

智慧电厂智能控制技术路线探讨与研究

董新竹

国能哈尔滨热电有限公司

[摘要]研发基于互联网技术和智能设备的超超临界机组智能控制系统,运用先进控制技术、实时优化技术、大数据挖掘技术和高效低污染运行技术,研发燃煤电厂远程诊断监控系统,建设燃煤电厂大数据中心和云计算平台,为运维提供指导和决策依据。目前,国内专家、学者和研究人员对智能电厂的概念、架构、系统和一些关键技术做了一些研究。

[关键词]智能控制; 电厂; 热工自动化

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2020.04.081

主要对智慧电厂智能控制技术进行有关研究,主要研究内容是我国电厂智能控制现状研究以及发展方向,最后概述了电厂智能控制技术在我国的具体应用。

一、电厂智能控制技术的应用方向

1. 自动保护。机器在运转中自我保护的一大关键,是能够有效地保留原始数据以及初始数据,同时也可以对有关数据进行一定的修整。在生产条件难以满足数据恢复的条件时,工作人员可以使用自动检测技术来对机器进行检测,将获取到的数据传递到平台,停止整体系统的运转,进而减少突发状况的产生,最大程度上加强电厂运行的安全性。

2. 自动检测。自动检测是需要有关仪器来进行的,主要是对有关数据进行检查,同时还要对电厂中的有关机械进行检测。一般情况下,检测的是整体机械的温度、流量、压力以及成分等。通过有效的检测来促使机组正常运行,保持整体的稳定性。除此之外,也可以通过自动检测来修改有关的参数,参数合理能够保障机器可以自动运行。

3. 自动控制。我国电厂的运行系统十分繁琐,同时有着较大的人力耗费。一般情况下,不可能通过单一的工作人员对整体电厂进行把控,这样也难以加强系统运行效率,对于工作人员而言,也有着较大的工作量,难以实现良好的自动化控制效率。电厂智能控制能够有效地提高整体工程的生产效率,同时降低不可抗因素所带来的干扰,进而保障设备可以自动调节,为设备的稳定运行带来一定的基础。

4. 智能管控。智慧电厂智能控制的建设目标就是实现少人值守,少人干预,最终实现无人电厂的全厂智能控制技术。智慧管控在信息化管理系统,DCS控制系统,智能设备的自动化控制基础上,融合了锅炉CT技术、无线覆盖、人员定位、三维建模、智能巡检、智能预警、智能仓储等最新技术,并基于物联网+大数据分析+人工智能技术,实现能耗的优化分析、设备状态检修、燃料自动调运、配煤掺烧的自动决策等,最终实现生产与管理的深度融合。

二、智慧数据

1. 数字化设计。智慧电厂的数字化设计可以伴随着电厂的全寿命周期,它能够提供更清晰、准确的三维数字化系统/设备/零部件的位置、参数、状态展示,可实现三维模型与全厂设备数字化档案联动,实现生产运营数据的统一化。其中,

高效的三维交互引擎建立在高效算法、高速芯片技术、高速网络、高效边缘渲染与云端渲染技术的基础之上。为了适应电力行业的特点,国内一些企业着手开发自主知识产权的三维交互引擎,推动了该领域的技术进步。先进的三维建模主要有2类模式,即基于特征的建模和基于三维点云的逆向建模。基于三维点云的逆向建模主要用于投运时间比较久的存量机组。与基于特征的建模相比,三维点云建模能更真实地反映设备情况,但是三维点云逆向建模的数据量和运算量比较庞大。

2. 一体化数据平台。建立一体化数据平台是为了打通生产经营多个环节的数据孤岛,是智慧电厂数据治理的重要工作内容。关键技术主要包括高效分布式数据库系统、结构化与非结构化数据管理、实时数据与关系数据管理、统一的数据标准等。通过建立开放统一的数据标准来构建集数据采集、存储、处理、分析为一体的数据平台,深入挖掘数据价值,实现火电厂运行、设备、燃料、经营等数据的融合互通。

三、智慧生产

1. 智能测量及控制。智能测量及控制的目的是将先进技术运用于火电厂测量和控制全过程,实时获得难以直接测量的重要参数;利用智能机器人解决人工难以解决的问题,从而提高一次参数测量和设备故障检测的实时性;通过运用先进算法与控制策略,实现被控参数的调节品质远优于电网和环保的考核要求。从生产流程和技术应用角度考虑,可以将智能测量及控制划分为智能测量、智能设备、智能控制、智能机器人等功能。其中智能测量技术主要指煤质在线测量。激光测量技术的发展突破了传统射线测量技术、红外光谱技术在安全、应用场景等方面的限制问题,实现了更高效的煤质在线测量,通过对水分数据的修正,激光扫描的测量结果将更加准确。锅炉CT技术主要通过燃烧图像识别、激光检测、声波检测等实现全炉膛三维空间分布温度场、速度场的在线测量,精确建立燃烧的三维数学模型,是实现燃烧精准调节的技术基础。智能软测量技术通过机理模型与数据模型的融合实现精确建模,进而实现关键参数的软测量。该技术可广泛应用于测量入炉煤发热量、入炉煤元素成分、磨煤机一次风量、风粉浓度、磨煤机负荷、磨煤机料位、烟气含

氧量、SCR反应器入口NO_x质量浓度、飞灰含碳量、汽轮机各抽排汽焓等参数。现场总线技术可实现信号的双向传输，能够提供设备状态、量程、组态、报警、诊断信息以及历史统计数据等，实现传感测量、补偿计算、工程量处理与基本控制等功能。该主要协议包括Profibus、Modbus、EtherCAT、Lightbus等，其中Profibus协议下的现场总线技术应用广泛。APS一键启动技术大大减少了启停过程中操作人员的工作量和误操作，提高了机组负荷响应速率。随着设备可靠性的提高，可逐步减少断点设置，并将其泛化应用于从启停到日常生产运行的各个阶段，是APS技术的发展应用方向，该技术是智慧电厂运行智能化的重要保障。智能机器人技术通过复合检测技术、自主导航与智能定位技术、运动姿态控制技术等与机器人的融合，可实现检测机器人、巡检机器人、检修机器人、无人机在智慧电厂的应用。由于火电厂环境复杂，在智能机器人的技术成熟度、设备可靠性、实施效果、降低实施成本等方面尚有很大的提升空间。

2. 智能检修。智能检修通过将智能设备、先进测量、智能预警、智能诊断、远程诊断等技术应用于状态检修策略的制定、检修过程的实施与管理，从而改变传统检修模式，实现检修管理水平提升和检修成本优化。从检修流程和检修方式考虑，智能检修应具有智能预警、专家诊断、远程诊断和状态检修等功能。状态检修（CBM）是智能检修重点关注的关键技术之一。它区别于传统的定检定修，通过采用监测、分析、诊断等手段评估设备的状态，并根据设备健康状态，合理安排检修项目和检修周期，主要包括状态监测与状态评判2部分。通过实施状态检修，能够实现科学优化检修项目、检修周期、检修费用，提高经济性与安全性。

3. 智能运行。智能运行是通过将一体化信息平台、全厂数据融合、运行优化、人工智能等技术，应用于机组运行灵活性、环保设施优化、深度调峰及耗差分析，从而改变传统运行和巡检模式，用机器固化人的智慧，实现精细化运行。智能运行包括主辅机运行优化、机组经济性耗差分析、机组灵活性与深度调峰、环保排放优化、智能巡检等。从现阶段的技术成熟度与应用效果考虑，智能运行可重点关注的关键技术有MR和AR技术、机组灵活性运行技术、深度调峰技术、超低排放技术和智能巡检等。

4. 智能供热。由于智慧园区与多能联供技术的发展，火电厂实现热电联供功能是单一发电企业转型的重要发展方向。将热源、热网、热力站、用户、收费和客服等各类系统进行数据和业务整合，建设智能热网大数据中心，强化业务数据的协同共享，通过源网荷协同调度，实现智能供热，是现代化热电联供电厂的发展方向。考虑供热系统的涵盖范围和技术发展方向，可将智能供热划分为热网智能调度、热网智能巡检、热负荷实时调节、热网一管到户、调峰蓄热等几部分。

四、电厂智能控制应用领域

1. 智能控制在给水全程控制的应用。所谓给水全程控制是指锅炉从点火开始到机组带满负荷为止的全过程都是自动的。例如给水泵的自动控制：给水泵的出水量是跟随锅炉负荷变化而变化的，在启动或者低负荷阶段，给水泵在给水量很小的工况下运行，长期的摩擦会造成给水泵损坏。为防止这一现象，设计最小流量控制系统，保证给水泵始终工作在安全区，同时连续调节给水泵入口流量，在不需要工作人员工作的情况下协调控制机组给水控制系统，保障汽包水位，给水泵正常切换等，还能够减少人力物力，降低整体的经济投入，进而提高电厂的收入。

2. 智能控制在温度控制方面的使用。电厂智能控制能够有效地对温度进行把控，对于整个电厂运转来说，电厂锅炉温度检测十分关键。电厂智能控制即利用自动化对运行中的锅炉进行监控，以便更好地控制热量，避免因锅炉过热而导致机械故障。在这种情况下，电厂智能控制系统能够对生产温度中的惯性和滞后时间进行合理的调整，进而保障温度能够与环境相融合。电厂智能控制应用在电厂锅炉燃烧中，能够对能源进行合理的配置，进而加强能源的应用效率。在我国电厂中，电炉锅炉燃烧会受到很多因素的干扰。通常情况下会要求工作人员能够实时监控把控温度，但是对温度进行把控，容易对工作人员的人身安全产生危害，如果能够在温度控制方面应用模糊控制，通过研究炉膛辐射，则能够科学把控生产温度，保障工作人员以及系统的安全。

3. 智能控制在自动控制系统中的使用。为了更好的适应当前社会的发展，智能控制在自动控制系统中应用至关重要。电厂DCS系统来完成数据的整理与分析，将有价值的数据和信息提供给操作人员，使所获得的海量数据和信息的价值得到有效和及时的利用。以电厂一个大修周期的运行数据作为大数据分析的数据来源，整合出针对不同煤质、不同负荷状况下机组正常运行参数范围，并据此整定出运行参数的动态报警阈值，并对应提示越限后果。以系统、设备、参数为主线，按重要程度进行分级分类，对过程报警进行整合，形成精确报警，避免大量误报警。同时，提供越限预警、故障首出诊断、辅机设备及部件老化趋势、误操作等报警提示信息，达到减少运行人员误判、为运行人员赢得故障处理时间、提高机组运行水平的目的。

总之，在自动检测、自动保护以及自动报警和自动控制等功能的推动下，电厂稳定可稳定发展。智慧电厂应用智能控制技术，能够自适应电厂的整体环境，如燃料的变化、电网负荷的波动、排放影响等，使其在各种环境下都能提供经济、环保、安全、稳定的电能。

参考文献

[1] 朱高峰, 王建峰. 基于智能控制的电厂热工自动化分析[J]. 山东工业技术, 2018 (22): 194.