

INTRODUCTION TO PERFORMANCE EVALUATION OF  
VESSEL TRAFFIC SERVICES

# 船舶交通管理系统 绩效评估概论

曹德胜 编著



人民交通出版社股份有限公司  
China Communications Press Co., Ltd.

# 船舶交通管理系统 绩效评估概论

曹德胜 编著



人民交通出版社股份有限公司  
China Communications Press Co., Ltd.

## 内 容 提 要

本书根据作者多年海事管理及科学研究经验编著而成,系统地介绍了船舶交通管理系统绩效评估理论体系。第1章主要介绍船舶交通管理系统发展现状,第2章主要介绍船舶交通管理系统发展需求预测方法,第3章主要介绍船舶交通管理系统选址优化方法,第4章主要介绍船舶交通管理系统分类方法,第5章主要介绍船舶交通管理系统绩效评价指标体系与方法,第6章主要介绍船舶交通管理系统社会经济贡献分析方法,第7章主要介绍我国船舶交通管理系统发展建议。

本书可以作为高等院校交通运输、海事管理、通信导航等专业的辅导教材,同时对从事相关工程、项目建设和技术研究的交通运输行业从业人员具有很好的参考价值。

### 图书在版编目(CIP)数据

船舶交通管理系统绩效评估概论 / 曹德胜编著. —  
北京:人民交通出版社股份有限公司,2018.6

ISBN 978-7-114-14690-9

I. ①船… II. ①曹… III. ①船舶交通管理系统—评  
估—概论 IV. ①U697

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第088547号

书 名:船舶交通管理系统绩效评估概论

著 者:曹德胜

责任编辑:潘艳霞

责任校对:张 贺

责任印制:张 凯

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:15.75

字 数:353千

版 次:2018年7月 第1版

印 次:2018年7月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-14690-9

定 价:68.00元

(有印刷、装订质量问题的图书,由本公司负责调换)

# 序

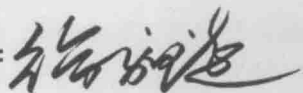
自1948年世界第一个装备监视雷达的船舶交通管理系统(Vessel Traffic Services, VTS)在英国利物浦产生至今,其在增进水上交通安全、提高船舶航行效率、减小水域环境损害、提升水上应急处置效率等方面一直发挥着重要作用。1978年我国第一个VTS中心在宁波北仑港建立,经过40年发展,VTS在我国经过了从无到有、从点到线、从线到面的发展过程,在技术、装备、管理等方面也已得到了巨大提升。截止2017年,我国沿海和长江干线已建成40余个VTS中心,240余个雷达站,在保障我国水上交通安全、促进水运经济发展等方面发挥了重要作用。

世界主要海运国家一直高度关注和重视VTS的投资、管理、营运,并围绕其功能、规划、效益评价等方面开展相关研究,以更好的适应区域经济和水上交通安全发展的需要。但VTS一般主要由海事管理部门投资,属于公益性事业,具有工程耗资巨大、直接经济效益不明显的特点,造成VTS的实际运行效益容易被忽略,使得部分VTS功能不能完全、有效地发挥。因此,建立一套科学合理、系统完整的船舶交通管理系统绩效评估体系,对其实际运行绩效、社会经济效益进行评价与分析,为投资建设或扩建提供理论支撑,成为国内外VTS发展建设中值得研究和关注的热点问题。

本书编写组成员具有丰富的海事管理工作经验、专业的理论研究基础。他们历时10余年研究,形成了VTS绩效评估整套理论体系,具体包含VTS需求预测、VTS选址建模、VTS科学分类、VTS绩效评估、VTS社会经济贡献分析等内容,并在国内外重要期刊发表多篇高质量论文。关于VTS雷达站选址的方法体系,克服了以往依靠定性分析进行选址规划的很多弊端,开创了用数据建模方法解决雷达站选址问题的先河,并为多个VTS中心及雷达站选址规划提供了理论支撑。基于“4E”理论形成的绩效评价体系成功应用于我国33个正式运行的VTS中心实际运行绩效管理工作中,其研究水平更是达到国内一流、国际先进。

非常高兴地看到,课题组多年来的研究成果对我国VTS工程建设、管理、评价工作起到了非常大的指导作用。我相信,该研究成果的应用有助于VTS系统在数据搜集、数据评估、助航服务、信息服务、交通组织服务及支持联合行动等方面更好地发挥作用。

国际海事组织海事大使:



2018年4月

# 前 言

1978年我国在宁波北仑港建设了第一个VTS中心,此后40年,我国VTS系统经过了从无到有、从点到线、从线到面的发展过程。截至2017年,我国沿海和长江干线已建成40余个VTS中心、240余个雷达站,在保障船舶航行安全、保护水域环境、提高船舶交通效率、实现船舶动态监管等方面发挥了重要作用,但针对VTS发展相关理论方法的研究工作相对滞后,对实际建设、管理、评价等工作的支撑力度不足的问题逐渐显现。

本书是根据作者多年海事管理及科学研究经验编著而成,共七章,希望能够让读者系统了解VTS发展相关理论方法和应用效果,为科学管理、建设规划、方法研究提供一定参考。

第1章主要介绍船舶交通管理系统发展现状,具体包含船舶交通管理系统基本概念、国内外发展现状的介绍等内容,便于读者对船舶交通管理系统的定义、功能、组成、性质、分类有一个系统全面的认识,进一步明确对其在保障水上交通安全发挥的重要作用。

第2章主要介绍船舶交通管理系统发展需求预测方法,具体包括水上交通流预测方法研究现状、我国水上交通流预测方法、船舶交通管理系统需求分析方法等内容,便于读者了解水上交通流及船舶交通管理系统建设需求预测理论方法,为实际建设规划和科学研究提供决策参考。

第3章主要介绍船舶交通管理系统选址优化方法,具体包含雷达站选址研究现状、候选点选取方法、选址配置优化模型构建、中心布局与雷达站选址优化模型构建等内容,便于读者系统了解选址模型构建及算法设计等理论方法,为实际建设规划和科学研究提供决策参考。

第4章主要介绍船舶交通管理系统分类指标与方法,具体包含船舶交通管理系统分类研究现状、分类指标体系、层次聚类分析方法及实证分析等内容,便于读者系统了解我国沿海和内河船舶交通管理系统的工作重点和难点,为船舶交通管理系统的运行管理提供决策参考。

第5章主要介绍船舶交通管理系统绩效评价指标体系与方法,具体包含船舶交通管理系统绩效评价研究现状、评价原理、评价指标体系、评价方法及实证分析等内容,便于读者系统了解我国船舶交通管理系统绩效评估方法和评估结果,为船舶交通管理系统的建设和管理工作提供决策参考。

第6章主要介绍船舶交通管理系统社会经济贡献分析方法,具体包含社会经济贡献的作用机理、直接经济贡献实证分析、间接经济贡献实证分析等内容,便于读者系统的了解船舶交通管理系统对社会经济的贡献,有助于提高船舶交通管理系统的社会认可度。

第7章主要介绍我国船舶交通管理系统发展建议,具体包含船舶交通管理系统内部管理体系构建、发展措施建议等内容,便于读者了解目前我国船舶交通管理系统发展的瓶颈以及可以尝试的解决方案,为船舶交通管理系统的建设与管理提供决策参考。

本书理论与实践并行,语言平实,通俗易懂,可以作为高等院校交通运输、海事管理、通信导航等专业的辅导教材,同时对从事相关工程、项目建设和技术研究的交通运输行业从业人员具有很好的参考价值。

在本书的编著过程中,吕靖、艾云飞、李晶、梁晶、黄川、耿丹阳等人做了大量工作,也得到我国各级海事管理机构、大连海事大学等单位的大力支持,在此一并感谢。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中难免有所疏漏,敬请指正。

作者

2018年6月

# 目 录

<b>第1章 船舶交通管理系统发展现状</b> .....	1
1.1 船舶交通管理系统基本概念 .....	3
1.1.1 VTS 定义 .....	3
1.1.2 VTS 功能 .....	4
1.1.3 VTS 组成 .....	6
1.1.4 VTS 性质 .....	9
1.1.5 VTS 分类和等级划分 .....	10
1.2 船舶交通管理系统实际监管应用 .....	11
1.2.1 重大交通工程通航保障 .....	11
1.2.2 综合服务能力不断提升 .....	12
1.2.3 覆盖区域安全形势向好 .....	12
1.2.4 覆盖区“零事故”行动试点 .....	13
1.3 国内船舶交通管理系统发展现状 .....	14
1.3.1 我国 VTS 建设情况 .....	14
1.3.2 我国 VTS 内部管理情况 .....	16
1.3.3 我国 VTS 运行效果情况 .....	20
1.3.4 我国 VTS 发展趋势分析 .....	23
1.4 国外船舶交通管理系统发展现状 .....	25
1.4.1 国外 VTS 建设情况 .....	25
1.4.2 国外 VTS 内部管理情况 .....	27
1.4.3 国外 VTS 运行效果情况 .....	31
1.4.4 国外 VTS 发展趋势分析 .....	32
<b>第2章 船舶交通管理系统发展需求预测方法</b> .....	35
2.1 水上交通流预测方法研究现状 .....	36
2.1.1 水上交通流研究文献 .....	36

2.1.2	水上交通流预测方法研究文献 .....	37
2.1.3	水上交通流预测影响因素研究文献 .....	38
2.2	水上交通流预测理论基础 .....	38
2.2.1	水上交通流预测含义 .....	39
2.2.2	水上交通流预测原则 .....	40
2.2.3	水上交通流预测目标 .....	40
2.2.4	水上交通流预测原理 .....	40
2.2.5	水上交通流预测方法 .....	41
2.3	我国水上交通流预测方法 .....	53
2.3.1	我国水上交通运输总体发展现状 .....	53
2.3.2	水上交通流影响因素分析 .....	55
2.3.3	水上交通流预测实证分析 .....	58
2.4	我国 VTS 发展需求分析方法 .....	62
2.4.1	VTS 建设需求 .....	62
2.4.2	值班台与值班员的需求 .....	63
2.4.3	VTS 设备升级需求 .....	64
<b>第3章 船舶交通管理系统选址优化方法 .....</b>		<b>67</b>
3.1	VTS 雷达站选址研究现状 .....	68
3.1.1	国外选址相关文献 .....	68
3.1.2	国内选址相关文献 .....	70
3.2	VTS 雷达站选址理论方法 .....	71
3.2.1	VTS 雷达站选址含义 .....	71
3.2.2	VTS 雷达站选址原则 .....	71
3.2.3	基本选址方法分类 .....	72
3.2.4	基本选址问题分类 .....	72
3.2.5	选址常用求解算法 .....	78
3.3	VTS 雷达站候选点选取方法 .....	83
3.3.1	影响因素分析 .....	84
3.3.2	候选点评价指标 .....	85
3.3.3	多层次模糊综合评价方法 .....	85
3.4	VTS 雷达站选址优化建模 .....	87
3.4.1	模型构建 .....	87
3.4.2	算法设计 .....	88
3.4.3	算例分析 .....	89
3.5	VTS 雷达站选址配置优化建模 .....	91
3.5.1	模型构建 .....	91

3.5.2	算法设计 .....	92
3.5.3	算例分析 .....	93
3.6	VTS 中心布局及雷达站选址配置优化建模 .....	95
3.6.1	模型构建 .....	96
3.6.2	算法设计 .....	98
3.6.3	算例分析 .....	99
<b>第4章</b>	<b>船舶交通管理系统分类方法 .....</b>	<b>103</b>
4.1	VTS 聚类分析研究现状 .....	104
4.2	层次聚类分析模型构建 .....	106
4.2.1	层次聚类分析的步骤 .....	107
4.2.2	VTS 分类特征数据选取 .....	108
4.2.3	层次聚类分析模型 .....	109
4.3	我国 VTS 聚类实证分析 .....	110
4.3.1	数据采集 .....	110
4.3.2	数据处理 .....	111
4.3.3	聚类分析 .....	113
4.3.4	聚类结果解读 .....	115
<b>第5章</b>	<b>船舶交通管理系统绩效评价指标体系与方法 .....</b>	<b>121</b>
5.1	VTS 绩效评价研究现状 .....	122
5.1.1	国外绩效评价相关研究文献 .....	122
5.1.2	国内绩效评价相关研究文献 .....	123
5.2	VTS 绩效评价原理 .....	125
5.2.1	VTS 绩效评价含义 .....	125
5.2.2	VTS 绩效评价现状 .....	126
5.2.3	VTS 绩效评价理论 .....	131
5.2.4	VTS 绩效评价基本原则 .....	132
5.2.5	VTS 绩效评价目标 .....	134
5.2.6	VTS 绩效评价主要步骤 .....	135
5.3	VTS 绩效评价指标体系 .....	135
5.3.1	VTS 经济性绩效 .....	137
5.3.2	VTS 效率性绩效 .....	137
5.3.3	VTS 有效性绩效 .....	139
5.3.4	VTS 公平性绩效 .....	139
5.3.5	VTS 绩效评价指标体系框架 .....	140

5.4	指标标准化与权重确定方法 .....	142
5.4.1	绩效评价指标标准化方法 .....	143
5.4.2	绩效评价指标权重确定方法 .....	143
5.4.3	VTS 绩效评价指标值确定 .....	144
5.5	我国 VTS 整体绩效评价 .....	148
5.5.1	VTS 整体绩效评价 .....	149
5.5.2	VTS 整体绩效评价结论 .....	164
5.6	我国典型区域 VTS 绩效评价 .....	165
5.6.1	典型 VTS 选取 .....	165
5.6.2	典型 VTS 绩效评价模型构建 .....	167
5.6.3	典型 VTS 绩效评价实证分析 .....	171
5.6.4	典型 VTS 绩效评价结果分析 .....	177
<b>第 6 章 船舶交通管理系统社会经济贡献分析方法 .....</b>		<b>181</b>
6.1	VTS 社会经济贡献的作用机理 .....	182
6.1.1	总体经济贡献 .....	182
6.1.2	直接经济贡献 .....	183
6.1.3	间接经济贡献 .....	192
6.2	VTS 直接经济贡献实证分析 .....	194
6.2.1	所需参数的确定 .....	194
6.2.2	增值收益的测算结果 .....	197
6.2.3	减损收益的测算结果 .....	197
6.2.4	直接经济贡献总计 .....	201
6.3	VTS 间接经济贡献实证分析 .....	201
6.3.1	广东省投入产出调整表 .....	201
6.3.2	广东省投入产出系数矩阵 .....	201
6.3.3	广州 VTS 间接经济贡献 .....	203
6.3.4	广州 VTS 经济影响效果分析 .....	204
<b>第 7 章 我国船舶交通管理系统发展建议 .....</b>		<b>207</b>
7.1	构建我国 VTS 内部管理体系 .....	208
7.1.1	研究思路 .....	208
7.1.2	我国 VTS 内部管理绩效评价 .....	208
7.1.3	我国 VTS 内部管理体系构建 .....	217

7.2 我国 VTS 发展措施建议 .....	225
7.2.1 VTS 宏观管理层面 .....	225
7.2.2 VTS 内部管理层面 .....	227

参考文献 .....	230
------------	-----

船舶交通管理系统发展现状

Chapter 1

第1章

# 船舶交通管理系统发展现状



几个世纪以来,海运一直是全球贸易的主要运输手段之一,海运贸易量占到全球贸易量的95%以上。世界各国都在建立各种助导航设施,以提高海运的安全和效率。航标是人们最早建立的助导航设施,主要布置在沿海水域和周围岛礁。随着科学技术的发展,航标的视程和射程逐渐增加,后来人们在原来灯标的基础上增加了声音信号,增加了航标的实际功效,显著提高了船舶航行安全保障能力。第二次世界大战结束后,全球贸易量逐渐增加带来了航运业的快速发展,人们逐渐发现声光航标无法满足视线不良及高通航密度下的船舶通航要求,船舶交通迟延现象严重,影响了港口运作。与此同时,雷达技术快速发展,海事专家认识到岸基雷达结合船岸通信手段可以提高港口、航道的安全和效率。这样,由 Cossor 雷达公司承建的第一个使用岸基雷达的港口监控站于 1948 年在马恩岛的道格拉斯市建成。同年,利物浦和鹿特丹港也建成了保障船舶通行安全的雷达监测站。从此,一批岸基雷达监测站在欧洲国家港口相继建立,于 1952 年实现阿姆斯特丹港水道全覆盖,于 1956 年实现鹿特丹港区全覆盖。

20 世纪 60~70 年代,包括 Torrey Canyon 轮、Metula 轮和 Amoco Cadiz 轮事故在内的航运灾难使公众强烈地认识到船舶事故对环境造成的损害,公众对于海洋环境保护的呼声促使当局采取措施提高航运安全,于是雷达监视和船舶交通管理的应用得到进一步扩展。国际航运发展以及现代科技发展极大地推动了船舶交通管理系统(Vessel Traffic Services, VTS), VTS 从以提高视线不良时的航行为目的的简易雷达和无线通信系统,发展到以提高航行安全和效率、保护海洋环境为目的的利用多种传感器的现代化系统。

美国和欧洲一直是世界上航运体系发展较快的国家和地区,早在十多年前,已经纷纷建立了内河航运信息系统,极大促进了内河航运业的发展。美国在船舶自动识别系统、数据信息自动交换系统、先进导航系统和信息网络系统之间建立了良好的数据资源共享关系,构造了一套“船联网”综合服务体系,开发了性能优越的系统,在水路运输的管控和安全保障方面起到了非常好的作用。与此同时,德国、荷兰、法国等欧洲国家也都相继研制出了自己的系统,如船舶报关信息系统 IVS 90 和船舶航程及货运报关区域性跨国航运信息系统 BICS(荷兰),船舶报关信息系统 IBIS/GINA(比利时),内河航运信息系统 VNF2000(法国),货运报关航运信息系统 MIB/MOVES(德国)等。这些系统不但引导了本国航运信息服务的进步,很大程度地促进了整个欧洲的航运现代化步伐。可是,因为这些系统均为各国针对本国的现状而制定,所以在功能、标准体系以及结构框架等方面,没有统一处理,系统与系统之间很难进行兼顾和兼容,这就给跨国、跨区域的船舶物流运输带来了很多的困扰和麻烦。为了解决上述问题,欧盟提出了泛欧内河航运综合信息服务系统(RIS)的概念,并于 2006 年开始正式启动。RIS 是欧洲国家在对内河航运系统进行信息化建设经验累积的升华,经过不断地处理跨国运输、跨区域运输中遇到系统冲突的多样问题,最终形成并予以实施的解决方案。

随着信息技术的普及与我国航运事业发展,我国船岸交互信息化技术也在不断更新。我国各级海事管理机构已经可以利用建成的 VTS 中心及雷达基站,实现对管辖区域的网络覆盖,通过甚高频语音通信基站,运用无线数据通信技术实现与海事内网的结合,实现船、岸之间的数据交换,上传船舶全球定位系统定位、船舶动态信息、船舶报警信息等,同时利用该网络下发航行警告、气象信息、搜救指令等,并逐步实现船舶远程电子签证等。VTS 作为某个区域负责水上交通安全和航行效率的主要管理工具,可以真正解决分道通航、强制引航等问题,

提高交通效率,保障航行和环境安全。监管体系的建立,必然涉及监管手段的优化。随着 VTS 在管理方面地位的逐步加强,水上交通管理的原有方式必将发生变化,原来的分块管理模式,将被 VTS 有目的性的统一管理取代。VTS 兼容 AIS、CCTV、GMDSS、VHF-DP 等先进系统,能有效进行水上形势监控。其中,AIS 系统和 CCTV 系统在全国沿海及重点水域已投入使用,并将推广到内河水域。此外,各地 VTS 中心已建成全国范围的电子海图系统和一定数量的船舶信息数据库。VTS 已成为海事部门实施现代化管理最重要的监控工具,以 VTS 为核心实施水上交通监管,VTS 中心可以在整个辖区范围内,根据各种因素科学地制订海巡船的巡航计划,把 VTS 操作员、巡逻船、现场海事员三者有机结合起来,提高监管效果。此外,由于 VTS 是整个水域的指挥监控中心,可以整合有限的现场监管资源,结合科学的监控手段实施监管,减少巡航资源的浪费,以较低的资源耗费,达到维护水上交通秩序、增进水域交通安全的目的。

## 1.1 船舶交通管理系统基本概念

### 1.1.1 VTS 定义

国际海事组织(International Maritime Organization, IMO)决议中对 VTS 进行了具体界定。我国在国际海事组织规定的基础上,结合实际情况对 VTS 进行了更具体的定义。

#### 1) IMO 对 VTS 的定义

VTS 最初产生于船舶交通管理中,自 20 世纪 60 年代岸基雷达在船舶交通管理中应用以来,便产生了船舶交通管理系统(Vessel Traffic Management System, VTMS)的概念,而后随着概念应用范围从内陆水域、领海发展到公海水域和国际水道,船舶交通管理系统这一术语中的“管理”一词引起人们特别是海员的异议,于是国际社会逐渐采用“船舶交通服务”代替了“船舶交通管理系统”。1997 年 IMO 第 A.857(20)号决议中将 VTS 定义为“船舶交通服务是由主管机关实施的,用于提高船舶交通安全和效率以及保护环境的服务。在 VTS 覆盖水域内,这种服务应能与交通相互作用并对交通形势变化做出反应。”该定义是在 IMO 第 A.578(14)号决议中对 VTS 的定义基础上进行的修订,此次定义将原有定义中的 VTS 服务范围“从提供简单信息到广泛管理一个港口或水道的交通”修订为“在 VTS 覆盖水域内,这种服务应能与交通相互作用并对交通形势变化做出反应。”

#### 2) 我国对 VTS 的定义

我国对 VTS 的定义是参照 IMO《VTS 指南》建立的,《中华人民共和国船舶交通管理系统安全监督管理规则》(交通部[1997]8 号令)中对 VTS 系统定义为“为保障船舶交通安全,提高交通效率,保护水域环境,由主管机关设置的对船舶实施交通管制并提供咨询服务的系统”。由此可见,《VTS 指南》中的定义侧重于服务,而中国则强调交通管理与服务并重。《直属海事系统船舶交通管理系统内部管理办法》将 VTS 系统定义为“由海事管理机构公布并实施的,旨在保障船舶航行安全,保护水域环境,提高船舶交通效率,能实现船舶动态监管,并能

为船舶提供交通服务的系统。”从定义中可以看出,我国基本遵循了 IMO 的原则,认为建设 VTS 主要目的就是为了保障船舶交通安全、提高交通效率和保护环境;在对覆盖水域内的交通流变化作出的反应方面,根据我国的实际状况,我国规定 VTS 不仅提供船舶航行信息咨询服务、协调和分配,同时也强调了海事管理机构利用 VTS 实施船舶动态监管等监督管理职能。

### 1.1.2 VTS 功能

船舶交通管理系统的功能是:在安全使用的海域内给予船员助航,使其能够不受阻碍地进入并从事其商业、休闲活动,为保持海域以及邻近的环境不受污染做出贡献。国际海上人命安全公约(International Convention for Safety of Life at Sea, SOLAS)第五章第 12 条指出,VTS 有助于保障海上人命的安全,提高通航效率,保护海洋生态环境、海岸工地、海上助航设施不受海上交通事故带来的消极影响 IMO 的《VTS 指南》规定,VTS 通过提供服务以促进船舶交通安全,提高船舶交通效率和保护水域环境。《中华人民共和国船舶交通管理系统安全监督管理规则》规定,全国船舶交通管理系统的主管机关是各级海事管理机构,各级海事管理机构设置的船舶交通管理中心(以下称 VTS 中心)负责实施船舶交通管理的运行中心。《船舶交通管理系统运行管理规定》(交通部安监字[1997]375 号)指出,VTS 中心应接收相关部门通报的有关航行安全信息,同时应及时向海事机构内部各部门通报航行计划及动态等海上交通安全动态信息,与航标部门互通航标异常信息,执行船舶搜救部门的指令并及时通报搜救现场、搜集船舶违法信息并进行监控和取证等相关工作,对灾害性天气和水域船舶污染事故进行搜集和发布以及协助做好水上水下施工活动的现场监管工作。《船舶交通管理系统运行管理考核办法》(海通航[2001]88 号)附表一有关 VTS 系统工作量统计表中列出了十一项工作,从其统计表可知我国海事管理机构要赋予 VTS 职能不仅是提供 VTS 服务,还包括水上交通监督、管理和执法等工作。

在《VTS 手册》中,国际航标协会(The International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities,IALA)规定,VTS 功能和作用主要分为六种,分别是:数据搜集、数据评估、信息服务、助航服务、交通组织服务及支持联合行动。

#### 1) 数据搜集

数据搜集是 VTS 实施水上安全监督工作的第一要务。VTS 要能够密切关注服务水域内的通航情况,实时并广泛地搜集各种海上交通数据,做到科学有效地为船舶交通服务决策提供依据。

VTS 收集的数据分为动态数据、静态数据两种。动态数据主要是实时收集船位、航速、航向、最近会遇点及到达时间等与船舶相关的数据以及潮汐、海状、风况、气温、能见度等数据。静态数据主要是船舶吨位、船长、主机功率及类型、载货类型及重量等相关数据以及灯塔、雷达信标、浮标等相关助航设施的数据。

#### 2) 数据评估

数据评估是指对搜集到的原始数据进行分析、处理、评估,将原始数据转化成便于 VTS 操作员掌握水域通航状况的有用信息,从而便于工作人员对海上交通进行管理以及交通规则的制定。就目前来看,数据评估主要包括:船舶违章监测、交通计划执行情况评估、船舶动态监

控及评估、船舶锚泊监控及评估等。

### 3) 信息服务

信息服务是 VTS 应船舶请求,以信息广播的方式开展的一项服务。它既可以在固定时间,也可以在 VTS 认为有必要提供信息服务的任意其他时间。信息服务包括:船位、标识、意图与目的地;与船舶交换相关的安全信息,如航行通告、气象与水文资料、助航设施状况等;与船舶互通有关交通情势的信息;向船舶发布航行障碍的警告,包括预定航线上存在操限船、小船、密集渔船群、其他特殊作业船舶等情形,并提供可供船舶选择的航线。

### 4) 助航服务

助航服务是指 VTS 操作员应船舶主动提出的请求,运用专业知识、实时信息、丰富经验,协助船舶安全航行。但当 VTS 发现某艘船舶正在接近航行危险而本身未发觉时,VTS 会主动协助船舶安全行驶而不需应船舶要求,如 VTS 操作员主动知会船舶谨慎驾驶或主动协助等。

### 5) 交通组织服务

交通组织服务是强制性的,它是指在 VTS 覆盖水域内,为保证船舶安全、高效航行,VTS 中心对水域内所有船舶进行的统一调度和指挥,所有船舶都必须接受交通组织服务。与信息服务和助航服务相比,VTS 中心在提供交通组织服务时,通常向船舶发送指示,而不是建议或信息。

### 6) 支持联合行动

支持联合行动是指与联合服务、应急服务、港口作业和相邻 VTS 的合作,而不是直接对船舶提供服务或进行管理。支持联合行动通过 VTS 的信息协调和分配能力,提高服务有效性,是 VTS 的一种辅助功能。

基于以上功能,VTS 可以综合利用雷达、CCTV、GPS、AIS、自动气象仪等多种自动化的传感设备,收集监管区内动静态交通数据和环境信息,从而获得水域交通的综合概况。

VTS 值班员根据监管区内基础数据的综合分析,评估水域通航状况,判别安全管理等级,并根据需要对水域内通航环境进行干预和管理。例如,通航功能水域的划定,如交通管制区、停(锚)泊区、桥区、限(禁)航区、作业区等,确定或者调整船舶航路、水文气象信息通报、助航设施监控等,并对船舶发出相关建议或指令,必要时按程序调度海巡艇前往现场进行处置。通过对船舶交通密集区、事故易发区、通航环境恶劣水域等重点水域的监控,海事管理部门可以掌握水域内某一时段的监管重点,保持对潜在危险的高度戒备,以便变被动型管理为主动型管理,对紧急事态做出迅速的反应,为船舶航行安全提供可靠的保障和良好的服务,同时,VTS 还可以对监管辖区内的船舶实行动态监视,从而强化水域通航秩序管理。

当前,对船舶航行行为的规范仍停留在对船员培训、开航前警示、跟船抽查的层面,难以进行有效的过程监督和管理。VTS 则提供了多种形式的航行行为监视和安全报警功能,通过对重点船舶航行过程的动态监视,可以督促其严格执行航行、停泊及作业的有关规定,及时纠正违章行为,并视情节轻重给予警告或处罚。当船舶间面临紧迫局面或紧迫危险前,则给予合理的建议或发出指令,以避免事故发生。另外,系统的记录重放功能可以同步回放指定船舶、指定时间段的航行过程及通话录音,也为船舶交通事故调查提供了科学直观的依据,这也利于规范船舶航行行为,减少船舶违章率。

为保障交通安全,提高船舶运营效率,在条件成熟的情况下,VTS可试行对监测区域内重点港区、干支交汇水域、狭水道等船舶密集区的交通组织服务。例如对船舶泊位的指定和调度、编排船舶通过特殊区域、制定船舶限速和推荐航路等在紧急情况下可通过要求船舶滞航、驶向指定地点或采取其他安全措施来组织船舶交通流,从而逐步探索船舶交通组织服务方式。

当前,监管辖区水上应急处置主要依靠人工报警、信息转发、搜救人员经验判断和现场指挥的方式开展工作,存在搜救自动化程度低、决策科学性不强等缺点,而VTS可以快捷地接收船舶VHF报警和其他形式的第三方报告,还能够直接从雷达等监测设备获得船舶的反常信号,从系统数据库中提取遇险船舶的动、静态数据以及遇险水域的环境信息,掌握附近救援力量的分布。如果将这些信息输入到水上搜救辅助决策系统中,系统则可以迅速地进行数据分析评估,给出事故或险情的应急处置方案。海事部门可以根据辅助决策信息,确定联合行动的类别、档次、应急的程序及内容、组织联合行动的程度、有关信息提供的渠道和流程等,有效地整合搜救资源,将事故损失和社会影响降到最低。此外,在实施救助的同时,VTS中心还可以根据情况进行必要的交通管制,有效组织遇险水域的交通流,在进行救助的同时减少对其他船舶的影响,做到搜救效能最大化,实现“人命救助,快速高效”的目标。

除开展水上交通管理外,VTS还充分发挥自身优势,建立健全多层次的信息共享平台。一是对船舶的服务,由于监管辖区内自然环境(如风力超过6级、能见度低于500m、水位超过警戒水位线等)和人为因素(如水上水下施工作业、因事故导致的碍航等)对船舶安全航行影响较大,VTS可以采取定时广播和单船咨询方式,向船舶提供包括水文气象、航行通(警)告、助航设施等在内的信息服务,实现管理和服务并重;二是对港航单位的服务,通过建立以VTS、多模式信息服务系统、EDI数据交换系统等为基础的信息共享平台,实现与港航单位之间的数据共享,实现航运综合服务信息化、智能化的目标,最大限度为港航单位提供增值服务。

### 1.1.3 VTS 组成

VTS是集现代雷达技术、通信技术、计算机网络技术、信息处理技术于一体的水上交通管理电子信息应用系统。该系统主要由岸基雷达、AIS基站、VHF、CCTV、气象水文、VHF-DF以及MIS等核心子系统组成(图1-1),完成数据主动搜集、数据针对性评估等工作,为管理、服务机构提供船舶动态的监控、评估、调度、预警、统计分析等技术支撑,在空间分配、船舶控制、避碰指挥与操作、支持联合行动等方面保障水上安全。

我国VTS系统自20世纪90年代开始建设以来,在国内已经建设40多个VTS中心、200多个雷达站,覆盖沿海港口水域及内河大部分河段,成为我国不可替代的水上交通安全指挥系统,同时在海事、海警、渔业等领域发挥重要作用。

#### 1) VHF 通信子系统

VHF通信子系统的主要作用是保证VTS与区域内的船舶之间正常、有效的联系,它是VTS实现其基本功能不可缺少的组成部分。在VTS中,船舶报告一般利用VHF通信,船舶报告可使船舶与VTS中心建立初步联系,并便于VTS中心对船舶进行识别。船舶报告一般还涉及航行计划及其内容的充实与修改、船位报告、偏航报告、最终报告(包括离开VTS区域或