



指南编号/Guideline No.N-03(202001)

N-03

操舵装置控制系统

生效日期/Issued date: 2020 年 01 月 19 日

©中国船级社 China Classification Society

前言

CCS 产品检验指南规定了拟申请 CCS 认可/检验的船舶入级产品、授权法定产品的适用技术要求及检验试验要求。

本指南并不限制用户采用其它试验方法和要求,但相关试验方法及要求应不低于本指南的要求。

本指南由 CCS 编写和更新,通过网址 <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 mp@ccs.org.cn。

历史发布版本及发布时间: N-03(201510) 2015 年 10 月 20 日

N-03(201610) 2016 年 10 月 28 日

N-03(201610) 2020 年 01 月 19 日

本版本为修订版,主要修改内容:

IACS.UI.SC94 把第 4 点“控制系统的故障探测和响应”删除,而 URE25“操舵控制系统的故障探测和响应”的内容完全来源于 IACS.UI.SC94 第 4 点,本次修订在 2.1 认可和检验依据中增加 URE25 Failure detection and response of all types of steering control systems,同时保留 IACS.UI.SC94。

将 URE25 相关要求纳入规范性引用文件。

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.....	6
5	设计技术要求.....	7
6	型式认可和单件/单批试验.....	12

操舵装置控制系统

1 适用范围

1.1 本指南适用于在海上航行船舶（除高速船外）的操舵装置控制系统，包括航向控制系统、随动操舵控制系统等的型式认可和单件/单批产品检验。简单操舵（非随动）系统可参照执行。

1.2 操舵装置控制系统：系指用以将舵令由驾驶室传至舵机装置动力设备之间的一系列设备。操舵装置控制系统由发送器、接收器、液压控制泵及电动机、电动机控制器、管路和电缆组成。

1.3 本指南不适用于上述操舵装置控制系统中的液压控制泵及电动机、管路和除设备外的船舶电缆。

1.4 本指南不适用于航迹控制系统。

2 规范性引用文件

2.1 认可和检验依据如下：

2.1.1 SOLAS (1974)及其修正案第 II-1 章第 29 条

2.1.2 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 13 章；

2.1.3 海安会决议 MSC.64(67)附件 3 自动操舵仪性能标准；

2.1.4 ISO 11674(2006-09) Ships and marine technology-heading control systems

2.1.5 IACS UI SC94 Mechanical, hydraulic and electrical independency and failure detection and response of steering control systems

2.1.6 IEC 60945-2002《船舶航海和无线电通讯设备系统一般要求、试验方法和要求的试验结果》；

2.1.7 IEC 61162 series

2.1.8 IEC 62288 Ed.1.0(2008) Maritime navigation and radio communication equipment and systems –Presentation of navigation-related information on shipborne navigational displays – General requirements, methods of testing and required test results

2.1.9 中国船级社 GD22-2015《电气电子产品型式认可试验指南》(现行有效)

2.1.10 URE25 Failure detection and response of all types of steering control systems

3 定义和术语

CCS《钢质海船入级规范》第3篇第13章及ISO 11674(2006-09)中的定义适用于本指南。为编写及使用方便,本指南直接引用或补充下列定义。

3.1 手动操舵模式

与自动操舵模式(航向控制模式)相对应,手动控制操舵装置的方式,随动操舵模式和简单操舵模式均可认为是手动操舵模式。

3.2 自动操舵模式

使船舶自动地稳定在给定的航向(艏向)或航迹线上的操舵控制方式,航向(艏向)控制模式和航迹控制模式均属自动操舵模式。本指南仅适用于航向(艏向)控制模式。

3.3 随动操舵模式(Follow-up mode, FU mode)

一种闭环控制模式,手动给出舵角指令,并使舵机按照给定舵角指令转舵的操舵控制模式。

3.4 简单操舵模式(Non follow-up mode, NFU mode)

一种开环控制模式,手动控制,使舵机按照给定转向转舵的操舵控制模式。

3.5 船舶运动模拟器

ISO 11674-2006 附录A给出的,用于航向控制功能试验的船舶运动模拟装置。

3.6 操舵误差(随动操舵模式)

在规定的操舵角度范围内,舵叶实际位置与操舵控制系统给定舵角值之间的偏差

3.7 操舵灵敏度(随动操舵模式)

操舵仪工作时，使操舵仪末级元件动作的最小给定舵角

3.8 操舵仪不灵敏性（随动操舵模式）

操舵仪工作时，操舵仪末级元件不动作的舵角范围（即：操舵灵敏度的可调范围）

3.9 航向稳定性（航向控制模式）

在给定海况条件下，船舶航向与设定航向间的偏差，以偏差的平均值和最大值表示。

3.10 操作装置

用来操作航向控制系统的部件，如开关、按钮、键盘、手柄等。

4 图纸资料

4.1 下列图纸资料应提交 CCS 批准：

4.1.1 产品技术条件（应包括主要软件版本号）；

4.1.2 系统原理图；

4.1.3 系统主要单元原理图：控制单元、舵机启动箱、控制转换、报警箱（单元）、反馈单元等；

4.1.4 外形结构图及面板布置图；

4.1.5 型式试验大纲。

4.2 下列图纸资料应提交 CCS 备查：

4.2.1 产品使用说明书；

4.2.2 系统组成方框图；

4.2.3 各组成部份接线图；

4.2.4 出厂试验记录（样本）；

4.2.5 产品主要零部件清单；

4.2.6 产品标识或铭牌、产品质量证明书样本。

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“受保护设备”的试验要求。

5.2 功能和性能要求

5.2.1 操舵位置及转换

(1) 舵机舱控制

在舵机舱应设有操舵地点选择开关，用于改变操舵地点，当转到舵机舱操舵时，舵机装置动力设备的控制及操舵控制应可由舵机舱控制箱/台完成，驾驶室应对舵机舱控制无影响。

(2) 驾驶室控制

当操舵位置转换到驾驶室时，舵机装置动力设备的控制及操舵控制应可由驾驶室控制单元/台完成。

(3) 远程控制（如有此功能）

在驾驶室，可以通过转换开关来选择“远操”模式，在该模式下，可以通过远操台/盒，来进行远距离操舵。在任何条件下，在驾驶室可以转至本地操作。

5.2.2 操舵模式及转换

(1) 驾驶室控制单元/台上应设置操舵模式转换开关或专用按键，可以通过单一操作，在自动操舵模式（航向控制）、随动操舵模式、简单操舵模式、远操操舵模式（如适用）间转换^①。该转换开关或专用按键应布置在使用者易于接近和使用的位置。

^①备注：除简单操舵（非随动）模式外，其他操舵模式是可选的。

- (2) 无论舵叶处于何位置，应能通过上述转换开关或专用键，在 3 秒内完成自动操舵模式至手动操舵模式或从手动操舵模式至自动操舵模式的转换。在任何情况下，包括自动操舵模式的控制单元发生故障，操舵控制系统应可从自动操舵模式转至手动操舵模式。
- (3) 在任何情况下，包括随动操舵模式的控制单元发生故障，操舵控制系统应可从随动操舵模式转至简单操舵模式。
- (4) 当从人工操舵转换为自动操舵时，如果没有新的安全指令输入，航向控制系统应将此时的实际航向作为预设航向。
- (5) 在操舵模式转换开关上设有操舵模式指示，并且在主操舵台上设有相应的灯光指示，显示正在工作的是哪一种操舵模式。

5.2.3 航向控制单元功能及性能要求

- (1) 航向控制单元操作装置的设计应按照 IEC60945 第 6.1 所述的人机工程学原则。航行相关信息的显示应满足 IEC62288 的适用要求。
- (2) 所有操作装置应便于进行正常操作，并在设备通常操作位置易于识别。用于非正常操作的控制装置应不易接近以防止误操作。控制装置的数量及布置应满足简单、安全、易用的要求。
- (3) 控制单元应设有照明装置应便于操作设备和读取相关的信息和指示，应可以调节亮度，以适应夜航的需求。
- (4) 除非具有无须人工干预的自动调节功能，控制单元应设有足够的调节装置用以校正海况及船舶操纵特性对于艏向控制系统性能的影响。
- (5) 航向设定

设定航向的改动应只有通过驾驶员有意识的确定行为才可进行，应有防止非故意改变设定航向的措施，如，要求操舵人员确认。航向设定装置应设计为通过“顺时针旋转”或“向右扳动”使设定航向朝右舷方向改变，通过“逆时针旋转”或“向左扳动”使设定航向朝左舷方向改变。

- (6) 当以自动操舵模式改变航向时，船舶的回转方向应与航向设定时，航向的改变方向相一致（即，设定航向时朝右舷方向改变，则船舶

实际航向的改变亦应朝右舷方向进行，反之亦然)。预定航向控制外，其它控制，不应造成本船航向的显著改变。

(7) 舵角限制

在自动操舵模式下，应设有可调节的舵角限制措施，当舵令或实际舵角达到舵角限制值时应进行指示。当航向控制单元设有其他转向控制功能时，可以不设舵角限制功能，或与其他功能组合使用。

(8) 允许的艏摇

应有措施防止船舶正常的首摇造成不必要的操舵动作。

(9) 航向变换及指示精度

操舵装置控制系统的航向显示器显示航向与航向传感器的偏差应不大于 0.5° 。

(10) 预设回转速率（如适用）

如果航向控制单元具有按照预设的回转速率进行船舶转向控制的功能，则在不影响船舶操纵特性的足够宽与深的平静海面上，在船舶正常装载状态下，当船舶回转处于稳定状态时，回转速率的控制精度应优于预设值的 $\pm 10\%$ 或 $3^{\circ}/\text{min}$ （取大者）。^①

(11) 预设回转半径（如适用）

如果航向控制单元具有按照预设的回转半径进行船舶转向控制的功能，当船舶回转处于稳定状态时，回转半径的控制精度应按上述(10)预设回转速率的数据进行计算。^①

(12) 超调量限制

航向控制单元应包含一个压舵角调节控制器或类似的系统以便在改变至预设航向过程中没有明显的超调。

^①备注：可能在某些情况下，由于天气、海况或船舶操纵特性的影响，即使以最大舵角转向，也无法按照预设的回转速率进行转向。

(13) 航向稳定性

在无干扰的情况下，预设航向和实际航向的平均误差值应在 $\pm 1^{\circ}$ 之内、且最大单边振幅应在 1.5° 之内。

5.2.4 随动控制单元功能及性能要求

(1) 操舵误差

随动操舵时，在规定操舵范围内，操舵误差不大于 1° ；零位时不大于 0.5° 。

(2) 操舵灵敏度

操舵灵敏度不应大于 1° 给定舵角。

(3) 舵角限位

$\pm 35^{\circ}$ （可调）

(4) 不灵敏性

应设有灵敏度调节，不灵敏区在 $0.5^{\circ} \sim 2^{\circ}$ 之间可调。在操舵范围内，舵叶不应有震荡现象。

5.2.5 系统供电

(1) 操舵装置控制系统的供电应由位于舵机舱内某处且与相应的操舵装置动力线路联用的独立线路供电。此控制系统也可直接由主配电板或应急配电板设独立线路供电，该独立线路应邻近于相应的操舵装置动力线路，并与它位于同一汇流排区段内。上述控制系统的电源线路只应设置短路保护。（见规范第3篇 13.1.8.5（4））；

(2) 操舵电磁阀的供电电磁阀的供电应取自相应动力单元；

(3) 报警装置（单元）的供电应设有相应的指示，并确保在操舵控制系统的控制装置（单元）失电或故障时，报警装置能够发出本指南 5.2.7 所规定的相应报警。

5.2.6 系统部件间的独立性要求

- (1) 操舵装置控制系统应设有两套独立的动力及控制系统（除操舵手轮及操舵手柄可共用外）。两系统应可以自动切换，互为备用。当一套系统故障时，可以在 3 秒内切换到另一系统工作。也可以通过选择开关手动切换。当断电恢复后，应可以自动再启动；
- (2) 除可共用操舵手轮/手柄及操舵模式选择开关外，两套系统应在机械及电气系统上完全独立，任何一个元件的损坏不应同时影响两个系统。当共用操舵模式选择开关时，两套系统对应的端子，应通过隔离板或气隙加以分隔；
- (3) 舵角反馈装置的设计应满足独立性的要求：机械部分可以共用，但电气部分应各自独立；
- (4) 安装在各单元、控制箱、配电板或驾驶室控制台上的两套操舵装置控制系统的电线、接线端子和部件应尽可能远地分隔。如果确实分隔不可行，则可用滞燃隔板予以分隔。

5.2.7 报警和指示

- (1) 操舵装置控制系统应满足中国船级社《钢质海船入级规范》第 3 篇第 13 章 13.1.9.1 关于报警和监测的要求。
- (2) 除(1)的规定外，对于航向控制系统应设有：偏航报警、航向监测报警（如适用）、航向数据源指示（如适用）、航向传感器故障。

5.2.8 接口和其它

- (1) 应设置适当的接口以连接航向传感器。
- (2) 如设有回转半径控制等与船速相关的控制功能，则应设置适当的接口以连接船舶速度传感器。
- (3) 如需要，应设置适当的接口与船舶其它航向相关系统相连接。
- (4) 上述接口建议采用 IEC61162 系列标准。
- (5) 航行相关信息的显示应满足 IEC62288 的适用要求。

6 型式认可和单件/单批试验

6.1 原则规定

操舵装置控制系统应经我社型式认可。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。

6.2 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。应选择操舵模式最多，功能最多的产品组成操舵装置控制系统。试验样品应由我社验船师在产品制造厂现场抽取。

6.3 试验机构

型式认可试验应选择本社接受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。对于某些功能试验项目，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。艏向控制系统功能试验所使用的船舶模型应满足 ISO 11674—2006 附录 A 的规定，并应经本社验船师确认。

6.4 型式认可试验项目及要求

型式认可试验项目见下表，其中电磁兼容试验和环境条件试验仅适用于各类操舵控制单元组成的主仪器。

6.5 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，按照批准的《产品检验计划》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。

—外观及内部接线检查

—绝缘电阻测量

一 耐压试验

一 功能确认试验

如果验船师认为必要，可增加试验项目及抽样数量。

试验项目表

表 6.5

序号	试验项目	技术要求条款试验方法条款
1	外观、结构及外壳、导体和内配线、接地、标识检查	
2	操舵位置及转换功能	本指南 3.5.2.1
3	操舵模式及转换	本指南 3.5.2.2
4	航向控制器功能试验	本指南 3.5.2.3、ISO 11674 第 5.5 条
5	随动控制单元功能试验	本指南 3.5.2.3
6	报警和指示功能试验	本指南 3.5.2.7
7	接口检查和试验	本指南 3.5.2.8
8	耐电压试验	中国船级社 GD22-2015《电气电子产品型式认可试验指南》（现行有效）第 2.14 条
9	绝缘电阻测量	中国船级社 GD22-2015《电气电子产品型式认可试验指南》（现行有效）第 2.3 条
10	极端供电条件试验	IEC600945 7.1, 5.2.2
	电源短期变化的抗扰度	IEC600945 7.3, 10.7
	电源故障的抗扰度	IEC600945 7.4, 10.8
11	高温试验	IEC600945 8.2
12	交变湿热试验	IEC600945 8.3
13	低温试验	IEC600945 8.4
14	振动试验	IEC600945 8.7
15	外壳防护试验	IEC60533
16	盐雾试验	IEC600945 8.12
17	设备噪声和报警信号声强	IEC60945 11.1
18	磁罗经安全距离	IEC60945 11.2

19	传导发射	IEC600945 9.2
20	外壳端口辐射发射	IEC600945 9.3
21	射频场感应的传导骚扰抗扰度	IEC600945 10.3
22	射频电磁场辐射抗扰度	IEC600945 10.4
23	电快速脉冲群抗扰度	IEC600945 10.5
24	浪涌抗扰度	IEC600945 10.6
25	静电放电抗扰度	IEC600945 10.9