

# 分段加热焦炉施工技术探析

杨杰 朱灿朋(北京首钢国际工程技术有限公司, 北京 100043)

**摘要:**首钢长钢公司新建了6m分段加热下调剂焦炉。该炉型为首钢国际工程技术有限公司自主设计研发。该炉型具有用煤范围广、产焦量高且优、氮氧化物排放量低等特点。本文通过系统介绍焦炉砌筑过程,详谈了施工中采取的一些优化措施,为以后焦炉砌筑奠定了基础。

**关键词:**焦炉;砌筑;施工管理

## 1 工程概述

首钢长钢焦化焦炉是炭化室高6米,2×65孔的大型捣固焦炉。由北京首钢国际工程技术有限公司设计、施工总包。针对烟气氮氧化物排放量的限制,本炉体采用蓄热室分格下调、燃烧室分段加热结构,加热方式为复热式:既可以用焦炉煤气加热也可以用高炉煤气加热。本项目建成后,可年产冶金焦120万吨。首座2号焦炉已经投产,1号焦炉正在进行护炉铁件安装。

## 2 施工流程

预砌筑→测量放线→基础顶板砌筑→蓄热室单墙、主墙砌筑→吹风清扫→斜道砌筑→吹风清扫→燃烧室砌筑→吹风清扫→炉顶砌筑→吹风清扫→装斜道口调节砖→装蓄热室调节砖、码放格子砖并砌筑蓄热室隔墙。

## 3 施工特点及采用新技术

### 3.1 砌筑前的准备工作

(1) 与土建专业的交接。由于焦炉高向依赖于的基础顶板,纵向依赖于抵抗墙。好的土建成品对后期炉体质量好坏起着至关重要的作用。土建的误差要求较工艺专业的宽松,未满足工艺设计要求,可能需要对土建成品进行处理:基础顶板二次找平抹面,注意不能出现夹层,检查用敲击法观察是否出现哑音;抵抗墙的二次找平,本工程采用随砌筑随找平的原则。

(2) 炉体重要部位的预砌筑。所谓预砌筑,就是在正式施工砌筑之前对炉体复杂的、不同的部位进行单元式砌筑。有些施工队伍感觉预砌筑比较麻烦,干脆取消了预砌筑,其实不然,预砌筑主要是检查砖缝、砖型设计及生产加工有无问题,为后期施工能够顺利进行奠定了重要基础。

(3) 砌筑温度的保证。2#焦炉砌筑时间为冬季,为满足砌筑温度在5℃以上,本工程采用了保温彩钢瓦式大棚、临时蒸汽管道、焦炭炉等保温措施,保证了施工的砌筑温度要求。

### 3.2 材料运输

每座大棚各设有两台5吨行车作为棚内运输机械,耐火材料仓库内设5台叉车作为配砖、上砖的运输工具,每座焦炉搭设一个搅拌站,内有5台泥浆搅拌机。材料运输采用白班配砖、夜班机械上砖模式:焦炉焦侧盖有临时配砖棚,白班通过叉车从砖库往配砖棚运砖进行人工配砖,夜班吊装配好的砖上炉。这种材料运输模式的节省施工时间,大大的降低了工人的劳动强度。

### 3.3 焦炉砌筑前定位及放线

焦炉开始砌筑之前要进行定位测量及放线。本工程在炉

区外设置四处永久基准点,通过矫正土建抵抗墙上的定位基准,定出焦炉中心线及正面线。放线采用经纬仪、水准仪及专用的50m卷尺进行:通过抵抗墙上定位测量出主墙、单墙的砌筑位置。重点部位采用划线砌筑,具体做法:砌筑之前将预砌筑砖的尺寸位置精准的刻画在长木条上,以焦炉中心线为基准,在逐墙把长木条上尺寸定位刻画在下层已砌好的砖层上,这样既节省了砌筑时间,又保证了施工质量。

### 3.4 主体砌筑施工

(1) 机焦侧烟道。与烟道传统闭式砌筑方法相比,采用了开式砌筑方法:先浇筑烟道的底板及侧壁,之后砌筑烟道内衬隔热砖,在浇筑珍珠岩浇注料,之前此处设计为隔热砖,珍珠岩浇注料比隔热砖保温效果好,不仅成本低廉,并且便于施工,最后在浇筑烟道拱顶。这种施工方法比闭式施工环境好,便于把控烟道内衬砌筑质量,采用了珍珠岩浇注料,在保证烟道温度的前提下,节省了施工时间、工程造价。

(2) 施工组织安排。本座焦炉炭化室为65孔,安排了23个砌筑小组,每组人数为4人,一个小组负责3道墙体的砌筑,也就是三循环砌筑,并且为了保证墙体的垂直度,每天的砌筑高度不能超过1米。这种施工方式,保证了砌筑工每天的工作强度,不会疲劳施工,单墙质量落实到人,便于施工质量管理。在进行燃烧室砌筑过程中,总包方拿出专项奖励基金,进行小组间砌筑质量大比武,大大激发工人的劳动积极性。

(3) 小烟道、蓄热室部位。蓄热室墙砌筑时,先砌筑机、焦侧炉头,待机、焦两侧炉头砌砖定位完成后,拉通线砌筑,每层墙砌完后,利用水准仪检查墙面标高,保证层高控制在允许误差范围内。每道墙砌第一层砖时,均匀铺一层油毡。小烟道部位砌筑完成后,要求当天砌筑完成后用工具将煤气管砖清扫一遍,确定畅通后用铁皮盖封盖。

中心隔墙砌完后,将主、单墙两面清扫干净,按放在主、单墙上面的砖层线,从中心往两端铺底,砌筑小烟道衬砖。衬砖砌筑时要及时支撑木杆,以保证小烟道洞宽尺寸不变小。烟道砌筑完后,经清扫、检查确认合格后,在小烟道底部铺上5~10mm厚的干净木屑,这种方式便于后期清扫吹灰,如果清扫不净,木屑也会在后期工况下焚烧殆尽。

篦子砖砌筑前要干排验缝、检查砖号,按砖号的顺序进行预砌筑。而后,从中心隔墙处往机侧或焦侧端砌筑,砖下部泥浆随砌随刮净,脚台平整度要随时用靠尺检查,不得超过5mm,相邻错台≤2mm,经检查合格后,在其上铺盖油毡。

(4) 斜道部位。斜道砌筑最重要的是保证斜道口尺寸及位置准确,砌筑第一层前,根据炉体纵、横中心线,在蓄热室墙面

标出各斜道口的位置线,并且斜道口宽度及中心距要勤检查,控制在设计要求范围之内,斜道口内应清扫干净,不能存有明显灰疤。

斜道区域横向砖缝、悬空砖缝不能用塞尺检查,防止泥浆捅掉,此外,为防止砖的踩动开裂,一般不在墙面上摆放配砖板,上砖采取逐层摆砖方式。砌过顶砖时,要随手将下部泥浆刮干净。斜道砌筑应逐层清扫、勾缝,逐层对标高、平整度、膨胀缝进行检查,合格后方可砌筑上层。在第一、二层砌筑过程中,还应尽量保持相邻墙标高差为 $\pm 5\text{mm}$ 。

(5) 燃烧室部位。斜道联合验收合格后,开始放燃烧室线,放出每个燃烧室墙的边线及砌筑的配列线,砌筑时依线控制。燃烧室下循环孔砖号较多,砖型复杂,砌筑时严格按图施工。第13层砌筑完后,应将煤气道彻底清扫干净,再将煤气管砖口塞上发泡苯乙烯,防止落入异物,阻塞立火道,然后在其周围和底部洒上干净锯木屑。

经检查合格的斜道口用灰袋子盖上,燃烧室墙中间段按“①、②、③、④砌砖法”砌筑,即先砌一侧两块墙面砖,再砌立火道隔墙砖,最后砌另一侧“丁字砖”。

燃烧室墙每班砌筑完成后,对机侧、机中、炉中、焦中、焦侧等5个点的墙宽尺寸进行专控,并做好记录。此外,检查墙面的垂直度和平整度,立火道中心距和燃烧室墙顶标高。合格后,经清扫、保护板取出,才可砌筑炭化室过顶砖。炭化室内设置的活动脚手架每升一步跳时,不得超过已砌砖层,以便检查。

炉头正面线主要控制机、焦侧炉肩,控制住每个炭化室长度,使其符合设计、规范要求。燃烧室炉头正面线校准线设置在机、焦侧炉肩向内退550mm,在每一轮砌筑完毕后用经纬仪放出,并在每一道墙上用墨线弹出。

(6) 炉顶部位。在燃烧室墙上画出装煤孔和上升管孔中心线和边线,然后根据燃烧室中心线量尺,拉线砌过顶砖,要仔细检查砖的外观,不允许使用有横向裂纹的砖。过顶砖一般不允许反向砌筑,但因砖公差原因,可适当反砌几块。砌看火孔墙时,则在机中、焦中、炉中部位各先砌一个孔,再根据已砌的孔中拉线砌筑余下的孔。为防止泥浆掉入,孔砖砌筑时,应使用清扫工具,清除孔内泥浆。看火孔墙砌完后,将装煤孔、上升管孔和装煤车轨道下部砌体中心线、边线、画在墙上,然后砌筑粘土砖。

填芯砌体砌筑时,应保证砖缝泥浆饱满,严格按照图纸设计要求砌筑。砌筑完成经检查确认合格后,安装铁件及炉盖,砌筑炉顶缸砖。砌筑时应拉通线,且砖缝泥浆饱满。表面则用靠尺检查,靠炉端墙表面则不打泥浆砌筑。待以后热态烘炉施工时,温度达 $1000^{\circ}\text{C}$ 以后,再进行修整砌筑。

(7) 蓄热室格子砖码放。蓄热室格子砖采用后放,避免了异物堵塞砖孔。当炉子全部砌筑完后,经吹风清扫,蓄热室、炭化室勾缝结束后,开始码格子砖。码前,先在蓄热室墙上画出控制线。码第一层时,应按设计数量码好。码第二层时,则应由隔墙处开始按退台形式往机、焦侧方向码。在最外面格子砖与墙间隙用木楔嵌住,以保证格子砖不倾倒,格子砖码完后,经检查确

认合格后,再砌筑封墙。

### 3.5 施工注意事项

(1) 砌筑过程中,凡是直立缝都要两面打灰,水平缝可单面打灰,但是也要求均匀铺平,并采用挤浆法进行砌筑。

(2) 膨胀缝的填充物最好选用发泡苯乙烯板,厚度略小于膨胀缝宽度 $1\text{mm}$ 。注意膨胀缝之间的上下层铺设滑动纸,把整个滑动面及下层的膨胀缝盖上。滑动纸应预先计算宽度并且加工,标注施工部位待用。

## 4 结语

焦炉施工是个复杂繁琐的工程,怎样在保证人员安全、工程质量的前提下,加快施工进度是考核我们现场施工技术人员及设计人员能力的一大难题。本工程在以往工程实例的基础上,在焦炉施工过程中,采取了一些优化措施。

(1) 与土建交接时,必须严格把控标高及平整度指标,不符合设计标准进行落实整改,满足砌筑要求。

(2) 为了焦炉砌筑时顺利进行,施工前必须进行关键部位的预砌筑。

(3) 烟道采用了敞开式的砌筑方法,对于质量把控比较方便。

(4) 焦炉材料管理是一门学问,本工程采用了白班大棚内砌筑,砖棚配砖;夜班上砖的工作模式,合理的分配了劳动时间,用行车上砖大大降低了白班工人的劳动量。

(5) 焦炉砌筑过程中,靠老砌筑工人的智慧,发明了很多的砌筑方法,比如上文提到的预刻画砖定位的砌筑方法,在保证定位尺寸的前提下,节省了工作时间。

(6) 为了保证灰浆饱满,卧缝要求两面打灰,立缝要求用挤浆法砌筑。

目前,2#焦炉已经投产运行,在总包及业主的通力合作下,焦炉运行正常,在干熄焦未投入运营情况下,采用低水分熄焦优质一级冶金焦达80%以上。为以后首钢工程公司的焦炉工程精品化奠定了基础。

### 参考文献:

- [1] 葛霖. 筑炉手册[M]. 北京:冶金工业出版社,1994.
- [2] 程爱民. 7.63m焦炉砌筑施工技术[J]. 工业建筑, 2009, (S1): 1041-1046.
- [3] 殷高峰. 7m焦炉砌筑新技术应用[J]. 山西建筑, 2015, (6): 92-94.
- [4] 何龙. 大型焦炉砌筑质量控制[J]. 四川建筑, 2016, (2): 166-171.
- [5] 孙仕斌,沈汉刚,余洋. 大型焦炉砌筑质量控制[J]. 建筑施工, 2014, (5): 559-560.
- [6] 颜定海. 焦炉炉顶砌筑施工的控制措施[J]. 四川建筑, 2014, (6): 246-247.
- [7] 金国祥. 浅析焦炉本体砌筑工程中的膨胀缝施工技术[J]. 工业建筑, 2015, (45): 351-355.