

# 动力定位系统规范介绍

中国船级社上海规范研究所 孙 武

## 提 要

对世界上几个主要船级社的动力定位系统规范进行了比较、分析与介绍,并对规范中比较难以理解的概念作了详细的解释。

关键词:动力定位系统 规范 船舶设计

## 1 前 言

动力定位系统首先在海洋钻井船、平台支持船、潜水器支持船、管道和电缆敷设船、科学考察船和深海救生船上得到了应用,其主要原理是利用计算机对采集来的环境参数(风、浪、流),根据位置参照系统提供的位置,自动地进行计算,控制各推力器的推力大小,使船舶保持艏向和船位。

近年来,随着中国海洋开发事业的不断发展,具有动力定位性能的船舶在国内需求逐步增大。为了更好地做好船级服务工作,满足国内需求,中国船级社于2000年开始立项对动力定位系统进行专题研究,目前已完成了《动力定位系统检验指南》(以下简称CCS指南)的编写工作。下面就对CCS指南和世界上主要船级社的动力定位系统规范的内容作一个简单的介绍。

## 2 规范的发展过程

自1977年挪威船级社(DNV)出版第一本动力定位系统试行规范后,英国劳氏船级社(LR)也随后出版了动力定位系统规范。为了指导船东正确地操作动力定位系统船舶,英国能源部和挪威石油理事会于1983年联合出版了《Guidelines for the Specification and Operation of Dynamically Positioned Diving Support Vessels》。至此,动力定位系统方面的技术文件已比较完整。由于大量的动力定位船舶的使用,而且动力定位系统的操作与船舶的作业安全密切相关,因此引起了IMO海安会的重视,并在1994年的IMO 63届海安会(MSC)上通过了MSC/Circ. 645《Guidelines for Vessels with Dynamic Positioning

Systems》。该通函自1994年7月1日对新船生效。此后,美国船级社(ABS)、德国船级社(GL)、法国船级社(BV)也相继出版了动力定位规范。中国船级社(CCS)则于2002年正式出版了第一本动力定位规范。

## 3 船级符号

船级符号是船级社授予船舶的一个等级标志,是保险公司对船舶及货物、工程作业等进行保险的重要依据。对于动力定位系统,各船级社均根据动力定位系统的功能及设备冗余度的情况授予不同的附加标志(表1)。

由表1可知,自IMO给出动力定位船只(DP-vessel)定义后,各船级社的附加标志基本上与IMO的设备分级相等效。严格地讲,采用半自动或手动动力定位系统的船只,没有利用计算机对环境条件进行计算,都不能称为动力定位船只。由于历史(在IMO指南颁布以前已经授予了动力定位附加标志)和技术发展水平(受限于当时计算机的计算速度和控制能力)的原因,DNV、LR、BV、ABS等船级社均保留了手动或半自动动力定位系统的附加标志。就目前动力定位技术发展水平而言,海上平台供应(支持、守护)船、电缆或管道敷设/检验船、科学考察船等,其动力定位系统一般采用2级设备,否则在项目竞标中很难满足客户的要求。而海上钻井船舶,由于操作的安全性极其重要,其动力定位系统一般采用3级设备。例如美国环球公司在英国贝尔法斯特的哈兰-沃尔夫船厂建造的2艘10000ft深海钻井船、美国Reading & Bates钻井公司在韩国三星重工建造的一艘10000ft钻井船,均采用了ABS DPS-3附加标志。因此,中国船级社在制订动力定位检验指南时,附加标志的分级也采用IMO的标准,而半自动或手动定位系统不授予附加标志。

作者简介:孙武,男,高级工程师。1965年生,1988年华中科技大学应用电子技术专业毕业,目前从事船舶电气、自动化、通信及导航方面规范的研究工作。

表 1 船级社动力定位附加标志对比

船级社		附 加 标 志				
DNV	符号	DYNPOS T	DYNPOS AUTS	DYNPOS AUT	DYNPOS AUTR	DYNPOS AUTRO
	说明	设备无冗余,半自动保持船位	设备无冗余,自动保持船位	具有推力遥控备用和位置参考备用,自动保持船位	在技术设计中具有冗余度,自动保持船位	在技术设计和实际使用上具有冗余度,自动保持船位
LR	符号		DP(CM)	DP(AM)	DP(AA)	DP(AAA)
	说明		集中手控	自动控制和一套手动控制	主动系统的单个故障,不致导致失去船位	一舱失火或浸水情况下,自动保持船位
BV	符号		SAM	AM/AT	AM/AT R	AM/AT RS
	说明		半自动模式	自动模式,自动跟踪。要求 1 级设备	自动模式,自动跟踪。要求 2 级设备	自动模式,自动跟踪。要求 3 级设备
ABS	符号		DPS-0	DPS-1	DPS-2	DPS-3
	说明		集中手动控制船位,自动控制艏向	自动保持船位和艏向,还具有独立集中手控船位和自动艏向控制	单个故障(活动部件或系统)情况下,自动保持船位和艏向	一舱失火或浸水情况下,能自动保持船位和艏向
GL	符号			DP1	DP2	DP3
	说明			发生单个故障,会造成位置丢失	单个故障(活动部件或系统)情况下,自动保持船位和艏向	一舱失火或浸水情况下,不会造成位置丢失
CCS	符号			DP-1	DP-2	DP-3
	说明			自动保持船位和艏向,还具有独立的集中手控船位和自动艏向控制	单个故障(活动部件或系统)情况下,自动保持船位和艏向	一舱失火或浸水情况下,自动保持船位和艏向
IMO	类别			1 级设备	2 级设备	3 级设备
	说明			单个故障,可能出现船位丢失	活动部件或系统单个故障情况下,会造成位置丢失	一舱失火或浸水情况下,不会造成位置丢失

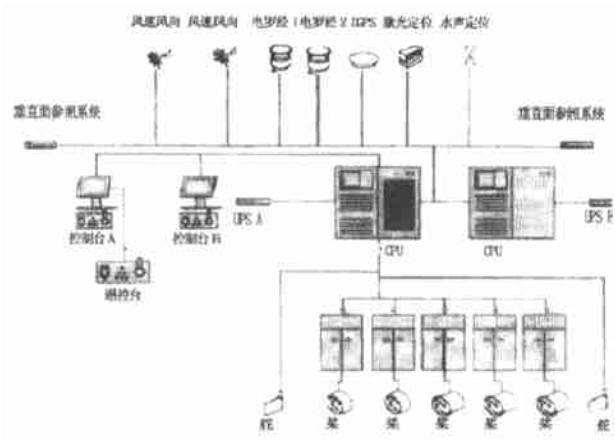


图 1 动力定位系统基本配置

4 设备的配备

动力定位系统由推力器、计算机控制系统、位置参照系统、动力系统等组成。典型的动力定位系统

的基本配置如图 1 所示。

根据不同的附加标志,动力定位系统的设备配置也会有所不同,主要区别在冗余度上。表 2 给出了动力定位系统的设备布置情况。

LR 和 ABS 的动力定位系统规范制订得比较原则,其设备配备是否合理,主要采用可靠性分析加以确定,所以在表 2 中未予列出。

5 故障模式与影响分析(FMEA)

所谓 FMEA,就是对动力定位系统可能的故障模式及故障对整个系统的影响进行评估。FMEA 是确定动力定位船舶可靠性的重要方法,通过 FMEA 可发现动力定位系统在设计上的缺陷。一般来讲,设计单位没有能力进行这方面的分析,国际上有专门进行 FMEA 的机构,船级社也具有这方面的能力。

表 2 动力定位系统的设备布置

附加标志		T	AUTS SAM	AUT AM/ AT DP1 DP-1	AUTR AM/ AT R DP2 DP-2	AUTRO AM/ AT RS DP3 DP-3	
设 备							
动力系统	发电机和原动机	无冗余	无冗余	无冗余	冗余	冗余 ,舱室分开	
	主配电板	1	1	1	1	2 ,舱室分开	
	功率管理系统	无	无	无	有	有	
推力器	推力器布置	无冗余	无冗余	无冗余	冗余	冗余 ,舱室分开	
控制	自动控制 ,计算机系统数量	0	1	1	2	3(其中之一在另一控制站)	
	手动控制 ,带自动定向的人工操纵杆	有	没	有	有	有	
	各推力器的单独手柄	有	有	有	有	有	
传感器	位置参照系统	0	1	2	3	3	其中之一 在另一 控制站
	垂向参照系统	0	1	1	2	2	
	陀螺罗经	1	1	1	2	3	
	风速风向	0	1	1	2	2	
UPS 电源		0	0	1	1	1 + 1 ,分舱	
备用控制站		没有	没有	没有	没有	有	

注：GL 要求 2 个；GL 要求 3 个；BV 要求装设 1 台备用发电机；对于 SAM、AM/ AT 附加标志,BV 要求至少设 1 台方位电动推力器和 1 台柴油机驱动的推力器。对于 AM/ AT R 和 AM/ AT RS 附加标志,电力驱动的推力器和柴油机驱动的推力器均需要冗余；对所有附加标志,BV 均需功率管理系统,对 AM/ AT R 和 AM/ AT RS 附加标志,功率管理系统需要冗余；BV 要求设置；BV 要求设置 2 套。

在进行 FMEA 时,应尽可能详细地包括动力定位系统的所有主要部件,一般应包括下列内容：

- (1) 系统所有主要部件描述以及表示他们相互之间作用的功能框图；
- (2) 所有严重故障模式；
- (3) 每一故障模式的主要可预测原因；
- (4) 每一故障对船位的瞬态影响；
- (5) 探测故障的方法；
- (6) 故障对系统剩余能力的影响；
- (7) 对可能的公共故障模式的分析。

FMEA 的分析结果要通过航行试验进行验证,并根据试验结果向船东提供动力定位系统在操作上的注意事项。

6 动力定位船的定位能力

所谓动力定位船的定位能力,是指船舶在一定环境条件(风、浪、流)下的定位能力。为了在船级附号上表明动力定位系统的能力,各船级社在授予动力定位系统附加标志时,还授予一个环境指数。例如:DNV 环境规则数  $ern\ a\ b\ c$ ,其中 a、b、c 为 0 至 99 之间的数值,a 表示全部推力器的最佳使用,b 表

示单个推力器故障的最小影响,c 表示单个推力器故障的最大影响。LR 推出了实现能力等级标志 PCR,BV 推出了环境位置保持指数(ESKI),等等。

动力定位系统的定位能力一般是在设计阶段予以考虑的。对于无限航区作业的动力定位系统,一般采用一套标准的北海环境条件;对于有限航区作业的动力定位系统,应考虑船舶作业区主要环境状况的长期分布。环境力(风、浪、流)和推力应通过风洞和水池试验或其他公认的方法进行评估。在航行试验时,可选择典型的环境条件进行试验。

7 结束语

以上仅介绍了动力定位系统规范的几个主要方面。实际上,动力定位系统的规范还对控制系统(计算机系统)、功率管理系统、报警与显示系统及位置参照系统等作了详细的规定。另外在计算机系统中,还提出了结果分析的概念。所谓结果分析就是一项实时监测功能,即在动力定位系统出现某一故障后,能够校验计算机系统根据当时的环境状况,向操作者指示船只在现有风浪条件下保持船位的能力。这些都是动力定位系统的设计及使用单位应加以重视的。

most important projects is the supplement of the dynamic positioning system. This paper describes the critical considerations in the design and introduces the practical equipment on the ship.

**Discussion of Technical Design Requirements for Independent-Cargo-Tank Type Asphalt Carriers** ..... Sun Anlin(41)

Through the discussion of technical design problems of independent-cargo-tank type asphalt carriers which are commonly adopted in the world nowadays ,some methods are provided to solve the problems. It is proved by practice that the methods are reliable and applicable for the design of the carriers form.

**Development and Bigger Size Future of Hopper Dredgers in China** ..... Liu Houshu(45)

By describing the developing status of domestic hopper dredgers and analysing the demand for large hopper dredgers in both domestic and international market ,the article discusses about the practical feasibility of developing large hopper dredgers by ourselves on the aspect of designing ,building ,specialised equipping ,etc.

## SHIPYARD CONSTRUCTION

**Outline of Design on China Shipping 's Large Shiprepairing Base in Changxing Island** ..... Li Zhengjian(50)

China Shipping Industry 's Shanghai shipyards are going to undertake strategic regulation so as to adapt the process of gradual move alongside Huangpu River. This strategy includes constructing a shiprepairing base in the area of Yangtze River Mouth for China Shipping ( Group) in the purpose of reforming its traditional industry ,strengthening its international competitiveness and improving the capability of repairing larger and larger vessels. The project process involves :one whole programming ,implementing by steps ,investing gradually ,constructing by stages. The large shiprepairing base 's final capability and prospective aim are :3500 meters waterfront ,3 docks ,520000 m<sup>2</sup> land area ,RMB 1 billion total value of output ,average 17 days repairing period for each vessel ,average 5 days in dock for each vessel.

## COMMUNICATION AND NAVIGATION

**AIS- Milestone of Marine Communication and Navigation** ..... Lu Linsheng(52)

A new technology ,called Automatic Identification System(AIS) ,is introduced in this paper. The concept and the background of AIS ,AIS network scenario ,and IMO carriage requirements are described.

## STANDARDS AND RULES

**Introduction to Rules for Dynamic Positioning System** ..... Sun Wu(55)

This paper compares ,analyses and introduces the rules for dynamic positioning system of the main classification societies ,and gives detailed explanation of the concepts difficult to understand. This paper is helpful to the designers of dynamic positioning system and ships.

**Study on International Convention and Code for Chemical Tanker** ..... Dong Hanyang(58)

This paper presents the development of international convention and code for ships carrying dangerous chemicals in bulk ,including the criteria for 3-category and 5-category pollution categorization systems on the revision of Annex II to MARPOL 73/78 ,and the criteria for assigning ship type based on the revised GESAMP hazard profile and evaluation of safety and pollution hazards of chemicals and carriage requirements for products to the IBC Code.

## FOREIGN SHIPREPAIRING AND SHIPBUILDING

**Singapore 's Shiprepairing Industry** ..... Li Suqing(63)

Owing to Singapore 's unique geographical condition and timely proper program ,the shiprepairing industry is flourishing. In this paper ,the author introduces the primary facilities of Singapore 's shiprepairing industry ,the particular and effective shiprepairing mode ,the differences of shiprepairing technology and layout of shipyards between Singapore 's shipyards and China 's shipyards ,and the new ideas of continuable development.