

适用于 TSI 认证的轨道车辆吸能装置碰撞试验设计

赵辉 王晋乐

中车青岛四方机车车辆股份有限公司, 山东 青岛 266000

[摘要] 机车车辆吸能结构的 TSI 认证需满足静态压缩及动态碰撞要求, 碰撞性能需满足标准 TSI 1302 和 EN 15227, 本篇文章基于标准对吸能结构进行动态冲击试验, 试验结果表明, 吸能结构在动态冲击下, 变形有序可控, 并能完成吸能量的要求, 满足标准要求。

[关键词] TSI 认证; 静态压缩; 碰撞试验; 有序可控变形

DOI: 10.33142/sca.v5i7.7866

中图分类号: U266.2

文献标识码: A

Crash Test Design of Energy Absorption Device of Rail Vehicle Applicable to TSI certification

ZHAO Hui, WANG Jinle

CRRCC Qingdao Sifang Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266000, China

Abstract: The TSI certification of the energy-absorbing structure of rolling stock shall meet the requirements of static compression and dynamic impact, and the impact performance shall meet the requirements of TSI 1302 and EN 15227. This article carries out the dynamic impact test on the energy-absorbing structure based on the standard. The test results show that the deformation of the energy-absorbing structure is orderly and controllable under the dynamic impact, and can meet the requirements of the standard.

Keywords: TSI certification; static compression; impact test; orderly and controllable deformation

引言

随着经济全球化进程的加 862 快以及国内高铁的飞速发展, 轨道交通车辆进入海外市场的进程进一步加快, 其中, 进军欧洲市场必须获得欧盟认证, 取得 TSI 认证证书。TSI Technical Specification for Interoperability——欧盟铁路互联互通技术规范, 是欧盟关于铁路产品的法规, 任何进入欧盟国家的铁路产品必须具有“TSI”CE 认证证书^[1]。在轨道交通领域的标准中, 欧洲标准占比非常大, 是轨道交通标准的主要组成部分, 通过 TSI 认证, 是铁路轨道产品进入欧盟市场的前提和必要条件。本文是针对铁路客车吸能装置碰撞试验进行方案设计已满足 TSI 认证的要求, 依据标准为 TSI 1302-2014 《与欧盟铁路系统“机车车辆-机车和客运车辆”子系统有关的互通性技术规范》^[2]和 EN 15227-2020 《与欧盟铁路系统“机车车辆-机车和客运车辆”子系统有关的互通性技术规范》^[3]进行试验设计。

1 标准要求

TSI 1302-2014 《与欧盟铁路系统“机车车辆-机车和客运车辆”子系统有关的互通性技术规范》第 4.2.2.5 条款。

EN 15227-2020 《铁路应用-铁路车辆耐撞型要求》。

2 试验件

吸能结构使用防爬吸能装置进行试验, 结构如图 1。外壳使用钢结构, 内部采用铝蜂窝吸能, 铝蜂窝是一种多孔固体材料, 具有相对密度小、压溃载荷稳

定、压缩率高且变形可控等优点, 是理想的缓冲吸能材料, 广泛应用于航天领域和轨道交通领域^[4]。

铝蜂窝之间采用隔板隔开, 端部设置压缩引导槽, 以达到可控有序的逐级变形。

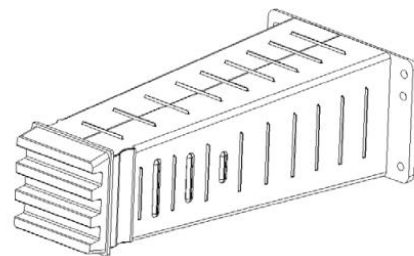


图 1 吸能装置结构

吸能装置的具体参数见表 1。

表 1 吸能装置参数

序号	名称	性能要求
1	变形模式	有序可控
2	有效行程	≥530mm
3	变形峰值力	≤850kN
4	总吸能量(静压试验)	263kJ

3 试验工况

根据 EN 15227, 需试验工况如下:

工况 1: 试验件与静止刚性墙相撞, 碰撞速度 18km/h。

工况 2: 两个试验件对撞, 碰撞速度 18km/h。

碰撞能量设计根据 EN 15227 标准要求, 碰撞能量需达到吸能装置吸能量的 80%以上。具体碰撞参数见表 2。

表 2 试验工况参数

序号	碰撞形式	碰撞质量/t	碰撞速度/km/h	动能/kJ	试验次数	备注
工况 1	撞刚性墙	19	18	237.5	2	-
工况 2	对撞	38	18	475	2	碰撞点存在 40mm 高度差

4 测试方案

4.1 试验配重

根据试验大纲要求:

(1) 工况 1 需要将冲击总质量调整至 19t, 实际称重结果为 19.12t;

(2) 工况 2 需要将冲击总质量调整至 38t, 实际称重结果为 39.02t.

4.2 高速摄像机设置

分别在试验轨道两侧及上方设置高速摄像机。

4.3 测力传感器布置

工况 1 用 6 个测力传感器采用 3×2 布置于刚性墙上, 工况 2 用 4 个测力传感器采用 2×2 布置于刚性墙上, 在冲击发生时, 数据采集系统实时采集各传感器的力, 从而得到每个传感器上的冲击力。再将各传感器的冲击力进行求和, 即可得到碰撞试验过程中的力随时间的变化曲线。

4.4 测速仪布置

在碰撞点附近安装一台激光主测速仪和一台备用测速仪。

5 试验过程

5.1 工况 1 试验过程

5.1.1 变形状态

两次冲击试验测得初始碰撞速度分别为 17.99km/h 和 18.23km/h。

试验结果显示, 吸能部件外观状态良好, 试件稳定、有序变形。

试验前后试件变形状态如图 2 所示。

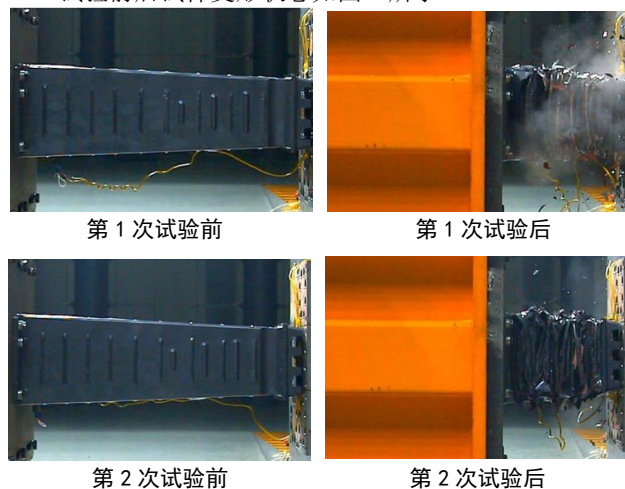


图 2 试验前后状态

5.1.2 变形量

第 1 次试验中, 吸能装置的最大变形量为 520.3mm, 第 2 次试验中, 吸能装置的最大变形量为 527.0mm, 均大于总行程的 80%。

5.1.3 冲击力

第 1 次试验中, 吸能装置的冲击力峰值为 700.5kN, 冲击力平均值为 454.7kN, 第 2 次试验中吸能装置的冲击力峰值为 821.9kN, 冲击力平均值为 465.1kN。

5.1.4 吸能量

根据时间、变形量及冲击力数据, 可得到冲击力-变形量曲线, 两次试验的冲击力-变形量曲线见图 3。

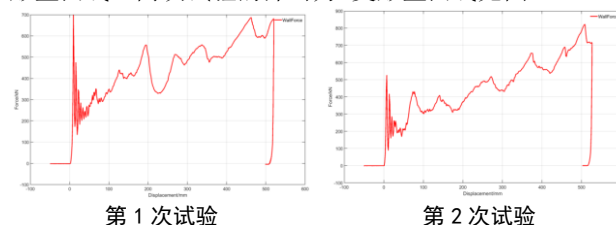


图 3 冲击力-变形量曲线

根据冲击力-变形量曲线积分, 即得到吸能装置在冲击方向上通过塑性变形所吸收的总能量, 两次试验的中吸能量为 235.8kJ 和 244.1kJ, 均大于总吸能量的 80%。

5.2 工况 2 试验过程

5.2.1 变形状态

两次冲击试验测得初始碰撞速度分别为 18.28km/h 和 18.27km/h。

试验结果显示, 吸能部件外观状态良好, 试件稳定、有序变形。

试验前后试件变形状态如图 2 所示。

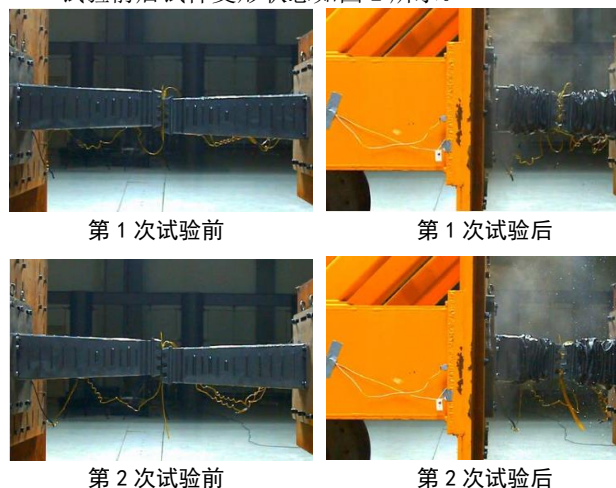


图 4 试验前后状态

5.2.2 变形量

第 1 次试验中, 两吸能装置的最大总变形量为 1067.9mm, 第 2 次试验中, 两吸能装置的最大总变形量为 1078.0mm, 均大于总行程的 80%。试验中钢结构也受到了

部分压缩, 导致总行程大于理论吸能行程。

5.2.3 冲击力

第1次试验中, 吸能装置的冲击力峰值为 752.0kN, 冲击力平均值为 475.0kN, 第2次试验中吸能装置的冲击力峰值为 759.5kN, 冲击力平均值为 468.0kN。

5.2.4 吸能量

根据时间、变形量及冲击力数据, 可得到冲击力-变形量曲线, 两次试验的冲击力-变形量曲线见图3。

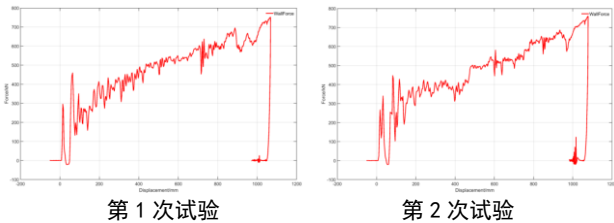


图3 冲击力-变形量曲线

根据冲击力-变形量曲线积分, 即得到吸能装置在冲击方向上通过塑性变形所吸收的总能量, 两次试验的中吸能量为 505.0kJ 和 502.1kJ, 均大于总吸能量的 80%。

6 结论

(1) 工况1和工况2试验中, 所有吸能装置均稳定有序变形, 未发生弯折、断裂等情况发生, 吸能装置结构设计合理, 性能满足要求。

(2) 工况1试验的变形量为 520.3mm 和 527.0mm, 均大于总行程的 80%。工况2试验的变形量为 1067.9mm 和 1078.0mm, 均大于总行程的 80%。

(3) 工况1试验的总吸能量为 235.8kJ 和 244.1kJ, 均大于总吸能量的 80%。工况2试验的总吸能量为 505.0kJ 和 502.1kJ, 均大于总吸能量的 80%。

(4) 经过试验证明, 此部件满足 TSI 1302 和 EN 15227 标准的碰撞吸能要求。

[参考文献]

- [1] 郭立平, 付江英. 欧盟铁路机车车辆互联互通技术规范“TSI”CE 认证解析[J]. 机械工业标准化与质量, 2014(12): 43-49.
 - [2] TSI 1302-2014, 与欧盟铁路系统“机车车辆-机车和客运车辆”子系统有关的互通性技术规范[S]. 欧盟: 欧洲标准委员会, 2014.
 - [3] EN 15227-2020, 铁路应用-铁路车辆耐撞型要求[S]. 欧盟: 欧洲标准委员会, 2020.
 - [4] 赵辉, 宋扬, 黄江平. 胞元参数对铝蜂窝吸能特性的影响[J]. 机械设计, 2016(9): 15-20.
- 作者简介: 赵辉(1991-), 工程师, 从事轨道交通车辆结构设计。