

355937

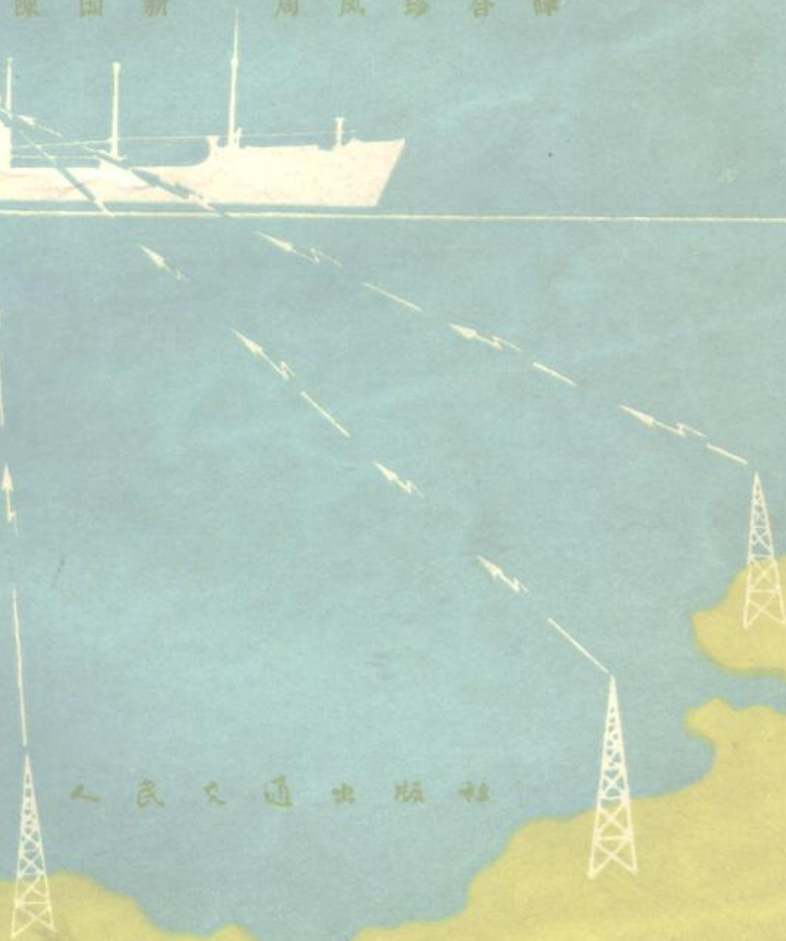
船用目测式无线电测向仪

[苏联]В.И.貝科夫 Ю.И.庫克林 Ю.И.尼基欽科著

陳國新 周鳳珍合譯



人民交通出版社



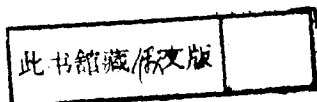
629.172 355937
6035

20540

船用目测式无线电测向仪

[苏联]В.И.貝科夫 Ю.И.庫克林 Ю.И.尼基欽科著

陳國新 周鳳珍 合譯



人民交通出版社

本書敘述具有电子射綫指示器的双波道目測式无綫电測向儀和显示方向圖的单波道目測式无綫电測向儀的工作原理，研究其性能，分析誤差，并列出船上实际应用的規則，同时敘及利用双波道目測式无綫电測向儀航海的新方法，对各种类型的船舶无綫电測向儀輸入綫路，進行比較和評價。

本書适用于无綫电专业人員和海洋船舶駕駛員，也作为海运部門学校研究无綫电測向儀的參考資料。

船用目測式无綫电測向儀

В. И. БЫКОВ, Ю. И. КУКЛИН, Ю. И. НИКИТЕНКО

СУДОВЫЕ ВИЗУАЛЬНЫЕ РАДИОПЕЛЕНГАТОРЫ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МОРСКОЙ ТРАНСПОРТ»
ЛЕНИНГРАД — 1962

本書根据苏联海运出版社1962年列宁格勒俄文版本譯出

陈国新 周凤珍 合譯

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版业營業許可証出字第〇〇六号

新华书店北京发行所发行 全国新华书店經售

人民交通出版社印刷厂印刷

1964年5月北京第一版 1964年5月北京第一次印刷

开本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張：3 $\frac{3}{4}$ 張插頁8

全書：字93,000印数：1—1,700册

統一書号：15044·5308

定价(科六)：0.70元

譯 序

目測式無線電測向儀目前在我国海船上已有采用，但关于这类仪器的專門書籍国内出版尚不多，因此譯出本书以供参考。

由于譯者水平所限，錯誤和不妥之处在所难免，尚希讀者和专家予以指正。

本书譯稿曾蒙上海海运管理局馬允寿、戴兆强等同志提出宝贵意見，并由上海船舶運輸科学研究所姜尔寿工程师审閱，謹此致謝。

譯 者

目 录

序言	5
概 論	7
第一章 双波道目测式无线电测向仪	13
§ 1 工作原理	13
§ 2 波道平衡和总放大调节	17
§ 3 听觉检查电路	25
§ 4 定边	27
§ 5 补偿由于放大波道不平衡而产生的象限 无线电自差和误差	30
§ 6 波道间耦合误差	34
§ 7 极化误差与“夜间效应”的消除方法	39
§ 8 抗干扰性	49
§ 9 BP11型船用无线电测向仪的原理线路	57
§ 10 FGS-340B型船用无线电测向仪的原理线路	62
§ 11 SFP-51/52型船用无线电测向仪的原理线路	67
第二章 双波道目测式无线电测向仪的航海应用	72
§ 12 测向简则	72
§ 13 海上测定船位的准确性	73
§ 14 “无线电三杆分度仪”法测定船位	76
§ 15 扇形无线电示标台等讯号区通过瞬间的测定	79
§ 16 按预定方向航行	82
§ 17 确定和消除无线电自差系数 D	89
第三章 显示方向图的目测式无线电测向仪	91
§ 18 工作原理	91

§ 19	定边	96
§ 20	KS-321-UA型船舶无线电测向仪的原理线路	98
§ 21	显示方向图的目测式无线电测向仪的航海应用	99
第四章	船用无线电测向仪的输入线路	101
§ 22	无线电测向仪极限灵敏度的评定方法	101
§ 23	无线电测向仪的环状天线电路	104
§ 24	耳听式无线电测向仪和具有跟踪系统的自动 无线电测向仪的极限灵敏度	110
§ 25	非调谐输入电路的双波道目测式无线电 测向仪的极限灵敏度	116
§ 26	显示方向图的目测式无线电测向仪的 极限灵敏度	123
附录 1	SFP-51/52型双波道目测式无线电 测向仪的主要技术数据	126
附录 2	SFP-3型双波道目测式无线电测向仪的 主要技术数据	127
附录 3	SFP-700型双波道目测式无线电 测向仪的主要技术数据	128
附录 4	BPII型双波道目测式无线电测向仪的主要技术数据 (列宁格勒高等海运工程学校)	129
附录 5	FGS-340B型双波道目测式无线电测向 仪的主要技术数据	130
附录 6	KS-321-UA型显示方向图的目测式无线电 测向仪的主要技术数据	131
附录 7	BPII型双波道目测式无线电测向仪的 原理线路图	插页
附录 8	FGS-340B型双波道目测式无线电 测向仪的原理线路图	插页
附录 9	SFP-51/52型双波道目测式无线电测	

向仪的原理线路图.....	插頁
附录10 KS-321-UA型目测式无线电测向仪的 原理线路图.....	插頁
参考文献	133

序 言

海船上得到最广泛应用的新式无线电助航设备有：雷达、相位和脉冲无线电助航系统等，与这些设备相比较，特别是在夜间、黄昏和黎明时，无线电测向仪的准确性较低及有效距离较短。虽然如此，但无线电测向仪与其他无线电助航设备比较起来，仍有許多优越性：例如，它是唯一能确定地理坐标不明的遇难船舶方向的船用仪器。在仅有圆周辐射的无线电示标台“设标”区域内，无线电测向仪是一种最简单的助航设备。这才确定有必要继续改进无线电测向仪，并提高测向的可靠性和准确性。

近几年来，具有电子射线指示器的双波道目测式无线电测向仪和显示方向图的单波道目测式无线电测向仪，在海船上得到广泛运用。目测式无线电测向仪的助航性能及技术特性，与一般耳听式无线电测向仪中所熟知的性能和特性有很大区别。

以海军上将C.O.馬卡罗夫命名的列宁格勒高等海运工程学校的研究，以及国外著名的目测式无线电测向仪船舶試驗，使列宁格勒高等海运工程学校和中央海运科学研究所积累很多这类无线电测向仪的实际工作经验。

本书目的是使海船的专家熟悉双波道目测式无线电测向仪的工作原理、性能以及船上实际使用方法。书内也研究了在阴极射线管荧光屏上显示方向图的目测式无线电测向仪。这类无线电测向仪在某些国家的船舶上得到广泛运用。本书最后一章对船用无线电测向仪輸入线路作了比較性评价，将有助于各种

类型的无线电测向仪的设计和计算。

本书所有章节，由三位作者在研究和试验目测式无线电测向仪的基础上共同写成。

作者对科学技术副博士 P. H. 切尔纳耶夫和 T. T. 谢米科夫在审阅本书内容时所提出的批评和意见，表示感谢。

概 論

目前，在海船上的无綫电助航仪器中，按訊号最小听聞度得出方位讀数的无綫电测向仪（称做耳听式无綫电测向仪），得到普遍采用。

无綫电测向仪在海船上普遍应用，是由于它的通用性、結構简单、可靠性以及无綫电测向仪本身和供航海用的无綫电示标台成本較低。此外，无綫电测向目前还是唯一的能够測定任何一个发射体的方向的一种无綫电方法。

多年来，耳听式无綫电测向仪在海船上使用的經驗証明（近 50 年）：无綫电测向仪能完成很多复杂的航海任务，并大大提高了航行的安全性。耳听式无綫电测向仪的助航能力及其特性，已众所周知。然而，当能見度不好的情况下測定船位，按无綫电示标台航行，或向发出遇難訊号的船舶接近时，駕駛員进行无綫电测向是一种緊迫的方法。在最后一種情况下，通常还需要定边。

对这种方式的无綫电测向来讲，即使在非常理想的条件下，由于下列情况，使无綫电测向过程复杂：

1. 測定最小声音的主觀能力；
2. 必須补偿訊号的外部定相分量（“哑点模糊”），同时校正测角器寻向綫圈或环状天綫的位置；
3. 当船舶在机动調轉、搖摆或由于“夜間效应”的影响下，訊号最小听聞度的位置改变；
4. 当船舶远离测向用的无綫电示标台，或干扰度增加时，

无声角扩大；

5. 频率相近的无线电台干扰；

6. 根据航海用的无线电示标台进行测向的时间受到限制（1～2分钟）。

因而，按讯号最小听阈度进行无线电测向，是一个复杂的过程，要求有相当长的时间，而且为了判断所测方位的可靠性，必须有无无线电测向仪的操作经验。

随着无线电测向技术的发展，曾作过很多尝试，用目测读数法代替耳听指示讯号方位法。然而，大多数假设都没有得到应用。这说明所提供的方法和结构复杂，工作不大可靠，以及与耳听式无线电测向仪比较起来缺乏优越性。若用目测法在各种无线电波传播中测向时，能获得较高的准确性和可靠性，则目测法将是耳听法的唯一代替者。

目前有下列类型的目测指示讯号方位的无线电测向仪：

1. 具有环状天线跟踪系统的自动无线电测向仪；
2. 具有电子射线指示器的目测式无线电测向仪。

具有跟踪系统的自动无线电测向仪，能直接得到与讯号方位一致的读数。这类无线电测向仪只要求接收机调谐到被测向台，然后，就可以自动获得讯号方位。但自动无线电测向仪有很大缺点，因而，限制了它在海船上的广泛运用（参考文献3）。

上述类型无线电测向仪的主要缺点是：

1. 当有频率相近的无线电台干扰时，指示出不真实的讯号方位。

2. 跟踪系统有很大的惯性。

自动无线电测向仪指示讯号方位的惯性，比其他任何一种无线电测向仪要显著得多，它决定于跟踪系统电动机转动框架

系統到訊号方位讀数位置时的速度。当有干扰时，指針到达訊号方位讀数位置的时间增加。此外，在无綫电示标台訊号之間的时间隙內，框架不可能保持在一个位置上，因而，可以看到指針在讀数位置附近任意摆动。这些摆动相对于正确訊号方位讀数經常是不匀称的，因此，使測向受到妨碍。具有跟踪系統的自动无綫电測向儀的慣性，也会使在搖摆时所得的測向結果不可靠。

3. 对測向結果的正确性不能估价，这就降低了測向的可靠性，并对所得数据不能确信。

具有电子射綫指示器的目測式无綫电測向儀不是自动的，它能借助于目測刻度装置获得訊号方位讀数。属于这种类型的无綫电測向儀有以下两种：

1. 有阴极射綫管的双波道目測式无綫电測向儀；
2. 在阴极射綫管螢光屏上显示方向图的无綫电測向儀。

目前，在已知类型的目測式无綫电測向儀中，双波道目測式无綫电測向儀在海船上得到最广泛的应用。

用双波道目測式无綫电測向儀获得訊号方位的方法，是由英国人瓦特生-瓦特 (Watson-Watt) 于1926年提出的 (参考文献14)。

在双波道目測式无綫电測向儀中，利用两个单独的接收系統，是其主要缺点。接收系統間微小的差別，皆足以引起訊号方位讀数的誤差。由于有这样重大的缺点，起初，有很多专家对航海中实际采用这类无綫电測向儀的可能性，提出否定的意見。

然而，需要改进双波道目測式无綫电測向儀的因素是：綫路原理簡單，有可能在瞬間目測方位示数和高抗干扰性。

为了消除由于波道放大不一致或相位偏移而产生的誤差，

必須定期進行無線電測向儀的平衡。為此，在兩個波道的輸入端供給檢查訊號（來自被測向的無線電示標台，或雙波道目測式無線電測向儀檢查专用的本机振盪器）。波道平衡指示器即陰極射綫管，當波道放大和相位特性平衡時，在陰極射綫管螢光屏上，與刻度縱綫成 $45\sim 225^\circ$ 角處，即呈現一直綫。

最早的双波道目測式無線電測向儀，于1932年安装在英国的“巴雷丁”号輪船上。

雙波道目測式無線電測向儀借助于檢查用的本机振盪器，以被測向訊號的頻率，在每次測向前，預先檢查和調整兩個波道的一致性。本机振盪器通過不大的電阻接入兩個波道的輸入端，并在必要時進行校正，直到陰極射綫管螢光屏上，與刻度縱綫成 $45\sim 225^\circ$ 角處出現直綫為止。

“巴雷丁”号輪船上的無線電測向儀有長波波段，主要為了在熱帶海洋研究大氣層干擾用。

當時雙波道目測式無線電測向儀不能得到普遍采用，是因為成本高、波道放大及相位特性不够穩定。所以船東們不得不以簡單而廉价的耳听式無線電測向儀來代替。

在第二次世界大戰期間，必須對發射時間短促的訊號進行測向的同時，特別迫切地提出了关于准确判斷夜間測向的正確性問題。只有雙波道目測式無線電測向儀才能解決這個問題。

由于雙波道目測式無線電測向儀沒有慣性，被測向台訊號的任何變化（“夜間效应”的影响，各種性质的干擾，船舶機動調轉或搖擺等），實際上都會以亮綫方向和長度的變化（一般是橢圓），立刻反映在陰極射綫管的螢光屏上。在隨着無線電波傳播而產生的任何複雜情況下，可以根據這條亮綫的變化，斷定訊號方位的正確性。因此，為了用無線電測得德國人的潛水艇和無線電探測點的方位，于1941年末，在英国的海軍

舰艇上开始安装了双波道目测式无线电测向仪。

整个战争时期，英国继续在研究双波道目测式无线电测向仪，同时，结构较好的FH-4型成批生产出来（参考文献13）。

在FH-4型双波道目测式无线电测向仪中，也借助于检查用本机振荡器产生的被测向讯号频率，预先用手动平衡的方法，使两个波道的放大及其相位特性达到一致。

在战后年代中，双波道目测式无线电测向仪在商船上也开始得到推广。在1951~1952年，西德普拉特公司研究并开始生产SFP-51/52型船用双波道目测式无线电测向仪（附录1）。

最近几年中，又生产了新型的双波道目测式无线电测向仪SFP-3型（附录2），和小型船舶用的小尺寸双波道目测式无线电测向仪SFP-700型（附录3）。SFP-3型比SFP-51/52型的线路和结构更完善。

到1960年，根据西德普拉特公司的资料得知，已经有125艘不同吨位的船，装备了该公司生产的双波道目测式无线电测向仪。

为了岸上使用，该公司研究出接收部分可拆装的SFP-500型全波双波道目测式无线电测向仪。

从1952年起，以C.O. 马卡罗夫命名的列宁格勒高等海运工程学校，由科学技术博士E.Я. 谢戈列夫教授领导和本书作者参与下，在无线电助航设备教研室中，进行船用双波道目测式无线电测向仪的创制工作。已经制造出几种结构的双波道目测式无线电测向仪（附录4），它们在海船上通过试验，并获得好评。

于1956~1957年，国营柯彼尼克无线电厂（德意志民主共和国）研究出FGS-340和FGS-340B型双波道目测式无线电测向仪（附录5）。这些无线电测向仪与普拉特公司的双波道

目测式无线电测向仪不同之处在于：輸入部分和测向定边的綫路比較簡單。

1959年，据悉英国国际航海无线电公司研究成1MR-92型船用双波道目测式无线电测向仪（参考文献15）。

現有的船用助航双波道目测式无线电测向仪的特点是：

1. 每次测向前，根据被测向无线电示标台的訊号，用手动方式进行无线电测向仪的波道平衡；

2. 接收裝置的通頻帶非常窄（在电平3分貝时，300~600赫）；

3. 当测向定边时，不使用阴极射綫管的調制电极；

4. 无线电测向仪輸入裝置，是根据普通环状天綫或拉索天綫^①的运用情况进行計算。

显示方向图的单波道目测式无线电测向仪在使用中也是可靠的仪器。在日本，由光电株式会社从事制作，并得到最广泛的运用。这种类型的无线电测向仪安装在排水量20吨以上的船舶上（附录6）。

显示方向图的目测式无线电测向仪的特点是：

1. 指示訊号方位慣性小；

2. 能判断测向的正确性；

3. 使用簡便。

① 拉索天綫系利用船体及上層建筑形成天綫回路（见图55），又称伞形天綫。
——譯注。

第一章 双波道目测式无线电测向仪

§ 1 工作原理

双波道目测式无线电测向仪方框图由两个互相垂直的环状天线，两组接收放大波道和阴极射线管组成（图1）。被测向无线电示标台的信号在环状天线中感应出电动势，等于：

$$\left. \begin{aligned} u_{\text{B}} &= U_{\text{m}} \sin \theta \cos \omega t \\ u_{\text{r}} &= U_{\text{m}} \cos \theta \cos \omega t \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

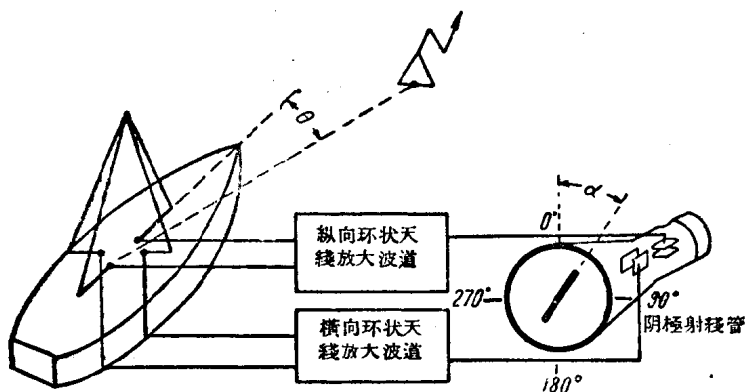


图1 双波道目测式无线电测向仪方框简图

其值取决于无线电波进入角 θ 。为了保证电子射线在阴极射线管荧光屏全直径方向上偏移，上述电动势预先放大到电压约100伏，然后输送到阴极射线管偏转板上。在一般情况下，偏转板上的电压由下列公式计算：

$$X = k_r U_{\text{m}} \cos \theta \cos (\omega t - \varphi_r)$$

$$Y = k_s U_m \sin \theta \cos (\omega t - \varphi_s)$$

式中: k_s 和 k_r —— 垂直波道和水平波道的放大系数;

φ_s 和 φ_r —— 垂直波道和水平波道的相移。

在波道同等放大和相移相同的情况下, 上述电压相应为:

$$X = k U_m \cos \theta \cos (\omega t - \varphi)$$

$$Y = k U_m \sin \theta \cos (\omega t - \varphi)$$

于是, 电子射线在阴极射线管的荧光屏上击出一条线, 线的倾角正切为:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Y}{X} = \frac{k U_m \sin \theta \cos (\omega t - \varphi)}{k U_m \cos \theta \cos (\omega t - \varphi)} = \operatorname{tg} \theta \quad (2)$$

因此, 当 $k_s = k_r = k$ 和 $\varphi_s = \varphi_r = \varphi$ 时, 双波道目测式无线电测向仪指示器的荧光屏上, 亮线的倾角与无线电波进入角相等, 即:

$$\alpha = \theta \quad (3)$$

用照准器和刻度装置不难得到讯号方位读数 (图 2)。

在船上, 由于二次辐射场对环状天线的影响, 荧光屏上的图象呈现一拉长的椭圆 (相当于耳听式无线电测向仪的“哑点模糊”)。在这种情况下, 用沿椭圆长轴安放的照准器, 也不难得到无线电舷角和无线电方位的读数 (图 3)。这样能使测向完成, 甚至当“椭圆度”相当大时, 实际上也没有明显的误差。在类似条件下, 耳听式测向往往是不可能的。

波道放大系数不同, 引起了确定无线电舷角的角度误差。因此, 双波道目测式无线电测向仪需要定期检查并平衡波道放大及相位偏移。波道特性的平衡, 原则上可以由专门线路自动实现。但是, 现代船用双波道目测式无线电测向仪采用手动调节波道, 这可以使无线电测向仪在实际运用中比较简单和可靠, 而且并不降低测向的效力和准确性。