



指南编号/Guideline No.E-14(201510)

E-14 发电机保护装置、电站自动控制装置

生效日期/Issued date:2015 年 10 月 20 日

©中国船级社 China Classification Society

前言

本指南是 CCS 规范的组成部分，规定船舶入级产品，授权法定产品检验适用技术要求，检验和试验要求。

本指南由 CCS 编写和更新，通过网页 <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 ps@ccs.org.cn

历史发布版本及发布时间

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 定义.....	4
4 图纸资料.....	6
5 设计和技术要求.....	8
6 型式认可和单件/单批试验.....	14

发电机保护装置、电站自动控制装置

1 适用范围

1.1 本指南规定适用于海船及海上设施（以下简称船舶）低压交流系统中安装使用的发电机保护装置、自动电站装置的认可及检验。

1.2 基于 CCS 规范及所接受标准中关于计算机系统定义的广泛性，上述装置所涉及的产品虽复杂程度各不相同，但除个别产品外，均可归类为计算机系统。对于非计算机系统的产品，可参照执行。

1.3 这些设备按照《钢规》第 7 篇第 2 章附录第 1.4 条关于系统分类的规定，应为类别 III 设备，即这些系统的故障即刻会对人员的安全、船舶的安全以及环境产生危害。

1.4 本指南所述装置，不包括独立于装置的，外部安装的电压互感器、电流互感器等检测元件。

2 规范性引用文件

2.1 CCS 《钢质海船入级规范》

2.2 IEC60092-504: 2001 Electrical installations in ships- Part 504: Special features-Control and instrumentation

2.3 CCS GD01-2006 《电气电子产品型式认可试验指南》及其修改通报

3 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，本指南直接引用或补充下列定义

3.1 《钢规》

系指中国船级社《钢制海船入级规范》。

3.2 低压交流系统

系指工作于额定频率为 50Hz 或 60Hz、导体间最高电压不超过 1000V 的交

流系统。

3.3 发电机保护装置

系指一种电气电子控制装置(或设备),该装置与发电机断路器或负载开关或发电机励磁装置配合使用,完成《钢规》第4篇第2章第5节第2.5.6、2.5.7所规定的发电机保护功能。根据装置功能的不同,它可以代替发电机断路器的过载/短路保护单元(或模块),亦可与发电机断路器的保护单元配合使用。

3.4 电站自动控制装置

系指一种电气电子控制装置(或设备),该装置与船舶配电装置、发电机组配合使用,主要完成(但不限于)《钢规》第4篇第2章第1节、第7篇第3章第4节所规定的电站功能。

3.5 计算机

系指用来储存和处理数据,进行计算或执行控制的一种可编程的电子装置。它包括基本的计算单元、输入和输出设备、控制单元以及程序和数据存储器。它可以是单机或由几个内部相连的单元构成,并且应包括由大型机、小型机或微型机构成的可编程电子系统(PES)。

3.6 计算机系统

系指由一台或多台计算机、有关软件、外围设备和接口组成的系统。能够实现控制、报警、安全、监视等功能。

3.7 故障安全

一种安全设计原则:系统一个元件的故障或失效,能使其输出自动调节到预定的安全状态。预定的安全状态由具体的应用而定,一般指最低的危险状态。在系统初始起动或因故障重新启动时,系统应自动进入预定的安全状态。故障安全原则,不仅应考虑与系统有关的机械,而且应考虑整个装置,甚至船舶及人员的安全。

3.8 冗余设计

系指当系统或设备发生故障时所采用的备用技术手段,依靠其能即刻参与相应的功能而使动作状态持续运行,或者通过恢复原有功能而使运行状态得以延续。

4 图纸资料

4.1 应将下列图纸资料提交 CCS 批准

4.1.1 系统说明书（产品技术条件）

系统说明书（产品技术条件）应明确规定产品的总体性能要求及总体设计要求，至少应包括下列内容的适用部分：

—产品环境条件的规定：产品对《钢规》中规定的工作条件（包括电磁兼容）的适应性要求。—产品功能的详细描述：包括系统配备、产品的适用范围、产品可完成的控制和监测功能以及实现方法的详细说明、每一所实现的功能的安全状态的详细说明、系统在各种操作情况下的特性（包括，应急情况、故障情况）以及正常及异常状态下的操作指南。

—控制转换的详细说明。

—冗余设置及转换机制详细说明。

—故障监测和故障识别功能（自动和手动）的详细说明。

—数据的安全性、用户安全级别（功能进入限制）的详细说明。

—控制及检测项目清单：系统所有输入/输出信号列表(服务描述;仪器仪表;系统、信号的种类、量程及设定限值范围)。

4.1.2 硬件说明书

至少应包括下列内容的适用部分：

—产品主要硬件配置的详细说明。

—系统框图：描述所有系统主要部件（软硬件单元、模块）间的连接及与其他系统间的接口。

—输入输出设备详细资料。

—供电设备详细资料。

4.1.3 接线图

至少应包括下列内容的适用部分：

—供电布置：反映系统的供电布置，与配电板、电池、变换器或 UPS 间的连接。

—涉及应急操作、连锁等重要的硬件线路的电路图、输入/输出设备的细节、每一线路的供电情况。

4.1.4 软件说明书

至少应包括下列内容的适用部分：

—对于每一硬件单元中安装的基本软件的描述。

—对于网络节点中安装的通信软件的描述。

—应用软件的描述：保持功能必须运行的系统模块的信息及其与其他系统依赖性的信息、保持每一功能必须运行的软件模块之间的关系、软件模块间的数据流和控制流。

—软件的配置，包括优先性方案。

—冗余系统间的切换机制。

4.1.5 用户接口说明书

至少应包括下列内容的适用部分：

—各工作站和操作站的功能分配及各站间控制转换的说明

—对于每一输入设备所指定的功能的描述

—输入/输出设备的布置、尺寸规格及必要的实物图片

—各用户输入界面说明、菜单说明

4.1.6 试验程序：试验程序应对试验配置及模拟方法进行描述。每一项试验应规定：设备/系统的初始状态、试验进行的方法、试验结果分析及其接受准则。每一试验应覆盖正常模式和故障模式，以及供电及通信失效模式。

4.2 应将下列图纸资料提交 CCS 备查:

4.2.1 操作手册 (包括故障处理说明书):

至少应包括系统启动、功能恢复、维护和定期试验、数据安全性及数据备份、用户权限限制、软件重装及系统恢复、故障定位和修理、系统更新、以及其他用户需注意的事项

4.2.2 软件质量控制计划

依据软件的使用周期编制,应包括:软件的技术要求、数据要求、软件功能试验(参数试验、有效性试验)、系统开发计划、软件更改处理及版本控制等。

4.2.3 失效模式和影响分析报告(FMEA): (适用于 III 类计算机系统)应对整个系统进行 FMEA。分析应覆盖系统的所有主要部件并应至少包括下列信息:系统关键部件及功能框图(包括之间的交互作用);所有重要的失效模式;每种失效模式最可预见的失效原因;每种失效对船舶产生的暂态影响;检测故障的方法;故障对系统其他部件的影响;可能的通常失效模式的分析。对于系统中没有备份或无法进行备份的部件,应进一步分析其可靠性和保护机制。

制造厂亦可采取其他的适当方法(例如故障树分析、风险分析和 FMECA 等)进行功能失效分析,其分析的内容应满足上述要求。

注:1、上述编号项给出了制造厂提交的文件所应涵盖内容的通用要求,不同产品应根据具体产品特性提交上述内容的适用部分。

注:2、上述每一编号项所涉及的内容但并不意味着应以单独文件的形式提交。

5 设计和技术要求

5.1 工作条件

在《钢规》第 7 篇第 2 章第 1 节规定的工作条件下设备应正常工作。若无特殊规定,设备的工作条件如下:

5.1.1 环境条件

- (1) 环境空气温度: $0^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$; 对于制造厂规定设备仅可安装于《钢规》第 4 篇 1.2.1.2 要求的环境空气温度受到控制的处所时,则最高环境空气温度可以由 55°C 降低至不低于 35°C , 并在 CCS 签发的相

关证书应加以相应描述。

- (2) 倾斜摇摆：横倾、横摇 22.5°；纵倾、纵摇 22.5°。
- (3) 振动和冲击：GD01-2006 第 2.7 条所规定的一般振动条件。
- (4) 潮湿空气：温度+55℃；相对湿度 95%。

5.1.2 电气工作条件

(1) 电压和频率波动

交流

电压：稳态变化+6~-10%；瞬态变化±20%，恢复时间 1.5 秒。

频率：稳态变化±5%；瞬态变化±10%，恢复时间 5 秒。

直流：

整流器供电：电压稳态波动±10%；电压周期性波动 5%；纹波电压 10%。

蓄电池供电：充电期间接于蓄电池 电压+30%~-25%

蓄电池供电：充电期间不接于蓄电池 电压+20%~-25%

(2) 谐波成分

交流电气设备应能在供电电源的电压谐波成分不大于 5%的情况下正常工作。

5.2 一般要求

5.2.1 《钢规》第7篇的相关要求适用于本指南，并作如下补充。

5.2.2 设备外壳及外壳防护等级

- (1) 设备外壳应使用耐久、滞燃和耐潮的材料制成，金属部分除其材料本身有较好的耐腐蚀性能外，均应有可靠的防护层。

- (2) 外壳防护等级应满足《钢规》第4篇第1章第3节表1.3.2.2的相关要求。

5.2.3 硬件及内部接线

- (1) 装置的结构及内部模块布置应与制造厂规定的维护保养方式相适应。设计上可以修理或更换的部件应易于接近。可更换部件在结构设计上应易于更换。每一可替换元件的构造应设计为可易于安全操作的形式。插入式模块和接头(包括电气连接方式)应有识别标记,且其设计应确保不会插错。同时还应保证在一旦插错的情况下也不会造成损坏和使系统误动作。
- (2) 电路应设计成系统/设备与船舶主电网无直接联系,如通过隔离变压器供电。设备的框架不应构成任何电路部分,功能性接地电路除外。
- (3) 如需要,设备应布置成可方便的调节。设定值应易于识别并采取适当的方式防止其更改。
- (4) 控制电路应与信号和指示电路分开,指示电路的故障不应损害控制电路,反之亦然。
- (5) 如果使用插头/插座的连接方式,除保持接触处必要的接触力外,即使在拔出或更换部件时,接触处不应承受其他的机械负荷。针形接头用接线槽、电路板插槽和其他的多点连接器应有防止接触因振动/冲击而松动的固定装置。
- (6) 内部电缆及绝缘导体应为滞燃型。应防止因振动对电缆电线产生的机械损害。
- (7) 控制设备(包括变换器)在结构上应有足够的接线空间,以保证电缆满意连接,一个接线端子上最好只连接一个导体。所有的接线端子应清晰标识。应为电缆的屏蔽层提供合适的接线端子。

5.2.4 软件及数据

- (1) 软件应具有保密性和封闭性。
- (2) 如认为必要,应进行软件的系统测试,并予以文件化。这些测试应包括在各种操作模式下(包括应急情况和在故障情况下的操作)的所有软件功能,重要的功能组合,运行特性,关联性以及使用要求

等。如软件有所修改，其测试也应作相应的改动。软件试验的方法可参照 IEC61506 并经 CCS 同意。

- (3) 程序、特性曲线（特征值）、整定值（极限值）等数据应采用能永久存储的元件进行保存，以确保所应用的程序、不因断电而丢失或出错。必要时，这些数据需经使用专用设备或特殊操作指令才能进行修改；
- (4) 软件的设计应使操作者不能修改程序和与船舶设备相关的固定数据。
- (5) 为确保数据在各种系统之间的正常交换，接口设计应尽可能采用国际标准。

5.2.5 故障安全与冗余设置

- (1) 发电机保护装置和电站自动控制装置应按照故障安全原则设计。
- (2) 装置的故障和重新启动，不会造成所保护（控制）的设备进入非定义或危险状态的过程。装置的设计应实现成单一故障不会影响更多功能的失效。
- (3) 根据设备的运行要求和系统配置的不同，对于电站自动控制装置，必要时，应采用冗余设计。
- (4) 装置的故障不应影响手动操作的有效进行。

5.2.6 报警及指示

- (1) 装置应指示自身及其所控制设备的运行状态，并在异常时，发出报警。报警及指示的项目应与其控制（保护）功能相适应。
- (2) 装置应对其运行进行监测，并当出现不正常的情况时（包括供电故障时、装置瘫痪时）应发出或输出报警信号。

5.3 功能要求

5.3.1 发电机保护装置与发电机断路器或负载开关或发电机励磁装置配合使用，应可实现《钢规》第 4 篇第 2 章第 5 节第 2.5.6、2.5.7 规定的一种或多种功能。

5.3.2 自动电站装置可用于实现下述一种或多种功能

(1) 发电机自动起动

① 在下列情况下，应发出自动起动命令

电网失电（主汇流排失电，下同）、长时间电压低、长时间频率低、过载（机械或发电机）、负荷增加需要、启动大功率电动机的需要、运行机组故障、远程手动命令。

② 避免误启动

电站的动态过程在允许范围内，不应造成发电机组的自动启动。可采用延时启动的方式。

③ 起动命令的转换

应采用自动顺序启动或依据手动选择的顺序，在启动失败时，启动命令自动转移至允许起动的另一台机组。

④ 允许起动的条件

应采取措施保证在机组正常的启动和运行条件（如启动空气、燃油、冷却水等）不具备时，机组不可自动启动。

⑤ 备用指示

应在控制盘（板）及就地控制位置，设置备用指示。

⑥ 启动连锁

为保证维护和修理的安全，每一发电机机组应设置连锁装置以防止机组误启动。当机组的启动条件不具备时，应给出报警。

⑦ 启动指示和限制

机组自动启动和运行应有指示；若启动失败时，自动启动的次数和启动持续时间应加以限制；机组的启动失败应发出声光报警。

(2) 电网失电时自动连接

- ① 应确保合闸发电机有足够高的电压，对于恢复供电后自动接入的负荷，应采取措施限制或采用顺序接入的方式，防止初始负荷超过发电机组的容量。
- ② 应防止两台及以上发电机同时自动连接至主汇流排。
- ③ 应有措施防止在起动检测部件（元件）故障时（如，电压检测继电器故障），发电机主开关自动闭合。
- ④ 发生短路故障后，应防止备用机组合闸至存在故障的汇流排（或汇流排分段），应手动复位。发生短路故障后，发电机主开关只允许合闸一次。
- ⑤ 运行机组由于长时间电压（或频率）低，造成备用机组起动。在备用机组满足合闸条件后，备用机组合闸前，故障机组应分闸。

注：合闸：发电机主开关闭合，发电机与主汇流排连接

分闸：发电机主开关断开，发电机与主汇流排断开

并列：发电机进入并联运行状态。

解列：发电机退出并联运行状态

起动失败：装置发出起动命令后，机组在规定的时间内，未达到规定的频率和电压。

(3) 自动负荷管理

对于具有自动负荷分配功能的系统，其系统故障，不应导致全船失电。

(4) 自动停止

- ① 当故障可能危害机组安全时，（如，超速或滑油低压），机组应自动分闸并停车。
- ② 预报警：为了避免发生不必要的停车，应考虑设置检测报警，提示操作人员在危险状态前，消除故障产生的原因。
- ③ 对于具备负荷降低，发电机自动解列的系统，解列前应设置适当的延时。如必须（或要求）时，解列发电机组在停车前，应

空载运行一段时间。

④ 因故障而自动停机时，应发出声光报警并应防止自动再起动。

(5) 自动电站装置各电气信号的处理精度不应低于《钢规》第4篇第3章第3节3.3.4的规定。

5.4 电磁兼容

装置应满足CCS GD01-2006《电气电子产品型式认可试验指南》第3章表3.1.2（产品类别：开关设备和控制系统-电子控制器）的试验要求。

6 型式认可和单件/单批试验

6.1 发电机自动保护装置、电站自动化装置应经 CCS 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。

6.1.1 典型样品的选取

- (1) 试验样品的型号、规格应具有技术代表性，且能覆盖申请型式认可的产品范围。
- (2) 对于产品结构相同、电气设计相同的产品，可选取功能最全面的产品进行型式认可试验。试验样品的数量对于所选定的产品型号，可取一台。试验样品应由 CCS 验船师在产品制造厂现场抽取。
- (3) 对于装置主要部件来自不同的制造方，CCS 可考虑按照上述原则，分别抽取样品进行认可试验。

6.1.2 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。

6.1.3 型式认可试验项目及要求

- (1) 环境条件试验

应按照CCSGD01-2006《电气电子产品型式认可试验指南》的规定

要求进行。其中所适用的环境条件分类（GD01-2006表1.3.2）为B类，设备类型（GD01-2006表1.3.3b）为“用于控制、保护、安全、内部通信的所有设备、计算机和其他电子设备”。其中性能试验，可与下述（2）规定的项目合并进行。

(2) 电磁兼容试验

按本指南5.4条规定进行。

(3) 功能试验

① 发电机保护装置的功能试验

(a) 试验安排：

初次认可，发电机保护装置应连同其所配用电压/电流变换装置在实际电流下进行试验。

(b) 试验项目、方法及试验结果

按照 IEC60947-2：8.3.3.1的规定要求进行，同时应考虑本指南第5.3.1的规定。

(c) 对于某些产品，根据产品的特点，CCS可根据所接受的公认标准，规定具体的试验项目和试验方法。

② 电站自动化装置的功能试验

(a) 试验安排

对于初次认可，电站自动化装置应配合发电机及其原动机一并试验

(b) 试验项目、方法及试验结果

按照CCS批准的试验程序进行。该试验程序应根据本指南第5.3.2及《钢规》第7篇附录一船上计算机应用与检验指南的适用要求，结合具体产品的特点编制，试验程序中应规定验证每一功能所采取的试验方法及试验结果的判定准则，同时还应包括系统自检、系统故障模拟试验、软件试

验（如适用）、冗余设备转换（如有时）的内容。

6.2 单件/单批检验

6.2.1 一般规定

在通过型式认可后，制造厂应对每一台船用产品进行下述规定的出厂试验并出具出厂试验报告。CCS 验船师可采用抽样检验的方式进行出厂产品的检验，抽样比例为 10%、至少两台。如果验船师认为必要，可增加试验项目及抽样数量。

6.2.2 出厂试验项目

- (1) 主要元器件（零部件）资料核查
- (2) 外观及内部接线检查
- (3) 绝缘电阻测量
- (4) 耐压试验
- (5) 功能试验

按照批准的出厂试验大纲进行。具体项目见本指南 5.3 规定的适用部分，功能试验可以采用模拟试验的方法进行。

6.2.3 上述规定的出厂试验满意后，CCS 将签发船用产品证书。