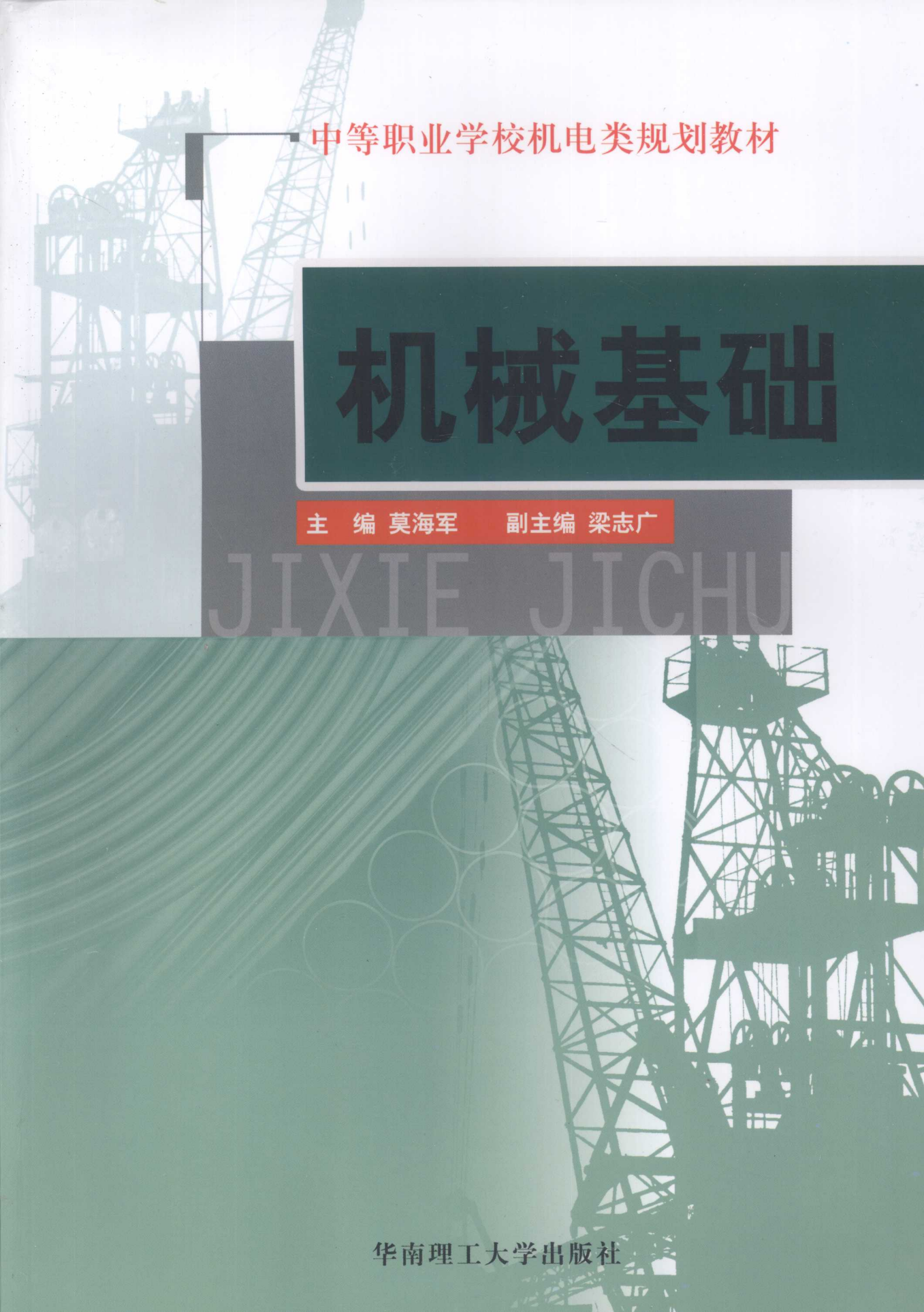




中等职业学校机电类规划教材

机械基础

主 编 莫海军 副主编 梁志广

JIXIE JICHU

华南理工大学出版社

内 容 简 介

本书是根据教育部 2009 年最新颁布的中等职业学校《机械基础教学大纲》的规定和要求编写的。全书共有 9 章,分别阐述静力学基础、材料力学基础、机械工程材料基础、公差与配合基础、常用机构、机械传动、常用机械零件、液压传动基础和气压传动基础。附有习题、模拟试题以及习题答案。

本书可作为中等职业学校“机械基础”课程教科书,也可供有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械基础/莫海军主编. —广州:华南理工大学出版社,2009. 8

中等职业学校机电类规划教材

ISBN 978-7-5623-3199-5

I. 机… II. 莫… III. 机械学-专业学校-教材 IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 134319 号

总 发 行: 华南理工大学出版社(广州五山华南理工大学 17 号楼,邮编 510640)

营销部电话: 020-87113487 87110964 87111048(传真)

E-mail: z2cb@scut.edu.cn

<http://www.scutpress.com.cn>

策划编辑: 赖淑华

责任编辑: 张树元

印 刷 者: 惠州市海天印刷有限公司

开 本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 15.75 插页: 2 字数: 393 千

版 次: 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 1 ~ 3 000 册

定 价: 27.50 元

版权所有 盗版必究

前言

本教材是根据教育部 2009 年最新颁布的中等职业学校《机械基础教学大纲》的规定和要求编写的。

本教材编写人员长期从事中等专科学校机械基础课程的教学工作，对学生的总体水平比较了解。中等职业学校学生绝大多数是初中毕业生，由于种种原因，其文化知识基础相对薄弱，特别是对于专业课或基础专业课一般都感觉比较难学。而目前市面上出版的类似教材总体水平都要求比较高，因此，学生学起来比较困难。另外，目前市面上这类教材给出的习题类型多数过于简单，基本上是问答题或计算题，不能全面地考查学生的知识面，而且只有题目没有答案，不利于学生自我检测。

针对上述情况，在编写时，我们特别注意了以下几点：

1. 在编写指导思想上，根据国家对职业教育“少学时、宽内容”的要求，按照“以应用为目的，以讲清概念、强化应用为教学重点”的原则，以拓宽知识面为根本，减少了相应的理论推导，突出了实用性。

2. 在编写方法上我们采用了大量实物图片和立体图片，例如在教材中常用的机械零件，多数采用实物图片，深刻、形象、生动地体现课程内容，用通俗易懂的语言、简单的例子和图表来表达相关的内容，便于学生较好地理解，学得明白。

3. 本教材在每章后面的习题上进行创新，主要体现在以下几方面：

(1) 题目类型力争跟大纲要求相吻合，与考试内容相类似，特别是题目的类型多样化，主要包括填空题、选择题、判断题、问答题、分析题、作图题和计算题等，这样可以更全面地考查学生的知识面，使学生对基本知识的掌握更牢固。

(2) 每道题目都配有答案。编者在教学中了解到，学生对有答案的教材非常感兴趣，因为学生在学习过程中对很多知识理解不透，甚至不懂，因此，很多学生即使在复习过程中做过很多题目，但在考试的时候还是做不好，就算某些题目曾经做过，但是由于没有答案，不知错与对，所以同类题目在考试中再次出现的时候还是没有把握。因此答案对学生来说是非常重要的，可以帮助学生理解相关知识点，巩固所学内容。因此，本教材的一个亮点是每道题目都附有答案，学生随时可以进行对比。

4. 每章后面都安排有该章的主要内容，体现重点、难点，使学生明白哪些内容是必须掌握的，哪些内容是可以大致了解的。

5. 本教材最后的附录安排有难度适中的模拟题。模拟题涵盖了本教材的主要内容、基本要求等，学生在练习的过程中可以很好地把握重点和难点，获得良好的学习效果。

在编写的过程中，我们参考了各地中等职业学校的教学计划，多次对书稿进行评议和

反复论证。为保证教材的编写质量，我们选择的编者都是长期从事中等职业学校机械类专业教学工作的优秀教师，他们具有丰富的生产实践经验和扎实的理论基础，比较熟悉中等职业学校的教育教学水平及现状。

我们期望本教材的出版能对我国中等职业学校机械类专业的教学工作有所促进，并能得到各位职业教育专家与广大师生的批评指正，我们将进一步调整、充实和完善本教材，使之更加符合中等职业学校机械类专业的教学实际。

参加本书编写工作的人员有：华南理工大学莫海军（绪论、第六章）、胡青春（第七章）、王红飞（第一章）、吴上生（第五章）；广西柳州机电工程学校梁志广（第二章）、蓝民华（第三章）、杨干清（第四章）、兰明干（第八章、第九章），由莫海军担任主编、梁志广任副主编。

本书由广东省教学名师、华南理工大学李杞仪教授担任主审，李教授对本书的编写提出了很多细致的修改意见，在此表示由衷的感谢。

限于水平，本书难免存在不足之处，欢迎广大同行及读者提出宝贵意见。

编 者
2009 年 5 月

目 录

0 绪论	1
0.1 机械的组成	1
0.1.1 机器和机构	1
0.1.2 零件和构件	3
0.1.3 机械零件相关基本概念	4
0.2 本课程性质、内容	5
习题	5
第 1 篇 工程力学基础	
1 静力学基础	9
1.1 力的基本概念	9
1.1.1 力的定义	9
1.1.2 标量和矢量概念	9
1.1.3 力的三要素	10
1.1.4 力系和等效力系	10
1.1.5 分力与合力	10
1.2 静力学公理	10
1.2.1 二力平衡公理	10
1.2.2 力的加减平衡公理	11
1.2.3 力的平行四边形公理	12
1.2.4 作用力和反作用力公理	12
1.3 约束、约束反力和主动力	13
1.3.1 光滑面约束	14
1.3.2 光滑铰链约束	14
1.3.3 柔索约束	16
1.3.4 固定端约束	16
1.4 平面力系	17
1.4.1 物体的受力分析和受力图	17
1.4.2 平面汇交力系	19
1.4.3 平面汇交力系的平衡条件	21
1.4.4 力对点的矩、力偶和力偶系	21
1.4.5 平面力系向一点平移	23
1.4.6 平面任意力系的平衡	24
本章主要内容及学习要点	26
习题	27

2 材料力学基础	30
2.1 材料力学概述	30
2.1.1 构件的基本形式	30
2.1.2 构件正常工作的基本要求	30
2.1.3 变形固体及其基本假设	31
2.1.4 杆件变形的基本形式	31
2.2 拉伸和压缩	31
2.2.1 内力与截面法	31
2.2.2 拉伸与压缩的内力	33
2.2.3 拉伸(压缩)时材料的力学性质	35
2.2.4 许用应力和安全系数	37
2.2.5 拉伸与压缩时的强度校核	37
2.3 剪切和挤压	38
2.3.1 剪切	38
2.3.2 挤压	39
2.3.3 剪切与挤压强度	39
2.3.4 剪切与挤压在生产实践中的应用	40
2.4 圆轴扭转	41
2.4.1 扭转的概念	41
2.4.2 圆轴扭转的外力矩计算	42
2.4.3 扭转计算	42
2.4.4 圆轴扭转时的应力分析	43
2.4.5 圆轴抗扭强度条件	44
2.5 直梁弯曲	45
2.5.1 弯曲的概念	45
2.5.2 平面弯曲	45
2.5.3 梁的基本形式	46
2.5.4 梁的内力(剪力与弯矩图)	46
2.5.5 梁的弯曲强度	49
2.5.6 提高抗弯能力的方法	52
2.6 组合变形简介	53
2.6.1 拉(压)弯组合变形	53
2.6.2 弯扭组合变形	53
本章主要内容及学习要点	54
习题	55

第2篇 机械工程材料

3 机械工程材料基础	63
3.1 金属材料的性能与分类	63
3.1.1 金属材料的性能	63

3.1.2 钢的分类	64
3.1.3 钢中常存杂质元素及合金元素对钢的作用	65
3.1.4 钢的牌号表示方法	65
3.2 钢的热处理	68
3.2.1 钢的退火与正火	68
3.2.2 钢的淬火与回火	70
3.2.3 钢的表面热处理	71
3.3 铸铁的分类、牌号和应用	72
3.3.1 铸铁的分类与牌号表示方法	72
3.3.2 常用铸铁	73
3.4 有色金属材料简介	75
3.4.1 铝及铝合金	75
3.4.2 铜及铜合金	77
3.4.3 滑动轴承合金	78
3.5 非金属材料简介	78
3.5.1 工程塑料	78
3.5.2 合成橡胶	80
3.5.3 陶瓷	80
3.5.4 复合材料	80
本章主要内容及学习要点	80
习题	81

第3篇 公差与配合基础

4 公差配合与常用量具	87
4.1 公差与配合	87
4.1.1 公差配合的基本术语	87
4.1.2 标准公差和基本偏差	89
4.1.3 基准制	92
4.1.4 公差与配合在图样上的标注	93
4.2 形状公差和位置公差	95
4.2.1 形状公差和位置公差的基本概念	95
4.2.2 形状公差和位置公差的分类及符号	96
4.2.3 形位公差的标注	97
4.3 表面粗糙度	98
4.3.1 表面粗糙度的概念及评定参数	98
4.3.2 表面粗糙度的代号及标注	99
4.4 常用量具	101
4.4.1 游标卡尺	101
4.4.2 千分尺	103
4.4.3 百分表	104

本章主要内容及学习要点	105
习题	106
第4篇 机械设计基础	
5 常用机构	113
5.1 平面连杆机构	113
5.1.1 运动副	113
5.1.2 平面四杆机构的基本型式	115
5.1.3 平面四杆机构的演化	119
5.2 凸轮机构	120
5.2.1 凸轮机构的应用与分类	120
5.2.2 常用的从动件运动规律	122
5.3 间歇运动机构	124
5.3.1 棘轮机构	124
5.3.2 槽轮机构	127
5.4 螺旋机构	128
5.4.1 螺旋机构的工作原理和类型	128
5.4.2 螺旋机构的特点及应用	129
本章主要内容及学习要点	130
习题	131
6 机械传动	134
6.1 概述	134
6.1.1 机械传动的组成	134
6.1.2 机械传动的特性和参数	135
6.2 齿轮传动	136
6.2.1 齿轮传动的特点和分类及应用	136
6.2.2 渐开线齿轮及其特点	140
6.2.3 渐开线圆柱齿轮的主要参数和几何尺寸计算	141
6.2.4 标准直齿圆柱齿轮正确啮合条件和连续传动条件及其他	145
6.3 斜齿轮传动	147
6.3.1 斜齿圆柱齿轮的形成	147
6.3.2 斜齿圆柱齿轮的特点及应用	148
6.4 其他齿轮传动	148
6.4.1 蜗杆传动	148
6.4.2 圆锥齿轮传动	150
6.5 带传动	151
6.5.1 带传动的类型及应用	151
6.5.2 带传动的特点	153
6.6 链传动	154
6.6.1 链传动的特点及应用	154

6.6.2 链传动的规格和主要参数	155
本章主要内容及学习要点	156
习题	157
7 常用机械零件	160
7.1 螺纹及螺纹联接	160
7.1.1 螺纹的基本知识	160
7.1.2 螺纹联接的基本类型与常用螺纹联接件	163
7.1.3 螺纹联接的预紧与防松方法	166
7.2 键联接	167
7.2.1 键联接类型	167
7.2.2 键的标注	170
7.3 轴	170
7.3.1 轴的功用和类型	170
7.3.2 轴的材料	171
7.3.3 轴的结构	172
7.4 轴承	174
7.4.1 滑动轴承	174
7.4.2 滚动轴承	176
7.5 联轴器、离合器和制动器	182
7.5.1 联轴器	182
7.5.2 离合器	184
7.5.3 制动器	184
本章主要内容及学习要点	185
习题	187
第 5 篇 液压与气压传动	
8 液压传动基础	191
8.1 液压传动概论	191
8.1.1 液压传动的特点及应用	191
8.1.2 液压传动的工作原理及组成部分	191
8.1.3 液压传动的几个重要参数	193
8.2 液压传动元件	194
8.2.1 液压动力元件	194
8.2.2 液压执行元件	195
8.2.3 液压控制元件	196
8.2.4 液压辅助元件	201
8.3 液压传动系统	201
8.3.1 液压基本回路	202
8.3.2 液压系统实例分析	202
本章主要内容及学习要点	203

习题.....	204
9 气压传动基础	206
9.1 气压传动概论	206
9.1.1 气压传动的工作原理及组成部分	206
9.1.2 气压传动的特点	207
9.2 气压传动元件	207
9.2.1 气源装置	207
9.2.2 气动执行元件	209
9.2.3 气动控制元件	210
9.2.4 气压传动实例分析	212
本章主要内容及学习要点	213
习题	214
模拟试题	216
模拟试题一	216
模拟试题二	219
参考答案	222
参考文献	239

0 绪论

0.1 机械的组成

0.1.1 机器和机构

人类为了满足生产和生活的需要，设计和制造了种类繁多、功能各异的机器。机器是执行机械运动的装置，如我们常见的缝纫机、洗衣机、内燃机、电动机、机床、汽车、起重机等各种机械。机械的种类很多，它们的用途、性能、构造、工作原理各不相同，但都具有三个共同的特征：

- (1) 都是人为的实物组合。
- (2) 各组成部分之间具有确定的相对运动。
- (3) 能代替或减轻人类劳动，完成有用的机械功或转换机械能。

图 0-1 为单缸内燃机。内燃机是一部机器，它由气缸体、曲轴、连杆、齿轮、凸轮等组成。当燃气推动活塞做往复运动时通过连杆使曲轴做旋转运动，从而将热能转换成曲轴的机械能。

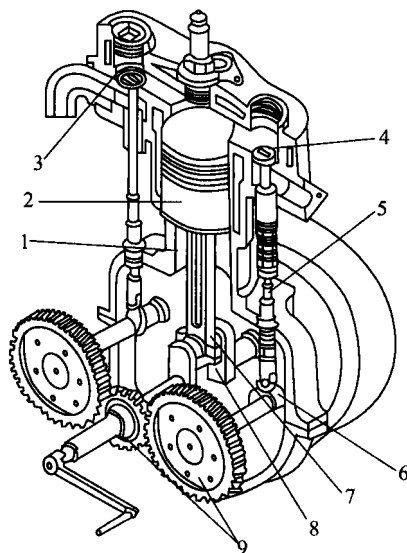


图 0-1 内燃机

1—气缸体；2—活塞；3—进气阀；4—排气阀；
5—推杆；6—凸轮；7—连杆；8—曲轴；9—齿轮

图 0-2 所示为一台牛头刨床，它是由电动机 1 通过带传动和齿轮传动装置，又通过摆动导杆机构改变运动形式，将电动机的旋转运动变成滑枕 5 和刀架 3 的直线往复运动，从而实现刨削运动。

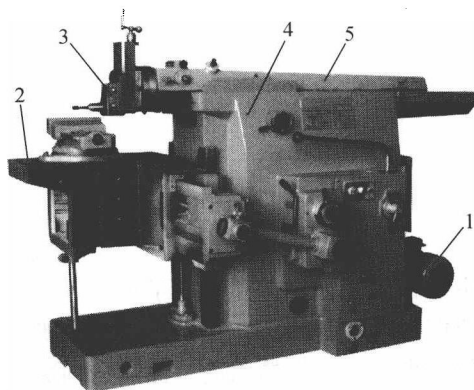


图 0-2 牛头刨床

1—电动机；2—工作台；3—刀架；4—床身；5—滑枕

通常一台完整的机器包括三个基本部分：

(1) 原动部分。机械动力的来源，又称原动机，其功能是将非机械能转换为机械能并为机器提供动力。最常见的动力源是电动机、内燃机。

(2) 传动部分。介于原动部分和执行部分之间，其功能是将原动机提供的机械能以动力或运动的形式传递给工作部分。传动部分的形式多种多样，例如齿轮传动、带传动等。

(3) 工作部分（或执行部分）。处于整个传动路线的终端，完成机械预期的动作。其功能是利用机械能去变换或传递能量、物料、信号，如发电机把机械能变换成为电能，轧钢机变换物料的外形，等等。

为了使三个基本部分协调工作，并准确、可靠地完成整体功能，除了以上三部分以外，还必须有控制部分和其他辅助部分。

机器各组成部分之间的关系如图 0-3 所示。

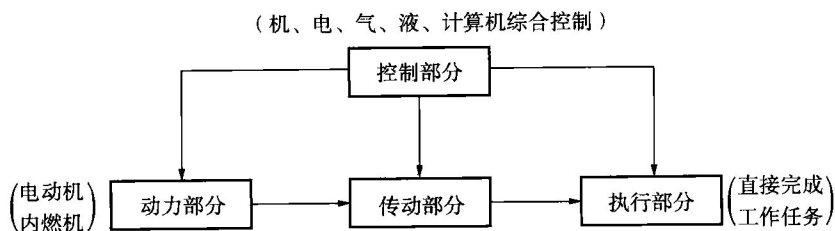


图 0-3 机器的组成

机构是一个具有确定机械运动的构件系统，用来传递运动和动力的可动装置。它是机器的重要组成部分。

如图 0-1 的内燃机就是由曲柄滑块机构（由活塞、连杆、曲轴和机架组成）、凸轮机构（由凸轮、顶杆和机架组成）和齿轮机构等组成。

机构的共同特征是：

- (1) 它们都是人为的实物（机件）组合体。
- (2) 组成它们的各部分之间都具有确定的相对运动。

可以看出，机构具有机器的前两个特征。机器是由各种机构组成的，它可以完成能量的转换或做有用的机械功；而机构则仅仅起着运动传递和运动形式转换的作用。一台比较复杂的机器可能由几种机构组合，其各部分之间也具有确定的相对运动。

机器与机构的主要区别在于前者可作机械功或转换机械能，而后者则不能，它们的关系是：机器是由机构组成的。最简单的机器只包含一个机构，多数机器都包含有多个机构。从结构和运动的观点看，机器与机构之间并无区别，因此，为了叙述方便，人们常用“机械”一词作为“机器”与“机构”的总称。

机械工程中常见的机构有：齿轮机构、螺旋机构、连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构等。各种机构都是一种用来传递运动和动力，或用来改变运动形式的机械传动装置。在大多数机器的设计和制造工作量中，传动装置占了大部分。如金属切削机床制造中，传动装置几乎占了整个机床制造工作量的 60%。

因此，机器是一种人为实物组合的具有确定机械运动的装置，它用来完成有用功、转换能量或处理信息，以代替或减轻人类的劳动。

0.1.2 零件和构件

从制造的角度看，可以认为机器是由若干零件组成的。零件是机器组成中不可再拆的最小单元，是机器的制造单元。机械零件可分为两大类：一类是在各种机器中经常都能用到的零件，称为通用零件，如齿轮、链轮、蜗轮、螺栓、螺母等；另一类则是在特定类型的机器中才能用到的零件，称为专用零件，如内燃机的曲轴、汽轮机的叶片等。图 0-4a 所示为一级齿轮减速器，由图 b 可以看出其是由各种各样的零件组成的。

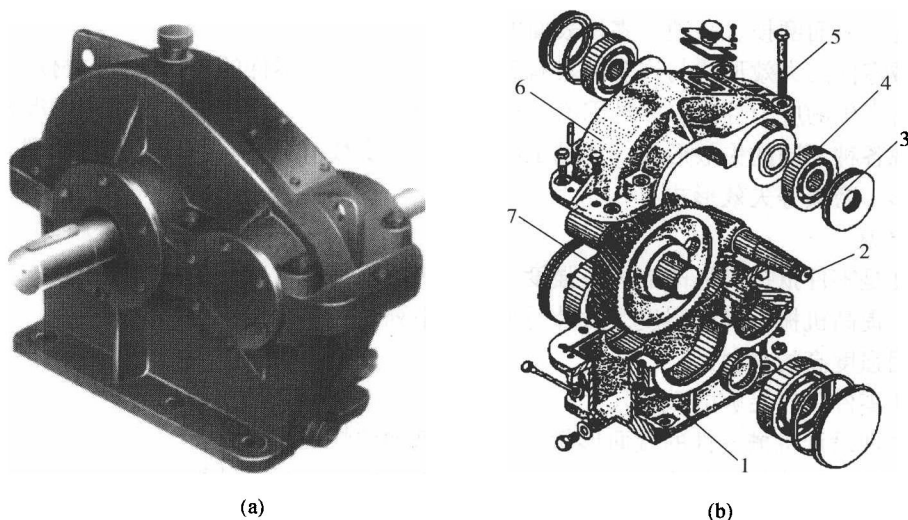


图 0-4 减速器的组成

1—箱体；2—轴；3—轴承端盖；4—滚动轴承；5—螺栓；6—箱体；7—齿轮

然而,从机械运动分析,关心的是有相对运动的单元体,而不是加工单元体。这种有相对运动的独立单元体称为构件。构件可以是单一的零件,也可以由若干零件固联成没有相对运动的刚性构件。如图0-5所示的内燃机中的连杆构件则是由连杆体、连杆盖、轴套、轴瓦、螺栓、定位套筒等零件组合而成。因此,构件与零件的区别在于:构件是运动的基本单元,而零件是加工单元。

机构中的构件有三类:

(1) 固定件 也称为机架,如内燃机的气缸体,牛头刨床的床身等。

(2) 原动件 也称主动件,如内燃机中的活塞,齿轮机构的齿轮以及凸轮机构的凸轮等,是机构中运动规律已知的构件。

(3) 从动件 它是机构中随原动件的运动而运动的其余构件。

简言之,零件是机器最小的加工单元,构件是机器最小的运动单元。构件是由零件通过刚性联接组成的,而部件是机器的安装单元。

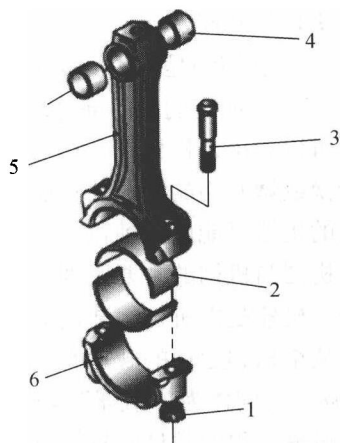


图0-5 内燃机的连杆

1—定位套筒; 2—连杆轴瓦; 3—螺栓;
4—连杆衬套; 5—连杆; 6—连杆盖

0.1.3 机械零件相关基本概念

1. 失效

机械零件在预定的时间内和规定的条件下,不能完成正常的功能,称为失效。

失效并不等于破坏,有些零件理论上是失效了,如齿轮失效后,还可以工作,只不过工作状况不如原来的好,会出现噪音、振动等。机械零件的失效形式主要有断裂、过大的残余应变、表面磨损、腐蚀、零件表面的接触疲劳等。

机械零件的失效形式与许多因素有关,具体取决于该零件的工作条件、材质、受载状态及其所产生的应力性质等多种因素。即使是同一种零件,由于材质及工作情况不同,也可能出现各种不同的失效形式。如轴工作时,由于受载情况不同,可能出现断裂、过大的塑性变形、磨损等失效形式。

2. 强度

强度是零件抵抗破坏的能力。强度是保证机械零件正常工作的基本要求。

为了提高机械零件的强度,设计时可采用下列措施:

- ①用强度高的材料;
- ②使零件具有足够的截面尺寸;
- ③合理设计机械零件的截面形状,以增大截面的惯性矩;
- ④采用各种热处理和化学处理方法来提高材料的机械强度特性;
- ⑤合理进行结构设计,以降低作用于零件上的载荷等。

3. 刚度

刚度是指零件在载荷作用下抵抗弹性变形的能力。若零件刚度不够,将产生过大变形

而影响机器正常工作。例如,若车床主轴的弹性变形过大,会影响加工精度。

4. 寿命

机械零件应有足够的寿命。影响零件寿命的主要因素有腐蚀、磨损和疲劳。但至今还没有提出实用且有效的腐蚀寿命的计算方法,因此也无法列出腐蚀寿命的计算准则。而磨损的计算目前也没有简单、可靠的定量计算方法,因此只能采用条件性的计算方法。至于疲劳寿命,通常是算出使用寿命的疲劳极限来作为计算的依据。

5. 可靠性

零件在规定的工作条件下和规定的使用时间内完成规定功能的概率称为该零件的可靠度。可靠度是衡量零件工作可靠性的一个特征量,不同零件的可靠度要求是不同的,在设计时应根据具体零件的重要程度选择适当的可靠度。

0.2 本课程性质、内容

本课程是一门综合性的技术基础课,旨在培养学生掌握与机械有关的基本知识和基本技能,为学习专业课程和今后的工作提供必要的知识和技能。

本课程分为五大部分,主要内容有:工程力学基础;机械工程材料;公差与配合;机械设计基础(包括常用机构、机械传动和常见的机械零件);液压与气压传动等。

工程力学基础包括静力学和材料力学基本知识,通过学习掌握机械中简单的力学分析和计算。

机械工程材料主要讲述金属材料,介绍金属材料的力学性质、金属热处理的基本知识和金属材料的种类,非金属材料种类、性能等,通过对常用机械工程材料和钢的热处理方法的学习,了解常用工程材料的种类、牌号、性能及应用;同时还介绍常用的非金属材料。

公差与配合主要介绍公差与配合的基本概念及相关知识,以及常用的量具的介绍和使用方法。

机械设计基础主要介绍常用机构(平面连杆机构、凸轮机构、间歇机构、螺旋机构)、机械传动(齿轮传动、带传动、链传动、圆锥齿轮传动和蜗杆传动等)及常用机械零件(螺纹联接、键联接、轴、轴承、联轴器、离合器和制动器等)。通过对常用机械、通用零件的工作原理、特点和应用的学习,初步形成分析一般机械功能和动作的能力。

介绍液压和气压传动的基本原理与基本知识、主要元件、基本回路及应用。

本课程具有较强的综合性和实践性,因此,在学习本课程时,应注意理论结合实际,多看实物、模型,并尽可能多做实验和进行机构的拆装,加深对其了解。

习 题

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. 构件是构成机械的_____,而零件则是机器的_____。
4. 根据机器功能和结构要求,某些零件需刚性联接成一个整体,成为机器中运动的基本单元件,通

常称为_____。零件是机器中最小的_____。

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_____。

二、判断题

1. 机构与机器都是机械,也可以认为机构就是机器。 ()
2. 部件是由多个零件所组成,通常机构也需要多个零件组成;对于机器而言,一个机构也是机器的一个部件。 ()
3. 发动机是一台机器,放在汽车上则是汽车的动力装置。 ()
4. 部件是构成机器的最小单元,而零件则是最小制造单元。 ()
5. 传动装置是机器中介于原动装置和执行装置之间,用来完成运动形式、运动、动力等转换与传递的组成部分。 ()

三、讨论题及问答题

1. 用实例说明机器的三个特征、机构的特征以及机器与机构的区别。
2. 用实例说明构件和零件的区别,通用零件和专用零件的区别。
3. 举例说明一般机器设备由哪几个部分组成。
4. 本课程的主要内容有哪些?

第 1 篇 工程力学基础