

焦炉单碳化室压力调节改造的研究与应用

韦庆志

安阳钢铁集团有限责任公司 河南 安阳 455000

摘要:通过对安钢焦化厂六米焦炉上升管、桥管、桥管水封阀体、集气管、气动执行机构等进行局部改造,并增加测压装置及自动化控制系统,不仅实现了碳化室压力的单独调节,减少了焦炉污染排放、延长了焦炉寿命、改善了炉顶环境,同时还大大提升了出焦过程的自动化操作水平,达到了减轻人力工作强度、提高生产效率的作用。

关键字:单碳化室;压力调节;CPS系统

1 现状背景及必要性分析

安阳钢铁两座6米顶装焦炉于2005年投产,使用年限较长,炉顶装煤烟气逸散问题时有发生,影响焦炉区域节能环保工作。经过近几年的技术提升及设备改造,虽已杜绝了此类事情的发生,但主要是以人工手动方式进行操作,科学化自动化程度不高,随着国家对企业生产环保要求的日益严格以及公司对人力资源优化配置的需要,公司决定对焦炉装煤车进行环保更新改造,在更新装煤车的同时,对碳化室煤气压力调节进行自动化改造,进一步提升焦炉生产的环保节能水平,提高焦炉碳化室压力调节的自动化程度。

碳化室压力指的是焦炉碳化室里煤气析出时形成的压力。是调节焦炉加热及焦炭质量的重要指标之一。目前,国内外大都是通过调节集气管压力来实现对每个碳化室压力的调节,由于每个碳化室所处的生产状态是不一样的,所以这种调节不能使每一个碳化室压力达到理想状态,且容易产生压力波动,对焦炉生产带来不利影响。例如,在装煤和结焦初期时,碳化室压力会有很大波动,如果不能很好的调节,很容易造成集气管内的荒煤气量减少,甚至会出现煤气外溢的现象,造成环境污染及煤气资源的浪费,更甚者会影响到装煤除尘系统的正常运行;在焦炉结焦的末期,煤气发生量小,碳化室很容易出现负压,导致煤气倒流进碳化室,损坏炉墙,一旦空气进入碳化室,便会造成焦炭烧损、炉体损坏的严重后果。如果能对焦炉单个碳化室进行单独调节,就可以根据每个碳化室不同的生产状态进行压力精准调节,从根本上解决不同生产状态下,碳化室压力波动大所造成的煤气倒流或外溢问题,既提高了焦炭的质量,稳定了生产,又提高了资源利用率和环保生产水平。

2 改造方案的设计

本次单碳化室压力调节改造项目主要包括:上升管、桥管、水封盖、集气管、气动执行机构、测压装

置、自动化控制系统。本系统对桥管水封阀盘进行改造,通过调整其开度,达到控制荒煤气的流通面积,最终实现对单碳化室压力控制的目的。该系统具备根据每孔碳化室煤气发生量的变化,进行相应的压力调节,并通过适当降低集气管压力,避免在装煤和结焦初期时,碳化室压力出现大幅波动使荒煤气、烟尘外泄及平煤时小炉门冒烟问题;通过压力调节可以防止结焦末期碳化室出现负压造成窜漏、损坏炉墙的情况出现;通过回收装煤烟气和减少荒煤气窜漏可以达到煤气增收的效果;此外,通过改造将原来人工现场手动操作改为远离现场集中控制,也可与车辆管理系统共同实现焦炉装煤和出焦过程的自动化操作,达到改善工作环境、减轻人力工作强度、提高生产效率的作用。

2.1 设计范围

系统设备设计包括焦炉(4×55孔)水封盖、水封阀、高低压氨水切换的控制装置,其中水封阀盘控制采用CPS单孔碳化室压力调节技术。控制设备的设计范围包括焦炉上升管改造设施。为提高系统运行稳定性,集气系统水封盖、水封阀和高低压氨水切换的控制均并入CPS控制设备。

2.2 测控方案

为确保生产过程安全稳定地运行,提高控制与管理水平,发挥最大经济效益,提高劳动生产率,系统将各装置工艺过程操作所需要的各参数引至相应控制系统,并视其重要程度分别进行指示、记录、报警、联锁及调节等。

2.3 主要仪表设备选型

系统由电气室控制柜和现场气控柜组成。其中,现场气控柜为每4孔设置一个,安装在上升管操作平台上4孔上升管靠中间的位置,柜内设置IO卡件和通讯卡件,具备DCS远程站的全部功能。气控柜与机柜间控制柜间通过通讯总线连接,电气室控制柜内包含冗余控制器、

交换机、通讯卡件等设备。

3 改造方案的实施

3.1 硬件实施

在焦炉现有的桥管、水封阀安装相对位置不动的条件下，水封阀盘采用CPS开度无级调节的气缸进行全行程

自动调节，该气缸一端连接在水封阀盘现有搬杆上（现有搬杆需要局部改造），另一端底座固定在现有集气管操作台上，以气缸往复动作不同行程，实现水封阀盘的不同开度。在集气管操作台上增设CPS气控柜，并设置计算机控制设备，如下图：

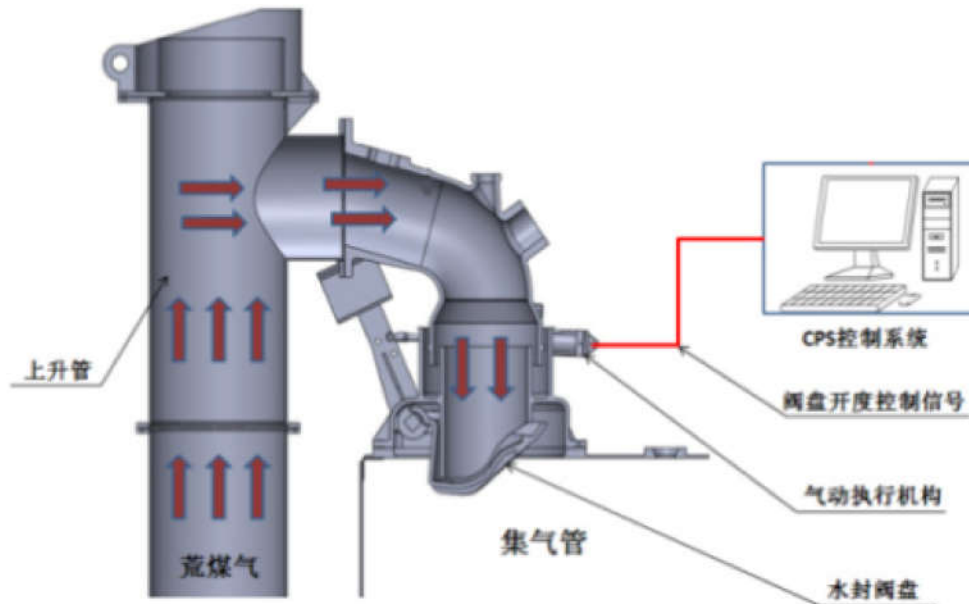


图1 CPS硬件设计图

随着结焦周期烟气发生量的变化，通过气缸的连续调节，改变水封阀盘的角度，使荒煤气的流通断面发生改变，进而实现对单个炭化室压力的调节，使焦炉炭化室底部压力能够稳定在微正压。应用CPS系统，集气管压力适当减小。将减少装煤及结焦初期炉门的冒烟现象，极大改观现场环境，同时通过控制炭化室压力稳定，也可延长炉体炉墙的使用寿命。需要注意的是，采用CPS系统，集气管压力降低，化产系统含氧量会有所增加，实施过程中应注意把握集气管压力。

由于水封阀气缸放置在集气管操作台台面上方，占用了一些走行空间及操作空间。为了方便走行在现有操作台台面上方再做一层通长平台。为了方便水封阀气缸的检修及对集气管测温测压的操作，平台上相对应的位置上设活动盖板。

上升管水封盖的开闭执行机构气缸的底座固定在上升管的外壁上，环境温度 $\sim 150^{\circ}\text{C}$ ，气缸的另一端与上升管水封盖的配重连杆相连，利用气缸动作带动连杆动作来实现水封盖的自动开关控制；在三通球阀上固定气动执行机构，代替原来三通球阀手动杆，实现高低压氨水切换的自动控制，环境温度 $-10^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。气动执行机构用仪表用压缩空气，工作压力为 $0.4\sim 0.7\text{MPa}$ 。为了稳定

气缸压力，每座焦炉（55孔）设置一个空气储罐，设置在炉顶机侧，煤塔位置，将气源（压缩空气和仪表用压缩空气）送至压缩空气储罐。

上升管水封盖的开闭、水封阀的开闭及高低压氨水切换的指令是装煤车司机发信号给中控室，通过程序控制气动执行机构来实现的。当其中任何一个动作失灵或信号传递中断，装煤车司机可以与中控室语音通讯，中控室可手动完成操作。上升管气动系统主要由装煤车自动/手动控制，同时中控室也可通过电脑实现中央自动/手动控制。

气控柜采用不锈钢材质制作，固定在集气管操作台立柱上。气控柜在设计上充分考虑防尘、防雨雪、防火隔热（设置可靠隔温层），考虑火焰短时直接接触。气控柜内设有手动操作按钮，对应每孔炭化室分别有远程、现场操作切换的转换开关和现场操作按钮，每孔炭化室均有对应的编号。

CPS系统的控制设备与上升管水封盖开闭、水封阀开闭及高低压氨水切换的气动控制集成一体，可以实现中控室手动控制、自动控制及现场手动按钮控制。

在对上升管水封盖、水封阀开闭及高低压氨水切换进行改造实现自动控制的同时，对现场的手动搬杆进行局部改造，保留机械搬杆机构，在出现不可预料的突发

情况时可由人工现场手动操作。

3.2 软件实施

3.2.1 控制系统构成

生产过程基础级控制系统由现场控制站、工程师站、操作员站和附属设备等构成。

1) 现场控制站：现场控制站主要完成控制和数据处理功能，包括完成控制功能和数据监视功能的所有硬件和软件，现场控制站由CPU、通讯模组、I/O模块等模块组成，它们都被安装在标准的机柜内，CPU执行控制功能，通讯模组用来建立远程控制网络，I/O接口模块处理现场输入/输出信号。机柜内的I/O模块均能带电插拔。

2) 工程师站：工程师站用于程序的开发、系统的诊断、监控画面的编辑、数据存储及系统运行维护。

3) 操作员站：操作员站在用户监控画面上，显示所有设备运行信息，让工作人员能够实时监测并且控制现场设备，操作员站还能够显示及修改参数，如设定值、工作方式、PID参数、系统诊断、报警信息、趋势、记录查询、生成报表 等功能。

4) 数据通讯：控制级和监视级网络均采用环型的工业以太网结构，用于实现整个控制系统各控制站之间以及与服务器、工程师站、操作员站之间的信息交换。通讯传输速率不小于100Mbps。支持OPC开放标准和现场总线技术标准。

5) 附属设备：包括网络互联设备等。

3.2.2 软件功能

1) 控制功能：控制系统能够完成连续调节控制、联锁逻辑控制、手动操作控制和由标准算法或用户程序组合而成的自动顺序控制。

2) 监视功能：每个操作员站都可以通过字符和图像信息显示系统各区域、设备、装置的运行状态及全部参数变量的状态，控制方式（手动/自动状态）、设定值、

测量值、高低报警等信息，采用可变化的图形、颜色、闪烁等功能来表示过程变量的不同状态。维护人员通过显示画面实现对整个系统运行过程的监视。每幅画面都能显示过程变量的实时数据和运行设备的状态。

3) 操作功能：在操作员站上可实现对整个系统运行的操作，包括功能组操作、细节操作、标准画面操作、趋势操作、棒状图操作、流程图操作、报警操作等。

4) 报警功能：系统可以报告当前所有过程参数报警和系统故障报警，并按报警的时间顺序从最新发生的报警开始排起，采用闪光、颜色变化等手段，区分出报警优先级别、未经确认的报警和已经确认的报警。报警内容包括：报警时间、过程变量名、过程变量说明、过程变量的当前值、报警设定值、过程变量的工程单位和报警优先级别等信息。

5) 报表功能：按照预先定义的格式生成各种生产报表一般包括班报、日报、月报。

6) 打印功能：利用网络打印机打印出各种参数的指示值、记录值及班报、日报等数据报表。

7) 历史数据的存储和检索功能：系统能将报警、重要数据等进行记录存储，以曲线形式显示出来并可进行历史查询。

8) 自诊断及容错功能：控制系统具有完整的自诊断系统，主要包括全面的离线和在线诊断软件。

3.3 CPS设备软件功能

焦炉炭化室压力调节系统（CPS系统），在自动调节水封阀盘开度的基础上，集成了上升管水封盖自动开关、高/低压氨水自动切换功能。该CPS系统不仅可以实现炭化室压力的单独调节，减少焦炉污染排放、延长焦炉寿命、改善炉顶环境，同时还与车辆管理系统共同实现了焦炉装煤和出焦过程的自动化操作，达到了减轻人力工作强度、提高生产效率的作用。系统的组成如下图所示。

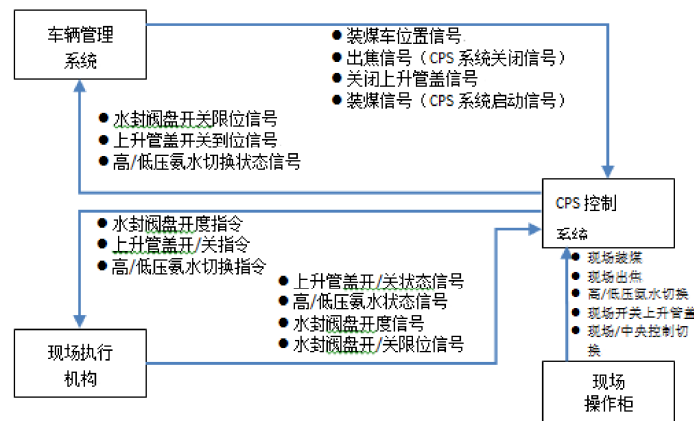


图2 系统组成与信号传输示意图

如图2所示，CPS系统需要与车辆管理系统、现场操作箱和现场执行机构进行相应的信号通讯，以完成控制功能。该系统的具体工作方式可以分为下述两个阶段。第一阶段从装煤车完成装煤开始，到出焦前打开上升管盖结束。在该阶段中，相应炭化室的上升管盖始终处于

关闭状态（清理上升管操作除外），氨水处于低压喷洒状态，CPS系统依据实际工作状况，对水封阀盘开度进行调节，实现炭化室压力调节功能。第二阶段为出焦和装煤阶段，CPS系统需要与车辆管理系统进行通讯，对炉顶各部件进行自动控制，具体流程图如下：

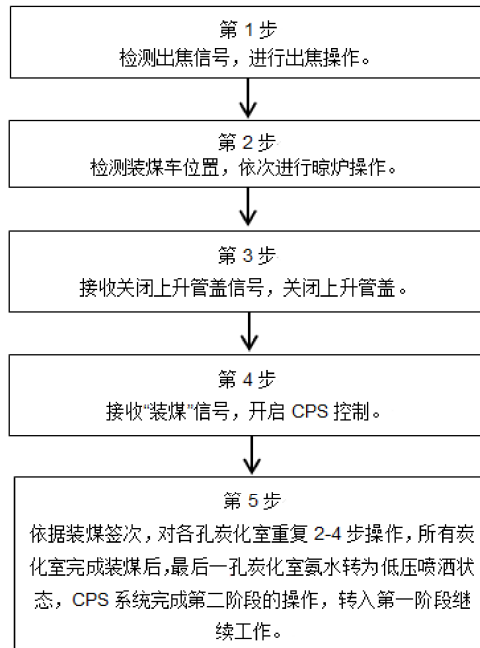


图3 CPS系统出焦装煤控制流程图

4 结论

通过对安钢焦化厂六米焦炉上升管、桥管、桥管水封阀体、集气管、气动执行机构等进行局部改造，增加测压装置及自动化控制系统，不仅实现了炭化室压力的单独调节，减少了焦炉污染排放、延长了焦炉寿命、改善了炉顶环境，同时还大大提升了出焦过程的自动化操作水平，达到了减轻人力工作强度、提高生产效率的作

用。具有很高的环保节能价值，应用前景广阔。

5 参考文献

- [1] 史瑛迪,洪志勇,周春蛟,张奎爽.对现有焦炉实现炭化室压力单独调节技术的改造分析[J].燃料与化工.2020,(4)
- [2] 徐廷万.单炭化室压力调节系统在7.0m焦炉上的应用实践[J].四川化工2022,(4)