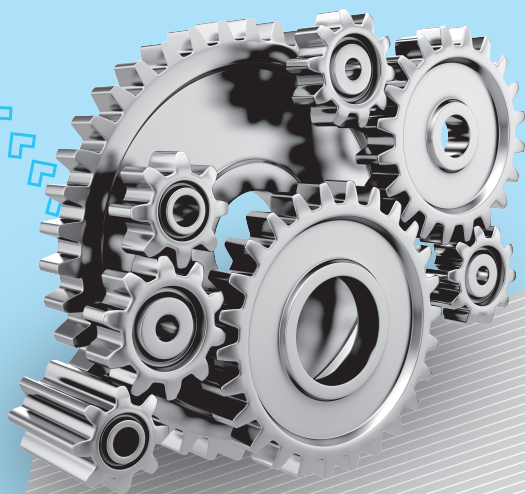




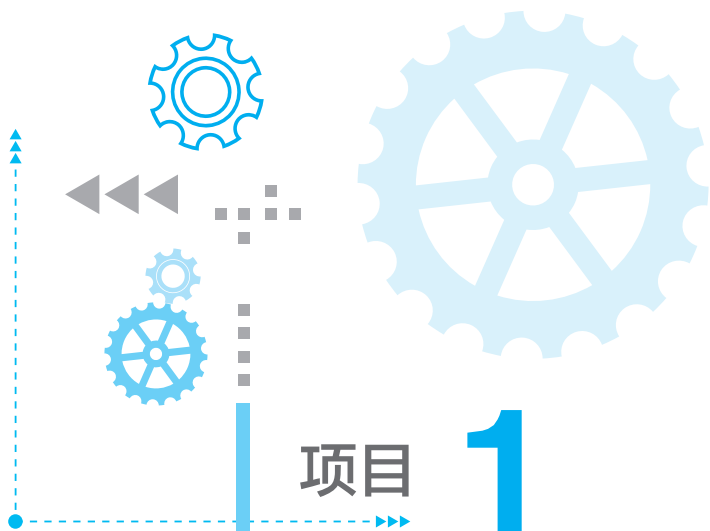
中等职业学校机械系列教材
中等职业教育新形态一体化教材

机械基础

主 编 戴春琴
副主编 卢晓晖 艾作众 杨 静



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



项目 1

机械基础概论



学习内容

- ④ 机器的组成及特征。
- ④ 零件、构件、机构、机器、机械等基本概念。



学习指导

本项目主要是引导学生掌握机械常用名词的含义,使学生了解机械的概念、组成及特征,对机械有一个宏观的了解。学习中可通过参观相应的实训场地加深学生对机械的印象,提高学生的学习兴趣。

任务 1.1

机械的认知

知识目标

- (1)了解机械基础的课程性质、内容和基本任务。
- (2)了解机器的组成部分及其功用。
- (3)熟悉机器的特征,了解机械、机器和机构的区别。

能力目标

- (1)初步认识机械,了解机械基础的基本要求。
- (2)具有判断和区分机械、机器、机构及零件的能力。

思政目标

结合机械的发展历程及我国机械行业发展历史,明确学好本任务的重要性,并为参与我国机械行业的发展做好准备。

学习重点和难点

重点:机械的组成。

难点:机械、机器、机构、构件、零件和部件之间的关系。

任务描述

为了满足生活和生产的需要,人类创造并发展了机械。当今世界人们已经越来越



越离不开机械。因此,学习机械知识,掌握一定的机械设计、制造、运用、维护与修理方面的理论、方法和技能是十分必要的。

在人们的生产和生活中广泛地使用着各种类型的机械产品,以减轻或代替人们的劳动,提高生产效率、产品质量和生产水平。机械类产品的种类繁多,结构形式和用途也各不相同,图 1-1-1 所示为部分机械类产品示例。

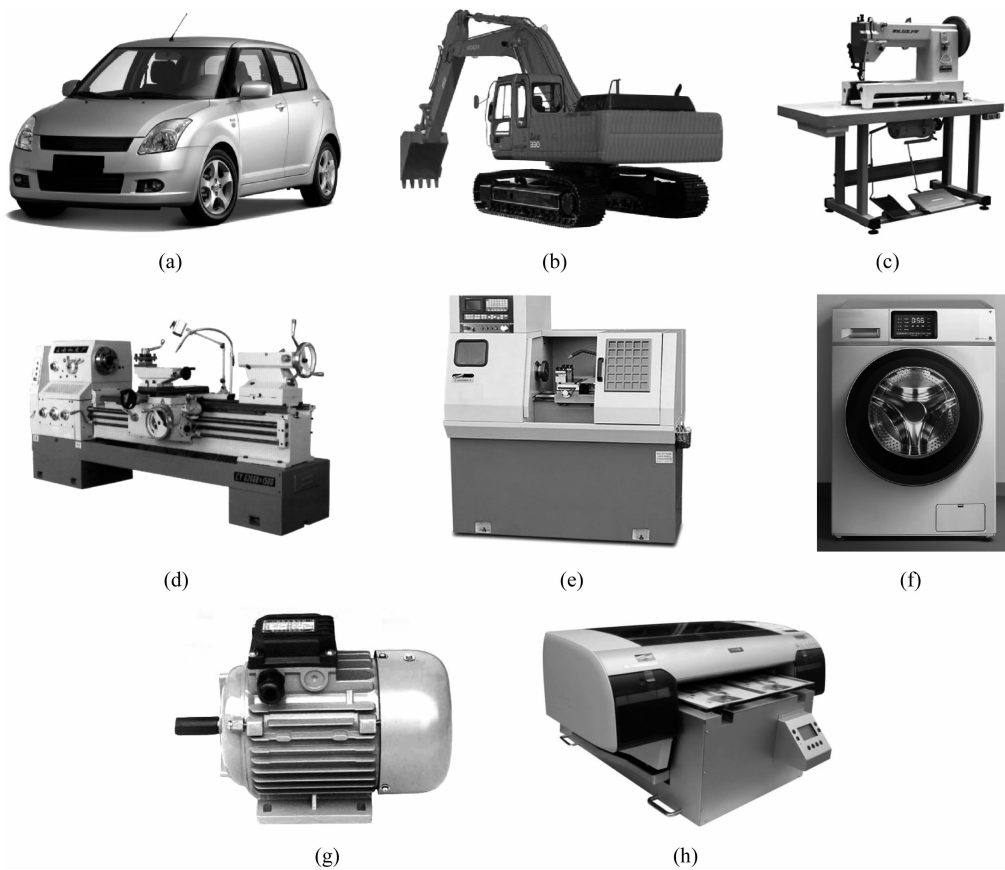


图 1-1-1 机械类产品示例

(a)汽车 (b)挖掘机 (c)工业缝纫机 (d)普通车床 (e)数控车床
(f)洗衣机 (g)电动机 (h)打印机

仔细观察图 1-1-2 所示轿车,分析其各部分组成。本任务通过对此案例的分析得出机械的共同特征,并引出机器、机构、构件、零件和部件等与机械相关的基本概念,介绍本任务应掌握的知识点。

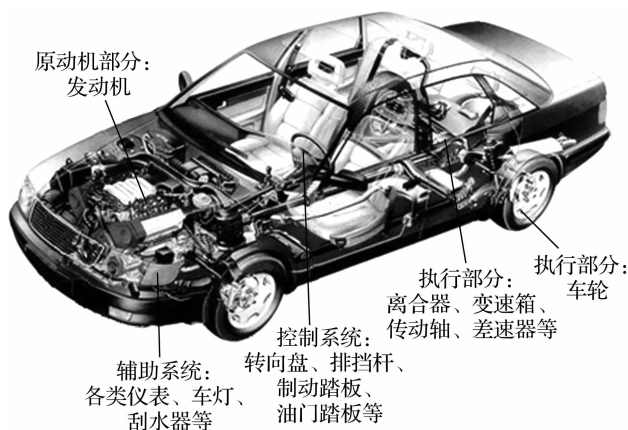


图 1-1-2 轿车的组成

知识准备

1.1.1 中外机械发展史

机械是人类生产和生活的基本工具和设备之一,是人类物质文明最重要的组成部分之一。工具的发明和使用是人类区别于其他动物的一项主要标志,机械是人类发明的重要工具,机械技术在整个技术体系中占有基础和核心地位。

目前,考古学家发现的人类已知最早的机械——车轮,是人类很重要的发明之一。正是车轮的诞生,才使车成为人类重要的交通工具。约公元前 3 000 年,古埃及人在修建金字塔的过程中就使用了滚木来搬运巨石。阿基米德将水提升至高处使用的螺旋装置,就是今天的螺旋式输送机的始祖。

中国是世界上机械发展最早的国家之一。中国古代在机械方面有许多发明创造,在动力的利用和机械结构的设计上都有自己的特色。战国时期流传的《考工记》是现存最早的手工艺专著,其中记有车轮的制造工艺;对弓的弹力、箭的射速和飞行的稳定性等都有深入的探索。东汉的“水排”用水力鼓风炼铁,其中应用了齿轮和连杆机构,如图 1-1-3 所示。西汉时的“被中香炉”构造精巧,无论球体香炉如何滚动,其中心位置的半球形炉体都能保持水平状态。晋代的“连磨”用一头牛驱动八台磨盘,如图 1-1-4 所示,其中应用了齿轮系统。

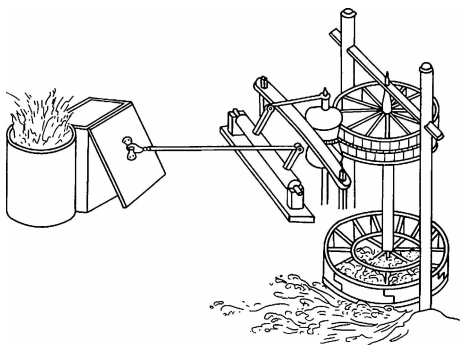


图 1-1-3 水 排

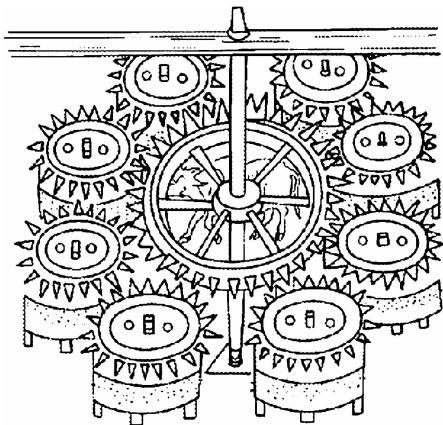


图 1-1-4 连 磨

近代机械是在蒸汽机发明后才陆续出现的。早在 15 世纪,意大利人达·芬奇就发明了机械车、自行车、扑翼机等机械。1690 年,法国人巴本首先发明了活塞式蒸汽机;1698 年,英国人赛维利制造了用于矿井抽水的蒸汽泵;1705 年,英国人纽科门在前两人的基础上制造出一台性能更佳的蒸汽机,1712 年这种蒸汽机开始在英国矿井中用于运输煤炭。当时的蒸汽机效率很低,英国人瓦特在此基础上用了 6 年的时间,对蒸汽机做了两次重大改革,才使蒸汽机奔跑于陆地。蒸汽机的出现使 19 世纪欧洲的工业及经济水平得到了迅猛发展。

我国工业在近几十年来也取得了突飞猛进的发展。机械产品朝着大型化、精密化、自动化和整套化的方向不断突破,在许多领域已经达到世界先进水平。

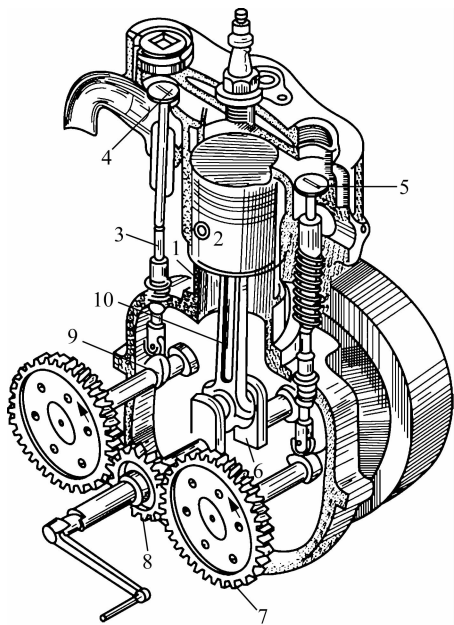
1.1.2 机器、机构、构件、零件和部件的含义

1. 机器

机器是为实现某种功能而设计制作的。典型的轿车由发动机、底盘和车身 3 大部分组成。发动机是使输送进来的燃料燃烧而产生动力的部件,由曲柄连杆机构、凸轮配气机构、燃料供给系统、冷却系统、润滑系统、点火系统和起动系统组成,一般采用内燃机。底盘是将发动机输送的动力转换成汽车的运动,使汽车按驾驶员的操纵而正常行驶的部件,由传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统组成。传动系统由离合器、变速器、传动轴、主减速器及差速器、半轴等传递动力的部件组成;行驶系统对全车起支承作用,以保证汽车正常行驶,包括车架、前悬架和后悬架、前车轮和后车轮等;转向系统使汽车按选定方向行驶,包括转向器、转向传动装置等;制动系统使汽车可靠停驻、停车和减速,包括前后轮制动器、控制装置、传动装置等。车身

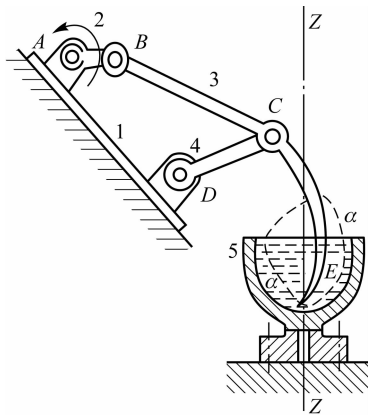
是驾驶员工作及容纳乘客和货物的场所。汽车是一个机械系统,通过这 3 部分实现汽车安全行驶的功能,使人类以车代步。

机器的类型很多,但仔细分析就可以发现它们都有共同的特征。图 1-1-5 所示为单缸四冲程内燃机,其通过可燃混合气在气缸内的进气—压缩—做功—排气 4 个过程,使燃烧的热能转换为曲轴转动的机械能。图 1-1-6 所示为搅面机,当曲柄转动时,搅面棒上 E 点便能模仿人手搅面,同时容器 5 绕 Z 轴转动,将面粉搅拌均匀。



1—气缸体; 2—活塞; 3—顶杆; 4—进气阀;
5—排气阀; 6—曲轴; 7—齿轮 I;
8—齿轮 II; 9—凸轮; 10—连杆。

图 1-1-5 单缸四冲程内燃机



1—机架; 2—曲柄; 3—搅面棒;
4—摇杆; 5—容器。

图 1-1-6 搅面机

可以看出,一台完整的机器一般由动力部分、执行部分、传动部分、控制部分和支承及辅助部分组成。

(1)动力部分。动力部分指机器工作的动力来源,如汽车中的发动机。各种机器广泛使用的动力源有电力、热力、液力、压缩气体、风力等。

(2)执行部分。执行部分指直接完成机器预定工作任务的部分,如汽车中的行驶系统、内燃机的活塞、起重机的吊钩、机床的刀架等。

(3)传动部分。传动部分指将动力部分的运动和动力传递给执行部分的中间环节,是用来完成运动形式和动力参数转换的组成部分。传动部分可以减速、增速、调



速、改变转矩以及改变运动形式等,从而满足执行部分的各种要求。常用的传动形式有机械传动、液压传动、气压传动、电力传动等,其中机械传动应用最广。

机械传动通常是通过各种传动机构,如连杆传动机构、凸轮传动机构、带传动、齿轮传动、链传动、间歇运动机构、起停和换向装置等,与各种零件,如轴、轴承、联轴器、螺栓及弹簧等配合完成传动任务。其运动特性通常用转速、速比、变速范围等参数表示;动力特性通常用功率、转矩、效率等表示。

(4)控制部分。控制部分指使上述3个基本职能部分彼此协调工作,并准确、安全、可靠地完成整机功能的组成部分。控制部分可随时实现或终止机器的各种预定动作,如汽车的转向系统、制动系统、内燃机的凸轮配气机构等。它包括机械控制系统、电气控制系统、液压控制系统和气压控制系统等。

(5)支承及辅助部分。支承及辅助部分包括汽车中的仪表、车灯、刮水器等;洗衣机中的进水管、排水管、机壳、机盖等。

机器的结构形式和用途各不相同,但总的来说机器有三个特征:

- (1)任何机器都是人为的实物组合。
- (2)组成机器的各实物之间具有确定的相对运动。
- (3)可代替或减轻人的劳动,完成有用的机械功或实现能量转换。

常见机器的类型、特点及应用见表1-1-1。

表 1-1-1 常见机器的类型、特点及应用

机 器 类 型	特 点	应 用 举 例
动力机器	用以实现其他形式的能量与机械能间的转换	发电机、电动机、汽油机、柴油机等
工作机器	用来做机械功或搬运物品	机床、轧钢机、起重机、挖掘机、运输车辆等
信息机器	用来获取或变换信息	计算机、录音机、复印机、摄像机、手机等

2. 机构

机构指由两个或两个以上构件通过活动连接形成的构件系统。按组成的各构件间相对运动的不同,机构可分为平面机构(如平面连杆机构、圆柱齿轮机构等)和空间机构(如空间连杆机构、蜗轮蜗杆机构等);按运动副类别可分为低副机构(如连杆机构等)和高副机构(如凸轮机构等);按结构特征可分为连杆机构、齿轮机构、斜

面机构、棘轮机构等；按所转换的运动或力的特征可分为匀速和非匀速转动机构、直线运动机构、换向机构、间歇运动机构等；按功用可分为安全保险机构、联锁机构、擒纵机构等。

与机器相比较，机构仅具有机器的前两个特征，即机构是人为的实物组合，并且各实物之间具有确定的相对运动。在单缸四冲程内燃机中，活塞、连杆、曲轴和气缸体组成一个曲柄滑块机构，将活塞相对气缸体的往复移动转变为曲轴相对气缸体的连续转动。凸轮、顶杆和气缸体组成凸轮机构，将凸轮相对气缸体的连续转动转变为顶杆相对气缸体的有规律往复移动，从而控制进、排气门的开启与关闭。而曲轴及凸轮轴上的齿轮和气缸体组成齿轮机构，可使两轴保持一定的转速比。由此可见，机器是由机构组成的，也有只包含一个机构的机器，如电动机等。若不讨论做功和转换能量的问题，仅从结构和运动的角度来看，机器和机构并无区别，所以习惯上把机器和机构统称为“机械”。各种机器中普遍使用的机构称为常用机构，如齿轮机构、凸轮机构等。在后续的任务里我们会具体讲解每一种机构的应用。

3. 构件、零件和部件

1) 构件

组成机械的各个相对运动的实物称为构件。从运动的角度看，可以认为机械是由若干构件组成的。构件之间具有确定的相对运动，其形状、尺寸主要取决于运动性质。所以，构件是机械中的运动单元，如曲柄、连杆、活塞等。

2) 零件

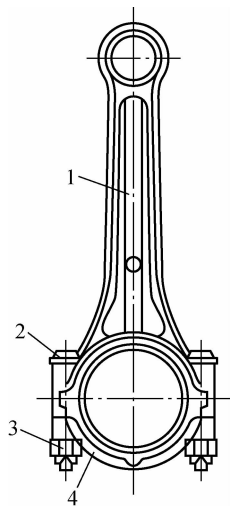
构件可以是单一的整体，如曲柄，但有时为了便于制造、安装，常由更小的单元装配而成。图 1-1-7 所示的连杆这一构件是由连杆体 1、连杆盖 4、螺栓 2 和螺母 3 装配成的一个整体。连杆体、连杆盖、螺栓、螺母等称为机械零件，简称零件。零件是机械组成中不可再拆的最小单元，是机械中的制造单元。

零件按使用特点分为通用零件和专用零件。图 1-1-8 所示为单级圆柱齿轮减速器，由传递动力的齿轮（传动零件）、支承齿轮的轴和轴承（轴系零件）、连接箱体和箱盖的螺栓、连接齿轮和轴的键（连接零件）等组成。这些零件在各种机械中都得到，称为通用零件。内燃机中的活塞、起重机中的吊钩等，只在某些机械设备中得到，称为专用零件。

3) 部件

部件是机械装配的最小单位，是机械的装配单元，如汽车的变速箱、驱动桥等。

构件、零件和部件的特点及应用见表 1-1-2。



1—连杆体；2—螺栓；3—螺母；4—连杆盖。

图 1-1-7 连 杆

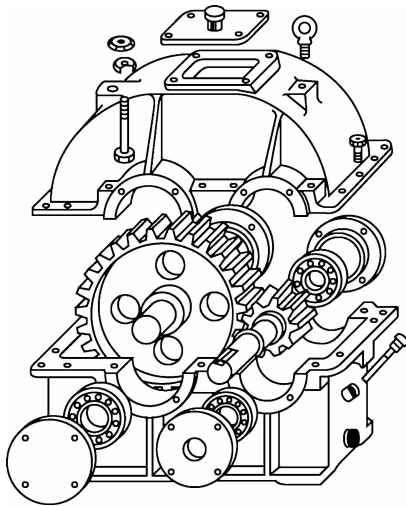


图 1-1-8 单级圆柱齿轮减速器

表 1-1-2 构件、零件和部件的特点及应用

名 称	特 点	应 用 举 例
构件	系统中实际存在的可更换部分,它实现特定的功能,符合一套接口标准并实现一组接口	连杆、曲柄、底座等
零件	机械中不可分拆的单个制件,是机器的基本组成要素,也是机械制造过程中的基本单元	如螺丝钉、垫片、二极管等
部件	机械的一部分,由若干装配在一起的零件组成	变速箱、发动机、自行车脚踏板等

1.1.3 运动副

运动副是指两构件直接接触且能产生一定形式的相对运动的可动连接。两个构件组成的运动副,通常有 3 种接触形式,即点接触、线接触和面接触。按照接触的特性,面接触运动副又分为低副和高副两大类。

1. 低副

低副是两构件通过面接触组成的运动副。其分为转动副、移动副和螺旋副 3 种。

(1)转动副是两构件在接触处只允许相对转动。如由转轴与导槽组成的运动

副,如图 1-1-9(a)所示。

(2)移动副是两构件在接触处只允许相对移动。如由滑块与导槽组成的运动副,如图 1-1-9(b)所示。

(3)螺旋副是两构件只能沿轴线做相对螺旋运动的运动副。在接触处两构件做一定关系的既转动又移动的复合运动,如图 1-1-9(c)所示。

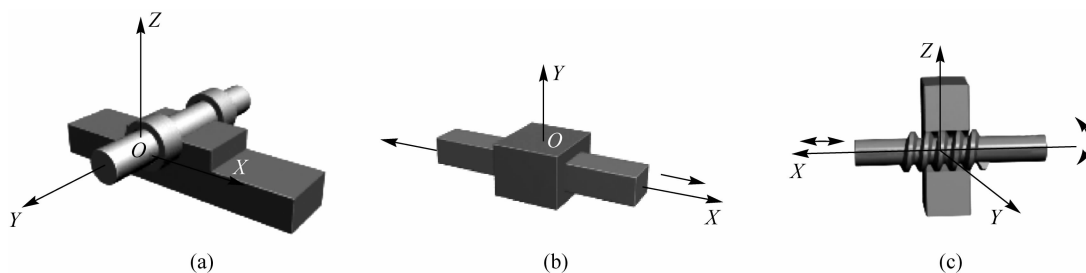


图 1-1-9 运动副(低副)

(a)转动副 (b)移动副 (c)螺旋副

2. 高副

高副是两构件以点、线的形式相接触而组成的运动副,如图 1-1-10 所示。

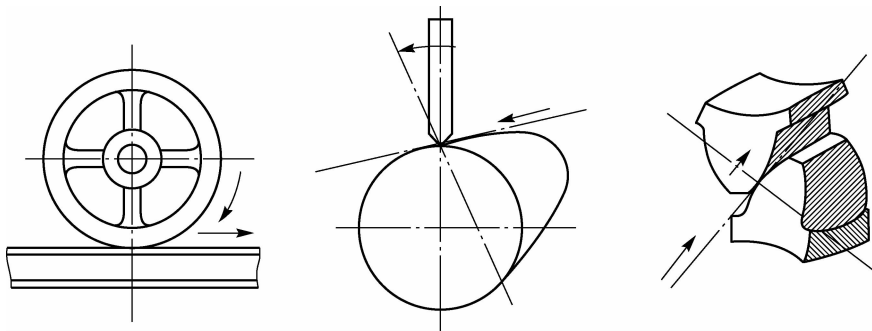


图 1-1-10 运动副(高副)

3. 运动副的应用特点

1)低副的特点

- (1)单位面积压力较小,较耐用,传力性能好。
- (2)摩擦损失大,效率低。
- (3)不能传递较复杂的运动。

2)高副的特点

- (1)单位面积压力较大,两构件接触处容易磨损。
- (2)制造和维修困难。



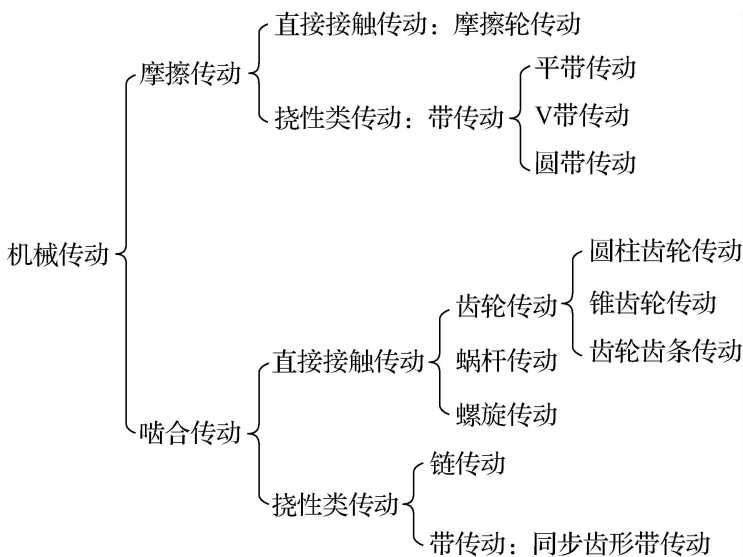
(3)能传递较复杂的运动。

4. 低副机构与高副机构

低副机构是机构中所有运动副均为低副的机构。高副机构是机构中至少有一个运动副是高副的机构。

1.1.4 机械传动的分类

传动部分是机器中最重要的部分。按照传递运动和动力的方法不同,机械传动的分类如下。



任务实施

准备工作

1. 知识准备

预习教材,并查阅有关资料了解机械的相关知识。

2. 器材准备

洗衣机 1 台。

实施过程

1. 教师讲解,对洗衣机的结构进行分析

洗衣机的主要组成部件如图 1-1-11 所示。通过对洗衣机的结构、运动及功能分析可知,洗衣机满足机器的 3 个基本特征,故属于机器。



图 1-1-11 洗衣机的主要组成部件

2. 学生分组,对机床、自行车、缝纫机、汽车、减速器等进行结构分析

通过观察机床、自行车、缝纫机、汽车、减速器等,认识机械的多样性,这些结构和功能不同的机械具有共同的特征,熟悉了这些特征就为今后分析机械、使用机械、维护保养机械甚至设计新机械奠定了良好的基础。

学生分组交替操作,分析机械的动力部分、执行部分、传动部分和控制部分,指出其中的机构、通用零件和专用零件。

最后,每组学生分别结合本任务内容谈谈自己的收获。

任务评价

任务完成后请认真填写下表。

任 务 评 价 表

评 价 项 目	学 生 自 评	小 组 互 评	教 师 评 估
1. 是否了解机器的特征			
2. 是否了解机器与机构的区别			
3. 是否了解机构与零件的区别			
4. 是否知道机器的组成部分及其功用			
个人小结:(本次任务的收获与不足)			
姓名:	日期:	总评:	教师:



前言

Preface

传统的机械基础教材内容按条块分割,与实际工程结合不紧密,理论性太强,在对学生动手能力、创新能力的培养方面有所欠缺。随着中等职业教育教学改革的不断深化,教学模式和方法的改革创新需要与之相适应的新教材。基于此,编者组织编写了本书。本书彻底打破了传统的以理论灌输为主的教学理念,形成了以行动为导向的项目教学模式及知识体系。

本书在编写过程中吸纳中等职业学校机电类专业的教改成果,注重改革教学内容、教学方法;积极推进课程改革,努力形成以就业为导向的课程体系,加强学生就业能力的培养;高度重视实践和实训教学环节,突出“做中学、做中教”的职业教育教学特色。

本书采用项目任务方式构建课程内容体系,全书分8个项目,共19个任务。任务中突出典型机械的操作,将“教、学、做”融为一体,促使学生积极地参与学习,自主地进行知识体系建构,提高学生动手操作、发现问题、分析问题、解决问题等方面的能力。

在编写过程中,天津市机电工艺技师学院相关教师通过教学实践,深入企业调研以及对顶岗实习学生的回访,大量查阅学院机械基础教研记录,同时借鉴和吸收同类教材的优点,为本书的编写做了大量的准备工作。

本书主要有以下特点:

第一,充分体现项目任务式教学的优势,以实际工作过程为切入点,按项目任务组织教学内容。本书以通用的机械设备或常见的机械部件为载体,根据典型工作任务设计课程体系和安排教学内容,打破传统教材的理论知识章节框架体系。

第二,理论知识教学和技能训练并重。本书每个任务均有知识目标、能力目标、思政目标、学习重点和难点、任务描述、知识准备、任务实施、任务评价 8 项内容。通过各项目的教学,学生能掌握机械基础课程的基础知识及相关基本技能。

第三,按照行动引导编写思路组织各项目和任务涉及的内容,做到“理论学习有载体,技能训练有实体”,有利于激发学生的学习热情,使学生在获得知识和技能的同时获得成就感。

第四,专业能力、方法能力、社会能力兼顾,突出职业道德教育与职业能力培养。

本书由天津市机电工艺技师学院戴春琴担任主编,天津市机电工艺技师学院卢晓晖、艾作众、杨静担任副主编。

由于编者水平有限,书中存在的不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者



项目 1	机械基础概论	1
	任务 1.1 机械的认知	2
	1.1.1 中外机械发展史	4
	1.1.2 机器、机构、构件、零件和部件的含义	5
	1.1.3 运动副	9
	1.1.4 机械传动的分类	11
项目 2	齿轮减速器	13
	任务 2.1 拆装箱盖	14
	2.1.1 螺纹的概念及其主要参数	16
	2.1.2 常用连接螺纹的种类、特点和应用	18
	2.1.3 普通螺纹和管螺纹的标记	19
	2.1.4 螺纹连接的基本形式	20
	2.1.5 螺纹连接零件	21
	2.1.6 螺纹连接的防松	21
	任务 2.2 拆装滚动轴承	25
	2.2.1 滚动轴承的结构与类型	26
	2.2.2 滚动轴承代号的组成及意义	29
	2.2.3 滚动轴承类型的选择原则	33
	2.2.4 滚动轴承的安装、润滑与密封	35
	2.2.5 滑动轴承概述	38

任务 2.3 拆装齿轮	43
2.3.1 键连接	44
2.3.2 销连接	47
任务 2.4 认识齿轮	49
2.4.1 齿轮传动概述	50
2.4.2 直齿圆柱齿轮传动	52
2.4.3 其他类型齿轮传动	55
2.4.4 齿轮的失效形式	56
任务 2.5 分析输出轴	59
2.5.1 常用轴的种类和应用特点	60
2.5.2 轴的结构分析	62
2.5.3 轴的材料及热处理	65
任务 2.6 分析蜗杆传动机构	66
2.6.1 蜗杆传动	67
2.6.2 蜗杆传动中蜗轮转向的判定	69
2.6.3 蜗杆减速器常见问题及解决方法	70
任务 2.7 拆装联轴器	73
2.7.1 刚性联轴器	74
2.7.2 挠性联轴器	75
2.7.3 安全联轴器	78

项目 3

铣床主轴传动系统 80

任务 3.1 认识轮系	81
3.1.1 轮系概述	82
3.1.2 定轴轮系中各轴转向的判定	86
3.1.3 定轴轮系传动比的计算	87
3.1.4 定轴轮系中各轮转速的计算	88



任务 3.2 分析铣床主轴传动系统	91
3.2.1 有级变速机构	92
3.2.2 无级变速机构	93
3.2.3 换向机构	95

项目 4

微调镗刀 97

任务 4.1 分析台虎钳的普通螺旋传动	98
4.1.1 传动螺纹	99
4.1.2 传动螺纹的标记	100
4.1.3 普通螺旋传动	100
任务 4.2 调整微调镗刀	105
4.2.1 差动螺旋传动机构	106
4.2.2 差动螺旋传动的应用形式	107

项目 5

空气压缩机 110

任务 5.1 更换空气压缩机的 V 带	111
5.1.1 带传动概述	112
5.1.2 V 带传动	114
任务 5.2 分析空气压缩机的工作原理	120
5.2.1 铰链四杆机构的组成及基本形式	121
5.2.2 铰链四杆机构的基本性质	126
5.2.3 铰链四杆机构的演化	128

项目 6

内燃机配气机构 133

任务 6.1 更换齿形带	134
6.1.1 齿形带传动	135
6.1.2 链传动	136

任务 6.2 更换凸轮轴	139
6.2.1 凸轮机构的组成和特点	140
6.2.2 凸轮机构的分类和应用	141
6.2.3 凸轮机构从动件常用的运动规律	143

项目 7

牛头刨床的横向进给机构 147

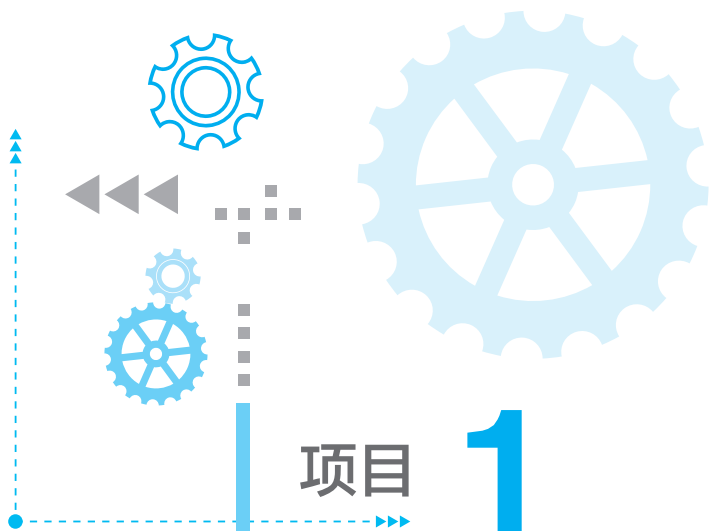
任务 7.1 调节牛头刨床的横向进给量	149
7.1.1 棘轮机构	150
7.1.2 槽轮机构	152

项目 8

液压传动 156

任务 8.1 认识液压千斤顶	157
8.1.1 液压传动系统的工作原理	158
8.1.2 液压传动系统的组成	160
8.1.3 液压传动系统的表示方法	160
8.1.4 液压传动的特点	161
8.1.5 液压传动的基本参数	162
8.1.6 液压油的选用	165
任务 8.2 认识动力滑台液压传动系统	167
8.2.1 动力元件	168
8.2.2 执行元件	173
8.2.3 控制元件	176
8.2.4 辅助元件	185
8.2.5 液压基本回路	187
8.2.6 动力滑台液压传动系统工作循环	196

参考文献 200



项目 1

机械基础概论



学习内容

- ④ 机器的组成及特征。
- ④ 零件、构件、机构、机器、机械等基本概念。





学习指导

本项目主要是引导学生掌握机械常用名词的含义,使学生了解机械的概念、组成及特征,对机械有一个宏观的了解。学习中可通过参观相应的实训场地加深学生对机械的印象,提高学生的学习兴趣。

任务 1.1

机械的认知



知识目标

- (1)了解机械基础的课程性质、内容和基本任务。
- (2)了解机器的组成部分及其功用。
- (3)熟悉机器的特征,了解机械、机器和机构的区别。



能力目标

- (1)初步认识机械,了解机械基础的基本要求。
- (2)具有判断和区分机械、机器、机构及零件的能力。



思政目标

结合机械的发展历程及我国机械行业发展历史,明确学好本任务的重要性,并为参与我国机械行业的发展做好准备。

学习重点和难点

重点:机械的组成。

难点:机械、机器、机构、构件、零件和部件之间的关系。



任务描述

为了满足生活和生产的需要,人类创造并发展了机械。当今世界人们已经越来越



越离不开机械。因此,学习机械知识,掌握一定的机械设计、制造、运用、维护与修理方面的理论、方法和技能是十分必要的。

在人们的生产和生活中广泛地使用着各种类型的机械产品,以减轻或代替人们的劳动,提高生产效率、产品质量和生产水平。机械类产品的种类繁多,结构形式和用途也各不相同,图 1-1-1 所示为部分机械类产品示例。

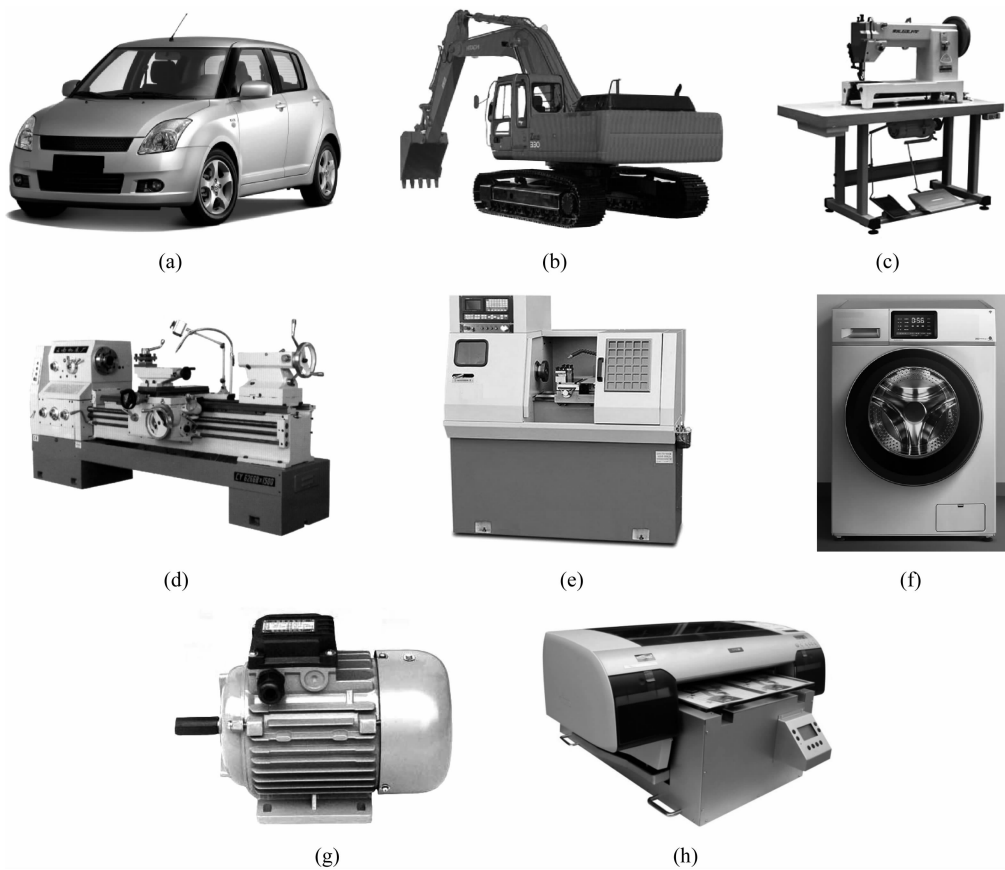


图 1-1-1 机械类产品示例

(a)汽车 (b)挖掘机 (c)工业缝纫机 (d)普通车床 (e)数控车床
(f)洗衣机 (g)电动机 (h)打印机

仔细观察图 1-1-2 所示轿车,分析其各部分组成。本任务通过对此案例的分析得出机械的共同特征,并引出机器、机构、构件、零件和部件等与机械相关的基本概念,介绍本任务应掌握的知识点。

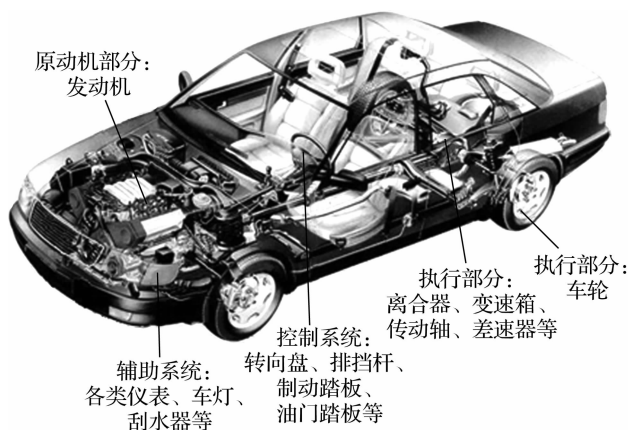


图 1-1-2 轿车的组成

知识准备

1.1.1 中外机械发展史

机械是人类生产和生活的基本工具和设备之一,是人类物质文明最重要的组成部分之一。工具的发明和使用是人类区别于其他动物的一项主要标志,机械是人类发明的重要工具,机械技术在整个技术体系中占有基础和核心地位。

目前,考古学家发现的人类已知最早的机械——车轮,是人类很重要的发明之一。正是车轮的诞生,才使车成为人类重要的交通工具。约公元前 3 000 年,古埃及人在修建金字塔的过程中就使用了滚木来搬运巨石。阿基米德将水提升至高处使用的螺旋装置,就是今天的螺旋式输送机的始祖。

中国是世界上机械发展最早的国家之一。中国古代在机械方面有许多发明创造,在动力的利用和机械结构的设计上都有自己的特色。战国时期流传的《考工记》是现存最早的手工艺专著,其中记有车轮的制造工艺;对弓的弹力、箭的射速和飞行的稳定性等都有深入的探索。东汉的“水排”用水力鼓风炼铁,其中应用了齿轮和连杆机构,如图 1-1-3 所示。西汉时的“被中香炉”构造精巧,无论球体香炉如何滚动,其中心位置的半球形炉体都能保持水平状态。晋代的“连磨”用一头牛驱动八台磨盘,如图 1-1-4 所示,其中应用了齿轮系统。

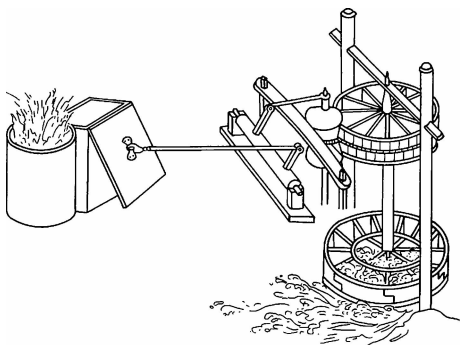


图 1-1-3 水 排

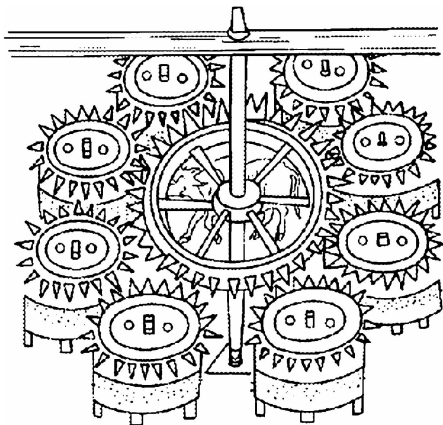


图 1-1-4 连 磨

近代机械是在蒸汽机发明后才陆续出现的。早在 15 世纪,意大利人达·芬奇就发明了机械车、自行车、扑翼机等机械。1690 年,法国人巴本首先发明了活塞式蒸汽机;1698 年,英国人赛维利制造了用于矿井抽水的蒸汽泵;1705 年,英国人纽科门在前两人的基础上制造出一台性能更佳的蒸汽机,1712 年这种蒸汽机开始在英国矿井中用于运输煤炭。当时的蒸汽机效率很低,英国人瓦特在此基础上用了 6 年的时间,对蒸汽机做了两次重大改革,才使蒸汽机奔跑于陆地。蒸汽机的出现使 19 世纪欧洲的工业及经济水平得到了迅猛发展。

我国工业在近几十年来也取得了突飞猛进的发展。机械产品朝着大型化、精密化、自动化和整套化的方向不断突破,在许多领域已经达到世界先进水平。

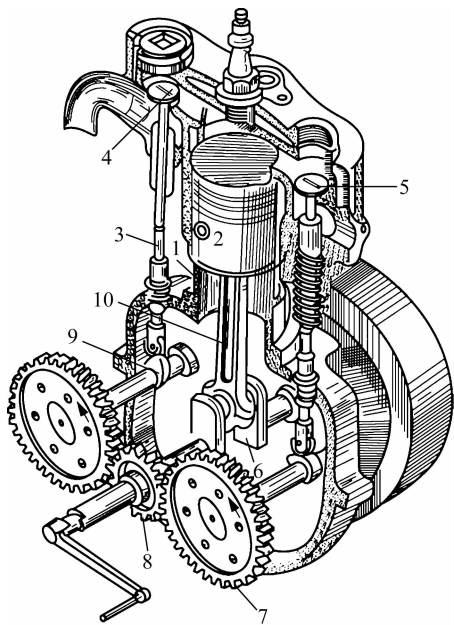
1.1.2 机器、机构、构件、零件和部件的含义

1. 机器

机器是为实现某种功能而设计制作的。典型的轿车由发动机、底盘和车身 3 大部分组成。发动机是使输送进来的燃料燃烧而产生动力的部件,由曲柄连杆机构、凸轮配气机构、燃料供给系统、冷却系统、润滑系统、点火系统和起动系统组成,一般采用内燃机。底盘是将发动机输送的动力转换成汽车的运动,使汽车按驾驶员的操纵而正常行驶的部件,由传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统组成。传动系统由离合器、变速器、传动轴、主减速器及差速器、半轴等传递动力的部件组成;行驶系统对全车起支承作用,以保证汽车正常行驶,包括车架、前悬架和后悬架、前车轮和后车轮等;转向系统使汽车按选定方向行驶,包括转向器、转向传动装置等;制动系统使汽车可靠停驻、停车和减速,包括前后轮制动器、控制装置、传动装置等。车身

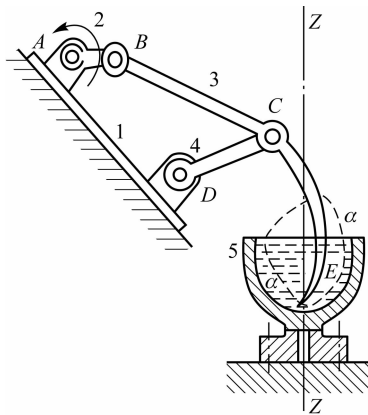
是驾驶员工作及容纳乘客和货物的场所。汽车是一个机械系统,通过这 3 部分实现汽车安全行驶的功能,使人类以车代步。

机器的类型很多,但仔细分析就可以发现它们都有共同的特征。图 1-1-5 所示为单缸四冲程内燃机,其通过可燃混合气在气缸内的进气—压缩—做功—排气 4 个过程,使燃烧的热能转换为曲轴转动的机械能。图 1-1-6 所示为搅面机,当曲柄转动时,搅面棒上 E 点便能模仿人手搅面,同时容器 5 绕 Z 轴转动,将面粉搅拌均匀。



1—气缸体; 2—活塞; 3—顶杆; 4—进气阀;
5—排气阀; 6—曲轴; 7—齿轮 I;
8—齿轮 II; 9—凸轮; 10—连杆。

图 1-1-5 单缸四冲程内燃机



1—机架; 2—曲柄; 3—搅面棒;
4—摇杆; 5—容器。

图 1-1-6 搅面机

可以看出,一台完整的机器一般由动力部分、执行部分、传动部分、控制部分和支承及辅助部分组成。

(1)动力部分。动力部分指机器工作的动力来源,如汽车中的发动机。各种机器广泛使用的动力源有电力、热力、液力、压缩气体、风力等。

(2)执行部分。执行部分指直接完成机器预定工作任务的部分,如汽车中的行驶系统、内燃机的活塞、起重机的吊钩、机床的刀架等。

(3)传动部分。传动部分指将动力部分的运动和动力传递给执行部分的中间环节,是用来完成运动形式和动力参数转换的组成部分。传动部分可以减速、增速、调



速、改变转矩以及改变运动形式等,从而满足执行部分的各种要求。常用的传动形式有机械传动、液压传动、气压传动、电力传动等,其中机械传动应用最广。

机械传动通常是通过各种传动机构,如连杆传动机构、凸轮传动机构、带传动、齿轮传动、链传动、间歇运动机构、起停和换向装置等,与各种零件,如轴、轴承、联轴器、螺栓及弹簧等配合完成传动任务。其运动特性通常用转速、速比、变速范围等参数表示;动力特性通常用功率、转矩、效率等表示。

(4)控制部分。控制部分指使上述3个基本职能部分彼此协调工作,并准确、安全、可靠地完成整机功能的组成部分。控制部分可随时实现或终止机器的各种预定动作,如汽车的转向系统、制动系统、内燃机的凸轮配气机构等。它包括机械控制系统、电气控制系统、液压控制系统和气压控制系统等。

(5)支承及辅助部分。支承及辅助部分包括汽车中的仪表、车灯、刮水器等;洗衣机中的进水管、排水管、机壳、机盖等。

机器的结构形式和用途各不相同,但总的来说机器有三个特征:

- (1)任何机器都是人为的实物组合。
- (2)组成机器的各实物之间具有确定的相对运动。
- (3)可代替或减轻人的劳动,完成有用的机械功或实现能量转换。

常见机器的类型、特点及应用见表1-1-1。

表 1-1-1 常见机器的类型、特点及应用

机 器 类 型	特 点	应 用 举 例
动力机器	用以实现其他形式的能量与机械能间的转换	发电机、电动机、汽油机、柴油机等
工作机器	用来做机械功或搬运物品	机床、轧钢机、起重机、挖掘机、运输车辆等
信息机器	用来获取或变换信息	计算机、录音机、复印机、摄像机、手机等

2. 机构

机构指由两个或两个以上构件通过活动连接形成的构件系统。按组成的各构件间相对运动的不同,机构可分为平面机构(如平面连杆机构、圆柱齿轮机构等)和空间机构(如空间连杆机构、蜗轮蜗杆机构等);按运动副类别可分为低副机构(如连杆机构等)和高副机构(如凸轮机构等);按结构特征可分为连杆机构、齿轮机构、斜

面机构、棘轮机构等；按所转换的运动或力的特征可分为匀速和非匀速转动机构、直线运动机构、换向机构、间歇运动机构等；按功用可分为安全保险机构、联锁机构、擒纵机构等。

与机器相比较，机构仅具有机器的前两个特征，即机构是人为的实物组合，并且各实物之间具有确定的相对运动。在单缸四冲程内燃机中，活塞、连杆、曲轴和气缸体组成一个曲柄滑块机构，将活塞相对气缸体的往复移动转变为曲轴相对气缸体的连续转动。凸轮、顶杆和气缸体组成凸轮机构，将凸轮相对气缸体的连续转动转变为顶杆相对气缸体的有规律往复移动，从而控制进、排气门的开启与关闭。而曲轴及凸轮轴上的齿轮和气缸体组成齿轮机构，可使两轴保持一定的转速比。由此可见，机器是由机构组成的，也有只包含一个机构的机器，如电动机等。若不讨论做功和转换能量的问题，仅从结构和运动的角度来看，机器和机构并无区别，所以习惯上把机器和机构统称为“机械”。各种机器中普遍使用的机构称为常用机构，如齿轮机构、凸轮机构等。在后续的任务里我们会具体讲解每一种机构的应用。

3. 构件、零件和部件

1) 构件

组成机械的各个相对运动的实物称为构件。从运动的角度看，可以认为机械是由若干构件组成的。构件之间具有确定的相对运动，其形状、尺寸主要取决于运动性质。所以，构件是机械中的运动单元，如曲柄、连杆、活塞等。

2) 零件

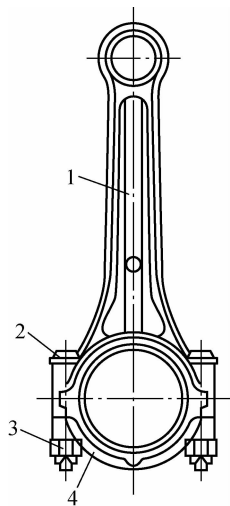
构件可以是单一的整体，如曲柄，但有时为了便于制造、安装，常由更小的单元装配而成。图 1-1-7 所示的连杆这一构件是由连杆体 1、连杆盖 4、螺栓 2 和螺母 3 装配成的一个整体。连杆体、连杆盖、螺栓、螺母等称为机械零件，简称零件。零件是机械组成中不可再拆的最小单元，是机械中的制造单元。

零件按使用特点分为通用零件和专用零件。图 1-1-8 所示为单级圆柱齿轮减速器，由传递动力的齿轮（传动零件）、支承齿轮的轴和轴承（轴系零件）、连接箱体和箱盖的螺栓、连接齿轮和轴的键（连接零件）等组成。这些零件在各种机械中都得到，称为通用零件。内燃机中的活塞、起重机中的吊钩等，只在某些机械设备中得到，称为专用零件。

3) 部件

部件是机械装配的最小单位，是机械的装配单元，如汽车的变速箱、驱动桥等。

构件、零件和部件的特点及应用见表 1-1-2。



1—连杆体；2—螺栓；3—螺母；4—连杆盖。

图 1-1-7 连 杆

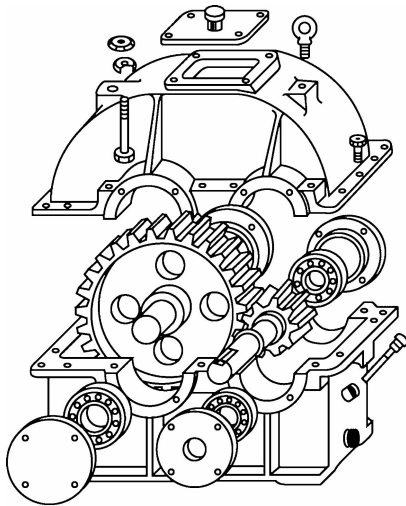


图 1-1-8 单级圆柱齿轮减速器

表 1-1-2 构件、零件和部件的特点及应用

名 称	特 点	应 用 举 例
构件	系统中实际存在的可更换部分,它实现特定的功能,符合一套接口标准并实现一组接口	连杆、曲柄、底座等
零件	机械中不可分拆的单个制件,是机器的基本组成要素,也是机械制造过程中的基本单元	如螺丝钉、垫片、二极管等
部件	机械的一部分,由若干装配在一起的零件组成	变速箱、发动机、自行车脚踏板等

1.1.3 运动副

运动副是指两构件直接接触且能产生一定形式的相对运动的可动连接。两个构件组成的运动副,通常有 3 种接触形式,即点接触、线接触和面接触。按照接触的特性,面接触运动副又分为低副和高副两大类。

1. 低副

低副是两构件通过面接触组成的运动副。其分为转动副、移动副和螺旋副 3 种。

(1)转动副是两构件在接触处只允许相对转动。如由转轴与导槽组成的运动

副,如图 1-1-9(a)所示。

(2)移动副是两构件在接触处只允许相对移动。如由滑块与导槽组成的运动副,如图 1-1-9(b)所示。

(3)螺旋副是两构件只能沿轴线做相对螺旋运动的运动副。在接触处两构件做一定关系的既转动又移动的复合运动,如图 1-1-9(c)所示。

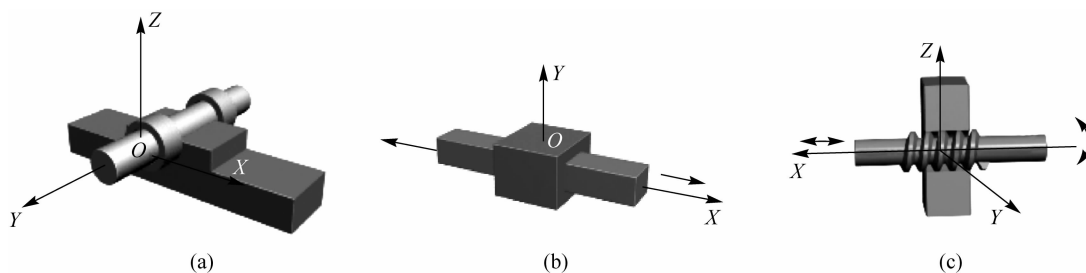


图 1-1-9 运动副(低副)

(a)转动副 (b)移动副 (c)螺旋副

2. 高副

高副是两构件以点、线的形式相接触而组成的运动副,如图 1-1-10 所示。

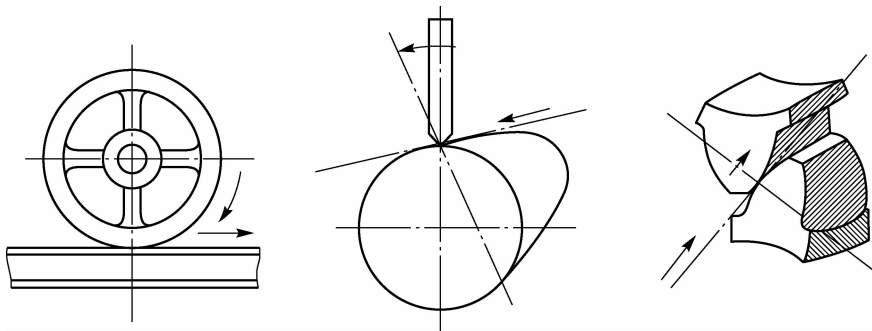


图 1-1-10 运动副(高副)

3. 运动副的应用特点

1)低副的特点

- (1)单位面积压力较小,较耐用,传力性能好。
- (2)摩擦损失大,效率低。
- (3)不能传递较复杂的运动。

2)高副的特点

- (1)单位面积压力较大,两构件接触处容易磨损。
- (2)制造和维修困难。



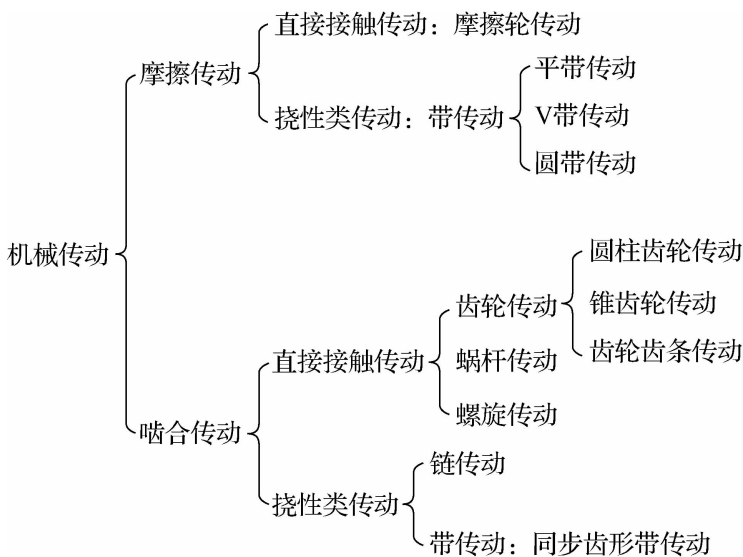
(3)能传递较复杂的运动。

4. 低副机构与高副机构

低副机构是机构中所有运动副均为低副的机构。高副机构是机构中至少有一个运动副是高副的机构。

1.1.4 机械传动的分类

传动部分是机器中最重要的部分。按照传递运动和动力的方法不同,机械传动的分类如下。



任务实施

准备工作

1. 知识准备

预习教材,并查阅有关资料了解机械的相关知识。

2. 器材准备

洗衣机 1 台。

实施过程

1. 教师讲解,对洗衣机的结构进行分析

洗衣机的主要组成部件如图 1-1-11 所示。通过对洗衣机的结构、运动及功能分析可知,洗衣机满足机器的 3 个基本特征,故属于机器。



图 1-1-11 洗衣机的主要组成部件

2. 学生分组,对机床、自行车、缝纫机、汽车、减速器等进行结构分析

通过观察机床、自行车、缝纫机、汽车、减速器等,认识机械的多样性,这些结构和功能不同的机械具有共同的特征,熟悉了这些特征就为今后分析机械、使用机械、维护保养机械甚至设计新机械奠定了良好的基础。

学生分组交替操作,分析机械的动力部分、执行部分、传动部分和控制部分,指出其中的机构、通用零件和专用零件。

最后,每组学生分别结合本任务内容谈谈自己的收获。

任务评价

任务完成后请认真填写下表。

任 务 评 价 表

评 价 项 目	学 生 自 评	小 组 互 评	教 师 评 估
1. 是否了解机器的特征			
2. 是否了解机器与机构的区别			
3. 是否了解机构与零件的区别			
4. 是否知道机器的组成部分及其功用			
个人小结:(本次任务的收获与不足)			
姓名:	日期:	总评:	教师: