

链篦机-回转窑-环冷机耐火材料的设计及施工

周丹

(中冶长天国际工程有限责任公司,湖南长沙410007)

摘要:介绍了链篦机-回转窑-环冷机球团氧化生产线耐火材料的优化设计,分析了链篦机-回转窑-环冷机内衬耐火材料存在的问题和影响因素,对比了不同内衬结构形式的优劣,提出了热工设备耐火材料的施工方法。

关键词:链篦机-回转窑-环冷机;耐火材料;设计;施工

中图分类号:TF065.1*1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-6988(2012)03-0042-05

Refractory Material's Design and Construction of Chain Grate-Rotary Kiln-Ring Cold Machine

ZHOU Dan

(MCC Zhongye Changtian International Engineering Co., Ltd, Changsha 410007, China)

Abstract: The optimization design about refractory material of the chain grate-rotary kiln-ring cold machine oxidized pellets production line was introduced. the present question and influence factors about refractory material of the chain grate-rotary kiln-ring cold machine lining were analyzed. The advantages and disadvantages of the different lining structures were compared, and the construction method about the refractory material in the thermal equipment was put forward.

Key words: chain grate-rotary kiln-ring cold machine; refractory material; design; construction

为了提高高炉炼铁的利用系数,降低高炉焦比,在高炉进料中增加氧化球团的比重已成为大多数钢铁厂的首选方案,因而国内纷纷新建链篦机-回转窑-环冷机氧化球团生产线。

随着国内链篦机-回转窑-环冷机生产线日益增多,生产过程中由于耐火材料脱落、损坏引起停机检修的情况也越来越多,球团生产线的产能也因此深受影响。为了提高链篦机-回转窑-环冷机耐火材料炉龄,减少不必要的耐火材料检修时间,提高作业率,笔者在对昆钢2×120万t/a球团生产线、珠海120万t/a球团生产线、武钢500万t/a球团生产线、莱钢120万t/a球团生产线等数条生产线的耐火内衬设计、施工、生产的基础上进行了分析总结。

1 链篦机-回转窑-环冷机的耐火内衬设计

链篦机、回转窑、环冷机为球团生产线的三大关

键设备,也是高温热工设备。三大设备的耐火材料设计日趋成熟,除环冷机下料斗、回转窑窑头下料口及回转窑高温段等部位外,耐火材料设计使用寿命通常都能达到4年。下面将从缩短施工周期及减少烘炉时间的角度对耐火材料设计提出几点优化建议。

1.1 链篦机耐火材料的设计优化

链篦机炉罩主要分为UDD、DDD、TPH、PH四段,目前国内球团厂对PH、TPH两段炉罩的耐材基本上为浇注料浇注形式,UDD、DDD两段采用喷涂料喷涂施工。

PH、TPH两段温度较高,耐材厚度大于250mm,现浇结构施工过程中需分段支模、浇注,炉罩侧墙约3m高,浇注施工相对繁琐,振动棒容易碰到锚固砖,对浇注质量影响很大;而炉罩顶因为浇注施工需设膨胀缝,不能连续施工,工期相应较长。

根据数条生产线的施工经验,建议链篦机PH、TPH两段采用预制块结构。预制块根据需要设计成方便、宜安装的形式。在设计时根据图纸编号,制作、发货及安装均按统一编号进行。这样能有效缩短施

收稿日期:2012-03-21

作者简介:周丹(1980—),男,工程师,主要从事工业炉窑设计及热工技术研究工作。

工工期。同时,预制块结构比现浇结构有如下优点:

(1) 在沿海、沿江或者多雨的地方,预制块结构比现浇结构更可靠,不会因为雨水飘落、浸泡造成耐火内衬整体坍塌的问题。

(2) 浇注料对储存周期有要求,一般为3个月;预制块可长期有效,至少可储存半年以上。如在境外或者偏远地区,预制块的运输、存储比浇注料更可靠。

(3) 预制块结构养护烘烤要求低,浇注料需要严格按烘炉曲线进行烘炉,而链篦机炉罩空间大,烘炉难以完全满足烘炉曲线的要求。浇注料结构需烘炉7~8 d,预制块结构仅需3~4 d。

1.2 回转窑耐火材料的设计优化

回转窑内衬国内主要有两种形式:一条浇注料一条预制块相间布置形式(以下简称形式一)和全预制块中间用4~8条浇注料隔开布置形式(以下简称形式二)。

形式一为比较传统的形式,优点是成熟、可靠,现在大部分球团生产线采用这种形式,缺点是整体寿命不长,如窑内气氛操作不当,结圈严重,更影响其使用寿命。

形式二为中冶长天国际工程公司近年来自主研发的一种结构形式,现已在江阴澄特钢球团、珠海球团(珠海粤裕丰钢铁有限公司)、莱钢球团(莱芜钢铁集团)等生产线成功运用。

此种结构的优点是:

(1) 施工周期短,以120万t/a规模的回转窑为例,形式一施工周期一般为20 d;形式二仅需7~9 d就可施工完;

(2) 烘炉要求低,与形式一要求低温到高温烘炉12~15 d相比,仅需4~5 d的烘炉时间;

(3) 整体寿命长,在同材质条件下,因预制块烘炉条件好,而回转窑烘炉条件相对较差,造成形式二会比形式一寿命长。

图1分别为形式二施工过程中及生产中的实例照片。根据现在生产情况来看,建议回转窑内衬采用形式二这种结构形式。

1.3 环冷机耐火材料的设计优化

环冷机内衬最易损坏的地方为下料斗和一冷段炉罩顶,往往7~8个月需要整体更换,1~2个月就需小修小补。炉罩顶也经常由于烘炉不足,浇注料损坏严重。目前国内各个球团厂通过不断的改进设计、

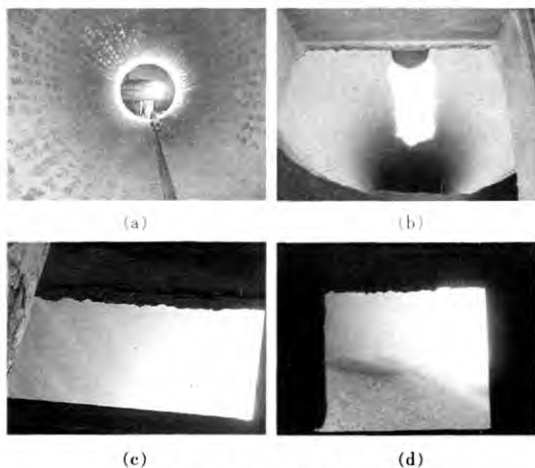


图1 施工过程中及生产中的实例照片

反复试用,内衬寿命已经明显增加。

其中,预制块结构仍然成为改进的首选方案。武钢集团鄂州程潮铁矿120万t/a球团将下料斗及炉罩顶改成全预制块结构后,耐火内衬的使用周期明显延长,有效地提高了球团生产线的作业率。

图2为程潮球团下料斗内衬改成全预制块结构施工图。

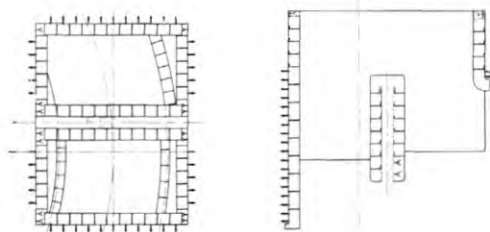


图2 程潮球团下料斗内衬改成全预制块结构施工图

2 三大热工设备耐火材料施工

链篦机、回转窑、环冷机必须在设备安装调试结束后,才能进行耐火材料的施工。通常在工程建设的最后2个月耐火材料施工队伍才进厂施工。因此,施工过程中不可避免地出现设备安装、三电调试、耐材施工等各种施工队伍交叉作业,而最后工期又非常有限。因此在保证施工质量及烘炉周期的前提下,如何组织耐火内衬交叉施工、安全作业、缩短工期成为工程建设中非常重要的一环。

2.1 施工用耐火材料

链篦机、回转窑、环冷机耐火材料总体用量以

120 万 t/a 球团为例有 1 600 t 左右。需要用到各种材质、比重不同的浇注料和喷涂料,各种标准、非标的耐火砖和预制块以及纤维毡、耐火泥等几十种耐火材料。

如此繁多的耐火材料要做好承包施工,就必须从订货开始,将所有材料按施工部位分开订货,在包装上标记,以方便施工。另外,由于耐火材料的时效性及防潮的需要,采购时,在满足技术性能的前提下可尽量采购施工地周边厂商的产品。这样不仅能节省运输时间及费用,如有少订,也方便及时补货。

施工现场必须划出专门用来堆放耐材的平整场地,并搭设防雨棚,底下垫木方或其他防潮设施。通常情况下,现场堆场存不了千吨耐材,因此,耐火材料的发货必须根据现场施工进度调整。现场到货也必须分类堆存。对于耐火材料从堆场到施工地点的二次倒运,一般可采用小型拖拉机或者手推车进行。

每一种、每一批次耐火材料进场时,要由专人负责收集耐火材料合格证,并对耐材进行抽样检测,标准砖、预制砖进行取样,浇注料制作试块,集中保存,做好标记,以便日后统一送检。

2.2 链篦机、回转窑、环冷机耐火材料施工前的准备

2.2.1 图纸交底

设计单位对施工方进行图纸交底,交代设计意图及注意事项。施工人员应认真熟悉施工图纸,领会设计意图,对施工图纸进行自审和会审,制定施工计划、质量标准。

2.2.2 施工方案

施工方根据图纸要求制定详细的施工方案,施工方案必须包括施工安全保障措施、施工质量保证措施、施工分步步骤、施工机具准备、施工人员安排、施工进度计划。施工方案必须得到设计方、业主方认可。

一般球团工程耐火内衬施工必须具备的机具见表 1。

2.2.3 外部条件

(1) 施工对水、电及场地的要求

耐火材料施工用水必须为自来水或纯净水,施工用水必须用 DN25 软管接到链篦机、回转窑、环冷机附近的搅拌站。

搅拌机、喷涂机、电焊机用电设备均须配备 380 V 电源,总用电功率约 50 kW。现场接电处需设配电箱。

表 1 一般球团工程耐火内衬施工必须具备的机具

机具名称	数量	规格参数	备注
电焊机	6 台		
气焊工具	3 套		
搅拌机	5 台	大于 60 转/min 功率 7.5 kW	
空压机	1 台	0.9 m ³ 风压 0.5~0.8 MPa 能力大于	
喷涂机	1 台	100 kg/min	
振动器	6 台	4 台 Φ50,2 台 Φ25	
卷扬机	1 台	5~10 t	
电动葫芦、倒链	8 台		耐材的运输及盘窑修整标准砖与预制砖
切砖机	1 台		
小推车			用于搅拌后浇注料的运输
用电箱			每个施工点一个配电箱
碘钨灯			每个施工点保证足够的照明

耐火材料现场堆放场地要求大小约 200 m²,场地要平整并尽可能靠近三大设备,以减少二次倒运路途,场地设雨棚、下铺木方或油布防潮。

(2) 链篦机炉罩施工应具备的条件

链篦机单机试车完成,炉壳钢结构安装完。

炉罩顶不论采用浇注料结构还是预制块结构,均须在炉顶设临时施工平台及栏杆,以保证耐火材料运输及施工人员的安全。

(3) 回转窑施工应具备的条件

回转窑筒体的单机试车,筒体内清理干净。准备大木楔、倒链等盘窑工具。

环冷机炉顶平台安装完毕,为了方便耐火材料的运输,平台上需设一台电动葫芦或者单轨吊。

(4) 环冷机施工应具备的条件

下料斗必须安装到位,为了方便、快捷地施工内衬,环冷机内衬应该在环冷机顶平台安装前施工。雨季施工时环冷机顶应设临时防雨棚。

2.3 关于交叉施工

因为耐火内衬都位于设备内部,如果等所有设备都安装完成再进行内衬的施工,这样将增加内衬的施工难度,工期也相应要延长。因此,耐火内衬与设备安装的施工势必需要交叉进行。以下将着重介绍几个需要交叉施工的地方。

(1) 链篦机与回转窑连接处的下料溜槽

下料溜槽为不规则形状,一般采用预制块与浇注料混合结构。正确的施工顺序应该为:链篦机及回转窑单体安装,下料溜槽壳体安装,下料溜槽斜面耐火内衬施工,下料溜槽侧面与 PH 段炉罩侧墙内衬

施工,PH段炉罩顶施工。

(2) 回转窑与窑头箱、窑尾箱密封处

此连接处空间狭小,为圆形。必须在窑头箱、窑尾箱壳体制作完成后,安装前施工耐火内衬。根据图纸要求,窑头箱、窑尾箱与回转窑相接处必须在地面采用涂抹或者浇筑施工完成后,再吊装。窑头箱、窑尾箱也需要设计成上下两部分,以便耐火内衬的施工及施工后的安装。

(3) 环冷机下料斗与回转体施工顺序

下料斗耐火内衬施工必须在下料斗壳体安装完,环冷机回转体耐火材料施工完,环冷机试车结束,确保下料斗与回转体不发生干涉的条件下开始。

(4) 回转体与环冷机炉罩

回转体耐火内衬施工可以在环冷机车台安装完成并成功试车后开始,环冷机炉罩侧墙钢结构可以与回转体同时施工,回转体与侧墙钢结构施工完成后,再施工炉罩侧墙,所有侧墙施工完即可开始施工炉罩顶。

环冷机耐火内衬的施工最好是在环冷机顶面平台安装前完成,这样可方便耐火材料的上料、进料。

图3为链篦机、回转窑、环冷机三大主机交叉施工示意图。

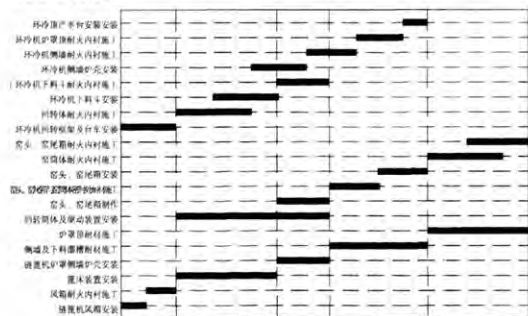


图3 链篦机、回转窑、环冷机三大主机交叉施工示意图

2.4 关于锚固件施工

链篦机、回转窑、环冷机三大主机中锚固件主要有各种长度的锚固钉、炉罩侧墙和炉罩顶的锚固吊挂砖、窑内的锚固钉和锚固卡。

锚固件对于耐火内衬的作用就是抓紧耐火材料,使之牢牢固定在炉壳上。锚固件的间距不合适或者锚固件焊接不牢靠,对耐火内衬的使用是致命的。因此,在施工锚固件时务必做到以下几点:

(1) 所有锚固钉焊接前,必须根据图纸先划线、定位;

(2) 锚固钉焊接必须根据图纸要求,不同材质的锚固钉用对应材质的焊条;

(3) 锚固钉焊接根据图纸要求,垂直于焊接面或呈一定角度,不能东倒西歪;

(4) 锚固砖吊挂前,必须拉线、定位,以防止间距不一致,降低锚固作用;

(5) 吊挂锚固砖必须用木楔楔紧,以防止打浇注料时,锚固砖歪倒;

(6) 锚固钉、锚固砖施工完后,必须经过认真检查才能进行下一步的浇注施工。

2.5 链篦机、回转窑、环冷机耐火材料的人员组织及施工要点

三大热工设备施工的人员安排基本相同,详见表2,表中为每班人员安排情况,一般根据项目实际情况安排1~2个班轮班连续施工。

表2 三大热工设备施工的人员安排

工种	人数	工作安排	备注
安全员	1	负责现场安全施工、人员机具保护	通常为带班班长
电焊工	3	负责焊接各种锚固件	
起重工	2	与运转工配合负责耐材运输、盘窑等	
运转工	8	负责耐火材料的倒料、运输	
铆工	1	负责放线、指挥完成吊挂安装	
筑炉工	4	负责挂砖、浇注、打振动棒、砌砖等	

另外需要配1~2名电工确保用电安全及用电设备接线等。

以下以120万t/a球团为例,简要说明三大主机的施工时间及施工要点。

2.5.1 链篦机施工时间及施工要点

一般情况下,链篦机UDD,DDD两段喷涂料可与回热风管喷涂料一并施工。PH,TPH两段浇注或者预制块施工的工期需要20d左右。

施工要点:

(1) 炉罩侧墙浇注振动棒的操作或者侧墙预制块安装是紧密性的保证;

(2) 炉罩顶浇注膨胀缝的预留或者吊挂预制块安装是紧密性的保证;

(3) 下料溜槽浇注及预制块的安装;下料溜槽为舌头形状,不方便支模,预制块运输相对繁琐,保证施工质量及施工安全为重中之重。

2.5.2 回转窑施工时间及施工要点

回转窑如果采用一条浇注料一条预制块的结构形式,施工周期比较长,需要25d左右;如果采用全预制块结构仅留4~6条浇筑带的话,仅需要7~10d。

施工要点:

(1) 安全盘窑。每次盘窑到位后,必须用大木楔楔紧回转窑4个托轮,盘窑马达或者葫芦不能松开。根据经验120万t/a球团回转窑可用液压马达或者8个10t的手动葫芦来盘窑。由于每施工一片区域需要盘窑一次,当施工到一半时,窑内偏心严重,盘窑保护措施至关重要。

(2) 砌砖缝隙严格控制。预制砖砖缝在施工时要严格控制在2mm以内,砌砖过程中可垫木方,用木槌敲紧砖。

2.5.3 环冷机施工时间及施工要点

环冷机包括下料斗的施工时间为18d左右。

施工要点:

(1) 下料斗施工的质量保证。要求预制砖砌砖缝小于2mm,浇注料振打时间以打出返浆为合适。

(2) 侧墙支模牢固可靠。防止侧墙浇注时涨模与回转体干涉。

2.6 正确、有效施工,保证施工质量**2.6.1 浇注施工**

浇注料在搅拌时料面不能超过搅拌机容积的60%,搅拌时间应少于5min,操作时要使用强制式搅拌机,搅拌时应先干混,再加入水搅拌。在保证施工性能的前提下,水宜少为好。搅拌好的浇注料必须在30min内用完。

浇注料用水量检查一般可按下列方法进行:①按厂方提供加水量要求;②凭经验;③用手把浇注料捏成球状,向空中抛300mm然后抓住它,如果它保持原来的形状,球上留下手指的痕迹,那么水量就是正确。如果球碎了则太干,如果穿过手指则太湿。

浇注料振捣:浇注料倒入模板内应立即用振动器分层振实,每层高度小于300mm,振动时应避免触及锚固件,不得损伤隔热层,不得在同一位置久振和重振。浇注料表面返浆后应将振动器缓慢抽出,避免浇注料产生离析现象和出现空洞。浇注完成后的浇注体在凝固前不能再受压和受震。

2.6.2 窑内砌预制砖

(1) 窑砌砖前,必须将窑内清理干净,彻底打磨窑内氧化铁和其他杂物。

(2) 砌砖前必须进行放底线和放环线以避免扭曲、爬坡等异常情况。砌筑时无论采取何种砌筑方

法,均要严格按基准线进行砌筑。

(3) 砌筑完毕要全面仔细地检查,让业主转窑3~5圈,若发现有裂纹等缺陷的耐火砖,应进行挖补处理。

2.7 施工后的养护及烘炉**2.7.1 浇注料脱模及养护检查**

一般浇注料脱模时间为24h。模板拆除后应及时对浇注体检查,发现蜂窝、剥落和空洞等质量问题要及时处理与修补,表面修整拉毛,问题严重时要将缺陷部位凿去,露出锚固件,再用同质的捣固料填实继续养护。禁止用泥浆抹平掩盖问题。

2.7.2 烘炉

烘炉目的是排除耐火材料施工后衬体中的游离水、结晶水,以获得耐火材料的高温使用性能。耐火内衬施工完后,在点火烘炉前应进行自然干燥养护。其干燥程度主要取决于环境温度和经历的时间。一般要求施工完成后经1~3d左右即开始烘炉。

自然干燥养护后,炉衬中仍有大量的水分,不定型耐火材料中含有的大量游离水和结晶水必须在烘炉时排出。一般浇注料在100~150℃时蒸发浇注体内的游离水,此后排水速度减缓,随着温度继续升高,到350℃时,游离水基本排除干净,350℃到650℃时完成结晶水的排除,通常在650℃保温一段时间以完成晶型转化和聚合作用。为充分排除深层的游离水和结晶水并完成晶型转化,必须在150℃、350℃、650℃时恒温一段时间。

为达到较好的烘烤效果,链篦机、回转窑、环冷机通常用煤气烘炉,根据预制块及浇注料所占的比例不同,烘炉时间有长有短。就120万t/a氧化球团而言,烘炉时间约7d,其中,150℃、350℃保温时间为2d,650℃保温时间为1d,烘炉期间升温速度通常控制在10℃/h。

3 结语

通过昆钢、珠海、铜陵、武钢大球团等数个球团厂施工总结,提出了一些对链篦机-回转窑-环冷机耐火材料设计的优化建议,并以耐火内衬总承包为例介绍了对于耐火材料采购、施工的合理安排意见,希望对实际工程有参考借鉴之用。

链篦机-回转窑-环冷机耐火材料的设计及施工

作者: [周丹, ZHOU Dan](#)
作者单位: [中冶长天国际工程有限责任公司, 湖南长沙, 410007](#)
刊名: [工业炉](#) **ISTIC**
英文刊名: [Industrial Furnace](#)
年, 卷(期): 2012, 34(3)

本文读者也读过(10条)

1. [王峰, 王广忠, 刘广涛, 张彩东, WANG Feng, WANG Guang-zhong, LIU Guang-tao, ZHANG Cai-dong](#) [如何提高RH真空炉耐火材料寿命](#) [期刊论文] - [金属世界](#) 2012(2)
2. [加入添加剂对MgO-MgAl₂O₄质耐火材料力学性能的改善](#) [期刊论文] - [耐火与石灰](#) 2012, 37(2)
3. [使用新型Al₂O₃-SiC-C砖降低铁水运输过程中耐火材料成本](#) [期刊论文] - [耐火与石灰](#) 2012, 37(2)
4. [韩文学](#) [浅析带式输送机跑偏原因与防治](#) [期刊论文] - [中国科技纵横](#) 2012(8)
5. [链篦机-回转窑球团模拟试验装置研制](#) [会议论文] - 1998
6. [戚岳刚](#) [程潮铁矿球团造球实践](#) [会议论文] - 2006
7. [王程, 王百重](#) [技术革新后的链篦机窑尾溜槽的结构特点](#) [期刊论文] - [科技创新与应用](#) 2012(9)
8. [崔维刚](#) [浅析链篦机的设计](#) [期刊论文] - [新疆有色金属](#) 2011, 34(4)
9. [郑连营, 王健东](#) [麦尔兹石灰窑用镁质耐火材料](#) [期刊论文] - [耐火材料](#) 2012, 46(1)
10. [崔曦文 \(编译\), 闵庆峰 \(编译\), 杨杨 \(校\)](#) [黏土结合碳化硅耐火材料的工艺和性能](#) [期刊论文] - [耐火与石灰](#) 2011, 36(5)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_gyl201203013.aspx