



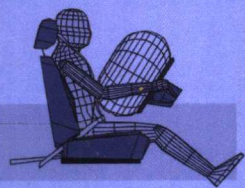
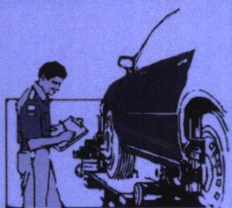
21世纪交通版

高等学校车辆工程专业教材

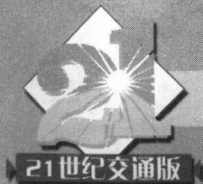
汽车检测技术与设备

Qiche Jiance Jishu yu Shebei

◎ 方锡邦 主编



人民交通出版社
China Communications Press

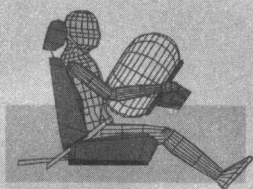
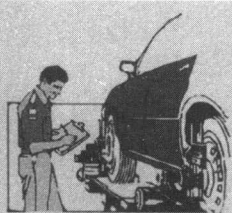


高等学校车辆工程专业教材

汽车检测技术与设备

Qiche Jiance Jishu yu Shebei

◎ 方锡邦 主编



人民交通出版社

内 容 提 要

本书共分12章,全面系统地介绍了汽车主要技术参数、技术性能以及汽车排放、噪声等方面的道路试验(简称路试)检测和台架试验(简称台试)检测的原理、方法及设备。

本书可作为车辆工程、交通工程、交通运输等专业的教材,也可供有关工程技术和管理人员参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

汽车检测技术与设备 / 方锡邦主编. —北京: 人民交通出版社, 2005.5

高等学校车辆工程专业教材

ISBN 7-114-05531-5

I. 汽… II. 方… III. 汽车—故障检测—高等学校—教材 IV.U472.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 031530 号

高等学校车辆工程专业教材

书 名: 汽车检测技术与设备

著 作 者: 方锡邦

责任编辑: 钟 伟

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 85285656, 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京宝莲鸿图科技有限公司

开 本: 787×980 1/16

印 张: 13.75

字 数: 273 千

版 次: 2005 年 6 月 第 1 版

印 次: 2005 年 6 月 第 1 版 第 1 次印刷

书 号: ISBN7-114-05531-5

印 数: 0001—4000 册

定 价: 20.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



高等学校车辆工程专业教材

21 世纪交通版高等学校车辆工程专业教材 编委会名单

编委会主任

陈礼璠(同济大学)

编委会副主任(按姓名拼音排序)

陈 南(东南大学)

杜子学(重庆交通学院)

方锡邦(合肥工业大学)

谷正气(湖南大学)

编委员会委员(按姓名拼音排序)

陈 明(同济大学)

陈全世(清华大学)

陈 鑫(吉林大学)

戴汝泉(山东交通学院)

邓亚东(武汉理工大学)

杜爱民(同济大学)

冯崇毅(东南大学)

冯晋祥(山东交通学院)

龚金科(湖南大学)

关家午(长安大学)

过学迅(武汉理工大学)

韩英淳(吉林大学)

何丹娅(东南大学)

何 仁(江苏大学)

何耀华(武汉理工大学)

黄韶炯(中国农业大学)

金达锋(清华大学)

李晓霞(长安大学)

刘晶郁(长安大学)

鲁植雄(南京农业大学)

栾志强(中国农业大学)

罗 虹(重庆大学)

任恒山(湖南大学)

谭继锦(合肥工业大学)

王国林(江苏大学)

温吾凡(吉林大学)

吴光强(同济大学)

席军强(北京理工大学)

张 红(中国农业大学)

张启明(长安大学)

赵福堂(北京理工大学)

钟诗清(武汉理工大学)

教材策划组成员名单

刘敏嘉 白 峻 钟 伟 翁志新 黄景宇



前言



汽车检测技术是汽车工程领域一门实用性较强的学科。伴随着现代科学技术和汽车产业的发展,这项技术也不断得到发展和完善。目前,汽车检测技术已在汽车制造、使用维修行业以及车辆管理部门得到广泛应用。为适应社会对人才知识结构的需求,本书全面系统地介绍汽车主要技术参数、技术性能以及汽车排放、噪声等方面的道路试验(简称路试)检测和台架试验(简称台试)检测的原理、方法及设备,并着力反映本学科的最新研究成果。本书力求理论结合实际,突出教材的科学性、系统性和完整性。

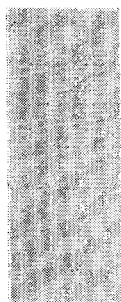
在本书的编写过程中,还贯彻了国家颁布的相关技术标准。如汽车安全性主要依据GB 7258—2004《机动车运行安全技术条件》(简称《技术条件》)对整车和有关总成的要求为主线进行编写;其他相关内容也参照了国家和行业标准进行编写。本书还用较多的篇幅介绍最新的检测仪器设备。这样做的目的是增强本书的实用性。

全书共分12章,由方锡邦任主编,并负责统稿。其中,第1章、第3章、第4章、第7章由方锡邦编写;第2章、第6章、第10章、第12章由钱立军编写;第5章、第8章、第9章由孙骏编写;第11章由唐永琪编写。

本书既可作为车辆工程、交通工程、交通运输等专业课程教材,也可供有关工程技术和管理人员参考。在本书的编写过程中,合肥工业大学王文平老师提供了大量资料,同时还得到很多企业支持并提供翔实的资料,在此一并表示诚挚的谢意。

由于编写时间仓促,加之水平有限,书中定有错漏之处,恳请读者指正。

编 者



目 录



第 1 章 绪论	1
1.1 概述	1
1.2 汽车检测内容与方法	1
1.3 汽车检测技术的发展概况及趋势	2
第 2 章 整车技术参数检测	4
2.1 结构参数检测	4
2.2 质量与质心参数的测定	6
2.3 通过性参数的检测	9
2.4 稳定性参数的检测	12
练习题	13
第 3 章 汽车主要总成技术状况参数检测	14
3.1 发动机功率检测	14
3.2 转向系的检测	19
3.3 车轮动平衡检测	32
3.4 汽车车速表的检测	37
练习题	41
第 4 章 汽车前照灯检测	42
4.1 概述	42
4.2 汽车前照灯检测	44
练习题	59
第 5 章 汽车动力性检测	60
5.1 道路试验检测动力性	60
5.2 台架试验检测动力性	70
练习题	76
第 6 章 燃料经济性能检测	78
6.1 燃料消耗量道路试验	78



6.2 燃料消耗量台架试验	86
练习题	93
第7章 制动性能检测	94
7.1 概述	94
7.2 路试检测制动性能	94
7.3 台试检测制动性能	100
练习题	109
第8章 平顺性试验	110
8.1 汽车悬架系统的特性参数测定	110
8.2 道路行驶试验	113
8.3 台架试验	120
练习题	124
第9章 操纵稳定性检测	125
9.1 道路试验	125
9.2 试验仪器及设备	137
练习题	141
第10章 汽车试验场与安全性设施试验	142
10.1 概述	142
10.2 道路试验设施	144
10.3 汽车安全性设施试验	150
练习题	163
第11章 排放污染物检测	164
11.1 废气中污染物的主要成分及其危害	164
11.2 汽车有害排放物的测量方法	168
11.3 试验规范与排放标准	185
练习题	191
第12章 噪声检测	192
12.1 噪声及其危害	192
12.2 噪声的检测	204
练习题	210
参考文献	211





第1章 绪 论

本章主要介绍:汽车检测技术的概念及意义;汽车检测的主要内容及检测方式;汽车检测技术的发展趋势。

1.1 概 述

随着现代社会的不断进步,人们愈来愈离不开汽车。然而,随着汽车数量的急剧增加,道路交通安全以及汽车排放与噪声引起的环境污染问题引起人们的广泛关注。尽管影响交通安全的原因是多方面的,如由于汽车技术状况变坏而引发的道路交通事故要占相当的比例,汽车排放与噪声造成的环境污染也与汽车技术状况(如发动机技术状况、整车装配质量等)不佳有直接关系。减少汽车对人类社会环境的危害,保持车辆良好的技术状况一直是汽车生产企业和汽车使用部门共同追求的目标,也是促进汽车工程领域技术进步的不竭动力。

汽车技术状况是定量测得的表征某一时刻汽车外观和性能的参数值的总合(GB 5624—85)。评价汽车使用性能的物理量和化学量称为汽车技术状况参数(GB 5624—85)。汽车检测技术正是基于研究汽车技术状况变化规律,采用先进的仪器设备与技术,在汽车不解体的条件下,通过检测有关技术状况参数,迅速准确地反映整车技术性能及各系统总成的技术状况,以便掌握它们的变化规律,发现并及时排除故障,保持或恢复其良好的技术状况和使用性能。

1.2 汽车检测内容与方法

1.2.1 汽车检测内容

汽车检测内容主要包括三个方面:





1. 汽车主要技术参数检测

汽车主要技术参数包括整车结构与质量参数、主要总成技术参数,通过检测这些参数能从总体上反映整车及主要总成的技术状况,从而判定汽车的安全性和可靠性。

2. 汽车主要技术性能检测

汽车主要技术性能包括动力性、经济性、制动性、平顺性和操纵稳定性等。通过检测能反映汽车技术性能的有关参数,便能评价和判定汽车各项技术性能的优劣。

3. 汽车排放、噪声检测

随着汽车保有量的迅速增加,汽车发动机排出的污染物和汽车行驶噪声已成为威胁人类生存的一大公害,并引起人们的高度重视,各国都相继采取强制措施限制汽车污染物的排放和噪声控制。通过对汽车排放、噪声相关参数的检测,定量判断汽车排放和噪声是否超过标准规定的限值。

1.2.2 汽车检测方法

汽车检测包括道路试验(简称路试)检测和台架试验(简称台试)检测两种方法。两种检测方法各具特色,互为补充,有些检测项目两种方法可以相互代替,而很多项目则不能,如操纵稳定性试验大部分项目只能采用路试检测方法进行。两种不同的检测方法各自运用不同的检测方法和检测参数,但对于同一检测项目,对检测结果的评价是一致的。

1.3 汽车检测技术的发展概况及趋势

汽车检测技术大约是从 20 世纪 50 年代开始逐步形成、发展和完善起来的。早期检测主要是靠耳听、眼看、手摸等感观方法对汽车技术状况作出判断。从 20 世纪 60 年代开始,随着西方工业发达国家汽车生产能力的提高和汽车保有量的迅速增加,交通安全与环境保护问题开始引起人们的重视,为解决这些问题,各国一方面依法实行交通管制,规范交通参与者的行为;另一方面加强对车辆的管理,尤其对车辆技术状况实行监控。在此期间,各国相继开始研制生产先进的检测设备,力图用更科学的手段快速准确地判别汽车技术状况是否处于规定水平。新的检测设备和检测方法的出现,不仅提高了检测精度和工作效率,而且促进了汽车工业技术进步。

20 世纪 70 年代后期,国内有关企事业单位先后从国外引进部分较先进的检测仪器设备,使用以后获得比较好的效果,受到国家有关部门的重视。20 世纪 80 年代初,国内一些厂家开始试制生产检测设备,国家在“六五”计划期间将汽车检测技术作为重点推广的新技术。从此,这项技术的理论研究、检测方法以及仪器设备研究开发等方面在我国都获得长足进步。目前,在国内汽车生产企业、交通运输管理部门和公安车辆管理部门都得到普遍推广和应用。



随着现代科学技术的发展,汽车工程领域不断取得令人瞩目的成就。目前,汽车产业已成为全球最大的制造业,生产能力已达 6 000 万辆,汽车保有量约 6 亿辆。汽车工业的发展对汽车检测技术提出了更高的要求,也促进了汽车检测技术不断取得新的发展。首先,随着计算机、自动控制等高新技术的广泛应用,汽车检测仪器设备功能不断向多元化和智能化方向发展。如近年来研制的新型前照灯检测仪,既能检测远光配光特性,又能检测近光配光特性,且数据的检测、传输与分析处理实现了智能化。为加强在用汽车的管理,各国都加快了相关法律法规的建设,并配套实施相关技术标准。如 2004 年 5 月 1 日我国颁布实施的《中华人民共和国道路交通安全法》中,制定了机动车辆登记,安全技术检验,强制报废等一系列法律制度。而我国颁布的《机动车运行安全技术条件》就是一部完整的与道路交通安全法配套实施的国家技术标准(GB 7258—2004)。从而使车辆管理步入法制化的轨道。汽车管理的法制化无疑会促进汽车检测技术的发展进步。

目前汽车检测一般只是通过检测有关技术参数,了解汽车的瞬时技术状况,并断定汽车某些技术性能合格与否,至于故障的原因在很多检测项目上往往无法予以诊断分析,这是目前检测技术存在的一个缺陷。应用故障机理的解析技术确定和预测汽车技术状况的动态特性,应用诊断参数信息的识别和传感技术,建立故障模式(故障模式的精确度和通用性达到实用水平),这些都离不开计算机技术的广泛应用。如何充分利用计算机技术,分析诊断参数信息,提高诊断精确度,开发预测故障专家系统,提高诊断预测水平,使车辆保持良好的技术状况,并将检测、诊断和预测融为一体,是今后汽车检测技术的发展方向。



第2章 整车技术参数检测

本章主要介绍汽车结构参数、质量与质心参数、通过性参数、稳定性参数等整车技术检测原理、方法及设备。

2.1 结构参数检测

车辆结构参数主要包括车辆外廓尺寸、轴距、轮距、前悬、后悬、驾驶室内部尺寸以及人机工程参数等。

2.1.1 主要结构参数的定义

1. 汽车的外廓尺寸

汽车的外廓尺寸指车辆的长度、宽度及高度。车辆外廓尺寸不得超过或小于规定的外廓尺寸界限。

车辆的长度系指垂直于车辆的纵向对称平面,并分别抵靠在汽车前、后最外端突出部位的两垂直面之间的距离,如图 2-1 所示。

车辆的宽度系指平行于车辆纵向对称平面,并分别抵靠车辆两侧固定突出部位(除去后视镜、侧面标志灯、示位灯、转向信号灯、挠性挡泥板、折叠式踏板、防滑链以及轮胎与地面接触部分的变形)的两平面之间的距离,如图 2-2 所示。

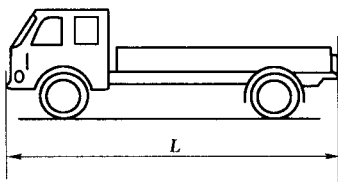


图 2-1 车辆长度示意图

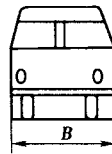


图 2-2 车辆宽度示意图





车辆的高度系指在车辆无装载质量时,车辆支承水平地面与车辆最高突出部位相抵靠的水平面之间的距离,如图 2-3 所示。车辆的所有固定部件均包含在此两平面内。

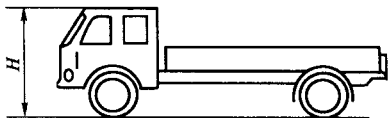


图 2-3 车辆高度示意图

汽车的长、宽、高是根据汽车的用途、道路条件、吨位(或载客量)及结构布置等因素而确定的。为了使汽车的外廓尺寸适合于本国的公路、桥梁、涵洞和公路运输的标准及保证行驶的安全性,各国对公路运输车辆的外廓尺寸均有法规限制。

我国对汽车的外廓尺寸界限规定如下:

车辆高 $\leq 4\text{m}$;车辆宽 $\leq 2.5\text{m}$;车辆长:货车、越野车 $\leq 12\text{m}$,客车 $\leq 12\text{m}$,铰接式客车 $\leq 18\text{m}$,半挂汽车列车 $\leq 16.5\text{m}$,全挂汽车列车 $\leq 20\text{m}$ 。

2. 汽车的轴距

汽车的轴距是指汽车在直线行驶位置时,同侧相邻两轴的车轮落地中心点到车辆纵向对称平面的两条垂线间的距离。

3. 汽车的轮距

汽车的轮距是指在支承平面上,同轴左右车轮两轨迹中心间的距离(轴两端为双轮时,为左右两条双轨迹的中线间的距离)。

4. 汽车的前悬

通过两前轮中心的垂面与抵靠在车辆最前端(包括前拖钩、车牌及任何固定在车辆前部的刚性部件),并垂直于车辆纵向对称平面的垂面之间的距离。

5. 汽车的后悬

通过车辆最后端车轮的轴线的垂面与抵靠在车辆最后端(包括牵引装置、车牌及固定在车辆后部的任何刚性部件),并垂直于车辆纵向对称平面的垂面之间的距离。

后悬的长度取决于货厢的长度、轴距和轴荷分配情况,同时要保证车辆具有适当的离去角。一般情况下,后悬不宜过长,否则上下坡时容易刮地;车辆转弯时,车辆通道宽度过大,容易引起交通事故。

在《机动车运行安全技术条件》中规定:客车及封闭式车厢的车辆,其后悬不得超过轴距的 65%,最大不得超过 3.5m。其他车辆的后悬不得超过轴距的 55%。对于三轴车辆,若二、三轴为双后桥,其轴距以第一轴至双后桥中心线的距离计;若一、二轴为双转向桥,其轴距以一、三轴的轴距计。

2.1.2 检测方法

测量前,须将车摆正,放在水平干燥的沥青或水泥路面上,将车辆的外廓尺寸投影在地面(或垂直墙壁)上进行测量或直接测量车的外廓尺寸、内部尺寸及人机工程参数,所用





仪器是皮卷尺、5cm 以上钢板直尺、铅锤、粉笔等。检测计量单位均采用毫米。

2.2 质量与质心参数的测定

汽车质量参数主要包括:整车干质量、整车整备质量、总质量、装载质量、轴载质量、质心位置参数等。

2.2.1 质量与质心参数的定义

1. 整车干质量

整车干质量是指装备有车身、全部电气设备和车辆正常行驶所需要的辅助设备的完整车辆的质量(不包括燃料和冷却液质量)与选装装置(包括:固定的或可拆装的铰接侧栏板、篷杆、防水篷布及系环、机械的或已加注油液的液力举升装置、联结装置等)质量之和。

2. 整车整备质量

整车整备质量是指整车干质量、冷却液质量、燃料(不少于整个油箱容量的 90%)质量与随车件(包括备用车轮、灭火器、标准备件、三角垫木和随车工具等)质量之和。

3. 装载质量

装载质量是指货运质量与客运质量之和。最大货运质量与最大客运质量之和称为最大装载质量。

4. 总质量

总质量是指整车整备质量与装载质量之和,整车整备质量与最大装载质量之和称为最大总质量。

5. 轴载质量

轴载质量可分为厂定最大轴载质量和允许最大轴载质量。前者是指制造厂考虑到材料强度、轮胎的承载能力等因素而核定出的轴载质量;后者是指车辆管理部门根据使用条件而规定的轴载质量。

6. 质心位置参数

1)质心水平位置

质心水平位置是指质心距前轴中心线的水平距离 a 和质心距后轴中心线的水平距离 b 。

2)质心高度

质心高度是指质心距车辆支承平面的垂直距离 h_g 。

2.2.2 质量与质心参数测定方法

1. 质量参数测定方法

车辆先从一个方向驶上秤台依次测量前轴、后轴质量。当台面较大时,可依次测量前





轴、整车和后轴质量。然后,车辆调头从反方向驶上秤台按上述程序重复测试前述几个参数。以两次平均值作为测量结果。为保证测量精度、秤台入口地面应与台面保持同一水平面。

测量时,车辆要停稳、发动机熄火、变速器置于空档、制动器放松、不允许用三角木顶车轮。货厢内的载荷物装载应均匀、驾驶员和乘客座椅上放置 65kg 的砂袋代替乘员质量。

2. 质心参数测定

1) 质心水平位置测定方法

根据前面测定的轴载质量和轴距,按下式计算出汽车质心离前轴或后轴中心线距离:

$$a = \frac{m_2 \cdot L}{m_1 + m_2} \quad (2-1)$$

$$b = \frac{m_1 \cdot L}{m_1 + m_2} \quad (2-2)$$

式中: L ——轴距, mm;

a 、 b ——车辆质心至前轴、后轴中心线距离, mm;

m_1 、 m_2 ——前轴、后轴轴载质量, kg。

2) 质心高度测定方法

车辆质心高度测定方法,采用摇摆法或质量反应法。

(1) 摇摆法。

试验装置如图 2-4 所示,图中 l 为平台框架自身重心至刀口距离; h_g 为汽车质心高度; H 为平台台面至试验台刀口的距离。

将车辆开上试验台的举升平台,使车辆纵向质心对准平台中心线,其偏差应不大于 5mm。车辆停稳后拉紧驻车制动器,并在前后轮胎外缘处卡紧三角木,以防止车轮滚动或晃动。举升平台、挂上四条长摆的钢链、降下举升托架,此时停放有被测车辆的平面摆架应处于水平位置,无明显倾角,否则应重新对准车辆质心与平面中心线的位置。

摆动平台摆架使之在 1° 范围内摆振,待摆振稳定后,连续测量 10 个周期的长摆摆振时间,试验进行 3 次,各次的单摆周期的平均值之差应小于 5s/万。长摆测定后,再次举升托架,使平台摆架升高至设计规定的短摆高度,挂上 4 条短摆钢链,重复上述操作,测定短摆摆振周期。最后,举升平台托架,卸下钢链,降下平台至地平面,试验结束。

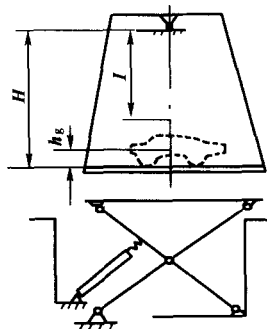


图 2-4 摇摆测汽车质心高度实验装置图

根据测定的试验数据先分别计算长、短摆摆振周期的平均值:





$$T_1 = \sum_{i=1}^3 T_{10}/30 \quad (2-3)$$

$$T_2 = \sum_{i=1}^3 T_{20}/30 \quad (2-4)$$

式中: T_1 、 T_2 ——长、短摆周期的均值, s;

T_{10} 、 T_{20} ——长、短摆 10 个周期的摆振时间, s。

车辆质心高度 h_g 按式(2-5)计算:

$$h_g = \frac{B - A}{C} \quad (2-5)$$

其中:

$$A = 4\pi^2 [J_1 - J_2 + (H_1^2 + H_2^2) \frac{m}{g}]$$

$$B = T_1^2 (m_0 I_1 + m H_1) - T_2^2 (m_0 I_2 + m H_2)$$

$$C = m (T_1 - T_2) 8\pi^2 \frac{m}{g} (H_1 - H_2)$$

式中: J_1 、 J_2 ——试验台长、短摆平台框架绕试验台刀口的转动惯量, $\text{kg} \cdot \text{mm} \cdot \text{s}^2$;

I_1 、 I_2 ——试验台长、短摆平台框架自身质心至刀口距离, mm;

m_0 ——平台框架自身总质量, kg;

m ——被测车辆总质量, kg;

g ——重力加速度, mm/s^2 ;

H_1 、 H_2 ——试验台长、短摆平台台面至试验台刀的距离, mm。

汽车绕自身质心横轴的转动惯量用下式计算:

$$J_0 = \frac{D - E}{10^3}$$

其中:

$$D = \frac{T_1^2}{4\pi^2} [m_0 I_1 + m (H_1 - h_g)]$$

$$E = J_1 + \frac{m}{g} (H_1 - h_g)^2$$

式中: J_0 ——汽车绕自身质心横轴转动惯量, $\text{kg} \cdot \text{mm} \cdot \text{s}^2$ 。

(2) 质量反应法。

测试前将悬架弹簧按空载状态卡紧锁死。首先,在水平状态下测量轴载质量等有关参数。将后轴放置于已调整好的秤台上,前轴停放在另一秤台的支承物上,并保持在同一水平面内,称出后轴载质量 m_2 。以同样的方法称出前轴载质量 m_1 ,分别沿通过前轴和后轴中心的垂线,在车身上左、右各标一记号点(以下简称前后轴左右记号点),测量其高度,计算出前后轴的左右记号点垂直高度的平均值 h_1 、 h_2 。测量各车轮的静负荷半径 r_i 。然后,使车辆保持在某一纵向倾角状态下,测量轴载质量等有关参数。抬高汽车前轴使其纵





向倾角分别为 16° 、 18° 、 20° 。测量每次抬高到规定角度时后轴载质量 m_2^a 。分别测量每次抬高到规定角度时左右记号点离地高度,计算出前后轴左右记号点的垂直高度的平均值 h_1^a 、 h_2^a 。

根据测得的试验数据,先按式(2-6)计算车轮静负荷半径:

$$r_s = \sum_{i=1}^N r_i / N \quad (2-6)$$

式中: r_s ——汽车车轮静负荷半径, mm;

N ——该车车轮总数。

后轴轴载质量增量按式(2-7)计算:

$$\Delta m_2 = m_2^a - m_2 \quad (2-7)$$

式中: Δm_2 ——后轴载质量增量, kg。

左右记号点离地高度增量的平均绝对值之和按式(2-8)计算:

$$\begin{aligned} \Delta h_1^a &= h_1^a - h_1 \\ \Delta h_2^a &= h_2^a - h_2 \\ \Delta h^a &= |\Delta h_1^a| + |\Delta h_2^a| \end{aligned} \quad (2-8)$$

式中: Δh^a ——汽车在某一纵向倾角时,左右记号点垂直位移增量均值绝对值之和, mm;

Δh_1^a 、 Δh_2^a ——汽车在某一纵向倾角时,前后轴左右记号点垂直位移增量均值, mm。

最后,根据上述计算结果,按式(2-9)、式(2-10)计算出汽车质心高度:

$$h_g^a = r_s + \frac{\Delta m_2^a \cdot L}{m_0} \sqrt{\left(\frac{L}{\Delta h^a}\right)^2 - 1} \quad (2-9)$$

$$h_g = \sum_{i=1}^3 h_g^a / 3 \quad (2-10)$$

式中: h_g ——质心高度, mm;

h_g^a ——在某一纵向倾角时的质心高度, mm。

2.3 通过性参数的检测

通过性参数主要包括:最小离地间隙、接近角、离去角、纵向通过角、转弯直径和转弯通道圆等。

2.3.1 通过性参数的定义

1. 最小离地间隙

最小离地间隙指车辆支承平面与车辆中间区域内最低点之间的距离。中间区域为平行于车辆纵向对称平面且与其等距离的两平面之间所包含的部分,两平面之间的距离为





同一轴上两端车轮内缘最小距离的 80%,如图 2-5 所示。

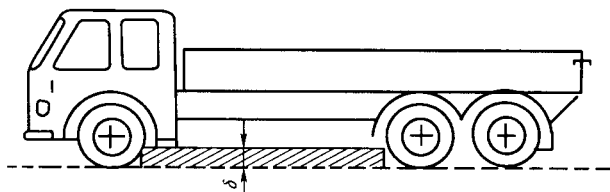


图 2-5 最小离地间隙

2. 接近角

接近角指水平面与切于前轮胎外缘(静载)的平面之间的最大夹角。前轴前面任何固定在车辆上的刚性部件不得在此平面下方,如图 2-6 所示。

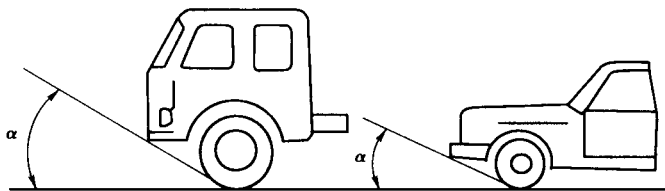


图 2-6 接近角

3. 离去角

离去角指水平面与切于车辆最后轮轮胎外缘(静载)的平面之间的最大夹角。位于最后车轴后面的任何固定在车辆上的刚性部位不得在此平面的下方,如图 2-7 所示。

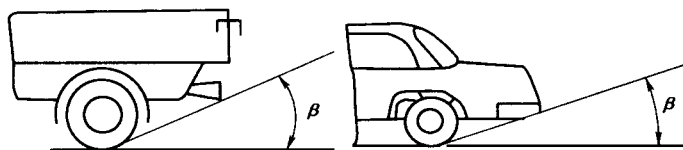


图 2-7 离去角

4. 纵向通过角

纵向通过角指当分别切于静载车辆前后轮胎外缘且垂直于车辆纵向对称平面的两平面交于车体下部较低部位时,车轮外缘两切面之间所夹的最小锐角,如图 2-8 所示。

5. 转弯直径

转弯直径指内、外转向轮(转向盘转到极限位置)的中心平面在车辆支承平面上的轨迹圆直径。

