

ICS 43.020

CCS T09

# 团 体 标 准

T/ZQB XXXX—XXXX

## 车辆侧翻试验台生产和使用技术指南

Technical guidelines for the production and use of vehicle tilting tables

(征求意见稿)

(本草案完成时间: 2025 年 12 月)

在提交反馈意见时, 请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国汽车保修设备行业协会 发布



# 目 次

前 言 .....	II
引 言 .....	III
1 范围 .....	4
2 规范性引用文件 .....	4
3 术语和定义 .....	4
4 总体原则 .....	5
5 车辆侧翻试验台设计、生产需考虑因素 .....	5
6 车辆侧翻试验台使用原则 .....	10
7 车辆侧翻试验台的维护与保养 .....	17
附录 A （资料性）挡块规格示意图 .....	19
附录 B （资料性）车辆质心计算方法 .....	20
附录 C （资料性）试验台维修保养记录表 .....	23
附录 D （资料性）试验台常见故障及处理方案 .....	26
参考文献 .....	27

## 前 言

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国汽车保修设备行业协会运输装备专业委员会提出。

本文件由中国汽车保修设备行业协会归口。

本文件起草单位：重庆凯瑞测试装备有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、济南元通测控技术有限公司、合肥百川自动化科技有限公司、中通客车股份有限公司。

本文件主要起草人：肖成诚、吴秋林、陈文、唐浩、敖麒云、高爱东、查明安、薛守飞、尹舜宇。

本文件为首次发布。

## 引 言

当前车辆侧翻试验台领域缺乏统一的生产与使用技术指导，不同企业的设备设计工艺、操作流程差异较大，在生产制造、精度控制及安全防护等方面，尚缺乏统一、系统的技术规范，既影响试验数据准确性，也增加了操作安全风险，急需建立系统性的技术指南以规范行业实践。

为解决上述问题，本文件整合了车辆侧翻试验相关的国家标准、行业规范及企业成熟实践经验，旨在为车辆侧翻试验台的生产制造、安装调试、操作使用及维护保养提供统一、科学的指导框架。

本文件作为指南类标准，不规定强制型技术参数或操作步骤，仅给出各环节的核心考虑要点和原则性建议，帮助使用者根据试验台类型（I类、II类、III类、IV类）、应用场景制定适配方案，也为相关技术文件（如设备说明书、操作规程）的编制提供参考依据。

本文件适用于乘用车、客车、货车、叉车等各类车型适配侧翻试验台，特殊用途车辆（如特种作业车辆、双挂车等）的应用可结合专项技术要求补充调整。

# 车辆侧翻试验台生产和使用技术指南

## 1 范围

本文件提供了车辆侧翻试验台的组成、结构设计、生产制造、控制系统配置，以及运输、安装、调试、标定、使用、维护的指导和建议，给出了试验台质心算法、安全防护等关键环节的参考。

本文件适用于乘用车、客车、货车、叉车等各类车型适配侧翻试验台的生产与使用；特种车辆适配侧翻试验台可参照本文件核心建议执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 3730.1-2022 汽车和挂车类型的术语和定义 第1部分：类型

GB 7258-2017 机动车运行安全技术条件

GB/T 1184-1996 形状和位置公差 未注公差值

GB/T 191-2008 包装储运图示标志

GB 50661-2011 钢结构焊接规范

JJF（机械） 1068-2021 车辆倾翻试验台校准规范

## 3 术语和定义

GB/T 3730.1-2022 和 GB 7258-2017 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**静侧倾稳定性 static roll stability**

车辆在静态条件下受到侧向力时其本身所固有的抗侧倾能力。

### 3.2

**侧倾角 roll angle**

车辆随侧倾试验台侧倾，车辆轮胎支承平面与水平面的夹角。

### 3.3

**最大侧倾稳定角 maximum stable roll angle**

车辆举升一侧全部轮胎支承平面法向反力至零时的侧倾角。

### 3.4

**侧倾稳定角 stable roll angle**

车辆达到最大侧倾稳定角之前的任意侧倾角。

### 3.5

**防侧滑挡块 anti-slip stop block**

安装于侧翻试验台、用于防止车辆试验时发生侧滑的防护部件。

### 3.6

#### 车辆侧翻试验 **rollover test on a complete vehicle**

对一辆完整的、与准备验证车型大小一致的车辆进行的,用以测试其上部结构强度的侧向滚翻试验。

### 3.7

#### 侧翻试验台 **tilting bench**

由侧翻平台和与之形成高度落差的混凝土撞击平面组成的装置,用于对整车或车身截段进行侧翻试验,以下简称“试验台”。

### 3.8

#### 称重板 **load cell plate**

安装于侧翻平台的承载式测量部件,通过与称重传感器配合,将物体施加的压力转化为可检测的电信号或数据,实现对物体重量或接触载荷的精准采集。

### 3.9

#### 保护装置 **protective device**

用于防止车辆在稳定性试验中因侧倾或重心偏移导致倾覆的装置,保护装置对车辆的约束力在车辆到达侧翻临界状态前宜为零,包括机械式保护装置及电子控制保护系统。

### 3.10

#### 临界侧倾角 **critical tilt angle**

车辆在试验台架上达到保护装置有效作用时的极限侧倾角度。

## 4 总体原则

以保障试验台试验数据精准可靠、操作安全可控、全生命周期稳定运行为核心目标,结合相关国家标准及行业成熟实践经验,宜遵循以下原则:

- a) 安全优先: 试验台设计、生产及技术参数设定需将人员安全、设备安全及试验车辆安全置于首位,强化机械、电器、软件多重防护机制,从技术层面规避试验风险;
- b) 精准适配: 针对乘用车、客车、货车、叉车等不同类型车辆的结构特性(轮距、轴距、总质量等),明确分类技术参数,确保试验台与被测车辆适配性,保障试验数据有效性;
- c) 可靠耐用: 生产环节需规范工艺,选用符合性能等级的零部件,控制焊接、时效处理等关键工序质量,确保试验台在长期、高频使用场景下的结构稳定性和功能可靠性;
- d) 可追溯性: 明确生产过程记录、出厂检测报告、校准数据、维护等技术文件的编制,实现试验台从生产到使用全流程技术参数可追溯,为维护、校准及质量追溯提供依据;
- e) 灵活兼容: 技术建议兼顾不同试验场景需求,在明确核心技术指标的同时,为企业根据试验目的优化设计、调整参数预留合理空间,兼容行业技术创新与发展。
- f) 功能完备性: 试验台应具备与其设计目标相匹配的核心试验功能,宜包含车辆称重、侧倾稳定性判定、三维质心测量等功能,以满足相应的车辆测试与评价需求。

## 5 车辆侧翻试验台设计、生产需考虑因素

试验台的设计与生产应结合车辆侧翻试验相关国家标准,旨在保障试验台全生命周期内的安全可靠、试验数据精准性及与被测车辆的适配性。

### 5.1 设计生产参考指标

为保障试验精度和操作安全，推荐试验台满足下列技术特性：

- a) 试验台面的最大侧倾角度宜大于被测车辆侧翻最大侧倾稳定角，倾斜角度宜能在 0°（水平）和最大侧倾角之间连续调节，并能在任意角度稳定锁定；
- b) 试验台面的称重区域宽度宜大于被测车辆外轮距的 1.2 倍，试验台面的称重区域长度宜大于被测车辆轴距的 1.2 倍；
- c) 试验台宜侧倾平稳，全程最小上升速度宜不大于 3°/min；全程最小下降速度宜不大于 27°/min；
- d) 试验台的侧向附着系数宜不低于 0.7（干态条件，表面推荐采用花纹钢板增加附着系数）；
- e) 试验台面平面度不低于 GB/T 1184-1996 附录 B 中表 B1 规定的公差等级 12 级，试验台面纵轴线与转动中心线的平行度不低于 GB/T 1184-1996 附录 B 中表 B3 规定的公差等级 12 级。
- f) 控制响应性能：电子控制保护系统的响应时间宜不大于 100ms，保障保护装置及时触发；
- g) 抗干扰能力：电器系统宜具备工业级抗电子干扰能力，避免外部干扰导致数据偏差或功能失效。

### 5.2 常见试验台的关键参数信息

试验台根据适配车型可分为 I 类、II 类、III 类、IV 类，其关键参数可参考表 1，生产企业可结合实际试验需求在适配范围内优化调整。

表 1 试验台分类及关键参数

关键参数	类型			
	I 类	II 类	III 类	IV 类
尺寸规格（长×宽） （m）	≥6×3	≥(16-18)×3.4	≥22×3.8	≥(4.2-6)×(4.2-6)
称重板数量（块）	4	16-18	20	4
单块称重板量程（t）	≥2	≥8	≥10	≥8
单块称重板传感器 数量（个）	4	4	4	4
称重传感器量程（t）	宜不超过 1	宜不超过 5	宜不超过 5	宜不超过 3
称重传感器精度等 级	宜不低于 C3	宜不低于 C3	宜不低于 C3	宜不低于 C3
单块承重板称重精 度（% F.S）	≤0.1	≤0.1	≤0.1	≤0.1
侧翻能力（t）	≤8	≤40	≤60	≤20
最大倾翻角度（°）	≥45	≥45	≥40	≥30
角度最小显示分度 值（°）	0.1	0.1	0.1	0.1
角度测量精度（% F.S±e）	≤0.1±1	≤0.1±1	≤0.1±1	≤0.1±1
试验台面离地高度 （mm）	——	800±20	——	——
质心位置重复性(%)	≤1	≤1	≤1	≤1
适用场景	适用于轿车、 SUV 等乘用车	适用于城市公交车、长途 客车等	适用于货车、厢式 商用车等	适用于叉车、堆高车等工业 车辆，摩托车可参照执行

### 5.3 试验台生产和出厂检验需考虑因素

#### 5.3.1 焊接需考虑因素

焊接需考虑以下因素：

- a) 试验台的焊接宜采用坡口满焊，当连接面积过大时宜采用塞焊，其技术要求宜符合 GB 50661-2011 及设计文件的规定。
- b) 所有焊点应平整、均匀，不得存在焊穿、未熔合、裂纹、夹渣及弧坑裂纹等缺陷。焊缝外观质量应符合设计文件或相关技术协议的规定。
- c) 试验台焊接完成后，应采用热时效或振动时效等有效工艺进行焊接应力消除处理。采用振动时效时，其工艺及效果评定可参照 GB/T 25712 的规定。应记录时效处理过程中平台关键部位平面度的变化情况，直至数据稳定。

#### 5.3.2 设备表面处理工艺

称重板内部连接杆等精加工结构件，增加先进、可靠的防腐工艺处理，满足室外使用条件。

#### 5.3.3 称重板平面度与预压

称重板平面度与预压宜满足以下要求：

- a) 称重板上表面的平面度公差不低于 GB/T 1184-1996 中表 B1 规定的公差等级 12 级要求，或符合以下具体指标：
  - 任意 1 米测量范围内的平面度不大于 2 mm；
  - 单块称重板的整体平面度不大于 3 mm。
- b) 出厂前或交付前，承重板进行不少于 20 次、载荷不低于其称重上限 60% 的预压测试。预压测试后，其平面度仍满足 5.3.3.a 条的要求。

#### 5.3.4 出厂检验及资料

出厂检验及质量追溯宜做好以下准备：

- a) 出厂检测：出厂前应对试验台进行全项功能检测，包括但不限于液压功能（如有）、称重精度、角度控制精度、保护装置（机械、电器、软件）有效性、动态响应性能等；检测合格后出具检测报告，随设备一同交付；
- b) 质量追溯：生产企业应建立生产过程记录制度，包括零部件采购验收记录、焊接工艺记录、时效处理记录、预压测试记录、出厂检测记录等，实现产品质量可追溯。

### 5.4 试验台结构设计需考虑因素

#### 5.4.1 整体组成结构

试验台宜由侧翻平台、动力系统、角度传感器、称重系统（含称重板、称重传感器）、数据采集与控制系统、报警系统、防侧滑装置、防侧翻安全防护装置等核心部件组成。

#### 5.4.2 动力系统设计需考虑因素

动力系统应能实现侧翻平台平稳升降、任意角度精准锁定，满足 5.1.c 条角速度是至关重要的，推荐采用液压系统，也可选用电动等其他等效动力方式。若采用液压系统，宜考虑如下因素：

- a) 系统保护：系统应具备超温、超压保护功能，当温度或压力超出设定阈值时，能自动停机并报警；

- b) 控制与安全：系统宜具备调速、调压及闭锁功能，闭锁功能用应能在油缸停止后即时锁止，防止侧翻平台自降或升降系统失效时跌落；
- c) 可靠性设计：液压系统设计压力宜大于额定使用压力的 1.5 倍，液压管路及接头按设计压力的 1.5 倍进行耐压试验，无渗漏、变形；
- d) 运行稳定，侧倾过程无油缸爬行、抖动现象，上升速度不大于  $3^\circ/\text{min}$ ，下降速度不大于  $27^\circ/\text{min}$ ；
- e) 应急功能：液压系统宜具备机械阀手动下降功能，在升降系统失效时将试验台翻转到水平位置。

### 5.4.3 挡块设计需考虑因素

5.4.3.1 挡块宜在确保试验安全、有效防止车辆侧滑的前提下，尽可能减少对试验结果的干扰。

5.4.3.2 挡块宜具备防侧滑功能，同时最小化对试验结果的干扰，其几何尺寸应根据车辆类型适配设计，具体可参考以下建议：

- a) 货车防侧滑挡块：高度取“车辆侧倾前轮胎接地平面与轮辋下缘距离的  $2/3$ ”和“60 mm”中的较大值，长度不小于 500 mm，与轮胎接触侧顶端圆角半径不小于 10 mm；
- b) 客车车轮挡块：高度不超过车辆侧倾前停放表面至轮辋最近部位距离的  $2/3$ ，宽度不小于 20 mm，边缘圆角半径不小于 10 mm，长度不小于 500 mm；
- c) 叉车挡块：高度不超过车辆侧倾前停放表面至轮辋最近部位距离的  $2/3$  和 25 mm 中的较大值，宽度不小于 20 mm，长度不小于 300 mm；
- d) 乘用车挡块：可参照上述两类挡块的设计原则，根据轮胎尺寸调整，确保防侧滑效果的同时，最小化对试验结果的影响。
- e) 挡块示意图可参考附录 A 中图 A.1、图 A.2 和图 A.3。

### 5.4.4 保护装置需考虑因素

#### 5.4.4.1 整体考虑因素

保护装置宜实现“临界前无约束、临界时即时防护”，避免试验过程中车辆意外倾覆导致设备损坏或人员伤害，宜包括机械式、电器式及软件式保护装置。

#### 5.4.4.2 机械式保护装置

推荐配置下列机械式保护装置，具体类型可根据试验台适用车辆调整：

- a) 防捆绑带：由高强度合成纤维绑带（破断拉力不小于 5t）和吊环螺钉组成，试验台平台宜预设不小于 M20 螺纹孔；试验时绑带兜住车辆轮胎或连接至车架承力部位，其约束力在车辆到达侧翻临界状态前不大于 50N。
- b) 防翻支架：在车辆倾翻的一侧安装可调节式钢结构支架，用于在车辆倾倒下提供支撑，支架与车辆接触部位宜加装橡胶缓冲垫，避免损伤车身。
- c) 卷扬机与定滑轮防翻装置：适用于叉车或其他特殊有高空作业需求的车辆，卷扬机额定拉力宜不小于 3t，钢丝绳直径宜不小于 12 mm，通过定滑轮连接至车辆顶部承力点，可手动或自动控制收放，侧倾角度接近临界值时即时拉住车辆。

#### 5.4.4.3 电气保护装置

试验台宜配置下列电气保护装置，保障操作安全：

- a) 急停装置：设备宜在操作台、遥控手柄（如有）及其他关键区域设置不少于 2 个急停按钮，也可在试验区域周边增设，所有急停按钮应具备“按下即切断动力系统电源”功能，复方式为旋转复位。
- b) 限位保护：
  - 电气限位：作为一级保护，系统宜在接近最大允许侧倾角处设置电气限位（如行程开关或非接触式传感器），当触发时应能自动停止举升动作。
  - 机械限位：作为最终、最可靠的硬件保护，应在最大允许侧倾角处设置坚固的机械挡块，与电气限位共同构成独立的双重保护，防止平台举升超限。

#### 5.4.4.4 软件保护装置

控制系统软件应具备下列保护功能，作为安全防护的补充：

- a) 最大角度保护值：支持自定义设置最大允许侧倾角（不超过试验台最大侧倾角），当侧倾角达到该阈值时，自动停止侧倾动作并弹出报警提示；
- b) 称重板最小载荷保护值：预设称重板最小有效载荷，倾翻过程中若某块称重板载荷低于该值，判断为车辆有倾覆风险，立即停止设备运行并触发声光报警；
- c) 异常波动保护：设置角度、载荷数据正常波动范围（角度 $\pm 0.2^\circ/s$ ，载荷 $\pm 2\%FS/s$ ），当数据波动超出范围时，自动暂停试验并记录异常数据，便于故障排查；
- d) 软件保护装置的动态响应时间不大于 100ms。

#### 5.5 控制系统设计需考虑因素

控制系统是试验台实现侧倾控制、数据采集、精准计算及安全防护的核心，应遵循“精准可靠、安全可控、操作便捷”原则，满足试验数据采集精度、控制响应速度及长期稳定运行需求，其配置需与试验台技术建议及结构特性适配。

##### 5.5.1 电气系统

电气系统配置宜满足试验台功能需求及安全原则，保障信号传输稳定、抗干扰能力强、控制响应及时，推荐参考下列方向：

- a) 抗干扰能力：电器系统宜具备工业级抗电磁干扰能力，能在工业环境下稳定运行，避免外部干扰导致数据偏差、控制失效或功能异常；
- b) 防水防护性：系统电气元件的防水等级推荐不低于 IP67，安装于室外的元件（如遥控接收器、户外传感器）宜不低于 IP68；
- c) 数据采集性能：数据采集系统的频率推荐不低于 200 Hz，确保精准捕捉侧倾过程中轮荷、角度等动态数据的瞬时变化；
- d) 系统响应速度：系统动态响应时间宜不大于 100 ms，保障保护装置（见 5.4.5）在风险发生时及时触发；
- e) 传感器配置：每块称重板宜布置不少于四个力传感器。建议通过集成器将多个传感器信号合并为一个输出，且该集成器宜具备对各传感器输入信号的增益进行独立微调的功能，以实现精确校准。

##### 5.5.2 软件系统

软件系统宜具备质心精准计算、试验过程监控、数据管理及故障预警等功能，界面操作宜简洁直观，适配不同类型试验台的试验需求。

### 5.5.2.1 软件质心算法

软件系统宜具备根据侧倾试验数据自动计算车辆三维质心位置的能力，该功能对于评估车辆操纵稳定性与侧翻风险至关重要。车辆质心计算的算法原理与实现方式参见附录 B。

### 5.5.2.2 推荐软件其余功能

软件除质心计算外，推荐具备以下辅助功能，提升试验操作便利性及数据可靠性：

- a) 动态去皮：侧倾过程中，自动消除称重板自重对测量结果的影响，保证在台面无物翻转时，整个过程重量显示值 $\leq 3e$ （ $e$ 为称重检定分度值）；
- b) 重量清零：软件宜具备手动或自动重量清零功能，便于试验前对系统进行基准校准；
- c) 速度显示：具备上升/下降速度（ $\Delta t=1s$ ）的实时显示窗口，直观反映侧倾速度状态；
- d) 数据实时监控：实时显示各称重板的重量、试验台侧倾角，并支持数据曲线绘制（重量-时间、角度-时间、重量-角度），便于观察试验过程变化趋势；
- e) 传感器校准：软件宜具备传感器校准界面，便于对设备进行精度维护；
- f) 数据管理：支持试验数据的保存、读取、导出，宜兼容 Excel、PDF 等常见格式，便于数据归档及报告编制；
- g) 参数设置：持自定义设置保护参数（如最大允许侧倾角、称重板最小有效载荷），适配不同试验场景需求；
- h) 保护参数可视化：系统超压、超温、实时压力等数值在易见的地方显示，助于操作人员观察。
- i) 故障记录：自动记录设备报错信息（包括故障发生时间、故障类型、故障代码），便于维护人员快速排查问题。

## 6 车辆侧翻试验台使用原则

### 6.1 标识、包装与运输需考虑因素

#### 6.1.1 标识需考虑因素

在产品上醒目的地方，以不易去除的方法（如激光打标、蚀刻）永久标注以下信息：

- a) 产品名称与型号；
- b) 试验台关键技术参数（侧翻能力、最大侧倾角、称重精度等）；
- c) 生产日期及产品编号；
- d) 制造厂名称、详细地址及联系方式。

#### 6.1.2 包装需考虑因素

包装宜满足设备长途运输及仓储防护需求，具体建议如下：

- a) 包装标志：参照 GB/T 191-2008 的规定，在包装箱外表面清晰标注“小心轻放”、“防潮”、“向上”、“禁止倒置”等储运图示标志；同时标注包装箱外形尺寸（长×宽×高，mm）、毛重（kg）、收发货单位名称及详细地址、联系方式；
- b) 包装结构：采用防雨、防尘、防震的封闭包装箱，内部关键部件（如称重传感器、角度传感器、控制系统）采用缓冲材料（如泡沫、珍珠棉）单独固定包装，防止运输过程中碰撞损坏；
- c) 搬运措施：包装箱应设计便于起重和叉运的结构，如预留起吊孔（位置对称、强度匹配）、叉车孔（尺寸适配标准叉车货叉）。

### 6.1.3 运输需考虑因素

运输过程宜采取有效防护措施，保障设备完好，具体建议如下：

- a) 运输车辆：精密电控系统等部件宜采用封闭式车辆运输；大型结构件在敞车运输时须加盖防水苫布，推荐使用减震运输车，避免设备淋雨、沾染杂物或受剧烈震动；
- b) 设备装载：按包装箱“向上”标志竖直放置，禁止倒置或倾斜超过 $30^{\circ}$ ；设备与车辆、设备与设备之间用缓冲垫隔离，防止运输中相互碰撞；
- c) 传感器防护：称重传感器运输时，采用机械限位装置使传感器处于不受力状态，避免过载或震动导致损坏；
- d) 途中检查：运输途中定期检查包装箱外观，若发现破损、松动等情况，及时采取加固、修补措施；
- e) 卸货：卸货时使用与包装箱起吊孔、叉车孔匹配的设备，平稳操作，避免冲击和摔落。

## 6.2 安装需考虑因素

### 6.2.1 安装前准备

安装前宜做好以下准备：

- a) 基础检查：
  - 1) 确认安装基础（混凝土基础或钢结构基础）强度符合设备承载要求（不低于 C30 混凝土强度），预留孔位置、尺寸与设备安装图纸一致；基础表面平整、无裂缝、空鼓、蜂窝等缺陷；
  - 2) 地坑与安装环境宜考虑如下因素：
    - 检修通道：试验台地坑周边应设置合理的检修通道，其宽度不宜小于 600mm，便于人员进入进行设备维护、检修和清洁。
    - 排水系统：地坑底部应设计合理的排水坡度，并设置集水井或排水口，防止积水浸泡设备基础及关键部件，确保坑内干燥。
    - 安全防护：地坑开口周边宜设置固定的防护栏杆或加盖坚固的盖板，防止人员意外跌落。坑内照明应充足，并使用安全电压。
    - 通风与防潮：封闭或半封闭的地坑空间宜考虑通风措施，避免潮湿、腐蚀性气体聚集，保护电气设备和金属结构。
- b) 环境清理：清理安装现场，确保场地平整、无障碍物，具备设备吊装、部件组装的操作空间；
- c) 工具准备：准备吊装设备（起重机、叉车）、水平仪（精度 $\leq 0.02\text{mm/m}$ ）、扭矩扳手、钢直尺、卷尺等安装工具及辅助材料（防松胶、密封件等）。

### 6.2.2 安装步骤

安装步骤如下：

- a) 部件清点：开箱后对照设备清单，清点侧翻平台、动力系统、称重板、传感器、控制系统等所有部件，检查外观是否有运输损伤，核对型号、规格与清单一致，做好清点记录；
- b) 螺栓检查：检查连接螺栓（地脚螺栓、部件连接螺栓）的外观无锈蚀、螺纹无损伤，规格、数量与安装图纸一致；
- c) 主体安装：利用吊装设备将侧翻平台平稳吊装至基础上，通过调整平台水平度，使台面水平偏差 $\leq 1\text{mm/m}$ ；按设计建议紧固地脚螺栓，螺栓预紧力符合设计规范，并涂抹防松标识（如防松漆）；

- d) 辅助部件安装：依次安装动力系统（液压站、电机等）、称重板、传感器（称重传感器、角度传感器）及控制系统；液压油管、电器线缆布置整洁规范，固定牢固，无扭曲、挤压；油管接头密封良好，线缆标识与电气图纸、液压原理图一一对应；
- e) 安装验收：安装完成后，检查各部件连接是否牢固、无松动；运动部件（侧翻平台、油缸等）活动灵活、无干涉；油管无渗漏、线缆无破损；对照安装图纸逐项验收，形成安装验收记录。安装过程中，应对所有连接螺栓进行外观与防锈层检查。

### 6.3 调试需考虑因素

#### 6.3.1 总体考虑

调试宜在安装验收合格后进行，通过分步调试验证设备功能及精度。

#### 6.3.2 通电前检查

按照以下步骤进行通道检查：

- a) 电源检查：确认供电电压、频率符合设备要求（如  $380V\pm 10\%$ 、 $50Hz\pm 2\%$ ），接地装置可靠（接地电阻 $\leq 4\Omega$ ）；
- b) 液压系统检查（如有）：检查液压油位不低于液位计的  $2/3$ ，油质符合要求（无杂质、无乳化）；油管连接牢固，无渗漏；
- c) 部件检查：检查传感器连接线、电器线缆连接正确，急停按钮处于复位状态，保护装置安装到位。

#### 6.3.3 通电调试

按照以下步骤进行通电调试：

- a) 分步上电：依次接通控制电源、动力电源，检查各指示灯、仪表显示正常，无报警提示；
- b) 电机检查：启动动力电机（液压泵电机等），确认电机旋转方向与设备标识一致，运行无异响；
- c) 通讯检查：启动控制系统软件，检查与传感器、执行机构的通讯正常，数据传输稳定。

#### 6.3.4 空载调试

按照以下步骤进行空载调试：

- a) 侧倾动作调试：操作侧翻平台缓慢升降，从  $0^\circ$  升至最大侧倾角，再复位至水平，检查侧倾动作平稳、无卡顿、无异响；角度显示实时、准确，与标准角度测量仪的偏差 $\leq 0.1\pm 1\% \text{ F.S}$ ；
- b) 保护装置调试：测试急停按钮（操作台、遥控手柄及试验区域周边），按下后能立即切断动力系统电源，设备停止运行；测试机械限位和电子限位，触发后能可靠切断动力，防止超程运行；
- c) 报警功能调试：模拟超温、超压（液压系统）、超角度等故障，检查报警系统（声光报警）能及时触发，报警信息准确显示。

#### 6.3.5 负载调试

按照以下步骤进行负载调试：

- a) 称重精度调试：在每块称重板中心位置放置标准砝码（载荷为称重量程的  $50\%\sim 80\%$ ），检查称重显示值与砝码质量的误差 $\leq 0.1\% \text{ F.S}$ ；重复 3 次测量，重复性 $\leq 1\%$ ；
- b) 调节称重板连接拉杆，保证侧倾过程中拉杆对称重结果的附加载荷 $\leq \pm 10e$ （ $e$  为检定分度值）；

试验台空载时，水平翻转至侧翻极限角度，软件记录角度-力传感器曲线（未去皮，并按公式（1）计算附加载荷：

$$A = \text{Max} (F_{\theta} - F_0 \cos (\theta)) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- A—— 附加载荷，单位为千克（Kg）；
- $F_{\theta}$ —— 不同角度下翻转平台法向的自重分量，单位为千克（Kg）；
- $F_0$ —— 水平状态时称重板的自重，单位为千克（Kg）；
- $\theta$ —— 翻转的角度，单位为度（°）。

### 6.3.6 功能验证

逐一验证软件的试验模式功能：

- a) 称重功能：测量轮荷、轴荷及总质量，数据准确、稳定；
- b) 最大侧倾稳定角试验：模拟车辆侧倾，能准确捕捉举升侧轮胎法向反力为零时的侧倾角；
- c) 三维质心测量：输入车辆参数（轮距、轴距等），测量并计算质心 X、Y、Z 坐标，结果合理；
- d) 曲线绘制：验证重量-时间、角度-时间、重量-角度曲线绘制正常，数据趋势符合预期。

### 6.3.7 调试记录

记录调试过程中的关键参数：基础水平度、台面水平度、称重误差、角度偏差、附加载荷、保护装置响应时间等；对调试中发现的问题及时整改，整改后重新验证；形成完整的调试报告。

## 6.4 设备标定需考虑因素

### 6.4.1 外观及一般要求检查

按以下步骤进行外观机一般要求检查：

- a) 预热：按照试验台使用说明书规定进行预热（通常不少于 30 分钟）；
- b) 外观检查：通过目测检查试验台台面无损伤、称重板平整、挡块完好、线缆布置规范；
- c) 角速度检查：用标准角度测量仪和电子秒表测量最大下降瞬时角速度、最小上升瞬时角速度，宜满足 5.1.c 的要求；
- d) 挡块检查：用钢直尺测量挡块高度、长度，宜满足 5.4.4.1 的挡块规格要求。

### 6.4.2 侧倾角的标定

#### 6.4.2.1 角度传感器线性修正

根据试验台侧倾角的测量范围，尽可能均匀选取 5 个测试点。建议选择测量上限的 20%、40%、60%、80%和 100%作为参考点，修正角度传感器的线性度。

试验台空载，每次校准前把试验台显示值清零。在试验台的中心位置安装标准角度测量仪，每次从小到大逐级加大试验台侧倾角度，稳定后记录标准值和试验台示值，重复测量三次，按公式（2）分别计算各校准点的侧倾角示值误差，按公式（3）计算角度传感器线性度。

$$\Delta a_i = \frac{a_i - b_i}{b_i} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\Delta a_i$ —— 第 i 测量点侧倾角示值误差；

$\bar{a}_i$ —— 第 i 测量点侧倾角 3 次测量示值的算术平均值，单位为度（°）；

$\bar{b}_i$ —— 第 i 测量点标准角度测量仪 3 次测量示值的算术平均值，单位为度（°）。

$$\bar{\Gamma}_\theta = \frac{\sum_i^5 \frac{\Delta a_i}{\bar{b}_i}}{5} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$\bar{\Gamma}_\theta$ —— 角度传感器线性度；

$\bar{a}_i$ —— 第 i 测量点侧倾角 3 次测量示值的算术平均值，单位为度（°）；

$\bar{b}_i$ —— 第 i 测量点标准角度测量仪 3 次测量示值的算术平均值，单位为度（°）。

注：线性度可以采用多阶拟合公式，具体根据设备软件功能自行选择。

#### 6.4.2.2 修正误差

如 6.4.2.1 示值误差超过使用要求，需要对角度传感器线性度在 5.5.2.2.e 中的传感器校准界面进行修正，修正后重复进行 6.4.2.1，保证示值误差满足使用要求为止。

#### 6.4.3 称重板的标定

##### 6.4.3.1 准备工作

按要求开机预热，待传感器示值波动 $\leq \pm 3e$ （e 为检定分度值）。

##### 6.4.3.2 偏载调整

偏载调整步骤如下：

- a) 偏载修正：用不小于 10%F.S.的固定载荷，依次加载在称重板的每个力传感器正上方附近且全部作用在称重板内，目的是让该力传感器承受大部分载荷，通过调节 5.5.1e 中的集成器每个信号输入微调开关，保证示值误差不大于 $\pm 2e$ ；
- b) 偏载验证：用不小于 20%FS 的固定载荷，在称重板前左、前右、后左、后右四个角及中间位置分别加载，各示值间的差值就是偏载，保证偏载值不大于 $\pm 3e$ ，否则按前述 6.4.3.2a 的方法再次进行偏载修正。

##### 6.4.3.3 称重板的线性修正

在称重板中心位置上加砝码，从零点至最大测量范围，至少宜选择三个测量点，建议包括 10%FS、40%FS、70%FS 和 100%FS。按公式(4)计算示值误差和公式（5）计算线性度：

$$\delta_i = \frac{x_i - m_i}{m_i} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$\delta_i$ —— 第 i 测量点的示值误差；

$x_i$ —— 第 i 测量点称重板的示值,单位为千克（Kg）；

$m_i$ —— 第 i 测量点加载砝码的质量值,单位为千克（Kg）。

$$\bar{\Gamma}_F = \frac{\sum_i^4 \frac{m_i}{x_i}}{4} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$\bar{\Gamma}_F$ —— 称重板线性度；

$x_i$ —— 第  $i$  测量点称重板的示值,单位为千克 (Kg) ；

$m_i$ —— 第  $i$  测量点加载砝码的质量值,单位为千克 (Kg) 。

注：线性度可以采用多阶拟合公式，具体根据设备软件功能自行选择。

#### 6.4.3.4 修正误差

若 6.4.3.3 示值误差超过使用要求，需要对角度传感器线性度在 5.5.2.2e 中的传感器修正界面进行修正，修正后重复进行 6.4.3.3，保证示值误差满足使用要求为止。

#### 6.4.4 试验台面的侧向附着系数

试验台面的侧向附着系数是防止测试车辆侧滑、确保试验有效性的关键参数，应予以确认并定期验证；在清洁、干燥状态下，该系数宜不低于 0.7。

其基本原理为：将牵引式附着系数测试装置水平放置于清洁、干燥的试验台面典型区域，沿试验台横向（即与车辆行驶方向垂直的方向）对装置施加水平拉力，记录测试装置由静止至产生初始相对滑移时拉力传感器显示的最大值，即为附着力。重复测量 3 次，取附着力的算术平均值，试验台面的附着系数为该平均附着力与测试装置总重力（装置总质量与当地重力加速度的乘积）之比值。

具体测定方法宜参考 JJF（机械）1086-2021。

#### 6.4.5 试验台面的平面度

选取每块称重板前左、前右、后左、后右四个角及中间 5 个点作为测量点，如图 1 所示，其中前左、前右、后左、后右四个测量点距侧倾试验台边缘约 30cm。

将水准仪（或激光投（标）线仪）安放在侧倾试验台附近地面上的适当位置（在水准仪或激光投（标）线仪视距范围内，并且无遮挡），以该位置作为参考水平面。用水准仪（或激光投（标）线仪）配合垂直于地面的钢直尺，分别测量每块称重板的 5 个测量点相对于同一参考水平面的高度值，计算这些测量点高度值中极值之差，调节支撑点高度，每块称重板的 5 个测量点满足 5.3.3a 的要求，所有称重板的测量点高度值中极值之差满足 5.1e。

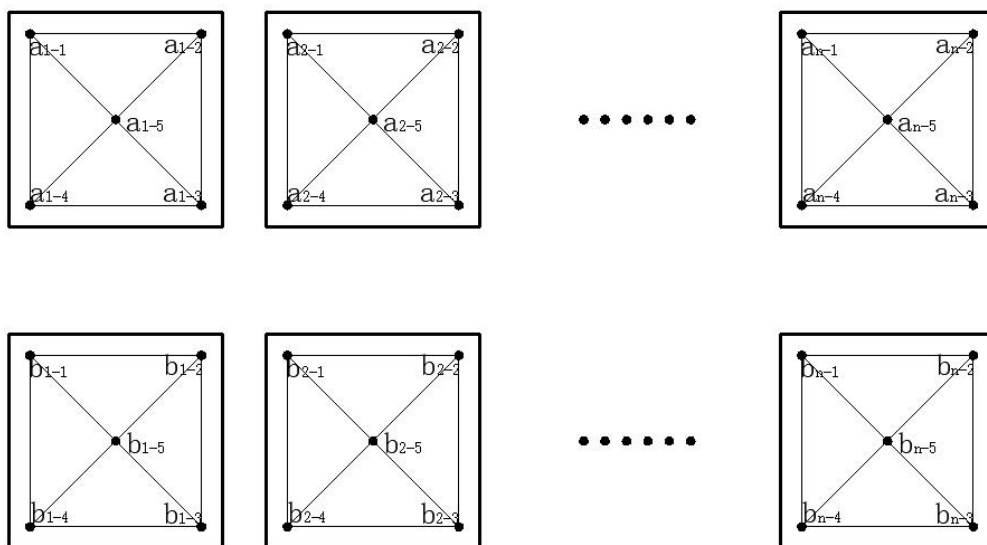


图1 平面度测量点位置分布示意图

## 6.5 使用操作原则

### 6.5.1 使用条件

#### 6.5.1.1 操作人员

操作人员宜具备相应资质和能力，确保规范操作试验台，具体建议如下：

- a) 经设备制造厂专业培训并考核合格，熟悉试验台的结构组成、工作原理、功能特性、操作规程及安全注意事项；
- b) 具备基本的设备故障判断能力，能识别常见报警信息，对简单故障进行初步排查和处理；
- c) 操作时必须穿戴符合要求的防护装备（如安全帽、防滑鞋），严禁佩戴手套操作控制台按钮，防止误触或打滑引发安全事故。

#### 6.5.1.2 环境要求

试验台使用环境宜满足设备性能和试验精度需求，具体建议如下：

- a) 室内设备：环境温度宜为 $5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度宜不大于85%（无凝露），场地应保持清洁，无粉尘、腐蚀性气体等有害介质；
- b) 室外设备：除满足室内环境建议外，还需确保试验台台面干燥、清洁，进行试验时环境风速宜不大于 $3\text{m/s}$ ，侧向风速宜不大于 $2\text{m/s}$ （用精度 $0.5\text{m/s}$ 的风速仪测量）；
- c) 电源条件：供电电压波动宜不大于 $\pm 10\%$ ，频率波动宜不大于 $\pm 2\%$ ；需配置独立的接地装置，接地电阻 $\leq 4\Omega$ ，确保用电安全和设备抗干扰能力。

### 6.5.2 设备状态检查

使用前应进行系统性安全检查，确认无异常后方可启动试验，推荐重点检查以下项目：

- a) 外观检查：检查试验台台面是否存在杂物、划痕、损伤，称重板表面是否平整、无翘曲，防侧滑挡块等防护部件是否完好、无变形；
- b) 部件检查：检查称重传感器连接线、液压管路（如有）是否连接牢固、无松动、破损及渗漏；急停按钮是否处于复位状态，机械保护装置（防翻绑带、支架等）是否完好可用；
- c) 电气检查：接通电源后，检查控制系统指示灯、仪表显示是否正常，控制系统软件能否正常启动，无报错提示；
- d) 功能检查：空载操作试验台完成1次升降动作，检查侧倾动作是否平稳、无卡顿、异响，角度显示是否实时准确，称重板重量示值能否正常归零；
- e) 遥控检查（如有）：检查遥控器电量是否充足，各操作按键功能是否正常，信号传输是否稳定机械部件与安全防护装置的完整性。

### 6.5.3 试验操作

#### 6.5.3.1 总体操作

试验操作应按“试验准备-试验执行-现场整理”的流程逐步开展，全程做好安全监控和数据记录。

#### 6.5.3.2 试验准备

按以下步骤进行准备试验：

- a) 开机预热：按要求开机预热，对称重板示值进行清理，待传感器示值波动宜 $\leq \pm 3e$ （ $e$ 为检定分度值）后再次进行清零；

- b) 动态去皮：根据试验翻转角度，对设备进行动态去皮（如有该功能或按照设备厂商要求进行）；
- c) 车辆停放：车辆宜缓慢驶入台面，避免较大冲击振动对传感器造成损坏，并将车辆按设备厂家要求停放好车辆；
- d) 安全防护：根据试验规范选择合适的挡块规格，按设备厂家要求安装挡块及其他安全措施；
- e) 影像记录：根据需求进行拍照摄影，进行试验前状态记录。

### 6.5.3.3 试验执行

按以下步骤执行试验：

- a) 人员撤离：试验开始前，确认试验区域内无无关人员停留，操作人员退至安全区域（操作台或防护栏外）；
- b) 启动试验：在控制系统软件中选择对应的试验方法（如称重、最大侧倾稳定角、三维质心测量等），按设备厂家使用说明书设置试验参数，点击“开始”按钮启动试验；
- c) 全程监控：试验过程中，操作人员应实时监控试验台侧倾角、称重数据及设备运行状态，观察车辆姿态变化，若出现设备报警（如超角度、超载荷、通讯异常等），应立即按下急停按钮，排查故障并处理后，方可重新启动试验；
- d) 数据处理：试验完成后，系统自动保存试验数据，操作人员应对数据完整性、合理性进行核对，必要时将数据导出（兼容 Excel、PDF 等格式），并打印试验报告。

### 6.5.3.4 现场整理

按以下步骤进行现场整理：

- a) 车辆撤离：试验车辆应缓慢驶离试验台，避免冲击称重板，确保设备及车辆安全；
- b) 台面清理：及时清理试验台上的杂物、轮胎印痕等，检查称重板表面是否有损伤，若有异常及时记录；
- c) 部件归位：拆除防侧滑挡块、防翻绑带等保护装置，清洁后归位至指定存放位置；
- d) 记录存档：将试验报告、设备状态检查记录、试验过程影像资料等整理归档，建立试验档案，便于追溯和查询；
- e) 设备复位：将试验台复位至水平位置，关闭控制系统软件，切断设备电源。

## 7 车辆侧翻试验台的维护与保养

### 7.1 概述

本章基于试验台结构特性及运行风险，推荐维护保养的总体原则、分级实施、常见故障处理及档案管理规范，相关工作需结合本文件第4章“总体原则”、第5章“车辆侧翻试验台设计、生产需考虑因素”、第6章“车辆侧翻试验台使用原则”及设备厂家专项技术文件执行。

### 7.2 维护保养基本原则

维护保养工作宜以“预防为主、精准施策、全程追溯”为核心原则，推荐遵循以下原则：

- a) 人员资质：维护人员经设备制造厂专业技术培训并考核合格，具备试验台结构认知、部件识别及独立操作能力，熟悉本指南及设备说明书中的维护规范；
- b) 方案适配：维护方案宜结合试验台使用频率（如日均试验次数、年度累计运行时长）及使用环境（室内/室外、湿度/粉尘等级）制定，经设备厂家技术部门审核认可后方可实施；
- c) 安全操作：维护前切断设备总电源，对液压系统（如有）进行泄压处理；作业时设置“维护

中”警示标识，涉及高空、电气等危险作业需落实双人监护制度。

- d) 记录追溯：建立维护保养档案，详细记录每次维护的时间、人员、项目、测量数据及缺陷处理情况，档案保存期限不低于设备使用寿命（通常不少于8年）；
- e) 备件管理：更换的零部件（如传感器、液压密封件、电器元件）需为设备厂家原厂配件或经厂家认证的等效替代件。

### 7.3 分级维护保养内容

根据试验台部件损耗特性及运行风险，将维护保养分为日常点检、月度维护、年度维保三个等级，各级保养内容相互衔接、逐级深化，维护结果均需形成书面记录并存档。

- a) 日常点检（每日试验前执行）：以“快速确认设备基本状态、排除即时风险”为目标，重点检查与试验安全及数据精度直接相关的关键环节，点检结果需填入《日常点检表》（见附录C表C.1）；
- b) 月度维护（每月末执行，可结合周末开展）：在日常点检基础上，强化对机械连接、电气回路及液压系统的深度检查，确保设备关键性能指标稳定，维护结果填入《月度维护表》（见附录C表C.2）；
- c) 年度维保（每年末执行，需设备厂家技术支持）：为全面性维护，涵盖精度标定、部件损耗评估及深度检修，需联合设备厂家完成关键项目，维保结果填入《年度维保表》（见附录C表C.3），并作为设备年度验收依据。

### 7.4 常见故障处理

试验台运行中出现故障时，需立即停止试验，由专业维护人员按“先断电排查、后针对性处理”的原则操作，严禁非专业人员拆解关键部件。常见故障及处理方案见附录D，表D.1，未涵盖故障需立即联系设备厂家技术支持。

### 7.5 维护档案管理

维护档案宜包含以下内容，并按年度装订存档，具备可追溯性：

- a) 各级维护保养记录表（日常、月度、年度）及缺陷处理报告；
- b) 传感器、角度仪等关键部件的标定报告及证书；
- c) 零部件更换记录（含更换原因、型号、更换时间及人员）；
- d) 故障处理台账（含故障现象、原因、处理过程及验证结果）；
- e) 设备厂家技术支持记录及年度维保总结报告。

附录 A  
(资料性)  
挡块规格示意图

A.1 客车车轮挡块示意图 A.1。

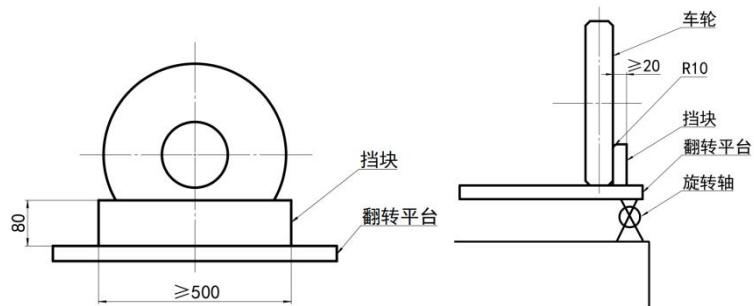


图 A.1 客车车轮挡块示意图

A.2 防侧滑挡块示意图 A.2。

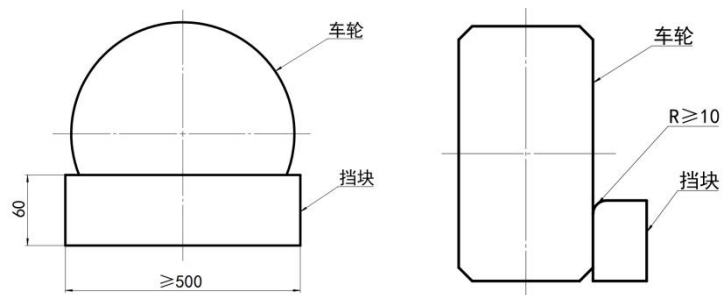


图 A.2 防侧滑挡块示意图

A.3 防侧滑挡块示意图 A.2，叉车车轮挡块见图 A.3。

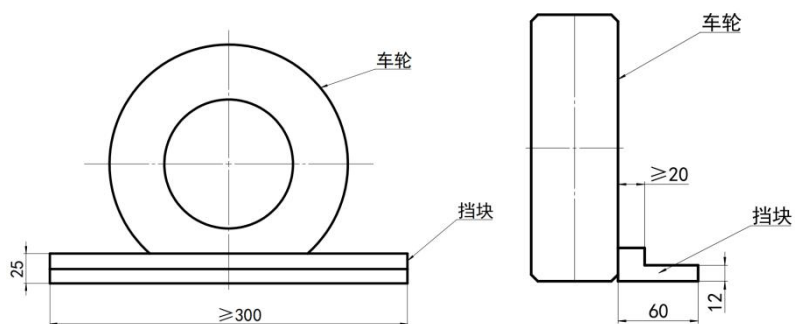


图 A.3 叉车车轮挡块示意图

附录 B

(资料性)

车辆质心计算方法

B.1 质心 X 坐标测量方法

B.1.1 两轴车辆质心距前轴中心线的纵向距离见图 B.1，质心按式 (B.1) 计算：

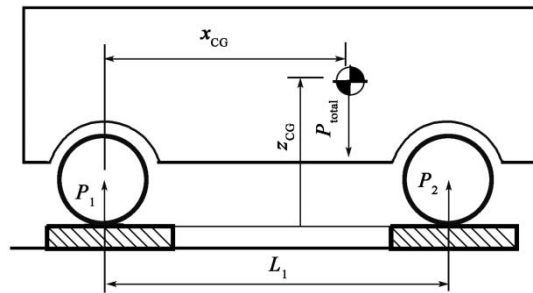


图 B.1 质心距前轴中心线的纵向距离

$$x_{CG} = \frac{(P_{2,left} + P_{2,right}) \times L_{2-1}}{P_{total}} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$P_{2,left}$ —— 第二轴左侧轮荷，单位为千克 (Kg)；

$P_{2,right}$ —— 第二轴右侧轮荷，单位为千克 (Kg)；

$L_{2-1}$ —— 第二轴车轮中心到第一轴车轮中心的距离，单位为毫米 (mm)；

$P_{total}$ —— 试验车辆总质量，即所有轮荷之和 ( $P_{1,left} + P_{1,right} + P_{2,left} + P_{2,right}$ )，单位为千克 (Kg)。

B.1.2 多轴车辆按式 (B.2) 计算：

$$x_{CG} = \frac{\sum_{i=2}^n (P_{i,left} + P_{i,right}) \times L_{i-1}}{P_{total}} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

$P_{i,left}$ —— 第 i 轴左侧轮荷，单位为千克 (Kg)；

$P_{i,right}$ —— 第 i 轴右侧轮荷，单位为千克 (Kg)；

$L_{i-1}$ —— 第 i 轴车轮中心到第一轴车轮中心的距离，单位为毫米 (mm)；

$P_{total}$ —— 试验车辆总质量，即所有轮荷之和 ( $\sum_{i=1}^n (P_{i,left} + P_{i,right})$ )，单位为千克 (Kg)。

B.2 质心 Y 坐标测量方法

B.2.1 两轴车辆质心距车辆垂直纵向中心面的横向距离见图 B.2，质心按式 (B.3) 计算：

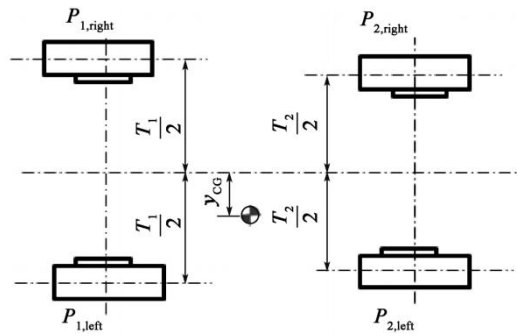


图 B.2 质心距车辆垂直纵向中心面的横向距离

$$y_{CG} = \frac{T_1 \times (P_{1,left} - P_{1,right}) + T_2 \times (P_{2,left} - P_{2,right})}{2P_{total}} \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：

- P<sub>1,left</sub>—— 第一轴左侧轮荷，单位为千克（Kg）；
- P<sub>1,right</sub>—— 第一轴右侧轮荷，单位为千克（Kg）；
- T<sub>1</sub>—— 第一轴两端车轮底部中心的距离，单位为毫米（mm）；
- T<sub>2</sub>—— 第二轴两端车轮底部中心的距离，单位为毫米（mm）；
- P<sub>total</sub>—— 试验车辆总质量，单位为千克（Kg）；
- y<sub>CG</sub> 值为负数，表示车辆的质心宜处于车辆中心线的右边。

B. 2.2 多轴车辆按式 (B. 4) 计算：

$$y_{CG} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i \times (P_{i,left} - P_{i,right})}{2P_{total}} \dots\dots\dots (B.4)$$

式中：

- T<sub>i</sub>——第 i 轴两端车轮底部中心的距离，单位为毫米（mm）；
- P<sub>i,left</sub>—— 第 i 轴左侧轮荷，单位为千克（Kg）；
- P<sub>i,right</sub>—— 第 i 轴右侧轮荷，单位为千克（Kg）；
- P<sub>total</sub>—— 试验车辆总质量，单位为千克（Kg）。

B. 3 质心 Z 坐标测量方法：

质心高于平坦水平地面的垂直高度见图 B.3，两轴或多轴车辆质心按式 (B.5) 计算：

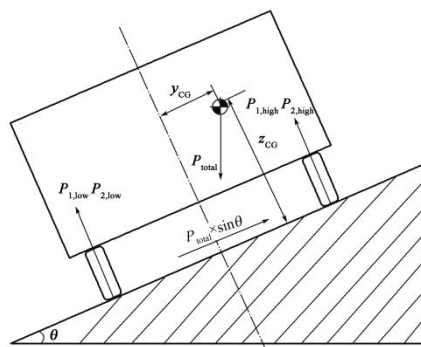


图 B.3 质心高于平坦水平地面的垂直高度

$$z_{CG} = \frac{\sum_{i=1}^n (P_{i,low} + P_{i,high}) \times T_i}{2 \times P_{total} \times \sin(\theta)} + y_{CG} \times \cot(\theta) \dots\dots\dots (B.5)$$

式中：

$\theta$ —— 试验台倾斜角，单位为度（°）；

$P_{i,low}$ —— 为试验台倾斜 $\theta$ 角度时，第 i 轴低的一侧车轮载荷，单位为牛顿（N）；

$P_{i,high}$ —— 试验台倾斜 $\theta$ 角度时，第 i 轴高的一侧车轮载荷，单位为牛顿（N）；

$P_{total}$ —— 试验车辆总质量，单位为千克（Kg）；

$y_{CG}$ —— 汽车水平停放时，从中线并在其垂直水平面内到汽车中心的距离，单位为毫米（mm）。

## 附录 C

(资料性)

## 试验台维修保养记录表

C.1 日常点检记录见表 C.1。

表 C.1 日常点检记录表

设备信息		保养信息		记录信息		
设备名称	_____ (自定义)	保养类别	日常点检	保养时间	____年__月__日	点检人
资产管理编号	_____ (自定义)	使用部门	_____	设备状态	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常待处理	
序号	检查项目	技术建议	检查方法	测量值/状态	是否合格	缺陷描述及处理建议
1	台面及称重板清洁	无杂物、油污、轮胎印痕，表面无破损	目测		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
2	称重传感器支撑状态	安装牢固，无悬空、松动或异响	目测+轻敲检查		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
3	传感器示值稳定性	空载时示值波动 $\leq \pm 2e$ (e为称重检定分度值)	启动控制系统观察 30s		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
4	安全防护装置	防侧滑挡块、防翻绑带等完好无变形，安装到位	目测+手动检查		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
5	急停功能	按下后立即切断动力电源，复位后正常启动	空载时模拟触发		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
6	液压系统状态(如有)	无渗漏，堵塞报警信号未触发	目测+控制系统查看		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
7	控制系统启动	软件正常启动，无通讯异常报警	启动控制系统		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	

## C.2 月度维护记录见表 C.2。

表 C.2 月度维护记录表

设备信息		保养信息		记录信息		
设备名称	_____ (自定义)	保养类别	月度维护	保养时间	____年__月 __日	维护人
资产管理 编号	_____ (自定义)	协作人	_____	设备状态	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常待处理	
序号	检查项目	技术建议	检查方法	测量值/ 状态	是否合格	缺陷描述及处理 建议
1	日常点检全部项目	符合 10.2.1 建议	参照日常点检方法		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
2	称重板平面度	符合 GB/T 1184 中表 B1 规定的 12 级	水准仪+钢直尺测量		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
3	机械连接紧固性	地脚螺栓、部件连接螺栓无松动，防松标识清晰	扭矩扳手检查		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
4	液压系统压力（如有）	符合设备厂家规定值（±5%偏差）	查看液压表读数		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
5	液压油液状态（如有）	油位≥液位计 2/3，油质无乳化、杂质	目测液位计+油质检测		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
6	电气系统除尘	控制柜、传感器接头无粉尘堆积	压缩空气吹尘+干布擦拭		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
7	电磁阀功能（如有）	动作响应及时，无卡滞异响	通电测试+听觉检查		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
8	角度传感器示值	水平状态时示值 ≤0.1°	启动控制系统观察		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	

## C.3 年度维保记录见表 C.3。

表 C.3 年度维保记录表

设备信息		保养信息		记录信息		
设备名称	_____ (自定义)	保养类别	年度维保	保养时间	____年____月____日 - ____年____月____日	维保负责人
资产管理编号	_____ (自定义)	厂家支持人员	_____	设备状态	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 需返厂维修	
序号	检查项目	技术建议	检查方法	测量值/状态	是否合格	缺陷描述及处理建议
1	月度维护全部项目	符合 10.2.2 建议	参照月度维护方法		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
2	称重板精度标定	示值误差 $\leq 0.1\%F.S$ , 重复性 $\leq 1\%$	标准砝码加载法 (参照 JJF (机械) 1068-2021)		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
3	角度传感器标定	示值误差 $\leq 0.1\%F.S$ $\pm 1$ , 线性度符合建议	标准角度测量仪比对		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
4	台面附着系数	干态条件下 $\geq 0.7$	牵引式附着系数测试装置测量		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
5	侧倾角速度校验	上升 $\leq 3^\circ /min$ , 下降 $\leq 27^\circ /min$	秒表+角度仪同步测量		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
6	液压油更换 (如有)	根据厂家建议的低温抗磨液压油	放油+新油加注+排气		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
7	机械结构除锈补漆	金属部件无锈蚀, 漆面完好	除锈+底漆+面漆涂刷		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
8	室外电气接头维护 (如有)	防水密封完好, 无氧化腐蚀	拆开检查+防锈脂涂抹		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	

## 附录 D

(资料性)

## 试验台常见故障及处理方案

D.1 试验台常见故障及解决方案见表 D.1。

表 D.1 常见故障及解决方案

序号	故障描述	故障可能原因	解决方法
1	设备无法通电	供电缺相	检查供电
2		电路破损	更换损坏线路
3		电机堵转	排查机械故障
4	软件无法正常使用	丢失关键文件	根据软件提示重新替换文件
5		通讯异常	1、检查通讯线是否安插好 2、检查关键电器元件是否正常工作
6	遥控器无反应	是否断电	更换电池
7		遥控接收器是否正常工作	更换遥控系统
8	传感器异常	传感器波动大	1、检查头子是否连接良好或者是否潮湿 2、检查电源接地，增加抗干扰装置
9		传感器值异常	1、检测传感器或者机械结构 2、重新进行传感器校准
10	台面翻转异常	动力系统异常	检测动力系统
11		限位开关异常	检测限位开关状态
12		软件保护参数非法篡改	检查软件参数设置

### 参考文献

- [1] GB 1589-2016 汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值
  - [2]
  - [3] GB/T 12538-2023 道路车辆 质心位置的测定
  - [4] GB/T 12674-2024 汽车质量(重量)参数测定方法
  - [5] GB 13094-2017 客车结构安全要求
  - [6] GB/T 14172-2021 汽车、挂车及汽车列车静侧倾稳定性台架试验方法
  - [7] GB 17578-2013 客车上部结构强度要求及试验方法
  - [8] GB/T 25712 振动时效工艺参数选择及效果评定方法
  - [9] GB 28373-2012 N类和O类罐式车辆侧倾稳定性
  - [10] GB 50661-2011 钢结构焊接规范
  - [11] JJF (机械) 1068-2021 车辆倾翻试验台校准规范
  - [12] JJG 1014-2019 机动车检测专用轴(轮)重仪检定规程
  - [13] JT/T 887-2023 营运车辆质心位置测量方法
-