

实用磁罗经学

譚冠法 編著

科学技術出版社

实用磁罗經学

譚冠法編著



內 容 提 要

本書首先叙述测定磁差和自差的原理与操作方法，其次說明磁罗經的裝置、檢驗、保养和使用等基本知識，并扼要述及观测和計算天体方位等。

本書适合航海工作人員，制造航海仪器工作者和航务学院学生之参考。

实 用 磁 罗 經 学

編 著 者 譚 冠 法

*

科 学 技 術 出 版 社 出 版

(上海南京西路 2004 号)

上海市書刊出版业營業許可証出 079 号

上海市印刷五厂印刷 新华書店上海发行所总經售

*

統一書号：15119·755

开本 850×1168 耗 1/32·印張 10 5/8·字數 259,000

1958 年 8 月第 1 版

1958 年 3 月第 1 次印刷·印數 1—1,300

定价：(10) 1.60 元

主要参考書

- A. B. 別雷史金及 H. П. 特列齊雅可夫著, 物理学下册
大連航務學院磁羅經講義
何景星等著, 天文航海學
A. Г. 卡拉什尼科夫著, 地磁及其應用, 波. 阿. 舍里亞明著, 南極航行
黃文澧編著, 航海羅盤
穆珍編著, 自然地理學習提綱
斯拉文著, 金屬的性質
黃幼雄著, 電磁現象
郎格著, 地質學概論
В. С. Королевич, Практическое Определение Уничтожения.
Ловлячки Магниты X Коммасы Наморских Судях
Н. Ю. Рыбалковский, Дело Магниткокампасне.
Capt. Lecky, Wrinkles in Practical Navigation.
英國海軍部, Admiralty Navigation Vol. I, II, III.
C. H. Brown, Deviation and the Deviascope.
美國海軍部, Handbook of Magnetic Compass Adjustment and Compensation.
美國海軍部, Magnetic Compass Adjustment Simplified.
Brown, Son & Ferguson, Self-Examiner for Masters and Mates.
Wold, a College Text-Book of Physics.
Duff, Physics.

序

罗經是航海中最重要的仪器。它是駕駛員們与大自然斗争的有力武器，亦是船舶的眼睛。如果能很好地掌握和使用罗經，便是掌握了航海上最基本和实用的技术；否則就如盲人騎瞎馬，危險之极。

作者在学习和教授航海学及在船上工作多年的时期中，深深地認識到罗經的重要性，而苦于沒有适合普通駕駛員們在实际作业中的参考書籍。中文版的書籍更屬缺乏，仅見黃文灋先生 1936 年所編著的航海罗盤一書。該書磁罗盤的部分仅叙述了它的構造，但沒有將“自差”、“校正”、“使用方法”等重要項目列入。但这几方面是航海作业中的主要問題，也就是駕駛員們希望得到和必需具备的知識。

过去我国学习航海的人都采用英文版英国海軍航海通鑑。这套書是航海各科的一些摘要。卷一及卷三各有一章簡述磁罗經的“自差”和“校正”，实不够全面，而且是專供英国海軍参考的，对于我們自不适合。还有一本英文版的自差与自差仪，原是英国駕駛員短期訓練班的講义，內容空虛，次序混乱，使讀者抓不着要領。美国版的“实用駕駛”也談及磁罗經，但內容极肤淺，毫无可取之处。这些書直譯过来，完全不能达到我們的要求，并且还不承認磁指南針是中国人民的发明創造，更抹煞了苏联人民对于这方面的貢獻。最近已有俄文版“磁罗經”(И. И. 柳巴多夫斯基著)，对于磁罗經自差問題有詳細分析，給我們介紹了寶貴的先进經驗。是一本很有价值的参考書。

作者不是罗經师(校正磁罗經專業技師)，也不是數理學家，故

高深的理論，介紹得不多。作者仅是个普通的船長，由于在船上工作和在学校教学中，并与船員們和同學們互相学习时的体会中，对于磁罗經的“自差”、“校正”、“使用方法”等有些了解而已。我是以一个駕駛員的立場从实用方面来学习磁罗經，再从这样的立場和方面来編著这本书。內容是一个駕駛員对于磁罗經需要具备的基本知識。目的是給駕駛員們在工作中做参考。但由于作者的技术水平和工作經驗的限制，还不能滿意地达到这样的要求。希望广泛地与海員弟兄們互相学习，共同进步。

在編著这本书的过程中，曾得上級的支持和鼓励，并派人閱讀初稿后，提供了很多宝貴意見；此外又得到很多同学及同事們的热誠指导和帮助。有好些問題曾請教过上海港务局秦錚如船長、大連航务学院江树德教授、人民海軍鄔烈旂船長等。并承人民海軍李汶同志热心校閱謹此致謝。

譚冠法 1957年國慶節日 上海

目 录

序.....	1
緒言.....	1
第 一 章 磁罗經的历史.....	5
§ 1 中国人民发明指南針.....	5
§ 2 原始罗經.....	6
§ 3 古代罗經.....	7
§ 4 近代罗經.....	9
§ 5 新式罗經.....	12
第 二 章 磁羅經的分类及其構造.....	13
§ 6 干体罗經.....	13
§ 7 液体罗經.....	21
§ 8 罗經箱座.....	24
§ 9 电视罗經.....	26
§ 10 艇用罗經.....	28
§ 11 其他.....	29
§ 12 干体与液体罗經之比較.....	31
§ 13 标准罗經与操舵罗經之 差別.....	32
§ 14 哑罗經.....	33
第 三 章 物質磁性.....	34
§ 15 物質磁性的来源.....	34
§ 16 反磁性物質.....	37
§ 17 順磁性物質.....	37
§ 18 鉄磁性物質.....	38
§ 19 物質的磁化.....	40
§ 20 磁体的物理性質.....	43
§ 21 磁介質.....	53
§ 22 磁体的失磁.....	56
§ 23 磁化曲綫.....	57
第 四 章 地球磁性.....	61
§ 24 地球磁性的发现.....	61
§ 25 地球磁性的証明.....	63
§ 26 地球磁性的来源.....	64
§ 27 地球磁場.....	67
§ 28 地球磁极.....	68
§ 29 地磁子午綫.....	69
§ 30 磁差.....	69
§ 31 磁差改正.....	76
§ 32 磁差檢測.....	79
§ 33 磁傾角.....	80
§ 34 磁傾角檢測.....	84
§ 35 地磁磁力.....	84
第 五 章 磁力計算及公式应用.....	89
§ 36 磁力計算.....	89
§ 37 磁力計算在罗經学里的应用.....	96

第六章 船体磁性..... 104

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| § 38 船体磁性的来源..... 104 | § 42 罗经差及罗经差改正..... 110 |
| § 39 船体磁性的分类..... 105 | § 43 罗经差对航行中引起的錯誤..... 111 |
| § 40 船体磁性对罗经的影响..... 106 | |
| § 41 自差及自差改正..... 107 | |

第七章 永久船磁..... 116

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| § 44 永久船磁的磁性..... 116 | § 49 P 与 Q 对罗经的共同影响 126 |
| § 45 处理永久船磁的假定..... 118 | § 50 永久船磁分力 R 对罗经的影响..... 129 |
| § 46 永久船磁分力 P 对罗经的影响..... 119 | § 51 永久船磁自差的测定及消除..... 133 |
| § 47 永久船磁分力 Q 对罗经的影响..... 122 | § 52 P 的测定及消除..... 136 |
| § 48 P 与 Q 的关系及建造时船首方向..... 124 | § 53 Q 的测定及消除..... 138 |
| | § 54 R 的测定及消除..... 139 |

第八章 感应船磁..... 141

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| § 55 感应船磁的磁性..... 141 | 响..... 158 |
| § 56 处理感应船磁的假定..... 143 | § 64 感应船磁 g 杆对罗经的影响..... 160 |
| § 57 感应船磁各杆的解释..... 145 | § 65 感应船磁 h 杆对罗经的影响..... 161 |
| § 58 感应船磁 a 杆对罗经的影响..... 149 | § 66 感应船磁 k 杆对罗经的影响..... 162 |
| § 59 感应船磁 b 杆对罗经的影响..... 152 | § 67 a 与 e 杆对罗经的共同影响..... 164 |
| § 60 感应船磁 c 杆对罗经的影响..... 153 | § 68 b 与 d 杆对罗经的共同影响..... 164 |
| § 61 感应船磁 d 杆对罗经的影响..... 155 | § 69 c 与 f 对罗经的共同影响..... 166 |
| § 62 感应船磁 e 杆对罗经的影响..... 157 | |
| § 63 感应船磁 f 杆对罗经的影响..... 158 | |

第九章 半永久船磁及电磁..... 168

- | | |
|--------------------------|------------------|
| § 70 半永久船磁的磁性..... 168 | § 72 电磁..... 173 |
| § 71 半永久船磁产生的原因..... 168 | |

第十章 永久及感应船磁对罗经的共同影响 177

- | | |
|------------------------|----------------------------|
| § 73 指引力..... 177 | § 79 近似自差系数的解释及测定..... 189 |
| § 74 指引力的测定..... 179 | § 80 自差公式之应用..... 198 |
| § 75 测定指引力的应用..... 181 | § 81 倾斜差力..... 201 |
| § 76 自差力..... 182 | § 82 倾斜差力的测定..... 202 |
| § 77 准确自差系数..... 183 | |
| § 78 近似自差系数..... 187 | |

第十一章 测定自差 207

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| § 83 选择天气..... 207 | § 87 船舶检查..... 222 |
| § 84 选择海区..... 207 | § 88 罗经检查..... 223 |
| § 85 选择岸标..... 208 | § 89 仪器检查..... 224 |
| § 86 选择天体..... 216 | § 90 迴转航向及测定自差..... 225 |

第十二章 自差系数的分析 237

- | | |
|--------------------------------|--------------------------|
| § 91 系数 A 及 E 的分析..... 237 | § 94 系数 D 的分析..... 244 |
| § 92 系数 B 的分析..... 238 | § 95 倾斜差的分析..... 244 |
| § 93 系数 C 的分析..... 243 | |

第十三章 消除自差 246

- | | |
|--------------------------|---------------------------------|
| § 96 消除自差的步骤..... 246 | § 101 消除新船偏装罗经自差..... 275 |
| § 97 消除新船正装罗经自差..... 249 | § 102 消除旧船偏装罗经自差..... 279 |
| § 98 消除旧船正装罗经自差..... 263 | § 103 消除象限自差的软铁的作
用..... 285 |
| § 99 用仪器帮助消除自差..... 267 | |
| § 100 偏装罗经的特殊自差..... 270 | |

第十四章 罗经的装置及使用 290

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| § 104 船舶罗经装置的要求..... 290 | § 106 观测方位仪器之使用..... 299 |
| § 105 使用罗经的要领..... 295 | |

第十五章 天体方位角计算 311

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| § 107 根据天体高度计算..... 311 | § 111 天体升降方位表..... 320 |
| § 108 根据天体时角计算..... 313 | § 112 其他方位表..... 323 |
| § 109 天体方位表..... 314 | § 113 天体方位图..... 324 |
| § 110 北极星方位表..... 319 | |

第十六章 自差仪 327

- | | |
|--------------------|---------------------|
| § 114 自差仪..... 327 | § 115 实习方法..... 329 |
|--------------------|---------------------|

緒 言

指南針是我們大家都很熟悉的一種小儀器。陸上旅行和一般民船用的其構造很簡單，僅能指示大概的方向，以供參考。行軍用的和測量用的較為精巧準確。專供各種船舶航行用的指南針，普通習慣上仍稱羅盤，在航海科學上稱為羅經。航海用的羅經要在各海區不分晝夜寒暑都能準確地指示方向，而且在惡劣天氣及狂風巨浪中仍不失其作用。它的構造必需精密而堅固，還要有防寒、水平、照明、校正、觀測等設備；使它成為駕駛員們與大自然鬥爭中可靠的武器和船舶的眼睛。各種船舶航行於遠洋、近海、港灣、江河都靠它來指示方向及測定船位以保證安全和迅速航行。

在汪洋大海中，四望無際，完全依賴羅經方能依着航綫前進。沿岸及江河航行，雖有天然標志和助航標志以為參考，但海上天氣瞬息千變，遇有風雪雨霧和在漫長的黑夜中，如果沒有羅經指示方向，就象人瞎了眼睛一樣，寸步難行。就是視線清晰的時候，亦要凭羅經來對准航向，辨別地形，認識標志及準確地利用各種標志來駕駛船只。即使是熟練的領港和經驗豐富的“老大”亦不例外。每個領港開始領航前必先了解船上羅經的情況。每個船長接任時和經常最注意的事，就是船上的羅經。其他航用儀器如六分儀、氣壓表等固然是很重要，若萬一缺乏或損壞，尚可勉強維持；但如果羅經損壞或發生了特殊情況而不能作即時處理，船舶就必將發生危險。

沒有羅經固然不能航行，但因為地磁、船磁的影響和儀器本身的缺點，羅經難免有誤差，若不知如何檢查、校正及準確地使用它，則雖有如無。假使依照它所指示着的錯誤方向來行駛，更是危險。

有些駕駛員認為檢查及校正工作很困难；对于一般駕駛員來說要他們做到这点，未免要求过高；还有的駕駛員認為罗經曾經罗經師校正过，没有什么可檢查，更无需校正。象这些看法都是錯誤的。

虽然罗經的構造頗为复杂，但并不是非找專業工程师或技师，就不能处理。罗經只是一个座箱上头装着一个分度牌，中間有几根磁鉄。至于檢查和校正，一般普通駕駛員在已有的文化和技术水平基础上，加以学习，并无困难。作者是个駕駛員，对于駕駛員的情况比較了解。关于学习磁罗經的檢查和校正工作，我們是很容易获得足够航海作业实际需要的，而且也是每个駕駛員必需具备的知識。所以我們不必有什么顧慮，要用細心鑽研的精神来学好这项技术。

新船出塢或船舶經過大修后，一般是請罗經師裝置罗經或校正罗經，但并不是随时随地都有罗經師，不应该因为找不到罗經師船舶便不能开动。船長及駕駛員們應該能够把罗經裝妥并做初步必要的校正，使船舶能够安全航行。至有机会时再請罗經師作比較彻底的校正。

罗經師也并不能一次便将罗經彻底校正。这不是由于他們的技术和經驗不能作彻底的校正，而是船体的磁性会发生变化。新船出塢或經過大修后，罗經師只能根据当时船体磁性的情况將罗經校正，并供給合乎当时情况的自差表。船舶在航行中受机器的震动和风浪的打击，船体磁性很快便会发生变化。自差表不合用了。严重的情况需要將罗經重行校正，一般的情况需要將自差表修正；否則便要发生危險，最少亦降低了罗經的可靠性，操作上就遭遇到不必要的困难。船舶不可能帶着罗經師来回航行，因此駕駛員們必需具备有自行处理罗經的一般技术和知識。

旧船在最近期間沒有經過大修，船体磁性較為稳定，問題似不严重，但亦有很多情况可以影响罗經的准确性。

(一)海軍艦艇在战斗或演习中，曾經射击或损坏，都会使罗經

自差发生变化；

(二)船舶裝載鉄磁性貨物如鉄砂、机器等，很明显的要产生新的自差；

(三)各类船舶如經触礁、擱淺、撞碰、雷击、火燒等事故，也都会使罗經自差发生变化；

(四)船舶航行在不同的緯度时，因地磁水平分力及垂直分力的变值，某种船磁所产生的自差便会变化。在这种情况下，就要很好地了解自差变动的影响。

以上四点說明船舶在航行中，無論是在正常情况下或遇有意外事故时，罗經自差都不可避免的会发生变化。認為罗經一經校正便能一劳永逸的想法是极端錯誤的。有时发现罗經剛經過校正后不久又有些不对，因而責怪罗經师沒有將工作做好。其实这很可能是由于上述或其他的原因所造成的。因此我們必需懂得罗經的構造、自差的原理、校正和檢查的方法。一个船長如不能做到这一点，在技术上是合格的。同样，一个駕駛員不具备这些基本的知識，就不能成为一个好的駕駛員。

近日电罗經已較普遍使用，故有人認為磁罗經快被淘汰，因而产生了不重視它的看法。虽然电罗經有很多优点，如不受地磁及船磁影响，在风浪中較為稳定，但与磁罗經相比，却有下列主要缺点：

(一)电流停止即完全失效；

(二)开动后要数小时方能指示方向；

(三)电路及机件甚多，容易发生故障，要靠專門电工保养及檢修，而檢修工程甚为复杂；

(四)不能長期使用，每隔一个时期必需停止，并作檢修；

(五)使用中要有电工人員值班；

(六)航速及緯度变更則需要調整；

(七)价值昂貴，要有大量备件；

(八)小型船舶,不便装置;

(九)短距离航行船舶及工作船等,停泊较多,为了保持电罗经开动,不能停止发电而浪费燃料。

目前我国尚未生产电罗经,空谈淘汰磁罗经,实不合乎实际情况。简便、价廉、实用及耐用的磁罗经已足够一般船舶航行之用,若没有一定的需要,或没有适当的条件,则不必装置电罗经。何况磁罗经近年来又有了进一步的发展。所以苏联不特从未放弃过研究和发展磁罗经,而且有专业部门钻研磁罗经问题,陆续发表研究结果。优秀著作还光荣地获得史太林奖金。这充分说明苏联对磁罗经的重视。

第二次世界大战后磁罗经有了特殊的发展,即有“电视磁罗经”的发明,利用电磁感应的原理,将磁罗经所指示的方向传达至船舶上任何部位。在船舶上需要的部位装置复视器,便能如使用电罗经的复视器一样来操纵船只及测定船位。这就克服了磁罗经最大的缺点,而具备了电罗经最大的优点。电视磁罗经的主罗经是日常用的液体磁罗经。

实用磁罗经学包括物质磁性、地球磁性、船体磁性、磁罗经的构造、检查、装置、校正和使用等各方面的知识。本书仅就这几方面进行讨论,以供读者参考。

第一章 磁罗經的历史

§ 1 中国人民发明指南針

指南針是中国人民所发明的。据傳說：四千多年前，黃帝軒轅氏与蚩尤作战于涿鹿，遇大霧，黃帝將指南針裝于战車上，辨別方向，追击蚩尤。也有傳說：三千年前，周成王將指南車送給越裳氏，以免他由京城返南方路上迷失方向。这些傳說的年代或者不很准确，但中国人民很早便发明指南針的事实是肯定的，而且一定比西方人更早使用指南針。因为西方人使用指南針，特别是在远洋航行中，是向我国学习的。中苏学者的考据都証实了这个事实^①。

从諸子書里的記載，有确实年代可考的，大約在战国末年（公元前 300 年），中国人民发现了磁石及它的吸鉄性。同时或者迟至

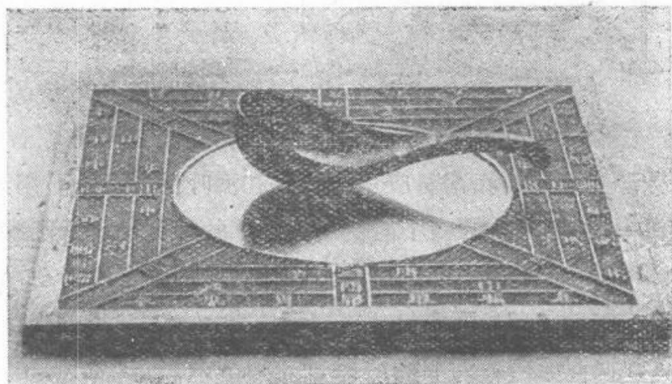


图 1-1 司南

^① 广州市 1955 年 1 月 29 日南方日报載苏联軍事学家卡拉耶夫証明在紀元前 2500 多年前，已傳出中国人把指南針用于軍事方面的消息。

东汉初年(公元 50 年),已知磁石的指极性并將它制成仪器来指示方向。这个仪器叫司南(图 1-1)。鬼谷子和韓非子都有关于司南的記載。王充論衡肯定地說:司南象水勺的柄,投擲在地上,便自知轉向南方。周汉古書敘述了司南的構造:將磁石琢成勺子形狀,放在刻有 24 个方向的光滑銅盤中央,讓它能自由轉动以指示方向。那时是个測量土地及建造房屋的重要仪器。这說明在那个时代,我們的祖先已知道銅是不受磁石吸引,可以造司南的盤子。这便是最古代的指南針。当然也使用到水陆交通运输上。

东汉張衡(公元 110 年)就利用純机械的結構,制成指南車(图 1-2)。这完全是有确实历史根据的第一輛指南車的制成年分。但由于它的制造精巧,而且可供長途旅行或官員来往巡視各省之用,

我們可以設想在更早的时日已有較簡略或粗陋的指南車。黃帝軒轅氏(公元前 2634 年)的指南車就不应被視為完全沒有根据的傳說。

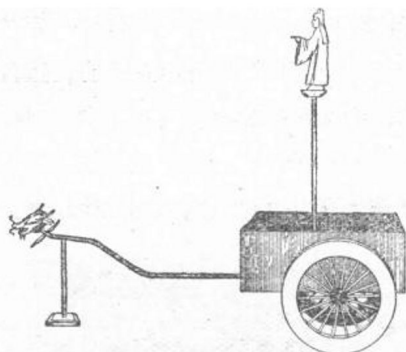


图 1-2 指南車的模型

§ 2 原始罗經

根据很多文献的記載,大約是在三世紀左右,中国

海上劳动人民已將指南針应用在航海和漁叶的船舶上。因为船体在风浪中搖动不定,司南不能使用。我們的祖先將木片削成魚形,当中夾着磁針,浮在一个水盤內。这样磁針便能自由轉动,虽然船体傾斜或搖动不定,而磁針仍可指示方向。水盤內再刻有 8 个方向,这样便使航向更为准确。这便是中国人民最早发明和創造的磁罗經。它奠定了船舶上使用罗經的構造原理。在一千六百多年后的今天,世界上最优良的罗經——液体罗經,还是采用这个原理来制造的。

§ 3 古代罗經

在魏、晉、六朝、隋、唐这一段長时期內，漁业和海运逐步发展，从江河港灣而至沿海；海运更发展至远洋。最早的大規模沿海航行是在紀元前 495 年。左傳記載吳齊之战，吳国从江苏經過 400 多浬的黃海到山东。虽然沒有說明使用罗經来航行，但我們可以推想那时可能已有罗經。最早的远洋航行，則有晉代法显由印度、錫蘭从海上返抵青州。其后日漸进步，开辟了南洋及印度洋間各国之貿易及文化交流的道路。我国的大型海船在海洋上来回航行，罗經是在逐步改进以适合于海洋上使用。至十一世紀时，沈括在夢溪筆談里就記載了在海洋上使用罗經的方法。他說如果在搖盪不定的船上，可用蠟將單綫綴在針腰，挂在空中。这便是近代干体罗經構造的基本原理。即是用軸針支持着磁針的中点，使它能自由轉动以指示方向。沈括还发现“磁針所指的南方不是真正南方而略微偏东”。这即是磁差。我国的科学家比外国人早了几个世紀发现这个現象。这說明我們的祖先在那时候已能較准确地使用罗經了。从朱彥的萍州可談(1119 年)里还有“舟師識地理，夜則觀星，晝則觀日，阴晦觀指南針或以繩鉤取海底泥嗅之便知所至。”可見那时从事航海的劳动人民已掌握了天地文航海的技术。至明朝，航海家郑和組織了七次下南洋的远洋航行，最后到达非洲东岸，比哥倫布发现新大陆早了一个世紀。勤劳的中国人民发现了磁石，发明了罗經，开辟了海洋航綫，发展了各国的貿易和文化交流。

唐、宋时代(618~1276 年)，阿拉伯、波斯、羅馬等人从海道来我国經商的很多。他們大都搭趁比較安全的中国海船。这样，他們很自然的学习了我們的罗經及航海技术并將它介紹至欧洲。据西洋历史的記載，十三世紀初西利亞漁船及帆船使用浮在水上的指南針，水盤上刻有八个方向。

其后西洋人对于指南針及地球磁性予以研究。逐步发现磁差

及磁傾角現象。法国人巴利占那氏(Peregrinus)对此頗有貢獻,將原始指南針改制成簡單的船用羅經。至十四、十五世紀時,地中海的海圖已是依據羅經方位繪制,但因磁差測量不夠準確,各地經緯度是有錯誤的。當時的羅經雖然很粗陋,但已是與現代的羅經式樣相似:在一塊分度牌上畫上南、北、東、西等方向,將磁針裝在南北綫上,用軸針支持磁針的中點,使它能自由轉動。後來為了避免計算磁差,將磁針裝在分度牌上時,使磁針與分度牌的南北綫成一個等於磁差的夾角。這樣,羅經便指示真方向。例如磁差為 5° 西,可將磁針裝在分度牌 355° — 175° 的綫上,便不需計算磁差了。那時俄國的海員就是這樣製造羅經的。

因為地磁的磁力綫,除了在磁赤道上外,都不是與水平面平行的,因此一根能在垂直面自由轉動的磁針,便要傾斜。在北磁緯,指北端向下;在南磁緯則相反。將磁針裝在分度牌後,分度牌不能保持水平,在海上觀測很不方便。海員們在磁針的一端挂上一個小重物,以保持分度牌水平。這個小重物可前後移動或挂在磁針的另一端。船舶航行至不同的磁緯,發現分度牌不平正時,隨時調整小重物的位置來校正分度牌的傾斜。

船舶在海洋上受風浪的襲擊,搖動顛簸。船體擺動及縱橫傾斜。這樣,裝在一個固定箱座上的羅經,其分度牌仍然要振蕩及傾斜,對於操航及觀測俱感困難。海員們設計了縱橫水平圈,合稱永平架。羅碗在永平架上則分度牌可以保持水平,不但操作便利,而且可以更準確地使用羅經。至十六世紀時,羅經已成為最寶貴和合乎實用的航海儀器。

當時的船舶俱是木製。木為反磁性物質,不受磁化,不產生磁性,對羅經沒有不良影響。羅經在船上和在岸上同樣指示磁方向。隨著航海事業的發展,大木船上有瞭很多的鐵質設備,如錨釘、鐵錨、錨鏈、舵鏈等,特別是槍炮和裝甲,都降低了羅經的準確性。即是說船體上的鋼鐵物質都會有磁性,使羅經產生了自差,而那時尚