

# 航海仪器的使用

▶ 赵永涛 董萌萌 主编

▶ 山东大学出版社

# 航海仪器的使用

主 编	赵永涛	董萌萌			
副主编	曹方全	陈 力			
主 审	陈 光	王 磊	冷聚吉		
编 委	董萌萌	荆月升	孙艳丽	王大凯	
	葛秀龙	赵永涛	陈 力	曹方全	
	许 亮	康 林	卢文博	李忠俊	

## 图书在版编目(CIP)数据

航海仪器的使用/赵永涛,董萌萌主编.

—济南:山东大学出版社,2015.8

山东省技能型特色名校建设工程成果系列教材

ISBN 978-7-5607-5345-4

I. ①航… II. ①赵… ②董… III. ①航海仪器—使用  
方法—教材 IV. ①U666.15

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 197787 号

责任策划:刘 彤

责任编辑:李 港

封面设计:牛 钧

---

出版发行:山东大学出版社

社 址 山东省济南市山大南路 20 号

邮 编 250100

电 话 市场部(0531)88364466

经 销:山东省新华书店经销

印 刷:山东泰安金彩印务有限公司

规 格:787 毫米×1092 毫米 1/16

7.25 印张 163 千字

版 次:2015 年 8 月第 1 版

印 次:2015 年 8 月第 1 次印刷

定 价:27.00 元

---

版权所有,盗印必究

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社营销部负责调换

# 总 序

为加强对山东省内高等学校的分类指导,强化内涵和特色发展,提高人才培养质量,发挥名校带动作用,增强高等教育服务我省经济社会发展的能力,2011年,山东省教育厅、财政厅联合组织实施了“山东省高等教育名校建设工程”。山东交通职业学院是山东省技能型特色名校首批立项建设单位之一,共有汽车运用技术、道路桥梁工程技术、物流管理、机械设计与制造、工程机械运用与维护、轮机工程技术6个专业成为省财政重点支持建设专业和工程造价、公路运输与管理、机电一体化、航海技术4个专业列入非省财政重点支持建设专业。

项目建设初期,学院牵头成立了山东省交通运输职业教育专业建设指导委员会,邀请省内外教育专家和行业企业的技术骨干,对名校工程10个专业的建设方案及任务书进行了充分论证。我院项目建设期间,各专业主动适应行业企业加快经济发展方式转变、产业结构调整和优化升级的需要,主动服务山东半岛蓝色经济区和黄河三角洲高效生态经济区两个国家战略的实施,以提高质量为核心,不断创新校企合作体制机制,大力推进人才培养模式转型,优化课程体系构建,全面提升了学校的专业建设水平和人才培养质量。

经过三年建设,10个专业积累形成了一批紧密结合生产实际、独具行业企业特色的专业教材,成为“山东省高等教育名校建设工程”建设项目的重要成果之一,也是“课程体系构建与核心课程建设”内容的重要载体。为了该系列教材的出版,各专业多次召开教材编写会议,组织各课程负责人及参编人员认真学习领会“山东省高等教育名校建设工程”建设精神,深入行业企业进行专业调研和分析,以培养适应区域经济社会发展的高素质技能型人才和我省行业企业急需的高级技能型人才。根据各专业实际需求,重新架构、设计教材体系,以力求做到理论知识学习和职业技能训练的合二为一。

衷心希望名校工程的建设成果,能为我省交通运输主干专业建设和人才培养起到积极的推动和引导作用。

陈留彬

2014年7月

# 前 言

本教材着眼于航海技术专业岗位所需的专业能力和职业素养要求,以 STCW 公约马尼拉修正案为引领,以海船船员适任评估大纲和规范为指导整合和编排教学内容。采用以能力培养为目的的项目任务编写方式,改变了长期以来以讲授知识为主的教材编写方式。本教材主要作为高校在校学生和社会船员参加中国海事局三副适任证书统考评估考试的培训和自学材料,也可作为航海技术专业的实训材料,以及航海技术等相关专业的学习辅导草料或相关领域的职工培训材料。

本教材包括航海仪器的使用和雷达的操作与应用两个模块,教学任务按照 50~60 学时设计。

本教材有如下特点:

1. 紧紧围绕高等职业教育航海技术专业人才培养目标,依据岗位能力要求,完善项目驱动式内容体系。正确处理知识、能力、素质之间的辩证统一关系,理论学习深入浅出,突出实践应用,强调职业能力养成。

2. 教材内容突出实用性、实践性,所涉及的项目都是航海技术实际工作岗位中应用最广泛的知识技能,实用性强。为了进一步拓展知识面,在每个项目后,还设计了知识拓展内容,供学有余力的学生学习。参加本教材审编的人员均具有丰富航海实践经验,并持有船舶驾驶员证书。

3. 本教材创造性地以航海技术专业能力和海船船员评估例题为主线设计教材结构体系,特色更加鲜明,使用更加方便。紧密结合航海实践的需要和评估规范的要求,旨在提高学生的实际动手操作能力。

本教材由山东交通职业学院赵永涛、董萌萌任主编,由山东交通职业学院曹方全、山东通达国际船舶管理有限公司陈力任副主编,由山东交通职业学院陈光、王磊、青岛远洋运输有限公司冷聚吉任主审,由赵永涛统稿。模块一由董萌萌、青岛远洋运输有限公司荆月升、山东交通职业学院孙艳丽、山东海事职业学院王大凯、潍坊华洋水运学校葛秀龙编写,模块二由赵永涛、陈力、曹方全、山东海事职业学院许亮、潍坊华洋水运学校康林、山东交通职业学院卢文博、李忠俊编写。

在编写的过程中,编者参阅了国内外相关专家和学者的研究成果及文献,在此一并表示感谢!本教材的出版得到了各兄弟院校同行、行业企业专家的大力支持,特致谢意!

由于编者水平有限,难免有不足之处,敬请使用本教材的读者批评指正。

编 者  
2015 年 6 月

# 目 录

模块一 航海仪器的使用	(1)
项目一 磁罗经的操作	(1)
任务一 磁罗经的组成部件与作用	(1)
任务二 磁罗经的检查与维护	(6)
任务三 磁罗经的自差测定及自差表的使用	(10)
项目二 陀螺罗经	(17)
任务一 陀螺罗经的结构与保养	(17)
任务二 陀螺罗经的操作	(24)
项目三 船用计程仪的操作	(30)
项目四 回声测深仪的操作	(36)
项目五 船载 GPS/DGPS 卫星导航仪的操作	(42)
任务一 船载 GPS/DGPS 卫星导航仪的定位操作	(42)
任务二 船载 GPS/DGPS 卫星导航仪的导航操作	(48)
项目六 船载 AIS 设备的操作	(59)
任务一 船载 AIS 本船信息的查验与输入	(59)
任务二 船载 AIS 设备目标信息的获得	(64)
模块二 雷达的操作与应用	(69)
项目一 雷达的操作	(69)
项目二 雷达的定位	(75)
项目三 雷达的人工标绘	(80)
任务一 雷达舰操图的认知	(80)
任务二 雷达的人工标绘	(84)
项目四 雷达导航与试操船	(91)



项目五 雷达自动标绘 .....	(95)
任务一 雷达的目标捕捉 .....	(95)
任务二 雷达的目标跟踪 .....	(99)
项目六 AIS 报告目标 .....	(103)
<b>主要参考文献</b> .....	<b>(107)</b>

# 模块一 航海仪器的使用

## 项目一 磁罗经的操作

### 任务一 磁罗经的组成部件与作用

#### 一、任务评估目标

##### 1. 知识目标

- (1)了解船用磁罗经的分类。
- (2)掌握磁罗经的结构与组成。
- (3)掌握磁罗经各部件的作用。
- (4)掌握磁罗经的设计原理。

##### 2. 能力目标

- (1)识别各种类型船用磁罗经。
- (2)认识磁罗经的结构与各组成部件。
- (3)掌握磁罗经各部件的作用。

##### 3. 素质目标

- (1)培养航海驾驶员的责任意识与情境意识。
- (2)培养航海驾驶员的沟通交流意识。
- (3)培养航海驾驶员独立操作以完成任务的意识。

#### 二、任务评估重点与难点

##### 1. 重点

- (1)磁罗经的主要组成部件。
- (2)磁罗经各部件的作用。

##### 2. 难点

磁罗经各部件的作用。



### 三、任务评估题卡及标准

海船船员适任评估考试题卡

科目	航海仪器使用	等级	无限航区 500 总吨及以上船舶二/三副	时间	10 分钟
操作题目	磁罗经组成部件与作用			题号	001
序号	评估要求				配分
1	①罗经柜				2
2	②罗盆				2
3	③自差校正器				4
4	④各部件作用				2
总计	①②③④均为必选				10 分

海船船员适任评估标准

科目	航海仪器使用	等级	无限航区 500 总吨及以上船舶二/三副	时间	10 分钟
操作题目	磁罗经组成部件与作用			题号	001
序号	评估要求	评估标准			得分
1	①罗经柜 ②罗盆 ③自差校正器 ④各部件作用	操作正确,熟练,回答问题完整正确			
2		操作正确,比较熟练,回答问题基本正确			
3		操作正确,熟练程度一般,回答问题尚正确			
4		操作较差,回答问题错误较多			
5		回答问题基本不正确			
6		无法完成操作,不能回答出问题			
总计	①②③④均为必选				10 分

### 四、任务评估要素

- (1)罗经柜。
- (2)罗盆。
- (3)自差校正器。
- (4)各部件作用。

### 五、任务评估内容

- (1)对照实物,正确地认识各类船用磁罗经(见图 1-1-1)。

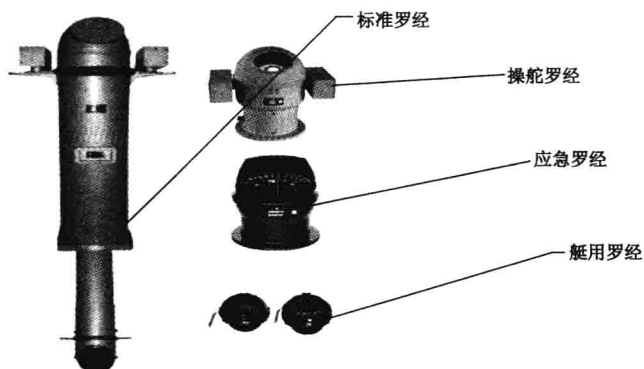


图 1-1-1 磁罗经种类

(2)对照船用磁罗经实物,正确认识各组成部件:罗经柜、罗盆、自差校正器。磁罗经内部结构如图 1-1-2 所示。

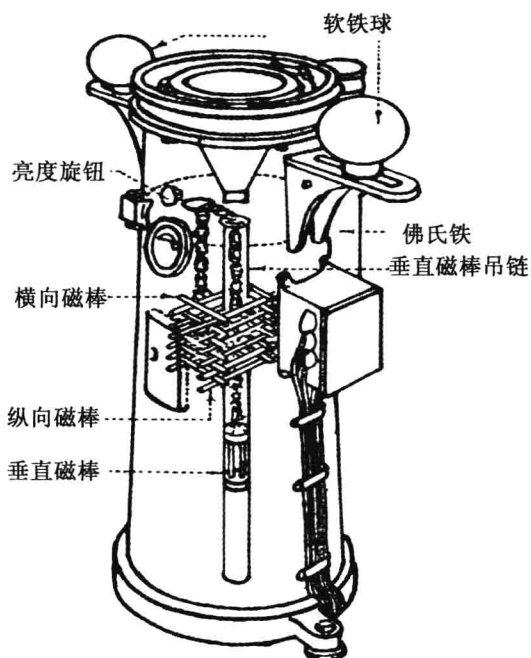


图 1-1-2 磁罗经内部结构

(3)正确地认识磁罗经各组成部件的作用。

①罗经柜(compass binnacle)一般由铜、铝或铜铝合金等非磁性材料制成,用来支承罗盆和安放自差校正器。罗经柜由柜帽和柜身两部分组成,柜身上端装有常平环,罗盆装在常平环上,可使罗盆始终保持水平状态。罗经柜底座固定在船舶的安装甲板上。柜身内装有纵横向支架,供安放水平校正磁铁。柜身内还有一根竖直、非磁性金属圆筒,供放置可上下移动的垂直磁铁。在柜身上端朝向船舶左右舷方向有安放软铁球(软铁盒)的支

架。柜帽用来罩住罗盆,保护其不受风吹雨打、日晒等。

②罗盆(compass bowl)是一台磁罗经的主要部分,它的灵敏器件具有指示方向的功能,因此也称为“磁罗经的指向部分”。罗盆主要包括罗盘、轴针、轴帽、液体、罗经基线、注液孔、空气膨室、玻璃盖、壳体等。罗盘是罗盆中有指向能力的器件,由卡面、刻度、磁针、浮室、轴帽等组成。罗盘卡面一般由云母、塑料或硬纸等非磁性材料制成。正面有 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ 刻度和8~16个罗经点刻度,用于读取方向。反面固定有2~6根细磁针,磁针的数量和磁针的南北极轴线要严格与卡面刻度的 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 线对称和平行,所有磁针的磁极都应在同一圆周上,产生罗盘的磁矩。罗盘中心是向正面凸起的圆形水密浮室,内充氢气,以增大罗盘的浮力。大型罗经的罗盘反面正中心嵌有宝石轴帽,由轴针支承,使罗盘能够绕垂直轴自由旋转。轴针固定在罗盆内中心的壳体上,尖端一般由铍金制成,比较耐磨。轴针尖端必须保持尖锐,否则罗盘灵敏度将无法保持正常。必要时,轴针可以拆下送厂磨尖或更换。

③自差校正器(deviation corrector)按其特性分为永久磁铁(permanent magnet)和校正软铁(compensating bar),按其与罗盆的相对状态又分别称为“水平磁铁”“垂直磁铁”“水平软铁”和“垂直软铁”,习惯上也称为“纵向磁铁”“横向磁铁”“垂直磁铁”“软铁球”(或软铁片)和“佛氏铁”。其作用是校正磁罗经的各类自差。

## 六、任务评估反馈总结

- (1)分组讨论:船用磁罗经的指北原理与结构设计特点。
- (2)小组点评。
- (3)填写实验报告。

\_\_\_\_\_实验(习)报告

\_\_\_\_\_年 月 日

实验(习)课题					
实验(习)地点			指导老师		
学生姓名		班级		学号	
实验(习)仪器及设备					
实验(习)目的及要求					
报 告 内 容					

## 七、知识拓展

船用磁罗经属于液体磁罗经,即罗盆内充满液体。我国磁罗经液体是 45% 的医用酒精(absolute alcohol)和 55% 的二次蒸馏水(distilled water)的混合液体,其中酒精的作用是降低液体的凝固点,使凝固点降为  $-26^{\circ}\text{C}$ ,沸点为  $+83^{\circ}\text{C}$ 。这种液体的黏滞性在  $-20^{\circ}\text{C}$  ~  $+50^{\circ}\text{C}$  范围内不变。磁罗经液体对罗盘起浮力作用,提高了罗盘灵敏度;对罗盘起阻尼作用,减小罗盘的振动,使罗盘指向稳定。罗盆应具有良好的水密性,盆内液体必须保持充满,否则将产生气泡,影响罗经的正常使用。

注液孔位于罗盆壳体的侧面,用来排除罗盆内的气泡和注入罗经液体,应保持良好的水密性。罗盆上的船首线标志又称为“罗经基线”,用来读取船舶的航向。安装磁罗经时,必须使罗经基线与船首尾线重合(或平行),否则罗经将产生固定误差,影响航向精度。

有的罗盆(见图 1-1-3)分上室和下室,中间隔开。上室充满液体,下室只充入约 2/3 的液体。上下室均水密,液体只由一根很细的导管连通,称为“毛细管”,用来调节上室中的液体数量。当气温较高时,上室的液体膨胀,通过毛细管使上室液体流到下室一些,防止罗盆玻璃盖被液体胀破。当气温较低时,上室的液体收缩,通过毛细管从下室吸取一些液体到上室,防止上室产生气泡。不分上下室的罗盆,在罗盆底部设有空气膨胀室,以此来保证罗盆内液体热胀冷缩时罗盆玻璃盖不被胀破或内部不产生气泡。

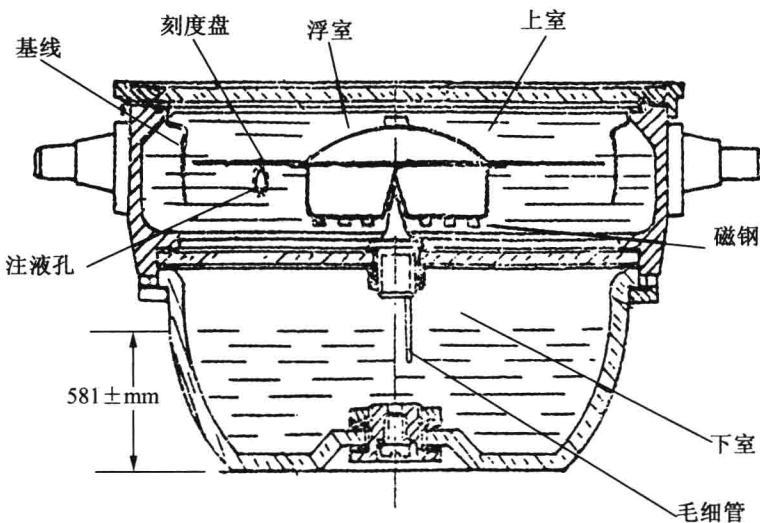


图 1-1-3 磁罗经罗盆结构

磁罗经的罗盆一般用铜或铜合金等非磁性材料制成。罗盆上装上同规格的方位圈(见图 1-1-4)或方位仪,还可以观测物标的罗方位。

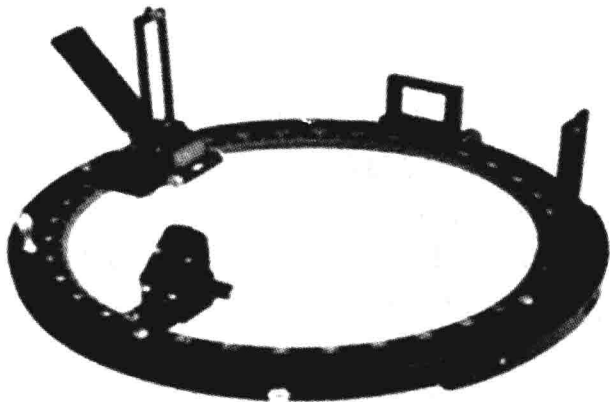


图 1-1-4 磁罗经方位圈

## 任务二 磁罗经的检查与维护

### 一、任务评估目标

#### 1. 知识目标

- (1) 了解磁罗经检查与维护的重要性。
- (2) 掌握磁罗经的检查内容与方法。
- (3) 掌握磁罗经检查的判断标准和采取措施。
- (4) 掌握磁罗经的日常维护与保养。

#### 2. 能力目标

- (1) 熟练掌握磁罗经的常规检查。
- (2) 熟练掌握磁罗经的检查和采取的相应措施。
- (3) 熟练掌握磁罗经的日常维护与保养。

#### 3. 素质目标

- (1) 培养航海驾驶员的责任意识与情境意识。
- (2) 培养航海驾驶员的沟通交流意识。
- (3) 培养航海驾驶员独立操作以完成任务的意识。

### 二、任务评估重点与难点

#### 1. 重点

- (1) 磁罗经的检查与维护。
- (2) 磁罗经检查的判断标准和采取措施。

## 2. 难点

磁罗经的检查与维护。

## 三、任务评估题卡及标准

海船舶员适任评估考试题卡

科目	航海仪器使用	等级	无限航区 500 总吨及以上船舶二/三副	时间	10 分钟
操作题目	磁罗经的检查与维护			题号	002
序号	评估要求				配分
1	①罗盘灵敏度				10
2	②罗盘半周期				10
3	③罗盆中气泡消除及校正器保存方法				10
总计	从①②③中任选一项				10 分

海船舶员适任评估标准

科目	航海仪器使用	等级	无限航区 500 总吨及以上船舶二/三副	时间	10 分钟
操作题目	磁罗经的检查与维护			题号	002
序号	评估要求	评估标准			得分
1	①罗盘灵敏度 ②罗盘半周期 ③罗盆中气泡消除及校正器保存方法	操作正确,熟练,回答问题完整正确			10
2		操作正确,比较熟练,回答问题基本正确			
3		操作正确,熟练程度一般,回答问题尚正确			
4		操作较差,回答问题错误较多			
5		回答问题基本不正确			
6		无法完成操作,不能回答出问题			
总计	从①②③中任选一项				10 分

## 四、任务评估要素

- (1)罗盘灵敏度。
- (2)罗盘半周期。
- (3)罗盆中气泡消除及校正器保存方法。

## 五、任务评估内容

## 1. 磁罗经灵敏度检测

(1)检测条件。检查磁罗经的灵敏度(sensitivity)时,船应靠在码头上;船上、岸上的大型机械不工作;标准磁罗经的自差应小于 $\pm 3^\circ$ ;罗盆内液体温度应为 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 。



(2)检测方法标准。记下磁罗经航向,用小磁铁将罗盘向左(或向右)引偏 $2^{\circ}\sim 3^{\circ}$ ,然后使小磁铁远离罗经(1m以上),使罗盘自由恢复航向。以同样的方法再向右(或向左)引偏罗盘,然后使小磁铁远离罗经,使罗盘自由恢复航向。若罗盘能够恢复到引偏前的航向,则说明罗经的灵敏度良好。若罗盘不能恢复到引偏前的航向,但新航向与引偏前的航向误差小于 $\pm 0.2^{\circ}$ ,则罗经的灵敏度符合要求。若航向误差大于 $\pm 0.2^{\circ}$ ,则罗经的灵敏度不符合要求。

(3)采取措施。检查磁罗经的灵敏度是检查轴针与轴帽之间的摩擦力是否正常。若轴帽完好,此摩擦力大小主要取决于轴针是否尖锐。若灵敏度不符合要求,应将轴针送厂检修或更换新轴针。更换之后再检查,如相差仍大于 $\pm 0.2^{\circ}$ ,则可能是宝石轴承已破裂,应返厂修理。

## 2. 磁罗经半周期检查

(1)检测条件。检查磁罗经半周期(semi-period)的条件与检查灵敏度的条件相同。

(2)检测方法标准。记下磁罗经航向,用小磁铁将罗盘向左(或向右)水平引偏 $40^{\circ}$ 以上,然后使小磁铁远离罗经(3m以上),使罗盘自由恢复航向。当引偏前的航向刻度第一次过船首基线时,启动秒表。当罗盘回转,引偏前的航向刻度第二次过基线时,停止秒表,记录时间,左右各测一次,取其平均值,即为罗经摆动半周期,应为 $(12\pm 0.5)\text{s}$ (190罗经和165罗经在纬度 $40^{\circ}$ 以下地区时,其他罗经参照说明书中标准值),说明磁罗经半周期正常。若所测磁罗经的半周期超出正常值较大,则不符合要求。在实际使用时,如果灵敏度在 $0.1^{\circ}$ 内,而半周期稍大些,则该罗经仍然是可以使用的。

(3)采取措施。检查磁罗经的半周期是检查磁罗经罗盘磁针的磁性是否正常。若半周期太长,说明罗盘磁针磁性减弱。当罗盘偏离正常指向后,恢复到正常指向将需要较长时间,此时将产生较大的指向误差,甚至不能正常指向。当检查磁罗经的半周期不符合要求时,应将罗盘送厂修理或更换新罗盘。

## 3. 罗盆内气泡的检查与消除

(1)罗盆内产生气泡的原因。磁罗经的罗盆(上室)内不允许有气泡存在,有了气泡就应该消除,否则将影响观测精度。但在消除气泡前应首先查找产生气泡的原因,然后将其消除。产生气泡的原因有两种:一是罗盆的水密性不好,漏水、漏气,产生气泡;二是罗盆的浮室漏水,浮室内的氢气逸出,产生气泡。

(2)消除气泡的方法。将罗盆从罗经柜上取下,找出产生气泡的原因并修复,然后将罗盆放在垫有棉纱的平台上,注液孔朝上,旋下注液孔螺塞,将气泡从罗盆内排出,从注液孔向罗盆内注入罗经液体,直至罗盆内气泡完全消除,再将罗盆复原。

## 4. 自差校正器的检查

(1)硬铁校正器的检查与保存。磁罗经的校正器是决定磁罗经能否保持正常工作的重要器件,必须维护和保管好。对于永久磁铁,要保证不生锈,极性标志清晰。备用的永久磁铁应异极相靠,并排放在盒子里保存,并防止高温、潮湿、摔打,以免磁性减弱。

(2)软铁校正器的检查与保存。软铁校正器的磁力是用来抵消软铁船磁力的,不应具有永久磁性,保管时应远离强磁场。检查磁罗经上的校正软铁是否具有永久磁性的方法是:船靠码头,船首指向隅点方向,记下航向,将软铁球(或软铁片或佛氏铁)方向改变

180°,看航向是否变化。若无变化,说明校正软铁无永久磁性;若航向有明显变化,则说明校正软铁已有永久磁性,应采取摔打、淬火等措施消去其永久磁性。

另外,还应经常检查:罗盆是否始终保持水平;罗盆内液体是否无色透明、不变质、无沉淀;照明是否设备完好等。

## 六、任务评估反馈总结

(1)分组讨论:船用磁罗经检查与维护的重要意义。

(2)小组点评。

(3)填写实验报告

\_\_\_\_\_实验(习)报告

年 月 日

实验(习)课题					
实验(习)地点			指导老师		
学生姓名		班级		学号	
实验(习)仪器及设备					
实验(习)目的及要求					
<u>报 告 内 容</u>					





## 七、知识拓展

### 1. 磁罗经的使用注意

- (1) 磁罗经是一种磁性仪器,铁磁物体不得随意靠近其旁边。
- (2) 标准磁罗经自差应不大于 $\pm 3^\circ$ (除恒定自差外),操舵磁罗经自差不应大于 $\pm 5^\circ$ (除恒定自差外)。
- (3) 测航向、方位时,附近不能有铁磁物体,罗盆应水平。
- (4) 每 2h 要与陀螺罗经核对一次航向。转向稳定后,也要与陀螺罗经核对航向。
- (5) 有条件时应经常观测自差。
- (6) 大量装卸铁磁货物后应重新校正自差。

### 2. 维护与保管

- (1) 经常检测罗经的灵敏度、半周期。
- (2) 经常检查罗盆内是否有气泡,若有气泡应及时消除。
- (3) 标准磁罗经平时应盖好盖子,并罩好帆布罩。
- (4) 经常检查校正器是否完好。
- (5) 罗经周围不得随意放置铁磁物体。

## 任务三 磁罗经的自差测定及自差表的使用

### 一、任务评估目标

#### 1. 知识目标

- (1) 了解磁罗经自差测定的重要性。
- (2) 掌握磁罗经自差测定的条件与方法。
- (3) 掌握磁罗经自差表的正确使用方法。

#### 2. 能力目标

- (1) 熟练进行磁罗经自差测定。
- (2) 掌握通过测定判断磁罗经自差是否符合要求的方法。
- (3) 熟练掌握正确使用磁罗经自差表的方法。

#### 3. 素质目标

- (1) 培养航海驾驶员的责任意识与情境意识。
- (2) 培养航海驾驶员的沟通交流意识。
- (3) 培养航海驾驶员独立操作以完成任务的意识。

### 二、任务评估重点与难点

#### 1. 重点

- (1) 磁罗经的自差测定。
- (2) 磁罗经自差表的使用。