联网发展。2018 年底中央经济会议明确提出：加快 5G 商用步伐，加强人工智能、工业互联网、物联网等新型基础设施建设。

工业互联网发展，各行业纷纷布局工业互联网，入局者分为五类：制造龙头企业，传统制造业方案服务商，软件企业，互联网龙头，特定工业领域初创企业。表 1 列出各行业纷纷布局工业互联网情况。

表 1 各行业纷纷布局工业互联网

入局方式	代表企业
制造龙头企业孵化，建设自己的工业互联网	富士康，航天科工，中船工业，三一重工，海尔，美的等
传统制造业方案服务商转型互联网解决方案服务商	华为，徐工信息，宝信，石化盈科等
软件企业强化工业机理模型，加速互联平台开发	东方国信，用友，金蝶，索为等
互联网龙头向工作领域拓展，推出或合作共建工业互联	阿里，腾讯等
初创企业为解决特定工业领域痛点应运而生	优也，寄云，天泽智云，昆仑等

5G 赋能，奠定工业互联网基础。网络是实现各类工业生产要素互联的基础，伴随联通和移动两大运营商积极参与工业互联网建设，推进 5G 发展，全方位服务工业数字化转型，我国工业互联网初见成效。企业从最开始的政府补贴，经历了半年或一年的尝试之后逐渐发现工业互联网对公司经营，尤其是降本和增效方面有切实的利益。

4 信息技术与互联网公司切入工业互联网三步骤：网络 - 平台 - 安全

工业互联网的重点在于理解工业，落点在提升制造业转型升级水平，核心是用数据 + 模型做服务，这也是信息技术与制造技术融合创造价值的内在逻辑。从计算机软件企业角度，工业互联网是商业模式转型的重大机遇。在消

费互联网向产业互联网转型的浪潮中，传统计算机软件企业的产品和服务模式相较互联网公司，具备一定的渠道优势，通过产业互联网、工业互联网整体行业的发展，做到自身商业模式从 To G（政府客户）向 To B（企业客户）、从项目制向产品 / 运营模式的转型。

我国将工业互联网的发展分为三大体系，即：网络、平台和安全。从工业企业智能转型升级角度来看，首先要做到网络层的互联互通，为实现产业链各环节的泛在互联与数据畅通提供保障。其后利用平台级服务能力，辅以安全。

4.1 步骤 1：构建工业互联网网络层，实现互联互通的功能

4.1.1 网络层面建设

对于制造业企业而言，网络层面建设主要围绕线下设备线上化、线上设备互联互通开展。网络层面需要在现场级和车间级实现底层设备横向互联以及与上层系统纵向互通的连接。包括：

- (1) 对控制器与机床、产线等装备的通信方式进行改造，如以工业以太网替代现场总线；
- (2) 对现有工业装备或装置如机床、产线等增加网络接口；
- (3) 对现有工业装置或装备附加传感器、执行器；
- (4) 为了采集生产现场信息或执行反馈控制，部署新的监测设备、扫描设备；
- (5) 对在制品通过内嵌通信模块或附加标签等方式增加与工业系统等信息交互功能；
- (6) 部署边缘计算节点，汇聚生产现场数据及来自工业控制系统如 PLC、历史数据库的数据，进行数据的边缘处理。

4.1.2 标识解析体系

给予每台工业设备以唯一地址，为当下互联互通环节的重中之重。对于线上设备的互联互通而言，最重要的是打通不同平台、协议之间的数据。当前通过工业互联网标识解析体系来完成数据的互通和设备身份的认证。标识解析体系赋予每一个产品、零部件、机器设备唯一的“身份证”，从而实现资源的区分和管理。图 3 示出标识解析体系是工业互联网领域的域名系统 (DNS)。

标识解析体系主要由(1)标识（相当于机器的“身份证”）、(2)标识服务（即利用标识，对机器和物品进行唯一



图 3 标识解析体系是工业互联网领域的 DNS

性的定位和信息查询) 和 (3) 标识管理 (通过国家工业互联网标识解析体系为机器、物品分配唯一编码) 三部分组成。标识解析体系是下一步网络建设的重点。根据《工业互联网发展行动计划 (2018-2020)》，2020 年建成 5 个左右标识解析国家顶级节点，形成 10 个以上公共标识解析服务体系服务节点，标识注册量超过 20 亿。目前我国已经初步建立北京、上海、广州、武汉、重庆五大国家顶级节点，十个行业和区域的二级节点。图 4 示出工业互联网标识解析体系整体构架。

(1) 国际根节点

面向全球范围不同国家，不同地区提供根区数据管理和根解释服务，未来逐步引入和完善多种工业互联网标识解析国际根节点。

(2) 国家顶级节点

我国工业互联网标识解析体系的关键，既是对外互联的国际关口，也是对内统筹的核心枢纽。

(3) 二级标识解析节点

电路保护元件

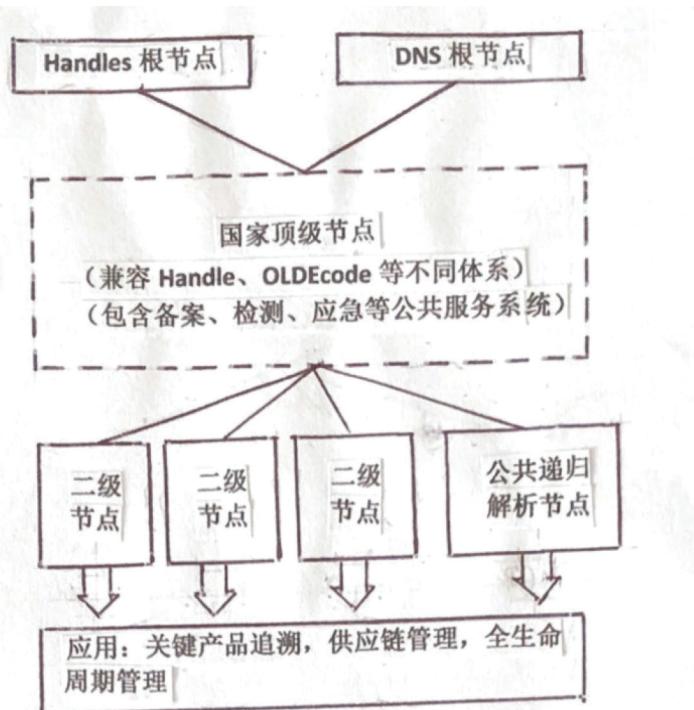


图 4 工业互联网标识解析体系整体构架

面向行业提供注册和解析服务，未来将选择汽车、机械制造、航天、传播、电子、食品等优势行业逐步构建一批行业性二级节点。

(4) 公共递归解析节点

可以通过缓存等手段提供服务性能。

4.1.3 小结

工业互联网网络层参与方以通信企业、制造业头部企业和区域工业互联网平台企业为主。通信企业和行业解决方案集成商供应模块，实现工业企业在线下设备线上化。大型制造企业 IT 和设备部门打通不同通信协议的问题，承担工业互联网标识解析体系二级节点的建设。工业互联网平台企业，区域性平台则涉及一系列企业上云的实施工程和区域的标识解析体系或行业标识解析体系的工作。

4.2 步骤 2：平台层建设，行业平台和区域平台同步进行

4.2.1 工业互联网平台参与企业

短时间内，行业与区域工业互联网平台将同步推进，从参与方角度，工业互联网平台参与企业大致分为五类：

(1) 头部制造企业：如航天科工、中船工业、三一重工、海尔、美的、富士康等制造行业龙头孵化出专业的工业互联网平台公司，建设运营平台，提升第三方平台服务能力；

(2) 传统系统解决方案提供商（含传统机械和自动化企业）：如华为、宝信软件、石化盈科、浙江中控、华龙讯达、浪潮等从传统系统解决方案服务商向平台解决方案服务商转型；

(3) 传统软件企业：如东方国信、用友、金蝶、索为等软件企业，基于平台架构加速软件云化发展，强化工业机理模型的开发部署；

(4) 互联网企业：如阿里、腾讯、百度等在消费互联网向产业互联网转型中，纷纷向各工业领域拓展，或与传统制造企业合作共建工业互联网平台；

(5) 单点突破的创业企业：如优也、寄云、天泽智云、昆仑数据等一批初创企业，重点围绕解决特定工业行业或

领域业务痛点，提供平台解决方案服务。

区域聚集和行业深耕都是工业互联网平台发展的重要路径，短期内仍是合作发展阶段。大家熟知的工业互联网公司仍然处于发展初期，尚不会进入存量竞争阶段。但海量的工业需求必将推动行业持续发展，当行业成长到一定阶段后，具备稀缺性的双跨平台有望借助前期数据积累的优势，实现平台级发展。

4.2.2 工业互联网平台主要功能

工业互联网平台是工业互联网建设的核心，其向下连接海量设备，自身承载工业经验与知识的模型，向上对接工业优化应用。现阶段工业互联网平台仍以数据建模和分析为主要功能，将技术、知识、经验和方法以数字化模型的形式沉淀到工业 PaaS 平台（把应用服务的运行和开发环境作为一种服务提供的商业模式），待发展成熟后再面向工业企业开发 APP，提供实时监控、生产管理、能效监控、物流管理等工业互联网应用和服务。工业互联网平台明显区别于传统 IT 架构，工业互联网平台采取云化、敏捷开发等方式，降低了工业企业投入信息化、数字化的成本。

相较于传统 IT 架构，工业互联网扩大了数据采集的范围、增强了数据的时效性，持续迭代研发各类工业 APP 应用。同时工业互联网平台解决方案改变了工业知识传递途径，基于平台上汇聚的工业机理模型和微服务组件，工程师能够以更低的成本、更高的效率、更具拓展性地开发工业 APP，解决企业创新发展中对于单一人才的依赖带来的制约。

表 2 列出基于工业互联网平台的解决方案与传统工业 IT 架构解决方案对比。

4.2.3 工业互联网平台应用

不同行业发展各异，行业需求多样化。与区域工业互联网平台不同，行业的工业互联网平台更加深入工业知识和行业机理，很难采取通用的范式包罗万象。现阶段工业互联网平台应用推广在各行业步调不一，应用重点和发展路径呈现出较为明显的行业特征。

电子、家电、电力等流程型行业普遍优于离散行业。主要是因为技术和资本密集型行业在技术更新和资本投入上本身具备主观意愿，且资本密集型行业对精益管理、效率提高具有较强的需求，因而从早年工业 1.0、工业 2.0 时代就比较关注两化融合。流程型行业的特点是生产过程高度机械化流水化，本身就需要 MES、PLC 等信息系统参与过程控制，且故障停机带来的成本较高，工业企业需求明确，因而在工业互联网建设上更有积极性。

表 3 列出流程型行业与离散型行业对比。

除重点行业外，重点工业设备上云也逐渐被重视。企业上云将打破企业间信息孤岛的局面，是平台层建设的前提。

4.2.4 小结

从国内实际情况来看，大部分的企业都面临着制造资源云改造、云迁移的需求。工信部提出推动高耗能流程行业设备、通用动力设备、新能源设备、智能化设备上云用云，

表 2 基于工业互联网平台的解决方案与传统工业 IT 架构解决方案对比

项目	基于传统工业 IT 架构的解决方案	基于工业互联网平台的解决方案
技术架构	(1) 封闭大系统；(2) 垂直紧耦合架构；(3) 专用接口或许中间件；(4) 长开发周期；(5) 系统整体升级成本高；(6) 本地部署。	(1) 大平台 + 小 APP；(2) 分层、微服务架构；(3) 开放 API(应用程序编程接口)；(4) 敏捷开发；(5) 小范围升级业务逻辑；(6) 边缘 + 云端部署。
工业数据	(1) 数据获取来源有限；(2) 独立系统、信息孤岛。	(1) 更具广度和深度的数据采集；(2) 在线实时管理和应用；(3) 易于整合和集成数据资源。
工业应用	(1) 工业知识依靠老师傅经验；(2) 存在工业知识空白；(3) 工业知识被封装在工业软件里，无法复用；(4) 面向流程的共用软件系统。	(1) 经验知识化固成平台核心资源；(2) 解耦成工业机理模型，灵活组合和管理；(3) 基于数据和新技术易形成新知识；(4) 面向独特角色的专用 APP。
价值模式	(1) 线性价值链；(2) 资源自用，技术创新周期长。	(1) 互联互通的价值网络；(2) 资源开放共享，技术创新快速迭代。

电路保护元件

表3 流程型行业与离散型行业对比

对比项目	流程行业	离散行业
生产特点	工艺过程是连续进行的，不能中断，工艺过程的顺序是固定不变的，生产设施按照工艺流程布置，原料经过固定的工艺流程连续不断的经过一系列设备和装置被加工成成品。	产品往往由多个零件经过一系列并不连续的工序的加工最终装配而成。
主要行业	石油、石化、炼铁、冶金、化工等。	机械、包装、家电、服装、汽车零部件、电子、通信等。
生产方式	大规模生产，大批量满负荷，年度计划统购统销。	大规模生产和小批量定制可以并行，换版成本普遍不高。
产品结构	多变，温度、湿度、压力等均会影响各类物料的配比。	最终产品和零部件之间存在严格的配比关系。
工艺流程	技术密集、设备密集，多为定制设备和流程，通用性差。	技术密集、人力密集为主，精密制造业中有高精度的数控机床、柔性制造等，其他领域自动化水平相对较低。
设备管理	生产线固定，安装维修繁琐，停机成本极高。	生产线组成分散，流水线也多为并行结构，单台设备停机不影响生产。

提高设备运行效率和可靠性，降低资源能源消耗和维修成本。这一政策弱化了行业准入门槛，工业互联网平台企业能够通过不同行业的数据横向对比，精准运维，提升效益。同时也是单一行业的工业互联网平台向跨行业跨领域平台发展的重点路径。

4.3 步骤 3：安全是工业互联网建设的重要保障

4.3.1 网络安全与物理安全融合

在工业互联网发展的同时，安全保障将成为越来越重要的环节。工业互联网安全问题从实施角度可分为设备安全、控制安全、网络安全、平台安全和数据安全等几个部分。图5示出工业互联网安全是网络安全与物理安全融合。

(1) 设备安全

设备智能化，使生产装备和产品直接暴露在网络攻击之下。

(2) 网络安全

网络IP化、无线化以及组网灵活化，给工厂网络带来更大安全风险。

(3) 控制安全

控制环境开放化，使对外互联网威胁渗透到工厂控制环境。

(4) 应用安全

见图5。

(5) 数据安全

数据的开放、流动和共享，使数据和隐私保护面临前所未有的挑战。

4.3.2 安全问题：工控组件和工控设备暴露

工业互联网安全的问题主要是工控组件和工控设备暴露的问题。工业互联网平台的建设尚属于较为初期的阶段，相较而言，设备安全的问题当下最为严重。理论上讲，随着工业互联网连接的设备总数越多，设备的联网和数据交换越频繁，就越有可能存在暴露在互联网上的情况。从Positive Technologies网站统计结果来看，美、欧等发达国家的工业联网水平最高，工控系统组件暴露问题也最明显。中国暴露工控设备数量在全球排名第六。

除设备暴露外，工控系统漏洞问题也日益严重。工业互联网的发展带来越来越多的通用协议、硬件和软件在工业控制系统产品中采用，并以各种方式与互联网等公共网络连接，使得针对工业控制系统的攻击行为大幅度增长。

4.3.3 主动防御、态势感知

工业生产实时、复杂的特征决定了工业互联网安全更倾向于主动防御、态势感知等新兴安全运维方式。当前工业互联网安全建设以资产端点保护、漏洞防护、周期渗透测试

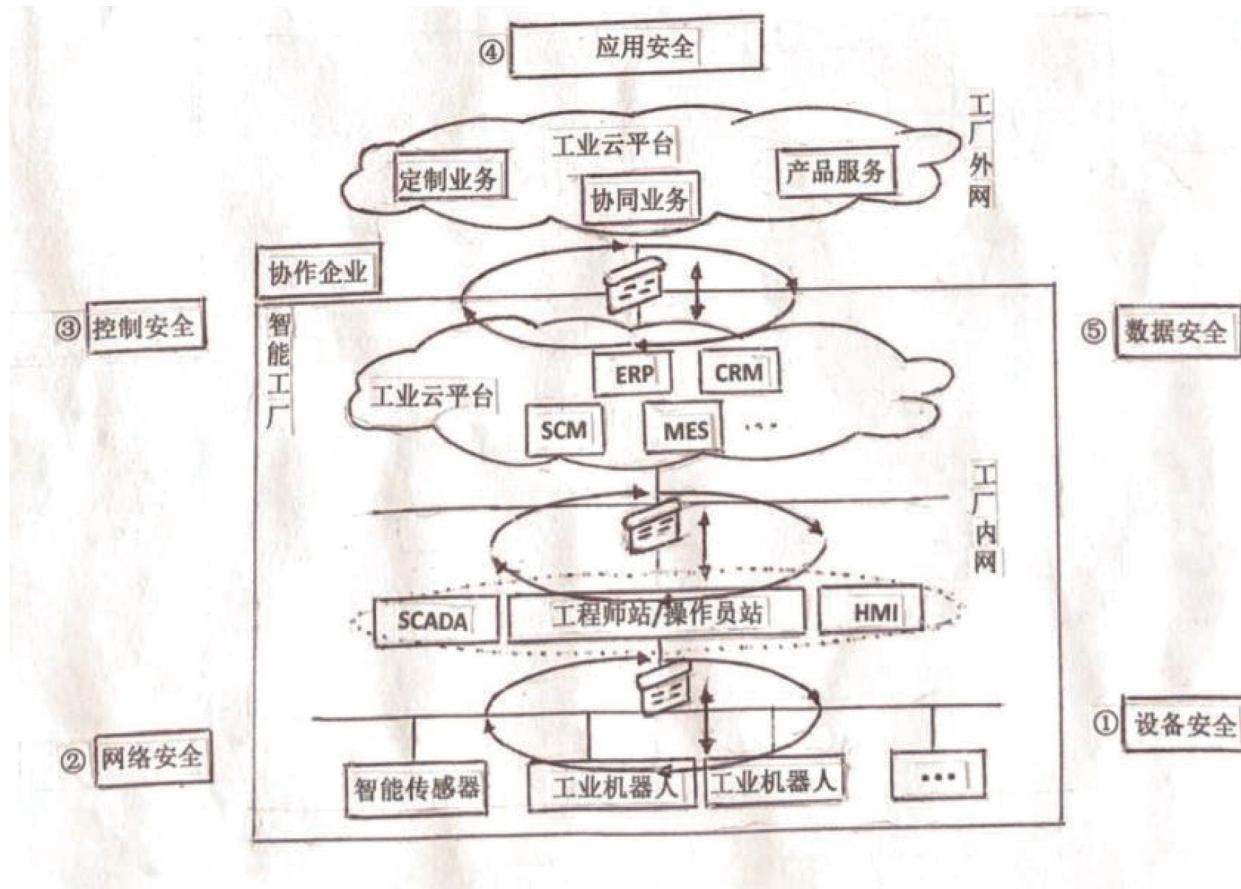


图 5 工业互联网安全是网络安全与物理安全融合

等方式为主。主动防御型工业互联网安全平台应当以工控设备资产管理为主线，以安全信息集中管理为手段，以威胁发现和处置为核心，帮助用户构建威胁监控以及威胁处置的统一安全管理中心。当前工业互联网安全的参与方仍然是传统安全厂商。一方面，安全行业技术门槛较高；另一方面，传统安全厂商具备一定的先发优势。主要参与者当前工业互联网安全的收入规模不大，仍处于快速发展中。

4.3.4 小结

平台体系和安全体系坚持同步规划、同步建设、同步运行，对于安全厂商而言，工业互联网的建设带来了海量的新兴的安全需求。由于越来越多的生产和决策依托于网络与数据，提升安全防护能力将成为制造企业下一步升级改造的重点。相关的核心技术以及安全产品的研发、新的安全需求将带动安全行业中长期发展，为安全厂商的持续增长打下需求基础。

5 通信行业深度参与工业互联网，实现：数据中心、网络、平台和终端环节

工业互联网的实现过程中，通信行业所处的位置十分关键，并通过在数据中心、网络、平台、终端四环节深度参与。其中(1)网络层：需要各种智能装备实现充分联网化，通过广域网或者局域网、无线和有线的通信方式相互渗透、互为补充，新型网关推动异构互联和协议转换，工厂与产品、外部信息系统充分互联；(2)平台层：主要实现内外部数据的充分汇聚，支撑数据的存储、挖掘和分析；(3)终端方面：需要个体联网化产品通过通信模组进行数据传输，是物联网末端，也是关键部件。

工业互联网一般包含通信模组+处理平台+信息采集传感平台三部分，就战略地位而言，无线通信模组是物联网的基础支撑，也将会是物联网产业最先获益的一个环节。图6示出工业互联网网络互联系统。

电路保护元件

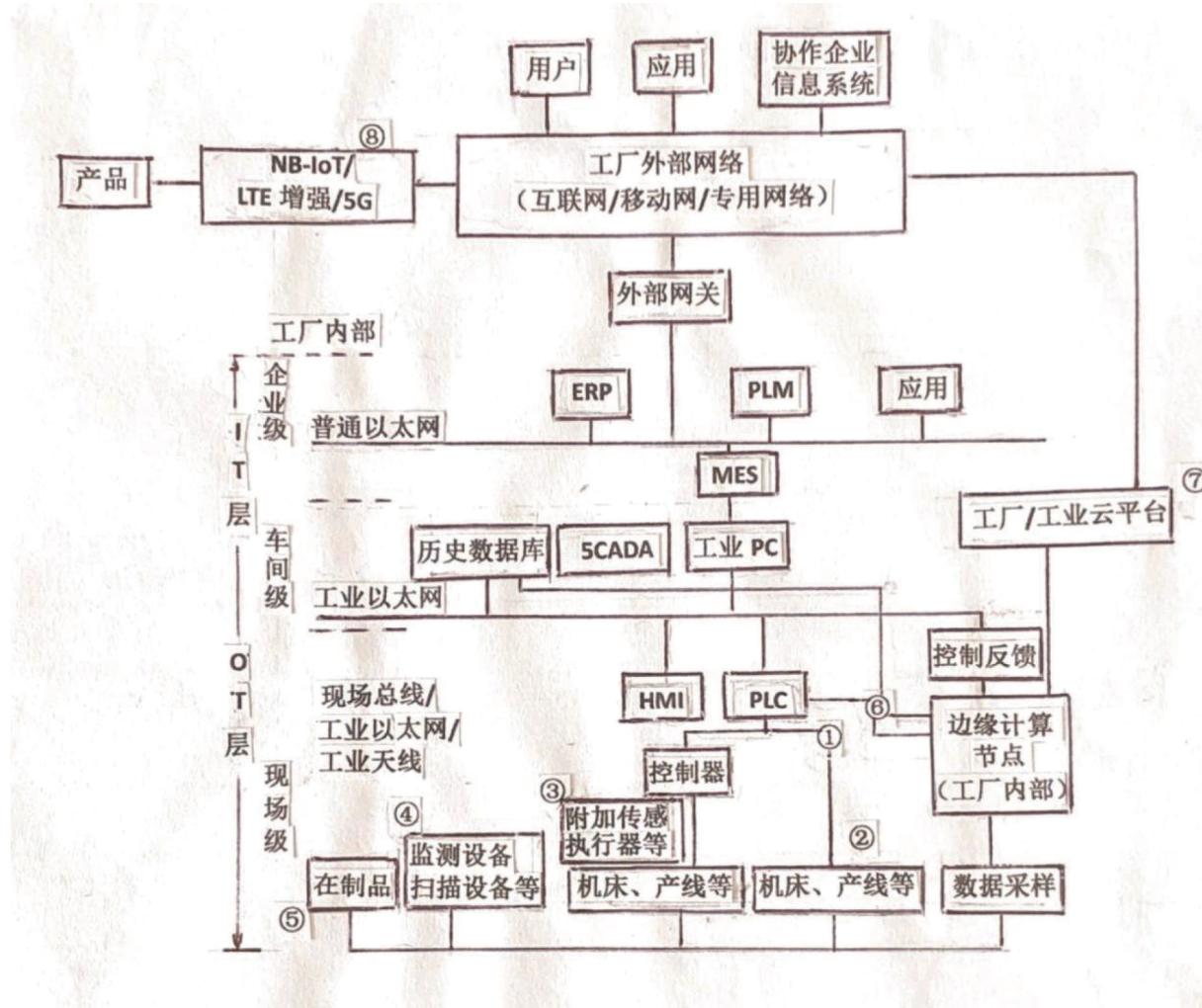


图 6 工业互联网网络互联体系

5.1 数据中心需求猛增

数据流量爆炸式增长，IDC（数据中心）产业规模不断扩大。全球信息技术创新进入新一轮加速期，5G、物联网将带动数据量爆炸式增长，引领数据中心需求猛增，建设规模持续高速增长，大型及超大型数据中心快速发展。

我国数据中心和 IDC 市场规模快速增长。2017 年底我国在用数据中心机架 166 万架，总数量 1844 个，规划在建数据中心 107 万架，数量 463 个。其中大型以上数据中心为增长主力，截止 2017 年底，大型以上数据中心机架数为 82.8 万，同比增长 68%，占比近 50%。与此同时，2017 年我国 IDC 市场规模达到 650.4 亿元，2012-2017 年 CAGR（复合平均增长率）为 32%。

5.2 运营商加码 5G 布局，物联网万亿市场开启

当前物联网技术存在碎片化的特点，采用的标准和技术有多种多样，主要分成三大类，(1) 一类是以自建立网络，小范围短距通讯网络为主；(2) 二是使用非授权频段做广域覆盖为主；(3) 三是运营商主导依托蜂窝技术，使用授权频段做广域覆盖。其中 NB-IoT（蜂窝的窄带物联网）依托的产业联盟比 Sigfox 更为强大，NB-IoT/eMTC 的组合综合实力优于其他对手。

表 4 列出主要物联网接入技术比较。

2019 年是 5G 商用元年，国内运营商资本开支底部回升开始的第一年，4G 到 5G 周期的底部信号显现，结构上无线侧增量明显。其中 NB-IoT 是基于移动蜂窝通信网络的通信体系，具有广覆盖、大连接、低功耗、低成本的优势，解决了传统物联网技术碎片化、覆盖不足的问题，

使物联网网络从分散的局域走向标准的广域。根据信通院2018年12月发布的《物联网白皮书》，三家运营商完成超百万NB-IoT基站商用，中国已建成全球最大的NB-IoT网络，网络优化和深度覆盖将是下一步重点。

5.3 平台是工业互联网整体解决方案的核心

物联网平台作为工业互联网整体解决方案的核心，起到了承上启下的作用。物联网平台从底层到高层可分为四大平台类型：(1)设备管理平台DMP、(2)接入管理平台CMP、(3)应用使能平台AEP、(4)业务分析平台BAP，其中在通信领域最核心的是CMP和AEP两个平台。表5给出物联网平台分类与功能。

平台是构建物联网生态圈的核心。目前，整个产业链仍处于较为动荡的格局，各阵营之间竞争与合作并存。物联网的发展虽然有别于消费互联网，但是随着数据价值的日渐加深，布局平台的公司有望厚积薄发，值得期待。

表6 列出国内外主要平台服务商。

从国内市场来看，CMP + AEP模式最典型的两个平台

是中国移动的OneNET和中国联通与Jasper联合的平台。

(1) OneNET为中国移动自有物联网平台，经过近4年的发展，OneNET的设备连接数近9000万，用户数超过10万，产品数超过12万，API日均调用超过2亿次，增速、规模、活跃度保持全球领先。

(2) 2014年9月，Jasper通过天河鸿城（宜通世纪子公司）子公司爱云信息，开始为中国联通打造物联网业务运营管理CMP平台，自2015年6月上线以来，用户数快速增长，截至年报，注册发卡数达到1.05亿户（同比增长0.42亿），计费连接数达到3324.5万户（同比增长935.91万）。同时，借助与Jasper的CMP平台合作的先发优势，宜通世纪进一步延伸布局AEP平台，与欧洲领先的Cumulocity（德国物联网企业）合作，于2016年12月推出立子云AEP平台，聚焦工业物联、车联网、智慧医疗等六大行业端对端解决方案，截至2018年报年已经服务超过60多家客户（同比2017年底的20多家大幅增长），AEP平台有望与CMP平台形成显著协同效应，复制CMP平台的高增长。

表4 主要物联网接入技术比较

项目	短距接入技术			广域覆盖技术				
	802.11ah	ZigBee	蓝牙	NB-IoT	LoRa	SigFox	GSM	eMTC
工作范围	100M	100M	10M	1kM-10kM	根据信道情况不同			
速率	144Mbps	250kpbs	22Mbps	20kbps	10kbps	100kbps	170kbps	1000kbps
电池寿命	1天	数月-年	数天	约10年	3-5年	约10年	5年	约5-10年
模组成本	20元	20元	10元	35元	45元	30元	35元	60元
安全性	低	中	中	高	中	中	高	高

表5 物联网平台分类与功能

平台	功能
设备管理平台 DMP	对物联网终端进行远程监控、设置调整、软件升级、故障排查、生命周期管理等功能。实时提供网关和应用状态监控告警反馈，为预先处理故障提供支撑，提高客户服务满意度；开放的API调用接口帮助客户轻松地进行系统集成和增值功能开发；所有设备的数据可以存储在云端。
接入管理平台 CMP	一般应用于运营商网络上，实现对物联网连接配置和故障管理、保证终端联网通道稳定、网络资源用量管理、连接资费管理、账单管理、套餐变更、号码/IP地址/Mac资源管理，帮助移动运营商做好物联网SIM的管理，运营商客户还可以进行SIM卡管控，自主查看账单。
应用使能平台 AEP	提供应用开发和统一数据存储两大功能的PaaS平台，架构在CMP平台之上，具体来看AEP平台具体功能有提供成套应用开发工具（大部分能提供图形开发工具，甚至不需要开发者编写代码）、中间件、数据存储功能、业务逻辑引擎、对接第三方系统API等。
业务分析平台 BAP	包含基础大数据分析服务和机器学习两大功能。大数据服务：平台集合各类相关数据后，进行分类处理、分析并提供可视化数据分析结果；通过实时动态分析，监控设备状态并予以预警。平台的机器学习：通过对历史数据进行训练生成预测模型或客户根据平台提供工具自己开发模型，满足预测性的、认知的或复杂的分析业务逻辑。未来IoT平台上的机器学习将向人工智能过度。

电路保护元件

表 6 国内外主要平台服务商

地区	企业	产品
海外	思科 (Jasper)	连接管理平台
	IBM	设备管理平台、应用开发服务平台
	SierraWireless	设备管理平台、应用开发服务平台
	谷歌	应用开发服务平台
	艾拉物联	设备管理平台、应用开发服务平台
国内	宜通世纪	连接管理 (Jasper) 平台 + 应用开发平台
	日海智能	应用开发服务平台 (艾拉云)
	和而泰	设备管理平台 (智能家居)
	阿里	设备管理平台、应用开发服务平台
	腾讯	设备管理平台、应用开发服务平台
	百度	设备管理平台、应用开发服务平台
	京东	设备管理平台、应用开发服务平台
	华为	设备管理平台、应用开发服务平台
	机智云	应用开发服务平台
	云智易	设备管理平台、应用开发服务平台
	上海庆科 (阿里系)	设备管理平台、应用开发服务平台
	中国移动 (OneNet)	设备管理平台、应用开发服务平台

5.4 终端无线模组将放量

全球市场来看，根据 GSMA 移动智库与中国信通院 2016 年发布的报告显示，2015 年全球蜂窝 M2M (2G/3G/4G) 连接数为 3.05 亿，到 2020 年将达到 9.6 亿次，复合增长率 26%。而从总的网络连接来看，蜂窝 M2M 连接数占比将从目前的 4% 提升到 2020 年的 9.9%。从全球看，2015 年全球 70% 的蜂窝 M2M 设备仍然采用的是 2G 网络。

6 机械装备行业进军工业互联网：深度参与感知层，积极向平台层 / 网络层业务拓展

装备制造直接相关领域包括：

(1) 感知层，主要包括各种执行设备及数据搜集及传导设备。

(2) PLC，可编辑逻辑控制器，主要职能为直接控制及监测现场设备，其次为收集及传导信息。

近年来，部分领先制造业企业也开始向网络层或平台层进行业务拓展，从而由核心装备制造往装备 + 服务模式转型。

6.1 工业互联网有望加快我国制造业自动化升级趋势

自动化设备每年的市场容量普遍较大，加上集成空间翻倍，市场空间广阔。近年来主要自动化设备领域均涌现了一批优秀的国内企业，以性价比和服务优势实现对海外公司的追赶。

国产控制器发展较为成熟，是上游核心零部件中与进

口产品差距最小的部分。目前，国产控制器与进口产品存在的差距主要集中在控制算法和二次开发平台的易用性方面。

控制算法的差距导致国内控制器的应用范围有限，大多集中在较简单的搬运、码垛领域。

6.2 传感设备为工业物联网的核心基础

传感器为工业物联网的基础和重要组成部分，市场规模快速增长，进口替代加速。传感器进口占比自 2011 年的 85% 降至 2016 年的 60%，传感器芯片进口占比自 2011 年的 95% 降至 80%，进口依赖程度明显改善。

由于工业物联网的发展要求，传感器呈现智能化趋势。目前，部分传感器已具有信息处理能力，可以集成传感器、微处理器和执行器，成为智能传感器。

MEMS 作为智能传感器代表，成为传感器市场发展重点，获大量应用。MEMS 具有微型化、集成化、批量生产、方便扩展等特点，在技术上较普通传感器而言精度高、重量轻、尺寸小、能效高。

参考文献

- 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年11月27日
- 邹润芳, 唐海清, 沈海兵, 姜明. 中国工业互联网：今年达4800亿规模，仅仅是开始. 新财富, 2019年6月