

# 炼钢转炉托圈耳轴轴承更换的检修管理

张毅 冯光旭

宝武集团新疆八一钢铁有限公司 新疆 乌鲁木齐 830022

**摘要:**以某钢厂120吨转炉更换托圈耳轴轴承为例,详细介绍对大型重载旋转设备的轴承进行更换的检修施工全过程管理,阐述了检修施工过程中的技术控制要点及重点,对日后类似检修管理提供一些思路。

**关键词:**托圈耳轴轴承;更换;检修进度控制

在上世纪90年代至本世纪初的近十几年期间,全国共陆续改扩建炼钢120吨至250吨转炉达50余座,随着大型转炉投产时间的延长,陆续出现转炉托圈耳轴轴承的损坏现象,因该设备在线检查繁琐,检查时间长,检查效果不佳等因素的影响,导致该设备的损坏极具破坏性,极端情况下易导致重大生产事故,严重影响生产顺行。

## 1 建立周期性更换转炉托圈耳轴轴承的思路

经粗略统计,从2012年开始,陆续有钢厂出现转炉托圈耳轴轴承的损坏现象,使用周期最短的只有9年,大部分使用年限达到15年,最长使用时间达到20年以上(与轴承选用的品牌有一定关联性)。由于该设备的损坏极具破坏性,易导致重大生产事故,因此大部分钢厂随着时间的推移,均将周期性更换转炉托圈耳轴轴承提上日程。如何在最短的时间内可靠的更换轴承是摆在各钢厂设备管理人员的课题,该检修方案的制定对现场施工组织及技术把控提出了较高的要求。

## 2 在线更换转炉托圈耳轴轴承的技术重点及施工难点

2.1 安全实现转炉托圈带炉体一起顶升脱离轴承座,为轴承更换创造条件。

在上世纪90年代至本世纪初的这段时间内,国内主流设计中大型转炉基本采用托圈上部三点球铰连接或托圈下部三点悬挂关节轴承式结构,这种设计思路导致转炉的炉体重心与托圈中心在设计上均有一定偏离,因此在实现转炉托圈带炉体一起顶升时存在一定重心偏斜状态;同时为了最大限度的控制检修时间,炉体倾动减速机将悬挂在托圈耳轴上与托圈一起上升,进一步加剧了设备整体的重心偏移。使用同步液压顶升装置是纠正这一状态的可靠保证。通过详细的计算,制作专用托圈顶升框架,采用五组液压顶升缸同步顶升。其中四组顶升托圈本体,一组顶升倾动侧耳轴,将同步位移传感器固定在顶升缸附近,实时监测各项顶升缸的位移并反馈至控制单元,以便调整(见图1)。在各项顶升缸侧边设置安全桩,待炉体拖圈顶升到位后,将安全桩上部与托圈之间

加入垫板和斜铁垫实并将垫板和斜铁可靠焊接。

在开始顶升时,先将各项顶升液压缸的顶升压力设定为5兆帕,对顶升液压缸建立大约25吨的顶升力,确保各项顶升缸与托圈底部及耳轴下部可靠贴合,并将各位移传感器位置参数清零,减少位移误差。在确认各项顶升缸与托圈底部及耳轴下部可靠贴合后,逐级增加各项顶升液压缸的顶升压力,并观察各位移传感器的数值变化。当位移传感器的数值变化达到5毫米时,停止顶升,此时各项顶升液压缸的液压锁锁定,托圈及耳轴位置不会发生变化。现场测量托圈及耳轴的实际顶升位移,并与各位移传感器数值进行比较,此时在实测数据与位移传感器数值之间会产生一定偏差,该数值的偏差在一定程度上反映出托圈及耳轴辅助支撑的钢板变形情况。当实际测量结束后,记录各数值偏差。继续增加各项顶升液压缸的顶升压力,持续观察各位移传感器数值与实测数据的数值偏差,该数值偏差应该会趋于稳定并形成固定值,如果出现偏差持续变化因立即停止顶升,并查找对应数值变化的顶升缸真实偏差原因,加以消除。

在持续对炉体进行顶升的过程中,需通过炉体顶升高度对照表(见表1)测量轴承座端面间隙的变化。因转炉的炉体重心与托圈中心在设计上有一定偏离,因此在实际顶升的过程中会出现各位移传感器位移偏差的现象,当各位移传感器位移偏差超出设定值时,同步液压顶升装置系统会自动对超差的顶升液压缸进行位移调整,此时需重点关注系统调整的位移量,防止出现频繁调整而产生的调整振荡现象。如出现调整振荡现象时,应立即停止自动调整,改为手动干预,逐个对各项顶升液压缸顶升高度进行干预,并通过放置在托圈上表面的十字水平仪观察托圈的整体水平变化。将其保持在安全范围以内。持续测量耳轴与轴承座两侧的间隙,当炉体顶升高度满足更换耳轴轴承的条件下,停止炉体顶升,将安全桩上部与托圈之间加入垫板和斜铁垫实并将垫板和斜铁可靠焊接。确认炉体拖圈稳定后,在轴承座两侧加

装防耳轴侧移装置，然后开始轴承拆除安装工作。

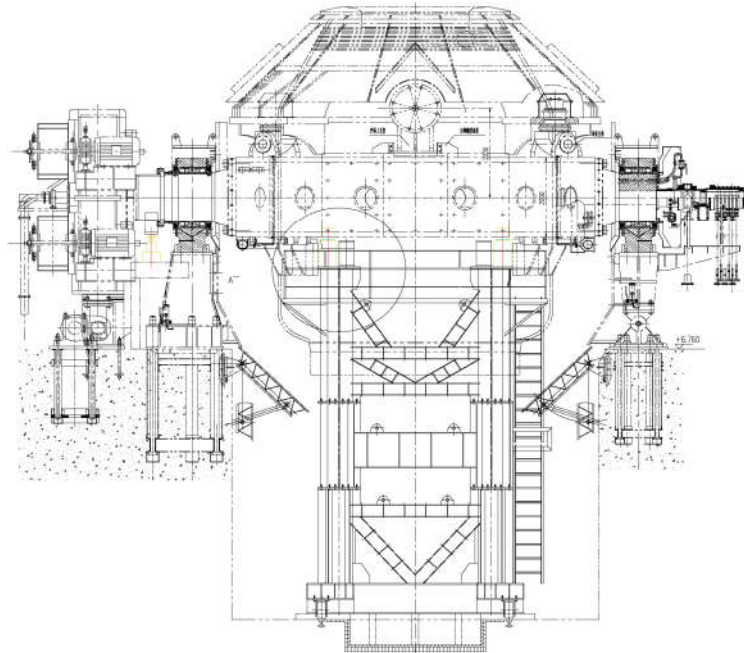


图1 顶升缸位置布置图

表1 炉体顶升高度对照表

序号	炉体顶升高度 (mm)	端面单侧间隙 (mm)	备注
1	100	6.5	
2	120	9.4	
3	150	14.8	

2.2 更换转炉托圈耳轴轴承的技术控制要点

更换转炉托圈耳轴轴承要严格控制各项技术安装要求。拆除旧轴承的重点是对耳轴的保护。一般采用氧割的方式对旧轴承外圈、保持架及滚子组件进行分离，采用手拉葫芦配合将割断部分吊离。（注意事项：在氧割作业时，需在耳轴上缠绕大布，并连续浇水来冷却耳轴；在轴承座底部采用薄钢板进行防护，防止氧割熔渣损伤轴承座内表面）。在对轴承内圈进行割除时，为保护耳轴不被割损，在轴承内圈180°水平位置两处同时进行氧割作业，在厚度方向上通宽保留3至5毫米，用氧割加热轴承内圈至300℃，采用急冷方式使内圈急冷裂开，采用手拉葫芦配合将断裂内圈部分吊离，最后将残渣全部清理干净。传动侧耳轴安装采用剖分式轴承，需严格按照安装步序进行安装（见图2、图3）。

2.3 其它检修过程中需注意的安全、质量控制要点

在出钢车将顶升框架运送至炉体下部并组装完毕后，需将车体部分与道轨之间采用厚钢板垫实，以便顶升时托圈及炉体的重量通过钢架、车体传导至道轨面，防止载荷过大导致钢车移位及车轮受损。

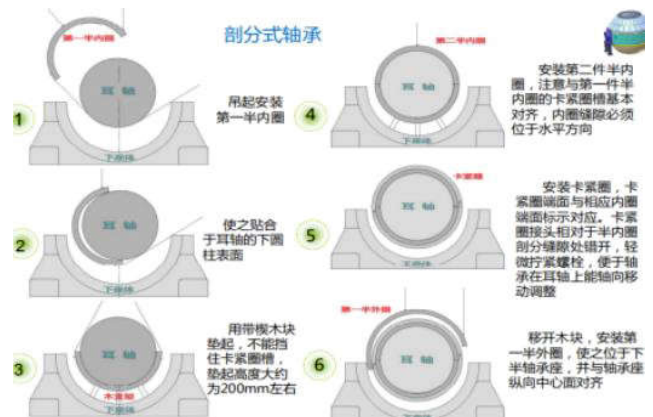


图2 剖分式轴承安装步骤一

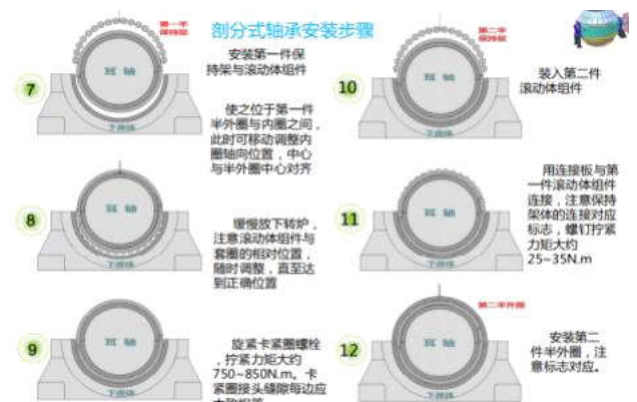


图3 剖分式轴承安装步骤二

传动侧耳轴顶升缸支撑处需高度关注，除制作半弧形顶升托座以保护耳轴外，还需对顶升缸下部支座做专

门处理,以便保护传动侧耳轴轴承座不受侧向载荷。

在炉体拖圈顶升前要再次确认各连接点的有效断开,重点检查转炉倾动扭力杆连杆及倾动稀油润滑管路,防止出现意外。

在更换轴承期间,因各部件较重,同时现场条件恶劣,需在两个轴承座周边搭设平台,轴承座上部设置承载大于10吨的工字梁,下挂起重专用滑车,以便设备部件进行倒运。

剖分式轴承对内圈、辊子保持架、外圈锁定均有严格的紧固力矩要求,在施工过程中需严格按照要求进行阶梯式紧固,并持续测量紧固后的轴承游隙,以便保证剖分式轴承的整体圆度在要求范围内。

在线更换轴承对周边环境清洁度要求较高,为防止杂物掉入轴承,需在检修轴承的上方及周边搭设防护板并使用帆布覆盖,最大限度保持检修环境清洁。

2.4 编制详细的施工进度计划,有效控制各检修节点  
编制详细的检修进度计划是对整个检修全过程管理的有效实施手段,对管理者及检修团队提出较高的素质要求。整个检修过程中形成了大量的交叉作业,各检修工序之间相互影响,相互制约。前期多梳理各工序之间的关联逻辑和影响程度,最大限度预判可能出现的各种问题,制定相关措施和预案,及时有效解决后续过程可能出现的风险(见表2)。

表2 施工进度计划

序号	工序	工作步骤	时间	时长																											
				第一天				第二天				第三天				第四天				第五天				第六天				第七天			
				10	14	18	22	2	6	10	14	18	22	2	6	10	14	18	22	2	6	10	14	18	22	2	6	10	14	18	22
1	准备	同步顶升机构电源准备(提前)																													
2	支架安装	炉体支撑上工作台安装到上部支架上。(提前)																													
3		检修人员到位,办理相关票证:《安全交底确认书》《危险作业工作票》等,炉体处于零位置,三方确认停电、挂牌。	2																												
4		将炉体支撑上部支架吊放至钢车上后运至炉体正下方。	2																												
5		在拖圈上部焊接4个吊耳,吊耳位置正对上部支架4个吊耳。	4																												
6		使用葫芦将上部支架吊起悬挂后将钢车开走。	4																												
7		将炉体支撑中部支架吊起与下部支架对接后用螺栓连接。	2																												
8		将连接在一起的中部与下部支架吊放至钢车轨道上用钢车将其推入炉底。	4																												
9		将上部支架下落,坐落到中部支架上部后用螺栓将上部支架与中部支架连接。	4																												
10		紧固上中下三层支架连接螺栓,并调整支架位置。	4																												
11		吊装并焊接上下支架主梁。	6																												
12		使用千斤顶将支架从下部整体顶起后用钢绳将支架垫实。	6																												
13		在上支架千斤顶支撑面焊接延伸钢板。	4																												
14		在驱动侧轴承座与减速机下部焊接千斤顶支座。	4																												
15		多点同步顶升	炉前千斤顶用吊车放置在延伸平台上拉入顶升位。炉后千斤顶用葫芦导入延伸平台后拉入顶升位。驱动侧千斤顶用葫芦导入顶升位。	4																											
16	连接千斤顶油管,对应编号连接、安装位移传感器。		2																												
17	多点同步顶升千斤顶启动,设置额定压力、顶升力、保护压力、精度设定、位移超限设定、位移超时时间设定。		2																												
18	千斤顶运行进行顶升操作,设置顶升位观察人员进行观察。		4																												
19	顶升达到顶升高度后停止顶升,加入固定支撑,停泵。	2																													
20	轴承更换	挡渣桶、扭力杆销轴、轴承上盖等附件拆除	24																												
21		轴承拆除、清理	16																												
22		轴承安装	16																												
23		多点同步顶升千斤顶启动,设置额定压力、顶升力、保护压力、精度设定、位移超限设定、位移超时时间设定。	2																												
24	千斤顶下落	千斤顶运行,缓慢顶起,拆除固定支撑。	2																												
25		千斤顶下落,设置观察人员进行观察。	4																												
26		拆除千斤顶油管,拆除位移传感器。	2																												
27		炉前千斤顶拉出延伸平台后用吊车吊出。炉后千斤顶拉出延伸平台后用葫芦吊出。驱动侧千斤顶用葫芦吊出。	2																												
28	支架拆除	将炉体支撑架顶起取出下部支撑钢环。	6																												
29		拆除上部与中部支架的连接螺栓,用葫芦将上部支架吊起。	4																												
30		用钢车将中部与下部支架拉出。	2																												
31	将钢车开入炉底,将上部支架用葫芦下落放置在钢车上后运出。	4																													
32	轴承附件安装	轴承上盖端盖、扭力杆销轴及其附件安装	16																												
33		挡火板及安装	12																												
34		施工完毕,现场三清,人员撤离,待试车。																													

3 结束语

对转炉更换托圈耳轴轴承的检修过程进行梳理总结,在检修前期做了充分的方案讨论及评估,有效控制了检修安全、质量和工期。系统性总结成功的经验,为类似检修管理提供一种思路,以便日后管理所需。

参考文献

[1]时彦林等.冶炼设备维护与检修2版.冶金工业出版社.2018.1.

[2]郑东良.装备维修管理.北京航空航天大学出版社.2021.1.  
 [3]张伟,夏高宇,王强,陈辉.转向轴承套圈温锻成形工艺的有限元模拟[J].锻压技术,2016,41(12):14-25.  
 [4]刘茜如.风电齿轮箱高速轴承轴振动的应用分析[J].课程教育研究,2019(19):231.