

第一篇 陀螺罗经

第一章 陀螺罗经的原理

第一节 概 括

航海罗经的船舶上用来指示航向和测定物标方位的重要的航海仪器。由于受到地磁场的作用，磁针可以获得相对于子午面的稳定位置，并且在外界干扰使它偏离稳定位置后，它仍然具有返回到应有稳定位置的性能。但因任何磁场均会对磁针发生影响，使磁罗经产生罗经差，故要求人们创造一种不受磁场影响的航海罗经。

陀螺仪其主要内容为：利用三自由度陀螺仪的惯性以观测地球的自转，将二自由度陀螺仪的主轴限制在水平面内时，其稳定位置为地球子午线方向，将二自由度陀螺仪的主轴限制在子午面内时，其稳定位置与地球自转轴相平行。陀螺仪不依赖地磁场进行定向，不受磁干扰影响。

本世纪 40 年代初期，陀螺罗经基本上分为两种：一是采用液浮支撑的下重式双转子陀螺罗经，另一种是采用弹性支撑的上重式单转子水银器罗经。

第二节 陀螺仪的特性

陀螺罗经是把陀螺仪的特性惯性和地球自转运动联系起来能够得到指示地球子午线的一种指示仪器。高速旋转对称陀螺仪是一个被悬挂着的绕其对称轴，作高速旋转的对称刚体，借助于悬挂装置刚及其悬挂装置的总称。陀螺仪组成：是由一个高速旋转的转子和支撑转子的内环及外环所组成。陀螺仪基本特性：在不受外力矩作用时，自由陀螺仪的主轴 OX 将保持它在空间的初始方向不变。

陀螺仪进动性：在外力矩作用下，陀螺仪主轴的动量矩 H 端以捷径趋向外力矩 M 端作进动。

进动公式： $dH/dt=M$

地球自转角速度及其分量，地球绕地轴 PnPs 以角速度 ω_e 一夜自转一周 ($\omega_e=360^\circ/24\text{ 小时}=15^\circ/\text{小时}=7.29\times 10^{-5}\text{ 弧度/秒}$)。

重心下移的陀螺球在地球的真北方向有其稳定位置，当陀螺球主轴被引离稳定位置后。它将围绕其稳定位置作椭圆轨迹的等幅摆动，不能自动返回到稳定位置上来。

第三节 电磁罗经原理

自动控制不断日益提高元件质量，陀螺罗经具有一系列系统误差，如纬度误差，速度误差，冲击误差和摇摆误差等，这些误差由一定因数引起，并按一定的规律性变化。

1、 陀螺罗经的速度误差取于船舶的速度 V、航向 C 及所在地的纬度 ϕ ，而与罗经的结构无关无论任何类型的陀螺罗经，只要船舶以恒速恒向运动时产生速度误差，这也是所有陀螺罗经共性。

2、 速度误差随船舶的航速 V 而改变，航速越大，速度误差也就是越大，反则越小。

3、 速度误差随船舶的航向 C 而改变，在 0 度和 180 度航向上，速度误差最大：90 度的 270 度航向上，速度误差等于零。在 0 度-90 度、270-360 度航向上，速度误差的符号为正，即为西误差：90-180-270 度航向上，速度误差符号为负，即东误差，

- 4、 由于功率因数随着纬度的增加而减小，因此纬度增大时，速度误差也随之增大。当纬度超过 65 度再继续增大时，速度误差值将增加得快。
- 5、 罗经航向的速度误差值，确定真正航向，速度误差的符号为 (+) 时，则真=航向罗经航向+速度误差；速度误差的符号为 (-) 时，则真航向=罗经航向-速度误差。
- 6、 船舶机动时，陀螺罗经的控制设备受到惯性力的影响而产生的误差叫做冲击误差。
- 7、 凡是摆式陀螺罗经其等幅摆动周期为 84.4 分钟时，在船舶机动持续时间内，它将由机动开始时的旧稳定位置非周期地过渡到机动终了时的稳定位置去，不产生第一类冲击误差。

$$T_0 = 2\pi \frac{\sqrt{2\pi}}{G}$$

- 8、 船舶摇摆时的加速具有周期性，即加速度的数值和方向经常变化，
- 9、 船舶摇摆的周期性很短，通常为 15 秒左右，显然加速度在每个方向上作用的时间是摇摆周期一半。
- 10、 船舶摇摆时所产生的加速度要比机动时产生的加速度大得多，无疑在摇摆时作用于陀螺罗经的惯性力也要比机动时的惯性力大得多。
- 11、 基线误差一般在船舶上稳定后，当船舶停泊还是航行中，测取岸标和天体的罗经方位 进行计算：陀螺罗经差=真方位-罗经方位
其中之一以下几点：
- 一、罗以必须稳定。
- 二、方位分罗经的基线必须与艏艉线平行。
- 三、测方位用的作用圈必须没有误差。
- 四、停泊还是停靠码头测定陀螺罗经时，速度误差校正器必须回零度，航行中应根据航速纬度把速度误差校正，计及速度误差值。

第四节 陀螺仪 I 型

整个陀螺球壳是由较小的上下半球的较大的下半球用黄铜压制后合成，陀螺球浸浮在随动球内的液体中，在工作温度 (39±2 度和 46±2 度) 时，陀螺球的重量比支液体所产生的浮力大，因此陀螺球要下沉于随动球的底部。

- 1、随动球是由上下两个铝质半球、赤道环、电木柱和有机玻璃块组成。固定部分是主要罗经与船舶固定的部分，它是由贮液缸、罗经桌、平衡环及罗经座组成。
- 2、主罗经除上述灵敏部分，随动部分和固定部分外，还没有特殊部分，如：速度误差校正装置，冷却系统和快速稳定装置等。
- 3、随动系统确保主罗经中的随动部分跟踪灵敏部分____陀螺球一起运动，其二是第一作用，是消除由于随动球和陀螺球之间的相对位移而引起的支撑液体与陀螺球间的摩擦力矩，因此力矩会引起罗经误差，是把主罗经的航向精确地传递给安装在船舶不同部位的分罗经及其它仪器。
- 4、随动系统分为：信号电桥、磁放大器、执行及同步传送部分电机组成。
- 5、同步传向系统的作用将主罗经的航向精确地传送给分罗经、航向记录器等组成复示器的仪器。由于同步传向系统是基于自整角机的工作原理，整角机是由转子的定子两部分组成。
- 6、无接触式自整角机没有电刷的滑环装置，因此不在接触电阻和摩擦转矩，从而提高了传向系统的精度。

- 7、分罗经是复示器航向的同步仪器中最主要的一种，安装在船上驾驶航向前方。
- 8、航向记录器是记录船舶航行中的航行，以备参考，自起动罗经至稳定指北，用以检查罗经作减幅摆动情况，判断罗经工作是否正常是否稳定指北。
- 9、信号指示系统分为：三相电流偏差信号、随动系统失配信号、温度偏差信号、陀螺球高度位置指示、无阻尼信号等组成。
- 10、陀螺球在注意事项：船舶停留时间因风浪使船舶摆动时，则应起动罗经使它外于工作状态，船舶没有停靠好码头时不应关闭陀螺罗经。
- 11、主罗经拆装时清洗陀螺球及随动球导电部分，罗经工作 1500 小时以后陀螺球及随动球的电极上会附有脏物。
- 12、更换液体一般一年左右以更换，如果发现液体变质虽然没有到一年时间内也要更换。
- 13、陀螺球高度位置的调整：
 - 一、在更换了支架液体和陀螺球后，改变了支架液体的工作温度范围，以及由于支架液体中液体水等原因，会使陀螺球在随动球内的位置偏向偏低，在船舶摇摆和转向时，因陀螺球与随动球相碰，将会使罗经产生不定误差。起动罗经 4 到 5 小时，待罗经稳定指北，并在液温为 39 度正负 2 度（46 度正负 2 度）和罗经桌呈水平状态时，检查陀螺球的高度位置。
 - 二、一般来讲陀螺球是完整好的，则引起陀螺球高度位置改变原因，是由于支架液体的比重发生变化所致。比重增大，陀螺球升高；比重减小，陀螺球下沉。
- 14、故障排除：
 - 一、观察现象，当罗经发生故障后，应首先用眼、耳、手、等进行观察。
 - 二、分析原因，把观察到的故障现象和罗经正常工作的情况进行比较，基于对罗经各部分的结构和工作原理的掌握，对故障进行了分析，找出产生故障的可能及故障部位。
 - 三、检查测量，通过分析判断把故障确定在某一范围后，应使用仪表进行检查测量。
 - 四、缩小范围，若检查测量结果与原理来分析判断不符，则应重新加以分析。

第五节 陀螺仪 II 型

- 1、随动球上没有阻尼电极。
- 2、随动球赤道环带间的有机玻璃 4 角没有缺口，陀螺球工作时散发的热量，仅随动顶，底电极的中央小孔进行对流。
- 3、由于没有速度误差校正装置，所以方位齿轮可直接与 360 度刻度盘固连在同一根直轴上。
- 4、贮液体缸的腰部没有快速稳定线圈，而在缸的外圈装有加热器，它由自动调温系统控制。
- 5、罗经桌上装有自动调温器微动开关、电刷、加液孔、电缆插座、温度计、水准器和照明灯等。