



# 轮系及其设计

## 行星轮系的设计



华北理工大学  
NORTH CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

冯立艳教授

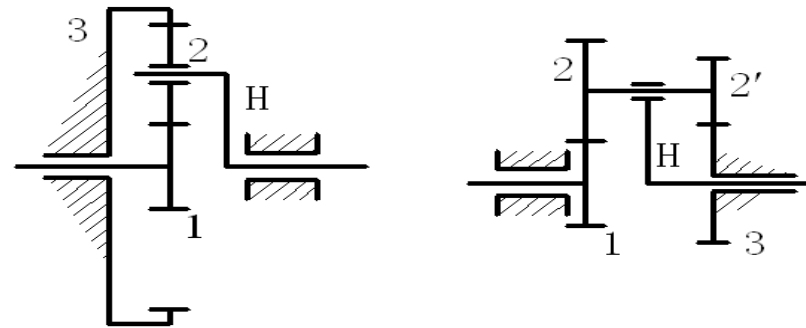
# 行星轮系的设计

- ① 行星轮系的类型选择
- ② 各轮齿数的确定原则
- ③ 行星轮系设计实例

# 行星轮系的类型选择

**负号机构：**转化轮系的传动比为“-”的周转轮系。

**正号机构：**转化轮系的传动比为“+”的周转轮系。



## 1. 满足传动比的范围

负号机构的减速比较小，正号机构的减速比大

## 2. 传动效率的高低

- 负号机构较正号机构效率高，动力传动常采用负号机构
- 正号机构常用于要求传动比大，效率要求不高的辅助机构

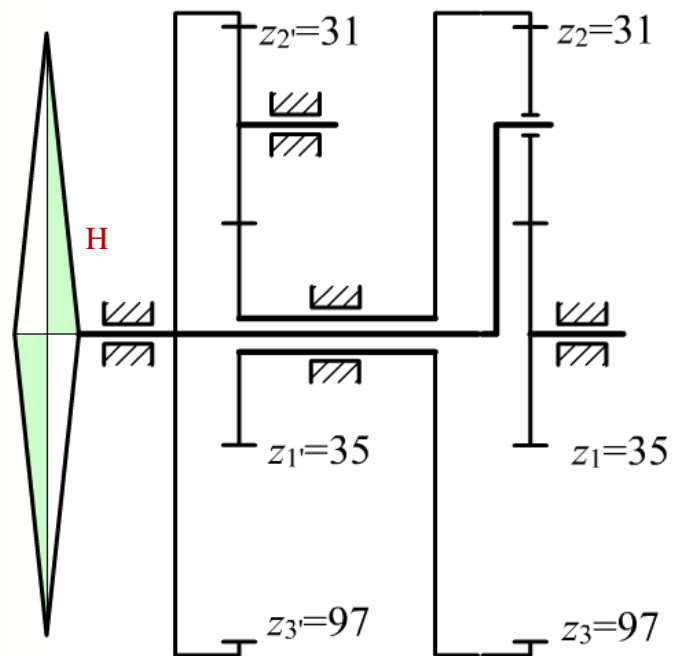
思考：实现大传动比、高效率、大功率？

➡ 几个负号机构串联起来或定轴轮系和负号机构的组合

## 3. 轮系的外廓尺寸、重量

动力传递常采用内啮合齿轮传动，以提高空间的利用率，减小径向尺寸

# 行星轮系的类型选择



## 涡轮螺旋桨发动机主减速器

要求:

大功率: 2850KW

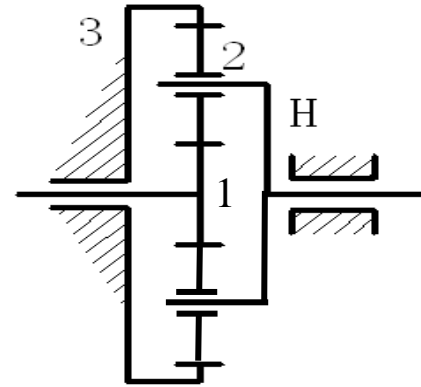
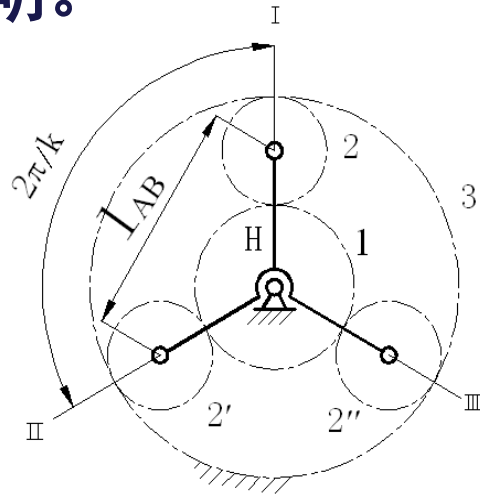
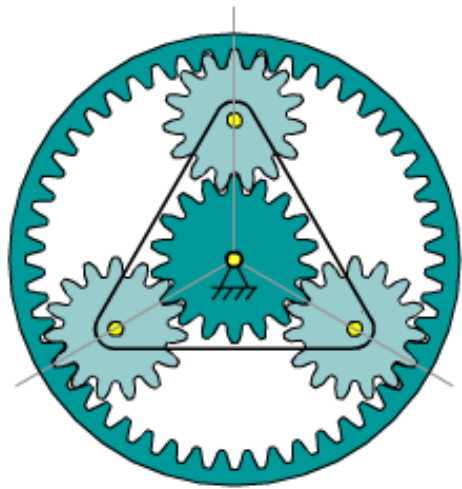
重量轻

径向尺寸小

大传动比:  $i_{H1}=11.45$

# 行星轮系各轮齿数 $z$ 和行星轮个数 $k$ 的确定原则

以下图2K-H型为例 进行说明。

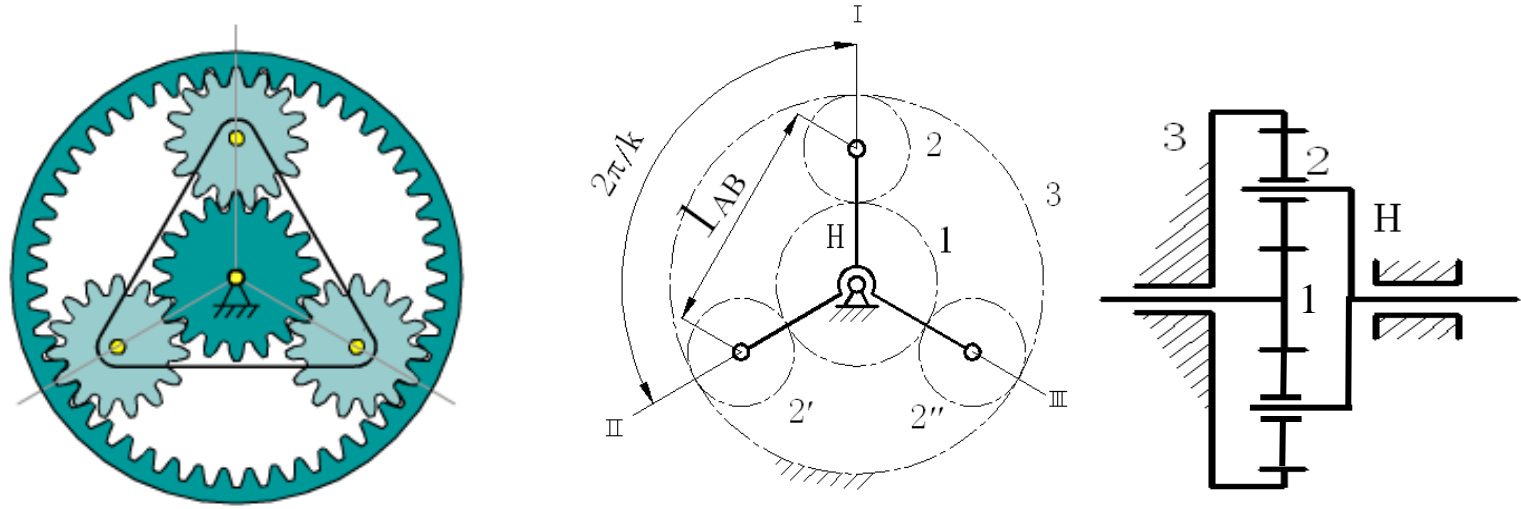


## 1. 传动比条件

$$\exists i_{1H} = 1 - i_{13}^H = 1 + \frac{z_3}{z_1} \quad \Rightarrow \quad z_3 = z_1 (i_{1H} - 1)$$

# 行星轮系各轮齿数 $z$ 和行星轮个数 $k$ 的确定原则

## 2. 同心条件



三个基本构件的轴线必须重合

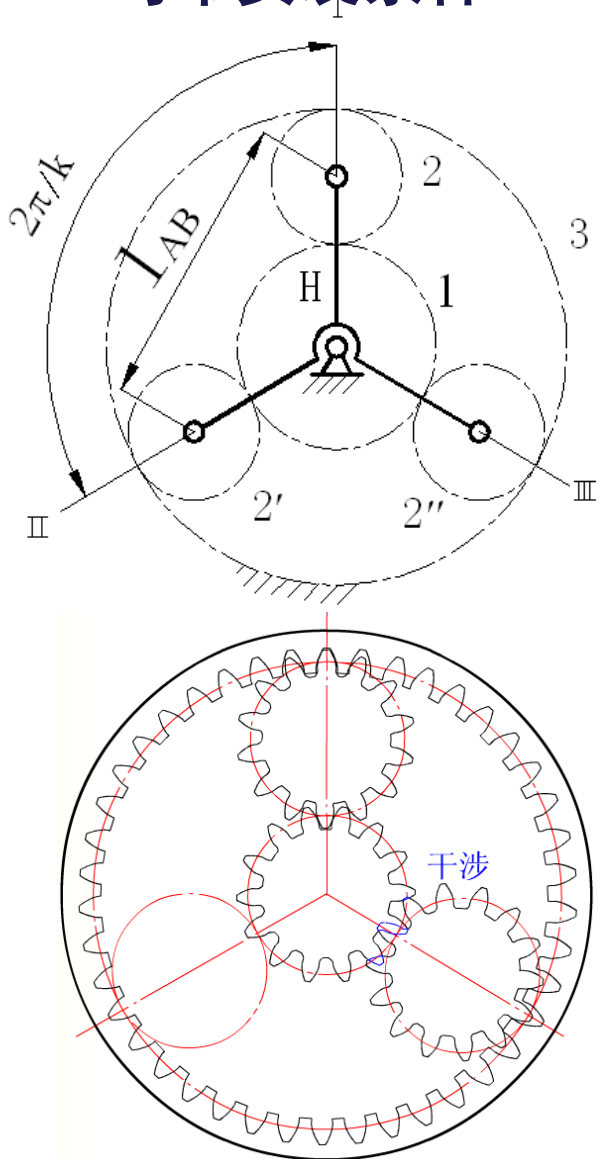
$$a'_{12} = r'_1 + r'_2 = a'_{23} = r'_3 - r'_2$$

若采用标准安装,  $a'_{12} = r_1 + r_2 = a'_{23} = r_3 - r_2$

$$\Rightarrow \frac{z_3 - z_1}{2} = z_2$$

# 行星轮系各轮齿数 $z$ 和行星轮个数 $k$ 的确定原则

## 3. 均布安装条件



相邻两个行星轮所夹的中心角为  $\frac{2\pi}{k}$

为了在位置II处顺利装入第二个行星轮，使行星架H连同齿轮2沿逆时针方向转过

$$\varphi_H = \frac{2\pi}{k} \quad \text{达到位置II}$$

由 
$$i_{1H} = \frac{\omega_1}{\omega_H} = \frac{\varphi_1}{\varphi_H} = 1 - i_{13}^H = 1 + \frac{z_3}{z_1}$$

$$\Rightarrow \varphi_1 = \left(1 + \frac{z_3}{z_1}\right) \frac{2\pi}{k}$$

$\varphi_1$ 角应恰好对应着整数个齿 $N$ , 
$$\varphi_1 = \frac{2\pi}{z_1} N$$

$$\Rightarrow (z_1 + z_3)/k = N$$

# 行星轮系各轮齿数 $z$ 和行星轮个数 $k$ 的确定原则

## 4. 邻接条件

行星轮个数越多，传递的功率越大

**邻接条件：** 相邻两个行星轮的齿顶不能碰撞

$$\text{即 } l_{AB} > d_{a2}$$

对于标准齿轮传动，则有  $2(r_1 + r_2) \sin \frac{\pi}{k} > 2(r_2 + h_a^* m)$

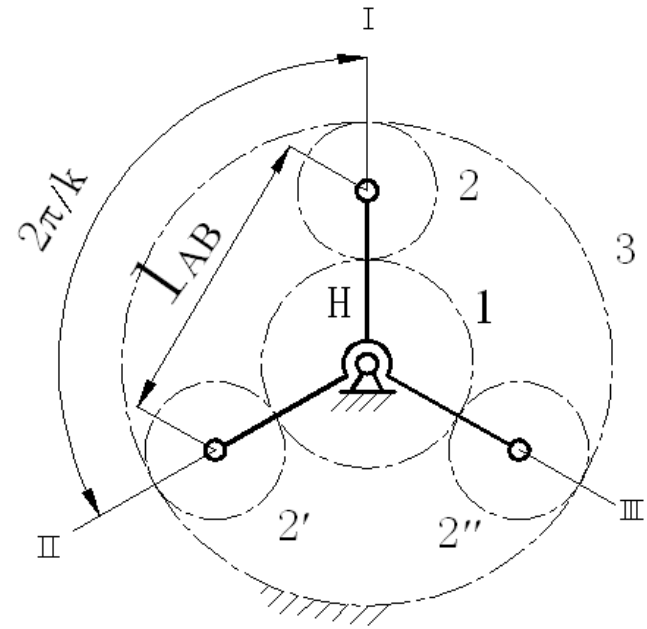
$$\Rightarrow (z_1 + z_2) \sin \frac{\pi}{k} > z_2 + 2h_a^*$$

前三个条件合并为一个总的**配齿公式**：

$$z_1 : z_2 : z_3 : N = z_1 : \frac{i_{1H} - 2}{2} z_1 : (i_{1H} - 1) z_1 : \frac{i_{1H}}{k} z_1$$

保证右边均为正整数，选定  $k$ 、 $z_1$

得到各轮齿数和行星轮个数后，再验算邻接条件



# 实例

【实例】 图示行星轮系的传动比  $i_{1H} = \frac{24}{5}$ ，各齿轮为正常齿制标准齿轮且标准安装，确定各轮的齿数和行星轮的个数。

解： 1. 配齿公式 
$$z_1 : z_2 : z_3 : N = z_1 : \frac{i_{1H} - 2}{2} z_1 : (i_{1H} - 1) z_1 : \frac{i_{1H}}{k} z_1$$
$$= z_1 : \frac{7}{5} z_1 : \frac{19}{5} z_1 : \frac{24}{5k} z_1$$

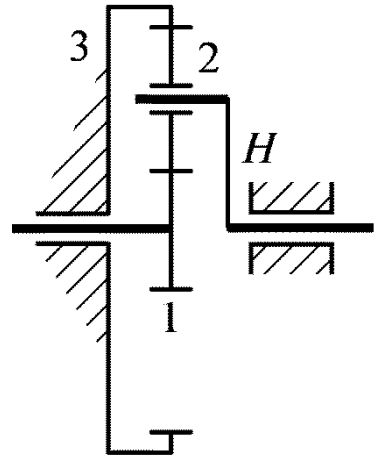
各项均为正整数，且齿轮不根切，可取  $z_1 = 20$ ， $k = 3$

则  $z_2 = 28$ ， $z_3 = 76$ ， $N = 32$

## 2. 验算邻接条件

$$(z_1 + z_2) \sin \frac{\pi}{k} = (20 + 28) \sin \frac{\pi}{3} = 41.569 > z_2 + 2h_a^* = 28 + 2 = 30 \quad \text{满足}$$

设计结果为：  $z_1 = 20$      $z_2 = 28$      $z_3 = 76$      $k = 3$



# 小结

## 一、行星轮系的类型选择

## 二、各轮齿数的确定原则

传动比条件  $z_3 = z_1(i_{1H} - 1)$

同心条件  $z_2 = \frac{z_3 - z_1}{2}$

均布安装条件  $(z_1 + z_3)/k = N$

邻接条件  $(z_1 + z_2) \sin \frac{\pi}{k} > z_2 + 2h_a^*$

配齿公式:

$$z_1 : z_2 : z_3 : N = z_1 : \frac{i_{1H} - 2}{2} z_1 : (i_{1H} - 1) z_1 : \frac{i_{1H}}{k} z_1$$