



指南编号/Guideline No.N-10(201610)

# N-10 船载多系统无线电导航接收机

生效日期/Issued date:2016 年 10 月 28 日

©中国船级社 China Classification Society

## 前言

本指南是 CCS 规范的组成部分，规定船舶入级产品，授权法定产品检验适用技术要求，检验和试验要求。

本指南由 CCS 编写和更新，通过网页 <http://www.ccs.org.cn> 发布，使用相关方对于本社指南如有意见可反馈至 [ps@ccs.org.cn](mailto:ps@ccs.org.cn)

历史发布版本及发布时间：

本版本主要修改内容及生效时间：

## 目 录

1 适用范围 .....	4
2 规范性引用文件 .....	4
3 定义和术语 .....	5
4 图纸资料 .....	7
5 设计技术要求 .....	8
6 原材料及零部件 .....	12
7 型式认可和单件/单批试验 .....	12
附录 1 北斗卫星导航系统（BDS）测试方法和要求的测试结果 .....	17
附录 2 船载 GALILEO 接收设备性能标准 .....	29

## 船载多系统无线电导航接收机

### 1 适用范围

1.1 本指南适用于船载 BDS, GPS, GLONASS 和 GALILEO 多系统无线电导航接收机的型式认可和单件/单批产品检验。

1.2 本指南不适用于航速大于 70 节的船舶上所使用的设备。

### 2 规范性引用文件

2.1.1 SOLAS(1974)及其修正案第 V 章第 19 条；

2.1.2 SOLAS(1974)及其修正案第 X 章第 3 条；

2.1.3 2000 HSC Code 第 13 章；

2.1.4 IMO A.694(17)决议：作为全球海上遇险和安全系统（GMDSS）组成部分的船载无线电设备和电子助航设备的一般要求；

2.1.5 IMO MSC.112 (73) 决议：通过修订的船载全球定位系统(GPS)接收机设备的性能标准；

2.1.6 IMO MSC.113(73)决议：通过修订的船载(GLONASS)接收机设备的性能标准；

2.1.7 IMO MSC.233(82)决议：通过船载 GALILEO 接收设备性能标准；

2.1.8 IMO MSC.191(79)决议：船载航行显示器有关航行信息显示的性能标准；

2.1.9 IMO A.1046(27)决议：全球无线电导航系统；

2.1.10 IMO A.915(22)决议：经修订的未来全球导航卫星系统(GNSS)的要求和海事政策；

2.1.11 IMO A.953(23)决议：全球无线电导航系统；

2.1.12 IMO MSC.379(93)决议：船载北斗卫星导航系统（BDS）接收机性能标准；

2.1.13 IMO MSC.401(95)决议：多系统船载无线电导航接收机性能标准；

2.1.14 IEC 61108-1 2003：海上导航和无线电通信设备和系统.全球导航卫星系统(GNSS).第 1 部分:全球定位系统(GPS)接收机设备.性能标准、测试方法和要求的测试结果；

2.1.15 IEC 61108-2 1998：海上导航和无线电通信设备和系统.全球导航卫星系统(GNSS) 第 2 部分：格洛纳斯导航系统(GLONASS)接收机设备.性能标准、测试方法和要求的测试结果；

2.1.16 IEC 61108-3 2010：海上导航和无线电通信设备和系统.全球导航卫星系统(GNSS) 第 3 部分：伽利略卫星导航系统接收机设备.性能标准、测试方法和要求的测试结果；

2.1.17 IEC 61162 (所有部分)，海上导航和无线电通信设备和系统- 数字接口；

2.1.18 IEC 62288 2014: 海上导航和无线电通信设备及系统--船载导航显示器上与导航相关的信息的表示法--一般要求、测试方法和要求的测试结果；

2.1.19 IEC 60945 2002：海上导航和无线电通信设备及系统- 一般要求 - 测试方法和要求的测试结果；

2.1.20 GD22-2015 中国船级社《电气电子产品型式认可试验指南》。

2.2 当上述公约、规则、性能建议案和试验标准发生变更时，应使用最新有效版本文件。

### 3 定义和术语

上述认可和检验依据中规定的定义和术语适用于本指南。为编写及使用方便，本指南直接引用或补充下列定义。

3.1 BDS (Bei Dou Navigation Satellite System)：北斗卫星导航系统；

3.2 GPS (Global Positioning System):全球定位系统；

3.3 GLONASS(Global Navigation Satellite System): 格洛纳斯导航系统；

3.4 GALILEO(Galileo satellite navigation system): 伽利略卫星导航系统；

3.5 COG(Course Over Ground): 对地航向;

3.6 SOG(Speed Over Ground):对地航速;

3.7 UTC (Universal Time Coordinated):世界协调时;

3.8 PVT (Position Velocity Time):位置、速度和时间;

3.9 GNSS (Global Navigation Satellite System):全球导航卫星系统

3.10 C/A 码(C/A Code): 用于调制 GPS 卫星 L1 载频 (1575.42MHz) 信号的民用伪随机码;

3.11 GPS 标准定位服务(Standard Positioning Service(SPS)): 由 GPS 的 C/A 码所提供的公开的民用服务;

3.12 DGPS (Differential GPS), 即差分 GPS: 一种提高对用户导航的性能而加强 GNSS 的技术。海事领域主要基于以下两种方式来增强: 1.基于卫星的增强系统(SBAS): 为加强 GNSS 服务的性能而补充卫星信号的系统。2.地基增强系统(GBAS)。为加强 GNSS 服务的性能而从地面站台补充信号的系统。。

3.13 DBDS (Differential Beidou Navigation Satellite System), 差分北斗卫星导航系统;

3.14 精度因子(Dilution of Precision(DOP)): 描述卫星的几何位置对误差贡献的因子。卫星导航系统的误差为测距误差与精度因子的乘积。根据研究对象的不同, 进一步分为三维位置精度因子(PDOP)、水平精度因子(HDOP)、时间精度因子(TDOP)等等。

3.15 捕获(Acquisition): 用户设备对接收到的卫星信号完成码识别、码同步和载波相位同步的处理过程。

3.16 接收机自主完好性监测 Receiver Autonomous Integrity Monitoring(RAIM): 接收机利用冗余卫星的伪距测量信息, 以判定卫星系统完好性的方法。它能判断可见卫星中是否有卫星出现故障或哪一颗卫星发生了故障并将其排除在导航解之外。

3.17 WGS-84 (World Geodetic System 84), 即 1984 世界大地坐标系:由美国国防部在与 WGS72 相应的精密星历系统 NSWC-9Z-2 基础上, 采用 1980 大地参考系和 BIH1984.0 系统定向所建立的一种地心参考系。

3.18 CGCS2000(China Geodetic Coordinate System 2000), 即 2000 中国大地坐标系的缩写: 该坐标系是通过中国 GPS 连续运行基准站、空间大地控制网以及天文大地网与空间地网联合平差建立的地心大地坐标系统。2000 中国大地坐标系以 ITRF 97 参考框架为基准, 参考框架历元为 2000.0。

## 4 图纸资料

4.1 应将下列图纸资料提交 CCS 审查:

- (1) 整机外形图, 结构图。
- (2) 电气原理图, 接线图, 电气功能框图。
- (3) 电源装置原理图或原理框图、产品供电布置图。
- (4) 系统接线图。
- (5) 产品技术条件

产品技术条件应明确规定产品的总体性能和总体设计要求, 至少应包括下列内容:

- ① 产品环境条件的规定;
  - ② 产品的组成部分、主要外购件及来源;
  - ③ 产品功能及性能指标的详细描述;
  - ④ 产品整机的验收条件。
- (6) 软件, 至少应包括下列内容:
- ① 产品主要软件模块描述及软件版本号说明;
  - ② 软件维护及更新说明。

(7) 产品操作手册、安装手册、培训材料、维护手册: 应为中英文版或英文版, 且至少包含如下内容:

操作手册:

- ① 多模系统的概念, 使用两个或以上 GNSS 系统 (可结合地面无线电导航系统和增强系统) 的益处和局限性;
- ② 声明支持何种 GNSS、地面无线电导航系统 (如有) 和增强系统 (如有) (即作为 PVT 方案的来源);
- ③ 声明支持何种航行阶段和采用何种 PVT 来源;
- ④ 为满足航行阶段要求所必需的接收机用户指南;

- ⑤ 详细描述对指标和阈值进行调节的方法；
- ⑥ 对融合过程和多系统输入选择的解释；
- ⑦ 对可能的故障和其对接收设备的影响的描述；
- ⑧ 功能层面的故障分析，该分析应验证设备按安全的设计原则设计并确保设备包括“故障安全”动作。故障分析应考虑所有故障模式的影响（例如，电器、组件、无线电频率干扰造成的故障）

安装手册：

- ① 组件的详情和组件之间的互相连接；
- ② 数据输入/输出界面和连接的详情，和互相连接的图示；
- ③ 配置选项和调试须知；
- ④ 供电和接地布置；和
- ⑤ 设备物理布局的建议，包括安装天线要求和安装和维护所必需的空间；

培训材料：该材料应解释设备所有的配置、功能、局限性、控制装置、显示器、报警、指示状态和对设备的标准操作员检查内容；

维护手册：应支持设备维护信息；

手册应包含系统或设备所显示的所有术语、缩写、符号和图标的列表及相关解释。对于用户操作界面和各项功能菜单应有详细说明，以便于用户及检验人员熟悉设备并进行相关操作。

#### (8) 型式试验大纲和出厂试验大纲

至少应包括下列内容的描述：型式试验样品的取样、出厂试验的组批和抽样原则、测试设备的要求、试验项目、试验方法、试验结果合格的判定准则。

4.2 提交图纸及技术资料的范围及详细程度，应能审核及验证产品对应于规定及相关标准的符合性，并可对产品的外观、结构和电气设计进行检查和试验。

4.3 所提交的文件应按照制造厂质量管理体系的规定予以管理和标识，技术文件应便于与相关技术要求进行核查。

## 5 设计技术要求

5.1 设备的电气安全性、供电条件适应性、环境适用性及电磁兼容性应与船舶使用环境相适应并满足 IEC60945 中规定的“室内设备”或“室外设备”的试验

要求。

## 5.2 功能和性能要求

5.2.1 应至少使用两个独立的 GNSS 民用导航信号运行,信号由国际电信联盟《无线电规则》第 5 条中指定的无线电导航卫星服务(太空对地面)频率波段提供;

5.2.2 应提供具有必要弹性和完好性水平的 PVT 数据,无论其是直接用于其他设备的输入还是用于综合航行系统(INS);

5.2.3 如果提供了地面无线电导航系统信号,并工作在受保护频率波段,设备应能使用该受保护频率波段提供的地面无线电导航系统信号;

5.2.4 应具有按适当方法处理增强数据的设施;

5.2.5 应为用户提供选择或取消选择无线电导航和增强信号的设施;

5.2.6 应能处理并合并上述信号,提供一个单一 PVT 方案,包括:

- (1) 以纬度和经度表示的统一共同基准点的位置信息,参照国际地球参考框架(ITRF),使用能精确反映位置信息的坐标,以度、分表示,精确到 0.0001 分;
- (2) 以度表示的统一共同基准点的 COG,反映计算的航线信息的准确性,相对正北,精确到 0.1 度;
- (3) 以节表示的统一共同基准点的 SOG,反映计算的航线信息的准确性,精确到 0.01kn;
- (4) 时间,参照 UTC(BIPM),精确到 0.1 秒;

5.2.7 应能在下列时间范围内提供具有所要求准确度的 PVT 方案:

- (1) 当无有效卫星历书数据(冷启动),5 分钟内;
- (2) 当有有效卫星历书数据(温启动),1 分钟内;
- (3) 当遭遇<60 s 的断电或信号丢失,2 分钟内;

5.2.8 应能至少每 0.5s 一次为高速船(HSC)生成新的 PVT 方案,并至少每秒一次为常规船舶生成新的 PVT 方案;

5.2.9 应能评估 PVT 方案的性能(例如:准确性和完好性)是否满足每一航行阶段<sup>1</sup>的要求。如果无法确定此类评估则应发出报警;

<sup>1</sup> 本文所指“每一航行阶段”指向 IMO A.1046(27) 附录“操作要求”内容。

5.2.10 如果对于 HSC 在 2s 后或对于常规船舶在 3s 后无法针对每一航行阶段评估目前已实现的性能（例如：准确性和完好性），设备应发出警示；

5.2.11 如果对于 HSC 在 5s 后或对于常规船舶在 7s 后未能计算出新的 PVT 数据，设备应发出警告。在这种情况下，应输出最后知道的位置和最后有效定位的时间并清楚地指示目前状态，以避免出现任何模糊不清的情况，直到恢复正常操作；

5.2.12 如果在下次定期更新时无法提供新的位置更新，设备应输出最后可能的位置、SOG、COG、和最后有效定位的时间并清楚地指示目前状态，以避免出现任何模糊不清的情况，直到恢复位置更新；

5.2.13 应提供增强状态的显示，包括：

- (1) 增强信号的接收；
- (2) 收到的信号的有效性；
- (3) PVT 方案中的位置是否应用了增强；
- (4) 增强信号的识别。

5.2.14 应按字母顺序为最终 PVT 方案和每一独立来源（如需要）在本地显示器（或单独的界面显示器）提供下列信息：

- (1) 位置；
- (2) COG 和 SOG；
- (3) 时间；
- (4) PVT 方案来源；
- (5) 支持性能要求的航行阶段评估；
- (6) 位置方案所应用的增强信号的识别；
- (7) 任何报警信息。

### 5.3 界面和综合要求

5.3.1 应按照相关国际标准提供下列界面：

- (1) 至少提供一个能满足 WGS-84 坐标系 PVT 方案的界面（即：包括位置信息、COG、SOG、时间、PVT 来源（可用的和所使用的）、满足性能要求的航行阶段评估、和增强信息）。可采取措施将基于 WGS 84 坐标系的计算位置转化为与所用航海图相兼容的数据；

- (2) 至少提供一个能满足所有现有来源数据的界面（例如：为加强 WGS84 坐标系中应有的 PVT 方案的评估，将这些数据传至综合航行系统（INS））；
- (3) 一个报警管理界面（即驾驶室报警管理（BAM））；
- (4) 至少提供一个接口用于接收增强信号；

5.3.2 应按 A.694(17)决议的要求，能在正常干扰条件下令人满意地运行，并考虑到船上和船外的典型电磁和无线电频谱环境；

5.3.3 应确保天线和输入输出接线、线路短路或接地时不会发生永久性损坏。

#### 5.4 设备输入输出要求

5.4.1 设备应提供数据控制/配置接收机的接口；

5.4.2 设备输出要求应符合以下要求：

- (1) 至少设有 2 个输出端口，从输出端口可向其他设备提供位置、UTC、对地航向（COG）、对地航速（SOG）和报警等信息。位置信息的输出应基于 WGS 84 基准或基于 CGCS 2000 基准并应符合 IEC 61162 标准要求。
- (2) 至少提供一个在常闭触头，该触头应指示接收机设备的故障；
- (3) 具备便于通信的双向接口，使报警能传输至外部系统，并使来自接收机的听觉报警能从外部系统得到确认；该接口应符合 IEC 61162 标准要求；
- (4) 具备按 ITU-R 标准和适当的 RTCM 标准处理输入至接收机的数据的设施，并指示收到的信号及其是否正被用于船舶定位。

5.4.3 PNT（定位、导航、授时）报告语句应符合 IEC61162 标准要求，应使用下列语句：

DTM–Datum reference 参考坐标系

GBS–GNSS satellite fault detection GNSS 卫星故障检测

GFA–GNSS Fix Accuracy and integrity GNSS 定位精度和完好性

GNS–GNSS fix data GNSS 定位数据

RMC–Recommended minimum specific GNSS data 推荐的最小 GNSS 特性数据

ZDA—Time and date 时间和日期

如果语句不使用 WGS-84 坐标, 则应使用 DTM 语句并符合 IEC 61162 标准要求。

5.4.4 告警报告语句应符合 IEC61162 标准要求, 应使用下列语句:

ALR—Set Alarm State 设置告警状态

ACK—Acknowledge Alarm 告警响应

另外, 为了与其他助导航设备集成, 还可提供下列语句:

GRS—GNSS range residuals GNSS 距离残差

GSA—GNSS DOP and active satellites GNSS DOP 值和可用卫星

GST—GNSS pseudorange error statistics GNSS 伪距误差统计

GSV—GNSS satellites in view 可见 GNSS 卫星

注: GBS、GRS、GSA、GST 和 GSV 语句应能支持外部完好性校验, 应与对应的定位数据 (GNS)同步。

## 6 原材料及零部件

产品原材料及零部件应按照我社现行规范相关要求进行了控制。

## 7 型式认可和单件/单批试验

### 7.1 原则规定

设备应经我社型式认可。型式认可证书的颁发、保持、更改、换新及取消按照《钢规》第 1 篇第 3 章相关要求进行了。

### 7.2 典型样品的选取和试验安排

试验样品的型号、规格应具有技术代表性, 且能覆盖申请型式认可的产品范围。试验样品应由我社验船师在产品制造厂现场抽取。

### 7.3 试验机构

型式认可试验应选则本社认可的权威公正的试验机构, 该试验机构应已通过国际/国内的试验室认证。对于某些试验项目 (北斗性能试验除外), 如产品制造厂具备试验条件, 经 CCS 验船师审查同意并现场监督下, 可在制造厂进行。

在确定试验机构时，应充分考虑 IEC 61108 中规定的各项试验所需条件，提交书面文件，经 CCS 验船师确认。

#### 7.4 型式认可试验项目及要求

型式认可试验项目见附表。

IEC60945 规定的环境条件试验项目

表 7.4 (1)

编号	试验项目	试验方法	说明
1.	人机工程学和HMI检查	IEC 60945, 6.1	可结合性能试验进行
2.	硬件	IEC 60945, 6.2	可结合性能试验进行
3.	软件	IEC 60945, 6.3	可结合性能试验进行
4.	单元间连接	IEC 60945, 6.4	可结合性能试验进行
5.	极端供电电源变化试验	IEC 60945, 7.1	正常试验温度
6.	过度电源供电条件	IEC 60945, 7.2	
7.	干热，包括极端供电条件	IEC 60945, 8.2 & 7.1	
8.	湿热	IEC 60945, 8.3	
9.	低温，包括极端供电条件	IEC 60945, 8.4 & 7.1	
10.	振动试验	IEC 60945, 8.7	
11.	天线部分雨和淋水试验	IEC 60945, 8.8	
12.	盐雾试验	IEC 60945, 8.12	如制造厂提供材料，可不进行
13.	传导发射测试	IEC 60945, 9.2	
14.	外壳端口辐射发射测试	IEC 60945, 9.3	
15.	射频场感应的传导骚扰抗扰度	IEC 60945, 10.3	
16.	射频电磁场辐射抗扰度	IEC 60945, 10.4	
17.	电快速瞬变的抗扰度	IEC 60945, 10.5	
18.	浪涌抗扰度	IEC 60945, 10.6	
19.	电源短期变化的抗扰度	IEC 60945, 10.7	
20.	电源故障的抗扰度	IEC 60945, 10.8	
21.	静电放电抗扰度	IEC 60945, 10.9	
22.	噪声和听觉信号	IEC 60945, 11.1	
23.	磁罗经安全距离	IEC 60945, 11.2	
24.	防止触及危险电压	IEC 60945, 12.1	安装于舱室内设备外壳IP等级至少为IP20
25.	视觉显示单元(VDU)的发射	IEC 60945, 12.3	液晶显示屏免做

表 7.4 (1)

编号	试验项目	试验方法	说明
26.	耐电压试验	GD22-2015 第 2.14 条	整机测试(仅适用于50V以上电源单元)
27.	绝缘电阻测量	GD22-2015 第 2.3 条	

结合环境条件试验进行的性能检查/试验项目为应按下列步骤进行：

- 设备从初始状态（冷起动）开机
- 检查接收机捕获时间
- 检查接收机正常跟踪信号，连续输出有效定位结果，导航功能正常。

设备功能和性能试验项目

表 7.4 (2)

序号	试验项目	GPS 信号处理试验	GLONASS 信号处理试验	GALILEO 信号处理试验	BDS 信号处理试验	备注
1.	功能试验	参照本指南 5.2 要求				整机功能
2.	船位输出检查	IEC 61108-1:2003 第 5.6.2 条	IEC 61108-2:1998 第 5.6.2 条	IEC 61108-3:2010 第 5.6.2 条	附录 1 第 3 条	文件审查
3.	与其它设备的接口及输出试验	IEC 61108-1:2003 第 5.6.3 条	IEC 61108-2:1998 第 5.6.3 条	IEC 61108-3:2010 第 5.6.3 条	附录 1 第 3 条	具体的检查及试验项目由接口所依据的 IEC61162 系列标准确定。
4.	精度试验	IEC 61108-1:2003 第 5.6.4 条	IEC 61108-2:1998 第 5.6.4 条	IEC 61108-3:2010 第 5.6.4 条	附录 1 第 4 条	注意试验条件，需要基准点、天线摇摆台
5.	捕获试验	IEC 61108-1:2003 第 5.6.5 条	IEC 61108-2:1998 第 5.6.5 条	IEC 61108-3:2010 第 5.6.5 条	附录 1 第 5 条	—
6.	天线与输入/输出的连接	IEC 61108-1:2003 第 5.6.6 条	IEC 61108-2:1998 第 5.6.6 条	IEC 61108-3:2010 第 5.6.6 条	附录 1 第 6 条	—
7.	天线安装	IEC 61108-1:2003 第 5.6.7 条	IEC 61108-2:1998 第 5.6.7 条	IEC 61108-3:2010 第 5.6.7 条	附录 1 第 7 条	文件审查
8.	灵敏度和动态范围	IEC 61108-1:2003 第 5.6.8 条	IEC 61108-2:1998 第 5.6.8 条	IEC 61108-3:2010 第 5.6.8 条	附录 1 第 8 条	需要专用微波暗室、信号模拟器
9.	特定干扰信号骚扰	IEC 61108-1:2003 第 5.6.9 条	IEC 61108-2:1998 第 5.6.9 条	IEC 61108-3:2010 第 5.6.9 条	附录 1 第 9 条	需要信号模拟器、S 波段雷达

续表 7.4 (2)

序号	试验项目	GPS 信号处理试验	GLONASS 信号处理试验	GALILEO 信号处理试验	BDS 信号处理试验	备注
10.	位置更新	IEC	IEC	IEC	附录 1 第 10 条	

		61108-1:2003 第 5.6.10 条	61108-2:1998 第 5.6.10 条	61108-3:2010 第 5.6.10 条	条	
11.	差分卫星导航系统的输入	IEC 61108-1:2003 第 5.6.11 条	IEC 61108-2:1998 第 5.6.12 条	IEC 61108-3:2010 第 5.6.11 条	附录 1 第 11 条	文件审查
12.	故障报警和状态指示	IEC 61108-1:2003 第 5.6.12 条	IEC 61108-2:1998 第 5.6.11 条	IEC 61108-3:2010 第 5.6.12 条	附录 1 第 12 条	
13.	COG 和 SOG 输出	IEC 61108-1:2003 第 5.6.13 条		IEC 61108-3:2010 第 5.6.13, 5.6.14 条	附录 1 第 13 条	
14.	UTC 输出	IEC 61108-1:2003 第 5.6.14 条		IEC 61108-3:2010 第 5.6.15 条	附录 1 第 13 条	—
15.	典型干扰条件下性能试	IEC 61108-1:2003 第 5.7 条		IEC 61108-3:2010 第 5.7 条	附录 1 第 14 条	需要专用微波暗室、信号模拟器
16.	航行相关信息的显示	IEC62288-2014 第 4 条, 第 7 条				第 4 条规定的试验可结合性能试验进行。

### 7.5 单件/单批检验

产品出厂，我社要求进行单件/单批检验，签发船用产品证书。

在通过型式认可后，制造厂应按照认可时提交的质量控制文件，对产品的生产及试验过程进行控制，并对每一台船用产品进行规定的出厂试验并出具出厂试验报告。CCS 验船师在审查出厂试验报告的基础上，按照抽样 5%，但不少于 2 台进行检验。单件/单批检验至少应进行下述试验：

—主要元器件（零部件）资料核查

—软件版本确认

—外观检查

—功能确认试验：多系统的切换、显示功能、故障报警和状况指示、捕获试验；

—性能试验：定位精度；

如果验船师认为必要，可增加试验项目及抽样数量。

## 附录 1 北斗卫星导航系统 (BDS) 测试方法和要求的测试结果

1 BDS 接收设备应通过查看设备和厂家提供的文件来检查 EUT 各组成和质量保证内容。

2 通用要求应通过查看厂家提供的文件来检查接收信号类型、坐标系和参考的时间基准。

3 设备输出应通过查阅厂家提供的文件和协议测试来检验是否符合 IEC 61162。

### 4 精度

#### 4.1 静态测试

##### 4.1.1 BDS

测试应持续 24h 以上。绝对水平定位精度应在 25m 之内、垂直定位精度应在 30m 之内 (95%置信度), 舍弃 HDOP $\geq$ 4 和 PDOP $\geq$ 6 的测量数据。

##### 4.1.2 差分 BDS

测试应持续 24h 以上。水平定位精度应在 10m 之内(95%置信度), 舍弃 HDOP $\geq$  4 和 PDOP  $\geq$ 6 的测试数据。用于比对定位数据和生成差分改正数据的天线的水平精度应优于 0.1 m。

4.1.3 天线的角运动 测试期间, 天线以大约 8s 的周期做 $\pm 22.5^\circ$  的角移动 (模拟横摇) 时 (参见 IEC60721-3-6), 应重复 4.1.1 和 4.1.2 中规定的静态测试。

结果应与 4.1.1 和 4.1.2 相同。

#### 4.2 动态测试

##### 4.2.1 BDS

动态精度的根据 IEC 60721-3-6 表 5e) 条 X 方向 (纵向) 和 Y 方向 (横向) 所列条件进行测试。对于所有级别的环境试验均规定纵向加速度为 5m/s<sup>2</sup>, 横向加速度为 6m/s<sup>2</sup>。

动态精度测试应使用 BDS 信号模拟器, 模拟器的特性应满足精度测试的要

求。

BDS 信号模拟器应根据下列动态场景生成正确的信号。

- (1) 一台锁定信号和安装固定好的 EUT, 以  $48\text{kn} \pm 2\text{kn}$  的速度沿直线航行至少  $1\text{min} \sim 2\text{min}$ , 然后在  $5\text{s}$  内沿同一直线将速度降到  $0$ ;
- (2) 一台锁定信号和安装固定好的 EUT, 以  $24\text{kn} \pm 1\text{kn}$  的速度沿直线航行至少  $100\text{m}$ , 然后在至少  $2\text{min}$  内在直线两侧  $2\text{m}$  以内以  $11\text{s} \sim 12\text{s}$  周期均匀偏移。

在上述 2 种动态场景下, 接收机应保持信号锁定, 接收机输出位置与模拟器编程位置的误差应不超过 4.1.1 的要求。

#### 4.2.2 差分 BDS

差分 BDS 动态精度的测试的依据和场景同 4.2.1。

动态精度测试应使用 BDS 信号模拟器, 模拟器的特性应满足 DBDS 精度测试的要求, 根据 ITU-R M.823 标准和相关 RTCM 标准生成 DBDS 广播信号。

在 4.2.1 所述 2 种动态场景下, 接收机应保持信号锁定, 接收机输出位置与模拟器编程位置的误差应不超过 4.1.2 的要求。

## 5 捕获

### 5.1 状态 A——初始状态

EUT 应初始化为下列任一状态:

- (1) 初始位置设为一个距测试位置至少  $1000\text{km}$  的假位置或删除当前星历数据;
- (2) 或切断电源  $7\text{d}$  以上;
- (3) 或使用 BDS 信号模拟器模拟上述场景, 日期应改变  $7$  天以上, 位置应改变超过  $1000\text{km}$ 。

在表 5 所规定的时间之后, 应进行性能检查。

捕获时间限制

表 5

设备状态	A	B	C
捕获时间限制 (min)	12	1	1

## 5.2 状态 B——设备关机和/或中断接收 BDS 信号

(1) 将 EUT 断电，持续时间为 24h~25h；

(2) 在 EUT 正常工作期间，将天线完全屏蔽，持续时间为 24h~25h。

在(1)、(2)结束时恢复 EUT 工作，在表 5 所规定的时间之后，应进行性能检查。

## 5.3 状态 C——电源短暂中断

在 EUT 正常工作期间，将电源断电 60s，在断电期结束时，恢复供电。

在表 5 所规定的时间之后，应进行性能检查。

## 6 天线与输入/输出连接

如设备提供了接收机天线输入端，应接地 5min。测试完成后，EUT 复位（如需要），应正常连接天线或输入/输出接口，并应进行性能检查，应无永久性损伤。

## 7 天线安装

应查阅厂家提供的技术文件，检查 EUT 的天线，确定是否适于船上安装，以保证对接收卫星信号的净空条件。

## 8 灵敏度与动态范围

### 8.1 捕获灵敏度

本测试使用 BDS 信号模拟器，并进行无线测试。

(1) 模拟器通过适合的天线发射信号；

(2) 调节模拟器输出信号强度，并通过校准接收机监测，使接收信号电平为  $-125 \text{ dBm} \pm 5 \text{ dBm}$ ;

(3) 将校准接收机及天线替换为 EUT;

(4) 应进行性能检测。

EUT 在此信号范围内应满足性能要求。

## 8.2 跟踪灵敏度

接收的卫星信号电平为  $-133 \text{ dBm}$  时，应满足跟踪的性能要求。

本测试使用 BDS 信号模拟器，并进行无线测试。

(1) 模拟器通过适合的天线发射信号;

(2) 调节模拟器输出信号强度，并通过校准接收机监测，使接收信号电平为  $-125 \text{ dBm} \pm 5 \text{ dBm}$ ;

(3) 将校准接收机及天线替换为 EUT;

(4) EUT 开始正常跟踪后，逐渐减小发射功率至  $-133 \text{ dBm}$ 。

EUT 应该持续跟踪至少 4 颗卫星，并输出有效的定位结果。

## 9 特殊干扰信号骚扰

### 9.1 L 波段干扰

在正常工作状态，用信号源向 EUT 施加频率为  $1636.5 \text{ MHz}$ 、功率通量密度为  $3 \text{ W/m}^2$  的信号，持续  $10 \text{ min}$ 。

除去干扰信号  $5 \text{ min}$  内，设备应符合性能检查要求。

### 9.2 S 波段干扰

在正常工作状态，用信号源向 EUT 施加 10 个脉冲串信号，每个脉冲宽度为  $1.0 \mu\text{s} \sim 1.5 \mu\text{s}$ ，周期占空比为 1600:1，频率范围为  $2.9 \text{ GHz} \sim 3.1 \text{ GHz}$ ，功率通量密度约为  $7.5 \text{ kW/m}^2$ ，每  $3 \text{ s}$  重复一次，持续  $10 \text{ min}$ 。

注：在 EUT 处测到功率通量密度峰值为  $7.5 \text{ kW/m}^2$ ，相当于在固定发射天线处  $4.7 \text{ W/m}^2$  平均功率通量率密度。

除去干扰信号 5min 内，设备应符合性能检查要求。

## 10 位置更新

### 10.1 慢速更新率

EUT 应被放置于一个平台并以 5 节 $\pm$ 1 节的速度作接近直线的移动，应每 10s 对 EUT 位置输出数据进行检查并持续进行 10min 以上，每次检查都应观察到其输出位置数据的更新。

本测试可使用 BDS 信号模拟器。

### 10.2 高速更新率

EUT 应被放置于一个平台并以 50 节 $\pm$ 5 节的速度作接近直线的移动，应每 10s 对 EUT 位置输出数据进行检查并持续进行 10min 以上，每次检查都应观察到其输出位置数据的更新。

本测试可使用模拟器发送模拟速度为 70 节的信号，此时 EUT 位置更新周期应为 0.5s。

在进行 10.1 和 10.2 检测时应观察位置数据经纬度的最低分辨率是否合格。

在测试中记录 EUT 按 IEC 61162 标准的输出值，并确认每个记录的位置数据是否与真实的或模拟器参考的位置数据一致。

## 11 差分 BDS 输入

应检查厂家的技术文件下列内容：

### 11.1 核实 EUT 应正确处理下述通信协议：

- (1) RTCM 关于差分 BDS 的建议标准；
- (2) ITU-R M.823 标准关于海上无线信标进行差分改正的要求。

### 11.2 确认：

- (1) 接收 DBDS 信号时应有指示;
- (2) 输出 DBDS 改正后的船舶位置数据时应有指示。

## 12 故障告警和状态指示

### 12.1 常规告警测试

#### 12.1.1 定位告警测试

本测试使用 BDS 信号模拟器，测试步骤如下：

- (1) 将 EUT 置于水平精度因子  $HDOP < 4$  的模拟环境下;
- (2) 关断模拟器信号输出，观察 EUT 应能在 5s 内给出相应的指示;
- (3) 检验导航告警状态指示为“不安全”;
- (4) 检验最后的定位数据和其时间标记应能指示“失去定位”状态。检验在此条件下，显示和输出接口应能一直保持上述模式;
- (5) 打开模拟器继续发送信号，观察 EUT 应能恢复正常运行。

#### 12.1.2 差分 BDS 状态显示的测试

本测试使用 BDS 信号模拟器，测试步骤如下：

- (1) 将 EUT 置于水平精度因子  $HDOP < 4$  的模拟环境下。观察 EUT 应指示无 DBDS 改正;
- (2) 设置 EUT 差分修正的期限为 30s;
- (3) 开始发送差分测试信号 A，观察 EUT 应能在 40s 内指示 DBDS 状态;
- (4) 停止发送差分测试信号 A，观察 EUT 应能在 40s 内恢复指示无 DBDS 改正。

### 12.2 基于 RAIM 的完好性监视测试

为了测试 RAIM 的功能，建议测试时实时显示相对模拟位置的定位误差。

### 12.2.1 “安全”和“警告”状态的测试

EUT 应置于 BDS 信号模拟器环境下，提供 6 颗“健康”的可用卫星并已被捕获和跟踪，测试步骤如下：

- (1) 选择精度级别为 100m；
  - (2) 观察 EUT：
    - ① 应指示 RAIM“在运行中”标志；
    - ② 并应指示“安全”状态。
  - (3) 逐渐减少“健康”卫星数量直至 EUT 指示“警告”状态，观察 EUT：
    - ① 应持续指示 RAIM“在运行中”；
    - ② 应在减少卫星数量后 10s 内切换指示“警告”状态。
  - (4) 增加“健康”卫星数量直至 EUT 的 RAIM 状态恢复为“安全”状态，观察 EUT：
    - ① 应持续指示 RAIM“在运行中”；
    - ② 增加卫星数量引起显示“安全”状态标志应在 2min 内完成切换。
- 在上述测试的每一步中观察接口是否给出相应的输出。

选择精度级别为 10m 及其他精度级别（如可选），按上述次序重复测试。

### 12.2.2 “不安全”状态的测试

EUT 应置于 BDS 信号模拟器环境下，提供 6 颗“健康”的可用卫星并已被捕获和跟踪，测试步骤如下。

- (1) 选择精度级别为 100m；
- (2) 观察 EUT：
  - ① 应指示 RAIM“在运行中”；
  - ② 并应指示“安全”状态。

- (3) 改变至少一颗卫星的时钟,使得定位精度逐渐下降直至对于选择的精度级别,其置信度不满足 95%的要求,观察 EUT:
  - ① 应持续指示 RAIM“在运行中”;
  - ② 应在定位误差超出选择的精度级别后 10s 内切换指示“不安全”状态。
- (4) 将卫星时钟改回原来合格的状态,使得定位精度满足 95%置信度要求,观察 EUT:
  - ① 应持续指示 RAIM“在运行中”;
  - ② 应在 2 min 内切换指示“安全”状态。

在上述测试的每一步中观察接口是否给出相应的输出。

选择精度级别为 10m 及其他精度级别(如可选),按上述次序重复测试。

### 12.3 自检测

应通过查看厂家提供的文件来检查 EUT 自检测功能。

## 13 COG、SOG 和 UTC 输出信息

### 13.1 COG 和 SOG 精度

EUT 应置于适当的移动单元或 BDS 信号模拟器环境下,并应监测所有对地航向的输出。

设置恒速前进,前进速度应在 0 节~1 节之间。以此速度航行 10 s 后,应持续测量 2min。以同样的步骤测试表 2 所有的速度范围。

测试结果应能在显示器上或经核准的接口上观察。

对于 SOG 测试,速度读数与实际速度的误差应不大于 2%或 0.2 节(选较大者)。

对于 COG 测试,对地航向测量值与参考值的误差应不大于表 2 的限值。

### 13.2 COG 和 SOG 信息的有效性测试

注：应通过 IEC 61162 标准的 GNS 和 VTG 语句的模式指示和导航状态指示说明 COG 和 SOG 的有效性。

按 IEC 61162 标准检查数字接口。在 EUT 正常工作时，通过减少接收卫星的数量产生无效定位数据。检查 GNS 和 VTG 语句相应的内容。

按 IEC 61162 标准检查 GNS 和 VTG 语句的模式指示和导航状态指示应为“无效”，检查 VTG 语句中的 COG 和 SOG 信息应由替换为空白。

### 13.3 UTC 信息的有效性测试

按 IEC 61162 标准检查数字接口。在 EUT 导航工作时，通过减少接收卫星至 2 颗以引起无效定位。检查 GNS 和 ZDA 语句的内容。

按 IEC 61162 标准检查 ZDA 语句的 UTC 信息分辨率。检查 GNS 语句的有效性标志应为“无效”，检查 ZDA 语句应保持传输完整的 UTC 信息。

## 14 典型干扰条件

### 14.1 模拟器条件 BDS 信号模拟器设定如下：

- (1) 6 颗 BDS 卫星；
- (2) 其中一颗设定为响大电平，即 $-120$  dBm，并附加  $90^\circ$  仰角时的天线增益；
- (3) 其中一颗设定为响小电平，即 $-130$  dBm，并附加  $5^\circ$  仰角时的天线增益；
- (4) 其余 4 颗电平设定为 $-127$  dBm，并附加  $45^\circ$  仰角时的天线增益。

### 14.2 导航精度测试

干扰条件包括中心频率 1.561,098MHz 的窄带、宽带射频噪声、连续波干扰和脉冲干扰，应通过射频噪声源施加至 BDS 接收机。

对于脉冲干扰测试，应设定为脉冲调制于载波上，载波峰值电平为 $-20$ dBm，占空比为 10%。干扰参数设定见表 14.2。

射频干扰值

表 14.2

窄带/宽带干扰(NBI/WBI) 值		
频带 (单位: MHz)	噪声信号带宽 (单位: MHz)	总 RMS 功率 (单位: dBm)
1561.098	1	-101.0

脉冲干扰值 (10% 占空比)		
频带 (单位: MHz)	脉冲宽度 (单位: ms)	载波峰值电平 (单位: dBm)
1561.098	1	-20

连续波干扰 (CWI) 值	
频带 (单位: MHz)	功率 (单位: dBm)
1561.098	-120.5

测试步骤如下:

- (1) 对 EUT 施加一种干扰;
- (2) 设定模拟器场景, 开始发送卫星信号;
- (3) EUT 应已上电和初始化;
- (4) 当 EUT 输出定位结果时, 应将干扰施加于 EUT, 干扰信号强度应调节至要求值;
- (5) 达到稳定的精度后, 每 2min 采样记录一次 EUT 的定位数据和 HDOP 值, 至少记录 20 组数据;
- (6) 对每一种干扰重复上述测试步骤。

对于静态定位精度，如 EUT 定位超差（95%置信度）或定位失败的次数占总采样记录 5% 以上，则判定测试不通过。

### 14.3 重捕获测试

重捕获测试模拟暂时失去卫星信号（如被桥梁遮挡）。重捕获合格判据是：在单次测试中，如 EUT 从恢复卫星信号起 30s 内提供有效的定位，定位精度满足要求，且至少在随后的 60s 内保持跟踪状态，则判定该设备通过此次重捕获测试。

干扰条件是窄带和宽带噪声，见表 14.2。

测试步骤如下：

- (1) 对 EUT 施加一种干扰；
- (2) 设定模拟器场景，开始发送卫星信号；
- (3) EUT 应已上电和初始化；
- (4) 关断卫星信号前，EUT 应达到稳定的精度；
- (5) 关断模拟器射频输出 30s；
- (6) 对 EUT 恢复输出模拟器射频信号；
- (7) 30s 后记录 EUT 输出的定位数据和 HDOP 值。如 30s 后，EUT 没有输出定位结果，则记录测试不通过并跳转至步骤 (9)。
- (8) 确认其后的 60s 内被测接收机持续输出定位结果。
- (9) 跳转至步骤(4)按要求重复测试；（注意：如模拟器场景被复位，有些接收机为了正确运行可能需要清除先前所有的数据。这是因为这些接收机中存留了上一次场景的时间数据，场景复位后，接收机软件无法处理时间的回退转换。）
- (10) 对每一种干扰重复上述测试步骤。

出现下列情况则判定试验不通过：EUT 在 30s 后不能输出定位结果，或 EUT 静态定位精度超差（95%置信度），或不能在捕获后 60s 内连续输出定位结果，以样本指明故障模式。



## 附录2 船载 GALILEO 接收设备性能标准

### 1 GALILEO 接收设备

#### 1.1 GALILEO 接收设备至少应包括下列设施：

- (1) 能接收 GALILEO 信号的天线；
- (2) GALILEO 接收机和处理器；
- (3) 取用纬度/经度位置计算值的工具；
- (4) 数据控制和接口；和
- (5) 位置显示以及如有要求，其他输出格式。

注：如果 GALILEO 成为认可的综合导航系统的一部分，可在 INS 内提供上述(3),(4),(5)的要求。

1.2 虑及船上可能存在的任何障碍物，天线应设计成适合安装在船上一个确保能清楚看到卫星星座的位置。

### 2 GALILEO 接收设备的性能标准

#### 2.1 GALILEO 接收设备应：

##### 2.1.1 能接收和处理 GALILEO 定位和速度以及授时信号：

- (1) 对于单频率接收机，在 L1 频率上。接收机应使用卫星星座对接收机的电离层模型广播以产生电离层修正；
- (2) 对于双频率接收机，在 L1 和 E5b 频率或 L1 和 E5a 频率上。接收机应使用双频率处理来产生电离层修正；

##### 2.1.2 提供以纬度和经度（以度、分和分的千分比计）表示的位置信息；

##### 2.1.3 提供参照协调世界时（UTC）（BIPM）的时间；

2.1.4 设有至少 2 个输出，从这 2 个输出可向其他设备提供位置信息、UTC、对地航向（COG）、对地航速（SOG）和报警。位置信息的输出应基于 WGS-84

基准并应符合国际标准。UTC、对地航向（COG）、对地航速（SOG）和报警的输出应与 2.1.16 和 2.1.18 的要求一致；

2.1.5 具有静态精度，使天线位置在下列范围内确定：

- (1) 对于在 L1 频率上的单频率操作，水平 15 m（95%）和垂直 35 m（95%）；
- (2) 对于在 L1 和 E5a 或 L1 和 E5b 频率上的双频率操作，水平 10 m（95%）和垂直 10 m（95%）；

2.1.6 根据海况和船舶运动，具有等同于上述 2.1.5 规定的静态精度的动态精度；

2.1.7 具有等于或高于 0.001 分纬度和精度的位置分辨率；

2.1.8 具有授时精度，可在 UTC 的 50 ns 以内确定时间；

2.1.9 能自动选择适当的卫星传输信号以确定船舶位置、速度和时间，并满足要求的精度和更新速率；

2.1.10 能获得卫星信号，输入信号的载波电平在-128dBm 至-118dBm 的范围内。一旦获得了卫星信号，且卫星信号的载波电平降至-131dBm 时，设备应继续令人满意地运行；

2.1.11 能在符合 A.694(17)决议要求的正常干扰条件下令人满意地运行；

2.1.12 如果无有效的卫星历书数据（冷起动），能在 5 min 内按要求的精度获得位置、速度和时间；

2.1.13 如果有有效的卫星历书数据（温起动），能在 1 min 内按要求的精度获得位置、速度和时间；

2.1.14 如果服务中断 60 s 或更少时间，能在 1 min 内按要求的精度重新获得位置、速度和时间；

2.1.15 对于常规船舶，至少每 1 s 一次生成并向显示器和数字接口输出新的位置方案，对于高速船，至少每 0.5 s 一次生成并向显示器和数字接口输出新的位置方案；

2.1.16 提供 COG、SOG 和 UTC 输出，有效性标记与位置输出上的标记一致。COG 和 SOG 的精度要求不应低于艏向、航速和距离测量设备的相关性能标准，应在船上可能会遇到的各种不同的动态情况下满足精度要求；

2.1.17 至少提供一个在常闭触头，该触头应指示接收机设备的故障；

2.1.18 具有便于通信的双向接口，使报警能传输至外部系统，并使来自 GALILEO 接收器的听觉报警能从外部系统确认；该接口应符合相关国际标准；

2.1.19 具备按 ITU-R 标准和适当的 RTCM 标准处理差分 GALILEO (DGALILEO)数据，并指示收到 DGALILEO 信号及其是否正被用于船舶位置。

### 3 完整性核查、故障警告和状态指示

3.1 GALILEO 接收设备也应指示 GALILEO 的性能是否超出远洋、沿海、进港航道和限制水域以及 A.953(23)决议或 A.915(22)决议附录 2 及其后续相应修正案所规定航程的内河阶段的一般航行要求的范围。GALILEO 接收设备应至少：

3.1.1 在位置丢失后的 5 s 内，或如果在超过 1 s 后没有为传统船舶以及在超过 0.5 s 后没有为高速船基于 GALILEO 卫星星座提供的信息计算出新的位置时，提供警告。在这种情况下，应输出最后知道的位置和最后有效定位的时间并清楚地指示状态以避免混淆，直到恢复正常操作；

3.1.2 使用接收器自主完整性监控 (RAIM) 来提供与所进行操作相应的完整性性能；

3.1.3 提供自测功能。

3.2 对于能处理 GALILEO 生命安全服务的接收器，完整性监控和警戒算法应基于 GALILEO 完整性信息和接收器自主完整性监控 (RAIM) 的适当组合。如果超过 25 m 水平警戒限度 (HAL) 的时间达到至少 3 s，接收器应在事件开始的 10 s 报警时间 (TTA) 内提供报警。事件发现的概率应高于 3 h 时间内 99.999% (完整性风险 $\leq 10^{-5}/3$  h)。

### 4 保护

应采取预防措施确保天线或其输入或输出连接或 GALILEO 接收设备输入端或输出端的意外短路或接地时间达到或不足 5 min 时，不会造成设备的永久损坏。