

国家机械工业委员会统编

机械传动

机械工人技术理论培训教材

JIXIE GONGREN JISHULILUN PEIXUN JIAOCAI



机械工业出版社

本书主要讲述了带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动和螺旋传动，以及常用机构、液压传动和气压传动的基本原理，传动特点及在实际生产中的应用实例。通过这些基础知识的学习，为学习专业课打下基础。

本书在编写时，贯彻少而精的原则，教材内容以基本概念，基本原理为主，并有少量的必要计算，便于读者掌握。每章后附有复习题，可供练习用。

本书由上海油嘴油泵厂陈梅青编写；上海汽车拖拉机工业联营公司职工大学陈平晖审阅。

机 械 传 动

国家机械工业委员会统编

责任编辑：朱华 责任校对：朱 华

封面设计：林胜利 方 芬 版式设计：张世琴

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

中国农业机械出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·新华书店经销

开本 787×1092 $\frac{1}{32}$ ·印张 3 $\frac{3}{4}$ ·字数 80 千字

1988年9月北京第一版·1988年9月北京第一次印刷

印数 00,001—30,000·定价：1.30 元

ISBN 7-111-00829-4/TH·143

前 言

1981年,原第一机械工业部为贯彻、落实《中共中央、国务院关于加强职工教育工作的决定》,确定对机械工业系统的技术工人按照初、中、高三个阶段进行技术培训。为此,组织制定了30个通用技术工种的《工人初、中级技术理论教学计划、教学大纲(试行)》,编写了相应的教材,有力地推动了“六五”期间机械行业的工人培训工作,初步改变了十年动乱造成的工人队伍文化技术水平低下的状况,取得了比较显著的成绩。

鉴于原机械工业部1985年对《工人技术等级标准(通用部分)》进行了全面修订,原教学计划、教学大纲已不适应新《标准》的要求,而且缺少高级部分;编写的教材,由于时间仓促、经验不足,在内容上存在着偏深、偏多、偏难等脱离实际的问题。为此,原机械工业部根据新《标准》,重新制定了33个通用技术工种的《机械工人技术理论培训计划,培训大纲》(初、中、高级),于1987年3月由国家机械工业委员会颁发,并根据培训计划、大纲的要求,编写了配套教材148种。

这套新教材的编写,体现了《国家教育委员会关于改革和发展成人教育的决定》中对“技术工人要按岗位要求开展技术等级培训”的有关精神,坚持了文化课为技术基础课服务,技术基础课为专业课服务,专业课为提高操作技能和分解解决生产实际问题的能力服务的原则。在内容上,力求以

基本概念和原理为主，突出针对性和实用性，着重讲授基本知识，注重能力的培养，并从当前机械行业工人队伍素质的实际情况出发，努力做到理论联系实际，通俗易懂，具有工人培训教材的特色，同时注意了初、中、高三级之间合理的衔接，便于在职技术工人学习运用。

这套教材是国家机械工业委员会委托上海、江苏、四川、沈阳等地机械工业管理部门和上海材料研究所、湘潭电机厂，长春第一汽车制造厂、济南第二机床厂等单位，组织了200多个企业、院校和科研单位的近千名从事职工教育的同志、工程技术人员、教师、科技工作者及富有生产经验的老工人，在调查研究和认真吸取“六五”期间工人教材建设工作经验教训的基础上编写的。在新教材行将出版之际，谨向为此付出艰辛劳动的全体编、审人员，各地的组织领导者，以及积极支持教材编审出版并予以通力合作的各有关单位和机械工业出版社致以深切的谢意！

编好、出好这套教材不容易；教好、学好这些课程更需要广大职教工作者和技术工人的奋发努力。新教材仍难免存在某些缺点和错误，我们恳切地希望同志们在教和学的过程中发现问题，及时提出批评和指正，以便再版时修订，使其更完善，更好地发挥为振兴机械工业服务的作用。

国家机械工业委员会
技工培训教材编审组

1987年11月

目 录

前言	Ⅰ
绪论	1
第一章 带传动和链传动	5
第一节 带传动	5
第二节 链传动	19
复习题	23
第二章 齿轮传动和齿轮变速	24
第一节 齿轮传动的特点与基本要求	24
第二节 齿轮传动分类	25
第三节 渐开线的形成与性质	27
第四节 渐开线标准齿轮的各部名称与尺寸计算	30
第五节 齿轮传动的传动比计算	38
第六节 齿轮变速机构	41
第七节 齿轮传动的失效形式与维护方法	44
复习题	46
第三章 蜗杆传动和螺旋传动	47
第一节 蜗杆传动	47
第二节 螺旋传动	52
复习题	58
第四章 常用机构	59
第一节 平面连杆机构的工作原理及分类	59
第二节 凸轮机构	67
第三节 间歇机构	72

第四节 联轴器和离合器	75
复习题	82
第五章 液压传动和气压传动	83
第一节 液压传动	83
第二节 气压传动	110
复习题	114

绪 论

在工业生产中，广泛地使用着各式各样的机器。利用机器可以有效地提高劳动生产率，减轻人们的劳动强度，完成人力所不能完成的工作。可是机器是由人来操作使用的，因此作为一个操作工人，一般要熟悉所操纵的机器结构、性能、传动形式、运动规律，以便能合理地使用、维护机器，使它能发挥出应有的效能。

一、机器的组成

“机器”这个概念，人们在生产实践和日常生活中已经形成。例如：缝纫机、汽车、各种机床等都是机器。各种机器的功用、工作原理、结构和外形等都各不相同，各有各的特殊性，往往差别也很大。但是大多数机器的主体是由以下三大部分所组成。

1. 原动机 原动机是机器工作的动力部分，机器之所以能够运动，作功都是靠原动机提供动力。

机器上的原动机一般有两种：由电能转变为机械能的有电动机，它是应用最普遍，最常见的原动机；另一种是由化学能转变为机械能的有内燃机，它常用在汽车、筑路用空气压缩机等移动式的机器上。

2. 工作机构 是机器的工作部分，也是机器传动路线的最后部分。如车床上的刀架、卷扬机的滚筒、汽车的轮子、冲床上的冲头、造型振动工作台等。

3. 传动部分 是把原动机输出的运动和功率传给工作机构的中间联系环节，也称为传动装置。

从制造的角度来看，零件是不能再分割的最小单元。所以零件也是制造时的最小单元。

因此，从结构上来分析，机器是由一些机构和零件组成的。复杂的机器就常常先由零件组成部件，再由部件组成机器。

二、传动装置的几种传动方式

1. 机械传动 常用的有带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆和螺旋传动等装置来进行功率传递。

2. 液压传动 它是由液压元件利用液体（油或水）作为工作介质，靠液体的压力来传递运动和功率的。

3. 气压传动 它是由气压元件利用气体为工作介质，靠气体压力来传递运动和功率的。

4. 电气传动 采用电力设备和电气元件，并靠调整其电压、电流、电阻参数的方式来传递运动和改变运动速度的，如收录机中拖动磁带的小电机，直流电机，变频电机等。

在现代化的传动装置中，这四种传动方式往往综合使用。本书着重介绍机械传动和液压传动。

三、机械传动在机器中的应用

我们仍以图绪—1所示牛头刨床的传动简图为例，来说明机械传动在机器中作用。

1. 机械传动可以改变运动速度 如图绪—1中电动机1轴上的小带轮，通过胶带带动装在齿轮传动箱输入轴上的大带轮，这时输入轴的转速已经降低。通过输入轴上的滑移齿轮啮合位置的改变又获得了几种不同的转速。这样通过带轮和齿轮传动使电动机的单一输入转速变为齿轮传动箱多种输出转速。

2. 机械传动可以改变运动形式 牛头刨床的原动机是电动机，输入齿轮箱的是旋转运动，通过带轮和齿轮传动后，齿轮传动箱输出轴仍为旋转运动，然后通过曲柄滑块机构（由偏心销11，滑块12、导杆13组成）使牛头刨床的滑枕变成为往复直线运动。

3. 机械传动可以传递动力 机械传动机构在变换运动速度和变换运动方向的同时，还实现了动力的传递。电动机的输出功率通过带传动和齿轮传动及曲柄滑块机构传动把动力传给滑枕，然后使装在刀架上的刨刀9有足够的力量切削金属。

第一章 带传动和链传动

第一节 带 传 动

一、带传动的组成、类型、工作原理

在家用缝纫机上，利用传动带将脚踏部分的运动传到上面的机头上，使机头实现旋转和直线运动，这就是最简单的带传动。

1. 带传动的组成 简单的带传动是由小带轮 1、大带轮 2 及紧套在带轮上的带 3 所组成，如图 1-1 所示。

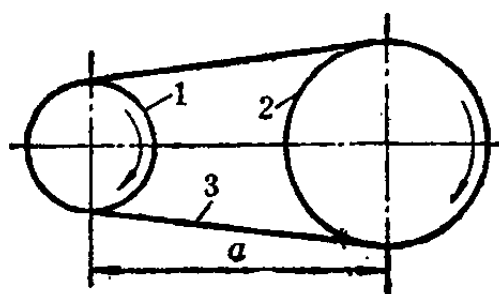


图1-1 带传动的组成

1—小带轮 2—大带轮

3—传动带

2. 带的种类 带按其截面形状分有平型带、三角带、圆型带三种如图1-2中 a、b、c 所示。

3. 带传动的工作原理 带呈封闭的环形，并以一定的初拉力（张紧力）紧套在两带轮上，使带与带轮相互压紧。主动轮回转时，靠带与带轮间的摩擦力拖动带运动；带又拖动装在从动轴上的从动轮回转，这样就实现了带传动。

二、带传动的特点和应用范围

1. 带传动的优缺点

(1) 带传动的优点

①由于带是挠性体，所以在传动中能缓和冲击和振动，具有吸振能力；

②由于带传动依靠的是摩擦力传动，因此当传动的功率

超过负荷时,就会使带在轮上打滑,具有过载保护作用,可以避免其他零件的损坏;

③由于带传动是挠性传动,所以工作平稳,没有噪声;

④带传动可以用在两传动轴中心距较大的场合(中心距 a 最大可达10 m),如空气压缩机上的带传动中心距 a 达2~3 m;

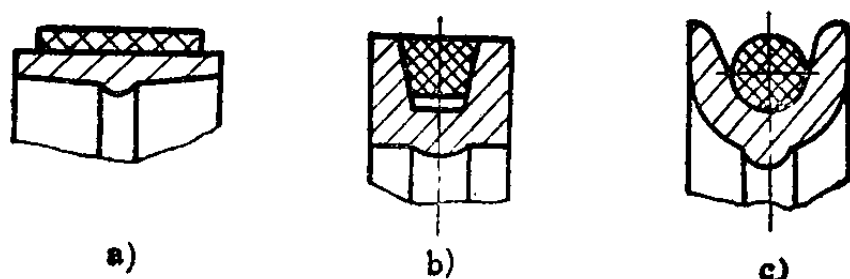


图1-2 带的种类

a) 平型带 b) 三角带 c) 圆型带

⑤带传动结构简单、维护方便、容易制造、成本低廉。

(2) 带传动的缺点

①由于带具有弹性,工作中存在弹性滑移,所以传动时不能保证准确的传动比;

②带传动的结构紧凑性较差,尤其当传递功率较大时,传动的空间往往较大;

③带在使用过程中寿命较短,一般只有2000~3000 h;

④带传动的效率较低,因为带在传动过程中存在弹性滑移和打滑现象,消耗了部分功率;

⑤带传动不适宜用在高温、易燃、易爆的场合。

2. 带传动的应用范围 由于带传动效率较低和结构紧凑性差的缺点,因此在大功率的场合一般不用带传动,通常带传动功率不超过50kW,带的工作速度一般为5~25m/s。

为了防止传动时带打滑,带传动的常用传动比 i 为:平

型带 $i \leq 3$ ；三角带 $i \leq 7$ 。

三、带传动的传动比计算与带的型号

1. 带传动的传动比计算 对带传动来讲，它的传动比是指主动带轮与从动带轮转速之比。

即
$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

由于带传动是依靠摩擦传动，如果不计带与带轮间打滑等因素的影响，两带轮的圆周速度 v_1 和 v_2 应相等，即 $v_1 = v_2$ ，而

$$v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60}; \quad v_2 = \frac{\pi d_2 n_2}{60}$$

这样带传动的传动比 i 为：

$$i = \frac{\frac{v_1 60}{\pi d_1}}{\frac{v_2 60}{\pi d_2}} = \frac{d_2}{d_1}$$

所以
$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

式中 n_1 、 n_2 ——分别为主动带轮，从动带轮每分钟的转速 (r/min)；

d_1 、 d_2 ——分别为主动轮，从动轮的计算直径 (mm)；

i ——传动比。

例1 如图 1-1 所示，设 $n_1 = 1450 \text{ r/min}$ ， $d_1 = 130 \text{ mm}$ ， $d_2 = 260 \text{ mm}$ ，求 n_2 和两带轮的传动比 i 。

解 因为：

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

所以
$$n_2 = \frac{n_1 d_1}{d_2} = \frac{1450 \times 130}{260} = 725 (\text{r/min});$$

传动比 i :

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{1450}{725} = 2。$$

上例是一对带轮的传动比计算, 如果有几对带轮组成的传动, 则可以用下面式子进行传动比计算:

$$i = \frac{n_{\text{始}}}{n_{\text{末}}} = \frac{d_2}{d_1} \times \frac{d_4}{d_3} \times \frac{d_6}{d_5} \times \dots$$

若要计算末端带轮的转速, 可将上式整理后得:

$$\begin{aligned} n_{\text{末}} &= n_{\text{始}} \times \frac{d_1 \times d_3 \times d_5 \times \dots}{d_2 \times d_4 \times d_6 \times \dots} \\ &= n_{\text{始}} \times \frac{\text{所有主动轮直径之乘积}}{\text{所有从动轮直径之乘积}} \end{aligned}$$

例2 如图1-3的平型带传动, 如果 $n_{\text{始}} = 145 \text{ r/min}$, $d_1 = 200 \text{ mm}$, $d_2 = 300 \text{ mm}$, $d_3 = 250 \text{ mm}$, $d_4 = 400 \text{ mm}$, $d_5 = 280 (\text{mm})$, $d_6 = 420 \text{ mm}$, 求: $n_{\text{末}}$ 。

解 根据公式

$$\frac{n_{\text{始}}}{n_{\text{末}}} = \frac{d_2 \times d_4 \times d_6}{d_1 \times d_3 \times d_5} = \frac{200 \times 250 \times 280}{300 \times 400 \times 420} = \frac{5}{18}$$

所以

$$n_{\text{末}} = n_{\text{始}} \times \frac{5}{18} = 1450 \times \frac{5}{18} = 403 \text{ r/min}。$$

2. 带的型号

(1) 平型带 平型带按材料分, 有皮革带、传动胶带、缝合棉布带、棉织和毛织带等。它们均制成环形(无接头)的形式, 其中以传动胶带应用最广。

传动胶带由帆布, 橡胶经

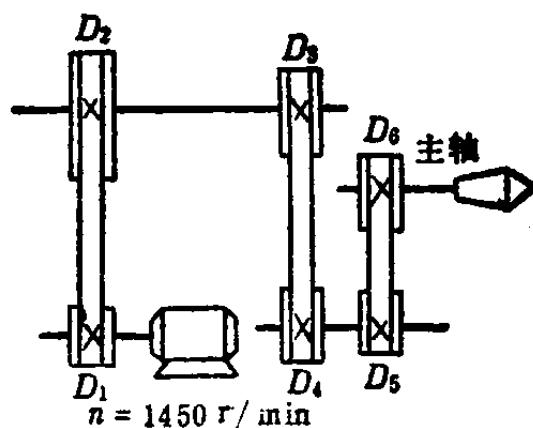


图1-3 带的复杂传动

硫化制成，它的截面结构有两种：叠层式和包层式见图1-4。

目前我国生产的以包层式较多，它适用于中速及连续受重负荷的传动。叠层式挠性好，较适用于高速传动及带轮直径较小的场合，例如内圆磨具上用的平型带。

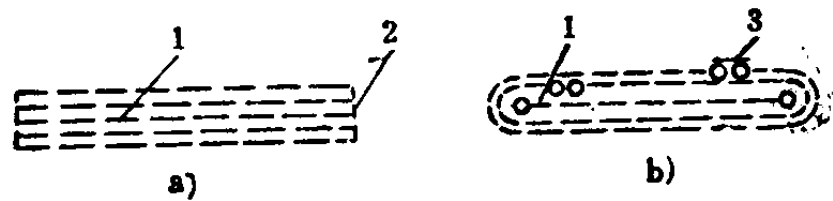


图1-4 平型带的结构

a) 迭层式平型带 b) 包层式平型带

1—胶布层 2—胶浆保护层 3—封口胶带

传动胶带的规格已标准化，见表 1-1 所示。

表1-1 传动胶带规格(GB524—74)

传 动 胶 带 规 格 (mm)									胶带层数
20	25	30	35	40	45	50	55	60	3~4
65	70	75	80	90					3~6
100	120	150	175						4~6
200	225	250	275	300					4~10
350	400	450	500	550					6~12

注：每层的平均厚度 $\delta=1.2\text{mm}$ 。

(2) 三角带 三角带的截面结构也有两种，帘布型和线绳型，如图1-5 a、b 所示。它们都由四部分组成（伸长层、强力层、压缩层、包布层）。

其中线绳型比较柔软，所以可在较小直径的带轮上工作。

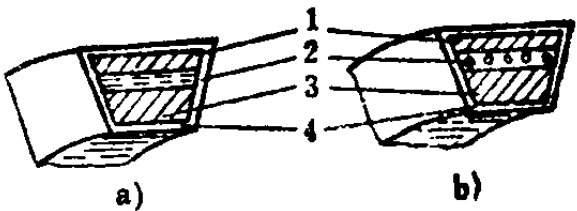


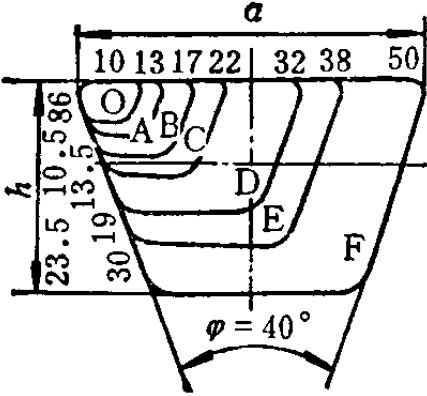
图1-5 标准三角带的截面结构

a) 帘布结构 b) 线绳结构

1—伸长层 2—强力层 3—压缩层
4—包布层

根据GB1171-74规定，三角带的型号有O、A、B、C、D、E、F七种型号，这七种型号的相应截面尺寸见表1-2。

表1-2 三角胶带的截面尺寸及公差(GB1171—74)

截面形状	型号	b(mm)	h(mm)	φ(°)
	O	$10^{+0.5}_{-0.4}$	$6^{+1.0}_{-0.5}$	40±1
	A	$13^{+0.7}_{-0.5}$	$8^{+1.0}_{-0.5}$	
	B	$17^{+0.9}_{-0.6}$	$10.5^{+1.0}_{-0.5}$	
	C	$22^{+0.9}_{-0.7}$	$13.5^{+1.0}_{-0.5}$	
	D	$32^{+1.0}_{-0.8}$	$19^{+1.5}_{-0.7}$	
	E	$38^{+1.1}_{-0.9}$	$23.5^{+1.5}_{-0.8}$	
	F	$50^{+1.2}_{-1.0}$	$30^{+1.5}_{-0.9}$	

三角带型号的选用，可根据带的传递动力和速度来选择，见表1-3。

从表1-2和1-3中可以看出，三角带七种型号的截面尺寸及其传递的功率，O型最小，F型最大，随字母顺序逐渐增大。

由三角带两侧边形成的楔角φ都是40°，如表1-2中的图所示。而与三角带相配的带轮槽角略小于40°，轮槽角按不同直径的带轮计算和不同的三角带型号来确定，规定有34°、36°和38°三种。因为三角带绕在带轮上而弯曲时外周受拉力，横向变窄；而内周受压，横向变宽，所以轮槽两侧边夹角比三角带楔角小。选用同一型号的三角带，轮槽角随带轮

直径的大小而变化，直径大，轮槽角大。

此外，三角带也都做成无接头的环形。为了制造和测量上的方便，三角带规定其内周长度 L_0 为公称长度，并且制订了标准系列。至于三角带的计算长度 L_p 就是三角带梯型截面形心的周长。

表1-3 三角带型号的选用

传递功率(kW)	带 速 度 (m/s)		
	至 5	大于 5 至10	大于10
0.4~0.575	O	O	O
大于0.75~2.2	O、A	O、A	O、A
大于2.2~3.7	O、A	O、A、B	O、A
大于3.7~7.5	B、C、D	A、B、C	A、B
大于7.5~20	C、D	B、C	B、C
大于20~40	—	C、D	C、D
大于40~75	—	D、E	C、D
大于75~150	—	E、F	D、E
大于150	—	—	E、F

注：应由已知功率所许用的截面中选用较小的型号以利传动寿命。

应注意，带上刻印的型号长度指的是三角带的内周长度 L_0 ，因此，不要与计算长度相混淆。计算长度 L_p 与内周长度 L_0 的关系查表1-4。

三角带传动比平型带传动结构紧凑，传动功率大，在同样张紧力下三角带所产生的摩擦力比平型带大三倍，工作时噪声也小，因此三角带比平型带应用广泛。

四、带传动的形式与带的长度和包角计算

1. 带的传动形式 在实际使用中，由于使用场合和转动方向不同，有不同的传动形式。带传动常见的形式有以下三种。