

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 6792—2009  
代替 GB/T 6792—1996

## 客车骨架应力和形变测量方法

Measure method of stress and deformation for bus skeleton

2009-03-23 发布

2010-01-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

## 前 言

本标准代替 GB/T 6792—1996《客车车身骨架应力、形变测量方法》。

本标准与 GB/T 6792—1996 相比,主要变化如下:

- 增加了客车骨架名词术语解释(见 3.1);
- 删除了原标准中关于设备具体的固定方式和减振方式等方面的条款(见 1996 版 5.2.1~5.2.4);
- 修订了对具体测试设备的要求,如:将“磁带记录仪”改为“数据采集系统”等(见 1996 版 3;本版第 4 章);
- 增加了制动工况和振动工况试验方法,在动态应力测试中区分了振动工况和制动工况(见 7.2);
- 增加了制动工况试验场地要求(见 5.2.3);
- 增加了振动工况台架测试方法(见 7.2.2)。

本标准附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F 及附录 G 均为资料性附录。

本标准由国家发展和改革委员会提出。

本标准由全国汽车标准化技术委员会(SAC/TC 114)归口。

本标准起草单位:国家客车质量监督检验中心、郑州宇通客车股份有限公司、厦门金龙联合汽车工业有限公司、金华青年汽车制造有限公司。

本标准主要起草人:周政平、魏建华、段勇、李冬梅、覃国周、胡芳芳。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 6792—1986、GB/T 6792—1996。

# 客车骨架应力和形变测量方法

## 1 范围

本标准规定了客车骨架应力和形变的测量仪器、辅助器材、测量条件、测量方法、测量结果处理及测量报告内容。

本标准适用于非冲压式车身的客车骨架,其他客车可参照使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 4780—2000 汽车车身术语

GB/T 12428 客车装载质量计算方法

GB/T 12674 汽车质量(重量)参数测定方法

GB 12676 汽车制动系统结构、性能和试验方法

## 3 术语和定义

GB/T 4780—2000 中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**客车骨架 bus skeleton**

客车承受载荷的车身和底架的框架结构。

## 4 测量仪器及辅助器材

### 4.1 测量仪器

静态应变仪、动态应变仪、数据采集系统、信号处理系统、侧倾仪、万用表、兆欧表、整车道路模拟振动试验台等。

### 4.2 辅助器材

支车凳、直板、垫板、定长规、三角木等(直板和定长规可参照附录 A 制作)。

## 5 测量条件

### 5.1 环境

5.1.1 静态测量在室内进行。温度为 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,其变化率不超过 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ;相对湿度不大于85%;无阳光直射、高温辐射、风吹和腐蚀性气体;无工频强磁场干扰。

5.1.2 动态测量在道路上进行。温度为 $0\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,其变化率不超过 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ;相对湿度不大于85%;测量路段无工频强磁场干扰。

5.1.3 在整车道路模拟振动试验台上进行的测试,环境条件参照5.1.1。

### 5.2 场地

5.2.1 静态测量场地应平整,其倾斜角不大于1%,否则用板垫平。

5.2.2 动态测量路段应与客车运行线路相似,要求见表1。

表 1 动态测量路段要求

用途	路面		
	坏路面	中等路面	良好路面
准备路段	路面平整,长为 15 m~20 m		
加速路段	长度应能满足加速到使用车速		
测量路段	直路长应满足采样样本长度要求		
长途客车使用车速	30 km/h	50 km/h	最高车速的 85%
城市客车使用车速		30 km/h	50 km/h
减速路段	长度应满足安全停车的需要		

5.2.3 制动工况试验场地要求:试验路面应为干燥、平整的混凝土或具有相同附着系数的其他路面,路面上不许有松散的杂物。在道路纵向任意 50 m 长度上的坡度应小于 1%,路拱坡度应小于 2%。

### 5.3 样车准备

5.3.1 车辆应尽量按照实际布置和安装形式装配简易座椅和活动地板,根据测试的实际需要决定是否安装风窗玻璃;对设置行李架、行李舱的客车应装配行李架、行李舱,对允许站立乘客的车辆应装配扶手;对卫生间、空调、饮水机等具有较大质量的设备应按实际结构装配或装配等质量模型。道路试验时,被测车辆应具有行驶能力,其转向、制动、灯光、信号等应符合车辆管理部门要求。

5.3.2 被测车辆空载行驶路程为 200 km,并调整轮胎气压到规定值。参照附录 B 中图 B.1 预加载,24 h 后卸载。

5.3.3 凡准备粘贴应变片的部位,在 30 mm×20 mm 的范围内应平整,其表面不得损伤。

## 6 测量准备

### 6.1 测点选择

选择原则:已知的高应力区可以少贴应变片;根据 CAE(计算机辅助分析)等计算分析发现的高应力区及根据设计使用经验估计的高应力区可以多贴应变片;无法估计高低应力区及应力集中处可以更多地贴应变片。

6.1.1 对乘客门置于轴间的等间距立柱骨架,以下三个区域为高应力区:

- 乘客门立柱及门上边梁;
- 乘客门前各侧窗立柱及上边梁和腰梁;
- 驾驶员门处立柱及门上边梁。

城市客车乘客门对面的立柱也是一高应力区。

6.1.2 发动机前置的客车底架的测点,建议集中在其后轴前、后处底架的上下翼面上及经分析认为可能存在应力集中的部位。

6.1.3 发动机后置的客车底架、不等间距侧围立柱,建议先普遍布片测量。

### 6.2 贴片

6.2.1 应变片应预先筛选按电阻值分档,用万用表筛选时以 0.1 Ω 分档。

6.2.2 应变片的长边应与梁或柱的长度方向相一致,应变片的长边边缘与梁或柱的边缘距离,冲压件不大于 3 mm,冷弯型钢不大于 5 mm。对于以二氧化碳保护焊焊成焊缝的构件,其上所贴的应变片短边距焊缝边缘不大于 3 mm,测点的位置用划针预先画好,以保证贴片位置准确。

6.2.3 按有关应变片电测量技术要求,将应变片及接线端子粘贴在测量部位,然后焊接引线并进行防潮处理。

6.2.4 在引线应变仪连接之前先进行通断检查和绝缘阻值检查。如采用胶基箔式应变片则绝缘阻

值不应低于 50 M $\Omega$ ,参照附录 C 进行车身骨架、底架的应变片布置及编号,并将工作片和补偿片的阻值记入表 C.1 中。

#### 6.2.5 绘制加载图

先按 GB/T 12428 进行核载,再按 GB/T 12674 的规定进行整车质量参数测定,其质量应符合客车的厂定最大总质量及由其决定的装载质量、厂定最大轴载质量、载荷分布的要求,参照附录 B 绘制加载图及加载记录表。

#### 6.2.6 确定形变测量标记

为便于车身骨架、底架倾角的测量,先在侧围左右对称位置的腰梁上,划出摆放直板的位置线及侧倾仪在底架搁梁上的测量部位。用定长规在窗框和乘客门框的对角线方向上打出测量标记,参照附录 D 绘制形变测点标记图。

#### 6.2.7 标定、校准仪器

标定、校准应变仪、数据采集系统、滤波放大器等。

### 7 测量方法

#### 7.1 静态应力和形变测量

##### 7.1.1 弯曲工况

7.1.1.1 根据应变片的电阻值和所在部位情况,设置单点或公用温度外补偿片。具体作法为选取一定数量的贴有补偿片的铁板用带子将其捆在被补偿的工作片附近,补偿片的铁板材质应与被补偿测点的客车骨架材质相同。

7.1.1.2 用半桥接法将引线连接到静态应变仪上。

7.1.1.3 在空载状态下,接通电源、预热仪器,然后调整静态应变仪,使各测点电桥平衡。

7.1.1.4 用直板和侧倾仪从车前至车后或从车后至车前测量车身骨架、底架的倾角初始值,如倾向一方为“+”,则向另一方为“-”,测量精确到分。将测量值记入附录 E 的表 E.1 中。

7.1.1.5 再次调平各测点,按附录 B 中图 B.1 加载。

7.1.1.6 加载 5 min 后测量窗框、乘客门框对角线长度的变化量,其增加为“+”,减少为“-”。将测量值记入表 E.2 中,然后测量倾角值,并将测量值记入表 E.1 中。

7.1.1.7 测量应变值,必须测量两次,并将测量值记入表 E.3 中。两次读数差的绝对值应不大于 10  $\mu\epsilon$ 。否则应测量第三次,若仍不能满足要求,应检查原因。

7.1.1.8 测量完毕,关机、卸载。

##### 7.1.2 扭转工况

7.1.2.1 将被测车辆用举升设备举起后,后轮放在支车凳上,前轮放在垒得等高的垫板上。

7.1.2.2 按 7.1.1.1~7.1.1.3 的步骤进行。

7.1.2.3 测量车身骨架、底架倾角的初始值,如倾向一方为“+”,则向另一方为“-”。将测量值记入表 E.4 中。

7.1.2.4 撤去左(右)单侧前轮垫板,使车轮下沉 240 mm 和 480 mm(以撤去垫板高度计算)或者呈悬空状态。

7.1.2.5 测量窗框、乘客门框对角线长度的变化量及车身骨架、底架倾角,并将测量值分别记入表 E.5、表 E.4 中。然后测量应变值,并需测量两次,将测量值记入表 E.6 中。

7.1.2.6 恢复被测车辆水平状态,左右调换支车凳和垫板,重复 7.1.2.4 和 7.1.2.5 的步骤。

7.1.2.7 恢复被测车辆水平状态,测量车身骨架、底架倾角,并将测量值记入表 E.4 中。

7.1.2.8 按静态测量加载图加载,测量车身骨架、底架倾角及各测点的应变值,然后分别将测量值记入表 E.4、表 E.6 中。

7.1.2.9 重复 7.1.2.4~7.1.2.6 的步骤。



7.1.2.10 测量完毕,关机、放下被测车辆、卸载。

## 7.2 动态应力测量

### 7.2.1 振动工况道路测试

7.2.1.1 根据静态应变测量或电算所得应变值最大的测点或设计者关心的部位,在其上选取测点总数的10%~20%作为动态应变测量点。

7.2.1.2 将动态应变仪、数据采集系统等牢固固定在车上,并考虑一定的减振措施。

7.2.1.3 将测点的工作片和补偿片以半桥测量状态联结在电桥盒上,并将电桥盒固定。将电桥盒、动态应变仪、数据采集系统等联成网络。

7.2.1.4 记录仪器各通道与被测应变片的对应关系。

7.2.1.5 将空载被测车辆开至测量路段的准备场地,划好停车位置线。

7.2.1.6 接通电源,预热仪器,平衡测点,当不能估计测点应变幅值时可先做一次测量,后再选定合适的测量档位。

7.2.1.7 启动数据采集系统,送入应变幅值的标定信号。

7.2.1.8 启动车辆,加速到要求的使用速度(见表1),然后稳定车速。

7.2.1.9 由驾驶员或测量指挥人员发出驶入测量路段信号,启动数据采集系统开始记录。

7.2.1.10 由驾驶员或测量指挥人员发出驶出测量路段信号,关闭仪器及电源。

7.2.1.11 驶回准备场地,按停车位置线停好车辆。

7.2.1.12 记录该次测量的环境、走向、时间、载荷、道路条件并作必要的说明。

7.2.1.13 利用数据采集系统的监控功能,监视各通道应变信号时间历程和加速度信号时间历程,观察各通道的信号衰减是否合适,信号是否过载或过小。

7.2.1.14 直到测完所有的测点和三种路面为止。根据需要打出有关曲线,并标注7.2.1.13的内容。

7.2.1.15 按动态测量加载图加载,重复7.2.1.6~7.2.1.14的步骤。

### 7.2.2 振动工况台架测试

选取相应的道路谱作为整车道路模拟振动试验台驱动信号,测量步骤参照上述7.2.1.1~7.2.1.15进行。

### 7.2.3 制动工况道路测试

按照GB 12676中发动机脱开的O型试验方法进行,测量步骤参照上述7.2.1.1~7.2.1.15进行。

## 7.3 蒙皮影响

若考虑蒙皮对车身骨架的影响,选点时应尽量选择不妨碍装蒙皮的测点,如无法避开可在该点附近位置选择不妨碍装蒙皮的参考测点,在加载蒙皮后重复进行上述静、动态测量。加装蒙皮前应保护好各测点的应变片。

## 8 测量结果处理

### 8.1 静态应力值按下式计算:

$$\sigma = E \times \epsilon$$

式中:

$\sigma$ ——应力值,单位为千帕(kPa);

$E$ ——弹性模量,单位为千帕(kPa);

$\epsilon$ ——应变值。

### 8.2 动态应变测量后进行幅值、概率密度函数等数据处理和分析。

## 9 测量报告内容

测量完毕,应编写测量报告。其内容根据需要可包括下列全部或部分项目:

- a) 车辆名称、型号、生产厂家、出厂编号(或生产序号)、车辆主要技术参数;
- b) 测量目的要求,测量时间、测量路段说明,测量人员;
- c) 使用仪器型号及仪器联接方框图,应变片布置及编号图,窗框、乘客门框对角线长度变化量测量位置编号图,车身骨架、底架倾角测量部位编号图,静、动态测量的加载图及轴载质量;
- d) 车身骨架、底架相对扭转角曲线(参照附录 F 绘制),车身骨架、底架在后轴前、后处弯曲工况的应力图,各测点在各种工况下的静态应力值,各测点的动态应力幅值-时间的概率密度函数曲线,动态应力均幅值矩阵;
- e) 测量结果的说明和分析。

附录 A  
(资料性附录)  
辅助器材

A.1 直板规格参见图 A.1。

单位为毫米

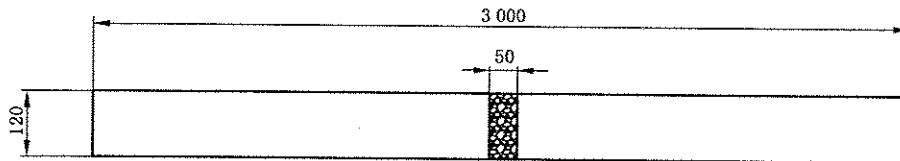
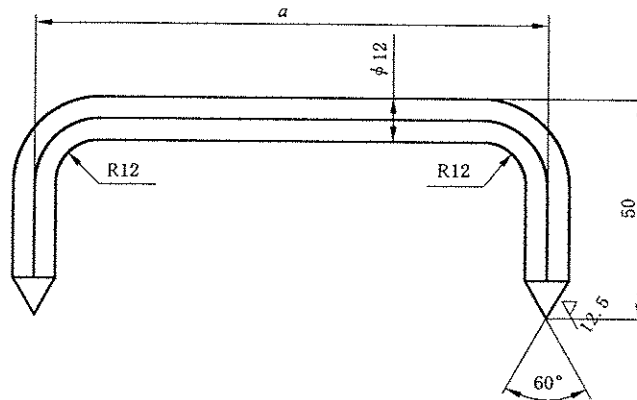


图 A.1 直板

A.2 定长规规格参见图 A.2。

单位为毫米



注：长度  $a$  视风窗框和乘客门框的对角线尺寸而定。

图 A.2 定长规



附录 B  
(资料性附录)  
加载图

B.1 静态测量加载图见图 B.1。

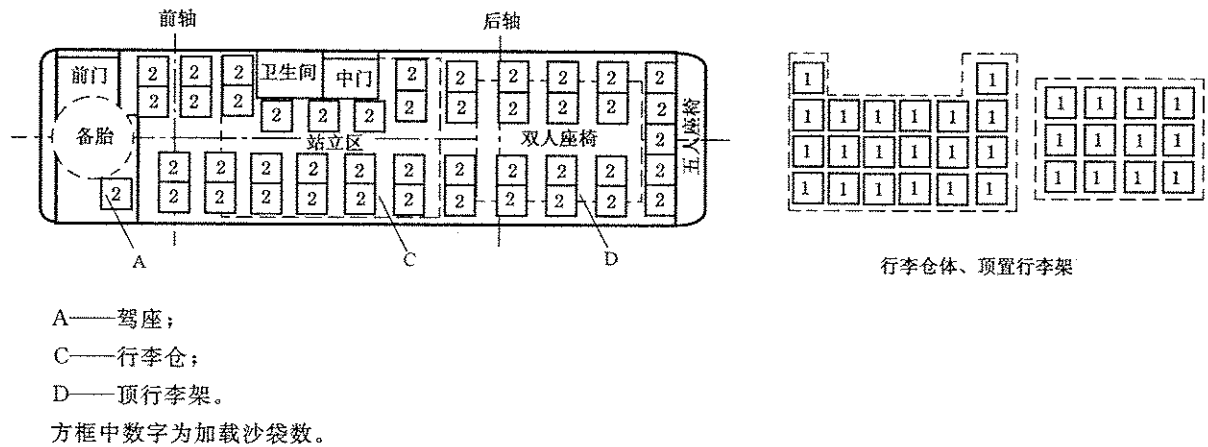


图 B.1 静态测量加载

B.2 动态测量加载图见图 B.2。

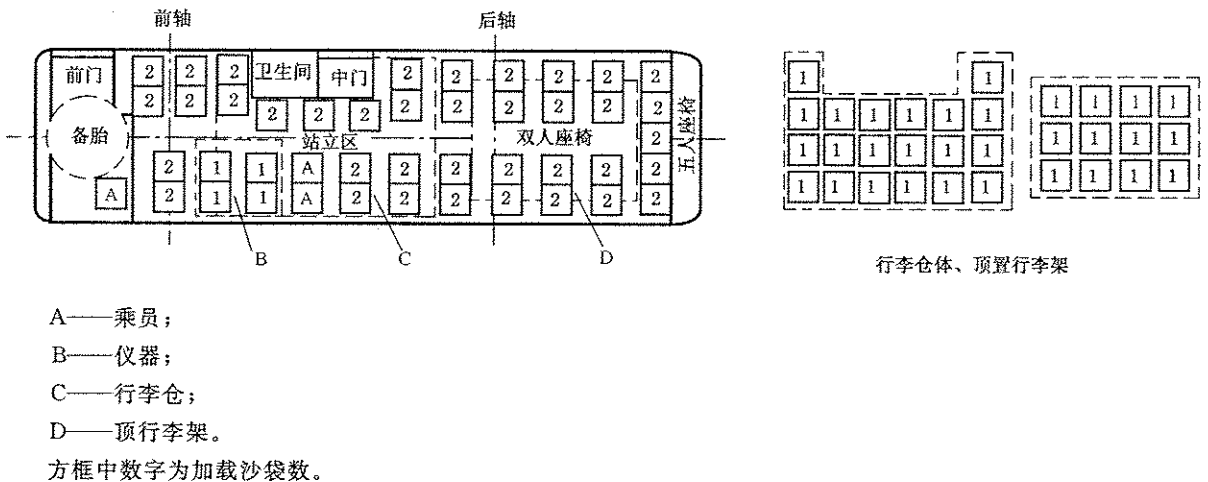


图 B.2 动态测量加载

B.3 静、动态测量加载记录见表 B.1。

表 B.1 加载记录表

单位为千克

状 态	装载砂袋数/个	平均每袋质量	前轴轴载质量	整车质量	后轴轴载质量	备注
静态测量	空载	—	—			
	满载					
动态测量	空载	—	—			
	满载					

注：载荷用干燥的砂和小卵石装袋，每袋质量按 GB/T 12428 客车装载质量计算方法确定。

附录 C  
(资料性附录)  
应变片布置及编号

C.1 车身骨架应变片布置及编号见图 C.1。

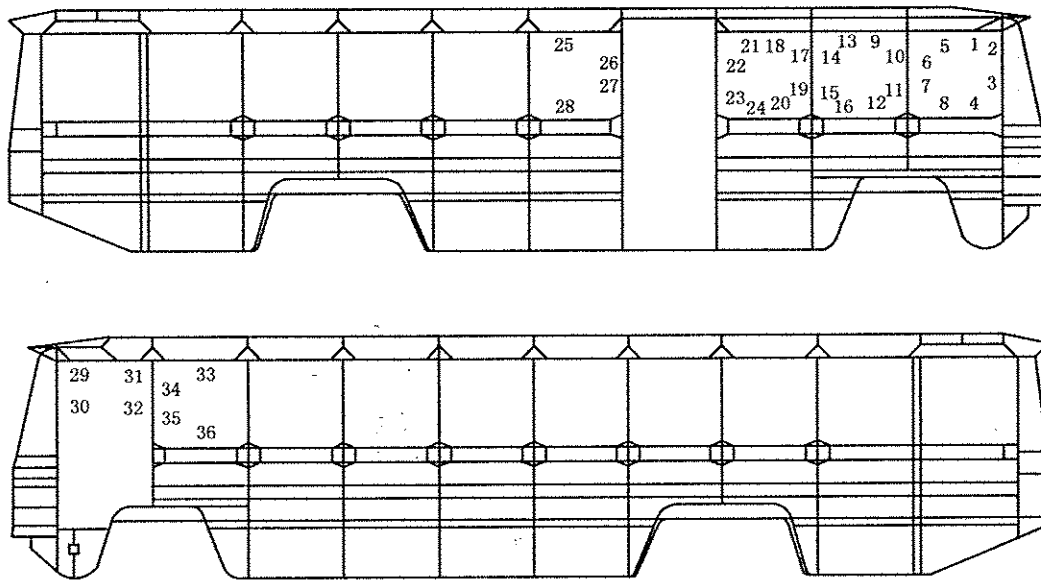


图 C.1 车身骨架应变片布置及编号

C.2 车身骨架或底架工作片和补偿片阻值记录见表 C.1。

表 C.1 车身骨架或底架工作片和补偿片阻值记录表

单位为欧姆

编号	阻 值		编号
	工作片	补偿片	
1			1
2			
3			
4			
⋮			2
		⋮	⋮

C.3 底架应变片布置及编号见图 C.2。

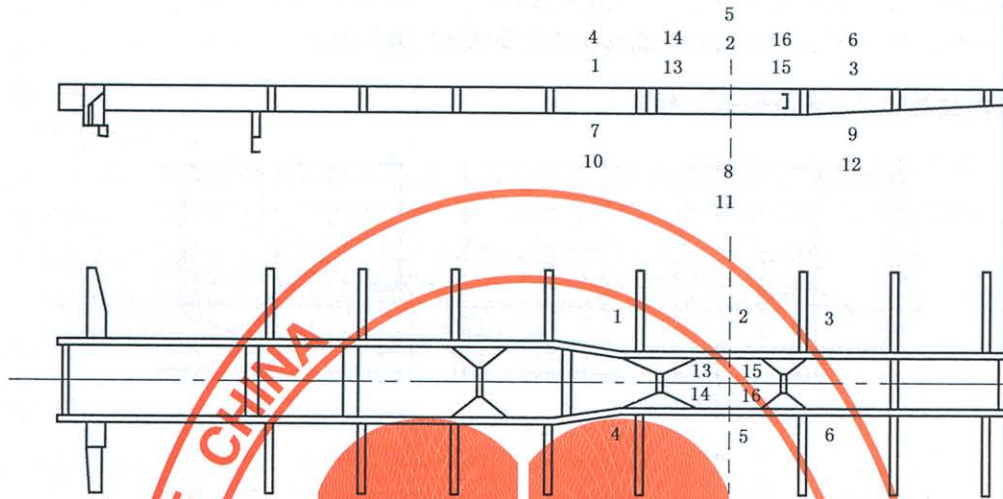
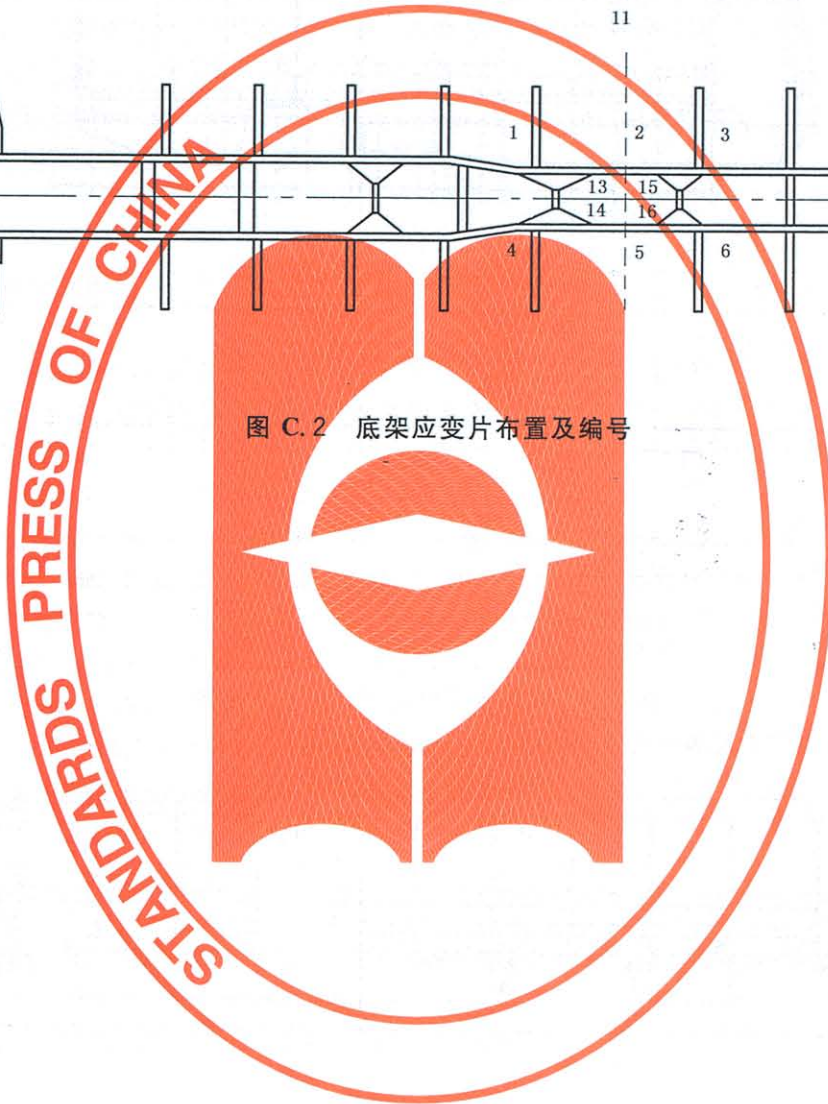


图 C.2 底架应变片布置及编号



附录 D  
(资料性附录)

倾角、对角线长度变化量测点位置及编号

D.1 车身骨架倾角测点位置及编号见图 D.1。

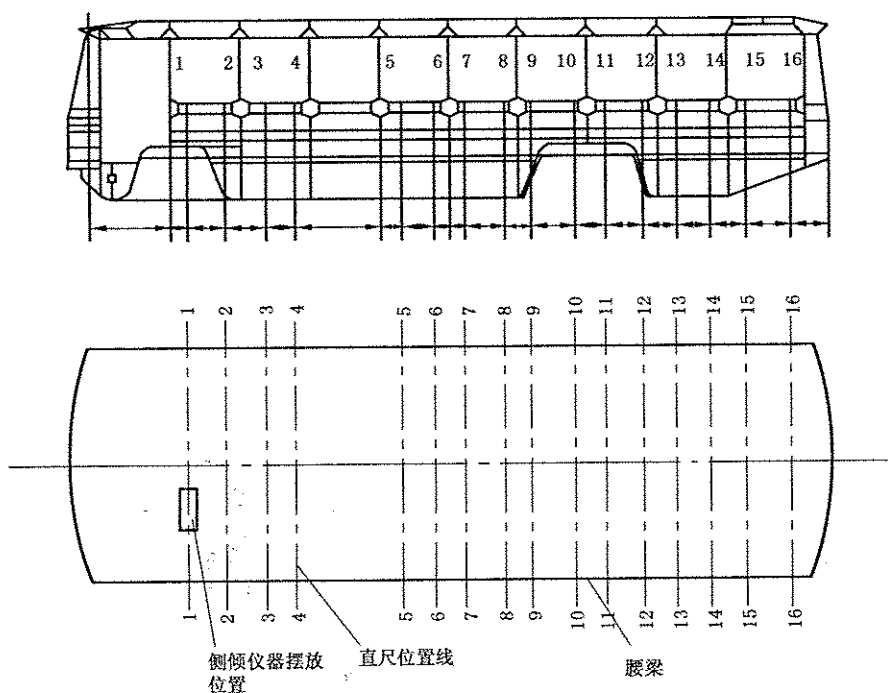


图 D.1 车身骨架倾角测点位置及编号

D.2 底架倾角测点位置及编号见图 D.2。

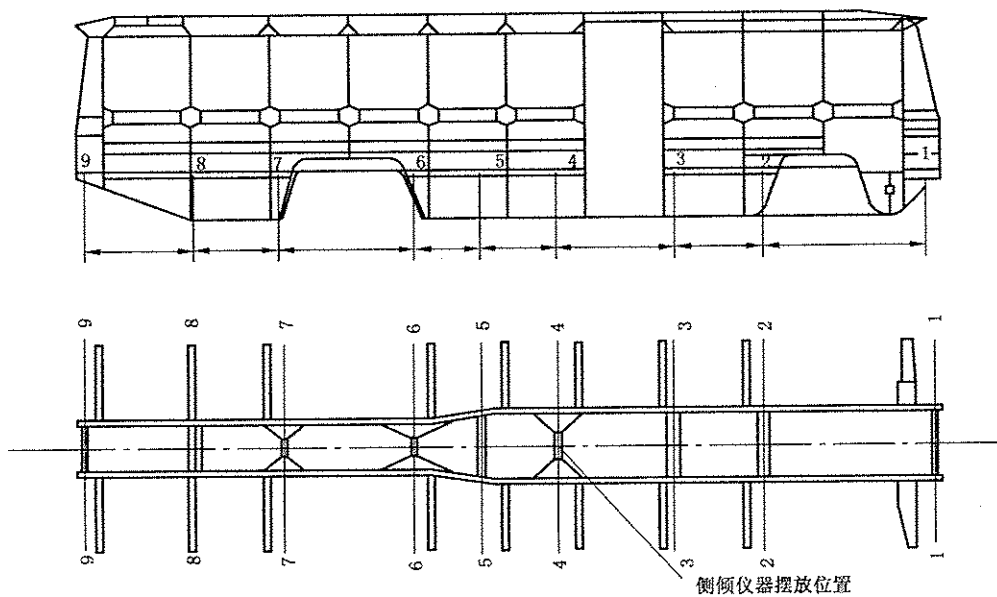


图 D.2 底架倾角测点位置及编号

D.3 窗框、乘客门框对角线长度变化量测量位置、编号和静态测量支承状态见图 D.3。

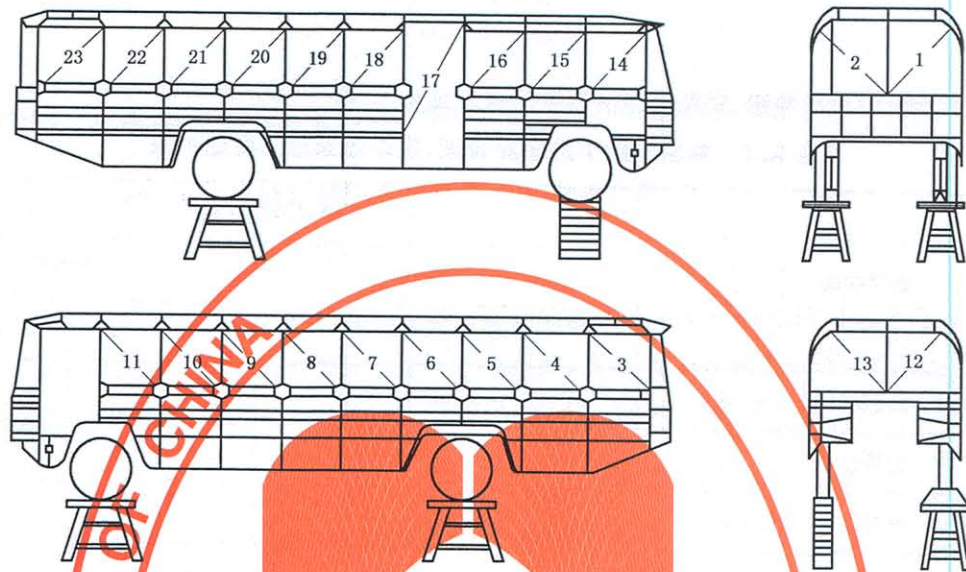


图 D.3 窗框、乘客门框对角线长度变化量测量位置、编号和静态测量支承状态



附录 E  
(资料性附录)  
记录表

E.1 弯曲工况下的车身骨架、底架倾角值测量记录表见表 E.1。

表 E.1 弯曲工况下的车身骨架、底架倾角值测量记录表 单位为分

载荷状态			测点部位及编号										
			车身骨架				底架						
			1	2	3	.....	1	2	3	.....			
空载状态	初始值	$A_i$											
满载状态	记录值	$B_i$											
	绝对值	$C_i = B_i - A_i$											
	相对值	$D_i = C_{j+1} - C_j$											

注： $i$  为测点编号， $j$  为测试次数。

E.2 弯曲工况下的窗框、乘客门框对角线长度变化量测量记录表见表 E.2。

表 E.2 弯曲工况下的窗框、乘客门框对角线长度变化量测量记录表 单位为毫米

部 位	窗 框				乘客门框		
测点编号	1	2	3	.....	1	2	.....
变化量							

E.3 弯曲工况下的车身骨架、底架应变值测量记录表见表 E.3。

表 E.3 弯曲工况下的车身骨架、底架应变值测量记录表 单位为微应变

载荷状态			测点部位及编号										
			车身骨架				底架						
			1	2	3	.....	1	2	3	.....			
空载状态	初始值	$A_i$											
满载状态	第 1 读值	$B_i$											
	第 2 读值	$C_i$											
	应力值/kPa	$D_i$											

注： $i$  为测点编号。

E.4 扭转工况下的车身骨架、底架倾角值测量记录表见表 E.4。

表 E.4 扭转工况下的车身骨架、底架倾角值测量记录表

单位为分

测量状态			测点部位及编号																					
			车身骨架						底架															
			1	2	3	4	5	……	1	2	3	4	5	……										
空载	空载第一次状态水平	初始值	$A_i$																					
	左前轮下沉 240 mm	记录值	$B_i$																					
		绝对值	$C_i = B_i - A_i$																					
		相对值	$D_i = C_{j+1} - C_j$																					
	左前轮悬空 (或下沉 480 mm)	记录值	$B_i$																					
		绝对值	$C_i = B_i - A_i$																					
		相对值	$D_i = C_{j+1} - C_j$																					
	右前轮下沉 240 mm	记录值	$B_i$																					
		绝对值	$C_i = B_i - A_i$																					
		相对值	$D_i = C_{j+1} - C_j$																					
	右前轮悬空 (或下沉 480 mm)	记录值	$B_i$																					
		绝对值	$C_i = B_i - A_i$																					
		相对值	$D_i = C_{j+1} - C_j$																					
	空载第二次状态水平	初始值	$A_i$																					
	满载	水平状态	记录值	$B_i$																				
绝对值			$C_i = B_i - A_i$																					
相对值			$D_i = C_{j+1} - C_j$																					
左前轮下沉 240 mm		记录值	$B_i$																					
		绝对值	$C_i = B_i - A_i$																					
		相对值	$D_i = C_{j+1} - C_j$																					
左前轮悬空 (或下沉 480 mm)		记录值	$B_i$																					
		绝对值	$C_i = B_i - A_i$																					
		相对值	$D_i = C_{j+1} - C_j$																					
右前轮下沉 240 mm		记录值	$B_i$																					
		绝对值	$C_i = B_i - A_i$																					
		相对值	$D_i = C_{j+1} - C_j$																					
右前轮悬空 (或下沉 480 mm)		记录值	$B_i$																					
		绝对值	$C_i = B_i - A_i$																					
		相对值	$D_i = C_{j+1} - C_j$																					

注：i 为测点编号，j 为测试次数。

E.5 扭转工况下的窗框、乘客门框对角线长度变化量测量记录表见表 E.5。

表 E.5 扭转工况下的窗框、乘客门框对角线长度变化量测量记录表 单位为毫米

测量状态		测点部位及编号							
		窗框				乘客门框			
		1	2	3	.....	1	2	3	.....
左前轮下沉 240 mm	空载								
	满载								
左前轮悬空 (或下沉 480 mm)	空载								
	满载								
右前轮下沉 240 mm	空载								
	满载								
右前轮悬空 (或下沉 480 mm)	空载								
	满载								

E.6 扭转工况下的车身骨架、底架应变值测量记录表见表 E.6。

表 E.6 扭转工况下的车身骨架、底架应变值测量记录表 单位为微应变

测量状态			测点部位及编号													
			车身骨架						底架							
			1	2	3	4	5	.....	1	2	3	4	5	.....		
弯曲	水平状态	空载	初始值													
		满载	第 1 读值													
			第 2 读值													
扭曲	左前轮下沉 240 mm	空载	第 1 读值													
			第 2 读值													
			应力值/kPa													
		满载	第 1 读值													
			第 2 读值													
			应力值/kPa													
	左前轮悬空 (或下沉 480 mm)	空载	第 1 读值													
			第 2 读值													
			应力值/kPa													
		满载	第 1 读值													
			第 2 读值													
			应力值/kPa													
右前轮下沉 240 mm	空载	第 1 读值														
		第 2 读值														
		应力值/kPa														
	满载	第 1 读值														
		第 2 读值														
		应力值/kPa														
右前轮悬空 (或下沉 480 mm)	空载	第 1 读值														
		第 2 读值														
		应力值/kPa														
	满载	第 1 读值														
		第 2 读值														
		应力值/kPa														

附录 F  
(资料性附录)  
相对扭转角曲线

F.1 车身骨架的相对扭转角曲线见图 F.1。

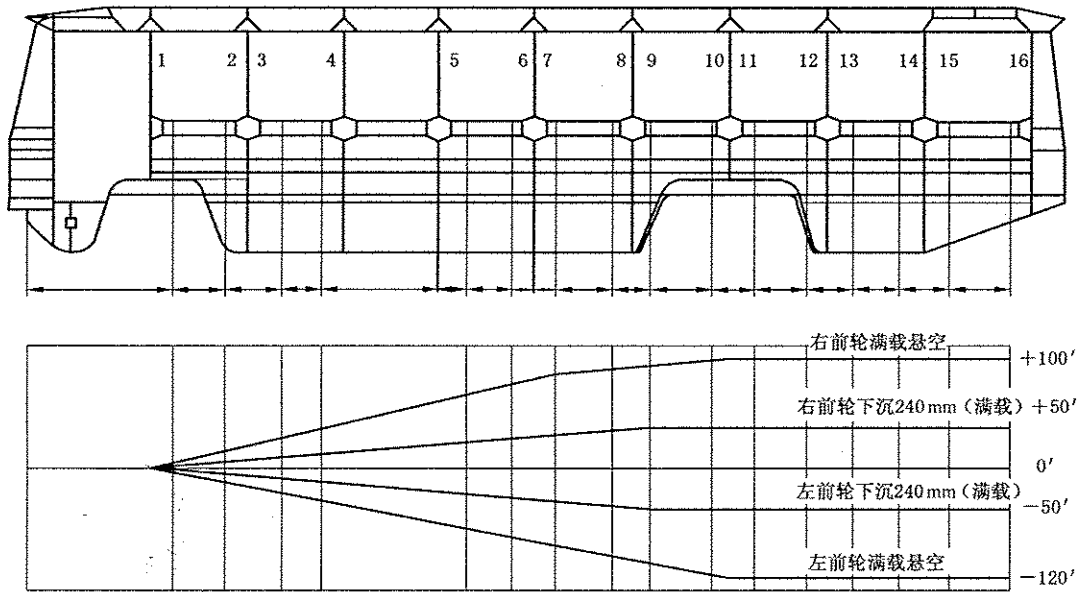


图 F.1 车身骨架相对扭转曲线

F.2 底架相对扭转角曲线见图 F.2。

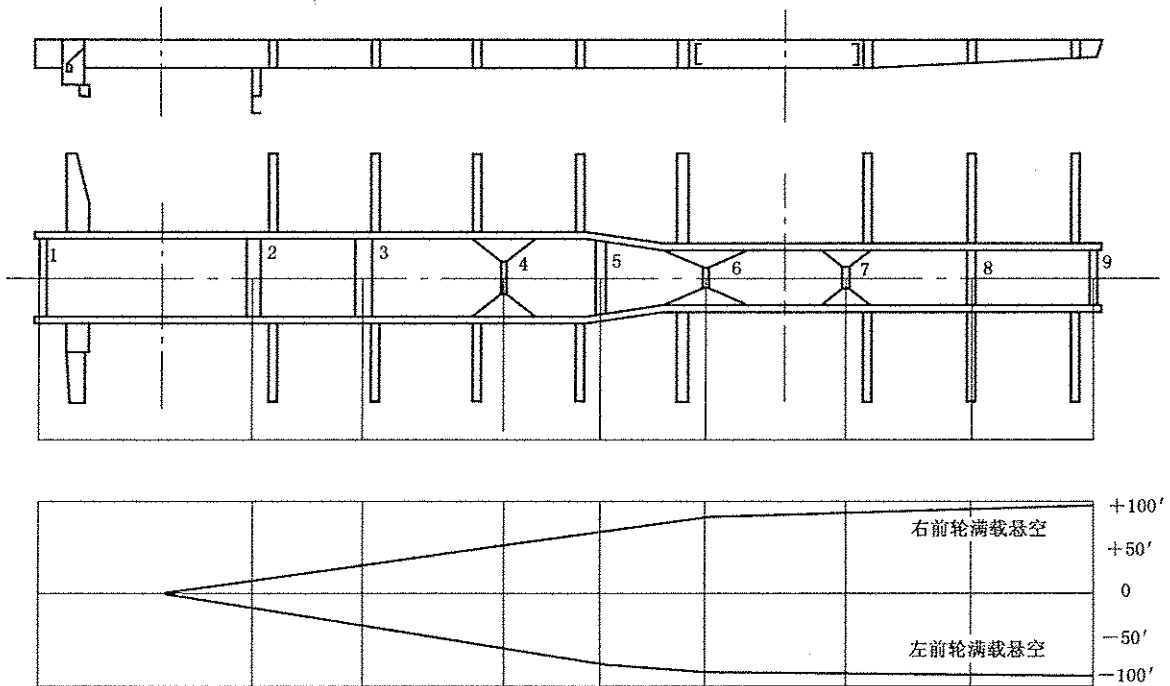


图 F.2 底架相对扭转曲线