

5 船用陀螺罗经的认知与 维护保养

5.1 船用陀螺罗经的指北原理及误差 (2)

(一) 陀螺仪及其特性

(二) 陀螺仪主轴空间指向描述

(三) 自由陀螺仪在地球上的视运动

(四) 变自由陀螺仪为陀螺罗经的方法

(五) 摆式罗经等幅摆动和减幅摆动

(六) 电磁控制式陀螺罗经

(七) 陀螺罗经的误差及其消除

陀螺罗经是船舶上指示方向的航海仪器。准确性比磁罗经要好。

基本原理是把陀螺仪的特性和地球自转运动联系起来，自动地找北和指北。

(二) 陀螺仪主轴空间指向描述

1. 陀螺仪主轴在地球坐标系中的指向

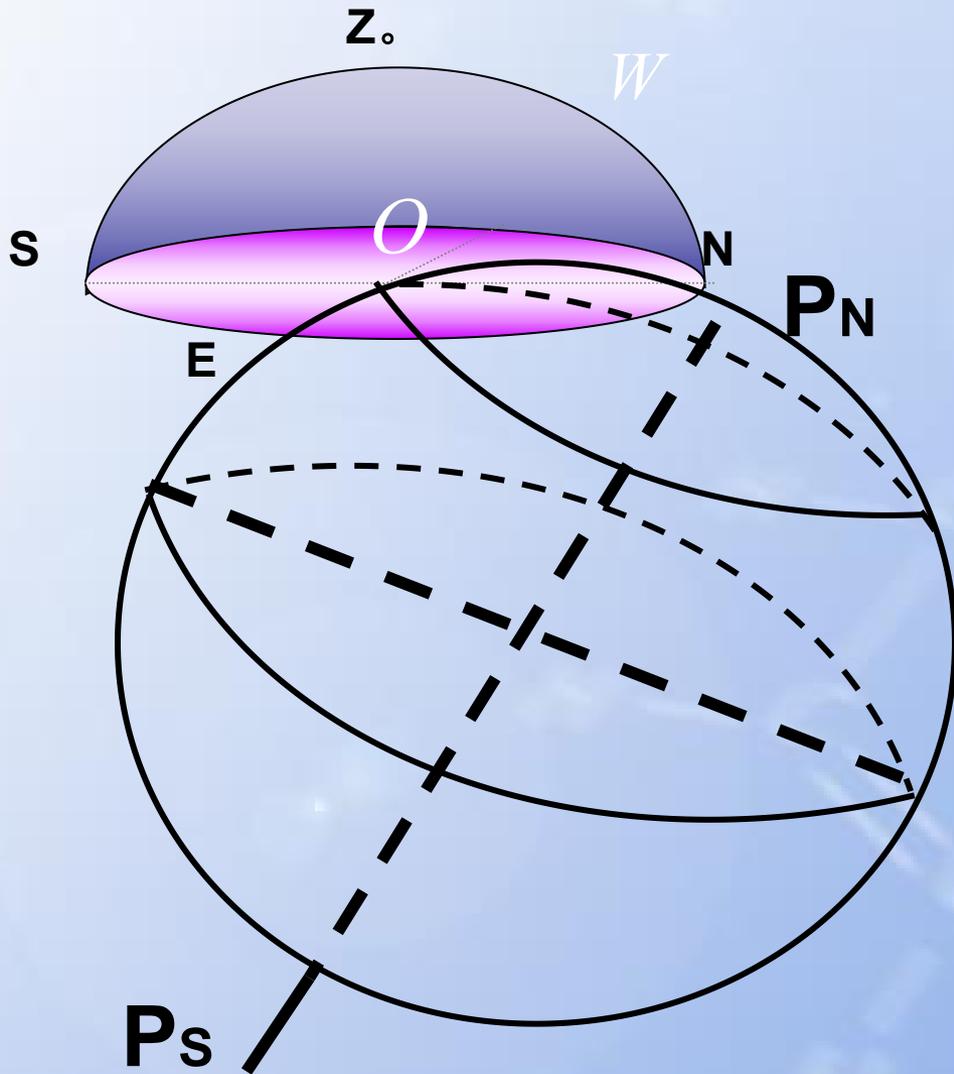
参考坐标系:以陀螺仪支架点 O 为公共原点

(1) 地理坐标系 (航海学上常用的) $ONWZ$ 。

(2) 陀螺坐标系 (动坐标) $OXYZ$

(3) 惯性坐标系 $O\xi\eta\zeta$ (不常用)

(二) 陀螺仪主轴空间指向描述



地理坐标系ONWZ0

- 代表了地球的运动

- 子午面 ONZ_0

- 水平面 ONW

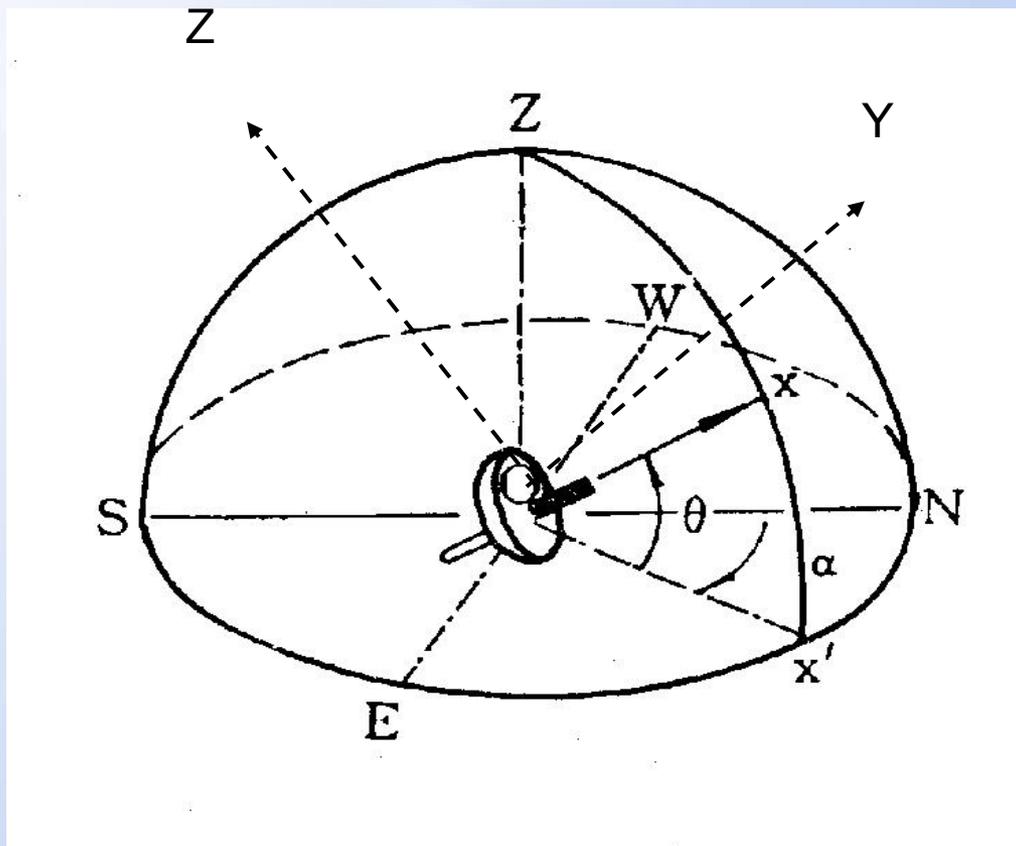
ON 地球子午线的切线方向，**水平指北**

OW 地球纬度圈的切线方向，**水平指西**

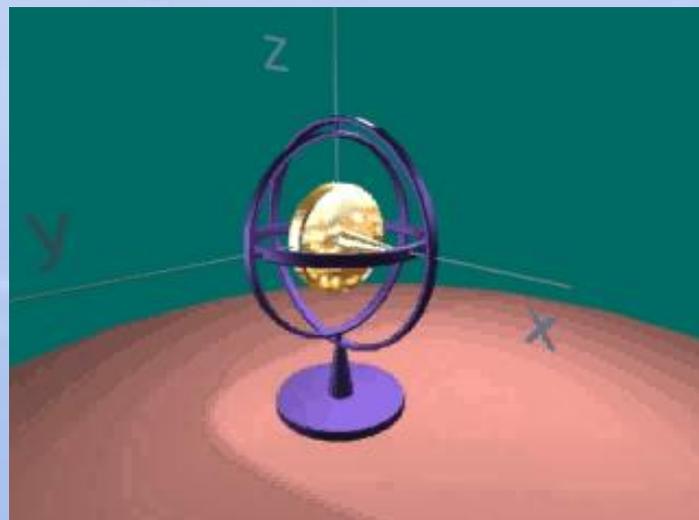
OZ_0 垂直水平面在子午面**指向天顶**

(二) 陀螺仪主轴空间指向描述

陀螺坐标系与地理坐标系



陀螺仪坐标系 (OXYZ)

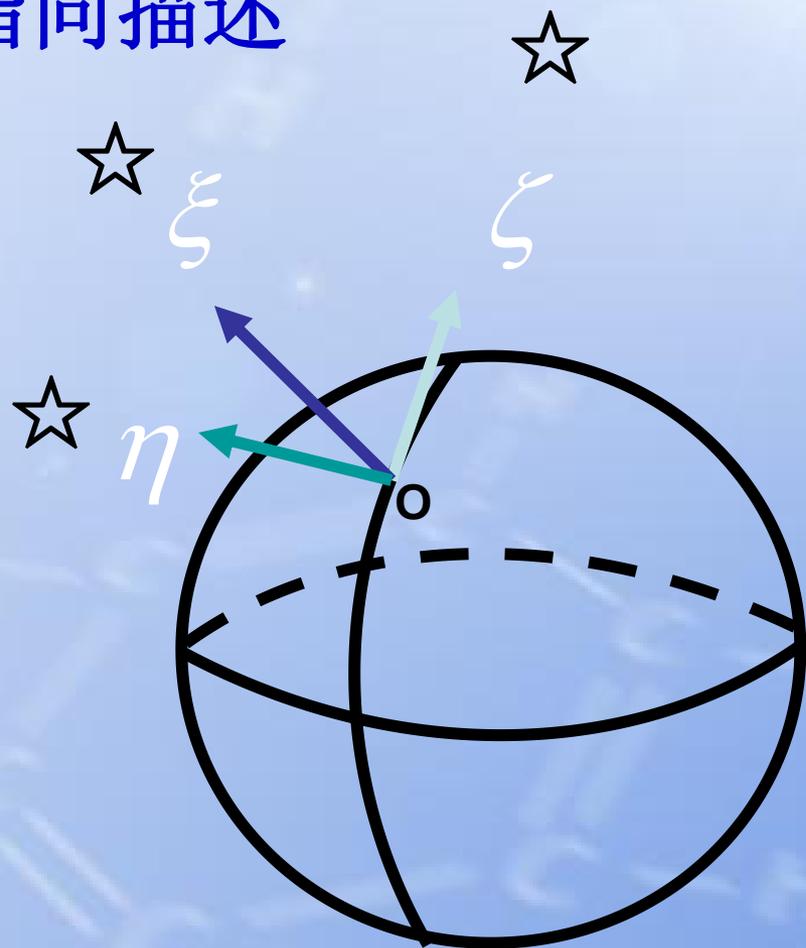


- 代表陀螺主轴的运动
- 主轴 OX
- 水平轴 OY
- 垂直轴 OZ

(二) 陀螺仪主轴空间指向描述

空间坐标系 $O\xi\eta\zeta$

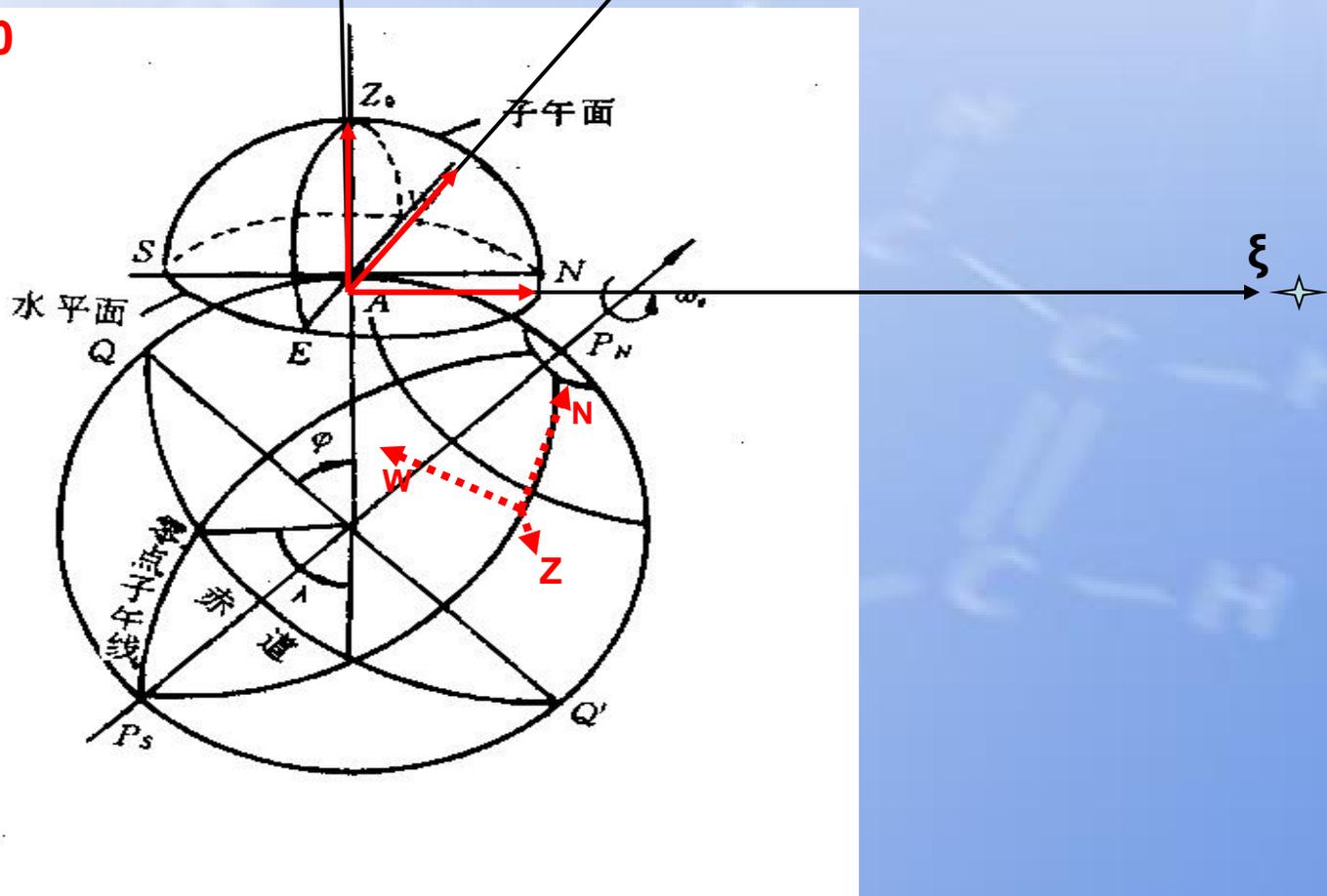
- 相对惯性空间固定不变的坐标系
- 代表宇宙空间
- 三个坐标分别指向三颗恒星
- 不随地球转动变化



(二) 陀螺仪主轴空间指向描述

地理坐标系与空间坐标系

- 子午面 ONZ_0
- 水平面 ONW



(三) 自由陀螺仪在地球上的视运动

生活中的视运动现象

旭日东升、夕阳西下——太阳的视运动

地球自转才是真运动

(三) 自由陀螺仪在地球上的视运动

陀螺仪在地球不同纬度上的相对位置变化

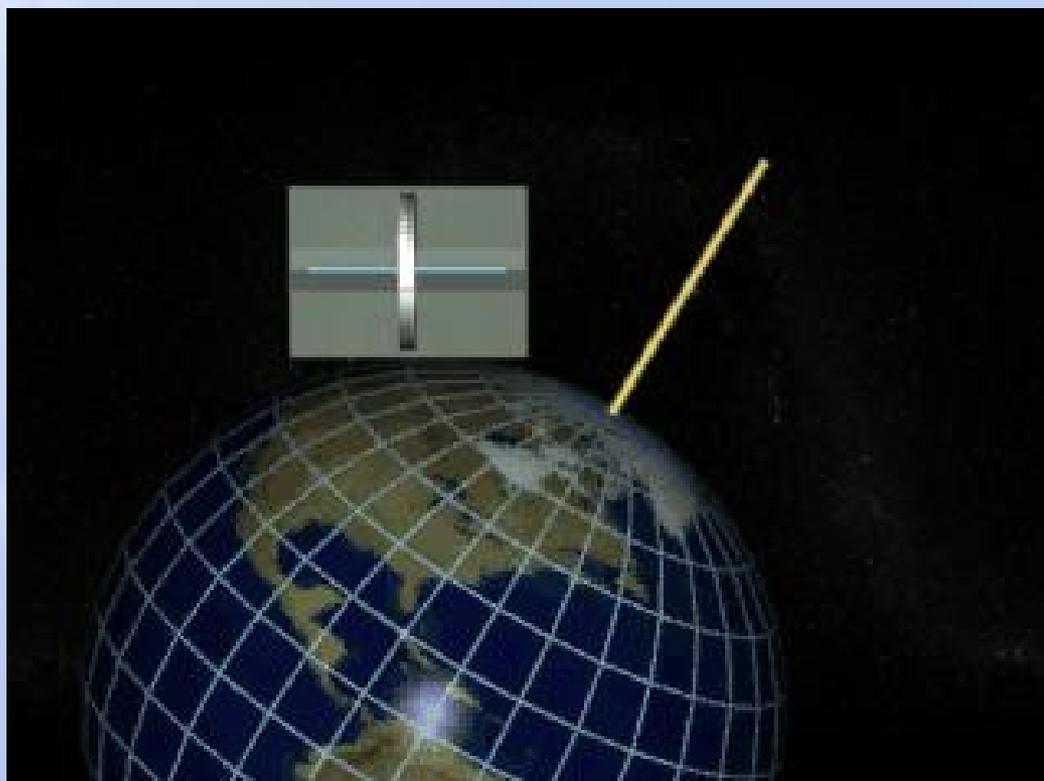


(三) 自由陀螺仪在地球上的视运动

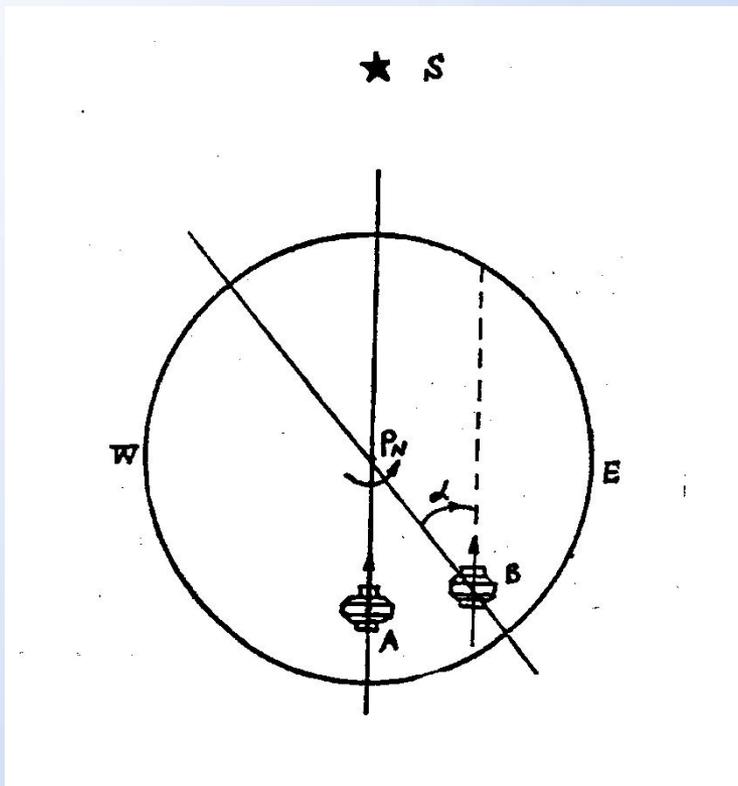
位于地球上自由陀螺仪的视运动现象

(C) 北纬任意某处

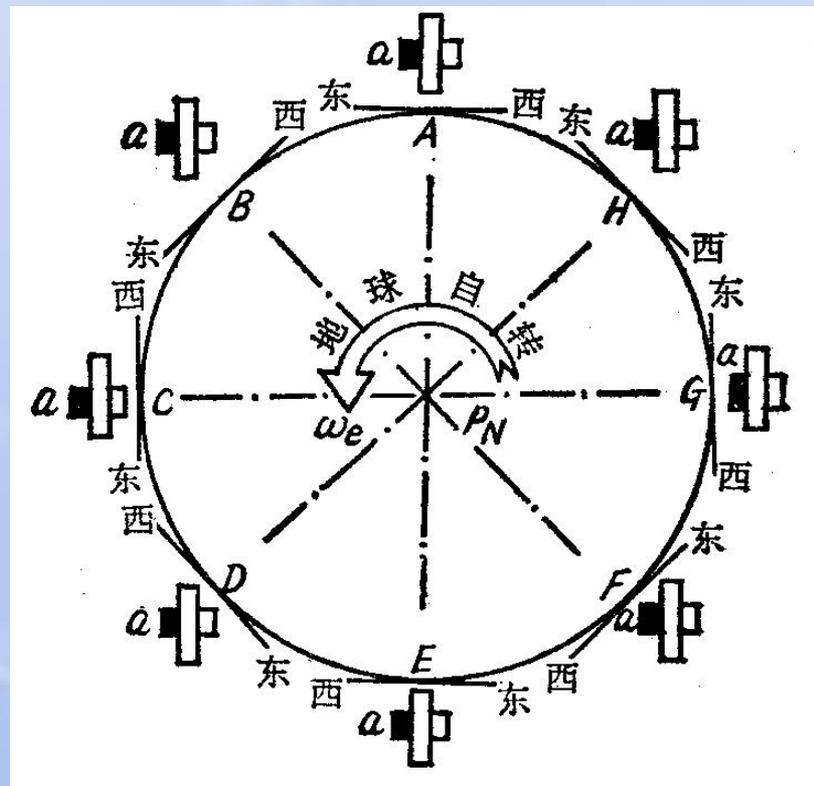
•结论：北纬处自由陀螺仪在方位和高度上均出现变化。



(三) 自由陀螺仪在地球上的视运动



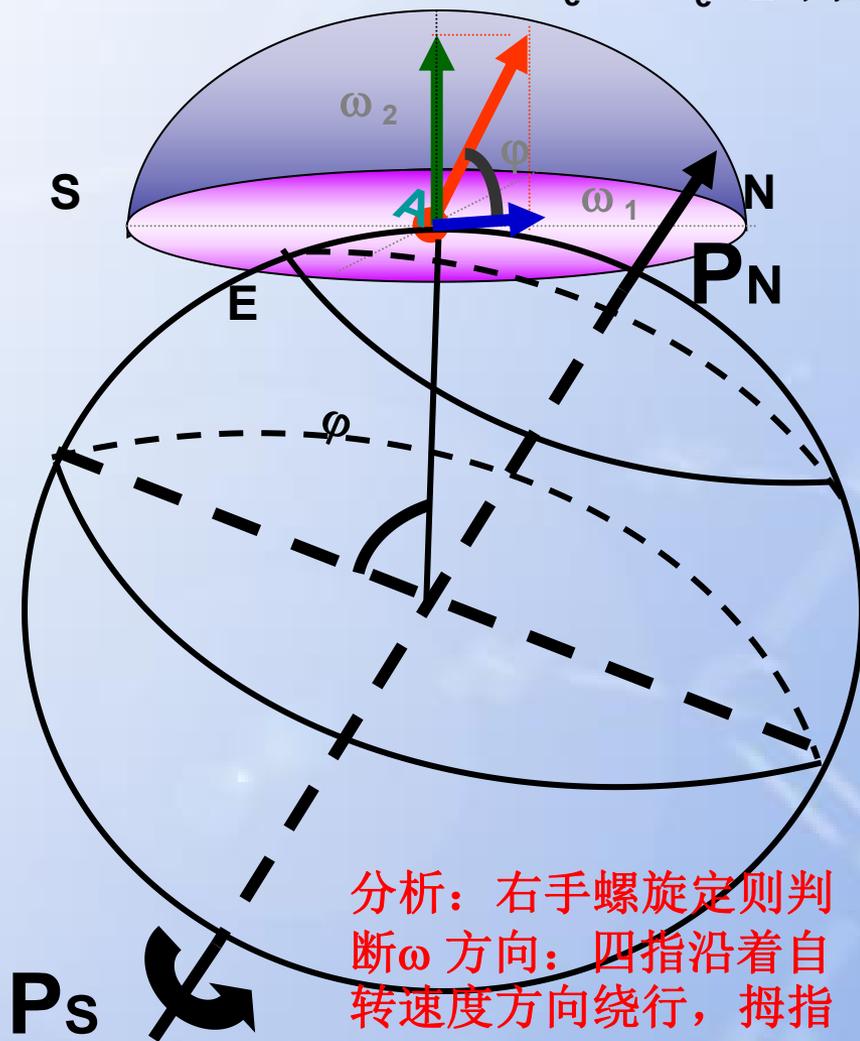
地球自西向东自转，主轴在**方位**
上的变化



地球自西向东自转，主轴在**高度**
上的变化

1. 地球自转角速度的水平分量和垂直分量

Z_0 ω_e (ω_e :地球自转角速度 φ :地理纬度)



• ω_e 分解为:

$$\omega_1 = \omega_e \cos \varphi \quad (\text{水平分量})$$

$$\omega_2 = \omega_e \sin \varphi \quad (\text{垂直分量})$$

• ω_1 : 在**北纬**使水平面 **SENW** 的东半平面不断下沉, 西半平面不断上升。(南纬相同)

• ω_2 : 在**北纬**使子午面 **SZ**、**N** 的北半平面不断向 **W** 偏转。(南纬反之)

分析: 右手螺旋定则判断 ω 方向: 四指沿着自转速度方向绕行, 拇指就是 ω 方向

以**北纬**点为例

2. 自由陀螺仪主轴指北端的视运动规律

1) 主轴指北端相对于子午面的视运动

➤ 由于 ω_2 ，北纬子午面不断向西偏，南纬子午面不断向东偏，而人看到主轴指北端的运动规律是相反的，北纬主轴不断向东偏，南纬主轴不断向西偏。

2. 自由陀螺仪主轴指北端的视运动规律

2) 主轴指北端相对于水平面的视运动

➤ 由于 ω_1 ，水平面东边不断下沉，西边不断上升，则人看到主轴指北端的运动规律是相反的，东升西降。

2. 自由陀螺仪主轴指北端的视运动规律

3) 自由陀螺仪主轴指北端的视运动规律总结:

北纬东偏 南纬西偏

东升西降 全球一样