

# 低碳背景下火电厂热工自动化研究

李一州 郭军

北方联合电力有限责任公司临河热电厂

[摘要]在低碳环境下,火电厂热工自动化技术能极大地提高运行安全性,有效降低企业成本投入,对节能降耗发挥重要作用,还能减少对环境的污染,符合社会发展趋势。基于此,本文重点论述了低碳背景下火电厂热工自动化。

[关键词]低碳背景;火电厂;热工自动化

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2021.10.1783

随着时代的发展,在低碳环境下,火电厂采用热工自动化技术能有效提高运行安全性,降低生产成本及资金投入,还能节约能源,减少消耗,减少环境污染及破坏,更好地适应当前的社会发展趋势。

## 一、火电厂热工自动化概述

随着社会经济的不断发展,我国对电力的需求量也越来越大,为保证供电能力能满足社会的用电需求,各大火电厂都进行了自动化发电工程建设。根据我国火电厂的实际情况对火电厂的设备加以设计,使其产热过程中信息能自动处理,设备可自动监测、控制等,并保证设备的安全性、经济性、实用性,达到在无操作人员条件下,各种自动化设备和自动化仪表完全能对电厂的产热过程进行控制的目的,这一系列过程叫做火电厂的热工自动化。

## 二、火电厂热工自动化现状

当前,我国最新建设的火电厂中,已开始普及自动化控制设备,而传统的火电厂使用的控制系统也在进行自动化改进。随着人们开始重视火电厂自动化控制系统建设,当前自动化控制理论不断被人们广泛应用到火电厂工作的各个方面,自动化控制系统的功能不断被完善,成本也在日益下降。而对于火电厂的热工自动化控制方面通常会使用DCS系统,但DCS系统的造价高,所以通常会在辅助车间使用PLC系统,而PLC系统能在运行中停止,因此在火电厂中人们会选择DCS系统对热工自动化及发电设备等稳定程度要求较高的部分进行控制,而在辅助车间中使用PLC控制系统。而在控制火电厂的运行参数上主要通过模糊控制理论,进而产生热工自动化压力理论,这一论域中出现了两个热工自动化在不同周期上运转时形成的压力变化。在热工自动化燃烧周期上会自行调整,但会增加负荷,进而影响到热工自动化燃烧的控制响应能力。然而在不同火电厂中,由于煤炭质量和热工自动化状态存在差异,因而热工自动化的燃烧控制自动化调整也会有所不同。因此当控制数据的数学模型出现重叠状态下,需使用模糊控制法对各项参数进行适应性调整。

## 三、热工自动化系统的构成

1、DCS系统。DCS系统(分散控制系统)是以微处理器为核心,以控制功能分散、显示操作集中为设计原则,同时强调了系统各组成的协调性,在DCS系统中通常采用分级递阶的结构,实现了仪表控制。近年来,DCS系统在我国火力发电中

的应用范围愈加广泛,在很大程度上提高了汽轮机的控制水平,同时DCS系统凭借自身的分散控制优势能有效提高锅炉控制水平,有效解决了锅炉控制难的问题。

随着科技的发展,DCS系统的功能更加多样化,从原有的封闭化模式逐渐向开放化发展,开放式的DCS系统在兼容性方面有所提高,企业可根据自身特定需要针对性地选择设备与软件,进一步优化火电厂热工系统。此外,仪表技术的快速发展也使DCS系统的分散控制功能进一步增强,在仪表测算与诊断上更加精确。

2、辅助系统集中监控网络。辅助系统集中监控网络以可编程控制器、交换器与人机接口为依托,能实现系统运行的调试、安装与运行过渡的要求,同时辅助系统集中监控网络按水、煤、灰设置调试的终端,在火电厂发电中,在辅助系统帮助下,监控系统逐渐由各个外围系监控转换为控制室的集中监控,由此,火力发电实现了全自动的监控,提高了监控的效率与准确度。

3、烟气脱硫系统。烟气脱硫系统以火电厂发电实际情况为依据,与除灰系统合并设置在电除尘控制室或除灰控制系统中。烟气脱硫系统主要功能为监视与报警,通过机组与硬接线盒机组DCS进行有效连接,确保机组能稳定安全运行。

## 四、低碳背景下的火电厂热工自动化优化

### 1、系统设计优化

#### 1) 优化热控制系统

①优化汽轮机监视仪表系统性能,提高可靠性。汽轮机监视仪表系统是机组故障的重要原因,通过反复研究及调查发现,对汽轮机监视仪表进行优化后,机组误动概率能大幅降低。

②增强抗干扰能力及接地可靠性。当前,外界环境中的许多因素可能会对火电厂的热控系统造成一定的干扰,使控制系统的测量数据不准确、运行不稳定,甚至导致控制系统发出错误指令,导致机组跳闸或设备故障,严重影响整个热控系统的有效运行。因此,提高热控制系统的抗干扰能力及接地可靠性,对保证热控系统的安全稳定运行具有积极的作用。

③优化热控系统逻辑。热控系统及控制设备运行环境中的电磁强度较大,不仅易受外部环境的干扰,而且自身的运行也可能出现异常,导致信号错误。若连锁保护的测量信号

错误，很可能导致系统误动。为保证系统信号的准确传输，应采用单点测量信号的方法。

2) 机组负荷经济分配。以往火电机组控制系统中的自动发电控制由电网直接调节各机组的目标负荷，即采用硬接线方式将远程终端与电厂端机组的DCS连接，以达到远程调控效果，该方法能有效保证电厂和电网运行的可靠性及安全性，但节能减排效果不明显。随着“厂网分开”及“竞价上网”的深入实施，原有的自动发电控制模式已不再适用，各发电公司需分别发送负荷指令，将电厂的经济负荷分配给各机组，以便将火力发电机组与自动发电控制有效连接，提高电网运行的经济性。一般情况下，经济负荷分配将配置到SIS系统（厂级监控信息系统），即根据耗差分析结果及单元机组实时性能计算结果，获得机组负荷的实时特性曲线，掌握经济负荷分配的实时效果。在设计之初，可将MIS系统（管理信息系统）及SIS系统的通用功能结合起来，设计出一套既有MIS系统功能又有SIS系统功能的集成系统，不仅能节省电厂的初始投资，同时满足电厂调度工作的需要，为电厂日常信息管理提供有效保障，从源头上解决排放指标及能耗控制难题。

3) 安全指标优化。火电厂热工自动化系统设计时，应优先保证火电厂的运行平稳，然后考虑火电厂日后的节能降耗问题。若在正常工作中出现异常情况，导致机械设备无法正常运行而被迫停工，将消耗大量的整修资源，火电厂的机械设备在重新启动时，也需消耗大量燃煤，这将对火电厂的节能减排产生非常不利的影响。因此，在设计火电厂时，必须将火力发电机械设备的故障概率降至最低，并将火电厂因异常原因停机的时间降至最低。此外，应充分做好不同工作机械和不同工作区域的检查工作，以有效预判各种事故，降低故障发生概率。另外，应尽可能采用智能化自动监测系统，彻底改变依靠人工巡查的旧模式，减少检修时间，这不仅能提高火电厂的经济效益，还能大幅减少火电厂的污染物排放量。

4) 系统经济运行优化。在选择火电厂热工自动化控制软件前，应进行充分的测试及评价，在试用热工自动化控制软件时，应选择各种控制系统算法，以确保热工自动化控制的工作效率。为达到节能减排效果，火电厂应努力提高电煤脱硫速度及脱硫率，脱硫吸收部分可通过自动控制系统进行控制，含硫废液进行两次处理，含硫废液不得直接排放，以免污染环境。此外，要不断提高机械安全性，积极发挥热工自动化控制系统在节能减排中的作用。

## 2、新技术应用

1) 等离子点火。等离子点火在节能环保、技术先进性等方面具有明显优势，所以在我国的火电厂中得到了广泛应用。采用传统点火技术时，锅炉点火系统会受到煤质的影

响，当遇到烟煤、贫煤和褐煤时，传统点火系统难以实现有效点火。等离子点火采用一种集成了电磁、机械压缩和开放式磁稳于一体的等离子发生器，其功率可调且连续，可成功点燃烟煤、贫煤和褐煤。该技术的应用不仅大幅提高了火电厂锅炉运行效率，而且降低了火电厂对煤质的要求。等离子点火系统采用高导电、高导热、不易氧化的特殊合金材料制作阳极及阴极，并采用强化冷却结构，可长期稳定使用。此外，由于使用了特殊的合金材料，空气可直接用作等离子载体，无需使用特殊的惰性气体来保护电极，这不仅简化了系统，而且在很大程度上降低了运行成本。

2) 机组自动控制和脱硫。目前，大多数火电厂采用碳酸钙湿法脱硫技术对尾气进行脱硫处理，并且燃炉部分及脱硫部分相互独立，这两部分仅通过导线串联，既不能满足技术设计的安全要求，又限制了节能减排作用的发挥。近年来，随着环境污染的加剧，节能降耗被提上了重要议事日程。因此，火电厂应进行机组自控系统与脱硫系统的联动改造，将脱硫部分纳入DCS控制系统，减少脱硫部分增压风机及换热器数量，使燃炉控制与脱硫系统烟气通道控制的联动更加紧密，从而更好地达到节能减排目的。

3) 新型检测仪表。新型检测仪表在火电厂热工自动化控制中起着重要作用，如使用快速热电偶可有效缩短蒸汽管道疏水时间；设置大型圆筒煤场有利于检测煤堆温度，避免煤场自燃；采用超声检漏技术可降低阀门管道故障概率；采用声学检测技术可有效控制锅炉燃烧工况，减少热损失，提高燃煤利用率。

4) 变频控制技术。在火电厂引进变频器能有效提高节能效果，投资购买变频器设备将花费大量资金，尤其是高压变频器，价格昂贵。同时，应为其设置专门的机房，使用时，应考虑高次谐波对周围信号的干扰。因此，在引进变频器前，火电厂应先确定哪些辅机适合采用变频控制技术，不仅要进行相应的可行性分析，还要编制行业技术规范。若辅机在额定负载下运行或转速调节范围不大，在使用变频器前应进行此类辅机的经济技术分析。在确定变频模式时，应综合考虑变频器的控制模式及电压等级。

综上所述，随着我国社会经济发展进入“快车道”，人们生活水平发生了翻天覆地的变化，各种电器用量不断上升，每年用电量逐渐增加。火电厂发电时，不仅满足了人们对电能的需求，而且对环境造成了严重污染，因此，在低碳背景下开展火电厂热工自动化的研究具有重要的现实意义。

## 参考文献

- [1] 杨亚利. 低碳背景下火电厂热工自动化研究[J]. 中国设备工程, 2020(05).
- [2] 赵丞. 低碳背景下火电厂热工自动化研究[J]. 南方农机, 2019(01).