

中国航海学会团体标准
燃料电池船舶安全要求和风险评估方法
(征求意见稿)
编制说明

标准起草组

2024年2月

目 录

一、工作简况.....	1
二、标准编制原则和确定标准主要内容的依据.....	4
三、主要试验验证、综述报告、技术经济论证、预期经济效果.....	7
四、采用国际标准和国外先进标准的程度，与国际、国外同类标准水平对比情况.....	7
五、与有关的现行法律、法规、规章和强制性标准的关系.....	7
六、重大意见分歧的处理结果和依据.....	8
七、标准过渡期及标准性质的建议说明.....	8
八、贯彻标准的要求和措施建议.....	8
九、废止现行有关标准的建议.....	8
十、其他应予以说明的事项.....	8

一、工作简况

（一）任务来源

根据中国航海学会 2022 年 12 月《关于印发 中国航海学会 2022 年度第二批团体标准立项的通知》（航学发〔2022〕247 号）的要求，由特嗨氢能检测（保定）有限公司负责制定团体标准《燃料电池船舶安全要求和风险评估方法》。

（二）标准起草单位

本标准的起草单位包括：特嗨氢能检测（保定）有限公司、大连海事大学。

标准制定牵头为特嗨氢能检测（保定）有限公司，全面负责组织开展本标准研究和制定工作，统筹标准的编写和审查，组织项目调研、资料检索收集、标准主要技术内容编写，负责标准内容中核心关键参数的研究和确定，为本项目燃料电池船舶在实际运行的安全要求和风险管理提供指导；标准参编单位大连海事大学负责项目研究的业务支持，参与项目调研、资料检索收集、标准主要技术内容编写工作，负责标准编写的业务工作，参与标准内容中核心关键参数的研究和确定，提供具有建设性的意见和建议。

（三）主要工作过程

自 2019 年氢能首次被写入《政府工作报告》以来，我国各部委密集出台各项氢能支持政策，内容涉及氢能全链条关键技术攻关、氢能示范应用、基础设施建设等。2022 年 3 月，国家发展改革委、国家能源局联合印发《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》，以实现“双碳”目标为总体方向，明确了氢能是未来国家能源体系的重要组成部分，同时也是战略性新兴产业的重点方向，氢能产业上升至国家能源战略高度。

随着氢能产业的快速发展，燃料电池船舶的应用越来越广泛，燃料电池船舶的安全航行备受关注，但目前国内关于燃料电池船舶安全航行的技术要求处于空白状态，标准发展滞后于产业和市场需求。因此制定满足燃料电池船舶安全航行需要的技术要求是非常必要的，在船舶航行领域具有实际指导意义。

为了确保标准内容制定的准确性，且充分反映实际情况、能够真正提高我国燃料电池船舶安全管理的规范性，保证标准内容的科学性、合理性，特嗨氢能检测（保定）有限公司、大连海事大学等单位接到标准任务后，立即着手进

行标准制定工作，主要工作过程如下：

2022年6月~2022年7月，特嗨氢能检测（保定）有限公司牵头成立了标准编写组。标准编写组广泛收集了与燃料电池相关的国家标准、行业标准、法规政策，如GB/T 34872-2017《质子交换膜燃料电池供氢系统技术要求》、GB/T 26990-2011《燃料电池电动汽车 车载氢系统 技术条件》、GB/T 29729-2013《氢系统安全的基本要求》、GB 50058-2014《爆炸危险环境电力装置设计规范》、GD14-2022《船舶应用燃料电池发电装置指南》、MSA 2022第22号公告《氢燃料电池动力船舶技术与检验暂行规则》、交通运输部关于修改《水上交通事故统计办法》的决定（中华人民共和国交通运输部令2021年第23号）等。同时认真查阅了《综合安全评估（FSA）方法及在船舶交通管理水域的应用研究》（大连海事大学，2011年4月）、《基于FSA方法的柴油—LNG双燃料动力船舶加注过程风险评估》（《中国水运》2016（04））、《LNG-锂电池混合动力内河货船风险评估》（《江苏科技大学》2020（04））等大量公开出版的文献资料。

对国内燃料电池船舶的安全要求和风险管理进行了分析，提出了标准编写原则、主要依据及标准编写的方法，构建了标准的总体构架。

2022年10月~2023年1月，标准编写组开展了调查研究，与燃料电池的研发设计单位、新能源船舶等相关单位进行了交流，听取了企业意见，课题组根据收集到的相关资料和信息，按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的要求编写完成了标准征求意见稿（初稿）。

2023年6月~2023年8月，编写组将标准征求意见稿（初稿）发给各参编单位，汇总各方意见，并组织了编写组内部视频讨论会，召集特嗨氢能检测（保定）有限公司、大连海事大学等单位有关专家对标准进行了讨论，提出了修改意见。

2023年9月，针对《燃料电池船舶安全要求和风险评估方法》完成标准征求意见稿，向学会发起征求意见申请。

（四）本标准主要起草人及所做工作

本标准主要起草人包括胡乃武、张英、邢辉、王大威、尹一和等人。具体工作如表 1 所示。

表 1 标准主要起草人及所做工作

序号	姓名	单位	分工
1	胡乃武	特嗨氢能检测（保定）有限公司公司	主持标准的编写工作，负责组织和协调，制定标准编写框架，全面参与标准内容的编写，同时审核标准征求意见汇总处理表和标准编制说明。
2	张英	特嗨氢能检测（保定）有限公司公司	负责组织到设计、制造、改造和使用单位调研，整体把握标准编写进度，参与编写“3 术语和定义”，参与标准的内部审核工作。
3	邢辉	大连海事大学	参与制定标准编写框架，负责资料收集并参与调研工作，提供理论指导和意见修改。
4	王大威	特嗨氢能检测（保定）有限公司公司	参与制定标准编写框架，重点负责参与标准的内部审核工作及标准征求意见的处理工作。
5	齐贺宇	特嗨氢能检测（保定）有限公司公司	参与制定标准编写框架，重点负责参与标准的内部审核工作及标准征求意见的处理工作。
6	魏一	海大清能船舶（大连）有限公司	参与制定标准编写框架，重点负责参与标准的内部审核工作及标准征求意见的处理工作。
7	尹大和	海大清能船舶（大连）有限公司	参与制定标准编写框架，重点负责参与标准的内部审核工作及标准征求意见的处理工作。
8	郑贺婷	特嗨氢能检测（保定）有限公司公司	参与相关标准和技术文件规范的收集，参与标准内容的编写和标准全文文本整理、GB/T 1.1—2020的执行。整理标准流程材料，对接学会负责人

二、标准编制原则和确定标准主要内容的依据

（一）标准编制原则

为确保标准条文所列的技术要求科学、合理、规范，本标准制定过程中遵循“规范性、一致性、服务应用、适应性”原则。

（1）规范性原则

本标准根据《中华人民共和国标准化法》及相关法律、规章，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》中的原则要求进行的，并参考了单位、符号、用语的相关标准，保障了标准文本编写的规范性。

（2）一致性原则

本标准制定过程查阅了与之相关的标准，确定的技术要求等内容按照国际标准、国家标准、行业标准的顺序优先引用或参考；保持与近年来出台以及即将出台的相关政策、法规以及新技术紧密结合，增强标准关联性、协调性、适用性和统一性，避免出现矛盾。

（3）服务应用原则

标准起草组组织开展了多次的技术及应用调研和内部研讨会，系统性地研究了燃料电池船舶的构成及特点和应用场景，得出本标准制定应坚持以实用性和可靠性为主，重点围绕散货装卸机械化学抑尘系统的技术要求，同时充分考虑燃料电池船舶的运行条件和未来技术发展趋势，制定服务于燃料电池船舶的安全技术要求和风险识别评估的方法。

（4）适用性原则

标准既要有先进性和科学性，又要有适用性，标准制定过程充分考虑了国家、行业在绿色能源动力应用的相关政策，为标准的适用性提供政策支撑。

（二）标准主要内容的说明

具体标准条款说明如下：

1.标准名称

本文件原标准名称为“燃料电池船舶安全要求和风险评估方法”，英文名称为“Safety requirements and risk assessment methods for fuel cell vessels”。

2.范围:

本文件规定了燃料电池船舶的安全要求,包括一般设计准则、氢系统安全设计一般原则、氢安全系统、船舶布置、氢系统及零部件、通风、监控预警与应急处理、消防等方面的要求。提供了燃料电池船舶的风险评估程序及方法,包括燃料电池船舶安全事故风险评估准备、风险识别、风险分析、风险评价、风险应对和监督检查。

3.术语和定义

(1) 条款 3.1.1

“涉氢系统”是本标准中一个重要的术语,为便于对本标准后续条款的解读和应用,本文件基于对燃料电池船舶结构和系统运行的原理对“涉氢系统”进行了定义。

4.安全要求

(1) 条款 4.1

本部分规定了燃料电池船舶设计过程的氢安全的一般设计原则,鉴于氢易燃易爆的特性,参考了电动控制器的相关安全要求和质子交换膜燃料电池供氢系统的技术要求,对氢燃料电池船舶整体设计及重点涉氢区域和部件的安全防护进行了规定,同时规定了对涉氢区域的监测和应急情况的处置要求。

(2) 条款 4.2

本部分引用了《MSA 2022 第 22 号公告氢燃料电池动力船舶技术与检验暂行规则》对船舶整体安全技术要求进行了规定。

(3) 条款 4.3

本部分结合燃料电池的实际安全风险和运行情况,规定了“被动安全系统”和“主动安全系统”以保证船舶在任何情况下的整体安全。

(4) 条款 4.4

本部分结合燃料电池船舶的机构和涉及原理,对部件材料、燃料电池堆、燃料电池系统、氢气瓶、管路、阀门及附件、电子元器件等涉氢系统及零部件的安全性要求进行了规定,文件引用了包括部件设计及验证试验等相关技术标准。

(5) 条款 4.5

本部分规定了燃料电池系统涉氢区域内的通风系统的技术要求，对通风系统的结构设计进行了限定。

(6) 条款 4.6

本部分基于燃料电池船舶涉氢的高危场景，结合船舶结构和系统的工作原理，对燃料电池船舶的加氢安全、储氢安全、氢泄漏安全以及紧急状态的安全处置和消防要求进行了规定，保证氢燃料进入船舶后的整个运行过程得以监控，并能够在紧急时刻得到预警和应急的处理。

5.风险评估

(1) 条款 5.1

本部分结合风险的潜在性和持续性，对风险的评估时机、评估主体、评估内容、评估方法以及评估开展的程序进行了综合性说明，规范了工作开展的主体及主要参与人员，采用最合理的评估方法开展评估，以保证燃料电池船舶在各个阶段的潜在风险能够被尽可能的识别出得到解决。

(2) 条款 5.2

本部分结合燃料电池船舶安全事故频率和事故危险后果分析，规定了风险评估前的准备工作，并提供了风险准则的确定原则和方法。

(3) 条款 5.3

基于燃料电池船舶结构和系统原理的理解，本部分给出了包括涉氢系统、燃料电池系统、燃料电池电堆以及储氢系统等结构的可能产生风险的结构和部件的基本部分，并参考相关安全风险评估标准分析推荐比较适合燃料电池船舶安全风险识别的几种方法。

(4) 条款 5.4

本部分对燃料电池船舶识别后的风险源分析及方法给出指导，规定了分析应包含事故原因分析和潜在后果分析两部分。

(5) 条款 5.5

本部分提供了典型风险评价的计算方法，目的是通过定量的方式对风险进行准确清晰的评价。

(6) 条款 5.6

本部分规定了针对燃料电池船舶风险发生的因素应制定相应的措施保证风险的降低或消除。

(7) 条款 5.7

本部分规定了风险识别、评估及应对的过程的因素和条件应进行检查和监督，保证风险评估过程的有效性和持续性。

(8) 条款 5.8

本部分规定了燃料电池船舶风险评估过程应保持持续准确的记录，以确保所有信息能够被分析、验证和复现。

三、主要试验验证、综述报告、技术经济论证、预期经济效果

本标准不涉及需要试验验证的条款。

本标准的发布和实施，将成为燃料电池船舶安全要求和风险评估的有效标准。本标准的执行不仅为燃料电池船舶设计、生产及运行单位提供了技术依据，而且还对保护用户利益、保证航行安全性有着明显的效果，能有效降低风险事故产生的经济损失和安全发生概率，提高燃料电池船舶航行安全，对于推动绿色能源的发展也具有重要作用，因此具有较好的经济效益。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度，与国际、国外同类标准水平对比情况

本标准与现行燃料电池安全相关标准相接轨，且安全要求更为严格，未采标。

五、与有关的现行法律、法规、规章和强制性标准的关系

本标准与 GB/T 27748.1-2017《固定式燃料电池发电系统 第1部分：安全》、GD14-2022《船舶应用燃料电池发电装置指南》、MSA 2022 第22号公告《氢燃料电池动力船舶技术与检验暂行规则》等现行标准以及相关的法规协调一致。

六、重大意见分歧的处理结果和依据

无。

七、标准过渡期及标准性质的建议说明

本标准是燃料电池船舶中关于发动机的安全措施及安全设计以及燃料电池船舶风险评估方法的重要标准，应从生产企业开始贯彻实施，对设计、制造和使用等凡不符合本标准规定的，应在标准实施之前完成修改与补充，达到标准的要求，为加快本标准的实施，建议本标准发布即实施。

八、贯彻标准的要求和措施建议

本标准规范了燃料电池船舶设备应符合的相关安全标准和规范，将有效的指导燃料电池船舶设计人员、装配人员、操作人员、检查维护人员在实际操作过程中所需注意的安全要求，同时提醒了设计人员、装配人员、操作人员、检查维护人员应在设计、装配、操作、检查维护前进行风险评估，并制定紧急预案，以应对各种紧急情况，减少人民生命及财产损失，将具有显著的经济效益和社会效益。

本标准的实施需要有关方面政策、法规及管理规定的支持，建议制定或修订有关方面的管理政策、措施，使该标准的制定内容得到较好的贯彻、实施，促进燃料电池船舶设计、装配、操作和检查维护等相关单位的推广应用，并建议相关单位按本标准严格执行燃料电池船舶安全要求和风险评估方法；同时建议做好该标准的宣贯和培训工作。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、其他应予以说明的事项

本标准不涉及任何专利问题。