

# 不定形耐火材料— 浇注料预制块在大型水泥窑的应用

张芝兰

(中材装备集团天津运营中心, 天津 300400)

**摘要:**目前,在水泥窑生产耐火内衬技术中,不定形耐火材料与定形耐火材料的应用比例总体上升。为更好地适应生产需要,应注重提高不定形耐火材料的几个主要方面的应用性能。不定形耐火材料的另一种应用形式—浇注料预制块,特点是其方便质量控制,性能可靠,节省砌筑、养护、烘烤时间,可延长使用寿命,便于更换维修,节能环保,是不定型耐火材料理想的延伸方向。

**关键词:**不定形耐火材料;应用性能;浇注料预制块

## 1 不定形耐火材料的发展

不定形耐火材料是高温窑炉工业耐火内衬技术应用中的重要基础材料之一。自 20 世纪 80 年代以来,发达国家的不定形耐火材料的总产量逐年上升;我国“十一五”期间高温窑炉工业迅速发展。当今,一条 5 000t/d 级水泥窑生产线,耐火材料设计总量 3 957t,其中定形产品 44.4%,不定形产品 45.6%;一条 7 500t/d 级水泥窑生产线,耐火材料设计总量 5 715t,其中定形产品 41.2%,不定形产品 48.3%,不定形耐火材料由 2000 年前的约 30% 提高到目前的约 50%,不定形耐火材料与定形耐火材料的应用比例总体上升。耐火浇注料是不定型耐火材料中的重要一种,它的重要特点是供货周期短,不受设备形状限制,不经预先煅烧、松散状混合物配以相适应的锚固件现场成型烘烤后即可直接使用的耐火材料。用耐火浇注料可做成无缝的衬体,亦称整体耐火材料。高铝质浇注料、高铝低水泥浇注料、钢纤维耐磨浇注料、刚玉质浇注料等不定形耐火材料在水泥窑的内衬设计中得到了广泛的应用,多年来运行于不同部位的热工设备的耐火层。近几年,不定形耐火材料不断发展,许多耐火材料企业研发出新产

品。随着水泥窑产量的不断增大,新设备的应用,建窑时间短,有些特定的部位,内衬磨损非常严重,为满足生产需要,在水泥窑内衬设计中开发研制了浇注料预制块。依据不同的工艺要求在不同的部位,不定形耐火材料与浇注料预制块配合使用,更适应水泥窑炉生产需要。印度耐火材料供应商还对预制块的热力学性能进行了研究,在红柱石细粉存在的条件下,不加入任何高铝水泥,通过形成莫来石互锁结构改善试样的热力学性能。

## 2 不定形耐火材料必备的性能

为更好地服务于水泥窑的生产需求,促进我国不定形耐火材料的应用推广,需注重提高不定形耐火材料以下几个主要方面的应用性能。

### 2.1 耐磨蚀性好、耐侵蚀性高

新技术新装备在水泥工业的不断应用,对运行于热工设备的耐火内衬提出了更高的要求。近几年新型的第四代篦冷机已被广泛应用于水泥窑的生产,第四代篦冷机节能、降耗、冷却效率高;篦床的运动行程比第三代要大得多,在此部位的内衬会被高温运动的物料拉出许多沟槽,磨损严重。图 1 是不定形耐火材料的磨蚀情况。这就要求与其相接触



的内衬具有高的耐磨蚀性。

在整个水泥回转窑煅烧系统中,使用替代燃料或劣质燃料,均会对耐火内衬产生许多的附加影响。

在国外,随着水泥技术的发展石油焦、塑料、动物杂碎、污水污泥、溶剂、有机废料等作为二次燃料或替代燃料使用,这的确是工艺上的进步,但由此也附带了一些负面的元素,如氯、硫、碱金属、溴、碘等也带进了燃烧系统中。挥发性成分的浓度提高,导致了锈蚀和高温化学侵蚀的提高。

特别是逐步提高的替代燃料、劣质燃料的使用,垃圾焚烧窑的不断发展,水泥回转窑系统,部分热工设备的不定型耐火材料的窑衬对高温负荷和高温化学侵蚀的抵抗性已经成为人们关注的重点。

挥发性化合物,如氯、硫和碱,在窑内高温气体中发生反应,生成含硫酸盐和氯化盐的化合物。这些气态或液态化合物在受热后经过工作衬、膨胀缝或裂缝侵入到衬体结构,通常在 750℃到 1 100℃时发生结晶。在水泥窑系统中不同的温度区域,耐磨层和绝热层会不同程度地遭受氯化物(KCl, NaCl) 和碱化合物( $K_2CO_3$ 、 $K_2SO_4$ 、 $Na_2SO_4$ ) 等高温化学侵蚀,金属锚固件遭受高温气体腐蚀或硫酸盐和盐酸的化学腐蚀。

对水泥生产耐火内衬技术而言,我们必须不仅考虑到水分或液体腐蚀,而且更要考虑到高温气体化学侵蚀,以及硫浸和氯离子对不定形耐火材料的侵蚀作用。生产实践表明在水泥回转窑的设备内部已有部分硫、氯沉积。图2是沉积的硫、氯等有害成分。

## 2.2 烘烤性能好

随着低水泥浇注料的广泛应用,同时出现了这种浇注料在干燥加热过程中的剥落和炸裂问题。在加热烘烤时在浇注料的内部产生较大的蒸汽压力,当蒸汽压力超过浇注料抗张强度时就会发生剥落和炸裂。目前,解决浇注料的炸裂问题,一种方法是采用合理的干燥烘烤制

度,另一方法是在浇注料中加防炸裂剂,以增大硬化体的透气率,降低浇注料内部最大蒸汽压力值。通常使用的添加剂为金属铝粉、乳酸铝和有机纤维等。

生产实际应用表明,现场施工的不定型耐火材料的性能发挥和使用效果,在很大程度上取决于其施工和烘烤效果,当今,安全高效的烘烤技术的发展倍受关注,研发快速养护、快速烘烤甚至免烘烤的不定型耐火材料,显得十分必要。特别是对于老水泥厂改造,水泥窑系统中部分改造的设备,存在新的不定形内衬,当新老内衬共存时,由于新内衬养护、烘烤不到位急于投料,使得浇注料内部的蒸汽压力超过浇注料抗张强度,而导致浇注料内衬的频繁炸裂,影响生产的正常进行。图3是某老厂改造在实际生产中,烘窑 10h 后急于投料的不定型耐火材料的炸裂情况。

不定形耐火材料的施工、养护、烘烤、维护的难易,直接影响到其被用户接受的程度。

## 3 浇注料预制块的特质

浇注料预制块只需在较低温度下热处理,是低碳

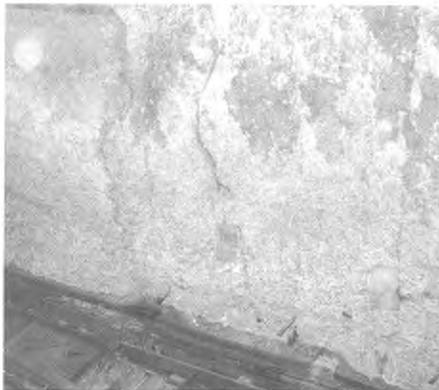


图1 不定形耐火材料的磨蚀情况



图2 沉积的硫、氯等有害成分

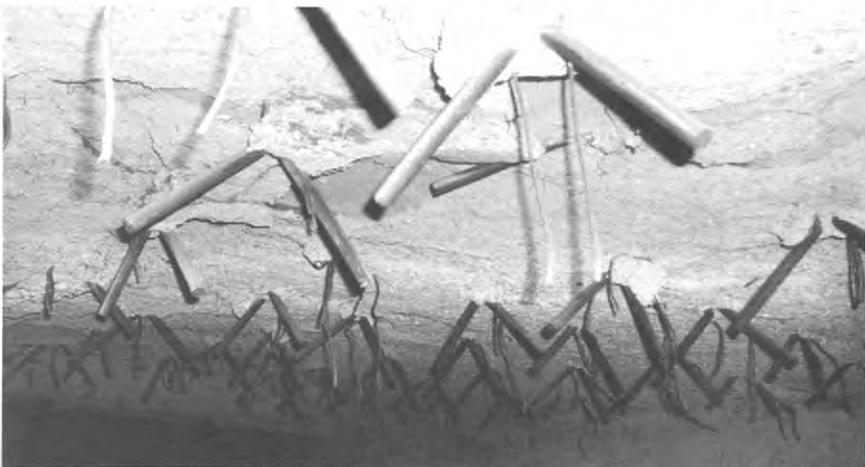


图3 不定形耐火材料烘烤不到位而产生的炸裂

和绿色耐火材料,是耐火内衬技术中的一个独特的技术。可提高耐火内衬的使用性能,降低耐火材料消耗量,质量稳定、性能可靠。我们知道在浇注料中加入钢纤维其目的是提高浇注料的机械性能,抑制裂纹的产生或在形成裂纹时限制其扩展。图4是用钢纤维浇注料等耐火材料,应用特殊的工艺制成的浇注料预制块的样品图。

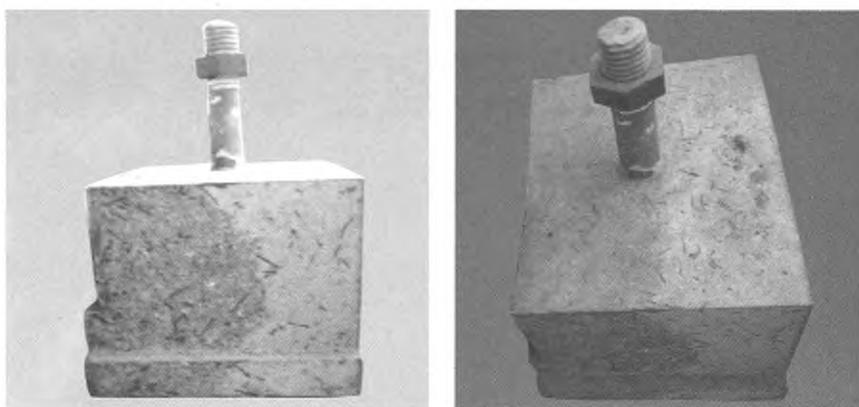


图4 浇注料预制块

根据工艺部位及需要做成一定形状,脱模后依据其工况条件进行热处理。浇注料预制块比通常的相应浇注料具有更佳的应用性能以及带来的施工优越性。其主要特点在于:

(1) 耐压强度高

与通常产品相比,浇注料预制块有较高的耐压强度,提高约2倍。

(2) 抗热震性好

浇注料预制块的抗热震性能改进8~10倍。

(3) 耐磨损性优

浇注料预制块的耐磨损性优于同材质的超低水泥浇注料。

(4) 节省砌筑时间

无需现场浇注,无需支设与拆卸模具,无需施工机具。成型件发往现场,只需现场安装组合,方便快捷。大量减少了现场施工工序时间,而且质量稳定,不受现场施工条件和人为因素限制,由供货方对生产提供有效保证。

(5) 节省养护、烘烤时间

在交货时已在供货方提前完成了浇注、养护、干燥和烘烤各个环节,节省了大量的养护、烘烤过程时间,有效地解决了现场急于点火快速升温而导致的浇注料炸裂问题,方便用户使用。

(6) 不受环境温度限制

水泥窑在世界范围内不同国家、不同季节,温差范围较大。现场施工时,有的国家高温达43℃~48℃,而有的国家低温可达零下30℃以下。我国从南方到北方温差也较大,而浇注料的施工受环境温度的限制,在温度出现过度波动时,为使施工正常进行,保证

施工质量,均需采用适当的人工控制措施。浇注料预制块可在任意环境下安装。

(7) 便于更换拆装

在实际生产中更换非常方便,哪一块预制块损坏可直接更换损坏件,就象更换设备零件一样,可在很短的时间内完成更换,实现即时更换即时点火的愿望。

(8) 更长的储存期

不定形耐火材料通常储存期较短,在干燥的条件,也只有几个月,而预制块则大大延长了储存期,预计可达几年。

(9) 更长的使用寿命

不定形耐火材料的使用性能,受现场施工条件及人为因素影响较大,如加水量过大,其现场的实际表现为气孔率增大,强度降低,或振捣不到位引起强度降低等,影响使用寿命。而预制块则克服了上述不足,预计寿命提高2~3倍,节省投资,节能环保。

美国的 Whahl 耐火材料供应商,通过系列的试验提出,预制块的抗冲击性方面比普通材料提高了10倍,耐磨损性优于相同级别的超低水泥材料。

目前我国有的耐火材料企业将浇注料提前预浇到窑口护板上,经低温烘烤后,发往现场,直接安装生产,使用寿命大于2年。

## 4 结 论

大力发展不定形耐火材料,在特殊部位应用浇注料预制块,是不定形耐火材料施工和应用技术方面的进步,是水泥企业获得设备最大利用率的基本保证之一,也是不定形耐火材料生产企业获得更高经济效益产业链的延伸领域。□

## 不定形耐火材料——浇注料预制块在大型水泥窑的应用

作者: [张芝兰](#)  
作者单位: [中材装备集团天津运营中心, 天津, 300400](#)  
刊名: [中国水泥](#)  
英文刊名: [China Cement](#)  
年, 卷(期): 2011(10)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_zgjczb201110010.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zgjczb201110010.aspx)