

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 (1)

(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。

（四）变自由陀螺仪为陀螺罗经的方法

- 自由陀螺仪不能指北的矛盾分析
- 自由陀螺仪主轴不能指北的原因
- 地球自转角速度的垂直分量 ω_2 使自由陀螺仪主轴相对子午面的视运动。

（四）变自由陀螺仪为陀螺罗经的方法

自由陀螺仪不能稳定指北的解决方法：

施加控制力矩

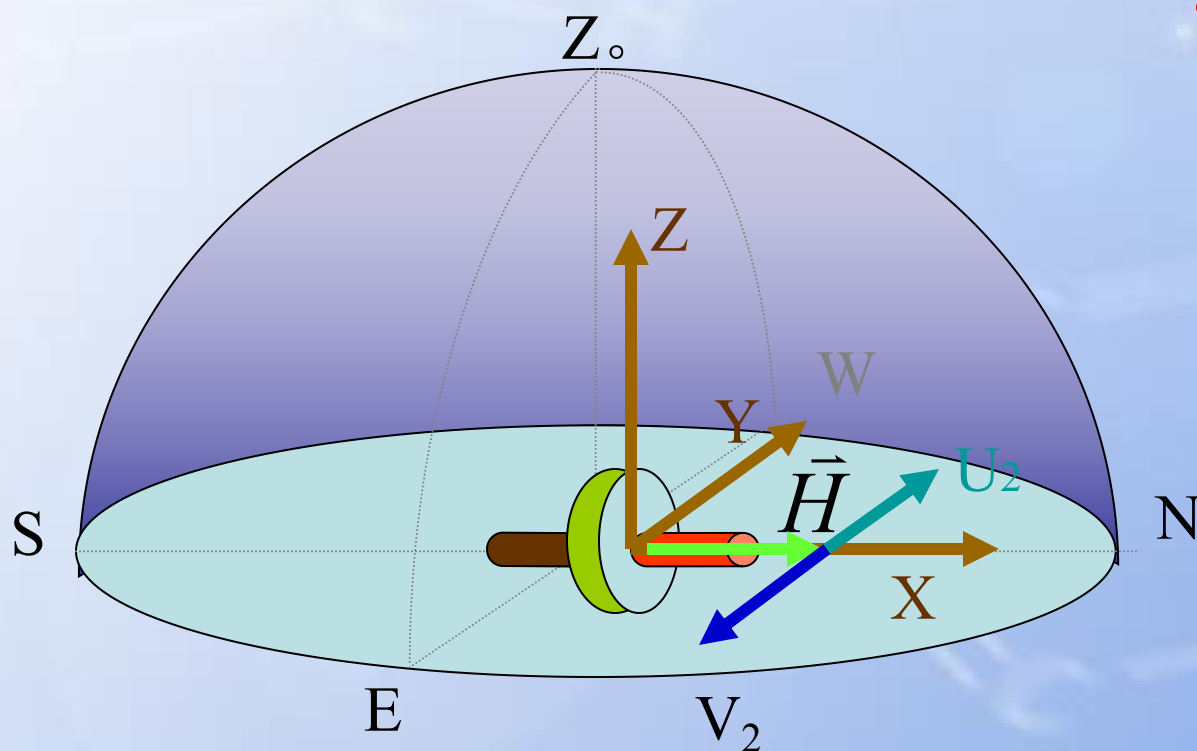
施加控制力矩的要求：

自动产生，根据进动的需要，大小和方向都要合适
应能随纬度的变化，自动的进行调整

（四）变自由陀螺仪为陀螺罗经的方法

• 问题之一：如何克服 ω_2 的影响？

❖ 设法人为产生一个 u_2 使其与 V_2 大小相等，方向相反。



• 问题：如何实现？

❖ 利用陀螺仪的进动性，施加外力矩，产生 u_2 。

➤ 结论：人为施加控制力矩（ M_y ）克服 ω_2 影响。

（四）变自由陀螺仪为陀螺罗经的方法

1. 陀螺罗经的控制力矩

1) 什么是控制力矩

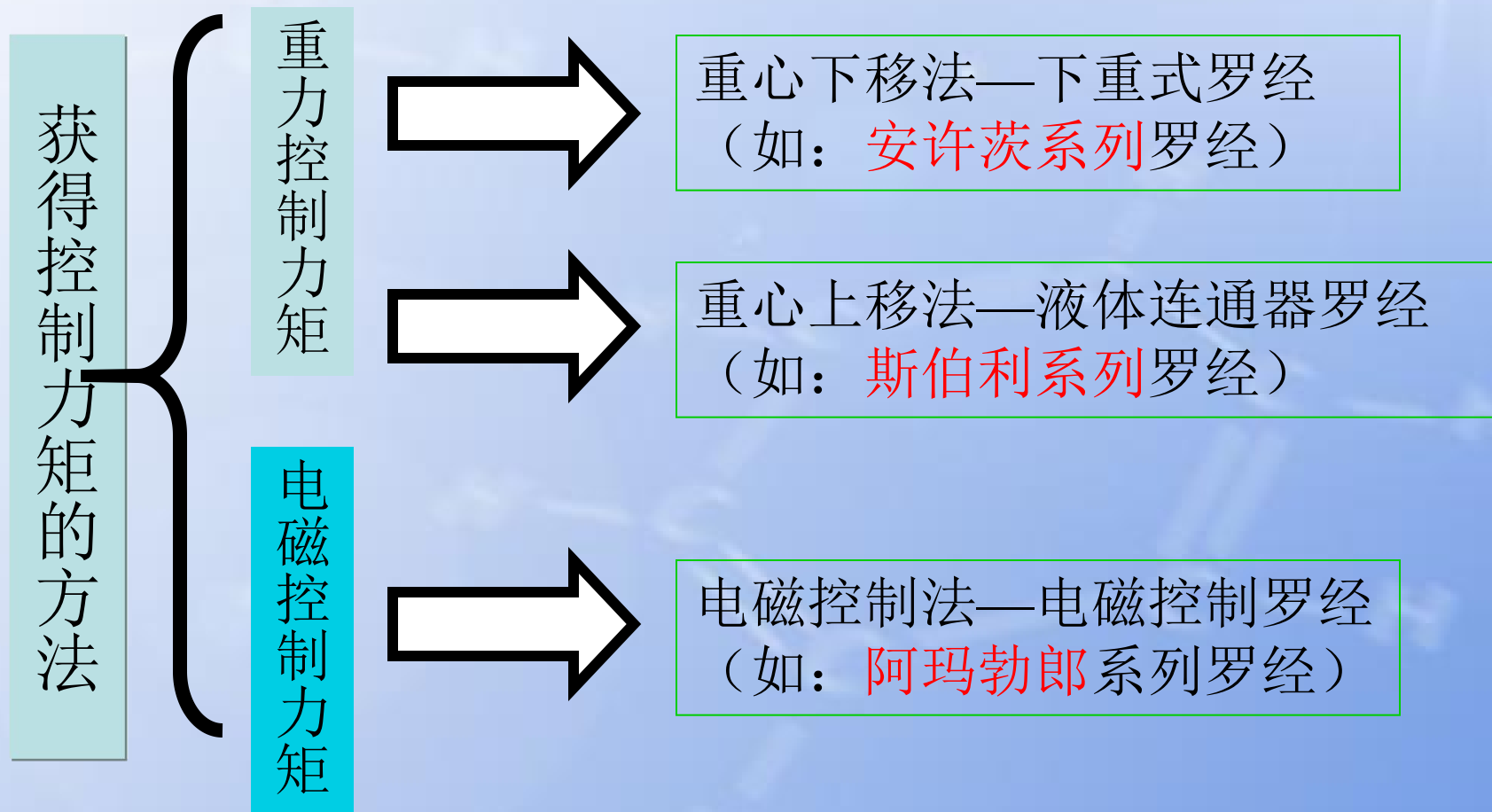
控制力矩(**controlling moment**)（用 **M_y** 表示）：为了克服由于地球自转角速度的垂直分量 ω_2 使自由陀螺仪主轴相对子午面的视运动，向陀螺仪施加的外力矩；。

2) 获得控制力矩的方法

陀螺罗经获得控制力矩的方式：重力控制力矩和电磁控制力矩

（四）变自由陀螺仪为陀螺罗经的方法

获得控制力矩的方法



（四）变自由陀螺仪为陀螺罗经的方法

1. 陀螺罗经的控制力矩

2) 获得控制力矩的方法

（1）将陀螺球重心下移的直接控制法获得控制力矩（安许茨系列罗经，下重式）。

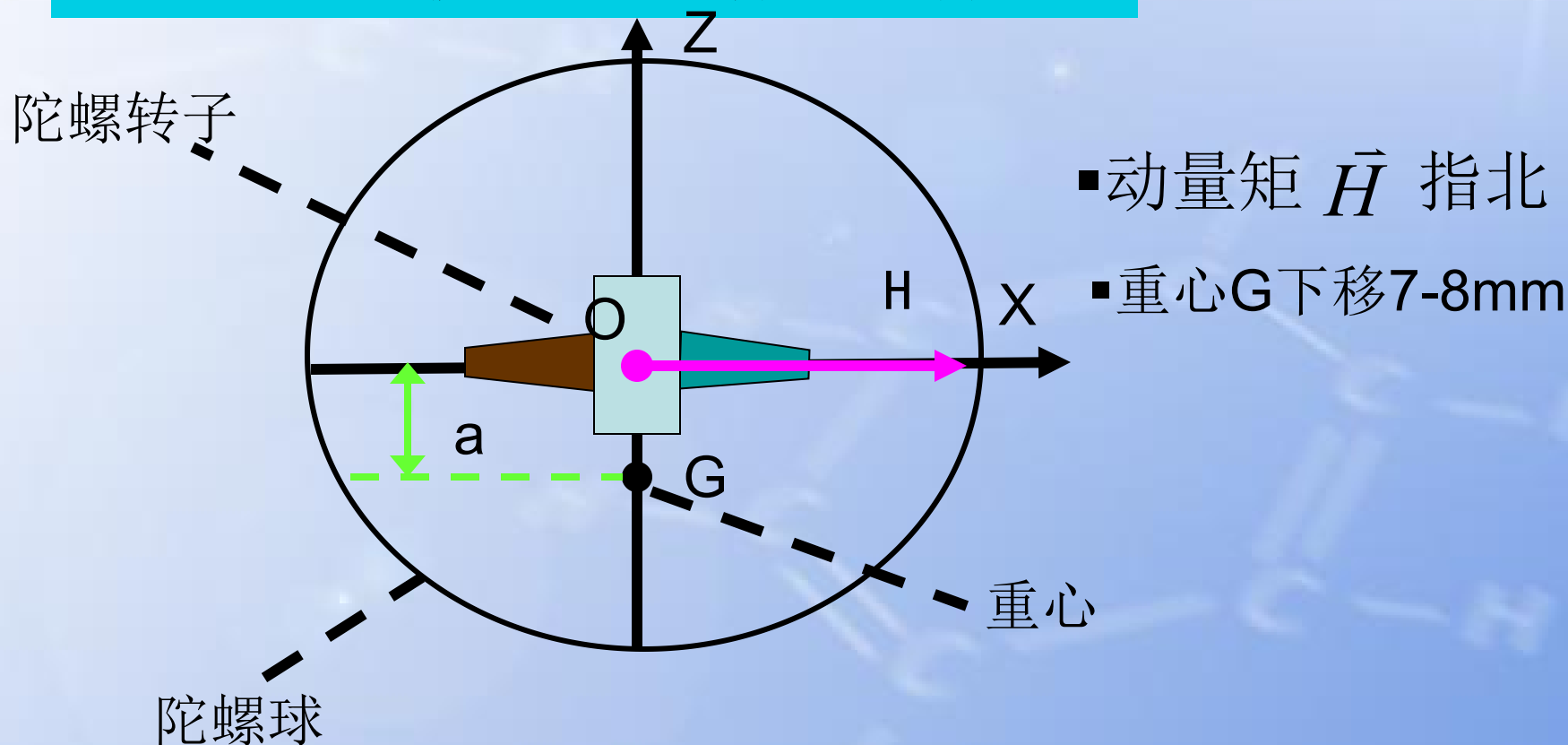
陀螺球具有主轴（**ox**轴）、水平轴（**oy**轴）和垂直轴（**oz**轴）。陀螺球的重心G不在其中心O，而是沿垂直轴下移8毫米。

控制力矩的大小与罗经结构参数和主轴高度角 θ 有关。控制力矩**My**使主轴产生进动速度**u2**，它使主轴正端自动找北（向子午面进动）安许茨系列罗经称为**下重式陀螺罗经**，控制力矩为重力力矩，属于**机械摆式罗经**。

（四）变自由陀螺仪为陀螺罗经的方法

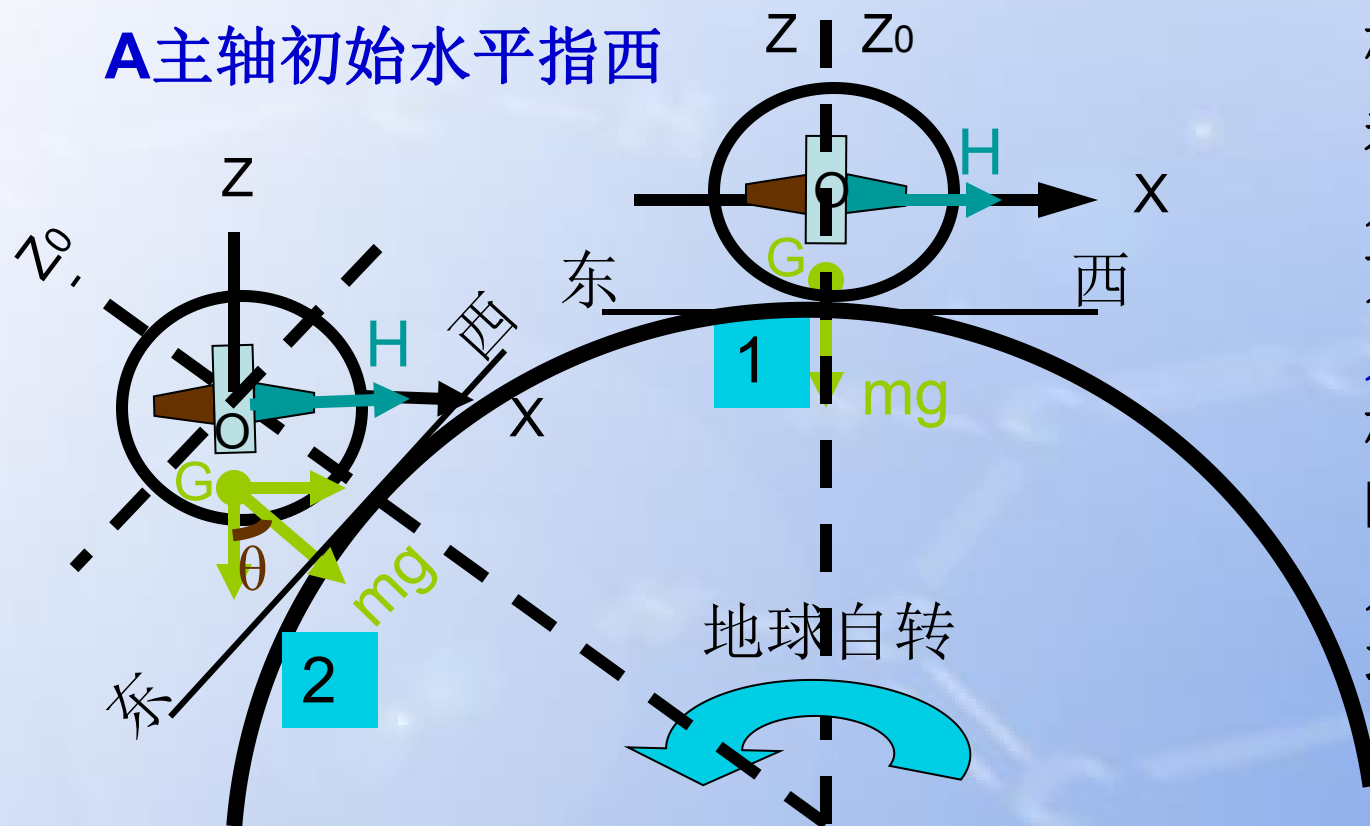
下重式罗经的控制力矩

下重式罗经灵敏（指北）部分的结构：



（四）变自由陀螺仪为陀螺罗经的方法

重心下移后如何使主轴自动找北？



根据力的方向判断，右手定则，四指力的方向，**大拇指力矩方向外**。根据进动性，**H**向着**M**跑，则主轴指向往北跑

➤结论：在重力控制力矩的作用下主轴指北端能自动找北。

（四）变自由陀螺仪为陀螺罗经的方法

2. 获得控制力矩的方法

（2）在陀螺仪主轴两端，加装液体连通器(liquid communicating vessel)的直接控制法获得控制力矩（斯伯利系列罗经，上重式）

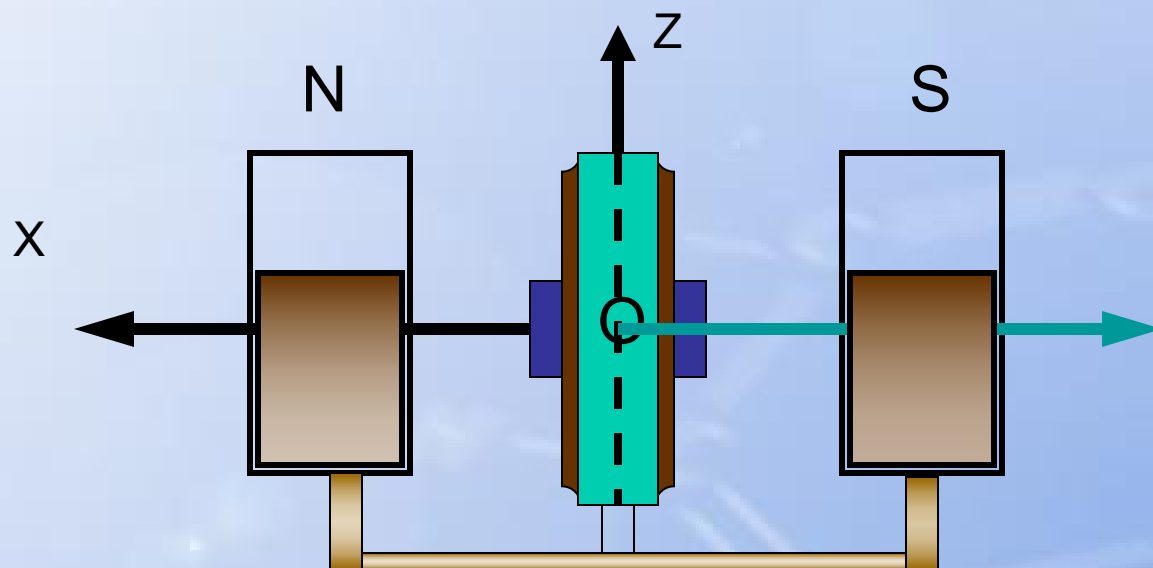
控制力矩的产生的方式：液体连通器。

斯伯利系列罗经产生控制力矩的设备是在陀螺仪主轴两端加装液体容器，内充一定液体，液体可在两个容器之间流动。

获得控制力矩的方法：陀螺仪主轴负端自动找北
动量矩 指南

（四）变自由陀螺仪为陀螺罗经的方法

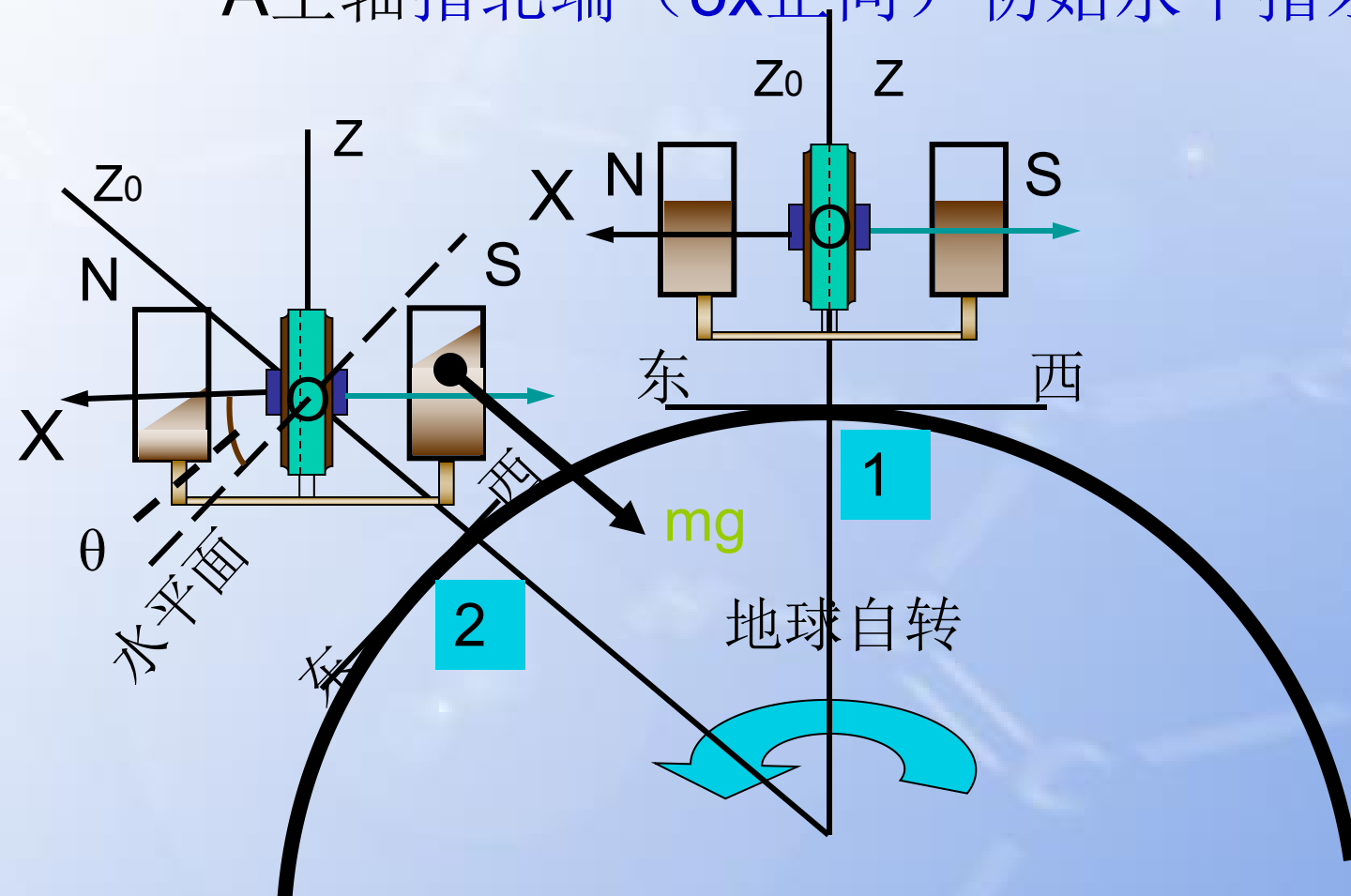
液体连通器罗经灵敏（指北）部分的结构：



- 连通器内装水银或硅油

液体连通器如何使主轴指北端自动找北？

A 主轴指北端（OX正向）初始水平指东



- 多余液体 mg 产生控制力矩 M_y

- H 逆时针向南跑

- 使得主轴负半轴找北