

CHUANBO

YU HAIYANG GONGCHENG DAOLUN

船舶



吴家鸣 编著

与海洋工程导论



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

船舶 与 海洋工程导论

● 吴家鸣 编著



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

·广州·

图书在版编目(CIP)数据

船舶与海洋工程导论/吴家鸣编著. —广州: 华南理工大学出版社, 2013. 11
ISBN 978-7-5623-3961-8

I. ①船… II. ①吴… III. ①船舶工程-高等学校-教材 ②海洋工程-高等学校-教材 IV. ①U66 ②P75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 134148 号

船舶与海洋工程导论

吴家鸣 编著

出版人: 韩中伟

出版发行: 华南理工大学出版社

(广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

<http://www.scutpress.com.cn> E-mail: scutc13@scut.edu.cn

营销部电话: 020-87113487 87111048 (传真)

责任编辑: 何小敏

印刷者: 广州市怡升印刷有限公司

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 29 字数: 742 千

版次: 2013 年 11 月第 1 版 2013 年 11 月第 1 次印刷

印数: 1~1000 册

定价: 60.00 元

版权所有 盗版必究 印装差错 负责调换

前 言

“船舶与海洋工程导论”是目前国内各高校中船舶与海洋工程专业一门重要的课程，设置该课程的主要目的是要向相关专业的新生介绍本专业的基本概貌，增加他们对今后所从事的行业的了解。但以一本书的篇幅来比较全面、系统地介绍船舶与海洋工程领域基本概貌与现状、面向船舶与海洋工程专业初学者或初入门者的基础普及书籍并不多见。随着当今科学技术的迅猛发展，船舶与海洋工程技术近年来的发展也是日新月异。有鉴于此，作者编写了这本反映当代船舶与海洋工程领域技术与特点的概述性读物，希望以此作为该专业低年级学生和新入门的专业技术人员的了解本行业特点、基本概貌与现状的课本、参考书或工具书等，使他们能在短时间内对本专业的现状与前景有一个比较全面的了解，对将来要从事的行业的相关工作有所认识和掌握。

本书归纳起来有以下几个特点：

(1) 本书比较全面地反映船舶与海洋工程领域的基本概况和发展水平。过去已有的出版物大多只是对船舶工程或海洋工程的某些特定领域进行有所侧重的介绍，很少会以一种全面的视角反映船舶与海洋工程领域的整体概貌与基础专业常识。本书在编排上以一种通识、涵盖面广的方式来描述船舶与海洋工程领域的发展演变过程、行业的基本概况以及目前的发展水平和研发热点。尤其是我国近十几年来在船舶与海洋工程产业发展迅速，实现了跨越式的发展。与这一大背景相适应的是我国船舶与海洋工程领域工程技术人员近年来创造了许多世界一流的技术与成绩。在一本概述性读物中既介绍了本专业的一些基本常识，也比较全面地反映国内外在这些领域新的技术状况，介绍本领域国内外新的发展水平，正是本书作者所希望达到的目标。在编排上，本书除了根据“导论”的特点，力求在内容上做到通俗易懂、受众面广，在知识的覆盖面上做到全面、广泛外，还努力反映本行业基本现状。本书尽可能地收集了船舶与海洋工程领域的技术与统计数据，以使读者对当今船舶与海洋工程领域所达到的技术水平有一个大致的了解。本书中，在对现阶段常见的各种类型的船舶和海洋结构物、海洋资源探测开采技术、海洋工程施工技术等进行了概括性的介绍，同时也对它们的特点、优势与不足之处作了简单的述评。作者试图以这样一种比对方式，使读者对它们的技术特征有一个更为直观的认识。

(2) 本书通过介绍新旧技术之间的传承关系，培养和引导青年读者的创新思维。当今船舶与海洋工程领域的许多新的技术、发明并非一朝一夕之间产生的，它们都是在原有技术的基础上通过技术传承、技术创新而发展起来的。然而这些新技术、新发明是如何产生的？它们与原有技术之间又有一种什么样的关联？本书通过以不同的特定主线进行写作素材的组织，采用“记叙”手法，对在船舶与海洋工程领域目前应用的一些新技术、新发明和它们的发展、演变过程进行描述和介绍。例如在介绍海上油气生产装置时，人们是如何从滨海油田的斜井采油—木桩平台—钢质桩基平台—导管架平台—FPSO—SPAR、

TLP—FLNG、LNG—FSRU 的发展过程；在介绍海上石油钻探装置时，装置的形式是如何从驳船式钻进平台—坐底式钻井平台—自升式钻井平台—半潜式钻井平台—动力定位钻井船—圆筒型钻探储油平台演变的？在这些海上石油钻探、生产装置演变过程中的每一个阶段，人们是如何在原有技术的基础上加入创新元素进而发展成为一种新型的装置？其每一发展阶段其创新点是什么？通过这样一种编排使读者了解和明白一种新技术是如何在原有技术的基础上加以改进、创新而发展的。作者希望以这样一种叙述手法使读者在认识船舶与海洋工程新技术一般的进化规律的同时，启发和引导他们的创新思维。

(3) 本书可以作为本领域工程技术人员的参考读物或工具书。作者认为，即使是在船舶与海洋工程专业从事多年专业工作的技术人员，由于其专注于自己所擅长的局部专业工作的原因，也未必能够对整个行业的各个方面有足够全面的认识。通过阅读本书，可以使这些技术人员在短时间内能够及时了解本行业自己不是那么熟悉领域的相关的技术信息。本书所收集的现有各种类型的船舶和海洋结构物的技术参数，对船舶与海洋工程不同方向研发现状的综述，也可为科研人员或工程设计人员从事其专业工作提供参考。

(4) 本书可作为通识教育课程的教材。由于没有涉及比较专门的船舶与海洋工程领域的专业知识，本书也适用于非船舶与海洋工程专业高校学生作为其通识教育课程的教材，或作为对本行业有兴趣的非专业读者的科普读物。

作者从 1988 年开始一直在向我校的本科生（有时也受邀向业内相关企业年轻的技术人员）讲授“海洋工程导论”“船舶与海洋工程导论”等课程，本书是在作者多年来从事这些课程的教学并结合自己的科研实践所编写的多个版本的校内讲义的基础上整理而成。在撰写这些讲义以及本书过程中，作者追踪、参阅和收集了国内外大量的研究论文、专著、教材、媒体报道以及互联网信息等，在出版本书时尽可能将所引用的资料的出处罗列在本书的参考文献中。但由于这些讲义经过多次的改版，参考文献的引用难免有所遗漏，另外若干从互联网采集的信息（图表、文字、数据等）已经难以考证其原始来源，无法准确列出其参考文献，在此向在本书中引用了其相关材料的所有列出或未列出的参考文献的有关作者致谢。本书初稿完成后，曾经征询过本领域的部分资深专家，他们对本书提出了很多有建设性的意见与建议，或向作者提供有用的素材，由于难以一一尽录，在此谨向他们致谢。

与其他行业一样，船舶与海洋工程行业经历的是一个不断发展和演变的过程，其基本状况、技术数据都在不断变化和发展中，本书写作所收集的素材截止时间大致为 2012 年底，特此说明。同时，船舶与海洋工程是一个含义非常广泛的领域，以作者本人的浅陋学识不可能面面俱到地涵盖，只能按照作者的理解程度与认识水平进行编写，疏漏错误之处也就在所难免，敬请读者谅解和指正。作者只是希望通过本书的出版，能够与同行和读者分享、交流自己长期在船舶与海洋工程领域从事教学与科学研究工作中的一些理解、认识和心得体会，以期为我国的船舶与海洋工程事业的健康发展尽自己一份绵薄之力。

“华南理工大学出版基金”为本书的出版提供了资助，在此表示感谢！另外，还要特别感谢华南理工大学出版社在本书编辑出版过程中所提供的帮助。

吴家鸣
2013 年 10 月

目 录

第一篇 海洋概论

第一章 海洋浅识	2
1.1 海洋资源与海洋开发	2
1.1.1 海洋资源	2
1.1.2 海洋开发	3
1.1.3 人类在水中活动的难题	5
1.2 《联合国海洋法公约》简介	6
1.2.1 制定《联合国海洋法公约》的三次国际会议	7
1.2.2 根据《公约》设立的机构简介	8
1.2.3 《联合国海洋法公约》的现状	11
1.2.4 美国与《联合国海洋法公约》	11
1.2.5 《联合国海洋法公约》赋予相关国家享有的主要海洋权利	12
1.2.6 《联合国海洋法公约》对海上不同区域权利的规定	13
1.3 中国海洋管理行政主管部门与执法队伍	16
1.3.1 我国海洋管理行政主管部门	16
1.3.2 我国海洋管理执法队伍	17
1.4 海洋特征	18
1.4.1 洋	18
1.4.2 海	18
1.4.3 海水的性质	19
1.5 我国海区的特征	21
1.5.1 我国海区的概况	21
1.5.2 我国的海岸线、海域面积与海岛	22
1.5.3 我国海区的水温情况	22
1.5.4 我国海区的盐度情况	23
1.5.5 我国海区的密度情况	23
1.6 海洋底的浅识	24

1.6.1	概述	24
1.6.2	过渡带特征	25
第二章 海洋环境		29
2.1	风	29
2.1.1	概述	29
2.1.2	大气环境与影响我国海域的主要风系	32
2.1.3	平台设计载荷的构成与风载荷计算	37
2.2	波浪	39
2.2.1	波浪的分类	40
2.2.2	风浪的产生、发展与消衰	41
2.2.3	我国沿海海浪分布规律	42
2.2.4	海洋平台波浪载荷的计算	44
2.3	海流	45
2.3.1	海流现象和成因	45
2.3.2	海洋环流	48
2.3.3	我国近海的海流	50
2.3.4	浅海大陆架的海流系统	52
2.3.5	海洋结构物中的圆形构件海流力计算	52
2.4	潮汐	53
2.4.1	潮汐现象	53
2.4.2	潮汐的成因	54
2.4.3	近海工程对潮汐的考虑	57
2.5	海啸与风暴潮	57
2.5.1	海啸	57
2.5.2	风暴潮	59
2.5.3	沿海大型工程对海啸与风暴潮造成的海洋灾害风险评估	61
2.6	海冰	62
2.6.1	海冰分类	62
2.6.2	海冰对海洋工程建筑物的作用	63
2.6.3	抗冰防冰设计	63
2.7	海底地震	64
2.7.1	概述	64
2.7.2	地震载荷的特点	65
2.8	海洋生物	65

第二篇 船舶工程概论

第三章 世界造船产业的现状和发展趋势	67
3.1 世界造船业中心的转移	67
3.2 国外部分国家和地区造船业简介	68
3.2.1 韩国造船业简介	68
3.2.2 日本造船业简介	69
3.2.3 欧洲造船业简介	70
3.2.4 美国造船业简介	71
3.3 我国造船业的历史与现状	72
3.3.1 新中国成立后中国造船产量和占世界市场份额的变迁	72
3.3.2 近年来我国造船业繁荣的主要原因	73
3.3.3 《船舶工业中长期发展规划(2006—2015年)》简介	74
3.3.4 中国造船企业的构成以及在世界造船业中的地位	75
3.3.5 我国船舶工业的主要发展趋势	78
3.3.6 中国部分大型造船企业简介	79
第四章 船舶分类	83
4.1 按船舶用途分类	83
4.1.1 军用舰船	83
4.1.2 民用船舶	83
4.2 按船舶的航行区域分类	85
4.2.1 海船	85
4.2.2 内河船	85
4.3 按船舶在水中的航行状态分类	85
4.4 按动力装置的不同进行分类	86
4.4.1 蒸汽动力装置船	86
4.4.2 蒸汽轮机船	86
4.4.3 内燃机动力装置船	88
4.4.4 核动力装置船	89
4.4.5 电力推进船	90
4.4.6 舰船的混合动力装置	92
4.5 按船舶的推进方式分类	95
4.5.1 螺旋桨推进船	95
4.5.2 喷水推进船	95
4.5.3 直翼推进船	98

4.5.4	吊舱推进船	100
4.5.5	明轮推进船	102
4.6	船舶的其他分类方式	103
4.6.1	按船体材料分类	103
4.6.2	按船的主体数目分类	103
4.6.3	按机舱的部位分类	104
4.6.4	按主体连续甲板的层数分类	105
第五章 军用舰船与武备		106
5.1	作战舰船	106
5.1.1	航空母舰	106
5.1.2	战列舰	119
5.1.3	巡洋舰	120
5.1.4	驱逐舰	123
5.1.5	护卫舰	129
5.1.6	濒海战斗舰	134
5.1.7	猎潜艇	139
5.1.8	军用快艇	141
5.1.9	登陆作战舰艇	144
5.1.10	扫雷、猎雷舰艇	148
5.1.11	布雷舰	150
5.1.12	潜艇	151
5.2	军用辅助舰船	157
5.2.1	医院船	157
5.2.2	综合补给舰	158
5.2.3	电子侦察船	160
5.2.4	远洋打捞救生船	161
5.2.5	潜艇支援舰	163
5.2.6	维修供应船	164
5.2.7	消磁船	164
5.2.8	训练舰	165
5.3	军舰的武备	166
5.3.1	舰炮	166
5.3.2	导弹	167
5.3.3	舰载火箭炮	168
5.3.4	鱼雷	170
5.3.5	水雷	173

5.3.6	深水炸弹	175
5.3.7	舰载电子战系统	176
5.3.8	航母舰载机	177
5.3.9	舰载无人机	179
5.3.10	声呐	181
5.3.11	舰载雷达	183
第六章 民用船舶的用途与特点		186
6.1	运输船舶	186
6.1.1	客船	186
6.1.2	杂货船	189
6.1.3	散货船	189
6.1.4	按特定航道或船舶规模设计的散货船或油船的分类	191
6.1.5	油船	193
6.1.6	液体化学品船	194
6.1.7	液化天然气船	195
6.1.8	液化石油气船	197
6.1.9	冷藏船	198
6.1.10	集装箱船	198
6.1.11	滚装船	200
6.1.12	载驳船	201
6.1.13	牲畜运输船	203
6.1.14	活鱼运输船	204
6.1.15	渡船	206
6.2	海洋工程专用船舶	207
6.2.1	海洋调查船	207
6.2.2	海洋地质勘探船	211
6.2.3	钻探船	212
6.2.4	铺管船	212
6.2.5	起重船	216
6.2.6	潜水器工作母船	218
6.2.7	布缆船	219
6.2.8	平台供应船	220
6.2.9	下水驳	222
6.2.10	半潜船	223
6.2.11	坞式子母船	225
6.2.12	溢油回收船	226

6.3 渔业船舶	227
6.3.1 拖网渔船	229
6.3.2 围网渔船	230
6.3.3 流网渔船	231
6.3.4 延绳钓渔船	233
6.3.5 渔业加工船	234
6.3.6 渔政船	235
6.4 工程、工作船舶	236
6.4.1 挖泥船	236
6.4.2 航标船	240
6.4.3 打捞船	240
6.4.4 救助船	241
6.4.5 破冰船	241
6.4.6 浮船坞	242
6.4.7 打桩船	243
6.4.8 消防船	243
6.4.9 引水船	244
6.4.10 教学实习船	244
6.4.11 动力定位系统	244
6.5 高性能船舶	247
6.5.1 滑行艇	247
6.5.2 水翼艇	249
6.5.3 气垫船	251
6.5.4 地效翼船	254
6.5.5 小水线面双体船	256
6.5.6 小水线面四体船	258
6.5.7 高性能船舶的特点小结	260

第三篇 海洋工程概论

第七章 海洋石油钻探与生产装置	261
7.1 世界及我国海洋油气开发状况	261
7.1.1 世界海洋油气开发简况	261
7.1.2 我国海洋油气开发状况	264
7.2 海洋油气开发基本步骤	266
7.3 海洋油气开发装置的演变	269

7.3.1 钻井方式的演变	269
7.3.2 钻井平台形式的演变	270
7.4 移动式平台的基本类型及其特点	273
7.4.1 坐底式平台	273
7.4.2 自升式平台	275
7.4.3 半潜式平台	278
7.4.4 钻井船	280
7.4.5 现代移动式钻井平台的现状与特点	281
7.4.6 结构独特的“希望1号”深海高稳性圆筒型钻探储油平台	284
7.5 采油平台的基本类型及其特点	285
7.5.1 海底支撑型采油平台	285
7.5.2 浮动式深海采油平台	290
7.5.3 水下生产系统	320
7.6 海上石油钻探原理及主要设备与系统	324
7.6.1 海上油气钻探原理	324
7.6.2 海上油气钻探的主要设备及系统	328
7.7 海上油气田的开采和其集输系统	335
7.7.1 合理开发海上油气田	335
7.7.2 几种采油方法和油井管理	336
7.7.3 海上采油的生产系统	339
7.8 海上油气集输方式	339
第八章 单点系泊系统与早期生产系统	342
8.1 单点系泊系统	342
8.1.1 单点系泊系统产生及应用背景	342
8.1.2 单点系泊系统的优点及其主要类型	344
8.1.3 单点系泊系统主要部件简介	352
8.1.4 结束语	354
8.2 早期生产系统	355
8.2.1 海洋石油开发的特征	355
8.2.2 海上石油开采的几种模式	357
第九章 水下工程技术	362
9.1 水下设施简介	362
9.1.1 水下居住舱	362
9.1.2 水下隧道	363
9.1.3 海底军事基地	364
9.1.4 海洋倾废场	365

9.2 潜水技术	365
9.2.1 潜水系统	365
9.2.2 潜水作业装备与遥控水下作业机械	382
9.3 水下施工技术	389
9.3.1 水下焊接	389
9.3.2 水下切割	395
第十章 海洋能源开发技术	402
10.1 海洋机械能	404
10.1.1 波浪能开发	404
10.1.2 潮汐能开发	412
10.1.3 海流能开发	418
10.2 海洋热能	420
10.2.1 克劳德温差能发电实验装置	421
10.2.2 温差发电的几种形式	421
10.2.3 国内外温差发电开发研究状况	424
10.3 海洋盐度差能	425
10.3.1 半透膜与渗透压	425
10.3.2 盐度差能发电装置	426
10.3.3 海洋盐度差能发电装置研发现状	428
10.4 海洋生物能源	429
10.5 海洋能开发技术发展的现状与趋势	430
参考文献	432

第一篇 海洋概论

21 世纪被认为是“海洋世纪”，是人类走向海洋、大规模开发利用海洋资源的世纪。海洋是大气、海洋水体、海洋生物与海底地壳板块相互联系共同作用的场所。海洋是地球生命的摇篮，也是人类生存与发展所依赖的食物、矿产、能源以及空气、淡水的来源地。当今世界面临着人口、资源和环境三大问题。随着陆地资源因加速开发而日渐短缺，海洋资源的开发和利用已成为世界各国普遍关心的问题。人类要维持自身的生存和发展，在现实条件下，充分利用地球上这块尚待开发的资源空间，是最为切实可行的途径。

全球的海洋资源非常丰富，现已查明，海底蕴藏着巨大的多种金属结核，其中锰 2000 亿吨，镍 164 亿吨，铜 88 亿吨，钴 58 亿吨，相当于陆地贮量的 40 倍至 1000 倍。此外，磷矿、硫化矿和稀有金属砂矿的贮量也十分庞大，海底石油贮量约 1350 亿吨，天然气 140 万亿 m^3 。海洋再生能（潮汐能、波浪能、海流能、海水热能、海水盐度能）的理论储量约为 1500 亿 kW，相当于目前世界年发电量的十几倍。海水中有大量的化学元素，可提取的元素达 80 多种，海洋水产的潜在产量约 2 亿吨，能提供的蛋白质占人类食用蛋白质的 22%。随着现代科学技术的发展、海洋开发技术的提高，海洋资源的数量与可利用程度将随之增加并会产生飞跃的发展。

我国是一个国土辽阔的大陆国家，陆地面积约 960 万 km^2 。同样，我国也是一个海洋国家，有 32000 多 km 海岸线。我国有 500 m^2 以上的海岛 6961 个（不包括港澳台管理的海岛），沿海滩 2.1 $\times 10^4 km^2$ 。按《联合国海洋法公约》的规定和我国的主张，我国有管辖海域面积近 300 $\times 10^4 km^2$ ，为陆地面积的 1/3。中国是一个拥有 13.7 亿人口的发展中国家，人均占有土地面积仅为 0.007 km^2 ，远远低于世界人均 0.22 km^2 的水平。因此我国陆地人均资源相对贫乏，向海洋要资源是中国发展的必然选择，也是摆在我们面前的一个艰巨任务。船舶与海洋工程作为一个为海洋资源开发提供手段与装备的学科和专业，我们有责任和义务为国家在新海洋资源开发方面做出应有的贡献。同时，21 世纪海洋资源的开发，也为船舶与海洋工程事业的发展提供了新的机遇和挑战。

第一章 海洋浅识

1.1 海洋资源与海洋开发

1.1.1 海洋资源

海洋资源是指与海洋水体本身具有直接关系，通过一定形式为人类所利用的物质、能量以及设施活动。如海水中生存的生物，溶解于海水中的化学元素和淡水，海水运动（波浪、潮汐和海流等）所产生的能量，海水中贮存的热量，海底所蕴藏的资源以及空间的利用等。海洋资源可按其属性、特征的不同进行分类。目前常见的分类方法有以下几种：

第一种，按照资源分为生物资源和非生物资源两类。生活在海洋中一切动植物都属于生物资源。由于人们可以从中获得可供食用的食物，所以又称为食物资源。阳光和海水中的营养盐是生物资源的重要的生态因素，缺乏它们，生物就不能进行新陈代谢，就要死亡。而那些无生命的矿物、化学元素、能量，则属于非生物资源。

第二种，按照资源的来源分类，认为海洋中的资源主要是来自太阳辐射、地球本身的贮藏和地球与其他天体的相互作用等三个方面。这种分类方法，实际上是从能量的观点来看待海洋资源。

所谓来自太阳辐射的资源，就是说海底石油、天然气、海水中的波浪、海流、温差、压力差以及种种生物，它们都是直接或间接地接收并利用太阳的辐射，都是太阳能的不同的转换方式和贮存形式，太阳是这些资源的再生基础。如果没有太阳辐射，海洋中的植物就不能进行光合作用，就会死亡，那些靠海洋植物为生的浮游动物，靠浮游动物为生的各种底栖生物、鱼类、海兽等，也就不复存在。石油和天然气虽然没有生命的东西，但它们的本源却是从有生命的物质转化而来的：每一个油滴，都是来自死亡了的动植物遗体，因而也是太阳能的一种贮存形式。海水中波浪与海流的运动是由风所引起的，而风能又是来自太阳辐射能，没有太阳对地面不均匀的照射，就不会产生空气的流动——风。至于海水温度差的形成，则是来自海水对太阳辐射的直接吸收，如此等等。由于这类资源所占的比重最大，因此，又有人把它们称为第一类资源。

所谓地球本身贮藏的资源，主要是指海水溶解的各种化学元素和海底沉积的一部分矿藏，它们与太阳的辐射关系不大或根本无关。这些资源中的大部分是在地球形成之初就已经存在，不过不是位于海水之中，而是遍布于地壳之内，后来经过雨水的冲刷溶解、河流的侵蚀携带、风的吹刮、冰川的推移，最后才汇集到海洋中来。还有少部分是通过海底火山爆发，岩浆中的一些物质直接溶解到海水中。至于大洋中的锰结核，从本质上讲，它也是海水中溶解的元素缓慢沉积而成的。有人又把这类资源称为第二类资源。

所谓地球与其他天体相互作用而产生的资源，指的是海洋中的潮汐和洋流，有人又称

之为第三类资源。

第三种，按照资源能否恢复，把海洋资源分为再生性资源和非再生性资源。

海洋中的动植物，海水淡化，波浪、潮汐、海流、温差等，都属于再生性资源，因为它们的一个共同特点就是再生力快，被利用之后，在短时间内就能得到恢复，甚至是取之不尽、用之不竭的。而海洋中的石油、天然气以及其他金属矿产资源，是在漫长的地质历史时期形成的，开发一些就少一些。即使恢复，也是十分缓慢的，在人们短促的一生中，它几乎是不能“再生”，因而叫做非再生性资源。

第四种，是将海洋资源划分为可提取的和不可提取的两类。持这种观点的人，把生物资源、矿产资源和化学资源叫做可提取的资源，因为它们可以直接拿来为人类所利用。而波浪、潮汐、海流、温差等所产生的能量，被称为不可提取的资源，因为这些能源人们不能直接利用，而必须把它们转化为另一种能量形式（如电能）后，才能服务于人类。

第五种，是按照资源的属性，把海洋资源分为生物资源、矿产资源、化学资源和动力资源四种。

1.1.2 海洋开发

海洋开发是指人类为了其自身的生存和发展，利用一切技术手段、装备对海洋资源进行调查、勘探、开采、利用的活动。

人类从远古时代就开始了海洋资源的开发和利用。但早期的海洋开发，由于受到生产水平和技术条件的限制，一般在近海或岸边进行，不外乎是捕鱼、捉蟹、拾贝、晒盐、航海等较简单的活动，没有超出“渔盐之利，舟楫之便”的范围，即只是进行传统的海洋渔业和海运开发。20世纪60年代以来，海洋资源开发进入了一个新时期。在这个时期，海洋开发区域由海岸带逐渐向外海和大洋推进，海洋开发的规模和领域不断扩大，除了传统的渔业、盐业和海运以外，又开发了许多新领域，如海洋油气开发、海水增养殖、滨海旅游、滨海砂矿、海水淡化、海洋化工等，都形成了一定的规模。

现代海洋开发的领域，大致可概括为下述几大类：

1. 海洋油气资源开发

海洋是一个巨大的石油资源宝库，海底深处蕴藏的石油接近世界石油总储量的1/2。随着陆地石油资源的日渐减少，世界各国已经把石油资源的开发扩展到海上，综合开发和利用海洋石油资源将成为人类获得物质财富的重要手段。海洋石油的产值已占整个海洋产业总产值的60%以上，加上天然气的产值则达70%。海洋石油的产值在海洋经济总产值中名列前茅。

2. 海洋化学资源开发

按目前测定，海水中含有80多种元素，其中约有17种元素是陆地上所稀有的。人们根据其含量的多少，大体把这些元素分成两类：每升海水中含有1mg以上的元素为常量元素；含有1mg以下的元素叫做微量元素。此外，人们根据海水中元素的性质，又把它们分为金属元素和非金属元素两大类。据统计，每一立方千米的海水中，就含有氯化钠4000万吨，氯化镁400万吨，氯化钙与硫酸钙200万吨，硫酸钾100万吨，还有硫酸镁和其他几十种化合物。黄金在海水中虽然含量极微，但其总量也有500万吨以上。核原料铀，陆地上只储存100万吨，可海水却蕴藏45亿吨之多。制造飞机、快艇、火箭不可缺

少的镁，海水里有 1800 万吨。作为农业用钾肥资源的钾，海洋中储量达 500 万吨以上。作为工农业和医药卫生等方面的重要物资的碘，在海洋中的总蕴藏量达 930 亿吨左右。海洋中可以说是蕴藏着丰富的化学资源，目前人类从海水中提取并达到工业化规模生产的有食盐、溴、镁、钾等，其他元素的提取，仍处于研究阶段。随着陆地资源的日益减少，人类会加快从海水中提取有用元素的步伐。

3. 海洋能资源开发

海洋能通常指用波浪、海流、潮汐、温度差、盐度差等方式以动能、位能、热能、物理化学能的形态，通过海水自身所呈现的可再生、不可提取的自然能源。也是波浪能、潮汐能、海水温度差能、海（潮）流能及盐度差能的通称。这类蕴藏于海水中的海洋能总量十分巨大，其具备其他能源不具备的一些特点：

(1) 具有可再生性。海洋能来源于太阳辐射能与天体间的万有引力，只要太阳、月球等天体与地球共存，海水的潮汐、海（潮）流和波浪等运动就周而复始，永不休止；海水总要受太阳辐射产生温差能；江河入海处就永远形成盐度差能。所以，海洋能就会再生，就会取之不尽、用之不竭。

(2) 能流分布不均，密度低。尽管在海水总水体中，海洋能的蕴藏量丰富，但单位体积、单位面积、单位长度拥有的能量较小，也就是说，要想得到巨额的能量，就需要从大量的海水中获得。

(3) 能量多变、不稳定。其中海水温差能、盐度差能及海流能变化缓慢，潮汐能和海（潮）流能变化有规律，而波浪能有明显的随机性。

(4) 海洋能开发对环境无污染，属于洁净能源。总的来说目前海洋能开发还存在着投资大、经济性差等问题。但随着科学技术的发展，这些问题必将迎刃而解，海洋能发电将会实现商业性开发。据科学家预测，海洋能将作为 21 世纪实用的新能源之一。

4. 海洋生物资源开发

海洋生物资源是有生命的，能自行增殖和不断更新的海洋资源，它能够通过生物个体的繁殖、发育、生长和新老替代，资源得到更新、补充，具有一定的自我调节能力，保持生态平衡。海洋生物资源包括水产资源、微生物资源和药物资源，其中水产资源是目前人类开发海洋生物资源的主要方面，海洋水产资源包括在海洋中生长的鱼类、贝类、甲壳类、头足类、哺乳类和藻类等动植物。其中鱼类的捕捞数量最大，价值最高，是水产品的主体。此外，还有对虾、海蟹、扇贝、乌贼、海参、海蜇、海龟、海豚、海狮、海豹、鲸、海鸟和各种海藻等。目前，海洋水产资源开发利用已形成产业生产规模，如海洋鱼类、虾蟹类、贝类和海藻类等多种动植物，人类每年约从海洋中获取 8000 万吨水产品，约占人类现在食用蛋白质的 1/5。

据科学家计算，全球海洋浮游生物的年生产量（鲜重）5000 亿吨。在不破坏生态平衡的情况下，每年可向人类提供 300 亿人口食用的水产品。过去，人类的食物主要来源于陆地，随着地球上人口的不断增长、食物结构的变化，人类需求的蛋白质日趋紧张，已引起了世界各国的关注。因此，为了解决世界面临的人口激增、资源不足和人均占有陆地面积减少的问题，世界各国都竞相开发利用海洋生物资源。特别是我国人口众多，陆地人均资源很少，要更多地依赖海洋，减轻陆地的承载力，增大我们生存和发展的空间。

5. 海洋矿产资源开发