

赠送  电子课件

高职高专汽车类教学改革规划教材

# 汽车机械基础

李子云 主编

刘岩 张雄才 副主编

清华大学出版社



## 内 容 简 介

本教材采用项目教学、任务驱动、基于工作过程和学做一体化模式编写,将工程力学、汽车工程材料、机械原理与机械零件、液压与气压传动、互换性与技术测量等知识归纳为8个项目。每个项目分为若干个任务,任务中尽量设置任务实施内容。本书减少了静力学和材料力学的知识,增加了汽车运行材料和冷轧钢、热轧钢在汽车上的应用等,尽量不与后续课程相关的知识重复。同时,增加了人文知识,减少了陈述性语言,加强了图形与文字的配合,体现了高职教学的特点。

本书内容丰富、实用性强,可作为高等职业技术学院汽车类各专业的教材,以及成人高校、中职学校汽车类各专业的教材,同时也可作为相关从业人员的参考用书。本书配有课件,下载地址为: <http://www.tupwk.com.cn/downpage>。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车机械基础/李子云 主编. —北京:清华大学出版社,2013.1

(高职高专汽车类教学改革规划教材)

ISBN 978-7-302-30951-2

I. ①汽… II. ①李… III. ①汽车—机械学—高等职业教育—教材 IV. ①U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 293993 号

责任编辑:施 猛 马遥遥

封面设计:常雪影

版式设计:方加青

责任校对:蔡 娟

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62794504

印 刷 者:三河市君旺印装厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:16.75 字 数:376千字

版 次:2013年1月第1版 印 次:2013年1月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:27.00元

# 前言



目前,专业课程教学模式与教学方法的改革是高等职业教育教学改革的重点之一。“以项目为引导,以任务为驱动”的教学方式对学生综合能力的提高起着十分重要的作用,并且日益受到职业教育界的普遍关注。本教材即在此背景下结合教育部对高职高专汽车类专业各领域技能型紧缺人才培养的要求编写。本教材是国家示范性高等职业教育汽车类“十二五”规划教材,主要适用于高职高专汽车类各专业的教学。

“以项目为引导,以任务为驱动”体现了教育家陶行知先生所倡导的“在做中做,在做中学”的教育理论,是以具体的任务为学习动力或动机、以完成任务的过程为学习过程、以展示任务成果的方式来体现教学的成就,走出了传统教学方法中注重学习的循序渐进和知识积累的老路子,其优势在于培养学生的创新能力、独立分析问题和解决问题的能力。

本教材以培养学生熟练掌握汽车机械所具备的基础知识和基本技能为目标,采用项目教学、任务驱动、基于工作过程和学做一体化模式编写。在编写过程中,武汉城市职业学院汽车技术与服务学院的各专业教师、企业行业的专家进行了集中研制,对本课程的知识 and 实训进行了梳理和整理。例如,减少了静力学和材料力学的知识,增加了汽车运行材料和冷轧钢、热轧钢在汽车上的应用等,尽量不与后续课程相关的知识重复,增加了人文知识,降低了计算难度,减少了陈述性语言,加强了图形与文字的配合,体现了高职教学的特点。基本知识点以实用、适用、先进和通俗、精练、可操作的原则选取,充分体现了“高等”、“职业”、“汽车”三者并重的特色。

本教材由李子云担任主编,刘岩、张雄才担任副主编。大连职业技术学院的刘岩老师编写了项目一“力学分析”、项目三“汽车零部件加工基础”以及项目五“汽车常用机械传动”,武汉职业技术学院的张雄才老师编写了项目二“汽车常用工程材料”和项目八“互换性与技术测量”,武汉城市职业学院的李子云老师编写了其余内容并负责统稿。本教材在编写过程中参考了一些教材、论著、网页,援引了其中的部分资料和信息,在此致谢。同时,还要感谢武汉理工大学汽车学院的陈曦教授和武汉科技大学物流学院的邵正宇教授,感谢武汉城市职业学院汽车技术与服务学院的特聘专家、校企合作的专家以及各位领导和老师。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。反馈邮箱:lzy6126688@sohu.com。

编者

2012年9月

# 目录



绪论	1	二 纯铁的晶体结构	36
一、汽车的发展历史	1	三、纯铁同素异晶转变	37
二、本课程研究的对象	3	四、合金的基本相结构	37
三、本课程研究的内容	4	五、铁碳合金的基本组织	38
四、本课程的学习目标	5	六、铁碳合金相图	40
五、本课程的学习方法	5	任务二 有色金属及非金属材料在 汽车上的应用	44
项目一 力学分析	7	一、铝及铝合金	44
任务一 静力学基础	8	二、铜及铜合金	46
一、基本概念和公理	8	三、非金属材料	47
二、约束与约束反力	10	任务三 钢的热处理	50
三、受力分析与受力图	12	一、钢的热处理及分类	50
四、曲柄连杆机构受力分析	13	二、钢的退火、正火、淬火、回火	51
任务二 平面汇交力系	14	三、钢的表面热处理	53
一、平面汇交力系的合成	14	任务四 汽车材料的强度和塑性	55
二、力对点之矩(力矩)	16	一、金属材料的力学性能	55
三、合力矩定理	17	二、汽车零件的强度	55
四、平面力偶系的合成	18	三、汽车零件的塑性	56
任务三 构件承载能力分析	20	四、汽车零件的硬度和韧性	57
一、构件的基础知识	20	任务五 汽车运行材料	61
二、剪切与挤压的实用计算	22	一、汽油	62
三、扭转	24	二、轻柴油	63
四、平面弯曲	27	三、发动机润滑油	66
项目二 汽车常用工程材料	33	四、车辆齿轮油	69
任务一 铁碳合金相图	34	五、汽车润滑脂	71
一、金属的结晶	34	六、汽车工作液	72
		七、液力传动油	75

项目三 汽车零部件加工基础.....79	项目五 汽车常用机械传动.....125
任务一 金属压力加工.....80	任务一 汽车带传动.....126
一、金属压力加工.....80	一、带传动概述.....126
二、金属塑性变形的实质.....81	二、普通V带.....127
三、冷塑性变形对金属组织和性能的影响.....82	三、普通V带传动的选用要点.....129
四、锻造成形工艺.....84	四、普通V带的正确使用.....130
五、板材冲压.....86	五、V带传动的张紧.....130
六、轧制.....88	任务二 汽车链传动.....131
任务二 汽车零件焊接与胶接.....88	一、链传动的特点和类型.....131
一、焊接.....88	二、滚子链.....133
二、焊接成形方法.....88	三、链传动的布置、张紧和润滑.....133
三、金属的焊接性.....95	任务三 汽车齿轮传动和轮系.....135
四、胶接.....96	一、齿轮传动的特点.....135
项目四 汽车常用机构.....103	二、齿轮传动的分类.....135
任务一 汽车常见机构的组成.....104	三、渐开线齿轮传动.....137
一、平面机构简介.....104	四、齿轮各部分的名称.....138
二、运动副.....104	五、齿轮主要参数.....138
三、平面机构的运动简图的绘制.....106	六、标准直齿圆柱齿轮的主要几何尺寸.....139
任务二 汽车常见四杆机构.....108	七、轮齿的失效形式.....140
一、铰链连杆机构.....108	八、轮系.....141
二、铰链四杆机构的演化.....111	任务四 汽车螺纹传动与连接.....145
三、平面四杆机构的性质.....112	一、螺纹的形成与分类.....145
任务三 内燃机配气机构.....115	二、螺纹的主要参数.....146
一、汽车常用凸轮机构的组成、应用和特点.....115	三、螺纹连接的基本类型.....146
二、凸轮机构的分类.....116	四、螺纹连接的预紧和防松.....147
三、从动件的常用运动规律.....117	项目六 汽车轴系零部件.....153
任务四 驻车制动锁止机构.....120	任务一 手动变速器输出轴.....154
一、棘轮机构.....120	一、轴的功能和分类.....154
二、槽轮机构.....122	二、轴的结构设计.....156

三、轴的结构设计中需要重点解决的问题.....156	三、汽车液压速度控制回路.....204
任务二 汽车轴承.....159	四、汽车液压方向控制回路.....205
一、轴承概述.....160	任务五 汽车常用气压传动系统.....207
二、滚动轴承.....160	一、气压传动系统的组成.....207
三、滑动轴承.....167	二、气压传动的特点.....208
任务三 汽车联轴器和离合器.....173	三、气压传动工作过程.....209
一、联轴器.....174	项目八 互换性与技术测量.....211
二、常用离合器.....178	任务一 尺寸公差与配合.....212
项目七 液压传动与气压传动.....181	一、互换性的基本概念.....212
任务一 液压系统工作原理及图形符号.....182	二、公差与配合的基本术语.....212
一、液压传动的工作原理、组成及图形符号.....182	任务二 形状和位置公差.....222
二、液压传动的特点.....183	一、零件的几何要素及分类.....222
三、液压传动的基本参数.....184	二、形位公差的特征项目和符号.....223
任务二 汽车常用液压泵及液压缸.....187	三、形位公差的标注.....224
一、液压泵.....187	任务三 表面结构.....228
二、液压缸.....190	一、表面粗糙度的评定参数.....228
任务三 汽车液压控制阀.....193	二、表面粗糙度的符号、代号及标注.....228
一、液压阀概述.....194	附录.....233
二、汽车方向控制阀.....194	附录A 压痕直径与布氏硬度及相应洛氏硬度对照表.....233
三、汽车压力控制阀.....197	附录B 黑色金属硬度和强度换算表.....234
四、汽车流量控制阀.....200	习题集.....237
任务四 汽车液压基本回路.....201	复习思考题答案.....249
一、汽车液压基本回路概述.....201	参考文献.....257
二、汽车压力控制回路.....201	



### 学习目标

- (1) 了解汽车的发展历史；
- (2) 知道本课程研究的对象及内容；
- (3) 了解本课程的地位及学习本课程的目的；
- (4) 知道如何进行本课程的学习。

### 任务导入

汽车是人类重要的交通工具，汽车工业是社会生产力发展水平的重要标志之一，汽车发展的历史是怎样的呢？汽车由哪些重要的部件组成？汽车是如何工作的呢？“汽车机械基础”这门课程主要讲了哪些知识？

### 相关知识

## 一、汽车的发展历史

### 1. 德国人发明了汽车

1885年德国工程师卡尔·本茨在曼海姆设计并制造出了世界上第一辆装有625W汽油机的三轮汽车，如图0-1所示，并于1886年1月29日申请获得专利。1886年1月29日这一天被公认为世界上第一辆汽车的诞生日。德国的另一位工程师戴姆勒也在1886年研制成了一辆装有809W汽油机的四轮汽车，如图0-2所示。本茨和戴姆勒被公认为以内燃机为动力的现代汽车的发明者。德国著名汽车设计师威尔海姆·迈巴赫与戴姆勒合作，他为戴姆勒的汽车装上钢质车轮，同时发明了世界上第一台齿轮变速器，他还是喷油嘴式化油器、蜂窝式散热器和四缸高速汽油发动机的发明者。

### 2. 美国人发展了汽车

汽车起源于欧洲，但汽车的发展却在在大洋彼岸的北美。1896年亨利·福特研制成功了2缸4轮汽车，1903年福特汽车公司成立，1908年福特T型车促进大众化汽车消费，如图0-3所示。1913年，福特汽车公司最先建立流水线汽车装配系统(见图0-4)，并因此引发了世界汽车制造业的一次惊天动地的革命，促进了汽车生产的规模化。

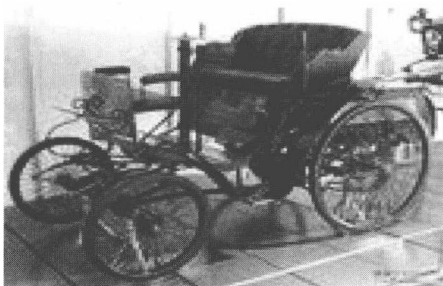


图0-1 本茨发明的第一辆三轮汽车

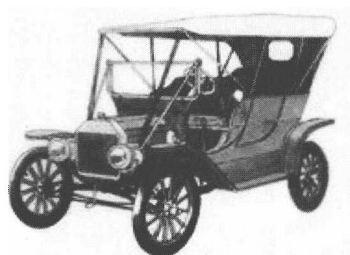


图0-2 戴姆勒发明的第一辆四轮汽车

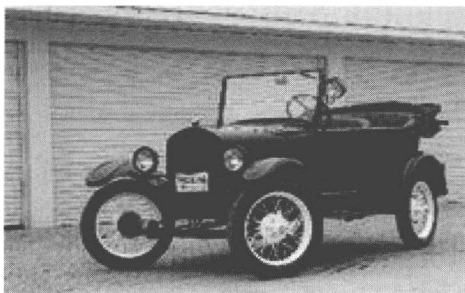


图0-3 福特发明的T型车

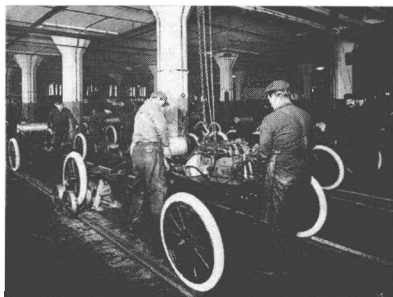


图0-4 福特公司的流水线汽车装配系统

### 3. 法国人以科技推动汽车

1769年，法国陆军工程师古诺制造出第一辆蒸汽驱动的汽车。1803年，法国工程师特利维柯发明的新型高压蒸汽机驱动的汽车在实际中应用。1860年，法国工程师洛娜因发明世界上第一只用绝缘陶瓷制成的电点火火花塞。1859年，法国人普兰特发明了铅酸蓄电池；1862年，电器工程师来诺研制出二冲程内燃机。1888年，法国标致汽车公司成立，该公司发明了齿轮变速器和差速器，1898年，路易斯·雷诺创建雷诺汽车公司，发明了汽车传动轴。1913年，安德烈·雪铁龙创建雪铁龙公司，雪铁龙发明了人字形齿轮。

### 4. 日本人以野心创新汽车

1920年，日本成立东洋汽车工业公司。1933年，丰田自动织布机成立汽车部，后独立为丰田汽车公司。1933年，日产前身塞米股份公司成立。1936年，日本三菱公司开始生产汽车。1937年，五十铃汽车公司成立。1948年，本田公司成立。1958年，日本首次向美国出口汽车；1970年日本成为世界第二大汽车生产国；1980年日本汽车年产量首次超过美国，至此日本有5大汽车集团：丰田、本田、日产、三菱、马自达。

### 5. 汽车在中国的发展

匈牙利人李恩时进口两辆奥兹莫比汽车到上海。1902年，袁世凯从德国购买了1898年产第二代奔驰轿车作为寿礼献给慈禧。1930年，上海出现从事汽车或零件销售，以及汽车出租的洋行。1929年，我国进口车辆8 781辆，1930年，汽车保有量为38 484辆。孙中山最早提



出建立中国汽车工业，发表于1920年的《建国方略》。1928年，张学良是第一个组织国产汽车生产的人。

1953年7月15日第一汽车制造厂动工，从此结束了中国不能制造汽车的历史。1967年4月1日，第二汽车制造厂正式破土动工，举行开工典礼，9月工程全面开工，建设周期长达10年之久。到20世纪90年代，中国汽车生产能力比70年代末增长了几近10倍，全国汽车年产量1992年首次超过100万辆。1998年汽车产量为162.8万辆，世界排名第10位，其中商用车生产了112.1万辆，世界排名第3位；轿车生产50.7万辆，世界排名第14位。1992—1998年，全国生产汽车累计984.7万辆，其中轿车234.8万辆，基本满足了国内快速增长的汽车需求。2007年我国的汽车产量大约为889万辆，汽车销售为870万辆，名列世界第二；2012年3月国际汽车制造商协会(OICA)公布，2011年全球汽车产量为8 010万辆，中国则以1 840万辆的产量成为世界最大的汽车生产国。现在我国的自主品牌发展迅速，今后我国的汽车工业的发展会越来越好。

## 二、本课程研究的对象

本课程研究的对象是汽车机械。机械是机器与机构的总称。机器是用来变换或传递运动、能量、物料和信息的，是能减轻或替代人类劳动的工具，是人类在长期生产实践中为满足自身的生活需要而创造出来的。汽车机械是人类重要的交通工具，汽车工业是机械工业的重要组成部分。

如图0-5所示是典型的轿车总体构造。一般汽车由发动机、底盘、车身和电器四大部分组成。汽车是一个机械系统，通过这四大部件实现汽车的安全行驶功能。如图0-6所示为单缸内燃机构造，是由气缸体、活塞、进气阀、排气阀、推杆、凸轮、连杆、曲柄和大小齿轮等组成的。

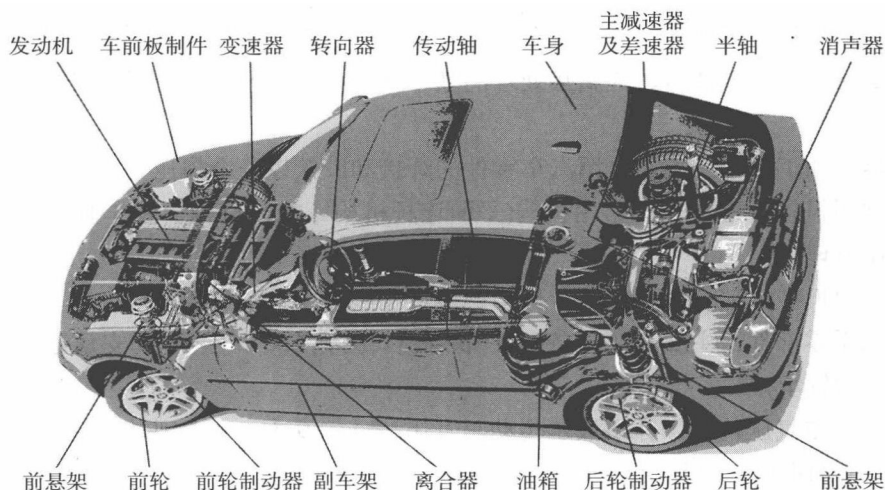


图0-5 典型的轿车总体构造

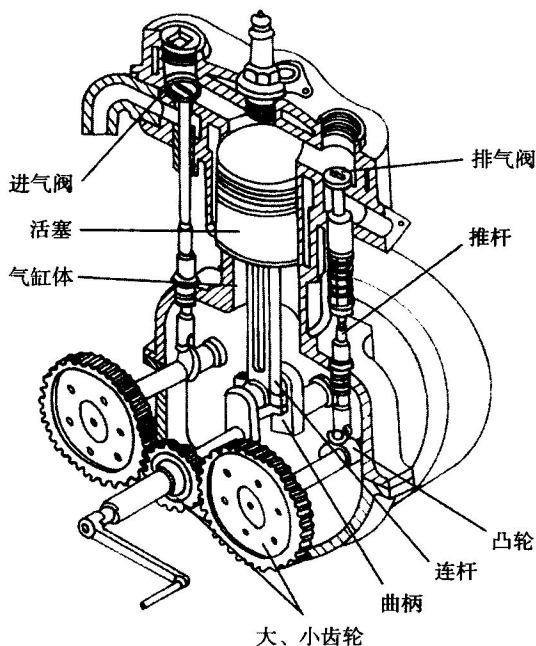


图0-6 单缸内燃机构造

### 三、本课程研究的内容

《汽车机械基础》是汽车类各专业课程的基础，要对汽车有更深更全面的了解，首先要学好这方面的基础知识。

本课程的研究内容包括：

**力学分析：**学习工程力学的基本内容，培养学生解决工程问题的综合能力。

**汽车工程材料：**主要介绍制造汽车机械零部件的材料，包括金属材料和非金属材料，介绍了金属材料的力学性质、金属热处理的基本知识和金属材料的种类，非金属材料的种类、性能等。

**汽车零件加工基础：**主要介绍汽车零件的焊接和胶接以及金属压力加工工业。

**汽车常用机构：**主要介绍常用机构(平面连杆机构、配气机构、驻车制动锁止机构)的结构和工作原理。

**汽车常用机械传动：**主要介绍带传动、链传动、齿轮传动和轮系等。

**汽车轴系零部件：**主要介绍连接部件(联轴器、万向节、离合器)和支承零部件(轴、滚动轴承、滑动轴承)等。

**液压传动与气压传动：**介绍液压传动与气压传动的基本原理与基本知识、主要元件、基本回路，应用在汽车机械上的典型液压系统与气压系统等。

**极限配合与技术测量基础：**主要介绍公差与配合的基本原理及相关知识。

## 四、本课程的学习目标

本课程的学习目标是：具备必需的机械基础知识和基本技能，为后续的汽车构造与维修课程打下基础，初步形成解决实际问题的能力。

### 1. 知识教学目标

- (1) 掌握常用的机械工程材料的类型、牌号、力学性能。
- (2) 理解常用机构的工作原理、结构特点。
- (3) 理解通用机械零件的结构、参数。
- (4) 掌握基本的液压与气动基本知识。
- (5) 理解公差与配合的原理并掌握常用量具与量仪的正确使用方法。

### 2. 能力培养目标

- (1) 具有查阅、检索相关技术资料的能力，掌握相关的技术标准。
- (2) 掌握正确判断工程材料和选择工程材料。
- (3) 能正确识别机械零件及常用机构。
- (4) 能对常用机构进行工作原理和结构分析。
- (5) 能识别常用的液压与气动元件并对简单液压与气动系统进行正确分析。
- (6) 掌握运用和维护机械、传动装置的能力。

## 五、本课程的学习方法

本课程具有较强的综合性和实践性，因此，在学习本课程时，应注意理论结合实际，多看实物、模型，并尽可能多做实验和进行机构的拆装，加深对其的了解。其核心是掌握各类零件、机构的应用情况。

建议在教学中采用项目教学、任务驱动、基于工作过程和学教做一体化模式，学生在学习过程中采用小组合作的形式，制订小组的学习与研究目标，确定小组成员每个人的工作内容并相互配合。通过调查、研究、实验、讨论和回顾等多种形式，共同为小组的学习与研究目标的实现而努力。



---

# 项目一

## 力学分析



图 1-1-1

图 1-1-2

## 学习目标

### 1. 知识目标

- (1) 掌握基本的力学公理；
- (2) 知道约束与约束反力；
- (3) 熟悉平面汇交力合成的方法；
- (4) 掌握力偶及力偶系的合成；
- (5) 知道剪切、挤压、扭转、平面弯曲的概念。

### 2. 能力目标

- (1) 具有绘制机构受力图的能力；
- (2) 能对转动的物体机械受力进行分析；
- (3) 能对汽车转动轴所受扭矩进行分析；
- (4) 能对汽车底盘横梁所受弯矩进行分析。

# 任务一 静力学基础

## 任务导入

要研究汽车机械的受力问题，首先要建立汽车机械在力的作用下的平衡条件，并借此对汽车机械进行受力分析。力在平衡时所表现出来的基本性质就是静力学问题。静力学在工程技术中具有重要的实用意义。

## 相关知识

### 一、基本概念和公理

#### 1. 力的概念

(1) 力的定义：力是物体之间的相互机械作用，这种作用会使物体的运动状态或形状发生改变。力使物体的运动状态发生改变，称为力的外效应；力使物体的形状发生改变，称为力的内效应。

(2) 力对物体的作用效应决定于三个要素：力的大小、力的方向、力的作用点。这三个要素称为力的三要素。力的大小是指物体间相互作用的强弱程度。力的方向包含方位和指向两个含义。力的作用点是指力对物体作用的位置。作用于一点的力，称为集中力。在力的三要素中，当其中任一要素发生改变时，力对物体的作用效应也随之改变。

(3) 力是一个具有大小和方向的量, 所以力是矢量。如图1-1所示, 力通常用一条带箭头的有向线段来表示。线段的长度(按选定的比例尺)表示力的大小; 线段的方向和箭头的指向表示力的方向; 线段的起点或终点表示力的作用点。通过力的作用点沿力的方向所画的直线, 称为力的作用线。

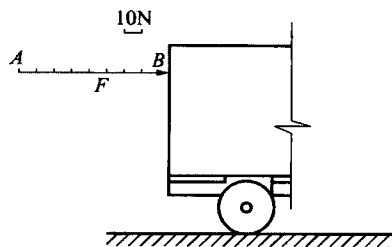


图1-1 力的三要素

## 2. 刚体的概念

刚体指在力的作用下, 其内部任意两点之间距离保持不变的物体, 即在力的作用下体积和形状都不发生改变的物体。这是一个理想化的力学模型。

实际物体在力的作用下都会产生变形。当研究物体在力系作用下的外部效应时, 忽略变形并不影响对物体的平衡问题的研究。静力学研究的对象就是刚体, 静力学一般称为刚体静力学; 当研究物体在力系作用下的内部效应时, 不能忽略物体变形的作用, 这是材料力学研究的问题。

## 3. 静力学公理

### (1) 公理一(二力平衡公理)

作用在刚体上的两个力, 使刚体处于平衡状态的必要和充分条件是: 这两个力大小相等、方向相反、作用线相同(简称这两个力等值、反向、共线), 如图1-2所示。对于刚体, 这个条件是使其平衡的必要和充分条件。

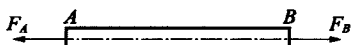


图1-2 二力平衡

只受两个力作用而平衡的构件, 叫二力杆。可用二力杆来确定反力的方位线。

### (2) 公理二(加减平衡力系公理)

在作用于刚体的力系中, 任意加上或减去一个平衡力系, 不改变原力系对刚体的作用效果, 即新力系和原力系等效, 这个公理可以用来简化力系。

推论: 力的可传性原理, 即作用在刚体上的力可沿其作用线移动到刚体内任一点, 而不改变该力对刚体的作用效应。

例如, 直杆 $AB$ 的两端分别受到两个等值、反向、共线的力 $F_1$ 、 $F_2$ 的作用而处于平衡状态(图1-3(a))。如果将这两个力沿其作用线分别移到杆的另一端(图1-3(b)), 显然, 直杆 $AB$ 仍处于平衡状态。

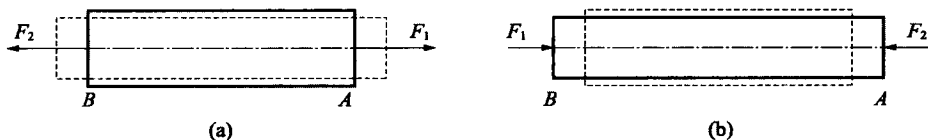


图1-3 力的可传性

### (3) 公理三(力的平行四边形法则)

作用在物体上同一点的两个力可以合成为一个合力。合力的作用点也在该点, 合力的

大小和方向，由这两个力为边构成的平行四边形的对角线确定；或者说，合力矢等于这两个分力矢的矢量和。

运用公理二、公理三可以得到下面的推论：物体受三个力的作用而平衡时，此三个力的作用线必汇交于一点。此推论称为三力平衡汇交定理。读者可自行证明。

#### 4. 公理四(作用和反作用定律)

两个物体间的作用力和反作用力，总是大小相等、方向相反、作用在同一直线，分别作用在两个物体上。

这个定律表明了力是成对出现的，等值、反向、共线，但是作用在两个物体上的作用力和反作用力是力学中普遍存在的一对矛盾。它们相互对立，相互依存，同时存在，同时消失。通过作用与反作用，相互关联的物体的受力即可联系起来。

## 二、约束与约束反力

在工程结构中，每一个构件都根据工作要求以一定的方式和周围的其他构件相互联系着，它的运动因而会受到一定的限制。一个物体的运动受到周围物体的限制时，这些周围物体被称为该物体的约束。约束给被约束物体的力，称为约束反力，简称反力。约束反力的方向总是与约束所能限制的运动方向相反。

在物体上，除约束反力以外的力，即能主动引起物体运动或使物体产生运动趋势的力，称为主动力。例如，重力、风力、水压力、土压力等都是主动力。主动力在工程中也称为荷载。

### 1. 柔体约束

柔体约束的约束反力通过接触点，其方向沿着柔体约束的中心线且背离物体(为拉力)。这种约束反力通常用 $T$ 表示，如图1-4所示。

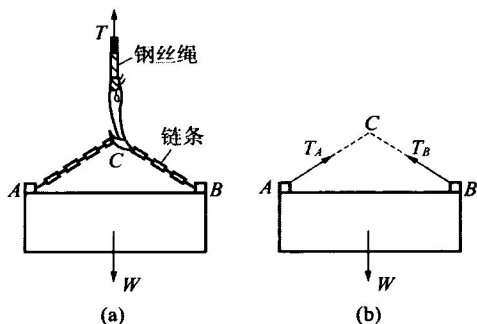


图1-4 柔体约束

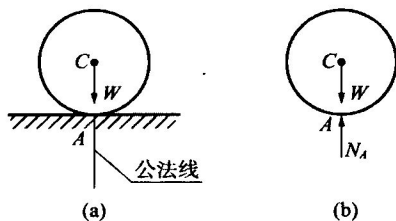


图1-5 光滑接触面约束

### 2. 光滑接触面约束

两个相互接触的物体，如果接触面上的摩擦力很小而略去不计，那么由这种接触面所构成的约束，称为光滑接触面约束。



光滑接触面的约束反力通过接触点，其方向沿着接触面的公法线且指向物体。通常用  $N$  表示，如图1-5所示。

### 3. 圆柱铰链约束

圆柱铰链简称铰链，它是由一个圆柱形销钉插入两个物体的圆孔中而构成的(图1-6(a)、(b))，并假设销钉与圆孔的表面都是完全光滑的。圆柱铰链的计算简图如图1-6(c)或(d)所示。图1-6(e)是销钉所受约束力的示意图。

圆柱铰链的约束反力在垂直于销钉轴线的平面内，通过销钉中心，而方向未定。在对物体进行受力分析时，通常把圆柱铰链的约束反力用两个相互垂直的分力  $R_x$  和  $R_y$  来表示(图1-6(f))。

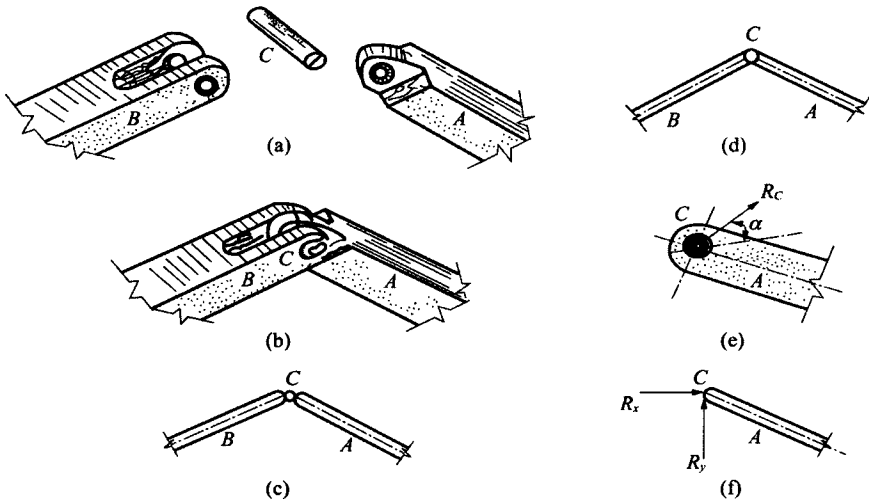


图1-6 圆柱铰链约束

### 4. 固定铰支座

工程上常用一种叫做支座的部件，将一个构件支承于基础或另一静止的构件上。如将构件用光滑的圆柱形销钉与固定支座连接，则该支座称为固定铰支座(图1-7(a))。固定铰支座的计算简图如图1-7(b)或(c)所示。

由固定铰支座的构造形式可知，它的约束性能与圆柱铰链相同，所以固定铰支座的约束反力与圆柱铰链的反力相同，如图1-7(d)所示。

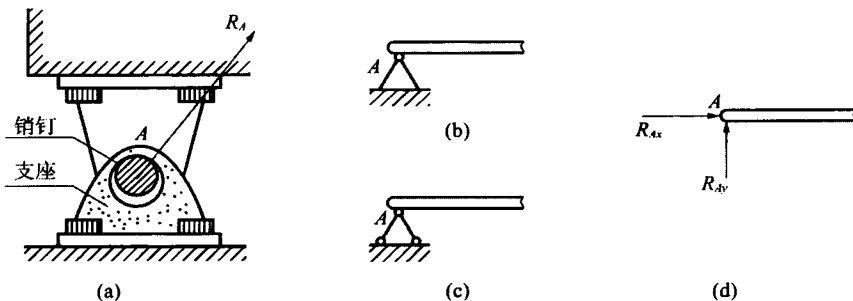


图1-7 固定铰支座