



《机械设计基础》授课教案

电气、机电班

课题：第 1 章机械概述

一、教学目标及要求：

- 1、本课程的性质、内容、特点及学习方法
- 2、掌握机器的概念、术语及组成
- 3、掌握摩擦的概念、类型、磨损及磨损规律
- 4、掌握力的概念、基本性质、物体的受力分析

二、教学重点、难点：

- 1、机器的概念和术语
- 2、力的概念、基本性质、物体的受力分析及计算

三、教学方式：

教师课堂讲解重点内容，教具演示、师生互动。

课型：课堂讲解配合多媒体

四、教学过程简要说明；

激发兴趣引入主题，综述本门课学习内容及要求，强调学习方法。

- 1、课程的性质：机械专业的综合基础课。
- 2、课程内容：包括工程力学、机械工程材料学、机械零件、机械传动与液压传动等方面的基础知识。
适当补充机械识图知识。



3、学习方法：教师重点讲解与学生自学相结合；理论和实践相结合；预习和复习相结合。

4、教学目标

1) 了解和掌握工程力学、机械工程材料学、机械零件、机械传动与液压传动等方面的基础知识。

2) 能看懂机械原理图和结构图

3) 初步具有使用、维护一般机械的能力

4) 初步具备分析一般机械的能力

5) 思政目标：通过接受“课程思政”教育在理想信念心理品质、道德法制、艰苦奋斗等方面更加端正观念积极努力，更好的探寻未来发展方向，创造价值传递价值。

第一部分：入门基本理论知识概述

机器的概念及组成

(一) 机器的概念

1、机械：机器和机构的总称。

2、机器：



人工物体组合，各部分之间具有确定的相对运动，能够转换或传递能量、物料和信息的机械。

3、机构：

人工物体组合，各部分之间具有一定的相对运动的机械。

构件：相互之间能作相互运动的机件。

零件：机械的构成单元。

零件与构件的区别：零件是制造单元，构件是运动单元，零件组成构件，构件是组成机构的各个相对运动的实体。

机构与机器的区别：机器能完成有用的机械功或转换机械能，机构只是完成传递运动、力或改变运动形式，同时机构是机器的主要组成部分。

(二) 机器的组成

一台完整的机器，通常由四部分组成

原动机部分（动力装置）：

作用是将其其它形式的能量转换为机械能，以驱动机器各部分的运动。

执行部分（工作机构）：机器中直接完成具体工作任务。

传动部分（传动装置）：将原动机的运动和动力传递给工作机构。

操纵或控制部分：显示、反映、控制机器的运行和工作。

(三)、金属材料的性能

金属材料的性能一般分为工艺性能和使用性能。

工艺性能：金属材料在各种加工条件下所表现出来的性能。



使用性能：金属零件在使用条件下材料所表现出来的性能。使用性能包括物理性能、化学性能和力学性能。

金属材料的物理性能

物理性能：指金属所固有的属性。它包括密度、熔点、导热性、热膨胀和磁性等。

1、密度

单位体积金属的质量（单位： kg/m^3 ）。根据密度，可分为轻金属（ $4.5\text{g}/\text{cm}^3$ ）和重金属。

2、熔点：

金属从固态转变为液态时的温度称为熔点。单位： $^{\circ}\text{C}$ 。根据熔点，可分为低熔点金属（小于 1000°C ），中熔点金属（ $1000\sim 2000^{\circ}\text{C}$ ）和高熔点金属（大于 2000°C ）。

3、导热性

金属材料传导热量的能力。一般用热导率（导热系数） λ 表示导热性能的优劣。单位为 $\text{W}(\text{m}\cdot\text{K})$

4、热膨胀性

金属材料的体积随温度升高而增大，随温度的降低而减小的性能。常用线膨胀系数 α_l 表示其膨胀性。

导电性金属材料传导电流的性能。

磁性：金属材料导磁的性能称为磁性。

金属材料的化学性能：金属材料在化学作用下所表示出来的性能，主要表现在以下三个方面：

1、耐腐蚀性：金属材料在常温下抵抗氧、水蒸气及其它化学介质腐蚀作用的能力。



2、抗氧化性：金属材料抵抗氧化作用的能力。

3、化学稳定性：金属材料耐腐蚀性和抗氧化性的总称。

（四）金属材料的力学性能

指金属材料在外力的作用下所表示出来的抵抗性能

强度：金属材料在静载荷的作用下，抵抗变形和破坏的能力。

强度指标一般用抗拉强度或强度极限 σ_b 表示， σ_b 表示材料在拉伸条件下所能承受的最大应力，可以通过拉伸实验确定。

塑性：金属材料在静载荷作用下产生永久变形而不破坏的能力。

塑性指标用伸长率 δ 和断面收缩率 ψ 表示， δ 、 ψ 的值越大，表示材料的塑性越好。

硬度：硬度是指金属材料抵抗其它物体压入其表面的能力。硬度一般采用压入法硬度试验，布氏硬度（HB）洛氏硬度、（HRC、HRB、HRA）、维氏硬度（HV）

韧性：金属材料抵抗冲击载荷作用而不破坏的能力。韧性指标用冲击韧度或冲击值 α_k 表示，其单位为 J/cm^2 。 α_k 值越大，冲击韧度超高。

疲劳强度：金属材料在无限多次交变载荷（钢 10⁷ 次、有色金属 10⁸ 次）作用下而不破坏的最大应力称疲劳强度或疲劳极限。施加的交变应力是对称循环力时，所得的疲劳强度用 σ_{-1} 表示。

金属材料的工艺性能：金属材料的工艺性能是指其在各种



加工条件下所表现出来的适应能力。

铸造性：金属材料能否用铸造方法制成优良铸件的性能。

锻压性：金属材料能否用锻压方法制成优良锻压件的性能。

焊接性：金属材料在一定焊接条件下，是否易于获得优良焊接接头的能力。

（五）、机械零件的强度

在外力作用下的零件，要求能够正常的工作，一般应满足以下三个方面的要求：

足够的强度；

必要的刚度；

足够的稳定性。

（一）机械零件的强度

机械零件的强度是指零件受载后抵抗断裂、塑性变形和表面失效的能力。

内力，即是构件内部之间或各质点之间的相互作用力。

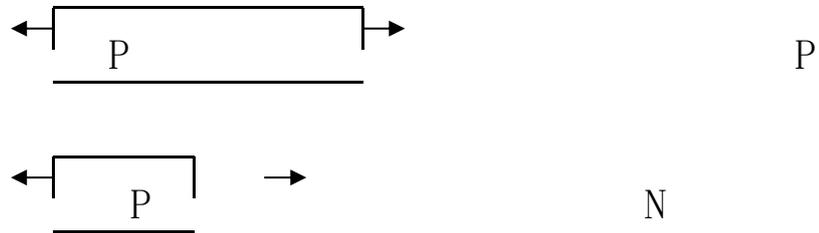
构件在未受外力作用时，其中即有内力存在；当受到外力作用时，这些构件内力就要发生相应的变化，可以认为，在外力作用下出现了附加内力，材料力学中，只研究外力与附加内力的关系，故将附加内力简称为内力。

应力：根据“平面假设”可知，内力在横截面上是均匀分布的，若杆轴力为 N ，横截面面积为 A ，则单位面积上的内力为：

$$\sigma = N/A$$



式中 σ 称为正应力，它反映了内力中横截面上分布的密度，国际单位为帕斯卡 (Pa)。



许用应力 · 强度条件

1) 在外力作用下材料不被破坏的条件下，应力能够达到的最大限度，称为该材料的极限应力 σ_{jx}

2) 将测定的极限应力 σ_{jx} 作适当降低，规定出杆件能安全工作的应力最大值，这就是许用应力 $[\sigma]$ 。

为保证零件有足够的强度，必须使零件在受载后的工作应力不超过许用应力。

即： $\sigma \leq [\sigma]$

(六)、摩擦和磨损

1、摩擦

摩擦是指两物体的接触表面阻碍它们相对运动的机械阻力。

摩擦的基本概念、分类、摩擦状态及物理值见教材 P9 面表 1—1。

2、磨损

(1) 磨损的过程

机件的磨损过程大致分为三个阶段



走合磨损阶段、稳定磨损阶段、剧烈磨损阶段

(2) 磨损的类型

根据磨损的机理分可分为以下五种

1) 粘着磨损:

摩擦表面不平峰尖在相互作用的各点发生“冷焊”(粘附)后,材料从一个面转移到另一个面形成的磨损。

异类材料比同类材料抗粘性好;脆性材料比塑性材料抗粘性好;表面粗糙度愈小,抗粘能力愈强。

2) 磨料磨损:

由外部进入摩擦表面间的游离颗粒或硬的不平峰尖在较软材料表面划刨出许多沟纹而形成的磨损。

材料的硬度超高,耐磨性越好;磨料的平均尺寸越大、硬度越大,磨损越大。

3) 疲劳磨损

当作滚动或滚滑运动的高副受到反复的接触应力,如果接触应力超过材料的接触疲劳强度,就会在其表面或表面下形成疲劳裂纹,随着裂纹的扩展和相互连接,就会造成许多颗粒从零件工作表面脱落下来,而形成的磨损。

钢的心部硬度越高,产生疲劳裂纹的危险性越小;提高表面质量,在一定范围内能提高抗疲劳磨损能力;高压润滑,能提高抗疲劳磨损能力。

4) 冲蚀磨损:

含有硬质微粒的流体冲击到固体表面所造成的磨损。

其影响因素有:磨粒与固体表面的摩擦因数、磨粒的冲击



角度、冲击速度等。

5) 腐蚀磨损

由空气中的酸性物质水分，或润滑油料中的无机酸的化学作用在摩擦表面所造成的磨损。

影响腐蚀磨损的主要因素是：零件表面的氧化膜性质和环境温度。

第二部分：构件的静力分析

构件的静力分析是选择构件的材料、确定构件具体外形尺寸的基础。

一、工程力学的几个基本概念

1、刚体：指受力时不变形的物体。

实际中刚体并不存在，但如果物体的尺寸和运动范围都远大于其变形量，则可不考虑变形的影响，将其视为刚体，因此，刚体只是一个理想的力学模型。

2、平衡：平衡是指物体相对于地面保持静止或作匀速直线运动。

3、平衡条件

作用在刚体上的力应当满足的必要和充分的条件称为平衡条件。

二、力的基本性质

(一) 力和力系

1、力的定义



力是物体间的相互作用，这种作用使物体的运动状态和形状发生改变。

力使物体的运动状态发生改变的效应，称为力的外效应；使物体的形状发生改变的效应，称为力的内效应

2、力的三要素

力的大小、方向和作用点称为力的三要素。

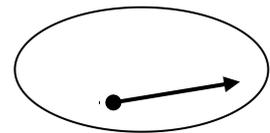
力的任一要素的改变，都将改变其作用效果，因此，力是矢量，用黑体字母（如 F ）表示，对

应的白体字母表示其大小，力的大小以牛顿（N）为单位。

3、力的图示法

力在图中用有向线段 AB 表示：

线段的长度代表其大小；线段所在的直线为力的作用线，箭头代表力的方向；线段的起点表示力的作用点。



4、力系

力系的概念

作用在物体上的一群力称为力系

力系的等效：指两个力系对同一刚体的作用效果相同。等效的两个力系可以互相代替。

合力与分力：若一力与一力系等效，则此力称为该力系的合力，力系中各力称为此力的分力。

（二）力的基本性质

性质一（二力平衡原理）

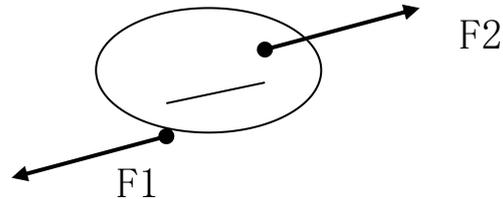
作用在刚体上的两个力，使刚体保持平衡的必要和充分条



件是：这两个力大小相等，方向相

反，作用在同一直线上（即两力等值、反向、共线）。

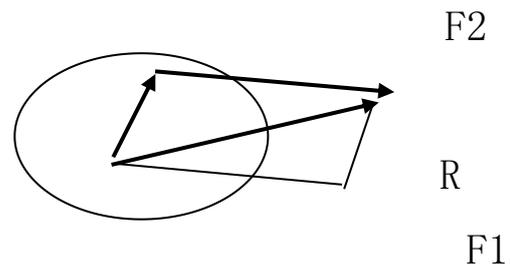
只受二个力的作用而保持平衡的刚体称为二力体。



性质二（力的平衡四边形法则）

作用在物体上同一点的两个力，可以按平行四边形法则合成一个合力。此合力也作用在该点，其大小和方向由这两力为边构成的平行四边形的主对角线确定。

$$R = F_1 + F_2 \quad (2-1)$$

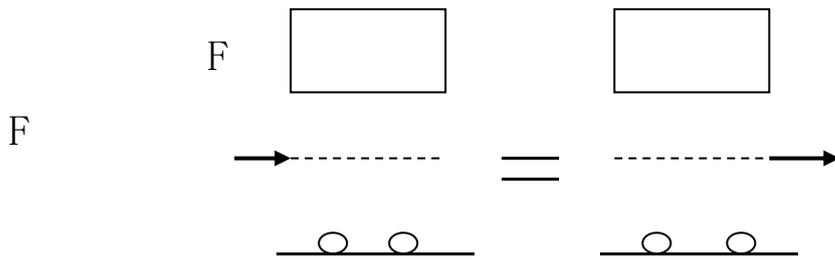


性质三（作用和反作用定律）

任意两个相互作用物体之间的作用力和反作用力同时存在。这两个力大小相等，作用线相同而指向相反，分别作用在这两个物体上。（注意和二力平衡的区别）

4) 性质四（力的可传性）

作用在刚体的力，可沿其作用线任意移动其作用点而保持它原来对刚体的作用效果。



三、约束和约束力

在分析物体的受力情况时，常将力分为给定力（已知力，如重力、磁力、流体压力、弹簧弹力和某些作用在物体上的已知力）和约束力。

（一）约束和约束力

1、约束

对物体运动起限制作用的其他物体称为约束物，简称约束。

2、约束力：约束对被约束物的力称为约束力。

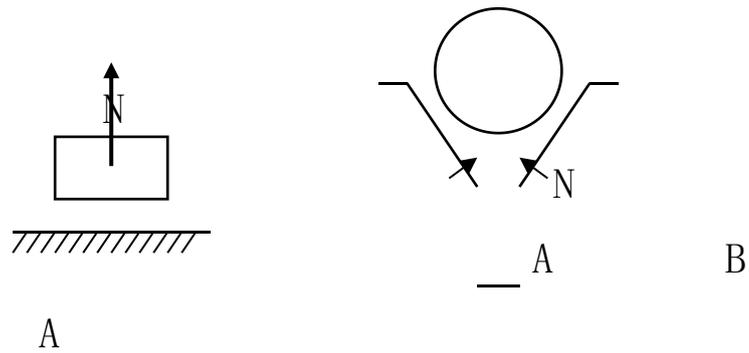
约束力的方向与该约束所能限制的运动方向相反。约束力的大小需由平衡条件求出。

（二）常见的约束类型

（1）光滑接触表面约束

两物体的接触表面非常光滑，摩擦可忽略不计时，即属于光滑表面约束。

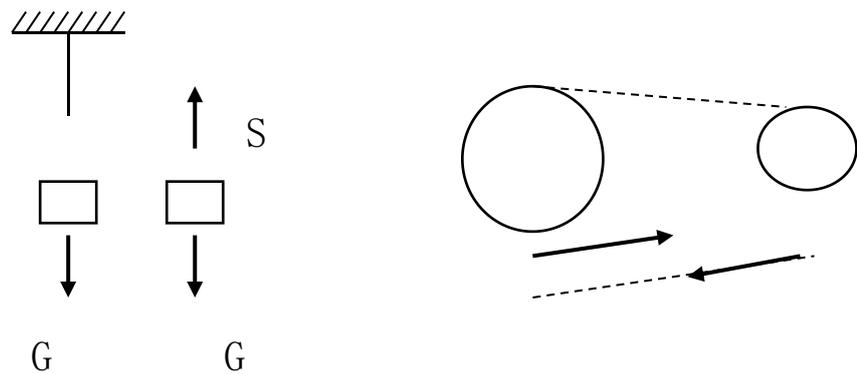
约束力作用在接触点，方向沿接触表面的公法线并指向受力物体。



2) 柔性约束

由柔软的绳索、链条等构成的约束（假设其不可伸长）称为柔性约束。

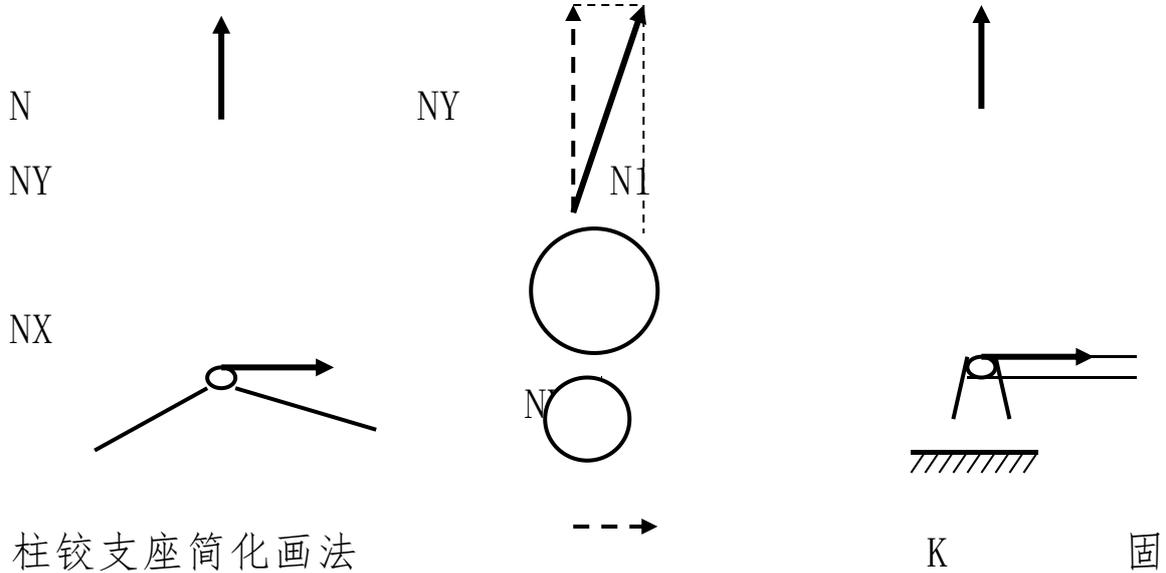
其约束力为拉力，作用在接触点，方向沿绳索背离物体。



3) 光滑柱铰

约束物与被约束物以光滑圆柱面相联接。其中一个为约束物，另一个为被约束物，约束物不动时，称为固定铰链支座，简称固定支座。

约束力为过接触点 K 沿径向的压力，由于接触点在圆周上的位置不能预先确定，因此，通常用两个相互垂直的分力代替。

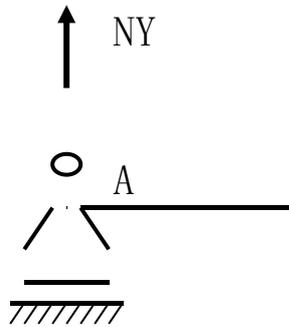


柱铰支座简化画法

定支座简化画法

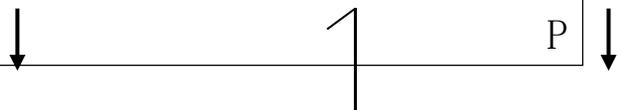
4) 可动支座 (可动铰链支座的简称)

它为一种复合约束，约束力的方向与支承面垂直。



可动支座的简图和约束为画法

6) 固定端约束





P



A



FX



FY

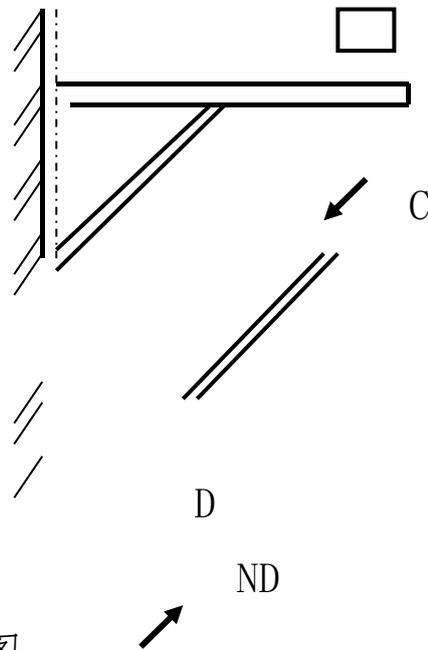
固定约束简化画法

6) 二力体

二力体为一种复合约束。工程上常见的二力体是指两端有铰且自重不计的拉杆或压杆。

二力体对被约束物的约束力的作用线与二力体所受两力作用点的连线重合。

NC



四 物体受力和受力图

受力分析就是研究某个物体受到的力，并分析这些力的三要



素。

画受力图的一般步骤：

- 1、认定研究对象，并单独画出。
- 2、画给定力
- 3、分析并画约束力

五、本次课小结

- 1、金属材料的性能包括使用性能和工艺性能，而使用性能中的力学性能与零件关系最大。
- 2、强度是金属材料在静载荷作用下抵抗变形和破坏的能力。强度越高，抵抗破坏能力越大。常用强度是抗拉强度和强度极限 σ_b 。
- 3、常用硬度表示方法有 HB 布氏和 HRC 洛氏硬度，后者用于淬火后材料的硬度表示。
- 4、失效的定义和应力的含义及应力的单位关系。
区别静应力和交变应力不同状态下产生的失效形式有何不同。

六、布置作业

练习册对应内容

[教学反思]

- 1、金属材料的物理、化学性能对学生来说比较熟悉，初中已多少学过，而力学性能、工艺性能和强度是新知识，可能比较陌生。
- 2、强度的种类较多，应多举例以示区别。失效的含义较难，可能一时难以理解，应多做解释。
- 3、采用多媒体教学。先给出一般特征再用具体例子说明构件、



零件、机构、机器及机械的概念。认识学习的重要性和必要性，了解怎样学，有什么要求。

4、熟悉各种典型的运动简图的绘制步骤，反复练习，对后续课的机构运动分析很重要。要多用一些时间练习、巩固。真正的让学生掌握这部分知识，提高运动分析能力。

章节名称	螺纹连接及螺旋传动	授课形式	讲授	课时	3	班级	电气、机电
教学目的	了解螺纹的应用和分类、代号						



教学重点	1、了解螺纹及主要参数； 2、机械制造常用螺纹及螺纹联接的基本类型 3、提高螺栓联接强度的措施 4、螺旋传动的类型、特点及应用
教学难点	1、螺纹联接的预紧和防松手段 2、螺栓联接的强度计算与校核
辅助手段	模型或多媒体辅助

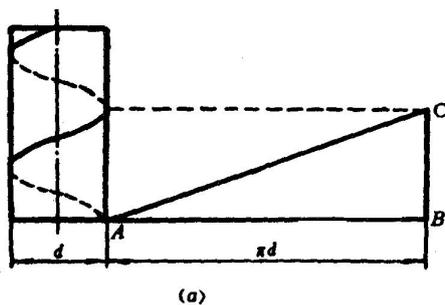
教学过程及说明

★ 教具演示并导入新课：（讲解相关理论知识）

螺纹联接：利用螺纹零件将两个或两个以上的零件相对固定起来的联接。

螺旋传动：利用螺纹零件将回转运动变为直线运动，从而传递运动或动力的装置。

一、螺纹的形成





二、螺纹的类型

1、按线数分

在圆柱体上沿一条螺旋线切制的螺纹，称为单线螺纹。



(a) 单线螺纹



(b) 双线螺纹



(c) 三线螺纹

也可沿二条、三条螺旋线分别切制出

双线螺纹和三线螺纹。

单线螺纹主要用于联接，多线螺纹主要用于传动。

2、按螺旋线绕行方向

按螺旋线绕行方向的不同，又有右旋螺纹和左旋螺纹之分。

通常采用右旋螺纹，左旋螺纹仅用于有特殊要求的场合。

3、位置分

螺纹有外螺纹和内螺纹之分。在圆柱体外表面上形成的螺纹，称为外螺纹，在圆孔的表面上形成的螺纹，称为内螺纹。

普通螺纹又有粗牙和细牙两种。公称直径相同时，细牙螺纹的螺距小，升角小，自锁性好，螺杆强度较高，适用于受冲击、振动和变载荷的联接以及薄壁零件的联接。细牙螺纹比粗牙螺纹的耐磨性差，不宜经常拆卸，故生产实践中广泛使用粗牙螺纹。

三、螺纹的主要参数

螺纹的主要参数：

(1) 大径 (d 、 D) —— 螺纹的最大直径。对外螺纹是牙顶圆柱直径 (d)，对内螺纹是牙底圆柱直径 (D)。标准规定大径为螺纹的公称直径。

(2) 小径 (d_1 、 D_1) —— 螺纹的最小直径。对外螺纹是牙底圆柱直径 (d_1)，对内螺纹是牙顶圆柱直径 (D_1)。

(3) 中径 (d_2 、 D_2) —— 处于大径和小径之间的一个假想圆柱直径，该圆柱的母线位于牙型上凸起(牙)和沟槽(牙间)宽度相等处。此假想圆柱称为中径圆柱。

(4) 螺距 (P) —— 在中径线上，相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离。

(5) 导程 (S) —— 同一螺旋线上，相邻两牙在中径线上对应两点之间的轴向距离。对单线螺纹， $S=P$ ；对于线数为 n 的多线螺纹， $S=np$ 。

(6) 牙形角 (α) —— 在轴向截面内螺纹牙形两侧边的夹角。

(7) 升角 (λ) —— 在中径圆柱上螺旋线的切线与垂直于螺纹轴线的平面间的夹角。

四、螺纹代号与标记

1. 普通螺纹

螺纹的标记由螺纹代号、螺纹公差代号和螺纹旋合长度代号组成。

例 M24×1.5 左—5g6g—L

其中 M24 —— 代表公称直径为 24mm 的螺纹

1.5 —— 表示螺纹的螺距为 1.5mm

左 —— 代表螺纹为左旋螺纹



5g——螺纹中径公差代号

6g——螺纹顶径公差代号

L——代表螺纹旋合长度

注：(1)粗牙普通螺纹不标螺距

(2)中径与顶径公差代号相同只须标一个

(3)右旋螺纹旋向不标

(4)中等旋合长度时可不标代号。短旋合长度时标 S，长旋合长度时标 L，特殊时也可标出旋合长度数值。

2. 管螺纹

非螺纹密封用的管螺纹由螺纹特征代号(G)、尺寸代号和公差等级代号(A、B)组成。

例：G 1 1/2A 表示公称直径为 1 1/2 英寸公差等级为 A 级外螺纹。

G1 1 / 2 表示公称直径为 1 1/2 英寸的内螺纹

注：(1)内螺纹不标公差等级代号。

(2)左旋螺纹可附加代号 LH。例 G1 1 / 2—LH。

(3)管螺纹的公称直径指管子的内径。

五、螺纹联接的基本类型和螺纹联接件

(一)、螺纹联接件

螺纹联接件有螺栓、双头螺柱、螺钉、紧定螺钉、螺母、垫圈、防松零件等，它们多为标准件，其结构、尺寸在国家标准中都有规定。它们的公称尺寸均为螺纹大径 d，设计时应根据标准选用。

1. 螺栓



螺栓的一部分为制有螺纹的螺杆，另一部分为螺栓头。螺栓头部形状很多，如六角头、方头、圆柱头和 T 形头等，应用最多的是六角头。

2. 双头螺栓
3. 螺钉
4. 紧定螺钉
5. 螺母
6. 垫片

(二)、螺纹联接的基本类型

螺纹联接的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。

1. 螺栓联接

螺栓联接是将螺栓穿过被联接件的孔，然后拧紧螺母，将被联接件联接起来。螺栓联接分为普通螺栓联接和配合螺栓联接。前者螺栓杆与孔壁之间留有间隙，后者螺栓杆与孔壁之间没有间隙，常采用基孔制过渡配合。

螺栓联接无须在被联接件上切制螺纹孔，所以结构简单，装拆方便，应用广泛。这种联接通用于被联接件不太厚并能从被联接件两边进行装配的场合。

2. 双头螺柱联接

双头螺柱联接是将双头螺柱的一端旋紧在被联接件之一的螺纹孔中，另一端则穿过其余被联接件的通孔，然后拧紧螺母，将被联接件联接起来。这种联接通用于被联接件之一太厚，不能采用螺栓联接或希望联接结构较紧凑，且需经常装拆的场合。

3. 螺钉联接

螺钉联接是将螺钉穿过一被联接件的通孔，然后旋入另一被联接件的螺纹孔中。这种联接不用螺母，有光整的外露表面。它适用于被联接件之一太厚且不经常装拆的场合。

4. 紧定螺钉联接

紧定螺钉联接是将紧定螺钉旋入被联接件之一的螺纹孔中，并以其末端顶住另一被联接件的表面或顶入相应的凹坑中，以固定两个零件的相互位置。这种联接多用于轴与轴上零件的联接，并可传递不大的载荷。

六、螺纹传动类型和应用

螺纹传动是用内、外螺纹组成的螺旋副来传递运动和动力的传动装置。螺旋传动主要用来把主动件的回转运动转变为从动件的直线往复运动。

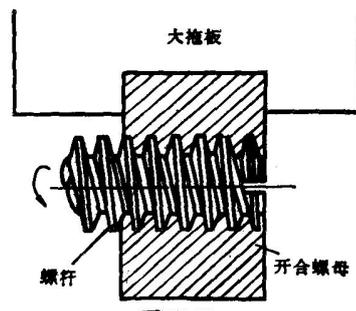
螺纹传动特点：结构简单，传动连续、平稳、承载能力大、传动精度高。但在传动中磨损较大效率低。

(一)、普通螺旋传动

1. 普通螺旋传动：指由螺杆和螺母组成的简单螺旋副。

2. 运动方向的判定

螺杆、螺母的运动方向可根据左右手螺旋法则来判定：左旋螺杆(螺母)伸左手，右旋螺杆(螺母)伸右手。半握拳，



四指顺着螺杆(或螺母)的旋转方向,大母指的指向,即为螺杆(螺母)的移动方向。

若当螺杆(螺母)原地旋转,螺母(螺杆)移动时,螺母(螺杆)移动方向与大拇指指向相反。

3. 移动距离

$$L = \phi Ph / 2 \pi$$

(二)、其它螺旋传动

1. 差动螺旋传动

差动螺旋传动是指活动螺母与螺杆产生差动的螺旋传动机构。差动螺旋传动机构可以产生极小的位移,而其螺纹的导程并不需要很小,加工比较容易。所以差动螺旋机构常用于测微器,计算机,分度机,以及许多精密切削机床仪器和工具中。

2. 滚动螺旋传动

为了提高螺旋传动的效率,螺纹面之间采用滚动摩擦代替滑动摩擦,这种技术就是滚动螺旋传动。

滚珠螺旋传动,传动效率高,传动时运动平稳,动作灵敏。但结构复杂,制造技术要求高,外形尺寸较大,成本高。目前主要应用在精密传动的数控机床上,以及自动控制装置、升降机构和精密测量仪器中。

七、本次课小结

本次课重点掌握螺纹联接的基本类型及螺纹紧固件的主要组成;螺纹联接的常用预紧和防松方法;提高螺栓联接强度的常用措施等内容。

八、布置作业

练习册对应内容

九、[教学反思]

1、本课程将多门先修课程的基本理论应用到实际中去，解决有关实际问题。先修课程的掌握程度直接影响到本课程的学习。

2、学生在接触本课程时会产生“没有系统性”、“逻辑性差”等错觉，这是由于本课程中不同研究对象所涉及到的理论基础不相同，且相互之间无多大关系造成的。但只有掌握这些零散的研究对象，最终一定会对机器、机构、零件的设计及应用奠定基础。

章节名称	键联接	授课形式	讲授	课时	2	班级	电气、机电
教学目的	了解键的分类及特点，学会选择平键及校核强度和选用						
教学重点	了解键的分类及特点，学会选择平键及校核强度						
教学难点	平键及校核强度						
辅助手段	多媒体配合教具						



教学过程及说明

★ 教具演示并导入新课：（讲解相关理论知识）

联接的形式按能否拆卸可分为两大类：不可拆联接和可拆联接。常见的不可拆联接有：铆接、焊接、粘接等。可拆联接有键联接、花键联接、销联接和螺纹联接。

一、键联接的种类

在各种机器上有很多转动零件，如飞轮、带轮、凸轮等，这些零件和轴大多数采用键联接或花键联接。

键联接是由轮毂、轴和键组成。

键联接的功用是联接转动零件与轴，以传递运动和动力。

键根据结构和承受载荷的不同可分为松键联接和紧键联接两大类。

（一）松键联接

1. 平键联接

平键分为普通平键和导向平键二种。

（1）普通平键：普通平键的上、下平面和两个侧面相互平行。

A 普通圆头平键：键在键槽中的固定较好，但键槽端部的应力集中较大。

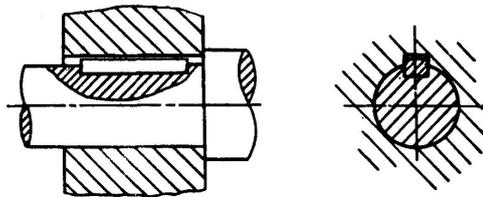
B 普通平头平键：键在键槽端部的应力集中较小，但键在键槽中的轴向固定不好。

C 单圆头平键：常用在轴端的联接中。

平键联接装配时先将键放入轴上键槽中，然后推上轮毂，



构成平键联接。平键联接时，键的上顶面与轮毂键槽的底面之间留有间隙，而键的两侧面与轴、轮毂键槽的侧面配合紧密，工作时依靠键和键槽侧面的挤压来传递运动和转矩，因此平键的侧面为工作面。



平键联接由于结构简单、装拆方便和对中性好，因此获得广泛应用。

(2) 导向平键和滑键

导向平键是加长的普通平键，采用导向平键时转动零件的轮毂可在轴上沿轴向滑动，适用于轴上零件的轴向移动量不大的场合，如变速箱中的滑移齿轮。

当轴上零件的轴向移动量很大时，可采用滑键。滑键联接是将滑键固定在轮毂上，并与轮毂一起在轴上的键槽中滑动。

2. 半圆键联接

半圆键的上表面为平面，下表面为半圆形弧面，两侧面互相平行。半圆键联接也是靠两侧工作面传递转矩的。

它的优点是：能自动适应轮毂槽底的倾斜，使键受力均匀不偏。但它对轴的削弱大，宜用于轴端传递转矩不大的场合。

(二) 紧键联接

紧键联接分为楔键联接和切向键联接。

1. 楔键

楔键的顶面有 1:100 的斜度，两侧面相互平行。工作时依



靠键的顶面和底面与轮毂键槽和轴槽的底面间所产生挤压力和摩擦力来传递动力和转矩。适用于对中性要求不高、转速较低的情况。

2. 切向键

切向键是由两个具有 1:100 单面斜度的普通楔键沿斜面贴合在一起组成的，只能用于传递单方向的转矩。当传递两个方向转矩时，应装两副切向键。适用于对中性要求和运动精度要求不高、低速、重载、轴径大于 100mm 的情况。

二、平键联接的选择和计算

1. 选择平键的类型和尺寸

根据联接的要求，按轴径确定类型和键的宽度 b 、高度 h ，键的长度 L 应根据轮毂长度 L_1 而定，比轮毂略短，一般取 $L=L_1 - (5\sim 10)$ 。

2. 平键联接的强度计算

普通平键联接的失效形式是材料中强度较弱的工作表面被挤压破坏和平键的剪切破坏。

七、本次课小结

本次课重点掌握各类键连接的类型及应用场合；学会平键选用步骤及校核强度知识。

八、布置作业

练习册对应内容

九、[教学反思]

1) 讲授时应强调螺纹及螺纹联接件大都已标准化，设计时一般只须根据不同情况进行选用。

2) 要了解预紧和防松的目的，理解防松的目的和防松的原理，熟练掌握各种防松装置及其应用。

3) 键联接的设计计算主要按轴的直径查取键的标准尺寸。键是标准件。

章节名称	花键联接	授课形式	讲授	课时	1	班级	电气、机电
教学目的	了解花键的工作特点，类型和用途。						
教学重点	了解花键的工作特点						
教学难点	花键的工作特点						
辅助手段	模型与多媒体配合						

教学过程及说明；

★ 教具演示并导入新课：（讲解相关理论知识）

花键联接是由在轴上加工出的外花键齿和在轮毂孔壁上加工出的内花键齿所构成的联接。

花键联接键齿的侧面是工作面，工作时靠齿的侧面挤压传递转矩。

一、花键联接的特点

花键联接具有下列特点：

(1) 由于多个键齿同时参加工作，受挤压的面积大，所以承载能力高；

(2) 轴上零件与轴的对中性好，沿轴向移动时导向性好；

(3) 键齿槽浅，对轴的强度削弱较小；

(4) 花键加工复杂，需专用设备故对大批生产是适用的，但单件、小批量生产的成本较高。

花键联接广泛用于载荷较大、定心精度要求较高的各种机械设备中，如汽车、飞机、拖拉机、机床等。

二、花键联接的类型

花键联接按齿形的不同可分为矩形花键、渐开线花键和三角形花键三类。

1. 矩形花键

矩形花键键齿的端面为矩形。

按键的齿数和齿形尺寸的不同，矩形花键有轻、中、重三种系列。它们分别适用于轻、中、重三种不同的载荷情况。此外，还有补充系列，适用于汽车、拖拉机和机床等制造业。

2. 渐开线花键

渐开线花键内、外键齿的齿廓曲线是压力角为 30° 的渐开线。它可用加工齿轮的方法加工，故工艺性较好。

与矩形花键相比，渐开线花键键齿的根部较厚，齿根圆角也较大，所以承载能力大；工作时键齿上有径向分力，宜于对中，使各齿承载均匀。适用于载荷较大、定心精度要求较高、尺寸较大的联接。

3. 三角形花键

这种花键的内键齿端面齿形为等腰三角形，外键齿齿廓曲线为压力角等于 45° 的渐开线。

三角形花键键齿细小，齿数多，对轴的强度削弱较小，多用于轻载和薄壁零件的静联接。

三、 本次课小结

本次课重点掌握螺纹联接的基本类型及螺纹紧固件的主要组成；螺纹联接的常用预紧和防松方法；提高螺栓联接强度的常用措施等内容。

四、 布置作业

练习册对应内容

五、 [教学反思]

课堂上多举实际的例子，不仅可以有效的促进教学效果，加深学生的认识，还会活跃课堂气氛。教学中结合实物和结构图进行，注意引导学生观察日常生活中螺纹联接的应用，增加对螺纹及螺纹联接的类型、特性、标准、结构、应用场合及有关的防松方法等的感性认识，以便在设计时能够正确地选用它

们。键是标准件，键联接的设计计算主要按轴的直径查取键的尺寸。教学手段使用多媒体课件，并用图说明。

章节名称	销联接	授课形式	讲授	课时	1	班级	电气、机电
教学目的	了解销的常见类型和用途。						
教学重点	了解销连接的常见类型和用途。						
教学难点	销连接的常见类型						
辅助手段	多媒体与模型配合						

教学过程及说明；

★ 教具演示并导入新课：（讲解相关理论知识）

1、销联接用来固定零件间的相互位置，构成可拆联接；也可用于轴和轮毂或其它零件的联接以传递较小的载荷；有时还用作安全装置中的过载剪切元件。

销的分类

2、销是标准件，其基本型式有圆柱销和圆锥销两种。

圆柱销联接不宜经常装拆，否则会降低定位精度或联接的紧固性。

圆锥销有 1: 50 的锥度，小头直径为标准值。圆锥销易于安装，定位精度高于圆柱销。

圆柱销和圆锥销孔均需铰制。铰制的圆柱校销孔直径有四种不同配合精度，可根据使用要求选择。

3、销的类型按工作要求选择。用于联接的销，可根据联接的结构特点按经验确定直径，必要时再作强度校核；定位销一般不受载荷或受很小载荷，其直径按结构确定，数目不得少于两个；安全销直径按销的剪切强度进行计算。

4、销的材料一般采用 35 或 45 钢，许用剪应力 $[\tau]$ 取为 80 MPa。

七、 本次课小结

本次课重点掌握销联接的基本功能及分类等内容。

四、 布置作业

练习册对应内容

九、 [教学反思]

在分析讲解销联接的基本功能时，学生们缺乏对周围生活的观察力，因此有一部分人理解不够深入，我会在他们实训时再次指导观摩，让他们最终掌握知识。教学中结合实物和结构图进行，注意引导学生观察日常生活中销联接的应用，增加对销联接的类型、特性、标准、结构、应用场合等的感性认识，以便在设计时能够正确地选用它们。销是标准件，销联接的设计计算主要按轴的直径查取销的尺寸。教学手段使用多媒体课件，并用图说明。



教学
目的
和要
求

一. 知识目标

1. 了解联轴器离合器和制动器的功用、分类及特点。
2. 熟悉联轴器与离合器的区别，掌握几种常用的联轴器，离合器和制动器的结构及使用场合。

二. 能力目标

1. 根据工作条件能选择最合适的联轴器、离合器或制动器。
2. 初步了解常用联轴器、离合器和制动器的结构。

三. 素质目标

1. 了解联轴器，离合器和制动器在机器中的功用及各自工作特点。
2. 了解常用的联轴器、离合器和制动器的结构特征。

四. 教学要求

1. 能够认识联轴器、离合器和制动器的功用与工作特点。
2. 熟悉常用的几种联轴器、离合器和制动器的结构。能够区分联轴器和离合器。



【教学重点】

1. 熟悉联轴器、离合器和制动器的功用及特点。
2. 能看懂联轴器、离合器和制动器的内部结构，找出它们之间的区别。

【难点分析】

1. 联轴器与离合器之间的区别。
2. 如何根据工作条件选用合适的联轴器、离合器或制动器。

【教学方法】

结合立体图或课件讲授内部结构，或请同学分析立体结构图，教师与学生互动。最后归纳。

【学生分析】

1. 立体图形的视觉效果比较好，容易看得懂，学生可能兴趣好些，如果能让学生自己来分析，效果可能更好。
2. 对于联轴器和离合器的应用场合理解不深，应多举例说明。

【教学安排】2 学时（90 分钟）



【教学过程】

一. 检查螺纹联接内容的学习情况, 讲评作业及存在共同问题, 有些内容可以提问解答。

二. 导入新课汽车, 火车起动之后, 内燃机不停的转动, 但在行驶的过程中速度要不断地变化, 有时候还要停下来, 而又要求不要熄火, 这就要求内燃机与变速器之间有一种离与合的装置来控制汽车或火车的运动, 这种在运动中可以随时离与合的装置称之为离合器, 它在交通机械中尤其重要。而有些轴的长度比较长, 需要用二段或三段轴联接起来, 这个联接装置称之为联轴器。联轴器、离合器以及制动器即是本次课的讲授内容。

三. 新课讲授

1. 联轴器将两根轴联接固定起来的装置称之为联轴器, 这种联轴器固定后, 在运动中不能随意装卸。根据联接特点总体可分成四大类, 即刚性、挠性、安全和齿轮联轴器。按照结构不同, 可以细分成八种以上。讲授时按立体图简述结构特征, 把主要特点讲清楚即可, 注意强调不同联轴器的特点及应用场合。

2. 离合器与联轴器相同之处是都是起到将两轴联接起来传递运动和扭矩, 不同之处是在运动中, 组成离合器的两半部份可以随时分开或随时合上, 就如汽车司机变速时先踩离合器, 将发动机的转轴



<p>本次课 小结</p>	<p>1. 联轴器、离合器和制动器是机器的一个重要组成部份，要区分联轴器和离合器的功用。关键在于在运转中能否随时脱离开来作为判断的根据。</p> <p>2. 在结构上各有不同，但功能是一样的，要根据工作场合选择最简单经济而寿命又长的装置。</p> <p>3. 制动器一定要安全可靠，切实达到使用要求。</p>
<p>教学 反思</p>	<p>通过本次课学习，引导学生在选用联轴器时，应考虑哪些主要因素，选择的原则。以教材相关内容为例，鼓励他们试叙述比较固定式联轴器和无弹性元件联轴器的特点，这个环节很有意义。</p>

<p>章节名称</p>	<p>带传动概述</p>	<p>授 课 形 式</p>	<p>讲授</p>	<p>课 时</p>	<p>1</p>	<p>班 级</p>	<p>电气、机电</p>
<p>教学目的</p>	<p>1、熟悉带传动的特点及类型；安装和维护。 2、掌握三角带的构造、标准。</p>						
<p>教学重点</p>	<p>带传动的特点、与应用。</p>						
<p>教学难点</p>	<p>1、了解带传动的受力分析方法，熟悉带传动的应力分布规律。 2、理解弹性滑动、打滑的概念及区别。</p>						
<p>辅助手段</p>	<p>多媒体及教具</p>						

教学进程及说明

★ 教具演示并导入新课：（讲解相关理论知识）

带传动是由主动轮，从动轮和传动带所组成，靠带与带轮间的摩擦力来传递运动和动力。

一、带传动的特点和类型

1. 带传动的特点

与其它传动形式相比较，带传动具有以下特点：

(1) 由于传动带具有良好的弹性，所以能缓和冲击、吸收振动，传动平稳，无噪声。

但因带传动存在滑动现象，所以不能保证恒定的传动比。

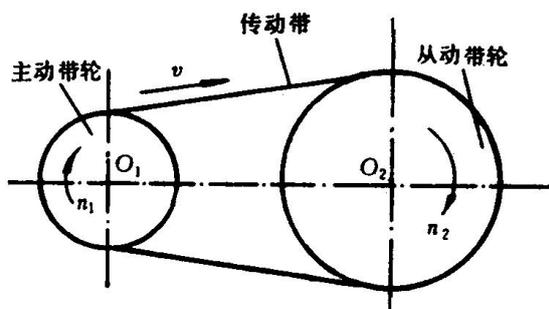
(2) 传动带与带轮是通过摩擦力传递运动和动力的。因此过载时，传动带在轮缘上会打滑，从而可以避免其它零件的损坏，起到安全保护的作用。但传动效率较低，带的使用寿命短；轴、轴承承受的压力较大。

(3) 适宜用在两轴中心距较大的场合，但外廓尺寸较大。

(4) 结构简单，制造、安装、维护方便，成本低。但不适用于高温、有易燃易爆物质的场合。

2. 带传动的类型

带传动可分为平型带传动、三角带传动、圆形带传动和同步



带传动等。

(1) 平型带传动

平型带的横截面为矩形，已标准化。常用的有橡胶帆布带、皮革带、棉布带和化纤带等。

平型带传动主要用于两带轮轴线平行的传动，其中有开口式传动和交叉式传动等。开口式传动，两带轮转向相同，应用较多；交叉式传动，两带轮转向相反，传动带容易磨损。

(2) 三角带传动

三角带的横截面为梯形，已标准化。三角带传动是把三角带紧套在带轮上的梯形槽内，使三角带的两侧面与带轮槽的两侧面压紧，从而产生摩擦力来传递运动和动力。

在相同条件下三角带传动比平型带传动的摩擦力大，由于楔形摩擦原理，三角带的传动能力为平带的3倍。故三角带传动能传递较大的载荷，获得了广泛的应用。

(3) 圆形带传动

圆形带常用皮革制成，也有圆绳带和圆锦纶带等，它们的横截面均为圆形。圆形带传动只适用于低速、轻载的机械，如缝纫机、真空吸尘器、磁带盘的传动机构等。

(4) 同步带传动

同步带传动是靠带内测的齿与带轮的齿相啮合来传递运动



和动力的。由于钢丝绳受载荷作用时变形极小，又是啮合传动，所以同步带传动的传动比较准确。

二、三角胶带的构造和标准

1. 三角胶带的构造

三角胶带都制成无接头的环形。

它由包布层、伸张层、强力层和压缩层四个部分组成。包布层多由胶帆布制成，它是三角带的保护层。伸张层和压缩层主要由橡胶组成，当胶带在带轮上弯曲时可分别伸张和压缩。强力层由几层棉帘布或一层线绳制成，用来承受基本的拉力。

2. 三角胶带的标准

三角胶带是标准件，由专业工厂生产。按截面尺寸的大小，三角胶带分为 Y、Z、A、B、C、D、E 七种型号。线绳结构的三角胶带目前只生产 Y、A、B、C 四种型号。

三角带的内周长度称公称长度。三角带中性层的长度称节线长度。

例如“B2400”表示三角带型号为 B 型，内周长 2400mm。

三、带传动的受力分析

1、静止时

带预紧套在带轮上，带轮两边的张紧力相等，为初拉力 (F_0)。

2、带负载传动时

带与带轮接触面间有摩擦力，带绕上主动轮的一边被拉紧（紧边），拉力由 F_0 增大到 F_1 ；另一边（松边）拉力由 F_0 降至 F_2 。

有效拉力：紧边与松边拉力的差值 ($F_1 - F_2$) 为带传动中起传递转矩作用的拉力。又称有效圆周力 F_t 。

$$F_t = F_1 - F_2 = \Sigma F_f$$

实际上有效圆周力等于带与带轮之间的摩擦力总和 ΣF_f 。

假定带工作时总长度不变，则 $F_1 - F_0 = F_0 - F_2$

所以 $F_1 + F_2 = 2F_0$

则 紧边拉力 $F_1 = F_0 + F_t/2$

松边拉力 $F_2 = F_0 - F_t/2$

3、临界状态时

在预紧力 F_0 一定时，传递的有效拉力 F_t 等于极限摩擦力 F_{lim} 时。带将打滑。

带能传递的最大圆周力为 $F_{tmax} = F_1 (1 - 1/e^{f\alpha})$

二、带传动的应力分析

传动带工作时产生三种应力：

1、拉应力

工作时由紧边拉力 F_1 和松边拉力 F_2 引起的应力。

$$\sigma_1 = F_1/A \quad (\text{MPa})$$

$$\sigma_2 = F_2/A \quad (\text{MPa})$$

2、弯曲应力

传动带弯曲时产生的应力。

3、离心拉应力

传动带绕带轮作圆周运动时带上每一质点都不可避免地受离心力作用而产生离心拉应力

各截面处应力是不相等的，传动带紧边绕入小带轮处应力最大

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_{b1} + \sigma_c \quad (\text{MPa})$$

三、滑动分析

1、弹性滑动

传动带具有一定的弹性，受到拉力后要产生弹性伸长，拉力大伸长量也大。传动带工作时，紧边拉力 F_1 比松边拉力 F_2 大，所以紧边比松边的弹性变形量大。

当传动带绕入主动带轮时，轮上的 A 点和带上的 B 点重合，线速度相等。随着主动带轮的转动，带上 B 点的拉力由 F_1 减少到 F_2 ，带的伸长量也相应地减少。这样轮上的 A 点到了 A_1 点时，带上的 B 点才到 B_1 点， B_1 点滞后于 A_1 点。由此可见，传动带随主动带轮运动的过程中，由向后的微小滑动，使带的线速 v 落后于主动轮的线速度 V_1 。传动带绕入从动轮时，带上的 C 点和轮上的 D 点重合。传动带是由松边过渡到紧边的，所以带所受的拉力 F_2 增大到 F_1 ，带的变形量也逐渐增加。带上的 C 点已到 C_1 点时，轮上的 D 点才到 D_1 点， D_1 点滞后于 C_1 点。

可见传动带在从动轮表面有向前的微小滑动，使传动带的速度 V 大于从动轮的线速度 V_2 。

由传动带的弹性变形而引起的滑动称为弹性滑动。弹性滑动在带传动中是不可避免的。因此带传动不能保证有准确的传动



比。

2、打滑

当传动所需要的圆周力大于极限摩擦力时，传动带将在带轮轮缘上产生显著的相对滑动，这种现象称为打滑。打滑时，传动带的速度迅速下降，使传动失效。带传动正常工作时是不允许打滑的。

四、带传动的失效形式和设计准则

带传动的主要失效形式：打滑，疲劳破坏。

带传动设计准则：既要保证传动带具有足够的传动能力，不打滑；又要保证传动带具有足够的疲劳强度，达到预期使用寿命。

五、三角带传动设计的原始数据和主要内容

1、三角带传动的原始数据一般为：

- (1) 传递的功率 P (KW)；
- (2) 大、小带轮的转速 n_2 、 n_1 (r/min) 或传动比；
- (3) 传动对外廓尺寸的要求；
- (4) 传动的用途和工作条件。

2、三角带传动主要内容：

- (1) 确定三角带的型号，根数和长度；
- (2) 选定传动的中心距；
- (3) 带轮基准直径及结构尺寸；
- (4) 计算初拉力和带对轴的压力。

六、三角带传动的设计步骤

1、确定计算功率 P_c

计算功率 P_c 是根据所传递的名义功率 P 及三角带传动的工作情况确定的。

$$P_c = K_A P$$

1、 选择三角带型号

根据计算功率 P_c 和小带轮转速 n_1 , 由图 9-8 选取三角带的型号。(若 P_c 、 V 的交点落在交线附近, 可同时用两种型号作为两个方案计算, 然后比较, 选取。)

3. 确定大、小带轮的直径 d_1, d_2

(1) 初选小带轮的直径

(2) 当三角带的型号确定后, 小带轮直径愈小, 结构愈紧凑, 三角带的弯曲应力 σ_{b1} 则愈大, 三角带寿命降低, d_1 愈小, 圆周速度愈小, 单根三角带传递的功率 P_0 也愈小, 故对最小直径加以限制, d_{1max} 见表。

(3) 校核带的速度 v

$$\text{带速: } V = \pi d_1 n_1 / 60 \times 1000 \quad (\text{m/s})$$

V 愈小, 单根三角带传递功率 P_0 的能力愈小, 传递功率 P 时, 所需带的根数愈多。但 V 过高, 使离心力过大, 带与带轮间的正

压力降低,从而使摩擦力减小。故带速在 $5\text{m/s}\sim 25\text{m/s}$ 较合适,否则要调整带轮的直径,以调整带速。

(4) 计算大带轮的直径

$$d_2=(n_1/n_2)d_1=id_1 \quad (\text{mm})$$

计算后得 d_2 值按表 9-4 圆整。

4. 确定带传动的中心距 a 和带的基准长度 L_d

1) 初定中心距 a_0

中心距过小,结构紧凑,单位时间绕带轮次数增加,应力循环次数增加,寿命下降,小带轮包角 α_1 也会减小,降低传动能力。

中心距过大,速度大时,会产生颤动,传动尺寸也增大。

一般取值: $0.7(d_1+d_2)\leq a_0\leq 2(d_1+d_2)$

若设计时未提中心距要求,可估算: $a_0=(1\sim 1.5)d_2$

(2) 初算带的基准长度 L_d

$$L_0=2a_0+\pi(d_1+d_2)/2+(d_2-d_1)^2/4a_0 \quad (\text{mm})$$

根据 L_0 和三角带型号,由表 9-1 选取相应的 L_p 。

(3) 确定实际中心距 a

$$\text{近似计算: } a=a_0+(L_p-L_0)/2 \quad (\text{mm})$$

考虑调整,补偿的需要,中心距的变化范围:

$$a_{\min}=a-0.015L_d \quad (\text{mm})$$

$$a_{\max}=a+0.03L_d \quad (\text{mm})$$

(4) 校核小带轮包角 α_1

小带轮包角近似计算:

$$\alpha_1 = 180^\circ - (d_2 - d_1) \times 57.3^\circ / a \geq 120^\circ$$

由上式可见, α_1 与 i 有关, i 愈大, $d_2 - d_1$ 的差值愈大, 则 α_1 愈小。故三角带的传动比一般取 $i < 7$, 必要时可达 10。一般 $i = 2 \sim 5$ 。也可用增大中心距 a 的方法增大 α_1 。

5. 确定三角带根数 Z

$$Z = Pc / (P_0 + \Delta P_0) K_a K_L K_q$$

K_a —包角系数见表 9-5。

K_q —强力层材质系数见表 9-6。

K_L —长度系数见表 9-7。

胶带根数 Z 取整数

为避免载荷分布不均, 带的根数不宜过多, 一般不宜超过 8 根。

6. 确定初拉力 F_0

适当的初拉力是保证带正常工作的重要因素。

初拉力不足: 摩擦力小, 可能打滑。

初拉力过大: 会使胶带寿命降低, 对轴及轴承的压力增大。

单根三角带初拉力可按下式计算:

$$F_0 = (500Pc/vz) (2.5/K_a - 1) + qv^2 \quad (\text{N})$$

7. 计算带对轴的压力 Q

为了设计支承带轮的轴和轴承, 需确定带对轴的压力 Q , 若不考虑拉力差, 则压力 Q 可近似按两边的张紧力 F_0 的合力来计算。

$$Q = 2ZF_0 \cos(\beta/2)$$

$$\begin{aligned} &=2ZF_0\cos(90^\circ-\alpha_1/2) \\ &=2ZF_0\sin(\alpha_1/2) \quad (N) \end{aligned}$$

七、三角带轮的结构

三角带轮重量轻,结构工艺性好,质量分布均匀。轮槽工作表面粗糙度 R_a 为 $1.6\sim 3.2$,具有一定尺寸精度,可延长带的使用寿命。

1、材料: 铸铁,常用 HT150、HT200。

转速高时: 用铸钢、钢的焊接结构

低速、小功率时: 用铝合金、塑料。

2、三角带典型结构:(4种)

实心式: 当带轮直径 $d\leq(2.5-3)d_s$ (带轮轴孔直径)采用。

腹板式: 当带轮直径 $d\leq 300\text{mm}$ 时采用。

孔板式: 当带轮直径 $d\leq 300\text{mm}$ 时采用。

轮辐式: 当带轮直径 $d\geq 300\text{mm}$ 时采用。

八、带传动的张紧装置

1、定期张紧

装有带轮的电动机安装在移动导轨上,旋转调节螺钉以增大或减小中心距,从而达到张紧或松开的目的。

电动机安装在摆动底座上,通过旋转调整螺母来调节中心距,达到张紧目的。

2、自动张紧

把电动机安装在的摇摆架上,利用电动机的自重,使带轮随电动机绕固定轴摆动,以达到自动张紧的目的。

3、采用张紧轮

若中心距不能调整,可采用张紧轮张紧。图所示张紧装置适宜平带传动。图所示张紧装置适宜三角带传动,张紧轮一般安装在松边内侧,使带只受单弯曲;同时尽量靠近大带轮,以免减小小带轮的包角。张紧轮直径可小于小带轮直径,其轮槽尺寸与带轮相同。

九、带传动的维护

为了延长使用寿命,保证正常运转,须掌握正确的使用与维护。

1. 带传动在安装时,必须使两带轮轴线平行,轮槽对正,否则会加剧磨损。安装时应缩小中心距后套上,然后调整。
2. 严防与矿物油、酸、碱等腐蚀性介质接触,也不宜在阳光下曝晒。
3. 为保证安全,带传动应加防护罩。

十、 本次课小结

本次课重点通过带图形说明带传动的工作原理,从本质上讲解带传动是一种摩擦传动。V带的工作面是两侧面,能传递较大圆周力。带传动工作情况的分析主要讲力分析、应力分析,通过分析说明打滑是可以避免的,而弹性滑动不能避免。从而引出带传动的设计准则为:在不打滑的条件下,具有一定的疲劳强度和寿命。

十一、布置作业

练习册对应内容

十二、[教学反思]

在分析讲解本章时，针对学生们缺乏对周围生活的观察力及企业实践认识等，我充分结合多媒体辅助教学让他们最终掌握知识。

着重介绍普通 V 带传动的设计方法和参数选择原则。应明确型号、小带轮直径 $D_1 \geq D_{\min}$ 的选取；中心距和带长的确定；包角、传动比；既能保证传动功率又不出现打滑的单根传动带，在合适的张紧力的计算按公式；带传动的根数。计算带传动作用在轴上的载荷，主要是为以后进行轴的计算作准备。介绍定期张紧装置，自动张紧装置，采用张紧轮的装置这三种张紧装置的结构和工作原理。可用结构图进行讲解。



课题名称	链传动
------	-----



教学目标及要求		<p>了解链传动的特点和应用。</p> <p>了解链条和链轮链传动的运动分析和受力分析。</p> <p>了解链传动的主要参数及其选择。</p>				
教学重点		<p>链条和链轮链传动的运动分析和受力分析；</p> <p>链传动的主要参数及其选择。</p>				
教学难点		链轮链传动的运动分析和受力分析。				
授课类型		理论课				
教学方法		多媒体				
七、 教学过	教学内容	设计思想	教学模式	教学行为	详细教学过程和内容	时间安排



程	<p>1、复习前面内容</p> <p>2、链传动的特点和应用</p> <p>3、链条和链轮</p> <p>4、链传动的运动分析和受力分析</p>	<p>结 合 视 频、 实 例、 分 析</p> <p>结 合 实 例 讲 分 类。</p> <p>结 合 视 频、 动 画 讲 解。</p>	<p>视 频、 实 例、 分 析</p>	<p>讲 授</p> <p>讲 授</p> <p>讲 授 讨 论</p> <p>讲 授 讨 论</p>	<p>1、概念与应用实例。</p> <p>1、类型。</p> <p>2、组成。</p> <p>3、链轮的齿形。</p> <p>1、链传动的运动分析。</p> <p>2、链传动的受力分析。</p> <p>1、齿数。</p> <p>2、节距。</p> <p>3、中心矩和链的节数。</p>	
---	--	---	----------------------	---	--	--



<p>八、讨论、思考 与作业</p>	<p>讨论、思考： 链传动的布置和张紧方式</p> <p>作业： 练习册</p>
<p>九、本次课小结</p>	<p>本部分主要介绍了链传动的运动不均匀性、动载荷、参数选择和设计计算方法。1. 熟悉链传动的类型、特点和应用情况；2. 掌握链传动的运动特性；</p> <p>3. 掌握套筒滚子链的设计计算方法；4. 熟悉链传动的布置和张紧方法。</p>



带、链传动其工作原理和结构上有相似之处，教学中可将异同点分析比较，有利于学生对教学内容的理解。应重点分析链传动的运动不均匀性（即多边形效应）产生的原因和链传动的失效形式。

该部分理论知识的阐述采用在课堂上系统地讲授（多媒体授课），结构部分结合图片和示教板讲授，并以生活中常见的自行车为例加以分析，整体效果很好。

十、教学后记



教学内容	蜗杆传动	课程类型	新授课	授课学时	
教学目标	<p>通过学习，使学生能够： 了解蜗杆传动的特点、类型；熟悉其主要参数和应用； 了解蜗杆传动的结构和常用材料； 掌握蜗杆传动中蜗轮转向的判定及其正确啮合条件</p>				
	知识	技能	态度		
	<p>1. 蜗杆传动类型、参数； 2. 蜗杆传动结构及常用材料；</p>	<p>1. 能判定蜗杆与蜗轮的旋向及转向； 2. 能对蜗杆减</p>	<p>1. 养成认真细致的学习习惯刻苦钻研的精神； 2. 能培养小组合作精神</p>		



	3. 蜗轮方向判定，蜗杆传动正确啮合条件	速器进行相关参数的测定及尺寸的计算与，熟悉维护措施	
教学重点与难点	<p>重点：蜗杆传动的的基本参数，蜗杆旋向与蜗轮转向的判定，蜗杆传动正确啮合条件</p> <p>难点：蜗杆旋向与蜗轮转向的判定，蜗杆传动正确啮合条件</p>		
教学方法	任务驱动法、演示法、启发式、讲授法、练习法		
教学资源	多媒体课件、教具、学案讲义		
教学设计说明	<p>蜗杆传动是机械传动中的重要组成部分，本教材介绍较为简单，教材中对参数说法不妥。以前学生在学习该节内容时，对于旋向转向等重点内容掌握不是太好，而相关基本参数只是死记硬背，能从真正意义上的理解。我认为主要原因是以前只讲清是什么，没有说明为什么，学习较为枯燥，课堂气氛较为沉闷，学生没有生的兴趣。为增加学生的学习兴趣；采用任务驱动法，辅以实物学，开始让学生自己分析蜗轮的转向与哪些因素有关，抛出任务学生在实践中总结出规律，真正体现学生主体，教师主导；基本数的学习以直齿圆柱齿轮的参数为平台，从两者的比较中推导出蜗杆传动的基本参数，特别对于蜗杆直径系数 q，从加工的角度分析学生对此理解更容易些。</p>		



教学环节与主要内容	具体教学目标	教学活动 (含教师、学生活动以及评价等的述)	
<p>一、复习导入(时间分配:3min)</p> <p>复习内容:直齿圆柱齿轮传动适用的两轴关系如何?</p> <p>导入新课:那两轴空间交错用什么来传递运动呢?</p>	<p>1、轴线位置关系决定齿轮的传动类型</p> <p>2、轴线交错用蜗杆传动</p>	<p>教师提问,学生回答</p> <p>教师引导学生思考</p>	
<p>二、明确学习目标(时间分配:2 min)</p> <p>1、了解蜗杆传动的特点、类型、主要参数和应用;</p> <p>2、了解蜗杆传动的结构和常用材料;</p>	<p>让学生明确本节课的主要学习任务。</p>	<p>教师抛出任务;学生明确任务,提学习目的性。</p>	



<p>3、熟悉蜗杆传动的正确啮合条件</p>		
<p>三、知识学习（时间分配：30min）</p> <p>（一）认识蜗杆传动</p> <p>1、组成：蜗杆和蜗轮组成，蜗杆一般为主动件</p> <p>2、特点：传动比大；平稳；易自锁；效率低</p> <p>3、材料：蜗杆—钢；蜗轮—锡青铜</p> <p>4、结构：蜗杆按有无退刀槽分；蜗轮按是否为整体及采用什么连接分</p> <p>5、分类：（1）按蜗杆形状分为圆柱蜗杆、环面蜗杆、锥蜗杆；</p> <p>（2）按螺旋线分为左旋与右旋</p> <p>（二）蜗轮回转方向判定</p>	<p>1、会分清蜗杆与蜗轮；</p> <p>2、能知道蜗杆传动比大的特点及原因；</p> <p>3、能正确选择蜗杆蜗轮的材料；</p> <p>4、了解蜗杆与蜗轮的结构；</p> <p>5、重点掌握蜗杆与蜗轮旋向的判定方法，并熟悉阿基米德蜗杆</p>	<p>教师演示蜗杆传动，学生总结蜗杆传动；</p> <p>教师采用多媒体演示蜗杆的类型及结构特点，学生认识各类蜗杆及结构；</p> <p>蜗轮材料采用讲授法，特别强调蜗轮采用特殊材料的原因；</p> <p>蜗杆与蜗轮的旋向通过反复练习使学生掌握；</p> <p>阿基米德蜗杆各剖面形状通过讲授法与练习法使学生掌握</p> <p>教师演示动画及实物，学生自己总结转向与旋向判定的规律</p>



<p>1、蜗轮旋向判定：与蜗杆旋向相同</p> <p>2、蜗轮转向判定：左右手定则 左右手由左右旋决定 四指方向由蜗杆转向决定 大拇指反方向决定蜗轮转向（相同）</p> <p>3、实例</p> <p>（1）已知蜗杆的旋向及转向，判定蜗轮转向；</p> <p>（2）已知蜗杆与蜗轮的转向，判定蜗杆旋向；</p> <p>（3）已知蜗杆旋向与蜗轮转向，判定蜗杆转向</p> <p>（三）蜗杆传动的基本参数</p> <p>1、蜗杆基本参数</p> <p>（1）模数 m——轴向模数 m_{x1}</p> <p>（2）齿形角 α ——轴向齿形角 α_{x1}</p> <p>（3）蜗杆头数 Z_1</p>	<p>1、能正确判定蜗轮旋向与转向</p> <p>2、已知三者中的两者可判定另一项</p> <p>通过各种的反复练习，使 85% 学生真正掌握旋向与转向的判定，15% 的学生基本掌握</p> <p>1、掌握蜗</p>	
--	--	--



<p>(4) 蜗杆直径系数 $q=d_1/m$</p> <p>(5) 导程角 γ</p> <p>2、蜗轮基本参数</p> <p>(1) 蜗轮齿数 Z_2</p> <p>(2) 模数——端面模数 m_{t2}</p> <p>(3) 齿形角 α ——端面齿形角 α_{t2}</p> <p>(4) 螺旋角 β</p> <p>(四) 蜗杆传动的正确啮合条件</p> <p>(1) $m_{x1}=m_{t2}$</p> <p>(2) $\alpha_{x1}=\alpha_{t2}$</p> <p>(3) $\gamma_1=\beta_2$</p>	<p>杆与蜗轮的参数，并能理解规定蜗杆直径系数 q 的意义；</p> <p>2、重点理解中间平面的意义及中间平面蜗杆与蜗轮的形状</p> <p>1、熟悉蜗杆传动的正确啮合条件；</p> <p>2、了解各参数下标的含义</p>
--	---

本次课小结：

通过各组的小结，一组提出授课的内定，另一组给予回答。以增加学生的学习兴趣。

作业：

预习蜗杆传动的尺寸计算、失效及维护。

教学反思：

蜗杆传动的特点及应用；蜗杆传动的正确啮合条件；蜗杆的分度圆直径、蜗杆传动的受力分析；蜗杆传动的失效形式、材料选用及强度计算特点；蜗杆传动变位的特点。蜗杆传动简介。

章节名称	齿轮转动概述	授课形式	讲授	课时	1	班级	电气、机电
------	--------	------	----	----	---	----	-------



教 学 目 的	了解齿轮转动的分类，掌握齿轮传动的特点		
教 学 重 点	了解齿轮转动的分类，掌握齿轮传动的特点，瞬时传动比恒定		
教 学 难 点	瞬时传动比恒定		
辅 助 手 段	齿轮模型	课 外 作 业	作业册

教学进程及说明

★ 教具演示并导入新课：（讲解相关理论知识）

一、 概念

齿轮机构是由齿轮副组成的传递运动和动力的装置。



齿轮传动的特点

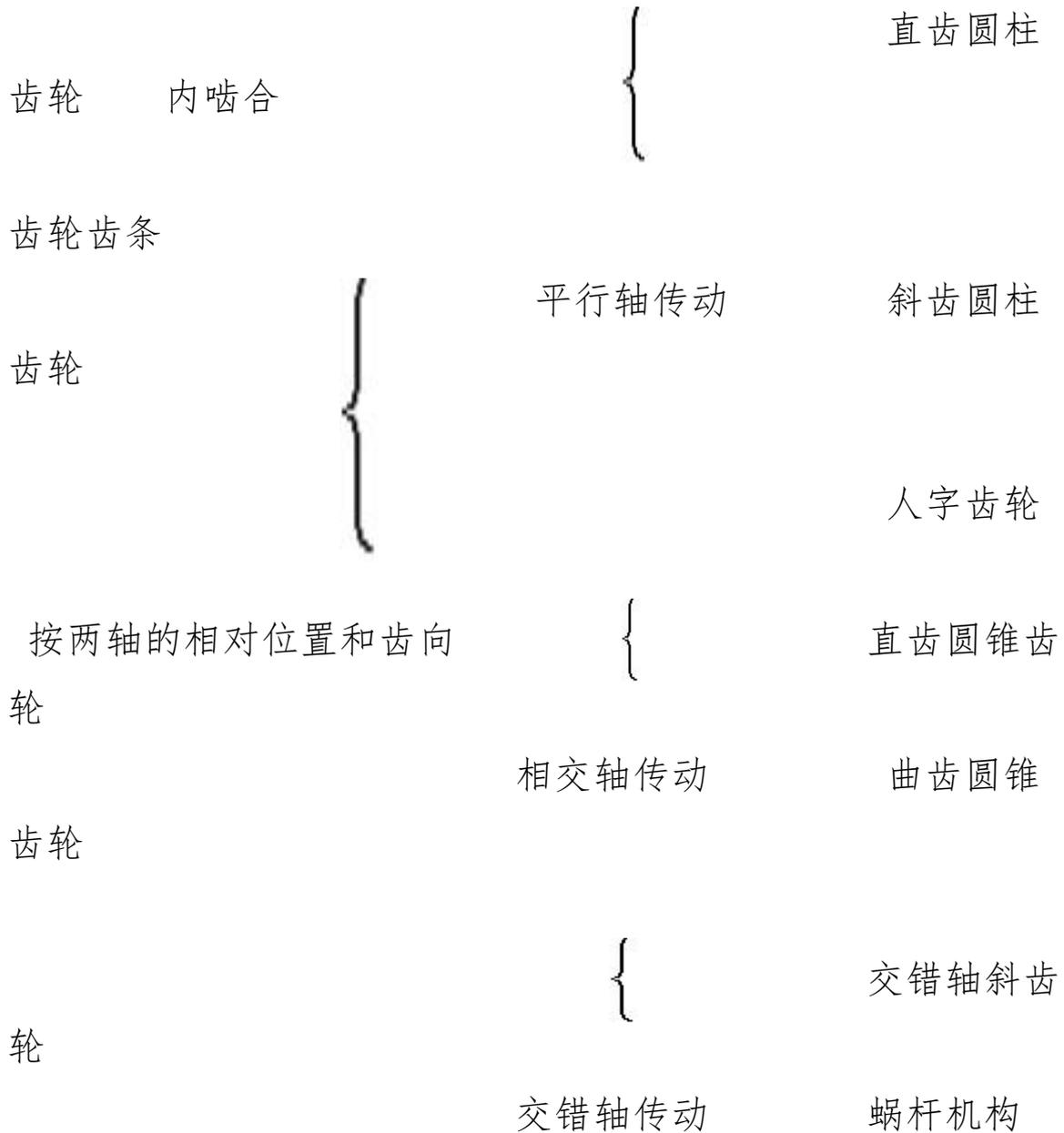
- 1、 传递功率的范围大，速度广
- 2、 能保证瞬时传动比恒定，平稳性较高，传递运动准确可靠。
- 3、 传动效率高，使用寿命长，工作可靠。
- 4、 可以实现平行或不平行轴之间的传动。
- 5、 齿轮的制造、安装精度、成本较高。
- 6、 不宜用于远距离的传动

提问：比较齿轮和以前所学过的几种传动装置的不同点？

二、 齿轮机构的类型

外啮合

}



七、 本次课小结

本次课重点掌握齿轮传动的类型及应用场合，掌握齿轮传动的特点

八、 布置作业

练习册对应内容



八、 [教学反思]

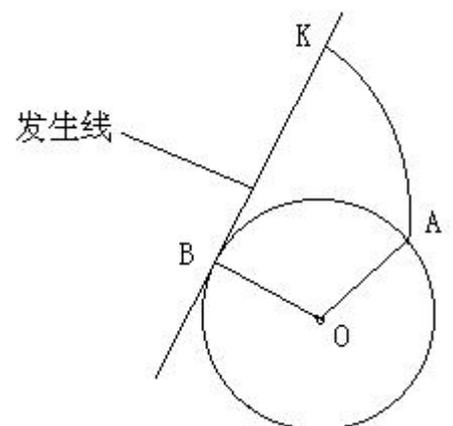
在提问环节上，请同学们比较齿轮和以前所学过的几种传动装置的不同点很生动。强调齿轮机构类型虽然很多，但直齿圆柱齿轮机构是最基本、最常用的。



章节名称	渐开线齿廓	授课形式	讲授	课时	1	班级	电气、机电
教学目的	①掌握渐开线的形成及性质，②了解齿轮啮合基本定律，掌握渐开线齿廓的啮合的特点						
教学重点	渐开线的形成，齿轮啮合的基本定律						
教学难点	渐开线的形成						
辅助手段	齿轮，渐开线的形成的模型	课外作业	习题册				

教学进程及说明

★ 教具演示并导入新课：（讲解相关理论





知识)

一、渐开线的形成、性质

1、渐开线的形成

当一条动直线（发生线），沿着一个固定的圆（基圆）作纯滚动时，动直线上任意一点K的轨迹称为该圆的渐开线。

2、渐开线的性质

由渐开线的形成可知：

- (1) 发生线在基圆上滚过的线段KB，等于基圆上被滚过的圆弧长AB。
- (2) 渐开线上的任意一点K的法线必与基圆相切。
- (3) 渐开线上的各点的曲率半径不相等。

点离基圆越远，其曲率半径越大，渐开线越平直。反



之亦然。

(4) 渐开线的形状决定与基圆的大小。

基圆相同，渐开线的形状完全相同。

基圆半径无穷大时，渐开线将变成直线，齿轮就变成齿条。

(5) 基圆内无渐开线。

二、渐开线齿廓啮合基本定律

齿轮传动要满足瞬时传动比保持不变，则两轮的齿廓不论在何处接触，过接触点的公法线必须与两轮的连心线交于固定的一点。

三、渐开线齿廓的啮合特点

1、 传动比恒定

两齿轮的传动比为：

$$i = \omega_1 / \omega_2 = O_2P / O_1P = r_{b2} / r_{b1} = r_2' / r_1' = \text{常数}$$

2、 传动的可分性

当两轮的中心距稍有变化时，其瞬时传动比仍将保持不变，这个特点称为渐开线齿轮传动的可分性。

由于齿轮制造和安装误差等原因，常使渐开线齿轮的实际中心距与设计中心距之间产生一定误差，但因有可分性的特点，其传动比仍能保持不变。

3、 啮合角为定值

$$\cos \alpha' = r_{b1} / r_1' = r_{b2} / r_2' = \text{常数}$$

说明渐开线齿廓在啮合时啮合角 α' 为定值。

由于啮合角不变，则齿廓间的压力方向不会改变，这对齿轮传动的平稳性很有利。

四、 本次课小结

本次课重点掌握①渐开线的形成及性质，②了解齿轮啮合基本定律，掌握渐开线齿廓的啮合的特点。

五、 布置作业

练习册对应内容

六、 [教学反思]

本节的名词、概念多，图多，而且有些图的线条相当多。让学生先对先修课的相关知识进行复习，恰当地运用各种教学手段，利用模型或多媒体，紧密联系齿轮传动在机械工程中的应用实例，使教学内容充实生动。把众多的教学内容条理清晰、主次分明、由浅入深地叙述清楚。通过画图讲述渐开线的形成，分析其特性，介绍渐开线齿轮的基本概念。用渐开线标准直齿



圆柱外齿轮的图或一个模型，介绍各部分的名称，对介绍齿轮各部分的几何尺寸计算奠定基础。

章节名称	渐开线直齿圆柱齿轮	授课形式	讲授	课时	2	班级	
教学目的	①掌握齿轮各部分的名称及主要参数、几何尺寸②掌握齿轮传动的正确啮合条件。						
教学重点	①主要参数、几何尺寸的计算，②正确啮合条件						
教学难点	理解正确啮合条件						

辅助手段	齿轮模型	课外作业	习题册
------	------	------	-----

教学进程及说明

★ 教具演示并导入新课：（讲解相关理论知识）

一. 齿轮各部分的名称

1. 齿槽：齿轮上相邻两轮齿之间的空间。
2. 齿顶圆：轮齿顶部所在的圆称为齿顶圆，其直径用 d_a 表示。
3. 齿根圆：齿槽底部所在的圆称为齿根圆，其直径用 d_f 表示。
4. 齿厚：一个齿的两侧端面齿廓之间的弧长称为齿厚，用 s 表示。
5. 齿槽宽：一个齿槽的两侧齿廓之间的弧长称为齿槽宽，用 e 表示。
6. 分度圆：齿轮上具有标准模数和标准压力角的圆称为分度圆，其直径用 d 表示。
7. 齿距：两个相邻而同侧的端面齿廓之间的弧长称为齿距，用 p 表示。即 $p=s+e$
8. 齿高：齿顶圆与齿根圆之间的径向距离称为齿高，用 h 表示。
9. 齿顶高：齿顶圆与分度圆之间的径向距离称为齿顶高，用

h_a 表示。

10. 齿根高：齿根圆与分度圆之间的径向距离称为齿根高，用 h_f 表示。

11. 齿宽：沿齿轮轴线方向量得的齿轮宽度，用 b 表示。

二、主要参数：

1. 齿数 Z

一个齿轮的牙齿数目即齿数。

2. 模数 m

因为分度圆周长 $\pi d = Zp$ ，则分度圆直径为 $d = Zp / \pi$

由于 π 为一无理数，为了计算和制造上的方便，人为地把 p / π 规定为有理数，即齿距 P 除以圆周率 π 所得的商称为模数，用 m 表示。即 $m = p / \pi$ (mm)

3. 压力角 α

通常说的压力角指分度圆上的压力角，用 α 表示。我国规定标准压力角 $\alpha = 20^\circ$ 。

齿廓形状是由模数、参数、压力角三个因素决定的。

三. 标准直齿圆柱齿轮的几何尺寸计算

正常齿制 $h_a = 1, C = 0.25$

短齿制 $h_a = 0.8, C = 0.3$

顶隙 一对齿轮啮合时，一个齿轮的齿顶到另一个齿轮的齿



根之间的径向距离，用 c 表示。顶隙可以避免一对齿轮传动时轮齿相互碰撞，并可贮存一些润滑油。

$$\text{标准中心距 } a = r_1 + r_2 = m (Z_1 + Z_2) / 2$$

例题：已知一对标准直齿圆柱齿轮传动，其传动比 $i_{12} = 3$ ，主动轮转速 $n_1 = 600 \text{ r/min}$ ，中心距 $a = 168 \text{ mm}$ ，模数 $m = 4 \text{ mm}$ ，试求从动轮的转速 n_2 。 齿轮齿数 z_1 和 z_2 各是多少？

$$\text{解：传动比 } i_{12} = n_1 / n_2 = Z_2 / Z_1$$

$$n_2 = n_1 / i_{12} = 600 / 3 = 200 \text{ r/min}$$

$$i_{12} = Z_2 / Z_1 = 3$$

$$a = m (Z_1 + Z_2) / 2 = 168$$

$$Z_2 = 3Z_1 \quad Z_1 = 21$$

$$Z_1 + Z_2 = 84 \quad Z_2 = 63$$

四. 直齿圆柱齿轮传动

1. 正确啮合条件

直齿圆柱齿轮正确啮合的条件是：两齿轮的模数和压力角分别相等。

2. 中心距

一对标准安装的标准直齿圆柱齿轮传动，由于分度圆上的齿厚与齿槽宽相等，所以两齿轮的分度圆相切，且作纯滚动，此时两分度圆与其相应的节圆重合，则标准中心距为：

$$a = r_1 + r_2 = r_1' + r_2' = m (Z_1 + Z_2) / 2$$

3. 啮合角

注意：单个齿轮有固定的分度圆和分度圆压力角，而无节圆和啮合角，只有一对齿轮啮合时，才有节圆和啮合角。

此外，为了保证一对直齿圆柱齿轮能连续传动，其重合度必须大于 $1(\varepsilon > 1)$ 。

四、 本次课小结

本次课重点掌握齿轮各部分的名称及主要参数、几何尺寸；掌握齿轮传动的正确啮合条件。

五、 布置作业

练习册对应内容

六、 [教学反思]

通过生动的动画演示，加深学生对正确啮合条件的理解与掌握。通过例题让学生深入掌握定直齿圆柱齿轮正确啮合的条件。必须注意齿轮传动的受力分析。如果把力的大小或方向搞错了，就会带来一系列的错误，甚至造成严重的后果。所以对轮齿受力的分析应当着重学习，并多作几次练习。

1) 强调齿轮机构类型虽然很多，但直齿圆柱齿轮机构是最基本、



最常用的。

2) 通过一对齿轮的运动分析, 让学生认识: 互相啮合传动的一对齿轮, 在任一位置时的传动比, 都与其连心线被两啮合齿廓在接触点处的公法线所分成的两段成反比。这就是齿廓啮合的基本定律。

3) 指出齿轮的传动是依靠主动齿轮轮齿的齿廓推动从动轮轮齿的齿廓来实现的。渐开线齿廓能满足角速比传动的条件。

4) 注意理解渐开线的性质; 特别注意 “分度圆” 的概念, 分度圆上的参数。

5) 提醒学生齿轮各部分几何尺寸的计算公式只要能记住几个基本公式(如分度圆、齿顶高、齿根高等的计算公式), 其它部分的尺寸根据齿轮的图形是很容易推导出来的。不必死记硬背。



章节名	渐开线齿轮的加工原理	授课形式	讲授	课时	1	班级	电气、机电
-----	------------	------	----	----	---	----	-------



称		式				
教学目的	①了解齿轮的加工原理，掌握根切现象和最少齿数。②知道分度圆弦厚和分度圆公法线长度的测量方法。					
教学重点	①了解齿轮的加工原理、最少齿数②分度圆公法线长度的测量方法。					
教学难点	①了解齿轮的加工原理					
辅助手段	齿轮加工模型		课外作业	习题册		

教学进程及说明

★ 教具演示并导入新课：（讲解相关理论知识）

一. 齿轮加工原理

齿轮的加工方法很多，如铸造、热轧、冲压、模锻及切削加工等。现介绍常用的两种切削加工原理。

法 比较项目	仿形法	范成法
原理	成形铣 刀加工	齿轮的啮合原理
所用机器	普通铣 床	专用插齿、滚齿和磨齿机 床
加工特点	逐齿切削的，且 不连续，所以精 度差，效率低	加工是连续的，精度和效率 较高，
应用场合	仅适用于单件 生产和精度要 求不高的齿轮 加工	批量和精度要求较高的场 合

二. 根切现象

1、 根切现象

成法加工渐开线标准齿轮时，如被切齿轮的齿数过少，刀具顶线就会超过啮合线与被切齿轮基圆的切点 N_1 ，刀刃将轮齿根部的渐开线齿廓切去，这种现象称为根切现象。

根切后轮齿弯曲强度降低，重合度减小，对传动很不利，因此应当避免根切。

2、 最少齿数

成法加工渐开线齿轮时，是否产生根切取决于被切齿轮的齿数多少。我们把不产生根切现象的极限齿数称为最少齿数。

用标准齿条刀具切制标准渐开线齿轮而不发生根切，被切齿轮的最少齿数为：

$$Z_{\min} = 2h_a / \sin^2 \alpha$$

当 $\alpha = 20^\circ$ ， $h_a = 1$ 时， $Z_{\min} = 17$ ；

当 $\alpha = 20^\circ$ ， $h_a = 0.8$ 时， $Z_{\min} = 14$ 。

四. 公法线长度和分度圆弦齿厚

齿轮在加工和检验中，常用测量公法线长度和分度圆弦齿厚的方法来保证齿轮的精度。

1. 公法线长度

如图 11-15 所示，当检验直齿轮时，公法线千分尺的两卡脚跨过 K 个齿，两卡脚与齿廓相切于 a 、 b 两点，两切点间的距离 ab 称为公法线（即基圆切线）长度，用 W 表示。当 $\alpha = 20^\circ$ 时，标准直齿圆柱齿轮的公法线长度为：

$$W = m[2.9521(K - 0.5) + 0.014 Z]$$

式中， m 为模数； Z 为齿数； K 为跨齿数，按下式计算 $K = Z/9 + 0.5$ ，当计算所得 K 不是整数时，可四舍五入圆整为整数。此外， W 、 K 也可从机械设计手册中直接查表得出。

2. 分度圆弦齿厚

如图 11-16 所示，用齿轮游标卡尺测量时，以分度圆齿高 h_a 为基准来测量分度圆弦齿厚 S 。标准直齿轮的 S 、 h_a 计算公式

为：

$$S = mZ \sin(\pi / 2Z)$$

$$h_a = m h_a + mZ [1 - \cos(\pi / 2Z)] / 2$$

此外 S 、 h_a 也可由机械设计手册的表中直接查得。

由于测量分度圆弦齿厚是以齿顶圆为基准的，测量结果必然受到齿顶圆公差的影响。而公法线长度测量与齿顶圆无关。公法线测量在实际应用中较广泛。在齿轮检验中，对较大模数 ($m > 10\text{mm}$) 的齿轮，一般检验分度圆弦齿厚；对成批生产的中、小模数齿轮，一般检验公法线长度 W 。

五、本次课小结

本次课重点掌握各类键连接的类型及应用场合；学会平键选用步骤及校核强度知识。

六、布置作业

练习册对应内容

七、[教学反思]

提出怎样的一对渐开线齿轮才能正确地啮合传动？一对齿轮安装时，其中心距是根据什么确定的？一对齿轮连续传动的条件是什么？从而引出齿轮的正确啮合条件；零侧隙啮合，两轮的节圆与各自的分度圆相重合；齿轮的连续传动条件等。从切齿原理引伸到变位齿轮，变位齿轮的优点介绍等。

在讲述上述教学内容时应注意搞清以下几个比较容易混淆的概念。

- 1) 分度圆与节圆；啮合角与压力角；关于齿侧间隙问题。
- 2) 讲清直齿圆柱齿轮的正确啮合条件。
- 3) 讲清有关实际啮合线、理论啮合线和啮合极限点等概念。重合度与齿轮的连续传动条件。
- 4) 讲授注意比较直齿与斜齿、圆锥齿轮的基本参数和几何尺寸计算的异同点，以便理解和记忆；注意当量齿轮与当量齿数的概念。
- 5 强调变位齿轮的加工方法及优点。

章节名称	渐开线变位直齿圆柱齿轮	授课形式	讲授	课时	1	班级	电气、机电
教学目的	知道变位齿轮传动的类型及特点,能根据具体情选用不同类型的变位齿轮						



教学重点	能根据具体情选用不同类型的变位齿轮		
教学难点	能根据具体情选用不同类型的变位齿轮		
辅助手段	挂图	课外作业	习题册

教学进程及说明

★ 教具演示并导入新课：（讲解相关理论知识）

一、变位齿轮及基本特点

由齿轮加工原理可知，当齿条插刀的中线与被切齿轮的分度圆相切时，加工出标准齿轮。若齿条刀具的中线与被切齿轮的分度圆不相切时，则加工出变位齿轮。

刀具中线相对于加工标准齿轮时移动的距离称为变位置，用 Xm 表示。其中 m 为齿轮的模数， X 称为变位系数。当刀具离移被切齿轮中心时， X 取正值，称正变位，当刀具移近被切齿

轮中心时， X 为负值，称为负变位。

两个特点：

1. 不论是正变位还是负变位，刀具变位后的节线与齿轮的分度圆相切作纯滚动。因为刀具上任一条节线的齿距 P ，模数 m 以及齿形角都相等，故被加工出的变位齿轮的齿距、模数、压力角并不改变，与标准直齿轮相同。

2. 正变位齿轮的齿顶圆、齿根圆、齿顶高和齿根厚度均增大，而齿根高、齿顶厚度则减小，齿轮强度提高，还可以避免根切。负变位齿轮的齿顶圆、齿根圆、齿顶高和齿根厚度均减小，而齿根高和齿顶厚度则增加，齿轮抗弯强度降低。

二、变位加工后应用

在一对大小齿轮传动中，通常小齿轮采用正变位，齿顶高增大，齿根高减小，齿根变厚，强度和寿命提高，还可避免根切；大齿轮采用负变位，齿顶高减小，齿根高增大，齿根强度有所减弱。由于大齿轮强度较高，选择适当的变位系数后，可以使一对大小齿轮的强度和使用寿命相近。

三、本次课小结

本次课重点掌握变位齿轮传动的类型及特点，能根据具体情选用不同类型的变位齿轮。



四、布置作业

练习册对应内容

五、[教学反思]

恰当地运用各种教学手段，利用模型或多媒体，紧密联系齿轮传动在机械工程中的应用实例，使教学内容充实生动。把众多的教学内容条理清晰、主次分明、由浅入深地叙述清楚。

让学生必须清楚两个特点：

1. 不论是正变位还是负变位，刀具变位后的节线与齿轮的分度圆相切作纯滚动。因为刀具上任一条节线的齿距 P ，模数 m 以及齿形角都相等，故被加工出的变位齿轮的齿距、模数、压力角并不改变，与标准直齿轮相同。
2. 正变位齿轮的齿顶圆、齿根圆、齿顶高和齿根厚度均增大，而齿根高、齿顶厚度则减小，齿轮强度提高，还可以避免根切。负变位齿轮的齿顶圆、齿根圆、齿顶高和齿根厚度均减小，而齿根高和齿顶厚度则增加，齿轮抗弯强度降低。



章节名称	齿轮传动的失效形式和材料	授课形式	讲授	课时	1	班级	电气、机电
------	--------------	------	----	----	---	----	-------



教 学 目 的	1. 知道齿轮失效形式和预防措施 2. 了解齿轮的常用材料及热处理方法		
教 学 重 点	1. 知道齿轮失效形式 2. 了解齿轮的常用材料及热处理方法		
教 学 难 点	齿轮的常用材料及热处理方法		
辅 助 手 段	模型	课 外 作 业	

教学进程及说明

★ 教具演示并导入新课：（讲解相关理论知识）

一、齿轮传动的失效形式

齿轮传动过程中，在载荷的作用下，如果轮齿发生折断，齿面损坏等现象，则轮齿就失去了正常的工作能力，称为失效。

由于齿轮传动的工作条件和应用范围各不相同，影响失效



的原因很多，主要都发生在轮齿上，常见的轮齿失效形式有：
轮齿折断、齿面点蚀、齿面胶合、齿面磨损、齿面塑性变形等。

失效形式 比较项目	轮齿 折断	齿面点 蚀	齿面胶 合	齿面磨 损	齿面塑性变形
引起原因	1、短时意外的严重过载 2、超过弯曲疲劳极限	很小的面接触、循环变化、齿面表层就会产生细微的疲劳裂纹、微粒剥落下来而形成麻点	高速重载、啮合区温度升高引起润滑失效，齿面金属直接接触并相互粘连，较软的齿面被撕下而形成沟纹	触表面间有较大的相对滑动，产生滑动摩擦	低速重载、齿面压力大
部位	齿根部	靠近节线的齿根表面	轮齿接触表面	轮齿接触表面	轮齿



避免措施	选择适当的模数和齿宽,采用合适的材料及热处理方法,降低表面粗糙度,降低齿根弯曲应力。	提高齿面硬度	提高齿面硬度,降低表面粗糙度,采用粘度大和抗胶合性能好的润滑油	提高齿面硬度,降低表面粗糙度,改善润滑条件,加大模数,尽可能用闭式齿轮传动结构代替开式齿轮传动结构	减小载荷,减少启动率
------	--	--------	---------------------------------	---	------------

二、齿轮的常用材料及热处理

1. 齿轮常用材料

常用的齿轮材料是各种牌号的优质碳素钢、合金结构钢、铸钢和铸铁等,一般多采用锻件或轧制钢材,当齿轮较大($d > 400 \sim 600\text{mm}$)而轮坯不易制造时,可采用铸钢,开式低速传动可采用灰铸铁,球墨铸铁有时可代替铸钢。

一对相啮合的齿轮,为使大小两轮的工作寿命相近,小齿



轮应比大齿轮选用好一点的材料、高一些的硬度。

2. 常用热处理方法

齿轮常用的热处理方法有：正火、调质、表面淬火、渗碳淬火和渗氮等。

(1) 经正火、调质处理的齿轮为软齿面齿轮，工艺过程简单，运用于对强度要求不高，中低速的一般机械传动的齿轮。

(2) 经表面淬火，渗碳淬火和渗氮处理后的齿轮为硬齿面齿轮，可较大地提高齿轮的承载能力和耐磨性，适用于生产批量大和要求结构紧凑的齿轮。



章节名称	齿轮结构和工作图	授课形式	讲授	课时	1	班级	电气、机电
教学目的	了解齿轮结构形式及选择方法						
教学重点	了解齿轮结构形式及选择方法						
教学难点	如何选择齿轮结构形式						

辅 助 手 段	多媒体	课 外 作 业	
------------------	-----	------------------	--

教学进程及说明

★ 教具演示并导入新课：（讲解相关理论知识）

一、齿轮结构

根据强度条件和传动比要求可以确定齿轮的模数、齿数等基本参数，并计算出齿轮传动的主要尺寸。在确定齿轮尺寸的基础上，考虑材料制造工艺等因素，确定齿轮的结构形状。齿轮结构可分为齿轮轴、实心式、腹板式、轮辐式等。

1. 齿轮轴

直径较小的钢质齿轮，当齿根圆直径与轴径接近时，可将齿轮和轴做成整体的，称为齿轮轴。

齿轮轴刚度较好，但齿轴磨损后，轴也同时报废，对直径较大的齿轮应分开制造。

2. 实心式齿轮

齿顶圆直径 $d_a \leq 160\text{mm}$ 时，可采用锻造毛坯的实心式结构，当齿顶圆直径 $d_a < 100\text{mm}$ 时，单件或小批量生产的齿轮，可直接用轧制圆钢作齿轮毛坯。

3. 腹板式

齿顶圆直径 $d_a \leq 500\text{mm}$ 时，一般用锻造方法做成腹板结构



齿轮，不重要的用铸造的方法做成腹板结构齿轮。为了减轻重量，节省材料，常在腹板上制出圆孔。有关结构尺寸参照图中经验公式确定。

4. 轮辐式

齿顶圆直径 $d_a > 500$ 时，齿轮毛坯常用铸造方法做成轮辐结构。根据不同要求，可用铸钢或铸铁。

注意事项：

齿轮结构设计强调按毛坯材料、几何尺寸、结构工艺、生产批量、经济等因素确定，齿轮结构分别有齿轮轴、实心式、轮辐式、辐板式。各部分尺寸由经验公式确定。

章节名称	斜齿圆柱齿轮传动	授课形式	讲授	课时	2	班级	电气、机电
教学目的	<p>1. 掌握斜齿轮传动的主要参数、几何尺寸和正确啮合条件。</p> <p>2. 掌握斜齿轮传动的受力分析，会判断各力的方向。</p>						



教学重点	斜齿轮传动的主要参数、正确啮合条件、受力分析，会判断各力的方向		
教学难点	受力分析，会判断各力的方向		
辅助手段	齿轮模型	课外作业	

教学进程及说明

★ 教具演示并导入新课：（讲解相关理论知识）

一、斜齿圆柱齿轮齿廓形成及啮合特点

1. 斜齿圆柱齿轮齿廓形成

渐开线斜齿圆柱齿轮齿廓曲面的形成与渐开线直齿圆柱齿轮相似。就齿轮端面而言，都是发生线绕基圆作纯滚动时，发生线上任一点 K 在平面上的轨迹。

实质上齿廓表面是一渐开线曲面。

所不同的是直齿圆柱齿轮的齿面是发生面上一条平行于基圆柱母线的直线在空间的轨迹面；而斜齿圆柱齿轮的齿面是发

生面上一条与基圆柱母线夹角为 β_0 的斜直线在空间的轨迹面。由于斜直线绕到基圆柱面上之后是一条螺旋线，由该斜直线在空间的轨迹面所形成的齿廓曲面称为渐开螺旋面，其中 β_0 称为基圆螺旋角。

2. 啮合特点：

(1) 直齿圆柱齿轮

由齿廓曲面形成原理可知，直齿圆柱齿轮在啮合过程中，接触线平行于轴线，因而一对直齿齿廓是同时沿整个齿宽进入啮合脱离啮合，即其上的载荷也是突然加上和突然卸下，易引起冲击。传动平稳性较差。

(2) 斜齿圆柱齿轮

而一对斜齿圆柱齿轮接触线为斜直线，接触线长度先由短到长，再由长到短，直至脱离啮合，故传动平稳性好，承载能力强，适用于高速重载传动。在传动时会产生轴向力。

二、斜齿圆柱齿轮的主要参数和几何尺寸

由斜齿圆柱齿轮齿廓形成可知，它的齿面是一渐开线螺旋面，其端面（垂直于齿轮轴线的平面）和法面平面（垂直于齿的平面）的齿形不同，当用成型铣刀加工时，刀具沿螺旋线方向进

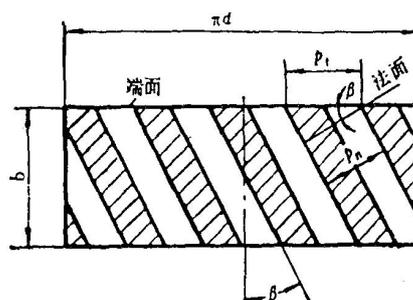


图 11 - 32 斜齿轮展开图

刀，故轮齿的法面齿形与刀具的齿形一致，因此以轮齿的法面参数为标准来选择刀具。但在计算斜齿轮的几何尺寸时，又要按端面参数进行计算，故必须建立法面参数与端面参数之间的

换算关系。

1. 螺旋角

斜齿轮的螺旋线为斜直线，螺旋线与分度圆柱母线的夹角称螺旋角，用 β 表示。斜齿轮轮齿的旋向分为左、右旋两种。

2. 模数

P_n 表示法向齿距， P_t 表示端面齿距， β 为螺旋角，它们之间的关系为：

$$P_n = P_t \cdot \cos \beta$$

$$\because P = \pi \cdot m \quad , \quad \therefore m_n = m_t \cdot \cos \beta$$

m_t ——端面模数

m_n ——法面模数

一般取 m_n 为标准模数

3. 压力角

斜齿轮在分度圆上的压力角也有法向压力角 α_n 和端面压力角 α_t 之分，两者之间的关系为：
$$\operatorname{tg} \alpha_n = \operatorname{tg} \alpha_t \cdot \cos \beta$$

一般规定法向压力角取标准值，即 $\alpha_n = 20^\circ$

4. 齿顶高系数和顶隙系数

斜齿轮在端面和法面上的齿顶高和顶隙是相等的，即

$$h_a = h_{at}^* \cdot m_t = h_{an}^* \cdot m_n$$

$$C = C_t^* \cdot m_t = C_n^* \cdot m_n$$

$$\text{由此得 } h_{at}^* = h_{an}^* \cdot \cos \beta$$

$$C_t^* = C_n^* \cdot \cos \beta$$

式中 h_{at}^* 和 C_t^* 为端面齿顶高系数和顶隙系数， h_{an}^* 和 C_n^* 为法面齿顶高系数和顶隙系数，均应取标准值。

5. 分度圆直径与中心距

斜齿轮直径是从端面上度量的，故得 $d = m_t \cdot Z = m_n z / \cos \beta$ 。

斜齿轮传动的标准中心距为：

$$a = (d_1 + d_2) / 2 = (Z_1 + Z_2) m_t / 2 = (Z_1 + Z_2) m_n / 2 \cos \beta$$

斜齿轮的几何尺寸计算公式见表 11-11。

三、斜齿圆柱齿轮传动

1. 正确啮合条件

一对斜齿轮的正确啮合条件是：两轮的法面模数和法面压力角相等，分度圆上的螺旋角相等，方向相反，

即：

$$m_{n1} = m_{n2}$$
$$\alpha_{n1} = \alpha_{n2}$$
$$\beta_1 = -\beta_2$$

2. 当量齿轮和当量齿数

过斜齿轮分度圆螺旋线上的一点 P，作垂直于轮齿的法向截面，该截面为椭圆，椭圆在 p 点的曲率半径为 ρ 。若以 ρ 为分度圆半径，以斜齿轮的 m_n 、 α_n 作一假想直齿圆柱齿轮，其齿形近似于斜齿轮的法向齿形。该假想直齿圆柱齿轮称为该斜齿轮的当量齿轮，其齿数称为当量齿数，用 Z_v 表示。 $Z_v = Z / \cos^3 \beta$ 。式中 Z 为斜齿轮的齿数， β 为螺旋角。

选择铣刀及轮齿弯曲强度计算都用到当量齿数 Z_v 。此外确定斜齿轮不产生根切的最少齿数也以它为依据。因为当量直齿轮轮齿的最少齿数 $Z_{vmin} = 17$ ，则标准斜齿轮不产生根工的最少齿数为



$$Z_{\min} = Z_{v\min} \cdot \cos^3 \beta$$

可见，斜齿轮的最少齿数比直齿轮少。

例如： $\alpha_n = 20^\circ$ ，当 $\beta = 15^\circ$ 时，斜齿轮的最少齿数： $Z_{\min} = Z_{v\min} \cdot \cos^3 \beta$

$$17 \cdot \cos^3 15^\circ$$

15

四、斜齿圆柱齿轮传动的受力分析

1. 受力分析

一对斜齿轮受力情况，不计摩擦力，作用于主动轮齿上的法向力 F_n 必沿接触点的法线方向指向工作齿面。法向力又可分为：

圆周力

径向力

轴向力

从动轮上的圆周力、径向力和轴向力与主动轮上的大小相等，方向相反。

圆周力的方向在主动轮上与啮合点的圆周速度方向相反，在从动轮上则与啮合点的圆周速度方向相同。

径向力的方向分别指向各自的轮心。

轴向力方向可用主动轮左右手法则来判定。即主动轮是右旋时，握紧右手，四指表示主动轮的回转方向，拇指伸直的指向即为主动轮上的轴向力

五、本次课小结

本次课重点掌握掌握斜齿轮传动的主要参数、几何尺寸和正确啮合条件。掌握斜齿轮传动的受力分析，会判断各力的方向。

六、布置作业

练习册对应内容

七、[教学反思]

标准斜齿圆柱齿轮传动的强度计算，有些内容(当量齿轮)比较抽象，学生难以理解。在讲授时应注意恰当运用各种教学手段，利用多媒体和模型，使抽象的概念形象化，帮助学生理解。注意以直齿轮传动为基础，应提示斜齿轮传动、直齿锥齿轮传动与直齿轮传动的强度计算基本原理是一样的。教学应掌握它们的不同点即可。斜齿轮传动注意环绕分度圆螺旋角 β 这个主要参数来展开。使学生掌握斜齿轮传动的重点及关键所在。处理直齿锥齿轮传动设计计算最传动基本的一点，就是把直齿锥齿轮的强度看作是与其平均分度圆处的当量直齿轮的强度相当，因而强度计算公式可沿用直齿圆柱齿轮的，只是采用直齿圆锥齿轮平均分度圆处的当量圆柱齿轮的参数而已。



章节名称	直齿圆锥齿轮传动	授课形式	讲授	课时	2	班级	电气、机电
教学目的	1. 了解直齿圆锥齿轮的正确啮合条件。 2. 会对直齿圆锥齿轮受力分析，判断各力的方向。						
教学重点	了解直齿圆锥齿轮的正确啮合条件、受力分析、断各力的方向						



教学难点	受力分析，判断各力的方向		
辅助手段	模型	课外作业	

教学进程及说明

★ 教具演示并导入新课：（讲解相关理论知识）

一、直齿圆锥齿轮

直齿圆锥齿轮机构用于两相交轴之间的传动，两轴的夹角可由传动的要求确定，在一机构中多采用 $\Sigma=90^\circ$ 的直齿圆锥齿轮机构。

一对圆锥齿轮轮齿分布在两个截锥体上，且锥顶交于一点，其轮齿尺寸由大端面锥方向的小端逐渐变小。显然圆锥齿轮大端和小端的参数是不相同的。

了便于测量和估算机构的外形尺寸，规定以大端参数为标准，大端压力角 $\alpha=20^\circ$ 。

二、齿圆锥齿轮传动的几何尺寸

三、当量齿轮



以圆锥齿轮大端模数为标准模数，大端压力角为标准压力角，按照圆柱齿轮作图法画出扇形齿轮的齿廓，其齿廓与直齿圆锥齿轮大端齿廓近似相同，两扇形齿轮的齿数为两圆锥齿轮的实际齿数。若将扇形齿轮补足为完整的圆柱齿轮，这两个假想的圆柱齿轮就称为两锥齿轮的当量齿轮，当量齿轮的齿数称为当量齿数，用 Z_v 表示。

当量齿轮的半径： $r_v=r / \cos \delta$

当量齿数： $Z_v=Z / \cos \delta$

式中 δ ——圆锥齿轮分度圆锥角

当量齿数 Z_v 是圆锥齿轮的重要参数，其意义在于，就大端齿形和大端承载能力而言，圆锥齿轮与同模数、同压力角、齿数为 Z_v 的圆柱齿轮相当。

用仿形法加工圆锥齿轮，按 Z_v 值选择刀号。

用范成法加工正常齿形的圆锥齿轮，不产生根切的最少齿数 $Z_{\min}=Z_{v\min} \cos \delta=17 \cdot \cos \delta$ 。

四、确啮合条件

一对直齿圆锥齿轮的正确啮合的条件为大端模数和压力角必须分别相等

$$m_1=m_2=m$$

$$\alpha_1=\alpha_2=\alpha$$

五. 直齿圆锥齿轮传动的受力分析

1. 轮齿受力分析

一对直齿圆锥齿轮传动，假设轮齿间的作用力近似地作用于齿宽节线的中点处，如不考虑摩擦力的影响，其方向垂直指向工作齿面。为主动锥齿轮的受力情况，轮齿间的法向力，可分解为圆周力、轴向力和径向力

圆周力在 F_t 在主动轮上与啮合点圆周速度的方向相反；在从动轮上则与啮合点的圆周速度方向相同。

径向力的方向都垂直指向各自的齿轮轴线。

轴向力 F_x 的方向则总是由锥顶指向齿轮的大端。

六、 本次课小结

本次课重点掌握圆锥齿轮机构的特点和类型。

七、 布置作业

练习册对应内容

八、 [教学反思]

讲清直齿锥齿轮的当量齿轮的概念。直齿锥齿轮由于主、从动轮的轴线相互垂直，因而主动轮的径向力与从动轮轴线平行，即径向力方向分别指向自己的轮心，轴向力方向指向大端即可突破难点。注意比较直齿与斜齿、圆锥齿轮的基本参数和几何尺寸计算的异同点，以便理解和记忆。



课题名称：齿轮系及其设计

1、教学目的及教学要求

教学目的：

让学生对轮系的组成、划分、传动比的计算及其主要功用有一个初步地认识。

教学要求：

1) 能正确划分轮系，能计算定轴轮系、周转轮系、复合轮系的传动比；

2) 对轮系的主要功用有清楚的了解；

3) 对行星轮系传动效率的计算、行星轮系的选型及行星轮系设计中的均载问题有所了解，对确定行星轮系各轮齿数的四个条件有清楚的认识；

4) 对其他行星齿轮传动有一般了解。

2、教学内容和重点及难点

教学内容：

介绍齿轮系的分类方法和类型，着重介绍定轴轮系、周转轮系和复合轮系传动比的计算方法及轮系的功用；介绍行星齿轮系的效率、设计的基本知识；简单介绍几种新型的齿轮系。

教学重点：周转轮系及复合轮系传动比的计算、行星轮系设计中齿轮齿效的确定问题。

教学难点：如何将复合轮系正确划分为基本轮系，行星轮系传动效率的计算，行星轮系设计中的安装条件以及在封闭式行星轮系中的封闭功率问题。

3、教学工作的组织及学时分配

教学内容安排 6 学时。学时分配如下：

- 1) 轮系及其分类;定轴轮系传动比的计算 (2 学时);
- 2) 周转轮传动比的计算、复合轮系传动比的计算(2 学时)
- 3) 轮系的主要功用,行星轮系类型选型及其设计的基本知识(1 学时)。
- 4) 习题课(1 学时).主要讨论复合轮系的划分及其传动比计算,通过典型题实例练习,掌握轮系的分析计算.

4、单元教案

4. 1 【课堂教学】2 学时

(1) 主要教学内容:

- 1) 轮系及其分类;
- 2) 定轴轮系的传动比。

(2) 教学方法及手段

课堂教学:

结合模型,以讲清什么是定轴轮系、周转轮系及复合轮系为主。利用多媒体或模型,紧密联系齿轮机构在机械工程中的应用实例,使教学内容充实生动。教学手段采用多媒体,用多媒体的齿轮机构模型和图形进行分析讲解。

板书设计:按教学设计图文并茂,突出部分用不同颜色区分说明。

(3) 教学过程中应注意的事项

1) 结合实物模型演示, 讲清什么是定轴轮系、周转轮系及复合轮系。

2) 应指出传动比的计算包含传动比的大小和确定转向。从动轮的转向推荐用画箭头的方法来确定, 对于平行轴传动也可用外啮合的次数(即 $(-1)^m$)来确定。

4. 2 【课堂教学】2 学时

(1) 主要教学内容:

- 1) 周转轮系的传动比
- 2) 复合轮系的传动比

(2) 教学方法及手段

课堂教学:

分析周转轮系和定轴轮系的区别仅在于有无运动的行星架, 若能将行星架相对固定, 用相对运动原理周转轮系就可转化成定轴轮系, 由此就提出了转化机构和转化机构法的概念. 要注意构件在周转轮系中的转向与其在转化机构中的转向两者可能相同, 也可能相反。复合轮系通过实例图分析基本轮系的划分。教学手段采用多媒体, 多举例结合图和模型讲清转化原理, 加深学生的印象。对具体的周转轮系、复合轮系图进行分析讲解。

板书设计: 按教学设计图文并茂, 突出部分用不同颜色区

分说明。

(3) 教学过程中应注意的事项

1) 结合模型和多媒体上画的机构运动简图，详细介绍周转轮系的组成，讲解什么是基本构件以及它们的运动特点。周转轮系根据其自由度为 2 或 1，分为差动轮系和行星轮系两种。

2) 强调指出周转轮系和定轴轮系的区别仅在于有无运动的行星架，提出了转化机构和转化机构法的概念。

3) 注意构件在周转轮系中的转向与其在转化机构中的转向是两回事，即两者可能相同，也可能相反。指出构件在周转轮系中的转向要通过计算来判断。

4) 复合轮系应通过例题讲解关键在轮系的划分。把轮系分解成为简单的周转轮系和定轴轮系，然后分别写出其相应的计算式，联立求解，可获得所需的结果。

4. 3 【课堂教学】1 学时

(1) 主要教学内容：

- 1) 轮系的功用
- 2) 行星轮系的效率
- 3) 行星轮系的类型选择及设计的基本知识

(2) 教学方法及手段

课堂教学：轮系的功用结合模型介绍，利用多媒体边介绍

边表演模型。行星轮系的效率的计算，行星轮系的类型选择及设计的基本知识通过分析讲解，使学生有一个初步的了解。教学手段采用多媒体分析讲解。

板书设计：按教学设计图文并茂，突出部分用不同颜色区分说明。

(3) 教学过程中应注意的事项

1) 讲清楚轮系的功用，有助于学生加深对轮系的认识。以便将来在设计中更有效地利用轮系。

2) 强调行星轮系的效率的计算；

3) 讲清行星轮系的类型选择，设计的相关基本知识。

4. 4 【习题课教案】1 学时

(1) 主要教学内容：

讨论练习周转轮系传动比计算以及复合轮系的划分及其传动比计算

(2) 教学方法及手段

课堂讨论、练习：

对有典型指导意义的 2~3 个例题，分析其运动简图，采用提示和提问的方式进行课堂讨论。最后进行归纳总结。通过典型题实例练习，掌握轮系的分析计算方法。

(3) 教学过程中应注意的事项

- 1) 通过题目练习轮系分析的思路、方法和过程；
- 2) 强调对复合轮系关键在基本轮系的划分；如何判断是否存在行星架（周转轮系）；
- 3) 提醒通过对基本轮系的联立求解，才可获得构件的真实转速和转向。

5、教学后记：

课堂教学中结合模型，以讲清什么是定轴轮系、周转轮系及复合轮系为主。利用多媒体或模型，紧密联系齿轮机构在机械工程中的应用实例，使教学内容充实生动。分析周转轮系和定轴轮系的区别仅在于有无运动的行星架，若能将行星架相对固定，用相对运动原理周转轮系就可转化成定轴轮系，由此就提出了转化机构和转化机构法的概念。要注意构件在周转轮系中的转向与其在转化机构中的转向两者可能相同，也可能相反。教学手段采用多媒体，用多媒体的齿轮机构模型和图形进行分析讲解

为了增大学生的知识面，对行星传动的发展概况有一个初步了解，计划在课外时间组织学生观看“渐开线少齿差行星齿轮传动”、“摆线针轮传动”、“谐波齿轮传动”等电教片。



- 1) 应指出传动比的计算包含传动比的大小和确定转向。从动轮的转向推荐用画箭头的方法来确定，对于平行轴传动也可用外啮合的次数(即 $(-1)^m$)来确定。
- 2) 结合模型和多媒体上画的机构运动简图，详细介绍周转轮系的组成，讲解什么是基本构件以及它们的运动特点。周转轮系根据其自由度为 2 或 1，分为差动轮系和行星轮系两种。
- 3) 强调指出周转轮系和定轴轮系的区别仅在于有无运动的行星架，提出了转化机构和转化机构法的概念。
- 4) 注意构件在周转轮系中的转向与其在转化机构中的转向是两回事，即两者可能相同，也可能相反。指出构件在周转轮系中的转向要通过计算来判断。

课题名称：平面连杆机构

【教学目标设定】:



- 1、掌握平面连杆机构的类型及演化
- 2、
- 3、掌握平面四杆机构的基本特性
- 4、
- 3、掌握图解法设计简单平面四杆机构

【教学重点】:

平面连杆机构的类型及演化，平面四杆机构的基本特性，

【教学难点及处理方法】:

图解法设计简单平面四杆机构

【教学过程设计】:

概述 引入:

平面连杆机构是由许多刚性构件用低副联接组成的平面机构，又称为平面低副机构。

该机构的运动 —— 各构件均在同一平面或平行平面运动

该机构的构件 —— 大部分构件都类似杆件

该机构的运动副 —— 均为低副（回转副、移动副）

由四个构件通过低副联接而成的平面连杆机构，称为四杆机构。



如果所有低副均为回转副，这种四杆机构就称为铰链四杆机构

§ 2.1 平面连杆机构的特点和应用

一、平面连杆机构的应用

1. 实现预期的运动规律 —— 已知原动件的运动规律，使输出构件按要求的运动规律运动。

实例 1：牛头刨主体机构：— 六杆机构 — 导杆机构
原动件作回转运动，通过该机构使刨头作往复直线运动

实例 2：造型机的翻转机构：— 四杆机构 — 双摇杆机构

原动件 1 绕 D 转动时，通过该机构使砂箱(杆 2)翻转 180°。

2. 实现预期的运动轨迹 —— 已知几何条件、动力条件

实例：搅拌机：—— 四杆机构 —— 曲柄摇杆机构
连杆曲线 β ：连杆上一点的轨迹所描绘的曲线。

二、平面连杆机构的特点

1、优点

(1)运动副是低副，面接触，所以承受压强小、便于润滑、磨损较轻，可承受较大载荷

(2)结构简单，加工方便，成本低，构件之间的接触是有构件本身的几何约束来保持的，所以构件工作可靠

(3)可使从动件实现多种形式的运动，满足多种运动规律的

要求

(4)利用平面连杆机构中的连杆可满足多种运动轨迹的要求

2、缺点

(1)根据从动件所需要的运动规律或轨迹来设计连杆机构比较复杂，

(2)只能近似实现给定的运动规律，综合运动精度较低。

(3)运动时产生的惯性难以平衡，不适用于高速场合。

§ 2.2 平面四杆机构的基本形式及其演化

一、平面四杆机构的基本形式

组成： 4 — 机架→固定不动

1,3 — 连架杆→定轴转动：作整周转动 — 曲柄，
作往复摆动 — 摇杆

2 — 连杆→平面运动

根据连架杆运动形式的不同，可分为三种基本形式。

1. 曲柄摇杆机构 —— 在两连架杆中，一个为曲柄，另一个为摇杆

一般： 曲柄主动，作等速回转（画出轨迹圆）

摇杆从动，作变速往复摆动

也可摇杆主动，曲柄从动

应用举例：牛头刨床进给机构、搅拌机、卫星天线、缝纫机脚踏板机构等。



2. 双曲柄机构 —— 两连杆架均为曲柄的四杆机构

连杆架： 曲柄 —— 原动件，等速转动

另一曲柄 —— 从动件，变速转动

运动特点： 从动曲柄变速回转

应用举例： 旋转式水泵、 惯性筛、 插床机构 等。

特例： 平行双曲柄机构

平行双曲柄机构应用实例： 机车车轮联动机构

3. 双摇杆机构 —— 两连杆架均为摇杆的四杆机构

应用举例： 港口起重机、 飞机起落架、 车辆的前轮转向机构

二、 铰链四杆机构的演化

1 、 回转副转化成移动副

演化： 曲柄摇杆机构 —— 将 回转副 $D \rightarrow$ 移动副 得 ——
曲柄滑块机构

类型： 曲柄滑块机构（偏距 e ）

对心曲柄滑块机构（ $e=0$ ） —— 滑块运动线与
曲柄回转中心共线

偏置曲柄滑块机构（ $e \neq 0$ ） —— 滑块运动线
与曲柄回转中心不共线

特点： 曲柄等速回转， 滑块具有急回特性。

应用： 活塞式内燃机， 空气压缩机， 冲床等。

2 、 扩大回转副

演化： 曲柄滑块机构 —— 通过 扩大回转副 B 得 —— 偏

心轮机构

优点：曲柄短时轴径尺寸大，强度高，刚度高，且便于加工制造。

应用：曲柄销承受较大载荷或曲柄过短时，如破碎机、冲床、剪床、内燃机等。

3、取不同的构件为机架（表 2—1）

§ 2.3 平面四杆机构的几个基本概念

一、铰链四杆机构存在曲柄的条件

以曲柄摇杆机构为例 —— 分析有一个曲柄的条件

得：AB 杆（曲柄）为最短杆

最短杆与任意一杆长度之和 \leq 其它两杆长度之和

∴ 铰链四杆机构有一个曲柄的条件：

(1) 最短杆与最长杆之和小于或等于其余两杆长度之和；

(2) 最短杆为连架杆。

结论：铰链四杆机构的类型与尺寸之间的关系：

1) 如果： $l_{\min} + l_{\max} \leq$ 其它两杆长度之和 —— 满足曲柄存在的条件（满足杆长和条件）

且：以最短杆的相邻构件为机架，此机构为 曲柄摇杆机构；

以最短杆为机架，则此机构为 双曲柄机构；

以最短杆的对边为机架，此机构为 双摇杆机构。

2) 如果： $l_{\min} + l_{\max} >$ 其它两杆长度之和 —— 不



满足曲柄存在的条件，则不论选哪个构件为机架，都为双摇杆机构。

可用以下方法来判别铰链四杆机构的基本类型：

1. 若机构不满足杆长之和条件则只能成为双摇杆机构
2. 若机构满足杆长之和条件，则
 - (1) 以最短杆的邻边为机架时为曲柄摇杆机构
 - (2) 以最短杆为机架时为双曲柄机构
 - (3) 以最短杆的对边为机架时为双摇杆机构

二、急回特性

急回特性：机构工作件返回行程速度大于工作行程速度的特性。

行程速比系数 K ：为了表示工作件往复运动时的急回程度，用 V_2 和 V_1 的比值 K 来描述。

由上式可得：

可见： $\theta \uparrow K \uparrow$ 急回特性越显著 —— 导致机器动载
 \uparrow 冲击 \uparrow

急回特性的作用：四杆机构的急回特性可以节省空间，提高生产率。

三、压力角和传动角

1. 压力角 α ：从动件所受的力 F 与受力点速度 V_c 所夹的锐角 α 。

α 愈小，机构传动性能愈好。

2. 传动角 γ ：连杆与从动件所夹的锐角 γ 。 $\gamma = 90^\circ - \alpha$

a

g 是连杆机构的重要动力指标； g 越大，机构的传动性能越好。

g 在机构运转时是变化的，设计时一般应使 $g_{\min} \geq 40^\circ$ ，

对于高速大功率机械应使 $g_{\min} \geq 50^\circ$ 。

3. 最小传动角的位置

铰链四杆机构在曲柄与机架共线的两位置出现最小传动角。

四、死点位置

在从动曲柄与连杆共线的位置，出现传动角 $g=0$ ，压力角 $\alpha=90$ 的情况，这时连杆对从动曲柄的作用恰好通过其回转中心，不能推动曲柄转动，机构的这种位置称为死点位置。

死点的利弊：

利：工程上利用死点进行工作。

弊：机构有死点，从动件将出现卡死或运动方向不确定现象，对传动机构不利。

度过死点的方法：增大从动件的质量、利用惯性度过死点位置，采用机构错位排列的方法。

平面连杆机构教案

课 程	机械设 计基础	授课 班级		授课 时数	1 节
--------	------------	----------	--	----------	-----



课 题	平面连杆机构
教学 目标	1、通过习题分析掌握铰链四杆机构的基本类型及其演化形式； 2、通过习题分析加深对急回特性和死点等基本概念的理解；掌握曲柄存在的条件及判定方法。
教学 重点	铰链四杆机构的基本类型及其演化形式
教学 难点	演化形式及基本性质
学情 分析与 教学 设计	<p>该班级为电气、机电专业，根据教学目标的要求，本章要求学生能够熟练运用三种基本形式及其演化形式的判定；急回和死点的概念。</p> <p>前面的课已学完所有内容，作业已完成，通过分析试题从而更好地掌握所学内容，为了确定学生主体的原则，通过学生上台分析试题，从而达到共同提高的目的。最后通过错题练习进一步加深所学内容。</p>
书 板	第五章 平面连杆机构



	复习：本章的三节内容 总结
	一、填空 思考与作业
	二、判断 1、思考
	三、选择 2、作业
	四、术语解释
	五、作图、填表
	六、简述

教 学	教学内容	教师及主讲学生活动	学生活 动	方法与 手段
	复习	引导学生回忆本章内容。	集体回 忆	提问 法



	一、 填空	1、 急回特性 2、 死点数。 3、 导杆机构的划分 4、 主动件	参与思 考	演示 启发 式
	二、 判断	1、 平面连杆机构的特征。 2、 双曲柄机构运动的特点。 3、 极位夹角与摆角的区别	参与思 考	启发 式
	三、 选择	1、 曲柄摇杆机构的运动特点 。 2、 死点存在的状态。 3、 曲柄存在的条件	参与思 考 参与解 题	启发 式 讲授 式



<p>四、术语解释 五、作图、填表</p>	<p>1、定义的准确性 2、作图求极限位置及死点 3、判定急回及方向 4、常用机构的运动特性</p>	<p>参与思考 参与解题</p>	<p>启发式 分解式</p>
<p>六、简述</p>	<p>1、双曲柄机构的运动特点 2、各种机构存在的条件 3、演化机构的图例 4、</p>	<p>参与思考 画图</p>	<p>启发式 练习式</p>
<p>总结、课堂反馈</p>		<p>做练习</p>	<p>练习式</p>
<p>思考与作业</p>	<p>1、布置思考题</p>	<p>课后思考</p>	
	<p>2、布置作业</p>		

附：课堂反馈练习

课堂反馈练习

一、填空



1. 当平面连杆机构具有死点位置时，其死点有_____个。在死点位置时，该机构的_____和_____处于共线状态。
2. 若导杆机构机架长度 L_1 与曲柄长度 L_2 的关系为_____则构成摆动导杆机构。
3. 铰链四杆机构中其它两杆长度之和小于_____时，则不论取哪一杆为机架，均只能构成双摇杆机构。
4. 在图 5-1 所示铰链四杆机构中，若杆 a 最短，杆 b 最长，则构成曲柄摇杆的条件是：
(1) _____； (2) _____以杆为机架，则杆_____为摇杆。构成双曲柄机构的条件是： (1) _____； (2) _____以杆为机架，则杆_____为曲柄。

二、判断

1. 偏心轮机构不存在死点位置。 ()
2. 摆角越大，机构的急回特性性愈明显。 ()
3. 铰链四杆机构中，各杆长度分别为 a 为 175，b 为 150，c 为 135，d 为 190，分别以不同构件作为机架，该机构一定能构成三种基本类型的铰链四杆机构。 ()
4. 单缸内燃机是以滑块为从动件的曲柄滑块机构。 ()



本次课课后反思：

本次课通过习题分析让学生掌握铰链四杆机构的基本类型及其演化形式；并通过习题分析加深对急回特性和死点等基本概念的理解；更好的掌握曲柄存在的条件及判定方法。

枚举日常生活中和常见机构中铰链四杆机构的演化的实例。教学手段采用多媒体，用多媒体的各种铰链四杆机构模型的运动进行分析讲解。并用实例引导学生进行课堂分析讨论。用多媒体的自定义动画，边讲边画图说明平面四杆机构的图解法设计。

1) 突出铰链四杆机构的演化。2) 着重介绍图解法设计四杆机构。

一、课题 名称	间歇运动机构
------------	--------



<p>二、教学目标及要求</p>	<p>了解常用间歇运动机构的类型、特点和运用场合。</p> <p>了解棘轮机构的类型、特点及运用。</p> <p>了解槽轮机构的类型、特点及运用。</p> <p>了解不完全齿轮机构的类型、特点及运用。</p>
<p>三、教学重点</p>	<p>常用间歇运动机构的类型、特点和运用场合</p>
<p>四、教学难点</p>	<p>常用间歇运动机构的特点</p>
<p>五、授课类型</p>	<p>理论课</p>



六教学方法及说明

间歇运动机构是将主动件的均匀转动转换为时动时停的周期性运动的机构。间歇运动机构

例如牛头刨床工作台的横向进给运动，电影放映机的送片运动等都采用有间歇运动机构。常用的间歇运动机构有棘轮机构和槽轮机构。

间歇运动机构可分为单向运动和往复运动两类。

本次课采用多媒体、演示教具辅助教学



	教 学 内 容	设计 思想	教 学 模 式	教 学 行 为	详细教学过程和内容	时间 安排
--	------------	----------	------------------	------------------	-----------	----------



七、 教 学 过 程	棘 轮 机 构	结 合 视 频、 动 画 讲 解。	实 例、 分 析	讲 授	1、棘轮机构的组成及其工作原理 2、棘轮机构的类型与应用
	槽 轮 机 构	结 合 实 例 讲 分 类 和 应 用。 下 同。		讲 授	3、设计要点 1、槽轮机构的组成及其工作特点 2、槽轮机构的类型与应用
	不 完 全 齿 轮 机 构			讲 授	3、槽轮机构的运动系数及运动特性 4、槽轮机构的几何尺



八、讨论、 思考与作 业	讨论题：常用间歇运动机构的类型、特点和运用场合。
十、教学 后记	本章学习的重点是掌握常用的一些间歇运动机构的工作原理、运动特点和功能，并了解其适用场合。在进行机械系统方案设计时，能够根据工作要求，正确选择间歇机构的类型。本章为选学内容。

教学内容：轴

课 时：2 学时

教学目标：

- 1、知识目标：了解轴的功用和分类；熟悉常用轴的种类



和应用特点，
熟悉轴的结构和轴上零件的固定方法，了解轴的结构工艺性。

2、能力目标：通过轴上零件的装拆，培养观察、分析、解决问题的能力。

3、情感目标：通过任务驱动法的教学，让学生体验机器的装拆过程，感受研究机器的过程和方法，获得学习的愉悦。

教学重点：轴上零件的固定方法及应用特点。

教学难点：轴的结构工艺性分析。

课前准备：课件制作、减速器教学模型 6 套、装拆工具 6 套。

学生按六人一组结合工作任务内容收集有关学习资料，预习学习内容。

教学方法：任务驱动法

教学过程设计：

1、情景设置（5'）：

通过实物教具和教学多媒体展示轴在机器中的应用实例，并展示一减速器中的轴系零件（其中轴上有两个没有固定好的轴上零件），向学生提问：

- 1) 该减速器中轴的作用是什么？
- 2) 该减速器中轴属于哪种类型的轴？

3) 该减速器中的轴上零件是否能正常工作? 为什么? 然后引入新课。

2、布置工作任务：减速器轴上零件的装拆（10'）

教师提出以下问题，引导学生学习相关理论和实践知识。

1) 减速器及轴上零件的认识：

1) 轴的分类：

2) 轴上零件识别及作用；

3) 轴上零件的固定：轴向固定、周向固定的目的和方法；

4) 单级单级减速器高速轴和低速轴轴上零件的拆卸分析；

5) 轴的结构工艺分析。

3、减速器轴上零件的装拆。（学生活动为主，教师循环指导）（40'）

（1）学生确定完成减速机轴上零件的拆卸和安装工作任务方案的方案：选用工具、和工艺。（5'）

（2）学生通过观察讨论，制定轴的拆卸和安装工作计划，并由一同学记录。（5'）

（3）按计划开展减速器轴上零件的装拆工作。（30'）

要求工艺规范，零件摆放整齐；拆卸完成后由教师检查，然后进行安装、调试、质量检查。

4、成果展示和成果评价（30'）

每个小组推荐 1-2 人展示学习成果。教师根据小组学生工作任务完成情况和成果展示进行评价。



5、课堂小结（3'）

本次课重点让学生了解了轴的功用和分类；熟悉常用轴的种类和应用特点，轴的结构和轴上零件的固定方法，轴的结构工艺性等理论知识。

6、课后讨论思考（2'）

（1）各种家用电扇（排气扇、台扇、落地扇等）的扇叶和风扇轴是如何进行轴向和周向固定的？

（2）自行车脚踏组件与中轴是如何进行轴向或周向固定的？

7、课后反思

通过分析了解轴上零件的装拆，培养观察、分析、解决问题的能力。同时采取任务驱动法的教学，让学生体验机器的装拆过程，感受研究机器的过程和方法，效果非常贴近企业实际。

为排除学习时的障碍，应让学生先对先修课的相关知识进行复习。采用多媒体的模型及图形配合分析说明进行教学。首先指出，应辩证地掌握结构设计的方法，选一齿轮减速器的输出轴作为例子进行分析讲解。轴强度计算讲授时说明：（1）当轴的结构尺寸尚未确定之前，往往采取先按扭转强度初估轴径的方法，初估的轴径一般可作为轴最细处的直径。然后根据轴上零件的安装、定位和布置等要求，进行整个轴的结构设计，定

出轴的全部形状和尺寸，以备进行强度校核。(2) 按弯扭合成强度条件计算。对于应力集中、绝对尺寸和表面状态等因素的影响，只是采取降低许用弯曲应力的粗略办法来加以考虑。简单介绍按安全系数法进行精确校核。采用多媒体通过轴的结构图进行分析讲解，以便增强学生的设计应用能力。

1) 举例说明轴的分类，以受载情况分为：转轴、心轴、传动轴。

2) 轴的结构设计是本章的重点。根据轴上载荷的大小、方向和分布情况，轴上零件的布置和固定方法，以及轴的加工和装配方法等决定的，以轴上零件装拆方便、定位准确、固定牢靠等来衡量轴结构设计的好坏。

3) 按弯、扭合成强度计算轴的直径是一般轴常采用的设计方法。通常在轴的结构设计完成后，将其简化为力学模型进行受力分析；求出复合弯矩；按弯、扭合成求出当量弯矩，校核危险截面的尺寸。

课题名称：凸轮机构

一、授课章节

§ 1 凸轮机构的应用和分类

§ 2 从动件运动规律设计

二、教学目的及要求

了解凸轮机构的类型、应用，掌握凸轮机构从动件常用运动规律及其选择则。

三、教学重点：

从动件运动规律设计；

四、教学难点：

各种运动规律的特点、适用场合。

五、教学方法：多媒体、板书

六、教学过程：

内容及学时	设计思想	教学模式	教学行为	详细教学过程和内容	作业小结
凸轮机构的应用和分类 (1学时)	通过分析实例，介绍机器中使用的各种凸轮机构。	举例分析	讲述	一、 凸轮机构的组成 二、 凸轮机构的应用 三、 凸轮机构的分类 四、 凸轮机构的特点和功能	

<p>从动件运动规律设计 (1.5学时)</p>	<p>介绍几种常用的从动件运动规律的方程、特点和适用的场合。</p>	<p>分析</p>	<p>讲述</p>	<p>从动件运动规律设计</p> <p>一、基本概念 基圆、升距、推程运动角、回程运动角</p> <p>二、从动件的常用运动规律</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、等速运动规律 2、等加速等减速运动规律 3、简谐运动规律 4、摆线运动规律 <p>三、从动件常用运动规律特性比较及适用场合</p> <p>一、从动件运动规律选择原则</p>	<p>掌握运用运动规律特点适用场合</p>
------------------------------	------------------------------------	-----------	-----------	--	-----------------------

一、授课章节

§3 凸轮廓线设计

二、教学目的及要求

掌握盘形凸轮廓线的图解、解析设计方法



三、教学重点：

凸轮廓线的图解设计、解析设计。

四、教学难点：

凸轮廓线的图解设计

五、教学方法：多媒体、板书

六、教学过程：

内容及学时	设计思想	教学模式	教学行为	详细教学过程和内容	作业及小结
凸轮廓线的图解设计（2学时）	通过实例分析，介绍凸轮廓线的图解设计方法。	举例分析	讲述	<p>一、凸轮廓线设计的基本原理</p> <p>——反转法</p> <p>二、用作图法设计凸轮廓线</p> <p>1、直动从动件盘形凸轮廓线设计</p> <p>2、摆动从动件盘形凸轮廓线设计</p> <p>3、圆柱凸轮廓线设计（简介）</p>	掌握凸轮廓线图解设计方法



凸轮廓线的解析设计 (0.5学时)	通过实例分析,介绍凸轮廓线的解析设计方法。	举例分析	讲述	二、用解析法设计凸轮廓线 直动滚子从动件盘形凸轮 1、理论廓线方程 2、实际廓线方程 3、刀具的中心轨迹方程	掌握廓线机构解析设计方法
----------------------	-----------------------	------	----	--	--------------

注：本章中凸轮廓线的解析设计，在理论教学中只介绍方法，具体应用在课程设计中。

一、授课章节

§4 凸轮机构基本尺寸的确定

§5 凸轮机构的计算机辅助设计

二、教学目的及要求

对凸轮机构压力角有明确概念，了解确定凸轮机构基本尺寸的主要原则。



三、教学重点：

凸轮机构的压力角、凸轮基圆半径的确定、滚子半径的选择。凸轮机构计算机辅助设计程序。

四、教学难点：

凸轮机构的压力角、凸轮基圆半径的确定。

五、教学方法：多媒体、板书

六、教学过程：

内容及学时	设计思想	教学模式	教学行为	详细教学过程和内容	作业及小结
凸轮机构基本尺寸的确定（1.5学时）	通过实例分析，介绍凸轮机构的压力角及其许用值等问题。	举例分析	讲述	一、凸轮机构的压力角 二、凸轮基圆半径的确定 三、滚子半径的选择 四、平底直动从动件平底尺寸的确定 五、从动件偏置方向的确定	掌握凸轮机构力角的概念。

凸轮机构的计算机辅助设计 (0.5学时)	通过实例分析,介绍凸轮轮廓线的计算机辅助设计。	举例分析	讲述	凸轮机构的计算机辅助设计方法	课外大作业: 了解凸轮机构计算机辅助设计程序
-------------------------	-------------------------	------	----	----------------	---------------------------

课后反思:

本次课,成功之处在于目标明确,重点突出。一开始我就展示凸轮机构在日常生产中的作用,使学生首先对凸轮机构产生感性认识。学习的主体是学生,但是教师要创设一个非常好的环境,要“请君入瓮”。因此我准备了很多 flash 动画让学生观看并回答问题。用模型和图多举几个凸轮机构应用的例子,说明凸轮机构是由凸轮、从动杆(推杆)和机架三个基本构件组成。及凸轮机构的分类、从动件杆的运动规律以及压力角等。这样,学生在循循善诱下,兴趣和自信心十足。

课题名称: 支撑零部件

★★ 滚动轴承 1(概述和结构设计)

【教学目标】

- 1 熟悉滚动轴承的分类、特点、应用和类型选择原则;
- 2 掌握滚动轴承的失效形式、基本额定寿命等重要概念和寿命计算方法。

【教学重点】

1 滚动轴承的尺寸选择计算。

【教学难点】

1 角接触滚动轴承的当量动负荷计算。

【教学过程】

提问：轴如何支撑。

总结：滚动轴承和滑动轴承区别。

一、概述

(1) 滚动轴承构造

1 展示：滚动轴承构造动画。

2 讲授和板书：滚动轴承的基本构造。

(2) 滚动轴承材料

1 讲授和板书：滚动轴承材料。

(3) 滚动轴承特点

1 讲授和板书：滚动轴承优缺点。

(4) 滚动轴承设计任务

1 讲授和板书：滚动轴承设计任务。

二、滚动轴承的类型选择

(1) 滚动轴承分类

1 展示：滚动轴承基本类型结构图。

2 讲授和板书：滚动轴承基本类型。

(2) 滚动轴承代号

1 讲授和板书：滚动轴承代号。

2 讲授和板书：滚动轴承基本代号。

(3) 滚动轴承类型选择

1 讲授和板书：滚动轴承类型选择原则.

三、滚动轴承尺寸选择计算

(1) 载荷分布和应力变化

1 展示：滚动轴承载荷分布和应力变化图及动画演示.

2 讲授和板书：载荷分布和应力变化特点.

(2) 滚动轴承失效形式和计算准则

1 展示：滚动轴承失效形式动画演示和实例照片.

2 讲授和板书：滚动轴承的主要失效形式和计算准则.

(3) 滚动轴承寿命计算

1 讲授和板书：滚动轴承基本概念（基本额定寿命、基本额定动负荷及当量动负荷）.

2 讲授和板书：寿命计算公式.

3 讲授和板书：角接触轴承轴向载荷计算.

(4) 滚动轴承静负荷计算

1 讲授和板书：滚动轴承基本概念（基本额定静负荷及当量静负荷）.

2 讲授和板书：静负荷计算公式.

(5) 极限转速计算

1 讲授和板书：极限转速基本概念.

2 讲授和板书：极限转速计算公式.

四、总结和结尾

1 总结：以上为滚动轴承类型选择和尺寸选择计算的基本理论和基本方法.

2 结尾：滚动轴承设计尚有一个组合设计的问题。

★★滚动轴承 2(组合设计)

【教学目标】

1 掌握滚动轴承组合设计的基本内容和基本方法。

【教学重点】

1 滚动轴承的组合设计。

【教学过程】

提问：滚动轴承设计计算准则。

总结：滚动轴承设计的重要组成部分为组合设计。

一、轴系固定的结构形式

(1) 两端固定

1 展示：两端固定滚动轴承部件动画演示。

2 讲授和板书：两端固定轴承部件的结构特点和应用。

(2) 一端固定一端游动

1 展示：一端固定一端游动滚动轴承部件动画演示。

2 讲授和板书：一端固定一端游动轴承部件的结构特点和应用。

(3) 两端游动

1 展示：两端游动滚动轴承部件动画演示。

2 讲授和板书：两端游动轴承部件的结构特点和应用。

二、滚动轴承的配合

1 讲授和板书：滚动轴承的配合特点。

三、滚动轴承润滑和密封

(1) 滚动轴承润滑

1 讲授和板书：滚动轴承润滑种类和应用特点.

(2) 滚动轴承密封

1 讲授和板书：滚动轴承的密封种类和应用特点.

四、滚动轴承的间隙调整

1 展示：滚动轴承间隙调整方法动画演示.

2 讲授和板书：滚动轴承的间隙调整目的和方法.

五、滚动轴承的拆卸

1 展示：滚动轴承拆卸装置结构图

2 讲授和板书：滚动轴承的拆卸方法和注意事项.

六、总结和结尾

1 总结：以上为滚动轴承组合设计的基本内容.

2 结尾：滚动轴承组合设计的基本内容是工程实际设计的重要基础.

★★ 滚动轴承 3（习题课）

【教学目标】

- 1 掌握滚动轴承选择计算的基本技能；
- 3 进行查阅图表和运用标准的基本训练。

【教学重点】

- 1 滚动轴承当量动负荷计算。

【教学过程】

- 1 展示和板书：设计实例（结构、受力和已知条件）.
- 2 讨论：设计一般程序.

一、轴承类型和尺寸选择

1 讲授和板书：轴承类型选择(深沟球轴承).

2 讲授和板书：轴承尺寸选择和性能指标.

二、当量动负荷计算

1 讲授和板书：径向力和轴向力计算.

2 讲授和板书：当量动负荷计算.

三、滚动轴承寿命计算

1 讲授和板书：滚动轴承寿命计算.

四、角接触轴承寿命计算

1 讲授和板书：改选角接触轴承、查得性能指标.

2 讲授和板书：径向力和轴向力计算.

3 讲授和板书：当量动负荷计算.

4 讲授和板书：滚动轴承寿命计算.

5 讨论：角接触轴承和深沟球轴承寿命比较.

6 提问：提高滚动轴承寿命的其它方法.

五、作业 (P129 第六题)

七、总结和结尾

1 总结：以上为滚动轴承的一般设计过程，其中关键当量动负荷计算.

2 结尾：滚动轴承应用最为广泛，有些场合不合适.

★★滑动轴承 1(概述和条件性计算)

【教学目标】

1 熟悉滑动轴承的分类、特点、应用场合；



- 2 掌握滑动轴承的主要材料及其选择原则，轴瓦结构；
- 3 掌握非液体摩擦滑动轴承的条件性计算方法。

【教学重点】

- 1 滚动轴承的材料选择和条件性计算。

【教学过程】

提问：曲轴轴承如何选择。

总结：滑动轴承应用。

一、概述

(1) 滑动轴承分类

- 1 展示：滑动轴承摩擦状态图。
- 2 讲授和板书：滑动轴承分类。

(2) 滑动轴承特点

- 1 讲授和板书：滑动轴承优缺点。

(3) 滑动轴承应用

- 1 讲授和板书：滑动轴承应用场合。

二、滑动轴承的材料选择

(1) 基本要求

- 1 讲授和板书：滑动轴承材料的基本要求。

(2) 常用材料

- 1 讲授和板书：轴承合金。
- 2 讲授和板书：轴承青铜。
- 3 讲授和板书：轴承黄铜。
- 4 讲授和板书：铸铁。
- 5 讲授和板书：粉末冶金材料。



6 讲授和板书：轴承塑料。

三、轴瓦结构

1 展示：轴瓦结构图。

2 讲授和板书：轴瓦基本结构。

3 展示：油孔、油沟和油室结构图。

4 讲授和板书：油孔、油沟和油室的作用和布置。

四、非液体摩擦滑动轴承的条件性计算

1 讲授和板书：非液体摩擦滑动轴承的失效形式和计算准则。

2 展示：径向滑动轴承计算模型图。

3 讲授和板书：径向滑动轴承条件性计算公式。

4 展示：推力滑动轴承计算模型图。

5 讲授和板书：推力滑动轴承条件性计算公式。

五、总结和结尾

1 总结：以上重点为滑动轴承的材料选择和条件性计算方法。

2 结尾：条件性计算的应用场合讨论。

.

★★滑动轴承 2(液体摩擦滑动轴承承载机理)

【教学目标】

1 熟悉流体动压方程的基本假设以及方程的推导过程；

2 掌握动压油膜形成原理及必要条件。

【教学重点】

1 动压油膜形成原理及必要条件。

【教学过程】

提问：液体摩擦与非液体摩擦的区别。



讨论：托尔实验。

一、流体动压方程推导

(1) 流体动压方程的基本假设

1 展示：流体动压方程。

2 讲授和板书：流体动压方程的基本假设。

3 讲授和板书：流体平衡方程应用。

4 讲授和板书：牛顿内摩擦定律应用。

5 讲授和板书：速度分布。

6 讲授和板书：流量计算。

7 讲授和板书：连续性条件应用得出流体动压基本方程(雷诺方程)。

二、油楔承载机理

1 展示：油楔内压力分布和速度分布图。

2 讲授和板书：动压油膜形成的必要条件。

3 分析和板书：收敛油楔。

4 分析和板书：扩散油楔和平行油楔。

五、总结和结尾

1 总结：以上重点为油楔承载机理和动压油膜形成条件。

2 结尾：轴承内容全部结束了，轴类零件尚有联轴器等零部件需要了解。

本章节课后反思：

本课程在教学上力求融科学性、趣味性、先进性于一体，来反映本学科、本领域的最新发展动态。教学内容紧扣工作岗位，以能力训练为本位，真正做到了“教、学、做”合一。同时也

保持了内容的先进性和实用性。

【课程名称】 机械的润滑与密封

【教学目标与要求】

一. 知识目标

1. 了解润滑的作用及润滑剂的种类及性能和用途。
2. 熟悉常用润滑方式及装置和常用机械零件的润滑。
3. 了解几种常用的密封方法。

二. 能力目标

1. 能够根据工作条件正确选用润滑剂的代号及润滑的方式和装置。
2. 能够正确选用密封的种类。

三. 素质目标

1. 了解润滑的作用,能够区分油润滑和脂润滑的特点及使用条件,能够认识润滑油或脂代号和用途。
2. 熟悉油或脂的选择原则。了解几种常用的润滑装置及特点。掌握轴承的润滑剂的选择方法。
3. 熟悉密封装置的功用及类型。

四. 教学要求

1. 使学生了解润滑剂的种类及用途。
2. 掌握常用的几种润滑方式的特点。熟悉轴承的润滑剂的选择方法。
3. 了解旋转件密封的种类及特性和应用。

【教学重点】

1. 润滑剂的特性及用途。
2. 润滑方式的选择及轴承润滑剂与润滑方式的确定。

【难点分析】

1. 油或脂润滑的确定。
2. 润滑方式的选择依据。
3. 密封方式的选择。

【教学方法】

讲授为主，配以课件或录像演示，与学生共同回忆实习中所见到的润滑方式，分析选择该种润滑方式的根据，最后归纳小结。

【学生分析】

如果学生已有实习的经历，应发挥学生的积极性，一起分析学习本次课的内容，否则单纯讲授不会有兴趣，多设疑问如把脂或油润滑互换在实际中可否行的通？让学生积极参与到教学中来，多给互动的机会效果会更好些。

【教学过程安排】

一. 检查旧课掌握情况及讲评作业

二. 导入新课

设问：机器为什么要加入润滑油？润滑剂有哪几种？各有什么特性？润滑的方法又有哪些？同学们肯定回答不全，也许只了解皮毛，从此引入今天要讲的内容。

三. 讲解新课

1. 润滑剂的种类、性能及用途

总体分为油和脂两种，而脂是在油中加入增稠剂而来的，当然还有固体润滑剂，如石墨和二硫化钼，但应用不如油和脂广泛。在讲授中重点放在油和脂的应用场合，对于油要了解运动粘度对温度的影响，说明普通机械为什么冬天用油要稀些，如选用L-AN22，而夏天要选用较稠些的油，如L-AN32；对于脂润滑要了解常用钙基与钠基的区别，为什么常用钙基润滑脂为多？其区别在于使用条件，前者价格低且能耐水，而后者虽然耐热但不耐水，且价格较高。

2. 润滑的方法及装置方式很多，以简单方便为首选，书中还缺少目前数控机床常用的自动定时润滑装置，这些都必须根据实际工作环境来选择；但要熟悉常用零件如轴承的润滑剂的选择和润滑的方式。

3. 密封装置分动静密封两大类，而动密封又分为接触式和非接触式两种，具体的方法还有很多，在实际中只要能达到使用条件的前提下方式越简单方便越好，其效果都是一样，接触型密封所能承受的压力比较大，且大都应用于油压力较大的场合，如液压传动件的密封。

四. 小结

1. 无论是油还是脂润滑，其共同的目的都是减少零件之间的摩擦磨损，脂是油加入稠化剂而来的。油脂的品种很多，要根据温度和工作条件来选择。

2. 润滑的方式与装置有很多种，简单方便可靠是选择的依据，但都必须满足使用要求。

3. 轴承的润滑要按传动件的线速度大小来决定选用脂还是

油的润滑。脂润滑的方法简单，只要条件允许，应当作为首选方法。

4. 密封的装置要根据零件表面有相对运动和有无压力及大小来选择，方式应简单可行，便于维护和使用。

五. 作业布置：习题册

【课后教学记载】

机械中的可动零、部件，在压力下接触而作相对运动时，其接触表面间就会产生摩擦，造成能量损耗和机械磨损，影响机械运动精度和使用寿命。因此，在机械设计中，考虑降低摩擦，减轻磨损，是非常重要的问题，其措施之一就是采用润滑。机械装置密封的主要作用是：①阻止液体、气体工作介质以及润滑剂泄漏；②防止灰尘、水份及其它杂质进入润滑部位。

课题名称： 机械的调速与平衡

教学目标及要求：

了解周期性速度波动和非周期性速度波动调节的基本概念。了解飞轮调速的

基本原理和特点。掌握飞轮转动惯量的简易计算方法。

教学重点：

掌握飞轮转动惯量的简易计算方法。

教学难点：

平面机构的静平衡；机构速度波动调节和方法。



学时：课堂讲授：4 学时。

教学方法：多媒体结合板书。

教学过程：

第一节 机械的速度波动与调节

一、机械速度波动的类型及调节方法

外力的分类：驱动力：驱使主动件运动的力。

阻力：阻止构件运动的力。

速度波动：驱动功大于阻力功时，出现盈功，机械的动能将增加；当驱动功小于阻力功时，出现亏功，则使机械的动能将减小。机械动能的变化使得机械主轴的角速度发生变化。

速度波动的类型有：周期性速度波动和非周期性速度波动。

周期性速度波动调节方法：安装飞轮。

飞轮：转动惯量很大的回转件。

安装飞轮的实质就是增加机械系统的转动惯量。飞轮在系统中的作用相当于一个容量很大的储能器。当系统出现盈功，它将多余的能量以动能形式“储存”起来，并使系统运转速度的升高幅度减小；反之，当系统出现亏功时，它可将“储存”的动能释放出来以弥补能量的不足，并使系统运转速度下降的幅度减小。从而减小了系统运转速度波动的程度，获得了调速的效果。

非周期性速度波动的调节方法：



- 1) 当机械的原动机所发出的驱动力矩是速度的函数且具有下降的趋势时，机械具有自动调节非周期性速度波动的能力。
- 2) 对于没有自调性的机械系统就必须安装一种专门的调节装置——调速器，来调节机械出现的非周期性速度波动。

二、飞轮设计的近似方法

1、平均角速度 ω_m

2、机械运转速度不均匀系数 δ

在机械设计中要求：

式中： $[\delta]$ ——速度不均匀系数的许用值，可查表得。

3 飞轮的简易设计方法

1) 当 J_F 与 ω_m 一定时，如 $[\delta]$ 取值很小，则飞轮的转动惯量就需很大。所以，过分追求机械运动速度均匀性，将会使飞轮过于笨重。

2) J_F 不可能为无穷大，所以， $[\delta]$ 不可能为零。

3) 当 J_F 与 $[\delta]$ 一定时， J_F 与 ω_m 的平方成反比。所以，最好将飞轮安装在机械的高速轴上。

4 最大盈亏功 W_{\max} 的确定

5 飞轮主要尺寸的确定

第二节 机械平衡



一、机械平衡的目的：

尽量减小惯性力所引起的附加动压力，减轻机械振动，改善机械工作性能，延长机械使用寿命。

二、机械平衡的种类：

(1) 回转件的平衡

1) 刚性回转件的平衡：工作转速低于一阶临界转速的回转件的平衡。轴线变形忽略不计。

2) 挠性回转件的平衡：工作转速高于一阶临界转速的回转件的平衡。

(2) 机构的平衡：往复运动和平面复合运动的构件系统的平衡。

三、静平衡

1. 静不平衡：对轴向尺寸较小的回转件，可近似地认为其不平衡质量分布在同一回转平面内。若其质心不在回转轴线上，质心对轴线产生静力矩，称为静不平衡。

2. 静平衡：质心与回转轴线重合，在任何位置都静止。

3. 结论：

(1) 静平衡的条件：各个偏心质量的离心惯性力的合力为零或质径积的向量和为零。

(2) 对于静不平衡的回转件，无论它有多少个偏心质量，都只需要适当地增加一个平衡质量即可获得平衡，即对于静不平衡的转子，需加平衡质量的最少数目为 1。

四、动平衡

1 动不平衡：

对于质量不能再视为分布在同一平面内，由于各惯性力不



在同一回转平面内，因而将形成惯性力偶，即使质心在回转轴线上，仍然是不平衡的。这种不平衡只有在转子运动时才显示出来，故称其为动不平衡。

2 动平衡计算：

动平衡措施：将每个平面的惯性力平衡。

3 结论：

(1)动平衡的条件：转子上分布在不同平面内的各个质量所产生的空间离心惯性力系的合力及合力矩均为零。

(2)对于动不平衡的转子，无论它有多少个偏心质量，都只需要在任选的两个平衡平面内各增加或减少一个合适的平衡质量即可使转子获得动平衡，即对于动不平衡的转子，需加平衡质量的最少数目为2。因此，动平衡又称为双面平衡，而静平衡则称为单面平衡。

由于动平衡同时满足静平衡条件，所以经过动平衡的转子一定静平衡的；反之，经过静平衡的转子则不一定是动平衡的。

五、本章小结

周期性速度波动调节方法：安装飞轮。

非周期性速度波动的调节方法：1)当机械的原动机所发出的驱动力矩是速度的函数且具有下降的趋势时，机械具有自动调节非周期性速度波动的能力。2)对于没有自调性的机械系统就必须安装一种专门的调节装置 - 调速器，来调节机械出现的非周期性速度波动。



课后作业：

练习册

课后反思记载：

静平衡的条件：各个偏心质量的离心惯性力的合力为零或质径积的向量和为零。

动平衡的条件：转子上分布在不同平面内的各个质量所产生的空间离心惯性力系的合力及合力矩均为零。动平衡同时满足静平衡条件。

《机械设计基础》教案

课题名称：滚动轴承

授课班级：电气、机电班

授课教师：殷旺

教学目标：1、了解轴承的功用及轴承的分类
2、掌握滚动轴承的结构及分类
3、了解滚动轴承的材料
4、掌握滚动轴承的基本类型

教学重点：滚动轴承的结构及基本类型

教学难点：滚动轴承的类型的应用特点

教学资源准备：多媒体课件、滚动轴承实物

教学过程：

[导入]

从自行车到打印机，从普通车床到数控机床，都有轴承。夏天，电风扇的扇叶转动得轻快而没有噪声，正是因为轴承在其中起了关键性作用。

[新授]

一、 轴承概论

1、 轴承的功用

支承转动的轴及轴上零件

保持轴的正常工作和旋转精度

减少转轴与支承之间的摩擦和磨损，并承受载荷。

2、 轴承的分类

按摩擦性质分：滚动轴承—主要是滚动摩擦

滑动轴承—滑动摩擦

按承受载荷的方向分：向心（径向）轴承—主要承受径向力

推力（止推）轴承—承受轴向力

向心推力轴承—同时承受径向力、轴向力

二、 滚动轴承的结构

1、滚动轴承：依靠滚动体与轴承座圈间的滚动接触来工作，用于支撑旋转零件或摆动零件

2、滚动轴承的组成：内圈、外圈、滚动体、保持架

内圈：内圈装在轴颈上，与轴一起转动。

外圈：外圈装在机座或零件的轴承孔内。多数情况下，外圈不转动。

滚动体：当内外圈之间相对旋转时，滚动体沿着滚道滚动。

保持架：保持架使滚动体均匀分布在滚道上，并减少滚动体之间的碰撞和磨损。

3、滚动轴承的材料

内、外圈和滚动体：一般用特殊轴承钢制造，常用材料有 GCr15、GCr15SiMn、GCr6、GCr9 等，经热处理后硬度可达 60–65HRC。

滚动轴承的工作表面必须经磨削抛光，以提高其接触疲劳强度。

保持架：多用低碳钢板通过冲压成形方法制造，也可采用有色金属或塑料等材料。

三、滚动轴承的类型

1、按滚动体的形状分：球轴承

滚子轴承

2、按滚动轴承承受的主要负荷方向分：

向心轴承—主要承受径向载荷

推力轴承—承受轴向载荷

向心推力轴承—能同时承受径向载荷和轴向载荷

3、常用滚动轴承基本类型（表 12—1）

类型代号	轴承类型	类型代号	轴承类型
1	调心球轴承	6	深沟球轴承
2	调心滚子轴承	7	角接触球轴承
3	圆锥滚子轴承	8	推力圆柱滚子轴承
4	双列深沟球轴承	N	圆柱滚子轴承
5	推力球轴承		

[小结]

鼓励引导学生总结滚动轴承的工作特点及应用场合。



[课后作业]：习题册

教学反思：

结合生活中自行车、打印机；企业中普通车床、数控机床；夏天，电风扇的扇叶转动得轻快而没有噪声等引入轴承的概念及在生产生活中的关键性作用，极大的提高了学生们的兴趣与学习积极性。

- 1) 结合多媒体制作的常用滚动轴承的类型、代号、简图、性能和特点进行讲解滚动轴承的主要类型和特点。
- 2) 为便于应用,必须注意分析对比各种轴承组合的结构特点和适用场合,应该对常用滚动轴承的代号熟记,才能够正确的使用轴承。
- 3) 应着重滚动轴承的选择,考虑的主要因素是轴承所受的载荷(包括大小合方向)和转速的大小以及特殊的工作条件。
- 4) 正确的受力分析是正确选择轴承尺寸的先决条件。角接触轴承所受的轴向载荷的计算是一难点,用图分析角接触轴承内部轴向力及轴向力计算。
- 5) 提示滚动轴承的疲劳寿命计算,其核心是建立基本额定寿命的计算公式和当量动载荷的计算方法。

章节名称	期末复习	授课形式	讲授	课时	2	班级	电气、机电
------	------	------	----	----	---	----	-------



教 学 目 的	对半个学期所学习的知识有一个全面的回顾了解，并利用此机会对同学们学习中存在的问题得到解决。
教 学 重 点	各种机构和零件的运动特点、使用、维护及主要知识点。
教 学 难 点	会分析各种机构和零件的基本特点、能作出正确的选择。

铰链四杆机构

- 1、 什么是运动副？
- 2、 低副和高副的区别、特点？
- 3、 四杆机构的各杆的名称？
- 4、 铰链四杆机构的三种形式？
- 5、 曲柄存在的条件？判断的方法？
- 6、 曲柄滑块机构
- 7、 急回特性
- 8、 死点

凸轮

- 9、 组成



10、常见的运动规律

11、画凸轮的方法？ 反转法

12、凸轮的基圆确定方法？

螺纹

13、螺纹的分类？

线段、旋向、内外、齿形

最常见的是 单线右旋

14、螺纹的主要参数？

大径 小径 中径 螺距 导程

15、螺纹代号？

16、螺纹联接件？

螺纹联接类型？

17、螺纹传动的方向？

左右手定则

18、差动、滚动螺纹传动？

带传动

19、带传动的组成？

20、三角带的型号

21、三角带的截面夹角是 40 度

三角带槽的截面夹角小于 40 度

22、带的受力分析

松边 紧边

23、带工作中所受的应力

拉 弯曲 离心力



受力最大处 紧边绕入小轮处

24、弹性滑动

25、打滑

26、张紧装置

张紧轮

三角 内大

平带 外小

27、三角带的更换原则

链传动

28、组成

29、为什么用偶数链节？

避免弯曲应力

齿轮传动

30、带、链、齿轮的传动特点比较？

31、渐开线的形成？

32、渐开线齿轮啮合特点？

传动比恒定 传动的可分性 啮合角为定值

33、直齿圆柱齿轮的各部分的名称？

34、参数

齿数 模数 压力角

35、计算公式

36、正确的啮合的条件

直齿

斜齿



圆锥

37、渐开线齿轮的加工？

38、根切、最少齿数？

39、受力分析

直齿

斜齿

圆锥

轮系

40、功用

41、表示转动方向

箭头 +-号

42、传动比的计算公式

键、销

43、键的分类

44、平键、楔键的工作面

45、平键尺寸选择的依据

46、花键的工作特点

47、销的使用

轴

48、轴的分类

工作 外形

49、轴上零件的固定

周向 轴向

50、周向、轴向固定的方法？



- 51、轴的结构工艺性？
- 52、轴类零件的改错？



课题	安全知识教育	课时	第 1、2 课时
教学目的	1、了解安全操作规程基本规定内容； 2、初步掌握车床安全操作规程的内容；		
教学重点	车床安全操作规程	教学难点	形象化理解车床安全操作规程
课型	讲授	教辅	准备事故案例



引入
课题

“安全第一，预防为主”，任何人都想平平安安、健健康康。虽然同学们从一出生就与安全结缘，但现在面对的是一个专业性很强的车工实训，所以大家应认真对待新的安全知识的学习。

一、安全操作规程基本规定（口述）

1、根据《中华人民共和国安全生产法》、《建设工程安全生产管理条例》，体现“以人为本”的安全原则，保障人身、设备及工程安全，特制定本规程；

2、安全技术规程主要包括工种、机械（设备）和施工作业等部分，根据公司性质及工程施工特点，本规程分为《主要安全技术操作规程》（一）和《主要施工机械（设备）安全技术操作规程》（二）两部分，未及部分按相关行业规定的工程施工安全技术规程执行；

3、所有作业人员，必须熟练掌握本岗位和所操作机械设备的操作规程，熟悉相关行业规定的工程施工安全技术规程，遵章守纪，服从指挥，规范作业；

4、施工中采用新技术、新工艺、新材料或新设备时，必须制定相应的安全技术措施并对有关人员进行培训；

5、施工人员必须经过相应的安全生产知识教育和再教育，特种作业人员必须经过专门培训考核后，持有效证件上岗作业；

6、特种设备必须进行定期检验检测，获得检验检测合格证后再投入使用，任何情况下必须保证安全设施和附件的齐全、灵敏、可靠；



7、施工现场所有人员包括后勤人员，都应能够正确佩戴和使用有关劳动防护用品；

8、同一作业区域内有两个以上的单位或不同专业交叉作业时，应明确各自责任，统一指挥生产安全工作。

二、车床安全操作规程

（一）、普通车床（板书内容）

1、禁止带围巾、手套，高速切削时要带好防护眼睛。

2、装卸卡盘及大的工、夹具时，床面要垫木板，不准开车装卸卡盘。装卸工件后应立即取下扳手。禁止用手刹车。

3、床头、小刀架、床面不得放置工、量具或其它东西。

4、装卸工件要牢固，夹紧时可用接长套筒，禁止用榔头敲打。滑丝的卡爪不准使用。

5、加工细长工件要用顶针、跟刀架。车头（床头箱）前面伸出部分不得超过工件直径的 20~25 倍，车头（床头箱）后面伸出超过 300 毫米时，必须加托架。必要时装设防护栏杆。

6、用锉刀光工件时，应右手在前，左手在后，身体离开卡盘。禁止由砂布裹在工件上砂光，应比照用锉刀的方法，成直条壮压在工件上。

7、车内孔时不准用锉刀倒角，用砂布光内孔时，不准将手指或手臂深进去打磨。

8、加工偏心工件时，必须加平衡铁，并要紧固牢靠，刹车不要过猛。

9、攻丝或套丝必须用工具，不准一手扶攻丝架（或拌牙架）一手开车。



10、切大料时，应留有足够余量，卸下砸断，以免切断时料掉下伤人。小料切断时，不准用手接。

（二）、大型车床（了解内容）

1、必须遵守机床一般安全技术操作规程。

2、装卸工件要与行吊司机配合好，动作要协调，以防工件装卸不当发生事故。装卸及测量时要停车并切断电源。

3、开车时人要站在安全位置，工作场地要清洁畅通。

4、在使用中心架、托架滚及顶尖时，必须经常检查与工件接触面的润滑情况。

5、床身溜板及刀架快速移动时必须在离极限位置前 100 毫米处停止，以防止与尾座相撞。

（三）、立式车床（了解内容）

1、操作前，先检查保险装置和防护装置是否灵活好用，妨碍转动的东西要清除。工具、量具不准放在横梁或刀架上。

2、装卸工件、工具时要和行车司机、装吊工密切配合。

3、工件、刀具要紧固好。所用的千斤顶、斜面垫板、垫块等应固定好，并经常检查以防松动。

4、工件在没夹紧前，只能点动校正工件，并要注意人体与旋转体保持一定的距离。严禁站在旋转工作台上调整机床和操作按钮。非操作人员不准靠近机床。

5、使用的扳手必须与螺帽或螺栓相符。夹紧时，用力要适当，以防滑倒。

6、如工件外形超出卡盘，必须采取适当措施，以避免碰撞立柱、横梁或把人撞伤。

7、对刀时必须慢速进行，自动对刀时，刀头距工件 40~60 毫米，即停止机动，要手摇进给。

8、在切削过程中，刀具未退离工件前不准停车。

9、加工偏心工件时，要加配重铁，保持卡盘平衡。

10、登“看台”操作时要注意安全，不准将身体伸向旋转体。

11、切削过程中禁止测量工件和变换工作台转速及方向。

12、不准隔着回转的工件取东西或清理铁屑。

13、发现工件松动、机床运转异常、进刀过猛时应立即停车调整。

14、加工过程中机床不得离人。

(四)、自动，半自动车床（了解内容）

1、必须遵守普通车床安全技术操作规程。

2、气动卡盘所需的空气压力，不能低于规定值。

3、装工件时，必须放正，气门夹紧后再开车。

4、卸工件时，等卡盘停稳后，再取下工件。

5、机床各走刀限位装置的螺丝必须拧紧，并经常检查，防止松动。夹具和刀具须安装牢靠。

6、工作时，不得用手去触动自动装置或用手去摸机床附件和工件。

7、装卡盘时要检查卡爪、卡盘有无缺陷。不符合安全要求严禁使用。

8、自动车床禁止使用锉刀、刮刀、砂布等，作打光工作。

9、工作中，必须将防护挡板挡好。发生故障、调整限位挡



块、换刀、上料卸工件、清理铁屑斗应停车。

10、机床运转时不得随意离开，多机管理时（自动车床），应逐台机床巡回查看。

课堂小结	记住：为了你我（指导教师）他（他人）及它（设备），安全知识学到家。
作业布置	1、整理普车安全操作规程
教学后记	

课题	安全知识教育		课时	第 3、4 课时
教学目的	1、初步掌握文明生产及 7S、三好四会、三不放过等内容。 2、了解设备维护保养的“四项要求”			
教学重点	文明生产 7S、三好四会	教学难点	生动理解 7S 的基本内容	
课型	讲授	教辅		
引入课题	“安全第一，预防为主”，任何人都想平平安安、健健康康。			



在我校的车工实训中同学们除了应能按规操作外还应做到文明生产。

一、7S 的含义

7S 是日文 SEIRI(整理)、SEITON(整顿)、SEISO(清扫)、SEIKETSU(清洁)、SHITSUKE(素养)、SAFETY(安全)、SAVE(节约)这七个单词,因为七个单词前面发音都是“S”,所以统称为“7S”。

1、整理

就是区分必需和非必需品,现场不放置非必需品:

△将混乱的状态收拾成井然有序的状态; △7S 管理是为了改善企业的体质

△整理也是为了改善企业的体质

2、整顿

就是能在 30 秒内找到要找的东西,将寻找必需品的时间减少为零:

△能迅速取出; △能立即使用; △处于能节约的状态

3、清扫

将岗位保持在无垃圾、无灰尘、干净整洁的状态,

清扫的对象:地板、[天花板](#)、墙壁、工具架、橱柜、机器、工具、测量用具等

4、清洁

将整理、整顿、清扫进行到底,并且[制度化](#);管理公开化,透明化。



5、素养

对于规定了的事，大家都要认真地遵守执行。

△典型例子就是要求严守标准，强调的是[团队精神](#)；△养成良好的7S管理的习惯。

6、安全

安全就是消除工作中的一切不安全因素，杜绝一切不安全现象。

△按章操作，确保人身和公司财产安全，一切主旨均遵循《安全第一，预防为主》的原则。

7、节约

就是养成节省成本的意识，主动落实到人及物；

△提高[经济效益](#)，△降低管理成本。

（操作工人对设备的操作，必须做到“三好四会”的要求。）

二、“三好”的内容：

1、管好：自觉遵守定人定机制度，凭操作证使用设备，别人的设备如无操作证，就不应使用。工具及附件要放置整齐并保管好，不使损坏和丢失。设备上的防护装置和线路管道要经常检查，保证完整而可靠。

2、用好：严格遵守操作规程和[维护保养](#)制度，对设备不超载使用、不大机小用、不带病运转、不在设备运转中变速和[装卸工件](#)，精心操作，力求防止事故发生。

3、修好：在维修工人帮助下，逐步掌握一般修理技术，能



独立排除设备的小故障，参加设备的二级保养及大修总装和试车验收工作。

三、“四会”的内容：

1、会使用：熟悉设备结构，掌握设备的技术性能和操作方法，懂得[加工工艺](#)，合理地选择切削用量，做到正确使用设备。

2、会保养：正确地按润滑图表规定加油、换油，保持油路畅通和油线、油毡、[滤油器](#)清洁。认真清扫，保持设备内外清洁，无油垢，无锈蚀，达到“漆见本色铁见光”，认真做好日常保养，定期进行一级保养。

3、会检查：了解设备的精度标准和加工规范，会检查与加工工艺有关的设备异常状态。

4、会排除故障：能对不正常的声音、温度和运转情况进行分析，发现设备的异常状态，能采取措施，排除一般故障。

参加设备的事故分析，查明原因，吸取教训，做出预防措施。

四、[设备维护](#)保养的“四项要求”

1、整齐。

(1) 工具、附件齐全，放置整齐，不准直接放在机床的导轨面上。工具箱、料架及加工件应摆放合理整齐。

(2) 机床的防护装置及零件应齐全完整，各种[标牌](#)应完整清晰。

(3) 各管道、电气线路应安装整齐、安全、可靠。

2、清洁。

(1) 内外清洁，无[黄袍](#)、油垢、锈蚀，无铁屑杂物。



(2) 各滑动面、三杠、齿轮、[齿条](#)无油垢。

(3) 机床周围地面经常保持清洁，无积油、积水和切屑杂物。

3、润滑。

(1) 熟悉润滑图表，按时按质按量加油和换油，保持油标醒目。

(2) 油箱、油池和冷却箱应清洁，无铁屑杂物。

(3) 油壶、油枪、油孔、油杯、油线和油毡应保持齐全、清洁。

(4) [油泵](#)压力正常，油路畅通，各部位轴承润滑良好。

4、安全。

(1) 熟悉设备性能，遵守安全技术操作规程，防止人身和设备事故。

(2) 凭操作证操作设备。

(3) 遵守设备操作的“五项纪律”，懂得“三好四会”内容，并认真执行。

(4) 电器线路接地可靠，绝缘良好，[限位开关](#)、挡铁安全可靠，信号仪表灵敏。

五、设备操作的五项原则

1、必须凭操作证使用设备，严格遵守安全技术操作规程和工艺文件。

2、经常保持设备清洁，按润滑图表规定加油，做到不搞好润滑工作不开车，不搞好清洁工作不下班。

3、认真执行交接班制度，填好交接班及运转台时记录。



4、管好工具和附件，不得遗失。

5、不准在设备运行时离开岗位，发现故障应立即停车，自己不能处理的，应及时通知维修工人检修。

六、“三不放过”的内容

国务院规定，任何单位发生伤亡事故后应做到“三不放过”。即：事故原因分析不清楚不放过；事故责任者和应受教育者没有受到教育不放过；没有制定防范措施不放过。

课堂小结	既要安全地操作机床，还要会管理会维护，要做一个高素质的技术工人。
作业布置	1、 写出 7S 的基本内容。 2、 如何做到安全文明生产？
教学后记	



课题	车床与车削运动	课时	第 5、6 课时
教学目的	1、了解何为车工，明确学习车工的意义； 2、了解车削加工的基本内容； 3、初步掌握卧式车床的主要结构，并了解车床的传动路线； 4、初步掌握车削运动及车削中工件上形成的三个表面的定义。		



<p>教学重点</p>	<p>1、卧式车床的主要结构，及车床的传动路线； 2、车削运动及车削中工件上形成的三个表面的定义。</p>	<p>教学难点</p>	<p>卧式车床的主要结构，及车床的传动路线</p>
<p>课型</p>	<p>讲授</p>	<p>教辅</p>	<p>车床结构挂图</p>
<p>引入课题</p>	<p>螺母和螺栓大家在生活中应见过，有的就是在车床上车出来的，在你们的生活中可能见到为车出来的东西较少，但在机生产东西的机床上车出来的零件很多。今后大家可去观察并总结一下。</p>		

一、车工在机械加工中的地位和作用

复杂的机器有很多零件装配而成。不同的零件要有不同工种的工人加工而成。有精密铸造或冷挤压（无屑加工），但绝大多数零件离不开金属切削加工，车削加工就是其中一种。车削加工是指在车床上应用刀具与工件作相对切削运动，用以改变毛坯的尺寸和形状等，使之成为零件的加工过程。车工在切削加工中是最常用的一种加工方法。车床占机床总数的一半左右，故在机械加工中具有重要的地位和作用。

二、车床加工范围

在车床上所使用的刀具主要是车刀，还有钻头、铰刀、丝锥和滚花刀等。车床主要用来加工各种回转表面，如：内、外圆柱面；内、外圆锥面；端面；内、外沟槽；内、外螺纹；内、外成形表面；丝杆、钻孔、扩孔、铰孔、镗孔、攻丝、套丝、

滚花等。如图 0-1 所示。

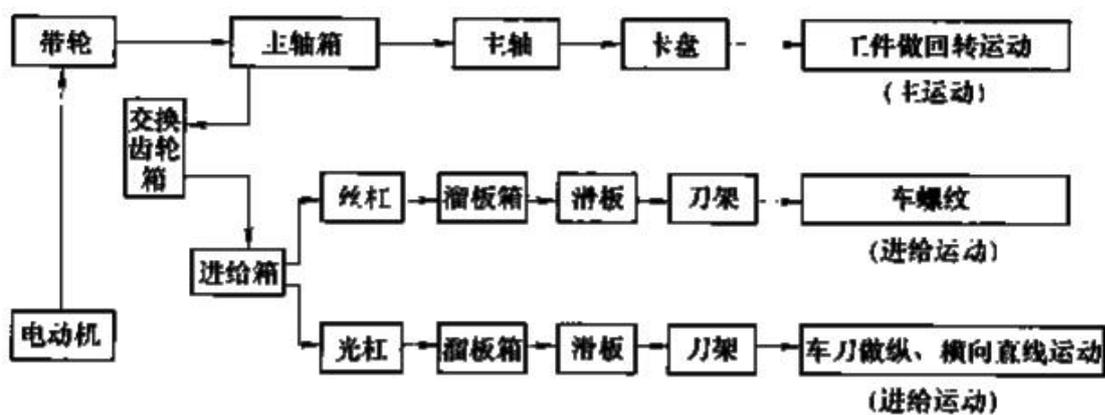
三、卧式车床的主要结构

见教材图 1-1 分析：

- 1、 床身
- 2、 主轴箱
- 3、 交换齿轮箱
- 4、 进给箱
- 5、 溜板箱
- 6、 刀架部分
- 7、 尾座
- 8、 床脚
- 9、 冷却装置

三、卧式车床的传动路线

见教材图 1-2 分析：



四、车床的切削运动

机床切削运动是由刀具和工件作相对运动而实现的。按切削运动所起作用可分为两类：主运动和进给运动。

1. 主运动

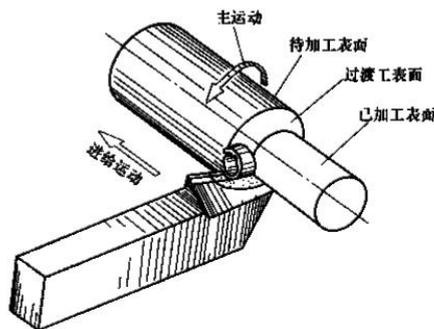
切除工件切屑形成新表面必不可少的基本运动，其速度最高，消耗功率最多。切削加工的主运动只能有一个。车削时，工件的旋转运动为主运动，

2. 、进给运动

使切削层间断或连续投入切削，从而加工出完整表面所需的切削运动。其速度小，消耗功率少。进给运动有一个或几个。车削时，刀具的纵向、横向和斜向运动统称为进给运动。

五、切削时产生的表面

在切削运动作用下，工件上的切削层不断地被刀具切削并转变为切屑，从而加工出所需要的工作新表面。因此，工件在切削过程中形成了三个不断变化着的表面。



1. 待加工表面——工件上即将被切去切屑的表面。
2. 已加工表面——工件上已切去切屑的表面。
3. 加工表面——工件上正被刀刃切削的表面。

课堂 小结	车床的结构要想了解地更清楚，请大家上实训的时候认真观察。
作业	1、 写出车床的加工范围。



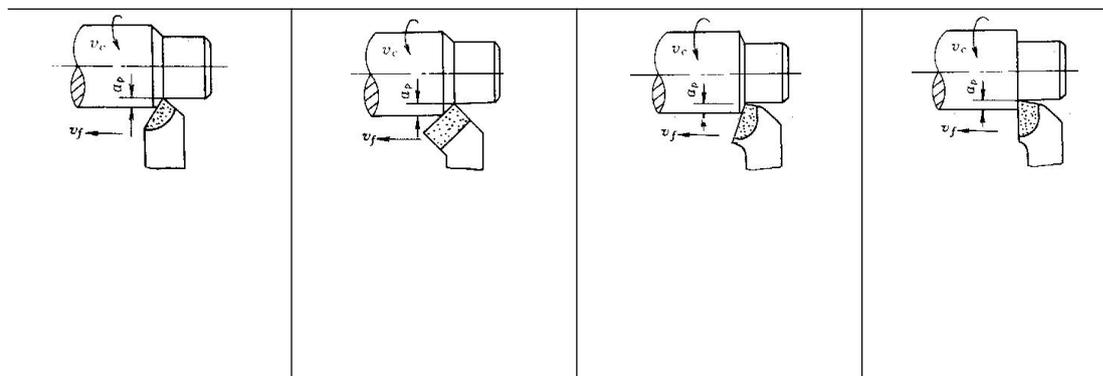
布置	2、 画出卧式车床的传动路线图。
教学 后记	

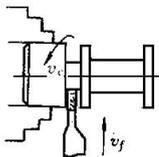
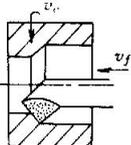
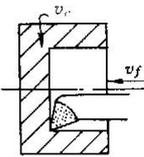
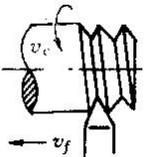
课题	车刀		课时	第 7、8 课时
教学 目的	1、 了解常用车刀的种类和用途； 2、 初步掌握的组成； 3、 了解硬质合金可转位车刀的特点。			
教学 重点	车刀切削部分的定义	教学 难点	车刀切削部分的定 义	
课型	讲授	教辅	常用车刀 7 把	
引入 课题	工预善其事，必先利其器。要想在车床上去除工件上的材料，必先认识车刀。			

§ 1.2 车刀

一、常用车刀的种类和用途

(一)、车刀的种类 (参考教材表 1-1 中的七种情况)



直头车刀	弯头车刀	75° 强力车刀	90° 偏刀
			
切断刀或切槽刀	扩孔刀（通孔）	扩孔刀（不通孔）	螺纹车刀

1. 尖刀

外圆车刀又称尖刀，主要用于车削外圆、平面和倒角。外圆车刀一般有三种形状。

(1)直头尖刀 主偏角与副偏角基本对称，一般在 45° 左右，前角可在 $5\sim 30^\circ$ 之间选用，后角一般为 $6\sim 12^\circ$ 。

(2) 45° 弯头车刀 主要用于车削不带台阶的光轴，它可以车外圆、端面和倒角，使用比较方便，刀头和刀尖部分强度高。

(3) 75° 强力车刀 主偏角为 75° ，适用于粗车加工余量大、表面粗糙、有硬皮或形状不规则的零件，它能承受较大的冲击力，刀头强度高，耐用度高。

2. 偏刀

偏刀的主偏角为 90° ，用来车削工件的端面和台阶，有时也用来车外圆，特别是用来车削细长工件的外圆，可以避免把



工件顶弯。偏刀分为左偏刀和右偏刀两种，常用的是右偏刀，它的刀刃向左。

3. 切断刀和切槽刀

切断刀的刀头较长，其刀刃亦狭长，这是为了减少工件材料消耗和切断时能切到中心的缘故。因此，切断刀的刀头长度必须大于工件的半径。

切槽刀与切断刀基本相似，只不过其形状应与槽间一致。

4. 扩孔刀

扩孔刀又称镗孔刀，用来加工内孔。它可以分为通孔刀和不通孔刀两种。通孔刀的主偏角小于 90° ，一般在 $45^\circ \sim 75^\circ$ 之间，副偏角 $20^\circ \sim 45^\circ$ ，扩孔刀的后角应比外圆车刀稍大，一般为 $10^\circ \sim 20^\circ$ 。不通孔刀的主偏角应大于 90° ，刀尖在刀杆的最前端，为了使内孔底面车平，刀尖与刀杆外端距离应小于内孔的半径。

5. 螺纹车刀

螺纹按牙型有三角形、方形和梯形等，相应使用三角形螺纹车刀、方形螺纹车刀和梯形螺纹车刀等。螺纹的种类很多，其中以三角形螺纹应用最广。采用三角形螺纹车刀车削公制螺纹时，其刀尖角必须为 60° ，前角取零度。

(二)、车刀的用途（见绪论图）

(三)、硬质合金可转位（不重磨车刀）

- ◆ 近年来在国内外大力发展和广泛应用的先进刀具之一。刀片用机械夹固方式装夹在刀杆上。当一个刀刃磨钝后，只需将刀片转过一个角度，即可继续切削，从而大大缩短了



换刀和磨刀的时间，并提高了刀杆的利用率。（形状多样）

- ◆ 刀片是怎样装在刀体上的？
- ◆ 刀片的形状及角度简介

二、车刀切削部分的几何要素

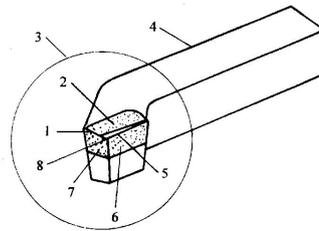
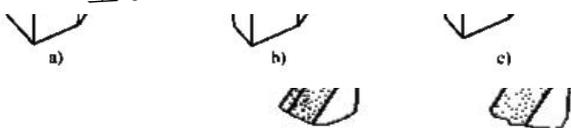
1. 车刀的组成

刀头部分：切削——若干刀面和刀刃组成

刀柄部分：装夹

2、刀头部分的几何要素

- (1) 前刀面 刀具上切屑流过的表面。
- (2) 后刀面 分主后刀面和副后刀面。与过渡表面相对的刀面称主后刀面；与已加工表面相对的刀面叫副后刀面
- (3) 主切削刃 前刀面和主后刀面的相交部位，担负主要切削工作。
- (4) 副切削刃 前刀面和副后刀面的相交部位，配合主切削刃完成少量的切削工作。
- (5) 刀尖 主切削刃和副切削刃的联结部位。为了提高刀具强度将刀尖磨成圆弧型或直线型过渡刃。一般硬质合金刀尖圆弧半径 $r_{\epsilon} = 0.5 \sim 1\text{mm}$ 。
- (6) 修光刃 副切削刃近刀尖处一小段平直的切削刃。须与进给方向平行，且大于进给量。





课堂 小结	生活中我们吃中餐与吃西餐所选用的餐具是不一样的，同样在车床上加工的零件也是有类别之分的，在不同的情况下应使用不同的刀具。
作业 布置	1、画出一个偏刀的线框图，并标明切削部分的名称。
教学 后记	



课题	车刀切削部分的几何角度		课时	第 9、10 课时
教学目的	<p>1、初步掌握测量车刀角度的三个基准平面的定义；</p> <p>2、初步掌握在基面内车刀角度的定义。</p>			
教学重点	三个基准平面的定义 主偏角、副偏角及刀尖角的定义及选择	教学难点	投影知识的应用； 空间思维能力的培养	
课型	讲授	教辅	刀具模型、多媒体	
引入课题	<p>为什么针会那么尖，因为尖才容易刺穿东西；为会么你家里要把砍骨头的刀与切菜的刀分开，因为它们刀刃的角度不一样，所反映出来的刀具的强度不一样。如果用切菜刀砍骨头刀刃就要损坏，反之又切不断。同样，车刀在进行不同情况的车削时也应采用不同的刀具角度。</p>			

§ 1.2 车刀角度

一、测量车刀角度的三个基准坐标平面



- (1) 切削平面：通过切削刃上某选定点，切于工件过渡表面的平面。
- (2) 基面：通过切削刃上某选定点，垂直于该点切削速度方向的平面。
- (3) 正交平面：通过切削刃上某选定点，同时垂直于切削平面和基面的平面。

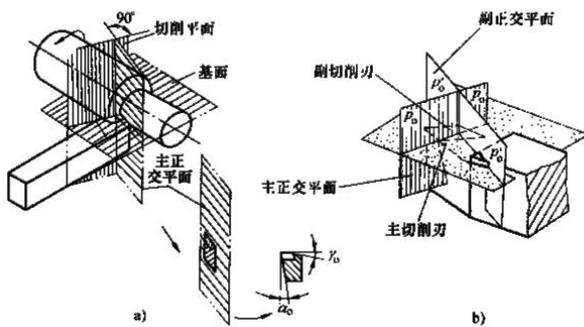
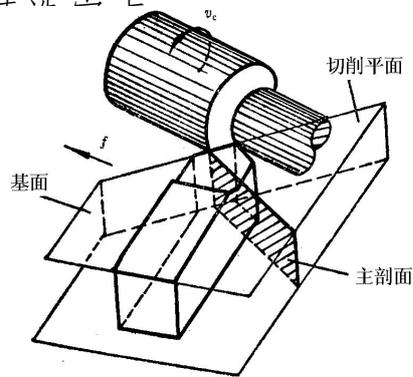


图 1-8 确定车刀角度的辅助平面

车刀的角度是在切削过程中形成的，它们对加工质量和生产率等起着重要作用。在切削时，与工件加工表面相切的假想平面称为切削平面，与切削平面相垂直的假想平面称为基面，另外采用机械制图的假想剖面(主剖面)，由这些假想的平面再与刀头上存在的三面二刃就可构成实际起作用的刀具角度。对车刀而言，基面呈水平面，并与车刀底面平行。切削平面、主剖面与基面是相互垂直的。

二、车刀角度

车刀切削部分共有 6 个角度：前角 (γ_o)、主后角 (α_o)、副



后角(α_o')、主偏角(κ_r)、副偏角($\kappa_{r'}$)和刃倾角(λ_s)。以及两个派生角度：契角(β_o)和刀尖角(ϵ_r)。

在基面内测量的角度有：

(1) 主偏角(κ_r)：主切削刃在基面上的投影与进给运动方向间的夹角。

主偏角的作用：影响切削刃的工作长度、切深抗力、刀尖强度和散热条件。主偏角越小，则切削刃工作长度越长，散热条件越好，但切深抗力越大

选择原则：车刀常用的主偏角有 45° 、 60° 、 75° 、 90° 几种。工件粗大、刚性好时，可取较小值。车细长轴时，为了减少径向力而引起工件弯曲变形，宜选取较大值。

加工台阶轴时，主偏角(κ_r)等于或大于 90° ；中间切入时 45° 到 60° 。

(2) 副偏角($\kappa_{r'}$)：副切削刃与进给方向在基面上投影间的夹角

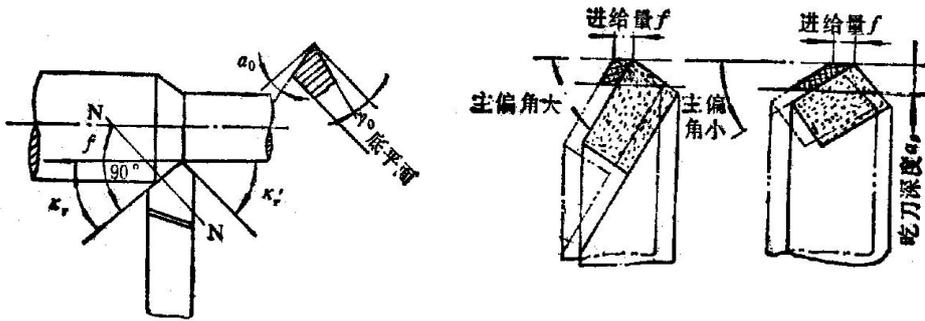
副偏角的作用：影响已加工表面的表面粗糙度，减小副偏角可使已加工表面光洁。

选择原则：一般选取 $\kappa_{r'} = 5^\circ \sim 15^\circ$ ，精车时可取 $5^\circ \sim 10^\circ$ ，粗车取 $10^\circ \sim 15^\circ$ 。

副偏角($\kappa_{r'}$)一般采用 6° 到 8° ，中间切入时取 45° 到 60° 。

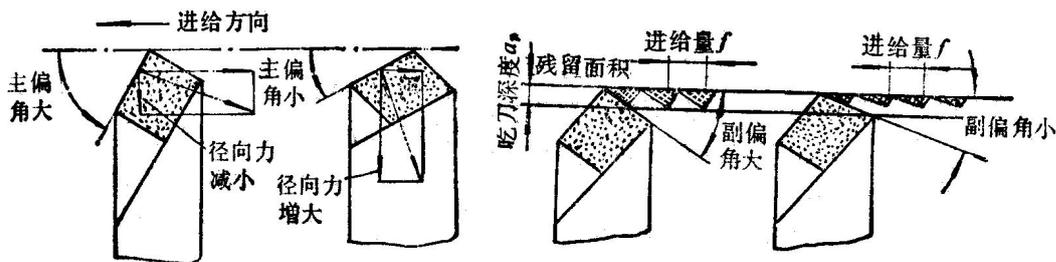
(3) 刀尖角(ϵ_r)：主切削刃和副切削刃在基面的投影间的夹角。

$$\epsilon_r = 180^\circ - (\kappa_r + \kappa_{r'})$$
 影响刀尖强度和散热性能。



车刀的主偏角与副偏角
时，对主刀刃工作长度的影响

主偏角改变



主偏角改变时，径向切削力的变化图
副偏角对残留面积高度的影响

三、主副偏角与工件的形状及加工表面的关系

- 1、凹凸轮廓工件；
- 2、锥面及台阶；
- 3、螺纹面

课堂 小结	<p>1、同学们课后认真复习机械制图的三视图及剖面图的内容。</p> <p>2、三个基准面之间的空间关系一定理解清楚。</p> <p>3、弄清主副偏角位置关系及选择方法。</p>
----------	---



作业布置	1、画出右偏刀的偏角度的视图，并解释偏角的定义。		
教学后记			
课题	车刀切削部分的几何角度	课时	第 11、12 课时
教学目的	2、进一步熟悉测量车刀角度的三个基准平面； 2、初步掌握在正交平面内车刀角度的定义。		
教学重点	车刀前、后角度的定义及选择	教学难点	投影知识的应用； 空间思维能力的培养
课型	讲授	教辅	刀具模型、多媒体
引入课题	1、测量车刀角度的三个基准平面是如何定义的？ 2、偏刀的主偏角为多少？ 本次课将继续学习车刀切削部分的其它角度。		

§ 1.2 车刀角度

一、车刀的角度

车刀切削部分共有 6 个角度：前角 (γ_o)、主后角 (α_o)、副后角 ($\alpha_{o'}$)、主偏角 (κ_r)、副偏角 ($\kappa_{r'}$) 和刃倾角 (λ_s)。以及两个派生角度：契角 (β_o) 和刀尖角 (ϵ_r)。

二、在主正交平面内测量的角度

1) γ_o 角 前刀面与基面之间的夹角，表示前刀面的倾斜程度。前角可分为正、负、零，前刀面在基面之下则前角为正



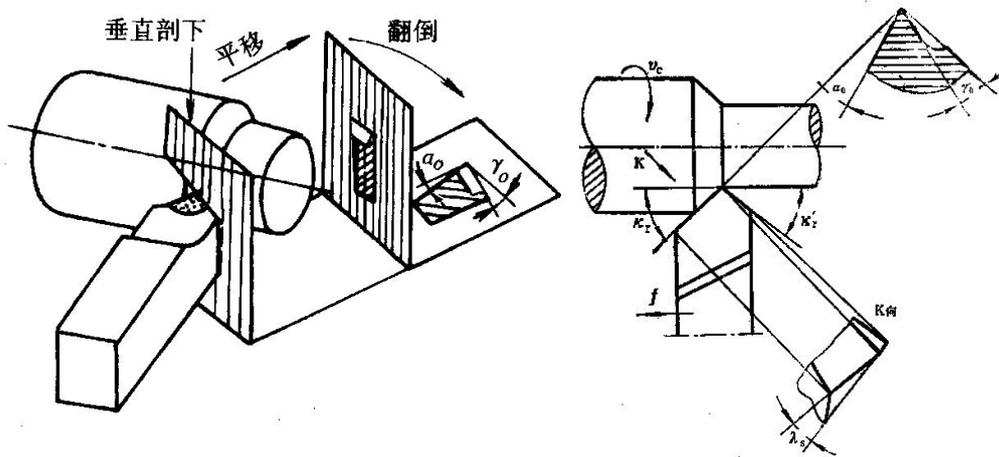
值，反之为负值，相重合为零。一般前角是正。

前角的作用：增大前角，可使刀刃锋利、切削力降低、切削温度低、刀具磨损小、表面加工质量高。但过大的前角会使刃口强度降低，容易造成刃口损坏。

选择原则：用硬质合金车刀加工钢件(塑性材料等)，一般选取 $\gamma_0 = 10^\circ \sim 20^\circ$ ；加工灰口铸铁(脆性材料等)，一般选取 $\gamma_0 = 5^\circ \sim 15^\circ$ 。精加工时，可取较大的前角，粗加工应取较小的前角。工件材料的强度和硬度大时，前角取较小值，有时甚至取负值。

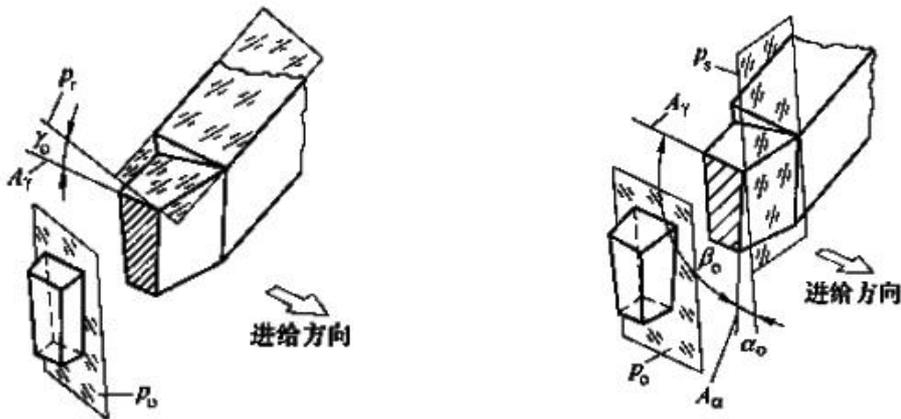
2) 后角 α_0 主后刀面与切削平面之间的夹角，表示主后刀面的倾斜程度。

后角的作用：减少主后刀面与工件之间的磨擦，并影响刃口的强度和锋利程度。选择原则：一般后角可取 $\alpha_0 = 6^\circ \sim 8^\circ$ 。





(车刀前角和后角正负值规定情况见教材表 1-3 分析)



3) 楔角 (β_o): 在主截面内前刀面和后刀面的夹角。

$$\beta_o = 90^\circ - (\gamma_o + \alpha_o)$$

三、 在副正交平面内测量角度

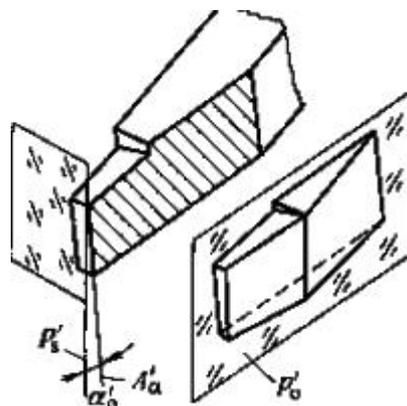
1) 副后角: 副后刀面和副切削平面间的夹角。

作用: 减少车刀副后面和工件已加工表面间的摩擦。

选择: 一般与

后角相等; 切断刀取

小值 $1 \sim 2$ 度。





课堂 小结	1、车刀切削部分的主要角度同学们现在已学习了多数，余下的当然也很重要同学们应加强复习和预习，一定要理解这些角度的定义。		
作业 布置	1、画出右偏刀的前后角度的视图，并解释前后角的定义。		
教学 后记			
课题	车刀切削部分的几何角度	课时	第 13、14 课时
教学 目的	3、 进一步熟悉测量车刀角度的三个基准平面； 2、初步掌握在主切削平面内车刀角度的定义。		
教学	车刀刃倾角度的定义及	教学	投影知识的应用；

重点	选择	难点	空间思维能力的培养
课型	综合	教辅	刀具模型、多媒体
引入课题	1、车刀的前角与后角是怎样定义的？ 本次课将继续学习车刀切削部分的其它角度-----刃倾角		

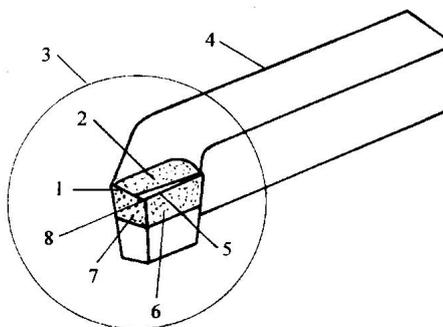
§ 1.2 车刀角度

一、车刀的角度

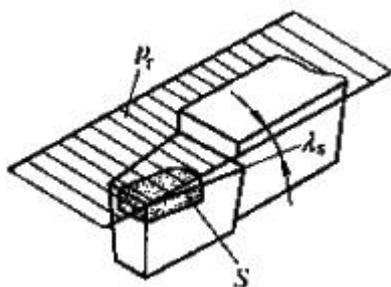
车刀切削部分共有 6 个角度：前角 (γ_o)、主后角 (α_o)、副后角 (α_o')、主偏角 (κ_r)、副偏角 (κ_r') 和刃倾角 (λ_s)。以及两个派生角度：契角 (β_o) 和刀尖角 (ϵ_r)。

二、车刀的组成回顾

- ①副切削刃 ②前刀面
- ③刀头部分 ④刀柄部
- ⑤主切削刃 ⑥主后刀
- ⑦副后刀面 ⑧刀尖



分
面



三、在主切削平面内测量的角度

(2) 后角 (α_o)

- A. 粗加工，前角小；精加工，前角大。
- B. 工件材料软，前角大；工件材料硬，前角小。

副后角与主后角一般情况下相等。

(3) 主偏角 (κ_r)

加工阶台轴时，等于或大于 90 度；中间切入时 45 度到 60 度

(4) 副偏角 (κ_r')

一般采用 6 到 8 度，中间切入时取 45 度到 60 度。

(5) 刃倾角 (λ_s)

一般车削时为 0 度；粗车时为负；精车时为正。

五、车刀切削部分主要几何角度综合图练习



课堂小结	关于车刀切削部分的几何要素及主要角度到现在已基本讲解完了，同学们现在应该对车刀有一个较深刻的认识了，在实训中大家应用好这些知识来磨出好用的车刀。
作业布置	1、画出一个反映车刀前角、后角、主偏角、副偏角、刃倾角的完整视图，并做好标记。
教学后记	





课题	刀具材料		课时	第 15、16 课时
教学目的	1、掌握刀具的常用材料 2、掌握刀具的选择			
教学重点	掌握刀具的选择	教学难点	掌握刀具的选择	
课型	讲授	教辅	刀具	
引入课题				

刀具材料

一、车刀切削部分应具备的基本性能



- (1) 硬度
- (2) 耐磨性
- (3) 强度和韧性
- (4) 耐热性
- (5) 工艺性
- (6) 导热性

- ◆ 刀具材料的硬度必须高于被加工材料的硬度才能切下金属。一般刀具材料的硬度应在 60HRC 以上。刀具材料越硬，其耐磨性就越好。
- ◆ 强度是指在切削力的作用下，不致于发生刀刃崩碎与刀杆折断所具备的性能。冲击韧度是指刀具材料在有冲击或间断切削的工作条件下，保证不崩刃的能力。
- ◆ 耐热性又称红硬性，是衡量刀具材料性能的主要指标，它综合反映了刀具材料在高温下仍能保持高硬度、耐磨性、强度、抗氧化、抗粘结和抗扩散的能力。
- ◆ 导热性、化学稳定性、抗粘性

二、车刀切削部分常用材料（见教材表 1-5 分析）

目前，车刀广泛应用硬质合金刀具材料，在某些情况下也应用高速钢刀具材料。

1、 高速钢 w18cr4v(18-4-1) w6mo5cr4v2(6-5-4-2)

2、 硬质合金：

K 类（钨钴类） 碳化钨（wc）和钴

YG3, YG8, YG6

P 类（钨钛钴类） 碳化钨（Wc）、碳化钛（TiC）和钴
YT5, YT15, YT30

M 类 [钨钛钽（铌）钴类] P 类加 TaC 或 NbC 而成。

◆ 高速钢是一种高合金钢，俗称白钢、锋钢、风钢等。其强度、冲击韧度、工艺性很好，是制造复杂形状刀具的主要材料。如：成形车刀、麻花钻头、铣刀、齿轮刀具等。高速钢的耐热性不高，约在 640℃ 左右其硬度下降，不能进行高速切削。

◆ 硬质合金以耐热高和耐磨性好的碳化物，钴为粘结剂，采用粉末冶金的方法压制成各种形状的刀片，然后用铜钎焊的方法焊在刀头上作为切削刀具的材料。硬质合金的耐磨性和硬度比高速钢高得多，但塑性和冲击韧度不及高速钢。

按 GB2075—87(参照采用 ISO 标准)，可将硬质合金分为 P、M、K 三类。

1)P 类硬质合金：主要成分为 Wc+Tic+Co，用蓝色作标志，相当于原钨钛钴类(YT)。主要用于加工长切屑的黑色金属，如钢类等塑性材料。此类硬质合金的耐热性为 900℃。

2)M 类硬质合金：主要成分为 Wc+Tic+Tac(Nbc)+Co，用黄色作标志，又称通用硬质合金，相当于原钨钛钽类通用合金(YW)。主要用于加工黑色金属和有色金属。此类硬质合金的耐热性为 1000—1100℃。

3)K 类硬质合金：主要成分为 Wc+Co，用红色作标志，又称通用硬质合金，相当于原钨钴(YG)。主要用于加工短切屑的黑



色金属(如铸铁)、有色金属和非金属材料。此类硬质合金的耐热性为 800℃。

课堂 小结	
作业 布置	
教学 后记	

课题	切削用量		课时	第 17、18 课时
教学目的	<p>1、掌握切削三要素</p> <p>2、掌握切削三要素在实际中的应用</p>			
教学重点	掌握切削三要素在实际中的应用	教学难点	掌握切削三要素在实际中的应用	
课型	讲授	教辅	投影	
引入课题				

一、切削用量的基本概念（切削用量三要素）

切削用量包括切削速度、进给量和背吃刀量(切削深度)，俗称切削三要素。它们是表示主运动和进给运动最基本的物理量，是切削加工前调整机床运动的依据，并对加工质量、生产率及加工成本都有很大影响。

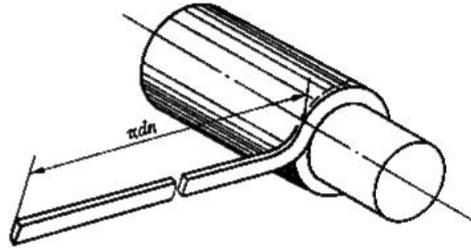
1. 切削速度 v_c



它是指在单位时间内，工件与刀具沿主运动方向的最大线速度。

车削时的切削速度由下
计算：

$$v_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$



式

式中： v_c ——切削速度
(m/s 或 m/min)；

d ——工件待加工表面的最大直径 (mm)；

n ——工件每分钟的转数 (r/min)。

由计算式可知切削速度，与工件直径和转数的乘积成正比，故不能仅凭转数高就误认为是切削速度高。一般应根据 v_c 与 d ，并求出 n ，然后再调整转速手柄的位置。

切削速度选用原则：

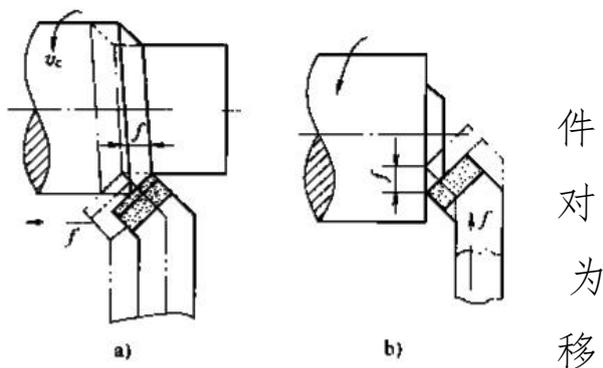
粗车时，为提高生产率，在保证取大的切削深度和进给量的情况下，一般选用中等或中等偏低的切削速度，如取 50~70m/min（切钢），或 40~60m/min（切铸铁）；

精车时，为避免刀刃上出现积屑瘤而破坏已加工表面质量，切削速度取较高（100 m/min 以上）或较低（6 m/min 以下），但采用低速切削生产率低，只有在精车小直径的工件时采用，一般用硬质合金车刀高速精车时，切削速度 100~200 m/min（切钢）或 60~100m/min（切铸铁）。

由于同学对车床的操作不熟练，不宜采用高速切削。

2. 进给量 f

它是指在主运动一个循环（或单位时间）内，车刀与工件之间沿进给运动方向上的相位移量，又称走刀量，其单位 mm/r。即工件转一转，车刀所动的距离。



件
对
为
移

进给量选用原则：粗加工时可选取适当大的进给量，一般取 0.15~0.4 mm/r；精加工时，采用较小的进给量可使已加工表面的残留面积减少，有利于提高表面质量，一般取 0.05~0.2 mm/r。

3. 背吃刀量(切削 a_p 深度)

车削时，切削深度是指待加工表面与已加工表面之间的垂直距离，又称吃刀量，单位为 mm，其计算式为：

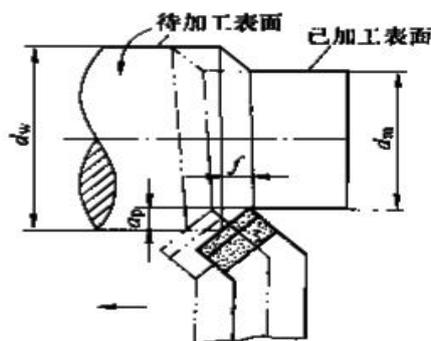
$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2}$$

式中： d_w —— 工件待加工表面的直径 (mm)；
 d_m —— 工件已加工表面的直径 (mm)。

切削深度选用原则：

粗加工应优先选用较大的切削深度，一般可取 2~4mm；

精加工时，选择较小的切削深度对提高表面质量有利，但过小又使工件上表面可能没有完全切除掉而达不到满意的效果，一般取 0.3~0.5mm



(高速精车) 或 $0.05 \sim 0.10\text{mm}$ (低速精车)。

例：车削直径 $d=60\text{mm}$ 的工件外圆，车床主轴转速 $n=600\text{r/min}$ 。
求切削速度 v_c 。(113m/min)

课堂 小结			
作业 布置			
教学 后记			
课题	金属切削过程	课时	第 19、20 课时
教学 目的	<p>1、了解金属切削过程，有助于正确刃磨车刀和合理使用车刀</p> <p>2、掌握车刀角度对切削过程的影响</p>		



教学重点	掌握车刀角度对切削过程的影响	教学难点	掌握车刀角度对切削过程的影响
课型	讲授	教辅	投影
引入课题	了解金属切削过程，有助于正确刃磨车刀和合理使用车刀		

一、 切削的形成

(1) 切削过程：

切削时，在刀具的切削刃的切割和前刀角的推挤作用下，使被切削的金属层产生变形，剪切滑移而变成切屑。

(2) 切屑的类型

- ①带状切屑：车削加工塑性金属时因切屑厚度太小、切屑速度高、前角大（不利于加工、容易发生事故）。
- ②挤裂切屑：切削速度低、切削厚度大、前角小（粗车）。
- ③崩碎切屑：切削脆性金属时，材料塑性小。

二、 影响断屑的主要因素

- 1、 断屑槽的宽度
- 2、 切削用量
- 3、 刀具角度

三、 积屑瘤

用中等切削速度切削钢料或其他塑性金属，有时在车刀前刀面上近切削刃处牢固地粘着一小块金属。

1、对加工的影响

①保护刀具：硬度为工件材料的2~3倍，代替切削刃（刀尖）切削，保护切削刃和前刀面，减少了刀具的磨损。

②增大实际前角：增大至 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ，因而减少切削的变形。降低了切削力、

③影响工件表面质量和尺寸精度

积屑瘤不稳定.时大时小，一部分被切屑带走，一部分嵌入工件已加工表面，使工件表面形成硬点和毛刺，表面粗糙度大。当积屑瘤增大到切削刃之外时，改变切削深度，影响尺寸精度。

2. 切削速度对积屑瘤的影响

切削速度低速 不产生

切削速度中速 最易产生

切削速度高速 不产生

因此精加工时，应用高速避免产生积屑瘤。

三、切削力

切削加工时，工件材料抵抗刀具切削所产生的阻力。

1、分解：

2、影响切削力的主要因素

四、削热和温度

1、 来源和传散

来源：变形与摩擦消耗的功转化为热能。

传散：工件、刀具、切削（主要）周围介质



2、影响切削温度的因素

- ①刀具角度：前角对切削温度影响较明显 \uparrow ，切削温度 \downarrow ；主偏角大，切削温度 \uparrow 。
- ②切削用量：
- ③工件材料：强度和硬度高，温度小。

3、影响切削力的因素

①刀具方面

前角 大 切削力 小

主偏角 大 切削力 F_y 小 F_x 大

刃倾角 改变合力 F_r 及合力 F_{xy} 的方向

刃倾角为正 切削力为负 F_y 大 F_x 小

刀尖圆弧半径 0.25-1 时 F_y 增大

②切削用量方面

切削深度和进给量 F 不变 a_p 大一倍 F_z 大一倍

a_p 不变 F 大一倍 F_z 大 70%-80%

切削速度 大 切削力 小

课堂 小结	
作业 布置	
教学 后记	



课题	切削液		课时	第 21、22 课时
教学目的	1、掌握切削液的作用 2、切削液的选用			
教学重点	切削液的选用	教学难点	切削液的选用	
课型	讲授	教辅		
引入课题	切削液对加工质量及刀具寿命以及生产效率等有一定的影响。			

一、切削液的作用

1. 冷却



2. 润滑
3. 清洗
4. 防锈

二、分类

- a) 乳化液 乳化油加 15-20 倍水稀释而成
- b) 切削油 矿物油，少数采用植物油和动物油

三、选用

1. 根据加工性质

- (1) 粗加工，乳化液。
- (2) 精加工，极压切削油或高浓度的极压乳化液。
- (3) 孔加工，黏度小的极压乳化液和极压切削油。

2. 根据工件材料

- (1) 钢件粗加工，乳化液。精加工，极压切削油。
- (2) 脆性金属，可用黏度小的煤油 7%—10%的乳化液，一般不加。
- (3) 有色金属，煤油和黏度小的切削油，镁合金用压缩空气

3. 根据刀具材料

- (1) 高速钢 粗加工，极压乳化液。精加工，极压乳化液和极压切削油。
- (2) 硬质合金 一般不加，也可用切削液（乳化液）

注意点：

- (1) 油状乳化油必须稀释后才能使用
- (2) 必须浇注在切削区域



(3) 硬质合金必须一开始就连续充分地浇注,否则刀头要产生裂纹。

四、表 1-8 分析

(成分、性能和作用、用途)

课堂 小结	
作业 布置	
教学 后记	



第二章 车轴类工件

课题	车轴类工件使用的车刀	课时	第 23、24 课时
教学目的	1、掌握粗车刀角度、精车刀角度的选择 2、掌握切刀的角度选择		

教学 重点	1、掌握粗车刀角度、精车刀角度的选择 2、掌握切刀的角度选择	教学 难点	1、掌握粗车刀角度、精车刀角度的选择 2、掌握切刀的角度选择
课型	讲授	教辅	刀具、投影
引入 课题	轴类零件的车削		

一、对车刀的要求

1. 粗车刀

- (1) 前角和后角小些，增加强度，但过小会增加切削力
- (2) 主偏角不宜过小，否则会振动。
- (3) 刃倾角取 0-3 度
- (4) 主切削刃上磨倒棱 $br_1 = (0.5-0.8) f$ 。
- (5) 刀尖处磨直线型过渡刃，偏角 = $1/2 \kappa_r$ ，长度 = 0.5-2mm
- (6) 应磨有断屑槽。

2. 精车刀

- (1) 前角和后角大些，锋利，减少摩擦。
- (2) 副偏角较小，可磨修光刃，长度 = $(1.2-1.5) f$ 。
- (3) 刃倾角去正，一般 = 3-8 度
- (4) 应磨有断屑槽。

二、车外圆、平面和台阶的车刀

1. 90 度车刀及其使用

又称偏刀，有右偏刀和左偏刀两种

右偏刀一般用来车削外圆、端面和右向台阶。

左偏刀车削左向台阶和外圆，或又大又短工件的端面。

2. 45 度车刀及其使用

45 度车刀的刀尖角=90 度，所以强度和散热比 90 度车刀好，常用于工件的端面车削和 45 度倒角。

3. 75 度车刀及其使用

75 度车刀刀尖角比 90 度车刀大，适合强力车削。

三、切断刀和车槽刀

1. 切断刀

(1) 高速钢切断刀

- A. 前角 0-30 度。
- B. 后角 6-8 度。
- C. 副后角 两个对称 1-2 度
- D. 主偏角 90 度。
- E. 副偏角两个对称 1-1.5 度。
- F. 主切削刃宽度 $a = (0.5-0.6) d$
- G. 刀头长度 $L = h + (2-3) \text{mm}$

(2) 硬质合金切断刀

(3) 弹性切断刀

(4) 反切刀

2. 车槽刀

与切断刀几何形状基本相同，但刀头宽度应小于槽宽，刀尖长度略大于槽深即可。

课堂小结	刀具角度的选择无论在粗车、精车、切槽切断中非常重要，应该深刻领会和学习
作业布置	根据各种车刀的角度，想象应该如何刃磨车刀
教学后记	

课题	轴类工件的装夹		课时	第 25、26 课时
教学目的	夹具的使用			
教学重点	夹具的选择	教学难点	夹具的使用	
课型	讲授	教辅	投影	
引入课题	车削零件时如何在机床上放置呢，那就要用到夹具。 夹具在车削时应用非常广泛			

一、单动（俗称四爪）卡盘装夹

二、用自定心（三爪）卡盘装夹

三、用两顶尖装夹

1. 中心孔的形状和作用

A 型 圆锥孔和圆柱孔组成，锥角为 60 度

B 型 在 A 型上加一个 120 度护锥。

C 型 在 B 型上加一个螺孔。

R 型 A 型相似，把圆锥面改成 60 度圆弧面。

2. 中心孔折断的原因和预防



- (1) 轴线与旋转中心不一致。
- (2) 工件端面不平。
- (3) 切削用量选用不合适
- (4) 中心钻磨钝
- (5) 没有充分浇注切削液或排屑不及时。

3. 用两顶针装夹的注意事项

- (1) 轴线要一至。
- (2) 尾座套筒尽量缩短
- (3) 中心孔形状要正确，粗糙度小
- (4) 用死顶尖时要用黄油润滑。
- (5) 配合松紧合适。

四、用一夹一顶装夹

课题：_____轴类工件的测量_____

教学目的、要求：_____轴类工件的测量方法_____

教学重点、难点：_____各种量具的使用_____

授课方法：_____

教学参考书及教具（含电教设备）：_____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：



I、

§ 2.3 轴类工件的测量

一、游标卡尺

二、千分尺

课题：_____工艺分析_____

教学目的、要求：_____

教学重点、难点：_____

授课方法：_____

教学参考书及教具（含电教设备）：_____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

I、



§ 2.4、2.5 工艺分析

见书本 P31-P33 表格

课题：_____ 钻孔 _____

教学目的、要求：_____ 孔加工 _____

教学重点、难点：_____ 刀具的选择和角度 _____

授课方法：_____

教学参考书及教具（含电教设备）：_____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

第三章 车套类工件

圆柱孔的加工比轴类工件加工要困难，因为：

- (1) 加工孔再内部进行，观察比较困难。
- (2) 刀杆受孔径限制，刚性差。
- (3) 排屑和冷却比较困难。
- (4) 测量比较困难。

§ 3.1 钻孔

用钻头在实体材料上加工孔的方法叫钻孔



一、麻花钻的几何形状

1. 麻花钻的组成

- (1) 柄部 传递扭距和定心
- (2) 颈部 标注
- (3) 工作部分 切削和导向

2. 工作部分几何形状

- (1) 螺旋槽
- (2) 前刀面
- (3) 主后刀面
- (4) 顶角 (118 度)
- (5) 前角
- (6) 后角
- (7) 横刃
- (8) 横刃斜角
- (9) 棱边

二、刃磨要求

- (1) 主切削刃对称，长度相等
- (2) 横刃斜角为 55 度

课题：_____扩孔和铰孔_____

教学目的、要求：_____



教学重点、难点： _____

授课方法： _____

教学参考书及教具（含电教设备）： _____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

§ 3.2 扩孔和铰孔

用扩孔工具扩大孔径的加工方法叫扩孔

一、用麻花钻扩孔

二、用扩孔钻扩孔

三、铰孔

用铰削方法加工平底孔的方法

课题： _____ 车孔 _____

教学目的、要求： _____

教学重点、难点： _____



授课方法： _____

教学参考书及教具（含电教设备）： _____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

§ 3.3 车孔

一、内孔车刀

可分为通孔和盲孔车刀两种

1. 通孔车刀

几何形状与外圆刀相似，主偏角 60-75 度，副偏角 15-30 度，磨有两个后角。

2. 盲孔车刀

几何形状与外圆刀相似，主偏角 90-93 度，
通孔车刀

盲孔车刀

二、车孔的关键技术

1. 尽量增加刀杆截面积
2. 刀杆的伸出长度尽可能缩短
3. 解决排屑问题，控制切屑流向



课题：_____车平面槽和内槽_____

教学目的、要求：_____

教学重点、难点：_____

授课方法：_____

教学参考书及教具（含电教设备）：_____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

I、

§ 3.4 车平面槽和内槽

一、槽的种类

1. 轴肩槽
2. 平面槽

二、车槽刀

与切断刀相似，车平面槽时一个刀尖相当于在车孔。



课题：____ 铰孔 _____

教学目的、要求： _____

教学重点、难点： _____

授课方法： _____

教学参考书及教具（含电教设备）： _____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

§ 3.5 铰孔

是精加工孔的方法之一，在工厂中被广泛应用。

一、铰孔

1. 铰刀的几何形状

铰刀由柄部、颈部和工作部分组成。

2. 铰刀的种类

按用途可分机用铰刀和手用铰刀

按材料可分高速钢和硬质合金两种



二、铰孔余量的确定

高速钢铰刀为 0.08-0.12；硬质合金为 0.15-0.20

三、铰孔时的注意事项

1. 铰刀的选择和保管
2. 调整尾座轴线和使用浮动套筒
3. 选择合理的铰削用量
4. 合理选择切削液（干切削和非水溶性孔大；水溶性孔小）
5. 铰孔前对孔的要求

课题：_____孔加工时的切削用量_____

教学目的、要求：_____

教学重点、难点：_____

授课方法：_____

教学参考书及教具（含电教设备）：_____



授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

§ 3.6 孔加工时的切削用量

一、切削深度

二、切削速度

三、进给量

一般 12-25mm 时，进给量 0.15-0.35，钻铸件时可略大

课题：_____ 保证套类工件技术要求的方法_____

教学目的、要求：_____

教学重点、难点：_____

授课方法：_____

教学参考书及教具（含电教设备）：_____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

I、

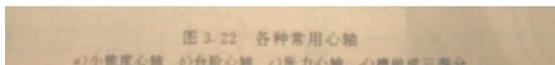


§ 3.7 保证套类工件技术要求的方法

一、在一次装夹中完成

二、以内孔为基准保证位置精度（实体心轴、胀力心轴）

三、用外圆为基准保证位置精度



课题：_____套类工件的测量、工艺分析_____

教学目的、要求：_____

教学重点、难点：_____

授课方法：_____

教学参考书及教具（含电教设备）：_____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：



I、

§ 3.8 套类工件的测量

一、孔径的测量

1. 内卡钳
2. 塞规
3. 内径千分尺
4. 内测千分尺

二、形状和位置精度的测量

1. 百分表
2. 内径百分表（或千分表）

百分表测圆跳动



§ 3.9 工艺分析

见书本 P53-55

课题：_____圆锥的术语、定义和计算_____

教学目的、要求：_____

教学重点、难点：_____



授课方法： _____

教学参考书及教具（含电教设备）： _____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

I、

第四章 车圆锥

§ 4.1 圆锥的术语、定义和计算

一、术语及定义

1. 圆锥表面

与轴线成一定角度，且一端相交于轴线的一条直线段（母线），围绕轴线旋转形成的表面。

2. 圆锥

由圆锥表面与一定尺寸所限定的几何体。

3. 圆锥的基本参数

(1) 圆锥角 α

(2) 大端直径 D

(3) 小端直径 d

(4) 圆锥长度 L

(5) 锥度 C

$$C=D-d/L$$



二、圆锥的各部分尺寸计算

1. 圆锥半角 $\alpha/2$

$$\tan(\alpha/2) = (D-d)/2L$$

例：P58

2. 锥度 C

$$C = (D-d)/L$$

例：P59

课题：_____工具圆锥、车圆锥的方法_____

教学目的、要求：_____

教学重点、难点：_____

授课方法：_____

教学参考书及教具（含电教设备）：_____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

I、

§ 4.2 工具圆锥

一、莫氏圆锥

0、1、2、3、4、5、6、从大到小



二、米制圆锥

4、6、80、100、120、160、200 指大端直径 $C=1:20$

§ 4.3 车圆锥的方法

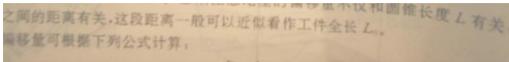
主要有以下五种方法

1. 转动小滑板法
2. 偏移尾座法
3. 仿形法（靠模法）
4. 宽刃刀车削法
5. 铰内圆锥法

一、转动小滑板法



二、偏移尾座法



三、仿形法（靠模法）



四、五、略 P65

课题：_____圆锥的检验_____

教学目的、要求：_____



教学重点、难点： _____

授课方法： _____

教学参考书及教具（含电教设备）： _____

授课执行情况及分析：

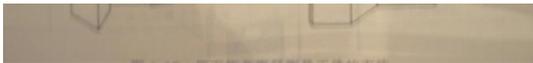
板书设计或授课提纲及备注：

I、

§ 4.4 圆锥的检验

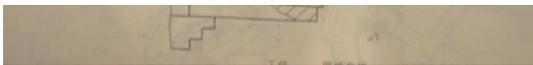
一、角度和锥度的检验

1. 用万能角度尺



2. 用角度样板

3. 用圆锥量规



二、圆锥的检验

圆锥的大、小端直径可用圆锥界限量规来测量。



课题：____车圆锥时的质量分析_____

教学目的、要求：_____

教学重点、难点：_____

授课方法：_____

教学参考书及教具（含电教设备）：_____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

§ 4.5 车圆锥时的质量分析

略 P69

课题：____车成形面的方法_____

教学目的、要求：_____



教学重点、难点： _____

授课方法： _____

教学参考书及教具（含电教设备）： _____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

第五章 车成形面和研磨

§ 5.1 车成形面的方法

一、双手控制法

数量少或单件时，可采用。（小滑板+中滑板或中滑板+大拖板）

单球手柄 $L=1/2 (D+D^2-d^2)$

二、成形法

用成形刀对工件进行加工的方法

1. 成形刀的种类



- (1) 普通成形刀 与普通车刀相似，可用手磨，精度低
- (2) 棱形成形刀 由刀头和刀杆组成，精度高
- (3) 圆形成形刀 圆轮形开一缺口

三、仿形法

刀具按照仿形装置进给对工件加工的方法，比较先进。

1. 尾座靠模仿形
2. 靠板仿形

四、用专用工具车成形面

方法较多，在此只介绍用蜗轮蜗杆实现的车刀回旋运动 P75

课题：__ 研磨 _____

教学目的、要求： _____

教学重点、难点： _____

授课方法： _____

教学参考书及教具（含电教设备）： _____

授课执行情况与分析：

板书设计或授课提纲及备注：

§ 5.2 研磨

一、研磨的方法和工具

研磨外圆时用铸铁套，研磨内孔时用研棒 P75

二、研磨工具的材料



- i. 灰铸铁 较理想的材料，用于淬火钢
- ii. 软钢 很少用，小于 M8 的螺纹及小孔
- iii. 铸造铝合金 研磨铜料
- iv. 硬木材 研磨软金属
- v. 轴承合金（巴氏合金） 软金属的精研磨

三、研磨剂

1. 磨料

- (1) 金刚石粉末 (C)
- (2) 碳化硼 (B₄C)
- (3) 氧化铬 (Cr₂O₃)
- (4) 碳化硅 (SiC)
- (5) 氧化铝 (Al₂O₃)

2. 研磨液

磨料不能单独用于研磨，须配合研磨液和辅助材料。常用的研磨液有 10 号机油，煤油和锭子油。作用：

- (1) 使微粉能均匀分布在研具表面
- (2) 冷却和润滑作用

3. 辅助材料

是一种粘度较大和氧化作用较强的混合脂。常用的有硬脂酸、油酸、脂肪酸和工业甘油。

作用：

使工件表面形成氧化薄膜，加速研磨过程。

课题：_____ 螺纹的分类及术语 _____

教学目的、要求： _____

教学重点、难点： _____

授课方法： _____

教学参考书及教具（含电教设备）： _____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

第六章 车螺纹和蜗杆

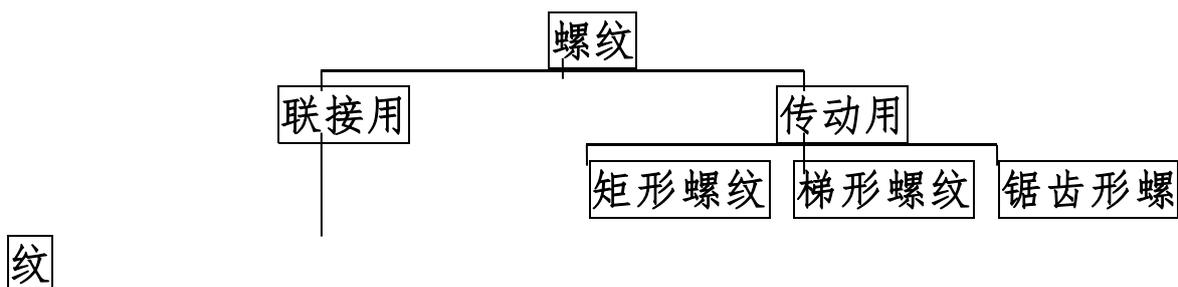
§ 6.1 螺纹的分类及术语

一、螺旋线的形成

直角三角形围绕圆柱旋转一周，斜边在圆柱表面上所形成的曲线，就是螺旋线

二、螺纹的分类

按用途和牙形分



三角形螺纹

管螺纹

圆形螺纹

按螺旋方向分：右旋和左旋

按螺旋线数分：单线和多线

按母体分：圆柱螺纹和圆锥螺纹

三、螺纹术语

1. 螺纹

在圆柱表面上，沿着螺旋线所形成的，具有相同剖面的连续凸起和沟槽

2. 螺纹牙型、牙型角和牙型高度

螺纹牙型是通过轴线剖面上，螺纹的轮廓形状。

牙型角是螺纹牙型上，相邻两牙侧间的夹角

牙型高度是螺纹牙型上，牙顶到牙底之间，垂直与轴线的距离。

3. 螺纹直径

公称直径 代表螺纹尺寸的直径，指螺纹大径的基本尺寸。

外螺纹大径（ d ） 亦称外螺纹顶径。

外螺纹小径（ d_1 ） 亦称外螺纹底径。

内螺纹大径（ D ）亦称外螺纹底径。

内螺纹小径（ D_1 ）亦称外螺纹孔径。

中径（ D_2, d_2 ） 是一个假象圆柱的直径，母线通过牙型上沟槽和凸起宽度相等的地方。

4. 螺距（ P ）

相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离。

5. 螺纹升角（ ψ ）

在中径圆柱上，螺旋线的切线与垂直于螺纹轴线的平面之间的



夹角。计算公式：

$$\tan \psi = P / \pi d_2$$

课题：__三角螺纹的种类和尺寸计算_____

教学目的、要求：_____

教学重点、难点：_____

授课方法：_____

教学参考书及教具（含电教设备）：_____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

I、

§ 6.2 三角螺纹的种类和尺寸计算

因其规格和用途不同，可分为普通螺纹、英制螺纹、管螺纹

一、普通螺纹的尺寸计算

牙型角为 60 度 用 (Mxx) 表示



- (1) 螺纹大径 $D=d$
- (2) 中径 $d_2=D_2=d-0.6495P$
- (3) 牙型高度 $h_1=0.5413P$
- (4) 螺纹小径 $d_1=D_1=d-1.0825P$

二、英制螺纹

在我国应用很少，牙型角为 55 度

螺距与公制换算公式：

$$P=1\text{in}/n=25.4/n(\text{mm})$$

P 为螺距 n 为牙数

三、管螺纹

分为非螺纹密封管螺纹（圆柱）和螺纹密封管螺纹（圆锥），
均为 55 度，用 (G_x/x) 表示

课题：__矩形螺纹尺寸计算、梯形螺纹的尺寸计算_____

教学目的、要求： _____

教学重点、难点： _____

授课方法： _____

教学参考书及教具（含电教设备）： _____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

I、

§ 6.3 矩形螺纹尺寸计算(略)

§ 6.4 梯形螺纹的尺寸计算

国家标准规定为 30 度；英制为 29 度，较少采用

外螺纹	大径 d	公称直径		
	中径 d_2	$d-0.5P$		
	小径 d_3	$d-2 h_3$		
	牙高 h_3	$0.5P+ ac$		
内螺纹	大径 D	$D+2 ac$		
	中径 D	d_2		
	小径 D	$d-P$		
	牙高 H	h_3		
牙顶宽	$f、f'$	$0.366P$		
牙底宽	$W、W'$	$0.366P-0.536 ac$		
牙顶间隙	P	1.5-5	6-12	14-44
	ac	0.25	0.5	1



课题：____ 螺纹车刀 _____

教学目的、要求： _____

教学重点、难点： _____

授课方法： _____

教学参考书及教具（含电教设备）： _____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

I、

§ 6.5 螺纹车刀

一、螺纹车刀材料的选择



有高速钢（低速）和硬质合金（高速）两类

二、螺纹升角对车刀工作角度的影响

1. 车刀两侧后角的变化

一般取 3-5 度

右螺纹：左侧=3-5 度+ ψ

右侧=3-5 度- ψ

左螺纹：左侧=3-5 度- ψ

右侧=3-5 度+ ψ

2. 车刀两侧前角的变化

由于基面发生了变化，工作前角与刃磨前角不一样。

三、车刀纵向前角对螺纹牙型角的影响

车刀刀尖角的大小决定了螺纹牙型角

螺纹车刀纵向前角不等于 0 度时，两侧切削刃不通过工件轴线，车出的牙侧不是直线而是曲线。纵向前角越大，牙型角的影响越大

四、三角形螺纹车刀（P89）

五、矩形螺纹车刀（P90）

六、梯形螺纹车刀（P91）

课题：____车螺纹的方法_____

教学目的、要求：_____



教学重点、难点： _____

授课方法： _____

教学参考书及教具（含电教设备）： _____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

§ 6.6 车螺纹的方法

一、低速车削螺纹

三角螺纹：

- (1) 直进法
- (2) 左右切削法
- (3) 斜进法

矩形螺纹

1. 直进法
2. 左右切削法

梯形螺纹

1. 左右切削法
2. 车直槽法
3. 车阶梯槽法

二、高速车削螺纹



用硬质合金车刀，不宜采用左右切削法

课题：_____车蜗杆_____

教学目的、要求：_____

教学重点、难点：_____

授课方法：_____

教学参考书及教具（含电教设备）：_____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

§ 6.7 车蜗杆

一、蜗杆的齿形

轴向直廓蜗杆和法向直廓蜗杆

二、蜗杆的主要参数

轴向模数 m_x

齿形角 $\alpha=20^\circ$

齿距 p	πm_x	齿顶宽 (s_a)	轴向	$0.843 m_x$
导程 P_z	$Z_1 X P = Z_1 \pi m_x$		法向	$0.843 m_x * \cos \gamma$
全齿高 h	$2.2 m_x$	齿根宽 (e_f)	轴向	$0.697 m_x$
齿顶高 h_a	m_x		法向	$0.697 m_x * \cos \gamma$
齿根高 h_f	$1.2 m_x$			
分度圆 d_1	$d_a - 2 m_x$	齿厚 (s)	轴向	$P/2$
齿顶圆 d_a	$d_1 + 2 m_x$		法向	$P/2 * \cos \gamma$
齿根圆 d_f	$d_1 - 2.4 m_x$			

三、车蜗杆时的装刀方法

1. 水平装刀法（轴向直廓蜗杆）
2. 垂直装刀法（法向直廓蜗杆）

课题：_____车多线螺纹和蜗杆_____

教学目的、要求：_____



教学重点、难点： _____

授课方法： _____

教学参考书及教具（含电教设备）： _____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

§ 6.8 车多线螺纹和蜗杆

一、多线螺纹和蜗杆

沿两条或两条以上、在轴向等距分布的螺旋线所形成的，称为多线螺纹和多线蜗杆

二、车多线螺纹和蜗杆的分线方法

1. 轴向分线法

- (1) 小滑板刻度分线法
- (2) 用百分表和量块分线法

2. 圆周分线法

- (1) 交换齿轮分线法
- (2) 用卡盘卡爪分线法
- (3) 分度盘分线法

三、注意事项

1. 先粗车再精车。



2. 各条螺旋槽切入深度相等。
3. 用左右切削法时，左右移动量应该相等。

课题：_____交换齿轮的计算、乱牙及预防_____

教学目的、要求：_____

教学重点、难点：_____

授课方法：_____

教学参考书及教具（含电教设备）：_____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

§ 6.9 交换齿轮的计算



(略)

§ 6.10 乱牙及预防

一、产生乱牙的原因

当丝杆转一转时，工件未转过整数转，就会产生乱牙。

$$n_{\text{丝}}/n_{\text{工}}=P_{\text{工}}/P_{\text{丝}}$$

二、预防乱扣的方法

常用的预防是开倒顺车，不提起开合螺母。

课题：_____梯形螺纹公差、螺纹及蜗杆的测量_____

教学目的、要求：_____

教学重点、难点：_____

授课方法：_____



教学参考书及教具（含电教设备）： _____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

§ 6.11 梯形螺纹公差

见书本表 6.3、6.4、6.5、6.6、6.7、6.8、6.9、6.10

§ 6.12 螺纹及蜗杆的测量

一、螺纹的测量

1. 单项测量法

(1) 螺距的测量

(2) 大、小径的测量

(3) 中径的测量

A. 用螺纹千分尺测量

B. 用三针测量 $M = d_2 + 4.864dD - 1.866P$

C. 用单针测量

2. 综合测量法

用螺纹量规测量

二、蜗杆的测量

1. 分度圆直径的测量

与螺纹相同

2. 法向齿厚的测量 $S_n = S_x \cdot \cos \gamma = \pi m_x / 2 \cdot \cos \gamma$





课题：___质量分析_____

教学目的、要求：_____

教学重点、难点：_____

授课方法：_____

教学参考书及教具（含电教设备）：_____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

I、见书本 P118

课题：___切削原理和刀具_____

教学目的、要求：_____

教学重点、难点：_____

授课方法：_____

教学参考书及教具（含电教设备）：_____

授课执行情况及分析：



板书设计或授课提纲及备注：

7.1 切削要素

一、 切削用量要素

切削速度、进给量、切削深度

二、 切削层横截面要素

切削厚度： $a_c = f \sin \alpha_r$

切削宽度： $a_w = a_p / \sin \alpha_r$

切削面积： $A_c = a_c * a_w = a_p * f$

7.2 车刀工作图

见书 p123

7.3 金属切削过程

了解金属切削过程，有助于正确刃磨车刀和合理使用车刀
(物理现象)

四、 切削的形成

(1) 切削过程：

切削时，在刀具的切削刃的切割和前刀角的推挤作用下，使被切削的金属层产生变形，剪切滑移而变成切屑。

(2) 切屑的类型

① 带状切屑：车削加工塑性金属时因切屑厚度太小、切屑速度高、前角大（不利于加工、容易发生事故）。

② 挤裂切屑：切削速度低、切削厚度大、前角小（粗车）。



③崩碎切屑：切削脆性金属时，材料塑性小。

五、切屑收缩

在切削过程中，被切金属层经过滑移变形出现的长度缩短、厚度增加的现象。

$$\varepsilon = LC/LCh = a_{ch}/a_c > 1$$

LC a_c ——切削层

LCh a_{ch} ——切屑

六、积屑瘤

用中等切削速度切削钢料或其他塑性金属，有时在车刀前刀面上近切削刃处牢固地粘着一小块金属。

1、形成

由于摩擦，切削和前刀面之间产生很大的压力和很高的温度；当温度和压力条件适当时，产生大的摩擦力。当摩擦力大于切削内部的结合力时，切屑底层的一部分金属就“冷焊”在前刀面上近切削刃处。

2、对加工的影响

④保护刀具：硬度为工件材料的2~3倍，代替切削刃（刀尖）

切削，保护切削刃和前刀面，减少了刀具的磨损。

⑤增大实际前角：增大至 $30^\circ \sim 35^\circ$ ，因而减少切削的变形。

降低了切削力、

⑥影响工件表面质量和尺寸精度

积屑瘤不稳定. 时大时小，一部分被切屑带走，一部分嵌入工件已加工表面，使工件表面形成硬点和毛刺，表面粗糙度大。当积屑瘤增大到切削刃之外时，改变切削深度，影响尺

寸精度。

3. 切削速度对积屑瘤的影响

切削速度低速	不产生
切削速度中速	最易产生
切削速度高速	不产生

因此精加工时，应用高速避免产生积屑瘤。

七、加工硬化

由于切削刃不是绝对锋利的，因此工件表面一层很薄的金属切除不了，产生变形。另一方面，加工表面的弹性复厚，并与后刀面产生摩擦，使表面硬度提高。

会使下道工序的刀具加快磨损，甚至难以切削；因此，应尽量减少刃口圆弧半径。

五、切削力

切削加工时，工件材料抵抗刀具切削所产生的阻力。

分解：

六、削热和温度

1、来源和传散



来源：变形与摩擦消耗的功转化为热能。

传散：工件、刀具、切削（主要）周围介质

2、影响切削温度的因素

①刀具角度：前角对切削温度影响较明显 \uparrow ，切削温度 \downarrow ；主偏角大，切削温度 \uparrow 。

②切削用量：

③工件材料：强度和硬度高，温度小。

3、影响切削力的因素

①刀具方面

前角 大 切削力 小

主偏角 大 切削力 F_y 小 F_x 大

刃倾角 改变合力 F_r 及合力 F_{xy} 的方向

刃倾角为正 切削力为负 F_y 大 F_x 小

刀尖圆弧半径 0.25-1 吋 F_y 增大

②切削用量方面

切削深度和进给量 F 不变 a_p 大一倍 F_z 大一倍

a_p 不变 F 大一倍 F_z 大 70%-80%

切削速度 大 切削力 小

4、计算

①主切削力近似公式

铸铁 $F_z \approx 1000 * a_p * f$ (N)

钢料 $F_z \approx 2000 * a_p * f$ (N)

②切削功率计算



$$P_m = F_z * V_c / 60 * 1000 \text{ (kw)}$$

检验机床与选取电动机功率时

$$P_m \leq P_E * \eta$$

P_E 电动机功率 η 传动效率=0.75-0.85

七、 刀具的磨损与寿命

八、 题目讲解

一、名词解释

1. 刀具的磨损限度
2. 切屑收缩
3. 刀具的合理几何参数

二、问答题

1. 带状切屑产生的条件有哪些？
2. 加工硬化对加工有什么影响？
3. 车削时各切削分力的实用意义是什么？
4. 切削用量对切削力各有什么影响？
5. 切削用量各要素对断屑有什么影响？
6. 切削用量对切削温度各有什么影响？
7. 试述前、后角和主偏角对刀具耐用度的影响？

三、判断题

1. 主偏角增大使切削厚度增大，减小了切屑的变形，所以切削力减小。 ()
2. 产生加工硬化主要是由于刀具刃口太钝造成的。 ()
3. 切削力等于主切削力、径向力和轴向力的总合。 ()
4. 车刀刀尖圆弧增大，切削时径向切削力也增大。 ()



5. 用很高的切削速度切削塑性材料的切削力，比用较低的切削速度要小。（ ）
6. 在主偏角为 45° 、 75° 、 90° 的车刀中， 90° 车刀的散热性能最好。（ ）
7. 车刀上磨有刃倾角后，可使工作前角增大，使切屑变形减小，所以切削力也减小。（ ）
8. 加工冲击性特大的工件，应当选择负值很大的刃倾角车刀。（ ）
9. 内斜式断屑槽，适合于切削深度较大的情况下采用。（ ）

四、单项选择题

1. 车削塑性金属材料时，车刀的前角大，切削速度高切削厚度小就容易形成（ ）切屑。
A. 带状 B. 挤裂 C. 单元 D. 崩碎
2. 采用较低的切削速度、较小的刀具前角和较大的切削厚度切削塑性金属材料时，易形成（ ）切屑。
A. 带状 B. 挤裂 C. 粒状 D. 崩碎
3. 车刀的角度中对切削力影响最大的因素是车刀的（ ）。
A. 前角 B. 主偏角 C. 刃倾角 D. 后角
4. 刀具上刀尖圆弧半径增大会使径向力（ ）。
A. 减小 B. 增大
5. 车刀的角度中影响切削力最大的因素是车刀的（ ）。
A. 前角 B. 主偏角 C. 刃倾角
6. 切削时的切削热大部分由（ ）分散出去。



- A. 刀具 B. 工件 C. 切屑 D. 空气
7. 切削温度是指()表面的平均温度。
A. 刀尖与刀前面 B. 工件 C. 切屑
8. 在切削用量相同的条件下, 主偏角减小会使切削温度()。
A. 增高 B. 降低 C. 不变
9. 车刀前角大小取决于(), 后角的大小取决于()。
A. 切削速度 B. 工件材料
C. 切削深度和进给量 D. 刀具材料
10. 加工钢料用的()车刀, 一般都应磨出适当的负倒棱。
A. 硬质合金 B. 高速钢 C. 碳素工具钢
11. 冲击负荷较大的断续切削, 应取较大的刃倾角; 加工高硬度材料取()刃倾角; 精加工时取()刃倾角。
A. 负值 B. 正值 C. 零度
12. 钻削较硬的工作材料时, 应修磨钻头()处的前刀面, 以()前角, 使钻头()。
A. 横刃 B. 外缘 C. 增大 D. 减小 E. 增加强度



课题：_____ 车床夹具_____

教学目的、要求：_____

教学重点、难点：_____

授课方法：_____

教学参考书及教具（含电教设备）：_____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

题目讲解

一、名词解释

1. (本题5.0分) 加工误差

二、问答题

1. (本题5.0分) 定位装置和夹紧装置的作用是什么？

2. (本题5.0分) 什么是六点定位？

3. (本题5.0分) 什么叫重复定位？什么叫部分定位？

4. (本题5.0分) 工件以内孔定位，常采用哪几种心轴？

5. (本题5.0分) 什么是定位误差？

三、断题

1. 在夹具中对工件进行定位，就是限制工件的自由度。 ()

2. 工件在角铁平面上定位，如果没有其他定位元件，则可限制

- 三个自由度。 ()
3. 只要不影响工件的加工精度，部分定位是允许的。 ()
4. 用大平面定位可以限制工件四个自由度。 ()
5. 1 个带圆柱孔的工件用心轴定位，可限制其四个自由度。
()
6. 锥度心轴的锥度较小时，定心精度高。 ()
7. 工件用螺纹表面定位，定位精度较低。 ()
8. 工件在有阶台的胀力心轴上安装时，可限六个自由度。
()
9. 两顶尖间装夹工件，属于部分定位。 ()

四、单项选择题

1. 圆柱体工件在长V形架上定位时，限制()个自由度，属于()定位。
- A. 两 B. 四 C. 六 D. 部分 E. 完全
2. 车削时用台阶心轴定位装夹工件，可限制()个自由度。
- A. 三 B. 四 C. 五 D. 六
3. 车削时用台阶心轴安装齿轮，能限制四个自由度，因此是()。
- A. 完全定位 B. 部分定位 C. 重复定位 D. 欠定位
4. 用一夹一顶装夹工件时，如果夹持部分较短，属于()定位。
- A. 完全 B. 部分 C. 重复 D. 欠
5. 用大平面定位时，必须把定位平面做()，以提高工件定位的()。
- A. 中凹 B. 中凸 C. 刚性 D. 强度 E. 稳定性



6. 轴承座，两平面及底面已加工过，视需要在弯板上车削 $\phi 28H7$ 孔，外形要求正确，一般应该限制()自由度。
A. 三个 B. 二个 C. 四个 D. 五个
7. 平头支承钉适用于()平面的定位，球面支承钉适用于()平面定位，网纹顶面支承钉常用于()平面定位。
A. 未加工 B. 已加工 C. 未加工过的侧平面
8. 工件在小锥度心轴上定位，可限制()个自由度。
A. 三 B. 四 C. 五 D. 六
9. 夹具的()装置，用于使工件加工时相对于刀具及切削运动处于正确位置。
A. 定位 B. 夹紧 C. 辅助
10. 基准不重合误差是由于()而产生的。
A. 工件和定位元件的制造误差
B. 定位基准和设计基准不重合
C. 夹具安装误差
D. 加工过程误差
11. 在两顶尖间装夹工件限制()个自由度，属于()定位。
A. 四 B. 五 C. 六 D. 完全 E. 部分

答案

2. 机床本身的精度；刀具磨损和振动；以及机床—夹具—工件在加工过程中弹性变形等均会影响工件的精度，这类误差称加工误差。

17. 答，定位装置的作用是确定工件在夹具中的位置，使工件在加工时相对于刀具及切削运动处于正确位置。夹紧装置的作用是夹紧工件，保证工件在夹具中的既定位置在加工过程中不变。

46. 答，在分析工件定位时通常用一个支承点限制一个自由度，用合理分布的六个支承点限制工件的六个自由度，使工件在夹具中位置完全确定，称为六点定位。

44. 答：定位点多于所应限制的自由度数，说明实际上有些定位点重复限制了同一个自由度，这样的定位称为重复定位。只要满足加工要求，少于六点的定位，称为部分定位。

19. 答：常采用的心轴有圆柱心轴、小锥度心轴、圆锥心轴、螺纹心轴、花键心轴。

45. 答：由工件定位所造成的加工面相对其工序基准的位置误差，叫定位误差。

10. 解：已知偏心距 $e=3\text{mm}$ ，试切后实测偏心距 $E=3.05\text{mm}$ ，求正确的垫片厚度 S_0 按近似值公式修正值 $R=1.5\Delta e=1.5(E-e)=1.5\times(3.05-3)=0.075\text{mm}$ 因实测偏心距大于要求值，所以垫片应减薄，所以垫片厚度 $x=1.5e-R=1.5\times 3-0.075=4.425\text{mm}$

12. 答：车削细长轴，尤其是采用跟刀架时，工件常因加工中产生振动，而使表面粗糙度增大。有时车出的工件出现“竹节形”、“腰鼓形”、锥度等缺陷。产生缺陷的原因有以下几方面：

(1) 跟刀架卡爪与工件外圆顶得过紧，易使工件出现“竹节



形”或产生振动，使工件表面产生明显振纹。

(2) 跟刀架卡爪和工件表面接触不良，造成卡爪磨损严重，在卡爪和工件表面之间产生间隙。由于工件两端处刚性强，中间刚性差，易变形，使车出的工件产生“腰鼓形”。

(3) 尾座顶尖与机床主轴不在一条中心线上，结果使车出的工件产生锥度或其他缺陷。

(4) 工件本身弯曲度大，也会使工件在加工中产生振动或弯曲，造成表面粗糙度增大和其他几何形状误差。

(5) 顶尖顶得过紧，造成工件弯曲；顶得过松，会使工件在加工中产生振动。

(6) 机床误差如主轴中心线与导轨不平行、机床导轨扭曲、机床导轨的直度误差等，会使工件产生锥度、“腰鼓形”或其他误差。

(7) 机床主轴轴颈椭圆度过大，轴承间隙过大及主轴轴向窜动等。一方面将轴颈的椭圆程度复映到工件上，另一方面容易引起振动造成表面粗糙度增大。

25. 答：加工细长轴的关键是防止弯曲变形。采取的措施：

(1) 正确使用中心架及跟刀架以提高工件的刚性。

(2) 防止工件受切削热影响产生热胀而造成弯曲，采用弹性顶尖(通过顶尖内两片碟形弹簧受力变形特点)有效补偿因工件热伸长量。

(3) 加注充分切削液充分冷却工件，减少工件的温升影响。

(4) 合理选择车刀几何形状与角度，如采用大前角、 90° 偏

刀、小的刀尖圆弧及正刃倾角。目的是减少切削径向分力与切削热。

(5)采用反向进给车削法,使工件在加工过程中的切削力的轴向分力作用下形成受拉应力状态,这样细长轴不易弯曲变形。

18. 答: 防止薄壁工件(套筒)加工中变形的措施:

(1)车削短小薄壁工件,为保证零件内外圆轴线的同轴度采用一次装夹加工。车成后切断。

(2)中等和较大的单件毛坯加工中为了减少切削力和切削热的影响,应粗、精加工工序分开进行,使粗加工产生的变形在精加工中可以得到纠正。

(3)为了减少夹紧力使工件变形的措施:

1)以外圆表面为定位夹紧时,可采用扇形软卡爪或开缝套筒或弹簧夹头,以增大装夹接触面积,使夹紧力均匀分布。

2)以内孔表面为定位夹紧时,可采用心轴或弹性胀力心轴。

3)在花盘上车削薄壁工件,应采用轴向夹紧,使夹紧力沿工件轴向分布。

(4)增加工艺辅助支承和工艺肋以提高工件的刚性,减少工件夹紧中的变形。

60. 花盘平面只允许凹,一般在0.02mm以内。花盘平面必须与主轴轴线垂直,表面粗糙度不大于Ra1.25。

9. 答: 车偏心件加工中应注意, (1)保证偏心的中心与机床主轴

的回转中心重合，这样才能保证车后偏心距的要求。具体的要求应根据加工方法不同分别做到。

1) 若用四爪单动卡盘装夹工件，要注意认真划线，精心找正。

2) 若用三爪自定心卡盘装夹工件，要注意认真计算垫块厚度，选择较硬的垫块材料，垫块与卡爪的接触面应是圆弧面不能是平面。对精度要求高的偏心工件要进行试切实测，根据实测结果调整垫块厚度，以达到偏心距的精度要求。

3) 若用两顶尖装夹工件，要注意认真划出四个中心孔的位置。两组中心孔的中心线要重合，两组中心孔的中心距应等于偏心距。钻孔时不要把中心孔钻歪，保证同轴。偏心精度要求高的工件，中心孔需在坐标镗床上钻削。

(2) 开始车削时，要注意工件对机床主轴已偏心。车刀必须从最外处开始车削，以防止把车刀打坏，或造成“闷车”现象。车削中切削深度与进给量不宜过大，防止间断切削面损坏车刀。

(3) 车偏心工件的切削速度不能太高，尤其对外形不规则、偏心距较大的工件，转速更应选择低些，防止偏重下离心力的影响。

(4) 对偏心距较大的工件，开始车削是间断切削，所以在选择车刀几何参数时要考虑能承受

第九章 车复杂工件（略）

第十章 车床

题目讲解

根据图 II-16 计算下列问题：

- (1) 写出 I 轴至 V 轴 (主轴) 的传动链结构式。
- (2) 计算主轴转数有多少级数？
- (3) 计算主轴最高转速 n_{\max} 和最低转速 n_{\min} 。
- (4) 主轴每转 1 转齿条移动的距离为多少？
- (5) 按 n_1 旋转方向确定齿条的移动方向 (用箭头标出)。



图 II-16

20×2.5

根据图 II-17 所示齿轮传动系统计算：

- (1) IV 轴最高转速和最低转速各为多少？
- (2) IV 轴有几种转速？

图 II-17

什么叫车床的几何精度和工作精度？CA6140 车床的工作精度是多少？



第十一章 提高劳动生产率的途径

课题：___提高劳动生产率的途径_____

教学目的、要求：_____

教学重点、难点：_____

授课方法：_____

教学参考书及教具（含电教设备）：_____

授课执行情况及分析：

板书设计或授课提纲及备注：

劳动生产率的考核指标，有产量定额和时间定额两部分。

要提高劳动生产率，必须增加产量定额，或减少时间定额。

其目的是降低生产成本，增加企业的生产效益。但是，要在保证经济适用，保证产品质量的前提下，同时注意减轻工人的劳动强度。

§ 11.1 时间定额的组成

要提高劳动生产率，必须先了解时间定额是由哪些时间因素组成的，并设法缩短比例大的那些时间因素。

$$t_s = t_m + t_a + t_r$$

式中：

t_m ——基本时间；

t_a ——辅助时间；

t_r ——休息与生理需要的时间

实际在加工一批零件时，还有**准备和结束时间** *。

因此，实际消耗在每一零件上的时间，是时间定额+准备和结束时间/每批零件的总数。

综上所述，要提高劳动生产率，必须缩短基本时间、辅助时间以及准备结束时间。

§ 11.2 缩短基本时间的方法

车削时，基本时间取决于所选的切削速度，进给量和切削深度，并决定于加工余量和车刀行程长度。

$$t_m = \frac{L}{nf} * \frac{A}{a_p} = \frac{L}{nf} * i$$

式中：

L ——车刀行程长度，mm；

A ——加工余量的 $1/2$ ，mm；

i ——进给次数。

由此可见，用以下几种方法可以缩短基本时间。

一、减少加工余量

在保证产品质量的前提下，毛坯的余量应尽量减少*。尤其是在批量较大时，毛坯制造应尽量采用精密铸造、精锻、冷挤压、粉末冶金等工艺。

二、加大切削用量

1. 提高切削速度 (V_c)

可以缩短每次进给行程所需的时间，所以能有效缩短基本时间*。

2. 增大进给量

可以缩短每次进给行程时间，从刀具寿命出发，增大进给量比提高切削速度有利。

3. 增大切削深度

可以减少进给行程的次数，从而缩短了基本时间。（但是要视毛坯余量、工件刚性、机床刚性和功率而合理选择）

三、采用多刀切削和多件加工

1. 多刀切削

在同一基本时间内可以完成几个表面的加工，所以可提高劳动生产率。（见下图）

多刀车削齿轮箱盖



多刀车削齿轮坯

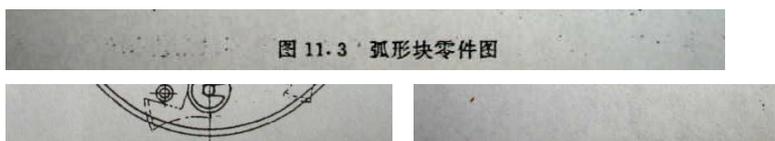
注意：

多刀切削时，总的切削力增大，要求工艺系统具有较好的刚性，机床具有足够的功率，所以常用于有色金属和铸铁等切削力较小的工件。且，每把刀之间的相对位置直接影响加工精度，装夹和调试较费时间。只宜加工大批量时采用。

2. 多件加工

在同一基本时间内加工多个工件，从而提高劳动生产率。

例：



弧形块多件加工车夹具

§ 11.3 缩短辅助时间的方法



单件和小批生产时，辅助时间往往要占时间定额的50%~80%，就是成批生产时，占的比例也是很大的。因此缩短辅助时间是提高劳动生产率的一个很重要的方面。

缩短辅助时间一般可以从以下几个方面采取措施：

一、缩短工件装夹时间

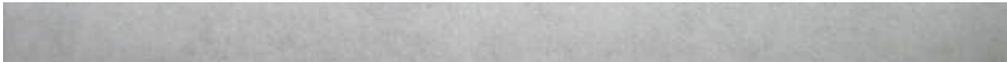
除了各种夹具（常用）外，在生产中常采用一些能缩短装夹时间的快速、简易夹具。

1. 不停车夹头

例：



简易不停车夹头



车六角头螺钉的不停车夹头

2. 不停车弹簧夹头

二、减少回转刀架及装夹车刀的时间

1. 采用多刃车削



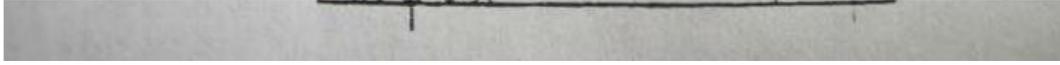
多刃车刀车轴端和孔

2. 采用机械夹固式车刀

机械夹固式车刀刀片的尺寸和形状都比较准确，在到刀片转



位或更换后，其位置变化很小，减少了装刀、对刀和调整刻度盘所需的辅助时间。（见下图）



机械夹固式切断刀



机械夹固式硬质合金螺纹车刀

三、缩短工件的测量时间

辅助时间中，工件的测量时间也占很大的比例。因此，缩短工件的测量时间，也是缩短辅助时间的一个途径。

车床上采用纵向和横向挡铁，以及带百分表的挡铁等，可以控制工件的尺寸，能减少工件的测量时间，但只能控制一种尺寸。

例：



圆盘式四位挡铁

§ 11.4 采用其他方法提高劳动生产率

一、尾座四头钻装置

车床的尾座锥孔内，一般只能装一个切削刀具，要完成两个以上工步时，就要多次进行更换，要消耗很多辅助时间。

为了解决这一问题，可见下图：



尾座四头钻装置



二、加工成形面的先进方法

1. 刀架仿形装置

在第五章中讲到仿形法加工成形面是一种高效率的加工方法。

在车床上不具备仿形装置的情况下。

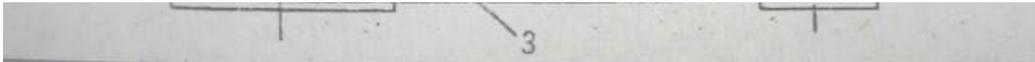
见下图：



刀架仿形装置车成形面

2. 旋风切削圆球

见下图：



三、高速车螺纹自动退刀架

高速车螺纹时，要求在极短的时间内把车刀退出工件，工人在操作时必须全神贯注，否则会碰坏工件和撞坏机床。

例：



高速车螺纹自动退刀架

四、旋风切削螺纹

见下图：



旋风切削螺纹



作业：

1. 请举例说明自己如何改进实习课题的训练方法，从而保质保量的完成课题？
2.  还有什么方法可提高劳动生产率？（讨论，可选题）

一. 图纸幅面和格式 (GB/T14689-1993)

1. 图纸幅面尺寸：有 5 种图幅尺寸，见下表。有时可加长幅面，由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10		5		
e	20		10		

2. 图框格式：图纸上必须用粗实线画出，并要在图纸各边的中点处画出对中符号，对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5 mm，长度是从纸边开始至伸入图框内约 5 mm。

3. 标题栏的方位：图纸的右下角。

二. 比例：

1、比例的定义：图中线性尺寸与实际相应要素的线性尺寸之比

2、比例的种类：

种类	比 例	
	第一系列	第二系列
原值比例	1:1	
缩小比例	1:2 1:5 1:10 1:10n 1:2×10n 1:5×10n	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:1.5×10n 1:2.5×10n 1:3×10n 1:4×10n 1:6 ×10n

放大比	2:1	5:1	10n:1	2 ×	2.5:1	4:1	2.5 × 10n:1
例	10n:1	5 × 10n:1			4 × 10n:1		

三. 字体

1、字体的大小：用号数表达：有 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8 八种，字高按 2 的平方根的比率递增，汉字不能小于 3.5 mm。

2、字体的宽度与书写要求：宽一般为 0.7h。

3. 汉字：应写成长仿宋字，并应采用国家正式公布推选的简化字。

汉字高度不应小于 3.5 mm。

4. 数字和字母：分为 A 型和 B 型。A 型字体笔画宽度为高的 1/14，B 型字体笔画宽度为高的 1/10，并可写成斜体和直体。

四、图线 (GB4457. 4-2002)：

1. 线型与应用：只采用粗线和细线两种线宽，它们的比例为 2：1，图线组别应优先采用 0.5 和 0.7。

2. 图线的画法：

(1) 在同一图样中，同类图线的宽度应一致。

(2) 力线相交时，都应以画和长画相交，而不应该是点或间隔。

(3) 虚线直线在实线延长线上相接时，虚线应留出间隔，虚线圆弧与实线相切时，虚线圆弧应留出间隔。

(4) 实际绘图时，图线的首末端应是画和和长画，不应是点。点画线两端应超出轮廓线 2-5 mm。

(5) 画圆的中心线时，圆心应是画和长画的交点。

(6) 两条平行线之间的最小间隙不得 0.7 mm

1. 掌握尺寸标注
2. 掌握能正确识读尺寸和抄写标注尺寸

【教学重点与难点】

1. 尺寸标注的有关规定及常用尺寸标注法；
3. 学会绘图方法和步骤。

【教学手段、方法及教具】:

教学相关资料、挂图、模型

【教学内容】

一、尺寸标注

1. 基本规则:

(1) 机件的真实大小应以图样上所标注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中的尺寸，以毫米为单位时，不需标注计量单位的代号或名称，若采用其它单位，则必须注明相应的计量单位的代号或名称

(3) 图样中所标尺寸，为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明

(4) 机件的每一尺寸，一般只标一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 标注尺寸的组成



(1) 尺寸界线 表示所注尺寸的起始和终止位置，用细实线绘制。它由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线本身作尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直；尺寸界线超出尺寸线 2 mm 左右。

(2) 尺寸线 表示所注尺寸的范围，用细实线绘制。尺寸线不能用其它图线代替，不得与其它图线重合或画在其延长线上，并应尽量避免尺寸线之间及尺寸线与尺寸界线相交。标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行，相互平行的尺寸线小尺寸在内，大尺寸在外，依次排列整齐。并且各尺寸线的间距要均匀，间隔应大于 5mm，以便注写尺寸数字和有关符号。

(3) 尺寸数字

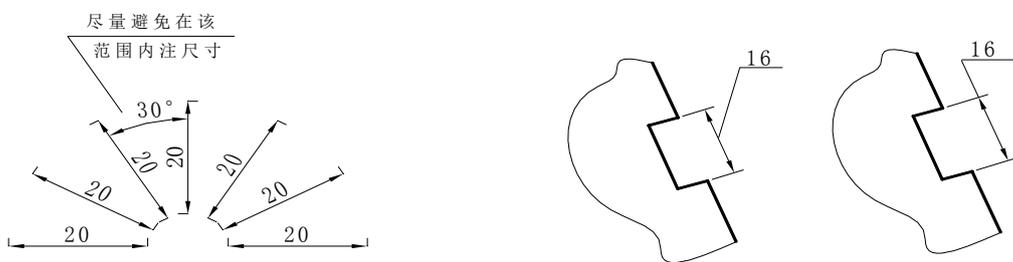
(a) 线性尺寸的数字一般应写在尺寸线的上方、左方或尺寸线的中断处，位置不够时，也可以引出标注。

(b) 尺寸数字不能被任何图线通过，否则必须将该图线断开。

(c) 在同一张图上基本尺寸的字高要一致，一般采用 3.5 号字，不能根据数值的大小而改变。

三、常见的尺寸注法

1、线性尺寸的注写：

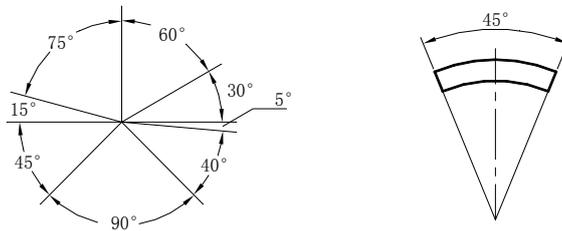


A: 水平尺寸：尺寸线与所标轮廓线平行，尺寸数字水平的书写在尺寸线的中间上方处。

B: 铅垂尺寸: 尺寸线与-----, 尺寸数字水平的书写在尺寸线的中间左侧, 并使字头向左。

C: 倾斜尺寸: 尺寸线与所标轮廓线平行, 尺寸数字水平的书写在尺寸线的中间上方处, 并使字头向中间倾斜, 要求数字必须与尺寸线垂直

2、角度尺寸: 尺寸界线用弧线绘制, 尺寸数字全部书写在尺寸线的中间, 并使字头垂直向上。



3、圆弧尺寸: 尺寸线应从圆的中心穿过, 尺寸数字垂直的书写在尺寸线的上方并在数字前加上直径与半径的代号。如:

4、球面尺寸

【小结】 主要讲述了国家标准。

【作业】

【审核】

【教学后记】



【授课日期】

【周次】

【星期】

【课题】：第一章： 第三节 几何作图

【课型】：理论教学

【学时】：2 学时

【教学目的与要求】：

1. 掌握锥度的画法、理解圆弧连接的原理

【教学重点与难点】

1. 尺寸标注的有关规定及常用尺寸标注法
2. 图线的正确绘制
3. 学会合理的绘图方法和步骤
4. 严肃认真的工作作风是个难点

【教学手段、方法及教具】：1. 教学相关资料、课件、模型

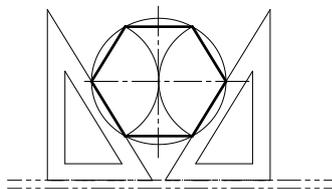
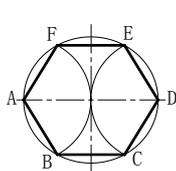
【教学内容】

（复习与引入新课）

第三节 几何作图

一、等分圆周及作正多边形

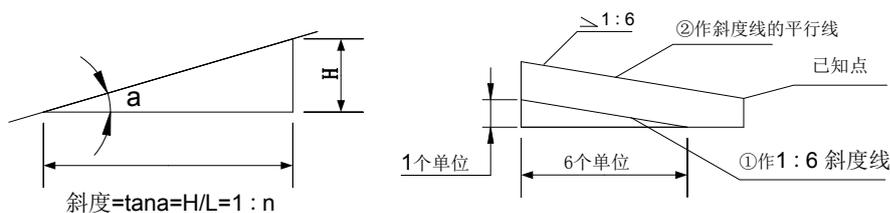
1. 正六边形



2. 正五边形

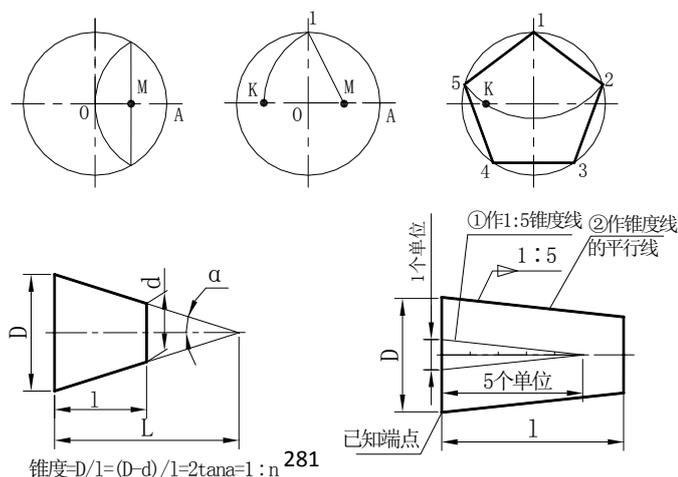
二、斜度和锥度

1 斜度：是指一直线（或平面）对另一直线（或平面）的倾斜程



度。斜度的比值要化作 $1:n$ 的形式，并在前面加注斜度符号“ \angle ”，其方向与斜度的方向一致。它的特点是单向分布。

2 锥度：是指正圆锥底圆直径与其高度之比，或正圆台的两底圆直径差与其高度之比。是直径差与长度之比，锥度 $=D/L=D-$





$d/l=1:n$

三、圆弧连接

1. 实质：就是使连接圆弧和被连接的直线或被连接的圆弧相切。
2. 关键：找出连接圆弧的圆心和连接点（即切点）。
3. 圆弧连接的步骤：

已知条件		作图方法和步骤		
		1、求连接弧圆心O	2、求切点A、B	3、画连接弧并描粗
圆弧外切连接两已知圆弧				
圆弧内切连接两已知圆弧				

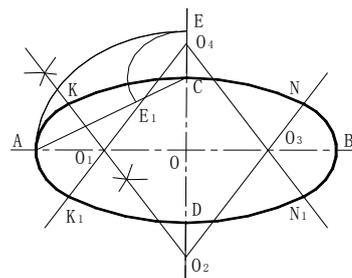
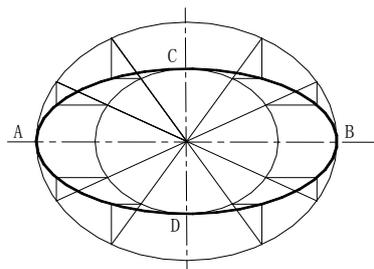
(1) 求连接弧的圆心：它应满足它到两被连接的距离均为连接弧半径的条件

(2) 求连接点：即连接弧与已知弧的切点

(3) 连接：在两连接点之间画出连接圆弧

4. 画图

五、椭圆的近似画法





【小结】 主要讲述了国家标准与圆弧连接画法。

【作业】

【审核】

【教学后记】



二. 绘图步骤:

1. 准备: 确定比例, 图幅, 固定图纸, 画出图框和标题栏

2. 绘制底稿

先画基准线, 再按顺序画已知线段、中间线段、连接线段。

3. 加深

先粗后细, 先曲后直, 先水平后垂直

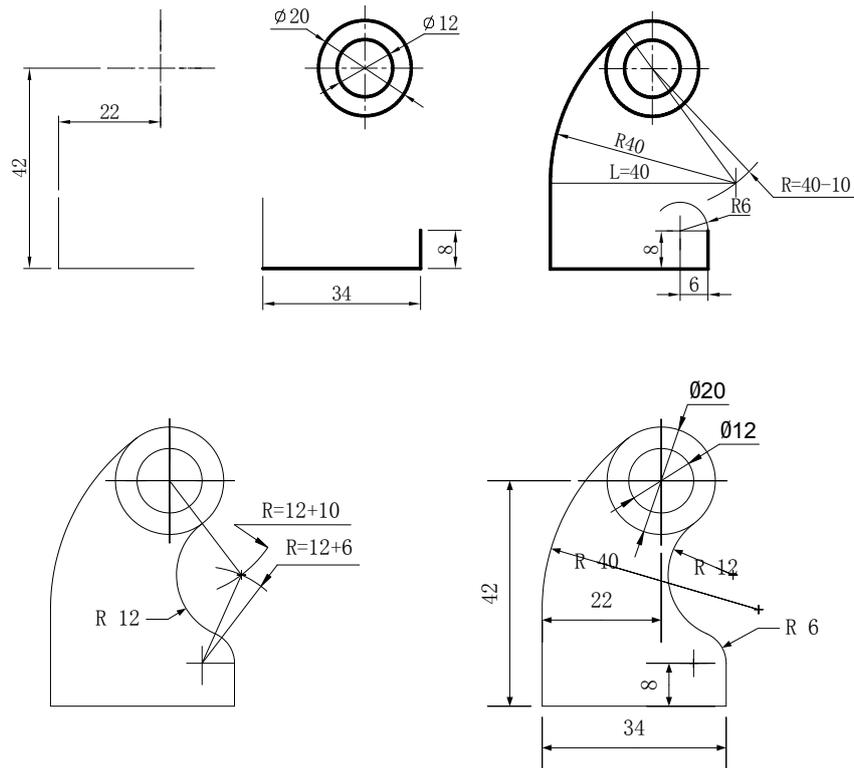
四. 画图步骤

1、分析平面图形中哪些是已知线段, 哪些是连接线段, 以及所给定的连接条件。

2、根据各组成部分的尺寸关系确定作图基准、定位线

3、依次画已知线段、中间线段和连接线段

4、标注尺寸



【小结】主要讲述了平面图形的画法与步骤。

【作业】

【审核】

【教学后记】



【授课日期】

【周次】

【星期】

【课题】： 第二节 投影法与视图

【课型】： 理论教学

【学时】： 两学时

【教学目的与要求】： 1、熟悉基本几何体的形状
2、掌握正投影的投影规律，能绘制三视图

【教学重点与难点】 1. 三视图的三等关系、

2. 三视图的画法

【教学手段、方法及教具】： 1. 教学相关资料、课件、模型

【教学内容】

一、投影法的概念

在日常生活中，人们看到太阳光或灯光照射物体时，在地面或墙壁上出现物体的影子，这就是一种投影现象。我们把光线称为投射线(或叫投影线)，地面或墙壁称为投影面，影子称为物体在投影面上的投影

二、投影法分类

1. 中心投影法投影中心距离投影面在有限远的地方，投影时投影线汇交于投影中心的投影法

2. 平行投影法：投影中心距离投影面在无限远的地方，投影时投影线相互平行的投影法

(1) 斜投影法——投影线与投影面相倾斜的平行投影法

(2) 正投影法——投影线与投影面相垂直的平行投影法

三、正投影的基本特性

1. 真实性：当直线段或平面形平行于投影面时，其投影反映直线段实长或平面形的实形。

2. 积聚性：当直线段或平面形垂直于投影面时，直线段的投影积聚成点，平面形的投影积聚成直线段。

3. 类似性：当直线段或平面形倾斜于投影面时，直线段的投影长度变短，平面形的投影为原形的类似形。

二、三视图

一、三视图的形成

1、三视图的形成

1) 建立三投影面的体系：三个相互垂直的面，即正投影面 V，水平投影面 H，侧投影面 W，其中 V 与 H 相交为 X 轴，V 与 W 相

交为 Z 轴，H 与 W 相交为 Y 轴，XYZ 三轴相交为原点 O

2) 将物体放入三投影体系中进行投影

从物体的前向后投影在 V 面上所得到的图称为：主视图

-----左向右投影 W 面-----: 左-----

-----上-----下---H-----: 俯-----

3) 将空间的三投影展开，形成平面三视图

方法：V 面保持不动，H 面向下旋转 90 度，W 面向上旋转 90 度

三、三视图之间的对应关系

1、 视图的位置关系

主为准，俯视图在主一正下方，左视图在主的正右方

2、三视图的度量关系：

主俯视图长对正



主左-----高平齐

俯左-----宽相等



3、三视图的方位关系：

主视图反映物体的上下和左右方位

左视图反映物体的前后和上下方位

俯视图反映物体的前后和左右方位,近是后来远是前

【小结】 主要讲述了三视图的三大关系

【作业】

【审核】

【教学后记】



【授课日期】 【周次】 【星期】

【课题】： 第三节 点的投影

【课型】： 理论教学

【学时】： 两学时

【教学目的与要求】： 1. 为树立空间形体概念建立基础

2. 掌握点的三面投影的投影规律，空间位置的判断

【教学重点与难点】 1、点的三面投影的投影规律

2、点的空间位置判断

难点：1、空间点对各投影面的距离及其坐标

2、掌握点的三面投影的投影规律

3、点的空间位置的判断

【教学手段、方法及教具】：1. 教学相关资料、课件

【教学内容】 第三节

一. 点的投影及标注

1. 点的投影：永远是点

1) 将点 A 放入三投影体系中，自 A 点分别向三投影面作垂线，得三个垂足点， a' 、 a'' 、 a ，即得三投影。

2) 由此推出点到三面距离分别为 (H---Z, V---Y, W---X)，点的空间位置可确定为 (X, Y, Z) 三个坐标值

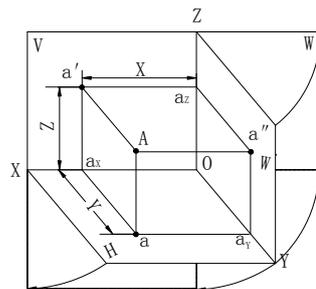
2. 点的标记：V 面投影用小写字母加一撇：如： a'

H 面-----不加撇：如 a

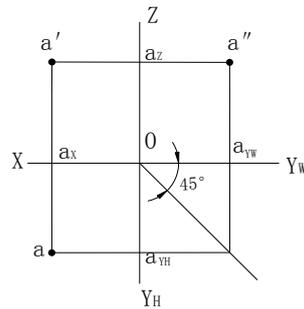
W 面-----加两撇：如： a''

3. 点的投影的坐标位置的确定：

在投影体系中，可得知：V 面由 X, Z 构成，所以 V 面上的点也一定是由 X, Z 确定，故： a' (x, z)，同理：H 面与 W 面是相同的方法



二. 点的投影规律



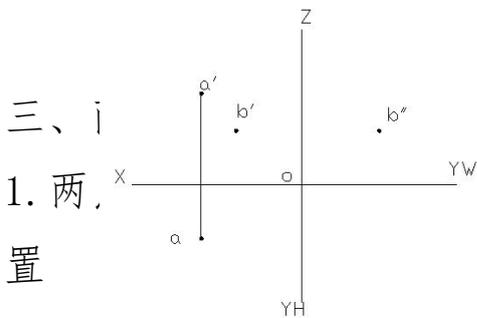
点的空间投影可形成长方体，而长方体的对边相等并与投影轴垂直，将空间体系展开后可出现

1. 点的 V, H 面投影连线与 X 轴垂直，两点都反映空间点的坐标
2. 点的 V, W 面投影连线与 Z 轴垂直，两点都反映空间点的坐标
3. 点的 H, W 面投影连线与 Y 轴垂直，两点都反映空间点的坐标

因此：长对正，高平齐，宽相等

三. 举例：已知 A(12、12、14)，

求做 A 点的三面投影



三、i

1. 两点的 X, YW 离的差异，就形成了两点之间相对位置

例题：已知图中 A, B 两点的二面投影，求第三面的投影，并比较两点方位关系

解：1) 先求两点的第三面投影

2) 比较方位：

从 V, H 面看可得：A 左 B 右

从 V, W 面-----：A 高 B 低

----H, -----： B 前 A 后



【小结】 主要讲述了点的投影及空间方位的判断

【作业】 2—6（1—4），2—7（1—4）

【审核】

【教学后记】

【授课日期】 【周次】 【星期】

【课题】： 第二章 第四节 直线的投影

【课型】： 理论教学

【学时】： 两学时

【教学目的与要求】： 1、为树立空间形体概念建立基础
2、培养空间想象能力

【教学重点与难点】 1. 直线段对于一个投影面的三种位置。
2. 平行线，一般位置线的三面投影

难点：直线的辨认方法，及判断方法和综合运用

【教学手段、方法及教具】： 1. 教学相关资料、课件

【教学内容】

第四节 直线的投影

一、直线段对于一个投影面的投影

1、直线相对于一个投影面的位置有三种

1) 平行：当线段平行投影面时，它的投影长度等于
线段长度。是真实性

2) 垂直：当线段垂直投影面时，它的投影积聚为一
点。是积聚性



3) 倾斜：当线段倾斜于投影面时，它的投影小于空间线段。即收缩性

二、直线段对于三个投影面的投影

空间线段相对于三个投影面的相对位置不同，可分为三种

- 1、 投影面的垂直线
- 2、 投影面的平行线
- 3、 投影面的倾斜线

1) 投影面的垂直线：线段的位置

是与一个面垂面，与其它两面平行，垂直线有三种类型。即

正垂线：与 V 面垂直，与 H, W 面平行的线段称之为

铅垂线：---H-----, ----V,
W-----

侧垂线：---W-----, ----H, V-----

投影：正垂线的投影是：V 面为点，H, W 为线

铅垂线-----：H 面为点，V, W 为线

侧垂线-----：W 面为点，H, V 为线

2) 投影面平行线：与一个平行，与另二个面倾斜

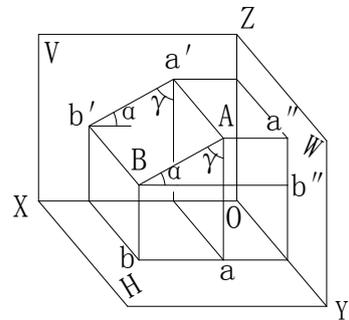
位置：正平线：与 V 面平行，与 H, W 面倾斜——斜二平

水平线：与 H 面平行，与 V, W 面倾斜----

侧平线：与 W 面平行，与 V, H 面倾斜---

由此得出：三种位置的平行线的投影特征，一斜二平

投影面的平行线辨认：三面投影中，若有二个面的投



影为平行于坐标轴的不相等的直线时，

而另一面投影为一条斜线时，则可以断定它是一个平行线。

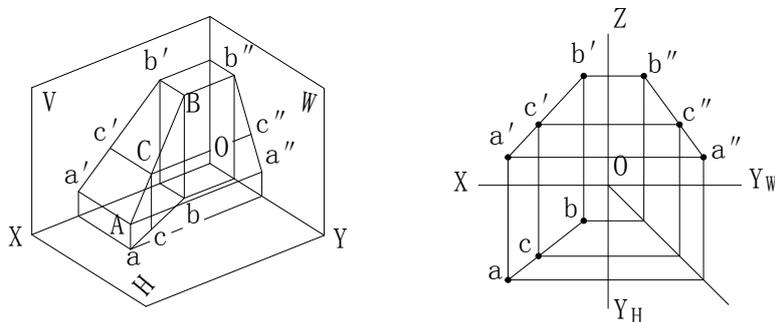
3) 一般位置线：对于三个投影面都倾斜的直线称之为。

一般位置线的空间位置：可得投影是与三个坐标轴都倾斜，并且投影都比实长短。

辨认：当一条线段的三面投影都是与坐标轴倾斜的线那么它一定是一般位置线。

举例：判断形体上的各线段是什么位置的线段

三、直线上的点



直线上点的投影必在该直线的同面投影上，且点分线段长度之比等于其投影长度之比。

四、两直线的相对位置：有三种情况：平行，相交，交叉。

1. 两直线平行：空间两直线互相平行，其各组同面投影必然互相平行。

判断：1) 一般位置的两条线投影中，若有两面投影两直线都是平行的，则可判断出这两条直线在空间是平行的。



2) 而投影面的平行线，其两直线在三面投影上都必须是平行的才能判断出是空间平行的。

2. 两直线相交：空间两直线相交，其各组同面投影一定相交，且交点的投影符合点的投影规律。

3. 两直线交叉：是指两条异面直线。

两直线的同面投影，可能有一组或两组互相平行，但第三组不可能互相平行，有可能相交，但交点不符合点的投影规律。

4. 两直线垂直相交：两直线垂直相交，若其中有一条直线平行于某一投影面，则此两直线在该投影面上的投影仍互相垂直。

总结：A：线段投影中(1)见有点的投影的线段，一定是垂线(2)见三个投影都为倾斜于投影轴的线段，一定是一般位置线(3)除去上述两种，则一定是平行线

【小结】 主要讲述了直线的投影与投影方法

【作业】

【审核】

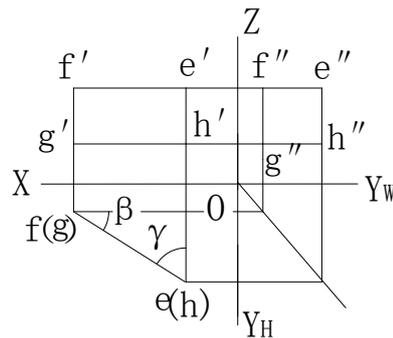
【教学后记】

2. 用迹线表示平面：平面和投影面的交线为平面的迹线。

线构成面，按面的空间位置可将面分为三类，七种

一个面对于一个投影面的位置有(平行，倾斜，垂直)三种位置即可得三种性质：真实性，积聚性，收缩性

二、 平面形在三投影面中的投影



1. 投影面的平行面：与一个面平行，与另二个垂直。

1) 投影

a) 水平面：平行于H面，与V，W面垂直-----所以可得：H面是一个真实面，V，W面上一条线

b) 正平面：平行于V面，与H，W面垂直-----

c) 侧平面：-----W面，与V，H面垂直-----

2) 投影图：投影面的平行面的三面投影图

3) 平行面的辨认

2. 投影面垂直面

1) 定义：一在个垂直，与另二个倾斜

2) 种类：

正垂面：与V面垂直，H，W面倾斜----得投影为：

V面为一线，H，W面为面

铅垂面：与H面垂直，与V，W面倾斜同理推：

侧垂面：同理

3) 辨认：若平面形在任意一个投影面上的投影积聚成一条倾斜于投影轴的直线段，则它一定是垂面。

3. 一般位置平面

1) 定义：三个面都倾斜的线。

2) 投影：三个面投影都呈缩小的面。

3) 辨认：面的投影中：(1) 见只有一条斜线的投影，一定是垂面

(2) 见三个投影都为面的面，一定是一般位置平面

(3) 另一种是水平面，投影是二条平行于轴线的线和一个真实性的平面。

三、平面上的直线和点

1. 平面上的直线：

直线在平面上的几何要素：直线通过平面上的两点或直线通过平面上的一点，且平行于平面上的任一直线。

2. 平面上的点：

点在平面上的几何条件是：点在平面上的任一直线上，则点在此平面上。

3. 平面上的投影面平行线：有三种情况：是平面上水平线，平面上正平线，平面上侧平线。

投影特征：符合直线在平面上几何条件，也符合投影面平行线的投影特点。

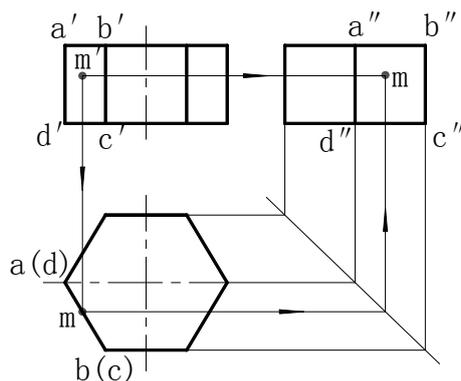
【小结】 主要讲述了平面的投影及其辨认



【作业】

【审核】

【教学后记】



立体表面上的点，其投影一定位于立体表面的同面投影上，可利用平面投影的积聚性作图

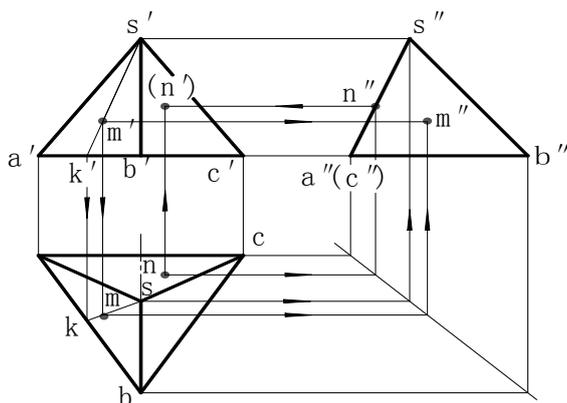
举例：先画六棱柱三面投影，再求立体上点的投影

(表面求点中的不可见：是指点被另一个面遮挡，才看不见的)

二、棱锥

1. 定义：平面立体中，底面是多边形，各棱面均为三角形，且有一个公共点的形体，这样的平面立体称之为棱锥
2. 投影(直立位置)底面是一个垂面，棱在中有一个垂面，另二个是一般位置面。则三面投影都是三角形，但数量不同
3. 作图：
 - 1) 先作定位线及 45 度线，
 - 2) 作底面的真实性投影
 - 3) 根据投影规律做其它两面的投影
 - 4) 标注尺寸
 - 5) 表面求点：组成棱锥表面的平面有特殊位置的和一般位置的，特殊位置面上的可以直接找到，但一般位置上的点，需要辅助方法：辅助线法

作图：



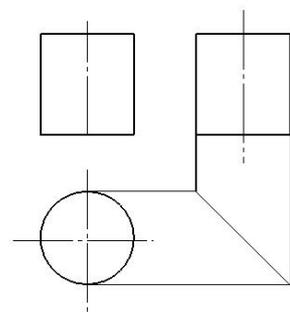
三、曲面立体：

包括：圆柱，圆锥，球体，圆环

1. 圆柱：由圆柱面和上，下底圆形平面构成

1) 圆柱的投影：

圆柱上，下底面是平行面，有两面呈积聚性，圆柱面呈垂直面，在所垂直的面上呈圆形，即一个圆，二个长方形



2) 作图：

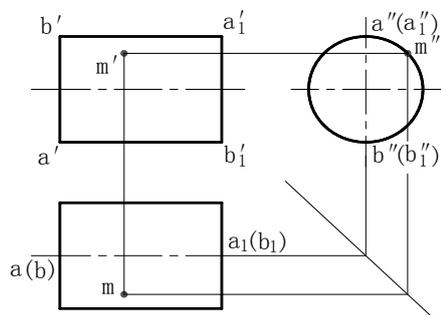
- (1) 画中心线和轴线
- (2) 画底面实形的圆
- (3) 尔后画其它两面长方形投影

3) 表面求点：

圆柱表面都有积聚性的投影，所以它表面求点，可以利用积聚性原理直接找到。

因为圆柱面的投影具有积聚性，

圆柱面上点的侧面投影一定重影



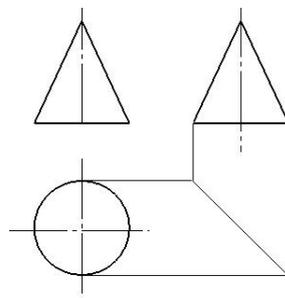
在圆周上。又因为 m' 可见，所

以点 M 必在前半圆柱面的上边，

由 m' 求得 m'' ，再由 m' 和

m'' 求得 m 。

二、圆锥



1) 定义：表面由圆锥面和圆平面构成

2) 形成：一个三角形绕回转轴旋转而成

3) 投影：一个圆，二个三角形

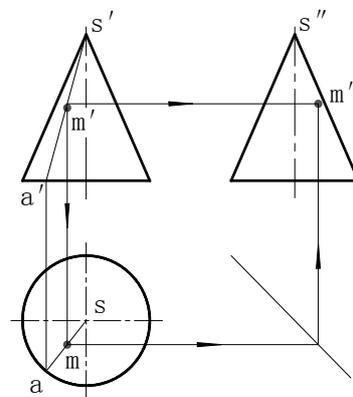
(1) 圆锥表面的空间位置及投影

(2) 作图：

A. 先画对称线，再画圆平面的真实性投影

B. 据投影关系画另二个面的三角形

C. 加深轮廓线



4) 表面求点

方法：辅助素线法和平面法

(1) 辅助线法 过锥顶 S 和 M 作一直线 SA ，

与底面交于点 A 。点 M 的各个投影必在此 SA 的相应投影上。过 m' 作 $s'a'$ ，然后求出其水平投影 sa 。由于点 M 属于直线 SA ，根据点在直线上的从属性质可知 m 必在 sa 上，求出水



平投影 m ，再根据 m 、 m' 可求出 m'' 。

【小结】 主要讲述了棱柱、棱锥的投影和尺寸标注

【作业】

【审核】

【教学后记】



【小结】 主要讲述了柱体切割的画法与尺寸标注

【作业】

【审核】

【教学后记】



(2) 画底面实形的圆

(3) 尔后画其它两面长方形投影

6) 表面求点:

圆柱表面都有积聚性的投影, 所以它表面求点, 可以利用积聚性原理直接找到。

因为圆柱面的投影具有积聚性,

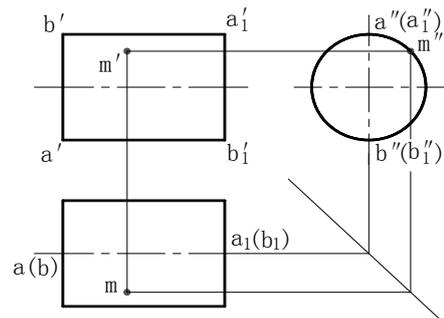
圆柱面上点的侧面投影一定重影

在圆周上。又因为 m' 可见, 所

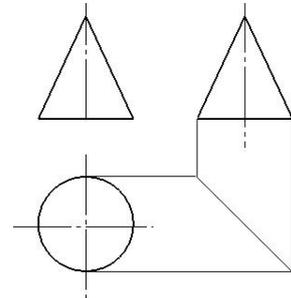
以点 M 必在前半圆柱面的上边,

由 m' 求得 m'' , 再由 m' 和

m'' 求得 m 。



三、圆锥



4) 定义 : 表面由圆锥面和圆平面构成

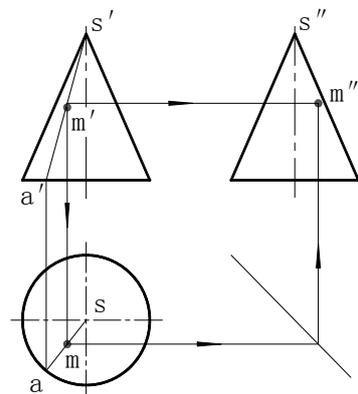
5) 形成: 一个三角形绕回转轴旋转而成

6) 投影: 一个圆, 二个三角形

(1) 圆锥表面的空间位置及投影

(2) 作图:

A. 先画对称线, 再画圆平面的真实性投影





B. 据投影关系画另二个面的三角形

C. 加深轮廓线

4) 表面求点

方法：辅助素线法和平面法

(1) 辅助线法 过锥顶 S 和 M 作一直线 SA ,

与底面交于点 A 。点 M 的各个投影必在此 SA 的相应投影上。过 m' 作 $s' a'$ ，然后求出其水平投影 sa 。由于点 M 属于直线 SA ，根据点在直线上的从属性质可知 m 必在 sa 上，求出水平投影 m ，再根据 m 、 m' 可求出 m'' 。

【小结】 主要讲述了棱锥、圆柱、圆锥的投影和其尺寸标注

【作业】

【审核】

【教学后记】

【授课日期】 **【周次】** **【星期】**

【课题】：回转体

【课型】：理论教学

【学时】：两学时

【教学目的与要求】：

1. 培养空间想象能力
2. 能识读和绘制圆锥、圆球的三视图掌握
3. 圆锥、圆球的三视图画法及表面求点的方法

难点：形体表面求点

【教学重点与难点】

【教学手段、方法及教具】：1. 教学相关资料、课件、模型

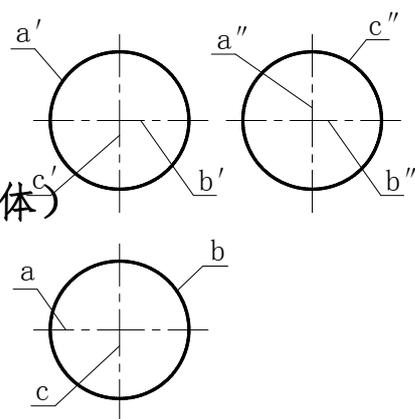
【教学内容】

第二节 曲面体（回转体）

三、球体

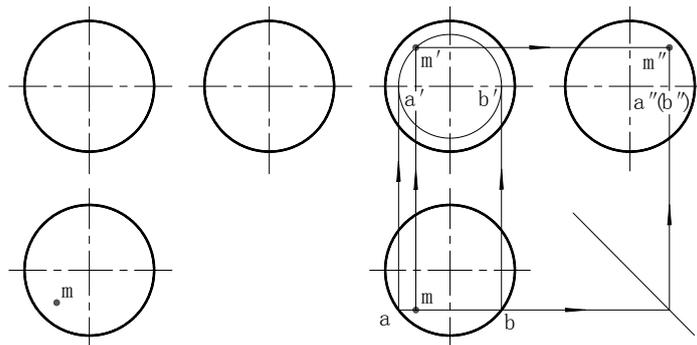
- 1) 定义：形成过程是一个圆绕轴线回转形成
- 2) 投影：

圆球在三个投影面上的投影都是直径相等的圆，



但这三个圆分别表示三个不同方向的圆球面轮廓素线的投影。正面投影的圆是平行于 V 面的圆素线。

3) 球体表面求点：只能用辅助平面法即过该点在球面上作一个平行于任一投影面的辅助圆。过点 M 作一平行于正面的辅助圆，它的水平投影为过 m 的直线 ab，正面投影为直径等于 ab 长度的圆。



圆。自 m 向上引垂线，在正面投影上与辅助圆相交于两点。又由于 m 可见，故点 M 必在上半个圆周上，据此可确定位置偏上的点即为 m' ，再由 m 、 m' 可求出 m''

【小结】 主要讲述了回转体投影原理和表面求的方法

【作业】

【审核】

【教学后记】



【授课日期】

【周次】

【星期】

【课题】： 第四节

【课型】： 理论教学

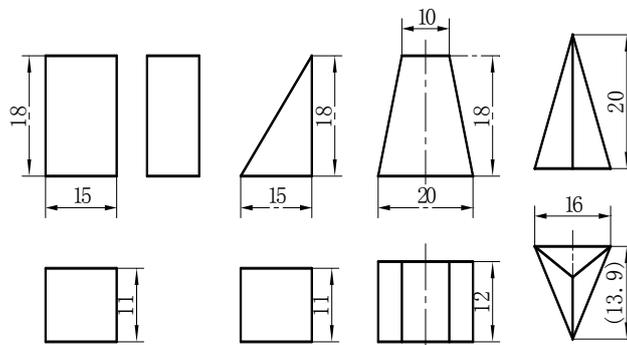
【学时】： 两学时

【教学目的与要求】：掌握标注尺寸的方法，为今后的组合合体的尺寸标注打好基础。

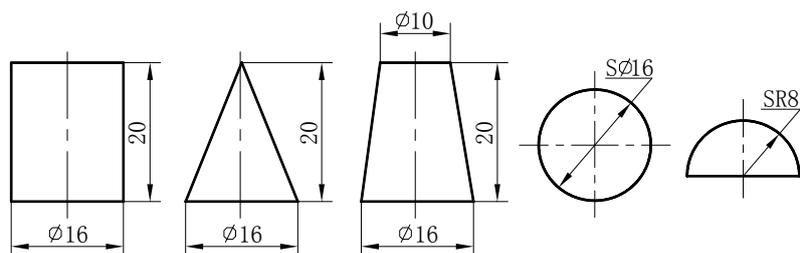
【教学重点与难点】基本几何体的尺寸注法

【教学手段、方法及教具】：1. 教学相关资料、课件、模型

【教学内容】 第四节



一、平面立体的尺寸注法



二、回转体的尺寸注法

【小结】 主要讲述了基本几何体的尺寸注法为今后的组合合体的尺寸标注打好基础。

【作业】

【审核】

【教学后记】



行于坐标轴的线段，在轴测图中仍平行于相应的轴测轴，且同一轴向所有线段的轴向伸缩系数相同。

2. 物体上不平行于坐标轴的线段，可以用坐标法确定其两个端点然后连线画出。

3. 物体上不平行于轴测投影面的平面图形，在轴测图中变成原形的类似形。如长方形的轴测投影为平行四边形，圆形的轴测投影为椭圆等。

四、轴测图的分类

正等轴测图

正二等轴测

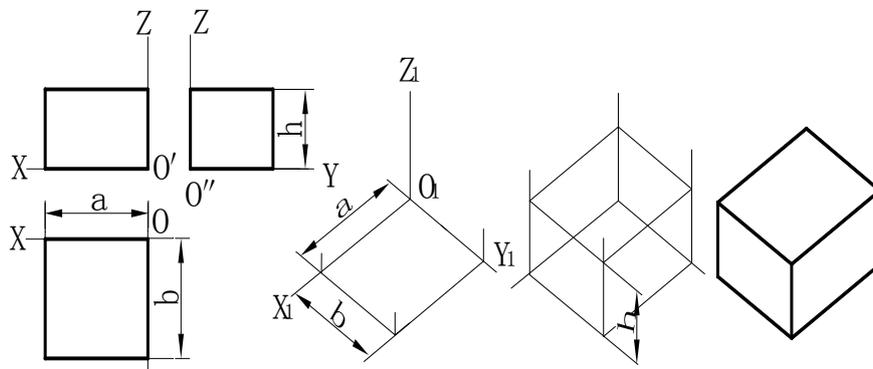
斜二等轴测图

第二节 正等轴测图

1、规定：三轴间角相等 120° 度。一般使 OZ 轴处于铅垂位置，

OX 、 OY 轴与水平线成 30° ，将长、宽、高按 1:1 画在 X 、 Y 、 Z 轴上。

2、正等测图的画法：



1) 平面立体的正等测图的画法

方法：(1) 坐标法 (2) 切割法

例 1. 长方体的正等测图 已知长方体的三面投影

作图：

1. 先在正投影图上定出原点和坐标轴的位置。我们选定右侧后下方的顶点为原点，经过原点的三条棱线为 OX 、 OY 、 OZ 轴。（图 4—4（a））
2. 画出轴测轴 $O1X1$ 、 $O1Y1$ 、 $O1Z1$ 。
3. 在 $O1X1$ 轴上量取长方体的长度 a ，在 $O1Y1$ 轴上量取长方体的宽度 b ，画出长方体底面的轴测投影。（图 4—4（b））
4. 过底面各顶点向上作 $O1Z1$ 的平行线，在各线上量取长方体的高度 h ，得到顶面上各点并依次连接，得长方体顶面的轴测投影。（图 4—4（c））
5. 擦去多余的图线并描深，即得到长方体的正等测图。

例如 2、正六棱柱体的正等测图

分析：由于正六棱柱前后、左右对称，为了减少不必要的作图线，从顶面开始作图比较方便。故选择顶面的中点作为空间直角坐标系原点，棱柱的轴线作为 OZ 轴，顶面的两条对称线作为 OX 、 OY 轴。然后用各顶点的坐标分别定出正六棱柱的各个顶点的轴测投影，依次连接各顶点即可。

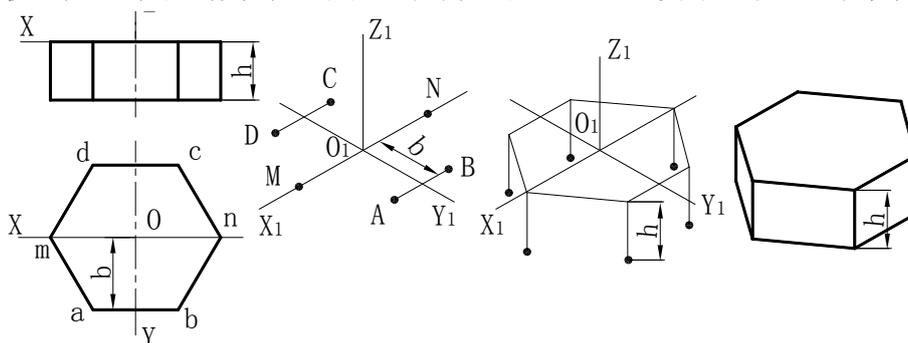
作图步骤：

1. 选定直角坐标系，以正六棱柱顶面的中点为原点（坐标系原点可以任定，但应注意对于不同位置原点，顶面和底面各顶点的坐标不同）。
2. 画出轴测轴 $O1X1$ 、 $O1Y1$ 、 $O1Z1$ 。

3. 在 O_1X_1 轴上量取 O_1M 、 O_1N ，使 $O_1M=OM$ 、 $O_1N=ON$ ，在 O_1Y_1 轴上以尺寸 b 来确定 A 、 B 、 C 、 D 各点，依次连接六点即得顶面正六边形的轴测投影。

4. 过顶面正六边形各点向下作 O_1Z_1 的平行线，在各线上量取高度 h ，得到底面上各点并依次连接，得底面正六边形的轴测投影。

5. 擦去多余的图线并描深，即得到的正六棱柱体正等测图。



【小结】 主要讲述了正等测的规定及平面立体正等测图的画法

【作业】

【审核】

【教学后记】

【授课日期】 **【周次】** **【星期】**

【课题】： 正等轴测图

【课型】： 理论教学

【学时】： 两学时

【教学目的与要求】： 掌握培养空间想象能力

掌握回转体的正等测图画图步骤

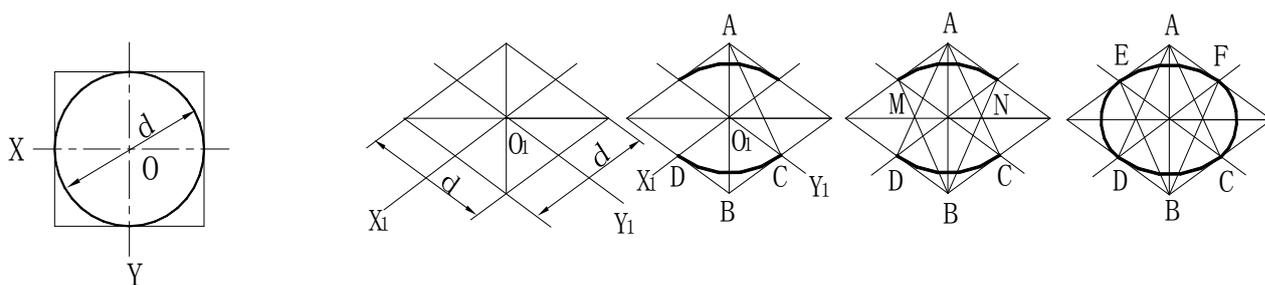
【教学重点与难点】 回转体的正等轴测图的画法

教学难点：圆柱体的水平方向和前后方向的圆平面画法

【教学手段、方法及教具】： 1. 教学相关资料、课件、模型

【教学内容】

二、回转体的正等测图



1. 平行于坐标面的圆的正等测图画法

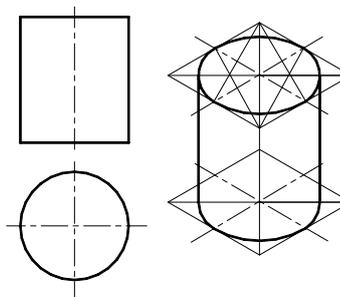
2. 回转体的正等测图

1) 圆柱

作图方法与步骤

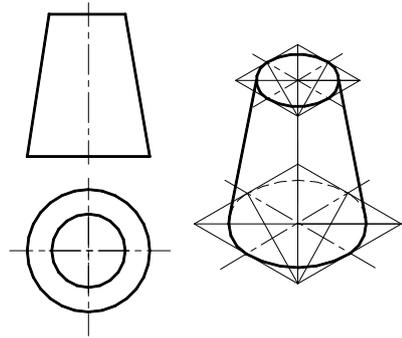
1. 出轴测轴，按圆的外切的正方形画出菱形。

2. 先画出顶面的椭圆





3. 再从上圆心向下量出柱高，并确定下圆平面的圆心。
4. 同上平面的椭圆画法一样，完成下平面的椭圆。
5. 做上下两圆平面的公切线。
6. 擦去作图线，加深轮廓线，完成圆柱的正等测图。



- 2) 圆锥台的正等测图
作图步骤：

1. 画出水平的上顶面椭圆
2. 从上平面圆心向下量出圆锥台高，并确定下圆平面的圆心，画出椭圆。
3. 作上下两圆平面的公切线。

第三节 斜二测图

一、斜二测的定义：轴测投影平行于一个坐标平面，且平行于坐标平面的那两个轴的伸缩系数相等的斜轴测投影。

二、斜二测的轴间角和轴向伸缩系数

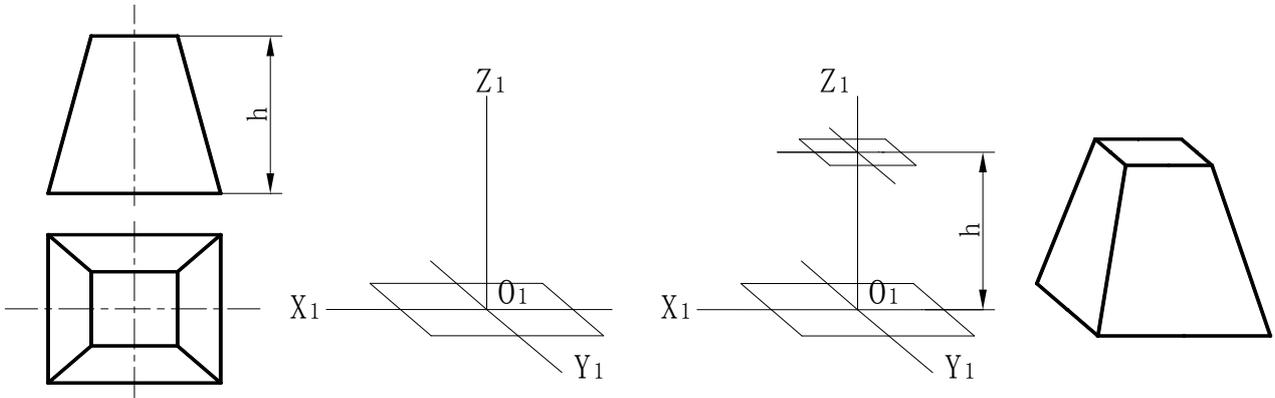
轴间角： $\angle X_0O_1Y_1 = \angle Y_0O_1Z_1 = 135^\circ$ $\angle X_0O_1Z_1 = 90^\circ$ ，轴向伸缩系数：X，Z轴上取1:1尺寸，Y轴上取投影轴上的尺寸的1/2。

三、四棱台的斜二测图的画法

1. 画出轴测轴 O_1X_1 、 O_1Y_1 、 O_1Z_1 。
2. 做出底面的轴测投影：在 O_1X_1 轴上按 1:1 截取，在 O_1Y_1 轴上按 1:2 截取。



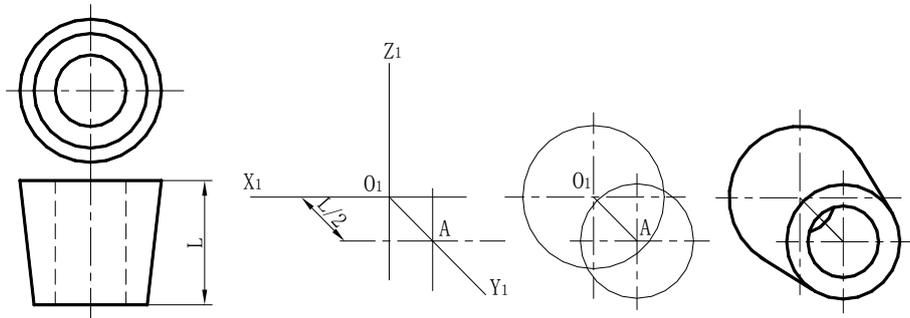
3. 在 O_1Z_1 轴上量取正四棱台的高度 h ，做出顶面的轴测投影。
4. 依次连接顶面与底面对应的各点得侧面的轴测投影，擦去多余的图线并描深，即得到的正四棱台的斜二测图。(图 4-13(d))



四、圆台的斜二测图

作图方法：用正面加宽作。

1. 画出轴测轴 O_1X_1 、 O_1Y_1 、 O_1Z_1 ，在 O_1Y_1 轴上量取 $L/2$ ，定出前表面的圆心 A 。
2. 做出前、后端面的轴测投影。
3. 做出两端面圆的公切线及前孔口和后孔口的可见部分。
4. 擦去多余的图线并描深，即得到的圆台的



【小结】 主要讲述了曲面立体正等测图和斜二测图的画法。



【作业】

【审核】

【教学后记】

【授课日期】

【周次】

【星期】

【课题】： 截交线

【课型】： 理论教学

【学时】： 两学时

【教学目的与要求】：掌握截交线的性质和平面立体的截交线画法

二、 【教学重点与难点】截交线的性质和平面立体的截交线画法

【教学手段、方法及教具】： 1. 教学相关资料、课件、模型

【教学内容】 截交线

教学重点：

1 截交线

一、截交线的性质：

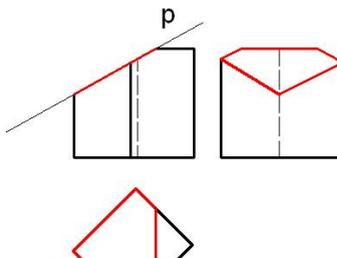
1. 截交线是截平面和立体表面的共有线。

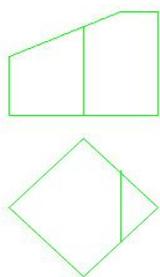
2. 截交线一般是封闭的平面图形。

二、平面立体的截交线：

平面立体的表面是平面图形，因此平面与平面立体的截交线为封闭的平面多边形。多边形的各个顶点是截平面与立体的棱线或底边的交点，多边形的各条边是截平面与平面立体表面的交线。

例 1. 已知一正四棱柱被正垂面 P 截切，求作其第三面投影。





分析：利用截平面与形体的交线是会保留在形体上的这一特性。去找出截平面的二面投影，并判断截平面空间位置。这是作图的关键。

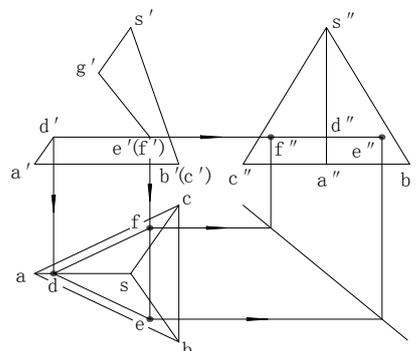
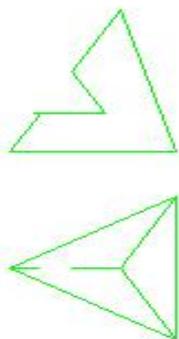
步骤：1. 判断被截形体是哪种基本体。是长方体

2 找出截平面：方法是找截平面呈现积聚性的投影。P 平面

3. 判断截平面的空间位置，主要根据三面投影来判断。三面投影是一线和一面，所以可以断定是正垂面。

4. 再判断截平面与棱线有几个交点，求出每个交点的三面投影，即可出第三面投影。P 平面与四棱柱有五个交点，因此左视图应是一个五边形的平面。

例 2. 三棱柱的切割体



作图步骤：

1. 由 d' 在 as 上作出 d ，由 d 分别作 ab 、 ac 的平行线，

再由 e' (f') 在两条平行线上分别作出 e 和 f ，连接 de 、 df 即为 DE 、 DF 的水平投影。根据投影规律可在侧面上求出 d'' 、 e'' 、 $d''f''$ ，

2. 由 g' 分别在 sa 、 $s''a''$ 上求出 g 、 g'' ，然后分别连接 ge 、 gf 、 $g''e''$

3. 连接 ef ，由于 ef 被三个棱面的水平投影遮住而不可见，应画成虚线。注意棱线 SA 中间 DG 段被截去，故它的水平投影中只剩 sg 、 ad ，侧面投影中只剩 $s''g''$ 、 $a''d''$

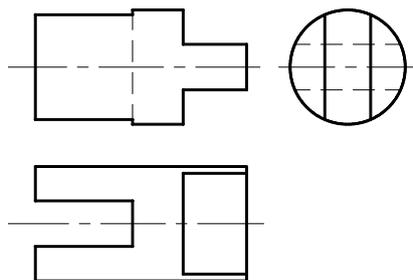
二、回转体的截交线——圆柱体切割

圆柱的切割有三种位置

1. 平行：与圆柱轴线平行
2. 垂直：与圆柱轴线垂直
3. 倾斜：与圆柱轴线倾斜

截平面平行于轴线， 截交线为矩形	截平面垂直于轴线， 截交线为圆	截平面倾斜于轴线， 截交线为椭圆
---------------------	--------------------	---------------------

例题：圆柱的截交线画法



【小结】 主要讲述了平面立体的截交线求法与作图步骤。

【作业】

【审核】

【教学后记】

【授课日期】

【周次】

【星期】

【课题】：回转体的相贯线

【课型】：理论教学

【学时】：两学时

【教学目的与要求】：掌握相贯线的近似画法

掌握圆柱与圆锥的相贯线画法

三、【教学重点与难点】求相贯线的方法

教学难点：用辅助平面方法求圆柱与圆锥相贯线

【教学手段、方法及教具】：1. 教学相关资料、课件、模型

【教学内容】 第二节 回转体的相贯线

一、相贯线的定义：由两形体相交而产生的线。

1. 相贯线的性质：

- 1) 相贯线是两个立体表面的共有线，是一系列共有点的集合
- 2) 相贯线一般为封闭的空间曲线，特殊情况下是平面曲线或直线。

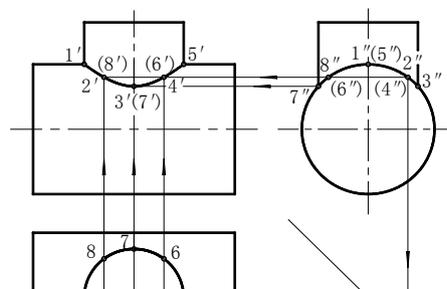
2. 相贯线的画法实质：是求两相贯体表面的共有点

二、相贯线的画法：

1. 利用积聚性求相贯线

正交两圆柱的相贯线的画法：利用圆柱面投影的积聚性来进行表面求点。

1) 设特殊点，并求出其余两面的投影



- 2) 设一般点，并求出其余两面投影
- 3) 判别点的可见性，依次光滑连接各点的同面投影。

例 1. 不等径两圆柱正交的相贯线画法

画图：1. 设最高、最低、最前、最后四个特殊点，并求出其余两面的投影。

2. 设高低间有二个点，前后间有二个点，并求出其余两面投影。

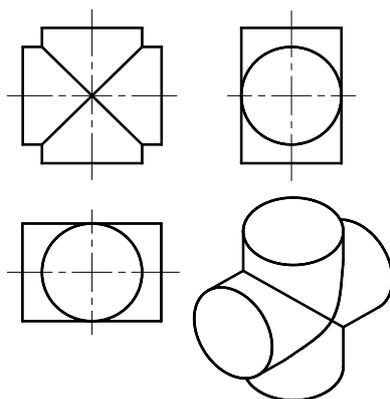
3. 将其余两面的每个点按圆形投

4. 影上点的顺序顺次连接。

总结：相贯线的形状、弯曲方向的变化是：相贯线在非积聚性的投影中，

其弯曲趋势总是弓向圆柱的轴线。

例 2. 等径圆柱正交相贯线的投影：在非积聚性的投影中是二条相交直线，



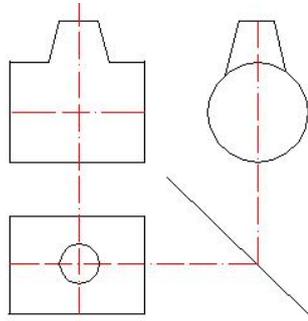
例 3 圆柱与圆锥正交

作图方法：

1. 先设特殊点：最高点和最低点，并求出其余两面投影



2. 用辅助水平面在最高与最低点之间截割圆锥台，圆锥截交线是一个圆平面，它们在圆平面在水平面的投影是一个圆，V 面投



影是一条水平线。圆锥与圆柱有四个共有点，这四个共有点，可投影到 V、H 两投影面上，并将特殊点和一般位置点顺次连接，形成一个椭圆的截交线形状。

【小结】 主要讲述了相贯线的二种画法方法

【作业】

【审核】

【教学后记】

【授课日期】

【周次】

【星期】

【课题】：组合体的形体分析

【课型】：理论教学

【学时】：两学时

【教学目的与要求】：1、掌握组合体的形体分析方法
2、掌握画组合体的方法

【教学重点与难点】形体分析法与线面分析法，画组合体的方法

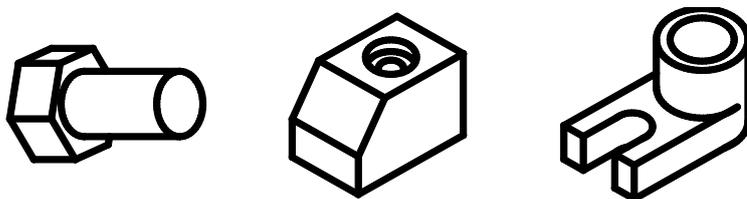
教学难点：线面分析法

【教学手段、方法及教具】：1. 教学相关资料、课件、模型

【教学内容】

1 组合体的形体分析

一、形体分析法：是将较复杂的形体，分成几个基本几何体，



再将每个形体的投影画出，并按形体的组合关系堆积在一起，最终完成组合体的三视图。

(a) 叠加型

(b) 切割型

(c)

综合型

二、组合体的组合形式及相邻表面连接关系

组合体的组合形式有：叠加和切割两种基本形式，常见的是两种形式的综合。

组合体结合在一起时表面连接关系有三种：

共面：表面平齐不画线，不平齐要画结合线。

相交：相交处有线。

相切：相切处无线

组合体视图画法

画图步骤：1. 形体分析：分为一个实体圆柱，三个棱柱体

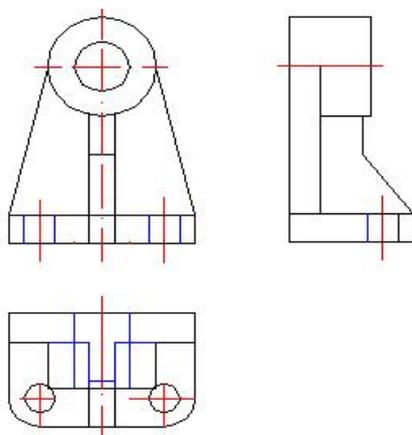
2. 选择主视图

3. 选比例，定图幅

4. 布置视图

5. 画底稿

6. 检查加深



【小结】 主要讲述了组合体的形体分析方法及画组合体的方法

【作业】

【审核】

【教学后记】



【授课日期】 【周次】 【星期】

【课题】：组合体的尺寸注法

【课型】：理论教学

【学时】：两学时

【教学目的与要求】：1、掌握组合体的尺寸种类及标方法
2、掌握常见结构的尺寸注法

【教学重点与难点】 常见尺寸注法和组合体的尺寸标注方法
难点： 标尺寸的正确要求

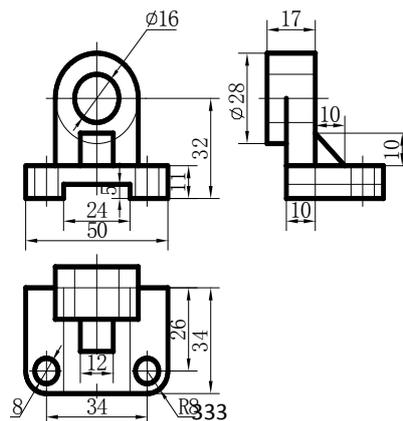
【教学手段、方法及教具】：教学相关资料、课件、模型

【教学内容】

组合体的尺寸标注

一、组合体的尺寸标注

1. 尺寸基准：标注尺寸的起始点
2. 尺寸分类：按作用分：总体尺寸，定形尺寸，定位尺寸
3. 尺寸分布：长度尺寸标注在主、俯视图间，高度尺寸标注在





主、左视图间，宽度尺寸标在俯、左之间。

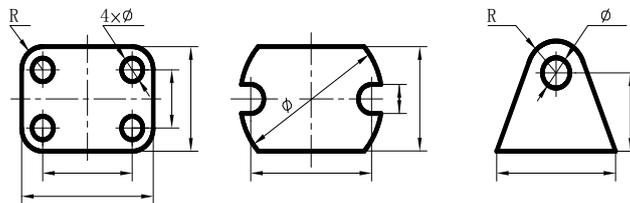
4. 尺寸标的基本要求正确、完整、清晰

5. 标尺寸的方法和步骤

1) 方法：堆积体尺寸宜采用逐一形体，逐个视图标注

切割体尺寸宜采逐个视图的标注

举例：轴承座尺寸标注：



六、常见结构的尺寸注法

【小结】 主要讲述了组合体的尺寸标注与常见结构的尺寸注法

【作业】

【审核】

【教学后记】

(4) 柱面的投影

2) 一个线框可能有的含义

视图表达一个物体，而一个线框表达一个面

(1) 平面投影，

(2) 曲面投影，

(3) 曲与其切平面的投影

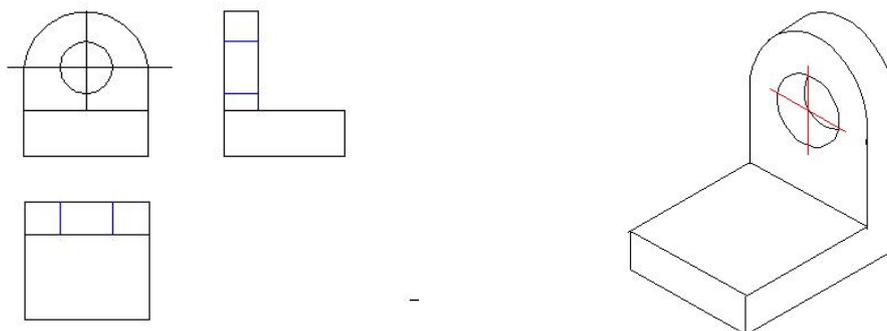
3) 视图上相邻的封闭线框的含义：一定是物体上相交或错开的两个面的投影

二、组合体的读图步骤：

1. 组合体中堆积体的读图方法：主要采用形体分析法

例 1. 已知形体的三视图，利用形体分析法，想象立体形状，并画出形体的轴测图

想象过程：先将三视图分解成几个封闭的线框，再将每个线框的三面投影找到，看它们是什么基本几何体，最后看它们的接



合情况，进行组合，形成立体的整体形状。

【小结】 主要讲述了看形体的方法与空间概念的建立

【作业】



【审核】

【教学后记】

【授课日期】 **【周次】** **【星期】**

【课题】： 读组合体视图

【课型】： 理论教学

【学时】： 两学时

【教学目的与要求】： 掌握线面分析法读图方法
掌握二种分析法的综合运用，补出图中缺
线

【教学重点与难点】 线面分析法读图方法

【教学手段、方法及教具】： 1. 教学相关资料、课件、模型

【教学内容】

读组合体视图

2. 线面分析法读图：

线面分析法：是运用点、线、面的投影特性，分析视图中的图线和封闭线框的含义和空间位置，搞清组合体表面及交线的形状和相对位置，从而读懂视图。

读图步骤：

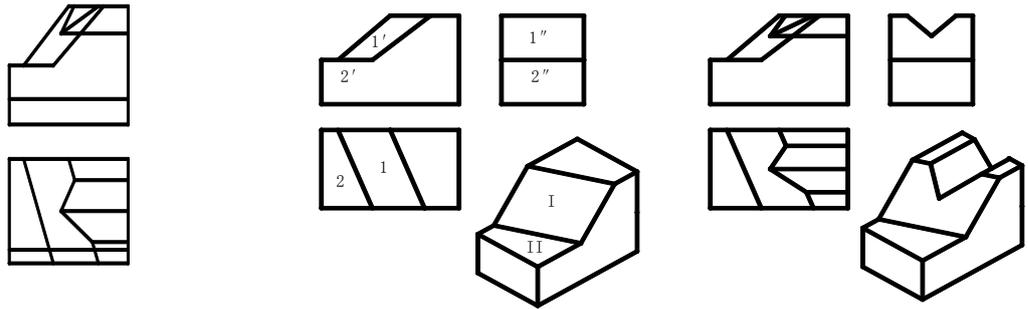
- 1) 初步了解，分析组合体在未切前是何种基本几何体，它被几个平面切割。
- 2) 仔细分析：把被切部位的线条以线框的形式，分成若干个线



框，并把每个线框在三面的投影全部找到，根据每个平面的三面投影，判断出每个平面的形状及切割位置。

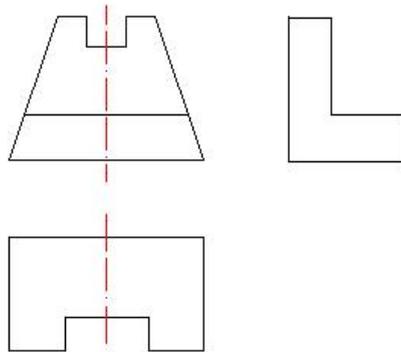
3) 综合想象：最后根据每个平面的形状与位置，想象出形体被平面切割后的立体形状。

例 2 补全第三视图(已知主，俯视图)



三、补缺线

是在读懂已知视图的基础上，想象出形体的形状，再将视图所



漏掉的线条。

【小结】 主要讲述了组合体的形体分析法与线面分析法的综合运用。

【作业】



【审核】

【教学后记】



【授课日期】 【周次】 【星期】

【课题】：视图

【课型】：理论教学

【学时】：两学时

【教学目的与要求】：掌握四种视图的画法与成图原理
了解第三角画法与标注

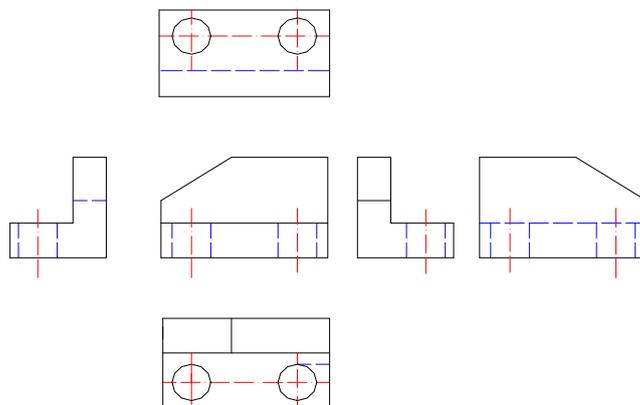
【教学重点与难点】四种视图的画法

教学难点：基本视图的投影规律与方位关系。

【教学手段、方法及教具】：1. 教学相关资料、课件、模型

【教学内容】

视图



一、视图种类：

有基本视图，向视图，局部视图和斜视图



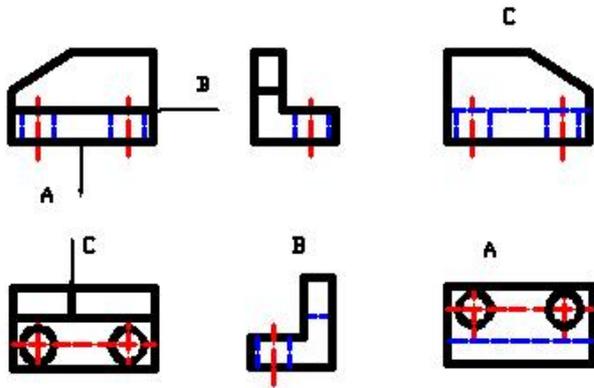
1. 基本视图：物体向基本投影面投射所得的视图。

六个视图：主，俯，左，右，仰，后视图。

六个视图仍保持：长对正，高平齐，宽相等的投影规律

2. 向视图：当不能按基本视图位置来配置时，可改变六视图的位置，这就形成了向视图。

向视图的标注：在投影方向上画箭头和标字母，在视图上方标上字母。



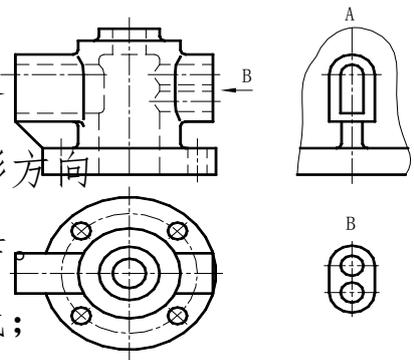
三、局部视图：它是基本视图的一部分。

局部视图的标注：在基本视图上标明投影方向和字母，

在画出的局部视图上标注上字母

注意：当轮廓线不封闭时，应画出局部线；

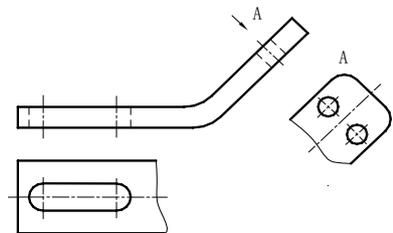
当轮廓线是封闭的，可不画波浪线。



四、斜视图：将物体上不平行于基本投影面的投影所得的视图。

斜视图的标注：用箭头标明投影方向，在斜视图上标字母。当

斜视图摆放时要旋转时，应加注旋转符号“ ”，或加注旋





转角度。

五、第三角画法

第一角画法：成图原理是人—物—图

第三角画法：成图原理是人—图—物

二种图的标注方法：第一角画法不需标注。第三角画法要用圆锥的主、左视图画在标题栏的位置以示区别。

【小结】 主要讲述了基本视图、局部视图、斜视图的画法

【作业】

【审核】

【教学后记】

【授课日期】

【周次】

【星期】

【课题】：剖视图

【课型】：理论教学

【学时】：两学时

【教学目的与要求】：掌握剖视图的画法和种类
掌握单一全剖，阶梯全剖的画法

【教学重点与难点】单一全剖、阶梯全剖、
教学难点：全剖，半剖，局部剖的定义与画法

【教学手段、方法及教具】：1. 教学相关资料、课件、模型

【教学内容】

剖视图

一、定义：假想用剖切面剖开物体，将处在观察者与切面之间的部分移去，而将其余部分向投影面投影所得图形称为剖视。

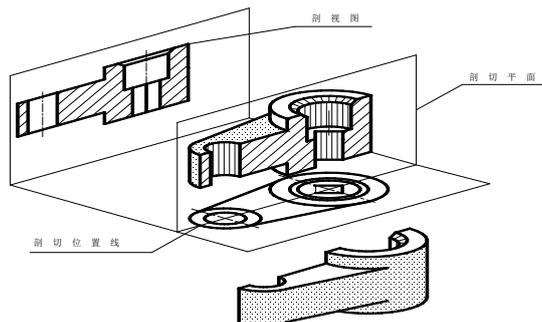
二、剖视图画法：

1. 确定剖切面的位置：剖切位置应通过孔和槽的中心线
2. 剖面区域内画上剖成符号。
3. 剖视图的标注：用字母标出剖视图的名称“X-X”，在相应的视图上用剖切符号表示剖切位置、剖切起止线和箭头表示投影方向，并标注相同的字母。

三、剖视图的种类：

1. 全剖：用剖切面完全地剖开物体所得到的剖视图。

应用对象：只有形体外形简单，内部较复杂的结构用。



2. 半剖：当物体有刀过竹解平面时，在对称平面所垂直的投影面上的投影，可以对称中心线为界线，一半画成剖视图，另一半画成视图。

应用对象：适用于内外形状都需要表示的对称机件。

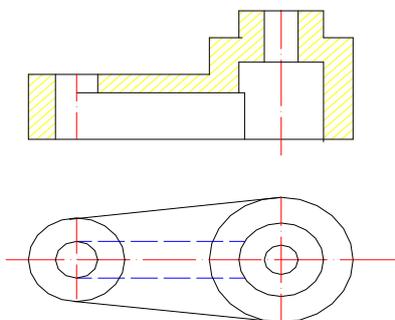
3. 局部剖：用剖切面地剖开物体所得到的剖视图。

应用对象：物体中仅有部分内形需要表示，不必或不宜采用全剖时。或是不对称形体既要表示内形以要保留外形时。内外结构中均要表示的对称形体，但对称中心线与轮廓线是重合的，不宜采用半剖视图。

四、全剖视图：

1. 单一全剖：只用一个剖切面剖开物体。

1) 与投影面平行的：



2) 与投影面倾斜的：斜剖视图



【小结】 主要讲述了全剖、半剖、局部剖的剖切方法。

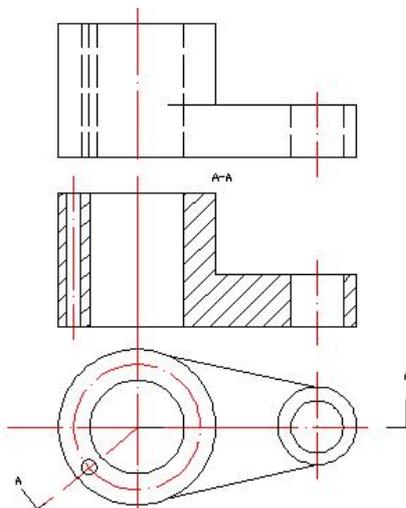
【作业】

【审核】

【教学后记】

投影方向，并在剖视图上方注明名称。

即：剖切符号、字母、箭头、名称等项目齐全。



2. 旋转剖：用二个相交的剖切平面剖开零件的方法称为旋转剖。

采用这种方法画零件的剖视图时，先假想按剖切位置剖开零件，然后将被剖切平面剖开的结构及其有关部分旋转到与按选定的投影面平行再进行投影。旋转剖常用来表轮、盘类零件上呈放射状分布的孔与槽等结构形状。

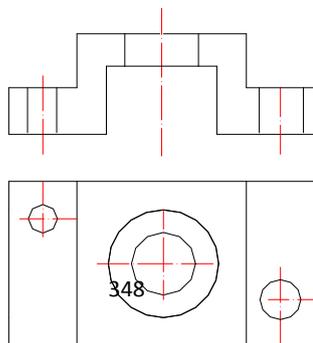
旋转剖的标注：同阶梯剖

3. 复合剖：

1) 定义：用组合的剖切平面剖开零件的方法称为复合剖。

2) 剖切位置的确定与标注：

3) 复合剖视图的辨认方法：剖切面有相互平行的又有相交的。





剖切面在三个以上。

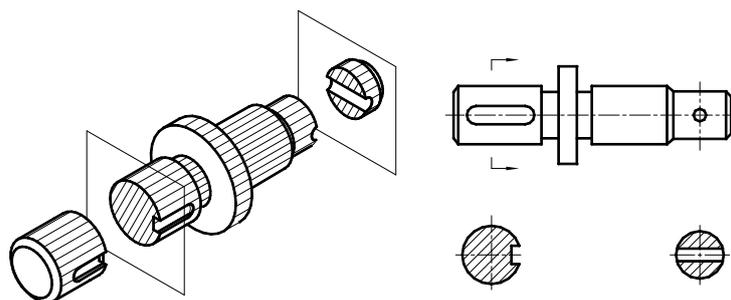
4) 复合剖视图的标注：与阶梯剖的标注相同

【小结】 主要讲述了全剖的剖切方法。

【作业】

【审核】

【教学后记】



2. 重合断面:-----内-----

三: 断面图的画法

1). 移出断面

(1) 剖切位置: 剖切平面应与被切零件的中心线或主要轮廓线垂直

(2) 断面图的配置位置有:

1. 剖切平面延长线上, 2. 投影方向上, 3. 其它位置上

(3) 断面图的标注

断面图的标记有: 剖切平面符号、剖切平面名称、投影方向三个内容。

对称断面图放在: 剖切平面延长线上时只画出剖切平面符号。

投影方向上时只标剖切平面符号、剖切平面名称。

其它位置只标剖切平面符号、剖切平面名称。

不对称的断面图放在: 剖切平面延长线上时只画出投影箭头。

投影方向上时只标剖切平面符号、剖切平面名称。

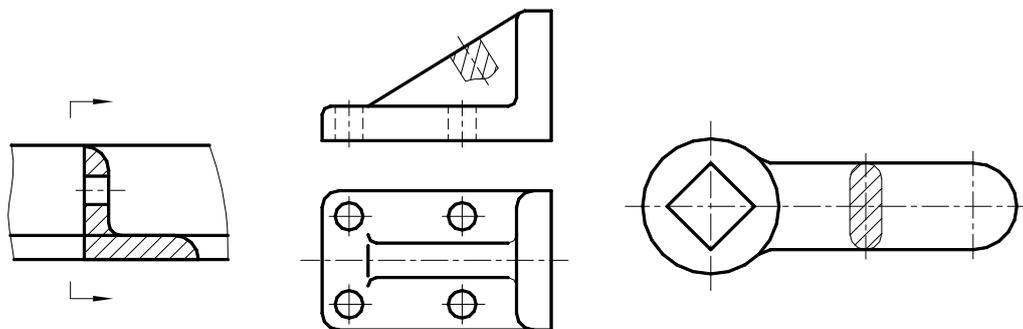
其它位置三个都要标。

(4) 移出断面画图时应注意以下几点

1. 移出断面图的轮廓线用粗实线画出
2. 其图应尽量配置在剖切符号延长线上,也可移到其它位置上
3. 当剖切平面通过回转面形成的孔和小坑的轴线时按剖视图
4. 当剖切非回转孔,会出现分离的剖面时,也应用剖视图画
5. 用两个剖切面相交剖面切出的移出剖面,相交处应断开表示

2) 重合断面图

断面图放在视图内。注意视图轮廓线不中断画出。



【小结】 主要讲述了断面图画法和常用简化画法。

【作业】

【审核】

【教学后记】



【授课日期】

【周次】

【星期】

【课题】: 其它表达法

【课型】: 理论教学

【学时】: 两学时

【教学目的与要求】: 1. 让学生掌握剖面图的画图方法
2. 掌握剖面图的应用条件和剖面图的配置和标注

【教学重点与难点】 正确画出剖面图

难点: 移出剖面图的标注, 以及图形的配置

【教学手段、方法及教具】: 1. 教学相关资料、课件、模型

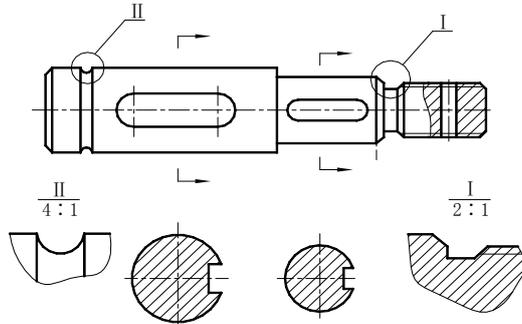
【教学内容】

其它表达法

1. 局部放大图



- 1) 定义: 将机件的部分结构, 用大于原图形所采用的比例画图。
- 2) 局部放大图的标注: 被放大的部分用细实线圈起来, 在图上方标注放大的比例。
- 3) 局部放大图可成视图, 剖视, 剖面, 应尽量放在补放大的附近。



画法与标注如书图

2. 简化画法

1. 较长零件的折断画法

较长的零件沿长度方向的形状一致或按一定规律变化时绘制。

2. 肋板. 轮辐纵向剖切与均布结构的旋转画法

对于零件的肋板, 轮辐等结构, 纵向剖切时, 都不画剖面符号, 而用粗实线将它与邻近部分分开横向剖切时, 肋板被切断的部分仍画出剖面线, 当回转体零件上均匀分面的肋板. 轮辐. 孔等结构不处于剖切平面上时, 可将这些结构旋转到剖切平面上画出。

3) 键槽的局剖视图

零件上的对称结构, 如孔或轴上的键槽的局部视图, 配置在与基本视图保持投影关系的位置时, 可省略局部视图的标注。

4) 较小结构的表面交线画法:

零件上的较小结构，如在一个图形中已表示清楚时，其它图形或省略。

5) 相同结构的画法：

当零件具有若干相同结构，并按一定规律分面时，只需画出几个完整的结构，其余用细实线连接，在零件图中则必须注明该结构的总数若干直径相等且成规律分面的孔，可以仅画出一个或几个，其余只需用点划线表示其中心位置，在零件图中应注明孔的总数。

6) 弯折件的表达方法：

表达弯折零件，除画出制造成型的视图外，还须画出一个供下料用的展开图，基弯折线在展开图中用细实线绘制。

7) 镶嵌件的表达方法：如书图所示

8) 零件上的滚花表示法

零件上的滚花部分，可在轮廓线附近用细实线示意画出，图或技术要求中注明该结构的具体要求。

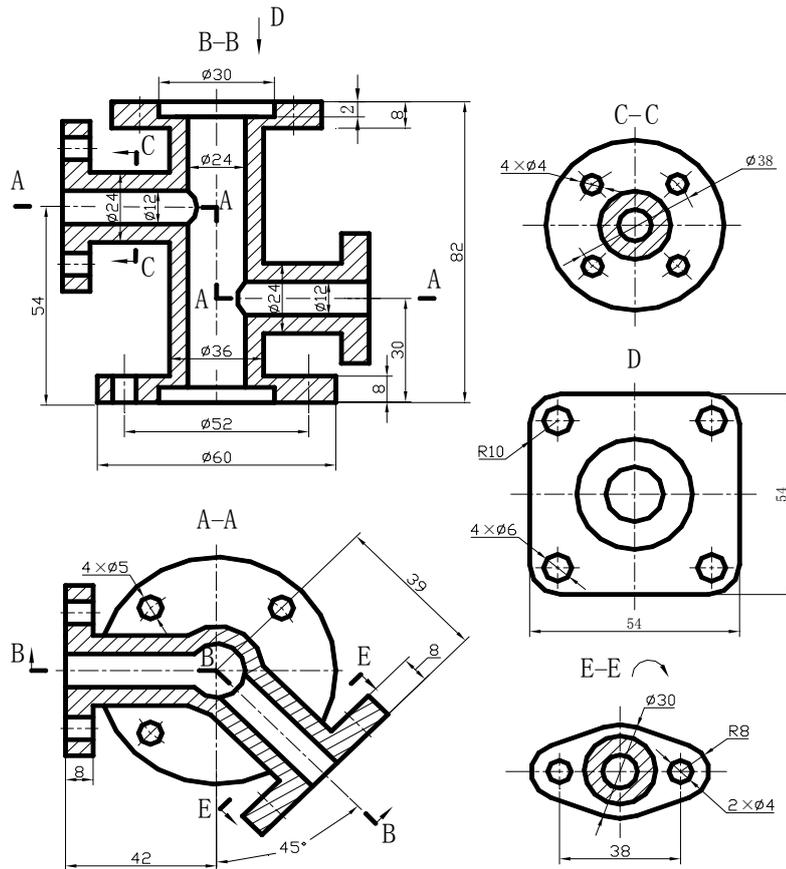
10) 假想轮廓的表示法

在零件图中，采用双点划线表示的零件轮廓即是假想轮廓线。

第六节 表示方法综合应用举例

1、图形分析

阀体的表达方案共有五个图形：两个基本视图（全剖主视图“B—B”、全剖俯视图“A—A”）、一个局部视图（“D”向）、一个局部剖视图（“C—C”）和一个斜剖的全剖视图（“E—E 旋转”）。



2、形体分析

由图形分析中可见，阀体的构成大体可分为管体、上连接板、下连接板、左连接板、右连接板等五个部分。

【小结】 主要讲述了断面图画法和常用简化画法。

【作业】

【审核】

【教学后记】



【授课日期】 **【周次】** **【星期】**

【课题】： 零件图的作用和内容

零件的视图选择

【课型】： 理论教学

【学时】： 两学时

【教学目的与要求】： 1. 了解零件图的作用及包括内容与要
2. 掌握零件图主视图的选择原则

【教学重点与难点】 1、主视图的选择、
2、表达方案的选择

【教学手段、方法及教具】： 1. 教学相关资料、课件、模型

【教学内容】

零件图的作用和内容

一. 零件图的概述

1. 定义: 表达零件的图样, 是制造和检验零件的依据
2. 作用: 准确地表达零件的结构形状, 尺寸, 技术要求的图
3. 内容: 1. 一组图形, 2. 完整的尺寸 3. 必要的技术要求 4. 填写完整的标题栏

二. 零件图的视图选择

1. 主视图的选择原则 (表达的核心是主视图)

- 1) 具体原则: (1) 按零件的形状特征选择
 - (2) 按-----加工位置----- (轴, 套类零件常之)
 - (3) -----工作----- (钩, 架. 箱体类零之)
- 2) 运用方法: 以形状特征原则为主, 兼顾其它两原则
- 3) 举例说明:

零件的视图选择

选择表达方案的原则是: 在完整、清晰地表示零件形状的前提下, 力求制图简便。

1、零件分析

零件分析是认识零件的过程, 是确定零件表达方案的前提。

2、主视图的选择

零件主视图的选择应满足“合理位置”和“形状特征两个基本原则。

所谓“合理位置”通常是指零件的加工位置和工作位置。

- 1) 加工位置是零件在加工时所处的位置。
- 2) 工作位置是零件在装配体中所处的位置。

【小结】 主要讲述了零件图的内容和表达方法的合理性

【作业】



【审核】

【教学后记】

零件工艺结构

一. 常见零件工艺结构和尺寸标注

1. 铸造圆角: 一般采用直接标注法: R3 , R5

2. 拔模斜度: 3---6 度。采用指引线标注法

3. 倒角与倒圆

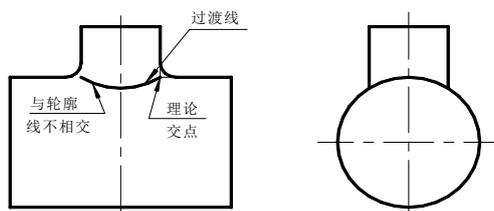
倒角: 30 或 45 标在轴或孔端, 采用引出标注法

倒圆: 轴肩处为避免应力集中, 采用圆角过渡

4. 退刀槽与越程槽定义: 为了让车刀, 砂轮退出加工位置, 需予先车出

标注: $6*2.25$ (槽宽*槽深), $6*\varnothing 135$ (槽宽*直径)

5. 钻孔



1) 盲孔: 不通孔下端会留下钻头的三角, 标注尺寸时不标出三角尺寸

2) 通孔

6. 中心孔: 采用引出标注

用三种符号来表示中心孔的状态: 表示保留, 表示不允许保留下来表示可以留, 也可以不留。

7. 过渡线: 铸件表面由于圆角的存在, 交线不明显, 这不明显的交线, 称过渡线

零件图上的尺寸标注

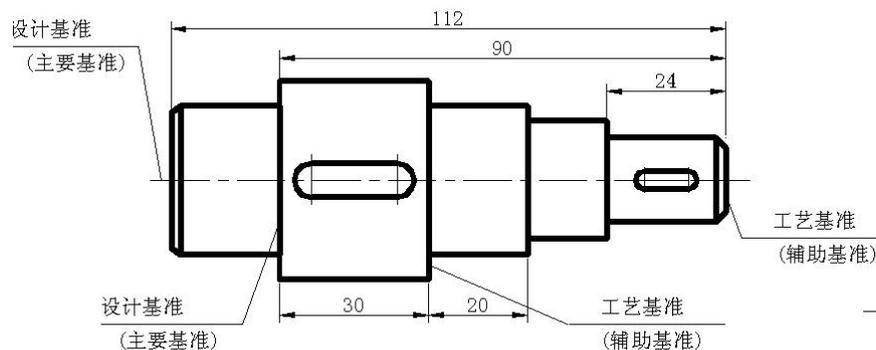


一. 零件图尺寸标注

1. 尺寸基准的定义: 标注尺寸的起始点.
2. 基准分类:
 - 1) 按来源分有: 设计基准, 工艺基准
 - 2) 按重要性分有: 主要基准, 辅助基准
 - 3) 按几何形状分有: 点, 线, 面基准

二. 基准选择的一般原则

- 1) 设计基准反映了零件设计的要求, 一般必须要把它基准
- 2) 工艺基准反映了零件加工, 测量方面的要求, 必须兼顾
- 3) 选择基准时, 最好能把设计与工艺两基准统一起来。



三. 零件图中标注尺寸注意事项

1. 设计中的重要尺寸, 要从基准单独标出。
2. 同一方向尺寸出现多基准时, 必须在主, 辅基准间标注尺寸。
3. 标注尺寸时, 不允许出现封闭的尺寸链。
4. 标注尺寸要便于加工与测量。

零件图上的技术要求

一. 表面粗糙度

1. 定义: 零件表面在微观下, 表面不平的程度.

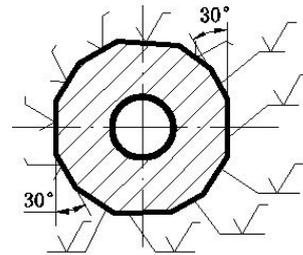


2. 评定参数的种类有:轮廓算术平均偏差 (Ra), 轮廓最大高度 Ry, 微观不平度+点高 Rz, 制图中采用 Ra, 因此在标注时可省略 Ra.

3. 标注:

1) 符号:基本符号: 它不能单独使用

合成符号: 表示零件表面是车, 铣, 等去除材料加工获的



表示 ----- 铸造, 冷轧等不去除

2) 符号形成

3) 标注注意事项

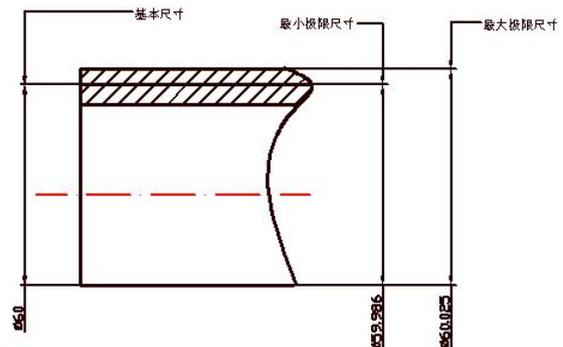
(1) 同一表面的表面粗糙度只标注一次, 尖端只能由材料外指向材料内, 可标在延长下 线. 轮廓线, 中心线, 尺寸界线上

(2) 相同表面粗糙度可以统一标注, 写在零件图右上角统一标注

(3) 同一表面可只标一次, 不连续同一表面, 应将两表面用细实线连接, 在连接处标注上

(4) 同一表面, 不同要求应用分界线分别标注表面粗糙度

4) 标注示例如书图



二. 公差与配合

1. 互换性: 同一产品不经过选配与

2. 尺寸公差: 为保证同一产品列排



对有关尺寸规定允许变化的范围

- 1) 基本尺寸: 设计时给定的尺寸
- 2) 实际尺寸: 测量时得到的尺寸
- 3) 最大极限尺寸: 允许尺寸变化的最大极限值
- 4) 最小极限尺寸: 允许尺寸变化的最小极限值
- 5) 上偏差: 最大极限值减去基本尺寸
- 6) 下偏差: 最小极限值-基本尺寸
- 7) 尺寸公差:

允许尺寸变动量= $\frac{\text{最大极限尺寸}-\text{最小极限尺寸}}{\text{上偏差}-\text{下偏差}}$

8) 零线: 确定偏差的一条基准直线, 以零线表示. $0 + \underline{\hspace{1cm}}$

9) 公差带: 由代表上, 下偏差的两条直线所限定的一个区域。

10) 基本偏差: 用以确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差, 一般为靠近零线的那个偏差, 孔与轴的基本尺寸段的每一基本偏差各有 28 个, 编制成基本偏差系列

3. 配合中有关术语及其定义:

- 1) 配合: 基本尺寸相同, 相互结合的孔和轴的关系
- 2) 间隙或过盈: 孔的尺寸减去与之相结合轴的尺寸所得的代数差, 此值为正时是间隙, 为负时是过盈

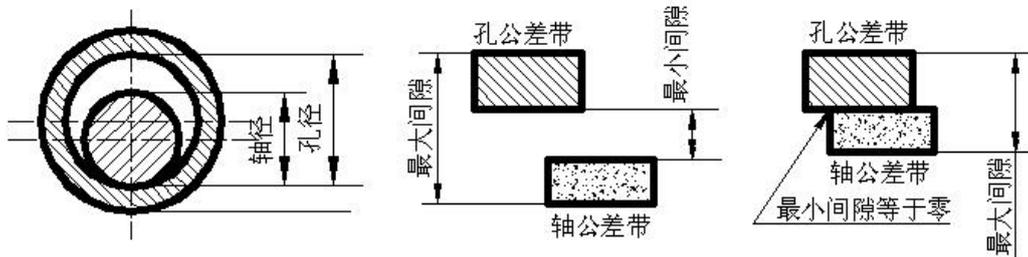
3) 配合种类

(1) 间隙配合: 具有间隙(包括最小间隙等于零)的配合, 此时, 孔的公差带在轴的公差带之上

(2) 过盈配合: 具有过盈(包括最小过盈等于零)的配合, 此时孔的公差带在轴公差带之下



(3) 过渡配合: 可能具有间隙或过盈的配合, 此时, 孔的公差带



与轴的公差带互交叠。

【小结】 主要讲述了零件图的尺寸标注的原则和要求、表面粗糙度和公差与配合的标注。

【作业】

【审核】

【教学后记】



【授课日期】

【周次】

【星期】

【课题】：读零件图

【课型】：理论教学

【学时】：两学时

【教学目的与要求】：1、了解技术要求的内容
2. 掌握形位公差的解释与尺寸标注
3. 了解读图要求, 正确熟练地掌握读图的方法步骤

4. 掌握轴套类的结构特征, 视图表达方法, 尺寸标注

【教学重点与难点】

1. 尺寸公差的解释与尺寸标注
2. 形位公差的解释
3. 结构特点, 视图表达方法
4. 识读零件图上的技术要求

【教学手段、方法及教具】：1. 教学相关资料、课件、模型

【教学内容】

零件图上的技术要求

4. 配合制度:



(1) 基孔制: 基本偏差为一定的公差带, 与不同基本偏差轴的公差带 形成各种配合的一种制度

@基孔制的孔为基准孔, 其下偏差为零, 基本偏差代号为 H. 与基准孔 配合轴的基本偏差

在 $a \sim h$ 之间为间隙配合, 在 $j \sim n$, 之间一般为过盈配合, 在 $p \sim zc$ 之间一般为过盈配合

(2) 基轴制: 基本偏差为一定轴的公差带, 与不同基本偏差孔的公差

@基轴制的轴为基准轴. 其上偏差为零, 基本偏差代号为 h, 与基准轴 配合的孔基本偏差在 $A \sim H$ 之间为间隙配合, 在 $J \sim N$

之间一般为过盈配合, 在 $P \sim ZC$ 之间一般为过盈配合

5. 公差与配合的标注

零件图上的标注方法有三种:

1) 在基本尺寸右边标注公差带代号

孔, 轴公差带代号均由基本偏差代号与公差等级代号组成并用相同字号的字书写

例如: $\phi 35H7$: 表示基本尺寸为 $\phi 35$, 公差等级为 7 级的基准孔

$\phi 35P6$ 表示基本尺寸为 $\phi 35$, -----6, 基本偏差为 P 的轴

2) 在基本尺寸右边标注上, 下偏差

$\phi 50+0.05$

3) 在基本尺寸右边同时标注公差带代号及上, 下偏差数值

装配图上的标注方法

在装配图中对有配合要求的尺寸, 须在基本尺寸右边用分数形式注出, 分子为孔的公差代号, 分母为轴的公差带代号



例如 $\varnothing 35 H7 / P6$ ----表示基本尺寸为 35 的基孔制的过盈配合

三: 形状与位置公差

1. 定义: 零件图中, 给出形状或位置公差的要素对其理想要素的变动量称之为

2. 形状位置公差的项目

1) 形状公差有: 直线度, 平面度: 圆柱度: 线轮廓度, 面轮廓度

2) 位置公差有:

定向: 平行度

定位: 同轴度

跳动: 圆跳动

垂直度

对称度

全跳动

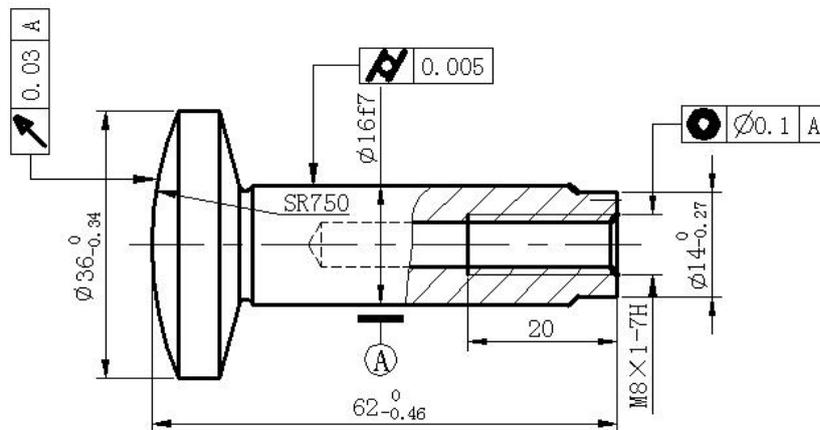
倾斜度

位置度

3) 形位公差代号标注形式

以框格为形式即: 公差项目 公差值 基准要素代号 被测要素

举例: // 0.2 A



4) 解释形位公差框格:

判断: 被测要素与基准要素的方法

- (1) 当框格的箭头或图中基准符号(或代号)与尺寸线对齐时,被测和基准两要素,都是轴线或中心平面
 - (2) 当箭头或图中基准符号(或代号)与
 - (3) 尺寸线不对齐或指在轮廓线上,则被测要素和基准要素,是表面或线
- (基准符号是一个短粗实线,基准代号是用字母来表示的)

5) 识读形位公差标注

- (1) 圆柱度公差值为 0.005,框格含义是:直径为 20 的圆柱表面任一位置正截面的圆度公差为 0.005
- (2) 框格为含义是:SR750 圆球表面对内孔 14 轴线的圆跳动公差值为 0.015。

一. 读图基本要求:

1. 正确熟练地掌握读图的方法步骤
2. 归纳总结,掌握其各类零件的结构形状,和视图表达

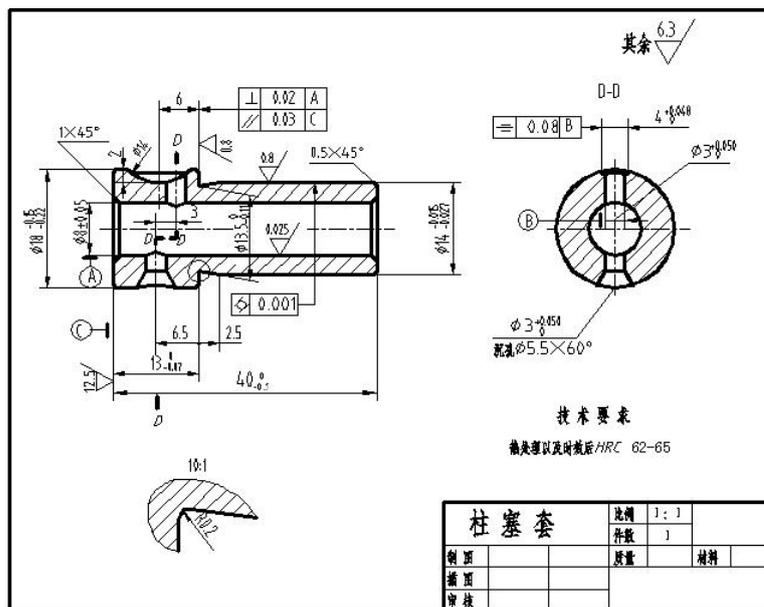
二. 看图一般方法步骤

一看标题栏:了解零件概貌

二看视图:想象零件的结构形状

三看尺寸:明确各部分大小

四看技术要求:掌握其质量标准



三:零件分类(按结构特点分)

1. 轴套类, 2. 轮盘类, 3. 叉架类, 4. 箱体类

四. 读轴套类零件图: 如书图

1. 读标题栏: 读出零件名称, 比例, 材料
2. 读视图: 了解视图名称, 表达目的, 零件结构形状
3. 读尺寸: 找出零件总体尺寸, 以及定位尺寸和具体结构的定形尺寸
4. 读技术要求: 能表述清楚表面粗糙度, 尺寸公差, 形位公差的内容

五: 总结其特点

1. 结构特点为: 通常由几段不同的直径的同轴回转体组成, 常有键槽, 退刀槽, 越程槽, 中心孔, 以及轴肩, 螺纹待结构
2. 主要加工方法: 毛坯一般用棒料, 主要加工方法是车削, 镗削和磨削
3. 视图表达: 主视图按加工位置, 表达其主体结构. 采用断面图,

局部剖视图,局部放大图等表达零件的局部结构

4. 尺寸标注:以回转轴线作为径向(高,宽方向)尺寸基准,轴向(长度方向)的主要尺寸基准是重要端面.主要尺寸直接注出,其余尺寸按加工顺序标注

5. 技术要求:有配合要求的表面,其表面粗糙度参数值较小,有配合要求的轴颈,主要端面一般有形位公差要求

二. 轮盘类

1. 定义:短粗回转体.包括手轮.带轮.花盘.法兰盘.

2. 作用:轮类用于传递动力,盘类用于连接,支承,密封

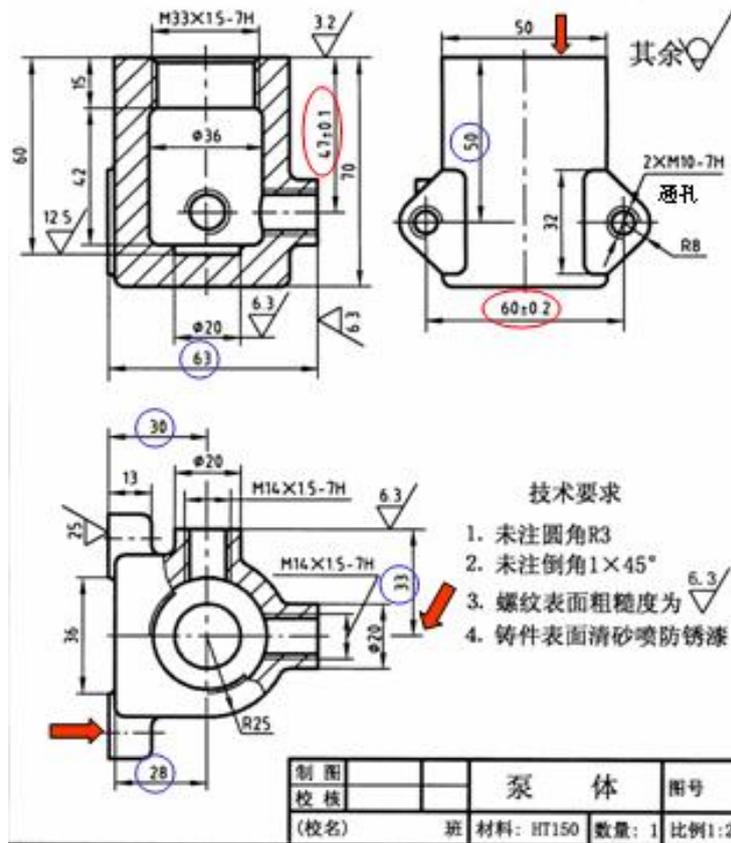
3. 其结构特点;多数形状为短粗回转体,一般为铸.锻毛坯加工而成,其上常有轮辐,轴孔

【小结】主要讲述了形位公差的标注与解释,读轴类、轮类零件的方法与结构特点。

【作业】

【审核】

【教学后记】



三: 叉架类

1. 定义: 毛坯为不规则的铸, 锻件包括拨叉连杆, 支架, 支座

2. 作用: 操纵, 连接, 传动或支承

3. 总结叉架类零件的特点

1) 结构特点: 此类零件通常由工作部分, 支承部分及连接部分组成,

形状比较复杂且不规则, 零件上常有叉形结构, 肋板和孔, 槽等

加工方法: 毛坯多为铸件或锻件, 经车, 镗, 铣, 钻等多种工序加工而成

2) 视图表达: 一般需要两个以上基本视图表达, 常以工作位置为主视图, 反映主要形状特征, 连接部分和细部结构用局部视图或斜视图, 并用剖视图, 断面图, 局部放大图表达局部结构



- 3) 尺寸标注: 尺寸标注比较复杂, 各部分的形状和相对位置的尺寸要直接标注, 尺寸基准常选择安装基面, 对称平面, 孔的中心线和轴线
- 4) 技术要求; 支承部分, 运动配合面及安装面, 均有较严的尺寸公差, 形位公差和表面粗糙度等要

四、箱体类零件图

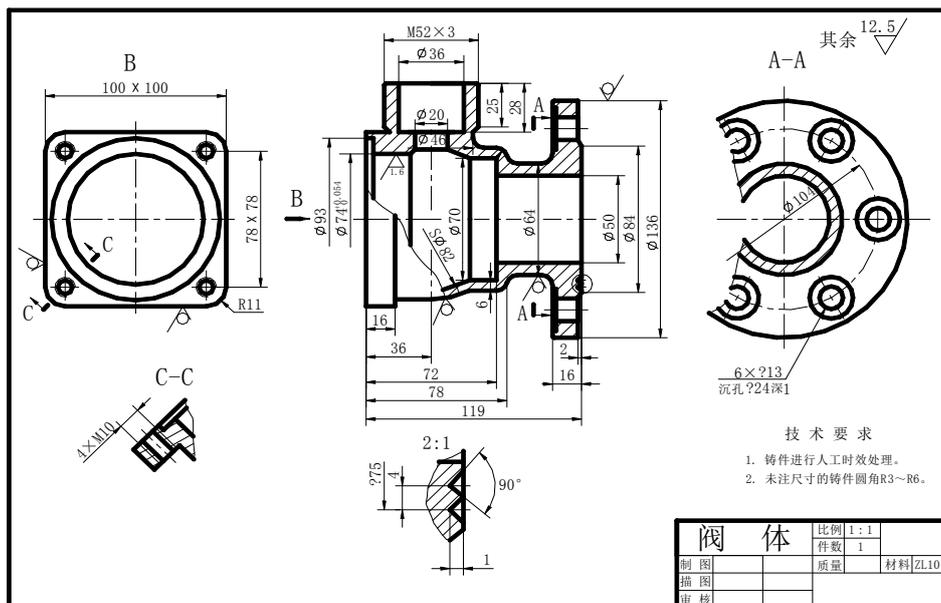
1. 结构分析

箱体类零件的作用是支持或包容其它零件, 一般有复杂的内腔和外形结构, 并带有轴承孔、凸台、肋板, 还有安装孔、螺孔等结构。

2. 主视图选择

箱体类零件选择主视图时, 根据工作位置原则和形状特征原则考虑, 采用剖视, 以重点反映其内部结构。

3. 其它视图的选择





为了表达箱体类零件的内外结构，一般要用三个或三个以上的
基本视图，并根据结构特点在基本视图上取剖视，还可采用局
部视图、斜视图及规定画法等表达外形。

【小结】 主要讲述了叉架类和箱体类零件的结构特点与视图表
达方案的原则。

【作业】

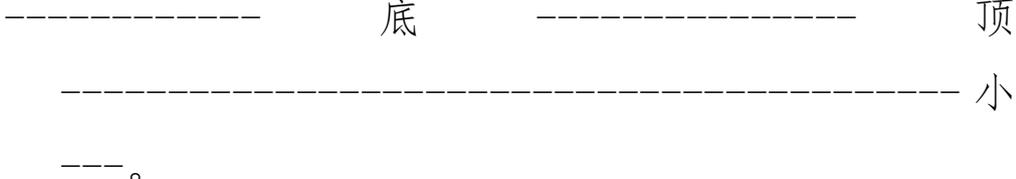
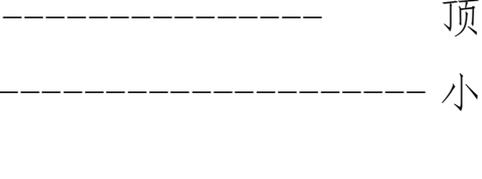
【审核】

【教学后记】

1) 牙型: 在通过螺纹轴线的剖面上, 螺纹的轮廓形状称为牙型。
常见的牙形, 梯形锯齿形, 矩形

2) 螺纹直径:

与外螺纹牙顶或内螺纹牙底相重合的假想圆柱面的直径称为大径,

与  底  顶
小
径。

3) 线数 (N): 螺纹的螺旋线条数

4) 螺距和导程

螺距: 相邻两牙在中径线上对应两点的轴向距离称为

导程: 同一螺旋线上相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离称

螺距与导程的关系是: $L=N \cdot P$ (导程: L , 螺距: P)

5) 旋向: 螺旋线旋转的方向有右旋和左旋之分

顺时针方向旋进的螺纹, 称为右螺纹, 反之, 称为左螺纹

注: 互相旋合的螺纹其要素必须相同

三. 螺纹的规定画法

1. 外螺纹画法: 螺纹的牙顶 (大径) 用粗实线表示, 小径用细实线表示 (小径近似地画成大径的 0.85 倍), 在螺杆的倒角或倒圆部分也应画出. 螺纹的终止线用粗实线表示, 在垂直于螺纹轴线的视图中, 表示牙底的细实线只画约 $3/4$ 圈, 轴上的倒角圆省略不画, 如图

2. 内螺纹画法: 内螺纹一般画成剖视图, 其牙底用细实线表示,

牙顶用粗实线表示, 剖面线画到粗实线为止, 不可见螺纹的所有图线, 均用虚线绘制, 垂直于螺纹轴线的视图中, 小径圆用粗实线表示, 大径圆用细实线表示, 且只画约 3/4 圈. 孔口倒角圆省略不画 如图:

三. 螺纹标注

1. 螺纹种类, 代号和标注

种类有: 普通螺纹, 梯形螺纹, 锯齿形螺纹, 管螺纹

代号是: M T B G, R

标注: 一般由螺纹代号, 螺纹公差代号和旋合长度代号组成, 中间用"-----"分开

1) 螺纹代号: 包括有牙型, 公称直径, 螺距, 导程, 线数,

2) 螺纹公差代号包括: 中径公差和顶径公差带代号. 它由数字和字母组成, 数字表示公差等级, 字母表示公差带的位置. 它注在螺纹代号之后

3) 旋合长度注在螺纹公差带之后, 中间用"-----"隔开, 旋合长度代号一般用字母表示, 用"S, N, L"分别表示短, 中, 长旋合

标注示例: M24----5g6g

M24*1.5---6H---L

Tr36*12(p6)---8e---L

四. 螺纹标记的注意事项

1. 螺纹公称直径画的是大径, 小径为 0.85D, 其中 D 为大径

2. 不通螺孔底端, 画法要满足钻头自然角 120 度

3. 剖视图中. 杆按不剖绘制

4. 牙型表示法, 标准螺纹不画牙型, 对非标准螺纹可用局部剖视



图或放大表示牙型

5. 单线, 右旋螺纹的线数与旋向可省略, 左旋应注明"左字", 梯形螺纹为左旋时, 用"LH"表示

6. 粗牙普通螺纹用的最多, 对每一个公称直径, 其螺距只有一个, 故螺纹不标

7. 管螺纹的公称直径不表示螺纹大径, 而是指加工在管螺纹或圆锥管螺纹的管子通径, 单位用英寸, 1 英寸=25.4 毫米

8. 管螺纹的标注中要注意区分非密封的管螺纹和密封管螺纹

G: 表示非螺纹密封, 内螺纹只有一个公差等级, 不加字母; 外螺纹有 A, B 两个公差等级

R: ----- 螺纹密封的, 它分为 Rc: 表示圆锥 ,

Rp----- 柱-----

R1--R2----- 柱--

【小结】

【作业】

【审核】

【教学后记】



2) 标记: 名称, 螺纹代号. 标准代号, 例: 螺母. M10GB52-76

3. 垫圈: 有 A. B 类型两种

1) 画法.

2) 标记: 名称. 类型. 公称尺寸. 标准代号:

<二>螺栓连接画法

画法注意事项:

1) 计算 $L = H + S + \delta_1 + \delta_2 + 0.3d(a)$

2) 1 螺栓未旋合部分按外螺纹画:

3) 六角螺母画 30° 倒角

4) 螺纹终止线应在下孔上面

5) 相邻两零件接触面画一条线

6) 非接触面用两条线画出

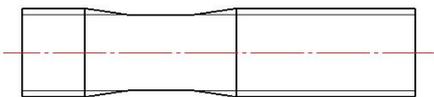
7) 同一零件剖面线, 方向, 间隔都不变

<三>双头螺柱连接画法

用途: 拆卸频繁, 连接较厚的零件

1. 双头螺柱有两种类型: A, B

1) 画法:



2) 标注形式: 名称. 螺纹代号. 公称直径*长度. 标准代号

例: 螺柱 M12*50GB899--76

2. 连接画法

3. 介绍不同材料螺柱旋入长度



旋入端为短端, 紧固端是长端

<四>: 螺钉连接画法

特点: 不用其它零件

画法: 如书图

螺纹终止线应在螺孔顶面以上。

在投影为圆的视图上, 螺钉头部的一字槽画成与中心线成45度。

【小结】 主要讲述了螺纹联结件的画法与标记

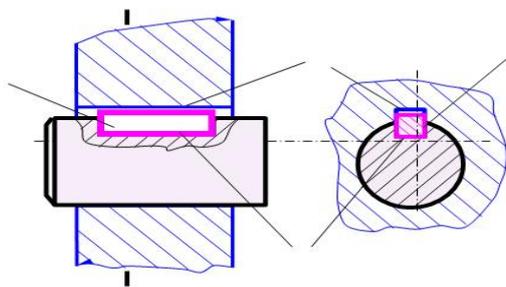
【审核】

【教学后记】

画法如图

标记: 例: 键: $b \times h \times L$. (普键) 键

检查表求键槽尺寸:



3. 花键的画法:

1) 外花键的画法和尺标

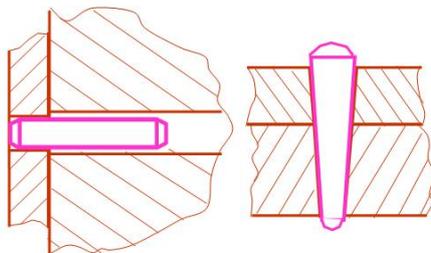
①画法: 标定 1) 外花键的大径 D 用粗实线、 d 用细实线画.

②工作长度 L 的终止线和尾部末端用细实线画, 末端与轴线呈 30 度角

③在剖视图中可画出部分或全部齿形

④剖视图中, 若局部剖包含轴线时, 小径用粗实线画出

2) 内花键的画法和尺寸标注



如书图

3) 内, 外花键联结画法

即联结部分按外花键画,其余按各自的规定画法画

二. 销及其联结:

1. 销及其分类与作用:它可起联结和定位的作用,常用的有圆柱销,圆锥销和开口销,标注举例:销 GB119--86A8*30,表示是外径=8,长=30,A型

2. 销联结画法:当剖切平面沿轴线方向剖切时,销按不剖绘制

. 齿轮

一、齿轮的用途

传递动力,改变转速,改变方向,优点是功率大,工作可靠,节省空间

二. 齿轮分类及运用场合

圆柱齿轮(平行两轴间的传递)

圆锥齿轮(相交两轴间的传递)

蜗轮与蜗杆(交叉两轴间的传递)

三. 直齿圆柱齿轮各部分名称及其相互关系

1. 复习机械基础课中的直齿圆柱齿轮各部分的名称

模数: 齿根圆 齿顶圆 分度圆 压力角

齿数 齿顶高 齿根高 齿距 齿厚齿宽

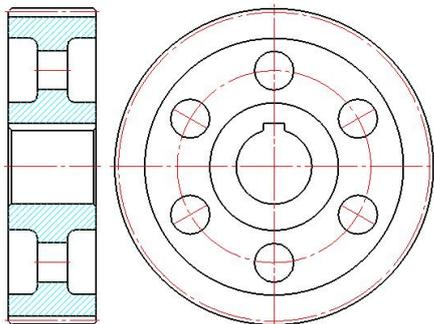
2. 直齿圆柱齿轮的测绘

轮齿部分的测绘,主要是测定模数,即 $DA=(Z+2)M$,而其余部分跟零件测绘方法一样,即直接测量,方法如书图

3. 单个直齿圆柱齿轮的画法

1) 齿顶圆用粗实线绘制,分度圆用细点划线,齿根圆用细实线或

省略不画,剖视图中,齿顶,齿根用粗实线,齿部分不画剖面线



2) 斜齿或人字齿可画成半剖或局部剖视图

4. 圆柱齿轮啮合画法

1) 剖视图中啮合区是五条线,有三条实线,一条虚线,一条点划线,两线间留有间隔,并相距 $0.25M$ 的模数

2) 视图啮合区:齿顶圆粗实线,分度圆相切,齿根圆不画

5. 读齿轮零件图

二. 锥齿轮

1. 应用范围:垂直相交两轴间的传动

2. 结构特点:它的轮齿一端大,另一端小,厚度是逐渐变化的.直径和模数也随齿厚变化而变化,规定以大端的模数为准,用它决定;轮齿的有关尺寸

3. 锥齿轮各部分的尺寸计算公式:如书中表例

4. 锥齿轮的规定画法:

1) 单个锥齿轮画法:与圆柱齿轮基本相同

主视图画成剖视.左视图中用粗实线画齿轮大端和小端的齿顶圆,用细实线画大端的分度圆,不画齿根圆

2) 锥齿轮的啮合画法:

在剖视图中的非圆图上,啮合区内是三条实线,一条点划线,一条虚线.其中有一个锥齿轮的齿顶圆应画成虚线,另一个画成粗实线,分度圆画成点划线,二个齿根圆都画成粗实线

如图所示



三:蜗轮,蜗杆的画法

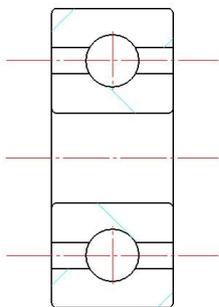
1. 应用场合:用于垂直交叉两轴的传动
2. 结构特点:蜗杆是主动件,蜗轮是从动件,传动速比大结构紧凑,但效率低,蜗杆旋转一圈,蜗轮只转一个齿或两个齿,因面可得到大有速比蜗杆和蜗轮的轮齿是螺旋形的,蜗轮的齿顶圆常制成环面
3. 啮合的条件:杆与轮的模数相同,蜗轮的螺旋角与蜗杆的导程角大小相等,方向相同。

蜗杆的规定画法与啮合画法参考书图所示,画法作为了解内容

滚动轴承

1. 作用:是支承轴的部件是标准件,它可以大大减轻轴与孔相时旋转时的摩擦力,且具有机械效率高,结构紧凑等优点
2. 代号滚动轴承的代号由前置代号,基本代号和后置代号构成,前置与后置代号是在轴承结构形状尺寸和技术要求等有改变时,在其基本代号前后添加的补充代号
3. 轴承的基本代号由类型代号,尺寸系列和内径代号组成,基本代号最左边的一位数字(或字母)为类型代号,尺寸系列代号由宽度和直径系列代号组成,具体可从 GB/T272-1993 中查取,内径代号的表示有两种情况,当

内径不小于 20MM 时,则内径代号数字为轴承公称内径除以 5 的商数,当



商数为一位数时,需在左边;加"0"当内径<20MM 时,则内径代号另有规定.

4. 代号示例:

6204

6-----类型代号,表示深沟球轴承

2-----尺寸系列代号,"02".其"0"为宽度系列代号,按规定省略未写,

"2"为直径系列代号,故两者组合时注写成"2"

04-----内径代号,表示该轴承内径为 $4 \times 5 = 20\text{mm}$,即内径代号是公称内

径 20mm 除以 5 的商数 4,再在前面加深 0 成为"04"

轴承代号中的类型代号或尺寸系列代号有时可省略不写

5. 滚动轴承的标记

轴承的标记由三部分组成:

轴承名称 轴承代号 标准编号

标记示例:滚动轴承 6210GB/T276-1994

6. 滚动轴承类型代号

弹簧

1. 作用:弹簧是一种弹性零件在机械中常用作减震,储能,夹紧和测力

2. 分类:有螺旋弹簧,板弹簧和蜗卷弹簧

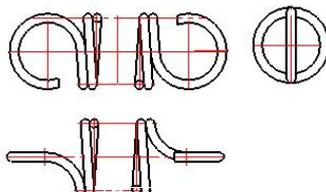
机械上常用的弹簧是圆柱螺旋弹簧它分为压缩弹簧,拉伸弹簧,

扭力弹簧三种

3. 螺旋弹簧各部分的名称

簧丝直径: 弹簧钢丝的直径

弹簧外径: 弹簧最大直径



弹簧内径: 弹簧最小直径

弹簧中径: 弹簧平均直径

节距: 除两端的支承外, 相邻两圈簧丝中心的轴向距离

旋向: 簧丝的螺旋方向, 分左旋和右旋

有效圈数与支承圈: 为了使压缩弹簧工作时受力均匀, 将弹簧两端并紧磨

平, 称为支承圈, 其余保持相等节距的圈数称为有效圈数

自由高度: 在无外力作用下, 弹簧处于自由状态的高度

三. 识读弹簧零件图

【小结】 主要讲述了键与销、齿轮、弹簧、轴承的画法与识读

【作业】

【审核】

【教学后记】

【授课日期】

【周次】

【星期】

【课题】： 装配图的作用和内容

【课型】： 理论教学

【学时】： 两学时

【教学目的与要求】： 掌握掌握装配图的规定画法和表达方法

【教学重点与难点】 装配图的表达方法

【教学手段、方法及教具】： 1. 教学相关资料、课件、模型

【教学内容】

装配图的概述

一. 装配图

1 定义: 表达部件或整台机器的工作原理, 装配关系, 连接立式及其结构形状的图样叫之。

2. 作用: 在设计阶段, 装配图用来表达新产品的结构和设计思想, 在生产过程中用装配图来指导零件的装配, 部件的使用和维修以及技术交流。

二. 装配图的内容

装配图包括以下五个内容

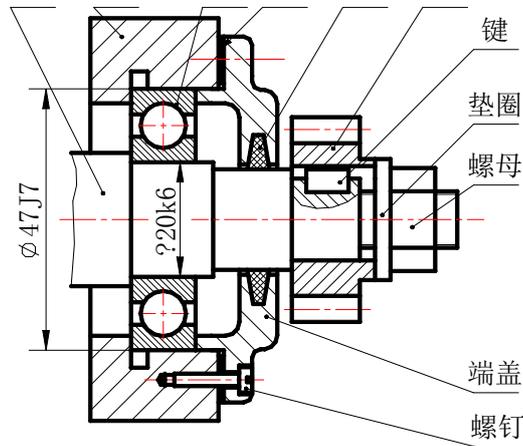
1. 一组视图: 用必要的视图和剖视图等来表达部件的结构工作原理, 零件间相互位置, 装配关系, 连接方式等。

2. 几类主要尺寸: 标注了部件的规格, 外形, 安装, 零件的配合及



连接等几类主要尺寸

3. 技术要求:用标注符号或文字说明指明部件在装配,调试,安装,验收及使用时的技术要求



4. 零件序号和明细栏:为了便于看图和图样的管理和组织生产,在装配呼中时每种零件都编号,并编制相应零件的明细栏,用以填写零件 的名称,材料,数量,标准件标记等项内容

5. 标题栏:包括部件的名称,图号.比例及图样责任者的签字等内容

装配图的表达方法

1. 装配图的规定画法

1) 相邻两零件的接触面和配合面间只画一条线. 如果相邻两零件的有关基本尺寸不同时,即使间隙很小,也必须夸大地画出两条线

2) 同一零件在各剖视图中,剖面线的方向和间隔应保持一致,相邻两零件的剖面线倾斜方向相反或间隔不等,以便区分不同的零件.



3. 在装配图中,对于螺栓等紧固件,实心件,若剖切平面通过其对称平面或轴线时,则这些零件均按未剖绘制必要时,也可采用局部剖视图

四. 装配图的特殊画法:

1. 拆卸画法:假想将部件中的某一个或几个零件拆除后,再画其余部分的某个视图,以便清楚地表达其实零件.

2. 单独表示零件的画法

3. 假想轮廓画法

对装配图中运动机件的极限位置,或不属于该部件的相邻零件,用双点划线画出其外形轮廓画法。

4. 简化画法

2) 零件的工艺结构在零件图中已经表达清楚,而在装配图中可简化省去。

5. 夸大画法

装配图中如有薄片,小间隙,小斜度,小锥度等,为了明显表达这些结构,可采用夸大画法。

第四节. 装配图中的零件编号与明细栏

1. 零件编号:

(1) 相同有零件或标准件,只编一个序号,其数量在明细栏内注明,

(2) 零件序号和所指零件之间用指引线连接,序号应按顺时针或逆时针方向依次书写在与指引线相连接的横线上,横线用细实线画出,且按水平或垂直方向排列整齐。

(3) 指引线从零件的可见部分引出,并在末端画一小圆点,当零



件很薄或为涂黑的剖面时可在指引线端用箭头指向零件的轮廓,指引线彼此不能相交,通过有剖面线的区域时,不应与剖面线平行,必要时允许将指引线弯折一次.

2. 明细栏:

零件明细栏画在标题栏的上方并对齐,其尺寸如书图所示.

【小结】 主要讲述了装配图的内容与表达方法、零件序号与明细栏。

【作业】 习题集

【授课日期】

【周次】

【星期】

【课题】：装配图尺寸标注

【课型】：理论教学

【学时】：两学时

【教学目的与要求】：掌握装配图中的尺寸内容和读装配图的方法。

【教学重点与难点】 装配图中的尺寸内容及读装配图的方法。

教学难点： 尺寸性质的理解。

【教学手段、方法及教具】：教学相关资料、课件、模型

【教学内容】

装配图尺寸标注

一、装配图的尺寸标注和技术要求

装配图的尺寸分类

- 1、规格尺寸
- 2、装配尺寸
- 3、安装尺寸
- 4、外形尺寸



5、其他重要尺寸

二、装配图的技术要求

1、装配要求

2、检验要求

3、使用要求

三、装配结构

1、两个零件接触时，在同一方向只能有一对接触面。

2、轴颈和孔配合时，应在孔的接触端面制做倒角或在轴肩根部切槽，以保证零件间接触良好。

3、便于装拆的合理结构

1)滚动轴承的内、外圈在进行轴向定位设计时，必须要考虑到拆卸的方便

2)用螺纹紧固件连接时，要考虑到安装和拆卸紧固件是否方便。

4、密封装置和防松装置

1)填料含密封的装置

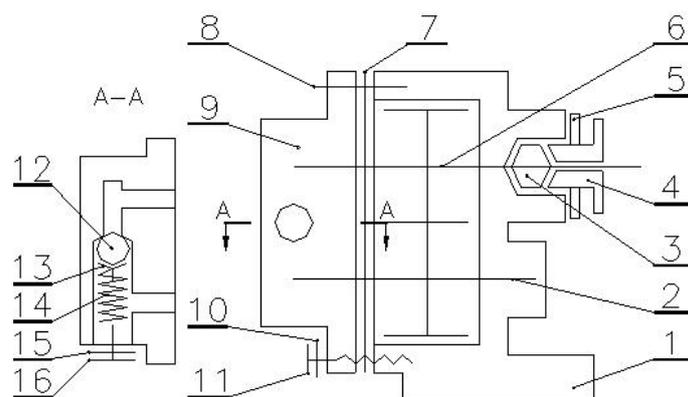
2)管子接口处用垫片密封的密封装置

3)滚动轴承的常用密封装置

5、防松装置

四、画装配示意图

装配示意图：是用来表示部件中各零件的相互位置和装配





第六节 读装配图和由装配图拆画零件图

一、读装配图的基本要求

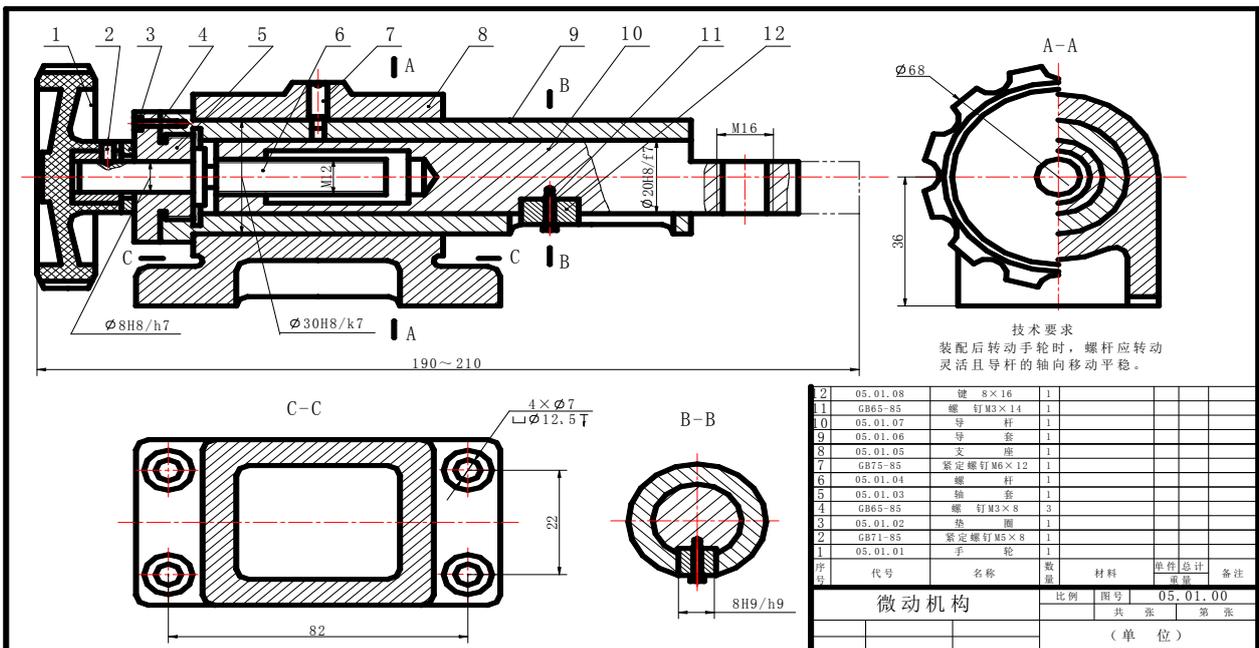
- 1、了解部件的名称、用途、性能和工作原理。
- 2、弄清各零件间的相对位置、装配关系和装拆顺序。
- 3、弄清各零件的结构形状及作用。

二、读装配图的方法和步骤

1、概括了解

由标题栏、明细栏了解部件的名称、用途以及各组成零件的名称、数量、材料。

2、分析各视图及其所表达的内容



3、看懂工作原理和零件间的装配关系



【审核】

【教学后记】