



# 济钢宽厚板轧机弯辊缸国产化改造

宋英玲

(济南钢铁股份有限公司 装备部, 山东 济南 250101)

**摘要:**济钢宽厚板4300生产线四辊精轧机弯辊缸为进口设备,其备件价格高、供货周期长,为此,对备件实行国产化改造。通过分析工况环境及结构特点,对弯辊缸缸体、T型块、球面垫、摩擦板及衬板等均作了详尽要求。国产化备件完全符合技术要求,性能稳定,寿命与进口件相当,节约成本660万元。

**关键词:**宽厚板生产线;四辊精轧机;弯辊缸;国产化

中图分类号:TC333.52

文献标识码:B

文章编号:1004-4620(2012)01-0072-02

## 1 前言

济钢宽厚板4300生产线于2010年4月建成投产,双轧机布置,设计年产量180万t,精轧机、快速冷却、热矫直机、双边剪、冷矫直机等关键设备及其电气自动化系统引进西门子—奥地利钢铁联合集团(以下简称SVAI)技术。其中四辊精轧机配置有液压HGC、弯辊、窜辊功能,其弯辊缸是从SVAI公司成套引进的核心部件,是SVAI公司的专利产品,若订购备件,只能订购SVAI公司产品,而且价格非常高,供货周期较长,售后服务较差,因此进行国产化改造。

## 2 轧机弯辊缸应用概况

宽厚板4300生产线四辊精轧机是影响产品质量和品种开发的关键设备,其弯辊、窜辊和SMART-CROWN技术是济钢引进的核心技术。弯辊缸属于1套四活塞式液压缸,也是SVAI的高端产品,具有控制精度高、技术含量高、控制程序复杂、液压系统压力大(30 MPa)等技术特点。每个弯辊缸由4个独立的内置式液压缸和1个特制的T形导向块组成。每个液压缸活塞杆头部设计为球面铰接式连接,使弯辊缸能够承受多变载荷冲击。该部件固定于牌坊上,与工作辊紧密接触,长期处于多水、多氧化铁皮和高温环境下,承受较大的冲击负荷,损坏频率较高。该弯辊缸在机用1套四件,另采购了1套四件工程随机备件,全部是SVAI原装进口产品。根据济钢中厚板3500产线四辊精轧机工作辊平衡缸多年的使用经验和宽厚板4300产线四辊粗轧机平衡缸目前已损坏1件的情况,考虑到弯辊缸制造维修周期较长,因此最合理的储备数量是一用二备。经咨询鞍钢、宝钢、首钢等同类企业的管理经验,同

收稿日期:2011-10-31

作者简介:宋英玲,女,1970年生,1993年毕业于吉林冶金工业学校冶金机械专业。现为济钢装备部工程师,从事设备管理工作。

类型轧机在机和备用弯辊缸均采用原装进口产品,暂未进行国产化改造;常州力士乐、天津优瑞纳斯等国内知名的液压缸制造企业也没有同类型弯辊缸的制造业绩。从维护成本、制造周期、售后服务等角度综合考虑,济钢决定对该弯辊缸进行国产化技术改造。

## 3 弯辊缸国产化设计改造

1)工况环境分析。弯辊缸是四辊精轧机的关键部件,长期处于振动冲击剧烈、荷载多变、重载、高温、多水、多粉尘等恶劣的工况环境,因此国产化过程必须充分考虑工况环境,严格按照进口件技术参数进行研发。

2)弯辊缸技术特点分析。与常规的液压缸相比,该弯辊缸国产化存在如下技术难点:①结构复杂。以操作侧、出口弯辊缸为例,左侧面与轧机牌坊窗口配合;右侧面与工作辊轴承座配合;上活塞杆与上工作辊轴承座接触;下活塞杆与下工作辊轴承座接触;外侧面设计安装了专门的液压窜辊装置。既有工作辊的上下运动,也有沿长度方向的窜辊运动。每个弯辊缸均由4个独立的内置式液压缸和1个特制的T形导向块组成,活塞杆头部采用球面铰接结构,内部液压油路交错布置。一方面,弯辊缸要实现复杂结构的有效组装,很大程度上会降低自身强度和承载能力;另一方面,弯辊缸又要求具有足够的强度,以承受巨大的弯辊力和多变的载荷冲击,增加了弯辊缸设计、制造的难度。②荷载多变。该弯辊缸采用液压伺服系统控制,选用46#抗磨液压油,油温控制在 $(45 \pm 5)^\circ\text{C}$ ,油液清洁度达NAS5级,其系统压力根据轧制工艺需要的平衡和弯辊力不同,在7~31.5 MPa动态变化。③足够的弯辊承载能力。在满足复杂结构前提下,必须能够承受最大31.5 MPa的工作油压,考虑到轧制过程中的负载冲击,设计要求能够承受最大35 MPa的瞬间冲

击油压载荷。因此,对弯辊缸的材质、工艺要求极为严格。

3)国产化设计方案。首先熟悉SVAI提供的原理图,明确其工作原理,确保原有的技术性能参数和应用原理与在机用弯辊缸一致。其次进行解体测绘,精确测量零部件的尺寸和精度,以确保这些备件的机械安装配合尺寸、连接油口尺寸必须与在机用的部件完全一致。再结合现场工况条件,参照冶金重载液压缸技术标准和精品液压缸技术条件等国标和行业标准进行国产化设计,精心绘制出弯辊缸的原理图、总装配图和零部件图。一方面,弯辊缸作为工作辊平衡缸,使工作辊与支承辊紧密配合,防止打滑损伤辊面;另一方面,作为改善轧制能力和性能的弯辊缸,根据轧制成分、性能的不同,需随时调整和改变弯辊力的大小,进而控制和改善轧制钢板的板型,消除钢板应力集中造成的波浪、瓢曲等表面缺陷。弯辊缸位于上、下工作辊轴承座之间,直接承受较大的轧制冲击载荷、弯辊力、窜辊力和轧制弹跳负载,载荷复杂、多变。轧制不同成分、性能的钢板,窜辊在轧制道次间每一道次都需调整。其中,弯辊力和轧制弹跳负载为上下轴向负载,轧制冲击载荷为轧制方向径向冲击载荷,窜辊力为横向水平径向载荷。同时,国产化设计过程中还要重点考虑知识产权侵权问题。既要尊重原设计,又要在原设计的基础上保证原理相同、功能相同,但内部结构略有差异。

根据弯辊缸的特点,借鉴同类型设备国产化的经验,国产化改造方案主要包括以下几方面:1)弯辊缸缸体、T型块粗加工后采用退火处理工艺,材质要求屈服强度 $\geq 700$  MPa,抗拉强度 $880 \sim 1\ 180$  MPa,最小伸长率12%,轴向 $20\ ^\circ\text{C}$ 轴向最小冲击值

(上接第71页)为 $\phi 1\ 000$  mm 棱形胶面传动滚筒,增大了皮带与滚筒之间的摩擦力,减少了皮带打滑现象。在管带机机尾卷管段、机头展开段安装防雨棚,减少了随皮带进入皮带各驱动滚筒的雨水量,减小打滑的可能性;同时,在机头防雨棚区安装压缩空气管道,分段设喷头吹扫皮带,以加快雨水的蒸发,降低打滑的概率。

### 3 应用情况

采取系列改造措施后,管带机液压系统油压由偏高( $19 \sim 21$  MPa)趋于正常( $12 \sim 14.5$  MPa),月平均故障率由7.3%降低至0.6%,提高了管带机运行的稳定性。另外,管带机液压系统采用风冷的制冷方式,制冷效果差,夏季高温天气时,系统油温过高。

$18 \sim 30\ \text{J}/\text{cm}^2$ 。2)弯辊缸球面垫、调心杆球面和断头球面必须采用调质热处理工艺,硬度HRC 52~58,深度 $\geq 2$  mm,球面研磨接触面积 $\geq 75\%$ 。3)弯辊缸球面垫和端头抗拉强度 $\geq 1\ 150$  MPa,屈服强度 $\geq 1\ 050$  MPa,伸长率 $> 10\%$ ,冲击值 $> 60\ \text{J}/\text{cm}^2$ 。4)弯辊缸活塞及活塞杆调质处理,表面镀铬和镍,硬度 $\geq$  HRC 60。5)弯辊缸摩擦板及衬板必须为进口复合合金耐磨板CORC-g,复合合金耐磨层厚度为总厚度的25%,硬度为HRC 60~62,防水性能良好。6)弯辊缸所用的全部密封选用MERKEL、洪格尔、宝色霞板等原装进口产品。7)所有承压及受力焊缝全部进行超声波探伤,消除焊缝应力(最高达到90%以上),以提高焊缝疲劳强度。8)弯辊缸螺栓采用12.9级的高强度螺栓,力矩均匀预紧,可靠防松。除特殊说明外,所有螺纹连接均涂乐泰胶水243。9)弯辊缸装配必须干净,缸内不得残留任何加工铁屑、杂质,清洗油液清洁度检测要求达到NAS5级以上。

### 4 国产化改造应用效果

根据上述改造方案,济钢委托天津优瑞纳斯液压机械有限公司承制弯辊缸国产化技术改造,合同价格比进口产品降低48.5%,4件弯辊缸共降低成本660万元。国产化改造后的弯辊缸,机械安装配合尺寸、连接油口尺寸等与在机用的部件完全一致,与进口弯辊缸具备互换性。机械(物理)性能符合国产化改造设计的技术要求,达到了轧机要求的轧制能力和性能,进而很好地控制和改善了轧制钢板的板形。经过半年的使用实践证明,该弯辊缸完全符合现场技术要求,质量合格,性能稳定,寿命与进口件相当。

建议进一步对制冷系统进行改造,采用水冷方式进行制冷,以增强并稳定冷却效果。

#### 参考文献:

- [1] 机械设计手册编委会.机械设计手册(新版)[M].北京:机械工业出版社,2004.

