

汽车机械基础

主编 蔺文刚 王建莉



中南大学出版社

汽车机械基础

主 编 蔺文刚 王建莉
副主编 李兴慧 高东璇



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

汽车机械基础/蔺文刚,王建莉主编.

—长沙:中南大学出版社,2016.7

ISBN 978-7-5487-2317-2

I. 汽... II. ①蔺... ②王... III. 汽车-机械学
IV. U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 174899 号

汽车机械基础

QICHE JIXIE JICHU

蔺文刚 王建莉 主编

☐责任编辑 刘 灿

☐责任印制 易红卫

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 长沙市宏发印刷有限公司

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 18.25 ☐字数 452 千字

☐版 次 2016 年 7 月第 1 版 ☐印次 2016 年 7 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-2317-2

☐定 价 45.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

全国高等职业教育汽车类“十三五”规划教材编委会

主 任

李东江 王法长

副主任

(按姓氏拼音排序)

邓政洲	冯月崧	袁红军	陆耀良
李晶华	廖 明	孙立宇	苏 州
王国强	杨立峰	周志伟	

委 员

(按姓氏拼音排序)

蔡乙贤	陈顺强	陈伟儒	陈镇亚
成起强	高 明	归华君	何宇漾
柯文远	赖晓龙	李春辉	梁灿基
梁永勤	梁志伟	廖毅鸣	林耀忠
蔺文刚	刘及时	刘 宜	龙文婷
明邦平	谭光尧	王建莉	王一斐
韦 清	温锦文	谢岳辉	徐 振
颜其慧	张 隼	张璐嘉	张淑梅

总序

Preface

汽车后市场风云变幻，打破配件垄断、汽车维修技术信息公开、互联网+、大众创业万众创兴等对传统汽车后市场业态产生了巨大冲击，传统业态——4S店、一二类综合性维修企业的发展空间备受挤压，利润大幅缩水，甚至面临企业的生存问题；而新兴业态——上门保养，召技上门，快修快保连锁经营，综合维修企业联盟发展，汽车维保线上下单、线下作业等层出不穷但却没有赚到理想中的利润，发展前途堪忧。而随着制造汽车的原材料、汽车零部件的加工工艺、汽车装配工艺、汽车运行材料等的技术进步，以及道路条件的大幅改善，汽车的故障概率大幅度下降，汽车的可靠性大幅度提高，“汽车不坏了”已经是一个不争的事实；在环保和能源的重重重压之下，新能源汽车，特别是纯电动汽车的市场份额将急剧扩大。因此，过去汽车“以修为主”的时代已经成为历史，“以养代修”的汽车后市场时代已经来临。基于以上现实，不久的将来，传统业态中的4S店、大型综合性汽车维修企业将面临大批倒闭的困境，汽车后市场的转型升级势在必行；流程化、规范化、标准化、专业化、品牌化、连锁化的汽车专项维修将是汽车后市场的必然发展趋势；汽车后市场对汽车类人才的需求将从单一的“技术技能型人才”向“技能服务型人才”过渡，过去汽修职业教育“以就业为导向”的人才培养模式将面临挑战，毕业生将无业可就，倒逼汽修职业教育人才培养向“以创、就业为导向”人才培养模式转变，因此汽修职业教育也必须进行转型升级，从而汽车职业教育也要从人才培养模式、人才培养方案、教学计划、教学大纲、课程建设、师资队伍建设、实训基地建设等方面进行全新规划。

职业教育不是为过去的行业培养人才，而是要为未来的行业发展需求储备人才，因此职业教育要紧跟行业发展，甚至要预判行业未来发展趋势，走在行业发展的前面，千万不能职业教育和行业发展两张皮，我办我的教育，



不管行业发展什么事。因此汽修职业教育一定要研究汽车后市场，一定要贴近汽车后市场，一定要比汽车后市场更懂汽车后市场，要知道汽修职业教育到底应该教什么！到底应该怎么教！到底要教到什么程度！谋定而后动，直击汽修职业教育的痛点。鉴于此，中南大学出版社邀请行业专家参与，组织国内知名汽修高等职业院校教育专家共同剖析汽车后市场发展现状，研究汽车后市场发展趋势，积极探索汽修职业教育人才培养方案和人才培养模式，以满足汽车后市场现实要求和适应未来汽车后市场未来发展需求为出发点，构建全新的汽修与汽服职业教育课程体系，打造全国高等职业教育汽车类“十三五”规划教材，相信这套丛书的出版将对推动我国汽车职业教育的发展，为汽车后市场的发展奠定基础。

李东江
2016 年 6 月

前言

Foreword

汽车机械基础是汽车类专业开设的一门综合性基础课程，是一门内容非常广泛且全面的基础课程。汽车机械基础课程的学习能为后续学习汽车专业课程打下良好的基础。

本教材的编写以培养应用型人才的总目标出发，以近年来汽车机械基础系列课程体系改革的研究与实践成果为基础，针对当前高职高专院校学生的特点，结合编者教学中积累的一些经验、体会，本着“实用”“够用”的原则，拓宽理论基础知识范围，减少不必要的理论论述和计算。希望在满足学生就业需求的同时，使之具有再学习和可持续发展的职业能力；在帮助学生理解理论知识的同时，突出理论知识的工程应用，培养学生的实际工程应用能力。编写时力求语言简练、通俗易懂、图文并茂。

本教材主要内容包括“力学基础知识”“材料基础知识”“机械原理基础知识”“液压与液力传动基础知识”“公差与配合基础知识”及“汽车制造工艺基础知识”六个方面，在现有汽车机械基础系列教材主要教学内容基础上，依据课堂教学体会加入了“液力传动技术”和“汽车制造工艺”两部分内容。其中增加“液力传动技术”是基于液力传动与液压传动的区别，及液力传动在自动挡车的液力自动变速器中的应用；而增加“汽车制造工艺”是为了让汽车类专业学生了解汽车的毛坯、零部件及总装的制造方法及制造过程。

本教材由蔺文刚、王建莉担任主编，李兴慧、高东璇担任副主编。甘肃交通职业技术学院的蔺文刚老师编写了项目一“静力学基础”及项目三“汽车常用工程材料”的内容；甘肃交通职业技术学院王建莉老师编写了项目五“汽车机械联接”、项目六“汽车机械传动”、项目八“液压与液力传动”及项目十“汽车制造基础”；四川工程职业技术学院李兴慧老师编写了项目二“材料力学”及项目九“公差与配合”；四川工程职业技术学院高东璇老师编写了项目



四“汽车常用机构”及项目七“汽车轴系零部件”的内容。在本教材编写过程中，我们参考了大量相关教材、论著及网页，在此对原作者一并表示诚挚的谢意。同时，还要感谢甘肃交通职业技术学院汽筑工程系李维臻教授、王一斐教授对本次教材编写的大力支持。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不当之处，恳请读者批评指正。

编 者

2016 年 6 月

目录

C O N T E N T S

项目一 静力学基础	(1)
任务一 静力学基本概念及公理	(1)
任务二 受力分析与受力图	(5)
任务三 平面汇交力系	(9)
任务四 力矩与力偶	(13)
任务五 平面任意力系	(16)
项目二 材料力学	(23)
任务一 轴的拉伸与压缩变形	(23)
任务二 剪切和挤压	(31)
任务三 圆轴扭转	(33)
任务四 梁的弯曲变形	(35)
项目三 汽车常用工程材料	(39)
任务一 金属材料的性能	(39)
任务二 钢铁材料	(49)
任务三 钢铁材料的热处理	(56)
任务四 有色金属及其合金	(63)
任务五 非金属机械材料及应用	(71)
任务六 汽车材料的选用	(82)
任务七 汽车运行材料	(88)
项目四 汽车常用机构	(100)
任务一 汽车常用机构基础	(100)
任务二 平面连杆机构	(106)
任务三 凸轮机构	(113)
任务四 间歇运动机构	(116)



项目五 汽车机械联接	(120)
任务一 键联接	(120)
任务二 紧固联接	(124)
任务三 螺纹联接与传动	(125)
项目六 汽车机械传动	(133)
任务一 带传动	(133)
任务二 链传动	(142)
任务三 齿轮传动	(146)
任务四 蜗杆传动	(155)
任务五 齿轮系	(157)
项目七 汽车轴系零部件	(168)
任务一 轴	(168)
任务二 轴承	(172)
任务三 联轴器	(179)
项目八 液压与液力传动	(182)
任务一 液压传动技术的认知	(182)
任务二 液压泵和液压马达	(186)
任务三 液压缸	(192)
任务四 液压控制阀	(195)
任务五 液压辅助元件	(212)
任务六 汽车典型液压系统	(220)
任务七 液力传动	(222)
项目九 公差与配合	(229)
任务一 尺寸公差与配合	(229)
任务二 形位公差	(235)
任务三 表面粗糙度	(238)
任务四 测量技术基础	(240)
项目十 汽车制造基础	(246)
任务一 汽车毛坯制造工艺基础	(247)
任务二 汽车零件机械加工工艺及设备	(256)
任务三 装配工艺基础	(276)
参考文献	(281)



项目一 静力学基础

学习目标

1. 知识目标:

- 1) 掌握静力学基本概念;
- 2) 熟悉物体的受力分析;
- 3) 熟悉汇交力系合成的方法;
- 4) 掌握力矩与力偶的合成方法;
- 5) 掌握平面任意力系的简化方法。

2. 能力目标:

- 1) 能绘制简单物体的受力图;
- 2) 能对简单零件所受的扭矩进行分析;
- 3) 能计算零件受到的任意力系的大小及方向。

任务一 静力学基本概念及公理

1.1 静力学基本概念

1.1.1 力的概念

人们在长期的生产和生活实践中逐步形成并经过科学的抽象而建立了力的概念,力是物体之间的相互机械作用,这种作用会使物体的形状尺寸和运动状态发生改变。力使物体的形状尺寸发生改变称为力的内效应,力使物体的运动状态发生改变称为力的外效应。

汽车钢板弹簧在外力作用下发生变形,施加外力的物体是施力物体,钢板弹簧是受力物体,这是力的内效应,如图 1-1 所示。手推工具车使工具车由静止开始运动,手是施力物体,工具车是受力物体,这是力的外效应,如图 1-2 所示。

力对物体的作用效应取决于三个要素:力的大小(单位为牛,记作 N)、力的方向、力的作用点。这三者称为力的三要素。力是一个有大小和方向的矢量,可以用一具有方向的线段表示,如图 1-3 所示。线段的起点或终点表示力的作用点,箭头的指向表示力的方向,线段的长度(按一定比例尺)表示力的大小,通过力的作用点沿力的方向的直线称为力的作用线。

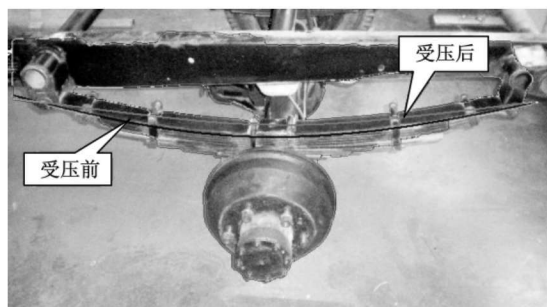


图 1-1 力的内效应

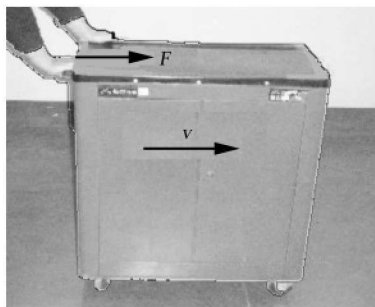


图 1-2 力的外效应

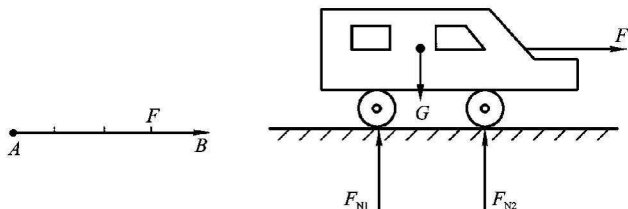


图 1-3 力的表示方法

力的单位: 牛顿(N)、千牛(kN)、公斤力

换算: $1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}$; $1 \text{ kgf} = 9.8 \text{ N}$

1.1.2 力系的概念

若干个力作用在同一个物体上组成的系统称为力系, 如果物体在一个力系的作用下保持平衡, 则称该力系为平衡力系。如果两个力系对同一物体的作用效应完全相同, 则称这两个力系互为等效力系。当一个力系与一个力的作用效应完全相同时, 把这—个力称为该力系的合力, 而该力系中的每一个力称为合力的分力。

1.1.3 刚体的概念

刚体是指在受力状态下保持其几何形状和尺寸不变的物体。任何物体在力的作用下都会产生不同程度的变形, 不过工程实际中物体的变形都很微小, 在许多情形下可以忽略不计, 而把物体看成不变形的刚体, 从而简化所研究的问题, 如图 1-4 所示的齿轮轴就可以看作刚体。但当物体的变形成为研究问题的主要因素时, 就不能再把物体看成刚体, 而要看成变形体。

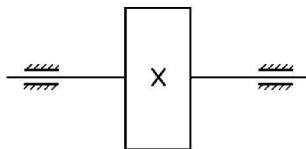


图 1-4 齿轮轴

1.2 静力学基本公理

静力学公理是人们从长期的实践中积累起来, 并经过概括、总结和提炼的客观规律, 其正确性已在大量的实践中得到证明。静力学公理揭示了力的基本规律, 是静力学全部理论的基础。



1.2.1 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的充要条件是: 这两个力的大小相等, 方向相反, 且作用在同一直线上。只在两端受力, 且处于平衡状态的物体称为二力杆, 其特征是: 它所受的两个力必定处在二力作用点的连线上, 且符合等值、反向条件。如图 1-5 所示, 若 AC 杆和 BC 杆不计自重、惯性力和摩擦力, 即为二力杆。

二力杆不一定是直杆, 可以是形状弯曲的构件, 但只要符合二力杆的基本条件, 都可称为二力杆。二力杆不论是直杆还是弯杆, 其力必定都处于二力作用点的连线上, 如图 1-6 所示。

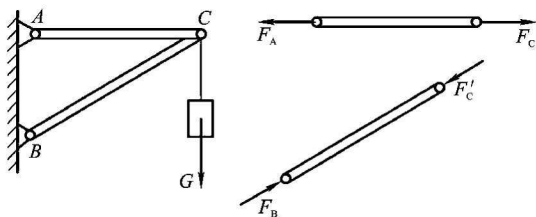


图 1-5 支架

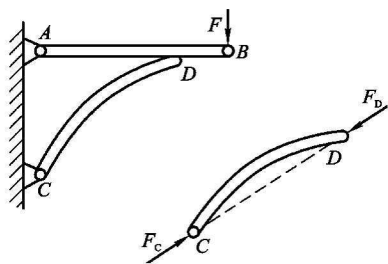


图 1-6 二力构件

1.2.2 公理二(加减平衡力系公理)

在刚体上作用有某一力系时, 再加上或减去一个平衡力系, 并不改变原有力系对刚体的作用效应。

力的可传性原理: 作用于刚体上的力, 可以沿着其作用线任意移动, 而不改变力对刚体作用的外效应, 如图 1-7 所示。

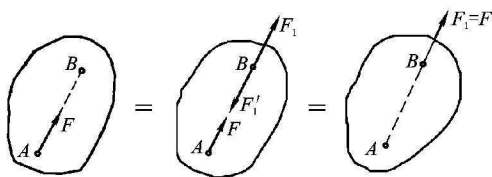


图 1-7 力的可传性原理

1.2.3 公理三(作用力与反作用力公理)

两物体之间相互作用的力, 总是同时存在, 两者大小相等, 方向相反, 沿同一条直线, 分别作用在两个物体上, 如图 1-8 所示。

作用力与反作用力公理指出: 力总是成对出现, 有作用力必定存在一个反作用力, 这是分析物体之间相互作用力的一条重要规律。

必须强调的是, 作用力与反作用力公理中所讲的两个力, 绝不能与二力平衡公理中的两个力混淆, 这两个公理有着本质的区别。

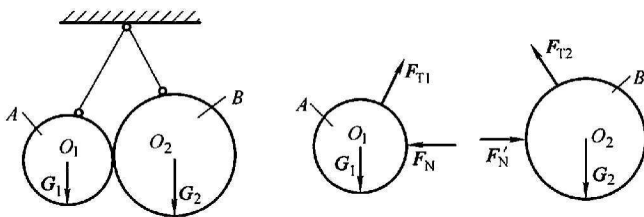


图 1-8 作用力与反作用力

1.2.4 公理四(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,合力仍作用于该点,其大小和方向由这两个分力为邻边所构成的平行四边形的对角线表示,如图 1-9 所示。力的平行四边形公理符合矢量加法原则,即 $F_R = F_1 + F_2$ 。

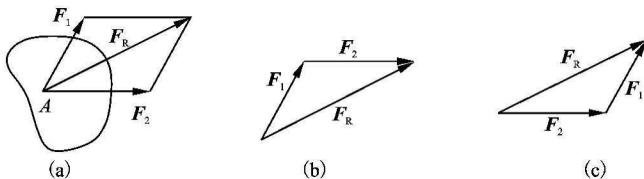


图 1-9 力的平行四边形法则

力的平行四边形公理不仅适用于两个力的合成,还可推广到更多的共点力的合成,由此我们可以推论出三力平衡汇交定理:若作用在刚体上,且处于同一平面内的三个相互不等的力使刚体处于平衡状态,则此三个力的作用线必交汇于一点。如图 1-10 中所示的物体在 A、B、C 三点分别受到力的作用下而处于平衡, C 点的作用力 F_3 必过 A、B 两点作用力的交点 O。

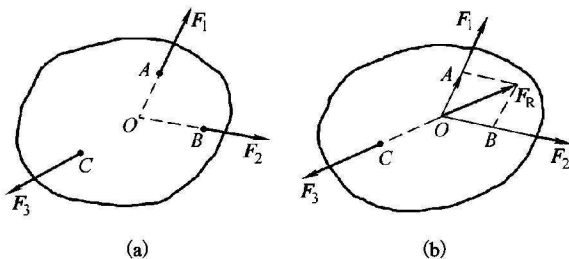


图 1-10 三力平衡汇交定理

1.2.5 公理五(刚化公理)

变形体在某一力系作用下处于平衡,如把此变形体刚化为刚体,则平衡状态保持不变。一段绳子(弹簧)在两个等值反向的拉力作用下处于平衡,若将其变为刚性体,则平衡状态不受影响;但对刚性杆受两个等值反向压力作用而平衡时,如果将该刚性杆变为绳索(弹簧),则平衡状态不能保持。



任务二 受力分析与受力图

1.3 约束与约束反力

能在空间任意运动而不受限制的物体称为自由体。反之,运动受到限制的物体称为非自由体。对非自由体的某些运动所起限制作用的周围物体,称为约束。如发动机曲轴受轴承的限制、半轴受固定螺栓的限制、起吊的发动机在垂直方向受吊索的限制,它们都只能做定向运动,都是非自由体。

约束总是阻碍物体运动,作用于非自由体上限制其运动的力,称为约束反力或被动力,简称反力;物体受到的重力、加在物体上的载荷等使物体产生运动或运动趋势的力,称为主动力。通常,主动力的方向和大小是已知的,约束反力的方向和大小是未知的,两者共同构成一个平衡力系。一般约束力的作用点就是约束与被约束物体的接触点,根据平衡条件就能确定约束反力的方向和作用线。

1.3.1 柔性约束

由柔软的绳索、链条、皮带等形成的约束称为柔体约束。此类约束的特点是:柔软易变形,只能承受拉力,不能承受压力,不能抵抗弯曲,所以柔性物体只能限制物体沿它的中心线离开的运动,而不能限制其他方向的运动,柔性体的约束反力方向沿着柔性体而背离物体,作用点为柔性体与物体的接触点,如图 1-11 所示。

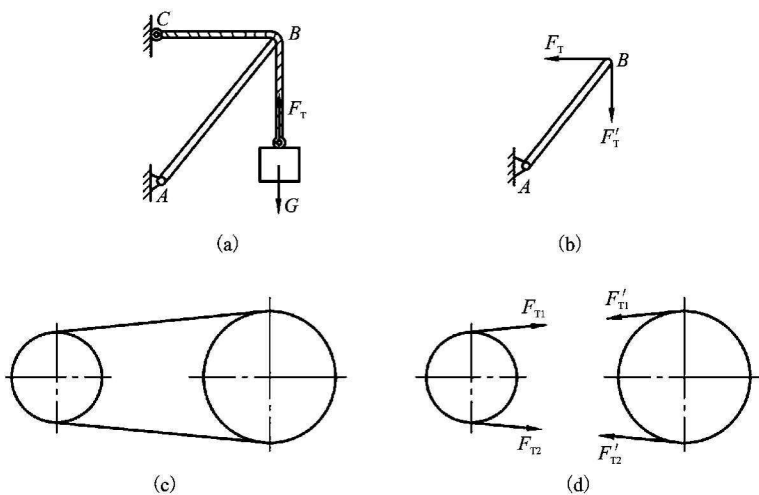


图 1-11 柔性约束示例

1.3.2 光滑面约束

两个互相接触的物体,如果接触面上摩擦力小到可以忽略不计,这样的接触面认为是光滑面。光滑面限制物体沿支承面法线指向支承面方向的运动,但不限制沿支承面切线方向的运动,光滑面约束反力的方向是沿接触面在接触点的公法线,并指向物体,通常用 F_N 表示。



图 1-12 (a) 表示重力为 G 的圆柱置于 V 形架上, 两物体接触于 A 、 B 两点。V 形架作用于圆柱的反力为 F_{NA} 、 F_{NB} , 它们分别沿接触点处的公法线指向圆柱, 如图 1-12 (b) 所示; V 形架所受圆柱的作用力 F'_{NA} 、 F'_{NB} , 如图 1-12 (c) 所示, 其中 F_{NA} 与 F'_{NA} , F_{NB} 与 F'_{NB} 互为作用力与反作用力。

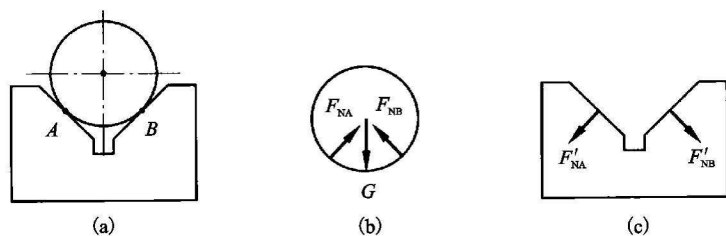


图 1-12 光滑面约束示例

1.3.3 光滑铰链约束

由铰链构成的约束为铰链约束。铰链由圆柱销和带孔构件组成, 构件只能绕销钉轴线转动, 而不能沿销钉半径方向移动。如门窗的合叶, 曲柄、连杆与活塞连接等。这类约束通常包括中间铰链约束、固定铰链约束和活动铰支座约束三种类型。

其中, 当两构件采用圆柱销形成连接, 且相互连接的构件之一为固定件, 则称为固定铰链约束或固定铰支座, 如图 1-13 (a) 所示; 若均不固定, 则称之为中间铰链约束, 如图 1-13 (b) 所示; 在固定铰支座的下边安装滚珠称为活动铰支座, 如图 1-13 (c) 所示。

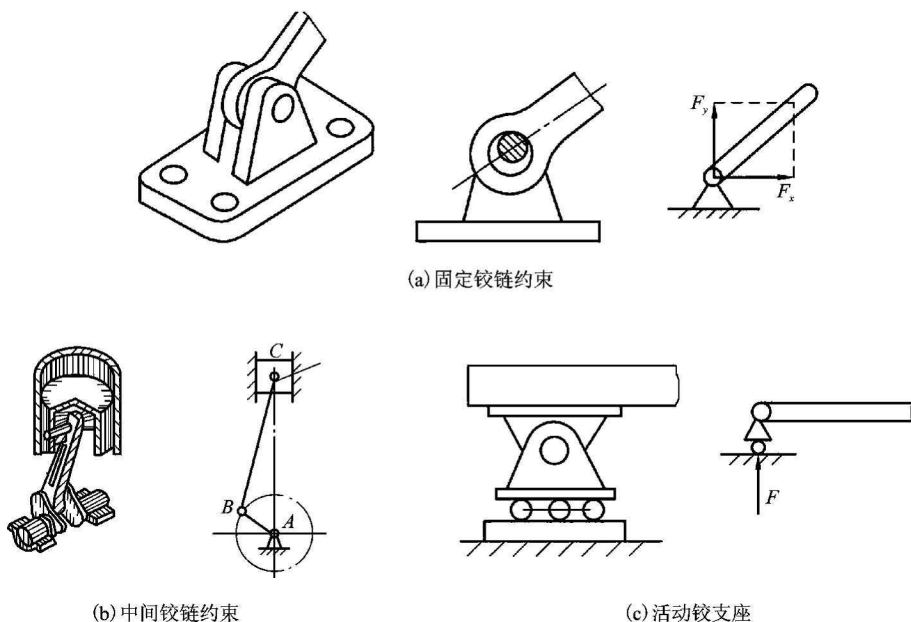


图 1-13 光滑铰链约束示例



1.3.4 固定端约束

物体一端自由,另一端被固定的约束形式称为固定端约束,如图 1-14(a) 和图 1-14(b) 所示,车刀与工件分别夹持在刀架和卡盘上,都是固定不动的,这些约束称为固定端约束。

以上所述工程实例都可归结为一杆插入固定面的力学模型,如图 1-14(c) 所示,固定端约束,可按约束作用画出其约束反力。因为固定端既限制了非自由体的垂直与水平移动,又限制了非自由体的转动,故在平面问题中,可将固定端约束的约束反力简化为一组正交的约束反力与一个约束力偶,如图 1-14(d) 所示。

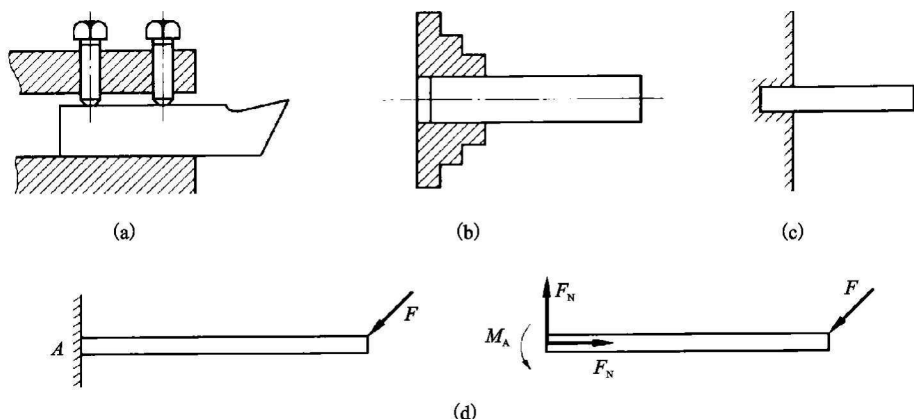


图 1-14 固定端约束示例

1.4 受力分析与受力图

作用在物体上的力对物体的运动都会产生一定影响,为了清楚表示物体的受力情况,需要把所研究的物体(研究对象)从周围物体的约束中分离出来,单独画出它的简图,并在上面画出所受的全部主动力和约束反力,这样得到的图形称为受力图。

画受力图步骤:

- 1) 取分离体——画出所分析物体的分离体;
- 2) 画主动力——画出该物体所受到的所有主动力;
- 3) 画约束力——根据约束的性质画出约束反力。

【例 1-1】 图 1-15(a) 所示定滑轮系中,定滑轮在轮心处受到平面铰链约束,在绳子的一端施加力 F ,将重力为 G 的物体匀速吊起。设滑轮本身重力不计,滑轮与轴之间的摩擦亦不计,试分别画出重物与滑轮的受力图。

解: 1) 将滑轮约束解除,画出分离体,作用于其上的力有主动力 F 和绳子的拉力 F_T ,以及铰链 O 的约束反力 F_x 和 F_y ,其中 F_T 和 F_T' 为作用力与反作用力关系,如图 1-15(b) 所示。

2) 将重物约束解除并画出分离体,它受到主动力是重力 G 、约束反力是绳子的拉力 F_T 的作用,如图 1-15(c) 所示。