

高温空气燃烧技术在隧道窑中的应用研究

张 闯

秦皇岛秦冶重工有限公司, 河北 秦皇岛 066003

[摘要] 高温空气燃烧技术的应用, 不仅可以提升工业炉内部的燃烧效率, 而且可以减少污染物的排放。燃烧的温度越高, 产生的热量越多, 说明燃烧的越充分。窑内的温度越高, 烟气中 CO、CxHy、H₂ 的含量也会大大增加, 之后降低, 循环这样的过程。文章围绕高温空气燃烧技术, 论述隧道窑中燃烧技术的应用, 并提出相应的改造措施, 仅供参考。

[关键词] 隧道; 高温空气燃烧技术; 应用

DOI: 10.33142/ec.v4i3.3486

中图分类号: TQ174.65

文献标识码: A

Application of High Temperature Air Combustion Technology in Tunnel Kiln

ZHANG Chuang

Qinhuangdao Qinye Heavy Industry Co., Ltd., Qinhuangdao, Hebei, 066003, China

Abstract: The application of high temperature air combustion technology can not only improve the internal combustion efficiency of industrial furnace, but also reduce the emission of pollutants. The higher the combustion temperature is, the more heat is produced, indicating that the more sufficient the combustion is. The higher the temperature in the kiln, the higher the content of CO, CxHy and H₂ in the flue gas will be, and then it will be reduced, which is a process of recycling. Based on the high temperature air combustion technology, this paper discusses the application of combustion technology in tunnel kiln and puts forward the corresponding transformation measures for reference only.

Keywords: tunnel; high temperature air combustion technology; application

引言

所谓隧道窑, 是工业生产过程中经常用到的一种间歇式窑炉, 其耐火性比较强, 具有成本低、制度灵活等优势。但是在隧道窑运行过程中, 其燃烧的效率比较低, 工作人员在工作过程中致力于提高热效率, 减少污染物产生并回收余热为基础, 促进隧道窑高效的工作。但是受到一些因素的影响, 窑内温度受到了一定的限制, 在燃烧过程中产生的烟气余热不能实现充分的利用, 浪费了大量的热力资源。在隧道窑运行中应用高温燃烧技术, 可以大大提升燃烧的效率, 帮助改善余热浪费的现象, 有望成为提升隧道窑燃烧质量的重要措施。

1 什么是高温燃烧技术

所谓高温燃烧技术, 主要的目的是帮助提升燃烧效率, 并具有节能环保、高效的优势, 这是一种新型的工业燃烧技术, 被广泛应用在工业生产当中。在上世纪 90 年代, 德国和日本等国家就针对高温燃烧技术进行了研究, 近年来, 我国的研究部门与高校企业进行合作, 并针对我国多家钢铁企业内部的热工设备运行情况进行分析, 并进行节能改造, 通过有效的燃烧手段, 帮助钢铁企业实现了节能环保, 并创造了比较高的经济效益。高温燃烧技术主要是让燃料在低氧的情况下实现高温燃烧, 技术应用的过程中要满足两项基本要求: 首先采用高温燃烧技术必须应用燃烧效率高且能进行余热回收的换热装置, 最大化的实现余热的回收, 帮助燃烧在低氧环境下充分燃烧, 提升炉内的温度; 其次是采用分级的燃烧技术, 并利用炉内高速的气流, 反复卷吸燃烧物, 并进行燃烧区域内氧气浓度的稀释, 避免局部高温的产生, 这样有效控制 NO_x 的排放。一些学者在研究过程中, 针对不同燃烧环境下火焰的燃烧特点, 并对污染物的排放情况进行有关的试验; 经过对燃烧炉内部气体燃烧的情况进行分析和试验, 取得了结论, 那就是蓄热式燃烧炉在使用过程中更加节能环保, 燃烧充分。炉内烟气卷吸增强, 会使燃料燃烧的更加充分, 污染物产生的更少。炉外利用烟气循环技术, 帮助提升炉内空气的纯度。蓄热式燃烧技术可以实现脉冲式燃烧, 不能进行频繁的换向操作, 减少炉内产生过高的压力和温度变化。并减少炉内结焦、断火、变形等问题。利用高温燃烧技术并选择高温空气燃烧设备, 使炉内压力保持平衡, 提高了炉内的燃烧效率, 并对余热进行了有效的回收, 减少了设备运行的成本^[1]。

2 高温空气燃烧技术使用过程中的技术问题

2.1 换热问题

在烟气蓄热的过程中，烟气进入到蓄热设备内部，然后从蓄热设备后排放。在放热的过程中，空气从冷端进入，吸热充分后进入到炉内参与燃烧。在工业炉运行过程中，空气预热器的温度要低于 400℃，燃烧效率在 50%左右。在理想状态下蓄热设备的燃烧温度要高于 1000℃，燃烧效率要达到 80%左右。

高温燃烧技术应用过程中如何优化蓄热设备内的导热情况是研究的主要问题，将会影响设备运行的效率和节能问题。在蓄热设备内部，主要发生烟气的放热和空气的吸热两个部分，和普通的空气预热器相比，蓄热设备要重点关注燃烧过程中对流传热的问题，要需要考虑到蓄热设备自身的蓄热能力和蓄热时长，因此在固定材料的情况下，蓄热设备的运行模式以及分布结构在时间的切换上要重点关注，这对热能传递的效果有重要影响。一些这方面的研究人员进行了有关实验，利用蜂窝蓄热器针对传热性能进行了仿真试验。在试验的过程中发现，短期内的持续升温后，蓄热设备可以保持一定的稳定性，蓄热设备内部的温度和进出口的温度没有随着空气的吸入持续上升，在稳定的情况下发生了很小的变化。通过试验数据发现，当燃烧持续进行超过一定时长，炉内的温度和燃烧效率会发生变化，温度持续上升，并随着通道的增长而增加。

2.2 燃料适应性

在高温燃烧技术应用过程中，最长使用的燃料就是天然气，但是受到空气燃烧温度的影响，一些不经常使用的燃料也可以用铜鼓高温燃烧技术使用，这样便于材料的充分燃烧，实现节能环保的目的。当隧道窑内的温度超过 800℃时，一些低热值的燃料也可以实现充分的燃烧，并减少了污染物的排放。高温燃烧技术不仅可以应用在工业炉和隧道窑的运行过程中，还可以应用到煤气化等以低热值为主要燃料的锅炉设备中，传热性能比较好，并且能够降低噪音，减少污染物的排放。^[2]

3 高温空气燃烧技术在隧道窑中的应用

在隧道窑运行过程中应用高温燃烧技术，需要对隧道窑内部进行相应的改造。根据高温燃烧技术的应用特点以及隧道窑运行的特性，可以应用蓄热设备与隧道窑体分离的方案。隧道窑的烧嘴位置还和从前一样，选择上下交错的方式进行布置，烧嘴位置位于窑车与两端的交点位置。隧道窑使用过程中，需要利用助燃风机将空气传送到换向阀，并流入到蓄热室 A，蓄热室 A 内发生反应，所产生的的热量与空气相结合，室内的温度也随之降低，助燃空气经过加热后会形成热空气，并经由管道进入到隧道窑内部，帮助燃料实现充分的燃烧。隧道窑内部产生高温的烟气通过烟道阀门流入到蓄热室 B，烟气热量与蓄热室 B 内的燃料充分融合，蓄热体的温度也随之升高，烟气经过热传导之后温度下降，与窑内温度达到平衡后再由排烟设备进行排放。这样的过程经过一个轮回之后，隧道窑底部的换向阀与空气融合由蓄热室 A 调整为蓄热室 B，温度升高的空气经过管道进入到隧道窑内部，帮助燃料实现充分的燃烧。此过程产生的烟气在此进入到蓄热室 A，蓄热室 A 内产生高温，然后烟气温度下降后排出。经过固定时间的轮换之后，空气再次流入到蓄热室 A，这样便完成了换热的整个周期。

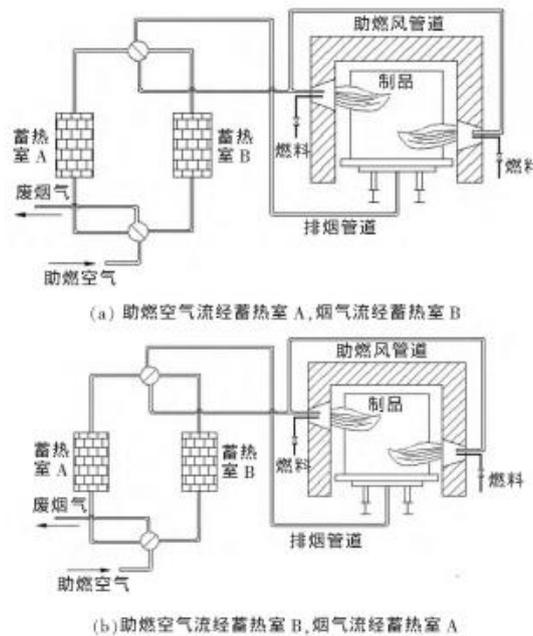


图 1 采用 HACT 技术的隧道窑的工作原理图

隧道窑内的蓄热体主要材质分为黏土材质、刚玉材质、莫来石材质等。具体的形态可以分为陶瓷球状以及蜂窝陶瓷形态。球状的蓄热体具有强度高、抗震性好、清洗方便以及成本低等优势。蜂窝形态的蓄热体比较薄,可以实现短时间内的能量储存和释放,换热性能比较强,对于窑内的损耗比较小,因此被广泛应用在隧道窑的使用过程中。蓄热体在应用过程中,蓄热室内部的温度一般可以达到 1000°C 以上,但是流入空气的温度一般只低于 40°C 以下,这样高的温差和冷热交替,会造成蓄热体结构的损害,余热烟气中水分与杂质相互融合碰撞,也会造成蓄热体表面结构的脱落。在隧道窑运行中选择合适的蓄热体十分关键,针对蓄热体的材质和形态进行选择,并根据隧道窑运行的时间周期、烟气温度的高低以及烟气的主要成本进行确定。大部分的蓄热体都会选择耐腐蚀耐高温的材料,这样可以实现对余热烟气的高效回收,不容易发生损坏。

隧道窑内换向时间的掌控非常关键,不仅影响隧道窑的燃烧温度,而且对火焰的燃烧形态也产生很大影响。换向时间增长,会增加蓄热体的总体工作量,蓄热体的温度会大幅上升,从而增加空气与蓄热体之间的融合换热,提升余热回收的效率。此外,在蓄热量一定的情况下,蓄热体内部的空气增多,空气燃烧带走的热量也会增多,这样就不能保持余热回收的效率。因此,如何保障稳定的换热时间是非常重要的环节。可以通过试验确定换热时间,使隧道窑内部的燃烧更加充分均匀。

4 结束语

综上所述,高温燃烧技术的应用,使隧道窑内部燃料燃烧更加充分,增加了燃烧的效率,不仅被应用在工业生产当中,而且被广泛应用在锅炉燃烧以及隧道窑运行过程中。将高温空气燃烧技术应用于隧道窑,还要在尽可能不改变现有的燃烧和排烟结构的前提下进行改造。

[参考文献]

- [1] 罗强梭. 式窑节能技术探讨[J]. 中国陶瓷工业, 2009, 16(3): 20-22.
- [2] 朱瑾娟. 高温空气燃烧技术的特点与发展现状[J]. 能源与环境, 2012(1): 31-33.

作者简介: 张闯(1987.7-)男, 毕业院校: 河北理工大学, 所学专业: 热能与动力工程, 当前就职单位: 秦皇岛秦冶重工有限公司, 职称级别: 工程师。