

指南编号/Guideline No.E-28(202501)



E-28

固体氧化物燃料电池

生效日期/Issued date:2025 年 1 月 1 日

©中国船级社 China Classification Society

前言

CCS 产品检验指南规定了拟申请 CCS 认可/检验的船舶入级产品、授权法定产品的适用技术要求及检验试验要求。

本指南并不限制用户采用其它试验方法和要求,但相关试验方法及要求应不低于本指南的要求。

本指南由 CCS 编写和更新,通过网址 <http://www.ccs.org.cn> 发布,使用相关方对于本社指南如有意见可反馈至 mp@ccs.org.cn

历史发布版本及发布时间: 初次发布

本版本主要修改内容及生效时间:

目 录

1 适用范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语及定义	5
4 图纸资料	6
5 技术要求	7
6 原材料及零部件	10
7 型式试验	11
8 单件/单批检验（出厂检验）	16

固体氧化物燃料电池

1 适用范围

1.1 本指南规定适用于船舶与海上设施上安装使用的固体氧化物燃料电池发电系统和燃料电池模块的认可及检验。

1.2 由于固体氧化物燃料电池技术尚在不断发展中,对于特殊的和新型的燃料电池发电系统,不满足本指南要求时,应经 CCS 特别考虑。

1.3 本指南是针对固体氧化物燃料电池(SOFC)而编制,其它类别燃料电池如需我社认可,可参照执行指南的相关适用要求。

1.4 固体氧化物燃料电池(SOFC)在使用天然气、甲醇、乙醇、氨或其他燃料作为一次燃料时,材料、管路设计、燃料储存、加注、供应和使用以及电气、通风、消防和监控等技术要求、图纸资料和检验要求除符合本指南的有关要求外,还应符合 CCS《船舶应用天然气燃料规范》或《船舶应用甲醇/乙醇燃料指南》或《船舶应用氨燃料指南》等相应规范的有关要求。

2 规范性引用文件

2.1 CCS 《钢质海船入级规范》

2.2 CCS 《船舶应用天然气燃料规范》

2.3 CCS 《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》

2.4 CCS 《船舶应用氨燃料指南》

2.5 CCS 《船舶应用甲醇乙醇燃料指南》

2.6 CCS 《船舶使用低硫馏分油指南》

2.7 CCS 《船舶应用燃料电池发电装置指南》

2.8 CCS 《电气电子产品型式认可试验指南》

2.9 IEC62282-2-100: 2020 出版物《燃料电池技术 第 2-100 部分: 燃料电池模块-安全》

2.10 IEC62282-3-100:2019 出版物《燃料电池技术 第 3-100 部分：固定式燃料电池发电系统-安全》

2.11 IEC62282-3-200:2015 出版物《燃料电池技术 第 3-200 部分：固定式燃料电池发电系统-性能试验方法》

2.12 GB/T 10193-2019:《固体氧化物燃料电池 术语》

2.13 NB/T 10821-2021:《固体氧化物燃料电池 电池堆测试方法》

2.14 NB/T 10671-2021:《固体氧化物燃料电池 模块 通用安全技术导则》

2.15 NB/T 10822-2021:《固体氧化物燃料电池 小型固定式发电系统通用安全技术导则》

注：上述认可和检验依据中的条款通过本指南的引用而成为本指南的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本章，故在产品的设计、制造及检验时应注意满足这些文件的最新版本要求。凡是不注明日期的上述引用文件，其最新版本适用于本指南。

3 术语及定义

上述检验依据中所确定的术语及定义适用于本指南。为编写及使用方便，本指南直接引用和补充下列定义：

3.1 《钢规》：系指中国船级社《钢质海船入级规范》及其变更通告。

3.2 固体氧化物燃料电池(SOFC)：使用离子导电氧化物作为电解质的燃料电池。

3.3 固体氧化物燃料电池(以下简称燃料电池)发电系统：由燃料电池模块、提供燃料、空气(氧气)的外部辅助设备及其相关联的管系附件构成的一个完整、可稳定运行的发电系统。根据不同的设计方案，系统还可以包括系统控制单元、电源变换单元以及用于冷却、通风等相关联的辅助设备。

3.4 燃料电池模块：一个或多个燃料电池堆和供排气管道零部件、电连接和输出系统、及其它辅助单元构成的集成体。

3.5 燃料处理系统：将输入的燃料转化为燃料电池堆所需化学组成燃料的化学处理装置及其相关的热交换器和控制装置的组合。

3.6 氧化剂处理系统：可对供燃料电池发电系统使用的氧化剂进行净化、计量、预热、调整、压缩等处理系统。

3.7 水处理系统：用以对燃料电池发电系统所用的回收水或补充水进行必要处理的系统。

3.8 热管理系统：为保持燃料电池系统在工作时，内部各模块的温度在正常范围内而提供冷却或加热，也可提供对过剩热再利用功能的系统。

3.9 电源调节系统：通过改变电压等级或波形，或用其它方法改变或调节电源输出的装置。

3.10 自动控制系统：由检测器件、执行器件和控制单元等组成的系统，可以使燃料电池发电系统在无须人工干预时自动启动、运行和关机。

3.11 通风系统：通过机械或自然方式实现燃料电池系统的机壳内外空气交换的系统。

3.12 燃料电池堆：由两个及以上单电池、连接体、密封件、歧管和必要的结构件组成的、具有统一电输出的组合体。

4 图纸资料

4.1 应将下列图纸资料提交 CCS 批准：

- (1) 总图（外形及结构图）；
- (2) 电气原理图；
- (3) 燃料处理系统、热管理系统、水处理系统、余热回收系统和组合循环系统（如适用）的原理图；
- (4) 主要零部件图（电堆、重整装置、燃烧器、热交换器、蒸发器等主要零部件等）；
- (5) 产品技术条件；
- (6) 型式认可大纲（认可时）；
- (7) 出厂试验大纲；

(8) IEC62282-3-100: 2019 第 4.6.1 条要求的稀释区分析报告。

4.2 应将下列图纸资料提交 CCS 备查:

- (1) 外部接线图;
- (2) 外部管路连接图;
- (3) 主要零部件清单;
- (4) 燃料电池发电系统(模块)的原理说明和系统框图;
- (5) 燃料电池发电系统(模块)用户手册;
- (6) 燃料电池发电系统(模块)的风险评估;
- (7) 重点生产工艺概述(电堆、模块);
- (8) 铭牌图。

注:实际图纸/文件的名称可以与上述图纸/文件不同,但应反映其内容要求;上述要求主要适用燃料电池发电系统,燃料电池模块参考适用部分。

5 技术要求

5.1 在《钢规》第 4 篇第 1 章第 2 节规定的工作条件下设备应正常工作,且能满足产品标称的技术参数。

5.2 燃料电池发电系统的调试、试验和维护应满足安全性、可用性和可靠性要求。

5.3 系统和部件的设计、制造、安装、操作、维护和保护应确保其安全和可靠的运行。

5.4 燃料电池发电系统(模块)的结构设计应能防止易爆、易燃或有毒气体浓度意外积聚,结构设计无法保证易燃、易爆或有毒气体快速分散时,必须考虑强制(通风)稀释或分散;系统内部应尽可能不使用易燃材料;外壳材料应具备防护系统部件的能力,以免其遭受外部损伤。

5.5 燃料电池发电系统燃料管系的安装应有足够的挠性。燃料管路的连接应采用全焊透型式，对接焊缝应进行射线探伤，如无法避免使用其它连接方式，比如法兰连接型式，应有适当的防护措施，连接形式应满足供应燃料类型的国家标准要求。管路接头应尽可能少，且便于维护。

5.6 气体可能泄漏至系统介质（如排放物）的燃料电池辅助系统，应在介质出口处设置合适的气体监测装置，以监测气体泄漏情况。

5.7 燃料、空气（氧气）、类似燃料供应系统的管路、附件、接头和阀件一般应满足 I 级管系的要求。

5.8 支撑和固定燃料管路的金属零件不应直接与管路接触，但管路与支撑和固定件直接焊和/或使用焊料连接的情况例外。

5.9 燃料电池发电系统应有启动和停机按钮，应能够通过手动启动应急按钮或自动控制程序进入启动或紧急关机操作。

5.10 燃料电池发电系统中电气设备应根据 IEC62282-3-100 标准设置合适的防火防爆措施，如处于容易接触燃料的位置，应具有相应防爆等级。

5.11 应设置必要的吹扫系统，使燃料电池发电系统在紧急情况时处于钝态。吹扫系统可使用制造商规定的介质，包括但不限于用氮气、空气对燃料电池发电系统进行吹扫。另外，对于燃料管路吹扫应使用氢氮保护气吹扫的方式。

5.12 可能排出或泄漏出燃气的出口应通风良好且上方不应有遮挡物，并远离可能产生火花或高热的设备。

5.13 燃料电池发电系统输出回路应设置隔离开关等相应的断开装置以便于系统维修，不应使用接触器作为断开装置。

5.14 燃料电池发电系统应防止出现过功率，应确保在任何可能出现的负荷条件下均能切断燃料电池与负载的连接。

5.15 应对燃料电池模块提供逆功率保护，以防止能量由负载侧反向流入燃料电池模块。如燃料电池模块连接到 1 个电源变换单元，逆功率保护可由此电源变换单元提供，电源变换单元可配备制动电阻或类似功能的组件实现此功能。

5.16 燃料电池发电系统已完成 7.3.10 条“等效发电机组特性附加试验”时可作为船舶主电源或主电源组成部分，并在证书中予以注明。

5.17 燃料电池发电系统连同变流器应能在选择性保护电器的任何延时脱扣时间/熔断时间内，耐受短路电流所产生的机械应力和热效应。

5.18 燃料电池发电系统（模块）应进行必要的监测，以避免其安全性受到损失或降低，如燃料等泄漏监测等。

5.19 应对燃料电池发电系统所有可能出现的影响操作和安全的故障进行故障模式及影响分析（FMEA），并基于分析的结果确定监测和控制的范围，应至少包括以下内容：

控制项：

(1) 输出电流；

监测项：

(2) 燃料电池电压；

(3) 燃料电池电压波动；

(4) 排气温度；

(5) 燃料电池电堆工作温度，当工作温度超过制造厂家允许最高工作温度时能断开/降低负载或采取切断燃料等降温措施；

(6) 燃料处理系统及热管理系统主要部件的主反应区温度，如温度异常，则考虑零部件失效、破损等因素，需进行更换；

(7) 燃料电池发电系统表面温度；

(8) 燃料气体的纯度（如需要）；

(9) 控制系统故障；

若采用氢气燃料还应包括：

(10) 空气进入到燃料管路（可采用间接监控方式）；

(11) 燃料进入到空气管路（可采用间接监控方式）。

5.20 应根据燃料电池的工作模式和工作特点，考虑增加以下的监控内容：

控制项：

- (1) 空气流量、压力；
- (2) 补充水流量、压力和温度（如适用）；
- (3) 燃料流量、压力；

监测项：

- (4) 空气温度；
- (5) 燃料温度；
- (6) 水系统的液位；
- (7) 水系统的纯净度；
- (8) 排放物可燃气体浓度检测（工作温度条件下）；
- (9) 燃料种类及比例（如需要）。

5.21 除上述规定外，产品安全应满足 IEC62282-2-100: 2020 第 4 条和 IEC62282-3-100:2019 第 4 条的适用要求。

6 原材料及零部件

6.1 燃料电池发电系统（模块）材料应符合公认的标准，相关材料应满足相关 CCS 接受的标准要求。

6.2 若采用氢气燃料，与氢气接触的所有组件使用的材料应具有抗氢脆性和抗氢侵蚀性（如适用）。

6.3 根据不同燃料（甲醇、天然气、液化气、氨等），满足其相应的标准。

6.4 燃料管路一般应选用本社认可的无缝钢管、挠性金属软管或其它等效材料，并应考虑不同燃料对材料的腐蚀影响。

6.5 与水蒸气和水接触的金属、塑料、非金属等材料不应受腐蚀影响，不应

污染水质。

6.6 燃料电池发电系统和发电模块所使用的隔热材料应考虑与被隔热金属部件的化学兼容、高温环境下性能老化及结构强度。

7 型式试验

燃料电池发电系统（模块）应经我社型式认可。型式认可证书的颁发、保持、更改、换新及取消按照《钢规》第1篇第3章相关要求进行。

7.1 典型样品的选取

型式试验样机的型号、规格应能覆盖申请认可的产品范围并具有技术代表性，以便通过型式试验确定制造厂是否具备按 CCS 要求生产认可产品的能力。每一系列应抽取一个规格的产品作为试验样品，不同系列的样品中至少有一个规格不低于所申请最大功率的 80%。抽取的每种规格可提供一台样品参加试验。

7.2 试验机构

型式认可试验应首选本社认可的试验机构或权威公正的试验机构。对于某些功能试验项目，如产品制造厂具备试验条件，经 CCS 验船师审查同意并现场监督下，可在制造厂进行。

7.3 型式认可试验要求：

7.3.1 燃料电池发电系统试验项目及试验方法参照标准见表7.3.1。

7.3.2 燃料电池模块试验项目及试验方法参照标准见表7.3.2。

7.3.3 燃料电池模块在认可时，其环境适应性试验应满足CCS《电气电子产品型式认可检验指南》中的相关要求。

7.3.4 燃料电池发电系统在认可时，其环境适应性试验应满足CCS《电气电子产品型式认可检验指南》中的相关要求。如果其燃料电池模块持有我社型式认可证书并进行了上述环境适应性试验的话，在系统认可时可免除燃料电池模块的上述试验项目。

7.3.5 燃料电池发电系统应按照IEC62282-3-100出版物《燃料电池技术第3-100部分固定式燃料电池发电系统—安全》的要求进行安全性试验，应至少进行如下试验项目：气动或液压泄漏试验（两次）、气动或液压强度试验、正常运

转型式试验、电气过载试验（根据制造厂设计方案）、排气温度试验、表面和部件的温度试验，建议按照试验排列顺序进行。

7.3.6 燃料电池发电系统应进行启动和关闭功能试验，并应尽可能的验证全部可以参与试验的控制系统与保护部件的功能（IEC62282-3-100出版物第4.9.2.3条的要求）。

7.3.7 燃料电池发电系统应进行性能试验以验证铭牌和技术说明书标示的数值，至少应在额定功率进行下列性能试验项目：

- (1)电功率测量；
- (2)输入燃料消耗量测量；
- (3)废气排放测量（燃料侧）（如适用）；
- (4)氧化剂（空气）消耗量测量；
- (5)补充水消耗量测量（如适用）；
- (6)尾气排放测量（氧化剂侧）；
- (7)排放水量测量；
- (8)噪声等级测量；
- (9)电效率或总能量效率测量；
- (10)输出功率响应时间测量；
- (11)冷启动时间（冷态到达预发电状态）。

7.3.8 燃料电池模块应按照IEC62282-2《燃料电池技术 第2-100部分：燃料电池模块—安全》的要求进行相关试验。

7.3.9 对于同一制造厂生产的燃料电池模块及燃料电池发电系统，表7.3.1和表7.3.2中重复的试验项目可以合并进行。

燃料电池发电系统型式试验项目

表 7.3.1

序	检验项目	试验方法参照标准
---	------	----------

号		
1.	外观检查	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》 第 2.1 条
2.	气动或液压泄漏试验	IEC62282-3-100-2019 第 5.4 条 GB/T 27748.1-2017 第 5.4 条
3.	气动或液压强度试验	IEC62282-3-100-2019 第 5.5 条 GB/T 27748.1-2017 第 5.5 条
4.	正常运转型式试验	IEC62282-3-100-2019 第 5.6 条 GB/T 27748.1-2017 第 5.6 条
5.	电气过载试验（若适用）	IEC62282-3-100-2019 第 5.7 条 GB/T 27748.1-2017 第 5.7 条
6.	燃烧器工作特性试验	IEC62282-3-100-2019 第 5.9 条 GB/T 27748.1-2017 第 5.9 条
7.	排气温度试验	IEC62282-3-100-2019 第 5.11 条 GB/T 27748.1-2017 第 5.11 条
8.	表面和部件的温度试验	IEC62282-3-100-2019 第 5.12 条 GB/T 27748.1-2017 第 5.12 条
9.	抗风试验（仅适用舱外安装）	IEC62282-3-100-2019 第 5.13 条 GB/T 27748.1-2017 第 5.13 条
10.	冷凝水排放/阻塞冷凝管试验（仅适用配备冷凝处理系统的发电系统）	IEC62282-3-100-2019 第 5.16/17 条 GB/T 27748.1-2017 第 5.16/17 条
11.	启动和关闭试验	IEC62282-3-100-2019 第 4.9.2.3 条 GB/T 27748.1-2017 第 4.9.2.3 条
12.	电功率测量	IEC62282-3-200-2015 第 7.3.1 条
13.	输入燃料消耗量测量	IEC62282-3-200-2015 第 7.3.2 条
14.	氧化剂（空气）消耗量测量	IEC62282-3-200-2015 第 7.3.5 条
15.	补充水消耗量测量（如适用）	IEC62282-3-200-2015 第 7.3.6 条
16.	废气排放测量（燃料侧）（如适用）	IEC62282-3-200-2015 第 7.3.7 条
17.	尾气排放测量（氧化剂侧）	IEC62282-3-200-2015 第 7.3.7 条
18.	排放水量测量（如适用）	IEC62282-3-200-2015 第 7.3.8 条
19.	噪声等级测量	IEC62282-3-200-2015 第 7.3.9 条
20.	电效率或总能量效率测量	IEC62282-3-200-2015 第 9.2 条
21.	输出功率响应时间测量	IEC62282-3-200-2015 第 9.3 条
22.	冷启动时间（冷态到达预发电状态）	参照工厂技术要求
23.	绝缘强度试验	IEC62282-3-100-2019 第 6.3 条 GB/T 27748.1-2017 第 6.3 条
24.	绝缘电阻测量	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》 第 2.3 条
25.	耐电压试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》 第 2.14 条
26.	能源波动试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》 第 2.4 条
27.	能源故障试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》

		第 2.5 条
28.	倾斜和摇摆试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》 第 2.6 条
29.	振动试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》 第 2.7 条
30.	高温试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》 第 2.8 条
31.	低温试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》 第 2.9 条
32.	交变湿热试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》 第 2.10 条
33.	外壳防护试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》 第 2.15 条
34.	滞燃试验（如适用）	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》 第 2.16 条
35.	电磁兼容性试验（系统适用）	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》 第 3 章

注 1：上述环境和电磁兼容性试验项目（序号 26~33、35）在试验过程中考虑到安全因素，可以考虑燃料管系中通氮气（另外，对于燃料管路吹扫应使用氢氮保护气吹扫的方式）等保护气进行空载运转；试验对象应为燃料电池模块及其它电气部分。

燃料电池模块型式试验项目

表 7.3.2

序号	检验项目	试验方法参照标准
1.	外观检查	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》第 2.1 条
2.	冲击和振动试验（注 2）	IEC62282-2 第 5.2 条
3.	正常运行试验	IEC62282-2 -100-2020 第 5.4,5.12 条， GB/T 29838-2013 第 5.4,5.13 条， 出厂试验仅做电压和电流标称功率输出
4.	许可工作压力试验	IEC62282-2 -100-2020 第 5.5 条， GB/T 29838-2013 第 5.5 条
5.	反应水供给系统耐压试验（如适用） （模块若选择纯氢燃料则不需纯水供给）	IEC62282-2 -100-2020 第 5.6 条， GB/T 29838-2013 第 5.6 条
6.	持续和短时电功率试验	IEC62282-2 -100-2020 第 5.7 条， GB/T 29838-2013 第 5.7 条
7.	过压试验（如适用） （若模块配备限压装置则可进行此试验）	IEC62282-2 -100-2020 第 5.8 条， GB/T 29838-2013 第 5.8 条
8.	绝缘强度试验	IEC62282-2 -100-2020 第 5.9 条， GB/T 29838-2013 第 5.9, 6.3 条

9.	绝缘（静态）试验	GB/T29838-2013 第 5.10 条
10.	压差试验	IEC62282-2 -100-2020 第 5.10 条， GB/T 29838-2013 第 5.11 条
11.	非正常条件试验	IEC62282-2 -100-2020 第 5.14 条， GB/T 29838-2013 第 5.15 条
12.	气密性试验	IEC62282-2 -100-2020 第 6.2 条， GB/T 29838-2013 第 6.2 条
13.	能源波动试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》第 2.4 条
14.	能源故障试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》第 2.5 条
15.	倾斜和摇摆试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》第 2.6 条
16.	振动试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》第 2.7 条
17.	高温试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》第 2.8 条
18.	低温试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》第 2.9 条
19.	交变湿热试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》第 2.10 条
20.	外壳防护试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》第 2.15 条
21.	滞燃试验（如适用）	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》第 2.16 条
22.	电磁兼容性试验	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》第 3 章
23.	盐雾试验（如适用）	CCS《电气电子产品型式认可试验指南》第 2.12 条

注 1：上述环境适应性试验项目（序号 13~23）在试验过程中考虑到安全因素，可以考虑燃料管系中通氮气（另外，对于燃料管路吹扫应使用氢氮保护气吹扫的方式）等保护气进行空载运转。其它型式试验项目应该使用同一样机进行试验。

注 2：若制造商未明确冲击和振动极限，可不进行该项试验，只需按照我社型式认可试验指南的船用环境要求进行相关试验。

7.3.10 按照我社《船舶应用燃料电池发电装置指南》第 7 章第 4 节要求，燃料电池发电系统作为船舶主电源或唯一主动力源时应进行“等效发电机组特性”的附加试验，认可证书中可备注完成了上述试验。

7.3.10.1 燃料电池发电系统连同变流器，应能在选择性保护电器的任何延时脱扣时间/熔断时间内，耐受短路电流所产生的机械应力和热效应。

7.3.10.2 燃料电池发电系统连同变流器，当负载为额定功率的 20%时，其电压偏差应在额定电压的 1%以内；当负载为满载时，其电压偏差应在额定电压的 2.5%以内；在 20%负载至满载之间，电压负载特性的上升曲线和下降曲线的平均曲线与额定电压的偏差应不大于 3%。

7.3.10.3 燃料电池发电系统连同变流器在空负荷状态下突然加上 50%额定负荷，然后再加上余下的 50%负荷，等稳定之后突卸 100%负荷时应满足：

(1) 当电压跌落时，其瞬态电压值应不低于额定电压的 85%，且不低于交流

器工作门限电压；

(2) 当电压上升时，其瞬态电压值应不超过额定电压的 120%，且不高于变流器工作门限电压；

(3) 电压恢复到与稳定值相差 3% 额定电压以内所需的时间应不超过 1.5s；

(4) 如为输出交流系统，其瞬态频率变化应不大于额定频率的 10%。

7.3.10.4 输出为交流的燃料电池发电系统连同变流器，空载线电压波形正弦性畸变率应不超过 5%。

7.3.10.5 如燃料电池发电系统连同变流器达到 7.3.10.3 要求确有困难，可并联一组电池组和变流器的组合共同进行试验，增配电池组容量、类型、放电倍率等参数应在产品说明书等技术文件中注明以供上船配套时参考。实船应该参照上述电池组的各项参数进行配置，有多个燃料电池发电模块时，应考虑汇流排分段运行时，确保每一段汇流排上电池组具有足够的容量。

8 单件/单批检验（出厂检验）

8.1 一般规定

8.1.1 燃料电池发电系统（模块）在获得本社型式认可 B 证书后，制造厂仍应对每一台燃料电池发电系统（模块）进行下述规定的出厂试验之后向本社申请单件/单批检验。在工厂进行 100% 出厂试验的基础上，针对燃料电池发电系统验船师应进行逐件检验模式，针对燃料电池模块验船师可采用抽样检验的方式进行，抽样比例为每一种型号规格的 10%，但不低于 2 台（仅申请一台检验的除外）。

8.1.2 燃料电池发电系统中的系统控制单元、电源变换单元和外部辅助设备及其相关联的管系附件应按照我社《钢规》第 1 篇第 3 章相关持证要求，持有型式认可证书或者产品证书。

8.2 认可后的单件/单批检验项目应包括：

8.2.1 燃料电池发电系统：

(1) 外观检查；

(2) 额定工况下的性能试验；

- (3) 启动和关闭试验;
- (4) 气动或液压泄漏试验;
- (5) 排气温度试验;
- (6) 表面和部件的温度试验;
- (7) 绝缘电阻试验;
- (8) 耐电压试验;
- (9) 噪声等级测量。

8.2.2 燃料电池模块:

- (1) 外观检查;
- (2) 正常运行试验;
- (3) 绝缘强度试验;
- (4) 气密性试验。

8.2.3 作为船舶主电源的组成部分的燃料电池发电系统的“等效发电机组特性”附加试验。

8.2.3.1 燃料电池发电系统连同变流器在出厂时能够满足 7.3.10.1-7.3.10.5 的试验要求,可作为船舶主电源的组成部分,并在证书中予以注明“已完成等效发电机组附加试验”,同时变流器应为燃料电池发电系统的组成部分。

8.2.3.2 如燃料电池发电系统连同变流器达到 7.3.10.3 要求确有困难,可并联一组电池组和变流器的组合共同进行试验,燃料电池发电系统和增配电池组容量、类型、放电倍率等参数应在产品证书中予以注明。