

(一) 基于工业区块链的碳监测平台

1. 案例概述

当前，新一轮的科技革命与产业升级正在全球演进，世界发达经济体都在积极布局低碳产业、实施绿色生产、开发清洁技术。在此轮低碳发展大潮中，我国也明确碳达峰、碳中和战略目标，其已然成为全社会共同努力的方向。

本项目以三一 18 号厂房申报全球灯塔工厂为契机，以 18 号厂房为集团试点，实现企业碳排放标准体系建立、碳排放源全面采集、碳排放精准核算以及打造 18 号工厂碳排放大屏，协助三一制定合理科学的“双碳”实现路径，同时三一的双碳实践经验可输出至工程机械装备行业带动其他企业的绿色低碳转型。

本项目投资分为两部分，硬件投资和软件开发。硬件投资包括根据泵车、起重机等特种工程机械生产线分布、重点能耗区域以及节能改造规划，项目组在三一 18 号厂房将能耗采集到设备级，安装 IoT 智能传感器如智能电表、智能水表和智能气表等。软件投资，依托互联工业互联网操作系统，将产生碳排放及中和碳排放的数据都接入云端，覆盖水电油气消耗以及可再生能源，可以实时更新的软件平台。

2. 应用场景

基于工业区块链的智慧碳排放管理平台（iCEP），面向各种机械设备制造企业，一方面融合智慧能源管理解决方案，另一方

面融合 ISO 等国内外碳排放管理标准，打造了一个全新的面向企业碳监控的先进平台，既能够满足企业自身对能源管理质量提升的需要，又能够满足我国不断推进的企业双碳管理的制度性要求。



来源：树根格致科技（湖南）有限公司

图 1 应用整体架构

基于工业区块链的智慧碳排放管理平台（iCEP）由数据采集层、平台层、公共服务层和业务应用层构成。基于物联网的数据采集层适配企业各种生产环境中相关仪器、仪表、设备等，对企业导致的温室气体排放相关数据进行自动采集。平台层集合了根云工业互联网平台和根链工业区块链平台，为企业能源数据提供采集、存储、清洗、汇总等功能，并支持数据上链存证。公共服务层提供不同应用所需公共服务模块，支持上层应用所需要的用户管理、安全管理、加解密服务、数据处理服务、运维服务等功能。上层应用主要面向不同场景提供支持双碳工作所需要的应用，如碳足迹、碳核查、碳监管以及双碳创新业务。

智慧能源管理解决方案基于企业的实际生产状况，通过定制

化部署数据采集、网络连接、群控、云计算和 AI 五大核心技术，建立厂域能源管理中关键数据的采、传、存、管体系，打破设备管理“信息孤岛”，实现能源信息的实时互通，再通过可视化管理平台及远端中央监控等技术，整合了水电气、消防、安全、环保等厂务系统，最终帮助企业提质增效，节能减碳。

基于工业区块链的碳监测平台一方面直接打通智慧能源系统，并融合全球领先的碳检测和碳管理经验。能实时监测企业或机构的碳足迹，自动生成碳排放报告，同时模拟及优化减排路径，直接采购绿电、绿证、碳汇服务，一站式实现碳中和闭环。

场景 1：能源管理系统

通过工业互联网平台，将工业现场各种仪器、仪表数据采集连接起来，并与企业生产系统打通。形成完整的能源管理解决方案，支持能源管理透明化、无人值守运维、能源优化管理和能源设置运维调度等功能模块。

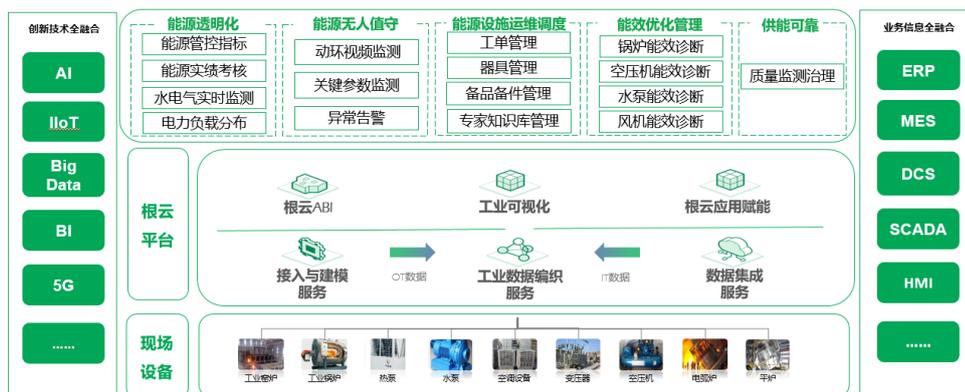


图 2 能源管理系统架构

项目可解决的问题有，一是无计量电表，现场部分大型设备没有计量电表，使方案中对单一设备的监控无法完成。采用无线

计量电表穿刺取电，安装调试期间无需停电和布线，减少改造成本，让设备的用电情况纳入管理系统；二是无数据接口的仪表，部分传统仪表没有数据接口，过去依靠人工抄表，手工录入。通过移动 APP 抄表，代替纸质抄表，实现了即时拍照，即时录入的能力。三是仪表支持物联，有些仪表已经支持物联网接入，但协议多种多样，难以与系统连接。通过有线（串口/网口）或者无线方式连接至边缘网关，边缘接入网关支持 1000 多种物联网设备传输协议，能够对市场上大多数的接入设备实现快速接入。四是多种系统的数据对接，部分数据来自不同类型的工业系统，如 SCADA、DCS 系统等。通过连接器可以读取不同种类的工业系统的数据，支持多种不同语言编写连接器，让企业可以实现快速配置。

方便能源管理。直观查看当年、当月、当日及昨日的用电量，负荷变化，日用量趋势图变化；变压器负载监测，全面掌握变压器运行状态。节约成本，根据尖峰平谷占比分析，帮助企业合理规划用电负荷。安全用电，变压器实时监控，异常提前感知，保障企业安全用电。优化用能，实时反馈用能数据，一旦超标，触发报警，帮助企业实时追踪问题，及时解决，最大化减少损失；尖峰平谷关键耗能设备关闭与启动报警提醒，节省成本。



图 3 能源管理系统的管理界面

实现报警快速排查。将能源使用和分布通过拓扑结构展示，如电力一次系统图、电力负载分布图、各种能源系统图、水管网图、气体管网图（天然气、蒸汽、压缩空气等）、生产工艺流程图、厂区设备平面图等。可以通过拓扑图和运行工况分析，快速排查问题，定位原因，提高问题处理效率。

实现能耗对比分析。通过单耗分析，可以反映生产过程中，主机与辅机的能源消耗具体数值，可以对比班次、班组之间的单耗。通过对班次、班组的单耗对比，分析能耗差异原因，寻找最优能耗，设置开机能耗与待机能耗最佳数值，对优良的设备使用习惯进行推广，减少能耗。

实现能源管理系统智慧运维。配电室综合监控是企业能源管理中的一个重要环节，一般以低压网中的配电室环境温湿度、配电开关状态、漏水/水漫、烟雾及配电室的防盗为监测对象，对配电房重要设备运行状态的多种参数和状态进行远程集中监控；

配电室的安全信息采集和监控对配电室自动化运行管理、检修维护、防灾预警、安全防护、电力需求管理等应用具有重大意义，提高了配电安全的可靠性。

场景 2：双碳监测平台

企业碳监测网络采用企业边缘侧、行业链双层架构模式。在企业网络内部署区块链可信边缘网关，与企业的 IoT 采集系统、能源管理系统、ERP 等相关系统打通，以联盟链节点方式无缝接入行业区块链网络。可信边缘网关可以从链上自动接收行业核算标准体系（智能合约），以统一的标准、方法对企业的碳排放进行核算；可信边缘网关采用支持可信执行环境（TEE）技术的硬件，保证数据核算的应用与链上合约要求的一致性。根据核算标准体系动态抽取企业碳排放活动水平数据和企业的经营数据，如水、电、油、气、煤等能耗数据；CO₂、SF₆ 等过程逸散数据；能源结算报表、财务三表数据；同时，为实现企业碳排放的精准核算，还需将诸如企业的绿电使用、储能回收等碳补偿/碳抵消数据进行接入；然后，可信边缘网关后台基于隐私计算模型自动测算企业碳排放量，也可按设定频次定期生成企业碳排放核算报告；最后，碳排放核算结果及核算报告第一时间上链存证并分享给相关方。

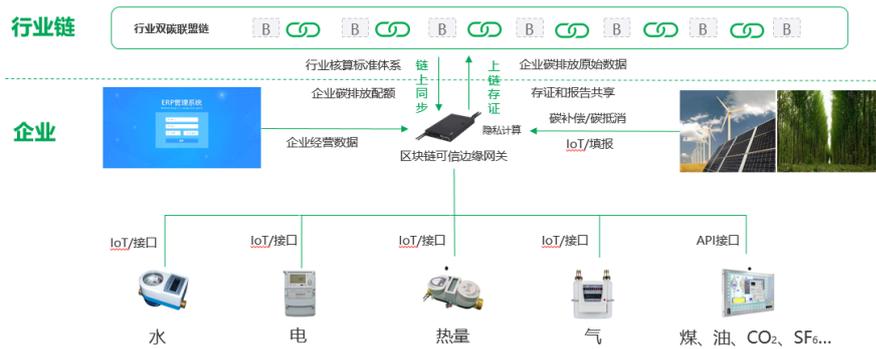


图 4 基于工业区块链的碳监测平台技术架构

行业链为企业和监管机构之间的数据交互，起到承上启下的作用。通常行业链可由行业协会、行业联盟、行业促进会等非营利性服务机构发起或参与，可邀请专业咨询机构帮助行业制定碳排放核算标准体系，标准的建立、更新均可在行业链中通过智能合约与企业边缘网关节点自动同步；控排企业的核算结果及核算报告链上存证、链上分享。

碳监测应用目前主要包括以下管理功能：一是数据展示，对企业应用碳监测数据进行合理展示，包括总体情况大屏展示，下钻分析，同类设备、同类车间的历史对比等。

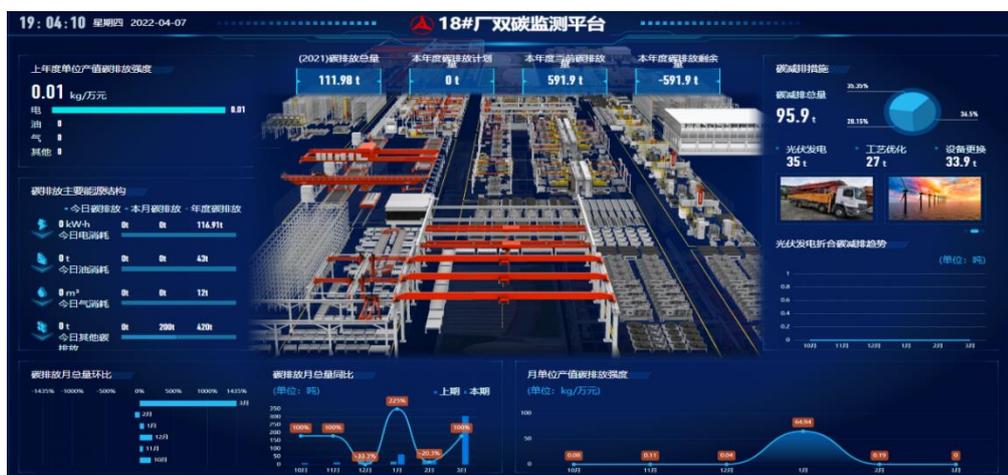


图 5 企业碳监测展示大屏

二是数据采集管理，负责数据采集管理等功能，具体包含采集碳核算中企业的基础信息录入、购入资源手工凭证录入、物联网数据采集层自动信息采集管理、实测的排放因子等。管理本年度配额、当前排放情况、月度汇算、年度排放情况预测、绿能使用情况等；包含配额录入、配额调整等，手工录入的配额作为企业的内部参考。未来与政府部门打通后，从政府下发的配额可以通过区块链网络同步过来，覆盖人工录入值。

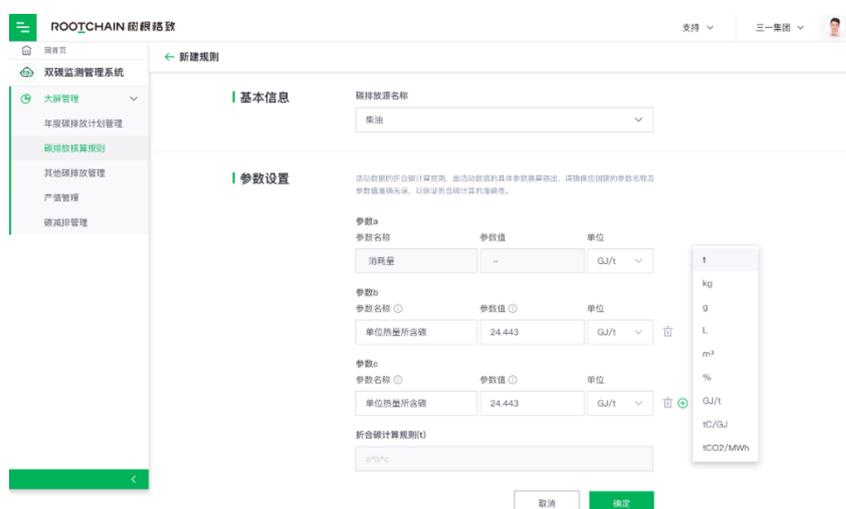


图 6 碳监测基础信息录入界面

项目中解决难点问题有：一是碳排放核算需要大量专业知识和技能。碳排放核算具有很强的专业性，与被核算企业所处的行业相关性很大。行业领先的碳核算经验和方法引入集成到碳检测平台内，使该平台的功能和一致性能够满足 ISO 的国际碳核算标准的要求，并且与行业规范深度对标，具有很强行业标准化属性，具有很强的推广性。二是内部企业报告的数据如何成为可信数据。企业出具的碳排放数据报告，存在排放源覆盖不全面或者不合理、参数和方法不准确或错误、报告内容不规范、漏报、瞒

报、原始数据造假。由于碳核算报告的专业性要求，以及碳排放数据具有较强的经济属性，因此企业要让外界相信企业自己提供碳排放数据的真实性，必须具有“自证清白”的技术手段；同时，企业还需要有效保护自己数据安全性和隐私性，而工业区块链就是最合乎所有关系该问题的最佳解决方案。

工业区块链从以下方面提升数据可信性：一是基于物联网的数据采集，采用物联网技术进行的数据采集，能够避免人工的参与，采集的数据更加及时、准确；二是对原始数据和生成的报告进行区块链存证，对相关数据和报告进行及时的区块链存证，并且可以追溯到负责人，能够有效避免大量的数据造假；三是区块链数据不可删除的特性，也让部分造假者“知难而退”；四是原始数据哈希上链，有效保护企业隐私，哈希算法将任意长度的数据转换成固定长度的、具有唯一性的哈希值，并且不能够通过哈希获得原始数据，因此能够有效保护企业上链数据的隐私；而且，通过哈希，可以验证数据是否被篡改，增加了数据可信度；五是用智能合约保证核算的一致性，智能合约可以由行业监管机构统一下发，并且不可篡改。基于智能合约的碳核算，可以有效避免各种人为差错，保证行业核算方法的一致性，提升报告的可比性和可信性；六是可以对物联网设备进行身份认证，保证上传数据设备的真实性合法性、唯一性。

项目实施后，一是企业碳排放情况透明化。企业碳排放数据的准确性是基础，基于工业区块链的碳监测平台，通过企业能耗

数据进行标准化转换，成为企业碳排放数据展示出来，让企业的碳排放情况在政府看来更加透明化，能够有效支撑企业的碳核查需求。园区级的碳监测平台，能够基于标准，将域内企业的碳排放数据汇集起来，帮助政府更好地执行国家双碳政策。二是碳盘查流程和数据标准化。基于工业区块链的碳监测平台集成了国际知名碳核查机构的十几年的碳核查经验和技術，与 ISO 相关标准及《机械设备制造企业温室气体排放核算方法与报告指南》对标，通过编程进行固定，能够有效让企业碳盘查流程和数据标准化，让同类型企业更加容易接受，让核查机构的核查工作量大大减少，让政府和专家机构更快验证其有效性。三是数据可信化，支持碳核查。平台采用区块链技术，引入第三方节点，可以帮助企业“自证清白”，让企业提供的数据可信度大大提高，支持政府对企业碳数据的核查要求，为未来的碳核查系统提供一个可供研究的样本。

3. 案例总结

工业区块链技术引用保障了可信高频碳排监测数据的提供。

基于工业区块链的碳监测平台，可以助力打通企业、园区、政府有关部门信息壁垒，提升双碳所需数据的提供频率，从过去一年申报一次，升级为按需统计，有效提升政府对区域内企业双碳管理的水平。本项目拟通过工程机械行业领域落地经验进一步夯实区块链底层技术，优化应用层功能与碳核算算法，逐步推广至离散制造行业，并向钢铁、建筑、化工等行业推广。

