

# 国外抗拖网海床基技术现状与进展

于凯本<sup>1</sup>, 刘珂<sup>2</sup>

(1. 国家深海基地管理中心, 青岛 266061; 2. 青岛澳森泰科技有限公司, 青岛 266001)

**摘要:**抗拖网海床基是海洋监测技术领域常用的重要装置, 国外对其技术的研究及产品的应用比较多, 而国内在这方面的研究起步较晚, 其相关报道较少。介于这种状况, 文章介绍了美国伍兹霍尔海洋研究所、FloTec 公司以及意大利 PROTECO SUB 公司抗拖网海床基的技术特点和主要功能, 特别针对抗拖网海床基的布放和回收技术进行了阐述, 以供国内从事抗拖网海床基研究的海洋科技工作者参考。

**关键词:**抗拖网; 海床基; 布放回收

**中图分类号:** P715.5    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1006-009X(2013)02-0116-04

## Technical status and development of trawl resistant bottom mount abroad

Yu Kaiben<sup>1</sup>, Liu Ke<sup>2</sup>

(1. National Deep Sea Management Center, Qingdao 266061; 2. Qingdao Aosentai Technology Limited Company, Qingdao 266001)

**Abstract:** The trawl resistant bottom mount is an important device in the field of marine monitoring. And its technology and products have been leading in foreign countries, while the domestic relevant reports about it are presented briefly. This paper introduces the technical characteristics and main functions of trawl resistant bottom mount made by America Woods Hole Oceanographic Institution, FloTec Company and Italy PROTECO SUB Company respectively, and focuses on its launching and receiving technique, which provide the references for domestic technical workers engaged in trawl resistant bottom mount research.

**Key words:** trawl resistant; bottom mount; launching and receiving

## 0 前言

一套典型的抗拖网海床基 (Trawl Resistant Bottom Mount, 简称 TRBM) 包括坐底平台、抗拖网外罩、声学释放单元、回收浮体、回收绳索、布放挂钩、搭载的监测仪器及其安装支架, 同时还须辅助配有声学水面甲板单元。

抗拖网海床基作为海洋监测技术领域常用的重要装置, 其技术与产品一直由国外领先, 近年来国内开始陆续开展抗拖网海床基的研究, 但对国

外抗拖网海床基技术与产品的系统介绍相对较少。本文详述了有关国外抗拖网海床基的技术现状与进展, 希望能够为我国海洋科技工作者提供一定的参考。

## 1 系统组成及其功能

### 1.1 抗拖网海床基外观

国外较常见的抗拖网海床基外观主要以圆形和多边形为主, 包括 8 边形、6 边形及 4 边形, 尺寸在以平台中心为基点直径 1~4 m 范围内为

主,加拿大“海王星”海底观测网(NEPTUNE-Canada)所用到的抗拖网海床基则达到了  $6 \text{ m}^{[1]}$ 。意大利 PROTECO SUB 公司的抗拖网海床基外观以圆型为主<sup>[2]</sup>,美国 FloTec 公司则以多边形结构为主,另外,美国伍兹霍尔海洋研究所及美国国家海洋和大气管理局研制应用的海床基以多边形为主。平台根据实际要求可设计成回收式或抛弃式。

### 1.2 坐底平台

坐底平台是抗拖网海床基系统的主要部件之一,一般体积和重量较大,是海床基实现坐底姿态稳定的重要单元,同时也是安装其它仪器设备的载体。加工坐底平台的材料首先要考虑耐海水腐蚀,包括金属和非金属材料。目前,金属材料多以 316L 不锈钢和铝合金为主,也有部分采用普通钢材,外表面涂抹防护材料。由于价格昂贵,极少采用钛合金制造坐底平台。非金属材料则以耐海水的硅酸盐水泥和具有较高强度的玻璃钢为主。

意大利 PROTECO SUB 公司抗拖网海床基坐底平台有 2 种:一种是采用硅酸盐水泥浇筑为圆环形的平台;另一种是采用厚度  $15 \sim 30 \text{ mm}$  的 316L 圆形不锈钢板。这两种坐底平台重量较大,都能够起到稳定海床基的作用。美国 FloTec 公司与美国伍兹霍尔海洋研究所则采用防锈铝、不锈钢等材质加工成的框架作为平台主体,必要时额外增加压舱体作为配重,保证坐底姿态稳定,压舱体一般选用块状的钢锭和铅块。海床基其它组成部件主要以坐底平台为基础进行结构设计以及整体装配,坐底平台结合其它部分为搭载仪器设备提供安装接口。因此,坐底平台在强度、刚度、重量以及体积方面要符合整体设计要求。坐底平台根据实际要求可设计成回收式或抛弃式。

### 1.3 抗拖网罩

放置在近岸浅水区坐底的海洋监测仪器遭受破坏的通常为:渔船的底拖网将坐底监测仪器撞坏或拖走。因此搭载海洋监测仪器的海床基外罩必须具备抵抗渔船拖网撞击破坏的能力。抗拖网罩主要针对渔船拖网结构以及捕鱼作业方式,并结合海床基布放海域的水动力、地质特征等进行抗拖网功能设计,还要考虑外罩要有足够的强度和刚度。另外,外罩能够与坐底平台紧密配合,构成一体,为内部搭载的海洋监测仪器提供安装防护空间。

抗拖网罩(或框架)以流线型和锥形结构居

多,具有光滑的外表面。抗拖网外罩(或框架)主要根据搭载仪器的结构特点开展设计。在材料选择上,多以 316L 不锈钢与铝合金为主,非金属材料主要以玻璃钢进行加工。部分抗拖网外罩选用与坐底平台相同的材料。

### 1.4 回收浮体以及回收绳索

回收浮体有 2 种形式:一种是单纯作为浮体携带与其连接的回收绳索上浮水面,便于水面船只回收海床基及监测仪器,此种浮体可采用产品化的浮球,或是环形、方块形浮体;另一种是设计可搭载多种监测仪器接口的浮体,此种浮体上浮水面时,可将与浮体紧密配合的监测仪器带至水面,提高数据以及设备优先回收的可靠性,然后再利用随浮体上浮的回收绳索回收海床基。目前,第二种方式正在获得越来越广泛的应用。

较常用的回收浮体多采用玻璃钢工艺制作。美国 FloTec 公司的 HardBall Floats,采用高强度环氧基材料作基材,根据不同的使用水深,填充不同的浮力调节介质,选用适当的合成方法加工而成。意大利 PROTECO SUB 公司的模块化浮体则用玻璃钢形成外壳,内部填充 PVC 浮力芯材,为提高抗冲击性和耐侵蚀,浮体外表面还浇注聚乙烯或 ABS 外壳,外壳厚度在  $5 \sim 15 \text{ mm}^{[3]}$ 。

做为回收浮体重要环节的回收绳索,现阶段多采用由荷兰 DSM 公司生产的 Dyneema 高强度纤维船用缆绳,并用比利时 GOVI 公司生产的 Lago 树脂后处理,添加护套。这种高分子聚乙烯纤维缆绳重量轻,比同等直径的钢丝缆绳轻 87.5% 左右,强度高 1.5 倍左右。

### 1.5 搭载的仪器设备及其固定支架

根据有无水面或岸基能源供给,抗拖网海床基分为自容式与有缆供电式。目前由于大容量电池以及电器元件低功耗技术的发展,自容式海床基获得了广泛应用,尤其是在远离大陆的海域,自容式海床基有独特的优势。根据实际需要,自容式海床基可搭载包括声学多普勒流速剖面仪(ADCP)、温盐深仪(CTD)、水位计、声学测波仪、海底地震仪(OBS)、磁力仪等十几种监测仪器,能够获得水文、地质、地球物理以及生态共计 20 多种参数。有缆供电式海床基通过水面浮标或岸基电缆进行能源供给,除搭载与自容式海床基相同的监测仪器外,还配置有中央控制器,以实现对接仪器能源分配和数据实时采集传输。无论是自容式还是有缆供电式,海床基都要安装有声学释

放器,主要用于海床基回收浮体的释放,实现对海床基本体的回收。上述海洋监测仪器除与浮体紧固配合的仪器以外,都要固定安装在与海床基配套安装的固定支架上,通过固定支架与海床基组成一体。固定支架多采用 316L 不锈钢进行制造,安装固定以螺栓连接或氩弧焊焊接为主要方式。另外,部分紧固件采用尼龙、聚四氟乙烯或 PVC 板材加工制造。

## 1.6 其它

### (1) 声学水面甲板单元

海床基搭载的声学释放器需要一套与之配套的水面甲板单元进行支持,通过声学水面甲板单元往水下发送释放指令后,声学释放器才能释放回收浮球。目前,各国采用较多的声学释放器主要有美国 Benthos、法国 IXsea 以及英国 SonarDyne 公司的产品。

### (2) 常平架、姿态仪

声学多普勒流速剖面仪 (ADCP) 在海底工作时,要求保持在竖直方向上,倾角范围在  $\pm 15^\circ$  以内。对于海底地形资料不明确的情况下,海床基若布放在斜坡上,会使得 ADCP 偏离使用倾角范围,这时可通过常平架使 ADCP 恢复到竖直姿态。常平架多使用 316L 不锈钢或聚四氟乙烯加工制造。此外,在进行海床基布放的时候,可以搭载姿态仪,以确定坐底后海床基的姿态参数。姿态仪在完成布放后可进行及时回收。

### (3) 防海水腐蚀、防生物附着以及仪器防水

系统由多种仪器设备组成,使用的材料各有不同。为防止不同材料之间的电化学腐蚀,需要在不同材料间采取绝缘措施,并在系统上加装牺牲阳极。另外,为使系统在水下不被海水腐蚀和海生物附着,还需对系统进行涂敷相应的防护涂料。所有工作的监测仪器都带电,因此搭载仪器部件都必须进行防水设计。

## 2 布放回收技术

要想使海床基能够完成按预定设计的功能正常工作,并获得详实准确的海洋环境参数,必须设计一套实用可靠的布放回收技术。

### 2.1 布放

海床基的布放一般有 2 种方式:一种是采用吊装方式布放,意大利 PROTECO SUB 公司研制的抗拖网海床基采用的就是吊装方式布放,如图 1 所示。海床基在后甲板由 A 型架(或折臂

吊)配合绞车进行吊装布放,同时准备一台声学释放器配合海床基的布放。布放用的声学释放器释放脱钩的一端通过 U 型环与海床基布放装置挂钩连接,声学释放器尾部一端与 A 型架钢丝绳连接,并在声学释放器尾部加挂两套浮球。通过后甲板绞车及 A 型架(或折臂吊)将海床基吊起,缓缓放入水中,海床基在绞车的释放下放到海底,最后由布放声学释放器甲板单元向水下发送释放指令,布放声学释放器释放钩打开,在两套浮球的浮力作用下上浮,同时回收绞车,至此海床基布放工作结束;另外一种布放方式是在贴近水面上方将布放声学释放器脱钩打开,利用海床基自重下沉到海底。这种布放方式是针对一种特殊结构的抗拖网海床基。当然,设计这种抗拖网海床基具有一定难度。美国 WHOI 研究所的 Sean Kery 已完成实体研制,并成功申请专利。



图 1 意大利 PROTECO SUB 公司抗拖网海床基布放

### 2.2 回收

根据海床基使用回收浮体结构不同,其设计也有 2 种回收方式用于海床基的回收:一种方式是将浮球与海床基搭载的声学释放器连接,该浮球同时连接有一根回收绳索,当水面甲板单元向海床基发送释放指令时,释放器打开,浮球携带回收绳索上浮,由水面工作人员将浮球打捞,利用回收绳索将海床基及其携带的仪器打捞回收;另一种方式是采用模块化浮体的海床基,将仪器设备与浮体装配一体,并且具有足够的净浮力,当水面甲板单元向海床基发送释放指令时,释放器打开,浮体携带仪器设备上浮至水面,由水面工作人员将浮体打捞,再利用浮体携带的回收绳索将海床

基打捞回收<sup>[4-6]</sup>。特殊情况下,若仪器设备回收后,可抛弃坐底平台和抗拖网罩。

### 3 应用

在浅海区开展的海洋环境监测中,抗拖网海床基应用越来越受到重视,国外几所科研机构及公司研制的抗拖网海床基均取得了良好的应用效果。从已知的文献获知,美国伍兹霍尔海洋研究所(WHOI)研制的 4 种型号的抗拖网海床基,在为美国海军服务的项目中都获得成功应用;美国 FleTec 公司则已将抗拖网海床基产品化,销往其它国家;意大利 PROTECO SUB 公司与北约水下研究中心(NURC)和美国海军研究所(NRL)从 1995~2009 年期间合作,共计在世界各地 6 处海峡进行了大量抗拖网海床基应用,布放海域水深达到 200 m,水下应用时间达到 1 年,获得了大量有价值的海洋环境参数。

### 4 结束语

抗拖网海床基的研究与应用是一项系统工程,需通盘考虑方方面面的因素,包括适用水深、海底沉积物类型、搭载仪器类型、布放周期等。目前,抗拖网海床基在国外已得到广泛地应用,部分技术也已形成产业化,成为近岸浅海区域有效的监测手段。我国在这方面的技术研究及应用起步

较晚,但在国家科技政策的支持下,通过配套引进与自行研制,部分研究工作也取得了突破,并在渤海综合整治及其它领域中得到成功应用。

#### 参考文献:

- [1] 李建如,许惠平. 加拿大“海王星”海底观测网[J]. 地球科学进展, 2011, 21(6): 656-660.
  - [2] TEAGUE W J, JACOBS G A, PERKINS H T, et al. Low-frequency current observations in the Korea/Tsushima Strait[J]. Journal of Physical Oceanography, 2002, 32(6): 1621-1641.
  - [3] PERKINS H, STROBEL D F, GUALDESI L. The Barny sentinel trawl resistant ADCP bottom mount: design, testing, and application[J]. IEEE Journal of Oceanic Engineering, 2000, 25(4): 430-436.
  - [4] KERY S, IRISH J D. Trawl resistant bottom mounted instrumentation: developments and results to date[J]. IEEE Journal of Ocean Engineering, 1996, 2: 640-645.
  - [5] CLAY P, KERY S M, ROBINSON C H, et al. Trawl-resistant, bottom-mounted, gimballed 75-kHz acoustic doppler profiler[J]. Proceedings of the Marine Technology Society, 1990, 5: 348-352.
  - [6] DESISERAULT J G, BELLIVEAU D. A trawl-proof housing for bottom mounted instruments[J]. IEEE Journal of Oceanic Engineering, 1991, 10: 658-660.
- 
- (上接 115 页)
- 总体设计,从图像信号的处理到系统在平台的安装要求,多方寻求海上环境下光学测量设备的环境适应技术。未来的高科技战争中,光学测量设备会“看得更清、打得更准、数据传输得更快、生存能力更强”。
- 参考文献:**
- [1] 中国船舶重工集团公司. 海军武器装备与海上环境概论[M]. 北京:海洋出版社, 2007.
  - [2] 童志鹏. 综合电子信息系统[M]. 北京:国防工业出版社, 2005.
  - [3] 刘文耀. 光电图像处理[M]. 北京:电子工业出版社, 2002.
  - [4] 何照才. 光学测量系统[M]. 北京:国防工业出版社, 2002.
  - [5] 侯保荣. 海洋腐蚀与防护[M]. 北京:科学出版社, 1997.
  - [6] 曹楚南. 中国材料的自然环境腐蚀[M]. 北京:化学工业出版社, 2005.
  - [7] 江学华. 自然环境试验技术[M]. 北京:航空工业出版社, 2003.
  - [8] 祝耀昌. 产品环境工程概论[M]. 北京:航空工业出版社, 2003.
  - [9] 宋立辉. 舰载电子设备三防设计[J]. 电子工艺技术, 1998, 19(6): 10-12.
  - [10] 华静, 姜荫棠. 浅谈舰载电子设备的三防设计[J]. 雷达与对抗, 2003(3): 61-63.
  - [11] 马骞. 海上电子设备的三防设计[J]. 电讯技术, 1995, 35(2): 28-34.
  - [12] GJB 4340-2002 舰载红外警戒设备规范[S].