

## 10 机械系统动力学

### 几个术语的含义 (不是定义)

**运动学:** 研究机械的运动, 不涉及质量和力。  
如运动分析、运动综合。

**静力学:** 研究机械〔某一位置〕的受力, 不涉及惯性力。如: 静力分析。

**动力学:** 研究机械的受力或运动, 综合考虑外力、构件质量和运动之间的相互作用。  
运动、质量和局部外力, 求未知外力, 属于动态静力分析。  
质量和外力, 求运动, 属于真实运动规律分析, 又叫动态仿真。

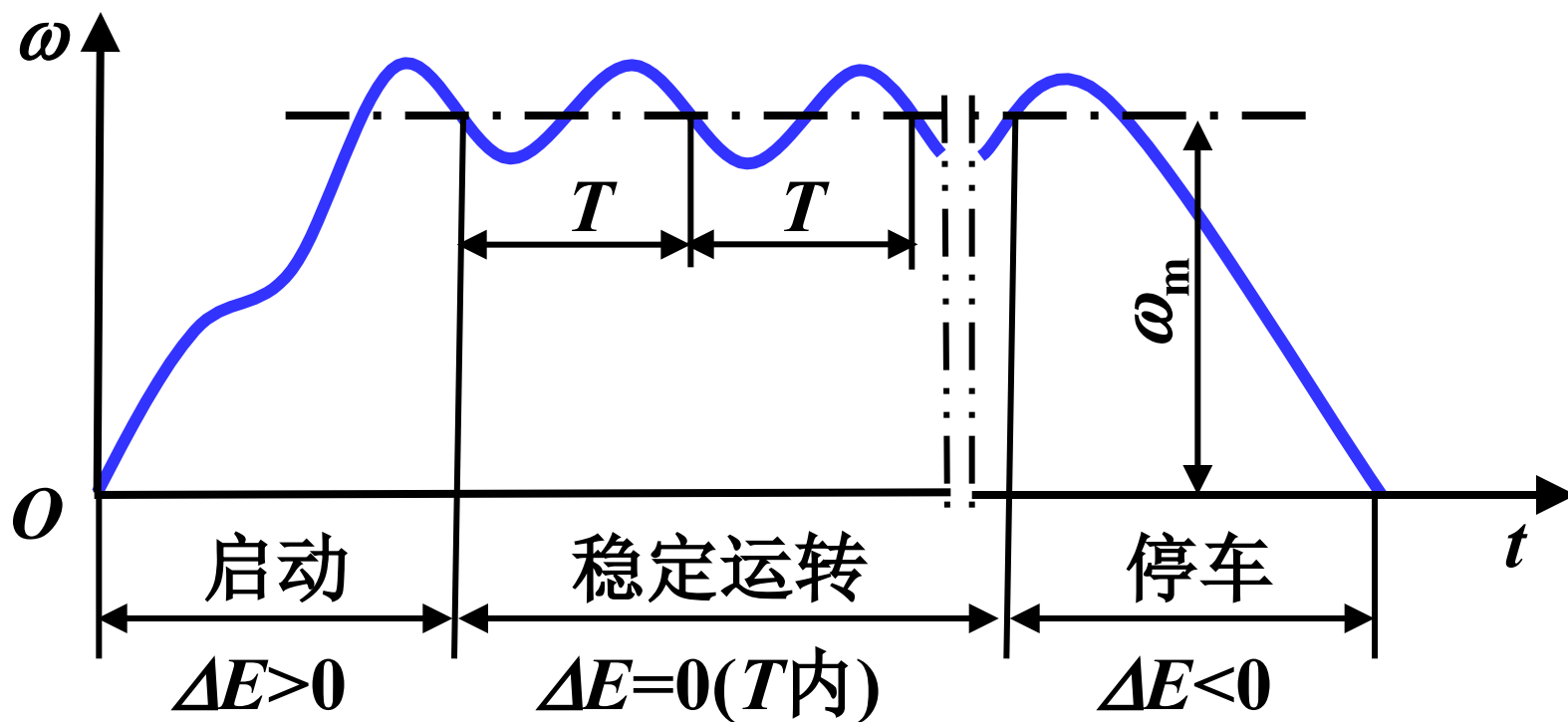
# 10.1 作用在机械上的力及机械的运转过程

## 10.1.1 作用在机械上的力

1. 工作阻力

2. 驱动力

## 10.2 机械的运转过程



$$\Delta W = W_d - W_c \quad \Delta E = E_2 - E_1 \quad \Delta W = \Delta E$$

本章研究机器的真实运动规律

## ●研究真实运动规律目的

运动分析时假定原动件： $\omega = \text{const}$

实际情况： $\omega = f(F, M, \varphi, m, J)$

—为运动分析作准备。

—求出并调节机械运转速度的波动，确保机械正常工作。

## 10.2 机械的等效力学模型

### 10.2 .1 等效力学模型的建立

- 建立系统运动方程

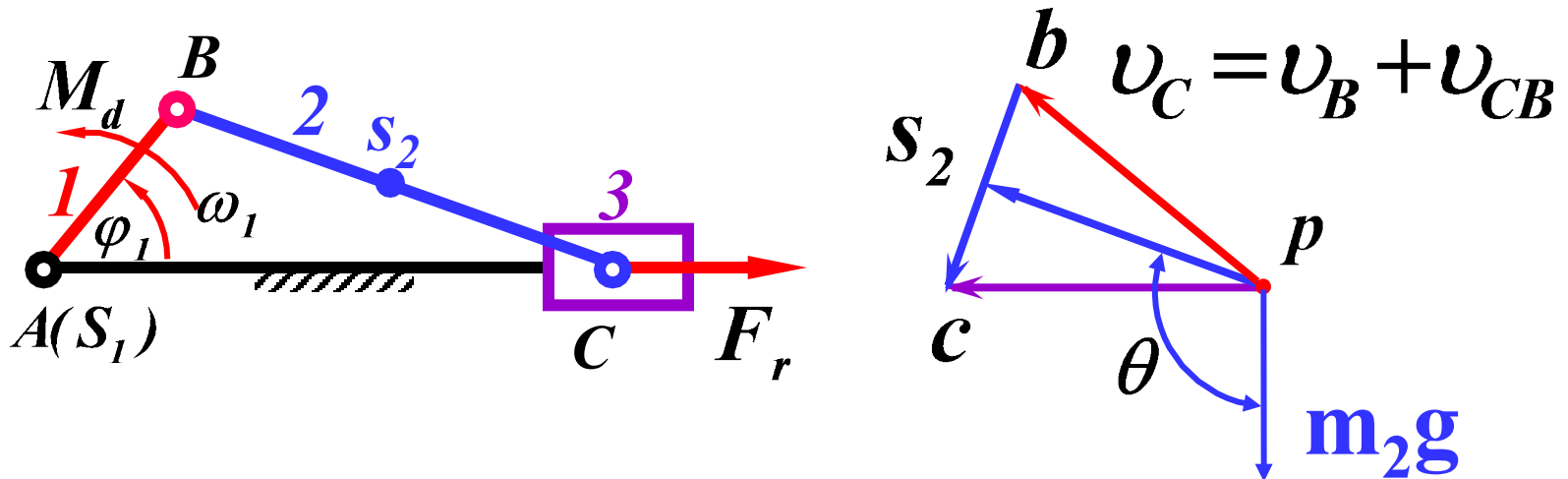
建立依据：  $dE = dW = Ndt$

$$E = \frac{1}{2} J_{S_1} \omega_1^2 + \frac{1}{2} J_{S_2} \omega_2^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{S_2}^2 + \frac{1}{2} m_3 v_{S_3}^2$$

$$N = M_d \omega_1 + m_2 g v_{S_2} \cos \theta - F_r v_{S_3}$$

$$d \left[ \frac{1}{2} J_{S_1} \omega_1^2 + \frac{1}{2} J_{S_2} \omega_2^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{S_2}^2 + \frac{1}{2} m_3 v_{S_3}^2 \right]$$

$$= \left[ M_d \omega_1 + m_2 g v_{S_2} \cos \theta - F_r v_{S_3} \right] dt$$



$$d \left[ \frac{1}{2} J_{S1} \omega_1^2 + \frac{1}{2} J_{S2} \omega_2^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{S2}^2 + \frac{1}{2} m_3 v_{S3}^2 \right]$$

$$= \left[ M_d \omega_1 + m_2 g v_{S2} \cos \theta - F_r v_{S3} \right] dt$$

重写:  $\frac{1}{2} d \left\{ \left[ J_{S1} + J_{S2} \left( \frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2 + m_2 \left( \frac{v_{S2}}{\omega_1} \right)^2 + m_3 \left( \frac{v_{S3}}{\omega_1} \right)^2 \right] \omega_1^2 \right\}$

$$= \left[ M_d + m_2 g \frac{v_{S2}}{\omega_1} \cos \theta - F_r \frac{v_{S3}}{\omega_1} \right] \omega_1 dt$$

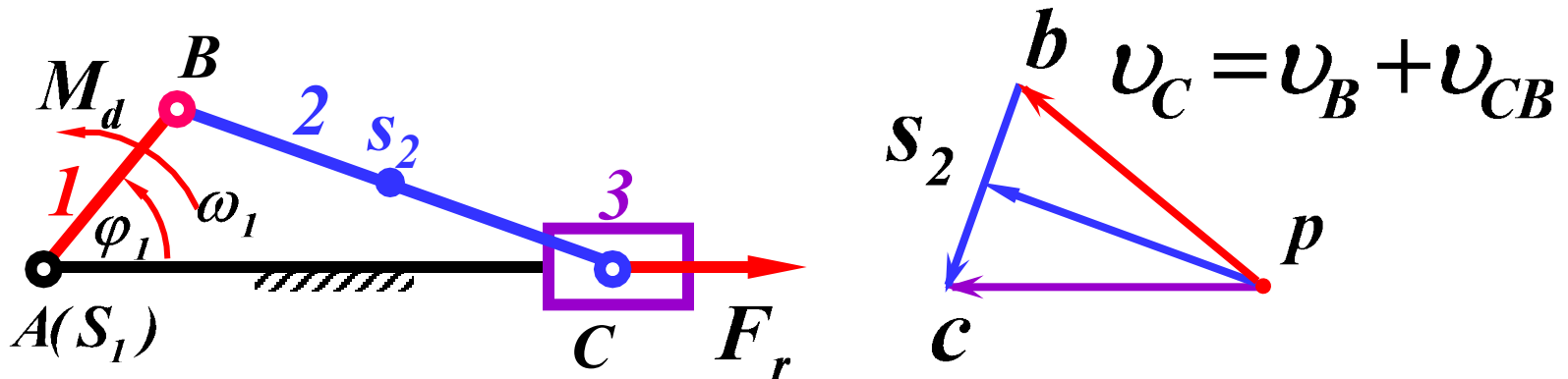
$$J_e = J_{S1} + J_{S2} \left( \frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2 + m_2 \left( \frac{v_{S2}}{\omega_1} \right)^2 + m_3 \left( \frac{v_{S3}}{\omega_1} \right)^2$$

$$M_e = M_d + m_2 g \frac{v_{S2}}{\omega_1} \cos \theta - F_r \frac{v_{S3}}{\omega_1} \quad \frac{1}{2} d(J_e \omega_1^2) = M_e \omega_1 dt$$

$$J_e = J_{S1} + J_{S2} \left( \frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2 + m_2 \left( \frac{v_{S2}}{\omega_1} \right)^2 + m_3 \left( \frac{v_{S3}}{\omega_1} \right)^2$$

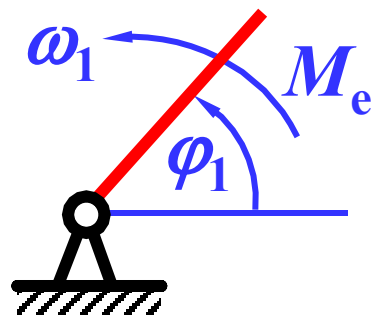
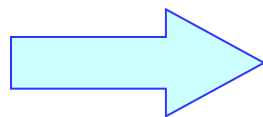
$$M_e = M_d + m_2 g \frac{v_{S2}}{\omega_1} \cos \theta - F_r \frac{v_{S3}}{\omega_1}$$

$$\frac{1}{2} d(J_e \omega_1^2) = M_e \omega_1 dt$$





$$\frac{1}{2}d(J_e\omega_1^2) = M_e\omega_1 dt$$

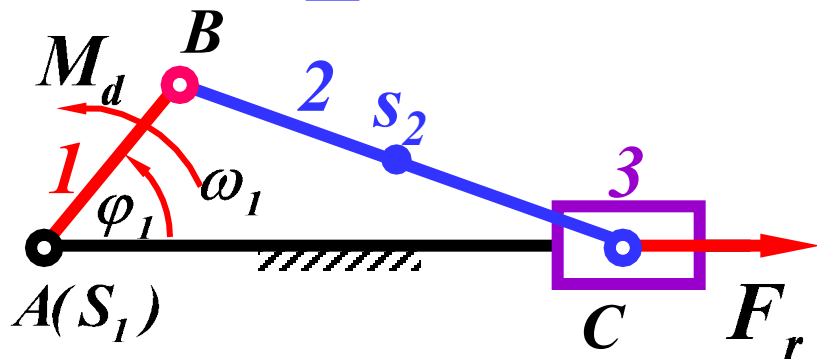


等效动力学模型

1为等效构件

$J_e$ 为等效转动惯量

$M_e$ 为等效力矩



关于等效构件：

是系统中的一个构件；

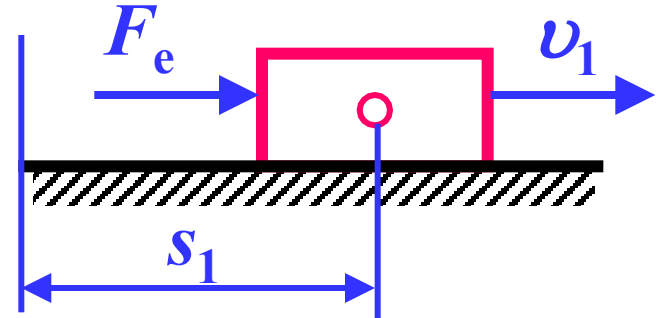
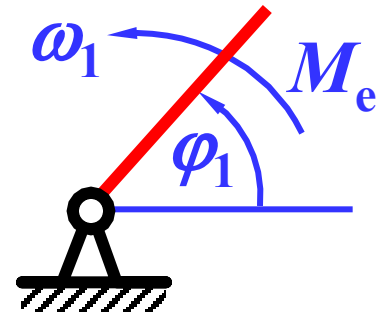
具有真实角速度(速度)；

具有假想的 $J_e$ 〔 $m_e$ 〕；

作用有假想的 $M_e(F_e)$ ；

具有与真实系统相同的动能和外力功。

只求单自由度系统的一个构件的真实规律。



## 10.2.2 等效量的计算

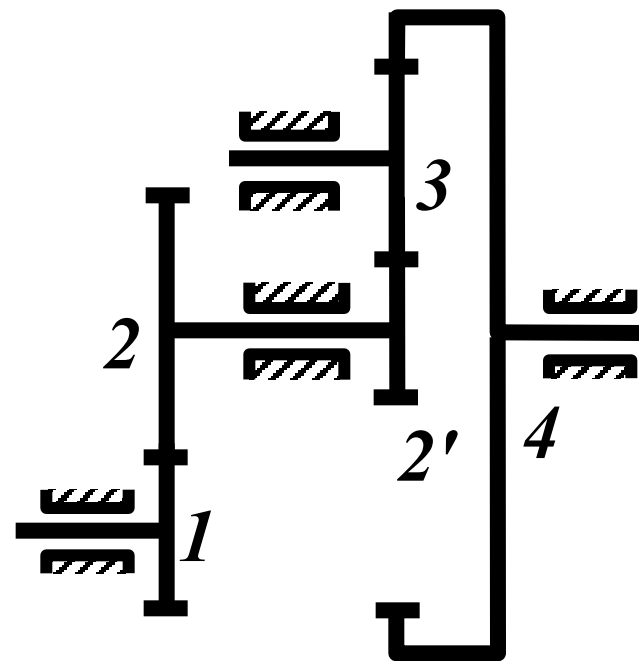
*Me(Fe) 计算原那么：功率相等；*

等效力(矩)的功率=系统中所有外力(矩)的功率

*Je(me) 计算原那么：动能相等。*

等效构件的动能=系统动能

**【教师例10-1】** 图示轮系各构件的质心均在其转轴上，3轮有3个，轮1上作用有驱动力矩 $M_1$ ，轮4上作用有阻力矩 $M_4$ ，又知各构件的齿数和转动惯量，以构件1为等效构件，求 $J_e$ 及 $M_e$ 。



**【解】** 1.求 $J_e$

$$\frac{1}{2}J_e\omega_1^2 = \frac{1}{2}J_1\omega_1^2 + \frac{1}{2}J_2\omega_2^2 + \frac{3}{2}J_3\omega_3^2 + \frac{1}{2}J_4\omega_4^2$$

$$J_e = J_1 + J_2\left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 + 3J_3\left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)^2 + J_4\left(\frac{\omega_4}{\omega_1}\right)^2$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/938005117067007002>