

[控制系统]

基于移动边缘计算的火电厂分散控制系统改造

文/朱 伟
包头东华热电有限公司生产技术部

将移动边缘云和中心云的概念引入到火电厂分散控制系统改造中，并分析了两种云计算技术的优劣势，结果发现移动边缘云更适用于对实时性要求较高的火电厂分散控制系统。随后基于移动边缘计算技术搭建了一款火电厂分散控制系统，为火电厂分散控制系统的改造升级提供了一套可行的解决方案。

火电是我国能源供给的一项重要手段，然而，在火电厂中往往存在着复杂的工作流程和繁琐的数据处理工作，这些数据的处理需要借助分散控制系统。分散控制系统作为火电厂操作和管理的核心，承担着相当重要的作用。其主要作用是实现对火电机组的远程监控、自动控制，同时对整个电力系统进行数据的采集、处理和分析。其中，火电机组的自动控制是分散控制系统的核心，其主要是通过控制信号对机组进行遥控，实现对机组的自动调节和控制，使机组高效稳定地运行。

当前阶段，火电厂分散控制系统存在以下几个问题：首先是设备老化问题，许多火电厂分散控制系统已经使用了较长时间，同时承受着较大的负荷，使得部分设备的运行出现了问题，影响了系统的稳定性和可靠性；其次是信息孤岛问题，火电厂分散控制系统涉及的设备和系统比较复杂，不同设备之间的信息不能很好地共享，导致信息孤岛问题，影响了系统的整体效益；最后是集中式管理难度大，传统的火电厂分散控制系统是建立在集中式管理的基础上，随着分布式技术的发展，这种管理方式已经不能满足现代火电厂分散控制系统的需求，因此必须通过改造提高其效益。

近年来，随着云计算技术的飞速发展，其在火

电厂分散控制系统改造升级上也展现出了独特的优势：首先是云计算技术能够实现资源的共享和调用，将分散控制系统的数据和应用部署在云端，避免了传统分散控制系统的信息孤岛问题。并且可以方便不同的用户和机构共同使用分散控制系统中的资源，分摊系统的运营成本，提升系统的利用率和效益，提高了系统的集成度和互联互通性。其次是云计算技术可以根据用户需求进行资源扩展，不需要增加硬件，节约了硬件成本和维护成本，提升了火电厂分散控制系统的可扩展性和灵活性。同时，云计算技术还能够实现快速部署和调整，加速了分散控制系统的更新和升级，提高了系统的实用性和适应性。最后火电厂分散控制系统涉及复杂的电气设备和控制系统，其运行安全至关重要，云计算可以通过数据隔离和备份机制，对分散控制系统的数据进行备份和存储，保护了系统的信息安全和可靠性。云平台还能够提供安全和稳定的网络环境，防止黑客入侵和数据泄露。

综上所述，云计算技术在火电厂分散控制系统改造中具有显著的优势和应用意义，能够帮助相关部门提升系统的可靠性、灵活性、安全性和效益，实现分散控制系统的全面升级和转型。

移动边缘云和中心云的对比分析

现阶段，使用云计算技术对火电厂分散控制系统进行升级改造正逐渐成为研究的重点。随着云技术的不断发展，目前有移动边缘云和中心云两种云计算架构可供选择。中心云是指将多个业务部署在数据中心，所有的计算和存储资源都在数据中心，应用服务也主要运行在数据中心，从而实现资源集中管理和共享，提高资源的利用效率和降低系统的成本，同时也能够提供更加高效稳定的服务。中心云还可以提供虚拟化技术，实现多用户的资源隔离和共享，提高了资源的利用效率和系统安全性。

移动边缘云是将云计算资源放置在网络边缘，而不是在集中式数据中心中。它通过将计算、网络和存储等资源部署在网络边缘上，将云解决方案推向了边缘，从而减少延迟和网络拥塞，增加资源利用率，进而为用户提供高性能、低延迟、可靠安全的服务。

移动边缘云和中心云的区别在于：

1) 资源位置。中心云运行在中心数据中心这一核心位置，而移动边缘云则是将云计算资源部署在离用户更近的网络边缘。移动边缘云的资源更加接近于用户，使得数据更快地到达，从而减少延迟和提高效率。

2) 系统高可用性。由于中心云是在一个中心数据中心中运行的，意味着它容易面临故障问题。而移动边缘云具有更高的可用性，因为它按照分布式策略将其资源部署到不同的边缘节点上，这些节点之间互相冗余，从而实现了更高的系统可用性。

3) 维护和管理。中心云需要雇佣专业人员来管理大型数据中心的运维和管理。而移动边缘云资源分散在各个边缘节点上，所以需要对其进行远程管理和维护。

在进行分散控制系统改造升级时，需要考虑一些因素，例如应用场景、系统实时性及安全性等。对于火电厂这种对实时性要求较高的场景来说，移动边缘云相较于中心云会更具有优势。火电厂需要极为迅速地响应用户的需求和变化，如果将火电厂控制系统的数据传输到远方的数据中心再反馈，显然会造成延迟和不稳定，不能满足火电企业在态势感知、预警分析和智能控制等方面的需要。而移动边缘云将计算、存储等资源部署在离火电厂更近的

网络边缘上，具有低延迟和高稳定性的优势，可以更加迅速地响应来自控制终端的数据和请求，同时移动边缘计算在本地进行数据处理，可以做到数据隐私保护和安全性更高，满足控制系统实时性和安全性的要求，其还可以在网络环境中进行深度本地计算，提高系统的稳定性。

综上所述，对于分散控制系统改造升级，本文认为移动边缘计算是更好的选择。移动边缘计算具有低延迟、带宽占用少、稳定性高和安全性高等优势，特别是在火电厂等实时控制场景下，更具有优势。

基于移动边缘计算的分散控制系统

当今的火电厂，为了让系统更加自动化，将众多设备进行了集中控制。然而，由于数据量庞大，传输延迟以及机器运算速度限制等因素，这种中心化管理方式存在许多问题。基于此，本文搭建了一款基于移动边缘计算技术的火电厂分散控制系统，其系统架构如图1所示。整个系统架构分为现场级，项目级和企业级三层。

1. 现场级

现场级是指对火电厂生产现场的设备及其传感器所进行的分散控制。在现场级，需要设置大量的传感器搜集火电厂的现场工作数据。这些数据能够反映电厂现场的实时状态，例如气体流量、设备温度、环境湿度、氧气浓度、水位以及风压等参数。搜集到的数据可以通过5G基站通过无线传输上传至移动边缘分散控制系统，用于进行移动边缘计算。移动边缘计算技术将计算部分从互联网中央移到接近物理设施的边缘设备上，以降低计算时间和消耗带宽。在这里，需要结合火电厂的工作实际，采用精度高、响应时间快及抗干扰性好的传感器。

2. 项目级

项目级是指对火电厂的生产线所进行的分散控制。在现场级的数据采集完毕之后，移动边缘分散控制系统会对数据进行初始的处理。与此同时，整个火电厂生产线的PLC、DCS、SCADA等控制系统的也可以结合分散控制系统进行移动边缘计算，除了实现数据的传输与分析处理外，移动边缘计算得到的处理结果可以传回各控制系统，以实现对现场设备的管理和控制。同时，分散控制系统可

以通过本地网络有线传输或者5G网无线传输，将数据上传到火电厂分散控制云平台，以完成更加深入的计算和分析。

3. 企业级

企业级是指在数据中心、MES、ERP和PLM等层面的分散控制。在企业级中，火电厂移动边缘分散控制系统在进行移动边缘计算后，会将计算得

到的数据上传至火电厂分散控制云平台进行数据处理。这些数据经过处理后，可以通过外部网关对其进行访问，以实现外部应用可视化和进行全产业链企业信息系统的打造。这个阶段需要考虑到数据传输的可靠性和安全性，采用安全机制和协议来加强对数据的保护和管理。

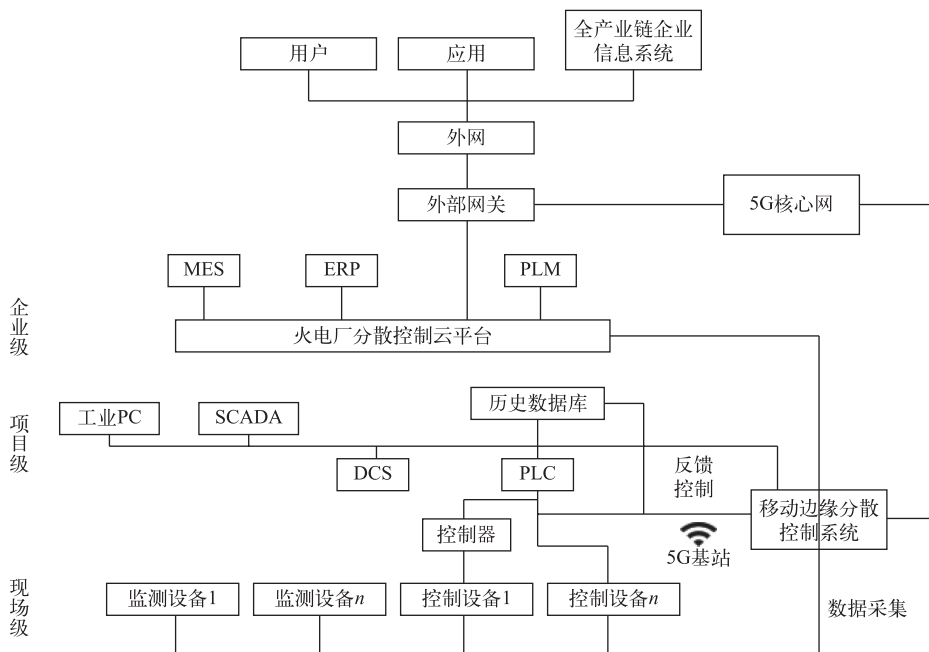


图1 基于移动边缘计算技术的火电厂分散控制系统架构

4. 基于移动边缘计算的分散控制系统优势

首先，基于移动边缘计算的火电厂分散控制系统，通过现场级、项目级和企业级三层架构实现数据的实时搜集、上传、分析和控制。现场级通过大量传感器设备完成实时数据搜集，项目级结合PLC系统等实现实时控制，移动边缘分散控制系统可以进行数据的实时处理和实时分析，企业级可以将数据进行进一步的分析和处理。这样的架构具有良好的可扩展性和可维护性，能够快速应对火电厂大型工程、设备更替和业务变更等需求。

其次，基于移动边缘计算的火电厂分散控制系统拥有极高的运行效率，可以通过移动边缘计算将数据处理就近完成，大幅度减少数据的传输量，降低数据处理和响应时间。特别是在火电厂大规模地感知数据和海量设备数据的搜集采集，传统的与云端进行交互的方式，由于数据的传输量较大，传输带宽较窄、数据处理时间较长，易失去数据时效

性，而基于移动边缘计算的架构将数据处理通常放在离数据源最近的边缘站或设备内，减少网络带宽、缩短数据处理时间，从而更好地满足实时性要求。

此外，基于移动边缘计算的火电厂分散控制系统其维护成本也有所下降，采用该架构的火电控制系统更加稳定、更容易升级、更易于管理和维护，某些情况下可以用较低的成本来实现有效管理，同时也支持快速响应问题、快速修复故障等。

最后，基于移动边缘计算的火电厂分散控制系统还可以实现可持续性发展。该系统可根据未来的发电需求、市场规模及供应链需求等需求变化而快速调整，支持电力企业的可持续发展。

综上所述，移动边缘计算技术的引入，为火电厂分散控制系统的改造升级带来了新的机遇和挑战，基于移动边缘计算的火电厂分散控制系统具有开放、稳定、高效、灵活的架构特点，其优势包括

可扩展性、可维护性、高效性、稳定性及可持续性等方面。它能够为火电厂提供更好的数字化解决方案,实现全链路的智能化监控和管理,同时增强了火电厂的可持续发展能力,提高了产业效益和社会效益。

结束语

云计算技术具有可扩展性强、可靠性高及成本低等优势,这些优势可以很好地解决火电厂分散控制系统存在的问题。因此,云计算技术在火电厂分散控制系统改造中的应用也越来越受到重视。本文首先探究了中心云技术和移动边缘云技术在火电厂分散控制系统升级改造中的优劣,发现对于火电厂这种对实时性要求较高的场景来说,移动边缘云相较于中心云会更具有优势,采用移动边缘计算可以大大提升数据处理的速度和效率,并且较好地解决了对网络带宽的依赖,降低了数据传输的延迟。基于此,针对火电厂分散控制系统的改造升级,本文提出了一种基于移动边缘计算的分散控制系统架

构,整个系统架构分为现场级,项目级和企业级三层,其可以实现对分散控制系统的即时响应、高效率的控制和管理。EA

(收稿日期:2023-06-12)

参考文献

- [1] 吴丹.基于云计算的DCS远程诊断与维护系统的设计与实现[D].西安:西安电子科技大学,
- [2] 陈文悦.智能发电运行控制中的系统可靠度测试研究[D].北京:华北电力大学北京,
- [3] 王开心.结构分散控制及其多时滞补偿研究[D].广州:广州大学,2018.
- [4] 林立群.电气自动化系统中分散控制系统的实施[J].科技传播,2013,5(8):146-149.
- [5] 王怀丰.分散控制系统在热电厂自动控制上的应用研究[J].才智,2012(20):40.
- [6] 唐标,李婷,李博,等.基于边缘计算的变电站内智能布控数据分析与展示[J].电气应用,2021,40(2):79-84.

(上接第58页)

统方法存在的不足与缺陷,将该项技术应用到超高压输电线路运维中,提出了一个全新的运维思路,有效提高了运维准确度和效率,同时提高了超高压输电线路运维工作的智能化、信息化水平,为基于低空无人机遥感技术的超高压输电线路运维方法研究提供了参考依据,也为实际运维工作提供了理论支撑,具有良好的现实意义。EA

(收稿日期:2023-06-15)

参考文献

- [1] 覃静婷,刘世男,张丽琼,等.无人机遥感影像提取的单木冠幅数据在桉树林分蓄积量估测中的应用[J].东北林业大学学报,2023,51(6):96-102.
- [2] 阮国恒.以状态评价为基础的输电线路运维检测自动管理平台设计[J].自动化技术与应用,2020,39(8):159-163.
- [3] 钟鑫,张加龙,黄云,等.无人机遥感技术在保护区管理工作中的应用——以老君山省级自然保护区为例[J].现代园艺,2023,46(6):

146-148.

- [4] 王晨曦,任家琪,叶造成,等.野外作业中自然地面控制点对无人机遥感影像精度纠正分析[J].防灾减灾学报,2023,39(1):75-79.
- [5] 荆文龙,周成虎,李勇,等.基于无人机智能基地的空地协同低空无人机遥感网构建及应用[J].遥感学报,2023,27(2):209-223.
- [6] 唐尚杰,刘美洁,黄钰辉,等.基于无人机遥感的天然次生林林窗格局与林下生物多样性关系[J].林业与环境科学,2023,39(1):30-40.
- [7] 袁海,李靖翔,赖皓.交直流换流站重要线路运维安全性评价技术研究[J].电工技术,2022(13):58-61.
- [8] 李浩强.关于配电线路运维检修技术存在的问题分析和解决对策探讨[J].石河子科技,2021(2):38-39.
- [9] 史浩鹏,马凡琳,杨轲.基于人工智能识别技术的运维检修监测系统设计[J].电气应用,2021,40(8):86-91.