

“3 + X”普通高校单独招生复习指导丛书

机械专业综合理论

主 编	徐森亮		
副主编	王云清		
编 者	郜社江	王云清	宋飞鸿
	徐森亮	周德仁	
修 订	李 华	张 华	篷祥军

东南大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械专业综合理论/徐森亮主编. —南京:东南
大学出版社,2003.8
(“3+X”普通高校单独招生复习指导丛书)
ISBN 7-81089-310-6

I. 机... II. 徐... III. 机械学—高等学
校—入学考试—自学参考教材 IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 059787 号

“3+X”普通高校单独招生复习指导丛书

出版发行 东南大学出版社
社 址 南京市四牌楼 2 号(邮编:210096)
出 版 人 宋增民
责任编辑 吉雄飞
电 话 (025)83793298(办公室),83362442(传真)
经 销 江苏省新华书店
印 刷
开 本 787 mm × 1092 mm 1/16
印 张 104.75
字 数 3243 千字
版 次 2005 年 8 月第 1 版第 3 次印刷
定 价 175.00(共 7 本)

* 东大版图书若有印装质量问题,请直接向读者服务部调换,电话:025-83792328。



目 录

第一部分 机械基础	(1)
绪论	(1)
第一章 摩擦轮传动与带传动	(3)
第二章 螺旋传动	(8)
第三章 链传动和齿轮传动	(14)
第四章 蜗杆传动	(23)
第五章 轮系	(27)
第六章 平面连杆机构	(31)
第七章 凸轮机构	(36)
第八章 其他常用机构	(41)
第九章 链、销及其联接	(44)
第十章 轴	(47)
第十一章 轴承	(51)
第十二章 联轴器、离合器、制动器	(55)
第十三章 液压传动的基本概念	(58)
第十四章 液压元件	(63)
第十五章 液压基本回路及液压系统	(69)
第二部分 机械制图	(74)
第一章 制图的基本规定及技能	(74)
第二章 投影法基础	(79)
第三章 图样的基本表示法	(85)
第四章 常用件的特殊表示法	(91)
第五章 零件图	(95)
第六章 装配图	(102)
第三部分 金属材料与热处理	(109)
第一章 金属的机械性能	(109)
第二章 金属的结构	(114)
第三章 铁碳合金	(118)
第四章 常用金属材料	(122)
第五章 钢的热处理	(129)
第四部分 机械制造工艺基础	(137)
第一章 切削加工的基础知识	(137)
第二章 常用机械加工方法	(141)
第三章 机械加工工艺规程的制订	(146)
第四章 典型零件的加工	(150)
第五部分 电工基础	(157)
第一章 复杂直流电路	(157)



第二章 电容	(168)
第三章 磁场与电磁感应	(171)
第四章 单相与三相正弦交流电路	(177)
第五章 变压器与交流电动机	(189)
模拟试卷(一)	(192)
模拟试卷(二)	(200)



第一部分

机械基础

绪 论

重点·难点·考点

1. 掌握机器、机构、构件和零件的概念；
2. 掌握运动副的概念和应用特点。

知识要点精讲

一、机器

1. 概念: 构件的组合, 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转换。

2. 机器的组成

机器基本上是由原动部分、工作部分和传动装置三部分组成。

(1) 原动部分: 是机器动力的来源, 常用的原动机有电动机、内燃机和空气压缩机等。

(2) 工作部分: 是直接完成机器工作任务的部分, 处于整个传动装置的终端, 如金属切削机床的主轴、拖板、工作台等。

(3) 传动装置: 是将原动部分的运动和动力传递给工作部分的中间环节, 如带传动、螺旋传动、齿轮传动、连杆机构、凸轮机构等。

注: 在自动化机器中, 除上述三部分外, 还有自动控制部分。

二、机构的概念和机构与机器的区别

1. 机构: 具有确定相对运动的构件的组合。
2. 机构与机器的区别

(1) 相同处: 两者都是由许多构件组合而成的, 构件之间具有确定的相对运动。

(2) 不同处: 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做功或能量转换。

注: 只从结构和运动的观点来看, 机器和机构二者之间没有区别。

三、构件和零件

1. 概念

构件是机构中的运动单元体, 也就是相互之间能作相对运动的物体。

零件是构件的组成部分。

2. 构件与零件的区别在于: 构件是运动的单元, 零件是加工制造的单元。

四、运动副

1. 运动副概念: 两构件直接接触且具有确定相对运动的联接。

2. 运动副的分类、应用

运动副根据接触形式可分为低副和高副。

(1) 低副: 是指两构件之间作面接触的运动副。根据相对运动的形式又可分为以下三种:

转动副: 两构件在接触处只允许作相对转动。如铰链连接。

移动副: 两构件在接触处只允许作相对移动。如燕尾滑板、滑块与导轨。

螺旋副: 两构件在接触处作一定关系的转动和移动的复合运动。如丝杠与螺母。

(2) 高副: 是指两构件之间作点或线接触的运动副。如齿轮啮合、凸轮机构。

3. 运动副的特点

低副是面接触, 承载能力较大, 属于滑动摩擦, 效率低, 不能传递较复杂的运动。

高副是点或线接触, 承载能力较小, 接触处易磨损, 制造和维修较困难, 能传递较复杂的运动。

典型例题分析

一、填空题

金属切削机床的电动机属机器 原动 部分。



分析 本题意图是熟悉机器的组成。

二、判断题

整体式连杆是零件不是构件。()

分析 错误,本题意图是熟悉构件与零件概念。

三、选择题

单缸内燃机中,活塞与连杆之间的联接属于()。

- A. 移动副
- B. 螺旋副
- C. 转动副
- D. 高副

分析 本题意图掌握运动副的类型。答案是“C”。

单元练习

一、填空题

1. 机器就是_____的组合,它的各部分之间具有_____,并能用来代替人们的劳动完成_____或实现_____。

2. 我国古代人民在机械方面有许多杰出的发明创造,晋朝时的连机碓和水碾就应用了_____原理,西汉时的指南车和记里鼓车就应用了_____系。

3. 机器一般由_____,_____,_____三部分组成。

4. 运动副就是两构件_____而又能产生_____的联接,运动副按接触形式不同,可分为_____和_____两大类。

5. 低副按两构件间相对运动情况分为_____和_____。

二、判断题(正确的打“○”,错误的打“×”)

1. 传动的终端是机器的工作部分。()

2. 固定床身的螺栓和螺母组成螺旋副。()

3. 轴和滑动轴承组成低副。()

4. 齿轮机构组成高副。()

5. 低副由于是点或线接触,在承受载荷时的单位面积压力较小。()

6. 构件是加工制造的单元,零件是运动的单元。()

三、选择题

1. 各部分之间具有确定的相对运动构件的组合称为()。

- A. 机器
- B. 机械
- C. 机构
- D. 机床

2. 机床上的刀架属于机器的()。

- A. 工作部分
- B. 传动部分
- C. 原动部分
- D. 自动控制部分

3. 能够传递较复杂运动的运动副接触形式是()。

- A. 螺旋接触
- B. 凸轮接触
- C. 带与带轮接触
- D. 滑块与导槽接触

4. 尖顶从动件的凸轮机构能够传递较为复杂的运动,是因为()。

- A. 传动效率低
- B. 能够承受很大载荷
- C. 组成了高副机构
- D. 是滑动摩擦

5. 效率较低的运动副接触形式是()。

- A. 齿轮接触
- B. 凸轮接触
- C. 螺旋面接触
- D. 滚动轮接触



第一章 摩擦轮传动与带传动

重点·难点·考点

1. 了解摩擦轮传动和带传动的工作原理、类型和使用场合。
2. 理解摩擦轮传动和带传动的工作特点。
3. 掌握带传动的主要参数及开口式传动计算。
4. 掌握带传动的安装、维护和使用方法;掌握带传动的张紧方法。
5. 了解带传动的选用。

知识要点精讲

一、摩擦轮传动

1. 工作原理:摩擦轮传动是利用摩擦轮之间的摩擦力来传递运动和动力。

2. 增大摩擦力的途径

(1) 增大正压力,方法是在摩擦轮上装弹簧或其他施力装置。

(2) 增大摩擦系数,方法是改变轮面的材料(一轮用钢或铸铁制,另一轮工作表面衬上一层皮革、橡胶布等)。

注:为了避免打滑时从动轮的轮面遭受局部磨损而影响传动质量,最好将轮面较软的摩擦轮作为主动轮使用。

3. 传动比和传动速度

$$(1) \text{ 传动比: } i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

$$(2) \text{ 传动速度: } V = \frac{\pi n_1 D_1}{60 \times 10^3} = \frac{\pi n_2 D_2}{60 \times 10^3} (\text{m/s})$$

式中: n_1 —— 主动轮转速,单位 r/min;

n_2 —— 从动轮转速,单位 r/min;

D_1 —— 主动轮直径,单位 mm;

D_2 —— 从动轮直径,单位 mm。

4. 特点

- (1) 结构简单,适用于两轴中心距较近的传动;
- (2) 工作时无噪声;
- (3) 过载时会打滑,起安全保护作用;
- (4) 不能保持准确的传动比;

(5) 传动效率低,不宜传递较大的转矩。

5. 传动类型及应用

摩擦轮传动分为两轴平行和两轴相交两种。

(1) 两轴平行的摩擦轮传动:一种是外接圆柱摩擦轮传动,两轮转动方向相反;另一种是内接圆柱式摩擦轮传动,两轮转动方向相同。这两种都适用于高速小功率的传动。

(2) 两轴相交的摩擦轮传动:其摩擦轮多为圆锥形,并有外接圆锥式和内接圆锥式,两轮转向可用箭头在图上表示。圆锥形摩擦轮安装时,必须使两轮的锥顶重合,以保证两轮锥面上各接触点处的线速度相等。

二、带传动

1. 原理:带传动由主动带轮、从动带轮和传动带及机架组成。利用带作为中间挠性件,依靠带与带轮接触面间产生摩擦力来传递运动和动力(见图 1-1)。

注:① 紧边:带被主动轮 D_1 卷入的一边。

② 松边:带被主动轮 D_1 卷出的一边。

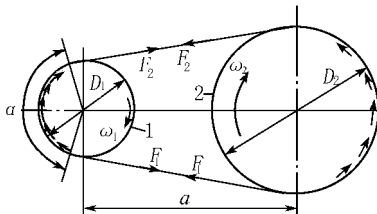


图 1-1

$$2. \text{ 传动比: } i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

式中: ω_1 —— 主动轮的角速度,单位 rad/s;

ω_2 —— 从动轮的角速度,单位 rad/s。

3. 传动带类型:

类型	平型带	三角带(V带)	圆型带
截面形状	扁平矩形	梯形	圆形

4. 特点

- (1) 传动平稳,无噪声,能缓冲、吸振;
- (2) 过载时产生打滑,可防止损坏零件,起安全



保护作用,但传动比不准确;

(3) 结构简单,适用于两轴中心距较大场合;

(4) 传动效率低。

三、平型带的传动形式、参数计算及应用场合(见表 1-1)

表 1-1

传动形式	开口式	交叉式	半交叉式
小带轮包角	$\alpha \approx 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{a} \times 60^\circ$	$\alpha \approx 180^\circ + \frac{D_2 + D_1}{a} \times 60^\circ$	$\alpha \approx 180^\circ + \frac{D_1}{a} \times 60^\circ$
胶带几何长度	$L = 2a + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a}$	$L = 2a + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_1 + D_2)^2}{4a}$	$L = 2a + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{D_1^2 + D_2^2}{2a}$
应用场合	两轴轴线平行且旋转方向相同	两轴轴线平行且旋转方向相反	两轴轴线互不平行,空间相错

注:① 平型带传动比 $i \leq 5$;

② 带轮包角是指胶带与带轮接触面弧长所对应的中心角,一般要求小带轮的包角 $\alpha \geq 120^\circ$;

③ 平型带的接头形式有胶合式、缝合式和铰链带扣式等,当带速超过 30 m/s 时可用轻而薄的没有接头的环形带。

四、三角带

1. 结构:三角带是没有接头的环形带,截面形状为梯形,两个侧面是工作面,夹角 $\psi = 40^\circ$,由帘布结构和线绳结构两种,每种结构的三角带都是由伸张层、强力层、压缩层和包布层组成,两种结构主要区别在强力层上,一般用途的三角带主要采用帘布结构;线绳结构适用于载荷不大,小直径带轮和转速较高的场合。

2. 型号:GB1171-74 规定有 O、A、B、C、D、E、F 七种型号(GB11544-89 规定有 Y、Z、A、B、C、D、E 七种型号),O(Y)型截面最小,F(E)型截面最大。截面越大,传递的功率也越大。生产实际中,常用 O、A、B、C 几种。

3. 标记:“型号+标准长度”

如 B2500 表示标准长度为 2 500 mm 的 B 型三角带。

注:标准长度是三角带的内周长度(L_0),计算长度(L)为中性层长度,两者关系为: $L = L_0 + \Delta L$ (修正值)(ΔL 查表)。

4. 三角带的选用

(1) 确定计算功率 P_c ,选用三角带型号。

$P_c = \frac{P}{K}$ 根据 P_c 、 n_1 由选型图选择 V 带型号。

(2) 选用带轮直径,验算带速。

$D_1 > D_{\min}$,且尽量取大些; $D_2 = i_{12}D_1$,并符合标准值 $5 \text{ m/s} \leq v \leq 25 \text{ m/s}$ 。

注:① 带轮直径指带轮上通过三角带横截面中性层的直径。

② 小带轮直径不能过小,否则带的弯曲程度严重,弯曲应力也越大,寿命越低。

③ 带速越大,离心力越大,摩擦力减小,降低有效圆周力;带速过小,功率一定时所需有效圆周力过大,易引起打滑。

(3) 初定中心距(a_0),初算带的计算长度 L 。

$$a_0 = (0.7 \sim 2)(D_1 + D_2)$$

$$L' = 2a_0 + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a_0}$$

(4) 选择标准长度(L_0)和计算长度(L),计算中心距(a),根据 L' 由表选取相近 L_0 (ΔL),算出 L_0 。

$$\text{由 } a = a_0 + \frac{L - L'}{2} \text{ 计算 } a。$$

(5) 验算小轮包角,确定带根数。

$$\text{由 } \alpha \approx 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{a} \times 60^\circ \geq 120^\circ \text{ 验算小带轮包角;}$$

$$\text{由 } z \geq \frac{P_c}{P_0 K_a} \text{ 确定三角带的根数。}$$

P_0 :平稳工作情况下,单根三角带所能传递的功率,与带型号、 D_1 及带速有关;

K_a :包角系数。

5. 三角带的使用

(1) 型号与标准长度应符合:三角带的外边缘应与轮缘取齐(新安装时可略高)。

(2) 两带轮轴线应平行:主、从动轮的轮槽必须



调整在同一平面内。

(3) 张紧程度要适当:在中等中心距的情况下,一般以大拇指能按下 15 mm 左右为宜。

(4) 定期检查不要忘:发现不能使用的三角带时,应成组更换。

(5) 安全保护不能丢:必须装安全防护罩。

五、带传动的张紧装置

1. 目的:带传动工作时长期受拉被拉长而变得松弛,导致传动能力降低。为保持带在传动中的能力,应采用张紧装置。

2. 张紧方法

(1) 调整中心距法:调整螺钉,利用自重等。

(2) 采用张紧轮法:在中心距不能调整时采用的方法。

注:① 平型带传动时,张紧轮应安放在平型带松边的外侧,并要靠近小带轮处,这样小带轮的包角可得到增大,提高平型带的传动能力。

② V 带传动时,张紧轮应安放在 V 带松边的内侧,尽量靠近大带轮处,这样传动时带只受单方向的弯曲,小带轮包角不致减小太多。

六、带的弹性滑动

带工作时在紧边和松边受到不同的拉力,紧边拉力大,相应的弹性伸长量也大;松边拉力小,弹性伸长量也随之减小。带绕过带轮时,由于带的弹性伸长量的变化而引起的带与带轮间的相对滑动称为弹性滑动,这是带传动中一种不可避免的正常现象。

七、带的失效形式

常见的带传动的失效形式有:

1. 打滑:靠摩擦工作的带传动,当传递的载荷超过带与带轮之间的最大摩擦力时,主动轮继续回转,从动轮和带停止转动,带在小带轮上剧烈滑动,称为打滑。打滑使带传动不能继续工作,但打滑是不可避免的。

2. 疲劳破坏:带在传动中,是在变化的应力下工作,当应力超过疲劳极限时,在带表面上出现裂纹脱层,然后松散,最后断裂,使传动失效。

典型例题分析

一、填空题

1. 传动带的两种张紧装置是 调整中心距 和 使用张紧轮。

分析 本题意图熟悉带传动的两种不同张紧方法。

2. 三角带的截面形状是 梯形,工作面是

两侧面,夹角 $\psi = 40^\circ$ 。

分析 本题意图掌握 V 带的结构。

二、判断题(正确的打“○”,错误的打“×”)

1. V 带传动的张紧轮,应安装在松边内侧,尽量靠近大带轮。()

分析 正确,本题意图掌握张紧轮的安装位置。

2. 在相同条件下,V 带传递动力的能力比平型带大三倍。()

分析 正确,本题意图熟悉因工作面不同,V 带比平型带传递动力的能力大。

三、选择题

1. 带传动是靠()来传递运动和动力的。

- A. 主轴动力 B. 主动轮转矩
C. 带的拉力 D. 带与带轮之间摩擦力

分析 本题意图了解带传动特征是靠摩擦力传动。答案是“D”。

2. 选择标准 V 带型号的依据是()。

- A. 传递功率和小带轮转速
B. 计算功率和小带轮转速
C. 带的线速度
D. 带的圆周力

分析 本题意图是熟悉三角带型号的选用,V 带主要是根据计算功率 P_c 和主动轮的转速由选型图中选择型号。答案是“B”。

四、计算题

已知一级带传动主动带轮直径 $D_1 = 120$ mm,转速 $n_1 = 1400$ r/min,从动轮转速 $n_2 = 700$ r/min,工作要求中心距为 600 mm。求:① 传动比 i_{12} ;② 从动轮直径 D_2 ;③ 验算小带轮包角 α 是否合格;④ 计算三角带计算长度 L 。

分析 本题意图是掌握带传动的参数计算,若无特殊说明,一般以开口式来计算。

$$\text{解 } ① i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1400}{700} = 2$$

$$② i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} = 2$$

$$\therefore D_2 = 2D_1 = 2 \times 120 = 240 \text{ (mm)}$$

$$\begin{aligned} ③ \alpha &= 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{a} \times 60^\circ \\ &= 180^\circ - \frac{240 - 120}{600} \times 60^\circ = 168^\circ > 120^\circ \end{aligned}$$

\therefore 小带轮包角 α 是合格的

$$\begin{aligned} ④ L &= 2a + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a} \\ &= 2 \times 600 + \frac{3.14}{2}(120 + 240) + \frac{(240 - 120)^2}{4 \times 600} \\ &= 1771.2 \text{ (mm)} \end{aligned}$$



单元练习

一、填空题

1. 在摩擦轮传动中,为了增大_____,避免打滑时_____轮的轮面受局部磨损,一般将皮革、塑料等衬在_____轮上。
2. 带传动是利用传动带作为_____,依靠传动带与带轮之间的_____来传递运动。
3. 三角带是_____带,截面形状是_____形,工作面是_____,夹角等于_____。
4. 压印在三角带表面的 A2500 表示_____。
5. 在传动比不太准确的带传动中,打滑现象主要发生在_____带轮上,带轮的直径越小,三角带在工作时产生的弯曲应力就会越_____。
6. 为保证 V 带截面在轮槽中的正确位置,V 带的_____应与带轮的_____取齐,V 带的_____与轮槽的_____不应接触。
7. 标准三角带分为_____结构和_____结构两种,它们主要区别在于制造_____层的材料不同。
8. 三角带传动在安装时,两带轮的中心线应_____,两轮的槽应在_____,它们张紧程度以大拇指能按下皮带_____ mm 左右即为合适。
9. 当带传动的传动比 $i = 1$ 时,带轮的包角 $\alpha =$ _____。
10. 通常平带传动比为_____,三角带传动比为_____。

二、判断题(正确的打“○”,错误的打“×”)

1. 摩擦轮传动可以方便地实现变向,变速等运动的调整。()
2. 三角带和平型带一样,都是利用底面和带轮之间的摩擦力来传递动力的。()
3. 带轮直径越小,三角带使用寿命越短。()
4. 在选购一般用途三角带时,只要认准带的型号和公称长度即可购得适用的三角带。()
5. 带传动两带轮的中心距越大,小带轮的包角就越大。()
6. 三角带传动的张紧轮,其安装位置应在三角带松边的内侧,尽量靠近大带轮的一边。()
7. 一组三角带中只要有一根带不能正常使用,更换时必须一组带同时进行更换。()
8. 在传递功率一定情况下,三角带的速度太大或太小,都同样产生“打滑”现象。()

三、选择题

1. 平型带的带轮包角一般要求()。
 - A. $\alpha \geq 120^\circ$
 - B. $\alpha \geq 90^\circ$
 - C. $\alpha \geq 60^\circ$
 - D. $\alpha \geq 55^\circ$
2. 单根三角带所能传递的功率主要与以下因素有关()。
 - A. 带速、型号、小轮直径
 - B. 转速、型号、中心距
 - C. 小轮包角、型号、工作情况
 - D. 小轮直径、小轮包角、中心距
3. 普通带轮的材料通常是根据()来选择。
 - A. 功率
 - B. 带速
 - C. 小带轮包角
 - D. 初拉力
4. 三角带轮槽夹角应()三角带横截面夹角。
 - A. 大于
 - B. 略小于
 - C. 小于或等于
 - D. 大于或等于
5. 带传动的主要失效形式是()。
 - A. 带的拉断
 - B. 带的磨损
 - C. 打滑
 - D. 打滑和疲劳破坏
6. 三角带合适的工作速度 v 应为()。
 - A. $v \leq 5 \text{ m/s}$
 - B. $v \geq 20 \text{ m/s}$
 - C. $5 \text{ m/s} \leq v \leq 25 \text{ m/s}$
 - D. $v \geq 30 \text{ m/s}$
7. 三角带传动计算中不需圆整(取标准值)的是()。
 - A. 带轮直径
 - B. 中心距
 - C. 带的根数
 - D. 带的内周长度
8. 下列关于带传动中,不正确的说法是()。
 - A. 吸振性好
 - B. 传动平稳
 - C. 过载打滑
 - D. 传动比保证准确

四、问答题

1. 如图 1-2 所示为带传动的张紧装置,试回答下列问题:

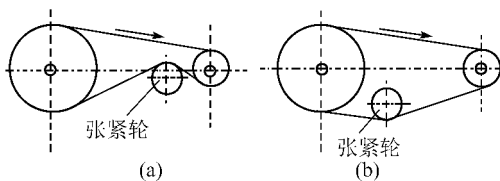


图 1-2

- (1) 图(a)为_____带传动,张紧轮置于松边的_____侧,且靠近_____轮处;图(b)为_____带传动,张紧轮置于松边的_____侧,且靠近_____轮处。



(2) 带张紧后,____图中提高了带的传动能力;
____图中带传动时,带只受到单方向的弯曲。

2. 如图 1-3 所示为摩擦压力机,当主动轴按图示方向转动时,试分析下列问题:

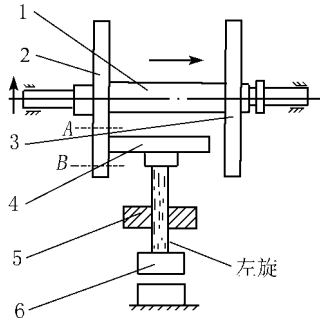


图 1-3

(1) 压块 6 向____运动。

(2) 若螺杆在运动中突然“卡死”,机构将会产生____现象。

(3) 在 A 和 B 两位置,____位置速度大。

五、计算题

已知平型带传动中, $D_1 = 80 \text{ mm}$, $D_2 = 240 \text{ mm}$, 中心距 $a = 1200 \text{ mm}$, 求:

(1) 开口式传动时的传动比 i_{12} ;

(2) 验算包角;

(3) 计算平型带的计算长度;

(4) 若包角刚好为极限度数时,其他条件不变,求此时中心距是多少?



第二章 螺旋传动

重点·难点·考点

1. 掌握螺纹的种类、特点、应用和主要参数；
2. 正确读解螺纹标记；
3. 了解螺旋传动的工作原理和应用形式；
4. 掌握普通螺旋传动和差动螺旋传动的移距计算,并能进行移动件移动方向的判定；
5. 了解螺纹联接的常用类型、应用场合以及常用防松措施。

知识要点精讲

一、螺纹的种类、特点及应用

1. 螺纹的概念:螺纹是指螺钉、螺栓、螺母和丝

杆等零件的圆柱或锥面上,沿着螺旋线所形成的,具有相同剖面的连续凸起和沟槽。

2. 螺纹的种类

按加工表面不同分为:外螺纹、内螺纹；

按旋向分为:右旋、左旋(右手法则判定)；

按线数分为:单线、多线；

按牙型截面形状分为:三角形(普通螺纹、管螺纹)、梯形、锯齿形、矩形；

按用途分为:联接螺纹(三角形)、传动螺纹。

3. 螺纹旋向的判别(右手法则)。

伸开右手,掌心对着自己,四指并拢与螺杆的轴线平行,并指向旋入方向,若螺纹的旋向与大拇指的指向一致为右旋螺纹,反之则为左旋螺纹。

4. 螺纹的种类、特点、应用(见表 2-1)

表 2-1

种类	名称	牙型角	特点	应用
联接螺纹	普通螺纹	60°	分为粗牙和细牙两类,细牙自锁性较好,但易磨损和滑牙;公称直径为螺纹大径	应用最广,一般联接用粗牙;细牙用于薄壁零件及受冲击、振动和微调机构中
	圆柱管螺纹	55°	非螺纹密封的管螺纹;公称直径为管子内径	多用于水、油、气的管路及电器管路系统
	圆锥管螺纹	55°	用螺纹密封的管螺纹,螺纹分布在 1:16 的圆锥管上	用于高温、高压系统的管路联接
传动螺纹	梯形螺纹	30°	牙根强度高,对中性好,加工工艺性好	广泛应用于传递动力或运动的螺旋机构中
	锯齿形螺纹	工作面 3° 非工作面 30°	牙根强度高,效率高	广泛应用于单向受力的传动机构
	矩形螺纹	0°	效率高,牙根强度较弱,对中精度低,制造困难	主要用于传动机构中

二、螺纹的主要参数

普通螺纹的主要参数有:大径、小径、中径、螺距、导程、线数、牙型角和螺纹升角等 8 个(见表 2-2)。

表 2-2

参数名称	符号	定义	备注
螺纹大径	$D(d)$	与外螺纹牙顶或内螺纹牙底相重合的假想圆柱面的直径 螺纹的公称直径	
螺纹小径	$D_1(d_1)$	与外螺纹牙底或内螺纹牙顶相重合的假想圆柱面的直径	



续表 2-2

参数名称	符号	定义	备注
螺纹中径	$D_2(d_2)$	圆柱的母线通过牙型上沟槽和凸起宽度相等的假想的圆柱的直径	
螺距	P	相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离	$S = Z \cdot P$
线数	Z	一个螺纹零件的螺旋线数目	
导程	S	同一条螺旋线上的相邻两牙在中径上对应两点间的轴向距离	
牙型角	α	在螺纹牙型上相邻两牙侧面间的夹角	普通三角形螺纹, $\alpha = 60^\circ$
螺纹升角	ψ	中径圆柱上螺旋线的切线与垂直螺纹轴线的平面的夹角	$\tan\psi = \frac{ZP}{\pi d_2}$

注:标准螺纹是指牙型、螺距和大径都为标准值的螺纹。

三、螺纹代号与标记

1. 普通螺纹

螺纹的完整标记:由螺纹代号、螺纹公差带代号和螺纹旋合长度代号组成。

(1) 螺纹代号:粗牙普通螺纹用字母 M 及公称直径表示;细牙普通螺纹用“字母 M 及公称直径 × 螺距”表示。当螺纹为左旋时,在代号之后加“LH”字。例如:

M24 表示公称直径为 24 mm 的粗牙普通螺纹;

M24 × 1.5 表示公称直径为 24 mm,螺距为 1.5 mm 的细牙普通螺纹;

M24 × 1.5 LH 表示公称直径为 24 mm,螺距为 1.5 mm 的左旋细牙普通螺纹。

(2) 标记:螺纹公差带代号包括中径公差带代号与顶径(指外螺纹大径和内螺纹小径)公差带代号,它标注在螺纹代号之后,中间用“—”分开。若中径与顶径公差带代号相同,则只标注一个。

在一般情况下,不标注螺纹旋合长度,使用时按中等旋合长度确定,也可用短(S)、中(N)、长(L)表示,特殊需要时可注明旋合长度的数值。如 M10 - 5g6g - S, M:螺纹特征代号,表示普通螺纹;10:公称直径;5g:中径公差带代号;6g:顶径公差带代号;S:

短旋合长度。M20 × 2 - 7g - 40, M:螺纹特征代号,表示普通螺纹;20:公称直径;2:螺距(细牙);7g:中径和顶径公差带代号均为 7g;40:旋合长度为 40 mm。

2. 管螺纹

(1) 用螺纹密封的管螺纹标记

标记由螺纹特征代号和尺寸代号组成。字母 Rc 表示圆锥内螺纹;字母 Rp 表示圆柱内螺纹;字母 R 表示圆锥外螺纹。如:圆锥内螺纹 $Rc1 \frac{1}{2}$;左旋圆锥外螺纹 $R1 \frac{1}{2} - LH$ 。

(2) 非螺纹密封的管螺纹的标记

标记由螺纹特征代号、尺寸代号和公差等级代号组成,螺纹特征代号用字母 G 表示,螺纹公差等级代号,对外螺纹分 A、B 两级;对内螺纹则不标注(只有一个公差等级)。如:内螺纹 $G1 \frac{1}{2}$;A 级外螺纹 $G1 \frac{1}{2} A$ 。

3. 梯形螺纹

(1) 梯形螺纹代号

单线螺纹用“公称直径 × 螺距”表示;多线螺纹用“公称直径 × 导程(P 螺距)”表示。

如:单线螺纹:Tr40 × 7;



多线左旋螺纹:Tr40 × 14(P7)LH。

Tr: 螺纹特征代号,表示梯形螺纹;40: 公称直径;14: 导程;P7: 螺距为7;LH: 左旋。

(2) 梯形螺纹标记

其标记与普通螺纹相类似,由规格代号、公差带代号及旋合长度代号组成,梯形螺纹的公差带代号只标注中径公差带代号。如:Tr40 × 7LH - 7H - L, Tr: 螺纹代号,表示梯形螺纹;40: 公称直径;7: 螺距;LH: 左旋;7H: 中径公差带代号;L: 旋合长度。

四、螺旋传动的应用形式

1. 螺旋传动的概念

利用内、外螺纹组成的螺旋副、传递运动和动力的传动装置。

2. 特点

可方便地把主动件的回转运动转变为从动件的直线运动,结构简单,工作连续、平稳、承载能力大、传动精度高,但磨损大,传动效率低。

3. 螺旋传动类型

可分为普通螺旋传动、差动螺旋传动、滚珠螺旋传动三种。

(1) 普通螺旋传动

① 概念: 由螺杆和螺母组成的简单螺旋副。

② 活动螺杆(或螺母)移向判别:

左旋螺杆(或螺母)伸左手,右旋螺杆(或螺母)伸右手,半握拳,四指弯曲,方向与螺杆(或螺母)的旋转方向相同。若螺杆(或螺母)回转并移动,螺母(或螺杆)不动,则大拇指指向即为螺杆(或螺母)的移动方向。若螺杆(或螺母)回转,螺母(或螺杆)移动,则大拇指指向的相反方向即为螺母(或螺杆)的移动方向。

③ 螺母(或螺杆)的移动距离或移动速度

$$L = n \cdot S = n \cdot Z \cdot P$$

式中: n ——回转圈数;

S ——螺纹导程,单位 mm;

Z ——头数;

P ——螺距,单位 mm;

L ——移动距离,单位 mm。

或 $v = nS$

式中: n ——转速,单位 r/min;

S ——螺纹导程,单位 mm;

v ——移动速度,单位 mm/min。

④ 普通螺旋传动的应用形式

a. 螺母不动,螺杆回转并作直线运动:应用于台式虎钳、千分尺、千斤顶、螺旋压力机。

b. 螺杆不动,螺母回转并作直线运动:应用于螺旋千斤顶、插齿机刀架。

c. 螺杆原位回转,螺母作直线运动:应用于机床的大溜板和刀架的进给。

d. 螺母原位回转,螺杆往复运动:应用于应力试验机上的观察镜螺旋调整装置。

(2) 差动螺旋传动

① 概念: 活动螺母与蜗杆产生差动(即不一致)的螺旋传动机构。

② 活动螺母的移动距离和方向:

$$L = n(S_a \pm S_b)$$

式中: S_a ——固定螺母的导程(mm);

S_b ——活动螺母的导程(mm);

n ——螺杆的回转圈数;

L ——活动螺母的实际移动距离(mm)。

注意:当两螺纹旋向相反时,公式中用“+”号,当两螺纹旋向相同时,公式中用“-”号。

计算结果为正值时,说明活动螺母实际移动方向与螺杆移动的方向相同;若为负值时,活动螺母实际移动方向与螺杆移动方向相反。

③ 特点: 可以产生极小位移,可方便地实现微量调节。

(3) 滚珠螺旋传动

① 概念: 螺纹面之间为滚动摩擦的传动。

② 组成: 滚珠、螺杆、螺母、滚珠循环装置。

③ 特点: 摩擦阻力小,传动效率高,传动时运动稳定、灵敏,结构复杂,成本高。

五、螺纹联接类型和常用螺纹联接件

螺纹联接是利用螺纹零件构成的可拆卸的固定联接,其特点是结构简单、装拆迅速方便,应用极为广泛。

1. 螺纹联接基本类型有螺栓联接、双头螺柱联接、螺钉联接、紧定螺钉联接四种(见表 2-3)。



表 2-3

类 型	特 点	备 注
螺栓联接	普通 螺栓联接	被联接件都不切螺纹,螺纹穿过被联接件的通孔后并配有螺母
	铰制孔 螺栓联接	
双头螺柱联接	螺柱两头切有螺纹,一头与螺母配合,一头与被联接件配合。适用于被联接件之一较厚或必须采用盲孔的场合。可经多次装拆而不损坏被联接零件	把螺纹较短的一端旋紧在被联接件的螺孔内,拆卸时只需拧下螺母
螺钉联接	不配有螺母,直接拧入被联接件内的螺孔中,结构简单,适于被联接件较厚且不宜经常装拆的场合	
紧定螺钉联接	固定两零件的相对位置,并可传递不大的力或转矩	

2. 螺纹联接件是指:螺栓、螺柱、螺钉、紧定螺钉、螺母、垫圈以及防松零件等。

松措施,常用的防松措施有摩擦力和机械防松两类,常见的方法如表 2-4 所示:

六、螺纹联接的防松

为了保证螺纹联接安全可靠,应采取有效的防

表 2-4

防松原理	摩擦力防松	机械防松	其他防松
防松方法	弹簧垫圈防松; 对顶螺母防松; 尼龙圈锁紧螺母防松	六角开槽螺母和开口销防松; 圆螺母用止动垫圈防松; 带舌止动垫圈防松	冲点法防松; 粘合法防松

典型例题分析

一、填空题

1. 螺纹按用途分为 联接 螺纹和 传动 螺纹。

分析 本题意图要求了解各种不同分类方法,其中按用途分两种。

2. 螺纹代号 M20 × 1.5 表示公称直径为 20 mm,螺距为 1.5 mm 的普通 细 牙螺纹。

分析 本题意图熟悉普通螺纹代号含义。

二、判断题(正确的打“○”,错误的打“×”)

1. 两个相互配合的螺纹,它们的旋向相同。()

分析 正确。螺纹的五个要素都相同才能配合。

2. 联接螺纹大多数采用多线三角螺纹。()

分析 错误。多线螺纹联接效率高用于传动,联接螺纹要求强度高自锁性好应采用单线。

三、选择题

1. 管螺纹的牙型角是()。

- A. 30° B. 33°
C. 55° D. 60°

分析 本题意图了解各种不同螺纹的牙型角。答案是“C”。

2. 两被联接件不厚都是通孔时应采用()。

- A. 螺栓联接 B. 双头螺柱联接
C. 螺钉联接 D. 紧定螺钉联接

分析 本题意图了解螺纹联接在不同场合正确选择不同联接件。答案是“A”。

四、计算题

1. 如图 2-1 所示螺旋传动中,已知 a 段螺纹为左旋双线螺纹,螺距为 2 mm; b 段螺纹为右旋单线螺纹,螺距为 1 mm。求当手柄按图示方向转动 2 周时,螺母位移的方向如何? 位移是多少?

分析 本题意图掌握差动螺旋传动移距的计算和活动螺母移向判别。活动螺母的移距由公式: $L = n(S_a \pm S_b)$ 来求(同旋向取“+”,不同旋向取“-”),移向由计算结果的“+”或“-”来确定。结果为“+”时,螺母移向与螺杆移向相同;结果为“-”

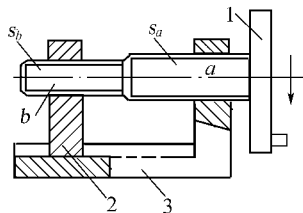


图 2-1

时,螺母移现与螺杆移向相反。

解 由题意知 $L = n(S_a + S_b) = n(Z_a P_a + Z_b P_b) = 2(2 \times 2 + 1) = 10$ (mm)

结果为“+”,活动螺母移向向左。

2. 如图 2-2 所示为微调的差动螺旋机构,旋钮上的外螺纹为双线左旋螺纹,螺距为 1.25 mm,求旋钮 1 上的内螺纹旋向和导程 S_b 各为怎样时,可使螺杆 2 在旋钮上按图示方向转动 1 转时向下移动 0.1 mm?

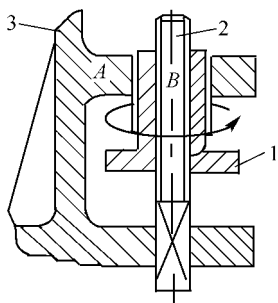


图 2-2

分析 本题意图采用逆向分析法求解。

解 A 处螺旋传动为螺母固定不动,螺杆既旋转又移动,当回转 1 转时 $L_a = nS_a = nZP_a = 1 \times 2 \times 1.25 = 2.5$ (mm),螺杆移动方向向下。

B 处为螺杆原位回转,螺母往复移动,旋转时的位移 $L = L_a \pm L_b$ 。

(1) 若 B 处为左旋螺纹,则旋钮回转 1 转时螺母的位移 $L_b = nS_b = 1 \times S_b = S_b$,方向向上,

$$\therefore L = L_a - L_b = 2.5 - S_b = 0.1, S_b = 2.4 \text{ (mm)}$$

(2) 若 B 处为右旋螺旋时,则旋钮回转 1 转时螺母的位移 $L_b = nS_b = 1 \times S_b = S_b$,方向向下,

$$\therefore L = L_a + L_b = 2.5 + S_b = 0.1$$

$$\therefore S_b = -2.4 \text{ (mm) (舍去)}$$

\therefore 旋钮 1 处的内螺纹旋向为左旋,导程

$$S_b = 2.4 \text{ (mm)}$$

单元练习

一、填空题

- 普通螺纹和管螺纹通常起_____作用,而梯形螺纹和锯齿形螺纹通常起_____作用。
- 螺旋传动可将_____运动转化为_____运动。
- 普通螺纹的公称直径是指螺纹的_____径,管螺纹的公称直径是管子的_____。
- 普通螺纹的牙型角是_____,管螺纹的牙型角为_____,梯形螺纹的牙型角是_____。
- 相同公称直径的细牙普通螺纹比粗牙螺纹的强度要_____,自锁性要_____。
- 常用螺纹联接的基本形式有_____联接、_____联接、_____联接和紧定螺钉联接四种。
- 滚珠螺旋传动螺杆与螺母螺纹面间摩擦是_____摩擦。
- 对联接螺纹的重点要求是:螺纹应具有足够的_____和良好的_____。
- 在联接螺纹中,用槽形螺母加开口销是属于_____方法防松。
- M24 × 1.5 - 5g6g - 40 表示公称直径为_____,螺距为_____,中径公差带代号为_____,顶径公差带代号为_____,_____为 40 mm 的_____牙普通螺纹。

二、判断题(正确的打“○”,错误的打“×”)

- 普通螺纹的公称直径是指螺纹中径的基本尺寸。()
- 传动螺纹大多数是单线普通三角螺纹。()
- 牙型、大径和螺距三要素都符合标准的螺纹称为标准螺纹。()
- 差动螺旋传动可以产生极小的位移,可方便地实现微量调节。()
- 若差动螺旋传动中螺杆的两段螺纹方向相同,则可实现快速移动。()
- 滚珠螺纹传动效率高,可用在精密传动的数控机床上,以改善螺旋传动的功能。()
- 普通螺旋传动和差动螺旋传动中的运动副是低副,滚珠螺旋传动中的运动副是高副。()
- 安装双头螺柱时,应把螺纹较长的一端旋紧在被联接件的螺孔内。()

三、选择题

- 加工工艺性、强度和对中性都好的传动螺纹是()。



- A. 矩形螺纹 B. 锯齿形螺纹
C. 梯形螺纹 D. 三角形螺纹
2. 管螺纹的牙型角是()。
A. 50° B. 55°
C. 60° D. 30°
3. 单向受力的螺旋传动机构广泛采用()。
A. 三角螺纹 B. 梯形螺纹
C. 矩形螺纹 D. 锯齿形螺纹
4. 常用于高温、高压、密封要求高的管路联接的螺纹是()。
A. 圆锥管螺纹 B. 梯形螺纹
C. 普通螺纹 D. 圆柱管螺纹
5. 下面()项属于螺杆回转、螺母移动情况。
A. 台式虎钳
B. 应力试验机上观察镜螺旋调整装置
C. 机床的滑板移动机构
D. 螺旋千斤顶
6. 微调差动螺旋传动每转位移量 L 与两段同旋向螺纹的导程 S_A 、 S_B 三者的关系应为()。
A. $L = S_A + S_B$ B. $L = S_A \cdot S_B$
C. $L = S_A - S_B$ D. $L = S_A/S_B$
7. 在螺纹联接的防松方法中,用弹簧垫圈属于()防松。
A. 机械 B. 摩擦
C. 永久 D. 冲边防松
8. 差动增速机构,两段螺纹旋向应()。
A. 相同 B. 相反
C. 相同或相反 D. 以上都行

四、计算题

1. 已知螺旋传动中,螺纹的标记为 $\text{Tr}32 \times 12(\text{P}6) - 6\text{H} - \text{L}$,该螺旋为螺杆原位回转,螺母往复移动。当螺母移动 60 mm 时,螺杆应转多少圈?
2. 如图 2-3 所示为镗刀上的螺旋传动,螺杆 1 在 a 、 b 两段都为右旋螺纹,刀套 3 固定在镗杆 2 上,镗刀 4 在刀套 3 的孔中只能移动不能回转。已知 $S_a = 1.75 \text{ mm}$, $S_b = 1.5 \text{ mm}$,求:
(1) 螺杆 1 转 4 圈,镗刀移动的距离是多少?
(2) 若螺杆圆周按 100 等份刻线,使镗刀前移 0.015 mm,螺杆应转过多少格?

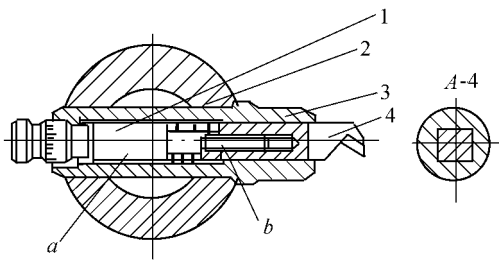


图 2-3

3. 如图 2-4 所示,螺杆 1 可在机架 3 的支承内转动, I 为双线左旋螺纹, II 为双线右旋螺纹,螺距 $P_I = P_{II} = 2 \text{ mm}$,螺母 2 和 4 只能沿机架 3 的导轨移动,不能回转,求:当螺杆 1 按图示方向回转 1 周时,螺母 2 和螺母 4 相对移动了多少距离?在图上标出两螺母的移动方向。

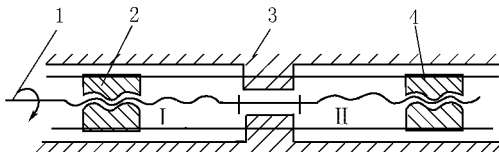


图 2-4

4. 如图 2-5 所示为差动螺旋传动,求当螺杆转动 1 圈时,活动螺母 2 的实际移动距离应为多少? 移向如何?

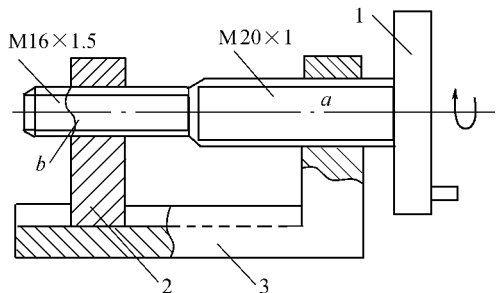


图 2-5