



高等职业教育“十三五”精品规划教材 >>>>

汽车制造类专业群

汽车构造与维修（上册）

主 编 王林超 王 霞

副主编 冯增雷 徐 刚 许 建



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

高等职业教育“十三五”精品规划教材（汽车制造类专业群）

汽车构造与维修

（上册）

主 编 王林超 王 霞

副主编 冯增雷 徐 刚 许 建



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

• 北京 •

内 容 提 要

本书系统地介绍了汽车各系统的作用、组成和原理,以及各零部件和总成的构造、检测方法与维修技术要求等内容。本套教材共两册,上册介绍了发动机基本知识、曲柄连杆机构构造与维修、配气机构构造与维修、汽油机燃料供给系构造与维修、柴油机燃料系构造与维修、发动机冷却系构造与维修、润滑系构造与维修、发动机进排气系统和排放控制装置构造与维修、发动机的装配与调试等内容;下册介绍了汽车传动系构造与维修、汽车行驶系构造与维修、汽车转向系构造与维修、汽车制动系构造与维修等内容。

本书主要供高等工科和高等职业院校汽车专业的师生作教材使用,也可供汽车维修与检测技术人员使用和参考,还可以作为各类汽车维修培训班的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车构造与维修.上册 / 王林超,王霞主编. — 北京:中国水利水电出版社,2016.8

高等职业教育“十三五”精品规划教材.汽车制造类专业群

ISBN 978-7-5170-4536-6

I. ①汽… II. ①王… ②王… III. ①汽车—构造—
高等职业教育—教材②汽车—车辆修理—高等职业教育—
教材 IV. ①U463②U472.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第161742号

策划编辑:祝智敏 责任编辑:陈洁 加工编辑:封裕 封面设计:梁燕

书 名	高等职业教育“十三五”精品规划教材(汽车制造类专业群) 汽车构造与维修(上册)
作 者	主 编 王林超 王霞 副主编 冯增雷 徐刚 许建
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×240mm 16开本 22.25印张 496千字
版 次	2016年8月第1版 2016年8月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	48.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

高等职业教育“十三五”精品规划教材（汽车制造类专业群）

丛书编委会

主 任 于明进

副主任 祝智敏

委 员 （按姓氏笔画）

刁立福 王 磊 王林超 王国林

王宝安 叶 芳 田秋荣 冉广仁

白秀秀 刘家琛 刘照军 孙 菲

李清民 吴芷红 何全民 张玉斌

张玉斌 陈 聪 郑 磊 赵长利

赵培全 郭荣春 曾 鑫 颜 宇

潘 毅

I

前言

本书是为适应我国高等职业教育发展的需要，强化职业能力的培养，推行一体化教学而编写的，是将汽车的构造、原理、调整使用与维修等内容整合而成的一体化教材，很好地突出了理论适度够用、强化实践技能培养的高职特点，而且特别符合高职教学规律。

针对汽车技术发展的情况和职业教育的特点，在本书的编写过程中，编者认真总结了多年来汽车维修专业教学经验，吸取了先进的教学模式和方法，对教材内容做了改进：以汽车维修、装配企业关键技术操作岗位的核心能力要求为主，确定专业知识和能力培养目标，使学生的实际操作能力达到中、高级技术工人水平；采用“项目引领、任务驱动”的编写形式，适合理实一体化的教学模式；每个项目都有明确的【项目导读】【任务描述】【相关知识】【案例】【任务实施】【知识拓展】【项目小结】【练一练】等环节，贴近实际，有利于激发学生的学习兴趣；在内容的选择上，车型以典型丰田、大众车系为主，辅以载货车、客车、SUV 等车系的特点，注重教学内容的除旧更新，满足汽车后市场职业岗位对人才的知识与能力要求，力求与相应的职业资格标准衔接；突出学生动手能力的培养和训练，加深学生对汽车结构、原理和维修等知识的理解。

本书为汽车运用与维修系列教材之一，共 13 个项目，34 个任务，分上、下两册，上册介绍发动机基本知识、曲柄连杆机构构造与维修、配气机构构造与维修、汽油机燃料供给系统构造与维修、柴油机燃料系构造与维修、发动机冷却系构造与维修、发动机润滑系构造与维修、发动机进排气系统和排放控制装置构造与维修、发动机的装配与调试等内容；下册介绍汽车传动系构造与维修、汽车行驶系构造与维修、汽车转向系构造与维修、汽车制动系构造与维修等内容。

本书上册由王林超、王霞担任主编，冯增雷、徐刚、许建担任副主编；本书下册由王林超、冯增雷担任主编，王霞、徐刚、许建担任副主编。编写组成员（分工）包括：山东交通学院王林超（绪论、项目 4、项目 10）、山东凯文科技职业学院王霞（项目 1、2、3）、山东交通

学院职业技能鉴定所徐刚（项目 5、6、11）、山东凯文科技职业学院冯增雷（项目 8、13）、济南华飞汽车服务有限公司许建（项目 9、12），山东润通汽车销售公司马志庆（项目 7）。另外陈继玲、王晓哲、王万毅等也参与了本书的部分编写工作。

本书在编写过程中，得到了许多相关企业单位、专家和工程技术人员的大力支持与帮助，援引了有关技术资料，在此表示由衷的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏之处，恳请同行专家和广大读者批评指正。

编 者

2016 年 6 月

II

目 录

前言	
绪论	1
项目 1 发动机基本知识	29
任务 发动机基本知识	29
项目 2 曲柄连杆机构构造与维修	46
任务 1 机体组构造与维修	46
任务 2 活塞连杆组构造与维修	64
任务 3 曲轴飞轮组构造与维修	91
项目 3 配气机构构造与维修	115
任务 1 气门传动组构造与维修	115
任务 2 气门组构造与维修	138
项目 4 汽油机燃料供给系构造与维修	156
任务 1 汽油与可燃混合气知识	156
任务 2 空气供给系统构造与维修	162
任务 3 燃油供给系统构造与维修	180
任务 4 电子控制系统构造与维修	191
项目 5 柴油机燃料系构造与维修	216
任务 1 喷油器构造与维修	216
任务 2 喷油泵构造与维修	227
项目 6 发动机冷却系构造与维修	254
任务 发动机冷却系构造与维修	254
项目 7 发动机润滑系构造与维修	283
任务 发动机润滑系构造与维修	283
项目 8 发动机进排气系统和排放控制装置构造与维修	309
任务 发动机进排气系统和排放控制装置构造与维修	309
项目 9 发动机的装配与调试	329
任务 发动机的装配与调试	329
参考文献	350

绪论

一、汽车的历史与发展

汽车作为重要的陆路交通工具，问世百余年来，取得了惊人的发展。目前，全世界有几亿辆汽车在陆地上行驶，并且以每年几千万辆的速度增长。汽车已成为人类最常用的交通工具，全世界有一半以上的客货运输是由汽车来完成的。同时汽车逐渐改变了人们的生活方式，变革了世界经济、文化，渗透到了人类生产、生活等各个领域，直接影响着经济社会的发展进程，激励着社会更快地前进，特别是轿车的普及极大地扩大了人们的活动时空，加快了人们的生活节奏，提高了人们的生活品质。

（一）汽车的由来

1876 年，德国人奥托制成了第一台往复式四行程内燃机。这种内燃机利用活塞往复运动的四个行程，将吸入的煤气与空气的混合气压缩后，再点火燃烧，大大提高了内燃机的热效率。

1886 年，德国人卡尔·本茨设计制造出了世界上第一辆装用汽油内燃机的三轮汽车，如图 1 所示。这辆三轮汽车采用钢管焊接车架，配有辐条式车轮，发动机为单缸四行程，工作容积为 1687mL，转速为 200r/min，功率为 1.103kW，最高时速为 18km/h。

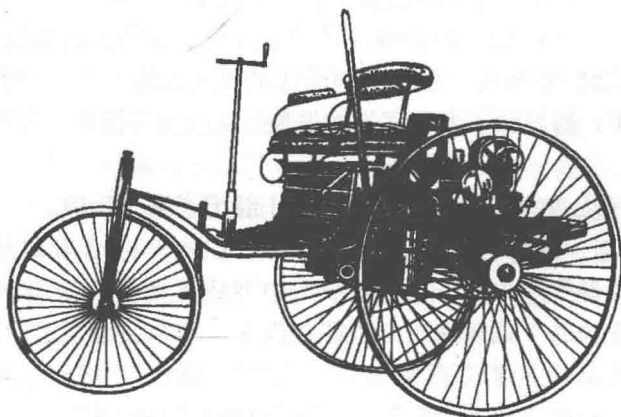


图 1 世界上第一辆三轮汽车

同样在 1886 年，德国人歌德里普·戴姆勒成功地发明了世界上第一辆四轮汽车，如图 2 所示。该车发动机为单缸四行程汽油机，水冷，转速为 750r/min，时速为 15km/h。

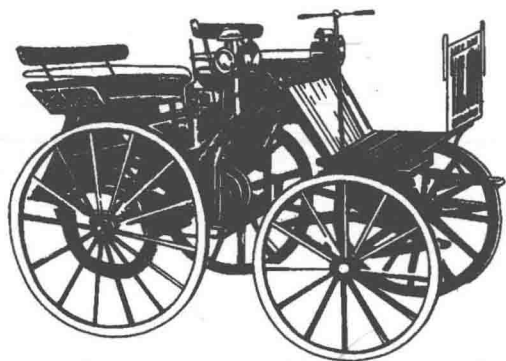


图 2 世界上第一辆四轮汽车

由于装用汽油内燃机的汽车轻便、快速、舒适，并且一次加油行驶的路程较长，因此，它一问世便受到了人们的普遍欢迎，同时也标志着汽车的真正诞生。

（二）汽车工业发展概况

19 世纪末 20 世纪初，欧美一些主要资本主义国家相继完成了工业革命，随着生产力的大幅度提高，要求交通运输工具也要有相应的发展。同时，石油工业的发展，已能提供足够的燃料，机械工业的发展，也提供了先进的加工设备。因此，从德国人本茨和戴姆勒于 1886 年制造出第一辆内燃机汽车开始，欧美发达资本主义国家相继制造出了汽车。

1896 年，亨利·福特制造出了自己的第一辆汽车。1903 年，福特汽车公司成立，同年推出了福特 A 型车。1908 年，著名的福特 T 型车问世，该车采用直列四缸发动机，功率为 14.1kW，结构紧凑，设计简单，容易驾驶，价格低廉。

1913 年，福特汽车公司在底特律建成了第一条汽车装配流水线，首次实现了汽车的批量生产，大大降低了汽车的生产成本和价格，推动了汽车工业的快速发展。

从 20 世纪 20 年代到 90 年代，虽然受到两次世界大战的影响，但世界汽车工业，无论是制造技术还是设计水平，都得到了突飞猛进的发展。除欧美各国外，发展最快的是亚洲的日本和韩国。

我国的汽车工业是从 20 世纪 50 年代开始的，经历了三个阶段。

创立时期（1953 年～1978 年）——我国的汽车工业在 1953 年时从零起步，开始建立第一汽车制造厂，三年后便生产出国产“解放牌”中型载货汽车。60 年代建立了第二汽车制造厂，生产出我国独立设计的“东风牌”中型载货汽车。后来又建立了“川汽”“陕汽”等重型汽车厂，还在修理厂的基础上建成了“北汽”“上汽”“南汽”“济汽”等一批骨干企业。但汽车的品种在过去的长时间内“缺重少轻”，轿车工业还未形成规模。

大发展时期（1978 年～1993 年）——我国改革开放后，汽车工业进入了大发展时期。汽

车行业开始以各大型骨干企业为主,联合一批相关的中小型企业组建汽车集团。汽车工业加快了主导产品更新换代的步伐,注重提高产品质量、增加汽车品种。1985年,国家在“七五”计划建议中提出了要把汽车工业作为支柱产业的方针;1987年,国务院又确立了发展轿车工业来振兴我国汽车工业的战略。这就确立了汽车工业在我国国民经济中的重要地位和发展重点,并开始有计划、有重点地引进国外先进技术和整车项目,发展我国的轿车工业。

快速发展时期(1993年后)——1993年后,汽车工业跨入了快速发展时期。我国的汽车工业重点支持2~3家汽车企业集团迅速成长为具有相当实力的大型企业,支持6~7家汽车企业成为国内的骨干企业;解决了重复引进低水平产品的问题,花大气力增强了汽车产品自主开发能力,从与国外联合开发逐步走向成熟的自主开发,提高了产品质量和技术装备水平,迅速赶上了国际先进水平。

我国汽车工业经过60多年的发展,其加速趋势越来越明显:从1953年到1992年,汽车工业达到100万辆的年产量,用了近40年时间;从1992年到2000年,年产量完成了从100万辆到200万辆的增长,用了8年时间;从2000年到2002年底,年产量实现了从200万辆到300万辆的增长,用了2年时间;而2005年一年汽车总产量就达到570.7万辆;2009年10月20日,我国的汽车年总产量达到1000万辆,成为继美国、日本之后,第三个汽车年产量超千万辆的国家;2013年汽车产量达到2211.68万辆;2015年汽车产量为2450.33万辆,我国汽车年产量连续七年排名全球第一。

(三) 汽车工业与社会进步

1. 汽车工业的发展改变了人类生活

人类社会及人们生活的“汽车化”,大大地扩大了人们日常活动的半径和范围,扩大并加速了人与人之间、国与国之间、地区与地区之间的交往,极大地加快了人们的生活节奏,促进了世界经济的大发展与人类的快速进步。

2. 汽车工业的发展促进了先进技术的应用与转化

汽车是由上万个零件组成的结构复杂、加工精密的“技术密集、劳动密集、资金密集”型的机(机械)、电(电器、电子)、化(化工)、美(美工造型)一体化且大批量生产的产品,也是世界上零件数以10的4次方计、产量以10的7次方计的唯一产品,是产值高、寿命长、需要量大的社会必需品。一些当代世界上的最新技术与成果,首先在汽车上或汽车工业中得到推广应用。如超微型计算机、机器人等高技术产品,微电子、自动控制、精密机械制造与柔性加工等技术,有限元分析、模态分析、模拟计算等设计方法,不仅越来越多地引进到汽车设计、制造、试验研究中,而且有些现代高新技术成果直接用在汽车上,以满足人们对汽车的安全、节能、环保以及其他性能越来越高的要求。例如,发动机、变速器的电子控制系统,电子防抱死装置(ABS),汽车的雷达防撞装置,交通路线优化选择的电子导航系统,多功能高精度智能化的电子仪表及显示系统,防盗报警装置,安全气囊等。

3. 汽车工业已成为许多国家的支柱性产业

汽车上用到的材料种类繁多,加工工艺也很复杂。在制造中要用铸、锻、焊、冲压、金

属切削与无切削加工、热处理、表面处理、油漆、装配等各种加工工艺及其设备;要消耗大量的各种钢材、有色金属、工程塑料、橡胶、玻璃、油漆等;要安装电机、电器、仪表、微机控制系统、电子设备、空调设备、内饰和座椅、安全设备(安全带及安全气囊)等。汽车在使用中还要消耗大量的燃料、润滑油以及零配件,汽车还需要维护保养及修理。因此,汽车工业要以钢铁、有色金属、非金属材料、机械制造、电机电器与电子、化工、石油及其加工、汽车零配件制造与修理等工业以及当代许多先进技术为基础,要有这些基础工业与科学技术的扶持。反过来说,汽车工业发展了,又能带动这些基础工业的迅速起飞与现代科技的蓬勃发展。从这种意义上讲,汽车工业已成为许多先进国家的支柱性产业。

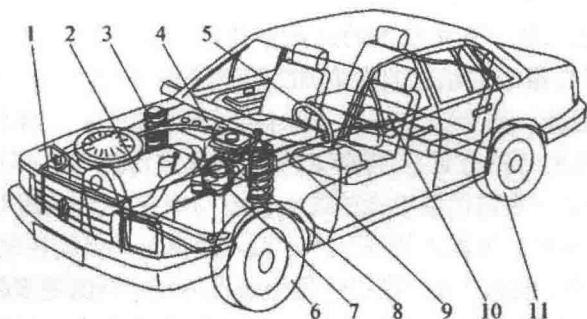
中国要从汽车制造大国向产业强国迈进,科技创新是关键,人才培养是根本。未来汽车工业的竞争关键是人才的竞争。未来的汽车将具有以下七大特点:安全、价廉、环保、实用、高效、省时以及提供与外部世界的联系。这就意味着汽车行业必须围绕低价位、实用性的设计和技术进行创新,充分体现“人、车、环境”的有机结合。总之,汽车的发展趋势是对环境的污染越来越小,燃油经济性越来越好,安全舒适性越来越高,车辆专业性越来越强,以人为本体现得越来越充分。

二、汽车的组成与分类

(一) 汽车的组成

汽车是由自身动力装置驱动的,一般具有四个或四个以上车轮的非轨道承载车辆,主要用于载运人、货物及一些特殊用途。

汽车通常由发动机、底盘、车身、电气设备四大部分组成。图3为轿车的总体构造示意图。



1—散热器; 2—发动机; 3—悬架; 4—蓄电池; 5—转向盘; 6—转向轮; 7—离合器;
8—变速器; 9—传动轴; 10—后桥; 11—驱动轮

图3 轿车的总体构造

(1) 发动机是汽车的动力装置。汽车上广泛使用的发动机大都是往复式活塞式内燃机,它的作用是使燃料燃烧而发出动力。它一般是由机体、曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系、

冷却系、润滑系、点火系、起动系等组成。

(2) 底盘是在动力装置驱动下使汽车按驾驶员的操纵正常行驶部分的总称，它包括传动系、行驶系、转向系和制动系。

(3) 车身是容纳驾驶员、载运乘客和货物部分的总称，它包括驾驶室和各种形式的车厢。

(4) 电气设备是保证汽车动力性、经济性、安全性和可靠性，提高汽车品质的重要组成部分，包括汽车电源、用电设备和电子控制装置。

(二) 汽车的分类

汽车一般可按汽车的用途、发动机排量、乘客座位数、汽车总质量、汽车总长度、车身或驾驶室特点的不同等来分类，也可以取上述特征量中的两个指标作为分类的依据。

1. 国标 GB/T 3730.1—2001 将汽车分为乘用车和商用车

乘用车是指在设计和技术特性上主要用于载运乘客及其随身行李和(或)临时物品的汽车，包括驾驶员座位在内最多不超过9个座位。它也可以牵引一辆挂车。乘用车又有多种，我们习惯把部分乘用车称为轿车。乘用车分类如图4所示。

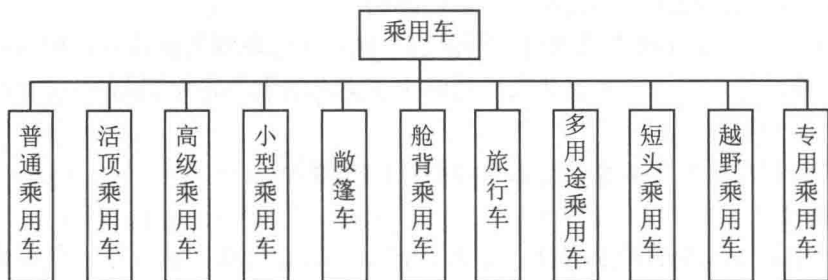


图4 乘用车分类

商用车是指在设计和技术特性上用于运送人员及其随身行李和货物的汽车，并且可以牵引挂车。商用车又有客车、半挂牵引车、货车之分，商用客车的座位数包括驾驶员座位在内一般超过9座，当座位数不超过16座时，称之为小型客车。商用车的详细分类如图5所示。

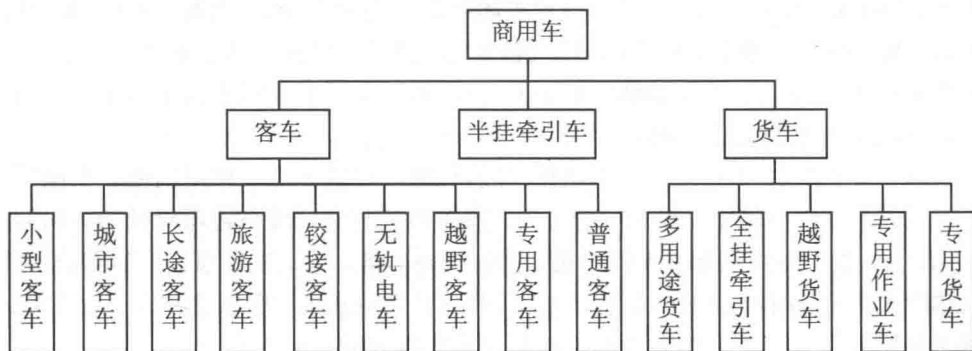


图5 商用车分类

2. 汽车按动力装置类型可分为内燃机汽车、电动汽车、混合动力汽车、太阳能汽车等

(1) 往复式活塞式内燃机汽车。它是当前应用最为广泛、占绝大多数的车辆,其内燃机又以燃用汽油的汽油机和燃用柴油的柴油机为绝大多数。为解决能源和环境的问题,液化石油气(LPG)、压缩天然气(CNG)、醇类等各种代用燃料汽车不断发展。

(2) 电动汽车。它是指由电动机驱动且自身装备供电电源(不包括供电线架)的车辆,主要有蓄电池电动汽车和燃料电池电动汽车。电动汽车具有零排放、高效率、低噪音、结构简单、维修使用方便的优点,但由于电池的功率密度和能量密度低、充电时间长、使用寿命及续航里程短等技术、性能和价格的原因,还不能广泛使用。燃料电池电动汽车,简称“燃料电池汽车”,是将外界供给的活性物质的化学能通过电化学方式直接转换为电能,持续推动车辆,燃料电池是一种能量转换装置,如果在耐久性和成本方面有所突破的话将有美好的前景。

(3) 混合动力汽车。混合动力汽车又称混合动力电动汽车,是指具有两种及以上车载动力源并协调工作的车辆。鉴于电动汽车存在的问题,综合考虑节能环保的需要,混合动力汽车是一种现实的选择,将电驱动系统与汽油机、柴油机、代用燃料发动机等另一种动力系统在同一车辆上使用,可以充分利用各动力源的优点,降耗节能。

(4) 太阳能汽车。车载动力源取自太阳能的车辆具有绿色能源的优点,但有动力不足、价格高等问题,难以推广应用。太阳能汽车是真正意义上的无公害无能源消耗的绿色汽车。

(三) 汽车主要参数

汽车的主要参数包括尺寸参数、质量参数和性能参数等。

1. 汽车主要尺寸

汽车主要尺寸是指汽车的外廓尺寸、轴距、轮距、质心高度、前后悬、车头长度和车厢尺寸等。

(1) 外廓尺寸。汽车的长、宽、高称为汽车外廓尺寸,它的大小直接与轴距、轮距、驾驶室、车身和专用设备的布置有关。

我国对公路运输汽车列车的外廓尺寸限制是按国家标准 GB 1589—2004《道路车辆外廓尺寸、轴荷及质量限值》规定的:汽车总宽(不包括后视镜)不大于 2.5m,左、右后视镜等突出量不大于 250mm;汽车总高(空载、顶窗关闭状态)不大于 4m,顶窗、换气装置开启时不得超出车高 300mm;汽车总长,货车、整体式客车总长不大于 12m,单铰接式客车不大于 18m,半挂汽车列车不大于 16.5m(自 2008 年 1 月 1 日起,厢式半挂汽车列车的车长限值放大到 18.1m),全挂汽车列车不大于 20m。

(2) 轴距。汽车轴距的长短直接影响汽车的长度、质量和许多使用性能。在保证汽车功能的前提下,轴距设计得越短,其长度就越短,汽车质量越小,最小转弯直径和纵向通过半径也越小,机动性越好。轴距还影响轴荷分配,所以轴距不能过短,轴距过短,车辆的后悬太长,行驶时纵摆较大,车辆制动、加速以及坡道行驶时质量转移过大,操纵性和稳定性变坏。此外,轴距过短还会导致万向节传动的夹角增大,从而造成较大的传动不均匀性。

(3) 轮距。汽车轮距的大小对汽车的宽度、质量、横向通过半径、横向稳定性和机动性

影响较大。轮距越大,则横向稳定性越好,悬架的角刚度也越大。但轮距宽了,汽车的宽度和质量一般也要增大。改变汽车轮距还会影响车厢或驾驶室内宽、汽车侧倾刚度及最小转弯直径等,轮距过宽机动性变坏,还易导致车轮向车身侧面甩泥。

(4) 质心高度。汽车质心高度主要影响汽车的使用性能,包括其纵向稳定性和侧向稳定性,也包括其制动、驱动和坡道行驶时的轴质量转移系数,因此希望质心较低为好。一般车辆的纵向稳定性都能满足要求。对于厢式汽车、罐式汽车和集装箱运输车等来说,由于诸多条件的限制,其质心比较高。质心过高,很易导致车辆横向失稳,特别是弯道行驶时,易造成侧向倾翻。

(5) 前悬与后悬。汽车前悬尺寸对汽车通过性、轴载质量、碰撞安全性、驾驶员视野、前钢板弹簧长度、上车和下车的方便性以及汽车造型等均有影响。前悬尺寸增加,汽车的接近角减小,通过性降低,视野变坏。长前悬有利于采用长钢板弹簧,有利于在撞车时对乘员起保护作用。对于平头汽车,前悬还会影响从前门上、下车的方便性。前悬尺寸应在保证设计要求、能布置下各总成和部件的同时尽可能短些。

汽车后悬尺寸对汽车通过性、汽车追尾时的安全性、车厢长度或上装尺寸、轴距和轴荷分配等有影响。后悬加长,汽车的前轴载质量减小,后轴载质量增大,汽车的离去角减小,通过性降低;而后悬缩短,汽车的车厢长度或上装尺寸减小。

2. 汽车质量参数

(1) 整备质量。汽车整备质量就是汽车经过整备后在完备状态下的自身质量,即指汽车上带有全部装备(包括随车工具、备胎等),加满燃料、水,但没有装货和载人时的整车质量。

整备质量对汽车的制造成本和燃油经济性有影响。可通过优化结构,采用高强度钢结构件以及铝合金、非金属复合材料等尽可能减少整备质量(通常整备质量每减少10%,燃油消耗可降低6%~8%),提高质量系数,即提高汽车装运质量与整车整备质量的比值。

(2) 装运质量。汽车装运质量是指汽车在良好硬路面上行驶时的最大限额(客车用座位数表示,货车用吨位数表示)。当汽车在非良好硬路面上行驶时装运质量应适当减少。越野汽车装运质量是指它在越野路面上行驶的最大限额。

(3) 最大总质量。汽车最大总质量是指汽车装运质量与整车整备质量之和。它是保证汽车运输安全和运输效率的重要指标,车辆制造厂和行政主管部门对此都有明确的规定。

(4) 轴载质量。汽车轴载质量的合理分配,可以提高汽车的稳定性、通过性和制动性,延长轮胎和道路的使用寿命。

理想的轴载质量分配是指满载时每个车轮的负荷大致相等。但实际上,还要考虑汽车的动力性、操纵性、通过性、制动性等使用性能。

世界各国根据道路表面的坚固性和耐磨性决定公路运输车辆的轴载质量。我国公路工程技术标准 JTG B01—2014 规定:总质量为 20t 的汽车,单后轴载质量为 13t;总质量为 30t 的汽车,双后轴载质量为 $12 \times 2t$ 。

3. 性能参数

(1) 汽车动力性。汽车的动力性是指汽车以最高车速行驶的能力、迅速提高车速的能力和爬坡的能力。它主要取决于发动机的性能和传动系的特性参数，是汽车使用性能中最基本和最重要的性能。

(2) 汽车制动性。汽车的制动性可用制动效能和制动稳定性来评价。制动效能是指汽车迅速降低行驶速度直至停车的能力；制动稳定性是指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。

汽车制动性能特别重要。它不仅是安全行车的保证，也是下长坡行车车速的主要制约因素，能使汽车维持安全车速并有在一定坡道上长期驻车的能力，直接影响汽车使用性能和生产效率。汽车除了装有必备的行车制动和驻车制动装置以外，有的还装有应急制动装置和辅助制动装置。应急制动装置是在行车制动气压不足，制动失灵或制动力减弱的时候，迅速发挥作用将车辆刹住，从而使汽车免于发生事故；而辅助制动常常是采用发动机排气制动、液力缓速、电力缓速等装置，以减轻车轮制动器的负担，使汽车更加安全可靠地行驶，提高运输效率。

(3) 汽车通过性和机动性。汽车的通过性参数主要有最小离地间隙、纵向通过半径（现称纵向通过角）、接近角和离去角。

汽车最小转弯直径是其机动性的主要参数之一，其数值主要根据汽车用途、道路条件和结构特点选取。大型半挂汽车列车的最小转弯直径一般在 11~15m 以内，也可达 20m 左右。

(四) 汽车行驶基本原理

汽车行驶必须具备两个基本的条件：驱动条件和附着条件。

1. 驱动条件

汽车必须具有足够的驱动力，以克服各种行驶阻力，才能得以正常行驶。这些阻力主要包括滚动阻力、空气阻力、坡度阻力和加速阻力。

(1) 驱动力。汽车的驱动力来自发动机。发动机发出的转矩经过汽车传动系统施加给驱动车轮的转矩，力图使驱动车轮旋转。在驱动车轮的转矩的作用下，由于车轮与路面的附着作用，驱动车轮与路面接触处对地面施加一个驱动力，其方向与汽车行驶方向相反。同时，路面对于车轮施加一个大小相等、方向相反的反作用力。驱动力 F_t 克服滚动阻力 F_f ($F_f + F_{f2}$)、空气阻力 F_w 、坡度阻力 F_i 、加速阻力 F_j 等各种行驶阻力而正常行驶，如图 6 所示。

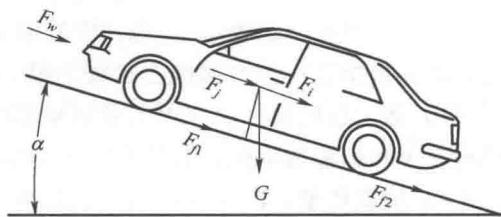


图6 汽车行驶阻力

(2) 滚动阻力。滚动阻力是由于车轮滚动时轮胎与路面两者在其接触区域发生变形而产生的。车轮在硬路面上滚动时，驱动汽车的一部分动力消耗在轮胎变形的内摩擦上，而路面变形很小；车轮在软路面（松软的土路、沙地、雪地等）上滚动时，由于路面变形较大，所产生的阻力就成为滚动阻力的主要部分。滚动阻力以 F_f 表示，其数值与汽车的总质量、轮胎的结

构与气压以及路面的性质有关，它等于车轮负荷与滚动阻力系数之积。

(3) 空气阻力。汽车在空气中向前行驶时，前部承受气流的压力而后部抽空，产生压力差。此外，空气与车身表面以及各层空气之间存在着摩擦，再加上车内冷却发动机、室内通风以及外伸零件引起的气流干扰，就形成了空气阻力。空气阻力以 F_w 表示，它与汽车的形状、汽车的正面投影面积、汽车与空气相对速度的平方成正比。可见，汽车速度很高时，空气阻力将成为总阻力的主要部分。

(4) 坡度阻力。汽车在坡道上行驶时，其总重力沿坡道方向的分力称为坡度阻力，以 F_i 表示。汽车只有在上坡时才存在坡度阻力，但汽车上坡所做的功可转化为重力势能。当汽车下坡时，重力势能就转化为动能。

(5) 加速阻力。汽车加速行驶时，需要克服其自身质量加速运动的惯性力，即加速阻力，以 F_j 表示。

(6) 驱动力与行驶阻力的关系。汽车的驱动力 F_t 等于各种行驶阻力之和，即

$$F_t = F_f + F_w + F_i + F_j$$

当 $F_j=0$ 时，汽车匀速行驶；当 $F_j>0$ 时，汽车加速行驶，但随着速度的增加，空气阻力也随之增加，在某个较高的车速达到新的平衡，然后匀速行驶；当 $F_j<0$ 时，汽车将减速行驶或停止。当汽车在平直的路面上以最高车速匀速行驶时，只需克服滚动阻力和空气阻力。

2. 附着条件

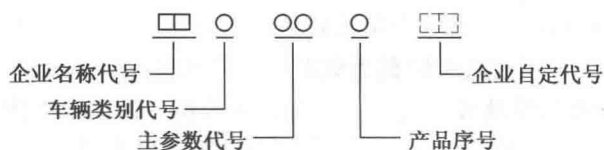
在平整的干硬路面上，汽车附着性能的好坏决定于轮胎与路面间摩擦力的大小。这个摩擦力阻碍车轮的滑动，使车轮能够正常地向前滚动并承受路面的驱动力。如果驱动力大于轮胎与路面间的最大静摩擦力，车轮与路面之间就会发生滑转。在松软的路面上，除了轮胎与路面间的摩擦阻碍车轮滑转外，嵌入轮胎花纹凹处的软路面凸起部还起一定的抗滑作用。通常把车轮与路面之间的相互摩擦以及轮胎花纹与路面凸起部的相互作用综合在一起，称为附着作用。由附着作用所决定的阻碍车轮滑转的最大力称为附着力 F_ϕ 。附着力 F_ϕ 等于驱动轮所承受的垂直于路面的法向力 G （称为附着重力）与附着系数 ϕ 的乘积。附着系数 ϕ 与轮胎的类型及路面的性质有关。

由此可知，汽车所能够获得的驱动力受附着力的限制，即 $F_t \leq F_\phi$ 为汽车行驶的附着条件。

在附着力很小的冰雪或泥泞路面上，由于汽车的驱动力受附着力的限制而不能克服较大的阻力，汽车减速甚至不能前进。即使再增大汽车的输出功率和输出转矩，车轮也只能滑动而不能增大驱动力。为了增加附着力，可采用特殊花纹轮胎或在普通轮胎上绕装防滑链，以提高其对冰雪路面的附着能力。非全轮驱动汽车的附着重力只是指分配到驱动轮上的那部分汽车重力；而全轮驱动汽车的附着重力则是指汽车的总重力，因而其附着力显著增大。

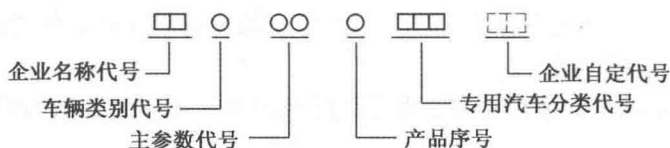
(五) 汽车产品型号

汽车产品型号由企业名称代号、车辆类别代号、主参数代号、产品序号组成，必要时附加企业自定代号（见图 7）。对于专用汽车及专用半挂车还应增加专用汽车分类代号（见图 8）。



□—用汉语拼音字母表示；○—用阿拉伯数字表示；□—用汉语拼音或阿拉伯数字表示均可

图7 汽车产品型号示意图



□—用汉语拼音字母表示；○—用阿拉伯数字表示；□—用汉语拼音或阿拉伯数字表示均可

图8 专用汽车产品型号示意图

(1) 企业名称代号：位于产品型号的第一部分，用代表企业名称的两个或三个汉语拼音字母表示。如BJ（北京）、NJ（南京）、JN（济南）、SH（上海）、SX（陕西）、EQ（二汽）等。第一汽车制造厂的企业代号用“CA”表示。

(2) 车辆类别代号：位于产品型号的第二部分，用一位阿拉伯数字表示，见表1。

表1 汽车型号中部四位阿拉伯数字的含义

第一位数字表示车辆的类别		第二、三位数字表示各类汽车的主要特征参数	第四位数字表示企业自定产品序号
1	载货汽车	表示汽车的总质量 (t) ^① 数值	0——第一代产品 1——第二代产品 2——第三代产品
2	越野汽车		
3	自卸汽车		
4	牵引汽车		
5	专用汽车		
6	客 车	表示汽车的总长度 (m) ^② 数值	
7	轿 车	表示发动机的工作容积 (L) 数值	
8			
9	半挂车及专用半挂车	表示汽车的总质量 (t) ^① 数值	

注：① 当汽车的总质量大于 100t 时，允许用 3 位数字。

② 当汽车总长度大于 10m 时，计算单位为 m。

(3) 主参数代号：位于产品型号的第三部分，用阿拉伯数字表示。

①载货汽车、越野汽车、自卸汽车、牵引汽车、专用汽车与半挂车的主参数代号为车辆