



中华人民共和国国家军用标准

FL 5872

GJB 5055-2001

捷联式舰船惯性姿态基准 通用规范

General specification for shipboard strapdown
inertial reference

2001-11-23 发布

2002-03-01 实施

国防科学技术工业委员会 发布

捷联式舰船惯性姿态基准 通用规范

1 范围

本规范规定了捷联式舰船惯性姿态基准(简称系统)的要求、质量保证规定和交货准备等。
本规范适用于舰船用捷联式惯性姿态基准的设计、制造和检验。

2 引用文件

- GB 2894—1996 安全标志
- GB/T 3047.1—1995 高度进制为 20mm 的面板、架和柜的基本尺寸系列
- GB/T 4943—1995 信息技术设备的安全
- GB/T 6388—86 运输包装收发货标志
- GJB 4.8—83 舰船电子设备环境试验 颠震试验
- GJB 145A—93 防护包装规范
- GJB 150.1—86 军用设备环境试验方法 总则
- GJB 150.3—86 军用设备环境试验方法 高温试验
- GJB 150.4—86 军用设备环境试验方法 低温试验
- GJB 150.8—86 军用设备环境试验方法 淋雨试验
- GJB 150.9—86 军用设备环境试验方法 湿热试验
- GJB 150.10—86 军用设备环境试验方法 霉菌试验
- GJB 150.11—91 军用设备环境试验方法 盐雾试验
- GJB 150.16—86 军用设备环境试验方法 振动试验
- GJB 151A—97 军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求
- GJB 152A—97 军用设备和分系统电磁发射和敏感度测量
- GJB 368A—94 装备维修性通用大纲
- GJB 471A—95 通用军械装备标志
- GJB 763.5—89 舰船噪声限值和测量方法 舰船设备空气噪声测量
- GJB 899—90 可靠性鉴定与验收试验
- GJB 900—90 系统安全性通用大纲
- GJB 1062—91 军用视觉显示器的人体工程设计通用要求
- GJB 1182—91 防护包装和装箱等级
- GJB 1361—92 产品装箱缓冲、固定、支撑和防水要求
- GJB 1764—93 军用木箱通用规范
- GJB 1765—93 军用物资包装标志
- GJB 2072—94 维修性试验与评定
- GJB 2532—85 舰船电子设备通用规范
- GJB 2873—97 军事装备和设施的人机工程准则
- GJB 4000—2000 舰船通用规范
- GJB/Z 94—97 军用电气系统安全设计手册

GJB 5055-2001

HJB 25-88 舰用电子式电气设备加速寿命试验方法

HJB 37A-2000 舰船色彩标准

CB 1340-98 舰船电子设备机箱机柜通用规范

3 要求

3.1 合格鉴定

按本规范提交的系统应是经鉴定合格或定型批准的产品。

3.2 设计

3.2.1 组成

系统一般由下列装置组成：

- a) 惯性测量装置(IMU),由陀螺仪、加速度计及相应配套线路、温控线路和减震器等组成；
- b) 电子线路装置(ECU),由计算机、电子线路和电源模块等组成；
- c) 控制显示装置(CDU),由计算机、显示器和键盘组成；
- d) 电源变换装置(PCU),由交-直流变换线路、蓄电池及充放电线路组成。

3.2.2 功能

系统应能提供惯性测量装置安装位置的姿态角、姿态角速度等信息。除特殊功能由产品技术规格书或详细规范规定外,系统一般应具有下列功能：

- a) 装订功能。系统应具有装订数据、控制和显示命令的功能。
- b) 显示功能。系统通过控制显示装置显示其工作过程中的状态码、故障码及输出参数。通过查看命令可显示其系统参数。
- c) 解算功能。系统应能连续解算出测量位置相对地理坐标系的姿态角、姿态角速度信息并传送给用户。
- d) 校正功能。系统应能利用外部导航设备提供的姿态、位置和速度等导航信息进行校正。
- e) 自检测功能。系统应具有自检测功能。当系统工作不正常时能给出相应的告警信号。
- f) 非易失存储功能。系统应具有足够的非易失存储空间,用于保存陀螺仪漂移率、陀螺仪标度因数、加速度计零偏、加速度计标度因数、安装误差等参数。

3.2.3 工作状态

系统一般应具有下列工作状态：

- a) 准备。系统通电、加温和启动陀螺仪；
- b) 对准。系统具有自对准和传递对准两种方式；
- c) 导航。系统输出满足要求的姿态角和姿态角速度信息。

3.3 结构

应按 GJB 2532 中 3.7.3.2 和 CB 1340 中 3.4 或详细规范的规定。

3.4 互换性

应按 GJB 2532 中 3.7.5.4 或详细规范的规定。

3.5 外观质量

系统各装置的外表面应无凹痕、划伤、裂缝、变形等缺陷；涂(镀)层应无锈蚀、霉斑、起泡、龟裂和脱落；文字、符号及标志应清晰、美观；结构件与控制元件应无机械损伤；有机玻璃件和光学件表面应清洁、明亮、无划痕。

3.6 尺寸

系统各装置的结构尺寸应按 GB/T 3047.1 或详细规范的规定。装置的外形尺寸按 GJB 1446.61 和 CB 1340 中 3.5 的规定。

3.7 重量

系统各装置的重量应按详细规范的规定。

3.8 颜色

系统各装置外表漆膜颜色应按 HJB 37A 的规定。

3.9 性能特性

3.9.1 姿态角误差(1σ)

在摇摆角速度不大于 $30^\circ/\text{s}$ 的情况下,姿态角误差应满足下列要求:

- a) 首向角不大于 $10'$;
- b) 纵摇角不大于 $3'$;
- c) 横摇角不大于 $3'$ 。

3.9.2 姿态角速度误差(1σ)

在摇摆角速度不大于 $30^\circ/\text{s}$ 的情况下,姿态角速度误差应满足下列要求:

- a) 首向角速度不大于 $0.03^\circ/\text{s}$;
- b) 纵摇角速度不大于 $0.02^\circ/\text{s}$;
- c) 横摇角速度不大于 $0.02^\circ/\text{s}$ 。

3.9.3 跟踪速率

跟踪速率应不小于 $60^\circ/\text{s}$ 。

3.9.4 准备时间

准备时间应不包括加温时间,其自对准时间应不大于 15min;传递对准时间应不大于 25min。

3.9.5 工作时间

工作时间应不少于 1h。

3.9.6 适用纬度

适用纬度为南纬 65° 至北纬 65° 。

3.10 绝缘性能

3.10.1 系统各装置应有良好的电气绝缘性能,保证装置工作安全可靠。

3.10.2 各装置到地的泄漏电流应不大于 5mA。

3.10.3 各装置中所用的绝缘材料应满足详细规范规定的绝缘电阻、绝缘介电强度要求。

3.10.4 一般应检查各装置下列部位的绝缘电阻或绝缘介电强度:

- a) 电源输入端与机壳之间;
- b) 有绝缘要求的电路与机壳之间;
- c) 有绝缘要求的外部带电断口(或接线柱)与机壳之间。

3.10.5 各设备绝缘电阻按表 1 的规定。

表 1 绝缘电阻

额定电压 U_N V	试验电压 (直流) V	最低绝缘电阻要求 M Ω	
		湿热试验前	湿热试验后
$U_N \leq 65$	$2U_N$	10	1
$65 < U_N \leq 500$	500	100	10

3.10.6 绝缘介电强度按表 2 的规定,应无击穿、火花及电晕现象。

表 2 绝缘介电强度

V

额定绝缘电压	试验电压
~60	500
61~125	1250
126~250	1500
251~380	1800

3.11 耗能

系统启动和正常工作状态的耗能由详细规范规定。一般应不大于 500W。

3.12 电源

3.12.1 主电源

- a) 舰电的额定电压和频率按 GJB 4000 的规定；
- b) 舰电的电压和频率的稳态波动范围为：
电压： $+10\% \sim -10\%$ ；
频率： $+5\% \sim -5\%$ 。

3.12.2 备用电源

舰电断电时，系统由 28V 蓄电池供电，应能维持系统正常工作 15min。

3.13 可靠性

3.13.1 系统的平均故障间隔时间 MTBF 的规定值和最低可接受值由详细规范或合同规定。一般 MTBF 最低可接受值应不小于 1000h。

3.13.2 当系统出现性能超差或硬件失效时，应作故障处理。

3.13.3 预期工作寿命一般应不少于 5 年。

3.13.4 一般应根据 GJB 899 的规定进行可靠性试验，对可修复性的系统可结合系统型式试验安排，按 HJB 25 的规定进行 300h 加速寿命试验，验证系统的可靠性；曾对类似系统进行过可靠性试验的，只要设计、参数、结构、工艺、材料没有影响可靠性的改变，承制方可以提出数据和报告，经订购方同意后，可靠性验收试验可以简化或免做。

3.14 维修性

3.14.1 系统应按以下三级维修体制进行维修性设计：

- a) 一级维修：现场维修；
- b) 二级维修：基地维修；
- c) 三级维修：返厂维修。

3.14.2 系统一级维修的平均修复时间 MTTR 一般应不大于 30min。

3.14.3 系统维修应符合 GJB 368A 的要求，包括：

- a) 具有良好的可达性；
- b) 具有良好的互换性；
- c) 具有防差错措施和识别标记；
- d) 能简便、准确和迅速进行检测、诊断；
- e) 保证维修安全、符合维修的人素工程要求；
- f) 减少维修内容和对维修技能的要求；
- g) 重视贵重件的可修复性；
- h) 零件、调整件等有良好的可测试性。

3.14.4 系统维修性保证按 GJB 368A 的规定。

3.15 运输性

在运输装有惯性敏感器的设备时,应按详细规范的规定。

3.16 人的因素

3.16.1 系统设计应运用人一机工程的设计原理,使人员操作方便、安全可靠、舒适协调,提高工效和发挥系统的效能。

3.16.2 系统的设计应满足 GJB 2873 和 GJB 1062-91 中 4.1~4.6 及 4.13~4.16 的要求。

3.17 安全性

3.17.1 需要时,应按 GJB 900 的规定,制定安全性保证大纲。

3.17.2 安全性设计应符合 GB/T 4943 中第 2 章和 GJB/Z 94 的要求。

3.17.3 凡有安全要求的场所,应用醒目的颜色标明安全注意事项和安全标志。安全标志应符合 GB 2894 的要求。

3.17.4 当系统各装置的工作电压或对地电压超过 50V 或泄漏电流超过 5mA 时,应设置警告标志。

3.17.5 系统各装置的电气安全要求应按 GJB 4000 的规定。

3.17.6 系统各装置的安全防护要求应按 GJB 4000 的规定。

3.18 环境要求

3.18.1 高温

贮存温度为 70℃;露天部分工作温度为 60℃,舱室部分工作温度为 50℃。

3.18.2 低温

贮存温度为 -40℃;露天部分工作温度为 -30℃,舱室部分工作温度为 -10℃(潜艇为 0℃)。

3.18.3 湿热

除另有规定外,系统应能承受 GJB 150.9 规定的湿热试验要求。

3.18.4 霉菌

除另有规定外,系统中的元器件和材料等应能承受 GJB 150.10 规定的霉菌试验要求。

3.18.5 盐雾

除另有规定外,系统中的元器件和金属零部件应能承受 GJB 150.11 规定的盐雾试验要求。

3.18.6 振动

系统应能承受 GJB 150.16-86 中 2.3.11 规定的振动试验要求。

3.18.7 颠簸

系统应能承受 GJB 4.8 规定的颠簸试验要求。

3.18.8 淋雨

暴露在甲板上的装置,应能承受 GJB 150.8 第 2 章规定的淋雨试验要求。

3.19 噪声

系统的噪声应不大于 70dB。

3.20 电磁兼容性

系统应符合 GJB 151A-97 中规定的 CE101、CE102、CS101、CS114、CS116、RE101、RE102、RS101、RS103 九项试验要求。

另外,订购方对 CS103、CS104、CS105、CS106 四项也可提出要求。

3.21 产品标志和代号

3.21.1 产品的标志

3.21.1.1 系统、装置标志按 GJB 471A 的规定,其内容一般应包括:产品型号、名称或标记、制造单位、日期、编号或生产批号。

3.21.1.2 标志的尺寸、式样、材料等按详细规范的规定。

3.21.2 产品代号

产品代(型)号按订购方或详细规范的规定。

4 质量保证规定

4.1 检验责任

除合同或订单中另有规定外,承制方应负责完成本规范规定的所有检验。必要时,订购方或鉴定机构有权对规范所述的任一检验项目进行检查。

4.2 合格责任

所有产品必须符合本规范第3章和第5章的所有要求。本规范中规定的检验应成为承制方整个检验体系或质量大纲的一个组成部分。若合同中包括本规范未规定的检验要求,承制方还应保证所提交验收的产品符合合同要求。质量一致性抽样不许提交明知有缺陷的产品,也不能要求订购方接收有缺陷的产品。

4.3 检验分类

本规范规定的检验分为:

- a) 鉴定检验(定型检验);
- b) 质量一致性检验。

4.4 检验条件

4.4.1 试验的标准大气条件按 GJB 150.1 中 3.1 的规定。

4.4.2 测试设备精度按 GJB 150.1 中 3.3 的规定。

4.4.3 被试装置在试验设备中的安装要求按 GJB 150.1 中 3.5.3 的规定。

4.4.4 试验设备的试验条件允许误差,按 GJB 150.1 中 3.2 的规定。

4.5 鉴定检验

4.5.1 检验项目

鉴定检验项目一般按表3的规定,经订购方或鉴定机构同意可以增减鉴定项目。若该系统的装置已经通过鉴定,经订购方或鉴定机构同意系统鉴定检验项目可以剪裁。

4.5.2 检验顺序

检验顺序一般按表3的规定,根据具体情况,经订购方同意,允许适当调整顺序。

4.5.3 受检数量

除另有规定外,一般取一套系统进行检验。

4.5.4 合格判据

规定的检验项目,全部符合要求时,判定该系统鉴定检验合格。

若其中任何一项未通过时,允许返修、换件,再次检验,符合要求时,仍判为合格。第二次检验时,只检验与未通过项有关的和未进行的检验项目。若第二次检验仍未通过,则判定鉴定检验不合格。

4.5.5 鉴定合格资格的保持

经鉴定检验合格正式投产后,为保持鉴定检验的合格资格,承制方应按订购方或鉴定机构的要求,定期提供合格认证资料。

4.6 质量一致性检验

4.6.1 检验项目和顺序

质量一致性检验的检验项目分为A组和C组两类,各组检验项目和顺序见表3。经订购方同意,检验项目和顺序可以调整。

表3 检验项目

序号	检验项目	要求的章条号	检验方法的章条号	鉴定检验	质量一致性检验	
					A组	C组
1	外观质量	3.5~3.8、3.21	4.7.1	√	√	-
2	功能	3.2.2	4.7.2	√	√	-
3	性能特性	3.9	4.7.3	√	√	-
4	绝缘电阻	3.10.5	4.7.4	√	√	-
5	绝缘介电强度	3.10.6	4.7.5	√	-	-
6	耗能	3.11	4.7.6	√	-	0
7	高温	3.18.1	4.7.7.1	√	-	√ ¹⁾
8	低温	3.18.2	4.7.7.2	√	-	√ ¹⁾
9	湿热	3.18.3	4.7.7.3	√	-	0
10	霉菌	3.18.4	4.7.7.4	√	-	-
11	盐雾	3.18.5	4.7.7.5	√	-	-
12	振动	3.18.6	4.7.7.6	√	-	√
13	颠簸	3.18.7	4.7.7.7	√	-	√
14	淋雨	3.18.8	4.7.7.8	√	-	-
15	噪声	3.19	4.7.8	√	-	0
16	可靠性	3.13.1	4.7.9	√	-	0
17	维修性	3.14.2	4.7.10	√	-	-
18	电磁兼容性	3.20	4.7.11	-	-	-

注:表中符号“√”表示必做项目,“0”表示选做项目,“-”表示不做项目。1) 除另有规定外,一般不做高低温贮存试验。

4.6.2 检验方案

4.6.2.1 组批规则

由同批原材料和相同工艺生产的装置组成的一次投产的系统为一批。

4.6.2.2 A组检验

A组检验为全数检验,对A组项目的检验应逐台进行。

4.6.2.3 C组检验

C组检验为定期性检验,其检验周期和抽样检验数量由详细规范规定。一般产品批量不大于6台时,抽取1台。

4.6.3 合格判据

当A组或C组检验的项目全部符合要求时,判定系统的A组或C组检验合格。

在A组或C组检验的项目中,若任何一项检验未通过时,允许返修、换件,再次检验,符合要求时,仍判为合格。第二次检验时,只检验与未通过项有关的和未进行的检验项目。若第二次检验仍未通过,则判定为A组或C组检验不合格。

4.6.4 不合格

如果样品未通过C组检验,则应停止产品的验收和交付,承制方应将不合格情况通知鉴定单位。在采取纠正措施后,应根据合格鉴定机构的意见,重新进行检验或只对不合格的项目进行检验。若检验仍

不合格,则应将不合格的情况通知合格鉴定单位。

4.7 检验方法

4.7.1 外观质量

按详细规范规定的尺、规、量具精度要求,对尺寸、重量、颜色等外观质量,用计量器具和目视法进行检查,结果应符合 3.5~3.8 和 3.21 的要求。

4.7.2 功能

按详细规范规定的系统使用操作及控制程序,对系统各项功能进行检验。结果应符合 3.2.2 的要求。

4.7.3 性能特性

4.7.3.1 准备时间

记录系统从通电到进入导航工作状态的时间,结果应符合 3.9.4 的要求。

4.7.3.2 精度试验

a) 静态精度试验

在静基座上启动系统,按自对准方式进行对准。把系统进入导航工作状态时刻输出的姿态角和姿态角速度作为基础值,然后每隔 5min 读取(打印)系统输出数据,读取 1h 输出数据(12 组)。计算出系统输出数据与基准值的误差均方根值作为静态精度。共做 8 个航次,每个航次之间停机时间不少于 2h,结果应满足 3.9.1 和 3.9.2 的要求。

b) 动态精度试验

除另有规定外,动态精度试验应在三轴模拟台上进行。将系统的惯性测量装置(IMU)安装在三轴模拟台上,使系统坐标系与模拟台坐标系对准。启动系统,按自对准方式进行对准。系统进入导航工作状态后,启动三轴模拟台,按详细规范进行摇摆试验,同时开始同步录取系统和三轴模拟台输出的姿态角和姿态角速度。三轴模拟台处于模拟工作状态,运动角速度不大于 $30^{\circ}/s$ 。同步录取时间误差不大于 500ns,同步采数时间间隔为 0.5s,采样时间为 20min,计算出系统输出数据与三轴模拟台输出数据的误差均方根值作为系统精度。共做 8 个航次,每个航次之间停机时间不少于 2h,结果应符合 3.9.1 和 3.9.2 的要求。

c) 速率试验

将系统的惯性测量装置(IMU)安装在速率转台或三轴模拟台上。启动陀螺仪待性能稳定后,使转台工作在速率状态,转台速率从 $-60^{\circ}/s \sim +60^{\circ}/s$,每隔 $10^{\circ}/s$ 选取一速率(共 13 个速率点),对陀螺仪标度因数、标度因数对称性、标度因数线性度及安装误差进行标定。计算出各陀螺仪在各速率下的标度及安装误差、各陀螺仪标度因数的对称性及线性度等指标,从而得到各陀螺仪标度因数与其敏感速率的关系曲线。结果应满足 3.9.3 及详细规范的要求。

4.7.4 绝缘电阻

使系统处于非工作状态,在试验标准大气条件下,用 250V 兆欧表(额定工作电压小于 65V 时)或 500V 兆欧表(额定工作电压大于 65V 时)测量系统的绝缘电阻,结果应符合 3.10.5 的要求。湿热条件下绝缘电阻的测量,应在湿热试验后,按详细规范规定的时间内进行。

4.7.5 绝缘介电强度

使系统处于非工作状态,用容量不小于 0.5kVA 的绝缘介电强度试验仪,按表 2 规定的试验电压,在 5s~10s 内从零均匀升至规定的电压值,保持 1min,然后将试验电压均匀降回零,断开电路。结果应符合 3.10.6 的要求。检测点按由详细规范的规定。

4.7.6 耗能

用精度不低于 1% 的功率表,在规定的工作温度范围内测量系统启动和正常工作状态的耗能。结果应符合 3.11 的要求。

4.7.7 环境试验

每项环境试验前、后,均应对系统进行功能和外观检查。前一项试验后的检验,可作为下一项试验前的检查,全部试验结束后,应按 4.7.3.2 和 4.7.4 条规定进行检验。

4.7.7.1 高温

高温贮存试验和高温试验按 GJB 150.3 的规定进行,结果应符合 3.2.2 和 3.9 的要求。

4.7.7.2 低温

低温贮存试验和低温试验按 GJB 150.4 的规定进行,结果应符合 3.2.2 和 3.9 的要求。

4.7.7.3 湿热

湿热试验按 GJB 150.9 的规定进行。结果应符合 3.9 和 3.10.5 的要求。

4.7.7.4 霉菌

霉菌试验按 GJB 150.10 的规定进行。结果其长霉等级应不超过 2 级。

4.7.7.5 盐雾

盐雾试验按 GJB 150.11 的规定进行。结果应符合详细规范的要求。

4.7.7.6 振动

振动试验按 GJB 150.16 中规定的第 9 类方法进行。结果应符合 3.18.6 的要求。

4.7.7.7 颠簸

颠簸试验按 GJB 4.8 的规定进行。结果应符合 3.18.7 要求。

4.7.7.8 淋雨

淋雨试验按 GJB 150.8 的规定进行。结果应符合 3.18.8 的要求。

4.7.8 噪声

系统噪声试验按 GJB 763.5 的规定进行。结果应符合 3.19 的要求。

4.7.9 可靠性

本规范规定的可靠性试验,分可靠性鉴定试验和验收试验。产品鉴定时应进行可靠性鉴定试验,产品提交时应进行可靠性验收试验。

4.7.9.1 可靠性鉴定试验

按合同或详细规范的规定,选取 GJB 899 相应试验方案或选择其它试验方法,验证系统的可靠性定量指标,结果应符合 3.13.1 的要求。

4.7.9.2 可靠性验收试验

按合同或详细规范规定的试验条件、试验周期、试验时间等进行可靠性验收试验,也可按 HJB 25 规定的加速寿命试验方法进行可靠性验收试验和评定。结果应符合 3.13.1 的要求。

4.7.10 维修性

除另有规定外,系统的维修性试验与评定,按 GJB 2072 的规定或采用经订购方认可的其他方法进行。结果应符合 3.14.2 的要求。

4.7.11 电磁兼容性

系统电磁兼容性试验按 GJB 152A 的规定进行。结果应符合 3.20 的要求。

5 交货准备

5.1 封存和包装

系统防护包装(内包装)应按 GJB 145A 的规定,其等级应按 GJB 1182 的规定。

5.2 装箱

系统包装箱应按 GJB 1764 的规定。装箱要求应按 GJB 1361—92 中 5.4.4.1~5.4.4.3 的规定。装箱等级应按 GJB 1182 的规定。

5.3 运输和贮存

5.3.1 运输

GJB 5055—2001

系统各设备装入包装箱后,可采用铁路和公路等通常的运输方式运输,在运输过程中,应轻装、轻卸,避免碰撞、冲击和雨淋。

5.3.2 贮存

系统的贮存要求按详细规范的规定。

5.4 标志

包装箱标志应按下列规定:

- a) 安全、防护和识别标志按 GB 2894 的规定;
- b) 军用物资图形标志和包装储运图示标志按 GJB 1765 的规定;
- c) 收发货标志按 GB/T 6388 的规定。

6 说明事项

6.1 预定用途

本规范规定的系统主要用于提供舰载武器系统姿态基准信息,也可单独作为导航设备使用。

6.2 订货文件内容

合同或订单中一般应规定下列内容:

- a) 本规范和系统详细规范的名称及编号;
- b) 系统规格及型号;
- c) 数量、交货方式和日期;
- d) 检验的特殊要求、封存包装及装箱级别。

附加说明:

本标准由中国船舶重工集团公司提出。

本标准由军用惯性技术标准化技术委员会归口。

本标准由中国船舶重工集团公司七院七〇七研究所负责起草,618 研究所参加。

本标准主要起草人:戚佳业、刘玉峰、刘哲中、孙孝林、赵子阳、戴永康、王毅。

计划项目代号:9CZ19