

环壁保护燃烧技术的工程应用

肖秋涛 刘家洪

中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司,四川 成都 610017

摘要:

影响硫磺回收装置稳定运行的瓶颈为燃烧设备,其内衬稳定性的设计至关重要。衬里材料的选择、衬里结构的优化、反应温度的控制等均是影响因素。侧重对工艺因素进行剖析,提出与工艺充分结合、具有工程实用性的环壁保护燃烧技术,阐明该技术可在不降低硫磺回收率的前提下,有效降低内衬材料工作温度,确保内衬稳定性的工程应用意义。

关键词:

硫磺回收;燃烧设备;内衬稳定性;工艺因素;环壁保护燃烧技术

文献标识码:C

文章编号:1006-5539(2012)01-0030-02

0 前言

近年来国内外十分重视发展天然气产业,天然气净化技术不断发展。对于天然气净化涉及的克劳斯硫磺回收过程,无论在工艺方法、合成催化剂还是在燃烧炉火嘴、空气配比反馈控制系统以及热力管道布局等方面均有了长足的进步。

主燃烧炉、再热炉、尾气焚烧炉等燃烧设备在硫磺回收装置中极其重要。其设计的优劣,特别是内衬稳定性设计的优劣,直接影响装置是否长期安全运行。

影响燃烧设备内衬稳定性有诸多因素,如衬里材料的选择或衬里结构的优化,其中关键的工艺因素是反应温度和高温区域的有效控制。依靠环壁保护燃烧技术,可以达到非常理想的效果。下面分别对该技术在主燃烧炉、再热炉和尾气灼烧炉中的应用进行工艺设计层面的剖析。

1 主燃烧炉

硫磺回收装置的主燃烧炉为卧式设备,炉内正压,通常有两个主要部分。第一部分为进行高温燃烧的燃烧器,其完成酸性气体与空气混合并充分燃烧,产生克劳斯反应需要的 SO_2 。第二部分为进行高温克劳斯反应的反应室。内衬耐火材料和隔热材料以保护金属壳体^[1]。

主燃烧炉开工和停工时,燃烧器内为燃料气燃烧状态,燃料气燃烧时的烟气温度极高,约 $1\ 800\text{ }^\circ\text{C}$,超过炉体衬里材料最高使用温度及下游设备的设计温度;正常运行时,燃烧器内为酸气燃烧状态,酸气中的酸性介质(主要是 H_2S)含量高,酸气进行氧化燃烧为放热反应,反应过程放出大量热量,使烟气温度达 $1\ 000\sim 1\ 500\text{ }^\circ\text{C}$ 。

随着酸气中的烃类杂质含量增加,放热副反应加剧,炉内温度随之升高,将会破坏炉体的衬里材料^[2]。

为了控制反应温度,防止过高反应温度对衬里的

收稿日期:

2011-08-02

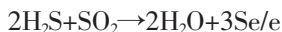
基金项目:

中国石油天然气集团公司重点科研资助项目(2010-0483)

作者简介:

肖秋涛(1972-),女,四川成都人,高级工程师,学士,主要从事天然气净化和硫磺回收及尾气处理的研究与设计工作。

不利影响,当开停工燃料气按等当量配比燃烧时或酸气含烃类太多时,以往均采用在酸气管道中喷入蒸汽降温的方法。但是,在主燃烧炉中的克劳斯反应如下:



从工艺角度分析,喷入蒸汽后,会使过程气中的水蒸气分压升高。生成物的分压升高,对克劳斯正反应是不利的^[3]。

从工艺角度考虑,理论上可作如下改动:从直接冷凝冷却器出口的低温过程气,分流一小股增压后,引入主燃烧炉燃烧室衬里内壁,作为环壁保护的低温气流。这股气流的基本组分与主燃烧炉出口的组分比较接近,不致造成过程气中水蒸汽分压增高。

此种变动虽然不影响克劳斯反应,但需增加一个增压设备,才能完成环壁保护气引入主燃烧炉的工艺过程。该种增压设备的材质、保温措施等具有一定的工程实施难度。因此,考虑工程实用性,改良传统的喷蒸汽方法,引入环壁保护燃烧技术:将降温蒸汽由一个独立的嘴子引至主燃烧器的衬里内壁,作为环壁保护,在高温气流与燃烧室的内衬内壁之间,形成一层冷膜。从工艺角度分析,仅改变了降温蒸汽的引入方式和引入位置,即可大大降低蒸汽的喷入量,更加有效地降低衬里材料的实际工作温度,从而使主燃烧炉的内衬稳定性得到有效的保证。

2 再热炉

再热炉是为了满足工艺要求用以升高过程气温度的设备,内衬耐火材料和隔热材料以保护金属壳体。直接再热式再热炉由燃烧器和混合室组成,冷态过程气以一定的夹角喷入再热炉,与燃料气的燃烧烟气混合。由于后续工艺对通过再热炉的过程气有品质要求,再热炉的燃烧器中燃料气和空气必须为精确的当量燃烧,则炉内燃烧核心区温度高达 2 000 ℃,现有的工业高温衬里材料几乎无法承受^[4]。再热炉混合室的耐火隔热问题显得尤其关键。在已建工程设计、引进设备设计以及与其外商的技术交流中,体现的理念几乎一致,由于上一级冷凝冷却器的大量低温过程气进入,而且紧靠燃烧高温区,大量冷气流的进入能对高温区起到较强的吸热效果——即所谓“冷辐射”,可较大程度改善高温区的温度条件,使衬里材料的实际工作温度下降,可按 1 600 ℃考虑。但是不少工程实例证明,由于再热炉喉口附近的燃烧温度很高,衬里材料往往遭受破坏,造成装置被迫停产。

从工艺角度考虑,改变传统做法,引入环壁保护燃烧技术:将进入再热炉的低温过程气分流一小股引

至燃烧器的燃烧室衬里内壁,作为环壁保护,等当量燃烧的高温气流与燃烧室的内衬内壁之间,形成一层冷膜。从工艺角度分析,仅改变了部分低温过程气的引入方式和引入位置,过程的流量、温度、压力等均无改变,工艺过程未产生任何影响,却可以有效地降低衬里材料的实际工作温度,从而使再热炉体的内衬稳定性得到有效的保证。在多个工程项目中,该技术的应用得到了十分可靠的验证,并取得非常满意的效果。

3 尾气灼烧炉

尾气灼烧炉分为燃烧段和混合段。在燃烧段,燃料气的燃烧可产生高温烟气;在混合段,尾气与高温烟气混合,主要考虑尾气灼烧反应的稳定和 H₂S 的充分燃烧。一般认为,600 ℃左右是使 H₂S 充分转化为 SO₂ 所需的温度,为使 H₂S 充分燃烧,就必须使二次空气大量过剩。灼烧炉最高温度可达 1 400 ℃,燃烧段的衬里选材温度应取 1 600 ℃,混合段的衬里选材温度可取 1 000 ℃^[5]。

为改变传统的提高燃烧段衬里选材的做法,降低材料成本,同时又可有效保护燃烧器反应室内衬侧壁,从工艺角度考虑,引入环壁保护燃烧技术:为使 H₂S 充分燃烧,就必须使二次空气大量过剩,将进入灼烧炉的二次空气分流一小股引至燃烧器的反应室衬里内壁,形成一层冷膜作为环壁保护,仅改变了部分过剩空气的引入方式和引入位置,空气调节无任何偏差,工艺过程未产生任何影响,却可有效地降低衬里材料的实际温度,使灼烧炉的内衬稳定性得到有效的保证。

4 结论

综上所述,在硫磺回收装置燃烧设备的内衬稳定性设计中,设计人员应尽可能结合工艺因素进行优化设计。采用与工艺充分结合、具有工程实用性的环壁保护燃烧技术,在不影响工艺过程、保证硫磺回收率的前提下,可以有效地降低内衬材料的实际工作温度,使燃烧设备的内衬稳定性得到有效的保证。

参考文献:

- [1] 王 伟. 硫磺回收装置热反应炉及燃烧器 [J]. 炼油技术与工程, 2008, 38(1): 95-97.

(下转第 70 页)

(上接第 31 页)

- [2] 张利亚. 忠县净化厂生产运行及技术改造评述 [J]. 天然气与石油, 2011, 26(2): 45-48.
- [3] 张友军. 硫磺回收装置主燃烧炉运行问题探讨及燃烧器改造技术总结 [J]. 石油与天然气化工, 2009, 38(1): 84-86.

- [4] 赵淑珍. 再热炉支座受力分析 [J]. 天然气与石油, 2010, 34(2): 22-24.
- [5] 常宏岗. 硫磺回收燃烧炉气体混合效果分析及其结构优化 [J]. 天然气工业, 2010, 36(2): 87-90.