


汽车机械基础

(第2版)

● 主 编 邹仁平 刘新宇



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

汽车机械基础

(第2版)

主 编 邹仁平 刘新宇
副主编 施爱娟 潘 飞 杜晓辉 赵力宁
参 编 王世江 景园丰



版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车机械基础 / 邹仁平, 刘新宇主编. —2 版. —北京: 北京理工大学出版社, 2019. 10 (2019. 11 重印)

ISBN 978 - 7 - 5682 - 7817 - 1

I. ①汽… II. ①邹… ②刘… III. ①汽车 - 机械学 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①U463
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 242025 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京富达印务有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 15.5

字 数 / 364 千字

版 次 / 2019 年 10 月第 2 版 2019 年 11 月第 2 次印刷

定 价 / 42.00 元

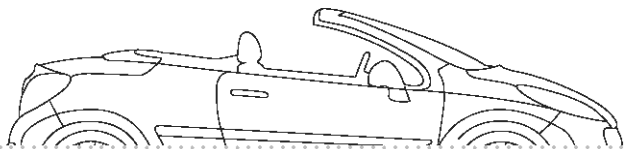
责任编辑 / 高雪梅

文案编辑 / 高雪梅

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换



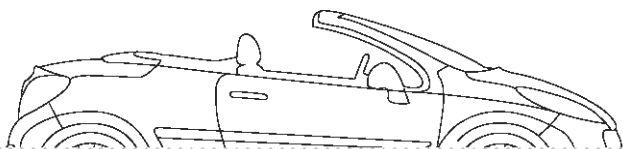
前言

P R E F A C E

本书是以落实立德树人、培养工匠精神为目的，为贯彻国家新专业标准、围绕地方特色产业而编写的。在编写上注重引进职业教育先进理念，创建多元协同育人教学体制。在编写时，为了紧密结合汽车检测与维修领域的职业需求，经过编者多次走访企业考察，了解用人单位实际需求，并且聘请企业高级技术人员参与编写，对传统学科型教材进行有效的整合优化，淡化学科体系，选取大量汽车工程中的实例，全面涵盖 1 + X 资格考核知识点技能点，以实现汽车专业课程与基础课程的有机整合。

在内容的安排上充分考虑高等院校学生学习的特点及社会对高等学校毕业生的要求，按工作过程设计了典型工作任务；基本知识点以“必需”“够用”为度，避免出现深奥的原理分析及复杂的公式推导；注重对学生基本能力和基本技能的训练与培养，体现“教师、教材、教法”三教改革的成果。全书共分四个模块：模块一为汽车传动机构的分析与应用，主要介绍汽车机械中常用机械传动机构的工作原理、类型、运动特点、特性分析、选用原则以及一般维护知识等；模块二为汽车轴系零件应用，主要介绍汽车机械中轴系零部件及其连接和支承的常用零部件的类型、结构特点、结构设计以及标准零部件的选用等；模块三为汽车工程力学常识，主要介绍构件（物体）的受力分析、运动分析以及物体在外力作用下的变形、失效破坏的规律、承载能力的计算等；模块四为汽车液压与气压传动，主要介绍汽车液压控制装置等。

本书包含大量实际案例、影像资料及课后习题，是高等院校汽车类专业的基础必修课教材，也可作为汽车相关专业技术人员、管理人员的培训教材和参考书。



目 录

C O N T E N T S

绪 论

| | |
|-----------------------------|-----|
| 项目 1 汽车机械基础概述 | 003 |
| 任务 1 机械相关概念的识别及汽车结构认识 | 003 |
| 项目总结 | 008 |
| 项目习题 | 009 |
| 项目 2 平面机构的结构分析 | 011 |
| 任务 1 运动副的认识 | 011 |
| 任务 2 平面机构运动简图的绘制 | 014 |
| 任务 3 平面机构的自由度计算 | 015 |
| 项目总结 | 019 |
| 项目习题 | 020 |

模块一

汽车传动机构的分析与应用

| | |
|-------------------------|-----|
| 项目 1 汽车平面连杆机构 | 025 |
| 任务 1 平面连杆机构的特点 | 025 |
| 任务 2 平面四杆机构的类型与应用 | 027 |
| 任务 3 铰链四杆机构的基本特性 | 031 |
| 项目总结 | 034 |
| 项目习题 | 035 |



| | |
|----------------------------|-----|
| 项目 2 汽车凸轮机构 | 037 |
| 任务 1 凸轮机构的组成、类型和运动分析 | 037 |
| 任务 2 凸轮轴及凸轮在汽车上的应用 | 041 |
| 项目总结 | 044 |
| 项目习题 | 044 |
| 项目 3 汽车带传动和链传动 | 046 |
| 任务 1 带传动 | 046 |
| 任务 2 链传动 | 055 |
| 项目总结 | 060 |
| 项目习题 | 061 |
| 项目 4 齿轮传动 | 063 |
| 任务 1 齿轮传动的类型与特点 | 063 |
| 任务 2 渐开线直齿圆柱齿轮传动 | 065 |
| 任务 3 其他类型齿轮传动 | 074 |
| 任务 4 蜗轮蜗杆传动 | 077 |
| 任务 5 齿轮传动的失效形式、润滑与维护 | 081 |
| 项目总结 | 083 |
| 项目习题 | 084 |
| 项目 5 汽车轮系传动应用 | 087 |
| 任务 1 轮系的类型及定轴轮系 | 087 |
| 任务 2 周转轮系 | 091 |
| 任务 3 典型轮系在汽车上的应用 | 094 |
| 项目总结 | 096 |
| 项目习题 | 097 |

模块二

汽车轴系零件应用

| | |
|-------------------------|-----|
| 项目 1 汽车支撑部件 | 101 |
| 任务 1 轴的功用、分类 | 101 |
| 任务小结 | 104 |
| 任务 2 轴的结构设计、失效与维护 | 104 |
| 任务小结 | 107 |
| 任务 3 滑动轴承 | 108 |



| | |
|-------------------------|-----|
| 任务小结····· | 114 |
| 任务4 滚动轴承····· | 114 |
| 任务小结····· | 121 |
| 项目习题····· | 122 |
| 项目2 轴系常用连接 ····· | 124 |
| 任务1 键、销连接····· | 124 |
| 任务小结····· | 129 |
| 任务2 螺纹连接····· | 129 |
| 任务小结····· | 133 |
| 任务3 联轴器与离合器····· | 133 |
| 任务小结····· | 138 |
| 项目习题····· | 139 |

模块三

汽车工程力学常识

| | |
|-------------------------------|-----|
| 项目1 汽车常用机构受力分析 ····· | 143 |
| 任务1 构件的静力分析····· | 143 |
| 任务小结····· | 147 |
| 任务2 平面力系分析····· | 148 |
| 任务总结····· | 151 |
| 任务3 力矩与力偶分析····· | 151 |
| 任务总结····· | 154 |
| 项目习题····· | 155 |
| 项目2 汽车常用构件承载能力分析 ····· | 158 |
| 任务1 轴向拉伸或压缩····· | 158 |
| 任务小结····· | 163 |
| 任务2 剪切与挤压····· | 163 |
| 任务总结····· | 168 |
| 任务3 圆轴扭转的分析····· | 168 |
| 任务总结····· | 172 |
| 任务4 直梁的弯曲····· | 172 |
| 任务总结····· | 177 |
| 项目习题····· | 177 |



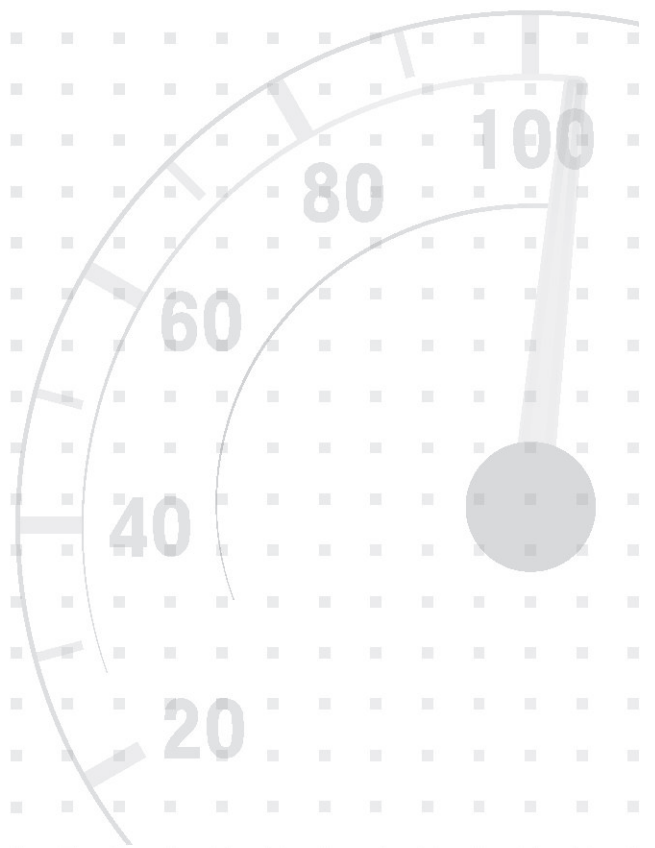
模块四

汽车液压与气压传动

| | |
|----------------------------------|-----|
| 项目 1 汽车液压控制装置分析与应用 | 183 |
| 任务 1 液压传动的组成、工作原理 | 183 |
| 任务 2 液压传动系统的特点及应用 | 184 |
| 项目总结 | 186 |
| 项目习题 | 186 |
| 项目 2 液压基本元件 | 187 |
| 任务 1 液压动力元件、液压执行元件 | 187 |
| 任务 2 液压控制元件、辅助元件 | 190 |
| 项目总结 | 201 |
| 项目习题 | 206 |
| 项目 3 液压基本控制回路组成及分析 | 208 |
| 任务 1 压力控制回路、方向控制回路 | 209 |
| 任务 2 速度控制回路及汽车典型液压助力转向系统分析 | 213 |
| 任务 3 自卸车液压系统分析 | 215 |
| 项目总结 | 216 |
| 项目习题 | 217 |
| 项目 4 汽车气压传动 | 219 |
| 任务 1 汽车气压控制装置分析与应用 | 219 |
| 任务 2 气动基本元件及气动基本回路 | 221 |
| 任务 3 气压传动在汽车上的应用 | 233 |
| 任务 4 公共汽车车门气压传动系统分析 | 235 |
| 项目总结 | 236 |
| 项目习题 | 236 |



绪 论



机械是人类在长期的生产实践中创造出来的,是人类进行生产劳动的工具,也是社会生产力发展水平的重要标志。随着社会经济的发展,汽车制造业和汽车运输业发展迅速,我国汽车保有量大幅增加,汽车机械已经成为机械工业的重要组成部分。



- (1) 掌握机器、机构、构件、零件的基本概念;
- (2) 正确识别及划分机器的组成部分;
- (3) 掌握机器和机构的区别和联系;
- (4) 能够区分构件和零件;
- (5) 认识汽车的结构;
- (6) 初步了解本课程学习内容及其在专业人才培养中的地位及作用,从而明确本课程的学习目标。

项目 1

汽车机械基础概述



- (1) 认识机械并能举例说明;
- (2) 掌握机器、机构、构件、零件的基本概念;
- (3) 能够区分构件和零件;
- (4) 了解汽车机械基础课程。

任务 1 机械相关概念的识别及汽车结构认识

【任务描述】

试对图 0-1-1 所示的汽车结构进行分析,并找出动力部分、执行部分、传动部分和控制部分。

动力部分: _____

执行部分: _____

传动部分: _____

控制部分: _____
_____。

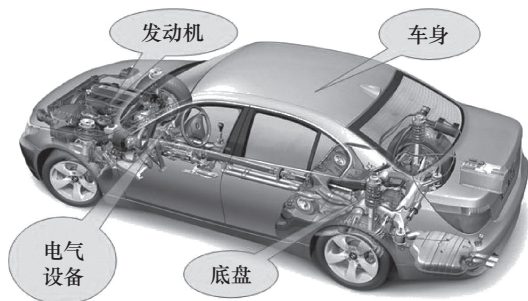


图 0-1-1 汽车总体构造

相关知识链接:

机械是机器与机构的总称,是人类在利用和转变机械能进行生产时所使用的工具。它的作用是减轻体力劳动,提高生产效率和产品质量,便于大规模生产。

任何机械都经历了由简单到复杂的发展过程。远在古代,人类为了适应生产和生活上的需要,就已知利用杠杆、滚子、绞盘等简单机械从事建筑和运输。但几千年来,受社会历史条件的限制,机械的发展比较缓慢,直到 18 世纪英国人瓦特在 1782 年发明了往复式蒸汽机,促进了工业革命,从此,机械才有了日新月异的迅猛发展。现今,人们在日常生活和生产过程中,广泛使用着各式各样的机械,以降低劳动强度和提高工作效率,特别是在有些场合,只能借助机械来代替人进行工作。

汽车是人类重要的交通工具,汽车机械是机械工业的重要组成部分。在一些发达国家,汽

车工业产值占国民经济总产值的8%,占机械工业产值的30%,其实力足以左右整个国民经济的动向。可见汽车工业是国民经济的支柱产业。

一、机器

1. 机器的特征

机器是人们根据某种具体使用要求而设计的人为的实物组合体。它的各部分之间具有确定的相对运动,并能做有效的机械功或进行能量转换,从而代替或减轻人类劳动,如缝纫机、洗衣机、各类机床、运输车辆、农用机器和起重机等。

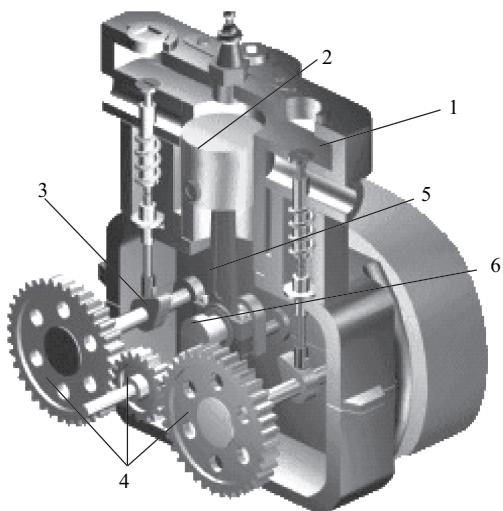


图 0-1-2 单缸内燃机
1—气缸体;2—活塞;3—凸轮;
4—齿轮;5—连杆;6—曲轴

机器的种类繁多,其构造、性能和用途各不相同,但它们之间却存在着一些共同的特征(以图0-1-2所示的单缸内燃机为例进行分析)。

(1) 它们都是人为的实体组合。如图0-1-2所示的单缸内燃机,它由气缸体、活塞、连杆、曲轴等实物组合而成。

(2) 组成机器的各实物之间具有确定的相对运动。如图0-1-2所示的活塞在气缸体中做往复运动,转化为曲轴相对两端的做连续转动。

(3) 它们均能实现能量转换或完成有用的机械功。例如,汽车发动机把燃料燃烧产生的热能转换成机械能,最终通过传动系将动力传给汽车车轮,驱动汽车行驶,完成机器功能的转换。

2. 机器的组成

机器是由机构和零件组成的。一部完整的机器,就其功能来讲,有以下四部分组成。

1) 动力部分

动力部分也称为原动机,是驱动整个机器完成预定功能的动力源,其作用是将其他形式能量转化为机械能,如汽车的发动机、电动机等。各种机器广泛使用的动力源有热力、电力、风力、液力、压缩气体、太阳能等。

2) 执行部分

执行部分也称为工作部分,是机器中直接完成工作任务的组成部分,如汽车的行驶系、内燃机的活塞、机床的刀架等。

3) 传动部分

传动部分是将动力部分所产生的机械能传递给执行部分的中间环节,是用来完成运动形式、运动和动力参数转换的组成部分。利用它可以减速、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。如汽车中的传动系、内燃机的连杆等都属于传动部分。

4) 控制部分

控制部分也称为操纵部分,是使以上三部分彼此协调运作,并准确、安全、可靠地完成整机



功能的组成部分,如汽车的转向系、制动系、刹车系统、电控系统及内燃机的配气机构等。它包括机械控制、电气控制、液压控制和气压控制系统等。

以上四部分中,执行部分和传动部分是机器的主体。

3. 常用传动形式

常见的传动形式有以下四种。

1) 机械传动

机械传动利用传动机构作为工作介质,以实现机器的原动机与工作机构之间的转速(速度)、转矩(力)或运动形式的传递。

2) 液压传动

它采用液压元件,利用液体作为工作介质,以压力和流量实现机器的原动机与工作机构之间的转速(速度)、转矩(力)或运动形式的传递。

3) 气压传动

它采用气压元件,利用气体作为工作介质,以压力和流量实现机器的原动机与工作机构之间的转速(速度)、转矩(力)或运动形式的传递。

4) 电气传动

它采用电气设备和电子元件,利用调整其电压、电流及控制波等实现能量和控制的传递。

二、机构

机构是由若干个具有确定相对运动的构件组合而成,用来传递并转换力和运动,以实现运动形式或速度的变化。机构能实现一定规律的运动,是机器中执行机械运动的装置,例如发动机的配气机构和曲柄连杆机构。

由上述可知,机构只具备了机器的前两个特征,因此机构不能做机械功和进行能量转换,其主要功用在于传递或转换运动形式;而机器的主要功用则在于为了某一生产目的而利用、转换能量或做机械功。如内燃机中活塞连杆机构,就是进行运动形式的转换,而整个内燃机则为机器,因为它能把燃料的化学能转换成机械能。

三、构件

机器和机构是由许多具有确定的相对运动的构件组合而成,因此,构件是机构中的运动单元体,也就是相互之间能做相对运动的物体。一个构件,可以是不能拆开的单一整体,如图 0-1-3 所示的曲轴;也可以是由几个相互之间没有相对运动的物体组合而成的刚性体,如图 0-1-4 所示的连杆组,它由连杆 1、螺栓 2、连杆盖 3、螺母 4 和垫片 5 组成的。机构是由若干构件组成的,但是若干构件并不一定能组成机构。构件的组合必须具有确定的相对运动才能成为机构。

构件按其运动状况,可分为固定构件和运动构件两种。

1. 固定构件

固定构件又称机架,是机构中固结于定参考系中的构件。固定构件一般用来支撑运动构件,通常是机器的基体或机座,如发动机的气缸体、各类机床的床身等。



图 0-1-3 曲轴

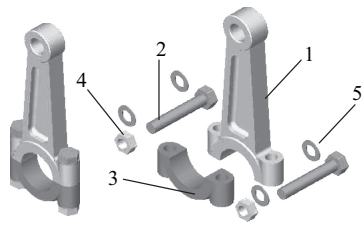


图 0-1-4 连杆

1—连杆;2—螺栓;3—连杆盖;4—螺母;5—垫片

2. 运动构件

运动构件又称为可动构件,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。

(1) 主动件(原动件)是机构中作用有驱动力或力矩的构件,有时又将运动规律已知的构件称为主动件。形象地说,主动件就是带动其他可动构件运动的构件。

(2) 从动件是机构中除了主动件和机架以外,随着主动件运动而运动的构件。

四、零件

零件是指机械中不可拆的制造单元体。零件是构件的组成部分。机构运动时,属于同一构件的零件,相互之间没有相对运动。

构件与零件的联系:构件可以是单一的零件,如发动机中的曲轴,它既是构件,又是零件;构件也可以由若干个零件组成,如连杆,它由连杆、螺栓、连杆盖、螺母等零件连接而成。

构件与零件的区别:构件是运动的单元体,零件是机器中最小的加工制造单元体。

五、汽车结构分析

汽车是由上万个零件组成的,结构复杂的机动交通工具。根据其动力装置、运送对象和使用条件的不同,汽车总体构造可以有很大差异,但基本结构都由发动机、底盘、车身、电气设备四大部分组成(图 0-1-1)。

1. 发动机的结构认识

发动机(图 0-1-5)是由曲柄连杆机构、配气机构、燃油供给系、点火系、起动系、润滑系、冷却系组成。

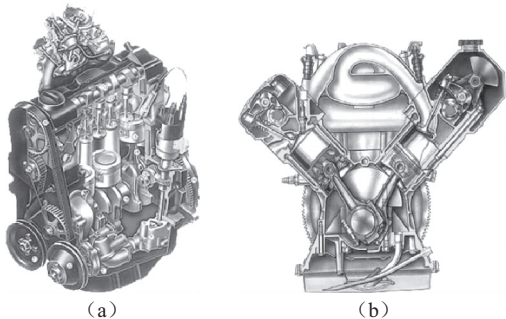


图 0-1-5 发动机

(a) 直列型;(b) V型

1) 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构是将燃料燃烧的热能转换为机械能,并将活塞的往复直线运动经连杆变为曲轴的旋转运动,通过飞轮向外输出动力。

2) 配气机构

配气机构是根据发动机的工作顺序和各缸工作循环的要求,及时地开启和关闭进、排气门,使可燃混合气(汽油发动机)或新鲜空气(柴油发动机)进入气缸,并将燃烧后的废气排

入大气。

3) 燃油供给系

汽油发动机燃油供给系根据发动机不同工作情况的需要,将纯净的空气和汽油配制成适当比例的可燃混合气,供入气缸,并将燃烧后的废气从气缸内排出。

柴油机燃油供给系的功用是把柴油和空气分别供入气缸,在燃烧室内形成混合气并燃烧,最后将燃烧后的废气排出。

4) 点火系

汽油机点火系的功用是按照气缸的工作顺序,定时地在火花塞电极间产生足够能量的电火花,点燃气缸的可燃混合气。

5) 起动系

要使发动机由静止状态过渡到工作状态,必须先用外力转动发动机的曲轴,使活塞做往复运动,气缸内的可燃混合气燃烧膨胀做功,推动活塞向下运动使曲轴旋转。发动机才能自行运转,工作循环才能自动进行。因此,从曲轴在外力作用下开始转动到发动机开始自动地怠速运转的全过程,称为发动机的启动。完成启动过程所需的装置,称为发动机的起动系。

6) 润滑系

润滑系是润滑发动机中运动机件的接触表面,以减少运动机件间的摩擦阻力和磨损,并通过润滑油的循环,带走热量,降低温度,延长机件的使用寿命。

7) 冷却系

冷却系是把受热零件吸收的部分热量及时散发出去,保证发动机在最适宜的温度状态下工作。

2. 底盘的结构认识

底盘是由传动系、行驶系、转向系和制动系四部分组成,如图 0-1-6 所示。

1) 传动系

传动系主要是由离合器、变速器、万向传动装置、主减速器、差速器和半轴等组成。汽车传动系的作用是将发动机发出的动力,平稳、可靠地传给驱动车轮,并将发动机输出的扭力增大,以克服汽车行驶时所遇到的阻力,推动汽车行驶。

2) 行驶系

行驶系主要由汽车的车架、车桥、减震器、车轮等组成。汽车行驶系的作用是支撑全车质量,并保证汽车的平稳行驶。

3) 转向系

汽车转向系按转向动力源的不同,分为机械转向系和动力转向系,其中机械转向系主要由转向盘、安全转向轴、转向节、转向轮、转向节臂、转向横拉杆、转向减震器、机械转向器等组成。汽车转向系的作用是在驾驶员的操作下改变或保持汽车的行驶方向,并减轻驾驶员的劳动强度。

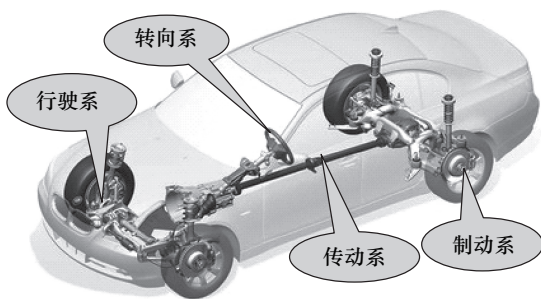


图 0-1-6 底盘

(3) 它们均能实现能量转换或完成有用的机械功。

4. 机器的组成

一部完整的机器,就其功能来讲,由动力部分、执行部分、传动部分和控制部分组成。

5. 机构的概念

机构是由若干个具有确定相对运动的构件组合而成,用来传递并转换力和运动,以实现运动形式或速度的变化。

6. 构件的概念

构件是机构中的运动单元体,也即相互之间能做相对运动的物体。一个构件,可以是不能拆开的单一整体,也可以是几个相互之间没有相对运动的物体组合而成的刚性体。

7. 构件的分类

构件按其运动状况,可分为固定构件和运动构件两种。其中运动构件又分成主动件(原动件)和从动件两种。

8. 零件的概念

零件是指机械中不可拆的制造单元体。

9. 机械、机器、机构、构件、零件的关系

机械、机器、机构、构件和零件之间的关系如图 0-1-8 所示。

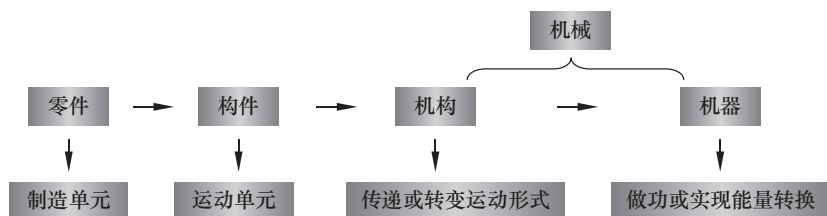


图 0-1-8 机械、机器、机构、构件和零件之间的关系

10. 汽车的基本结构

汽车由发动机、底盘、车身、电气设备四大部分组成。



一、填空题

- (1) 机械是_____和_____的总称。
- (2) 一部完整的机器一般由_____、_____、_____和_____四个部分组成。
- (3) 构件是构成机构中的_____,而零件则是机器最小的_____。
- (4) 根据机器功能和结构要求,某些零件需刚性连接成一个整体,成为机器中运动的基本单元件,通常称为_____。
- (5) 为了结构和工艺的需要,构件既可以由若干个_____组成,也可以是独立运动的_____。