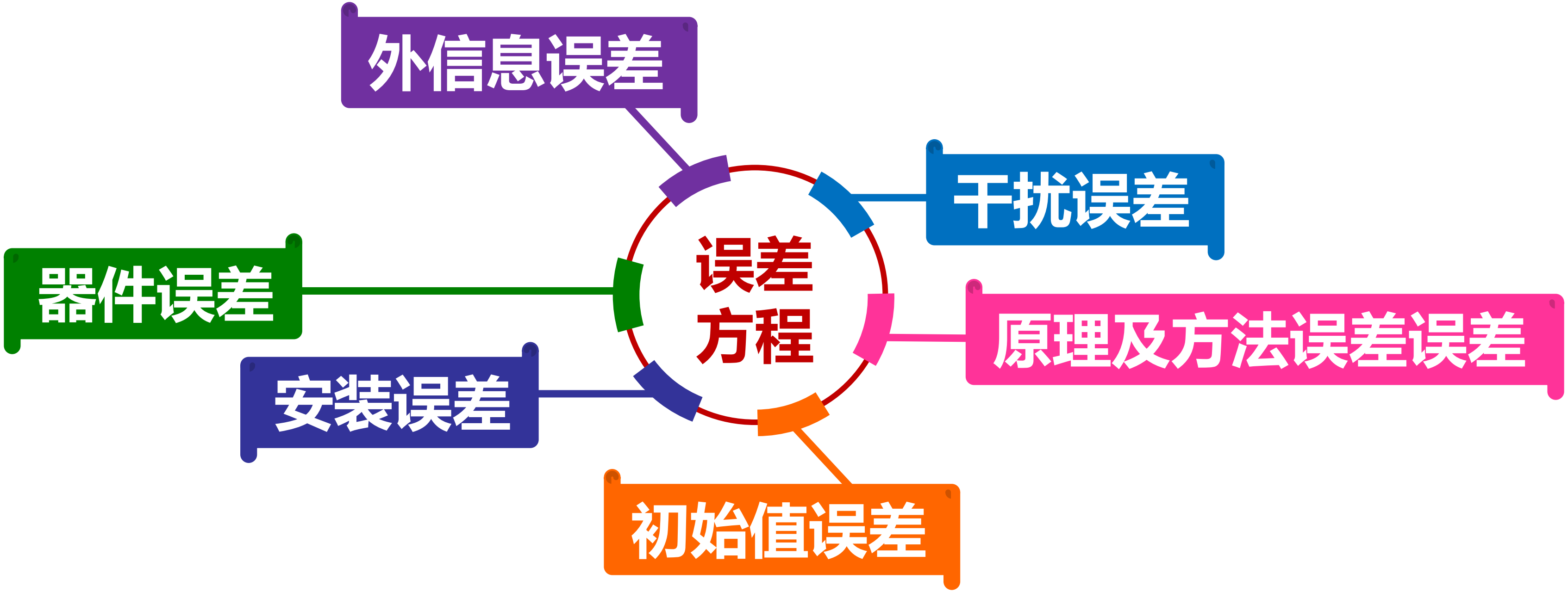
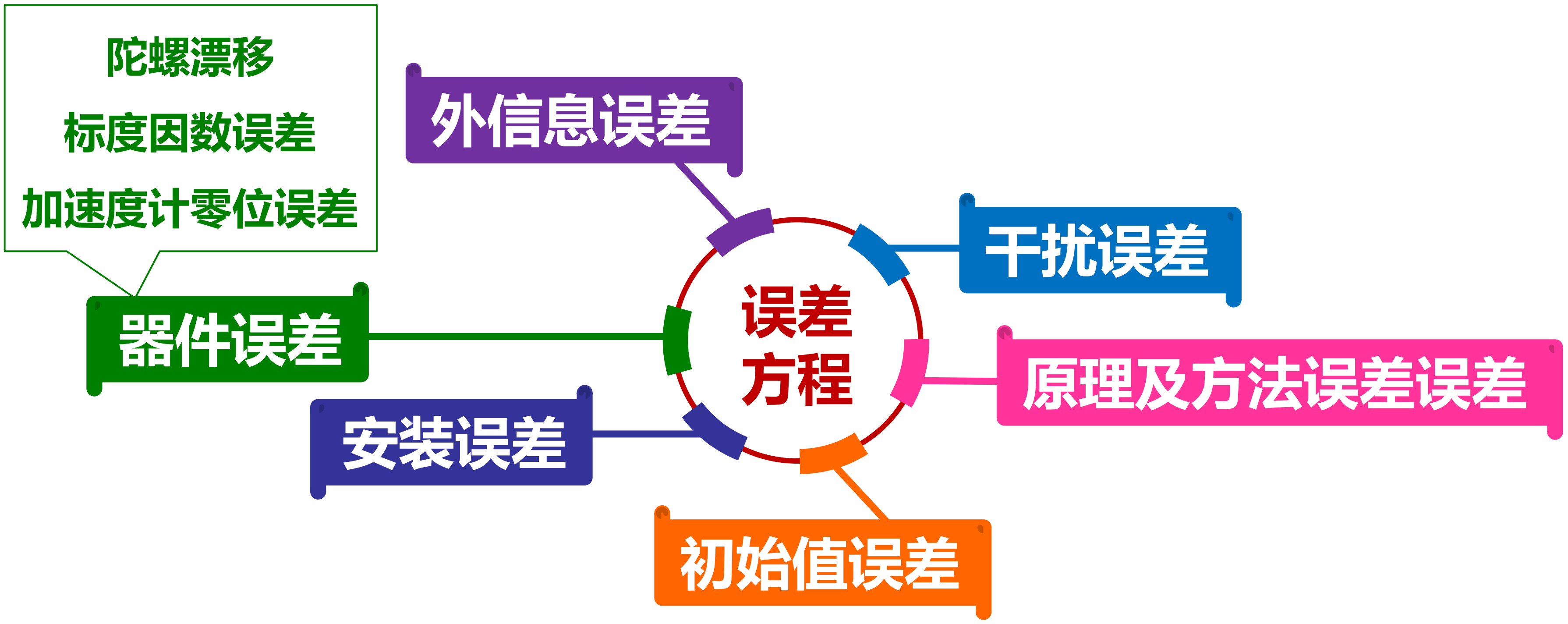
惯性导航系统误差方程

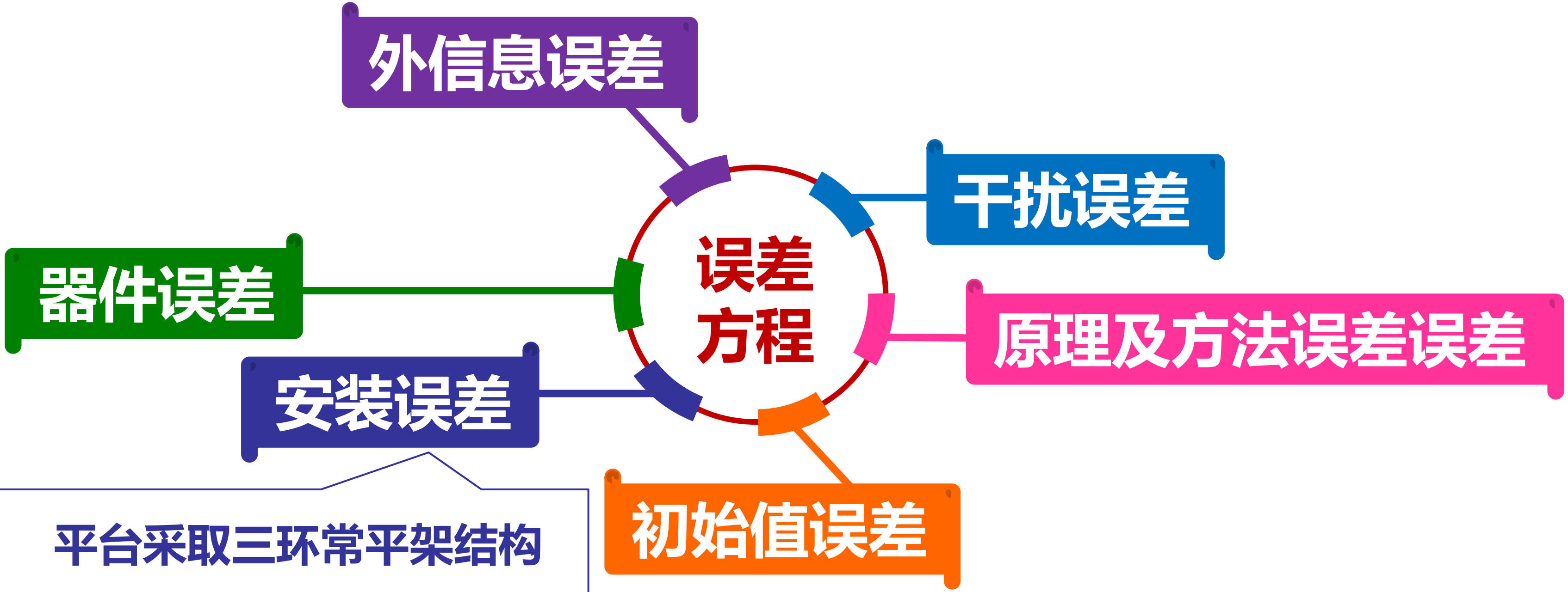


惯性导航系统误差方程



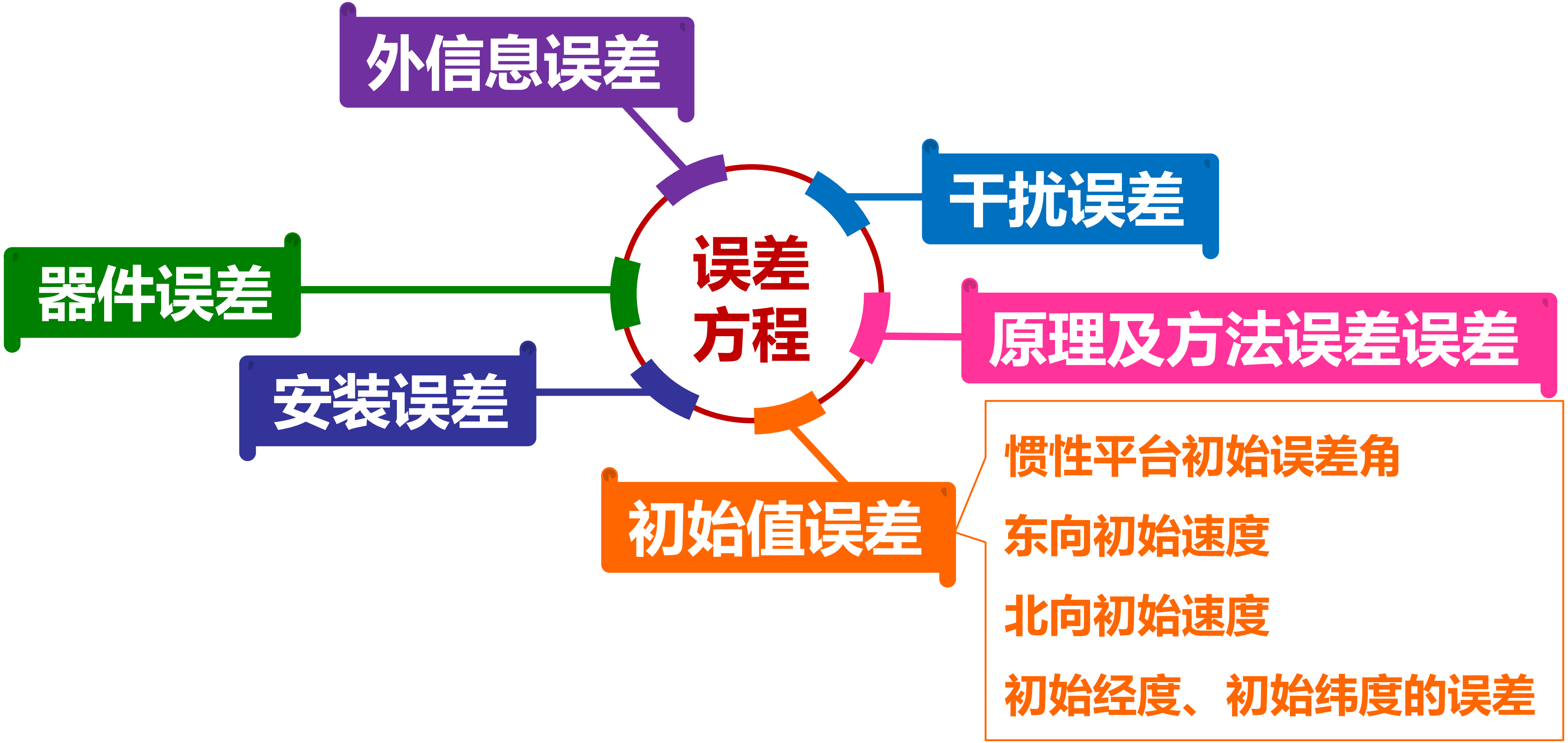
误差方程
外信息误差
干扰误差
原理及方法误差误差
初始值误差
安装误差
器件误差
陀螺漂移
标度因数误差
加速度计零位误差

惯性导航系统误差方程

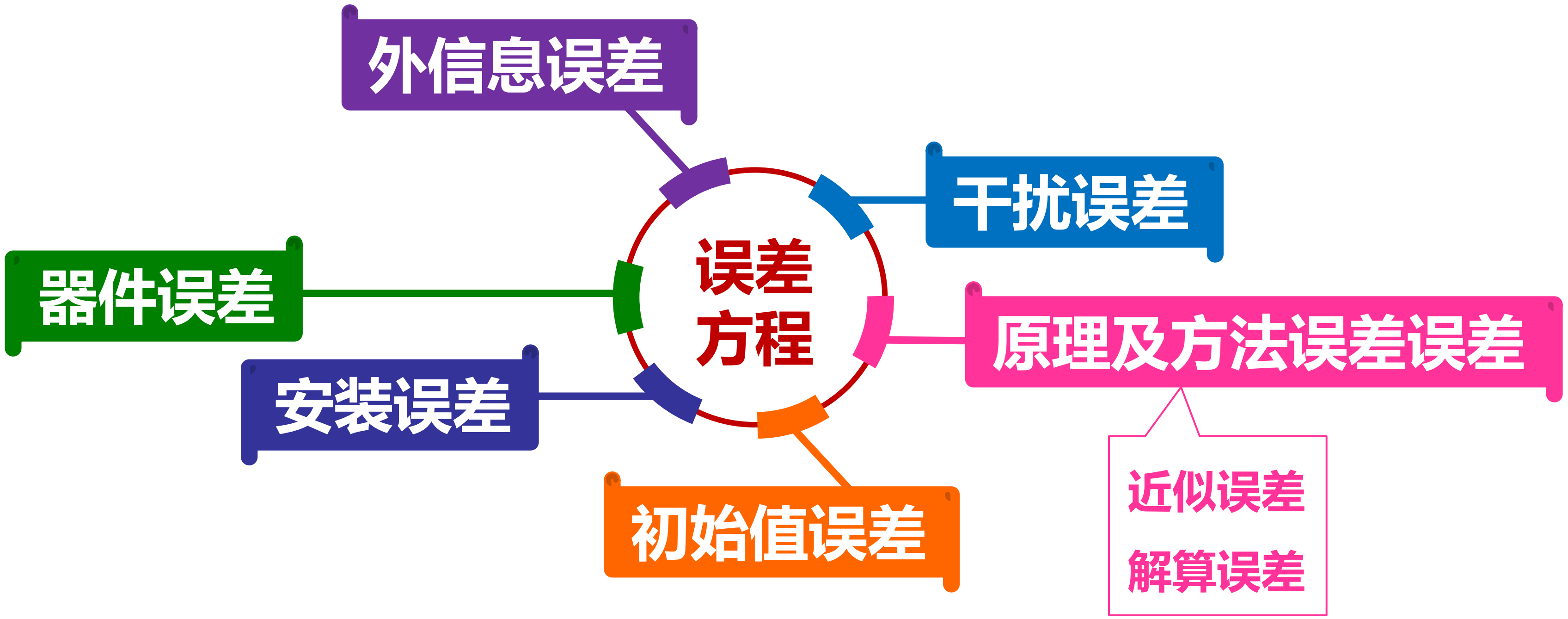


平台采取三环常平架结构形式，三环框架安装的垂直度误差。

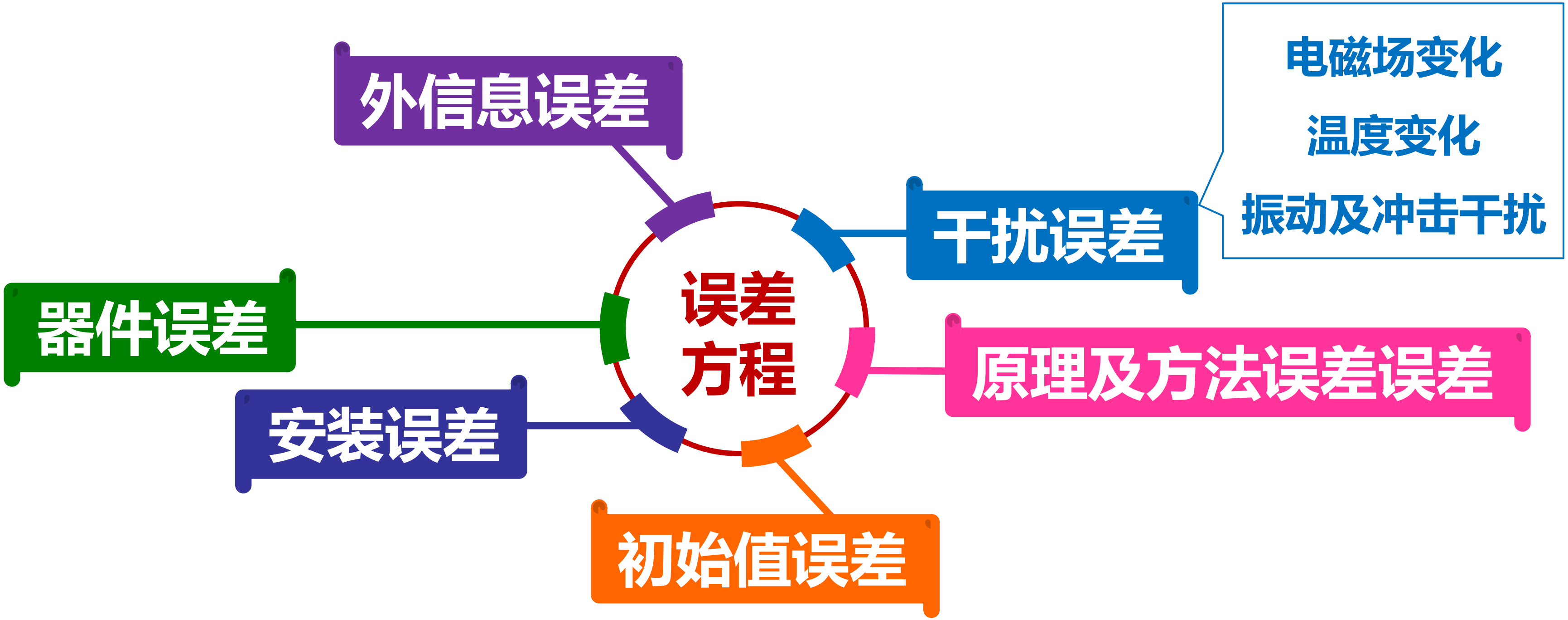
惯性导航系统误差方程


误差方程
外信息误差
干扰误差
器件误差
原理及方法误差误差
安装误差
初始值误差
惯性平台初始误差角
东向初始速度
北向初始速度
初始经度、初始纬度的误差

惯性导航系统误差方程

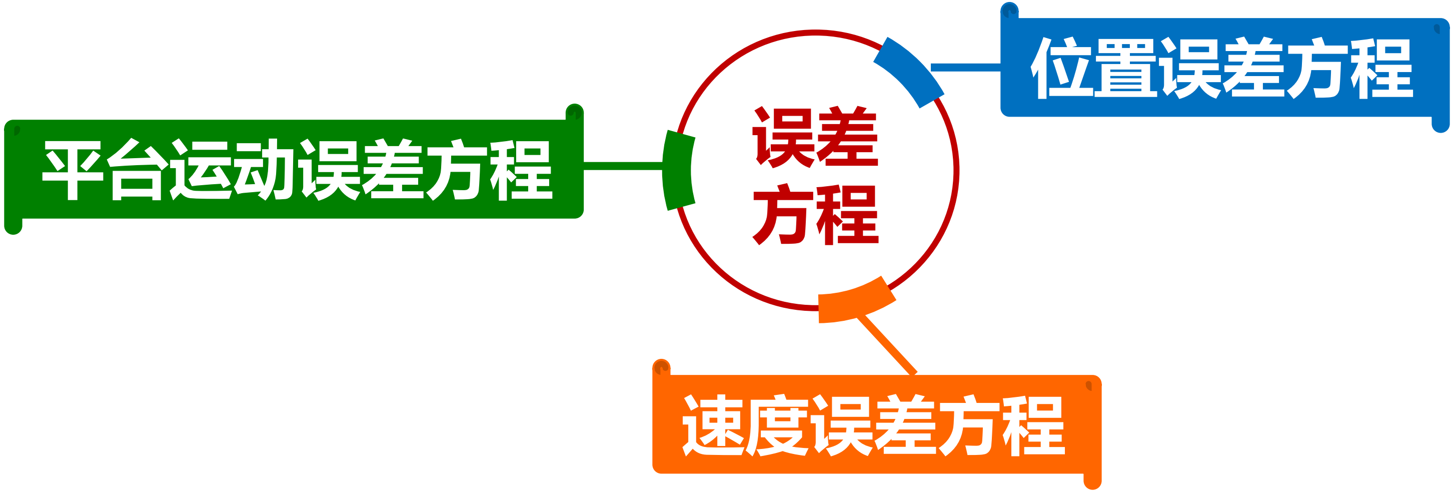


惯性导航系统误差方程


外信息误差
干扰误差
电磁场变化
温度变化
振动及冲击干扰
器件误差
误差方程
原理及方法误差误差
安装误差
初始值误差

惯性导航系统误差方程

惯性导航系统误差方程



惯性导航系统误差方程

➢ 误差方程——平台运动误差方程

平台运动基本方程

$$\begin{cases}\dot{\alpha} = \boxed{\omega_{cx}} - \boxed{\omega_x} - \gamma\omega_y + \beta\omega_z + \varepsilon_x \\ \dot{\beta} = \boxed{\omega_{cy}} - \boxed{\omega_y} - \alpha\omega_z + \gamma\omega_x + \varepsilon_y \\ \dot{\gamma} = \boxed{\omega_{cz}} - \boxed{\omega_z} - \beta\omega_x + \alpha\omega_y + \varepsilon_z\end{cases}$$

陀螺控制方程

$$\omega_{cx} = -\frac{V_{cy}}{R_M}$$

$$\omega_{cy} = \Omega\cos\varphi_c + \frac{V_{cx}}{R_N}$$

$$\omega_{cz} = \Omega\sin\varphi_c + \frac{V_{cx}}{R_N}\tan\varphi_c$$

地理坐标系相对惯性空间的旋转角速度在地理坐标系投影

$$\omega_x = -\frac{V_y}{R_M}$$

$$\omega_y = \Omega\cos\varphi + \frac{V_x}{R_N}$$

$$\omega_z = \Omega\sin\varphi + \frac{V_x}{R_N}\tan\varphi$$

惯性导航系统误差方程

➢ 误差方程——平台运动误差方程

动基座条件下平台运动误差方程

$$
\begin{cases}
\dot{\alpha} = -\dfrac{\delta V_y}{R_M} - \gamma\omega_y + \beta\omega_z + \varepsilon_x & \alpha(0) = \alpha_0 \\
\dot{\beta} = -\Omega\sin\varphi\cdot\delta\varphi + \dfrac{\delta V_x}{R_N} - \alpha\omega_z + \gamma\omega_x + \varepsilon_y & \beta(0) = \beta_0 \\
\dot{\gamma} = \Omega\cos\varphi\cdot\delta\varphi + \dfrac{\delta V_x}{R_M}\tan\varphi - \beta\omega_x + \alpha\omega_y + \varepsilon_z & \gamma(0) = \gamma_0
\end{cases}
$$

静基座条件下平台运动误差方程

$$
\begin{cases}
\dot{\alpha} = -\dfrac{\delta V_y}{R_M} - \gamma\Omega\cos\varphi + \beta\Omega\sin\varphi + \varepsilon_x & \alpha(0) = \alpha_0 \\
\dot{\beta} = -\Omega\sin\varphi\cdot\delta\varphi + \dfrac{\delta V_x}{R_N} - \alpha\Omega\sin\varphi + \varepsilon_y & \beta(0) = \beta_0 \\
\dot{\gamma} = \Omega\cos\varphi\cdot\delta\varphi + \dfrac{\delta V_x}{R_M}\tan\varphi + \alpha\Omega\cos\varphi + \varepsilon_z & \gamma(0) = \gamma_0
\end{cases}
$$

惯性导航系统误差方程

误差方程——速度误差方程

惯性导航系统速度基本方程

$$\begin{cases} \dot{V}_{cx} = A_x + \left(2\Omega\sin\varphi_c + \dfrac{V_{cx}}{R_N}\tan\varphi_c\right)\cdot V_{cy} - \beta g + \Delta A_x \\ \dot{V}_{cy} = A_y - \left(2\Omega\sin\varphi_c + \dfrac{V_{cx}}{R_N}\tan\varphi_c\right)\cdot V_{cx} + \alpha g + \Delta A_y \end{cases}$$

减去

真实的地速微分值

$$\begin{cases} \dot{V}_x = A_x + \left(2\Omega\sin\varphi + \dfrac{V_x}{R_N}\tan\varphi\right)\cdot V_y \\ \dot{V}_y = A_y - \left(2\Omega\sin\varphi + \dfrac{V_x}{R_N}\tan\varphi\right)\cdot V_x \end{cases}$$

静基座条件下，速度误差方程

$$\begin{cases} \delta\dot{V}_x = 2\Omega\sin\varphi\cdot\delta V_y - \beta g + \Delta A_x & \delta V_x(0) = \delta V_{x0} \\ \delta\dot{V}_y = -2\Omega\sin\varphi\cdot\delta V_x + \alpha g + \Delta A_y & \delta V_y(0) = \delta V_{y0} \end{cases}$$

惯性导航系统误差方程

误差方程——位置误差方程

惯性导航系统位置基本方程（即位置控制方程）：

$$\begin{cases} \dot{\varphi}_c = \dfrac{V_{cy}}{R_M} \\ \dot{\lambda}_c = \dfrac{V_{cx}}{R_N}\sec\varphi_c \end{cases}$$

相减

真实的纬度和经度微分值:

$$\begin{cases} \dot{\varphi} = \dfrac{V_y}{R_M} \\ \dot{\lambda} = \dfrac{V_x}{R_N\cos\varphi} = \dfrac{V_x}{R_N}\sec\varphi \end{cases}$$

静基座条件下，速度误差方程

$$\begin{cases} \delta\dot{\varphi} = \dfrac{\delta V_y}{R} & \delta\varphi(0) = \delta\varphi_0 \\ \delta\dot{\lambda} = \dfrac{\delta V_x}{R}\sec\varphi & \delta\lambda(0) = \delta\lambda_0 \end{cases}$$

惯性导航系统误差方程

静基座条件下，系统误差方程组

联立

$$
\begin{aligned}
&\delta\dot{V}_x = -\beta g + 2\Omega\sin\varphi\delta V_y + \Delta A_x && \delta V_x(0) = \delta V_{x0} \\
&\delta\dot{V}_y = \alpha g - 2\Omega\sin\varphi V_x + \Delta A_y && \delta V_y(0) = \delta V_{y0} \\
&\dot{\alpha} = \Omega\sin\varphi\beta - \Omega\cos\varphi\gamma - \frac{\delta V_y}{R} + \varepsilon_x && \alpha(0) = \alpha_0 \\
&\dot{\beta} = -\Omega\sin\varphi\alpha + \frac{\delta V_x}{R} - \Omega\sin\varphi\delta\varphi + \varepsilon_y && \beta(0) = \beta_0 \\
&\dot{\gamma} = \Omega\cos\varphi\alpha + \frac{\delta V_x}{R}\tan\varphi + \Omega\cos\varphi\delta\varphi + \varepsilon_z && \gamma(0) = \gamma_0 \\
&\delta\dot{\varphi} = \frac{\delta V_y}{R} && \delta\varphi(0) = \delta\varphi_0
\end{aligned}
$$

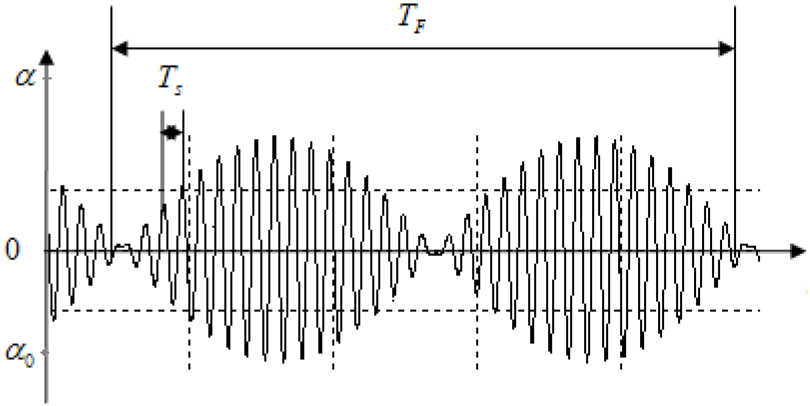
独立

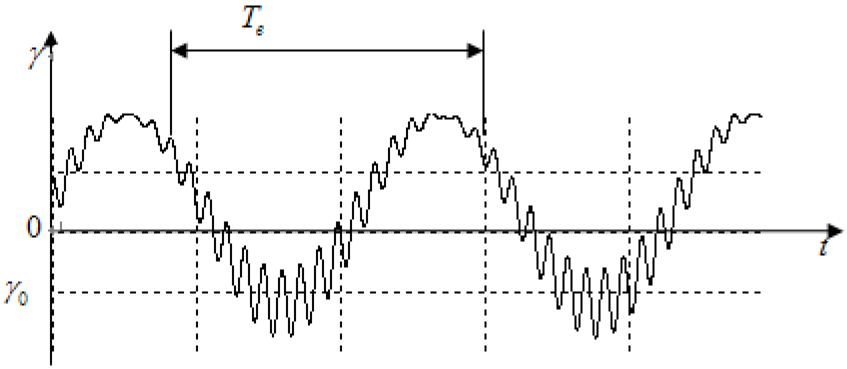
$$
\delta\dot{\lambda} = \frac{\delta V_x}{R}\sec\varphi \qquad \delta\lambda(0) = \delta\lambda_0
$$

惯性导航系统误差方程

➢ 误差方程组分析

- **舒勒振荡周期** $T_s = 2\pi / \omega_s \approx 84.8\,\mathrm{min}$
- **地球振荡周期** $T_e = 2\pi / \Omega = 24h$
- **傅科振荡周期** $T_F = 2\pi / \left(\Omega \sin\varphi\right) = 34\mathrm{h}\ \left(\varphi = 45^\circ\right)$

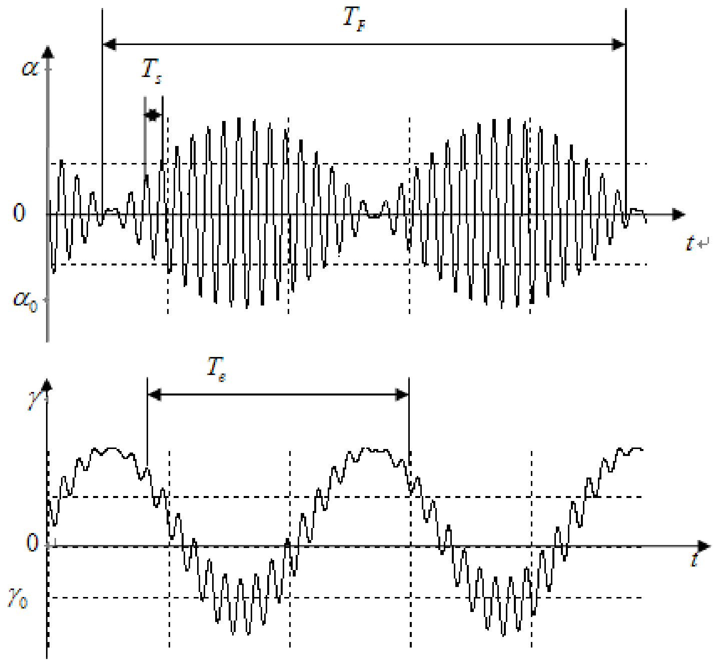




惯性导航系统误差方程

➢ 误差方程组分析

- **舒勒振荡周期** $T_s = 2\pi / \omega_s \approx 84.8\,\text{min}$
- **舒勒周期振荡是由平台倾斜存在水平误差α及 β，这时安装在平台上的加速度计感受重力加速度分量，构成二阶负反馈系统，表现出振荡特性。**



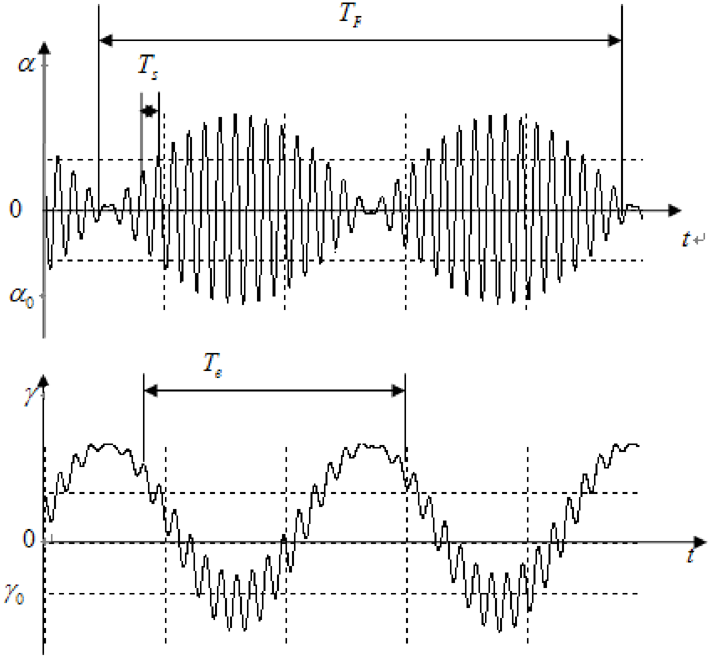
惯性导航系统误差方程

➢ 误差方程组分析

- **傅科振荡周期** $T_F = 2\pi/(\Omega\sin\varphi)$=34h $(\varphi$=45$^\circ)$

- **傅科周期振荡是由于有害加速度补偿不完全彻底所造成。**

- **从傅科回路来看，它是将速度误差δV_x与δV_y耦合，是负反馈二阶振荡系统。**



惯性导航系统误差方程

➢ 误差方程组分析

- **地球振荡周期** $T_e = 2\pi / \Omega = 24h$
- **地球周期振荡是由系统存在水平误差α、β，方位误差角γ及纬度误差$\delta\varphi$，它们的交叉耦合将地球自转角速度分量引入惯导误差系统。**
- **两条回路，每条回路都是二阶负反馈系统，振荡特性表现出地球周期振荡。**