

5 船用陀螺罗经的认知与维护保养

5.4 电磁控制式陀螺罗经的结构与电路认知 (2)

一、电磁控制式陀螺罗经概述

二、阿玛勃朗**MK10**型罗经主罗经结构

指北基准部分+随动部分+固定部分

三、阿玛勃朗**MK10**型罗经电路系统

三、阿玛-勃朗罗经电路系统

阿玛-勃朗**10**型陀螺罗经的电路包括电源系统、随动系统、传向系统和几个附属电路。

1. 电源系统

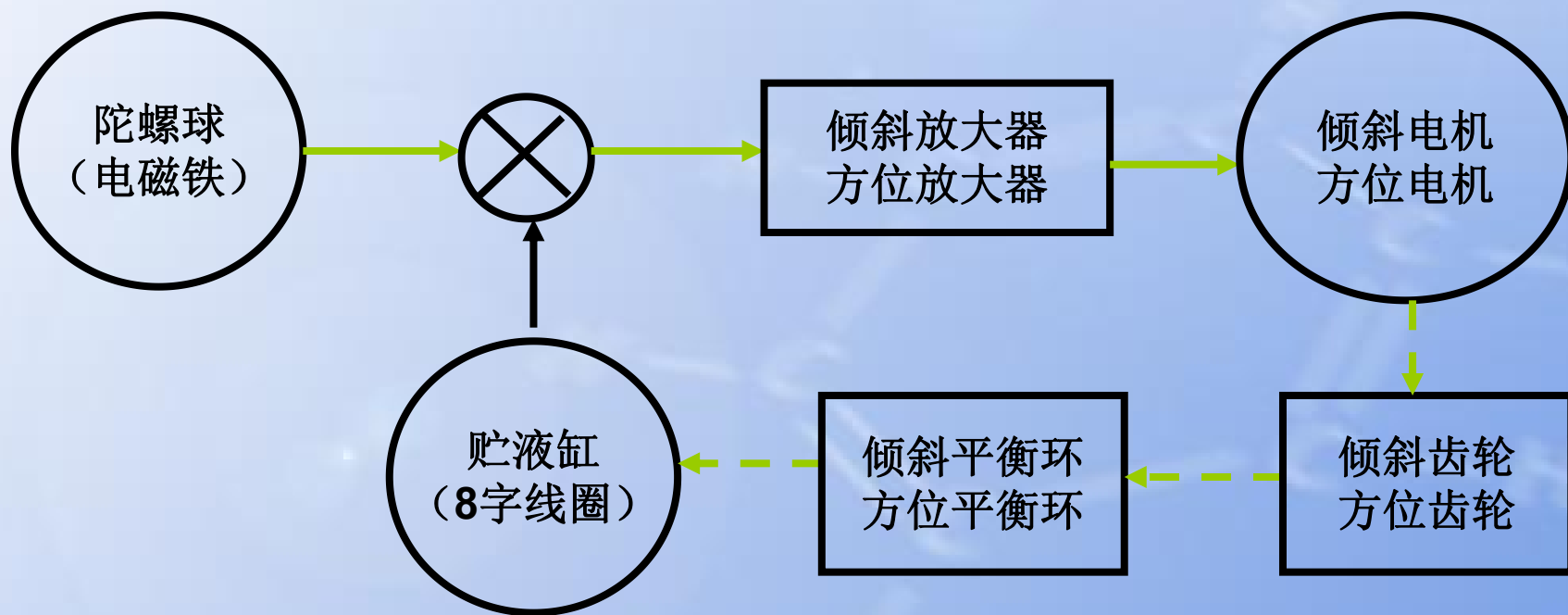
作用：将船电（**110V/115V, 50/60Hz**或者**220V/230V**）变换成**26V, 400HZ**的陀螺三相电及**50V**直流电源

组成：变流机、变压器（含整流器）和电源开关。

- 现代罗经电路系统主要采用直流静止逆变器

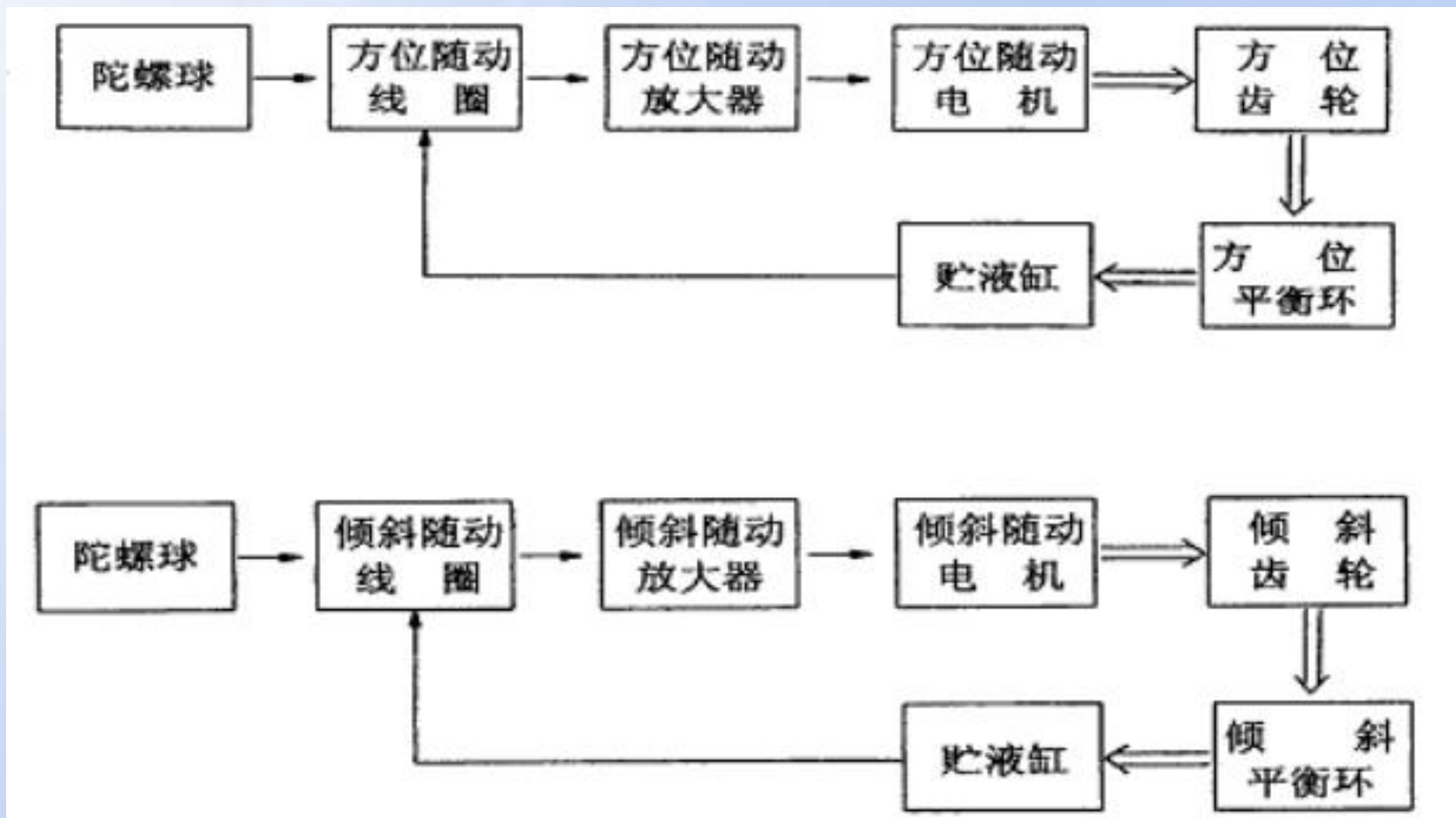
2. 随动系统

AB型罗经有倾斜随动系统和方位随动系统两套随动系统
方位随动系统用来驱动方位平衡环，使贮液缸在方位上跟踪陀螺球运动；倾斜随动系统用来驱动倾斜平衡环，使贮液缸在倾斜方向上跟踪陀螺球运动



2. 随动系统

每套随动系统由电磁铁和陀螺球位置敏感线圈（倾斜敏感线圈和方位敏感线圈）、随动放大器（倾斜和方位）、随动电机（倾斜和方位随动电机）等组成。



2. 随动系统

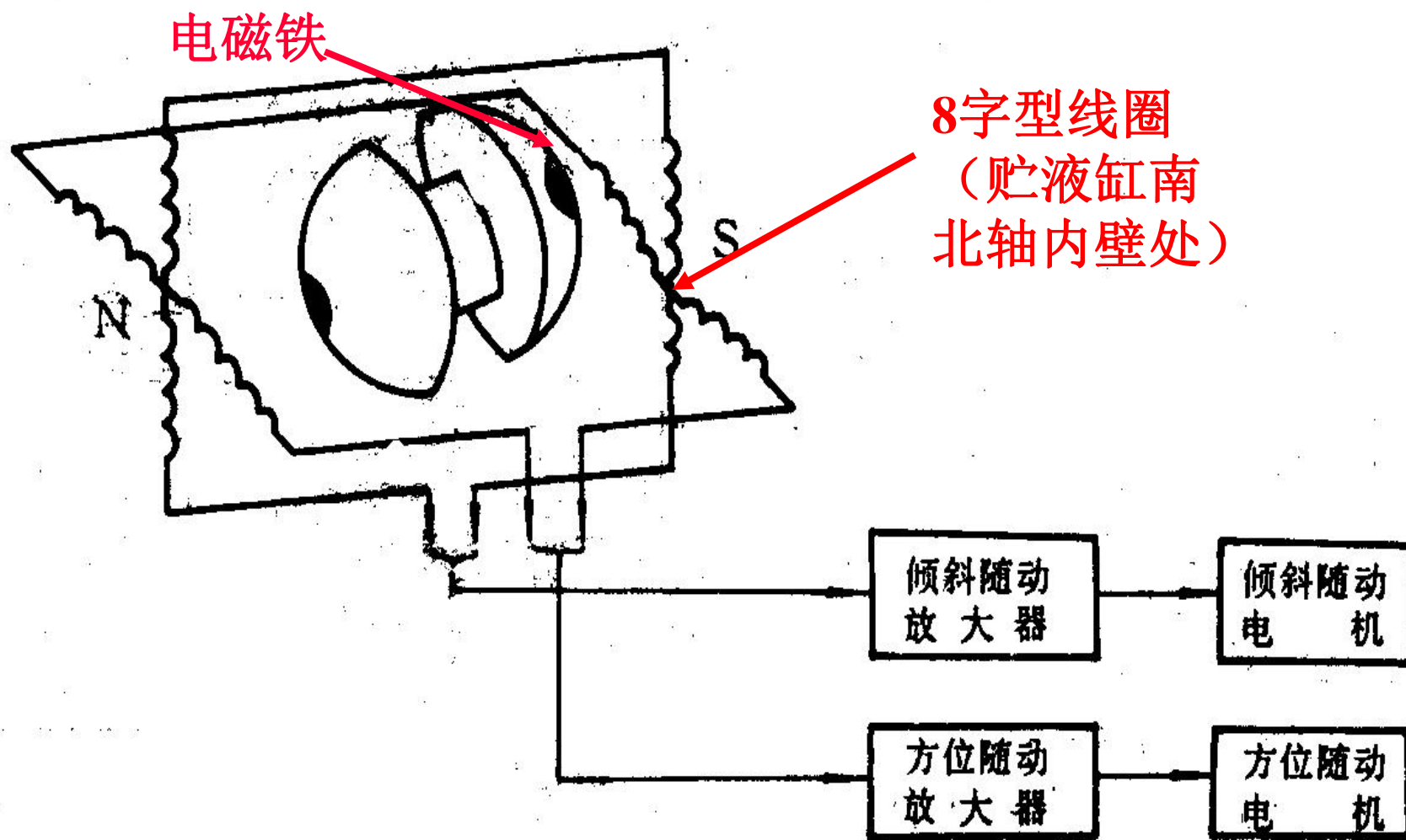
启动罗经时船舶停靠不动，陀螺球**主轴阻尼找北**，位于主轴方向两端的**电磁铁**，相对**贮液缸内侧南北轴方向**两端的**陀螺球位置敏感线圈**，在倾斜上和方位上产生位移，陀螺球**位置敏感线圈**的**倾斜敏感线圈**产生倾斜随动信号，而**方位敏感线圈**产生方位随动信号。

倾斜随动信号和方位随动信号分别送到倾斜随动放大器和方位随动放大器进行**放大**。放大后的**倾斜随动信号**控制**倾斜随动电机**工作，倾斜随动电机通过倾斜齿轮和倾斜平衡环驱动贮液缸随陀螺球主轴在倾斜上一起位移，使**贮液缸南北轴**保持与陀螺球主轴相同的倾斜状态（高度角 θ 相等）。

放大后的**方位随动信号**控制**方位随动电机**工作，通过方位齿轮和方位平衡环驱动**贮液缸**随陀螺球主轴在方位上一起位移，使**贮液缸南北轴**保持与陀螺球主轴相同的方位状态（方位角 α 相等）。

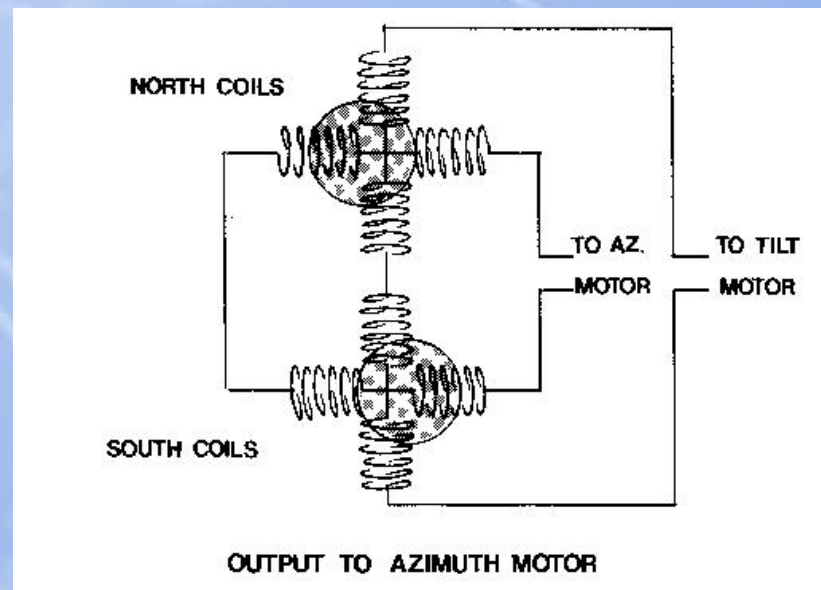
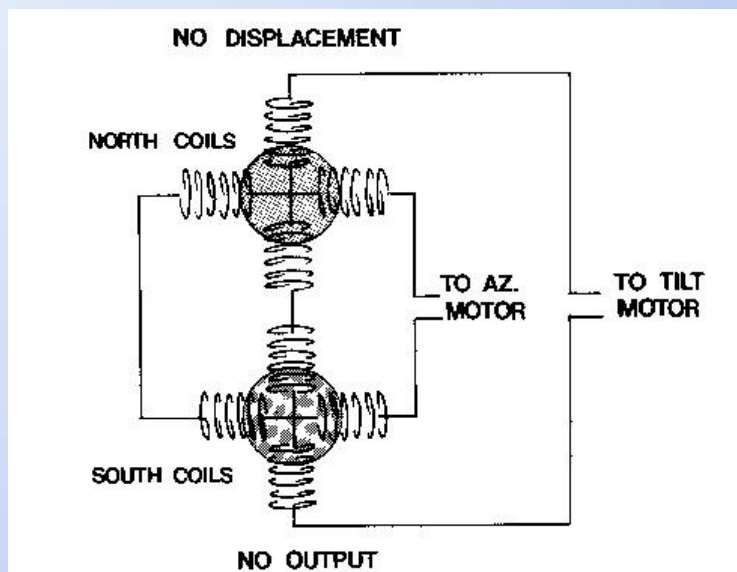
(1) 信号敏感装置--陀螺球位置敏感线圈

- 位于贮液缸南北端的缸壁处分别装有两组陀螺球位置敏感线圈，与陀螺球壳上的电磁铁相对应，构成信号随动敏感装置，每组位置敏感线圈呈“8”字形，在水平和垂直方向对称分布。



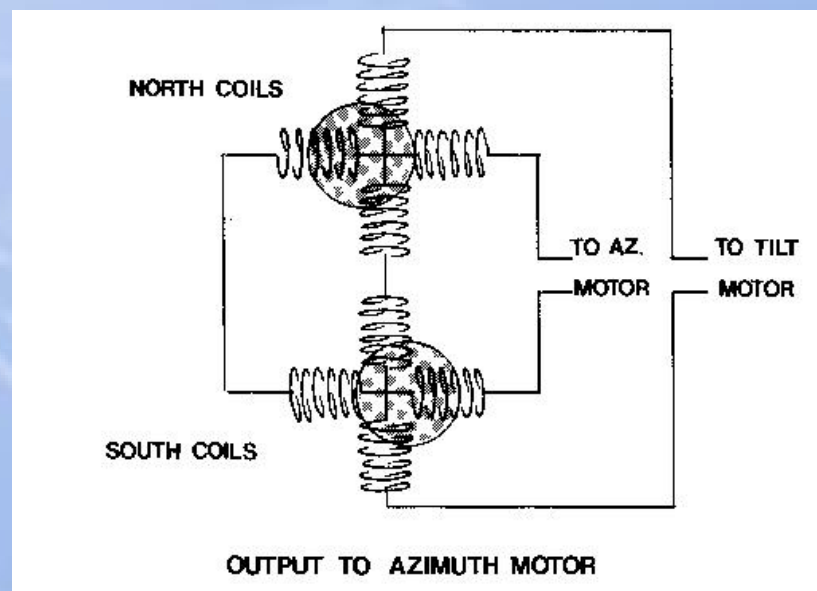
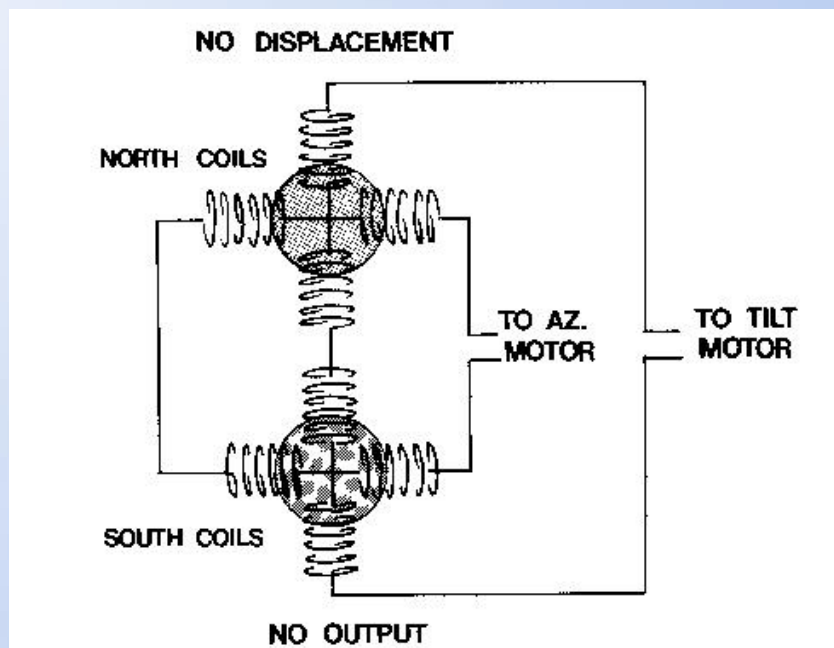
(1) 信号敏感装置--陀螺球位置敏感线圈

- 方位敏感线圈：水平放置的陀螺球位置敏感线圈
- 倾斜敏感线圈：垂直放置的陀螺球位置敏感线圈
- 敏感线圈平面垂直于贮液缸南北轴，即垂直于电磁铁昌盛的激磁磁通。当陀螺球主轴与贮液缸南北轴一致时，陀螺球上的电磁铁正好对准敏感线圈中心，此时线圈绕组通过的磁通量相等，感应电压大小相等，相位相反，绕组串联反接，故倾斜敏感线圈输出的随动信号电压为0。



(1) 信号敏感装置--陀螺球位置敏感线圈

- 方位敏感线圈、倾斜敏感线圈
- 陀螺球相对于贮液缸倾斜一个角度，电磁铁偏离敏感线圈的中心，电磁铁靠近绕组端电压大于远离绕组端，两组线圈反向串联后总输出不为零，敏感线圈的输出随动信号电压取决于偏离角的大小，相位取决于偏离角的方向。



(2) 随动放大器

➤作用:

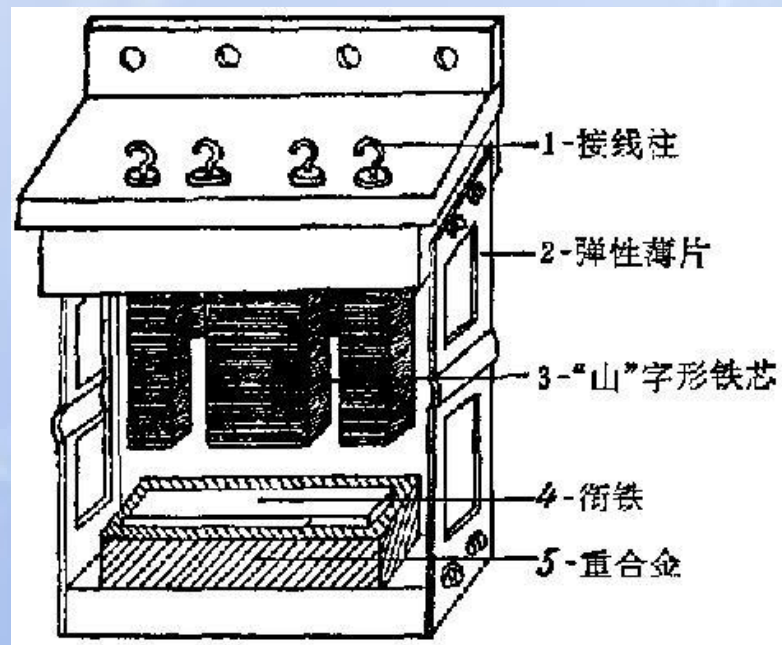
放大随动信号，输出直接推动伺服电机，经传动齿轮带动倾斜和方位平衡环，使贮液缸在倾斜或方位上跟踪陀螺球，直至贮液缸南北轴与陀螺球主轴一致时为止。

(3) 电磁摆及摆信号

控制力矩和阻尼力矩的产生:

电磁摆安装在贮液缸顶部偏东一侧；水平时，无摆信号输出；

当贮液缸水平时，摆锤正好处在倒山字形铁芯的正中央，衔铁和倒山字形铁芯形成的两个磁路中，气隙相同，磁阻相等，故在两边臂上的信号绕组中所感应的电势大小相等相位相同，两绕组串联反接后所输出的摆信号电压为0。

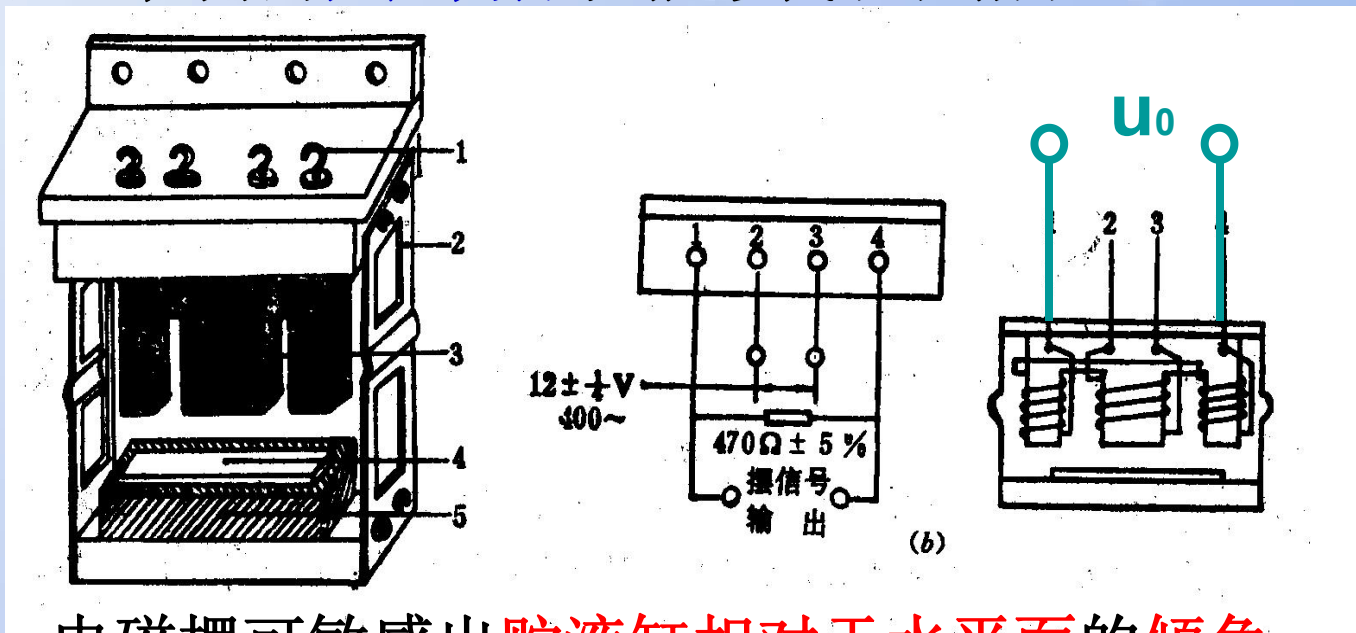


(3) 电磁摆及摆信号

倾斜时，摆锤偏移，有摆信号输出。

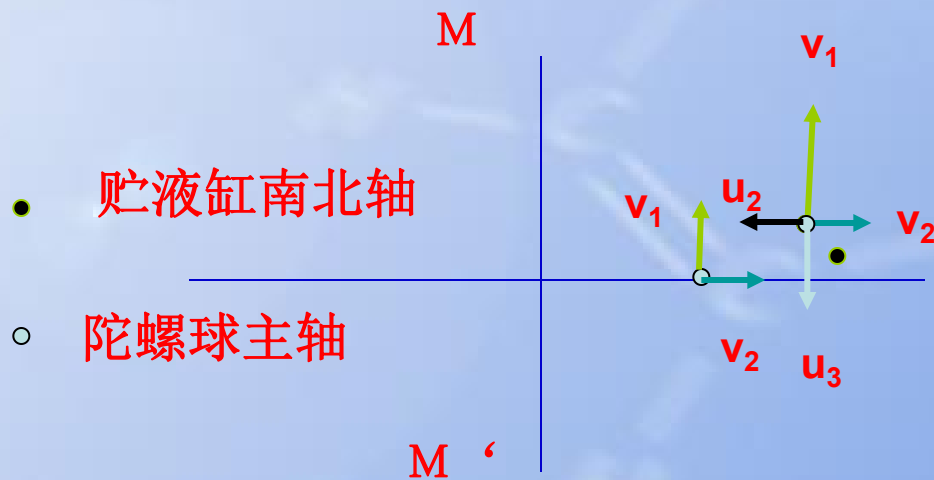
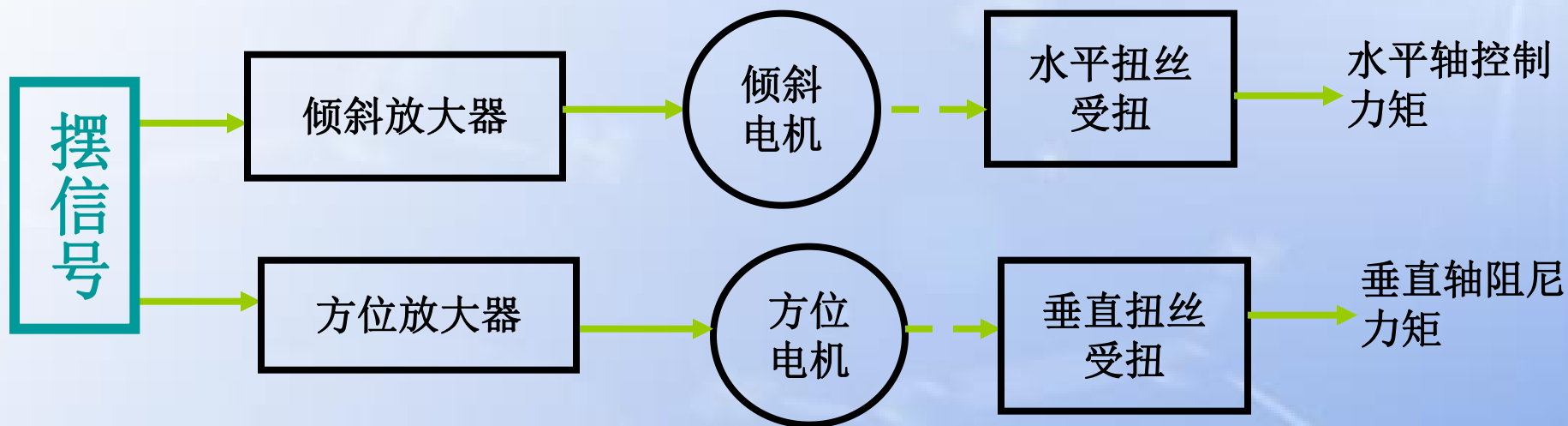
产生的摆信号：

由于随动系统的作用，使贮液缸在倾斜上和方位上分别产生位移，电磁摆产生摆信号，电磁摆间接检测主轴水平面倾角，水平扭丝和垂直扭丝受扭，产生沿陀螺球水平轴向的控制力矩和沿陀螺球垂直轴向的阻尼力矩；能够找北和指北

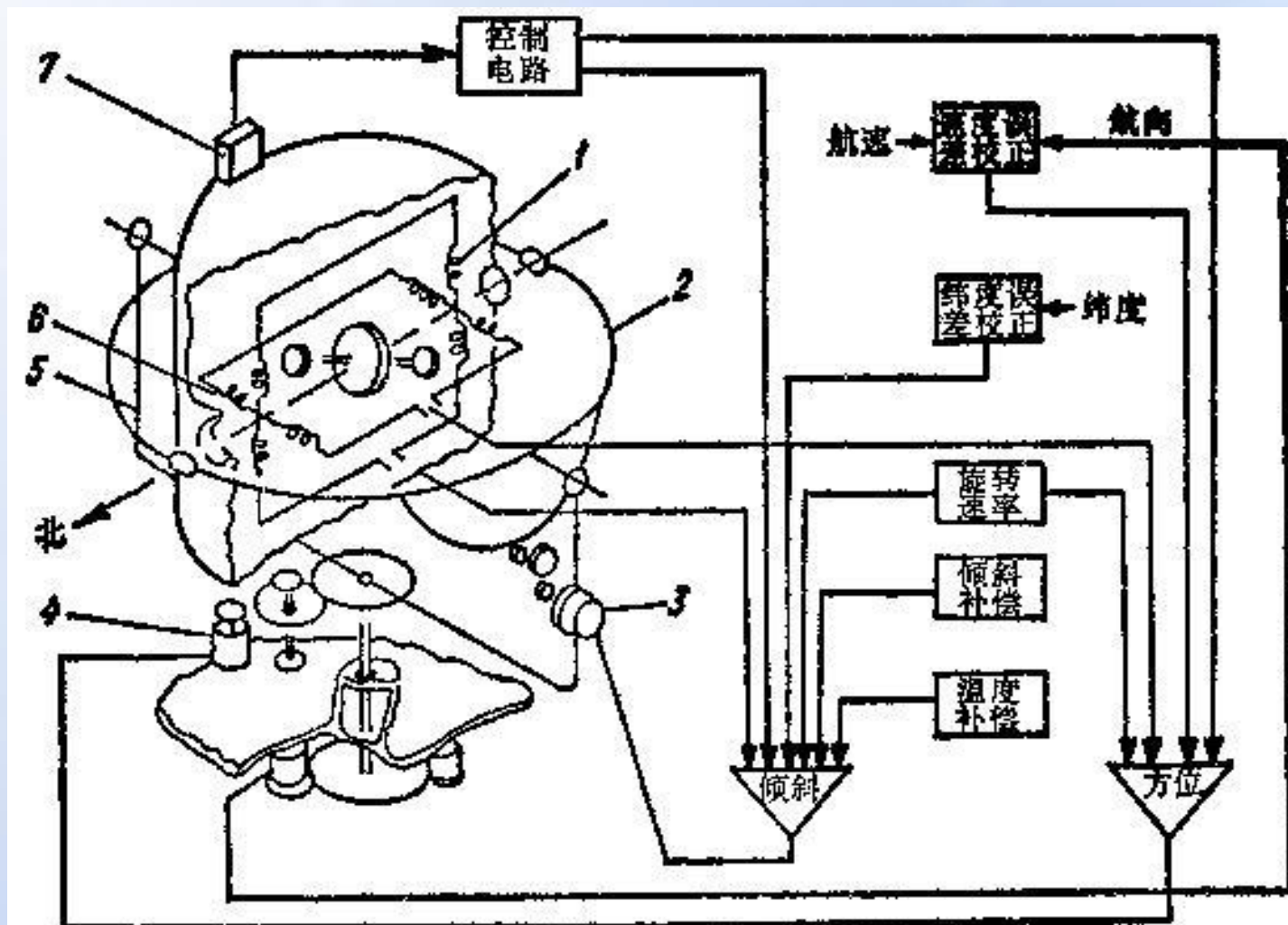


- 电磁摆可敏感出贮液缸相对于水平面的倾角。

(3) 电磁摆及摆信号-----控制力矩和阻尼力矩的产生:



随动系统框图



1-倾斜敏感线圈; 2-倾斜平衡环; 3-倾斜随动电机; 4-方位随动电机;
5-方位平衡环; 6-方位敏感线圈; 7-电磁摆

多路控制信号

1. 加在倾斜放大器上的信号

- (1) 倾斜随动信号
- (2) 摆信号产生水平轴力矩（控制力矩）
- (3) 旋转速率（快速起动消除高度角）
- (4) 纬度误差补偿信号
- (5) 温度补偿信号

2. 加在方位放大器上的信号

- (1) 方位随动信号
- (2) 摆信号产生垂直轴力矩（阻尼力矩）
- (3) 旋转速率（快速起动消除方位角）
- (4) 速度误差补偿信号

多路控制信号

有关电路产生的**倾斜偏压信号**：作用是**控制倾斜随动系统**，使贮液缸在倾斜上产生位移，使水平扭丝受扭，产生沿陀螺球水平轴向的**附加控制力矩**，用以补偿陀螺球沿其主轴存在某一固定的**不平衡所引起的作用于水平轴向的干扰力矩**，以使陀螺球能恰如其分地补偿**地球自转角速度 ω_2** 的影响；

电路产生的**温度补偿信号**：作用是控制倾斜随动系统，使贮液缸在倾斜上产生位移，使水平扭丝受扭，产生沿陀螺球水平轴向的补偿力矩，消除由于支承液体的**温度变化**（正常工作时约在 **$25^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$** 之间变化）而使灵敏部分的重心、浮心和中心不重合引起的**干扰力矩的影响**。以上各种信号均输入各随动系统的放大器，经放大后控制随动系统工作。

多路控制信号

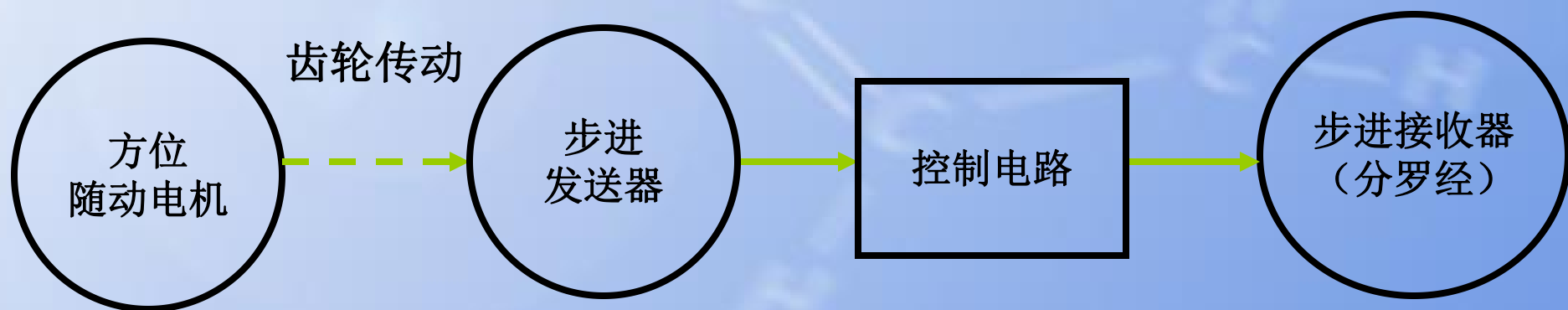
由旋转速率旋钮、方位按钮、倾斜按钮及电路产生的**旋转速率信号**：

作用是启动罗经时，控制随动系统，通过贮液缸**使陀螺球主轴水平和主轴近似指示真北**，进行快速启动罗经；由纬度旋钮及电路产生的**纬度误差校正信号**：作用是控制倾斜随动系统，使贮液缸在倾斜上产生位移，使水平扭丝受扭，产生沿陀螺球**水平轴向的纬度误差校正力矩**，消除**纬度误差**；由**速度旋钮及电路产生的速度误差校正信号**：作用是控制方位随动系统，使贮液缸在方位上产生位移，使垂直扭丝受扭，产生沿陀螺球**垂直轴向的速度误差校正力矩**，消除**速度误差**；

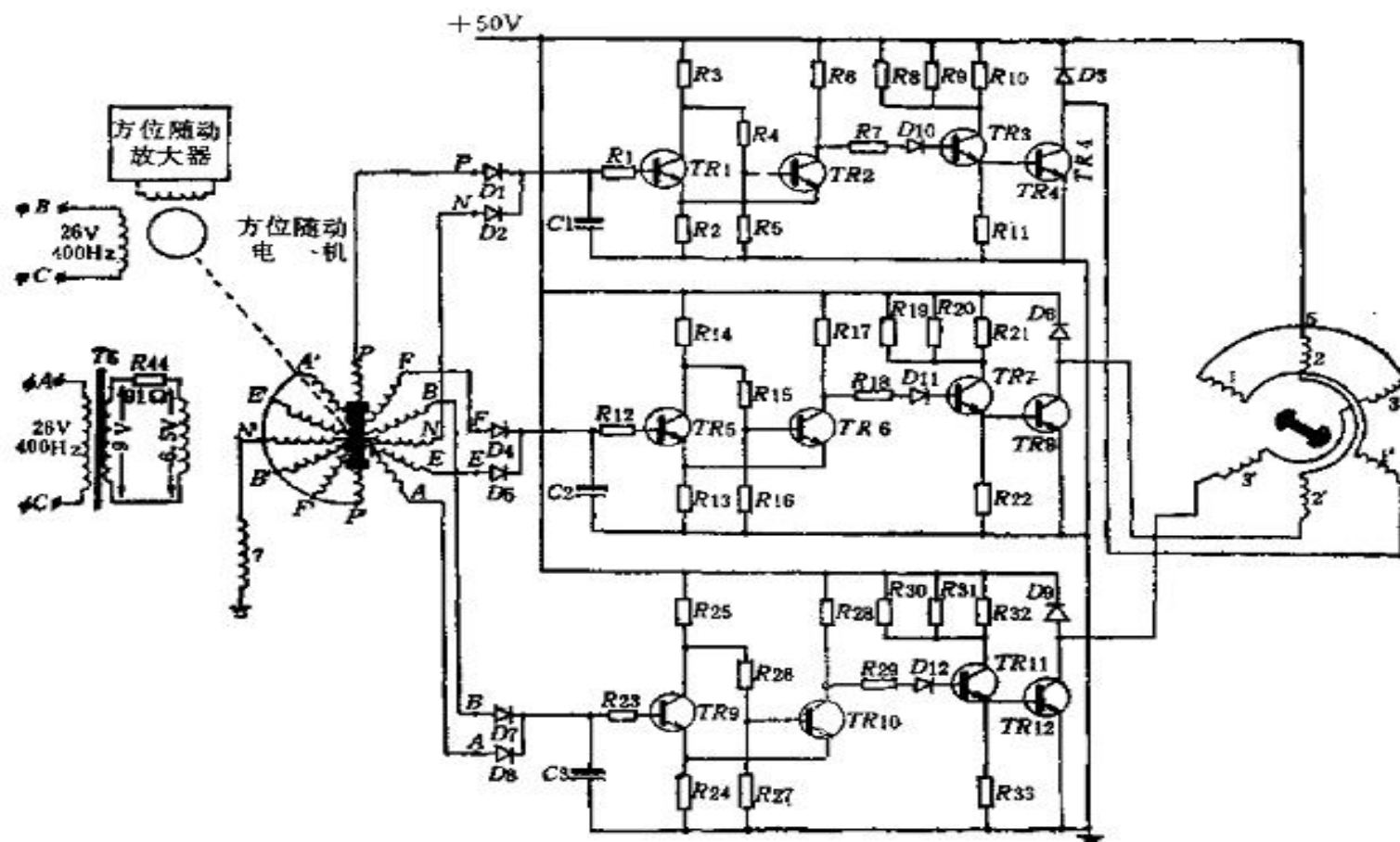
3.传向系统

阿玛-勃朗10型陀螺罗经采用直流步进传向系统，由航向步进发送器(step-by-step transmitter)、控制电路(controlling circuit)和直流步进接收机(D.C. step-by-step motor)（分罗经）组成。步进精度：1/6度。

航向步进发送器安装在主罗经箱内底板上，其转子由方位随动电机通过方位齿轮带动旋转，信号绕组产生主罗经航向信号，控制传向系统的控制电路工作，控制电路又再控制分罗经直流步进接收机的工作，使分罗经航向与主罗经航向相等，将主罗经航向传到了分罗经。



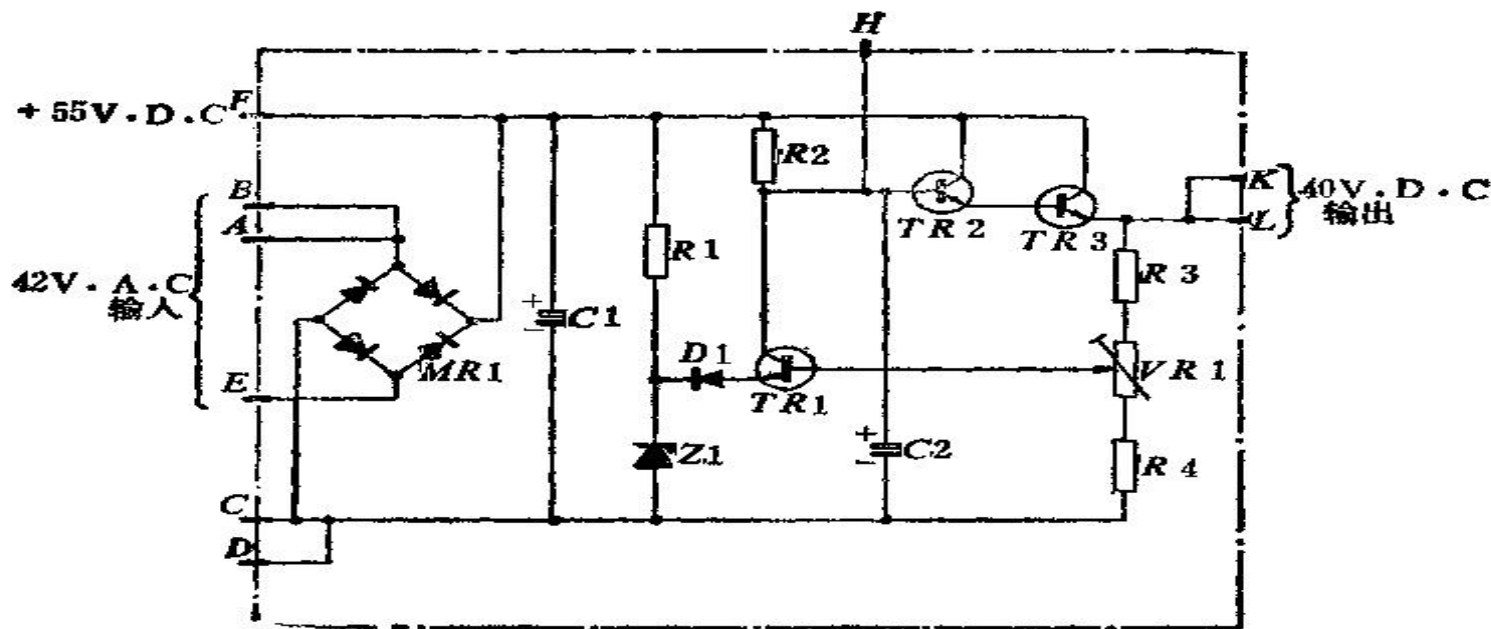
3.传向系统



4.陀螺罗经附属电路

阿玛-勃朗10型陀螺罗经除了以上三大系统电路外，还设有稳压电路、压降保护电路和摆信号控制电路等。

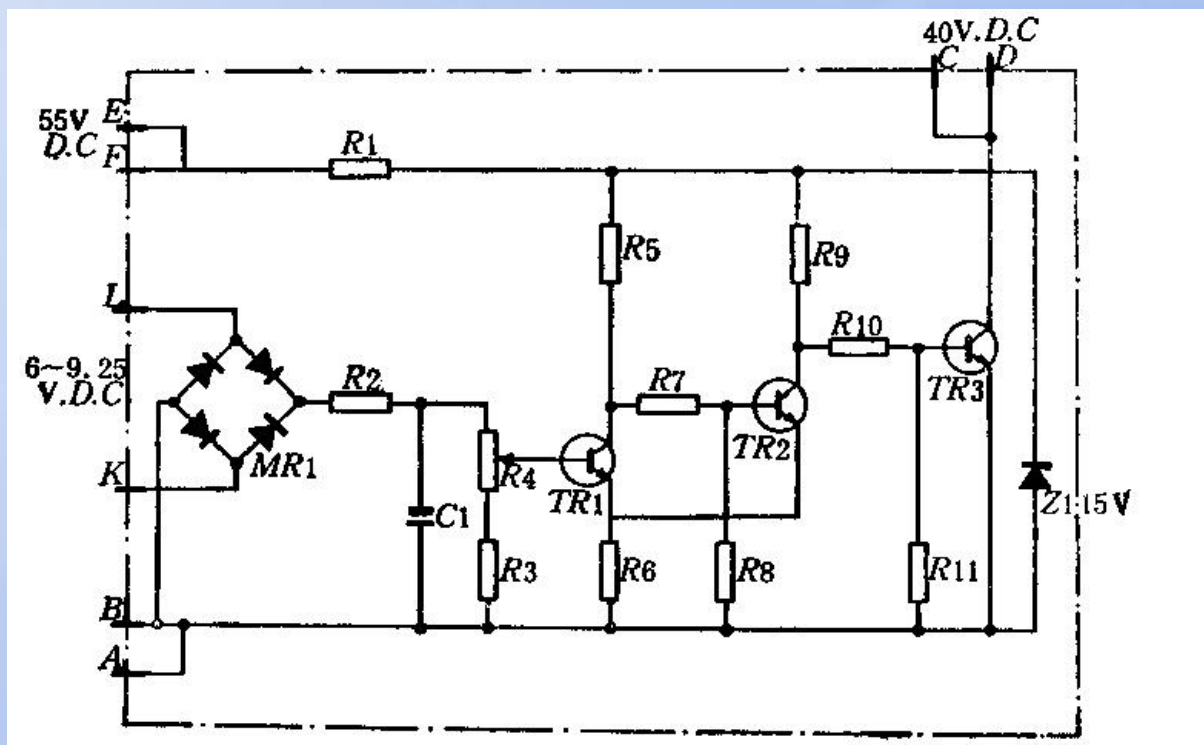
① 稳压电路由稳压电路板上的电子元件组成。作用有两个：一是为随动系统放大电路提供稳定D.C.40V电压，二是为压降保护电路提供D.C.55V工作电压。



4.陀螺罗经附属电路

② 压降保护电路由压降保护电路板上的电子元件组成。

作用是在罗经刚启动时，陀螺电机转速低，**压降保护电路**自动控制随动系统**不投入工作**。大约10min钟后，陀螺电机转速正常，**压降保护电路**便使随动系统自动地投入工作，使罗经自动地找北指北。压降保护电路对罗经起到**保护**的作用。控制随动系统是否投入工作。



4.陀螺罗经附属电路

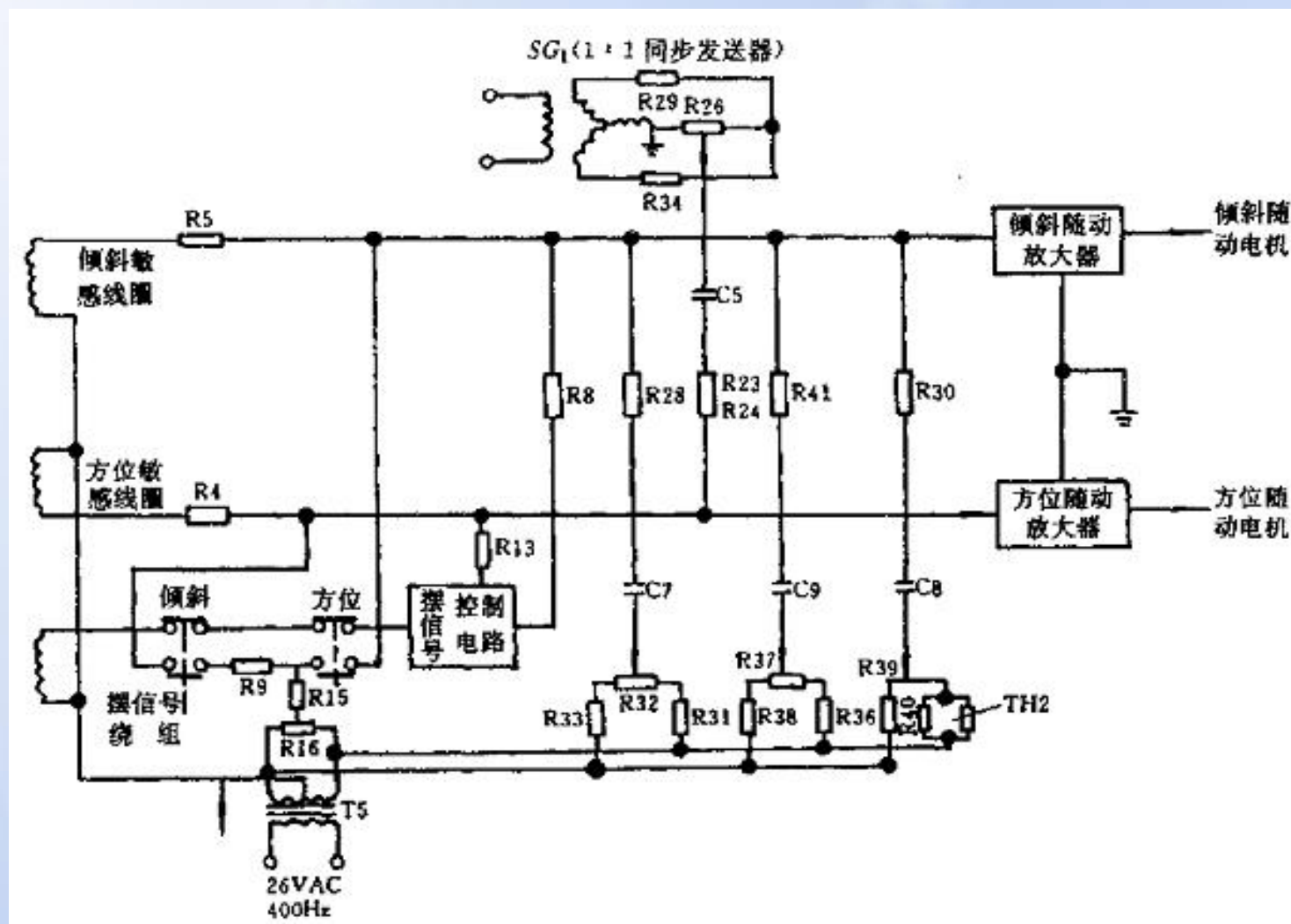
③摆信号控制电路

用来对输入到倾斜随动系统和方位随动系统的摆信号的大小进行控制。启动罗经时，摆信号控制电路使其处于强阻尼状态，将电磁摆产生的摆信号全部送到两随动放大器，放大后的摆信号控制贮液缸使水平扭丝和垂直扭丝对陀螺球施加较大的控制力矩和阻尼力矩，陀螺球主轴能够很快稳定指北。当罗经稳定指北后，摆信号控制电路使其处于弱阻尼状态（正常阻尼状态），只将电磁摆产生的摆信号的约1/5 送到两随动放大器，放大后的摆信号控制贮液缸，使水平扭丝和垂直扭丝对陀螺球施加较小的控制力矩和阻尼力矩，保证了罗经指向精度高。



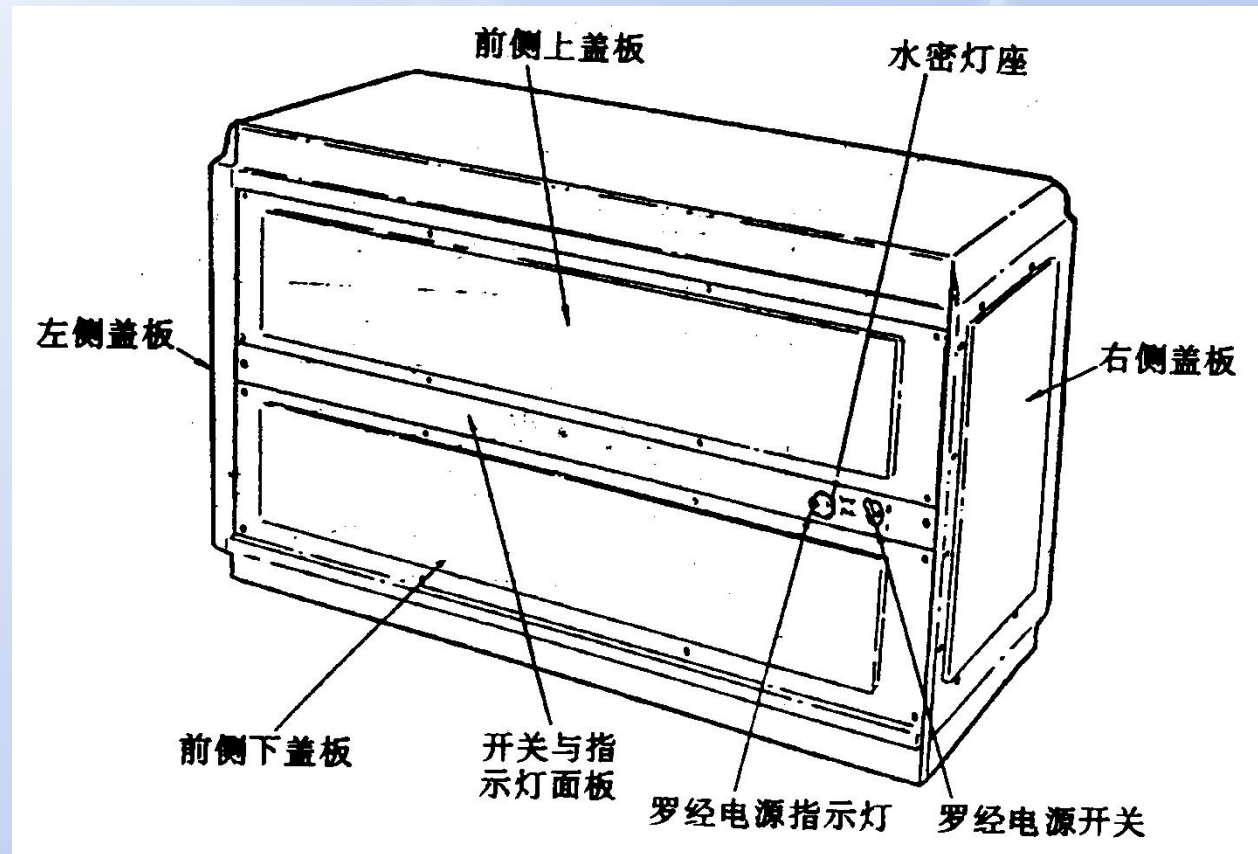
4.陀螺罗经附属电路

③摆信号控制电路



现代电磁式罗经

- 罗经电源采用逆变器替代变流机;



现代电磁式罗经

- 采用光电编码器输出的数字航向信号替代步进发送器直接输出的模拟航向信号；
- 设置了自动启动程序，使罗经的启动和船电短时间断电恢复后的重新启动均能自动完成

