

工业互联网平台标准化白皮书

(2018)



中国电子技术标准化研究院

2018年1月30日

内容摘要

为积极贯彻落实《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》，中国电子技术标准化研究院联合北京和利时智能技术有限公司、智能云科信息科技有限公司、石化盈科信息技术有限责任公司、航天云网科技发展有限责任公司、华为技术有限公司、浙江大学、参数技术公司、北京寄云科技有限公司、江苏极熵物联科技有限公司等单位编写了《工业互联网平台标准化白皮书（2018）》（以下简称：白皮书），目的是为政、产、学、研、用各方组织开展工业互联网平台标准化工作提供支持，更好地服务于我国工业互联网平台建设和推广，为构建可持续发展的工业互联网平台生态做出积极的贡献。

本白皮书的编写以新时代标准化工作总体思路为指导，以参考架构为分析标准化需求的理论体系，以综合标准化为标准化工作的总方法，系统分析工业互联网平台的标准化需求，以构建工业互联网平台新型标准体系为目标，提出了亟待研制的关键标准及方向建议，希望能为下一步开展工业互联网平台标准化工作提供参考和指引。

第一章 概述：简要介绍了本白皮书的编写背景、思路和目标。

第二章 平台发展情况：重点梳理了美国、德国和我国的工业互联网平台发展现状和最佳实践，分析了工业互联网平台的发展规律，总结了以参考架构为核心的标准化与平台建设推广双向迭代的发展态势，回答了标准化工作中“为什么”这一基本问题。

第三章 标准化需求分析：给出了基于参考架构理论的“四步走”标准化需求分析方法，围绕业务、用户和功能三个视图分析标准化需求，解决了标准化“做什么”的问题。

第四章 标准化实施路径：提出了可持续发展的“一五一三”工业互联网平台标准化生态，以及通过标准化公共服务平台建设，汇聚政、产、学、研、用五个方面的资源，实现产业、技术、标准协同发展。根据标准化工作的不同阶段，规划了标准体系框架、标准研制、试验验证和应用推广等重点任务，解决了标准化“怎么做”的问题。

第五章 政府主导制定的潜在关键标准：立足政府主导标准保基本的定位，提出了潜在的由政府主导制定的四类关键标准，包括基础共性、通用指南、行业管理和安全标准，发挥标准化工作在行业管理、规范引导、支撑保障、公共服务等方面的作用。

第六章 市场自主培育的潜在标准方向：从提高竞争力、推动技术创新、强化组织管理、消除技术壁垒四大目标出发，提出了由市场自主培育的潜在重点标准方向。

最后，作为正文相关内容的补充，以附录的形式给出了名词解释和已有相关标准清单。

目 录

第一章 概述	1
1.1 编写背景	1
1.2 编写思路	1
1.3 预期目标	2
第二章 平台发展情况	5
2.1 提出背景	5
2.2 发展现状	5
2.3 发展趋势	6
第三章 标准化需求分析	9
3.1 标准化的使命	9
3.2 标准化需求分析方法	9
3.2.1 参考架构理论	9
3.2.2 标准化需求分析过程	11
3.3 标准化需求	12
3.3.1 业务视图及其标准化需求	12
3.3.2 用户视图及其标准化需求	13
3.3.3 功能视图及其标准化需求	14
第四章 标准化实施路径	17
4.1 标准化生态分析	17
4.2 标准体系框架	19
4.2.1 综合标准化	19
4.2.2 标准体系框架	20

目 录

4.3 标准研制	21
4.4 试验验证	22
4.5 应用推广	22
第五章 政府主导制定的潜在关键标准	23
第六章 市场自主培育的潜在标准方向	27
第七章 结束语	31
附录A 术语解释	32
附录B 已有相关标准	33
参考文献	40



第一章 概述

1.1 编写背景

随着新一代信息技术与制造业深度融合，工业互联网成为推动制造业转型升级、发展实体经济的新型网络基础设施。工业互联网平台作为工业互联网的核心，由数据采集体系、工业PaaS平台和应用服务体系三大核心要素构成，是实体经济全要素连接的枢纽、资源配置的中心和智能制造的大脑，已成为发达国家推进“再工业化”战略、抢占新一轮科技革命和产业变革制高点的必争之地，更是我国工业实现换道超车的重要机遇。

2017年11月，国务院印发了《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》（以下简称：《指导意见》），明确将打造平台体系作为七大任务之一，提出构建工业互联网标准体系，实施标准研制及试验验证工程。工业互联网平台标准体系作为工业互联网标准体系的重要组成部分，是打造平台体系的基础技术支撑，有助于统一认识、促进技术成果转化和应用、构建平台发展生态^[1-3]。

为积极贯彻落实《指导意见》要求，中国电子技术标准化研究院联合相关单位编写本白皮书，旨在对工业互联网平台发展现状进行系统梳理，对标准化需求和实施路径进行研究，提出潜在的标准化工作方向和标准化生态建设建议，以便更好地引导工业互联网平台发展，支撑制造强国和网络强国战略实施。

1.2 编写思路

（1）调研分析发展情况。综合分析美国、德国和我国工业互联网平台相关的政策措施、技术和应用发展最新方向，总结提出工业互联网平台

的发展规律，为提出标准化需求奠定基础。

(2) 研究提炼标准化需求。依据参考架构理论，提出工业互联网平台标准化需求分析方法，从不同视图对标准化需求进行分析。

(3) 构建标准化生态。以标准为核心，构建可持续发展的“一五一三”全新标准生态。

(4) 提出标准体系框架和重点工作方向。运用综合标准化方法，提出工业互联网平台标准体系框架，并从政府主导制定和市场自主培育两级梳理标准化的重点工作方向。

工业互联网平台标准化白皮书编写总体思路如图1-1所示。



图1-1 工业互联网平台标准化白皮书编写思路

1.3 预期目标

(1) 明晰标准化需要解决的问题，深化工业互联网平台相关方对标准化作用的认识和理解，明确标准化工作方向。



(2) 形成标准化实施路径，支持工业互联网平台标准化工作，支撑工业互联网平台高质量发展。

(3) 提出潜在标准化工作重点，给出由政府主导制定和市场自主培育的标准化工作建议，引导和规范工业互联网平台建设。



第二章 平台发展情况

2.1 提出背景

国际金融危机之后，世界主要发达国家纷纷认识到以制造业为主体的实体经济的战略意义，期望通过产业升级解决高成本等问题，并通过发展高端产业寻求经济发展的新支柱。在此背景下，美国实施“再工业化”战略，产业界提出了工业互联网，核心功能是将机器、物料、人、信息系统连接起来，结合软件和大数据分析，进行科学决策与智能控制，提高制造资源配置效率，大幅降低生产成本。出于同样的考虑，德国在《德国2020高技术战略》中提出工业4.0战略，通过将机器设备、零部件、物料、人等进行数字转化，进行网络连接，实现设备之间、工厂之间横向集成，提高生产效率。在 market 需求的驱动下，美德各大企业加大力度开展了工业互联网平台的研究和建设工作，通过资源集聚、应用创新，实现资源的优化配置，推动工业互联网落地实施^[4-6]。

我国制造业正处于转型升级阶段，工业互联网同样是我国战略布局的关键。国内各大企业积极贯彻《指导意见》的要求，围绕自身的战略转型情况，加快建设和推广工业互联网平台。

2.2 发展现状

目前，工业互联网平台发展正处于规模化扩张期，以美德为代表的 world 主要国家纷纷将工业互联网平台作为战略重点，各国领军企业通过发展工业互联网平台，不断巩固和强化他们在制造业的地位。




GE联合AT&T、CISCO、IBM、INTEL等企业组建工业互联网联盟(IIC)，发布参考架构IIRA，发挥美国互联网优势，以IT技术和网络技术为

主要手段，打造服务于制造业的通用平台，实现多个行业业务的横向集成，促进行业信息融合，提高制造资源的配置效率。如IIC的牵头企业GE发布的工业互联网平台Predix，已经实现10多个领域的设备接入，联盟的其它企业围绕Predix发挥各自优势，提升Predix平台运营和服务能力。

德国联邦政府支持相关行业协会建设工业4.0平台，负责工业4.0国家战略的宣传推广、标准制定、人才培养和技术研发等。工业4.0平台发挥了德国传统制造业优势，在深耕专业领域的基础上，借助工业互联网平台，面向不同行业提供定制化解决方案，实现价值从业务需求到设备资产的纵向延伸。如西门子发布的MindSphere平台，已经实现约100万台设备和系统的互联^[7]。

目前，全球工业互联网平台数量已经超过150个。美国、德国和我国对工业互联网平台的研究内容及成果如表2-1所示。

表2-1 美国、德国和我国对工业互联网平台的研究内容及成果

国家	研究内容	成果
 美国	GE Predix主打工业互联网综合平台，采用数据流打通与数据分析衍生价值的结构。	Predix平台
 德国	MindSphere是西门子推出的基于云的开放式物联网操作系统，MindSphere的优势在于能够实现全面的系统集成和数据融合，帮助用户打破“数据孤岛”。	MindSphere平台
 中国	以工业大数据为驱动，以云计算、大数据、物联网技术为核心的工业互联网开放平台，可以实现产品、机器、数据、人的全面互联互通和综合集成。	INDICS平台 “根云”平台 COSMO平台等

2.3 发展趋势

工业互联网平台已呈现出智能生产平台、设备运营平台等多种类型，不同相关方对工业互联网平台有不同的理解，需要对其内涵形成一致认



识。从未来发展看，多个平台共存将成为趋势。与此同时，跨领域平台的功能和技术路线不一致，使得平台与设备、平台与用户、平台与平台之间的互联互通成为瓶颈。统一的参考架构可以为平台规划设计、开发实现和测试验证等提供参考，同时也是实现互操作和可移植的重要基础。

从美德推进工业互联网平台发展的路径来看，参考架构的深化应用是工业互联网平台建设的发力点。美德在建设平台的同时都提出了参考架构，并基于参考架构，进一步研发用例集、指南和测试床等成果，拓展平台应用。这种方式一方面为技术路径和技术选择提供参考，提高平台建设的质量；另一方面可加速实现技术和业务框架及其解决方案的通用性，提高平台及平台应用间的互联互通互操作能力^[8]。

参考架构在平台建设和标准化工作之间搭建了桥梁。参考架构先行，系统地梳理平台的商业、技术、功能等需求，以点带面，开拓相关技术标准和应用标准，自下而上构建和完善标准体系。在动态优化中，用标准反向带动平台建设，最终实现以参考架构为核心的标准化与平台建设推广双向迭代、互促共进的工作格局。



第三章 标准化需求分析

3.1 标准化的使命

工业互联网平台标准化的使命是营造可持续发展的工业互联网平台生态，支撑政府、服务产业，发挥“标准化+工业互联网平台”的最大价值，推动互联网和实体经济融合发展^[9]。如图3-1所示。



图 3-1 工业互联网平台标准化的使命

3.2 标准化需求分析方法

3.2.1 参考架构理论

参考架构理论源自国际标准ISO/IEC/IEEE 42010:2011《系统和软件工程 架构描述》，认为任何系统的架构都应从不同相关方的多个视角分别

进行描述，单一视角的描述不利于所有相关方统一认识。构建参考架构应从梳理目标对象的相关方出发，针对不同相关方的不同关注点进行综合分析，导出不同的描述视图^[10]。

参考架构理论的作用可以概括为：一个“基础”作用、一个“核心”作用和两个“延伸”作用^[10-12]，如图3-2所示。

一个“基础”作用、一个“核心”作用、两个“延伸”作用

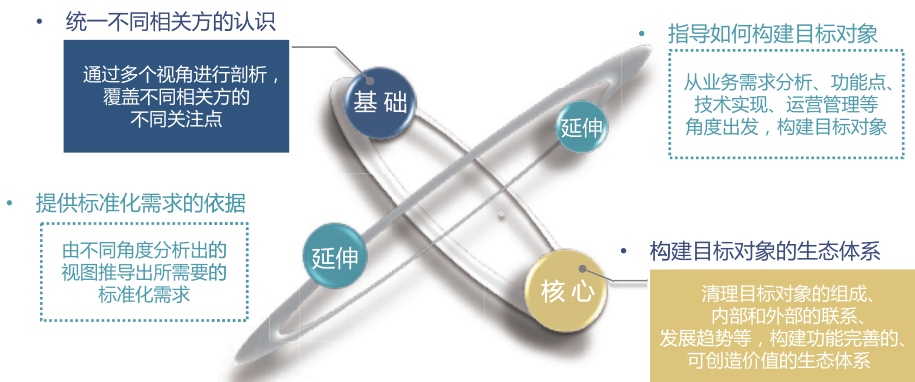


图3-2 参考架构的作用

一个“基础”作用是指统一不同相关方的认识。通过从不同的视图对目标对象进行剖析，有助于相关方全面、一致地理解目标对象的价值、功能、实现方式等。

一个“核心”作用是指构建目标对象的生态体系。参考架构综合考虑技术、商业、运营、组织、政治、经济、法律、监管、社会影响等因素，通过回答“有什么用、如何用、需要什么功能、怎么实现、怎么部署”等问题，理清各相关方的需求与关系，形成体现各相关方活动、功能、价值、风险等的架构，从而构建功能完善的、可创造价值的生态体系。

两个“延伸”作用，一是指导相关方根据各自关注点，从业务需求分



析、功能和技术实现、运营管理等多角度分析框架、规划蓝图，为构建目标对象提供依据；二是从不同角度分析目标对象，为标准化需求的分析提供理论依据，详见3.2.2。

3.2.2 标准化需求分析过程

参考架构理论为识别工业互联网平台标准化需求提供了崭新的思路。依据该理论，工业互联网平台标准化需求分析主要分为四步^[13]，如图3-3所示。

首先，识别工业互联网平台的相关方，如政府、工业企业、平台提供方和第三方机构。

第二，归纳了相关方的共同目标，即打造与我国经济发展相适应的工业互联网生态体系。

第三，综合梳理和分析不同相关方的关注点，从工业互联网平台有什么用、如何用、需要什么功能、怎么实现、怎么部署等视角出发，推导出业务、用户、功能、实现和部署5个视图，综合分析梳理5个视图的关注点和具体内容。考虑到技术快速迭代、部署环境多样性等因素对平台技

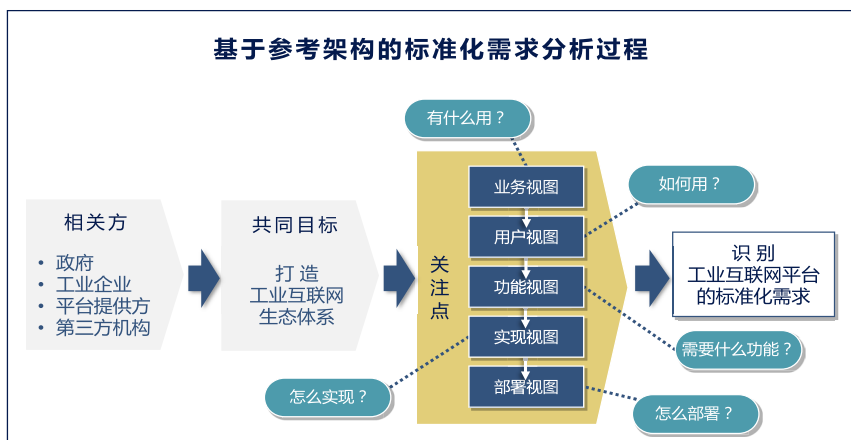


图3-3 四步走标准化需求分析过程



术实现和部署方式的影响，本白皮书不对实现视图和部署视图展开详细描述。业务、用户和功能3个视图的内容描述见3.3。

第四，针对业务、用户和功能3个视图，分别梳理相关方对工业互联网平台的关注点和标准化需求，见3.3。

3.3 标准化需求

3.3.1 业务视图及其标准化需求

业务视图梳理工业互联网平台各相关方共同的业务愿景和应用价值，总结为以构建新型工业基础设施、培育核心竞争力和推动业务转型升级为业务愿景，实现资源聚集共享、生产管理优化、设备健康管理、协同设计制造、制造资源租用等应用价值^[14]。如图3-4所示。



图3-4 业务视图

构建新型工业基础设施是工业互联网平台的基础业务愿景，通过提供各类资源泛在连接、弹性供给、高效配置的平台，为各类创新应用和新型商业模式提供资源保障。其标准化需求聚焦在资源开放共享和互联互通等



方面，包括数据资源、软件资源、制造资源、仿真环境等资源的开放共享要求，通信协议、数据交换、接口规范等互联互通要求等。

培育核心竞争力是工业互联网平台的核心业务愿景，通过工业互联网平台的应用，实现缩短产品生产周期、提高设备利用率和生产效率。其标准化需求聚焦在业务流程优化、资源利用等方面，包括制造过程可视化、业务跨平台集成、数字化工厂、设备健康维护、自动化运维等。

推动业务转型升级是工业互联网重点支撑的业务愿景，通过互联网平台的应用，实现更大范围、更高效率、更加精准地优化生产和服务资源配置。其标准化需求聚焦在实现业务协同、增强生产灵活性和应变能力等方面，包括建模仿真规范、业务协同规范、个性化定制、平台互操作、数据可移植、应用可移植等。

3.3.2 用户视图及其标准化需求

用户视图梳理工业互联网平台涉及的各类角色、子角色以及对应的业务活动，如图3-5所示。



图3-5 用户视图

平台提供方为平台客户提供工业互联网平台，并负责平台的运维、安全管理等。其标准化需求聚焦在平台的开发和部署、运营和运维、平台

集成、安全和风险管理等方面，包括平台的功能和质量要求、通用组件管理、平台运行维护、平台治理、商业服务和市场行为规范、计量计费 and 交易规范、接口规范、集成能力要求、风险和安全管理规范等。

平台客户包含工业应用使用者和工业应用/第三方开发者两类子角色。工业应用使用者使用工业互联网平台上的工业应用或微服务以支撑其工业活动；工业应用/第三方开发者基于工业互联网平台上提供的开发工具或开发环境实施部分平台功能组件的开发，以供其自身或其他工业应用使用者使用。其标准化需求聚焦在工业应用开发过程、平台选型、服务规范、应用指南等方面，包括工业应用的质量要求、工业应用评估和测试要求、平台功能和性能要求、工业知识管理、工业服务能力要求、工业服务的计量计费、平台应用指南、应用绩效评价等。

平台关联方一般作为第三方负责平台的审核和监管。其标准化需求聚焦在平台的审计、检测认证、分析与安全监管等方面，包括审计的过程规范和技术要求、度量和测试规范、评估评价规范、风险评估、安全监管等。

3.3.3 功能视图及其标准化需求

功能视图描述工业互联网平台的功能框架、功能组件，及其相关关系^[15]。如图3-6所示。

基础资源域为整个工业互联网平台提供计算资源、存储资源和网络资源。其标准化需求聚焦在资源管理、资源虚拟化等方面，包括网络和通信管理、设备管理规范、存储和备份技术、虚拟化技术等。

边缘域为工业互联网平台提供工业设备和其他制造资源的管理和接入。其标准化需求聚焦在设备接入、协议解析、边缘数据处理等方面，包括接口规范、协议规范、互联互通技术、边缘计算、边缘数据处理和使用要求、感知技术等。

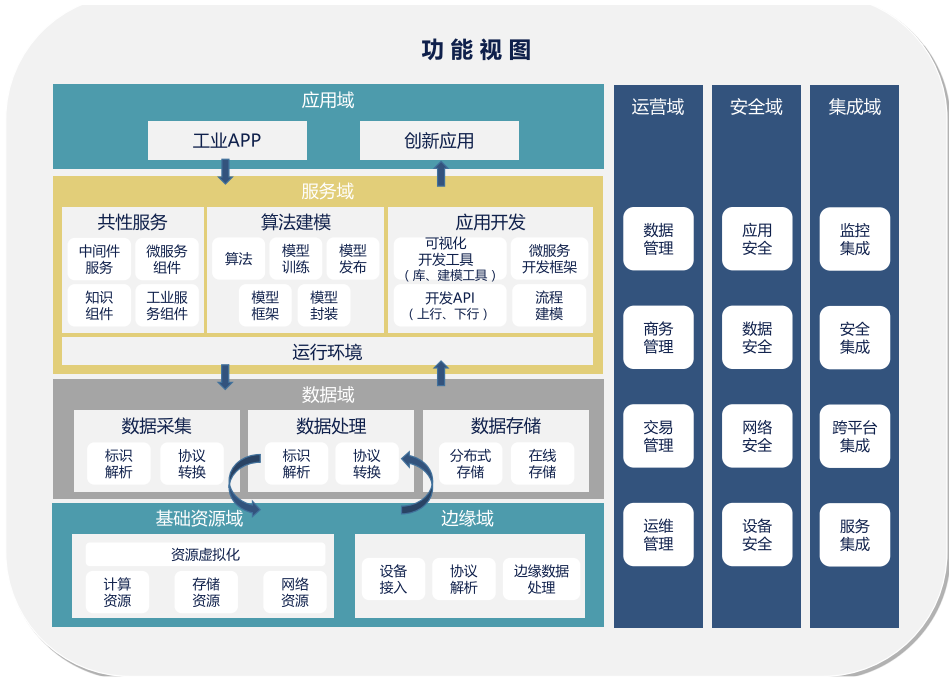


图3-6 功能视图

数据域负责对工业互联网平台的数据进行管理。其标准化需求聚焦在数据接入、数据处理、数据存储等方面，包括数据采集规范、接口和数据接入规范、数据格式要求、标识解析、协议适配、数据质量要求、数据治理和应用要求、数据存储和备份要求等。

服务域为应用域提供共性服务、算法建模、应用开发等支撑。其标准化需求聚焦在微服务框架的建立、基础模型和算法建模、微服务组件的开发和应用、工业应用开发工具的部署和使用等方面，包括微服务架构要求、微服务组件开发与封装要求、工程中间件要求、工业微服务组件库要求、工业软件云化、工业APP开发工具和接口、开放接口（OpenAPI）、开源实施指南等。

应用域面向特定行业、特定场景提供各类工业应用。其标准化需求

聚焦在工业APP研发和应用等方面，包括工业APP的需求分析、设计、开发、测试、使用等生存周期过程以及相关的质量要求、产品要求、评估评价要求等^[16]。

集成域实现工业互联网平台跨功能域集成能力和跨平台集成能力。其标准化需求聚焦在异构消息的转换适配、面向服务的架构（SOA）、可移植和互操作等方面，包括标识解析规范、协议规范、平台互操作、数据可移植、应用可移植等。

运营域负责工业互联网平台的日常运营。其标准化需求聚焦在平台要素运维管理和平台运营等方面，包括资源和性能监控、事件跟踪管理、应急管理 etc 等运维要求，商务服务规范、市场行为规范等商务管理要求，交易规范、计量计费规范等交易管理要求等。

安全域负责工业互联网平台的安全防护和管理。其标准化需求聚焦在应用安全、数据安全、网络安全、设备安全等方面，包括产品服务安全、API安全等应用安全要求，数据的可用性、完整性和保密性等数据安全要求，安全传输、访问控制、加密通信等网络安全要求，网络设备安全、防护产品安全等设备安全要求等^[17]。



第四章 标准化实施路径

4.1 标准化生态分析

生态体系也叫生态系统，指在自然界的一定的空间内，生物与环境构成的统一整体，在这个统一整体中，生物与环境之间相互影响、相互制约，并在一定时期内处于相对稳定的动态平衡状态。在标准化生态中，存在着不同的利益相关方，有如生物，在产业链条上各司其职又互相影响，形成有规律的共同体，在产业、技术发展的外部环境下，相互制约、价值共享、互利共存。

借鉴德国弗朗霍夫“以应用驱动研发”的工作模式，工业互联网平台标准化生态的设计，以标准为核心、以应用和创新为牵引、以协同共享为手段，以可持续发展为目标，最终形成“一五一三”标准化生态^[18-19]。如图4-1所示。



图4-1 “一五一三”标准化生态

(1) 健全一条标准化产业链。以标准研发、试验验证、成果转化、应用推广和创新发展为主线，打通标准化产业链的上中下游，在标准化全生命周期内的各环节促进产品和服务的研发和应用，以提升经济效益，并辐射到各个产业链成员，实现价值共享和最大化。

(2) 汇聚政产学研用五大主体。在标准化生态体系内应充分发挥以下五大主体的作用：

政：政府总揽全局、统筹协调，运用标准化手段规范工业互联网平台的规划和监管，提高工业互联网平台的服务效能。

产：企业提供最佳实践，标准研制的主要参与者，是标准研发、成果转化以及落地应用的主力军。

学：高校推动基础理论研究，培养并输出工业互联网平台的技术人才和标准化人才。

研：科研院所主导工业互联网平台标准研究，促进研究成果产业化，是持续推动标准化工作的源泉和动力。

用：是标准成果的主要应用者，能够催生新的应用创新，为生态体系创造价值，激发活跃度，促进新标准的研发。

(3) 打造一个标准化公共服务平台。平台汇聚标准化各项资源，面向标准的建设、研制、监控评价和应用推广等提供公共服务，实现标准跨领域、跨行业、跨区域的协同发展。平台能够借助市场资源，同时聚集科技与产业资源，为标准化成果转化提供孵化场所和环境，为产业技术进步、产业结构调整提供支持，培育产业示范基地，促进产业有序健康发展。

(4) 协同产业、技术、标准三大体系。通过在生态体系内部建立以标准为核心的和谐共生关系，实现工业互联网平台产业、技术的可持续发展，强化以技术创新为动力，推进标准研制和产业发展一体化，提升标准技术水平。充分发挥标准在科研成果转化为生产力过程中的桥梁作用，健



全协同创新体制。三个体系相互渗透，互为支撑，互为动力，标准与技术创新同步，技术驱动产业进步。

4.2 标准体系框架

4.2.1 综合标准化

综合标准化工作方法是一套指导开展标准化工作的系统方法论。GB/T 12366-2009《综合标准化工作指南》^[20]中对综合标准化定义是“为了达到确定目标，运用系统分析方法，建立标准综合体，并贯彻实施的标准化活动”。它以标准化对象为研究对象，准确地把握各种相关要素之间的关系，以保证整个系统的功能效果最佳。基于此方法论我院研究并发布《锂离子电池综合标准化技术体系》、《云计算综合标准化建设指南》、《国家智能制造标准体系建设指南》等成果，积累了丰富的综合标准化工作经验。

综合标准体系是一项系统工程。在构建工业互联网平台综合标准体系的过程中，依据《综合标准化工作指南》的基本原则、工作程序，按照确定标准化对象、开展系统分析（确定需要解决的问题、确定标准化需求）、选择最佳方案、确定标准项目的程序开展工业互联网平台综合标准体系的研究。研究思路如图4-2所示。

基于本白皮书3.2提出的基于参考架构的理论方法，在确定需要解决的问题以及标准化需求阶段，按照不同视角进行系统分析，全面理解和把握所有相关方对这个系统问题的关注点。通过分析所有相关方的关注点，确认参考架构的不同视角，推导工业互联网平台的业务视图、用户视图、功能视图、实现视图和部署视图，识别标准化需求，最终提出标准化最佳解决方案，即工业互联网平台标准体系^[21-22]。

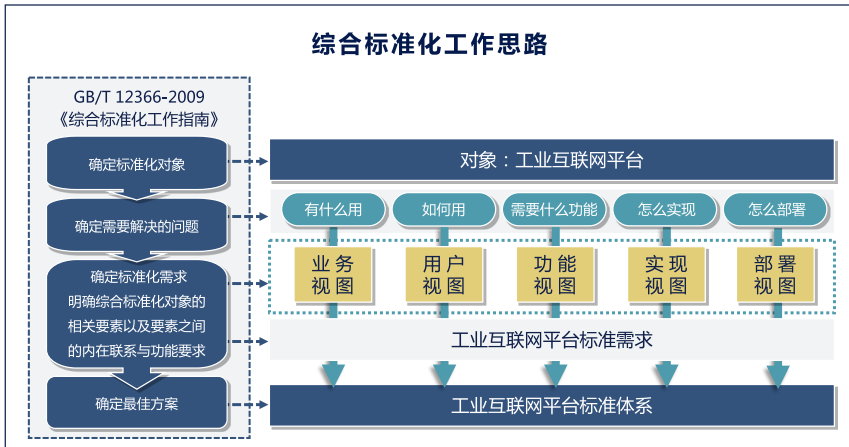


图4-2 综合标准化工作思路

4.2.2 标准体系框架

基于综合标准化工作方法以及标准化需求分析的结果，本白皮书给出了工业互联网平台标准体系结构建议，如图4-3所示。

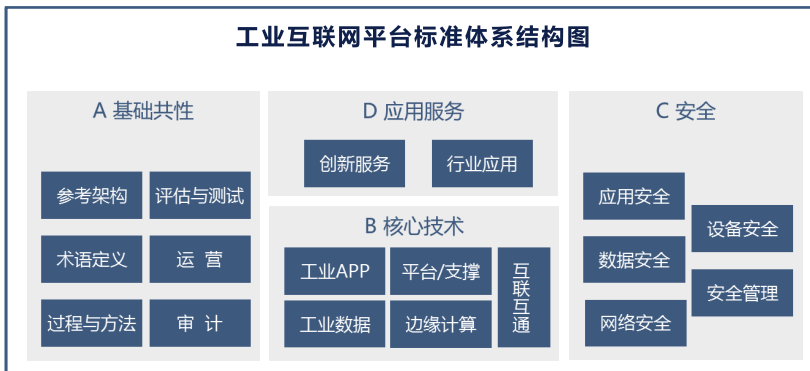


图4-3 工业互联网平台标准体系结构图

基础共性标准用于统一工业互联网平台的术语、相关概念，帮助各方认识和理解工业互联网平台，为其他各部分标准的制定提供支撑。包括参考架构、术语定义、过程与方法、评估与测试、运营、审计等。



核心技术标准用于规范工业互联网平台的设计、开发和实现，指导技术研发、测试验证等。包括互联互通、工业APP、工业数据、边缘计算、平台等技术要求。

安全标准用于提升工业互联网平台的安全防护能力，规范工业互联网平台的安全管理。包括数据安全、网络安全、设备安全、应用安全以及安全管理等。

应用服务标准用于指导不同应用场景、不同行业，制定应用软件开发和使用标准，为行业提供导则。包括创新服务、行业应用指南等。

4.3 标准研制

（1）统一组织协调

健全工业互联网平台标准化组织，发挥组织协调作用。鉴于工业互联网平台数据集成、平台管理、开发工具、微服务框架、建模分析等关键技术主要集中在信息技术领域，建议由信息技术标准化技术委员会（TC28）负责工业互联网平台相关标准的归口管理。由标准化委员会统筹规划，汇集行业内工业互联网平台标准化需求，开展工业互联网平台基础性、核心技术、应用服务、安全等标准研制工作。

（2）构建两级新型标准体系

面向平台标准化需求，构建政府主导建设和市场自主培育的两级新型标准体系。政府侧重保基本，主导制定标准体系、术语定义、参考架构、测试评估等通用性强、基础支撑作用明显的国家标准、行业标准和地方标准；市场侧重提高竞争力，自主建设模式创新、行业应用以及急需解决的技术等满足市场、创新需要的团体和企业标准。建立标准协调机制，保障两级标准体系的明确分工和高效协同；充分发挥团体标准的灵活性，鼓励学会、协会、联合会等社会组织 and 产业技术联盟协调相关市场主体共同制定，提升标准的供给能力。按照“急用先行，成熟先上”的原则，培育发

展一系列相互协调、互相依存的国家标准、行业标准、地方标准，以及团体标准和企业标准。

4.4 试验验证

工业互联网平台标准试验验证是生态体系的重要组成部分。推进产业联盟、企业、科研机构等联合建设标准试验验证平台，对标准开展合理性、完整性验证；配套开发和推广仿真与测试工具，增强标准试验验证平台的可操作性；在航空航天、汽车、石油化工等重点行业建设行业测试床，打造工业互联网平台的创新解决方案，挖掘产业价值，推动应用落地；鼓励平台建设、工具开发与标准研制同步进行，及时有效地将实践经验转化为知识。

4.5 应用推广

打造符合市场驱动、技术所需的标准应用推广体系，是将标准化生态全面融通的重要环节，是将标准化工作成果转化为实践应用的关键阶段，需要为标准的落地应用做好各项部署。在重点行业、重点区域开展标准的宣传与培训，增强对标准的正确理解；开展标准的第三方咨询，发挥市场活力，丰富对标准的灵活实践；开展标准的符合性评估和测试，促进对标准的广泛应用；组织开发者大会、应用创新竞赛，提供经验交流的平台，在体系内实现良性互动。建立并完善以市场为主导、政府积极推进、科研院所技术支撑、企业应用实施的标准应用推广机制，依托工业互联网平台创新中心、工业互联网平台产业示范基地等，推进标准成果转化、标准化人才培养和标准应用示范，实现标准与应用的协同融合发展^[23-24]。



第五章 政府主导制定的潜在关键标准

政府主导制定的标准侧重于保基本，更多面向基础性强、约束性高、协调面广的标准需求，充分发挥了标准化工作在行业管理、规范引导、支撑保障、公共服务等方面的作用。工业互联网平台政府主导制定的潜在关键标准可归为四类，一是基础共性类，用于统一认识、统筹发展布局；二是通用指南类，从操作性的角度出发，用于指导推动行业发展的关键活动的实施；三是行业管理类，从提升质量的角度，用于统一评估、评价和准入淘汰准则；四是安全类，用于协调安全与发展间的平衡关系。政府主导制定的潜在关键标准如图5-1所示。



图5-1 政府主导制定的潜在关键标准



01 参考架构

- 本标准提出工业互联网平台的参考架构，包括角色、业务活动、功能组件以及相互之间的关系。
- 本标准为建设方、应用方、监管方理解和讨论工业互联网平台提供通用的架构描述。

02 互操作和可移植

- 本标准给出工业互联网平台互操作和可移植相关的术语、概念和框架模型，提出平台互操作、数据可移植、应用可移植等方面要求。
- 本标准有助于建立平台各相关方对互操作和可移植的共识，提高平台间、产品间的信息和功能组件交互和共享能力，提高工业互联网平台融合应用水平。

03 边缘层的数据流动、分类和使用

- 本标准规定边缘层数据格式和交互方式、数据安全、隐私保护等相关要求。
- 本标准适用于指导边缘层数据的交互方在统一接口下进行交互和数据应用。

04 工业互联网平台选型指南

- 本标准规定工业互联网平台的功能、性能、质量、安全等方面的要求，提出了平台选择、评估和改进等指南。
- 本标准为平台的潜在应用方提供产品选择的依据，为平台监管方提供市场准入和产品认证的依据，为平台建设方提供提升产品和服务质量的依据。



05 中小企业应用工业互联网平台的指南

- 本标准给出中小企业应用工业互联网平台的实施过程、操作方法以及相关要求等。
- 本标准适用于指导中小企业上云活动，将平台应用的成熟经验进行固化，形成工具箱并快速推广。

06 工业互联网平台服务能力成熟度

- 本标准提出工业互联网平台服务能力成熟度模型，规定服务能力成熟度等级要求和评估规范。
- 本标准适用于指导平台服务的提供方、监管方开展服务能力的评估、评价，为平台服务能力的提升提供阶段化的、可操作的路线图。

07 基于工业互联网平台的集成能力要求

- 本标准面向工业互联网平台建设和应用需求，提出平台的数据连接、消息中间件、SOA、系统扩展等集成能力要求。
- 本标准适用于指导平台的建设方和应用方集成各类资源的功能和性能，提升平台的资源集聚和融合应用能力。

08 工业互联网平台治理指南

- 本标准提出工业互联网平台治理的模型和框架，规定了实施治理的原则，以及开展顶层设计、管理体系和资源的治理要求。
- 本标准适用于建立工业互联网平台治理体系，并实施评估、监督或自我评价。



09 工业互联网平台应用绩效评价指南

- 本标准给出组织应用工业互联网平台所实现的社会和经济效益的评价方法，以帮助组织识别及提升这些效益。
- 本标准指导平台的应用方评估和监控工业互联网平台应用的投入产出比和实现效益，为制定相关发展决策提供依据，促进平台可靠、高效和合理地应用。

10 工业互联网平台安全指南

- 本标准规定平台的应用、数据、网络、设备和管理等方面的安全要求。
- 本标准适用于指导平台的建设方、应用方和监管方开展安全防护和管理工作。



第六章 市场自主培育的潜在标准方向

市场自主培育的标准侧重于发挥标准在提高竞争力、推动技术创新、强化组织管理、消除技术壁垒等方面的作用。在标准制定主体上，鼓励具备相应能力的学会、协会、商会、联合会等社会组织和产业技术联盟协调相关市场主体共同制定满足市场和创新需要的标准，供市场自愿选用，增加标准的有效供给。本白皮书所列市场自主培育的潜在关键标准方向主要源于工业互联网平台各相关方共同关切和发展急需的方面。市场自主培育的潜在标准方向如图6-1所示。

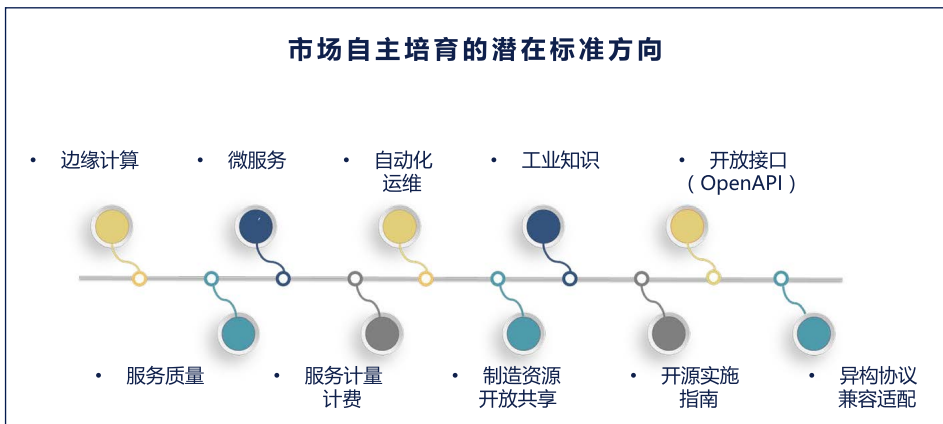


图6-1 市场自主培育的潜在标准方向



01 边缘计算

制定边缘计算中敏捷连接、实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私保护等方面的技术、方法和过程标准，指导边缘计算的技术、设备、产品的研发和应用，对于企业设备上云、业务上云具有重要的指引作用。

02 微服务

制定微服务相关的架构要求、技术方法、过程管理、组件要求、组件库等标准，规范和指导工业技术原理、行业知识、基础模型的规则化、软件化、模块化过程，为工业互联网平台的创新应用提供高质量、高复用性，且灵活调用和配置的微服务能力支撑。

03 自动化运维

制定自动化资源和性能监控管理、故障事件自动触发要求、事件跟踪管理、预测性运维、应急管理等自动化运维关键标准，强化运维执行力度、提高故障处理能力，为工业互联网平台高可靠性、高安全性要求提供运维保障。

04 工业知识

制定工业知识的分析发现、建模封装、应用和管理等方面标准，提高工业知识应用质量和应用效率，为工业技术、工艺知识和制造方法固化和软件化，以及工业APP的研发提供支撑，强化工业互联网平台的创新应用能力。



05 开放接口 (OpenAPI)

制定开放接口的格式规范、应用规范、接口规范、交互规范等标准，为开放接口的描述、应用提供统一的规范，降低工业互联网应用的开发门槛和开发成本，为海量开发者汇聚、开放社区建设提供支撑和保障。

06 服务质量

制定工业互联网平台服务的质量模型、度量和测试方法、评估和评价方法等标准，为平台的建设、应用和监管提供标准化依据。

07 服务计量计费

制定工业互联网平台服务的计量指标体系、计量认证、交易计费标准，为工业互联网平台使用方采购服务、提供方提供服务、第三方监管服务提供测算依据。

08 制造资源开放共享

制定设计能力、生产能力、软件资源、知识模型等制造资源的开放共享标准，强化平台的资源集聚能力，为各类工业应用的研发、商业模式的创新提供丰富的资源基础。



09 开源实施指南

制定代码管理规范、开源项目选型、开源代码发现和使用等标准，指导和规范平台建设和功能组件研发的开源活动，提高研发效率、降低研发成本。

10 异构协议兼容适配

制定接口、通信协议、数据交换、协议适配、标识解析等标准，实现工业互联网平台信息和功能组件的互联互通、数据互认。



第七章 结束语

工业互联网平台作为工业互联网战略布局的核心，已成为制造大国关注的新焦点、各国产业布局的新方向、领军企业竞争的新赛道，是抢占全球制造业主导权的各国必争之地，更是我国实现工业转型升级，完成换道超车的新契机。

产业的健康发展离不开标准的指引，本白皮书立足标准化，以综合标准化方法和参考架构理论为指导，系统地提出了一整套工业互联网平台标准化工作思路。本白皮书不是对工业互联网平台领域技术和产业的全面综述，仅从标准化需求的角度对目前工业互联网平台的技术和产业现状进行了分析。工业互联网平台标准化工作尚在起步阶段，研究提出的标准体系和建议无法面面俱到，只期待能成为技术和产业发展的连接纽带。芳林新叶催陈叶，流水前波让后波，本白皮书将不断根据技术、产业和标准化的发展需求，进行完善和补充。同时，也期望通过本白皮书的分享，呼吁社会各界共同参与，加强工业互联网平台的技术研究、产业投入、标准建设和应用。

正如习总书记新年贺词中提出的，2018年是全面贯彻中共十九大精神的开局之年。十九大描绘了我国发展今后30多年的美好蓝图，工业互联网平台的发展应是这美好蓝图中绚丽的一笔。本白皮书的主笔单位作为标准化的专业机构，深知标准化工作之不易，应不驰于空想、不鹜于虚声，一步一个脚印，与各界同仁携手努力，共同推动中国工业互联网平台标准、技术与应用的协同发展，共创未来。

附录 A

术语解释

表A-1 术语

术语	定义/解释
标准化 (standardization)	为了在一定范围内获得最佳秩序,对现实问题或潜在问题制定共同使用和重复使用的条款的活动 ^[25] 。
标准 (standard)	为了在一定的范围内获得最佳秩序,经协商一致制定并由公认机构批准,共同使用的和重复使用的一种规范性文件 ^[25] 。
架构 (architecture)	通过对纯元素、元素间的关系,以及系统统计和进化原则体现出来的一个系统在其环境中的基本概念或属性 ^[11] 。
互操作 (interoperability)	所谓互操作是指一种能力,使得分布的控制系统设备通过相关信息的数字交换,能够协调工作,从而达到一个共同的目标。
可移植 (portable)	软件从某一环境转移到另一环境下。
要求 (requirement)	表达应遵守的准则的条款 ^[25] 。
规范性文件 (normative document)	为各种活动或其结果提供规则、导则或规定特性的文件 ^[25] 。
技术规范 (technical specification)	规定产品、过程或服务应满足的技术要求的文件 ^[25] 。
规程 (code of practice)	为设备、构件或产品的设计、制造、安装、维护使用而推荐惯例或程序的文件 ^[25] 。
指南 (guide)	属于标准中的指导性技术文件,明确技术方向或技术思路 ^[25] 。



附录 B

已有相关标准

目前国际上关于工业互联网平台的相关标准主要集中在ISO/IEC JTC1、ISO/TC185等标准归口组织下，如表B-1所示。

表B-1 国际标准

序号	标准号	标准名称
1	ISO/IEC 10746-1:1998	信息技术 开放分布式处理 参考模型：概述 (Information technology -- Open Distributed Processing -- Reference model: Overview)
2	ISO/IEC 10746-2:2009	信息技术 开放分布式处理 参考模型：基本概念 (Information technology -- Open distributed processing -- Reference model: Foundations)
3	ISO/IEC 10746-3:2009	信息技术 开放分布式处理 参考模型：体系结构 (Information technology -- Open distributed processing -- Reference model: Architecture)
4	ISO/IEC 10746-4:1998	信息技术 开放分布式处理 参考模型：体系结构语义 (Information technology -- Open Distributed Processing -- Reference Model: Architectural semantics)
5	ISO/IEC TR 12182:2015	系统和软件工程 系统和软件分类框架及应用指南 (Systems and software engineering -- Framework for categorization of IT systems and software, and guide for applying it)
6	ISO/IEC 12207:2008	系统和软件工程 软件生存周期过程 (Systems and software engineering -- Software life cycle processes)
7	ISO/IEC TR 90005:2008	软件工程 ISO 9001在系统生存周期过程中的应用指南 (Systems engineering -- Guidelines for the application of ISO 9001 to system life cycle processes)



序号	标准号	标准名称
8	ISO/IEC 14769:2001	信息技术 开放分布式处理 类型库功能 (Information technology -- Open Distributed Processing -- Type Repository Function)
9	ISO/IEC 27005:2011	信息技术安全技术信息安全风险管理(Information technology -- Security techniques -- Information security risk management)
10	ISO/IEC 19941:2017	信息技术 - 云计算 - 互操作性和可移植性(Information technology -- Cloud computing -- Interoperability and portability)
11	ISO/IEC 16022:2006	信息技术 - 自动识别和数据采集技术 - Data Matrix条码符号规范(Information technology -- Automatic identification and data capture techniques -- Data Matrix bar code symbology specification)
12	ISO/IEC 17826:2016	信息技术 - 云数据管理接口 (CDMI) (Information technology -- Cloud Data Management Interface (CDMI))
13	ISO/IEC 20000-1:2011	信息技术 - 服务管理 - 第1部分：服务管理体系要求 (Information technology -- Service management -- Part 1: Service management system requirements)
14	ISO/IEC 27036-2:2014	信息技术安全技术供应商关系信息安全第2部分：要求 (Information technology -- Security techniques -- Information security for supplier relationships -- Part 2: Requirements)
15	ISO 13281:1997	工业自动化系统 - 制造自动化编程环境 (MAPLE) - 功能体系结构(Industrial automation systems -- Manufacturing Automation Programming Environment (MAPLE) -- Functional architecture)
16	ISO/TS 10303-27:2000	工业自动化系统和集成产品数据表示和交换第27部分：实现方法Java TM编程语言与Internet / Intranet扩展绑定到标准数据访问接口(Industrial automation systems and integration -- Product data representation and exchange -- Part 27: Implementation methods: Java TM programming language binding to the standard data access interface with Internet/Intranet extensions)



序号	标准号	标准名称
17	ISO 9506-2:2003	工业自动化系统制造信息规范第2部分：协议规范(Industrial automation systems -- Manufacturing Message Specification -- Part 2: Protocol specification)
18	ISO 9506-1:2003	工业自动化系统制造信息规范第1部分：服务定义(Industrial automation systems -- Manufacturing Message Specification -- Part 1: Service definition)
19	ISO 15745-4:2003 Amd 2:2007	Modbus TCP, EtherCAT和ETHERNET Powerlink的配置文件(Profiles for Modbus TCP, EtherCAT and ETHERNET Powerlink)
20	ISO 11354-1:2011	高级自动化技术及其应用 - 建立制造企业过程互操作性的要求 - 第1部分：企业互操作性框架(Advanced automation technologies and their applications -- Requirements for establishing manufacturing enterprise process interoperability -- Part 1: Framework for enterprise interoperability)
21	ISO 11354-2:2015	高级自动化技术及其应用 - 建立制造企业过程互操作性的要求 - 第2部分：评估企业互操作性的成熟度模型(Advanced automation technologies and their applications -- Requirements for establishing manufacturing enterprise process interoperability -- Part 2: Maturity model for assessing enterprise interoperability)
22	ISO/PAS 19450:2015	自动化系统和集成 - 对象过程方法(Automation systems and integration -- Object-Process Methodology)
23	ISO/IEC 27000:2016	信息技术安全技术信息安全管理系统的概述和词汇(Information technology -- Security techniques -- Information security management systems -- Overview and vocabulary)

目前国内围绕工业互联网平台主要开展了边缘计算、信息物理系统、云计算、工业云、工业大数据、工业控制安全、集成和互联等方面的标准化工作，覆盖国标、行标、地标等各个范围，国标主要集中在全国信息技术标准化技术委员会（TC28）和全国信息安全标准化技术委员会（TC260）技术归口，如B-2至B-4所示。

表B-2 国家标准

序号	标准号/计划号	名称
1	GB/T 15629.15-2010	信息技术 系统间远程通信和信息交换局域网和城域网 特定要求 第15部分：低速无线个域网（WPAN）媒体访问控制和物理层规范
2	GB/Z 33750-2017	物联网 标准化工作指南
3	GB/T 35301-2017	信息技术 云计算 PaaS平台参考架构
4	GB/T 35293-2017	信息技术 云计算虚拟机管理通用要求
5	GB/T 32399-2015	信息技术 云计算参考架构
6	GB/T 26335-2010	工业企业信息化集成系统规范
7	20171088-T-469	信息技术 系统间远程通信和信息交换 低功耗广域网媒体访问控制层和物理层规范
8	20171074-T-469	信息技术 系统间远程通信和信息交换 高可靠低成本设备间媒体访问控制和物理层规范
9	20153388-T-469	信息技术 工业传感网设备点检管理系统总体架构
10	20173823-T-469	信息物理系统 参考体系结构
11	20171080-T-469	信息物理系统 术语和概述
12	20162507-T-469	信息技术 工业云服务 能力总体要求
13	20162515-T-469	信息技术 工业云服务 模型
14	20173827-T-469	信息技术 工业云服务 服务水平协议规范



序号	标准号/计划号	名称
15	20173828-T-469	信息技术 工业云服务 计量规范
16	20173819-T-469	信息技术 大数据 工业应用参考架构
17	20173591-T-469	信息安全技术 大数据交易服务安全要求
18	20173818-T-469	信息技术 大数据 系统运维和管理功能要求
19	20173820-T-469	信息技术 大数据 产品要素基本要求
20	20173583-T-469	信息安全技术 工业控制系统信息安全防护能力评价方法
21	20173585-T-469	信息安全技术 关键信息基础设施网络安全保护基本要求
22	20173586-T-469	信息安全技术 关键信息基础设施安全保障指标体系
23	20173589-T-469	信息安全技术 可信计算体系结构
24	20173595-T-469	信息安全技术 动态口令密码应用技术规范
25	20173851-T-469	信息技术 安全技术 信息安全管理体系审核和认证机构要求
26	20173852-T-469	信息安全技术 数据安全能力成熟度模型
27	20173856-T-469	信息安全技术 工业控制系统专用防火墙技术要求
28	20173835-T-469	个性化定制 成熟度模型及评价指标
29	20173834-T-469	个性化定制 分类指南
30	20173836-T-469	信息技术 远程运维 技术参考模型
31	20173437-T-604	制造执行系统（MES）控制系统软件互联互通接口规范 第2部分：信息交换
32	20173438-T-604	制造执行系统（MES）控制系统软件互联互通接口规范 第4部分：验证和确认
33	20173439-T-604	制造执行系统（MES）控制系统软件互联互通接口规范 第1部分：通用要求
34	20173695-T-604	云制造服务平台制造资源接入集成规范



表B-3 行业标准

序号	标准号/计划号	名称
1	YD/B 186-2017	面向物联网应用的无线局域网总体技术要求
2	YD/B 187-2017	面向物联网应用的无线局域网空中接口技术要求
3	YD/B 188-2017	面向物联网应用的无线局域网组网技术要求
4	YD/T 2806-2015	云计算基础设施即服务 (IaaS) 功能要求与架构
5	YD/T 5227-2015	云计算资源池系统设备安装工程设计规范
6	YD/B 144-2014	云计算服务协议参考框架
7	GA 1277-2015	信息安全技术 互联网交互式服务安全保护要求
8	GA 1278-2015	信息安全技术 互联网服务安全评估基本程序及要求
9	GA/T 1390.2-2017	信息安全技术 网络安全等级保护基本要求 第2部分：云计算安全扩展要求
10	GA/T 1390.3-2017	信息安全技术 网络安全等级保护基本要求 第3部分：移动互联安全扩展要求



表B-4 地方标准

序号	标准号/计划号	名称
1	DB11/T 1285-2015	物联网感知设备通用信息安全技术要求
2	DB32/T 2289-2013	重点领域工业控制系统信息安全保护 基本要求
3	DB37/T 2726-2015	传感器网络 信息安全 网络传输安全测评规范
4	DB44/T 2010-2017	云计算平台信息安全风险评估指南
5	DB44/T 1342-2014	云计算数据安全规范
6	DB44/T 1458-2014	云计算基础设施系统安全规范
7	DB44/T 1560-2015	云计算数据中心能效评估方法
8	DB44/T 1562-2015	云计算平台安全性评测方法
9	DB44/T 2010-2017	云计算平台信息安全风险评估指南
10	DB37/T 2656-2015	物联网感知层安全要求
11	DB44/T 1567-2015	物联网应用RFID中间件总体要求
12	DB44/T 2005-2017	物联网信息终端通信接口测试方法
13	DB44/T 2006-2017	物联网的系统可靠性评价方法

参考文献

- [1] 《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.
- [2] 《关于深化制造业与互联网融合发展的指导意见》（国发〔2016〕28号），2016.05.
- [3] 安筱鹏.抢抓工业互联网平台发展战略机遇,2017.7.
- [4] 工业互联网平台白皮书（2017）.工业互联网产业联盟,2017.11.
- [5] 信息物理系统白皮书（2017）.信息物理系统发展论坛,2017.3.
- [6] 德国2020高技术战略.德国联邦教育与研究部,2010.7.
- [7] 中国区块链技术和应用发展白皮书（2016）.中国区块链技术和产业发展论坛,2016.10.
- [8] Annunziata M, Evans P C. Industrial internet: pushing the boundaries of minds and machines[J]. General Electric, 2012.
- [9] 通用电气公司.工业互联网:打破智慧与机器的边界[M].机械工业出版社,2015.
- [10] 《深化标准化工作改革方案》，2015.3.
- [11] ISO/IEC/IEEE 42010:2011 《Systems and software engineering——Architecture Description》，2011.
- [12] 李春田.标准化概论[M].中国人民大学出版社,2017.4.
- [13] ISO/IEC 17789:2014 《Information technology — Cloud computing — Reference architecture》，2014.
- [14] The Industrial Internet of Things Volume G1: Reference Architecture. Industrial Internet Consortium, 2017.



- [15] 沈苏彬,杨震.工业互联网概念和模型分析[J].南京邮电大学学报(自然科学版), 2015,35(5):1-10.
- [16] Framework for Cyber-Physical Systems Release 1.0.NIST Cyber Physical Systems Public Working Group, 2016.5.
- [17] Digitization of Industrie. Plattform Industrie 4.0, 2016.
- [18] 中国标准化研究院.中国标准化发展研究报告2015[M].中国标准出版社, 2015.
- [19] 麦绿波.标准化学-标准化的科学理论[M].科学出版社, 2017.9.
- [20] 工业互联网标准体系框架版本1.0.工业互联网产业联盟, 2017.2.
- [21] 云计算综合标准化体系建设指南.工业和信息化部, 2015.12.
- [22] 全国信息技术标准化委员会.信息技术标准化指南 (2017) .电子工业出版社, 2017.12.
- [23] THE GERMAN STANDARDIZATION ROADMAP INDUSTRIE 4.0. Verband der Elektrotechnik, 2014.
- [24] Michael Hogan, Fang Liu, Annie Sokol, Jin Tong. NIST Cloud Computing Standards Roadmap. NIST Cloud Computing Standards Roadmap Working Group, 2011.11.
- [25] GB/T 20000.1-2000 《标准化工作指南 第1部分：标准化和相关活动的通用词汇》, 2002.6.

中国电子技术标准化研究院

通讯地址：北京市东城区安定门东大街1号

邮 编：100007

联系电话：010-64102834 64102815

邮 箱：suwei@cesi.cn