

职业高中汽车维修专业系列教材

机械基础

上海市教育局 上海市交通运输局 上海市公共交通总公司 编

上海科学技术出版社

· 职业高中汽车维修专业系列教材 ·

机 械 基 础

上 海 市 教 育 局
上 海 市 交 通 运 输 局 编
上 海 市 公 共 交 通 总 公 司

上海科学技术出版社

• 职业高中汽车维修专业系列教材 •

机 械 基 础

上 海 市 教 育 局

上 海 市 交 通 运 输 局 编

上海市公共交通总公司

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 常熟市印刷二厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 9.5 字数 208,000

1991年6月第1版 1991年6月第1次印刷

印数: 1—6,500

ISBN 7-5323-2329-3/TH·47(课)

定价: 2.20元

序

十一届三中全会以来,我国实行了一系列改革开放政策,经济得到了前所未有的发展。由于我国正处于社会主义初级阶段,必须以公有制为主体,大力发展有计划的商品经济,商品经济的活跃,离不开现代化的运输工具。在飞机、火车、轮船、汽车之中,最经济、最灵活、最实用的首推汽车,所以上海汽车的总数从1977~1990年有了大幅度的增长。这样,不仅驾驶员显得不足,汽车维修的人才就更加紧缺。教育要为经济建设服务,必须加速这方面人才的培养,要开设有关专业和编出相应的教材。就在着手编写这套系列教材的过程中,春风又传喜讯二则:

第一,国家教委在《关于发展与改革职业技术教育的决定》中指出:“要加强职业技术教育的教材建设……要尽快落实规划,组织好力量,本着全国统编和地方自编相结合,编、选、借、评相结合和一纲多本的原则,解决各类职业技术教育对教材的需要。”

第二,上海市委、上海市政府决定扩大轿车生产规模,到1995年将从目前每年生产不足2万辆增至12万辆,1994年还将开发出新车型投放市场。这样,汽车工业将成为上海第一支柱产业。

这些喜讯极大地鼓舞了全体编写人员,使大家了解自己工作的深远意义。与此同时,还应看到随着经济的不断发展,

今后汽车很可能会进入亿万百姓之家。到那时，学习汽车维修的，不仅是驾驶员和维修人员了，广大人民就像今天熟知自行车维修一样熟知汽车的维修，可以预料，学习汽车维修课本的读者肯定会与日俱增。

为了编好这套教材，教材编写委员会聘请了许多有实践经验的专家和有长期教学经验的老师参加这项工作，由于时间比较紧，编写过程中难免有不足之处，欢迎广大读者积极参与进来，提出宝贵意见，以使教材再版时能更趋完善。

上海市教育局副局长

凌同光

1991年1月

编 者 的 话

随着经济建设的发展，汽车拥有量与日俱增。为了适应这新形势，大力发展职业技术教育，加快汽车维修人员培训，提高维修人员的素质，显得十分必要。

在培训实践中，我们认识到要提高教育质量，教材建设非常重要。目前各校汽车维修专业使用的教材不统一，有些教材与教学要求相差甚远，给教学管理、教学研究、日常考查、技术等级考核等工作带来诸多不便。为此，上海市教育局职教处、上海市交通运输局人事教育处和上海市公共交通总公司教育处根据汽车维修专业教学大纲要求和中、初级汽车维修人员技术等级考核实施细则，结合多年职业技术教育经验和体会，专门组织有关人员编写了职业高中汽车维修专业系列教材，现先编写出版《汽车维修职业道德》、《汽车维修全面质量管理》、《机械制图》、《机械基础》、《汽车电工基础》、《汽车电气设备》、《汽车常用材料及加工工艺》、《汽车构造》、《汽车维修》等九本教材。在编写中注意从学生的实际出发，力求做到内容既系统全面，又突出重点，文字简炼，图文并茂，通俗易懂。

这套教材除供职业高中三年制汽车维修专业学生使用外，也可作为中等技工学校，成人中、初级汽车维修人员的培训教材和汽车维修爱好者的自学读物。

本教材由乐行编写，由徐文盛审稿。由于编写时间仓促，

书中不妥之处在所难免,敬请批评指正,以便今后修订。

职业高中汽车维修专业系列教材编委会

1991年1月

目 录

绪论	1
第一章 力学基础知识	5
第一节 力学基本概念	6
第二节 平面汇交力系	14
第三节 力矩和力偶	19
第四节 平面任意力系	24
第五节 摩擦	30
第六节 刚体定轴转动	37
第二章 材料力学基础知识	42
第一节 拉伸和压缩	43
第二节 剪切和挤压	52
第三节 圆轴扭转	56
第四节 弯曲	60
第三章 常用机构	74
第一节 概述	74
第二节 平面连杆机构	76
第三节 凸轮机构	90
第四节 间歇运动机构	96
第四章 三角带传动 链传动 螺旋传动	109
第一节 三角带传动	109
第二节 链传动	121

第三节	螺纹联接和螺旋传动·····	126
第五章	齿轮传动·····	149
第一节	概述·····	149
第二节	渐开线齿形·····	152
第三节	直齿圆柱齿轮的几何尺寸计算·····	154
第四节	渐开线齿轮啮合特性·····	161
第五节	其它齿轮传动·····	165
第六节	齿轮的根切、变位及精度简介·····	177
第七节	齿轮轮齿的失效形式·····	182
第八节	轮系·····	184
第六章	轴系零件·····	189
第一节	键联接·····	189
第二节	销联接·····	195
第三节	轴·····	196
第四节	轴承·····	204
第五节	联轴器·····	217
第七章	液压传动·····	223
第一节	概述·····	223
第二节	液压泵·····	233
第三节	液压缸·····	240
第四节	控制阀·····	245
第五节	液压辅件·····	251
第六节	液压基本回路·····	253
第八章	气压传动·····	267
第一节	概述·····	267
第二节	气动控制阀·····	269
第三节	气缸·····	273

第四节	辅助装置.....	277
第五节	气动基本回路与应用... ..	278
附表	常用液压及气动系统图图形符号 (GB786-76) ...	285

绪 论

一、本课程的性质、任务和学习内容

《机械基础》是职业高中汽车维修专业的基础技术课程。通过学习本课程，可以掌握静力学和材料力学的基本概念和有关运算方法；懂得分析现有机械的基本方法；熟悉和掌握一般机械中常用机构和通用零件的结构性能、标准、工作原理及其应用，能作简单的有关计算；熟悉主要气动、液压元件的工作原理、结构、作用、性能，对气动和液压传动系统能作简单的分析和计算，为学习专业课打下基础，也为走上工作岗位后搞技术革新提供必要的基础知识。

本课程的内容是介绍静力学和材料力学的基础知识，机械中的常用机构（平面连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构），主要的机械传动（三角带传动、链传动、螺旋传动、齿轮传动），常用的轴系零件（键、销、轴承、联轴器），气动和液压传动等。

学习本课程应贯彻理论联系实际的原则。从感性认识出发，联系日常生活、生产、汽车的使用和修理中的具体实例，提高到理论上进行分析，培养分析问题和解决问题的能力。同时还要认真做好习题，以使学习取得良好的效果。

二、机械基础概述

机械基础是机构和机器基础的简称。它是以研究机构和机器为对象的入门科学。

1. 机器

机器的种类繁多,如飞机、汽车和各种机床,它们的构造、性能和用途各不相同。但是,从机器的组成部分和运动的确定性及机器的功能关系来分析,

凡是机器都有以下三个共同的特征:

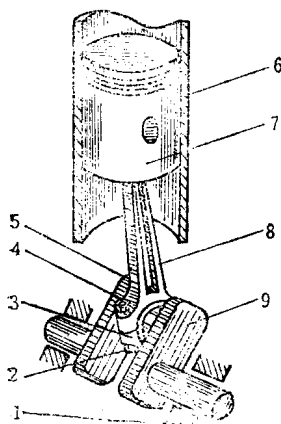


图 0-1 单缸内燃机

- 1-轴承; 2-螺栓; 3-连杆盖;
4-螺母; 5-连杆体; 6-气缸;
7-活塞; 8-连杆; 9-曲轴

① 机器是由许多构件组合而成的。如图 0-1 所示的单缸内燃机,它是由曲轴、连杆、活塞和气缸等构件组合而成的。

② 机器中的构件之间具有确定的相对运动。如图 0-1 所示的活塞相对气缸的往复运动,曲轴相对两端轴承的转动。

③ 机器可以用来代替人的劳动,完成有用的机械功或者实现能量转换。例如汽车可以改变

物体的空间位置,发电机可以把机械能转换为电能。

机器中的构件,就是指相互之间能作相对运动的刚性体。如图 0-1 中的曲轴、连杆、活塞、气缸等都是构件。而组成构件的相互之间没有相对运动的物体叫零件,如图 0-1 中的连杆是由连杆体、连杆盖、螺栓和螺母等零件所组成。因此构件是运动的单元,而零件是制造的单元。

2. 机构

只具有机器前两个特征,即具有确定相对运动构件的组合称为机构。从结构和运动的观点来看,机器和机构并无区别。

机构和机器的区别是：机构的主要功用在于传递或改变运动的形式，而机器的主要功用是为了利用机械能做功或能量转换。

由上所述可知，机器一般是由机构组成，机构是由构件组成，构件又由零件组成。为了简化叙述，常以机械一词作为机构和机器的总称。

3. 机械的组成

任何一种机械，基本上都是由原动部分、工作部分和传动部分所组成的。

原动部分是机械动力的来源。常用的原动机有电动机、内燃机和空气压缩机。

工作部分处于整个传动路线的终端，完成机械预定的动作。其结构形式完全取决于机械本身的用途。例如：金属切削机床的主轴、拖板。

传动部分是把原动机的运动和功率传递给工作部分的中问环节。例如：连杆机构、凸轮机构、带传动、螺旋传动和齿轮传动等。

另外，在自动化机械中，还有第四部分，即自动控制部分。

4. 运动副

运动副就是构件之间直接接触而又能产生一定形式相对运动的可动联接。如内燃机中活塞与气缸的相对运动。运动副按运动的范围来分，有空间运动副和平面运动副，在一般机械中常用平面运动副。平面运动副又可分为低副和高副。

(1) 低副 两构件之间作面接触的运动副。按两构件的相对运动情况，又可分为：

1) 转动副 两构件在接触处只作相对转动。如图 0-1 中曲轴与轴承组成的运动副。

2) 移动副 两构件在接触处只作相对移动。如图 0-1 中活塞相对气缸的上下移动。

3) 螺旋副 两构件在接触处只允许作一定关系的转动和移动的复合运动。如图 0-2 所示的机床丝杆与螺母组成的运动副。

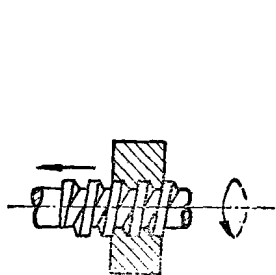
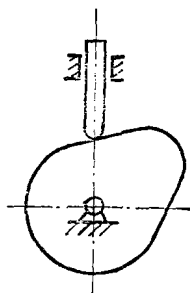
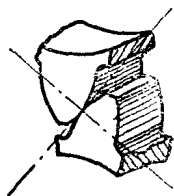


图 0-2 螺旋副



(a)



(b)

图 0-3 高副

(2) 高副 两构件之间作点或线接触的运动副。常见的高副有：凸轮机构中，推杆与凸轮的点接触〔图0-3(a)〕，直齿圆柱齿轮传动中，两齿面的线接触〔图0-3(b)〕。

低副的接触面一般是平面或圆柱面，比较容易制造和维修，承受载荷时的单位面积压力较小，但为滑动摩擦，摩擦力大，效率较低。

高副由于是点或线接触，承受载荷时的单位面积压力较大，构件接触处容易磨损，制造和维修较困难，但它能传递较复杂的运动。

第一章

力学基础知识

自然界中物质运动的一种最简单的运动形式，就是物体在空间的位置随时间的变化而改变，如星球的运动，汽车的行驶，机器的运转等，这种运动称为机械运动。

理论力学是研究物体机械运动规律及其应用的科学。若物体相对于地球处于静止状态或作匀速直线运动时，称为平衡状态。这是机械运动的特殊情形，即物体受力后其运动状态不发生变化。

理论力学包括静力学、运动学和动力学三个部分，本书着重介绍静力学。静力学研究物体受力分析方法和物体在力系作用下处于平衡的条件，是理论力学中较浅的部分。

在理论力学中，为了简化研究的问题，常把实际的物体看成为刚体。所谓刚体，就是在力的作用下不会发生变形的物体。实际上，任何物体在力的作用下都将产生不同程度的变形。不过在工程实际中，构件的变形都很微小，不会对静力学研究的结果有显著影响。

然而，当物体的变形在所研究的问题中成为主要因素时，如在材料力学中，就不能再将物体看成刚体，即使变形很小也应考虑。

第一节 力学基本概念

一、力的概念

1. 力

力的概念是人们在长期生产劳动和生活实践中逐步建立起来的。如车子运动状态发生了改变,是由于受到拉或推的作用;起吊重物时,重物受到钢丝绳的提升作用。这些物体间的相互作用,可以用力这个物理量来表达。概括起来说,力是物体间相互的作用,这种作用效应是使物体运动状态发生变化,也可使物体发生变形,甚至破坏。

当某一物体受到力的作用时,一定有另一物体对它施加这种作用。在研究物体受力时,必须分清哪个是受力物体,哪个是施力物体。

力使物体运动状态发生变化的效应称为外效应,而力使物体产生变形的效应称为力的内效应。静力学只研究力的外效应,材料力学将研究力的内效应。

2. 力的三要素

力对物体的作用取决于它的三要素:①力的大小;②力的方向;③力的作用点。三要素中有任何一个改变时,力对物体的作用效果也随之改变。

表示力的大小的单位符号为 N 。

3. 力的图示法

力是具有大小和方向的量,所以力是矢量。力的三要素可用带箭头的有向线段示于物体作用点上。线段的长度(按一定比例尺画)表示力的大小,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,这种方法叫做力的图示法。

如小车受 4 N 的推力,可用图 1-1 所示的有向线段来表

示。通过力的作用点,沿力的方向所画直线,称为力的作用线。本书用黑体字母表示矢量(例如 $\boldsymbol{F}$), 手写时可在字母上方加一带箭头的横线 ($\vec{F}$)。 F 表示 $\vec{F}$ 的大小。

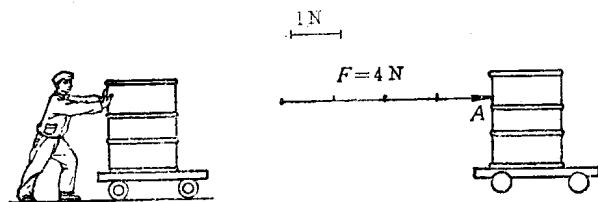


图 1-1 力的图示法

4. 力系

作用在同一物体上的一组力,称为力系。

如果一个力 $\boldsymbol{R}$ 对物体的作用效果和一个力系的作用效果相同,则此力 $\boldsymbol{R}$ 称为该力系的合力;力系中的每一个力都称为合力 $\boldsymbol{R}$ 的分力。

由已知力系求合力的过程称为力系的合成。反之,称为力的分解。

单独的力作用在物体上,会使物体的运动状态发生变化,但受力系作用的物体,它的运动状态可能并不发生变化。这是因为在有些力系中,各力对物体的作用恰好是相互抵消的,即力系的合力等于零,此力系称为平衡力系。

二、力的基本定律

1. 作用与反作用定律

两个物体间的作用力与反作用力总是成对出现,且大小相等,方向相反,沿着同一直线,但分别作用在两个物体上。如图 1-2 所示,当起重时,重物对绳子的作用力 $\boldsymbol{T}$,与绳子对重物的反作用力 $\boldsymbol{T}'$ 是同时产生的,且大小相等,方向相反。