

模块1

机械结构

机械是人类进行生产劳动的主要工具,也是社会生产力发展水平的重要标志。远在古代,人们就懂得利用杠杆、滚子、绞盘等简单机械从事生产。现在则更是使用各种各样的机械以减轻劳动强度及提高工作效率。随着科技的进步,越来越自动化、智能化,越来越高能的机械产品不断问世,它们为国家的经济建设提供了有力保障。

单元1



机器概述

提要

- 机器的概念
- 机器的一般组成和工作原理
- 机器创新的思路

一、机器的概念

机器是人为实体(构件)的组合,它的各部分之间具有确定的相对运动,并能代替或减轻人类的体力劳动,完成有用的机械功或实现能量的转换。

从机器的组成部分与运动的确定性和机器的功能关系来分析,机器具有下列三个共同特征:

- (1) 任何机器都是由许多构件组合而成的。
- (2) 各运动实体之间具有确定的相对运动。

(3) 能实现能量的转换、代替或减轻人类的劳动,完成有用的机械功。例如,发电机可以把机械能转换为电能;运输机器可以改变物体在空间的位置;金属切削机床能够改变工件的尺寸、形状;计算机可以变换信息等。

机器是执行机械运动的装置,用来变换或传递能量、物料与信息。机器的种类繁多,其构造、性能和用途也各不相同。按其用途,机器可分为发动机(原动机)和工作机。发动机是将非机械能转换成机械能的机器。例如,电动机是将电能转换成机械能的机器,内燃机是将热能转换成机械能的机器。工作机是用来改变被加工物料的位置、形状、性能、尺寸和状态,或是利用机械能来做功的机器,例如,车床、铣床、磨床等金属切削机床都是工作机。



二、机器的一般组成和工作原理

(一) 机器的一般组成

机器一般由动力部分、执行部分(工作部分)、传动系统和控制系统组成,如图 1-1 所示。

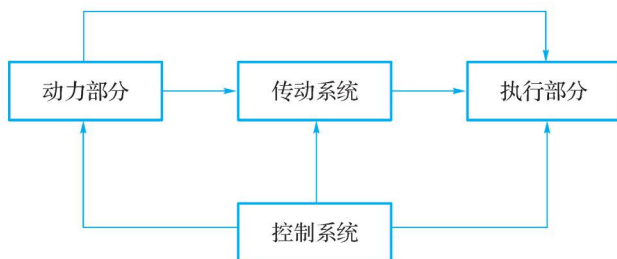


图 1-1 机器的一般组成

动力部分是机器动力的来源,本身就属于原动机,如电动机、内燃机和空气压缩机等。

执行部分是直接完成机器工作任务的部分,处于整个传动装置的终端,其结构形式取决于机器的用途,如洗衣机的波轮、滚筒等。

传动系统是将动力部分的运动和动力传递给执行部分的中间环节。例如,金属切削机床中常用的带传动、螺旋传动、齿轮传动、连杆机构、凸轮机构等,见表 1-1。机器中应用的传动方式主要有机械传动、液压传动、气动传动及电气传动等。

为使动力部分、传动系统和执行部分协同运行,机器中还要有控制系统。

表 1-1 机床中常用的传动机构

类型	图例	类型	图例
齿轮传动		链传动	
螺旋传动		连杆机构	
带传动		凸轮机构	

(二) 机器的工作原理

不同的机器,工作任务不同,其工作原理也不尽相同。下面用实例作简要说明。

1. 摇头电风扇

图 1-2 所示的摇头电风扇,其动力部分是电机,传动部分是输出轴,执行部分是风叶,电源开关、调速旋钮和摇头开关等构成控制系统。接通电源,电机开始工作,直接驱动输出轴旋转,安装在输出轴端部的风叶也同时旋转,通过调速旋钮可以控制风力大小,由摇头开关控制是否摇头。

打开风扇罩壳,可见内部电机和摇头装置,其示意图如图 1-3 所示,其由平面四杆机构、齿轮传动、蜗杆传动等组成。摇头装置的承载负荷小,部分零件用塑料制造。摇头装置中相邻运动件相互接触,为减轻摩擦、减缓磨损,需要进行润滑。



图 1-2 摇头电风扇

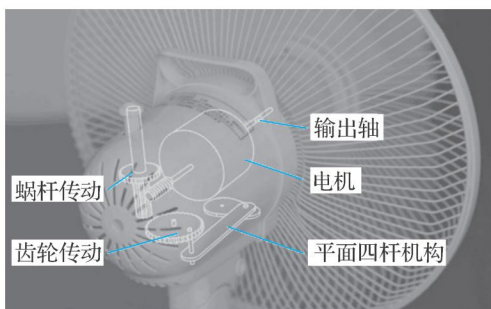


图 1-3 风扇摇头装置

2. 机械手

图 1-4 所示的机械手,是一种简单的工业机器人。机械手能模仿人手臂的某些动作功能,用以按固定程序抓取、搬运物件或操作工具。

机械手主要由手部、运动机构和控制系统三大部分组成,其动力一般来源于电动机。手部是用来抓持工件(或工具)的部件,根据不同的作业要求而有不同的结构外形。运动机构使手部完成各种转动(摆动)、移动(升降、伸缩)或复合运动来实现规定的动作。控制系统可以编程,按照输入的程序对运动机构、手部发出指令,从而完成特定动作。同时还可接收传感器的反馈信息,形成稳定的闭环控制。

机器工作时,各零件相对运动的接触部分都存在摩擦。摩擦不仅消耗能量,而且使零件发生磨损,甚至

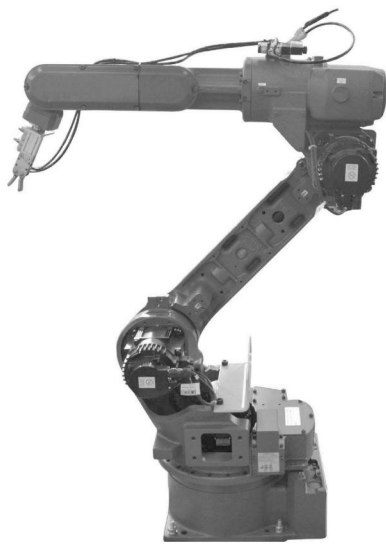


图 1-4 机械手

导致零件失效。将具有润滑性能的物质加到摩擦面上,降低摩擦系数,减小磨损的过程称为润滑。润滑能减小摩擦、减少磨损、保护金属表面、清洁冲洗零件表面,还可以降低温升、防止锈蚀、缓和冲击、减小振动、降低噪声、清除磨屑或形成密封等,对机器的正常运转起着重要作用。

三、机器创新的思路

在生产生活和工作中,为了代替或减轻人的体力劳动、脑力劳动,需要创新机器,其思路一般如图 1-5 所示。

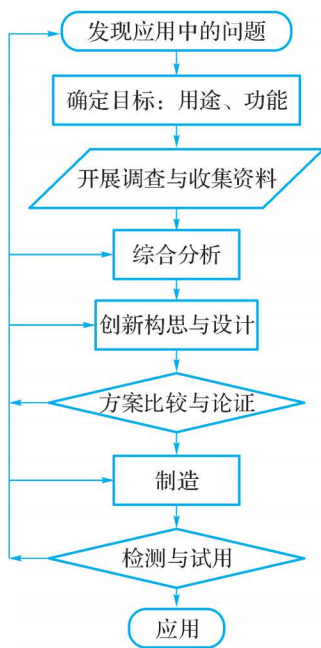


图 1-5 创新机器的一般思路

练习与巩固

1. 观察自行车,看看动力是怎么传递的。
2. 机器通常由哪几部分组成?各部分起什么作用?
3. 说出机器、润滑的概念。
4. 说出你所知道的生产与生活中的具体机器,并分类填在表 1-2 中。

表 1-2 题 4

类型	举例
变换能量	
变换物料	
变换信息	

单元 2



机械组成

提要

- 一般机械的组成
- 运动副
- 机械零件的材料、结构和承载能力

一、一般机械的组成

机械的一般组成如图 1-6 所示。

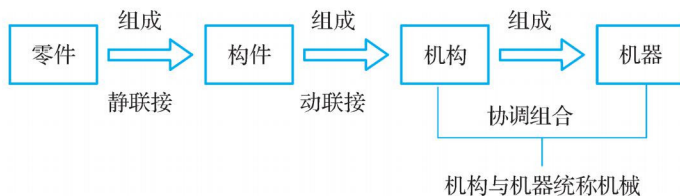


图 1-6 机械的组成

以汽车作为机器的代表来分析,它由内燃机、车身、底盘和电器系统组成,如图 1-7 所示。其中的内燃机若以图 1-8 所示单缸内燃机为例,主要由汽缸、活塞、连杆、曲轴等构件组合而成,活塞相对汽缸作往复移动,曲轴相对两端轴承实现连续转动。其中的连杆,则由连杆体、连杆盖、螺栓和螺母等零件组合而成,如图 1-9 所示。

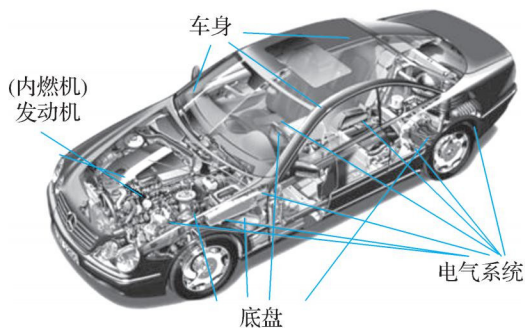


图 1-7 汽车

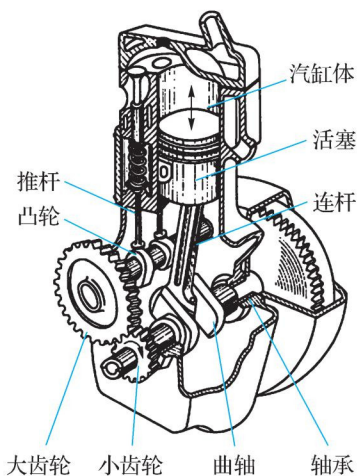


图 1-8 单缸内燃机

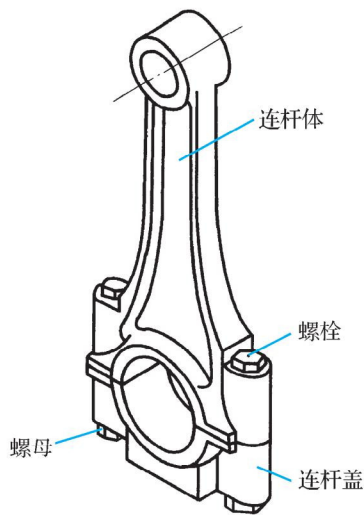


图 1-9 内燃机中的连杆

1. 机构

机构是用来传递运动和动力的构件系统。这些构件以运动副的形式连接在一起。与机器相比较,机构也是人为实体(构件)的组合,各运动实体之间也具有确定的相对运动,但不能做机械功,也不能实现能量转换。

机器能完成有用的机械功(如机床的切削工作)或将其他形式的能量转换为机械能(如内燃机将热能转换为机械能)或处理信息(如手机)。机构则主要用于传递运动或转变运动形式。如发动机、机床、冲压机、纺织机和拖拉机等都是机器,而自行车、千斤顶、汽车中的变速装置、机床中的分度装置等都是机构。

作为机器,通常必包含一个或一个以上的机构。图 1-8 所示的单缸内燃机,其中就有一个曲柄滑块机构,用来将汽缸内活塞的往复运动转变为曲柄(曲轴)的连续转动。

如果只从结构和运动的角度分析,机器和机构之间没有区别,而将它们总称为机械,即机械是机器与机构的总称。

2. 构件

构件是机构中的运动单元体,也就是相互之间能作相对运动的物体。

构件按其运动状况,可分为固定构件和运动构件两种。固定构件又称机架,一般用来支持运动构件,通常就是机器的基体或机座,如各类机床的床身。运动构件又称可动构件,是机构中相对于机架运动的构件。运动构件又分成主动件(原动件)和从动件两种。主动件是机构中作用有驱动力或力矩的构件,有时也将运动规律已知的构件称为主动件。从动件是机构中除了主动件以外的随着主动件的运动而运动的构件。

3. 零件

零件是构件的组成部分,是加工制造的单元,如轴、盘盖、叉架、箱体等。有时也将用简单方式连成的单元件称为零件,如轴承。

机构运动时,属于同一构件中的零件,相互之间没有相对运动。


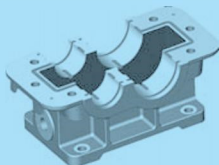

提示

构件可以是单一的零件,也可以是由若干零件通过静联接组成的刚性结构。

零件按用途分为两类:一类是通用零件,在各种机械中经常用到,如螺母、齿轮、轴承、弹簧、键等;另一类是专用零件,只在一些专用机械中使用,如风扇的叶片、起重机的吊钩等。

常见零件按结构分类,大致可分为四类,见表 1-3。

表 1-3 常见的零件类型

类型	结构图例	一般材料	承载能力
轴套类		钢	一般承受垂直于轴线方向的作用力
盘盖类		铸铁、钢、非金属材料	盘与盖一般具有载重能力,要有一定的厚度;盖一般装在箱体上
叉架类		铸铁或钢、非金属材料	承受垂直于筋辐轴线的的作用力
箱体类		铸铁、非金属材料、钢	具有相应的承重能力

二、运动副

机构中的构件之间以一定方式彼此连接,具有确定的相对运动,既允许连接的两构件之间具有一定的相对运动,又要对构件的运动加以限制。两个构件之间的这种可动连接构成运动副。

运动副是两构件直接接触组成的可动连接,两构件间的相对运动为平面运动时构成平面运动副。两构件组成运动副时,构件上能参与接触的点、线、面称为运动副元素。根据运动副中两构件的接触形式不同,运动副可分为低副和高副。

1. 低副

两构件通过面与面接触组成的运动副称为低副。按两构件的相对运动形式,低副可分为以下几种:

(1) 转动副 组成运动副的两构件只能绕某一轴线作相对转动的运动副称为转动副。图 1-10(a)所示的铰链连接就是转动副的一种形式,即由圆柱销和销孔及其两端面组成的转动副。铰链连接的两构件只能绕 Z 轴自由转动,沿 X 轴和 Y 轴的自由移动则被限制(约束)掉了。

(2) 移动副 组成运动副的两构件只能作相对直线移动的运动副称为移动副,见图 1-10(b)。

(3) 螺旋副 组成运动副的两构件只能沿轴线作相对螺旋运动的运动副称为螺旋副,见图 1-10(c)。

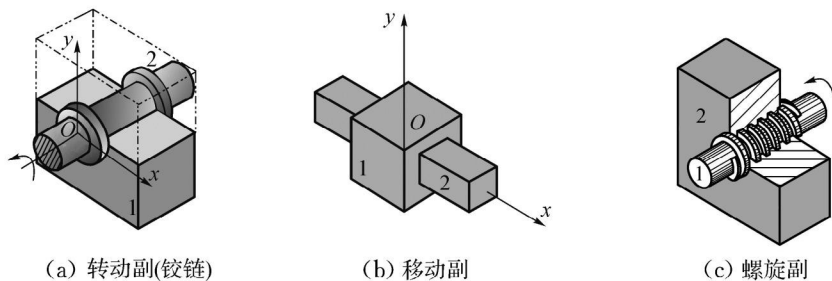


图 1-10 低副类型

2. 高副

两构件以点或线的形式相接触组成的运动副称为高副。图 1-11 所示为常见的几种高副接触形式:图 1-11(a)是车轮与钢轨的接触,图 1-11(b)是齿轮的啮合,都属于线接触的高副;图 1-11(c)是凸轮与从动杆的接触,属于点接触的高副。

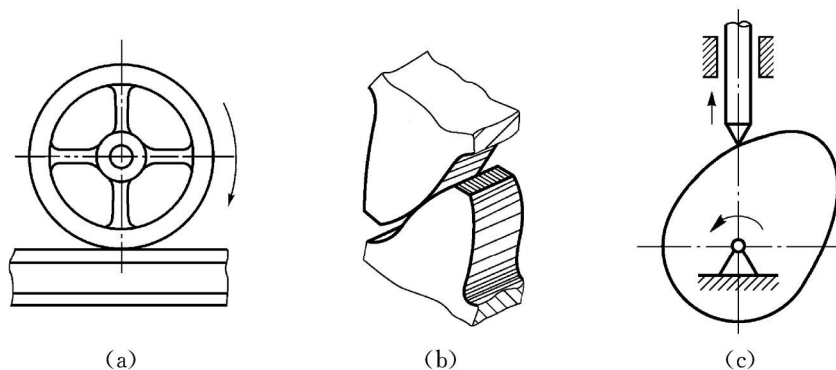


图 1-11 高副

由于两构件直接接触部分的几何特征不同,因此在使用上低副和高副也具有不同的特点。低副是面接触的运动副,其接触表面一般为平面或圆柱面,容易制造和维修,承受载荷时单位面积压力较低,因而低副比高副的承载能力大;低副属滑动摩擦,摩擦损失大,因而效率较低;低副不能传递较复杂的运动。高副是点或线接触的运动副,承受载荷时单位面积压力较高;高副两构件接触处容易磨损,寿命短;高副制造和维修也较困难;高副能传递较复杂的运动。

3. 低副机构和高副机构

机构中所有运动副均为低副的机构称为低副机构。

机构中至少有一个运动副是高副的机构称为高副机构。

三、机械零件的材料、结构和承载能力

工程材料的应用是社会生产和人类生活的物质基础,从石器时代发展到今天的复合材料和纳米材料时代,每一种新材料的出现,都会给社会带来巨大的变化。

1. 机械零件的材料

工业领域所涉及的材料称为工程材料,主要有金属材料、非金属材料 and 复合材料等,机械设备的每一个零件都是由材料所制成。在工程机械中,金属材料的应用最为广泛。材料不同,制成的机械零件所表现出来的特性也不同。所以,制造机械零件时必须根据应用要求,选择具有相应特性的工程材料。

2. 机械零件的结构

机械零件的结构工艺性是指在进行零件设计时,从选材、毛坯制造、机械加工、装配以及保养维修等方面所考虑的工艺问题。机械零件具有良好的结构工艺性,是指在既定的生产条件下,能够方便而经济地生产出来、并便于装配成机器的这一特性。机械零件的结构工艺性应从毛坯制造、机械加工过程及装配等几个生产环节加以综合考虑。

例如,在图 1-12 所示的轴的结构中,为了便于装配零件,要去毛刺并在轴端倒角;需要磨削加工的轴段,要留有砂轮越程槽;需要切制螺纹的轴段,要留有退刀槽。

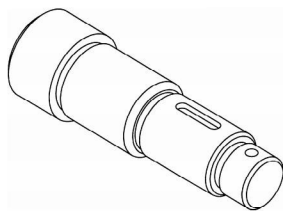


图 1-12 轴

3. 机械零件的承载能力

在住宅小区、商场乘坐电梯时如果乘坐的人过多,电梯就会报警并提示超载,导致电梯无法正常工作,这就是由于电梯的承载能力不足而造成的。

正如电梯具有一定的承载能力限制一样,为了保证机械零件在载荷作用下能够正常工作,必须要求每个零件都具有足够的承受载荷的能力,简称承载能力。图 1-13 所示的钢丝绳电动葫芦,它的起吊量受其承载能力的限制;图 1-14 所示汽车轮胎的紧固螺栓,在使用过程中需要具有一定的承载能力,以保障司乘人员的安全。



图 1-13 钢丝绳电动葫芦



图 1-14 汽车轮胎紧固螺栓

任何机械零件工作时都会受到力的作用,在这些力的作用下,材料所表现出来的性能



称为材料的力学性能。力学性能主要包括强度、塑性、硬度、韧性和疲劳强度等。

练习与巩固

1. 下图物品,哪些属于机器,哪些不是机器。(在图下的括号中填“是”或“不是”)



电风扇()



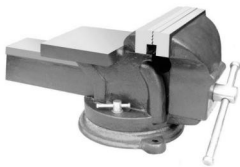
微波炉()



电熨斗()



电动自行车()



台虎钳()



订书机()

图 1-15 题 1

- 零件按结构分类,可分成_____、_____、_____、_____ 4类。
- 机械是由哪几部分组成的?
- 图 1-11(c)所示凸轮机构由构件支架、凸轮和从动杆组成。试分析有几个运动副?它们各属于何种运动副?
- 举例说出生产与生活中的机构(至少 5 种)。



模块 1 阶段测评

一、判断题

1. 构件是加工制造的单元,零件是运动的单元。 ()
2. 机械中最小的运动单元是零件。 ()
3. 机械是机器与机构的总称。 ()
4. 机器能做功或实现能量转换,机构则不能。 ()
5. 从运动和构造的角度来看,机器和机构是一样的。 ()
6. 构件可以由一个零件组成,也可以由一组零件组成。 ()

二、单选题

1. 金属切削机床中的齿轮传动属于机器组成的()。
 A. 动力部分 B. 传动部分 C. 自动控制部分 D. 工作部分
2. 洗衣机的拨水盘属于机器的()。
 A. 工作部分 B. 传动部分 C. 自动控制部分 D. 原动部分
3. 下列属于机器的是()。
 A. 制动器 B. 离合器 C. 内燃机 D. 减速器
4. 各个部分之间具有确定的相对运动构件的组合是()。
 A. 机器 B. 机构 C. 机械 D. 机床
5. 下列属于零件的是()。
 A. 自行车前后轮整体 B. 自行车车架
 C. 钢圈 D. 链条
6. 机器中最小制造单元是()。
 A. 机械 B. 机构 C. 构件 D. 零件
7. 主要用来传递和转变运动形式的是()。
 A. 机器 B. 机构 C. 零件 D. 构件
8. 从运动的角度分析,组成机器的是若干()。
 A. 机构 B. 执行件 C. 传动零件 D. 动力元件

三、多选题

1. 下列属于机构的是()。
 A. 车床 B. 千斤顶 C. 齿轮变速器 D. 离合器
2. 下列属于通用零件的是()。
 A. 螺母 B. 齿轮 C. 弹簧 D. 曲轴