

JIXIE SHEJI JICHU



世纪高职高专规划教材
高等职业教育规划教材编委会专家审定

机械设计基础 (上册)

主编 周伏玲 李进 王晓红



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



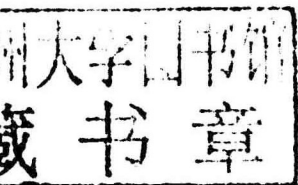
世纪高职高专规划教材

高等职业教育规划教材编委会专家审定

机械设计基础

(上册)

主 编 周伏玲 李 进 王晓红
副主编 张建美 汪海滨 汪广贤 史晓艳 李 颖



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书是根据职业教育的实际需求,结合实际生产、管理和服务,以为一线培养专门技术人才为特点,结合示范院校建设项目以及作者多年来从事企业技术工作经验和一线教学经验,采用最新的国家标准编写而成的。本书以职业岗位技能需求为目标,以注重应用能力培养为理念进行编写。全书以工作任务为导向设置课程体系,共分为五个模块,下设 18 个项目,36 个任务。各任务内容紧扣教学目的与要求,结合生产实际,项目与任务的设计注意难易梯度,易于不同层次的学生理解与吸收,每一任务均按照任务引入、任务分析、知识链接、任务实施、探索与发现、知识拓展的顺序编写,将任务教学法与实践相结合,知识分布均衡,便于教师教学和学生高效率、系统地学习理论知识与技能。本书可满足各类职业院校学生学习的需要,注重与工程实践相结合,以提高学生分析问题和解决问题的能力。

本书可作为高职高专院校机械类、机电类、自动化类等专业的机械设计基础课程的教材,也可作为应用型本科、成人教育、自学考试、中职学校、培训班的教材,还可作为企业工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础:全2册/周伏玲,李进,王晓红主编. —北京:北京邮电大学出版社,2014.10

ISBN 978-7-5635-4139-3

I. ①机… II. ①周… ②李… ③王… III. ①机械设计—高等职业教育—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 201508 号

书 名: 机械设计基础(上册)

责任著作者: 周伏玲 李 进 王晓红 主编

责 任 编 辑: 张珊珊

出 版 发 行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷:

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 21

字 数: 548 千字

版 次: 2014 年 10 月第 1 版 2014 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-4139-3

定价(上、下册): 66.00 元

本册定价: 44.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

随着我国经济日新月异地高效发展,机械化生产规模也随之日益扩大,机械行业中的各企业、各生产部门亟需大量的工程技术人员和大量的有技术含量的技术工人。而要想成为企业之支柱,国家之栋梁,他们必须具备一定的机械基础知识。因为在工作中,机械行业从业者们不可避免地会经常接触各种类型的通用机械和专用机械,而机械设计基础恰好是专业技术与基础理论的结合点,因此,机械设计基础是高等工科院校、职业院校等重要的技术基础课程。它综合运用了理论力学、材料力学、金属工艺学、金属材料及热处理、公差及技术测量以及机械制图等先修课程的知识,有效地解决了通用机械零件的设计问题,可以作为工程技术人员的基本训练,并为学生进一步学习专业课程打下良好的技术基础。

高等职业教育及中等职业教育作为职业教育的一种类型,是职业教育的重要组成部分,是以培养具有一定理论知识和较强实践能力、面向基层、面向生产、面向管理与服务一线职业岗位的实用型、技能型专门人才为目的的职业教育。因此,它的课程要在必需、够用的理论知识基础上进行知识的学习和技能的训练。本书充分汲取了职业教育在培养应用型技术人才方面的经验和成果,以及作者多年来从事企业技术工作经验和一线教学经验,以“必需、够用”为度,精选教学内容,简化理论与公式,加强理论与实际的联系,突出应用性,充分体现了职业教学的特点。

本书以职业岗位技能需求为目标,以“掌握基础,深化内容,理实结合,培养能力”为宗旨,以注重应用能力培养为理念进行编写。全书以工作任务为导向设置课程体系,共分为五个模块:模块一认识机器;模块二常用机构;模块三常用机械传动;模块四常用机械零部件;模块五减速器的设计。五大模块下设 18 个项目,36 个任务。各任务内容紧扣教学目的与要求,职能分明,结构清晰,结合生产实际,项目与任务的设计注意难易梯度,易于不同层次的读者理解与吸收,有助于读者对知识的掌握和运用。每一任务均按照任务引入、任务分析、知识链接、任务实施、探索与发现、知识拓展的顺序编写,形成了以任务为主线,以工程实际中的设备、机构、零件为载体的课程体系;对原有的知识体系进行了大胆的诠释,依照项目学习重构教学体系,将所需知识融入各个项目学习中,做到“用什么,学什么,学什么,实践什么”的教学理念,做到理论服务于实践又高于实践的教学要求。本书

将任务教学法与实践相结合,知识分布均衡,便于教师教学和学生高效率、系统地学习理论知识与技能。便于提高学生分析问题和解决问题的能力,培养学生的设计能力和创新思维能力以及团队协作能力。

在这本教材编写的过程中,得到了大连市技师学院领导的大力支持、帮助与鼓励,正是在他们的鼎力相助与关心下,才有了本书的诞生。李进院长和王晓红院长在百忙之中亲自组织了本书的编写工作,并给予了技术指导,在此谨向院领导们表示崇高的敬意与衷心的感谢!同时还要向长期以来一直默默给予我们支持、理解与关心的老师们说声谢谢!

参加本书编写的有:周伏玲(模块二的项目二、三;模块三的项目十、十一、十二;模块四的项目十三、十四;模块五),张建美(模块一;模块二的项目四;模块三的项目六、七、八;模块四的项目十五、十六、十七),史晓艳(模块二的项目五),李颖(模块三的项目九),汪海滨参与编写(模块二的项目四;模块四的项目十五、十六、十七),汪广贤参与编写(模块二的项目二;模块三的项目十一、十二)。本书由周伏玲、李进、王晓红任主编,张建美、汪海滨、汪广贤、史晓艳、李颖任副主编。

本书作者还编写了《机械设计基础习题册》、《机械设计基础实训工作页》两本教材,这三本书之间相互关联,自成体系,可以满足机械设计课程的各种需要。

由于编者的水平和时间有限,以及经验不足,尽管为此我们付出了艰辛努力,然而漏误或不当之处在所难免,敬请同行及广大读者不吝批评指正,多给我们提出宝贵意见,以便本书日臻完善。

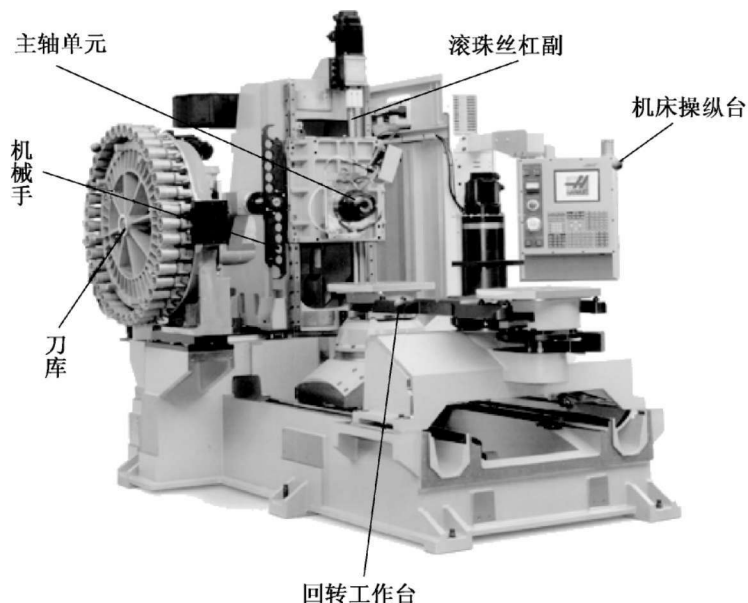
编 者

目 录

模块一 认识机器	1
项目一 认识机器	1
模块二 常用机构	13
项目二 绘制内燃机机构运动简图	13
项目三 牛头刨床平面连杆机构	29
任务一 认识平面连杆机构	30
任务二 认识平面连杆机构的工作特性	43
任务三 设计铰链四杆机构	52
项目四 分析内燃机凸轮轴配气机构的运动	62
任务一 认识凸轮机构	62
任务二 设计凸轮轮廓曲线	73
项目五 认识其他常用机构	88
任务一 分析牛头刨床的进给运动	88
任务二 分析自动灌装系统	94
模块三 常用机械传动	101
项目六 分析汽缸盖上的螺纹联接	101
任务一 认识联接螺纹	102
任务二 辨析减速器上的螺纹联接	112
任务三 设计气缸螺栓联接	125
项目七 分析台虎钳螺旋传动	144
项目八 分析带传动装置	152
任务一 更换车床主轴 V 带	152
任务二 振动筛 V 带的设计	169
项目九 安装自行车的链条	183
项目十 CA6140 型车床主轴箱内的齿轮传动	192
任务一 配换 CA6140 车床变速箱的齿轮机构	192
任务二 齿轮加工及变位齿轮	208

任务三	数控车床用靠模装置中的直齿圆柱齿轮传动设计·····	217
任务四	CA6140 车床变速箱中的斜齿圆柱齿轮传动设计 ·····	249
任务五	分析圆锥齿轮传动·····	267
任务六	CA6140 车床变速箱齿轮传动的结构和润滑设计 ·····	276
项目十一	分析蜗杆传动装置·····	286
项目十二	分析轿车变速器轮系·····	310
参考文献	·····	328

模块一 认识机器



项目一 认识机器

任务目标

1. 掌握零件、构件、机构、机器、机械及机器组成的概念。
2. 了解机器设计应满足的基本要求及一般程序。

重点难点

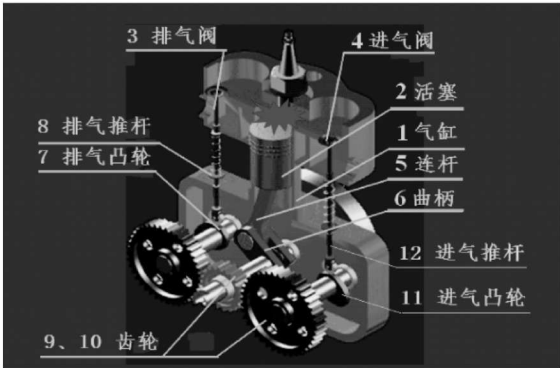
1. 掌握零件、构件、机构、机器、机械及机器组成的概念。
2. 正确分析机器中零件、构件等的基本区别和机器的组成。

任务引入

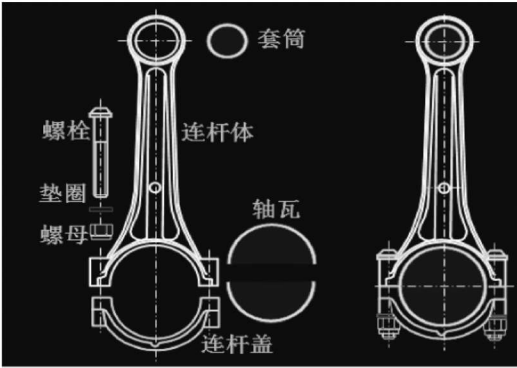
实际生产中我们使用着各式各样的机器,如图 1-1-1(a)所示为单缸内燃机,它是机器中的一种。其运动过程为首先由气缸 1 中的内燃气体推动活塞 2 作往复移动,带动连杆 5 使曲柄 6 转动,将燃气产生的热能转变为曲轴转动的机械能,曲柄 6 带动同轴上的齿轮 9,齿轮 9 将动力传送到齿轮 10,齿轮 10 使同轴上的进气凸轮 11 转动,再由进气凸轮 11 推动进气推杆 12,使进气阀 4 开启和关闭,可燃混合气体定时进入气缸供燃烧;排气凸轮 7 推动排

气推杆 8 使排气阀 3 关闭和开启,废气排出。内燃机周而复始地循环这一过程,它是一种常用的动力源。

内燃机是一部机器,它与机械有什么关系?它与零件、部件、机构之间的关系又如何呢?从机器功能的角度出发,机器由哪些部分组成?



(a) 单缸内燃机示意图



(b) 连杆及其上的零件示意图

图 1-1-1 单缸内燃机

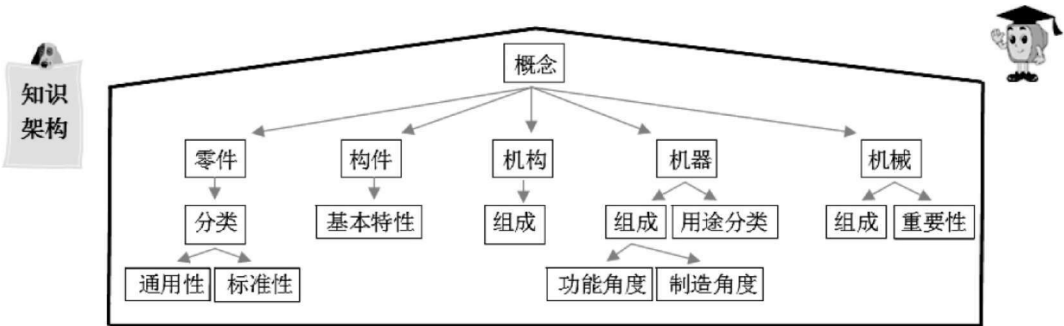
任务分析

机器是人们用来进行生产劳动的工具。在日常生活和生产实践活动中,经常用到各种各样的机器,例如洗衣机、缝纫机、内燃机、汽车、各种机床等。尽管这些机器的种类繁多,构造和用途差别很大,但它们都有着共同特点:都是人为的多种实物组合体;组成机器的各实物间具有确定的相对运动;能够代替或减轻人的劳动,去完成机械功或转换机械能。凡具备以上三个特征的实物组合就称为机器。

当仅对组成机器的各实物之间的相对运动关系进行分析而不考虑其功用时,通常把这些具有确定相对运动的实物组合体称为机构。在实际中,通常把机器和机构统称为机械。

本项目就是从机器入手,弄明白机械、机器、机构、构件、零件的概念、组成、特性等,明确它们之间的关系;认真分析机器中重要部分的功能,了解它们如何共同配合工作完成机器的总任务,即能较正确地找出组成部分。

知识链接



一、零件

1. 零件的基本概念

从制造加工的角度来看,机器是由若干零件组装而成的。而比较复杂的机器又是先由一些零件组装成部件,再由部件和另一些零件所组成的。如图 1-1-1(a)所示的内燃机,主要由气缸 1、活塞 2、排气阀 3、进气阀 4、连杆 5、曲柄 6、齿轮 9 和 10、排气凸轮 7、排气推杆 8、进气凸轮 11、进气推杆 12 等组成。可见,零件是机器的最小制造单元,而部件则是机器的装配单元。

零件是制造的最基本单元,是不可拆卸的单元体。例如:图 1-1-2 中的连杆体、连杆盖、轴瓦和螺钉、垫片、定位销等都是零件。它们可以装配组成为单缸内燃机中的连杆构件。

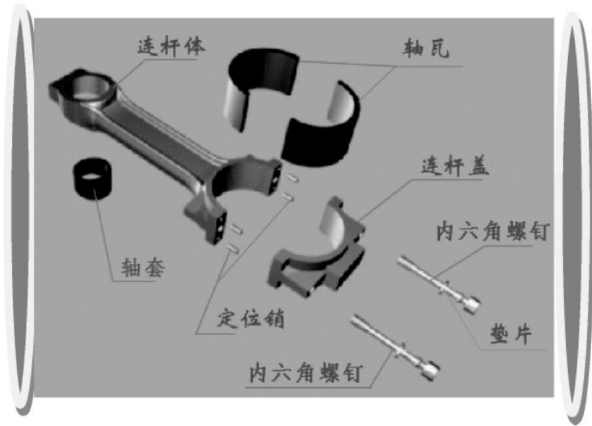


图 1-1-2 连杆上的零件

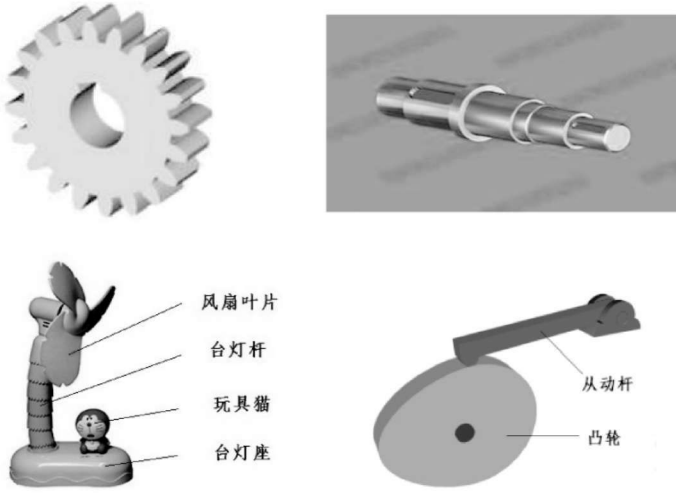
2. 零件的分类

零件可按通用性、标准性等进行分类,具体如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 零件的分类

分类	零件类别及特点	图例
通用性	通用零件 各种机械中普遍使用的零件,如右图依次为齿轮、轴承、轴、弹簧、螺栓、螺母、键等	
	专用零件 只在一定类型机械中使用的零件,如曲轴、自行车上的零件等	

续 表

分类	零件类别及特点	图例
标准性	标准零件 其尺寸、材料、结构、性能等已经标准化和系列化的零件。一般不需要自己制造的零件。如弹簧、螺栓、键、滚动轴承等	
	非标准零件 其尺寸、材料、结构、性能未全部达到标准化和系列化,一般需要自己制造的零件。如齿轮、轴、凸轮等	

在实际生产中,由若干零件装配在一起所组成的具有独立功能的部分,称为**部件**。为简便起见,在不致引起误解的时候,一般不再细分,用“零件”一词泛指零件和部件。如图 1-1-3、图 1-1-4 所示的“零件”为滚动轴承和联轴器。

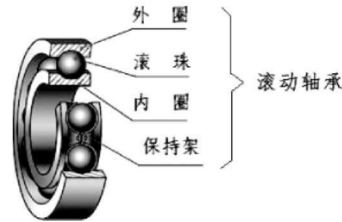


图 1-1-3 滚动轴承



图 1-1-4 联轴器

二、构件

1. 构件的基本概念

从机械实现预期功能的角度来看,组成机器的一些零件之间没有相对运动,因此,由一个零件或多个零件装配成一体且能独立运动的单元体称为**构件**。构件可以是一个单独的零件,

也可以由几个零件刚性地联结在一起组成。如图 1-1-5 所示的曲轴是一个零件,但是能独立运动,也称为构件。如图 1-1-1(b)所示的内燃机中的连杆 5 就是由单独加工的连杆体、连杆盖、轴套、螺栓、螺母、轴瓦等零件装配而成的构件,由此可见,构件是不可分割的运动单元,且是运动的最基本单元。

2. 构件的特性

组成单一构件的零件之间没有相对运动,是一个运动的整体。如连杆构件中的连杆体、连杆盖、轴瓦和螺栓等零件之间没有相对运动,这些零件是装配的基本单元体。



图 1-1-5 曲轴

三、机构

1. 机构的基本概念

机构由多个构件组成,各构件之间具有确定的相对运动,完成运动的传递和转换。如图 1-1-1所示的单缸内燃机中的曲柄滑块机构把活塞的往复移动转变成曲柄的旋转运动,如图 1-1-6所示;然后再传递给齿轮,齿轮机构实现曲轴和凸轮之间的转速变化,如图 1-1-7 所示;凸轮机构把凸轮轴的转动转换成推杆的往复移动,使气门开关,如图 1-1-8 所示。

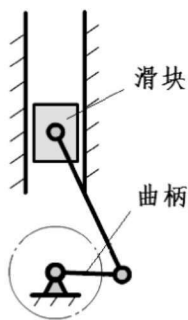


图 1-1-6 曲柄滑块机构

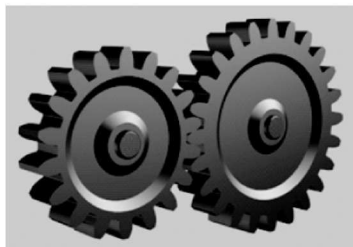


图 1-1-7 齿轮机构

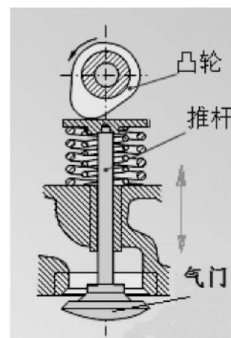


图 1-1-8 凸轮机构

2. 机构的组成

机构按所起作用的不同,由主动件(原动件)、从动件和机架组成。主动件是带动其他构件运动的构件。例如内燃机中的滑块是主动件。从动件是随着主动件的运动而运动的构件。例如被滑块带动旋转的曲柄,曲柄相对于滑块是从动件。主动件和从动件可能是一个或几个活动构件。机架是固定件,支承着活动构件,只有一个。

四、机器

1. 机器的基本概念

从运动的角度看,机器由一个或多个构件组成,构件之间具有确定的相对运动。如内燃机的各机构间具有确定的相对运动。这种性能与机构相同,不同之处是内燃机还能够将热能转化成机械能,因此,它是机器。机器能够变换或传递能量、物料与信息。如发电机能将机械能转化为电能;运输机可以改变物体在空间的位置;金属切削机床能改变工件的尺寸和形状;计算机可以变换信息等。

因此,机器的明确概念是:机器是构件的组合,构件之间具有确定的相对运动,能够代替或减轻人类的劳动,能够做有用的机械功或实现能量转换。

2. 机器的组成

① 从功能的角度看组成

机器一般由以下几部分组成,如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 机器的组成

组成	功能	位置
动力部分	将其他能量变换为机械能,是驱动整机完成预定功能的动力源。如:电动机、内燃机	机器的始端
传动部分	把原动机的运动和动力转变为工作部分运动和动力。即将原动机输出的运动和动力传递给执行机构。机械传动如:金属切削机床的带传动、齿轮传动、螺旋传动机构等。此外还包含液压传动、气动传动、电气传动等	原动机构和执行机构之间
执行部分	直接完成工作任务的机构。其功能是利用机械能去变换或传递能量、物料、信号。如:起重机的吊钩、汽车的车轮等	机器的终端
控制系统	控制机器的其他组成部分,随时实现或终止机器的各种预定动作的部分。如:计算机的键盘、鼠标、开关等	机器的适当位置
支撑及辅助部分	支撑作用如:车床的床身、底座、摩托车的车架、洗衣机的罩壳等 辅助功能如:金属切削机床的照明、润滑油、输送铁屑等装置	机器的适当位置

如图 1-1-9 所示为轿车的主要组成部分。

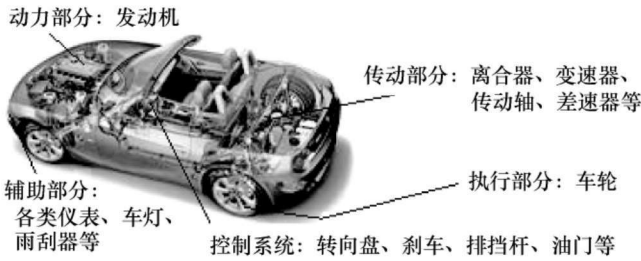


图 1-1-9 轿车的基本组成

从功能角度看机器各组成部分的关系,如图 1-1-10 所示。

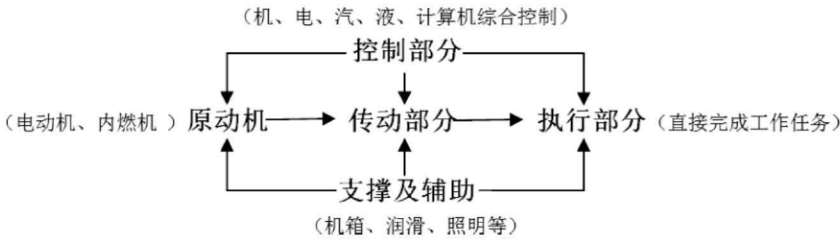


图 1-1-10 机器各组成部分间的关系

② 从制造的角度看组成

机器是由若干个零件组成,有时为了装配方便,先将各组协同工作的零件分别装配成相对独立的组合体,再装配成整机,这种组合体常称为部件或组件,例如:车床主轴箱、尾座、滚动轴

承、自行车脚踏等,从这个角度看,机器是由零件、部件组成,如图 1-1-11 所示为车床的主要组成部分。



图 1-1-11 车床的主要组成部件

3. 机器的特征

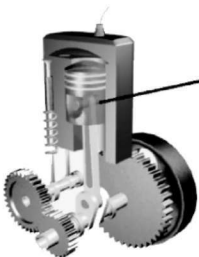
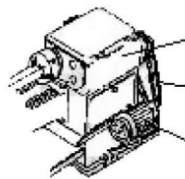
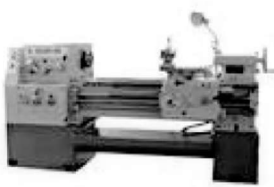
(1)由多个构件组成;(2)各构件间具有确定的相对运动;(3)能够完成有效的机械功或变换机械能。

机构具有机器的前两个特征。

4. 机器的分类

从用途的角度对机器进行分类,如表 1-1-3 所示。

表 1-1-3 机器的用途分类

分类	图示	
发动机	 内燃机 内燃机是将热能转变成机械能的机器	 车床 带传动机构 电动机 电动机是将电能转换成机械能的机器
	 机床是用机械能来改变被加工物料的位置、形状、性能、尺寸和状态的机器	 计算机是能够变换信息的机器

五、机械的含义

从运动学的角度看,机器和机构没有区别。一般地,机器与机构统称为机械。如图 1-1-12 所示为破碎机。如图 1-1-13 所示为机械组成的运动学认识。

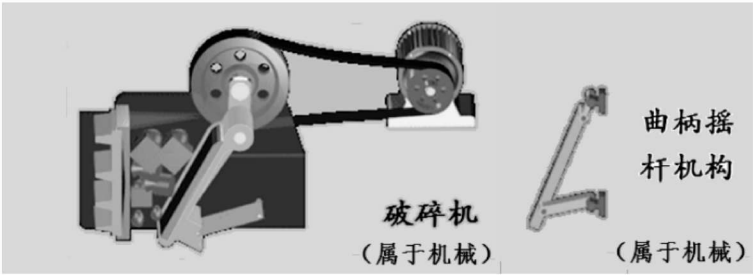


图 1-1-12 破碎机

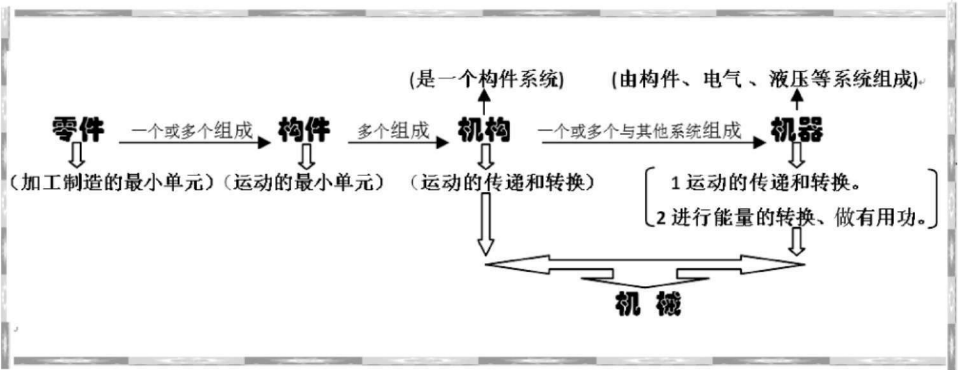


图 1-1-13 机械组成的运动学认识

六、机器设计应满足的基本要求及一般程序

机器设计是指规划和设计实现预期功能的新机器或改进原有机器的性能。一部机器的质量基本取决于机器设计的质量。制造过程的本质在于实现设计时所规定的质量。因此,机器的设计阶段是决定机器好坏的关键。实际上,机械产品构成竞争力的大部分要素都是由产品的设计阶段确定的。

1. 机器设计应满足的基本要求

不同的机器其功能和外形都不相同,但它们设计的基本要求大体是相同的,机器应满足的基本要求可以归纳为以下 4 方面。

(1) 功能要求

满足机器预定的工作要求,如机器工作部分的运动形式、速度、运动精度和平稳性、需要传递的功率,以及某些使用上的特殊要求(如高温、防潮等)。

(2) 安全可靠要求

① 使整个技术系统和零件在规定的外载荷和规定的工作时间内,能正常工作而不发生断裂、过度变形、过度磨损、不丧失稳定性。

② 能实现对操作人员的防护,保证人身安全和身体健康。

③ 对于技术系统的周围环境和人不致造成危害和污染,同时要保证机器对环境的适应性。

(3) 经济性要求

在产品整个设计周期中,必须把产品设计、销售及制造三方面作为一个系统工程来考虑,用价值工程理论指导产品设计,正确使用材料,采用合理的结构尺寸和工艺,以降低产品的成本。设计机械系统和零部件时,应尽可能标准化、通用化、系列化,以提高设计质量、降低制造成本。

(4) 其他要求

机械系统外形美观,便于操作和维修。此外还必须考虑有些机械由于工作环境和要求不同,而对设计提出某些特殊要求,如食品卫生条件、耐腐蚀、高精度要求等。

2. 机器设计的一般过程

机械设计就是建立满足功能要求的技术系统的创造过程。机械设计的一般过程如图 1-1-14所示。

(1) 明确设计任务

产品设计是一项为实现预定目标的有目的的活动,因此正确地确定设计目标或任务是设计的基础。明确设计任务包括定出技术系统的总体目标和各项具体的技术要求,这是设计、优化、评价、决策的依据。

明确设计任务包括分析所设计机械系统的用途、功能、各种技术经济性能指标和参数范围、预期的成本范围等,并对同类或相近产品的技术经济指标、同类产品的不完善性、用户的意见和要求、目前的技术水平以及发展趋势等进行认真的调查研究、收集材料,以进一步完善设计任务。

(2) 总体设计

机械系统总体设计根据机器要求进行功能设计研究。总体设计包括确定工作部分的运动和阻力,选择原动机的种类和功率,选择传动系统,机械系统的运动和动力计算,确定各级传动比和各轴的转速、转矩和功率。总体设计时要考虑到机械的操作、维修、安装、外廓尺寸等要求,确定机械系统各主要部件之间的相对位置关系及相对运动关系,人-机-环境之间的合理关系。总体设计对机械系统的制造和使用都有很大的影响,为此,常需做出几个方案加以分析、比较,通过优化求解得出最佳方案。

(3) 技术设计

技术设计又称结构设计。其任务是根据总体设计的要求,确定机械系统各零部件的材料、形状、数量、空间相互位置、尺寸、加工和装配,并进行必要的强度、刚度、可靠性设计,若有几种方案时,需进行评价决策,最后选择最优方案。技术设计时还要考虑加工条件、现有材料、各种标准零部件、相近机器的通用件。技术设计是保证质量、提高可靠性、降低成本的重要工作。技术设计还需绘制总装配图、部件装配图、编制设计说明书等。技术设计是从定性到定量、从抽象到具体、从粗略到详细的设计过程。

(4) 样机试制

样机试制阶段是通过样机制造、样机试验,检查机械系统的功能及整机、零部件的强度、刚度、运转精度、振动稳定性、噪声等方面的性能,随时检查及修正设计图纸,以便更好地满足设

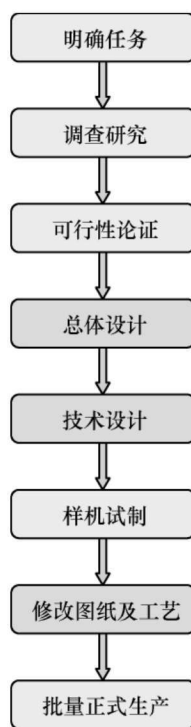


图 1-1-14 机械设计过程

计要求。

(5) 批量正式生产

批量正式生产阶段是根据样机试验、使用、测试、鉴定所暴露的问题,进一步修正设计,以保证完成系统功能,同时验证各工艺的正确性,以提高生产率、降低成本、提高经济效益。

产品设计过程是智力活动过程,它体现了设计人员的创新思维活动,设计过程是逐步逼近解答方案、逐步完善的过程。设计过程中还应注意以下几方面。

① 设计过程要有全局观点,不能只考虑设计本身的问题,而要把设计看成一个系统,处理人-机-环境之间的关系。

② 善于运用创造性思维和方法,注意考虑多方案解答,避免解答的局限性。

③ 设计和各阶段应有明确的目标,注意各阶段的评价和优选,以求出既满足功能要求又有最大实现可能的方案。

④ 要注意反馈及必要的工作循环。解决问题要由抽象到具体,由局部到全面,由不确定到确定。

任务实施

通过上面的论述,机器与机构统称为机械。一部机器由一个或多个机构与其他系统组成;机构又由多个构件组成;构件又由一个或多个零件组成。

从机器功能的角度出发,各部机器的组成部分大致相同,如图 1-1-15 所示为洗衣机的组成。

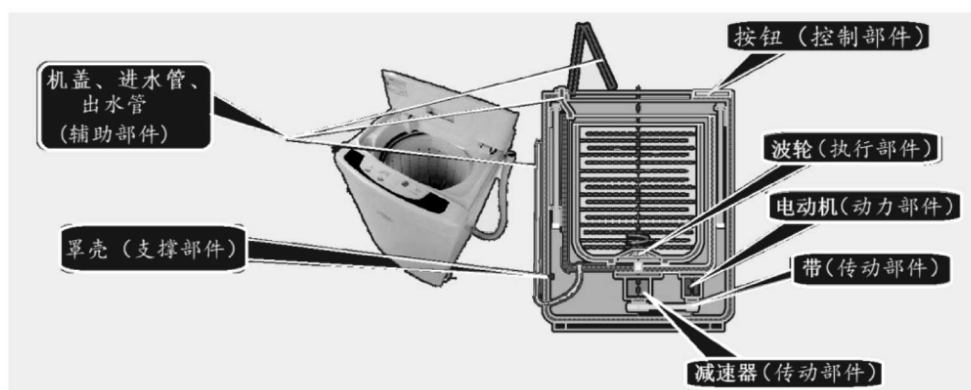


图 1-1-15 洗衣机的组成

洗衣机主要由控制部件(按钮)使动力部件(电动机)运动;带动传动部件(减速器、带传动);驱动执行部件(波轮)旋转,搅动水及需要洗涤的物品;辅助部件也起到不容忽视的作用(水管进出水,机盖起安全、制动作用);支撑部件支撑着全体零件和部件,保证机器的正常工作。

探索与发现

1. 请指出图 1-1-16 中的(a)、(b)、(c)、(d)哪个是零件、构件、机构或机器?

2. 知道了“机器是构件的组合;构件之间具有确定的相对运动;能够做有用的机械功或实现能量转换”,机器离我们远吗?细想一想,机器就在我们周围,如图 1-1-17 中给出的各种机器。你还知道哪些机器呢?