

120t转炉四点吊挂技术应用

王 松 高海旺

陕钢集团汉中钢铁有限责任公司 陕西 汉中 724200

摘 要：本文介绍了陕钢集团汉中钢铁有限责任公司炼钢厂120t转炉通过对炉体四点吊挂技术应用和改进，有效解决了因原设计的三点吊挂技术存在的炉体运行过程中的异常振动和异响的安全隐患。通过对三点吊挂技术运行存在的问题分析，从四点吊挂技术的现场安装和投入生产使用跟踪，为转炉安全冶炼提供重要的设备保障，改进后大幅提升120吨转炉设备运行本质安全，也为120吨转炉三点吊挂提升改造提供了重要的实践经验。

关键词：三点吊挂；炉体；四点吊挂

引言

转炉是炼钢工艺生产的重点关键核心设备，转炉设备由倾动设备、炉体设备以及托圈设备、配套电气自动控制等设备组成。转炉吊挂机构是连接转炉炉体和托圈的关键设备，有上挡座、下挡座、吊挂等部件组成。三点吊挂机构采用炉体下悬挂技术，设置在托圈与炉体的下部，炉体上部同时配对有上、下固定挡座，吊挂、上下挡座构成一个完整的炉体刚性连接结构，能够吸收转炉冶炼过程高温蠕变（图1）。

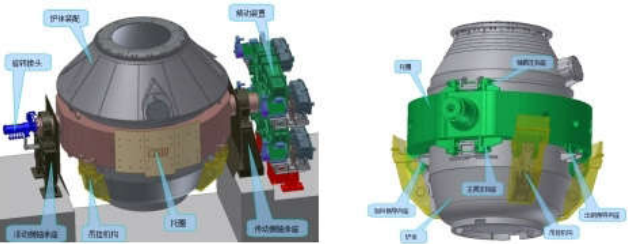


图1 120t转炉结构图

在国内，20世纪80年代引进国外转炉三点吊挂支撑技术。目前该技术已经在国内炼钢生产技术运用近40年。长期以来，在国内科研设计单位的不断努力下，并通过长期的生产实践，不断的对三点吊挂技术的掌握吸收并改进和优化提升，目前三点吊挂技术从设计、装备制造、现场施工以及投入生产后的标准化使用维护，已经形成较为完整的设备装备技术模型，也是国内小、中型转炉结构设计的优选通用技术^[1]。

陕钢集团汉中钢铁有限公司炼钢厂2座120t氧气顶底复吹转炉在2011年12月投产。120t转炉采用采用三点下悬挂结构技术，其设备重心低且正力矩性能好，同时具有日常设备维护方便，设备运行成本低等优点。2019年左右，转炉冶炼转动过程中存在异常的响声，且存在振动较大，通过对炉体挡座、吊挂等结构检查，发现因长期运行挡座出现磨损后造成。通过将三点吊挂结构改造为

四点吊挂结构后，运行至今已经四年多，生产过程设备运行过程中再未出现过异常的声响和振动。

1 存在的问题分析

1.1 三点吊挂结构和存在的问题

三点吊挂结构按照炉前侧1组，炉后侧2组的形式布置三套吊挂机构。炉后侧为了避开出钢口位置，对称布置在炉后托圈两侧，呈104°对称布置（图2）。三套吊挂机构与固定挡座、活动挡座形成一套互为补充吸收变形的稳定刚性结构。

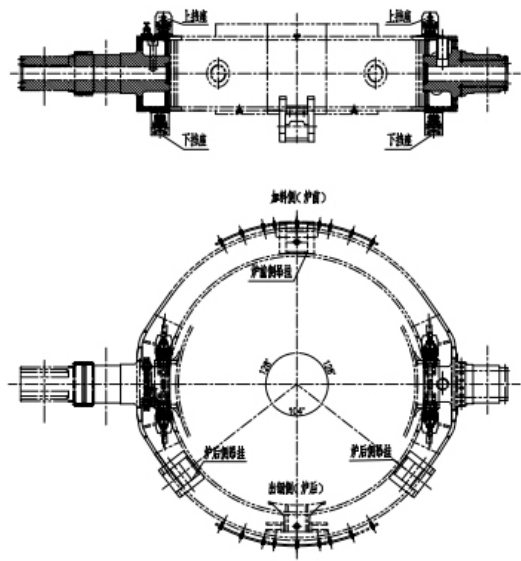


图2 三点吊挂分布情况

在转炉日常生产运行中我们发现，转炉在炉前兑铁和炉后出钢转动过程中，出现异常的振动和响声。起初声响较小，随着时间的推移，出现的振动和声响逐步增加，我们利用转炉停机时间对炉体托圈、吊挂机构以及上下各挡座运行状态进行逐一检查，发现：在转炉倾动机构传动侧和非传动侧部位相对应的托圈位置上，固定挡座内部斜垫板和圆型垫板出现严重的磨损。对出现磨

损部位测量检查发现,垫板最大磨损间隙超过15mm(图3)。同时,我们对出现的间隙采取临时增加垫板的措施进行了消除,处理后异常声响和振动能够得到明显的好转和缓解,但是,在运行一段时间后,振动和响声又逐步体现出来,并随着时间推移而不断恶化^[2]。

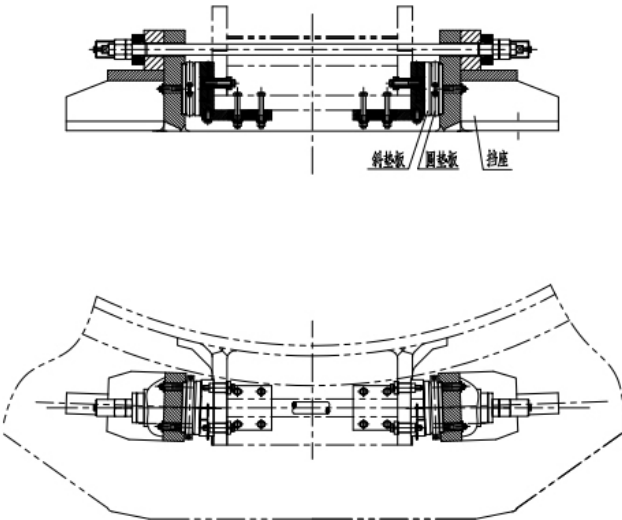


图3 吊挂上挡座结构图

1.2 存在问题分析

通过长期的现场检修维护总结分析并综合研判,挡座老化磨损、滑移运动以及设备制造施工质量是影响转炉转动过程中异常声响和振动的主要原因。产生异常振动和声响的原因主要如下:

1.2.1 固定挡座老化磨损出现间隙。

固定挡座由挡座体、拉杆、斜垫板、圆垫板等组成,因长期的运行,圆垫板与斜垫板老化磨损出现间隙。三点吊挂结构的转炉,炉前侧中间吊挂点离耳轴中心线最远,托圈受力后变形最大,因此托圈的刚度较小,当托圈两侧变形最小时,托圈的刚度也增大,这使得托圈上、下挡座即使在炉体处于垂直位产生内力。这种内力会在转炉生产过程中产生交变动态载荷,长期在高温条件下运行会使得挡座产生间隙(图4)。

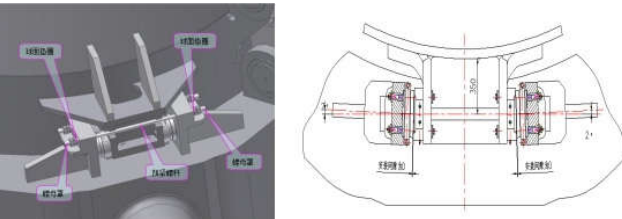


图4 挡座结构图

1.2.2 固定挡座相对滑移运动。

因三点吊挂在托圈上非对称布置,吊挂在炉前侧与炉后侧的距离不一,吊挂距离炉前侧最远,因此,托圈

在受力后靠近炉前侧变形最大,转炉在转动至炉前方向过程中,托圈上耳轴上方挡座受力最大,挡座内部圆垫板、斜垫板相对滑运动的幅度也最大,因此在高温恶劣的工况条件下就会出现挡座内部的相对滑移。

1.2.3 设备制造、施工质量影响。

吊挂机构、挡座通过加工制造后现场焊接施工,设备制造加工装备的精度以及制造加工人员的操作影响设备制造加工质量。挡座安装时施工过程中的重要环节,挡座各部位安装配合到位后,需消除各接触面间隙并涂抹耐高温润滑油。另外,设备现场施工过程中,因施工方案的制定不科学,现场施工人员的施工工艺缺陷,以及现场安装质量等因素也严重影响使用效果和使用寿命(图5)。



图5 挡座安装图

1.3 对转炉安全生产造成严重影响

转炉冶炼的安全稳定运行是企业可持续健康发展的关键,采用三点吊挂结构的顶底复吹氧气转炉长期在高温恶劣条件下运行,因设备存在隐患给转炉安全生产造成很大的影响,随着转炉运行过程中设备问题的不断恶化,对转炉的安全运行也埋下严重的安全威胁。出现问题后,每月需要因吊挂问题设备维护停炉时间8小时左右,每月影响生产约3000吨合格钢水,全年影响生产产量约3.5万吨左右,随着设备隐患的不断演变加剧,对转炉生产的影响也同步提高。

2 四点吊挂技术的应用

从理论上分析,三点吊挂布局有一个吊挂点设置在托圈中央刚度最薄弱处,这会在转炉转动过程中,使挡座支撑接触面产生较大的“交变弹性滑移”。如果把中间吊点分散到靠近耳轴两轴承支撑的两侧,则吊挂系统的力学系统发生改变,这种对吊挂点作力学布局上的调整,就演变出了四点吊挂技术。结合现场设备存在的问题,我们通设计院进行充分技术沟通交流,最终确定将三点吊挂结构升降改造为四点吊挂结构^[3],四点吊挂机构与三点吊挂机构不同点在于:

2.1 四点吊挂结构布局受力更加合理。

转炉四点吊挂不仅仅是吊挂数量的增加,更包含四个吊挂的布局以及配套结构的变化,从理论上分析,四

点吊挂结构使得托圈各部位的载荷近似相等。四套吊挂结构在托圈位置上对称布置,吊挂采用连杆结构设计,每组吊挂能够实现360°无死角转动,实现托圈和炉体的万向连接。每组吊挂机构距离托圈耳轴的距离相等,在转炉转动过程中,四点吊挂受力结构相对三点吊挂更加均匀平稳。

2.2 四点吊挂挡座采用大连杆结构更加科学。

四点吊挂挡座设计更加科学,挡座打破原三点吊挂采用的四连杆设计,而是采用1根大连杆结构,拉杆两端采用一组平垫板结构设计。固定挡座分为炉体安装部分和托圈安装部分,两部分分别焊接在炉体和拖圈上,通过大连杆将两部分贯通为一个整体。固定挡座安装时,采用合理的焊接工艺施工后进行整体退火处理,消除焊接内应力,大连杆安装前对其进行预热处理,加热温度90℃~120℃之间,安装并预紧,连杆预紧力不小于140t,固定挡座整体结构更加紧凑,更便于现场的施工安装^[4]。

2.3 四点吊挂结构使得现场施工质量更加受控。

四点吊挂结构设计更加符合现场使用工况,设备制造和现场施工难度得到降低,因此加工质量和施工质量能够更好的得到控制,因此设备制造和施工对使用效果的影响得到有效控制。

2.4 四点吊挂转炉可实现长期免维护运行。

四点吊挂结构投入使用后,通过长达2年时间的运行观察,日常维护只需要在停炉过程中对吊挂各关节轴承进行定期润滑,挡座的使用几乎达到了免维护运行,设备维护更加方便,设备运行成本进一步降低。

原三点吊挂结构,除了对吊挂各轴承定期润滑外,还需要定期对各挡座进行检查维护,发现挡座间隙后,还需要转炉停炉进行处理,影响转炉生产节奏和设备运行利用率^[5]。四点吊挂结构的投用,生产节奏更加柔性受控,设备本质安全运行更加可靠。

2.5 转炉安全生产得到有力保障,生产效率同步提升。

四点吊挂结构改进,彻底消除了三点吊挂结构存在的缺陷,解决了转炉设备本身存在的重大安全隐患,也为转炉安全稳定运行奠定了坚实的安全基础保障。按照三点吊挂存在问题造成生产影响测算,四点吊挂结构的安全稳定运行,为转炉全年生产产量提升约3.5万吨左右,同时也为转炉生产效率提升带来了可观的经济效益。

结语

四点连杆吊挂+挡座的布局方案,完成了转炉设计从“三点一面”向四点连杆吊挂的布局理念的转变。通过四点吊挂的结构应用,使得转炉炉体和托圈的形成弹性连接,在生产实践中,炉体、托圈的支撑和悬挂受力更加简洁。

陕钢集团汉中钢铁有限责任公司炼钢厂120t转炉通过四点吊挂升级改造后,转炉冶炼过程中再未出现过因吊挂、挡座出现的磨损、变形等问题带来的异常声响和振动。

转炉四点吊挂结构改造后,已经安全运行长达四年时间,目前运行过程平稳可靠。陕钢集团汉中钢铁有限责任公司炼钢厂120t转炉三点吊挂向四点吊挂结构的改进,在国内120t转炉三点吊挂改造提升方面提供了有力的实践经验。通过实践证明:

(1) 120t转炉四点吊挂结构的使用,为国内120t转炉设计提供了宝贵的实践经验,为120t转炉装备提升提供了可靠的技术支撑。(2) 四点吊挂结构在设计上进一步完善了转炉整体结构设计方案,四点吊挂结构的布局,实现了在生产实践中达到长期免维护运行。(3) 托圈和炉体在高温受力方面更加均匀合理,抗变形能力得到加强,四点吊挂结构使用后,转炉的安全性能得到提升,托圈和炉体的寿命得到了延长。(4) 120t转炉三点吊挂向四点吊挂结构的优化改进,为装备制造标准化、转炉技术大型化、高可靠性、低维护成本方面奠定了坚实的技术基础。

参考文献

- [1]郭世晨.大型转炉吊挂装置简介[J].冶金设备,2009(06)
- [2]涂敏.转炉炉体支撑装置的典型结构分析[J].钢铁研究,2012(01)
- [3]黄其明,王翔,余杨,颜飞,徐杰,高瞻.四点吊挂大型转炉设计理论和工程实践[J].中国冶金,2013(10)
- [4]李彦彦,凌利改.120t转炉托圈与耳轴的强度分析[J].机械研究与应用,2010(06)
- [5]黄其明.CISDI-SACS转炉技术及机构分析[J].钢铁技术,2007(02)