



# 广州城建职业学院

## 实训指导书

学习领域：《机械设计基础》

适用专业：模具设计、数控技术、机电一体化

编    制：李晴

审    核：

# 实验一 渐开线直齿圆柱齿轮参数测定

## 一、实验目的

1. 培养学生运用所学知识解决齿轮参数测定这一生产实际问题的动手能力。
2. 初步掌握齿轮参数的基本测定方法，进一步巩固有关齿轮方面的基本知识。

## 二、实验内容

1. 测定一个奇数齿轮和一个偶数齿轮的模数  $m$ 、压力角  $\alpha$ 、齿顶高系数  $h_a^*$ 、顶隙系数  $c^*$ 、变位系数  $x$  等参数。
2. 判定所测齿轮是标准齿轮还是变位齿轮。

## 三、实验设备与工具

1. 奇数齿轮和偶数齿轮各一个。
2. 游标卡尺、公法线长度千分尺。

## 四、实验原理

渐开线直齿圆柱齿轮的基本参数有：齿数  $z$ 、模数  $m$ 、齿顶高系数  $h_a^*$ 、顶隙系数  $c^*$ 、分度圆压力角  $\alpha$  和变位系数  $x$  等。本实验通过对齿轮有关几何尺寸的测量，再通过计算（或查表）得出该齿轮的基本参数。其原理分别为：

### 1. 模数和压力角的测定

当用公法线千分尺在齿轮上跨过  $k$  个齿时，两卡脚与齿廓相切于  $AB$  两点，两切点间的距离即为公法线长度(如图 1-1 所示)，用  $W_k$  表示。标准齿轮的公法线长度为：

$$W_k = m[2.952(k-0.5) + 0.014z] \quad (1-1)$$

$$k = 0.5 + 0.111z \quad (\text{四舍五入取整})$$

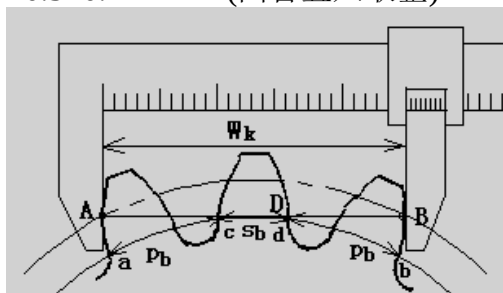


图 1-1

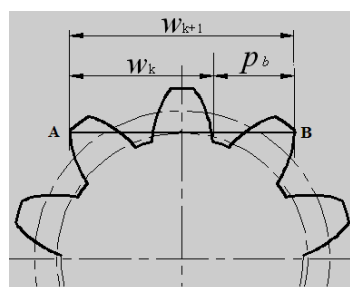


图 1-2

为保证卡尺的两个量足与齿廓的渐开线部分相切，卡尺的两量足所跨的齿数  $k$  可通过上式求得，也可根据被测齿轮的齿数  $z$  参照表 1-1 选取。

由图 1-1 知：当跨齿数为  $k$  时，其公法线长度为：

$$W_k = (k-1)P_b + S_b \quad (1-2)$$

式中： $P_b$  为基圆齿距， $S_b$  为基圆上的齿厚

由式 (1-2) 和图 1-2 知：当跨齿数  $k+1$  时，其公法线长度可分别表示为：

$$W_{k+1} = kP_b + S_b$$

$$\text{故有 } W_{k+1} - W_k = kP_b + S_b - (k-1)P_b - S_b = P_b$$

又因  $P_b = \pi m \cos \alpha$

$$\text{故有 } m = \frac{P_b}{\pi \cos \alpha} = \frac{W_{k+1} - W_k}{\pi \cos \alpha} \quad (1-3)$$

式中的  $\alpha$  可能是  $20^\circ$ ，也可能是  $15^\circ$ 。分别用  $15^\circ$  和  $20^\circ$  代入式 (1-3)，算出两个模数并与标准值对比，最接近标准模数的一组  $m$  和  $\alpha$ ，即为所求齿轮的模数和压力角。

表 1-1 跨测齿数  $k$  的推荐值

| 齿数 $z$  | 12~18 | 19~27 | 28~36 | 37~45 | 46~54 | 55~63 | 64~72 | 73~81 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 跨齿数 $k$ | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |

## 2. 齿顶高系数 $h_a^*$ 、顶隙系数 $c^*$ 的测定

通过测量齿根圆直径  $d_f$ ，可测定  $h_a^*$  和  $c^*$ 。若测出  $d_f$  值，则由齿轮的几何关系知：

$$h_f = m(h_a^* + c^* - x) = (d - d_f)/2 \quad (1-5)$$

式中  $h_a^*$  和  $c^*$  为未知，可分别用正常齿制  $h_a^* = 1$ ， $c^* = 0.25$ ，短齿制  $h_a^* = 0.8$ ， $c^* = 0.3$  两组标准值代入 (1-5)，取最接近  $h_f$  的一组  $h_a^*$  和  $c^*$ ，即为所求值。

## 五、实验步骤

1. 直接计数齿轮的齿数。
2. 测量  $W_k$ 、 $W_{k+1}$  和  $d_f$ ，对每一个尺寸应测量三次，取其平均值为测量数据。
3. 利用公式计算  $m$ 、 $\alpha$ 、 $x$ 、 $h_a^*$  和  $c^*$ 。

## 六、注意事项及要求

1. 测量齿轮根圆直径  $d_f$  时，若齿轮齿数为偶数，则  $d_f$  可用卡尺直接在待测齿轮上测量，如图 2-3。若齿轮齿数为奇数，则  $d_f$  须采用间接测量方法测得， $d_f = D + 2H$ ，如图 1-4 所示。

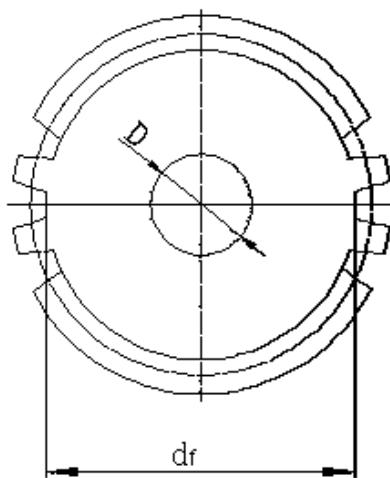


图 1-3

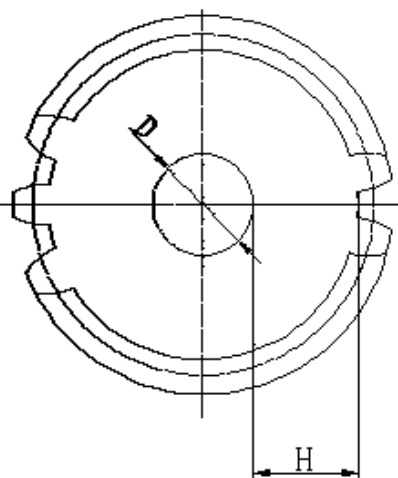


图 1-4

2. 为了减少测量误差，测量  $d_f$  时，同一数值应在不同位置上测量三次，然后取其算术平均值，且为避免公法线长度变动量的影响，在测量  $w_k'$  和  $w_{k+1}'$  中的几个齿上进行；测量  $w_k'$  和  $w_{k+1}'$  和值时，则应在齿轮一周的三个均分部位上测量三次，取其算术平均值。

3. 要求做到人人动手，在三个测量项目  $d_f$ 、 $w_k'$  和  $w_{k+1}'$  中，实验小组的每个成员，至少要单独测量一项。

4. 须保证卡尺的两个量足与齿廓在分度圆附近相切。

## 七、思考题

1. 决定齿廓形状的基本参数有哪些？

2. 测量公法线长度时，卡尺的卡脚若放在渐开线齿廓的不同位置上，对所测定的公法线长度  $w_k$  和  $w_{k+1}$  有无影响？为什么？

3. 在测量齿根圆直径  $d_f$  时，对偶数齿轮和奇数齿轮在测量方法上有什么不同？

## 实验二 带传动的分析

### 一、试验目的

通过实训，了解带传动种类，了解带传动的工作原理，掌握带传动的装配与调试方法以及维护。

### 二、试验内容与要求

1. 了解带传动的工作原理和传动比；
2. 了解带传动的类型和特点；
3. 了解带传动带的弹性滑动和打滑；
4. 掌握带传动的装配与调试方法；
5. 掌握带传动的失效、张紧和维护。

### 三、试验设备与量具

游标卡尺、千分尺、百分表及表座、机修钳工常用工具、带传动试验台

### 四、实验原理

#### （一）、带传动的工作原理和传动比

带传动是由带和带轮组成传递运动和（或）动力的传动，分摩擦传动和啮合传动两类。

##### 1、带传动的工作原理

带传动是利用带作为中间挠性件，依靠带与带轮之间的摩擦力或啮合来传递运动和（或）动力的。

##### 2、带传动的传动比

带传动的传动比  $i$  就是带轮角速度之比，或带轮的转速之比，用公式表示为

$$i = \frac{w_1}{w_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

式中  $w_1$ ——主动轮的角速度，rad/s；

$w_2$ ——从动轮的角速度，rad/s；

#### （二）、带传动的类型和特点

带传动由主动带轮 1、从动带轮 2 和挠性带 3 组成，借助带与带轮之间的摩擦或啮合，将主动轮 1 的运动传给从动轮 2，如图 2-1 所示。

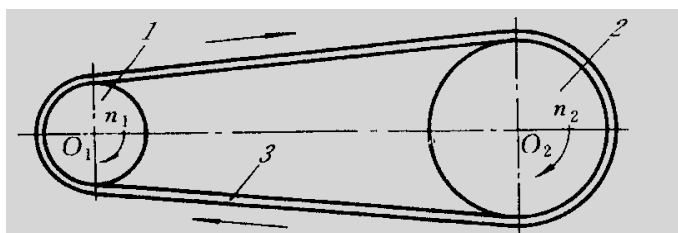


图 2-1 带传动示意图

## 1、带传动类型

根据工作原理不同，带传动可分为摩擦带传动和啮合带传动两类。

摩擦带传动是依靠带与带轮之间的摩擦力传递运动的。按挠性带的截面形状，带传动可分为四种类型，如图 2-2 所示。

(1) 平带传动。平带的横截面为扁平矩形（图 2-2a），内表面与轮缘接触为工作面。常用的平带有普通平带（胶帆布带）、皮革平带和棉布带等，在高速传动中常使用麻织带和丝织带。其中以普通平带应用最广。平带可适用于平行轴交叉传动和交错轴的半交叉传动。

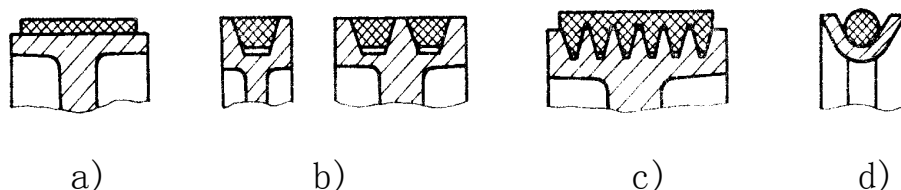
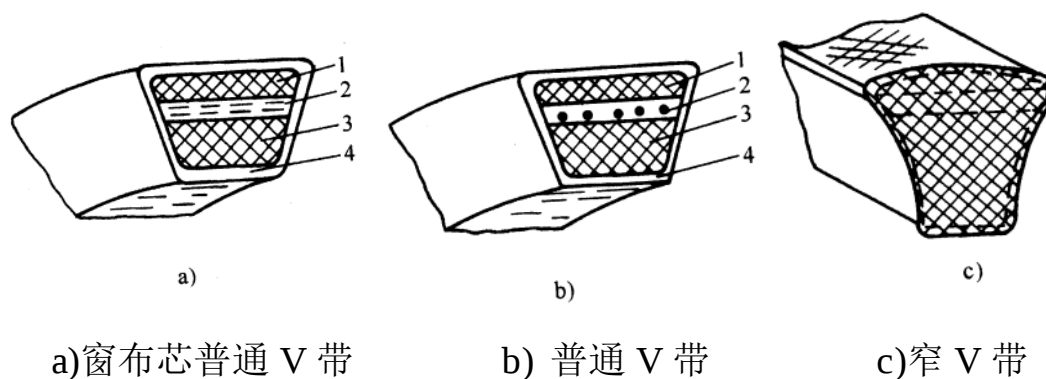


图 2-2 带传动的类型

(2) V 带传动。V 型带又称三角带，是传动带中产量最大、品种最多、用途最广的一种产品。V 带的横截面为梯形，两侧面为工作面（图 2-2b），能传递较大的载荷。V 带主要由顶胶 1、抗拉体 2、底胶 3 和包布 4 等部分组成如图 1-3。V 带受弯曲时，顶胶伸长，底胶缩短，两者之间长度保持不变的中性层称为节面，节面的宽度也保持不变，称为节宽  $b_p$ 。V 带的高度与其节宽  $b_p$  之比  $h/b_p$  称为相对高度，根据相对高度  $h/b_p$  的不同，V 带又有普通 V 带、窄 V 带和宽 V 带之分。

普通 V 带尺寸已经标准化，按截面尺寸的不同，可分为 Y、Z、A、B、C、D、E 七种型号。其中 Y 型截面最小，而 E 型截面大，其相对高度约为 0.7；窗布芯 V 带制造方便，绳芯 V 带柔韧性、曲挠性好；窄 V 带的相对高度约为 0.9，是用合成纤维绳作抗拉体的新型 V 带，相同高度的窄带比普通 V 带宽度减小约 1/3，承载能力却可提高 1.5~2.5 倍，窄 V 带也已标准化，按截面尺寸分为 SPZ、SPA、SPB、SPC 四种型号。



a) 窗布芯普通 V 带

b) 普通 V 带

c) 窄 V 带

图 2-3 普通 V 带和窄 V 带的结构

(3) 多楔带传动。多楔带是若干 V 带的组合（图 2-2c），可避免多根 V 带长度不等，传力不均的缺点。

(4) 圆形带传动。横截面为圆形（图 2-2d），常用皮革或棉绳制成，它可以自由弯曲驱动。这种带多为聚氨酯制造的，通常没有芯体，结构最为简单，使用方便。圆形带常运用在小型机床、缝纫机、精密机械等方面。

(5) 啮合带传动是依靠带轮上的齿与带上的齿或孔啮合传递运动的。啮合带

传动有两种类型，如图 2-4 所示。

(6) 同步带传动。利用带的齿与带轮上的齿相啮合传递运动和动力，带与带轮间为啮合传动没有相对滑动，可保持主、从动轮线速度同步（图 2-4a）。目前同步带传动主要用于中小功率要求速比准确的传动中：如计算机、数控机床、纺织机械、烟草机械等。

(7) 齿孔带传动。带上的孔与轮上的齿相啮合，同样可避免带与带轮之间的相对滑动，使主、从动轮保持同步运动（图 2-4b）。

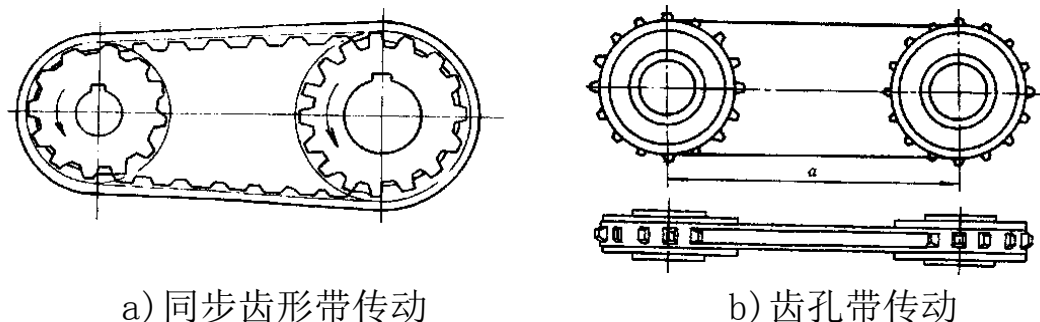


图 2-4 啮合带传动

## 2、带传动特点

带传动的主要特点是：传动平稳，传动中心距大，噪声小，结构简单，能缓和冲击，过载时挠性带发生打滑而避免损坏装置；但不能保证准确的传动比。

### （三）、带的弹性滑动和打滑

#### 1、弹性滑动

由于带传动存在紧边和松边，在紧边时带被弹性拉长，到松边时又产生收缩，引起带在轮上发生微小局部滑动，这种现象称为弹性滑动。弹性滑动是带正常工作时不可避免的现象。

#### 2、打滑

当外载较小时，弹性滑动只发生在带即将由主、从动轮离开的一段弧上。传递外载增大时，有效拉力随之加大，弹性滑动区域也随之扩大，当有效拉力达到或超过某一极限值时，带与小带轮在整个接触弧上的摩擦力达到极限，若外载继续增加，带将沿整个接触弧滑动，这种现象称为打滑。此时主动轮还在转动，但从动轮转速急剧下降，带迅速磨损、发热而损坏，使传动失效。所以必须避免打滑。

### （四）、带传动的失效、张紧及安装和维护

#### 1、带传动的主要失效形式

- (1) 带在带轮上打滑，不能传递动力。
- (2) 带由于疲劳产生脱层、撕裂和拉断。
- (3) 带的工作面磨损。

#### 2、带传动的安装与维护

正确的安装和维护是保证带传动正常工作、延长胶带使用寿命的有效措施，一般应注意以下几点：

(1) 安装前，如果两轴中心距是可调整的结构，应先将中心距缩短，胶带装好后再按要求调整好中心距；如果两轴中心距是不可调整的，则可将一根三角带先套入轮槽中去，然后转动另一个皮带轮，将三角胶带装上，用同样方法将一组三角胶带都装上。

(2) 平行轴传动时各带轮的轴线必须保持规定的平行度。V 带传动主、从动轮轮槽必须调整在同一平面内，误差不得超过  $20'$ ，否则会引起 V 带的扭曲使两侧面过早磨损。如图 2-5 所示。

(3) 安装时禁止用工具硬撬、硬拽上三角带，以防三角胶带伸长或过松过紧现象。

(4) 多根 V 带传动时，为避免各根 V 带载荷分布不均，带的配组公差（请参阅有关手册）应在规定的范围内。

(5) 三角胶带的松紧度必须经常检查调整，使之符合要求。三角带过松不仅容易打滑，也增加三角带磨损，甚至不能传递动力；过紧，不仅会使三角带拉长变形，容易损坏，同时也会造成发动机主轴承的离合器轴承因受力过大，而加速三角带磨损。

(6) 对带传动应定期检查及时调整，发现损坏的 V 带应及时更换，新旧带、普通 V 带和窄 V 带、不同规格的 V 带均不能混合使用。

(7) 带传动装置必须安装安全防护罩。这样既可防止绞伤人，又可以防止灰尘、油及其它杂物飞溅到带上影响传动。

#### (五)、生产实习图（带传动实验台）

本实验台主要用于常用带传动演示，让学生能够了解到不同类型的带传动的特点以及安装和调试方法。

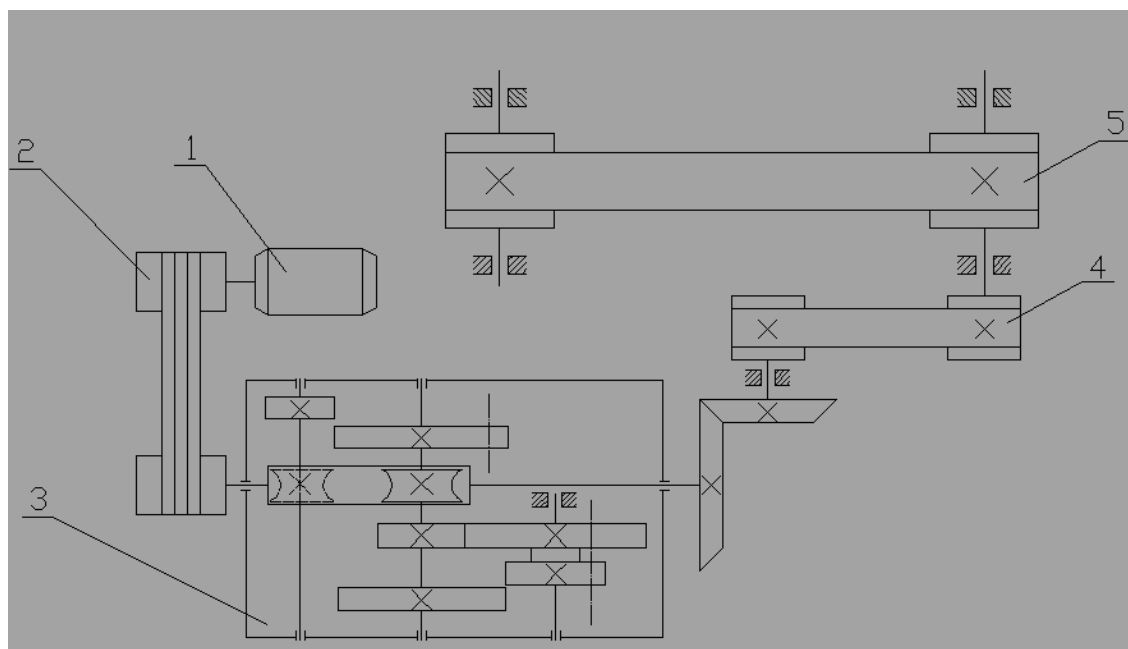


图 2-6 带传动实验台的机构图

1、电机 2、V 带传动 3、变速箱 4、同步带传动 5、平带传动

### 三、实训步骤

1、实训的方法：以每班实际人数分组，每组 4-6 人，每组一套工具一套量

具。

2、实训的步骤：

- (1) 通过实验台进行带传动的演示；
- (2) 拆卸实验台传动带机构，并进行带的分类；
- (3) 带传动的装配、张紧和调试；
- (4) 带传动的维护。

**四、实训注意事项**

- 1、正确使用工具、量具；
- 2、实验台进行带传动的演示时，要采取相应的防护措施；
- 3、在带传动机构带的安装过程要单人操作；
- 4、遵守各种操作规程，文明生产。

**五、思考题**

- 1、对带传动装置有哪些技术要求?如不符合要求，对传动有何影响？
- 2、为什么要调整带传动的张紧力？怎样检查带传动的张紧力？怎样调整张紧力？
- 3、什么是带传动的打滑现象？在什么情况下产生？打滑对带传动有什么影响？
- 4、带传动机构常见的损坏形式有哪几种？如何进行修理？

## 实验三 车床变速机构分析

### 一、实验目的

- 1、通过对变速机构的分析，了解变速机构的结构
- 2、（固定、滑移、空套），掌握变速、变向原理。
- 3、分析变速级数及传动比的计算。

### 二、实验内容及要求

- 1、通过对车床中典型变速机构的分析及对其工作过程的观察，绘制齿轮系的结构简图。
- 2、数出各轴上齿轮的齿数，计算出最大和最小传动比，以及传动的级数。
- 3、掌握变速机构的变速及变向原理。
- 4、理解并掌握过桥齿轮的作用。
- 5、了解齿轮系的特点，掌握齿轮系的功用及使用的场合。

### 三、实验设备和工具

车床的齿轮系部分

拆卸工具、扳手、计算器、三角板、铅笔、图纸。

### 四、实验步骤

- 1、观察 C6136 车床的变速箱齿轮结构；
- 2、观察各轴上的齿轮的结构形状及其安装的形式；
- 3、摇动手柄，观察各级齿轮啮合传动及其变化规律；
- 4、改变啮合的齿轮，观察它的变向过程；
- 5、数出各轴上齿轮的齿数，记录齿数，
- 6、画出变速机构的结构草图；
- 7、通过结构草图，分析并计算级数及传动比；
- 8、分析问题，填写实验报告。

### 五、思考题

- 1、轮齿的失效形式有哪些？
- 2、在变速机构中，如何安装齿轮？惰轮应如何安装？安置在哪里比较合适？
- 3、对于变速机构中离合器的使用，是否有要求？
- 4、齿轮系中齿轮的转向的确定有哪些方法？
- 5、对齿轮的材料可有要求？

## 实验四 轴及轴系零件结构分析

### 一、实验目的

1. 熟悉并掌握轴系结构设计中有关的结构设计、滚动轴承组合设计的基本方法与特点；

2. 根据给定的传动方案和有关轴系的一批成套零件，学生自己动手进行实际组合设计，提高分析问题、解决问题、实际操作和创新能力。

### 二、实验内容与要求

1. 由下页附表中指定或选定轴系传动方案作为实验内容。

2. 进行轴的结构设计与滚动轴承组合设计轴的结构设计，轴承类型选择，轴上零件定位固定，轴承安装与调整，润滑及密封等问题的确定。

3. 绘制轴系结构装配草图。

4. 编写实验报告。

### 三、实验材料与工具

1. 组合式轴系结构设计分析实验箱，全套零部件。

2. 测量绘图工具。(300mm 钢板尺、游标卡尺、 内外卡钳、铅笔、三角板)

### 四、实验步骤与方法

1. 认真阅读实验指导书，听取实验教师的讲解，明确实验内容，理解设计要求。

2. 复习有关轴的结构设计与轴承组合设计的内容与方法(参阅教材有关内容)。

3. 轴系结构方案设计：

1) 根据齿轮类型选择滚动轴承型号；

2) 确定支撑轴向固定方式（两端固定、一端固定）；

3) 根据齿轮圆周速度（高、中、低）确定轴承润滑方式(脂润滑、油润滑)；

4) 选择端盖形式（凸缘式、嵌入式）并考虑端盖处的密封方式（垫圈、皮碗、油沟）；

5) 确定轴上零件的定位与固定，轴承间隙调整等问题；

6) 绘制轴系结构方案示意图。

4. 组装轴系部件：根据轴系结构方案，组装成轴系部件。

5. 绘制轴系结构草图。

6. 测量轴系各零件结构尺寸。

7. 根据结构草图和所测量尺寸，用 3 号图纸按 1：1 比例绘制轴系结构装配图，并注明必要尺寸（如支承跨距、轴齿轮直径、宽度、主要配合尺寸）填写标题栏、明细表和技术要求等。

8. 写出实验报告。

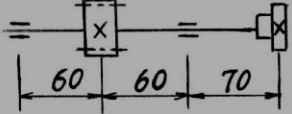
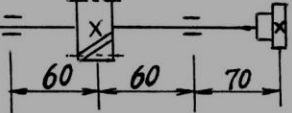
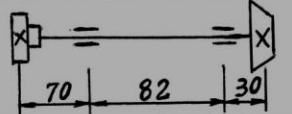
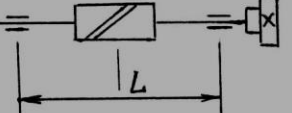
### 五、思考题

1) 轴上零件是如何实现周向和轴向定位、固定？

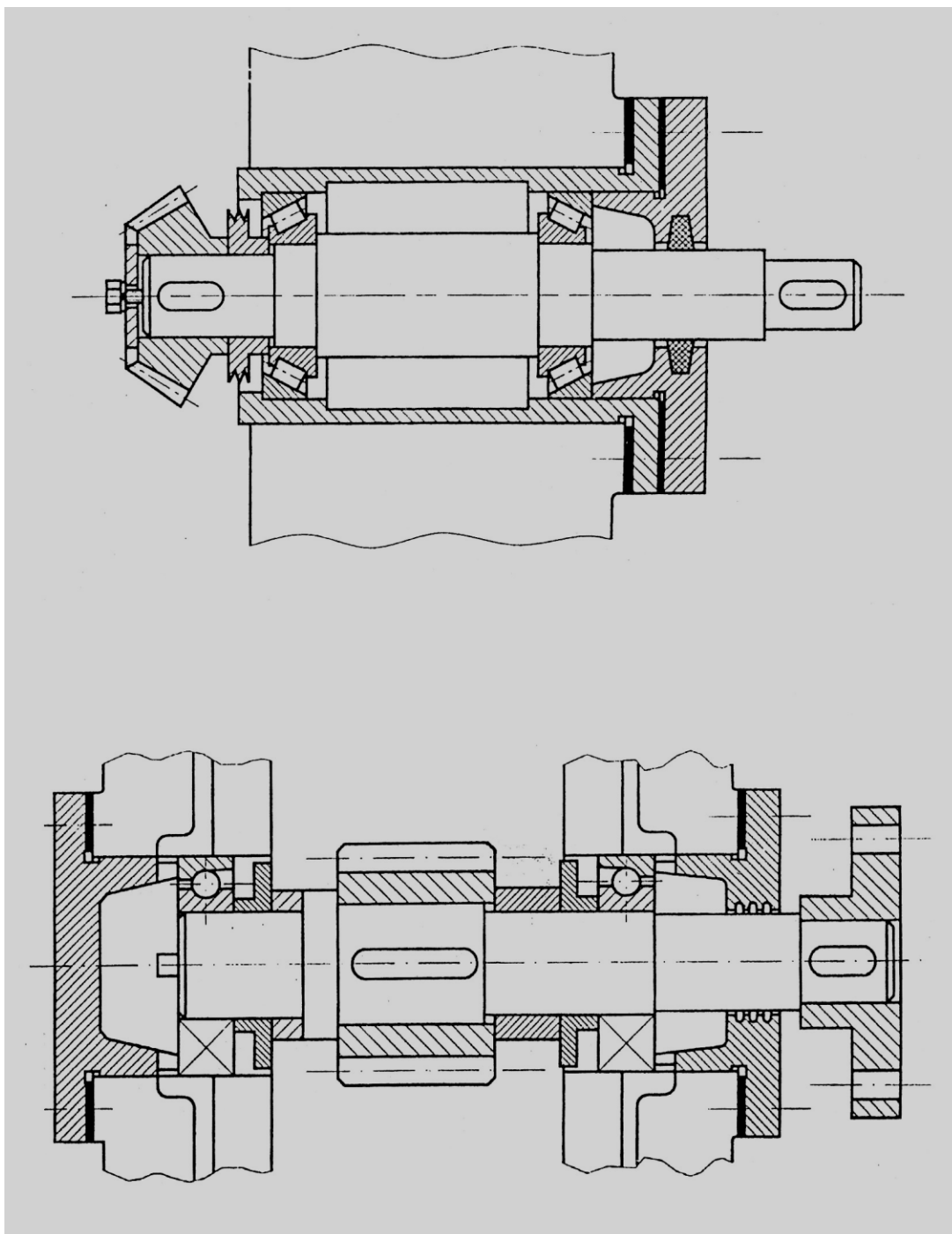
2) 各级传动轴为什么要设计成阶梯轴，不设计成光轴？设计阶梯轴时应考虑什么问题？

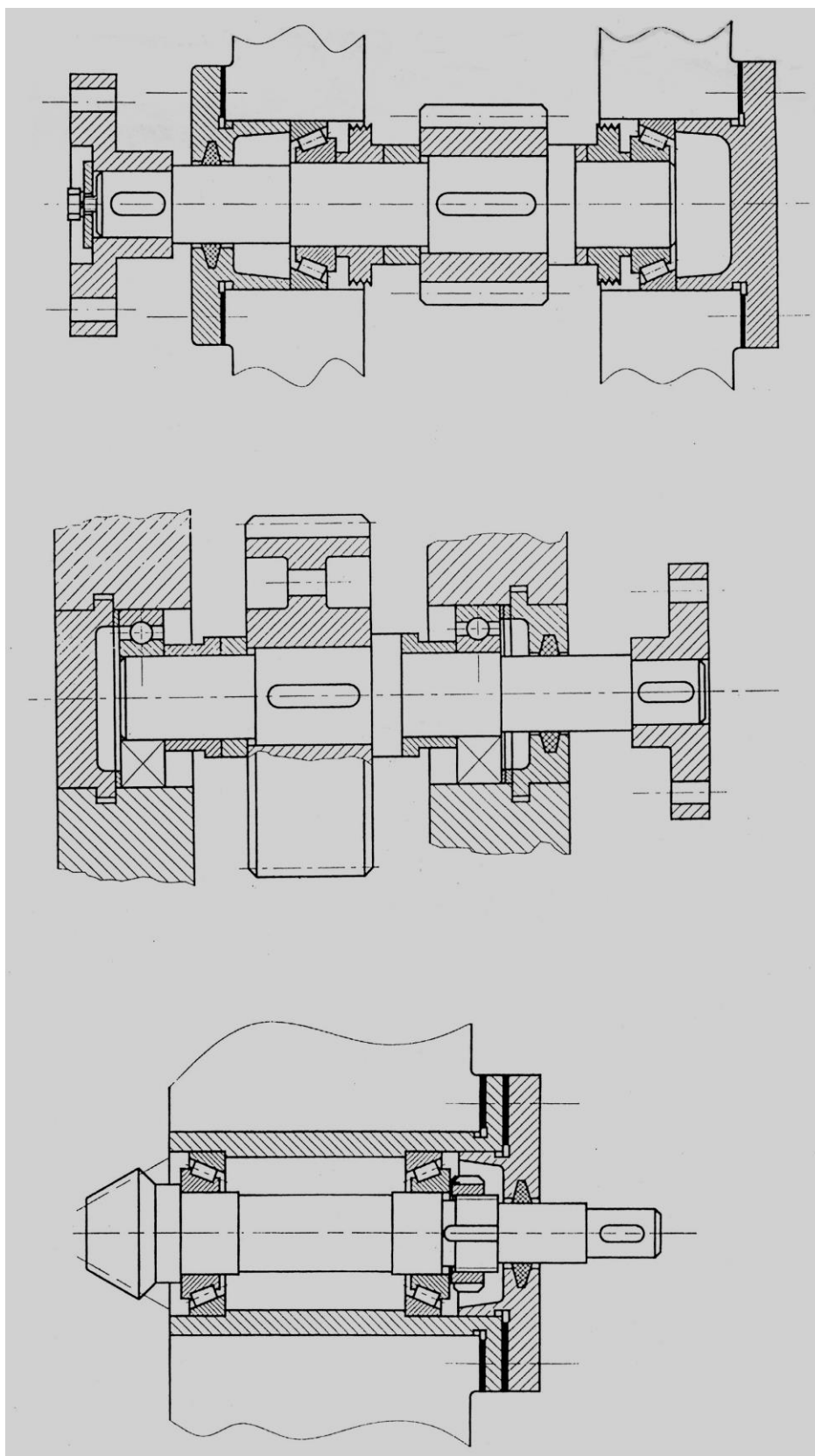
3) 采用直齿圆柱齿轮或斜齿圆柱齿时，各有什么特点？其轴承在选择时应考虑什么问题？

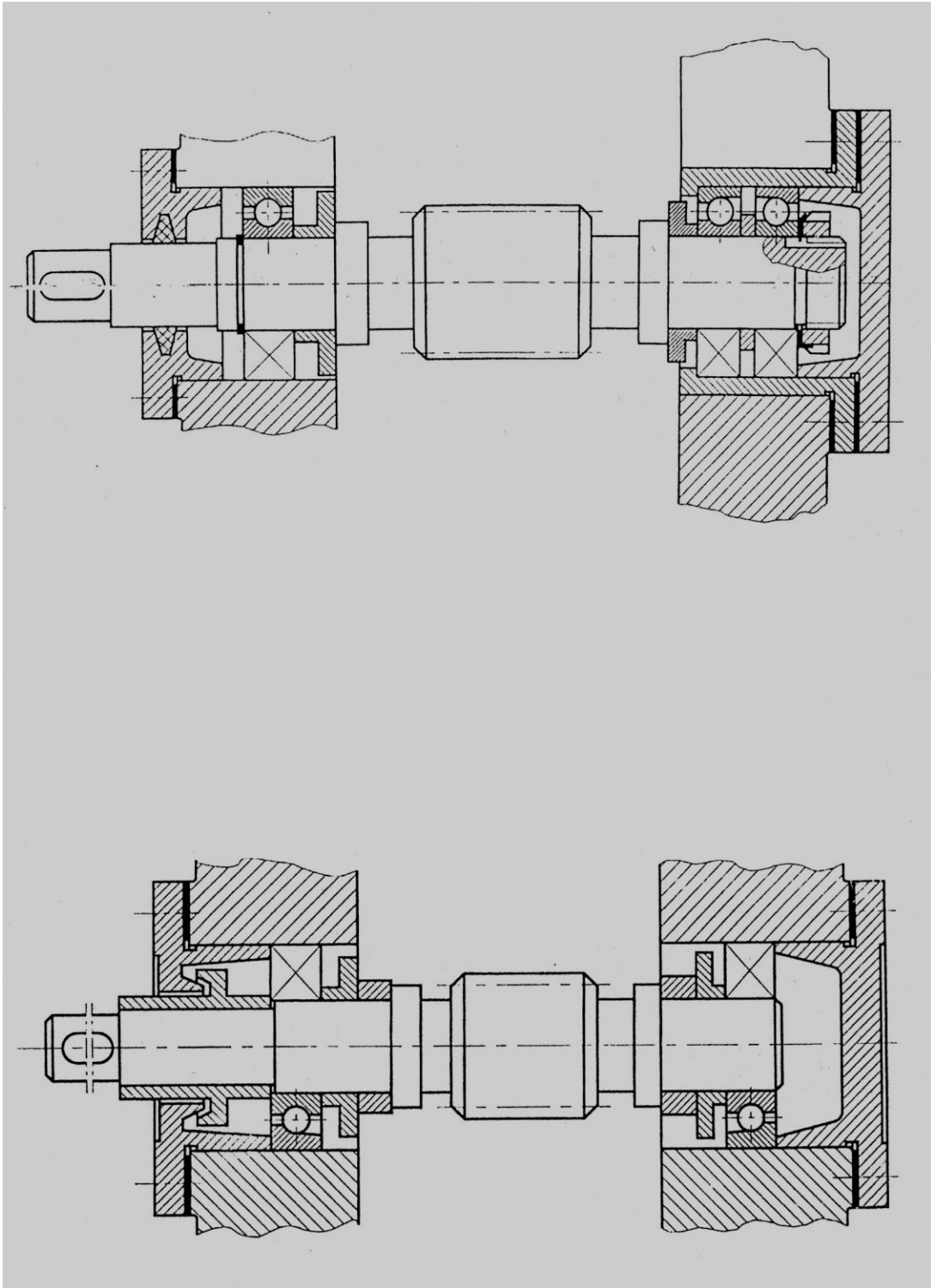
附表：（指导教师根据下表选择性安排每组的实验内容-----实验题号）

| 实验<br>题号 | 已 知 条 件 |    |    |         | 示 意 图                                                                              |
|----------|---------|----|----|---------|------------------------------------------------------------------------------------|
|          | 齿轮类型    | 载荷 | 转速 | 其他条件    |                                                                                    |
| 1        | 小直齿轮    | 轻  | 低  |         |  |
| 2        |         | 中  | 高  |         |                                                                                    |
| 3        | 大直齿轮    | 中  | 低  |         |                                                                                    |
| 4        |         | 重  | 中  |         |                                                                                    |
| 5        | 小斜齿轮    | 轻  | 中  |         |  |
| 6        |         | 中  | 高  |         |                                                                                    |
| 7        | 大斜齿轮    | 中  | 中  |         |                                                                                    |
| 8        |         | 重  | 低  |         |                                                                                    |
| 9        | 小锥齿轮    | 轻  | 低  | 锥齿轮轴    |  |
| 10       |         | 中  | 高  | 锥齿轮与轴分开 |                                                                                    |
| 11       | 蜗杆      | 轻  | 低  | 发热量小    |  |
| 12       |         | 重  | 中  | 发热量大    |                                                                                    |

示例：







## 实验五 减速器拆装

### 一、实验目的

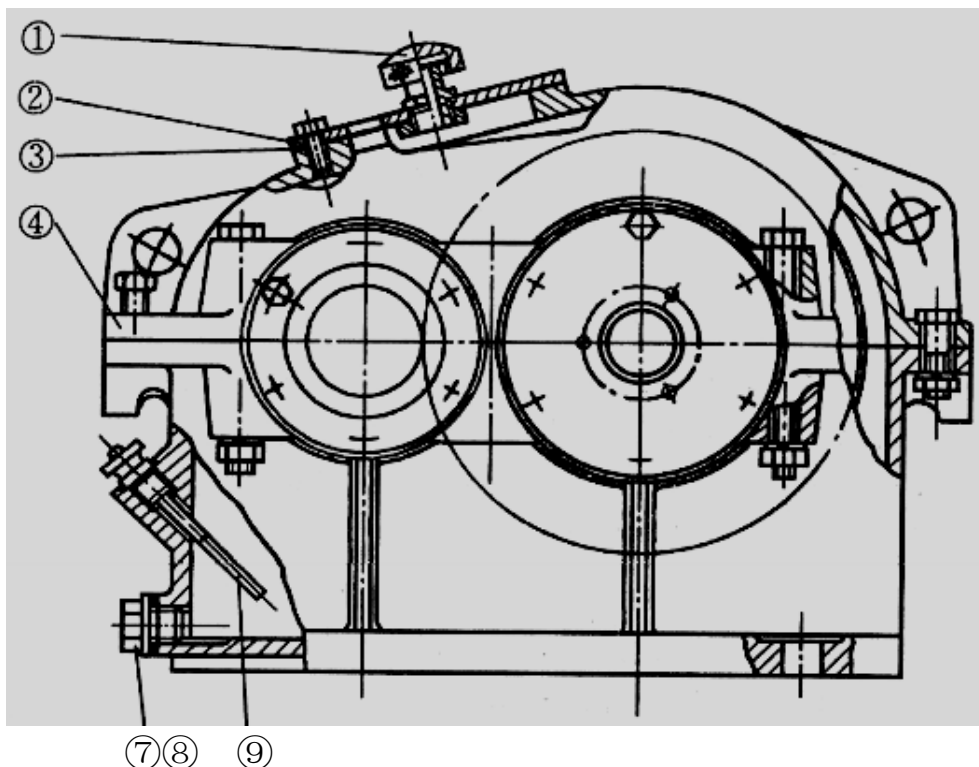
1. 熟悉减速器的基本结构，了解常用减速器的用途及特点。
2. 了解减速器各组成零件的结构及功用，并分析其结构工艺性。
3. 了解减速器中零件的装配关系及安装、调整过程。
4. 了解轴承和齿轮的润滑。
5. 学习减速器的基本参数测定方法。

### 二、实验设备与工具

1. 一级圆柱齿轮减速器。
2. 拆装工具。
3. 测量工具。

### 三、减速器概述

减速器是由封闭在箱体内的齿轮传动或蜗杆传动所组成的独立部件，为了提高电动机的效率，原动机提供的回转速度一般比工作机械所需的转速高，因此齿轮减速器、蜗杆减速器常安装在机械的原动机与工作机之间，用以降低输入的转速并相应地增大输出的转矩，在机器设备中被广泛采用。作为机械类专业的学生有必要熟悉减速器的结构与设计，本实验为了使同学了解减速器的一般结构设计、主要零件加工工艺而设立的，对于详细的减速器技术设计过程在“机械设计课程设计”这一课程中予以介绍。实验中应注意掌握减速器的结构、主要零件的加工工艺。减速器的基本结构由箱体、轴系零部件和附件三部分组成。图 5-1、图 5-2 为单级圆柱齿轮减速器，现结合该图简要介绍该减速器的结构。



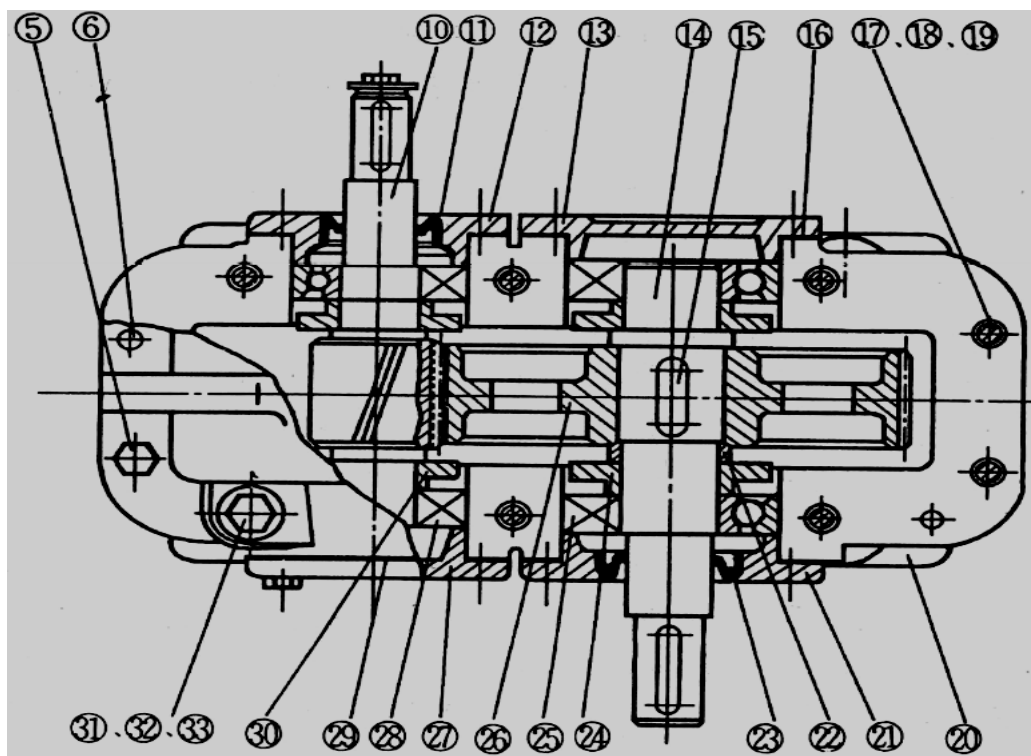


图 5-1 减速器的结构

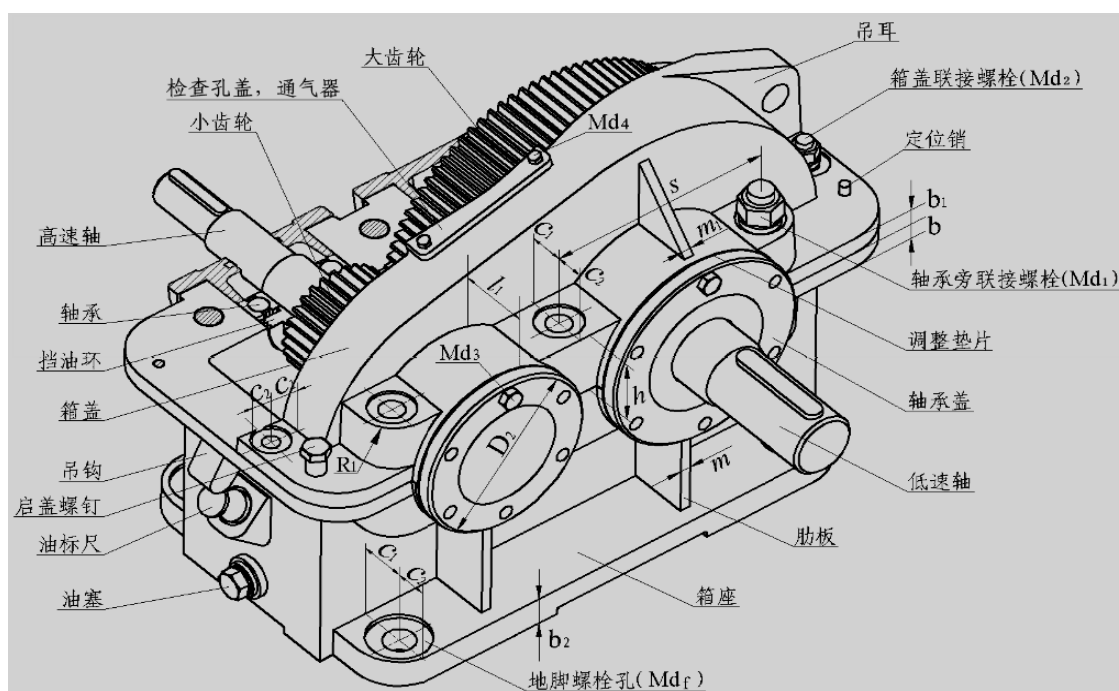


图 5-2 减速器的结构

## 1. 箱体结构

减速器的箱体用来支承和固定轴系零部件，应保证传动零件轴线相互位置的正确性，因此轴孔必须精确加工。箱体必须具有足够的强度和刚度，以免引起沿齿轮齿宽上载荷分布不均。为了增加箱体的刚度，通常在箱体上制出筋板。

为便于轴系零部件的安装和拆卸，箱体通常制成剖分式。剖分面一般取在轴线所在的水平面内（即水平剖分），以便于加工。箱盖（件 4）和箱座（件 20）之间用螺栓（件 17、18、

19 和件 31、32、33) 连成一体, 为使轴承座旁的联接螺栓尽量靠近轴承座孔, 并增加轴承支座的刚性, 应在轴承座旁制出凸台。设计螺栓孔位置时, 应注意留出扳手空间。

箱体通常用灰铸铁 (HT150 或 HT200) 铸成, 对于受冲击载荷的重型减速器也可采用铸钢箱体。单件生产时为了简化工艺, 降低成本可采用钢板焊接箱体。

## 2. 轴系零件

图中高速级的小齿轮与轴制成一体 (件 10)。大齿轮与轴分开制造, 用普通平键 (件 15) 作周向固定。轴上零件用轴肩, 套筒 (件 22), 封油杯 (件 24、30) 与轴承端盖 (件 12、13、21、27) 作轴向固定。两轴均采用角接触轴承 (件 25、28) 作支承, 承受径向载荷和轴向载荷的联合作用。轴承端盖与箱体座孔外端面之间垫有调整垫片组 (件 16、29), 以调整轴承游隙, 保证轴承正常工作。

该减速器中的齿轮传动采用浸油润滑, 大齿轮的轮齿浸入油池中, 靠大齿轮的转动把润滑油带到啮合处进行润滑。滚动轴承采用润滑脂润滑, 为了防止箱体内的润滑油进入轴承, 应在轴承和齿轮之间设置封油环 (件 24、30)。轴外伸端的轴承端盖孔内装有唇型密封圈 (件 11、23), 以防止箱体内润滑油泄露以及外界灰尘、异物浸入箱体, 具有良好的密封效果。

## 3. 减速器附件

### 1) 定位销 (件 6):

在精加工轴承座孔前, 在箱盖和箱座的联接凸缘上装配定位销, 以保证箱盖和箱座的装配精度, 同时也保证了轴承座孔的精度。两定位圆锥销应设在箱体纵向两侧联接凸缘上, 且不宜对称布置, 以加强定位效果。

### 2) 检查孔盖 (件 2)

为了检查传动零件的啮合情况, 并向箱体内加注润滑油, 在箱盖的适当位置应设置一检查孔, 检查孔多为长方形, 检查孔盖平时用螺钉固定在箱盖上, 检查孔盖下垫有纸质密封垫片 (件 3); 以防止漏油。

### 3) 通气器 (件 1)

通气器用来沟通箱体内、外的气流, 箱体内部的气压不会因减速器运转时的油温升高而增大, 从而提高了箱体分箱面、轴外伸端缝隙处的密封性能, 通气器多装在箱盖顶部或检查孔盖上, 以便箱内的膨胀气体自由溢出。

### 4) 油面指示器 (件 9)

为了检查箱体内部的油面高度, 及时补充润滑油, 应在油箱便于观察和油面稳定的部位, 装设油面指示器。油面指示器分油标和油尺两类, 图中采用的是油尺。

### 5) 放油螺塞 (件 7)

换油时, 为了排放污油和清洗剂, 应在箱体底部、油池最低位置开设放油孔, 平时放油孔用放油螺塞旋紧, 放油螺塞和箱体结合面之间应加防漏垫圈 (件 8)

### 6) 启盖螺钉 (件 5)

装配减速器时, 常在箱盖和箱座的结合面涂上水玻璃或密封胶, 以增强密封效果, 但却给开启箱盖带来困难。为此, 在箱盖侧边的凸缘上开设螺纹孔, 并拧入启盖螺钉。开启箱盖时, 拧动启盖螺钉, 迫使箱盖与箱座分离。

### 7) 起吊装置

为了便于搬运, 需在箱体上设置起吊装置。图中箱盖上有两个吊耳, 用于起吊箱盖。箱座上铸有两个吊钩, 用于吊运整台减速器。

## 四、实验步骤

1. 课前仔细阅读实验指导书, 结合图 6-1 了解减速器的使用场合作用及其主要结构特点。

2. 观察减速器的外形, 用手来回推动减速器的输入轴和输出轴, 体会轴向窜动; 打开检查孔盖, 转动高速轴, 观察齿轮的啮合情况。注意检查孔开设的位置及尺寸大小; 通气器的

结构特点；螺栓凸台位置（注意扳手空间是否合理）；轴承座加强筋的位置及结构；吊耳及吊钩的形式；减速器箱体的铸造工艺特点以及加工方法。特别要注意观察箱体与轴承盖接合面凸台结构。

3. 观察定位销孔的位置，取出定位销，再用扳手旋下箱盖上的有关螺钉，借助启盖螺钉将箱盖与箱体分离。利用起吊装置取下箱盖，并翻转  $180^\circ$ ，平稳放置，以免损坏接合面。

4. 观察箱体内轴系零部件的结构、各零部件间的相互位置，分析传动零件所受的径向力和轴向力向箱体传递的过程，并进行必要的测量，将测量结果记于实验报告的表格中。画出传动示意图。

5. 取出轴承压盖，将轴系零部件取出并放在木板或胶皮上，观察轴系零部件中的齿轮、轴承、套筒、封油环等零件的结构，分析轴及轴上的零件的轴向定位方法及轴上零件的周向定位方法；分析由于轴的热胀冷缩时轴承预紧力的调整方法和零件安装、拆卸方法。

6. 观察减速器润滑与密封结构装置，分析齿轮与轴承的润滑方法及轴承的密封方法；油槽及封油环、甩油环的应用；加油方式、放油螺塞，油面指示器的位置及结构。

7. 利用钢板尺、卡尺等测量工具，测量减速箱各主要部分的参数与尺寸。将测量结果记于实验报告的表 1、2 中。

- 1) 数出各齿轮的齿数，求出传动比。
- 2) 测出中心距，并根据公式计算出齿轮的模数，斜齿轮螺旋角的大小。
- 3) 齿轮与箱壁间的间隙，滚动轴承型号及安装方式等。
- 4) 测量各螺钉直径，根据实验报告的要求测量其他有关尺寸，并记录于表 1 中。
8. 按拆卸的相反顺序安装减速器，并拧紧螺钉。注意：安放箱盖前要旋回启盖螺钉。
9. 整理工具，经指导老师检查后，才能离开实验室。

## 五、思考题

1. 轴承座孔两侧的凸台为什么比箱盖与箱座的联接凸缘高？
2. 箱体凸缘的螺栓联接处均做成凸台或沉孔平面，为什么？
3. 箱盖与箱体的联接凸缘宽度及箱座底凸缘宽度的确定，受何种因素影响？
4. 滚动轴承的游隙是怎样调整的？
5. 所拆卸的减速器中，轴承用何种方式润滑？如何防止箱体的润滑油进入。

