

指导性文件
GUIDANCE NOTES
GD07-2017



中国船级社

直翼舵桨装置技术指南

2017

生效日期：2017年4月13日

北京

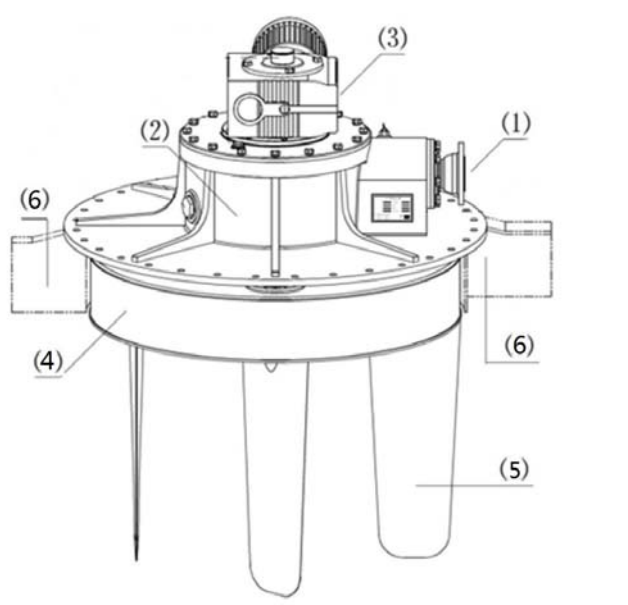
目 录

1 一般规定	3
1.1 一般要求.....	3
1.2 定义.....	4
1.3 图纸资料.....	4
2 桨叶	5
2.1 一般要求.....	5
2.2 设计工况及强度评估.....	5
3 桨叶旋转机构	6
3.1 一般要求.....	6
3.2 其他要求.....	6
4 转向系统	6
4.1 一般要求.....	6
4.2 基本性能.....	6
4.3 供电.....	7
4.4 监测和报警.....	7
5 直翼侧推装置	8
5.1 一般要求.....	8
6 振动校核	8
7 产品检验	8

1 一般规定

1.1 一般要求

1.1.1 本指南适用于船舶主推进或侧推用的直翼舵桨装置（见图 1.1.1）的审图和检验。



注：（1）推进器动力输入法兰；（2）减速齿轮箱；
（3）转向动力设备；（4）转筒；
（5）桨叶；（6）船体安装基座支撑构件

图 1.1.1 直翼舵桨装置构造示意图

1.1.2 直翼舵桨装置及其涉及的船舶相关系统除应符合 CCS 现有规范、指南对其适用的相关规定外，还应满足本指南要求。

1.1.3 直翼舵桨装置应具有足够的强度、能力和必需的支持系统，以便为船舶在所有操作工况下提供有效的推力和转向控制。

1.1.4 当用作船舶的主推进时，一般应至少设有两套直翼舵桨装置。如仅设有单套，应通过故障模式和影响分析（FMEA）对该装置的转向系统进行详细的风险分析以确保单一故障发生时系统的整体有效性。

注：① FMEA 的目标是：转向装置、控制系统和供电系统中任何单一故障不应导致船舶转向能力的丧失（对于海船，应至少保有等效于辅助转向装置的转向能力）；

② FMEA 程序步骤参见 IEC60812-2006，类似的分析案例可参见 IACS UR M69。

1.1.5 应采取有效的防腐措施，防止海水对水下构件的腐蚀。

1.1.6 装置的安装基座一般应适当设置与船体结构相连的支撑构件。装置底座的承重和支撑构件应按照 CCS《钢质海船入级规范》第 8 篇第 15 章第 3 节的适用要求进行强度校核。

1.1.7 经 CCS 特别考虑，可接受不同于本指南要求的等效设计。

1.2 定义

1.2.1 **转向系统**（等效于操舵系统）系指船舶的方向控制系统，包括主转向装置（等效于主操舵装置）、辅助转向装置（等效于辅助操舵装置）和转向控制系统（等效于操舵装置控制系统）。

1.2.2 **主转向装置**系指在正常航行情况下为驾驶船舶而使桨叶轴产生动作进而改变船舶转向角（等效于舵角）所必需的动力设备、转向机构（等效于转舵机构）及其附属设备和向桨叶轴施加转矩的部件。转向电机可视作动力设备和转向机构的组成部分。

1.2.3 **辅助转向装置**系指主转向装置失效时，为驾驶船舶所必需的设备，这些设备不应属于主转向装置的任何部分，但可共用向桨叶轴施加转矩的部件。

1.3 图纸资料

1.3.1 船舶审图除现有规范要求外，还需提交下列图纸资料：

- (1) 直翼舵桨装置布置图（包括与船体的间隙等）；
- (2) 直翼舵桨装置底座的承重和支撑构件强度计算书；
- (3) 故障模式和影响分析（FMEA）报告（适用时）。

1.3.2 产品审图需提交的图纸资料：

- (1) 机械部分：
 - (a) 产品主要性能规格（如图纸中已包含此内容可不单独提交）；
 - (b) 总装配图；
 - (c) 主要零部件图（如：主轴、中心轴、桨叶及桨叶轴、锥齿轮轴、锥齿轮、过桥齿轮轴、过桥齿轮、中心齿轮、盘齿、转筒、连杆、起动杆、联结器、摇杆、齿轮箱体图等）；
 - (d) 计算书（包括轴系强度、桨叶强度、齿轮强度校核、连杆及其附件（如有）等计算书）；

- (e) 主要零件材料理化性能一览表(如图纸中已包含此内容可不单独提交);
 - (f) 出厂试验大纲。
- (2) 电气部分:
见 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇第 1 章 1.1.3.2 的要求。

2 桨叶

2.1 一般要求

- 2.1.1 桨叶及桨叶轴制造材料应符合 CCS《材料与焊接规范》的有关规定。
- 2.1.2 桨叶应作表面质量和尺寸偏差的检查。
- 2.1.3 根据推进装置的使用工况, 可以要求提供桨叶受力情况或桨叶运动的流场计算报告或增大叶片厚度。

2.2 设计工况及强度评估

2.2.1 桨叶及桨叶轴的强度评估原则如下:

- (1) 应考虑极限工况和疲劳工况;
- (2) 屈服强度校核一般应基于应力分析方法, 如有限元强度分析。强度校核衡准应符合业界公认标准;
- (3) 疲劳分析应采用业界公认方法, 如雨流法等;
- (4) 对计算中所使用的数据和方法, 必要时可要求提供相关试验结果或使用经验的支持材料。

2.2.2 强度计算报告中, 应至少包括以下内容:

- (1) 基于极限工况和疲劳工况的桨叶载荷工况及其确定, 其中包括:
 - (a) 基于推进装置额定功率全速正车行驶工况;
 - (b) 基于推进装置额定功率全速倒车工况, 包括紧急倒车操作;
 - (c) 基于疲劳评估的载荷及其确定。
- (2) 有限元强度分析模型图及其说明、计算结果(包括变形图、应力云图等), 以及采用应力衡准的说明;

(3) 疲劳评估方法（包括疲劳接受衡准）的说明和疲劳评估计算结果。

3 桨叶旋转机构

3.1 一般要求

3.1.1 直翼舵桨装置中动力系统和转向系统的齿轮传动装置应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 10 章中有关齿轮传动装置的适用要求。

3.1.2 直翼舵桨装置中轴系及其传动装置应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 11 章中有关轴系及其传动装置的适用要求。

3.1.3 对于连杆形式的直翼舵桨装置，连杆及其附件应具有足够强度以保障装置正常运行。

3.2 其他要求

3.2.1 当主机输出轴与直翼舵桨推进装置输入轴不在一个水平面时，其轴系应设有万向联轴器，且万向联轴器应成对设置，并具有相同的轴间夹角，其夹角一般应不大于 10° 为宜。

3.2.2 安装的密封装置，应能防止水、沙渗入转筒及润滑油脂泄漏。

4 转向系统

4.1 一般要求

4.1.1 海船的直翼舵桨装置应视作非传统的船舶推进和转向系统满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 13 章第 1 节中有关操舵装置的适用要求。

4.1.2 对于航行内河水域船舶使用直翼舵桨装置，其转向装置应满足《钢质内河船舶建造规范》第 2 篇第 9 章第 1 节中有关操舵装置的适用要求。

4.2 基本性能

4.2.1 双套或多套配置的直翼舵桨装置，如满足下列条件，可不设辅助转向装置：

- (1) 每套转向系统都能满足有关主转向装置的性能要求，且：
 - (a) 在客船上，当任一动力设备不能运转时，每套转向系统应仍能按主转向装置的要求来操纵船舶方向控制系统；
 - (b) 在货船上，当所有动力设备都运转时，每套转向系统应能按主转向装置的要求操纵船舶方向控制系统；
 - (c) 每套转向系统应布置成当其管系或 1 台动力设备发生单一故障时，船舶转向能力能够保持或迅速恢复（例如：如需要，应急时可使失效的转向系统处于中间位置）。
- (2) 当转向机构发生单一故障时，每套转向系统应提供能使故障的转向系统回到并锁定在中间位置的额外能力。如无法回到中间位置，可以接受锁定在当前位置。

4.2.2 上述 4.2.1 中的要求不适用于船长小于 20m 的国内航行船舶和 24m 以下的游艇。

4.3 供电

4.3.1 海上航行船舶采用双套或多套配置的直翼舵桨装置，每套转向系统的电源及线路敷设应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇 13.1.8.5~13.1.8.7 的要求。

4.3.2 对于航行于急流航段或通过三峡大坝的内河船舶，若采用直翼舵桨装置时，其应急能源设置应符合《钢质内河船舶建造规范》第 2 篇 9.1.6 的要求。

4.4 监测和报警

4.4.1 应自动监测可能导致转向控制系统性能降低或失效的大多数可能发生的故障，至少应考虑下列故障报警：

- (1) 电源故障；
- (2) 交流和直流电路接地故障（如适用，例如控制系统通过变压器与主电源连接时）；
- (3) 包括命令和反馈回路的闭环系统回路故障（一般为短路、断相和接地故障）；
- (4) 数据通讯故障；

- (5) 编程系统故障（包括硬件和软件故障）；
- (6) 转向指令和反馈之间的偏差；
- (7) 减速箱润滑油液位低；
- (8) 减速箱润滑油温度高；
- (9) 液压阻塞。

4.4.2 驾驶室应设有所有故障的视觉和听觉报警。

4.4.3 上述故障发生时，转向系统应有能力保持当前转向角。

5 直翼侧推装置

5.1 一般要求

5.1.1 当直翼舵桨装置用作船舶侧推装置时，应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 11 章 11.3.8 中有关侧推装置的适用要求。

5.1.2 对下列故障应在驾驶室均设有单项或组合报警指示：

- (1) 原动机停车；
- (2) 遥控系统电源故障；
- (3) 报警系统电源故障；
- (4) 减速箱润滑油液位低；
- (5) 减速箱润滑油温度高。

5.1.3 下列项目应在驾驶室均设有单项指示：

- (1) 原动机运行；
- (2) 螺旋桨推力方向和转速；

6 振动校核

6.1 直翼舵桨装置轴系振动应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 12 章的规定。

7 产品检验

7.1 一般要求

7.1.1 直翼舵桨装置中机械部分检验模式参照 Z 型推进装置的要求，电控部分检验模式参照推进装置遥控系统的要求。

7.1.2 用于主推进的直翼舵桨装置产品部件持证要求：

- (1) 下列部件应持有 CCS 产品证书：
 - (a) 50kW 以上的电动机；
 - (b) 电气控制箱（如有）。
- (2) 下列部件应经 CCS 检验或持有 CCS 产品证书：
 - (a) 主轴、锥齿轮轴；
 - (b) 锥齿轮、盘齿；
 - (c) 桨叶及桨叶轴。
- (3) 下列部件应持有制造厂证明文件：
 - (a) 中心轴、中心齿轮；
 - (b) 过桥齿轮轴、过桥齿轮。

7.1.3 用于侧推的直翼舵桨装置产品部件持证要求：

- (1) 下列部件应持有 CCS 产品证书：
 - (a) 50kW 以上的电动机；
 - (b) 电气控制箱（如有）。
- (2) 桨叶及桨叶轴应经 CCS 检验或持有 CCS 产品证书；
- (3) 下列部件应持有制造厂证明文件：
 - (a) 传动轴和齿轮；
 - (b) 50kW 以下的电动机。

7.2 材料与焊接

7.2.1 装置中桨叶旋转机构主要零件，应按照 CCS《材料与焊接规范》进行材料试验和无损探伤检测。

7.2.2 装置中的主要焊接结构件的焊接工艺，在制造前应按照 CCS《材料与焊接规范》中的相关要求对焊接工艺进行评定。

7.3 试验要求

7.3.1 机械部分

- (1) 首制产品应按批准的试验大纲进行型式试验，至少应包含如下项目：
 - (a) 外观检查；
 - (b) 尺寸检查；
 - (c) 液压/密性试验；
 - (d) 齿轮啮合情况检查；
 - (e) 空载运转试验；
 - (f) 耐久性试验（如适用）；
 - (g) 功能试验。
- (2) 单件/单批检验试验项目至少应包含如下项目：
 - (a) 外观检查；
 - (b) 尺寸检查；
 - (c) 液压/密性试验；
 - (d) 齿轮啮合情况检查；
 - (e) 空载运转试验；
 - (f) 功能试验（如适用）。
- (3) 如制造厂无相关试验条件，产品的转向试验建议在产品安装上船后由建造验船师进行。

7.3.2 电控部分：

- (1) 型式试验项目包括功能试验、环境条件试验、电磁兼容试验，环境条件试验和电磁兼容试验参照 CCS GD22-2015《电气电子产品型式认可试验指南》中的相关要求。转向控制的伺服电机如无型式认可证书，则应随控制系统一起进行型式试验。型式试验项目中的功能试验应结合机械部分一起进行，功能试验项目如下：
 - (a) 起停功能试验；
 - (b) 转向和推进控制试验；
 - (c) 控制转换试验；
 - (d) 模拟报警功能试验；

- (e) 转向指示器独立性试验
- (2) 在取得型式认可证书后，单批/单件检验试验项目包括全部的功能试验，以及耐电压试验和绝缘电阻测量。