

团 体 标 准

T/CSNAME 008—2020

自升式平台（船舶）动力定位系统

Self-elevating units (vessel) dynamic positioning system

2020 - 12 - 28 发布

2021 - 03 - 28 实施

中国造船工程学会 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国造船工程学会标准化学术委员会提出。

本文件由中国造船工程学会归口。

本文件主要起草单位：上海振华重工（集团）股份有限公司、中国船舶重工集团公司第七〇四研究所。

本文件主要起草人：秦一飞、褚德英、张葆华、刘震、谌栋梁、陈杰宇、黄彦文、王晓飞、谢颖、张本伟、梅德权、刘桂平、周会勤、胡方珍。

自升式平台（船舶）动力定位系统

1 范围

本文件规定了自升式平台（船舶）动力定位系统的分类、组成和标记、技术要求、试验方法、检验规则、标志、随机文件、包装、运输与贮存。

本文件适用于自升式平台（船舶）动力定位系统（以下简称动力定位系统）的设计、制造、检验及验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 3797 电气控制设备

GB/T 3893 造船及海上结构物 甲板机械 术语和符号

GB/T 7826 系统可靠性分析技术 失效模式和影响分析（FMEA）程序

GB/T 10233-2016 低压成套开关设备和电控设备基本试验方法

GJB 6850.229 水面舰船系泊和航行试验规程 第229部分：动力定位系统试验

JB/T 3085 电力传动控制装置的产品包装与运输规程

3 术语和定义

GB/T 3893 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自升式平台 self-elevating units

具有活动桩腿，能将平台主体上升到海面以上一定高度进行作业并能降回海面的平台。

3.2

动力定位系统 dynamic positioning system

船舶或海洋平台利用自身推进装置保持位置和艏向（定点或预设轨迹）的系统，简称DP系统。

3.3

动力定位控制系统 dynamic positioning control system

船舶实现动力定位功能所需的软硬件系统、传感器系统、位置参照系统及网络系统。

3.4

定位能力 dynamic positioning system capability

船舶或海洋平台在一定海况（风浪流情况）、工况（铺管或起重作业等）及设备状况（推进装置失效或影响推进装置正常工作的失效）下保持目标位置和艏向的能力。该能力以在一定海况、工况及设备

状况下船舶或海洋平台全方位（ $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ ）的可用推进器最大使用比例曲线图或可承受的环境最大值（一般为最大风速）的曲线图表示。

注1：通过可用推进器最大使用比例表示定位能力时，一般假设风、浪、流载荷同向（风、浪、流载荷中也可任意组合）并以船舶或海洋平台为中心旋转 $0 \sim 360^{\circ}$ ，每隔一定角度计算一个可用推进器的最大使用比例。

注2：通过可承受的环境最大值表示定位能力时，一般假设流或浪载荷固定不变，风载荷以船舶或海洋平台为中心旋转 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ ，每隔一定角度计算一个假设流或浪载下可保持定位的最大风速。当已知风速与浪高关系时，浪高根据风速变化，浪向与风向一致。

注3：定位能力分析包括四种工况：全部推进器在网、最小单台推进器故障、最大单台推进器故障和最大单点故障。

3.5

冗余 redundancy

部件或系统在发生故障时仍能保持其功能的能力。通常通过采用两套或多套相同功能的备份单元或部件，当单一故障发生时，系统通过手动或自动的方式切换至备份单元或部件保持整个系统的功能。

3.6

冗余分组 redundancy component groups

由于单一故障的发生而导致同时受到影响的系统，通常以推进器组、发电机组或配电板组进行划分。

3.7

单一故障 single failure

部件或系统出现的单个故障，可能会造成下列影响中的一个或两个：

- a) 部件或系统的功能损失；
- b) 功能退化达到了明显降低船舶、人员或环境安全的程度。

3.8

最大（严重）单一故障 worst single failure

针对 DP-2 和 DP-3 系统，由故障模式和影响分析识别出来的单一故障，当该故障出现时将当前的动力定位作业能力产生最大（严重）影响的单一故障。

3.9

结果分析 consequence analysis

动力定位控制系统的一种软件功能，能自动分析出现单一故障（包括最大单一故障）后动力定位船舶能否在当前环境条件下继续保持船位。

3.10

联合操纵杆 joystick

一种具有三个旋转自由度的操作手柄，在DP系统中将三个自由度分别映射船舶所有推进装置纵向合力、横向合力和转艏力矩。

3.11

操作模式 operational mode

以动力定位控制系统功能为基础，以动力定位的实际使用工况为目标设计的系统的常规使用方式。

注：一般操作模式有：手动模式、半自动模式、自动模式、循迹模式、目标跟踪模式。

3.12

DP 流 dynamic positioning current

DP系统中通过观测推算出的海流。

注：DP流载荷包括真实的海流载荷、波浪载荷、风传感器测量误差的风载荷、无传感器测量的作业载荷以及船舶和推进器的模型误差。

3.13

流冻结 freeze current

保持动力定位流力前馈不变的功能。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DP:动力定位 (Dynamic Positioning)

FMEA: 故障模式和影响分析 (Failure Modes and Effects Analysis)

5 分类、组成与标记

5.1 分类

动力定位系统按其冗余度分为 DP-0、DP-1、DP-2、DP-3 四个等级：

- a) DP-0: 安装有动力定位系统的船舶, 可在规定的环境条件下, 自动保持船舶的位置和艏向。DP-0 系统不需要配备一套独立联合操作杆系统;
- b) DP-1: 安装有动力定位系统的船舶, 可在规定的环境条件下, 自动保持船舶的位置和艏向, 在出现单一故障后允许船舶丢失船位和艏向。DP-1 系统需要配备一套独立的联合操作杆系统;
- c) DP-2: 安装有动力定位系统的船舶, 在出现单一故障 (不包括一个舱室或几个舱室的损失) 后, 可在规定的环境条件下, 在规定的作业范围内自动保持船位和艏向;
- d) DP-3: 安装有动力定位系统的船舶, 在出现任何单一故障 (包括由于失火或进水造成一个舱室的完全损失) 后, 可在规定的环境条件下, 在规定的作业范围内自动保持船位和艏向。

5.2 组成

动力定位系统主要由动力系统、推进系统、动力定位控制系统和传感器系统组成, 其中:

- a) 动力系统: 主要由原动机、发电机、主配电板、配电系统和功率管理系统组成;
- b) 推进系统: 主要由原动机、齿轮箱、轴系和螺旋桨组成;
- c) 控制系统: 主要由自动控制系统、独立的联合操纵杆系统、各推进器的单独手柄、不间断电源和备用控制系统组成;
- d) 传感器系统: 主要由位置参照系统、垂直面参照系统、陀螺罗经和风速风向仪组成。

5.3 产品标记

5.3.1 标记方法

动力定位系统标记方法见图1:

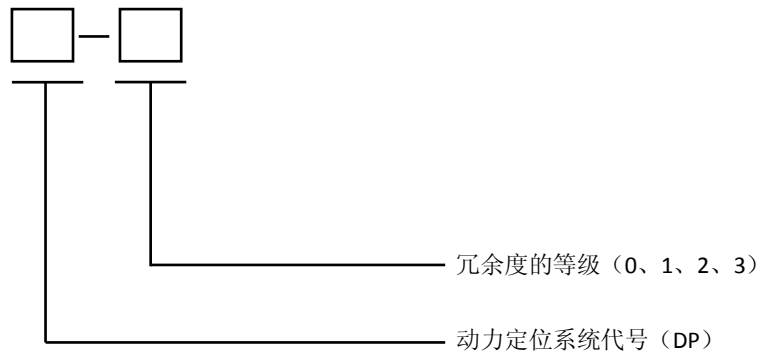


图 1 动力定位系统标记方法

5.3.2 标记示例

冗余等级为3级的动力定位系统标记为：DP-3动力定位系统。

6 技术要求

6.1 系统配置和布置

6.1.1 应按表 1 的要求配置和布置各冗余等级动力定位系统。

表1 系统配置和布置

设备及系统		DP-0	DP-1	DP-2	DP-3
动力系统	发电机和原动机	无冗余	无冗余	有冗余	有冗余，舱室间防火分隔（A60）
	主配电板及配电系统	1	1	1	2，舱室间防火分隔（A60）
	功率管理系统	无	无	有	有
推进系统	推进系统布置	无冗余	无冗余	有冗余	有冗余，舱室间水密分隔（A60）
控制系统	自动控制，计算机系统数量	1	1	2	2+1(其中之一在另一控制站)
	独立的联合操纵杆系统	0	1	1	1
	各推进器的单独手柄	有	有	有	有
	不间断电源	0	1	2	2+1(其中之一在另一控制站)
	备用控制系统	无	无	无	有
	报警打印机	无	有	有	有
	结果分析功能	无	无	有	有
传感器系统	位置参照系统	1	2	3	2+1(其中之一在另一控制站)
	垂直面参照系统	1	1	3	2+1(其中之一在另一控制站)
	陀螺罗经	1	2	3	2+1(其中之一在另一控制站)
	风速风向仪	1	1	3	2+1(其中之一在另一控制站)
注1：“0、1、2、3”表示配置数量。 注2：“有”和“无”表示是否包括指定设备和功能。 注3：“有冗余”和“无冗余”表示指定设备的冗余情况。					

- 6.1.2 对于 DP-2 系统，所有动态部件或系统应冗余。如静态部件出现故障后会立刻对定位产生直接影响的、或该部件未采取适当保护措施应冗余。动态部件或系统通常包含发电机组、配电板、不间断电源、推进器、控制系统等；静态部件通常包含电缆、管系等。
- 6.1.3 对于 DP-3 系统，所有动态、静态部件和系统应冗余，并对冗余组之间进行 A-60 级的防火分隔。该分隔如位于破损水线以下还应达到相应的水密分隔要求，破损水线以上的区域应进行故障模式和影响分析，以判断进水对冗余的影响及是否需布置水密分隔。
- 6.1.4 对于 DP-2 和 DP-3 系统，如单一操作会导致结果超出最大单一故障的设计意图时，对该操作应采取有效措施进行防护，如采取双击或进行额外的机械防护。
- 6.1.5 对于 DP-2 和 DP-3 系统，当认为某些部件或系统无需布置成冗余或无法进行冗余布置时，应考虑这些部件或系统的可靠性、保护措施和故障后对系统的影响，如分析得出这些部件或系统的可靠性足够高、保护措施适当或故障的影响足够低时，可通过分析及试验结果来判断是否能接受该布置，并得到确认。
- 6.1.6 动力定位系统应包含至少两个冗余组。当出现任何单一故障（包含最大单一故障）时，备用冗余组应能立即投入运行（即要求热备用），并应有足够的数量、容量和能力来保证动力定位的作业和/或安全终止时间的需求。
- 6.1.7 动力定位系统完全停止后再重启不应视为冗余设计的条件，这包含但不限于推进器、发电机组、直接连接动力定位系统的辅助系统。不同冗余组的转换应平稳，船位和艏向变化应在可接受的作业范围内。
- 6.1.8 为防止故障在不同冗余组之间的蔓延，不同冗余组应保持互相独立和避免公共连接的开环运行模式。对于 DP-2 系统，本要求针对的是电气、管系的交叉连接；对于 DP-3 系统，本要求还针对物理和空间上的交叉连接。如无法避免时，需通过 FMEA 来分析故障蔓延对不同冗余组的影响，并实船验证其结果是否会超出最大单一故障的设计意图；对于电力系统采用闭环运行模式，要有双重独立的保护措施防止或切断故障蔓延。
- 6.1.9 对于 DP-2 和 DP-3 系统，那些未和动力定位系统建立直接联系的系统，如采暖通风与空调、消防灭火、风油遥切、应急切断、火气系统等，如这些系统的触发或者故障会影响动力定位的，也应从冗余、可靠性等角度进行布置。
- 6.1.10 对于 DP-2 和 DP-3 系统，根据 FMEA 及试验的结果，得出最大单一故障，该结果应输入至动力定位控制系统的“结果分析”软件。只有被 FMEA 过并试验通过的模式才能输入至“结果分析”。
- 6.1.11 对于 DP-2 和 DP-3 系统，当 FMEA 得出某些故障会导致系统丢失冗余时，应通过足够和有效的措施提醒船员以避免隐性故障。

6.2 位置参照系统和传感器

- 6.2.1 对于 DP-3 系统，其中一套参照系统应连接至备用控制系统，并以 A-60 级防火分隔与其他位置参照系统分开。
- 6.2.2 采用全球卫星定位系统作为位置参照系统，应具有接收本地参考站差分信号功能。系统天线安装应尽量避免桩腿、起重机等对信号的遮挡。海试过程中应做信号盲区测试，应尽量消除或减少信号盲区。信号盲区无法消除时，应在相关手册中注明。
- 6.2.3 应在动力定位控制站布置位置参照系统的人机界面，可以显示位置参照系统的位置信息和运行状态，并能进行必要的操作，该人机界面应独立于自动控制的工作站。对于 DP-2 和 DP-3 系统，人机界面的布置应满足对应的冗余要求，其中对于 DP-2 系统，应布置至少两套人机界面，对于 DP-3 系统，备用控制系统应有一套人机界面。
- 6.2.4 对于 DP-2 和 DP-3 系统，位置参照系统的电源配置及线路、信号传输与动力定位控制系统的接口应满足系统的分隔要求。

- 6.2.5 对于 DP-2 和 DP-3 系统，位置参照系统应至少采用两种不同的工作原理系统。
- 6.2.6 当选用多套差分全球卫星定位系统作为位置参照系统时，宜采用两个及以上不相关的差分信号源。
- 6.2.7 动力定位控制系统应对位置参照系统的数据质量进行实时评估，并对其运行状态进行实时监测，一旦发生故障应给出相应的处理，并发出报警。位置参照系统的数据质量评估指标和运行状态应在人机交互系统中显示。
- 6.2.8 当由于发生故障或主动操作切换位置参照系统时，推进器的输出不应发生突变。
- 6.2.9 动力定位控制系统应能修正因船舶横摇、纵摇运动引入的位置参照系统测量误差。
- 6.2.10 动力定位控制系统宜配备流速仪，在自升式平台（船舶）下降前对水流流速流向进行测试，用实测评估船舶定位能力，以保障安全操作。
- 6.2.11 自升式平台（船舶）宜配置两套及以上艏向传感器系统。

6.3 数据链路

- 6.3.1 独立的联合操纵杆系统和自动控制系统的数据链路应相互独立，推进器的单独手柄与独立的联合操纵杆系统的数据链路宜相互独立。
- 6.3.2 DP-2 和 DP-3 系统中的自动控制系统应采用冗余数据链路，DP-3 系统中备份自动控制系统数据链路应与主控制系统相互独立，并进行 A-60 级的防火分隔。

6.4 不间断电源

- 6.4.1 动力定位控制系统应由不间断电源供电，其容量应满足供电 30min 要求。
- 6.4.2 独立联合操纵杆系统电源与动力定位控制系统电源应独立。
- 6.4.3 对于 DP-2 系统，冗余的不间断电源的供电电源，应来自不同的冗余分组；对于 DP-3，主动力定位控制系统冗余的不间断电源的供电电源，也应来自不同的冗余分组，备用控制系统不间断电源与主控制系统不间断电源应独立。

6.5 系统功能

- 6.5.1 人机交互系统应显示动力定位系统的信息，以确保其正常运行。动力定位系统安全操作所必需的信息应在任何时候均可获得。当动力定位系统及其控制的设备发生故障时，应发出听觉和视觉报警，对这些故障的发生及状态应进行永久的记录。记录应通过报警打印机或系统磁盘存储来实现。人机交互系统的报警和显示内容应按表 2 布置。

表2 人机交互系统报警和显示

系统	被监控参数	报警	显示
推进器系统	推进器的合作用力大小、方向和力矩（船舶相对位置的图形显示）		√
	各推进器的推力大小、百分比及方向（船舶相对位置的图形显示）		√
	推进器的推力分配模式（固定、对推等）		√
	推进器命令与反馈指示（包括螺距、转速、转向控制等）		√
	推进器负荷受限制（过载、可用功率不够、系统故障等）	√	
	推进器的状态（运行、停止、可用、在线、故障）	√	√
动力系统	自动控制断路器的状态（至少包含推进器、发电机、母联）		√
	在线发电机已消耗的功率和可用的储备功率		√

表 2（续）

系统	被监控参数	报警	显示
控制系统与 测量系统	船舶的目标点及当前船位和艏向，包括之间的偏差		√
	超过作业范围/设定（位置、艏向）	√	
	位置参照系统的使用状态及位置信息		√
	位置参照系统的故障报警	√	
	艏向传感器系统的使用状态及艏向信息		√
	艏向传感器系统的故障报警	√	
	运动传感器系统的使用状态及运动信息		√
	运动传感器系统的故障报警	√	
	风速风向传感器的使用状态及风速风向信息		√
	风速风向传感器的故障报警	√	
	“结果分析”软件运行状态（仅适用于 DP-2 和 DP-3）		√
	经“结果分析”给出的报警（仅适用于 DP-2 和 DP-3）	√	
	模式转换装置（如采用计算机控制系统）故障、动力定位控制系统故障、独立的联合操纵杆控制系统故障	√	
抬升系统	桩腿下放长度		√
	桩腿触底状态		√
	流冻结功能激活状态（如有流冻结功能）		√

6.5.2 动力定位系统应至少具有手动定艏向、手动定位、自动定艏向和自动定位操作模式，并具有在线定位能力分析、报警参数设置和内置仿真培训功能。对于 DP-2 和 DP-3 系统应具有“结果分析”功能。

6.5.3 动力定位系统宜设置流冻结或同等作用功能，以满足自升式平台（船舶）插桩、拔桩操作过程中外力突变的工况要求。

6.5.4 动力定位控制站的指示器和操作面板，应符合人体工程学原理。对不同的指示器和控制面板应进行逻辑分组，当这些指示器和控制面板与其相关的设备在船上的相对位置有关时，应与之相协调，显示器上的指示也应满足同等要求。

6.5.5 操作模式之间的转换宜设置快捷方式，而且应清楚地显示目前操作模式。不同分系统的操作状态也应显示一致。

6.5.6 对于多控制站系统，在每个控制站应指示正在实施控制的控制站。

6.5.7 显示器和指示器的信息应便于使用，操作者应能立即获得动作后的信息。一般情况下，既要显示发出的指令，还应显示反馈信息或动作的确认信息。

6.5.8 如操作面板的误操作可能导致危险状态时，则应采取预防措施来避免这种控制操作。这些预防措施可以是将手柄等置于适当位置、采用凹进的或有盖的开关、或按一定的逻辑进行操作。

6.5.9 安装在驾驶室内的控制面板和指示器应有充分的照明，并可调光，报警指示不能调至零。

6.5.10 操作面板宜设置艏向轮，以便操作人员对船舶艏向进行操作控制。

6.5.11 在抱桩器宜安装闭路电视监控系统，监视抱桩器与风电桩的位置关系。

6.5.12 动力定位系统宜具有导入现场信息的功能。

注：导入现场信息可以是施工固定设施位置、计划施工的设施位置。

6.5.13 定位能力估算中风、流载荷计算应计入桩腿部分，宜留 20%的推力作为推力储备，风、流载荷系数宜通过模型试验测得，计算中应计入推进器推力损失，包括：流速、推进器间干扰、推进器与船体干扰。

6.5.14 推进器的单手柄系统、独立的联合操纵杆系统和自动控制系统的操作台布置应不影响系统间快速切换。

6.5.15 推进器的单手柄系统、独立的联合操纵杆系统和自动控制系统的操作台宜面向自升式平台主要作业设备，DP 操作台宜安装在自升式平台升降系统操作台和闭路电视监控系统监视器附近。

注：主要作业设备包括吊机、抱桩器等。

6.5.16 推进器控制权限选择器的失效应保持原推进器控制权限的选择状态。任何情况下，推进器的单独手柄系统都有恢复推进器控制的权限，即推进器的单独手柄系统对推进器控制权限最高。

6.5.17 动力定位系统中的电气控制设备应符合 GB/T 3797 的要求。

7 试验方法

7.1 系统配置和布置

7.1.1 依据 GB/T 7826 对 DP-2 和 DP-3 动力定位系统进行 FMEA，对每一种故障模式进行试验，试验程序应以模拟故障模式为基础，并在实际动力定位操作模式下进行试验。

7.1.2 对于 DP-2 系统进行 FMEA 和故障模拟试验的主要是动态部件，对于出现故障后会立刻对定位产生直接影响的静态部件也应进行 FMEA 及试验。

7.1.3 对于 DP-3 系统的所有动态、静态部件和系统都应进行 FMEA 及试验。

7.1.4 对于 DP-2 和 DP-3 系统，将操作结果超出最大单一故障的单一操作进行 FMEA 及试验。

7.1.5 对于 DP-2 和 DP-3 系统，将无需布置成冗余或无法进行冗余布置的部件或系统进行 FMEA 及试验。

7.1.6 对包含两个及以上冗余组的系统进行 FMEA 及试验，故障模拟需要能触发备用冗余组投入运行。

7.1.7 对于 DP-2 和 DP-3 系统，将一些未和动力定位系统建立直接联系且其故障会影响动力定位的系统进行 FMEA 及试验。

7.1.8 检查 FMEA 最大单一故障是否与动力定位控制系统的“结果分析”软件中最大单一故障一致。

7.1.9 检查通过 FMEA 得出的、会导致系统丢失冗余的故障提醒措施是否显著有效。

7.2 位置参照系统和传感器

7.2.1 检查 DP-3 系统其中一套参照系统的是否连接至备用控制系统，并以 A-60 级防火分隔与其他位置参照系统分开。

7.2.2 在自动定位定艏向模式下，将自升式平台（船舶）分别在 0°、90°、180° 和 270° 艏向定位，检测作为位置参照系统的全球卫星定位系统的天线信号盲区情况。

7.2.3 检查位置参照系统的人机界面，查看其运行状态，并进行重启操作。检测位置参照系统人机界面的布置情况。

7.2.4 对 DP-2 系统，检查位置参照系统到控制系统的接口线路是否独立、其供电电源是否独立。对于 DP-2 系统，检查备份位置参照系统的接口线路是否分隔、其供电电源是否分隔。

7.2.5 对 DP-2 和 DP-3 系统，分别使用两种不同原理的位置参照系统进行自动定位试验。

7.2.6 对采用两个及以上不相关的差分信号源的全球卫星定位系统作为位置参照系统的动力定位系统，分别使用单个全球卫星定位系统进行自动定位试验。

7.2.7 检查系统人机界面是否有位置参照系统实时数据质量参数显示。

7.2.8 在自动定位定艏向模式下，关闭动力定位系统正在使用的位置参照系统，查看推进器运行状态是否突变。

7.2.9 当自升式平台（船舶）有显著的横摇（ $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ）时，切换动力定位系统至自动定位定艏向模式，查看动力定位系统定位偏差是否受到横摇影响。

7.3 数据链路

7.3.1 检查推进器的单独手柄、独立的联合操纵杆系统和自动控制系统的链路独立情况。

7.3.2 对 DP-2 和 DP-3 系统，模拟任意一个冗余数据链路故障，查看系统是否仍可以正常工作。查看 DP-3 系统备份自动控制系统的分隔情况。

7.4 不间断电源

7.4.1 关闭动力定位控制系统不间断电源的输入电源，动力定位系统通过电池供电，检测电池是否可以满足供电 30min 要求。

7.4.2 查看关闭独立的联合操纵杆系统电源后，动力定位控制系统是否可以正常工作。

7.5 系统功能

7.5.1 检查动力定位系统人机交互报警和显示情况是否满足表 2 要求。

7.5.2 检查动力定位系统各操作模式和系统功能是否可以正常工作。

7.5.3 试验自升式平台（船舶）在插、拔桩腿操作过程中的自动定位功能，插、拔桩腿操作应没有引起平台位置偏差超出允许值，并且推进器运行平稳、没有发生转速突变。

7.5.4 模拟切断推进器控制权限选择器的电源或信号线路，查看各控制系统对推进器控制权限的状态。测试推进器的单独手柄系统的越控功能。

7.5.5 仿真集成性能试验是根据实船配置情况将动力定位系统和仿真器连接，模拟实船海况、工况和故障模式，对动力定位系统的性能进行全面的测试，具体试验方法见表 3。

表3 仿真集成性能试验方法

序号	试验项目	试验方法	备注
1	手动定位	在手动定位模式下，操作手柄，查看手柄的倾角和转角方向与推进器合力和合力矩是否一致，大小是否成正比。	
2	自动定艏向	在自动定艏向模式下，设定目标艏向，查看艏向反馈是否与目标艏向在允许误差范围内（允许误差小于 3 度）。	
3	自动定位	在自动定位模式下，设定目标位置，查看位置反馈是否与目标位置在允许误差范围内（允许误差小于 3 米）。	
4	船位推算定位	在自动定位模式下，关闭位置参照系统信号，控制系统仍正常工作，推进器无异动。	
5	选择不同旋转中心定位	在自动定位模式下，选择旋转中心，设置目标艏向，船舶绕旋转中心（位置偏差在允许误差范围内），逐步到达目标艏向。	
6	节能模式定位	在节能模式下，设置目标区域范围，船舶保持在设定区域范围内。	
7	自动舵	在自动舵模式下，设置目标艏向，船舶自动保持艏向，同时通过联合手柄的纵向倾角控制船舶航行速度。	

表 3（续）

序号	试验项目	试验方法	备注
8	高速自动航迹	在高速自动航迹模式下，设置目标航迹和艏向，系统自动控制船舶艏向，保持船舶设定速度情况下，最小化与预定义运动航迹的偏差（高于 3 节）	
9	低速自动航迹	在低速自动航迹模式下，设置目标航迹和艏向，系统自动控制船舶位置和艏向，保持船舶精确地沿预定义航迹运动（速度一般低于 3 节）。	
10	目标跟踪	在目标跟踪模式下，设置跟踪目标，系统自动保持与目标船舶一定的相对位置，其中艏向控制可以是当前艏向、设定艏向和功率最优艏向。	
11	流冻结（如适用）	在自动定位模式下，当船舶稳定在目标位置时，启动流冻结功能，系统停止更新 DP 流，DP 流保持不变。	
12	可变舵角推力分配模式	在自动定位模式下，推进器舵角可以根据需要不受限转动，保持船舶稳定在目标位置。	
13	固定舵角推力分配模式	在自动定位模式下，推进器舵角不变，船舶稳定在目标位置。	
14	自定义舵角推力分配模式	在自动定位模式下，自定义舵角推进器舵角不变，其它推进器舵角可以根据需要不受限转动，保持船舶稳定在目标位置。	
15	推进器功率限制	在自动定位模式下，快速关闭推进器电源，系统自动降低推进器功率，保证电网不过载。	
16	定位能力分析	在自动定位模式下，系统定时计算当前状态下系统定位能力。	
17	结果分析	在自动定位模式下，系统自动给出推进器、配电板、发电机组等失效下的定位能力曲线。	
18	仿真培训	启动仿真模拟器，设置仿真海况，运行仿真模式进行定位操作。	
19	系统报警和显示	查看系统报警及显示消息是否与实际情况一致。	参见表 2
20	子系统或部件故障	在自动定位模式下，触发部件工作，查看系统是否可以正常工作。	依据 FMEA

7.5.6 仿真器具有仿真船舶运动、电力系统、推进器系统、传感器系统、位置参照系统和典型故障的等功能，仿真器通过数字量、模拟量或串行接口与 DP 控制系统连接形成硬件在环仿真测试系统。该系统框架结构见图 2。

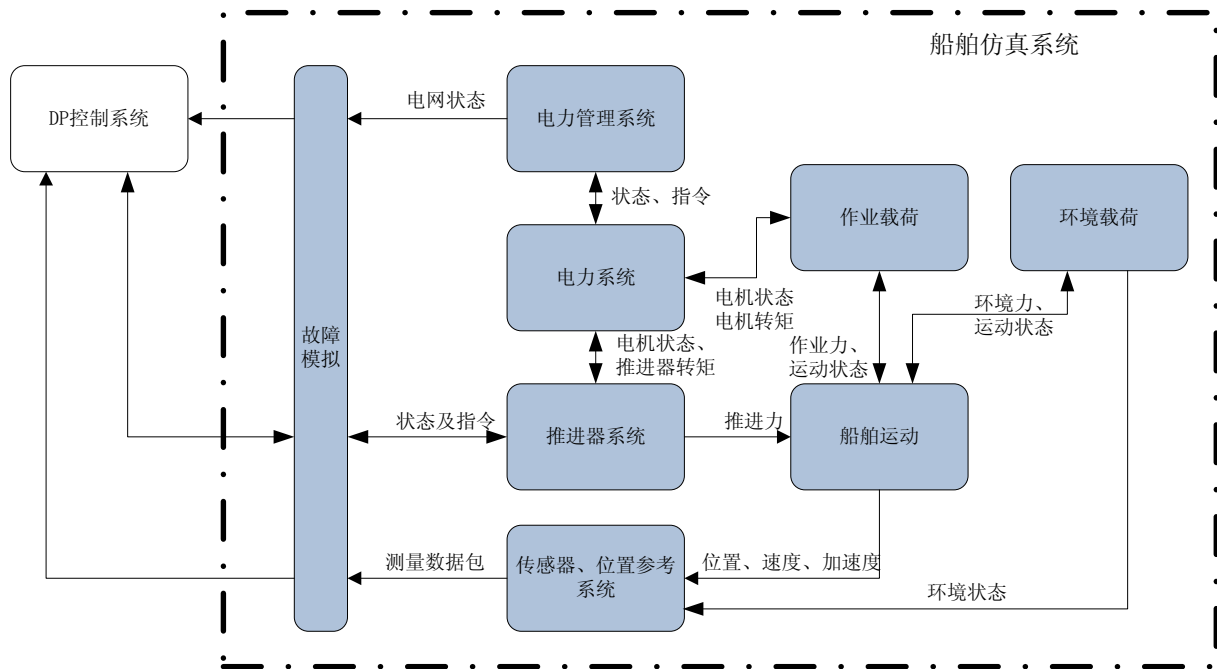


图2 HIL 仿真系统

7.5.7 系统可靠性试验是在系统保持仿真集成性能试验的自动定位模式下，动力定位系统连续 72h 运行应无异常。

7.5.8 动力定位系统中的电气控制设备应按 GB/T 10233-2016 第 4 章规定的试验方法进行试验。具体试验方法见表 4。

表4 电气控制设备试验方法

序号	试验项目	试验方法	备注
1	一般检查	GB/T 10233-2016 4.1	
2	电气间隙与爬电距离检查	GB/T 10233-2016 4.2	
3	外壳防护等级试验	GB/T 10233-2016 4.3	
4	介电性能	GB/T 10233-2016 4.5	
5	绝缘电阻试验	GB/T 10233-2016 4.6	
6	温升试验	GB/T 10233-2016 4.9	
7	气候环境试验	GB/T 10233-2016 4.10	
8	电气性能试验	GB/T 10233-2016 4.12	
9	电磁兼容性	GB/T 10233-2016 4.13	

8 检验规则

8.1 检验分类

动力定位系统检验包括型式检验、出厂检验和海上检验。

8.2 型式检验

8.2.1 检验时机

在出现下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品试制定型鉴定或转厂生产的首制产品；
- 产品结构、材料、工艺有重大改变，足以影响产品性能或质量；
- 长期停产后恢复生产；
- 产品转厂生产；
- 出厂检验结构与上次型式检验有较大变异；
- 有关质量主管检验机构提出要求。

8.2.2 检验样品数量

动力定位系统原型机一套。

8.2.3 检验项目

检验项目及顺序见表5。

表5 检验项目及顺序

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	海上检验	要求 章节号	检验方法 章节号
1	系统配置和布置	●	—	●	6.1	7.1
2	位置参照系统和传感器	●	—	●	6.2	7.2
3	数据链路	●	—	●	6.3	7.3
4	不间断电源	●	—	●	6.4	7.4
5	系统功能	●	●	●	6.5.1~ 6.5.16	7.5.1~7.5.7
6	一般检查	●	●	●	6.5.17	7.5.8
7	电气间隙与爬电距离检查	●	●	—	6.5.17	7.5.8
8	外壳防护等级试验	●	—	—	6.5.17	7.5.8
9	介电性能	●	—	—	6.5.17	7.5.8
10	绝缘电阻试验	●	●	—	6.5.17	7.5.8
11	温升试验	●	—	—	6.5.17	7.5.8
12	气候环境试验	●	—	—	6.5.17	7.5.8
13	电气性能试验	●	—	—	6.5.17	7.5.8
14	电磁兼容性	●	—	—	6.5.17	7.5.8

注：“●”为必检项目，“—”为不检项目。

8.2.4 判定规则

动力定位系统所有样品的全部检验项目均符合要求，判定动力定位系统型式检验合格。不符合要求项，允许修复后进行一次复检；若复检后符合要求，仍判定动力定位系统型式检验合格；若不符合要求，则判定动力定位系统型式检验不合格。

8.3 出厂检验

8.3.1 检验时机

产品在出厂前，应进行出厂检验。

8.3.2 检验样品数量

每套动力定位系统均应进行出厂检验。

8.3.3 检验项目

检验项目及顺序见表5。

8.3.4 判定规则

动力定位系统所有样品的全部检验项目均符合要求，判定动力定位系统出厂检验合格。不符合要求项，允许修复后进行一次复检；若复检后符合要求，仍判定动力定位系统出厂检验合格；若不符合要求，则判定动力定位系统出厂检验不合格。

8.4 海上试验

8.4.1 试验时机

产品在投入使用前，应进行海上试验。

8.4.2 试验样品数量

每套动力定位系统均应进行海上检验。

8.4.3 试验项目

试验项目及顺序见表5。

8.4.4 判定规则

动力定位系统所有样品的全部试验项目均符合要求，判定动力定位系统海上试验合格。不符合要求项，允许修复后进行一次复检；若复检后符合要求，仍判定动力定位系统海上试验合格；若不符合要求，则判定升动力定位系统海上试验不合格。

9 标志、随机文件

9.1 标志

每台设备应有一个铭牌，铭牌上一般应标明下列内容：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 额定输出电压、额定输出电流；

- d) 负载等级;
- e) 其他必要的技术数据;
- f) 出厂序号;
- g) 重量;
- h) 制造厂名称;
- i) 制造年月。

9.2 随机文件

产品出厂时, 应随产品提供下述文件或资料:

- a) 产品合格证书;
- b) 使用维护必要的电气原理图、装配图、说明书;
- c) 接线图或接线表;
- d) 备用件一览表。

10 包装、运输与贮存

10.1 包装

设备的包装应符合JB/T 3085的规定。

10.2 运输与贮存

10.2.1 设备运输与贮存中的温度可在 -25°C ~ 55°C 范围之内, 短时(不超过 24h)的温度, 可以到 70°C 。超出上述范围, 应由用户和制造厂协商确定。

10.2.2 在这些极限温度下不能工作的设备, 不应遭受任何不可恢复的损伤, 而且在规定条件下应能立即正常工作。
