

工业互联网标识行业应用指南 (电力装备)

工业互联网产业联盟 (AII)

2021 年 12 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（注明是引自其他文献的内容除外），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
联系电话：010-62305887
邮箱： aii@caict.ac.cn

组织单位：工业互联网产业联盟

牵头编制单位：（排名不分先后）

中国信息通信研究院：刘阳、马宝罗、童晋、池程、田娟、刘澍、刘巍、古明浩、邹宇航

参与编制单位：（排名不分先后）

南方电网数字电网研究院有限公司：梁志宏、黄宏聪

华润智慧能源有限公司：张琪

大全集团有限公司：徐慧、王春林

特变电工股份有限公司：王大江、洪海亮

许继集团有限公司：罗开明

国家电网上海市电力公司：何涛、胡永焕

武汉大学：田猛、董政呈

上海电力大学：崔承刚、陈辉

北京科技大学：张海君、张晓奇

北京工商大学：于家斌、张海艳

合肥工业大学：李兵、丁立健

前 言

工业互联网标识解析体系建设是我国工业互联网发展战略的重要任务之一，为贯彻落实《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》、《工业互联网创新发展行动计划（2021-2023年）》等政策文件，全国各地积极开展工业互联网标识解析体系建设与部署，包括各级标识解析节点建设，标识解析产业生态培育，标识应用创新发展。

工业互联网标识可为制造业各类对象建立全生命周期“数字画像”，通过分层分级解析节点查询和关联对象在不同环节、不同系统中的数据，在此基础上企业还可以借助数据挖掘等技术实现各种智慧化应用，并为关键产品的监管提供基础支撑，标识解析体系作为国家新型基础设施，降低了企业接入工业互联网门槛和使用成本，促进了产业链上下游资源的高效协同。

在工业和信息化部指导与各地方政府的支持推动下，我国工业互联网标识解析体系建设已步入快车道，国家顶级节点稳步运行，二级节点快速发展，标识应用成效初显。当前，按照标识解析增强行动的要求，还需要从做大规模、做深应用、规范管理三方面进一步提升我国工业互联网标识解析体系的发展水平，深化标识在制造业设计、生产、服务等环节应用，发挥出标识在促进跨企业数据交换、提升产品全生命周期追溯和质量管理水平中的作用。

为了加快工业互联网标识解析体系在电力装备行业应

用推广，工业互联网产业联盟标识组联合电力装备行业相关企业、科研院所等编制《工业互联网标识应用指南（电力装备）》（以下简称指南）。本指南适用于《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017）大类 38 电气机械和器材制造业，包含中类 381 电机制造、382 输配电及控制设备制造、389 其他电气机械及器材制造。本指南主要围绕电力装备行业数字化转型需求，提出工业互联网标识解析实施路径、总结标识解析应用模式，为电力装备行业产业链相关参与方落地实施工业互联网标识应用提供参考。

本指南编写过程中，得到了（排名不分先后）时宗胜、高辉、康慧、夏荣、贾骏、谢枫、陈春宇等专家的指导，并得到了中天互联科技有限公司、南京邮电大学、中国电力工程顾问集团公司、中国电力科学研究院有限公司、国家电网江苏省电力有限公司、中国能源建设集团安徽省电力设计院有限公司、中国矿业大学等企业和高校的大力支持，在此一并致谢。

目 录

一、工业互联网标识解析概述.....	1
二、 电力装备行业数字化转型需求分析.....	4
(一) 电力装备行业基本情况.....	4
(二) 电力装备行业发展的主要特点.....	5
(三) 电力装备行业转型的变革方向.....	6
三、 电力装备行业标识解析实施路径.....	8
(一) 电力装备行业标识解析实施架构.....	8
(二) 电力装备行业标识对象分析.....	10
(三) 电力装备行业标识数据分析.....	11
(四) 电力装备行业标识应用组织流程.....	13
四、 电力装备行业标识解析应用模式.....	17
(一) 电力变压器协同制造.....	17
(二) 配电设备远程运维.....	22
(三) 电网资产全生命周期管理.....	24
(四) 远程抄表结算及能耗评估优化.....	26
(五) 电能计量自动化终端自动检测.....	30
五、 发展建议.....	34
(一) 制定电力装备行业统一标识编码规范.....	34
(二) 开展电力装备行业智能化转型探索实践.....	34
(三) 建立电力装备行业和安全体系.....	34
(四) 构筑电力装备行业能力共享与融合生态.....	35

一、工业互联网标识解析概述

工业互联网标识解析体系是工业互联网网络体系的重要组成部分，是支撑工业互联网互联互通的神经枢纽。工业互联网标识解析体系的核心要素包括标识编码、标识解析系统和标识数据服务三部分。其中，**标识编码**是指能够唯一识别物料、机器、产品等物理资源和工序、软件、模型、数据等虚拟资源的身份符号，类似于“身份证”中的身份证号，标识编码通常存储在标识载体中，包括主动标识载体和被动标识载体；**标识解析系统**是指能够根据标识编码查询目标对象网络位置或者相关信息的系统，对物理对象和虚拟对象进行唯一性的逻辑定位和信息查询，是实现全球供应链系统和企业生产系统精准对接、产品全生命周期管理和智能化服务的前提和基础；**标识数据服务**是指能够借助标识编码资源和标识解析系统开展工业标识数据管理和跨企业、跨行业、跨地区、跨国家的数据共享共用服务。在实际部署中，我国工业互联网标识解析体系逻辑架构采用分层、分级模式，包括根节点、国家顶级节点、二级节点、企业节点和递归节点，构成我国工业互联网关键网络基础设施，为政府、企业等用户提供跨企业、跨地区、跨行业的工业要素信息查询，并为信息资源集成共享以及全生命周期管理提供重要手段和支撑。

工业互联网标识解析是实现异构编码兼容的基础前提。制造业企业基于不同业务需求，已面向产成品使用了大量私有标识，建立仓储管理、物流配送、数字营销等场景的局部

数据闭环。随着标识对象从产品向机器、原材料、控制系统、工艺算法以及人等要素的扩展，应用场景从企业内单一业务向企业外多元服务的延伸，私有标识难以满足全要素、全产业链互联互通的需求。利用工业互联网标识解析基础设施，企业使用统一编码替代已有编码或进行编码的映射转换，可实现公有标识与私有标识、异构公有标识之间的兼容互通，将解决传统标识在企业外不能读或读不懂的问题，破除信息传递壁垒，进而实现各类主体在更大范围、更深层次、更高水平的互联。

工业互联网标识解析是实现多源异构数据互操作的关键支撑。由于制造业链条长、环节多、场景复杂、软件多样等特性，海量工业数据分散在不同系统中、异构网络相互隔离、数据表述不一致，大量的信息孤岛和特定的接入方式导致用户获取的服务受限，尤其在协同制造、智能服务等创新应用领域难以获取、发现、理解和利用相关数据。工业互联网标识解析通过建立与底层技术无关的公共解析服务、标准化数据模型和交互组件、异构网络适配中间件，可灵活定位并接入各类主体在不同环节、不同系统中的应用或数据库，从而促进不同行业、上下游企业之间数据关联、互操作与信息集成，同时提升现有制造系统的数据利用能力。

工业互联网标识解析是实现产业链全面互联的重要入口。企业间传统的信息交互模式为建立两两系统的数据对接，由于不同厂商、不同系统、不同设备的数据接口、互操作规程等各不相同，企业需投入大量人力、物力构建多套交互接

口，导致互联成本高、效率低、共享难，无法满足产业链协同需求。工业互联网标识解析各级节点作为国家新型基础设施，是全面互联下信息查询的入口，承载了工业要素全生命周期的信息获取及数据交互，通过许可监管、分级管理等保障了体系的稳定运行和高质量服务，保证了企业主体对标识资源分配和标识数据管理的高度自治，并通过统一架构、标准化接口等降低了企业接入门槛和使用成本，实现了部署经济成本最优。

工业互联网标识解析是打造共建共享安全格局的有效路径。随着工业互联网标识解析的快速落地与融合应用，其安全问题日益彰显。立足我国工业互联网标识解析发展和安全现状，应从安全人才培养、安全能力建设、安全监测体系、安全管理制度等方面，提升综合安全防护能力和水平，共同构建标识解析安全防护整体框架，持续优化工业互联网标识解析安全环境和产业生态。电力装备行业企业应结合行业发展需求和特点，加强自身系统安全能力建设和管理制度建设，着力推动电力装备行业标识解析安全保障能力。

二、电力装备行业数字化转型需求分析

(一) 电力装备行业基本情况

1. 行业简介

电力装备行业是由发电、输电、变电、配电和用电等环节组成的电力生产与消费系统的总称，主要包括电力生产业、电力供应业，以及相配套的装备制造和服务业。截止 2020 年底，我国全社会发电量突破 7.62 亿千瓦时，用电量突破 7.51 亿千瓦时，规模以上电力资产突破 15 万亿，发电量、用电量，以及市场规模均居世界首位。当前，以风电、光伏等为代表的分布式能源进入全新发展阶段，打造新型电力系统，构建清洁、低碳、高效的能源体系，服务“碳达峰、碳中和”已成为电力装备行业未来一段时期的发展方向。

2. 产业链

近年来，在我国大规模电力基础设施建设需求的带动下，电力装备行业发展迅速，已经形成了完整的电力装备产业链，如下图 1。电力设备产业链中**上游**主要为零部件、材料；**中游**主要包括发电设备、输电设备、变电设备、配电设备和公共设备五大类，发电设备主要是发电机、电动机、逆变器等设备，供电设备主要是各种电压等级的电线电缆、互感器、变压器等；**下游**主要为电网企业，包括发电厂、输电网、变电站、和配电网等，贯穿发电、输电、配电、变电和用电等环节。



图 1 电力装备行业产业链全景图

电力装备行业产业链贯穿发电、输电、配电、售电和用电等全流程，包括零部件企业、发电企业、电网公司、电力用户以及外部生态服务商。

目前，我国已开启了以智能电网为基础、特高压电网为骨干网架，依托先进的电力电子技术、新一代信息通信技术和 管理技术，推动能源转型发展的能源互联网建设，以推动能源数字化转型，提升绿色能源应用占比，服务国家经济社会发展的新阶段。为此，需要在新型电力装备、企业数字化等方面不断加大投入。

(二) 电力装备行业发展的主要特点

一是电力装备技术水平不断提高。由于我国在电力装备行业对关键共性技术和核心零部件研发领域重点攻坚，通过引进技术消化吸收再创新，电力装备更加专业和智能。

二是电力装备制造行业发展分化。新型电力系统建设带来电力设备新需求，光伏、风力等相关新能源发电装备需求巨大。然而，由于火电在我国能源结构比重下降，火电设备的需求减少。

三是电力装备国产化率持续提高。随着电力装备的技术水平不断提升，对进口电力装备产品和零部件的依赖性逐步减少，产品的科技含量和附加值不断提升。

四是电力装备行业向智能化发展。电力设备集成为先进的继电保护装置、变电站综合自动化系统、电网调度自动化系统等使电网的自动化水平显著提高，电网的安全稳定事故大幅下降。

(三) 电力装备行业转型的变革方向

随着能源需求和用电量持续增长，数字化转型成为电力企业适应能源革命和数字革命融合、实现高质量发展的重要手段。当前，电力装备行业主要围绕电力生产智能化、远程运维体系化、自动监测数字化、智能管控平台化四个方向，推动数字技术与生产经营管理深度融合。

一是加快质量效益转型。加快淘汰过剩和落后产能，科技含量足、附加值高、带动性强的高端细分产业得到优先发展，电力装备行业正在由低成本竞争优势向质量效益竞争优势转变。

二是提升电力装备行业智能化、数字化转型。新一轮的科技革命与产业变革正在蓄势待发，智能制造日益成为生产方式转变的重要方向。互联网、高科技、大数据、虚拟制造

信息技术与实体制造技术正在加速融合。

三是强化电力装备行业向绿色低碳转型。推进能源生产向绿色低碳路线转变，推动火电“近零排放”、安全稳妥发展核电、加大可再生能源占比成为当今能源生产和利用的最主要方向，相关电力装备具有较大的需求空间。

四是强化信息化安全能力。大数据化已成为现在电力装备行业的发展趋势，但大数据技术的发展也对电力装备行业提出了新的安全挑战，如何在运用大数据的过程中保护隐私安全是必须要解决的一个重要问题。

五是加快电力装备行业新技术应用。基于现有的能源架构难以满足能源产消的需要，强化人工智能、区块链等新技术的应用，探索新技术与能源互联网的设计思想的契合，推进能源互联网创新落地应用。

六是国际产能合作加快推动企业“走出去”。作为出口的重要设备，电力设备有望得到国家的优先扶持。从出口国家来看，“一带一路”沿线国家和地区的电力设施相对较不完善，电力设备缺口较大，具有广阔的国际产能合作和设备出口空间。

三、 电力装备行业标识解析实施路径

(一) 电力装备行业标识解析实施架构

电力装备行业标识解析实施架构是指导电力装备企业进行数据标识、解析、应用的指导性说明。架构明确了在生产制造、设备组装和运行维护三个关键环节中的数据标识重点和典型应用模式。

电力装备行业标识解析应用的重点在企业节点侧，企业完成数据标识后直接与标识解析体系基础设施对接，进行数据的全产业链流通。

在生产制造环节中，工业软件与生产设备是数据流转的主体，在传统工业软件数据库的基础上，通过对数据采用统一标识，完成数据的厂内厂外转换，增强了数据的流通性。

在设备组装环节，零部件仓储、物流信息是数据流转的主体，通过对物流信息、仓储信息、运输信息进行标识，可以无缝衔接零部件生产制造环节，并对后续的产品信息追溯、动态管理、远程维护提供了数据条件。

在运维维护环节，电力装备是数据流转的主体，运维人员、远程数据采集人员和监督者围绕电力装备进行数据的交换，通过标识解析体系，一方面可以方便完成远程抄表，另一方面可以实现对电力设备的状态监测和维护，降低人员成本，提升了业务自动化水平业务处理效率。

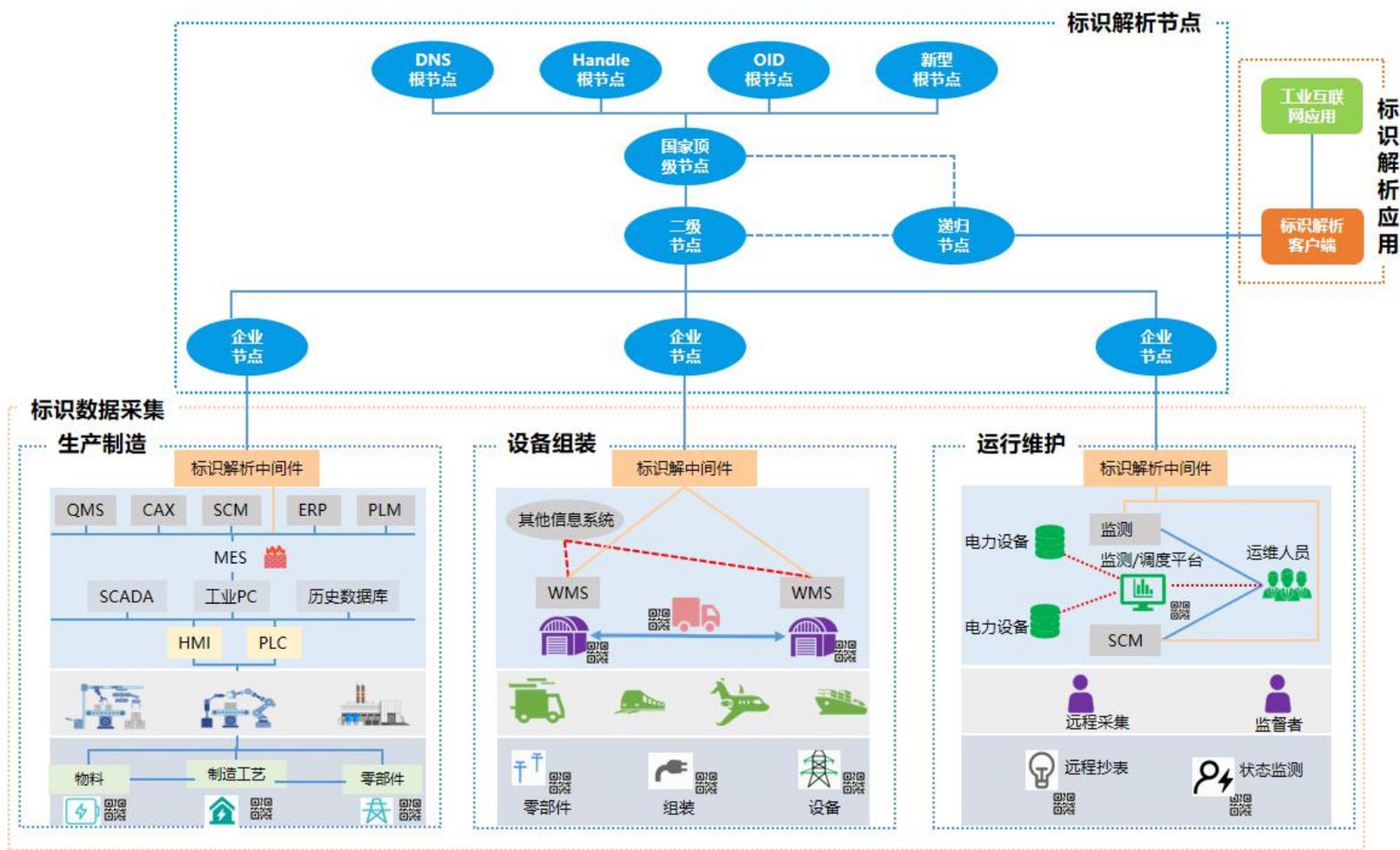


图 2 电力装备行业标识应用实施架构

(二) 电力装备行业标识对象分析

电力装备行业标识对象，包括实体对象和虚拟对象。电力装备行业的标识对象覆盖电力装备供应链、产业链和产品的生产、制造、销售、使用、监测等环节，由发电设备、输电设备、变电设备、配电设备、人员、工艺、物料、环境等对象组成。具体对象说明见表 1。

本指南仅对电力装备行业涉及的实体对象标识予以描述和建议。后期在此基础上，根据行业标识的应用推广情况，在逐步制定完善的电力装备行业其它标识对象分类与代码标准，以指导行业建设统一规范的主数据管理体系，实现整个行业产业间信息的互联互通。

关于标识载体，目前标识可以通过二维码、RFID 标签（有源、无源）、NFC、主动标识（UICC 卡、MCU、模组、终端等）等多种载体方式，依据实物资产的物理特性（如尺寸、安装部署位置等）、资产价值（低值易耗、贵重资产）、企业信息化系统需求等实际情况选择合适的标识载体方式。

表 1 电力装备行业标识对象分类

类别编码	物资大类	物资小类（举例）	标识载体
01	发电设备	对发电机、调速器、逆变器等等进行编码	激光蚀刻二维码或主动标识
02	输电设备	对线路杆塔、导线、接地装置、绝缘子等编码	条码、二维码
03	变电设备	对变压器、断路器、互感器等编码	条码、二维码或主动标识

04	配电设备	对高压配电柜、低压开关柜、控制箱等编码	条码、二维码
05	人员	对各类人员进行编码	条码、二维码
06	工艺	对生产加工过程及工艺技术信息进行编码	条码、二维码
07	零部件	对气体、液体、金属、绝缘等各类物料进行编码	条码、二维码
08	环境	对生产环境因素进行编码	条码、二维码

(三) 电力装备行业标识数据分析

1. 电力装备行业标识数据分类

按照标识数据来源，电力装备行业标识数据分为电力企业内部数据和外部数据。内部数据包括人员、工艺、物料、环境等信息数据。外部数据来源于发电设备、输电设备、变电设备、配电设备等全生命周期供应链管理，这些数据也为电网运行、管理、服务等提供支持。

电力装备行业标识数据具体如表 2 所示：

表 2 电力装备行业标识数据分析

标识对象 生命周期	库存 管理	订单 管理	设备 管理	状态 监测	质量 跟踪	产品 追溯	诊断 维护
发电设备			✓	✓	✓	✓	✓
输电设备	✓	✓		✓	✓	✓	
变电设备			✓	✓			✓
配电设备	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
人员	✓	✓	✓	✓			
工艺		✓	✓	✓			
零部件	✓		✓	✓	✓		
环境				✓			

为建立各类对象全生命周期的数字画像，需要对对象属性数据进行系统梳理，并规范属性数据组织形式和描述方法。根据工业互联网标识数据模型，如图 3 所示，电力装备行业标识应用企业可基于该建模方法，建立生产全要素的数字模型，并定义属性数据的元数据规范，从而实现企业内部的数据管理以及企业外部的信息交互。

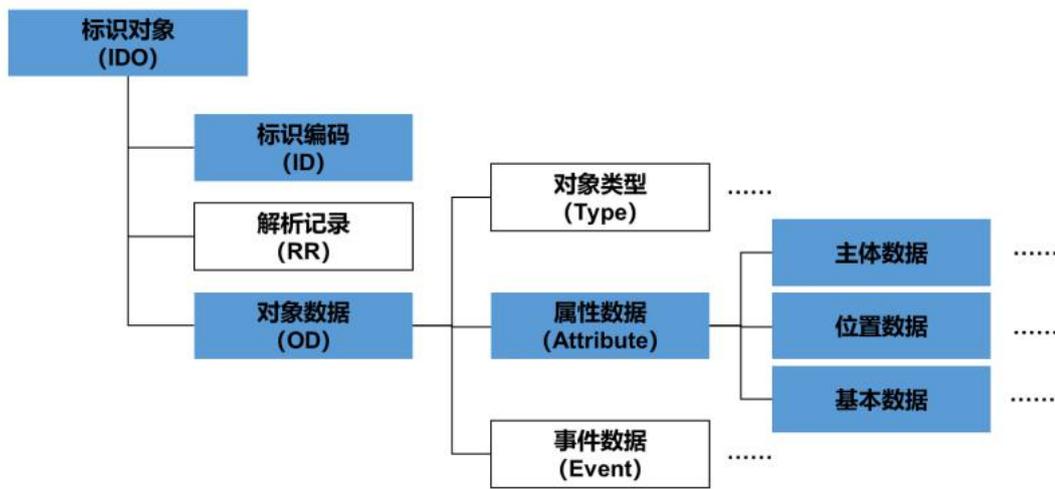


图 3 工业互联网标识数据模型

2. 电力装备行业标识数据应用场景

围绕智能电网和数字能源，电力标识数据可以广泛应用在配电网运行、配电网规划、用电服务与管理、社会经济和相关政策等方面，根据服务对象不同，可分为面向电力公司运行管理、面向电力用户服务和面向政府决策支持等三类应用。

(1) 面向电力公司类应用

主要包括停电管理、配电网运行状态评估与预警配电网故障定位、负荷预测、电网规划、收益保护、资产及供应链管理、电力巡检等。

（2）面向电力用户服务类应用

包括电力用户用电行为分析、需求侧响应、能效分析、供电服务舆情分析等。

（3）面向政府决策支持类应用

包括社会经济状况分析与预测、政府决策支持与相关政策评估(电价政策、 新能源补贴政策等是否合理)。

除上述三类应用之外，还可以面向社会及第三方单位提供区域居民房屋空置率分析、面向电力用户的精准营销辅助决策、用户信用评估等应用。

（四）电力装备行业标识应用组织流程

企业开展标识解析应用一般分四个阶段，预研与评估阶段、节点建设与部署阶段、企业标识应用实施阶段、产业推广与运营阶段。基于数字化转型要求，企业应对工业互联网标识应用需求进行分析评估，明确其建设和应用路径并进一步开展实施。其路径有三，一是服务于企业内部的闭环标识体系建设，二是服务于现场、车间、企业、供应链多层级开环应用的企业节点建设，三是服务于产业链跨企业应用的二级节点建设，图 4 给出了三条路径的组织流程，包括各阶段的重点实施步骤、产出物和参与方。在建设和应用过程中，二级节点还应当为行业提供统一、可实施的技术指导，如依托协会和联盟开展行业编码、元数据、系统接口等规范的研制，调动企业总结典型案例形成行业应用指南，聚集产业链建立应用生态，形成规模化应用。

1. 预研与评估阶段

企业根据自身发展现状，评估工业互联网标识及标识解析基础设施应用需求，当企业无外部信息交互场景时（例如内部资产管理），可自行建立私有标识的应用闭环；当企业存在交互场景时，可依托工业互联网产业联盟（AII）进行标识解析建设可行性分析，形成分析报告，由应用供应商进一步根据企业现状制定标识解析建设方案。

2. 节点建设与部署阶段

企业标识解析建设方案将明确建设路径，同时需开展标识解析标准化工作，以指导和支撑产业服务。其中，

二级节点建设应参照《工业互联网标识管理办法》、《工业互联网标识解析 二级节点建设导则》及相关技术标准，主要包括评审、建设、测试、对接、许可等关键步骤。企业依托 AII 组成专家团队进行二级节点评审，并形成评审意见，同时由政府评估后出具推荐函；企业根据实施方案进行系统建设和部署，在标识注册管理机构授权的情况下注册二级节点前缀；系统需经过第三方测试形成测试报告；测评通过的方可与国家顶级节点开展对接并进行对接测试；对接完成后企业可向所在行政区域管理部门申请许可，政府依照管理办法审核并为企业颁发相应牌照；二级节点正式上线，对接企业节点开展标识注册、解析和应用服务，并与国家顶级节点保持注册和解析数据同步。

企业节点建设可依托 AII 或应用供应商制定实施方案，

并开展系统建设；部署完成后企业可选择相应二级节点注册企业节点前缀；根据行业编码规范为企业内标识对象分配标识后缀；开展标识应用后应与二级节点保持注册和解析数据同步。

标准化建设主要依托中国通信标准化协会（CCSA）和工业互联网产业联盟（AII），同时也鼓励二级节点联合本行业专业协会、研究机构等共同开展标准制定。为规范二级节点基础服务、保障基础设施稳定运行，二级节点应协同企业节点共同开展行业编码、元数据、系统接口等标准研制。

3. 企业标识应用实施阶段

完成节点建设后，企业具备了基本的标识注册、解析能力，还需要在工业制造、物流仓储等现场部署标识及其关键软硬件。企业可通过 AII 或应用供应商根据建设方案提供赋码、采集、存储、和应用系统，基于工业软件中间件打通企业内部软件系统，基于顶级节点统一元数据管理构建企业主数据资源池，基于产品溯源、设备远程运维、数字化工厂等应用场景建设应用平台并与已有的工业互联网平台进行融合。

4. 产业推广与运营阶段

随着标识应用的逐步壮大，二级节点应总结典型案例形成行业应用指南，引领企业接入工业互联网；依托 AII 开展应用成效的评估评测，完成第三方认证。

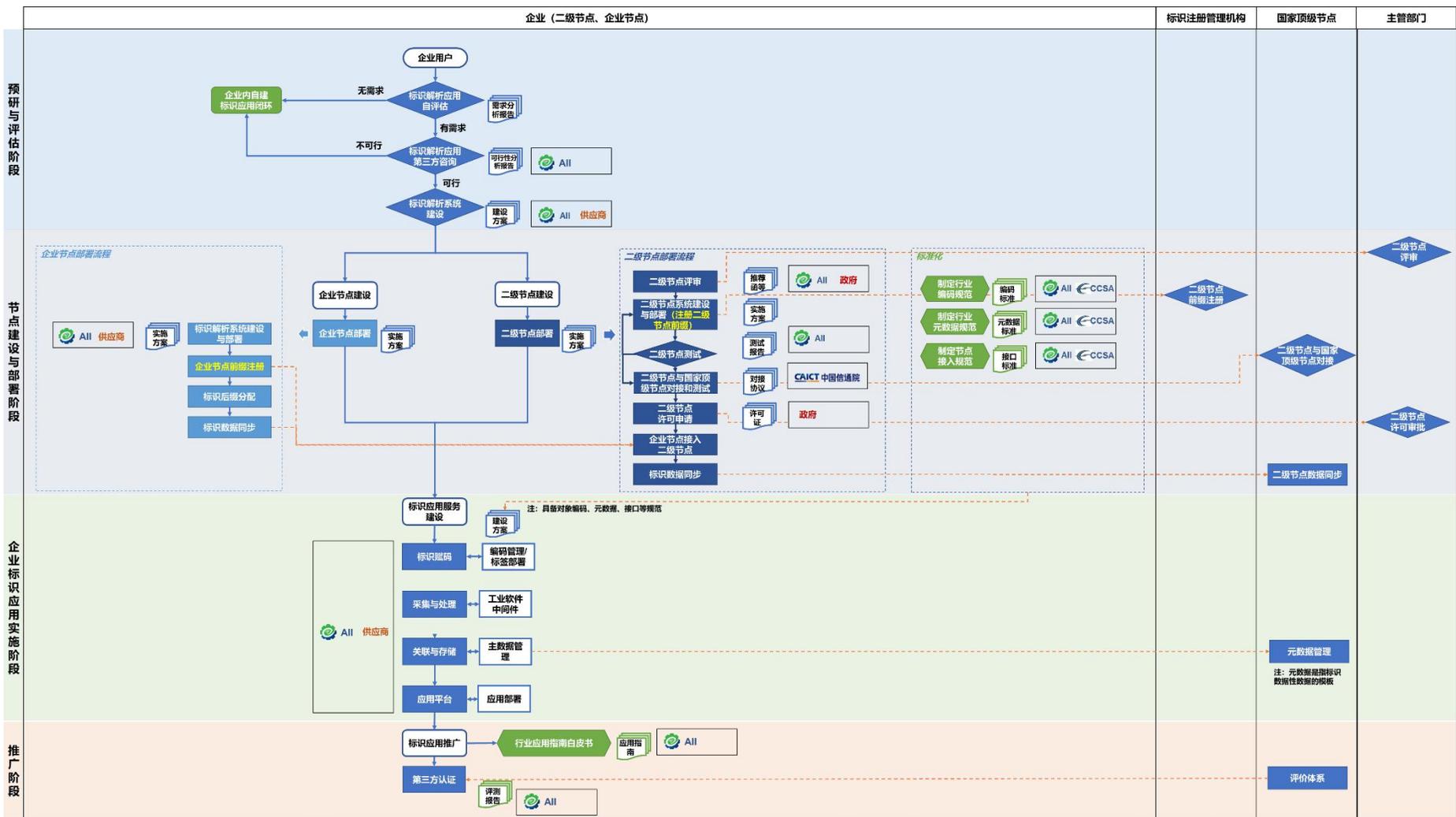


图 4 标识应用组织流程

四、电力装备行业标识解析应用模式

（一）电力变压器协同制造

1. 应用需求

电力变压器协同制造效率低，企业间数据流转安全有待加强。电力变压器上游包括硅钢、铜冶炼、化工等原材料产业以及熔断器、互感器、控制器等元器件产业，下游包括发电公司、电网、轨道交通、石化钢铁等大型企业以及普通工商业用户和居民用户。涉及的众多企业信息化水平差异较大，造成信息不对称透明度低，行业相关数据有效利用水平低，企业协同管理的能力较弱，企业间数据流转缺乏监管机制，数据安全性较差。

电力变压器生产物资标识不一致，供应链部分环节信息缺失导致生产效率偏低。部分上游元器件供应企业使用内部编码为产品进行标识，电力变压器制造企业采购原材料后重新对其进行编码以满足内部管理，两套编码规则不一致且难以建立映射关系，导致企业无法识别和获取元器件详细参数数据，供应链产生信息断层。电力变压器设计参数与零部件设备参数的不对称，在组装生产过程中严重影响了交付周期。

2. 解决方案

借助工业互联网标识解析全要素集成平台，将电力变压器配套原材料如套管、片散等，从原材料的制造、运输、质检、仓储，至整机的装配、销售、维护、更换、报废、回收

全过程都进行注册和采集，获取原材料、整机的状态、属性、位置、质量等信息，促进企业内部各系统之间、供应链企业之间数据的互联互通，实现企业资源优化配置，提高产品质量，提升生产效率。尤其在整机生产装配过程中，基于标识解析从上游企业信息系统获取被授权的元器件技术参数，和现场装配工艺进行自动匹配，提高电力变压器的良品率，通过进一步数据分析和反馈，优化供需结构，提升产业链协同能力。

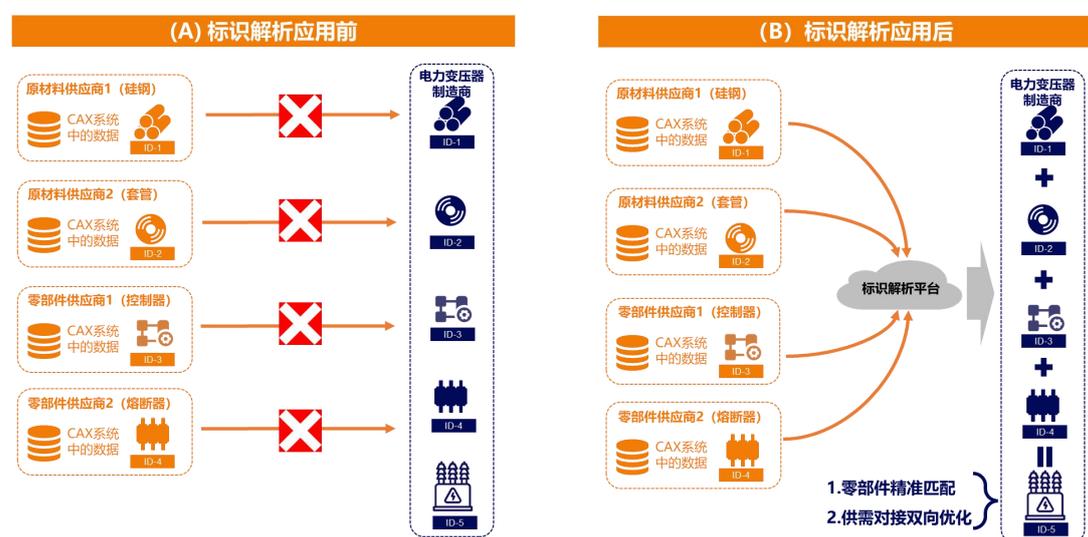


图 5 电力行业电力变压器协同制造解决方案

3. 典型案例及实施成效

案例 1：电力变压协同制造（特变电工股份有限公司）

1、标识解析在供应链管理上应用

借助工业互联网标识解析全要素集成平台，将电力变压器配套零部件如套管、片散等，从生产制造、运输、质检、仓储、装配至整机、终端销售、继续服务、更换、报废回收全过程都进行记录和注册、收集零部件全生命周期的质量数据，帮助供应商提升零部件质量。

电力变压器供应链上，产品从设计、生产规划、制造、运输、服务到回收的整个生命周期过程中，利用标识技术记录和查询产品状态、属性、位置等信息的过程，其目的是全过程全方位掌握产品的数据，促进企业内部各系统之间、企业之间、企业和客户之间信息数据的互联互通，实现企业资源优化配置，提高产品质量、生产效率和企业的核心竞争力。

基于工业互联网标识解析体系，配件生产企业、仓储物流企业、整机制造企业通过唯一标识在工业互联网标识解析全要素集成平台注册、解析、查询，解决了企业间因信息不对称、物资标识不统一而引起的生产效率低下等问题，促进生产、运输、使用、服务等环节的高效协同，有效提升企业资源优化配置，实现优化供应链管理。

2、标识解析在生产过程中应用

电力变压器从订单下达到完成制造，从销售发货到用户停止使用，产品的两大阶段中存在着大量的数据，这些数据分散在企业各类制造系统及销售服务系统中。通过唯一的产品标识，将生产制造阶段和消费使用阶段的各种数据进行关联和绑定，从而提供产品完整的数据管理，并应用于产品追溯、售后服务、智能制造等各个方面，帮助企业实现对产品价值和成本的大数据分析。

1) 生产管理

标识与识别：提供了多种方式的物料、半成品、成品的标识及识别方式，具体包括以下几点，支持原材料及各工序半成品按批次或单件进行标识；支持原物料及各工序半成品通过料框或托盘进行物料识别与分组分拣；支持料框编号与物料进行同型号物料批次绑定管理；支持托盘与物料进行成套绑定。支持托盘与物料进行同型号物料批次绑定管理；支持通过二维码标识与物料进行同型号物料批次绑定管理；支持打印物料单并通过物料单对物料进行识别管理。

数据采集：支持通过条码扫码，RFID读写及设备集成等多种方式记录物

料消耗信息、生产时间、等待时间、人工工时。

报警管理：支持生产过程中的异常报警，支持通过邮件，短信等方式将异常报警发送至相关人员，支持异常的分类管理，如将异常分为质量报警、物料报警、生产报警等；支持将对异常报警状态的管理，如：当异常长时间无人处理，系统将主动升级异常，并通知相关人员。

工程变更：支持设计和工艺变更结果的接收，能够应对不同情况下的工程变更，如：生产开始前，生产过程中，甚至生产完成后。并且能够将工程变更下达至生产的各个关键环节，实现工程变更的一致性，完整性。

工艺防错：在生产过程中通过产品工单关联下级关键零部件等信息，实现在装配过程中防错并且结合工艺流程防止错装，漏装。当发生质量异常时，系统能够按需求阻止不良品继续进入下一加工环节。

2) 物料标识管理

物料配送模块负责管理生产原料、辅材、包材等物料，将物料有计划，按需，及时地配送到指定工位的协同生产，满足生产现场对物料拉动的精益化管理，能够及时，准确配送物料到生产线边上。

物料接收：支持配送物料现场确认与审核。变压器线材二维码、测量装置条码标识示例如图所示。



图 变压器线材二维码、测量装置条码标识

物料配送：支持推式物料配送方式，支持车间的物料呼叫的拉式配送，支

持根据线边仓库的预警进行物料配送，支持与自动化物流系统集成，并通过AGV、RGV进行物料配送，支持成套件的物料分拣与配送，支持根据材料消耗定额生成物料配送定额，支持实时显示物料的配送情况。

物料齐套性检查：支持开工前的关键准备工作检查，如物料是否齐备，是否到位等。

库存标识管理：支持线边虚拟仓库设置，支持物料条码管理，支持物料分类管理，支持车间内部半成品的位置调整，位置查询，库存查询，支持显示车间现场申请及车间库存预警信息，支持车间配套的中小型零件（如标准件，小型电子元器件等）的仓库管理。

3) 质量管理

实现对各工序、工段、车间的生产控制、工艺标准执行情况和在制品质量建立标识，并进行有效监视，及时反馈（包括工艺管理部门、质量管理部门）。变压器线圈、报工二维码标识示例如图所示。



图 变压器线圈、报工二维码标识

建立一套完整的质量经验支持标识体系，为技术及管理人员对质量问题分析及决策提供可靠的、详细的数据依据；利用积累的质量问题数据，为技术人员及生产操作人员技能水平和对突发事件的处理提供快捷、坚实的技术基础。质量管理主要包含四部分：质量检验、返工返修、质量追溯、质量标准。

(二) 配电设备远程运维

1. 应用需求

跨系统信息整合难，设备质量把控缺乏抓手。配电设备生产企业、使用企业均建设有各自的生产管理系统，如 PMS 系统、移动作业系统、在线监测系统等，跨企业系统没有沟通桥梁，导致监管部门无法获取设备及其关键部件技术参数、设备使用情况、零部件供应商等全流程数据，难以进行设备的有效管理和及时运维，导致设备质量不合格，技术指标不达标等问题时有发生。

变电站无人值守，问题处理不及时。配电设备部署到使用现场后，在一般情况下变电站处于无人值守状态，出现用电问题时，电网企业维修人员需要到现场进行长时间的问题排查，导致发生电网故障时定位排错时间长、问题处理不及时，如何进行远程、精准、快速的故障定位，成为保障电网安全稳定运行成为行业难题。

2. 解决方案

基于工业互联网标识解析二级节点及其基础服务，为配电设备及其关键零部件赋予统一标识，通过标识采集设备生产制造、运行维护到退役报废全生命周期的实时数据，并进行数据的处理和分析，提高设备现场作业、管理指挥的数字化水平，为国家监督管理机构、设备使用单位等共享现场运行和检测数据提供便捷的访问入口。同时，可在电网企业端建立在线监控展示窗口，当出现故障时，可通过线上的专业

指导缩短定位拍错时长以及进行维修作业，降低现场维修人力成本。

具体来说，在生产制造环节，建立电力电缆生产试验、变压器出厂试验、断路器出厂试验监测系统，基于标识获取设备的关键生产制造和试验数据，进行在线可视化监测，从而辅助人工驻厂监造，对入网设备质量把控提供了有力支持。在运维维护环节，通过扫码将设备运行数据、状态检测信息、停电试验数据等进行关联，可以实现远程技术监督。在退役报废环节，对拆解过程进行可视化监测，并扫码记录相关信息，确保符合国家相关规定和要求，避免退役产品流入市场。

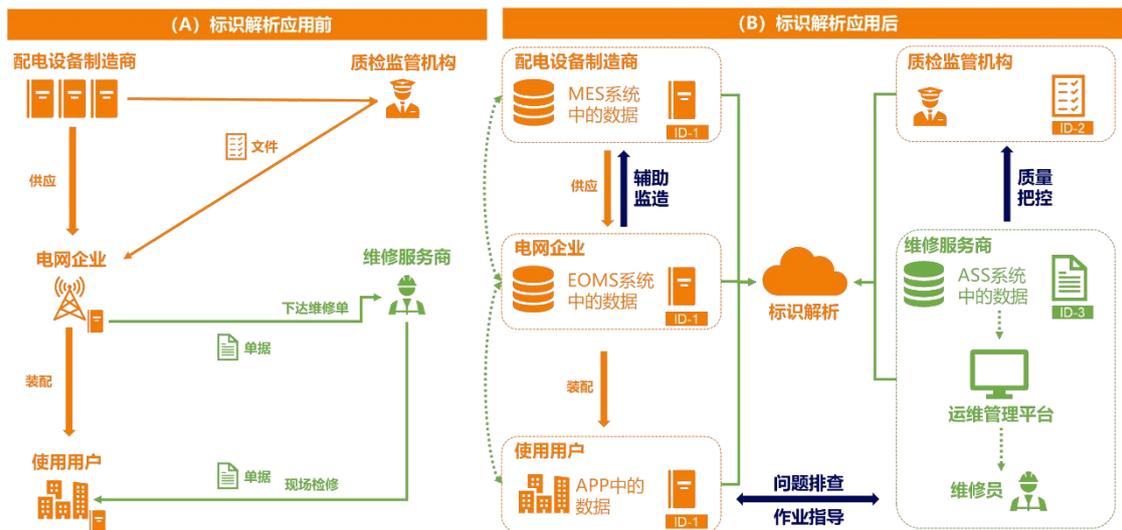


图 6 电力行业配电设备远程运维解决方案

3. 典型案例及实施成效

案例 2：设备远程运维（国网上海电力公司）

1. 案例介绍

某基于工业互联网标识解析应用前，在线监测装置出现问题时，处理流程复杂。基于工业互联网标识解析应用后，发现设备问题时，可直接通过手机扫

码报修，拍照、二维码扫码，信息采集就完成了，直接一键发送后台，后台自动推送给负责设备主人和设备维保人员，设备维保人员可通过抢单模式响应维保工作，超时无人接单可由当天运维班组长派单。同时，设备的维修单量和维修效率可作为生产厂商维保服务的评价依据。

2. 实施成效

通过应用工业互联网标识解析系统。该企业可通过标识解析系统获取电力企业对其的采购订单，并通过标识解析系统将其生成的生产计划及发货通知信息传递给电力企业。提升了业务自动化水平，提高了业务处理效率。

（三）电网资产全生命周期管理

1. 应用需求

资产管理任务重。电网公司作为重资产企业，其资产通常包括输电线路、变电设备、配电线路及设备、用电计量设备、通信线路、自动化控制设备及仪器仪表、发电及供热设备、水工机械设备、制造检修维护设备、生产管理用工器具、运输设备等组成。具有资产分散、使用部门多、使用地点范围大、数量多、技术更新快、生命周期长等特点，给企业资产管理部门准确评估资产状况、做出合理决策带来困难。

资产管理存在数据壁垒。电网资产的建设管理、运维管理和价值管理分属不同部门，各职能部门分工过于明确，导致资产在频繁变动中，资产信息无法在各个业务信息化系统中进行有效的衔接和管理。

资产编码不统一。由于电网资产不同阶段管理的专业性、业务颗粒度的天然差异，不同业务资产管理信息标准不

一致，跨部门业务协同与信息共享不足，数据质量不高、关联度差，让资产信息无法“一码到底”，无法支撑公司决策和各级管理的需要。

2. 解决方案

针对电网公司在资产管理领域实际业务需求、痛点及问题，采用工业互联网标识注册和解析技术，建设基于标识编码的电网资产全生命周期管理系统，实现“一码通全网”的资产管理目标。一方面通过为设备在采购源头进行赋码，用一套编码贯通设备从电网规划、工程建设、生产运行到退役的全过程，完成设备技术参数信息在各个业务阶段的自动流转，打破物资信息在企业内部不同业务部门、不同阶段、以及企业与其他上下游合作商之间的数据壁垒，实现资产全生命周期数据的贯通共享。另外一方面通过将设备编码和 RFID 技术相结合，实现对设备标识编码的自动读取、解析，减少跨阶段业务数据的重复录入，提升电网公司帐卡物管理水平。



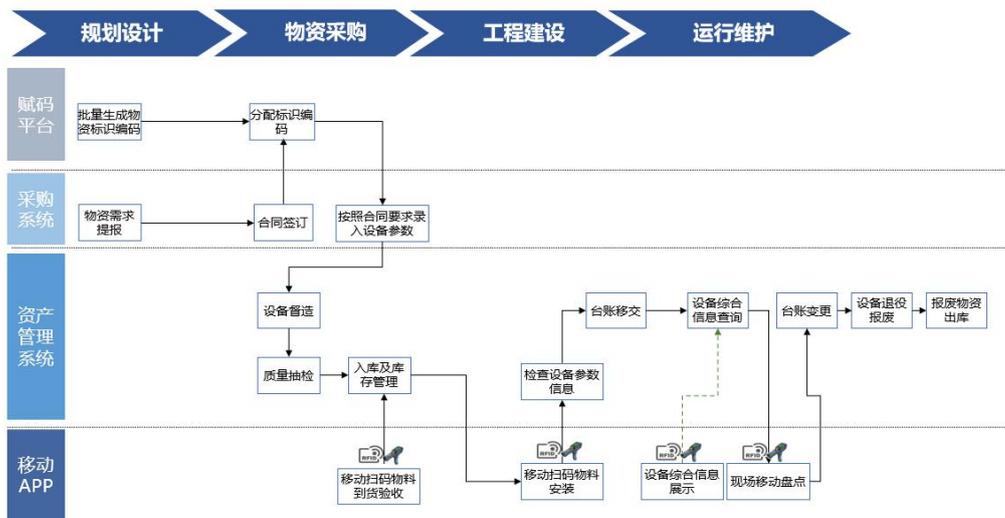
图 7 电网资产全生命周期解决方案

3. 典型案例及实施成效

案例 3：基于标识的物资全生命周期管理（广东电网公司）

1. 案例介绍

为进一步推进跨阶段数据流转水平，减轻基层班组负担，提高工作效率，广东电网公司 2020 年在部分分公司组织开展了基于设备标识的物资全生命周期管理系统的试点应用。



2. 实施成效

通过综合应用 RFID 标签、标识解析、移动应用等工业互联网先进技术应用，减少设备投运时台账录入工作量 70%以上，使设备巡视效率提高 50%、资产盘点效率提高 40%以上。本试点项目的实践，是标识解析技术应用在企业资产管理领域、以及标识编码与 RFID 技术相结合的有益探索，对于电力以及其它行业领域资产管理也具有积极的参考应用示范价值。

(四) 远程抄表结算及能耗评估优化

1. 应用需求

电力智能化改造需求迫切，智能电表是突破口之一。传统能源系统建设以单一系统的纵向延伸为主，能源系统间物

理互联和信息交互较少。能源生产和消费模式的重大转变，要求改变传统能源系统建设路径和发展模式，构建综合能源系统。打造“清洁低碳、安全高效”的现代能源体系。智能电表将实现抄表、计量数据化，解决窃电等问题，从而提高用电质量。

电力企业节能降费是普遍需求，智能电表是手段之一。随着电力体制改革，推行电力市场化交易，企业可以根据实际需求直接向生产商购买。企业如何确定未来能耗需求，提前锁定低价能源成为提高市场竞争力的关键。构建基于智能电表的综合能源管控能力，借助标识解析、人工智能等技术准确预测企业未来能耗需求，并提供交易平台和应用，链接能源生产和销售企业，将为企业节能降费。

2. 解决方案

基于标识解析二级节点系统的综合能源管控平台，为智能电表、采集终端、电机等物理设备注册唯一标识，并实时采集现场数据，获取用电量、用电负荷等信息，并远程反馈到用户侧。

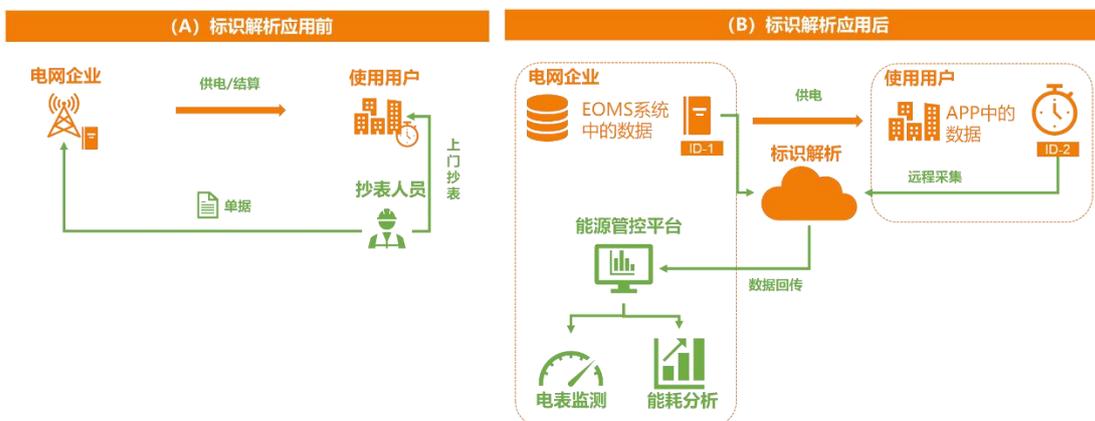


图 8 远程抄表结算及能耗评估优化

用户可通过扫码获取电费账单数据并进行支付结算，电力公司通过数据分析计算能源消耗情况，综合评估设备运行情况并进行优化。通过需求侧的有效管理，实现经济合理的资源利用，从而改善电力负荷特性，优化电网运行环境。

3. 典型案例及实施成效

案例 4：综合能源（华润智慧能源有限公司）

1. 案例介绍

（一）横向促进行业融合

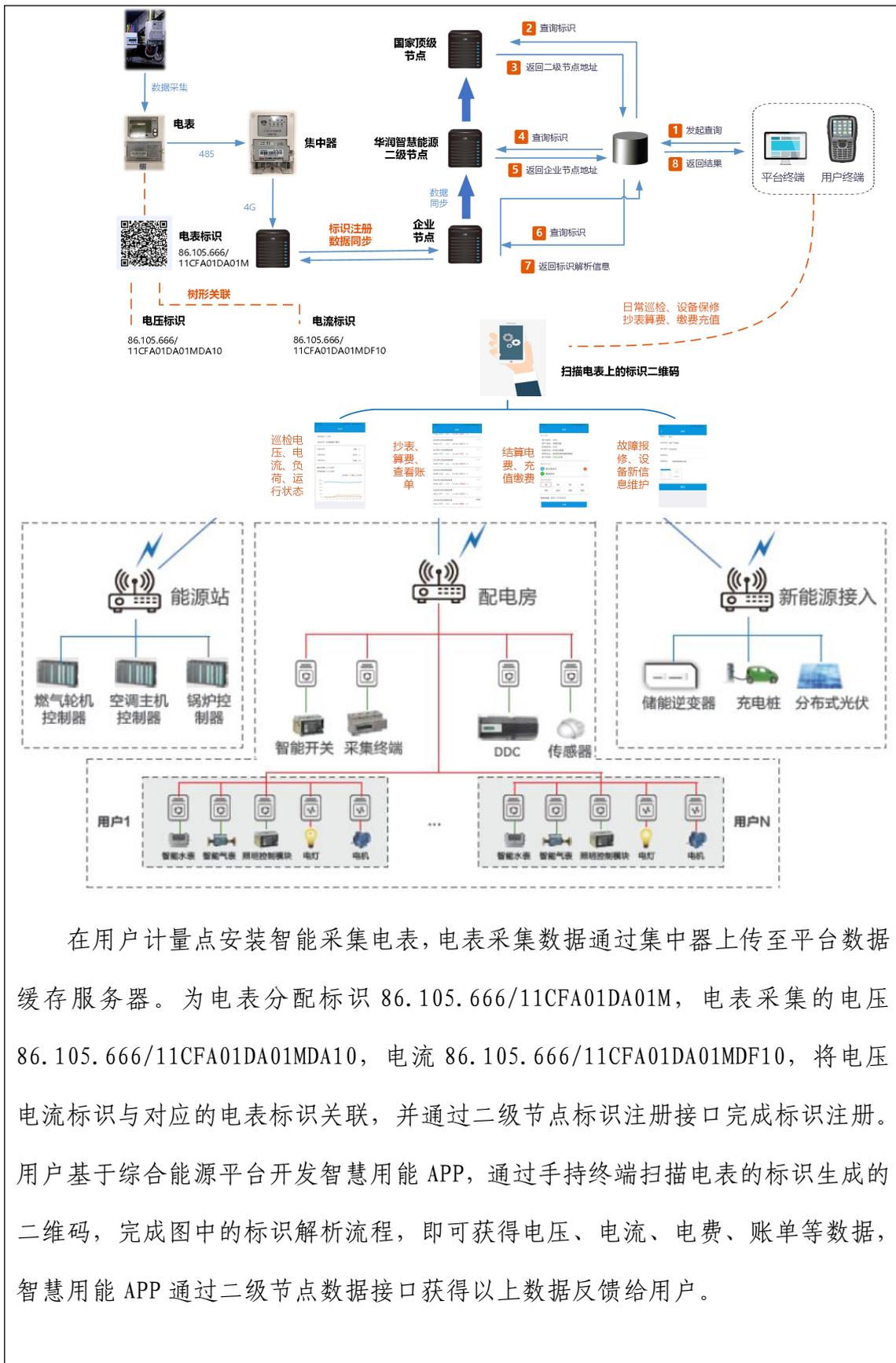
基于标识解析二级节点系统的综合能源管控平台，通过将综合能源系统物理设备和虚拟信息注册标识，实现电、冷、热等多能源形式，多业务系统的融合。解决综合能源系统多异质能源子系统之间协调规划、优化运行、协同管理中存在的问题，推动能源梯级利用，实现能源系统横向多能互补，实现高效用能。

（二）纵向推动上下游协同

将标识体系推广至发（火电、光伏，风电等）、输（配电网）、变（变电站、配电房等）、储（电化学储能等）、用（用能监控等）等能源生产至消费的整个过程，推动行业上下游协同发展。运用标识的唯一性，为绿电赋予标识，促进绿电交易等新兴业务发展。

2. 实施成效

实现了集合电、水、气等能源形式的统一数据采集、管理、查询。选用配置有最新物联协议的电表、水表、气表等现场采集设备，通过 LoRa 等协议将能源站、配电房以及新能源场站数据上传到平台，通过标识注册的方式将数据上传到二级节点系统，用户通过标识解析的方式实现数据共享和访问。如下图所示，以实现用户的用电服务需求为例描述基于标识解析二级节点的综合能源平台技术路线。



(五) 电能计量自动化终端自动检测

1. 应用需求

电能计量自动化终端人工检测效率低下。传统的电能计量自动化终端检定装置需要人工上表和下表，无法达成检定和拆表等各个环节的并行处理，存在检定效率低、人员需求大、管理不规范、计量自动化终端信息存储和处理滞后的问题，难以满足实际使用需求，且检定质量和效率容易受检定人员技术水平等人为因素影响。

终端自动检测系统可靠性和稳定性较低。虽然国内部分省级电网公司已经建设了电能计量自动化终端自动检测系统，但是存在采集设备与电表功能模块不兼容和采集器的采集模块不稳定等问题，检测系统的可靠性和稳定性仍需要进一步完善和提高。

2. 解决方案

根据电能计量自动化终端唯一标识及解析系统，建立电能计量自动化终端自动检测流水线系统，实现终端性能的自动测试及流水线状态的自动监控。一是规范电能计量自动化终端标识编码规则，实现各类生产设备的统一标识注册，使得电能计量自动化终端及生产设备与生产各环节一一对应，实现生产数据的统一管理和溯源。二是规范化设计电能计量自动化终端自动检测流水线系统，划分为测试技术、输送技术和辅助技术三部分，集成自动贴标和自动插卡等技术，提高流水线自动化水平。三是利用条形码和 RFID 等传感技术

采集终端和设备运行参数，根据流水线运行状态完成终端的自动调度，实现终端在流水线上输送路径的选择、检定任务的规划安排、流水线缓存的处理和调拨等功能，提高流水线智能化水平。四是建立流水线设备故障处理机制，根据设备状态的监控获取流水线运行状态，当设备状态出现异常时及时启动异常处理机制处理异常状态，尽快恢复生产，同时当系统出现严重异常必须由人工进行处理时，工作人员可以及时获取异常信息尽快进行处理，保证生产的有序进行，提高流水线的可靠性。

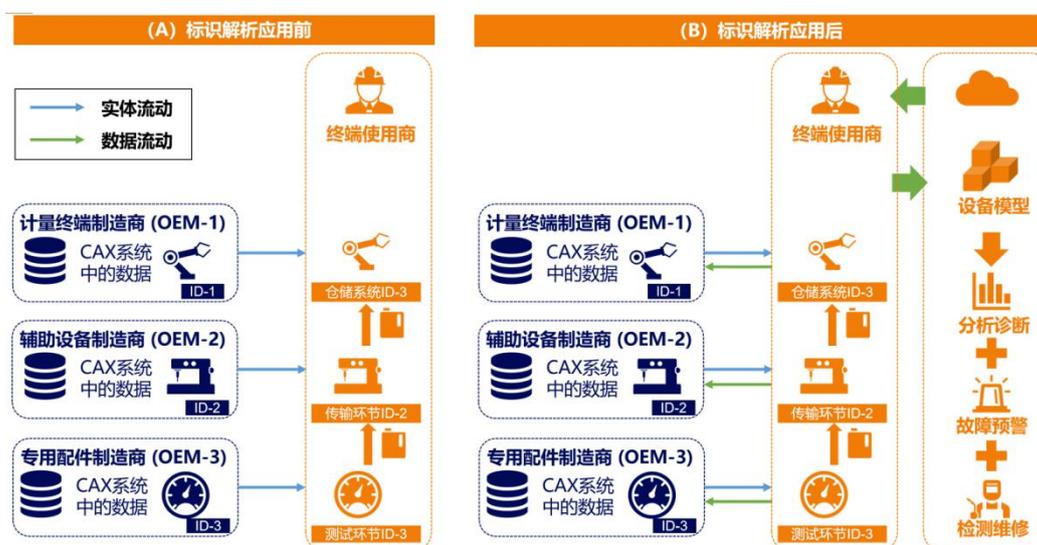


图 9 电能计量自动化终端自动检测解决方案

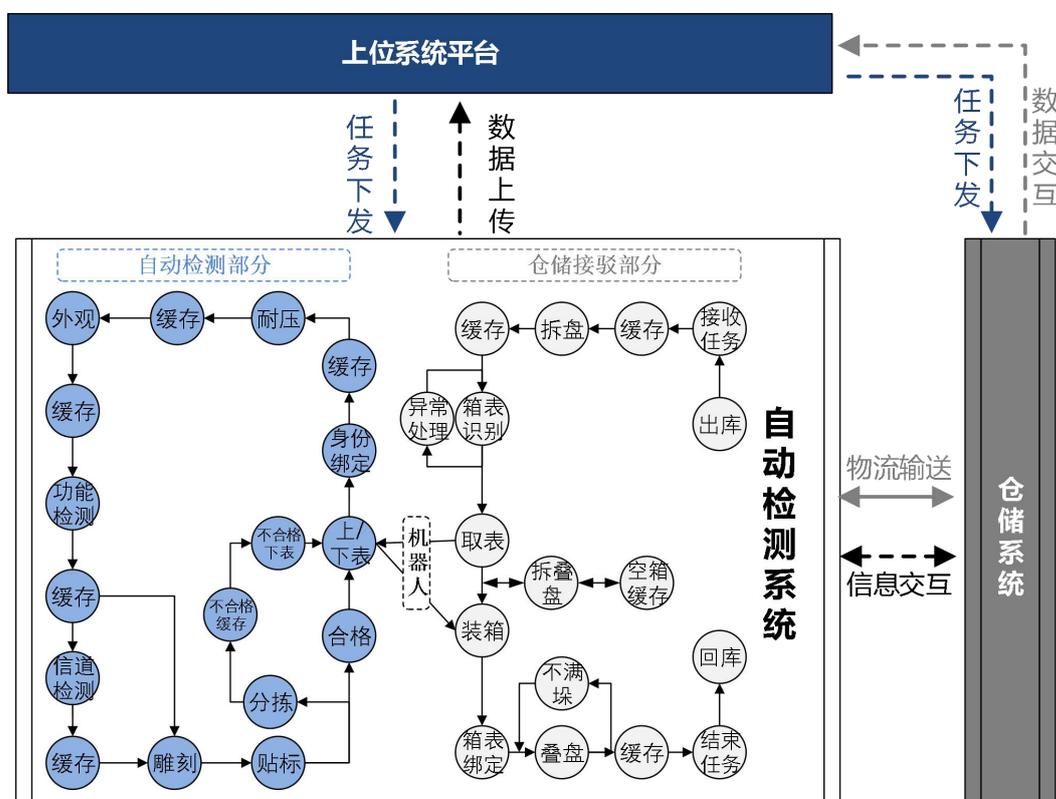
3. 典型案例及实施成效

案例 5: 计量自动化终端自动化检测系统及仓储系统(云南电网有限责任公司)

1. 案例介绍

按照电能计量自动化终端唯一标识及解析思路，云南电网有限责任公司建立了电能计量自动化终端自动检测创新应用场景。根据需求，将生产设备和厂站电能量采集终端、负荷管理终端、配变监测终端、采集器、集中器等计量自

自动化终端作为标识对象，在测试技术部分实现与结构和机械试验、功能试验、气候影响试验、温升试验、绝缘性能试验、电源影响试验和电磁兼容性试验等相关联，在输送技术部分实现终端在自动接驳、机器人移栽、自动化传输、机器人码垛、自动化仓库和自动配送等环节的自动管理，在辅助技术部分实现终端自动插卡、合格证自动贴标技术和周转箱信息采集识别。同时，开发了上位系统平台，综合运用大数据和人工智能等方法，实现储分一体化系统的智能调度。根据用户的需要，可提前配置先进先出、先进后出、指定批次先出、指定类型先出、指定仓位出入等上下架策略，同时，需要根据货位的排层列数权衡货物在货架上的分配策略，最优化货物存储位置以保证出入库效率。同时，该系统对运行过程中的一些异常或故障有一定的自处理能力，对于部分异常状态可以自动处理，尽快恢复生产，对于较为严重的故障，可以将设备状态直观的反馈给监控室的工作人员，由人工进行处理。



2. 实施成效

通过计量自动化终端自动化检测系统及仓储系统的实施，云南电网有限责任公司打造了计量自动化终端自动检测体系，系统对场地要求较低，适应强，可适用于长距离运输，可以方便地重组系统，达到生产过程的柔性化和可扩展化，大幅提高终端检测的工作效率和检测系统的可靠性，实现公司技术装备的升级，从长远看降低了成本，有利于深化发展方式的转变。

五、发展建议

（一）制定电力装备行业统一标识编码规范

依托工业互联网标识解析标准体系，制定电力装备行业的标识对象统一编码规范，建立产业集群内兼容多体系的适用于工业制造的编码方案，推进统一编码规范在电力装备行业，实现企业信息系统与二级节点对接，在企业资产管理、产品追溯、供应链管理、智能化生产等场景下实现标识应用落地实施，提升工业大数据的合理流通和应用，帮助企业实现对产品价值和成本的大数据分析，以提高企业管理水平和生产效率，降低经营成本，提高产品质量。

（二）开展电力装备行业智能化转型探索实践

依托标识解析，利用工业机理模型，实现工艺流程智能优化，提高装置运行稳定性，逐步完善、推广先进控制系统（APC），有效提高产品产出率，降低装置能耗；借助标识解析体系，建立电力设备产品质量追溯平台，实现设备来源可追溯、流向可查询、风险可防范、责任可追究，探索电力装备行业智能化转型和时间应用。

（三）建立电力装备行业和安全体系

针对电力装备行业数据采集难、数据融合能力弱等问题，制定多元数据采集、交换数据规范和融合规范，解决多应用场景耦合下的数据融合问题，制定统一的数据采集、存储和接入等标准规范。利用大数据、人工智能、区块链等新一代

信息技术，围绕电力生产装置等高风险设施，搭建电力装置安全平稳运行智能化管控平台，助力重大风险的数字化应急指挥。

（四）构筑电力装备行业能力共享与融合生态

构筑电力装备行业基于标识体系的行业知识的复用和智能辅助体系，借助行业知识图谱，共享化验分析能力，形成跨系统、跨企业的分析和推理能力，以多层级知识建模实现电力园区智慧化。打造“四链融合”（产融价值链、产业价值链、生态价值链、企业制造价值链）、技术融合、数据融合、安全融合和创新融合为特征的电力装备行业智慧企业，从做大做强、做深应用、规范管理三方面进一步提升电力装备行业标识解析体系的发展水平。