

浅谈高炉本体砌筑中不定形耐火材料的施工方法

董 丽

中冶武汉冶金建筑研究院有限公司 湖北 武汉 430081

摘 要:在当前阶段所应用的耐火型材料主要有:耐火的混凝土、耐火的投射料、耐火的可塑料、耐火的涂抹料和耐火的喷涂料。采用不定形耐火材料来砌筑高炉可以延长其使用的实践,优化高炉设备整体的使用效率,有效的降低了由劳动强度过大而产生的内部磨损。基于此背景下,本文主要围绕不定形耐火材料的定义分类、不定形耐火材料的基本特点,以及在高炉中应用不定形耐火材料的实际用途,并分析了高炉本体砌筑中不定形耐火材料的施工方式。

关键词:高炉;不定形耐火材料;应用方式;施工方法

引言

文章主要介绍了当前我国所应用的一些不定形耐火材料在高炉当中的使用方法,并简单叙述了不定形耐火材料的特点及用途,以此来实现对该种类型材料的全面解析,同时也对我国近几年来针对不定形耐火材料所做的一些应用研究和未来发展进行简单叙述,能够快速实现自我产业的升值,进而才能够促进我国总体经济的不断发展。

1 不定形耐火材料概述

1.1 定义

不定形耐火材料可视为混合料,由耐火骨料、粉料以及结合剂或其他添加剂组合而成,该料可以直接使用,或者与特定的液体调配后使用,不定形耐火材料是一种新型的耐火材料,可以不用经过煅烧,其耐火度不低于1580℃。在不定形耐火材料的组成中,包含着骨料,指的是颗粒料,粒径大于0.088mm,作为不定形耐火材料的主要组成材料,发挥着骨架的作用,使得不定形耐火材料在高温性能以及物理学上有着良好的表现,起着决定性的作用,与此同时,不定形耐火材料中骨料的成分决定着材料的属性以及其应用的范围;在不定形耐火材料中粉料也发挥着重要的作用,粉料又被称作是细料,其直径要小于0.088mm,也是作为不定形耐火材料的基本组成材料之一,粉料在高温的作用下可以与骨料相连接,在其作用之下,获得相应的使用性能与力学。粉料可以改变不定形耐火材料的致密度与作业性能,精准的填充到骨料的孔隙中去,从而发挥其作用;在不定形耐火材料中,结合剂指的是可以使耐火骨料和粉料胶结起来显示一定强度的材料。结合剂是不定形耐火材料的重要组份,可用无机、有机及其复合物等材料,其主要品种有水泥、水玻璃、磷酸、溶胶、树脂、软质粘土和某些超微粉等;添加剂:是强化结合剂作用和提高基质相性能的材料。它是耐火骨料、耐火粉料和结合剂构成的基本组份之外的材料,故也称外加剂。如增塑剂,促凝剂,缓凝剂,助烧结剂,膨胀剂等。另外,对粉料中很细的部分分别规定:粒径中小于5 μm 的是微粉;粒径中小于1 μm 的是超微粉。

1.2 不定形耐火材料的分类

A按结合剂品种分为:无机不定形耐火材、有机不定形耐火材和复合不定形耐火材。B按施工制作方法分为:浇注料、可塑料、捣打料、喷涂料、涂抹料、投射料、压入料及火泥。C按耐火骨料的品种分为:高铝质、粘土质、半硅质、硅质、镁质等。

2 高炉常用不定形耐火材料的特点

与成型的耐火材料相比,由于在制造过程当中取消了对其整体的燃烧程序,这也使得该材料自身形成了不定型的特点。且由于该制作工艺较简单,且材料具有可塑性,在后续使用的过程中,其自身具有了方便塑形的特性。对此,在进行前期设备的铸造过程中,则可以应用该方式对其筑炉施工进行内部改造,这样不仅能够保证成本的价格可以降低,同时简单的制作工艺也能够使其加工速度得以提升。

3 不定形耐火材料在高炉中的用途

进行高炉内部结构制造时,由于其砖缝就是高炉砖切的薄弱环节,这也使得在进行应用时,侵蚀过程主要从该缝隙进行破坏。为了保证高炉整体的使用寿命可得到延长,同时也能降低由于炉衬侵蚀而导致的破坏和损伤,在进行针对于砖缝的填充时,就需要应用耐火泥浆对其改造,这样才能保证对其炉衬的密封程度能够得以提升。由于耐火泥浆自身就是一种不定形耐火材料,所以在进行调配的过程当中,为了保证整体的粘合性和耐火程度,则需通过对其炉内衬的砖缝材质进行辨别,并且要对其应用效果的温度进行调试,再对其缝隙进行匹配,这样才能保证在填充完毕后,可以使高炉内衬完全形成一个光滑的整体,进而保证降低由于内衬侵蚀而导致其整体耐高温性能变低。

在高炉内衬堆砌的过程当中,需要保证内衬可以和炉壳之间存有冷却壁,而这种冷却壁则需要通过填料的增加,来使两层炉衬之间的隔热物或者是粘合物能够形成自身的保护膜,并且也可以发挥出内部物质的应用效果。当高炉投入生产一段时间后,由于热能的侵蚀而导致炉体的腰部、下部会受到较为严重的侵蚀,这也使得其自身在进行工作时,会使复合能量增大,致使冷却设备在高温高压下遭到损坏,这时炉壳表面则会出现鼓包或者是破裂的现象。对此,这就需要

通过灌浆法将不定型耐火材料压入延长炉体当中,这样才能有效提高高炉的使用寿命,并且也可以降低由于设备破损而带来的一系列安全风险问题。

当高炉内衬出现龟裂现象后,则可以通过内衬喷补来对其表面进行处理。一般情况下,这时需要喷涂一层不定型耐火材料,以此防止由于裂缝问题而导致的裂变现象出现。同时,由于高炉自身是用优质的铝矾土和石墨为主要原料进行锻造的,因此加入一定的硅化物则可以保证经过高压高温后使其成为一种坚硬的物体,其自身就具有耐高温、导热性良好的功能,因此在应用时,也能够有效提高其自身的使用寿命。

4 不定型耐火材料在高炉的应用方式

4.1 新型水冷壁技术

高炉在进行堆砌的过程中,必须保证需要通过注料来形成内部的冷却保护壁,而这种耐火材料的内衬,同时也能够起到内部保温和外部隔热的作用,这样才能够有效降低热能的损耗。一般情况下,高炉在经过一至两年的使用期后,会导致其内部冷却壁出现断裂的现象,这也使得冷却壁表面出现了裸露的部分,进而增加了热能的消耗,同时也会导致安全隐患的发生。因此,也可以说,如果没有了耐火材料,则会导致炉渣在燃烧冷却后,直接附着在冷却壁上,并且由于其自身的膨胀系数差异性较大,就会导致渣皮出现随时脱落的现象。对此,为有效解决这一问题,则可应用金属陶瓷内衬来对其进行改造,不仅能实现对其冷却壁的有效保护,其金属陶瓷内衬还可通过自身的热导纤维应用,实现耐火能力的提升,并保证其自身金属材性的特性可以完好保留,这也使得其自身具有导热性能较好的特点,并且其塑性变形能力较佳,在应用过程中,即使在高温环境下,该材质也不会出现断脆的现象。

4.2 炉内衬喷注技术

高炉内部一氧化碳会导致耐火材料的碳元素沉积,进而就会导致该材料整体结构遭到破坏,其主要在炉壁上所展现的问题,则是出现内部断裂或者是材料自身强度的降低,亦或者是材料出现了崩裂的现象,致使材料两端出现不规则的断裂口。因此,如果在其内部含有铁元素存在的情况下,则会对该种反应起到催化作用,进而使得其整体崩坏效率增加。因为,在所有耐火材料当中,必须应用到三氧化二铁,但它会与一氧化碳进行反应并生成铁元素,这些铁元素恰好又充当了碳沉积所反映的催化剂,所以在高炉正常应用的情况下,这种问题是无法避免的,这也使得高炉工作会导致自身使用寿命降低。

4.3 纳米二氧化硅结合浇筑技术

高炉在应用几年后,其铁口处都会出现不同程度的磨损,工作效率会有所降低。在传统对其进行维修时,则会通过泥炮压入来实现对其整体的改进。但是,这既会导致泥炮的消耗量增加,也无法实现根治这一问题的出现。对此,这就需要应用一些新型技术来实现对其铁口的改造。在当前阶

段,纳米二氧化硅结合注料浇筑是实现针对于铁口维修的主要应用方式之一,并且由于碳化硅为主要原料,而二氧化硅则作为凝胶剂来进行使用,这不仅可以有效提高其整体的结构强度,还能够实现快速烘干且不会产生爆炸的现象,同时在修复完成后,还能够实现自身结构强度的有效增加。

5 高炉本体砌筑中不定型耐火材料的施工方法

5.1 高炉本体中不定型耐火材料应用的部位

炉基:耐热混凝土、耐火浇注料、碳素捣打料。炉底:碳素捣打料、低水泥刚玉捣打料。炉缸:缓冲泥浆、低水泥刚玉浇注料。风口以上:喷涂料。整个高炉本体:耐火泥浆。炉壳与冷却壁直接缝隙:无水压入泥浆。相邻冷却壁间缝隙:铁屑填料。

5.2 不定型耐火材料的施工方法

5.2.1 耐火泥浆的施工

耐火泥浆是用作耐火砌体接缝的不定型耐火材料,由一定颗粒配比的耐火粉料和结合剂、外加剂组成,加水或液态结合剂调成浆体。耐火泥浆依其结合剂凝结硬化特点可分为水硬性、热硬性、气硬性耐火泥浆。高炉用耐火泥浆主要为炭质胶泥、粘土泥浆和磷酸盐泥浆等。其中炭质胶泥一般为成品,而粘土泥浆和磷酸盐泥浆需要进行搅拌。耐火泥浆的搅拌需要按照厂家提供的使用说明书,严格控制加水量。搅拌不同材质的耐火泥浆需要将搅拌机清理干净后再进行。炉底碳砖及炉缸环形炭块的设计砖缝一般为1mm,砌筑时使用刮油刀将炭质胶泥均匀的涂在所砌的碳砖上,使用吸盘将碳砖就位,个别砖缝需要调整时,使用两侧加木楔调整或使用千斤顶调整。砌筑磷酸盐泥浆和粘土泥浆使用大铲或瓦刀将泥浆均匀的涂在砖上,采用两面打灰法挤浆砌筑,以满足灰缝厚度及泥浆饱满度的要求。

5.2.2 捣打料的施工

耐火捣打料是人工或机械捣打施工,并通过加热硬化的不定型耐火材料。由具有一定级配的耐火骨料、粉料、结合剂、外加剂组成,加水或其他液体经过混炼而成。根据使用需要可由各种材质的耐火骨料与粉料配置捣打料,同时依据耐火骨料材质和使用要求选用合适的结合剂。

(1) 炭捣料施工

a炉基及炉底炭捣料可一次完成捣打,严格按炭捣料的使用说明进行施工。b大面积部分用平板振动夯捣打密实,振动夯振动不到的地方用风动捣固锤以一锤压半锤的顺序捣打,直至达到设计的密实度要求。c捣完后料面稍高于设计标高2~5mm再用铲刀铲平。d经测定料面过低处,要挖30mm深重新填料捣打,每次捣结的厚度不得小于30mm。

(2) 陶瓷垫与环形炭块间隙的低水泥刚玉捣打料施工按照使用说明书使用强制搅拌机搅拌,严格控制配比,施工时分层捣打,直至达到设计要求。

5.2.3 浇注料的施工

(1) 炉底水冷管浇注料施工方法:

a施工前,基础表面清扫干净,除冷却管浮锈,包扎冷却管。浇注料采用强制搅拌机进行搅拌,搅拌方法按操作规程进行。b浇注时,应填充密实。浇注沿每列冷却管中心向两端进行,并用插入式振动器振捣。c每列浇注完毕,在浇注料终凝前将管壁上的残灰擦净,覆盖、浇水养护。

(2) 耐热混凝土、低水泥刚玉浇注料施工方法

a浇注料采用强制搅拌机进行搅拌,搅拌方法按操作规程及使用说明书进行。b浇注时,应填充密实,并用插入式振动器振捣,防止浇注料内部出现空洞。c浇注料施工完毕后应养护一段时间后再进行下道工序的施工。

5.2.4 喷涂料的施工

高炉本体需喷涂的部位一般有:炉身、煤气封板、导出管。

(1) 喷涂施工一般规定:

a除锈。一般采用人工除锈,锈蚀严重的采用机械喷砂除锈。b按设计要求焊接金属支件,随时检查位置、尺寸及焊接质量。c喷涂时,喷枪垂直于受喷面,枪嘴距受喷面1~1.5m。d设置厚度及弧度控制带,喷达厚度后,用刮板刮平。

(2) 试喷涂:

试喷目的是为了确定合理的喷涂各种参数,包括风压值、水压值、水料比及反弹率等。a模拟正式喷涂的条件进行,包括喷涂距离、角度、厚度、喷涂面条件等。b在保证试喷质量的前提下,多次反复调整各喷涂参数的操作,以获得最合理的反弹率。c做好最合理反弹率下的各种喷涂参数记录,形成书面材料,以便能够指导正式喷涂。

(3) 喷涂要点

a喷涂宜采用半干法喷涂。喷涂料加入喷涂机之前,应适当加水润湿,搅拌均匀。b喷涂应分段连续进行,一次喷到设计厚度,不得中断分层喷涂。如内衬较厚需分层喷涂时,应在前层喷涂料初凝前喷完次层。c喷涂中断时,应对原有喷涂层作接缝处理,宜将接槎处做成直槎,以利新、旧料的连接。复喷时,应在接槎处喷水润湿。d喷涂层厚度应及时检查,以便进行修整。必要时,应对料层进行精加工,但不得对其表面进行抹光。e喷涂料层中设有金属锚固件或钢丝网时,应采取隔离措施予以保护。f喷涂作业一般应由上至下进行,喷涂方向应垂直于受喷面,喷嘴与受喷面的距离宜为1~1.5m左右。操作时,喷嘴应不断地进行螺旋式移动,使粗细颗粒分布均匀。

5.2.5 灌浆料的施工

(1) 炉底板灌浆

炉底板灌浆施工流程:a在封板上开孔,焊接短管。b压入炭素泥浆前,先把压浆嘴内外及炉底板上的杂物、浮锈、

油污清扫干净。c炭素泥浆的成分配比以及施工要点严格按照生产厂家的使用说明书。d搅拌好的炭素泥浆由压入机流出,经软管导入炉底板焊好的短管,压入底板内。

(2) 炉壳灌浆

炉壳灌浆可以在冷却壁勾缝完毕后进行,也可以在砌筑完毕或烘炉到一定温度后进行。

a灌浆用泥浆牌号及性能遵照设计规定。b炉壳灌浆孔的布置根据现场条件确定。一般风口下沿以下为第一段,风口以上借助各层平台确定灌浆孔的位置。每段沿圆周方向均匀的开设四个灌浆孔,并焊接150~200mm的压浆短管。c灌浆顺序为先下后上,同一水平上的压浆短管,一般1~2个为灌浆孔,其余为泥浆溢流观察孔。d同一水平上的压浆短管,除灌浆管外,全部溢浆,则该端炉皮与冷却壁间隙已经灌满。e继续使用此灌浆孔,当上部压浆孔有泥浆溢出时,停止灌浆,将压浆管移至上段,开始灌浆,直至全部灌满。

5.2.6 铁屑填料的施工

(1) 应用范围:冷却壁与冷却壁之间、钢砖与钢砖之间的间隙。

(2) 施工方法:a用宽30~60mm、厚0.5mm的薄铁皮插入冷却壁间隙靠炉壳一侧。b利用细铁丝和竹(木)棍将铁皮固定在冷却壁间隙处。c填充时应采用小漏斗下料和托盘接料。d每次拌料不宜过多,以半小时用完为宜。初凝、结块的料不允许使用。

6 结束语

针对不定形耐火材料在高炉当中的使用,文章已经进行了全面的叙述,希望通过未来的不断发展和共同努力,能够实现低碳环保的绿色材料应用,这样才能够实现我国的可持续发展,不定形耐火材料在高炉系统中已广泛应用,与此同时,本人提供了一些浅显的认识,谨供大家参考。

参考文献:

- [1]关海兰.不定形耐火材料的发展和应[J].山西科技,2015,30(03):143-144.
- [2]杨罗成.矾土基耐火可塑料结合剂优化研究及仿真模拟[D].武汉科技大学,2015.
- [3]张巍.不定形耐火材料的施工技术研究进展[J].山东建筑大学学报,2013,28(06):557-563+574.
- [4]张巍.不定形耐火材料之浇注料的研究进展[J].材料导报,2012,26(15):93-97+101.
- [5]顾华志,张文杰.不定形耐火材料节能化研究进展[J].耐火材料,2012,46(03):161-168.