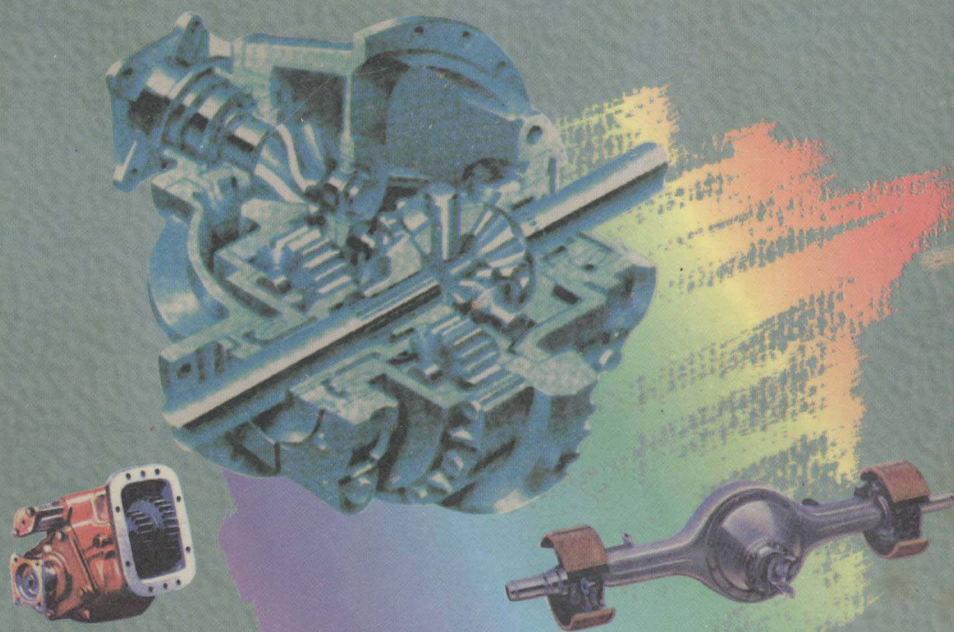


交通技工学校
通用教材

● 汽车修理
● 汽车钣金

机械基础

金芸兰 主编
赵 玢 主审



JIXIE JICHU

人民交通出版社

交通技工学校通用教材

JIXIE JICHU

机械基础

(汽车修理、汽车钣金专业用)

金芸兰 主编
赵 玢 主审

人民交通出版社

(京)新登字 091 号

内 容 提 要

本书是根据 1993 年交通部批准修订的《汽车驾驶员、汽车修理工教学计划、教学大纲》和新的《汽车钣金工、汽车电工、汽车站务教学计划、教学大纲》编写。

根据专业特点,将《理论力学》、《材料力学》和《机械基础》中的基础知识合并编写,统称为《机械基础》。本书共分理论力学基础、材料力学、机械传动、机构和轴系零件以及液压传动和气压传动五篇,内容结合汽车专业,突出基础知识的运用,图文并茂,通俗易懂,并配有习题集及答案。

本书是交通技工学校汽车修理、汽车钣金专业师生教学用书,亦可供汽车修理工、汽车钣金工以及从事机械类专业工作的技术人员和工人阅读参考。

交通技工学校通用教材

机 械 基 础

(汽车修理、汽车钣金专业用)

金芸兰 主编 赵 玢 主审

插图设计: 佺文利 正文设计: 崔凤莲 责任校对: 杨 杰

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

北京市密云县印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 13.25 字数: 339 千

1995 年 6 月 第 1 版

1995 年 6 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 0001—50000 册 定价: 12.00 元

ISBN 7-114-02055-4

U · 01382

交通技工学校教材工作领导小组成员

组 长：程景琨
成 员：李家本 沈以华 卢荣林

交通技工学校汽车专业教材编审委员会成员

主任委员：卢荣林

副主任委员：陈鸣雷

委 员：	邵佳明	刘奎文	赵 玢	魏 岩	高凤岭
	李景秀	李福来	刘洪禧	杨 信	魏自荣
	王 彤	张洪源	丁丰荣	阎东坡	
秘 书：	卢文民	马步进	戴育红		

前言

在交通部1987年成立的“交通技工学校教材编审委员会”领导组织下,于1990年陆续编审出版了适用于汽车驾驶、汽车修理两个专业11门课程的配套专业教材,共22种。这是建国以来第一轮正式出版的交通技工学校汽车运输类专业教科书,各教材发行量已近20万册,受到读者的欢迎,满足了各交通技工学校用书和社会各层次读者的需要。

随着改革开放和建设一个具有中国特色的社会主义总方针的进一步深入贯彻,汽车工业正在迅猛发展,汽车车型、结构、工艺、技术和材料也在不断发展。为适应汽车运输生产需要,根据交通部教育司[1993]185号文件精神,在交通部教育司“交通技工学校教材工作领导小组”领导下,成立了“交通技工学校汽车运输类专业第二轮教材编审委员会”,主要负责五个专业(工种)第二轮教材组织编审工作。编委会对第一轮教材使用中的社会反映做了调查工作,并根据1993年由交通部重新修订的《汽车驾驶员、汽车修理工教学计划和教学大纲》及新制定的《汽车电工、汽车钣金工、汽车站务教学计划和教学大纲》(试用)组织第二轮教材编写工作。修订再版和新编的教材有《汽车运输职业道德》、《机械识图》、《机械基础》、《汽车材料及金属加工》、《汽车构造》、《汽车电气设备》、《汽车维护与故障排除》、《钳工教学实习》、《汽车驾驶理论》、《汽车驾驶教学实习》、《汽车修理工艺》、《汽车交通安全》、《汽车运输管理知识》、《汽车维修企业管理》以及与各科配套的“实习教材和习题集及习题集答案”共14门课的教材;其它三个专业的新编教材是《汽车概论》、《汽车车身与附属设备》、《汽车钣金》、《钣金机械设备》、《汽车钣金实习》、《识图》、《汽车电气设备维修》、《汽车电气设备拆装实习》、《汽车电气设备维修实习》、《站务英语》、《交通地理》、《旅客心理学》、《汽车运输企业管理》、《汽车站务业务》、《汽车站务实习》以及配套的“实习教材和习题集及习题集答案”共15门课的教材。以上教材将陆续出版,其中有些教材适用于不同专业。

编委会根据《交通部教材编审、出版试行办法》和交通部教育司教高字[1993]190号“关于1994年教材交稿计划的通知”精神积极组织教材编写和出版工作。在教材编写中着重注意了交通职业技术教育目的和各专业、各学科的具体任务的要求,做到科学性和思想性相结合,并注意选择最基本的科学知识和理论,使学生获得本门学科的基础知识以及运用的能力。

教材的内容翔实,反映了最新科技成就,其针对性、实用性较强。并以国产东风EQ1092、解放CA1092、东风HZ1110G(柴)和解放CA1091K8(柴)等新型汽车为主,适当介绍了轿车的新结构,同时介绍了国内外的新工艺、新结构、新技术、新材料以及传统的和先进的工艺。突出技工学校特点,加强基本技能训练,并注意教学内容的系统性,同时注意到各门学科之间的联系性。文字精练,通俗易懂,图文并茂。

本教材是根据《机械基础教学大纲》编写,内容结合汽车专业,突出基础知识的运用,并配有《机械基础习题集及答案》,以培养学生分析问题和解决问题的能力,为学习专业课打下基础。

本教材的教学内容是按汽车修理专业教学大纲规定的 150 学时编写的。汽车钣金专业和汽车修理专业一年半制的高中生使用本教材时，只需讲授机械传动、机构及轴系零件以及液压传动和气压传动三篇内容，并根据专业特点和课时情况酌情取舍教学内容。

本教材（包括习题集及答案）由常州市交通技工学校金芸兰担任主编，其中第一章～第十五章由金芸兰编写，第十六章～第十九章由陈熔编写。由山东省临沂交通技工学校赵玢担任主审。

本系列教材在编写中参考了第一轮教材的有关部分，并得到很多兄弟技工学校、科研单位和有关工厂企业的关怀和大力支持，许多同志提供了丰富的资料和经验，并提出了不少宝贵意见，同时还引用了前辈们已取得的众多成果，使本教材更为丰富、充实，在此致以深切谢意。但由于编写时间仓促，加之编者水平有限，定有不少缺点和错误，诚望读者批评指正。

交通技工学校汽车专业教材编审委员会

1994 年 5 月

目 录

绪论	1
----	---

第一篇 理论力学基础

第一章 静力学基础	3
第一节 静力学的基本概念	3
第二节 静力学公理	4
第三节 约束与约束反作用力	5
第四节 物体的受力分析和受力图	8
第二章 平面汇交力系	10
第一节 三力平衡汇交定理	10
第二节 平面汇交力系合成的解析法	11
第三节 平面汇交力系平衡的解析条件	13
第三章 力矩和力偶	15
第一节 力矩	15
第二节 力偶	17
第三节 平面力偶系的合成及平衡条件	19
第四节 力的平移定理	20
第四章 平面任意力系	21
第一节 平面任意力系的概念	21
第二节 平面平行力系的平衡	23
第五章 摩擦	25
第一节 滑动摩擦	25
第二节 摩擦角和自锁	26
第三节 滚动摩擦阻概述	28
第六章 刚体的定轴转动	30
第一节 转速和线速度	30
第二节 转动惯量的概念	31
第三节 刚体变速转动与转动动力学方程	33
第四节 转矩的功率、机械效率	33

第二篇 材料力学

第七章 材料力学基础	35
第一节 材料力学的基本概念	35
第二节 拉伸和压缩	36
第三节 剪切和挤压	42
第四节 圆轴的扭转	44
第五节 直梁的弯曲	47
第六节 材料力学其它常用知识	51

第三篇 机械传动

第八章 摩擦传动和带传动	54
第一节 摩擦轮传动	54
第二节 带传动	56
第九章 螺旋传动	64
第一节 螺纹的种类及应用	64
第二节 螺旋传动	67
第十章 链传动和齿轮传动	71
第一节 链传动	71
第二节 齿轮传动	74
第十一章 轮系	92
第一节 轮系的应用和分类	92
第二节 定轴轮系	93
第三节 周转轮系	95

第四篇 常用机构及轴系零件

第十二章 平面连杆机构	99
第一节 四杆机构的基本类型	99
第二节 四杆机构的演化及应用	102
第三节 四杆机构的运动特性	104
第十三章 凸轮机构	106
第一节 凸轮机构的概述	106
第二节 凸轮机构从动件的运动规律	107
第十四章 其它常用机构	110
第一节 变速机构	110

第二节	变向机构	115
第三节	间歇运动机构	117
第十五章	轴系零件	121
第一节	键和销的联接	121
第二节	轴	124
第三节	轴承	127
第四节	联轴器、离合器、制动器	136

第五篇 液压传动和气压传动

第十六章	液压传动的基本概念	142
第一节	液压传动概述	142
第二节	压力和流量	144
第三节	液压传动的压力、流量损失和功率	149
第十七章	液压元件	152
第一节	液压泵	152
第二节	液压油缸	156
第三节	液压控制阀	161
第四节	辅助元件	166
第十八章	液压基本回路及系统实例分析	168
第一节	液压基本回路	168
第二节	液压系统实例分析	172
第十九章	气压传动	176
第一节	气压传动的工作过程及组成	176
第二节	气动元件	178
第三节	气压传动实例	182
附录		184
	一、中华人民共和国法定计量单位(GB 3100—86 摘录)	184
	二、机构运动简图符号(GB 4460—84 摘录)	184
	三、常用液压系统图图形符号(GB 786—76 摘录)	195
参考文献		199

绪 论

本课程的性质、内容和任务

机械是人类进行生产劳动的工具,也是社会生产力发展水平的重要标志。《工程力学》和《机械基础》是与工程实际密切联系的技术基础知识课。随着改革开放政策的进一步深化,汽车制造业和汽车运输业发展迅速,全国汽车保有量大幅度增长,相应的汽车修理行业也在同步发展。汽车行业的机械研究、改装革新和使用维修都要以力学理论为基础;同时要掌握汽车修理机械设备的构造、原理和运动规律。为适应交通技工学校汽车专业教学特点,贯彻“少而精”的原则,将《工程力学》和《机械基础》合并统称为《机械基础》,这是汽车修理工和钣金工的一门必修课。

《机械基础》包括理论力学、材料力学、机械传动、常用机构及轴系零件、液压传动和气压传动五篇内容。作为汽车修理和汽车钣金专业的技校学生,必须努力学好《机械基础》课,掌握有关机械设备的受力分析、构造原理和运动规律,能够合理选材、正确运用、科学修理和进行技术革新,更好地为实现交通现代化贡献力量。

理论力学是研究各种机械上构件的受力情况和平衡规律,为机械的使用、维修、技改提供必要的基础知识。材料力学是研究工程构件在载荷作用下变形和破坏的规律,在保证构件既安全又经济的前提下,为合理选材、确定合理的截面形状和尺寸,为维修作业和技改工作提供有关的基础知识和基本计算方法。机械传动、常用机构及轴系零件是机械方面的基础知识,是学习专业技术课和从事技改工作的基础。

液压传动和气压传动在汽车及汽车修理设备中应用十分普遍,也作为技术基础的内容介绍。

教学方法

对于这门综合性的技术基础课,进行教学时,贯彻理论与实际相结合的原则,结合汽车修理和钣金修理技术的实例进行分析;教学中要充分利用模型、实物、教具演示、电化教学和现场教学,同时要求学生认真做好习题,培养学生分析问题和解决问题的能力。

名词术语

汽车、汽车修理和钣金设备,其外形、结构和用途各不相同,但都有共同之点,这些设备都是由几种机构组成的,而机构又是由各种不同的零件组成。为了更好地使用和维修机械设备,必须熟悉机构和零件的用途,了解其结构原理和性能。

1. 机器 机器的种类很多,其构造、性能和用途各不相同,但从机器的组合和运动的特点及功能转换关系来分析,凡是机器都有以下三个共同的特征:

(1) 机器由许多构件组合而成,图 0-1 所示为汽车发动机,它是由气缸 11、活塞 10、连杆 3、曲轴 4 等构件组合成。

(2) 机器中的构件之间又具有确定的相对运动关系,如图 0-1 中所示的活塞 10 在气缸 11

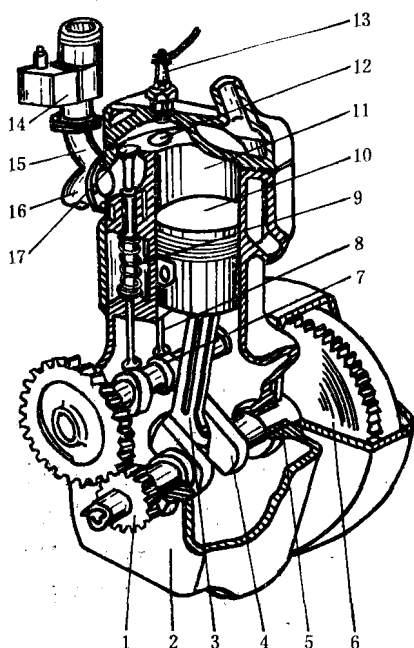


图 0-1 单缸汽油发动机

1-正时齿轮；2-曲轴箱；3-连杆；4-曲轴；5-轴承；6-飞轮；7-凸轮；8-推杆；9-弹簧；10-活塞；11-气缸；12-进气门；13-火花塞；14-化油器；15-进气管；16-排气管；17-排气门

中作往复运动，曲轴 4 相对两端的轴承作连续转动。

(3) 机器可完成有用功或者进行能量转换。例如汽车运输物资，就是汽车发动机的热能转换为机械能；电动机可以把电能转换为机械能。一台机器通常由原动部分（动力部分）、工作部分和传动部分组成。例如空气和燃料混合燃烧的热能转变为机械能，推动活塞运动，这是汽车的动力部分；通过传动系统将动力传给汽车车轮，车轮为工作部分，完成机器功能的转换。

2. 机构 所谓机构就是具有确定的相对运动构件的组合，主要的功用在于传递或转变运动的形式。例如图 0-1 中活塞连杆机构，它可将活塞的往复运动转变为曲轴的旋转运动。

3. 机械 是机器和机构的总称。

4. 运动副 两构件直接接触而又能产生一定相对运动的联接，称为运动副。由于运动副中两构件接触的形式不同，运动副又分低副和高副。

1) 低副 两构件之间作面接触的运动副。低副又分为：

(1) 转动副 两构件在接触处只有相对转动，如图 0-

2a 所示；

(2) 移动副 两构件在接触处只有相对移动，如图 0-2a 所示；

(3) 螺旋副 两构件在接触处有转动和移动的复合运动，如图 0-2a 所示的丝杠与螺母组成的运动副。

2) 高副 是指两构件间作点或线接触的运动副，如图 0-2b 所示。

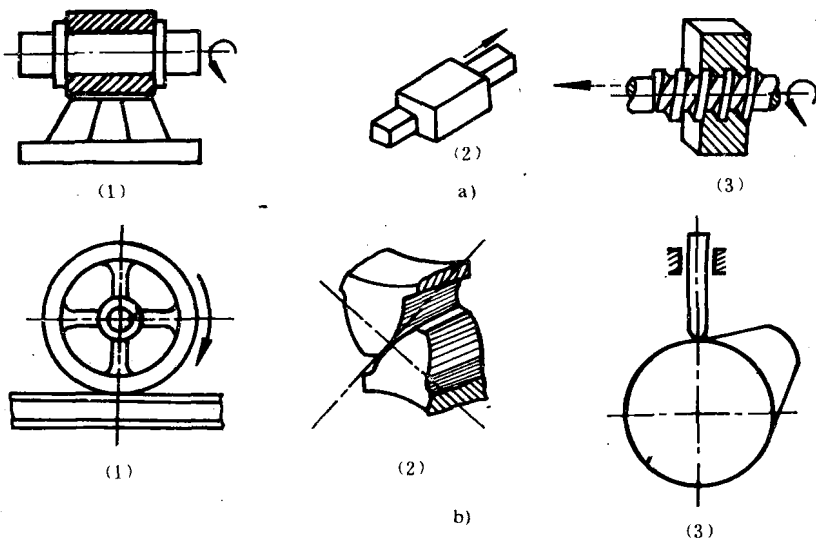


图 0-2

a) 低副

b) 高副

(1) 转动副；(2) 移动副；(3) 螺旋副

(1) 滚轮与道轨为点接触；(2) 凸轮与从动件为点接触；(3) 两齿廓曲线为线接触

第一篇 理论力学基础

理论力学是研究物体机械运动规律及其应用的学科。所谓机械运动，是指物体在空间的位置随时间的变化。这是人们在日常生活和生产中最常见的一种运动形式，也是宇宙间物质运动的一种最简单的形式。例如星球的运行，轮船、汽车的行驶，机器的运转等都是机械运动。

在自然界里物体相对于地球处于静止状态或作匀速直线运动时，称它为平衡，这是机械运动的一种特殊情况。

理论力学包括静力学、运动学和动力学三部分，本书着重讨论静力学。静力学是研究物体受力分析方法和物体在力系作用下平衡条件的问题。

第一章 静力学基础

第一节 静力学的基本概念

一、力的概念

力是一个物体对另一物体的机械作用，作用的结果，使物体的运动状态发生变化或者使物体发生变形。例如锉削工件就必须克服分子的内聚力；压缩弹簧要克服弹簧的张力，使弹簧缩短；举起重物要克服地心引力，使重物升高等等。这都是使人在劳动中感觉到力的存在，力是不能脱离物体单独存在的。实践证明，力对物体的作用效果决定于力的大小、方向和作用点位置。图 1-1a 为推小车运油桶，用力的大小，力的方向是向左面还是向右，推车的点在 A 点或在其他位置都会使小车的运动状态发生变化。

力的三要素是指力的大小、方向和作用点的位置。三要素中任何一个要素的改变，都会使力的作用效果随之改变。力是矢量，是既有大小又有方向的量。它的单位用 N 或 kN 表示。力可用一有方向带箭头的线段表示，线段的长为力的大小，线段的始端或末端表示作用点，箭头表示方向，如图 1-1b 所示。

二、刚体的概念

刚体 就是物体受到任何外力作用后，它的形状和大小始终保持不变的物体。实际上自然界中刚体是不存在的，因为任何物体受到外力作用后，或多或少要改变形状或发生变形。但这种变形是很微小的，对于研究物体的平衡问题没有影响，所以在静力学中研究物体的平衡

时，都把它看作刚体。

三、平衡的概念

平衡是个相对的概念，是把物体看成相对于地面而处于静止或保持匀速运动状态，称为平衡状态，简称平衡。例如厂房、桥梁等对地面来讲呈静止不动，即视为处于平衡状态。平衡是物体机械运动中的一种特殊情况。

第二节 静力学公理

公理 就是人类经过长期的观察和实验积累起来的经验，加以概括和总结得到的结论，它的正确性在实践中得到了验证，已被人们公认为符合客观现实的真理。静力学公理概括了力的一些基本性质，是建立静力学理论的基础。

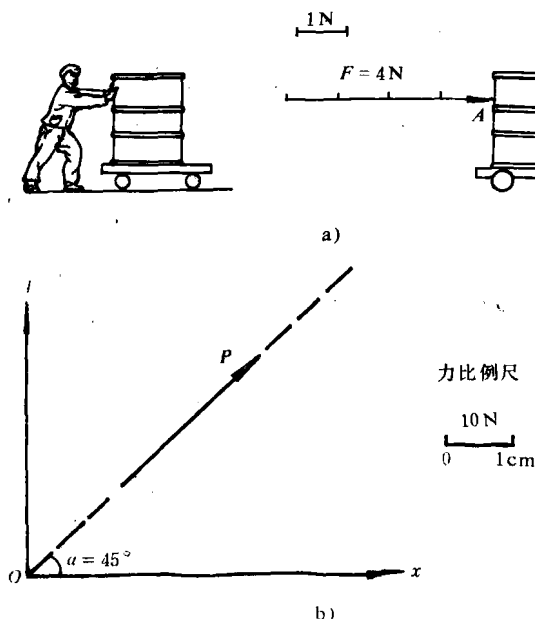


图 1-1

a)推小车运油桶；b)力的表示方法

公理 1 (力的平行四边形公理) 作用于物体上同一点的两个力，可以合成为一个合力，合力也作用于该点上。合力的大小和方向，用这两个力作为邻边所构成的平行四边形的对角线确定，如图 1-2 所示。图 1-2b 中， F_1 、 F_2 为作用于 O 点的两个力，以这两个力为邻边作出平行四边形 $OACB$ ，再从 O 点作出其对角线 OB 就是 F_1 与 F_2 的合力 F 。实际上，在求合力 F 时，不一定要把整个平行四边形 $OACB$ 都画出来，根据平行四边形的性质，只要作出对角线一侧的三角形 ($\triangle OAB$ 或 $\triangle OCB$) 即可。如图 1-2c 中，只要将矢线 F_1 与 F_2 首尾相接成一折线 OAB ，再用直线 OB 连接成封闭三角形， OB 就代表合力 F 。在作折线时，两力的先后次序是可以任选的。这种力的合成法称为力的三角形法则。它是从平行四边形法则演变来的，应用更简便。但要注意的是利用 F_1 、 F_2 作三角形求合力 F 时，并没有改变力 F_1 、 F_2 的作用点，仅是求它的大小。

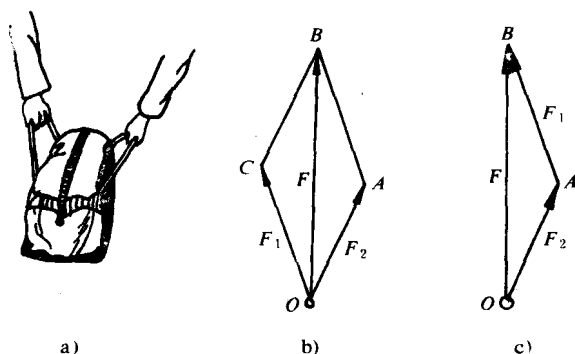


图 1-2 力的平行四边形法求合力

公理 2 (二力平衡公理) 刚体只受两个力作用而处于平衡状态时，这两个力的大小相等，方向相反，而且作用在同一直线上。

二力构件 就是只有两个着力点处于平衡的构件，它的特点是所受的这两个力必沿着作用点的连线。如构件为杆状，二力杆的两个力的作用线必定在两个力作用点的连线上，且等值反向，如图 1-3 所示。杆 DC 即二力杆 (不计自重)。

公理 3 (作用与反作用公理) 两个物体间的作用力与反作用力总是成对出现的，而且大

小相等、方向相反，沿着同一条直线。但它们分别作用在两个不同的物体上，同时产生又同时消失。必须指出，作用力与反作用力和二力平衡的区别是作用力与反作用力是作用在两个物体上，它们是不能平衡的。图 1-4 所示为一对齿轮传动，主动轮给从动轮作用力为 P ，从动轮给主动轮的反作用力 P' ，它们是大小相等、方向相反，作用在同一条直线上但不平衡。二力平衡是两个力作用在同一个物体上，大小相等、方向相反，且作用在两个作用点的连线上。

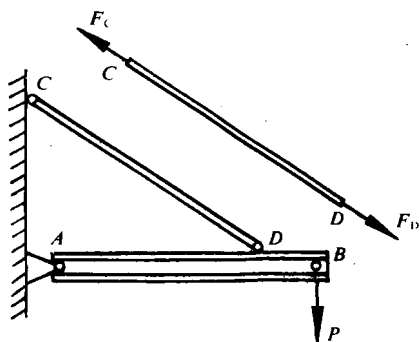


图 1-3 二力构件

公理 4 (加减平衡力系公理) 在作用着已知力系的刚体上，加上或减去任意的平衡力系，并不改变原来力对刚体的作用效果。如图 1-5 所示， F 力作用在小车的 A 点，如在 F 力的作用线上任取一点 B ，在 B 点加一平衡力系 F_1 和 F_2 ，使 $F_1 = F_2 = F$ ，根据公理 2 和 4 知， F_1 、 F_2 和 F 对刚体的作用与力 F 单独作用时效果相同。由于 F_2 与 F 等值、反向，共线作用在一个刚体上平衡，如将 F 与 F_2 去掉，剩下 F_1 ，其大小方向与 F 相同，相当于 F 从 A 点移到了 B 点，对小车的的作用效果相同。

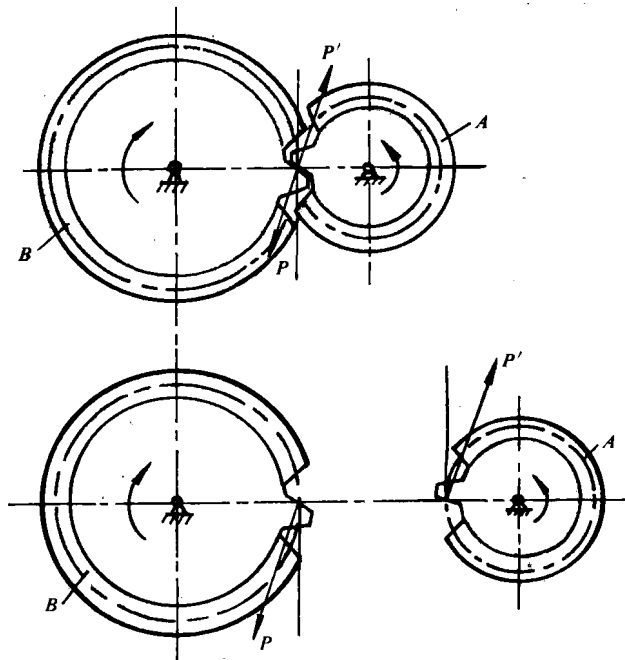


图 1-4 作用与反作用

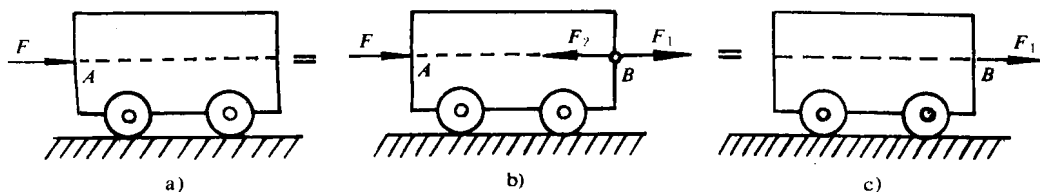


图 1-5 加减平衡力系的证明

推论 (力的可传性原理) 作用在刚体上某点的力，沿着它的作用线移到刚体内任一点，不会改变它对刚体的作用。从力的可传性原理可以看出，对刚体来讲，力的作用点已不再是决定其效果的要素之一，而是由作用线取代了。这个规律只适用刚体，不适用于变形体。

第三节 约束与约束反作用力

在自然界里一切事物都互相联系，又有限制。如果一物体的运动受到周围物体的限制时，这些周围物体称为约束。例如吊起重物受到钢索的约束，行走的火车受到铁轨的约束，开

关自如的门受到铰链的约束。既然约束阻碍物体的运动，约束必然对物体有力的作用，这个力称为约束反作用力，简称约束反力。约束反力是阻碍物体运动的力即被动力；促使物体运动的力（如地球引力、拉力、压力）称主动力。主动力和被动力都是作用在物体上的外力（即载荷）。因为约束反力是阻碍物体运动的力，它的作用点应在约束与被约束物体相互联接或接触之处，而方向应与约束所阻碍物体运动方向相反，这是确定约束反力的方向和作用点位置的基本方法。

在工程中常见的几种约束类型与确定约束反力的方法：

1. 柔体约束

如绳索、链条、皮带等所形成的约束称柔体约束。它只能承受拉力，不能承受压力，其

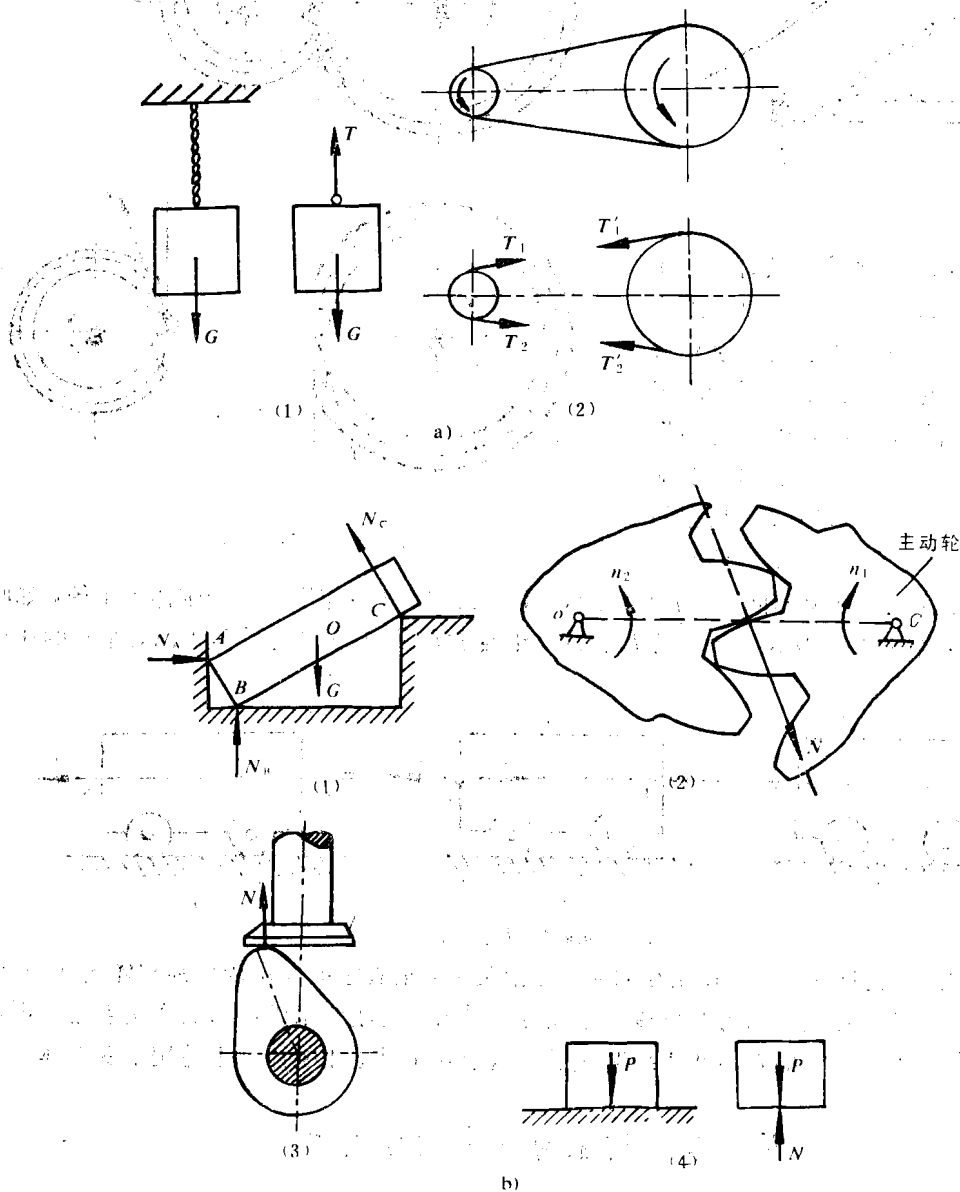


图 1-6
a) 柔体约束；b) 光滑面约束

约束反作用力作用于联接点，方向沿着绳索而背离物体。如图 1-6a 中 (1) 所示，为钢索吊起重物，图 1-6a 中 (2) 为带传动，它们受到的拉力就是约束反作用力。

2. 光滑面约束

两个相互接触的物体 (图 1-6b)，不计摩擦，它们之间的约束称为光滑面约束。物体在光滑的支承面上自由滑动，受到支承面的阻碍，支承面对物体形成约束。光滑面约束的反作用力通过接触点，方向总是沿着接触表面的公法线方向，指向受力物体，使物体受一法向压力作用，称为法向反力。如图 1-6b 中 (1) 为点和面接触，反作用力过接触点指向物体；图 1-6b 中 (2)、(3) 为曲面与曲面接触和曲面与平面接触，它们的反作用力也是过接触点法线方向，并指向物体；图 1-6b 中 (4) 为面与面接触，反作用力过接触面法线方向指向物体。

3. 铰链约束

由铰链构成的约束称为铰链约束 (图 1-7)。这种约束是圆柱销插入孔内，联接二个构件，使构件自由转动，不能移动。图 1-7a 为铰链结构，由销 C 插入 A 、 B 构件的孔中形成铰链联接。图 1-7b 为内燃机曲柄连杆机构，连杆小端与活塞通过销轴联接；连杆大端与曲轴颈联接，它们都是铰链联接。

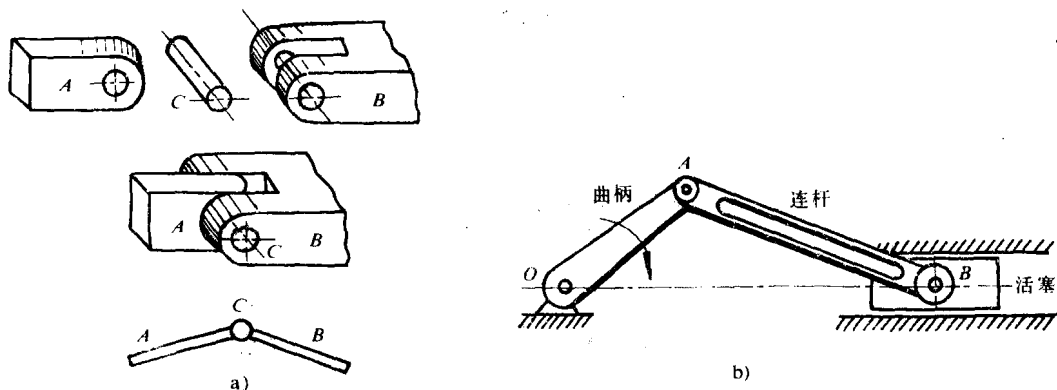


图 1-7 铰链约束

工程上常见的铰链支座约束有：

(1) 固定铰链支座如图 1-8a 所示，用圆柱销 2 联接的两个构件中，有一个是固定件称支座 3，它约束限制构件 1 沿圆柱销半径方向移动，不能限制其转动。约束反作用力是通过圆柱销的中心，其大小和方向不定 (如图 1-8a 中 (2) 所示)，根据构件的受力情况而定，常以相互垂直的两个分力来代替，如图 1-8a 中 (3) 所示。

(2) 活动铰链支座 (如图 1-8b 所示)，用几个圆柱形滚子支撑的活动支座，可任意作水平方向的运动，但限制垂直方向的运动，这种约束称为活动铰链支座。图 1-8b 中 (1) 为活动铰链支座结构，不计摩擦，这种支座能限制被联接件沿着支承面的法线方向上、下运动。约束反作用力的作用线通过铰链中心，并垂直于支承面，方向随载荷情况而定。图 1-8b 中 (2) 和 (3) 为两种可能的情况。

4. 固定端约束

一端固定、另一端为自由的支座称为固定端约束，它可限制构件向任何方向的移动和转动，如镗缸机的刀杆就是固定端约束 (如图 1-9a 所示)。图 1-9b 为镗缸机刀杆。

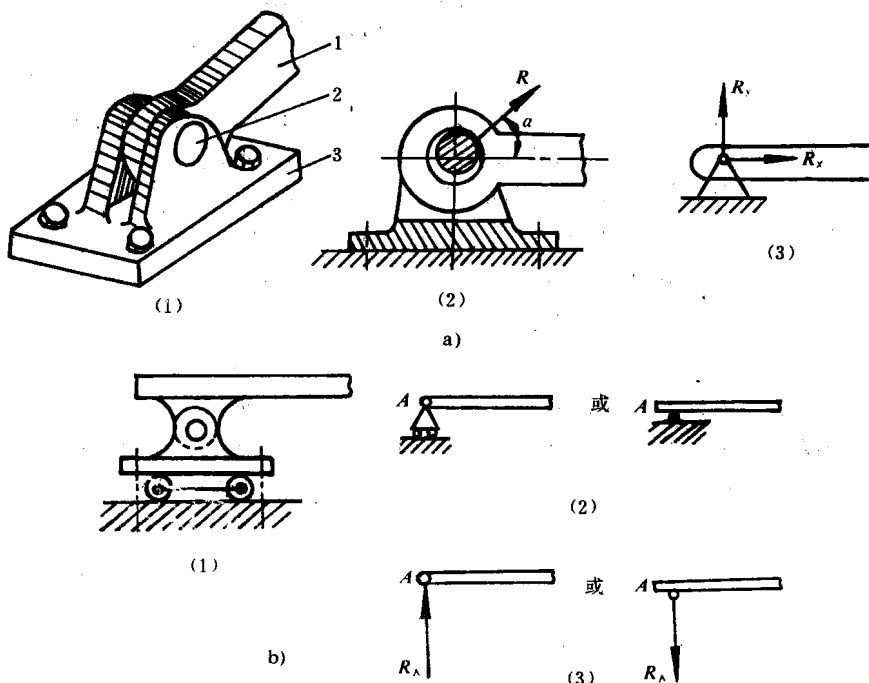


图 1-8

a) 固定铰链支座; b) 活动铰链支座

1-构件; 2-圆柱销; 3-支座

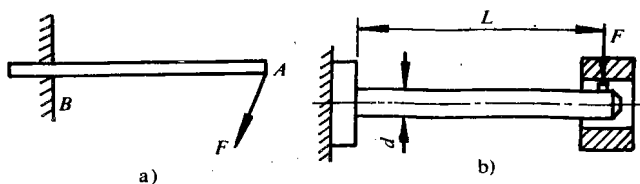


图 1-9 固定端约束

第四节 物体的受力和受力图

为了分析物体的受力情况, 把需要研究的物体 (就是研究对象) 从所受的约束中分离出来, 单独画出它们的简图, 再在它上面画出所受的全部主动力和约束反力。约束解除后, 以约束反力来代替原有的约束作用。解除约束后的物体称为分离体。画出分离体上所有作用力的图, 称为物体的受力图。

准确地画出物体的受力图是解决静力学平衡问题的关键, 否则影响计算的正确结果。对物体进行受力和画受力图时, 可按以下步骤进行:

- (1) 首先确定研究对象, 分析研究对象周围有哪些约束, 应如何确定约束反力;
- (2) 将研究对象从约束中分离出来;
- (3) 在研究对象上画出全部力 (主动力和约束反力)。

例 1-1 匀质球重 G , 用绳系住, 并靠于光滑的斜面上, 如图 1-10a 所示, 试分析球的受力情况, 并画受力图。