双自旋卫星的姿态稳定性判据

凌德海

提　要　本文推证了一个双自旋卫星的姿态稳定性新判据。判据的论证基于没有活动部件但有能量耗散的半刚体概念，并且采用了有关系统稳定性的李雅普诺夫方法。然后，将这个结论同 Iorillo、Landon、Likins 采用离散参数法和能沉法所得到的结论进行了比较[1]—[4]。

一、问题的提出

卫星或空间探测器通过自旋实现姿态稳定，是一项重要的技术，在空间开发的早期，人们应用刚体模型来讨论自旋稳定。我们知道，对于刚体来说，绕最大惯量主轴或最小惯量主轴自旋都是稳定的。美国第一颗人造卫星，应用了这一概念，绕最小惯量轴自旋。但进入飞行后不久，由于鞭状天线耗能影响，卫星发生了翻滚运动，自旋轴从最小惯量轴逐渐转移到最大惯量轴。这样，刚体概念在卫星姿态稳定设计中不再适用。从而引入了能量耗散的半刚体概念。半刚体只有绕它的最大惯量轴旋转才是稳定的，称为最大轴原则。

当然这种自旋卫星有明显的缺点：因所有部件都参加自旋而无法装配定向敏感器和天线，加上大惯量轴稳定条件，导致运载火箭外壳的尺寸限制转子的直径，从而限制自旋飞行器的大小。因此需要发展由定向平台和转子组合起来的飞行器。这样的设计既能保持自旋抗干扰的优点，又允许用一个定向平台来设置科学仪表和天线等，这就产生了双自旋体。[1]

60年代后期，美国空军要求探讨适合这种卫星的稳定性判据，当时人们已经发现，最大轴原则不适用于双自旋体，于是追求稳定性的严格论证，Likins[2]，Pringle[3] 和 Iorillo[4] 各自得到一些结果，Roberson[5] 在总结美国关于空间飞行器姿态控制研究廿年（1957—1977）所取得的成就时，认为这是这个时期姿态控制研究的重要成果之一。

本文利用能量耗散的半刚体概念，利用李雅普诺夫方法，在不要求惯量对称的条件下，论证了最大轴原则是单自旋半刚体全局渐近稳定的充分必要条件，然后推证获得双自旋半刚性卫星稳定性的新判据，最后对 Iorillo, landon 和 likins 采用的离散参数法和能沉近似法给出的稳定性判据提出商榷意见。

本文1982年2月15日收到

二、单自旋半刚性卫星的稳定性判据

设半刚性卫星的主轴系为 $oxyz$，其中 oz 轴为最大惯量主轴，三个主惯量分别为 I_x、I_y、I_z。星体角速度 $\overline{\omega}$ 在 $oxyz$ 中的方向余弦为 u_1、u_2、u_3，动量矩为 J，动能为 T。于是系统动量矩守恒

$$J^2=I_x^2\omega_x^2+I_y^2\omega_y^2+I_z^2\omega_z^2$$
$$=I_z^2\left[\left(\frac{I_x^2}{I_z^2}-1\right)u_1^2+\left(\frac{I_y^2}{I_z^2}-1\right)u_2^2+1\right]\omega^2 \tag{1}$$

系统的动能 T

$$2T=I_z\left[\left(\frac{I_x}{I_z}-1\right)u_1^2+\left(\frac{I_y}{I_z}-1\right)u_2^2+1\right]\omega^2 \tag{2}$$

由 (1) 和 (2) 得

$$\frac{2I_zT}{J^2}-1=\frac{1}{J^2}\left[\frac{I_x}{I_z}\left(1-\frac{I_x}{I_z}\right)u_1^2+\frac{I_y}{I_z}\left(1-\frac{I_y}{I_z}\right)u_2^2\right]$$

令
$$A=\frac{I_x}{I_zJ^2}\left(1-\frac{I_x}{I_z}\right)、\quad B=\frac{I_y}{I_zJ^2}\left(1-\frac{I_y}{I_z}\right) \tag{3}$$

(3) 式左端是变量 u_1 和 u_2 的二元函数，记为 $V(u_1,u_2)$

于是
$$V(u_1,u_2)=Au_1^2+Bu_2^2$$

首先证明最大轴原则的充分性。由已知条件 $I_x<I_z$，$I_y<I_z$

知 $A>0$，$B>0$ (4)

另一方面由耗能假设，知道

$$\dot{V}=\frac{2I_z}{J^2}\dot{T}<0 \tag{5}$$

这样 $u_1=0$，$u_2=0$ 时，$V(u_1,u_2)=0$，即是系统的平衡位置。并且 $V(u_1,u_2)$ 正定，全导数负定，故函数 $V(u_1,u_2)$ 是系统的李氏函数，系统是渐近稳定的。由于参数 u_1,u_2 所对应的 $\omega_x,\omega_y,\omega_z$ 的选择沒有区域的限制，故系统是全局渐近稳定的。

$u_1=0$，$u_2=0$ 正好对应于 z 轴，同动量矩的方向一致，这就是说单自旋半刚性卫星，由于耗能的影响，最终卫星的自旋轴将同动量矩的恒定方向相重合，这就证明了最大轴原则的充分性。

现在证明最大轴原则的必要性。先讨论最小惯量轴的情形，即假设 z 轴是最小惯量轴，有 $I_x>I_z$ 和 $I_y>I_z$，相应有 $A<0$, $B<0$, 此时函数 $V(u_1,u_2)$ 是负定函数，并且全导数负定，根据李雅普诺夫关于系统不稳定的定理，可以断定此时系统是不稳定的。

对于中间惯量轴情形，不妨设 $A>0$，$B<0$ 此时函数

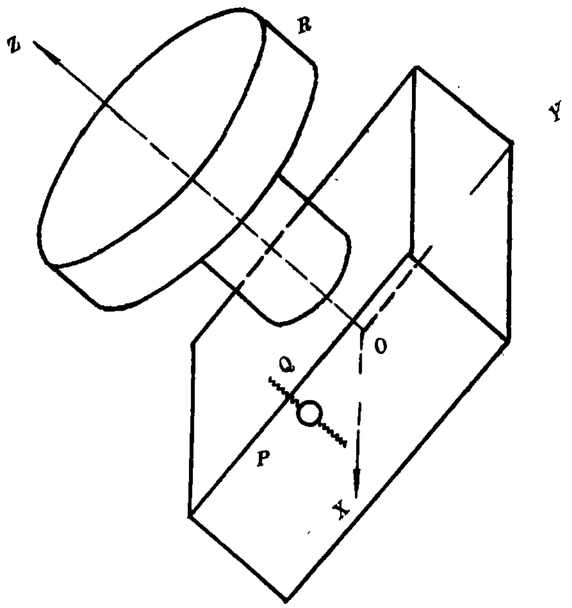
$$V(u_1,u_2)=Au_1^2+Bu_2^2$$

在原点 $u_1=0$，$u_2=0$ 任意小的邻域中，总可以找到一个区域 Ω 使 $V(u_1,u_2)<0$；$(u_1、u_2)\in\Omega$. 另一方面由(5) 知道 $\dot{V}<0$，根据切塔耶夫关于不稳定的定理[6]，可以断定系

统在零点 $u_1=u_2=0$ 是不稳定的。利用类似方法可以证明，其它任何一条非最大惯量轴也是不稳定的。至此最大轴原则的充分必要性得到了证明。

三、双自旋半刚性卫星的动力学模型

如图是卫星双自旋体，上部为圆形转子 R，下部为方形平台 P，平台内有章动阻尼器 Q，设 $oxyz$ 是平台的主轴坐标系，Z 轴为转子的自旋轴。在平台主轴系中，平台的



惯量参数为 I_x^P, I_y^P, I_z^P，转子的惯量参数为 I_x^R, I_y^R, I_z^R，同时有平台的角速度参数为 $\omega_x^P, \omega_y^P, \omega_z^P$，转子的角速度参数为 $\omega_x^R, \omega_y^R, \omega_z^R$。由于双自旋体转子与平台的連接关系，自然有

$$\omega_x^P=\omega_x^R,\ \ \omega_y^P=\omega_y^R$$

于是可以用统一记号 ω_x 和 ω_y 表示。

另外设

$$I_x^P+I_x^R=I_x$$

$$I_y^P+I_y^R=I_y$$

则转子的自旋动能 T_R 定义为

$$T_R=\frac{1}{2}I_z^R\omega_z^{R2} \tag{6}$$

双自旋体除去自旋动能以外的系统的动能，被称为平台系统的动能，记为 T_P。

于是有

$$T_P=\frac{1}{2}\left(I_x^P\omega_x^{P2}+I_y^P\omega_y^{P2}+I_z^P\omega_z^{P2}+I_x^R\omega_x^{R2}+I_y^R\omega_y^{R2}\right)$$

$$=\frac{1}{2}\left(I_x\omega_x^2+I_y\omega_y^2+I_z^P\omega_z^{P2}\right) \tag{7}$$

双自旋体的动量矩方程为

$$h^2=I_x^2\omega_x^2+I_y^2\omega_y^2+(I_z^P\omega_z^P+I_z^R\omega_z^R)^2 \tag{8}$$

其动能方程为

$$T=T_P+T_R \tag{9}$$

由 (8) 式得

$$I_z^P\omega_z^P=\sqrt{h^2-I_x^2\omega_x^2-I_y^2\omega_y^2}-I_z^R\omega_z^R \tag{10}$$

同 (9) 式联立并利用 (6) 和 (7) 得

$$2I_z^PT=I_z^PI_x\omega_x^2+I_z^PI_y\omega_y^2+\left(\sqrt{h^2-I_x^2\omega_x^2-I_y^2\omega_y^2}-I_z^R\omega_z^R\right)^2+I_z^PI_z^R\omega_z^{R2} \tag{11}$$

引入动能记号 T_0，表示 $\omega_x=\omega_y=0$时系统的动能，于是有

$$2I_z^PT_0=(h-I_z^R\omega_z^R)^2+I_z^PI_z^R\omega_z^{R2} \tag{12}$$

下面我们将任意时刻的动能 T 与 T_0 相比较有

$$2I_z^P(T-T_0)=I_z^PI_x\omega_x^2+I_z^PI_y\omega_y^2+\left(\sqrt{h^2-I_x^2\omega_x^2-I_y^2\omega_y^2}-I_z^R\omega_z^R\right)^2-(h-I_z^R\omega_z^R)^2=\left(\frac{I_z^P}{I_x}-1\right)I_x^2\omega_x^2$$

$$+\left(\frac{I_z^P}{I_y}-1\right)I_y^2\omega_y^2+2I_z^R\omega_z^R\left(h-\sqrt{h^2-I_x^2\omega_x^2-I_y^2\omega_y^2}\right) \tag{13}$$

注意到

$$h-\sqrt{h^2-I_x^2\omega_x^2-I_y^2\omega_y^2}=h-\sqrt{\left(h-\frac{I_x^2\omega_x^2+I_y^2\omega_y^2}{2h}\right)^2}$$

$$+\sqrt{h^2-I_x^2\omega_x^2-I_y^2\omega_y^2+\left(\frac{I_x^2\omega_x^2+I_y^2\omega_y^2}{2h}\right)^2}-\sqrt{h^2-I_x^2\omega_x^2-I_y^2\omega_y^2}$$

$$=\frac{I_x^2\omega_x^2+I_y^2\omega_y^2}{2h}+\left[\sqrt{h^2-I_x^2\omega_x^2-I_y^2\omega_y^2+\left(\frac{I_x^2\omega_x^2+I_y^2\omega_y^2}{2h}\right)^2}-\sqrt{h^2-I_x^2\omega_x^2-I_y^2\omega_y^2}\right] \tag{14}$$

将 (14) 代入 (13) 再化简得

$$2I_z^P(T-T_0)=\left(\frac{I_z^P}{I_x}+\frac{I_z^R\omega_z^R}{h}-1\right)I_x\omega_x^2+\left(\frac{I_z^P}{I_y}+\frac{I_z^R\omega_z^R}{h}-1\right)I_y\omega_y^2$$

$$+2I_z^R\omega_z^R\left[\sqrt{h^2-I_x^2\omega_x^2-I_y^2\omega_y^2+\left(\frac{I_x^2\omega_x^2+I_y^2\omega_y^2}{2h}\right)^2}-\sqrt{h^2-I_x^2\omega_x^2-I_y^2\omega_y^2}\right] \tag{15}$$

四、双自旋半刚性卫星的稳定性判据

称 $\varDelta T(\omega_x,\omega_y)=T-T_0$ 为相对动能函数，它是 ω_x、ω_y 的二元函数，现在我们利用它来构造李雅普诺夫函数，幷建立稳定性判据。

当 $\omega_x=\omega_y=0$ 时，利用 (15) 式可以得到

$$\varDelta T(\omega_x,\omega_y)=\varDelta T(0,0)=0$$

再令

$$A=\frac{I_z^P}{I_x}+\frac{I_z^R\omega_z^R}{h}-1$$

$$B=\frac{I_z^P}{I_y}+\frac{I_z^R\omega_z^R}{h}-1 \tag{16}$$

得到

$$\varDelta T(\omega_x,\omega_y)=\frac{I_x}{2I_z^P}A\omega_x^2+\frac{I_y}{2I_z^P}B\omega_y^2+\varepsilon(\omega_x,\omega_y) \tag{17}$$

其中

$$\varepsilon(\omega_x,\omega_y)=\frac{I_z^R\omega_z^R}{I_z^P}\left(\sqrt{h^2-I_x^2\omega_x^2-I_y^2\omega_y^2+\left(\frac{I_x^2\omega_x^2+I_y^2\omega_y^2}{2h}\right)^2}-\sqrt{h^2-I_x^2\omega_x^2-I_y^2\omega_y^2}\right) \tag{18}$$

其中 $\varepsilon(\omega_x,\omega_y)$ 是正定函数，幷且是 ω_x、ω_y 的高于二阶的项。这就是说，当 $A>0$、$B>0$ 时，$\varDelta T$ 在全局正定。而当 $A<0$、$B<0$ 时，$\varDelta T$ 在局部负定，倘不能肯定在全局负定。因此可以得到双自旋半刚性卫星的基本稳定性判据：

判据 I

$$A>0,\quad B>0 \tag{19}$$

$$\varDelta\dot{T}<0 \tag{20}$$

判据 II

$$A<0,\quad B<0 \tag{21}$$

$$\varDelta\dot{T}>0 \tag{22}$$

下面我们对判据 I 的两条件进行较深入的分析。

由 (19) 式利用 (16) 得等价条件

$$\omega_z^R>\frac{I_z^P}{I_z^R}\left(\frac{1}{I_z^P}-\frac{1}{I_x}\right)h \tag{23}$$

对于(23)式，如果 $I_z^P>I_x$ 即类似于大惯量轴条件，不等式是自然成立的。而如果 $I_z^P<I_x$ 则可以提高转子自旋角速度 ω_z^R 来实现 (23) 式。

现在讨论能量耗散条件(20)，由 (9) 式知道总动能的耗散率等于平台系统的动能耗散率与转子动能耗散率之和

$$\dot{T}=\dot{T}_P+\dot{T}_R \tag{24}$$

其中

$$\dot{T}_R=I_z^R\omega_z^R\dot{\omega}_z^R$$

由（12）式不难得

$$\dot{T}_0=\left(1-\frac{h-I_z^R\omega_z^R}{I_z^P\omega_z^R}\right)\dot{T}_R \tag{25}$$

$$\Delta\dot{T}=\dot{T}_P+\dot{T}_R-\dot{T}_0=\dot{T}_P+\frac{h-I_z^R\omega_z^R}{I_z^P\omega_z^R}\dot{T}_R<0 \tag{26}$$

注意到$\dot{T}_R<0$，则(26)式可以化为

$$\frac{I_z^P\dot{T}_P}{I_z^R\dot{T}_R}>1-\frac{h}{I_z^R\omega_z^R} \tag{27}$$

下面进一步讨论(27)式成立的充分条件，讨论时自然假定

$\dot{T}_P<0$，$\dot{T}_R<0$ 和不失一般性假定 $\omega_z^R>0$。

如果 $\omega_z^P\geqslant0$，则(27)式右端

$$1-\frac{h}{I_z^R\omega_z^R}=1-\sqrt{\left(1+\frac{I_z^P\omega_z^P}{I_z^R\omega_z^R}\right)^2+\left(\frac{I_x^2\omega_x^2+I_y^2\omega_y^2}{I_z^{R2}\omega_z^{R2}}\right)}<0$$

此时(27)式是自然成立的。

而对于 $\omega_z^P<0$ 时

$$1-\frac{h}{I_z^R\omega_z^R}<-\frac{I_z^P\omega_z^P}{I_z^R\omega_z^R}$$

此时(27)式的充分条件成为

$$\frac{\dot{T}_P}{\dot{T}_R}>-\frac{\omega_z^P}{\omega_z^R} \tag{28}$$

这个条件对于 $\omega_z^P>0$ 的情况也是适用的。

如果利用能量关系（6）式和（7）式得

$$|\omega_z^P|\leqslant\sqrt{\frac{2T_P}{I_z^P}},\quad \omega_z^R=\sqrt{\frac{2T_R}{I_z^R}}$$

代入(28)式得放宽条件

$$\frac{\dot{T}_P}{\dot{T}_R}>\sqrt{\frac{2T_P}{I_z^P}}\Bigg/\sqrt{\frac{2T_R}{I_z^R}}=\sqrt{\frac{I_z^RT_P}{I_z^PT_R}}$$

或写成

$$\frac{\sqrt{I_z^P}\,|\dot{T}_P|}{\sqrt{T_P}}>\frac{\sqrt{I_z^R}\,|\dot{T}_R|}{\sqrt{T_R}} \tag{29}$$

上式的物理意义是十分明显的，系统稳定则要求平台同转子相比有较大的自旋惯量矩，较小的动能和较大的能量耗散率。类似地可以讨论判据Ⅱ，此时要求对 ω_z^R 加以限制，并要求转子比平台有更大的能量耗散率，所以不是物理现实性条件，在此不作仔细探讨。

五、对美学者离参法和能沉法的商榷意见

美国宇航学者 Likins、Landon、Iorillo 采用离散参数法（简称离参法）和能量耗散法（简称能沉法）来研究双自旋卫星的稳定性问题，并建立了若干判据。下面我们指出这些方法的局限性，并将得到的判据与本文的结果进行比较。

1. 离参法 其主要缺点是数学模型复杂，阻尼形式局限，没有考虑转子耗能，和采用线性化方法等。根据本文判据Ⅰ可以获得离参法对一类特殊问题得到的三个重要结论。

(1) 假设平台是消旋的，即 $\omega_z^P=0$，此时近似有 $h=I_z^R\omega_z^R$，代入(16)可知(19)成立，代入(27)可知(20)成立，因此符合判据Ⅰ，故系统是稳定的，和离参法得到的结论一致。

(2) 假设转子是消旋的，即 $\omega_z^R=0$，代入(16)得到稳定性条件：

$$A=\frac{I_z^P}{I_x}-1>0,\quad B=\frac{I_z^P}{I_y}-1>0$$

即

$$I_z^P-I_x>0,\quad I_z^P-I_y>0 \tag{30}$$

由转子不耗能的假设，$\dot{T}_R=0$ 代入(27)可知(20)成立。因此(30)是平台带阻尼器的双自旋体的稳定性判据，和离参法得到的结论一致。

(3) 假设转子与平台不同向旋转。根据离参法得到的稳定性判据是：

$$\begin{aligned}&I_z^R\omega_z^R+\omega_z^P(I_z^P-I_x)>0\\&I_z^R\omega_z^R+\omega_z^P(I_z^P-I_y)>0\end{aligned} \tag{31}$$

现在根据本文判据Ⅰ来进行推证，由(19)得到等价条件：

$$\begin{aligned}&I_z^R\omega_z^R>\left(1-\frac{I_z^P}{I_x}\right)h\\&I_z^R\omega_z^R>\left(1-\frac{I_z^P}{I_y}\right)h\end{aligned} \tag{32}$$

利用近似关系 $h=I_z^R\omega_z^R+I_z^P\omega_z^P$ 代入(32)并作适当化简得到与(31)式相同的结果。

当然利用本文判据Ⅰ，还需要验证耗能条件(20)。由于此时假设转子耗能为零，(27)式成立，也就自然满足条件(20)。

由于本文判据是在简单模型、一般阻尼、考虑转子耗能和采用非线性方法获得的，它可能具有更广泛的适用范围，并且在特定条件下，可以得到离参法所得到的结果。当然离参法在建立双自旋系统的动力学方程，描述系统的动态过程，选择系统的惯量参数与阻尼系数，解决该系统的初步设计的各个方面仍然不失为有价值的研究方法，对它的作用不应该低估。

2. 能沉法 其主要缺点是假设平台和转子都是对称的。这一假设对于转子来说是现实的，而对于平台来说则是苛刻的。另外假设转子和平台不发生耦合，这对于绕 Z 轴的转动是近似成立的，而对于绕横向轴的运动是不成立的。最后是平台和转子的耗能概

念尚有含糊不清之处。

现在着重对后二方面缺点进行讨论。因为假设平台和转子是轴对称的，系统总动量矩可写成

$$h^2=(I_z^R\omega_z^R+I_z^P\omega_z^P)^2+(I_\eta\omega_\eta)^2 \tag{33}$$

其中 I_η 是双自旋体的横向转动惯量，ω_η 是横向角速度，总的旋转能量为T

$$2T=I_\eta\omega_\eta^2+I_z^R\omega_z^{R2}+I_z^P\omega_z^{P2} \tag{34}$$

令

$$\lambda_0=\frac{I_z^P\omega_z^P+I_z^R\omega_z^R}{I_\eta}$$

$$\lambda_P=\lambda_0-\omega_z^P,\ \lambda_R=\lambda_0-\omega_z^R \tag{35}$$

将(33)和(34)微分并联立可得

$$\dot{T}=-I_z^P\lambda_P\dot{\omega}_z^P-I_z^R\lambda_R\dot{\omega}_z^R \tag{36}$$

(36)式形式上把能量耗散分解为两部分$\dot{T}_P^*$和$\dot{T}_R^*$，$\dot{T}=\dot{T}_P^*+\dot{T}_R^*$

其中 $\dot{T}_P^*=-I_z^P\lambda_P\dot{\omega}_z^P$，$\dot{T}_R^*=-I_z^R\lambda_R\dot{\omega}_z^R$.

能沉法认为，$\dot{T}_P^*$和$\dot{T}_R^*$分别表示平台和转子的能量耗散率，这是不正确的。因为根据(35)式$\dot{T}_P^*$和$\dot{T}_R^*$通过λ_0与ω_z^P和ω_z^R都有关系，即$\dot{T}_P^*$和$\dot{T}_R^*$通过横向运动间接存在耦合。下面通过数学公式的推演可以更明白地说明问题。

如果将系统分解为平台和转子两部分，I_η^P和I_η^R分别表示平台和转子的横向转动惯量，则平台和转子两部分动能T_P^0和T_R^0分别为：

$$2T_P^0=I_\eta^P\omega_\eta^2+I_z^P\omega_z^{P2}$$
$$2T_R^0=I_\eta^R\omega_\eta^2+I_z^R\omega_z^{R2} \tag{37}$$

对t求导得

$$\dot{T}_P^0=I_\eta^P\omega_\eta\dot{\omega}_\eta+I_z^P\omega_z^P\dot{\omega}_z^P$$
$$\dot{T}_R^0=I_\eta^R\omega_\eta\dot{\omega}_\eta+I_z^R\omega_z^R\dot{\omega}_z^R \tag{38}$$

由(33)式对t求导得

$$\omega_\eta\dot{\omega}_\eta+\frac{\lambda_0}{I_\eta}(I_z^R\dot{\omega}_z^R+I_z^P\dot{\omega}_z^P)=0 \tag{39}$$

代入(38)式得

$$\dot{T}_P^0=-\frac{I_\eta^P}{I_\eta}\lambda_0(I_z^R\dot{\omega}_z^R+I_z^P\dot{\omega}_z^P)+I_z^P\omega_z^P\dot{\omega}_z^P \tag{40}$$

将(40)与下式(41)

$$\dot{T}_P^*=-I_z^P\lambda_0\dot{\omega}_z^P+I_z^P\omega_z^P\dot{\omega}_z^P \tag{41}$$

相比较，不难得到$\dot{T}_P^*=\dot{T}_P^0$ 成立的条件是

$$\frac{I_z^P\dot{\omega}_z^P}{I_\eta^P}=\frac{I_z^R\dot{\omega}_z^R}{I_\eta^R} \tag{42}$$

显然在一般情况下，(42)式是不成立的，即在一般情况下$\dot{T}_P^*=\dot{T}_P^0$也是不成立的。如果讨论$\dot{T}_R^*$和$\dot{T}_R^0$相等的条件，同样可以得到(42)式，即$\dot{T}_R^*=\dot{T}_R^0$一般也是不成立的。由此可见，$\dot{T}_P^*$和$\dot{T}_R^*$不等同于平台和转子的能量耗散率。

本文判据所应用的耗能概念与能沉法的区别是：

1. 将双自旋体的总能分解为转子自旋动能和平台系统（包括转子横向运动）的动能，而能沉法将系统分解为转子动能和平台动能。

2. 本文判据所应用的耗能概念明确，物理意义清楚。而能沉法中引用的耗能概念，即$\dot{T}_P^*$和$\dot{T}_R^*$的定义，尙有含糊不清之处。

作者在本文中所进行的论证和评述，可能有错误或不当之处，請专家和同志们批评指正。

参 考 文 献

[1] Kaplan, M.H., "Modern Spacecraft Dynamics and Control", 1976. PP62-PP64, PP175-PP188. (有中译本)

[2] Likins, P. W., "Attitude Stability Criteria for Dual Spin Spacecraft", Journal of Spacecraft and Rockets, Vol. 4, No. 12, Dec. 1967, PP1638-1643.

[3] Pringle, R., Jr., "Stability of the Force-Free Motion of a Dual-spin Spacecraft", AIAA Journal Vol. 7, No.6, June. 1969, PP1054-1063.

[4] Iorillo, A. J., "Nutation Damping Dynamics of Axisymmetric Rotor Stabilized Satellites", Presented at the ASME winter Meeting, Chicago, Nov. 1965.

[5] Roberson, R.E., "Two Decades of Spacecraft Attitude control", Journal of Guidance and control", Vo1.2, No.1, JAN-FEB. 1979.

[6] 许淞庆，常微分方程稳定性理论，上海科学技术出版社，1962. PP56.

Atitude Stability Criteria for Dual Spin Satellite

Ling De-hai

Abstract

A New Attitude stability criteria for Dual spin Satellite is developed in this paper.

The argument of this Criteria is based on a concept of Semirigid which has no moving parts but dissipates energy and also by means of Lyapunov method about system stability. Then this conclnsion is compared with conclnsions from a discrebe parameter approach and an energy sink approach developed by Iorillo, Landon and Likins[1]—[4].