

海洋高新技术装备选购指南

——海底探测类

王培刚 主编

海洋出版社

2013年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

海洋高新技术装备选购指南. 海底探测类/王培刚主编. —北京: 海洋出版社, 2013. 12

ISBN 978 - 7 - 5027 - 8473 - 7

I. ①海… II. ①王… III. ①海底 - 海洋调查 - 探测装置 - 指南
IV. ①P715 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 319379 号

责任编辑: 杨 明

责任印制: 赵麟芬

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编: 100081

北京旺都印务有限公司印刷 新华书店发行所经销

2013 年 12 月第 1 版 2013 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 9.25

字数: 179 千字 定价: 50.00 元

发行部: 62132549 邮购部: 68038093 总编室: 62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

《海洋高新技术装备选购指南 ——海底探测类》

编委会

主 编：王培刚

副主编：宋士林 张洪欣 张丽婷

编 委：马 龙 于 灏 曾现敏 段康弘

葛清忠 兰丽茜 李忠强 刘婷婷

张 震 杨 敏 路晓磊

序

从事海洋工作这么多年，我深深地感觉到海洋科技在海洋事业发展中所起的作用越来越突出，特别是反映科技水平的海洋高新技术探测装备，这些装备日新月异的发展大大提高了人们对海洋的认知能力和开发能力，海洋成为本世纪世界各国普遍关注的热点。

这些年我一直期待着能有某个部门将市场上琳琅满目的海洋高新技术装备全面系统地整合，为人们在开发利用海洋中正确地选购和使用这些产品提供决策支持，从而提升海洋资源勘查和开发的能力与效率。没承想，这一愿望很快就实现了。2010年我尚在北海分局期间，为适应海洋形势发展的需要，成立了北海海洋技术保障中心，赋予的职责之一就是车载海洋技术装备的管理和使用保障。

这支队伍建立之初，就展示了它的生机和活力，他们数十次地组织精干队伍调研、学习和考察，数百次地和国内外各装备公司进行业务交流，掌握了大量的国内外高精度装备的第一手资料。《海洋高新技术装备选购指南——海底探测类》就这样恰逢其时地诞生了。该书凝结了主编从事海洋工作二十余年的经验积累和编写组缜密考证之心血，以丰富的资料、翔实的数据，准确锁定了当前世界上主流的海洋探测装备，并对其做了较全面、系统的整合和阐述，特别是在实践应用的基础上给出了装备选购的建议，这是本书的重点，自然也是亮点。

希望此书的出版能为广大海洋工作者选择海洋探测装备提供便捷的咨询和实用的参考。期望《海洋高新技术装备选购指南——海底探测类》的其他分册也能及早和读者见面。

国家海洋局人事司司长：序 序 序

前 言

海洋覆盖了地球表面积的71%，以其丰富的资源、广阔的空间以及对地球环境和气候的巨大调节作用，成为全球生命的支持系统、人类社会持续发展的重要基础。就资源而论，可以毫不夸张地说，海洋中有人类生存和发展所需要的所有资源，有些资源储备甚至比陆地还多。

我国拥有300多万平方千米管辖海域，“蓝色疆土”里有丰富的资源等待我们去勘探和开发。我国对海洋非常重视，党的十八大报告中明确提出了“提高海洋资源开发能力，发展海洋经济，保护海洋生态环境，坚决维护国家海洋权益，建设海洋强国”。这表明，开发海洋、利用海洋、保护海洋、管控海洋已经上升为国家战略，海洋工作者必将以极大的热情投入海洋研究、调查、开发、利用的事业中。

“工欲善其事，必先利其器”。要想高效、合理地进行海洋开发、研究，就要有先进的技术手段，有达成研究目标的技术装备。现代科学技术突飞猛进，高新技术装备层出不穷。在每一个调查研究领域都会有多种仪器设备可供使用，每一种仪器设备都是不同时期或针对不同目的而设计的，如果选购不当，购买了落后或不太适合应用目的的设备，就会对工作效率产生不利影响甚至达不到工作目标，造成劳民伤财、事倍功半的后果。因此，如何选购海洋高技术装备，使之适应自己工作要求，已成为海洋工作者必须面对的问题，这就是我们编写《海洋高新技术装备选购指南》的目的所在，旨在通过我们众多技术人员多年来在海洋高技术装备方面积累的经验 and 材料，为广大海洋工作者提供更多的参考和选择。

现代海洋探测着重于海洋资源的勘探、开发和应用，监测海洋环境的变化过程及其规律。在海洋探测技术中，包括在海洋表面进行调查的科学考察船及船载仪器、自动浮标站，在水下进行探测的各种潜水器，以及在空中进行监测的飞机、卫星等。要想把这些浩若繁星的装备介绍清楚，也是很难的事情，我们只能删繁就简，从海底探测装备入手，首先推出《海洋高新技术装备选购指南——海底探测类》分册，力求对目前主流的海底探测设备进行全面和客观的介绍，以后将陆续推出海洋监视监控装备、海洋观测装备和海洋监测装备分册。

探索海底的主要手段是海洋地质调查，即利用地质、测绘、地球物理学等多种综合手段探测和查明海底地形、地质构造、沉积物、岩石和矿产资源分布状况。针

对探测的目的和作用不同，发展出了不同的探测系统。比如，主要用于精密水深测量的多波束测深系统、用于海底地貌探测的侧扫声呐系统、用于地层探测的浅地层剖面仪等。每一种探测系统又有不同国家、不同厂家研制生产的不同原理、不同结构、不同作用、不同应用方式的各种型号产品。本书通过对相同或相近功能的不同型号的产品进行性能介绍、技术指标对比、应用分析等，对几种主流产品进行分析对比和综合评述，使海洋工作者对海底探测设备有一个较全面的认识，了解不同产品的优势和缺点，从而对仪器的选购和使用起到参考和指导作用。其中涉及的ROV、AUV、三维成像声呐等在分类上可能不属于海底探测装备，但其在海底探测中不可或缺，因此一并介绍。

现代科学技术突飞猛进，日新月异，海底探测装备新品也不断涌现。因此，尽管我们主观意愿是尽力把最新的高技术装备展现给大家，但也难免滞后于技术的发展，同时由于水平所限和信息收集问题，不可能无一遗漏地把所有海底探测仪器设备列出，也可能有更加卓越和优良的先进设备未列出，对此深表歉意，并请读者批评指正。希望读者把好的产品信息传达给我们，以便于再版时完善内容，我们将不胜感激。

本书在编写过程中，得到了国家海洋局各级领导和众多同行专家的支持与指导，得到了国内外众多海洋装备公司的大力支持与协助，在此一并致谢。

编者

2013年11月

目 录

第1章 水下机器人	(1)
1.1 水下遥控机器人(ROV)	(1)
1.1.1 概述	(1)
1.1.2 ROV 分类	(6)
1.1.3 功能	(8)
1.1.4 应用领域	(9)
1.1.5 国内外发展现状和趋势	(10)
1.1.6 主流产品介绍	(15)
1.1.7 评述	(30)
1.2 水下自控机器人(AUV)	(31)
1.2.1 概述	(31)
1.2.2 国内外发展现状和趋势	(33)
1.2.3 主流产品介绍与评述	(38)
第2章 多波束测深系统	(42)
2.1 概述	(42)
2.1.1 简介	(42)
2.1.2 工作原理	(42)
2.1.3 分类	(44)
2.1.4 系统构成	(45)
2.2 国内外发展现状和趋势	(45)
2.3 主流产品介绍与评述	(46)
2.3.1 深水多波束测深系统	(46)
2.3.2 深水多波束系统比对评述	(59)
2.3.3 浅水多波束测深系统	(62)
2.3.4 浅水多波束测深系统比对评述	(74)
第3章 侧扫声呐	(76)
3.1 概述	(76)

3.1.1	简介	(76)
3.1.2	工作原理	(77)
3.1.3	系统构成	(78)
3.1.4	分类	(79)
3.1.5	应用领域	(79)
3.2	国内外声呐技术发展现状和趋势	(80)
3.2.1	国内外发展现状	(80)
3.2.2	发展趋势	(80)
3.3	主流产品介绍	(82)
3.3.1	Klein 5000 V2 多波束侧扫声呐	(82)
3.3.2	Klein SYSTEM 5900 多波束测深侧扫声呐	(85)
3.3.3	EdgeTech 4200 - MP 侧扫声呐系统	(87)
3.3.4	EdgeTech 4125 - P 侧扫声呐系统	(90)
3.3.5	Jwfisher 双频侧扫声呐	(92)
3.3.6	C - MAX 公司 CM2 双频数字侧扫声呐	(94)
3.4	评述	(96)
第4章	浅地层剖面仪	(98)
4.1	概述	(98)
4.1.1	简介	(98)
4.1.2	系统构成	(99)
4.1.3	分类	(100)
4.1.4	功能及应用领域	(101)
4.2	国内外发展现状和趋势	(101)
4.2.1	国内外发展现状	(101)
4.2.2	发展趋势	(102)
4.3	主流产品介绍与评述	(102)
4.3.1	TOPAS PS 018 深水浅地层剖面仪	(103)
4.3.2	Edgetech 3200XS 型浅地层剖面仪	(104)
4.3.3	Geo - Source 系列声源和震源产品	(105)
4.3.4	C - Boom 低压浅地层剖面仪系统	(106)
4.4	评述	(108)
第5章	合成孔径声呐	(110)
5.1	概述	(110)
5.1.1	简介	(110)

5.1.2	工作原理及应用	(110)
5.1.3	系统构成	(112)
5.2	国内外发展现状和趋势	(112)
5.3	主流产品介绍	(113)
5.3.1	SHADOWS 合成孔径声呐	(114)
5.3.2	HISAS 合成孔径声呐	(116)
5.3.3	T-SAS 合成孔径声呐	(118)
5.3.4	EdgeTech 4400 SAS 合成孔径声呐	(119)
5.3.5	ProSAS 60 合成孔径声呐	(120)
5.3.6	国产的合成孔径声呐	(121)
5.4	评述	(123)
第6章	海洋磁力仪	(124)
6.1	概述	(124)
6.1.1	简介	(124)
6.1.2	分类	(124)
6.1.3	工作原理及应用	(125)
6.2	国内外发展现状和趋势	(126)
6.3	主流产品介绍	(127)
6.3.1	“G-882”型海洋钽光泵磁力仪	(127)
6.3.2	SeaSpy 海洋磁力仪	(129)
6.3.3	Proton 4 海洋磁力仪	(131)
6.3.4	SeaQuest 海洋磁梯度仪	(133)
6.3.5	Explorer 海洋磁力仪	(135)
6.4	评述	(137)

第 1 章 水下机器人

水下机器人又称无人水下潜水器 (unmanned underwater vehicles, UUV), 是一种可在水下移动、具有视觉和感知系统、通过遥控或自主操作方式、使用机械手或其他工具代替或辅助人去完成水下作业任务的装置。由于没有载人的限制, 它更适合长时间、大范围和大深度的水下作业。

水下机器人按照与水面支持系统间联系方式的不同可以分为两类, 即水下遥控机器人 ROV 和水下自控机器人 AUV。

1.1 水下遥控机器人 (ROV)

1.1.1 概述

水下遥控机器人 (Remote Operated Vehicle), 简称为 ROV, 又称有缆水下机器人、无人遥控潜水器。它是一种由水面控制, 可以在水下三维空间自由航行的高科技水下工作系统。其基本工作方式是由水面母船上的工作人员, 通过连接潜水器的脐带提供动力, 操纵或控制潜水器, 通过水下摄像机、成像声呐等专用设备进行水下观察, 或者通过机械手等工具进行水下作业。

(1) ROV 系统构成

ROV 由水面控制系统、脐带缆、中继器、水上吊放系统、水下作业系统五部分构成。

① 水面控制系统 (图 1.1): 主要包括主控计算机、操控平台、跟踪定位设备、视频摄录设备及供电模块, 其功能是监视和操作潜水器, 并向潜水器提供水下作业所需的动力。深海 ROV 作业时一般都有专门的中央控制室来进行水面控制与操作 (图 1.2)。

② 脐带缆: 包括等浮信号传输线缆、光电转换模块, 其功能为传递机械载荷、信息和输送动力。配备中继器时, 脐带缆 (图 1.3) 还分为主缆 (控制平台至中继器, 重缆 (图 1.4)) 和副缆 (中继器至潜水器本体, 中性缆 (图 1.5))。

③ 中继器 (tether management system, TMS), 即脐带缆整理系统, 由储缆装



图 1.1 便携式 ROV 水面控制系统



图 1.2 深海 ROV 水面控制系统（控制室）

置、脐带缆收放结构与潜水器锁栓结构组成，对 ROV 有深沉补偿的作用，防止水面母船因受风浪的影响而产生的运动对 ROV 的水下作业造成任何不良干扰。其特点是与水下潜水器一体化布防与回收，即在工作深度时与潜水器分离或集合，中继器按其结构方式不同可分为车库式（图 1.6）和顶置式（图 1.7）两种类型。

④ 水上吊放设备（图 1.8）：用以投放、回收中继器和潜水器。吊放、回收系统通常采用门形结构、液压驱动，并设有消摆机构和脐带电缆的储存。

⑤ 水下作业系统则分为潜水器本体、观察作业设备两部分（图 1.9），其中：

- 潜水器本体由浮力材料、防撞框架、推进器等构成，是水下观察作业设备的

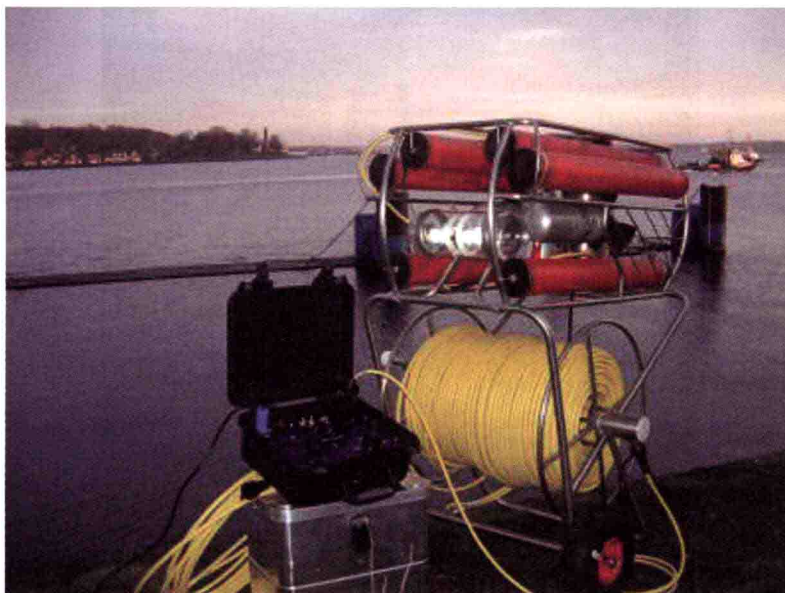


图 1.3 脐带缆（无中继器）



图 1.4 主缆（重缆）



图 1.5 副缆（中性缆）

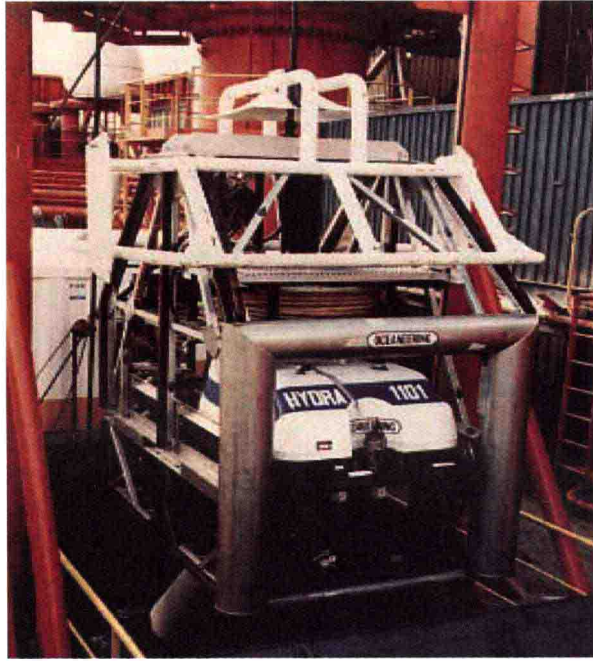


图 1.6 车库式 TMS (又称笼式)

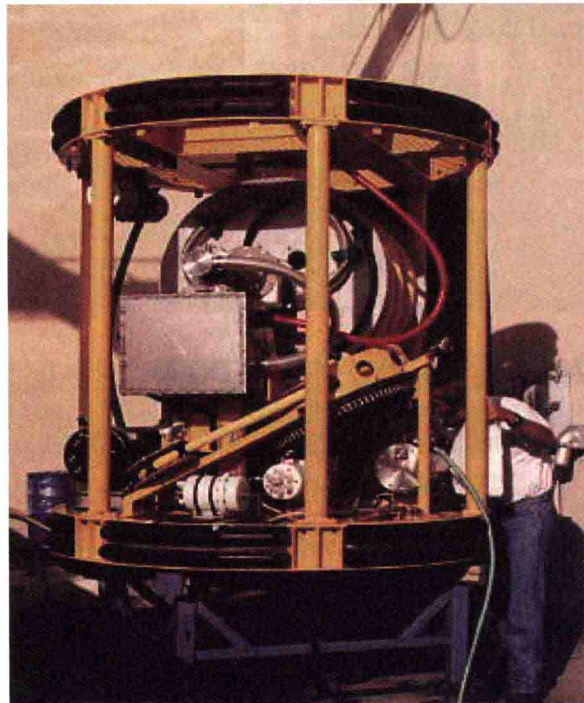


图 1.7 顶置式 TMS



图 1.8 水上吊放设备

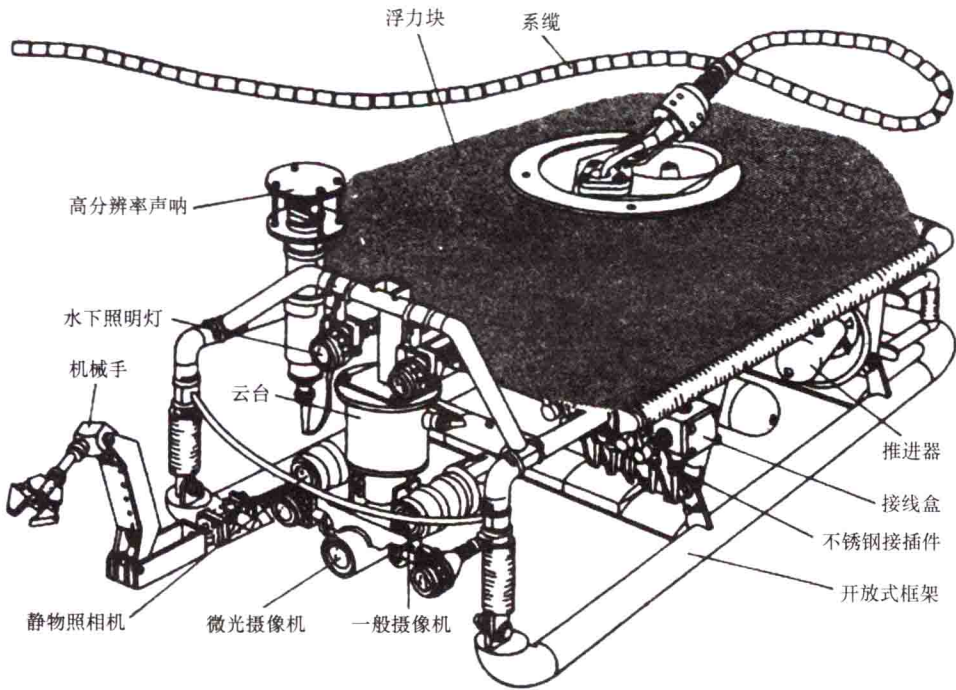


图 1.9 潜水器及观察作业设备示意图

载体。

● 观察作业设备包括各种常规传感器（温度、压力传感器、罗盘等）、水下照明、水下摄录像、成像声呐、水下定位设备、机械手、其他水下作业工具等。

1.1.2 ROV 分类

一般来说，根据功能的不同，ROV 可分为观察型和工作型两类。

根据挪威石油工业标准（NORSOK STANDARD U-102），ROV 可分为 5 类（其中工作级又可以细分为 3 类），具体如下：

第一类：纯观察型 ROV（图 1.10）

纯观察型 ROV 仅限于录像观察。这种 ROV 通常比较小，装有录像摄像头、照明灯和推进器。如果不作适当更改，则不能从事其他作业任务。



图 1.10 纯观察型 ROV

第二类：带负载的观察型 ROV（图 1.11）

这种 ROV 能够携带额外传感器，如静止摄像机、阴极电位测量设备、额外录像摄像头和声呐设备。这类 ROV 在携带至少两个额外传感器工作时不会造成原有功能损失。

第三类：工作级 ROV（图 1.12）

这种 ROV 足够大，能够携带额外的传感器和机械手，通常都含有多路通信能力，允许额外传感器和工具无须加缆连接就可以工作，与观察型的 ROV 相比，尺寸要大了很多，功率也比较大。按其动力大小，工作级 ROV 可分为三类：

A 类：轻型工作级 ROV，<100HP（HP，英制功率单位：HP）

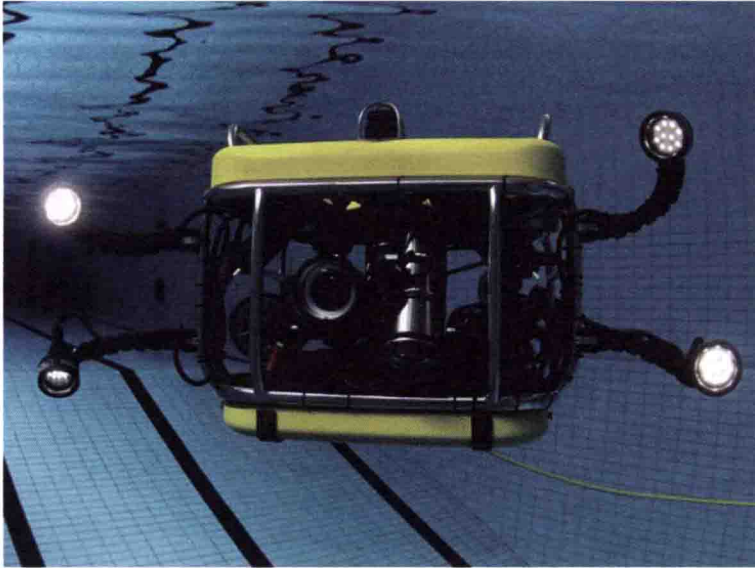


图 1.11 带负载的观察型 ROV

B 类：中型工作级 ROV，100 ~ 150HP

C 类：重型工作级 ROV，>150HP

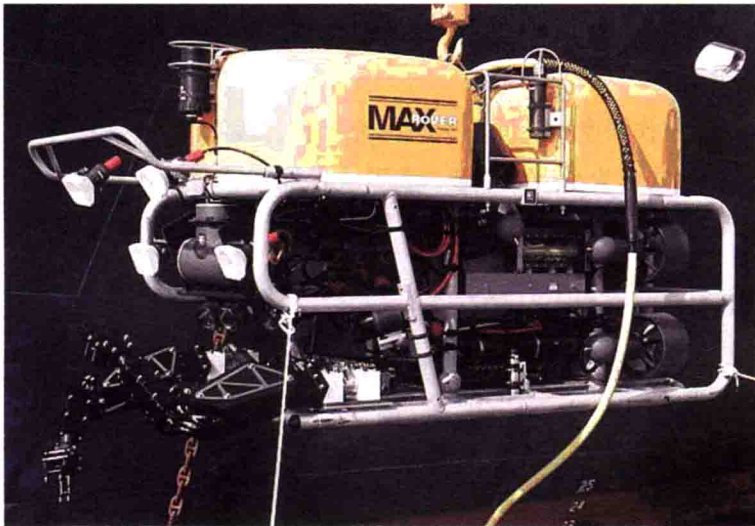


图 1.12 工作级 ROV

第四类：海底作业型 ROV（图 1.13）

海底作业型 ROV 在海底的操纵依靠履带牵引系统，推进器或水枪的动力，或这些推进方法的组合。这类 ROV 一般比第三类 ROV 大和重，并且配置成用于特殊用途的作业。典型的作业包括电缆和管线挖沟，挖掘和挖泥，以及其他海底建造远程