

学
术
交
流

一种转臂定位节点的结构改进

林立钊^{1,2}, 曾繁盛², 张春良²

(1. 西南交通大学 机械工程学院, 四川 成都 610031;

2. 株洲时代新材料科技股份有限公司 弹性元件事业本部, 湖南 株洲 412007)



作者简介：林立钊（1975-），男，工程师，主要从事轨道车辆用橡胶减振元件的研究开发。

摘 要：针对一种钢簧侧置式转臂定位节点结构复杂、使用寿命短的问题进行分析，提出了一种结构更简单、使用寿命更长的结构。样机试制、型式试验和运用结果表明，该种新结构确实能更好地满足使用要求。

关键词：转臂式轴箱定位；定位节点；定位刚度；钢簧侧置；橡胶弹性元件；机车转向架；动力学性能

中图分类号：U260.331⁺.7

文献标识码：A

文章编号：1000-128X(2012)04-0068-03

Structural Improvements of Rotary Arm Positioning Bush

LIN Li-dian^{1,2}, ZENG Fan-sheng², ZHANG Chun-liang²

(1. School of Mechanical Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu, Sichuan 610031, China;

2. Elastomeric Components Division, Zhuzhou Times New Material Technology Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan 412007, China)

Abstract: Aiming at the features of side-placed steel spring rotary arm positioning bush with complex structure and short life, a simpler and longer-used structure was proposed. Prototype manufacture, type test and application showed that the new structure satisfy the practical requirement better.

Key words: rotary-arm axle box positioning; positioning bush; positioning stiffness; side-placed steel spring; elastomeric component; locomotive bogie; dynamic performance

0 引言

转臂式轴箱定位在轨道车辆上应用广泛，具有结构简单、更换方便、纵横向刚度稳定可靠的优点，通过调整轴箱纵、横向参数，可以实现对转向架动力学性能的调节，有利于转向架模块化设计和新转向架的试制。而用于转臂定位的橡胶定位节点，是保证轴箱纵、横向参数的重要橡胶弹性元件。本文介绍了一种用于机车的转臂节点的改进过程。

1 轴箱转臂定位的形式及对节点的影响

按照钢弹簧所处位置的不同，轴箱转臂定位的形式可分为2种：钢弹簧顶置式和钢弹簧侧置式。如图1所示为钢弹簧顶置式。由图可知，由于钢弹簧位于轴箱的正上方，因而由构架传递下来的垂向载荷主要由钢弹簧承受，转臂定位节点主要承受纵横向载荷以及偏转、扭转和轴向等位移。图2所示为钢弹簧侧置式。

由图可知，由于钢弹簧位于轴箱的侧面而非顶面，由构架传递下来的垂向载荷由钢弹簧与节点共同承担，因而钢弹簧侧置式的转臂节点相比于钢弹簧顶置式转臂节点其运用工况要恶劣得多。本文所述转臂节点即为运用于如图2所示的机车转向架的钢弹簧侧置式转臂定位结构。

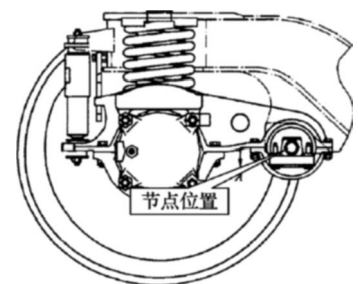


图1 钢簧顶置式转臂定位

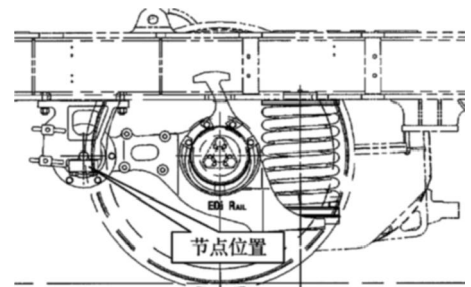


图2 钢簧侧置式转臂定位

收稿日期：2012-03-16

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2 旧定位节点的结构及使用工况

如图3所示为旧转臂节点组成的装配示意图。2个转臂节点3并排压装于转臂1端部的安装孔内,节点内部压装有1根芯轴4,该芯轴4与构架6相联。2个转臂节点主要传递转臂与构架之间垂向与纵向的载荷,转臂与构架间的横向载荷则通过芯轴与两端端盖之间的橡胶垫来承担,因此节点承受的载荷主要是垂向与纵向载荷。

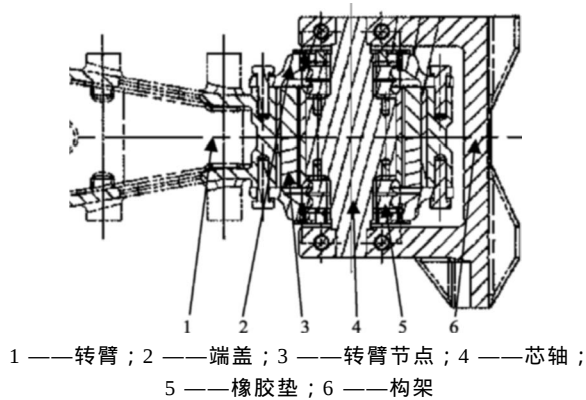


图3 旧转臂节点结构

图4为单个节点的结构,节点主要由金属外套、橡胶层、金属内套组成。金属外套割成4瓣,分别有橡胶与内套连接。在垂向方向上的橡胶起承载垂向载荷作用,在纵向方向上橡胶主要起连接内外套作用。纵向力的传递主要靠外套上的金属止挡与内套接触来承担。如表1所示为单个节点垂向与纵向所受的载荷及在该方向上的刚度性能的参数。

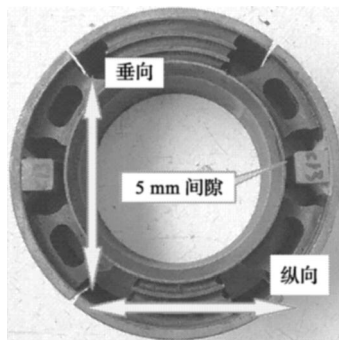


图4 旧转臂节点

表1 单个节点所受的载荷及刚度性能参数

载荷方向	刚度/ $\text{kN} \cdot \text{mm}^{-1}$	最大载荷/ kN	位移/ mm
垂向	14	23	1.64
纵向	1	25	25

3 旧定位节点组成的缺点

旧定位节点组成的缺点主要有结构复杂、性能参数不合理、使用寿命短等。

3.1 结构复杂

从图3可知旧转臂节点组成结构复杂,零件繁多,包含了2个节点、2个橡胶垫、芯轴、端盖以及大量的螺栓紧固件,这样大大增加了安装维护成本,同时也增加了潜在失效点。因此从结构简化这个角度考虑,有必要对节点组成的结构进行简化。

3.2 性能参数不合理

节点的纵向刚度只有 1 kN/mm ,而最大牵引载荷达

到了 25 kN ,因此理论上在牵引载荷的作用下,纵向挠度可达到 25 mm 。从图4可知,节点在纵向方向的挡块间隙只有 5 mm ,因此在机车运行过程中金属外套与金属内套很容易就处于贴合状态,这样节点在纵向方向就失去了弹性减振作用。同时,垂向方向金属外套与内套间也有相对运动,造成挡块与金属内套的摩擦。因此有必要对纵向刚度及产品结构进行优化。

3.3 使用寿命短

旧转臂节点的使用周期很短,基本上是半年左右就破坏了,破坏情况如图5所示,主要表现为如下几点:

金属止挡和芯轴严重磨损,止挡和间隙由设计的 5 mm 扩大到 $7 \sim 8 \text{ mm}$,铁屑积累在组件内;

金属止挡位置橡胶出现破坏,原因为金属挡块与两侧橡胶块干涉;

球铰下部橡胶出现破坏和变形,部分粘接位置出现开裂,原因为节点承受垂向载荷,而该节点橡胶承载部分面积过小,胶层太薄,导致应力应变很大,橡胶出现破坏。

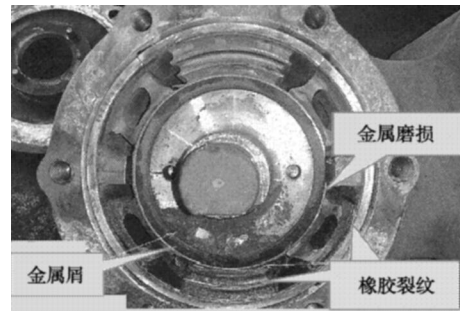


图5 旧节点破坏情况

4 定位节点的改进

根据存在的问题,时代新材与主机厂一起从产品的性能参数及产品结构两方面同时进行了改进。

4.1 性能参数的优化

主机厂通过动力学计算对参数进行了调整,调整后的性能要求如表2所示。从表可知,改进后提高了垂向与纵向刚度,内套与外套金属部件的相对位移减小,橡胶的变形小,对提高节点的使用寿命有帮助。

表2 调整后单个节点所受的载荷及刚度性能参数

载荷方向	刚度/ $\text{kN} \cdot \text{mm}^{-1}$	载荷/ kN	位移/ mm
垂向	21	23	1.10
纵向	12	25	2.08

4.2 结节点组成的结构优化

1) 总体结构优化

优化后的总体结构如图6所示。新结构用2个改进后的节点取代了原结构的2个节点和2个橡胶垫,转臂与构架间的垂向、纵向和横向的力都由节点承担,节点与芯轴的压装由时代新材完成,压装完成后作为一个整体提供给使用单位,免去了主机厂及维修单位的

大量安装工作。这样改进后的节点组成结构大大简化,既降低了成本又减少了产生失效的风险点。

2) 节点的优化

优化后节点如图7所示。优化主要包括以下几个方面:

通过改变橡胶及金属的形状,使其能够承受垂向、纵向及轴向的载荷;

增加垂向承载橡胶的面积,并增加橡胶的胶层厚度,以降低橡胶的应力应变;

金属外套由四瓣形式改为整体形式,这样金属外套与转臂内孔的配合改为过盈配合,保证节点不产生滑动;

取消纵向方向上的金属止挡,避免产生金属之间的磨擦以及对周边橡胶的破坏。

5 改进效果

为了验证改进效果,对新老结构的节点进行了有限元分析对比,并对新转臂节点进行了疲劳试验及装车考核。

5.1 有限元分析对比

表3为新老结构在最大垂向力作用下的应力应变情况对比。从对比结果可知,新结构在应力应变方面要明显优于老结构,因此预期的使用寿命要优于老结构。

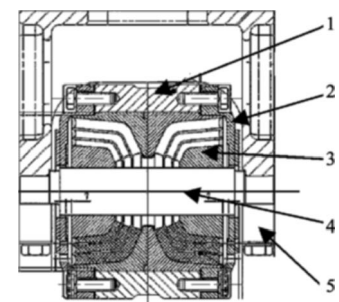


图6 改进后的节点组成

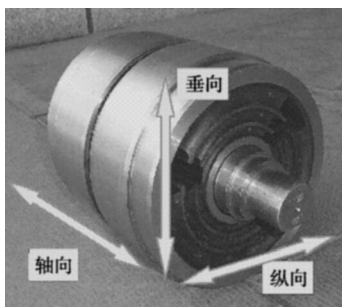


图7 改进后的转臂节点

表3 新老结构有限元分析结果对比

结构	应力 /MPa	应变
老结构	6.7	1.25
新结构	3.4	0.76

5.2 疲劳试验情况

为了预测新结构的使用寿命,对其进行了疲劳试验。试验条件如表4所示,完成疲劳试验后的产品完好,表面没有明显裂纹(见图8)。

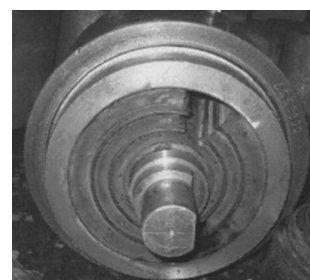


图8 疲劳试验后的转臂节点

表4 转臂节点疲劳试验条件

垂向预加载 / kN	疲劳条件	次数
34	纵向 ± 5 mm	1 000 000
34	垂向 ± 16 kN, 同时扭转 $\pm 6^\circ$	5 000 000

5.3 装车考核情况

改进后的节点已装车运行将近2年,运用单位反馈情况良好,相比老结构半年不到就需更换,其使用寿命确实有了极大的提高。

6 结论

通过以上对新老结构节点的分析试验及实际运用情况的对比,可以得出以下结论:

改进后的转臂节点结构更合理,使用寿命更长。

改进后的转臂节点组成结构更简单,维护更简便,成本更低。

参考文献:

- [1] 姚远,张红军,罗赟. 转臂轴箱定位节点位置对机车动力学性能影响分析[J]. 机车电传动, 2007(3): 27-29.
- [2] 王永冠,卜继玲,刘建勋. 轴箱转臂定位方式对弹性节点的影响[J]. 铁道车辆, 2009(11).

(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67页)

营维保全过程采取有效的措施,最大限度降低了设备故障发生概率,提高了FAS系统可靠性,切实保障了地铁运营安全。

参考文献:

- [1] 张文昱. 风险矩阵方法和模糊风险矩阵方法的若干拓展及其在应急管理评估中的应用[R]. 武汉: 中国科学院科技政策与管理科学研究所, 2010.
- [2] EN50126-1999, 应用于铁路的可靠性、可使用性、可维修

性、安全性(RAMS)规范及验证[S]

- [3] 黄宏伟,叶永峰,胡群芳. 地铁运营安全风险管理现状分析[J]. 中国安全科学学报, 2008, 18(7).
- [4] 章扬,陈辉,田源. 地铁综合监控系统的可靠性、可用性、可维修性、安全性设计[J]. 城市轨道交通研究, 2009(4).
- [5] 魏晓东. 城市轨道交通自动化系统与技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [6] 王海燕,郭晓蒙. 地铁火灾自动报警系统探讨[J]. 消防科学与技术, 2010, 29(3).