

# 周转轮系传动比分析

## Analysis of Transmission Ratio of Rotary Gear Train

泓熠 (HY)

Copyright © 2026, 泓熠 (HY).

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 (<https://www.gnu.org/licenses/fdl-1.3.html>) or any later version published by the Free Software Foundation (<https://www.fsf.org>); with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.

### 1 周转轮系

本文对应教材《机械原理》[1]

对于“恒星轮-行星轮-外轨道轮”的三轮模型（该模型自由度为 2，是一个差动轮系；若将某一轮固定（固定恒星轮、固定外轨道轮、固定行星轮自转轴或公转轴），则其自由度变为 1，变为行星轮系），该周转轮系模型的传动比有以下公式：

$$i_{or/ro} - i_{re/ro} = \frac{z_{pl}}{z_{or}} \quad (1)$$

$$i_{re/ro} - i_{su/ro} = \frac{z_{pl}}{z_{su}} \quad (2)$$

$$\frac{\omega_{or} - \omega_{re}}{\omega_{re} - \omega_{su}} = \frac{z_{su}}{z_{or}} \quad (3)$$

$$i_{or/ro} - i_{su/ro} = \frac{z_{pl}}{z_{or}} + \frac{z_{pl}}{z_{su}} \quad (4)$$

“or” (orbit) 指外轨道轮；“pl” (planet) 指行星轮；“re” (revolution) 指行星轮公转（即指行星架）；“ro” (rotation) 指行星轮自转（以行星架为参考系）；“su” (sun) 指恒星轮。使用公式时应先规定角速度的正方向，顺时针或逆时针为正均可，但规定要统一。例如规定顺时针为正方向，则对所有的齿轮都要如此，也无论公转与自传都要如此。分析周转轮系的角速度、传动比与齿数的关系，可采用以下两种方法来理解：

### 2 转化轮系法

即书中章节 11-3 介绍的方法，通过变换参考系（以行星架为参考系时，行星轮的公转“消失”了，即可以按照定轴轮系对其分析），通过相对运动伽利略变换分析。书中已经有详细讲解，即通过伽利略变换以行星架为参考系分析计算。

### 3 啮合点轮齿法

甲齿轮和乙齿轮啮合, 以啮合点为参考系, 同等时间内甲齿轮在啮合点处扫过的轮齿数等于乙齿轮扫过的轮齿数。定轴轮系的传动比也是由该相等关系推导得出。只要不发生跳齿, 任何齿轮系都遵循该相等关系。已知轮齿与啮合点的相对角速度为  $\omega$ , 则单位时间内齿轮在啮合点处扫过的齿数为  $\frac{\omega z}{2\pi}$  (单位: 齿/秒), 根据上述相等关系可列方程: 单位时间内恒星轮在啮合点处扫过的齿数 = 单位时间内行星轮在啮合点处扫过的齿数

$$\frac{\omega_{re} z_{su}}{2\pi} t - \frac{\omega_{su} z_{su}}{2\pi} t = \frac{\omega_{ro} z_{pl}}{2\pi} t \quad (5)$$

$$i_{re/ro} - i_{su/ro} = \frac{z_{pl}}{z_{su}} \quad (6)$$

### 参考文献

- [1] 孙桓, 陈作模, 葛文杰. 机械原理 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.8, ISBN 9787040370683.