



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定



首届全国机械行业职业教育优秀教材



扫描二维码
共享立体资源

汽车机械基础

汽车机械基础

(第二版)

工作页式教材

中国汽车工程学会汽车应用与服务分会组织编写

(第二版)

总主编 朱军 弋国鹏
主编 黄志杰 覃炳露

总主编 朱军 弋国鹏
主 编 黄志杰 覃炳露

北京出版集团
北京出版社

北京出版集团
北京出版社

汽车检测与维修技术专业“互联网+”创新型精品教材

- ★ 汽车实用英语（第二版）
- ★ 汽车文化（第二版）
- ★ 汽车机械基础（第二版）
- ★ 汽车机械制图（第二版）
- ★ 汽车使用与维护（第二版）
- ★ 汽车维修质量检验（第二版）
- ★ 汽车电路和电气系统检测诊断与修复（第二版）
- ★ 汽车安全与舒适系统检测诊断与修复（第二版）
- ★ 汽车服务企业管理（第二版）
- ★ 汽车材料（第二版）
- ★ 汽车电路分析（第二版）
- ★ 汽车车身构造与修复
- ★ 汽车传动系统检测诊断与修复
- ★ 发动机机械系统故障检测诊断与修复
- ★ 汽车转向、行驶和制动系统检测诊断与修复
- ★ 柴油发动机管理系统检测诊断与修复
- ★ 汽油发动机管理系统检测诊断与修复
- ★ 汽车电工与电子基础
- ★ 汽车检测诊断设备
- ★ 汽车故障诊断技术
- ★ 发动机原理与汽车理论
- ★ 汽车计算机基础
- ★ 汽车电子产品工艺
- ★ 新能源汽车结构与检修
- ★ 汽车底盘构造与拆装
- ★ 汽车诊断与维修技术

带★标志的为“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

■ 总主编简介

朱 军

车辆维修高级工程师，中国汽车工程学会理事、特聘专家，中国汽车工程学会汽车应用与服务分会技术总监，中国汽车维修行业协会技术质量工作委员会副主任委员，北京理工大学机械与车辆工程学院客座教授、硕士生导师。中国“汽车医生”理念的倡导者，走访汽车职业院校上百所，培训汽车专业师生数万人次，并编著多部技术书籍。2003年创办了国内首家汽车维修工程师俱乐部，先后担任国内十二所汽车及交通类职业院校名誉院长、校长和十六所大学及职业院校客座教授。

弋国鹏

高级工程师，中国汽车工程学会汽车应用与服务分会技术副总监，全国职业院校技能大赛（高职组）汽车检测与维修专家组组长、裁判长。在国内汽车维修职业教育领域有一定影响力，参与制定过相关行业标准，以其为主编制过相关教材、实训方案等。近年来多次参加社会培训工作，反响良好。



绿色印刷产品

责任编辑：冯 刚
责任印制：杨雅清
装帧设计：杨明俊



资源下载网



官方微信公众号

ISBN 978-7-200-16012-3



9 787200 160123 >

定价：49.80元

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车机械基础 / 黄志杰, 覃炳露主编. —2 版.—
北京: 北京出版社, 2020.9
高职十二五规划教材: 2014 版
ISBN 978-7-200-16012-3

I. ①汽… II. ①黄… ②覃… III. ①汽车—机械学
—高等教育—教材 IV. ① U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 209222 号

汽车机械基础 (第二版)

QICHE JIXIE JICHU (DIERBAN)

主 编: 黄志杰 覃炳露

出 版: 北京出版集团

北京出版社

地 址: 北京北三环中路 6 号

邮 编: 100120

网 址: www.bph.com.cn

总发行: 北京出版集团

经 销: 新华书店

印 刷: 定州启航印刷有限公司

版印次: 2020 年 9 月第 2 版 2020 年 9 月第 1 次印刷

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张: 17.5

字 数: 317 千字

书 号: ISBN 978-7-200-16012-3

定 价: 49.80 元

教材意见建议接收方式: 010-58572162 邮箱: jiaocai@bphg.com.cn

如有印装质量问题, 由本社负责调换

质量监督电话: 010-82685218 010-58572750 010-58572393

为贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》和《教育部关于推进高等职业教育改革创新引领职业教育科学发展的若干意见》（教职成[2011]12号）等文件的精神，我们依据国内汽车产业发展对科技人才（含高技能人才）的需求，结合目前各高职院校汽车维修类专业的课程现状，在市场调研和专家论证的基础上列出了本系列教材的26个选题，并组建了一流的编写团队，在行业专家的指导下完成了全套教材的编写。本系列教材既可供高职高专汽车维修类专业学生使用，也可供相关人员参考。

一、编写背景

1. 汽车社会呼唤“汽车医生”

到2017年底，中国汽车产销已连续九年位居世界第一，同时汽车保有量达2.17亿辆，种种迹象表明，我国已进入了汽车社会。在汽车社会里，为了满足消费者的用车安全与舒适要求，急需大量具备故障诊断分析能力的“汽车诊断工程师”，也就是“汽车医生”。

随着汽车技术的发展，现代汽车维修已和传统汽车维修有着本质性的差别。从理念上来说，现代汽车维修更加重视日常维护，降低汽车“生病”（出现故障）的概率，特别是降低“生大病”（出现总成故障）的概率。从技术模式上来说，一是以技术代替了手艺，以分析代替了经验；二是以换件代替了零件修理。在此背景下，准确判断故障原因，以最少的换件解决问题无疑是汽车维修技术界所追求的，也是急需合格“汽车医生”的原因。

2. “汽车医生”现阶段主要依靠高职院校培养

我国本科院校汽车服务工程专业开办较晚，培养规模有限，加上汽车服务产业普遍存在工作条件差、待遇低等问题，使得本科以上学历人员很少从事汽车维修技术工作，因此，在我国现阶段，培养“汽车医生”的任务历史性地落在了高等职业教育身上。这就要求高职汽车维修类专业的课程体系应紧紧围绕培养合格“汽车医生”这一目标来构建。

3. 构建现代职业教育体系必须解决中、高职课程体系的衔接问题

《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》提出了构建现代职业教育

体系的历史任务，而其中核心问题之一就是实现中、高职课程体系的衔接。从国内汽车职业教育的现状来看，其很大程度上存在中、高职教育培养定位不明确，课程设置重复或空白等问题，亟待解决。

4. 高职教改急需开发配套教学资源

近年来，随着教育部高职示范校、骨干校建设等项目的推进，高职汽车专业教学改革不断推向深入，理实一体化的教学理念已深入人心，包括实训基地在内的各项“硬件”建设初具规模，对包括教材在内的各项“软件”建设也提出了更高的要求，急需开发适应理实一体化教学的教材和其他教学资源。

二、编写的理论依据、指导思想和原则

本系列教材根据教育部发布的《普通高等学校高等职业教育（专科）专业目录及专业简介（2015年）》，结合目前各高职院校汽车类专业的课程现状，参考教育部最新发布的《高等职业学校专业教学标准（试行）》编写而成，以满足汽车检测与维修专业的教学需求为主，兼顾汽车运用技术、汽车电子技术、汽车技术服务与营销、汽车整形技术等专业教学需求，包括专业基础课、专业核心课、专业拓展课共26本教材，是北京出版社重点出版的一套高职汽车类教材。

1. 编写的理论依据

本套教材的编写以《教育部关于推进高等职业教育改革创新引领职业教育科学发展的若干意见》和教育部发布的《普通高等学校高等职业教育（专科）专业目录及专业简介（2015年）》为依据，参考了教育部最新发布的《高等职业学校专业教学标准（试行）》。同时，以交通行业相关职业资格标准和中国汽车工程学会汽车诊断工程师专业技术资格认证标准为依据，参考“博世班毕业生能力标准”。在专业核心课的部分教材中，导入博世公司全球领先的技术理论，力求让学生掌握最前沿的汽车技术。

2. 编写的指导思想

本套教材编写组倡导以就业为导向、以实践技能为核心、以学生为本位的培养理念，将兼具综合性和案例性的实践活动转化成教材内容，帮助学生积累实际工作经验，全面提高学生的职业实践能力和职业素养。

3. 编写的原则

本套教材以“必需、够用”为编写原则。一是以企业需求为依据，以培养技术应用型人才为根本任务，以汽车维修人员必备的能力和基本素质为主线；二是反映汽车专业的发展，突出表现该领域的新知识、新技术、新工艺、新方法，使学生更多地了解和掌握最新技术的发展及相关技能；三是教材体系在学习内容、教学组织、学习评价等方面为学校提供较大的选择空间，以满足各地区不同的教学需要。

三、教材特色

本套教材从行业的实际出发，明确高职汽车检测与维修技术专业定位，以培养行业紧缺的高技能人才为目标，在技术层面突出“汽车医生”的诊断能力，同时兼顾管理岗位需求，拓展与管理有关的专业课程。本套教材在总结编者多年教学经验和已有教材各自特点的基础上，充分吸取先进的职业教育理念及方法，形成了以下特色：

1. 以“理实一体”为编写理念，将相关职业资格和专业技术资格证书考试内容融入课程内容，突出职业岗位核心能力的培养，加强实践环节的训练。

2. 充分体现中、高职课程的有效衔接，适应不同起点、不同层次的教学需求，最大限度地避免课程设置的重复或空白。对中、高职院校都开设的课程，注重其广度和深度的区分，同时根据高职培养目标，专设一些特有课程。

3. 在内容的选择上力求反映行业最新技术发展动态，突出汽车电子控制技术在汽车新技术中的核心地位，彰显“汽车医生”“懂车强电”的技术特征；发挥德国博世公司在世界汽车电子技术和汽车诊断技术研发上的优势，直接引入反映汽车最前沿技术的博世原版技术资料，这也是本系列教材在新技术方向上与以往汽车专业高职教材最大的不同之处。

4. 以“任务引领”方式编写，使培养过程实现“知行合一”；设计两个任务：一个针对中职的结构认知，一个针对高职的原理认知；基础课程教材根据不同选题分别采用“主题”式和“实验导入”式。对于“必需、够用”的知识内容采用“实验导入”的方式进行教学方法上的创新，使得理论教学更加形象生动，避免抽象概念，提高学习兴趣，强化学习效果，并结合汽车工程实践，与实际工作任务很好地结合。

5. 本系列教材除纸质文本外，还将同步开发电子教案、教学资源库、虚拟仿真实训平台、名师名课音像制品等多种形式的数字化配套教材，以满足教学一线的需求。

四、教材编写团队

本系列教材由北京出版社和中国汽车工程学会汽车应用与服务分会共同组织编写，以中国汽车工程学会汽车应用与服务分会和德国博世公司合作策划实施的以培养“汽车医生”为目标的“博世班”校企合作项目为依托，在中国汽车工程学会汽车应用与服务分会秘书长赵丽丽、技术总监朱军、技术副总监弋国鹏、特聘教育专家赵志群等的指导下，由博世公司的技术骨干和邢台职业技术学院、重庆工业职业技术学院、山东交通学院、天津交通职业学院、广东交通职业技术学院、广西交通职业技术学院、湖南汽车工程职业技术学院等十余所院校的专业带头人、骨干教师组成编写团队。

编写团队融合了行业专家，企业高管、技术骨干和院校专业带头人、骨干教师，以校企合作项目为依托，充分体现了“产教结合、校企合作”的开发特色，有效保障了教材的质量和水平，反映了最新的学科研究成果和教育教学研究的最新进展，汲取了一线优秀教

师的实践经验，从而确保了教材对一线教学实践的适应性。与此同时，由中国汽车工程学会汽车应用与服务分会牵头，成立了由行业专家、企业高管和十余位院校长组成的编委会，为本系列教材的开发和应用提供了最大限度的资源支持。

前言

汽车机械基础是高职汽车类专业的一门专业基础课，是汽车类后续专业课程的基础，在整个专业中起到承前启后的作用。

教材以职业岗位所需的知识、能力、素质结构为依据，以“够用”和“实用”为原则，以为后续相关课程的学习服务为指导思想，采用项目教学法的理念编写。把工程力学、机械原理、机械零件、金属工艺学、液压传动基础、互换性与技术测量等知识内容有机地整合为八个项目，每个项目下分几个任务，把与汽车机械基础课程相关的知识、能力与技能有机地穿插在各个任务中。在教材的每个学习任务中，通过“任务描述”让学生领会需要做什么；通过“学习目标”让学生明白要完成“任务”需要具备的知识和技能；通过“学习准备”让学生知道在什么环境下学习哪些知识和技能；通过“计划与实施”给学生提供学习过程中使用的知识记录单、课堂联系单和技能训练作业单；通过“评价与反馈”对学生的学习效果和技能掌握程度进行考查。

本教材包括八个学习单元，学习单元一注重学生力学知识的巩固及力学分析能力的培养；学习单元二学习汽车材料的相关内容，使学生具备一定的汽车材料学知识；学习单元三学习汽车常用机构，使学生掌握汽车常用机构的工作原理与特性；学习单元四学习汽车常用的机械传动机构，使学生掌握常见机械传动的特性与原理；学习单元五着重学习汽车轴系零件，使学生掌握汽车各种轴的结构特点；学习单元六学习汽车主要的零部件连接方式，使学生掌握机械连接的一般方式及特点；学习单元七学习汽车液压与液力传动的知识，使学生能够分析典型的汽车液压系统；学习单元八学习汽车零件的配合与技术测量，使学生具备使用量具测量汽车零件相关尺寸参数的能力。

本书由黄志杰、覃炳露任主编，王秀丽任副主编。黄志杰编写学习单元一、二、三、四、八并统稿，覃炳露编写学习单元五、六，王秀丽编写学习单元七。此外，参加本书编写的还有史俊涛、赵燕、罗杰斌。

本书在编写的过程中，参考了大量相关书籍及网络教学资料，在此对原编著者表示诚挚的谢意。

由于时间仓促和编者水平有限，书中难免有疏漏和不妥之处，欢迎读者批评指正。

编 者

目录

学习工作页

学习单元一 力学分析	/ 2
学习任务一 汽车构件静力分析	/ 2
学习任务二 构件承载能力分析	/ 6
学习单元二 汽车工程材料	/ 9
学习任务一 汽车金属材料的力学性能	/ 9
学习任务二 汽车典型零件选材及热处理	/ 13
学习任务三 有色金属与非金属材料在汽车上的应用	/ 16
学习单元三 汽车常用机构	/ 21
学习任务一 单缸内燃机机构运动简图的绘制	/ 21
学习任务二 汽车前轮转向机构分析	/ 24
学习任务三 汽车发动机配气机构分析	/ 28
学习任务四 驻车制动锁止机构分析	/ 31
学习单元四 汽车常用机械传动	/ 34
学习任务一 汽车带传动	/ 34
学习任务二 汽车链传动	/ 39
学习任务三 汽车齿轮传动和轮系	/ 41
学习任务四 汽车自动变速器行星齿轮传动机构	/ 44

学习单元五 汽车轴系零件 / 46

- 学习任务一 汽车常见轴结构 / 46
- 学习任务二 汽车常见轴承 / 49
- 学习任务三 汽车联轴器与离合器 / 54

学习单元六 零部件的连接 / 59

- 学习任务一 齿轮与轴的键连接 / 59
- 学习任务二 螺纹连接 / 64
- 学习任务三 汽车上的其他紧固连接 / 68

学习单元七 汽车液压与液力传动 / 71

- 学习任务一 液压系统工作原理及图形符号 / 71
- 学习任务二 汽车常用液压泵 / 74
- 学习任务三 汽车常用液压缸 / 77
- 学习任务四 汽车液压控制阀 / 79
- 学习任务五 液力传动 / 83

学习单元八 汽车零件配合与技术测量 / 86

- 学习任务一 学习量具的使用 / 86
- 学习任务二 学习公差与配合 / 89
- 学习任务三 学习表面结构要求 / 92

学习参考 ▾

学习单元一 力学分析 / 96

- 学习任务一 汽车构件静力分析 / 96
- 学习任务二 构件承载能力分析 / 105

学习单元二 汽车工程材料 / 113

- 学习任务一 汽车金属材料的力学性能 / 113
- 学习任务二 汽车典型零件选材及热处理 / 120
- 学习任务三 有色金属与非金属材料在汽车上的应用 / 126

学习单元三 汽车常用机构	/ 132
学习任务一 单缸内燃机机构运动简图的绘制	/ 132
学习任务二 汽车前轮转向机构分析	/ 136
学习任务三 汽车发动机配气机构分析	/ 142
学习任务四 驻车制动锁止机构分析	/ 146
学习单元四 汽车常用机械传动	/ 148
学习任务一 汽车带传动	/ 148
学习任务二 汽车链传动	/ 154
学习任务三 汽车齿轮传动和轮系	/ 159
学习任务四 汽车自动变速器行星齿轮传动机构	/ 172
学习单元五 汽车轴系零件	/ 174
学习任务一 汽车常见轴结构	/ 174
学习任务二 汽车常见轴承	/ 177
学习任务三 汽车联轴器与离合器	/ 185
学习单元六 零部件的连接	/ 190
学习任务一 齿轮与轴的键连接	/ 190
学习任务二 螺纹连接	/ 194
学习任务三 汽车上的其他紧固连接	/ 203
学习单元七 汽车液压与液力传动	/ 207
学习任务一 液压系统工作原理及图形符号	/ 207
学习任务二 汽车常用液压泵	/ 209
学习任务三 汽车常用液压缸	/ 216
学习任务四 汽车液压控制阀	/ 218
学习任务五 液力传动	/ 230
学习单元八 汽车零件配合与技术测量	/ 236
学习任务一 学习量具的使用	/ 236
学习任务二 学习公差与配合	/ 242
学习任务三 学习表面结构要求	/ 261

助于防止或减轻齿面的塑性变形。

六、蜗轮蜗杆传动

1. 蜗轮蜗杆传动的组成、传动比及特点

(1) 蜗轮蜗杆传动的组成

蜗轮蜗杆传动由蜗杆、蜗轮和机架组成。通常蜗轮、蜗杆轴线在空间成直角交错，用以传递两轴空间的运动和动力，如图 4-3-16 所示。



图 4-3-16 蜗轮蜗杆传动

(2) 蜗轮蜗杆传动的传动比

一对相啮合的蜗轮蜗杆传动，其蜗轮、蜗杆轮齿的旋向相同，且螺旋角之和等于 90° 。蜗杆传动，一般以蜗杆作为主动件，蜗轮为从动件。设蜗杆的头数为 z_1 ，蜗轮的齿数为 z_2 。当蜗杆的转速为 n_1 时，则蜗轮的转速 $n_2 = n_1 z_1 / z_2$ ，故蜗轮蜗杆传动的传动比为：

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad (4-3-7)$$

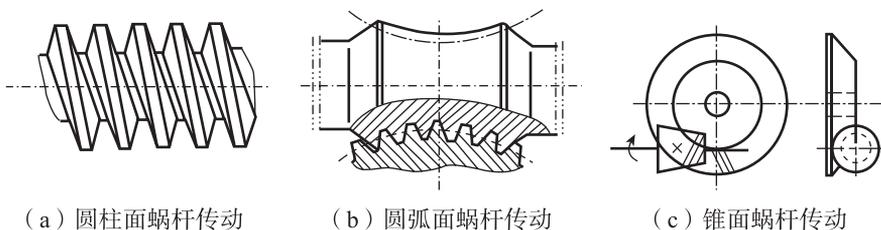
蜗杆的头数一般取 $z_1 = 1 \sim 4$ 。当传动比大于 40 或要求蜗杆自锁时，常取 $z_1 = 1$ ；当传递功率较大时，常取 $z_1 = 2 \sim 4$ 。蜗杆头数越多，加工精度就越困难。

(3) 蜗轮蜗杆传动的特点

与其他传动相比，蜗杆传动具有以下特点：蜗杆传动工作平稳，噪声低，结构紧凑，传动比大（单级传动比 $8 \sim 80$ ，在分度机构中可达到 1 000）；但传动效率低，一般效率为 $\eta = 0.7 \sim 0.9$ ，自锁时其效率低于 50%（ $\eta = 0.45$ 左右），易磨损、发热，制造成本高，轴向力大。常用于传动比较大，结构紧凑，传动效率不大的场合。蜗轮蜗杆应用于汽车的转向器和记录里程等。

2. 蜗杆传动的类型

蜗杆传动的类型通常根据蜗杆形状和加工方法分类。根据蜗杆的形状可以分为圆柱面蜗杆传动、圆弧面蜗杆传动和锥面蜗杆传动，如图 4-3-17 所示。动力传动中最常用的是阿基米得圆柱蜗杆传动。



(a) 圆柱面蜗杆传动

(b) 圆弧面蜗杆传动

(c) 锥面蜗杆传动

图 4-3-17 蜗杆传动的类型

蜗杆有单头、双头和多头多种形式。单头蜗杆主要用于传动比较大的场合，要求自锁的传动必须采用单头蜗杆。多头蜗杆主要用于传动比不大，要求效率较高的场合。

3. 蜗杆传动旋转方向的判定

(1) 蜗杆螺旋方向的判定

蜗杆与斜齿轮一样，分为左旋和右旋，如图 4-3-18 所示。蜗杆螺旋方向可用右手法则判定。手心对着自己，四个手指顺蜗杆轴线方向摆放，齿向与右手拇指指向一致，为右旋蜗杆，反之为左旋蜗杆。

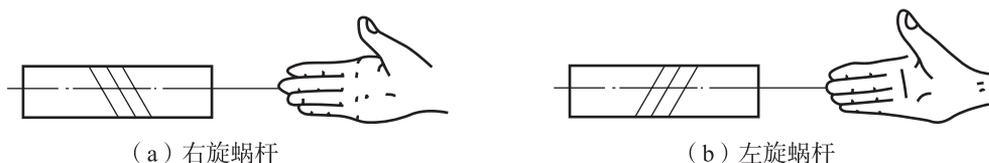


图 4-3-18 蜗杆螺旋方向的判定

(2) 蜗轮旋转方向的判定

当蜗杆的螺旋方向和转动方向为已知时，可根据螺旋副的运动规律，用“左右手法则”确定蜗轮的旋转方向。如图 4-3-19 (a) 所示，当蜗杆为右旋时，则用右手，伸出右手握拳，用四指顺着蜗杆的旋转方向，与大拇指的指向相反，为蜗轮的旋转方向；当蜗杆为左旋时，则用左手按同样的方法判断，如图 4-3-19 (b) 所示。

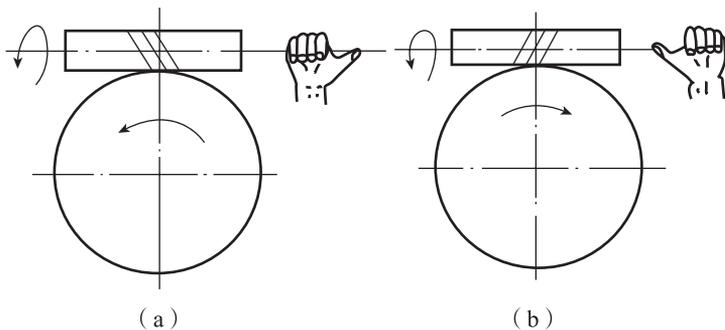


图 4-3-19 蜗轮旋转方向的判定

4. 蜗杆传动的失效形式

蜗杆传动的失效形式和齿轮传动轮齿的失效形式基本相同，有胶合、磨损、疲劳点蚀和轮齿折断等。但蜗杆传动轮齿的胶合与磨损要比齿轮严重得多，这是由于蜗杆传动轮齿齿面间滑动速度较大，温度高，效率低，在润滑及散热不良时，闭式传动极易出现胶合。开式传动及润滑不清洁的闭式传动，轮齿磨损速度很快，所以，轮齿表面发生胶合、磨损、疲劳点蚀是蜗杆传动的主要失效形式。

5. 蜗轮、蜗杆的材料

蜗轮和蜗杆的材料不仅要有足够的强度，还必须具有良好的减磨性、耐磨性和抗

胶合的能力。因此蜗杆传动的速度高时,采用青铜蜗轮与淬硬的钢制蜗杆相匹配。

(1) 蜗轮

蜗轮常用材料为铸造青铜、铸造铝铁青铜及灰铸铁等,锡青铜耐磨性最好,但价格高,用于滑动速度 $v_s \geq 4\text{m/s}$ 的重要场合;铝青铜耐磨性较锡青铜差一些,但价格便宜,一般用于滑动速度 $v_s \leq 4\text{m/s}$ 的传动;传动要求不高,低速轻载时可采用灰铸铁。

(2) 蜗杆

对于汽车维修机械,蜗杆一般用碳钢或合金钢制造。在高速、重载、载荷变化较大的条件下,常采用优质低碳钢 20Cr、20CrMnTi 等材料,经渗碳、淬火加低温回火处理,硬度为 58~63HRC;载荷平稳的条件下常采用优质碳素钢 45、40Cr 等,经表面淬火,硬度为 45~55HRC;对于速度低、不太重要的传动蜗杆,可采用优质碳素钢 35、40、45 进行调质处理,硬度为 220~270HBW。

七、轮系传动

1. 轮系的类型

轮系按照运转时各轮轴线位置相对机架是否固定,可分为定轴轮系、周转轮系和混合轮系。汽车中的手动变速器用的就是定轴轮系,自动变速器用的是周转轮系。

(1) 定轴轮系

在传动时,若轮系中各齿轮的几何轴线均是固定的,则这种轮系称为定轴轮系。定轴轮系又可分为平面定轴轮系和空间定轴轮系两种。平面定轴轮系由轴线相互平行的圆柱齿轮组成,如图 4-3-20 所示。

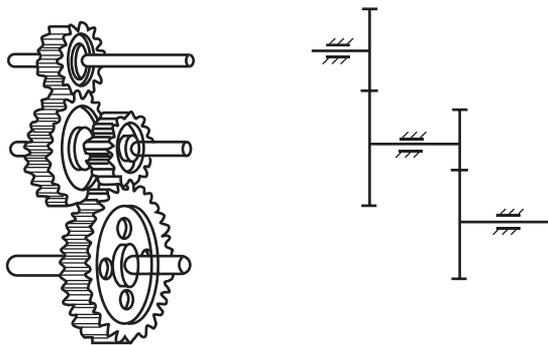


图 4-3-20 定轴轮系

(2) 周转轮系

如图 4-3-21 所示,外齿轮 2 除了能绕自身的几何轴线 O' 转动(自转)外,还能随轴线 O 转动(公转)。这种至少有一个齿轮的几何轴线绕位置固定的另一齿轮的几何轴线转动的轮系称为周转轮系。

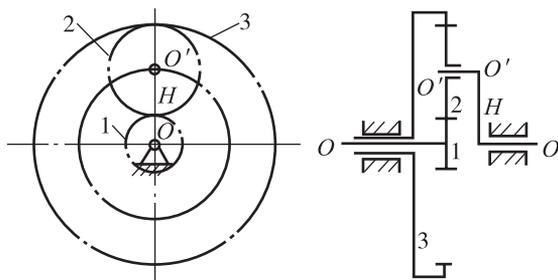


图 4-3-21 周转轮系

(3) 混合轮系

如图 4-3-22 所示,齿轮 1 与齿轮 2 组成的是定轴轮系,齿轮 3'、齿轮 4、齿轮 5 与构件 H 组成的是周转轮系。这种由定轴轮系与周转轮系或由几个周转轮系组成的轮系称为混合轮系。

1—太阳轮; 2—行星齿轮; 3—齿圈