

# 区块链和工业互联网融合的 燃气行业能源服务平台应用研究

李建峰 张大兵 程韦豪 李持佳 徐秀梅 (北京市燃气集团有限责任公司, 北京 100035)

**摘要:** 在国家碳中和、碳达峰以及城镇燃气行业数字化转型的大背景下, 燃气企业应发挥自身优势, 结合工业互联网技术与5G、大数据、人工智能等新一代信息通信技术探索业务场景创新应用, 加速数字化、智能化转型。本文通过分析工业互联网与区块链的技术特点及优势, 设计自主可控的软硬一体区块链和工业互联网融合的技术落地方案, 解决业务中燃气安全、计量、供应链管理等痛点问题, 提升企业数据安全治理、风险防范等能力, 形成可复制、可持续发展的城镇燃气领域区块链和工业互联网融合应用经验、模式和标准, 为燃气行业落实数字化转型创新应用提供参考方案。

**关键词:** 区块链; 工业互联网; 燃气

## 1 概述

在国家碳中和、碳达峰以及城镇燃气行业数字化转型的大背景下, 燃气企业应发挥自身优势, 逐步构建现代化数字能源服务体系, 利用数字化技术赋能业务创新和变革, 大力促进数字化转型, 加快推进智慧燃气建设, 结合燃气行业特征, 通过工业互联网技术将5G、大数据、人工智能等新一代信息通信技术进行深度融合, 不断加深应用场景, 提升精细化管理水平与智能化控制水平, 通过对人、机、物、系统等全面连接, 构建起覆盖全产业链、全价值链的全新制造和服务体系, 创新了工业生态、模式, 打造全新的燃气业务运行及管理模式, 加速燃气企业数字化、智能化转型。

本文通过分析工业互联网与区块链的技术特点及优势, 在实践中将工业互联网、区块链技术与燃气业务深度融合, 有效解决燃气行业中的燃气安全、计量、供应链管理等方面的痛点问题, 提升安全治理能力、解决数据流转可信难题, 提高风险防范能力, 实现安全事故主体责任清晰可溯, 并形成可复制、可持续发展的城镇燃气领域区块链和工业互联网融合应用的经验、模式和标准, 为燃气行业落实数字化转型创新应用提供参考方案。

## 2 区块链和工业互联网技术应用可行性分析

区块链是一种按照时间顺序将数据区块以顺序链接的方式组合成的一种链式数据结构, 并以密码学方式保证的不可篡改和不可伪造的分布式账本。作为一项分布式数据存储、点对点传输、共识机制、加密算

法等计算机技术的新型应用模式, 区块链具有去中心化、安全性、透明性、自治性等技术优势, 其已成为全球数据交易、金融结算、国际贸易、政务民生等领域的重要信息基础设施, 有助于促进数据共享、优化业务流程、降低运营成本、提升协同效率、建设可信体系, 是支撑数字经济发展的战略性技术, 对贯彻新发展理念、构建新发展格局、推动高质量发展具有重要作用。

工业互联网是新一代信息通信技术与工业经济深度融合的新型基础设施、应用模式和工业生态, 通过对人、机、物、系统等全面连接, 构建起覆盖全产业链、全价值链的全新制造和服务体系, 为工业乃至产业数字化、网络化、智能化发展提供了实现途径, 在支撑制造强国网络强国建设, 提升产业链现代化水平, 推动经济高质量发展方面发挥了重要作用。工业互联网包含了网络、平台、数据、安全四大体系, 它既是工业数字化、网络化、智能化转型的基础设施, 也是互联网、大数据、人工智能与实体经济深度融合的应用模式, 同时也是一种新业态、新产业, 将重塑企业形态、供应链和产业链。

## 3 研究方法

本次研究主要目标是结合区块链、工业互联网技术, 搭建“区块链和工业互联网融合的燃气行业能源服务平台”, 建立燃气领域数据智能精细管理和燃气安全多方协同友好互动新业务模式, 具体包括:

①设计和验证自主可控的软硬一体区块链体系、区块链和工业互联网融合技术在燃气隐患安全管理、

数据可信存证和共享、多方参与协作等方面的落地方案；②搭建“区块链和工业互联网融合的燃气行业能源服务平台”，探索燃气领域关键数据智能、精细管理和燃气安全多方协同、友好互动新模式。

首先，依据燃气行业数据身份标识要求，通过区块链 DID 技术建立设备的唯一身份标识，保证全网环境下设备身份的唯一性；结合边缘计算、云边端协同等技术，完成对终端数据采集应用接入的研制，形成源头数据可信上链的机制；以区块链为基础底链搭建区块链支撑平台；结合业务场景和功能需求，抽象数据模型，搭建工业互联网 PaaS 及 SaaS 平台，最终完成“区块链和工业互联网融合的燃气行业能源服务平台”的研制，并探索业务应用新模式。

### 3.1 平台总体架构

包括基础层、平台层、服务层、应用层 4 个部分组成。其中基础层主要为各类云服务基础设施；平台层主要包括由区块链组成的区块链底层平台及区块链管理平台，区块链底层平台提供身份权限、共识算法、数据存储等区块链底层架构基础服务，区块链管理平台主要在底层技术平台基础上，提供用户管理、节点管理、合约管理、可视化等各类区块链管理功能；服务层主要提供数据上链存证、数据校验、区块链 SDK 等支撑服务；应用层则基于服务层提供的各类服务，结合燃气行业具体业务场景，形成各类针对性的业务应用系统。



图 1 平台总体架构图

### 3.2 平台技术架构

由典型的边缘层、IaaS 层、PaaS 层、SaaS 层组成。其中，边缘层利用物联网等技术，通过协议解析、接口开发，将燃气行业边缘场景下的燃气表、传感器、SCADA 等设备、系统进行接入，为平台提供底层数据基础；IaaS 层通过各类公有云、私有云提供计算、网

络、存储等基础设施；PaaS 层则依托区块链基础架构，以及技术中台各类基础服务，并于物联网中台、AI 中台、移动管理中台等结合，构建业务中台，提供各类业务应用；SaaS 层将各类业务应用场景化，针对不同场景形成各类业务系统，支撑智慧燃气建设。

技术架构中的标准体系主要包括应用系统开发的相应标准规范体系以及数据服务等方面的标准规范体系等，如主数据编码规范；安全体系主要包括工业互联网安全体系中设备安全、控制安全、网络安全、应用安全以及数据安全几个部分，以及区块链应用安全的相关内容，如账本结构、共识模块、分布式组网、数据存储、智能合约、接口设计、数据传输、时间同步等，具体如下。

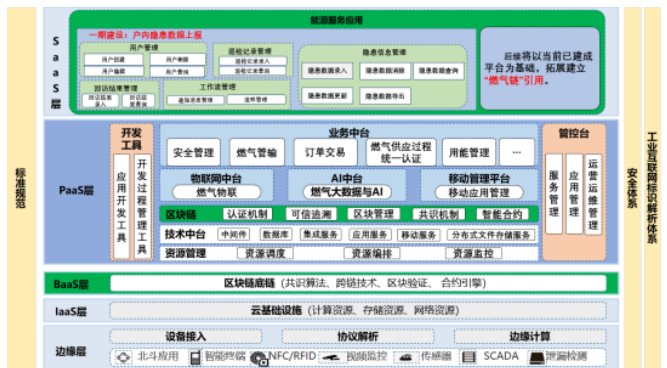


图 2 平台技术架构

## 4 应用场景探索

本次区块链和工业互联网融合的燃气行业应用，以城镇燃气领域关键业务为重心，专注燃气安全、计量、甲烷检测等重点专业领域，涉及共享、隐私、身份认证等不同数据类型/类别，以及天然气门站、天然气厂、物联网燃气表用户等主体，以及燃气企业、用户、政府监管部门等多方参与，开展应用方案设计与研究，为“区块链+工业互联网”在燃气行业的深度融合与应用提供方案参考，探索可复制、可持续发展的燃气领域区块链和工业互联网融合应用的经验、模式和标准，为燃气行业落实数字化转型创新应用提供参考方案。

### 4.1 燃气安全隐患数据多方协同全透明监督

随着城市燃气应用的迅猛发展，燃气安全管理越来越受到国家与公众的重视。燃气公司作为燃气设施的建设、经营管理主体，因其专业性，被赋予较多的安全管理责任。目前，燃气安全排查工作中隐患数据主要通过电子邮件、纸质材料等方式由燃气企业向市、

区燃气主管部门及街道报送,街道对台账的查询、统计、比对等主要依靠人工,整体管理及时性、流转便捷性、处理效率较差,且隐患数据涉及用户安全隐私,风险程度极高。

针对燃气安全隐患治理过程中入户难、整改难、监管难、数据共享难等问题,借助区块链的可信共识、安全透明等技术优势,实现燃气安全隐患数据现场实时上传区块链,保证燃气安全隐患数据生成、整改和消除等流程全生命周期安全存证管理,建立政府、用户、燃气企业、供应商等多方参与、透明安全的监督机制,提升燃气安全隐患整改效率,提前预防燃气安全事故发生,同时燃气安全隐患数据自动生成电子证据,具有同等法律效力,为燃气安全事故责任界定提供有效的法律依据。

基于区块链的燃气安全隐患数据治理业务,可实现燃气安全隐患数据生成、整改和消除等流程全生命周期的可信共享,构建用户、政府、燃气企业多方协同的全透明监督机制,提升燃气安全隐患整改效率,并为燃气安全事故责任界定提供有效的法律依据。

#### 4.2 多气源供应链上下游数据共享

城镇燃气气源一般呈多元化的特点,各供气主体、气源供应链上下游之间往往气源信息不透明,无法实时共享气源计量等相关信息,同时,还存在各主体可信、可靠等信任问题,从而造成资源无法高效调配,影响气源上下游之间的交易、协作。

针对多气源供应链上下游数据孤岛、可信等痛点,利用区块链分布式记账和共识机制特性,实现气源计量数据上传区块链分布式共享存储,在气源组织生态中各参与方之间形成互联互通,在供应链上下游进行穿透,从而实现信用传递、数据同步和资源共享。具体实施中,将来自于各供应链的气源计量数据通过物联网、区块链 SDK 采集器等设备或接口接入平台,通过智能合约等形式将用气量等数据上链,并存储于区块链各节点,包括国家监管部门、市级政府部门、气源上下游企业,实现了气源数据可信共享。

基于区块链技术,解决天然气供应链上下游多方数据共享难的问题,实现气源组织生态中各参与方之间信用传递、数据同步和资源共享,实现气源上下游之间的可信交易、协作等。

#### 4.3 甲烷排放精准测算

天然气集输场站是天然气输送和储存过程中的重要枢纽,也是天然气泄漏的重点监测对象,天然气场

站甲烷的检测、计量对于燃气企业安全生产至关重要,同时,加强以甲烷为主的碳排放数据精准统计也是响应国家“碳达峰、碳中和”行动方案的客观要求,可为企业进一步制定各种碳减排措施方案提供依据,是企业碳资产管理的重要组成部分,对于推动企业进一步的绿色低碳转型、绿色发展具有重要意义。

利用区块链智能合约,结合城市燃气甲烷排放核算方法,针对燃气场站场景,通过安装在天然气场站的甲烷浓度采集器等多种检测方式对场站中的甲烷浓度数据进行采集,并利用物联网设备将数据实时上传,然后针对不同场景采用相应的气体排放数学模型计算天然气排放相关数据,反映整体输配管网甲烷排放情况。同时,将甲烷浓度采集数据、天然气排放等数据通过智能合约进行上链管理,通过监管机构、政府部门、燃气公司、用户等不同节点实现链上数据分布式存储,保证了排放数据的可信、共享。

基于区块链的甲烷排放精准测算系统,可以实时上传燃气厂站甲烷检测数据,并利用相应的气体排放数学模型,构建清晰、透明的甲烷排放数据检测体系,用于企业排放数据的精准统计及管控,实现了排放数据在企业、政府等主体间可信流转,对于政府机构加强碳排放监管、燃气企业制定减排措施、进一步减少排放量提供支撑。

## 5 结语

随着我国“碳达峰、碳中和”的推进,以及今后的能源政策驱动,“区块链和工业互联网融合的燃气行业能源服务平台”的技术研究将帮助燃气企业在不改变现有运行和管理模式的前提下,降低管理成本,对完整性管理以及交易监管和追踪变得更加便捷高效,创新应用的提速也将不断促进全产业链优化、行业质量和服务水平的提升,推动行业朝着更加数字化、精简化和安全的未来迈进。

### 参考文献:

- [1] 肖文凯. 城镇燃气企业工业互联网创新发展的现状及建议 [J]. 上海煤气, 2022(04):19-22.
- [2] 王广清, 韩金丽, 方铁城等. 北京燃气集团工业互联网安全运营平台建设与实践 [J]. 信息安全研究, 2019, 5(08):734-739.
- [3] 邵泽华, 刘彬, 权亚强等. 智能燃气表智造工业互联网体系的研究与建设 [J]. 物联网技术, 2023,13(06): 111-117.