

船舶交通管理系统(VTS)建设规范

交通运输部海事局

目 次

1 总 则.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和符号.....	2
3.1 术语.....	2
3.2 符号.....	3
4 系统总体设计.....	4
4.1 一般原则.....	4
4.2 系统目的.....	4
4.3 管理区域.....	5
4.4 系统功能.....	5
4.5 系统类型.....	6
4.6 系统总体性能.....	6
5 系统技术要求.....	9
5.1 一般原则.....	9
5.2 系统论证计算.....	9
6 站址选择.....	11
6.1 一般原则.....	11
6.2 系统频率选择.....	12
6.3 土建要求.....	12
7 子系统设计.....	12
7.1 雷达子系统.....	12
7.2 VHF 通信子系统.....	13
7.3 数据综合处理子系统.....	13
7.4 交通显示与控制子系统.....	14
7.5 管理信息子系统.....	14
7.6 记录重放子系统.....	16
7.7 信息传输与网络子系统.....	16
7.8 AIS 子系统.....	17
7.9 北斗卫星导航子系统.....	17
7.10 视频监控子系统.....	18
7.11 VHF-DF 子系统.....	18
7.12 环境监测子系统.....	18
7.13 系统安全等级保护.....	18
8 施 工.....	19

8.1 一般原则.....	19
8.2 施工准备.....	19
8.3 工程施工.....	19
8.4 土建工程要求.....	19
8.5 雷达设备的安装要求.....	20
8.6 VHF 通信设备安装要求.....	20
8.7 室内设备安装要求.....	20
8.8 视频监控前端设备安装要求.....	20
8.9 VHF-DF 设备安装要求.....	20
8.10 环境监测设备安装要求.....	20
8.11 供电施工要求.....	21
9 系统测试.....	21
9.1 系统测试主要内容.....	21
9.2 主要性能指标测试.....	21
10 系统验收.....	26
10.1 一般原则.....	26
10.2 工厂验收.....	26
10.3 现场验收.....	26
10.4 竣工验收.....	27
10.5 工程移交.....	27

船舶交通管理系统（VTS）建设规范

1 总 则

- 1.1 为提高海事机构船舶交通管理系统（VTS）工程建设管理水平，促进 VTS 建设管理的科学化、规范化和制度化，制定本规范。
- 1.2 本规范为海事系统内部管理规范文件，用于指导海事系统新建、扩建、改建 VTS 工程的设计、建设、性能测试及验收等方面。
- 1.3 VTS 工程建设，应做到稳定可靠，技术先进，经济实用，并满足网络安全等级保护要求。
- 1.4 在满足同等要求的条件下，VTS 工程建设应优先选用国产化系统和设备。
- 1.5 VTS 工程建设除了符合本规范外，还应符合国家法律、法规及有关技术标准的规定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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。

- 《VTS设备工作和技术性能要求》 IALA V-128
- 《VTS系统数据交换服务（IVEF）》 IALA V-145
- 《VTS支持联合及其他服务》 IALA G1102
- 《船舶交通管理系统（VTS）数据交换》 JT/T1142.1-2017
- 《船舶交通管理系统（VTS）数据交换》 JT/T1142.2-2017
- 《海上电子设备接口标准》 NMEA 0183
- 《船舶交通管理系统工程技术规范》 JTJ/T 351-96
- 《供配电系统设计规范》 GB 5052-2009
- 《电子信息系统机房设计规范》 GB50174-2008
- 《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》 GB/T 50311
- 《通信局（站）防雷与接地工程设计规范》 GB 50689-2011
- 《信息安全技术信息系统安全等级保护基本要求》 GB/T 22239-2008
- 《设备可靠性试验总要求》 GB5080.1-86
- 《视频安防监控系统工程设计规范》 GB 50395-2007
- 《数字微波接力通信系统工程设计规范》 YD/T 5088-2015
- 《通信建筑工程设计规范》 YD 5003-2014
- 《信息安全等级保护管理办法》 公通字〔2007〕43号
- 《中华人民共和国无线电管理条例》 国务院、中央军委第672号
- 《中华人民共和国船舶交通管理系统运行管理规定》 安监字〔1997〕375号
- 《中华人民共和国船舶交通管理系统设备维护管理办法》 海航测〔2009〕82号

3 术语和符号

3.1 术语

3.1.1 船舶交通管理 (Vessel Traffic Management, 简称 VTS)

是指对指定区域内船舶运动的组合与船舶行为的总体所实施的管理,用于增进船舶交通安全和提高效率以及保护环境。

3.1.2 主管机关

由政府设立的,全部或部分负责区域内安全(包括环境安全)、船舶交通效率及环境保护的机关。

3.1.3 VTS 管理水域

由VTS当局正式划定公布的实施VTS管理和服 务水域,一个VTS管理水域可分成若干分区。

3.1.4 VTS 中心

船舶交通管理系统的管理和运作中心,根据需要的分区可以设置VTS分中心。

3.1.5 雷达站

是船舶交通管理系统以雷达为主要技术手段的信息采集站,通常配有VHF、气象、视频监控、网络传输等设备,以及配套的电源、环境动力监测、防雷和消防监测等。

3.1.6 VTS 操作员工作台

在VTS中心内,VTS操作员行使其职责的地方。

3.1.7 VTS 交通图像

在VTS覆盖水域内船舶及其运动态势情况的二维或三维图像。

3.1.8 船舶

是指航行或停泊于水域进行运输或作业的交通工具,按不同的使用要求而具有不同的技术性能、装备和结构型式。

3.1.9 移动船舶交通管理系统

指雷达等传感器安装在船舶、车辆等移动载体上可对船舶实施交通管理服务的系统。

3.1.10 船舶交通管理系统管理区域

由船舶交通管理系统的主管机关划定并对外公布的,船舶交通管理系统可以实施有效管理和服 务的区域。

3.1.11 船舶交通管理系统用户指南

是指由设置船舶交通管理系统的主管机关,根据本规则制定颁发的便于船舶加入和使用船舶交通管理系统的指导性文件。

3.1.12 船舶动态报告制

由船舶交通管理系统主管机关颁布的,通过甚高频无线电话或其他有效手段向船舶交通管理系统中心进行有关航行动态报告的制度。为实施船舶动态报告制而划定的位置线称为船舶动态报告线。

3.1.13 雷达视距

雷达视线所能达到的距离范围。

3.1.14 雷达最大作用距离

对应于某一工作条件和某一特定目标的雷达最大检测距离。

3.1.15 雷达最小作用距离

对应于某一目标的雷达能够观测到的最近距离。

3.1.16 雷达盲区

雷达有效作用距离内所不能探测到的区域,主要取决于雷达性能、雷达天线高度以及遮挡物。

3.1.17 系统定位误差

系统平面测量目标所得位置与真实位置之间的距离统计值。

3.1.18 系统分辨力

系统能够区分两个相邻点目标的能力,包括距离分辨力和方位分辨力。

3.1.19 系统可靠性

在规定的工作条件下的规定的时间内,系统完成规定功能的能力。系统可靠度和平均故障间隔时间(MTBF)是系统可靠性的两个重要特征指标。

3.2 符号

AIS 自动识别系统
ASL 海平面上
BDS 北斗卫星导航系统
CCTV 视频监控系统
CPA 最近会遇点
DBMS 数据库管理系统
DGPS 差分卫星导航定位系统
ECDIS 电子海图显示与信息系统
ECS 电子海图系统
ETA 预计到达时间
FAT 工厂验收测试
GPS 全球定位系统
HMI 人/机接口
IALA 国际航标协会
ITU 国际电信联盟
ITU-R 国际电信联盟无线通信委员会
MIS 管理信息系统

MMSI 海上移动业务识别码
MTBF 平均无故障工作时间或者平均故障间隔时间
MTI 移动目标显示
MTTR 平均维修时间
PD 检测概率
PFA 虚警概率
PRF 脉冲重复频率
PTZ 平移、倾斜、缩放
RCS 雷达有效散射截面
SAT 现场验收测试
SOLAS 海上人命安全公约;
SSR 固态雷达
STC 灵敏度-时间控制
TCPA 到达最近会遇点的时间
UPS 不间断供电电源
VHF 甚高频
VHF-DF 甚高频无线测向仪
VoIP IP电话
VTMIS 船舶交通管理与信息系统
VTS 船舶交通管理

4 系统总体设计

4.1 一般原则

系统总体设计的基本原则应包括以下内容:

- a) 适应港口、水上运输及社会经济的发展需求;
- b) 满足主管机关实施船舶交通管理和服务的基本要求;
- c) 充分考虑海事、引航、航运和港口等部门的意见与要求;
- d) 考虑系统数据安全及共享的要求;
- e) 兼顾系统分期发展的需要;
- f) 符合国际、国内及行业相关标准。

确定系统总体性能指标时,应综合考虑船舶交通管理的需求、系统性能价格比以及系统运行、维护和保养等因素。

4.2 系统目的

根据VTS主管机关的需要,VTS可促进实现一个或多个目的:

- a) 水上人命及航行安全;
- b) 船舶交通运作效率;
- c) 水域环境保护;
- d) 水上公众和基础设施保护;
- e) 相关活动的效率;
- f) 水上安保的支持。

4.3 管理区域

任一VTS应明确划定该系统的管理区域。划定VTS的管理区域时，应考虑以下因素：

- a) VTS 有效监视、雷达盲区和通信覆盖范围；
- b) 船舶动态报告制范围；
- c) 船舶习惯性航路分布情况；
- d) 船舶交通流的密集情况。

一个VTS管理区域可以分成若干个分区，分区划分的原则应符合下列规定。

- a) 分区应优先考虑值班员合理的工作量；
- b) 分区的数量应结合实际管理区域而定，符合主管机关安全监督管理和服务的需求；
- c) 分区的界线不应设在船舶经常改变航向、操纵，或接近汇聚水域、航路汇合处、交通交叉口水域；
- d) 分区应综合考虑地理、气象、水文、VTS 类型等因素；
- e) 分区应科学规划和合理利用 VHF 通信资源，避免或减少 VHF 通信频道干扰。

4.4 系统功能

VTS系统功能是指在进行船舶交通管理时，为了达到提高服务区域交通安全和效率以及保护水域环境的目的，所具有的与交通相互作用的方式或方法。

系统功能应包括内部功能和外部功能。内部功能是保证VTS运行的准备活动，包括数据搜集、数据评估等功能。外部功能是为了达到影响交通参数的目的而实施的活动，包括信息服务、交通组织、助航服务、联合服务等功能。

VTS系统功能参照《船舶交通服务值班指南》的相关内容。

4.4.1 数据搜集功能

- a) 数据搜集是 VTS 系统进行水上安全监管和服务的首要任务。
- b) 数据搜集可通过适当设备如雷达、VHF、AIS、视频监控、BDS、VHF-DF、水文气象传感器等搜集交通情况和通航数据。
- c) 搜集的数据主要分为动态数据和静态数据两类。

动态数据包括船舶的航向、航速、船位、最近会遇点（CPA）、到达最近会遇点的时间（TCPA）等有关船舶运动数据和有关的水文、气象方面的数据，如风速、风向、温度、湿度、气压、雨量、潮位、能见度等。

静态数据包括有关船舶资料的数据：船舶名称、MMSI号、IMO号、船旗国等数据，以及有关航道、助航设施的信息，如浮筒、灯标以及雷达信标的属性及其性能数据等。

4.4.2 数据评估功能

- a) 数据评估是指对搜集的交通信息进行分析、处理、评价预测，使 VTS 操作员掌握水域内交通形势，实施船舶交通管理和服务。
- b) 数据评估包括监测船舶执行与遵守国际的、国家的和海事管理机构的要求和规则的操纵行动，说明整个交通情况及其发展趋势，监测航道情况（如气象、水文、助航设施等），对数据进行统计分析等。
- c) 数据评估内容包括：
 - 1) 船舶航行状况评估；
 - 2) 未来船舶航行动态和交通态势；

- 3) 执行船舶计划的评估;
- 4) 船舶动态评估;
- 5) 船舶锚泊评估;
- 6) 航标监视评估;
- 7) 统计分析等。

4.4.3 信息服务

信息服务是船舶做出航行决策时能够及时获取必要信息的一种服务。

信息服务包括以下内容：交通与航路信息、航行警告、气象信息（或警告）、水文信息、电子航行设备可靠性等。

4.4.4 交通组织

服务是指在VTS管理水域为防止出现危险的海上交通局面和提供安全高效的船舶通航而实施的一种服务。

交通组织服务包括以下内容：通航许可、锚泊管理、海域与航道管理、特别交通管理等。

4.4.5 助航服务

助航服务是指协助船舶做出航行决策并监视其效果的一种服务。

助航服务包括以下内容：要求与确认、航行信息、建议或是指令、警告等。

4.4.6 联合服务

联合服务是VTS中心执行的直接涉及通过VTS区域船舶航行安全和效率的服务。

联合服务行动包括协助搜集、发布信息并向VTS参加者和有关机构分送有关的信息；支持VTS主管机关与各方，如引航、港口、海上安全、污染防治与控制、搜寻与救助、海关、边防、军方等部门的联合行动。

4.4.7 其他功能

其他功能主要包括为海事部门提供船舶动态信息，为其他管理单位、港航企业、船代货代、社会公众提供船舶交通信息服务。

4.5 系统类型

4.5.1 根据 VTS 管理水域的特点划分：

- a) 港口 VTS：侧重于管理港口或港内及进出港航道的船舶交通。
- b) 航路 VTS：主要用于管理内河、运河、海湾或海峡的船舶交通管理。
- c) 区域 VTS：用于管理海岸或国际水道的船舶交通。
- d) 保护性 VTS：用于管理大桥、水坝、石油开采区或捕鱼区等的船舶交通。
- e) 综合 VTS：用于管理包括上述两种或三种类型范围的船舶交通。

4.5.2 根据雷达部署位置划分：

- a) 固定 VTS：雷达部署在岸上、岛屿或海上平台等固定式载体上的 VTS 系统。
- b) 移动 VTS：雷达部署在船舶、车辆等移动式载体上的 VTS 系统。

4.6 系统总体性能

4.6.1 监视范围

系统监视范围应能覆盖VTS当局对外公布的船舶交通管理区域。

4.6.2 可用性和可靠性

在有多条信息源为VTS值班员提供信息时，可降低对单一传感器可用性的要求；传感器之间的重叠覆盖可降低对单个传感器可用性的要求。指标要求见下表：

最大允许年度停机时间	系统可用性	单个子系统可用性
8小时	99.9%	99.6%

工作于重点监控区域的VTS系统需要高于99.95%的可用性，需要配置冗余的服务器和通信系统，必要时配置备用的操作中心。

4.6.3 远程诊断

系统具有远程诊断和修复能力，可实现对雷达、VHF、雷达数据处理器、多传感综合处理器、MIS服务器、记录重放服务器、路由器、核心交换机等设备运行状态、主要性能指标的在线监测能力。

系统除了对系统主要设备的监控外，对应用软件的心跳包、连接状态等实现在线监视。通过远程诊断可实现对数据处理软件和信息管理系统软件等远程诊断和修复。

4.6.4 冗余措施

VTS冗余包括区域冗余、系统冗余和设备冗余等，具体措施如下：

- 对于不同类型的传感器，传感器覆盖范围的重叠能够提供冗余；
- 对于同一类型的传感器，传感器覆盖范围的重叠能够提供冗余；
- 传感器站点配备备用设备，及相应的通信设备；并应考虑主设备与备用设备间的配置参数传送。

4.6.5 记录、归档和重放

应根据VTS工作程序确定VTS 搜集并存储的数据类型、分辨率及存储时间。数据存储时间需满足海上交通事件/事故发生后对VTS数据的查询要求，并符合海事管理机构有关海上交通事件/事故调查程序要求。VTS数据存储时间要求不少于30天。

存储的数据应包括：

- 产生交通图像的传感器与跟踪数据，包括雷达、AIS、BDS等；
- VHF 语音数据；
- 船舶动态信息；
- 气象与水文数据；
- VHF-DP 数据；
- 值班操作记录；
- 其他相关信息源的数据。

各VTS中心应当根据交通密度和跟踪类型，确定传感器数据的分辨率和其他跟踪性能参数。

数据应能够自动记录，可在不影响VTS系统正常运行情况下进行重放；并可实现在VTS系统运行环境之外设备进行重放。

4.6.6 系统分辨力

系统分辨力测试的技术指标需要根据具体项目设计要求确定，本规范提出基本指标要求：

a) 系统分辨力基本要求

适用水域	监视功能	助航功能
分道通航水域	$W_2 < W_1$	$W_2 < W_1 - 2 \cdot E_{max}$
单项航道	$W_2 < W_0$	$W_2 < W_0 - W_3 - 2 \cdot E_{max}$

注: W_0 ---单向航道宽度

W_1 ---通航分隔带宽度

W_2 ---在显示终端上的雷达视频图象对航道垂直线的投影尺寸

W_3 ---在显示终端上的航道两侧助航设施回波图象对航道垂直线的投影尺寸

E_{max} ---系统定位最大误差的绝对值

g) 系统分辨力的技术指标要求具体参照《VTS 设备工作和技术性能要求》(IALA V-128)。

4.6.7 系统精度

系统精度测试的技术指标需要根据具体项目设计要求确定, 本规范提出系统定位精度基本指标要求。

适用水域	监视功能	助航功能
分道通航水域	$E_{max} < 0.5 \cdot W_1$	$E_{max} < 0.5(W_1 - W_2)$
单项航道	$E_{max} < 0.5 \cdot W_0$	$E_{max} < 0.5(W_0 - W_2 - W_3)$

注: W_0 ---单向航道宽度

W_1 ---通航分隔带宽度

W_2 ---在显示终端上的雷达视频图象对航道垂直线的投影尺寸

W_3 ---在显示终端上的航道两侧助航设施回波图象对航道垂直线的投影尺寸

E_{max} ---系统定位最大误差的绝对值

4.6.8 与相关机构的信息交换

信息交换的主要内容如下:

- a) 与海事系统其他业务部门内部信息共享和交换；
- b) 相邻或相近区域 VTS 系统之间信息共享；
- c) 与港口单位交换船舶靠泊计划和到离港信息；
- d) 与引航单位交换引航计划和船位信息；
- e) 与有关航运和交通管理单位交换信息；
- f) 与航标、航道部门交换通航环境信息；
- g) 与部队、边防、海警、公安部门交换海防信息。

信息交换与发布主要方式如下：

- a) 系统可采用 B/S 架构实时发布 WebGIS 信息，对局域网、互联网用户发布 VTS 系统的综合显示数据、文本数据等信息。
- b) VTS 系统可通过 AIS/BDS 播发安全信息。
- c) 系统可将 VTS 综合图像和服务信息通过移动智能终端发布。
- d) VTS 系统数据交换应遵循《VTS 系统数据交换服务（IVEF）》（IALA V-145），或者交通运输部发布的船舶交通管理系统数据交换格式。

5 系统技术要求

5.1 一般原则

系统设计的基本要求应包括以下内容：

- a) 系统总体设计的各项要求；
- b) 日常维护、保养和管理方面的实际需求；
- c) 先进性、可靠性、可维修性、实用性和可持续发展性；
- d) 多方案比选，以保证所确定的系统设备方案的性能价格比最优。

5.2 系统论证计算

5.2.1 雷达视距宜按下式确定：

$$R \approx 2.22(\sqrt{H_a} + \sqrt{H_t}) \quad (\text{n mile})$$

式中，

R: 雷达视距 (n mile)；

H_a : 雷达天线高度 (m)；

H_t : 目标高度 (m)。

5.2.2 雷达最大作用距离宜按下式确定：

$$R_{\max} = 129.2 \left(\frac{P_t \cdot \tau \cdot G_a^2 \cdot \sigma_t}{f^2 \cdot T_s \cdot V_0 \cdot C_B \cdot L} \right)^{1/4} \cdot F \cdot \delta$$

式中，

$R_{\max}$: 雷达最大作用距离 (n mile)；

P_t : 雷达发射脉冲功率 (kW)；

τ : 发射脉冲宽度 (μs) ;

G_a : 雷达天线增益;

σ_t : 雷达目标截面积 (m^2) ;

f : 雷达工作频率 (MHz) ;

T_s : 系统噪声温度系数;

V_0 : 可见度系数;

C_B : 带宽修正因子;

F : 方向性图传播因子;

δ : 电波传输大气衰减的距离因子;

L : 传输线、天线的损耗系数。

5.2.3 雷达最小作用距离宜按下式确定:

$$R_{\min} \approx (H_a - H_t) \cdot \text{ctg}(K_r \cdot \theta_v)$$

式中,

$R_{\min}$: 雷达最小作用距离 (m) ;

H_a : 雷达天线高度 (m) ;

H_t : 目标高度 (m) ;

θ_v : 雷达天线垂直波束宽度 ($^\circ$) ;

K_r : 实验系数, K_r 一般取0.5~2。

5.2.4 雷达目标跟踪处理容量应包括动目标和静目标; 其中, 静目标跟踪处理容量可按锚泊数和浮标数确定, 动目标的跟踪处理容量宜按下式确定:

$$Q = K_t \cdot V \cdot T$$

式中,

Q : 动目标跟踪处理容量 (个) ;

V : 通过VTS管理区域的船舶交通流量 (艘次/h) ;

T : 以船舶平均航速通过VTS管理区域所用的时间 (h) ;

K_t : 系数, 根据交通量预测确定, 一般取1~3。

5.2.5 系统距离分辨力宜按下式确定：

$$\Delta R_{\min} \approx 0.5C(\tau + t_r) + r_p$$

式中，

$\Delta R_{\min}$ ：系统距离分辨力（m）

C ：光速（m/s）；

τ ：视频脉冲宽度（s）；

t_r ：信号传输后脉冲前沿（s）；

r_p ：扫描变换器距离单元所对应的距离（可忽略不计）。

5.2.6 系统方位分辨力按下式确定：

$$\Delta \alpha_{\min} \approx \theta_A (\theta_A > \theta_P)$$

$$\Delta \alpha_{\min} \approx \theta_P (\theta_A < \theta_P)$$

式中，

$\alpha_{\min}$ ：系统方位分辨力（°）；

θ_P ：数字视频方位量化单元；

θ_A ：雷达天线水平波束宽度（°）。

6 站址选择

6.1 一般原则

为了使VTS系统主要性能指标均能满足系统功能的要求，除了各种设备基本性能指标的要求外，还要求系统各子系统设备布局合理，尤其是雷达站站址的选择。

在选择站址时，通常考虑以下几项原则：

- 雷达站址的选择应满足系统的布局要求，在航道或河道较长时为了使雷达覆盖整个水域，选择雷达站时，既要考虑到满足系统功能需要，又要参考港口及城市建设规划，兼顾到港口、城市近期和将来发展的需要。
- 保证充分利用雷达的使用性能和技术性能。对于担任不同任务的港口雷达站，对其性能指标的要求是不同的，如航道等覆盖区的雷达站的位置，应保证在所辖区段雷达具有较高导航精度和分辨力。
- 应避开附近电磁干扰和岸上建筑物的影响，以保证雷达有效探测范围。
- 应兼顾与其他技术手段和设备的配合使用。如应考虑 VHF 无线通信的范围和微波信息传输子系统的传输性能等。

- e) 水上建设雷达站尽量避开通航密集区,并采取有效保护措施。
- f) 雷达站机房建筑物高程应充分考虑当地历史最高潮面。
- g) 雷达站址的选择应力求减少建站投资和日后的使用管理费用。

以上原则在难以全部满足,应权衡利弊,保证重点,对不足的地方采取相应的弥补措施。

6.2 系统频率选择

- a) 雷达工作频率可在 S 波段、X 波段和 Ku 波段选取,并应符合国际电联 ITU-R 的有关规定。
- b) 选择 VHF 通信频道时,应避免与当地相邻地区的同频干扰和互调干扰。
- c) 确定微波传输工作频率时,应符合国际电联 ITU-R 的有关建议,以及《中华人民共和国无线电管理条例》的规定。

6.3 土建要求

- a) VTS 中心应具备充足的机房、值班室、会议室等空间,满足 VTS 中心的使用需求。各房间使用面积根据项目设计文件要求确定。
- b) 雷达天线架设高度应满足最大监视覆盖范围及最小盲区半径要求。
- c) 雷达站的建筑物结构风荷载应按当地 50 年一遇的风荷载设计。
- d) 系统防雷接地应符合《国家标准《通信局(站)防雷与接地工程设计规范》(GB 50689-2011)有关要求。
- e) 系统供配电的工艺设计应符合《供配电系统设计规范》(GB 5052-2009)的有关要求。
- f) VTS 系统设备机房和雷达站必须按照要求配置消防报警系统,具体要求如下:
 - 机房的结构、材料、配置设施必须满足保温、隔热、防火、防水等要求。
 - 机房需配备温感、烟感、报警器等装置和消防设备、设施;须采用气体灭火剂,严禁使用干粉和泡沫灭火剂。
 - 机房要有防水害措施,确保机房安全运行;原则上要求配备恒温湿装置。
 - 相关要求执行《电子信息系统机房设计规范》(GB 50174-2008)。

VTS 设备机房和雷达站要求配备安防系统,由实时监控摄像系统和其它安全设施组成,全方位监控机房、雷达站总体运行状况。

7 子系统设计

7.1 雷达子系统

7.1.1 基本作用

雷达是VTS系统信息采集的主要设备,可获取覆盖水域的实时交通图像,作为交通处理、评估和显示的基础。

7.1.2 雷达类型

根据不同的使用需求,可选用磁控管脉冲雷达、脉冲压缩雷达和调频连续波雷达等不同类型的雷达。

7.1.3 雷达天线

应根据VTS系统的覆盖范围要求、航迹更新率、最大和最小作用距离要求、重叠和冗余覆盖、自然条件,确定雷达天线的参数(高度、口径尺寸、增益、旁瓣、转速、极化方式、抗风能力等)。

7.1.4 雷达收发机性能要求

雷达收发机应满足如下要求:

- a) 工作波长:
 - 1) X 波段: 3cm, 高分辨力;
 - 2) S 波段: 10cm, 较好抗雨雪衰减能力。
- b) 天线性能 :
 - 1) 水平波束宽度应满足最大探测距离和系统分辨能力对雷达天线增益要求。
 - 2) 垂直波束宽度应满足最小作用距离和系统分辨能力对雷达天线增益要求。
 - 3) 旁瓣电平: $-26\text{dB} \sim -35\text{dB}$;
 - 4) 天线转速: $10\text{转/分} \sim 25\text{转/分}$;
- h) 发射功率
 - 1) 港外监视: 固态雷达 50W 及以上, 磁控管雷达一般不高于 25 KW ;
 - 2) 港内监视: 固态雷达 50W 以下, 磁控管雷达 10KW 及以下。
- i) 接收机噪声系数: 原则上优于 4.5dB。
- j) 灵敏度:
 - 1) 港外监视: 优于 -90dBm ;
 - 2) 港内监视: 优于 -115dBm 。

7.2 VHF 通信子系统

7.2.1 基本作用

VHF通信设备用于在VTS中心和船舶之间建立正常、有效的信息联系。通常集成到 VTS 的应用中, 为VTS 用户提供及时服务的技术手段。

7.2.2 覆盖范围

VHF通信距离应至少满足VTS管理区域内的通信需求; VHF通信覆盖范围应大于VTS覆盖区域, 其可通率应大于90%。

7.2.3 频道配置

船舶进入VTS管理区域后应按管理规则使用相应的工作频道进行动态报告, VTS中心在工作频道上接听船舶报告。

7.2.4 性能指标要求

- a) 频率范围: $156.000 \sim 174.000\text{MHz}$
- b) 天线增益: $\geq 3\text{ dBi}$ (方向性图和增益可调)
- c) 发信机输出功率: $\leq 50\text{W}$ (功率可调)
- d) 接收机灵敏度: $\leq 0.35\mu\text{V}$ (SINAD=12dB)
- e) 电压驻波比: $\leq 1.5\text{dB}$

7.3 数据综合处理子系统

7.3.1 基本作用

- a) 数据综合处理子系统包括雷达站的雷达数据处理器和 VTS 中心的多传感器综合处理器两部分。

- b) 雷达数据处理器的主要功能是提供雷达信号接口,将雷达模拟信号数字化,将雷达采集到的信息进行杂波处理、目标检测、目标录取、目标跟踪、数据压缩传输等。
- c) 多传感器数据综合处理器的主要功能是将来自各雷达站的雷达数字视频信息和跟踪数据信息、AIS 信息、BDS 信息、VHF-DP 信息以及水文气象信息等进行融合处理,实现多雷达目标的跟踪、自动识别和交通形势分析评估;并对雷达目标、AIS 目标进行危险判断和报警、视频监控图像联动等综合处理。

7.3.2 技术性能要求

- a) 雷达数据处理器原则上要求处理能力不少于 1000 个目标(其中动目标不少于 700 个),具体需根据雷达覆盖区域要求确定。
- b) 多传感器综合处理器原则上要求处理能力不少于 10000 个目标,具体需根据 VTS 管理区域要求确定。

7.4 交通显示与控制子系统

7.4.1 主要功能

交通显示与控制子系统是VTS系统人机交互的重要接口,能够实现VTS值班操作人员对管辖水域船舶航行状态的总体监视,并进行船舶交通管理和服。同时,通过该系统还可以实现对VTS系统前端设备工作状态的监视和控制,改变前端设备的工作参数。

7.4.2 显示内容

- a) 交通显示的主要内容有电子海图、雷达视频图像、目标跟踪状态、跟踪测量与统计、AIS、BDS、目标标识数据、用户编辑区域等。
- b) 交通控制的主要内容为:雷达、VHF、雷达数据处理等设备的操作控制,交通显示图像的功能操作,电子海图的修改等。
- c) 采用符合国际标准要求的电子海图,要求能显示 S57/S63 格式电子海图,支持光盘电子海图数据和 U 盘电子海图数据;能够根据航道变化的实际情况及时修改,自动更新。
- d) 在交通显示器可关联显示船舶数据库的船舶档案、航行计划等信息,并将船名等特征信息关联到系统跟踪符号上;系统可在交通显示器上直接对系统跟踪船舶进行标识及信息录入并自动记录更新于 MIS 系统中;可开窗显示局部图像和数据,对船舶航迹进行推算、保存和重放;可计算跟踪目标的 CPA 和 TCPA,按照设定进行偏航告警、禁驶告警等;
- e) 在交通显示器可对进入警戒区和逆向航行船舶自动报警,对特殊目标船舶(肇事船、协查船等黑名单船)进入服务区系统自动报警;可按照不同操作台管辖水域实现分区告警;并可按照不同水域的交通情况,设置不同的告警参数。

7.5 管理信息子系统

7.5.1 基本功能

管理信息子系统应具备高可用性、松耦合性,尽可能降低对其他系统的依赖。管理信息子系统(MIS)是对VTS所涉及的数据信息进行存储、维护和使用的信息管理系统。MIS利用数据库、数据库管理系统与VTS船舶动态数据交互、网络集成等技术,通过对VTS中相关业务的信息集成,延伸信息的流程。MIS至少应具备数据搜集和存储、数据统计和评估、数据查询和检索、信息服务和报表生成等功能,鼓励对MIS数据信息进行深度开发和挖掘。

- a) 实现与海事二级数据中心的数据共享。将直属海事局二级数据中心中的船舶管理（船舶登记、PSC、FSC、船舶滞扣等）、船员、通航要素等数据以服务接口形式提供给 VTS 的 MIS，形成海事业务动态数据基础平台，为 VTS 系统的交通组织、船舶监管、应急处置等提供业务动态数据支撑。通过 VTS 船舶动态监控信息的发布，实现与海事业务协同联动。
- b) 可支持 VTS 对船舶交通的管理辅助决策。MIS 对 VTS 中跟踪数据、报告线、报警等数据进行采集以及通过接口提高数据录入自动化水平，实现智能化监控，提升辅助决策能力。同时具备 VTS 船舶管理信息统计功能，自动生成部局 VTS 运行管理要求的报表。
- c) 提供船舶动态信息服务。利用 MIS 实现船舶进出港计划、船舶进出港报告、船舶动态、船舶航行轨迹、船舶基本资料等电子申报和查询。MIS 可采用标准 Web Service 对外提供内外网信息发布服务，服务于海事专网相关系统、码头业主、船公司等。

7.5.2 数据库基本要求

采用数据库技术，对VTS所涉及的数据信息进行存储、维护和使用，通过建立、管理和使用数据库，为用户提供及时、准确的相关信息，满足用户查询和使用数据库提供便利。MIS适用于C/S、B/S体系架构。

MIS应使用成熟的商用数据库系统，要求数据冗余度小、数据共享度高，具有较高的独立性，数据库系统通过DBMS进行数据安全性和完整性的控制。

7.5.3 管理的数据信息

MIS扩展了VTS的数据处理能力，其管理的主要信息包括：

- a) 静态船舶数据，包括船舶资料、通航基础资料等；
- b) 动态船舶数据，包括历史航次、当前航次、计划信息等；
- c) 事件记录，包括抛起锚、靠离泊、过报告线等；
- d) 操作记录，包括值班员和管理员的登录、修改、删除等；
- e) 船舶载货、载客信息等。

多个用户可以同时进入管理信息数据库，可连接的客户工作站的数目仅仅局限于服务器和网络的实际数据处理能力。

7.5.4 MIS 存储数据信息

- a) 船舶静态数据：该类信息来源于海事云数据中心，或者 VTS 操作员输入和修改的数据；
- b) 资源：代理、船舶所有人等；
- c) 船舶事件：进出港计划、进出港报告、抛锚、靠离泊时间等；
- d) 船舶航程：船舶来自港和目的港等；
- e) 历史数据：系统内船舶历史动态数据。

7.5.5 MIS 与交通显示处理器双向联动

- a) MIS 可以与交通显示器实现动态连接。在交通显示器菜单界面上，能显示数据库特定信息，如船舶名称、货种、船长等，也可直接通过 VTS 交通显示器操作船舶报告信息，如船舶抛锚、靠泊等。
- b) 在交通显示器上，操作员可以将 MIS 内已知目标的相关信息(如船名、船种等)或者设置自动识别线连接到跟踪目标上，以标识该目标。
- c) 在 MIS 上，系统将自动获取 VTS 穿越报告线信息，操作员可以查询 VTS 系统船舶穿越报告线流量统计信息。

- d) 可根据 VTS 区域内的船舶状态, 自动在数据库显示终端上用不同的颜色对船舶进行标识。如航行船、锚泊船、靠泊船、重点监控船、滞扣留船等。当鼠标点击 MIS 显示终端上该船舶数据时, 该船舶可自动显示在交通显示器中心。反之, 当鼠标点击交通显示器上某船舶时, 在 MIS 显示终端上该船舶数据将以不同于其它船舶的颜色进行标示。

7.6 记录重放子系统

7.6.1 主要功能

记录重放子系统的主要功能是实时同步记录雷达数字化视频、跟踪数据、AIS/BDS数据和VHF通信话音、系统操作情况和系统工作状态等信息, 供交通分析、海事处理、海难搜救和事故取证等使用。

7.6.2 记录方式

记录重放子系统要求能进行多媒体数据连续记录与重放; 能利用记录重放同步处理技术, 实现雷达视频数据与VHF音频数据记录重放的同步。记录方式以自动记录为主, 并可按照时间、内容选择播放, 可进行快进、慢放等操作。记录文件可转存到移动介质上, 并可转换成通用多媒体格式在通用PC上播放。

7.6.3 信息记录

VTS系统具有信息记录功能。需要存储的数据范围包括无线通信; 电话通信; 生成交通图像的传感器数据, 如雷达数据、AIS数据、BDS数据、视频监控图像、VHF-DF数据、远距离传感器数据以及传感器融合数据(跟踪数据、交通图像等等); 港口信息管理相关数据, 如船舶信息, 船舶和货物数据, 包括船舶动态信息; 引航管理; 提供联合服务, 如拖轮和带缆分配; 水文气象数据; 航行日志和文本记录; 值班员操作等。

7.6.4 信息存储

要求信息存储时间不少于30天作为事件/事故数据的完整恢复的时间周期。

VTS应该提供存储特别事件的记录, 或者提供用于法律、规章或分析目的长期记录的能力。用于事故调查或法律行动的数据应转存到其他的媒质中以用于长期存储。

7.6.5 信息重放

VTS信息重放是把系统记录保存的已发生的信息, 可重新调取并显示当时实况的功能。任何重放系统需保证时间是准确同步的从而在重放过程中重现交通情境, 可在VTS系统任何交通显示器上进行。重放具有以下目的:

- a) 技术重放。VTS 技术人员通过先前记录的数据对系统记录数据的精确程度进行调整, 或者用于检查记录重放子系统工作状况。
- b) 值班重放。VTS 值班员搜集、评估的数据, 重放用于进行内部分析。
- c) 外部重放。外部重放要求在外部的计算机进行独立操作重放数据。

7.7 信息传输与网络子系统

7.7.1 主要内容

信息传输的主要内容包括雷达数字视频、跟踪处理数据、话音信号、视频图像、雷达站环境监控综合信息等。

7.7.2 信息传输方式

各雷达站至VTS中心的信息传输可采用光纤线路或者微波等低时延传输的形式进行传输；为了使雷达站综合视频信息、VHF语音信息的传输带宽不受视频监控信息传输的影响，保证雷达综合视频、VHF语音传输的稳定性，要求对网络带宽进行合理设计。

7.7.3 信息传输带宽基本要求

a) 雷达信号

雷达站的雷达综合视频传输至VTS中心，雷达综合视频等信息需不少于512Kbps带宽的数字传输线路。

b) VHF 语音及控制信号

单台VHF收发信机提供64Kbps带宽的数字传输线路；同时为控制信号提供不少于64Kbps带宽的数字传输线路。

c) 视频监控图像

视频监控图像需满足1080P高清要求，需为每个摄像头提供不少于2Mbps带宽的数字传输线路。

d) 气象数据

各气象站点的风速风向仪、温度湿度计和能见度仪等气象数据传输带宽需不少于128Kbps。

e) 雷达站环境监控综合信息

雷达站环境监控信息包括雷达站内环境监测数据、站内设备状态数据和视频监控图像（机房监控、场地监控、天线监控）等，数据传输带宽需不少于256Kbps。

f) 传输网络带宽容量可按上调 20%预留。

7.8 AIS 子系统

7.8.1 基本作用

- a) 自动接收船舶 AIS 的信息，包括船舶标识、船型、位置、对地航向和对地航速、航行状态及其他与安全相关的信息；
- b) 监视与跟踪安装有 AIS 的船舶；
- c) 与 AIS 船舶交换数据，支持 VT-MIS 应用；
- d) 支持基于 AIS 基础设施的增值功能。

7.8.2 VTS 监视区域扩展

在 VTS 管理区域处于雷达或单个AIS 基站覆盖范围的情况下，采用接入AIS 网络，延伸VTS监视区域，支持联合行动。

7.9 北斗卫星导航子系统

7.9.1 基本功能

北斗卫星导航系统具备授时、定位、导航和短消息发送等功能。VTS系统集成北斗卫星导航系统，可实时接收安装有北斗船载终端设备的船舶位置、紧急报警信息，紧急情况下实现遇险搜救及联络。

7.9.2 基本要求

- a) VTS 系统应接入 BDS 时钟和 GPS 时钟双系统，互为备用；
- b) VTS 系统应实现 BDS 接入汇聚和融合处理，连续监控安装 BDS 终端船舶；
- c) VTS 系统应具备通过 BDS 向目标船舶自动播发安全信息，支持广播和定向两种模式。
- d) 系统对 BDS 具有断线检测、断点续传等功能。

7.9.3 系统配置要求

- a) 系统应配备北斗时钟服务器；
- b) VTS 系统可配备北斗指挥终端，通过指挥终端以群发、通播方式向指定船舶或多艘船舶发送短电文信息。
- c) VTS 系统可与接收北斗卫星接收数据中心联接，接收与处理北斗数据。

7.10 视频监控子系统

7.10.1 基本作用

- a) 视频监控 能够提供可视的态势识别，可作为雷达、AIS、BDS 和其它传感器之外的 VTS 传感器。
- b) 当作为 VTS 传感器时，视频监控数据可集成到 VTS 应用中，为 VTS 值班员提供光电系统工作范围内的实时交通态势。
- c) 在视频监控摄像头监视区域，与雷达跟踪目标、AIS 目标、BDS 目标要求具有联动和接力跟踪、抓拍取证等功能。

7.10.2 记录和重放

视频监控数据应该自动记录，并能够将这些数据与其它传感器记录同步重放。

7.11 VHF-DF 子系统

7.11.1 基本功能

无线电测向仪通过接收工作中的VHF信号，准确识别目标位置，集成至多传感器综合处理器。

7.11.2 工作要求

- a) VHF-DF 覆盖范围根据天线安装位置、水域情况、被监测船舶类型、天气条件等；
- b) 设计要求的方位精度；
- c) 无线电测向仪所需的频率范围；
- d) 监测 VHF 信道的数量。

7.12 环境监测子系统

7.12.1 功能要求

- a) 环境监测系统通常为水文气象设备，VTS 管理水域可通过相关部门或自建气象传感器获取实时的气象数据，包括风速风向、能见度、温湿度、雨量计等。
- b) 根据需要可建立潮位、流向等水文传感器；可利用港口、航道等单位已建的水文站，获取水文数据。

7.12.2 工作要求

- a) 气象和水文数据应以世界气象组织的标准单位传输，应以数据、表格、趋势图等多种方式显示；
- b) VTS 系统需明确各种数据参数更新的时间间隔，并可获取数据平均值；
- c) VTS 系统自建水文气象系统获取的传感器数据可作为 VTS 值班工作和雷达站设备工作环境数据中的参考，执行船舶航行安全管理要求需以专业气象机构发布数据为准。

7.13 系统安全等级保护

VTS系统应按照《中华人民共和国网络安全法》《信息安全等级保护管理办法》实行等级保护，暂按二级保护建设，并在二级保护的基础上，实行重点保护。VTS建设过程中，如交通运输部海事局另行制定等级保护要求，从其规定。

8 施 工

8.1 一般原则

本章规定了VTS工程施工的基本要求，适用于VTS工程各类建（构）筑物的施工，是VTS工程施工的基本依据。

VTS工程的施工，除符合本章规定外，还应符合国家现行的有关法律、法规及标准、规范的要求。

8.2 施工准备

应综合考虑热、潮湿、冲击、振动和压力等多种环境条件确定设备运输、存储方案，做好防护措施。对施工现场进行检查，符合下列条件要求方可进场、施工：

- a) 施工对象已具备进场条件，如作业场地、安全用电、生产生活用水等均符合施工要求；
- b) 施工区域内建筑物的现场情况和预留管道、预留孔洞、地槽及预埋件等应符合设计要求；
- c) 使用道路及占用道路情况符合施工要求；
- d) 敷设管道电缆和直埋电缆的路由状况清楚，并对各管道标出路由标志；
- e) 当施工现场有影响施工的各种障碍物时，应提前清除；
- f) 水上雷达站施工，如影响通航安全的，应办理水上水下活动相关手续。

对施工准备进行检查，符合下列要求方可施工：

- a) 设计文件和施工图纸齐全；
- b) 施工人员熟悉施工图纸及有关资料，包括施工特点、施工方案、工艺要求、施工质量标准及验收标准；
- c) 设备、器材、辅材、工具、机械以及通讯联络工具等应满足连续施工和阶段施工的要求；
- d) 有源设备应通电检查，各项功能正常。

8.3 工程施工

工程施工应按照设计文件和施工图纸进行施工，不得随意更改。若需要局部调整和变更的，需申请设计变更，经批准后方可施工。

施工中应做好隐蔽工程的随工验收。地下接地体、管线敷设等隐蔽工程施工时，监理单位或者经委托的第三方检测单位应对施工质量进行随工验收，验收合格后方可进行下道工序。

8.4 土建工程要求

- a) VTS中心和雷达站的外部造型宜注意美观和醒目，并设有中国海事标识；
- b) 独立设置的VTS中心和雷达站建筑物抗震设防烈度应按当地基本烈度提高一度；
- c) VTS中心和雷达站的建筑物均应按一级耐火等级设计；
- d) VTS中心和雷达站内机房均应安装感烟、感温探测器；
- e) VTS中心和雷达站应有消防报警及消防设施设备；报警信号及消防设备工作状态统一传至VTS中心；
- f) VTS中心和有人值守雷达站的供水设施应满足生产用水和生活用水的要求，生活用水水质的标准应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB5749-2006的要求。

8.5 雷达设备的安装要求

- a) 天线高度应满足最大监视覆盖范围及最小盲区半径要求；
- b) 天线水平面以下 30 度内在探测方向上不能有阻挡；
- c) 天线底座平台和支架应固定牢固；
- d) 波导应尽可能短，原则上不应超过雷达厂家对波导长度的要求；
- e) 天线和馈线等应位于避雷装置 45° 保护角范围以内，避雷针的安装不影响雷达天线性能发挥；
- f) 导线连接应牢固可靠，外界部分不得外露，并留有适当余量；
- g) 应设置防护式的楼梯和维护平台；
- h) 室外线缆进入室内时需采取妥善措施做好防水防冻。

8.6 VHF 通信设备安装要求

- a) 天线高度适当，遮蔽物影响小，保证目标区域有效覆盖；
- b) 抱杆和支架应固定牢固；
- c) 当使用多个天线时，应保证各个天线安装地点适当分离，避免同频或相邻频道干扰；
- d) 天线和馈线等需在避雷装置 45° 保护角范围以内；
- e) 导线连接应牢固可靠，外界部分不得外露，并留有适当余量。

8.7 室内设备安装要求

- a) VTS 操作台、机柜（架）安装位置应符合设计要求，安装应平稳牢固、便于操作维护；
- b) 所有控制、处理、显示、管理、记录、传输与交换等设备的安装应平稳，便于操作维护；
- c) 显示设备应避免外来光直射，当不可避免时，应采取遮光措施；
- d) 在 VTS 操作台、机柜（架）内安装的设备应有通风散热措施，内部接插件与设备连接应牢靠；
- e) VTS 值班室和机房内所有线缆应根据设备安装位置设置电缆槽（管）和进线孔，排列、捆扎整齐，编号，并留有永久性标志。

8.8 视频监控前端设备安装要求

- a) 在满足监视目标视场范围要求的条件下，其安装高度离地不宜低于 3.5m。
- b) 摄像机及其配套装置，如镜头、防护罩、支架、雨刷等，安装应牢固，运转应灵活，应注意防破坏；
- c) 在强电磁干扰环境下，摄像机安装应与地绝缘隔离；
- d) 云台的安装应牢固，转动时无晃动，转动角度范围满足使用要求；
- e) 信号线和电源线应分别引入，外露部分用软管保护，不影响云台的转动。
- f) 设备外壳、信号线和电源线与接地线需良好连接。
- g) 室外设备应配套良好的防水、防漏电措施。

8.9 VHF-DF 设备安装要求

- a) 天线高度适当，遮蔽物影响小，保证目标区域有效覆盖；
- b) 天线底座和支架应固定牢固；
- c) 天线塔顶其他设备在测向天线底部 60° 锥角范围内，即 60° 锥角范围外无障碍物；
- d) 导线连接应牢固可靠，外界部分不得外露，并留有适当余量。

8.10 环境监测设备安装要求

环境监测设备安装高度和位置应综合考虑区域的水文气象等环境特性确定，安装支架应固定牢固。

8.11 供电施工要求

- a) VTS 中心的供电负荷等级应满足一级负荷要求，宜采用两路独立电源供电，并在末端自动切换；
- b) VTS 中心和雷达站应配备 UPS 电源作为备用电源，主电源和备用电源应有足够容量；
- c) VTS 中心和雷达站内机房应设置专用配电箱，配电箱的配出回路应留有余量。
- d) VTS 中心和雷达站的防雷及接地施工应参照行业标准《通信建筑工程设计规范》YD 5003-2014 的有关规定。
- e) 综合布线系统的线缆敷设应符合现行国家标准《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》GB/T 50311 的规定。

9 系统测试

9.1 系统测试主要内容

- a) VTS 系统测试分为设备配套性测试、系统功能测试和系统性能测试三个测试环节。
- b) 设备配套性测试是对照系统合同文件，检验设备的组成、数量、备品备件和技术文件等是否齐全、数量足够。
- c) 系统功能测试的目的是对照产品技术合同，检验系统设备是否具备合同文件及相关纪要所约定的各项功能。
- d) 系统性能测试的主要内容包括系统检测能力、雷达分辨力、目标跟踪精度、目标跟踪可靠性和系统可靠性等。系统整体测试需在设备配套性测试和系统功能测试完成的基础上进行，目的是通过对系统各项使用性能指标的检测，对照合同文件的性能指标要求，评价系统是否达到设计要求。

9.2 主要性能指标测试

系统性能指标测试原则上要求在晴天、平静水面，目标发现概率90%，虚警概率 10^{-6} 的条件下进行。

VTS系统测试应包括雷达、VHF通信、雷达数据处理、交通显示与控制、MIS、记录重放、信息传输、视频监控、VHF-DF、环境监测等。系统的性能测试是多个子系统的综合性能测试，通常主要测试雷达及雷达数据处理。

9.2.1 雷达子系统

- a) 雷达子系统测试内容应包括测试雷达的最大作用距离、最小作用距离、距离分辨力、方位分辨力、目标跟踪精度、目标跟踪可靠性和系统可靠性。
- b) 最大作用距离测试。在约定的海况和气象条件下，选定雷达目标截面积符合规定要求的目标，使其移至最大作用距离符合规定要求的位置，测定发现概率（即在天线连接扫描中，从显示屏上发现目标次数的总和与天线转数的总和之比，且天线转数应不低于 50 次）。检验所测结果是否满足发现概率的要求；也可将目标移至符合发现概率要求的位置，测定其距离即为雷达最大作用距离。
- c) 最小作用距离测试。测试小艇驶向雷达站，当小艇回波在雷达最小量程显示屏上接近消失时，用雷达测出小艇至雷达站的水平距离，测 10 次求平均值，即为最小作用距离。
- d) 距离分辨力测试。在选定的位置和约定的量程上，选定两个点目标，各支撑 1 个高度 3m、雷达目标截面积 1m² 的全向反射球，使两目标保持相同方位，且二者间距满足距离分辨力的规定

要求，调整海浪抑制和增益按钮，使两目标各自的发现概率为 90%（二者联合发现概率 80%左右）。以两目标回波能分离显示为合格，或者在两目标联合发现概率为 80%左右的条件下，慢慢改变两目标径向间距，当两目标回波亮点恰好相切时，用测量绳量出两目标的径向间距，此间距即为雷达距离分辨力，共测 10 次，求其平均值作为测试结果。

- e) 方位分辨力测试。在选定的位置和约定的雷达量程上，选定两个点目标，各支撑 1 个高度 3m 雷达目标截面积 1m² 的全向反射球，使两目标保持与雷达站等距，且二者夹角满足方位分辨力的规定要求，调整海浪抑制和增益控制，使两目标各自的发现概率为 90%（二者联合发现概率 80%）左右，两目标回波处于刚要分离显示的临界状态为合格。或者在两目标联合发现概率为 80%左右的条件下，保持两目标与雷达站等距，慢慢减小两目标角向间隔，在两目标回波亮点从能分离显示到不能分离显示的时刻，测出两目标的夹角，即为雷达方位分辨力，共测 10 次，求其平均值作为测试结果。

9.2.2 数据处理性能指标测试

9.2.2.1 静态目标定位精度测试

选择天气良好和平静水面的条件下，在雷达站附近水域选择 1 个便于雷达观测的已知坐标位置的点，该点的坐标精度应优于 1.5m，有效反射面积尽可能小。在 VTS 中心对该目标进行跟踪，测量该静态目标的距离 R_i 和方位 α_i 值，记录测试数据数不少于 20 个。

比较实测数据和真值，分别计算：

测量误差：

$$A_r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R_i - R_t), \quad n \text{ 为测试数据个数，应大于 } 20$$

$$A_\alpha = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\alpha_i - \alpha_t), \quad A_r, \quad A_\alpha$$

标准误差：

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (R_i - R_t - A_r)^2}$$

$$\sigma_\alpha = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\alpha_i - \alpha_t - A_\alpha)^2}$$

最大误差：

$$E_{R_{\max}} = |A_r| + 3\sigma_r$$

$$E_{\alpha_{\max}} = |A_\alpha| + 3\sigma_\alpha$$

9.2.2.2 动态目标定位和跟踪精度测试

选择天气良好和平静水面的条件下，选用配置高精度 DGPS 和 AIS 小型测试船，其 DGPS 定位精度应优于 1.8m。对该船 3Nm 到 5Nm（或者 2km 到 5km）之间进行跟踪，测试船以 10kt 左右速度作匀速直线运动，使雷达稳定跟踪不少于 2 分钟；解相关该目标，得到雷达跟踪数据和 AIS 数据。从 VTS 数据处理器中获取该

目标的距离、方位、航向、速度等数据，并记录DGPS测试数据，要求数据不少于20个；比较对应时刻的跟踪数据和DGPS数据，分别计算：

测量误差：

$$A_r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R_i - R_{ti}), \quad n \text{ 为测试数据个数, 应大于 } 20$$

$$A_\alpha = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\alpha_i - \alpha_{ti}), \quad \begin{array}{l} A_r \text{ 为距离固定误差,} \\ A_\alpha \text{ 为测方位固定误差} \end{array}$$

$$A_v = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (V_i - V_{ti}),$$

$$A_\theta = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\theta_i - \theta_{ti}), \quad \begin{array}{l} A_v \text{ 为测速固定误差,} \\ A_\theta \text{ 为测向固定误差} \end{array}$$

标准误差：

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (R_i - R_{ti} - A_r)^2}$$

$$\sigma_\alpha = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\alpha_i - \alpha_{ti} - A_\alpha)^2}$$

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (V_i - V_{ti} - A_v)^2}$$

$$\sigma_\theta = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\theta_i - \theta_{ti} - A_\theta)^2}$$

最大误差：

$$E_{R \max} = |A_r| + 3\sigma_r$$

$$E_{\alpha \max} = |A_\alpha| + 3\sigma_\alpha$$

$$E_{v \max} = |A_v| + 3\sigma_v$$

$$E_{\theta \max} = |A_\theta| + 3\sigma_\theta$$

9.2.2.3 目标匀变速直线运动跟踪可靠性测试

选择天气良好和平静水面的条件下，选用海事巡逻艇（要求关闭AIS设备），用VHF通知测试船作匀加速航行，船速由4kt航速在最短的时间内以匀加速直线运动方式，将船速增至最大，增速过程应维持至少10个雷达天线方位扫描周期；测试船在维持以最大航速航行一段时间后，以匀减速直线运动方式将

船速减至4kt，减速过程应维持至少10个雷达天线方位扫描周期；在操作工作站显示器上观测该船的跟踪稳定情况，做好记录；将测试船转向180°，重复进行上述测试5到10次。

计算跟踪成功率：

$$P_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_i, \quad s_i = \begin{cases} 1, & \text{(跟踪成功)} \\ 0, & \text{(跟踪不成功)} \end{cases}$$

9.2.2.4 目标转向机动跟踪可靠性测试

选择天气良好、平静水面和宽阔水域的条件下，选用海事巡逻艇（要求关闭AIS设备），用VHF通知测试船以12kt左右航速，以90m的半径作匀速圆周运动（需注意确保船舶本身航行安全），此时等效为以4°/s的航向变化率作匀速圆周运动（具体以设计要求的指标为准），保持上述运动至少10个雷达天线扫描周期。在操作工作站显示器上观测该监督艇的跟踪稳定情况，做好记录；重复进行上述测试5到10次。

计算跟踪成功率：

$$P_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_i, \quad s_i = \begin{cases} 1, & \text{(跟踪成功)} \\ 0, & \text{(跟踪不成功)} \end{cases}$$

9.2.2.5 目标追越、对遇及交叉会遇跟踪可靠性测试

选择天气良好、平静水面和宽阔水域的条件下，选用2艘测试船（要求关闭AIS设备），两测试船在距雷达站3Nmile（或者3km）处，甲船在前以固定航速航行，乙船在后接近两倍航速追越，在VTS中心对两船进行稳定跟踪；通知乙船追越甲船，并在乙船追上甲船后，两船保持设计要求的横向间距并行航行，使两船的雷达回波在显示器上重合时间为10个雷达天线扫描周期时，通知乙船加速越过甲船，并加大与甲间的横向距离；乙船与甲船达到安全距离后，转向返回与甲船形成对遇航行，两船按设计要求的横向间距并行航行。按照上述方法，甲乙两船以安全航速接近90度的角度进行交叉会遇跟踪测试。以上各项试验反复进行5次到10次。

在VTS中心的操作工作站的显示器上观察两船的跟踪情况，若能保持两船的跟踪不交换、不丢失，判为成功；否则为失败。做好观测结果记录。

9.2.3 VHF 通信子系统

- VHF 通信子系统的测试应包括有效通信覆盖范围、岸船通信可通率、与雷达数据记录时间的同步。
- 与出港船舶建立通信联系，当其驶至规定的通信覆盖范围时，检验通信是否正常，以确定有效通信覆盖范围。
- 在有效通信覆盖范围内，与指定的船舶建立通信联系，统计通信成功数与试验总数（不少于10次）之比，即为通信可通率。
- 在有效通信覆盖范围内，与指定船舶建立通信联系，观察跟踪船舶的动态情况，重放音频记录数据，检查VHF语音记录与雷达数据的时间同步情况（不低于10次）。

9.2.4 VHF-DF 子系统

- 无线电测向仪子系统的测试应包括工作范围和测向误差。
- 可与一出港船舶建立VHF通话联系，待其驶至工作范围边缘时，检验无线电测向仪是否正常工作。

- c) 应以稳定跟踪情况下的方位读数作为真值，与无线电测向仪测量值进行同步比较，重复 20 次，计算固定测向误差；并与设计要求指标进行对比评价。

9.2.5 系统整体可靠性测试

- a) 依据合同文件中确定的系统平均故障间隔时间（MTBF）作为测试时间要求。
- b) 在系统功能验收、性能测试合格后，由建设单位组织进行系统可靠性验收。具体要求如下：
- 1) 在系统 MTBF 验收期间，卖方不得对任何设备进行调试、维修和更改；
 - 3) 系统所有设备处于工作状态；
 - 4) 验收期间，VTS 值班员按照操作程序对系统进行正常操作；
 - 5) 记录验收考机期间的严重故障数和轻度故障数；
 - 6) 计算总关联故障数；
 - 7) 系统出现 1 次严重故障，立即停止验收。
- c) 验收时间 T 的确定：

$$T=m_0Ta$$

式中，

T——为截尾时间；

m_0 ——为规定可接受的 MTBF；

Ta——截尾时间系数，按照国家标准《设备可靠性试验总要求》和《设备可靠性试验恒定失效率假设下的失效率与平均无故障时间的验证试验方案》，采用定时（定数）截尾试验方案，MTBF 的截尾时间系数取 0.37。

- d) 在定时（定数）截尾试验方案中，试验时间应累积到超过预定的截尾时间（接收）或出现预定的截尾故障数（拒收）为止。
- e) 试验期间记录的试验时间不包括系统设备的预热时间、维修时间和停机时间。
- f) 在试验期间内，系统发生故障可停机检修，并记录故障类型、次数、原因、严重程度和检修时间。检修时间不计入试验时间内。
- g) 在试验期间内，应定时定点测试并记录系统工作状态的各主要技术指标和性能指标值，如达不到额定值，即应调试，如经调试仍达不到额定值，即认为发生故障，必须检修。
- h) 总关联故障数 F 的确定

$$F=Fa+0.333FL$$

式中，

F——关联故障数，Fs——严重故障数，FL——轻度故障数。

- i) 验收评价方法

$$F = \begin{cases} < 1, & \text{判为接收} \\ \geq 1, & \text{判为拒收} \end{cases}$$

- j) 各类故障约定：

- 1) 严重故障
 - 其中任何一部雷达停止工作；
 - VHF 子系统停止工作；
 - MIS 子系统停止工作；

- 系统服务器或操作工作站死机；
 - 微波传输子系统停止工作；
 - 所有雷达图像或所有跟踪数据消失；
 - 所有数据、图像和话音均不能记录。
- 8) 轻度故障
- 单个设备（如交通显示器、客户终端、VHF 话音等）不能工作；
 - 网络设备故障；
 - 电源故障；
 - 部分操作功能失灵；
 - 其他不影响整个系统整体运行的局部设备故障。
- k) 系统可靠性的相关试验时间超过预定的截尾时间而累积的总关联故障数未达到截尾故障数，即可判决为接收。
- l) 系统可靠性的相关试验时间未达到截尾时间，而累积的总关联故障数已达到截尾故障数，即可判决为拒收。
- m) 在系统可靠性试验期间内，一旦发生致命故障，应立即作出拒收判决。

10 系统验收

10.1 一般原则

- a) VTS 系统工程验收包括工厂验收、现场验收和竣工验收。
- b) 船舶交通管理系统所使用的产品、材料应符合国家相应的法律、法规和现行标准的要求，并与设计文件、工程合同的内容相符合。
- c) 验收项目应覆盖工程合同、设计文件的主要内容。
- d) 验收所采用的仪器仪表必须经法定计量部门检定合格，性能应稳定可靠。
- e) 系统设备工厂验收结果合格后，可以进行设备进场安装调试。
- f) 现场验收和竣工验收程序应符合下列规定：
 - 1) 受检单位提出申请，并提交主要技术文件、资料。技术文件应包括：工程合同、正式设计文件、设计变更文件、主要设备的检验报告或认证证书等。验收组在实施验收前应根据本规范和上述技术文件，制定验收方案。
出具验收报告，对验收结果进行评判。
- g) 系统整体性能验收结果合格后，进入试运行；系统试运行 12 个月后可申请竣工验收。
- h) 验收中有不合格项时，允许改正后进行复验。
- i) 涉密工程项目的验收，相关单位、人员应严格遵守国家的保密法规和相关规定，严防泄密、扩散。

10.2 工厂验收

- a) 系统设备发货之前，宜进行工厂验收。
- b) 工厂验收包括系统设备的功能和技术性能。
- c) 工厂验收结束后，应出具验收报告或测试证书。

10.3 现场验收

- a) 全套系统设备完成了安装、调试和标定，各项测量误差已调至最小，使用要求得到建设单位认可，可以申请进行现场验收。
- b) 由建设单位组织监理、施工单位根据设计任务书或工程合同提出的设计、使用要求对工程进行现场验收。
- c) 现场验收应根据要求完成系统功能、使用性能，测试结果符合设计、使用要求。
- d) 系统现场验收合格后，出具现场验收报告。现场验收报告包括：对照设计任务书要求，对系统功能、效果进行检查的工作评价；对照设计文件对安装设备的数量、型号进行核对的结果等。
- e) 系统进入试运行阶段。

10.4 竣工验收

- a) 系统经试运行达到设计、使用要求，并为建设单位认可，出具系统试运行报告。
- b) 根据工程合同有关条款，承建厂商必须对有关人员进行操作技术培训和设备维护管理培训，需对培训情况进行考核。培训内容应征得建设单位同意，并提供系统及其相关设备操作和日常维护管理的说明、方法等技术资料。
- c) 按部局基本建设管理有关规定，竣工验收前，要求竣工档案资料达到验收标准。
- d) 工程竣工验收前，建设单位应向工程竣工验收小组（委员会）提交下列验收资料：
 - 1) 设计任务书；
 - 2) 工程合同；
 - 3) 设计文件与相关图纸资料；
 - 4) 设计变更文件；
 - 5) 设备测试证书或工厂验收报告；
 - 6) 系统现场验收报告；
 - 7) 系统试运行报告；
 - 8) 系统使用说明书（含操作和日常维护说明）；
 - 9) 系统软件等相关技术材料（包括如数据格式、通信协议等）；
 - 10) 工程竣工决算报告。
- e) 竣工验收小组（委员会）应符合下列规定：
 - 1) VTS 系统竣工验收应由建设单位或者建设单位上级主管部门组织安排。
 - 2) 竣工验收时，应组成竣工验收小组（委员会），可下设技术验收组、施工验收组、资料审查组。
 - 3) 竣工验收小组（委员会）的人员组成由竣工验收的组织单位根据工程的性质、特点和管理要求确定，验收人员中技术专家不应低于验收成员总数的 50%。

10.5 工程移交

工程通过竣工验收，经建设单位认可后，才能正式交付使用。