

指南编号/Guideline No.E-04(202401)



E-04

发电机

生效日期/Issued date: 2024 年 01 月 01 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: E-04(201510) 2015 年 10 月 20 日

E-04(201610) 2016 年 10 月 28 日

E-04(202303) 2023 年 03 月 30 日

本版本主要修改内容:

1. 按照现行规范/标准更新。

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.....	5
5 技术要求.....	6
6 原材料及零部件.....	8
7 型式试验.....	8
8 单件/单批检验	9

发电机

1 适用范围

1.1 本指南适用于船舶及海上设施用的，由柴油机驱动的 2500kW、50Hz 或 60Hz、1kV 以下船用三相交流同步发电机及其励磁装置。

1.2 本指南适用于一般用途三相交流同步发电机（含应急发电机），对特殊用途或有特殊试验要求的电机，本指南未具体规定的，按该类型电机的标准要求。

2 规范性引用文件

- (1) 中国船级社《钢质海船入级规范》及其修改通报
- (2) 中国船级社《材料与焊接规范》及其修改通报
- (3) 中国船级社 GD22-2015《电气电子产品型式认可试验指南》（现行有效）
- (4) IACS UR E13 (Rev.2 Aug 2015 Corr.1 June 2018) Test requirements for Rotating Machines
- (5) IEC 60092-301-1980{Ed.3.0}船用电气装置.第 301 部分:设备-发电机和电动机
- (6) IEC60034-1:2022 {Ed.14.0}旋转电机 第 1 部分：定额和性能
- (7) IEC60034-2-1:2014{Ed.2.0}旋转电机 第 2-1 部分：旋转电机(牵引电机除外) 确定损耗和效率的试验方法
- (8) IEC60034-2-2:2010{Ed.1.0}旋转电机 第 2-2 部分：从试验中确定大型电机的单独损耗的特定方法（IEC 60034-2-1 的补充）
- (9) IEC 60034-4-1: 2018 {Ed.1.0} 旋转电机 第 4-1 部分：电励磁同步电机参数的试验测定方法
- (10) IEC60034-5: 2000 {Ed.5.0}旋转电机 第 5 部分：旋转电机整体设计提供的防护等级—分级
- (11) IEC 60034-6:1991 {Ed.2.0}旋转电机第 6 部分 冷却方法
- (12) IEC60034-8: 2007/AMD1:2014{Ed.3.1}旋转电机 第 8 部分：线端标志与旋转方向

- (13) IEC60034-9:2021 {Ed.5.0}旋转电机 第 9 部分：噪声限值
- (14) IEC60034-14:2018 {Ed.4.0}旋转电机 第 14 部分：轴中心高为 56mm 及以 电机的机械振动，振动的测评定及限值
- (15) IEC60034-15:2009 {Ed.3.0}旋转电机 第 15 部分：模绕定子线圈的交流旋转电机的耐压等级
- (16) IEC 60034-16-3-1996 旋转电机.第 16 部分同步电机励磁系统.第 3 章动态性能
- (17) IEC60068-2-30:2005 {Ed.3.0} 环境试验规程第 2 部分:试验 Db: 交变湿热（12+12h 循环）
- (18) IEC60068-2-11: 2021 {Ed.4.0} 环境试验-第 2-11 部分：试验 试验 Ka 盐雾
- (19) IEC 60085:2007 {Ed.4.0} 电气绝缘-热分级。
- (20) CB /T 3907-1999 船用锻钢件超声波探伤
- (21) IACS Rec.68 Guidelines for non-destructive examination of hull and machinery steel forgings

3 术语及定义

3.1 系列：对于本指南而言，同一系列是指工作原理相同的一族产品，如果产品存在原材料、生产工艺、可选部件上的差异，企业应在企业标准中清楚地加以区别，并在型号标识中表示。例如：防护等级、电压等级、单双支点、润滑方式不同的产品可视为同一系列，励磁方式、绝缘等级、冷却方式不同应属不同系列。

4 图纸资料

4.1 应将下列图纸资料提交审查:

- (1) 总图;
- (2) 主要零部件图，包括：定子装配图、转子装配图、转轴图、集电环或换向器装配图、机座图、接线盒结构图;
- (3) 电气原理图;
- (4) 外部接线图;

- (5) 产品技术条件；
- (6) 型式试验大纲。
- (7) 铭牌图；
- (8) 原材料清单（应表明生产厂家）；
- (9) 重点生产工艺（如浸烘等）；
- (10) 产品使用说明书。

5 技术要求

5.1 产品的设计制造应符合《钢质海船入级规范》、《材料与焊接规范》、IEC 60092-301 的要求；电气绝缘的热分级应符合 IEC60085 的要求；冷却方式应符合 IEC 60034-6 的要求；线端标志与旋转方向应符合 IEC 60034-8 的要求；噪声限值应符合 IEC60034-9 旋转电机第 9 部分的要求；振动的测评定及限值应符合 IEC60034-14 的要求。

5.2 适用环境及材料要求

5.2.1 发电机及其励磁系统在下列环境条件下应能正常工作：

- (1) 环境空气温度为 45℃。；
- (2) 空气相对湿度为 95±3%，并有凝露；
- (3) 有盐雾、油雾、霉菌的影响；
- (4) 倾斜摇摆；

横倾 15°（应急发电机为 22.5°，对于液化气体船应为 30°）

横摇 22.5°

纵倾 5°（应急发电机为 10°）

纵摇 7.5°（应急发电机为 10°）。

- (5) 船舶和海上石油平台在营运或作业时产生的冲击和振动。

5.2.2 材料要求

- (1) 外壳材料应选用钢质材料或抗拉强度为 196.13MPa 以上的铸铁材

料；

- (2) 转轴材料应按适当的工艺进行热处理，其抗拉强度应不小于 441.30MPa，屈服点不小于 210.84MPa，试样的伸长率（纵向）应不小于 24%，其钢材的化学成分应符合表 5.2.2 的规定。

钢材的化学成分

表 5.2.2

化学成分(%)	C	Si	Mn	S	P	Cr	Mo	Ni	Cu	残余元素 总量
碳钢	≤	≤	0.30~	≤	≤	≤	≤	≤	≤	≤
碳锰钢	0.65	0.45	1.50	0.035	0.035	0.30	0.15	0.40	0.30	0.85

- (3) 应采用滞燃、耐潮、耐霉、低毒的材料。

5.3 技术要求

5.3.1 主发电机、应急发电机(包括励磁机)，在最高冷却空气温度情况下，应能在额定输出状态下长期地连续工作，而不超过绝缘等级所确定的温升限值。

5.3.2 电机应能承受下列的过电流或过转矩而不发生有害变形：

交流发电机 50% 过电流 2min。

5.3.3 交流发电机及其励磁系统应能在稳态短路状态下，至少能维持 3 倍额定电流历时至少 2s。

5.3.4 交流发电机除自励恒压式外，应设计成均能在发电机控制屏上设有独立的自动和手动电压调整器。

5.3.5 由调速特性符合 CCS《钢质海船入级规范》要求的原动机驱动的交流发电机连同其励磁系统，应能在负载自空载至额定负载范围内，且其功率因数为额定值情况下，保持其稳态电压的变化值在额定电压的 $\pm 2.5\%$ 以内。应急发电机可为 $\pm 3.5\%$ 以内。

5.3.6 交流发电机在负载为空载，转速为额定转速，电压接近额定值的状态下，突加和突卸 60% 额定电流及功率因数不超过 0.4(滞后)的对称负载时，当电压跌落时，其瞬态电压值应不低于额定电压的 85%；当电压上升时，其瞬态电压值应不超过额定电压的 120%，而电压恢复到与最后稳定值相差 3% 以内所需的时间应不超过 1.5s。应急发电机电压恢复到与最后稳定值相差 4% 以内所需的时间，可不超过 5s。

5.3.7 交流发电机的空载线电压波形正弦性畸变率应不超过 5%，但小容量（例如小于 24kW）发电机可以除外。

5.3.8 交流发电机及其励磁系统还应能在 CCS《钢质海船入级规范》规定的环境条件下,长期稳定地工作；

5.3.9 机组原动机的超速保护应符合 IACS UR M 3.2 的要求；

5.3.10 机组原动机为主推进器时，应符合 IACS UR E 17 的要求

6 原材料及零部件

6.1 产品原材料及零部件应按照我社现行规范相关要求进行了控制。主机驱动的转轴为推进轴的组成部分的发电机，其转轴的材料应具有 CCS 颁发的证书，其他发电机的转轴材料应由经 CCS 认可的企业提供或具有材质证明等等效证明文件。

6.2 发电机转轴可以采用公认的国际、国家或行业标准进行无损检测。对于下述常用的无损检测标准，对应我社可接受的判定等级规定见表6.2。当采用其他国家或地区标准时，需经我社评估并确认判定等级后方可使用。

可接受的无损检测标准及最低验收等级① 表6.2

超声波检测 UT		磁粉检测 MT		渗透检测 PT	
标准号	等级	标准号	等级	标准号	等级
CB/T3907	II				
IACS Rec.69	合格	IACS Rec.69	合格	IACS Rec.69	合格

① 对于设备中的部件若生产厂家有验收标准，也可以接受厂家的验收标准。

7 型式试验

7.1 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两台样品参加试验。

7.2 对同一企业不同系列的三相交流同步发电机应考虑按功率、转速、绝缘等级、防护等级、电压等级、单双支点、润滑方式、冷却形式和/或方式、制造工艺的代表性进行样机的选取。

7.3 进行型式试验的三相交流同步发电机应按表 7.1 的要求进行相应的试验。

7.4 本指南所引用的国际标准皆为最新版本。

7.5 本指南所引用的各种试验方法标准，可根据情况采用其它等效标准或公认的标准。

三相交流同步发电机型式试验项目表-通用试验 表 7.1

序号	试验项目	技术要求
1	外观检查	批准的图纸及技术文件
2	绝缘电阻测量	CCS《钢质海船入级规范》第4篇3.2.9.6
3	绕组电阻测量	技术条件
4	电压调整系统校验	CCS《钢质海船入级规范》第4篇3.2.8.2、3.2.8.3
5	过载/过电流试验	CCS《钢质海船入级规范》第4篇3.2.5.1
6	超速试验	IEC 60034-1 第9.7条
7	耐压试验	IEC 60034-1 第9.2条
8	空载试验	CCS《钢质海船入级规范》第4篇3.2.9.14
9	轴承检查	CCS《钢质海船入级规范》第4篇3.2.9.16
10	额定负载试验和温升测量	CCS《钢质海船入级规范》第4篇3.2.3
11	稳态短路校验	CCS《钢质海船入级规范》第4篇3.2.9.11
12	倾斜试验 ^①	《电气电子产品型式认可试验指南》(现行有效)第2.6条
13	交变湿热试验	《电气电子产品型式认可试验指南》(现行有效)第2.10条
14	盐雾试验 Ka ^②	《电气电子产品型式认可试验指南》(现行有效)第2.13条
15	外壳防护等级试验	IEC60034-5
16	电磁兼容性试验	《电气电子产品型式认可试验指南》(现行有效)第3.2条

①在确保发电机润滑和冷却不受影响的情况下可考虑免除倾斜试验

②不进行盐雾试验的产品需在认可证书及产品证书中注明“不适于安装在开敞甲板”

8 单件/单批检验

8.1 在获得本社型式认可 B 证书后，工厂仍应对每一台发电机进行单件/单批检验，并提交机座（铸铁件）材质报告以及轴材质报告等等效证明文件和试验报告，发电机单件/单批检验报告应包括试验结果、该台电机制造厂编号和该型号电机的型式认可证书号。

8.2 单件/单批检验项目应至少包括：表 7.1 中第 1~9 项，其中电压调整系统校验，经 CCS 同意，出厂试验时可不进行瞬态电压调整试验，但制造厂应提交

基于型式认可试验记录的计算报告以证明满足规范的要求。

8.3 如果验船师认为必要，可增加试验项目。

8.4 CCS 检验抽样为申请检验数量的 5%，但不低于 2 台（仅申请一台检验的除外）。