



普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

QICHE TUOLAJI XUE

汽车拖拉机学

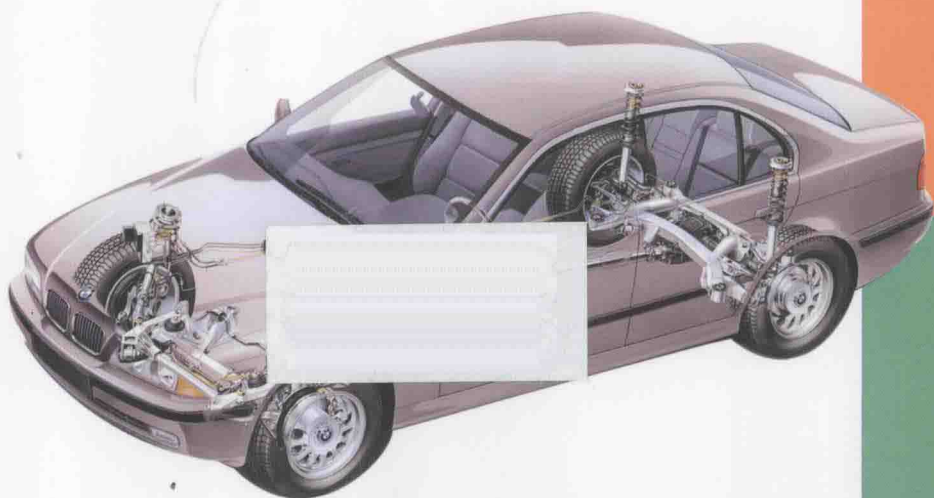
第二册

第二版

底盘构造与车辆理论

DIPAN GOUZAO YU CHELIANG LILUN

李文哲 刘宏新◎主编



中国农业出版社

普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

汽车拖拉机学 第二册

底盘构造与车辆理论

第二版

李文哲 刘宏新 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车拖拉机学. 第2册, 底盘构造与车辆理论 / 李文哲, 刘宏新主编. —2版. —北京: 中国农业出版社, 2013.8

普通高等教育农业部“十二五”规划教材

ISBN 978-7-109-17847-2

I. ①汽… II. ①李… ②刘… III. ①汽车-底盘-结构-高等学校-教材②拖拉机-底盘-结构-高等学校-教材 IV. ①U46②S219

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 172361 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路2号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 马颀晨

北京中兴印刷有限公司印刷、新华书店北京发行所发行

2006年3月第1版 2013年8月第2版

2013年8月第2版北京第1次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 17.75

字数: 420千字

定价: 32.50元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书是《汽车拖拉机学》教材第二册“底盘构造与车辆理论”的第二版,章节延续了前版的绪论、传动系统、行驶系统、转向系统、制动系统、工作装置、车身、车辆总体动力学、车辆使用性能、电动汽车技术的结构设置。采用构造与理论相互融合的方式编写,便于知识的系统理解与掌握。本次修订删除了陈旧内容,补充了底盘新技术及新的理论研究成果,力图构建该领域全面、系统、先进的知识平台。教材的深度和广度以适合农业工程类本科专业教学为主,同时兼顾业务或技术上与车辆工程有关的高等院校、农场、运输企业、试验鉴定单位及管理部门中从事汽车和拖拉机的教学、运用、试验和管理工作的专业人员学习参考。

第二版编写人员

主 编 李文哲 刘宏新

副主编 许绮川 师帅兵 孙松林

编 委 (按姓名笔画排序)

于恩忠 河南农业大学

万芳新 甘肃农业大学

师帅兵 西北农林科技大学

刘宏新 东北农业大学

许绮川 华中农业大学

孙松林 湖南农业大学

李文哲 东北农业大学

周 勇 华中农业大学

施继红 吉林农业大学

鲁植雄 南京农业大学

主 审 陈海涛 东北农业大学

第一版编写人员

主 编	李文哲	东北农业大学
	许绮川	华中农业大学
副主编	刘宏新	东北农业大学
	师帅兵	西北农林科技大学
	孙松林	湖南农业大学
编 委	(按编写章节排序)	
	许绮川	华中农业大学
	鲁植雄	南京农业大学
	刘宏新	东北农业大学
	郭维俊	甘肃农业大学
	孙松林	湖南农业大学
	晋兵营	河南农业大学
	施继红	吉林农业大学
	师帅兵	西北农林科技大学
	李文哲	东北农业大学
主 审	陈海涛	东北农业大学

第二版前言

现代社会中，汽车和拖拉机被广泛使用，从某种意义上讲已成为时代的重要特征之一。在我国学科专业目录中，汽车和拖拉机同属车辆工程技术领域。虽然汽车和拖拉机的外在形态和使用领域不尽相同，但它们的结构和工作原理有许多相同或相似之处，知识和技术层面的联系十分密切。随着现代科学技术的飞速发展，新材料、新技术和新工艺在汽车和拖拉机上的应用与日俱增。与之对应，相关教材既需要充分反映学科专业的基本要求，又需要全面体现当代汽车和拖拉机的技术水平，并指明技术的发展趋势。

因此，东北农业大学、华中农业大学、南京农业大学等十余所知名农业院校，针对车辆工程技术的发展以及高校人才培养目标、学时设置、教学方法改革等新特点，开始进行《汽车拖拉机学》教材的建设工作。2006年3月第一版出版发行，教材将汽车和拖拉机的技术知识统编在一起，既可满足读者对相关知识综合性和多样性的需求，又避免了知识点的重复和学习时间的浪费。编写采用构造与理论相互融合的方式，便于知识的系统理解与掌握。教材受到很多学校的欢迎，应用效果良好。

《汽车拖拉机学》教材共分3册：第一册，发动机原理与构造（许绮川和樊啟洲主编）；第二册，底盘构造与车辆理论（李文哲和刘宏新主编）；第三册，电器与电子设备（鲁植雄和李文哲主编）。本教材是《汽车拖拉机学》教材的第二册。本次修订删除了陈旧内容，增加了底盘新技术及新的理论研究成果，力图构建该领域全面、系统、先进的知识平台。

本教材由李文哲、刘宏新任主编，许绮川、师帅兵、孙松林任副主编，东北农业大学陈海涛任主审。各编委负责编写内容为：东北农业大学刘宏新负责绪论、第三章的编写和教材统稿，华中农业大学许绮川、周勇编写第一章，南京农业大学鲁植雄编写第二章，甘肃农业大学万芳新编写第四章，湖南农业大学孙松林编写第五章，河南农业大学于恩忠编写第六章，吉林农业大学施继红编写第七章，西北农林科技大学师帅兵编写第八章，东北农业大学李文哲负责第九章的编写及书稿审定。

教材的编写过程中，参考了国内外大量的文献资料，得到了许多同行的大力支持，在此向所有参考文献资料的作者和关心支持本教材出版的人们表示衷心的感谢！

由于编者的水平和经验有限，虽认真谨慎，纰漏与不当之处仍在所难免，恳请使用本教材的师生和广大读者批评指正。

编 者

2013年3月

第一版前言

随着社会经济的快速发展,汽车和拖拉机在现代交通运输、农业生产和人们日常生活中所发挥的作用日益显著,越来越多的人迫切需要学习、了解和掌握汽车拖拉机方面的相关知识。虽然汽车与拖拉机的外在形态和使用领域不尽相同,但它们的结构和工作原理有许多相同或相似之处,而且联系十分密切。将汽车和拖拉机的技术知识统编在一起,可满足众多读者对相关知识综合性和多样性的需求。

继我国学科专业调整及其目录颁布之后,汽车拖拉机已归并为一个学科,其重要地位进一步加强。与之对应,其教材既需要充分反映学科专业的基本要求,又需要及时体现汽车拖拉机领域的技术水平,紧紧跟踪该领域新技术的发展方向。随着现代科学技术飞速发展,新材料、新技术和新工艺在汽车拖拉机上的应用与日俱增。但至今具有较大影响的反映汽车、拖拉机知识有机融合的统一教材仅有农业出版社1988年再版的《拖拉机汽车学》,从时间上看已显得过时,从内容上看也显得陈旧。不适应培养和造就“厚基础、强能力、高素质、广适应”的创造性专门人才的需求。

对此,2003年12月在东北农业大学召开了全国高等农业院校“十五”规划教材《汽车拖拉机学》系列教材编委会。确定的新编《汽车拖拉机学》系列教材共分三册:第一册,发动机构造与理论(许绮川教授和鲁植雄教授主编);第二册,底盘构造与车辆理论(李文哲教授和许绮川教授主编);第三册,电器与电子设备(鲁植雄教授和李文哲教授主编)。编委会按照教育部关于本科人才培养目标的具体要求,充分讨论制定了《汽车拖拉机学》系列教材编写大纲,并于2005年5月在华中农业大学对初稿进行了系统全面的审定。通过编委们历时两年的不懈努力,终于完成了该系列教材的编写工作。

本教材是《汽车拖拉机学》系列教材中的第二册:底盘构造与车辆理论,由李文哲教授和许绮川教授担任主编,刘宏新副教授、师帅兵教授、孙松林教授任副主编,东北农业大学陈海涛教授主审。参加本教材编写的有:东北农业大学李文哲教授(第九章)、华中农业大学许绮川教授(第一章)、东北农业大学刘宏新

副教授（绪论、第三章）、南京农业大学鲁植雄教授（第二章）、甘肃农业大学郭维俊副教授（第四章）、湖南农业大学孙松林教授（第五章）、河南农业大学晋兵营讲师（第六章）、吉林农业大学施继红讲师（第七章）、西北农林科技大学师帅兵教授（第八章）。

本教材的编写过程中，参考了国内外大量的文献资料，得到了许多同仁的大力支持，在此向所有参考文献资料的作者和关心支持本教材编写的人们表示衷心的感谢！

由于编者的水平和经验有限，书中内容难免有错误或不当之处，恳请使用本教材的师生和广大读者批评指正。

编 者

2005 年 12 月

目 录

第二版前言

第一版前言

绪论	1
一、汽车拖拉机的组成及分类	1
二、汽车拖拉机的发展历史	5
三、国产汽车拖拉机的型号	6
四、知识体系及目标	9
第一章 传动系统	11
第一节 传动系统的功用和组成	11
一、传动系统的功用	11
二、传动系统的类型及组成	11
第二节 离合器	13
一、离合器的功用和类型	13
二、摩擦式离合器的组成及工作原理	14
三、摩擦式离合器的基本构件	15
第三节 机械式变速器	23
一、变速器的功用和类型	23
二、变速器的组成及工作原理	24
三、同步器	27
四、变速器操纵机构	32
五、分动器	34
第四节 液力机械式自动变速器	36
一、自动变速器的类型和特点	36
二、自动变速器的组成及工作原理	36
三、液力传动装置	37
四、行星齿轮传动装置	41
五、液力机械式自动变速器工作原理	42
六、自动操纵系统	44
第五节 万向传动装置与驱动桥	49

一、万向传动装置	49
二、驱动桥	54
思考题	64
第二章 行驶系统	66
第一节 行驶系统的功用与组成	66
一、行驶系统的功用	66
二、行驶系统的类型	66
三、行驶系统的组成	67
第二节 车架	68
一、汽车车架	68
二、拖拉机车架	70
第三节 车桥	71
一、前桥	71
二、转向驱动桥	74
三、前轮定位	74
第四节 车轮	77
一、车轮的功用与组成	77
二、轮辋	77
三、轮胎	78
四、水田轮	81
第五节 悬架	82
一、悬架的作用和分类	82
二、汽车悬架	83
三、拖拉机悬架	85
四、悬架的主要元件	86
五、电控悬架	91
第六节 履带拖拉机行驶系统	91
一、履带拖拉机行驶系统的特点	91
二、履带拖拉机行驶系统的组成	92
思考题	94
第三章 转向系统	96
第一节 转向方式与转向原理	96
一、转向方式	96
二、轮式车辆转向理论分析	96
三、履带车辆转向理论分析	99

四、手扶拖拉机转向理论分析	101
第二节 轮式车辆转向系	102
一、偏转车轮式转向系统基本组成	102
二、转向操纵机构及转向器	102
三、转向传动机构	105
四、差速器	106
五、转向加力装置	111
六、四轮转向系	115
第三节 履带拖拉机转向系	116
一、转向离合器	116
二、双差速器	117
三、单级行星齿轮式转向机构	118
第四节 手扶拖拉机转向系	119
思考题	119
第四章 制动系统	120
第一节 制动系统的基本原理及类型	120
一、功用及类型	120
二、基本原理及要求	121
第二节 制动器	122
一、制动器的类型	122
二、鼓式制动器	123
三、盘式制动器	125
第三节 制动传动机构	129
一、机械式传动机构	129
二、气压式传动机构	129
三、液压式传动机构	133
第四节 制动动力学	138
一、车辆制动时车轮的受力	138
二、车辆理想的制动特性	139
三、提高制动性能的措施	142
思考题	143
第五章 工作装置	144
第一节 牵引装置	144
一、固定式牵引装置	144
二、摆杆式牵引装置	145

第二节 动力输出装置	146
一、动力输出轴	146
二、动力输出皮带轮	148
第三节 液压悬挂装置	149
一、悬挂机构	149
二、耕作深度的调节	151
三、液压系统的组成及工作原理	152
第四节 液压举倾机构	164
一、基本结构及组成	164
二、布置形式	166
思考题	168
第六章 车身	169
第一节 车身的功用及类型	169
一、车身功用	169
二、车身类型	169
三、车身壳体结构的组成	171
第二节 驾驶室及内设	175
一、货车、拖拉机驾驶室	175
二、车身附属装置及安全防护装置	178
第三节 货箱	184
一、栏板式货箱	184
二、专用货箱	186
思考题	187
第七章 车辆总体动力学	188
第一节 车辆行驶原理	188
一、驱动力	188
二、行驶阻力	189
三、车辆行驶的驱动-附着条件	194
四、汽车行驶方程式	195
第二节 汽车总体受力分析	197
一、汽车加速上坡时的附着力与地面法向反作用力	197
二、作用在驱动轮上的地面切向反作用力	198
第三节 拖拉机及其机组总体受力分析	200
一、轮式拖拉机总体受力分析	200
二、四轮驱动拖拉机的受力特点	204

三、履带式拖拉机总体受力分析	206
思考题	207
第八章 车辆使用性能	208
第一节 汽车的动力性能	208
一、汽车的动力性指标	208
二、汽车的驱动力与行驶阻力	209
三、汽车的驱动力—行驶阻力平衡图	209
四、汽车的动力特性图	212
第二节 汽车的燃料经济性	214
一、汽车燃料经济性的评价指标	215
二、汽车的燃料经济特性	216
三、汽车燃料经济性试验方法	217
四、影响汽车燃料经济性的主要因素	219
第三节 拖拉机牵引性能	222
一、拖拉机的功率平衡和牵引效率	222
二、拖拉机的牵引特性曲线	225
三、拖拉机的牵引试验	227
第四节 车辆的稳定性与操纵性	228
一、车辆的纵向稳定性	229
二、车辆的横向稳定性	233
三、车辆的操纵性	234
第五节 车辆的通过性与平顺性	236
一、通过性	236
二、平顺性	237
思考题	238
第九章 电动汽车技术	239
第一节 动力蓄电池汽车	239
一、基本组成及工作原理	239
二、电源	241
三、电力驱动系统	247
四、辅助系统	251
五、提高电动汽车效能的途径	257
第二节 燃料电池汽车	257
一、结构特点	258
二、燃料电池	259

三、燃料电池动力 DC/DC 转换器	263
四、燃料电池汽车的基本构造	263
第三节 混合动力汽车	264
一、混合动力汽车的基本原理	264
二、混合动力汽车的类型和基本结构	265
三、功率流的控制	267
四、混合动力汽车的工作过程	268
思考题	268
主要参考文献	269

绪 论

在现今社会中,汽车、拖拉机广泛地应用于工农业生产、交通运输等各行各业,成为人们从事生产和生活不可缺少的重要工具。拖拉机作为农业生产必备的动力机械,与各类农机具配套从事机械化作业是现代农业的重要特征之一。以拖拉机为基础变型而来的工程机械还在筑路、矿山、建筑工程和林业等领域发挥着重要作用。随着改革开放的深入和农村经济的发展,汽车、农用运输车(俗称农用车,现称低速汽车和三轮汽车)已成为农村主要的运输工具。汽车拖拉机的工业技术水平与装备水平是衡量一个国家工业水平的重要标志。

一、汽车拖拉机的组成及分类

1. 汽车拖拉机的组成 汽车是由动力装置驱动,具有四轮或四轮以上,能够自由行走,主要用于运载人或货物的非轨道承载机械装置。拖拉机是两轮或两轮以上,由动力装置驱动,能够自由行走,主要用于牵引和动力输出的非轨道承载机械装置。汽车与拖拉机在基本组成及工作原理上是极为相似的,传统上可分为发动机、底盘、电器三个组成部分。在越来越重视环保节能、安全舒适的现代汽车拖拉机技术中,车身及内设可单独划分出来作为汽车与拖拉机基本组成的第四部分。同时将用于完成除行走以外其他任务的机构从底盘划分出来称为工作装置。

(1) 发动机。车辆的动力装置,将燃料燃烧释放的热能转变成机械能,通过底盘的传动系和行走系驱动车辆行驶。现代汽车拖拉机发动机为往复活塞内燃式热力发动机,以所用燃料不同可分汽油机和柴油机两大类,拖拉机及大型汽车一般采用柴油机作为动力。

(2) 底盘。底盘将来自发动机飞轮旋转的动力以适当的方式转变为促使车辆移动的驱动力,并保证车辆的安全、可靠行驶。底盘由传动系、行走系、转向系和制动系组成。

(3) 电器。以利用车载电源电能的转化完成特定工作为其基本特征,由电源、用电器和配电设备三部分组成。用以完成启动、照明、信号等辅助任务。

(4) 车身。车身用以安置驾驶员、乘客或装载货物。车身及车架的结构决定汽车的用途。对于各种客车来说有完整的封闭车身,在载重汽车中,车身由驾驶室和货箱组成。

(5) 工作装置。汽车拖拉机完成除行走以外用于完成其他作业项目所设的装置总称。如用来连接农机具构成作业机组并控制其工作状态的拖拉机液压悬挂系统,用以向配套农具或其他生产设备输出动力的动力输出轴等。

汽车与拖拉机具体形式及种类繁多,但工作原理基本相同,区别在于因适用工作环境及工作对象的要求不同而使各自部件的具体结构及工作参数有所不同。

2. 汽车的分类

(1) 按用途分类。

① 轿车。载人的小型客车,底盘低、乘坐舒适、制造精美,被称为流动的现代工业艺