

基于城市能源互联网综合服务平台架构及关键技术研究

陶春旭, 李泽汉, 李旭航

(兖矿能源集团股份有限公司信息化中心, 山东 邹城 273500)

摘要: 何谓城市能源互联网? 即利用智能化、信息化的手段, 连接热, 冷, 电, 气等能源来对资源进行配置以及运行。其间, 涉及的运营机构以及能源形式比较多, 城市能源互联网需要面临的挑战非常大。基于此, 本文根据控制理论以及复杂系统管理, 提出独立于特定领域与设备的综合服务平台, 并对软件 CPS 建模进行深入研究, 分析分布式多主体协作, 计算引擎等技术, 对多主体异构系统的分布式协作, 多源异构数据的融合与分布式处理以及大规模异构终端的访问与远程控制进行实现。

关键词: 服务平台; 能源; 智能体; CPS

中图分类号: TM73

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2022.18.037

文献标识码: A

近年来, 因为大数据, 人工智能等技术的发展, 从而让能源的优化有了新的方法。现阶段能源系统有着商业运营模式缺乏, 不合理地配置资源问题以及利用效率低等问题, 这个时候就非常需要构建能源互联网。

本篇文章设计了一款能源互联网综合平台, 该平台对我国能源互联网建设中的问题能够有效地进行解决, 而且该平台还有着拓展性以及普适性。能源综合平台主要是优化能源互联网的运行, 数据融合治理以及终端接入等提供基础支撑。总的来讲, 根据软件定义技术来对异构终端的管控以及接入进行实现, 从而能够让多个运营主体的信息通过分布式技术打破信息孤岛的问题, 从而能够有效地促进数据流以及业务流之间的融合贯通, 实现能源优化和数字护理融合建模^[1]。

1 综合服务平台架构

1.1 总体架构

能源综合平台统一分析, 能源终端接入以及数据融合处理, 从实际业务需求出发, 架构如下图 1 所示。



图 1 综合服务平台架构

对于能源互联网的用户, 感知以及设备等终端采取软件定义技术来进行管控和接入, 根据不同的场景来对 CPS 融合模

型进行构建, 比如热能管理 CPS, 智慧建筑 CPS 以及远程网络 CPS 等, 以 APP 的形式提供城市能源互联网共享服务以及跨区域知识和建模服务^[2]。

1.2 技术架构

该服务平台结合分布式智能协作, CPS 分析引擎, 软件定义智能终端等技术来对综合服务的管控进行建设, 从而实现复杂的应用功能, 如下图 2 所示。



图 2 技术架构

对于能源互联网核心问题平台通过关键技术的融通组合有效地进行解决, 以此来对其运行需求进行优化^[3]。最底层为传感终端, 提供计算服务与基础通信, 应用程序接口网关统一配置以及接口适配等, 并由 CPS 建模以及引擎进行分析, 来对数据进行分析治理, 互联网数据库以及计算服务, 多个运营主体分布式多主体协作和演进通过部署策略、移动终端、事件触发以及网络协同等方式进行实现^[4]。

2 综合服务平台关键技术

2.1 软件定义智能终端

综合服务平台要有数据治理以及异构终端接入和管控, 这

不但需要边缘侧终端设备有独立分析能力,还需要平台侧管控端能够对能源互联网中的资源进行访问和调度,该平和与互联网管控理念相结合,对海量设备的协调管理通过软件定义智能终端技术进行实现^[5]。软件定义简单地来讲就是根据虚拟化以及编程接口来分离硬件中的编程部分,采取编程语言替代原物理调控,以此来根据需求来分配硬件资源^[6]。

软件定义思想应用在管控工作当中,在现有的技术下,和互联网监管模式结合在一起,以此来实现设备的监控以及访问,大体来讲,对于边缘侧设备的访问以及映射能够实现,通过中间节点把通信网络和计算服务接入到管理平台当中,对于虚拟化监控设备通过平台侧进行数据汇总并管理,实现用户多样化的服务需求^[7]。

2.2 基于 CPS 的统一计算分析引擎

综合平台要有多种能源管理的能力,并且还要兼容高度异构化多能源模型,结合专家知识进行计算,从而能够快速响应业务需求。对于复杂异构能源的动态建模和快速影响传统的多能源控制系统应对比较难,而 CPS 统一计算分析引擎能够对多能源网络的建模,优化以决策进行实现。

CPS 目前的研究已经有了一定的进展,也有学者提出在能源互联网建设以及智能电网中应用 CPS 技术和建模方式。CPS 技术应用的一个经典就是工业物联网,通过通信,控制,感知以及网络等技术来对工业中数据,物、机、人等要素的高效交互,协调治理进行构建,以此来对业务实时响应以及资源快速度^[8]。

根据 CPS 分析引擎把能源管理传统模块和 CPS 模式结合在一起,从而建立多能源模型。首先需要感知以及采集环境信息,硬件的部署要科学合理,而数据治理机制的建立需要采取数据获取方法,其次根据数据传输模式来传输和处理数据,根据 CPS 对数据融合技术和建模方法进行统一,以此来对多能源模型进行构建,最后根据 CPS 决策控制和共享资源来对能源统一分析,计算进行实现。

(1) 环境信息感知与采集

计算分析基础是要对准确的感知和采集环境信息,CPS 衍生技术 CADC 通过有损压缩来对拥塞的情况进行缓解,另外还要控制压缩容忍失真的范围,通过 CPS 优先级来对加权 CADC 方案进行提出,由此对于高优先级的数据,就能保证其失真比较小,进而达到容错率和实时性高的效果。布置网关和传感器的重要性也比较大,根据启发式搜索能够避免 CPS 量子搜索法陷入局部最优的情况,对于拓扑连续性以及监控需求能以最少传感器数量达到要求,对于网关布置问题,把网关看作集合,集合中的元素为传感设备,通过启发式算法来对传感器进行覆盖,这样对于部署的传感器以及网关能够保证是最优的。

(2) 数据传输和处理

在数据传输中,对于异构数据可通过 CPS 数据传输控制来进行实时的转换对不同节点的异构数据类型通过 MAC 协议提供差异化的服务以及数据传输模式,在数据传输当中,可以通过采取改进 DS 理论来处理其不确定性,这样能够做到异构数

据的融会贯通。

(3) 多能源建模与状态估计

CPS 建模方法和网络,人工智能,分布式以及通信技术进行结合,还要对信息和物理空间进行兼顾,以此来设计异构统一模型。通过 CPS 与 HybridSim 工具链和 UTP 语义框架进行结合,来对模型维度进行拓展,以此来对多领域的信息输入到统一领域方面进行实现,而想要保持系统的鲁棒性,可以采取故障检测协议以及异步传输控制的方法,通过线形滤波算法来优化局部权值,实时地对通信噪声进行监控,优化建模的过程可以采取分布式滤波器;选择两级诊断,在第一级来对子系统故障设置监控程序进行监控,第二级应用在全局决策中来交换监控程序中的故障信息,并对结果进行分析,最后对于故障的定位要精准,解决要及时有效,从而能够对多能源环境态的预演推算,装填估计以及态势认知能力。

(4) 资源控制,调度和决策

对于现实环境的变化,在多能源下通过动态事件驱动程序的建立而进行响应,合理利用实时联合调度程序,含 GPU 的嵌入式系统以及能源互联网知识库等来对资源进行调度共享,以设备的运行状态,设备状态信息以及环境数据等为监控对象,根据环境自适应感知技术来对引擎进行建立,并对智能人机互动决策进行优化,平衡多能源系统管理,而对于系统的可靠性,容错性以及鲁棒性通过 PID 控制,自适应控制以及模糊控制的结合进行提升,以此来对交互决策,智能计算,数据融合以及多能源建模等功能进行实现。

综合平台通过 CPS 分析引擎的构建,使得能源互联网下从环境感知到异构模型建模等过程进行快速的响应,对于一些特殊的场景需要根据专家知识,环境参数以及能源类型等来对数据模型类型,数据处理算法以及数据采集策略进行调整,对于多能源模型建模中异构程度大的问题通过异构领域统一多能源模型的构建进行解决。

2.3 分布式智能代理协作

该平台需要有多个运行主体的协调能力,这样才能保证最大化地让用户满意以及利用能源的效率最优。根据分布式代理技术能够有效地解决主体利益分配的问题。

智能代理对于环境知识能够通过学习进行获取,并且还能够优化自身的知识储备和应对环境能力的智能实体,而解决问题只采取一个智能体是非常有限的,而智能代理大部分是由很多智能体协同自制的多智能体系统在场景中进行应用,总的来讲,各个运营主体在能源互联网下会对多个智能代理进行部署,这些代理会根据分布式协作技术来进行同步管理,以此来为企业以及用户提供更加复杂的,人性化服务。

分布式智能代理主要作用在业务流数据中,数据包括的有电力市场行情走势,电费波动情况以及区域用户能源消耗情况等信息,先通过 MAS 来对多区域潮流计算方案进行改进,然后建立多智能体并行机制,电力交易市场管制体系,以此来不同的主体间数据交互实现畅通,从而解决信息孤岛问题,打破

业务壁垒。

(1) 分布式多区域潮流计算。

传统潮流计算方式对于目前的电网环境是很难应对的，而 Agent 不但有独立计算分析能力，还有协同作业，信息交互以及数据隐私保护的能力，根据 MAS 方法采取分两层构建方式，第一层划分总体区域，根据下层潮流数据来制定调度计划，第二层有内外两类，内层来管理核心算法，并与相邻区域交换不是非常重要的信息，外侧负责迭代控制，对内层传递的偏差变量进行收集，并调整最终值的分布，内外两层进行协同控制，从而来达到分布式潮流计算。

(2) 分布式多智能体并行机制

多个运营主体可以通过分布式并行机制来进行协同作业。最近这些年，分布式技术的发展是非常迅速的，在智能体控制管理当中，一些研究人员引入分布式控制以及并行计算的理念，提出 PDMS 技术，该技术以分布式集群计算来扩大协同计算容量，对于并行通信而造成的负载能够有效地进行应对，另外 PDMS 技术是以通信系统作为基础，来对多智能体进行筛选以及分区，当智能体间的管理覆盖区域重合时，进行信息分流，对传输信息进行分流重合，在此过程可通过 5G 技术来对数据传输速率进行提升，优化通信质量。

(3) 分布式多主体电力交易市场管控

对于电力交易市场，智能代理通过构建两类 Agent，并使其交互学习，首先对各 Agent 根据市场状态来进行部署并初始化，另外对 Agent 的辅助对象以及部署数量进行确定，其次对于各功能类 Agent 自身策略需要根据各自的市场交易策略以及服务对象来进行制定，最后进行交互学习，对动态进行优化，以结果来修正交易的行为，从而达到平衡能源主体间的利益，进而对电力市场交易效率进行提升，对市场价格进行稳定。

该平台根据分布式代理技术，来对用户增量市场，政府，配电运营商，储能运营商等多个主体控制的代理系统进行构建，该代理系统不需要具有很强的存储以及计算能力，这些代理主要在安全通信协议下，来对交易市场中的数据传输通畅进行保证，对于复杂的数据可通过云端服务平台来分析其价值，这也能够对多个主体的管理进行协调，让系统的开销达到最小化，保证高效的交互，这样对于交易市场数据的利用率能够有效地进行提升，最终对各主体之间的信息孤岛和业务壁垒情况进行突破，对能源互联网的业务流，数据流等广域流通进行促进。

3 结语

综上所述，对于智慧城市的建设可通过能源互联网的建设

工作而进行促进，我国目前对于化石能源依赖的情况可通过多种异构能源的零阻转化以及高效管理来进行改善。对于能源互联网建设中的各种问题，例如无法有效融合领域专家知识，多能源模型异构程度大，结构复杂，监控类设备数量以及种类繁多，协作存在多样化挑战等，提出了一种知识体系，领域技术以及设备系统的综合服务平台架构，该平台对企业合作盈利，能源利用效率以及设备管理能力进行综合考虑，以此来对用户的用能情况进行很大的优化，该平台能发展成城市公用设施运营以及数字化转型的关键平台。

今后，实现该目标需要通过互联网化运营的技术以及理论，以此打造能源互联网平台，为各主体提供定制化，自由度高以及优质的服务，一起来对城市能源互联网共赢生态进行建设。

参考文献：

- [1] 李华强, 李旭翔, 阙力丰. 能源互联网背景下综合能源服务市场运营模式及关键技术 [J]. 工程科学与技术, 2020, 52 (04): 13-24.
- [2] 龚钢军, 杨晟, 王慧娟, 等. 综合能源服务区块链的网络架构、交互模型与信用评价 [J]. 中国电机工程学报, 2020, 40 (18): 5897-5911.
- [3] 申洪, 周勤勇, 刘耀, 等. 碳中和背景下全球能源互联网构建的关键技术及展望 [J]. 发电技术, 2021, 42 (01): 8-19.
- [4] 杨先龙, 杨超, 熊天龙, 等. 能源互联网科研基础服务平台的标准化建设路径研究 [J]. 中国标准化, 2021 (13): 134-141.
- [5] 乔克, 吴培, 田传波, 等. 面向能源互联网的综合能源仪控平台一体化设计与研究 [J]. 仪器仪表用户, 2021, 28 (07): 101-106.
- [6] 刘京伟. 湖北省实现交通驾培监管服务平台与公安互联网交通安全综合服务平台联网对接 [J]. 汽车维修与修理, 2021 (17): 76-77.
- [7] 胡若云, 张维, 李剑白, 等. 基于“互联网+”的综合能源服务发展策略研究 [J]. 山东电力技术, 2020, 47 (02): 43-46.
- [8] 吴垠, 薛贵元, 陈卓彦, 等. 省级电网公司打造综合能源服务平台的探讨 [J]. 电力需求侧管理, 2020, 22 (05): 93-96.

作者简介：陶春旭（1992-），男，安徽蚌埠人，大学本科，主要从事信息科技与技术研究。