

320426

高等學校交流講義

电航仪器

下 冊

大連海运学院 編



人民交通出版社

高等學校交流講義

电航仪器

下 册

(海洋船舶駕駛专业用)

大連海运学院 編

人民交通出版社

高等学校交流讲义

电 航 仪 器

下 册

大连海运学院 编

*

人 民 交 通 出 版 社 出 版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版业营业許可証出字第〇〇六号

新华书店北京发行所发行 全国新华书店經售

人 民 交 通 出 版 社 印 刷 厂 印 刷

*

1962年4月北京第一版 1962年4月北京第一次印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 6.5张 插页5

全书: 148,000字 印数: 1—1,550册

統一書号: 15044·5280

定价(10): 1.20元

D05/2

目 录

第二篇 陀螺罗经及其他航海 陀螺仪表和装置(續)

第十二章 航向—Ⅲ型陀螺罗经	3
第一节 主罗经	3
第二节 附属仪器	26
第三节 电路原理图	40
第四节 整套航向—Ⅲ型陀螺罗经	41
第五节 航向—Ⅲ型陀螺罗经的安装、检查、校驗 及使用、保养	43
第十三章 航向—Ⅳ型陀螺罗经	60
第一节 航向—Ⅳ型陀螺罗经的附属仪器	62
第二节 电路原理图	74
第三节 航向—Ⅳ型陀螺罗经的使用、保养	76
第十四章 斯伯尼—14型陀螺罗经	80
第一节 主罗经	80
第二节 斯伯尼—14型陀螺罗经的附属设备	92
第三节 斯伯尼—14型陀螺罗经电路原理总图	105
第四节 整套斯伯尼—14型陀螺罗经	107
第五节 斯伯尼—14型陀螺罗经的使用、保养	107
第十五章 布朗型陀螺罗经	118
第一节 主罗经	118
第二节 附属仪器	129
第三节 使用与保养	131

第十六章 自动操舵装置	133
第一节 自动操舵装置的工作原理.....	133
第二节 具有固定接触环的自动操舵装置.....	140
第三节 具有活动接触环的自动操舵装置.....	144
第四节 航海自动器.....	147

第三篇 計 程 儀

第十七章 水压式計程仪	154
第一节 水压式計程仪的基本原理.....	154
第二节 水压式計程仪的結構与工作原理.....	158
第十八章 轉輪式計程仪的基本原理与結構	181
第一节 轉輪式計程仪的理論.....	181
第二节 轉輪式計程仪的結構与电路.....	182
第三节 轉輪式計程仪的使用与管理.....	189
第十九章 电計程仪的安装	190

第十二章 航向—Ⅲ型陀螺罗经

航向—Ⅲ型陀螺罗经是双转子罗经之一，目前已在船舶上广泛使用，其准确度为 $\pm 1^\circ$ ，设计纬度是 60° ，在设计纬度处的无阻尼振荡周期为 84.3 ± 5 分钟。

航向—Ⅲ型陀螺罗经适用于电源为110或220伏的直流电的船舶上，启动时所需功率为4瓦，正常工作时所需功率为1瓦。

整套航向—Ⅲ型陀螺罗经是由主罗经及其附属仪器组成的。主罗经是整套罗经的主要部分，它具有指示航向的性能；附属仪器则是确保主罗经正常工作的必需设备。

第一节 主 罗 经

主罗经（图12-1）由下列三部分组成：

1. 灵敏部分：它是主罗经的心脏部分，能指示航向，在航向—Ⅲ型罗经中为陀螺球，由球壳、陀螺电动机、灯形支架、中心弹簧及阻尼器等组成。

2. 随从部分：它是追随灵敏部分一起运动的部分。

3. 固定部分：它是与船舶固定的部分。

下面分别叙述主罗经各部分的构造及其工作原理。

一、灵敏部分—陀螺球

灵敏部分为一陀螺球，它是一个密封的球体（图12-2），浸浮于随从部分的支承液体中。陀螺球的直径为25.2厘米，重8.7公斤，重心沿陀螺球的垂直轴下移至距几何中心0.7厘米处。整个球壳是由较小的上半球和较大的下半球合成的。

陀螺球（图12-3）内有：两个陀螺电动机、灯形支架、中心弹簧、阻尼器、阻尼开闭器及电磁上托线圈等元件。陀螺电动机

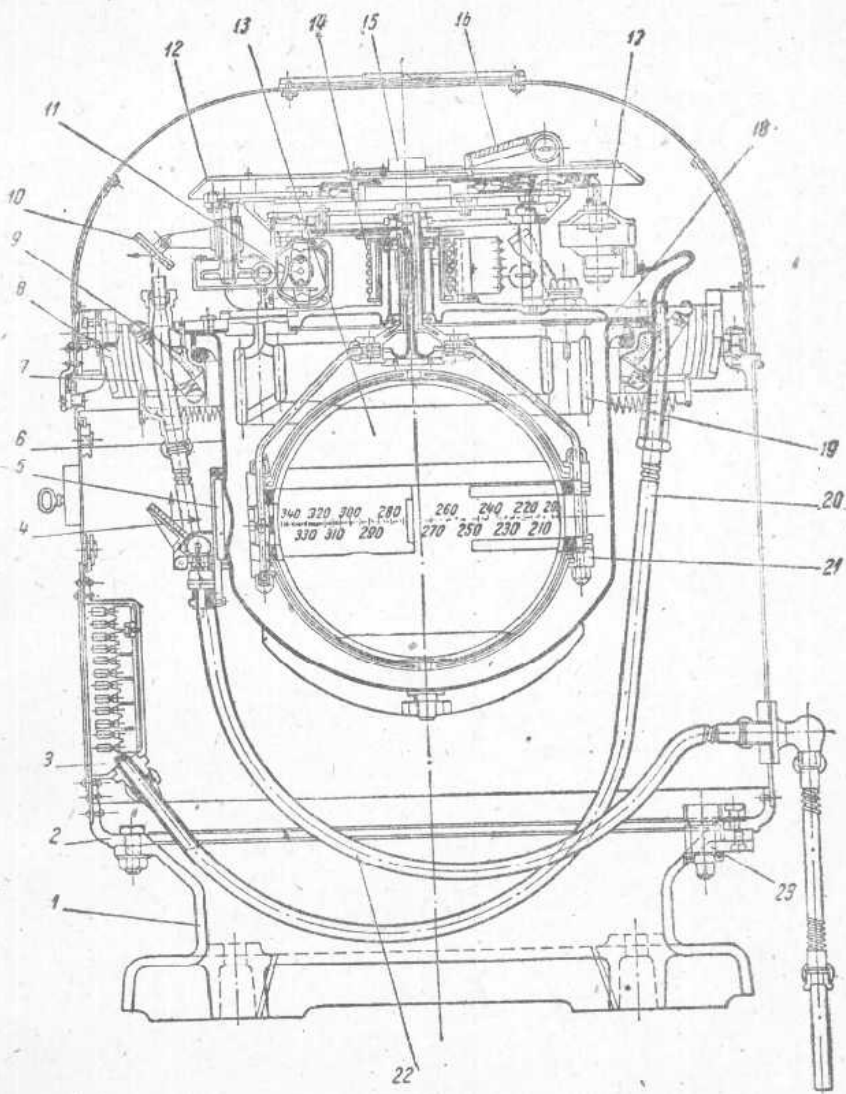


图12-1 主罗经

1-罗经底座；2-中间部分；3-接线板；4-下反射镜；5-玻璃窗；6-贮液缸；7-内平衡环；8-外平衡环；9-橡皮垫；10-上反射镜；11-双向电动机；12-校正器；13-陀螺球；14-导电环；15-水平器；16-罗经盘的玻璃窗；17-方位电动机；18-罗经桌；19-蛇形管；20-电缆；21-随从球；22-冷却水管；23-带齿板的齿轮（调整罗经座在船首尾面上）

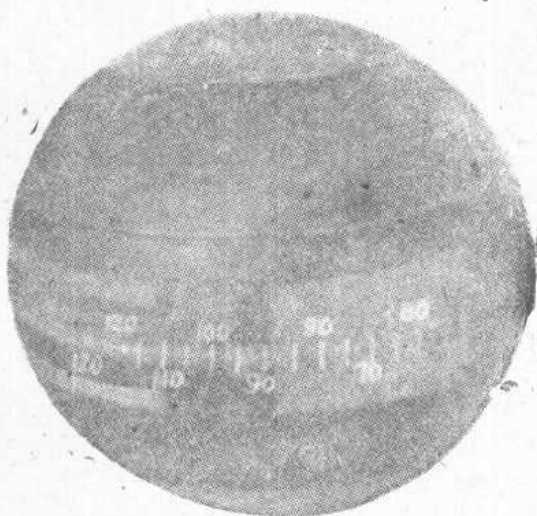


图12-2 陀螺球

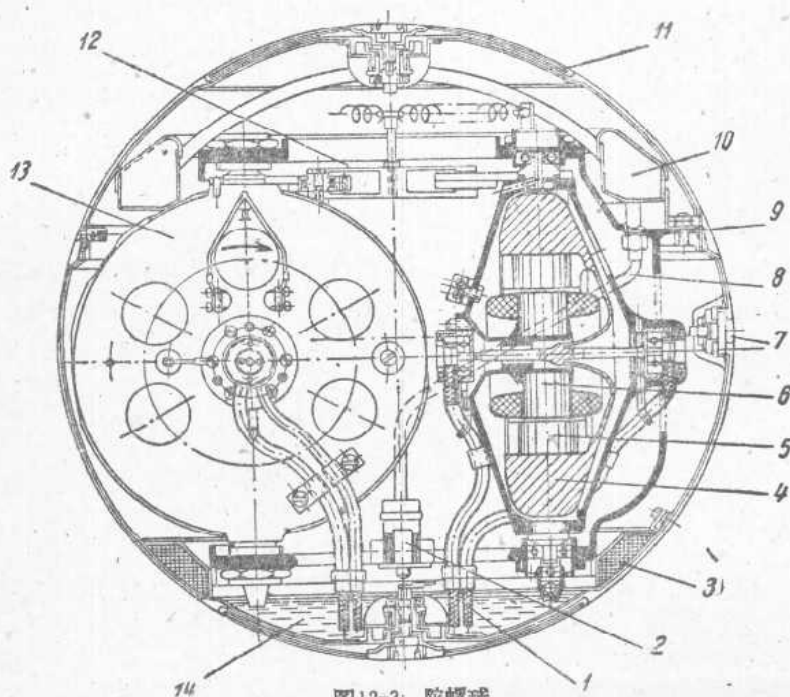


图12-3 陀螺球

1-吸油线；2-阻尼开闭器；3-电磁上托线圈；4-陀螺电动机；5-量筒；6-定子；7-阻尼电极；8-阻尼器连通管；9-灯形支架；10-阻尼器油室；11-顶电极；12-曲柄与连杆机构；13-陀螺电动机外壳；14-转子主轴承润滑油

安装在灯形支架内，并可繞其垂直軸旋轉一定的角度；阻尼器安放在灯形支架的上面，其阻尼油室由两根細管相連；电磁上托綫圈安放在下半球的底部。下面将对陀螺球及其内部裝置的各部件加以詳述。

1. 上半球和下半球：

整个陀螺球是由上下两半球合成的，球壳外面除导电部分装有石墨硬橡胶电极外，其余部分均复盖一层絕緣硬橡胶。

上半球的頂部有帽狀的頂电极，用黃銅压制而成，外面包有导电的石墨硬橡胶，頂电极与球壳絕緣。由頂电极引入球內的导綫接到接綫柱上，这是輸入陀螺电动机的三相交流电第一相电流的通路。在上半球的上邊緣上，鉚有四个小插头，它在連接上下两半球时起定位作用。

陀螺球的外表面是十分光洁的。在位于下半球的赤道帶上刻有 0° 至 360° 的刻度，每小格为 1° ， 0° 刻在球的南端，以便于从主罗經后部向前观察船舶的航向。在赤道处由一条寬的石墨硬橡胶电极和两组互相平行的窄石墨硬橡胶电极組成的赤道电极。赤道电极与球壳之間是不絕緣的，故球壳是輸入陀螺电动机的三相交流电第三相电流的通路。在寬赤道帶两端有导电性能极为良好的炭精电极，称为随从电极，它是随从信号的通路。在两组窄赤道电极中間断开处（即刻度 180° 处）还有一个与球壳絕緣的石墨硬橡胶电极，称为阻尼电极。

在下半球的底部同上半球的頂部一样，也有一个呈帽狀的底电极，不过，由它引入球內的导綫，是通过中間有孔的特殊导电插头完成的。特殊导电插头用导綫接在接綫柱上，这是輸入陀螺电动机的三相交流电第二相电流的通路。借助于特殊的导电插头，能控制小孔的开閉，作为抽出球內的空气，并向內充以氢气，以及灌輸潤滑油的通道。

2. 陀螺电动机和灯形支架：

陀螺电动机是陀螺球的最重要組成部分，它是高速旋轉的三相异步感应电动机，由轉子、定子及陀螺电动机室所組成。

轉子是一个旋轉对称体，有厚重的輪緣，使質量集中分布在外圍的輪緣上，以增加轉子的轉動慣量。轉子的直徑約為13厘米，重2.2公斤。轉子中空部分的內側，壓有鼠籠式的短接繞組，轉子軸與輪緣通過金屬膜片連成一体。

定子繞組接成星形，並位於轉子鼠籠繞圈的內側，固定在陀螺电动机室的一側。

陀螺电动机室兩面的中央均有突起部分，其內部均裝有特殊的滾珠軸承，轉子軸就插在此軸承內。此外，在突起部分的下邊有兩根輸油管，管內有吸油綫，存放于陀螺球底部的潤滑油通過輸油管以潤滑軸承。

陀螺電動機的轉速在氬氣中為19,700轉/分。

框架呈燈形，故稱燈形支架。兩個陀螺电动机利用滾珠軸承和止推軸承垂直地支持在燈形支架上，並且可繞垂直軸旋轉一定的角度。燈形支架固定在下半球殼的加強環上。

兩個陀螺电动机用曲柄及連杆相聯結，連杆的中點和中心彈簧的一端聯結，中心彈簧的另一端固定在支架上（圖12-4）。當兩曲柄平行時，轉子的主軸應互相垂直，並且分別與陀螺球主軸之間的夾角為 45° 。依靠曲柄和連杆裝置，兩個陀螺电动机只能繞其垂直軸作相反方向的旋轉，當轉動的角度不大時，可以近似地認為轉角相等，其轉動範圍約為 $\pm 7.5^\circ$ （有限動片時）。

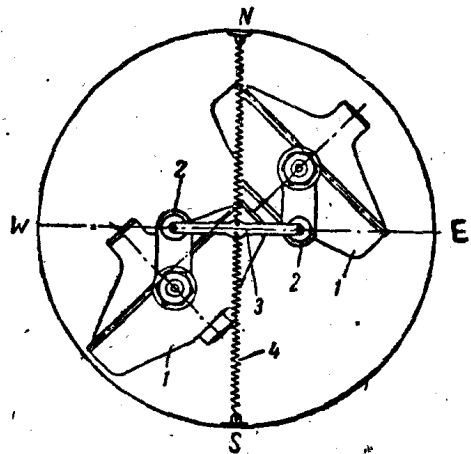


圖 12-4

1-陀螺电动机；2-曲柄；3-連杆；4-彈簧

此外，在燈形支架上有若干大小不等的圓孔，其作用是減輕重量；在燈形支架上還有用螺釘固緊的鉛塊，它們是用來對陀螺

球进行靜平衡的，因此称做平衡重物。

在陀螺电动机的兩側，固定在灯形支架上有四条弹簧片，它們把陀螺电动机繞垂直軸的旋轉，限制在一定範圍內，因此，称做限动片。

3. 阻尼器及阻尼开閉器：

为了使陀螺球的主軸产生阻尼振盪，在球內装有阻尼器（图12-5）。

阻尼器由两个扇形容器（1、2）所組成，并固定在支架上。扇形容器称为阻尼油室，分別位于球的南北兩側，油室內部用隔板分为两个小室，內盛有凡士林油。阻尼器的上面有通空气的联管（3），下面有通油的U形联管（5），阻尼油室經油管与

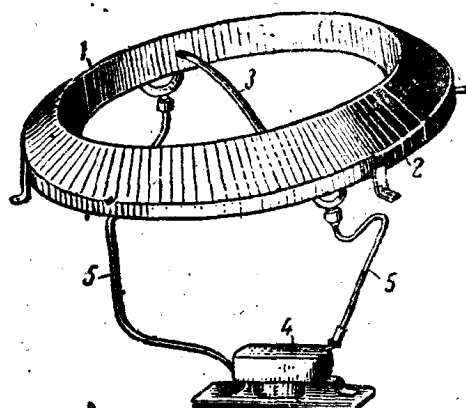


图 12-5

1、2-阻尼油室；3-空气流通管；
4-阻尼开閉器；5-連通管

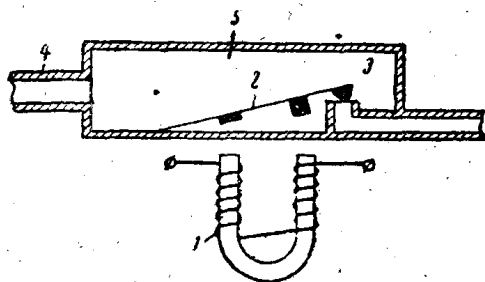


图 12-6

1-电磁鉄；2-銜鉄；3-油管关闭塞；
4-連通管；5-壳体

阻尼开閉器（4）相連。

阻尼开閉器（图12-6）內有一銜鉄，其末端有金属半球体的油管关闭塞；下部有馬蹄形的电磁鉄，电磁鉄綫圈的一端与球內的阻尼电极相連，另一端則接在三相交流的第三相电流的通路上。經過阻

尼电极給电磁鉄綫圈供电时，电磁鉄吸动銜鉄，油管关闭塞堵塞管口，阻尼油液停止流动。

4. 电磁上托綫圈：

为了减小灵敏部分支承中的有害摩擦力矩，陀螺球完全浸浮在随从球内的支承液体中，这样，作用在陀螺球上的只有陀螺球与支承液体的黏滞摩擦，而这摩擦的数值是极小的。由于在工作温度下陀螺球的重量比支承液体所产生的浮力大，因此，陀螺球就要下沉于随从球的底部。这样，在陀螺球运动的过程中，仍会产生摩擦力矩，要减小这一摩擦力矩，必须使陀螺球悬浮在随从球的中央。为了达到这一目的，在陀螺球内设有电磁上托线圈。

电磁上托线圈（图 12-7）位于陀螺球内的下部，线圈平行于赤道平面，由球内三相交流电的第一相和第二相供电。当陀螺球处于工作状态时，交流电产生的磁力线穿过随从球的底部，在随从球的金属壳体内感应出涡流。涡流所产生的磁场和电磁上托线圈的磁场互相作用。这样，就在随从球和陀螺球之间产生相互排斥的力

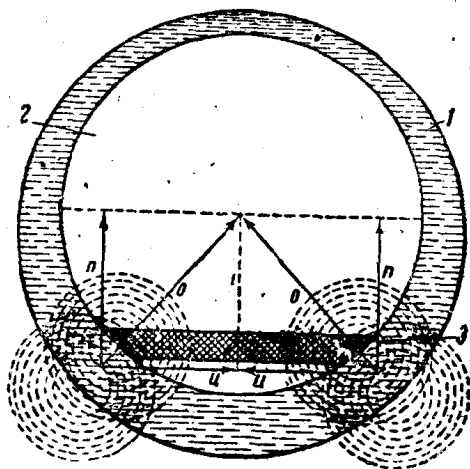


图 12-7

1-随从球；2-陀螺球；3-电磁上托线圈；O-支承力；II-支承力的垂直分量；U-支承力的水平向定中心分量

（支承力），此力作用在陀螺球上，通过球心并沿着底部分布。支承力的方向如图 12-7 所示，支承力 O 可分解为两个分力：水平分力 U 使陀螺球保持在中央位置，不致触及随从球的内壁；垂直向上的分力 II 托起陀螺球，使陀螺球的几何中心与随从球的几何中心相重合。支承力在正常工作温度时为 30 克，此时陀螺球与随从球的上下间隙为 8 毫米，赤道处侧壁间的间隙约为 1 毫米。

如果支承液体的温度升高，液体密度下降，浮力减小，则陀螺球就向随从球的底部靠近，此时，感应作用增强，电磁排斥力

随之增大。当剩余重力与上托力相等时，陀螺球将稳定在随从球内新的平衡位置上。由此可见，电磁上托线圈能够自动调整陀螺球的高度，但应注意，只有在工作温度下（支承液体的工作温度为 $39^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ），电磁上托线圈才能使陀螺球维持在随从球的中心位置上。

二、随 从 部 分

随从部分由下列几部分组成：

1. 随从球：

两个铝质的上下随从半球与蜘蛛架组成随从球（图12-8）。上下两铝质半球的内侧两极处有涂石墨硬橡胶的帽状顶电极及底电极，上下半球之间有两条赤道环，赤道环内侧有涂石墨硬橡胶的赤道电极，整个随从球除了电极外，其余部分均以硬橡胶复盖，确

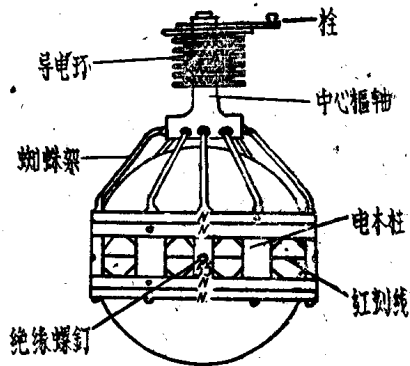


图12-8' 随从球

保绝缘。随从球的顶、底和赤道电极，分别与陀螺球的顶、底及赤道电极相对应，各对应电极经极间的支承液体，形成给陀螺球供电的通路。

赤道环之间嵌有七个电木柱，其中有一对电木柱的内表面有方形的石墨硬橡胶，它的位置与陀螺球上的随从电极相对应，亦称为随从电极，用来产生并传送随从信号。和随从电极相隔 90° 处的一个电木柱上，有一个阻尼电极和陀螺球上的阻尼电极相对应。电木柱之间嵌有透明的玻璃，用以观察陀螺球的刻度，玻璃中央刻有红线，用以检查陀螺球的高低位置是否正常。在正常工作情况下，陀螺球和随从球的红色赤道线应位于同一平面内。

随从球不是密封的，和陀螺球一样，它也是全部浸在支承液体中的。当陀螺球工作时，其周围变热了的液体，可以从上下极

帽中央的小孔和玻璃四角的空隙处对流，以加速陀螺球热量的扩散，并可随球内外液体的温度处于均衡状态。

随球下部还有加速稳定装置的套口及两对喷管。在随球内部四块电木柱的内侧，有两对斜的喷口，喷口与喷管相连，通过此喷口，利用水力方法，可以人为地将陀螺球的主轴引向子午线，以缩短陀螺球稳定到子午面内的时间。

2. 中心枢轴和蜘蛛架：

中心枢轴为一空心的黄铜杆，表面包着硬橡胶，用以绝缘。杆的上端套有导电环，下端有较厚的空心圆盘，从圆盘的周围伸出由七根导杆形成的蜘蛛架，导电环经中心枢轴中的导线与蜘蛛架相连。

随球是借蜘蛛架结合起来的，蜘蛛架的导杆用黄铜制成，外面涂有硬橡胶，利用金属螺钉、蜘蛛架的导杆分别和上下极帽、赤道带、随球电极及阻尼电极相接通、螺钉外面旋有绝缘螺钉，以防止金属导杆与支承液体的接触。

3. 导电环：

导电环固定在枢轴的上端，有导线和蜘蛛架相连，两组电刷经过导电环向随球供电。导电环架上有一小栓，借此小栓使随球部分和固定部分的校正器相连。

经过随球部分向陀螺球供电的电路图，如图12-9所示：

第一相电流经第四环，沿导线经蜘蛛架、27号螺钉、随球顶电极、支承液体及陀螺球的顶电极，接至陀螺电动机的第一相定子绕组。

第二相电流经第五环以相同的方式，沿导线经蜘蛛架、28号螺钉、随球底电极、支承液体及陀螺球的底电极，接至陀螺电动机的第二相定子绕组。

第三相电流自第六环分别经过两根导杆、29号螺钉及上下赤道带，至陀螺电动机第三相定子绕组。

电磁上托线圈由陀螺球内三相交流电的第一、二相供电。

另外，电流自陀螺球的赤道电极（第三相）分两支路：经过

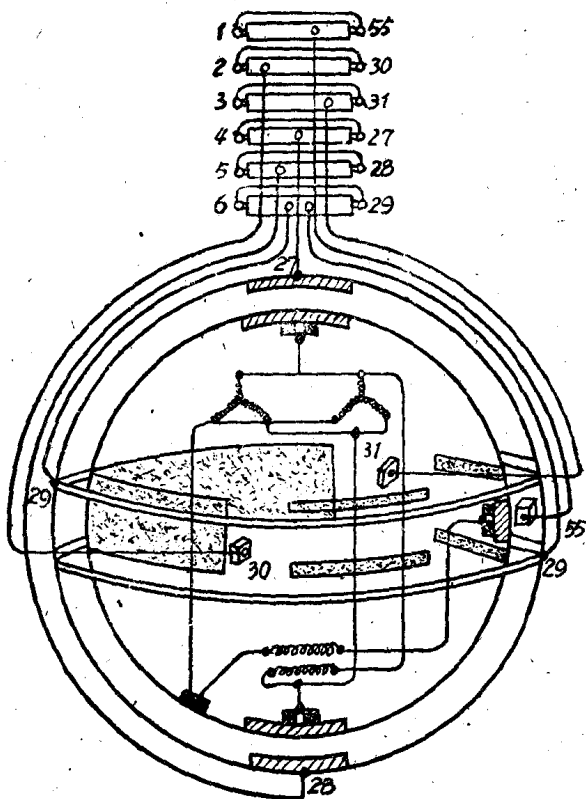


图 12-9

随从电极、支承液体及随从球上的随从电极30、31号螺钉，从第二、三环接出，用以产生并传送随从信号，这是一路；另一路，电流自第一环经55号螺钉、阻尼电极、阻尼开闭器的电磁铁线圈至陀螺球的赤道电极而形成回路，由此回路向电磁铁线圈供电，以控制阻尼开闭器。

三、固定部分

固定部分有(1)罗经桌；(2)贮液缸；(3)罗经座和平衡环系统。

1. 罗经桌：

罗經桌是貯液缸的盖，形如圆盘，为一青铜铸件。为了防止漏电和金属被支承液体所腐蚀，在罗經桌的内表面涂有一层絕緣硬橡胶。

罗經桌中央有一中空套筒，中間有两个滾珠軸承，随从部分的中心枢軸，借此軸承支持在罗經桌的套筒上。

罗經桌的下面固定有冷却支承液体用的蛇形水管，蛇形水管与罗經桌上的管孔相連。

罗經桌上安装有：自动調溫器、溫度繼电器、两组饋电电刷、接綫板、冷却水管的接头及两个帶塞的圓洞，从洞孔可以注入或汲出貯液缸內的液体，还可以由此測量缸內液面的高度。

速度自差校正器，用三个支柱安装于罗經桌上。

2. 貯液缸：

貯液缸系用紫銅制成，吊在内平衡环內，缸內貯存有支承液体，随从球、蛇形管等均浸在此液体內。缸的内壁亦涂以硬橡胶。缸中部有一玻璃窗，窗正中垂直方向刻有一道紅綫，它是观测船舶航向的基綫。玻璃窗的下方設有一反射鏡，通过此鏡，可把陀螺球的赤道刻度及位置反射到罗經桌上的鏡中，以便于观察。缸的下部附有重約16公斤的具有不同縱断面的平衡重物，借此降低重心。用旋轉重物的方法，根据校正器上的水平泡，可使罗經桌保持水平。貯液缸的下部还有加速稳定套管接头，它可以旋上和随从球下部的套口接合。套管接头下面連接有一对水管，套口上有一对水閥。

3. 罗經座及平衡环系統：

罗經座由三部分組成：下部、中部和罗經盖。下部用螺栓紧固于甲板上，为罗經的底座。在底座內前方的凸緣上，装有加速稳定設備用的水泵和电动机。中部安装在底座上。以支持主罗經的工作部分，在向着尾部有一可以启閉的門，門內为一装有照明灯变压器和接綫板的匣子，接綫板由電纜与罗經桌上的接綫板相連。匣子上部装有可开关的小門，通过此門和貯液缸的玻璃窗，可以看到陀螺球的赤道刻度及其在随从球內的高度。門的右

方有加速稳定设备的开关及照明灯的开关。此外，在中部内壁一侧，还装有消除火花及滤波用的滤波器。中部通过齿轮装置，可以在底座上转动，以调整罗经的基线，消除罗经的固定误差。为了保护罗经桌上的所有装置，设有罗经盖，在罗经盖上有三个透明窗，用以察看罗经航向、罗经桌上温度计的读数及反射镜中映出的陀螺球在随从球中的位置。

平衡环系统由悬挂环、内平衡环和外平衡环三部分组成。主罗经整个工作部分都由此系统内，悬挂在罗经座上，以避免船舶摇摆和震动时给罗经工作带来的有害影响。

四、速度自差校正器

1. 校正器的结构原理：

从前面理论部分得知，船舶在地球表面上的运动，引起陀螺罗经产生速度自差，其计算公式为：

$$\delta = \arctg \frac{V \cos K}{R_{\oplus} \omega_{\oplus} \cos \varphi + V \sin K} =$$

$$= \arctg \frac{V \cos K}{V_0 \cos \varphi + V \sin K}$$

式中： V ——船舶航速（节）；

V_0 ——地球自转在赤道处之线速度；

φ ——船舶所在地的地理纬度；

K ——船舶航向。

从公式中可以看出，陀螺罗经速度自差决定于船舶的航速、航向及所在地的地理纬度。在航向—Ⅲ型陀螺罗经中，用校正器把速度自差从航向读数中消除掉。

校正器是根据速度自差 δ 具有半圆特性原理来设计的，其构造原理如图 12-10 所示。校正器具有两个圆盘，一个在上，叫上圆盘；另一个在下，叫下圆盘。上圆盘面上有 $0 \sim 360^\circ$ 的刻度。在上圆盘中心 M_2 的东方 E_x 上有一个销子 P ，这个销子 P 插在下圆盘由中心 M_1 至东方 E_x 的狭长槽内。二圆盘的中心 $M_1 M_2$ 能根