

2020年6月24日下午,由天津市交通运输委员会和天津市工业和信息化局共同主办的第四届世界智能大会智能交通峰会在天津成功举行,本次峰会以“未来交通,通联世界”为主题,设置智慧港口、智慧轨道、智慧物流和新能源汽车与未来出行等四大板块,邀请国内外交通领域内的相关专家学者、行业代表及企业精英同台论道,为推动落实“交通强国”战略,促进智慧城市可持续发展,人民享有美好交通服务建言献策。

笔者应邀担任本次智能交通峰会主席,受邀线上致辞,并做了题为《自主水路交通系统的研究与展望》主旨演讲,介绍了带领团队积极推进新型水路交通运输组织模式的有关思考,重点论述了水路交通运输的内涵与特征、自主水路交通系统的概念与组成、关键技术以及发展展望。本文为《自主水路交通系统的研究与展望》的主旨演讲内容。

自主水路交通系统的研究与展望

中国工程院院士、国家水运安全工程技术研究中心主任、武汉理工大学首席教授 严新平



一、水路交通的内涵与特征

水路交通涉及航道基础设施建设、水路运载装备运用、交通运输组织调度、海事运营管理以及运输过程控制等技术领域。水路交通以港口为节点,航道为通道,通过船舶实现货物和乘客的搭载与时空位移,是交通运输行业的主要运输方式之一。我国从2011年起,先后发布了多个与水路交通创新发展相关的战略规划和指导意见,为我国水路交通的发展提供了重要的政策保障。特别是2019年中共中央和国务院发布了《交通强国建设纲要》,为我国未来交通的发展指明了方向。交通运输部以及中国船级社等有关的行业管理部门,先后就水运交通的绿色化和智能化发展提出了具体的要求、发布了相关的政策。

水路交通随着经济社会的发展而演化,就船舶而言,其驱动形式由人力、蒸汽机、到燃气轮机,发展到现在普遍采用的柴油机,目前正朝着电力驱动、新能源以及混合动力等多种形式持续演化。就航运组织来说,以港口为例,货物装卸以及堆场调度从人工为主到现在的数字运营服务,装卸过程也从人力操作、人力与机械协同,向自动化港口方向发展。就航道而言,由自然水域到渠化航道、人工建设和养护,逐步开展数字航道建设,并构建电子监管体系。

未来的水路交通将朝着以下五个方面发展:一是随着

人工智能的发展和智能船舶的运用,货运船舶将会出现少人化趋势,并逐步实现内河、近海和远洋船舶的谱系化;二是多能源综合利用、电力推进、无轴轮毂驱动等将成为未来船舶的新动力形式,同时十分注重水路交通与可再生能源的融合发展;三是将呈现航道设施、能源供给、信息网络以及运输组织的一体化趋势;岸基船舶控制中心将成为港口枢纽的重要组成部分,将在以智慧港口为代表的综合集输系统中广泛应用;四是内河、近海船舶编队航行将成为水路交通运输的新模式;五是以数字化的航运公司和互联网+航运为特征的新业态将会加快发展。

水路交通将由自动系统、向智能系统发展,最终将成为自主系统,是一个系统作用和能力增强、人员参与逐步减少的过程。自动系统与智能系统的核心差异在于系统是否具有形成类人决策的能力;智能系统与自主系统的核心差异在于系统是否具备自我实施决策的能力。应该说自主水路交通系统正是在这样的背景下而提出和发展的。

二、自主水路交通系统的概念与组成

自主水路交通系统(Autonomous Waterborne Transportation System, AWTS)是近年来国内外交通领域提出的新方向。它是智能船舶为载体、智慧港口为节点、数字航道为链

路,以编队运输、多式联运、自发组织、协同管控为特征,具备自感知、自决策、自控制、自学习等能力,形成智能决策并自主控制执行,实现水路运输功能的分散复杂系统。自主水路交通体系框架包括了单体、群体、系统三部分,具有协同控制、决策执行、态势认知、融合感知等自主能力。以智能服务、自主操作、集群分步优化、信息融合交互、数据驱动演化为核心要素,形成自主交互演化的代际划分与演化机制。在未来的自主水路交通系统中,船舶将实现单船自主航行和多船协同编队;基础设施将实现数字航道和智慧港口;通过多式联运和个性服务来实现其运用服务;最终形成分散复杂系统和类脑系统的有机集成,这是自主水路交通系统的特征。

目前国外也正在积极探索货运船舶的自主化技术,如荷兰正在研究船舶编队(Vessel Train)的概念,由满员的领航船对不同尺度、规格和操纵特性的编队船进行引导,已经实现了模拟仿真,并开发了集成性的导航平台,通过实时显示编队中各个船舶的运动信息与航行场景图像,对船舶的航速采用自动引导模式进行跟随控制。2020年2月他们按照1:16的比例在两条模型船上开展了相关试验。

三、自主水路交通系统的关键技术

自主水路交通系统的关键技术主要包括:水路交通基础设施的生态化、网联化、数字化,船舶等运载装备的绿色化、网联化、自主化;运营组织服务的个性化、数字化、智能化,以及自主水路交通的集成技术与系统组分的互操作等内容。将形成面向自主水路交通形态和运输组织模式的装备、技术、标准、法规体系。

水路交通基础设施生态化,将实现港城联动治理、资源循环利用、航道生态建养等方面的技术。网联化表现在航道生态建养、数字航道建设、航道基础设施的全域感知、智能调度与互操作、枢纽自动化作业、远程监管与控制等方面;数字化体现在助航实时服务、空天通信网络的构建、通航要素环境的全息感知、数字航道的建设和电子航道图的应用。

智能水路载运装备绿色化,一方面是研发新型的高效推进装备,使电能直接转化成为流体动能,从而减振降噪,使推进、转向系统更加智能和绿色;另一方面是船舶如何应用清洁能源代替传统石化能源。面对全球性能源危机,船用新能源的开发和利用是人类社会进程中需要面对和解决的重要问题之一,同样是未来自主水路交通系统发展的首要课题和必然选择。网联化表现在通过船舶航行环境和港口控制中心的建设,以“航行脑系统”为核心,构建航行网络平台;基于虚实融合、增强现实、边缘计算等技术,实现航行态势的认知和对自身态势的感知,提供类人决策支持,实现安全驾驶。自主化主要表现在运营船舶自主航行以及智能港口设备的大量应用。自主化的实现将从智能

感知、辅助决策、智能驾控以及远程助航等功能逐步发展,其本质是船舶的自主决策与控制技术、切换控制与模式转换策略、路径规划与循迹控制方法,通过智能训练、决策优化算法和传统运动控制相结合,实现运动预测、数据驱动、风险识别和控制决策。

智慧运营组织服务的个性化,主要表现在航运系统将实现常态监管、异常干预和应急处置的一体化,实现救援任务的实时数据融合和决策支持,同时提供多尺度、可视化、信息精准的数据保障,使整个营运组织服务的个性化进一步彰显。数字化体现在水路交通将实现动态可视化、营运组织服务的智能化,通过建立智能化水路交通运营组织决策模型、多元数字化水路交通三维模型分析体系以及智慧化航运运营组织平台,以实现智能化水路交通营运组织。

协同与互操作是自主水路交通系统集成中的关键技术,包括系统之间的协同优化、多船船队之间的自适应、港口集群的调度、船岸通信网络交互、不同设备装置间互操作,以实现分布式决策与控制。自主水路交通系统集成港口、航道、船舶、通信网络、运营服务、安全保障等单元组件和交通要素,其构建与发展的路径,必定按照分层次、分阶段和分区域等方式逐步实现。

四、自主水路交通系统的发展展望

自主水路交通系统是近年来随着人工智能和大数据等高新技术的发展,随着智能船舶、数字航道、无人港口、智慧海事等技术的兴起而逐步形成的一种新型水路交通运输组织模式。

在自主水路交通系统的发展中,有四个重要的方向值得关注和重视。一是进一步与人工智能等高新技术结合。随着人工智能技术的研究和发展,船舶实现自主航行,港口枢纽实现无人化作业,运营组织实现智能服务。二是与我国正在大力推进的新基建建设要实现同步。5G和北斗等通讯网络技术、岸基新能源供给设施等新基建,将为自主水路交通系统的实现提供保障。三是要进一步与水路运输模式的优化进行融合。自主水路交通系统不仅仅是装备的自主化,更重要的是运输过程和运输组织形式的智能化,只有进一步优化水路交通运输的组织形态,才能保证自主水路交通系统的有效构建。四是与我国航运业的转型升级发展相结合。随着我国经济社会的发展,我国航运业也正在积极地朝着高质量发展方向推进。如何把自主水路交通系统作为一种新的发展模式与航运业的转型升级同步结合,非常重要。

自主水路交通系统的特征、内涵和关键技术还处在不断发展和探讨之中,以上是我们团队在这方面的一些思考,希望与船舶、港口、航运等各方共同努力,推动我国自主水路交通系统的技术发展。