

ICS 03.220.40

CCS R 43

团 体 标 准

T/CIN XXX—XXXX

船舶过闸全过程图像 AI 监控技术规范

Technical Specification for AI-based Image Monitoring of the Entire Process of Ship
Passing through Locks
(征求意见稿)

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

中国航海学会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	1
5 基本要求	2
6 系统架构	2
7 基础设施	3
8 系统建设	7
9 数据接口	9
10 系统安全	9
11 运行维护	10
附录 A（规范性） 感知层基础设施指标说明与要求	11

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。

本文件由中国航海学会提出并归口。

本文件起草单位：南京畅淼科技有限责任公司、长江三峡通航管理局、京杭运河江苏省交通运输厅苏北航务管理处、广西西江开发投资集团有限公司、安徽省港航建设投资集团有限公司、江苏省泰州引江河管理处、湖南省水运建设投资集团有限公司、江西省高等级航道事务中心。

本文件主要起草人：杨正、杜满、畅立松、程思钦、熊先华、林盛梅、卢斌、陈志宏、刘洋、莫雄、刘志荣、况志强、孙苏娟、宾进宽、梁碧、王俊、翁庆龙、汪乾、涂博、吴文卓、邹玉博。

船舶过闸全过程图像 AI 监控技术规范

1 范围

本文件规定了船舶过闸的全过程图像AI监控技术相关要求，包括基本要求、系统架构、基础设施、系统建设、数据接口、系统安全、运行维护等。

本文件适用于国内通航枢纽船闸的船舶过闸全过程图像AI监控系统建设、运行及维护管理。

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。

GB 50174-2017 数据中心设计规范

GB/T 34982-2017 云计算数据中心基本要求

GB/T 25070-2019 信息安全技术网络安全等级保护安全设计技术要求

GB/T 22239-2019 信息安全技术网络安全等级保护基本要求

GB/T 38672-2020 信息技术 大数据 接口基本要求

GB/T 28181-2022 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求

GB/T 28827.2-2022 信息技术服务 运行维护 第1部分：通用要求

JTS/T161-2021 船闸信息系统设计规范

JT/T 1418-2022 交通运输网络安全监测预警系统技术规范

GM/Y 5001-2023 密码标准使用指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

船舶过闸全过程 Entire Process of Ship Passing through Locks

船舶从进入船闸监控区域开始至完全离开船闸监控区域为止的全部活动流程，涵盖船舶待闸、进闸、闸室停留、出闸的完整周期。

3.2

船舶系缆 Ship Mooring

通过缆绳将船舶安全、稳定地固定于系船设备或其他船舶上的操作过程，确保船舶在停泊状态下的位置固定。

3.3

闸室清空 Lock Chamber Emptying

出闸阶段，闸室内所有船舶按规定驶离闸室，无任何船舶滞留。

4 缩略语

AI：人工智能（Artificial Intelligence）

AR: 增强现实 (Augmented Reality)
 OCR: 光学字符识别 (Optical Character Recognition)
 AIS: 船舶自动识别系统 (Automatic Identification System)
 MMSI: 九位码 (Maritime Mobile Service Identity)
 RFID: 无线射频识别 (Radio Frequency Identification)
 PLC: 可编程逻辑控制器 (Trusted Mobile Platform Controller)
 TPMC: 每分钟处理的C类事务数 (Transactions per Minute for C)

5 基本要求

5.1 船舶过闸全过程图像 AI 监控系统 (以下简称“系统”) 的建设宜与船闸视频监控同步设计、同步施工、专项验收。

5.2 系统应包括对船舶待闸、进闸、闸室停留、出闸等阶段的船舶行为监测和安全风险预警, 如图 1 船舶过闸全过程业务流程图所示。

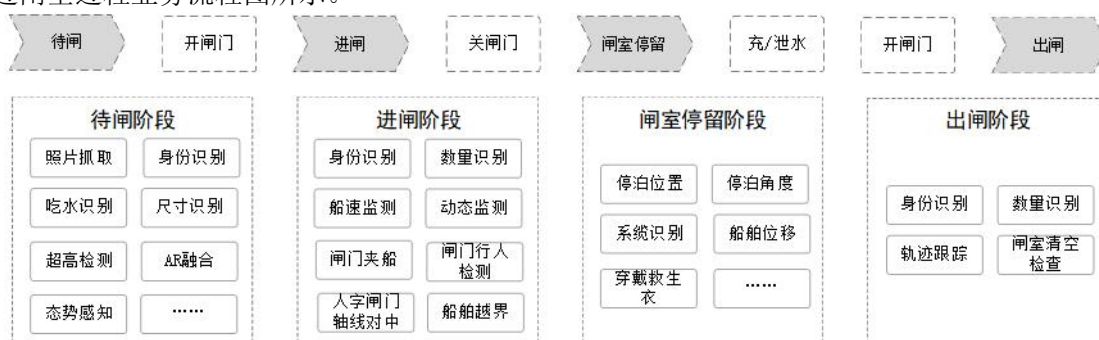


图 1 船舶过闸全过程业务流程图

5.3 系统架构、基础设施和系统建设应结合船闸运调流程、安全监管需求、效能监测需求和现场实际情况综合考虑。

6 系统架构

6.1 系统架构应层次分明、功能全面, 以服务船闸安全监管、效能监测为目标。

6.2 系统架构由感知层、传输层、数据层、应用层、用户层组成, 如图 2 系统总体架构图所示。



图2 系统总体架构图

6.3 系统的分层应以功能实现为原则，根据实际需求逐层划分。

6.4 系统各层功能如下：

- a) 感知层：由感知设施对船舶待闸、进闸、闸室停留、出闸阶段进行监测、采集和分析；
- b) 传输层：选用有线或无线网络进行现场采集数据的实时传输，优先选择有线网络；
- c) 数据层：对信息数据进行存储、分析，并提供数据交换、共享与服务；
- d) 应用层：依据船闸安全监管和效能监测等需求建立，包括运行监控、效能监测、异常预警、过闸管理、统计分析和系统管理在内的六大应用功能，为船舶过闸状态和船闸状态实时监测、安全风险预警提供保障；
- e) 用户层：面向船闸运行监测管理，为用户提供交互界面。

7 基础设施

7.1 一般要求

7.1.1 系统基础设施应满足系统功能和性能的要求，应包括感知层基础设施、传输层基础设施、数据层基础设施、用户层基础设施等。

7.1.2 基础设施的性能指标应根据实际需求确定，尽量利用已有基础设施。

7.1.3 系统基础设施应定期进行维护、保养、检修，确保系统正常运行。

7.2 感知层基础设施

7.2.1 设施组成

7.2.2 感知层设施应包括待闸阶段感知设施、进闸阶段感知设施、闸室停留阶段感知设施和出闸阶段感知设施等，主要性能指标详见附录 A。

7.2.3 感知层基础设施的规划与部署，应遵循按需复用、场景适配原则，需结合实际应用场景的功能需求与资源现状，对现有设备及监测点位进行合理性评估与复用规划，避免重复建设。

7.2.4 待闸阶段感知设施

7.2.4.1 待闸阶段感知设施应包括船舶高清抓拍终端、尺寸丈量终端、吃水识别终端、超高检测终端、AR 融合终端和态势感知终端等。

7.2.4.2 待闸阶段感知设施的安装位置应结合船闸调度规则与现场实际环境综合选址，优先考虑引航道、待闸区及过闸必经区域。

7.2.4.3 船舶高清抓拍终端应满足以下要求：

- a) 对进入监管区域的船舶实施主动自动检测、抓拍及录像；
- b) 抓拍图像应包含全貌图和细节图，图像分辨率应不低于 3840×2160 ，全貌图张数 ≥ 1 张，细节图张数 ≥ 5 张；
- c) 应可基于AIS、RFID、OCR等一种或多种手段对船舶身份进行识别；
- d) 船舶检测成功率 $\geq 98\%$ ；
- e) 船舶身份识别准确率 $\geq 95\%$ 。

7.2.4.4 船舶尺寸丈量终端应满足以下要求：

- a) 自动丈量船舶长度和船舶宽度；
- b) 船舶长度和宽度测量误差绝对值应能满足船闸排档管理要求；
- c) 根据船闸业务需要，将测量尺寸与登记尺寸比对，自动预警尺寸异常船舶。

7.2.4.5 船舶吃水识别终端应满足以下要求：

- a) 自动识别船舶干舷高度，并得到船舶吃水；
- b) 船舶干舷高度测量绝对误差值应能满足船闸管理要求；
- c) 根据船闸业务需要，与船闸控制水位进行比较，自动报警吃水超限船舶。

7.2.4.6 船舶超高检测终端应满足以下要求：

- a) 自动检测船舶净高；
- b) 船舶净高识别误差绝对值应能满足船闸管理要求；
- c) 根据船闸业务需要，与通航净高进行比较，自动报警超高船舶。

7.2.4.7 AR 融合终端应满足以下要求：

- a) 基于引航道视频监控叠加船舶AR信息，在视频画面中用矩形框出船舶，并在矩形框周边显示船舶船名、MMSI、船速、船舶类型、调度状态等船舶信息；
- b) 矩形框与船舶信息应跟随船舶移动；
- c) 根据船闸业务需要，采用不同矩形框样式区分不同类型船舶。

7.2.4.8 态势感知终端应满足以下要求：

- a) 自动检测、跟踪船舶位置、方位角与轨迹，形成船舶态势画面；
- b) 船舶态势可用视频实景或者动画模拟动态显示；
- c) 船舶态势画面更新帧率不低于10帧每秒，画面更新延迟不超过0.5s。

7.2.5 进闸阶段感知设施

7.2.5.1 进闸阶段感知设施应包括进闸抓拍终端、船速监测终端、进闸动态监测终端、闸门夹船监测终端、闸门上方行人检测终端、人字闸门对位检测终端和船舶越界检测终端等。

7.2.5.2 进闸阶段感知设施的安装位置应结合终端检测区域与现场实际环境综合选址，优先考虑安装于天桥、高杆、建筑物等现有高点。

7.2.5.3 进闸抓拍终端应满足以下要求：

- a) 对进闸或出闸船舶实施主动自动检测、抓拍及录像；
- b) 进闸抓拍终端宜与出闸抓拍共用，能区分船舶航行方向为进闸或出闸，并根据业务需求可对指定方向航行船舶抓拍；
- c) 船舶航行方向识别准确率 $\geq 99\%$ ；
- d) 抓拍图像应包含全貌图和细节图，图像分辨率应不低于 3840×2160 ，全貌图张数 ≥ 1 张，细节图张数 ≥ 5 张；
- e) 基于AIS、RFID、OCR等一种或多种手段对船舶身份进行识别；
- f) 船舶检测成功率 $\geq 98\%$ ；
- g) 船舶身份识别准确率 $\geq 95\%$ ；
- h) 根据船闸业务需要，比对进闸抓拍船舶与闸次调度船舶身份和数量，不一致发出预警信号。

7.2.5.4 船速监测终端应满足以下要求：

- a) 对进闸或出闸船舶航行速度进行监测；
- b) 船舶速度监测误差应小于 0.1m/s 。

7.2.5.5 进闸动态监测终端应满足以下要求：

- a) 对船舶在闸室的位置坐标、偏转角、轨迹和行为等数据识别与监测；
- b) 闸室船舶动态可用视频实景或者动画模拟显示，画面应包含船舶名称、船舶轮廓、船舶位置、速度、偏转角等要素；
- c) 根据船闸业务需要，识别船舶跟随距离和与闸室壁距离，判断船舶是否入档；
- d) 闸室船舶动态画面更新帧率不低于10帧每秒，画面更新延迟不超过 0.5s 。

7.2.5.6 闸门夹船监测终端应满足以下要求：

- a) 监测关闸门前闸门区域附近是否有船舶停留；
- b) 闸门夹船监测预警误报率小于 1% ；
- c) 根据船闸业务需要，闸门夹船信号与船闸控制系统PLC联动。

7.2.5.7 闸门人行通道行人检测终端应满足以下要求：

- a) 监测开关闸门前闸门人行通道是否有行人经过；
- b) 闸门人行通道行人检测预警误报率小于 1% ；
- c) 根据船闸业务需要，闸门上方行人预警信号与船闸控制系统PLC联动。

7.2.5.8 人字闸门对位检测终端应满足以下要求：

- a) 在人字闸门关闭结束时监测闸门轴线对位情况，检测左右两扇闸门对齐状态；
- b) 根据船闸业务需要，对闸门对齐状态用颜色和偏移量定性定量表征。

7.2.5.9 船舶越界检测终端应满足以下要求：

- a) 在闸门关闭时监测船舶是否超越闸室警戒线；
- b) 船舶越界检测准确率不低于 99% ；
- c) 根据船闸业务需要，将越界预警信号与船闸信息发布系统联动。

7.2.6 闸室停留阶段感知设施

7.2.6.1 闸室停留阶段感知设施应包括船舶停泊监测终端、系缆监测终端和船员救生衣穿戴检测终端

等。

7.2.6.2 闸室停留阶段感知设施的安装位置应结合终端检测区域与现场实际环境综合选址，优先考虑安装于天桥、高杆、建筑物等现有高点。

7.2.6.3 船舶停泊监测终端应满足以下要求：

- a) 对船舶在闸室内停泊位置、停泊档位、停泊角度、船舶动态位移等数据识别与监测；
- b) 根据船闸业务需要，对接调度排档数据，判断船舶是否按调度档位停泊；
- c) 根据船闸业务需要，判断停泊船舶动态位移异常状态并预警。

7.2.6.4 系缆监测终端应满足以下要求：

- a) 监测闸室内首尾档船舶是否系缆，系缆异常情况预警；
- b) 首尾档船舶未系缆预警准确率大于99%；
- c) 应根据船闸业务需要，将系缆异常预警信号与船闸信息发布系统联动。

7.2.6.5 船员救生衣穿戴检测终端应满足以下要求：

- a) 监测舱外船员是否穿戴救生衣；
- b) 舱外船员未穿戴救生衣预警准确率大于99%；
- c) 根据船闸业务需要，将舱外船员未穿戴救生衣预警信号与船闸信息发布系统联动。

7.2.7 出闸阶段感知设施

7.2.7.1 出闸阶段感知设施应包括出闸抓拍终端、闸室清空检测终端和出闸跟踪监测终端等。

7.2.7.2 出闸阶段感知设施的安装位置应结合终端检测区域与现场实际环境综合选址，优先考虑安装于天桥、高杆、建筑物等现有高点。

7.2.7.3 出闸抓拍终端应满足以下要求：

- a) 对出闸或进闸船舶实施主动自动检测、抓拍及录像；
- b) 出闸抓拍终端宜与进闸抓拍共用，能区分船舶航行方向为进闸或出闸，并根据业务需求可对指定方向航行船舶抓拍；
- c) 船舶航行方向识别准确率 $\geq 99\%$ ；
- d) 抓拍图像应包含全貌图和细节图，图像分辨率应不低于 3840×2160 ，全貌图张数 ≥ 1 张，细节图张数 ≥ 5 张；
- e) 基于AIS、RFID、OCR等一种或多种手段对船舶身份进行识别；
- f) 船舶检测成功率 $\geq 98\%$ ；
- g) 船舶身份识别准确率 $\geq 95\%$ ；
- h) 根据船闸业务需要，比对出闸抓拍船舶与进闸抓拍船舶身份和数量，不一致发出预警信号。

7.2.7.4 闸室清空检测终端应满足以下要求：

- a) 在出闸门开启后检测船舶是否全部驶离闸室，船舶全部驶离闸室发出闸室清空信号；
- b) 闸室清空检测错误率不高于1%；
- c) 根据船闸业务需要，将闸室清空信号与船闸信息发布系统联动。

7.2.7.5 出闸跟踪监测终端应满足以下要求：

- a) 自动检测、跟踪船舶位置、方位与轨迹，形成船舶出闸跟踪画面；
- b) 船舶出闸跟踪画面可用视频实景或者动画模拟动态显示；
- c) 船舶出闸跟踪画面更新帧率不低于10帧每秒，画面更新延迟不超过0.5s。

7.3 传输层基础设施

7.3.1 传输层基础设施应满足系统部署运行、数据协同共享、数据安全可靠等网络传输需求。

7.3.2 传输层基础设施包括有线或无线网络设施，应优先选择有线网络，根据现场具体情况满足感知

层获取数据的传递。

7.3.3 传输层基础设施的性能指标应符合 GB/T 28181 的有关规定，满足系统功能和性能的要求。

7.3.4 网络信号应覆盖所有信息采集设备装置点，应考虑后期容量需求的增长。

7.3.5 传输层基础设施应形成纵向互通、横向互联的网络体系，可与各级网络环境互通，支撑船舶过闸全过程的管理、数据汇交和数据共享。网络传输质量应满足以下要求：

- a) 网络时延上限值为400ms；
- b) 时延抖动上限值为50ms；
- c) 丢包率上限值为 1×10^{-3} ；
- d) 包误差率上限值为 1×10^{-4} 。

7.4 数据层基础设施

7.4.1 数据层基础设施由数据机房的服务器、存储、网络等硬件设施及配套软件组成，应符合 GB 50174 和 GB/T 34982 的有关规定。

7.4.2 数据机房宜按区域统一管理要求配套建设，面积、设备布置、工艺、供配电及环境等要求应符合 GB 50174 的有关规定。

7.4.3 服务器及存储可利用已有基础设施，也可采用公有云或政务云，并应满足系统计算、存储资源、传输延时等需求，且预留适当的冗余。

7.4.4 服务器性能需求应结合应用系统架构、用户端配置情况等特征综合确定，主机的每分钟处理任务数应根据业务需求估算。

7.4.5 数据库服务器性能指标宜满足系统未来 5 年业务量发展的冗余要求，数据库服务器的中央处理器性能宜采用在线事务处理基准程序进行估算。

7.4.6 应用服务器性能指标宜满足应用服务器 TPMC 值占数据库服务器 60%的要求，并预留一定的服务器性能余量。

7.4.7 存储设备应具备可扩展性，设计的存储容量应按照系统存储要求的数据量和未来 5 年存储空间，同时按 20%冗余空间进行估算。

7.4.8 数据层基础设施应从船闸设施设备智慧管养数据的采集、传输、存储、处理、交换、销毁等全生命周期各环节出发，按数据主题进行分类、分级，对数据进行规范管理。

7.4.9 网络硬件应满足数据传输需求，同时考虑冗余设计。

8 系统建设

8.1 一般要求

8.1.1 系统建设应符合 JTS/T 161-2021 中第 8 章的相关规定，并应满足船舶过闸全过程监管实际需求。

8.1.2 系统功能应包括运行监控、效能监测、异常预警、过闸管理、统计分析、系统管理等。

8.1.3 系统功能应采用松耦合方式构建，具备通用数据接口。

8.1.4 系统数据存储应满足如下要求：

- a) 图像数据存储时限应不少于12个月；
- b) 视频数据存储时限应不少于3个月；
- c) 系统结构化数据存储时限应不少于5年；
- d) 特殊类型的数据（如预警信息等），其存储时限应根据实际需求进行延长。

8.1.5 系统应提供高效的读写性能和毫秒级的响应速度，以满足快速数据处理的需求；

8.1.6 系统应具备良好的扩展性，能够轻松应对数据规模和流量的变化，扩展性应包括硬件和软件的双重扩展，以适应不同的业务需求。

8.2 运行监控

- 8.2.1 运行监控应包括实时状态可视、智能分析、预警提醒、实景监控、AR 画面增强等功能。
- 8.2.2 运行监控应采用可视化方式，包括但不限于动画模拟、实景孪生等形式展示船闸运行实时状态和船舶行为动态。
- 8.2.3 船闸运行实时状态应包括闸门、阀门、水位、信号灯等状态。
- 8.2.4 船舶行为动态应包括船舶待闸、进闸、闸室停留、出闸阶段监测及识别的所有动态信息。
- 8.2.5 智能分析应满足以下要求：
 - a) 应根据待闸、进闸、闸室停留、出闸阶段感知数据自动进行；
 - b) 结合船闸特点，运用AI算法、知识图谱等成熟先进的技术进行智能分析；
 - c) 具备安全风险自动研判预警功能；
 - d) 自动研判船闸运行状态与船舶行为动态是否符合船闸运行相关规定；
 - e) 分析结果信息可根据船闸业务需求给船闸控制系统和船闸信息发布系统同步共享。
- 8.2.6 预警提醒应采用系统消息、弹窗、提示音等一种或多种形式。
- 8.2.7 实景监控可根据船闸运行状态自动展现需重点关注的视频监控画面和信号。
- 8.2.8 运行监控的实时性要求延迟应不大于 0.5s。

8.3 效能监测

- 8.3.1 效能监测应包括船舶过闸时间计算、一次过闸时间计算和过闸效能评估等。
- 8.3.2 船舶过闸时间计算规则应可设置调整且符合船闸运行相关规定。
- 8.3.3 船舶进闸开始、进闸结束、出闸开始、出闸结束等过闸关键节点应有图像、视频等佐证材料，并可视化展示。
- 8.3.4 一次过闸中闸门开关、信号切换、进船结束、阀门开关、出船结束等一次过闸关键节点应有图像、视频等佐证材料，并可视化展示。
- 8.3.5 过闸效能评估应从船舶维度、闸次维度实施分析。
- 8.3.6 船舶维度效能评估应从船舶类型、空重载类型、上下行、船舶尺度等因素实施分析与统计。
- 8.3.7 闸次维度效能评估应从闸室基本情况、水位差、船舶分布特征等因素实施分析与统计。

8.4 异常预警

- 8.4.1 异常预警应包括分类分级预警、处置控制联动、声光预警提醒、过闸引导交互等。
- 8.4.2 分类分级预警应根据船闸业务需求，根据风险危害程度、紧急程度划分预警层级，自动发起预警。
- 8.4.3 处置控制联动应具备处置闭环功能，必要时将预警信号与控制系统同步共享联动。
- 8.4.4 系统应具备根据船闸实际业务需求，针对各类预警类型自动触发完整流程指令的功能。
- 8.4.5 异常预警应能即时声光提醒。
- 8.4.6 应能根据船闸业务需求，必要时将预警信号与过闸信息发布系统同步共享联动，实现过闸引导交互。

8.5 过闸管理

- 8.5.1 过闸管理应包括过闸船舶管理、闸次信息管理、运行调度管理等。
- 8.5.2 过闸船舶管理应以列表形式查看所有过闸船舶信息及数据，能查看船舶详细图文数据，并支持条件检索具体船舶。
- 8.5.3 闸次信息管理应以列表形式查看所有闸次信息及数据，能查看闸次详细图文数据，并支持条件检索具体闸次。

8.5.4 运行调度管理应能与调度系统数据同步共享，自动比对调度排档船舶与实际过闸船舶信息，异常情况产生预警。

8.6 统计分析

8.6.1 统计分析应包括过闸船舶统计、船闸运行统计、通过能力统计、过闸时间统计等。

8.6.2 过闸船舶统计应根据条件查询过闸船舶流量、预警船舶数量、船型分布等统计图表。

8.6.3 船闸运行统计应根据条件查询闸次数量、预警闸次数量、运行情况、待闸时间等统计图表。

8.6.4 通过能力统计应支持根据查询条件，生成船闸饱和运行系数、船舶通过量、货物通过量等核心指标的统计图表。

8.6.5 过闸时间统计应支持根据查询条件，生成船舶过闸时间分布特征、过闸时间时序变化趋势等统计图表。

8.7 系统管理

8.7.1 系统管理应包括设备管理、参数配置、用户管理等。

8.7.2 设备管理应能查看本系统设备设施信息，包括安装时间、地点、型号、联系人、联系方式等。

8.7.3 设备管理应能查看所有设备在线状态，离线时可通过短信或者系统消息等方式通知设备维护联系人。

8.7.4 应能根据船闸业务需求对本系统设备功能、阈值、参数自定义配置。

8.7.5 用户管理应能根据业务角色划分权限，支持角色组管理。

9 数据接口

9.1 数据接口应包括数据采集接口、系统级联接口、系统内部接口、系统外部接口和数据共享接口等，并应符合 GB/T 38672-2020、JT/T 1418 的相关规定。

9.2 数据接口应支持包括 JSON、XML、文本等数据交换格式。

9.3 数据接口应支持跨语言、操作系统调用。

9.4 数据接口应按照数据共享开放准则、信息保护和访问服务约束，实现系统间数据共享。

10 系统安全

10.1 系统应符合 GB/T 25070 安全设计规定，并应按照 GB/T 22239 的要求进行安全建设和监督管理。

10.2 系统安全应包括信息安全、网络安全、云计算安全和设备安全。

10.3 信息安全应覆盖系统数据、计算机硬件和软件等保护对象。

10.4 应结合船闸的业务管控模式及所处物理与网络环境等实际情况，依据 GB/T 22239 技术规范要求，科学确定网络系统的安全保护等级。

10.5 系统可结合业务需求采用云计算模式，云计算环境的安全建设与评估需遵循 GB/T 22239 技术规范要求，参照等级保护体系明确安全控制措施，其安全保护等级宜不低于第二级。

10.6 设备安全应包括数据安全、安全管理和安全运行机制，并应满足下列要求：

a) 控制机房内用于动力、照明的供电线路与计算机系统的供电线路分开；

b) 控制机房内不同电压等级的供电系统安装互不兼容的插座；

c) 配备温度、湿度自动记录仪及预警设备。

10.7 系统密码使用和管理应符合 GM/Y 5001 的相关规定，并应同步建设、同步运行、定期评估。

11 运行维护

11.1 系统的运行维护应制定相应的管理制度，建立相关的保障机制，为系统的正常运行提供保障。

11.2 系统的运行维护应符合 GB/T 28827.2 的有关规定。

11.3 运行维护人员应对系统的基础设施和系统功能进行维护，主要包括下列内容：

- a) 定期对基础设施进行清洁，对基础设施运行状态进行检查，对网络线路进行检查与测试；
- b) 检查各子系统及各系统之间的配套联动工作及接口工作；
- c) 编写运维定期巡检计划，进行预防性维护，按照运维巡检计划填写日常运维记录；
- d) 编写故障响应、应急处理流程及方案，做到故障及时发现、及时报告、及时解决、及时存档、

及时分析。

11.4 系统运行维护人员应具备相应的专业技能，并进行定期技术培训。

11.5 系统应具备数据备份和数据恢复功能，宜每个月异地备份一次。

11.6 系统运行维护人员完成系统维护后，应完成维护报告，并完成文件归档。

附录 A
(规范性)

感知层基础设施指标说明与要求

表A.1规定了感知层基础设施主要指标定义。

表 A.1 感知层基础设施主要指标定义

序号	指标	定义
1	船舶检测成功率	单位时间段（持续时间不少于 12 小时）有效船舶（不包含船队）检测数量除以经过实际通过船舶的数量。
2	船舶身份识别准确率	对于船名标识规范的船舶，单位时间段（持续时间不少于 12 小时）船舶身份识别正确的数量除以识别船舶的总数
3	船舶航行方向识别准确率	单位时间段（持续时间不少于 12 小时）船舶航行方向识别正确的数量除以识别船舶的总数
4	闸门夹船监测预警误报率	单位时间段（持续时间不少于 12 小时）闸门夹船预警错误的次数除以真实闸门夹船预警次数
5	闸门人行通道行人检测预警误报率	单位时间段（持续时间不少于 12 小时）闸门上方行人预警错误的次数除以真实闸门上方行人预警次数
6	船舶越界检测准确率	单位时间段（持续时间不少于 12 小时）越界预警正确的船舶数量除以真实越界预警船舶总数量
7	首尾档船舶未系缆预警准确率	单位时间段（持续时间不少于 12 小时）首尾档船舶未系缆预警正确的次数除以真实首尾档船舶未系缆预警次数
8	舱外船员未穿戴救生衣预警准确率	单位时间段（持续时间不少于 12 小时）舱外船员未穿戴救生衣预警正确的次数除以真实舱外船员未穿戴救生衣预警次数
9	闸室清空检测错误率	单位时间段（持续时间不少于 12 小时）闸室清空检测有误的次数除以闸室清空检测的次数

表A.2规定了感知层基础设施主要性能指标。

表 A.2 感知层基础设施主要性能指标

类型	设施名称	技术手段	主要性能指标
待闸阶段感知设施	船舶高清抓拍终端	视频、激光雷达、微波雷达等一种或多种技术手段	图像分辨率应不低于 3840×2160，全貌图张数≥1 张，细节图张数≥5 张 船舶检测成功率≥98% 船舶身份识别准确率≥95%
	尺寸丈量终端	视频、激光雷达等一种或多种技术手段	船舶长度和宽度测量误差绝对值应能满足船闸排档管理要求
	吃水识别终端	视频、激光雷达等一种或多种技术手段	船舶干舷高度测量绝对误差值应能满足船闸管理要求
	超高检测终端	视频、激光雷达等一种或多种技术手段	船舶净高识别误差绝对值应能满足船闸管理要求

类型	设施名称	技术手段	主要性能指标
	AR 融合终端	视频监控叠加船舶 AR 信息技术手段	基于引航道视频监控叠加船舶 AR 信息
	态势感知终端	视频、激光雷达等一种或多种技术手段	船舶态势画面更新帧率不低于 10 帧每秒，画面更新延迟不超过 0.5s
进闸阶段感知设施	进闸抓拍终端	视频、激光雷达、微波雷达等一种或多种技术手段	船舶航行方向识别准确率 $\geq 99\%$ 图像分辨率应不低于 3840×2160，全貌图张数 ≥ 1 张，细节图张数 ≥ 5 张 船舶检测成功率 $\geq 98\%$ ； 船舶身份识别准确率 $\geq 95\%$
	船速监测终端	视频、激光雷达、微波雷达等一种或多种技术手段	船舶速度监测误差应小于 0.1m/s
	进闸动态监测终端	视频、激光雷达、微波雷达等一种或多种技术手段	闸室船舶动态画面更新帧率不低于 10 帧每秒，画面更新延迟不超过 0.5s
	闸门夹船监测终端	视频、激光雷达、微波雷达等一种或多种技术手段	闸门夹船监测预警误报率小于 1%
	闸门上方行人检测终端	视频技术手段	闸门人行通道行人检测预警误报率小于 1%
	人字闸门对位检测终端	视频技术手段	在人字闸门关闭结束时监测闸门轴线对位情况
	船舶越界检测终端	视频、激光雷达等一种或多种技术手段	船舶越界检测准确率不低于 99%
闸室停留阶段感知设施	船舶停泊监测终端	视频、激光雷达等一种或多种技术手段	船舶在闸室内停泊位置、停泊档位、停泊角度、船舶动态位移等数据识别与监测
	系缆监测终端	视频技术手段	首尾档船舶未系缆预警准确率大于 99%
	船员救生衣穿戴检测终端	视频技术手段	舱外船员未穿戴救生衣预警准确率大于 99%
出闸阶段感知设施	出闸抓拍终端	视频、激光雷达、微波雷达等一种或多种技术手段	船舶航行方向识别准确率 $\geq 99\%$ 图像分辨率应不低于 3840×2160，全貌图张数 ≥ 1 张，细节图张数 ≥ 5 张 船舶检测成功率 $\geq 98\%$ ； 船舶身份识别准确率 $\geq 95\%$
	闸室清空检测终端	视频、激光雷达等一种或多种技术手段	闸室清空检测错误率不高于 1%
	出闸跟踪监测终端	视频、激光雷达等一种或多种技术手段	船舶出闸跟踪画面更新帧率不低于 10 帧每秒，画面更新延迟不超过 0.5s