

# 干熄焦烟气治理技术研究

李 强

酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司焦化厂 735100

**摘 要:** 炼焦行业作为现代钢铁生产中的重要环节, 对国家经济的发展具有举足轻重的作用。但是炼焦产业资源消耗高, 生产排放大, 特别是排放物中有害物质多, 造成严重的资源浪费和环境污染, 给国家经济的可持续发展带来了很大的压力。近年来, 雾霾天气频繁出现, 给人们的工作生活造成了极大的影响。大气污染问题是环境保护领域的一个重要课题, 焦化行业应在生产运营过程中, 将废气治理放在首要位置。环保部在制定、实施和监管环境法规上已加大力度。通过对干熄焦工艺进行研究, 对于提升我国焦炭生产的水平以及响应国家的节能减排政策具有重大意义。基于此, 本文将对干熄焦烟气治理技术的应用进行简单分析。

**关键词:** 干熄焦; 烟气脱硫; 节能减排; 治理应用

## Study on flue gas control technology of dry quenching

Qiang Li

Coking Plant of Jiujiang Steel Group Hongxing Iron and Steel Co

**Abstract:** As an important link in modern steel production, the coking industry plays a pivotal role in the development of the national economy. However, the high resource consumption and large production emissions of the coking industry, especially the harmful substances in the emissions, cause serious waste of resources and environmental pollution and bring great pressure to the sustainable development of the national economy. In recent years, hazy weather has appeared frequently, causing a great impact on people's working life. The problem of atmospheric pollution is an important issue in the field of environmental protection, and the coking industry should give top priority to exhaust gas control in its production and operation process. The Ministry of Environmental Protection has stepped up its efforts in developing, implementing, and regulating environmental regulations. By studying the dry quenching process, it is of great significance to improve the level of coke production in China as well as to respond to the national policy of energy conservation and emission reduction. Based on this, this paper will briefly analyze the application of dry quenching coke flue gas treatment technology.

**Keywords:** dry coke quenching; flue gas desulfurization; energy saving and emission reduction; treatment application

### 引文:

我国是全球最大的焦炭生产和出口大国, 焦炭在世界范围占有相当大的比重。在炼焦过程中, 高温焦炭的处理方式有干熄焦和湿熄焦技术两大类。干熄焦本身是相对于湿熄焦进行的技术改进。与湿熄焦工艺比较, 干熄焦技术特点是降低了焦炭的反应性, 并能有效地提高焦炭的强度。此外, 干熄焦技术不会对周围设备造成腐蚀, 同时产生的蒸汽还可以回收利用, 减少能源消耗。焦炭作为化工、机械方面的主要原燃料, 提升焦炭质量并促进环境保护, 加强干熄焦技术在焦化厂中的应用也是未来的主要趋势。

### 1 干熄焦技术简介

近年来随着我国绿色发展理念的提出, 对工业生产中的废气、废物排放要求有了更严格的标准。在2018年5月, 我国发布了《钢铁企业超低排放改造工作方案(征求意见稿)》, 在这之中, 明确规定了焦化行业中氮化物和二氧化硫的排放值, 对干熄焦烟气里的颗粒物排放也有更为严格的要求。针对新建(含搬迁)的钢铁项目, 要全部达到超低排放要求。同时列出了详细的超低排放限值、区域时间节点等, 如表1所示。

干熄焦工艺, 是相对湿熄焦工艺而言的。指的是利用惰性气体, 来对红焦进行降温, 在干熄焦工艺应用过

表1 国内干熄焦高硫烟气超低排放限值  $\text{mg}/\text{m}^3$

颗粒物	$\text{SO}_2$	$\text{NO}_x$ (按 $\text{NO}_2$ 计)	重点区域 时间节点	全国时间 节点
<10	<50	-	2022 年底前	2025 年底前

程中，从干熄炉的顶部，装进  $1000^\circ\text{C}$  高温的红焦，随后用  $130^\circ\text{C}$  的低湿、惰性气体，对红焦进行冷却，当焦炭温度低于  $200^\circ\text{C}$  后，从炉底排出。而此时高温惰性气体会涌进干熄焦锅炉进行热交换，让锅炉产生蒸汽，惰性气体得到冷却后，再循环利用起来，重新鼓进干熄炉。生成的蒸汽可以用于发电，实现了节能环保的效果。

但在干熄焦高硫烟气治理技术方面，由于高硫烟气  $\text{SO}_2$  浓度随干熄焦装焦操作周期波动，不能直接应用现有

焦炉烟气脱硫技术，目前处于摸索前行阶段，所以超低排放限值也倒逼着现阶段环保技术的再次提升。

在干熄焦工艺应用过程中，经过降温后的红焦，内部残留的硫分会受高温影响生成  $\text{SO}_2$ ，如果直接排放，会对大气环境造成污染。因此，必须要做好烟气治理工作，才能够有效降低对环境的污染程度。通常情况下，干熄焦环境中，除尘站里的含尘、含硫气体来源主要有三方面：其一是干熄炉的炉顶装入装置里有含尘、含硫烟气；其二是预存室压力调节放散口含尘、含硫烟气；三是干熄炉底部排焦溜槽、皮带转运点含尘烟气。这3部分烟气汇合后进入脉冲式布袋除尘器，经由风机从烟囱排放。如图1所示，为干熄焦工艺流程图。

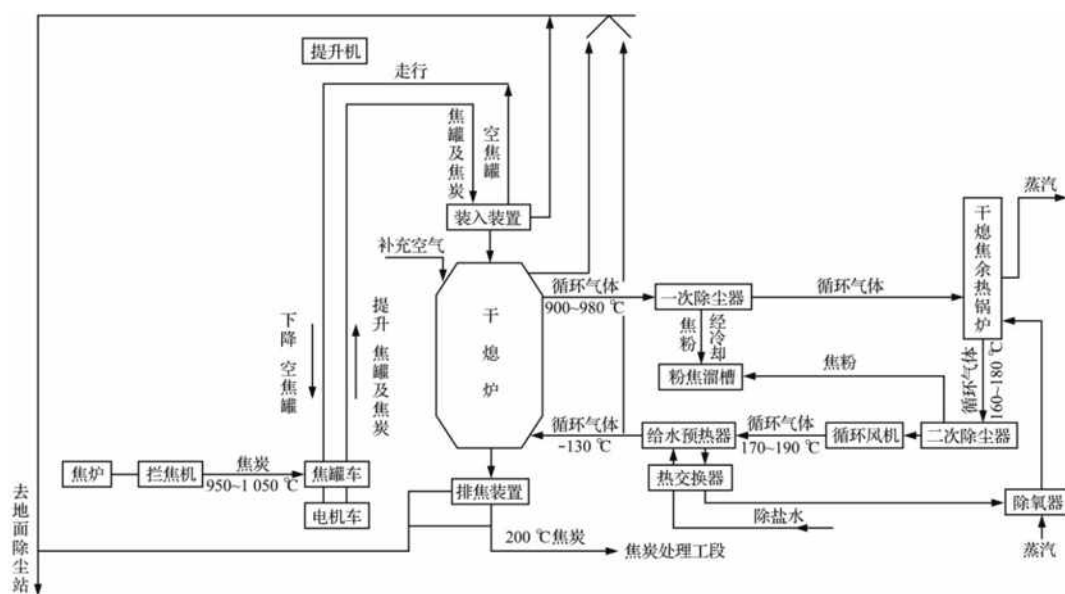


图1 干熄焦工艺流程图

## 2 干熄焦烟气处理技术路线分析

为了更好地分析干熄焦烟气处理技术的应用，本文以某焦化厂的干熄焦高硫扬起治理防范为例，对该厂两种技术方案进行简单分析。在该厂中，针对新建系统和改造系统分别设计了两种技术路线。详情如下：

### 2.1 新建干熄焦高硫烟气处理系统

新建的干熄焦高硫烟气处理系统，主要由脱硫剂制备系统、一级除尘器、二级脱硫除尘器、增压风机、烟气管道以及相应配套的仪器仪表和电气控制设备等组成。整个工艺流程如图2所示。

从图中可以看出，该技术方案主要是把硫分高的烟气进行集中化处理，借助增压风机，将烟气鼓进一级除尘器中，先对大颗粒进行脱除，脱硫剂制备系统通过气力输送将研磨后的脱硫剂  $\text{NaHCO}_3$  喷入烟气管道中，在

高温环境下，钠基粉体会被激活，和烟气中的  $\text{SO}_2$  进行充分的反应，最终实现脱硫净化效果。

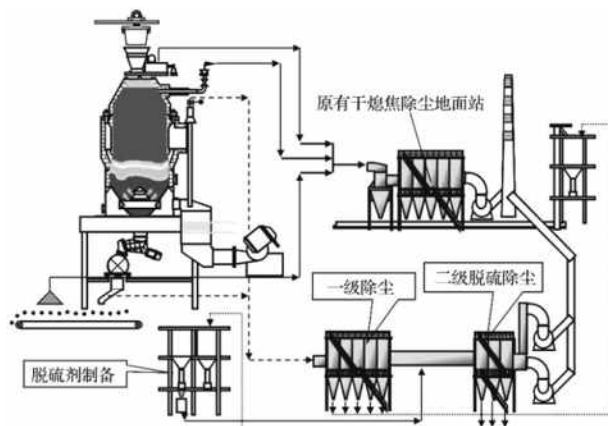


图2 新建干熄焦高硫烟气处理流程

### 2.2 原焦炉烟气脱硫脱硝系统

针对原焦炉的系统改造方案,干熄焦高硫烟气处理系统,主要由增压风机、除尘器、烟气管道以及相应的仪器仪表和电气控制系统组成。整个工艺流程如图3所示,整个技术路线的原理,也是借助除尘器,先去除烟气中的大颗粒,再利用原有焦炉烟气脱硫管道,在脱硫塔完成脱硫工序,最终通过主引风机排入焦炉烟囱,达标后排放出去。

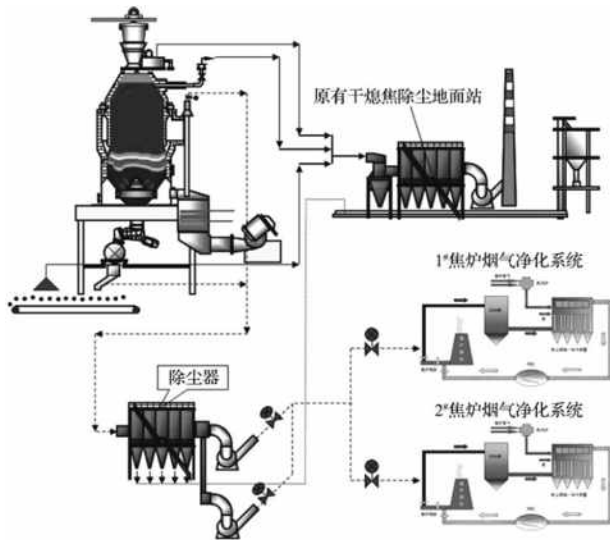


图3 原焦炉烟气处理工艺流程

### 3 干熄焦技术在焦化厂的应用

#### 3.1 组合干熄焦装置与工艺

组合干熄焦装置及技术特点是在装置方面有了较大的改善,由干熄焦罐座、连接管道、罐车等构成,焦炉既能承担接焦、输送,又能充当熄焦设备。在熄焦过程开始前,关闭所有的阀,并依次打开高温介质阀、低温介质阀等。它的优点是:用两个或多个焦炉取代了传统的单机熄焦装置,节省了诸如熄焦装置等一些复杂的输入设备,循环使用、提高熄焦效果,降低焦炭燃烧时的黑烟外泄和大量二氧化碳排放。设备的配套使用密封性好,在地面上运行的安全性也相对稳定,不会因为部件的故障而停止维修。通过热量交换满足节约能源目的的同时,重点改进了焦化过程在熄焦状态下的污染情况。总体来看焦炭冷却时间的影响因素包括气体流速、气体类型和焦炭粒度,这些都可以成为组合干熄焦技术应用时的参考依据,在工艺上进行有效调节。

#### 3.2 分段干熄焦技术

我国目前采用的干熄焦工艺采用的是氮气,其效果很好,但由于需要大量的氮气生产设备,这类设备结构较为复杂,加上其运行费用较高,因此要想从成本上进行控制,必须对其结构及熄焦技术进行改造。在最近的

一些研究中,发现了大量的焦碳会被冷却煤气所吸收,水煤气反应的产量比较低。根据上述问题,我们可以在装置结构和熄焦方法上进行改进,将结构工艺与生产工艺进行联动,提供一种全新的焦炭冷却方法与装置。

从工艺流程的角度分析,温度超过900℃的高温焦炭从焦炭入手进入熄焦炉后,在重力作用下到达预存段,进入气化冷却段下行。通过气化反应后,大量的焦炭显热被吸收,焦炭温度快速下降,焦炭表面的粒子和棱角部位产生反应,不会干扰到比较大块的焦炭。所生成的气化和没有反应的水蒸气从气出口排除后经过除尘冷却去合成,让高温冷却介质气体进入废热锅炉。总体而言该冷却方法利用了气化冷却与物理冷却相结合的方式,蒸汽、焦炉煤气分别进入两端,前者进入气化冷却段,后者则进入物理冷却段和焦炭展开物理换热,分别产生气化反应产生合成气。最终目标也在于获得生产水煤气的原材料改变目前的产品结构。

## 4 干熄焦环境除尘系统优化与改造

### 4.1 装入装置的优化策略

装入装置主要由传动系统、集尘管道、导向模板以及料斗等组成。在焦化工业生产过程中,装入设备主要实现焦炭的运送和料斗下料口处水封槽的封闭接收,确保焦炭在装料过程中的粉尘封闭性。料斗负责将焦炭运输到干熄炉中,依照料斗的对位结果向提升机发出焦罐下落的活动信号,此时除尘系统要从焦罐底部与料斗上口接触产生的漏泄现象进行优化,确保除尘风机在高速启动过程中能够有效降低大量粉尘外泄现象。

首先,改造装入装置的上下料结构,避免由于排烟时产生的烟尘外泄而对环境造成影响。通过对大量装入装置的改进及效果的检查,发现焦罐下落时,对盖板的配重装置增加活动翻板,依照翻板在焦罐底闸门重力作用下的动能,可以有效提升上料的密封作用。同时,在焦罐的料斗缓冲座中增加一个可控制的自动闭合装置,以保证焦罐在上升过程中,处于一个比较好的除尘环境。同时,当翻板处于密闭状态时,应当增大风扇的风量,以减小灰尘的泄漏。

其次,对装入装置除尘效果的改造和优化需要调整下料封罩的吃水程度。在装焦过程中,干熄炉预存压力过大会排斥干熄炉口在装焦过程中产生的反冲力,而水封罩水槽深度未能有效覆盖水封槽密封处时,必然会导致大量粉尘经由水封罩流出到外部环境中。因此基于车间的现场勘探和测量制定如下的优化策略,以实现溢出粉尘的高效除尘处理。

(1) 合理调节水封罩吃水程度。由于水封罩容易在焦化除尘过程中因高温而降低吃水深度,因此在保障水封罩吃水深度下移满足焦化除尘轨道的钢结构基础时,确保水封罩在以往吃水深度100mm基础上调整吃水深度至220mm,同时增加水封槽内堆积焦炭的清洗力度和频率,以保障装入设备的下料密封性。

(2) 在焦化除尘的装入设备优化过程中,对受高温烘烤频次较高的密封石棉布进行定期的性能检查和型号更换,以提升密封环境下良好的除尘效果。

(3) 为降低水封罩受干熄炉预存段压力产生的反冲力影响,在装入装置下料封装与除尘过程中定时检查干熄炉预存段压力的波动范围,确保预存段压力波动最小化。

#### 4.2 除尘风机改进

提升机在收到提升塔上限信号后,按照装置开启指令打开集尘管道阀门,并进行高速度的风量除尘工作。除尘风机接收到冷却塔下限提升信号后,按照装焦进度来提升和降低风量速度。当提升至冷却塔上限后,装入装置和除尘风机会因动能变化而冒出大量粉尘。

通过对该厂生产车间的实际运行情况来看,风机高速到低速运转时间段设置不合理会明显增加粉尘漏泄量,且造成不必要的焦化资源损耗。因此,基于装入装置烟尘冒出情况和电量损耗现状进行分析,对除尘风机高速运转向低速运转的时间段进行控制,确保满罐状态下开启高速模式,装置全关后降速,并对降速时间段进行延后。经过实践证明,原有除尘调整时长为110s时,粉尘漏泄现象明显减少,且节电效果显著。其次,可以在改善除尘风机时间偏移的基础之上,依据除尘布袋的压差大小来选择风机高低转动速率,依照120~204r/min来控制除尘机的除尘效果,并有效地降低电能损耗。

#### 4.3 排焦装置粉尘扩散优化

由于现阶段排焦系统电磁振动器与溜槽物料通道对循环风机产生气体的泄漏量较大,导致区域粉尘扩散严重。因此为提升焦化除尘的生产效率,在溜槽侧面设置挡焦栅格和管道阻挡观察孔,确保焦炭能够被高质量地分类在除尘管道外部一侧。

同时,在集尘点下部垂直放置长约600mm的钢管作为焦丁与焦末的沉箱管道,并定时组织管理人员对其进行清洗和管道状态的监督。为更好地提升除尘效果,在振动给料汇集点后增加成箱管道,确保主管末端的焦粒沉积能够得到及时的检测与清洗。对主管斜向拐角处同样设置避免死角风向堆积的沉箱管道,并从溜槽衬板的日常维护和检修中进行除尘功能的强化,将排焦粉尘扩散的维护与巡检工作直接纳入智能焦化系统的抽查考核日常中,以提升粉尘扩散可控性,增强除尘效果。

#### 5 结语

干熄焦技术是我国焦化工业的一项节能、环保、节能、增效的新工艺。干熄焦技术在20世纪80年代引进国内后,经过数十年的发展,已逐渐趋于成熟和完善。目前,该技术已在国内焦化行业中得到了广泛的应用。本文以某厂干熄焦高硫烟气治理为例,分析了两种治理方案,并对环境除尘方面提出了几方面的优化建议,希望能够为干熄焦技术的应用以及烟气治理的良好处理奠定基础。

#### 参考文献:

- [1]孙艳丽.提高干熄焦蒸汽发生量生产实践[J].化工管理,2018,(19).
- [2]蔡继莹,吴思成,金胜,沈晓旺,王枕遐.干熄焦烟气脱硫技术基础性研究[J].冶金能源,2019(03).
- [3]詹建新.干熄焦烟气治理技术研究[J].燃料与化工,2019(05).