

工业互联网在电力装备行业的应用

喻冬梅, 蒋宗敏, 戴冬云, 杜东, 武星

(西安西电电气研究院有限责任公司, 陕西 西安 710075)

摘要:为解决电力装备行业现场层采集的数据过少、过杂和“过脏”、企业级数据孤岛和制造数据与运维数据未有效打通等问题。本文采用“数字孪生”技术构建了电力装备领域工业互联网平台,重点开展了基于平台的设计云、生产云、知识云、检测云和服务云等环节设计,并在电力装备设计、制造和运维管理等场景进行了探索应用。通过研制推广智慧电器提升了设备自动化、数字化、网络化水平,消除了电力装备终端连接不足的瓶颈,提高了设备的数据采集能力和机理模型的沉淀能力;通过建设智能工厂将企业内部的设备和流程上云,建立运行与制造之间的有效联系,打通产品数据与运维数据,实现了提质增效;开展电力装备的资产管理和运维服务,局部打通了设备、产线、生产和运营系统,获取数据,打造了数据驱动的智能生产能力。将研制的工业互联网应用于电力装备行业,一方面获得了知识与经验的沉淀、重构和制造资源优化配置;另一方面,它为传统电力装备制造企业向制造服务型企业转型奠定了技术基础。

关键词:工业互联网;数字孪生;平台即服务;软件即服务;工业安全防护;边缘计算

文章编号:2096-4633(2019)09-0035-08 **中图分类号:**TM393 **文献标志码:**B

工业互联网是“一种物品、机器、计算机和人的互联网,它利用先进的数据分析方法,辅助提供智能工业操作,改变商业产出^[1]。它包括了全球工业生态系统、先进计算和制造、普适感知、泛在网络连接的融合”。随着新一代信息技术与制造业进一步加速融合,全球新一轮科技革命和产业变革正蓬勃兴起,制造业愈加显著地表现出网络化、智能化的前沿发展趋势,当前,工业互联网平台已成为全球工业领军企业抢占数据源头,主导行业发展的重要布局领域,德国、美国、法国等发达国家纷纷开展工业互联网的研究,抢占发展先机,GE、西门子、ABB等国际工业巨头相继推出 Predix、MindSphere、ABB Ability 等工业互联网平台;2017年10月30日,国务院常务会议通过《深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》,明确指出要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。在国家政策的引导下,我国工业龙头企业航天科工、三一重工、海尔等也相继推出航天云网、根云、COSMOPlat 等工业互联网平台。

电力装备产品是实现能源安全稳定供给的重要支撑,直接影响电网的运行安全,作为我国电力建设的战略性、基础性产业,电力装备制造行业是“中国制造2025”重点建设的十大领域之一。但是电力装备行业是典型的订单式离散式制造行业,其现状是:

(1)电力装备企业多而不强,多个龙头企业领跑行业,电力装备企业的信息化、智能制造水平相对电子、汽车、军工等行业发展较慢;

(2)边缘层缺乏提供数据存储、转换、处理、分析等边缘计算能力的模块和产品,无法对数据进行本地运算和预处理,“脏数据”和无用数据过多,导致企业端服务压力过大;工业协议种类繁多,且相对封闭,严重制约了工业数据互联互通互操作。

(3)企业内部的设备数据流和流程数据流未能有效融合。ERP、MES等管理自动化相关的IT信息技术系统和设备/流程自动化相关的OT运营系统之间未能有效地建立联系,导致数据信息割裂、平台孤岛化。

(4)没有有效打通设计、工艺、生产、试验检测和服务等环节,产品制造数据与运维数据未有效打通,运行与制造之间的闭环尚未建立,存在一定的资源重复配置和低效问题。

随着市场环境、客户需求的变化,电力装备制造企业面临着生产成本上升、产品需求多样化、竞争加剧等多重压力,急需进行数字化、网络化和智能化等方面的创新探索^[2]。中国的电力装备企业急需构建电力装备行业的工业互联网平台,为企业提供源泛在连接、弹性供给、高效配置的载体,在整个产品生命周期的价值链中,将人、数据和机器连接起来,

将新一代信息技术与制造业深度融合,使产品上云、流程上云,将工业互联网平台应用于设计、生产、试验、服务等环节,使工业互联网成为电力装备制造行业转型的重要抓手,实现传统制造型企业向制造服务型企业的转型,从而构建电力装备行业新型工业生态环境系统。

1 电力装备行业工业互联网平台架构设计

基于“数字孪生”技术^[3-4]进行电力装备行业工业互联网平台的架构设计,数字孪生是以数字化方式创建物理实体的虚拟模型,借助数据模拟物理实体在现实环境中的行为,通过虚实交互反馈、数据融合分析、决策迭代优化等手段,为物理实体增加或扩展新的能力。作为一种充分利用模型、数据、智能并集成多学科的技术,数字孪生面向产品全生命周期过程,发挥连接物理世界和信息世界的桥梁和纽带作用,提供更加实时、高效、智能的服务。

“数字孪生”技术贯穿机器生命周期的每个环节:客户、市场需求,产品的创意,产品的设计,产品的仿真,产品的加工制造,产品的出厂检验,产品的投入和现场运行,最后到寿命周期结束。贯穿于电力装备全生命周期的“数字孪生”技术(见图 1)。

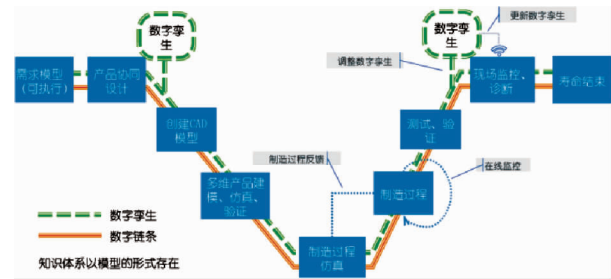


图 1 电力装备全生命周期的“数字孪生”技术

Fig. 1 Digital twins technology of power equipment for the whole life cycle

通过数字孪生规范设计的平台,在产品生命周期中的各个阶段都具备统一的、可以在平台上“流动”的模型,实现物理实体生命周期中多个阶段的价值协同,电力装备行业工业互联网平台的系统架构及组成图(见图 2)。

工业互联网平台^[5-6]按照边缘层、IAAS 层、平台层(也叫工业 PAAS 层)、应用层(也叫工业 SAAS 层)四级架构,以及贯穿上述各层级的安

全防护组成。工业互联网平台第一层是边缘层,通过大范围、深层次的数据采集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。第二层是 IAAS 层,通过计算、网络、存储等资源的虚拟化,实现信息基础设施的资源池化;第三层是 PAAS 平台层,基于通用 PAAS 叠加大数据处理、工业数据分析、工业微服务等创新功能,构建可扩展的开放式云操作系统。第四层是应用层,形成满足电力装备行业不同场景的工业 SAAS 和工业 App,形成工业互联网平台的最终价值。四层架构+工业安全防护构成了工业互联网平台的基础支撑和重要保障。

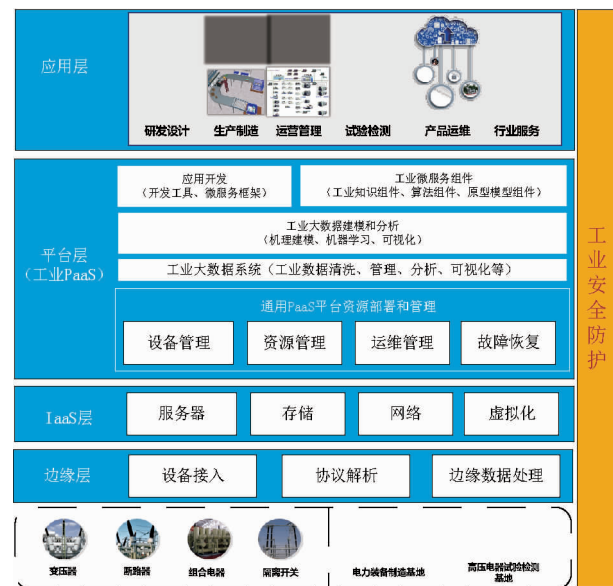


图 2 电力装备行业工业互联网平台系统架构及组成图

Fig. 2 System architecture and composition diagram of industrial internet platform in power equipment industry

1.1 边缘层

针对电力装备行业的特点和边缘计算^[7]具有低延迟、高可用、高实时等优势,将窄带接入、边缘计算、协议适配、多源异构数据融合和终端设备数据网络安全等技术应用于电力装备边缘侧设备,在输变电网络边缘侧分布式架构上,通过将应用、数据和服务从集中式节点推向网络边缘,在靠近终端设备和数据源头,融合网络、计算、存储和应用核心能力的开放平台,就近提供智能服务,通过知识模型驱动智能化能力,实现电力设备的自主化和物协作化,进而形成对云计算的有益补充,突破传统以云计算模型为核心的集中处理方式无法高效处理边缘设备所产生的数据的瓶颈。

1.4.3 检测云

通过让检测数据和检测流程上云,实现试验环节和试验过程的可追踪、可塑,实现基于测试数据的产品后服务,建立设计过程和试验过程的机理模型,把传统试验方式逐渐过渡到基于数字孪生的虚拟样机实验,形成新的试验业务,实现设计、运维与实验的数据资源互联,实现试验结果精细化、设计、运行寿命预估等功能。检测云组成图如图 8 所示。



图 8 检测云组成图

Fig. 8 Composition diagram of detect cloud

1.4.4 知识云

在工业互联网平台上构建数字孪生^[8-12]支撑体系,对产品机理模型、经验和资料等建立由设计和监测数据源驱动的数字孪生,整合产品生命周期功能环节,建立产品数据模型集成数据和集成化仿真模型,并派生出新的辅助系统和服务应用,将生命周期中积累的信息返回到新产品设计,形成闭环,改进产品和生产过程。机理模型、数据模型、设计模型、仿真模型、分析模型、运行模型等一系列模型贯穿在产品生命周期的各个阶段,共同促进产品及其生产的优化。

1.4.5 服务云

服务云主要用于资产管理,针对产品/系统运维阶段的资产管理和优化,实现远程监控、远程诊断、远程维护、远程升级。平台上的物联网系统不断采集运行状态、参数和环境信息,让设备在使用阶段“可视”。通过数据驱动和知识模型的计算,实现故障预测、寿命评估的量化指示,实现智能增工、智能增容、智能增寿、智能技改,即资产增质提效。将服务作为产品,实现业务系统效率提升和资源有效配置,优化业务,在服务云上还可以结合应用场景,衍生出一系列的针对生产、业主和第三方的增值服务。

1.5 工业安全防护

随着工业互联网在电力设备行业的应用,相对封闭、相对专业和相对安全的电力装备行业将成为

黑客、不法组织甚至是网络战的攻击目标,电力装备行业工业互联网将面临着设备安全、数据安全、控制安全和网络安全等安全风险。本系统采用纵深防护的安全理念,构建多层次纵深防御系统,重点考虑设备、系统、网络、数据和应用等领域的安全性要求,从物理防护、访问控制、安全管理、标识和鉴别、通信安全、运维安全等方面进行工业互联网各组成部分的安全防护。工业互联网安全系统组成如图 9 所示。

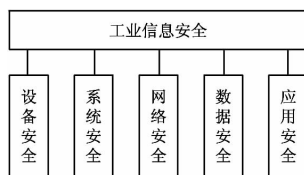


图 9 工业互联网安全系统组成图

Fig. 9 Composition diagram of industrial internet security system

2 工业互联网在电力装备行业的应用

基于上节所述的工业互联网体系架构,面向产品设计、仿真、工艺、生产、质量、运维等环节,工业互联网平台在电力装备行业的应用主要包括基于边缘计算技术的智能开关设备、智能制造基地和电力设备资产管理及数据分析等方面。

2.1 基于边缘计算技术的智能开关设备

边缘计算智能开关设备采用智能分布式架构^[13],按照智能资产、智能网关、智能系统和智能服务四层模型进行部署,分布式电网电力装备边缘侧数据量大,本地应用系统多,需要大量的计算存储资源,智能资产和智能网关完成本地最实时的处理后,将数据汇聚到本地分布式智能系统进行二次处理,完成本地的实时决策和实时优化;智能系统提供弹性扩展的网络、计算、存储能力;智能服务基于模型驱动的统一服务框架,面向系统运维人员、业务决策者、系统集成商和应用开发人员等多种角色,提供开发服务框架和部署运营服务框架。工业互联网平台在高压开关设备边缘层的应用如图 10 所示,在边缘侧,通过增加状态测量传感,让电力装备能够准确感知到自身的运行状态,嵌入式终端不仅具备数据采集、调理和实时控制的能力,还将对数据进行预判和逻辑反馈,同时具有连接 Agent 的能力以支持站级控制和优化。站级的数据可以连接云平台,实现现场运行数据的云端存储与优化,基于云端行业知识与经验形成的装备资产优化系统,根据工况持续改进设备的运行效率。

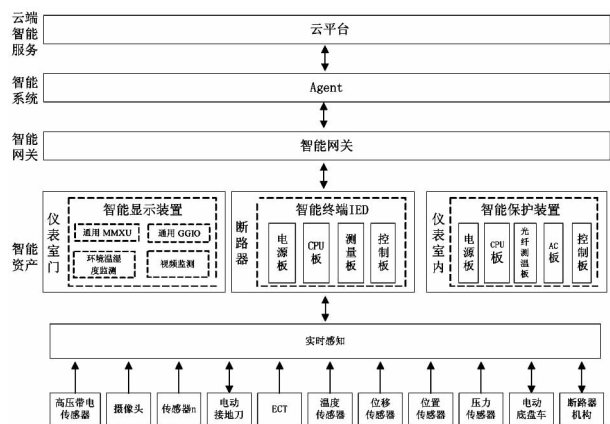


图 10 工业互联网平台在高压开关设备边缘层的应用

Fig. 10 Application of industrial internet platform in edge layer of high voltage switchgear

2.2 生产云的应用——智能制造基地

基于数字孪生“信息物理融合”^[14]的思想,通过工业互联网平台将数字化生产制造体系以产品全生命周期的相关数据为基础,在计算机虚拟环境中,对整个生产过程进行仿真、评估和优化,并进一步扩展到整个产品生命周期,实物设备与所对应的虚拟模型进行虚实互动、指令与信息同步,形成一个支持实物设备连线的生产基地快速设计、规划、装配与测试平台。在制造生产基地,将数据采集、SCADA 系统、MES 等分散系统按照内外业务划分,分别部署在企业私有云和公有云上,私有云保证内部业务的安全与实时性,公有云提供对外接口将数据的价值对外延伸,通过将数据汇入到工业大数据湖,增加系统的扩展性,并且将企业能源数据与众多制造数据结合起来,发挥平台的威力,工业互联网平台在制造生产基地的应用^[15]如图 11 所示。

2.3 服务云的应用——电力设备资产管理及数据分析

基于工业互联网平台,物理设备实时感知运行状态与环境数据,结合边缘侧的智能终端,过滤常规的“脏”数据,增加“自主”数据,实现设备资产在运维阶段的监测和数据收集,通过状态数据的积累来优化维修与保养,远端的数据汇聚在工业大数据湖,虚拟设备在孪生数据的驱动下与物理设备同步运行,并产生设备评估、故障预测及维修验证等数据,融合物理与虚拟设备的实时数据及现有孪生数据,工业互联网平台一方面实现海量数据的管理,根据需求精准地调用与执行运维服务策略,保证物理设备的健康运行;另一方面,将设备资产的长期运维和优化运行结果反馈

到企业,发现设备缺陷、预测故障,实现产品延寿和精准的服务。数据汇聚在平台之后,通过数据的分析与挖掘,真正展现流动数据的价值。结合企业在电力装备行业深耕的知识和经验积累,对高压开关、变压器等核心电力装备进行了数据采集、分析与积累,并通过设备的机理模型与数据相关关系进行设备状态评估与故障预测,形成一系列 APP 运行在工业互联网上,帮助生产企业不断改进质量,提供更贴心的售后服务,帮助设备业主合理安排运维计划,优化保养,延寿提效。工业互联网平台在电力设备资产管理及数据分析的应用如图 12 所示。

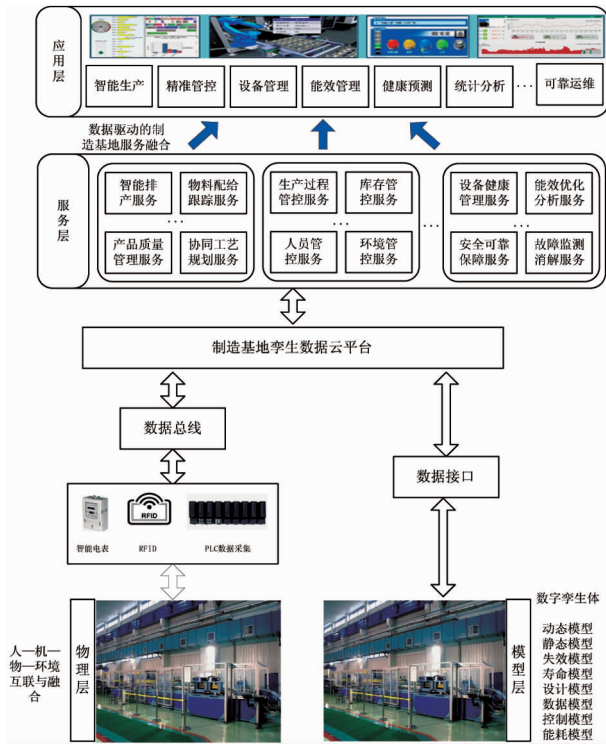


图 11 工业互联网平台在制造生产基地的应用

Fig. 11 Application of industrial internet platform in manufacturing base

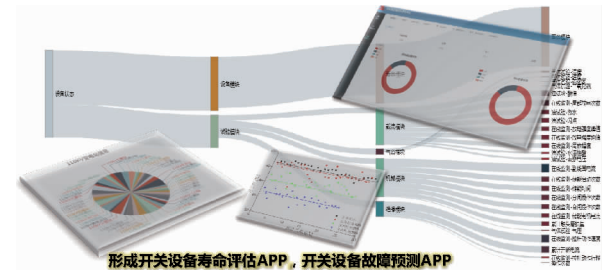


图 12 工业互联网平台在电力设备资产管理及数据分析的应用

Fig. 12 Application of industrial internet platform in power equipment asset management and data analysis

3 结论

传统电力装备制造企业将行业知识、经验、工业沉淀模块化、软件化,形成行业机理模型,利用行业优势突破数据技术、平台架构等 PAAS 关键技术,建立了电力装备行业工业互联网平台,并将该平台应用于生产云和服务云,进行了探索实践:面向企业内部的生产率提升建设了智能工厂,实现了提质增效;开展了行业机理模型的构建^[16]工作,在边缘层打造了高压开关和变压器等智慧电器,在服务云业务开展了电力装备的资产管理和运维服务,局部打通了设备、产线、生产和运营系统,获取数据,打造了数据驱动的智能生产能力。改进并解决了以下传统电力装备企业的痛点:

(1)通过研制推广智慧电器提升了设备自动化、数字化、网络化水平,通过智能网关实现了异构网络之间的操作、信息共享、数据交换和互联互通,消除了电力装备终端连接不足的瓶颈,使电力设备的生产数据和产品数据源源不断地汇入工业互联网

平台,极大地提高了设备的数据采集能力和机理模型的沉淀能力;

(2)通过将企业内部的设备数据和流程数据进行融合,将设备上云、流程上云,建立运行与制造之间的有效联系,打通产品数据与运维数据,一方面实现生产设备状态的监测、诊断、预测,优化了生产设备的运维方案,提高了制造工艺,加强了产品的品质管理;另一方面将产品全生命周期数据上云,对产品状态进行监测、诊断、预测,优化产品运维方案,对产品设计进行优化和完善,提高了服务水平。

该工业互联网平台最大的亮点是基于“数字孪生”技术贯穿机器寿命周期的每个环节,调动电力装备行业的优势,提供电力装备行业设计、生产、检测、知识和服务环节的行业解决方案,实现了电力装备行业工业互联网平台的知识产权自主化和国产化。与国外知名企业工业互联网平台相比,还存在较大的差距,该平台与国外企业工业互联网平台对比表如下表所示。

表 与国外企业工业互联网平台对比表

Tab. Comparison table of industrial internet platform with foreign companies

名称参数	电力装备行业 工业互联网平台	GE 公司:Predix	西门子:Mindsphere	ABB:Ability
行 业	聚焦电力装备行业研发设计、智能制造、行业机理模型建立、行业试验检测质量分析和业务管理、行业资产管理、运维服务和资产优化	聚焦航空发动机、燃气轮机、风力发电机、医疗器械等设备资产管理	聚焦预测性维护、能源数据管理、资源优化等	聚焦电力、工业、交通和基础设施领域,如资产密集型行业绩效管理、流程工业的控制系统、远程监测服务、数据中心能源管理、电动汽车充电基础设施控制方案等
定 位	提供行业解决方案	打造工业操作系统	打造工业操作系统	提供行业解决方案
优 势	行业机理模型沉淀能力 + 基于大数据分析的海量试验数据增值服务“虚拟数字实验室”	行业机理模型沉淀能力	工业数据采集能力	工业数据采集能力
切入点	平台 + 智能产品 + 智能生产 + 智能试验 + 垂直行业渗透	平台 + 智能产品	平台 + 智能生产	平台 + 智能生产
工业 APP 开发主体	平台自身 + 垂直领域用户	海量第三方开发者	海量第三方开发者	平台自身 + 垂直领域用户
工业 APP 属 性	有限、封闭、定制	海量、开放、通用	海量、开放、通用	有限、封闭、定制
工业 APP 数 量	30 +	160 +	50 +	50 +
工业 APP 部署方式	公有云、私有云、混合云均可	公有云为主,私有云为辅	公有云为主,私有云为辅	公有云、私有云、混合云均可
边缘层	智慧电器 + 工业网关:自主研发	Predix Machine	Mind Connect Nano BOX/IOT 2040	ABB Ability 智能传感器、APC 引擎、800XA、Compact HMI

4 展望

当今时代是数字化、网络化和智能化的时代,工业互联网已成为企业竞争的新赛道、产业布局的新方向^[17-18]和大国竞争的新焦点。电力装备行业工业互联网在以下方面还需要开展工作:

(1)行业机理模型沉淀及构建。将行业标准、产品模型、产品设计和仿真计算有机的结合,同时考虑多场耦合因素,建立高格逼近的行业知识模型,建立基于模型的行业知识管理体系;

(2)行业生产制造和试验检测设备、流程与信息的高度融合,构建基于大数据分析的“虚拟数字实验室”,以APP的形式进行试验追踪和报表查询等业务,实现海量试验数据增值服务,同时与设计、生产制造环节形成闭环,节约社会成本、缩短新产品的研发和试验周期,提供改进调优等服务。

(3)构建电力装备在线互联实时运维服务平台,实现基于工业云服务的远程运维诊断服务应用和远程智能运维服务新模式。

(4)构建工业互联网平台安全保障体系,包含平台运行环境安全和接入数据安全等。

未来随着工业互联网在电力装备行业持续地建设与深入的应用,一方面,企业可实现外部价值链的延伸,即打造智能产品、服务和协同,通过提高生产率、降低生产成本、制造高价值产品等方式为企业创造更多的效益,打造数据驱动的业务创新能力;另一方面,可面向开放生态的平台运营,汇聚协作企业、产品、用户等产业链资源,打造数据驱动的生态运营能力,垂直电力装备行业,聚焦智能化生产、产品远程运维服务和供应链集成,实现电力装备行业企业的数字化制造服务的转型,笔者希望本文能够对其他行业工业互联网平台的开发和应用给予启示。

参考文献:

- [1] 王晨,宋亮,李少昆.工业互联网平台:发展趋势与挑战[J].中国工程科学,2018,20(02):15-19.
WANG Chen, SONG Liang, LI Shaokun. The industrial internet platform; trend and challenges[J]. Engineering Sciences, 2018, 20(02): 15-19.
- [2] ZHENG Pai, LIN Tzujui, CHEN Chunhsien. A systematic design approach for service innovation of smart product-service systems[J]. Journal of cleaner production, 2018, 201(11): 657-667.
- [3] KOULAMAS CHRISTOS, KALOGERAS ATHANASIOS. Cyber-physical systems and digital twins in the industrial internet of

- things[J]. Computer, 2018, 51(11): 95-98.
- [4] YUAN HE, JUNCHEN GUO, XIAOLONG ZHENG. From surveillance to digital twin challenges and recent advances of signal processing for the industrial Internet of Things[J]. IEEE Signal Processing Magazine, 2018, 35(09): 120-129.
- [5] 王飞跃,张军,张俊,等.工业智联网:基本概念、关键技术与核心应用[J].自动化学报,2018,44(09):1606-1617.
WANG Feiyue, ZHANG Jun, ZHANG Jun, et al. Industrial internet of minds: concept, technology and application[J]. Acta Automatic Sinica, 2018, 44(09): 1606-1617.
- [6] 汪兴.面向智能电网建设的电力物联网架构研究[J].电力大数据,2018,21(10):28-31.
WANG Xing. Research on the networked architecture of electric power for smart grid construction[J]. Power Systems and Big Data, 2018, 21(10): 28-31.
- [7] 赵诣,侯英洒,曹文东.边缘计算在超高压变电站综自系统中的应用探究[J].电力大数据,2019,22(03):44-48.
ZHAO Yi, HOU Yingsa, CAO Wendong. Study on application of edge computing in EHV substation SCADA system[J]. Power Systems and Big Data, 2019, 22(03): 44-48.
- [8] 陶飞,程颖,程江峰,等.数字孪生车间信息物理融合理论与技术[J].计算机集成制造系统,2017,23(08):1603-1611.
TAO Fei, CHENG Ying, CHENG Jiangfeng, et al. Theories and technologies for cyber-physical fusion in digital twin shop-floor[J]. Computer Integrated Manufacturing system, 2017, 23(08): 1603-1611.
- [9] 陶飞,刘蔚然,张萌,等.数字孪生五维模型及十大领域应用[J].计算机集成制造系统,2019,25(01):1-18.
TAO Fei, LIU Weiran, ZHANG Meng, et al. Five-dimension digital twin model and its ten application[J]. Computer Integrated Manufacturing System, 2019, 25(01): 1-18.
- [10] 肖静华,谢康,等.智能制造、数字孪生与战略场景建模[J].北京交通大学学报(社会科学版),2019,18(02):69-77.
XIAO Jinghua, XIE Kang, CHI Jiayu. Intelligent manufacturing, digital twin and strategic scenario modeling[J]. Journal of Beijing Jiaotong University(Social Sciences Edition), 2019, 18(02): 69-77.
- [11] 刘大同,郭凯,王本宽,等.数字孪生技术综述与展望[J].仪器仪表学报,2018,39(11):1-10.
LIU Datong, GUO Kai, WANG Benkuan, et al. Summary and perspective survey on digital twin technology[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2018, 39(11): 1-10.
- [12] YING CHENG, YONGPING ZHANG, PING JI. Cyber-physical integration for moving digital factories forward towards smart manufacturing: a survey[J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2018, 97(01-04): 1209-1221.
- [13] 黄新波,方寿贤,王霄宽,等.基于物联网的智能高压开关柜设计[J].电力自动化设备,2013,33(02):147-151.
HUANG Xinbo, FANG Shouxian, WANG Xiaokuan, et al. High voltage switchgear cabinet based on IoT technology[J]. Electric

- Power Automation Equipment,2013,33(02):147-151
- [14] 陶飞,刘蔚然,刘检华,等. 数字孪生及其应用探索[J]. 计算机集成制造系统,2018,24(01):1-16.
TAO Fei,LIU Weiran,LIU Jianhua,et al. Digital twin and its potential application exploration [J]. Computer integrated manufacturing systems,2018,24(01):1-16.
- [15] 陶飞,张萌,程江峰,等. 数字孪生车间——一种未来车间运行新模式[J]. 计算机集成制造系统,2017,23(01):1-9.
TAO Fei,ZHANG Meng,CHENG Jiangfeng,et al. Digital twin workshop: a new paradigm for future workshop [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems,2017,23(01):1-9.
- [16] 戴晟,赵罡,于勇,等. 数字化产品定义发展趋势:从样机到孪生[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2018,30(8):1554-1562.
DAI Sheng,ZHAO Gang,YU Yong,et al. Trend of digital product definition:from mock-up to twin[J]. Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics,2018,30(08):1554-1562.
- [17] PARK KYUTAE,IM SUNGJU,KANG YONGSHIN. Service-oriented platform for smart operation of dyeing and finishing industry [J]. International journal of computer integrated manufacturing,2019,32(03):307-326.
- [18] 藏志刚. 内蒙古电力物资管理信息平台架构及功能设计[J]. 内蒙古电力技术,2017,35(04):92-96.
ZANG Zhigang. Material management information platform architecture of inner mongolia power and its function design[J]. Inner Mongolia Electric Power,2017,35(04):92-96.

收稿日期:2019-06-10

作者简介:



喻冬梅(1976),女,硕士,高级工程师,主要从事智能电力设备、电力装备行业智能终端及边际技术及工业互联网应用技术的研究。

(本文责任编辑:范斌)

Application of industrial internet in power equipment industry

YU Dongmei,JIANG Zongmin,DAI Dongyun,DU Dong,WU Xing

(XD Electric Research Institute Co.,Ltd.,Xian 710075 Shanxi,China)

Abstract: In order to solve the problem that the data collected by the field layer of the power equipment industry is too small, too complicated and "over-dirty", the enterprise-level data islands and manufacturing data and the data of operation and maintenance are not effectively opened. This paper uses the "digital twin" technology to build an industrial internet platform in the field of power equipment. The design of design cloud, production cloud, knowledge cloud, detection cloud, service cloud and other links based on platform are importantly carried out, and the application of power equipment design, manufacturing and operation and maintenance management was explored and applied. By developing and investigating smart appliances, the equipment automation, digitization and networking level have been improved, the bottleneck of insufficient connection of power equipment terminals has been eliminated, and the precipitation capability of mechanism model have been improved besides the data collection capability of equipment; By building the smart factories, the internal equipment and processes of the enterprise be transferred to industrial internet, then an effective connection between operation and manufacturing be established, the product data and maintenance data are connected, and the quality and efficiency are achieved. Asset management and operation and maintenance services for electric power equipment have been carried out, and equipment, production lines, production and operation systems have been partially opened. Data is captured to create a data-driven smart production capability. Through the construction and application of the platform to the power equipment industry, on the one hand, experience of reconstruction and optimization of manufacturing resources is gained in the industry, On the other hand, it laid the technical foundation for the transformation of enterprise from traditional manufacturing enterprise to manufacturing service enterprise.

Key words: industrial internet; digital twin; platform as service; soft as service; industrial safety protection; edge computing