

《机械基础第五版》教案

教材章节	绪 论			
课 题	绪 论			
教 学 目 的	明确学习本课程的意义和本课程的性质、任务及学习方法；掌握机器、机构、零件、构件、运动副及机构的概念；			
重 点	机器、机构、零件、构件、运动副及机构的概念			
难 点	机器、机构、零件、构件、运动副及机构的概念			
课的类型	授新课			
教学方法	讲授法			
教 具	挂图			
教		学	进 程	备 注
		绪 论 引 言		
		人类社会的发展进程中，使用简单工具来进行生产和生活，随着社会的进步及技术的提高，各种机械逐步应用到生产、生活中，尤其是现代社会，各类机械设备有了日新月异的发展。对于机械专业学生，掌握各种机械设备的构造原理和运动规律，为进一步学习机械加工设备知识打下一定的基础，以便在今后实际工作中更好使用各类机械设备。		
		一、课程概述		
		1、课程的性质		
		本课程为专业基础课，为学习专业技术课程和今后在工作中合理使用、维护机械设备及技改、技革提供必要的理论基础知识。		
		2、课程内容		
		机械传动、常用机构、轴系零件、液压传动与气压传动等方面的基础知识。		
		3、课程任务		
		通过本课程的学习，熟悉和掌握机械传动、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；能作简单的有关参数计算；能查阅有关技术资料 and 选用标准件。培养和提高分析问题和解决问题的能力。		

4、学习方法：理论联系实际，综合运用机械制图、力学、金属材料与物理等课程的基础知识，与日常生活及生产实例相联系。

二、机器、机构、机械、构件和零件

1、机器与机构

(1) 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、物料与信息，从而代替或减轻人类的体力劳动和脑力劳动。

作用：机器用于执行机械运动的装置，用来变换或传递能量、物料与信息。

特征：从机器的组成与运动的确定性和机器的功能关系来分析，所有机器都具有三个共同特征：

①任何机器都是由许多构件组合而成的（许多不同的机构所组成）

②各运动实体之间具有确定的相对运动。

③能实现能量的转换、代替或减轻人类的劳动，完成有用的机械功（前者表示可作原动机，后者可作转换机）。

拓展：分类：按用途分为发动机和工作机。

发动机是将非机械能转换成机械能的机器。

工作机是用于改变被加工物料的位置、形状、性能、尺寸和状态的机器。即利用机械能来做有用功的机器。

(2) 机构

机构：具有确定相对运动的构件的组合，是用来传递运动和动力的构件系统。

机构与机器的区别：

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的转换。

例：发动机、机床为机器；汽车减速箱、机床的分度装置为机构。

(3) 机械

机器与机构的统称为机械。

2、机器的组成

动力部份、传动部分、执行部分、控制部分。

动力部分是机器动力的来源；传动部分是将动力部份的运动和动力传递给工作部份的中间环节；执行部份是直接完成机器工作任务的部份，处于整个传动装置的终端，其结构形式取决于机器的用途；控制部分是显示和反映机器的运行位置和状态，控制机器正常运转和工作。

3、零件和构件

(1) 零件

是机器及各种设备的基本单元。如：螺母、螺杆；
在时也将用简单方式连成的单元件称为零件

(2) 构件

是机构中的运动单元体。

机构是由许多具有确定相对运动的构件组成的。

拓展：按构件的运动状况分为固定构件和运动构件。固定构件一般支持运动构件；运动构件又分成主动件（原动件）和从动件。

主动件为带动其他可动构件运动的构件，从动件是机构中除了主动件以外的随着主动件的运动而运动的构件。

构件和零件的区别：构件是运动的单元，零件是加工制造的单元。

三、运动副

1、运动副

是指两构件直接接触且又能产生一定形式的相对运动的可动连接。

根据两构件之间的接触是点（或线）、面，运动副可分低副和高副。

(1) 低副

两构件作面接触的运动副为低副。

按两构件的相对运动形式，低副可分为：

- ①转动副—两构件只能绕某一轴线作相对转动的运动副。
- ②移动副—两构件只能作相对直线移动的运动副。
- ③螺旋副—两构件只能沿轴线作相对螺旋运动的运动副。

(2) 高副

两构件作点或线接触的运动副为高副。

按接触形式不同，分为滚动轮接触、凸轮接触、齿轮接触。

2、运动副的应用于特点

(1) 低副的特点：面接触，承受载荷时单位压力较低，承载能力大，易于制造维修，但效率低（摩擦损失大）

(2) 高副的特点：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，可得到多种形式的对应运动），但接触处的单位压力较高，易磨损，制造维修较困难。

3. 低副机构和高副机构

低副机构：机构中所有运动副均为低副的机构为。

高副机构：机构中至少有一个运动副是高副的机构称为。

四、机械传动的分类

1、机械传动装置：用于传递运动和动力的机械装置。

2、分类：

(1) 根据传递运动和动力形式分为摩擦传动和啮合传动两大类。

(2) 按运动副构件的接触方式可分为直接接触传动和有中间挠性件（带、链）传动两种。

小结：

本课程的性质、任务及学习方法；掌握机器、机构、零件、构件、运动副及机构的分类等。

预习：P11~13

作业：P1~3：一、二、三、四、五。

教材章节	第一章 带传动	
课 题	§ 1—1 带传动的组成、原理和类型	
教 学 目 的	掌握带传动的组成、工作原理及传动比的计算；定轴轮系的传动比的计算；	
重 点	带传动的工作原理、传动比概念及计算	
难 点	带传动的工作原理、传动比概念及计算	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型	
教 学 进 程		备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课：第一章 带传动 § 1—1 带传动的组成、原理和类型 一、带传动的组成与工作原理 1、带传动的组成 由固定于主动轴上的带轮（主动轮）、固定于从动轴上的带轮（从动轮）和紧套在两轮上的挠性带组成。 2、带传动的工作原理 带传动是以张紧在至少两个轮上一带作为挠性件，靠带与带轮接触面间产生的摩擦力（或啮合力）来传递运动或动力的。 3、带传动的传动比 机构中瞬时输入角速度与输出角速度的比值称为机构的传动比。 带传动的传动比就是主动轮的转速 n_1 与从动轮转速 n_2 之比，通常用 i 表示。 其公式为：		

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

式中 ω_1 、 ω_2 分别为主、从动轮的角速度，rad / s。 n_1 、 n_2 分别为主、从动轮的转速（r/min）。

二、带传动的类型

1、带传动分为

（1）磨擦型带传动：平带、V 带、圆带。

（2）啮合型带传动：同步带。

小结：

带传动的组成；

带传动的工作原理；

带传动的传动比；

带传动的类型。

预习：§ 1—2 V 带传动

作业：P5~8：一、二、三、四。

教材章节	第一章 带传动	
课 题	§ 1—2 V 带传动	
教 学 目 的	掌握带传动的工作原理及传动比的计算；熟悉皮带传动主要参数及其意义；能对主要参数进行计算；	
重 点	带传动的传动比的计算；皮带主要参数及其意义；	
难 点	带传动主要参数的计算	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型、作图工具	
教 学 进 程		备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课： § 1—2 V 带传动 V 带传动是由一条或数条 V 带和 V 带带轮组成的磨擦传动。 类型：普通 V 带、窄 V 带、多楔 V 带。 一、V 带及带轮 1、V 带 V 带是一种无接头的环形带，其横截面为等腰三角形，工作面是与轮槽相接触的两侧面。结构如图 1—2 所示。 分为帘布芯结构和线绳结构。 常用的 V 带主要类型为：普通 V 带、窄 V 带、宽 V 带、半宽 V 带等。其楔角均为 40°（其摩擦力是平带的 3 倍）。 2. V 带带轮 常用结构：实心式、腹板式、孔板式、轮辐式。 二、V 带传动的主要参数 1、普通 V 带的横截面尺寸 楔角（带的两侧面所夹的锐角）α 为 40°，相对高度（h/b_p）近似为 0.7 的截面环形带称为普通 V 带。		

Y 型 V 带的截面积最小, E 型 V 带的截面积最大。

V 带的截面积愈大, 其传递的功率也愈大。

当 V 带垂直其底边弯曲时, 在带中保持原长度不变的任意一条周线叫 V 带的节线。由全部节线构成的面叫做节面。

2、V 带带轮的基准直径 d_d

V 带带轮的基准直径 d_d 是指带轮上与所配用 V 带的节宽, $b_d = b_p$ 。

② 基准直径 d_d

轮槽基准宽度处带轮的直径。带轮的基准直径不能太小, 基准直径太小, 传动时带轮上弯曲变形越严重, 弯曲应力越大。则规定有最小基准直径 $d_{d\min}$ 。

b_d 和 $d_{d\min}$ 见表 1-2。

③ 槽角 φ

轮槽横截面两侧边的夹角。

为保证变形后的 V 带两侧工作面与轮槽工作面紧密贴合, 轮槽的槽角 φ 应比 V 带的楔角 α 略小, 对于 $\alpha = 40^\circ$ 的 V 带传动, 槽角 φ 常取 38° 、 36° 、 34° 。小带轮上 V 带变形严重, φ 取小一些, 大带轮则 φ 取较大值。

3、传动比

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_{p2}}{d_{p1}}$$

式中: d_{p1} 一小带轮的节圆直径, mm;

d_{p2} 一大带轮的节圆直径, mm。

轮槽上与配用 V 带的节宽尺寸相同的宽度叫做轮槽节宽 l_p 。轮槽节宽处的带轮直径叫做节径 (节圆直径) d_p 。轮槽的节宽与基准宽度的位置不一定重合, 因此节径不一定等于基准直径。只有在 V 带的节面与带

$$\alpha = 180^\circ - 57.3^\circ \times \frac{d_{d2} - d_{d1}}{a}$$

对于 V 带传动，小带轮的包角一般要求： $\alpha \geq 120^\circ$

5、传动实际中心距 a

$$a = A + \sqrt{A^2 - B}$$

$$\text{式中： } A = \frac{L_d}{4} - \frac{\pi(d_{d1} + d_{d2})}{8}$$

$$B = \frac{(d_{d2} - d_{d1})^2}{8}$$

6、带速 V

一般取 5-25m/min.

7、V 带的根数 Z

视传递功率，通常小于 7。

小结：

V 带、带轮概念、类型；V 带传动的主要参数：普通 V 带的横截面尺寸；V 带带轮的基准直径 d_d ；传动比；小带轮的包角 α_1 ；传动实际中心距 a ；带速 V ；V 带的根数 Z 。

预习：P16~23

作业：P5—8：一、二、三、四、五

教材章节	第一章 带传动		
课 题	§ 1—2 V 带传动 § 1—3 同步带传动		
教 学 目 的	熟悉皮带传动安装、使用及调整方法 了解同步带传动的组成、工作原理、类型、参数及应用。		
重 点	皮带传动安装、使用及调整方法		
难 点	皮带传动调整方法		
课的类型	授新课		
教学方法	讲授法		
教 具	挂图、模型		
教 学 进 程			
讲评作业： 复习上讲内容： 三、普通 V 带的标记与应用 1、普通 V 带的标记 型号 基准长度 mm 标准号 A 1430 GB/T11544—1997 2、普通 V 带传动的应用特点 （1）结构简单，使用维护方便，可用于两轴中心距较大的传动场合； （2）可缓冲、吸振，传动平稳，噪声小； 但不能传递较大的传动，外尺寸大，传动效率低。 四、V 带传动的安装维护及张紧装置 1、V 带传动的安装维护 2、V 带传动的张紧装置 如表 1—4 所示。 § 1—3 同步带传动 一、同步带传动的组成与工作原理 1、同步带传动的组成 由同步带轮和紧套在两轮上的同步带组成。			

2、同步带传动的工作原理

同步带传动是一种啮合传动，兼有带传动和齿轮传动的特点。

特点见表 1—5。

二、同步带的类型

同步带的类型：

单面带：

双面带：分对称齿型、交错齿型。

同步带有梯形齿和弧形齿两种。

三、同步带的参数

P、LP。

四、同步带传动的应用

1、在轻工机械设备上的应用

2、在精密机械设备上的应用

3、在具有特殊要求的机械中的应用

小结：普通 V 带的标记与应用；V 带传动的安装维护及张紧装置；
同步带传动的组成、工作原理、类型、参数及应用。

预习：P24~29

作业：P5-10 一、二、三、四、五。

教材章节	第二章 螺旋传动	
课 题	§ 2—1 螺纹的种类及应用 § 2—2 普通螺纹的主要参数	
教 学 目 的	理解螺纹的形成及规律；熟悉螺纹的种类及应用； 熟悉螺纹主要参数含义及计算；	
重 点	螺纹的种类及应用；螺纹主要参数含义；	
难 点	螺纹的形成及规律；螺纹主要参数含义及计算；	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型	
教 学 进 程		备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课：第二章 螺旋传动 螺旋传动是利用螺旋副来传递运动和（或）动力的一种机械传动。可以方便地将主运动件的回转运动转变为从动件的直线运动， § 2—1 螺纹的种类及应用 一、螺纹的形成和种类 1. 螺纹的形成 （1）螺旋线 <u>动点沿一旋转面的母线作等速移动，同时该母线又绕旋转面的轴线作等角速旋转运动，则动点在此旋转面上的轨迹为一螺旋线。如图 2—4 所示。</u> （2）螺纹 <u>在圆柱或圆锥表面上，沿着螺旋线所形成的具有规定牙型的连续凸起。如图 2—2、2—3 所示螺纹。</u> 2. 螺纹的种类 分为内、外螺纹，右旋、左旋螺纹，单线、多线螺纹等。 右旋螺纹：顺时针旋转时旋入的螺纹。 左旋螺纹：逆时针旋转时旋入的螺纹。		

螺纹的旋向使用右手来判定。如图 2—4 所示。

螺纹的牙型：在通过螺纹轴线的剖面上螺纹的形状。

按牙型不同可分为：三角形螺纹、矩形螺纹、梯形螺纹和锯齿形螺纹。如图 2—5 所示。

二、螺纹的应用

螺纹在机械中主要用于连接和传动，则分类为：

1. 连接螺纹

螺纹副：内、外螺纹相互旋合形成的连接。

连接螺纹的牙型一般使用三角形，且多用单线螺纹，因为三角形螺纹的摩擦力大，强度高，自锁性能好。

使用最多的是普通螺纹，牙型角为 60° ，同一直径按螺距大小可分为粗牙和细牙两种。

粗牙普通螺纹一般用于连接。

细牙普通螺纹用于薄壁零件或使用粗牙对强度有较大影响的零件。也可用于受冲击、振动或载荷交变的连接和微调机构的调整。

细牙螺纹比粗牙螺纹的自锁性好，螺纹零件的强度削弱较小，但易滑扣。

管螺纹用于连接管路。其牙型角为 55° ，分为非螺纹密封和用螺纹密封两种。

非螺纹密封的螺纹副，内螺纹和外螺纹都是圆柱螺纹，连接本身不具备密封性能，如需密封，可压紧连接件螺纹副外的密封面，或在密封面间添加密封物。

用螺纹密封的螺纹副有：用圆锥内螺纹与圆锥外螺纹连接、用圆柱内螺纹与圆锥外螺纹连接。

2. 传动螺纹

分为梯形螺纹、锯齿螺纹和矩形螺纹。

(1) 梯形螺纹（如图 2—6）

牙型为等腰梯形，牙型角为 $\alpha = 30^\circ$ ，广泛用于传递动力或运动的螺旋机构中。其牙根强度高，螺旋副对中性好，加工工艺性好，但效率较低。

(2) 锯齿螺纹（如图 2—7）

牙侧角：在螺纹牙型上，牙侧与螺纹轴线的垂线间的夹角。

承载牙侧的牙侧角为 3° ，非承载牙侧的牙侧角为 30° 。

相当大圆角，可减小应力集中。螺旋副的大径处无间隙，便于对中广泛用于单向受力的传动机构。

(3) 矩形螺纹

牙型为正方形，螺纹牙厚等于螺距的 $1/2$ 。

传动效率高，对中精度低，牙根强度弱。加工精度较低，螺旋副磨损后的间隙难以补偿或修复。用于传力机构中。

§ 2-2 普通螺纹的主要参数

普通螺纹的主要参数如表 2-2 所示。

1. 大径 (D 、 d)

与外螺纹牙顶或内螺纹牙底相切的假想圆柱的直径 (如图 2-9)。

内螺纹的大径用代号 D 表示，外螺纹的大径用代号 d 表示。

普通螺纹的公称直径是大径 (D 、 d)。而螺纹公称直径是代表螺纹尺寸的直径。

2. 小径 (D_1 、 d_1) (如图 2-9)

与外螺纹牙底或内螺纹牙顶相切的假想圆柱的直径 (如图 2-9)。

内螺纹的小径用代号 D_1 表示，外螺纹的小径用代号 d_1 表示。

$$D_1 = D - 2 \times \frac{5}{8} H$$

$$d_1 = d - 2 \times \frac{5}{8} H$$

3. 中径 (D_2 、 d_2) (如图 2-9)

一个假想圆柱的直径，该圆柱的素线通过牙型上沟槽和凸起宽度相等的地方。假想的圆柱称为中径圆柱。

内螺纹的中径用代号 D_2 表示，外螺纹的中径用代号 d_2 表示。

$$D_2 = D - 2 \times \frac{3}{8} H$$

$$d_2 = d - 2 \times \frac{3}{8} H$$

4. 螺距 (P) (如图 2-10)

相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离。

5. 导程 (P_h) (如图 2-10)

同一条螺旋线上的相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离。

单线螺纹的导程等于螺距；多线螺纹的导程等于螺旋线数与螺距的乘积。

6. 牙型角（ α ）及牙侧角

牙型角是指在螺纹牙型上，两相邻牙侧间的夹角。

普通螺纹的牙型角 $\alpha = 60^\circ$ 。牙型半角是牙型角的一半，用 $\frac{\alpha}{2}$ 表示。

牙侧角：在螺纹牙型上，牙侧与螺纹轴线的垂线间的夹角。

两牙侧角用代号 α_1 、 α_2 表示。对于普通螺纹，两牙侧角相等，并等于螺纹半角， $\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{\alpha}{2} = 30^\circ$

7. 螺纹升角（ ϕ ）（导程角）

指在中径圆柱上，螺旋线的切线与垂直于螺纹轴线的平面的夹角。

如图 2—13。

小结：螺纹的形成、种类、应用；普通螺纹的主要参数：大径、中径、小径、螺纹升角、牙型角、螺距、导程。

预习：P29～31

作业：P9—10：一、二、三、四。

教材章节	第二章 螺旋传动	
课 题	§ 2—3 螺纹的代号标注	
教 学 目 的	熟悉螺纹标记与代号含义；	
重 点	螺纹标记与代号含义；	
难 点	螺纹标记与代号含义；	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型	
教 学 进 程		备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课：螺纹的代号标记 1、普通螺纹的代号标记 （1）普通螺纹代号 <u>粗牙普通螺纹用字母 M 及公称直径表示；</u> 例：M24 <u>细牙普通螺纹用字母 M 及公称直径×螺距表示。</u> 当螺纹为左旋时，在螺纹代号之后加“LH”。 M24×1.5 M24×1.5LH （2）普通螺纹标记 <u>普通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所组成。</u> <u>螺纹公差带代号包括中径公差带代号与顶径（外螺纹大径和内螺纹小径）公差带代号。</u> <u>公差带代号由表示其大小的公差等级数字和表示公差带位置的字母所组成。</u>		

例：5g、6H

螺纹公差带代号标在螺纹代号之后，中间用“—”分开。如果螺纹的中径公差与顶径公差带代号不同，则分别标出。前者表示中径公差带，后者表示顶径公差带。如果中径公差与顶径公差带代号相同，则只标注一个代号。

例：M20—6g5g

M12×1.5—6H

内、外螺纹装配在一起，其公差带代号用斜线分开，左边表示内螺纹公差带代号，右边表示外螺纹公差带代号。

例：M16×2—6H / 6g

M20×2LH—6H / 5g6g

螺纹旋合长度指两个相互配合的螺纹沿螺纹轴线方向相互旋合部分的长度（图2—14）。

螺纹的旋合长度分为短旋合长度、中等旋合长度和长旋合长度三组。分别用S、N、L表示。

一般情况下，不标注旋合长度，使用时按中等旋合长度确定。必要时，在螺纹公差带代号之后加注旋合长度代号S或L，中间用“—”分开。特殊需要时，可直接注明旋合长度的数值，中间用“—”分开。

例：M20—6g5g—L

M12×1.5—6H—S

M16×2—6H—40

2、梯形螺纹的代号与标记

（1）梯形螺纹代号

符合GB5796.1—1986标准的梯形螺纹用“T_r”表示。

单线螺纹的尺寸规格用“公称直径×螺距”表示；多线螺纹用“公称直径×导程（P螺距）”表示。

当螺纹为左旋时，在尺寸规格之后加注“LH”。

例：单线螺纹：T_r40×7

多线左旋螺纹：T_r40××14（P7）LH

（2）梯形螺纹标记

由梯形螺纹代号、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。

梯形螺纹的旋合长度分为中等旋合长度和长旋合长度三组。分别用 N、L 表示。

当旋合长度为 N 组时，不标注代号 N；当旋合长度为 L 组时，应将组别代号 L 写在公差带代号后面，并用“—”分开。特殊需要时，可直接注明旋合长度的数值代替组别代号 L。

梯形螺纹副的公差带应分别注出内、外螺纹的公差带的代号。前面的是内螺纹公差带代号，后面的是外螺纹公差带代号。中间用斜线分开。

例：内螺纹 $T_r 40 \times 7 - 7H$

外螺纹 $T_r 40 \times 7 - 7e$

左旋外螺纹 $T_r 40 \times 7 LH - 7e$

螺旋副 $T_r 52 \times 16 (P8) 7H / 7e$

旋合长度为特殊需要的外螺纹 $T_r 40 \times 7 - 7e - 140$

3、管螺纹的标记

(1) 用螺纹密封的管螺纹标记

由螺纹特征代号和尺寸代号组成。

螺纹特征代号有 3 个：字母 R_c 表示圆锥内螺纹；字母 R_p 表示圆柱内螺纹；字母 R 表示圆锥外螺纹。

当螺纹为左旋时，在尺寸代号后加注“LH”，用“—”分开。

内、外螺纹装配在一起时，内、外螺纹的标记用斜线分开，左边表示内螺纹，右边表示外螺纹。

例：圆锥内螺纹 $R_c 1 / 4$

左旋圆锥外螺纹 $R 1 \frac{1}{2} - LH$

左旋圆锥内螺纹与圆锥外螺纹的配合 $R_c 2 \frac{1}{2} / R 2 \frac{1}{2} - LH$

圆柱内螺纹与圆锥外螺纹配合 $R_p 1 \frac{1}{2} / R 1 \frac{1}{2}$

(2) 非螺纹密封的管螺纹的标记

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，外螺纹分 A、B 两级；内螺纹则不标记。

当螺纹为左旋时，在公差等级代号后加注“LH”，用“—”分开。

内、外螺纹装配在一起时，内、外螺纹的标记用斜线分开，左边表示内螺纹，

右边表示外螺纹。

A 级外螺纹 $G2\frac{1}{2}A$

左旋 B 级外螺纹 $G1\frac{1}{2}B-LH$

右旋螺纹副 $G\frac{3}{4} / G\frac{3}{4}A$

左旋螺纹副 $G2\frac{1}{2} / G2\frac{1}{2}A-LH$

小结：普通螺纹的代号标记、梯形螺纹的代号与标记、管螺纹的标记。

预习：P32~36

作业：P11~14：一、二、三、四。

教材章节	第二章 螺旋传动		
课 题	§ 2—4 螺旋传动的应用形式		
教 学 目 的	熟悉螺旋传动的种类及应用；理解差动螺旋传动原理，了解差动螺旋传动的计算；熟悉滚珠螺旋传动特点及应用。		
重 点	普通螺旋传动的种类及应用；双螺旋传动原理；		
难 点	双螺旋传动原理，双螺旋传动的计算；		
课的类型	授新课		
教学方法	讲授法		
教 具	挂图、模型		
教 学 进 程			
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课： § 2—4 螺旋传动的应用形式 <u>螺旋副一组成运动副的两构件只能沿轴线作相对螺旋运动的运动副。</u> 由具有一定制约关系的转动及沿转动轴线方向的移动两部分组成。 螺旋副属低副机构。 螺旋传动是利用螺旋副来传递运动和动力的机构传动。可将主动件的回转运动变成从动件的直线运动。 螺旋传动具有结构简单，工作连续、平稳，承载能力大，传动精度较高；但其摩擦损失大，则传动效率较低。 分为：普通螺旋传动、双螺旋传动、和滚珠螺旋传动等。 一、普通螺旋传动 由螺杆、螺母组成的简单螺旋副实现的传动称为普通螺旋传动。 1. 普通螺旋传动的应用形式 (1) 螺母固定不动螺杆回转并作直线运动 如表 2—6 中的台虎钳所示。。 (2) 螺杆固定不动螺母回转并作直线运动 如表 2—6 中的螺纹千斤顶所示。通常应用于插齿机刀架传动等。			
备 注			

(3) 螺杆回转螺母作直线运动

如表 2—6 中的车床横刀架所示。

(4) 螺母回转螺杆作直线运动

如表 2—6 中的观察镜螺旋高速装置所示。

2. 普通螺旋传动直线移动方向的判定

普通螺旋传动时，从动件作直线运动的方向不仅与螺纹的回转方向有关，还与螺纹的旋向有关。

(1) 右旋螺纹用右手，左旋螺纹用左手

(2) 若螺杆（螺母）回转并移动，螺母（螺杆）不动，则大拇指指向即为螺杆（螺母）的移动方向，如图 2—19 所示。

(3) 若螺杆（螺母）回转，螺母（螺杆）移动，则大拇指指向的相反方向即为螺母（螺杆）的移动方向，如表 2—7 所示。

3. 普通螺旋传动直线运动距离的计算

螺杆（螺母）的移动距离与螺纹的导程有关。螺杆相对螺母每回转一圈，螺杆（螺母）移动一个等于导程的距离。即： $L = N P_h$

式中： L —螺杆（螺母）的移动距离，mm；

N —回转圈数；

P_h —螺纹导程，mm。

二、双螺旋传动

由两个螺旋副组成的使活动的螺母与螺杆产生差动的螺旋传动。

1. 差动螺旋传动原理

使用挂图讲解图 2—7。

2. 差动螺旋传动的移动距离和方向的确定

(1) 螺杆上两螺纹旋向相同时，活动螺母移动距离减小。

当机架上固定螺母的导程大于活动螺母的导程时，活动螺母移动方向与螺杆移动方向相同；

当机架上固定螺母的导程小于活动螺母的导程时，活动螺母移动方向与螺杆移动方向相反；当两螺纹导程相等时，活动螺母不动（移动距离等于零）。

(2) 螺杆上两螺纹旋向相反时，活动螺母移动距离增大。

活动螺母移动方向与螺杆移动方向相同。

(3) 在判定差动螺旋传动中活动螺母的移动方向时，应先确定螺杆的移动方向。

差动螺旋传动中活动螺母的实际移动距离和方向判定公式为：

$$L=N \quad (P_{h1} \pm P_{h2})$$

式中：L—活动螺母的实际移动距离，mm；

N—螺杆的回转圈数；

P_{h1} —机架上固定螺母的导程，mm；

P_{h2} —活动螺母的导程，mm。

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，活动螺母实际移动方向与螺杆移动方向相同；计算结果为负值时，活动螺母实际移动方向与螺杆移动方向相反。

例：P35 例 2 进行讲解。

3. 差动螺旋传动的应用实例

常用于测微器、计算机、分度机及精密切削机床、仪器和工具中。

如图 2—8 所示。

三、滚珠螺旋传动

普通螺旋传动的螺杆与螺母的牙侧表面之间的相对运动摩擦是滑动摩擦，传动阻力大，摩擦损失严重，效率低。

滚珠螺旋传动具有滚动摩擦阻力很小、摩擦损失小、传动效率高、传动时运动稳定、动作灵敏等。但结构复杂、制造精度要求高、外形尺寸较大。

滚珠螺旋传动见图 2—9 所示。

小结：普通螺旋传动；双螺旋传动；滚珠螺旋传动

预习：P37~45

作业：P11-14：一、二、三、四、五。

教材章节	第三章 链传动	
课 题	§ 3—1 链传动概述 § 3—2 链传动类型	
教 学 目 的	掌握链传动的工作原理及传动比的计算；熟悉链传动的常用类型及应用；	
重 点	链传动的工作原理；链传动的常用类型及应用；	
难 点	链传动的工作原理及传动比的计算	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型	
教 学 进 程		备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课：第三章 链传动 § 3—1 链传动概述 一、链传动及其传动比 1、链传动：由主动链轮 1、从动链轮 2、链条组成。 <u>以链条作中间挠性件，利用链节与具有特殊齿形的链轮组成的相互啮合传递运动和动力的传动。</u>如图 3—2 所示。 2、链传动的传动比 设主动轮齿数为 Z_1，从动轮的齿数为 Z_2，单位时间内主动轮与从动轮转过的齿数相等，则 $Z_1 n_1 = Z_2 n_2$ 则链传动的传动比：$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$ 二、链传动的应用特点 传动比一般小于 8，低速传动时可达 10；中心距可达 5—6M；传动功率 $P \leq 100KW$；链条速度可达 20—40M/S。与带传动比，特点如下： 1、优点 (1) 能保证准确的平均传动。		

- (2) 传动功率大。
- (3) 传动效率高，可达 0.95~0.98。
- (4) 可用于两轴中心距较大的场合。
- (5) 能在低速、重载、高温及粉尘等恶劣条件下工作。
- (6) 作用在轴及轴承上的力小。

2、缺点

(1) 不能保证准确的瞬时传动比，故不能用在要求精密传动的机械上。

- (2) 链条的铰链磨损后，使用其节距变大，在传动中易脱落。
- (3) 工作时有噪声。
- (4) 安装及维护费用较高。
- (5) 无过载保护作用。

§3-2 链传动的类型

一、链传动按用途分类如下：

- (1) 传动链：传递运动或动力，或输送物料。
- (2) 输送链：输送工件、物品和材料。
- (3) 起重链：传递力，起牵引、悬挂物品作用。

常用的传动链有滚子链和齿形链两种。

二、传动用短节距精密滚子链（简称滚子链）

1、滚子链的结构

结构见图 3-5 所示。

滚子链由内链板、外链板、销轴、套筒、滚子等组成。

内链板与套筒、外链板与销轴都为过盈配合；而套筒与销轴为间隙配合。

2、滚子链的主要参数

链节为组成链条的基本结构单元。

(1) 节距 是两相邻链节铰链副理论中心间的距离。设计给定的节距称为基本节距（公称节距），用 p 表示。如图 3-6 所示

(2) 节数

滚子链的长度用节数来表示。

(3) 链条速度

一般链条速度不大于 15M/S。

(4) 链轮的齿数

小轮齿数 (Z_1) 应大于 17, 大轮齿数 (Z_2) 不宜过多, 通常小于 120。

连接后链条的链节数为偶数。为使链条与链轮轮齿磨损均匀, 链轮轮齿一般应取链节数互为质数的奇数。

当需要承受较大载荷、传递较大功率时, 可使用多排链(图 3—8)。其承载能力与排数成正比。

3、滚子链的标记

滚子链是标准件, 传动用精密滚子链分为 A、B 两个系列。其标记为:

链号——排数——链节数——标准编号

08A—— 1 —— 88 GB/T1243—2006

三、齿形链

齿形链又称无声链。

由一组带有齿的内、外链板左右交错排列、用铰链连接而成。如图 3-10 所示。

与滚子链相比: 传动平稳性好、速度快、噪声较小等。

四、链传动的布置、张紧及润滑

1、链传动的布置

两个链轮的转动平面应在同一平面上, 两轴线必须平行, 最好水平布置。如需倾斜布置时, 两链轮中心连线与水平线的夹角 α 应小于 45° 。

链传动的紧边在上, 松边在下, 以免松边下垂使链条与链轮被卡死或干涉。

2、链传动的张紧

目的是防止链条下垂过大而引起振动, 同时可增大链条与链轮的啮合包角。

当两轮轴心连线与水平面倾斜角大于 60° 时, 通常需设张紧装置。

3、链传动的润滑

目的: 减少磨损, 缓和冲击, 提高承载能力, 延长链及链轮的使用寿命。

一般采用:

(1) 油壶或油刷供油; (2) 滴油润滑; (3) 油浴或飞溅润滑; (4) 油泵润滑。

教材章节	第四章 齿轮传动		
课 题	§ 4—1 齿轮传动的类型及应用		
教 学 目 的	掌握齿轮传动工作原理；掌握齿轮传动传动比的计算；了解齿轮传动常用类型；熟悉齿轮传动的应用特点；		
重 点	齿轮传动工作原理；齿轮传动传动比的计算；		
难 点	齿轮传动工作原理；齿轮传动的应用特点；		
课的类型	授新课		
教学方法	讲授法		
教 具	挂图、模型		
教 学 进 程			备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课： § 4—1 齿轮传动的类型及应用 齿轮传动是利用齿轮副来传递运动（或）动力的一种机械传动。 <u>齿轮副的一对齿轮的齿依次交替地接触，从而实现一定规律的相对运动的过程和形态称为啮合。</u> 齿轮传动属于啮合传动。 一、齿轮传动的常用类型 根据齿轮副两传动轴的相对位置不同分为：两轴平行、两轴不平行。 1、两轴平行： （1）根据轮齿方向不同分为： ① 直齿圆柱齿轮传动。 ② 斜齿圆柱齿轮传动。 ③ 人字齿圆柱齿轮传动。 （2）按跌倒情况分： ① 外啮合齿轮传动。 ② 内啮合齿轮传动。 ③ 齿轮齿条传动。			

2、两轴不平行：

(1) 按轴线相交轴齿轮传动：锥齿轮传动。

(2) 按轴线交错轴齿轮传动：

① 交错轴斜齿轮传动。

② 蜗杆蜗轮传动。

二、齿轮传动的应用

1、传动比

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

上式说明：齿轮副的传动比是主动齿轮转速与从动齿轮转速之比，也等于两齿轮齿数之反比。

齿轮副的传动比如果过大，则会引起结构尺寸过大，给制造、安装带来不便。一般圆柱齿轮副的传动比 $i \leq 8$ ，圆锥齿轮副的传动比 $i \leq$

5。

2、应用特点

优点：

- (1) 能保证瞬时传动比恒定，工作 可靠性高，传递运动准确。
- (2) 传递的功率和圆周速度范围较宽。
- (3) 结构紧凑，可实现较大的传动比。
- (4) 传动效率高（可达 0.94~0.99），使用寿命长，维护简便。

缺点：

- (1) 运转过程中有振动、冲击和噪声。
- (2) 齿轮安装要求高；
- (3) 不能实现无级变速。
- (4) 不适用于中心距较大的场合。

小结：齿轮传动的常用类型；齿轮传动的传动比、应用特点。

预习：P49~52

作业：P19-21：一、二、三、四、五。

教材章节	第四章 齿轮传动	
课 题	§ 4—2 渐开线齿廓	
教 学 目 的	理解渐开线的形成；熟悉渐开线的性质及啮合性质。	
重 点	渐开线的性质及啮合性质。	
难 点	渐开线的形成；渐开线的性质及啮合性质。	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型	
教	学	备
进	程	注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课：§ 4—2 渐开线齿廓 一、齿轮传动对齿廓曲线的基本要求 从传递运动和动力两方面来考虑： 1、传动要平稳（即保证瞬时传动比恒定不变）； 2、承载能力要强。 二、渐开线的形成及性质 1、渐开线的形成 在平面上，一条动直线（发生线）沿着一个固定的圆（基圆）作纯滚动时，此动直线上一点的轨迹，称为圆的渐开线。 使用挂图进行讲解：渐开线、渐开线基圆。 以渐开线作为齿廓曲线的齿轮称为渐开线齿轮。 2、渐开线的性质 （1）发生线沿基圆上滚过的线段长度 NK 等于基圆上被滚过的弧长 NC； （2）渐开线上任意一点的法线必定与基圆相切； （3）渐开线的形状取决于基圆的大小；基圆越大，渐开线越平直； 如图 4—4。		

(4) 渐开线上各点的曲率半径不相等；离基圆越远，则曲率半径越大，渐开线越趋于平直；

(5) 渐开线上各点处的齿形角不相等。

(6) 基圆内无渐开线；

由图 3-13 所示，在直角三角形 ONK 中， $\cos \alpha_K = \frac{OB}{OK} = \frac{r_b}{r_k}$

三、渐开线齿廓的啮合特性

通过对图 4-6 讨论，阐明节点、节圆和啮合角的概念。节点、节圆和啮合角只有在—对齿轮啮合时才存在，单个齿轮不存在。

渐开线齿廓啮合具有以下特性：

1、能保证瞬时传动比的恒定

齿轮传动时，两轮在 P 点的线速度相同，即： $r_1' \omega_1 = r_2' \omega_2$

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2'}{r_1'}$$

而 $\because \triangle O_1 N_1 P \sim \triangle O_2 N_2 P$

$$\frac{O_2 P}{O_1 P} = \frac{O_2 N_2}{O_1 N_1}, \text{ 即 } \frac{r_2'}{r_1'} = \frac{r_{b2}}{r_{b1}}$$

$$\therefore i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2'}{r_1'} = \frac{r_{b2}}{r_{b1}} = \text{常量}$$

渐开线齿轮传动的传动比等于主动轮和从动轮基圆半径的反比。由于两啮合齿轮的基圆半径是定值，所以渐开线齿轮传动的传动比能保持恒定不变。

2、中心距的可分离性

由于齿轮传动的传动比 i 仅与两轮的基圆半径有关，而与两轮的中心距 a 无关，所以对于基圆半径已确定的齿轮副，其传动比大小不受两轮安装时中心距误差的影响，这一啮合特性称为渐开线齿轮传动的可分离性。

小结：齿轮传动对齿廓曲线的基本要求；渐开线的形成及性质；渐开线齿廓的啮合特性。

预习：P52~58

作业：P19-21：一、二、三、四、五。

教材章节	第四章 齿轮传动	
课 题	§ 4—3 渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸计算	
教 学 目 的	熟悉直齿圆柱齿轮几何要素的名称及含义；熟悉直齿圆柱齿轮的基本参数的定义；掌握标准直齿圆柱齿轮主要参数及其计算；	
重 点	直齿圆柱齿轮的基本参数的定义；模数的概念；	
难 点	同重点	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型、作图工具	
教 学 进 程		备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课：§ 4—3 渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸计算 一、渐开线标准直齿圆柱齿轮各部分名称 1、齿顶圆（d_a） 在圆柱齿轮上，其齿顶所确定的圆称为齿顶圆。 2、齿根圆（d_f） 其各齿槽底部所确定的圆称为齿根圆。 3、分度圆（d） 圆柱齿轮选定的设计齿轮的基准圆，为假想曲面，有关参数均由此曲面为基准加以确定。 4、齿厚和齿槽宽 一个齿的两侧端面齿廓之间的分度圆弧长，称为齿厚，用s表示。 一个齿槽的两侧齿廓之间的分度圆弧长，称为齿槽宽，用e表示。 5、齿顶高、齿根高和齿高 齿顶高（h_a）是齿顶圆与分度圆之间的径向距离。		

齿根高 (h_f) 为齿根圆与分度圆之间的径向距离。齿高 (h) 为齿顶圆和齿根圆间的径向距离。

6、端面齿距 (p)

在齿轮上，两个相邻而同侧的端面齿廓之间的分度圆弧长，称为端面齿距（或齿距）。

二、渐开线标准直齿圆柱齿轮的主要参数

1、齿形角 (α)

渐开线上任意点处的齿形角是不相等的，在同一基圆的渐开线上，离基圆越远的点，齿形角越大；反之亦然。

对于渐开线齿轮，通常齿形角为分度圆上的齿形角，其大小为 $\alpha = 20^\circ$ 。

另齿形角可用公式 $\cos \alpha = \frac{r_b}{r}$ 表示，其齿形角的大小对轮齿的形状的影响（见图 3—21），由此可看出，当分度圆半径 r 不变，齿形角减小，则基圆半径 r_b 增大，轮齿的齿顶变宽，齿根变瘦，其承载能力降低；齿形角增大，则基圆半径 r_b 减小，轮齿的齿顶变尖，齿根变厚，其承载能力增大。综合考虑齿轮副的传动性能和轮齿的承载能力，则规定渐开线圆柱齿轮分度圆上的齿形角 $\alpha = 20^\circ$ 。即采用渐开线上齿形角为 20° 左右的一段作为轮齿的齿廓曲线，而不是任意段的渐开线。

2、齿数 (z)

一个齿轮的轮齿总数。

3、模数 (m)

齿距除以圆周率的商为模数。单位 mm。表 4—3 为渐开线圆柱齿轮标准模数。

4、齿顶高系数 (h_a^*)

齿顶高与模数之比。即： $h_a = h_a^* m$

标准直齿圆柱齿轮的齿顶高系数 $h_a^* = 1$ 。

5. 顶隙系数 (c^*)

齿轮啮合时，为避免一个齿轮齿顶面与另一齿轮的齿槽底面相抵触，要求轮齿的齿根高 h_f 应大于齿顶高 h_a ，则一齿轮的齿顶与另一齿轮的槽底间具有一定的径向间隙为顶隙。

顶隙在齿轮的齿根圆柱面与配对齿轮的齿顶圆柱面之间的连心线上量度，用 c 表示。

顶隙与模数之比值称为顶隙系数， $c = c^* m$

$$\text{则 } h_f = h_a + c = (h_a^* + c^*) m$$

标准直齿圆柱齿轮的顶隙系数 $c^* = 0.25$

顶隙可贮存润滑油。

小结：渐开线标准直齿圆柱齿轮各部分名称、主要参数。

预习：P56～58

作业：P21-25：一、二、三、四、五。

教材章节	第四章 齿轮传动	
课 题	§ 4—3 直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸计算	
教 学 目 的	掌握标准直齿圆柱齿轮主要参数及其计算；熟悉直齿圆柱齿轮的传动特点；掌握齿轮副的正确啮合条件和连续传动条件。	
重 点	标准直齿圆柱齿轮主要参数的定义及其计算；齿轮副的正确啮合条件和连续传动条件。	
难 点	标准直齿圆柱齿轮主要参数计算；齿轮副的正确啮合条件和连续传动条件。	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型	
教 学 进 程		备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课： 三、标准直齿圆柱齿轮几何尺寸的计算 标准直齿圆柱齿轮是指标准模数 m，齿形角 $\alpha = 20^\circ$，齿顶高系数 $h_a^* = 1$，顶隙系数 $c^* = 0.25$，端面齿厚 s 等于端面齿槽宽 e 的渐开线直齿圆柱齿轮。 其计算公式见表 4—4 所示。 例：对 P56 例题进行讨论。 四、直齿圆柱内啮合齿轮简介 齿顶曲面位于齿根曲面之内的齿轮称为内齿轮。 如图 4—12 所示为一直齿圆柱内啮合齿轮的一部分，它与外啮合齿轮相比，具有以下不同特点： 1、内啮合齿轮的齿顶圆小于分度圆，齿根圆大于分度圆。 2、内啮合齿轮的齿顶圆是内凹的，其齿厚和齿槽宽对应于外啮合齿轮的齿槽宽和齿厚。 3、为了使内啮合齿轮齿顶的齿廓全部为渐开线，齿顶圆必须大于基圆。		

当齿轮传动平行、方向一致，且结构紧凑时，采用内啮合齿轮传动。

五、渐开线直齿圆柱齿轮传动的正确啮合条件和连续传动条件

1、正确啮合条件

由图 4—14 所示：由各对轮齿依次正确啮合互不干涉，传动时不出现因两齿廓局部重叠或侧隙过大而引起的卡死或冲击现象产生，必须使两轮的基圆齿距相等的条件，推出齿轮副的正确啮合条件为：

(1) 两齿轮的模数必须相等， $m_1 = m_2$ ；

(2) 两齿轮分度圆上的齿形角必须相等， $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ 。

2、连续传动条件

理论上，当重合度 $\varepsilon = 1$ 时，齿轮副即能连续传动，当前一对轮齿啮合终止的瞬间，后继的一对轮齿正好开始啮合，如图 4—15 所示。

而由于制造、安装误差的影响，实际啮合线 $\overline{B_1B_2}$ 应大于或至少等于法

向齿距 p_n ，实际上必须使比值 $\varepsilon = \frac{\overline{B_1B_2}}{p_n} > 1$ ，才能可靠地保证传动的连

续性，重合度越大，传动越平稳。

1. 当重合度 $\varepsilon = 1$ 时，则前一对齿刚要分离，后一对齿才进入啮合，这种情况处于连续传动的边缘状态。

2. 当重合度 $\varepsilon > 1$ 时，则前一对齿还在啮合时，后一对齿已进入啮合，这种情况能保证连续传动。

3. 当重合度 $\varepsilon < 1$ 时，则前一对齿已分离时，后一对齿还未进入啮合，这样显然啮合中断，不能连续传动。

对于一般齿轮传动，连续传动的条件是： $\varepsilon \geq 1.2$ 。

对于直齿圆柱齿轮， $1 < \varepsilon < 2$ 。标准齿轮传动均能满足此条件。但当中心距分离时，重合度会降低。

小结：标准直齿圆柱齿轮几何尺寸的计算；直齿圆柱内啮合齿轮简介；渐开线直齿圆柱齿轮传动的正确啮合条件和连续传动条件。

预习：P58—62

作业：P21-25：一、二、三、四、五。

教材章节	第四章 齿轮传动		
课 题	§ 4—4 其它齿轮传动传动简介		
教 学 目 的	熟悉斜齿圆柱齿轮传动、直齿圆锥齿轮传动、齿轮齿条传动		
重 点	斜齿圆柱齿轮传动特点、正确啮合条件。		
难 点	齿圆柱齿轮传动的特点、正确啮合条件。		
课的类型	授新课		
教学方法	讲授法		
教 具	挂图、模型		
教 学 进 程			备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课： § 4—4 其它齿轮传动传动简介 一、斜齿圆柱齿轮传动 1、斜齿圆柱齿轮的形成 齿线为螺旋线的圆柱齿轮称为斜齿圆柱齿轮。如图 4—17 所示。 （介绍：渐开圆、渐开线螺旋面、β_o 为基圆柱上的螺旋角）。 2、斜齿圆柱齿轮传动的啮合特性 （1）两轮齿同一端面进入啮合状态，接触线先由短变长，再由长变短，到另一端脱离啮合状态，重合度大，承载能力高，可用于大功率传动。 （2）轮齿上的载荷逐渐增加。又逐渐卸掉，承载和卸载平稳，冲击、振动和噪声小。 （3）由于轮齿倾斜，传动中会产生一个轴向力。 （4）斜齿圆柱齿轮在高速、大功率传动中应用十分广泛。 3、斜齿圆柱齿轮的主要参数和几何尺寸 由于斜齿圆柱齿轮轮齿齿面是螺旋面，所以需要讨论其端面和法面两种情形。 （1）端面 端面是指垂直于齿轮轮齿齿面的平面，用 I 作标记。			

(2) 法面

法面是指与轮齿齿线垂直的平面，用 n 来表示。

(3) 斜齿圆柱齿轮螺旋角 β

斜齿圆柱齿轮螺旋角 β 是指螺旋线与轴线的夹角。

平时所说的螺旋角 β 均指分度圆上的螺旋角。 β 越大，轮齿倾斜程度越大，因而传动平稳性越好，但轴向力也越大，所以一般取 $\beta = 8^\circ \sim 30^\circ$ ，常用 $\beta = 8^\circ \sim 15^\circ$ 。

(4) 旋向

其旋向分为左旋和右旋。

其判别方法为：使斜齿轮轴线垂线放置，面对齿轮，轮齿的方向从左向右上升时为右旋斜齿轮；反之，从右向左上升时为左旋斜齿轮（如图 4—19）。

4、斜齿圆柱齿轮的正确啮合条件

1. 斜齿圆柱齿轮的旋向

先介绍斜齿圆柱齿轮的概念：斜齿圆柱齿轮的旋向—斜齿圆柱齿轮轮齿的螺旋方向分为左旋和右旋。

其旋向判别方法：使斜齿轮轴线竖直放置，面对齿轮，轮齿的方向从左向右上升时为右旋斜齿轮；反之，从右向左上升时为左旋斜齿轮（如图 3—28）。

2. 正确啮合条件

斜齿圆柱齿轮用于平行轴传动时的正确啮合条件为：

(1) 两齿轮法向模数相等，即 $m_{n1} = m_{n2} = mn$ 。

(2) 两齿轮法向齿形角相等，即 $\alpha_{n1} = \alpha_{n2} = \alpha$ 。

(3) 两齿轮螺旋角相等，旋向相反，即 $\beta_1 = -\beta_2$ 。

二、直齿圆锥齿轮传动

1、直齿圆锥齿轮

直齿圆锥齿轮是指轮齿分布在圆锥面上的齿轮。

2、分类

按齿线形状分为直齿圆锥齿轮、斜齿圆锥齿轮、曲线齿圆锥齿轮等。

3、应用

用于相交轴齿轮传动和交错轴齿轮传动。

4、直齿锥齿轮的正确啮合条件

其齿轮副的轴交角 $\Sigma = 90^\circ$ 。正确啮合条件为：

(1) 两齿轮的大端端面模数相等，即 $m_1 = m_2 = m$ 。

(2) 两齿轮的齿形角相等，即 $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ 。

三、齿轮齿条传动

1、齿条

如齿轮的齿数 Z 增加时，分度圆也相应地增大，当 Z 增到无穷大时，齿轮上的基圆、分度圆、齿顶圆等各圆成为基线、分度线、齿顶等互相平行的直线，渐开线齿廓也变成直线齿廓。齿轮即演化成为齿条。

(1) 分类

直齿条、斜齿条。

(2) 特点

与齿轮相比，齿条的特点为：

①因齿条的齿廓是直线，则齿廓上各点的法线是互相平行的。

传动时，齿条作直线运动，齿廓上各点的速度大小及方向均一致。齿廓上各点的齿形角均相等，等于齿廓直线的倾斜角，为标准值 $\alpha = 20^\circ$ 。

②由于齿条上各齿的同侧齿廓互相平行，故不论在分度线上、齿顶线上，还是在与分度线平行的其他直线上，齿距均相等，为 $p = \pi m$ 。

齿条分度圆上的齿厚和齿槽宽相等，齿条分度线是确定齿条各部分尺寸的基准线。

2、齿轮齿条传动

主要应用在把齿轮的回转运动变为齿条的往复直线运动，或将齿条的直线往复直线运动变成为齿轮的回转运动。如图 4-23 所示。

齿条的移动速度为： $v = n_1 \pi d_1 = n_1 \pi m z_1$

v —齿条的移动速度， mm / min ；

n_1 —齿轮的转速， r / min ；

d_1 —齿轮分度圆的直径， m ；

z_1 —齿轮的齿数；

m —齿轮的模数。

当齿轮每回转一转时，齿条移动的距离为： $L = \pi d_1 = \pi m z_1$

小结：斜齿圆柱齿轮传动；直齿圆锥齿轮传动；齿轮齿条传动。

预习：P62~64

作业：P25-27：一、二、三、四、五。

教材章节	第四章 齿轮传动	
课 题	§ 4—5 渐开线齿轮失效形式	
教 学 目 的	掌握齿轮轮齿失效形式、产生原因及防止措施。	
重 点	齿轮轮齿失效形式、产生原因及防止措施。	
难 点	齿轮轮齿失效产生原因及防止措施。	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型	
教 学 进 程		备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课： § 4—5 渐开线齿轮失效形式 失效——齿轮传动过程中，若发生折断、齿面损坏等现象，则齿轮会失去正常工作能力称为失效。详见表 4—5. 一、齿面点蚀 组成高副的两构件（齿轮、凸轮及滚动轴承）的工作表面，在交变接触应力状态下，当应力超过材料的耐久极限时，将使表面层产生疲劳裂纹，进而扩展成小块金属剥落，称为点蚀。 润滑油对点蚀的影响见图 3—34。 产生原因：当轮齿在靠近节线处啮合时，相对滑动速度较低，润滑油膜不易形成，而且当轮齿在节线附近啮合时，同时啮合齿对数也少，对直齿轮往往只有一对齿轮接触，因此接触应力也最大，则节线附近最易出现点蚀。另外轮齿间润滑油可以减小摩擦，但是当疲劳裂纹一旦发生，则润滑油就会浸入裂纹，粘度愈低的油愈易浸入，在轮齿啮合时，由于齿面的滚压使裂纹内的油压升高，对裂纹起挤胀作用，从而加快了裂纹的扩展。 点蚀使轮齿工作表面损坏，造成传动不平稳和产生噪声，轮齿啮合情况会逐渐恶化而报废。		

二、齿面胶合

在重载传动中, 齿轮副两齿轮工作齿面发生金属表面直接接触而形成“焊接”的现象, 称为齿面胶合。

产生原因: (1) 低速重载传动中, 散热条件差, 工作表面间的油膜不易形成或被破坏;

(2) 低速重载传动中, 齿面之间压力过大, 润滑油膜不易形成。

一般出现在靠近节线的齿顶表面处, 其相对速度较大, 易发生胶合现象。

防止措施: 低速传动, 采用粘度大的润滑油; 高速传动, 采用硫化润滑油, 以提高其强度和附着能力; 提高齿面硬度和

三、齿面磨损

如果硬质物质进入两齿轮的工作表面之间, 或齿面加工粗糙, 轮齿工作表面会引起磨损, 使齿面失去正确的齿形, 严重时导致轮齿过薄而折断。

如图 3—36 所示。

产生原因: (1) 传动过程中出现工作齿面间有相对滑动;

(2) 齿面间有杂质进入轮齿啮合区域, 引起磨料磨损;

(3) 润滑不正常;

防止措施: 采用润滑条件较好的闭式传动; 提高齿面硬度; 减小轮齿表面粗糙度值。

四、齿面塑变

在较大的载荷和摩擦力作用, 主动轮在齿面沿节线处形成凹坑; 从动轮在齿面沿节线处形成凸棱。

防止措施: 提高齿面硬度和采用黏度较高的润滑油。

五、轮齿折断

由于齿根处存在较大的应力集中、交变载荷或材料脆性较大, 出现折断情况。

疲劳折断: 在交变载荷的不断作用下, 在齿轮根部所产生的疲劳裂纹, 随之裂纹逐渐扩展, 直到轮齿折断。

过载折断: 脆性材料在短时过载或较大的冲击载荷时, 引起轮齿的突然折断。

防止措施: (1) 选择适当的模数和齿数, 以增强轮齿的强度;

(2) 采用适合的材料和热处理方法;

对于润滑良好的闭式齿轮传动中轮齿失效的主要形式之一。开式齿轮磨损较快，当点蚀来不及出现或扩展就被磨损掉。

防止措施：提高齿面的硬度，减小齿面的表面粗糙度值；增大润滑油的粘度。

减小轮齿表面粗糙度，两啮合齿轮选用不同材料等。

小结：渐开线齿轮失效形式：齿面点蚀、齿面胶合、齿面磨损、齿面塑变、轮齿折断。

预习：P65～69

作业：P28-29：一、二、三、四、五。

教材章节	第五章 蜗杆传动	
课 题	§ 5—1 蜗杆传动概述	
教 学 目 的	熟悉蜗杆、蜗轮有关基本概念；掌握蜗杆传动回转方向的判定。	
重 点	蜗杆、蜗轮有关基本概念；蜗杆传动回转方向的判定。	
难 点	蜗杆传动回转方向的判定。	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型	
教 学 进 程		备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课：§ 5—1 蜗杆传动概述 蜗杆传动主要用于传递空间垂直交错两轴间的运动和动力。 特点：传动比在、结构紧凑等。 用途：机床的分度机构、汽车、仪表、超重运输机械、冶金机械和机械设备。 一、蜗杆传动的组成 1、组成：蜗杆、蜗轮。 2、蜗杆结构 蜗杆通常与轴合为一体，利用蜗杆副传递运动和动力的机械传动 常用的有圆柱蜗杆（分度曲面是圆柱面）与环面蜗杆（分度曲面是圆环面）两种。锥蜗杆（分度曲面是圆锥面）目前应用较少。 3、蜗轮结构 蜗轮常采用组合结构，连接方式有铸造连接、过盈配合连接和螺栓连接。 二、蜗杆的分类 1、按蜗杆形状分： （1）圆柱蜗杆传动：阿基米德蜗杆、渐开线蜗杆、法向直廓蜗杆。		

(2) 环面蜗杆传动

(3) 锥蜗杆传动。

2、按蜗杆螺旋线方向不同分：

右旋蜗杆、左旋蜗杆。

3、按蜗杆头数不同分：

单头蜗杆、多头蜗杆。

三、蜗轮回转方向的判定

1、蜗杆蜗轮齿旋向的判定

在蜗杆传动中，蜗杆蜗轮齿的旋向是一致的，即为左旋或右旋。

蜗杆蜗轮齿的旋向可用右手法则判定：手心对着自己，四个手指顺着蜗杆或蜗轮轴线方向摆着，若齿向与右手拇指指向一致，则该蜗杆或蜗轮为右旋蜗杆；反之为左旋（表 5—2）。

2. 蜗轮旋转方向的判定

蜗轮的回转与蜗杆的回转方向及蜗杆轮齿的螺旋方向有关。

判定方法：蜗杆右旋时用右手，左旋用左手。半握拳，四指指向蜗杆回转方向，则蜗轮的回转方向与大拇指指向相反。如表 5—2 所示。

小结：蜗杆传动的组成、分类、蜗轮回转方向的判定。

预习：P69—72

作业：P30-31：一、二、三、四。

教材章节	第五章 蜗杆传动			
课题	§ 5—2 蜗杆传动的主要参数和啮合条件 § 5—3 蜗杆传动的应用特点			
教学目的	熟悉蜗杆传动的主要参数；掌握蜗轮蜗杆的啮合条件；熟悉蜗杆传动的应用特点。			
重点	蜗杆传动的主要参数；蜗轮蜗杆的啮合条件。			
难点	蜗杆传动的主要参数；蜗轮蜗杆的啮合条件。			
课的类型	授新课			
教学方法	讲授法			
教具	挂图、模型			
教				

导程角的大小直接影射蜗杆的传动效率，导程角在则传动效率高，但自锁性差。

3、蜗杆的分度圆直径 d_1 和蜗杆直径系数 q

为保证蜗杆、蜗轮正确啮合，铣切蜗轮的滚刀的直径和齿形参数必须和相应的蜗杆相同，因此即使模数相同，也会有许多直径不同的蜗杆及相应的滚刀，这是很不经济的。为使刀具标准化，减少滚刀的规格，对每一模数规定了一定数量的蜗杆分度圆直径，其比值 q 规定为标准值。

蜗杆直径系数 q 的大小等于蜗杆分度圆直径与轴向模数的商，即： q

$$= \frac{d_1}{m}$$

4、蜗杆头数 Z_1 和蜗轮的齿数 Z_2 。

蜗杆头数 Z_1 分别为 1、2、4、6。头数少则传动比大，容易自锁。

齿数 Z_2 根据 Z_1 和传动比来确定，一般推荐 $Z_2=29-80$ 。

5、蜗杆传动传动比 i

蜗杆传动的传动比

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

二、蜗杆传动的正确啮合条件

1、在中间平面内，蜗杆的轴向模数 m_{x1} 和蜗轮的端面模数 m_{t2} 相等，即 $m_{x1} = m_{t2} = m$ ；

2、在中间平面内，蜗杆的轴向齿形角 α_{x1} 和蜗轮的端面齿形角 α_{t2} 相等，即 $\alpha_{x1} = \alpha_{t2} = \alpha = 20^\circ$ ；

3、蜗杆分度圆柱面导程角 γ_1 和蜗轮分度圆柱面螺旋角 β_2 相等，且螺旋的旋向一致，即： $\gamma_1 = \beta_2$ 。

§ 5-3 蜗杆传动的应用特点

一、蜗杆传动的应用特点

- 1、传动比大，结构紧凑。
- 2、传动平稳，噪声小。
- 3、容易实现自锁。。
- 4、承载能力大。

二、蜗杆传动的润滑

蜗杆传动发热量大，工作时要求润滑条件必须良好。

润滑方式：油池润滑、喷油润滑。

三、蜗杆传动的散热

蜗杆传动发热量大，为加强散热，措施如下：

油池外壁增加散热片；蜗杆轴端加风扇；油池内安装蛇形冷却水管；压力喷油循环润滑装置。

小结：蜗杆传动的主要参数、正确啮合条件；蜗杆传动的应用特点、润滑、散热。

预习：P73—77

作业：P31-34：一、二、三、四、五。

教材章节	第六章 轮系	
课 题	§ 6—1 轮系分类及其应用特点	
教 学 目 的	掌握轮系的分类，了解轮系传动的应用特点。	
重 点	掌握轮系的分类；轮系传动的应用特点。	
难 点	轮系传动的应用特点。	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型	
教 学 进 程		备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课：§ 6—1 轮系分类及其应用特点 复习齿轮传动的基本概念。 一、轮系的组成 轮系：由一系列相互啮合的齿轮所组成的传动系统称为轮系。 采用一对齿轮所组成的机构不能满足生产上多方面的要求。 例：起重机的提升机构中，需要低速、大扭矩，电动机输出为高转速、小扭矩；对于主动轴和从动轴之间的传动比很大时，如采用一对齿轮传动，两轮齿数势必相差悬殊，从而增加机器外轮廓尺寸，并导致小齿轮很快磨损。如果把传动比分配给两对齿轮，则外轮廓尺寸将大大减小，且大小齿轮齿数相差不大。 对于两轴之间传动距离很大时，仅用一对齿轮传动，将会使齿轮的尺寸过大，如果增加中间齿轮，则每个齿轮的尺寸就可大大减小。 有些机器不仅要求改变速度大小，还要改变运动的方向，采用一对齿轮是无法实现的。 例车床、钟表、汽车后轮的传动中，均需要由彼此啮合传动的一系列齿轮所组成的齿轮机构来传动。		

二、轮系的分类

通常根据轮系运动时各个齿轮的轴线在空间位置是否都是固定的，将轮系分为定轴轮系、周转轮系和混合轮系。

1、定轴轮系

定轴轮系：当轮系运转时，所有齿轮的几何轴线的位置相对于机架固定不变，这种轮系称为定轴轮系。如表 6—1 所示。

2、周转轮系

当轮系运转时，至少有一个齿轮的几何轴线的位置相对于机架是不固定，而是绕另一个齿轮的几何轴线转动，则这种轮系称为周转轮系。如表 6—1 所示。

3、混合轮系

在轮系中，既有定轴轮系又有周转轮系的轮系，则这种轮系称为混合轮系。对于仅由一对齿轮组成的齿轮机构，也可视为最简单的轮系。

三、轮系的应用特点

1、可获得很大的传动比

对于一对齿轮传动，受结构限制，其传动一般为 $i=3\sim 5$ ， $i_{\max}\leq 8$ 。

2、可作较远距离的传动

3、可以方便实现变速和变向要求

变速：在主轴转速不变的条件下，利用轮系可使从动轴得到若干种转速，这种传动称为变速传动。

在轮系中采用滑移齿轮等变速机构，改变传动比，实现多级变速要求。

变向：采用惰轮、三星轮等机构可以改变从动轴回转方向，实现从动轴正、反转变方向。

4、可实现运动的合成或分解。

采用行星轮系可以将两个独立的运动合成一个运动，或将一个运动分解为两个独立的运动。例汽车后桥差速器。

小结：轮系的组成、分类、应用特点。

预习：P78—82

作业：P35—36：一、二、三、四、五。

教材章节	第六章 轮系	
课 题	§ 6—2 定轴轮系传动比的计算	
教 学 目 的	掌握轮系的分类，了解轮系传动的应用特点。	
重 点	掌握轮系的分类；轮系传动的应用特点。	
难 点	轮系传动的应用特点。	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型	
教 学 进 程		备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课：§ 6—2 定轴轮系传动比的计算 定轴轮系传动比的计算包括轮系传动比的大小和确定末轮的回转方向。 一、定轴轮系中各轮转向的判断 一对齿轮传动，当首轮（或末轮）的转向已知时，其末轮（或）首轮的转向也就确定了，可以用标注箭头的方向表示。如表 6—4 所示。 1、外啮合传动：若外啮合齿轮的对数是偶数，则首轮与末轮转向相同；若为奇数，则方向相反。 2、内啮合传动：若外啮合齿轮的对数是偶数，则首轮与末轮转向相反；若为奇数，则方向相同。 3、如有锥齿轮副、蜗杆副时，则用箭头来表示转动方向。 二、传动比 1、传动路线 不论轮系多复杂，都应该从输入轴至输出轴的传动路线入手进行分析。 例 1 分析图 6—9 所示轮系的传动路线。 解：略。		

2、传动比计算

对于由一对齿轮所组成的齿轮传动来说，它的传动比是指主动轮的角速度与从动轮的角速度之比。

轮系中首末两轮的转速（或角速度）之比。

$$i_{ic} = \frac{\omega_{in}}{\omega_{out}} = \frac{n_{in}}{n_{out}}$$

轮系的传动比等于轮系中所有从动齿轮齿数的连乘积与所有主动齿轮连乘积之比。

定轴轮系的传动比一般公式如下：

$$i = (-1)^m \frac{\text{各级齿轮副中从动齿轮齿数的连乘积}}{\text{各级齿轮副中主动齿轮齿数的连乘积}}$$

式中： m —轮系中外啮合圆柱齿轮副的数目。

例 2：P80

解：略。

例 3：P80

解：略。

三、惰轮的应用

对总传动比毫无影响，却起到了改变从动轮（输出轮）回转方向的作用，这样的齿轮称为惰轮。

小结：定轴轮系中各轮转向的判断；传动比；惰轮的应用。

预习：P82—84

作业：P35—36：一、二、三、四、五。

教材章节	第六章 轮系			
课 题	§ 6—3 定轴轮系中任意从动齿轮的转速计算			
教 学 目 的	掌握定轴轮系的传动比的计算；			
重 点	定轴轮系的传动比的计算			
难 点	定轴轮系任意轮、末轮转速的计算；			
课的类型	授新课			
教学方法	讲授法			
教 具	挂图、模型			
教	学	进	程	备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课： 一、任意从动齿轮的转速计算 设定轴轮系中各级齿轮副的主动轮齿数为 z_1、z_3、$z_5 \cdots$，从动轮齿数为 z_2 z_4 $z_6 \cdots$，第 k 个齿轮为从动轮，齿数为 z_k，对第 k 个轮的传动比大小为： $i_{1k} = \frac{n_1}{n_k} = \frac{z_2 z_4 z_6 \cdots z_k}{z_1 z_3 z_5 \cdots z_{k-1}}$ 定轴轮系中任意从动轮（轴）的转速为： $n_k = n_1 \frac{1}{i_{1k}} = n_1 \frac{z_1 z_3 z_5 \cdots z_{k-1}}{z_2 z_4 z_6 \cdots z_k}$ 即任意从动轮（轴）k 的转速，等于首轮（轴）的转速乘以该轮与首轮传动比的倒数，也等于首轮转速乘以所有各对啮合齿轮中的主动轮齿数连乘积与从动轮齿数连乘积之比。 例 1. P82 二、轮系末端是螺旋传动的计算 如末端是螺旋传动的（如图 6—14），一般是计算末端螺旋传动中螺母（或丝杠）移动的距离（速度）。				

移动的距离（速度） L 等于： $L = n_k P_h = n_1 \frac{1}{i_{1k}} P_h$ （当 $n_1 = 1$ 时）

$$L = \frac{1}{i_{1k}} P_h$$

$$L = \frac{z_1 z_3 z_5 \cdots z_{k-1}}{z_2 z_4 z_6 \cdots z_k} P_h$$

$$v = n_k P_h = n_1 \frac{z_1 z_3 z_5 \cdots z_{k-1}}{z_2 z_4 z_6 \cdots z_k} P_h$$

式中： L —主动轮 1 每回转 1 周，螺母（砂轮架）的移动距离，mm；

v —螺母（砂轮架）的移动速度，mm / min；

P_h —丝杠导程，mm；

n_1 —主动轮（手轮）转速，r / min；

z_1 、 z_3 、 $z_5 \cdots z_{k-1}$ —一轮系中各主动齿轮的齿数；

z_2 z_4 $z_6 \cdots z_k$ —一轮系中各从动齿轮的齿数；

例 2. P83。

解：略。

三、末端带齿轮齿条传动的计算

如末端是齿轮齿条传动（如图 4-10），一般是计算齿轮或齿条的移动距离（速度）。齿轮和齿条相互滚动的距离为 $\pi d = \pi m z$ 。故要知道与齿条啮合的齿轮转速，就可以求得齿轮齿条传动的移动距离 L 。

齿轮齿条传动的移动速度（距离）的一般计算公式为：

$$v = n_k \pi d = n_k \pi m z = n_1 \frac{z_1 z_3 z_5 \cdots z_{k-1}}{z_2 z_4 z_6 \cdots z_k} \pi m_p z_p$$

当输入轴每回转 1 周，其移动距离为：

$$L = \frac{z_1 z_3 z_5 \cdots z_{k-1}}{z_2 z_4 z_6 \cdots z_k} \pi m_p z_p$$

$$v = n_1 \frac{z_1 z_3 z_5 \cdots z_{k-1}}{z_2 z_4 z_6 \cdots z_k} \pi m_p z_p$$

式中： L —输入轴每回转 1 周，小齿轮沿齿条的移动距离，mm；

v —小齿轮沿齿条的移动速度，mm / min；

m_p —齿轮齿条副小齿轮的模数，mm；

z_p 一齿轮齿条副小齿轮的齿数；

n_1 一输入轴转速， $r / \min$ ；

小结：任意从动齿轮的转速计算；轮系末端是螺旋传动的计算；末端带齿轮齿条传动的计算。

预习：P88~92

作业：P35—36：一、二、三、四、五。

教材章节	第七章 平面连杆机构	
课 题	§ 7—1 铰链四杆机构的组成与分类	
教 学 目 的	熟悉铰链四杆机构的组成、分类及应用；	
重 点	铰链四杆机构的组成及应用	
难 点	铰链四杆机构运动的特点及分析	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型、作图工具	
教 学 进 程		备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课：第七章 平面连杆机构 § 7—1 平面连杆机构的特点 平面连杆机构：是由一些刚性构件用转动副和移动副相互连接而成，在同一平面或相互平行的平面内运动的机构。 平面连杆机构中的运动副都是低副。 平面连杆机构能够实现某些较为复杂的平面运动，多用于动力的传递改变运动形式。 组成平面连杆机构的构件可以是形状简单的杆状件，也可以是其它形状的构件，但从运动原理来看，均可用等效的杆状构件来替代。 最常用的是由四根杆状件组成的，称之为平面四杆机构。 构件间以四个转动副相连队的平面四杆机构称为平面铰链四杆机构，简称铰链四杆机构。 工程上最常用的四杆机构如图 7-3 所示。 § 7—2 铰链四杆机构的组成与分类 如图 7—4 所示，四杆机构各部分构件的名称与定义： 机架：固定不动的（杆）构件。如 4。		

连杆：不与机架直接联接的构件（杆）。如 2。

连架杆：用低副（转动副）与机架联接的杆。如 1、3 件。

连架杆按其运动特征可分成曲柄和摇杆两种：

曲柄：与机架用转动副相连，且能绕该转动副轴线作整周旋转的构件。

摇杆：与机架用转动副相连，但只能绕该转动副轴线摆动（小于 180° ）的构件。

铰链四杆机构按两连杆的运动形式不同，分为曲柄摇杆机构、双曲柄机构和双摇杆机构。

一、曲柄摇杆机构

铰链四杆机构的两个连架杆中，其中一个是曲柄，另一个摇杆的称为曲柄摇杆机构。

如表 7—1 所示，分析其运动的原理及特点。

运动特点：

（1）曲柄摇杆机构可将主动件（曲柄）整周的回转运动转换为从动件（摇杆）的往复运动。

（2）主动曲柄匀速回转时，从动曲柄随之变速往复摆动，即从动件摆动过程中，其角速度有时大于主动曲柄的角速度，有时小于主动曲柄的角速度。

二、双曲柄机构

铰链四杆机构中两个连架杆均为曲柄的称为双曲柄机构。

如表 7—2 所示，分析其运动的原理及特点。

运动特点：

两个连架杆均为曲柄，均可作整圈旋转。两个曲柄可以分别为主动件。

双曲柄机构当连杆与机架的长度相等且两个曲柄长度相等时，若曲柄转向相同，称为平行四边形机构。

若曲柄转向不同，称为反向平行双曲柄机构，简称反向双曲柄机构。

运动特点：两曲柄的回转方向相同，角速度相等。

反向平行双曲柄机构的运动特点是：两曲柄的回转方向相反，角速度不等。

在平行四边形机构中，主动曲柄回转一周，因两曲柄与连杆 BC 出现两次共线，使 CD 运动不确定现象，可采用三种方法避免：（1）附

使用挂图讲解应用实例。

三、双摇杆机构

铰链四杆机构中两个连架杆均为摇杆的称为双摇杆机构。

如图 7—5 所示，分析其运动的原理及特点。

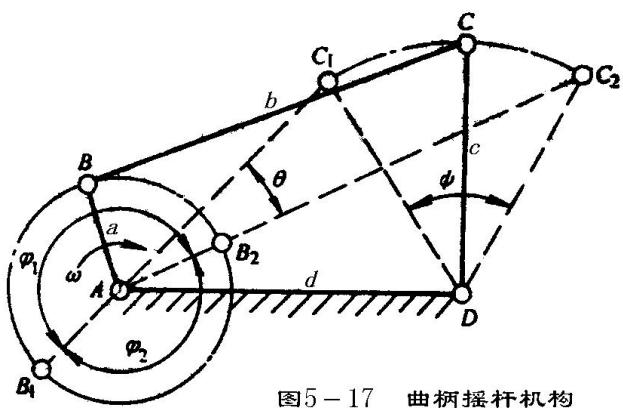
运动特点：两个摇杆可以分别为主动件，当连杆与摇杆共线时，机构处于死点位置。

表 7—4 为双摇杆机构的应用实例。

小结：平面连杆机构、平面四杆机构、曲柄摇杆机构、双曲柄机构、双摇杆机构的术语、特点及应用。

预习：P94～98

作业：P44～46：一、二、三、四。

教材章节	第七章 平面连杆机构	
课 题	§ 7-3 铰链四杆机构的基本性质	
教 学 目 的	掌握曲柄存在的条件及其推论；熟悉曲柄摇杆机构的急回性质；熟悉死点位置产生的原因及克服方法；	
重 点	曲柄存在的条件及其推论；	
难 点	曲柄存在的条件及其推论；曲柄摇杆机构的急回性质；死点位置产生的原因；	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型、作图工具	
教	学	进 程
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课：§ 5-2 铰链四杆机构的基本性质 一、曲柄存在的条件 铰链四杆机构中是否能有作整圈旋转的构件，取决于各构件的长度之间的关系，即曲柄存在条件。 如图所示，当曲柄 AB 回转一周，B 点的轨迹是以 A 为圆心，半径等于 a 的圆。B 点通过 B₁ 和 B₂ 点时，曲柄 AB 与连杆 BC 形成两次共线，AB 能否顺利通过这两个位置，是 AB 能成为曲柄的关键。就这个位置时各构件的几何关系来分析曲柄存在的条件。 当构件 AB 与 BC 在 B₁ 点共线时，由△AC₁D 可得： $b - a + c \geq d$； $b - a + d \geq c$ （AB, BC, CD 在极限情况下重合成一直线时等于）		备 注
 图5-17 曲柄摇杆机构		

当构件 AB 与 CD 在 B₂ 点共线时，由△AC₂D 可得：

$$a+b \leq c+d$$

综合两情况得：

$$a+d \leq b+c$$

$$a+c \leq b+d$$

$$a+b \leq c+d$$

将以上三个不等式两两相加，并化简后得：

$$a \leq b; a \leq c; a \leq d$$

则由此可得铰链四杆机构中曲柄存在条件：

(1) 连架杆与机架中必有一个是最短杆；

(2) 最短杆与最长杆长度之和必小于或等于其余两杆长度之和；

两个条件必须同时满足，否则铰链四杆机构中无曲柄存在。

根据曲柄存在条件，可以推论出铰链四杆机构三种基本类型的判别方法：

(1) 若铰链四杆机构中最短杆与最长杆长度之和小于或等于其余两杆长度之和，则：①取最短杆为连架杆时，构成曲柄摇杆机构；

②取最短杆为机架时，构成双曲柄机构；

③取最短杆为连杆时，构成双摇杆机构；

(2) 若铰链四杆机构中最短杆与最长杆长度之和大于其余两杆长度之和，则无曲柄存在。

二、急回特性

在上图中，曲柄 AB 在作等速转动时，摇杆 CD 在 C₁D 与 C₂D 的极限位置间作摆角为 ψ 的往复运动，且往复两次摆动所用时间不等，平均速度也不相同。通常摇杆由 C₁D 摆动到 C₂D 的过程被用作机构中从动件的工作行程，摇杆由 C₂D 摆动到 C₁D 的过程被用作机构中从动件的空回行程，以使空回行程的时间缩短，有利于提高生产率。

曲柄摇杆机构中，曲柄虽作等速转动，而摇杆摆动时空行程的平均速度却大于工作行程的平均速度（即 $v_2 > v_1$ ），这种性质称为机构的急回特性。机构的急回特性用急回特性系数 K（或行程速度变化系数）表示：

$$K = \frac{\text{从动件空行程平均速度}}{\text{从动件工作行程平均速度}} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\frac{c_2 c_1}{t_2}}{\frac{c_1 c_2}{t_1}} = \frac{t_1}{t_2} = \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{180^\circ + \theta}{180^\circ - \theta}$$

式中：K—急回系数；

θ —极位夹角，摇杆位于两极限位置时，曲柄所夹的锐角。

由此可解出： $\theta = 180^\circ \frac{K-1}{K+1}$

机构有无急回特性，取决于急回特性系数 K。K 值愈大，急回特性愈显著，也就是从动件回程愈快；K=1 时，机构无急回特性。

急回特性系数 K 与极位夹角 θ 有关， $\theta=0^\circ$ 时，K=1，机构无急回特性； $\theta>0^\circ$ ，机构有急回特性，且 θ 愈大，急回特性愈显著。

三、死点位置

当连杆与从动件处于共线位置时，如不计各运动副中的摩擦和各杆件的质量，则主动件通过连杆传给从动件的驱动力必通过从动件铰链中心，其驱动力对从动件的回转力矩等于零，其从动件不能转动，转动方向也不能确定，此位置称为死点位置。

通过图 7-8 来分析其死点位置及其运动情况。

对连续运转的机器，利用其从动件的惯性（或附加飞轮）来通过死点位置。

另外还可利用死点位置的特性来实现某些工作要求，如图 5-13、14 的钻床连杆式快速夹具与飞机起落架。

小结：曲柄存在的条件；急回特性；死点位置。

预习：P98~102

作业：P46~49：一、二、三、四、五。

教材章节	第七章 平面连杆机构	
课 题	§ 7—4 铰链四杆机构的演化	
教 学 目 的	熟悉铰链四杆机构的演化形式、特点及应用；	
重 点	铰链四杆机构的演化形式及应用；	
难 点	铰链四杆机构的特点及应用；	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型、作图工具	
教 学 进 程		备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 课题引入：通过改变铰链四杆机构中构件的形状、长度或不同的构件作为机架等方法可以得到不同的机构，以达到所需的运动形式。 讲授新课：§ 7—4 铰链四杆机构的演化 一、曲柄滑块机构 具有一个曲柄和一个滑块的平面四杆机构，由曲柄摇杆机构演化而来的。 由图 7—15 分析，CD 长度变为无穷大时，C 点则变为滑块，则机构就演变为图 7—15 的曲柄滑块机构。 当曲柄 AB 为主动件时，滑块移动的距离为曲柄长度 r 的两倍；如取滑块 C 为主动件时，会存在从动件曲柄与连杆共线的两个死点位置，需采取措施。 应用：表 7—4 为内燃机中的曲柄滑块机构； 二、导杆机构 连架杆中至少有一个构件为导杆的平面四杆机构称为导杆机构。由曲柄滑块机构中固定件的位置演化而成。 导杆为机构中与另一运动构件组成移动副的构件。 在曲柄滑块机构中，如将杆 1 改为固定件时，其曲柄滑块机构演化为导杆机构。		

见表 7—7 所示。

在导杆机构中，一般取杆 2 为主动件。

导杆机构分转动导杆机构与摆动导杆机构两种。

当机架 1 的长度 l_1 小于杆 2 的长度 l_2 时，即 $l_1 < l_2$ ，主动杆 2 与从动件（导杆）4 均可作整周回转，即为转动导杆机构。

当 $l_1 > l_2$ 时，主动件作整周回转时，从动件只能作往复摆动，即为摆动导杆机构。

应用：使用挂图讲解牛头刨床中摆动导杆机构；具有急回特性。另外杆 BC 为传动丝杠，通过 C 点与铰链连接螺母，可调节杆 BC 的长度，从而达到调节滑枕行程的目的。

翻卸料装置中曲柄摇块机构，车厢为杆 1，车架为机架 2，活塞杆为导杆 4，液压缸为摇块 3。

小结：曲柄滑块机构；导杆机构。

预习：P103～108

作业：P49～50：一、二、三、四。

教材章节	第八章 凸轮机构		
课 题	§ 8—1 凸轮机构概述 § 8—2 凸轮机构的分类与特点		
教 学 目 的	掌握凸轮机构的组成、分类、常用结构，了解其应用特点。		
重 点	凸轮机构的组成、分类、常用结构。		
难 点	凸轮机构的分类。		
课的类型	授新课		
教学方法	讲授法		
教 具	挂图		
教 学 进 程			备 注

讲评作业：

复习上讲内容：

课题引入：在机械工业中，凸轮机构是一种常用的机构，特别是在自动化机构中，它的应用更为广泛。当需要从动件按照复杂的运动规律运动或从动件的位移、速度、加速度按照预定的规律变化时，常采用凸轮机构实现。

§ 8—1 凸轮机构概述

实例

图 8—1 所示为内燃机中控制气阀开闭的凸轮机构。

图 8—2 所示为自动车床刀架进给机构。

图 8—3 所示为车床主轴箱内用以改变主轴转速的变速操纵机构。

凸轮机构是依靠凸轮轮廓直接与从动件接触，从而迫使从动件作有规律的直线往复运动（直动）或摆动。

凸轮机构是由凸轮、从动件和机架三个基本构件组成的高副机构。见图 8-4。

凸轮是一个具有曲线轮廓或凹槽的构件。通常作等速转动或移动。

凸轮机构是通过高副接触使从动件得到预期的运动规律，应用广泛。

§ 8—2 凸轮机构的分类与特点

一、凸轮机构的分类

1、按凸轮的形状分：

(1) 盘形凸轮机构。

(2) 移动凸轮机构。

(3) 和圆柱凸轮机构。

2、按从动件端部形状和运动形式分：

(1) 尖底式从动件凸轮机构。

(2) 滚子式从动件凸轮机构。

(3) 平底式从动件凸轮机构。

二、凸轮机构的常用结构

见表 8—2 所示。

1、凸轮轴

2、整体式凸轮

3、镶块式凸轮

4、组合式凸轮。

三、凸轮机构的应用特点

1、优点

结构简单紧凑，工作可靠，设计适当的凸轮轮廓曲线可使从动件获得任意预期的运动规律。

2、缺点

凸轮与从动件之间以点或线接触或线接触，不便于润滑，易磨损，只适用于传力不大的场合。如自动机械、仪表、控制机构和调节机构中。

小结： 凸轮机构概念、组成、分类、常用结构及应用特点。

预习： P108～111

作业： P51～52： 一、二、三、四。

教材章节	第八章 凸轮机构		
课 题	§ 8—3 凸轮机构的工作过程及从动件运动规律		
教 学 目 的	凸轮机构的工作过程、从动件的运动规律。		
重 点	凸轮机构的工作过程、从动件的运动规律。		
难 点	从动件的运动规律。		
课的类型	授新课		
教学方法	讲授法		
教 具	挂图		
教 学 进 程			备 注

讲评作业：

复习上讲内容：

新课内容： § 8—3 凸轮机构的工作过程及从动件运动规律

一、凸轮机构的工作过程

凸轮机构中最常用的运动形式为凸轮作等速回转运动，从动件作往复移动。

基圆（ r_0 ）——以凸轮轮廓上最小半径所画的圆。

推程（升程）——从动件自最低位置升到最高位置的过程。

推程运动角（升程角）（ φ ）——推动从动件实现推程时的凸轮转角。

远休止角（ φ_2 ）——当凸轮顺时针转动时，从动件的尖底与向径与向径逐渐增大的凸轮轮廓相接接触，从动件按一定的运动规律被向上推起。

当凸轮轮廓上点 B 与尖底接触时，从动件上升量达到最大，此时凸轮转过的角度 δ_1 称为推程角。

从动件上升或下降的最大位移量称为行程。

凸轮继续转动 δ_2 角，由于向径减小，从动件以逐渐返回，直至凸轮轮廓曲线上第 C 点处，从动件回到与凸轮基圆接触的状态，对应于从动件返回初始位置时的凸轮转角 δ_2 称回程运动角。

凸轮继续转动从第 C 点开始到 A 点，该段曲线为基圆上一段曲线，从动件停止不动，凸轮上与之相对应的转角 δ_3 称为休止角。如表 8—3 所示。

用从动件位移 s 为纵坐标，凸轮转 δ 为横坐标绘制出二者之间的关系曲线，称为位移曲线图。

从动件的位移曲线直观地表示了从动件的位移变化规律，是凸轮轮廓设计的依据。

二、从动件的常用运动规律

凸轮机构从动件的运动规律有很多种，常见的运动规律有等速运动规律和等加速等减速运动规律。

1、等速运动规律

从动件上升（或下降）的速度为一常数的运动规律称为等速运动规律。如图 8—7 所示。

等速运动中从动件的位移量与凸轮转角成正比关系，其位移曲线为一条斜直线。

由于等速运动规律凸轮的从动件处于推程的开始位置时，凸轮开始回转一瞬间，从动件由静止状态突然以速度 v_1 上升运动；当从动件上升到最高位置时速度由骤变为零，两者均使瞬时加速度达到无穷大而引起刚性冲击，对构件产生很大的破坏力，故等速凸轮机构只适用于凸轮作低速回转、从动件质量小和轻载的场合。

2、等加速等减速运动规律

从动件在行程中先作等加速运动，后作等减速运动的运动规律称为等加速等减速运动规律。如图 8—8 所示。

在一个运动循环中，从动件的运动速度逐步增大又逐步减小，避免了运动速度的突变，改善了从动件在速度转折点处的惯性冲击，但仍有一定程度的冲击存在。

等加速等减速运动规律凸轮机构适用于作中、低速转动，从动件质量不大的场合。

小结：凸轮机构的工作过程；从动件的常用运动规律

预习：P112~117

作业：52~53：一、二、三、四、五。

教材章节	第九章 其他常用机构	
课 题	§ 9—1 变速机构 § 9—2 换向机构	
教 学 目 的	熟悉变速机构的类型、特点、传动原理及应用；换向机构类型及特点。	
重 点	变速机构的特点、传动原理及应用。	
难 点	变速机构的传动原理及应用。	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型	
教 学 进 程		备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课：§ 9—1 变速机构 在输入轴转速不变的条件下，使输出轴获得不同转速的传动装置为变速机构。 变速机构分为有级变速机构和无级变速机构两类。 一、有级变速机构 有级变速机构是在输入轴转速不变的条件下，使输出轴获得一定的转速级数。 有级变速机构分为：滑移齿轮变速机构、塔齿轮变速机构、倍增变速机构和拉键变速机构。见表 9—1 所示。 1、滑移齿轮变速机构 通常用于定轴轮系（表 9—1）中，可实现转速在较大的范围内的多级变速，应用在机床传动系统的主轴变速中。 通过挂图分析表 9—1 中滑移齿轮变速机构，轴 V 可得到 $9 \times 2 = 18$ 种转速，其转速变化范围可达：30~1500r / min。 2、塔齿轮变速机构 用于转速不高但需要有多种转速的场合。		

表 9—1 为卧式车床进给箱的塔齿轮变速机构。

由于塔齿轮由小到大，所以齿轮箱壳体上就制成斜形插孔板 15，以便插销 14 插入定位，限制齿轮 6 在运转时轴向走动。

机构的传动比与塔齿轮的齿数成正比，因此，通过塔齿轮的齿数变化可实现传动比成等差数列的变速机构（基本螺距机构），用于加工螺纹时变更螺距。

3、倍增变速机构

表 9—1 为倍增变速机构。当滑移齿轮自左向右依次与它们啮合时，变速机构可得到四种传动比。而四种传动比是按 2 的倍数增加的，则变速机构称为倍增变速机构（传动比为公比等于 2 的等比数列）。

4、拉键变速机构

如表 9—1 所示，主要是通过齿轮副和弹簧键将主动轴的运动传递给从动轴。

有级变速可实现在一定的转速范围内的分级变速，其变速可靠、传动比准确、结构紧凑，但零件种类较多，高速回转时不够平稳，变速时有噪音。

二、无级变速机构

无级变速机构依靠摩擦来传递转矩，适当改变主动件和从动件的转动半径，可使输出轴的转速在一定的范围内无级变化。见表 9—2 所示。

1、锥子平盘式无级变速机构

如表 9—2 中，通过改变锥轮与端面盘的接触半径 R_1 和 R_2 ，从而获得不同的传动比 i ，实现无级变速。

传动比大小为：
$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

2、锥轮—端面盘式无级变速机构

如表 9—2 中，通过改变锥轮与端面盘的接触半径 R_1 和 R_2 ，从而获得不同的传动比 i ，实现无级变速。

3、分离锥轮式无级变速机构

如表 9—2 所示，主要依靠改变传动带与两对可滑移的锥轮接触处的半径来实现无级变速的。在两对锥形轮之间挂有底面镶楔状块的皮带。当锥形轮 2 和 4 分离合拢时，这时由于挂皮带处的直径不同，达到无级变速的目的。

变速范围将受到限制，并传动比不准确。

§ 9—2 换向机构

汽车、拖拉机等不但能前进而且能倒退，机床主轴既能正转也能反转。这需要换向机构来完成。如图 9—1 所示为汽车变速换挡手柄。

换向机构，是在输入轴转向下，可使输出轴转向改变的机构。

常见类型：

1、三星轮换向机构

2、离合器锥齿轮换向机构。

小结：有级变速机构；无级变速机构；换向机构。

预习：P117~122

作业：54~55：一、二、三、四。

教材章节	第九章 其他常用机构	
课 题	§ 9—3 间隙机构	
教 学 目 的	熟悉间隙机构的类型、特点、传动原理及应用；	
重 点	间隙机构的特点、传动原理及应用；	
难 点	间隙机构的传动原理及应用；	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型	
教 学 进 程		备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课： § 9—3 间隙机构 概述：应用于机床设备及自动化机械中，例机床的自动进给机构、分度机构、自动机床的送料机构、刀架自动转位机构、电影机的卷片机构、精纺机的成型机构、包装机的送进机构、印刷机的进纸机构等。 间隙机构：是能够将主动件的连续运动转换成从动件的周期性运动或停歇的机构。 常用类型：棘轮机构、槽轮机构、不完全齿轮机构。 一、棘轮机构 棘轮机构分为齿式棘轮机构和摩擦式棘轮机构。 1、齿式棘轮机构的工作原理 图 9—3 所示为常用的齿式棘轮机构。由棘轮、棘爪和止回棘爪等组成。棘轮是具有齿形表面或摩擦表面的轮子，由棘爪推动作步时运动。棘爪是在两个构件之间的一种爪形中介构件，用以阻止棘轮和棘爪在某一方向的相对运动。 为保证棘轮的可靠静止，在机构上还装有止回棘爪 5，当曲柄作连续回转时，摇杆带动棘爪推动棘轮作周期性停歇间隔的单向运动一间隙机构。 2、齿式棘轮机构的觉类型及特点		

如表 9—4 所示。

(1) 外啮合式齿式棘轮机构

(2) 内啮合式齿式棘轮机构

3、齿式棘轮机构转达角的调节

棘轮转角 θ 的大小与棘爪每往复一次推进的齿数有关，计算公式如下：

$$\theta = 360^\circ \times k/z$$

棘轮机构的调节

(1) 改变棘爪的运动范围

如图 9—4 所示，曲柄长度增大时，摇杆摆动的角度增大，棘爪推动棘轮的转角相应增大；反之，棘轮的转角减小。

(2) 利用覆盖罩

如图 9—5 所示，通过遮板在摇杆摆角范围内遮住轮齿的不同，就可实现棘轮转角大小的控制。

3、摩擦式棘轮机构简介

如图 9—6 所示，为结构简单的摩擦式棘轮机构，它的传动与内齿式棘轮机构相似，但它是靠偏心楔块（棘爪）和棘轮间的楔紧所产生的摩擦力来传递运动的。

二、槽轮机构

1、槽轮机构的组成及工作原理

槽轮机构的组成：由带圆销的拨盘、槽轮和机架组成。如图 9—7 所示。

当主动件拨盘转动时，圆销由图 a 所示位置进入槽轮的槽中，拨动槽轮转动，然后在图 b 所示位置脱离槽轮，槽轮因其凹弧被拨盘的凸弧锁住而静止。

2、槽轮机构的常见类型及特点

(1) 常见类型：见表 9—5 所示。

单圆销外槽轮机构；

双圆销外槽轮机构；

内啮合槽轮机构；

(2) 特点

结构简单、转位方便、工作可靠、传动平稳性好，能准确控制槽轮转角，但转角大小受到槽 Z 的限制，不能调节；在槽轮转动的始末存

转速的增加或槽数的减少而加剧，故不适用于高速场合。

3、不完全齿数机构

如图 9—8 所示为外啮合式不完全齿数机构。

不完全齿数机构：主动齿轮作连续转动，从动齿轮作间歇运动的齿轮传动机构叫不完全齿数机构。

特点：结构简单、工作可靠、传力大，但工艺复杂，从动轮在运动的开始与终止位置有较大的冲击，一般用于低速、轻载的场合。

小结：棘轮机构；槽轮机构。

预习：P124~130

作业：P56：一、二、三、四。

教材章节	第十章 轴	
课 题	§ 10—1 轴的用途和分类 § 10—2 传轴的结构	
教 学 目 的	掌握轴的用途、分类、结构、要求和轴上零件的固定。。	
重 点	轴的分类、结构、要求。	
难 点	轴上零件的固定。	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型	
教 学 进 程		备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课： § 10—1 轴的用途和分类 一、轴的分类和应用 作用：用于支承作回转运动的传动零件（如齿轮、带轮、链轮等）、传递运动和动力。 一般要求：足够的强度，合理的结构和良好的工艺性能。 1、按形状不同，分为直轴、曲轴和挠性钢丝软轴（挠性轴）。见表 10—1。 2、根据受载荷不同，直轴又可分为心轴、转轴和传动轴。见表 10—2。 § 10—2 传轴的结构 一、轴的结构 1、轴由轴头、轴颈和连接各轴颈的轴身组成。 2、轴的结构的一般要求： 为使轴的结构和其各个部位都具有合理的形状和尺寸，在考虑轴的结构时，应满足三个要求： （1）轴和装在轴上的零件可靠的轴向固定和周向固定。 （2）轴应便于加工和尽量避免或减少应力集中。 （3）轴上零件应便于安装和拆卸。		

二、轴上零件的固定

1、轴上零件的轴向固定

目的：防止零件沿轴线方向移动，并承受轴向力。

常用的方法有：利用轴肩、轴环、圆锥面，以及采用轴端挡圈、轴套、圆螺母、弹性挡圈等零件进行轴向固定。见表 10—3 所示。

2、轴上零件的周向固定

目的：传递转矩，防止零件与轴产生相对转动。

一般采用键或过盈配合等方法。见表 10—4 所示。

三、轴上常用的工艺结构

1、轴的结构和形状应便于加工、装配和维修。

2、阶梯轴的直径应中间大，两端小，以便轴上零件的装拆。如图 10—2。

3、轴端、轴颈与轴肩（或轴环）的过渡部位应有倒角或过渡圆角，以便于轴上零件的装配，避免划伤配合表面，减小应力集中，应尽可能使倒角（或圆角半径）一致，便于加工。

4、轴上有螺纹时，应设置退刀槽，以便螺纹车刀退出；需要磨削的台阶轴，应设置越程槽。如图 10—3、图 10—4 所示。

5、当轴上有两个以上键槽时，槽宽应尽可能相同，并布置在同一母线上，以利于加工。如图 10—2。

小结：轴的结构；轴上零件的固定；轴上常用的工艺结构。

预习：P131～136

作业：P60～64：一、二、三、四、五。

教材章节	第十一章 键、销及其连接		
课 题	§ 11—1 键连接 § 11—2 销连接		
教 学 目 的	熟悉键、销及其连接的类型、结构、特点、标记及应用；		
重 点	键、销及其连接的结构、标记及应用；		
难 点	键、销及其连接的结构、标记；		
课的类型	授新课		
教学方法	讲授法		
教 具	挂图、模型		
教 学 进 程			
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课：第十一章 键、销及其连接 根据连接后是否可拆分为： 可拆连接：键连接、销连接和螺纹连接。 不可拆连接：焊接、铆接和胶接。 § 11—1 键连接 键连接：可以实现轴与轴上零件之间的周向固定，并传递运动和扭矩。 特点：可拆卸，属于标准件；结构简单、工作可靠及拆卸方便等。 分类： 键连接 平键连接 松键连接 紧键连接 半圆键连接 花键连接 楔键连接 切向键连接 一、平键连接 特点：其截面的几何形状为矩形，依靠键的侧面来传递扭矩。 键的两侧面是工作面对中性好等。			

1、普通平键

特点：只能对轴上零件作周向固定，而不能承受轴向力。轴上零件的轴向固定，要靠紧定螺钉、定位环等定位零件来实现。（如图 11—1）

其应用广泛，对中性好，常用于高精度、传递重载荷、冲击及双向扭矩的场合。

分为圆头（A）、方头（B）和单圆头（C）三种（如图 11—2）。

普通平键的尺寸与公差详见表 11—1。

平键连接的配合种类和应用：

采用基轴制，按键宽配合的松紧程度不同分为较松键连接、一般连接和较紧连接三种。

2、导向平键连接和滑键

常用于轴上零件轴向移动量不大的场合，如变速箱中的滑移齿轮。如图 11—4、图 11—5 所示。

二、半圆键连接

由于键槽较深，轴强度降低。一般用于轻载，常用于轴的锥形端部。如图 11—6 所示。

三、花键连接

用两零件上等距分布、齿数相同的键齿相互连接，来传递转矩或运动的同轴偶件。

按工作方式分：静连接和动连接。

按齿所形状分：矩形花键、渐开线花键和三角花键（图 11—7）。

特点：承载能力大、传递扭矩大、同轴度和导向性好和对轴强度削弱小。但其加工难度较大。

适用于大载荷和同轴度要求较高的连接。

矩形花键加工容易，使用较广泛。矩形花键连接的定心（花键副工作轴线位置的限定）方式有三种：小径 d 定心、大径 D 定心和齿侧（键宽 B ）定心。小径定心由于加工精度高，则定心精度高。

渐开线花键的齿形角为 30° 的渐开线齿形，其齿根较厚，强度高，承载能力大。通常采用齿侧定心方式（具有自动定心的特点），也可采用大径定心方式。常用于载荷较大、定心精度要求较高，尺寸较大的连接。

三角形齿花键的外花键采用齿形角为 45° 的渐开线齿形，内花键为直线齿形，因此键齿细小，承载能力小，常用于轻载和直径较小或薄壁

四、楔键连接和切向键

1、楔键连接（如图 11—10）

分为普通楔键（分 A、B、C 三种）和钩头楔键两种。

其上下两面为工作面。键的上表面和毂槽的底面各有 1 : 100 的斜度，键侧与键槽有一定的间隙。装配时须打入，靠过盈作用传递扭矩。

多用于对中性要求不高，转速较低的场合。

楔键的连接见图 8—8 所示。

4. 切向键连接（见图 11—11）

由一对具有 1100 斜度的楔键沿斜面拼合而成。上下两工作面互相平行，轴和轮毂上的键槽底面没有斜度。

装配时，一对键分别自轮毂两边打入，使两工作面分别与轴和轮毂上键槽底面压紧。

工作时，依靠工作面的压紧作用传递转矩。

一对切向键只能传递单向转矩，需要传递双向转矩时，可安装两对互成

120° ~135° 的切向键。

§ 11—2 销连接

销连接：主要用于定位即固定零件间的相对位置，也是组合加工和装配时的辅助零件；也用于轴和毂的连接或其他零件的连接；还可以作为安全装置中的过载剪断零件。

一、销的基本形式

分为圆柱销和圆锥销两种。如图 11—12 所示。属标准件。

二、销连接的应用特点

主要作用是定位、连接或锁定零件，传递动力或扭矩；还可作为安全装置中的剪断元件。

（1）定位销—用于确定零件之间的相对位置。

如采用圆锥销（图 8—13），可多次拆装。使用数量不得少于 2 个，销在每个连接零件内的长度约为销直径的 1~2 倍。如使用圆柱销作为定位销，则适用于不经常装拆的场合。

为方便装拆销连接，或对盲孔销连接，可采用内螺纹圆锥销或内螺纹圆柱销。

(2) 连接销—用于传递动力和转矩的销称为(如图 8—15), 使用圆柱销或圆锥销均可, 其销孔必须铰削。因受剪切和挤压作用, 应根据其结构和工作情况选取。

(3) 安全销—安全装置中的剪断元件。作为安全销, 销的尺寸通常以过载 20%~30%时即折断为依据来确定。使用时应考虑销切断后不易飞出和易于更换, 故必要时可在销上切出槽口。

小结: 键连接: 平键连接、半圆键连接、花键连接、楔键连接和切向键。销连接: 销的基本形式; 销连接的应用特点。

预习: P140~146

作业: P66~68: 一、二、三、四。

教材章节	第十二章 轴 承	
课 题	§ 12—1 滚动轴承	
教 学 目 的	熟悉滚动轴承的分类、结构、特点及应用；熟悉滚动轴承的类型及代号；	
重 点	滚动轴承的结构、特点及应用；滚动轴承的类型及代号；	
难 点	滚动轴承的类型及代号；	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型	
教 学 进 程		备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课：第十二章 轴 承 轴承用于支承轴的部件，也用于支承轴的回转零件。 轴承按摩擦性质可分为滑动轴承和滚动轴承。如图 12—1 所示。 § 12—1 滚动轴承 一、滚动轴承的结构 滚动轴承一般由内圈、外圈、滚动体和保持架组成。如图 12—2 所示。 内圈与轴颈配合、外圈装配在轴承座上。 滚动轴承是一种滚动摩擦的轴承，滚动轴承具有摩擦系数小、效率高、轴向尺寸小、装拆方便等优点。 常用的滚动体形状如图 12—3 所示。 二、滚动轴承的类型 滚动轴承的类型和特性详见表 12—1 所示。 三、滚动轴承的代号 国家标准在轴承代号中规定了各个相应的项目，其具体内容见表 12—2 所示。 滚动轴承的代号由基本代号、前置代号和后置代号三部分构成，其中基本代		

号是滚动轴承代号的核心。

1、基本代号

基本代号表示滚动轴承的基本类型、结构和尺寸，是轴承代号的基础。

基本代号由轴承类型代号、尺寸系列代号、内径代号构成。

其排列为： 类型代号→尺寸系列代号→内径代号

(1) 轴承类型代号

轴承类型代号用数字或字母表示，具体见表 12—3。

(2) 尺寸系列代号

尺寸系列代号由两位数字组成，前一位数字为轴承的宽（高）度系列代号，前一位数字为直径系列代号。

1) 宽（高）度系列代号

表示内、外径相同而宽（高）度不同的轴承系列。

对于向心轴承用宽度系列表示：代号有：8、0、1、2、3、4、5 和 6。

对于推力轴承用高度系列表示：代号有：7、9、1 和 2，高度尺寸依次递增。

对于圆锥滚子轴承为例的宽度系列示意图如图 12—6 表示。

2) 直径系列代号

表示内径相同而具有不同外径轴承代号。代号有 7、8、9、0、1、2、3、4 和 5，其外径尺寸按序由小到大排列。

以深沟球轴承为例的直径系列示意图如图 12—7 所示。

(3) 内径代号

内径代号一般用两位数字表示，并紧接在尺寸系列代号之后注写。

内径大于 10MM 的滚动轴承内径代号见表 12—5。

2、前置代号和后置代号

前置、后置代号是轴承在结构形状、尺寸、公差、技术要求等有改变时才使用，一般情况下可部分或全部省略。

3、滚动轴承代号示例

例：6208；30212/P53。

小结：滚动轴承的结构、类型、代号。

预习：P147~152

作业：P69~72：一、二、三、四。

教材章节	第十二章 轴 承	
课 题	§ 12—1 滚动轴承	
教 学 目 的	熟悉滚动轴承的选用、安装、润滑与密封、公差与配合。	
重 点	滑动轴承安装、润滑与密封、公差与配合。	
难 点	熟悉滑动轴承的选用、公差与配合。	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型	
教 学 进 程		备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课： § 12—1 滚动轴承 四、滚动轴承类型的选用 滚动轴承类型很多，选用时应综合考虑轴承所受载荷的大小、方向和性质，转速的高低，支承刚度以及结构状况等，尽可能做到经济合理且满足使用要求。 1、载荷的类型 载荷方向：沿半径方向作用的径向载荷；沿轴线方向作用的轴向载荷；同时沿半径方向、沿轴线方向作用的联合载荷。 2、滚动轴承类型的基本选用原则 一般考虑载荷的大小、方向和性质，轴承的转速以及调心性能等。此外，还应考虑经济性的影响。球轴承较滚子轴承便宜，调心滚子轴承最贵；同型号的轴承精度等级越高，其价格越贵。 (1) 载荷 当载荷小而平稳时，可选用球轴承；载荷大或有冲击时，宜选用滚子轴承； 当轴承只承受径向载荷时，应选用向心轴承，当仅承受轴向载荷时，则应选用推力轴承； 当轴承同时承受径向和轴向载荷时，可考虑以下因素：		

① 轴向载荷远小于径向载荷 ($F_t \ll F_r$) 时, 选用向心球轴承 (如深沟球轴承、调心球轴承等);

② 一般情形下, 轴向载荷小于径向载荷 ($F_t < F_r$) 时, 选用向心推力轴承 (如角接触球轴承、四点接触球轴承等);

③ 轴向载荷较大 ($F_t > F_r$) 时, 可选用接触角较大的角接触球轴承或大锥角的圆锥滚子轴承。

④ 轴向载荷很大 ($F_t \gg F_r$) 时, 可采用推力轴承与向心轴承组合, 分别承受轴向载荷和径向载荷。

(2) 转速和回转精度

当轴承的结构尺寸、精度相同时, 球轴承比滚子轴承径向间隙小。

① 转速高、回转精度高的轴宜采用球轴承, 滚子轴承一般用于低速轴上。

② 轴向载荷较大或纯轴向载荷的高速轴 (轴颈圆周速度大于 5m/s), 宜采用角接触球轴承而不选用推力轴承, 因转速高时滚动体的离心惯性力很大, 则使推力轴承工作条件恶化。

(3) 调心性能

在支点跨距大或难以保证两轴承孔的同轴度时, 应选择调心轴承, 当轴承在内外圈轴线有不大的相对偏斜时, 仍能正常工作。

具有调心性能的滚动轴承必须成对使用。

(4) 经济性

普遍结构的轴承比特殊结构的轴承便宜; 球轴承比滚子轴承便宜。在满足使用的前提下, 尽可能选用低价轴承。

五、滚动轴承安装、润滑与密封

滚动轴承部件的组合安装, 是指把滚动轴承部件安装到机器中去, 与轴、轴承座、润滑及密封装置等组成一个有机的整体。

包括: 轴承的布置、固定、调整、预紧和配合等方面。另外, 在使用过程中为减少摩擦, 防止灰尘侵入, 也要采取相应的润滑和密封措施。

1、滚动轴承的轴向固定

主要作用是防止轴承的内、外圈发生轴向窜动。

(1) 轴承内圈的轴向固定 详见表 12—8。

(2) 轴承外圈的轴向固定 详见表 12—9。

2、滚动轴承的润滑

滚动轴承的润滑的目的在于减小摩擦阻力、降低磨损、级冲吸振、冷却和防锈。

滚动轴承的润滑剂有液态的、固态的和半固态的。液态的润滑剂称为润滑油；半固态的、在常温下呈油膏状的润滑剂称为润滑脂。

(1) 脂润滑

一般当轴颈圆周速度不大于 4~5 米 / 秒时，可用润滑脂润滑。滚动轴承体内或体壳空腔内填充润滑脂必须适当，如填充过多，在高速下由于激烈地搅拌，往往引起温升过高，反而泄漏，不能保证轴承长期安全运转。一般轴承不应填满，填充轴承内部空间的 $1/3 \sim 1/2$ 即可。水平的轴承填充 $1/3 \sim 1/2$ 即可；垂直的轴承填充 $1/3$ （上侧）和 $1/2$ （下侧）。

(2) 油润滑

当圆周速度较高时，就应采用润滑油润滑。常用的润滑油有机油、汽轮机油、气缸油等。油的粘度选择取决于工作温度、载荷大小、运动速度和结构特点等。原则上，当温度高、载荷大时，粘度应大些；反之粘度可低些。用润滑油润滑的方式有浸油润滑、滴油润滑和喷雾润滑等。

(3) 固体润滑

固体润滑有石墨、二硫化钼等多个品种，一般在重载或高温条件下使用。

3、滚动轴承的密封

密封的目的是防止灰尘、水分、杂质等浸入轴承内部并阻止润滑剂的流失。良好的封闭可保证机器的正常工作，降低噪声并延长轴承的使用寿命。

常用的密封方式有接触式密封和非接触式密封两类，具体类型、结构及应用详见表 12—10。

六、滚动轴承的公差与配合

滚动轴承为标准件，其轴承的内圈与轴的配合为基孔制，外圈与轴承孔的配合为基轴制。配合的松紧程度由轴和轴承孔的基本偏差来保证。

由于轴承内孔公差带在零线以下，与一般零件配合相比，在配合件采用相同基本偏差的情况下，轴承内孔与轴的配合比较紧。

一般来说，当转速高、载荷大、振动强时配合应紧些；运动的套圈比静止的套圈配合紧些；需要经常拆卸时配合松些。

一般情况下是内圈随轴一起转动，外圈固定不动；而转动套圈应比固定套圈的配合紧一些。故内圈与轴常取具有过盈配合，如 n6、m6、k6 等；而外圈常取较松的配合，如 k7、j7、h7、g7 等。

轴和轴承座孔的公差等级则根据轴承精度选择，如 C、D 级轴承用 IT5 级轴和 IT6 级孔，E、G 级轴承用 IT6 级轴和 IT7 级孔等。

滚动轴承游隙的调整

不能过大，也不能过小。否则会引起振动、噪声或加剧磨损与发热。

轴承在装配时应控制和调整合适的游隙，以保证正常工作并延长轴承使用寿命。调整的方法是：使轴承内、外圈作适当的轴向相对位移。如向心推力球轴承、圆锥滚子轴承和双向推力球轴承等，在装配时以及使用过程中，可通过调整内、外套圈的轴向位置来获得合适的轴向游隙。

小结：滚动轴承的选用、安装、润滑与密封及滚动轴承的公差与配合。

预习：P152~156

作业：P69~72：一、二、三、四。

教材章节	第十二章 轴 承	
课 题	§ 12—2 滑动轴承	
教 学 目 的	熟悉滑动轴承的组成、结构形式、特点；滑动轴承的润滑。	
重 点	熟悉滑动轴承的组成、结构形式、特点。	
难 点	熟悉滑动轴承的组成、结构形式、特点。	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型	
教 学 进 程		备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课： § 12—2 滑动轴承 一、滑动轴承的结构特点 1、滑动轴承的组成 滑动轴承是一种滑动摩擦的轴承。由轴承座、轴瓦或轴套组成。装有轴瓦或轴套的壳体称为轴承座。 按承受载荷的方向分为径向滑动轴承、止推滑动轴承和径向止推滑动轴承。如表 12—11 所示。 2、滑动轴承结构形式 (1) 整体式径向滑动轴承 如图 12—10 所示。结构简单、轴承磨损后无法调整轴颈与轴承间的间隙。一般用于轻载、低速或间歇工作的场合。 (2) 对开式径向滑动轴承（剖分式） 如图 12—10 所示。通过在上、下轴瓦的对开面处垫入适量的调整垫片，可调整由轴瓦磨损后的间隙。 通过轴瓦两端的凸缘来防止在轴承座中发生轴向移动；一般销钉或紧定螺钉		

固定，以防其周向转动。

在轴瓦下部加工有油孔，内表面开有油槽，以保证润滑的正常进行。

3、特点

主要特点为工作可靠、平稳、无噪声、润滑油膜具有吸振能力，能承受较大的冲击载荷。

二、滑动轴承的润滑

滑动轴承的润滑的目的在于减少工作表面间的摩擦和磨损，同时起冷却、散热、防锈蚀及减振等作用。合理正确的润滑对保证机器的正常运转、延长使用寿命具有十分重要的意义。

常用的滑动轴承的润滑方式及装置详见表 12—12。

按润滑材料供给方式，可以分为连续供油和间歇供油两种方式。

补充：轴瓦材料

1、轴瓦材料的要求

(1) 良好的减摩性和耐磨性；

减摩性是指摩擦阻力小和不容易产生胶合。材料具有较低的摩擦系数，由于摩擦阻力小所以能抗胶合，使轴与轴瓦在工作中不会产生“咬焊”现象。

耐磨性是指不易磨损。

轴瓦材料的主要失效形式是磨损和胶合，所以耐磨性实质上就是指轴承材料抵抗磨损和胶合磨损的性质。

(2) 较好的强度和塑性；

(3) 对润滑油的吸附能力强；

(4) 良好的导热性。

2、常用的轴瓦材料

(1) 铸铁

灰铸铁用于低速、轻载、不受冲击等场合；耐磨铸铁用于与淬火热处理的轴颈相配合的轴承。

(2) 铜合金

常用的铸造铜合金具有较高的强度、较好的减摩性和耐磨性。铸造黄铜主要有铝黄铜、锰黄铜和硅黄铜等。其性能不如铸造青铜。常用于冲击小，负载平稳的轴承。

铸造青铜有锡青铜、铝青铜、铅青铜等，用于中速、中等负载及冲击场合。

(3) 轴承合金（巴氏合金）(ZchSnSb12—4—10)

一种易熔化的轴承合金。因纪念美国人巴比特（1799—1862）而得名。具有高耐磨性，因不需加工，故可节约金属，但因强度低，不能作承受载荷的结构，通常只浇铸在铸铁或青铜的轴瓦上使用。根据其化学成份，可分为锡基巴氏合金、铅基巴氏合金和锡铅基巴氏合金。一般用于高速、重载及冲击不大、负载稳定的重要轴承。

(4) 聚酰胺（PA），俗称尼龙

具有较好的自润性、耐磨性、减振性和耐腐蚀性。但导热性差、吸水性大，尺寸稳定性不高。一般用于温度、速度要求不高，载荷不大，散热条件较好的小型轴承。

小结：滑动轴承的组成、结构形式、特点；滑动轴承的润滑；轴瓦材料。

预习：P158~160

作业：P69~72：一、二、三、四。

教材章节	第十三章 联轴器、离合器和制动器	
课 题	§ 13—1 联轴器	
教 学 目 的	熟悉几种常用联轴器的结构特点及应用。	
重 点	常用联轴器的结构、特点及应用。	
难 点	常用联轴器的结构、特点。	
课的类型	授新课	
教学方法	讲授法	
教 具	挂图、模型	
教 学 进 程		备 注
讲评作业： 复习上讲内容： 讲授新课： § 13—1 联轴器 联轴器主要用于两轴间相互联接，也可用于轴和其它零件或两个其它零件相互联接。其任务是传递扭矩和运动。有时也可用于安全装置。 特点：在运转过程中两轴或轴和其它零件不能分开，只有在机器设备停止运转后用拆卸的方法才能将其分开。 一、联轴器的类型 机械联轴器分为刚性联轴器、挠性联轴器和安全联轴器三类。 刚性联轴器使用在两轴严格对中并在工作中不发生相对位移的场合，不能补偿两轴有相对位移。常用有：凸缘联轴器、套筒联轴器等。 挠性联轴器使用在两轴有偏斜或在工作中有相对位移的场合。这类联轴器因具有可移性，所以能补偿两轴之间一定的位移和偏斜。按照补偿位移的方法不同，又分为无弹性元件挠性联轴器和弹性联轴器（包括金属弹性元件弹性联轴器和非金属弹性元件弹性联轴器）两类。 安全联轴器使用在过载安全保护功能的场合。分为挠性安全联轴器和刚性安全联轴器两类。 常用联轴器的结构的类型结构特点及应用详见表 13—1。		

二、几种常用联轴器的结构

1、凸缘联轴器

利用螺栓连接两半联轴器的凸缘，实现两轴的连接。

如图 8—56 所示，使用挂图、模型进行讲解。

对中方法分为两种：在两半联轴器上分别制成凸肩和凹槽，互相配合而实现对中；两半联轴器上都制成凸肩，共同与一个剖分环配合而实现对中。但前者对中性比后者好，而后者拆装较前者方便。

由于要求两轴对中性高，如两轴之间有位移或偏斜存在时，则引起机件内产生的附加载荷及严重磨损，严重影响轴和轴承的正常工作。在传递载荷时不能缓和冲击和吸收振动。

应用：低速、大转矩、载荷平稳、短而刚性好的轴联接。

2、套筒联轴器

通过公用套筒以某种方式连接两轴。

公用套筒与两轴连接方式一般采用键连接或销连接。

套筒联轴器为刚性联轴器，其结构简单，径向尺寸较小，拆装时只需将一根轴作轴向移动方可。

应用：两轴直径较小、要求对中性精度高、工作平稳的场合。

3、鼓形齿联轴器（齿式联轴器）

通过内外齿啮合，以传递转矩，外齿的齿顶做成球面的，同时啮合齿间留有较大的间隙，可得到轴向、径向和偏角位移的补偿。

特点：转速高（ 3500r/min ）、传递转矩大（ $10^6\text{N}\cdot\text{m}$ ），并能补偿较大的综合位移，工作可靠，安装精度要求不高。但质量大，制造较困难。

应用：重型机械传动装置中。

4、滑块联轴器

通过中间滑块在两半联轴器端面的径向滑动，实现两半联轴器的连接。有浮动安装的中间盘，中间盘两端的凸块分别嵌入左右套筒的凹槽中，依靠中间盘凸块在凹槽内滑动来补偿径向位移。

特点：无弹性元件，结构简单，径向尺寸小，但转速高时中间盘的偏心会产生较大的离心惯性力，耐冲击性差，易磨损。

应用：刚性大、低速和冲击小的场合。

5、万向联轴器

允许在较大角位移时传递转矩。

应用：主要用于两交叉传动，两轴的角度偏移较大的场合（一般 $<45^\circ$ ）。由于两轴的瞬时角速度不相等，角度偏移愈大，则从动轴角速度变化也愈大，故为消除此现象，万向联轴器要成对使用。必须使中间连接轴的两端叉面位于同一平面内，且主、从动轴与中间连接轴的两夹角必须相等。

6、弹性套柱联轴器和弹性柱销联轴器

弹性套柱销联轴器使用带有弹性套的柱销来实现连接。由于每个柱销装有弹性圈，利用圈的弹性补偿两轴的相对位移并缓和冲击、吸收振动。

弹性套柱销联轴器通常应用在传递小转矩、高转速、启动频繁和回转方向经常改变的机械传动中。

弹性柱联轴器使用非金属材料（尼龙、酚醛等）制成的柱销来实现连接。如图 8—63 所示。

弹性柱联轴器可允许较大的轴向窜动，但径向位移和偏角位移的补偿量不大。结构较简单，制造容易，维护方便等。

弹性柱销联轴器通常应用在轻载的场合。

7、安全联轴器

在过载或受冲击时，为避免薄弱环节零件受到损坏的一种安全保护装置。常用的钢棒安全联轴器。

当过载或受冲击时，钢棒被剪切断而使动力无法传递和运动停止。因此在重新工作时必需换上新的钢棒。

钢棒联轴器常用于偶然性过载的机器上。

小结：联轴器概念、特点、类型、结构、应用。

预习：P161~164

作业：P76：一、二、三。

教材章节	第十三章 联轴器、离合器和制动器		
课 题	§ 13—2 离合器 § 13—3 制动器		
教 学 目 的	熟悉几种常用机械离合器的结构、特点及应用。熟悉制动器的性能要求、结构及应用；		
重 点	常用离合器的结构、特点及应用；制动器的性能要求、结构。		
难 点	常用离合器的结构、特点；制动器的性能要求、结构。		
课的类型	授新课		
教学方法	讲授法		
教 具	挂图、模型		
教 学 进 程			备 注

讲评作业：

复习上讲内容：

讲授新课： § 13—2 离合器

离合器：主要用于接合或分离同轴线的主、从动轴的运动或动力。

离合器的功用是机器在运转过程中，可将传动系统随时分离或接合的一种装置。可用来操纵机器传动系统的断续，以便进行变速或换向等动作。

分类：一般的机械式离合器有啮合式和摩擦式两大类。如图 13—1 和 13—2 所示。

常用离合器的类型、结构特点及应用详见表 13—2 所示。

1、啮合式离合器：由用爪牙状零件组成嵌合副的离合器。

2、齿形离合器：：主要用于机床变速箱内。

3、摩擦离合器：依靠接触面的摩擦力来传递转矩的。

4、超越离合器

通过主、从动部分的速度变化或旋转方向的变化，而具有离合功能的离合器。

超越离合器属于自控离合器，有单向和双向之分。

所谓单向超越离合器，是指从动件只能与主动件同向超越，而不能反向超越，也可称为定向离合器。

联轴器和离合器在功能上的共同点：均用于轴与轴之间的连接，使两轴一起

转动并传递转矩。

联轴器和离合器在功能上的区别：联轴器只有在机器停止运转后才能拆卸，使两轴分开；而离合器可在机器运转过程中随时使两轴接合或分离。

§ 13—3 制动器

制动器：利用摩擦阻力矩降低机器运动部件的转速或使其停止回转的装置。

构造和性能要求：

- (1) 能产生足够的制动力矩；
- (2) 结构简单，外形紧凑；
- (3) 制动迅速、平稳、可靠；
- (4) 制动器零件有足够的强度和刚度，制动带、鼓应具有较高的耐磨性和耐热性；
- (5) 调整、维修方便。

按其结构特征分类：闸带式制动器、内涨式制动器和外抱式制动器。

常见制动器的类型、结构特点及应用详见 13—3 所示。

- 1、闸带式制动器；
- 2、内涨式制动器；
- 3、外抱式制动器。

小结：离合器概念、类型、结构特点及应用；制动器概念、类型、结构特点及应用

作业：P76~78：一、二、三、四。