

城市轨道交通

天津地铁2号线车辆 钩缓装置异响分析

阳 俊¹, 问增杰², 李庆国², 王莉娜²

(1.天津市地下铁道运营有限公司,天津 300222; 2.中国北车天津机车轨道交通装备有限责任公司,天津 300232)

摘 要: 针对天津地铁2号线车辆钩缓装置异响现状,进行了异响严重车钩拆解试验、车钩运动部件测试试验以及轴承换装对比试验,分析出异响产生原因,并结合整车试验和正线跟踪使用状态,得出橡胶轴承的更换能有效地缓解车钩异响,且性能较为稳定。

关键词: 钩缓装置; 异响; 橡胶轴承; 对比试验; 天津地铁
中图分类号: U260.34; U231 **文献标识码:** B
文章编号: 1000-128X(2014)03-0081-02

2012年天津地铁2、3号线相继开通,标志着天津地铁联网化运营已初步形成。随着运行公里数的增加,地铁车辆各大部件的磨损逐步加剧。而作为连挂车体、传递力以及平缓冲击的核心部件钩缓装置在正线运营时暴露出来的异响问题显得尤为突出,尤其天津地铁2号线全线贯通后载客量的增加更是加剧了异响程度。这不仅增加了地铁车辆正线运营噪声,而且存在重大安全隐患。

1 钩缓装置异响现状

2012年11月第1次接报2126车下有异响,收车回库进行车下查看未发现明显异常,次日安排试车线试车,经过仔细排查,初步分析得出异响极有可能产生自5-6车端面钩缓装置,以冲击响声为主。半月后再次接报乘客以地铁车辆异响过大影响安全为由对218车的投诉1次,回库后车下检查及在试车线试车发现与212车现象类似,均为钩缓装置异响。通过218车试车结果显示,1-2端面、5-6端面均有异响,且5-6端面较为严重。

钩缓装置的主要作用是减小城轨车辆在正线运行中由于牵引力的变化或在启动、制动及调车挂钩时机车车辆相互碰撞而引起的冲击和振动,从而减小机车车辆结构的破损,以提高列车运行的平稳舒适性^[1]。然而,来自钩缓装置明显的冲击异响表明可能钩缓装置的缓解冲击功能局部失效。为此,天津地铁2号线维修基地对全部车辆进行正线跟车普查,结果显示总数23列地铁车辆在ATO和NRM 2种模式下均存在不同程度的异响,异响主要为冲击和咬合2种类型,且钩缓装置异响主要集中在地铁车辆半永久车钩1-2端面

收稿日期: 2013-12-09

和5-6端面,个别较为严重的车次车辆其他端面也存在不同程度异响。

2 钩缓装置异响试验分析

针对天津地铁2号线钩缓装置异响问题,天津地铁2号线检修基地、主机厂和车钩厂家共同成立了问题分析小组,结合车钩结构中的可能产生异响的运动部件进行逐一排查。

为详细分析出此次大范围车钩异响是否与车钩内部结构在正常使用过程中的异常磨损或损伤有关,将异响严重车钩拆下,发回厂家进行内部结构拆解试验。

如图1所示,通过对车钩内部结构的拆解,各系统零部件(半永久车钩的安装座、钩尾销、关节轴承、缓冲器壳体、拉环和牵引杆等受纵向牵引力的零部件)均无明显损伤^[2]。

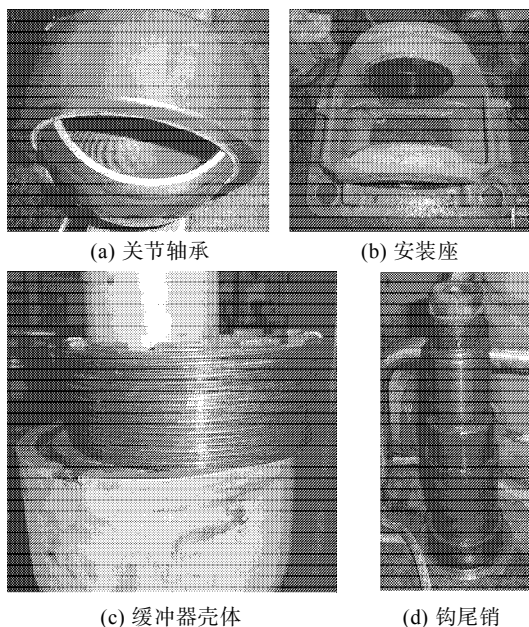


图1 车钩部件分解图

然而,拆卸过程中发现缓冲系统内部的芯子组成与端螺母之间存在约1~2 mm的间隙。当牵引杆受较小纵向力时,芯子组成的平面会高出端螺母平面约1~2 mm,如图2所示。



图2 缓冲器法兰盘间隙示意图

按设计要求,该部分的预留间隙标准为0.34 mm,受端螺母组装及机加工尺寸自由公差的影响,该部分间隙量超出了设计预留间隙^[3]。

同时现场对关节轴承的检查过程中发现,通过外力分别施加于关节轴承内、外圈时,内、外圈间会产生一定的窜动,由此判定关节轴承的内圈与外圈之间存

在较小间隙,如图3所示。由于无法测量,现场目测估计,该间隙量 $\leq 1\text{ mm}$ 。

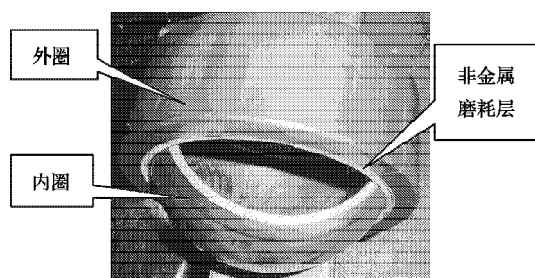


图3 关节轴承示意图

结合车钩拆解试验,初步分析车钩异响可能与缓冲器法兰盘间隙和关节轴承内、外圈间隙两方面有关系。为了验证该结论,车辆厂联合车钩厂家与主机厂做了进一步的分析试验。以异响较为典型的212车和218车作为分析对象,针对车钩可能产生异响的所有活动部件(包括缓冲器法兰盘和关节轴承在内)进行如下试验。如表1所示,分别对车钩垂向对中高度、橡胶支撑支架、缓冲器法兰盘和轴承内圈磨损层弥散情况进行试验验证。

表1 车钩运动部件排查方案

序号	试验方案	试验位置	目的	具体操作	试验结果
1	缓冲器法兰盘间隙排查	212车1-2和5-6, 218车1-2和5-6端面	检查是否存在间隙	使用缓冲器法兰盘工装进行松动检查	未出现松动现象
2	垂向对中高度调整	212车1-2和5-6端面	减少或防止轴承存在爬行现象	调整车钩两端垂向高度 $\pm 9\text{ mm}$	异响依然存在
3	橡胶支撑支架	218车1-2和5-6端面	排查缓冲器壳体和支架碰撞产生异响	拆除橡胶支撑支架	异响依然存在
4	轴承非金属磨损层	212车1-2和5-6端面	降低金属关节轴承内圈和非金属轴承的摩擦	向轴承内外圈间隙注入二硫化钼润滑脂	冲击、咬合异响稍微降低,未彻底消除异响

车钩运动部件排查具体操作方式见表1,方案1对异响较为严重端面缓冲器进行法兰盘间隙检查,没有发现松动现象的存在。整体车辆普查后检测结果均正常,表明被拆卸缓冲器法兰盘间隙较大属个别现象。由此可见,缓冲器壳体与端盖之间的间隙符合设计要求,在车辆运行时不会产生明显响声。方案2为了排除由于垂向对中装置高度偏差产生爬行现象而导致异响,对其高度进行调整,以212车为试验对象,将212车1-2端面垂直对中高度上调 9 mm ,5-6端面下调 9 mm ,安排试车线试验,异响现象依旧存在。方案3中,由于缓冲器壳体与支架间有相对运动,在拆除该橡胶支撑支架后试车观察,异响未消除。方案4对钩尾座关节轴承

进行注二硫化钼润滑处理,以降低金属关节轴承内圈和非金属轴承的摩擦,试车线试验结果显示212车1-2和5-6端面的冲击、咬合异响虽然未从根本上消除,但异响程度稍微降低。

通过以上4个方案的试验结果可知,缓冲器法兰盘间隙、车钩垂向对中高度、橡胶支撑支架这3个运动部件与车钩异响无直接关系。而轴承内圈磨损层弥散情况的试验验证结果表明,方案4对关节轴承的处理方式对车钩异响有一定的减弱效果,说明异响极有可能产生于车钩钩尾座关节轴承。

为确认车钩异响产生部位是否在关节轴承,再次对2号线车钩异响严重的地铁车辆进行试验。依据正线跟车观察结果,选定207、218、220、212 4列车进行2种轴承换装试验,换装端面选定异响突出的1-2端面和5-6端面进行。此次试验主要通过替换原金属轴承的方式进行分析研究。如表2所示:将207与218原金属轴承更换为聚四氟乙烯聚合物的新型金属轴承,220与212原金属轴承更换为橡胶轴承(内外圈间填充橡胶,能更好地缓和冲击)。

表2 车钩关节轴承试验方案

车次	试验端面	试验方案
207	1-2 端面, 5-6 端面	原金属轴承→新型金属轴承
218	1-2 端面, 5-6 端面	原金属轴承→新型金属轴承
220	1-2 端面, 5-6 端面	原金属轴承→橡胶轴承
212	1-2 端面, 5-6 端面	原金属轴承→橡胶轴承

对换装车辆进行为期2个月的正线跟踪,结果显示,换装橡胶轴承的220与212车的异响问题得到明显改善,而新型金属轴承的换装车辆异响稍有降低,效果不明显。表3为5个月周期的跟踪观察记录。

表3 整车橡胶轴承改造跟踪记录表

车次	日期 (2013年)	模式	端面				
			1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
217	4月5日	ATO	5/2	2/1	2/1	1/1	4/4
217	6月24日	NRM	✓	✓	✓	✓	1/1
217	6月27日	ATO	✓	✓	✓	✓	✓
217	7月14日	ATO	✓	✓	✓	✓	1/1
217	7月31日	ATO	✓	✓	✓	✓	✓
217	8月27日	ATO	1/1	✓	✓	✓	✓
217	9月29日	ATO	✓	✓	✓	✓	✓
219	4月12日	ATO	5/4	1/1	2/1	1/1	4/3
219	6月28日	NRM	✓	✓	✓	✓	✓
219	6月29日	ATO	1/1	✓	✓	✓	✓
219	7月1日	ATO	✓	✓	✓	✓	✓
219	7月31日	ATO	✓	✓	✓	✓	✓
219	8月27日	ATO	1/1	✓	✓	✓	✓
219	9月29日	ATO	1/1	✓	✓	✓	✓

备注:①表中深灰底栏为对应车次更换前状态;②对应端面异响等级以“A/B”表示,例如“5/2”则表示冲击等级为5级,咬合等级为2级;③表中异响等级划定仅供判定异响变化趋势用,数值本身不具备参考意义

(下转第85页)

