

铁路客车转向架构架组焊工艺研究

王子栋¹ 李靓怡² 张超² 沈洪娟¹

(1. 中车长春轨道客车股份有限公司工程技术部,130062,长春;

2. 中车长春轨道客车股份有限公司转向架技术部,130062,长春//第一作者,高级工程师)

摘 要 转向架构架作为铁路客车的重要承载部件,其质量直接关系到铁路行车安全。介绍了转向架构架横梁、侧梁、构架的组焊工艺,针对各工序间累计公差传递问题,提出横梁、侧梁、构架组焊工艺基准的优化方案,该优化方案可有效降低由制造误差以及人为操作带来的累计公差传递,进而达到提升构架尺寸精度的目的。

关键词 铁路客车;转向架;构架;组焊工艺;工艺基准

中图分类号 U270.6⁺4

DOI:10.16037/j.1007-869x.2020.02.032

Research on Assembling and Welding Process of Railway Passenger Vehicle Bogie Frame

WANG Zidong, LI Jingyi, ZHANG Chao, SHEN Hongjuan

Abstract As an important load-bearing component of railway passenger vehicle, bogie frame impacts directly on the railway operation safety with its quality. The assembling and welding process of bogie frame beam, side beam, frame were introduced. An optimization scheme of the assembling and welding process positioning base targeting the accumulated tolerance propagation problem along each procedure was proposed. The optimization scheme can effectively lower the manufacture error and accumulated tolerance propagation caused by human factor, so that the goal of improving frame dimension accuracy can be obtained.

Key words railway passenger vehicle; bogie; bogie frame; assembling and welding process; process positioning base

Author's address CRRC Changchun Railway Vehicles Co., Ltd., 130062, Changchun, China

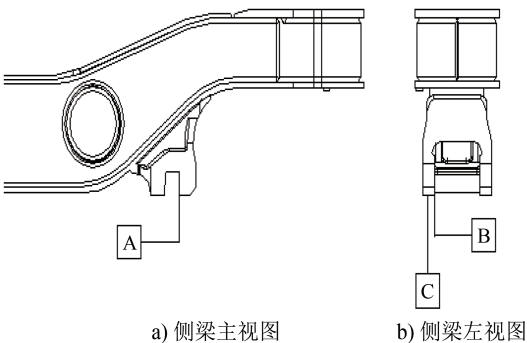
转向架对列车的快速、平稳运行起重要作用,而构架作为转向架核心的承载部件,其质量直接关系到列车的安全运行。因此,提升构架组焊精度及产品质量尤其重要。本文针对铁路客车构架组焊工艺进行分析研究,通过优化横梁、侧梁及构架的组焊工艺基准,达到提升构架制造精度的目的,使

其满足设计制造的公差要求。

铁路客车转向架构架是由侧梁、横梁通过插接形式连接构成的主体结构,构架合成后整体呈 H 型。横梁由两根无缝钢管利用箱型纵向梁连接构成主体,各吊座与钢管拼焊在一起最终构成横梁^[1]。

1 侧梁组焊工艺

侧梁结构如图 1 所示。侧梁主体是由钢板拼焊而成的箱体结构,其形状类似于“鸟翼”形,在“鸟翼”两端带有弹簧定位筒。



注: A、B、C 分别为侧梁在 x、y、z 轴的定位基准面

图 1 侧梁结构

1) 侧梁箱体组焊。主要完成侧梁盖板、立板、筋板的组对及焊接。内部焊缝采用人工焊接,外部焊缝由机械手焊接完成。箱体在焊接后将产生一定的扭曲及旁弯变形,导致侧梁的最初确定的工艺基准存在偏差。在此步工序产生的累计公差将会传递到下一道工序中,导致工件尺寸误差增大。

2) 侧梁调修。主要是为了消除前道工序产生的制造误差。在此工序,需要参考各部位的尺寸重新平衡出一个虚拟中心基准,并以此作为调修矫正的参考标准,将侧梁调修至最大程度满足原始尺寸要求的状态。侧梁调修方式采用火焰加热调修,并采用工装压紧装置进行辅助,以增加效果^[2]。

3) 侧梁组成组焊。经过调修矫形的侧梁通过均匀各部尺寸已经重新确定了新的中心基准,为了将此基准进行有效传递增加了侧梁组成组焊工序。将原工艺流程在构架工序组对的定位臂提前至侧梁工序,利用定位臂的各加工面作为后续侧梁新的工艺基准。此方案的优点在于定位臂为一个整体铸件,其尺寸稳定可靠不易变形,更利于工艺基准的传递及累计公差消除。

2 横梁组焊工艺

横梁结构如图 2 所示。横梁主体结构由两根横梁钢管通过纵向梁实现连接,横梁管上附带有牵引拉杆座、制动吊座等部件。

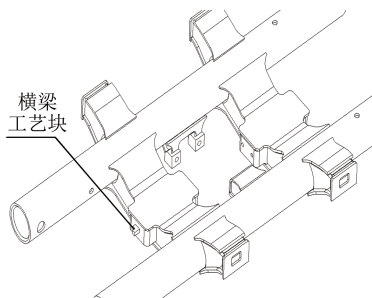


图 2 横梁结构

1) 横梁组焊。该工序主要完成横梁钢管与纵梁、各吊座的组对及焊接。组对工序时,利用工装在单侧分别定位两根横梁管,此时两根钢管的中心即为横梁的纵向中心,各吊座组对的中心均和此中心基准重合。当横梁焊接后横梁钢管延伸在纵梁外侧的部分将存在较大的弯曲变形,此时利用横梁钢管已很难精确定出横梁的中心,这样势必会产生一定的累计公差并传递到下道工序。为解决此问题,在横梁组对时,在纵向梁外侧预先增加一个工艺块,该工艺块利用工装定位组对并与纵向梁实现定位焊接。定位块所在的位置位于横梁中心且此处结构相对抗变形能力较强,在横梁整体焊接后此处的变形量可忽略不计。由工艺块确定的中心基准与最初工装组对时的基准可以保持一致,这样就可以有效消除累计公差的传递。

2) 横梁调修。该工序采用热调修方式对纵梁及横梁钢管进行加热,力争最大程度消除焊接过程中造成的扭曲及弯曲变形量。横梁调修时,工装定位点为上道工序预留的工艺块,在确定横梁中心后使用调修夹具对各尺寸进行校验。调修过程利用对纵向梁箱体的调修来矫正横梁扭曲变形,以及

通过对横梁管与纵向梁连接处的调修来矫正横梁钢管的弯曲变形使其满足图中公差要求^[3]。

3 构架组焊工艺

构架结构如图 3 所示。构架的主体由横梁、侧梁构成,其连接形式为插接结构,通过横梁管贯穿插入侧梁腹板(内、外),使二者实现装配连接。

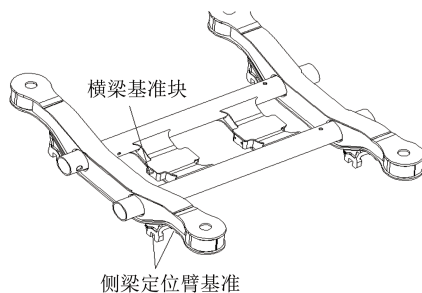


图 3 构架结构

1) 构架组焊。横梁、侧梁作为构成构架的主体部件,其组对基准及精度直接影响构架最终的尺寸。构架组对是利用工装首先对横梁进行定位,横梁定位利用辅助增加的 40 mm×40 mm 的工艺块进行定位;然后再分别定位两根侧梁,其定位基准使用侧梁定位臂基准面。这样构架组对时完全将横梁、侧梁之前的工艺基准实现统一,可最大程度减小累计公差传递^[4]。在先期生产阶段通过三维划线检测验证,其偏差均能控制在 1 mm 之内。

2) 构架划线和调修。构架合成后需要确定一个便于操作并且稳定的构架基准中心线,可利用横梁、侧梁的基准来确定虚拟中心并在构架下盖板边缘将其划出并刻打洋冲,以方便后道工序参考使用。构架可利用三维划线仪确定新的虚拟中心以及对各部件尺寸的检测,理论上此时横梁、侧梁上的各部件中心与构架是完全统一的,这样就大大降低了尺寸偏差的几率。通过构架生产验证,按照此工艺方法进行施工可有效保证构架各部位尺寸在图纸公差范围内。

4 结语

1) 工艺基准的确定必须考虑其可靠性、稳定性等因素,确保在工序流转过程中产生的制造误差对其影响最小,从而确保原始基准的保持。

2) 工艺基准的可延续性尤为重要,在整个工序的生产制造过程中始终采用唯一的基准,包括工装夹具的定位也始终固定利用同一基准来确定。这

(下转第 136 页)

对动应力时程数据信号做时频分析,结果如图 7 所示,图中颜色越深区域,代表动应力响应能量越大。由图 7 可见,动应力响应能量在运行速度 300 km/h 时达到最大值,对应频率为 597 Hz,转臂定位座在此高频激励下,发生共振,导致结构动应力突增。

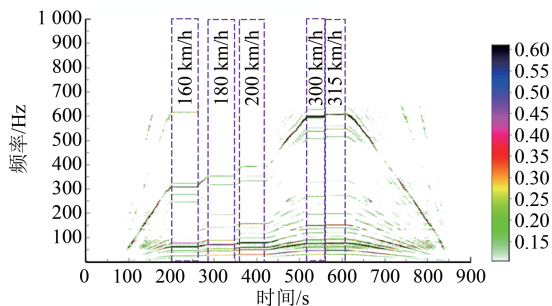


图 7 转臂定位座在高频激励下的动应力时频分析

基于动应力响应时程数据,计算转臂定位座在 160 km/h、180 km/h、200 km/h、300 km/h 和 315 km/h 5 个恒速运行工况下的疲劳等效应力,结果如图 8 所示。由图 8 可见,转臂定位座在 300 km/h 恒速下运行,等效应力为 66 MPa,达到基于标准台架试验评估结果 44.5 MPa 的 148%;在其他运行速度工况下,等效应力小于 40 MPa,接近或低于基于标准台架试验评估结果。

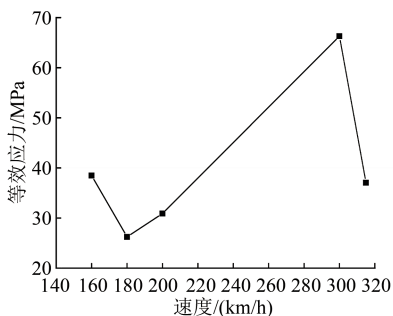


图 8 转臂定位座在高频激励下疲劳等效应力

综上所述,当车辆与线路状态良好,高速动车组在常规工况下运营时,基于标准的构架疲劳强度评估与实际情况吻合较好;但当运营工况存在高

频振动激励,如车轮存在显著多边形磨耗时,导致构架转臂定位座发生共振,使基于标准的疲劳强度评估存在风险。

4 结论

本文通过线路运维数据分析我国高速动车组运用状态,通过基于标准的构架疲劳强度仿真分析、基于标准的构架疲劳强度台架试验及转向架高频激励试验分析构架在不同运用工况下的疲劳强度,主要结论如下:

1) 高速动车组在常规运用条件下,基于标准的疲劳强度分析结果与实际运用情况比较吻合。

2) 在车轮多边形磨耗高频激励下,转向架的构架局部位置可能发生共振,导致疲劳等效应力增大,使基于标准的疲劳强度分析存在一定风险。基于既有标准的构架疲劳强度评估对模态应力的影响存在局限性。

3) 在结构设计过程中,应充分考虑高频振动工况,避免转向架的构架发生共振;在车辆运用过程中,应严格控制车轮磨耗状态,避免车轮显著多边形磨耗的发生。

参考文献

- [1] 严隽耄,傅茂海.车辆工程[M].北京:中国铁道出版社,2008.
- [2] 王伯铭.高速动车组总体及转向架[M].成都:西南交通大学出版社,2014.
- [3] UIC.移动动力装置—转向架和走行装置—转向架构架结构强度试验: UIC 615-4-2003[S].巴黎: UIC,2003.
- [4] CEN.铁路设施.轮辐和行走机构.转向架结构要求的规定方法: EN 13749-2011[S].布鲁塞尔: CEN,2011.
- [5] 周殿买,杨集友,徐彬.动车组车轮多边形机理分析[J].城市轨道交通研究,2017(2): 25.
- [6] 陈宇,刘志明.北京地铁受流器疲劳可靠性评估及改进研究[J].城市轨道交通研究,2013(7): 60.
- [7] 罗超勇,王勇,宋烽.高速动车转向架构架静强度及疲劳强度分析[J].机械工程与自动化,2014,32(6): 7.

(收稿日期:2019-08-25)

(上接第 132 页)

样可有效降低由制造误差以及人为操作带来的累计公差传递。

参考文献

- [1] 中国机械工业学会焊接学会.焊接手册: 焊接结构[M].3 卷.北京:机械工业出版社,2008.

- [2] 李占文,李树立.焊接结构变形控制和矫正[M].北京:化学工业出版社,2008.
- [3] 常力,宫平.转向架制造中焊接变形的矫正[J].电焊机,2011,41(11): 73.
- [4] 李颀怡,王子栋,张宇.利用定位臂实现构架组焊工艺基准统一的工艺方法: ZL 2016 1 0957123.3[P].2017-12-01.

(收稿日期:2019-08-25)