

学
术
交
流GCY300II 型轨道车转向架构架
强度分析与结构改进

李瑞霞, 齐双强

(宝鸡南车时代工程机械有限公司, 陕西 宝鸡 721003)



作者简介：李瑞霞（1962-），女，高级工程师，主要从事轨道车的机械开发工作。

摘 要：介绍了 GCY300II 型轨道车转向架构架结构特点，采用 TB/T 1335 — 1996 对该构架进行静强度仿真及动应力试验，并进行对比分析，验证仿真模型的正确性。就构架焊接工艺性差的问题提出结构改进方案，对比分析结构改进前后的静强度仿真计算结果。计算分析结果表明：结构改进前后的强度均满足铁标规范要求，改进方案更合理实用。

关键词：GCY300II 型轨道车；转向架构架；强度分析；结构改进

中图分类号：U216.61；U260.331 **文献标识码：**A **文章编号：**1000-128X(2012)04-0074-04

GCY300II Type Rail Car Bogie Frame Strength Analysis
and Structural Improvement

LI Rui-xia, QI Shuang-qiang

(Baoji CSR Times Engineering Machinery Co., Ltd., Baoji, Shaanxi 721003, China)

Abstract: GCY300II rail car bogie frame structural features were described. With TB/T 1335 — 1996, simulation framework for static strength and dynamic stress test were carried out, and correctness of the simulation model was verified by comparative analysis. Based above, structure improvement was proposed for poor welding on the frame, and static strength simulation results was compared before and after the improvement. The results showed that structural strength of bogie frame before and after improvement both met rail standards' requirement, but the improved was more reasonable and practical.

Key words: GCY300II type rail car; bogie frame; strength analysis; structural improvements

0 引言

构架是轨道车辆转向架最关键的零部件，也是转向架其他各零部件的安装基础，在车辆牵引运行中起传递牵引力、制动力、横向力及垂向力的作用。因此，转向架构架的可靠性对车辆的性能和安全性有很大影响，在轨道车辆的转向架设计中，有必要对构架进行强度分析，了解其应力、应变状态。

本文以 GCY300II 型转向架构架为研究对象，通过有限元与试验分析的方式分析构架静强度及车辆运行工况下的动应力，在此基础上改进构架局部结构，使其在满足规范要求的同时具有良好的焊接工艺性。

1 转向架构架原结构特点

转向架构架采用钢板与型钢组焊而成，为日字形

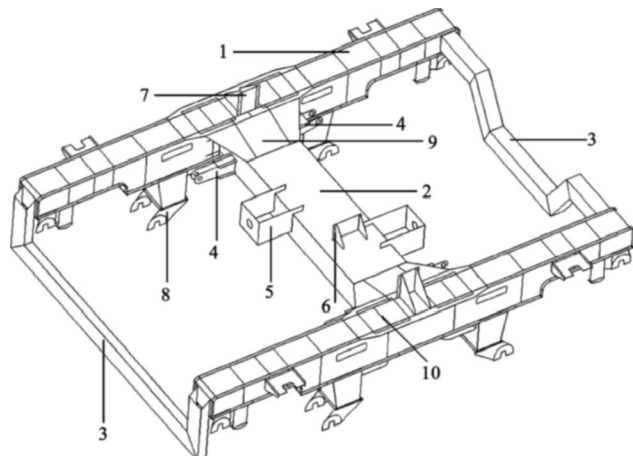
构架，由 2 根侧梁、1 根横梁和前、后端梁组成。为减轻重量、合理利用材料^[1]、降低生产成本，各梁均采用箱型结构或型钢，使用 Q235A 型材料。

左、右 2 根侧梁的结构相同，上、下盖板两侧厚为 12 mm，中部因装有旁承及横向止挡安装座，所以板厚为 16 mm，侧梁立板厚为 10 mm。侧梁拼焊时内部加有隔板。为保证轴箱上下拉杆的安装，侧梁设计成变截面，中部截面高为 308 mm，两端截面高 195 mm。为保证制动吊杆座和齿轮箱扭矩拉臂座的焊接强度，横梁采用壁厚为 12 mm 的 400 × 200 × 12 方钢，侧梁与横梁之间采用过渡板相连，增加连接面。横梁上还焊有横向减振器座。为避开钩缓装置和便于安装机车机感器，前端梁用 14b 槽钢制成下凹形。为避开传动轴，后端梁采用 125 × 100 × 9 方钢拼成下凹形。

左、右侧梁上盖板中有 4 个旁承安装座的固定孔，各旁承座中心在侧梁纵向中心线上，与侧梁下盖板上

收稿日期：2011-11-07

的轴箱弹簧座、轴箱拉杆座和牵引拐臂座的纵向中心线重合,以使转向架受到的纵向、垂向载荷均处于侧梁纵向中心线所在的平面内,从而使构架的其他各梁及其与侧梁对接焊缝基本上不承受附加载荷作用,改善了构架的受力状态。转向架构架结构如图1所示。



1——侧梁；2——横梁；3——前后不同的端梁；4——制动吊座；5——齿轮箱扭矩拉臂座；6——横向减振器座；7——横向止挡座；8——轴箱拉杆座；9——侧梁与横梁连接件（过渡板）；10——旁承座

图1 转向架构架结构图

2 构架原结构强度分析

2.1 构架原结构静强度仿真分析

2.1.1 构架原结构仿真模型的建立

建立构架有限元模型时,凡是对强度有贡献的结构,都予以考虑。由于构架基本为薄板焊接结构,因此采用壳单元对模型进行结构离散。模型共划分节点145 711个、网格147 506个,构架有限元模型见图2所示。

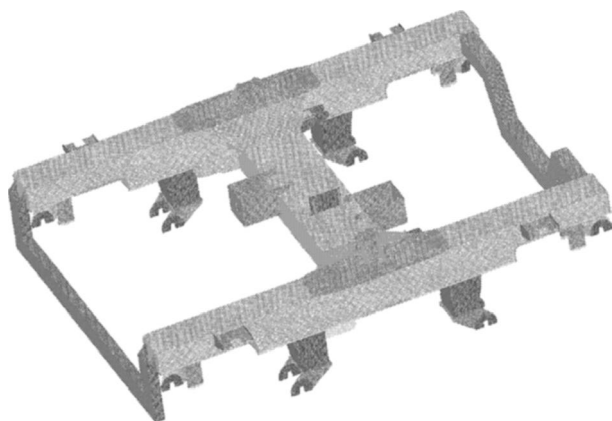


图2 转向架构架有限元模型

2.1.2 构架载荷与边界条件

依据参照TB/T 1335—1996《铁道车辆强度设计及试验鉴定规范》^[2]及该构架的实际受力情况,确定静强度评估的载荷工况。构架通过轴箱弹簧与轴箱相连,因此在构架轴箱弹簧支撑处施加三向弹性位移约束^[3-4]。构架加载载荷与加载位置见表1所示。

表1 转向架构架所受载荷与加载位置

加载工况	加载载荷/kN	加载位置
垂直静载荷	120	侧梁旁承座中心处
牵引载荷(纵向载荷)	26	齿轮箱扭矩拉臂座处
侧向载荷	120 × 10%	侧梁旁承座中心处
制动载荷	30	制动吊座处
轴箱拉杆载荷	25	轴箱拉杆座处
横向载荷	7.5	横向减振器座处

2.1.3 构架原结构静强度分析

构架材料的屈服极限为235 MPa,为使其满足运用强度要求,各关键部位的应力应均低于所选材质的许用应力132 MPa,转向架构架应力云图见图3所示。

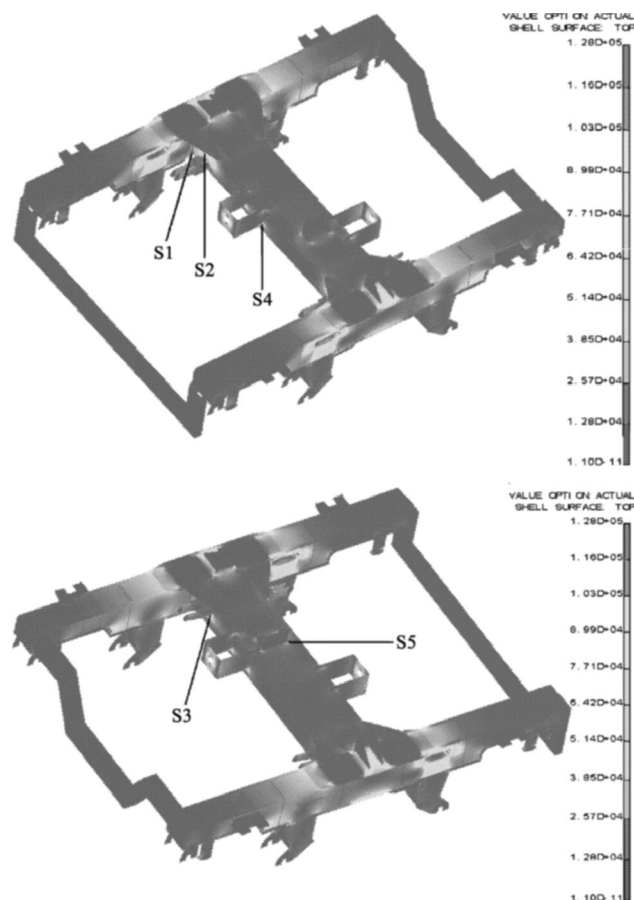


图3 转向架构架应力云图

从转向架构架应力分布云图可以看出:最大应力出现在横梁与制动吊座焊接处的测点S2处,应力值为128 MPa,未超过材料的许用应力值132 MPa,满足强度要求。

2.2 构架原结构仿真计算结果与动应力试验结果对比

构架动应力测试参照TB/T 1335—1996《铁道车辆强度设计及试验鉴定规范》进行。构架动应力试验测点共22个,测点处应变片贴法如图4所示。试验采样时,采用硬件滤波方式对采样信号进行抗混叠滤波,滤波频率为500 Hz。对采样后的信号数据序列使用截止频率100 Hz进行低通数字滤波^[5]。采用雨流计数法作为数据处理的计数方法^[6];在非对称循环交变应力

作用下,平均应力对结构疲劳强度有较大的影响,因此在计算应力谱时采用Goodman直线模型进行平均应力修正。



图4 动应力试验测点处应变片贴法

本文选取具有代表性的5个测点进行分析,位置见图3所示。构架动应力试验测点实测最大应力和等效应力幅值与仿真计算结果对比数据见表2所示。

表2 构架动应力试验测点实测最大应力和等效应力幅值与仿真计算结果对比

位置(编号)	仿真计算结果/MPa	最大动应力/MPa	相对误差	等效应力/MPa
横梁与侧梁焊接处(S1)	44.2	49.0	9.8%	57.5
横梁与制动吊座焊接处(S2)	128.0	109.1	17.3%	81.6
横梁与制动吊座焊接处(S3)	59.6	48.5	22.9%	44.1
横梁与齿轮箱扭矩拉臂座处(S4)	54.6	50.7	7.7%	34.5
横梁与横向减振器座焊接处(S5)	30.6	40.0	23.5%	70.5

由表2可知,各测点的实测最大应力均未超过测点处材料的许用应力,各测点的等效应力幅值均满足要求。最大应力出现在构架横梁与制动吊座焊接处的测点S2处。

由表2中数据对比分析可知,仿真计算值与实测最大动应力值均出现在测点S2处,其仿真计算误差为17.3%。测点S5的仿真计算误差最大,误差值为23.5%,测点S1的仿真计算误差最小,误差值为9.8%。

通过以上仿真结果与试验结果对比分析,验证了本文建立的仿真模型的相对正确性。

3 构架结构改进及静强度仿真分析

3.1 构架改进方案

构架侧梁与横梁组焊过程中,在侧梁与横梁用连接件(过渡板)焊接后,横梁产生焊接弯曲变形,需要进行横梁焊后调直处理,此项工作费工费力,也就是

结构焊接工艺性较差。因此,对构架进行了改进设计。其方法是将侧梁与横梁衔接处的过渡板舍去,采用加强角板来衔接侧梁与横梁,使其满足强度要求的同时降低焊接变形,提高焊接工艺性。

具体改进方案:将侧梁与横梁衔接处的过渡板舍去,在侧梁与横梁衔接处焊接厚为10 mm的加强角板,共4侧、一侧2个。焊接加强角板位置为自横梁上平面30 mm处1个、160 mm处1个。构架原结构和改进结构中侧梁与横梁衔接方式对比如图5所示。

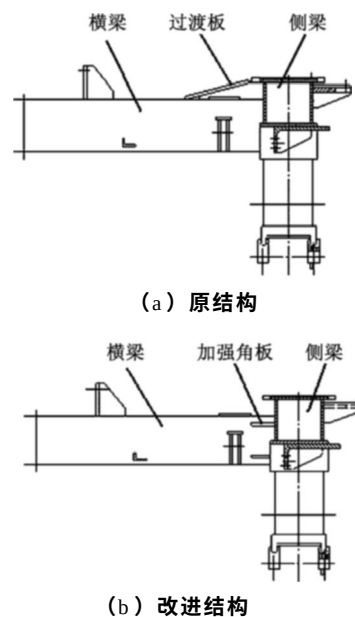


图5 构架原结构和改进结构中侧梁与横梁衔接方式对比

3.2 构架改进结构静强度仿真结果

在相同载荷及约束条件的基础上,对改进后的构架进行强度计算。改进结构强度仿真结果见图6所示。

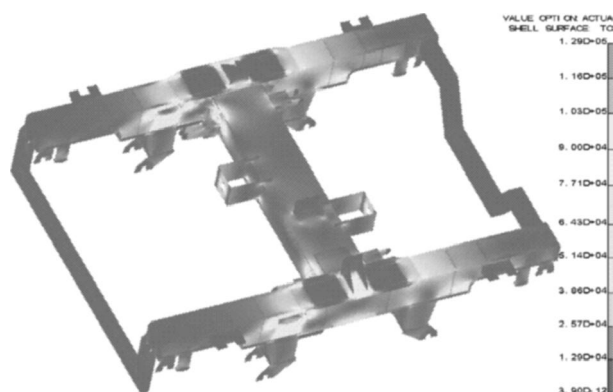


图6 构架改进结构应力云图

从转向架构架应力分布云图可以看出:最大应力出现在横梁与制动吊座焊接处的测点S2处,应力值为129 MPa,未超过材料的许用应力值132 MPa,满足强度要求。

3.3 结构改进前后仿真计算结果对比

转向架构架改进前后仿真计算结果对比数据见表3所示。

表3 结构改进前后仿真计算结果对比

位置 (编号)	原结构 应力 /MPa	改进结构 应力 /MPa
横梁与侧梁焊接处(S1)	44.2	42.4
横梁与制动吊座焊接处(S2)	128.0	129.0
横梁与制动吊座焊接处(S3)	59.6	58.5
横梁与牵引拉杆座焊接处(S4)	54.6	59.1
横梁与横向减振器座焊接处(S5)	30.6	30.7

由表3可知,各测试点的应力均未超过测点处材料的许用应力,最大应力出现在构架横梁与制动吊座焊接处的测点S2处。结构改进前后仿真计算结果相差不大。

对比结构改进前后的应力分布(对比图3和图5)可知,应力分布基本相同。

综上所述,结构改进前后的应力分布与数值基本相同或相差不大,且改进结构满足强度要求。也就是在满足强度要求的同时,改进方案解决了构架焊接变形的问题,提高了焊接工艺性。

4 结语

GCY300II型轨道车是宝鸡南车时代工程机械有限公司开发的一种工程用车,所配属的转向架已通过正线动力学及强度试验,满足速度为120 km/h的运用需

要及强度要求。因其工艺简单、制造成本低,将作为基础型转向架应用于宝鸡南车时代工程机械有限公司生产的GS系列轨道车、GCY系列轨道车、DAS系列作业车上。

转向架构架原结构静强度仿真计算结果与动应力试验结果均没有超过TB/T 1335—1996《铁道车辆强度设计及试验鉴定规范》规定的许用应力值,满足强度要求。

改进方案有利于构架结构简单化,便于组织管理,可批量化生产。

参考文献:

- [1] 王学明,金晶,宋年武. 机车转向架技术[M]. 成都:西南交通大学出版社,2009.
- [2] TB/T 1335—1996,铁道车辆强度设计及试验鉴定规范[S].
- [3] 时慧焯. 基于测试结果的客车转向架抗疲劳设计[D]. 大连:大连交通大学,2006.
- [4] 毕经全,许善超. 铁路货车三轴转向架焊接构架结构优化分析[J]. 铁道车辆,2011,49(3):11-15.
- [5] 赵少汴,王忠保. 抗疲劳设计—方法与数据[M]. 北京:机械工业出版社,1997.

(本篇文章为南车株洲电力机车研究所有限公司2011年度学术交流论文)

(上接第65页)

2.6 显示器其他故障

触摸屏不灵或不准,有的是接线松动引起,有的是DOM内部设定坐标文件与该显示器不匹配,系统重装后会引坐标失效,重新设定匹配的坐标文件覆盖DOM内部的坐标文件后会恢复正常。

3 结语

综上故障分析,显示器故障主要原因是:显示器在制造过程中使用的元器件质量不高;板件没有做绝缘处理,使管脚容易氧化;焊接的质量一般,特别是焊接时采用的焊锡质量一般,容易氧化变硬,造成虚焊等。显示器为地铁车辆关键部件,因此,提高显示器维修技能很有必要,但是由于显示器故障率偏高,且批量出现,对车辆正线运营质量影响较大。笔者结合广

州地铁车辆运营环境,提出如下建议:①对于显示器采用的元器件质量不高,如焊锡容易硬化、虚焊等故障,局部维修又无法保证其工作的可靠性时,为保证地铁车辆良好的状态,可考虑车辆大修时更换该批显示器。②后续采购时,必须对厂家质量多加控制,采用质量上乘的元器件;优化制造工艺、焊接工艺等,以保证设备正常工作。

参考文献:

- [1] BS EN 50155-2007,Railway applications-Electronic equipment used on rolling stock [S].
- [2] 许可. 电子元器件产生虚焊的原因及对策[J]. 江苏航空,2011(2):47-48.
- [3] 张少锋. 广州地铁1号线列车故障显示器国产化研制[J]. 电力机车与城轨车辆,2006(1):15-16.