

电气自动化技术在火电企业节能减排中的应用

杨 鹏

国能长源荆州热电有限公司 湖北荆州 434001

摘 要: 随着全球对环境保护和可持续发展的关注度不断提高,火电企业作为能源消耗和污染物排放的大户,面临着巨大的节能减排压力。电气自动化技术凭借其高效、精准、智能的特性,在火电企业的生产运营中发挥着关键作用,成为实现节能减排目标的重要手段。本文探讨电气自动化技术在火电企业节能减排中的应用,分析其应用原理、具体应用场景以及实际应用效果,并对未来发展趋势进行了展望,旨在为火电企业的可持续发展提供理论支持和实践参考。

关键词: 电气自动化技术;火电企业;节能减排;应用

引言

火电在全球电力供应中占据着重要地位,但传统火电生产过程存在能源消耗高、污染物排放量大等问题,对环境造成了沉重负担。在能源转型和环保要求日益严格的背景下,火电企业必须寻求有效的节能减排措施,以降低生产成本,提高市场竞争力,同时履行社会责任。电气自动化技术作为现代工业技术的重要组成部分,能够实现对火电生产过程的实时监测、精准控制和优化管理,从而提高能源利用效率,减少污染物排放,为火电企业的节能减排提供有力的技术支撑。

1. 火电企业节能减排现状与挑战

1.1 现状

目前,火电企业在节能减排方面已取得一定的成果。许多企业采用先进的燃烧技术、安装高效的脱硫、脱硝和除尘设备等措施,降低污染物的排放浓度。同时,一些企业也在尝试优化机组运行方式,提高能源利用效率。然而,总体来看,火电企业的节能减排任务仍然艰巨,能源消耗和污染物排放水平与国际先进水平相比仍有较大差距^[1]。

1.2 挑战

火电企业节能减排主要存在如下挑战:1. 技术瓶颈。部分关键节能减排技术仍有待突破,如高效的碳捕集与封存技术成本高昂,难以大规模应用;一些先进的燃烧优化技术在实际应用中受到设备兼容性和运行稳定性的限制;2. 设备老化。许多火电企业的机组运行时间较长,设备老化严重,存在能耗高、效率低、可靠性差等问题,改造难度大,成本高;3. 运行管理水平。一些企业的运行管理理念和方法相对

落后,缺乏科学的能源管理体系和精细化的运行控制策略,导致机组运行效率低下,能源浪费严重^[2];4. 经济压力。节能减排改造需要大量的资金投入,而火电企业面临着电力市场竞争激烈、电价波动等经济压力,限制企业在节能减排方面的投入能力。

2. 电气自动化技术在火电企业节能减排中的应用原理

2.1 实时监测与数据分析

电气自动化系统借助各种传感器和监测设备,实时采集火电生产过程中的各种参数,如温度、压力、流量、电量等,并将这些数据传输到控制系统进行分析处理。对大量数据的实时监测和分析,及时发现生产过程中的异常情况和能源浪费点,为优化控制提供依据^[3]。

2.2 精准控制与优化调节

基于实时监测的数据,电气自动化系统能够根据预设的控制策略和优化算法,对火电生产设备进行精准控制和优化调节。调节燃烧器的喷油量、风量和燃烧角度,实现燃料的充分燃烧,提高燃烧效率;调节汽轮机的进汽量和转速,优化机组的运行工况,提高发电效率。

2.3 智能诊断与故障预警

电气自动化系统具备智能诊断和故障预警功能,对设备的运行状态进行实时评估和预测。当设备出现潜在故障时,系统能及时发出预警信号,提醒运维人员进行检修维护,避免设备故障的发生,减少停机时间,提高设备的可靠性和运行效率^[4]。

3. 电气自动化技术在火电企业节能减排中的具体应用

3.1 发电设备的自动化控制

3.1.1 锅炉燃烧系统

采用先进的自动化控制系统,如分布式控制系统(DCS)和可编程逻辑控制器(PLC),对锅炉燃烧过程进行精确控制。实时监测炉膛温度、烟气含氧量、燃料量等参数,自动调节燃烧器的运行参数,实现燃料的充分燃烧,降低不完全燃烧损失,提高锅炉热效率。

3.1.2 汽轮机调节系统

利用电气自动化技术实现汽轮机的自动调节和控制,调节汽轮机的进汽量和转速,使机组能够根据电网负荷的变化快速响应,保持稳定运行。同时,采用先进的调速系统和节能技术,降低汽轮机的能耗,提高发电效率。

3.1.3 发电机励磁系统

利用自动化的励磁控制系统,实时调节发电机的励磁电流,保持发电机的端电压稳定,提高发电机的运行效率和稳定性。同时,采用先进的励磁技术,如自并励励磁系统,减少励磁损耗,降低能源消耗。

3.2 厂用电系统的节能优化

3.2.1 电机节能控制

在火电企业中,大量的电机用于驱动各种设备,如给水泵、风机、磨煤机等。采用电气自动化技术,对电机进行节能控制,如采用变频调速技术、软启动技术等,根据设备的实际运行需求调节电机的转速和功率,降低电机的能耗。某火电企业采用电气自动化技术,将老旧异步电机替换为高效节能永磁同步电机,并搭配智能变频调速系统。原本电机长期以固定转速运行,耗能大且效率低。改造后,通过自动化控制系统依据设备实际运行需求精准调节电机转速,如在负荷较低时降低转速。经统计,改造后该电机年耗电量降低约20%,不仅减少了能源消耗,还降低了设备磨损与维护成本,为企业节能减排带来显著成效。

3.2.2 照明系统节能

采用智能照明控制系统,根据厂房内的光照度和人员活动情况自动调节照明亮度和开关状态,实现照明系统的节能运行。同时,推广使用高效节能灯具,如LED灯,降低照明系统的能耗。

3.2.3 无功补偿与谐波治理

利用电气自动化技术,对厂用电系统进行无功补偿和

谐波治理,提高功率因数,降低线路损耗,改善电能质量。

采用静止无功补偿器(SVC)和有源电力滤波器(APF)等设备,对厂用电系统中的无功功率和谐波进行实时补偿和治理,使功率因数提高到0.95以上,线路损耗降低了10%左右。某火电企业厂用电系统中,电气设备运行产生大量谐波,导致功率因数低、电能损耗大。企业采用电气自动化技术进行无功补偿与谐波治理,安装静止无功补偿器(SVC)和有源电力滤波器(APF)。SVC实时跟踪系统无功需求,快速调节无功功率,提升功率因数;APF精准检测并补偿谐波电流。改造后,功率因数从0.7提升至0.9以上,谐波畸变率降低80%,每月节省电费超5万元,有效减少线路损耗,降低设备发热,保障设备稳定运行,节能减排效果显著。

3.3 能源管理系统的建设与应用

3.3.1 能源数据采集与监测

建立能源管理系统,通过自动化的数据采集设备,实时采集火电企业生产过程中的各种能源数据,如煤耗、水耗、电耗、气耗等,并对这些数据进行集中监测和管理。结合能源数据的实时采集和监测,及时掌握企业的能源消耗情况,为能源分析和优化决策提供数据支持。

3.3.2 能源分析与评估

利用能源管理系统的的功能,对采集到的能源数据进行深入分析和评估,找出能源消耗的重点环节和存在的问题,制定针对性的节能减排措施。对煤耗数据的分析,找出影响锅炉燃烧效率的因素,采取相应的优化措施,降低煤耗。

3.3.3 能源优化调度

根据能源分析和评估的结果,结合电网负荷需求和企业生产计划,利用能源管理系统的优化调度功能,对火电企业的能源生产和分配进行优化调度,实现能源的高效利用。优化机组的启停顺序和负荷分配,提高机组的运行效率,降低能源消耗。

3.4 污染物排放控制与监测

3.4.1 脱硫、脱硝和除尘系统的自动化控制

采用电气自动化技术,对脱硫、脱硝和除尘系统进行自动化控制,确保系统的稳定运行和高效脱除污染物。实时监测烟气中的二氧化硫、氮氧化物和颗粒物浓度,自动调节脱硫剂、脱硝剂的投加量和除尘设备的运行参数,实现污染物的达标排放。某火电企业对脱硫系统进行自动化改造,采

用 DCS 控制系统,实现对脱硫过程的精准控制,使二氧化硫排放浓度降低了 50% 以上。

3.4.2 污染物排放监测与预警

建立污染物排放监测系统,利用自动化的监测设备,实时监测火电企业的污染物排放情况,并将监测数据传输到环保部门的监控平台。同时,设置污染物排放预警阈值,当排放浓度超过预警阈值时,系统自动发出预警信号,提醒企业采取措施进行整改,避免超标排放。

4. 某大型火电企业的节能减排改造

4.1 企业概况

某大型火电企业拥有 4 台 60 万千瓦的燃煤发电机组,年发电量约 72 亿千瓦时。由于机组运行时间长达 20 年,设备老化严重,能源消耗和污染物排放指标较高,企业面临着较大的节能减排压力。改造前,机组平均发电效率为 38%,厂用电率为 8%,每年消耗标准煤约 300 万吨,排放二氧化碳约 800 万吨,二氧化硫排放浓度为 $500\text{mg}/\text{m}^3$,氮氧化物排放浓度为 $450\text{mg}/\text{m}^3$,颗粒物排放浓度为 $80\text{mg}/\text{m}^3$ 。

4.2 改造措施:

4.2.1 发电设备自动化改造

对锅炉燃烧系统、汽轮机调节系统和发电机励磁系统进行全面自动化改造,采用先进的 DCS 控制系统和智能控制算法,实现对发电设备的精确控制和优化运行。在锅炉燃烧系统改造中,安装了高精度的温度、压力、流量传感器 100 余个,用于实时监测燃烧参数;汽轮机调节系统引入了先进的电液伺服阀,提高调节精度。

4.2.2 厂用电系统节能优化

对给水泵、风机、磨煤机等主要电机进行变频改造,共改造电机 50 台。采用智能照明控制系统,安装智能照明控制器 300 个,推广使用 LED 灯具 10000 盏。对厂用电系统进行无功补偿和谐波治理,安装静止无功补偿器(SVC) 2 套,有源电力滤波器(APF) 4 套。

4.2.3 能源管理系统建设

建立能源管理系统,部署自动化数据采集设备 200 余套,覆盖企业所有能源消耗环节。利用数据分析软件对能源数据进行实时分析和评估,为能源优化调度提供依据。

4.2.4 污染物排放控制升级

对脱硫、脱硝和除尘系统进行升级改造,在脱硫系统中增加了喷淋层数量,提高脱硫剂利用率;脱硝系统采用了

新型催化剂,提高脱硝效率;除尘系统更换为高效的布袋除尘器。安装了先进的自动化控制设备,实现对污染物排放的精准控制。

4.3 应用效果

经过改造后,该企业的节能减排效果显著。机组发电效率提高 3.5%,达到 41.5%;厂用电率降低 2.5 个百分点,降至 5.5%。每年可节约标准煤约 20 万吨,减少二氧化碳排放约 55 万吨。二氧化硫排放浓度降低到 $200\text{mg}/\text{m}^3$,降幅达 60%;氮氧化物排放浓度降低到 $225\text{mg}/\text{m}^3$,降幅达 50%;颗粒物排放浓度降低到 $24\text{mg}/\text{m}^3$,降幅达 70%,达到了国家最新的环保排放标准。同时,企业的经济效益也得到了明显提升,每年可节约生产成本约 3000 万元,其中电费节约 1000 万元,燃料成本节约 1500 万元,设备维护成本降低 500 万元。

5. 电气自动化技术在火电企业节能减排中的发展趋势

5.1 智能化与数字化发展

随着人工智能、大数据、云计算等技术的不断发展,电气自动化技术将向智能化和数字化方向发展。火电企业将实现设备的智能化管理和运行,利用大数据分析和人工智能算法,实现对生产过程的精准预测和优化控制,进一步提高能源利用效率和节能减排效果。

5.2 与新能源技术融合

为实现能源的可持续发展,火电企业将加强与新能源技术的融合。电气自动化技术将在火电与新能源的联合运行、储能系统的控制与管理等方面发挥重要作用,实现多种能源的互补利用和优化配置,降低对传统化石能源的依赖,减少污染物排放。

5.3 绿色环保技术创新

在环保要求日益严格的背景下,电气自动化技术将不断推动绿色环保技术的创新。研发更加高效的脱硫、脱硝和除尘技术,实现超低排放;探索新型的碳捕集与封存技术,降低二氧化碳排放;开发绿色节能的电气设备和控制系统,减少对环境的影响。

5.4 标准化与规范化建设

为了促进电气自动化技术在火电企业节能减排中的广泛应用,需要加强标准化和规范化建设。制定统一的技术标准和规范,规范设备的选型、安装、调试和运行维护,提高系统的兼容性和可靠性,降低应用成本。

6. 结论

电气自动化技术在火电企业节能减排中具有广阔的应用前景和重要的现实意义,结合实时监测、精准控制、优化管理和智能诊断等功能,电气自动化技术有效提高火电企业的能源利用效率,降低污染物排放,实现可持续发展。在实际应用中,火电企业应根据自身的特点和需求,合理选择和应用电气自动化技术,加强技术创新和管理创新,不断提升节能减排效果。

参考文献:

[1] 熊锐. 火电厂电气控制系统设计与应用 [D]. 江西: 南昌大学, 2020.

[2] 刘涛. 火电厂烟气减排监控系统设计及 DCS 实现 [D]. 山东: 青岛大学, 2019.

[3] 王方亮. 电气自动化技术在电力系统及火力发电中的应用研究 [J]. 信息与电脑, 2019(3):13-14.

[4] 王永鑫. 自动化技术在火力发电电气控制中的应用 [J]. 建筑工程技术与设计, 2021(12):2041.

作者简介:

杨鹏 (1983), 男, 汉, 湖北咸宁, 本科