

马乐天,郭晓维,漆随平,等. 海洋气象观测标准国际化路径:以船舶气象仪为例[J]. 海洋学研究,2023,41(2):123-130. DOI: 10.3969-j. issn. 1001-909X. 2023. 02. 011.

MA L T, GUO X W, QI S P. Path of internationalization of marine meteorological observation standards: Insight from ship meteorological instrument[J]. Journal of Marine Sciences, 2023, 41(2): 123-130. DOI: 10.3969-j. issn. 1001-909X. 2023. 02. 011.

海洋气象观测标准国际化路径:以船舶气象仪为例

马乐天^{1,2},郭晓维³,漆随平^{4,5},冯旭文^{*1},花卫东⁶

(1. 自然资源部第二海洋研究所,浙江 杭州 310012; 2. 自然资源部海底科学重点实验室,浙江 杭州 310012; 3. 中国仪器仪表学会,北京 100088; 4. 齐鲁工业大学(山东省科学院),山东 青岛 266001; 5. 山东省科学院海洋仪器仪表研究所,山东 青岛 266001; 6. 航天新气象科技有限公司,江苏 无锡 214127)

摘要:船舶气象仪是海洋水文气象观测技术的重要组成部分,其发展对实现全球海洋同步观测至关重要,而主导制定基于共识的相关国际标准,将有力推动我国船舶气象仪制造业的市场规范化和产品国际化。该文从船舶气象仪的重要性入手,分析了国内外船舶气象仪标准的发展历程,概述了相关标准化组织的工作现状,重点阐述了如何从优化关键技术指标和借助海洋技术国际标准化平台这两个方面,来推进船舶气象仪国际标准化工作。

关键词:船舶气象仪;ISO 国际标准;海洋水文气象观测

中图分类号:P712

文献标志码:A

文章编号:1001-909X(2023)02-0123-08

DOI:10.3969/j. issn. 1001-909X. 2023. 02. 011

0 引言

海洋水文气象观测作为海洋观测技术的重要组成部分,在预警海洋灾害、保障船舶安全航行、预报天气以及为全球气象观测领域的科学研究提供实测数据等方面具有不可替代的作用。随着技术的不断发展,船舶的自动化气象观测系统——船舶气象仪成为了世界各国海洋水文气象观测领域重点关注的对象。与此同时,制定基于共识的技术标准会直接或间接地影响未来产业发展的方向,是在国际市场上扩大技术优势的重要途径。因此海洋水文气象观测这一新兴技术领域的国际标准研究成为了各国竞争的焦点,也是世界气象组织(World Meteorological Organization,

WMO)重点推进的事项之一。

我国作为一个拥有广阔海域面积的海洋大国,对海洋气象观测仪器的需求量巨大,形成了国内外生产商都关注的市场。近年来我国船舶气象仪研制进展较快,缩短了与国际先进水平间的差距,基本形成了国产船舶气象仪装备的研发、生产能力。然而,由于美国、日本等发达国家在海洋气象观测方面的研究起步较早,无论在船舶气象仪的数量上还是仪器性能上都具有一定优势^[1-4]。一方面我国需要突破制约国产船舶气象仪研发、生产的瓶颈,提升我国海洋气象观测仪的技术研发、检验、产业化水平,促进国内海洋仪器生产商的产业转型升级、增强国际竞争力。另一方面,由于世界各国船舶气象仪产品及其数据格式存在

收稿日期:2022-07-04

修回日期:2022-08-31

基金项目:国家重点研发计划 NQI 专项(2021YFF0601700);标准创新管理专项资助项目(2021(BC07)85, 2023(BC07)94)

第一作者简介:马乐天(1986—),女,高级工程师,浙江省绍兴市人,主要从事海洋技术标准化和海洋地质学研究,E-mail:malt@sio.org.cn。

*通信作者简介:冯旭文(1968—),女,研究员,主要从事海洋技术标准化和海洋化学研究,E-mail:sc13tc8@126.com。

多样性和差异性,需要在国际背景下建立船舶气象仪的通用技术标准,以确保不同国家产品质量的稳定性、测量数据在交换和共享过程中的便利性。因此,推进由我国主导的船舶气象仪关键性技术的国际标准的制定,是在国际市场上扩大技术优势、发出“中国制造的声音”的必然要求。

船舶气象仪标准的国际化研究是对我国标准如何衔接国际标准体系的探索,也是借助国际标准平台推动我国标准“走出去”的一次实践。由我国提出、经国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)技术管理局批准成立的海洋技术分委会(ISO/TC8/SC13)致力于开展海洋观测、资源勘探和海洋保护领域的标准制定,搭建了国际涉海组织和海洋技术产业界之间的桥梁,为我国实质性参与海洋水文气象观测国际标准的制定提供了平台^[5-8]。

1 国外船舶气象仪标准研制工作现状

国际组织非常注重对占地球表面 71% 的海洋的状况进行系统观测和预报。1992 年,世界气象组织、政府间海洋委员会(Intergovernmental Oceanographic Commission, IOC)、联合国环境规划署(United Nations Environment Programme, UNEP)和国际科学协会理事会(International Council for Science, ICSU)共同发起并成立了全球海洋观测系统(Global Ocean Observing System, GOOS),旨在建立一个统一、协调、能够实现资料和产品共享的国际观测系统^[9-10]。GOOS 近期发布的《全球海洋观测系统 2030 战略》指出,将加强对大气和海洋重要过程及其相互作用的监测和了解^[11],船舶气象仪在这一过程中将发挥不可或缺的作用。

世界气象组织为船舶气象仪的使用及其需要遵循的标准规范作出了重要贡献。一方面,最初出版于 1954 年、已经多次再版的 WMO No. 8《气象仪器和观测方法指南》是国际认可的海洋观测指南^[12-14],涉及到观测程序和技术的标准化。它按不同的观测平台进行分类,例如志愿船观测、无人船观测、浮标观测、海上平台观测等。WMO No. 8 第二部分“观测系统”第四章“海洋观测”中规定了船舶气象仪的观测内容,包括观测要素、设备要求、观测时间、观测和数据传输自动化等,并对风、气压、云和天气、能见度、气温和湿度、降水、海面温度的观测规范作出详细说明^[14]。另一方面,2001 年世界气象组织和联合国教科文组织联合建立国际志愿观测船(Voluntary Observation

Ship, VOS)计划,旨在招募协议国家的有气象观测数据的船舶,并且将这些气象观测结果(最关键的是气压、气温、海面温度、风和海况)传送到世界气象组织数据库。由于志愿观测船上的气象仪来自不同国家和部门的生产厂家,其元数据解码、资料传输需要进行协调管理,WMO No. 8 规定的标准化观测方法在该计划的实践过程中发挥了重要作用。

另外,《船舶与海洋技术—船用风向标和风速计》(ISO 10596:2009)^[15]、《船舶与海洋技术—船用电磁罗盘》(ISO 11606:2022)^[16]、《海上导航和无线电通信设备及系统—通用要求—测试方法及要求的测试结果》(IEC 60945:2002)^[17]对船舶气象仪标准的技术指标设定也具有一定的参考价值。这些标准由国际标准化组织船舶与海洋技术委员会(ISO/TC8)和国际电工委员会海上导航和无线电通信设备及系统技术委员会(IEC/TC80)制定。

从具体标准的层面来看,国际组织致力于通过制定标准来实现测量的兼容性,进而确保海洋水文气象观测的准确性。目前已发布的 ISO 或 IEC 标准尚无针对船舶气象仪的具体标准,WMO No. 8《气象仪器和观测方法指南》规定了船舶气象仪传感器可接受的技术指标及其应用原则^[14],但未涉及如何保证仪器满足标称的技术指标、实现预定功能。因此,制定一部同时面向船舶气象仪生产厂商和海洋气象数据用户的国际标准,为世界气象组织指南的应用提供一种可靠的仪器设备检验测试方法,显得尤为重要。

从标准化组织的层面来看,世界气象组织下设的仪器和观测方法委员会(Commission for Instruments and Methods of Observation, CIMO)致力于在仪器和测量标准领域提供全球服务,鼓励对气象、水文、海洋等领域的仪器和观测方法进行研发,与包括国际计量局、国际标准化组织在内的组织合作,推广标准,制订和出版仪器和观测方法的相关指南。IEC/TC80 致力于制定海上导航与无线电通信设备及系统在电工、电子、电声、光电及数据处理方面的标准。ISO/TC8 是船舶领域国际标准制定的主体机构,负责船舶建造和营运过程中设计、机构、舾装、设备、方法、技术及海洋环境保护相关的国际标准制修订工作,海洋技术分委会(ISO/TC8/SC13)是其下设的分技术委员会之一。

2 我国船舶气象仪标准研制工作现状

船舶气象仪主要由数据采集器、测量传感器和通信模块组成,用于自动、实时、连续地测量仪器所在海

区的风速、风向、气温、气压、相对湿度、海水表面温度等气象信息,对采集的数据进行计算处理,并将结果传输到船舶导航系统^[18]。自1979年山东省科学院海洋仪器仪表研究所研制出我国第一台螺旋桨式数字气象仪以来^[2],我国船舶气象仪的发展取得了长足进步,缩短了与国际先进水平间的差距。然而,在研制、生产过程中,除了满足船舶气象仪测量参数的技术要求之外,如何保证仪器的环境适应性、可靠性、可维修性以及与世界气象组织地面气象系统的兼容性成为了制约国内船舶气象仪整体水平提升的瓶颈。

针对以上问题,自20世纪90年代开始,我国逐步完善船舶气象仪的检验项目和试验方法,提高产品技术指标的可靠性,制定了试验大纲和检验细则,发布了多项标准(表1)。国家计量检定规程《船舶气象仪检定规程》(JJG 876—2019)规定了船舶气象仪测量风速、风向、温度、湿度、气压等要素的检定方法,也对检定的术语、计量单位、计量器具控制等进行了规范,适用于船舶气象仪的首次检定、后续检定和使用中检查^[19]。行业标准《车载自动气象站》(QX/T 521—2019)^[20]和《志愿船自动测报仪》(HY/T 144—2011)^[21]是与船舶气象仪相关的产品标准。前者通过规范车载自动气象站的分级、产品组成、技术要求、试验方法、检验规则、标志和随行文件以及包装、运输和贮存等要求,来实现船舶气象观测系统的标准化,保证海洋气象观测资料质量的一致性,为海洋气象服务和气候变化研究提供高质量的数据^[20]。后者针对安装在志愿船上的自动观测设备的产品组成、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、储存进行了规范,适用于志愿船自动测报仪的设计、制造、出厂

检验及型式检验^[21-22]。国家标准《海洋调查规范 第3部分 海洋气象观测》(GB/T 12763.3—2020)^[23]和《船舶海洋水文气象辅助测报规范》(GB/T 17838—2017)^[24]规范了船舶气象仪数据处理的流程。前者规定了海洋气象观测的项目、技术指标、观测方法、记录整理和提交成果的要求,适用于海洋环境基本要素调查中的海洋气象观测^[23]。后者规定了船舶海洋水文气象辅助测报的观测项目、技术要求、观测方法、报告电码及资料处理,适用于基于船舶的海洋水文气象观测和数据传输^[24]。上述两项国家标准适用范围广、不是仅针对船舶气象仪器,而上述检定规程和志愿船行业标准仅是针对测量参数的技术要求。2018年中国仪器仪表学会发布团体标准《船舶气象仪通用技术规范》(T/CIS 47001—2018)^[18],规定了船舶气象仪的术语和定义、要求和检验方法。该标准在规范仪器测量参数技术要求的同时,结合《车载自动气象站》(QX/T 521—2019)^[20]中环境条件、电磁兼容性、试验方法等内容,对如何控制和保证产品质量、可靠性、环境适应性、与世界气象组织技术要求的兼容性等指标进行了规定,适用于船舶气象仪的研制、生产、验收等技术和经济活动。从具体标准的层面来看,以上这些标准的内容覆盖了从海洋水文气象观测技术的基础标准到针对性更强的产品标准,梳理了船舶气象仪的通用要求、设备技术指标、测试环节和过程、成果产出等方面的内容。这些标准的实施有利于促进海洋水文气象观测技术的发展和成果转化,规范工作程序,满足我国船舶气象仪行业在提高产品质量、可靠性、可维修性等方面的需求,促进行业发展。

表1 船舶气象仪相关标准或指南

Tab. 1 Standards and guidelines about ship meteorological instrument

标准类型	标准名称和编号	被替代标准的首版
国家标准	《海洋调查规范 第3部分 海洋气象观测》 (GB/T 12763.3—2020)	《海洋调查规范 第3部分 海洋气象观测》 (GB/T 12763.3—2007)
国家标准	《船舶海洋水文气象辅助测报规范》(GB/T 17838—2017)	《船舶海洋水文气象辅助测报规范》(GB/T 17838—1999)
行业标准	《车载自动气象站》(QX/T 521—2019)	
行业标准	《志愿船自动测报仪》(HY/T 144—2011)	
团体标准	《船舶气象仪通用技术规范》(T/CIS 47001—2018)	
国家计量检定规程	《船舶气象仪检定规程》(JJG 876—2019)	《船舶气象仪》(JJG 876—1994)
国际组织技术指南	WMO No. 8《气象仪器和观测方法指南》(2018 版)	WMO No. 8《气象仪器和观测方法指南》(1954 版)

从标准化组织机构的层面来看,全国海洋标准化技术委员会(SAC/TC283)成立于2005年,负责海洋经

济类、海洋产业管理类、海洋预报减灾、海洋领域实验测试分析等自然资源海洋领域(不包含渔业经济和渔

业产业相关领域)国家标准的制修订工作。其下设海洋调查观测监测分委会(SC2),致力于积极推动海洋观测领域的国家标准制修订工作。GB/T 12763.3—2020^[23]和 GB/T 17838—2017^[24]均归口于 SAC/TC283。全国海洋专用计量器具计量技术委员会(MTC28)成立于2012年,致力于保证海洋特殊量值的准确、一致,JJG 876—2019^[19]归口于 MTC28。全国气象仪器与观测方法标准化技术委员会(SAC/TC507)成立于2010年,负责气象仪器、技术装备和观测方法等领域的国家标准制修订工作,与世界气象组织相关联,QX/T 521—2019^[20]归口于 SAC/TC507。另外,国家气象计量站、国家海洋计量站等建立了海洋气象计量标准,开展气温、气压、空气湿度和风等气象要素测量设备的计量检定工作^[25]。

3 推动我国船舶气象仪标准走向国际化的实践探索

结合国际组织指南和国内外行业发展方向,以国内成熟产品和优势技术为依托,在我国与船舶气象仪相关的国家标准、行业标准、团体标准、国家计量检定规程的基础上,主动将我国在船舶气象仪海洋环境适应性等方面的技术优势推向国际市场,推动我国船舶气象仪标准“走出去”,对于提升我国在海洋水文气象观测领域的影响力具有重要意义,可为维护我国行业权益提供重要支撑。未来船舶气象仪标准的国际化工作,将从比对国内外已有标准、进行差异性分析研究、优化关键性技术指标和借助国际标准化平台推进我国主导制定的国际标准两方面来进行。

3.1 比对国内外标准,优化关键性技术指标

相对风向和视风速是最典型的船舶气象仪测量指标。在 WMO No. 8《气象仪器和观测方法指南》中,规定的风向测量不确定度为 5° ^[14],此不确定度即为风向传感器测量不确定度。关于风速测量不确定度,在 WMO No. 8《气象仪器和观测方法指南》中要求一般自动气象站的风速测量不确定度是 0.5 m/s (当风速 $\leq 5 \text{ m/s}$ 时)和观测值的 10% (当风速 $> 5 \text{ m/s}$ 时)^[14]。受船舶航行过程中摇晃、振动、倾斜的影响,船舶上的风传感器测量不确定度会更大;船体结构的影响也会进一步增大风测量的不确定度。另外,真风和视风、船风之间是矢量合成关系,相对风向、航向、艏向、航速的测量不确定度对真风计算不确定度的影

响也是十分显著的。综合考虑上述因素,在新国际标准提案中,优化后的技术指标拟规定用风向传感器、风速传感器的测量不确定度作为相对风向、视风速的测量不确定度要求,与 WMO No. 8 保持一致,即相对风向不确定度为 5° ,视风速不确定度为 0.5 m/s (当风速 $\leq 5 \text{ m/s}$ 时)和观测值的 10% (当风速 $> 5 \text{ m/s}$ 时);拟规定真风向不确定度为 10° ,真风速不确定度为 $0.5 \text{ m/s} + 10\% \times \text{实际风速}$ (表 2)。

表 2 风要素观测准确度

Tab. 2 Observation accuracy of wind elements

风要素	范围	不确定度	
		WMO No. 8	新国际标准提案
风速	$\leq 5 \text{ m/s}$	0.5 m/s	视风速: 0.5 m/s
	$> 5 \text{ m/s}$	观测值的 10%	视风速:观测值的 10% 真风速: $0.5 \text{ m/s} + 10\% \times \text{实际风速}$
风向		5°	相对风向: 5° 真风向: 10°

由于 WMO No. 8《气象仪器和观测方法指南》主要面向的是海洋气象数据的用户,规定的是船舶气象仪传感器可接受的技术指标以及其适用场景的应用原则,未重点关注如何保证仪器设备能够满足这些技术指标。因此,制定一部同时面向生产厂商和数据用户的国际标准,将船舶气象仪作为一套整体系统(WMO No. 8 关注的是传感器),规范仪器的组成、测量参数、技术指标和面向各种类型船舶气象仪的性能和环境适应性的测试方法,保证仪器满足标称的技术指标十分必要。在新的国际标准中,将重点规范船舶气象仪以下几方面的测试要求。

1) 环境适应性的要求。要能够适应海洋高温、高湿、盐雾等恶劣条件,适应船舶振动、摇摆环境。

2) 电磁兼容性等要求。应当符合船舶电气设备特殊的电磁兼容标准,避免对船舶其他电气设备造成影响,同时可承受其他电气设备对本身的电磁干扰。

3) 定点观测与运动中观测的气象数据差异。特别对于风向、风速测量,定点观测时从风传感器测得的风向、风速即是真风向、真风速;而在运动中观测时从风传感器测得的风向、风速是视风速和相对风向,需要结合风传感器与船舶运动参量,才能计算得到真风向、真风速。在运动中观测的另一个不同是需要同时记录观测数据的位置信息。

4) 安装条件的特殊性。船舶类型的多样性决定了车载自动气象仪安装平台的多样性,安装结构要能

够适应不同船舶的结构特点和空间限制。

3.2 借助国际标准化平台,主导制定国际标准

国际标准化组织船舶与海洋技术委员会海洋技术分委会(ISO/TC8/SC13)成立于2014年,是船舶与海洋技术委员会(ISO/TC8)最年轻的分委会,全面从事海洋技术领域国际标准制修订的工作。SC13首届主席和秘书处均由我国承担,其主要任务是在海洋观测、资源勘探和海洋保护等领域开展基础通用、设施设备、测试方法、过程控制、数据处理和精度要求等方面的标准制修订^[5-8]。

ISO/TC8/SC13目前有11个参与成员国和7个观察成员国,设有“海洋水文气象观测”工作组。SC13目前已在ISO正式出版标准11项,包括2项海洋观测仪器标准,分别是由我国主导制定的《海洋技术—海洋观测系统—海洋水文气象观测系统复用与交互设计规范》(ISO 21851:2020)^[26]和由加拿大主导制定的《海洋环境传感器性能—规范、测试和报告—通用要求》(ISO 22013:2021)^[27]。

这些标准有助于提升海洋水文气象仪器的产业化水平。同时,SC13与世界气象组织建立了联络组织关系,可为海洋水文气象观测技术和产业的快速发展提供工业标准的技术支撑,并通过组织优势为我国实质性参与海洋观测国际标准的制定提供良好的平台。

由中国仪器仪表学会组织,联合山东省科学院海洋仪器仪表研究所、航天新气象科技有限公司、中国气象局气象探测中心等单位共同起草的《船舶气象仪通用规范》已进入国际标准草案阶段(图1)。该标准拟通过规范船舶气象仪的数据格式、环境适应性、防护等级、电磁适应性等技术指标和测试方法要求,将船舶气象仪观测和数据采集的内容和实施过程进行条理化、程序化和规范化。这是对目前国内船舶气象仪已有标准和指南的统一和提高,同时为海洋水文气象数据的使用方和船舶气象仪的生产厂商提供技术支撑,有助于保证不同产品的数据质量、通用性和即时性。

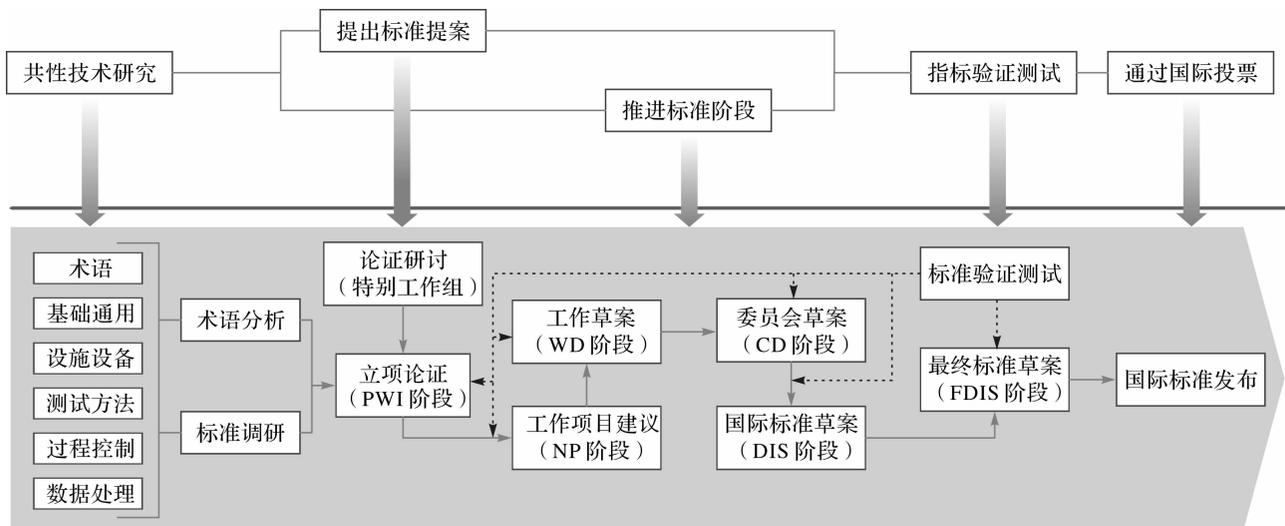


图1 海洋气象观测标准国际化技术路线图

Fig. 1 Technical roadmap for the internationalization of marine meteorological observation standards

在标准的关键技术研究方面,标准编制组将聚焦车载气象仪器应用需求及技术发展趋势,组织开展海洋高温、高湿、盐雾和船舶振动摇摆、电磁干扰等环境条件动态分析工作,遵循“理论模型搭建—试验验证分析—专家研究论证—技术方案修正”的迭代研究思路,提出最优指标模型和技术解决方案,进而完成标准技术内容的固化。在国际标准研制的

推进方面,标准编制组将依托国内技术和标准发展基础,严格按照ISO导则和国际标准化议事规则开展国际标准研究成果的转化。具体包括:分析国内外标准体系及关键技术研究现状,为构建标准原则与内容提供依据;整理、分析、提取、验证关键技术要素,明确标准的适用范围,构建标准框架;征求行业专家意见,在此基础上提出国际标准各阶段材料;同

时,在船舶海洋工程装备重点领域进行验证,对验证过程中反映出来的问题,进一步修改,形成更为成熟的技术标准。在标准的投票环节及发布实施过程中,我国将充分发挥 ISO/TC8/SC13 的平台优势,保障我国专家在海洋技术和工程装备领域国际标准活动中的持续参与,与各成员国积极沟通,支撑相关国际标准的研制和推进。

4 结语

制定国际标准是参与国际治理、提升国际竞争力的重要手段。近年来,我国在海洋观测技术领域取得了长足发展,致力于打造从海面到海底的立体观测网。海洋水文气象观测作为其组成部分,对实现全球海洋同步观测发挥着重要作用,而该领域国际标准数量和覆盖范围的不足会减弱观测数据和结果的对比性,进而影响到产业和市场的发展。船舶气象仪的测量数据是全球海洋观测系统不可或缺的组成部分。针对种类繁多的船舶气象仪产品和执行标准不统一的仪器安装、操作流程,借助 ISO/TC8/SC13 这一国际标准平台,我国主导提出了《船舶气象仪通用规范》国际标准提案,明确全球不同国家生产的船舶气象仪须达到的性能要求,规定面向各种类型船舶气象仪产品的性能和环境适应性的统一测试方法。这不仅有利于促进船舶气象仪产品所提供的数据在安全航行、气象预报预测、防灾减灾、应对气候变化、科学研究等领域发挥更重要的作用,也有助于推动我国海洋水文气象观测技术通过标准化形式“走出去”。

致谢 笔者撰写本文时得到马邦梁、王中秋等同仁在指导文章结构、提供参考信息等方面的帮助,在此一并致谢。

参考文献 (References):

- [1] 刘涛,漆随平,王洋,等. 船舶气象仪电磁兼容性试验及分析[J]. 机械管理开发,2010,25(6):37-38.
LIU T, QI S P, WANG Y, et al. Electromagnetic compatibility experiment and analysis of ship meteorological instrument [J]. Mechanical Management and Development, 2010, 25(6): 37-38.
- [2] 周扬. 船舶气象仪硬件系统设计与实现[D]. 青岛:中国海洋大学,2012.

ZHOU Y. Design and implementation of hardware system of ship meteorological instrument[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2012.

- [3] 杨扬,杨锦坤,苗庆生,等. 船载气象仪对比观测数据的质量评估与分析[J]. 海洋技术学报,2014(6):70-75.
YANG Y, YANG J K, MIAO Q S, et al. Quality evaluation and analysis on the contrastive observing data from shipborne meteorological instruments[J]. Journal of Ocean Technology, 2014(6): 70-75.
- [4] 刘士栋,庞永超,胡波,等. 船舶气象仪海上比测试验及数据分析[J]. 计测技术,2016,36(5):40-43.
LIU S D, PANG Y C, HU B, et al. Comparative test of shipboard meteorological instrument and data analysis[J]. Metrology & Measurement Technology, 2016, 36(5): 40-43.
- [5] 马乐天,冯旭文,李家彪. 海洋技术国际化在中国的起步及其实践意义[J]. 地球科学进展,2017,32(6):660-667.
MA L T, FENG X W, LI J B. Development and application of marine technology international standardization in China [J]. Advances in Earth Science, 2017, 32(6): 660-667.
- [6] 马乐天,冯旭文,吕小飞,等. 国际背景下的海洋调查技术标准化发展路径研究[J]. 海洋学研究,2020,38(1):87-94.
MA L T, FENG X W, LÜ X F, et al. A study on the development path for marine survey technology standardization in the international context[J]. Journal of Marine Sciences, 2020, 38(1): 87-94.
- [7] 马乐天,王瑶,姜磊,等. 海洋技术国际化工作的现状及其发展趋势[J]. 中国造船,2021,62(3):258-266.
MA L T, WANG Y, JIANG L, et al. Current situation of marine technology international standardization and its future development[J]. Shipbuilding of China, 2021, 62(3): 258-266.
- [8] 冯旭文,马乐天,倪建宇,等. 国际海底区域环境标准的现状及对策研究[J]. 标准科学,2020(4):17-22.
FENG X W, MA L T, NI J Y, et al. Study on the status and countermeasure of environmental standards in the international seabed area[J]. Standard Science, 2020(4): 17-22.
- [9] 盖明举. 全球海洋观测系统介绍[J]. 海洋信息,1997(12):11-13.
GAI M J. Introduction to the global ocean observing system [J]. Marine Information, 1997(12): 11-13.
- [10] 李国祥,王海燕. 基于 GOOS 系统的全球智能海船助航系统构想[J]. 中国船检,2021(4):70-72.

- LI G X, WANG H Y. Conception of global intelligent navigation aid system based on GOOS system [J]. *China Ship Survey*, 2021(4): 70-72.
- [11] FISCHER A, GUNN J, HESLOP E, et al. Global Ocean Observing System 2030 strategy [EB/OL]. (2019-05-13) [2020-07-18]. https://goosocean.org/index.php?option=com_oe&task=viewDocumentRecord&docID=24590.
- [12] 贺晓雷,林冰. 中国气象计量业务的现状与发展[J]. *中国计量*, 2017(2): 38-39.
- HE X L, LIN B. Current situation and development of China's meteorological metrology service [J]. *China Metrology*, 2017(2): 38-39.
- [13] 张博,袁玲玲,陈华,等. 中国-国际海洋观测标准比对分析研究[J]. *标准科学*, 2019(11): 117-120.
- ZHANG B, YUAN L L, CHEN H, et al. Comparative analysis and study on Chinese-international marine observation standards [J]. *Standard Science*, 2019(11): 117-120.
- [14] No. 8; Guide to meteorological instruments and methods of observation [S]. Geneva: World Meteorological Organization, 2018.
- [15] Ships and marine technology—Marine wind vane and anemometers; ISO 10596: 2009 [S]. Geneva: International Organization for Standardization, 2009.
- [16] Ships and marine technology—Marine electromagnetic compasses; ISO 11606: 2022 [S]. Geneva: International Organization for Standardization, 2022.
- [17] Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems—General requirements—Methods of testing and required test results; IEC 60945: 2002 [S]. Geneva: International Electrical Commission, 2002.
- [18] 中国仪器仪表学会. 船舶气象仪通用技术规范: T/CIS 47001—2018 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- China Instrument and Control Society. General specifications for ship meteorological instrument; T/CIS 47001—2018 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2018.
- [19] 全国海洋专用计量器具计量技术委员会. 船舶气象仪检定规程: JJG 876—2019 [S]. 2019.
- National Technical Committee for Measurement of Marine Special Measuring Instruments. Verification regulation of ship meteorological instrument; JJG 876—2019 [S]. 2019.
- [20] 全国气象仪器与观测方法标准化技术委员会. 船载自动气象站: QX/T 521—2019 [S]. 2019.
- National Technical Committee for Standardization of Meteorological Instruments and Observation Methods. Shipborne automatic weather station; QX/T 521—2019 [S]. 2019.
- [21] 全国海洋标准化技术委员会. 志愿船自动测报仪: HY/T 144—2011 [S]. 2011.
- National Technical Committee for Marine Standardization. Automatic weather station for VOS; HY/T 144—2011 [S]. 2011.
- [22] 刘家沂. 国际志愿观测船计划运行的几个问题[J]. *海洋开发与管理*, 2008, 25(3): 80-83.
- LIU J Y. Several problems in the planned operation of international voluntary observation ship [J]. *Ocean Development and Management*, 2008, 25(3): 80-83.
- [23] 全国海洋标准化技术委员会. 海洋调查规范 第3部分: 海洋气象观测: GB/T 12763.3—2020 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2020.
- National Technical Committee for Marine Standardization. Specifications for oceanographic survey—Part 3: Marine meteorological observations; GB/T 12763.3—2020 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2020.
- [24] 全国海洋标准化技术委员会. 船舶海洋水文气象辅助测报规范: GB/T 17838—2017 [S]. 2017.
- National Technical Committee for Marine Standardization. Specifications for the ships' auxiliary marine hydrology and meteorological observations; GB/T 17838—2017 [S]. 2017.
- [25] 黄路,冯旭文,乔正明,等. 船载观测设备计量检定与海上标校试验的现状和发展建议[J]. *海洋开发与管理*, 2021, 38(2): 81-86.
- HUANG L, FENG X W, QIAO Z M, et al. Current status and development suggestions of metrological verification and marine calibration trial for onboard observation equipment [J]. *Ocean Development and Management*, 2021, 38(2): 81-86.
- [27] Marine technology—Ocean observation system—Design criteria of ocean hydrology-meteorological observation system reuse and interaction; ISO 21851: 2020 [S]. Geneva: International Organization for Standardization, 2020.
- [28] Marine environment sensor performance—Specifications, testing and reporting—General requirement; ISO 22013: 2021 [S]. Geneva: International Organization for Standardization, 2021.

Path of internationalization of marine meteorological observation standards: Insight from ship meteorological instrument

MA Letian^{1,2}, GUO Xiaowei³, QI Suiping^{4,5}, FENG Xuwen^{*1}, HUA Weidong⁶

(1. Second Institute of Oceanography, MNR, Hangzhou 310012, China; 2. Key Laboratory of Submarine Geosciences, MNR, Hangzhou 310012, China; 3. China Instrument and Control Society, Beijing 100088, China; 4. Qilu University of Technology (Shandong Academy of Sciences), Qingdao 266001, China; 5. Institute of Oceanographic Instrumentation, Shandong Academy of Sciences, Qingdao 266001, China; 6. Aerospace New Sky Technology Co., Ltd., Wuxi 214127, China)

Abstract: Ship meteorological instrument is an important part of marine hydrometeorological observation technology, which is a key process to realize global synchronous ocean observation. Leading the development of consensus-based international standards will effectively promote the market standardization and product internationalization of China's marine meteorological instrument manufacturing industry. The paper starts with the importance of ship meteorological instrument, analyzes the development process of marine meteorological instrument standards, and summarizes the current status of relevant standardization organizations. Also, it discusses how to promote the international standardization of marine meteorological instruments: (1) optimize key technical indicators; (2) cooperate with the international standardization platform of marine technology.

Keywords: ship meteorological instrument; ISO standard; marine hydrometeorological observation

(责任编辑:段 焱)