

林颂欣 杨德恭 陶恒沂 / 主 编

海洋

工程

医学



海洋出版社

海洋工程医学

主编：林颂欣 杨德恭 陶恒沂

编者（按姓氏笔划为序）：

王恩美	邓月金	吕 礁	何 菱
何 杨	汤济松	杨德恭	陈瑞林
张 辉	练庆材	林颂欣	高元黎
胡明洋	顾林涛	陶恒沂	曾宪英

海洋出版社

1999年·北京

内 容 提 要

本书比较系统地介绍了海洋工程医学的形成和发展过程、海洋工程医学与海洋开发的关系、我国在海洋工程医学领域积累的实践经验和理论研究成果、国外的新成就和新进展。

全书分 10 章共 47 节,主要内容有海洋工程医学的任务和特点、海洋资源与海洋开发、海洋工程作业人员的医学检查与合格标准、海洋工程作业的医学保障、海洋工程作业急救支援、海洋工程作业劳动卫生、潜水作业及其医学保障和海洋工程事故等。书后有附录和附表。

本书可供从事海洋工程医学专业的医护人员使用,又可供从事海洋工程专业的管理人员和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

海洋工程医学/林颂欣等主编. - 北京:海洋出版社,
1999.6

ISBN 7-5027-4721-4

I. 海… II. 林… III. 潜水医学 IV. R84

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 18087 号

海洋出版社 出版发行

(100081 北京市海淀区大慧寺路 8 号)

北京海洋印刷厂印刷 新华书店发行所经销

1999 年 6 月第 1 版 1999 年 6 月北京第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 12.375 插页: 2

字数: 250 千字 印数: 1~1100 册

定价: 25.00 元

海洋版图书印、装错误可随时退换

前 言

海洋面积约 $3.61 \times 10^8 \text{km}^2$, 通常将离岸不远, 水深在 200m 以浅的海域称为近海。我国海区的总面积约达 472.7 万 km^2 , 海岸线长约 3.2 万 km。根据 1982 年通过的《联合国海洋法公约》, 应划归我国管辖的沿海大陆架、专属经济区的海域面积为 300 万 km^2 。

海洋资源极为丰富, 是人类赖以生存的天然宝库, 是各国兵家必争之地。为了唤醒海底资源(包括油、气以及各种矿藏)为人类服务, 近若干年来, 世界上逐渐发展形成了一门新兴的综合性工程学科, 称为海洋工程。由于从事海洋工程作业的人员所处环境条件特殊, 这些人员的医疗、卫生、保健工作也独具特点。从 60 年代起, 海洋工程作业的医学保障体系日趋完善, 并逐渐发展形成了一门崭新的医学学科——海洋工程医学。80 年代初, 英国出版了有关专著, 用以指导海上石油工业人员的医疗保健。

在我国由于海洋石油开发起步较晚, 海洋工程医学的雏形尚未完全形成, 与此有关的专著还是空白。为了促进我国海洋工业的进一步发展, 保障海洋工程作业人员的健康, 我们组织了有关专家, 参考有关资料, 结合我国海洋工程实践和医疗保障工作经验, 编写了此书。在编写过程中努力注重理论与实践相结合, 科学性、先进性与普及性相结合, 力图使本书既要介绍国际最新进展又要反映我国的现状, 既可供从事海

洋工程医学的专业医护人员参考,又可供从事海洋工程专业的管理人员和工程技术人员参考。由于本书涉及的专业领域广泛,再加上编者水平所限,书中难免错漏之处,恳请广大读者批评指正。

林颂欣

1997年6月于上海

目 次

第一章 海洋工程医学概述	(1)
第一节 海洋工程医学的含义	(1)
第二节 海洋工程医学的任务和特点	(2)
第二章 海洋资源与海洋开发	(4)
第一节 海洋资源	(4)
第二节 海洋开发	(6)
第三节 海洋油气开发与潜水作业	(11)
第三章 海洋工程作业人员的医学检查	(14)
第一节 就业前医学检查	(14)
第二节 定期检查	(25)
第四章 海洋工程作业医学保障	(28)
第一节 概述	(28)
第二节 海洋工程医士的职责	(30)
第三节 海洋工程医士的医疗工作	(35)
第四节 海洋工程医士的选拔和培训	(36)
第五节 海洋工程急救员的培训	(43)
第六节 医疗设备和补给	(45)
第七节 海上医疗通信	(56)
第八节 伤病员的后送	(63)
第九节 救护艇	(66)
第十节 支援船	(68)

第五章 海洋工程作业的急救支援	(76)
第一节 海洋工程医疗急救小组	(76)
第二节 专家的医疗援助	(81)
第三节 海洋工程重大事故的医疗急救	(84)
第六章 海洋工程作业的劳动卫生问题	(90)
第一节 化学物质中毒	(90)
第二节 物理因素引起的危害	(93)
第三节 粉尘	(107)
第四节 焊接——电焊工尘肺	(109)
第七章 营养、膳食和食品卫生	(110)
第一节 海上钻井平台作业人员的营养	(110)
第二节 食物的选择、运输和贮存	(112)
第三节 食物制作舱和餐厅卫生	(116)
第四节 炊具和餐具卫生	(119)
第五节 炊事人员个人卫生	(120)
第六节 卫生检查	(121)
第八章 潜水作业及其医学保障	(124)
第一节 潜水方式	(124)
第二节 潜水员呼吸气体	(129)
第三节 潜水减压	(132)
第四节 水下作业技术	(138)
第五节 潜水疾病	(150)
第六节 潜水员的医学检查	(175)
第七节 潜水医学保障的其他问题	(179)
第九章 海洋工程作业的口腔科问题	(192)
第一节 海洋工程作业人员口腔科常规检查	(192)

第二节	海洋工程作业人员口腔卫生标准及要求	(194)
第三节	牙科急救	(195)
第四节	潜水中的牙科问题	(197)
第五节	海洋工程作业常见口腔疾病的治疗	(199)
第六节	海洋工程作业口腔疾病的预防	(207)
第十章	海上事故	(210)
第一节	人员伤害与海洋设施意外事故	(210)
第二节	潜水事故	(213)
第三节	溺水	(234)
第四节	事故的调查与处理	(248)
附 录	(268)
一、	海洋工程作业医药器材配备	(268)
二、	支援船医疗器材配备	(280)
三、	潜水现场医疗器械及药物配备	(284)
四、	用于重大事故时的医疗器械	(296)
五、	救生艇及救生筏内急救物品与装备	(297)
六、	海上平台诊所设备的配备	(298)
七、	常用的潜水减压表	(300)

第一章 海洋工程医学概述

第一节 海洋工程医学的含义

海洋工程医学是研究在海洋工程海域从事劳动作业、科研活动、军事行动等人员的卫生保健、卫生勤务,常见病的发病原因、临床表现及诊断、治疗和预防的一门新兴学科。

通常将离岸不远的大陆架海域,或水深在 200m 以浅的经济专属区海域称为近海(offshore),而海洋工程医学所涉及的并不是严格意义上的海洋工程领域,它泛指从事海底勘探、开采石油和天然气等的任何海域。凡是这些海域特有的或常见的医学问题都是海洋工程医学研究范畴。

海洋工程医学是随海洋工业(offshore industry)的出现应运而生的。由于大陆架海域海底资源丰富,对海底资源的勘探、开采,必须发展形成新的产业群,即海洋工业。在长期海洋工程作业的实践中,人们发现,海洋工程作业人员所处的环境条件恶劣,经常出现一些从未遇及的特殊医学问题,有的甚至严重危及海洋工程作业人员的生命安全。这就对海洋工程作业人员的医疗、卫生、保健工作提出了新的特殊要求,因而从 60 年代起,海洋工程医学逐渐发展形成了一门新的医学分枝。

第二节 海洋工程医学的任务和特点

海洋工程医学的总任务是对从事海洋工程作业的人员提供全面的医学保障,包括从上岗前的体格检查、医学选拔起,到海上现场作业的医疗保健、现场的医疗急救、海洋工程条件下的伤病员医疗后送以及陆岸基地支援等医学保障。

具体包括:

- (1) 海洋工程作业人员体检合格标准的制定;
- (2) 上岗前体格检查和医学选拔;
- (3) 定期的体格检查和健康状况的重新评定;
- (4) 环境卫生学;
- (5) 劳动卫生学;
- (6) 个人卫生、营养卫生;
- (7) 日常保健;
- (8) 对海洋工程作业潜水员提供潜水医学保障;
- (9) 现场医疗急救;
- (10) 海上伤病员的医疗后送;
- (11) 建立海上和陆地间的医疗救护网络体系;
- (12) 对海洋工程作业人员进行医疗自救互救训练。

随着海洋工业的发展,海洋工程作业海区离岸愈来愈远,气候条件和海况愈趋恶劣,如:大风、海浪、潮汐、海流、风暴潮、海啸、含盐大气包围和日光曝晒等。体格不够强健者,几乎无法在这种条件下生活和工作,即使原本健康的人,也易诱发潜在性疾病的发作。一旦有突发事件出现,如井喷、火灾等,在瞬间即可有大批伤病员出现。一方面,海上作业平台狭

小,现场医护人员有限;另一方面,远离陆岸基地,有的相距数百公里,直升机也要飞行数小时才能到达,遇上恶劣天气,直升机常无法活动,与外界或陆岸交通几乎完全断绝,这就给现场急救和医疗后送带来了难以克服的困难。这时往往只有通过无线电获得陆岸基地医师的遥控指导,此时海洋工程作业人员的自救互救技术水平的高低对突发事件所产生的伤亡结果将产生重大影响。

第二章 海洋资源与海洋开发

第一节 海洋资源

海洋涵盖地球表面积的 70.8%，约 $3.61 \times 10^8 \text{ km}^2$ 。其海水总量高达地球总储水量的 97.2%，为 $1.37 \times 10^9 \text{ t}$ 。海洋平均深度为 3 800m，相当于陆地平均海拔高度的 4.5 倍，最深的马里亚纳海沟深达 11 034m，比海拔 8 848.13m 的珠穆朗玛峰还高出 2 185.87m。海洋内蕴藏着巨量的生物、化学、能量、矿产、空间等资源，是一座可赈济人类已经面临并日趋严峻的生存危机的天然宝库。

据统计，已发现的海洋生物已达 20 多万种，其中动物 18 万种，植物 2.5 万种，在 18 万种动物中，鱼类 2.5 万种，贝类 10 多万种。在不破坏生态平衡的情况下，海洋生物生产率可每年向人类提供 30 亿 t 水产品（目前只及可捕量的 1/3）。可以预见，随着海上农场和牧场建设和发展，以及捕捞技术装备的日益现代化，海洋在向人类补充生物资源方面的作用将越来越大。

海水是地球上最大的化学体系，其淡水 (H_2O) 资源约占海水的 96.5%，无机盐类约占 3.5%（主要为 11 种元素）。在陆上发现的 100 多种元素中，已有 90 多种在海水中已找到。尽管某些微量元素在海水中所含浓度很低，但由于海水量巨大，其

总储量仍令人惊讶。例如,海水中黄金浓度只有 1×10^{-6} mg/L,其总储量却有 500 万 t 以上;铀在海水中的浓度只有 $3.2 \mu\text{g/L}$,其总储量却有 43 亿 t 多,是陆地总储量的数千倍。

海洋能来源于太阳照射及天体对地球的引力,并储存于海水之中。它作为一种新能源,具有藏量大、分布广、无污染、可再生等优点。多数学者认为,全球海洋能(含潮汐、温差、盐差、潮流、海流)理论储量约 1500 亿 kW,其中可开发利用能量约 70 多亿 kW。据我国有关部门调查,我国海洋能理论储量为 6.3 亿 kW 左右,其中潮汐能 1.9 亿 kW,波浪能 1.5 亿 kW,温差能 1.5 亿 kW,盐差能 1.1 亿 kW,潮流能 0.1 亿 kW,海流能 0.2 亿 kW。现今潮汐能电站已达到规模化商业水平,例如法国的朗斯潮汐电站(装机总容量 24 万 kW),我国江夏潮汐电站(装机总容量 3 200kW)。温差和波浪发电进入了商业化阶段,其余海洋能利用尚处于试验阶段。

海洋矿产资源包括海底烃类(油、气)、滨海砂矿、锰结核矿、热液矿等。一般公认,全球石油可采总储量不小于 3 000 亿,其中海洋至少占 30%,即不低于 1 000 亿。全球已探明天然气可采总储量约 100 万亿 m^3 ,其中海洋约占 17%,大概在 17 万亿 m^3 。目前海洋石油天然气勘探开发 90% 分布在水深 200m 以浅的大陆架海域。滨海砂矿工业化生产已相当普遍和成熟。深海金属矿主要有极具经济价值的锰结核矿和热液矿。锰结核矿分布于水深 2 000~5 000m 海床上,系以锰元素为主体的多金属伴生矿。据调查,其总储量约 30 000 亿,如将其中的镍、钴提炼出来,按目前世界年耗用量计,分别可供使用 25 万年和 34 万年。热液矿分布于水深 1 500~3 000 m 海床上,系以硫化物和氧化物形态存在的岩化块体和软泥

体含金、银贵金属的多金属矿。至今全球已调查发现 33 处,矿藏总体积约 4 000m³。与锰结核矿相比,热液矿由于分布于水深较浅,且处于某些国家 200 海里经济区,矿藏呈立体集中分布,含有金、银贵金属,可移用陆上常规选炼技术等原因,它的商业规模化开发要比锰结核矿开采快得多。

海洋主体是一个广大而连续的水体,其空间包括海面、海中、海底、海滩、海岸 5 部分。传统的海洋空间利用有海洋运输与沿海筑港;新兴的海洋空间利用有围海造地与建筑人工岛、构建海上工厂与海上机场、铺设海底管道与电缆、构筑海底隧道与海底油库、设置海上农牧场;未来的利用有海上城市、海底居住、海底核武库、海底战略指挥中心等。

第二节 海洋开发

一、海洋开发兴起的动因、技术体系

继原子能和宇宙开发之后,本世纪 70 年代海洋开发急速展开并进入成长期,究其发展动因可归纳为几点:(1) 在联合国及各国政府组织推动下,利用二战以后发展起来的海洋科技,尤其是测量手段和仪器,对海洋宏观与微观结构作了大量调查,并积累了丰富资料,从而为海洋开发把握对象提供了科学技术依据。(2) 海洋油气开发技术装备和生产实践经验迅速向其他海洋开发业扩散转移。(3) 造船、机械、电子、材料工业技术长足进步,尤其是原子能和宇宙开发技术成果为大规模海洋开发铸就了必不可少的自控、遥测、高性能动力源、特种材料技术的工业能力基础。(4) 50 年代原子能开发步

入稳定期。60年代后期,宇宙开发渐入成熟期,在其新兴技术群波及整个工业和科技领域的情况下,出于政治、军事、社会格局的考虑,联合国与各国政府协调以行政权力导向转向海洋开发,从而刺激了人才和资金向海洋开发流动。(5)人口增长危机,食物和资源短缺,驱使人们将目光转移到在与人类生存密切相关并具有现实直接巨大利益的海洋开发上。

海洋开发是以海域水空(水面、水中、海底)为特定环境的海洋资源利用与为之服务的技术装备双重研究开发(R&D),其目标是建立并形成新兴海洋产业群或者是改造传统海洋产业使之现代化。像其他科学技术与工业的发展规律与进程一样,海洋开发既得益于自身原有科学体系的纵向突破,又汲取了其他学科与工业技术成果的横向转移(经历改造—适化—同化),继而重组成其学科体系和产业群。可见海洋开发新产业,是建立在一个庞大的支撑科技体系上的,并与陆上产业群有着密切的关系。图2-1给出了这种纵横交叉的关系。该图由横向层次与纵向类列组成。

前者自左至右分为基础科学、技术基础科学、资源开发技术与装备技术、资源开发(海洋产业群)、相关产业群五个层次。后者自上而下,由同一层次的类列构成的集合,每一集合因所在横向层次不同,其列元各异。不难看出,前四个横向层次关系自左至右推进揭示了科学技术从原理逐次递进,最终完成工业化规模生产的“经济建设必须依靠科学技术”正向过程。反之,则反映了社会需求呼唤科学技术工作者不断上溯探究,以求新的突破,尤其是基础性的飞跃,这一逆向过程正是“科学技术必须面向经济建设”,即科学技术自身发展的原动力所在。以下对横向层次与纵向类列略作展开说明。

第一层次为海洋基础科学,旨在研究探索并揭示海洋固有属性及其遵循的最基本的客观自然规律,其后三个层次均植根于此。换言之,它是海洋开发科技支撑体系中最深层、最本源的基石。第二层次为海洋技术基础科学,上承第一层次,下启第三层次,其研究范畴为第三层次所涉及的共性技术基础,核心命题是:环境-人/机-使命系统的结构模型、环境对人/机子系统的作用与人/机子系统对环境子系统的响应、使命子系统对人/机子系统的规约与人/机子系统对使命子系统的满足度,以及系统设计准则与方法等基本理论。第三层次为资源开发技术与装备技术,由图2-1可见,这一层次中涵盖了通用技术、设施技术和资源开发技术三大类别。它是用作海洋各资源开发的实用技术,亦即是第四层次的工业化生产实在的技术装备。第四层次是海洋资源开发实实在在的建设与持续的生产活动,构成了与一定社会和科技发展水平相适应的海洋产业群,海洋科技在这里得以终极归宿,同时它又是海洋科技工作者不断探索创新的源泉。第五层次列出了各海洋资源开发与相关陆上工业的依赖关系。自不待言,除了海洋科技发展水平以外,一个国家的海洋产业群的建立、门类、规模、效益、所达水域,必将受制于该国的科技与工业化综合国力。

对于纵向类列应强调说明的几点是:(1)各类列中的列元数仅为目前多数学者所公认的,事实上随着海洋科技的发展会有所变化。这种变化可能表现为多学科互相渗透而产生边缘科学,到一定时机独立为一个新的列元,例如,在第二层次中,呼之欲出的海洋机器人、潜水生理学从第三层次的潜水理论、潜水医学生理学列元中分离出来,上升为第一层次中的水

中生理学列元等。(2)如果将每一列元视为一个学科或事物,则可按不同属性又可将其展开成若干族性树,如我们较为熟知的潜水技术装备就可展开成有人和无人及其下属细分族性体系便是佐证。(3)第四层次海洋资源开发即海洋产业群所列的列元,包括了传统海洋产业(渔业、盐业、海运)、新兴海洋产业(海洋油气)、未来海洋产业(海上农牧场、海上城市、深海锰矿)。随着科学技术与社会发展,传统海洋产业将得以现代化,新兴海洋产业将日益成长,未来海洋产业将渐次成熟登台。(4)将潜水技术作为通用技术列入第三层次中的一个列元,其主要考虑是,它在海洋开发过程中及海洋产业持续活动中贯穿始终,具有极强的通用性和服务上的时空持续性与全面性。

总之,我们应将图 2-1 看成是与目前的海洋科技与海洋开发水平相适应的总体框架结构,一种多数人共识的概括。然而它不是静态结构,而是时变亦异的动态结构。

二、海洋开发综合效果

如前所述,海洋开发是一个巨大的体系,海洋产业具有综合性。其科技支撑既凭借于海洋科技的整体发展与各分支的突破,又仰仗于陆地、甚至太空科技与产业成果的横向转移。反言之,海洋科技与海洋资源开发,对社会、经济、技术发展又产生了综合的推动作用,其效果可归纳于科技成果的全方位渗透扩散、海洋资源的获取利用、人类生活圈的扩大三个方面。这里提供的图 2-2 就是力图表达本节意欲阐述的主题、内涵与结论的图解。