

ICS 45.060.20  
S 51

**TB**

# 中华人民共和国铁道行业标准

**TB/T 3451—2016**

## 动车组车体结构强度设计及试验

**Strength design and test of body structures of EMU/DMU**

2016-09-30 发布

2017-04-01 实施

**国家铁路局 发布**

目 次

前 言 ..... II

1 范 围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 坐 标 系 ..... 1

5 强度设计基本原则 ..... 2

6 设计载荷工况 ..... 2

7 评定标准 ..... 4

8 试 验 ..... 4

附录 A(资料性附录) 动车组车体结构常用材料及其主要力学性能 ..... 8

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中车青岛四方车辆研究所有限公司归口。

本标准起草单位：中车青岛四方车辆研究所有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车唐山机车车辆有限公司。

本标准主要起草人：阎锋、栾平景、陈平、邓海、陈文宾、马纪军、郑敏。

# 动车组车体结构强度设计及试验

## 1 范 围

本标准规定了动车组车体结构的术语和定义、坐标系、强度设计基本原则、设计载荷工况、评定标准及试验。

本标准适用于最高运行速度为 200 km/h ~ 350 km/h 动车组车体结构,其他动车组可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 4549. 5—2004 铁道车辆词汇 第 5 部分:车体

## 3 术语和定义

GB/T 4549. 5—2004 界定的及以下术语和定义适用于本文件。

### 3. 1

**车体 car body**

容纳旅客、货物、整备品等,由转向架所支撑,主要起承载作用,是车辆的一个组成部分。

注:改写 GB/T 4549. 5—2004,定义 2. 1。

### 3. 2

**车体结构 body structure**

车体的主要承载结构,由底架、侧墙、端墙和车顶等主要结构件组成。

### 3. 3

**设备连接装置 equipment attachment**

将设备连接到车体上的局部承载结构。

### 3. 4

**整备状态下的车体质量  $m_1$  mass of the car body in working order  $m_1$**

完全装配好的车体与水、沙、食物等最大运营储备及全体乘务人员质量之和。

### 3. 5

**转向架质量  $m_2$  mass of the bogie  $m_2$**

二系悬挂装置及其下方所有部件的质量之和。车体与转向架间连接部件的质量应按比例分摊到  $m_1$  和  $m_2$  中。

### 3. 6

**正常有效载荷  $m_3$  normal payload  $m_3$**

坐席乘客质量与行李间行李质量的总和。

### 3. 7

**超常有效载荷  $m_4$  exceptional payload  $m_4$**

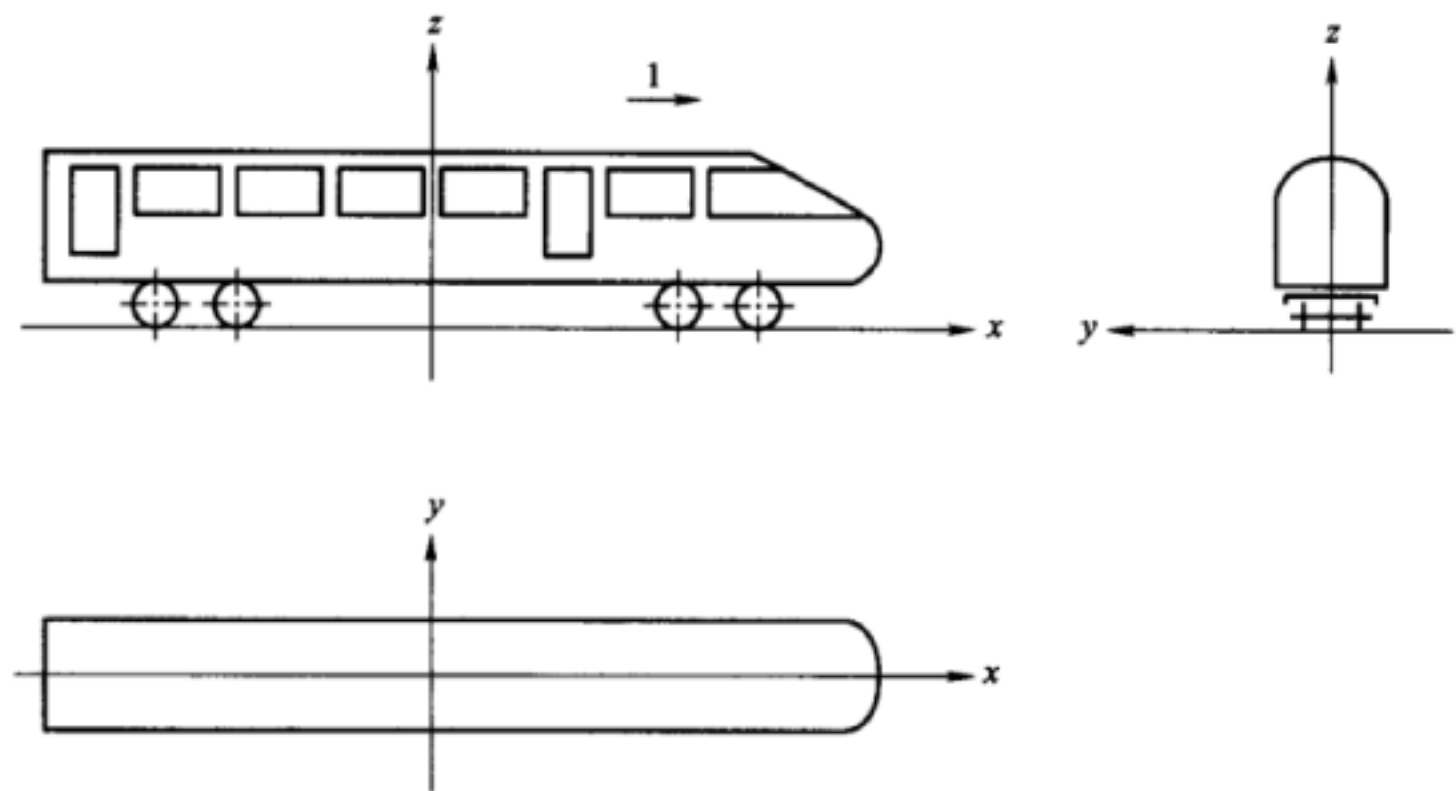
坐席和站席乘客质量与行李间行李质量的总和。

## 4 坐 标 系

车体坐标系如图 1 所示。 $x$  轴(对应于车体纵轴)正方向位于运行方向。 $z$  轴(对应于车体竖直轴)

TB/T 3451—2016

正方向指向上。 $y$ 轴(对应于车体横轴)位于水平面,与 $x$ 轴和 $z$ 轴组成一个右手坐标系。



说明:  
1——运行方向;  
 $x$ ——纵向;  
 $y$ ——横向;  
 $z$ ——竖直方向。

图 1 车体坐标系

5 强度设计基本原则

- 5.1 车体结构应设计成整体承载结构。
- 5.2 车体结构应能承受与其运用要求相一致的最大载荷,不产生永久变形。
- 5.3 车体结构应具备一定的刚度,满足其安装设备正常工作与运行过程中旅客乘坐舒适度的需要。
- 5.4 在保证强度和刚度的前提下,车体结构应最大限度降低自重。
- 5.5 车体结构材料宜采用不锈钢或铝合金。
- 5.6 车体结构的设计寿命不应低于 20 年。

6 设计载荷工况

6.1 总 则

用于车体结构设计的载荷工况包括静载荷工况和疲劳载荷工况。设计载荷工况与本标准规定不同时,应按用户规定的技术条件执行。

6.2 有效载荷

6.2.1 正常有效载荷  $m_3$ 按以下参数计算:

- a) 乘客质量:80 kg/人(包括行李);
- b) 站立区乘客载荷:0;
- c) 行李间载荷:300 kg/m<sup>2</sup>;
- d) 行李区载荷:0(此处行李质量已包括在乘客质量中)。

6.2.2 超常有效载荷  $m_4$ 按以下参数计算:

- a) 乘客质量:80 kg/人(包括行李);
- b) 站立区乘客载荷:320 kg/m<sup>2</sup>(4 人/m<sup>2</sup>);
- c) 行李间载荷:300 kg/m<sup>2</sup>;
- d) 行李区载荷:0(此处行李质量已包括在乘客质量中)。

### 6.3 车体静载荷工况

#### 6.3.1 垂向最大工作载荷工况

垂向最大工作载荷为  $1.3g \times (m_1 + m_4)$ 。

#### 6.3.2 车钩连接处纵向载荷工况

车钩连接处纵向载荷工况包括：

- a) 车钩连接处 1 500 kN 压缩载荷与垂向载荷  $g \times m_1$  组合；
- b) 车钩连接处 1 500 kN 压缩载荷与垂向载荷  $g \times (m_1 + m_4)$  组合；
- c) 车钩连接处 1 000 kN 拉伸载荷与垂向载荷  $g \times m_1$  组合；
- d) 车钩连接处 1 000 kN 拉伸载荷与垂向载荷  $g \times (m_1 + m_4)$  组合。

#### 6.3.3 端墙区域压缩载荷工况

端墙区域压缩载荷工况包括：

- a) 端部结构地板上方 150 mm 高度 400 kN 压缩载荷与垂向载荷  $g \times m_1$  组合；
- b) 腰带(窗台)高度 300 kN 压缩载荷与垂向载荷  $g \times m_1$  组合；

注：对于司机室，该压缩载荷分布在前窗窗台上。

- c) 上边梁高度 300 kN 压缩载荷与垂向载荷  $g \times m_1$  组合，车头端是否执行该工况视司机室具体结构而定。

对于以上三种压缩载荷工况，载荷施加在车体一端端墙上，另一端在车钩高度施加纵向约束。

#### 6.3.4 单端抬车工况

在车辆一端规定位置抬车，载荷为  $1.1g \times (m_1 + m_2)$ 。抬车时，车体的另一端支撑在空簧位。

#### 6.3.5 整车抬车工况

在规定位置抬起整个车辆，载荷为  $1.1g \times (m_1 + 2 \times m_2)$ 。

#### 6.3.6 支撑点移位抬车工况

6.3.5 中规定的载荷工况应考虑到其中一个抬车点相对于其他三个抬车点组成的平面垂直移位的情况。该抬车点相对于其余三个抬车点的垂直移位应取 10 mm。

注：在某些运营要求中，抬车时可能不包括转向架。在这种情况下 6.3.4 ~ 6.3.6 中规定的转向架质量  $m_2$  设为 0。

#### 6.3.7 气密强度载荷与垂向载荷 $g \times (m_1 + m_4)$ 组合载荷工况

250 km/h 及以下速度等级动车组车体气密强度载荷为  $\pm 4$  kPa，350 km/h 速度等级动车组车体气密强度载荷为  $\pm 6$  kPa。

### 6.4 车体—转向架连接装置静载荷工况

车体—转向架连接装置除应承受 6.3.1、6.3.4 和 6.3.5 产生的载荷，还应分别承受以下载荷与垂向载荷  $g \times m_1$  的组合：

- a)  $x$  方向： $\pm 3g \times m_2$ ；
- b)  $y$  方向：每个转向架的横向载荷取  $2 \times \left[ 10\,000 + \frac{m_1 + 2 \times m_2 + m_4}{12} \times g \right]$  与  $g \times m_2$  中的较大值。

#### 6.5 排障器连接装置静载荷工况

排障器连接装置应能承受作用在排障器下边缘的 137 kN 纵向压缩载荷。

#### 6.6 设备连接装置静载荷工况

##### 6.6.1 设备连接装置应承受以下载荷，这些载荷应单独施加：

- a)  $x$  方向： $\pm 3g \times m$ ；
- b)  $y$  方向： $\pm 1g \times m$ ；
- c)  $z$  方向： $(1 \pm c)g \times m$ 。

其中  $m$  为设备质量。

注：车体端部  $c=2$ ，车体中部线性下降到 0.5。



**TB/T 3451—2016**

**6.6.2** 6.6.1 中 a)、b) 和 c) 规定的载荷应分别与设备本身可能产生的最大载荷组合。6.6.1 中 a) 和 b) 规定的载荷应与垂向载荷  $g \times m$  组合。

**6.7 车体疲劳载荷工况**

车体结构应承受以下疲劳载荷,疲劳载荷应单独施加:

- a)  $x$  方向:  $\pm 0.15g \times (m_1 + m_3)$ ;
- b)  $y$  方向:  $\pm 0.15g \times (m_1 + m_3)$ ;
- c)  $z$  方向:  $(1 \pm 0.15)g \times (m_1 + m_3)$ 。

**6.8 设备连接装置疲劳载荷工况**

设备连接装置应承受以下疲劳载荷以及设备本身运转产生的任何附加载荷,疲劳载荷应单独施加:

- a)  $x$  方向:  $\pm 0.15g \times m$ ;
- b)  $y$  方向:  $\pm 0.15g \times m$ ;
- c)  $z$  方向:  $(1 \pm 0.15)g \times m$ 。

**6.9 振动模态**

整备状态下车体的固有振动模态应与悬挂自振频率充分隔离,以避免产生共振现象。

**7 评定标准**

**7.1 静强度**

在 6.3、6.4、6.5 和 6.6 规定的静载荷工况下,应力不应大于材料屈服强度  $R_{eH}$  或规定非比例延伸强度  $R_{p0.2}$ 。动车组车体结构常用材料及其主要力学性能参见附录 A。

**7.2 疲劳强度**

**7.2.1 评价原则**

疲劳强度应按下列原则得出的  $S-N$  曲线进行评价:

- a) 至少 97.5% 的存活概率;
- b) 按照部件或接头形状进行细节分类;
- c) 利用试验技术和经验整理从小比例试样得出的极限值,确保其适用于全尺寸部件。

**7.2.2 评价方法**

疲劳强度评价分疲劳极限法和累积损伤法,评价方法根据材料可用数据情况选取。

**7.2.3 疲劳极限法**

在 6.7 和 6.8 规定的载荷作用下,应力不应大于材料的疲劳极限。当材料疲劳极限出现在不大于  $10^7$  次循环时,取该疲劳极限。当材料没有规定疲劳极限或疲劳极限出现在大于  $10^7$  次循环时,疲劳极限取  $10^7$  次循环时的疲劳强度。

**7.2.4 累积损伤法**

利用 7.2.1 得出的  $S-N$  曲线,根据 Palmgren-Miner 法则计算 6.7 和 6.8 中每个载荷工况作用  $10^7$  次循环产生的损伤,6.7 和 6.8 分别累积所有载荷工况产生的损伤得到总损伤,总损伤均应低于 1。

**7.3 刚度**

车体结构的刚度应确保整备状态下车体的一阶垂向弯曲自振频率与转向架的点头和浮沉自振频率的比值大于 1.4 或车体的一阶垂向弯曲自振频率不低于 10 Hz。

**8 试验**

**8.1 概述**

**8.1.1** 试验项目包括静载荷试验、疲劳载荷或运用载荷试验和振动模态试验三部分。

注:运用载荷是指正常运用条件下车体承受的各种载荷。

8.1.2 静载荷试验的目的是测定车体结构在静载荷作用下的强度。

8.1.3 疲劳载荷或运用载荷试验的目的是测定车体结构在疲劳载荷或运用载荷作用下的强度。

8.1.4 振动模态试验的目的是测定车体的动态参数,鉴定车体结构的刚度。

## 8.2 静载荷试验

### 8.2.1 静载荷试验工况

8.2.1.1 静载荷试验工况应至少包括 6.3 规定的静载荷工况。

8.2.1.2 对于其他静载荷工况,可通过分析或试验或两者组合进行验证。

### 8.2.2 测量项目

测量项目应包括应力、挠度和纵向变形量。

### 8.2.3 测点布置

#### 8.2.3.1 应力测点

应力测点应根据强度计算和结构分析情况进行布置。主要承载构件应力大的部位、应力集中严重的部位均应布置测点。

#### 8.2.3.2 挠度测点

挠度测点布置在侧梁下方,一般布于侧梁端部、枕梁两端及侧梁中央。

#### 8.2.3.3 纵向变形测点

纵向变形测点一般布置在车体底架结构端部两侧。

### 8.2.4 试验方法

#### 8.2.4.1 垂向最大工作载荷试验

车体结构支撑在空簧位。在车体结构上施加  $1.3g \times (m_1 + m_4) - g \times m_0$  垂向载荷,除质量大的设备在其安装位置施加集中载荷外,其余载荷均匀施加在地板上。

其中  $m_0$  为车体结构质量与试验工装质量之和。

对试验测得的数据进行处理,计算出对应于垂向载荷  $1.3g \times (m_1 + m_4)$  的数据。

#### 8.2.4.2 车钩连接处纵向载荷试验

##### 8.2.4.2.1 车钩连接处 1 500 kN 压缩载荷与垂向载荷 $g \times m_1$ 组合试验

车体结构支撑在空簧位。首先在车体结构上施加  $g \times m_1 - g \times m_0$  垂向载荷,除质量大的设备在其安装位置施加集中载荷外,其余载荷均匀施加在地板上。然后在车钩连接处施加 1 500 kN 压缩载荷。

对试验测得的数据进行处理,计算出对应于 1 500 kN 压缩载荷与垂向载荷  $g \times m_1$  组合的数据。

##### 8.2.4.2.2 车钩连接处 1 500 kN 压缩载荷与垂向载荷 $g \times (m_1 + m_4)$ 组合试验

车体结构支撑在空簧位。首先在车体结构上施加  $g \times (m_1 + m_4) - g \times m_0$  垂向载荷,除质量大的设备在其安装位置施加集中载荷外,其余载荷均匀施加在地板上。然后在车钩连接处施加 1 500 kN 压缩载荷。

对试验测得的数据进行处理,计算出对应于 1 500 kN 压缩载荷与垂向载荷  $g \times (m_1 + m_4)$  组合的数据。

##### 8.2.4.2.3 车钩连接处 1 000 kN 拉伸载荷与垂向载荷 $g \times m_1$ 组合试验

车体结构支撑在空簧位。首先在车体结构上施加  $g \times m_1 - g \times m_0$  垂向载荷,除质量大的设备在其安装位置施加集中载荷外,其余载荷均匀施加在地板上。然后在车钩连接处施加 1 000 kN 拉伸载荷。

对试验测得的数据进行处理,计算出对应于 1 000 kN 拉伸载荷与垂向载荷  $g \times m_1$  组合的数据。

##### 8.2.4.2.4 车钩连接处 1 000 kN 拉伸载荷与垂向载荷 $g \times (m_1 + m_4)$ 组合试验

车体结构支撑在空簧位。首先在车体结构上施加  $g \times (m_1 + m_4) - g \times m_0$  垂向载荷,除质量大的设备在其安装位置施加集中载荷外,其余载荷均匀施加在地板上。然后在车钩连接处施加 1 000 kN 拉伸载荷。

对试验测得的数据进行处理,计算出对应于 1 000 kN 拉伸载荷与垂向载荷  $g \times (m_1 + m_4)$  组合的数据。



### 8.2.4.3 端墙区域压缩载荷试验

#### 8.2.4.3.1 端部结构地板上方 150 mm 高度 400 kN 压缩载荷与垂向载荷 $g \times m_1$ 组合试验

车体结构支撑在空簧位。首先在车体结构上施加  $g \times m_1 - g \times m_0$  垂向载荷,除质量大的设备在其安装位置施加集中载荷外,其余载荷均匀施加在地板上。然后在地板上方 150 mm 高度施加 400 kN 压缩载荷。

对试验测得的数据进行处理,计算出对应于 400 kN 压缩载荷与垂向载荷  $g \times m_1$  组合的数据。

#### 8.2.4.3.2 腰带(窗台)高度 300 kN 压缩载荷与垂向载荷 $g \times m_1$ 组合试验

车体结构支撑在空簧位。首先在车体结构上施加  $g \times m_1 - g \times m_0$  垂向载荷,除质量大的设备在其安装位置施加集中载荷外,其余载荷均匀施加在地板上。然后在腰带(窗台)高度施加 300 kN 压缩载荷。

对试验测得的数据进行处理,计算出对应于 300 kN 压缩载荷与垂向载荷  $g \times m_1$  组合的数据。

#### 8.2.4.3.3 上边梁高度 300 kN 压缩载荷与垂向载荷 $g \times m_1$ 组合试验

车体结构支撑在空簧位。首先在车体结构上施加  $g \times m_1 - g \times m_0$  垂向载荷,除质量大的设备在其安装位置施加集中载荷外,其余载荷均匀施加在地板上。然后在上边梁高度施加 300 kN 压缩载荷。

对试验测得的数据进行处理,计算出对应于 300 kN 压缩载荷与垂向载荷  $g \times m_1$  组合的数据。

### 8.2.4.4 单端抬车试验

车体结构一端支撑在规定的抬车位,另一端支撑在空簧位。首先在车体结构上施加  $1.1g \times m_1 - g \times m_0$  垂向载荷,除质量大的设备在其安装位置施加集中载荷外,其余载荷均匀施加在地板上。然后在抬起端的转向架区域施加  $1.1g \times m_2$  垂向载荷。

对试验测得的数据进行处理,计算出对应于载荷  $1.1g \times (m_1 + m_2)$  的数据。

### 8.2.4.5 整车抬车试验

车体结构支撑在规定的抬车位。首先在车体结构上施加  $1.1g \times m_1 - g \times m_0$  垂向载荷,除质量大的设备在其安装位置施加集中载荷外,其余载荷均匀施加在地板上。然后在两端转向架区域各施加  $1.1g \times m_2$  垂向载荷。

对试验测得的数据进行处理,计算出对应于载荷  $1.1g \times (m_1 + 2 \times m_2)$  的数据。

### 8.2.4.6 支撑点移位抬车试验

车体结构支撑在规定的抬车位。首先在车体结构上施加  $1.1g \times m_1 - g \times m_0$  垂向载荷,除质量大的设备在其安装位置施加集中载荷外,其余载荷均匀施加在地板上。然后在两端转向架区域各施加  $1.1g \times m_2$  垂向载荷,将其中一支撑点下降或抬升 10 mm。

对试验测得的数据进行处理,计算出对应于载荷  $1.1g \times (m_1 + 2 \times m_2)$  的数据。

注:如果抬车时不包括转向架。8.2.4.4~8.2.4.6 中  $m_2$  设为 0。

### 8.2.4.7 气密强度载荷与垂向载荷 $g \times (m_1 + m_4)$ 组合载荷试验

气密强度载荷试验和垂向载荷  $g \times (m_1 + m_4)$  试验分开进行,气密强度载荷试验只进行充气(正压)试验。该工况试验结果由垂向载荷  $g \times (m_1 + m_4)$  试验结果±气密强度载荷试验结果获得。

车体结构支撑在空簧位。在车体结构上施加  $g \times (m_1 + m_4) - g \times m_0$  垂向载荷,除质量大的设备在其安装位置施加集中载荷外,其余载荷均匀施加在地板上。对试验测得的数据进行处理,计算出对应于垂向载荷  $g \times (m_1 + m_4)$  的数据。

车体结构支撑在空簧位。向封堵好的车体结构充气至 6.3.7 规定的压力值。

### 8.2.5 试验步骤

在正式试验前应进行预试验,载荷分阶段增加,直到最大载荷。然后进行三次正式试验,对三次正式试验结果的算术平均值进行评价。

### 8.3 疲劳载荷或运用载荷试验

如果疲劳强度计算表明车体疲劳强度满足本标准规定,可不进行疲劳载荷试验;如果疲劳强度计

算包含严重的不确定性或者计算表明疲劳强度不满足本标准的规定时,可用运用载荷试验直接测量工作应力来评价疲劳强度。

运用载荷试验在装备齐全的车辆上进行,车体装载正常有效载荷  $m_3$ 。根据强度计算和静态试验结果确定关键区域并布置应变片,记录在典型运用条件下的动应力数据。对动应力数据进行计数统计处理,编制应力谱。利用 7.2.1 得出的  $S-N$  曲线,根据 Palmgren-Miner 法则累积损伤,推算出整个车体寿命的总损伤,应低于 1。

8.4 振动模态试验

对整备状态下的车体利用模态分析方法进行模态识别,应识别出 5 Hz ~40 Hz 频率范围的车体振型。

进行振动模态试验时,可采用单点激振多点测量或多点激振多点测量方法。鉴于车体较大而且结构复杂,建议优先采用多点激振、多点测量方法。试验时,可采用 2 Hz ~40 Hz 白噪声随机信号激振,初步确定车体的模态和频率,在接近振型频率点时,再采用正弦扫描进行激振,以准确获得车体的真实模态。

进行车体模态测定时,车体采用弹性支承方式。

加速度传感器的测量点应至少布置在 7 个测量断面上,每一断面的每个边不少于 3 个,如图 2 所示。传感器的布置可在车内,也允许在车外。

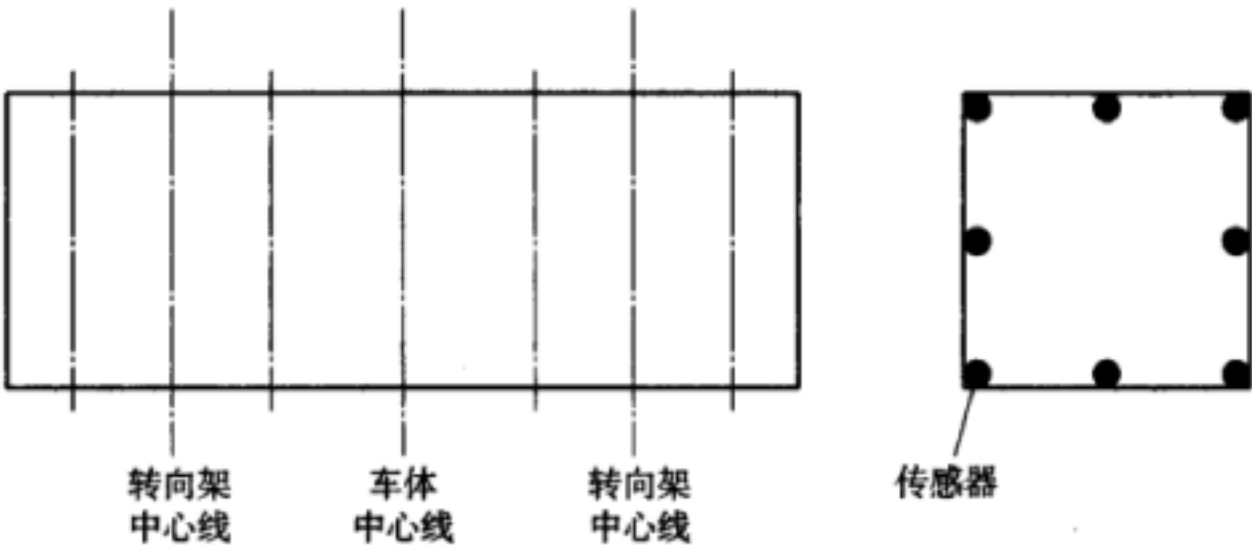


图 2 传感器布置示意图

附 录 A  
(资料性附录)

动车组车体结构常用材料及其主要力学性能

A. 1 动车组不锈钢车体结构

不锈钢车体结构采用的材料主要包括不锈钢和碳钢。不锈钢和碳钢焊接热影响区的屈服强度  $R_{eH}$  或规定非比例延伸强度  $R_{p0.2}$  为母材的屈服强度  $R_{eH}$  或规定非比例延伸强度  $R_{p0.2}$  除以 1.1。

表 A. 1 给出了动车组不锈钢车体结构常用材料及其主要力学性能。

表 A. 1 动车组不锈钢车体结构常用材料及其主要力学性能

钢材牌号	状 态	产品形式	厚度 $t$ mm	屈服强度 $R_{eH}$ 或规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ MPa	
				母 材	焊接热影响区
1. 4301	1D	带材、板材	$t \leq 13.5$	210	191
	2B		$t \leq 8$	230	209
1. 4318	2B		$t \leq 8$	350	318
	2H		$t \leq 6$	550	500
1. 0576	热轧	型材	$t \leq 16$	355	323
1. 0577	热轧	型材	$t \leq 16$	355	323
1. 8836	热轧	板材	$t \leq 16$	420	382
		板材	$40 < t \leq 63$	390	355
1. 8974	热轧	板材	$t \leq 8$	700	636
注:表中材料 1. 4301 和 1. 4318 为不锈钢,1. 0576、1. 0577、1. 8836 和 1. 8974 为碳钢。					

A. 2 动车组铝合金车体结构

铝合金车体结构基本上全部采用铝合金材料。

表 A. 2 给出了动车组铝合金车体结构常用材料及其主要力学性能。

表 A. 2 动车组铝合金车体结构常用材料及其主要力学性能

合金牌号	状 态	产品形式	厚度 $t$ mm	规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ MPa	
				母材	焊接热影响区
5083	O	板材	$t \leq 40$	125	125
			$40 < t \leq 80$	115	115
	H111	板材	$t \leq 50$	125	125
			$50 < t \leq 80$	115	115
	H321	板材	$t \leq 40$	215	155
6A01	T5	挤压型材	$t \leq 6$	205	120
7B05	T4	板材	$1.5 < t \leq 75$	195	176
	T5	挤压型材	—	245	205

表 A.2 动车组铝合金车体结构常用材料及其主要力学性能(续)

合金牌号	状 态	产品形式	厚度 $t$ mm	规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ MPa	
				母材	焊接热影响区
6005A	T6	开口挤压型材	$t \leq 5$	225	115
			$5 < t \leq 10$	215	115
			$10 < t \leq 25$	200	115
		中空挤压型材	$t \leq 5$	215	115
			$5 < t \leq 10$	200	115
6008	T6	开口挤压型材	$t \leq 5$	225	115
			$5 < t \leq 10$	215	115
		中空挤压型材	$t \leq 5$	215	115
			$5 < t \leq 10$	200	115
6082	T6	板材	$t \leq 6$	260	125
			$6 < t \leq 12.5$	255	125
		挤压型材	$t \leq 5$	250	125
			$5 < t \leq 25$	260	125
7020	T6	板材	$t \leq 12.5$	280	205
		挤压型材	$t \leq 40$	290	205



**BZ1700853**

中 华 人 民 共 和 国  
铁道行业标准

**动车组车体结构强度设计及试验**

Strength design and test of body structures of EMU/DMU

TB/T 3451—2016

\*

中国铁道出版社出版、发行

(100054,北京市西城区右安门西街8号)

读者服务部电话:市电(010)51873174,路电(021)73174

中国铁道出版社印刷厂印刷

版权专有 侵权必究

\*

开本:880 mm×1 230 mm 1/16 印张:1 字数:19 千字

2017年3月第1版 2017年3月第1次印刷

\*

TB/T 3451—2016 动车组车体结构强度设计  
及试验



151134955

RMB:10.00

定 价: 10.00 元