

Auto



林在犁 廖佩金 主编
王世震 刘皓宇

汽车使用 与 故障诊断技术



石油工业出版社

汽车使用与故障诊断技术

林在犁 廖佩金
王世震 刘皓宇 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书根据最新汽车运用与故障诊断技术的发展,结合实例介绍了汽车性能、选购常识、汽车的技术管理和经济管理、汽车的合理使用与保养、汽车常见故障及传统的分析诊断方法,特别讲述了现代汽车电喷及电控系统故障现象及分析诊断方法。

本书可作为高等专科及高等职业技术教育汽车专业的教学用书,并特别适合大学生开辟第二课堂用书,也为从事汽车运输、管理、维修人员,以及汽车爱好者的自学与提高提供了参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车使用与故障诊断技术/林在犁、王世震等主编.

北京:石油工业出版社,2003.8

ISBN 7-5021-4315-7

I. 汽…

II. ①林… ②王…

III. ①汽车-使用 ②汽车-故障诊断

IV. U472

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 054451 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 19 印张 480 千字 印 1—3000

2003 年 8 月北京第 1 版 2003 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-4315-7/TE·3028

定价: 28.00 元

前 言

《汽车使用与故障诊断技术》一书是编者集多年高等职业技术教育及生产实践经验，在认真调查研究、充分反映我国汽车使用与维修发展现状基础上而编写的。在编写上本书突出以下特点：

第一，注重系统性。在理论和方法方面参考了国内大量资料，吸取了有关教材的精华，形成了以汽车使用与故障诊断为研究对象的理论和方法体系。全书以“合理使用汽车、正确分析、诊断故障”为主线，从理解汽车性能、正确选购汽车、合理使用和管理汽车、正确诊断和排除汽车故障等全方位进行分析阐述，形成了具有一定特色的内容体系。

第二，突出实用性。学习的目的是为了解决实际问题，基于这一认识，本书特别注意理论与实际的联系，突出各种理论分析方法的实用性和可操作性，把繁琐的理论问题通俗化，以求提高学习者解决实际问题的能力。

本书适合作为高等职业技术教育汽车运用类专业的教学用书；也同样适用于汽车运输、维修、管理等部门有关技术人员自学与提高；也可作为广大汽车爱好者认识汽车、合理地使用汽车、正确地维护、保养汽车以及了解、掌握汽车一般常见故障分析的自学用书。

本书分两篇，第一篇为汽车的使用技术，主要讲述汽车性能评价与选购，汽车的合理使用，汽车的管理，汽车保险与索赔；第二篇为汽车的故障诊断技术，主要讲述汽车技术状况与故障诊断基础，汽车发动机故障诊断，现代汽车的电控燃油喷射系统及电控设备故障诊断，汽车底盘故障诊断，汽车电器系统故障诊断等。

本书由林在犁、王世震、廖佩金、刘皓宇主编，参加编写的有重庆石油高等专科学校汽车工程专业王谊（第一章第一节），廖佩金（第二章），林在犁（第一章第二、三节，第三章、第四章），张宓（第六章第一、二、五、六节），贺宇东（第六章第三、四节）；承德石油高等专科学校汽车工程系王世震（第五章），李美娟（第七章），刘皓宇（第八章、第九章），鲍远通（第十章）。全书由西南石油学院夏麒麟主审。

在本书编写过程中，参考和借鉴了大量的相关资料和书籍，并得到很多汽车企业的帮助，在此向有关作者和工程技术人员致以诚挚的谢意！

由于编者的水平和经验有限，书中难免有错误和不当之处，诚恳欢迎广大读者批评并不吝指正。

编者

2003年6月

目 录

第一篇 汽车使用技术

第一章 汽车的性能评价与选购	(3)
第一节 汽车的主要性能	(3)
第二节 汽车的公害	(16)
第三节 汽车的选购	(20)
第二章 汽车的合理使用	(31)
第一节 汽车走合期的使用	(31)
第二节 汽车在特殊条件下的使用	(34)
第三节 汽车的运行材料及使用	(41)
第四节 汽车的节油技术	(56)
第五节 汽车的维护与保养	(61)
第三章 汽车的管理	(66)
第一节 汽车的运输效率和成本管理	(66)
第二节 汽车的户籍管理	(79)
第三节 汽车的技术管理	(85)
第四章 汽车保险与索赔	(94)
第一节 汽车的保险	(94)
第二节 汽车保险的索赔	(99)
第五章 汽车故障诊断基础	(103)
第一节 故障诊断的基本概念	(103)
第二节 汽车技术状况	(106)
第三节 汽车技术状况变化的规律及其影响因素	(107)
第四节 汽车诊断参数	(109)
第五节 常用故障诊断设备	(113)

第二篇 汽车故障诊断技术

第六章 汽车发动机的故障诊断	(121)
第一节 曲柄连杆机构综合故障诊断	(121)
第二节 配气机构综合故障诊断	(125)
第三节 润滑系统综合故障诊断	(131)
第四节 冷却系统综合故障诊断	(135)
第五节 普通燃油供给系统综合故障诊断	(138)
第六节 发动机运行中的综合故障诊断	(148)

第七章 电控燃油喷射系统故障诊断	(166)
第一节 系统概述	(166)
第二节 EFI 系统各传感器及零部件的故障诊断	(170)
第三节 微机控制发动机自诊断系统	(191)
第四节 电控燃油喷射系统的故障诊断	(208)
第八章 汽车底盘故障诊断	(215)
第一节 传动系统故障诊断	(215)
第二节 行驶系统故障诊断	(229)
第三节 转向系统故障诊断	(235)
第四节 制动系统故障诊断	(237)
第五节 制动防抱死系统 (ABS) 故障诊断	(242)
第九章 汽车电器系统故障诊断	(251)
第一节 汽车电器系统故障诊断常用方法	(251)
第二节 电源系统故障诊断	(252)
第三节 点火系统故障诊断	(257)
第四节 起动系统故障诊断	(268)
第五节 汽车照明、信号及仪表系统故障诊断	(270)
第十章 汽车电控设备故障诊断	(280)
第一节 安全气囊的故障诊断	(280)
第二节 电动门窗和电动座椅的故障诊断	(282)
第三节 中央门锁及防盗系统的故障诊断	(284)
第四节 电子巡航控制系统的故障诊断	(288)
第五节 汽车自动空调系统的故障诊断	(292)
参考文献	(297)

第一篇 汽车使用技术

第一章 汽车的性能评价与选购

第一节 汽车的主要性能

汽车是一种高效率、高机动性的运输工具，其运输的高效率是由其在各种使用条件下的各种性能来保证的。本节重点讲述汽车的主要性能。

一、汽车的动力性

汽车的动力性是指汽车在良好路面上直线行驶时由汽车受到的纵向外力决定的、所能达到的平均行驶速度。它表示了汽车以最大可能的平均行驶速度运送货物或乘客的能力。汽车的动力性是汽车各种使用性能中最基本、最重要的性能。

1. 汽车动力性的评价指标

从获得尽可能高的平均行驶速度的观点出发，汽车动力性主要可由下面三个指标来评定。

1) 汽车的最高车速

汽车的最高车速是指在水平良好的路面（混凝土或沥青路）上汽车能达到的最高行驶车速。

2) 汽车的加速时间

汽车的加速时间表示汽车的加速能力。常用原地起步加速时间和超车加速时间来表示汽车的加速能力。原地起步加速时间是指由第Ⅰ挡或第Ⅱ挡起步，并以最大的加速强度（包括选择恰当的换挡时机）逐步换至最高挡后达到某一预定的距离或车速所需要的时间。超车加速时间是指用最高挡或次高挡由某一较低车速全力加速至某一高速所需的时间。因为超车时汽车与被超车辆并行，容易发生安全事故，所以超车加速能力强，并行行程短，行驶就安全。一般常用 $0 \rightarrow 400\text{m}$ 的秒数或用 $0 \rightarrow 100\text{km/h}$ 所需的时间来表明原地起步加速能力。超车加速能力还没有一致的规定，采用较多的是用最高挡或次高挡由某一中等车速全力加速行驶至某一高速所需的时间。轿车对加速时间尤为重视。

3) 最大爬坡度

汽车的爬坡能力是用满载（或某一载质量）时汽车在良好路面上的最大爬坡度来表示的。显然，最大爬坡度是指Ⅰ挡最大爬坡度。轿车最高车速大，加速时间短，经常在较好的道路上行驶，一般不强调它的爬坡能力。对货车一般最大爬坡度在 30%即 16.5° 左右，越野汽车可达 60%即 30° 左右或更高。

我国评价车辆动力性的常用指标是加速能力和最大爬坡度，它们比最高车速更具实用意义。

2. 汽车的驱动力和行驶阻力

确定汽车的动力性，就是确定汽车沿行驶方向的运动状况。为此需要分析汽车沿行驶方向受到的各种外力，即驱动力与行驶阻力。根据这些力的平衡关系，建立汽车的行驶方程式，就可以估算汽车的最高车速、加速度和最大爬坡度。

3. 汽车行驶的附着条件

一般来讲汽车驱动力大，加速能力好，爬坡能力也好。但这个结论只有在轮胎与路面有足够大的附着力时才能成立。在潮湿的沥青路面上附着性能差时，大的驱动力可能引起车轮

在路面上急剧加速滑转，地面切向反作用力并不很大，动力性也未进一步提高。由此可见，汽车的动力性不只受驱动力的制约，还受到轮胎与地面附着条件的限制。

二、汽车的燃油经济性

在保证动力性的条件下，汽车以尽量少的燃油消耗量经济行驶的能力，称为汽车的燃油经济性。

发动机的燃油消耗率与排放污染有密切关系，应在保证排放达到有关法规要求的前提下降低发动机的燃油消耗率，提高汽车的燃油经济性。

1. 汽车燃油经济性的评价指标

汽车燃油经济性的评价通常用一定运行工况下汽车行驶一百公里的燃油消耗量或一定量的燃油能使汽车行驶的里程数来衡量。

在我国及欧洲，燃油经济性指标的单位为 L/100km，即行驶一百公里消耗的燃油升数。其数值越大，汽车燃油经济性越差。美国为 MPG 即 mile/USgal，指每加仑燃油能行驶的英里数。这个数值越大，汽车燃油经济性越好。

等速行驶百公里燃油消耗量是常用的一种评价指标。它指汽车在额定载荷下以最高挡在水平良好路面等速行驶 100km 的燃油消耗量。常测出每隔 10km/h 或 20km/h 速度间隔的等速百公里燃油的消耗量，然后在图上连成曲线，称为等速百公里燃油消耗量曲线，用它来评价汽车的燃油经济性。

但是等速行驶工况并没有全面反映汽车的实际运行情况，特别是在市区行驶的频繁加速、减速、怠速停车等行驶工况。因此，各国都制定一些典型的循环行驶试验工况来模拟实际汽车运行状况，并以其百公里燃油消耗量来评价相应行驶工况的燃油经济性。

2. 汽车燃油经济性的计算

一般可根据发动机台架试验得到的万有特性图与汽车功率平衡图，对汽车燃油经济性进行估算。下面介绍燃油经济性循环行驶试验工况的各个工况，如等速行驶、加速、减速和怠速停车等行驶工况的燃油消耗量计算方法。

1) 等速行驶工况燃油消耗量的计算

图 1-1 为一汽车发动机万有特性曲线。在万有特性图上有等燃油消耗率曲线。根据这些曲线，可以确定发动机在一定转速 n ，发出一定功率 p_e 时的燃油消耗率 b 。为了

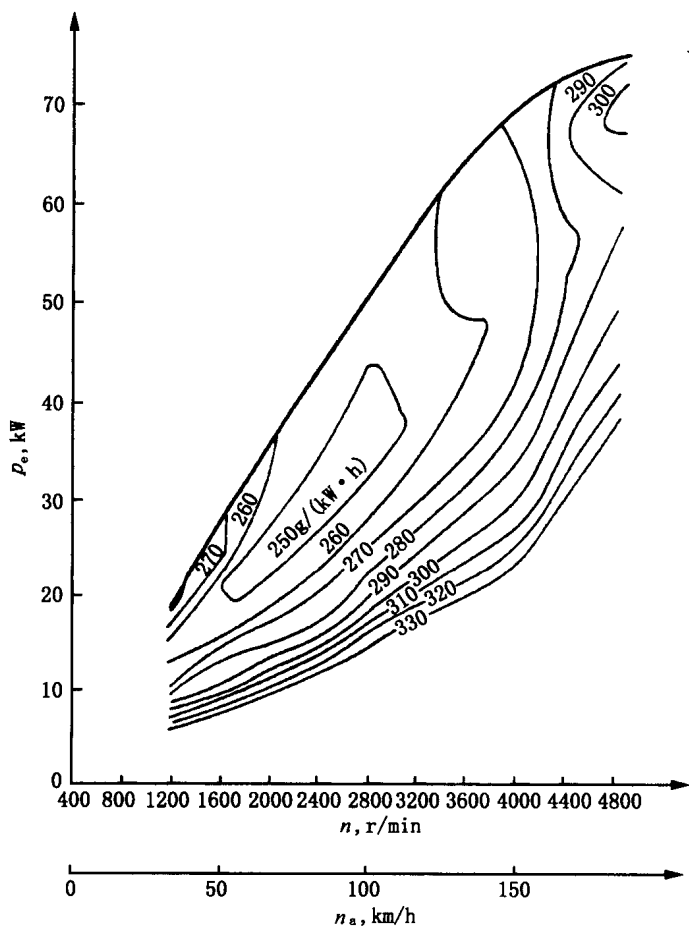


图 1-1 汽油发动机万有特性

便于进行计算,按照转速 n 和车速 u_a 的转速关系在横坐标上画出汽车(最高挡)的行驶车速比例尺。此外,计算时还需要等速行驶的汽车阻力功率数值。

根据等速行驶车速 u_a 及阻力功率 p ,在万有特性图上(利用插值法)可确定相应的燃油消耗率 b ,从而计算出以该车速等速行驶时单位时间内的燃油消耗量为

$$Q_t = pb/367.1 \rho g$$

式中 b ——燃油消耗率, $g/(kW \cdot h)$;

ρ ——燃油的密度, kg/L ;

g ——重力加速度, m/s^2 。

汽油的 ρg 可取为 $6.96 \sim 7.15 N/L$,柴油可取为 $7.94 \sim 8.13 N/L$ 。

整个等速行驶过程行经 s (m),行程的燃油消耗量 (mL) 为

$$Q = pbs/102 u_a \rho g$$

折算成等速百公里燃油消耗量 ($L/100km$) 为

$$Q_s = pb/1.02 u_a \rho g$$

2) 加速行驶工况燃油消耗量的计算

计算由 u_{a1} 以等加速度行驶至 u_{a2} 的燃油消耗量,可将加速过程分为若干个区间,例如按速度每增加 $1km/h$ 为一个小区间,每个区间的燃油消耗量可根据其平均的单位时间燃油消耗量与行驶时间之积求得。各区间起始或终了车速所对应时刻的单位时间燃油消耗量 Q_i (单位: mL/s),可根据相应的发动机发出的功率与燃油消耗率求得。故整个加速过程的燃油消耗量为

$$Q_a = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \cdots + Q_n$$

式中, $Q_1, Q_2, Q_3, \cdots, Q_n$ 为各区间的燃油消耗量,单位 mL 。

加速区间内汽车行驶的距离 s (m) 为

$$s_a = \frac{u_{a2}^2 - u_{a1}^2}{25.92 \frac{du}{dt}}$$

3) 等减速行驶工况燃油消耗量的计算

减速工况燃油消耗量等于减速行驶时间与怠速油耗的乘积。减速时间 t (s) 为

$$t = \frac{u_{a2} - u_{a3}}{3.6 \frac{du}{dt}}$$

式中 u_{a2}, u_{a3} ——起始及减速终了的车速, km/h ;

$\frac{du}{dt}$ ——减速度, m/s^2 。

减速过程燃油消耗量为

$$Q_d = \frac{u_{a2} - u_{a3}}{3.6 \frac{du}{dt}} Q_i$$

式中 Q_i ——怠速燃油消耗率, mL/m。

减速区段内汽车行驶的距离 (m) 为

$$S_d = \frac{u_{a2}^2 - u_{a3}^2}{25.92 \frac{du}{dt}}$$

4) 怠速停车时的燃油消耗量

若怠速停车时间为 t_s (s), 则燃油消耗量 (mL) 为

$$Q_{id} = Q_i t_s$$

5) 整个循环工况的百公里燃油消耗量

由等速、等加速、等减速、怠速停车等行驶工况组成的循环, 其整个试验循环的百公里燃油消耗量 (L/100km) 为

$$Q_s = \frac{\sum Q}{s} \times 100$$

式中 $\sum Q$ ——所有过程油耗量之和, mL;

s ——整个循环的行驶距离, m。

3. 影响汽车燃油经济性的因素

下面分别从使用与汽车结构两个方面讨论影响汽车燃油经济性的因素, 从而可以看出提高燃油经济性的一些途径。

1) 使用方面

(1) 道路条件 汽车在良好的道路条件上行驶, 车速可以较高, 燃油经济性较好; 汽车在凹凸不平的道路上行驶时, 平均技术速度较低, 燃油经济性较差。

路面养护质量对汽车燃油消耗量有影响。若选择典型路面进行实测, 再将各路段的路面分值同汽车在一定车速下的百公里油耗数据进行回归分析, 可知在一定车速下, 汽车油耗与路面养护质量呈负相关对数函数关系。若提高路面养护质量, 汽车油耗将下降。

(2) 行驶车速 汽车在中等车速行驶时燃油消耗量最低, 低速时稍高, 高速时随车速增加而迅速增长。这是因为在高速行驶时, 虽然发动机的负荷率较高, 但汽车的行驶阻力增加很大, 使汽车燃油量增加; 在低速行驶时, 由于发动机负荷率较低, 汽车油耗量亦较高。因此, 中等车速 (即经济性车速) 行驶可节约燃油。美国佐尔顿研究中心曾在专用车道上进行轿车油耗试验, 结果表明平均车速由 90km/h 提高到 160km/h 后, 油耗增加一倍。

(3) 挡位选择 在一定道路上, 汽车使用不同排挡行驶, 燃油消耗量是不一样的。显然, 在同一道路条件与车速下。虽然发动机发出的功率相同, 但挡位愈低, 后备功率愈大, 发动机的负荷率愈低, 燃油消耗率愈高, 而使用高档时的情况正好相反。因此, 高档的行驶可能性未用尽前, 不应换低挡。

(4) 挂车的应用 运输企业中普遍带挂车, 这是提高运输生产率和降低成本, 包括降低燃油消耗量的一项有效措施。拖带挂车后节省燃油的原因有两个: 一是带挂车后阻力增加, 发动机的负荷率增加, 使燃油消耗率下降; 另一个原因是汽车的质量利用系数 (即装载质量与整车装备质量之比) 较大。

(5) 正确的保养和调整 汽车的保养和调整对燃油消耗有相当影响。当汽车的前轮定位正确, 制动器摩擦片与制动鼓有正常间隙, 轮胎气压正常, 各相对运动零部件滑摩表面光洁、间隙恰当并有充分的润滑油时, 底盘的行驶阻力减少, 滑动距离大大增加。如某装载质量为 2.5t 的汽车在良好水平道路上以 30km/h 的车速开始摘挡滑行, 滑行距离应达 200~250m。当滑行距离由 200m 增加到 250m 时, 油耗可降低 7%。

2) 汽车结构方面

在汽车结构方面, 可以通过下述途径来改善燃油经济性。

(1) 缩减轿车总尺寸和减轻质量 有数据表明, 又大又重的豪华型轿车比小而轻的轻型或微型汽车的油耗几乎要高 3~5 倍。大型轿车费油的原因是大幅度增加了滚动阻力、空气阻力、坡度阻力和加速阻力。为了保证高动力性而装用大排量发动机在行驶中负荷率低也是增加耗油的原因之一。

研究表明, 一辆轿车的质量若能减少 10%, 则可节油约 3%~4%。为了减少轿车质量, 轿车选用材料中的铝与复合材料的比例日益增加。20 世纪 90 年代初, 北美每辆轿车铝材的用量平均为 79kg, 日本为 61kg, 欧洲为 53kg; 到 2000 年将可能分别达到 120kg, 90kg 和 73kg。豪华轿车 Audi A8 采用全铝承载式车身, 质量减少 15%, 百公里油耗降低 5%~8%。复合材料在汽车上的用量也在逐年增加。20 世纪 90 年代初, 大量使用复合材料的所谓“复合材料汽车”, 在西欧的销量为 25 万辆左右。预计今后每年将以 25% 的比例增长。

(2) 发动机 发动机中的热损失与机械耗损占燃油化学能中的 65% 左右。显然, 发动机是对汽车燃油经济性最有影响的部件。目前, 提高发动机燃油经济性的途径有许多, 在发动机课程中已有论述, 在此不再详述。

(3) 传动系 传动系对燃油消耗量的影响, 取决于其效率、挡位数和传动比。传动系效率越高, 则损失于传动系的能量越少, 汽车的燃油经济性越好。当汽车在一定条件下行驶时, 采用不同的挡位, 发动机的转速和负荷都不一样。因此, 在同样的车速下, 采用不同的挡位行驶时, 发动机的有效耗油量并不一样。由此可以推论, 挡位数增多后, 增加了选用恰当挡位使发动机处于经济工况下工作的机会, 有利于提高燃油经济性。挡数无限的无级变速器, 在任何条件下都提供了使发动机在最经济工况下工作的可能性。若无级变速器始终能维持较高的机械效率, 则汽车的燃油经济性将显著提高。

(4) 汽车外形与轮胎 降低 C_D 值(空气阻力系数)是节约燃油的有效途径。Audi 100 轿车通过变动车身形状而具有不同 C_D 值时的实验结果表明, 当 C_D 由 0.42 降低到 0.3 时, 其混合百公里燃油消耗可降低 9%, 而以 150km/h 等速行驶的油耗则可降低 25% 左右。20 世纪 60 年代轿车的 C_D 值在 0.45 左右, 现代不少轿车的 C_D 值已降低到 0.3 左右, 今后 C_D 值仍可能继续下降到 0.2。

汽车对轮胎提出各种要求, 如强度、耐磨性、耐久性及要求它保证动力性、经济性等各种使用性能。现在公认子午线轮胎的综合性能最好。由于它的滚动阻力小, 与一般斜交轮胎相比, 可节油 6%~8%。

三、汽车的制动性

汽车行驶时能在短距离内停车且维持行驶方向稳定性和在下长坡时能维持一定车速的能力称为汽车的制动性。

1. 制动性的评价指标

汽车的制动性主要由下列三个方面来评价。

1) 制动效能

制动效能是指在良好路面上, 汽车以一定初速度制动到停车的制动距离或制动时汽车的减速度。它是制动性最基本的评价指标。

2) 制动效能的恒定性(制动器的抗热衰退性)

汽车高速行驶或下长坡连续制动时制动效能保持的程度, 称为抗热衰退性能。因为制动过程实际上是把汽车行驶的动能通过制动器吸收转换为热能, 所以制动器温度升高后, 能否保持在冷状态时的制动效能已成为设计制动器时要考虑的一个重要问题。此外, 汽车涉水行驶后, 还存在制动器水衰退问题。

3) 制动时汽车的方向稳定性(制动时汽车不发生跑偏、侧滑以及失去转向能力的性能)

制动时的方向稳定性, 常用制动时汽车按给定路径行驶来评价。若制动时发生跑偏、侧滑或失去转向能力, 则汽车将偏离原来的行驶路径。

2. 汽车的制动效能及其恒定性

汽车的制动效能是指汽车迅速降低车速直至停车的能力。评定制动效能的指标是制动距离和制动减速度。

1) 制动距离与制动减速度

制动距离是指汽车速度为 u_0 时, 从驾驶员开始操纵制动控制装置(制动踏板)到汽车完全停住这段时间内, 汽车驶过的距离。制动减速度是制动时车速对时间的导数, 即 du/dt 。它反映了地面制动力的大小, 因此它与制动器制动力(车轮滚动时)及附着力(车轮抱死拖滑时)有关。

汽车制动的全过程总共包括四个阶段: 驾驶员见到信号后做出动作反应; 制动器起作用; 持续制动; 放松制动器。一般所指制动距离就是开始踩着制动踏板到完全停车的距离。它包括制动器起作用 and 持续制动两个阶段中汽车驶过的距离 S_1 和 S_2 , 即制动时间中的 t_1 和 t_2 内汽车驶过的距离。这样排除了驾驶员反应时间对汽车制动过程的影响, 就能更方便地比较汽车本身的制动性能。

2) 制动效能的恒定性

以上的讨论仅限于在冷制动情况(制动器起始温度低于 100°C)的制动效能。汽车在繁重的工作条件下制动时(如在下长坡时, 制动器就要较长时间连续地做较大强度的制动), 制动器温度常在 300°C 以上, 有时高达 $600\sim 700^\circ\text{C}$ 。高速制动时, 制动器温度也会很快上升。制动器温度上升后, 摩擦系数将显著下降, 这种现象称为制动器的热衰退。如 LexusLS400 汽车在冷制动时, 起始制动车速为 195km/h , 制动距离为 163.9m , 制动减速度为 8.5m/s^2 。而经下坡中的 26 次制动后, 制动器温度可达 700°C 左右, 这时以同样的起始车速制动, 减速度为 6.0m/s^2 , 制动距离达到 244.5m 。热衰退是目前制动器不可避免的现象, 只是程度上的差别而已。制动效能的恒定性主要指的是抗热衰退性能。

制动器抗热衰退性能一般用一系列连续制动时的制动效能保持程度来衡量。根据国家有关标准, 要求以一定车速连续制动 15 次, 每次制动减速度为 3m/s^2 , 最后的制动效能应不低于规定的冷试验制动效能(5.8m/s^2)的 60% (在制动踏板力相同的条件下)。

制动器的抗热衰退性能与制动器摩擦副材料及制动器结构有关。一般制动器以铸铁为制动鼓、盘, 而摩擦片由石棉、半金属和无石棉等几种材料制成。由于石棉有害人体健康, 不允许使用含石棉的摩擦片。正常制动时, 摩擦副的温度在 200°C 左右, 摩擦副的摩擦系数约为 $0.3\sim 0.4$ 。但在更高的温度时, 摩擦系数会显著下降, 而出现所谓热衰退现象。

制动器的抗热衰退性能还与制动器结构型式密切相关。不同结构型式的制动器,在高强度制动时,摩擦系数的下降对制动效能的影响是不一样的,对盘式制动器的制动效能影响最小,即盘式制动器稳定性最好,双减力制动器次之,以下分别是增减力蹄制动器、双增力制动蹄制动器。双向自动增力蹄制动器的稳定性最差。因此,近年来盘式制动器广泛应用于高速轿车、重型矿用汽车。

当汽车涉水时,水进入制动器,短时间内制动效能的降低称为水衰退。汽车应在短时间内迅速恢复原有的制动效能。

3. 汽车制动时的方向稳定性

汽车制动过程中,有时会出现制动跑偏、后轴侧滑或前轮失去转向能力而使汽车失去控制离开原来的行驶方向。一般称汽车在制动过程中维持直线行驶或按预定弯道行驶的能力称为汽车制动时的方向稳定性。

1) 汽车的制动跑偏

制动时汽车自动向左或向右偏驶称为“制动跑偏”。制动时汽车跑偏的原因有两种:

①汽车左、右车轮,特别是前轴左、右车轮(转向轮)制动器制动力不相等。这是因为制造、调整误差造成的,汽车究竟向左或向右跑偏,根据具体情况而定。

②制动时悬架导向杆系与转向拉杆在运动学上不协调(互相干涉)。这是汽车设计所造成的,制动时汽车总是向左(或向右)一方偏驶。

2) 制动时后轴侧滑与前轴转向能力的丧失

侧滑是指制动时汽车的某一轴或两轴发生横向移动。最危险的情况是在高速制动时发生后轴侧滑,此时汽车常发生不规则的急剧回转运动而失去控制。

前轮丧失转向能力是指弯道制动时,汽车不再按原来弯道行驶而沿弯道切线方向驶出和直线行驶制动时转动方向盘,汽车仍按直线方向行驶的现象。

汽车如后轴不会侧滑,前轮就可能失去转向能力;后轴侧滑,前轮常仍有转向能力。制动时发生侧滑,特别是后轴侧滑,会引起汽车剧烈的回转运动,严重时可使汽车调头。试验表明,制动时若后轴车轮比前轴车轮提前一定时间先抱死拖滑,且车速超过某一数值时,汽车在轻微的侧向力作用下就会发生侧滑。路面愈滑,制动距离和制动时间愈长,后轴侧滑愈严重。制动过程中,若只是前轮抱死或前轮先抱死拖滑,汽车基本上沿直线减速停车,汽车处于稳定状态,但在弯道上行使时汽车丧失转向能力。

因此,从保证汽车方向稳定性出发,首先不能出现只有后轴车轮抱死或后轴车轮比前轴车轮先抱死的情况,以防止危险的后轴侧滑。其次,尽量少出现只有前轴车轮抱死或前、后车轮都抱死的情况,以维持汽车的转向能力。最理想的情况就是防止任何车轮抱死,前后车轮都处于滚动状态,这样就可以确保汽车制动时的方向稳定性。

四、汽车的操纵稳定性

汽车的操纵稳定性包括相互联系的两个部分:一是操纵性;二是稳定性。操纵性是指汽车能够及时而准确地响应驾驶员转向指令的能力;稳定性是指汽车在行驶过程中,具有抵抗改变其行驶方向的各种干扰,并保持稳定行驶而不致失去控制甚至翻车或侧滑的能力。实际上两者很难截然分开,稳定性的好坏直接影响操纵性,常统称为汽车操纵稳定性。

五、汽车行驶平顺性的评价指标

汽车行驶平顺性是指保持汽车在行驶过程中乘员所处的振动环境具有一定舒适度的性能,对载货汽车还包括保持货物完好的性能。平顺性主要是根据乘坐者的舒适度来评价,所

以有时又称为乘坐舒适性。它是现代高速汽车的一个主要性能。

1. 汽车行驶平顺性的评价方法

机械振动对人体的影响,即取决于振动频率与强度、振动作用方向与暴露时间,也取决于人的心理、生理状态。因此,人体对振动作用的反应是一个十分复杂的过程。人体对振动的反应的评价主要靠感觉判断,以主观感觉为最终依据。

2. 影响汽车行驶平顺性的因素

影响汽车行驶平顺性的因素很多,现在仅就道路路面不平度和汽车的结构因素两方面简要介绍。

1) 路面不平度

路面不平度是使汽车振动的主要振源。看起来十分平坦的道路,但实际上总是存在着宏观及微观上的路面不平度,而且路面上存在着波长大于轴距的起伏波形。这是一种超低频的路面变化趋势,对汽车振动的影响很小,可不考虑。但当把路面不平度看成一随机过程,这种超低频率的变化趋势破坏了该随机过程的平稳性,从而使汽车随机振动的研究复杂化。通常,可通过数据处理的方法消除路面的低频趋势,而使路面不平度具有平稳性。

2) 汽车的结构因素

(1) 悬挂系统 减小车身的固有频率可以减小车身振动加速度值,改善汽车的平顺性。由试验得知,为了保持汽车具有良好的平顺性,车身振动的固有频率应为人所习惯的步行时身体上下运动的频率,约为 $60\sim 85$ 次/min ($1\sim 1.5$ Hz)。

加大汽车悬架的静挠度,即减小悬架刚度,则车身的固有频率可降低。前、后悬架静挠度的匹配对汽车行驶平顺性也有很大影响,一般希望前、后悬架的静挠度值以及振动频率都比较接近,这样可以减少共振的机会。为了减少车身俯仰振动,从而减小水平振动,希望后悬架的静挠度比前悬架的小些。对于短轴距的微型汽车,为了改善其乘坐舒适性,可将后悬架设计得软一些。

为了防止在不平路面上行驶时经常冲击缓冲块(限位块)而使汽车平顺性变差,悬架还必须有足够的动挠度(指悬架平衡位置到悬架与限位块相碰时的变形)。前、后悬架的动挠度常按其相应的静挠度选取,其数值主要取决于车型和经常使用的路面状况。

为了衰减车身的自由振动和抑制车身、车轮的共振,以减小车身的垂直振动和车轮的振幅,悬架系统中应具有适当的阻尼。如钢板弹簧簧片之间的干摩擦,减振器阻尼等。为使减振器阻尼效果好,又不传递大的冲击力、常把压缩行程的阻力和伸张行程的阻力取得不同。弹性元件压缩时、为减少减振器传递的路面冲击力,要选择较小的相对阻尼系数。而在伸张行程时,为使振动迅速衰减,应选择较大的相对阻尼系数。压缩行程时无阻尼,只在伸张行程有阻尼作用,具有这种阻尼特性的减振器称为单向作用减振器;在压缩、伸张行程均有阻尼作用的称为双向作用减振器。

(2) 轮胎 轮胎对行驶平顺性的影响取决于轮胎径向刚度、轮胎的展平能力以及轮胎内摩擦所引起的阻尼作用。当汽车行驶于不平道路时,由于轮胎的弹性作用,轮胎位移曲线较道路断面轮廓要圆滑平整,其长度较道路坎坷不平处的真正长度为大,而曲线的高度则较道路不平的真正高度为小,这就是所谓的轮胎展平能力。它可使汽车在高频共振时的振动减小。由于轮胎内摩擦所引起的阻尼作用,对于小轿车轮胎的相对阻尼系数可达 $0.05\sim 0.106$ 。

从提高汽车行驶平顺性的角度,轮胎的径向刚度应尽可能小。但轮胎刚度过低,会增加车轮的侧偏,影响稳定性,同时还使滚动阻力增加并降低轮胎使用寿命。

(3) 悬挂质量 实验和理论研究表明,车身的振动主要是以自振频率进行的振动。减小公共汽车和载货汽车的悬挂质量,会使车身振动加速度增加,降低行驶平顺性。悬挂质量的分配对平顺性也有影响。为保持良好的平顺性,有的采用等挠度悬架,使悬架刚度随悬挂质量的减小而减小。

(4) 非悬挂质量 减小非悬挂质量可降低车身振动的固有频率,增高车轮的振动固有频率。这样就使低频共振与高频共振区的振动减小,而将高频共振移向更高的行驶车速,对平顺性有利。同时减小非悬挂质量,可使车轮系统部分相对阻尼系数增加,因而减振器所吸收的能量减少,工作条件获得改善。

采用独立悬架,可使非悬挂质量减小。常用非悬挂质量与悬挂质量之比来评价非悬挂质量对平顺性的影响。此比值小些为好,可以保证良好的平顺性。

(5) 座椅 座位的布置对行驶平顺性有很大影响。实际感受和试验表明,座位接近车身的中部汽车轴距中心其振动最小,离此中心越远处其平顺性越差。座位在高度上的布置也很重要,为减小俯仰振动引起的水平振动振幅,座位在高度方面与汽车质心间的距离不应太大。

座椅的刚度和阻尼对平顺性也有重要影响,希望座椅具有一定的阻尼作用。现代高阻尼泡沫座垫,其相对阻尼系数已达 0.3~0.4。

影响汽车行驶平顺性的结构参数很多,关系也比较复杂,必须进行综合分析,才能正确选择参数,提高汽车的行驶平顺性。

六、汽车的通过性

汽车的通过性(亦称越野性)是指汽车在一定的装载质量下,能以足够高的平均速度通过各种坏路、无路地带,如松软的土壤、沙漠、雪地、沼泽等松软地面及坎坷不平地段和各种障碍(陡坡、侧坡、壕沟、台阶、灌木丛、水障等)的能力。

汽车的通过性主要决定于地面的物理性质及汽车的结构参数和几何参数,也与汽车的其它性能,如动力性、平顺性、机动性、稳定性、视野性等密切相关。

1. 汽车通过性的几何参数

由于汽车与地面间的间隙不足而被地面托住、无法通过的情况,称为间隙失效。当车辆中间底部的零部件碰到地面而被顶住时,称为“顶起失效”;当车辆前端或尾部触及地面而不能通过时,则分别称为“触头失效”或“托尾失效”。显然,后两种情况属同一类失效。

与间隙失效有关的汽车整车几何参数,称为汽车的通过性几何参数。汽车通过性的几何参数表示汽车在高低不平地区行驶的可能性,它取决于不平道路的外形与汽车下缘轮廓间的相互几何关系。

汽车通过性的几何参数主要有:最小离地间隙、纵向通过角、接近角、离去角、最小转弯直径等。

1) 最小离地间隙 $h_{\min}$

最小离地间隙是指汽车除车轮外的最低点与地面间的距离 $h_{\min}$,如图 1-2(b)所示。它表征了汽车无碰撞地越过凹凸不平地面障碍物(石块、树桩之类)的能力。汽车的最低点多是飞轮壳、从动轴(桥)、变速器壳、消声器和驱动轴(桥)的主减速器外壳等。驱动桥由于装有直径较大的主减速器齿轮,一般驱动桥的离地间隙为最小。设计越野汽车时,应尽可能保证有较大的最小离地间隙。