

磁 罗 經 自 差

航 海 业 务 表 班

中国人民解放军海軍高級专科学校

一九五九年九月

目 录

绪 论	1
基础知识	5
第一章 自差原理	15
第一节 泊松方程式	15
第二节 软铁系数的一般讨论	20
第三节 泊松方程式的改革和自差力的求得	29
第四节 各力所产生的自差	37
第五节 自差准确系数与近似系数	46
第六节 自差公式的引证	47
第二章 磁罗经及其辅助仪器	53
第一节 130毫米磁罗经	53
第二节 磁力测量仪	59
第三节 倾斜罗经	66
第四节 磁矩罗盘	68
第五节 测量水平力和垂直力的方法和步骤	69
第六节 舰上安装磁罗经	72
第三章 自差的计算和测定	75
第一节 根据在八个航向上测定的自差求五个自差系数	76
第二节 自差计算表	80
第三节 测定自差的方法及讨论	87
第四章 消除半圆自差的方法	105
第一节 在四个主磁航向上消除半圆自差的方法——爱利法	107
第二节 在两个相互垂直的主磁航向上消除半圆自差——半爱利法	115

第三节	在四个主 罗经航向上消除半圆自差的方法——科伦克法	116
第四节	在江河、狭窄海区中消除半圆自差法——东西(南北)磁航向法	124
第五节	舰船靠在码头上近似消除半圆自差——单一磁航向法	125
第六节	两个逆磁航向上消除半圆自差法	129
第五章	象限自差和固定自差的消除	133
第一节	消除 D_0 及 H 力的原理	134
第二节	在两个相互垂直的偶点磁航向上近似消除象限自差法	136
第三节	供给软铁产生的感应自差	138
第四节	象限自差与感应自差同时消除法	143
第五节	消除 E 及 H 力的概念	146
第六节	固定自差的消除	148
第六章	倾斜自差的产生及其消除	149
第一节	倾斜自差的产生及其性质	149
第二节	倾斜自差的消除	154
第三节	消除普通自差的工作程序	157
第七章	自差的变化	159
第一节	纬度改变时引起的自差变化	159
第二节	半圆定磁航引起的自差变化	162
第三节	外界的影响	163
第四节	保证自差表数值的准确性	165
第五节	用在几个任意航向上测定的自差修正自差表——平均直线法	166
第八章	舰船消磁	177
第一节	舰船磁场的分析	177

第二节	舰灯消磁概念	181
第三节	消磁线圈的调整装置	186
第九章	电磁自差	196
第一节	电磁自差	197
第二节	电磁自差补偿器原理及其构造	197
第三节	补偿电磁自差的方法和组织实施	204
第十章	特种磁罗经	213
第一节	K-11 航空磁罗经	213
第二节	KFMK-5 型回转磁罗经	215
第三节	RKFMK-3 型电磁罗经	216

緒 論

磁罗经和电罗经是目前船舶上的两种指向仪器，它们都是用来指示船舶航向和测定目标方位，保障船舶活动的一种航海仪器。

电罗经出现在本世纪初期，它是藉迴转仪特性而指向真北的仪器，其优点是不受舦磁的影响；指向力矩大，指向稳定；同时它可以准确的控制各种仪器的工作，如分罗经、航向记录器、雷达、自动舵、和火炮射击指挥仪、鱼雷射击指挥仪以及水音仪等战斗仪器，所以，它是舦上一种重要的航海仪器。

磁罗经是最早的指向仪器，它是由磁针受地磁场的作用而指向磁北的，虽然，磁罗经在某些方面不如电罗经，但是，我们知道电罗经工作必须要有电流和经过一定的启动时间，最快的加速启动，一般尚需要三十分钟后才能稳定指向，而磁罗经却在任何时候都可以使用，在舦上磁罗经和电罗经相互对比，不仅可以校对磁罗经自差，而且可以发现和避免由于电罗经偶然故障所引起的较大的误差。由于磁罗经具有构造简单、使用方便、不易损坏、保管容易等许多电罗经所不及的战术上的优越性，所以在电罗经出现后的年代里，即便在装有电罗经的舦上，磁罗经仍然是必不可少的指向仪器，它和电罗经相辅相成，以保证指向的正确性。从目前舦队实际情况来看，在大中型的小型舦上，至今磁罗经仍然是唯一的指向仪器。而在未来分散的海上破袭战和有利条件下集中的歼灭战相结合的海上卫国战争中，舦船分散、小基地活动是发展的必然趋势，而小型基地对海军兵力的后助补给和技术支援是受到一定限制的，在这种情况下，补给容易，生命力强适合于小型舦上使用的磁罗经，无疑，有着更广泛的使用前途。而今后，在广大渔船和民舦上安装磁罗经这一简易的指向仪器，对开展全民性海上侦察、布雷……等对敌斗争的活动，也是具有重要意义。由上

我們可看出，无论平时和來來戰爭中，在指向儀器中，磁羅經仍然有着重要的地位和广泛的應用價值。因此任何忽視磁羅經工作的思想，都是不正確的。

磁羅經應用到航海上，已經有近千年的歷史，隨着船舶和海軍武器的發展，在鋼鐵船舶和磁性（感應）水、魚雷出現之後，船舶磁場和防禦非接觸性水中武器的消磁線圈磁場，使磁羅經偏离了磁北，而指向羅經北的方向上，磁子午綫與羅經子午綫之間的夾角我們稱為自差，我們把由於船舶鋼鐵磁場所引起的自差叫作普通自差，而消磁線圈磁場所引起的自差稱為電磁自差。為了克服這些外界磁場對羅經指向的影響。於是，就出現了研究這些自差產生的原因、自差力和自差規律以及消除和測定自差的理論和實際工作的科學——磁羅經自差學。在磁羅經自差學的發展中，法國數學家泊松、英國天文學家愛利和紐賓、格林、赫爾斯、俄國海軍少將別拉烏、德森和科倫克以及許多蘇聯的科學家都作出了巨大的貢獻。如表示羅經在船上受地磁和船磁作用的泊松方程式，為羅經自差學奠定了理論基礎；用測另自差角的辦法抵消自差力消除半圓自差的愛利法，至今仍然是消除自差的一種主要方法；科倫克創造的磁力測另儀和用測另羅經所受作用力的辦法消除半圓自差的科倫克法，為消除自差開闢了廣泛的道路。在蘇聯社會主義革命成功後，磁羅經事業得到了進一步的發展，根據培、阿、賓毛卡洛夫磁針排列的理論基礎製造的蘇式130毫米磁羅經是世界上最好的磁羅經之一，蘇聯科學家雷巴托夫斯基所著的羅經自差學是目前較為完整的一本自差學著作。

我們知道，在任何情況下提供可靠和準確的數據，以保證船舶機動和航行的安全是指向儀器的戰術任務；因此，每一個航海軍官除了掌握電羅經之外，還必須確實掌握磁羅經，也就是掌握磁羅經自差的消除和測定工作，未來海上戰鬥活動要求每一個航海軍官能在各種條件下（白天、黑夜、近岸、遠洋）熟練的消除和準確地測定自差，制定修正航向和方位的自差表。

随时掌握罗经自差的变化情况，以保证磁罗经在任何条件下指向的正确性。因此，就必须很好的学习磁罗经自差学。由于磁罗经自差学是磁罗经在船舶上实际应用中产生和发展的，因此它的理论具有独立的系统和较严密的逻辑性，且和船舶实际是紧密联系的。所以在学习本科目时必须循序渐近，搞清概念，并将所学理论紧密联系实际，避免钻研脱离实际的纯理论部份。在目前，消除和测定自差的工作尚需要在航行中进行，而缩短消除和测定自差的海上航行时间，在平时可节约油料，战时可减少非战斗航行时间，其意义是很重大的。为此要求每一个航海军官都必须提高实际消除和测定自差工作的熟练程度，并在今后实际工作中努力钻研，发挥共产主义的革新精神，创造更适合于未来战争需要的消除和测定自差的方法，改善磁罗经工作的磁力条件，使磁罗经这一简易的指向仪器，在船舶战斗活动中发挥更大的作用。

磁罗经是我们中华民族的伟大发明，也是我们最早把它应用于航海上，早在公元前七世纪以前，我们的祖先就发现了磁性，在公元50年左右，就利用磁性在陆地上指示方向，最早的指南针当时叫作“司南”，在公元1030—1096年（宋朝）博学的沈括就曾经在他的“梦溪笔谈”一书中提出如何用悬挂磁针来指示方向的问题，基本上确定了现代磁罗经的构造。在当时他就发现了磁差，并科学的指出“磁针指方向常略微偏东”。在十二世纪初期我们就把指南针运用到航海上，这一伟大的发明对促进航海事业的发展，在整个人类文化的交流都起了巨大的作用，为人类历史作出了巨大的贡献。

虽然，在历史上我国人民曾对罗经事业作出了不可磨灭的伟大贡献，但是由于长时期的封建统治，和近百年来帝国主义的侵略压迫、国民党反动派的罪恶统治，使我国科学文化事业得不到进一步的发展，在解放前，甚至连磁罗经还需要依靠外国进口，而今消除磁罗经自差的人更是寥寥无几，解放后，和其他事业一样，磁罗经事业也得到了飞跃的发展，在短短几年

内我们不仅制造了7±叶罗经和质易优良的130毫米磁罗经以及快艇上使用的电磁罗经，而且还培养了大批青年的专业干部。可以想像，在党和毛主席的英明领导下，在不久的将来，和我国其他科学技术一样，磁罗经事业也必然会有更辉煌的成就。

基础知识

一、磁的基本概念：

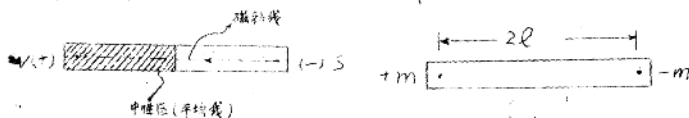
1. 磁性和磁铁：

在自然界里有一种矿石，它能吸引铁屑；如果用线把它吊起来，它稳定后，总是指着一定的方向。这种吸铁和指向的性质，称为磁性。凡带有磁性的钢铁，称为磁铁。

现代的磁铁多用镍 (Ni)、钴 (Co) 等金属和铁的合金制造成的，有一种最新的铝镍钴 (AlNiCo) 合金制成的磁钢，磁化后它的磁性最强。

2. 磁铁的各部份名称：

磁铁的磁性最强的地方称为磁极，其位置在磁铁内部如图中（约为磁铁全长的 $\frac{1}{2}$ 处），而不是在末端；每一磁铁均有两个磁性相反的磁极，两极间距离 ($2l$) 是随着磁铁的磁化强度而增大，一般约为 $0.8L$ (L 为全长)。清除有差用的方型磁铁 $2l = (0.72 \sim 0.84)L$ 。自由悬挂的磁铁稳定后，指北的一端为北极，指南的一端为南极，磁铁北极的一端漆红色，用 "N" 或 "+" 表示；磁铁南极的一端漆兰色或黑色，用 "S" 或 "-" 表示，两磁极间的连线称为磁轴线，方向是由南极到北极。磁铁中部不吸引铁的那份称为中性区。



3. 磁势和磁矩：

磁极的强度，我们用磁势 (m) 来表示；任何磁铁，其两端的磁势是绝对相等的。我们定磁铁的磁势 (m) 和两极间距离 ($2l$) 的乘积为磁矩 (M)；磁矩 (M) 是用来表示每一根磁铁的强度。如图 1：

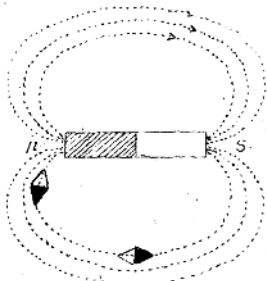
m 是磁极的磁量； l 是磁铁中心至磁极的距离。则 $M = 2l m$ 。

磁极的磁量是无法直接测量的，而磁铁的磁矩是可以利用物理方法来测定的。

4. 磁力线、磁场、磁场强度：

若将玻璃板下而放一根条形磁铁，在玻璃板上均匀的撒上一层铁屑。如果轻轻的敲一下玻璃板，那铁屑就会自动的排成曲线的形状，这曲线我们称为磁力线。我们规定磁力线的方向是从磁铁的北极出发而进入磁铁的南极。凡是磁力线所能到达的空间，我们称为磁场。

将一个能自由转动的小磁铁放在磁场里，它就会受到磁场的作用力而转动，直至小磁铁的磁轴线和通过该处的磁力线的切线方向相一致，如卷2。



卷2

单位正磁量 ($m=+1$) 在磁场中某点所受的作用力，称为该点的磁场强度 (H)。磁场强度是一个矢量，其方向是和该点磁力线的切线方向相一致。

设： F 为某磁量 (m) 在磁场中某点所受到的作用力，则该点的磁场强度：

$$H = \frac{F}{m} \quad F = mH$$

如果，单位正磁极 ($m=+1$) 在磁场中某点所受作用力为一达因，则该点的磁场强度规定为1奥斯特 O_e (或 γ)。奥斯特的一千分之一称为毫奥斯特； $1 O_e$ (或 γ) 的十万分之一称为1 γ (伽马)。

$$1 \mu O_e \text{ 毫奥斯特} = 10^{-3} O_e$$

$$\text{或 } 1 O_e (\gamma) = 10^5 \gamma (\text{伽马})$$

如果在磁场中各磁力线方向是平行的，且各点的磁场强度是相等的，那么这个磁场称为均匀磁场。

5. 两极间相互的作用力——库仑定律：

库仑从实验的方法得出了磁极间相互的作用力的定律：「两磁极间相互的作用力是与两磁极所含的磁量的乘积成正比，而与两者之间的距离平方成反比」。即：

$$F = \frac{m_1 m_2}{Y^2} K$$

其中 m_1, m_2 是两磁极的磁量； Y 是两极间的距离； K 是一比例常数，用 C.G.S 单位制时 $K=1$ 。

5. 磁铁的磁场

一根条形磁铁的磁场是不均匀的，但是有两个位置是可以简单的办法计称它的磁场强度，这两个位置是高斯研究出来的，所以称为高斯位置。

(一) 高斯第一位置——在磁轴延长线上 A 点的磁场强度

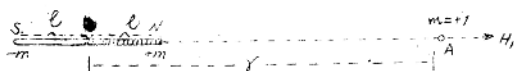


图 3

设：磁铁两极间距离为 $2l$ ；磁量是 m ，A 点到磁铁中心的距离 $AO=Y$ ，A 点的磁量为 $+1$ 。如图 3。

磁铁对 A 点的磁场强度 H_1 应该是：磁铁 N 极对 A 点的作用力和 S 极对 A 点的作用力的代数和。根据库仑定律：N 极对 A 点的作用力为 $\frac{m \cdot +1}{(Y-l)^2}$ ；S 极对 A 点的作用力为 $\frac{-m \cdot +1}{(Y+l)^2}$

因此，

$$H_1 = \frac{-m}{(Y+l)^2} + \frac{+m}{(Y-l)^2} = \frac{m(Y+l)^2 - m(Y-l)^2}{(Y^2 - l^2)^2} = \frac{4lmY}{Y^4 - \frac{4l^2Y^2}{4} + \frac{l^4}{4}} = \frac{2M}{Y^3(1 - \frac{l^2}{Y^2})^2}$$

当磁铁很短，而 A 点又距离磁铁很远时， $\frac{l^2}{Y^2}$ 值可以忽略不计。即 $(1 - \frac{l^2}{Y^2})^2 \approx 1$

所以：

$$H_1 = \frac{2M}{Y^3}$$

(二) 高斯第二位置——在磁铁的垂直二等分线上 B 点的磁场强度

设：两磁极间距离为 $2l$ ；磁量为 m ；
B 点到磁铁中心距离 $OB = r$ ，B 点 $m = +1$ ，
B 点与磁极间距离为 d 。

因 B 点和两极间距离相等， $d = \sqrt{r^2 + l^2}$ ，
根据库仑定律：两极对 B 点的作用力大小
相等，而方向不同

$$f_1 = f_2 = \frac{m \cdot +1}{d^2} = \frac{m}{r^2 + l^2}$$

磁铁对 B 点的磁场强度 H_2 应是：两极
对 B 点作用力的几何和。从图 4 中可看出：

$$H_2 = f_1 \cos \alpha + f_2 \cos \alpha, \quad \alpha = \angle ONB$$

$$\cos \alpha = \frac{l}{d} = \frac{l}{\sqrt{r^2 + l^2}}$$

$$H_2 = (f_1 + f_2) \cos \alpha = \frac{2m}{r^2 + l^2} \cdot \frac{l}{\sqrt{r^2 + l^2}} = \frac{2lm}{(r^2 + l^2)^{3/2}} = \frac{M}{r^3 (1 + \frac{l^2}{r^2})^{3/2}}$$

因 $r \gg l$ ，所以 $\frac{l^2}{r^2} \approx 0$ ，可以忽略不计。即 $(1 + \frac{l^2}{r^2})^{3/2} \approx 1$
所以：

$$H_2 = \frac{M}{r^3}$$

(三) 磁铁在磁场中的偏角

一个可以自由旋转的磁针，放在两个正交的磁场中。其中
一个是地磁场 H ，另一个是由磁铁所产生的 H_1 ，如图 5。

磁针受两磁场作用的结果，
停在与 H 成 δ 角的方向上，则磁
场 H 对磁针产生的两平行力 F 及
 F' 大小相等，即 $F = F' = Hm$ ，磁
场 H_1 对磁针所产生的两平行力
 F_1 及 F'_1 大小也相等 $F_1 = F'_1 = H_1 m$ 。

当磁针静止时，则这两个磁
场对磁针所产生的力偶应该是相
等的。即

$$Hm2l \sin \delta = H_1 m 2l \cos \delta$$

其中 $2l$ 为力臂。

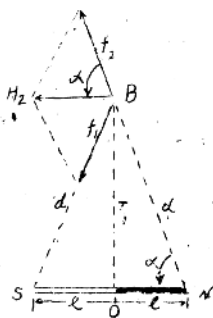


图 4

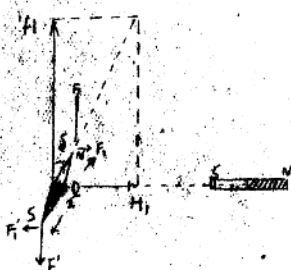


图 5

因为 $2\ell m = M$ (磁针的磁矩)

所以: $HM \sin \delta = H_1 M \cos \delta$

$$H \sin \delta = H_1 \cos \delta$$

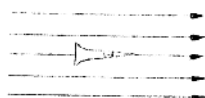
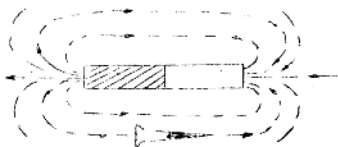
$$\tan \delta = \frac{H_1}{H}$$

从上式可看出: 磁针停泊的方向应该是两磁场的合成方向上, 而与磁针本身磁性强弱 (M) 无关。

7. 磁化与磁滞回线

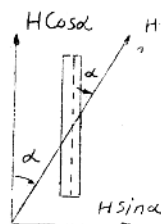
钢铁受磁化后, 它的磁性是由磁化它的磁场来确定的, 如各6. 钢铁受磁化后, 向着磁力线方向的一端的极性为北极。

如果磁化力 H 与钢铁的轴不相一致, 而成一夹角 α 时, 把 H 可分个为顺着铁棒轴线方向的 $H \cos \alpha$ 和垂直于轴线方向的 $H \sin \alpha$ 力, 如各7。我们认为只有 $H \cos \alpha$ 力对铁棒进行磁化, 而 $H \sin \alpha$ 力不对铁棒起磁化作用。



各6

钢铁受磁化后, 产生的磁感应强度 (B) 与磁化力 H 的关系, 可用各8的磁化曲线来说明: 在磁化力小的时候, 钢铁受磁化的感应强度 (或钢铁所产生的磁势 m) 与磁化力 H 成正比。如各8, 在 H_1 以前的磁化情况是成正比的; 而在 H_1 与 H_2 之间的一段, 就不是正比关系; 在 H_2 以后, 不论磁化力 H 增加多大, 钢铁的磁势再也不会增加, 这称为磁化饱和。



钢铁磁化饱和后, 减小磁化力 H , 这时磁感应强度 B 的变化不按 OA 线而落后于 H 的变化, 当磁化力 $H=0$ 时, 磁感应强度 $OB=B_r$ 称为剩余磁感应强度。 B_r 说明钢

各7

铁的可磁化性,这时如将磁化力改变方向,对钢铁进行退磁,当 $B=0$ 时, $DC=H_c$ 称为矫顽力, H_c 表示钢铁磁化后的保磁能力。如继续磁化便画出 ABCDE 曲线称为磁滞回线,各种钢铁因本身所含物质不同,磁滞回线亦不相同,但是任何钢铁的磁化过程都可分为“成正比”、“不成正比”和“饱和”三个阶段。

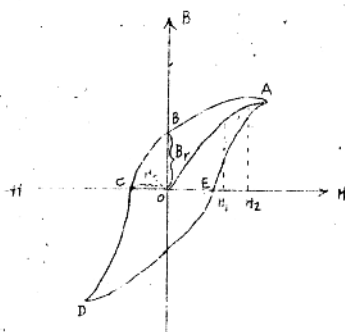


图 8

而在弱磁场中,钢铁的磁感应强度 (B) (或钢铁受磁化后产生的磁势 M) 和磁化力 H 成正比的关系,是罗经自差学中研究许多问题的出发点,这是我们应该特别明确的。

8. 硬铁和软铁

钢铁从磁性方面分类,可以分为:硬铁和软铁两类。硬铁的性质是:很难受磁化,但在磁化之后,磁性能保持很久而不易消失。软铁的性质是:很容易受磁化,但一离开磁源磁性就很快消失。我们把硬铁受磁化所产生的磁性称为永久磁性,而把软铁受磁化而产生的磁性称为感应磁性。

附注:

1. 在磁场中任一点的磁场强度公式

如图 9, 设磁铁的磁矩为 M ; 任意点 C 与磁铁中心的距离 $OC=r$; OC 线与磁轴线夹角为 α 。

则磁铁对任意点 C 的磁场强度 H , 可用下列方法求得:

将磁铁的磁矩 M 投影到 OC 线上得 $M_1 = M \cos \alpha$, 从图上可看出当磁矩为 M_1 时, C 点处在高斯第一位置, C 点的磁场强度为:

$$H_1 = \frac{2M_1}{r^3} = \frac{2M \cos \alpha}{r^3}$$

M 投影到 OC 的垂直线上, 则
 $M_2 = M \sin \alpha$, 磁矩为 M_2 时, C 点的
 磁场强度为:

$$H_2 = \frac{M_2}{r^3} = \frac{M}{r^3} \sin \alpha$$

从图中看出 C 点的磁场强度 H 应是 H_1 与 H_2 的合力,

$$\begin{aligned} \therefore H &= \sqrt{(H_1)^2 + (H_2)^2} = \\ &= \sqrt{\left(\frac{2M}{r^3} \cos \alpha\right)^2 + \left(\frac{M}{r^3} \sin \alpha\right)^2} \\ &= \frac{M}{r^3} \sqrt{4 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \\ &= \frac{M}{r^3} \sqrt{1 + 3 \cos^2 \alpha} \end{aligned}$$

这样就求出了任一点磁体磁场强度的公式, 从公式中可看出:
 当 $\alpha = 0^\circ$ 时 (即 OC 线与磁铁磁轴
 线重合) C 点处至高斯第一位置。

$$H = \frac{2M}{r^3}, \quad (\because \sqrt{1+3\cos^2\alpha} = 1)$$

当 $\alpha = 90^\circ$ 时 (即 OC 线与磁轴线垂直) C 点处至高斯第二位置,
 $\sqrt{1+3\cos^2\alpha} = 2$, 所以

$$H = \frac{M}{r^3}$$

2. 磁铁磁矩的测定。

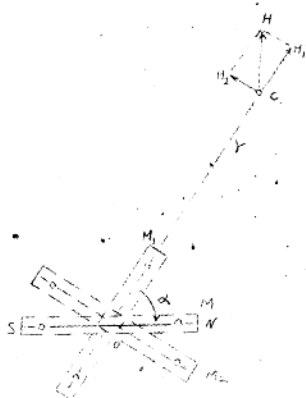
一根磁铁磁矩的大小, 可用这根磁铁在对另一根磁针产生
 正交磁场时 (如卷 5), 引起磁针偏角 δ 的大小来测定它。

$$\text{由公式 } \tan \delta = \frac{H_2}{H_1} \quad \text{而 } H_1 = \frac{2M}{r^3}$$

$$\therefore \tan \delta = \frac{\frac{M}{r^3}}{\frac{2M}{r^3}} \quad M = \frac{1}{2} \tan \delta r^3 H$$

从上式可看出, 只要我们知道地磁力 H (不用磁力测量仪
 测得) 和磁铁与磁针的距离 r 和磁针所产生的偏角 δ (可从测
 磁矩的仪器上求得), 就可以根据 $M = \frac{1}{2} \tan \delta r^3 H$ 公式计算出磁
 体的磁矩 (M)。

3. 磁铁对罗经磁针的影响



卷 9

一根 C_{20} 磁铁 ($M=8300 \text{ C.G.S.}$)，放在罗经磁针的水平面内，使磁针处在磁铁的高斯第一位置上，磁铁至少要距离磁针多远，才能使磁针偏角 $\delta < 0.1^\circ$ (当 $\delta < 0.1^\circ$ 时，可认为磁铁对磁针没有影响) 呢？

已知青岛地区 H (地磁水平分力) 约为 0.315 Oe

因 $\text{tg} \delta = \frac{H_1}{H}$ (其中 H_1 是磁铁磁场高斯第一位置时的磁场强度) 所以：

$$\text{tg} \delta = \frac{2M}{r^3} \quad r = \sqrt[3]{\frac{2M}{H \text{tg} \delta}} \quad \delta = 0.1^\circ \text{ 时 } \text{tg} \delta = 0.00175$$

代入公式：

$$r = \sqrt[3]{\frac{2 \times 8300}{0.315 \times 0.00175}} \approx 310 \text{ cm}$$

求出：这根磁铁至少得距离磁针 3.1 米以外，才能使磁针的偏角 $\delta < 0.1^\circ$ 。

因此，保存磁铁时，应远离磁罗经。

二、地磁的概念：

1. 地磁场：

根据磁针在地球上指北的现象，我们可以认为地球是个大磁体，地球周围的空间称为地磁场。由于地磁极和地球的地理南北极不一致，磁针指的方向与地球真北方向有一夹角，这个夹角称为磁差 (d)，由于地球上各地位置不同，其磁差亦不相同。经科学家研究认为地球磁极依着椭圆形轨道围绕地球而缓慢移动，移动的周期为 600—650 年，由于磁极的移动，即使在同一地方磁差的大小也逐年有所不同。根据 1950 年的资料，地磁南北极的地理位置如下：

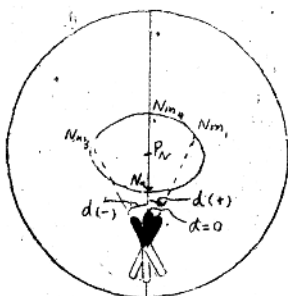
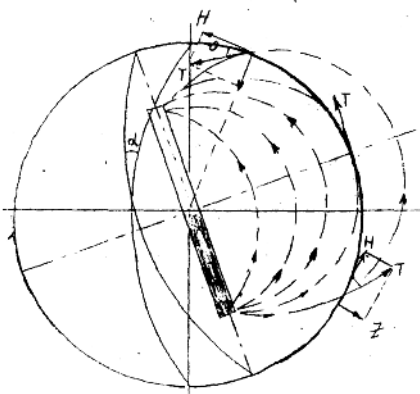


图 10

地磁北极 (兰性极) $\varphi = 70^{\circ}N$ $\lambda = 96^{\circ}W$;

地磁南极 (红性极) $\varphi = 72^{\circ}S$ $\lambda = 150^{\circ}E$ 。

在地球上, 自由悬挂的磁针与水平面之间的夹角称为地磁倾角 (θ)。我们规定: 磁针北极向下时, θ 角符号为正; 北极向上时, θ 角符号为负。在地磁极的地方 $\theta = 90^{\circ}$, 其他地方 $\theta < 90^{\circ}$ 。如左 11。



左 11

在地球上, 由磁倾角 $\theta = 0^{\circ}$ 的各点连接而成的曲线, 叫作磁赤道。

磁赤道和地球的赤道不相一致, 它在大西洋和太平洋东部偏于地理赤道的南面, 在印度洋及太平洋西部偏于地理赤道的北面。在磁赤道的北部所有倾角都是正的, 即 $\theta > 0^{\circ}$ 。而在磁赤道南部则 $\theta < 0^{\circ}$ 。

各 θ 角相等的点, 所造成的曲线称为磁纬度 (φ_m); 磁纬度同样和地理纬度不相一致。

为了表示地球磁场的情况, 科学院地球物理研究所专门印发有磁差、地磁倾角、水平分力和垂直分力及其年变率的等值线各, 各地的地磁要素 (d, θ, H, Z) 均可从图上求得。

在地球上某些特殊地区, 因在该地区地下埋藏有大量的磁铁矿, 而使该地区内的磁差不同于其他地区, 磁差变化很大, 这种地区称为“异常磁区”, “异常磁区”的范围在海图上都有标明。航行到这些地区时, 应特别注意磁罗经指向的准确性。

地磁要素: 磁差、磁倾角和等磁强线等除了随地磁极位置的改变而缓慢的改变外, 航海人员有时会发现突然强烈的变化。