

绿色低碳发展云平台总体架构设计

文◆红有软件股份有限公司

新疆油田公司工程技术研究院

新疆油田公司实验检测研究院

中国石油集团长城钻探工程有限公司

何 芳

陈 勇

曾丽华

高庆忠

1 平台架构设计

1.1 总体架构设计

总体架构采用云计算技术架构，由基础设施层、物联层、数据层、服务层以及应用层构成。其中，基础设施层依托私有云基础设施以及网络安全保障设施；物联层基于物联网、分布式技术开发独立的且能够接入多种前端碳排放监测系统数据的智能网关，解决碳汇数据接入和边缘层分析问题；数据层依托大数据和云计算技术开发专门针对双碳管理的集数据治理、数据组织、数据建模分析、双碳知识管理、数据服务功能为一体的专业双碳大数据基础平台；服务层采用微服务架构技术，将业务与数据解耦，并细粒度拆分成独立组件和服务，以业务中台和技术中台的方式向上层提供双碳应用封装服务；应用层包括碳排放监测管理子系统、碳账户管理子系统、碳排放权交易子系统、碳评价决策预警管理子系统，基于下层各层服务赋能，进行灵活的微服务封装定制，共同形成面向政府、企业、园区的双碳目标应用^[1-2]。

1.2 物联网架构设计

研发碳排放监测物联网基础平台。该基础底座以物联网和云计算技术为基础，实时接入前端烟气连续监测等设备，连续在线测量烟气中的SO₂、NO、NO₂等污染气体以及温室气体浓度，通过数据采集与传输装置将监测数据上传至数据中心。物联网云边协同平台设计支持多种设备接入方式，包括MQTT、CoAP、HTTP等协议；提供设备管理功能，以便对设备进行注册、认证和授权等操作；支持多种数据采集方式，包括传感器、摄像头、GPS等；在数据处理方面，支持数据清洗、数据预处理和数据分析等操作；支持边缘计算功能，并应用容器化技术和函数计算技术等；支持云端计算功能，以便对大规模数据进行分析 and 处理。物联网平台主要功能包括以下5个方面。

(1) 配置管理。包括用户管理、权限管理、第三方平台管理、机构管理、角色管理和系统配置。(2) 设备管理。用于统一管理设备、设备建模、安全配置等操作，包括产品管理、产品分类、设备管理模块、分

组管理、网关管理、地理位置等。设备管理模块子功能包括设备管理、设备信息、物模型管理、运行状态、日志管理、设备影子等。(3) 设备接入。包括证书管理、协议管理、网路组件、设备网关等。其中，网络组件包括MQTT、TCP、CoAP、WebSocket等，设备网关包括MQTT服务设备网关、MQTT客户端设备网关、TCP设备网关、CoAP设备网关等。各种网络通信协议管理，包括可视化配置HTTP(S)、TCP(TLS)、CoAP(DTLS)、UDP(DTLS)等客户端及服务端，是设备接入等功能的核心。(4) 规则引擎。提供可视化、流程化的数据(逻辑)处理工具，包括规则实例和数据转发两个模块，规则实例模块包括创建规则、设计器、启动、停止、删除规则等功能。数据转发可使用SQL订阅消息网关中的数据，并将处理后的数据转发到指定地方，如发送消息通知、推送到MQ等，不仅支持标准SQL语法与拓展函数，还支持聚合函数和窗口函数。(5) 云云对接。支持平台与平台的云端对接。主

【作者简介】何芳(1971—)，女，安徽宁国人，硕士研究生，高级工程师，研究方向：智慧城市、智能油田规划设计。

流物联网平台，如移动和电信的 IOT 平台、RCenter 物联网平台等都需要与其做对接支持，对于应用者本身而言无感知。

1.3 大数据架构设计

大数据基础平台接入各类异构的数据源，进行数据清洗、转换、整合、监测，构建业务主题库、专题库，实现数据的管控与共享；支撑不同应用场景，包括实时数仓、离线数仓；提供亿级以上规模数据表之间关联分析、指标项多维聚合，响应速度达到毫秒级；采用数据分析挖掘、深度学习等先进的技术，面向特定业务建立算法模型，支持智能化分析、预测等应用需求；按照数据采集、存储、分析计算、管控等应用功能进行组织。

1.3.1 大数据平台模块划分

(1) 数据交换系统。在各种异构的数据存储架构之间，建立标准化的高速数据传输通道，实现数据融合、共享，最大限度利用数据资源。(2) 数据存储计算系统。支撑大规模、高吞吐海量数据高速计算的多层次存储服务，构建企业级数据仓库；提供包含流式、批式、交互式等不同应用场景的数据分析计算服务，实现数据清洗、聚合、分析、预测等。(3) 任务调度系统。以流水线的形式实现数据分析计算任务之间的调度、监控、管理。(4) 数据管控系统。保证了数据在存储、计算过程中的准确性、安全性、可靠性。(5) 开发管理工具。提供可视化的数据开发、管理以及集群资源的运维管理工具。

1.3.2 大数据平台主要功能

主要功能包括以下 5 方面。

(1) 平台基础运行框架。自

动适配 CDH、华为 FI、阿里云等国内外主流的大数据基础环境，提供满足云计算环境下服务集群、数据存储、数据传输等环节中的安全控制体系和智能运维技术，构建全域覆盖的安全防护和运维保障技术体系，实现数据全生命周期管理。(2) 多任务编排调度服务。实现大数据分布式计算环境下，数据处理流程编排调度机制，按照调度计划调用执行各个任务节点，控制任务间的依赖关系，以流水线的形式实现完整的数据处理过程。实时收集任务运行状态数据进行分析，实现任务的监控预警。(3) 大数据分析建模服务。动态加载任务配置信息（包括资源配置、计算规则、业务脚本等），向大数据基础环境申请资源并提交任务，主要针对亿级以上规模的历史数据以及万级 / 秒以上高吞吐实时数据，实现数据的多维聚合、关联分析、深度挖掘和预测预警等。(4) 数据资产管理服务。提供全局数据资产目录管理，数据资产注册、发布、申请、安全访问，建立数据资产存储、使用情况等多维度的统计分析报告，帮助管理者全盘掌握数据资产的建设使用情况。(5) 数据总线服务。建立统一的数据服务总线，在屏蔽底层数据存储技术基础上，为用户提供数据查看、数据下载、数据 API 拉取和推送等多种数据访问模式。以限制访问频次、访问期限、访问 IP、访问用户等方式保证服务与数据的安全性、稳定性。

1.4 微服务赋能平台架构设计

(1) 基础云环境。平台服务具备云适配能力，可以在私有云、公有云、混合云以及跨云上部署运行。(2) 组件层。平台服务与定制工具支持多样化、定制化、便携化的前端组件与模块化插件，在定制工具中开发丰富的 Vue 组件供用户使用，后续还需更多语言开发的前端组件作为支持，如 React、Angular 等。(3) 基础框架层。平台服务的稳定性、并发处理、性能检测、注册配置都建立在基础框架之上，旨在确保稳定性的前提下利用分布式设计模式支撑高并发数据，监测各个服务的健康状态等。(4) 服务引擎层。服务引擎层是平台的核心。从组织架构到功能与数据定制，再到资源与业务的管理，每种引擎具有不同的特点，可以根据不同的业务特点选择最适合的引擎。(5) 资源模型层。平台服务在服务引擎作为功能支撑的基础上提供可视化操作或定制前端模板。(6) 可视化工作台。纯界面化工作台，拖拽即可完成配置，零代码就能轻松搭建可视化应用。基于组件与模板的可视化定制，灵活布局控制，灵活添加，随时调整，支持多种布局嵌套以及模板、源文件导出等。(7) 丰富的组件。平台内置图表、地图等丰富的二维、三维组件，以中文标签形式进行配置，并提供一系列的布局、选择器、单表、主子表、图表、报表、文件上传等信息展示、管理基础组件。(8) 数据接入。平台支持关系型数据库、非关系型数据库、数据中间件以及实时数据的接入，不仅可以对接常见数据库、API、静态数据，还可以完成在线数据格式转化。

1.5 应用功能架构设计

1.5.1 碳排放监测系统

针对碳排放和碳汇监测对象，通过系统接口、物联网传感器采集、在线填报、离线导入等方式采集企业碳排放的相关数据。主要功能包括碳排放数据监测、碳排放管理、碳排放数据统计与分析、碳排放水平识

别评价、碳排放数据自动核算。通过物联网、大数据等技术手段明确每条生产线、每个设备的排放情况，将数据进行可视化处理以及精细化核算，进行碳排放履约预警分析，生成标准碳排放报告。

1.5.2 碳账户管理系统

协助各行业企业管理碳排放权配额申请与履约。精细化管理碳排放，例如，工厂、车间、主要用能设备、单位产品的碳排放数据管理，月、年度排放数据和未来预测，年度排放报告，排放核查文件，规避排放风险。这是参与碳交易的必要前置工作，主要包括碳账户信息管理、配额管理、交易履约管理、碳汇管理、碳账户价值评估、CCER 项目管理等功能^[3]。

1.5.3 碳交易能力建设

为保障交易双方公平、公正、公开交易，模拟构建安全、稳定、可靠的电子交易平台以及实现该平台所需的查询、清算、监控、服务等功能。系统满足碳排放交易企业进行碳排放权的实时交易，满足各交易产品的独立业务运营和协同管理。服务政府监管机构，提供最新交易数据统计资料，便于进行市场调控管理。

1.5.4 双碳目标管理智能大脑开发

通过政策分析、碳监测核查结果、资料收集、工程分析等流程，对所在区域、行业进行横向对比，评价碳排放和碳汇监测对象温室气体排放水平，分析碳减排潜力；根据指标体系和预警规则对碳排放碳汇指标进行预警；分析区域碳排放强度考核目标可达性；将降碳节能领域专家的知识 and 经验，以知识库形式存入计算机，系统根据这些知识对输入的原始事实进行推理，作出判断和决策，提出区域碳排放环境影响评价结论。

2 系统先进性

物联网平台提供设备管理、规则引擎处理、数据收集和处理以及可视化整体框架，适配多种网络环境和常见传输协议，OpenAPI 对外提供数据的访问接口、各类硬件终端和厂商设备管理平台的快速接入方案和设备管理能力，提供各类开箱即用的组件工具。适用于多种物联网垂直行业场景应用，同时剥离各个场景下的通用需求，不断在产品层面上丰富扩充^[4]。

大数据技术体系的基础技术、数据管理技术、数据分析应用技术、数据安全流通技术能够覆盖碳排放和碳汇管理从采集、传输到应用、治理的全过程。利用大数据技术对数据实时处理，实现对设备、产品、产线、区域碳排放的精确核算，实时监控碳排放，及时发现高碳排放环节，精确核算碳排放监测对象。

微服务架构技术适用于资源融合、共享，适合敏捷开发。使用基于微服务的方式，使应用程序开发变得快捷、易管理和部署，在多台具有负载均衡的服务器上运行，轻松应对需求高峰、由于时间推移而平稳增长的需求和由于硬件或者软件问题导致的宕机事故。

解决地方政府对非控排企业碳排放和碳汇核算监测难题。目前，控排企业强制监管，非控排企业缺乏监管手段。本系统将地方非控排企业

纳入核算监测，摸清非控排企业碳账户底数，对数据进行预警分析。同时，利用评价指标体系对减排企业进行评估考核、指标配置探索，数据以可视化形式向用户呈现。实现了面向政府、园区、企业提供双碳管理的前瞻性数字化转型尝试。

结语

本系统是一个统筹管理体系，涉及企业全方位碳相关工作，是未来重点排放企业甚至是所有企业必备的数字化平台。平台关系的不仅是资产的增值保值，还是企业建立 ESG（社会治理、公司治理、社会责任）的关键步骤。企业可持续发展的战略规划与碳账户管理是否全面、完善起着决定性的作用。推进“30·60”目标计划，加快企业对碳排放的主观意识，就已知八大重点行业，全国超 50 万家和超 2000 个上下游细分领域，市场规模超万亿人民币。^[5]

引用

- [1] 张平,郭青华,许玥玥.我国碳中和债券的实践、挑战与发展路径——基于“下一代欧盟”绿色债券框架的比较研究[J].经济纵横,2022(2): 104-110.
- [2] 匡晓明,陈君,徐进,等.碳中和导向下的城市设计实践——以中新天津生态城临海新城生态岛为例[J].城市规划学刊,2022(6):110-118.
- [3] 朱超,史志斌,鲁金涛.碳达峰、碳中和对我国煤炭工业发展的影响及对策[J].煤炭经济研究,2021,41(4): 59-64.
- [4] 冯保国.碳中和油田的未来之路[J].中国石油石化,2021(16):36-37.