包钢7#高炉炉顶布料器的改进*[1]

张 峰,东 升,高万良,郭 强

(内蒙古包钢钢联股份有限公司稀土钢炼铁厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章通过对包钢型布料器的工作原理以及在包钢7#高炉炉顶布料器的应用情况做了简要说明,分析了布料器寿命短的原因,并对布料器改进前后的性能特点进行了比较,介绍了新型布料器(秦冶布料器)在7#高炉的更换过程,更换后的布料器达到了高炉按角度布料的要求,对高炉的稳定顺产起到了积极作用。

关键词: 布料器; β角转动; 倾动控制

中图分类号: TF573 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2018)02-0011-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.02.004

Improvement of No. 7 Blast Furnace Top Distributor in Baotou Steel

ZHANG Feng, DONG Sheng, GAO Wan-liang, GUO Qiang

(*Rare Earth Steel Iron-making Plant of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp., Baotou* 014010, *Inner Mongolia, China*)

Abstract: The paper briefly explains the working principle of Baotou Steel distributor and its application in No. 7 blast furnace top distributor of Baotou Steel. The reason for the short life of distributor is analyzed, and the performance characteristics before and after improvement of distributor are studied. The replacement process of the new distributor (Qin Ye distributor) in No. 7 blast furnace is introduced. After the replacement, the distributor reaches the requirements of angle burden distribution in blast furnace, which plays a positive role in stable and smooth production of blast furnace.

Key words: distributor; β angle rotation; tilting control

包钢7#高炉自2014年5月投产以来,高炉休风更换溜槽13台·次,更换布料器3台·次。为此,稀土钢炼铁厂对7#高炉布料器提出研究改进,以达到解决布料器、溜槽寿命达不到要求及高炉顶温难以控制等问题。

1 主要结构特点及工作原理

包钢型布料器包含主传动(溜槽旋转β角转动)和副传动(溜槽倾动α角倾动)两种传动方式。

1.1 主传动-溜槽旋转β角转动[1]

传动链: 电动机→摆线针轮减速机→直齿小齿轮→上部回转支承→耳轴转套→溜槽。

结构特点: 采用第2套传动,一备一用,主驱动出现故障,备用驱动马上启动; 电机、减速机安装在布料器箱体外部,方便检查、维护、更换。这套旋转机构的主要运行阻力来自回转支撑的摩擦阻力以及整个旋转部分绕喉管中心线的旋转阻力。

运行方式: 以连续运行为主,亦可间歇运行(布料时旋转,其余时间停)或手动(定点布料)。

1.2 副传动-溜槽倾动α角倾动[1]

传动链: 直线油缸→托圈→下部回转支撑→钢圈→曲柄→耳轴→溜槽

* 收稿日期: 2017-10-20

作者简介: 张 峰(1986-),男,内蒙古呼和浩特市人,工程师,现从事高炉设备管理工作。

结构特点: 立式直线油缸实现升降刚性托圈,通过中间传动环节—钢圈来带动曲柄轮,从而以曲柄托架机构使溜槽摆动。摆角范围可完全满足更换溜槽操作和工艺布料的要求。油缸安装在布料器箱体外部,方便检查、维护、更换,油缸以并联的方式工作,1 个油缸坏了不影响布料器的正常使用,设计采用了比例换向阀系统[2]。油缸同步由托圈与箱体上的对称布置的竖向滑道来保证,α 角误差小于 $\pm 0.1°$。

主副传动是相互独立的,既可独立运动,也可合成运动,以完成高炉多种布料形式。

1.3 密封箱冷却与充压

冷却方式: 使用工业水进行冷却。

充压: 正常生产时布料器箱内压力高于炉喉煤气压力 0.01 MPa。

1.4 工作原理

包钢型布料器的主要构件可分为密封箱内,密封箱外和炉内 3 部分。密封箱内是 β 和 α 角的运动机构,密封箱外是 β 和 α 角的传动装置,溜槽及其托架置于炉喉顶部,中心喉管与炉喉相通,均为炉内部分。其构造原理是主副传动与其机构分别为两套相对独立的结构,其间用与回转支承连接的钢圈相连接[3]。

当电动机启动,β 角进行旋转运动; 油缸动作,α 角实现溜槽布料角度变化; 电机与油缸同时运动时,即可实现 β 角传动和 α 角传动的联合运动。

布料器内部水冷方式采用喷淋式水冷。通过外部的压力平衡管道内的水柱与布料器内的氮气压力,使氮气不外泄。

2 包钢布料器的改进介绍

包钢型布料器及溜槽主要出现的问题如下: 布料器托架变形失效,变形角度最大约为 13°,使用寿命最短的约 2.5 个月; 溜槽耐磨性不好寿命短; 布料器中心喉管使用寿命短; 以上设备部件出现的问题,严重影响到高炉稳定运行、正常生产,打乱了正常生产组织计划。

改进布料器(秦冶制造)在保证原来包钢液压布料器结构和工作原理不变的前提下,将溜槽旋转改为采用变频电机加减速机控制; 增加了万向框架结构,能更好地吸收耳轴受托架变形的影响等,更好地适应复杂的炉顶工况; 对倾动角度检测改为机械检测; 倾动油缸与连接杆的连接方式改为卡套式连接; 托圈与在箱体导轨上行走时改为导轮结构; 对托架改为锻造工艺进行制造; 缩短溜槽落料点,降低溜槽的磨损,提高了溜槽的寿命。

2.1 β 角转动方式的改变

原包钢型布料器是由互为备用的两套立式变频电机的摆线针轮减速机驱动 β 角进行旋转运动,现改为采用斜齿伞齿 SEW 一体式减速机。电机从原来的 7.5 kW 增加至 15 kW,通过保证了产品的性能及设备的使用寿命,减少了一台传动组件,增加了布料器上盖的空间,使日常设备的检查与检修工作更加方便。

2.2 采用了万向框架结构

改进布料器(秦冶制造)通过采用了万向框架结构,保证两侧耳轴曲柄受力均匀,并消除加工和装配误差使溜槽托架产生的扭矩,同时可以吸收溜槽托架受热变形而产生的内应力,从而能更好地吸收耳轴受托架变形的影响等,更好地适应复杂的炉顶工况。

原包钢型布料器中耳轴为 45# 钢调质,耳轴花键为标准型,曲柄为铸件,托架采用 ZG42CrMoV; 秦冶制作的耳轴为 42CrMo 调质,耳轴花键为重载型,曲柄为锻件,托架采用 40 锻件,减少了铸造缺陷,较原布料器制作的耳轴及托架受力更好。

2.3 倾动控制原理及检测的改变

原布料器通过 4 台液压缸末端的位移传感器反馈信号检测出来的角度,由比例阀来控制溜槽倾动角度; 秦冶改进的布料器通过检测末端同步同相位的倾动角度,由 3 台液压缸通过比例阀进行控制,即在倾动结构链中托圈上用与主动曲柄等长同相位的摆杆进行检测,检测精度能够持续达到 $\pm 0.1°$。

2.4 布料器托圈走行结构的改变

布料器托圈与在箱体导轨上走行时采用了导轮结构,较原滑道形式磨损损失小,托圈上下运动的稳定性更好,提高了设备整体的稳定运行能力及设备的使用寿命。

2.5 布料器钢圈距溜槽第一落料点距离的改变

对原布料器及秦冶制造布料器在 26°、30°、35° 的布料角度进行测量比对,原布料器距溜槽第一落料点距离分别为 1 849 mm、1 573 mm、1 000 mm。而秦冶制造布料器距溜槽第一落料点距离分别为 597 mm、436 mm、291 mm。落料高度减少在 1 000 mm以上,极大的降低了对溜槽第一落料点的磨损冲击,提高了溜槽使用寿命; 同时降低了原燃料入炉的粒度变化,对高炉生产起到了积极作用[4]。

3　更换改进布料器施工要求

由于原布料器的安装尺寸与安装高度均与秦冶改进布料器有较大差别，因此，为保证改造的顺利进行，首先，需标定原炉顶设备安装的中心线（即高炉中心线），见图 1。之后对原炉顶二次钢圈割除，割除完毕后将新制造的钢圈并安装至一次钢圈上，并与标定的中心线重合，见图 2。

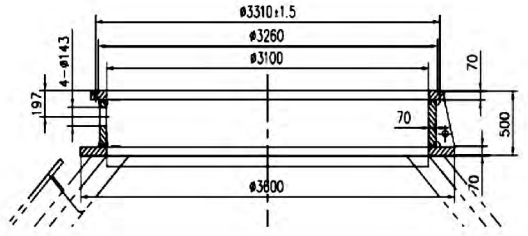


图 1　原炉顶钢圈示意图

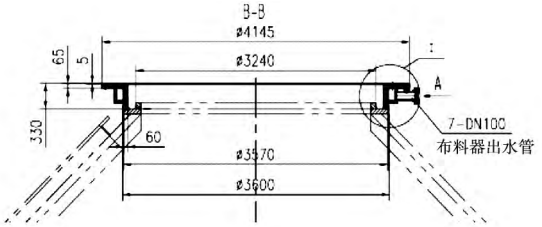


图 2　新钢圈安装后示意图

其次，对一次钢圈通过加筋板进行加固。加固完成后，开始二次钢圈焊接，焊接时由 4 个电焊工同时从高炉中心线开始，连续施工焊接，第一道焊缝完全使用小型焊条（直径≤4 mm），保证焊缝根部焊透。然后用电镐或风镐振动消除焊接产生的内应力。之后完成外部的二分之一体积焊缝的焊接，完成后用电镐或风镐振动消除焊接产生的应力。最后完成外部的所有焊缝的焊接，用电镐或风镐振动消除焊接产生的应力。每次消除内应力应不低于 2 h。在焊接过程中，定期检测上法兰的标高和圆度。确保有效控制并及时采取补救措施。炉顶钢圈上法兰面必须保证水平。必要时，通过研磨使其达到偏差标准。（1）测量炉顶钢圈的上法兰面水平度偏差，允许偏差≤1.5 mm。（2）在上法兰圆周方向上任意 120°范围内的法兰表面长波纹度偏差不得超过 ±0.5 mm。（3）在上法兰圆周方向上任意 30°范围内的法兰表面短波纹度偏差不得超过 ±0.3 mm。所有的焊缝采用“逆向分段焊接”的方法进行焊接。为了防止焊接变形，应先完成内部接缝体积的焊接。（4）优先满足短波纹度偏差。（5）测量炉顶钢圈法兰中心相对炉底中心的偏差，允许偏差≤15 mm。（6）测量炉顶钢圈上法兰的水平标高，设计允许偏差≤5 mm。

最后，按照施工工序安装新布料器，安装布料器油缸，炉顶插板阀；连接液压、润滑、水、氮气系统管线；回装下密封阀箱，安装布料器溜槽，见图 3。

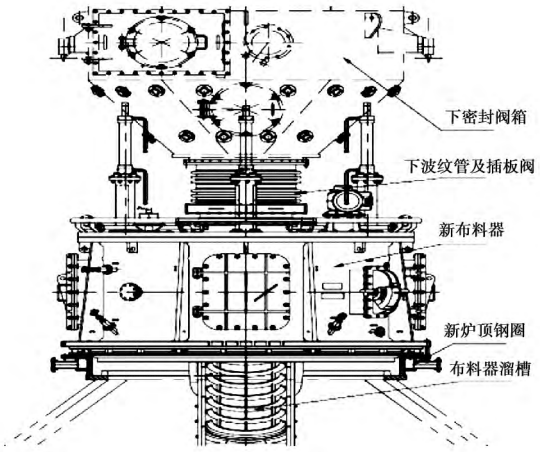


图 3　布料器改进安装后示意图

4　结束语

2016 年 9 月 8 日，7#高炉休风对布料器进行改造更换，12 日 7#高炉恢复生产。本次改造更换布料器后，布料器各部件运行稳定，高炉顶温得以改善控制，避免了因设备原因而影响到高炉的正常生产。

目前，包钢型布料器因具有结构简单、制造容易、维修方便、工作可靠性更高的特点，已在 1 500 ~ 3 500 m^3 高炉上有着成功的应用能力，现逐步应用于 4 000 m^3 以上的高炉，而首次应用于包钢 7#高炉（4 150 m^3）的包钢型布料器，还需不断地通过技术研究与改进，保证其在大型高炉上同样具有足够的运动准确性和工作的可靠性。

参　考　文　献

[1]　吴宗泽. 机械结构设计准则与实例 [M]. 北京：机械工业出版社，2006.

[2]　杨培元，朱福元. 液压系统设计简明手册 [M]. 北京：机械工业出版社，2003.

[3]　王文斌. 机械设计手册 [M]. 北京：机械工业出版社，2004.

[4]　赵国磊. 无钟高炉装料过程炉料运动分布规律及颗粒偏析行为研究 [D]. 北京：北京科技大学，2016.