

**TB**

**中华人民共和国铁道行业标准**

TB/T 1807—2002

---

**货车车体静强度试验方法**

2002—02—09 发布

2002—07—01 实施

---

**中华人民共和国铁道部 发布**

# 前言

本标准代替 TB/T 1807—1986《货车车体静强度试验方法》。

本标准规定纵向力试验，第一工况拉伸力为 1125kN，压缩力为 1400kN。第二工况纵向压缩力为 2250kN。分别比原 TB/T 1807—1986 相应提高 12.5%，16.6%和 12.5%。与提速、重载要求的铁道货车实际运用情况基本相符。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准由四方车辆研究所提出并归口。

本标准起草单位：四方车辆研究所、铁道部科学研究院机车车辆研究所。

本标准主要起草人：石振栓、罗运康、舒兴高、张水兴、田葆栓。

本标准首次发布于 1987 年 1 月，本次为第一次修订。

# 货车车体静强度试验方法

## 1. 范围

本标准规定了铁道货车车体静强度试验的项目内容、设备仪表及试验评定方法。

本标准适用于最高运行速度不大于 120km/h，列车牵引总重不大于 6000t，运煤专线 10000t 及其以上，轴重不大于 25t 的铁路标准轨距新造通用货车。其他货车可参照使用。

## 2. 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 1220—1992 不锈钢棒

GB/T 3880—1997 铝及铝合金轧制板材

TB/T 1335—1996 铁道车辆强度设计及试验鉴定规范

## 3. 总则

3.1. 试验载荷、评定标准(包括基本作用载荷、强度、刚度评定标准等)应符合 TB/T 1335 及设计任务书的规定。

3.2. 本标准采用电阻应变测量法测量应力，用位移计或其他方法测量挠度。

## 4. 试验场地

试验一般应在室内进行，并应满足下列要求：

4.1. 应具备供水、供风(压缩空气)、照明和起重设备及 220V、50Hz 的交流电源。

4.2. 不受阳光直射、高温辐射、空气剧烈流动的影响，无漏雨，无腐蚀性气体，气温保持在 0 以上。

4.3. 试验场地附近应无强磁场、噪声及振动的干扰，以不影响测试精度为原则。

## 5. 被试车体

5.1. 被试车体应符合相应设计图样和技术条件的要求。技术状态应检查合格后方可进行试验。

5.2. 试验前后应对被试车体测试部位的技术状态，如各部变形、铆、焊接质量情况进行检查和测量，并作记录。

5.3. 试验前应将被试车体水平支承在心盘(旁承承载者为旁承)上。

## 6. 试验设备和仪表

6.1. 应力的测量应采用应变片和应变仪，挠度的测量应采用位移计等。

- 6.2. 全部测量仪表应在校验有效期内使用，否则应进行校验，合格后才可使用。
- 6.3. 试验加载装置的精度应不低于 3 级，加载误差不大于 1%，用于显示载荷值的压力表、千分表和测量挠度的位移计、百分表精度不低于 1.5 级。应变仪的基本误差不超过测量值的  $\pm 2\%$ ， $100\mu$  以下不大于  $2\mu$ ；零点飘移不超过  $\pm 5\mu/4h$ 。
- 6.4. 导线线径应尽量选用同一规格，同组测量应变片和温度补偿应变片所用导线的长度、线径应相同。

当双股测量导线中，单根导线的电阻值与应变片的电阻值之比( $\frac{R}{R}$ )大于 1%时，应对测量值按下式进行修正：

$$= c(1 + 2\frac{R}{R}) \dots\dots\dots (1)$$

式中

——修正后的应变值；

$c$ ——测量的应变值；

——双股测量导线中单根线的电阻值，；

$R$ ——应变片的电阻值，。

- 6.5. 测量应变片和温度补偿应变片的规格和灵敏度系数应相同，其电阻值的选用应尽量一致，温度补偿应变片不受任何外力作用，贴温度补偿应变片用的金属材质应与测量应变片所贴试件材质相同。测量应变片和温度补偿应变片以及其连接导线应处于相同环境温度条件下。

## 7. 试验项目和内容

### 7.1. 垂向载荷试验

- 7.1.1. 垂向载荷可用油缸、风缸加载，也可用重物加载。载荷分布应接近车体实际承载状态。
- 7.1.2. 垂向载荷试验加载值应按 TB/T 1335 的规定选取。
- 7.1.3. 垂向载荷试验时，测量应力测点的应力值和挠度测点的位移值。

### 7.2. 纵向力试验

- 7.2.1. 纵向力应沿车钩中心线加在前、后从板座上。
- 7.2.2. 纵向力大小按以下两种工况进行。

第一工况：纵向拉伸力取为 1125kN，压缩力取为 1400kN。

第二工况：纵向压缩力取为 2250kN。

- 7.2.3. 纵向力试验时，测量应力测点的应力值。

### 7.3. 扭转载荷试验

7.3.1. 扭转载荷试验，在四个顶车位或枕梁端部将车体顶起，使上、下心盘离开一定距离，形成四点支承，并处于水平状态。然后，将任意一个对角的两个支承点上升或下降，使车体产生扭转。

加于车体上的扭转力矩按下式计算：

$$M_k = \frac{F_1 + F_2}{2} b_1 \dots\dots\dots (2)$$

式中

$M_k$ ——扭转力矩，kN·m；

$F_1, F_2$ ——分别为同一端两支承点支承力变化的绝对值，kN；

$b_1$ ——同一端支承点间距离，m。

如用 7.3.1 进行扭转载荷试验有困难时，可用 7.3.2 方法进行。

7.3.2. 被试车体水平支承于心盘上，在车体内分别于 1、4 位和 2、3 位枕梁两端集中施加载荷  $F$ ，使车体呈扭转状态，然后，将上述两种位置试验所得的应力值相减，即可求出扭转载荷下的应力值。

加于车体上的扭转力矩按下式计算：

$$M_k = F \cdot L \dots\dots\dots (3)$$

式中

$M_k$ ——扭转力矩，kN·m；

$F$ ——枕梁一端点上的集中载荷值，kN；

$L$ ——同一枕梁两端载荷中心点间距，m。

心盘支承式结构的车体，扭转试验载荷取为 40kN·m。

扭转载荷试验时，测量应力测点的应力值。

#### 7.4. 顶车试验

顶车试验，使标记载重的载货车体在心盘上成两点支承，后用千斤顶在车体一端两侧顶车位将车体顶起，使车体由原两点支承改变为三点支承。

顶车试验时，测量应力测点的应力值，并检查顶车部位是否变形。

#### 7.5. 罐体内压力试验

罐体内压力试验采用水压，也可根据设计任务书的规定施加。

试验时测量应力测点的应力值。

#### 7.6. 散粒货物侧压力试验

载荷值取散粒货物侧压力的等效集中力，用千斤顶在车体内两侧墙对应侧柱的垂直中心线上的相应高度处加载。

全车各对侧柱均按上述方法分别加载，然后测得各组的应力数据叠加作为本工况的试验值或各

对侧柱同时加载，测得的应力值亦为本工况的试验值。

试验时测量应力测点的应力值及侧柱上端的变形值。

#### 7.7. 需上翻车机的敞车的托车力和压车力的试验

##### 7.7.1. 翻车机托车力试验

利用千斤顶在车体的两侧墙对应侧柱的适当高度，沿其垂直中心线加载，加载值对车辆总重 84t 的敞车，按侧墙立柱根部内倾总弯矩  $235\text{kN}\cdot\text{m}$  的规定，由一侧的侧柱均摊，分别对各组侧柱加载，将测得的各组应力数据叠加作为本工况的试验值，或各对侧柱同时加载，测得的应力值亦为本工况的试验值。

试验时测量应力测点的应力值。

##### 7.7.2. 翻车机压车力试验

利用千斤顶，在上侧梁任何位置的 200mm 长度上，对车辆总重为 84t 的敞车均布施加 118kN 载荷。

试验时测量应力测点的应力值。

7.7.3. 其他载重的敞车及固定使用翻车机的敞车，应根据车辆总重和所用翻车机的结构确定上侧梁和立柱的载荷值。

#### 7.8. 棚车承受叉车的载荷试验

按叉车的载荷加载，作用在地板任何位置。

叉车前轮距按 760mm，载荷为 40kN，每轮 20kN 计。

试验时测量应力测点的应力值。

### 8. 测点的布置

#### 8.1. 应力测点的布置

8.1.1. 应力测点应着重布置在主要承载部件和受力大的部位：枕梁、中梁、侧梁、横梁和侧柱等受力大的断面以及刚度变化大的部位，在测点布置图中应标明测点的确切位置。构件翼缘上的测点，其应变片中心线与其外缘的距离为 5mm ~ 10mm。

8.1.2. 应变片形式根据部件受力状态，可采用单向、二向和三向应变片。一般在杆件上采用单向应变片，在板、壳上采用二向或三向应变片，在同一被试车体上，应尽可能采用电阻值、灵敏度系数相同的应变片，如不同时修正。在焊缝附近，刚度突变处尽量采用小尺寸(如 2mm × 3mm)应变片。

#### 8.2. 挠度测点的布置

中梁挠度测点一般布置在端梁、枕梁和车体中央部位；主横梁处可视需要布点；侧梁挠度测点一般布置在端梁和枕梁两端及侧梁中央部位。

### 9. 应变片的粘贴

#### 9.1. 被测表面要求

粘贴应变片之前，应清除被测表面的锈皮油污和附着物等。被测表面要打磨平整。其表面粗糙度 Ra 的最大值为  $3.2\ \mu\text{m}$ ，然后用砂布打磨其砂削方向与贴片的纵向成  $45^\circ$  角交叉纹路。

## 9.2. 粘贴要求

贴片处应用丙酮清洗干净，将应变片用适宜的粘结剂粘贴牢固，粘贴位置和方向正确，并将应变片引出线与接线板焊固。

## 9.3. 绝缘电阻要求

应变片和被测物之间绝缘电阻值用低压高阻表测量，其电阻值应在  $200\text{M}$  以上，在困难条件下也不应低于  $50\text{M}$ 。必要时用防潮剂密封。

# 10. 试验步骤

## 10.1. 预试

测量导线接好后，应首先进行预试。

预加载工况，可按两级或三级缓慢加载。一直加到试验所要求的最大值。

在各级载荷下预试时，被测结构和测试系统均处于正常状态，方可进行正式试验。

## 10.2. 正式试验

试验载荷按第 7 章规定施加。

每种工况加(卸)载次数应不少于三次，加载有困难且两次加(卸)载所得数据较吻合时，第三次加载可不进行。

试验中应及时分析应力和挠度的变化规律，随时注意被测结构和测试系统等方面可能出现的问题，以及异常数值，并作相应处理。

# 11. 试验数据整理和换算

试验数据整理和换算见附录 A(标准的附录)。

# 12. 强度和刚度的评定

12.1. 车体除顶车试验的应力和变形符合 TB/T 1335 中 6.11 的规定外，第一、第二工况的合成应力不得大于相应工况许用应力。对复杂应力状态下的合成应力按 A2.6 求得。所用材料许用应力 [ ] 按 TB/T 1335 中 9.5 规定选取。

12.2. 车体的相当垂直弯曲刚度应按 TB/T 1335 中有关货车车体挠跨比评定的标准进行评定。

# 13. 试验资料与试验报告

13.1. 原始试验资料须由试验单位整理归档备查。

13.2. 试验报告应包括下列内容：

- a) 试验目的，被试车型号，试验时间和地点；
- b) 被试车车体结构特征和技术状态；

- c) 试验内容及载荷值；
- d) 试验结果分析，结论和建议；
- e) 附应力、挠度测点布置图，各种基本作用载荷下应力及合成应力的应力汇总表，挠度数据表；
- f) 试验参加人员，报告拟稿人，试验负责人和试验单位(公章)。

附 录 A  
(标准的附录)

**试验数据整理和换算**

A1 对每个测点的试验值经分析、检查剔除异常数值后，求出算术平均值。

A2 应力的换算

若试验载荷值与基本作用载荷值不相等时，应将试验载荷下所测得应力值换算成基本作用载荷下的应力值。

A2.1 垂向静载荷下应力换算

A2.1.1 中梁、端梁和横梁的测点应力换算公式：

$$c_j = c_l \frac{(m_1 + m_2 + m_3)g}{F_{cl}} \dots\dots\dots (A1)$$

式中

$c_j$ ——垂向静载荷下的应力值；

$c_l$ ——试验载荷下测得的应力值；

$F_{cl}$ ——试验载荷，kN；

$m_1$ ——底架自重，t；

$m_2$ ——载重，t；

$m_3$ ——底架的整备重量，t；

$g$ ——重力加速度， $9.81\text{m/s}^2$ 。

A2.1.2 枕梁、侧墙(包括侧梁)和车顶的测点应力换算公式：

$$c_j = c_l \frac{(m_0 + m_2 + m_4)g}{F_{cl}} \dots\dots\dots (A2)$$

式中

$m_0$ ——车体自重，t；

$m_4$ ——车体的整备重量，t。

注：敞、棚、平车车体所有梁件允许按(A2)式换算。

A2.2 纵向力作用下应力换算

A2.2.1 第一工况

1125kN 纵向拉伸力作用下应力换算公式：

$$\sigma_{yl} = \frac{1125}{F_{cl}} \dots\dots\dots (A3)$$

式中

$\sigma_{yl}$ ——1125kN 纵向拉伸力作用下的应力值。

1400kN 纵向压缩力作用下应力换算公式：

$$\sigma_{yy} = \frac{1400}{F_{cl}} \dots\dots\dots (A4)$$

式中

$\sigma_{yy}$ ——1400kN 纵向压缩力作用下应力值。

### A2.2.2 第二工况

2250kN 纵向压缩力作用下应力换算公式：

$$\sigma_{ey} = \frac{2250}{F_{cl}} \dots\dots\dots (A5)$$

式中

$\sigma_{ey}$ ——2250kN 纵向压缩力作用下应力值。

### A2.3 40kN·m 扭转载荷作用下应力换算公式

$$\sigma_{nz} = \frac{40}{M_{kcl}} \dots\dots\dots (A6)$$

式中

$\sigma_{nz}$ ——40kN·m 扭转载荷作用下应力值；

$M_{kcl}$ ——试验扭矩，kN·m。

### A2.4 罐体承受内压力时的应力换算公式

$$\sigma_{ny} = \frac{P_0}{P_{cl}} \dots\dots\dots (A7)$$

式中

$\sigma_{ny}$ ——罐体承受内压力时的应力值；

$P_0$ ——罐体承受内压力，MPa；

$P_{cl}$ ——罐体试验压力，MPa。

### A2.5 应力计算的基本公式

#### A2.5.1 单向应变片的测点，其应力计算公式：

$$\sigma = E \dots\dots\dots (A8)$$

式中

——测点应力值，MPa；

E——弹性模量，轧制钢材为  $206 \times 10^3$ MPa，铸钢件为  $172 \times 10^3$ MPa；

——应变值。

A2.5.2 二向应变片的测点按公式(A9)、(A10)求出主应力：

$$\sigma_1 = \frac{E}{1-\mu^2} (\epsilon_0 + \mu \epsilon_{90}) \dots\dots\dots(A9)$$

式中

$\sigma_1$ ——主应力，MPa；

$\mu$ ——泊松比，取 0.3；

$\epsilon_0$ ——车体纵向的应变值；

$\epsilon_{90}$ ——车体横向的应变值。

$$\sigma_2 = \frac{E}{1-\mu^2} (\epsilon_{90} + \mu \epsilon_0) \dots\dots\dots(A10)$$

式中

$\sigma_2$ ——主应力，MPa；

A2.5.3 三向应变片求主应力和方向角：

a) 0—45°—90°形式三向应变片，按测点的应变值求出主应力( $\sigma_1, \sigma_2$ )和方向角( $\theta$ )，其主应力计算公式如下：

$$\sigma_{1,2} = E \frac{(\epsilon_0 + \mu \epsilon_{90})}{2(1-\mu)} \pm \frac{\sqrt{2}E}{2(1+\mu)} \sqrt{(\epsilon_0 - \epsilon_{45})^2 + (\epsilon_{45} - \epsilon_{90})^2} \dots\dots\dots(A11)$$

式中

$\epsilon_{45}$ ——与  $\epsilon_0$  和  $\epsilon_{90}$  成 45°角方向的应变值。

$$\theta = \frac{1}{2} \arctan \frac{2 \epsilon_{45} - (\epsilon_0 + \epsilon_{90})}{\epsilon_0 - \epsilon_{90}} \dots\dots\dots(A12)$$

式中

——方向角，(°)。

b) 0—60°—120°形式三向应变片按测点的应变值求出主应力( $\sigma_1, \sigma_2$ )和方向角( $\theta$ )，其计算公式如下：

$$\sigma_{1,2} = \frac{E}{3(1-\mu)} (\epsilon_0 + \epsilon_{60} + \epsilon_{120}) \pm \frac{\sqrt{2}E}{3(1+\mu)} \times \sqrt{(\epsilon_0 - \epsilon_{60})^2 + (\epsilon_{60} - \epsilon_{120})^2 + (\epsilon_{120} - \epsilon_0)^2} \dots\dots\dots(A13)$$

$$= \frac{1}{2} \arctan \frac{\sqrt{3}(\epsilon_{60} - \epsilon_{120})}{2\epsilon_0 - \epsilon_{60} - \epsilon_{120}} \dots\dots\dots (A14)$$

式中

$\epsilon_{60}$ ——与  $\epsilon_0$  成  $60^\circ$  角方向的应变值；

$\epsilon_{120}$ ——与  $\epsilon_0$  成  $120^\circ$  角方向的应变值。

### A2.6 当量应力计算公式

$$\sigma_e = \sqrt{0.5[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]} \dots\dots\dots (A15)$$

$\sigma_1$ 、 $\sigma_2$ 、 $\sigma_3$  分别为测点的三个主应力。

### A3 应力合成

**A3.1 应力合成须遵照“最大可能组合”原则进行。**单向应力状态测点的应力可直接进行合成；复杂应力状态测点的应力，须将应变片各个方向在各种载荷作用下的应力值合成后，再按(A9)~(A14)式，求出合成应力的主应力。

#### A3.2 第一工况

中梁、端梁、枕梁、横梁和车顶应力合成为：

$$\sigma = \sigma_{cj}(1 + K_{dy}) + \sigma_{yl}(\text{或 } \sigma_{yy}) + \sigma_{nz} + \sigma_{c1} \dots\dots\dots (A16)$$

式中

$\sigma$ ——第一工况下合成应力值，MPa；

$\sigma_{cj}$ ——垂向静载荷下的应力值，MPa；

$\sigma_{yl}$ ——1125kN 纵向拉伸力作用下的应力值，MPa；

$\sigma_{yy}$ ——1400kN 纵向压缩力作用下的应力值，MPa；

$\sigma_{nz}$ ——40kN·m 扭转载荷作用下的应力值，MPa；

$\sigma_{c1}$ ——第一工况下散粒货物侧压力作用下的应力值(仅装运散装货物的车辆加入此值，下同)，

MPa；

$K_{dy}$ ——垂向动荷系数；按 TB/T1335 中 6.2.1 的规定计算。

侧墙(包括侧梁)应力合成为：

$$\sigma = \sigma_{cj}(1 + K_{dy} + K_C) + \sigma_{yl}(\text{或 } \sigma_{yy}) + \sigma_{nz} + \sigma_{c1} \dots\dots\dots (A17)$$

式中

$K_C$ ——侧向应力影响系数，取 0.1。

罐体应力合成为：

$$= \sigma_{ny} + \sigma_{yl}(\text{或 } \sigma_{yy}) + \sigma_{cj}(1 + K_{dy}) \dots\dots\dots(A18)$$

式中

$\sigma_{ny}$ ——内压应力，MPa。

### A3.3 第二工况

各测点的应力合成为：

$$= \sigma_{cj} + \sigma_{ey} + \sigma_{c2} \dots\dots\dots(A19)$$

式中

——第二工况合成应力值，MPa；

$\sigma_{ey}$ ——第二工况压缩应力值，MPa；

$\sigma_{c2}$ ——第二工况下散粒货物侧压力作用下的应力值(仅装运散装货物的车辆加入此值)，MPa。

罐体应力合成为：

$$= \sigma_{ny} + \sigma_{cj} + \sigma_{ey} \dots\dots\dots(A20)$$

### A3.4 顶车应力合成

$$\sigma_d = \sigma_{cj} + \sigma_{dc} \dots\dots\dots(A21)$$

式中

$\sigma_d$ ——顶车工况合成应力值，MPa；

$\sigma_{dc}$ ——顶车载荷下应力值，MPa。

## A4 挠度计算与换算

在垂向载荷试验时，测得在端梁、枕梁两端和车体中央处，中梁和侧梁的挠度值，并换算成中梁中央相对于两心盘的挠度值( $f_{zc}$ )，侧梁中央相对于枕梁端部的挠度值( $f_{cc}$ )再换算为车体正常运用载荷情况下的挠度值，换算公式如下：

$$f_z = f_{zc} \frac{(m_1 + m_2 + m_3)g}{F_{cl}} \dots\dots\dots(A22)$$

式中

$f_z$ ——中梁中央在正常运用情况下的挠度，mm；

$f_{zc}$ ——在试验载荷下中梁中央相对于心盘的挠度值，mm。

$$f_c = f_{cc} \frac{(m_0 + m_2 + m_4)g}{F_{cl}} \dots\dots\dots(A23)$$

式中：

$f_c$ ——侧梁中央在正常运用情况下的挠度，mm；

$f_{cc}$ ——在试验载荷下一位和二位侧梁中央相对于枕梁端部挠度平均值，mm。

注：挠度是指垂向加载前后位移变化值。