

非惯性系中的质点动力学

曾凡林

哈尔滨工业大学理论力学教研组



本讲主要内容

- 1、非惯性系中质点动力学的基本方程
- 2、非惯性系中质点动力学的应用
- 3、质点相对地球表面的运动微分方程
- 4、非惯性系中质点的动能定理

1、非惯性系中质点动力学 的基本方程

1、非惯性系中质点动力学的基本方程

$O'x'y'z'$ ——非惯性参考系

质点 M 受力 F 的作用，相对加速度为 a_r 。

$Oxyz$ ——惯性参考系

在惯性参考系内，有：

$$ma_a = F$$

由运动学点的加速度合成定理，知：

$$a_a = a_r + a_e + a_C$$

代入牛顿第二定律，得：

$$ma_r + ma_e + ma_C = F$$

令 $F_{Ie} = -ma_e$ 牵连惯性力

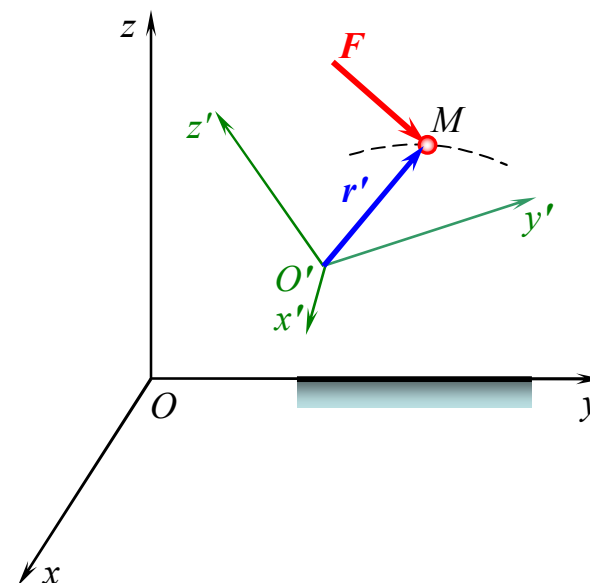
$F_{IC} = -ma_C$ 科氏惯性力

→ $ma_r = F + F_{Ie} + F_{IC}$

可以理解为在非惯性系中，对牛顿第二定律的修正项。在非惯性系中，这两个惯性力是真实存在的。

——非惯性系中的质点动力学基本方程

或质点相对运动动力学基本方程



在非惯性系内，上式写成微分方程形式

$$m \frac{d^2 \mathbf{r}'}{dt^2} = \mathbf{F} + \mathbf{F}_{Ie} + \mathbf{F}_{IC}$$

——非惯性系中的质点运动微分方程
质点相对运动微分方程

其中 \mathbf{r}' 表示质点 M 在非惯性系中的矢径

$\frac{d^2 \mathbf{r}'}{dt^2}$ 是 \mathbf{r}' 对时间 t 的二阶相对导数

几种特殊情况

(1) 动参考系相对于定参考系作平移运动

$a_C = 0$ $F_{IC} = 0$ 因此，相对运动动力学基本方程为：

$$m \mathbf{a}_r = \mathbf{F} + \mathbf{F}_{Ie}$$

(2) 动参考系相对于定参考系作匀速直线平移运动

$a_C = a_e = 0$ $F_{IC} = F_{Ie} = 0$ 因此, 相对运动动力学基本方程为: $ma_r = F$

- 所有相对于惯性参考系作匀速直线平移的参考系都是惯性参考系。
- 发生在惯性参考系中的任何力学现象都无助于发觉该参考系本身的运动情况。

——经典力学的**相对性原理**

(3) 质点相对于动参考系静止

$a_r = 0, \quad v_r = 0$ $F_{IC} = 0$ 因此, 相对运动动力学基本方程为:

$$F + F_{Ie} = 0 \quad \text{——质点相对静止的平衡方程}$$

当质点在非惯性参考系中保持**相对静止**时, 作用在质点上的**力**与质点的**牵连惯性力**相互平衡。

(4) 质点相对于动参考系做等速直线运动

$a_r = 0$ 于是, 相对运动动力学基本方程为: $F + F_{Ie} + F_{IC} = 0$

在非惯性系中, 质点静止与质点做等速直线运动, 平衡条件不同。

——质点相对平衡方程