

CW-2 轴箱节点的结构改进

张春良, 黄友剑, 唐先贺

(株洲时代新材料科技股份有限公司, 湖南 株洲 412007)

摘要: 详细介绍了原 CW-2 轴箱节点的结构特点及其存在的缺陷, 通过探讨几种先进球铰的结构特性, 提出了改进 CW-2 轴箱节点的思路及原理, 通过有限元分析, 确定了新结构。刚度及疲劳试验结果表明, 新结构轴箱节点能够满足刚度设计及疲劳试验要求。

关键词: 轴箱节点; 结构改进; 有限元分析; 疲劳试验

CW-2 轴箱节点是株洲时代新材料科技股份有限公司开发的一种典型球铰, 用于长春客车厂生产的 CW-2 型客车转向架的轴箱部位, 是此型客车转向架上一个非常重要的弹性元件, 起传递牵引载荷作用, 同时承受 $1/3$ 的车体载荷。由于最初的产品设计不合理, 产品在使用过程中疲劳寿命达不到使用要求, 因此对该产品进行了重新研发。

1 原 CW-2 轴箱节点的结构及性能

CW-2 轴箱节点(见图 1)是一种典型的橡胶-金属复合球铰类产品, 由三瓣外套、芯轴和橡胶经硫化形成一个整体。根据设计, 硫化成型后的外套直径比其安装孔径稍大, 当节点压入安装孔后, 三瓣外套将压缩为一个整体, 其直径和安装孔相同, 因而橡胶也得到了预压缩, 从而延长了节点的使用寿命。

1.1 性能特点

CW-2 轴箱节点的技术要求为: 径向刚度 $9 \text{ kN} \cdot \text{mm}^{-1}$, 轴向刚度 $3 \text{ kN} \cdot \text{mm}^{-1}$, 成品的径

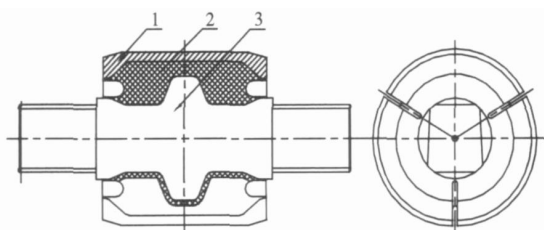
向/轴向刚度比接近 $3:1$ 。

结构特点为: 产品的芯轴和外套都存在非常明显的截面突变, 芯轴的中部突出一块形如驼峰的部位, 而外套两端的直径也比中间部位小得多。此种设计的目的是, 节点在承受轴向载荷时, 尽可能减少圆周区域内橡胶的剪切, 而使橡胶具有一定压缩变形, 从而增大轴向刚度; 同时, 两端区域的胶层设计得非常厚, 是为了适当减小径向刚度, 以实现径、轴两方向的刚度匹配。

1.2 结构缺陷

CW-2 轴箱节点的上述结构虽然在一定程度满足了刚度匹配, 但由此也使得产品的疲劳寿命受到影响, 特别是产品的局部区域不利于延长产品的疲劳寿命, 产品的三瓣外套和芯轴的结构突变, 橡胶层的厚度不均匀, 使得产品应力集中非常明显。产品在实际使用过程中的破坏形式充分地证明了产品的结构缺陷。

由于截面的突变, 导致该节点中部橡胶的厚度比两端小得多, 如图 2 中 A 尺寸远小于 B 尺寸。而正是因为中部橡胶层较薄, 这一部分橡胶



1—外套; 2—橡胶 3—芯轴。

图 1 CW-2 轴箱节点结构简图

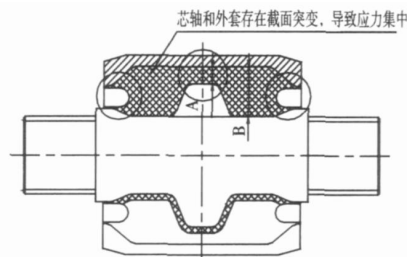


图 2 CW-2 轴箱节点结构缺陷

对整个产品的径向刚度的贡献比较大,而相对该节点的外形尺寸来说,其要求的径向刚度又是比较小的,因而导致了只有采用硬度非常低的(邵尔 A 型硬度 50 度左右)橡胶才有可能满足如此小的径向刚度,而硬度的降低,往往会牺牲橡胶材料的其它性能,如强度、耐热性能等,这对于疲劳性能的影响是致命的。

2 结构的改进思路

从 2002 年起,一种从国外进口的转臂节点(如图 3 所示)被用于国内某型号的高速客车转向架,其与 CW-2 轴箱节点装配部位及用途比较类似。区别是, CW-2 轴箱节点需承受一部分垂向载荷,而进口转臂节点不承受此垂向载荷。

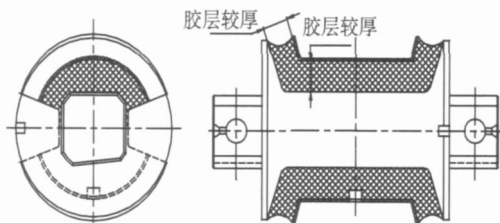


图 3 四方厂 270 km 高速车定位节点结构

进口转臂节点的结构特点:在产品外形尺寸相对较大的情况下,能实现非常小的径向、轴向刚度和刚度比(小于 5 : 1);芯轴和外套均设计成内凹型(在保证芯轴强度的前提下),以充分利用空间,橡胶层设计得比较厚,以减小橡胶应变,提高疲劳性能;由于橡胶层较厚,故在达到同样刚度的条件下,可以采用硬度较高的橡胶材料,提高了橡胶的强度、耐热等性能,从而提高了产品的疲劳性能。

与 CW-2 轴箱节点结构相比,在实现较小径向/轴向刚度比时,能设计出厚度均匀、结构流畅的橡胶型面,极大的减少了应力集中的现象,从而延长了疲劳寿命。从 2002 年至今,由进口转臂节点的结构引伸出 2 种类似结构的产品,且都采用外套径向预压缩,基本能实现小到 5 : 1 的径向/轴向刚度比(见图 4 和 5)。

3 CW-2 轴箱节点的结构改进及分析

3.1 结构改进

CW-2 轴箱节点结构改进的主要目的是,在满足产品技术参数的前提下,尽可能延长疲劳寿命。但考虑到该节点须承受一部分车体的垂向载

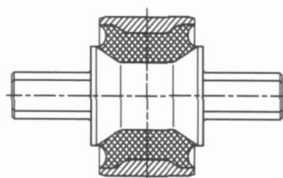
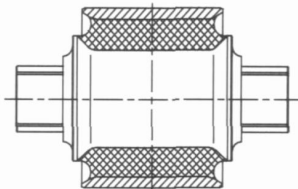


图 4 国内某主机厂出口巴基斯坦守车弹性球铰结构



荷,因此若能适当提高节点的垂向刚度,将对其疲劳寿命产生积极的影响。为此,我们提请西南交大重新进行动力学计算,希望将该产品的垂向刚度提高到 $20 \text{ kN} \cdot \text{mm}^{-1}$,以提高产品的疲劳性能。最后将技术要求改为垂向刚度 : 纵向刚度 : 横向刚度 = 20 : 9 : 3。

参考以上 3 种内凹式球铰结构,我们制定了如图 6 的结构改进方案。只要通过在橡胶部分挖孔,以降低纵向刚度到 $9 \text{ kN} \cdot \text{mm}^{-1}$, 20 : 9 : 3 的刚度比就可能实现。

3.2 新老结构的有限元分析

为研究新老两种结构的受力状况,对其进行有限元计算分析,分析内容包括垂向、纵向、轴向的受力分析,新老结构在垂向载荷下的应变分布

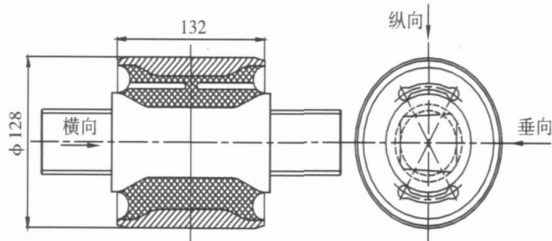


图 6 CW-2 轴箱定位节点新结构

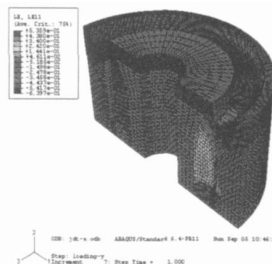


图 7 新结构应变云图

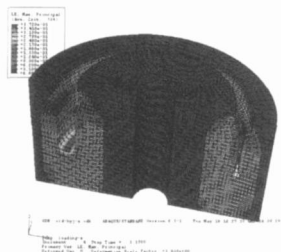


图 8 老结构应变云图

表 1 新老结构的应变大小比较

结构	预压应变	轴向应变	纵向应变
老结构	0.29	0.68	0.85
新结构	0.18	0.25	0.53

根据有限元分析结果,新结构比老结构在预压、轴向、纵向 3 个方向承载下的应变要小(见表 1),表明新结构要比老结构承载性能要好。

4 改进前后产品的试验结果对比

根据试验,产品垂向、纵向、轴向的静刚度比为 21.9 : 9.9 : 2.8,基本达到了设计预期目的。

为验证产品的疲劳性能,新产品与老产品进行了同等条件的对比试验,试验条件与试验结果见表 2。根据试验结果可以得出,新结构的疲劳性能已远远超过老结构产品,此次结构改进是成功的。

表 2 疲劳试验结果对比

新结构	进程	试验条件	老结构
垂向试验			
阶段 1	50±15 kN, 50 万次, 6~8 Hz	完好	完好
阶段 2	50±22 kN, 50 万次, 6~8 Hz	完好	完好
阶段 3	50±27 kN, 60 万次, 6~8 Hz	完好	完好
阶段 4	50±27 kN, 50 万次, 6~8 Hz	完好	完好
阶段 5	50±32 kN, 50 万次, 6~8 Hz	破坏	完好
纵向试验			
阶段 1	20±15kN, 50 万次, 6~8 Hz		完好
阶段 2	25±20 kN, 50 万次, 6~8 Hz		完好
阶段 3	30±25 kN, 50 万次, 6~8 Hz		完好

5 结语

经过结构改进后的产品,3 个方向刚度能够满足设计要求,疲劳性能得到大幅度改善,能够满足设计要求。这种结构产品特别适用于径向、轴向刚度及其比值要求均较小的工况下使用。

参考文献:略

普立万公司推出新型高性能热塑性弹性体

普立万公司下属的高性能热塑性弹性体(TPE)专业供应商吉力士公司(GLS Corp)推出了新一代 TPE 技术以及 3 种新产品。

新推出的 DYNALLOY 热塑性弹性体合金是以陶氏化学公司的 INFUSE™ 烯烃嵌段共聚物为基础,为客户度身定做的注塑级以及吹塑级 TPE 合金。该产品具有出色的着色性、流动性和弹性,更符合人体工程学的要求,是吉力士和普立万成长中固定研制材料的重要补充,在单次模塑和二次成型生产上具有极大的潜力,能为客户提供 TPE 前所未有的性能。

针对美国和欧盟近来分别制定的有关玩具和儿童用品对邻苯二甲酸盐类增塑剂的限令,吉力士推出了不含邻苯二甲酸增塑剂的新型 TPE 产品——VERSAFLEX™ CL E95。该产品透明性好,硬度低,低温适应性出色,萃取物含量低,具有杀菌能力,符合美国食品和药品管理局对食品药品包装、运输系统的要求,可广泛应用于各种包装材料。同时,为让电子电气类产品以及汽车设备制造商更好地遵守健康、环保和其他领域内日益严格的法规要求,针对电线电缆、电子电气产品生产特点,吉力士特别推出了不含卤素的 On-Flex™-S HF FR TPE-S 复合材料。

以上 3 种产品都会在中国生产。2008 年 1 月被普立万公司收购后,吉力士可借助普立万的销售渠道,通过双方的技术共享,更快地将新型 TPE 产品投向市场。

钱伯章

凯撒轮胎充氮系统

美国凯撒(Kaeser)压缩机公司提供一种商品名为“Ultrafill 99+”的高纯氮轮胎充气系统,为汽车和轮胎市场服务。该公司声称这种设备可提供最高纯度氮气和最小空气含量,可任意控制氮气和空气的比例。即便在氮气纯度 99.5 %的条件下,轮胎的充气时间也比较短。同时,这种设备也配备氮气纯度监控器,可为客户提供充气质量保证。

郭 轶