

中华人民共和国国家标准

GB/T 43525—2023/ISO 19697:2016

船舶与海上技术 导航和船舶操纵 电子倾斜仪

**Ships and marine technology—Navigation and ship operations—
Electronic inclinometers**

(ISO 19697:2016, IDT)

2023-12-28 发布

2024-04-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 要求 3

 4.1 一般要求 3

 4.2 功能 3

 4.3 信息 3

 4.4 显示 4

 4.5 警报 4

 4.6 接口 5

 4.7 电源 5

5 精度 5

 5.1 实际横倾角、横摇摆幅和横摇周期 5

 5.2 加速度 6

6 测试方法及要求的测试结果 6

 6.1 一般要求 6

 6.2 静态实际横倾角测试 6

 6.3 动态实际横倾角测试 6

 6.4 长期横倾角测试 6

 6.5 横摇周期测试 7

 6.6 与其他设备的接口测试 7

 6.7 显示功能测试 7

 6.8 警报操作测试 9

 6.9 警报功能测试 9

 6.10 横摇峰值保持值测试 10

 6.11 横摇峰值保持值复位功能测试 10

 6.12 电源测试 10

7 设置位置 10

8 信息 10

附录 A (资料性) 船舶在海浪中的横向稳心稳定性与测得的固有横摇周期间的关系 11

附录 B (资料性) 检测设备型式试验方法 13

附录 C (资料性) VDR 和其他系统的 IEC 61162-1 接口 14

参考文献 16

图 1 传统抬头式电子倾斜仪显示器示例图 8

图 2 电子倾斜仪集成指示显示器示例图 8

图 A.1 恢复倾斜力矩 11

图 B.1 倒立摆设备的示意图 13

前 言

本文件按照 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。

本文件等同采用 ISO 19697:2016《船舶和海上技术 导航和船舶操纵 电子倾斜仪》。

本文件作了下列最小限度的编辑性改动：

——修改了第 1 章的注。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国船舶电气及电子设备标准化技术委员会(SAC/TC 531)归口。

本文件起草单位：中国船舶集团有限公司综合技术经济研究院、中国船舶集团有限公司第七〇七研究所。

本文件主要起草人：赵晨宁、徐凯、杨玉婷、张朝霞、张广拓、张健、李莉、王琮。

船舶与海上技术 导航和船舶操纵

电子倾斜仪

1 范围

本文件规定了电子倾斜仪的性能要求、试验方法和试验结果。此外,电子倾斜仪的通用要求参见IMO A.694(17)决议,并与IEC 60945相协调。

本文件适用于符合IMO MSC.363(92)决议要求的电子倾斜仪。

电子倾斜仪提供实际横倾角、横摇摆幅、横摇周期以支持海上决策过程,避免危险情况,保持稳定性(见附录A),协助进行海上事故调查。电子倾斜仪主要由一套传感器、信号处理器、显示器、输入设备和其他系统的接口组成。

本文件不适用于船舶导航和操纵用途范围之外的电子倾斜仪,例如用于监测货物状态的电子倾斜仪。

当本文件要求与IEC 60945不一致时,优先采用本文件。

注:IMO MSC.363(92)决议的要求在本文件中适用,决议和段落编号标注在括号内。

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。

IEC 60945 海上导航与无线电通信设备及系统 通用要求 试验方法及要求的试验结果(Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems—General requirements—Methods of testing and required test results)

注:GB/T 15868—1995 全球海上遇险与安全系统(GMDSS)船用无线电设备和海上导航设备通用要求测试方法和要求的测试结果(IEC 60945:1994,IDT)

IEC 61162-1 海上导航与无线电通信设备及系统 数字接口 第1部分:单发话器和多受话器(Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems—Digital interfaces—Part 1: Single talker and multiple listeners)

IEC 61162-2 海上导航与无线电通信设备及系统 数字接口 第2部分:单发话器和多受话器高速传输(Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems—Digital interfaces—Part 2: Single talker and multiple listeners, high-speed transmission)

注:GB/T 31843.2—2019 海上导航和无线电通信设备及系统 数字接口 第2部分:单发话器和多受话器 高速传输(IEC 61162-2:1998,IDT)

IEC 61924-2 海上导航与无线电通信设备及系统 综合导航系统 第2部分:综合导航系统模块结构操作和性能要求、测试方法和要求的测试结果[Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems—Integrated navigation systems (INS)—Part 2: Modular structure for INS—Operational and performance requirements, methods of testing and required test results]

IEC 62288 海上导航与无线电通信设备及系统 船载导航显示器导航相关信息的显示 通用要求、测试方法和要求的测试结果(Maritime navigation and radiocommunication equipment and

systems—Presentation of navigation—related information on shipborne navigational displays—General requirements, methods of testing and required test results)

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(Performance standard for the presentation of navigation—related information on shipborne navigational displays)

IMO MSC.252(83)决议 综合导航系统(INS)性能标准[Performance standards for Integrated Navigation Systems (INS)]

IMO MSC.302(87)决议 桥楼警报管理(BAM)性能标准[Performance standards for bridge alert management (BAM)]

IMO MSC.363(92)决议 关于电子倾斜仪性能标准的建议(Recommendation on performance standards for electronic inclinometer)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

实际横倾角 **actual heel angle**

以船舶水平状态为参照,左舷或右舷的瞬时横摇角。

[来源:IMO MSC.363(92),3.1]

3.2

模拟显示 **analogue type display**

以模拟信号(例如,箭头摇臂和刻度尺)显示实际横倾角(3.1)、横摇摆幅(3.7)和横摇峰值保持值(3.9)的显示(3.4)方式。

3.3

数字显示 **digital type display**

以数字信号显示实际横倾角(3.1)、横摇摆幅(3.7)和横摇峰值保持值(3.9)的显示(3.4)方式。

3.4

显示 **display**

向观察者呈现船舶的横摇状态和电子倾斜仪系统状态的方式。

3.5

检测设备 **inspection equipment**

用于测试电子倾斜仪性能的设备。

3.6

横摇峰值保持值复位功能 **reset function for roll peak hold value**

将横摇峰值保持值(3.9)复位为 0,并记录复位日期(年、月、日)和时间。

3.7

横摇摆幅 **roll amplitude**

左舷或右舷的横倾角最大值。

[来源:IMO MSC.363(92),3.1]

3.8

横摇周期 **roll period**

船上同一侧横倾角的 2 个连续最大值间隔的时间。

[来源:IMO MSC.363(92),3.1]

3.9

横摇峰值保持值 **roll peak hold value**

上次复位后,左舷或右舷的横摇摆幅(3.7)最大值。

3.10

横摇 **rolling**

围绕船舶纵轴的摇摆。

注:右舷低为正。

[来源:IMO MSC.363(92),3.1]

3.11

过零法 **zero crossing method**

使用作为测量值(横摇角)符号变化的点(过零点)测量横摇周期的方法。

示例:从正至负。

4 要求

4.1 一般要求

本文件的使用者在实施这些要求时,应确保所适用的各种船舶是遵守相关法定要求、规则和条例的。

4.2 功能

[IMO MSC.363(92),1.2]电子倾斜仪应具有以下可靠的功能:

- a) 以要求的精度测定实际横倾角;
- b) 以要求的精度测定横摇摆幅;
- c) 以要求的精度测定横摇周期;
- d) 在驾驶室显示器上显示信息;
- e) 向航行数据记录器(VDR)提供瞬时横倾角的标准化接口。

4.3 信息

4.3.1 实际横倾角和横摇摆幅

[IMO MSC.363(92),4]电子倾斜仪应能测量实际横倾角并测定船舶在 $\pm 90^\circ$ 范围内的横摇摆幅。

4.3.2 横摇周期

[IMO MSC.363(92),5]电子倾斜仪应能测量横摇摆动最大值间隔的时间,并在4 s~40 s的最小范围内确定横摇周期。

如果无法满足精度要求,可采用“过零法”测量横摇周期。

4.3.3 横摇峰值保持值

电子倾斜仪可有选择地记录两舷的横摇峰值保持值,并将其显示在任何类型的显示器上。

如提供横摇峰值保持值的可选记录,则电子倾斜仪应能通过单个操作员手动复位横摇峰值保持值。

如有必要,可提供下列语句复位横摇峰值保持值:

\$-TXT,01,01,01,EI_RPHVReset_yyyy_mm_dd_oo_nn_ss * hh < CR > < LF > (见 IEC 61162-1)

其中:

- “yyyy”为复位年份;
- “mm”为复位月份;
- “dd”为复位日;
- “oo”为复位小时数;
- “nn”为复位分钟数;
- “ss”为复位秒数;
- “hh”为校验和;
- 文本传输语句(TXT)(见 IEC 61162-1)。

4.4 显示

[IMO MSC.363(92),7.2]应通过模拟形式显示 $\pm 45^\circ$ 之间的左舷或右舷的实际横倾角。当实际横倾角超过 45° 时,模拟显示应保持在 45° 。

[IMO MSC.363(92),7.1.2]电子倾斜仪应以 1° 的最小分辨率显示左舷和右舷横摇摆幅。

电子倾斜仪可选择显示左舷和右舷的横摇峰值保持值,最小分辨率为 1° 。如具有横摇峰值保持值功能,也可选择显示其复位日期/时间或复位后的相对时间。

[IMO MSC.363(92),7.1.1]电子倾斜仪应以1 s的最小分辨率显示最新一次的横摇周期。

[IMO MSC.363(92),7.3]显示器可使用专用显示器或与其他船桥系统结合使用。

4.5 警报

电子倾斜仪可提供4.5.1所述的警报操作,并应提供4.5.2所述的警报功能。

警报应符合IEC 61924-2中规定的IMO MSC.252(83)决议的要求。

警报的显示应符合IEC 62288中规定的IMO MSC.191(79)决议的要求。

[IMO MSC.363(92),10.2]电子倾斜仪应有双向通信接口,用于将警报从电子倾斜仪传至外部系统,以及从外部系统应答和静音电子倾斜仪的警报。

电子倾斜仪中提供的所有警报应通过警报通信接口输出。

警报通信接口应提供下列语句:

- a) 用电子倾斜仪传输的语句:
 - 循环警报列表(ALC)和警报语句(ALF)(按照IEC 61924-2的规定);
- b) 电子倾斜仪接收的语句:
 - 警报命令(ACN)(按照IEC 61924-2的规定)。

[IMO MSC.252(83)和IEC 61924-2]当安装综合导航系统(INS)时,应为中央警报装置—人机界面(CAM-HMI)与INS提供合适的接口。

4.5.1 警报操作

[IMO MSC.363(92),8.2]电子倾斜仪可提供选项,用于对超过设定值的横倾角发出警报。

横倾角超出的警报应归类为B类警告[按照IMO MSC.302(87)决议的要求]。电子倾斜仪应具有手动设置横倾角阈值的方法。当测得的横倾角超出阈值时,将启动警告,警告状态变为“启动—未应答”。电子倾斜仪应能应答横倾角超出阈值的警报。如果警报未得到应答,则应在5 min内重复警告。一旦警告状态变为“启动—应答”,则无论测量值为多少,警告状态都不应自动返回到“正常”状态。电子倾斜仪应能将警报状态从“启动—应答”更改为“正常”。

当实际横倾角超过阈值时,“ALF”语句用于在其他船桥系统发出警告。

下列语句可用于输入横倾角的阈值:

\$-TXT,01,01,01,EI_SetRollThresholdAngle_xx_deg * hh < CR > < LF >

以及用于发送预设值的语句:

\$-TXT,01,01,01,EI_RollThresholdAngle_xx_deg * hh < CR > < LF >

其中:

- “xx”为横倾角的阈值;
- “hh”为校验和;
- TXT(按照 IEC 61162-1 的要求)。

此外,以下语句可用于将警报状态从“启动—应答”更改为“正常”:

\$-TXT,01,01,01,EI_ChangeToNormalState * hh < CR > < LF >

其中:

- “hh”为校验和;
- TXT(按照 IEC 61162-1 的要求)。

注:一般的警报处理可能不适用本文件的要求。根据一般的警报处理,当测得的横倾角低于阈值时,“启动—应答”警告状态自动变为“正常”。然而,由于警报状态“启动—应答”在应答后立即变为“正常”,且当船舶向另一侧横摇且测得的横摇角超过阈值时,警报再次启动,因此右舷或左舷测得的横倾角周期性变化会频繁启动警报。

4.5.2 警报功能

[IMO MSC.363(92),9.1]电子倾斜仪应内部自检,并向用户指出所有部件是否处于工作状态,以及提供的信息是否有效。

所有功能警报宜分类为 B 类警告。

应在下列情况下发出警报:

- a) 电子倾斜仪传感器故障;
- b) 电源故障;
- c) 倾斜角度数据无效。

4.6 接口

[IMO MSC.363(92),10.1]电子倾斜仪应包含向其他系统(如 VDR)提供实际横倾角信息的数字接口,更新率应至少为 5 Hz。电子倾斜仪还应包含提供横摇周期和横摇摆幅显示信息的数字接口(见 4.3)。

[IMO MSC.363(92),10.3]数字接口应符合 IEC 61162-2 规定的相关要求。

向 VDR 和其他外部系统发送数据的语句暂见附录 C。

4.7 电源

[IMO MSC.363(92),12]电子倾斜仪应由船舶主电源进行供电。此外,应能在船舶应急电源供电时操作电子倾斜仪。

5 精度

5.1 实际横倾角、横摇摆幅和横摇周期

[IMO MSC.363(92),6.1] 为了正确评定船舶的运动状态,电子倾斜仪应提供满足精度要求的数据。对于角度测量,测得的最小精度应为读数的 5%或 $\pm 1^\circ$ (取较大值);对于时间测量,测得的最小精度应为读数的 5%或 ± 1 s(取较大值)。

5.2 加速度

[IMO MSC.363(92), 6.2]实际横倾角和时间测量精度应不受到船舶其他线性或旋转运动(例如纵荡、横荡、垂荡、纵摇、首摇)或 $-0.8g \sim +0.8g$ 的横向加速度的影响。

注: $0.8g$ 为所需的加速度条件,包含重力加速度的分量。

6 测试方法及要求的测试结果

6.1 一般要求

除非本文件另有规定,IEC 60945 的要求应适用于电子倾斜仪。为了简化术语,正在测试的电子倾斜仪使用受试设备(EUT)表示。

测试装置应满足以下要求:

- a) 具备能够使 EUT 传感器从 0° 横摇角(垂直)向右舷和左舷旋转至最大横摇角(90°)的摇臂;
- b) 具备 EUT 与其他船桥设备间的通信信息的显示功能;
- c) 能生成并向 EUT 发送 IEC 61162 语句。

EUT 的布置应确保横倾传感器固定于摇臂上以便于查看显示器,并且在 EUT 和检测设备之间有适当的接口用于发送和接收 IEC 61162 语句。

6.2 静态实际横倾角测试

6.2.1 测试方法及要求的测试结果

为确定静态时电子倾斜仪的实际横倾角,EUT 传感器从 0° 逐渐倾斜至一侧的最大横倾角位置,再从 0° 向另一侧倾斜至最大值。每倾斜 5° 记录一次 EUT 和检测设备的输出。

确认 EUT 和检测设备记录的角度差应在检测设备读数的 5%或 1° 范围内(取较大值)。

6.3 动态实际横倾角测试

6.3.1 测试方法及要求的测试结果

为动态确定电子倾斜仪的实际横倾角,EUT 传感器周期性地从 0° 逐渐倾斜至一侧的最大横倾角位置,再在另一侧从 0° 倾斜至最大值。检测设备还应允许在摇臂的顶部增加最大横向加速度 $0.8g$ (关于检测设备见附录 B)。在测试前,制造商应提供有关 EUT 测量延迟的信息。任何测量延迟应小于 0.1 s 。

将 EUT 和检测设备之间测得的所有横倾角进行比较,随机选取以下条件下的两个周期数据:

- a) 横摇周期为 4 s ,横摇摆幅为 90° ;
- b) 横摇周期为 40 s ,横摇摆幅为 90° 。

应以不低于 50 Hz 的频率记录 EUT 和检测设备的横倾角。

确认 EUT 和检测设备记录的角度差应在检测设备读数的 5%或 1° 范围内(取较大值)。

6.4 长期横倾角测试

6.4.1 测试方法及要求的测试结果

为确认测得的横倾角的积分误差不影响性能,应进行一系列小角度动态实际横倾角测试。使用检测设备,EUT 的传感器在横摇周期为 4 s ,横摇摆幅为 45° 条件下周期性摆动,横摇周期为 4 s ,时间不应少于 1 d 。

应以不低于 50 Hz 的频率记录 EUT 和检测设备的横倾角。

确认 EUT 和检测设备记录的角度差应在检测设备读数的 5% 或 1° 范围内(取较大值)。

6.5 横摇周期测试

6.5.1 测试方法及要求的测试结果

为确定 EUT 正确记录横摇周期,将传感器连接到检测设备的摇臂上,并向左右舷摆动 45°。在以下条件下比较 EUT 和检测设备的横摇周期测量值:

- a) 横摇周期为 4 s,横摇摆幅为 45°;
- b) 横摇周期为 40 s,横摇摆幅为 45°。

确认 EUT 和检测设备记录的差值应在检测设备读数的 5% 或 1 s 以内(取较大值)。

6.6 与其他设备的接口测试

与其他设备的接口测试结果应满足 4.6 的要求。

接口设备应按照 IEC 61162-2 中规定的要求进行测试。

用于向 VDR 和其他外部系统发送数据的提供电子倾斜仪横倾角、横摇周期和横摇幅值的语句(HRM 语句)见附录 C。

6.6.1 测试方法及要求的测试结果

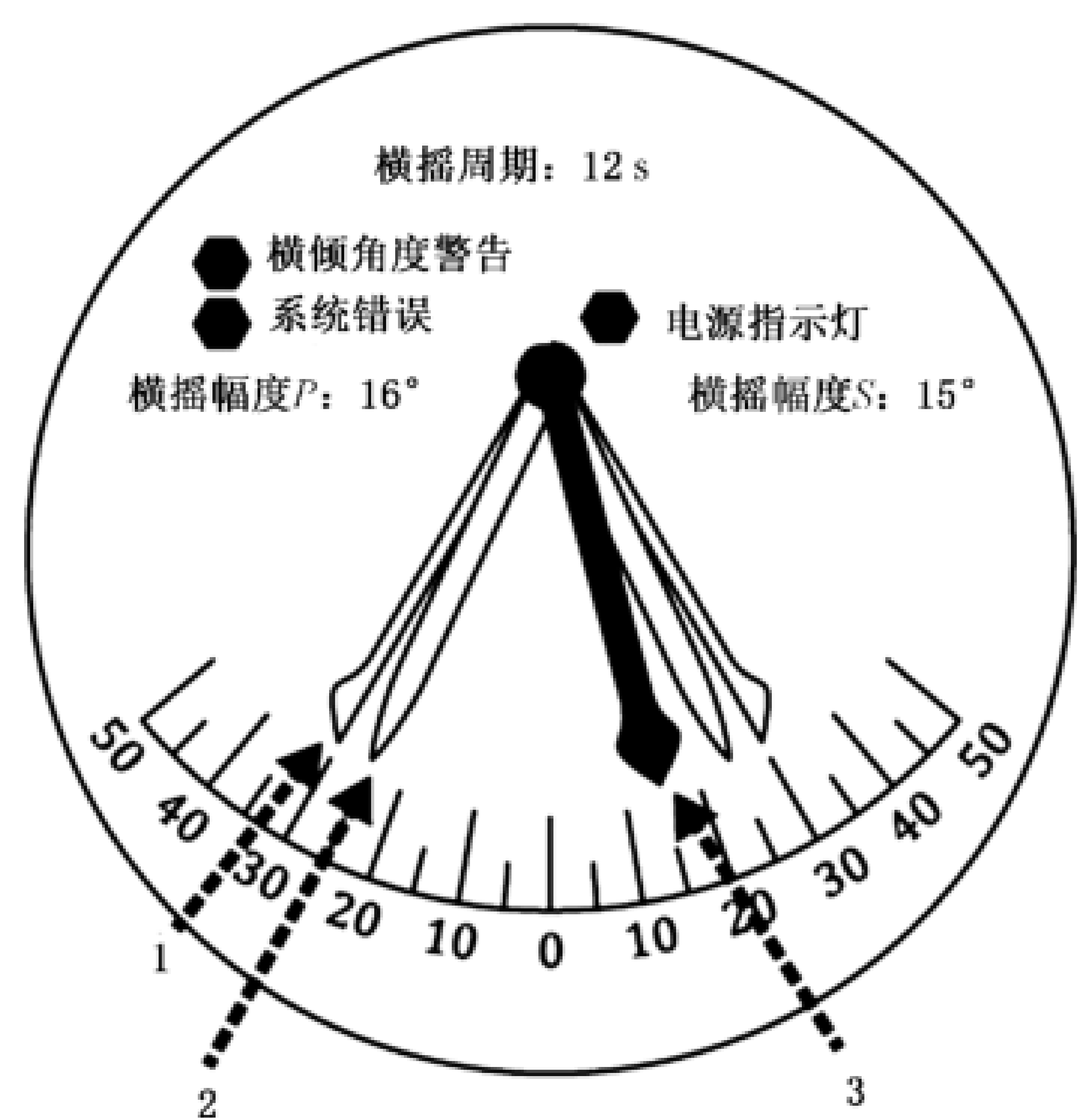
EUT 的传感器放置于检测设备的摇臂顶部。以模拟 10 s 横摇周期和 10° 横摇摆幅旋转传感器超过 60 s。

通过监测 EUT 生成的“HRM”语句,确定输出至少每 200 ms 更新一次。

6.7 显示功能测试

显示功能测试结果应满足 4.4 的要求。

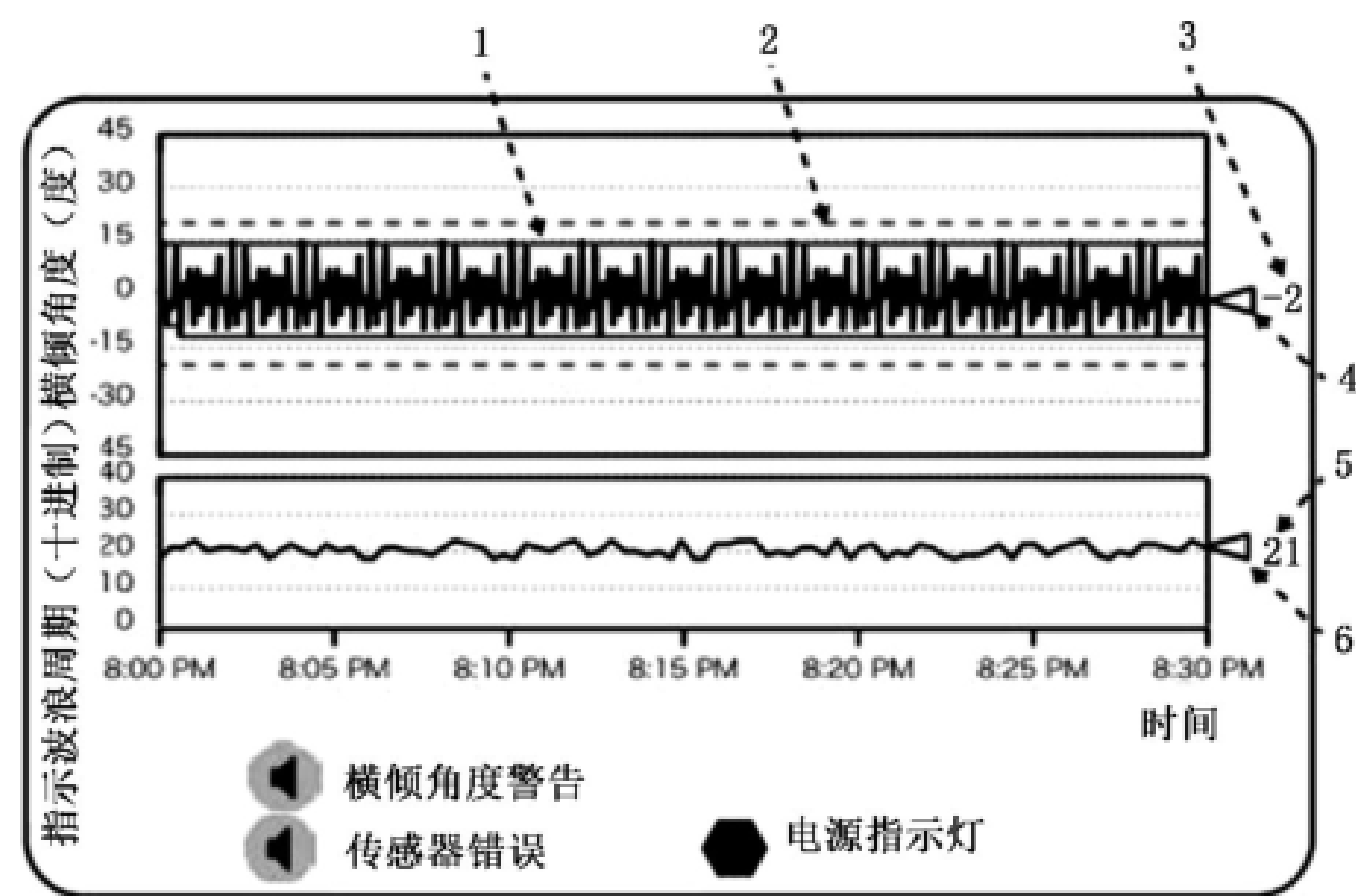
图 1 和图 2 中为显示器的两个示例。图 1 为传统类型的电子倾斜仪显示器示例,图 2 为专用电子倾斜仪或集成在其他船桥系统中的显示器。图 1 和图 2 所示示例仅便于对以下测试方法的理解,不涉及电子倾斜仪显示功能的设计要求。



标引序号说明：

- 1——横摇峰值保持值；
- 2——横倾角阈值；
- 3——模拟横倾角指示。

图 1 传统抬头式电子倾斜仪显示器示例图



标引序号说明：

- 1——横摇峰值保持值；
- 2——横倾角阈值；
- 3——横倾角数字显示界面；
- 4——横倾角模拟显示界面；
- 5——横摇周期数字显示界面；
- 6——横摇周期模拟显示界面。

图 2 电子倾斜仪集成指示显示器示例图

6.7.1 测试方法及要求的测试结果

EUT 传感器固定在检测设备的测试摇臂上。如果 EUT 与其他系统的显示器连接,则其还应连接到监测系统,以便能同时监测输出。传感器受到以下运动的影响。

- a) 将 EUT 传感器向右舷和左舷倾斜至 10° 。通过观察验证实际倾斜角度值以模拟形式显示在专用显示器上,精度不应大于实际值的 $\pm 5\%$ 或 $\pm 1^\circ$ (取较大值),数字显示分辨率为 1° 。通过监测 EUT 发送的“HRM”语句,并观察与 EUT 接口的另一“测试”设备的显示,确认“告知”其他船桥系统的集成显示器的实际横倾角也不应大于实际值的 $\pm 5\%$ 或 $\pm 1^\circ$ (取较大值),数字显示的分辨率为 1° 。
- b) 按照以下设定的横摇周期和横摇摆幅旋转 EUT 传感器:
 - 1) 横摇周期为 10 s,横摇摆幅为 10° ;
 - 2) 横摇周期为 20 s,横摇摆幅为 20° ;
 - 3) 横摇周期为 30 s,横摇摆幅为 30° 。

通过观察验证横摇周期和横摇摆幅值均显示于专用显示器上,精度不大于实际值的 $\pm 5\%$,或 ± 1 s 或 1° (取较大值),数字显示器的分辨率是 1° 和 1 s。通过监测 EUT 发送的“HRM”语句,并观察与 EUT 接口的另一台“测试”设备的显示,确认“告知”其他船桥系统的集成显示器的横摇周期和横摇摆幅的实际值精度不大于实际值的 $\pm 5\%$ 、 ± 1 s 或 1° (取较大值),数字显示的分辨率为 1° 和 1 s。

当测得的横摇周期小于 4 s 时,显示值为“—”;当周期大于 40 s 时,则显示为“++”。

6.8 警报操作测试

警报操作测试结果应满足 4.5.1 的要求。

当电子倾斜仪具有警告功能时,其应发出操作报警,指示已超出设置的横倾角。

当实际的横倾角超过预设阈值时,操作报警功能应显示报警,并发送“ALF”语句用于在其他船桥系统上启动报警。

6.8.1 测试方法及要求的测试结果

警报操作的测试步骤如下。

- a) 如果有手动输入设备,则将阈值设置为 20° 。通过观察验证,在专用显示器或其他船桥系统的集成显示器上正确显示阈值。通过观察验证,用于传送横摇阈值角度(见 4.5.1)的“TXT”语句从电子倾斜仪发送到其他船桥系统,以在其他船桥系统的显示器上显示预设的阈值。
- b) 或通过传输一条用于设置横倾角阈值(见 4.5.1)的“TXT”语句,将阈值设定为 20° 。通过观察验证预设的阈值正确显示在显示器上。
- c) 将横倾传感器倾斜至 30° 。根据 IEC 61924-2 的要求,通过观察验证电子倾斜仪以声音和可视的方式,发出一个操作警报作为“启动—未应答”警告,以及直接分配给在其专用显示器或其他船桥系统的集成显示器上生成警告功能的相关描述文本。通过观察验证“ALF”和“ALC”语句从电子倾斜仪传输到其他船桥系统,以报告电子倾斜仪的新警告状态(启动—未应答)。
- d) 通过观察验证在“启动—未应答”和“启动—应答”状态变化以及“静音”和“继续”动作下,按照 IEC 61924-2 规定的要求采取适当措施。
- e) 将横倾传感器恢复到零度姿态。通过观察验证包括视觉指示的警告持续出现,并且警告状态为“启动—应答”。
- f) 将警报状态从启动状态更改到正常状态。如果更换的设备在其他船桥系统上,则使用“TXT”语句将警报状态从启动更改为正常状态(见 4.5.1)。通过观察确认包括视觉指示的警告消除。

6.9 警报功能测试

警报功能测试结果应满足 4.5.2 的要求。

6.9.1 测试方法及要求的测试结果

警报功能测试步骤如下。

- a) 将电子倾斜仪设为故障状态。通过观察验证,按照 IEC 61924-2 的要求,在没有音频信号和语音输出的情况下,电子倾斜仪将警报功能初始化为“启动—未应答”警告,并与产生警告功能的相关描述性文本一起显示在其专用显示器或其他船桥系统的集成显示器上。
- b) 通过观察验证在“未应答”和“应答”状态变化以及“静音”和“继续”动作下,按照 IEC 61924-2 的要求采取适当措施。
- c) 将电子倾斜仪从故障状态复位。通过观察确认包括其视觉指示的警报状态在警告条件纠正后消失。

6.10 横摇峰值保持值测试

横摇峰值保持值测试结果应满足 4.3.3 的要求。

6.10.1 测试方法及要求的测试结果

按以下条件旋转电子测斜仪:

- a) 横摇周期 10 s,横摇摆幅 10°,旋转持续时间超过 60 s;
- b) 横摇周期为 30 s,横摇摆幅为 30°,旋转持续时间超过 180 s;
- c) 停止旋转。

验证在专用显示器上显示横摇峰值保持值,和/或通过电子倾斜仪将“HRM”语句传输至其他船桥系统,且该语句包含正确的横摇峰值保持值。

6.11 横摇峰值保持值复位功能测试

当电子倾斜仪具有显示横摇峰值保持值的功能时,其应为用户提供一个手动复位装置,用于通过单步操作实现复位功能。

当复位功能启动时,横摇峰值保持值应变为 0。

当复位功能启动时,宜记录复位日期/时间,并在专用显示器或集成显示器上进行显示。

6.11.1 测试方法及要求的测试结果

如果电子倾斜仪有复位按钮,按下横摇峰值保持值的复位键,或通过向电子倾斜仪传送“TXT”语句(见 4.3.3)将横摇峰值保持值复位。

进行如下验证:

- a) 右舷和左舷横摇峰值保持值设置为 0,并且复位日期/时间设置为按下复位按钮或收到“TXT”语句(见 4.3.3)的时间;
- b) 电子倾斜仪传送的“TXT”语句(见 4.3.3),包括正确的横摇峰值保持值和复位日期/时间。

6.12 电源测试

应确认当船舶的主电源不可用时,电子倾斜仪由船舶应急电源供电。

7 设置位置

[IMO MSC.363 (92),11] 应记录电子倾斜仪传感器的设置位置,并可用于配置航行数据记录仪。

8 信息

制造商应提供足够的设备文件,使合格的船员能够有效地操作和维护设备。

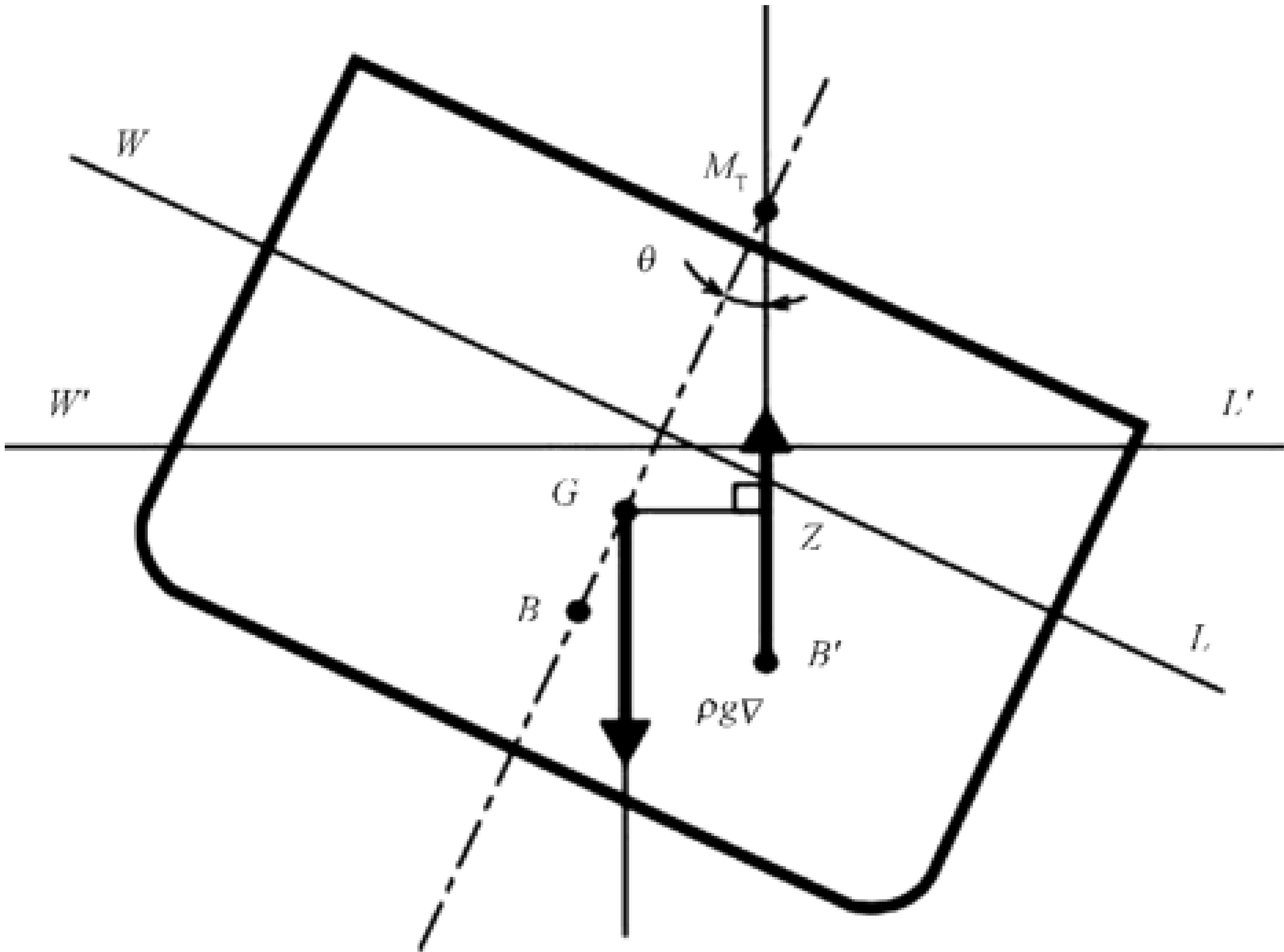
附录 A
(资料性)

船舶在海浪中的横向稳心稳定性与测得的固有横摇周期间的关系

为便于理解在恶劣海况海域航行时,测得的固有横摇周期和有效的 GM (船舶的初稳性高度) 在决策制定中发挥的作用,本附录将解释稳定性和船舶在海浪中测得的固有横摇周期的关系。

一个船体的横截面如图 A.1 所示,图中表示出了由倾斜引起的恢复倾斜力矩。

由于在横倾角较小时 (一般小于 10°), GM 视为有效,横摇运动的恢复倾斜力矩可表示为公式 (A.1),横摇运动加速度可由公式 (A.2) 计算。



- 标引符号说明:
- B —— 浮心;
 - B' —— 船舶横倾后的新浮心;
 - G —— 船舶重心;
 - WL —— 船舶水线;
 - $W'L'$ —— 船舶横倾后的新水线;
 - M_T —— 船舶稳性高度;
 - Z —— 浮力;
 - ρ —— 水密度;
 - g —— 重力加速度;
 - θ —— 横倾角。

图 A.1 恢复倾斜力矩

$$M = \rho g \nabla \overline{GM}_T \sin\theta = \rho g \nabla \overline{GM}_T \theta \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- M —— 恢复倾斜力矩,单位为牛顿米(Nm);
- ρ —— 水密度,单位为千克每立方米(kg/m³);
- g —— 重力加速度,单位为米每二次方秒(m/s²);
- ∇ —— 排水量,单位为立方米(m³);
- \overline{GM}_T —— 横向初稳性高度,单位为米(m);

θ ——横倾角,单位为弧度(rad)。

由于 $(I_x + J_x)\ddot{\theta} = -M$,则

$$\ddot{\theta} = -\frac{\rho g \nabla \overline{GM_T}}{I_x + J_x} \theta \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

$\ddot{\theta}$ ——横摇运动角加速度,单位为弧度每二次方秒(rad/s²);

I_x ——横摇运动的惯性力矩,单位为牛顿米(Nm);

J_x ——在水中横摇的船舱的附加惯性力矩,单位为牛顿米(Nm)。

因此,自然角频率和横摇运动周期分别表示为公式(A.3):

$$\omega^2 = \frac{\rho g \nabla \overline{GM_T}}{I_x + J_x} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

ω ——横摇运动的自然角频率,单位为弧度每秒(rad/s)。

$$T = 2\pi \frac{1}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{I_x + J_x}{\rho g \nabla \overline{GM_T}}} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

T ——固有横摇周期,单位为秒(s)。

另一方面,横摇运动半径 k ,由公式(A.5)定义。

$$k^2 \rho \nabla = I_x + J_x \dots\dots\dots (A.5)$$

由公式(A.4)和公式(A.5), $\overline{GM_T}$ 可推导为:

$$T = 2\pi \frac{k}{\sqrt{g \overline{GM_T}}}$$
$$\overline{GM_T} = 4\pi^2 \frac{k^2}{T^2 g} \dots\dots\dots (A.6)$$

此外,考虑到商船的横摇运动半径 k 约为船舶宽度的 0.4 倍,则 $\overline{GM_T}$ 可简化为公式(A.7):

$$\overline{GM_T} = 0.64 \frac{B^2}{T^2} \dots\dots\dots (A.7)$$

式中:

B ——船舶的最大宽度,单位为米(m)。

公式(A.7)是著名的简化公式,用于由测量的固有横摇周期计算 $\overline{GM_T}$ 。

由实际横倾角的测得时程的频率分析,结果得出航行中横摇运动的自然周期,再由公式(A.7)得出横向初稳性高度 $\overline{GM_T}$ 。

但是,公式(A.7)只适用于横摇摆幅足够小的情况。 k 一般随着船体形状和负载状态而改变。当横摇摆幅不够小的情况下,恢复倾斜力矩, M 也会由于有效的横向初稳性高度 $\overline{GM_T}$ 明显减小而降低。

据此,有如下发现:

- 测得的固有横摇周期可看作横向初稳性高度 $\overline{GM_T}$ 的下降系数,其减少了船舶的恢复倾斜力矩和中心稳定性;
- 其不适用于作为绝对阈值来警报因波浪引起的中心稳定性的降低,尤其是在恶劣海况下;
- 在恶劣海况下航行时,当被用于决策制定时,决策制定者宜理解公式(A.7)有效性的条件。

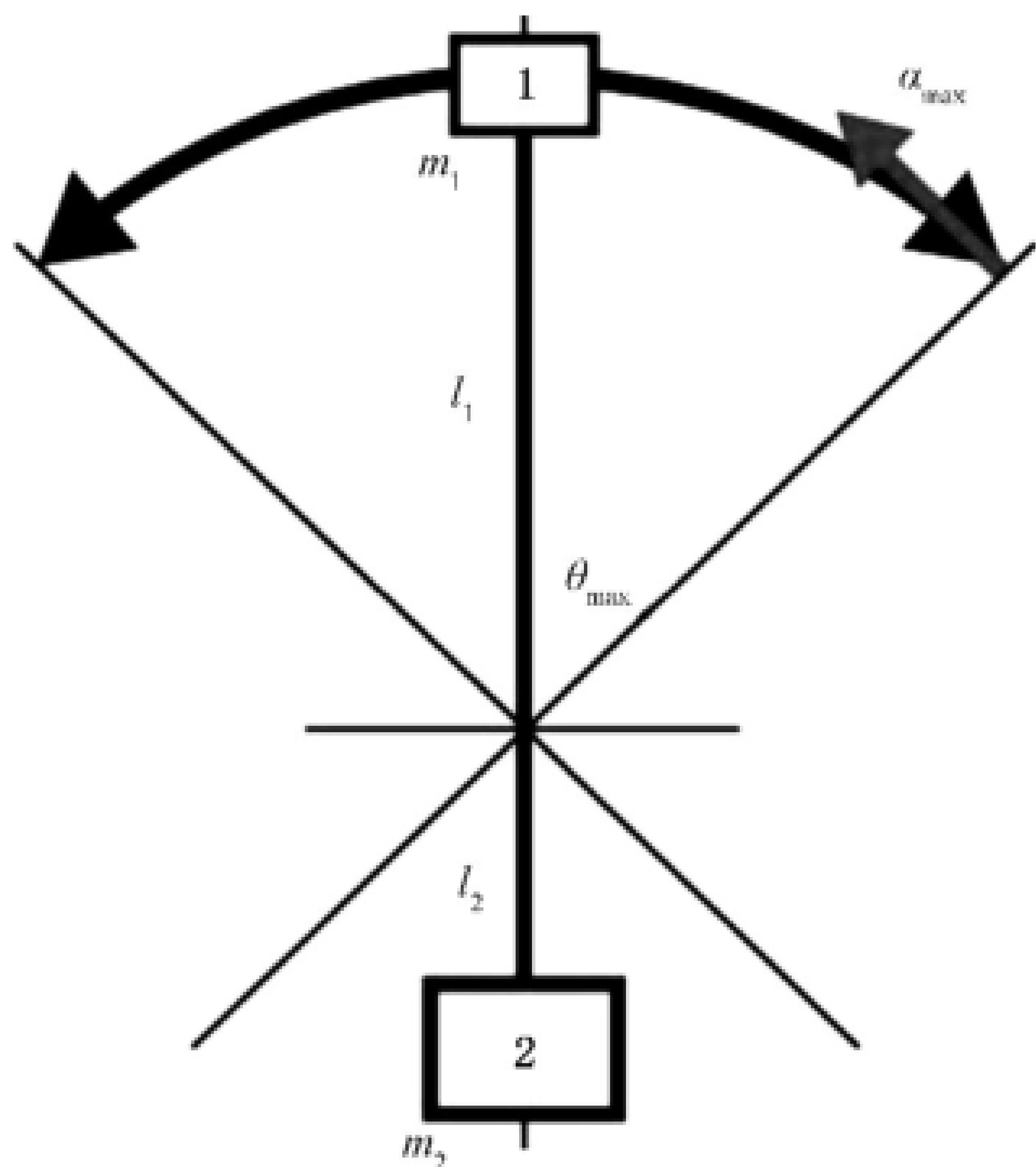
附录 B
(资料性)
检测设备型式试验方法

为满足与船上横摇运动相似的条件要求,可使用倒立摆检测设备。检测设备的示意图见图 B.1。待测电子倾斜仪的传感器部件被放置在该设备的顶部,使得传感器部件的横摇轴线平行于检测设备的轴线。在检测设备的底部设有配重,以调整横摇周期。横摇摆幅可通过靠近摆锤的垂直位置的参数加速度来控制。

本文件中所需的横摇周期的测试条件可通过比率 $\frac{l_1}{l_2}$ 和 $\frac{m_1}{m_2}$ 的适当组合来获得,例如 $\frac{l_1}{l_2}=2$ 和 $\frac{m_1}{m_2}=0.2$,则横摇周期为 4 s。改变这些比率可使横摇周期在 4 s~40 s 之间改变。根据本文件要求横向加速度取 0.8g,由 l_1 、横摇摆幅和横摇周期的值决定,例如, $l_1=2.6$ m,横摇摆幅为 30°,横摇周期为 4 s,则在检测设备顶部提供 0.8g 横向加速度,包括重力加速度的切向分量。

根据本附录的要求,检测设备和待测电子倾斜仪的输出同时记录并进行检查。

检测设备测量的分辨率在角度上宜不大于 0.2°,在时间上宜不超过 0.04 s。



- 标引说明:
- 1 —— 传感器部件;
 - 2 —— 配重;
 - l_1 —— 传感器部件到回转中心的杆臂长度,单位为米(m);
 - l_2 —— 配重到回转中心的杆臂长度,单位为米(m);
 - m_1 —— 传感器部件的质量,单位为千克(kg);
 - m_2 —— 配重的质量,单位为千克(kg)。

图 B.1 倒立摆设备的示意图

附录 C
(资料性)

VDR 和其他系统的 IEC 61162-1 接口

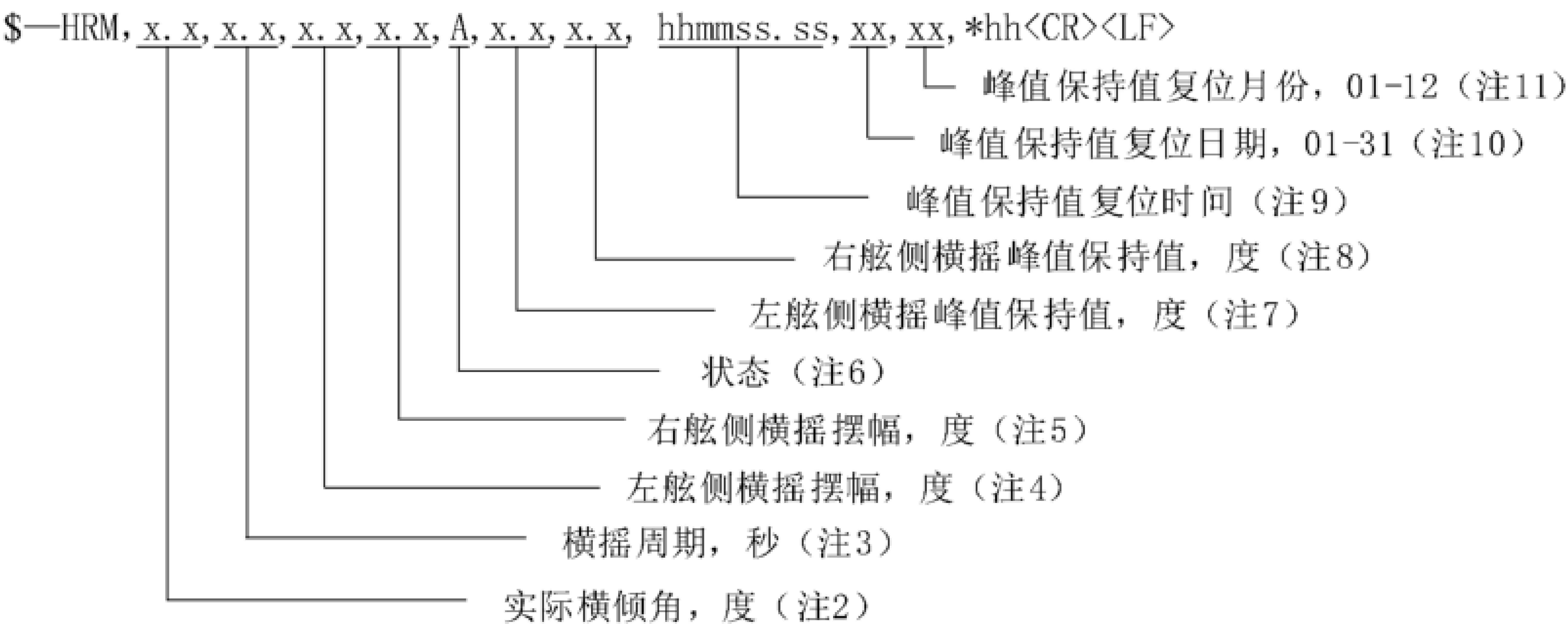
C.1 VDR 和其他系统的接口

电子倾角仪的性能标准要求具备以下功能,以便向 VDR 和其他系统传输数据。
[IMO MSC.363 (92),10.1]电子倾斜仪具有用于向其他系统(例如 VDR)提供实际横倾角信息的数字接口,更新率至少为 5 Hz。电子倾斜仪还具有用于提供横摇周期和横摇摆幅的显示信息(见 4.3)的数字接口。
[IMO MSC.363(92),10.3]数字接口符合 IEC 61162-1 的要求。
用于电子倾斜仪数据传输的“HRM”语句见 IEC 61162-1。
传输语句的接口符合 IEC 61162-2 的要求。

C.2 HRM-横倾角,横摇周期以及横摇摆幅测量设备

本语句用于向 VDR 和其他系统提供电子倾斜仪的实际横倾角、横摇周期和横摇摆幅。此信息的更新速率至少为 5 Hz。
本语句也可提供横摇峰值保持值和它们的复位时间。横摇峰值保持值是常规摆式倾斜仪的摩擦摇臂指示的值。
除了电子倾斜仪的 IMO 性能标准的要求外,电子倾斜仪的显示器上还可显示横摇峰值保持值。横摇峰值保持值是从峰值保持值的上次复位时间开始左舷侧和右舷侧的横摇摆幅的最大值的绝对值。横摇峰值保持值表示为摆锤式倾斜仪的摇臂指示的值,并用于恶劣天气条件下航行时的决策制定。可选值用于在专用显示器或集成船桥系统的其他显示器上显示横摇峰值保持值的信息。

注 1: 关于这些语句可能的后续版本,见 IEC 61162-1。



- 注 2: 实际横倾角,以船舶水平姿态为基准的瞬时角度,右舷低为正,左舷低为负。
注 3: 横摇周期,在横倾角的相邻最大值之间的时间,横倾从右舷移动到左舷再返回右舷。
注 4: 将左舷侧幅度作为正值,最后横摇的横倾角的最大值。
注 5: 右舷侧横摇摆幅,右舷侧最后横摇的横倾角的最大值。
注 6: 状态,A 表示数据有效,V 表示数据无效。
注 7: 左舷侧横摇峰值保持值,从上一次复位开始测得的左舷侧横摇横倾角的最大值,最小分辨率为 1°。当数据无效时,此位为空。
注 8: 右舷侧横摇峰值保持值,从上一次复位开始测得的右舷侧横摇横倾角的最大值,最小分辨率为 1°。当数据无

效时,此位为空。

注 9: 峰值保持值复位时间,峰值保持值复位的时间,世界标准时间(UTC)的时、分和秒。不宜使用小数点和秒的分数。当数据无效时,此位为空。

注 10: 峰值保持值复位日期,峰值保持值复位的日期,UTC 日期。当数据无效时,此位为空。

注 11: 峰值保持值复位月份,峰值保持值复位的月份,UTC 月。当数据无效时,此位为空。

参 考 文 献

[1] IEC 61162-3 Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems—Digital interfaces—Part 3: Serial data instrument network

[2] IEC 61162-450 Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems—Digital interfaces—Part 450: Multiple talkers and multiple listeners—Ethernet interconnection

[3] IMO resolution A.694 (17) General requirement for shipborne radio equipment forming part of the global maritime distress and safety system (GMDSS) and for electronic navigational aids

[4] IMO resolution MSC.333 (90) Revised Performance standards for shipborne voyage data recorders (VDRs)

www.bzxz.net

免费标准下载网