

· 工艺材料进展 ·

100 ~ 300 t 大型转炉设备技术的进展

郭红¹ 陈林权¹ 田伟达¹ 赵立松²

(1 中冶华天工程技术有限公司炼钢室, 马鞍山 243005; 2 江苏沙钢集团荣盛项目部, 张家港 215600)

摘要 目前 100 ~ 300 t 大型转炉设备技术的进展主要有: 550 °C 高温抗蠕变材料 16Mo3 在转炉炉壳上的应用; P285NH、P420NH 钢在托圈和耳轴的应用, 自然的空气循环冷却托圈; 独特的水冷炉帽技术; 免维护的连杆式下悬挂系统。

关键词 大型转炉 设备技术 进展

Progress in Equipment Technology of 100 ~ 300 t Large Converter

Guo Hong¹, Chen Linquan¹, Tian Weida¹ and Zhao Lisong²

(1 Hua Tian Engineering & Research Incorporation Limited, Maanshan 243005;

2 Rongsheng Project Department, Shagang Group, Zhangjiagang 215600)

Abstract At present the main advances in equipment technology of 100 ~ 300 t large converters are application of creep-resistant material 16Mo3 at elevated temperature 550 °C for converter shell; application of steel P285NH and P420NH for converter trunnion and ring; natural air circular cooling trunnion; unique water cooling upper cone technology; and maintenance-free link rod suspension system.

Material Index Large Converter, Equipment Technology, Progress

近年来,我国钢铁行业迅猛发展,企业生产规模不断扩大,国际竞争力得到了提高。技术装备上涌现出了许多新技术,推动了新型工业化的进程。本文主要从新型材料的应用、结构型式的发展两方面介绍大型转炉设备新技术的进展。

1 新型材料的应用

1.1 炉壳

炉壳的作用主要是承受炉衬、钢液和炉渣的全部重量,保持炉子有固定的形状,并承受转炉倾动时巨大的扭矩。炉壳在工作时,还要受到加料带来的冲击,承受炉子受热时产生的热应力和炉衬的膨胀应力。为了适应转炉高温作业频繁的特点,要求炉壳必须有足够的强度和刚度,避免因产生裂纹和变形造成炉壳的损坏。

转炉炉壳的材料从一开始就定位于耐高温压力容器钢,焊接性能和抗蠕变性能是考虑的两个基本性能,过去常用的钢种有 20 号钢、14MnNb、16Mn、16MnR、A516Gr.60、ALDUR41、WStE285、WStE355、P275NH 等。

但是,近年来随着下列技术在转炉上的应用,一般的炉壳材料已不能满足转炉生产的要求:

(1) 对钢的质量要求越来越高,几乎全部钢水都需要进一步精炼,转炉的出钢温度就不得不提高,

炉壳温度随之提高;

(2) 溅渣护炉技术的采用,使转炉炉衬寿命大幅度提高,但炉壳长期在高温下使用,加剧了蠕变效应;

(3) 镁碳砖炉衬的大量使用,且砖中碳含量不断提高,使炉衬的导热系数大大增加。

上述三个因素造成目前转炉炉壳温度的明显升高,并高于一般炉壳材料的蠕变温度,导致炉壳变形加大和变形速度加快,寿命缩短。为了补偿温度提高的影响,转炉炉壳采用 16Mo3,这种材料的高温强度和抗蠕变性能非常好,可适用于工作温度高达 550 °C 的环境^[1-4]。

1.2 托圈和耳轴

托圈是转炉的重要承载和传动部件。工作中,除承受炉体、钢液及炉体附件的静载荷和传递倾动力矩外,还承受频繁启、制动产生的动负荷,以及来自炉体、钢水罐、渣罐及喷溅物等的热辐射、热传导所产生的热负荷。若托圈采用水冷,则还要承受冷却水对托圈的压力,水冷托圈的材料选择应特别注意其韧性、屈服强度和焊接性能。因此,托圈应具有足够的强度、刚度和韧性才能满足转炉生产的要求。

常用的托圈材料有 16Mn、A3、ZG25 II、ZG35 II、20 号钢等,耳轴材料有 45 号钢、35CrMo、50SiMnMoB 等。在美国、日本及欧洲的托圈材料多

采用 ASTM 标准中的 60 级或 70 级钢号,经过晶粒细化处理;对于耳轴材料,这些国家采用 ASTM 标准中的 A27 的 60~30 级或 65~35 级钢号,并经回火处理。

当工作温度高于 350 ℃ 时,一般的钢种已不能满足要求。应选择晶粒非常细化的钢材,这些钢材应具备高温抗蠕变性能好、焊接性能好、高温强度大等特点,典型的钢种有: P285NH、P355NH、P420NH 等。

托圈和耳轴的材料分别选择 P285NH、P420NH,这两种材料可承受高于 550 ℃ 的工作温度,屈服强度分别可达到 355 MPa、420 MPa 以上,抗拉强度分别可达到 490~610 MPa、540~680 MPa。由于选用的材质好,托圈不采用水冷,自然的空气循环冷却能使托圈保持在适当的温度范围之内。此外,托圈与转炉炉壳是完全分离的,之间留有 250 mm 的间隙,以保持托圈和炉壳最佳的空气循环,达到良好的热消散^[5,6]。

2 结构型式的发展

2.1 独特的水冷炉帽

在炉帽顶部,装有水冷炉口。水冷炉口主要有水箱式和埋管式两种结构。它的作用是:防止炉口钢板在高温下变形,可以减少炉口结渣,即使结渣也较易清理。主要缺点是寿命较短,易损坏漏水,增加了设备维修工作量。为了避免安全隐患,炉口采用耐热铸铁实心板,分成 6 块,用法兰和螺栓固定于炉帽上。炉口无水冷,安全可靠,工作性能好,且大大减少了设备维修量。

为了减少炉壳变形,延长其寿命,通常炉帽设有水冷装置。常见的水冷炉帽是在炉帽外壳上焊有盘旋的半圆钢管或角钢,内通冷却水,这种结构较复杂,检修不方便。

针对以上情况,水冷炉帽采用一种全新的结构:在炉帽外壳上焊接竖直布置的角钢,内通冷却水。在炉帽的下部焊接了一圈水平布置的半圆钢管,它与所有的角钢连接在一起。为了达到炉帽的强制冷却,角钢与一个供水总管和一个排水总管连接在一起,前一组排水管作为下一组的给水管。因此,冷却水呈曲线环绕着炉帽流动,可有效降低炉壳温度,对减轻蠕变变形有积极的效果。这种结构能够减少由于添加废钢、溅渣及来自烟道的滴落物造成的损害。

2.2 悬挂系统

2.2.1 悬挂系统的几种形式

转炉一个非常重要的部分是悬挂系统。理想的悬挂系统不应当对炉壳的行为有任何影响,而且应该完全不需要维护。也就是说,任何转炉变形如热变形、塑性变形、弹性变形或长期膨胀都不应当产生来自悬挂系统的额外应力。此外,悬挂系统也不应当产生磨损,以避免需要调整和维修。

在过去的数年中,开发出了许多不同的转炉悬挂系统,最初,托圈与转炉是一体的,后来两者的功能分开了。各种悬挂系统的原理是不同的,目前已应用的转炉与托圈连接装置大致有以下几类。

(1)卡板夹持器连接装置。卡板夹持器连接装置的基本结构是沿炉壳圆周装有若干组上、下托架,并用它们夹住托圈的顶面和底部,通过接触面把炉体的负荷传给托圈。当炉壳和托圈因温差而出现热变形时,可自由地沿其接触面相对位移。这种连接装置基本满足了转炉的工作要求,但其结构复杂,加工量大,安装调整比较困难。

(2)悬挂支承盘连接装置。悬挂支承盘连接装置是用于可更换炉壳的三点支承系统,主要特征是炉体处于任何位置,都始终保持托环与支承盘顶部的线接触支承。同时,在倾动过程中炉壳上的托环始终沿托圈上的支承盘滚动。因此,这种连接装置倾动过程平稳,没有冲击,且结构比较简单。

(3)薄带连接装置。设计这种连接装置的出发点是,考虑消除炉壳和托圈之间连接处的热膨胀的影响,将炉壳上的主要承重点放在托圈下面炉壳温度较低的位置,以减少炉壳连接处的热应力。巴西 200 t 转炉和阿根廷索米萨钢铁厂 150 t 转炉就采用这种连接装置。

(4)三点球面螺栓支撑装置。三点球面螺栓支撑装置采用球面带销螺栓将炉体和托圈连接在一起。三个球面带销活节螺栓与炉壳上部的连接支承法兰,承受炉体在垂直位置和倾动过程的炉体载荷。这种连接装置能很好满足各项性能要求,且结构简单,制造、安装容易,维护方便。我国 300 t 转炉就采用这种装置。但这种连接装置因保留有卡板装置,使用中仍存在限制炉壳相对托圈的胀缩。此外,卡板与炉壳用螺栓连接工作量也很大^[7]。

2.2.2 免维护的连杆式悬挂系统

奥钢联先后开发了几种静态确定型悬挂系统:托架式、VAI-CON Disk、VAI-CON Link、VAI-CON Quick 悬挂系统等。其中,VAI-CON Link 是一个无需维护的悬挂系统,它的设计获得了良好的应用反馈。该系统具有出色的性能,所有部件非常坚固,系

统完全免维护的,已广泛地为南非、意大利、巴西、瑞典和波兰等许多现代化的大转炉采用,我国邢台钢铁公司 55 t 转炉、沙钢集团 180 t 转炉和武汉钢铁公司 300 t 转炉就采用了这种免维护的连杆式悬挂系统^[8]。

该悬挂系统由 3 个垂直连杆、2 个水平连杆和 1 个稳定器组成,如图 1 所示。这 6 个元件将保证在任一时刻空间内物体的所有 6 个自由度都是确定的。

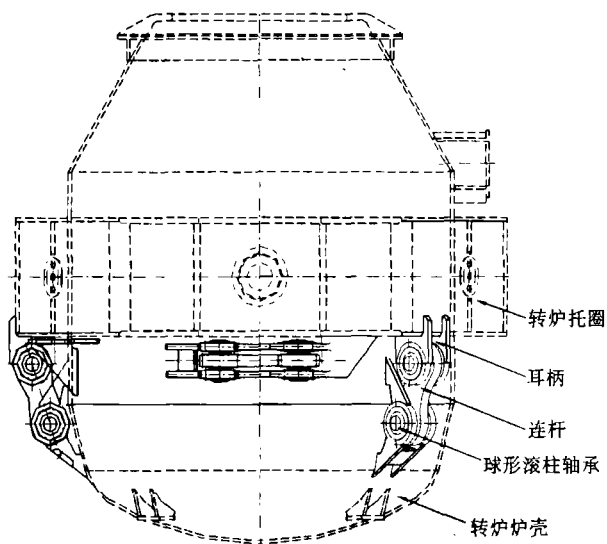


图 1 转炉连杆式悬挂系统的组成

Fig. 1 Configuration of link rod suspension system for converter

球形滚柱轴承和连杆是连杆式悬挂系统成功的重要因素。系统使用球形滚柱轴承,连杆将炉壳的任何变形转化为轴承本身很小的旋转运动。此极小的旋转角度和产生此角的相当长时间(从室温到炉役结束时的最高温度)使得任何稀油或干油润滑都不再需要,这是免维护系统的一个基本条件。另外,轴承经过了特殊的处理以具备免维护的条件。连杆通过轴承而支承在平头销钉上,而销钉则被支承在 2 个耳柄上。还布置了 2 个侧部轴承以方便销钉的插入。2 个侧部轴承小于主轴承,它们只承受一半负荷。连杆设计坚固,能够承受炉壳 500 °C 高温、大

量灰尘、与水、渣甚至钢水接触等恶劣条件。

连杆式悬挂系统具有下列优点:

- (1) 系统完全免维护;
- (2) 静态确定性允许炉壳自由变形;
- (3) 悬挂系统在转炉处于任何位置时都是 100% 稳定的,不会产生摆动或滑动;
- (4) 所有部件具有重型结构和实心设计,载荷传递元件之间没有界面间隔,可以在倾动时避免冲击荷重;
- (5) 所有的悬挂部件均布置在保护良好的区域。

3 结束语

今后在对转炉设备技术的研究工作中,选择性能更好的材料作为炉壳的材质,可更好地延长炉壳的使用寿命;选择性能更好的材料作为托圈和耳轴的材质,不采用水冷,在自然空气循环冷却下也能保持在适当的温度范围之内。另外,转炉设备应在结构简单、工作性能好、维修量少等方面不断完善,以适应生产的发展需要。

参考文献

- 1 陈梦麟. 宝钢二炼钢转炉采用的新技术. 钢铁厂设计, 1999 (1-2): 10
- 2 王隆寿, 陈军. 宝钢 300 t 转炉炉壳更换中的新技术. 冶金设备, 2002 (4): 40
- 3 Guzela D, Oliveira J, Staudinger G. 氧气顶吹转炉的理想设计. 中国冶金, 2004 (1): 36
- 4 万红军, 孟海君, 李成杰. 转炉炉壳的变形分析及延长炉壳寿命的措施. 河南冶金, 2005, 13 (2): 45
- 5 严开勇, 高峰, 罗辉. 转炉托圈的修复. 设备管理与维修, 2004 (1): 16
- 6 于文妍. 炼钢厂转炉托圈裂纹产生原因分析及改造措施. 重型机械, 2006 (2): 56
- 7 冯捷, 张红文. 转炉炼钢生产. 北京: 冶金工业出版社, 2006
- 8 Staudinger G. VAI-CON Link 转炉悬挂系统从开发到 6 年的使用经验. 中国冶金, 2004 (10): 38

郭红 (1981-), 女, 硕士, 助理工程师, 2006 年重庆大学毕业, 炼钢工艺设计。

收稿日期: 2008-03-16

欢迎订阅 2009 年《特殊钢》杂志

(邮发代号: 38-183) 定价: 16.00 元/期, 全年 96.00 元 全国各地邮局均可订阅