

汽车维修行业工人技术等级培训教材



初级汽车检测工 培训教材

王生昌 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
www.phei.com.cn

汽车维修行业工人技术等级培训教材

初级汽车检测工

培训教材



王生昌 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书简要介绍了汽车检测设备常用的机械传动、电工学基础,汽车的基本结构;全面系统地介绍了汽车安全和环保检测的检测内容、检测设备、检测方法以及检测设备的使用与维护;书中还对汽车安全和环保检测法规与条例作了介绍。本书结合现代汽车技术和检测技术的发展趋势,引用了最新的国家和行业标准,力图为读者提供完整的理论体系和最新的检测方法。

本书取材新颖,内容实用,条理清楚,图文并茂,可作为初级汽车检测工技术等级培训教材和自学用书,也可供汽车技术管理人员以及有关专业的广大师生阅读参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

初级汽车检测工培训教材/王生昌主编. —北京:电子工业出版社,2003.1

汽车维修行业工人技术等级培训教材

ISBN 7-5053-8140-7

I. 初… II. 王… III. 汽车—检验—技术培训—教材 IV. U472.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 097898 号

责任编辑:夏平飞 马文哲 特约编辑:郭茂威

印 刷:北京李史山胶印厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×980 1/16 印张:15.75 字数:351 千字

版 次:2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:24.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077

前 言

为加强职业技能鉴定工作,加快推行职业资格证书制度,促进劳动者素质的提高,2000年12月8日,劳动和社会保障部对此提出了《关于大力推进职业资格证书制度建设的若干意见》,意见内容对我们组织班子编写《汽车维修行业工人技术等级培训教材》提供了具有指导作用的出版依据。

电子工业出版社是教育部认定的“国家教材出版基地”,本着为企业完成培训计划,开展岗位培训,逐步使所有从事国家规定职业(工种)的职工达到相应职业资格要求,现根据与《交通行业工人技术等级标准》中的五个汽车维修工种相对应的《职业技能鉴定规范》的培训大纲,按各工种初、中、高三个技术等级划分,编写了一套《汽车维修行业工人技术等级培训教材》,分别是《(初级、中级、高级)汽车维修工培训教材》,《(初级、中级、高级)汽车维修电工培训教材》,《(初级、中级、高级)汽车维修漆工培训教材》,《(初级、中级、高级)汽车维修钣金工培训教材》,《(初级、中级、高级)汽车检测工培训教材》,共计15分册。

本书按照初级汽车检测工应知应会的要求,简要介绍了汽车检测设备常用的机械传动、电工学基础,汽车的基本结构;全面系统地介绍了汽车安全和环保检测的检测内容、检测设备、检测方法以及检测设备的使用与维护;书中还对汽车安全和环保检测法规与条例作了介绍。本书结合现代汽车技术和检测技术的发展趋势,引用了最新的国家和行业标准,力图为读者提供完整的理论体系和最新的检测方法。

本书共分为三篇十一章,第一篇、第二篇由张庆余编写,第三篇第一章、第二章由王生昌编写,第三章由王生昌、邱兆文编写,主编为王生昌。全书完稿后由王生昌审阅定稿。

此外,李春明、李晓霞等也参加了本书部分章节的编写。

编写过程中参考了有关标准、著作、论文,在此对其编著单位或个人致以衷心的感谢。由于编者水平有限,时间仓促,资料不全,书中难免出现差错、疏漏,恳请广大读者予以批评指正。

编 者

《汽车维修行业工人技术等级培训教材》 编审委员会

主任：刘浩学

委员：龙凤丝 秦 川 董元虎 马强骏 伍少初

王生昌 张美娟 廖学军 王库房 赵春奎

罗金佑 赵社教 陆永良

目 录

第一篇 基础知识

第一章 机械基础	1
第一节 机械概述	1
第二节 力学基础	6
第三节 常用机构	14
第四节 机械传动	24
第五节 连接	42
第二章 电学基础	55
第一节 电的一般性质	55
第二节 直流电路	57
第三节 交流电路	59
第四节 电磁感应及电机	62
第五节 半导体概述	65

第二篇 汽车结构

第一章 汽车概述	71
第一节 汽车的类型与型号	71
第二节 车辆识别代号——VIN	75
第三节 汽车的总体结构	76
第四节 汽车运行的阻力和驱动力	78
第二章 汽车发动机	81
第一节 发动机工作原理与构造	81
第二节 曲柄连杆机构	87
第三节 配气机构	91
第四节 燃料系	94
第五节 冷却系	99
第六节 润滑系	101
第三章 汽车传动系	105
第一节 传动系概述	105
第二节 离合器	107

第三节 变速器	109
第四节 万向传动装置	112
第五节 驱动桥	114
第四章 汽车行驶系	117
第一节 行驶系概述	117
第二节 车架	118
第三节 车桥与车轮	120
第四节 悬架	125
第五章 转向系和制动系	129
第一节 转向系组成及作用	129
第二节 转向器与转向传动机构	130
第三节 制动系的组成及作用	134
第四节 制动器	136
第五节 制动传动机构	139
第六节 驻车制动	142
第六章 汽车电气系统	145
第一节 汽车电源	145
第二节 起动装置	149
第三节 点火装置	151
第四节 汽车照明及辅助电器	155

第三篇 汽车检测设备与使用

第一章 汽车安全检测设备使用 与维护	164
第一节 汽车侧滑量检测设备与使用	164
第二节 汽车制动性能检测设备与使用	169
第三节 汽车车速表检测设备与使用	176
第四节 汽车前照灯检测设备与使用	179
第五节 汽车外观检测	189
第二章 汽车环保检测设备使用 与维护	192

第一节	汽油车排气污染物检测设备与检测方法	192	第三章	汽车检测技术法规与条例	207
第二节	柴油车自由加速排放烟度检测设备与检测方法	198	第一节	机动车运行安全技术条件	207
第三节	汽车噪声检测设备与检测方法 ...	202	第二节	汽车环保性能检测标准与检测规范	222
			第三节	汽车安全检测设备检定规程	227

第一篇 基础知识

第一章 机械基础

第一节 机械概述

机械是机器、机构等的统称,是人类进行生产劳动的主要工具,也是社会生产力发展程度的重要标志。不论是从人类进化初期的杠杆、滚子及水磨、水车到 18 世纪中期出现的蒸汽机,还是到今天的汽车、飞机、机床和“高、精、尖”的机械产品,电子计算机的机械部分等,它们都属于机械,它们对于社会的发展起着相当重要的作用。

机器是转换或利用机械能的机构,或者是把原动机、工作机等联合起来工作的机器总体,如自带电动机的机床等。机器通常可分为三类:原动机、变换机、工作机。

原动机是利用自然界的能(如水力、风力、热能等)而发出动力(转变为机械能)的机械。原动机是工农业生产、交通运输以及日常生活所需动力的主要来源。如内燃机、电动机等都是原动机。

变换机则能把机械能变为非机械能,如常见的发电机、空气压缩机等。

工作机接受机械能来完成生产过程,即改变工件的物理性质、形状、位置,如常见的起重机、纺织机、机床等。

机器构造繁多,其种类大体为上述三类。机器的用途、性能各有不同,但是机器均具有以下 3 个特点:

- ① 机器由若干个构件组合而成。
- ② 机器中的构件之间具有确定的相对运动。
- ③ 机器能实现能量转换或利用机械能完成有用的机械功。

所以,如果同时具备上述 3 个特点便是机器。图 1-1-1 为单缸四冲程汽油机结构简图。

单缸四冲程汽油机主要由气缸、气缸盖、活塞、连杆、曲轴、飞轮、正时齿轮、进气门、排气门、化油器等构件组合而成。可燃汽油混合气推动活塞在气缸中作往复直线运动,该运动通过连杆使曲轴作连续转动,从而把可燃汽油混合气的化学能转换为机械能。单缸四冲程汽油机符合机器的 3 个特点,它就是一种机器。

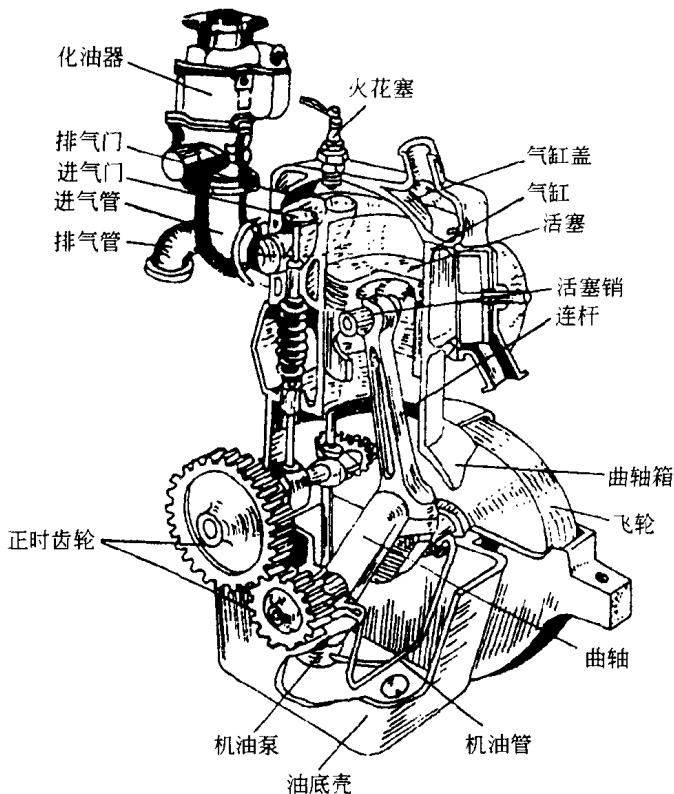


图 1-1-1 单缸四冲程汽油机结构简图

机构是各组成部分间具有一定的相对运动的装置。它能传递、转换运动或实现某种特定的运动。如钟表的齿轮机构、车床的走刀机构及起重机的变幅运动。

机构具有机器的前两个特点,即由若干个构件组合而成,各构件之间具有确定的相对运动。如图 1-1-1 中活塞、连杆、曲轴等构件组合成曲柄连杆机构,该机构将活塞的往复运动转换为曲轴的旋转机构。

构件是机构的组成单元,它是一个刚性的整体,但是和相邻构件之间必然有相对运动。换句话说,由一个或几个零件刚性的连接在一起,并作为一个整体来运动的单元就是构件。如图 1-1-2 中连杆总成就是由连杆衬套 1、连杆小头 2、杆身 3、连杆螺栓 4、连杆大头 5、连杆轴承 6、连杆大头盖 7、连杆轴承凸起 8、连杆大头凹槽 9 及螺母等组成,它作为一个整体来运动,所以称连杆总成为构件。

一个零件单独运动,并不和其他零件刚性连接的零件也称作构件,如常见的曲轴。

所谓零件指的是不采用装配工序而制造的单一成品,比如垫圈、螺栓、螺母等。它是机器、仪表及各种设备的基本组成单元。有时也把用简单方式连成的构件称为零件,比如轴承。在电器、无线电工业中的某些零件,比如电容、电阻、晶体管以及手表工业中的某些零件,比如游丝、发条也称为“元件”。

组成机械的各种零件称为机械零件。有些零件只适用于某些类型的机械,比如内燃机

的气门、汽轮机的叶片等;有些零件则可以通用,在各种类型的机械中都起着相同或类似的作用,比如常见的齿轮、轴、螺栓等。

所谓紧固件指的是把两个或两个以上的零件或构件连接在一起时所用的零件的名称。比如螺栓、螺母、垫圈、销、铆钉等。

和紧固件联系紧密的一个词是标准件。因为多数紧固件是标准件,只是两者不能等同。标准件有两大特点:一为通用,二为互换。对同一种零件(或部件),使其形状、尺寸、公差、技术要求等统一,能够通用在各种机器、仪器、设备、建筑物上,并且具有互换性,这种零件(或部件)就是“标准件”。比如按国家或国际标准生产的螺钉、垫圈、键、销等。大量采用标准件生产机械设备可以降低生产成本,方便使用维修。

所谓部件是机器中的一个独立组成部分,它由许多零件装配起来。比如汽车的变速器、发电机的转子等。也就是说这些为完成同一功能而在结构上组合在一起的零件总体称为部件。

机构是由若干构件组成的,它的每个构件都以一定的方式与其他的构件相连接,而且彼此之间存在一定的相对运动。如内燃机中的活塞与气缸、连杆与曲轴,车床的拖板与导轨等。

在机构中由两个构件组成的且具有一定相对运动的可动连接称为运动副。如曲轴与缸体、活塞与连杆、连杆与曲轴等连接。

运动副中两构件的接触可分为点接触、线接触和面接触三种形式。通常根据两构件间的不同接触形式,把运动副分为低副和高副两大类。

一、低副

低副指两构件之间通过面接触构成的运动副,如活塞与连杆、连杆与曲轴、曲轴与缸体等。根据两构件的相对运动形式,低副又可分为移动副和转动副。

1. 移动副

两构件间面接触而且只能沿某一直线作相对移动的运动副称为移动副。如活塞与气缸体组成移动副。图 1-1-3 所示构件 1 和构件 2 可沿 x 轴方向相对移动也组成移动副。图 1-1-3 所示即滑块和导槽。

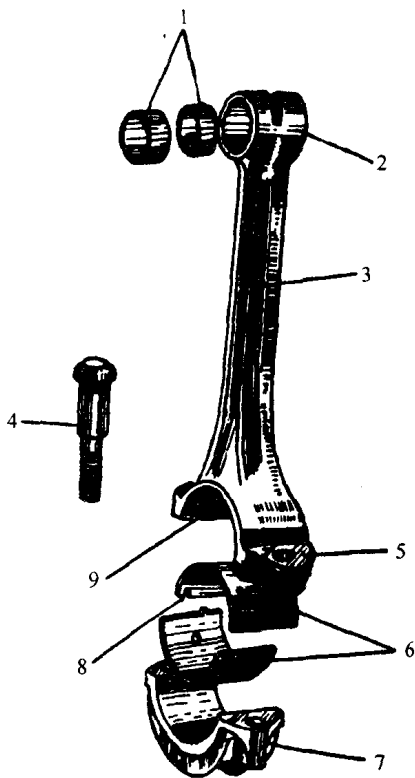


图 1-1-2 连杆总成

1-连杆衬套;2-连杆小头;3-杆身;4-连杆螺栓;5-连杆大头;6-连杆轴承;7-连杆大头盖;8-连杆轴承凸起;9-连杆大头凹槽

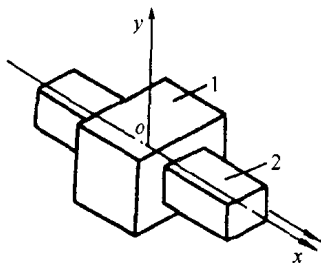


图 1-1-3 移动副

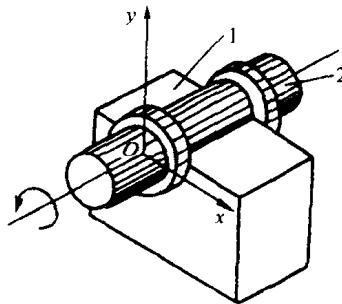


图 1-1-4 转动副

2. 转动副

两构件间面接触而且只能绕同一轴线相对转动的运动副称为转动副。如轴与轴承、活塞与连杆、曲轴与缸体等,都组成转动副。图 1-1-4 所示即为转动副。转动副也叫回转副,又称铰链。

低副是面接触,两构件 1、2 接触处的压强小,所以承载能力较强,耐磨损、寿命长。低副的接触表面一般是平面或柱面,容易加工制造,维修也较容易。但是低副均为滑动摩擦,所以效率较低。

二、高副

高副指两构件之间通过点接触或线接触构成的运动副。图 1-1-5 所示均为高副。其中图 1-1-5 (a) 中的车轮与钢轨为线接触,图 1-1-5 (b) 中的凸轮与顶杆为点接触,图 1-1-5 (c) 中齿轮之间为线接触。

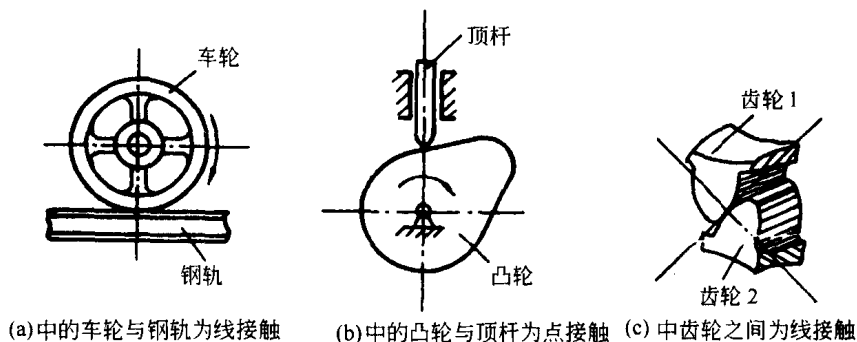


图 1-1-5 高副

高副是点接触或线接触,两构件接触处的压强大,所以承载能力较差,构件接触处容易磨损。接触表面制造和维修比较困难。但是高副的两构件之间可作相对滑动或滚动,或者两者并存,高副能传递较复杂的运动。

机构中的构件是运动单元,即组成机构的各个相对运动的实体为构件。构件按其运动性质可分为固定件、主动件、从动件三类。



固定件又叫机架,是用来支撑活动构件的构件,即它是不活动的。如图 1-1-1 中的气缸体,它就是支撑活塞、曲轴等活动构件的。

主动件又叫原动件,是驱动力所作用的构件,也可以说是带动其他构件运动的构件。如内燃机中的活塞,受可燃混合气燃烧后的气体压力推动,进而带动连杆、曲轴构件运动。

从动件又叫被动件,是随主动件的运动而运动的构件。比如内燃机中的连杆、曲轴等。

所有机构中都有一个构件被相对作为固定件,在活动构件中至少有一个主动件。

机构的主要功能是传递运动或转变运动的形式,所以研究机构就离不开机构运动。为使问题简化,通常使用能说明机构各个构件之间相对运动关系的简单图形,即用一些简单线条和符号来表示构件和运动副,这个简单图形就是机构简图,也叫机构示意图。

由实际机构经过抽象思维而画出机构简图是很重要的,它实质上是一个反映运动本质的过程。机构简图可方便地进行运动分析和受力分析。

图 1-1-6 所示为两个构件组成转动副的机构简图。图中圆心表示相对转动的轴线。图 1-1-6 (a) 表示该转动副的两个构件都是活动构件;图 1-1-6 (b)、(c) 则表示该转动副中一个是活动构件,一个是固定件,也就是机架。固定件的线条上要加斜线,以示不动。

图 1-1-7 所示为两个构件组成移动副的机构简图。图 1-1-7 上方为两个活动构件组成的移动副,其下方为两个构件中一个是活动构件,另一个是固定件。如前所述,有斜线的构件表示固定件。移动副的导路应该与相对移动方向一致。

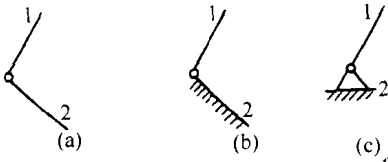


图 1-1-6 转动副简图

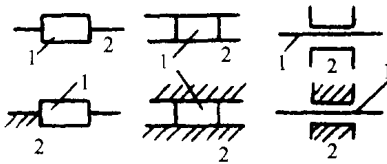


图 1-1-7 移动副简图

(a) 表示该转动副的两个物体都是活动物体;

(b)、(c) 则表示该转动副中一个是活动物体

图 1-1-8 为高副简图。两构件组成高副时应画出两构件接触处的曲线轮廓,并要保持其接触点的接触位置和曲率中心位置不变。

在绘制机构简图时,把构件上的所有运动副依其所处位置用符号表示出来,再用若干线条连成一体即可。常用的构件和零件采用惯用画法,如齿轮用点画线或细实线表示,凸轮用完整的轮廓曲线画出。其余构件的画法可以 GB 4460—84《机构运动简图符号》为准。

图 1-1-9 为构件的表示符号。

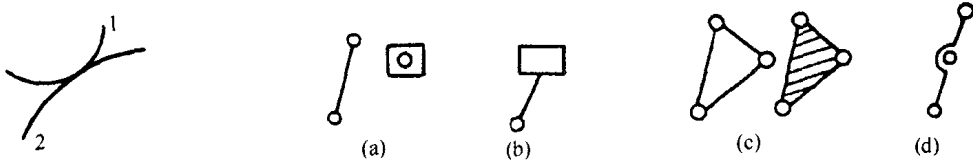


图 1-1-8 高副简图

图 1-1-9 构件的表示符号

(a)有两个转动副;(b)一个转动副一个移动副;(c)、(d)三个转动副

第二节 力学基础

力学是研究物体机械运动规律的科学。人类对力的认识最初来自身体的体力,以后随着生产的发展,在不断改革生产工具和生产对象的运动状态及形态的实践中,不断地积累了力学知识。力学不仅是历史最悠久的一门科学,也是各种自然科学中最富有直观性的科学。

一、力的概念

力是物体之间的相互作用。力的概念起源于体力,是人在劳动中通过肌肉动作而产生的。凡能使物体运动状态发生变化或者使物体发生变形的作用都称为力。比如压缩弹簧必须克服弹簧的张力,从而使弹簧变短;举起物体要克服地心引力,结果使物体升高等。力不能脱离物体而单独存在。

实践表明,力对物体的作用效应取决于三个要素,即力的大小、力的方向和力的作用点。力的三要素指力的大小、方向、作用点。三要素中任何一个要素发生变化,都会引起力的作用效应随之改变。

力是矢量,是既有大小又有方向的量。力的图像表示为一条有方向带箭头的线段。线段的长度表示力的大小,线段的始端或末端表示作用点,箭头表示方向。

力的大小表示物体之间机械作用的强度,在国际单位制中,以牛顿(N)或千牛顿(kN)为力的单位。当用符号表示力时,一般用 F 表示。

二、平衡和刚体

平衡是指物体保持静止或作匀速运动,它是物体机械运动中的一种特殊状态。

刚体指的是在外界作用下,体积和形状都不发生变化的物体。刚体是力学中的一个科学抽象概念,实际物体都不是真正的刚体,因为任何物体受到外力作用后,或多或少都会改变形状或者产生变形。在很多场合下,物体本身的变化对整个运动过程影响很小,对于研究物体的平衡问题及运动没有影响,把物体看做刚体可使问题大为简化,而且所得结果仍然和实际情况相当符合。

三、力的性质

力有以下性质:

①力总是成对出现的,有作用力就有反作用力。作用力与反作用力总是同时产生、同时消失的。作用力与反作用力分别作用在两个不同的物体上,而且大小相等、方向相反,沿着同一条直线。

机械中力的传递就是通过零件之间的作用与反作用而完成的。该性质称为作用与反作用定律或牛顿第三定律。

②若一刚体在二力作用下处于平衡状态,该二力的大小必然相等,方向必然相反,而且

作用在同一直线上。该性质称为二力平衡公理。

图 1-1-10 中所示二力为拉力,但二力平衡时所作用的力可能是拉力,也可能是压力,只要二力具有等值、反向、共线的特性即可。

机械中常有只受二力作用且处于平衡状态的构件,称为二力构件。

值得注意的是,作用力与反作用力是作用在两个物体上,它们是不会平衡的;二力平衡是作用在一个物体上,且会平衡。

③作用在刚体上某点的力,可以沿着它的作用线移动到刚体内的任意一点而不改变它对刚体的效应。该性质称为力的可传性。

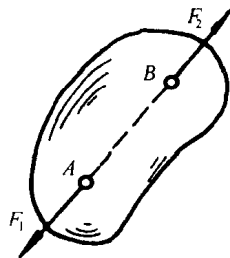


图 1-1-10 二力平衡

作用在刚体上的力是滑动矢量,其三要素可更改为:力的大小、方向和作用线。但是,力的可传性只适用于刚体,不适用于变形体。

④作用在物体上同一点的两个力,其合力依然作用于该点。合力的大小和方向由两力为边所构成的平行四边形的对角线确定。该性质即为力的平行四边形法则,即矢量合成的法则。如图 1-1-11。合力 F_R 等于两分力的矢量和 ($F_1 + F_2$),即 $F_R = F_1 + F_2$ 。

力的平行四边形法则是力系合成的主要依据,同时它也是力系分解的法则,即用此法则把一个力分解为两个力。解决实际问题时,常把一力沿两个互相垂直的方向分解。

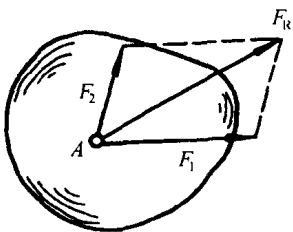


图 1-1-11 平行四边形法则

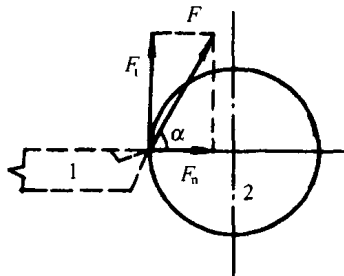


图 1-1-12 力的正交分解

图 1-1-12 中,车刀 1 对工件 2 的切削力 F 可分解为切向力 F_t (切削阻力) 和径向力 F_n (进刀阻力)。这种分解叫做力的正交分解,所得的两个分力称为正交分力。

四、力矩

表示力对物体产生转动效应的物理量,或者说使物体转动时力和力臂的乘积叫力矩。力矩为一矢量,如果力的指向相反时,转动方向也随之改变。

力对物体的作用既能使物体移动,也可以使物体转动。比如用扳手拧动螺母、开关门窗、齿轮的啮合力使其转动等,它们都是在力的作用下,使物体绕一点或一轴线转动的。日常生活中广泛使用的杠杆、绞车、滑轮组等机械都能省力,而且力作用点离被转动物体中心或轴线越远越省力。力矩正是度量力使物体绕一定点或轴转动的效应的概念。

图 1-1-13 为拧动螺母的力矩。作用在扳手柄的力 F ，其方向向下，使扳手拧动螺母绕轴线 O 点顺时针转动。为了度量螺母转动的效应，称力对 O 点之矩为力矩。

螺母拧动程度不仅与作用力 F 的大小有关，还和力作用点至螺母中心（轴线） O 点的垂直距离 h 有关。当 F 和 h 越大时，螺母越容易转动。 h 是 O 点至力 F 作用线的垂直距离，该距离即为力臂； O 点即为矩心。力矩 $M_O = Fh$ ，即力矩的大小为力与力臂的乘积。

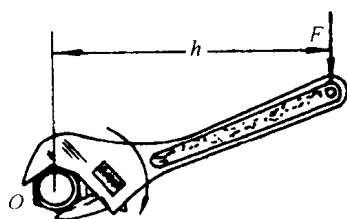


图 1-1-13 拧动螺母的力矩

物体转动有两种相反的转向，现规定绕矩心作逆时针转动时，力矩为正；绕矩心作顺时针转动时，力矩为负。在国际单位制中，力矩的单位是牛顿·米（ $N \cdot m$ ）。

力矩在两种情况下其值为零。其一是力等于零即 $F = 0$ ，则 $M_O = 0$ ；其二是力的作用线正好通过矩心，使得力臂 $h = 0$ ， F 虽然此时不等于 0，但 $M_O = 0$ 。

五、力偶

力偶指大小相等、方向相反，但不在同一直线上的两个力。力偶能使物体转动或改变其转动状态。比如汽车驾驶员转动转向盘时所施加的就是一个力偶。

力偶中两力之间的垂直距离 d 称为力偶臂，力偶所在平面称为力偶的作用面。组成力偶的是一对反向平行力，其特点如下：力偶无合力；力偶不能用一个力来代替，也不能用一个力来平衡，力偶只能用力偶来平衡。

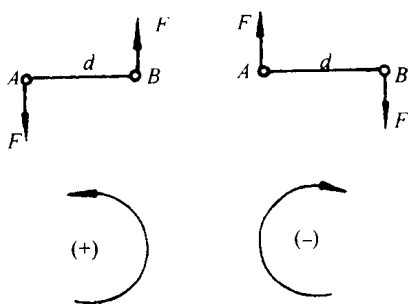


图 1-1-14 力偶与力偶的转向

力偶对物体的转动效应既和力 F 的大小成正比，又和力偶臂 d 的大小成正比。力与力偶臂的乘积即 Fd 称为力偶矩，它可以量度力偶作用效果的大小。

力偶和力矩一样可用正、负号来表示其转向，仍是逆时针转动为正，顺时针转动为负。如图 1-1-14 所示。力偶矩的单位和力矩相同、在国际单位制中用牛顿·米（ $N \cdot m$ ）表示。

力矩和力偶都能使物体转动或改变转动状态，这是它们的共性。但力矩使物体的转动效应与矩心的位置有关，而力偶使物体的转动效应与矩心位置无关，它只与力偶矩有关。即力偶对物体的转动效应完全取决于力偶矩的大小和转向。如果两个力偶的力偶矩大小相同、转向相同，这两个力偶对物体的转动效果则相同，并把它们称为等效力偶。图 1-1-15 所示即为力偶的等效特性。

只要力偶矩的大小和力偶的转向不变，可以同时变动力偶中力的大小和力偶臂的长短，而不会改变力偶对该物体的转动效应。如驾驶员转动转向盘时，不论驾驶员的双手握于转向盘什么位置，力偶矩的大小不变，则对转向盘的转向效应总是一样的。再比如用丝锥攻螺纹，丝锥手柄比原来加长一倍时，所需的力就减少为原来的一半，这两次攻螺纹的力偶矩是相

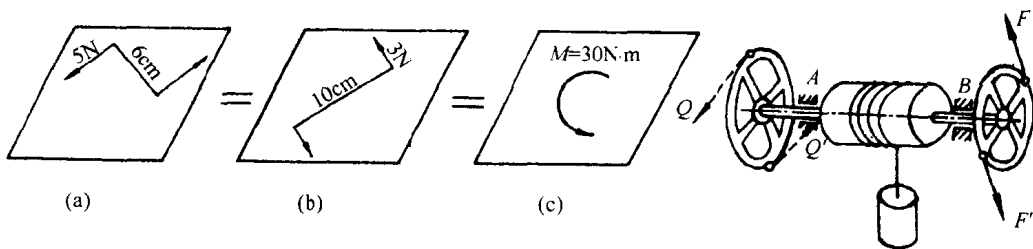


图 1-1-15 力偶的等效特性

等的。

六、约束和约束反力

约束是对物体位置及其运动条件所加的限制,比如吊起重物受到钢索的限制,行走的火车受到铁轨的限制,书本受到桌面的限制而不掉到地上等。

约束限制物体的运动,它必然会对物体有力的作用,这个力就叫约束反作用力,简称为约束反力。约束反力是阻碍物体运动的力,是被动力。促使物体运动的力,比如地心引力、压力、拉力等称为主动力。不论主动力还是被动力,都是作用在物体上的外力。

约束反力的作用点在约束物体与被约束物体的连接或接触处。约束反力的方向与约束所阻碍物体的运动方向正好相反。这些是确定约束反力作用点和方向的基本原则。

常见的几种约束类型有柔索约束、光滑面约束、铰链约束和固定端约束等。

1. 柔索约束

一般将绳索、链条和皮带等通称为柔索,用柔索形成的约束就叫柔索约束。这种约束只能承受拉力,不能承受压力;只能阻止物体沿柔索伸长方向的运动而不能阻止其他任何方向的运动。

柔索约束的约束反力作用于连接点,其方向沿着柔索而背离物体,如图 1-1-16 所示。

2. 光滑面约束

忽略摩擦阻力的接触面称为光滑接触面,光滑接触面间的约束叫光滑面约束。光滑接触面一般有良好的加工精度与表面粗糙度,有的还在良好的润滑状态下。

光滑面约束只能阻碍物体沿接触面公法线方向且朝向约束的位移,所以它的反作用力通过接触点,方向沿接触表面的公法线方向,并指向受力物体,如图 1-1-17 所示。

3. 铰链约束

由铰链构成的约束称为铰链约束。一般是用一圆柱销连接两个构件,使它们只能绕圆

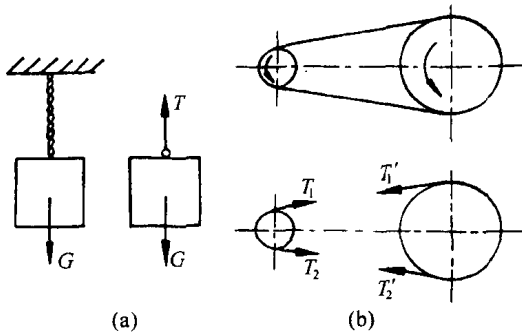


图 1-1-16 柔索约束

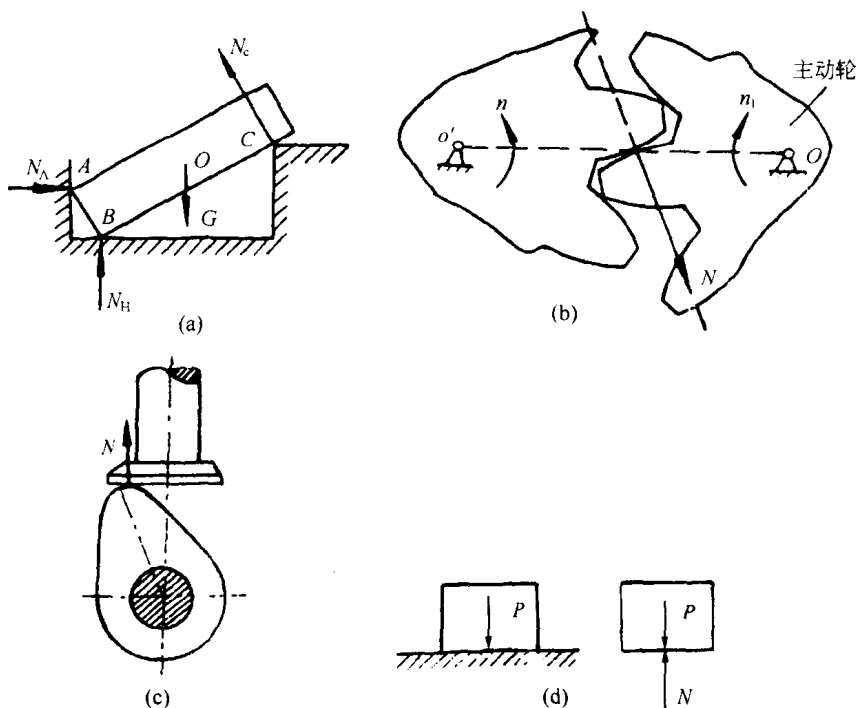


图 1-1-17 光滑面约束

柱销轴作相对转动,但不能移动,在机构中又叫做转动副。这类约束包括圆柱形铰链约束和球形铰链约束两种。

(1) 圆柱形铰链约束

这种约束由销钉连接两个带孔的构件组成,常见的有中间铰链约束(连接铰链约束)、固定铰链约束(固定铰支座约束)、活动铰链约束(滚动铰支座约束)和向心轴承约束四种形式。

销钉把具有相同孔径的两个物体连接起来,就构成了中间铰链约束,如图 1-1-18 所示。

如果忽略销钉与物体孔间的摩擦,这种约束相当于光滑面约束。其约束反力沿着接触面的公法线方向而指向物体。由于销钉和物体孔洞的接触点位置与其受力有关,预先无法确定,因此约束反力的方向也不能确定,一般用两个正交分量来代替,各分量指向可假设。

如果销钉连接的两个物体中有一个是机架,即固定连接于某处或地面,这种约束即为固定铰链约束。它的约束反力表示方法和中间铰链约束相同,图 1-1-19 所示即为固定铰链约束。

如果为了使物体随温度的变化便于自由伸缩变形,把固定铰链约束用几个辊轴支撑在光滑面上,就成了活动铰链约束。这种约束通常和固定铰链约束成对使用,它是由光滑面和铰链两种约束组合而成的。活动铰链约束反力的作用线垂直于支撑面而且通过铰链中心,如图 1-1-20 所示。