



航天器控制原理

第十二讲 姿态干扰力矩

主讲：刘莹莹

西北工业大学 精确制导与控制研究所





第十二讲 姿态干扰力矩

1、几种干扰力矩

2、干扰力矩的影响



航天器控制原理MOOC



1、几种干扰力矩

作用于航天器的扰动力矩有：

气动力矩

太阳辐射力矩

重力梯度力矩

磁力矩

扰动力矩是相对的，在有些情况下可把上述扰动力矩作为姿态稳定力矩，如重力梯度稳定、磁稳定等。



(1) 气动力矩

$$\vec{f}_D = -\frac{1}{2}C_D \frac{S}{m} \rho V \vec{V}$$

$$\vec{F}_D = -\frac{1}{2}C_D S \rho V \vec{V}$$

$$\vec{M}_D = \vec{L}_D \times \vec{F}_D$$



(2) 太阳辐射力矩

$$\vec{f}_R = -kC_R\rho_{SR}\left(\frac{S_R}{m}\right)\vec{r}_s$$

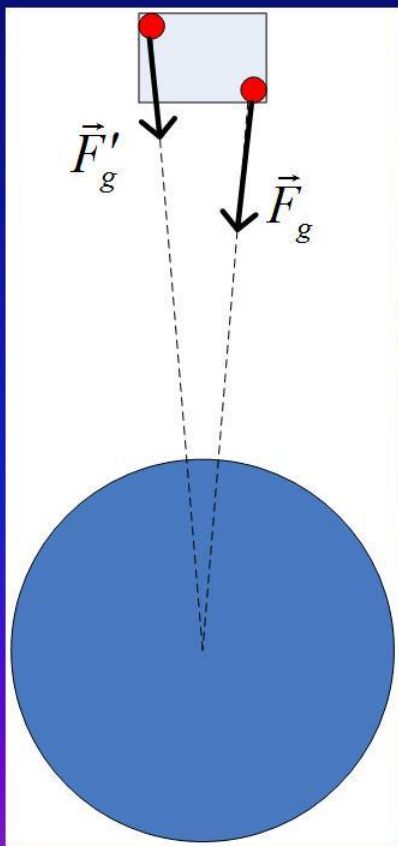
$$\vec{F}_R = -kC_R\rho_{SR}S_R\vec{r}_s$$

$$\vec{M}_R = \vec{L}_R \times \vec{F}_R$$



(3) 重力梯度力矩

重力梯度力矩是因航天器各部分质量具有不同重力而产生的。



$$\vec{M}_g = \begin{bmatrix} \frac{3\mu}{r^3} (I_z - I_y) \varphi \\ \frac{3\mu}{r^3} (I_z - I_x) \theta \\ 0 \end{bmatrix}$$

(4) 磁干扰力矩



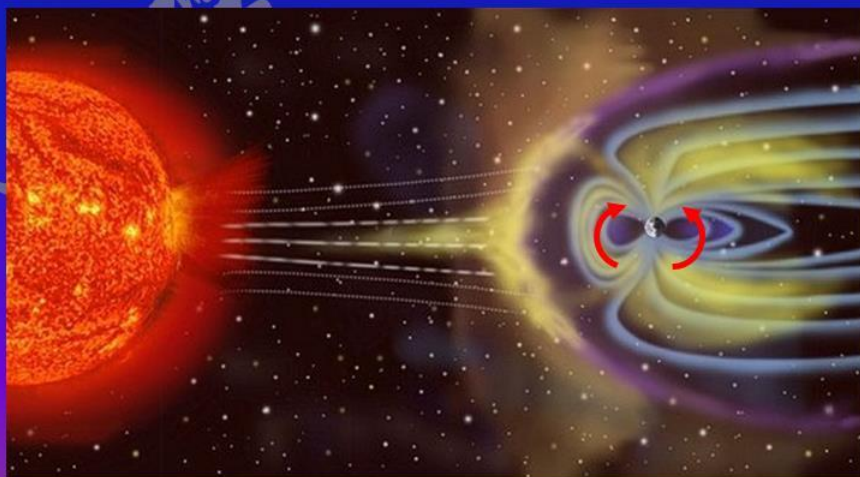
磁干扰力矩是由航天器的磁特性和环境磁场相互作用而产生的。

$$\vec{M}_M = \vec{P} \times \vec{B}$$

地球磁场近似于偶极子磁场，太阳风将地磁场屏蔽在地球周围一定空间范围内。

地磁场模型

IGRF(International
Geomagnetic
Reference Field)





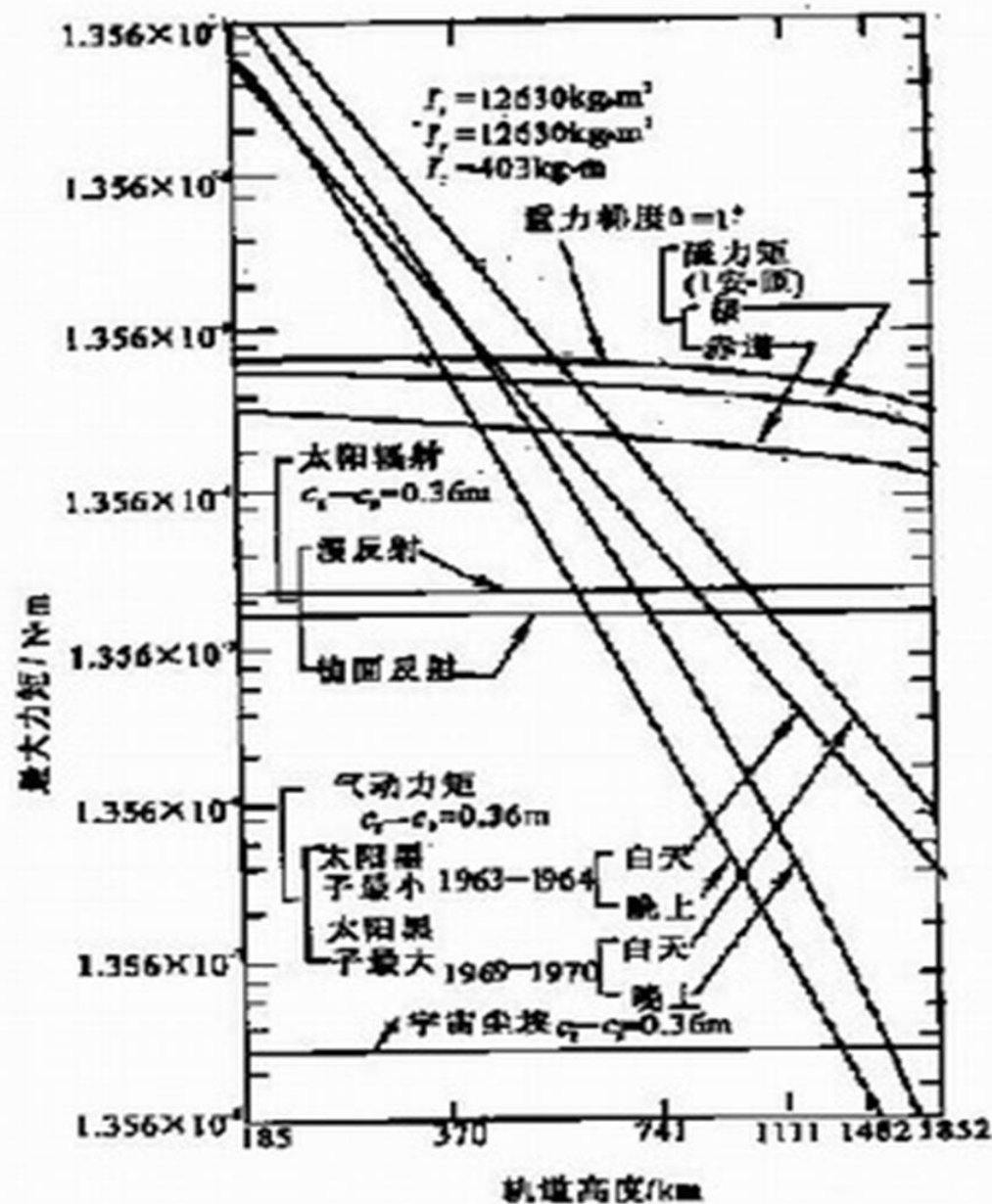
2、干扰力矩的影响

在低轨道占优势的力矩是气动力矩。

在中高度的轨道主要扰动力矩是重力梯度力矩。

在高轨道是重力梯度力矩和太阳辐射力矩。







对轨道高度为1000km，且两翼具有刚性较强的太阳帆板的航天器来说，比较典型的扰动力矩可以综合表达为：

$$\vec{M}_d = \begin{bmatrix} 10^{-5}(3\cos\omega_0 t + 1) \\ 10^{-5}(1.5\sin\omega_0 t + 3\cos\omega_0 t) \\ 10^{-5}(3\sin\omega_0 t + 1) \end{bmatrix} Nm$$

姿态扰动力矩在绝对值上不一定很大，但是它们作用于航天器的时间长，成为影响航天器姿态精度的重要因素。