

“工业互联网 + 衡器”应用综述

中国衡器协会 顾问 陈日兴

【概述】 随着工业互联网在我国的迅猛发展，“工业互联网 + 衡器”发展思路也引起行业关注，本文先从工业互联网的概念与发展入手，进而引伸到衡器与工业互联网发展的关系，最后举例说明衡器在工业互联网中的应用，呼吁我国衡器行业应紧跟工业互联网的发展，在技术创新的道路上跟上国家战略发展的需要。

【关键词】 工业互联网；工业互联网 + 衡器

前言

2015年国务院印发的《中国制造2025》中包含智能制造工程、制造业创新建设工程、工业强基工程、绿色制造工程、高端装备创新工程五个重大工程，其中智能制造是最核心的工程，而工业互联网（“互联网 + 制造业”）又是智能制造的重要组成部分。

工业互联网涉及工业和互联网等信息通信技术领域的各个环节和各个主体。工业互联网和传统工业的融合将是中国制造新一轮发展的制高点，工业互联网将是中国制造未来的主攻方向。

推进信息化与工业化深度融合，把工业互联网作为两化深度融合主攻方向；发展智能装备和智能产品，推进生产过程智能化，提升企业研发生产管理和生产智能化水平。

目前我国互联网应用从学术科研到生活服务进而深入到生产服务，已经呈现出从消费互联网向工业互联网直至产业互联网的发展过渡阶段。如何进一步发展工业互联网，充分利用互联网的技术红利，是我们“工业互联网 + 衡器”需要研究的课题。

在衡器行业中开展工业互联网技术研发，培育智能监测、远程诊断管理、全产业链追溯等工业互联网新应用。实施工业云及工业大数据创新应用试点，建设工业云服务和工业大数据平台，推动软件与服务、设计与制造资源、关键技术与标准的开放共享。

一、工业互联网技术^[1]

我国在2017年成立了以工业和信息化部中国信息通信研究院为首的“工业互联网产业联盟（AII）”，并在2017年9月发布了有国内十八个单位联合撰写的《工业互联网平台白皮书（讨论稿）》。其中对于工业互联网平台的发展、构架体系、生态构建与应用案例进行了较为详细的阐述。

1. 互联网发展的三个阶段：

目前世界互联网时代已经进入第三次革命的时代，即工业互联网时代的巨大变革。

第一次互联网革命的特点是用户从互联网中可获取各种信息；

第二次互联网革命的特点是出现了大量电子商务形式与企业；

第三次互联网革命，即目前的“工业互联网”：就是由工业设备与互联网连接，通过互联网技术将设备与设备，设备与人联系起来，通过云计算和大数据分析，整合系统各类知识资源，做出智能决策，从而提高生产力和系统可靠性，提升工业互联网发展的核心价值。



2. 工业互联网平台（ industrial Internet Platform ）

是指可集成工厂内部和 / 或工厂外部的各种数据、服务、用户等各类资源，在此基础上提供工业数据集成分析、应用支撑能力和基础应用能力，以支撑各种应用的工业互联网平台，是构建产业生态重要基础。

云计算和大数据是工业互联网平台的重要能力要素。



3. 工业互联网平台功能与核心要素

(1) 要素：数据采集层；管理服务层（工业 Paas）；应用服务层（工业 APP）

(2) 功能：实现海量异构数据汇聚与建模分析、工业经验知识软件与模块化、创新应用开发与运行，从而支撑生产智能决策、业务模式创新、资源优化配置、产业生态培育。

3. 工业互联网平台功能与核心要素

(1) 要素：数据采集层；管理服务层（工业 PaaS）；应用服务层（工业 APP）

(2) 功能：实现海量异构数据汇聚与建模分析、工业经验知识软件与模块化、创新应用开发与运行，从而支撑生产智能决策、业务模式创新、资源优化配置、产业生态培育。

4. 工业互联网平台体系构架



(1) 数据采集层是基础，主要通过深层次采集数据并实现不同协议数据基层汇聚，作为工业互联网平台驱动源头。

(2) 管理服务平台是核心，基于工业 PaaS 架构，集成了工业微服务、大数据服务、应用开发等功能。

(3) 应用服务层是关键，基于开放环境部署应用，面向工业各环节场景，是工业互联网平台服务的最终输出。

5. 工业互联网三重点

(1) 网络—基础

通过物联网互联网实现共有系统互联互通，促进工业数据充分流动和无缝集成。

(2) 数据—核心

通过工业数据全周期的感知、采集和集成应用，实现系统智能弹性生产、管理优化、生产与商业

模式创新。

(3) 安全—保障

通过构建全系统安全防护体系，保障工业智能化实现。

6. 工业互联网的三体系、两网络

工业互联网三体系：

- (1) 应用支撑体系，包括物维网、应用协议、数据连接；
- (2) 标识解析体系，包括利用标识解析系统实现标识到地址的映射；
- (3) 网络互联体系，包括在工业以太网基础上 IP 化，无线技术应用、网络虚拟化；

工业互联网两网络：

- (1) 工厂内网络，包括智能工厂中的管理控制系统，工厂私有云平台，智能设备
- (2) 工厂外网络，包括万维网、DNS 系统、智能终端、工业互联网应用服务体系、标识解析体系的协调。

7. 工业以太网与工业互联网的区别

(1) 工业以太网 (Industry Ethernet)

设备与设备之间通过输入 / 输出连接，将工业现场总线移植到以太网上，是工业现场总线发展的延续。适用于总线的局域组网 LAN 技术。网络通信协议标准为 IEEE-802.3.，网络传输的数据速率可为 10M-10Gbps (比特 / 秒) ，传输介质可以是同轴电缆、双绞线、光纤等。最新的工业以太网技术已经向实时和无线工业以太网发展。

(2) 工业互联网 (Industry Internet)

由众多彼此通信的工业设备由互联网连接，通过互联网技术将设备与设备，设备与人联系起来，并进行智能化分析决策。适用于开放的全球广域网络 WAN。网络传输与介质更广泛，主要为无线通信技术。

8. 物联网技术

物联网 (The Internet of things) 顾名思义就是把所有物品通过信息传感设备与互联网连接起来，实现智能化识别和管理。

通俗地说物联网就是利用 RFID 射频识别、红外感应、GPS 全球定位系统、激光扫描等各种通信传感设备，按约定的协议用互联网彼此进行交流，实现物品的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理。

(1) 物联网应用层举例：

绿色农业，工业监控，公共安全，城市管理，远程医疗，智能家居，智能交通，环境监测

(2) 物联网处理层举例：

物联网管理中心（编码、认证、鉴权、计费）；物联网信息中心：（算法库、样本库、信息库）；2G 网络（窄带通讯）、3G 网络（高带宽通讯）、4G 网络（3G+WLAN 通讯）无线通讯

（3）物联网感知层举例：

2G 网络：RFID 读写器—RFID 标签，M2M 终端—传感器、摄像头；3G 网络：传感器网关—智能交通汽车 GPS、蓝牙、无线遥控；4G 网络：传感器网关—公共安全，城市管理。

9. 物联网与互联网的区别

（1）处理信息：

互联网——信息是人通过处理所创造的；

物联网——包括人创造的信息和物理世界反映的信息，处理信息多。

（2）传送信息量：

互联网——搜索、浏览、发邮件，传送信息量大；

物联网——由于传送信息专用性，所以传送信息量较小。

（3）网络连接：

互联网——大部分搜索、浏览、发邮件，是根据需要信息才连接的；

物联网——信息随时在线连接，不中断。

10. 第三次工业互联网发展核心

（1）通过互联网技术使得设备与设备连接、设备与人连接。用 M2M 技术将人和机器设备连接起来，通过“大数据”分析做出智能决策，从企业电商销售平台到智能设计、柔性生产、智能检测直至用户服务的全过程进行“大数据”自动分析决策管理，将是第三次工业互联网发展的核心价值所在。

（2）由于第三次工业互联网与原先的一、二代互联网相比，应用了 M2M 技术及大数据分析，其发展的核心价值也就同样是物联网发展的核心价值所在。

二、衡器与工业互联网的对接

作为国民经济各行业计量源头的衡器工业，近几年来电子衡器技术有了飞速的发展。但是摆在衡器行业面前的问题是：如何实现“工业互联网+衡器”？是摒弃现有的衡器工业自动化系统？还是建立新的衡器互联网系统？本文拟从以下两方面进行阐述：

1. 衡器制造的技术对接^[3]

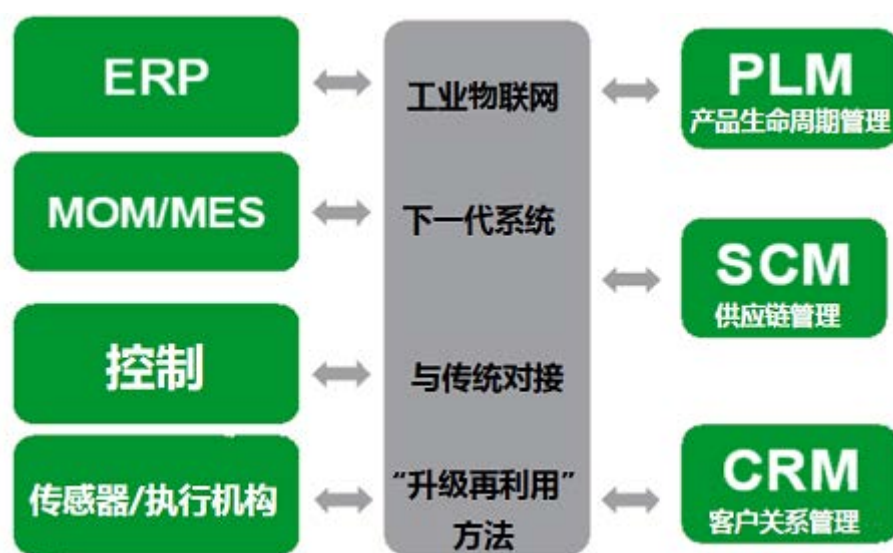
我国衡器行业以“数字、绿色”为主旋律的“智能制造”的浪潮，所谓的“数字工厂”就是把大量的现场数据转化为可执行的信息，通过自动化与信息化的融合，使装备制造电子化、数字化、网络化，进而达到智能化，由常规工业资源驱动转变为工业信息驱动。

工业互联网与衡器智能制造对接并不是摒弃当前的工业自动化系统，并以新系统取而代之。而是将现有的自动化系统与企业计划、排产和产品生命周期系统相连，使得工业互联网覆盖整个企业价值链，助力衡器企业实现更佳业务控制的连接。

智能制造数字化工厂系统框架分为四个层次：Level 1 层是现场总线层，Level 2 层是 SCADA 控制层，Level 3 层是 EAM、MES 系统管理层，Level 4 层是 ERP、HCM 系统管理层。整个框架呈现金字塔结构，最底层是 Level 1 层，依次为 Level 2 层、Level 3 层。最上层是 Level 4 层。从功能上分，Level 1、Level 2 属于控制阶层，而 Level 3、Level 4 属于管理阶层。（详见参考文献^[31]）

（1）衡器制造业如何实现智能企业控制^[2]

工业互联网技术能够实现智能互联机器及智能互联制造设备与更广泛企业的紧密集成。这将促使制造业变得更加灵活高效，从而提升盈利能力。智能企业控制被视作一个中长期趋势，但其实施十分复杂，需要创建全新的标准以支持信息技术（IT）与运营技术（OT）系统的融合。



新一代工业互联网能够为用户带来的最具潜力的收益之一就是打破企业内部系统间的壁垒（信息孤岛）。这些技术有助于生产系统和企业资源计划（ERP）系统、产品生命周期管理（PLM）系统、供应链管理和客户关系管理（CRM）系统更紧密的融合。

（2）衡器制造业如何实现资产绩效管理^[2]

无线传感器的低成本部署、方便的云连接（包括广域网）和数据分析可显著提高资产性能。这些工具支持从现场轻松收集数据，并实时将其转变为可操作信息，这将进一步改进业务决策和前瞻性决策流程。

以前能效管理和预测性维护的资产绩效管理应用因执行成本较高而未能广泛应用。物理连接（传

传感器布线成本)和逻辑连接(与现有系统整合)的成本居高不下。目前无线 IP 连接和基于云的架构可以克服这些成本障碍。新一代简单、小型化,且低成本的传感器正在不断涌现;新一代工业物联网系统将为资产性能领域带来更多的创新解决方案。

(3) 衡器制造业如何实现提高操作者素质^[2]

未来员工将利用移动设备、数据分析、增强现实和透明化连接提高生产效率。由于老一代工人(出生于 1946-1964)大量退休,操作核心业务的熟练工人出现较大缺口,而年轻一代的接班人员更习惯于以指尖触控的方式获得各种信息。在工业互联网时代,这些信息将通过他们熟悉的方式实时提供。

移动人机界面(HMI)技术的使用,比如智能手机、平板电脑和可穿戴技术,与基于 IP 的数据与信息(分析和增强现实)访问将转变操作者的工作方式。便携式无线终端将扩展其功能和技术,例如动态二维码将改善操作体验,并助力“增强型”操作者提高生产效率。新一代的工业互联网在衡器制造中带来最具潜力的收益就是打破企业内部系统间的壁垒(信息孤岛),使 ERP(生产系统和企业资源计划),PLM(产品生命周期管理),CRM(供应链和客户关系管理)三者更紧密融合。使得企业的整体运营,大大提高企业效率。据有关资料统计效率可提高 25% 以上。

2. 衡器产品的技术对接^[3]

“工业互联网”正逐渐从现场设备层、控制层向 IT 层面与管理层延伸,并“一网到底”。“智能机器人”与自动称重包装、自动重量分检、自动配料流水线产品物流系统结合,实现智能化生产管理。“远程诊断”工业衡器现场调试与维护带来变革。“机器视觉”技术的应用,涉及人工智能、计算机、图像处理、模式识别、神经生物学等诸多领域交叉学科。

无线通讯、射频技术、图像识别和红外技术促进了无人值守静、动态称重技术的发展;各类新型传感技术应用于产品物流与传送测量系统,使得智能化物流称重管理得以实现;全球定位系统(GPS)技术促进了云端大数据称重管理与衡器运行实时定位与主控中心信息监控;

3. 现场总线与以太网技术的应用^[4]

现场总线,是指安装在制造或过程区域的现场装置之间,以及现场装置与控制室内的自动控制装置之间的开放式、数字化、串行和多点通信的数据总线。

作为连接生产现场的仪表、控制器等自动化装置的通信网络,现场总线是 20 世纪 90 年代国际上兴起的新一代全分布式控制系统的核心技术。它作为工厂数字通信网络的基础,沟通了生产过程现场及控制设备之间及其与更高控制管理层次之间的联系。

(1) 现场总线与以太网的主要区别:

1) 现场总线主要是用在现场一级,以及现场一级设备装置之间的信息交换、控制;以太网主要用于车间级及工厂级上层网络监控,但以太网也可一网到底。

2) 现场总线通常采用 RS232、RS485 串口通讯；以太网主要通过 TCP/IP 协议通讯即传输控制协议 / 网际协议 (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)，它是为跨越局域网和广域网环境的大规模互连网络而设计。

3) 现场总线实时性、可靠性较强；以太网传输速度快，物理层通用部件性价比高。

4) 现场总线使用轮询、令牌等方式使用网络带宽；以太网中任意设备都是平等共享网络带宽。

5) 如果现场需要高速、大数据量、SNMP 诊断、主站间实时循环通讯、Web 服务、IT 管理则必须采用以太网。

(2) 工业现场总线种类

目前国际上现场总线种类很多，目前已开发出有 40 多种现场总线，如 Interbus、Bitbus、DeviceNet、Modbus、Arcnet、P-Net、FIP、ISP、CC-Link 等，其中比较有影响力的有 5 种，分别是 FF、Profibus、HART、CAN 和 LonWorks，它们各有特点和优势。

从工业现场总线技术的发展方向上来看，所有的现场总线最终都将向工业以太网过渡。许多基于现场总线的控制系统最终都将与工业互联网相连接。

(3) 工业以太网种类

工业以太网是工业控制系统的—个发展方向。目前协议产品主要有 Ethernet/IP、Modbus TCP、Profibus、FI-net、FF HSE、POWER LINK 等。

工业以太网进而朝工业互联网发展也是互联网发展的最新革命。

主要工业以太网介绍：

--EtherCAT

以太网为基础开放架构现场总线系统，EtherCAT 名称中的 CAT 为 Control Automation Technology (控制自动化技术) 首字母的缩写。由德国倍福自动化有限公司 (Beckhoff Automation GmbH) 研发。

--Ethernet/IP

是一个面向自动化工业应用层协议，由西门子公司开发。由罗克韦尔自动化、Omron、施耐德和思科公司来推动。

--PROFINET

由国际组织 (PROFIBUS International, PI) 推出，是新一代基于工业以太网技术的自动化总线标准总线标准。由西门子公司带领一些小公司推动。

--MODBUS/TCP

是简单的、中立厂商的用于管理和控制自动化设备的 MODBUS 系列通讯协议的派生产品。以西门子公司为主导。

--POWERLINK

CANopen+Ethernet 融合了 Ethernet 高速、开放性接口，以及 CANopen 在工业领域 SDO 和 PDO 数据定义。

工业以太网现状：Modbus-TCP 和 EtherNet/IP 是符合 IEEE 802.3U 的，只有符合 IEEE802.3U 标准的，才能与 IT 和以太网将来的发展相兼容。

4. 工业互联网与功能安全的应用^[4]

产品生产称重系统中，能满足 IEC/ISO 功能安全要求的互锁型安全锁、安全急停按钮、拉线急停开关、感应式安全光幕、以及控制柜中的安全继电器、安全型 PLC 等部件动作互相关联，组成了一个全新完整的功能安全集成物联网控制系统。

最新版安全联锁标准：EN ISO-14119 用于替代在 2015 年即将废止的 EN-1088，新增了关于联锁及相关危险运动响应时间要求，确认系统安全等级控制系统配置和手动测试的频率。该标准即将被我国最新国标所采用。

5. PLC 及其网路在自动衡器的应用^[4]

PLC 及网络公认为现代工业自动化三大支柱之一。PLC 除具有逻辑控制功能外，还有过程控制功能、运动控制功能、数据处理功能、联网通信功能。PLC 配置大量内含 CPU 智能模板，可用于 PID 控制，运动控制，高速记数，联网通信，采用模块结构，通过背板并行总线连成整体。例如：西门子 S5-155U，S5-153U 内最多配置 4 个 CPU，德州仪器公司的 T1565 可编程控制器最多可装入 8 台 MC68000 处理器。

PLC 网络的性价比高：具有 3~4 级子网的多级分布式网络。加上强有力的工具软件，具有工艺流程显示、动态画面显示、趋势图生成显示、各种报表制作的多功能系统，可以方便地与其他网络互联。

PLC 高可靠性：采用诸如数字滤波、指令复执、程序卷回、差错校验等软件抗干扰措施及故障诊断技术，以及在系统一级的冗余配置等。

6. 工业互联网与机器视觉系统^[5]

机器视觉技术顾名思义就是采用机器代替人眼、用智能机器视觉处理代替人眼思维判断。从通过光学部件（例如 CMOS 或 CCD 相机或激光镜头）把抓拍图像或数据传送至数字化处理单元，根据像素分布和亮度、颜色等信息，来进行尺寸、形状、颜色等的判别，进而控制现场的设备动作，其特点是提高生产的自动化程度。

机器视觉系统可广泛地用于工况监视、成品检验和质量控制等领域。

机器视觉技术涉及人工智能、计算机、图像处理、模式识别、神经生物学诸多领域交叉学科。

(1) 成品包装检测流水线上的机器视觉

成品包装检测利用相机捕捉通过检测站的产品图像。该系统软件可处理和分析各种图像的贴标和包装缺陷是否超出系统管理员预先设定的容差范围。

与手动检测相比，检测系统提供更高的准确度，并且不再需要手动检测人员，从而减少劳务成本，避免缺陷产品进入市场。

监控饮料包装的质量和安全性是一种快速实现投资回报的有效质量控制方法。

包装在线机器视觉技术应用：玻璃瓶异物检测（确保灌装量、封盖、容器污染物、芯片、标签和印刷质量）、塑料容器检测（确保污染物、密封表面、椭圆度、标签、螺纹质量）、托盘和平板包装检测（确保标签、印刷、密封食品的质量控制）、内含物检测（确保纸箱、盒包装内容完整性、标签和印刷质量）。

(2) 包装在线数粒系统的机器视觉应用：该产品采用具有图像处理功能的光学摄像数粒机与称重方法结合，对数粒包装线上的在线即时数粒称重进行补偿，可提高通过单称重方法设定粒数包装的精度。主要应用于：各种需要数粒包装的粮食种子、食品、医药等行业。

(3) 仓储自动化管理上的机器视觉：一种集重量分选、装箱几何尺寸检测、射频自动识别编码、外形图像识别等技术于一身的集成化输送检测设备已经用于物流、运输管理的物联网系统。

(4) 基于非接触原理的机器视觉技术：基于非接触原理，采用激光（或超声）传感的图像采集系统、图像处理系统及信息综合分析处理系统，构成对输送带上的物料进行连续称量的高可靠性激光（或超声波）自动皮带秤达到实际应用。

7. 工业互联网与数字式称重传感器^[5]

(1) 智能化闭环控制

智能化闭环控制主要指，可应用于各种智能化闭环、高速高精度动态自补偿称重等场合。

(2) 智能化多分量控制

智能化多功能是指称重传感器本身除具有检测重量信息的功能外，还能同时检测其它多分量信息。例如：电子吊秤传感器可检测加速度，完成动态加速度自动修正；汽车衡传感器可检测水平方向的侧向载荷，完成侧向力自动修正。

随着互联网称重传感器的成本快速下降，基于 IP 的开放协议受欢迎，基于云的解决方案的普及成为现实。

校准应用有助于轻松完成常规设备校准检查。借助将校准记录进行云存储的在线服务。输入信息包括通过扫描仪表标签二维码，用移动设备进入系统并访问安全文件的链接（利用智能手机 / 平板电脑的扫码器）。

8. 工业互联网与智能称重仪表

应对物联网中对动态高速、开放通用性、数据网络无线传输、安全防护的要求，高速动态称重、多参数测量、多信息传输与信息安全合规、软件货币化等也成为发展的新亮点。

采用以太网控制芯片 RTL8019AS，并将 TCP/IP 协议嵌入到电子衡器中实现了电子衡器与上位机的以太网通讯。

代表最新技术的无线宽带视频技术的应用，达到远程控制与诊断的目的。

将 Web 服务器与以太网相整合的更高级的设备，可在整个工厂网络的任何 PC 上查看仪表屏幕。此外，仪表添加安全功能，用于提供安全管理和审查跟踪功能。使得校准测试和机器维护相关的主要信息可直接在设备上安排。

在控制设备与仪表之间建立基于以太网的 Modbus TCP 通信，将控制数据准确地转换为过程记录。

老标准采用面板安装式仪表 DIN 标准的面板安装尺寸。新标准融合多环控制、安全数据记录、集成以太网和内置 Web 服务器，在传感器和互联网之间提供必要且具有成本效益的链路。

9. VR（虚拟现实）/AR（增强现实）/HR（混合现实）技术

（1）VR（虚拟现实）

创建虚拟世界的计算机仿真系统。利用计算机生成一种模拟的环境，是一种多源信息融合的交互式三维动态的实体行为系统仿真。VR 包括了拍摄、数据建模、视觉反馈技术、全息摄影技术应用等。

（2）AR（增强现实）是仿真系统的延伸发展方向。具体包括仿真技术、计算机图形学人机接口技术、多媒体技术、传感技术网络等多种技术的集合体。该系统包括模拟环境、感知技术、自然技能、传感设备等。

（3）HR（混合现实）技术指的是多 VR（虚拟现实）与多 AR（增强现实）的混合应用技术，可用更加大型的综合设计系统中。

三、工业互联网与衡器标准对接^[5]

1. 衡器工业存在的问题

衡器工业所涉及的互联网行业，主要集中在工业自动化行业中。目前工业物联网急需解决的有两大问题：

第一，如何统一信息通信接口；第二，如何保证信息传送的安全。

工业互联网产业联盟（以下简称 AII）标准^[1]

由工业和信息化部指导，工业互联网产业联盟（以下简称 AII）启动了工业互联网标准体系的研究。在紧密结合《工业互联网体系架构（版本 1.0）》、全面总结工业互联网标准化需求基础上，提出了工业互联网标准体系建设的总体思路、基本原则、标准体系框架、重点标准化方向及标准化推进建议。

（1）工业互联网白皮书

工业互联网平台白皮书（讨论稿）、工业互联网成熟度评估白皮书（1.0版）、中国工业大数据技术与应用白皮书、中国工业互联网安全态势报告（2016年）、工业云安全防护参考方案、工业互联网标识解析—产品追溯白皮书（2017年）

（2）工业互联网标准

“工业互联网平台通用要求”（AII/001-2017）、“工业互联网标准体系框架”（版本1.0）。

2. 衡器行业与工业互联网标准应对

设想的第一步，能否回到互联网感知层面上，即目前我国的数字式称重传感器的通信协议的规范要求上来。

是否可以借鉴 OPC 标准的软件接口技术，采用统一的接口，使之规范起来。哪怕只有一些通用的技术要求也是可以的。

例如关于协议的安全性方面，采用嵌入式 IP 加密与防逆向技术等要求。

3. OPC 工业数据通信标准技术

OPC 工业数据通信标准以解决设备与设备、系统与系统之间的接口标准化为目的。

国际现状：对于工业数据通信标准有较为流行的以 OPC 工业数据通信标准技术为代表的安全高效的数据采集通信软件技术，在西方工业发达国家已经应用的较为普遍，

中国现状：由于企业的自动化程度还没有达到很高的水平，因此 OPC 标准的推广才处于初级阶段。一旦企业的互联网中采用了此软件的接口标准后，作为硬件 OEM 供应商只要支持此统一的 OPC 标准接口技术，在各种特定的工业应用平台上无需编写硬件驱动程序，可避免硬件 OEM 供应商的重复性开发。

应用：可应用在现场数据采集、历史数据访问、报警与事件处理、设计冗余、远程数据访问等。

4. 建议可列入的衡器标准计划

（1）网络安全：随着工业互联网的发展，网络安全将成为衡器互联网首要解决的问题。代表性技术：用户身份鉴定技术、自我进化型网络技术、下一代解密技术；

（2）云平台与大数据分析：在网络化时代，大数据成为热点，但目前大量数据每年被分析的还不到 10%，如何有效利用云平台进行大数据分析是关键性问题。代表性技术：可视化技术、自动识别技术、自然语言处理技术；

（3）机器人与智能化：随着衡器行业逐步推广机器人的应用，机器人的机动性、灵敏性及智能化的提高，对机器人的要求不仅满足与提高自动化的程度，如何将人工智能软件应用于机器人是发展方向。代表性技术：机器自学习技术、传感器控制技术、人机交互技术。

结尾

如何将工业互联网系统的思路引入到现代衡器大系统中，是目前我国衡器行业急需思考的问题。本文从工业互联网技术、衡器与工业互联网的对接、工业互联网与衡器标准对接等三个方面及衡器在工业互联网中的应用列举了较多的案例。相信我国衡器工业的现代化系统必将会紧跟工业互联网系统的发展，在衡器技术创新的道路上紧跟国内外的潮流。

注：本文主要内容根据《基于互联网的衡器工业发展（中国衡器协会）》高级研讨班的 PPT 文稿“工业互联网在工业衡器上的应用”修改整理而成。（详见参考文献^[6]）

【参考文献】

- [1] 中国工业互联网产业联盟 “工业互联网平台白皮书（讨论稿）” 2017.10 中国北京 [J]
- [2] 施耐德电气 “工业物联网：智能制造的演进之路”（PPT 文稿） 2017 中国苏州 [C]
- [3] 陈日兴 “衡器紧跟物联网技术发展—引领新一轮技术革命” 第十届全国称重技术研讨会论文（中国衡器协会） 2011.4 中国上海 [C]
- [4] 陈日兴 “我国衡器技术现状与最新发展” 2012 年称重物联网产业发展论坛（PPT 文稿） 2012.5 中国南京 [C]
- [5] 陈日兴 “智能制造与衡器应用综述—论智能制造在衡器行业的应用前景” 第十六届全国称重技术研讨会论文（中国衡器协会） 2017.4 中国上海 [C]
- [6] 陈日兴 “工业互联网在工业衡器上的应用” 中国衡器协会《基于互联网的衡器工业发展》高级研讨班 2017.11 中国宁波 [C]