

潜水医学入门

〔西德〕 海·马杜斯 著



海洋出版社

潜水医学入门

〔西德〕海 马杜斯 著

陈 华 译

龚锦涵 校

海 洋 出 版 社

1984年 北京

内 容 简 介

这是一本通俗的科普读物，书中除理论原理外，还全面、系统地介绍了如何选拔潜水员 选择减压方案、如何处理事故等潜水入门知识。适于潜水员、潜水医生及广大科普爱好者阅读。

MEDIZINISCHE TAUCHFIBEL

H. Matthys

潜水医学入门

〔西德〕 海 马杜斯 著

陈 华 译

龚锦涵 校

海洋出版社出版 (北京市复兴门外大街)

新华书店北京发行所发行 戏剧出版社印刷厂印刷

开本：787×1092¹/₃₂印张：4¹/₂ 字数80千字

1984年3月第一版 1984年3月第一次印刷

印数：1—3,000册

统一书号：14193·0264 定价：0.44元

前 言

潜水运动愈来愈受到人们的欢迎，而且数小时乃至数天的水下停留对于研究湖、海具有很重要的意义。然而潜水是有危险的，尤其是在世界各水下活动中心常常发生事故的状况下，就更需要医务、安全等部门对这些问题加强研究。潜水的危险与人的机体对高压的各种反应有着密切的联系。因而，潜水人员和教练员了解一些人体的基本功能，以及离开常压安全返回水面的可能性方面的知识，是预防事故的重要条件。

潜水医学是运动医学、劳动医学和事故医学的一门特殊分支学科，它与呼吸循环的病理学有着十分密切的关系。

马杜斯先生不仅在呼吸病理生理学方面享有盛名，而且还参加过苏黎世医科大学附属医院加压舱实验室的多次深潜试验，并作为潜水医生对选拔和培训瑞士军队第一支潜水部队起了重要作用。他亲自潜水、培训潜水人员，并在这一领域从事科学研究。这些不仅成为编写此书的动力，也是一个有利的先决条件。本书是潜水运动员和潜水医生的通俗读物。书中除基本原理外，还有许多具体事例的介绍，例如选拔潜水人员、减压方案和对事故的处理等。

阿·阿·贝尔曼

目 录

引 言.....	(1)
潜水种类.....	(4)
乘潜水艇潜水.....	(4)
屏气潜水	(5)
呼吸管潜水.....	(5)
装具潜水.....	(6)
物理-生理学定律.....	(7)
空气成分.....	(7)
压强单位.....	(7)
大气压力.....	(8)
附加压或相对压.....	(9)
绝对压或总压.....	(9)
气体定律.....	(10)
波义耳-马略特定律.....	(10)
道尔顿定律.....	(12)
亨利定律.....	(14)
水.....	(16)
对身体重量的影响.....	(16)
视力的变化.....	(17)
听力和发音的变化	(18)
温度感觉的变化.....	(19)
呼吸.....	(20)
血液循环.....	(22)

氧气消耗和空气消耗.....	(23)
身体的气腔.....	(23)
头颅气腔.....	(24)
肺	(26)
胃肠道.....	(26)
各种不同压力负荷的特点.....	(26)
屏气潜水.....	(26)
用呼吸管游泳和潜水.....	(29)
头盔潜水.....	(32)
用肺式自动呼吸调节器潜水(蛙人).....	(32)
潜艇, 紧急上浮.....	(33)
沉箱作业和高压氧治疗.....	(34)
高地湖中潜水.....	(34)
飞行与潜水.....	(34)
潜水事故和损伤	(36)
溺水.....	(36)
吸入淡水.....	(36)
吸入海水.....	(36)
“干”溺水.....	(37)
浸泡休克.....	(37)
水中死亡.....	(37)
急救成功后死亡.....	(38)
气压伤.....	(38)
中耳和外耳道.....	(38)
潜水眼镜腔和鼻腔.....	(42)
乳突蜂窝.....	(44)
额窦.....	(44)

颌窦	(44)
筛窦和蝶窦	(45)
牙齿	(45)
肺脏(气胸、皮下气肿和纵隔气肿)	(45)
胃肠道	(49)
皮肤(干式潜水服)	(49)
减压事故(减压病)	(49)
原发性轻型减压病	(50)
关节、肌肉和骨骼(“屈肢症”)	(50)
皮肤(“潜水员瘙痒症”)	(51)
原发性重型减压病	(51)
中枢神经系统	(52)
呼吸与循环	(52)
继发性气体栓塞和脂肪栓塞	(52)
内耳损伤	(53)
呼吸气体引起的危险	(53)
氮气-惰性气体麻醉	(53)
氧中毒	(54)
缺氧	(56)
二氧化碳中毒	(56)
一氧化碳中毒	(57)
油中毒	(58)
精神失常	(58)
恐惧现象	(58)
过度通气综合症	(58)
温度引起的危险	(59)
冻伤	(59)

积热	(61)
动植物引起的伤害	(61)
个人卫生与营养	(62)
外耳道炎症	(62)
皮肤感染	(63)
饮食习惯	(63)
急救	(65)
救捞出水	(66)
对生命功能的判断	(66)
救生的紧急措施	(68)
昏迷时采取的体位	(68)
人工呼吸	(69)
心脏按摩	(70)
潜水事故的报告	(74)
潜水事故的处置	(75)
溺水	(75)
气压伤	(77)
减压病	(78)
重型减压病	(79)
轻型减压病	(80)
呼吸气体中毒	(85)
过冷	(86)
潜水医学救生器材	(89)
潜水合格性的医学检查	(90)
减压规则	(94)
减压目的	(94)
现有减压表的原理	(94)

单次潜水.....	(95)
潜水极限时间(无减压停留站的不减压潜水).....	(95)
减压步骤(减压停留站).....	(98)
反复潜水.....	(100)
不减压潜水后的反复潜水.....	(101)
减压停留潜水后的反复潜水	(102)
阶段式下潜.....	(102)
水面间隔时间的 影响.....	(104)
在水面间隔时间内呼吸 100% 氧.....	(104)
两次潜水间的海拔高度的变化	(106)
搭飞机旅行问题.....	(107)
在海拔700米以上的高地潜水.....	(108)
苏黎世加压舱实验室的空气减压表.....	(109)

引 言

第二次世界大战以来，潜水已成为一种职业和运动的项目，并愈来愈具有重要意义。目前，刚刚开始开发 200 米深大陆架的石油等矿藏资源，这就要求人们能长时间地在水下或水下居住舱（加压舱）中生活。连那些考古学家、动物学家、地质学家，以及洞穴的勘探人员等，为了实现他们的科学追求，也愈来愈需要潜水装具。自古以来，就有许多军事家曾设想建立一支能在水下战斗的部队，可是，直到第二次世界大战，作战潜水员才在指挥作战和扫雷方面发挥了实际作用。

向水下进军有各种方式。早在公元前几千年，就有人不用任何技术辅助工具，即裸潜到海底捞取珍珠、海绵、贝壳和珊瑚。据说，公元前 327 年，亚历山大大帝为了探索海洋的奥秘，在狄欧根内斯和亚里士多德的保护下曾登上过第一个潜水钟。十九世纪，根据钟内有与外界相应高压的潜水形式，进而研制了一种叫做“沉箱”的东西，借此，人们可在干式条件下进行水下作业。随之，潜水事故和疾病也就开始急剧增加了。面对这种现象，从一般医生，直到为潜水医学奠定基础的法国人保罗·伯特和英国人霍尔丹也都无计可施。

利用潜艇潜水的想法已有很悠久的历史。在潜艇内，人不会承受到水压，而且各种生理学问题也比较容易解决。早在欧洲文艺复兴时期，就有学者设计过潜艇（列奥那多·达

芬奇、波勒利等)，但那时他们因受技术条件的限制而告失败。有两名瑞士人，即皮卡德父子坚持采用这一潜水原理，终于潜到了地球的最深处（马里亚纳海沟——10160米）。

铠甲式潜水员与潜艇艇员一样，具有相同的潜水条件。但因其非常笨拙，活动性差，故未能获得实际应用。

一种具有头盔的潜水服，即由水面供给压缩空气的潜水的方式，也是在十九世纪发展起来的。后来，对这种潜水方法经过了许多技术性的改进，至今仍有一部分被使用。自法国人勃利欧发明肺式自动呼吸调节器之后，人们才成功地实现了不受水面控制的水下自由潜水。

总览今日之潜水，蛙人，即装具潜水，首先应归功于雅克·库斯托、康拉德·利姆鲍格和汉斯·哈斯等人。

另一个问题，就是从失事沉没的潜艇中脱险上浮，本书不作介绍，对这个问题，美国海军和英国海军特别感兴趣。

六十年代初，瑞士人克勒和贝尔曼在研制新的深潜方法方面迈出了决定性的一步。不过，早在本世纪二十年代，英国人戴维斯就设计过水下居住舱。林克·库斯托和邦德等人都做过潜水试验。潜水员曾在不同深度在“水下居住舱”内做过为时数天和数周的长期停留，他们可经常从水下居住舱随意潜入海中。

然而，水的深度仍然是人类的大敌。人进入这个陌生的水下世界，会不可避免地发生各种事故，引起一些疾病。因此，潜水员和医生都必须彻底熟悉这方面的知识，以便能及时恰当地处理危急情况。发生严重潜水事故时，应分秒必争，及时抢救，若医生不在现场和未能采取相应的措施，就会引起威胁人生命的危险。因此，潜水员自己也必须懂得并掌握几种最重要的急救方法。

本书的目的，是使非专业人员和不了解潜水医学的医生，对潜水物理和生理过程以及各种可能性有一个大致的了解。但不可能仅从书本中完全学会；使呼吸畅通、病员的正确体位、口对鼻人工呼吸、胸外心脏按摩等急救措施，只有在医疗单位、救生协会、特别是民用和军用潜水学校的专业人员指导下才能加以掌握。

令人惊讶的是，在各体育潜水中心，甚至职业潜水（如北海）中，发生潜水事故往往是因缺少潜水医学知识，或是因缺少足够的救生设备（如加压舱），因而造成死亡或导致终身残废（瘫痪）。如果在刚刚出事的时刻，潜水员的伙伴和医生不能采取救护措施，又用无加压舱设备的飞机空运遭受减压事故的人员，那么还会给减压病患者造成新的损伤。而专家们往往不能及时赶到现场，一次疏忽可造成不能弥补的损失。但愿这本为未经潜水医学专门训练过的医生和外行而写的书，能对潜水运动、潜水作业和高压氧治疗时发生的减压病有所帮助。

潜 水 种 类

按生理学观点，潜水可分为如下四种不同的种类，

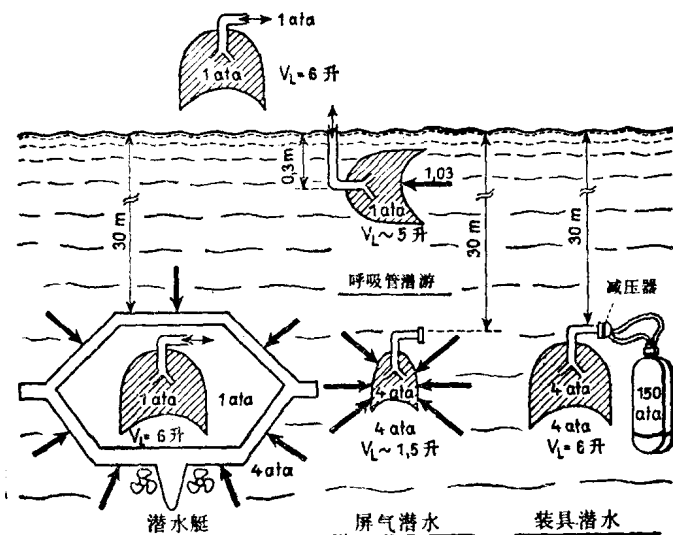


图 1 四种不同的潜水方式

V_L 肺内气量 (升) *

乘潜水艇潜水

在潜水艇内，或在一个有相应耐压结构的水下舱室内的

• 图中ata为工程大气压的单位。——译者注

气压是常压，也就是说，潜水艇周围的水压由耐压的钢壁所承受了，潜水艇艇员的机体因而不再承受压力负荷。当然，潜水艇在水下时，人不能直接出艇。从沉没的潜水艇中紧急出水，是属于特殊的医学问题，必须设置一个具有相应功能的调压舱方有可能。

屏 气 潜 水

屏气潜水亦称自由潜水或“停止呼吸潜水”，它的含义是潜水时不使用呼吸装具。早在几千年前，这种方式的潜水就已成为一种运动和职业了（捕捞珍珠、珊瑚的潜水和水下狩猎）。对训练有素的人来说，屏气潜水可在20—30米的水深处停留1—2分钟而不会发生危险。到目前为止，屏气潜水深度的世界纪录是100米。人在屏气潜水时主要是充有空气的胸廓要受到周围水压的明显压迫。

呼 吸 管 潜 水

潜水时，为了改善水下视力，潜水员要带一副潜水眼镜。如若能通过口中咬住的一根向上通到水面的管子（呼吸管）进行呼吸，便可清楚地观察水中和水底情况。穿上脚蹼可加快潜游的速度。但用呼吸管呼吸只能在水面下几厘米深的水中潜游，由于下面还要谈到的医学上的缘故，用呼吸管潜水不允许超过30厘米左右。

潜水眼镜、呼吸管和脚蹼是任何潜水训练的基本设备。

装 具 潜 水

不论用头盔潜水，还是用呼吸器（即肺式自动呼吸调节器）潜水，均须呼吸与该次潜水深度压力相同的压缩气体。这样，身体就不会受到机械压力的作用。但是，若超过一定深度，呼吸气体的分压升高，将会使机体的生理功能发生危险。

小深度潜水的呼吸气体大多使用空气，较大深度的潜水则主要使用氮氧混合气体，有时还可加点氮气。军事潜水常常使用所谓的闭式呼吸器呼吸纯氧。其优点是，潜水员不会因排出气泡而被发现。然而，若深度超过15米，就会有急性氧中毒的危险（参见呼吸气体引起的危险）。

进行300米和更大深度的潜水，目前仍只应用与该次潜水深度相应的不同配比的氮氧混合气体。

物理-生理学定律

空气成分

大气层的空气由79%的氮（包括0.9%的氩）和21%的氧组成。地球表面至很高高空各处的空气成分实际上是恒定的。

压强单位

单位面积上所承受的力叫压强。某一或同一压强，由于表示力和面积的单位不同，其计量数亦各异。在潜水医学和潜水技术上通用的压强单位（计量数）如下：

表1 不同的压强单位

1 Pa	=1牛顿/米 ² =10 ⁻⁴ 绝对大气压 (ATA)
1 kPa	≈9.81厘米淡水柱=10 ⁻³ Pa
1 Bar (巴)	=100kPa
735mmHg	≈10米淡水水柱≈1公斤力/厘米 ² =1工程大气压=1ata
760mmHg	≈1物理大气压=1绝对大气压 (ATA)
	≈1.0333公斤力/厘米 ²
	≈10米海水水柱
	≈29.9英寸汞柱
	≈34英尺淡水水柱
	≈33英尺咸水水柱
	≈14.7英磅/英寸 ²

1 工程大气压相当于在 1 平方厘米面积上承受到 1 公斤重量的压力 (KP)。因 1 平方厘米面积上 10 米高的淡水水柱重 1 公斤，故淡水水深 10 米为 1 个工程大气压。

海水含盐 3—4%，较淡水为重，故 10 米的海水深度压力稍大，为 1.03 工程大气压。

欧洲共同体从 1978 年起开始实行新的压力测量单位，只使用帕（斯卡）和巴，以及它们的千倍数。

大 气 压 力 (图 2)

气压计压力或空气压力，又称大气压力，就是作用于我们人体的大气空气柱的重量。由于我们人体呼吸的是同大气压相同压力的气体，所以我们感觉不到这种压力负荷，大气压力随着海拔高度的升高而降低。与此相适应的我们体内的气体压力也随之下降。在山地湖泊中潜水时，应特别注意这一情况。

1643 年，意大利物理学家托里拆利用一根一端封闭的玻璃管，装满水银后，把管倒置于水银槽中，第一次测量了大气压。他测出，在海平面的大气压强平均为 760 毫米汞柱。后来他又指出，一定海拔高度上的大气压力还与气候有关。第一个气压计问世了。为了纪念这位物理学家，人们便把升高 1 毫米汞柱称为 1 托。

按水银的比重 (13.6 克/厘米^3)，把 1 工程大气压与 1 托，即 1 毫米汞柱的关系归纳如下：

1 工程大气压 = 10 米水柱 = 735 毫米汞柱或托 (参见表 1 不同压强单位)。