

DP 系统的操作与运用

上海打捞局

李智

从 18 世纪里海发现海上石油伊始，海上石油开采历经了 200 多年的历史，从最初的一个个高塔连接油管延伸到海洋，到 Jack up 平台的诞生，即使后续有了 anchoring system 的移动平台，达到创世界记录的 1985M 水深作业记录，但仍然却满足不了人们探知深海的欲望。DP(动力定位系统)应运而生，它带着平台驶往更深的海洋探寻，克服了水深的限制、风浪的影响等等，随着 DP 半个多世纪的发展，它以延伸运用到了 PSV、DSV、OS 科考船、军事作业、深海营救等等领域。而我局为紧随市场需求，早在 2000 年开始便在新造船舶中加入了 DP 系统，如 2000 年制造的德宏轮上的 JOYSTICK(联合操纵)，随着船舶动力系统的自动化、电气化，DP 技术的不断更新，我们有了更为先进的“深浅号”、“德瀑”轮、“德汛”轮。

本人有幸参与监造了“德汛”轮，此轮配备了 ABB 最新的 Zipod(全回转吊舱)产品，四台瓦锡兰柴油机搭载 Avk 发电机实现动力源电气化，变频技术实现全船推进器稳定、快速反应效率，自动化系统程序的大量布控，推进器遥控控制系统选用了 KOSBERG(康斯博)集成化最高最新的产品，是我局目前最为先进的船舶。而对于 DP 的操作在我局甚至是国内都还存在着明显的不足，很多人只是听说，根本没有见过或操作过，本人就以在“德汛”轮的摸索中浅谈一下对 DP 的认知，不同厂家设备操作不一，但大同小异，其原理一样，供大家参考。

首先 DP 的主要原理就是利用计算机对采集到的环境参数(风、浪、流)，根据位置参考系统提供的位置，运用计算机运算法则计算来控制各个推进器推力的大小，致使船舶能保持在预定的艏向和位置上。而根据设备的不同配置将 DP 分级，主要区别在冗余度上。

以本船为例：上面说到采集环境参数所有传感器就是 DP 系统重要组成之一，wind sensor(风速风向仪)，本船配备 3 个，实时测量风的大小和方向；VRS(运动参考系统)；此处的 VRS 测得的数据是船舶在 Pitch/roll/heave 的三个维度，其测得的数据主要是为修正船位由于这三个维度上的运动产生的偏差，流没有直接的传感器测量，它是通过系统计算除了风浪等外附加力后的总和，也是我们俗称的 DP 流，所以我们在 DP 操作时建模的时间尽量长一点，计算得出的 DP 流越接近实际流。

位置参考系统本船配备了 DGPS/Radius/Hipap 三种方式， DGPS 就是我们的差分 GPS，差分信号需要另外开通，免费的 IALA 信号可以接收到，只是精度会差一点，可等同于我们的导航 GPS，所以在平时的作业使用已经足够。Radius 位置参考系统是一个相对位置参考系统，本船罗经甲板装设两块收发单元，处理单元、键盘操作等在后驾控，另外配备两块信号反射单元用于固定在其他船舶或平台上面，此设备测量的数据是反射板相对收发单元的水平面的方位和距离（如图 1），由于此设备原理等同于雷达，interrogator 单元发射微波信号（有效宽度为 90°），而每一个 Transponder 接收反射自己独有的识别信号（有效宽度也为 90°）。所以本船罗经甲板架设的两块 interrogator 覆盖船舶正横后的 180° 范围，安装 Transponder 时也需要注意角度问题。此设备的主要用途在船舶靠近很高的平台或他船时，由于 DGPS 信号被遮挡或因为天气恶劣信号不稳定等时候，它的精度相较于由于遮挡气象等原因而缺少可用卫星的 DGPS 更高，更稳定。Hipap(高精度声学位置参考系统)亦是一个相对位置参考系统，本船收发单元装设在散料罐仓左舷，另配备一个应答器可探测 4000M 水深。此设备测量的数据是船端 (transducer) 与固定在 ROVs 上的收发应答器 (Transponder) 间的方位和距离(如图 2)，它的原理类似我们的测深仪，发射询问脉冲信号到接收应答信号，然后计算机根据信号的时间间隔计算出方位距离。前面提到的 VRS 测得数据也为修正在 Pitch/roll/heave 上对 Hipap 计算数据的影响。

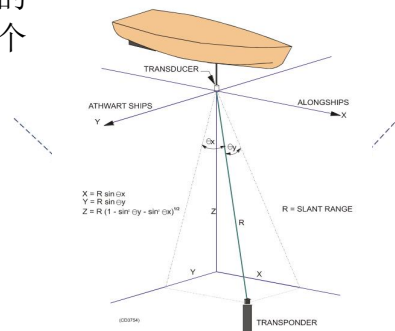


图 2

DP 系统是通过控制推进器的推力从而控制船舶水平面上的三个自由维度 (YAW/SWAY/SURGE) 上的运动，YAW (艏摇) 的参考信号来源于罗经信号，SWAY (横荡) /SURGE (纵荡) 的参考信号来源于 DGPS。以上提及的所有传感器以及其他的如吃水测量传感器、ROT(旋转速率) 等都是为修正三个自由维度运动中的方差，已达到更佳稳定的船舶位置控制。

推进器/螺旋桨形成的合力的计算是通过 DP 的控制器实现的，即给所有推进器发送指令的就是控制器，而控制器的控制模式有 3 种形式可以选择：

- 1、HIGH PRESSION (高精度控制)：在任何天气条件下都可提供高精度的位置保持，但机械设备与推进器的功耗与磨损相对较大。
- 2、RELAX CONTROL (松散控制)：控制以较平顺的方式使用推进器，但位置保持精度相对较低。此类控制不能保证船舶始终位于其作业区内，仅适用于风平浪静的天气。
- 3、GREEN CONTROL (绿色控制)：控制采用一种名为非线性模型预测控制的控制技术。该技术可以最低功耗实现精确的区域保持。绿色控制在任何天气条件下均适用。(此项模式也可叫省油模式，但注意它是控制船位在一个区域)

如右图 3 示，高精度与松散模式相比较的曲线图，由图可知，高精度模式时系统将对实时变化的外部作用力(风、浪、流等作用力)及时响应，以确保船舶不会漂移出其期望位置；而松散模式相对要平缓一点。所以我

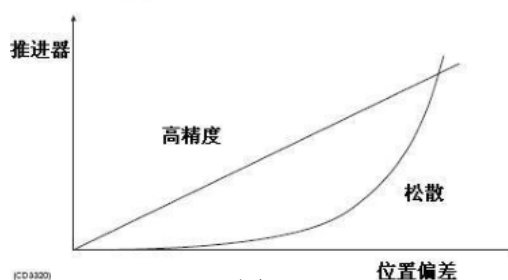


图 3

们可以根据当时的天气状况和作业要求，考量本船的油耗等去选择一个合适的控制器模式。

对于 DP 操作，我们首先要清晰了解 DP 的作业计划，这个计划考虑的因素有很多，我们局的 SMS 体系文件中也有了相应的操作程序要求，这里就不再展开说明。我们一般的操作计划可参考下图 4 所示：简单的概括就是 500 米检查、准备---系统进 DP 调整艏向---DP 进入自动艏向控制，纵向移动船舶到合适位置---DP 进入自动纵向控制，船舶横向靠近合适位置---DP 进入横向自动控制，开启其他必要的位置参考系统，调试，选择进入 DP---船舶进入自动模式，调整船舶到最终的作业位置。

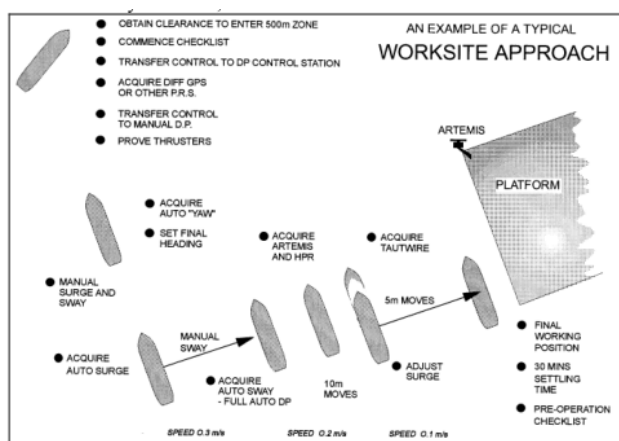


图 4

当然具体操作各设备有所不一，例如本船在后驾的 K-master 座椅的扶手面板上，将系统选入 DP 操作，那么准备好的推进器就会进入 DP 系统控制，系统也将由 Standby 模式进入到 Joystick 操作模式，也就是说船舶在 YAW/SWAY/SURGE 三个维度上的操作都集合在了一根操作杆上面，这里要特别指出，本船在 DP 模式下默认的主推进器（也就是我们熟称的船位两台车）分配模式是 Biasing，也就是两个主推进器是往外对推的，这样相对来说船尾水面上异物吸入绞缠到车叶的情况会大大降低，当然推进器分配模式可以手动修改到其他的模式。然后我们可以依照上面的步骤依次让系统进入 AUTO-YAW/AUTO-SURGE/AUTO-SWAY。

在了解 DP 操作计划并制定具体计划时，我们需要同时有一个应急计划 (Contingency Planning)，这是在 DP 操作中尤为重要的，它包括了在各种可能发生的、不可预知事件或事故发生时船舶可选择的逃离路线。如图 5 例：

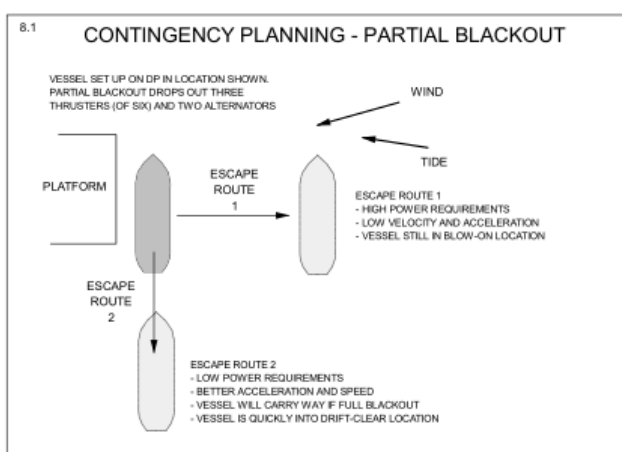


图 5

两条逃离路线的选择，每条逃离路线的选择因素都是 DPO 需要去考虑并提前清楚明了，在紧急情况发生时能根据情况第一时间选择最合适的一条逃生路线。如第 1 条逃生路线，它就需要船舶仍然有比较大的可用功率，因为船舶相对平台仍然处在上风上流处 (blow-on zone)，所以逃离的时候相较速度也会慢；而路线 2 相比较而言就不需要有很大可用功率，甚至是船舶在失电的时候，船舶可以以最快的速度逃离。

在船舶 DP 操作时，对于 DPO，我个人认为最为关注还有系统的报警信息和事件记录 (MESSAGE AND EVENT SYSTEM)、在线后果分析 (consequence analysis)、DP 能力和运动预测分析 (Capability and Motion Prediction analysis)。

首先对于报警信息它会显示/提示任何 DPO 的不正确操作、检测到的传感器/系统/推进器的故障等等。按照系统检测到的信息危险等级分类，所以 DPO 在整个 DP 操作中一定要去查看确认这些信息，时刻关注和了解系统的运行情况，及时的排查报警信息，以确保系统作业运行正常。

在线后果分析则是系统进行各项分析，以判断 DP 系统发生预定义的最恶劣单点故障后，船舶维持其位置和艏向的能力。所谓“在线”并不是联网，而是指这些分析将基于当前的环境条件、推进器状态及功率消耗。德汛 DP 设计满足 class2 的要求，设定的最大单点故障是失去一台主发供电/一排主配电板故障/丢失一个推进器，系统分析故障将以信息和报警声提示 DPO，让其得以判断当前的系统功能是否满足 DP2 的要求或是作业要求，然后采取相应的措施。

DP 能力和运动预测分析是基于当前的环境条件，分析和预测船舶的操作极限和单点故障产生对船舶的影响，系统每 5 分钟自动运行此项功能，如果系统已经进入 auto position 模式并稳定在当前的艏向和位置后，系统经 2.5 分钟分析出结果，然后会以很直观的图示展现，它给出的分析圆能直观看出船舶在各个艏向能抵御的气象条件，并给出船舶所能抵抗的最坏的天气状况（风、流大小），DPO 也可以自己设置可能的故障，如有一个推进器故障了，或是一台主发电机故障时，船舶还可以抵御多大的气象条件或是船舶会向哪个方向开始漂移失位。

以上的三项功能之所以认为 DPO 需要特别关注的，是因为 DPO 可以基于系统的这些强大功能提前预判船舶操作，这也是预防安全事故的最有效手段。其他的各项系统功能操作（如：joystick/auto pos/auto track/follow target/offshore loading/cable laying/trenching 等等）这里不作一一介绍。

现在的 DP 系统随着科技的发展，自动化的提高，能实现的操作有很多很多，功能复杂。以往很大程度在设备的冗余度上加大系统的安全性，但是随着各个厂家软件的不断更新，硬件设备的不断改进，对于操作者来说，操作都在不断的变得安全和简化中。而且我相信在国际国内越来越重视 DP 系统操作的前提下，我们局和船队也会加大培训的力度，大家在接触操作设备前仔细阅读设备的操作手册都不会有什么问题，而更难应付的将是设备、软件出现故障时的判断和修复，所以很多系统、设备的原理性均是要大家投入精力去有所提高的地方。