

国家计量技术规范
船舶自动识别系统（AIS）校准规范
（征求意见稿）
试 验 报 告

规范起草组

2026 年 09 月

目 录

一、概述	1
二、编制依据	1
三、试验目的	1
四、主要技术要求	1
五、试验方法	4
六、试验验证结论	10

一、概述

船舶自动识别系统（AIS）是一种应用于船和岸、船和船之间的海事安全与通信助航设备，它通过 GNSS 模块获取船位、航向、航速等动态信息，并结合船名、呼号及所载危险货物等船舶静态信息通过甚高频（VHF）向附近水域广播，帮助船舶在航行过程中及时获取周围船舶的动态，有效完成船舶间的识别并避免碰撞，为船舶航行安全提供重要保障。因此，制定船舶自动识别系统（AIS）的校准规范，进行船舶自动识别系统（AIS）的量值溯源是十分有必要的。

当前，船舶自动识别系统（AIS）在设备生产环节已有对应的出厂检验和型式检验标准，但此类标准主要面向产品定型与出厂交付阶段，多侧重于产品出厂阶段的基本性能验证，与设备投入使用后长期运行的计量性能保持存在脱节情况，无法为设备后续量值溯源提供统一依据。为完善水运领域 AIS 设备的量值溯源体系，填补在用设备计量校准技术依据的空白，制定本校准规范十分必要。

二、编制依据

本规范编制主要依据下列文献：

JJF 1942-2021 导航型接收机校准规范

JJG 1200-2023 全球导航卫星系统（GNSS）接收机（测地型和导航型）检定规程

JJF 1403-2013 全球导航卫星系统（GNSS）接收机（时间测量型）校准规范

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

GB/T20068-2025 《船载自动识别系统（AIS）技术要求》

GB/T39620-2025 《船舶自动识别系统(AIS)基站技术要求及测试方法》

GB/T46415-2025 《船舶自动识别系统(AIS)A类设备性能和测试要求》

GD04-2003 《自动识别系统（AIS）检验指南》

《船舶自动识别系统（AIS）B级设备检验实施指南》

三、试验目的

通过对几款有代表性的船舶自动识别系统（AIS）基站、船站进行试验，验证所起草的《船舶自动识别系统（AIS）校准规范》的科学性、合理性和可行性。

四、主要技术要求

（一）计量性能要求

表 1 船舶自动识别系统（AIS）计量特性要求

被测设备类型	校准项目	单位	技术要求
船舶自动识别系统（AIS） 基站	载波频率	Hz	161.975MHz ±500Hz
			162.025MHz ±500Hz
	载波功率	dBm	41dBm±1.5 dB
			30dBm±1.5 dB
	调制精度	Hz	标准测试信号 1: 1760Hz +352Hz~1760Hz -176Hz
			标准测试信号 2: 2400Hz ± 240Hz
	灵敏度	dBm	优于-107dBm
船舶自动识别系统（AIS） 船站	载波频率	Hz	161.975MHz ±500Hz
			162.025MHz ±500Hz
	载波功率	dBm	A 类: 41dBm±1.5 dB
			A 类: 33dBm±1.5 dB
			A 类: 30dBm±1.5 dB
			B 类: 37dBm±1.5 dB
			B 类: 33dBm±1.5 dB
	调制精度	Hz	标准测试信号 1: 1740Hz ± 175Hz
			标准测试信号 2: 2400Hz ± 240Hz
	灵敏度	dBm	161.975MHz、162.025MHz: 优于-107dBm
			161.975MHz ± 500Hz 、 162.025MHz ± 500Hz: 优于-104dBm
	定位误差	m	水平定位: 优于 10m

（二）计量校准方法

校准前被校AIS机身应有清晰地铭牌，包括名称、型号、出厂编号和生产厂商等标识。其外表面不应有影响正常工作及读数的机械损伤，各按键、开关旋钮及接口应操作灵活、接触可靠，各种状态指示灯及显示屏应清晰、完整。接通电源后，被校准设备应能正常启动，自检程序应正常完成，无异常报警或故障提示。数据接口应能正常通信。被校准AIS应能正确接收并解析静态信息、动态信息等。

1. 载波频率

- 1) 设定被测设备分别在 161.975 MHz、162.025 MHz 两个信道发射无调制载波信号
- 2) 按设备类型分别设置发射功率: 基站为 41 dBm/30 dBm, A 类船台为 41 dBm/30 dBm 或 33 dBm, B 类船台为 37 dBm/33 dBm;
- 3) 根据被测信号功率, 选择适当的衰减器, 将信号接入频率计;
- 4) 依次记录各功率、各频点下的频率测得值。

2. 载波功率

- 1) 设定被测设备分别在 161.975 MHz、162.025 MHz 两个频道发射无调制载波信号;
- 2) 按设备类型分别设置发射功率:
基站为 12.5 W (41 dBm) /1 W (30 dBm), A 类船台为 12.5 W (41 dBm) /1 W (30 dBm) 或 2W (33 dBm), B 类船台为 5W (37 dBm) /2W (33 dBm);
- 3) 根据被测信号功率, 选择合适的衰减器, 将信号接入功率计;
- 4) 依次记录各频点、各功率下的功率测得值。

3. 调制精度

- 1) 确定被测设备的发射功率, 并选择适当的衰减器;
- 2) 设置被测设备发送标准测试信号 1, 中心频率设置为 161.975MHz, 按要求设置输出功率 (一般基站及 A 类船台输出功率为 41dBm, B 类船台输出功率为 37dBm)。合理设置频谱分析仪 RBW、扫频宽度等参数, 记录频谱分析仪测得的调频频偏;
- 3) 设置被测设备发送标准测试信号 2, 重复步骤 2);
- 4) 将被测设备传输信号中心频率设置为 162.025MHz, 重复步骤 2) ~3)。

4. 灵敏度

- 1) 调整信号生成器的信号输出功率, 使被测 AIS 接收机端的接收信号电平为 -107dBm;
- 2) 将信号生成器发射信号设置为标准测试信号 3 号, 信号生成器发送的数据包数量记为 P_{tx} , 被测设备收到且有效解析的数据包数量记为 P_{rx} 。
- 3) 将被测设备传输信号中心频率设置为 161.975MHz, 计算该频率下的误包率。如果 $PER \leq 20\%$, 则被测 AIS 接收机在该频率下的灵敏度为 -107dBm;
- 4) 将被测设备传输信号中心频率设置为 162.025MHz, 计算该频率下的误包率。如果 $PER \leq 20\%$, 则被测 AIS 接收机在该频率下的灵敏度为 -107dBm;
- 5) 对于船台, 完成上述校准后, 还应调整信号生成器的信号输出功率, 使被测接收机端的接收信号电平为 -104dBm;
- 6) 将被测设备传输信号中心频率设置为 $161.975\text{MHz} \pm 500\text{Hz}$, 分别计算被测 AIS 船台

误包率，如果 $PER \leq 20\%$ ，则被测船站 AIS 接收机在该极限频率下的灵敏度为-104dBm；

7) 将被测设备传输信号中心频率设置为 $162.025\text{MHz} \pm 500\text{Hz}$ ，分别计算被测 AIS 船站误包率，如果 $PER \leq 20\%$ ，则被测船站 AIS 接收机在该极限频率下的灵敏度为-104dBm。。

5. 定位误差

静态定位误差

将 GNSS 信号模拟器输出端连接到被测 AIS 接收机 GNSS 天线输入端口，设置信号模拟器输出频点与被校准接收机 GNSS 模块可接收的频点相同。在信号模拟器上输入要仿真的点位坐标及仿真时间，设置其输出功率高于被测 AIS 接收机 GNSS 模块灵敏度。

待系统工作正常后，用 GNSS 模拟器评估软件记录被测 AIS 接收机每一时刻输出的经度纬度等信息，每 20min 一组，一般测量不少于 3 组；

计算静态水平定位误差。

动态定位误差

将 GNSS 信号模拟器输出端连接到被测 AIS 接收机 GNSS 天线输入端口，设置信号模拟器输出频点与被校准接收机 GNSS 模块可接收的频点相同。在信号模拟器上输入要仿真的运动轨迹并输出（如船速大于 23kn 匀速运动，不改变航向），设置其输出功率高于被测 AIS 接收机 GNSS 模块灵敏度。

设置采样时间间隔，用 GNSS 模拟器评估软件记录被测 AIS 接收机每一时刻输出的经度纬度等信息；

将每个采样时刻被测 AIS 接收机记录的点坐标与该时刻模拟器给定的标准点坐标进行比较，计算动态定位误差。

五、试验方法

（一）试验对象

选取市场占有率较大、且具代表性的船舶自动识别系统（AIS）进行试验，验证所起草的《船舶自动识别系统（AIS）校准规范》的科学性、合理性和可行性，生产厂家、型号规格、出厂编号分别为：

1. 遨海科技有限公司，船站，AT-V20，ATV202024010011；基站 AT-B20

（二）试验内容

在规范起草过程中，起草小组做了典型试验，为规范的起草积累了充足的试验数据和经验，使规范得以顺利起草完成。现在，规范已基本起草完毕，为验证其科学性、合理性和可行性，选取几款市场使用率最大，且最具代表性的船舶自动识别系统（AIS），依据

起草后的校准规范逐条进行试验，并依据规范附录所提供的校准记录格式记录实验数据。

1. 校准用测量标准如下，见图 1：

a) 频率计(时间频率源)：测量范围 10Hz~225MHz，相对频率偏差优于 3×10^{-8} ，锁定后输出 1PPS 偏差优于 200ns,不确定度优于 50ns($k=2$)。

b) 功率计：测量范围 50MHz~12GHz，-25dBm~20dBm,分度值 0.01dB，不确定度 0.1dB($k=2$)。

c) 频谱分析仪：测量范围 3Hz~4GHz，频率准确度为 1.5×10^{-7} ；功率-70dBm~0dBm，不确定度 0.1dB($k=2$)。

d) 信号源：测量范围 250kHz~3GHz，不确定度 2×10^{-8} ($k=2$), -90dBm~-10dBm 不确定度 0.16dB($k=2$)。

e) 示波器：扫描时间系数 1ns/div~5s/div ,不确定度 0.3% ($k=2$)，垂直偏转系数：2mV/div~5V/div ,不确定度 0.8% ($k=2$)

f) 导航信号模拟器：输出频率：BDS-B1, GPS-L1, GLONASS-R1, 不确定度 5×10^{-10} ($k=2$)；功率范围：-150dBm~-60dBm，不确定度 0.2dB($k=2$)；伪距分辨力 0.001m, 不确定度 0.0015m($k=2$)





图 1 校准用测量设备

2. 部分现场试验见图 2:



图 2 现场试验

3. 校准试验数据如下：

AT-V20, ATV202024010011

(1) 载波频率

序号	校准项目	技术要求	校准结果 (MHz)			
			1	2	3	平均值
1	载波频率 (功率 30dBm)	161.975MHz ±500Hz	161.975118 944	161.975119 008	161.975118 958	161.975118 970
			1	2	3	平均值
		162.025MHz ±500Hz	162.025125 402	162.025125 424	162.025126 345	162.025125 724
			1	2	3	平均值
	载波频率 (功率 41dBm)	161.975MHz ±500Hz	161.975119 951	161.975120 026	161.975120 082	161.975120 020
			1	2	3	平均值
		162.025MHz ±500Hz	162.025121 996	162.025122 494	162.025122 450	162.025122 313
			1	2	3	平均值

校准员： 高蕾 核验员： 郝志坤 日期： 2025.09. 10

经过对AT-V20型A类船台的试验验证，试验过程顺利流畅，验证了制定的载波频率校准方法具有可行性。

(2) 载波功率

序号	校准项目	技术要求	校准结果 (dBm)			
2	载波功率 (频率 161.975MHz)	41dBm±1.5 dB	1	2	3	平均值
			41.16	41.19	41.21	41.19
		30dBm±1.5 dB	1	2	3	平均值
			30.58	30.60	30.62	30.60
	载波功率 (频率 162.025MHz)	41dBm±1.5 dB	1	2	3	平均值
			41.19	41.21	41.21	41.20
		30dBm±1.5 dB	1	2	3	平均值
			30.60	30.63	30.64	30.62

校准员：_____高蕾_____ 核验员：_____郝志坤_____ 日期：_____2025.09.10_____

经过对AT-V20型A类船台的试验验证，试验过程顺利流畅，验证了制定的载波频率校准方法具有可行性。

(3) 调制精度

序号	校准项目	技术要求	校准结果 (kHz)			
3	调制精度 (频率 161.975MHz)	1740Hz±175Hz	1	2	3	平均值
			1.740	1.755	1.745	1.747
		2400Hz±240Hz	1	2	3	平均值
			2.561	2.498	2.437	2.499
	调制精度 (频率 162.025MHz)	1740Hz±175Hz	1	2	3	平均值
			1.676	1.662	1.718	1.685
		2400Hz±240Hz	1	2	3	平均值
			2.585	2.578	2.551	2.571

校准员：_____高蕾_____ 核验员：_____郝志坤_____ 日期：_____2025.09.10_____

经过对AT-V20型A类船台的试验验证，试验过程顺利流畅，验证了制定的调制精度校准方法具有可行性。

(4) 灵敏度

序号	校准项目	技术要求	校准结果 (dBm)			
4	灵敏度 (频率 161.975MHz)	-107dBm	1	2	3	平均值
			-107	-107	-107	-107
		误包率小于 20%	2%	2%	1%	2%
	灵敏度 (频率 162.025MHz)	-107dBm	1	2	3	平均值
			-107	-107	-107	-107
		误包率小于 20%	1%	2%	0%	1%
	灵敏度 (161.975MHz + 500Hz)	-104dBm	1	2	3	平均值
			-104	-104	-104	-104
		误包率小于 20%	4%	5%	7%	5%
	灵敏度	-104dBm	1	2	3	平均值

	(161.975MHz-500Hz)		-104	-104	-104	-104
		误包率小于 20%	5%	6%	6%	6%
	灵敏度 (162.025MHz + 500H)	-104dBm	1	2	3	平均值
			-104	-104	-104	-104
		误包率小于 20%	11%	6%	6%	8%
	灵敏度 (162.025MH-500Hz)	-104dBm	1	2	3	平均值
			-104	-104	-104	-104
		误包率小于 20%	8%	6%	6%	7%

校准员：高蕾 核验员：郝志坤 日期：2025.09.10

经过对AT-V20型A类船台的试验验证，试验过程顺利流畅，验证了制定的灵敏度校准方法具有可行性。

(5) 定位误差

序号	校准项目	技术要求	校准结果 (m)			
5	静态定位误差	优于 10m	1	2	3	平均值
			0.530	0.587	0.594	0.570
	动态定位误差	优于 10m	1	2	3	平均值
			0.495	0.482	0.491	0.489

校准员：高蕾 核验员：李正阳 日期：2026.05.14

经过对AT-V20型A类船台的试验验证，试验过程顺利流畅，验证了制定的定位误差校准方法具有可行性。

4. 试验数据分析

通过计量性能校准认为，规范所规定的计量性能要求完整、充分，能够保证对船舶自动识别系统（AIS）的运行性能等各项计量性能的考核，通过校准后，能够保证船舶自动识别系统（AIS）的计量性能的准确可靠。规范中规定的校准方法严谨可靠，且充分考虑了被检设备的特性，具有较强的可操作性。

六、试验验证结论

通过对 AT-V20 型 A 类船舶自动识别系统（AIS）试验结果得出，规范制定的校准方法切实可行，可操作性强。通过此校准规范校准后的船舶自动识别系统（AIS），能够保障计量性能的准确可靠，提高船舶自动识别系统（AIS）的试验结果准确性。

经验证，本规范所规定的计量性能要求及校准方法能够满足船舶自动识别系统（AIS）的校准需求，技术指标的要求充分、合理，校准方法可操作性强。