

研究简报

# 渔船远航中磁罗经自差自行校正的探讨

## AN APPROACH TO THE DEVIATION OF MEGNETIC COMPASS BY MANUAL ADJUSTMENT ON OCEAN GOING FISHING BOAT

翟国环

(上海水产大学驾驶系, 200090)

Zhai Guo-huan

(Department of Navigation, SFU, 200090)

**关键词** 渔船, 磁罗经, 自差, 校正

**KEYWORDS** fishing boat, magnetic compass, deviation, adjusment

在党的改革开放方针政策的指引下,我国的远洋渔业生产发展迅速。近几年来已有几百艘渔船离开传统的近海渔场,分赴世界各地从事生产。有些船已驶往高纬度地区,如美国的阿拉斯加;有的则越过赤道南下,抵达西非、南美等地。目前,渔船上指示航向的仪器有磁罗经和电罗经两种,但在90%以上的船上仍使用磁罗经。即便使用电罗经的船舶,为安全保障计,船上仍必须装备磁罗经。两者比较,磁罗经最大的缺点是它受地磁和船磁的作用而产生自差,并且自差还随航行地区纬度的变化、船磁的变化而改变。原来在国内基地港渔船磁罗经只有2°左右的自差,船到了高纬度地区,将发生较大的变化。有时还出现罗盘难于控制的情况。在远海航行和作业中,不仅缺乏校正的仪器,也没有专门的校正人员校正罗经,若自差得不到及时合理的妥善处理,必将给航行安全、生命财产带来较大的危险。为确保安全,从事远洋航行和生产的驾驶员不仅应清楚自己船舶自差的变化情况,还必须能够自行校正自差。下面首先就磁罗经自差的变化和校正等问题作一定分析和探讨,进而归纳总结出一些有效的处理措施。

## 1 自差的变化

### 1.1 纬度的变化引起自差的变化

现代的船舶多为钢铁结构,这些钢铁结构的船舶在地磁场中,必受磁化而带有磁性,这种磁性即为船磁。装于船上的磁罗经除受到地磁场的作用外,还受到船磁的作用,如张克梁、赵维宣[1991]述及,磁罗经将受到

五个自差力  $A'\lambda H$ 、 $B'\lambda H$ 、 $C'\lambda H$ 、 $D'\lambda H$ 、 $E'\lambda H$  的作用分别产生自差为:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} A &= \frac{A'\lambda H}{\lambda H} = A' = \frac{d-b}{2\lambda}, & A &= A' = \frac{d-b}{2\lambda}, \\ \operatorname{Sin} B &= \frac{B'\lambda H}{\lambda H} = B' = \frac{CZ+P}{\lambda H}, & B &= B' = \frac{CZ+P}{\lambda H}, \\ \operatorname{Sin} C &= \frac{C'\lambda H}{\lambda H} = C' = \frac{fZ+Q}{\lambda H}, & C &= C' = \frac{fZ+Q}{\lambda H}, \\ \operatorname{Sin} D &= \frac{D'\lambda H}{\lambda H} = D' = \frac{a-e}{2\lambda}, & D &= D' = \frac{a-e}{2\lambda}, \\ \operatorname{Sin} E &= \frac{E'\lambda H}{\lambda H} = E' = \frac{d+b}{2\lambda}, & E &= E' = \frac{d+b}{2\lambda}, \end{aligned}$$

式中  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 、 $e$ 、 $f$  为船上软铁系数。当船造好后,若软铁构件不发生变动,其系数值大小不变。 $Z$ 、 $H$  为地磁力  $T$  的垂直、水平分力,它们与  $T$  的关系为  $Z = T \sin \theta$ ,  $H = T \cos \theta$  (磁赤道处  $\theta = 0^\circ$ , 两极处  $\theta = 90^\circ$ )。  $Z$ 、 $H$  值将随磁纬(纬度)的变化而变化。 $P$ 、 $Q$  为硬铁船磁的水平纵向、横向分力,一般情况下可认为其值不变。可看出  $A'$ 、 $D'$ 、 $E'$  三项自差不受航行地区纬度变化的影响,称之为固定自差。而  $B'$ 、 $C'$  两项自差则随  $Z$ 、 $H$  值的变化而变化,即航行时纬度变化,这两项自差的大小亦改变。

倾斜自差是因船舶发生倾斜时,罗盘受到倾斜自差力  $-[R+(K-e)Z]i$  和  $-[R+(K-a)Z]j$  的作用而产生。显然倾斜自差力与  $Z$  值有直接关系,倾斜自差也必然随纬度的变化而改变。

## 1.2 其他因素影响引起自差的变化

在上面的分析中,我们是把硬铁船磁作为不变的条件来看待的,一般旧船都属于这种情况。而现在有许多新船刚一下水即投入远洋航行和生产,硬铁船磁很不稳定,经过一般时间的风浪冲击,机器的振动, $P$ 、 $Q$ 、 $R$  值将产生较大的变动;另外船在航行中受雷击、碰撞、船体更换部件和设备等都将使船磁发生很大变化,必然引起自差的变化,驾驶员对此不能忽略。

## 2 对自差变化原因的分析

许旺善[1962]中提到的校正自差的原则是,由硬铁船磁引起的自差,应以磁力加以消除,由感应船磁引起的自差,应以软铁消除。即人为地增加磁性与船磁相同、方向相反、大小相等的磁力达到消除的目的。

我们知道,正装罗经需要校正的自差是由  $D'\lambda H$  产生的象限自差,由  $B'\lambda H$ 、 $C'\lambda H$  产生的半圆自差,倾斜自差。其中象限自差是由软铁构件的感应磁力产生,而校正器亦为软铁,两者的磁力总是处在抵消的状态中。而半圆自差是由南北半圆自差和东西半圆自差两部分组成。南北半圆自差是硬铁船磁水平横向分力  $Q$  和不对称的软铁感应磁力  $fZ$  产生,但不对称软铁构件在正装船上不存在, $fZ$  力可略不计。故南北半圆自差主要是由硬铁船磁  $Q$  产生,校正时加入横向磁棒加以抵消。当航行地区纬度发生变化时,这部分半圆自差将不改变。而东西半圆自差是由硬铁船磁分力  $P$  和罗经周围的垂直向软铁构件(渔船上主要是烟囱)的感应磁力  $CZ$  共同作用的结果。在一地校正时很难将这两种性质的磁力严格分开,感应磁力部分只是被概略消除,东西半圆自差主要是被放入的磁棒抵消。因此两种不同性质的磁力没有得到恰当合理的消除,这样做虽不甚合理,但在国内渔场航行和作业时,活动范围较小(一般纬度差在  $10^\circ$  以内),由纬度变化引起的感应磁力的变化不大,自差的变化也就不大,对航行安全不会有影响。当船驶入高纬度区,纬度差在  $10^\circ$  以上,或由北半球越过赤道,驶入南半球时,随着纬度的变化,感应磁力  $CZ$  变化较大,原来所加入的磁棒磁力已不足抵消两者磁力之和,自差发生较大变化。

同样倾斜自差也是由两部分磁力产生,一部分为硬铁船磁分力  $R$ ,另一部分为软铁感应磁力,校正自差时,也不能严格将两者分开,只是以垂直磁棒来消除两者的作用。当船驶入高纬度区, $Z$  力增大,感应磁力部分随之增大,原来所加磁棒的磁力不抵两部分作用之和;另外,船过赤道驶向南纬高纬度区,不单感应磁力发生变化,极性亦相反,船身一旦倾斜将产生较大自差。

船舶驶入的纬度越高,磁罗经的指北力就越差,即使自差力不变化,所产生的自差亦要比原来情况下产生

的要大,这一点也是自差发生较大变化的原因之一,不能忽视。

由上分析,可得以下结论,①要解决自差随纬度改变而变化的现象,就必须把半圆自差中产生东西半圆自差的硬铁磁力和感应磁力严格分开,分别消除之;②重新校正倾斜差;③反复多次地校正各项自差,使剩余自差减少到最小限度。

### 3 校正自差的方法和步骤

#### 3.1 用佛氏棒校正由感应磁力产生的半圆自差

航行范围小于 $10^\circ$ 纬差时,可不必进行此项校正,航行纬度差大于 $10^\circ$ ,校正此项目差时,可采用下述办法进行:①分别观测第一纬度和第二纬度处八个航向上的自差,用 $\frac{C}{\lambda} = \frac{B'_1 H_1 - B'_2 H_2}{Z_1 - Z_2}$ 式计算 $\frac{C}{\lambda}$ 值。式中 $H_1$ 、 $H_2$ 和 $Z_1$ 、 $Z_2$ 分别为地磁水平分力和地磁垂直分力,其值可由地磁图中查取。 $B'_1$ 、 $B'_2$ 可分别由第一纬度和第二纬度东、西航向上的自差求得。即: $B'_1 = \frac{D_{evE1} - D_{evW1}}{2} \cdot \frac{1}{57.3}$   $B'_2 = \frac{D_{evE2} - D_{evW2}}{2} \cdot \frac{1}{57.3}$

然后根据计算的 $\frac{C}{\lambda}$ 值在罗经说明书中查取相应的佛氏棒长度,若 $\frac{C}{\lambda}$ 值为正,说明原长度过大,应减去查得的长度; $\frac{C}{\lambda}$ 为负,原长度应加上查得的长度。②若船上无罗经说明书,用 $Dev_1 = \frac{CH_1}{\lambda Z_1}$ 和 $Dev_2 = \frac{CH_2}{\lambda Z_2}$ 关系式求取CZ力产生的自差,然后在东或西航向上调整佛氏棒长度,消除计算所得的自差。

#### 3.2 校正倾斜差

在有风浪天气,把船驶入南北航向上,船横摇中,如罗盘左右摆动频繁,说明倾斜差较大。拉动垂直磁铁(在南纬高纬度,必要时应调换磁棒红端朝向),使罗盘稳定为止。校正前应记下垂直磁棒的原位置,以便船返回低纬时,把垂直磁棒降至原位。

#### 3.3 校正半圆自差(硬半圆自差)

将船驶入任一主航向上(如E),按“东东上;西西上;东西下;西东下”的口诀调整磁棒。先用纵向磁棒将该航向上的自差消除到零,转至南航向,用横向磁棒将自差消除至零,再转至西航向,以已放入的纵向磁棒将自差消除一半保留一半,最后转至北航向,用已放入的横向磁棒将自差消除一半保留一半。

#### 3.4 校正象限自差

将船驶入任一象限点航向上(如NE),按口诀“一三东近西远;二四东远西近”移动软铁球(或增减软铁片)消除该航向上的自差,再把船转至相邻象限点航向,调整软铁球的位置,消除自差的一半,保留一半。

#### 3.5 观测自差

观测八个航向的剩余自差,计算自差系数并编算自差表,绘出自差曲线。

### 4 船过赤道驶向南半球时,用佛氏棒消除软半圆自差法

船驶低赤道时,Z力为零,CZ为零。这时全部东西半圆自差可调整纵向磁棒消除之。待船驶入南纬高纬度时,东西半圆自差发生变化,增加的自差部分为CZ力所引起。可将船驶入东(或西)航向,调整佛氏棒将自差消除到零;转至反航向,再调整佛氏棒将自差消除一半保留一半。这样做可使软硬半圆自差得到合理的消除。

### 5 注意事项

校正自差时的航向是指磁航向。船舶每进入一个新的航向,应稳定3分钟左右再开始校正,校正磁棒应无锈,备用磁棒应远离磁针,校正时随身不能携带磁性物件。检查罗经周围是否有临时增加的电器或铁磁物件,

船上各项设备应保持在航行状态,校正时放入的磁棒位置应尽量对称,离磁针宜远不宜近;增加或减少佛氏棒时,应始终使软铁距顶端 $1/12$ 全长处与磁针在同一水平面上。

### 参 考 文 献

- [1] 张克梁、赵维宜,1991.磁罗经校正,112-113.科普出版社(京)。
- [2] 许旺善,1962.磁罗经自差学141.人民交通出版社(京)。