



高职高专“十二五”规划教材

机械设计基础

JIXIE SHEJI JICHU

主 编 仲崇生 主审 潘传九

- 常用传动的应用
- 工学结合，项目教学
- 理实一体，重在实践

上海科学技术出版社



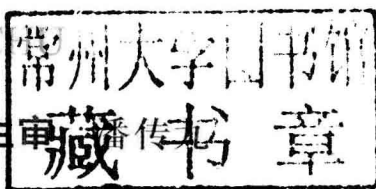
高职高专“十二五”规划教材

机械设计基础

JIXIE SHEJI JICHU

主 编 仲崇生

主 审



上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础 / 仲崇生主编. —上海:上海科学技术出版社,2011.8

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5478-0765-1

I. ①机… II. ①仲… 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 (2011) 第 055345 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行

上海科学技术出版社

(上海钦州南路71号 邮政编码200235)

新华书店上海发行所经销

常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张: 13.5

字数: 290 千字

2011年8月第1版 2012年1月第2次印刷

ISBN 978-7-5478-0765-1/TH·15

定价: 32.80 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换

内容提要

Synopsis

本书以工作过程为导向,将机械传动与液压传动的相关原理、结构和应用进行了介绍,全书分为机构篇、机械传动篇和液压传动篇。机构篇介绍了平面四连杆机构、凸轮机构和间歇机构,机械传动篇介绍了常用的零件结构、工作原理和标准件的应用,液压传动篇介绍了液压的原理以及常用液压泵、控制阀、液压站、液压辅助件的结构和工作原理。

本书可供高职高专机械、机电、近机类相关专业教学使用,也可供机械和机电类专业其他层次的教学用书,还可供从事机械和机电控制的工程技术人员参考。

作者名单

Authors

机械设计基础

主 编 仲崇生

副主编 黄梦真

参 编 张学军 张 娜 周吉生

邱继焱 范朝阳

主 审 潘传九

前言

Preface

机械设计基础

机械设计基础是机械工程的一门关键技术,也是高职高专机械、机电、近机类相关专业一门重要的核心课程。

现代的机器设备大多数是机、电、液结合的产品,而机械与液压是密切结合的。机器的工作是通过机械和液压(气动)的综合应用而实现的,机械设备的性能很大程度上取决于机械与液压的综合应用水平。

本书针对高职高专的教学特点,以培养工程应用型人才为培养目标,重在实践能力的培养。以项目为导向,将理论与实践进行融合,力求做到“实用、适用、够用”。在编写过程中,大量采用了工业生产中的应用实例,每一部分都以工业上的典型产品的应用引入,以工程应用的实际过程为主线;强化学生对机械零件,机械结构,机、液综合应用的感性认识;通过学习使学生对机械产品的结构有一个完整的认识,能够解决机械工程应用中的机械和液压问题,体现了高职教育的特点。本书采用图文并茂、以图代文的编写方式,在教材中使用大量工业产品的图片,重在培养学生的认知能力、应用能力和创新能力,提高学生自主学习的能力和兴趣。

本书内容共分为机构篇、机械传动篇和液压传动篇,共有 22 个学习项目。机构篇有 4 个学习项目,包括机器的组成、平面四连杆机构、凸轮机构和间歇机构;机械传动篇有 11 个学习项目,包括带传动、链传动、联轴器、直齿轮传动、斜齿轮传动、蜗轮蜗杆传动、轴承、标准连接件等;液压传动篇有 7 个学习项目,包括泵的应用、压力调节、方向控制、流量控制、液压缸的结构、液压站及辅助件的结构。在学习过程中,可根据具体情况组织教学。

本书由南京化工职业技术学院仲崇生担任主编,周口职业技术学院黄梦真担任副主编。具体编写分工如下:仲崇生编写项目一、二,项目五、七、八,项目十六、十九~二十

二;南阳理工学院张学军编写项目三、项目六;河南职业技术学院张娜编写项目四;黄梦真编写项目九~十一;周口职业技术学院周吉生编写项目十二、十三;周口职业技术学院邱继焱编写项目十四、十五;江苏万力机械股份有限公司范朝阳编写项目十七、十八。主编仲崇生结合工程应用实际经验,撰写了所有项目引导部分,并负责全书统稿和定稿工作。南京化工职业技术学院机械技术系潘传九主任担任本书主审。

本书在编写过程中,参考了已有的机械设计基础和液压传动方面的教材和资料,并采用了一些院校精品课程和一些企业的产品图片,这些宝贵的资源、资料为本书的编写起了非常重要的作用。本书的编写还得到了南京航空航天大学童明波教授的大力支持和帮助。编者对此一并表示衷心的感谢!

由于编者水平所限,书中如有不足之处,恳请广大师生和读者批评指正并提出宝贵的意见和建议。

编者

第一篇 机构篇

项目一 认识机器	3	(五) 双曲柄机构	15
一、项目引导	3	(六) 双摇杆机构	16
二、项目实施	3	(七) 平面四杆机构存在曲柄的 条件	16
(一) 机器及机器的组成	3	(八) 平面四杆机构的运动 特性	16
(二) 机构与零件	5		
三、项目拓展	7		
(一) 本课程的内容	7		
(二) 本课程的性质	7	项目三 凸轮机构的应用	19
(三) 本课程的任务	7	一、项目引导	19
(四) 本课程的学习方法	7	二、项目实施	20
		(一) 绘制对心直动尖顶推杆盘形 凸轮外形轮廓	20
项目二 平面连杆机构的应用	8	(二) 绘制对心直动滚子推杆盘形 凸轮外形轮廓	21
一、项目引导	8	(三) 绘制对心直动平底推杆盘形 凸轮外形轮廓	22
二、项目实施	8	三、项目拓展	22
(一) 认识、绘制平面四杆机构及 计算运动自由度	8	(一) 凸轮机构的基本概念	22
(二) 机构具有确定运动的 条件	9	(二) 从动件常用运动规律	23
(三) 计算 F 时注意问题	10		
三、项目拓展	11		
(一) 运动副	11	项目四 间歇运动的应用	25
(二) 绘制平面机构的运动 简图	12	一、项目引导	25
(三) 四杆机构及演变	13	二、项目实施	26
(四) 摇杆机构	15	三、项目拓展	27
		(一) 棘轮机构	27

(二) 不完全齿轮机构..... 28

(三) 凸轮式间歇运动机构 28

第二篇 机械传动篇

项目五 带传动的应用 33

一、项目引导 33

二、项目实施 34

(一) V带结构和标准 34

(二) 普通V带设计 35

(三) V带轮的材料和结构 41

(四) 带传动的张紧和维护 42

三、项目拓展 43

(一) 皮带的种类 43

(二) 传动带的弹性滑动和
传动比 45

项目六 链传动的应用 46

一、项目引导 46

二、项目实施 47

(一) 滚子链的结构 47

(二) 链传动的承载能力 48

(三) 链传动主要参数的选择 50

(四) 链轮的结构与参数 52

(五) 链传动的布置、张紧和
润滑 54

三、项目拓展 55

项目七 直齿圆柱齿轮传动的 应用 57

一、项目引导 57

二、项目实施 58

(一) 直齿圆柱齿轮各部分的名称
及主要尺寸 58(二) 标准直齿圆柱齿轮几何尺寸
的计算(外啮合) 59(三) 标准直齿圆柱齿轮传动的
设计 60

三、项目拓展 63

(一) 齿轮的分类 63

(二) 齿廓啮合基本定律 64

(三) 渐开线齿廓 64

(四) 变位齿轮传动 67

(五) 轮齿的失效形式 69

(六) 齿轮精度等级的选择 70

(七) 标准直齿圆柱齿轮的
公法线长度 71

(八) 齿轮的结构 71

(九) 齿轮传动的润滑 72

项目八 斜齿圆柱齿轮传动的 应用 74

一、项目引导 74

二、项目实施 74

(一) 斜齿圆柱齿轮的参数 74

(二) 斜齿轮的几何尺寸计算 76

(三) 斜齿圆柱齿轮的受力
分析 76(四) 斜齿圆柱齿轮的强度
计算 77

三、项目拓展 78

(一) 斜齿圆柱齿轮传动的正确
啮合条件 78(二) 斜齿圆柱齿轮的当量
齿数 78

项目九 直齿圆锥齿轮传动的 应用 80

一、项目引导 80

二、项目实施 82

(一) 基本参数和正确啮合
条件 82(二) 直齿圆锥齿轮传动的基本
参数及几何尺寸计算 82

三、项目拓展 82

项目十 蜗轮蜗杆传动的应用	84
一、项目引导	84
二、项目实施	86
(一) 蜗杆传动的主要参数	86
(二) 蜗杆传动的几何尺寸	88
(三) 蜗杆、蜗轮的材料	89
(四) 蜗杆、蜗轮的结构	90
三、项目拓展	91
(一) 蜗杆传动的强度计算	91
(二) 蜗杆传动的润滑	92
项目十一 螺纹联接和螺纹传动的应用	94
一、项目引导	94
二、项目实施	95
(一) 螺纹的主要参数	95
(二) 几种常用螺纹的特点和应用	96
(三) 螺纹联接的基本类型	97
(四) 标准螺纹联接件	98
(五) 螺纹联接的预紧	100
(六) 螺纹联接的防松	100
三、项目拓展	101
(一) 螺旋副的受力分析、效率和自锁	101
(二) 螺纹联接的强度计算	102
(三) 螺纹联接件的材料和许用应力	104
(四) 提高螺栓联接强度的措施	104
项目十二 轴承的应用	107
一、项目引导	107
二、项目实施	108
(一) 滚动轴承的构造	108
(二) 滚动轴承的类型及特点	108
(三) 滚动轴承的材料	108
(四) 滚动轴承的特点	109
(五) 滚动轴承的代号	109
(六) 滚动轴承的类型选择	111

(七) 滚动轴承的组合设计	111
(八) 配合与装拆	113
(九) 滚动轴承的密封	113
(十) 滚动轴承的检验	115
三、项目拓展	115
(一) 滚动轴承	115
(二) 滑动轴承	120
项目十三 轴和轴毂联接的应用	125
一、项目引导	125
二、项目实施	126
(一) 轴的结构	126
(二) 轴的设计	127
(三) 轴毂联接	130
(四) 轴的材料	131
三、项目拓展	132
项目十四 联轴器和离合器的应用	136
一、项目引导	136
二、项目实施	137
(一) 联轴器的类型	137
(二) 联轴器的选择	139
(三) 联轴器的维护	140
三、项目拓展	140
(一) 离合器	140
(二) 离合器的选择	142
项目十五 齿轮系的应用	144
一、项目引导	144
二、项目实施	144
(一) 定轴齿轮系	144
(二) 定轴齿轮系传动比的计算	145
三、项目拓展	147
(一) 行星齿轮系	147
(二) 行星齿轮系传动比的计算	148
(三) 齿轮系的功用	149

第三篇 液压传动篇

项目十六 认识液压传动 153

- 一、项目引导 153
- 二、项目实施 154
 - (一) 液压系统的组成 154
 - (二) 液压传动工作原理 155
 - (三) 液压系统的图形符号 156
- 三、项目拓展 156
 - (一) 气压传动系统的工作
原理 156
 - (二) 气压传动系统的组成 156
 - (三) 液压与气压传动的特点 156

项目十七 认识液压系统的动力

部分 158

- 一、项目引导 158
- 二、项目实施 158
 - (一) 液压泵的工作原理 158
 - (二) 认识齿轮泵 159
 - (三) 认识叶片泵 161
 - (四) 柱塞泵 162
 - (五) 柱塞液压马达 163
 - (六) 液压泵的选用 165
- 三、项目拓展 165
 - (一) 液压泵和液压马达的主要
工作参数 165
 - (二) 流量 166
 - (三) 功率和效率 166

项目十八 认识压力控制阀 168

- 一、项目引导 168
- 二、项目实施 169
 - (一) 直动式溢流阀 169
 - (二) 先导式溢流阀 169
 - (三) 电磁溢流阀 170
- 三、项目拓展 171
 - (一) 减压阀 171
 - (二) 顺序阀 172

项目十九 方向控制阀的应用 174

- 一、项目引导 174
- 二、项目实施 175
 - (一) 手动换向阀 175
 - (二) 电磁换向阀 176
 - (三) 电液动换向阀 179
 - (四) 单向阀 180
- 三、项目拓展 181
 - (一) 机动换向阀 181
 - (二) 转阀 181

项目二十 认识液压流量控制阀 183

- 一、项目引导 183
- 二、项目实施 184
 - (一) 节流阀 184
 - (二) 调速阀 184
 - (三) 可调单向节流阀 185
 - (四) 流量控制阀的图形符号 185
- 三、项目拓展 185

项目二十一 液压缸的应用 187

- 一、项目引导 187
- 二、项目实施 187
- 三、项目拓展 192

项目二十二 液压站、液压辅助

装置 194

- 一、项目引导 194
- 二、项目实施 196
 - (一) 液压箱 196
 - (二) 油管和管接头 197
 - (三) 过滤器 198
 - (四) 压力计 201
- 三、项目拓展 201

参考文献 203

机构篇

常用机构是机器设备中应用最为广泛的机构。机器设备的运动都是运用常用机构的运动原理来实现的。常用的机构主要有平面连杆机构、凸轮机构、间歇机构。本篇主要是认识机械设备,了解机械设备的组成,介绍常用机构的结构、类型和工作原理。通过本篇学习,要学会常用机构的设计和使用方法。

项目一

认识机器

●●●【学习目标】

1. 掌握机器的结构、工作原理和机器的组成。
2. 掌握机器、机构、零件的基本概念,能够进行机器的结构分析。
3. 掌握本课程的学习内容和学习方法。

一、项目引导

在人们的生产和生活中广泛地使用着各种类型的机器,常见的如内燃机、机床、汽车、火车、发电机、洗衣机等。图 1-1~图 1-3 就是常见的三种机器类型。

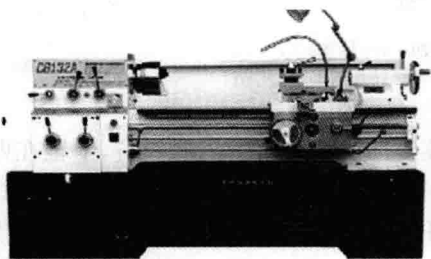


图 1-1 车床

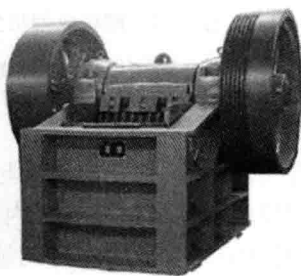


图 1-2 破碎机

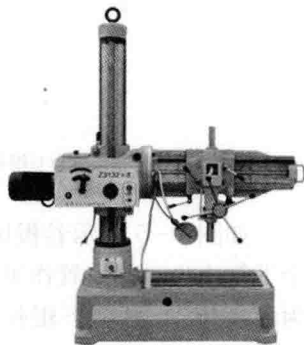


图 1-3 钻床

二、项目实施

(一) 机器及机器的组成

在人们的生产和生活中机器的种类繁多,结构形式和用途也各不相同,但总的来说,机器有三个共同的特征:

- (1) 都是人为的各种实物的组合;
- (2) 组成机器的各种实物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转换机械。

工业生产中的机器多种多样,根据使用场合可分为机床设备、农业机械、运输机械、矿山机械、交通运输等,本课程以砌块成型机和卷板机为例,学习机械传动的基本原理、标准件的种类与选用、润滑的方法和液压传动的基本工作原理。

砌块成型机是一种混凝土成型设备,它和搅拌机、皮带机三台设备构成了简易的砌块生产线,其结构如图 1-4 所示,砌块成型机又由主机、送料机、送板机、送砖机、液压站等组成。

砌块成型机是在振动和加压的情况下,利用水泥为胶结料,以石、砂或其他轻质材料为骨料,采用工矿废渣、石粉、粉煤灰等无害固体废弃物为原料生产新一代节能环保产品,更换不同的模具,可适合用于生产承重砌块和非承重砌块等建材产品,路面砖、路沿砖、植草砖等市政产品。

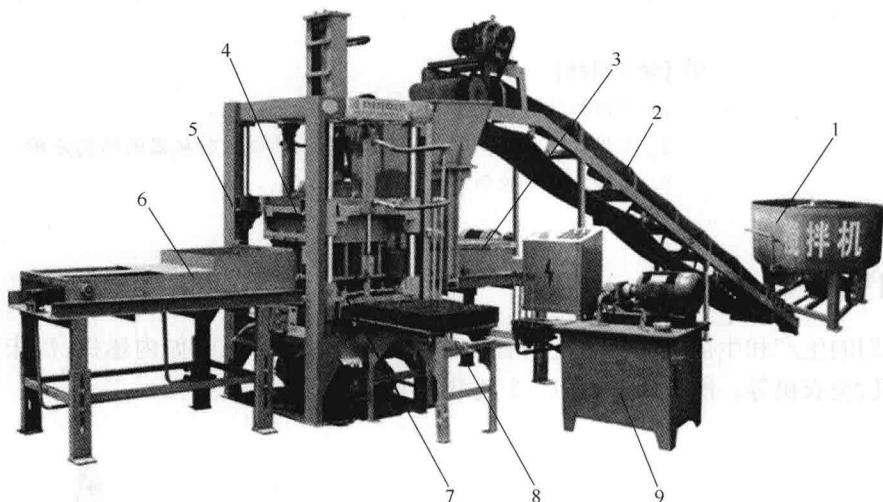


图 1-4 砌块成型机生产线

1—搅拌机; 2—皮带机; 3—底料送料机; 4—压头;
5—砌块成型机主机; 6—面料机; 7—模箱; 8—送砖机; 9—液压站

如图 1-5 所示卷板机为三辊对称式,它为机械与液压传动相结合的机器设备,上辊在两个下辊中央对称位置作垂直升降运动,通过液压缸内液压油作用于活塞而获得,其传动方式为液压传动;两个下辊作旋转运动,通过减速机的输出齿轮与下辊齿合,为卷制板材提供扭矩。

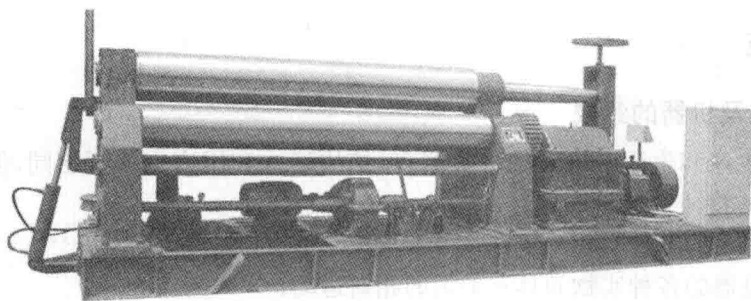


图 1-5 卷板机

按机器功能分,一般机器主要由四个基本部分组成:

(1) 动力部分是机器工作动力源。最常见的是电动机和内燃机。

(2) 工作部分是机器特定功能的执行部分。比如汽车的车轮、起重机的吊钩、机床的刀架、飞机的尾舵和机翼以及轮船的螺旋桨等。

(3) 传动部分连接原动机和工作部分的中间部分。比如汽车的变速箱、机床的主轴箱、起重机的减速器等。

(4) 控制部分控制机器的启动、停止和正常协调动作。比如汽车的方向盘和转向系统、排挡杆、刹车及其踏板、离合器踏板及油门等就组成了汽车的控制系统。

如图 1-6 所示是砌块生产线上混凝土皮带输送机的传动原理图,它是通过电机带动减速机,再通过联轴器带动皮带辊筒运转。图中电动机为动力部分,减速机为传动部分,辊筒及皮带的运转为工作部分,控制电动机运转的控制柜为控制部分。

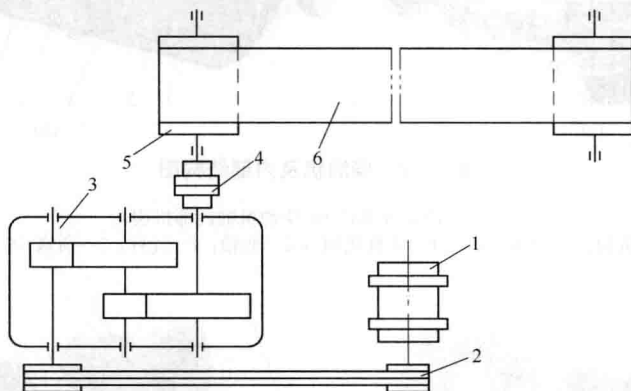


图 1-6 皮带输送机传动路线示意图

1—电动机; 2—皮带(轮); 3—减速器; 4—联轴器; 5—辊筒; 6—输送带

(二) 机构与零件

构件是组成机器的运动单元,机构是具有确定相对运动的各种实物的组合,机器与机构并无区别,它们都是构件的组合,各构件之间具有确定的相对运动。因此,通常把机器与机构统称为机械。

机器是由若干个零件,通过标准件联接起来而工作的。若干个零件组成了一个部件,通过动联接构成了机构,若干个部件(或构件)就组成了机器。

机器的种类很多,但基本机构的种类不多,最常用的机构有:连杆机构,凸轮机构,齿轮传动机构,间歇运动机构。如图 1-7a 所示是一台柴油机(机器),拆开柴油机的机身盖,可以看到柴油机的内部结构,它的工作原理是通过曲柄滑块机构,再经过齿轮机构将柴油机的动力输送出去。

零件是组成机器的最基本单元(即制造单元)。如图 1-8 所示是齿轮油泵的外形及内部零件的结构,齿轮油泵是由皮带轮、输入轴、箱体、主动轮、从动轮、输出轴、箱盖等零件组装而成。

如图 1-9 所示是减速机的结构,它由输入轴组件,中间传动轴组件、输出传动轴、箱盖、箱体组成,输入轴组件、中间传动轴组件、输出传动轴构成了传动机构,机构又可拆分为各个零件,如图 1-10 所示输入传动轴组件,它由轴、轴承、齿轮等零件组成。

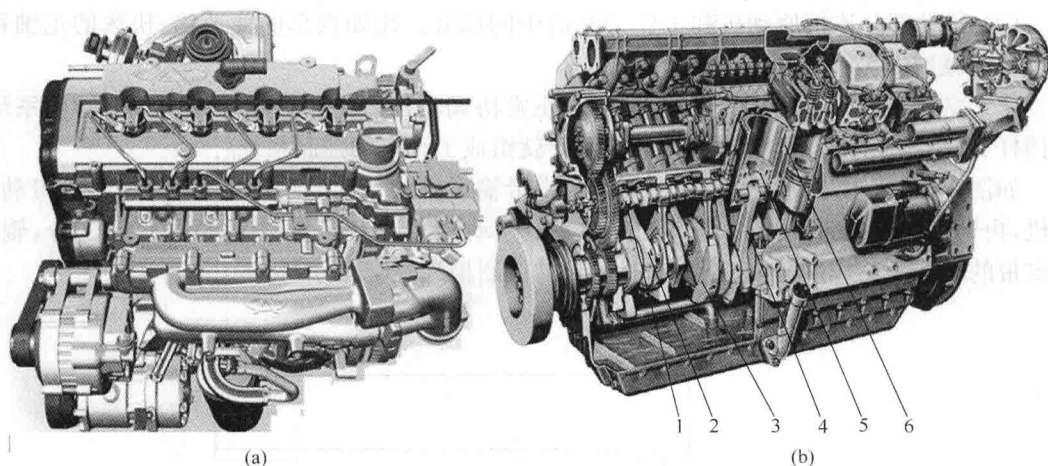


图 1-7 柴油机及内部结构图

(a) 柴油机外形；(b) 柴油机的内部机构

1—齿轮机构；2—曲柄滑块机构(连杆机构)；3—曲轴；4—连杆；5—活塞；6—活塞套

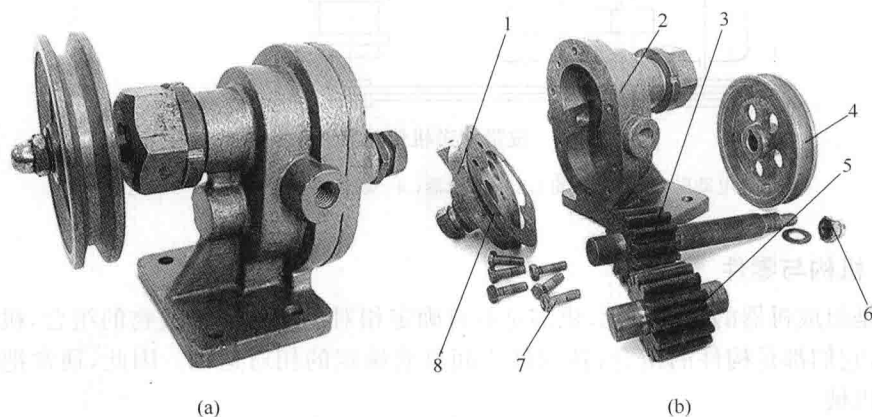


图 1-8 齿轮油泵的外形及内部零件的结构

(a) 齿轮油泵外形；(b) 齿轮油泵的内部结构

1—端盖；2—箱体；3—主动齿轮轴；4—皮带轮；5—从动齿轮轴；6—螺母；7—螺钉；8—纸垫

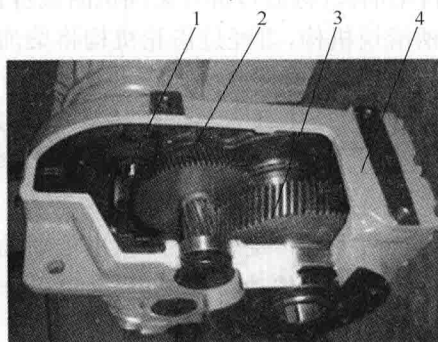


图 1-9 减速机的结构示意图

1—输入轴组件；2—中间传动轴组件；3—输出传动轴组件；4—箱体

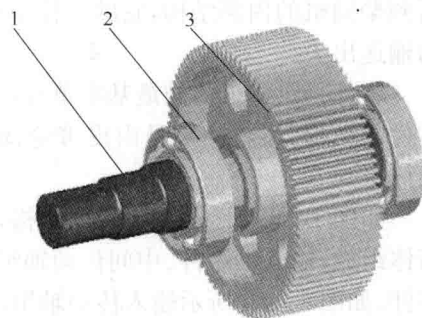


图 1-10 输入轴的结构示意图

1—输入轴；2—轴承；3—齿轮