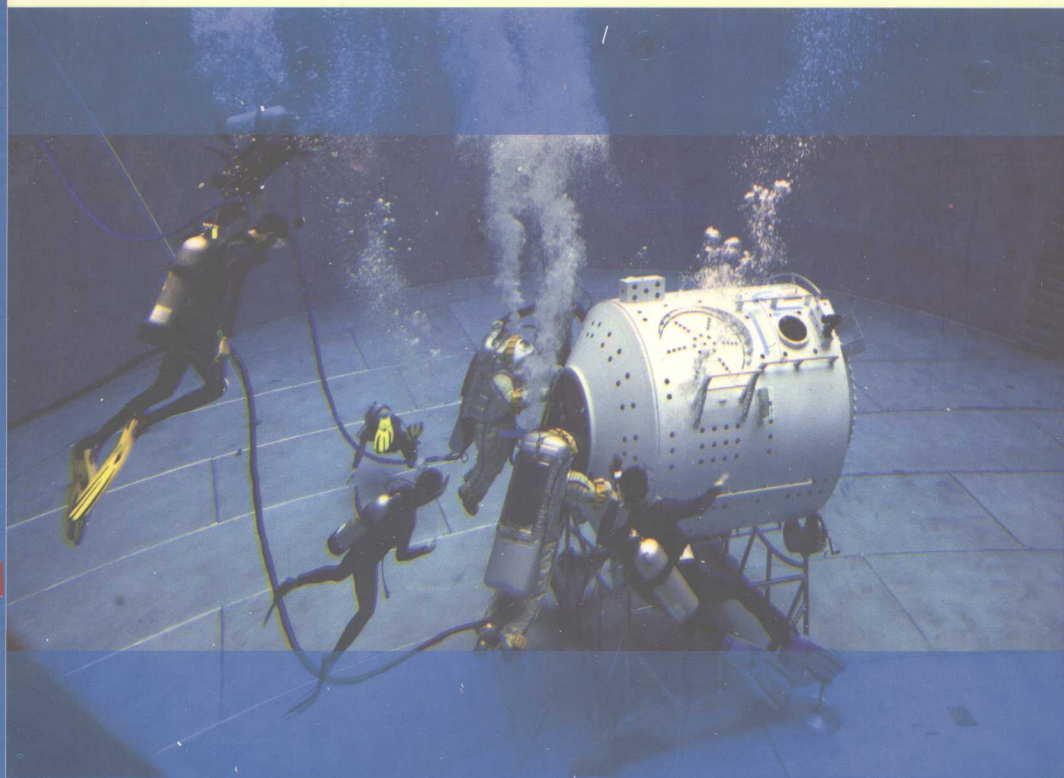


航天员 潜水训练 教程

HANGTIANYUAN
QIANSHUI XUNLIAN
JIAOCHENG

◎ 主编 白延强



国防工业出版社
National Defense Industry Press

航天员潜水训练教程

主 编	白延强			
副主编	尹开连	王 俊		
编 写	王志广	胡 霈	李长春	
	孙洪义	赵东明	唐 芸	

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

全书共分七章。第1章介绍了潜水的发展史,潜水的技术分类和潜水组织;第2章介绍潜水物理常识;第3章详细介绍了潜水疾病,包括病因、症状、治疗和预防;第4章介绍了潜水员临床医学检查的标准;第5章介绍了潜水装备;第6章详述了潜水的各项技能;第7章重点介绍了潜水安全,潜水的各种规定、制度、注意事项和中性浮力水槽潜水守则。

本书内容翔实,对航天员、航天员训练教员和从事载人航天工程的技术人员和管理人员,以及广大航天爱好者均具有很好的阅读性和重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

航天员潜水训练教程/白延强主编. —北京:国防工业出版社,2008.9

ISBN 978-7-118-05924-3

I. 航... II. 白... III. 潜水—航空航天人员训练—教材 IV. P754.3 V527

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 131437 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 插页 2 印张 7 1/4 字数 95 千字

2008 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3500 册 定价 18.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

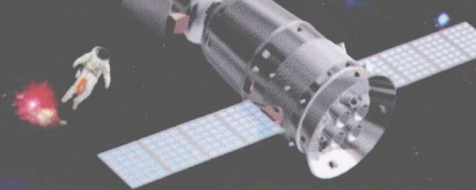
国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

水下验证试验



中性浮力水槽训练



水下进行的出舱活动专项训练存在较大风险，在开展有危险的操作训练项目前，潜水教员们都要提前在中性浮力水槽进行试训。



航天员的潜水训练



航天员进行深水区（5m深度）潜水训练，具有一定的危险性。训练前的教员试训工作促进了教员水平的提高。只要是复杂的、危险的训练，在对航天员施训之前都由教员首先试训体验；这些试训工作促进了教员对训练条件、训练程序的深入了解，帮助他们全面把握训练情况，使得他们的学习和培训更具有目的性。

国外航天员的潜水训练



前 言

《航天员潜水训练教程》在调研和分析国内外航天员潜水训练的基础上,系统叙述了潜水的定义、潜水发展的历史、潜水技术分类、潜水组织以及潜水员等级,全面介绍了潜水的物理常识,同时特别针对潜水疾病进行应急与预防,介绍和论述了潜水技能以及潜水训练需要注意的事项,还简要介绍了潜水安全以及潜水装备等。

本书共分七章内容编写,最后附有三个附录:潜水绳信号、潜水员手势信号以及潜水专业名称、术语,便于读者查询。该教程中潜水信号表、潜水技术术语等内容对开展潜水技术的教学和训练非常有益,该教程符合中性浮力水槽开展潜水训练的有关要求,所涵盖的均为航天员潜水训练涉及的主要问题,同时也是潜水训练任务中每名航天员都应掌握的知识。

此书结构合理,内容翔实,数据可靠,概念清楚,理论深浅适度,易于掌握,是一部介绍和论述航天员潜水的专业训练教材,内容全面翔实,便于读者在较短的时间内掌握潜水理论和训练的步骤、方法,很适合作为我国航天员训练教材,对中性浮力水槽研制人员和航天员医监医保人员均有很好的阅读参考价值,同时也可作为潜水爱好者学习潜水的参考书。

本书特别针对中性浮力水槽中潜水训练进行了系统的介绍和阐述。本书各章节的内容编排合理、比较全面地涉及了潜水训练的各种问题,并对潜水员提出具体明确的临床医学检查标准,确保航天员潜水训练安全有效。该书繁简和难易程度适中,条理清楚、写作规范、逻辑性强,不仅具有可读性,还富有启迪性。

本书在编写的过程中得到了 921 办、第五空间技术研究院、人民军医出版社等单位的鼎力支持与帮助。921 工程副总设计师宿双宁、飞

船系统原总设计师戚发轫院士以及航天员系统副总设计师王宪民对书稿进行了审阅和修改。在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,时间紧迫,错误和疏漏之处一定不少,热忱欢迎批评指正。

编者

2008年3月

目 录

第 1 章 绪论

1.1 潜水定义	1
1.2 潜水发展史	1
1.3 潜水技术分类	2
1.4 潜水组织	3
1.5 潜水员等级	4
1.5.1 国际潜水员等级	4
1.5.2 国内潜水员等级	5

第 2 章 潜水物理常识

2.1 空气的基本特性	6
2.1.1 空气的组成及特性	6
2.1.2 大气压力及换算	8
2.1.3 气体定律	10
2.2 潜水环境及其对机体的影响	12
2.3 水温对机体的影响	14
2.3.1 水的温度	14
2.3.2 对机体的影响	15
2.4 静水压对机体的影响	17
2.5 高气压对机体的影响	18
2.5.1 压力本身对机体的机械作用	18
2.5.2 高气压对机体各系统的影响	21

第 3 章 潜水疾病

3.1 潜水减压病	25
3.1.1 病因	25

3.1.2	发病的因素	25
3.1.3	症状和体征	27
3.1.4	治疗	28
3.1.5	预防	29
3.2	肺气压伤	30
3.2.1	病因	30
3.2.2	症状	31
3.2.3	急救与治疗	31
3.2.4	预防	32
3.3	面部挤压伤	33
3.3.1	病因	33
3.3.2	症状、体征及诊断	33
3.3.3	治疗与预防	34
3.4	中耳气压伤	34
3.4.1	病因	34
3.4.2	临床表现及诊断	36
3.4.3	治疗	36
3.4.4	预防	37
3.5	鼻窦气压伤	37
3.5.1	病因	37
3.5.2	症状与体征	38
3.5.3	诊断	39
3.5.4	治疗与预防	39
3.6	胃肠气压伤	39
3.7	氧中毒	40
3.7.1	症状与体征	40
3.7.2	发病原因	41
3.7.3	影响因素	41
3.7.4	急救与治疗	42
3.7.5	预防	42
3.8	CO ₂ 中毒	43
3.8.1	中毒的原因	44
3.8.2	症状和体征	45
3.8.3	急救和治疗	45
3.8.4	预防	46

3.9 潜水员缺氧症	46
3.9.1 缺氧的原因	47
3.9.2 症状与体征	47
3.9.3 急救与治疗	48
3.9.4 预防	49
3.10 潜水员溺水	49
3.10.1 原因	50
3.10.2 症状和体征	50
3.10.3 诊断	50
3.10.4 现场急救原则	50

第4章 潜水员临床医学检查标准

4.1 一般检查	52
4.2 外科	52
4.3 皮肤科	53
4.4 内科	53
4.5 神经精神科	54
4.6 耳鼻喉科	54
4.7 眼科	55
4.8 口腔科	55
4.9 特殊生理检查标准	57
4.10 潜水禁忌症	58
4.10.1 绝对禁忌症	58
4.10.2 相对禁忌症	59

第5章 自携式潜水装具

5.1 浮力水槽训练要求	60
5.1.1 浮力水槽的潜水环境	60
5.1.2 潜水技术在浮力水槽训练中的应用	60
5.1.3 浮力水槽训练工作时间	61
5.2 自携式潜水装具	61
5.3 维护与保养	68
5.3.1 装具的检查	68

5.3.2 维护与保养	70
5.3.3 装具的常见故障及排除方法	71

第6章 潜水技能

6.1 供气时间估算	74
6.2 潜水前准备	74
6.2.1 装具准备	74
6.2.2 潜水员准备	77
6.2.3 着装	77
6.2.4 入水前的检查	78
6.3 入水及下潜	78
6.3.1 入水	78
6.3.2 下潜	79
6.4 水下操作	80
6.4.1 呼吸技术	80
6.4.2 呼吸管使用与浮潜技术	80
6.4.3 脚蹼的使用	81
6.4.4 面罩的使用	81
6.4.5 咬嘴进水后的处理	82
6.4.6 耳压平衡技能	82
6.4.7 结伴潜水	82
6.4.8 水下着卸装	83
6.4.9 正常上升	84
6.4.10 紧急上升	84
6.4.11 浮力背心(BC)的使用	85
6.4.12 压铅和压铅带的使用	85
6.4.13 浮力水槽训练中潜水员节省体力的技能	86

第7章 潜水安全

7.1 潜水一般原则	87
7.1.1 潜水员的休息原则	88
7.1.2 供气规定	88
7.1.3 潜水作业注意事项	88
7.1.4 潜水指挥和军医应在现场的情况	89

7.2 潜水守则	89
7.3 潜水应急情况	90
7.4 不减压潜水	93
附件 A 潜水绳信号	94
附件 B 潜水员手势信号	96
附录 C 潜水专业名词、术语	99
参考文献	105

第 1 章

绪 论

1.1 • 潜水定义

潜水是人类为了一定的目的,借助于某种设备器材,主动没入水面以下至重新返回水面的过程。

潜水过程主要包括入水、下潜、水下停留、上升和出水五个阶段。

1.2 • 潜水发展史

职业潜水可追溯到大约 5000 年前。早期的潜水深度不超过 30m,主要从事打捞和获取食物、海绵、珊瑚和珍珠。我国有历史记载潜水技术的应用,可追溯到公元前周朝用于水产捕捞的潜水活动。根据司马迁的《史记》记载,秦始皇消灭燕、赵、韩、魏、齐、楚六国统一中国后,在巡视全国登泰山活动中,经过彭城(现徐州市)时,听说“泗水”河里沉有一只鼎,曾下令数千人下水寻找,在历史上留下了原始潜水的记录。

早期的潜水员使用屏气潜水或者呼吸管和呼吸袋进行潜水,这些方法都不能增加潜水深度和延长潜水时间。为了解决这一问题,潜水钟在 1500 年—1800 年间得到发展和应用。1690 年,英国著名天文学家哈雷发明的潜水钟成为现代潜水钟的前身。

1819 年英国人塞布发明了通风式潜水装具。这种潜水装具能



将空气输入金属头盔内,供潜水员呼吸以维持生命。用手摇式压气泵供气,排气则从短的潜水衣的腰部排出,可潜至 20m 深。通风式潜水装具沿用了 100 多年,又经不断改进,到了 20 世纪 40 年代,基本定型并形成了现代通风式潜水装具。

1924 年出现了使用玻璃制造的潜水面镜和利用空气压缩机从水面给潜水员供气的“面罩式潜水器”。同年,日本人使用这种潜水器潜到地中海水下 70m,成功的捞起了沉船“八阪号”内的金块,震惊了世界。

1876 年—1878 年,弗朗斯发明了商用闭式自携式水下呼吸器。这种装具在第一次和第二次世界大战中得到广泛应用。1943 年,法国人库斯托和戈南在开式回路自携式水下呼吸器的设计上取得了巨大突破,当时被称为水肺(Scuba)。目前,开式回路自携式水下呼吸器已成为一种应用广泛、操作简单、对身体和技术限制条件少的潜水装具,成为了普通人打开海底之门的钥匙。

1939 年,当美国海军潜水员呼吸氮氧混合气,从 72m 深的海底打捞起沉没的美国潜艇“角鲨号”时,氮氧混合气开始成为大深度潜水作业潜水员的呼吸气体。1957 年,美国海军潜水医学专家,海军上校邦德提出了饱和潜水的概念,并将它付之实践时,标志着深潜时代的到来。1992 年,法国 COMEX 公司进行了一次命名为“HYDRA-10”的人体氮氧混合气模拟饱和潜水实验,深度达到了 701m,压力为 7.1MPa。这是目前人类承受的压力的最高记录。

20 世纪 40 年代发明的深潜器,为大深度水下工作开创了新局面。1964 年加拿大组织设计和生产了“南鱼”1 号深潜器,可供潜到 750m 的深度进行打捞和科学考察用。如今美、俄等国已有可潜入 2000m 的深潜水器。2001 年,我国已经宣布将研制可以潜到 2000m 的深潜水器。

1.3 潜水技术分类

根据不同目的,潜水活动可分为工程潜水和休闲潜水。工程潜水主要是指以水下工程、水下救捞、水下探险为目的而进行的潜水。



休闲潜水指以在水下进行休闲、观光等娱乐活动为目的进行的潜水。

根据呼吸气种类,潜水活动分为空气潜水和混合气潜水(氮氧、氮氧、氮氮氧和氢氧混合气)。

根据所用潜水装具的不同,潜水活动分为自携式潜水、水面供气式潜水、潜水钟潜水、饱和潜水和潜水器潜水。

1.4 潜水组织

由于潜水活动的日益增加,许多潜水组织和团体应运而生。以下介绍一些知名的国际性潜水组织。

1) ADC(国际潜水承包商协会)

国际潜水承包商协会拥有超过 200 多家潜水公司作为会员。该协会和所属会员共同参与制定了从事近海或内陆基本商业潜水作业经营活动所必须的、需验证的基本标准规程。

2) IMCA(国际海洋承包商协会)

该协会于 1995 年 4 月成立,是覆盖近海工程、海洋和水下工程公司的国际性贸易协会。该协会通过发布信息告示、实施规程和采用其他适当方式,对质量、健康、安全、环境和技术标准提出改进。

3) PADI(潜水教练专业协会)

该协会成立于 1966 年,其教育培训普及全世界各地区。PADI 专注于开发与设计自携式潜水训练课程及其教材,详细维护并记录每一个等级潜水员的资料。

4) NAUI(水中教练国际协会)

此协会成立于 1960 年,其教育培训普及全世界各地区。NAUI 由众多会员组成,包括潜水长、助教、屏气潜水教练、潜水教练。

5) CMAS(世界水中活动联盟)

此联盟成立于 1958 年,其教育培训普及全世界各地区。大部分潜水组织与 CMAS 交叉认定潜水员资格、等级。

6) ADS(国际潜水学校联盟)

该联盟成立于 1980 年,其教育培训普及地区为日本、中国台湾等太平洋岛弧地区。其宗旨在于传播正确的潜水知识技能和安全潜