

优化燃烧器控制方案解决锅炉安全运行难题

魏少杰

华电章丘发电有限公司

摘要: 本文通过对锅炉燃烧器的控制信号与DCS系统进行优化,使其能够监测燃烧器工作状况,调节负载,保证锅炉的安全运行。在改进之前,由于锅炉频繁发生故障,致使点火失败,甚至是自动停机,不仅会切断蒸汽供给,而且还会对利用蒸汽的设备的安全性产生不利的影 响。通过对DCS的改进,实现了对炉膛状态和负载的实时监测,实现了对故障的快速判断和快速的解决,从而为企业提供了优质的蒸汽,为电厂的正常运行提供了可靠的保障。

关键词: 锅炉; 燃烧器控制; 可靠性; 安全运行; DCS系统

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2023.11.118

前言

在石化企业中,锅炉是一种主要的能源设备,是一种受国家职能部门门监督管理的特殊设备。它在工作时,由于其温度较高,所以一旦操作不当,或是由于一些原因而导致了一些故障,都可能会引起意外,导致生产中断,乃至人身伤害,从而带来无法弥补的损失,对企业的发展造成非常不利的影响。在化学领域里,对锅炉的安全性给予了很大的关注,不管是设备本体、控制方式、维护维修、操作巡检、人员资格认证,每一个步骤都制定了一套严谨的规则和操作规程,它的安全性远超普通设备。

一、锅炉燃烧器控制系统的主要功能有

(1) 点火准备: 检查并验证锅炉的一切着火状况;

(2) 点火器点火控制: 在就地及中心操纵盘发出操纵指令,由程控设备实现对点火器的自动操纵;

(3) 燃烧器点熄火控制: 在就地或中心操纵盘发出操纵指令,由编程来实现对燃烧器点火熄灭的自动化编程,其中包括重油燃烧器、煤粉燃烧器(煤粉燃烧器和煤粉燃烧器的启停)、煤气燃烧器等燃烧装置的控制;

(4) 自动火焰检测: 检测到的点火器、燃烧器火焰信号经过检测电路转化成接触信号,送入主控柜的逻辑电路;

(5) 风箱挡板控制: 用于对各燃烧器(送风装置)的进气进行调节,改善了锅炉燃烧器的经济效益;

(6) 状态监视网络: 为工作人员提供各项工作返回及警报监控讯号,并对进线式喷灯系统进行监控及工作说明;

(7) 自动缩减燃料量: 在出现各类故障时,接收到机组连锁安全控制的命令,实现燃油减量;

(8) 作为控制计算机的一个子回路: 该系统能够接收到电脑的自启动命令,并在电脑的控制下,实现对锅炉的点火及重质炉原有的控制(需要手动进行)的自动化操作,是整个单元分段控制中的一个关键设备。另外,在启动、停止、运转期间,还将各类工作状态信息

反馈给电脑。

二、锅炉燃烧器的常见故障

1. 锅炉燃烧器点火棒打不着火的原因: 燃杆间有残留的炭屑和油垢; 点火棒出现裂纹,受潮,漏水; 点火器间隔太大或太小; 火器的绝缘外层破损; 点火线和变压器都坏了。

2. 锅炉燃烧器点火棒有火花但是点不着火的原因: 气旋圆盘排气口被堵住,造成空气流通不畅; 油嘴不清洁,堵塞,磨损; 节气阀调整角度太小; 引火棒顶端与喷嘴前端的间距不当,机油水分含量偏高等。

3. 锅炉内的小火转大火时会 出现熄灭或是闪烁不稳的原因: 火灾时的防爆器空气流量设置太高; 机油阀门的微型开关设置不当; 润滑油的黏性太高; 旋风片和油嘴间的距离不合适; 喷口的烧口易损坏。

4. 锅炉燃烧器噪音增大的原因: 油道切断或供油不足,机油滤清器阻塞; 机油的油温太低、黏性太高,或者是水泵的供油温度太高; 风扇马达的轴承有问题; 风扇的轮很脏。

三、在用蒸汽锅基本情况

当前,某企业采用蒸汽锅炉,其主要是通过燃煤、天然气、柴油等作为燃料,产生高温烟气,再将热水加热成水蒸气,从而达到能量转化与使用,为生产设备提供稳定、连续的优质蒸汽。

在锅炉中,点火装置是用来控制燃料的,它可以被简单地划分成5个子系统: 燃料系统,供气系统,点火系统,测试系统,电力系统。每一种装置都由很多部分构成,比如点火装置包括点火变压器、点火电极、电火高压线缆,测试系统包括火焰探测器、压力探测器和监控温度器等。上述各个体系的指挥台与通讯台,即为锅炉操纵系统。

燃烧器的自动启动是一种全自动的单级、多级、无级调整燃料/煤气的装置,也可以通过点火器实现自动点火,从而实现启停,因此,燃烧器的控制在整个机组安全稳定运行中起着非常关键的作用,一旦出现问题,会造成非常大的影响。

作为锅炉核心的燃烧器,通常都是与锅炉一起配备

的，它的控制系统通常都是通过燃烧器制造商将其委托给自动控制厂家来实现的，二者相结合的方式比较成熟，而且价格也比较低廉，所以在整个锅炉系统中都比较受欢迎。

许多小锅炉都采用了以上的方式，即由燃烧器和程序控制器相结合，对锅炉进行操作，但这样的控制方式有两个问题，第一，没有将信号导入到上层的DCS中进行监控，所以它的集中监控和操作管理水平比较差，自动控制水平也比较差，当发生了什么问题的时候，系统只会报告错误，并不能给出详细的信息，所以，在短期之内，我们不能让锅炉的正常运转得到很大的帮助，而且，如果用汽设备停了，那么许多的流程都会被切断，甚至还会导致一些非计划停产，对企业的经济效益造成了影响。二是由于某些原因，许多烧嘴厂家为了保护自身的安全，对使用者的操作权限限制，或是采用了密码法，使得使用者可以阅读而无法写入和修改，在应对问题上处于一种非常消极的状态。

为满足安全生产的需要，随着工业自动化程度的不断提高，对DCS的功能提出了更高的要求，利用DCS对其进行中央和远程监测，以增强其工作的可靠性，改善其故障的处置能力，确保其安全稳定运行。

四、存在的问题

某企业现有SZS10-1.25/250型柴油釜式锅炉2套，以燃气为主，向工厂供应蒸气。其燃烧机采用德国扎公司出品的SKVG80，配合F-OSA程序控制器，与西门子可编程控制器构成了全炉的燃烧控制，并通过RS485通信与中央控制室的DCS相连，而DCS则只能看到它的工艺流程图而无法进行控制。目前，该设备已经投入使用一年半，其间发生过几次点炉不顺利、自动停机等情况，导致了蒸汽的中断，使脱酸设备和储存罐区的蒸汽供给受到了很大的影响，严重地威胁到了设备的安全性。

因为程序控制系统不具备即时查询的能力，所以不管是何种起因，程序控制系统都会出现：烧嘴机故障，而引起烧嘴机故障的原因很多，多达十几个，比如，烧嘴电机不能起动，自动控制开关失灵，煤气高低压切换失效或者“保护”操作都会使烧嘴机无法正常工作。如果不能快速准确地判断出具体的故障位置，就无法对其进行快速、高效的检修，使其无法实现锅炉的安全生产。

实现对炉膛和设备的实时监测，改善其日常处理问题的效率，将扎克燃烧器的信号进行优化，并在DCS系统中实现监视和操作，是当前的一种很好的解决方法。

五、方案优化及实施

首先要判断燃烧炉的编号是否符合DCS所需的信号种类。

一次气压开关，燃烧气压开关，燃烧压力开关，燃烧器摆开限制打开和关闭，煤气压力低（泄漏检测）开关，煤气压力高关闭等，均为开关量信号。其输出的信号包括点火电磁阀，点火电磁阀，燃油电磁阀，主气

门等，这些都是开断信号。从这一点可以看出，要把锅炉仪表的状况信号导入到DCS中，只要把开关量输入和输出信号分开两个通道就可以了。由于继电器是控制系统中广泛使用的开关量输入和输出控制元件，所以采用双接点的继电器做中间区的信号转换装置，把一条线送到DCS，另一条线送到程序控制器或现场仪器。

通过燃烧器伺服马达的正向或反向调整锅炉负载，在汽包压较高时，由燃烧控制器输出一脉冲，使伺服马达反向，降低负载；相反，当锅炉内的压力较小时，则使负荷增大。利用PULPOS作为一种新型的脉冲位置传感器，对负载进行了控制。具体实现方法是在DCS中导入燃烧器的程序控制器，并在DCS中导入燃烧器的负载控制信号。

（一）燃烧器的程控器信号引入DCS系统

按照程控器所接受到的各种信息，可以将其划分成两种：一种是以干接触方式进入的，一种是以输出方式进行输出的。针对两种类型的信号流程，提出了相应的改进措施。

1. DCS自动控制系统的功能

DCS自控系统在锅炉中的最大功能就是控制锅炉的燃烧，保证锅炉的安全，实际上，在锅炉燃烧的过程中，DCS的自动化控制系统可以控制锅炉的整体燃烧，使得燃油燃烧产生的热能与锅炉的蒸气相匹配，保证锅炉的安全运转，同时也具有调整负载、适时调整风量等功能，以改善锅炉的运行效率。即DCS可以对锅炉的燃烧进行监控，并通过保持其出口的稳定蒸汽压力来实现对其燃烧速率的控制。另外，DCS可以使锅炉的过量空气系数达到最佳值，使热量损耗降至最低，同时保证了锅炉内部的负压不变，保证了锅炉的安全性。总体来说，DCS在对锅炉监控和其他功能进行了很好地运用，它通过对设备进行模块化管理，将设备和设备进行了很好地融合，大大减少了工作费用，同时也可以进行闭环控制，从而可以有效地改善锅炉的燃烧效果，确保机组的正常工作。然而，DCS虽然对其进行了扩充，但其增加的功能却无法与已有的功能相匹配，运行时过于分散，不方便进行中央化，这也是当前DCS的缺陷所在。

2. 干接点开关量状态输入改造

干接点开关量信号的输入，是把它与继电器绕组相连的两个接触点，一条送到程序控制器，一条送到DCS。当程控器输出控制信号时，该继电器吸入，该接触件启动，程控器、DCS系统收到的该信号的状况也相应地发生变化。

例如一次风压开关，技改前后的电路图见图1、图2。



图1 技改前一次风压开关接线图

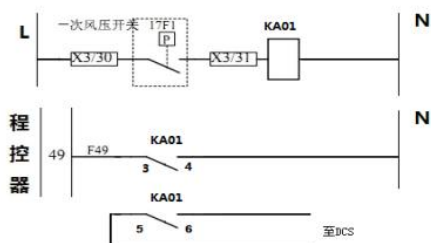


图2 技改后一次风压开关接线图

3. 程控器输出控制信号改造

程控器将其与该继电器的绕组相连，其中一套接触件与供电及电磁线圈相连成回路，而另外一套接触件则提供DCS的接触件。在程控器发出一个控制讯号后，继电器绕组通电，接点启动，而来自现场的电磁阀及集散控制装置的讯号也会发生变化。

燃油电磁阀技改前后的电路图见图3及图4。

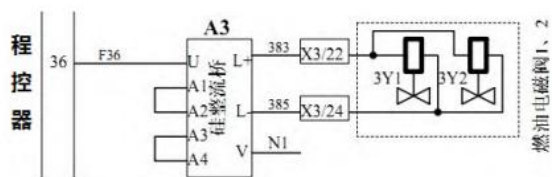


图3 技改前燃油电磁阀与程控器接线图

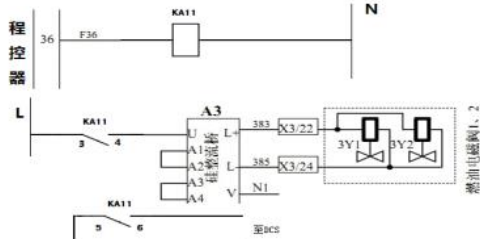


图4 技改后燃油电磁阀与程控器接线图

（二）燃烧器的负荷控制信号引入DCS系统

采用西门子RWF-40型PID控制器对炉膛负载进行控制，该控制器在锅炉汽包处的气压超过一定范围时，通过一个脉冲信号使伺服马达反向旋转，降低负载；相反，当锅炉的压力降到设定值时，则使锅炉的负载增大。在浙江中控ECS-100 DCS中，一个脉冲位置控制器PULPOS（脉动位置）对两个输入讯号SV与FB进行对比，并将该持续时间与上述两个输入偏移成比例并与所述设置的冲程时间成比例的一种脉冲进行输出。将2路输入端的误差转化成一定的定时内正、逆切换值，满足了负载控制的需求，并利用该方法设计了一种基于PULPOS的负载控制系统。锅炉负载控制的电路图如图5所示。

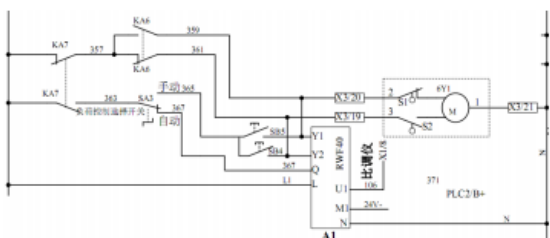
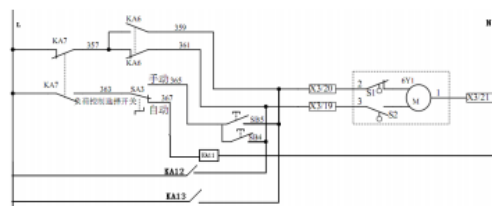


图5 技改前燃烧器负荷控制接线图

采用DCS后，用继电器代替RWF40控制器的输出，通过对2个继电器的开关来控制伺服电机的正反转来控制燃烧器的负载。技术改造后的燃烧器负载控制电路图如图6所示。



其中：KA11为现场控制室手自动状态

KA12为DCS减小负荷输出控制信号

KA13为DCS增大负荷输出控制信号

图6 技改后燃烧器负荷控制接线图

六、调试及投用

在改造后，先对控制系统进行了联动调整，当联动调整正确后，就可以对锅炉进行点炉和停炉的测试，观察DCS的运行情况，并对各个仪器的状况进行了精确的监测，发现它们都是正确的；同时对DCS系统中的机组负载进行增减控制，使机组工作平稳，验证了总体优化设计的可行性。

经过调试，整套设备全部投产，在操作过程中，炉膛的操作平稳，各项技术指标均能满足要求，从而保证了锅炉的安全生产。通过一系列的实践证明，停产的次数大大减少，过去一个多月里，有2-3个事故停炉，特别是在投产期间，由于锅炉经常停机，不能提供足够的蒸汽，所以用汽设备不能如期启动，因此，改造后，整个系统都能正常工作，保证了用汽设备的安全性。

结论

在化学工业中，安全是首要的，一切都要放在安全之上，因此，安全是锅炉工作的首要条件。一切制度、规程和工艺措施的目的在于保证锅炉的安全可靠运转。燃烧器是整个机组的核心，它的工作状况将会影响到整个机组的稳定运转，从而影响到整个机组的安全。在此基础上，通过对锅炉燃烧器的控制器编号进行优化，实现了从程序控制器到DCS的控制方式的转变，从而提升了该装置的工作可靠性，确保了锅炉安全稳定持续地输出高品质的蒸气，对整体安全生产具有重要意义。

参考文献

- [1] 韩鹏程. 电厂锅炉燃烧运行优化策略分析[J]. 科技创新与应用. 2017, (4).
- [2] 郝庆福. 火电厂锅炉燃烧优化方法分析与研究[D]. 2011.
- [3] 尧冬冬, 王亚刚. 工业锅炉节能优化控制系统的设计方案[J]. 江南大学学报(自然科学版). 2014, (5): 16-19.
- [4] 宋忠喜, 王新品, 刘作. 掺烧煤气对循环流化床锅炉的影响及设计对策[J]. 能源技术. 2020, (2): 23-24.
- [5] 刘汉周, 卢啸风, 辛明道. 燃煤锅炉煤、气混烧/燃气再燃技术的应用[J]. 工业锅炉. 2014, (3): 14-15.