



西安电子科技大学  
XIDIAN UNIVERSITY

# 航天器控制原理



冯冬竹

电话: 13389281325

邮箱: [dzhfeng@xidian.edu.cn](mailto:dzhfeng@xidian.edu.cn)

空间科学与技术学院 导航控制系



西安电子科技大学  
XIDIAN UNIVERSITY

# 目录

CONTENTS

01

绪论

02

航天器的轨道与轨道力学

03

航天器的姿态运动学和动力学

04

航天器姿态控制系统的组成与分类

05

航天器的被动姿态控制系统

06

航天器主动姿态稳定系统



# 航天器的被动姿态控制系统

01

自旋卫星的稳定性和章动性

02

自旋卫星的章动阻尼

03

双自旋卫星稳定系统

04

重力梯度稳定系统

05

重力梯度稳定卫星的天平动阻尼

06

重力梯度稳定系统的伸展杆

07

其他被动姿态稳定系统



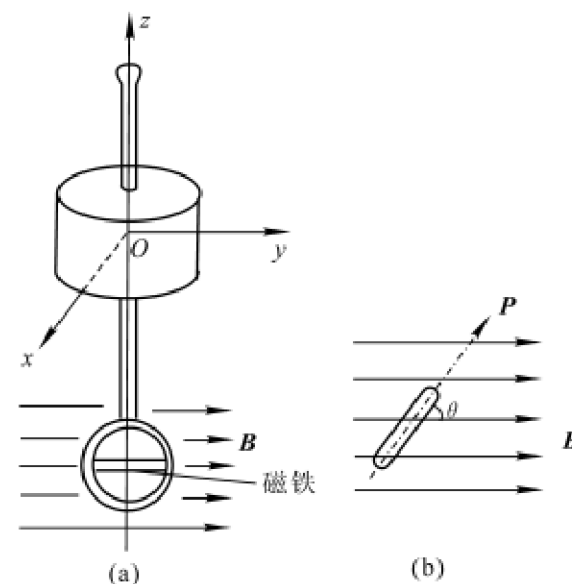
西安电子科技大学  
XIDIAN UNIVERSITY

## 第七讲 · 其他被动姿态稳定系统



## □ 磁稳定系统

- 所有磁稳定航天器都是根据磁力矩的原理实现稳定的。被动磁稳定，一般是在航天器上安装产生磁矩的永久磁铁和线圈。由于星上磁矩与地磁场相互作用，便产生磁力矩，使航天器的姿态在轨道上沿地磁场方向稳定，或者用作为其他控制力矩。
- 给线圈通电与地磁场相互作用也会产生磁力矩，可用这种力矩来克服经常性干扰。





## □ 太阳辐射压力稳定和气动稳定系统

- 太阳辐射压力稳定使航天器对太阳定向，而气动稳定可使航天器沿轨道速度方向定向，其定向精度中等。



## □ 组合被动稳定系统

- 把上述稳定方式适当地组合起来，构成组合被动稳定系统，例如组合采用磁稳定和重力梯度稳定，但一般是在特殊情况下才采用。



- 半被动稳定系统需要消耗少量星上的功率。为此，航天器需要有存储或积累起来的能源，其他方面与被动系统完全一样。





- ✓ 重力梯度加惯性轮：利用重力梯度实现俯仰和滚动两轴稳定，而在俯仰轴上装一个恒值动量轮实现偏航稳定，同时也改善滚动轴的稳定性能。这种系统通常适用于三轴稳定和对地定向，以及要求简单位置保持的卫星。
- ✓ 重力梯度加控制力矩陀螺：重力梯度和控制力矩陀螺组合使用，实现三轴稳定和对地定向。控制力矩陀螺还起天平动阻尼作用。
- ✓ 重力梯度加增强式磁阻尼：这种形式也属于这种半被动稳定系统。

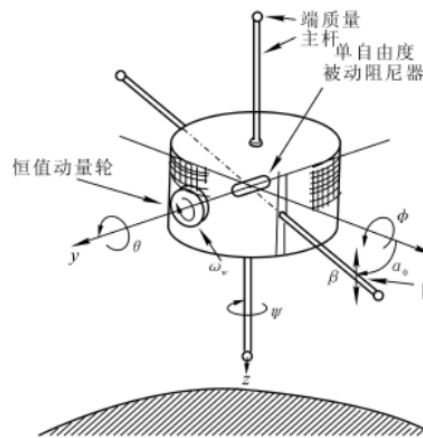


图 5 25 重力梯度加惯性轮

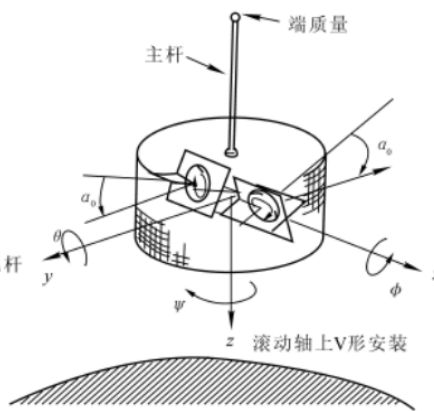


图 5 26 重力梯度加控制力矩陀螺



控制方式	自然力矩	功耗或燃料	控制逻辑	姿态敏感器	构成实例	允许初始角速度 ( $^{\circ}/s$ )	允许初始姿态角 ( $^{\circ}$ )	指向精度 ( $^{\circ}$ )	稳定角速度 ( $^{\circ}/s$ )	进入稳定状态时间
被动	有	无	无	无	自旋	$1\sim 10$	任意	$10\sim 0.1$	$10\sim 100$	$(10\sim 100)\text{min}$
					重力梯度	$(2\sim 3)\omega_o$	任意	$10\sim 1$	$(1\sim 5)\omega_o$	$(10\sim 100)T_o$
					磁稳定	$1\sim 10$	任意	$10\sim 1$	$(1\sim 3)\omega_o$	$(10\sim 100)T_o$
					太阳辐射/气动	$< \omega_o$	受限	$10\sim 1$	$(1\sim 3)\omega_o$	$(10\sim 100)T_o$



西安电子科技大学  
XIDIAN UNIVERSITY



# THANKS



029-81891860



[dzhfeng@xidian.edu.cn](mailto:dzhfeng@xidian.edu.cn)

