

炼钢余热锅炉自复位泄压装置技术应用

王松

陕钢集团汉中钢铁有限责任公司 陕西 汉中 724200

摘要: 本文介绍了陕钢集团汉中钢铁有限责任公司炼钢厂120t转炉冶炼过程中,因生产工艺控制、设备等原因影响,存在余热锅炉泄压装置在转炉工艺出现变化泄爆复位后不能可靠密封,笔者从泄爆产生的原因进行分析,通过长期的生产实践分析并自主设计自复位泄压装置,有效解决了因泄压装置泄爆后带来的生产安全风险和环保污染问题,为转炉生产稳定运行,提升生产效率起到积极的作用,对同类型余热锅炉泄压装置的提升改进具有借鉴作用,同时改进后的泄压装置具有市场推广价值。

关键词: 转炉;余热锅炉;安全环保;自复位泄压装置

引言

余热锅炉是转炉冶炼生产中的核心设备,在转炉工艺布置设计中,通常设置在转炉炉口上方,依次由活动烟罩、锅炉移动段、固定一段、固定二段、固定三段和锅炉尾段等组成,同时也是转炉冶炼过程中烟气收集和净化回收的重要设备。转炉在生产冶炼过程中,产生大量含有CO、粉尘等高温烟气,余热锅炉主要作用就是吸收冶炼过程中高温烟气中的热量、降低烟气温度,为转炉烟气除尘和煤气回收创造条件。陕钢集团汉中钢铁有限责任公司炼钢厂在生产实践中,通过长期对存在问题发生的现象机理分析,对现场设备进行优化提升,自主设计了自复位泄压装置并应用于生产实践中,有效解决了因泄压装置出现问题导致的生产安全风险和环保污染问题。

1 泄爆产生的原因和危害

转炉冶炼时,通过余热锅炉烟道收集高温烟气,烟气温度高达1500℃~1670℃左右,烟气成分较为复杂,主要由CO、O₂、H₂、H₂O、粉尘颗粒物等组成。转炉冶炼过程中,随着原料成分波动、人员操作不稳定等因素影响,同步会产生烟气含量发生不稳定性,当烟气瞬时波动较大时,表现为烟道内烟气压力波动急剧升高。

1.1 生产工艺控制对泄爆产生影响

众所周知,产生气体爆炸的三个必要条件是:可燃物、助燃物和点燃源,产生分析炼钢余热锅炉泄压装置泄爆技术思路,和粉尘空气爆炸的路线是一致的。通过长期对生产系统跟踪分析发现,泄压装置泄爆打开主要存在烟气中CO浓度、烟气温度、氧气含量等多方面因素造成。正常冶炼情况下,烟气中CO浓度随着烟气温度的升高而同步升高(图1)。泄压装置打开前期,烟气中CO浓度上升而烟气温度未能同步升高,随着CO、O₂浓度

不断地增加,烟气温度达到一定数值后,瞬间出现烟气在余热锅炉内部爆炸,出现“闪爆”现象,泄压装置在爆炸冲击波的作用下被迫打开^[1]。

通过对泄压装置动作过程跟踪,主要将CO浓度、烟气温度两种参数进行对比分析发现,锅炉泄压装置泄爆时,在同一单位时间内,CO浓度急剧上升而烟气温度相对滞后,当烟气温度与达到正常温度情况下,CO浓度已经超出正常情况下的浓度含量,在烟气温度、CO浓度和O₂浓度三方面相互共同作用下,从而出现瞬间闪爆现象的发生(图2)。

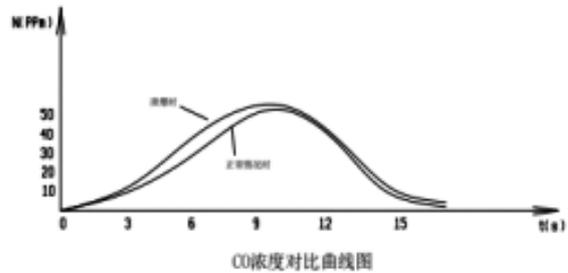


图1 CO浓度对比曲线图

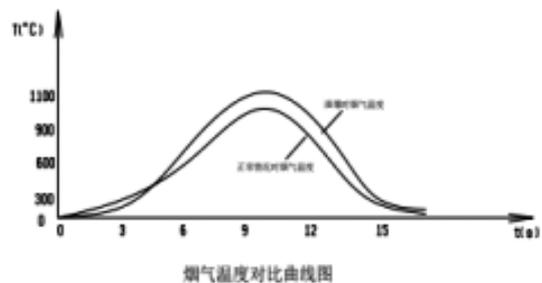


图2 烟气温度对比曲线图

1.2 原锅炉泄压装置存在设计缺陷造成影响

原泄压装置采用翻盖结构设计,由安装底座、翻盖、销轴等三部分组成,安装底座通过螺栓固定在余热

锅炉尾段筒壁上，泄压装置翻盖与销轴连接实现泄压装置的打开和闭合（图3）。

日常锅炉内部清灰检查和维护通过人工打开翻盖进行。泄爆过程中，翻盖在烟气冲击波的作用下通过销轴转动而打开，打开后瞬间将烟气进行泄压后再通过翻盖自重力作用进行复位。翻盖与安装底座之间只有一道矩形密封圈进行密封，结构简单且密封效果不好，当出现泄爆导致泄压装置打开，复位后因密封不好导致严重的烟尘外溢问题。

泄爆产生后，不仅对人身安全造成威胁，同时也存在企业环保污染问题。

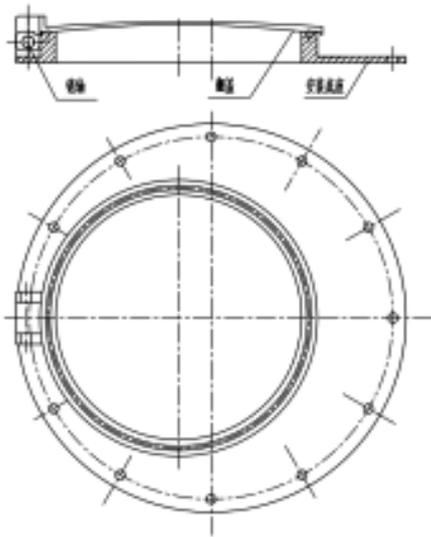


图3 原泄压装置

余热锅炉泄压装置打开后，大量的含有超过60% CO浓度的烟气外溢并迅速扩散，为了防止烟尘飘散造成的影响，往往需要转炉停止冶炼后紧急处理，操作人员在处理过程中存在转炉煤气中毒的安全威胁。泄爆发生后每次停炉处理需要5分钟左右时间才能恢复，给正常的转炉冶炼以及生产组织稳定运行造成严重影响^[2]。

钢铁企业工艺装备技术的提升，传统的炼钢冶炼行

业具有的高耗能、高污染的特点日益得到改善，伴随着国家对环境污染治理的日益严格，目前钢铁企业正在向高效化、低能耗、零排放污染的目标迈进。炼钢余热锅炉泄压装置打开后不能可靠复位，导致大量有毒有害气体在空气中飘散蔓延，给企业的环境治理管控提出了更为严格的要求。

2 自复位泄压装置的应用

2.1 自复位泄压装置结构

自复位泄压装置是一种能在系统压力超过设定值时自动泄压，并在压力恢复正常后自动复位的装置，通过

利用弹簧的压力使泄压装置保持关闭状态，当余热锅炉内部压力大于弹簧设定值后自动打开并泄压，达到在生产过程中出现的突发状况对余热锅炉、一次除尘煤气回收系统等设备达到泄压后自动保护的作用。

改进后的自复位泄压装置由安装底座、翻盖、顶盖、调整导杆以及自复位弹簧缓冲器等部件组成。底座通过螺栓固定安装在余热锅炉尾段筒壁上，翻盖与底座之间有销轴连接，自复位弹簧缓冲器和导杆、顶盖构成一个完整的泄压总成，也是余热锅炉泄压自复位装置的核心部件（图4）。液压弹簧缓冲器具有缓冲力可调的功能，当锅炉内部冲击力大于弹簧缓冲器调节可承受压力时，泄压装置打开；当冲击波小于弹簧缓冲器调节压力时，顶盖迅速复位。顶盖在6组升降导杆的相互作用下实现精准复位，在冲击力的作用下顶盖在导杆之间自由升降运动。顶盖与底座间有多道耐高温密封圈，同时在弹簧缓冲器的作用下实现顶盖与底座的可靠接触密封。因泄压装置安装在余热锅炉尾段，日常生产过程中长期处于高温环境，使用环境温度一般在900-1100℃左右，弹簧缓冲器表面多为橡胶材质，为了解决高温条件对弹簧缓冲器带来的损坏，将弹簧缓冲器与顶盖之间设计为镂空结构止挡板，通过使用发现，镂空结构有效降低弹簧缓冲器的工作温度，改进后缓冲器表面温度稳定控制在70-80℃之间。此项小改进使得弹簧缓冲器在高温环境中可长期可靠运行，使用寿命大幅提升。

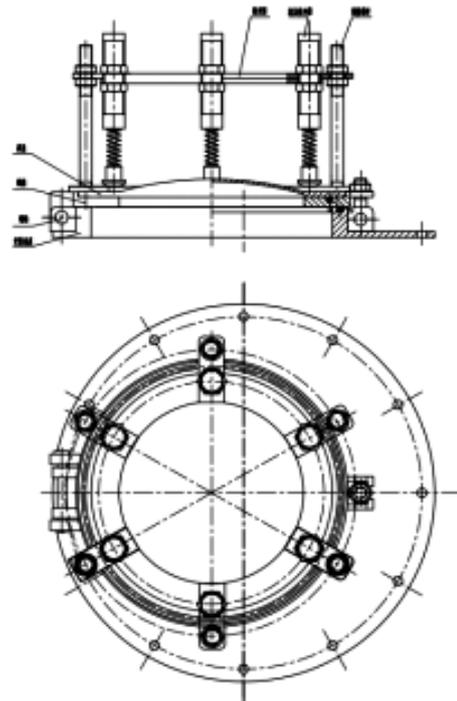


图4 改进后的复位泄压装置

在日常停炉需要对余热锅炉内部进行检查维护时,通过打开翻盖,可实现对锅炉内部进行检查清灰等作业活动。翻盖与底座之间设有耐高温矩形密封圈,密封效果可靠且使用寿命长^[3]。

2.2 自复位泄压装置的功能

自复位泄压装置具有两个功能:一是该装置固定底座与泄压装置上部结构通过销轴铰接,通过销轴的转动可以使装置能够完全揭盖打开,具有原设计的观察功能;二是该装置顶部有可调节液压缓冲弹簧,在生产使用过程中当闪爆的烟气冲开顶盖后,在缓冲弹簧的作用下具有可快速实现自复位并完全密封的功能。

3 改进后的泄压装置使用效果

改进后的泄压装置,在可调节液压缓冲器的弹簧作用下达到自复位的目的。液压缓冲器缓冲力范围在150N至500N之间可自由调整,缓冲力可调范围内设置有10个缓冲力档位,能够结合生产实际使用情况调整至最佳效果。



图5 原泄压装置与改进后的泄压装置使用效果对比

改进后的泄压自复位装置与原有泄压装置相比较,不仅保存了原泄压装置完全打开便于生产过程中对设备检查维护的功能。另外,改进后的泄压装置还具有能够实现快速复位并完全密封的能力(图5)。

3.1 改进后人员的操作安全得到保证

在生产过程中,处理事故如果安全措施落实不到位,极有可能发生人员煤气中毒事故,因此处理过程中存在很大的安全威胁。改进后,通过长期的生产实践使用,再没有发生因泄压装置打开复位需要人工再次处理的情况,操作人员暴露在安全风险的环境中的风险达到有效控制^[4]。

3.2 改进后生产过程环保问题受控运行

随着国家对钢铁企业环保管理的严峻要求,改进后的自复位泄压装置能够对企业环保管理提供有力的设备保障,同时也为生产岗位人员带来可靠的安全环境。

3.3 改进后转炉生产组织更加平稳,生产效率得到提升

改进前,因操作人员需要停炉过程中处理事故,每

次停炉大约需要5分钟左右时间,每炉钢生产冶炼周期30分钟左右,按照单月影响需要人工处理5次,全月处理时间共计约25分钟,全年需要处理36次,全年处理事故共计影响生产900分钟,通过测算,全年因泄压装置复位需要人工处理影响生产产量约4500吨左右^[5]。泄压装置改进后,为转炉冶炼效率得到提升,生产组织更加稳定,同时也带来可观的经济效益。

4 结论

通过自复位泄压装置的应用,可有效杜绝生产过程突发烟气外溢引起的环境污染和人员安全威胁,同时还很大程度上降低了作业人员的劳动强度。陕钢集团汉中钢铁有限责任公司炼钢厂自2020年对泄压装置改进后投入生产使用,再未发生过因泄压装置打开后不能复位出现的烟尘外溢问题,总结如下:

自复位泄压装置的应用,有效解决了因泄压装置打开后无法复位、复位后无法有效密封的问题,同时需要生产操作人员进行停炉紧急处理的情况有效杜绝,人员在日常生产过程中的煤气中毒不安全风险大大降低,设备本质安全得到保证和提升。

自复位泄压装置的应用,使得环境污染现象得到有效控制,操作人员的工作环境得到改善,给钢铁企业环保管理和绿色炼钢建设创造了坚实的设备基础保障。

自复位泄压装置的应用,给企业的安全生产顺行做到了设备基础保障,同时也提升了转炉冶炼的生产管控水平,提升生产组织能力,使得生产组织更加平稳有序,也为企业生产经营指标提升发挥了积极的作用。

通过泄压装置的长期生产使用和不断地优化结构改进,能够解决生产过程中的实际问题,使用寿命长达一年以上,设备维护成本低,操作安装便捷,为后期的同类型转炉余热锅炉设计提供有力的生产实践经验,在钢铁企业具有很好的生产使用推广价值。

参考文献

- [1]沈建涛,郑鹏辉.转炉一次烟气干法净化与回收系统爆炸原因浅析.节能环保.2016.12
- [2]闫晓燕.转炉煤气干法净化回收技术的运用.冶金动力.2012.02
- [3]田野,叶天鸿.国产化转炉一次烟气干法净化回收系统研究与应用.重型机械.2010.01
- [4]孙洁,吴海东.转炉干法除尘系统控制创新与优化.华北理工大学.2022.06
- [5]王建滨.转炉干法除尘系统防泄爆技术浅析.涟钢科技与管理.2013.05