

指南编号/Guideline No.E-04(201909)



E-04

发电机

生效日期/Issued date: 2019年9月19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

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) IEC 60034-1-2017 {Ed.13.0}旋转电机 第 1 部分：定额和性能
- (7) IEC60034-2:1972 {Ed.3.0}旋转电机 第 2 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) IEC 60034-2-am1:1995 {Ed.3.0}
- (9) IEC 60034-2-am2:1996 {Ed.3.0}
- (10) IEC 60034-4-1985 AMD 1-1995 旋转电机.第 4 部分同步电机参数的试验测定方法
- (11) IEC60034-5-2000/AMD1:2006 {Ed.4.1}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
- (12) IEC 60034-6:1991 {Ed.2.0}旋转电机第 6 部分 冷却方法
- (13) 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

- (14) IEC60034-9:2003 /AMD1:2007 {Ed.4.1}旋转电机 第9部分：噪声限值
- (15) 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
- (16) 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
- (17) 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
- (18) 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）
- (19) IEC60068-2-11:1981 {Ed.3.0} 环境试验-第2部分：试验 试验 Ka 盐雾 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℃。采用水冷却器时，冷却器的进水温度应不超过 32℃；
- (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) 有船舶和海上石油平台在营运或作业时产生冲击和振动的影响。

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，应设计成均应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±2.5% 以内。应急发电机可为±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2.6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2.6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2.6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横倾试验

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）。