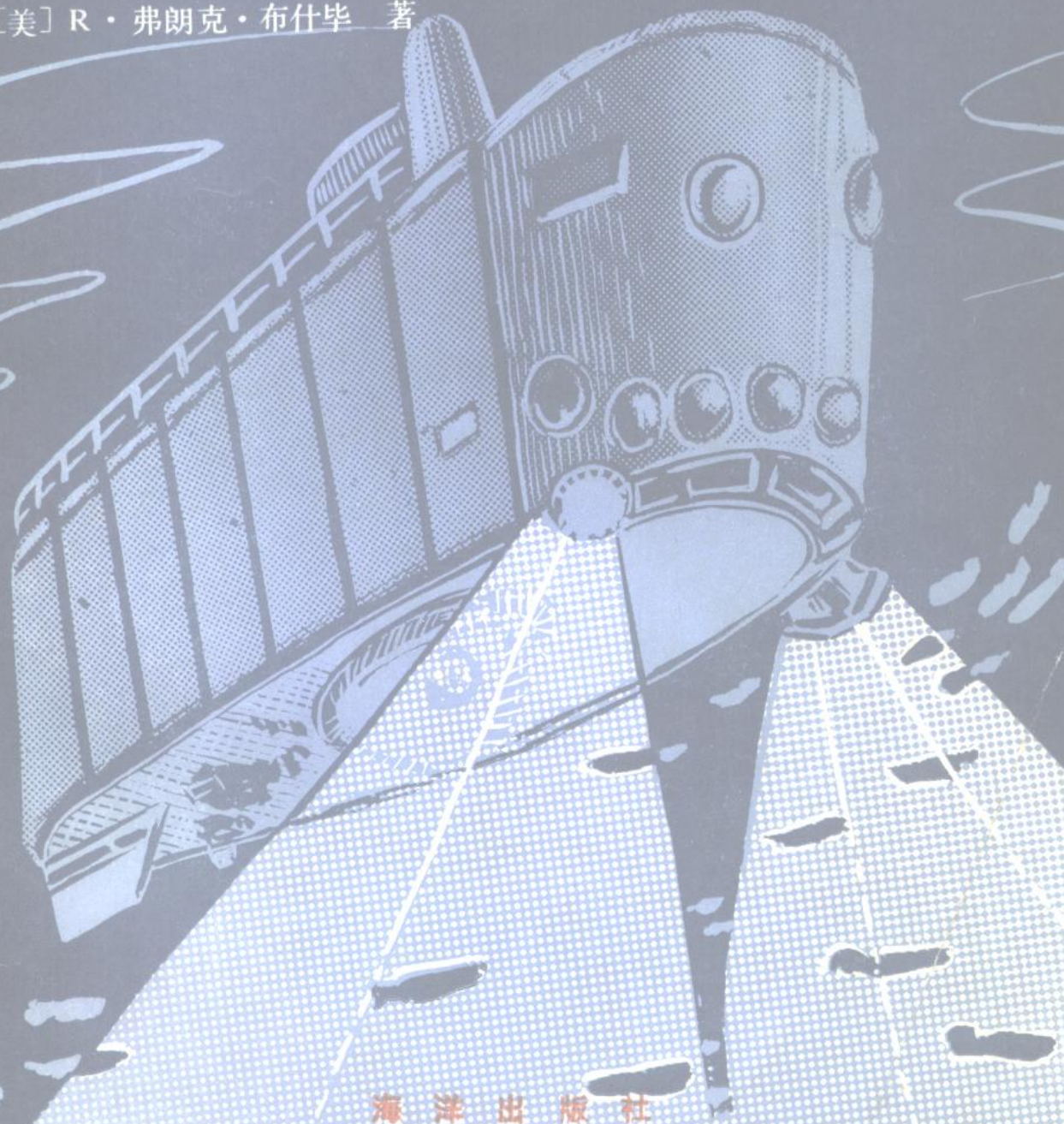


# 载人潜水器

## ZAI REN QIAN SHUI QI

[美] R·弗朗克·布什毕 著



海洋出版社

U471.23  
157817

157817

# 载人潜水器

〔美〕 R·弗兰克·布什毕 著

黄孟南 李锡英 译

杨仁杰 裘晓星 校  
黄秀章 黄根余



海洋出版社

1982年·北京

## 内 容 简 介

载人潜水器是开发海洋和防险救生的重要技术设备。本书是由美国海军海洋局的布什毕汇集了七十年代以前世界主要国家这方面的文献资料加以编纂而成。本书着重阐述载人潜水器有别于军用潜艇的各种结构、系统、动力、控制、仪表、导航、生命支持和适居性、水下作业和辅助设备以及应急营救等装置和措施。特别介绍了许多潜水器的实际工作经验和出现的问题。适合于研制、运用载人潜水器的科研、企业单位的科技人员参考，也可供高等院校有关专业的师生作为教学参考书使用。

DU68/23

### 载 人 潜 水 器

〔美〕 R·弗兰克·布什毕 著

黄孟南 李锡英 译

杨仁杰 等校

\*

海洋出版社出版

（北京复兴门海贸大楼）

北京市二龙路印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

1982年5月第1版 1982年5月第1次印刷

开本：787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张：25<sup>1</sup>/<sub>8</sub>

字数：590千字 印数：1—800册

统一书号：13193·0114 定价：5.10元

## 出版者的话

载人潜水器是作为海洋开发、水下探测、水下抢险救生等工程中不可缺少的技术设备，世界各主要国家均已大量发展这项技术。我国虽然起步较迟，也已有较大的进展。所以虽然本书只反映了七十年代的技术水平，仍然对我国的海洋工程界有参考价值。

由于本书作者从各个公司企业和研究单位搜集了丰富的文献资料和照片图表，因此本书原来内容有很多属于为公司企业的产品作广告宣传的性质，有些内容对我国不适用，有的内容已很陈旧，除了译者已作了部分删节外，我社在编辑出版本书过程中也再次删节了一些文字和插图，这里就不再一一列举。

## 译 者 的 话

六十年代以来，越来越多的国家对海洋开发事业表现出前所未有的兴趣，特别是美国、法国、西德、加拿大、日本和英国等工业发达的国家，为了从海洋获得石油、天然气及其它资源，并全面开发和控制海洋，不惜投入大量人力、财力和物力，使这个新兴的领域在短期内获得了迅速发展。

然而，海洋开发毕竟是一个新的领域，无论在设备、技术、实践和人员培养等方面，都有不少特殊的问题需要解决，大量的工作有待人们去做。正因为如此，直到目前为止，还很少见到有较系统的海洋开发工程技术书籍出版。美国海军海洋局R·弗兰克·布什毕先生所编的《载人潜水器》一书，是难得的有关海洋开发的专业性文献。载人潜水器是海洋开发中不可缺少的重要装置，有人称它为海洋开发的尖兵。确实，人们为了认识和了解海洋，为了在深邃的海底进行开发活动，需要有专门的特种装置直接下到海中去进行调查、考察、测量、勘探以及完成某些工程作业，甚至还要承担打捞、营救之类的紧急任务，载人潜水器正是实现这些任务较好的工具。布什毕先生收集了大量现代潜水器的资料，他在这本书中除系统地论述载人潜水器各组成部分的设计、使用、存在问题和解决方法以外，还在每章后面列出了详细的参考文献目录，这为从事专业工作的科技人员提供了很大的方便。

我国的海洋开发事业还处于起步阶段，但可以深信，象我们这样一个具有辽阔海域的国家，海洋开发事业必定会有它广阔的发展前景。从这个意义上说，把这本反映当代海洋开发技术的书籍介绍给我国读者是较为及时的，希望它能起到积极的作用。

为使全书紧凑实用，我们删去了与主题关系不太密切的第三章、第四章和第十三章，因此章次和有关编号相应作了变动。

这本书的出版得到上海交通大学的大力支持，杨仁杰教授亲自担任总校及前言和第一章的校对，裘晓星（负责第二、三、四、六、十章）、黄根余（负责第五、八、九章）、黄秀章（负责第七、十一、十二章）同志分别承担各章的校对，朱继懋和裘晓星同志作了复阅。翻译过程中，还得到朱谦才、陆友才和王季芳等同志的帮助。在此，一并表示感谢。

## 前 言

人类对我们世界始终抱有无止境的好奇心，历史上曾有过不少这方面的记载。比好奇心更进一步，早期人们就迫切要求探索海下的秘密以及考核人们在海底持久力的限度。过去，人们曾下到海中去寻觅天然珍品以给人类增加难以获得的食物来源，同时还去海下发掘天然资源以改善当时人们那种平淡枯燥和不舒适的生活条件。然而，人们进入海洋的深度很快达到极限，那些未能到达的深海对人们来说，仍然是一个神秘莫测的领域。由于大深度下的海洋是一个十分险恶的环境，如果没有某些能抵御这种恶劣环境的专门设施，人们便无法亲身接近大深度的海域。

二十世纪的现代技术为人们安全穿过深海险恶环境，进入人类历史上从未到达过的海洋世界扫清了道路。越来越多的各种形式潜水器相继出现，人们乘坐它们为探索工业发展前景潜入海中进行科学考察、水下工程及海洋开发的工作，当然也包括仅仅为满足人们好奇心的潜水活动。

鉴于美国海军所肩负的使命，要求它能在整个海洋执行任务。为此，必须要对这种作业环境有深刻的了解，而且还要求它具有能在这种环境下进行有效作业的相应技术。为了获得有关深海的确切情况以及掌握深海环境对海军执行任务的影响，我们必须下到深海中去。进入深海的方法之一是将具有一定技术装备的设施送到海下。这种设施的作用相当于人的感觉器官和作业能力的延伸。然而，尽管现代技术为我们提供了越来越完善的测试设备和手段以获得有关深海的实际情况，但是如果没有感官高度发达的人直接进入考察和作业现场周围帮助进行作业，便无法观察到某些情况，也就得不出某些结论。

然而，正是载人潜水器为我们到达深海并在那里进行作业提供了较为舒适和相当安全的工作条件和环境，否则，在那种险恶环境下，人的生命安全将受到严重威胁。美国海军已研制了一些小型载人潜水器，从事深海调查和进行它所肩负的各种水下作业。我们还很想了解其它部门在研制载人潜水器方面所进行的工作，因为该领域的每一个成功，都会对介决深海环境下如何最有效地进行作业问题有所帮助。

在我们美国，实际上是在整个世界，对发展海洋开发技术和寻找新的开发手段重新表现出极大的兴趣。这种技术和手段对于大量地从海洋获得资源是不可少的。从事海洋开发事业的人们，不论是业余的还是专业的，都在着手设计和建造适于在海洋作业的各种潜水器。在研制工作中，不论是成功还是失败，对于达到上述目标都是有益的。实现上述目标的问题，在于很难完善深海环境下进行作业的技术。在海洋中不管进行什么样的作业，不论解决那一个技术问题，都会对

加速整个海洋开发事业的发展有所促进。

究竟需要些什么设备才能完成水下作业任务，这个问题越来越引起人们的兴趣。因此，人们向载人潜水器提出一系列问题：载人潜水器怎样进行工作？载人潜水器的构造和使用是否要遵循某些规定？载人潜水器能做些什么工作？如果遇到紧急情况，可采取些什么措施？载人潜水器有些什么局限性，具有哪些能力？布什毕（Busby）先生全面回顾了载人潜水器的研制和使用情况，编辑了这本综合性文献，它为海洋科学家、工程师、勘测员……以及对深海作业缺乏经验的开发者提供了解决有关这些潜水器问题的许多答案。

美国海军出版这本书的目的是希望促进这方面情报资料更广泛和更有成效的交流，这些资料涉及对深海环境中进行有效作业所提出的要求以及在设计和使用潜水器方面所获得的新的成就。布什毕先生花很大努力收集了大量资料，并整理发表在这本书中，他对于在从事海洋开发事业的人们中间——无论是现在还是未来的参与者——开展这种资料交流作出了很大贡献。我们都希望，总有一天人们渴望已久的从海中获得资源的理想终将实现。

美国海军海洋学专家

J·爱德华·斯奈达少将



# 目 录

第一章	绪论 .....	1
第二章	潜水器设计和使用中应考虑的一些问题 .....	13
第三章	耐压壳体和外部结构 .....	30
第四章	压载和纵倾调整系统 .....	61
第五章	动力及其分配 .....	89
第六章	机动性和控制 .....	142
第七章	生命支持和适居性 .....	176
第八章	操作设备、导航和机械手 .....	217
第九章	科研仪器和作业设备 .....	273
第十章	海上和海岸辅助 .....	303
第十一章	应急装置和应急措施 .....	339
第十二章	应急事故和营救潜力 .....	371



# 第一章 绪 论

大约公元前四世纪，亚里斯多德（Aristotle）曾记述过一种供采集海绵的潜水员使用的小型“潜水钟”，这些潜水员经常在75~100英尺水深范围内进行采集活动。当时的潜水钟犹如倒置的茶杯，加上压载石块把它们沉到海中。潜水员不必露出水面，只需把头伸到潜水钟内部就可进行换气，而潜水钟内的空气由充满气体的皮气囊供给。皮气囊由压载物沉到水下。

公元1620年，据说一位名叫柯尼利厄斯·范德莱贝尔（Cornelius Van Drebel）的荷兰人与英国詹姆斯一世国王签订合同，建造了一艘潜水器，它由十二名划桨手划动，在划桨的伸出口处用皮革外套保证水密。在潜水器内定期打开装有某种“神秘物质”（可能是钠石灰）的铁罐，便可净化舱内的空气。据说它在泰晤士河12~15英尺的水深处航行过几个小时。

1707年埃德蒙·哈利博士（Dr·Edmund Halley）建造了一具装有进出口闸门，潜水员可以在水下进出的潜水钟。它的上部设置了一个玻璃窗，使内部获得采光。另外，它还有补充气体的设施和用脐带供气的简易头盔，潜水员带上这种头盔后，只要他们的头部不低于潜水钟内的水面，便允许潜水员在潜水钟附近走动。

十八世纪七十年代末，美国康涅狄克州的戴维·布什耐尔博士（Dr·David Bushnell）建造了一艘小型木质潜艇，用于敷设水雷去炸毁英国军舰。这艘命名为“龟”号（TURTLE）的潜艇，经过几次失败以后，终于炸毁了一艘敌人的纵帆船。

十九世纪初，罗伯特·富尔顿（Robert Fulton）（蒸汽机船的发明者）建造了两艘以铁作为肋骨以铜作为壳板的潜艇，一艘叫“鳐鱼”（NAOTILUS），另一艘叫“哑子”（MUTE），前者曾为法国拿破仑波拿巴和英国对系泊目标进行过成功的军事演习，但是这两艘潜艇并未投入实际使用。

第一艘“现代化”的潜水器——看法可能并不一致——是西蒙·莱克（Simon Lake）制造的“亚尔古诺特-1号”（ARGONAUT FIRST），它是一艘小型的，看上去很笨拙的潜水器，1890年前下水，它用厚木板制造，用沥清水密，由一台汽油机做动力。潜航时用一条通向水面并有浮力支持的软管作通气管。它的独特之处在于采用了可吹除的压载水舱，这是第一艘采用可吹除压载水舱的潜艇。除此之外，它装有用动力驱动的滚轮和一个可以打开的底部舱口盖，当舱内压力与外界压力平衡后，可以把舱口盖打开，然后潜水员可以用手采集包括象牡蛎这样的底部标本。

以上所述，只不过是人类长期从事海洋作业活动的一些历史片断和早期在技术方面所作出的一些努力。虽然西蒙·莱克早在二十世纪初就研制了潜水器打捞系统（包括可潜式驳船），并用它来回收沉在长岛海湾海底的货物，但在这以后半个多世纪，载人潜水器一直

没有成为海底完成有价值作业的多用途工具，也正因为如此，使我们的这种工作找到了起步点。

1965年美国海军海洋局一个代表团到佛罗里达州的兰坦纳对约翰·佩里制造的“潜筒”号（CUBMARINE）水下观测船进行鉴定。

至少可以这样说，这次“鉴定”是很草率的，很象成交一辆旧汽车一样，小组的成员（由作者带队）从各个角度仔细观察这艘小型的黄色潜水器，并敲击它的壳体以判别钢壳的韧性，还用手抚摸各个侧面看是否光滑，然后再坐到潜水器内看其是否舒适。几小时以后，鉴定小组的领队亲自乘上这艘潜水器实际下潜作运行性鉴定。其结果是可以预见的，可以从潜水器内部向外进行观察，座位是硬的，没有宽敞的空间。然而这些业余爱好者还能作些什么其它的评价呢？要是可能，我们或许早已尝试过了。

自从六十年代中期以来，发表了数以百计的科学技术论文介绍载人潜水器的设计和结构材料。而且出版过几本书籍，对一些具体的潜水器活动作了介绍。这样一来，勤奋的学生通过自己的努力和借助于综合性图书馆提供的资料，便可以十分方便地了解潜水器的发展历史、专业术语、设计方法和操作技术，不至于第一次接触到潜水器时在这方面一无所知。

但遗憾的是，初学者很快就了解到，目前十分缺乏基础教育参考书籍。虽然也有一些可供参考的资料，但这些资料非常零碎，以致很难编制一份书目提要，何况在编制这些资料的过程中，这个领域本身正在以极快的速度向前发展，大多数潜水器等到它们的资料发表时已经不适用了。

另一个棘手的问题是技术术语。在介绍载人潜水器过程中许多名词术语，如“纵倾”、“吹除压载水”、“通气”等是直接引用于军用潜艇，但另外一些术语，如“观察窗”、“机械手”，“爪”等，又是潜水器所特有的。实际上，“载人潜水器”本身的叫法也有多种多样，如“水下运行器”、“深海研究运行器”、“深潜运行器”、“袖珍潜艇”、“可潜式运行器”等，都是同一意思，有的干脆就称为“潜艇”。因此，即使是写一篇简略的引言，仅就技术术语而言，可能要反复斟酌。

另一方面，一些从事该领域工作的人员，虽然他们对技术术语比较熟悉，但是他们往往不参与新技术的发展工作，甚至对自己所从事领域当前取得的技术成果也不很清楚。目前该领域有很多种技术性及半技术性的杂志，在这些杂志中，经常可以发现有关潜水器的使用经验和建议、部件试验及鉴定结果的零碎资料，但是要检索这些资料（即使这些资料可以在同一地方找到）却要花很多时间。

然而，从事海洋历史研究的学者可能会找到有关早期深海潜水器（bathyscaphs）的杰出文献或二、三艘新潜水器的报导，但是这些文献或资料几乎全然不涉及有关该领域技术及设计方面的问题。在这一章的后面，我们将列出深潜领域的一些参考文献，从这些参考文献中足以看出，在过去二十年，甚至现今并没有真正开始大规模进入海洋的和平活动。

但这并不意味着载人潜水器仅仅是作为一种历史珍品而存在。将实现深潜的各种方法编制成系统的文献，这不仅为历史学家所需要，而且对今后潜水器的使用者和设计者同样是有帮助的。如果人们准备利用现有潜水器方面的技术成果，或者打算对现有的潜水器进行改进提高同时避免无谓的重复劳动，那末很显然，人们必须知道潜水器目前已发展到一

个怎样的阶段。然而，评价当代潜水器的技术水平是一件十分困难的事情，因为对每一个技术问题，各艘潜水器的解决办法各不相同，真可谓是五花八门。当人们问：“潜水器用什么材料制造？”它的回答可以是钢、铝、塑料、玻璃和木材。“潜水器可以潜多深？”可以自 150 英尺到 36,000 英尺。“潜水器在水下可以呆多久？”可以从 6 小时到 6 个星期。简言之，人们为了知道潜水器的现状，就必须对整个领域有全面的了解。往往出现这样的情况，一艘潜水器的不足之处为另一艘潜水器所克服，一艘潜水器能完成某项特殊水下作业，另一艘潜水器却不能，但这艘潜水器在完成其它水下作业任务方面却比其它潜水器强。因此为了正确地评价每艘潜水器的作业能力，就必须详细地讨论整个潜水器领域，而这样就要进行世界范围的考察，这无论在时间上或资金上都是不允许的。

编写这本书对于解决上述问题是有益的，本书是对过去二十六年间人们在该领域所从事的活动的全面考察、分析和综合。在过去的二十六年中，建造了 100 多艘供深水和浅水使用的潜水器，而且在世界许多海区投入了使用。在过去一年中（1973-1974）潜水器的建造和使用简直是直线上升，发展速度非常迅速，但在这之前的三年中，潜水器曾经成了事实上的历史珍品。

因此，现在来搞清楚在潜水器方面我们已经做了哪些工作？取得了哪些成绩？目前现状如何？是十分适时的。

有关载人潜水器未来发展问题的讨论也是限于目前正在建造的或打算建造的潜水器的范围。这并不是因为载人潜水器没有什么发展前景，而恰恰相反，现在看来这是很有希望的一个领域。由于过去曾一度出现过兴旺一时而后萧条的情况，因此，现在来预测甚至展望这一领域未来的发展动向是一件很难的事情。例如，在为这本书收集资料的过程中，1973 年 3 月访问了佩里潜艇公司，那时正值佩里公司业务萧条，大量解雇人员以紧缩编制，对于当时的佩里公司来说，它的发展前景看来是十分暗淡的。然而，当 1974 年 4 月，第二次访问佩里公司时，它的车间却呈现出一片繁忙景象，而且正在进行各种业务商谈以便重新安装及建造生产设备，准备接受庞大的生产任务。

因此，还是把展望潜水器未来发展的问题留给更有勇气的人们去探讨为好。而且本书也不打算预测在潜水器这个领域中将会采用些什么新型材料、设备、仪表和动力源。这本书主要是讲载人潜水器方面已取得的成果及目前正在进行的工作。

正如人们所预料的，在潜水器领域中，存在着一些难以解决的困难，这些困难往往使有些潜水器还没有建造完工就被迫停止（例如“水蜘蛛”，“深星-20000”）。在这本书中对于这样的潜水器也予以收集，因为它们可以反映出潜水器的发展历史，而且可以知道在那个时候从事深潜工作的人们的一些设想，因此，用工程师的技术术语来说，这本书的可信程度简直象钢那样坚不可摧。

在回顾历史时，如果我们还注意到周围的情况，能使我们得到一些有益的启示。所谓周围情况是指其它一些潜水器的部署方法及它们的下潜方案。这样就会提出安全和应急设施的问题。第十一章中以一定篇幅介绍了每个潜水器为避免应急情况以及当发生应急情况时所需要携带的设备。开列出的这些设备并不意味着一艘潜水器一定都要具备才能保证安全运行，而仅仅是向人们提供在安全设施方面应当考虑的一些问题。遇险信号火箭、无线电导向信标以及诸如此类的器材，对于在沿岸或日内瓦湖地区运行的潜水器来说似乎没有多

大必要，但如果同样的潜水器在公海进行作业，则考虑这些器材就显得非常必要。

同样，对于压载、操纵、生命维持和潜水器的吊放和回收也有各种不同的方案。通过为达到同一目的而采用的各种设备的全面考察，操作者可以找到一种或另一种方案，从而可以扩大潜水器的作业能力和提高潜水器的使用性能。

遗憾的是对于这样一个前所未有，处于发展之中而且广泛开展的潜水作业活动要进行归类和整理确实有不少困难。在有些情况下，往往不希望把这个问题搁置，而必须引入一些任意选择的，技术术语来描述，但潜水器一经改装，也会使刚刚作出的描述失去正确性，甚至会出现不少前后矛盾的地方。为此特写这篇绪论以告诫读者书中会出现一些失误、遗漏以及前后矛盾的现象。其它方面的问题，也存在一些难以处理的情况，因此，也只能限于对这个问题本身单独进行讨论或作反复说明以免误解。

## 载人潜水器定义

为了限制这本书的内容范围，对载人潜水器特作了下列定义：

它是一种既能在水面，又能在水下独立进行工作，自带推进动力和观察设施的载人非军用航行器。乘员在干燥常压舱内利用观察设施可直接向外观察。

按照这个定义，没有推进装置的水下居住舱，无干舱输送蛙人的运行器，以及有脐带从水面获得支援的支持和运送潜水员的水下作业舱等都不属本书讨论的范围。根据上述定义，有脐带支持的潜水器“黑潮-2”(KUROSHIO II)、“格皮”(GUPPY)和“奥泼萨勃”(OPSUB)不应列入本书之内，但这儿存在一个过渡区域，因为“黑潮-2”及其它的先驱者“黑潮-1”从1960年以来已经作为潜水器发展历史的一部分而载入史册，把它们排除在外并没有多大意义，相反却会否认它们在深海探索中曾经起过的重要作用。由于“黑潮-1和2”号作为例外而列入了本书之内，所以“格皮”和“奥泼萨勃”也只好照例包括进去。

在全书中，用到“潜水器系统”这个概念，它不仅包括潜水器，还包括支持它的水面母船和用来把它放入水中与吊出水面的设备。图1-1为潜水器系统的示意图。它形象地说明了潜水器系统从它最基本的组成单元，即从单独一个人开始的形成过程。至于这个系统概念的重要性将在第二章和第十章中研究。

## 处于不断变动中的领域

从某种意义上说，这一节的标题应取为“道歉”，因为这一节要告诉读者，本书中对某些潜水器的描述有些不够确切的地方。造成不确切的原因主要有两方面：1)许多潜水器现在已不再存在，而且既找不到当事人，又找不到档案材料，所以无法搞到确切的资料；2)潜水器工业是一个十分活跃的领域。第一个原因毋需再作解释，对于第二个原因需作些说明。

潜水器象其他资产一样，会经常改变业主。新业主不仅会改变潜水器的原设计，而且还会更换潜水器原来的名称。例如，1970年佩里公司建造的PC-9(佩里公司命名的系列序号)原来由其业主布朗和鲁特(Brown and Root)取名为“观察潜水器-1”号(SURVEY SUB I)。1973年，泰勒潜水服务公司得到了这艘潜水器，并把它改名为TS-1。佩里潜艇公司1972年为多伦多的阿克赛斯公司建造了另一艘佩里潜水器PS-2，后来改名为塔德立克(TUDLIK)。大约在1973年，该潜水器重新回到位于佛罗里达州的

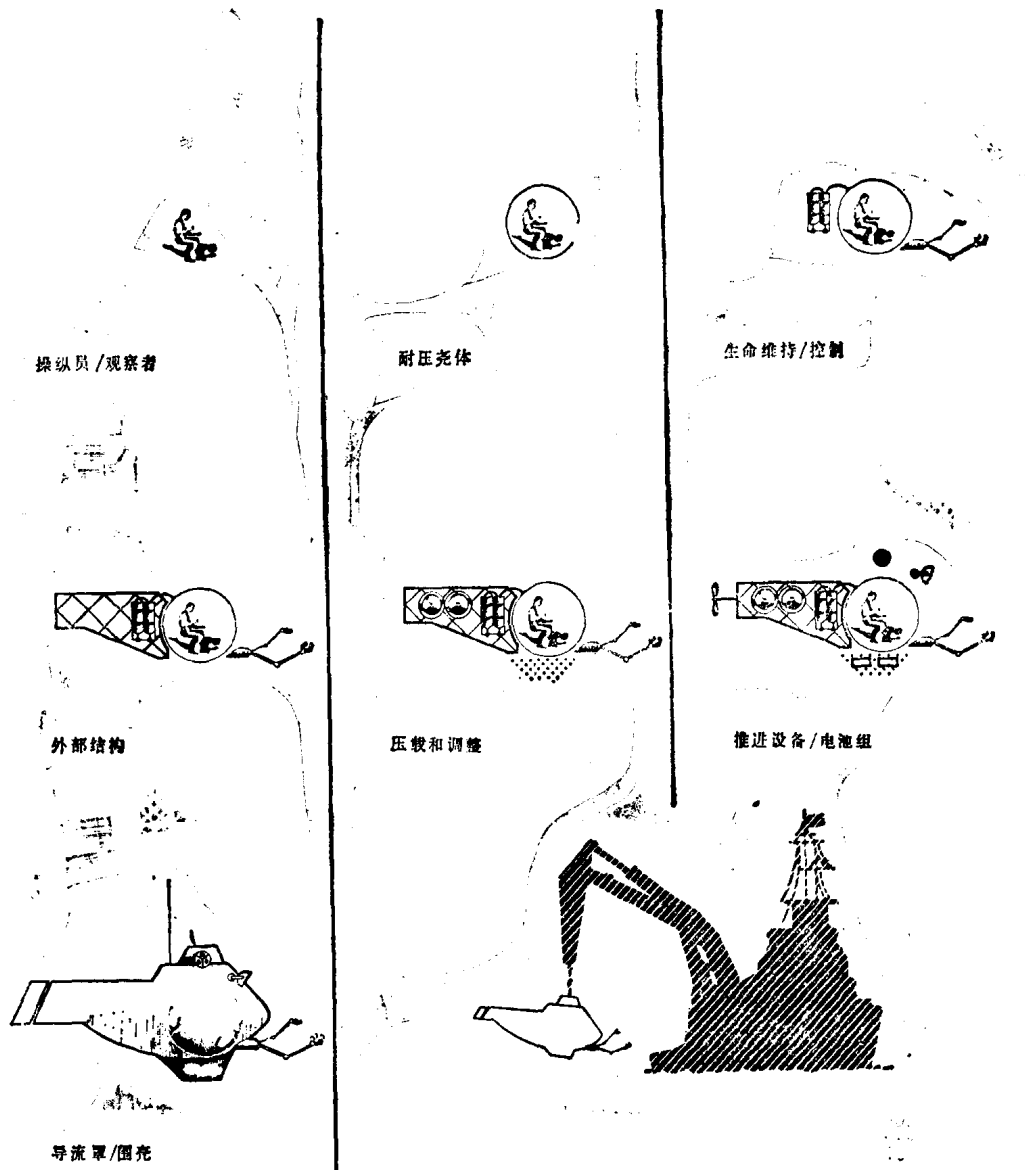


图1.1 潜水器的各组成部件

佩里公司手里，并恢复原名为 PS-2。1974 年米兰的海底石油服务公司购买了它，至今还没有更改名称，但不久也可能会改名。北极船舶公司的“海獭”号 (SEA OTTER) 潜水器原名为“保罗-1”号 (PAULO-I)，属于圣地亚哥的阿诺铁克斯公司所有。1971 年设在温哥华的加拿大潜水公司买了它，后来长期租给北极船舶公司，又重新称它为“海獭”号，还把它的作业深度从 600 英尺加大到 1,500 英尺。在有些情况下，即使潜水器的业主没有变，但也会以各种化名进行潜水作业。例如考斯托公司的“潜碟” (DIVING SAUCER) 号，法国的读者叫它为拉·索科配·泼朗琴脱 (LA SOUCOUBE PLONGEANTE) (美国也曾用过此名)，但在它的历史过程中，有时也称它为丹尼斯 (DENICE) (以考斯托的妻子命名) DS-2 和 SP-300。1970 年把该潜水器的作业深度从 300 米加大到 350 米，而且命名为 SP-350。

许多潜水器都存在名称上的这种变动，这就使人们不知使用哪个名称为好，而且也不

知道现在采用的是什么名称，这里所用的潜水器名称都是作者所最熟悉，纯粹为方便而采用的。单独注册的潜水器，别名在附注中给出。

业主的变动往往导致潜水器本身的改变。上面提到 SP-350 和“海獭”号都增大了作业深度。但这只是造成在描述“当今”潜水器中出现错误的一个原因。原来的“观察-1”号或 TS-1 潜水器在艏部左右舷装有垂向推力器，而“新的”TS-1 潜水器在原来装垂向推力器的地方装上了减振器（垂向推力器现在装在首尾部）。该潜水器还提高了生命维持能力，改变了起吊环，增加了一套作业和勘测设备。这仅仅是许多例子中的一个，这些潜水器因为换了新的业主，接受了新的作业任务，或改变了使用原理，从而使潜水器的面目发生了变化。佩里公司制造的头五六艘潜水器就是属于改变使用原理的例子，它们本来以钡石灰作为二氧化碳洗涤剂，现在佩里公司制造的潜水器却采用了氢氧化锂，而且对若干早期造的潜水器也改用了氢氧化锂作为洗涤剂。在有些情况下，原来潜水器保留下来的唯一东西只是一个耐压壳体，例如这本书中提到的“奥·皮卡特（AUGUSTE PICCARD）号潜水器，就是按照它当初建造时的情况介绍的。为了使这艘潜水器适应于公海的勘探工作，因此对它作了大量改装，现在除了耐压壳体和推进装置以外，几乎是面目皆非。

还有一些例子，说明介绍中出现的不确切性的原因是由于从潜水器建造到潜水器实际投入使用在这期间所发生的变动而引起的这种变动是相当大的。例如第二章中对“深探”号（DEEP QUEST）使用和设计情况的详细介绍是根据 1968 年对这艘潜水器所提供的资料写成的，然而“深探”号潜水器的经营者沃辛顿先生（R. K. R. Worthington）在审阅这一章的内容时，为了反映这艘潜水器的目前情况，对原来的描述已作了许多极为重要的改动。当一艘潜水器始终为某一组织所使用，并由专人进行操作时，那么对这艘潜水器从建造到实际使用，在这过程中所发生的变动是很容易弄清的，但是当潜水器的业主几次转手后，或者当它的使用原理甚至实际使用状态也发生了一些变化（如象军用潜水器那样）那么单是弄清一艘潜水器的这些变化情况，本身就是一项繁琐的研究项目。

总之，本书中对潜水器的介绍及对它们营运细节的描述，只是反映这艘潜水器在其使用寿命中某个时期的情况——诚然，我们还是尽了最大努力介绍它们的最新情况。诸如长度、高度及宽度的尺寸参数、重量、工作设备、安全设施、推进装置以及其他特征，除了那些不再投入使用的潜水器以外，都经常会发生变化，而且变化还在继续。为了尽量接近实际情况，书中的叙述都是有根据的，但要详细了解确切情况，那末应当去接触当今的潜水器操纵员或者潜水器的经营者。美国海军海洋局在拟订潜水器租用规划的过程中，很快发现（有时使人气愤）一些大公司的销售部门往往对潜水器操纵员对潜水器所作的改装情况一无所知。

## 潜水器的状态

介绍一艘潜水器的状态，看起来似乎是一桩相当简单的事情，无非是，要么它处于使用状态、要么它不投入使用。但事实上，一艘潜水器的现状相当难于精确地定论，“阿鲁明纳”（ALUMINAUT）号就是一个典型的例子。该潜水器现存放在佛罗里达州，自 1969 年以来就一直没有作业过。然而这并不意味着它不能或不再投入潜水作业。如果有人要租用“阿鲁明纳”号，签订一项可为业主提供相当大利润的合同，那么业主也许会把该潜水器

从贮存处取出，使它投入工作。另一个例子是 PC-3B（或“技术潜水员”号）潜水器，它已经多年不潜水了，但是在对业主财经有利的情况下，它无疑可以再投入工作。有些象“诺铁莱特”（NAUILETTE）系列的浅水潜水器，只在夏季大湖上出现好天气的时候才进行潜水，而在冬天则贮存起来不用。有些潜水器放在博物馆或公园里展出，另一些潜水器则已被拆下各种零件，散放在仓库里。因此在有些情况下，可相当容易地把它们归纳成使用类和不能使用类两种。那些不能被清楚地归纳到这两类的潜水器，则可归纳到暂时不用类。具体来说，对潜水器的使用状况按下列定义进行分类。

**使用类** 根据报导，在 1974 年仍在潜水的潜水器，包括正在进行试验和鉴定的潜水器以及那些正在进行改装而准备潜水的潜水器，即归为使用类。

**暂时不用类** 在二、三个月内，或在更短的时间内，使之能够工作的潜水器归为暂时不用类，“阿鲁明纳”、“格皮”、“奥泼萨勃”、“技术潜水员”（TECHDIVER）就是属于这种潜水器。

**不能使用类** 不经过大的重新装配不能投入工作的潜水器，归为不能使用类。

## 术 语 和 单 位

本书所用的许多术语或许会使传统的潜艇艇员感到茫然。对一名军用潜艇艇员来说，他已有半个多世纪的传统观念，在他的脑子里装有适用于军用潜艇的一些现成术语。但是，潜水器却不是很早就有的，而且围绕着潜水器这一领域发展起来的术语多来自于航空工程师、佩戴自持式呼吸装具的潜水员、机械师、科学家、业余爱好者以及来自传统主义者本人。其实，这样众多的术语来源是不足为奇的，由于所有潜水器实际上由非传统的人员建造和操纵着，所以没有统一使用的术语。这种情况对于在这个领域从事工作的任何人并不会带来困难，而且看来对他们将来也不会成为一个麻烦的事情。但事实上，就传统这个意义上来说，载人潜水器的工作方式确实违反了潜艇的全部传统。对于潜艇来说，除了应急情况之外，要尽量避免潜艇坐底，然而对于潜水器来说这种状态却是所期望的；对于潜艇来说总是千方百计想使它的线型具有理想的水动力特性，以减少运动阻力，但潜水器却全然没有这种需要，因为潜水器的航速并不是一个重要问题；潜水器的“长时间潜水”只不过是 12 小时左右，而对于核潜艇来说，这样短的时间根本算不上是潜水。另外，二次潜水之间进行吊放和回收对于潜艇来说既难于想象实际上也是不可能的。因此，尽管传统的潜艇艇员对潜水器的这种工作方法并不熟悉，但他们感到乏味的是大部分术语在一定程度上属于常用的词汇，下面将举例说明。

有时出现“眉板”（*Brow*）这个术语，这不是印刷上的错误，有些潜水器（“深星”-4000（DEEPSTAR 4000））从前部观察窗伸出一块眉板，它是首部的同义词，只不过它是一种特殊形式的首部。

“纵倾”（*trim*）是潜水器通过前后移动重量或者重新调整排水量分布，使潜水器的首部获得向上或向下倾斜的手段。然而在潜艇上这个词的意思是指调整压载，使它稳定在某一深度处。有时在潜水器中“纵摇”（*pitch*）和纵倾（*trim*）是同义词。

本书中提到的“外部结构”（*exostructure*）是指耐压壳体外部用以支持电池组、推进装置和其他设备的外部框架。外部结构的外面有一只导流罩它使外部结构保持流线型。有



些制造厂把外部结构称为“构架”(framework),把导流罩称为“壳板”(skin)。

“操作员”(operator)这个术语是指控制潜水器运动的人员,是“驾驶员”(pilot)的同义词。起初是使用驾驶员这个词,这是一个相当明确的词,但到了60年代后期,美国海军在考核潜水器的操纵员即驾驶员时,采用了操纵员这个词。只要操纵员这个词是出现在军队系统中,那它的意思是完全明确的。但是,从私营的情况来看,一艘潜水器可能是而且往往是被一家公司所拥有,而由另一家公司所使用,并且由这家使用公司的雇员所驾驶。因此,当人们讲到潜水器的操纵员时,很难分清是指公司还是指操纵者个人。当出现这种混淆不清的情况时,就要使用驾驶员来分清个人与公司之间的区别。

在本书中还用到其它许多术语,一般都作了解释。各艘潜水器设备所给的名称是业主和使用者所采用的。虽然按照分类学对这些设备使用统一的术语重新给予命名是比较令人满意的,但由于许多潜水器已更换名称因此要与它们的业主取得联系,那是相当困难的。

最后,我们来谈一谈度量单位,更明确地说是有米制与英制的问题。一个明显的事实是,本书中没有把英制换算成米制,鉴于实际上都采用英制,所以要把许多数值从英制换算成米制,得做大量的工作,而且会得出奇怪的尺寸。例如,一个6英尺直径的壳体换算成米制,就变成1.83米直径的壳体,而且还不是一个精确的换算结果。因此,为了简便起见,原来用米制表示的数据,则仍按米制报导;原来采用英尺英寸的,仍以英制表示。

## 潜水器方面的综合性和专业性出版物

在全书中,介绍了许多论述潜水器具体设计和应用的书籍、文章以及报告等参考文献。有的读者可能只对某一艘潜水器或潜水器的某些具体设备感兴趣,为此,尽管在每章后面列出了有关的参考文献,但在这里仍提出下列书籍和报告供读者参考。

### 载人潜水器一般性外表和叙述

《深潜水器》,1966年特里(Terry, R.D)著,加州北好莱坞,西方期刊公司出版,全文共456页。

《为科学潜水》,1972年申顿(Shenton, E.H)著,纽约W.W诺顿公司出版(用非技术性词汇描写潜水器的主要设备)。

《海下人》,1973年佩席斯(Penzias, W)和古德曼(Goodman, M.W)著,纽约维立公司出版(这是一本最近出版的总论性的书,其中包括许多技术性的资料,但着重论述环境潜水的技术问题)。

### 潜水器潜水历史和设计专论

《下潜半英里》,1934年毕勃(Beebe, W)著,纽约哈考特和勃拉斯公司出版(深海潜水球的构造和潜水史)。

《在气球和深海潜水器中》,1954年皮卡特(Piccard, A)著,伦敦开赛尔有限公司出版(FNRS-2和“的里雅斯特-I”号潜水器)。

《下潜2000呎》,1955年豪厄特(Houot, G.S)和威尔姆(Willm, P.H)著,纽约Dutton公司出版。

《活跃的海洋》,1956年柯斯托(Cousteau, J.Y)著,纽约哈泊和罗公司出版(SP-350潜水器的早期历史)。

《下潜7英里》，1960年皮卡特 (Piccard, J) 和迪兹 (Dietz, R. S.) 著，纽约G. P 普特曼公司出版 (“的里雅斯特-1”号潜水器和导致创记录潜水的过程)。

《对海洋深度的探测》，1968年申顿 (Shenton E. H) 著，纽约W. W诺顿公司出版 (SP-350 潜水器的科学潜水)。

《海洋下的太阳》，1971年皮卡特，J著，纽约查利斯·斯克里勃纳公司出版 (“奥·皮卡特”，“本·富兰克林”潜水器，墨西哥湾漂流试验)。

《海之窗》，1973年林克 (Link, M. C) 著，斯密斯逊研究所出版 (“深潜水员”、“约翰逊海联”号潜水器，以及埃德渥、林克先生的其他水下活动)。

伍兹霍尔 (Woods Hole) 海洋研究所从1960年起，每年发表关于“阿尔文”潜水器的设计、制造、使用以及改进方面的报告。头两年的报告是论述“阿鲁明纳”潜水器，该潜水器在当时是由海军和雷诺兹国际公司合作的冒险事业。从1963年到1970年，只论述“阿尔文”潜水器。这些报告的题目是“深潜研究”，在上述期间，每年发表一篇，但遗憾的是，这些报告没有得到广泛传播，而且仅保存在伍兹霍尔海洋研究所和一些设置海洋学课程的大学图书馆中。仔细阅读这些报告，实际上等于上一门深潜设备的课程，并且从中可以了解潜水器在其成为有用的科研工具过程中所经历的艰难历程。论述潜水器改装的大部分报告，存在一个主要的缺点，那就是作者仅阐述对潜水器作了那些改装，而并不说明改装的理由或问题的所在。然而，伍兹霍尔海洋研究所的报告却提供了有关这些问题的全部细节，而且对每一项变动都作了详细的说明，如每次改装的理由，设备或系统的不足之处，采用新的方法打算如何改进潜水器、支持平台以及其吊放回收系统。因此，伍兹霍尔的报告实际上是六十年代深潜技术及其发展过程的缩影。

另外，美国海军深海技术(DOT)发展规划局发表了一系列不易获得的报告，并将这些报告汇集成手册。美国海军注意到载人潜水器上各种电气和机械设备存在的严重问题，所以在六十年代后期便开始了这项研究发展规划，其研究成果不论对现在还是对未来的潜水器操纵员和设计师都是十分有益的。下面所列的手册均总结了现有设备的问题，解决问题的办法以及克服某些问题的建议。这些报告的分配受到限制，仅提供对这些资料有合法需要的人使用，申请这些资料时可写信给

国防文献中心 (Defense Documentation Center)

喀麦隆站 (Cameron Station)

亚历山大 (Alexandria), VA22314

到1974年止，发表了下列有关载人潜水器的手册：

《深海用的电缆技术手册》，NSRDL(A)6-54/70，1970年11月，AD877-774。

《用于压力均衡深海设备的旋转轴封选择手册》NSRDC(A)，7-753，1971年10月，AD889-330(L)。

《深海用的潜水器电气杯形管接件、接头和电缆组件手册》，NAVSEC，1971年7月，AD888-281。

《深海用的液压介质和润滑油手册》NSRDC(A) MATLAB360, ReV，1972年，AD893-990。

《深海充液·深度/压力补偿系统》NSRDV(A)27-8，1972年4月，AD894-795。