

机械基础

张德龙

兰州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械基础/张德龙主编. —兰州:兰州大学出版社,
2009.8

中等职业教育通用教材

ISBN 978—7—311—03158—9

I. 机… II. 张… 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 130796 号

策划编辑 张国梁

责任编辑 佟玉梅

封面设计 张友乾

书 名 机械基础

主 编 张德龙

副 主 编 杨建鹏

出版发行 兰州大学出版社 (地址:兰州市天水南路 222 号 730000)

电 话 0931—8912613(总编办公室) 0931—8617156(营销中心)
0931—8914298(读者服务部)

网 址 <http://www.onbook.com.cn>

电子信箱 press@onbook.com.cn

印 刷 兰州人民印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 9.75

字 数 222 千

版 次 2009 年 8 月第 1 版

印 次 2009 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978—7—311—03158—9

定 价 16.80 元

(图书若有破损、缺页、掉页可随时与本社联系)

前 言

《机械基础》是中等职业学校机械类专业的一门综合性技术基础课,学习目的旨在培养学生掌握机械应用的基本知识和基本技能,为下一步学习专业技术课打好基础,并为今后在工作中合理使用、维护机械设备,进行技术革新提供必要的基础知识和技能。

本课程是按照中等职业学校机械类专业的培养目标,参照中国劳动和社会保障部培训就业司颁发的《技工学校机械类专业教学计划与教学大纲》(2008)的要求,结合西北地区中职学校学生实际情况组织编写的,适用于普通中专、技工学校、职业高中各专业学生及广大自学爱好者使用。

在编写本书时重点考虑了以下几个方面:

第一,坚持以能力培养为主导,突出职业技术特色。根据机械类专业学生所从事岗位的实际需要,合理确定学生应具备的知识结构和能力水平,切实落实“管用、够用、适用”的教学指导思想,对教材的难度、深度作了较大调整。

第二,在教材编写形式上,采用模块化的设计思想,以课题教学的模式,引导学生由浅入深、由易到难、循序渐进地完成全书的学习任务。每个模块中的各个课题相互独立,但又围绕同一条主线,使学生学习时思路清晰,任务明确。

第三,全书尽可能采用图片、表格等方式,生动展现各个知识点,给学生营造一个更加直观的认知环境。课题后配有思考与练习,供教师、学生在课堂进行练习;模块后,专门配有综合练习,既可作为学生的课后练习,也可作为模块考核的测试题。

本书在编写时,从教学的实际情况出发,并考虑到学时安排情况,把液压传动部分不列入本书内容,在此特意说明。

全书教学课时安排建议如下表:

学时分配表

项目	绪论	模块一	模块二	模块三	模块四	模块五	模块六	模块七	模块八
建议课时	2	2	4	2	6	12	4	6	8
项目	模块九	模块十	模块十一	模块十二	模块十三	模块十四	模块十五	机动	合计
建议课时	6	4	4	2	8	4	2	4	80

本书由甘肃省机械高级技工学校高级讲师张德龙担任主编,中航工业陕西飞机工业(集团)有限公司工程师杨建鹏担任副主编,参加本书编写的还有甘肃省建材工业学校高级讲师曹昱源、天水市麦积区职教中心讲师李晓刚、甘肃省化工技工学校讲师潘丽君、甘肃省冶金高级技术学院讲师石万晓、张掖职教中心助理工程师辛志伟、甘肃省建材工业学校讲师吴玉明、甘肃酒泉职业技术学院讲师张生成。

由于编写者水平有限,时间仓促,书中难免存在一些错误和疏漏,恳请各学校同仁和广大读者提出宝贵意见和建议,并将意见及时反馈给我们,以便修订时进一步完善。

编者

2009年5月

目 录

绪论	1
思考与练习	4
综合练习	4
模块一 摩擦轮传动	6
课题 摩擦轮传动概述	6
思考与练习	9
综合练习	9
模块二 带传动	10
课题一 带传动概述	10
思考与练习	12
课题二 V带传动	12
思考与练习	19
课题三 同步带传动简介	19
思考与练习	20
综合练习	20
模块三 链传动	21
课题一 链传动概述	21
思考与练习	22
课题二 链传动类型	22
思考与练习	25
综合练习	25
模块四 螺旋传动	26
课题一 螺纹的分类和应用	26

思考与练习	29
课题二 普通螺纹的主要参数	29
思考与练习	30
课题三 螺纹的代号标注	31
思考与练习	33
课题四 螺旋传动的应用形式简介	33
思考与练习	36
综合练习	36
模块五 齿轮传动	37
课题一 齿轮传动的类型及应用特点	37
思考与练习	40
课题二 渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸计算	40
思考与练习	44
课题三 其他齿轮传动简介	45
思考与练习	47
课题四 渐开线齿轮失效形式	47
思考与练习	50
综合练习	50
模块六 蜗杆传动	52
课题一 蜗杆传动概述	52
思考与练习	55
课题二 蜗杆传动的主要参数和啮合条件	55
思考与练习	57
综合练习	58
模块七 轮系	59
课题一 轮系的分类和应用特点	59
思考与练习	61
课题二 定轴轮系传动比计算	61
思考与练习	64
课题三 定轴轮系中任意从动齿轮的转速计算	64
思考与练习	68
综合练习	68
模块八 平面连杆机构	70
课题一 铰链四杆机构的组成和分类	70
思考与练习	73
课题二 铰链四杆机构的基本性质	73
思考与练习	78

课题三 铰链四杆机构的演化	78
思考与练习	81
综合练习	81
模块九 凸轮机构	83
课题一 凸轮机构的分类和特点	83
思考与练习	85
课题二 凸轮机构的工作过程及从动件运动规律	85
思考与练习	89
综合练习	89
模块十 其他常用机构	91
课题一 变速机构	91
思考与练习	96
课题二 换向机构	96
思考与练习	97
课题三 间歇运动机构	97
思考与练习	103
综合练习	103
模块十一 轴	104
课题一 轴的用途和分类	104
思考与练习	106
课题二 转轴的结构	107
思考与练习	111
综合练习	111
模块十二 键、销及其连接	112
课题一 键连接	112
思考与练习	115
课题二 销连接	116
思考与练习	117
综合练习	117
模块十三 轴承	118
课题一 滚动轴承	119
思考与练习	131
课题二 滑动轴承	131
思考与练习	134
综合练习	134
模块十四 联轴器、离合器和制动器	137
课题一 联轴器的结构、特点及应用	137



思考与练习	138
课题二 离合器的结构、特点及应用	139
思考与练习	140
课题三 制动器的结构、特点及应用	140
思考与练习	141
综合练习	141
模块十五 弹簧	143
课题 弹簧的基础知识	143
思考与练习	146
综合练习	146

绪 论

人类社会的发展,离不开生产力的发展;生产力的发展,更离不开机械的发展。机械是生产力发展水平的重要标志。早在古代,人们就利用杠杆、滑轮等简单机械,用以减轻劳动强度、提高工作效率。随着计算机技术、电子技术与机械技术的有机结合,工业生产的自动化程度越来越高,促使机械产品不断向着高速、高效、精密、多功能的方向发展。机械产品的制造水平已成为衡量国家技术水平和现代化程度的重要标志之一。

一、基本概念

机械是机构和机器的总称。
机器是人们根据使用要求而设计制造的一种执行机械运动的装置,用来变换或传递能量,从而代替或减轻人类的体力和脑力劳动。
机器一般由动力部分、传动部分、执行部分和控制部分组成,具体作用及应用见表 0-1。

表 0-1 机器各组成部分的作用

组成部分	作 用	应 用 实 例
动力部分	提供原始动力,把其他能量转换为机械能,驱动机器各部件运动	电动机、内燃机、蒸汽机、空气压缩机等
传动部分	把原始动力传递给工作部分的机构,属于中间环节	金属切削机床中的带传动、齿轮传动、螺旋传动等
执行部分	完成机器工作任务的部分,处于整个传动装置的末端,其结构形式取决于机器的用途	金属切削机床中的主轴、拖板等。根据工作需要,其运动形式可以是直线运动,也可以是回转运动或间歇运动等
控制部分	控制机器运动状态的部分	加工中心、数控机床中的控制部分

机构是用来传递运动和动力的组成单元,它可以是单一的零件,也可以是若干个零件。如图 0-1a) 为一个机构。

零件是机器及各种设备的基本组成单元,也是加工制造的单元。如图 0-1b),共有三个零件。

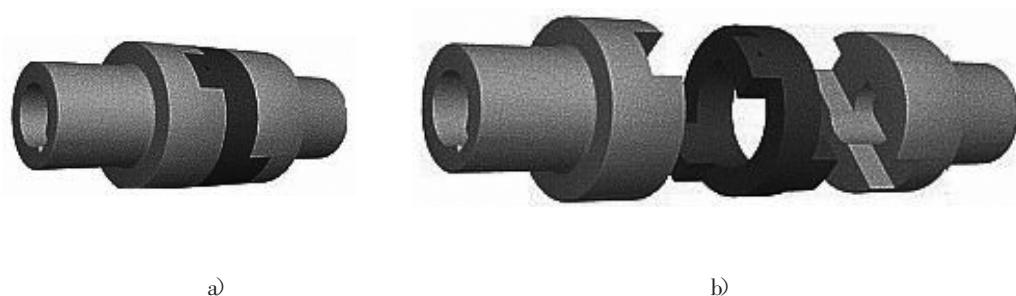


图 0-1 十字滑块联轴器

构件是由许多具有确定的相对运动的零件组成的,是机构中的运动单元,如图 0-2 所示的内燃机(曲柄滑块机构)中的曲柄、连杆和滑块等。

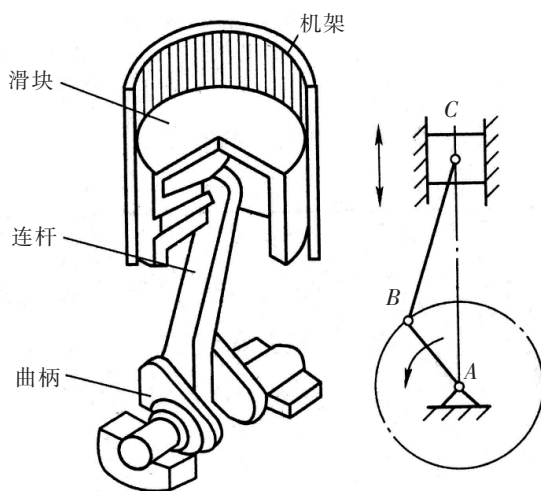


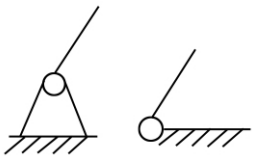
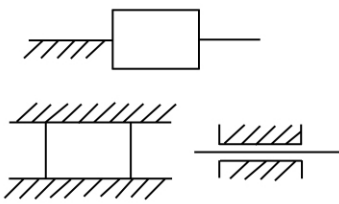
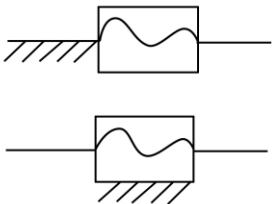
图 0-2 内燃机(曲柄滑块机构)中的曲柄、连杆和滑块

运动副是指两构件直接接触而且又能产生一定形式相对运动的可动连接。根据两构件的接触情况(点、线、面接触)不同,可以把运动副分为高副和低副两大类。

1. 低副是两构件以面接触的运动副。根据两构件之间的相对运动特征可分为转动副、移动副和螺旋副,其应用示例、表示方法见表 0-2。

由于低副是滑动摩擦,摩擦损失比较大,故传动效率较低,不能传递较复杂的运动,但制造相对容易。

表 0-2 低副的分类及应用示例、表示方法

类型	说 明	应 用	简 图
转动副	两构件接触处只允许做相对转动		
移动副	两构件接触处只允许做相对移动		
螺旋副	两构件在接触处做一定关系的既转又移的复合运动		

2. 高副是两构件以点或线接触的运动副。根据两构件之间接触形式不同,通常分为滚动轮接触、凸轮接触和齿轮接触。

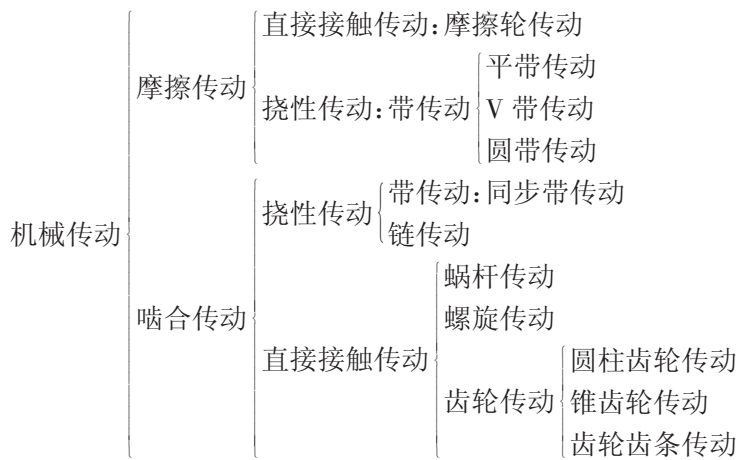
生活中常见的滚动轮接触,如火车在铁轨上行进;凸轮接触,如饮水机出水控制装置;齿轮接触,如汽车玻璃升降器等。

高副由于是点或线接触,两构件接触处易磨损,寿命较短,在制造和维修上也比较困难。

二、本课程的性质、内容和任务

本课程是一门综合性的技术基础课,研究对象是一般工作条件下的常用机构和通用机械零件。学习目的在于培养学生掌握机械中的基本知识和基本技能,为下一步学习专业技术课程打好基础,并为今后在工作中合理使用、维护机械设备,进行技术革新提供必要的基础知识和技能。

本课程的主要内容是以机构与零件为主线,讲述机械中常用的传动装置、机构和零件的工作原理、工作特性、结构特点等。主要学习内容可归纳为:



学习本课程,主要应熟悉和掌握常用机械传动装置、常用机构及轴系零件的基本知识、工作原理和应用特点;掌握分析机械工作原理的基本方法;能进行有关的基本计算;会查阅相关技术手册和选用标准件。

学习本课程,要注重理解和运用,注意在生产劳动中观察、思考问题,积累经验,联系实际,不断提高分析问题、解决问题的能力。

思考与练习

概述机械、机器、机构、构件、零件之间的关系。

综合练习

1. 机器一般由 _____、_____、_____、_____ 四部分组成。
2. 运动副分为 _____ 和 _____ 两大类。
3. 属于机构的装置有()。
A. 台虎钳 B. 自行车 C. 联轴器 D. 汽车
4. 用来代替或减轻人类劳动的装备叫()。

- A.机器 B.机构 C.零件 D.机械
5. 机器中用来传递运动和力的部分是()。
- A.动力部分 B.传动部分 C.控制部分 D.工作部分
6. 既属于带传动又属于啮合传动的是()。
- A.平带传动 B.链传动 C.齿轮传动 D.同步带传动
7. 杯子和杯盖之间属于()。
- A.高副 B.螺旋副 C.移动副 D.转动副
8. 零件是组成机器的最小单元。(对 错)
9. 所有的带传动都属于摩擦传动。(对 错)
10. 低副比高副承载能力大。(对 错)
11. 窗与窗框之间的连接属于高副。(对 错)
12. 机构一般由若干零件构成。(对 错)
13. 机器有哪些特征,它与机构有什么区别?
14. 举例说明生活中的机器与机构。
15. 试列举日常生活和生产中高副与低副的实例。
16. 你打算如何学好《机械基础》这门课?

模块一 摩擦轮传动

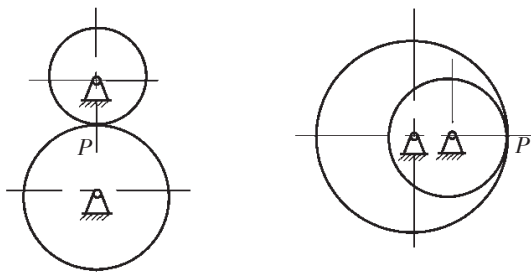
课题 摩擦轮传动概述

一、摩擦轮传动工作原理

摩擦轮传动是利用两轮直接接触所产生的摩擦力来传递运动和动力的一种机械传动。如图 1-1 所示为最简单的摩擦轮传动。在正常传动时,主动轮依靠摩擦力的作用带动从动轮转动,并保证两轮的接触面处有足够大的摩擦力,使主动轮产生的摩擦力矩足以克服从动轮上的阻力矩,带动从动轮转动。如果摩擦力矩小于阻力矩,两轮接触面处在传动中会出现相对滑动现象,称之为“打滑”。

摩擦轮传动要求两轮之间要有足够的摩擦力。根据最大正摩擦力与正压力、摩擦系数的关系,增大摩擦力的主要途径有:

1. 增大正压力。增大正压力可以在摩擦轮上安装弹簧或其他的施力装置,但同时会增加作用在轴上的载荷,导致传动件尺寸过大,使机构笨重。
2. 增大摩擦系数。增大摩擦系数的方法通常是将其中的一个摩擦轮用钢或铸铁材料制造,在另一个摩擦轮表面上粘贴一层石棉、橡胶布、纤维、皮革材料等,且轮面较软的摩擦轮适宜作主动轮,可以避免在传动中产生打滑,导致从动轮的轮面局部受损而影响传动质量。



a) 外接圆柱式摩擦轮传动

b) 内接圆柱式摩擦轮传动

图1-1 两轴平行的摩擦轮传动

二、传动比的计算

机构中瞬时输入速度与输出速度之比称为传动比。摩擦轮传动的传动比就是主动轮转速 n_1 与从动轮转速 n_2 的比值,用符号 i 表示。计算公式为:

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

式中 n_1 ——主动轮的转速, r/min;

n_2 ——从动轮的转速, r/min。

如图 1-1 所示,接触点为 P 点,假设没有相对滑动,则两轮在 P 点的相对速度相等,

即 $v_1 = v_2$ 。

因为
$$v_1 = \frac{\pi D_1 n_1}{1\,000 \times 60} \quad (\text{m/s})$$

$$v_2 = \frac{\pi D_2 n_2}{1\,000 \times 60} \quad (\text{m/s})$$

所以
$$n_1 D_1 = n_2 D_2$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

由此可知,两摩擦轮的转速之比等于它们直径的反比。

综上所述,可知
$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

式中 D_1 ——主动轮的直径, mm;

D_2 ——从动轮的直径, mm。

三、摩擦轮传动的特点

与其他传动相比,摩擦轮传动有以下特点:

1. 结构简单,维修方便,造价较低。
2. 摩擦轮表面为非金属材料时,噪音较小。
3. 过载时发生打滑,可防止机器中重要零部件的损坏。
4. 适用于两轮中心距较近的传动。
5. 不能保持恒定的传动比,传动精度低。
6. 传动效率较低,不宜传递较大的转矩。

四、摩擦轮传动的形式及应用

摩擦轮传动可分为两轴平行和两轴相交,特点和应用见表 1-1。

表 1-1 摩擦轮传动的特点和应用

类 型	简 图	特 点	应 用
两轴平行	圆柱摩擦轮传动	1. 结构简单,制造方便 2. 压紧力大	用于小功率传动,如回转筒驱动、仪表调节装置等
	槽型摩擦轮传动	1. 压紧力较圆柱摩擦轮传动机构小 2. 几何滑动大,易发热与磨损,效率较低 3. 对加工和安装要求较高	用于绞车驱动装置等
两轴相交	端面摩擦轮传动	1. 结构简单,制造方便 2. 压紧力大 3. 轴向移动小轮可实现正、反向无级变速	用于摩擦压力机等
	锥形摩擦轮传动	1. 结构简单,制造方便 2. 设计安装时应保证轴线的相对位置正确,锥顶重合,否则几何滑动大,磨损严重	常用于大功率摩擦压力机等

思考与练习

1. 什么是机构的传动比？摩擦轮传动中其传动比如何计算？
2. 当摩擦轮传动没有相对滑移时，两摩擦轮的转速与直径有什么关系？
3. 试述摩擦轮传动的工作原理。

综合练习

1. 增大摩擦轮传动中摩擦力的方法有哪些？
2. 为什么说摩擦轮传动的传动比是一个瞬时传动比？
3. 为什么说摩擦轮传动只适合近距离传动？