大型回转轴承损坏原因分析与措施研究*

岳国厂, 杨文海, 胡志国

(内蒙古包钢钢联股份有限公司薄板坯连铸连轧厂, 内蒙古 包头 014010)

摘 要: 为使回转轴承良性运转, 延缓其劣化速度, 延长使用周期, 文章通过对宽厚板钢包大型回转轴承线上运行趋势的研究、对损坏的大型回转轴承下线后解体研究调查分析及对大型回转轴承损坏主要影响因素的解析, 结合大型回转轴承实际生产中的各种不确定的参数, 综合维养、安装及使用等方面采取措施, 延缓了设备劣化速度, 延长了其使用寿命, 有效提高了宽厚板铸机生产的连续性及设备的运转率。

关键词: 宽厚板连铸机; 回转轴承; 钢包回转台; 轴向滚道

中图分类号: TG333.17 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009 - 5438(2017)05 - 0090 - 03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.05.026

Cause Analysis and Measures Research on Damage of Large Pivotal Bearing

YUE Guo - chang, YANG Wen - hai, HU Zhi - guo

(*CSP Plant of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp.*, *Baotou* 014010, *Nei Monggol*, *China*)

Abstract: In order to make rotary shaft in a benign operation, delay its degradation speed and prolong its usage period, in the paper, through research on the online operation trend of large pivotal bearing in heavy plate steel ladle, damaged large pivotal bearing off the assembly line is disintegrated for research and study, and the main factors affecting the damage of large pivotal bearing are analyzed. Combined with a variety of uncertain parameters in actual production of large pivotal bearings, measures for comprehensive maintenance, installation and use are taken to delay equipment degradation speed, prolong its service life, effectively improve the casting machine production continuity of heavy plate and improve the operation rate of equipment.

Key words: continuous casting machine for heavy plate; pivotal bearing; ladle turret; axial roller path

大型回转轴承设在宽厚板连铸机浇注位置, 是对回转台的旋转运动起定心及轴向约束作用的关键设备, 主要承受钢包以及转臂自重所产生的压力, 同时也要承受转臂两端负荷不平衡所产生的倾翻力矩, 把承载钢包的 2 个对称的升降臂旋转到浇铸位, 为铸机连续供应钢水。回转轴承在生产运行中损坏直接造成整个宽厚板生产线停产, 固需要在使用及维养方面进行科学系统的分析并采取相应措施, 延长回转轴承设备使用周期。

1 结构形式及其工作性能

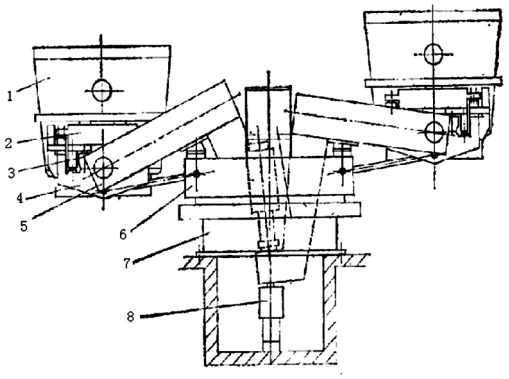
1.1 回转台的结构形式

钢包回转台的结构型式多种多样, 但回转臂及其框架都是支承在回转轴承装置上的, 如图 1 所示。

* **收稿日期:** 2017 - 06 - 30

作者简介: 岳国厂(1974 -), 男, 山东省东营市人, 工程师, 现从事流体传动及液压系统污染控制工作。

它是由内圈、外圈以及滚子构成，内圈用高强度螺栓固定在基座上，外圈经高强度螺栓与转臂相连，回转轴承的间隙一般为 0.3 ~ 0.5 mm[1]。



1 - 钢包; 2 - 横梁; 3 - 托梁; 4 - 升降装置; 5 - 转台; 6 - 底座; 7 - 回转轴承; 8 - 旋转接头

图 1　蝶形回转台结构示意图

宽厚板大型回转轴承选择的结构型式为三排圆柱滚子组合转盘轴承，外形为外齿式外径 Φ4 860 mm，内径 Φ4 246 mm，重 5 661 kg，承载设备重约 216 t，旋转半径 6 300 mm，大包载荷 2 ×330 t，回转轴承能够正、反向 360°旋转且转动灵活，性能优良、结构非常紧凑。

1.2　回转轴承工作的主要特点[2]

(1) 重载: 回转轴承支撑着钢包回转台自身重量加上承载负荷共几百吨重。

(2) 偏载: 浇注生产中，当盛满钢水的钢包与空钢包出现交替进行时，回转台承载最大偏载，此时回转轴承会承受最大的倾翻力矩。

(3) 冲击: 钢包的安放、移去过程中都使用 320 t 吊车完成，产生冲击不可避免，这种冲击使回转台的零部件承受动载荷。

(4) 高温: 钢包中高于 1 500 ℃的高温钢水会对回转轴承产生热辐射。

2　大型回转轴承损坏原因分析

2.1　损坏与失效主要原因

(1) 回转轴承没严格按安装技术标准装配;

(2) 运行中受外力冲击造成不正常磨损;

(3) 点巡检及采集运行数据失真致使分析结果出现偏差;

(4) 点检工作中没有正确掌握设备劣化程度和劣化趋势;

(5) 日常维护保养没有确定详细的维修目标及计划;

(6) 不规范的操作。

2.2　回转轴承载荷受力分析

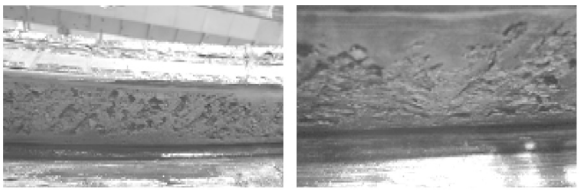
回转轴承不同于普通轴承除了承受径向力、轴向力以外，还受到倾翻力矩的作用[3]。要克服或减弱倾翻力矩和受冲击力对轴承所带来的危害，面对如何改善地脚螺栓断裂的现象时，应预知螺栓预紧力的强度与韧性参数，使回转轴承两圈螺栓及地脚螺栓能承受倾翻力矩及冲击力，从而有效地保证钢包回转台的安全生产[2]。

2.3　影响回转轴承正常运行的因素

回转轴承在实际生产运行中影响其使用周期的各种不利因素较多，如盛满钢水的钢包在回转支撑装置上产生的重载、偏载及安放钢包时产生的冲击等，不能准确的控制载荷的方向; 高温钢水会对回转轴承产生热辐射致使润滑不良、不合理的巡检维养手段、不规范的操作使用及不合理的维修目标与计划方案等也使回转轴承降低或丧失了原有的功能，造成工作异常、性能降低、轴承损坏并缩短了使用周期。

2.4　大型回转轴承损坏实例分析

(1) 2010 年宽板回转轴承下线到厂家解体检测，对轴承进行拆套检查后发现，外齿圈主推力轴向滚道剥落损坏较为严重，损坏区域约为 2/3 圆周，剥落点最深约为 4 ~ 5 mm(见图 2)。部分保持架断裂，并有金属碎屑进入润滑油脂内。



(a) 外齿圈　　(b) 内齿圈

图 2　主推力轴向滚道剥落

内圈主推力轴向滚道表面损伤相对较轻，损坏区域为 2/3 圆周，磨损最深处约为 2 mm。

(2) 回转轴承的滚道热处理方式为表面感应淬火，成品滚道表面 HRC 硬度为 55 ~ 62，滚道硬化层深度≥4 mm。由于此套轴承主推力轴向滚道损伤较为严重，剥落深度较深，轴向滚道表面硬度及硬化层深度达不到技术标准[2]，轴承的轴向承载能力大大降低，远远达不到工况使用要求，轴承无法使用。

3 回转轴承使用周期的措施

3.1 严控大型回转轴承安装

安装回转轴承时精确测量及严格控制技术标准是延长回转轴承使用周期的关键环节，调整轴承安装底座平面度为0.20 mm，装配回转轴承时自由状态0.05 mm塞通不过即为合格。保证底座与轴装配时紧密结合，位移偏差不大于0.15 mm，轴承S点与浇铸方向为90°，且在钢包回转台非传动侧，螺栓预紧时使用带有显示压力的拉伸器或液压扳手紧固，回转轴承中心线与旋转齿底座和旋转平台中心的偏心量≤0.3 mm，回转轴承水平面的平面度误差≤0.3 mm[4]。回转轴承齿圈与传动装置齿侧间隙为1.1～1.3 mm，齿面接触沿齿长不小于70%，沿齿高不小于40%，调整电机、联轴器的同心度为0.12 mm。

3.2 跟踪分析劣化倾向

通过设备生产运行时跟踪FDA数据，记录软件曲线上的信息，监测回转轴承的电机电流、扭矩的大小并对数据分析做出趋势图(见图3)，掌握设备运行状态有无劣化倾向，做好劣化趋势分析、劣化倾向管理等工作，采取合理的维修方式，采用寿命分析和趋势分析的技术手段强化设备管理。

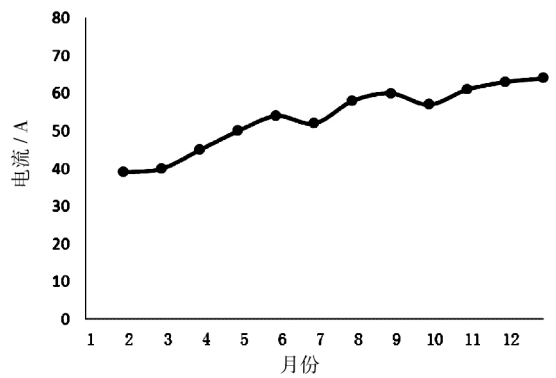


图3 回转轴承电流趋势图

回转轴承低速旋转，其转速非常慢(约150 s转一圈)，常规的轴承精密仪器检测不出回转轴承的振动、温度、裂纹、变形等状态量，通过采集润滑脂油样进行化验分析，利用油品监测技术诊断出回转轴承内部滚动体及保持架的磨损程度，对油样中切削磨损颗粒、滑动磨损颗粒、滚动疲劳磨损颗粒等污染物进行磨损颗粒分析，做出回转轴承磨损趋势图(见图4)以确定科学合理的维修方案。

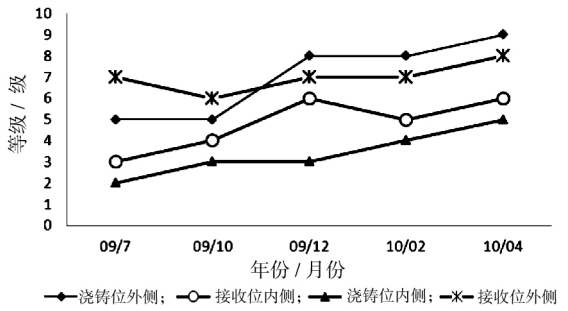


图4 回转轴承油样趋势图

3.3 采取以养代修预防为主

3.3.1 单点齿面润滑

为了避免回转轴承齿面磨损或粘接，保护外齿面，使其获得良好的工作性能，使用自动单点齿面润滑，有效减少齿面磨损，很大程度上减缓了回转轴承外齿面的疲劳剥落，使用集中润滑从分配器上引出一开路油管(管的末端为扁状态)，回转轴承运转过程中引出的油管会均匀的润滑外齿的接触面，在齿与齿咬合过程中形成一层保护膜，防止齿之间咬合时发生粘接。这种单点齿面润滑保护了外齿的接触面。充分利用现有的润滑技术，进行创新改进，避免或减少回转轴承设备发生劣化或不正常磨损，延缓劣化速度延长使用寿命。

3.3.2 地脚螺栓合理紧固

回转轴承出现不正常磨损另一主要原因是地脚固定螺栓松动。据统计有三分之一的轴承损坏缘于疲劳损坏，疲劳损坏与地脚固定螺栓松动有关。回转轴承地脚固定螺栓松动将导致在旋转中产生受力不均，轴承外圈与轴承室的配合存在间隙，加剧磨损。定期对内圈和外圈地脚螺栓进行交叉拧紧，同时检查轴承的自由回转状况，紧固螺栓时应有足够的预紧力，其预紧力应为螺栓材料屈服极限的60%～70%[5]。因此，只有合理正确的预紧地脚固定螺栓才能消除轴承内部产生的游隙，延长回转轴承的使用周期。

根据以上实际使用效果，延长回转轴承设备使用周期后直接效益为大幅降低了备件费用，大包回转轴承的使用周期由原来的2年(国产轴承新备件125万元)已经延长到了8年，回转轴承至少能延长使用10年，直接节约备件费及施工费用74.25万元/a，其中备件费及施工费用节省375万元(3次×125万元+施工费用3次×23.5元)。稳定了设备运行，同时降低了吨钢成本。 (下转第98页)

建立每名党员自己的责任区、专职设备按照标准化作业和操作进行考核评比。以合格党员的标准严格要求，充分发挥先锋模范作用，树立共产党员的光辉形象。

4 结束语

当前，我国经济发展进入新常态，国有企业发展面对转型升级，谋求新发展新出路的历史使命和任务，将生产经营任务与党的建设有机结合，加强党的领导，从基层出发，持续深入推进党支部、党小组和党员培养，充分发挥基层党支部的战斗堡垒作用，为企业立“根”筑“魂”。

参 考 文 献

[1] 温建华. 浅论加强国有企业党建工作与构建社会主义和谐社会的关系[J]. 经济研究导刊，2011，(16)：18－19.

[2] 于虹，徐建民. 探究如何加强基层党建工作[J]. 经营管理者，2014，(7)：320－320.

(上接第91页)

3.4 标准作业操作

生产操作人员严格执行标准化作业，避免回转轴承出现严重磨损。标准操作如下：①提升臂接包时，指令对讲落包低速对正，严禁钢包撞击大包回转台。②开浇前一定坐上空包，保持大包回转台回转轴承受力平衡。③正常转包时都是逆时针旋转，严禁顺时针转包。④开浇时如出现转不到位的情况应及时用液压事故驱动。⑤在转包过程中尽量减少停起次数。

4 结束语

钢包大型回转轴承是宽厚板连铸机的关键设备，通过对其结构型式、功能、负荷情况及劣化趋势等分析，采取了相应措施。有效改善大型回转轴承损坏的各种不利因素，延长回转轴承使用周期。本文通过跟踪FDA曲线，油样分析，单点齿面润滑以及标准作业，延缓了设备劣化速度，延长了使用寿命，大幅度降低了产品生产成本。

参 考 文 献

[1] 成大先. 机械设计手册[M]. 北京：化学工业出版社，2002.

[2] 陈晶宇. 钢包回转台设备故障诊断与分析[D]. 鞍山：辽宁科技大学，2008.

[3] 阎松叶. 钢包回转台回转支承紧固[J]. 科技信息，2010，(13)，76－77.

[4] 陈建国，潘紫薇，包家汉，等. 钢包回转台关节轴承寿命计算与异响分析[A]. 第八届(2011年)中国钢铁年会论文集(摘要)[C]. 北京：冶金工业出版社，2011，611－612.

[5] 郑兰疆，李彦，赵武，等. 大型回转轴承的承载性能分析[J]. 机械设计与研究，2008，24(2)：82－86.