高炉炉壳更换施工优化

张俊琪

(包钢西北创业建设有限公司,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 一座大型高炉在一代炉龄(约10年)内,需进行一次大修以恢复性能,在此期间需进行几次项修或中修来消除缺陷和隐患,保证高炉的稳产、高产。全部或部分炉壳更换是大中修的一项重要内容,在特殊情况下还可能对烧穿的炉壳进行休风抢修。文章侧重介绍在项修、中修时如何快速、高效完成炉壳更换的程序性工作及技术要领,使其达到标准化作业。

关键词: 高炉;炉壳更换;标准化作业

中图分类号: TF573.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2018)06-0079-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.06.022

Optimization for Construction of Replacing Blast Furnace Shell

Zhang Jun-qi

(*Construction Co., Ltd. of Northwest Pioneer Co., Ltd. of Baotou Iron & Steel(Group) Corp., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: A large blast furnace needs an overhaul to recover its performances within a generation of furnace life (about 10 years). During this period, several item repairs or medium repairs are needed to eliminate the defects and hidden dangers to ensure the stable and high yield of blast furnace. It is an important part of overhaul or medium repair to replace all or part of the furnace shell. The burn-through furnace shell might be with damping down for rush repair under special circumstances. In this paper, it is mainly introduced how to complete the proceeding tasks fast and efficiently as well as the technical essentials of replacing furnace shell in item repairs and medium repairs so as to achieve the standardized operations.

Key words: blast furnace; replace shell; standardized operations

高炉作为钢铁生产的主要设备,在生产中承担着主要角色,长时间使用,会影响其使用寿命,降低高炉的安全可靠性。而高炉炉壳局部更换可以解决这一问题。高炉炉壳局部更换可以有效地压缩工期,提高施工质量;利用有限的空间提高施工进度,保证施工效率;有效地控制安全隐患,避免上下交叉作业。

1 施工通道的选择

施工通道的选择是否合理以及在使用过程中是否畅通,直接影响到工程进度的快慢,通道的选择通常有以下几处,具体选择需根据工程量的大小及工程特点进行。

1.1 用于更换中段炉壳通道

收稿日期: 2018-03-01

作者简介: 张俊琪(1977-),男,内蒙古包头市人,助理工程师,现从事机械技术安装工作。

炉壳(冷却壁)由汽运或火车运输至出铁场吊装孔下方,用出铁场天车吊至出铁场,根据炉壳更换位置在炉身平台设置外挑电葫芦梁,电葫芦设两台,一用一备。利用外延电葫芦吊至平台,炉壳利用上层平台设置的环行电葫芦下放至更换位置,进行更换作业;冷却壁通过炉内延伸平台小车推至炉内,用保护棚下环形电葫芦吊起,炉外用出铁场设置的卷扬及倒链配合安装。

1.2 用于更换上段炉壳通道

利用风口平台吊装孔及炉顶天车进行上料,并配合设置在炉顶大平台上的卷扬机进行上段炉壳的更换。

通道内障碍物必须进行保护性拆除,待炉壳更换完成后进行恢复。

2 机具设置

(1)搭设炉喉保护棚,并在保护棚下设3台电葫芦,用来安装冷却壁。

(2)在炉内设置吊盘,吊盘是施工人员的操作平台,用于更换冷却壁,吊盘升降需在炉顶大平台上设置2台8 t慢动卷扬机,配两组滑轮组升降炉内吊盘,要保证能在更换高度范围内施工,为保证作业安全,吊盘除升降滑轮组外需配加安全绳,用4台倒链封住。

(3)在炉顶大平台设置一台慢动卷扬机,在上层平台设吊点及滑轮,挂中心滑轮组。

(4)在出铁场平台设置卷扬机,主要用于冷却壁的拆安及配合其它吊装。

(5)在炉身平台大梁下方设置外挑电葫芦,并需设置两个接料平台。

(6)在炉身平台内设环行电葫芦梁,配备两台电葫芦。

3 大型施工措施的设置

3.1 保护棚搭设

保护棚构件从进料通道进入炉内,在炉内进行组装,用设置在炉顶大平台上的卷扬机进行提升,主梁与炉壳用刀把焊接加固,用4台倒链封住,安全绳进行二次防护。

3.2 升降吊盘搭设

(1)吊盘制作完成后要在制作场进行预组装,并做好标记。

(2)吊盘是安装冷却壁时的临时工作平台,即要满足工作需要,又要在升降时牢固安全。

(3)吊盘支腿为可伸缩式支腿,随炉壳直径变化伸缩,保证操作人员施工作业时站位需求。每安装一段冷却壁需升降吊盘一次,将吊盘伸缩腿拔出,重新铺设跳板。

4 施工流程

4.1 施工前期准备

(1)施工前期施工机具准备、检修,保证开工时使用,施工机具按计划准备。

(2)在制作场制作保护棚和吊盘。

(3)机具设置。

4.2 施工程序

开施工通道→通道运输机具设置→炉壳拆除外排→保护棚搭设→吊盘搭设→炉壳安装→安装质量验收→炉壳焊接→冷却壁安装→吊盘拆除→保护棚拆除→撤机具、通道恢复。

4.3 质量控制

4.3.1 标高基准确定、划线

若整带炉皮更换不采用炉顶设备的悬吊加固处理,炉皮更换时只能保证更换带炉壳的相对标高,即保证其带高不变。切割前,用水准仪将炉壳上下口每隔约1 m打出标高基准点,然后后用1 500 mm钢板尺在炉壳上准确划出切割线。然后实测炉壳上下口周长,与设计周长比较,根据比较值对炉壳进行周长的适当调整。纵向切割线排版划线时要注意与原焊缝立缝错口[1]。

4.3.2 挖补切割及齐口打磨

根据更换排版进行挖补更换,第一次切割时上下口各预留30 mm的余量做齐口时标高的调整使用。炉皮切割外排后,根据标高尺寸线进行上下口的齐口及打磨工作,达到上口高低差4 mm。

4.3.3 炉皮更换安装

新炉皮安装时,若上下两带炉壳有不同程度的变形,新旧炉壳对口时如不可能达到新炉壳安装的规范要求(对口错边量不大于炉壳壁厚的$\frac{1}{10}$且不大于6 mm,坡口顶端间隙3 mm),可与业主单位、设计单位协商验收标准[2]。

4.3.4 焊接

(1)坡口形式。由于高炉炉壳较厚(32~50 mm),因此为保证焊透及控制好焊接变形,垂直接缝处(对接纵缝)应加工成X型坡口,对于横向水

平接缝处(对接环缝)为避免熔融金属流淌应采用对称的 K 型坡口。

(2)坡口加工。应尽量采用自动或半自动切割机加工,如采用氧气 - 乙炔火焰加工,必须认真操作,确保坡口尺寸符合要求。火焰切割时,切口上不易有大于 1 mm 的缺棱,其为 1 ~ 3 mm 时可用机械加工或修磨整平,当缺棱或沟槽超过 3 mm 时应采用 Φ3.2 mm 以下的低氢型焊条补焊,并休磨平整。

(3)清理焊口。焊接前,焊工应自觉认真检查坡口、组装间隙是否符合要求并清除焊缝附近(坡口及坡口两侧 80 mm 母材区域内)的铁锈、油污、积水、冰雪和赃物。

(4)定位焊。在正式焊接前,应先对焊缝进行定位点焊,高度不宜超过设计焊缝厚度的 2/3,点焊长度不应小于 50 ~ 100 mm,间距量为 500 ~ 600 mm,并应填满弧坑。定位焊所用焊材和方法与正式焊接一致。定位焊缝施焊后,应彻底清除渣皮、飞溅等,并进行外观检查,不得有表面裂纹、表面气孔,如在定位焊缝上直接施焊正式焊缝,则定位焊缝与基本金属的过渡必须平缓,否则应用砂轮修磨。

(5)焊条电弧焊焊接工艺参数。焊条直径的选择:对接焊缝第一层打底焊时应选用直径为 3.2 ~ 4.0 mm 的焊条,其余各层可选用直径为 4.0 ~ 5.0 mm的焊条。焊接电流的选择:①首先在保证焊接质量的前提下,应选用较大的电流以提高劳动生产率。②根据焊条直径进行选用焊条直径(mm):3.2、4.0、5.0;焊接电流(A):100 ~ 130、160 ~ 210、230 ~ 360。③根据钢板厚度、焊接位置进行适当的调整焊接电流,钢板厚,应选用电流值的上限,立焊、横焊时应选用较小的电流,通常应比平焊小 10% 左右。④焊接层数的选择:应采用开坡口多层焊或开坡口多层多道焊,每层焊缝厚度不宜大于 3 ~ 4 mm。这是因为多层焊和多层多道焊接头的显微组织较细,热影响区较窄,接头的塑性和韧性都比较好,而且后焊道对前焊道有回火作用,能细化前焊道的晶粒,使接头的组织和性能得以改善。⑤焊接线能量的选择(焊接线能量 $Q = IU/V$,I 为焊接电流,U 为电弧电源,V 为焊接速度):为减小焊接应力一般应采用较小的线能量进行焊接,否则会促使热影响区域形成过热组织导致焊接接头塑性和韧性下降。但对于定位焊由于焊缝长度短,截面积小,冷却速度较快,焊缝容易开裂。此时应选择较大线能量焊接,以防焊缝开裂。

(6)横缝埋弧自动焊焊接工艺参数。焊接电流:焊接电流主要影响焊缝熔深,增加焊接电流,焊缝熔深增加。容宽则几乎保持不变。焊接电流一般在 400 ~ 500 A 之间,随板厚以及所焊焊道的不同,电流也有相应的调节。电弧电压:电弧电压主要影响焊缝熔宽,增大电弧电压,焊缝熔宽显著增加,而熔深略有减小。焊接电压一般在 26 ~ 32 V 之间(焊接电压以操作车上的电压表为准),随所选用的焊接电流不同做相应的调节。焊接速度:焊接速度对熔深和熔宽均有明显影响,焊速较小时,熔深随焊速增加略有增加,熔宽减小。但焊速达到一定数值后,熔深和熔宽都随焊速增大而明显减小。焊丝杆伸长:焊丝杆伸长一般在 25 mm,变化范围在 5 mm,焊接中必须注意控制好焊丝杆伸长,否则容易引起焊接的不稳定。电流极性:埋弧焊分正极性和负极性,按正极性接线为正,正接钢板接“+”,按反极性接线为反接,反接钢板为“-”。横缝埋弧焊设计为反极性,接线为反接。钢板为负“-”,接错线容易损坏电压表和电流表,切记注意。焊接层数的选择:应采用开坡口多层多道焊,焊接的板厚不同,层数不同,板越厚,焊接层数越多。

(7)横缝埋弧自动焊焊接要求。焊接横缝时一般先焊外壁,后焊内壁。其步骤为打底层、填充和盖面。打底层焊接时,如果坡口组对的好,间隙一致,一般不需要先用焊条电弧焊封底,可直接进行埋弧自动焊打底层焊接。打底焊道是最关键的一条焊缝,打底焊道易出现焊穿、夹渣和未熔合等缺陷,打底焊道的好坏直接影响以后焊道的焊接质量和操作者施焊的难易度。因此打底焊道的焊缝要均匀一致、上下熔合良好。焊好打底焊道,是保证焊接质量的前提。填充焊接要求:焊接后一道焊缝前,应对前一道焊缝进行修整清理,以保证焊缝的熔合性。焊缝的填充量是根据坡口大小调节焊接速度来控制的。盖面焊要求:焊道要排列整齐,宽度比坡口面增宽 2 ~ 4 mm,余高 0 ~ 2 mm。余高差不超过 2 mm,无明显的凸起或沟槽。外侧壁焊接完毕,对罐体内侧坡口用碳弧气刨或角磨砂轮清根,然后再用埋弧自动焊封焊。焊前可通过调整装置旋转,调整确定焊枪角度,一般应为 20° ~ 30° 的倾斜角度,有利于焊缝的形成。

(8)气电立焊焊接工艺规范。气电立焊焊接工艺规范主要包括焊接电流、电弧电压、焊丝杆伸长、保护气流量等。焊丝杆伸出长度为 35 ~ 24 mm,

CO_2 保护气流量为 25 ~ 30 L/min，焊接电流为390 ~ 420 A，焊接电压为 42 ~ 43 V。

(9) 焊接线能量的选择(焊接线能量 $Q = IU/V$)。为减少焊接应力一般应采用较小的线能量进行焊接，否则会促使热影响区形成过热组织导致焊接接头塑性和韧性下降。但对于定位焊由于焊缝长度短，截面积小，冷却速度快，焊缝容易开裂。此时应选择较大的线能量焊接，以防焊缝开裂。

4.4 焊接方法和焊接顺序的选择

(1) 焊接过程应先焊立缝，后焊横缝，考虑到炉壳因焊接引起的收缩和变形的均匀最好同时焊接每带的所有立缝。

(2) 横焊的焊条电弧焊焊接方法：①按电焊工配置的数量把整个圆周焊缝在直径方向上分成若干个等分焊区，一般为 6 ~ 8 个焊工。而每个焊区又分成 500 ~ 600 mm 分段，焊接由中间的分段开始，并在各焊区同时内外两面进行轮流进行焊接。清根时必须采用碳弧气刨进行清根。②横焊：电弧长 2 ~ 4 mm。焊条的角度，横焊时焊条应向下倾斜，其角度应为 70° ~ 80°，防止铁水下坠。根据两焊件的厚度不同，可适当调整焊条角度，焊条与焊接前进方向成 70° ~ 90°。

(3) 横缝埋弧自动焊焊接要求：所有两面坡口的炉壳焊缝，应采用“分段分层退步反向焊及对称焊接法”进行焊接。为控制焊接变形，最理想的办法是两人在焊缝两面同时对称焊接。但是这种焊接方式受到具体条件的限制，可操作性不强。比较好的焊接方法是先在焊缝里口少焊几层，然后再焊外口，外口焊接层数比里口多，最好能一次把外口焊满，使它所产生的角变形抵消里口所产生的变形外并稍稍超过一点，然后再焊里口，将该面剩下的焊完。如焊接非对称型坡口时，应先焊接量小的一面，然后再焊接量大的一面。

4.5 焊接要求

在焊接过程中应测量并记录天气、温度、湿度和风速。有雨或风速超过 9 m/s 时，必须采取相应防护措施方可进行焊接工作。每条焊缝应连续一次焊完。若因故被迫中断，应根据工艺要求采取措施防止裂纹(采取焊后保温缓冷等措施)，重新施焊前必须进行检查，确认无裂纹后方可继续施焊[3]。

5 结束语

通过对炉皮更换整个过程进行回顾，指导我们有效、高速完成炉壳更换，使设备使用寿命延长，减少周期检修次数，减低成本提高产能。此操作规程通用于各大高炉检修施工，能高速、低耗完成任务，有效提高劳动效率、最大化利用空间作业面，使检修利用最大化。

参 考 文 献

[1] GB 50567—2010，炼铁工艺炉壳体结构技术规范[S].

[2] 熬海根. 2010 年高炉炉壳局部更换施工实践[J]. 江西冶金，2010，30(6)：16 - 20.

[3] GB 50017—2003，钢结构设计规范[S].

(上接第 45 页)

(2) 实验钢在适当的控轧控冷条件下，可以获得强度和韧性都比较高的组织。当微观组织为粒状贝氏体加板条状贝氏体时，钢材可以获得良好的综合力学性能。

(3) 综合考虑实验钢的性能，终冷温度为370 ℃时实验钢具有最佳的综合力学性能，可以满足 Q690 钢板的力学性能要求。

参 考 文 献

[1] GB/T 228.1—2010，金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法[S].

[2] GB/T 229—2007，夏比摆锤冲击试验方法[S].

[3] 沈冬冬，夏靖超，师静蕊，等. 终冷温度对 550 MPa 级抗震钢组织与性能的影响[J]. 热加工工艺，2016，45(23)：60 - 62.

[4] 周平，杨建勋，李艳，等. 冷却速率对 Q690D 高强钢低温冲击韧性的影响[J]. 轧钢，2011，28(06)：18 - 20.