

# 第六章 轮系

- § 6-1 轮系分类及其应用特点
- § 6-2 定轴轮系传动比计算
- § 6-3 定轴轮系中任意从动齿轮的转速计算
- § 6-4 实训环节——减速器的拆装



## 轮系应用举例

# § 6—1 轮系分类及其应用特点

**轮系**——由一系列相互啮合的齿轮组成的传动系统。

一、轮系的分类

二、轮系的应用特点

# 一、轮系的分类

1. 定轴轮系
2. 周转轮系
3. 混合轮系

# 1. 定轴轮系

当轮系运转时，所有齿轮的几何轴线位置相对于机架固定不变，也称普通轮系。



定轴轮系

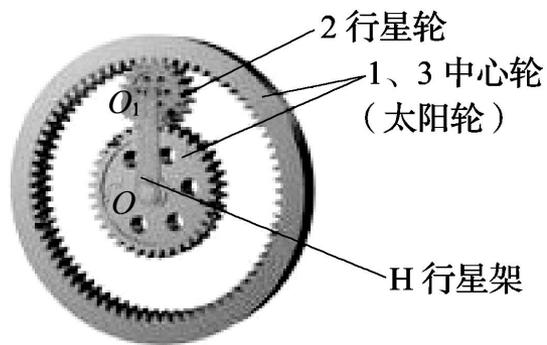
---

## 2. 周转轮系

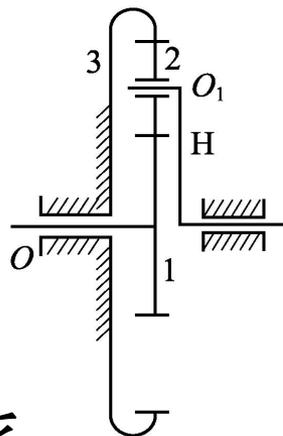
轮系运转时，至少有一个齿轮的几何轴线相对于机架的位置是不固定的，而是绕另一个齿轮的几何轴线转动。

行星轮系——有一个中心轮的转速为零的周转轮系。

差动轮系——中心轮的转速都不为零的周转轮系。



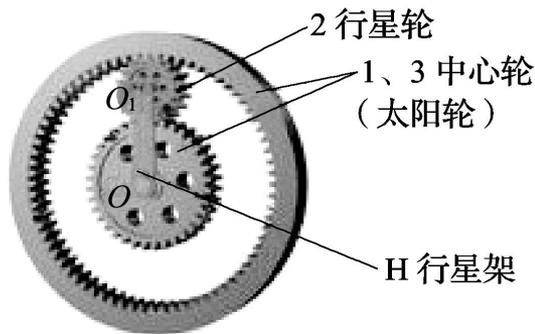
行星轮系



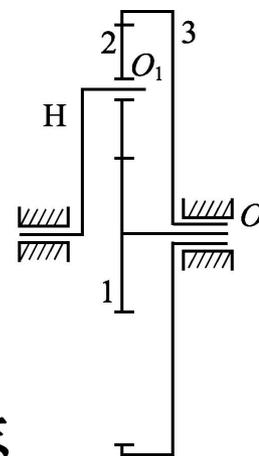
**行星轮**——同时与中心轮和齿圈啮合，既作自转又作公转的齿轮。

**行星架**——支承行星轮的构件。

**中心轮**——位于中心位置且绕轴线回转的内齿轮或外齿轮。

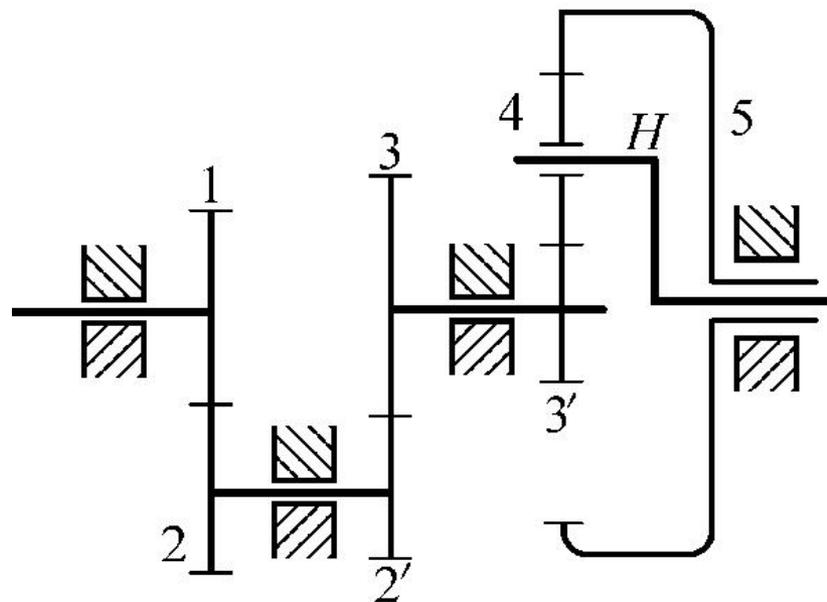
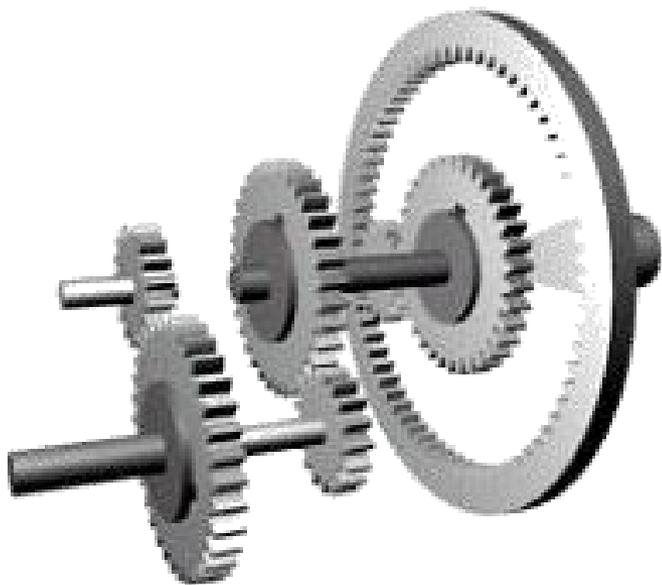


差动轮系



### 3. 混合轮系

在轮系中，既有定轴轮系又有周转轮系。



## 二、轮系的应用特点

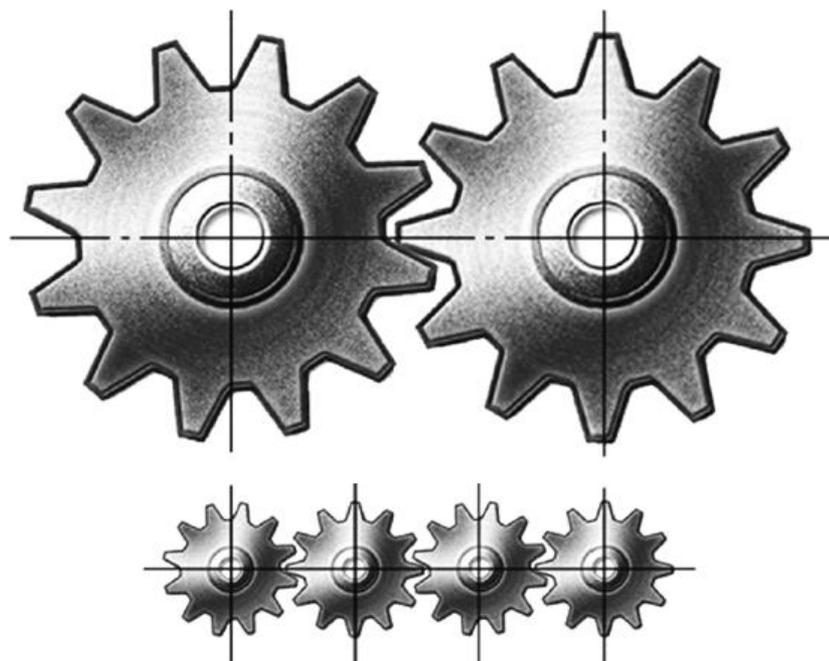
1. 可获得很大的传动比
2. 可作较远距离的传动
3. 可以方便地实现变速和变向要求
4. 可以实现运动的合成与分解

## 1. 可获得很大的传动比

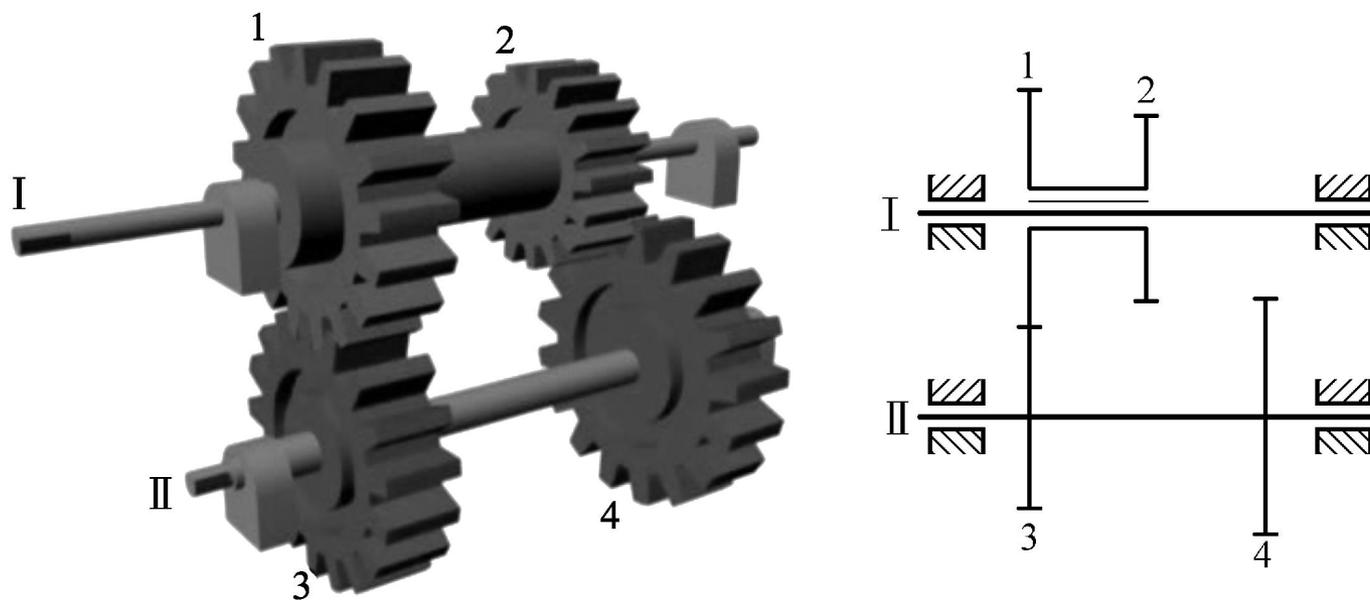
一对齿轮传动的传动比不能过大（一般  $i_{12} = 3 \sim 5$ ， $i_{\max} \leq 8$ ），而采用轮系传动可以获得很大的传动比，以满足低速工作的要求。

## 2. 可作较远距离的传动

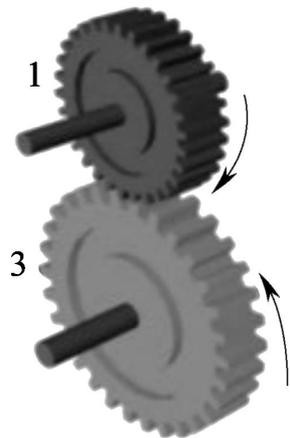
两轴中心距较大时，  
如用一对齿轮传动，则  
两齿轮的结构尺寸必然  
很大，导致传动机构庞  
大。



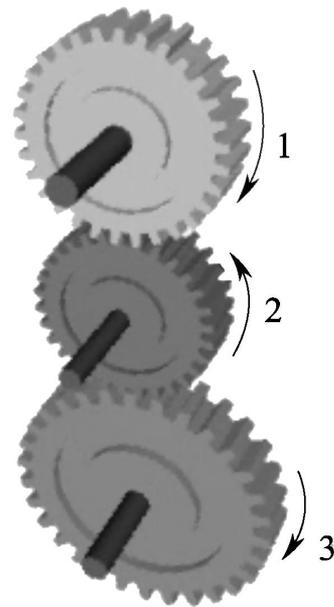
### 3. 可以方便地实现变速和变向要求



滑动齿轮变速机构



a)



b)

利用中间齿轮变向机构

## 4. 可以实现运动的合成与分解

采用行星轮系，可以将两个独立的运动合成为一个运动，或将一个运动分解为两个独立的运动。

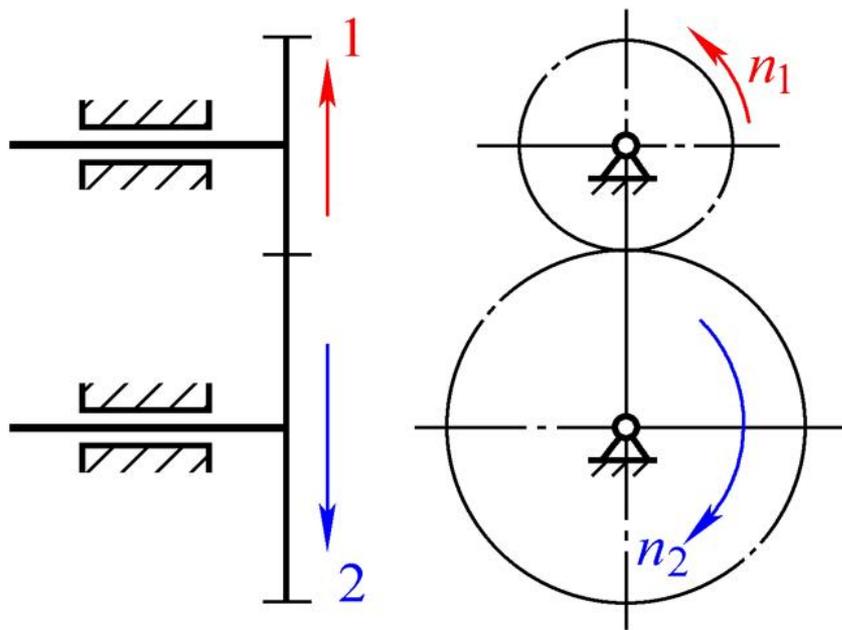
## § 6-2 定轴轮系传动比计算

- 一、定轴轮系中各轮转向的判断
- 二、传动比
- 三、惰轮的应用

## 一、定轴轮系中各轮转向的判断

当首轮（或末轮）的转向为已知时，其末轮（或首轮）的转向也就确定了，齿轮转向可以用标注箭头的方法表示。

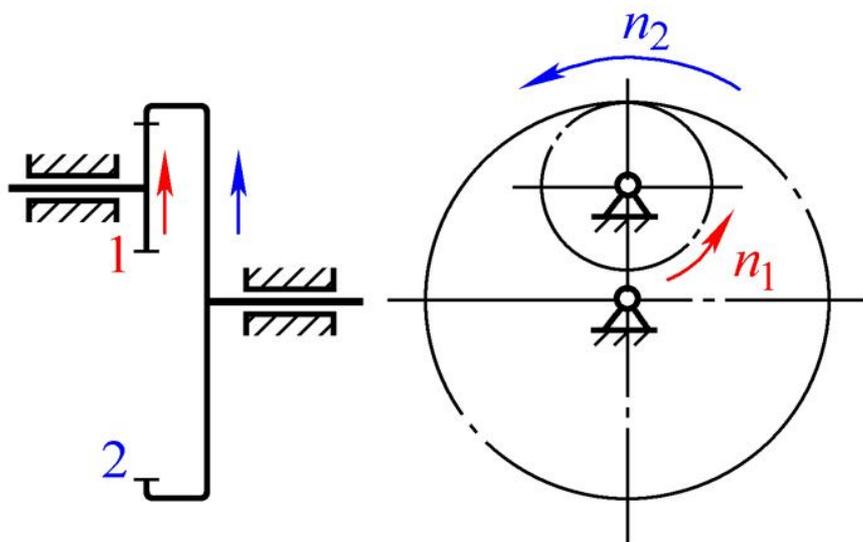
## 圆柱齿轮啮合—外啮合



外啮合齿轮传动

转向用画箭头的方法表示，主、从动轮转向相反时，两箭头指向相反。

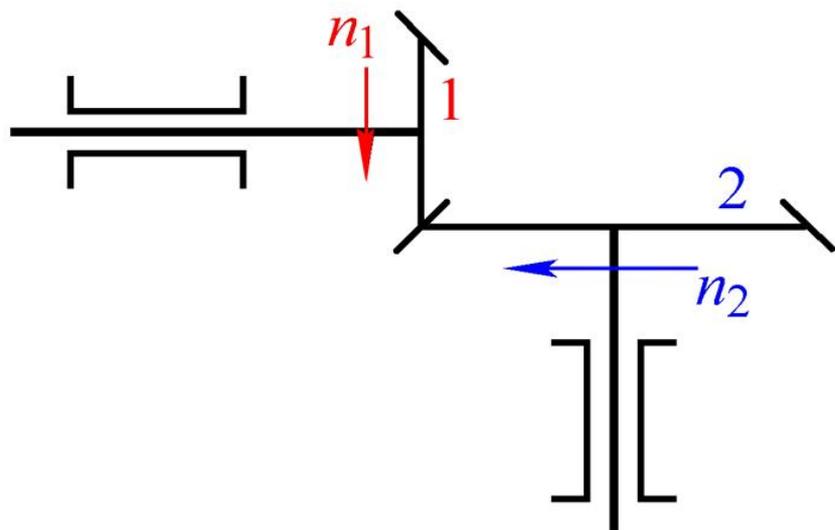
## 圆柱齿轮啮合—内啮合



内啮合齿轮传动

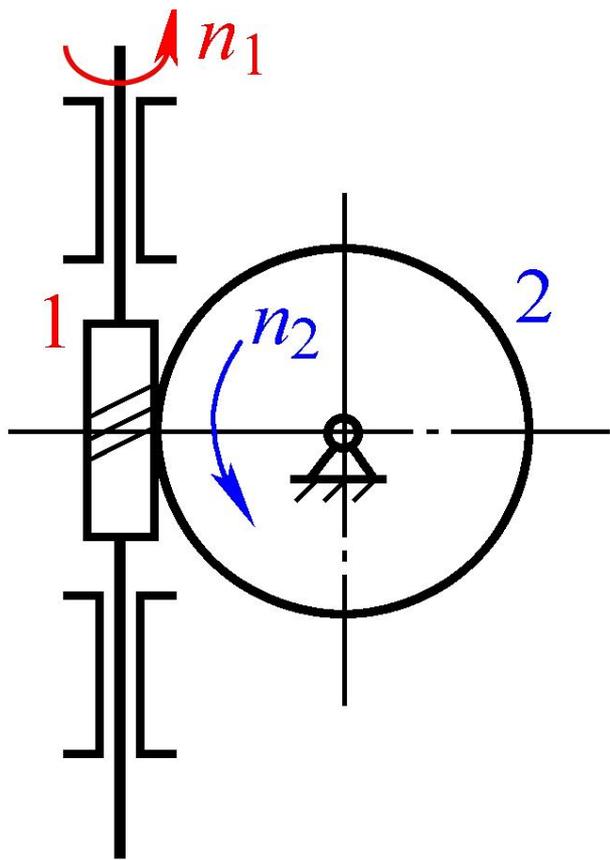
主、从动轮转向相同。  
同时，两箭头指向相同。

## 锥齿轮啮合传动



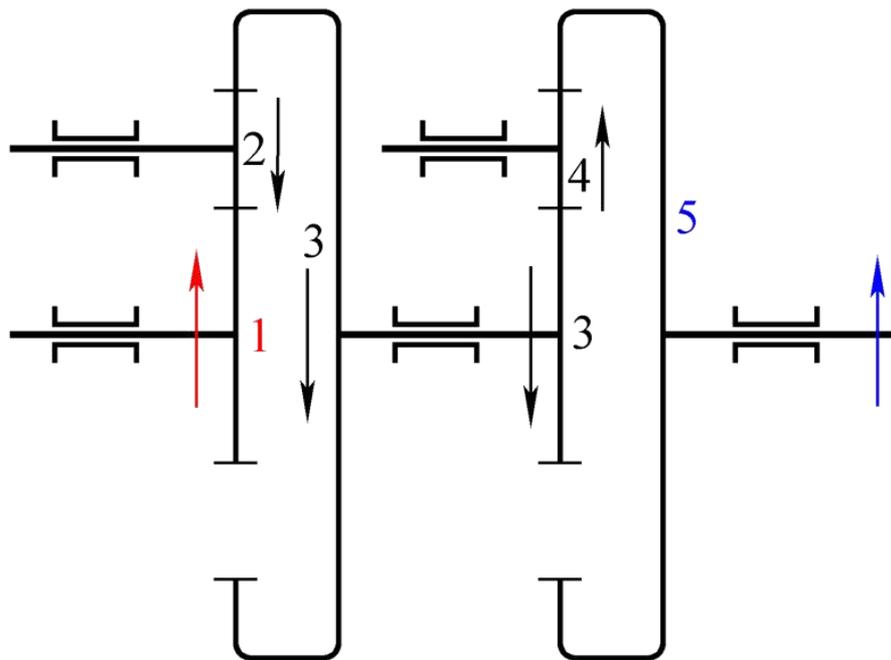
两箭头指向相背或  
相向啮合点。

## 蜗杆啮合传动

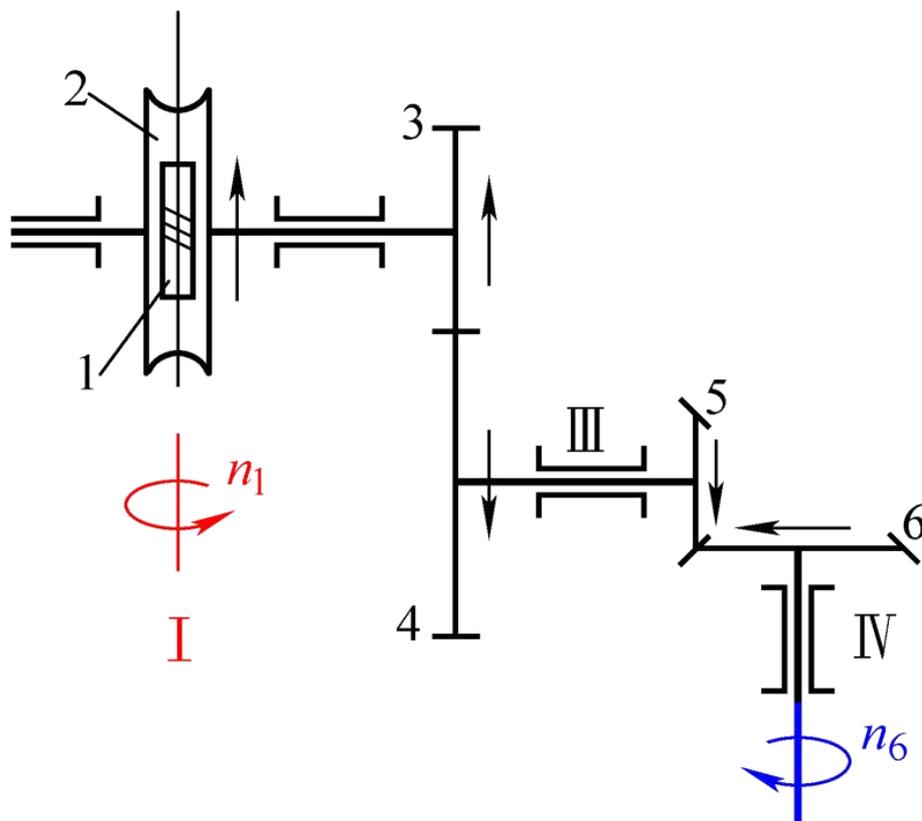


两箭头指向按第五章讲过的规定标注。

轮系中各齿轮**轴线相互平行**时，其任意级从动轮的转向可以通过在图上依次标注箭头来确定，也可以通过数**外啮合齿轮的对数**来确定。若外啮合齿轮的对数是偶数，则首轮与末轮的转向相同；若为奇数，则转向相反。

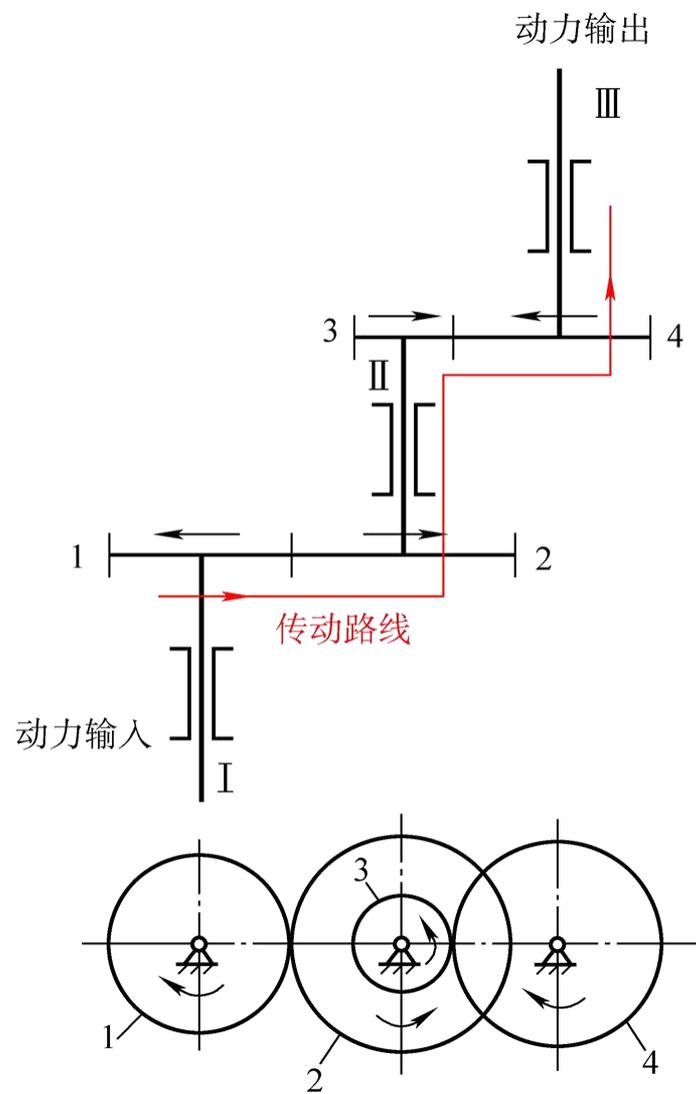


轮系中含有圆锥齿轮、蜗轮蜗杆或齿轮齿条时，只能用**标注箭头**的方法表示。

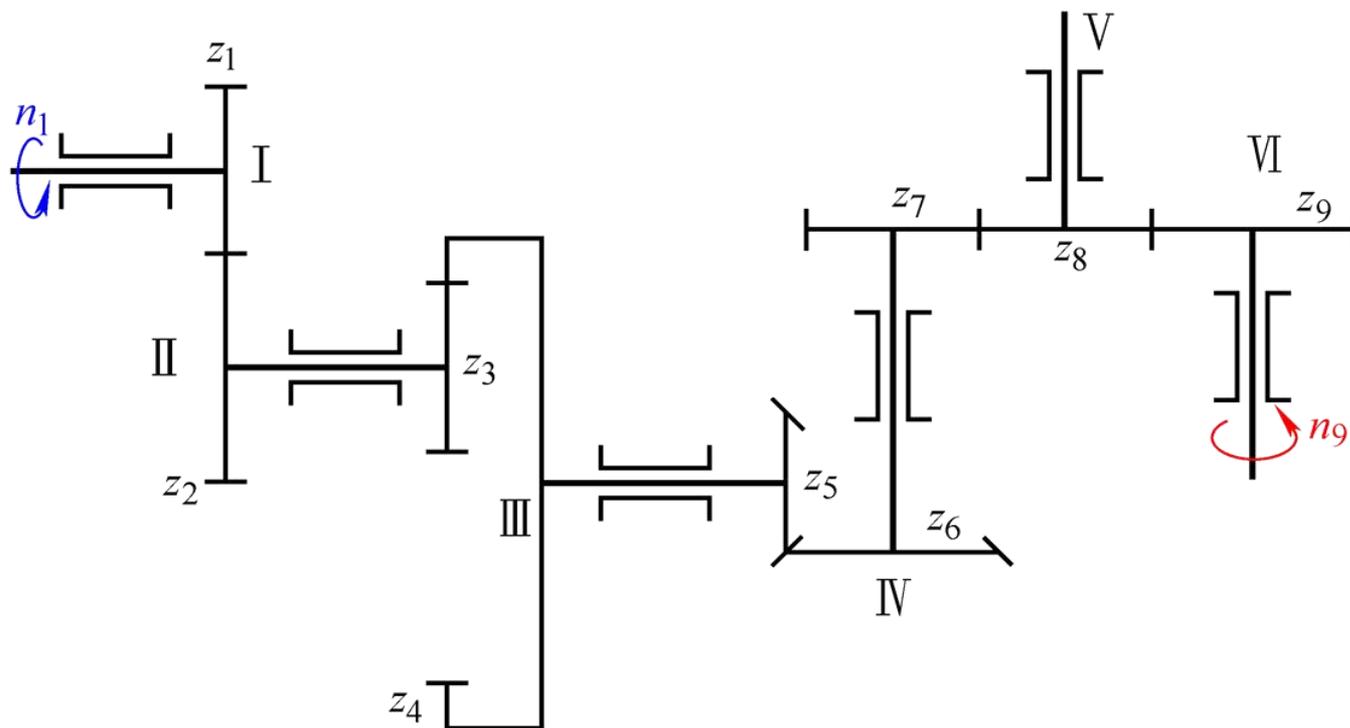


## 二、传动比

### 1. 传动路线



【例1】分析如图所示轮系传动路线。



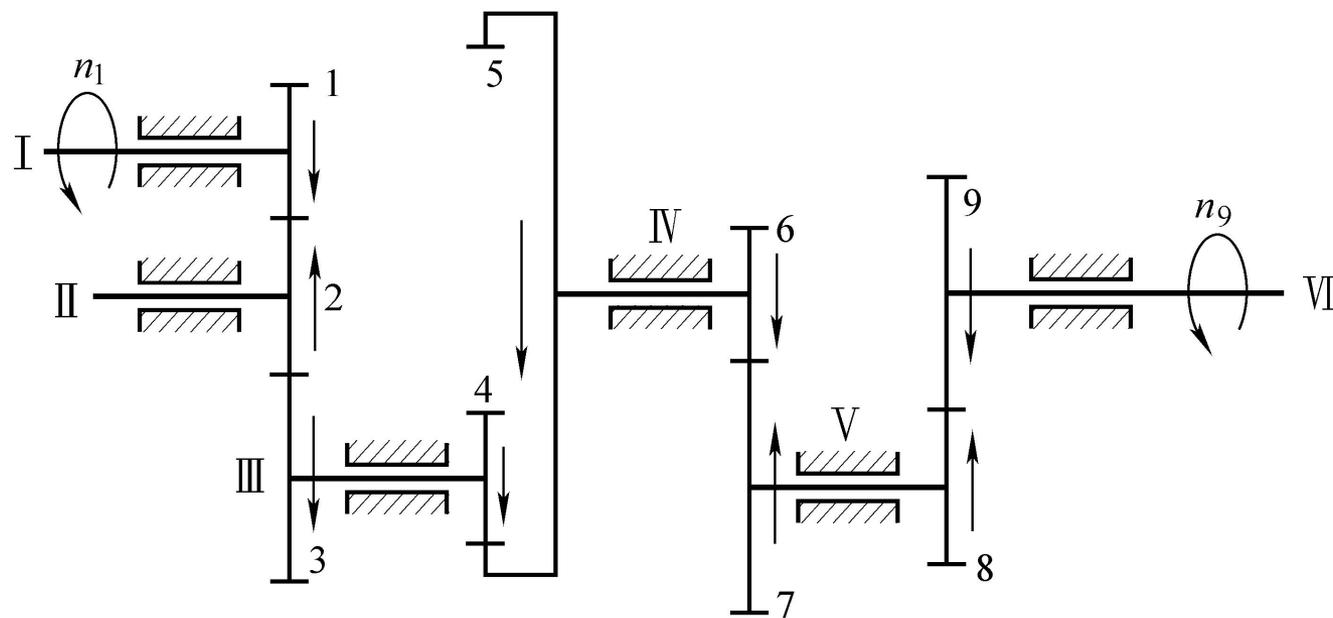
解题过程

## 2. 传动比计算

轮系的传动比等于首轮与末轮的转速之比，也等于轮系中所有从动齿轮齿数的连乘积与所有主动齿轮齿数的连乘积之比。

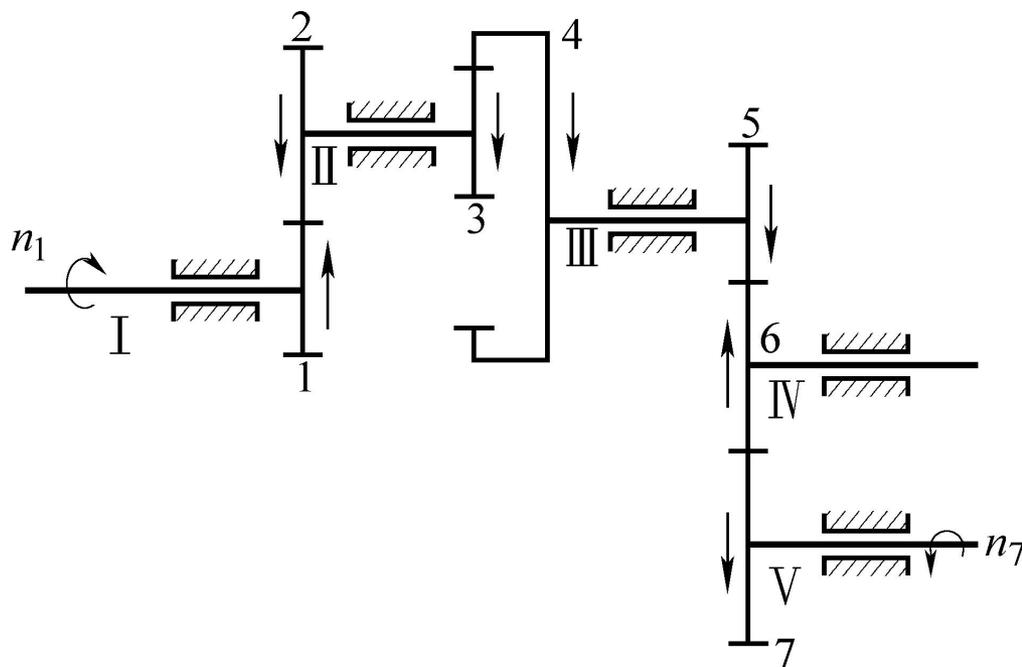
$$i_{\text{总}} = i_{1k} = (-1)^m \frac{\text{各级齿轮副中从动齿轮齿数的连乘积}}{\text{各级齿轮副中主动齿轮齿数的连乘积}}$$

**【例2】** 如图所示轮系，已知各齿轮齿数及 $n_1$ 转向，求 $i_{19}$ 并判定 $n_9$ 转向。



解题过程

【例3】已知 $z_1=24$ ， $z_2=28$ ， $z_3=20$ ， $z_4=60$ ， $z_5=20$ ， $z_6=20$ ， $z_7=28$ ，齿轮1为主动件。分析该轮系的传动路线并求传动比 $i_{17}$ ；若齿轮1转向已知，试判定齿轮7的转向。

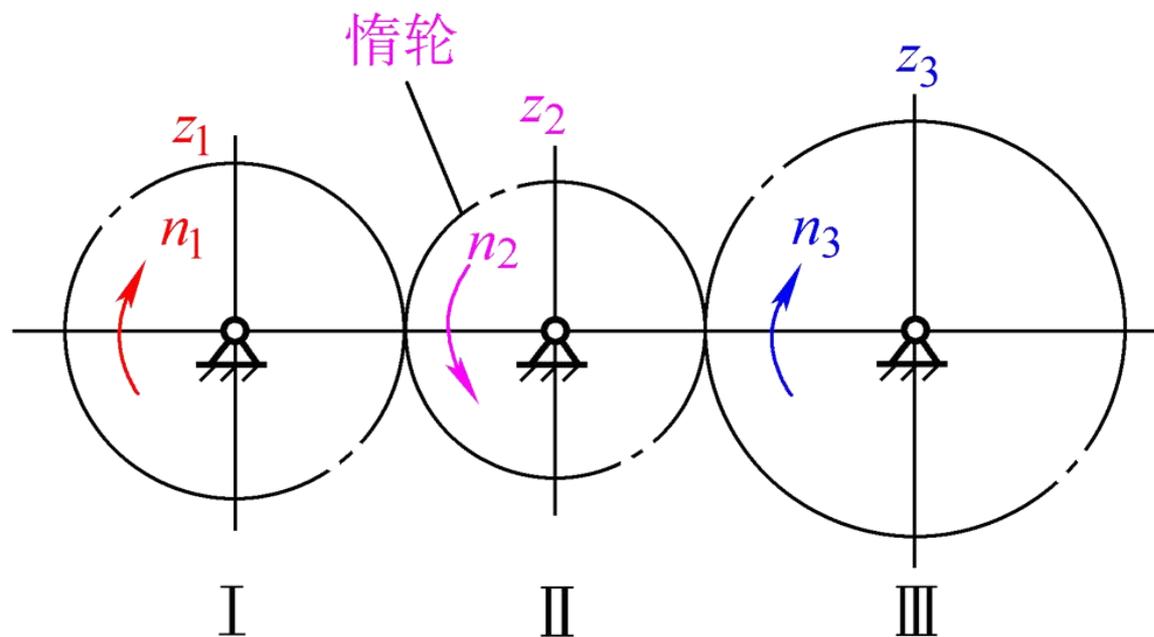


解题过程

### 三、惰轮的应用

在轮系中既是从动轮又是主动轮，对总传动比毫无影响，但却起到了改变齿轮副中从动轮回转方向的作用，像这样的齿轮称为**惰轮**。

惰轮常用于传动距离稍远和需要改变转向的场合。



## § 6—3 定轴轮系中任意从动齿轮的转速计算

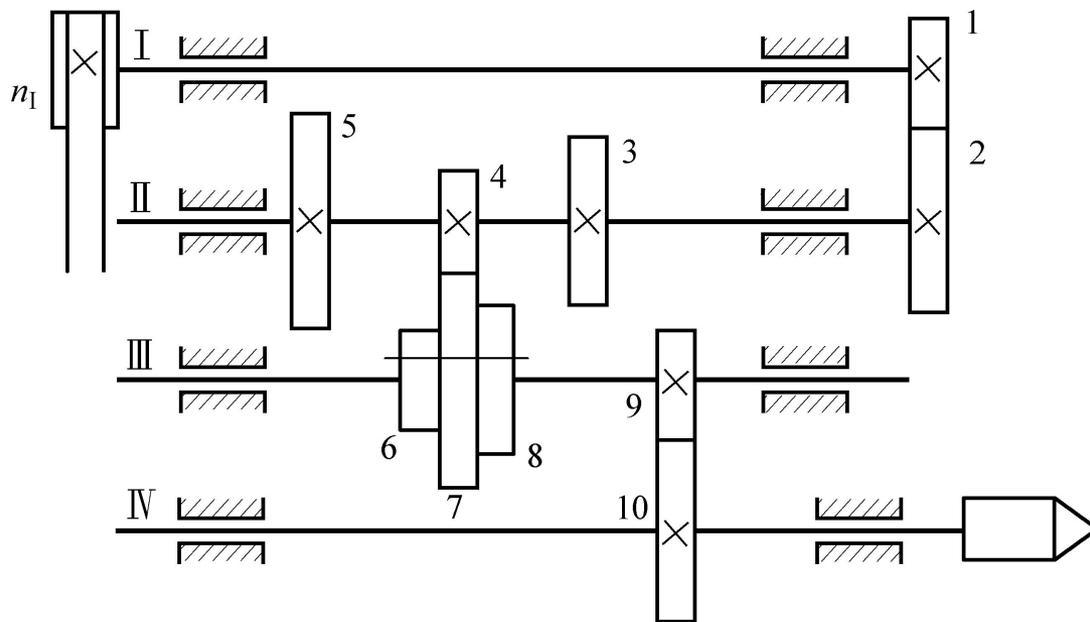
- 一、任意从动齿轮的转速计算
- 二、轮系末端是螺旋传动的计算
- 三、轮系末端是齿条传动的计算

## 一、任意从动齿轮的转速计算

$$i_{1k} = \frac{n_1}{n_k} = \frac{z_2 z_4 z_6 \cdots z_k}{z_1 z_3 z_5 \cdots z_{k-1}} \quad (\text{不考虑齿轮旋转方向})$$

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

【例4】已知： $z_1=26$ ， $z_2=51$ ， $z_3=42$ ， $z_4=29$ ， $z_5=49$ ， $z_6=36$ ， $z_7=56$ ， $z_8=43$ ， $z_9=30$ ， $z_{10}=90$ ，轴I的转速 $n_I = 200$  r/min。试求当轴III上的三联齿轮分别与轴II上的三个齿轮啮合时，轴IV的三种转速。



解题过程

## 二、轮系末端是螺旋传动的计算

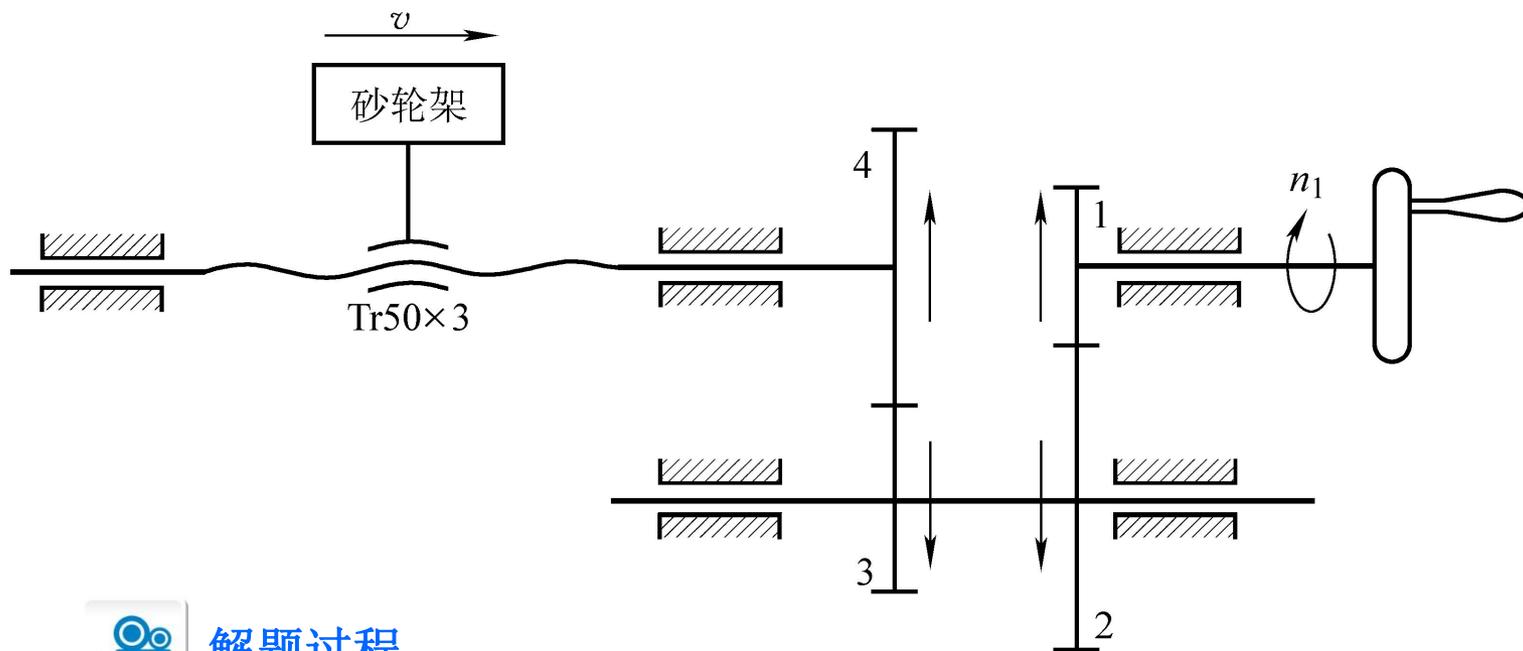
$$v = n_k P_h = n_1 \frac{z_1 z_3 z_5 \cdots z_{k-1}}{z_2 z_4 z_6 \cdots z_k} P_h$$

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

$v$ ——螺母（砂轮架）的移动速度，mm/min

$L$ ——输入轴（手轮）每回转一周，螺母（砂轮架）的移动距离，mm

【例5】  $z_1=28$ ， $z_2=56$ ， $z_3=38$ ， $z_4=57$ ，丝杆为Tr50×3。当手轮回转速度  $n_1=50$  r/min且回转方向如图所示，试计算砂轮架的移动速度，并判断砂轮架移动方向。

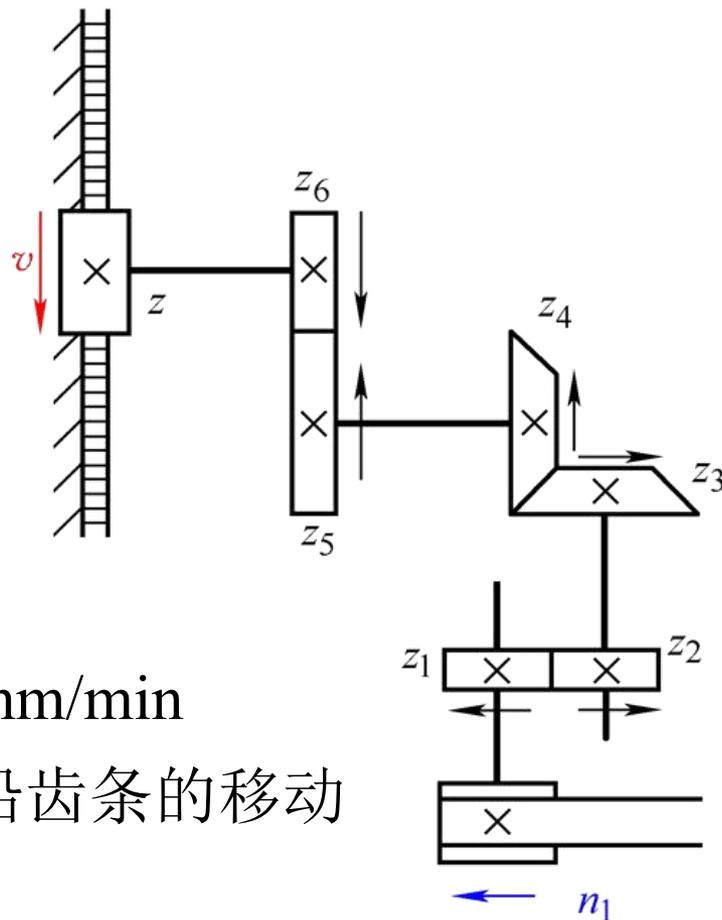


解题过程

### 三、轮系末端是齿条传动的计算

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

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



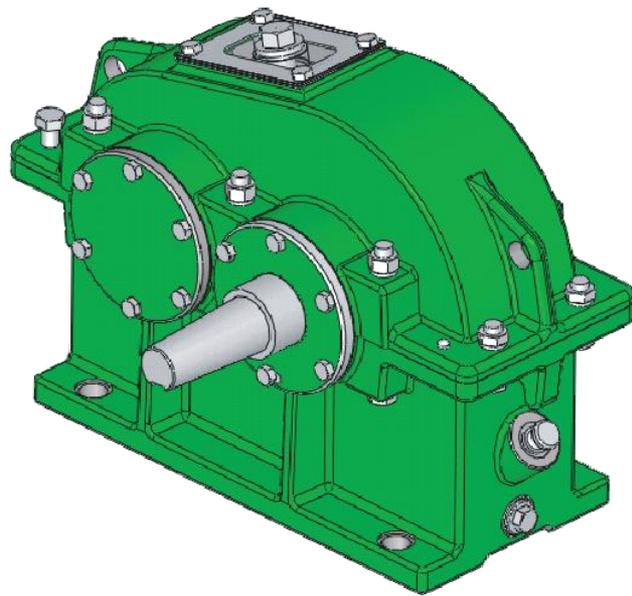
$v$  —— 齿轮沿齿条的移动速度，mm/min

$L$  —— 输入轴每回转一周，齿轮沿齿条的移动距离，mm

# § 6—4 实训环节——减速器的拆装

## 一、训练任务

对减速器进行拆装，了解减速器的功用，进一步加强对齿轮结构以及齿轮啮合传动的认识。



减速器

## 二、任务准备

### 1. 工具准备

准备的工具较多，包括旋具、活扳手、成套呆扳手、锤子、铜棒等。



铜棒



成套开口扳手



锤子

工具

## 2. 知识准备

(1) 由于减速器零件相对较多，所以在拆装后要把零件摆放整齐，并注意零件的件数，个别装配位置关系重要的零件在拆装前需做好位置标记。

(2) 在对减速器进行装配时需对零件进行清洗和清理。



# 本章小结

1. 轮系的概念及分类。
2. 轮系的应用特点。
3. 定轴轮系中各轮转向的判断。
4. 定轴轮系的传动比计算。
5. 定轴轮系中任意从动轮转速的计算。
6. 定轴轮系中末端是螺旋传动的计算。
7. 定轴轮系中末端是齿条传动的计算。