

指导性文件

GUIDANCE NOTES

GD007-2024



中国船级社

基于闭合母排的动力定位

系统指南

2024

2024年4月1日生效

北京

目 录

第 1 章 通 则	1
第 1 节 一般规定	1
第 2 节 技术原则	3
第 3 节 图纸资料	5
第 2 章 设计要求	7
第 1 节 一般规定	7
第 2 节 短路电流计算及短路选择性保护	7
第 3 节 发电机组	7
第 4 节 配电板和功率管理系统	8
第 5 节 高级发电机保护系统 (AGPS)	9
第 6 节 闭合母排电站保护设置	10
第 7 节 快速恢复	12
第 8 节 故障穿越	12
第 9 节 谐波	13
第 10 节 动态分析	14
第 11 节 互感器/传感器	15
第 12 节 控制系统	15
第 3 章 故障模式及影响分析 (FMEA)	16
第 1 节 一般规定	16
第 2 节 范围及流程	16
第 3 节 故障模式	17
第 4 节 报告更新与提交	18
第 4 章 试验与测试	19
第 1 节 一般规定	19
第 2 节 试验内容	19
第 5 章 建造后检验	22
第 1 节 一般规定	22
附表 A 推荐使用的保护功能	23

第 1 章 通 则

第 1 节 一般规定

1.1.1 一般要求

1.1.1.1 本指南旨在为动力定位系统闭合母排为直线型和环型的电力系统的设计、配置和验证提供指导，对于母排分段运行的动力定位系统可以参照《钢质海船入级规范》第 8 篇第 11 章，本指南重点给出闭合母排相关的技术要求。

1.1.1.2 本指南中的船舶是指安装有动力定位系统的船舶或海上设施。

1.1.1.3 本指南中列出的相关故障类型、技术手段等都是基于现有技术经验积累和现有技术认识的基础上给出的。中国船级社（已下简称“CCS”）接受本指南列出的相关技术手段之外的新技术和新方法，这些新技术和新方法应同样能保证系统的完整性、可靠性、安全性，并经过 CCS 评估。

1.1.1.4 本指南主要是针对直线型和环型运行的动力定位系统船舶或者海上设施的电力系统，包含功率管理系统（PMS/EMS）做出的要求，对于未做特殊要求的控制系统、外围测量系统、辅助系统、安全系统除满足故障穿越要求外，其余方面参照开环动力定位系统要求即可。

1.1.1.5 本指南内容仅是针对动力定位系统相关的配电与设备及系统要求，对于其他诸如钻井、升降等作业类设备的馈电电路如果在发生故障之后会影响到船舶的动力定位时，需满足短路、接地、相不平衡等协调保护要求，但对故障穿越等功能不做硬性要求。

1.1.2 适用范围

1.1.2.1 本指南适用于交/直流供电主母排及配电板之间的开关闭合的 DP-2 和 DP-3 系统，以及与 DP-2、DP-3 类似配置/功能的系统，例如具有类似配置/功能的 DP 系统、具有类似闭合母排电站配置/功能的双供电等系统。

1.1.2.2 不同冗余组母排之间开关闭合包括直线型母排闭合和环型母排闭合，简称闭合母排。本指南中的内容，除有具体说明外，均适用于上述两种母排闭合型式的电力系统。

1.1.3 附加标志

1.1.3.1 满足本指南要求的 DP-2/DP-3 系统，可以授予对应附加标志为：

DP-2 (CBV)：初次检验，需通过短路故障和接地故障（仅限高压系统主母排）实船实效测试；5 年特检时，需通过实船模拟试验测试，以及第 4 章相关测试要求；

DP-2 (CBNV)：需通过实船模拟试验（含短路、接地、相不平衡）测试及第 4 章相关测试要求；

DP-3 (CBV)：初次检验和 5 年特检时，需通过短路故障和接地故障实船实效测试；以及第 4 章相关测试要求；

DP-3 (CBNV)：初次检验，需通过短路故障和接地故障实船实效测试；5 年特检时，需通过实船模拟试验测试（含短路、接地、相不平衡），以及第 4 章相关测试要求。

1.1.4 缩写与定义

1.1.4.1 本指南中出现的英文字母的含义如下所示。

缩写	含义
AVR	自动电压调节器(Automatic Voltage Regulator)
CBV	闭合母排实船见证(Closed Bustie Onboard Verification)
CBNV	闭合母排不需要实船见证(Closed Bustie Not Onboard Verification)
DP	动力定位(Dynamic Positioning)
EMS	能量管理系统 (Energy Management System)
FMEA	故障模式及影响分析(Failure Mode and Effect Analysis)
AGPS	高级发电机保护系统(Advanced Generator Protection System)
PMS	功率管理系统(Power Management System)
IMO	国际海事组织(International Marine Organization)
WCFDI	最严重故障设计意图(Worst Case Failure Design Intent)
AMS	报警与监测系统 (Alarm and Monitoring System)
BMS	电池管理系统 (Battery Management System)
IAS	综合自动化系统 (Integrated automation system)

1.1.4.2 本指南中涉及到的定义如下：

(1) 主保护：是指满足系统稳定和设备安全要求，能以最快速度有选择地切除被保护设备和线路故障的保护。

直线型的闭合母排电站可以接受只设置可靠的主保护。

(2) 后备保护：是指由于最接近故障点的保护电器有故障或缺乏能力，或者其它保护电器有故障，以致不能及时清除系统故障的情况下起作用的保护设备或系统。

(3) 辅助保护：是指为补充主保护和后备保护的性能或当主保护或后备保护退出运行而增设的简单保护。辅助保护不能替代主保护和后备保护。

(4) 故障穿越能力：是指 DP 系统相关的设备（不包括因为故障被隔离的设备），在故障被自动清除之后，能够恢复到故障发生之前的运行能力，且不会重启，也不需要人工干预。故障穿越阶段一般是指从故障发生到电力系统电压和频率恢复至稳态值的阶段。

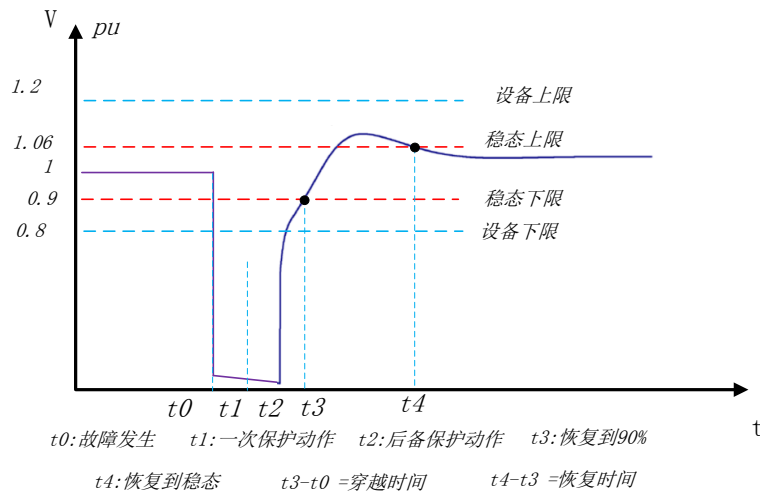


图 1.1.4.2 典型短路穿越过程示意图

(5) 快速恢复：是指因为过载、短路、误操作等导致的某个冗余组失电之后，包含发电机组、配电板、推进器系统等，能够自动按照预设的逻辑，在指定的时间内恢复到可用状态。

(6) 双供电：是指不同冗余组汇流排同时向一个或等同一个汇流排供电的形式。被供电汇流排可能与 DP 系统无关。

(7) 联络开关：是指连接同一冗余组内两段母排的开关（一般含断路器、固态开关、隔离开关等）。

(8) 母联开关：是指连接不同冗余组母排的开关（一般含断路器、固态开关等）。

第 2 节 技术原则

1.2.1 一般要求

1.2.1.1 闭合母排 DP 系统应具有一定的稳定性、可靠性、安全性，这些性能应能体现在包括隐性故障在内的故障发生之前及发生之后。常见的隐性故障包括传感器冻结、漂移、保护装置故障、保护控制装置、通信线路故障、接口故障等。

1.2.2 电站基本要求

1.2.2.1 电压、频率等要求应满足 CCS 规范要求。电气设备应能在表 1.2.2.1 规定的电压和频率偏离额定值的波动情况下（在设备的输入端测量）可靠工作：

电压和频率波动

表 1.2.2.1

设备	参数	稳态 (%)	瞬态	
			(%)	恢复时间 (s)
一般交流设备	电压	+6~-10	±20	1.5
	频率	±5	±10	5
由直流发电机供电或经整流器供电的直流设备	电压	±10	--	--
	电压周期性波动	5	--	--
	纹波电压	10	--	--
由蓄电池供电的设备：	充电期间接于蓄电池 ^①	电压	+30~-25	---
	充电期间不接于蓄电池者		+20~-25	---

注：应对由充/放电特性决定不同的电压波动予以考虑，包括充电设备的波动电压。

1.2.2.2 谐波成分应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 4 篇第 1 章的要求。

1.2.2.3 其它如环境条件及接地等要求应满足 CCS 规范要求。

1.2.2.4 系统保护如短路保护、发电机保护、电动机保护等满足 CCS 规范要求。

1.2.2.5 高压配电板系统应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 4 篇第 2 章第 14 节的要求。

1.2.2.6 直流配电系统应满足 CCS《钢质海船入级规范》及《船舶直流综合电力系统检验指南》相关要求。

1.2.2.7 动力锂电池系统应满足 CCS《船舶应用电池动力规范》相关要求。

1.2.3 可靠性要求

1.2.3.1 闭合母排系统应具有一定的可靠性，保证系统的连续和稳定，这些具体措施包

括:

- (1) 单一故障对系统的影响, 应尽可能的小, 最大影响结果不超过 WCFDI;
- (2) 不同冗余组的控制回路、UPS、辅助系统等尽量不交叉;
- (3) 控制/通信网络(含交换机、网络分布单元)、AMS、IAS、PMS、AGPS、推进器控制系统等为实现整船控制所需要的系统, 其接口应该满足一定的电气/物理隔离, 硬件设备和通讯线路等应满足一定的冗余性, 通过 FMEA 分析, 不存在超过 WCFDI 的公共故障点;
- (4) 使用附加的物理分隔、高可靠设备/互感器及测量控制器件、适当的高等级绝缘的母排、芯数尽可能少的母联电缆、额外的保护逻辑加以辅助判断、主母排连接的断路器脱扣线圈监测等;
- (5) 更多/额外的辅助通信、监测和报警、指示, 对设备/系统状态、测量信号、动作执行及结果的监测、反向闭锁等辅助措施, 辅助系统的保护、管理逻辑判断;
- (6) 用于主保护和后备保护的输入信号不应来自同一互感器, 用于保护、管理等的校验信号不应来自同一互感器, 对于 AGPS 来说, 当互感器足够可靠时, 上述要求可以适当降低, 单一故障对电站的影响应最小;
- (7) 备用设备/系统, 如备用泵、传感器、控制回路、穿越电源等, 应设有状态监测或报警指示功能;
- (8) 容易误操作的设备应有相应的防止误操作措施。

1.2.3.2 控制命令、状态信号、通信连接等应尽可能有自诊断功能, 当出现不一致时, 应能及时报警, 防止误动作。

1.2.3.3 控制元器件(包括各种仪表、继电器、互感器/传感器、线圈、监测电路)应能承受由于开关的分、合闸产生的振动以及故障穿越, 而不会误动作。

1.2.3.4 与主母排连接的发电机主断路器、馈电断路器等应尽可能采用双脱扣线圈(不含母联断路器), 上述断路器如果采用单一脱扣线圈时, 应设有监测回路, 或设置断路器故障保护(如 50BF) 等其它措施也可以接受。直流电站的母联断路器也应考虑隐性故障。

1.2.4 安全性要求

1.2.4.1 任何闭合母排 DP 系统, 都应能够在母联断开下正常运行。

1.2.4.2 发电机、推进器、PMS 等关键设备及系统应设有防止误操作措施, 包括设备启停、开关闭合/断开、联锁操作、同步操作等。

1.2.4.3 服务于不同冗余组以及同一冗余组内与柴油发电机组并联运行的动力锂电池应布置在独立舱室内, 其舱室内的布置及监测、通风、消防等系统应满足 DP 冗余要求和《船舶应用电池动力规范》相关要求, 并设有其最小电量报警和指示, 以满足闭合母排电站快速恢复和备用电源要求。

1.2.4.4 DP 模式下, 闭合母排电站失电的汇流排数最多不应该超过 WCFDI。

1.2.4.5 闭合母排电站系统的所有保护的仿真结果和测试结果, 应具有可重复性。

1.2.5 其它要求

1.2.5.1 闭合母排 DP 的保护原则如下图 1.2.5.1 所示, 同一冗余组内, C 区通常设置为区域保护的节点, A、B、D 为设备/馈电保护, 它们之间保护应具有选择性。

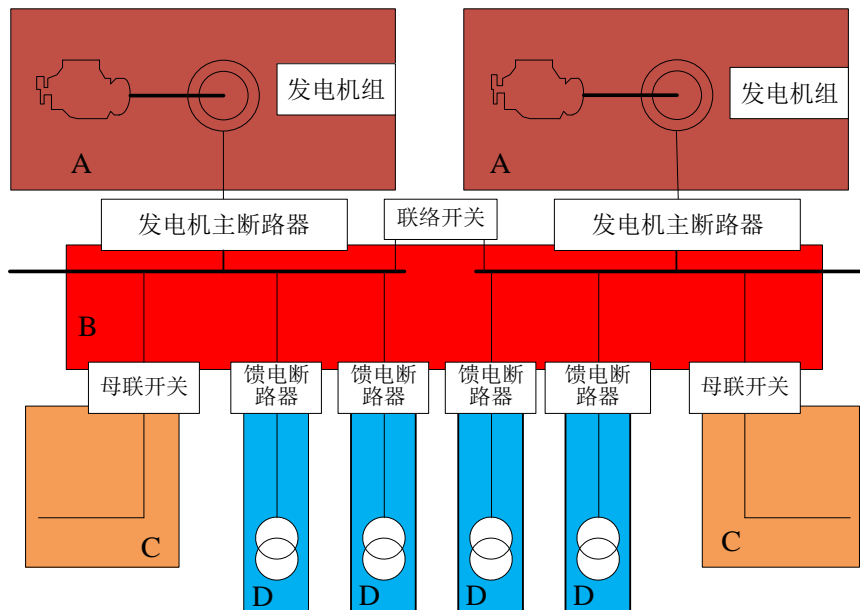


图 1.2.5.1 区域保护原则

第 3 节 图纸资料

1.3.1 一般要求

1.3.1.1 闭合母排 DP 相关设备及系统的图纸资料应该送审，其内容应满足本指南第 2 章相关要求。

1.3.1.2 相关送审清单除包含《钢质海船入级规范》第 8 篇第 11 章要求的图纸资料外，针对闭合母排 DP 系统，还需要单独提交如下资料批准：

(1) 电力系统及控制，应包括：

- ① 电力系统的介绍；
包括电力系统的配置、DP 工况的定义、供电范围、相关连锁、母联开关的状态、WCFDI 等。
- ② 接地方式描述及电阻选取；
对于高压系统，说明接地方式、接地故障电流的确定、接地电阻计算过程。对低压/直流系统，包含对绝缘监测及其可靠性的描述。
- ③ 各保护设置及动作之后运行模式；
对各类保护设置的原理说明，至少含发电机组（电源）进线、馈电、母排、母联等故障后的运行模式。
- ④ 发电机组及控制原理图和说明；
含发电机保护、发电机组动态特性、功率管理功能等说明。
- ⑤ 推进器、配电板、变压器/变频器的作业模式和保护原理图和说明；
- ⑥ 快速恢复；
含发电机组、推进器组、PMS 等自动恢复过程描述和逻辑说明。
- ⑦ 功率限制及预防局部失电；
包含具体功率管理方案描述和逻辑说明。

(2) 配电板（含辅助配电板）功能设计，应包括：

- ① 自身控制与保护原理图及说明；

- ② 闭合母排相关保护原理及说明;
- ③ 对发电机控制与保护原理图及说明;
- ④ 电机启动器 (如有);
- ⑤ 变频器;
- ⑥ 同步装置原理和说明;
- ⑦ PMS、AGPS、DP 等对外通信和供电原理及说明。

(3) 发电机组保护系统, 应包括:

- ① 保护原理;
- ② 系统组成及供电;
- ③ 信号采集与通信;
- ④ 保护功能介绍;
- ⑤ 调压器控制及监测;
- ⑥ 调速器控制及监测。

(4) 选择性保护分析报告, 应包括:

- ① 保护功能说明;
- ② 各保护功能详细说明及整定。

(5) 故障穿越能力分析, 应包括:

包含穿越场景和过程描述、参数整定、穿越时间说明等, 推进变频器、舵机变频器 (如有) 的穿越能力描述, 日用变压器、推进器变压器、推进器电机的辅助系统、循环油泵、舵机及其它设备的穿越能力说明 (见 2.8.2.3)。

(6) FMEA 报告 (含最终版本);

(7) FMEA 试验验证程序/报告 (含第 4 章试验内容);

(8) 闭合母排电站通信/控制网络;

(9) 其它结合实际情况需要提交的图纸资料。

1.3.1.3 还需要提交如下资料备查:

(1) 短路、接地 (高压系统)、相间不平衡故障下的动态分析报告, 应包括:

- ① 工况说明;
- ② 参数设置汇总表和说明;
- ③ 分析结果及说明;
- ④ 与实船试验后结果对比说明 (仅限与需要实船实效试验结果对比)。

(2) 第 4 章的试验结果记录表;

(3) 对闭合母排电站相关试验前的潜在危险识别分析报告/说明文件;

(4) 容性电流计算书 (适用于高压接地系统);

(5) 其它结合实际情况需要提交的图纸资料。

1.3.1.4 对于直流电站, 除了提供上述适用的图纸资料之外, 还需提交如下资料供批准或备查:

(1) 变频器 (含用到的各类变流器) 的整定及保护说明 (含自身温度、过流、过压、欠压保护);

(2) 电站管理系统 EMS 说明 (含 BMS);

(3) 直流电站 (含交流部分) 协调保护分析及整定;

(4) 短路电流分析报告;

(5) 动态分析报告 (含穿越能力分析) (如需)。

第 2 章 设计要求

第 1 节 一般规定

2.1.1 一般要求

2.1.1.1 闭合母排时，任何单一故障其后果都不得超过最严重故障设计意图，应包含在 FMEA 分析中，且通过试验验证，试验要求参照第 4 章要求。

2.1.1.2 常见的保护类型以及使用见附表 A。随着技术发展，该表可以进行修改。

第 2 节 短路电流计算及短路选择性保护

2.2.1 一般要求

2.2.1.1 闭合母排配电系统需进行精确的短路电流分析计算，短路点确定应考虑所有可能发生的情况，至少应考虑包括发电机出线端、母排、负载变压器低压侧、作业设备系统、低压配电板进线端等，短路电流计算应包括三相对称短路、相相不对称短路的最大及最小短路电流计算。

2.2.1.2 短路电流计算的数学模型应该足够精确，能为配电板、保护断路器选型等提供参考。

2.2.1.3 电力系统保护设计应具有选择性，尤其发电机进线开关、负载供电开关、母联、变压器高/低压侧开关、低压配电板进线开关、作业设备供电开关等应具有选择性，同时也应该考虑到重负载启动时冲击电流对选择性保护的影响。

2.2.1.4 对于高压高阻接地系统，应提交正常运行时的容性电流计算书。

2.2.1.5 对于高阻接地或对地绝缘的高压系统，因为间歇接地引起的过压不得超过任一控制设备和配电组件的工频测试电压值，如果超过工频测试电压，应设有过压抑制措施或等效措施。

第 3 节 发电机组

2.3.1 一般要求

2.3.1.1 发电机应至少设有过载、短路、欠压/过压、欠频/过频、差动（发电机额定容量为 1500KVA 或以上）、逆功率、相不平衡等保护，发电机定子绕组、转子轴承、内部循环空气宜进行温度监测和保护。

2.3.2 技术要求

2.3.2.1 闭合母排 DP 时，发电机组最好运行在下垂模式，如果发电机工作在恒频模式下，当调速系统出现诸如通信、单机等故障之后，应能自动切换到下垂模式。发电机组的运行模式及切换，不应影响 AGPS 的功能。

2.3.2.2 发电机组管理系统、调速器的供电电源如依赖于外部电源，则其供电电源应尽

可能可靠。对于 DP-3 系统，应尽可能双电源供电，至少其中一路为 UPS，且避免不同冗余组之间交叉供电。

2.3.2.3 发电机自动电压调节器（AVR）的操作电源和控制电源应独立于其他冗余组，且电源应设有短路保护和监测。DP-3 系统，自动电压调节器（AVR）的控制电源应双电源供电，电源应设有短路保护和监测。

2.3.2.4 发电机调压器和柴油机调速器以及自身辅助系统等应有足够快的反应速度及逻辑响应，以满足快速启动、突加突卸等需求。

2.3.2.5 调速器和调压器均应设有状态监测和反馈信号功能。

2.3.2.6 当发电机组因严重故障停机时，应该能自动灭磁。

2.3.2.7 应设有合理的保护逻辑，确保由发电机组的故障导致的最严重后果不得超过最WCFDI。

2.3.2.8 闭合母排主汇流排上并联接入额定功率不同主发电机组的配电形式时，机组选型时，应考虑到其转动惯量的匹配问题，实现调速、调压性能、负荷分配匹配，这些应包含在动态分析报告中并给予描述说明。

2.3.2.9 如果采用动力锂电池作为电源时，电源输出交流侧应设置的保护参见《船舶直流综合电力系统检验指南》。

2.3.2.10 如果电站采用直流发电机作为电源时，电源侧应设置的保护参见《钢质海船入级规范》第 4 篇第 2 章及《船舶直流综合电力系统检验指南》的要求。

第 4 节 配电板和功率管理系统

2.4.1 一般要求

2.4.1.1 与发电机连接的母排应设有短路、接地、负序、欠压/过压、欠频/过频等保护。

2.4.1.2 配电板的故障模式至少包括短路、接地、相不平衡、欠频/过频、突加突卸引起的电网波动，以及断路器、互感器、保护继电器、通信网络的故障。

2.4.1.3 功率管理系统的配置和组成应与 AGPS 系统的配置和组成协调一致。

2.4.2 技术要求

2.4.2.1 对于 DP-2/3，不同冗余组之间主母排的连接，应由 2 个断路器组成，断路器之间应设有适当的联锁。每个断路器应受控于不同的保护继电器。

2.4.2.2 同一冗余组内母排之间的联络开关在其故障后不会超过 WCFDI 的前提下，可以是一个断路器，不做监测电路，也可以不参与选择性保护。

2.4.2.3 由母排供电的推进器、作业设备的变压器，如带有预充磁功能，合闸时应保证变压器一次电压和电网同源，以避免合闸过程对电网的冲击及其它设备的影响。

2.4.2.4 闭合母排 DP 时，发电机的自动并车，应至少经过两种检测功能，防止误同步动作。

2.4.2.5 配电板应具有尽量高的可靠性和完整性，比如高压配电板采用绝缘母排，承受最大短路电流时间尽可能长，空气/清洁气体绝缘柜体、断路器采用清洁气体或者真空断路器等做法。低压配电板和直流配电板应设有绝缘监测，绝缘监测满足在开排和闭排下都能可靠工作。

2.4.2.6 闭合母排时，功率管理系统应与 AGPS 通信，实现：

(1) 故障发电机组的隔离和备用发电机的启动；

(2) 确认局部失电状态，启动快速恢复操作；

(3) 实现电站负荷分配模式的安全切换等功能。

2.4.2.7 DP-2/3 系统，重新启动的发电机，已启动但未并车的发电机组，未接入的电池组都不当作热备份电源。

2.4.2.8 在 DP 模式下，直线型闭合母排下，允许的在线发电机数量及分布应结合 WCFDI、在线发电机负荷率原则、可能的短路/接地故障模式等一并考虑。闭合母排时，如果电站允许最小发电机数量（含蓄电池组）是 2 时，该两台在线发电机应运行在不同冗余组母排上。

2.4.2.9 闭合母排下，单台在线发电机的负荷率不应超过 $(N-1)/N$ ，这里 N 为在线发电机总台数。如果同一母排上发电机组共用如燃油供应泵、淡水冷却泵等时，且泵没有自动备用时，同一母排上的发电机组应该计为单台机组。电池包等其它提供电源的设备，也适用于此原则。

2.4.2.10 需要切换或重新启动的推进器都不应参与 DP 结果分析计算。

2.4.2.11 闭合母排主汇流排上并联接入额定功率不同主发电机组的配电形式时，在选型匹配时，应考虑其不同的转动惯量、不同的调速器/调压器对电站的稳定性的影响。应提交仿真计算结果证明调速器/调压器的影响能满足突加突卸时 PMS 负荷分配要求，不会触发 AGPS 对健康机的隔离，不会发生负荷交替转移，瞬时逆功率不得影响发电机组的运行和电站的安全。

第 5 节 高级发电机保护系统（AGPS）

2.5.1 一般要求

2.5.1.1 对于交流系统，高级发电机保护系统是指区别于常规的逆功率、欠压、短路、接地等保护，专门用于对发电机组的如电压、频率、励磁、转速、有/无功等动态性能参数进行监测和保护。

2.5.1.2 对于直流电站中的可调速柴油发电机组，除了相关规范中要求的保护外，可以不额外设置 AGPS，但电站应设有切除故障发电机和母排的可靠保护功能。

2.5.2 技术要求

2.5.2.1 AGPS 应能实时检测发动机及发电机内部输入动态参数、实时输出测量值和设定参数，并在他们之间进行比较，及时发现故障发电机组并采取措施。AGPS 工作模式举例如下图 2.5.2.1 所示。

下图中，方框表示 AGPS 保护的设置范围，斜线表示 PMS 内设置的负荷分配曲线。无论是过油/欠油导致的过频/欠频，只要 F-P 点在 AGPS 方框内，AGPS 默认为健康机，如果偏离方框，AGPS 认为是故障机进行隔离。AGPS 也可以基于 P-Q 图（有功/无功曲线图）实施保护。

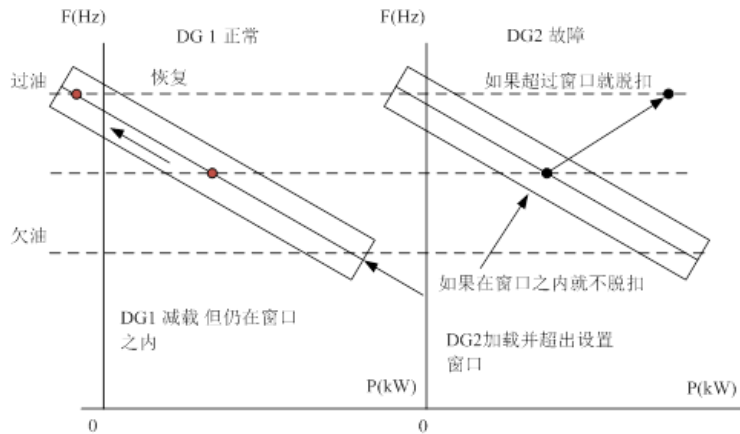


图 2.5.2.1 发电机保护模式

2.5.2.2 在提交的 [AGPS](#) 报告中，需描述 [AGPS](#) 的功能、供电、逻辑控制、发电机组的基本性能，如调压和调速特性以及对发电机和区域保护的整定等内容。整定内容应包括判断 [AGPS 保护的发电机组的过压/欠压、过励/欠励、过油/欠油、过频/欠频、无功/有功分配、逆功率](#) 等内容。

2.5.2.3 闭合母排时，不同冗余组之间的发电机 [AGPS 系统](#) 应相互独立，[这里的独立是指保护功能及通信、供电](#)。DP-2 时，每个冗余组应至少配置一套 [AGPS](#)，[AGPS 内的控制器应设有热备份](#)。DP-3 时，每个冗余组应至少配置 2 套 [AGPS](#)，[2 套 AGPS 的控制器、通信线路、供电回路、励磁信号、齿条位置信号应相互独立（电源和互感器除外）](#)。

2.5.2.4 对于闭合母排电站，[AGPS 系统](#) 能够识别故障发电机的能力应与系统所设计的最小在线发电机数量匹配，[识别方法/原理应在送审的文件资料中给予明确](#)。

2.5.2.5 [AGPS 是基于柴油机/调速器、发电机/调压器的性能/功能做出的保护](#)，[协调保护分析一般由电站承包商提供，船厂或者设计院宜协调各方，提供 AGPS 保护和电力系统保护的协调性文档供批准](#)。

2.5.2.6 对于直流闭合母排电站，[直流电站的保护分析和交流部分的保护分析应放在同一报告送审](#)。

2.5.2.7 [AGPS](#) 应独立于船舶自动化、[AVR](#)、调速系统和参与有功功率、无功功率分配的子单元。当 [AGPS](#) 可以关闭时，应该至少还有对发电机的[主保护](#)及其[后备](#)保护措施存在，并需要实船验证。

2.5.2.8 当 [AGPS](#) 因为失电、误操作等原因失去之后，不应影响所有在线健康发电机的运行，并应在有人值班处所给予该 [AGPS](#) 失去/故障的报警和显示。

2.5.2.9 当失去一段母排上的 [AGPS](#) 之后，当该段母排上的发电机组出现故障之后，电站剩余的 [AGPS](#) 至少还应具有把出现故障机的母排隔离的功能。

2.5.2.10 [AGPS](#) 应能对自动电压调节器的励磁电流和输出电压信息进行监测，如果偏差超过预设值，应立即实施隔离动作。

2.5.2.11 发电机保护系统应能对发动机油门（如有）的实际开度位置与[实际输出功率进行比较](#)，偏差超过预设值时，应立即实施隔离动作。

第 6 节 [闭合母排电站保护设置](#)

2.6.1 交流电站要求

[2.6.1.1 电站的单个故障和母联开关或保护继电器的隐性故障的总后果不得超过](#)

WCFDI。

2.6.1.2 对母排内的联络开关的隐性故障，在不会超过最严重故障设计意图的前提下，可以不做考虑。

2.6.1.3 保护应是故障安全的。单一部件失效，不应同时影响主保护和后备保护和执行。

2.6.1.4 对于同一系统/设备的主保护、后备保护应基于不同继电器。监测和测量信号如果来自同一互感器/传感器，则应来自同一互感器/传感器的不同线圈。主保护和后备保护功能的触发应来自不同的控制器或继电器，脱扣信号应发给不同的断路器。

2.6.1.5 不同冗余组母排相关的控制器和继电器的供电应相互独立，不能交叉供电。

2.6.1.6 辅助保护可以采用与主保护或者后备保护相同的信号源。辅助保护不应影响主保护和后备保护，例如反向闭锁功能的故障不能影响后备保护功能。

2.6.1.7 对于 DP-3 系统，互感器/传感器应设有必要的监测或者测量手段。当监测或测量其出现故障后，在满足故障安全原则的前提下，应能进行相关功能屏蔽，阻止原有逻辑动作的发生，并及时报警。

2.6.1.8 闭合母排电站保护相关的继电器、控制器、信号传输的通信回路应足够可靠，单一故障（如交换机/路由故障、断线、短路、接地等），结果不能超过 WCFDI。通信速率应与预期选择性保护方案匹配。

2.6.1.9 闭合母排电站选择性保护系统动作顺序合理，且在不超过 DP 最严重设计故障意图的前提下，故障隔离区域尽可能小且足够快速。

2.6.1.10 闭合母排电站选择性保护，单一信号故障（含互感器、通信回路故障）不应超过 WCFDI。

2.6.1.11 选择性保护中，应能识别和区分因为负荷分配瞬时流过母联的大电流，以及因为负荷均衡导致流过母联零电流的情形而不至于引起误动作，可以借助辅助信号加以判断。

2.6.1.12 对于闭合母排电站，不同种类的选择性保护之间应满足协调性。短路保护不应触发接地保护，接地保护也不应触发相不平衡保护。这些保护及协调性应在 FMEA 中分析，并在试验中给予验证。

2.6.1.13 AGPS、AVR、继电器对电站的欠压/过压和欠频/过频保护应具有协调性（AVR 如有）。这些保护及协调性应在 FMEA 中分析，并在试验中给予验证。

2.6.1.14 选择性保护至少考虑如下故障的保护，各种故障至少设置一种可靠的保护。对于欠压/过压和欠频/过频保护，在设置系统保护选择性时，还要考虑与设备厂家自身设置的保护/允许值相协调。对于直流系统，还要考虑变频器的自身过流整定值及过压保护的作用。

- (1) 短路；
- (2) 接地；
- (3) 相不平衡；
- (4) 负载突加突卸。

2.6.2 直流电站要求

2.6.2.1 对于直流电站，应考虑到主母排之间的母联断路器的隐性故障，例如固态开关的控制器故障等。对于 DP-3 系统，主母排之间的母联断路器应设 2 个。

2.6.2.2 直流电站的保护设置应参照 CCS《钢质海船入级规范》及《船舶直流综合电力系统检验指南》相关要求。

第 7 节 快速恢复

2.7.1 一般要求

2.7.1.1 应设有不同的检测信号确认主母排失电情况的发生,由功率管理系统、配电板、发电机组、推进系统按照 PMS 预设的逻辑程序实施快速启动。

2.7.1.2 快速恢复能力主要取决于发电机组的配置和性能,推进器的配置以及 PMS 逻辑设置,在一开始设计阶段,应明确发电机组、推进器、PMS 的相应快速恢复能力要求。

2.7.1.3 发电机组、推进器及其辅助系统应该具有一定的自主性,如采取机带滑油泵、冷却泵、燃油气动泵等,便于实施快速启动并恢复供电。在快速恢复过程中,可以根据辅助系统的重要性,设置不同的恢复时间和顺序,但必须是有利于系统的快速恢复。

2.7.1.4 快速恢复实施中,如果主母排故障未消除,应能阻止故障段母排快速恢复程序的启动。

2.7.1.5 发生单个主母排失电时,应该根据故障性质确定是否具有快速启动并恢复供电能力,从 PMS 快速恢复指令开始到推进器准备好并接入 DP 控制系统整个恢复时间应在 60s 之内完成,设置有主发电机组/电源装置的主母排上,应至少有一台电源装置接入供电。

2.7.1.6 当发生如下故障导致部分系统失电时,故障自动清除之后,系统也应具有快速恢复供电能力:

- (1) 故障导致发电机停机;
- (2) 故障导致发电机离线;
- (3) ESD 的误操作/误动作后复位(如可行)。

2.7.1.7 快速恢复过程中不应使用应急发电机作为辅助电源。快速恢复过程中,不能有人为干预。

第 8 节 故障穿越

2.8.1 一般要求

2.8.1.1 所有与 DP 相关的控制系统(含外围设备)、各电压等级的电力系统、推进器系统、UPS 以及所有相关的辅助系统等应具有故障穿越能力。这里的故障一般是指 2.8.2.2 所列故障。故障穿越能力的定义见 1.1.4.2。

2.8.1.2 应结合短路和接地动态分析报告,在报告中明确故障穿越的时间段,该时间段与协调保护动作时间差匹配。

2.8.1.3 故障穿越阶段,不得人为干预,不得发生机械动作。故障穿越之后,设备/系统应能自动恢复到故障之前的状态。

2.8.1.4 对于直流电站,如果主母排之间的母联断路器是满足 2.6.1.2 要求的固态开关,可以不考虑非故障母排段上的设备的穿越能力。

2.8.2 具体要求

2.8.2.1 在故障穿越过程中,可以根据辅助系统的重要性,设置不同的穿越时间。DP 控制系统、推进器系统、发电机系统、辅助设备的穿越时间应满足整体保护要求。

2.8.2.2 需要考虑故障穿越的故障包括:

- (1) 负荷突变引起的不满足规范要求的电压/频率波动范围;

(2) 母排短路;

(3) 母排接地。

2.8.2.3 推荐应具备故障穿越能力的设备/系统包括:

(1) 机舱风机风闸;

(2) 主柴油机机带控制箱;

(3) 发电机组的燃油供应泵、低温淡水冷却泵;

(4) 调速器、调压器;

(5) 发电机组、推进器用海水、淡水冷却泵及其压力开关;

(6) 发电机组的驱动端、非驱动端的滑油泵;

(7) 推进器就地控制站、关键的接口板/箱/柜;

(8) 推进器的变频器、变频器冷却泵/风机、推进变压器的冷却泵/风机、推进电机的冷却泵/风机;

(9) 推进器的转舵控变频器、转舵电机、滑油循环泵;

(10) 日用变压器冷却泵/风机;

(11) PMS、AMS (如需要)、IAS 及其工作站电源;

(12) 高低压配电板/直流配电板控制回路;

(13) 发电机组、推进器、日用变压器 (原副边) 的断路器;

(14) 高低压配电板之间断路器;

(15) 发电机组、推进器冷却相关的温控阀;

(16) DP 控制系统及外围传感器、位置参考系统等;

(17) AGPS 系统;

(18) AGPS、PMS、DP、AMS、IAS 等相关的网络、交换机等;

(19) 机舱风机、以及发电机和推进器等辅助系统的变频器 (如有);

(20) 其它是否需要具备穿越能力, 应经过 FMEA 分析, 并实船试验验证。

2.8.2.4 闭合母排主汇流排上并联接入额定功率不同主发电机组时, 穿越过程机组不得发生解列。

2.8.2.5 应设有对故障穿越的辅助措施, 如对 UPS 进行实时监测功能, 防止隐性故障的存在。

2.8.2.6 故障穿越能力应在实船试验时进行实船验证。

2.8.2.7 对于电池组, 主母排发生短路时, BMS 应能快速切换到放电模式, 提供支撑短路电流, 实现穿越。

第 9 节 谐波

2.9.1 一般要求

2.9.1.1 电站在闭合母排以及分段运行时, 谐波都不应超过 CCS 规范要求。

2.9.1.2 可能影响电站谐波的设备发生故障之后, 如果谐波超过 CCS 规范要求, 应有应对措施, 确保谐波满足 CCS 规范要求。

2.9.1.3 电站的谐波要求也应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 8 篇第 15 章 15.2.2 要求。

2.9.1.4 对于直流电站, 交流部分的谐波也应满足上述要求。

第 10 节 动态分析

2.10.1 一般要求

2.10.1.1 对于闭合母排电站，依据船舶实际情况，需建立数学模型对系统在正常工况和如下故障工况下的运行进行模拟，并能记录全部计算过程。模拟分析中，应包括主保护和后备保护响应过程。

(1) 各短路点的短路及电流的模拟；

(2) 不带预充磁的变压器合闸时的冲击电流模拟；

(3) 短路故障清除过程中正常母线发电机同步情况及保护动作，典型负载突加突卸之后的母排电压/频率恢复过程

(4) 相不平衡故障模拟；

(5) 励磁及调速器故障模拟；

(6) 接地故障模拟；

(7) 如果是闭合母排主汇流排上并联接入额定功率不同主发电机组的配电形式时，还需要包含有/无功变化曲线；

(8) 存在双供电时，对公共配电板的短路和接地故障的模拟。

2.10.1.2 动态分析形成报告和响应参数表，作为保护整定的依据，并与实船试验结果一致。

2.10.1.3 动态分析报告中的输出参数，应与实船的参数一致。

2.10.1.4 数学模型中，发电机的参数曲线应是实测的带 AVR 一同进行的全电压短路衰减曲线。

2.10.1.5 如果附加标志要求实船实效试验时，在实船试验中测到结果与动态模拟分析报告不一致时，应该进行分析，找出原因，给出说明，并对数学模型进行校正，待动态模拟分析报告与实测结果接近或一致后，重新生成报告并提交备查。

2.10.1.6 动态分析应包含所有 DP 配电模式，以及典型故障模式，为试验验证奠定基础。

2.10.1.7 动态分析的曲线应连续光滑，时间步长选取适当，曲线图应能清晰显示故障开始、保护动作、最大最小值等关键节点，以及恢复过程的波动情况。曲线的变化过程和波动，应能给出合理的解释。系统稳定阶段，曲线不应出现波动。

2.10.1.8 动态分析曲线中，非故障排上的相同型号柴油发电机组的变化曲线应一致。

2.10.1.9 计算模型中的发电机组及保护系统应与实际设备物理特性保持一致，比如设备的电磁特性，发电机保护系统的逻辑及采样环节等，用于仿真不同故障下系统的动态计算机模型应提交并用于验证波形，以确保足够的准确度和分辨率，并可用于展示具有足够余量的可预测性。

2.10.1.10 为验证发电机组的保护功能时，在向发电机及附属保护系统注入的电流/电压波形的来源可以是来自动力装置的实际测试值，或者是足够精度的计算机模型计算结果，或其它公认方法生成的合适的波形。

2.10.1.11 对于直流电站，如果主母排之间的母联断路器是满足 2.6.1.2 要求的固态开关，可以不提供动态分析报告。

第 11 节 互感器/传感器

2.11.1 一般要求

2.11.1.1 闭合母排中用到的电流/电压互感器、传感器/变送器应[足够可靠](#)。

2.11.1.2 互感器副边侧应可靠接地。

2.11.1.3 互感器/传感器应该有足够的精度和灵敏度，准确测量信号值及状态变化。

2.11.1.4 在设计中，要考虑到包括副边侧线圈故障、磁饱和等故障模式，要有对应措施，防止保护失效或误动作。[互感器选型时，参照电站故障时最大电压、电流值，互感器不能发生饱和。](#)

第 12 节 控制系统

2.12.1 一般要求

2.12.1.1 本节控制系统是指 [AGPS](#)、[保护继电器](#)、[PMS](#)、[推进控制系统](#)及故障穿越[辅助措施](#)等相关监测、自诊断、逻辑判断、[执行机构](#)等功能和网络组成的系统。

2.12.1.2 控制系统网络应冗余、可靠，单个故障，如断线、短路、接地、数据风暴、交换机故障等，不能导致超过 WCFDI 的结果。配电板、PMS、[AGPS](#)、AVR 等各集成商/供货商之间应协调，确保控制系统网络的通信速度满足[相关保护、管理、监测、报警要求](#)。

2.12.1.3 控制系统的基本性能应至少满足《钢质海船入级规范》第 7 篇[第 2 章](#)相关要求。

第 3 章 故障模式及影响分析 (FMEA)

第 1 节 一般规定

3.1.1 一般要求

3.1.1.1 基于实际船舶的设计和配置、布置情况，闭合母排 DP 系统需要由独立第三方完成的 FMEA，用于识别和定性评估单一故障的严重程度及其对设备、人员、环境和生产的影响。

3.1.1.2 FMEA 报告应在海上试验前提交 CCS 批准，在海上试验之后，应进行更新升版并重新提交批准。

第 2 节 范围及流程

3.2.1 一般要求

3.2.1.1 交流电站，FMEA 范围应包括：

- (1) 柴发电机组系统及调速器/调压器 (含 AGPS)；
- (2) 电站的控制、同步操作、绝缘监测 (低压和直流电站) 以及短路、接地、相不平衡、突加突卸保护；
- (3) 日用变压器及辅助系统；
- (4) 推进系统及保护 (推进变频器、变压器、转舵系统、辅助系统、控制系统)；
- (5) DP 相关的燃油、滑油、冷却水、压缩气体、通风、空调、温控阀等在内的辅助系统及压力开关、通信；
- (6) 应急关断、固定消防、液位遥测/阀门遥控等在内的安全系统及其故障安全设计理念；
- (7) 动力电池舱通风、冷却等辅助系统；
- (8) DP/AGPS/PMS/AMS/BMS 系统及网络和通信系统 (如有)；
- (9) 穿越及快速恢复能力；
- (10) 上述系统的防火/水密分隔 (适用于 DP-3)；
- (11) 上述设备/系统可能的隐性故障。

3.2.1.2 对于直流系统，FMEA 还应包括：

- (1) 变频器 (含 DC/AC、AC/DC、DC/DC) 及其辅助系统、控制电源；
- (2) 固态开关、隔离开关及熔断器；
- (3) 协调保护逻辑 (含交流部分)；
- (4) 电站短路、过载、欠压、逆功率 (如有) 等保护；
- (5) DP/EMS/BMS/AMS/IAS 系统及通信网络；
- (6) 电抗器和滤波器。

3.2.1.3 FMEA 基本流程如下：

- (1) 建立系统边界，列出所有需要分析的子系统和设备；
- (2) 识别每个组件/子系统的故障模式；

-
- (3) 识别和记录每个组件/子系统的**关键故障模式**；
 - (4) 描述所有系统的主要组成部分；
 - (5) 构建功能方框图，显示它们之间的相互作用；
 - (6) 所有活动部件上的重要单一故障；
 - (7) 确定与每种故障模式相关的预测的最可能的原因；
 - (8) 识别每一次故障对船舶位置的瞬态效应，即后果；
 - (9) 识别检测故障发生的方法；
 - (10) 故障对系统其余部分作业能力的影响；
 - (11) 识别常见的公用设施，如电源、润滑油、燃料油、液压油、冷却水/空气系统，并识别隐性/公共故障模式；
 - (12) 如果系统的某些部分被确定为非冗余的，并且不可能存在冗余，则在可靠性和机械保护方面确定缓解因素；
 - (13) 确定在海上试验期间进行的试验计划，以证明在 FMEA 中建立的冗余性。

第 3 节 故障模式

3.3.1 一般要求

3.3.1.1 基于交流闭合母排的 DP 系统所需要考虑的故障模式包括但不限于：

- (1) 发电机组故障模式包括：
 - ① AVR 控制电源故障；
 - ② 励磁电流监测故障；
 - ③ AVR 操作电源故障；
 - ④ 其它 AVR 故障导致欠压/过压；
 - ⑤ AVR 通信故障（如有）；
 - ⑥ 调速器传感器信号故障；
 - ⑦ 油门调整机构故障；
 - ⑧ 调速器电源故障；
 - ⑨ 调速器故障；
 - ⑩ 其他原因导致的过油或欠油故障；
 - ⑪ 调速器通信故障（如有）；
 - ⑫ 同步故障。
- (2) 短路保护故障模式：
 - ① 发电机短路；
 - ② 母排短路；
 - ③ 母联电缆短路；
 - ④ 馈线回路短路。
- (3) 接地保护故障模式：
 - ① 发电机接地；
 - ② 母排接地；
 - ③ 母联电缆接地；
 - ④ 馈线回路接地。
- (4) 相不平衡保护故障模式：
 - ① 发电机相不平衡；

-
- ② 母排相不平衡;
 - ③ 母联电缆相不平衡;
 - ④ 馈线回路相不平衡。
- (5) 欠频/过频、欠压/过压故障模式:
- ① 短路;
 - ② 接地;
 - ③ 突加突卸。
- (6) 网络故障:
- DP/AGPS/AMS/IAS/保护/BMS/PMS 等相关的控制、通信网络故障 (含短路、断线、接地、数据风暴)。
- (7) 故障穿越辅助设备 (UPS/接触器/继电器) 的故障。
- 3.3.1.2 基于直流闭合母排的 DP 系统所需要考虑的故障模式包括但不限于:
- (1) 电源端故障 (含发电机组、蓄电池);
 - (2) 短路保护故障模式:
 - ① 母排短路;
 - ② 母联电缆短路;
 - ③ 馈线回路短路。
 - (3) 对地绝缘;
 - (4) 直流配电板 (含变流器、隔离开关等);
 - (5) DP/AGPS/AMS/IAS/BMS/PMS/保护等相关的控制、通信网络故障 (含短路、断线、接地、数据风暴);
 - (6) 滤波器和电抗器。

第 4 节 报告更新与提交

3.4.1 一般要求

3.4.1.1 船舶进行海上试验之后, 结合试验结果, 需要对报告进行升版并重新提交 CCS 批准。

3.4.1.2 如果在营运期间, 发生了相关系统改进, 则报告需要升版并提交批准, 同时需要对改进内容进行试验验证。

第 4 章 试验与测试

第 1 节 一般规定

4.1.1 一般要求

4.1.1.1 本指南中，试验包括码头试验、海上试验，统称实船试验。试验方法包括实船模拟试验和实船实效试验。

4.1.1.2 除 1.1.3.1 定义中要求的试验测试之外，应对绝缘监测、突加突卸、AGPS、快速恢复功能等进行实船实效试验验证，并记录结果。

4.1.1.3 实船试验前，需要结合动态分析报告及设备厂家提供的参数，对包括发电机、推进器等在内的各类设备和系统、控制器、传感器、网络等进行详细的调试和参数设置，确定能够满足试验要求和试验目的。实船试验时在线发电机和负载应为 DP 工况配置模式，实船实效试验可以选取典型 DP 工况配置模式，如设计的不同母排的最小在线发电机数量。对于闭合母排主汇流排上并联接入额定功率不同主发电机组的配电形式，实船实效试验应该包括功率最大机组和最小机组在线工况。

4.1.1.4 试验和测试程序需要经过 CCS 批准。试验前，应对各类试验内容、操作步骤进行充分的风险评估(HAZID 分析)，保障试验人员和环境安全，满足试验程序中对试验条件的要求，试验中尽量避免因试验导致设备的损坏。

4.1.1.5 试验验证程序如果由 FMEA 第三方开发时，在提交 CCS 批准之前，应经过电站/动力系统相关的集成商/供货商/船厂的审核和确定，确保试验的可行性和准确性。

4.1.1.6 实船模拟试验应包括对主保护和后备保护的模拟，模拟的输入应基于第 2 章第 10 节动态分析结果和输入波形选取原则。实船实效试验中，主保护可以不动作，只验证后备保护，但主保护应有响应时间记录作为动作的证明。

4.1.1.7 试验结果的记录应完整，可回放。结果记录最好使用专用系统，包括保护动作响应时间、响应的顺序、触发值、设备的状态、触发报警记录等。

4.1.1.8 试验结束后应拆除所有临时安装的试验设备和连接，任何更改的保护设置，应根据批准的保护协调分析报告，恢复到正确的值。

第 2 节 试验内容

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 试验内容应至少包括第 2 章提到的需要试验验证的保护功能，包括但不限于如下内容：

- (1) 调速器故障及保护功能：
 - ① 通信故障（如有）；
 - ② 调速器信号故障；
 - ③ 调速器电源故障；
 - ④ 油门调整机构故障；
 - ⑤ 其它原因导致的过油或欠油故障；

- ⑥ 有功分配故障;
- ⑦ 设计允许最小在线发电机数量下发电机保护能力的验证;
- ⑧ AGPS 与调速器通信故障。

说明: 上述需进行海上实船实效试验, 同类试验可以合并一起做。

(2) 调压器故障及保护功能:

- ① AVR 控制电源故障;
- ② 励磁电流监测故障;
- ③ AVR 操作电源故障;
- ④ 其它 AVR 故障导致的欠压/过压;
- ⑤ AVR 其它异常 (如有);
- ⑥ 通信故障 (如失去电压信号);
- ⑦ 无功分配故障;
- ⑧ 同步故障;
- ⑨ 设计允许最小在线发电机数量下发电机保护能力的验证;
- ⑩ AGPS 与调压器通信故障;

说明: 上述需进行海上实船实效试验, 同类试验可以合并一起做。

(3) 短路保护:

- ① 发电机短路;
- ② 母排短路;
- ③ 母联电缆短路;
- ④ 馈线回路短路。

说明: 按照 1.3.1.1 定义, 实船实效试验至少包含主母排短路试验。

(4) 接地保护:

- ① 发电机接地;
- ② 母排接地;
- ③ 母联电缆接地;
- ④ 馈线回路接地。

说明: 按照 1.3.1.1 定义, 实船实效试验至少包含主母排接地试验。

(5) 相不平衡保护:

- ① 发电机相不平衡;
- ② 母排相不平衡;
- ③ 母联电缆相不平衡;
- ④ 馈线回路相不平衡。

说明: 按照 1.3.1.1 定义, 实船模拟试验至少包含主母排上相不平衡试验。

(6) 突加突卸:

说明: 需要海上实船实效试验, 在典型配电模式下, 典型负载至少选取单一机组、单一推进器。

(7) 快速恢复试验:

- ① 在自动控制模式下模拟单个主母排失电, 记录系统/设备响应过程及时间;
- ② 时间满足 2.7.1.5 要求。

说明: 海上实船实效试验; 应包含并联接入额定功率不同的主发电机组的主汇流排试验。

(8) 故障穿越试验:

- ① 母排三相短路;
- ② 母排接地故障。

说明：实船试验，提供具备穿越能力设备的响应及时间记录。

(9) 通信网络试验：

- ① 网络短路、断线故障；
- ② 网络数据风暴故障。

说明：需要海上实船模拟试验。

(10) 功率管理系统：

验证功率管理系统故障（UPS、PLC、误操作等）对电站管理、快速启动的影响。

说明：需要海上实船实效试验。

(11) 机组之间负荷振荡试验：

说明：需要海上实船实效试验。

(12) 绝缘监测系统（低压系统）：

说明：需要实船模拟试验。

4.2.1.2 对于直流电站，试验测试除了 4.2.1.1 适用内容外，还应测试：

(1) 日用变频器短路支撑分析报告；

(2) 绝缘监测系统；

(3) 固态开关、隔离开关故障。

说明：实船模拟试验。

第 5 章 建造后检验

第 1 节 一般规定

5.1.1 一般要求

5.1.1.1 关于 DP 及与 DP 相关的设备的建造后检验参照《钢质海船入级规范》第 1 篇营运检验和试验内容。

5.1.1.2 在船舶特检时，除参照《钢质海船入级规范》第 1 篇特检内容外，对应附加标志试验内容还应包括第 4 章要求，试验程序提前交由现场验船师批准，试验应有验船师现场见证。

5.1.1.3 如果船舶在运营期间出现了自动脱扣、局部失电、恢复失败、穿越失效等，则应该查找原因并进行记录，书面通知 CCS 以供评估。

附表 A 推荐使用的保护功能

ANSI Code	保护功能	保护对象				
		发电机及开关	母联	日用变压器供电开关	推进器回路供电开关	联络开关(如需设置)
25	同步	×	×			×
32	逆功率	×				
27	欠压	×	×			×
40	欠励磁	×				
46	相不平衡	×	×	×	×	×
49	绕组温度	×		×	×	
50	短路瞬动	×		×	×	
51/51V	过载/过流	×	×	×	×	×
59	过压	×	×			
87BB	母排差动		×			×
67BB	母排短路		×			×
67BBNS	母排接地方向保护		×			×
67G	发电机接地保护	×				
67Ns	接地方向保护		×	×	×	×
81O	过频	×	×			×
81U	欠频	×	×			×
86	锁定	×	×	×	×	×
87G	发电机差动	×				
87L	电缆差动		×			×
87NsL	电缆接地		×			×
74TC	断路器监测回路	×	×	×	×	×
传感器	弧光保护		×			×
60FL	电压互感器熔断器	×	×	×	×	×
50BF	断路器故障保护	×	×	×	×	
U0>	位移电压报警	×	×			×
1>>>	故障接通	×	×	×	×	