

普通高等学校规划教材

# 汽车

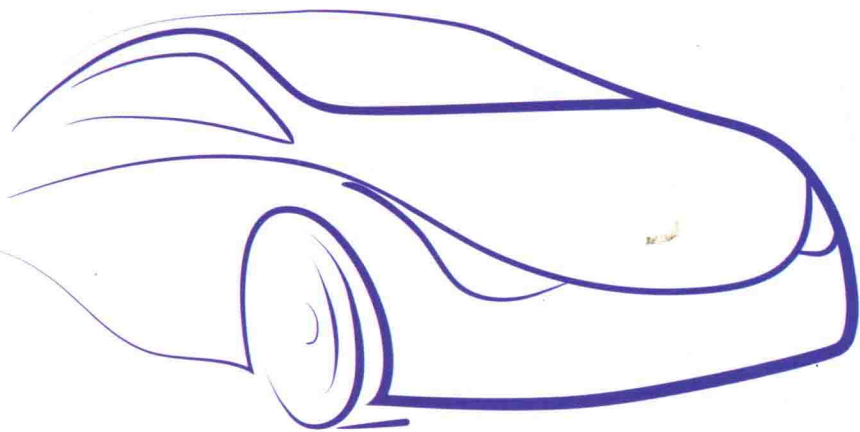
# 构造与原理

Automobile Structure And Principle

刘建勋 主 编

田茂盛 束海波 副主编

杜子学 主 审



人民交通出版社股份有限公司  
China Communications Press Co., Ltd.

目录

Automobile Structure and Principle

# 汽车构造与原理

刘建勋 主 编  
田茂盛 束海波 副主编  
杜子学 主 审



人民交通出版社股份有限公司

China Communications Press Co., Ltd.

## 内 容 提 要

本书将“汽车构造”与“汽车发动机原理”“汽车理论”课程中相关知识融为一体,系统地介绍了汽车的总体构造以及各系统总成、部件的结构与工作原理。同时,以汽车构造为基础,穿插介绍了汽车发动机换气过程、燃料及发动机燃烧过程、发动机特性、汽车动力性、燃料经济性、通过性、平顺性、操纵稳定性和制动性等知识。全书包括总论共计7篇32章。第一篇汽车发动机;第二篇汽车传动系统;第三篇汽车行驶系统;第四篇汽车底盘控制系统;第五篇汽车车身及其附属装置;第六篇汽车电气;第七篇现代汽车新技术。

本书可作为高等院校交通运输工程专业教材,也可作为汽车服务工程专业、汽车运用工程专业,以及高职高专、成人院校等相关专业教材,并可供汽车工业部门、道路运输部门、汽车检测维修部门工程技术人员参考,也可供具有中等以上文化和科技理论基础的汽车修理工及驾驶人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车构造与原理 / 刘建勋主编. — 北京:人民交通出版社股份有限公司, 2017.5

ISBN 978-7-114-12658-1

I. ①汽… II. ①刘… III. ①汽车—构造 IV.

①U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 036106 号

书 名: 汽车构造与原理

著 作 者: 刘建勋

责任编辑: 刘永芬 朱明周

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京盈盛恒通印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 38

字 数: 910 千

版 次: 2017年8月 第1版

印 次: 2017年8月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-12658-1

定 价: 76.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

# 前 言

本书是重庆交通大学国家级特色专业——交通运输专业“卓越工程师教育培养计划”规划教材。

汽车作为道路运输方式的载运工具,具有方便、机动、灵活、速度快、适应性强等特点。它既能承担铁路、水路及航空等运输方式客货的集散联系,又能直达工矿企业和城市乡村,以适应政治、经济、民生及军事等各方面的需求。

改革开放以来,我国的公路建设、客货运输周转量、汽车保有量突飞猛进发展。截至2014年年底,公路通车里程已达446.39万km(其中高速公路11.2万km,已超过美国,位居世界第一),客运周转量12084.10亿人·km,货运周转量61016.62亿t·km,汽车保有量1.54亿辆。与10年前的2004年年底相比,公路通车里程增加138.62%(高速公路增加227.49%),客运周转量增加37.87%,货运周转量增加703.27%,汽车保有量增加470.37%。

道路运输业的发展不可避免带来汽车对资源消耗的增加以及对自然环境的影响。降低汽车对资源的消耗不仅是运输企业减少营运成本、提高利润的要求,也是国家发展战略层面的要求。统计资料表明,在我国道路运输业的平均运输成本中,汽车运行材料消耗(燃、润油及轮胎费)所占比例最大,达40%以上;若将汽车维护、修理费考虑其中,则营运成本可达50%以上。因此,就道路运输企业而言,在汽车的“管”“用”“养(维护)”“修”四个方面开展减少对资源的消耗工作意义重大。此外,从我国“十二五”规划纲要看,汽车的节能减排也是建设资源节约型、环境友好型社会的重要工作之一。

为满足新形势下对交通运输高素质工程技术人员培养的需求,并结合贯彻落实教育部“卓越工程师教育培养计划”指示精神,2014年,重庆交通大学交通运输专业重新确定了人才培养目标,对课程体系进行了重组。为适应新的人才培养方案要求,就强化人才工程背景教育及创新能力培养,我们编写了这本教材。本教材具有以下特点:

1. 本教材立足于道路运输业,以“汽车构造”为主干,融合对“汽车发动机原理”“汽车理论”相关知识的介绍。这种结构安排,不仅能拓展本专业大学生的工程教育背景,更重要的是,通过对汽车相关理论知识的学习,还能帮助学生站在理论的高度,更深刻地理解、全面地把握汽车构造,并为“交通运输安全学”“交通运输生产经营管理”等后续专业课程的学习打下坚实的理论基础。

2. 本教材内容行业特征明显,针对性强。即打破目前《汽车构造》内容面面俱到的编写传统,在内容上加强了对道路运输业常用客货运输车辆中的发动机、底盘、车身及挂车结构的介绍。

3. 汽车结构复杂,相关理论深厚。因此,本教材在内容的取舍上,本着够用、控制广度和深度的原则,在结构上,着重介绍常见的有代表性的汽车结构;在原理上,以介绍汽车性能为切入点,着重分析影响汽车性能的结构因素、使用等因素,并从中找到提升汽车性能的一般途径。

4. 教材内容采用模块化编排,便于灵活组织教学。教材前6篇着重介绍常见道路运输业有代表性的汽车结构及原理,第七篇介绍现代汽车新技术。对第七篇内容,各校可根据自身教学资源有选择性地组织教学,同时也可供同学们自学之用。

本教材由刘建勋教授任主编,田茂盛博士、束海波博士任副主编,杜子学教授任主审。刘建勋负责总论、第一章至第十章、第十七章、第二十二章至第二十七章的编写,并负责统稿;田茂盛负责编写第十一章至第十六章、第十八章至第二十一章;束海波负责编写第二十八章至第三十二章。

本教材得到重庆交通大学教材建设基金的资助。

在本教材的编写过程中,笔者参考了大量相关图书和其他文献资料,在此,向有关文献资料的作者表示衷心的感谢。

本教材涉及内容较为广泛,由于水平有限,书中难免有不妥之处,敬请批评指正。

编者

2016年11月 于重庆

# 目 录

总论	1
复习思考题	13

## 第一篇 汽车发动机

第一章 发动机工作原理和总体构造	17
第一节 基本术语	17
第二节 发动机的简单工作原理	18
第三节 发动机总体构造	21
第四节 发动机主要性能指标与工况	25
第五节 内燃机分类及产品名称和型号编制规则	29
复习思考题	33
第二章 曲柄连杆机构	34
第一节 概述	34
第二节 机体组	36
第三节 活塞连杆组	44
第四节 曲轴飞轮组	56
复习思考题	65
第三章 汽油机燃料供给与燃烧	66
第一节 概述	66
第二节 汽油机可燃混合气的燃烧	68
第三节 汽油供给装置	75
第四节 化油器	79
复习思考题	85
第四章 柴油机燃料供给与燃烧	86
第一节 概述	86
第二节 柴油机混合气形成和燃烧过程	88
第三节 柴油机的燃烧室	90
第四节 影响柴油机燃烧过程的运转因素	92
第五节 柴油供给装置	96

复习思考题·····	115
<b>第五章 发动机换气系统与换气过程</b> ·····	117
第一节 概述·····	117
第二节 发动机进、排气系统·····	117
第三节 配气机构·····	124
第四节 配气机构的零件和组件·····	128
第五节 四冲程发动机换气过程及影响因素·····	138
复习思考题·····	141
<b>第六章 发动机冷却系统</b> ·····	142
第一节 概述·····	142
第二节 水冷却系统组成与主要机件·····	143
第三节 风冷却系统·····	151
复习思考题·····	151
<b>第七章 发动机润滑系统</b> ·····	152
第一节 概述·····	152
第二节 润滑系统的油路及工作过程·····	154
第三节 润滑系统的主要机件·····	157
复习思考题·····	162
<b>第八章 汽油机点火系统</b> ·····	163
第一节 概述·····	163
第二节 传统分电器式点火系统·····	163
第三节 传统分电器式点火系统主要部件·····	167
第四节 汽车电源·····	175
复习思考题·····	181
<b>第九章 发动机起动系统</b> ·····	182
第一节 概述·····	182
第二节 起动机·····	183
第三节 其他形式的起动机·····	190
第四节 起动辅助装置·····	191
复习思考题·····	194
<b>第十章 发动机特性</b> ·····	195
第一节 概述·····	195
第二节 发动机调节特性·····	197
第三节 发动机性能特性·····	198
第四节 发动机性能指标的校正·····	201
复习思考题·····	203

## 第二篇 汽车传动系统

第十一章 汽车传动系统概述	207
第一节 传动系统的功用与组成	207
第二节 传动系统的布置形式	210
复习思考题	211
第十二章 离合器	212
第一节 离合器的功能、基本结构与工作原理	212
第二节 摩擦式离合器结构	214
第三节 离合器操纵结构	221
复习思考题	225
第十三章 手动变速器	226
第一节 变速器的功用及类型	226
第二节 变速器传动机构	228
第三节 同步器	233
第四节 变速器操纵机构	236
第五节 分动器	240
复习思考题	242
第十四章 万向传动装置	243
第一节 概述	243
第二节 万向节	244
第三节 传动轴和中间支承	250
复习思考题	252
第十五章 驱动桥	253
第一节 概述	253
第二节 主减速器	254
第三节 差速器	259
第四节 半轴与桥壳	266
复习思考题	269
第十六章 车轮与轮胎	270
第一节 车轮	270
第二节 轮胎	272
复习思考题	278
第十七章 汽车动力性	279
第一节 汽车的行驶阻力	279

第二节 汽车的驱动力·····	285
第三节 汽车行驶条件·····	288
第四节 汽车动力性分析·····	290
第五节 汽车动力性的主要影响因素·····	296
复习思考题·····	298
<b>第十八章 汽车经济性</b> ·····	299
第一节 汽车燃油经济性·····	299
第二节 影响汽车燃油经济性的因素·····	302
复习思考题·····	305

### 第三篇 汽车行驶系统

<b>第十九章 汽车行驶系统概述</b> ·····	309
复习思考题·····	310
<b>第二十章 车架</b> ·····	311
第一节 车架的功用及种类·····	311
第二节 车架的构造·····	311
复习思考题·····	317
<b>第二十一章 车桥</b> ·····	318
第一节 转向桥·····	318
第二节 转向驱动桥·····	320
第三节 转向轮定位·····	322
复习思考题·····	326
<b>第二十二章 悬架</b> ·····	327
第一节 概述·····	327
第二节 弹性元件·····	328
第三节 减振器·····	332
第四节 非独立悬架·····	335
第五节 独立悬架·····	338
第六节 多轴汽车及挂车的平衡悬架·····	345
复习思考题·····	348
<b>第二十三章 汽车的通过性与平顺性</b> ·····	349
第一节 汽车的通过性·····	349
第二节 汽车行驶的平顺性·····	356
复习思考题·····	366

## 第四篇 汽车底盘控制系统

第二十四章 汽车转向系统	369
第一节 概述	369
第二节 转向器	372
第三节 转向传动机构	375
第四节 转向加力装置	378
复习思考题	385
第二十五章 汽车操纵稳定性	386
第一节 轮胎的侧偏特性	386
第二节 汽车稳态转向特性	389
第三节 汽车瞬态转向特性	392
第四节 汽车纵向稳定性	394
第五节 汽车侧向稳定性	395
第六节 影响汽车操纵稳定性的因素	397
复习思考题	403
第二十六章 汽车制动系统	404
第一节 概述	404
第二节 行车制动器	405
第三节 驻车制动传动装置	413
第四节 液压式制动传动装置	418
第五节 气压式制动传动装置	423
第六节 伺服制动传动装置	436
第七节 辅助制动装置	440
复习思考题	443
第二十七章 汽车制动性	444
第一节 汽车制动性能评价指标	444
第二节 制动时车轮的受力	444
第三节 汽车的制动效能及其恒定性	447
第四节 制动时汽车的方向稳定性	450
第五节 制动力分配	452
第六节 影响制动性的主要因素	461
复习思考题	463

## 第五篇 汽车车身及其附属装置

第二十八章 汽车车身	467
第一节 概述	467
第二节 货车车身	469
第三节 轿车车身	473
第四节 客车车身	474
第五节 车门、车窗及其密封	477
复习思考题	479
第二十九章 车身的附属装置	480
第一节 通风及取暖装置	480
第二节 风窗刮水及除霜装置	482
第三节 空气调节装置	484
复习思考题	485

## 第六篇 汽车电气

第三十章 汽车电气	489
第一节 汽车整车电路	489
第二节 汽车照明及信号系统	498
第三节 汽车仪表及报警指示灯系统	504
复习思考题	510

## 第七篇 现代汽车新技术

第三十一章 现代汽车发动机新技术	513
第一节 汽油机电子点火及微机点火系统	513
第二节 汽油机电控燃油喷射系统	519
第三节 电控柴油喷射系统	530
第四节 发动机废气涡轮增压	535
第五节 发动机可变进气控制技术	542
第六节 电动汽车	548
第七节 燃气汽车	557
复习思考题	563

第三十二章 现代汽车底盘新技术.....	564
第一节 自动变速器.....	564
第二节 汽车防抱死制动系统.....	582
第三节 汽车驱动防滑系统.....	586
第四节 汽车电子制动力分配系统.....	589
第五节 汽车电子循迹系统.....	591
复习思考题.....	595
参考文献.....	596

# 总 论

## 一、汽车的定义

“汽车”英文原意为“自动车”(Automobile)。在日本,称为“自動車”,日文汉字中的“汽车”则是中文的“火车”。我国对汽车的叫法是源于早期汽车由蒸汽机驱动而得名。

### 1. 广义的汽车定义

汽车的概念与科学技术发展有着密切的联系,在不同的时期和国家其含义不同。

世界上最早的汽车是蒸汽汽车、电动汽车。以内燃机作动力源,装备齐全、性能较高的现代汽车的出现至今才一百多年,但其所表现出来的优良性能淘汰了蒸汽汽车以及蓄电池汽车。因此通常人们所说的汽车一般都是指内燃机汽车。但从广义上讲,汽车应包括蒸汽汽车、电动汽车、内燃机汽车和其他燃料汽车。

美国汽车工程师学会标准 SAEJ687C 中对汽车的定义是:由本身动力驱动,装有驾驶装置,能在固定轨道以外的道路或地域上运送客货或牵引车辆的车辆。日本工业标准 JISK0101 中对汽车的定义是:自身装有发动机和操纵装置,不依靠固定轨道和架线能在陆上行驶的车辆。以上两种定义的汽车范围都较我国的广,它们可以包括二轮摩托车和三轮摩托车,接近于我国道路机动车所指范围。

### 2. 我国的汽车定义

我国国家标准《机动车运行安全技术条件》(GB 7258—2012)中对汽车的定义是:由动力驱动,具有四个和四个以上车轮的非轨道承载的车辆。它也包括与电力线相连的车辆和整备质量大于 400kg 的不带驾驶室的三轮车以及整备质量大于 600kg 的带驾驶室的三轮车。主要用于:载送人员或货物;牵引载送人员或货物的车辆;特殊用途。

根据上述的汽车定义,我国汽车产品应具有以下特征:

- (1) 车辆由动力驱动或经架线由电力驱动运行。
- (2) 无固定轨道运行。
- (3) 应具有四个或以上车轮,但整车整备质量超过 400kg 的不带驾驶室以及整备质量超过 600kg 的带驾驶室的三轮车除外。
- (4) 汽车的主要用途是载送人员或货物,或者牵引载送人员和货物的车辆,或其他特殊用途。但一般不包括自行式作业机械。

按照汽车的上述定义,不带动力装置的全挂车和半挂车不能算汽车,但当它们与牵引车组合成汽车列车后应属于汽车。至于一些从事特别作业的自走式轮式机械(如轮式推土机等)和主要从事农田作业的轮式拖拉机等,虽然也具有汽车的某些特征,但由于主要用途不是运输,因此我国将它们分别列入工程机械和农业机械范畴。

## 二、汽车的类型

现代汽车种类繁多,分类方法各有不同,通常按其用途、动力装置类型、乘客座位数及汽车总质量、行驶机构的特征等进行分类。

### (一) 按用途分类

按汽车的用途分类,可分为轿车、客车、货车、牵引车和汽车列车、特种车、工矿自卸车、农用车及越野车等类型。

#### 1. 轿车

轿车用于载运人员和货物,最多有9个座位(包括驾驶人座位)。轿车可按发动机排量分级(表0-1)。

轿车的分类 表0-1

类型	微型	普通型	中级	中高级	高级
发动机排量(L)	≤1.0	>1.0 ~ ≤1.6	>1.6 ~ ≤2.5	>2.5 ~ ≤4.0	>4.0

#### 2. 客车

客车用于载运乘客及其行李,有9个以上的座位(包括驾驶人座位)。有单层和双层型式。客车按用途分类可分为旅行客车、城市客车、长途客车和游览客车等;也可按总长度分为不同的级别类型(表0-2)。

客车的分类 表0-2

类型	微型	轻型	中型	大型	超大型	
					铰接式	双层
车辆长度(m)	≤3.5	>3.5 ~ ≤7	>7 ~ ≤10	>10 ~ ≤12	>12	>10 ~ ≤12

#### 3. 货车

货车是主要用于运输货物,也可牵引挂车的汽车。货车多按最大总质量划分类型(表0-3)。

货车的分类 表0-3

类型	微型	轻型	中型	重型
总质量(t)	≤1.8	>1.8 ~ ≤6	>6 ~ ≤14	>14

#### 4. 牵引车和汽车列车

##### 1) 牵引车

牵引车是专门或主要用于牵引挂车的汽车。可分为全挂牵引车和半挂牵引车。全挂牵引车采用牵引杆来牵引挂车,它本身可在附属载运平台上运载货物,可作普通货车使用。半挂牵引车专门用于牵引半挂车,通常装有牵引座。

## 2) 挂车

挂车是本身没有自带动力及驱动装置,它由牵引车组成汽车列车(图 0-1),用以载人或货物的车辆。挂车分为全挂车、半挂车和特种挂车(图 0-2)等。

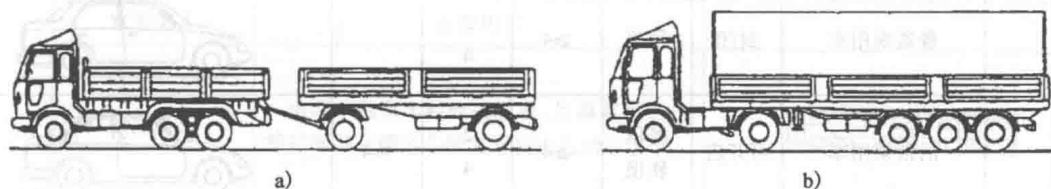


图 0-1 汽车列车

a) 全挂汽车列车; b) 半挂汽车列车

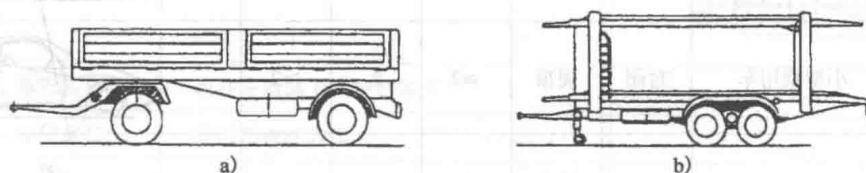


图 0-2 挂车

a) 全挂车; b) 半挂车

## 5. 特种车

特种车是一种在许多特征上不同于上述任何类型或经过特殊改装之后才能用于运输货物和人员的车辆;同时,也是一种只用于完成特定任务的车辆。特种车可分为特种轿车(检阅车、指挥车);特种客车(救护车、监察车);特种货车(容罐车、自卸车、冷藏车)和特种用途车(专用车)。

## 6. 工矿自卸车

工矿自卸车主要用于矿区、工地运输矿石、砂土等散装货物,货箱能自动倾翻。由于其总质量和最大轴载质量超过公路规定,因此只能在专用路上行驶。

## 7. 农用汽车

农用汽车是农村地区运输或农耕作业用汽车。可分为农村运输车、农用作业车和多功能农用汽车。

## 8. 越野车

越野车主要用于非公路上(也可能在公路上)载人或货物或牵引各种装备的车辆。越野汽车的全部车轮都可以作为驱动轮。

此外,按《汽车和挂车类型和定义》(GB/T 3730.1—2001)中的规定,汽车车型按用途归并为两大类:一类为乘用车,它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临时物品的汽车,包括驾驶人座位在内最多不超过 9 个座位。它也可以牵引一辆挂车。乘用车可分为普通、小型、旅行、短头、救护、敞篷、高级、多用途、越野、活顶等车型。另一类为商用车,它是指在设计和技术特性上用于运送人员和货物的汽车,并且可以牵引挂车。这种分类法通常与国际上采用的方法是一致的,见表 0-4。



汽车按用途分类(GB/T 3730.1—2001)

表 0-4

分 类			说 明					图 例
			车身	车顶	座位	车门	车窗	
乘用车	轿车	普通乘用车	封闭	硬顶	$\geq 4$	2 4		
		活顶乘用车	可开启	硬顶 软顶	$\geq 4$	2 4	$\geq 4$	
		高级乘用车	封闭	硬顶	$\geq 4$	4 6	$\geq 6$	
		小型乘用车	封闭	硬顶	$\geq 2$	2	$\geq 2$	
		敞篷车	可开启	软顶 硬顶	$\geq 2$	2 4	$\geq 2$	
		仓背乘用车	封闭	硬顶	$\geq 4$	2 4	$\geq 2$	车身后部有一仓门
	旅行车	封闭	硬顶	$\geq 4$	2 4	$\geq 4$		
	多用途乘用车	座位数超过 7 个,多用途						
	短头乘用车 <sup>①</sup>	短头						
	越野乘用车 <sup>②</sup>	可在非道路上行驶						
专用乘用车	专门用途(救护车、旅居车、防弹车、殡仪车)							
商用车	客车	小型客车	载客, $\leq 16$ 座(除驾驶员座)					
		城市客车	城市用公共汽车					
		长途客车	长途客车					

续上表

分 类		说 明					图 例
		车身	车顶	座位	车门	车窗	
客 车	旅游客车	旅游用车					
	铰接客车	由两节刚性车厢铰接组成,且乘客可通过铰接部分在两节车厢之间自由走动的客车					
	无轨电车	经架线由电力驱动的客车					
	越野客车	可在非道路上行驶的客车					
	专用客车	专门用途的客车					
商 用 车	半挂牵引车	牵引半挂车的商用车					
	普通货车	敞开或封闭的载货车					
	多用途货车	驾驶座后可载3人以上的货车					
	全挂牵引车	牵引杆式挂车的货车					
	专用作业车	特殊工作的货车(消防车、救险车、垃圾车、应急车、街道清扫车、扫雪车、清洁车等)					
	专用货车	运输特殊物品的货车(罐式车、乘用车运输车、集装箱运输车等)					

注:①短头乘用车:指50%以上的发动机长度位于车辆前风窗玻璃最前点以后,并且转向盘的中心位于车辆总长的前1/4部分内。

②越野乘用车:在其设计上所有车轮同时驱动(包括一个驱动轴可以脱开的车辆),或其几何特性(接近角、离去角、纵向通过角、最小离地间隙)、技术特性(驱动轴数、差速锁止机构或其他形式机构)和其他性能(爬坡度)等允许其在非道路上行驶的一种乘用车。