

中国医学百科全书

航海、潜水医学

上海科学技术出版社



中国医学百科全书

中国医学百科全书编辑委员会

上海科学技术出版社

中国医学百科全书

航海、潜水医学

韩光主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷十二厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 7.25 字数 275,000

1984年8月第1版 1984年8月第1次印刷

印数 1—4,100

统一书号: 14119·1644 定价: 1.50元

《中国医学百科全书》编辑委员会

主任委员 钱信忠

副主任委员 黄家驷 季钟朴 郭子恒 吴阶平 涂通今 石美鑫 赵锡武

秘书长 陈海峰

副秘书长 施奠邦 冯光 朱克文 戴自英

委员 (以姓氏笔划为序)

| | | | | | | |
|-----|--------|-------|--------|--------|-----|--------|
| 丁季峰 | 土登次仁 | 马飞海 | 王懿(女) | 王玉川 | 王世真 | 王用楫 |
| 王永贵 | 王光清 | 王叔咸 | 王季午 | 王冠良 | 王雪苔 | 王淑贞(女) |
| 王鹏程 | 王德鉴 | 王翰章 | 毛文书(女) | 毛守白 | 邓家栋 | 石茂年 |
| 石美鑫 | 卢惠霖 | 卢静轩 | 叶恭绍(女) | 由崑 | 史玉泉 | 白清云 |
| 邝贺龄 | 冯光(女) | 兰锡纯 | 司徒亮 | 毕涉 | 吕炳奎 | 曲绵域 |
| 朱潮 | 朱壬葆 | 朱克文 | 朱育惠 | 朱洪荫 | 朱既明 | 朱霖青 |
| 任应秋 | 刘世杰 | 刘育京 | 刘毓谷 | 米伯让 | 孙忠亮 | 孙瑞宗 |
| 苏德隆 | 杜念祖 | 杨医亚 | 杨国亮 | 杨树勤 | 杨铭鼎 | 杨藻宸 |
| 李昆 | 李永春 | 李宝实 | 李经纬 | 李振志 | 李肇特 | 李聪甫 |
| 吴之理 | 吴执中 | 吴阶平 | 吴英恺 | 吴征鉴 | 吴绍青 | 吴咸中 |
| 吴贻谷 | 吴桓兴 | 吴蔚然 | 余灏 | 宋今丹 | 迟复元 | 张祥 |
| 张世显 | 张立藩 | 张孝筹 | 张昌颖 | 张泽生 | 张学庸 | 张涤生 |
| 张源昌 | 陆如山 | 陈信 | 陈中伟 | 陈明进 | 陈国桢 | 陈海峰 |
| 陈灏珠 | 林巧稚(女) | 林克椿 | 林雅谷 | 郁知非 | 尚天裕 | 罗元恺 |
| 罗致诚 | 季钟朴 | 依沙克江 | 周金黄 | 周敏君(女) | 郑麟蕃 | 孟继懋 |
| 赵炳南 | 赵锡武 | 荣独山 | 胡传揆 | 胡熙明 | 钟学礼 | 钟惠澜 |
| 侯宗濂 | 俞克忠 | 施奠邦 | 姜春华 | 洪子云 | 夏镇夷 | 顾学箕 |
| 顾绥岳 | 钱惠 | 钱信忠 | 徐丰彦 | 凌惠扬 | 郭迪 | 郭乃春 |
| 郭子恒 | 郭秉宽 | 郭泉清 | 郭振球 | 郭景元 | 唐由之 | 涂通今 |
| 诸福棠 | 陶桓乐 | 黄量(女) | 黄文东 | 黄耀桑 | 黄家驷 | 黄桢祥 |
| 黄绳武 | 曹钟梁 | 盖宝璜 | 梁植权 | 董郡 | 董承琅 | 蒋豫图 |
| 韩光 | 程之范 | 傅丰永 | 童尔昌 | 曾宪九 | 谢荣 | 谢少文 |
| 裘法祖 | 蔡荣 | 蔡翹 | 蔡宏道 | 戴自英 | | |

序

《中国医学百科全书》的出版是我国医学发展史上的一件大事，也是对全人类医学事业的重大贡献。六十年代初，毛泽东同志曾讲过：可在《医学卫生普及全书》的基础上编写一部中国医学百科全书。我们深感这是一项重大而艰巨的任务，因此积极进行筹备工作，收集研究各种有关医学百科全书的资料。但由于十年动乱，工作被迫中断。粉碎“四人帮”后，在党和政府的重视和支持下，医学百科全书的编写出版工作又重新开始。一九七八年四月，在北京正式召开筹备会议，拟订了编写出版方案和组织领导原则。同年十一月，在武汉举行了第一次编委会，落实了三十多个主编单位，全国医学界的著名专家、教授和中青骨干都参加了编写工作。

祖国医学发展史中，历代王朝就有学者编纂各类“集成”和“全书”的科学传统，但系统、全面地编写符合我国国情和医学科学发展史实的大型的医学百科全书还是第一次。这是时代的需要，人民的需要，是提高全民族科学文化水平，加速实现社会主义现代化建设的需要。从长远来看，这是发展我国医药卫生事业和医学科学的一项基本建设，也是建设社会主义精神文明的重要组成部分。因此，编写出版《中国医学百科全书》是我国医学界的一项重大历史使命。

我国既有源远流长的祖国医学，又有丰富多彩的现代医学。解放以来，在党的卫生方针指导下，还积累了群众性卫生工作

和保健强身的宝贵经验，涌现了许多中西医结合防治疾病的科研成果。在我们广大的医药卫生队伍中，有一大批具有真才实学，又善于写作的专家，他们都愿意为我国科学文化事业竭尽全力，把自己的经验总结出来，编写出具有我国特点的医学百科全书。

《中国医学百科全书》是一部专科性的医学参考工具书，主要读者对象是医药院校毕业及具有同等水平的医药卫生人员，但实际需要查阅这部全书的读者将远远超过这一范围。全书内容包括祖国医学、基础医学、临床医学、预防医学和特种医学等各个学科和专业，用条目形式撰写，以疾病防治为主体，全面而精确地概述中西医药科学的重要内容和最新成就。在编写上要求具有高度的思想性和科学性，文字叙述力求言简意明，浅出深入，主要介绍基本概念、重要事实、科学论据、技术要点和肯定结论，使读者便于检索，易于理解，少化时间，开卷得益。一般说来，条目内容比词典详尽，比教材深入，比专著精炼。

为适应各方面的需要，《中国医学百科全书》的编写出版工作准备分两步走：先按学科或专业撰写分卷单行本，然后在此基础上加以综合，按字顺编排出版合订本。这两种版本将长期并存。随着学科发展的日新月异，我们并将定期出版补新活页。由于涉及面广，工作量大，经验不足，缺点错误在所难免，希望读者批评指正。

钱信忠

1982年11月

中国医学百科全书

航海、潜水医学

主 编：韩 光（中国人民解放军第二军医大学）

副 主 编：（以姓氏笔画为序）

倪国坛（中国人民解放军第二军医大学）

龚锦涵（中国人民解放军海军医学研究所）

编 委：（以姓氏笔画为序）

于忠厚（中国人民解放军海军医学研究所）

王能久（中国人民解放军第二军医大学）

叶甲壬（中国人民解放军海军医学研究所）

石 松（国家海洋局第二研究所）

丛树珊（中国人民解放军第二军医大学）

刘忠权（中国人民解放军海军医学研究所）

刘景昌（中国人民解放军海军医学研究所）

肖邦宁（中国人民解放军海军卫生部）

夏建平（中国人民解放军第二军医大学）

滕敏灿（中国人民解放军海军医学研究所）

学术秘书：倪仁宝（中国人民解放军第二军医大学）

编写说明

- 一、本分卷选收航海、潜水医学的基本理论、卫生防疫措施、疾病及医务保障等条目，共 111 条。卫生、防疫中的疾病部分及卫生勤务学等因另有分卷，故未选收。
- 二、本分卷正文按舰艇卫生、舰艇防疫及潜水医学三个部分顺序排列。各条目内容主要包括基本概念、重要论据、方法要点及明确结论等，其中疾病条目则按传统的定义、病因、发病机理、临床表现、诊断、治疗和预防的顺序描述。
- 三、本分卷采用习惯沿用的名词术语。凡冠以外国人名专业名词，其人名部分除已通用的译名外，原则上径写外文。
- 四、本分卷对常用的计量单位名称采用国际通用符号表示，对不常用者则用中文表示。
- 五、本分卷附有汉英和英汉航海、潜水医学名词对照，分别按笔画和字母顺序排列。正文中基本不用外文括注。书末还附有中文索引，按笔画顺序排列。
- 六、本分卷主编单位为中国人民解放军第二军医大学。
- 七、本分卷中舰艇防疫部分条目，曾经蒋豫图、顾德鸿、冯学惠、刘学京、朱成扑和邓址同志审阅；“核舰艇的放射防护”曾经麦智广及郑秀龙同志审阅。对此谨表谢意。
- 八、本分卷撰稿人较多，各作者的措词、笔调及风格各异。虽几经分卷编辑委员会审修，还难以完全统一，内容上也仍可能有不妥甚至错误之处，盼读者指正。

航海、潜水医学分卷编辑委员会
一九八二年八月

中国医学百科全书

航海、潜水医学

目 录

| | | | |
|-----------------|----|-----------------|----|
| 航海、潜水医学 | 1 | 潜水 | 36 |
| 舱室微小气候 | 3 | 水下环境 | 37 |
| 潜艇舱室内二氧化碳和氧的改变 | 3 | 潜水装备及潜水设备 | 38 |
| 潜艇舱室空气污染 | 4 | 潜水装具 | 39 |
| 潜艇舱室气压 | 6 | 加压系统 | 39 |
| 舱室通风 | 7 | 供氧装置 | 42 |
| 潜艇供氧 | 7 | 排氧装置 | 42 |
| 微波对舰员的影响 | 8 | 生命支持系统 | 43 |
| 舰艇照明 | 8 | 水下居住舱 | 44 |
| 舰艇噪声 | 9 | 下潜式加压舱-甲板加压舱系统 | 45 |
| 舰艇振动 | 10 | 载人可潜器 | 46 |
| 舰艇冲击伤 | 11 | 潜水程序 | 47 |
| 舰艇给水卫生 | 12 | 反复潜水 | 47 |
| 海水淡化 | 13 | 饱和潜水和巡回潜水 | 47 |
| 舰员个人卫生 | 15 | 气体的一般特性 | 49 |
| 修舰卫生 | 15 | 气体压强及计量单位 | 50 |
| 舰艇污物处理 | 16 | 气体定律 | 50 |
| 舰员能量消耗 | 16 | 气体分压和Dalton定律 | 51 |
| 舰员营养需要量 | 16 | 气体在液体中的溶解度及脂水溶比 | 51 |
| 特殊条件下的航海营养 | 16 | 水下视觉 | 52 |
| 长期航行食品 | 19 | 水下听觉 | 52 |
| 应急口粮 | 20 | 高压对心血管的影响 | 53 |
| 营养卫生调查 | 20 | 高压对血液的影响 | 54 |
| 出海前食品卫生监督 | 21 | 高压对呼吸的影响 | 54 |
| 烹调卫生 | 21 | 高压对泌尿的影响 | 56 |
| 厨房与餐室卫生 | 22 | 高压对消化的影响 | 56 |
| 炊事人员个人卫生 | 22 | 高压对代谢的影响 | 56 |
| 食谱制订 | 22 | 氮语音 | 57 |
| 潜艇长期航行的生理卫生 | 22 | 惰性气体 | 57 |
| 晕船 | 24 | 惰性气体的饱和 | 58 |
| 舰艇用核动力装置及其辐射的来源 | 25 | 惰性气体的脱饱和 | 59 |
| 核舰艇的放射防护 | 26 | 惰性气体的过饱和 | 60 |
| 舰艇传染病流行因素 | 29 | 潜水减压 | 60 |
| 舰艇防疫 | 29 | 潜水减压表 | 61 |
| 舰艇传染源的管理 | 30 | 等压气体逆向扩散 | 63 |
| 舰艇消毒 | 31 | 潜水疾病和事故 | 64 |
| 舰艇杀虫 | 31 | 潜水减压病 | 64 |
| 舰艇灭鼠 | 33 | 肺气压伤 | 66 |
| 海军流行病学侦察 | 34 | 氧中毒 | 68 |
| 舰艇传染病暴发调查 | 35 | 惰性气体麻醉 | 70 |
| 舰艇出海三阶段的防疫措施 | 35 | 潜水员挤压伤 | 71 |

| | | | |
|-----------------------|----|------------------------------|-----|
| 耳气压伤 | 72 | 通风式潜水的医疗保障 | 84 |
| 鼻窦气压伤 | 73 | 自携式潜水医疗保障 | 84 |
| 潜水员缺氧症 | 73 | 氮氧重潜水的医疗保障 | 85 |
| 潜水员CO ₂ 中毒 | 73 | 饱和潜水的医疗保障 | 86 |
| 浅水黑视 | 74 | 特殊条件下潜水作业的医疗保障 | 88 |
| 潜水员溺水 | 74 | 加压试验 | 89 |
| 放漂 | 75 | 氧敏感试验 | 89 |
| 海洋动物伤害 | 76 | 潜水呼吸气的纯度标准 | 90 |
| 水下爆炸伤 | 77 | 呼吸混合气的配制和分析 | 90 |
| 加压性关节炎 | 78 | CO ₂ 吸收剂和产氧剂的分析鉴定 | 91 |
| 高压神经综合征 | 78 | 超声气泡探测仪 | 92 |
| 减压性骨坏死 | 79 | 潜艇艇员水下脱险 | 92 |
| 潜水员水下低体温 | 80 | 略语与符号英汉对照表 | 95 |
| 氮昏厥 | 80 | 汉英航海、潜水医学词汇 | 96 |
| 加压治疗 | 80 | 英汉航海、潜水医学词汇 | 100 |
| 潜水的医疗保障 | 82 | 索引 | 104 |
| 潜水员的医学选拔和医学鉴定 | 83 | | |

航海、潜水医学

人们在从事航海、潜水作业时,将受到水面及水下各种环境因素(物理、化学和生物)的影响。航海、潜水医学就是研究这些环境因素引起航海和潜水从业人员和有关人员的生理反应、病理变化、疾病的流行规律及其诊断与防治措施的科学。就其研究内容的性质而言,航海、潜水医学是军事医学的一门分支学科;就其任务的重点而言,则主要属于预防医学的范畴。航海、潜水医学与医学领域中的其他学科的关系十分密切,如生理学、预防医学及临床医学等。同时,它又渗透了海洋、工程、物理、化学以及航海和潜水技术等学科的有关部分。所以,就其内容的复杂性而言,航海、潜水医学又是一门新兴的综合性应用边缘科学。

航海医学 航海医学为航海事业提供医学上的技术保障,使舰艇和船舶人员(以下简称舰员)能在航海过程中适应环境、保持健康、增强体质及提高工作效率,以便顺利地完 成航海任务。出海航行的时间越久,海上情况越复杂,迫切需要解决的医学问题也就越多。

驾乘浮具长时间生活在海上的记载,最早见于我国春秋时代(《论语》:“乘桴浮于海”)。大规模的海上远航,则起自我国明代郑和七次下“西洋”(1405~1433),其船队的人员编制中已配备有“医士”。此后,又有西班牙政府支持的 Colombo 四次横渡大西洋(1492~1502)等。那时的航海记录多偏重于航海本身和异域见闻,对于在船人员的健康和疾病状况,尚无明确记载。较认真的航海医学记载,开始于18世纪50年代。有长期航海经历的苏格兰医生 Lind,研究了航海人员在航海过程中所罹患的坏血病及其防治,并介绍了蒸馏海水以获得淡水的方法;同时还制订了船上预防疾病和航海卫生等方面的规则。他在1757年所发表的《论海员保健最有效的方法》一文,已被认为是航海医学的萌芽。

现代航海医学包括了军用的和民用的、水面的和水下的各种航行期间的医学问题。而在军事航海中,由于舰艇结构、武器装备和人员活动等特点,其医务保障工作比在一般航海中更为重要。随着海军建设的不断发展和需要,军事航海医学已经形成一门独立的学科——海军军事医学。海军军事医学中的某些独特内容,因其专业的相对独立性,又发展成为各种专业学科,如舰艇卫生学、海军流行病学、海军潜水医学、海军原子与化学武器损伤防治学、海军卫生勤务学以及潜艇医学等。

航海医学的任务是研究和解决航海条件下的各种医学问题。在航海期间,许多因素不但影响航海人员的心理状态、生理机能及健康状况,而且还会直接或间接地造成疾病的发生与流行。在军事航海中,这些因素包括:①海上的自然环境。海上的水文和气象复杂多变,湿度高,风浪大。②舰艇的特点。舰艇的机动性大,经常在较短时间内航行在不同的海域,驶离、停靠不同的港口与码头。同时,舰艇舱室空间比较狭小,舰员的居住比较拥挤。在出海航行期间,淡水及新鲜食品的供应受到

一定限制,而且还会产生和增加不少对机体有害的因素,例如噪声、振动、颠簸以及某些舱室中的高温与空气污染等。③舰员的生活特点。在航行期间,环境比较孤独,舰员的生活相对单调,而且值更值勤多,工作紧张,劳动强度和体力消耗也较大。此外,以上各种因素还可影响舰员的休息和睡眠。在航海医学中,为了进一步贯彻“预防为主”的方针,提高航海人员在航海期间的适应能力,保证身体健康,除了继续搞清航海中其他有关因素外,还必须进一步探讨机体对这些因素的耐受及适应能力,并研究各种简便而有效的防护性措施。

航海医学的研究范围十分广泛,涉及到许多专业。在军事航海医学中,根据其重要性,目前主要有三类:①舰艇卫生:主要研究各种环境因素对机体作用与影响的规律,并根据这些规律制订卫生措施及卫生学标准。②舰艇防疫:重点研究传染病在舰员中的流行规律及影响因素,制订各种传染病的防疫措施。③舰艇医疗保健:侧重研究与航海有关疾病的发病机理、临床表现及适合于航海条件下的诊断方法与防治措施,制订关于选拔和评定舰员的体格检查标准。此外,军事航海医学还研究海军卫生勤务及海军原子与化学武器损伤防治等。在航海医学中,有些研究课题的解决还必须依靠造船等有关部门的互相配合与协作,尤其是涉及到舰船内部结构及各种设备的改进,使其符合卫生学设计标准。

我国的航海医学是从人民海军创建后,按照军事航海的要求而逐渐发展起来的。在人民海军创建初期,便十分重视舰艇的卫生医务保障工作,配备了专职的舰艇医务人员。五十年代后期起,相继成立了专门的海军军事医学的研究和教学机构,促进了航海医学的不断发展。同时,还举办了各种类型的航海医学学习班,培养了一批技术骨干。目前,一支专门从事航海医学的专业队伍已经形成,并且具备一定的专业技术水平。解放后30多年来,航海医学为确保各项护航、训练及战备等航海任务的完成,已经作出了比较大的贡献,尤其在水面及水下长期航行的卫生医务保障方面,积累了许多宝贵经验。七十年代中,研制成功了复方晕海宁,不但预防晕船效果好,且副作用较小。同时,还收集和汇编了与航海有关的流行病学资料,制订了我国的水面舰艇和潜艇的卫生标准及长期航行食品供给标准等。此外,在海水淡化、噪声防护、舰艇灭鼠及杀虫等方面也取得了一定成绩。

我国的航海医学是一门发展中的学科,在应用研究方面进展较快;但在航海医学基础理论、心理学及战伤救治等方面,还有许多有待解决的课题;舱室的自动化监控程度也有待进一步改善。同时,还必须加强人材的培养。只有这样,才能为我国的航海事业作出更大的贡献。

潜水医学 潜水医学是研究潜水过程中各种医学问题的一门学科。其研究内容包括:人在水下或高气压环境中劳动作业时的生理反应和病理变化,潜水疾病的防治,潜水作业中的卫生学要求和医务保障措施以及根据人在

水下的生理卫生特点,为潜水装具与装备的研制提出设计要求和进行生理学鉴定等。

在潜水过程中,潜水人员要承受一定的静水压,且必须呼吸压缩气体。所以,研究高压和 underwater 环境中其他因素对人体的影响,成为潜水医学的独特内容之一。它与研究沉箱、隧道等高压作业中各种医学问题的学问共同组成高压医学;同时还与研究潜艇潜航条件下和失事后艇员脱险救生中各种医学问题的潜艇医学共同组成水下医学。

潜水医学的任务是运用医学理论知识和实践技术,增强和提高潜水人员的体质和健康水平;在潜水的过程中,从医务方面保障潜水人员顺利地完成任务,并在作业完成后保障他们安全迅速地返回常压环境,以便有效地预防各种潜水疾病的发生。一旦出现潜水疾病,能够及时进行诊断与有效的治疗。同时,还应协同工程技术部门,不断更新潜水装具与装备,改进作业方法,以便进一步提高潜水作业效率,增加潜水人员的潜水深度及水下作业时间,促进潜水事业的不断发展。

潜水作业是在高压、低温、能见度差、水的阻力大及呼吸高分压气体等复杂多变的环境中进行的一种强劳动。如果这些因素的作用超过了机体的生理耐受限度,就可导致潜水人员发生疾病及受到伤害,甚至造成残废或死亡。同时,由于水下作业需要潜水人员直接潜水去完成,所以解决他们在潜水作业过程中一系列的医学问题,就成为安全潜水的先决条件。通过反复的现场调查与实践、临床观察和模拟实验,不断地总结了战胜水下环境的经验,逐步地满足了人类利用水下环境和开发水下资源的需要,进一步促进了潜水医学的不断发展。

最早的潜水医学只是对一些现象的简单描述。例如1637年出版的宋应星所著的《天工开物》一书中,记载了潜水人员在水下发生“气逼(憋)”及出水后出现“寒慄”。当时的防治方法是:“气逼则撼绳”,以便水面人员迅速将其“提引”出水;并“煮热氍毹覆之”,以防“寒慄死”。它揭示了人类在潜水中所遇到的两个重要矛盾——呼吸和低温问题。十九世纪中叶,西方才出现了有关潜水医学较系统的记载。由于实验科学的兴起和发展,为解决潜水技术中所存在的医学问题提供了可靠的依据。1878年出版的Bert所著的《气压——实验生理学的研究》一书,是第一部系统地阐明潜水-高压条件下医学-生理学理论问题的专著。1890年,Moir第一个建造的医疗加压舱,成功地治疗了减压病,有力地证明了减压病病因的气泡学说。1907年,Haldane等提出了一整套有关惰性气体在体内运动规律的假说,为安全减压理论奠定了科学的基础;据此所制订的减压表,明显地降低了减压病的发病率,推动了潜水事业的发展。自1920年始,研究了氮氧混合气潜水,突破了空气潜水的深度限制。1957年Bond提出的饱和潜水新概念,进一步丰富了潜水医学的理论,大大地促进了潜水作业效率的提高。目前,饱和潜水已经成为向深海进军的重要手段,而且使得潜水技术从简单的个体劳动方式发展成为现代

化大生产的水平。

我国劳动人民在从事水下环境作业中,虽然有过的良好的开端,但自从明代后,却日趋落后。由于未能继承和发扬我国原有成就,又不能借鉴外国的经验,因此解放前的潜水医学处于十分落后状态。当时只有在几个沿海城市设有几家外商经营的“打捞公司”,潜水工人寥寥无几,潜水深度仅20~30米。由于完全没有医学保障,潜水事故很多,减压病的发病率也甚高,造成残废、死亡的屡见不鲜。解放后,随着潜水事业的蓬勃发展,我国的潜水医学也从无到有并迅速发展。由于社会主义经济和国防建设的需要,潜水任务不断增加,队伍日益扩大,机构逐步健全。在此过程中,建造了各型潜水作业船只,研制和更新了潜水装具与装备,制订和颁布了《潜水规则》等安全操作的条令和条例,建立了完整的医疗保障制度,配置了医用加压舱等基本设备。根据我国特点而研制成功的空气潜水、氮氧重潜水、潜艇单人脱险等装具和配套设备,以及制订或改进的减压表与操作程序等,已经足以保障潜水人员在达到相应极限或设计深度、水底停留和回到常压过程中的安全。在氮氧饱和-空气巡回潜水的模拟实验和海上验证中,也已表明完全有可能达到该种潜水的极限深度并进行作业。在积极开展潜水医学科学研究的同时,努力培养了各级潜水医务人员,成立了专业学会组织,开展了学术活动,编写了教科书及专业著作,出版了潜水技术和潜水医学的专业性刊物,而且还进行了国际间的技术交流。30多年来,我国的潜水医学水平日益提高,潜水事故及各种潜水疾病的发病率逐年降低。对各种潜水疾病的治疗及预防,也取得了较好的成绩。由于改进了加压治疗表,对各型减压病的治愈率已达到较高的水平。在勘察沉船“跃进号”、打捞“阿波丸”以及进行南京长江大桥等很多深度较大的水下工程项目中,出色地完成了医疗保障工作,取得了显著的成绩,并缩小了与国际先进水平的差距。

在七十年代中,世界上空气潜水公认的最大有效作业深度为50~60米。氮氧常规潜水个别作业记录为187米,但一般仍停留在120米左右。饱和潜水模拟实验已达686米,海上实验的深度达到460米,巡回潜水已超过500米,而实际作业为160~180米。在援潜救生方面,快速上浮法单人脱险达到183米,深潜救生艇集体援救为122米。我国氮氧饱和潜水模拟实验已达302米。

从潜水技术的发展来看,短期内要完全用潜水机械系统来取代人的直接潜水,似乎可能性不大。所以潜水医学问题突出地成为人类能否向深海进军的关键。根据现状及发展趋向,预测80年代潜水医学研究可能主要侧重在潜水技术的利用、效率和安全等课题,因为这些比单纯增加深度更有实际意义。在常规潜水领域中,还需对减压原理等应用基础理论进行深入的研究,使各环节能更好配套,更趋提高。在饱和潜水领域中,尚需依靠医学与工程技术人员的密切协作,深入探讨在600米左右深度的长期暴露过程中,机体对静水压、氧、高分压惰性气体、气体密度和低温等因素的耐受限度;同时研究

外界环境因素对人体影响的防护性措施。潜水医学应为潜水事业的现代化建设作出积极的贡献。

(韩光 倪国坛 姜锦涵)

舱室微小气候

舱室微小气候是指区别于外界大气候的舰艇舱室环境中的气候状况。舰艇航行时,由于舱室结构、内部设备、运行情况和特点的不同,以及受水温、气象条件的影响,舱室内的气温、气湿、气流及热辐射等因素发生急剧变化,可影响舰员体温调节和工作能力。

舱室微小气候变化的特点 有如下几方面

气温变化 舰艇上热源很多,主要有动力机械运转及电灶、电灯、仪器产热;甲板受太阳光照而蓄热以及人体散热等。潜艇上使用再生药板、消氢器和蓄电池充、放电过程等亦产热。舰艇在低纬度海域或夏季航行时,机舱、锅炉舱内气温可超过45℃,使舱内外温差达20℃以上。与其它舱室间的温差达10℃左右。此外,在同一舱室,气温也不均匀,如有的潜艇舱室内垂直温差可达6℃左右,水平温差可达4℃左右。温度的不均匀和急剧变化可使人感到不适和容易感冒。

气湿变化 一般舱室的气湿主要决定于外界大气候条件,而密闭和空调舱室的气湿主要来源是舰员呼出和汗液蒸发的水分。在常温安静时,这两项来源每人每日约0.7~1L;在高温下工作则可达2~3L,甚至更多。此外,烹调、盥洗、淋浴、晾或烘干衣服、舱底积水等蒸发形成的水蒸气,可使有关舱室相对湿度增高。一般相对湿度为60~90%。但在机舱、锅炉舱则可随气温增高而使相对湿度相应地降低。

气流变化 舰艇舱室自然通风不良,气流微弱,尤其是潜艇潜航时,气流一般不超过0.1~0.2m/s。各舱室的气流极不一致,当舱外温度较低时,靠近升降梯和舱口的舱室,气流有时可达6m/s左右。气流的急剧改变也可引起舰员的不适和感冒。

热辐射变化 热辐射是指由辐射线引起人体热效应的红外线辐射。热辐射在舱室中的来源是动力机械炽热的表面、炊炉及白炽照明灯等。机舱和锅炉舱工作区域的热辐射强度一般在每分钟0.5cal/cm²左右,而住舱每分钟约0.1cal/cm²。

舱室气象条件的卫生标准 我国海军医学研究部门及船舶标准化委员会对水面舰艇及潜艇分别提出了舱室温、湿度的卫生标准,已由中华人民共和国第六机械工业部颁发(部标准CB962-80及CB891-78),简介如下。

水面舰艇舱室温、湿度卫生标准

空调舱室标准:夏季舱温不高于29℃,相对湿度40~60%;冬季舱温不低于18℃,相对湿度不低于30%。垂直温差从头到脚(平均身高1.7m)不超过3℃;水平温差不超过2℃。空调区与室外温差,夏季不大于10℃。气流由空气分配装置送入舱室的气流不大于5m/s;舱内气流不超过0.3m/s。士兵居住舱等人多的舱室,新鲜空气换气量不少于每人20~25m³/h;人少的舱室每小时换

新鲜空气3~5次。以上标准适用于生活舱室;工作舱室则可参照本标准。本标准也适用于军辅船等有空调设备的船只。

潜艇舱室温、湿度卫生标准

空调舱室标准:空气调节的气象条件卫生标准见下表。

| 气象条件 | 核潜艇 | | 常规潜艇 | |
|-----------|----------|------|----------|------|
| | 降温 | 采暖 | 降温 | 采暖 |
| 干球温度(℃) | 27±2 | 20±2 | 30 | 20±2 |
| 相对湿度(%) | 50±10 | | 70 | |
| 气流速度(m/s) | 0.25~0.5 | | 0.25~0.5 | |

降温时也可采用有同等效应的不同温度与湿度的组合值,见下表。

常规潜艇降温时等效的温、湿度组合值

| 干球温度(℃) | 湿球温度(℃) | 相对湿度(%) | 气流速度(m/s) |
|---------|---------|---------|-----------|
| 28.0 | 26.5 | 90 | 0.5 |
| 29.0 | 26.0 | 80 | 0.5 |
| 31.0 | 25.0 | 60 | 0.5 |
| 32.0 | 24.0 | 50 | 0.5 |

空气调节舱室应包括住舱、指挥舱、会议室及联合控制台等。

高温容许标准:对于机舱、辅机舱等热源较多的舱室,高温容许标准要求:舱温35℃,相对湿度50%,气流速度0.5~1.5m/s。值更人员在此环境中最长停留时间不超过4小时,值更后休息环境舱温不高于30℃。局部冷风降温,要求风温25~30℃,相对湿度不大于70%,风速3~6m/s。冷风各限值均指人体在风口下头部区域的数值。

舱内各相邻的两舱之间的温差不应大于10℃。本标准各限值(除局部冷风标准外)在验证时,均指舱室中心位置离地板1.5m高度处的数值。

此外,在寒冷季节或高纬度海域航行时,现代舰艇都设有供暖设备,主要有蒸气、热水和电器供暖及送热风等方式。电供暖一般仅在蒸气或热水供暖不足时采用。舰艇上供暖应保证舱内气象条件合乎卫生要求,并保持恒定。昼夜温差宜不超过4~6℃。供暖不应使舱内空气化学成分恶化;供暖装置的表面温度不宜超过85℃,以免使落在其表面的有机灰尘被烤焦而产生不良气味。目前我国舰艇主要采用蒸气供暖,并对供暖舱室的温度提出了下列要求:居住舱、公共舱室及盥洗室不低于17℃;病房、医务室、浴室及更衣室不低于20℃;走廊、厕所、工作舱室和其它常有人住的舱室不低于12℃;机舱和不常有人住的舱室不低于8℃。

(陶关林)

潜艇舱室内二氧化碳和氧的改变

潜艇隔舱内二氧化碳和氧的改变是指因住舱体积小、

人员密度大、工作舱内设备繁多、通风不良、人员的活动、机器的运转等引起的舱室内二氧化碳浓度升高及氧浓度降低。

艇员在安静状态下，每人每小时肺通气量约500~800L，二氧化碳排出量约18~25L，耗氧量约20~30L。从事体力劳动时，相应地增加。潜航开始后，密闭舱室二氧化碳浓度每小时可增长0.3%，同时氧浓度降低0.4%。

艇内放置穿过的衬衣、衬裤，新涂在舱壁上的油漆与空气发生作用，吸烟、烹调食品及内燃机工作时均消耗艇内的氧与增加二氧化碳浓度。发射鱼雷、导弹时亦可产生一定量的二氧化碳(见“潜艇舱室空气污染”)。

潜艇舱室空气中二氧化碳增加与氧含量减少，对艇员在长期航行中的耐受能力均有一定影响。舱室空气中二氧化碳浓度升高到1%时即可引起呼吸加深、潮气量增大30%，但对工作效率尚无影响；二氧化碳浓度达1.5%时，血清电解质发生轻度变化；达2.0%时，随时间延长，艇员有不舒适与负重感，有时出现嗜睡，甚至头痛；达3%时，可影响艇员的基本生理功能和使工作效率降低，倘停留时间过久，将引起思维能力下降、动作不协调等神经系统功能障碍。潜艇内二氧化碳浓度一般不宜超过0.8%。

在1ATA的潜艇舱室环境中，氧减少到空气成分的16%以下(低于120mmHg)，即可发生缺氧症；氧浓度减少到10%以下，就会出现恶心、呕吐、智力降低，甚至神志不清；氧含量低于6%以下，如不供氧，并伴有二氧化碳继续增加，即可引起窒息。

不同个体对二氧化碳增加和氧气缺少的耐受能力有一定的差异。经过锻炼的人耐受能力可有所增强。

(刘忠权)

潜艇舱室空气污染

潜艇舱室空气污染是指潜艇隔舱内气体环境中混杂了有害于人体的物质。舱室空气污染是影响潜艇居住性的重要因素。常规潜艇发明后，曾因舱室内的空气受到污染，又缺乏有效的解决方法，对艇员的健康引起了一定的影响；有时还因此而中断潜航，甚至发生过严重事故。核动力装置用于潜艇，使长期水下潜航有了可能，但在维持艇内空气环境于正常状态或接近正常状态的有效措施未获彻底解决以前，舱室空气污染仍在很大程度上限制着潜艇性能的充分发挥。可见潜艇舱室空气污染，不但直接与艇员生活、健康有关；而且也与潜艇本身技术战术性能的实现密切相关。

污染物的种类和来源 潜艇空气中的污染物相当复杂，对污染空气组分进行全分析，在技术上还有较大困难。根据初步统计，潜艇舱室中已有150种空气组分完成了定性分析，其中33种进行了定量分析；但微量污染物的种类却远远超过此数。常见的与潜艇卫生有密切关系的污染物及其来源如下：

人体排泄物 人体代谢产物有400种以上。由呼出气

体排出的有100多种，其中主要污染空气的有CO₂、CO、氨、丙酮、苯、胺、氯化物及醛。

健康人每昼夜排尿量1000~1500ml，其中95%是水，有机物和无机物约占5%。尿中有229种化合物，足以直接或分解后污染空气的有氨及尿素、有机酸、烃、脂肪、维生素、酶、分泌物等。

健康人每昼夜平均排粪250~300g。粪含水70~75%，其它物质约占25~30%，其中包括细菌、未消化物质等。人粪对舱室空气的主要污染物见表1。

表1 人类对舱室空气的污染

| 有害物质 | 新鲜粪中含量 (mg/100mg粪) | 保存5天的 粪中含量 (mg/100mg粪) |
|---------------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| 氨和γ-胺 | 0.019 | 1.35 |
| 硫醇和硫化氢 | 痕迹~0.113 | 0~0.04 |
| 酚 | 0.009 | 0.08 |
| 吲哚及粪臭素(间甲基萘茛) | 痕迹~0.013 | 0.005~0.009 |
| 有机酸(由醋酸算出) | 0.26 | 0.86 |
| 硝酸(按N ₂ O ₅ 算出) | 0.06 | 0.28 |
| 烃(由CH ₄ 算出) | 0.8 | 0.9 |
| CO | 0.12 | 0.02 |
| 醛 | — | 最大为痕迹 |
| 酮 | — | 0.16 |
| 硫气体 | — | 0.01 |

汗经汗腺排出与皮脂腺排出物混在一起，汗的主要成分见表2。皮脂腺每周排出约100g，有时可达200~300g，主要成分包括：游离脂肪酸30%，挥发性脂肪酸38%，其余为不能皂化的物质，如蛋白质、无机酸、甘油、棕榈脂、盐及其它物质；在通过皮肤进行气体交换过程中，也排出一些气体。

表2 人汗的主要成份

| 物质 | 含量 | 物质 | 含量 |
|------------|-----------|----------|---------|
| 水(%) | 99.2~99.7 | 铜(mg%) | 0.4~7.5 |
| 固体物质(%) | 0.3~0.8 | 锰(mg%) | 3~7 |
| 有机固体物质 | 0.03~0.3 | 硫酸盐(mg%) | 4~17 |
| 灰 | 0.14~0.57 | 尿素氮(mg%) | 12~39 |
| 铁 | 0.1~0.2 | 氮(mg%) | 5~9 |
| 碘、氟、溴 | 痕迹 | 肌酸(mg%) | 0.1~1.3 |
| 乳酸(mol/L) | 4~40 | 尿酸(mg%) | 0~15 |
| 葡萄糖(mol/L) | 0.129 | 氮(mg%) | 23~40 |
| 氯化钠(mol/L) | 5~148 | 氨基酸氮 | 痕迹 |
| 钾(mol/L) | 1~15 | 酚 | 痕迹 |
| 钙(mol/L) | 1~8 | 组织胺 | 痕迹 |
| 镁(mg%) | 0.4 | | |

健康人一昼夜在肠道内形成的气体约800~1000ml，每次排出50~200ml。肠内气体在正常情况下主要成分有：硫化氢、氢、甲烷、CO₂、氮等，肠内气体量和食物性质及肠内细菌繁殖有关，如食用豆类及生黄瓜之类的食品，肠内气体增加10~20倍。故在潜艇航海配套

食品中限制豆类食品是必要的。

潜艇设备、装置、用品及食品烹调产生的污染物 ①潜艇使用的涂料、油漆、润滑油和洁净剂等均可因受热而释放出有害气体。如涂料、油漆中的溶剂：苯、甲苯、二甲苯、乙苯、酚醛树脂放出的大量甲醛；润滑油因高温而分解产生的甲醛、乙醛、丙烯醛、酮类；洁净剂用于洁净氧气瓶时放出的三氯乙烯等。②内燃机燃料废气：内燃机在启动或停机瞬间可产生CO、CO₂、二氧化氮、二氧化硫、硫化氢、甲烷及其它烃类气体等。③潜艇用蓄电池的铅板含有微量的砷和镉，当蓄电池充、放电时，电解中因水的电解而产生氢气，镉和砷与新生氢接触可生成毒性很强的砷化氢与镉化氢。④灭火剂：四氯化碳、氯溴甲烷、三氯溴甲烷、二氟二溴甲烷或干碳酸钠的分解产物，有氯化氢、氢、光气、溴、溴化氢及溴化碳磺等。⑤致冷剂氟利昂（包括氟利昂-11, 12及114）泄漏，其本身及分解物（氢、氯、氯化氢和光气等）都污染空气。⑥潜艇用电子仪器设备可产生臭氧和CO。如绝缘材料过热，从表面挥发、燃烧或爆炸都会产生卤素、硫、氯化物等有害气体。⑦战时舱室易被武器装备的弹道残气与火药爆炸中产生的气体污染，其中主要有CO、CO₂、氮氧化合物、氨、氰化氢、氯化氢、乙醛、二氧化硫、甲烷等。

除以上列出的污染物质外，还有从清除CO₂的循环净化装置带出的一乙醇胺蒸气，吸烟产生的CO、醛类和气溶胶等也是不容忽视的舱室空气污染源。

潜艇舱室空气污染时对艇员健康影响的特点 (1) 潜艇舱室空气污染达到一定程度，即可引起艇员一定的生理反应或(和)相应的病理变化。除因事故造成某种明显毒害作用外，生理反应或病理变化都不可能是某种气体单一作用的结果。故观察舱室内有害气体对艇员健康影响时，要同时注意两种或两种以上气体互相协同或互相对抗的作用。如CO或二氧化硫和氮氧化物、氯气、氯化氢、丙烯醛、氰化氢等同时存在，比任何两种以同样的量单独作用的毒性要大得多。

(2) 在舱室空气污染的同时，还存在着高温、高湿、噪声、振动、艇体摇摆、人工照明以及特殊的饮食、限制的供水、特定的值更制度与作息时间、艇上狭小空间限制体位的紧张作业条件等具有卫生学特点的错综复杂的诸多因素。这些因素，对有害气体影响艇员健康都会有一定程度的复合作用，如艇体摇摆引起的晕船、噪声引起的听力减退、人工照明不合理所引起的视力改变，特定作业紧张产生精神上的疲劳等，都可增加艇员应激负荷，降低机体对空气污染的耐受能力。

(3) 空气污染对艇员生理功能的影响，无论在质和量上都有群体均数的不同和个体的差异。由于艇员体质不同，主观能动性是否充分发挥，可相当地改变有害气体的效应。对环境的习服、训练和锻炼可提高艇员对某种(些)有害气体的耐力。当人在21%的氧、3%的CO₂环境中习服了1~6天后，检验其对高浓度CO₂的反应(与未习服的对照比较)，可见呼吸与手的动作都仍稳定，字

母划销错误也少。在1.5%CO₂环境中生活42天，自第23天后即可产生代偿性酸碱平衡反应，从而使CO₂所引起的生理影响逐步趋于稳定或下降。但人体耐受能力有一定限度，有害气体超过了相应的浓度，人体即不能耐受，会导致病理过程的发展或不可逆的损伤。

潜艇舱室空气组分90天容许浓度标准 潜艇舱室空气污染的特点是，在单位容积内污染源多，气体组分复杂，连续暴露时间长。故在制订舱室空气组分容许浓度标准时，要考虑到：①某一种污染物对艇员产生永久性的生理功能改变与器官病理上的急性与慢性作用。②同时存在着的污染物之间及污染物和舱室内许多特有因素对艇员健康影响的协同作用。③潜艇上对空气污染控制技术装备的性能条件。在这些前提下，艇员在一定浓度下暴露一段时间，生理功能虽有一定反应或变化，但尚在可代偿范围内；暴露停止后无后遗症或积累性影响、并可恢复正常。因此，根据多次潜艇调查研究及模拟潜艇长期航行的人体与动物实验结果，已经制订出我国潜艇舱室空气组分90天容许浓度卫生标准见表3。

表3 潜艇舱室空气组分90天容许浓度卫生标准*

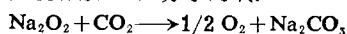
| 气体名称 | 分子式 | 标准 | | |
|--------|---|------|-------|-------------------|
| | | ppm | % | mg/m ³ |
| 氧 | O ₂ | | 19~21 | |
| 氮 | N ₂ | | 78 | |
| 氢 | H ₂ | | 1.0 | |
| 甲烷 | CH ₄ | | 1.3 | |
| 二氧化碳 | CO ₂ | | 0.8 | |
| 一氧化碳 | CO | 15 | | 17 |
| 二氧化氮 | NO ₂ | 0.2 | | 0.4 |
| 二氧化硫 | SO ₂ | 0.2 | | 0.5 |
| 氟里昂-12 | CF ₂ Cl ₂ | 100 | | 500 |
| 总烃 | C _x H _y | 10 | | 50 |
| 臭氧 | O ₃ | 0.02 | | 0.04 |
| 汞 | Hg | | | 0.003 |
| 氨 | NH ₃ | 1 | | 0.7 |
| 氯 | Cl ₂ | 0.05 | | 0.15 |
| 氯化氢 | HCl | 0.47 | | 0.7 |
| 氟化氢 | HF | 0.1 | | 0.08 |
| 硫化氢 | H ₂ S | 0.05 | | 0.07 |
| 砷化氢 | SbH ₃ | 0.01 | | 0.05 |
| 砷化氢 | AsH ₃ | 0.01 | | 0.03 |
| 丙烯醛 | CH ₂ CHCHO | 0.05 | | 0.1 |
| 乙醇胺 | NH ₂ CH ₂ CH ₂ O | 0.4 | | 1.0 |
| 碱性气溶胶 | NaOH | | | 0.15 |

* 表中数值为上限，即在连续90天作用期间，要保持在这一水平以下，如超过表中数值，需采取相应措施，进行控制。

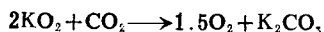
潜艇舱室空气污染的控制 为保障艇员身体健康，提高潜艇水下潜航能力，必须控制潜艇舱室的空气污染组分，不使超过卫生学标准的容许水平。当前，控制潜艇舱室空气污染的措施，主要有：

潜艇内部控制 ①清除CO₂：采用CO₂循环清除装置

以净化空气。两台装置分别安装在艇首、尾,以一乙醇胺(简称MEA)作吸收剂。MEA在低温时同CO₂结合,在高温下把CO₂分离出来。舱室空气借助送风机进入吸收塔与MEA接触,其中的CO₂与MEA液体结合,净化后重新进入舱内。当MEA中CO₂达到一定浓度时,用液体泵送MEA入热交换器,在121.1~132.2℃温度下,使CO₂从MEA中分离出来,被压入CO₂容器内。高温MEA经热交换器冷却到32.2℃左右,再进入吸收塔。按以上流程循环往复,每小时可处理CO₂2.8m³。因MEA会分解失效,一般情况下使用20天后即须更换。此外,尚备有盛氢氧化物的CO₂吸收剂罐作辅助。在常规潜艇的清除CO₂与供氧,多采用碱金属过(超)氧化物(如Na₂O₂、KO₂、K₂O₂等)制成的再生药板,这种再生药板暴露在含一定湿度的空气中,可直接吸收气态CO₂并放出氧气。如果反应进行完全,过氧化钠(Na₂O₂)吸收一克分子CO₂,就释放0.5克分子的氧:



过氧化钾(KO₂)吸收一克分子的CO₂将释放1.5克分子的氧:



再生药板平时密封在特制的铁箱内,一箱药板25块,可供64人用1小时。使用时从铁箱中取出,放入“空气再生装置”内,此时舱内污浊空气由空气再生装置下端气孔进入,与再生药板接触,其中的CO₂被吸收,同时由空气再生装置上端放出氧和热量,而形成空气对流循环。再生药板虽具有吸收CO₂和放氧的优点,但它与空气中湿度和CO₂起反应时所生成的水合金属氧化物和碳酸盐会封闭再生药板的表面,妨碍它与CO₂进一步反应;而且实际放出的氧总少于其含量。再生药板的重量与体积都较大,尚不够理想。②催化燃烧装置清除氢和CO等有害气体:催化燃烧装置采用由二氧化锰与氧化铜组成的催化剂霍拨克拉脱(hopcalite),清除舱室内的氢、CO,低分子量的碳氢化合物等,催化作用的结果:CO氧化成CO₂,氢气氧化成水,碳氢化合物氧化成CO₂和水。从多年实用中发现:霍拨克拉脱虽有良好的催化活性,但也存在一定的缺点,即会使艇用氟利昂及有机卤化物分解为有毒的腐蚀性气体。因此,监督和防止催化燃烧装置的副作用,已成为目前潜艇使用这种装置时特别注意的问题。近年来潜艇上多采用钯作为消氢催化剂,海绵状钯在常压、100℃条件下所吸收的氢可达钯本身体积的800余倍。③活性炭滤器吸附有机物质:由于活性炭在湿度较大的环境中对许多有机物质有较好的吸附作用,故在潜艇空气净化中得到广泛的应用。潜艇各舱室装有容量不等的滤器,其进风量有100、200、及400m³/h等各种规格,可连续使用500小时。④静电除尘器清除大气中的气溶胶和微粒物质:静电除尘器对清除直径为0.01~100μm的各种气溶胶有较高的效率,处理量为200m³/h。⑤潜艇气体分析仪与分析方法:为了有效地控制舱室空气污染,必须对潜艇污染的主要气体成分连续监测,对次要的气体成分要间断监测。根据监测到的

污染物浓度,按需要启动或关闭控制设备,目前已装艇使用的主要气体分析器有:热导式氢气分析器。在舱温50~45℃、相对湿度低于95±3%、气压720~860mm Hg的微小气候条件下能自动连续分析舱内氢气含量,测量范围0~3%;当氢浓度高于2%时,能发出光或声报警信号。船用红外线气体分析器,不同的气体对红外线有不同的特征性吸收波长,当红外线通过气体层后,红外线能量被气体吸收,吸收的强弱与气体浓度有关,入射与出射红外线能量差随气体浓度而变化。光干涉式CO₂分析器,利用光干涉原理,一个光源射出的光分成两束,如在光路中给某一光束设置CO₂气体介质,则两光束产生光程差,而这种光程差与CO₂的折射率及其浓度有关,故据测量出的干涉条纹的平移量,就能换算出CO₂的浓度。除以上三种气体分析器外,艇上还设有热磁式氧分析器或综合气体分析器和总烃分析器等。今后发展趋势是利用数字计算机和其它新测定技术成就,不断提高舱室空气分析的自动化程度。

由于潜艇上条件的限制,任何一种分析方法都难达到对大量污染物组分的全分析的目的。所以还需要在潜艇上采取气体样品后到实验室进行分析。实验室最有效的方法是气体色谱法与气体色谱-质谱仪联用法,后者更有发展前景。

潜艇的外部控制 ①研究造艇材料的毒性并制订手册:手册明确规定和说明那些材料已经或可以用于潜艇;那些禁止使用;那些可容许一定的用量或仅能用于住舱以外的环境;严格控制使用容易污染舱室空气的物质。对已制定的手册,注意随新的合理建议及时修订、改进。②毒性鉴定:对毒性不明的新材料、新工艺须经毒性鉴定为可用后,方予采用。③改进装置:不断研究改进有害气体催化燃烧装置和CO₂吸收装置的各种性能,并研究增设其它舱室大气净化方法与设备。尤其对易产生有害气体的舱室(如厕所、厨房、蓄电池舱、导弹武器舱等)内空气净化问题的解决,因可减少污染物的扩散,意义更为重大。

(刘忠权)

潜艇舱室气压

潜艇舱室气压是指密闭的潜艇隔舱环境中的气压。一般为常压。潜艇舱室气压在下列情况下发生变化:①在备航、备潜前进行降压以检查固壳的气密性,舱室内压降低。②用高压气发射鱼雷后,鱼雷管内的高压气部分进入舱室,造成舱室压力突然增高。③水下航行时,偶因高压气管路泄漏,高压气逸至舱室,舱室气压逐渐增高。④在通气管航行时,通气管顶端的浮阀因海浪冲击没入水面以下时,浮阀中的浮子浮起自动关闭进气口(防海水涌进通气管),在此短时间内,内燃机燃料燃烧所需要的空气只得从各舱室抽吸,使各舱室尤其是内燃机舱的气压突然降低;当通气管顶端的浮阀露出水面时,浮子坠落在减震器上,进气口重新开启,艇内外压力又突然平衡。随波浪的时起时伏,潜艇舱室内气压亦忽高、忽

低。这些气压的改变范围大多数在±200mmHg,但在有些情况下也可超过此限。潜艇舱室内压力的变化,常造成艇员(尤其咽鼓管通气不良者)的鼓膜产生疼痛、充血和损伤,亦可伴有听力暂时降低。潜艇军医在平时要对艇员进行卫生教育,当艇内气压变化时,作吞咽或捏鼻鼓气动作以维持中耳内、外压力的平衡,防止或减轻中耳或内耳等的损伤。患有中耳炎、鼻窦炎及上呼吸道感染者,不宜出航。

(邵心奎)

舱室通风

舱室通风是用外界新鲜空气置换舱内污浊空气的措施。潜艇在密闭的情况下,舱内空气与外界大气隔绝时,可利用通风装置进行舱室间空气的搅拌。

舱室通风按动力来源不同可以分为自然通风和机械通风两类。

自然通风 完全利用自然动力(如利用风压和温差)进行空气交换称为自然通风。自然通风的途径是通过舷窗、天窗、扶梯口、升降口;自然通风的装置有伸出舷窗的折转板、通风管道及不同类型的通风帽和烟筒外套等。其通风效果取决于舱内外温差、航速、航向与风向之间的角度。自然通风效果很不稳定,有时甚至不能获得通风效果。

机械通风 利用机械动力使外界新鲜空气与舱内被污染的气体进行交换,称为机械通风。

(1) 机械通风的方式及选择:通风方式分为压入式、抽出式和混合式三种。

压入式通风是将外界空气压入舱内,以降低舱内的温、湿度,并能保证进入舱内空气的清洁。多用于住舱或工作舱。

抽出式通风是把舱内高温、高湿和(或)含有害物质的气体直接排出舷外,以降低其温、湿度和有害物质的浓度,并使它们不致传播到邻近舱室。多用于厨房、厕所、蓄电池舱、弹药库和仓库等。潜艇的水下厕所还装有活性炭过滤器,以保持潜艇舱室空气的清洁。

混合式通风是同时使用压入式和抽出式的通风。多用于医务室和手术室等。潜艇各舱室多采用混合式通风。

在舰艇的高温舱室和主机舱、锅炉舱,除供全舱通风的设备外,还装有局部机械通风的空气淋浴装置。其目的是降低工作场所的气温并增加气流速度,以促进机体散热。空气淋浴的风速一般应为3~8m/s,吹送的方向要求能笼罩作业人员的整个身体,送入空气的温度与舱温之差,一般不宜超过8~10℃。

大部分舰艇都装有空调设备,它可使舱室温、湿度达到卫生学标准。部分舰艇上虽装有致冷机,但致冷能力较小,可增设向住舱和高温舱室工作带或战位局部送冷风的降温装置。

潜艇在潜航时,只能进行舱室间搅拌,以降低某一舱室的温、湿度和有害气体的浓度。这种通风在舱室温度不太高时,可起到使机体增加散热的作用;当舱室温度

超过皮肤温度时,则不起散热作用;而舱室温度达到40℃时,反可导致中暑的发生。所以,在40℃以上的舱温环境,必须采取相应有效的降温措施。

(2) 机械通风系统的卫生学要求与管理机械通风系统包括:通风机、通风管道、末端支管和喷嘴。

舰艇上使用的通风机多为离心式,但也有用轴流式的。通风管道要求内壁光滑、阻力小,外壁用隔热材料裹覆,以免因管内空气的低温在管外形成水滴。通风管口应设置金属网,以防鼠类和异物落入。压入式通风管末端多装有各种类型的喷嘴。它除使空气分布均匀外,且能调节旋转,使之吹向人体;如感到寒冷或因风速大而感到不适时,还可把布风器转向它方或者关闭。末端支管和喷嘴的风速卫生学要求是:气流速度要适当。喷嘴处空气的流速根据送入空气的温度和喷嘴离最近吊铺之间的距离而定。一般情况下,住舱内不应超过1m/s如果气流不直接吹向人体,则可在3~5m/s之间。抽出式通风的气流速度可大些。在寒冷季节,舱内通风气流速度不宜过大。

为了获得良好的通风效果,必须对通风系统进行合理的卫生学管理和定期的检查。

舰艇军医应根据通风舱室空气的理化性质、舰员的劳动强度、季节、气候特点,航行或停泊以及利用自然通风的可能性,与舰首长、机电长共同制订通风部署表。其内容包括:各类舱室在不同季节每天通风时间、次数,在不同风向时如何利用自然通风装置,以及在何种条件下关闭节风阀和通风口等。将该通风部署表的使用情况详细记录,并根据在使用时期内舰员的反应进行调整修正。

检查通风效果的方法,可以在通风后测定舱室内CO₂和有害气体的浓度、气温和舱室内实际通风量等,以确定是否达到卫生学要求。

通风管道应定期清洁,必要时应进行清洗。

(邵心奎)

潜艇供氧

潜艇在潜航中对舱室内补充艇员所消耗的氧气,称为潜艇供氧。与供氧的同时,并处理艇员所产生的CO₂。常规潜艇的供氧方法有:①再生药板供氧。再生药板的主要成份是碱金属的过(超)氧化物(如Na₂O₂、KO₂、KO₃等),亦称产氧剂。产氧剂具有既能吸收二氧化碳,同时又能放出氧气的双重效用。(见“CO₂吸收剂和产氧剂的性能测定”)②压缩氧气供氧。在需要时也可从高压氧气瓶中将氧气放入舱室内,此法较简单,但设备笨重。如用液态氧,需专门的储存设备,处理不当,还有一定的危险,故目前只作备用氧源。核潜艇供氧主要采用电解水产氧法。其基本原理是:先蒸馏海水变为淡水,然后再将淡水电解为氢和氧,电解产生的氢气分离压缩后排出舷外,氧气可储存并供人员使用。这种方法可使舱内氧浓度(容积百分比)维持在19~23%。核潜艇上也装备了再生药板或氯酸盐氧烛,以备电解式产氧机发生故障时使用。

(陶关林)