



技工学校机械基础课 教 学 参 考 书

第二版

中国劳动出版社

技工学校机械基础课 教学参考书

(第二版)

中国劳动出版社

**技工学校机械基础课
教学参考书
(第二版)**

责任编辑 王栋梁

中国劳动出版社出版

(北京市惠新东街1号)

北京朝阳区新源印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所发行

787×1092毫米 32开本 7.625印张 170千字

1990年8月北京第1版 1998年3月北京第7次印刷

印数:2000册 定价:6.10元

ISBN 7-5045-0588-9/TH·042(课)

说 明

为了适应技工学校教学的需要，我们根据劳动人事部培训就业局一九八五年一月颁发的技工学校统编教材的教学大纲，组织编写了语文、数学、物理、化学、工程力学、机械基础、机械制图、金属材料与热处理、电工学等课的教学参考书，供技工学校有关教师使用。

《机械基础教学参考书》是按教材结构体系的顺序逐章编写的，每章均以教学要求、教学建议、教材分析和习题选答等进行叙述。并扩展和补充了一些有利于完成教学任务的必要知识。

本书由于编写时间匆促，缺点和错误在所难免，希望使用此书的同志批评指正。

本书是技工学校有关教师的应备用书，也可作为培训青工教师的参考书。

本书由徐英南编写，刘相臣编辑加工。

劳动人事出版社

一九八六年三月

第二版说明

劳动部培训司组织编写的第二版《机械基础》教材，在结构体系和内容深浅等方面较第一版有较大的变动。为此，我们组织编写了《机械基础教学参考书》（第二版）。本版均按第二版教材的结构体系，逐章进行编写的。每章均以教学要求、教学建议、教材分析的顺序进行叙述，并在每章中编写了归纳小结和习题答案。作者还在书中扩展和补充了一些有利于完成教学任务的必要知识。

本书修订时对一些差错进行了修改，但由于时间匆促，缺点和错误仍所难免，希望用此书的同志批评指正。

本书是技工学校有关教师的应备用书，也可作为从事青工培训的教师和技术人员参考。

本书由徐英南编写。

中国劳动出版社

1990年7月

目 录

绪论	1
一、教学要求	1
二、教学建议	1
三、教材分析	1
(一) 明确机器、机构、机械、构件和零件的概念	1
(二) 注意机器、机构和构件、零件的区别	2
(三) 明确运动副的概念及使用特点	2
(四) 其它	3

第一篇 机械传动

机械传动参考资料

一、机械传动分类	4
二、机械传动的特点和性能	5
三、机械传动常用特性参数	8
四、传动及其组成概念	9
第一章 摩擦轮传动和带传动	11
一、教学要求	11
二、教学建议	11
三、教材分析	11
(一) 摩擦轮传动的基本概念	11
(二) 平型带传动要点	15
(三) 三角带传动要点	16
(四) 归纳小结	20

(五) 习题答案	21
第二章 螺旋传动	24
一、教学要求	24
二、教学建议	24
三、教材分析	24
(一) 有关螺纹的几个概念	24
(二) 普通螺纹代号、标记的说明与示例	29
(三) 管螺纹和梯形螺纹的代号、标记的说明与示例	30
(四) 有关螺纹代号的说明	32
(五) 螺旋传动应用说明	35
(六) 归纳小结	38
(七) 习题答案	38
第三章 链传动和齿轮传动	39
一、教学要求	39
二、教学建议	39
三、教材分析	39
(一) 有关链传动的一般概念	39
(二) 齿轮传动的分类	40
(三) 渐开线的形成与渐开线的性质	41
(四) 渐开线齿轮的各部名称、代号、计算公式及说明	43
(五) 渐开线齿轮啮合特性分析	44
(六) 其它齿轮传动的基本概念	48
(七) 明确齿轮的根切、最少齿数、变位及精度的要点	56
(八) 齿轮轮齿的失效形式	64
(九) 蜗杆传动的组成与分类	66
(十) 蜗杆传动的传动比与旋转方向的判定	68
(十一) 蜗杆传动的基本参数	71
(十二) 普通蜗杆传动的正确啮合条件	73
(十三) 蜗杆传动的几何尺寸计算	73

(十四) 蜗杆传动的失效形式与精度等级	76
(十五) 归纳小结	77
(十六) 习题答案	80
第四章 轮系	81
一、教学要求	81
二、教学建议	81
三、教材分析	81
(一) 轮系传动的概念	81
(二) 定轴轮系的传动比及旋向	84
(三) 归纳小结	88
(四) 习题答案	88

第二篇 常用机构及轴系零件

第五章 平面连杆机构	90
一、教学要求	90
二、教学建议	90
三、教材分析	90
(一) 一般概念	90
(二) 铰链四杆机构三种基本型式	91
(三) 铰链四杆机构的基本性质	92
(四) 铰链四杆机构的演化	97
(五) 归纳小结	101
(六) 习题答案	102
第六章 凸轮机构	103
一、教学要求	103
二、教学建议	103
三、教材分析	103
(一) 一般概念	103
(二) 凸轮机构从动件的运动规律及工作特点	105

(三) 凸轮有关参数对工作的影响·····	106
(四) 凸轮轮廓曲线的画法要点·····	108
(五) 归纳小结·····	110
第七章 其它常用机构·····	112
一、教学要求·····	112
二、教学建议·····	112
三、教材分析·····	112
(一) 有关变速、变向机构的概念·····	112
(二) 间歇运动机构的教学说明·····	113
(三) 归纳小结·····	118
第八章 轴系零件·····	119
一、教学要求·····	119
二、教学建议·····	119
三、教材分析·····	119
(一) 键联接的教学要点·····	119
(二) 销联接的教学要点·····	123
(三) 轴的教学要点·····	124
(四) 轴承的教学要点·····	132
(五) 联轴器、离合器和制动器的教学说明·····	141
(六) 习题答案·····	149

第三篇 液压传动

液压传动参考资料

一、液压传动与液力传动·····	150
二、液压技术分类·····	150
三、液压传动与机械传动·····	151
四、液压传动中常用单位换算·····	151
第九章 液压传动的基本概念·····	153

一、教学要求	153
二、教学建议	153
三、教材分析	153
(一) 液压传动的原理及其系统的组成	153
(二) 有关流动液体性质的基本概念	154
(三) 有关压力的基本概念	159
(四) 压力损失、流量损失和功率计算	164
(五) 归纳小结	165
(六) 习题答案	167
第十章 液压元件	170
一、教学要求	170
二、教学建议	170
三、教材分析	170
(一) 液压泵的要点	170
(二) 有关液压缸的一般概念	178
(三) 液压控制阀的要点	186
(四) 有关液压辅件的一般概念	201
(五) 归纳小结	204
(六) 习题答案	205
第十一章 液压基本回路及液压系统	207
一、教学要求	207
二、教学建议	207
三、教材分析	207
(一) 液压基本回路的一般概念	207
(二) 液压基本回路的工作原理	208
(三) 液压系统应用实例的分析方法	226
(四) 液压系统常见故障与排除	227
(五) 归纳小结	231
(六) 习题答案	233

绪 论

一、教学要求

1. 明确学习本课程的意义和本课程的性质、任务和学习方法;

2. 掌握机器、机构、运动副和机器组成的概念。

二、教学建议

1. 引言要激励学生学习好本课程,以适应经济和技术发展的需要;

2. 在机械基础概述中要讲清楚机器、机构、构件和零件的概念,并要有机地串成运动副和机器的组成。

三、教材分析

(一) 明确机器、机构、机械、构件和零件的概念

1. 机器 机器就是构件的组合,它所组成的各部分之间具有确定的相对运动,并能用来代替人的劳动,完成有用的机械功或实现能量(信息)的转换。

各种不同的机器,具有不同的形式、构造和用途。众多的机器可归纳为三类:变换能量的机器,如电动机、内燃机、空气压缩机等;变换材料形状或位置的机器,如金属切削机床、纺织机、轧钢机和变换位置的输送机、起重机、汽车、船舶飞机等;变换信息的机器,如计数机、计算机等。

2. 机构 具有确定相对运动构件的组合,称为机构。

3. 机械 在工程上,把机器和机构统称为机械。

4. 构件 机构运动时相互之间能作相对运动的物体,称

为构件。

5. 零件 组成构件中,相互之间没有相对运动的物体,称为零件。

(二) 注意机器、机构和构件、零件的区别

机器的三个特征是:①由许多构件组合而成(也即由许多不同的机构所组成),②各构件之间具有确定的相对运动,③可以代替人的劳动完成有用的机械功或者实现能量(信息)转换(转换机或原动机)。

机构只具有机器的前两个特征,而没有机器的第三个特征,这是根本的区别。所以说:机构的主要功用在于传递或转变运动的形式,而机器的主要功用是为了利用机械能作功或能量(信息)转换。

由于机器最终承担了“能代替或减轻人类的劳动来完成有用的机械功或转换机械能”的任务,故一般认为机构只具备机器的前两个特征,以表示研究的着重点有所区别。但从结构和运动的观点来看,机构和机器之间是没有区别的。因此,为了简化叙述,有时就用“机械”一词作为机构和机器的总称。“机械基础”就是“机构和机器的基础”的简称。

构件与零件是既有联系又有区别,构件可以是单一的零件,也可以是由若干零件联接而成的刚性结构。如曲轴这个构件,通常是单一的零件;而连杆这个构件,则是由连杆体、连杆盖、螺栓和螺母等零件联接组合而成。通常可归纳为:构件是运动的单元,而零件是制造的单元(某些用来支持运动构件而自身相对静止的构件,如内燃机中的汽缸、各种机床的床身等,通常又称为机架)。

(三) 明确运动副的概念及使用特点

1. 运动副 组成机构的各构件之间具有一定的运动关

系，因此，人们把两个构件之间有相对运动的联接，称为运动副。“副”就是成对的意思。

2. 运动副的分类 运动副如果按其运动的范围来分，有空间运动副和平面运动副两类。在一般机器和常用设备中经常遇到的是平面运动副。平面运动副按其运动的形式，可分为转动副和移动副（螺旋副系转动和移动的复合）。平面运动副按其接触的方式，又可分为低副和高副两类。

3. 使用特点归纳 低副的使用特点是面接触，承受载荷时单位压力较低（故名低副），承载能力大，易于制造维修，但效率低和摩擦损失大。高副的使用特点是点或线接触，可以传递较复杂的运动（由接触部分的几何形状，可以得到多种形式的对应运动），但接触处的单位压力较高（故名高副），易磨损，制造维修较困难。

（四）其它

1. 引言说明 引言中提到的各朝年代。夏朝（公元前2032年～公元前1562年），西汉（公元前206年～公元25年），东汉（公元25年～公元220年），晋朝（公元265年～公元420年）。“碓”duì（音对），石臼捣米设备。

2. 讲授注意 教学中应注意的问题，在大纲中已有阐明。另外，应当注意，机械基础是一门技术基础课程，它一方面较之物理、工程力学等课程更加结合工程和生产实际；另一方面它又与机械类的专业课程有所不同。由于机械类专业种类繁多，机械基础既不可能也无必要对各种具体机器进行分析讨论，而只是对这些机械的一些共性问题和常用机构进行分析讨论。根据这一性质，讲授中要注意掌握分析和综合的基本方法，要注意原理、方法在各工种实际应用时的范围和条件。

第一篇 机械传动

机械传动参考资料

一、机械传动分类

传 动 类 型		说 明
摩 擦 传 动	摩擦轮传动	圆柱形, 槽形, 圆锥形, 圆柱圆盘式
	挠性摩擦传动	带传动: 平型带, 三角带(普通带, 窄形带, 大楔角带、特殊用途带), 多楔带, 圆形带 绳及钢丝绳传动
	摩擦式无级变速传动	定轴的(无中间体的、有中间体的), 动轴的, 有挠性元件的
啮 合 传 动	圆柱齿轮传动	啮合形式: 内、外啮合, 齿条 齿形曲线: 渐开线, 单、双圆弧, 摆线 齿向曲线: 直齿, 螺旋(斜)齿, 曲线齿
	圆锥齿轮传动	啮合形式: 内、外啮合, 平顶及平面齿轮 齿形曲线: 渐开线, 单、双圆弧 齿向曲线: 直齿, 斜齿, 弧线齿
	动轴轮系	渐开线齿轮行星传动(单自由度、多自由度) 摆线针轮行星传动 谐波传动(三角形齿、渐开线齿)
	非圆齿轮传动	可实现主、从动轴间传动比按周期性变化的函数关系

续表

传 动 类 型			说 明
动 和 雅 动	蜗 杆 传 动	圆柱蜗杆传动	按形成原理， 直纹面(普通)圆柱蜗杆传动(阿基米德、渐开线、 延长渐开线) 曲纹面圆柱蜗杆传动(轴面、法面圆弧齿，锥面、 环面包络的圆柱蜗杆)
		圆弧回转面 蜗杆传动	双包络蜗杆传动(直纹齿、曲纹齿) 单包络蜗杆传动(平面齿蜗轮、曲纹齿单包络蜗 杆)
	挠性啮合传动		链传动：滚子链，套筒链，弯板链，齿形链 地传动：同步齿形带
	螺旋传动		摩擦形式：滑动，滚动，静压 线数：单线，多线
	连杆机构		曲柄摇杆机构(包括脉动无级变速器)，双曲柄机 构，曲柄滑块机构，曲柄导杆机构
	凸轮机构		直动和摆动从动件的，反凸轮机构，凸轮式无级 变速器
组合机构		齿轮——连杆，齿轮——凸轮，凸 轮——连 杆， 液压连杆机构	

二、机械传动的特点和性能

类别	摩 擦 轮 传 动	带 传 动	链 传 动
特 点	运动平稳、噪声小，可在运转中平稳地调整传动比；有过载保护作用，结构简单 轴和轴承上的作用力很大，有滑动，工	轴间距范围大；工作平稳，噪声小，能缓和冲击，吸收振动；摩擦型带传动有过载保护作用；结构简单，安装要求不高	轴间距范围大，传动比恒定；链条组成件间形成的油膜能吸振，对恶劣环境有一定的适应能力，工作可靠；作用在轴上的载荷小

续表

类别	摩擦轮传动	带传动	链转动
	作面磨损较快	外廓尺寸较大; 摩擦型带传动有滑动, 轴和轴承上的作用力大, 带的寿命较短	运转的瞬时速度不均匀, 高速时不如带传动平稳(齿形链较好); 链条工作时, 特别是因磨损产生伸长以后, 容易引起共振
功率 P (kW)	$P_{\max}=200$ 通常 ≤ 20	强力锦纶带3500 普通三角带500 $P_{\max}$ 窄形三角带750 同步齿形带100	$P_{\max}=3500$ 通常 ≤ 100
速度 v (m/s)	受发热限制, 在润滑条件下, 发热使油膜的承载能力降低, 打滑增大, 传递功率减小 通常 ≤ 20	受带与带轮间产生气垫, 带体发热和离心力的限制 $v_{\max}$: 强力锦纶带 60 普通三角带 25~30 窄形三角带 40~50 同步齿形带 100	受链条啮入链轮时的冲击、链条磨损和胶合的限制 $v_{\max}=30\sim 40$ 通常 ≤ 20
效率 η	平摩擦轮 0.85~0.92 槽摩擦轮 0.88~0.90 圆锥摩擦轮 0.85~0.90	平型带 0.94~0.98 三角带 0.90~0.94 同步齿形带 0.96~0.98	滚子链 $v \leq 10\text{m/s}$ 0.95~0.97 $v > 10\text{m/s}$ 0.92~0.96 齿形链 0.97~0.98
单级传动比	受外廓尺寸的限制 通常 $\leq 7\sim 10$ 有卸载装置 ≤ 15 仪器、手动 ≤ 25	受小带轮的包角和外廓尺寸的限制 平型带 $\leq 4\sim 5$ 三角带 $\leq 7\sim 10$ 同步齿形带 ≤ 10	受小链轮包角的限制 通常 ≤ 8 工作条件良好可达10
寿命	取决于材料的接触强度和抗磨损能力	带轮直径大, 带的寿命较长 普通三角带 3500~5000h	与制造质量有关 5000~15000h

续表

类别	摩擦轮传动	带传动	链转动
应用 举例	摩擦压力机、摩擦绞车、机械无级变速器以及各种仪器等	金属切削机床、输送机、通风机、农业机械和纺织机械等	农业机械、石油机械、矿山机械、运输机械和起重机械等

类别	齿轮传动	蜗杆传动	螺旋传动
特 点	承载能力和速度范围大,传动比恒定,采用行星传动可获得很大传动比,外廓尺寸小,工作可靠,效率高 制造和安装精度要求高,精度低时运转有噪声,无过载保护作用	结构紧凑、单级传动能得到很大的传动比,传动平稳无噪声,可制成自锁机构 传动比大、滑动速度低时效率低;中、高速传动需用昂贵的减摩材料,制造精度要求高,刀具费用贵	将旋转运动变成直线运动,并能以较小的转矩得到很大的轴向力;结构简单、传动平稳,无噪声,可制成自锁机构(滑动螺旋) 工作速度一般都较低
功率 P (kW)	各种齿轮的 P_{max} 圆柱齿轮 直齿 750 斜齿和人字齿 50000 圆锥齿轮 直齿 1000 曲线齿 15000 圆弧齿轮 6000	$P_{max}=750$ 通常只用到 50	
速度 v (m/s)	受动载荷和噪声的限制圆柱齿轮 7级精度 ≤ 25 5级精度以上的斜齿轮 15~130 圆锥齿轮 直齿 < 5 曲线齿 5~40	受发热条件限制精密传动,滑动速度 $v_{max}=15$ 个别可达 35	