

团 体 标 准

T/SHJMRH 066—2024

北斗卫星与光纤罗经组合导航系统通用技术 条件与试验方法

General Technical Requirements and Test Methods for the Integrated Navigation
System of BD Satellite and Fiber Optic Gyrocompass

2024-12-27 发布

2025-01-01 实施

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由上海市军民融合发展研究会提出并归口。

本标准起草单位：上海海洋大学、哈尔滨工程大学、上海华融机电设备保障技术研发中心、珠海航士科技有限公司、湖北泰和电气有限公司、上海博雁科技有限公司、山东省远洋渔业协会、中国水产科学研究院东海水产研究所。

本标准主要起草人：邢博闻、管练武、余建庚、张忠、霍亮、许竞翔、胡庆松、高延滨、赵江鹏、翟文勇、张磊、石永闯、范佳顺、桑军。

本标准承诺执行单位：上海海频智能科技有限公司、上海申武信息科技有限公司、上海泰和星智能科技有限公司、上海派汇网络科技有限公司、上海栖云航空科技有限公司、上海航士海洋科技有限公司。

北斗卫星与光纤罗经组合导航系统通用技术条件与试验方法

1 范围

本文件规定了北斗卫星与光纤罗经组合导航系统（以下简称系统）的通用技术条件与试验方法。

本文件适用于安装在一般船舶和高速船舶上的北斗卫星与光纤罗经组合导航系统设备。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 3594 船舶电子设备电源的技术要求

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 8588 渔业资源基本术语

GB/T 4300-2007 船舶与海上技术 船用陀螺罗经

GB/T 39267 北斗卫星导航术语

IEC 60945:2002（Corr.1 2008） 船用航行和无线电通信设备及系统-通用要求-测试方法和测试结果的要求

ISO 8728:2014 船舶与海上技术 船用陀螺罗经性能

ISO 16328:2014 船舶与海上技术 高速船用陀螺罗经性能

CCS 指导性文件 N-02(201909)陀螺罗经

中国船级社 电气电子产品型式认可试验指南

3 术语和定义

GB/T 8588 和 GB/T 39267 和 GB/T 4300-2007 界定的术语和定义适用于本文件。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BDS：北斗卫星导航系统（BeiDou Navigation Satellite System）

RDSS：卫星无线电测定业务（Radio Determination Satellite Service）

RNSS：卫星无线电导航系统（Radio Navigation Satellite System）

FOGC: 光纤罗经 (Fiber Optic Gyro Compass)

FOG: 光纤陀螺仪 (Fiber Optic Gyroscope)

INS: 组合导航系统 (Integrated Navigation System)

DVL: 多普勒速度计程仪 (Doppler Velocity Log)

5 组合导航系统组成

组合导航系统 (INS) 由光纤罗经 (FOGC) 和外部设备组成。光纤罗经 (FOGC) 应包括光纤陀螺仪 (FOG)、石英挠性加速度计、北斗定位/通信模块、数据通信接口、导航计算机和电源模块等组成。外部设备应包含北斗天线。

6 通用技术条件

6.1 标准大气条件

标准大气条件如下:

温度: $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$

相对湿度: $20\% \sim 80\%$

大气压力: 试验场所压力

6.2 试验条件允差

试验条件允差如下:

温度: $\pm 2^{\circ}\text{C}$

相对湿度: $\pm 5\% \text{RH}$

时间: 除了更严的要求外, 对于持续时间大于 8h 的试验, 试验持续时间与规定值之差不超过 5min, 对于持续时间不大于 8h 的试验, 试验持续时间与规定值之差不超过规定值 1%。

6.3 测试设备

测试仪器、仪表必须经过计量、校准、检定合格并在有效期内。对于专用测试设备需经船级社厂双方的鉴定或确认后, 方可在试验中作为测试设备。所有仪器、仪表应满足以下要求:

- a) 其精度不应低于被测参数容差的 1/3;
- b) 其标定应能追溯到国家最高计量标准。

本次环境鉴定试验用测试仪器仪表详见表 3，除专用设备外，高低温、湿热试验箱由承试单位提供。

表 3 测试仪器、仪表设备清单

序号	名称	型号	数量	范围	备注
1	测试系统	/	1 套	/	专用设备
2	绝缘电阻测试仪		1 个	/	/

6.4 试验温度稳定时间

试验温度稳定时间，详见具体试验程序。

6.5 一般的试验程序

6.5.1 预处理（必要时）

在试验开始前，为了消除或部分消除试件过去所受的影响，需对试件进行预处理。

6.5.2 初始检测

在进行任何环境试验之前，试件应在标准大气条件下进行电性能/机械性能或者其他性能测试以及外观检查，并记录结果。

6.5.3 试件在试验设备中的安装

为体现组合导航系统性能测试的准确性，在高低温、湿热试验箱工作时组合导航系统在测试时需保证不出现位移，放置于高低温、湿热试验箱后检查不应出现晃动。

6.5.4 试验

给试件施加规定的环境条件，以确定这种条件对试件的影响。

6.5.5 中间检测

中间检测应在规定的环境条件下进行。

6.5.6 恢复

在试验之后，最终检测之前，为使试件的性能稳定，应在标准大气条件下（特殊要求除外）进行

恢复处理。

6.5.7 最后检测

恢复期结束后，试件应按设备有关标准或技术文件规定进行电性能、机械性能和其它性能测量以及外观检查，并与初始检测数据进行比较。

前一项环境的最后检测可代替随后一项环境试验的初始检测。

6.6 试验中断的处理

试验中断的处理方法如下：

- a) 允许内中断：若试验中断期间，试验条件仍保持在允许范围内时，不构成一次中断。因此，若在中断期间环境条件保持在正确的试验量值，则不需要修改试验持续时间。
- b) 欠试验中断：当试验条件低于允差下限时，应从低于试验条件的点重新达到规定的试验条件（除 GJB150A-2009 各部分另有规定外），恢复试验直至结束。
- c) 过试验中断：出现过试验中断时，停止试验。分析原因，采取措施后继续试验或重新试验。

7 试验方法

试验项目（ISO8728 和 ISO16328 要求）如下表所示

序号	测试项	对应的测试要求
5.7.1	外观检查	ISO8728 2014, 6.1 ISO16328 2014, 6.1
5.7.2	稳定时间	ISO8728 2014, 6.2 ISO16328 2014, 6.2
5.7.3	稳定点误差	ISO8728 2014, 6.3 ISO16328 2014, 6.3
5.7.4	稳定点艏向的重复性试验	ISO8728 2014, 6.4

		ISO16328 2014, 6.4
5.7.5	姿态误差试验	Q/HS·001 - 2016 4.3.1.2
5.7.6	在摇摆台上的稳定时间	ISO8728 2014, 6.5 ISO16328 2014, 6.5
5.7.7	摇摆试验	ISO8728 2014, 6.6 ISO16328 2014, 6.6
5.7.8	隅点运动试验	ISO8728 2014, 6.7 ISO16328 2014, 6.7
5.7.9	速度校正试验	ISO8728 2014, 6.9 ISO16328 2014, 6.9
5.7.10	分罗经精度试验	ISO8728 2014, 6.8 ISO16328 2014, 6.8

7.1 结构检验

7.1.1 试验依据

ISO8728 2014, 6.1/ISO16328 2014, 6.1

7.1.2 试验方法

用目视的方法进行检验。

7.1.3 试验结果判断

其结果应符合本如下要求。

- a) 罗经总体结构设计应考虑安全、可靠，便于安装、操作和维修保养；
- b) 罗经至少应有一个输出接口符合 IEC61162-1 和 IEC61162-2 接口标准的要求。
- c) 罗经应标有指示艏向的罗经基准线；

为了使罗经的基准线位于船舶艏艉线的垂直面内，罗经的基座和其他固定终端应标上便于罗经主仪器在船上安装的标志或标记。

- d) 罗经具有校正由速度和纬度引起的误差的功能，可采用从外部设备获取方式或者人工

输入方式输入速度和纬度信息；

- e) 应采取措施尽可能抑制罗经与船上其他设备之间的电磁干扰；
- f) 机械噪声尽量小；
- g) 应具有指示罗经电源失电故障的自动报警装置；
- h) 应具有过电压、过电流、电压瞬态变化和电源极性偶然接反的保护措施；
- i) 罗经应能为其他导航设备提供艏向信息和姿态信息。

7.2 稳定时间试验

7.2.1 试验依据

ISO8728 2014, 6.2/ISO16328 2014, 6.2

7.2.2 试验方法

将罗经牢固地固定在水平和静止的基座上，接通额定值的电源，在初始艏向偏离 30° 或更大（偏东）的情况下启动罗经，记录每隔 5min 所读取的艏向读数。

7.2.3 试验结果判断

连续三个艏向读数变化在 $\pm 0.1^\circ$ 范围内视为稳定的艏向读数，从启动到第三个稳定的艏向读数为止的时间应不超过 20min，即符合要求。

7.3 稳定点误差试验

7.3.1 试验依据

ISO8728 2014, 6.3/ISO16328 2014, 6.3

7.3.2 试验方法

进行试验稳定后每隔 10min 记录一个艏向读数，连续记录 10 个艏向读数，求出 10 个艏向读数的算术平均值作为稳定点艏向。

7.3.3 试验结果判断

计算稳定点艏向与真艏向之差，在任一艏向上不超过 $\pm 0.65^\circ \times \sec\phi$ 。各个艏向指示值与平均值之差的均方根值（RMS）应不超过 $0.22^\circ \times \sec\phi$ ，即符合要求。

7.4 稳定点艏向重复性试验

7.4.1 试验依据

ISO8728 2014, 6.4/ISO16328 2014, 6.4

7.4.2 试验方法

将罗经牢固地固定在水平和静止的基座上, 在初始艏向偏离 30° 或稍大一些的情况下按工厂说明书启动罗经, 稳定后求出稳定点艏向。关闭罗经时间周期不少于 12h, 不超过 7d; 在初始艏向偏离 30° 或稍大一些的情况下再启动罗经, 并测得稳定点艏向。再关闭罗经时间周期不少于 12h, 不超过 7d; 在初始艏向偏离 30° 或稍大一些的情况下第三次启动罗经, 稳定后测得稳定点艏向。

7.4.3 试验结果判断

记录测得的 3 个稳定点艏向, 其中任意二个稳定点艏向之差不超过 $\pm 0.2^\circ \times \sec \varphi$, 即符合要求。

注: 如果这项试验是接着稳定点误差试验之后进行时, 该稳定点误差可作为本次试验所需第一个稳定点艏向, 条件是两次试验间罗经关闭的时间应不小于 12h 和不大于 7d。

7.5 摇摆台上的稳定时间试验

7.5.1 试验依据

ISO16328 2014, 6.5/ISO16328 2014, 6.5

7.5.2 试验方法

将罗经牢固的地固定在摇摆台上, 使罗经艏艉基准线平行于摇摆台的定义为横摇轴的轴, 与摇摆台上前述轴成直角的水平轴为纵摇轴。接通额定值的电源, 启动罗经, 操作摇摆台作下列简谐运动:

横摇轴: 峰值幅度 $5^\circ \pm 1^\circ$, 周期 $15s \pm 1s$;

纵摇轴: 峰值幅度 $5^\circ \pm 1^\circ$, 周期 $6s \pm 1s$ 。

测量并记录从启动至“稳定”之间的时间。

7.5.3 试验结果判断

测量并记录从启动至与相同定义的“稳定”之间不超过 30min, 即符合要求。

注：用于决定稳定条件的罗经读数是在摇摆台处于静止和水平，并且其重新开始规定运动之前的最短延迟时读取罗经读数。

7.6 摇摆试验

7.6.1 试验依据

ISO8728 2014, 6.6/ISO16328 2014, 6.6

7.6.2 试验方法

将罗经牢固的地固定在静止和水平的摇摆台上，摇摆台的横摇轴与子午线对准，偏差在 $\pm 1^\circ$ 以内。罗经的基准线对准摇摆台的横摇轴，偏差在 $\pm 1^\circ$ 以内。操作摇摆台上的三根轴同时进行下列简谐运动 25min。

横摇轴最大幅度 $25^\circ \pm 2^\circ$ 和周期 $6s \pm 1s$;

纵摇轴最大幅度 $15^\circ \pm 2^\circ$ 和周期 $10s \pm 1s$;

偏航轴最大幅度 $5^\circ \pm 1^\circ$ 和周期 $15s \pm 1s$ 。

在 25min 后结束时，摇摆台运动停止,回复到开始试验的位置，立即记录罗经的首向。

再将摇摆台横摇轴分别对准 $45^\circ \pm 1^\circ$ 、 $90^\circ \pm 1^\circ$ 、 $315^\circ \pm 1^\circ$ 重复进行此项试验。在每一艏向，摇摆台运动前，均应确定罗经的稳定点艏向。每次运动结束的艏向与运动前的稳定点艏向之间的任何变化均作为运动产生的误差记录下来。

7.6.3 试验结果判断

在上述四个艏向试验的各次试验中，满足如下指标，即符合要求。

运动产生的误差不超过 $\pm 0.65^\circ \times \sec \varphi$ 。

注：进行本次试验时，摇摆台的水平加速度应不大于 $1.0m/s^2$ 。

7.7 隅点运动误差试验

7.7.1 试验依据

ISO8728 2014, 6.7/ISO16328 2014, 6.7

7.7.2 试验方法

标准上要求的试验方法：

将主罗经牢固地安装在有能力进行水平运动分量的最大加速度为 $(1.0 \pm 0.1) \text{ m/s}^2$ 的简谐运动的装置上。该装置水平面内的运动方向应为隅点方向，误差应不超过 $\pm 1^\circ \times \sec \varphi$ 。

安装后启动罗经，稳定后且在装置静止水平时测出稳定点艏向。然后启动装置，进行上述运动，其最大加速度为 $(1.0 \pm 0.1) \text{ m/s}^2$ ，周期不小于 3s，持续 2h。运动期间记录罗经艏向。

由于测试环境限制，我们使用如下的试验方法：

将主罗经牢固地安装在有能力进行水平运动分量的最大加速度为 $(1.0 \pm 0.1) \text{ m/s}^2$ 的简谐运动的装置上。该装置水平面内的运动方向应为隅点方向，误差应不超过 $\pm 1^\circ \times \sec \varphi$ 。

安装后启动罗经，稳定后且在装置静止水平时测出稳定点艏向。然后启动装置，进行上述运动，其最大加速度为 $(1.0 \pm 0.1) \text{ m/s}^2$ ，频率为 40Hz，运动次数不少于 2400 次。运动期间记录罗经艏向。

7.7.3 试验结果判断

运动期间记录的罗经艏向和运动前稳定点艏向之差将被认为是由于运动产生的，应不超过 $\pm 1^\circ \times \sec \varphi$ 。

注：运动期间记录的主罗经艏向，应不记入那些在频率等于或大于所加运动的频率时的艏向变化。

7.8 速度校正试验

7.8.1 试验依据

ISO8728 2014, 6.9/ISO16328 2014, 6.9

7.8.2 试验方法

罗经安装在水平且静止的基座上，罗经基准线与子午线对准，启动罗经稳定后测出稳定点艏向。将 70kn 速度校正信号施加于本产品并使罗经重新稳定，获得稳定点艏向。

7.8.3 试验结果判断

获得的稳定点艏向和初始记录的稳定点艏向之差，应与试验纬度的理论计算值一致，不超过 $\pm 0.2^\circ \times \sec \varphi$ 。

注：对准子午线的罗经速度和航向误差的理论值为 $V/5\pi \times \sec \Phi$ 。式中，V 为速度，单位为 kn。

7.9 分罗经（液晶显控单元）精度试验

7.9.1 试验依据

ISO16328:2014, 6.8 /ISO16328 2014, 6.8

7.9.2 试验方法

主罗经应固定在水平转台上并将分罗经与主罗经对准，将转台和主罗经以不大于 $20^{\circ}/s$ 的速率旋转，转台每转 30° 停止，并记录主罗经和液晶显控单元的艏向。向相反方向重复这一试验过程。主罗经和液晶显控单元之间的最大读数偏差应不超过 $\pm 0.5^{\circ}$ ，即符合要求。

注：由于本试验的目的是为了比较主罗经艏向和分罗经（液晶显控单元）的艏向指示，因此在记录读数时，旋转台的确切角度并不重要。

7.9.3 试验结果判断

分罗经最大随动误差应不超过 $\pm 0.5^{\circ}$ 。