

安全带振动测试国内外标准比较与分析

姜 峰

(南京海关纺织工业产品检测中心)

摘 要: 本文通过比较与分析国内外汽车安全带的测试标准和标准中振动试验的差异,着重比较了典型的5份国内外标准中振动试验项目技术条件参数,结合实际使用环境因素分析总结了现行标准不足之处,为日后国内相关标准修订时作参考,以利于进一步完善国内汽车安全带的标准体系,规范国内汽车安全带市场。

关键词: 安全带, 振动试验, 测试标准

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2023.01.014

Comparison and Analysis of Domestic and Foreign Standards for Safety Belt Vibration Testing

JIANG Feng

(Textile Industry Product Testing Center of Nanjing Customs)

Abstract: By comparing and analyzing the test standards for automobile safety belts in domestic and foreign and the differences of vibration tests in the standards, this paper emphatically compares the technical conditions and parameters of the vibration test items in five typical domestic and foreign standards, and analyzes and summarizes the shortcomings of the current standards in combination with the actual use of environmental factors, which will provide reference for the preparation and revision of relevant domestic standards in the future, further improve the domestic automobile safety belt standards system, and regulate the domestic automobile safety belt market.

Keywords: safety belt, vibration test, test standard

安全带系统作为汽车被动安全性的主要配置,发挥着非常重要的作用。安全带部件属于我国强制性检测汽车零部件,检测标准为GB 14166-2013《机动车乘员安全带、约束系统、儿童约束系统和ISOFIX儿童约束系统》^[1]和GB 8410-2006《汽车内饰材料的燃烧特性》^[2],这两项标准均为安全类国家强制检测标准。其实除了以上汽车动态安全性及燃

烧安全性检测以外,环境可靠性也是汽车零部件的耐久使用性能考核的一项关键指标,有关安全带的环境可靠性试验很多,比如:机械冲击、振动(三综合)、温湿度循环、盐雾腐蚀、高低温冲击等,其中振动(三综合)试验是关乎安全带耐久使用后能否维持原有功能的重要检测项目。

振动(三综合)试验是将样品在一定的温度条

基金项目: 本文受南京海关科研项目(项目编号: 2021KJ34)支持。

作者简介: 姜峰,工程师,研究方向为汽车零部件测试技术与法规。

件下,将振动应力施加到模拟实车状态的样品上,以考核样品的适应性。与单一因素(温湿度或振动)试验比较,振动(三综合)试验能更真实地模拟样品在运输和使用过程中的环境,更客观地评价样品在温湿度和振动复合环境中的适应能力。对于安全带等汽车被动安全系统中的功能性零部件,发生在汽车运动过程中的振动疲劳破坏会给乘员生命安全带来重大的威胁。

目前,涉及汽车安全带环境可靠性的国内外标准有:ISO14451-2-2013《Pyrotechnic articles—Pyrotechnic articles for vehicles—Part 2: Test methods》^[3], QV72003j Mar2014《Seat belts for ECE, EG, US》, GMW14831-2010《Specification for the Safety Belt Component》, AK-LV 104-2009《Restraint system Belt Retractors; Requirements and Testing》, PF 90024-2014《Emergency And Automatic Locking Seat Belt Retractor Assembly》等。

1 安全带的定义和分类

安全带是具有织带、带扣、调节件以及将其固定在机动车辆内部的连接件,用于在车辆骤然减速或碰撞时通过限制佩戴者身体的运动以减轻其伤害程度的总成,包括吸能或卷收织带的装置。

卷收器是用于全部卷收或部分卷收安全带织带的装置。共分为:无锁式卷收器、手调式卷收器、自锁式卷收器、紧急锁止式卷收器、具有较高响应极限值的紧急锁止式卷收器。

无锁式卷收器(1型)(non-locking retractor, type 1):指用很小的力即可将织带全部拉出,并且拉出量是不可调整的卷收器。

手调式卷收器(2型)(manually unlocking retractor, type 2):指由使用者手动操作打开卷收器的锁止机构,以获得所需的织带拉出量,当停止操作时,可自动锁止的卷收器。

自锁式卷收器(3型)(automatically locking retractor, type 3):指可按所需长度自由拉出织带,并在带扣扣紧时,可根据佩戴者的体形自动调整织带长度并锁止的卷收器,佩戴者如果没有解锁,织带将不会进一步拉出。

紧急锁止式卷收器(4型)(emergency locking retractor, type 4):指在正常行驶条件下,不限制安全带佩戴者活动自由的卷收器,这种卷收器有长度调节元件,可根据佩戴者的体形自动调整织带的长度,并有一锁止机构在紧急情况下因下列因素而引起作用:车辆减速度、从卷收器中拉出、其他自动因素(单敏感性)或这些因素的任意组合(复合敏感性)。

具有较高响应极限值的紧急锁止式卷收器(4N型)(emergency locking retractor with higher response threshold, type 4N):指符合紧急锁止式卷收器定义内容,用在GB 15089规定的M2、M3、N1、N2、N3类车辆上且具有特殊性能的卷收器。

2 国内外相关标准中的安全带振动试验条件

目前国内外关于汽车安全带振动性能的标准比较多,我国强制性标准GB 14166-2013《机动车乘员安全带、约束系统、儿童约束系统和ISOFIX儿童约束系统》中未涉及振动测试,而国际标准和各主要汽车生产企业均有自己的企业标准,其测试条件有不同程度的差异(见表1)。

由表1可以看出, QV72003j Mar2014、GMW14831-2010、ISO14451-2-2013、AK-LV 104-2009、PF 90024-2014的振动要求均不太相同。

从采用的振动波形来看,这些标准几乎都使用随机波,仅GMW14831-2010使用正弦波。

从振动方向而言,这些标准几乎都分别测试X轴向、Y轴向和Z轴向,仅GMW14831-2010只测试Z轴向。

从测试时间来看, QV72003j Mar2014与AK-LV 104-2009要求相同,均为12h/轴向。其他3份标准要求均不一致, PF 90024-2014要求测试时间最长为33h/轴向。

样品状态方面,所有标准均要求模拟实车安装角度测试,而测试卷收器状态不一致。QV72003j Mar2014要求测试时一半样品在驻停位置状态,保留剩余织带在卷带筒,另外一半样件在驻停位置状态再拉出75%长度,剩余织带保留在卷带筒; GMW14831-2010要求条件:(1)实车安装角度,织

表1 国内外相关标准中的安全带振动性能测试条件

| 标准号 | 振动波形 | 振动技术参数 | 测试时间 | 振动方向 | 复合温度条件 | 样品状态 |
|---------------------|------|----------------------|-------------------------|-----------------|--------------------|---|
| QV72003j Mar2014 | 随机波 | 见表2 | X:12h Y:12h Z:12h | X轴向、Y轴 向、Z轴向 | 同AK-LV 104-2009 | 测试时一半样品在驻停位置状态，保留剩余织带在卷带筒，另外一半样件在驻停位置状态再拉出75%长度，剩余织带保留在卷带筒；实车安装角度 |
| GMW14831-2010 | 正弦波 | 频率5~20Hz， 位移4.5mm | 8h/条件 | Z轴向 | 常温 | 条件1：实车安装角度，织带保留600mm在卷收筒里 条件2：运输状态，保持织带自然状态 |
| ISO14451-2 -2013 | 随机波 | 见表2 | X:24h Y:24h Z:24h | X轴向、Y轴 向、Z轴向 | 见下图1 | / |
| AK-LV 104 -2009 | 随机波 | 见表2 | X:12h Y:12h Z:12h | X轴向、Y轴 向、Z轴向 | 见下图1 | 保留2000±50mm织带在卷收筒内，实车安装角度 |
| PF 90024-2014 | 随机波 | 见表2 | X:33h Y:33h Z:33h | X轴向、Y轴 向、Z轴向 | 常温 | 测试时一半样品织带完全拉出，一半样品织带不拉出；实车安装角度 |

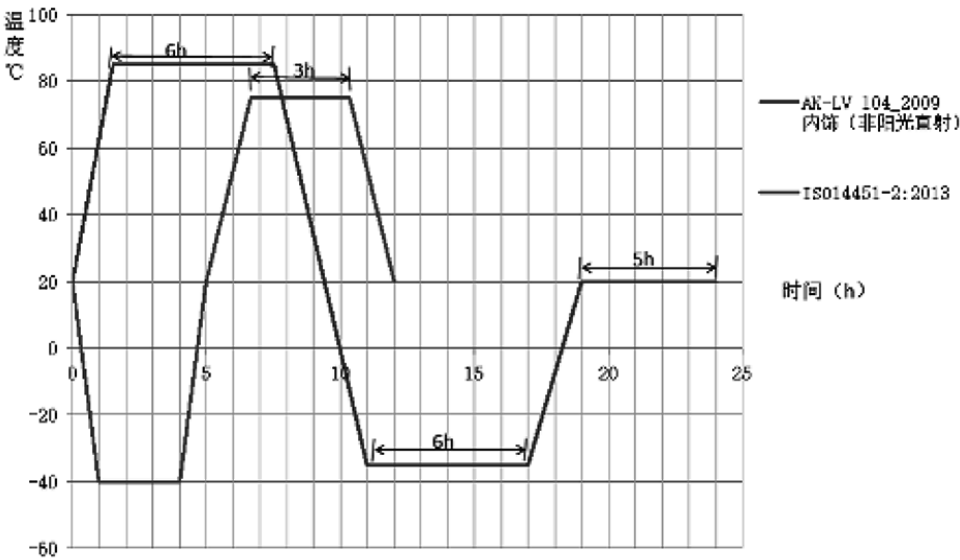


图1 试验温度

带保留600mm在卷收筒里；(2) 运输状态，保持织带自然状态；AK-LV 104-2009要求保留2000±50mm织带在卷收筒内，该状态几乎为织带自然状态；PF 90024-2014要求测试时一半样品织带完全拉出，一半样品织带不拉出。

在振动频率、加速度、位移等技术参数方面，仅GMW14831-2010要求频率5-20Hz，位移4.5mm正弦扫频测试，其他标准为随机测试，具体振动频率和功率谱密度见表2，可以看出仅国际标准ISO14451-

2-2013的振动频率为8~200Hz，而其他标准均为振动频率5~200Hz，但功率谱密度各有差异。其中PF 90024-2014要求较为严格，Z轴向加速度均方根值达到1.76g。

通过表1可以发现，试验温度共有常温和高低温环境两种，GMW14831-2010和PF 90024-2014标准要求常温状态下测试，其他标准要求均为高低温环境下测试。高低温环境见图1试验温度，共分两类，第一类以AK-LV 104-2009为代表，QV72003j

表2 国内外相关标准中的振动频率和功率谱密度

| | | | | | | |
|------------------|---------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| QV72003j Mar2014 | X轴向 | 频率Hz | 5 | 10 | 20 | 200 |
| | | 能量谱密度m2/s3 | 1.2 | 2.89 | 2.89 | 0.02 |
| | | GRMS=0.96g | | | | |
| | Y轴向 | 频率Hz | 5 | 20 | 200 | / |
| | | 能量谱密度m2/s3 | 3.85 | 3.85 | 0.08 | / |
| | | GRMS=1.23g | | | | |
| | Z轴向 | 频率Hz | 5 | 10 | 20 | 200 |
| | | 能量谱密度m2/s3 | 4.81 | 5.77 | 5.77 | 0.08 |
| | | GRMS=1.44g | | | | |
| ISO14451-2-2013 | X、Y、Z轴向 | 频率Hz | 8 | 50 | 80 | 200 |
| | | 能量谱密度m2/s3 | 0.035 | 0.035 | 0.001 | 0.0005 |
| | | GRMS=1.34g | | | | |
| PF 90024-2014 | X轴向 | 频率Hz | 5 | 10 | 190 | 200 |
| | | 能量谱密度G2/Hz | 0.005492693 | 0.052078869 | 0.002746347 | 0.002272137 |
| | | GRMS=1.3g | | | | |
| | Y轴向 | 频率Hz | 5 | 8 | 12 | 200 |
| | | 能量谱密度G2/Hz | 0.009194933 | 0.07598146 | 0.075958146 | 0.000224681 |
| | | GRMS=1.5g | | | | |
| | Z轴向 | 频率Hz | 5 | 10 | 60 | 200 |
| | | 能量谱密度G2/Hz | 0.005469413 | 0.08671887 | 0.034805357 | 0.000696107 |
| | | GRMS=1.76g | | | | |
| AK-LV 104-2009 | X轴向 | 频率Hz | 5 | 10 | 20 | 200 |
| | | 能量谱密度G2/Hz | 0.0125 | 0.03 | 0.03 | 0.00025 |
| | | GRMS=0.96g | | | | |
| | Y轴向 | 频率Hz | 5 | 20 | 200 | / |
| | | 能量谱密度G2/Hz | 0.04 | 0.04 | 0.0008 | / |
| | | GRMS=1.23g | | | | |
| | Z轴向 | 频率Hz | 5 | 10 | 20 | 200 |
| | | 能量谱密度G2/Hz | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.0008 |
| | | GRMS=1.44g | | | | |

注：GRMS为加速度均方根值。

Mar2014与之高低温环境相同，每个振动轴向的高低温环境总时间均为12h，低温-40℃保持3h、高温共分4种状态，以非阳光直射的内饰部件为例，高温75℃保持3h；第二类为ISO14451-2-2013，每个振动轴向的高低温环境总时间均为24h，高低温交变共涉及3个温度状态，低温状态-35℃保持约6h、高温85℃保持约6h、常温20℃保持5h。

3 国内外有关标准比较分析与建议

针对当前国内外汽车主机厂的安全带振动标准较多且每家检测参数均有不同程度差异，归纳有以下几个方面的差异。

3.1 振动波形问题

从更好地模拟实际使用情况出发，车辆在行驶过程中因道路路面不平整，其振动现象是随机的，

因此考核耐久使用寿命，随机振动波形比正弦振动波形试验更具有参考价值。

3.2 振动试验时样品状态问题

振动试验时，样品应处于实际使用状态，除符合安装角度、实际扭力要求以外，安全带在卷收筒中的状态，建议分为安全带使用中和安全带不使用两种实际情况，对应织带位置也分为两种，一种为织带保持自然驻停位置，保留剩余织带在卷带筒，另一种为驻停位置状态再拉出75%长度，剩余织带保留在卷带筒。

3.3 振动频率和功率谱密度问题

振动频率和功率谱密度不同会对试验结果产生较大影响，部分国外汽车集团制定企业标准时，考虑的是当地的道路情况，但该方法不一定适合我国的道路情况。建议分为山路和公路几种路况，通过路试方法，采集加速度、频率等相关数据，从而制定适

宜的振动要求。也可借鉴同样振动环境的其他内饰件振动试验方法。

3.4 试验温度及时间问题

试验温度的高低及振动时间对于样品的测试结果有很大的影响。部分标准仅测试了常温状态,在实际使用中,夏季高温暴晒后,安全带卷收器自身温度及环境温度均较高;冬季北方极寒天气,安全带卷收器所处温度很低;下雨或梅雨季样品又处于高湿工况,建议将温度、湿度、振动三因素综合考虑,制定统一的振动试验温湿度条件。在振动时间方面,各标准均不一致,建议从模拟产品老化寿命出发,制定合理的时间要求。

3.5 工装质量问题

国内外有关标准中的安全带振动试验,均忽略了工装质量的影响。实际上,工装质量在振动过程中起着重要作用,如果工装的共振频率在振动试验

的频率范围内,会加速样品的损坏。因此,建议增加样品和工装的共振频率要求。

3.6 运输质量影响问题

目前,国内外各项安全带振动试验标准,考虑了实际使用状态的相关因素,但忽略了样品在包装运输过程中的振动影响。包装运输行业有ESTA211振动要求,安全带产品在装车前必须进行货车运输,建议考虑该因素,修改或增加振动条件。

4 结 语

通过比对分析国内外有关安全带的标准,提出了这类标准制定时需要考虑和重视的问题,为今后制定更科学、合理、全面且适合我国国情的相关标准体系提供一定参考,为保障我国自主品牌的汽车安全带品质提供更合适的依据。

参考文献

- [1] GB 14166-2013 机动车乘员安全带、约束系统、儿童约束系统和ISOFIX儿童约束系统[S]. 国家质量监督检验检疫总局, 2013.
- [2] GB 8410-2006 汽车内饰材料燃烧特性[S]. 国家质量监督检验检疫总局, 2006.
- [3] 国际标准化委员会, ISO14451-2_2013, Pyrotechnic articles —Pyrotechnic articles for vehicles —Part 2: Test methods[S]. 2013.
- [4] 通用汽车集团, GMW14831_2010, Specification for the Safety Belt Component.[S]. 2010.
- [5] 欧盟汽车认证标准, AK-LV 104_2009, Restraint system.[S]. 2009.
- [6] 菲亚特-克莱斯勒汽车公司, PF 90024-2014, EMERGENCY AND AUTOMATIC LOCKING SEAT BELT RETRACTOR ASSEMBLY[S]. 2014.
- [7] 姜峰. 安全气囊振动测试标准的分析与思考[J]. 产业用纺织品, 2017(8):39-43.