

团 体 标 准

T/CSNAME 203—2026

内河自主船舶编队航行功能与性能仿真及 实船验证评估指南

Guidelines on simulation and verification for formation navigation of inland
waterway autonomous ship

2026 - 06 - 05 发布

2026 - 09 - 05 实施

中国造船工程学会 发 布

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。

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。

本文件由中国造船工程学会船舶标准化专业委员会提出。

本文件由中国造船工程学会归口。

本文件起草单位：中国船级社、水上载运装备安全研究院、武汉理工大学、大连海事大学。

本文件主要起草人：孙旭、岳鹏、朱广超、赵旭会、李忠建、马枫、郑茂、杨雪、周翔宇。

。



内河自主船舶编队航行功能与性能仿真及实船验证评估指南

1 范围

本文件规定了内河自主船舶编队航行期间的功能与性能评估的基本原则、评估时机、评估主体、评估内容、评估指标及评估流程等。

本文件适用于内河自主船舶编队航行期间在线、离线的功能性能评价、风险预警、风险分析等工作。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

T/CSNAME 200—2025、T/CSNAME 201—2025界定的术语和定义适用于本文件。

4 基本原则

内河自主船舶编队航行功能与性能验证评估应遵循以下基本原则：

- a) 安全性原则
 - 1) 测试前制定风险评估报告及应急预案；
 - 2) 确保测试区域无船舶及障碍物干扰；
 - 3) 验证范围从封闭水域向开放水域逐步扩展；
 - 4) 控制模式从本地控制向自主航行控制过渡；
 - 5) 全程保留人工干预机制；
 - 6) 设置紧急制动与手动接管功能。
- b) 普适性原则
 - 1) 覆盖不同水域、风浪等级、能见度及交通密度场景；
 - 2) 模拟极端边界工况验证系统极限能力。
- c) 合规性原则
 - 1) 符合船级社及国际电工委员会等机构标准；
 - 2) 遵守测试水域航行规则及海事主管部门许可要求。
- d) 利益相关方协同原则
 - 1) 船东、制造商、海事部门等共同制定测试方案；
 - 2) 透明化说明测试目的及潜在影响；
 - 3) 显著标识船舶自主航行状态。

5 评估要素

5.1 评估时机

评估时机应满足以下要求：

- a) 仿真评估时机：应在船舶技术设计阶段，完成内河自主船舶编队航行功能与性能仿真评估；
- b) 实船验证评估时机：应在船舶完工试航阶段，完成内河自主船舶编队航行功能与性能实船验证评估。

5.2 评估主体

内河自主船舶编队航行功能与性能评估主体应满足下列要求：

- a) 主体构成：评估工作由船舶研制单位、通导及驾控系统设备供应商、船舶运营公司及驾驶人员（含岸基操控人员）共同实施；
- b) 工作组要求：应组建评估工作组，成员包括船舶设计师、工程师、验船师、驾驶员、人为因素专家及海事监管人员；
- c) 第三方评估机构：船检部门、技术支持机构（业内科研院所、大专院校等）、业内专家组。

5.3 评估内容

5.3.1 评价指标体系

编队航行评价指标体系分为三级：
一级指标：编队航行综合性能。

- d) 二级指标：
 - 1) 包括态势感知；
 - 2) 编队规划决策；
 - 3) 运动控制；
 - 4) 航行安全；
 - 5) 远程监管。

e) 三级指标
各二级指标下分设具体评价指标（见图1）。

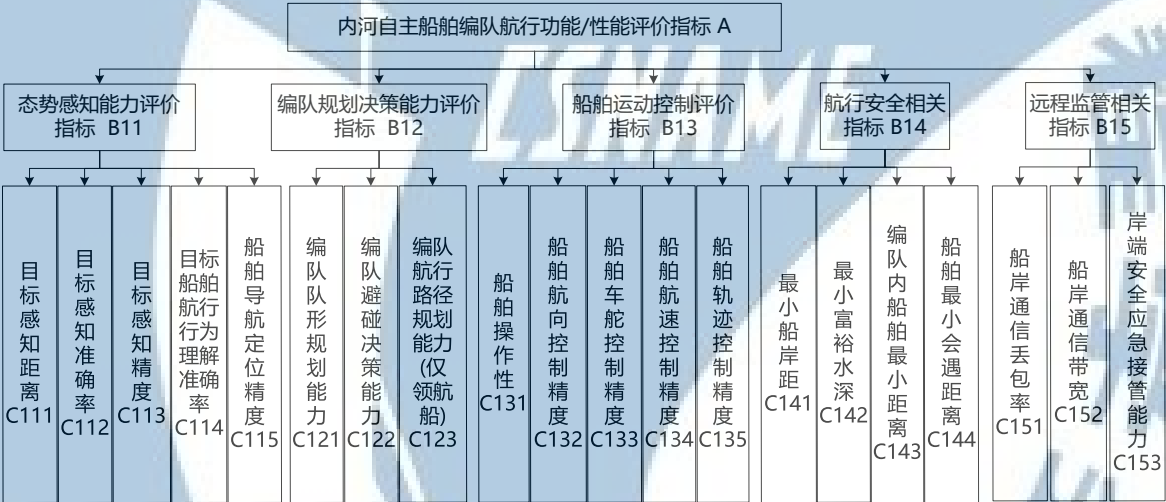


图1 船舶编队航行评价指标体系

5.3.2 态势感知能力评价指标

航行态势感知能力评价指标主要用于评判驾驶员根据以往的经验，形成的对本船所处局面的整体认识和感受，应包括但不限于下列底层指标：

- a) 目标感知距离；
- b) 目标感知准确率；
- c) 目标感知精度；
- d) 对会遇、追越船舶的行为理解准确率；
- e) 船舶导航定位精度。

5.3.3 编队规划决策能力评价指标

编队规划决策能力评价指标用于评判系统通过集成传感器，利用先进的感知和控制技术，制定出的合理决策，从而实现自主航行，应包括但不限于：

- a) 编队队形规划能力；
- b) 编队避碰决策能力；
- c) 编队航行路径规划能力（仅领导船）。

5.3.4 船舶运动控制能力评价指标

船舶运动控制能力评价指标用于评判系统通过分析感知与决策信息后对船体进行操控的能力,应包括但不限于下列底层指标:

- a) 船舶操纵性;
- b) 船舶航向控制精度;
- c) 船舶车舵控制精度;
- d) 船舶航速控制精度;
- e) 船舶轨迹控制精度。

5.3.5 航行安全相关指标

安全相关指标用于评判系统对船舶编队航行控制、避碰等方面的控制性能,应包括但不限于下列底层指标:

- a) 最小船岸距;
- b) 最小富裕水深;
- c) 编队内船舶最小距离;
- d) 船舶最小会遇距离。

5.3.6 远程监管相关指标

远程接管相关指标用于评判系统在出现紧急事件时,岸端驾控中心对船舶编队的应急接管、远程控制的能力,应包括但不限于下列底层指标:

- a) 船岸通信丢包率;
- b) 船岸通信带宽;
- c) 岸端安全应急接管能力。

6 评估指标要求

6.1 航行态势感知能力评价指标 B11

6.1.1 目标感知距离 C111

编队中感知能力最强船舶(通常为领导船)对水上目标的最大感知距离,应满足下列要求:

- a) 测试需在开阔水域进行,山区航道等遮挡环境不适用;
- b) 通过原始试验数据中对于各目标统计的感知距离和与实际进行对比产生的结果进行评价。通常用对船长20米目标船的最大感知距离来表征。

6.1.2 目标感知准确率 C112

编队中感知能力最强船舶(通常为领导船)对水上目标的自动识别准确率,应满足下列要求:

- a) 测试需在开阔水域进行,山区航道等遮挡环境不适用;
- b) 通过原始试验数据中对于各目标统计的感知准确率和与实际进行对比产生的结果进行评价。通常用对目标船舶分辨的准确率来表征。

6.1.3 目标感知精度 C113

目标感知位置与真实位置的偏差,包括对以下目标的偏差测量:

- a) 20 米船长船舶;
- b) 浮标/航标;
- c) 桥梁;
- d) 岸线。

通常用对比感知结果与实际结果来表征。

6.1.4 目标船舶航行行为理解准确率 C114

对目标船舶行为信号的识别准确率,包括下列行为信号:

- a) 会遇船舶行为;
- b) 追越船舶行为;
- c) 交叉船舶行为。

通常用对比行为判断结果与实际行为来表征。

6.1.5 船舶导航定位精度 C115

船舶定位系统输出位置与真实位置的偏差,具体包括如下底层指标:

- a) 北斗终端的定位精度;
- b) 差分定位精度。

通常用对比定位数据与真实位置来表征。

6.2 航行决策能力评价指标 B12

6.2.1 编队队形规划能力 C121

系统生成并维持编队阵型的能力,通过以下指标量化: :

- a) 编队内船舶数量;
- b) 编队重规划时间;
- c) 编队纵向间距;
- d) 编队横向间距。

通常用统计编队间距数据。

6.2.2 编队避碰决策能力 C122

编队规避障碍物的决策能力,通过以下指标量化:

- a) 编队避碰决策安全性;
- b) 编队避碰合规性;
- c) 编队避碰经济性;
- d) 编队避碰合理性;
- e) 编队避碰决策时间。

通过避障试验数据分析。

6.2.3 编队航行路径规划能力(限领导船)能力 C123

领导船规划全局路径及局部避碰的能力,具体包括如下底层指标:

- a) 编队航行轨迹规划功能;
- b) 编队航行航速规划功能;
- c) 海况条件与意外事件分析应对功能。

6.3 航行运动控制能力评价指标 B13

6.3.1 船舶操纵性 C131

编队船舶运动操纵能力,具体包括如下底层指标:

- a) 航向稳定性;
- b) 艏摇抑制性;
- c) 操纵性 $k-t$ 指数。

6.3.2 船舶航向控制精度 C132

编队内单船航向控制能力,具体包括如下底层指标:

- a) 编队内船舶航向控制最高精度;
- b) 编队内船舶航向控制最低精度。

6.3.3 船舶车舵控制精度 C133

单船主机转速及舵角控制能力,具体包括如下底层指标:

- a) 单船主机转速控制精度/误差;
- b) 单船舵角控制精度/误差。

6.3.4 船舶航速控制精度 C134

编队船舶航速控制能力,具体包括如下底层指标:

- a) 航速测量精度;
- b) 主机控制频率;
- c) 航速控制精度/误差。

6.3.5 船舶航迹控制精度 C135

船舶跟踪设定航迹的能力,具体包括如下底层指标:

- a) 航迹控制精度;
- b) 编队内船间纵向间距控制精度;
- c) 编队内船间横向间距控制精度。

6.4 航行安全相关指标 B14

6.4.1 最小船岸距 C141

受限水域中编队内离岸最近船舶的最小距离。

6.4.2 最小富裕水深 C142

受限水域中编队内吃水最深船舶的最小富余水深。

通过编队内吃水最大船舶的吃水与航道最浅水深的比例关系来评价。

6.4.3 编队内船舶最小距离 C143

受限水域中编队船舶间的最小距离,具体包括如下底层指标:

- a) 编队内船舶最小横向间距;
- b) 编队内船舶最小纵向间距。

通过编队内船舶之间的最小纵距来评价。

6.4.4 船舶最小会遇距离 C144

编队与目标船会遇时,编队船舶与目标船的最小距离。

6.5 远程监管相关指标 B15

6.5.1 船岸通信丢包率 C151

编队与岸基监控中心的通信报文丢失率,具体包括如下底层指标:

- a) 上行通信报文丢包率;
- b) 下行通信报文丢包率。

6.5.2 船岸通信带宽 C152

编队与岸基监控中心的数据传输带宽,以船岸通信最大带宽表征。

6.5.3 岸端安全应急接管能力 C153

岸基监控中心对编队紧急事件的接管能力,具体包括如下底层指标:

- a) 最大可接管船舶数量;
- b) 应急接管成功率;
- c) 可接管功能数量;
- d) 驾驶权切换时间。

通过应急接管的时间、可靠性、能接管的编队船舶数量、能远程控制的船舶功能数量来综合判断。

7 基于层次分析的指标权重确定

7.1 二级指标权重分析

7.1.1 对于二级指标：航行态势感知能力评价指标(B1)、航行决策能力评价指标(B2)、船舶运动控制能力评价指标(B3)、安全相关指标(B4)、远程监管相关指标(B5)进行两两对比，如表 1 所示，详细过程见附录 A. 1。

表1 二级指标成对比较矩阵

	航行态势感知能力	航行决策能力	船舶运动控制能力	安全相关指标	远程监管相关指标
航行态势感知能力	1.0000	3.0000	4.0000	1.0000	4.0000
航行决策能力	0.3333	1.0000	2.0000	1.0000	2.0000
船舶运动控制能力	0.2500	0.5000	1.0000	0.2500	1.0000
安全相关指标	1.0000	1.0000	4.0000	1.0000	4.0000
远程监管相关指标	0.25	0.5	1	0.25	1.0000

7.1.2 计算得到的二级指标权重如表 2 所示。

表2 二级指标权重赋值

指标	权重
航行态势感知能力	0.3634
航行决策能力	0.1774
船舶运动控制能力	0.0838
安全相关指标	0.2917
远程监管相关指标	0.0838
CI	0.0253
CR	0.0226

其中，CI为权重一致性指标，CR为权重一致性比率，详细说明见附录A. 2一致性指标计算方法。
二级指标权重一致性比率CR=0. 0226，满足CR<0. 1的一致性要求。

7.2 三级指标权重分析

7.2.1 航行态势感知能力评价指标权重分析

对于航行态势感知能力评价指标：目标感知距离、目标感知准确率、目标感知精度、行为理解准确率、船舶导航定位精度五个三级指标进行两两对比，如表3所示。

表3 航行态势感知能力评价指标成对比较矩阵

	目标感知距离	目标感知准确率	目标感知精度	行为理解准确率	船舶导航定位精度
目标感知距离	1.0000	3.0000	4.0000	5.0000	2.0000
目标感知准确率	0.3333	1.0000	0.5000	1.0000	0.3333
目标感知精度	0.2500	2.0000	1.0000	3.0000	0.5000
行为理解准确率	0.2000	1.0000	0.3333	1.0000	0.3333
船舶导航定位精度	0.5000	3.0000	2.0000	3.0000	1.0000

计算得到的安全性评价指标权重如表4所示。

表4 航行态势感知能力评价指标权重赋值

指标	权重
目标感知距离	0.4250
目标感知准确率	0.0915
目标感知精度	0.1540
行为理解准确率	0.0762
船舶导航定位精度	0.2532
CI	0.0327
CR	0.0292

其中，CR=0.0292，满足CR<0.1的一致性判定要求，可作为三级指标权重。

7.2.2 航行决策能力评价指标权重分析

对于航行决策能力评价指标：编队队形规划能力、编队避碰决策能力、编队航行路径规划能力（仅针对领导船）三个三级指标进行两两对比，如表5所示。

表5 航行决策能力评价指标成对比较矩阵

	编队队形规划能力	编队避碰决策能力	编队航行路径规划能力（仅针对领导船）
编队队形规划能力	1.0000	0.3333	0.5000
编队避碰决策能力	3.0000	1.0000	3.0000
编队航行路径规划能力（限领导船）	2.0000	0.3333	1.0000

计算得到的安全性评价指标权重如表6所示。

表6 航行决策能力评价指标权重赋值

指标	权重
编队队形规划能力	0.1571
编队避碰决策能力	0.5936
编队航行路径规划能力（仅针对领导船）	0.2493
CI	0.0268
CR	0.0462

其中，CR=0.0462，满足CR<0.1的一致性判定要求，可作为三级指标权重。

7.2.3 航行运动控制能力评价指标权重分析

对于航行运动控制能力评价指标：船舶操纵性、船舶之间通信质量、船舶航速控制精度、船舶航迹控制精度、船舶与岸之间通信质量五个三级指标进行两两对比，如表7所示。

表7 航行运动控制能力评价指标成对比较矩阵

	船舶操纵性	船舶之间通信质量	船舶航速控制精度	船舶航迹控制精度	船舶与岸之间通信质量
船舶操纵性	1.0000	5.0000	4.0000	2.0000	7.0000
船舶之间通信质量	0.2000	1.0000	0.2500	0.2000	2.0000
船舶航速控制精度	0.2500	4.0000	1.0000	0.5000	3.0000
船舶航迹控制精度	0.5000	5.0000	2.0000	1.0000	4.0000
船舶与岸之间通信质量	0.1429	0.5000	0.3333	0.2500	1.0000

计算得到的安全性评价指标权重如表8所示。

表8 航行运动控制能力评价指标权重赋值

指标	权重
船舶操纵性	0.4534
船舶之间通信质量	0.0672
船舶航速控制精度	0.1593
船舶航迹控制精度	0.2674
船舶与岸之间通信质量	0.0527
CI	0.0452
CR	0.0403

其中，CR=0.0403，满足CR<0.1的一致性判定要求，可作为三级指标权重。

7.2.4 安全相关指标权重分析

对于安全相关指标权：最小船岸距、最小富裕水深、编队内船舶最小距离、船舶最小会遇距离4个三级指标进行两两对比，如表9所示。

表9 安全相关指标成对比较矩阵

评估指标	最小船岸距	最小富裕水深	编队内船舶最小距离	船舶最小会遇距离
最小船岸距	1.0000	0.5000	2.0000	1.0000
最小富裕水深	2.0000	1.0000	3.0000	3.0000

表9 安全相关指标成对比较矩阵（续）

评估指标	最小船岸距	最小富裕水深	编队内船舶最小距离	船舶最小会遇距离
编队内船舶最小距离	0.5000	0.3333	1.0000	0.5000
船舶最小会遇距离	1.0000	0.3333	2.0000	1.0000

计算得到的安全性评价指标权重如表10所示。

表10 安全相关指标权重赋值

指标	权重
最小船岸距	0.2222
最小富裕水深	0.4577
编队内船舶最小距离	0.1194
船舶最小会遇距离	0.2008
CI	0.0152
CR	0.0162

其中，CR=0.0162，满足CR<0.1的一致性判定要求，可作为三级指标权重。

7.2.5 远程监管相关指标权重分析

对于安全相关指标权重：船岸通信丢包率、船岸通信带宽、岸端安全应急接管能力3个三级指标进行两两对比，如表11所示。

表11 远程监管相关指标成对比较矩阵

评估指标	船岸通信丢包率	船岸通信带宽	岸端安全应急接管能力
船岸通信丢包率	1.0000	4.0000	1.0000
船岸通信带宽	0.2500	1.0000	0.2500
岸端安全应急接管能力	1.0000	4.0000	1.0000

计算得到的安全性评价指标权重如表12所示。

表12 远程监管相关指标权重赋值

指标	权重
船岸通信丢包率	0.4444
船岸通信带宽	0.1111
岸端安全应急接管能力	0.4444
CI	0.0152
CR	0.0162

其中，CR=0.0162，满足CR<0.1的一致性判定要求，可作为三级指标权重。

7.2.6 综合权重计算

将三级指标权重和二级层指标权重进行乘法叠加，得出最终的综合指标权重，如表13所示：

表13 编队航行功能/性能评价指标权重赋值

顶层指标	二级指标	三级指标	权重
内河自主船舶编队航行功能与性能评价指标	航行态势感知能力	目标感知距离	0.1544
		目标感知准确率	0.0333
		目标感知精度	0.0560
		行为理解准确率	0.0277
		船舶导航定位精度	0.0920
	航行决策能力	编队队形规划能力	0.0279
		编队避碰决策能力	0.1053
		编队航行路径规划能力（限领导船）	0.0442

表 13 编队航行功能/性能评价指标权重赋值（续）

顶层指标	二级指标	三级指标	权重
内河自主船舶编队航行 功能与性能 评价指标	船舶运动控制能力	船舶操纵性	0.0380
		船舶之间通信质量	0.0056
		船舶航速控制精度	0.0133
		船舶航迹控制精度	0.0224
		船舶与岸之间通信质量	0.0044
	安全相关指标	最小船岸距	0.0648
		最小富裕水深	0.1335
		编队内船舶最小距离	0.0348
		船舶最小会遇距离	0.0586
	远程监管相关指标	船岸通信丢包率	0.0372
		船岸通信带宽	0.0093
		岸端安全应急接管能力	0.0372

8 虚拟仿真试验评估流程

8.1 评估模式

仿真试验应包含以下航行模式：

- a) 辅助驾驶；
- b) 单船自主驾驶；
- c) 远程驾驶；
- d) 编队自主驾驶。

各模式应建立对应的船舶智能航行应变机制。

8.2 评估条件

8.2.1 内河自主船舶编队航行功能性能与性能仿真试验评估应将典型内河航行场景作为研究对象，采用高精度的船舶驾驶模拟器开展船舶操纵运动仿真，并使用船舶编队控制器，对每一艘编队内船舶进行独立的操纵控制。通过实时数据输出，分析并评估自主船舶编队航行功能与性能。

8.2.2 合理确定权重，从而为风险识别提供支撑。需要重点关注的航行场景主要包括：

- a) 狭水道航行；
- b) 港区航行；
- c) 繁忙水域航行；
- d) 恶劣海况；
- e) 冰区航行；
- f) 通过船闸、枢纽、桥梁等构筑物；
- g) 其他特殊条件。

8.3 评估步骤

内河自主船舶编队航行功能性能与性能仿真试验评估主要基于船舶操纵运动模拟器开展，按照如下步骤进行试验评估：

- a) 选定试验场景，并在船舶操纵运动模拟器教练员站进行场景的加载；
- b) 选定编队船舶，确定领导船与跟随船，结合船舶操纵运动模拟器技术条件，对领导船与跟随船与编队控制器进行关联；
- c) 检查数据采集、测评等软件模块的运行状态，确保运行状态正常；
- d) 启动船舶操纵运动模拟器，开始仿真，同步启动数据采集、测评模块，开始数据采集与分析；
- e) 待编队所有船舶均驶离了试验场景，试验结束，分析试验数据，评判是否开展下一次试验。

8.4 评估指标计算

参考仿真数据,分析建立各三级指标的门槛值与理想值,将各指标实测结果与门槛值和理想值进行比较,如果未达到门槛值则该指标得分为0,如果超过理想值则该指标得分为1,介于门槛值与理想值之间则该指标得分为线性插值结果。

将各三级指标得分与该指标的权重相乘,再计算加权和,即为最终评估得分。

8.5 评估结果生成

将每次虚拟仿真试验评估得分进行排序,结合虚拟仿真试验的总体安全性、可靠性表现,在安全、合规航行的前提下选择前10~30%样本作为优秀试验样本,并同步提供各样本各底层指标实际表现结果作为评估依据证明。

9 实船试验评估流程

9.1 试验模式

实船试验包括以下模式:

- a) 辅助驾驶;
- b) 单船自动驾驶;
- c) 远程驾驶;
- d) 编队自动驾驶。

各模式应建立对应的智能航行应变机制。

9.2 试验环境

重点航行场景包括:

- a) 狭水道航行;
- b) 港区航行;
- c) 繁忙水域航行;
- d) 恶劣海况;
- e) 冰区航行;
- f) 通过船闸、枢纽、桥梁等构筑物;
- g) 其他特殊条件。

9.3 评估步骤

内河自主船舶编队航行功能性能与性能实船航行评估主要基于实船编队开展,按照如下步骤进行试验评估:

- a) 确定试验场景,指挥调度编队内所有船舶就位;
- b) 确定领导船与跟随船,由人工操控或者自动驾控,控制领导船按照预先设定航行路径匀速航行,跟随船舶在自动控制程序的精确控制下,通过加减速、转舵等操作,逐渐加入编队,实现编队航行;
- c) 形成编队后,所有船舶进入自主驾控状态,领导船的自主航行态势感知、自主航行决策、自主运动控制系统均处于工作状态,试验安全人员处于监控状态,船舶沿既定航线航行,以编队形式通过弯道、直道,评估编队航行态势感知能力、航行决策能力、航行运动控制能力、航行安全、远程监管等方面指标;
- d) 系统加入虚拟碍航物(动态目标船或者静态障碍物),测试编队内船舶的自主避碰能力、紧急接管能力等指标,检查数据采集、测评等软件模块的运行状态,确保运行状态正常;
- e) 待编队所有船舶均驶离了试验场景,试验结束,分析试验数据,评判是否开展下一次试验。

9.4 评估指标计算

评估指标计算应按照下列步骤进行:

- a) 参考实测数据，分析建立各三级指标的门限值与理想值，将各指标实测结果与门限值和理想值进行比较，如果未达到门限值则该指标得分为 0，如果超过理想值则该指标得分为 1，介于门限值与理想值之间则该指标得分为线性插值结果。
- b) 将各三级指标得分与该指标的权重相乘，再计算加权和，即为最终评估得分。

9.5 评估结果生成

根据评估得分，结合实船编队航行试验的总体安全性、可靠性表现，由专家组给出最终评估结果。

附录 A
(规范性)
指标权重确定

A.1 指标权重确定方法及步骤

采用层次分析法（AHP）确定船舶编队航行功能与性能评价指标权重，步骤如下：

- a) 设共有 n 个元素参与比较，当比较第 i 个元素与第 j 个元素相对上一层某个因素的重要性时，使用数量化的相对权重 a_{ij} 来描述。 $A=[a_{ij}]$ 称为成对比较矩阵。
- b) 成对比较矩阵中 a_{ij} 的取值按 Satty 标度法，按下述标度进行赋值。 a_{ij} 在 1-9 及其倒数中间取值。
 - 1) $a_{ij}=1$ ，元素 i 与元素 j 对上一层因素的重要性相同；
 - 2) $a_{ij}=3$ ，元素 i 比元素 j 略重要；
 - 3) $a_{ij}=5$ ，元素 i 比元素 j 重要；
 - 4) $a_{ij}=7$ ，元素 i 比元素 j 重要得多；
 - 5) $a_{ij}=9$ ，元素 i 比元素 j 相比极其重要；
 - 6) $a_{ij}=2n$ ， $n=1,2,3,4$ ，元素 i 比元素 j 的重要性介于 $a_{ij}=2n-1$ 与 $a_{ij}=2n+1$ 之间。

A.2 一致性指标计算方法

完成专家打分之后，还需要对重要性判断指标进行一致性评判，计算一致性指标 CI ：

$$CI = \frac{\lambda_{max}-n}{n-1} \dots\dots\dots (A.1)$$

根据指标数 n 查找平均随机一致性指标 RI ：

表A.1 n - RI 查询表

元素	数值														
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46	1.49	1.52	1.54	1.56	1.58	1.59

计算一致性比例 CR ：

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots (A.2)$$

如果 $CR<0.1$ ，则可认为判断矩阵的一致性可以接受；否则需要对判断矩阵进行修正，直到满足 $CR<0.1$ 的条件。