

多喷嘴对置式水煤浆加压气化炉耐火材料的局部更换

胡金平

(兖矿 国泰化工有限公司, 山东 滕州 277525)

摘要:介绍了多喷嘴对置式水煤浆加压气化炉耐火材料的结构和选用,简单分析了耐火砖的损蚀机理,并根据耐火砖在使用一段时间后的损蚀量计算了各部位损蚀速率,总结了耐火材料局部更换的经验,讲述了耐火材料局部更换时的拆除和回砌方法以及技术要点。

关键词:水煤浆气化炉;耐火材料;拆除;砌筑

中图分类号:TQ175.6;TQ545

文献标识码:B

文章编号:1008-021X(2011)09-0071-04

兖矿国泰化工有限公司日处理 1000t 煤多喷嘴对置式新型水煤浆气化炉为新型水煤浆气化技术工业示范装置,气化压力 4.0MPa,温度在 1200~1300℃。气化炉共分燃烧室、下降管、激冷室三部分。燃烧室气化完的高温高压气体(主要成分 CO、H₂)经下降管导入激冷室进行洗涤冷却后出气化炉进入后系统。气化炉燃烧室内衬耐火材料,向火面部位全部采用高铬耐火砖,燃烧室为强还原性气氛,同时遭受酸性熔渣的侵蚀和高速流体的冲刷,且气化炉内的温度场及流场是一个不均匀、不稳定、甚至不连续的温度场(图 1 所示),因此,不同部位耐火砖的烧蚀损蚀速率并不一致,烧蚀速率较快的部位需要经常更换。

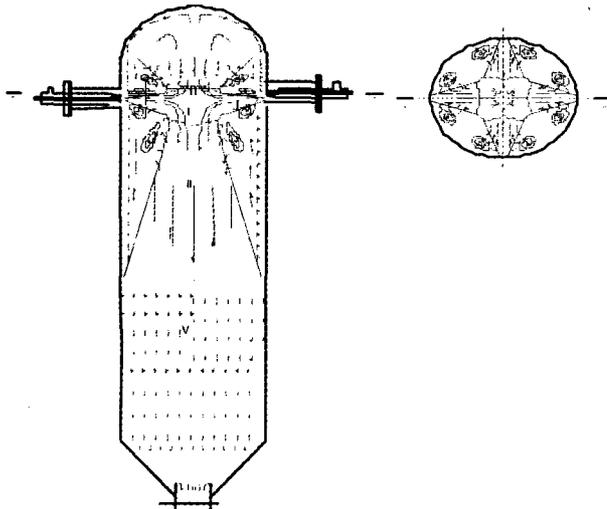


图 1 气化炉内流场示意图

1 多喷嘴对置式水煤浆加压气化炉耐火材料的结构和选择

1.1 耐火材料的结构

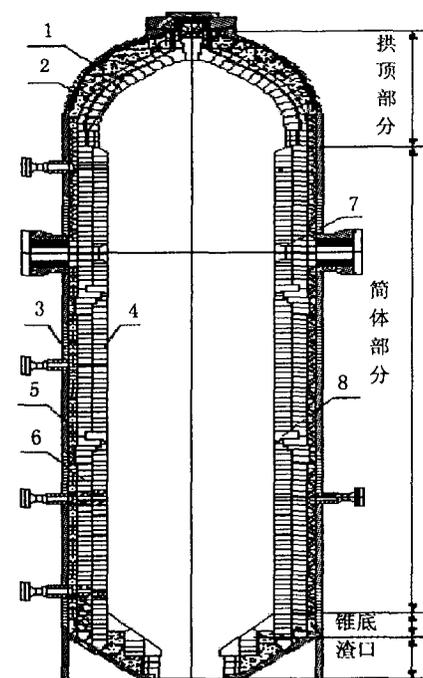
气化炉燃烧室内衬耐火材料共分为拱顶、筒体、锥底和渣口四部分(图 2 所示)。拱顶部分三层,从里到外分别为向火面砖、铬刚玉浇注料、可压缩料。拱顶部位是受冲刷最为严重的部位,结构为半球形,每一块砖各有纵横两道嵌槽,砌筑成环状后与上下左右各砖形成一个整体的合力,确保了其稳固。筒体部分三层,从里到外分别为向火面砖、背衬砖、隔热砖,筒体为圆柱形。锥底部分两层,分别为向火面砖、铬刚玉浇注料,锥底为圆锥形。渣口部分三层,分别为向火面砖、背衬砖及铬刚玉浇注料,渣口为圆柱形。所有耐火砖从里向外弧长逐步增大,每层砌筑完成后在圆周方向就会形成了一个整体。

1.2 耐火材料的选择

向火面砖选用 90 铬铝锆砖(俗称高铬砖),铬铝锆砖具有很好的热态稳定性及抗高温蠕变性能等。背衬砖选用铬刚玉砖,位于向火面砖背后,对气化炉耐火材料整体起至关重要的支撑作用,铬刚玉砖强度大、化学稳定性好,有着优良的热振稳定性和高温蠕变的性能。隔热砖选择氧化铝空心球砖,氧化铝空心球砖具有很好的抗腐蚀性气体的侵蚀能力和缓冲热应力能力,是目前轻质保温耐火材料中最佳材料,隔热砖与炉壁之间填充有 20mm 的岩棉,用作保温隔热,同时还为耐火砖径向膨胀提供了空间。可压缩料具有容重小、导热率低的特点,具有很好的保温绝热性能,同时又具有一定的强度,能够有效缓冲高温下里层耐火材料的径向膨胀。铬刚玉浇注料用于球顶及锥底,浇注料和砖相比具有的优点是无灰缝(即整体性好),施工方便,特别是复杂结构的施工。

收稿日期:2011-08-25

作者简介:胡金平(1982—),陕西长武人,助理工程师,在兖矿国泰化工有限公司从事水煤浆气化装置的设备技术管理工作。



1. 重质浇注料; 2. 可压缩料; 3. 炉壳; 4. 向火面砖;
5. 隔热砖; 6. 背衬砖; 7. 烧嘴砖; 8. 膨胀缝砖。

图2 耐火材料结构图

2 多喷嘴对置式水煤浆加压气化炉耐火材料的侵蚀机理及侵蚀量的计算

2.1 气化炉耐火材料的侵蚀机理

气化炉耐火材料的侵蚀主要表现在向火面铬铝锆砖的减薄,其侵蚀方式通常有两种,分别为侵蚀与剥落。侵蚀表现向火面处耐火材料逐渐向渣中溶解,或由于向火面处耐火材料的结合相被溶解后,向火面砖表层颗粒随渣脱落,侵蚀是连续且缓慢的。剥落主要发生在一些特殊阶段,是向火面处耐火材料大块地脱落到流动的液渣中,主要由于炉温急剧波动和压力骤然升降对于耐火材料热震稳定性造成了损害。气化炉的实际运行中,还存在其他的侵蚀机理。

2.2 气化炉耐火材料侵蚀量的计算

根据流场及温度场分析,以及耐火砖使用情况统计分析显示,耐火砖侵蚀速率最快的部位是拱顶向火面砖,其次是烧嘴砖及以上筒体向火面砖。根据耐火砖在使用一段时间后的侵蚀量可计算出,拱顶部位烧蚀速率约在 0.02mm/h,筒体部分烧嘴砖以上向火面砖烧蚀速率约在 0.015mm/h,烧嘴砖以下向火面砖的烧蚀速率在 0.004 ~ 0.007mm/h 之间,筒体向火面砖从上至下烧蚀速率逐渐降低。

3 耐火材料局部更换经验总结

一般更换三次烧嘴砖及以上筒体向火面砖和整

个拱顶部分耐火材料,需要更换部分烧嘴砖以下的向火面砖,筒体背衬砖及隔热砖可长时间使用。筒体向火面砖(除膨胀缝及调整砖外,均编号 M)的厚度为 230mm,实际计算统计发现,当向火面砖的厚度低于 75mm 时(也就是耐火砖总厚度的 1/3 左右),炉壁的温度就会逐步升高,直至超过允许的温度范围,这样对炉壁金属材料也会有一定的损伤,降低其寿命,炉内耐火砖的稳固性也会变差。烧嘴砖下方 M 砖更换层数可根据具体部位的侵蚀速率计算得出,只要在下一个换砖周期内, M 砖的厚度不低于 75mm 即可。气化炉的锥底及渣口耐火砖的使用寿命较高,锥底砖到目前运行时间已超过 26000h,减薄量很小,在很长一段时间内仍不需要更换。渣口砖只是考虑其直径扩大量,根据经验,每更换两次拱顶砖需更换一次渣口砖,渣口砖沿圆周侵蚀后,直径接近托转盘内径时就应该更换,如果不更换会使气流直接冲刷托转盘和激冷环,会极大缩短托转盘及激冷环的使用寿命,甚至直接烧坏。

4 更换耐火材料前的准备工作

(1)在检修前要确保所更换部位耐火材料的齐全。耐火砖按图纸要求检查衬里材料的规格型号,几何尺寸及扭曲、裂纹、缺棱掉角等,并清点数量。重质浇注料、火泥、可压缩料等材料,应在有效期内使用,超过有效期应重新检验,检验合格后,方可使用。并做好防雨防潮保护。

(2)引入的施工队应具有工业炉的砌筑资质。人员要进行安全培训,并考试合格后方可允许进入现场施工,同时应认真熟悉衬里图纸及有关技术资料,并进行短期培训。

(3)相应的工机具应齐全且完好,主要有橡皮锤、抹灰刀、水平尺、钢卷尺、锤球、细钢丝、水平板、中心板等。

(4)在炉内搭设的脚手架应确保牢靠,在拆除部位下方至少安放两层架板,防止耐火材料掉落砸损渣口及锥底耐火砖。

(5)施工前对炉内耐火砖剩余厚度进行全面测量计算,大概算出耐火砖的剩余量,从而确定所要更换的部位,在拆除过程中需要根据实际测量结果确定更换部位及工作量。

5 耐火材料的拆除方法和注意事项

耐火材料的拆除一般都是由上至下,在拆除耐火材料时,应避免直接落到锥底,砸坏锥底砖及气化炉内件。拱顶砖一般是整体性全部更换,主要使用风镐进行破碎后拆除,在拆除过程中要确保不伤到

炉壁,拆下的碎砖及铬刚玉浇筑料等及时从炉内运出,尽量不让架板承受过大的负载,以免出现安全事故。

(2) 筒体部分通常只更换向火面砖且一般都是更换一部分,因此在拆除过程中要特别小心,以免震松背衬砖和下面不更换的向火面砖造成窜气。拆除时如果剩余量较大也可用风镐,如果剩余量过小,一般低于40mm,则要用錾子和手锤逐个拆除,用风镐极易伤到背衬砖。

(3) 渣口部位由于空间狭小且砖数较少,用錾子和手锤直接拆除即可,要尽可能保护背衬砖以及与渣口砖相连的锥底砖。

6 耐火砖及浇注料的砌筑

(1) 耐火材料的砌筑一般顺序为先砌筒体、再砌拱顶、后砌锥底和渣口,目的是为了防止在砌筑筒体或拱顶砖时发生掉落,从而砸伤锥底或渣口耐火砖。筒体向火面砖通常只更换一部分,在新旧砖接茬处,要对这一层旧砖及背衬砖内圈表面清理干净,去掉突出的灰渣和火泥,以免在砌筑时影响耐火砖水平度、环向膨胀量的调整和内径偏差。如果在砌筑时新旧砖厚度差超过60mm,就需要对新砖内圈进行切割,切割量一般为新旧砖厚度差的1/2,以减少截面突变处气流对旧砖的过度冲刷。在砌筑完第一层新的耐火砖后,应重点对耐火砖的水平面进行测量,因为这层砖是基础面,要求砖层水平偏差每m弧长 $\pm 3\text{mm}$ 。

(2) 在砌筑拱顶耐火砖之前,要对金属内壁进行清理打磨,确保炉壁光洁,同时要确保拱脚砖内直径方向上相对两点的水平平面度偏差不大于3mm,可以在允许范围内通过适当增加或降低脚砖灰缝大小来调整。拱顶铬刚玉浇注料分为5次浇注,每次凝固期不低于12h。浇注料应采用振动棒振动成型,使内部气泡尽可能排除,达到返浆的程度。混料施工时间一般不超过30min,如已混好的浇注料没有及时施工,已发生结团或硬化现象,不得继续使用。一次浇注厚度以振动棒长度为限,一般不小于400mm,浇注时应保持结合面毛糙以利于结合。浇注料应保持环境温度在5~30℃之间施工,如冬季施工要采取保暖措施。

(3) 渣口砖最下一层砖砌在托转盘上,托转盘为金属材料,处在高温高压环境下,在使用一段时间后会有微量变形,在砌筑最下一层砖时要用火泥将其找平,此处对灰缝无严格要求。再往上砌筑就要灰缝满足技术要求。

(4) 筑炉的技术要求,为确保每层耐火砖的直径误差和水平误差小于规定范围,应制作测量杆,每根测量杆的长度应按耐火砖后的炉内半径而定,直径误差检查时,测量杆的一端应与砖的垂直面接触,另一端应刚好擦过中心线,水平误差检查时,应将测量杆放在砌体的上部,并紧靠中心线,测量杆上表面放置水平尺,检查水平误差,砌筑高度应及时检查,否则会影响上部砌筑。拱顶砖层与层之间灰缝为1.5mm,环向砖之间灰缝为1.2mm,其他灰缝均不大于2mm,灰缝必须饱满。壁面垂直偏差每m $\pm 2\text{mm}$,拱顶耐火砖内径偏差 $< \pm 6\text{mm}$ (以壳体中心线为参考),要求拱顶同一截面内径偏差 $< \pm 5\text{mm}$,筒体 $< \pm 6\text{mm}$,渣口 $< \pm 2\text{mm}$ 。烧嘴砖为整台气化炉内衬重点部位,要求四个喷嘴的中心线必须保证在炉体中心线处相交,偏差不大于 $\pm 2\text{mm}$ 。炉衬的垂直度公差为 $\pm 3\text{mm}/3\text{m}$,总高度上误差不超过 $\pm 6\text{mm}$ 。为了保证耐火砖的砌筑质量,要求筒体部分每天砌砖层数不超过五层,拱顶每天砌砖层数不超过两层。

7 特殊情况下耐火砖的局部更换

7.1 烧嘴砖(图3所示,M1-1、M1-2、M1-3、M1-4为烧嘴砖)的单独更换

烧嘴砖如果出现损坏,就需要局部拆除更换,在更换时,还需要拆除烧嘴砖上下及左右M砖,一般以两层为宜,目的是为了便于烧嘴砖安装及中心点调整。为了防止在烧嘴砖拆除后上部M砖出现裂缝或脱落,应先拆除M1-1、M1-3或M1-2、M1-4,及其相连部位M砖,用木撑将先拆部位上部的M砖撑起,然后再拆剩余部分,拆除后同样用木撑撑起。拆除完毕后,对拆除部位进行清理后回砌新砖,回砌新砖时,先对烧嘴砖及其下方M砖进行预摆(此时木撑可后移),再测量烧嘴砖的中心位置,如果烧嘴砖高度方向不在中心位置,可通过调整M砖的高度来调整烧嘴砖高度方向的中心点,调整方法就是对M砖在高度上进行切割,通过切割后切片的增减来调整高度,原则上切片的高度不低于原砖高度的1/3,如果不能满足要求,可通过多块切片来调整。然后先砌调整完毕后的M砖,再砌M1-1、M1-3或M1-2、M1-4及其周围M砖,由于耐火砖的弧长延径向增大,最上一层M砖最后砌筑的一块砖必然无法安装进去,解决办法就是以内经弧长为准,将弧长切割一致就可安装进去,在砌筑时确保灰缝饱满。

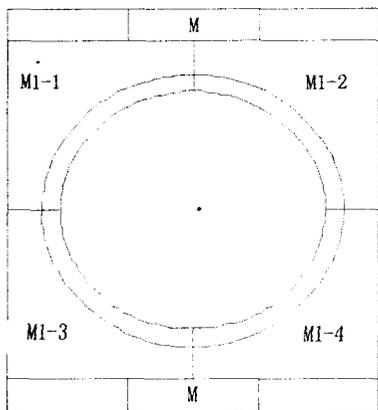


图3 烧嘴口砖示意图

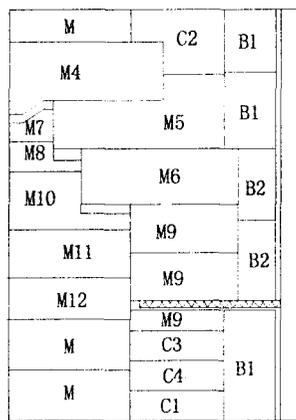


图4 膨胀缝砖示意图

7.2 膨胀缝耐火砖(图4所示,M 铬铝错砖、C 铬刚玉砖、B 氧化铝空心球转)的局部更换

.....

(上接第70页)

(4) 国家安监总局重点监控的60种危险化学品的自动化改造:除《国家安监总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》中明确的15项危险工艺之外以外,在其他危险化学品生产、贮存企业,也应扩大推广危险工艺安全自动化控制。2011年6月21日,国家安监总局公布了《首批重点监管的危险化学品名录》,要求对易燃气体、易燃液体、自燃液体、自燃固体等60种危险化学品加强监管。由于这些危险化学品具有易燃、易爆、有毒、有害等危险特性,在生产、使用、储存、运输等过程中,如管理不善,一旦发生事故,后果往往非常严重,易造成人员伤亡、环境污染及财产损失。而我国危险化学品企业80%以上是小企业,这些企业大多工艺技术落后,设备设施简陋,安全生产管理水平较低,

膨胀缝砖为筒体向火面砖的薄弱环节,经常损坏,主要表现在M4从M5外沿部位断裂,M7、M8、M10脱落,M5、M6烧蚀严重。局部更换时的拆除方法就是先将M11、M12拆除,将M砖表面清理干净,测量出M砖上沿至M6砖下沿的垂直高度,根据膨胀缝尺寸计算出M11、M12需要的高度,对M11、M12砖的厚度调整后进行砌筑(与烧嘴砖下方M砖的调整方法一致),从下往上依次砌筑M10、M8、M7,由于M5、M6单独更换难度较大,因此一般用纤维板填充膨胀缝,预留出膨胀间隙,再用铬刚玉浇注料进行修补。M4由于起到支撑其上部耐火砖的作用,拆除和更换同时进行,通常是拆两块砌筑一块,这样做的目的就是保证其上部耐火砖不会出现裂纹或脱落。同样,最后砌筑的一块M4砖也需要切割。

8 结束语

多喷嘴对置式水煤浆气化炉用耐火材料为高端耐火材料,价格较贵,只要充分掌握了局部更换技术,就可实现气化炉内衬耐火材料的高效率、低成本检修更换。

(本文文献格式:胡金平.多喷嘴对置式水煤浆加压气化炉耐火材料的局部更换[J].山东化工,2011,40(9):71-74.)

从业人员素质不能满足安全生产需要。在危险工艺自动化改造工作上,更要进一步完善有关安全生产条件:对涉及重点监管危险化学品的化工装置,要增设和完善自动化控制系统,增设和完善必要的紧急停车和紧急切断系统;对储存重点监管危险化学品的设施,要增设和完善自动化监控系统,实现液位、压力、温度及泄漏报警等重要数据的连续自动监测和数据远传记录,增设和完善必要的紧急切断系统。通过合成氨企业危险工艺自动化改造过程中积累的经验和技术措施,对国家重点监控的60种危险工艺均完全可以进行和实现自动化控制改造。

(本文文献格式:李安文.合成氨企业危险工艺自动化改造安全控制的实践与探讨[J].山东化工,2011,40(9):67-70,74.)

多喷嘴对置式水煤浆加压气化炉耐火材料的局部更换

作者: [胡金平](#)
作者单位: [兖矿国泰化工有限公司, 山东滕州, 277525](#)
刊名: [山东化工](#)
英文刊名: [Shandong Chemical Industry](#)
年, 卷(期): 2011, 40(9)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_sdhg201109021.aspx