

# PPU 使用不当引发的事故分析

沈建云

(深圳港引航站)

便携式引航终端( Portable Pilot Unit ,PPU) 可以利用船舶转头角速度( Rate of Turn ,ROT) 实现转向时预测船位的功能,从而提高引航员对船舶运动趋势的感知能力,辅助引航员做出正确操纵决策,提高航道航行和靠离泊操纵的安全性。PPU 用于导航和辅助决策时,只有正确选择相关参数,且数据源的可靠性、传感器精度等满足使用要求才能予以采信,这就要求引航员在使用 PPU 时应意识到不同的 ROT 数据源存在不同的误差和缺陷,盲目相信和依赖 PPU 可能引发严重引航安全事故<sup>[1]</sup>。

## 1 事故经过和原因

2014年1月25日,引航员引领集装箱船 B 轮进加拿大哥伦比亚省史蒂文斯顿湾,该船船长为 222 m,船宽为 28 m,吃水为 10 m,配备有艏侧推器、电子海图显示与信息系统( ECDIS)、船舶自动识别系统( AIS)、全球定位系统( GPS),以及具有自动雷达绘辅功能( ARPA) 的波长为 3 cm 和 10 cm 的雷达各 1 台。航行轨迹如图 1 所示。

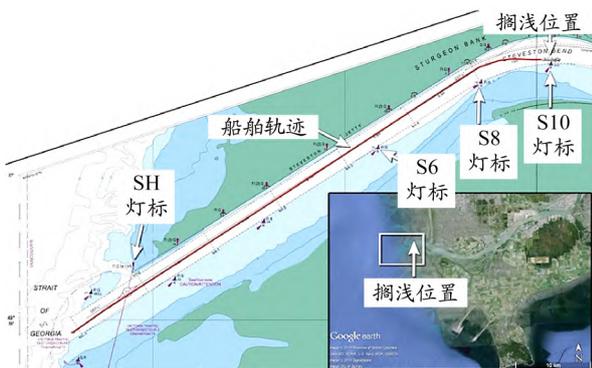


图 1 B 轮航行轨迹

当时海上有浓雾、无风,视距大约 150 m。2118 时引航员登上 B 轮,与船长交流各自的航行计划信息后,引航员接管了该船的航行,并向船舶交通服务中心( VTS) 报告了船位和目的地。引航员使用 PPU 来实时监控船位,将 PPU 硬件和船舶的 AIS 接口连接,获取船舶 AIS 设备输出的航行数据。该 PPU 软件有船位预测功能,结合 ROT 可以预测 6 个船位,每 30 s 更新 1 个船位。船长使用 ECDIS 监视船舶

的航行,值班驾驶员使用纸质海图进行定位。

2150 时, B 轮通过了 S6 号灯标,引航员下令减速至“前进二”。当船在 2152 时到达 S8 号灯标时,下令“右舵 15°”,开始转入史蒂文斯顿湾,船舶艏向为 065°,航速为 14.3 kn,ROT 为向右舷约每分钟 24.8°。引航员使用了 PPU 的船位预测功能来估算未来船舶的位置。当船舶进入弯道时,引航员下令减小舵角到“右舵 10°”“右舵 5°”,然后“正舵”。

2154 时船舶艏向为 089°,航速为 13 kn,船舶开始向航道南侧偏转。引航员发现偏转过度,下令“左满舵”,并加速至“全速前进”,以制止船舶向右偏转,但舵效不好,2156 时, B 轮在 S10 号灯标附近航道外搁浅。

当时涨潮,潮高约为 1.8 m。2223 时潮高增加到 2.1 m,船体上浮,在侧推器和主机的帮助下, B 轮成功脱浅,船体损伤很小,没有人员受伤,也没有引起漏油污染,船舶结构没有变形<sup>[2]</sup>,船舶于 0042 时安全停靠在 7 号泊位。

经过海事调查,官方通报事故原因如下。

1) 引航员没有意识到 PPU 预测船位不准确。预测船位使用的 ROT 数据来自船舶 AIS,由于 AIS 性能标准对 ROT 输出没有强制规定,对 GPS 速度的平滑计算使船舶 AIS 输出的 ROT 有延迟且不精确。在没有视觉帮助的情况下,引航员过度依赖 PPU 预测船位的功能来操控船舶转向,没有及时发现 PPU 数据错误,根据不精确的助航设备信息做出错误决定,没有及早采取左舵措施来抑制船头过度向右偏转,错过了最佳施舵时机,如图 2 所示。

2) 没有采用安全航速。决定安全航速的重要因素之一是能见度。该船在能见度极差的情况下仍然保持高速航行,船舶转向时的航速过高,是船舶搁浅的主要原因。

3) 引航员没有和船长交流有关史蒂文斯顿湾最新的洄淤信息。驾驶台团队和引航员没有充分交流可能影响船舶安全航行的信息和可能存在的航行风险,驾驶台团队没有采取其他措施获取这些信息,也无法协助并提示引航员。

4) 引航机构没有对引航员使用 PPU 的情况

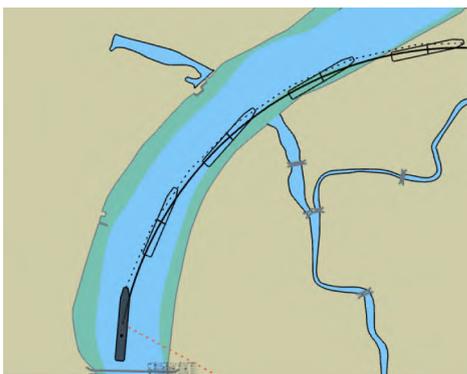


图 2 PPU 的预测船位功能

进行跟踪,并及时发现 PPU 可能存在的问题。

## 2 PPU 助航软件 ROT 数据设置及误差分析

使用 PPU 助航软件首先要选择传感器数据源,还要正确选择关键参数,因此对每一个参数选择的优缺点都应该了解清楚。瓦锡兰 PILOT PRO 软件的数据源各参数设置如图 3 所示。

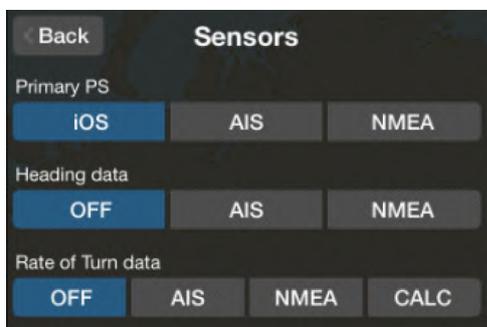


图 3 瓦锡兰 PILOT PRO 软件的数据源各参数设置

以瓦锡兰 PILOT PRO 软件设置为例,ROT 数据的来源主要有三种。

### 2.1 AIS 设备输出

如果使用来自船舶 AIS 设备输出的 ROT 数据,由于 AIS 更新速率不同,以及设备对 GPS 数据的平滑计算,ROT 数据可能存在延迟。特别是在船舶快速大幅转向、ROT 数值急速变化时,ROT 误差较大。

### 2.2 PPU 硬件设备输出的 ROT 数据

该数据源刷新频率和精度较高,一般情况下可以满足船舶引航要求。除实时动态差分(Real Time Kinematic, RTK)设备外,目前引航员使用的 PPU 硬件设备的电子陀螺仪芯片受外部电磁环境干扰问题比较突出,有的时候也存在较大误差,因此在使用前需要对设备的 ROT 数据进行校正,引航员在安放设备时也要注意远离驾驶台的大型电子设备。

### 2.3 使用软件平滑计算的 ROT 数据

平滑计算(CALC)的 ROT 数据是将设备输入的

4~10 个最新船艏向数据通过软件平滑计算得出。在船舶快速大幅转向时,由于输入航向数据刷新不够及时,造成 ROT 数值急剧变化、误差较大。

国际引航协会(IMPA)关于便携式助航设备(PPU)的设计和使用指南指出:PPU 采用的 ROT 数据可以由多种数据源获得,不同精确度取决于 ROT 数据获取的数据源。任何引航机构使用的 PPU 应当显示 ROT 数据的数据源,应根据引航员的需求来选择 ROT 数据的不同数据源,并确认其准确性<sup>[3]</sup>。SEAiQ PILOT 和随身引航两种软件在 PPU 状态栏显示的数据源及各参数的使用情况分别如图 4 和图 5 所示。

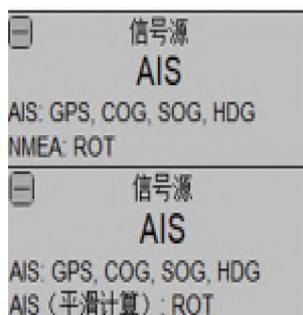


图 4 SEAiQ PILOT 数据源及各参数



图 5 随身引航软件数据源及各参数

## 3 引航员 PPU 硬件使用现状

引航员使用的 PPU 硬件多种多样,欧洲的部分引航员使用无线技术设备组成的 PPU 硬件,通过 RTK 技术与陆地的 RTK 基站连接,获得水平 1 cm 和垂直 2 cm 的位置精度,以及 1 cm/s 的速度精度。缺点是:① 硬件设备过于笨重,携带不便;② 使用时需要输入船舶相关参数,调试过程比较复杂、耗时较长,与引航员的便携性要求不符,容易导致引航员顾此失彼,对引航安全不利,通常需要二位引航员相互配合使用。但是,这套系统可以完全独立于船舶的 AIS 系统,可靠性较高,目前主要在船舶过船闸时使用。

大多数引航员采用 PPU 硬件连接船舶 AIS 引航接口来获取数据源,部分 PPU 硬件内置电子陀螺仪,能将来自船舶 AIS 的数据与陀螺仪提供的 ROT 数据进行融合。电子陀螺仪提供的 ROT 数据精度可以满足一般引航要求,其特点是质量轻、体积小、价格低,定位精确,圆概率误差(CEP)为 2.5~4.0 m)。目前大部分国内引航员配备的 PPU 硬件还未内置电子陀螺仪,只能依赖船舶 AIS 数据接口输出的 ROT 数据。引航员应该充分认识到:船舶 AIS 输出的 ROT 数据,特别是基于航向数据推算的 ROT

数据和实际情况存在较大误差,引航员应该谨慎使用 PPU 的预测船位和辅助靠泊功能。

#### 4 使用 PPU 过程中的注意事项

根据事故调查报告,B 轮搁浅事故中引航员使用的 PPU 硬件带电子陀螺仪,可以单独输出 ROT 数据,但引航员在助航软件设置上选择了船舶 AIS 设备输出的 ROT 数据。引航员不知道 AIS 输出的 ROT 数据不够精确且有延迟,特别是在船舶快速大幅度转向、ROT 数值急速变化时有较大误差。引航员盲目和过分信赖 PPU 的预测船位功能导致了事故的发生。

引航员应该清楚选择不同的 ROT 数据源可能带来的风险。国际海事组织对 AIS 的 ROT 输出没有强制要求,有的船舶输出 ROT 数据不精确且有较大延迟,有的船舶不输出该数据。引航员应该关注 PPU 硬件数据的更新时间和使用数据源的情况,通常数据更新时间超过一定间隔时 PPU 会报警,应该特别注意该问题。

引航员每天引领的船舶状况各有差异,使用 PPU 助航就可能碰到各种问题。引航员使用 PPU 时应养成习惯,首先对本船的位置、艏向、航向、航速和 ROT 等关键数据和船上的雷达、ECDIS 及 ROT 指示器等设备进行比较,核查误差是否在安全范围内,如果误差较大应该果断放弃 PPU,使用雷达和船上的 ECDIS 来助航。引航员通常一人执行任务,时间比较短,主要工作是操控船舶,而 PPU 出现问题的原因很多,多半是船舶 AIS 的输出问题,一时很难解决。另外由于每个 PPU 软件采用的数学模型不同,预测的船位和靠泊功能推算的船首、船尾的横移速度等都存在误差,有时误差较大。PPU 仅仅是一个助航设备,引航员平时多使用该设备,多和其他助航设备比对,充分发现可能存在的问题,而不应该盲目依赖该设备。

#### 5 由该事故引发的深层思考

经过 20 多年的发展,目前 PPU 被全世界引航员广泛使用,但 PPU 设备没有被纳入驾驶台资源管理项目。船长和驾驶员经常看见引航员使用 PPU

来导航和操控船舶,但对其工作原理、数据精度、误差和风险都不甚了解,只能被动选择相信引航员,相信 PPU 的数据。PPU 经常在狭水道和较为复杂的情况下被使用,如果 PPU 有问题,驾驶台团队很难迅速提供技术支持,容易引发安全事故。建议 IMO 把 PPU 纳入驾驶台资源管理项目,对驾驶员增加有关 PPU 的培训,在船长和引航员信息交流卡中增加有关使用 PPU 的内容,让驾驶台团队了解 PPU 的工作原理、数据误差的来源和可能的风险,并通过镜像或多屏互动等技术来共享 PPU 信息,协助引航员把 PPU 数据和驾驶台其他设备数据进行连续比对。把正确的 PPU 信息融入驾驶台资源,以便必要时驾驶台团队可以更好地为引航员提供技术支持。

引航机构应该有一支具有丰富航海知识和扎实信息化基础的技术团队来进行 PPU 系统的维护和培训,并根据本港引航员各自的特点对 PPU 的使用训练进行规划、调整和完善,提高引航员使用 PPU 的熟练程度,并对其局限性有全面的认知。

#### 6 结束语

科学使用 PPU 能大幅提高船舶引航作业效率,保障引航安全,改善引航员对船舶航行态势的感知,满足 E 航海架构下引航高效、精确、智能化的需要,是传统引航模式向现代引航模式、经验引航向数字引航转变的标志<sup>[4]</sup>。

#### 参考文献

- [1] 张胜钦. 引航员便携终端使用中应关注的问题[M]// 中国引航协会, 中国航海学会引航专业委员会. 中国引航论文集 2017. 上海: 上海浦江教育出版社有限公司 2018: 6.
- [2] Transportation Safety Board of Canada. Marine Investigation Report M14P0014 [R]. Gatineau: Transportation Safety Board of Canada 2014.
- [3] IMPA. Guidelines on the Design and Use of Portable Pilot Units [Z]. London: International Maritime Pilots Association 2009: 1.
- [4] 薛一东, 汪伟, 陆悦铭, 等. E 航海与引航员便携终端——第 23 届国际引航大会思考与延伸[J]. 航海技术 2017(2): 43-46.

作者简介:

沈建云, 高级引航员 (E-mail) 595986788@qq.com