

西北工业大学 2007 年硕士研究生入学考试试题

试题名称：惯性导航原理 A 卷

试题编号：474

说明：第一至第四题是必答题，可任意选做第五或第六题，
答题一律写在答题纸上。满分为 150。

第 1 页 共 3 页

一、填空题（每空 1.5 分，共 54 分）

1. 单轴伺服转台试验中，转台的定位基准有两种：(1) 定位和 (2) 定位，陀螺控制转台旋转，使陀螺的输出等于 (3)，转台的读数则反映陀螺的 (4) 误差。
2. 设自由陀螺位于赤道，初始时刻转子自转轴处于铅垂位置，则在 36 小时内，自转轴在 (5) 内翻转 (6) 圈，这种现象称陀螺的 (7) 运动。
3. 地球是不规则球体，有三种近似描述：(8)、(9)、(10)，惯导系统解算时常采用 (11) 作为地球模型。
4. 用加速度计测量升降型电梯的加速度，规定向上为正，不考虑误差。则当电梯静止时加速度计的 outputs 为 (12)；当电梯以加速度 a 向上运行时，加速度计的 outputs 为 (13)；当电梯匀速下降时，加速度计的 outputs 为 (14)；当电梯坠落时，加速度计的 outputs 为 (15)。
5. 跟踪 (16) 并以 (17) 为周期作自由振荡的现象称为休拉调谐，实现休拉调谐的摆称为 (18) 摆。若用单摆实现休拉调谐，则摆线长度应等于 (19)。
6. 惯导中将地球模型化为 (20) 球体。地球上某点处的曲率半径是指该点处分别在 (21) 和 (22) 两条平面曲线上的曲率半径。
7. 惯导系统的自主式初始对准利用 (23) 和 (24) 两个自然物理量作为参考基准，水平对准稳态精度取决于 (25)，方位对准稳态精度取决于 (26)。
8. 挠性陀螺仪的动态误差模型是指 (27) 运动条件下陀螺漂移的数学表达式，用来确定漂移与 (28) 速度及 (29) 度间的函数关系。该误差模型包括如下六项：(30) 误差，(31) 误差，(32) 误差，(33) 误差，(34) 误差，(35) 误差，其中 (36) 误差是最主要的误差项，必须补偿。

二、(24 分) 某星球的半径是地球半径的 2 倍，重力加速度是地球重力加速度的 $\frac{9}{8}$ 倍。求该星球上的休拉周期。

三、(24 分) 刚体作定点转动，设表征刚体从 A_0 位置旋转到 A_1 位置的四元数为 $Q = \cos \frac{\theta}{2} + \vec{u} \sin \frac{\theta}{2}$ 。

其中 θ 和 \vec{u} 分别表示从 A_0 到 A_1 的等效旋转所对应的旋转角和旋转方向上的单位向量。证明 $-Q$ 表征的旋转与 Q 表征的旋转相同。

四、(30 分) 设 e 为地球坐标系, 规定地理坐标系 G 的指向为东、北、天。某瞬时飞机飞至赤道上的

P 点, P 点的经度为东经 90° , 此时飞机的东向和北向速度分量分别为 V_E 和

V_N , 地球近似视为圆球。

1. 求 P 点处的坐标变换矩阵 C_e^G 。

2. 写出地球自转角速度 $\vec{\omega}_w$ 和重力加速度 \vec{g} 在 P 点处地理坐标系内的各分量, 其中

$$|\vec{\omega}_w| = \omega_w \quad |\vec{g}| = g$$

3. 若飞机上装有指北方位惯导系统, 求该瞬时对平台的指令角速度。

(从第五题和第六题中任意选做一题)

五、(18 分) 经典罗德里格参数的定义为:

$$\xi_i = \frac{q_i}{q_0} \quad i=1, 2, 3$$

其中 q_0, q_1, q_2, q_3 为四元数的四个元。用此参数可确定出运载体的姿态和航向, 但存在奇异值, 即 $\xi_i (i=1, 2, 3)$ 为无穷大。

(1) 求出使经典罗德里格参数出现奇异值的等效旋转角。

(2) 根据四元数微分方程 $\dot{\mathbf{Q}} = \frac{1}{2} \mathbf{Q} \otimes \boldsymbol{\omega}$, 推导出经典罗德里格参数的微分方程。

六、(18 分) 图示为采用单轴伺服转台对单自由度陀螺作伺服转台测试的原理图, 用于标定单自陀螺的静态漂移误差系数。单自由度陀螺固定安装在转台面上, 陀螺敏感轴沿转台轴方向。陀螺输出经放大并反相后控制平台旋转。

1) 求系统闭合后陀螺的输出角速度。

2) 求转台旋转角速度 $\dot{\theta}$ 与陀螺漂移间的关系。

