

潜水员水下呼吸技术和装备培训的实施

刘文武 俞旭华 徐佳骏 李慈 刘霞 文字坤 方以群*

(海军特色医学中心潜水与高气压医学研究室 上海 200433)

【摘要】潜水员水下投送装置的培训具有鲜明的军事特色，而水下呼吸技术和装备培训在整个水下投送装置培训中占有重要地位，是确保潜水员水下活动安全的关键。水下呼吸技术和装备使用与维护的培训，具有培训内容涉及面广、施训人员组成复杂、装备涉及部门多等特点，这些对培训的实施是一大挑战，也为培训提出了更高的要求。本文针对前期潜水员水下呼吸技术和装备使用与维护培训，从培训的总体思想指导、课程设置、实施过程和考核四个方面，初步探讨潜水员水下呼吸技术和装备培训的组织 and 实施。

【关键词】潜水员；水下呼吸技术；培训；课程；考核

【基金项目】军队重点院校和重点学科专业建设项目（2020SZ01,02,19,20,22,23,25）

【作者简介】通讯作者：方以群(1962-)，男，汉族，山东青岛人，海军特色医学中心潜水与高气压医学研究室主任，研究员，长期从事潜水医学的科研、教学与医学保障工作。

【中图分类号】P754

【文献标识码】A

【文章编号】1673-9574(2022)22-00016-03

潜水员水下投送时，需使用水下投送装置。水下投送装置的正确使用对于确保潜水员在水下的安全至关重要。而水下生命支持系统是水下投送装置的重要组成部分，为潜水系统内的人员提供安全、可控环境的系统。潜水员在水下环境作业，面临着复杂的环境（包括水下高压、水下低温、阻力等），对机体会产生极为不利的影响。水下生命支持系统能为潜水员提供水下活动所需的相应种类和压力的气体，在保证潜水员内外压力平衡的基础上，避免呼吸高压气体导致的机体损伤；针对水下环境低温，潜水员需要穿着特制的电加热潜水保暖服，以在水下维持正常的体温，避免因低温而影响水下作业；长时间水下工作后潜水员不能快速上升水面，因此，水下生命支持系统为潜水员配备了安全减压系统，确保潜水员能安全的到达水面。可以说水下生命支持系统是潜水员使用水下投送装置时的“保护神”。鉴于水下生命支持系统的复杂性和在整个水下投送装置中的重要性，有必要针对潜水员进行系统化、正规化的全流程培训，确保掌握装备性能的同时，能在实际环境下熟练的使用。同时，由于水下环境复杂多变，与陆上装备相比，使用水下投送装置时潜水员在水下的风险显著增加，因而掌握好突发事件的紧急处置，也是培训的重要一环。

整个水下生命支持系统培训中，水下呼吸技术和装备使用与维护的培训是培训的主体内容，占有重要地位。本单位已经连续多年对多批潜水员进行了水下呼吸技术和装备使用与维护的培训。本文对前期在潜水员水下呼吸技术和装备使用与维护培训的组织 and 实施过程中积累的经验，从指导思想、课程设置、科学施训和考核四个方面进行总结，为未来培训提供基础，也为潜水相关技术和装备使用的培训提供借鉴。

一、以最新的院校教育条例为标准，面向实战

海军军医大学是全国唯一一所具有培养潜水医学专业人才的高校，潜水与高气压医学研究室从成立之日起，坚持姓军为海，将提升我国的潜水医学技术和潜水装备作为潜水人的初心。成立60多年来，为我国潜水与高气压医学领域输送了大量的的高素质人才（包括潜水军医和潜水员），也为我国潜水装备的自主化更新与完善作出了巨大的贡献，其中就包括参与了水下生命支持系统的设计。

2020年7月1日开始实施的《军队院校教育条例(试行)》明确：军队院校教育的基本任务是培养军事人才，发展军事科学，服务备战打仗[1]。潜水员水下投送具有明显的军事特色，包括水下生命支持系统在内的水下投送装置的使用培训是坚持服务备战打仗的具体体现。研究室教学团队一直以来，坚持仗要怎么看，战法就要怎么练，训练就怎么实施，一切对标实战，一切服务于实战，针对实战进行训练。部队缺什么技能，我们教什么技能；战士哪些技能需要提升，我们就训练哪些技能。教学团队的成员均为参与装备研制、定型和装备使用的现场医学保障任务，不仅熟悉装备的构造和工作原理，同时了解装备的实际应用情况和存在的风险，从而能更好的对标实战化训练。通过走访和部队调研，发现装备实战化训练过程中存在的难点和堵点，作为培训的抓手和重点。为了更加贴近真实环境，教学团队专门为此开发和设计了1:1大小的模拟水下投送装置，水下呼吸装备中所需的气体量、供气方式和安装部位与原装置一致，各零部件均按照实际大小、实际部位进行布置，模拟操作装置显示真实水下航行实景，目的是最大程度的模拟真实的水下环境和水下投送装置内水下呼吸装备的使用情况。同时，配合部队的年度训练任务，在海上开放水域对水下呼吸装备的使用进行全方位的训练，一方面通过反复训练，不断磨

合，增加水下呼吸装备使用与整个水下投送装置使用之间衔接；另一方面，通过开放水域的训练，增强潜水员的实战化体验。

二、以任务需求为牵引，合理设置课程内容

水下呼吸技术和装备使用与维护的培训，培训内容涉及面广，既包括医学相关知识，又包括工程类知识；既包括理论类的教学，也包括实践层面的教学；既包括装备的实际使用，还包括装备的维护与保养。这些都对课程内容的设置提出了更高的要求。

课程内容的设置，我们坚持以潜水员的使命任务为牵引，以潜水员的实际需求为中心进行设置。潜水员的使命任务是通过采用水下生命支持装置，在水下所需的作业时间内安全的完成任务，并顺利返回。针对该使命任务，潜水员需要在有限的时间内，掌握水下呼吸装备的基本构造与原理、装备的准备、装备的维护与保养、装备的基本使用流程、水下紧急情况下装备的使用流程等。基于上述使命任务和实际需求，在课程内容的设置过程中，我们采用理论学习与实践操作相结合、技术培训和装备培训相结合、装备使用与维护使用相结合、陆上使用培训与水下使用相结合、子系统器材培训与总体装置培训相结合的方式。前期经过调研和专家咨询，我们对初步设置的课程内容进行了大幅度调整。考虑到潜水员自身的理论基础，我们删减了大量的潜水医学相关的理论知识介绍，类似于潜水医学和装备的进展、减压理论、疾病的致病机制等内容不涉及，与装备使用相关的潜水疾病，简要介绍其临床表现和治疗原则，将缩减的时间，将具体的内容融入至装备结构原理介绍、装备使用中与潜水相关疾病相关的装备故障与解除，从而在更多实践和现场作业中加深对知识的理解和运用。经过对潜水员进行调研，教学团队发现，授课对象在潜水特种伤病的应急处置上存在短板，而潜水特种伤病的应急处置也是保障潜水员生命安全的重要措施。因此，教学团队在现有的课程内容中，针对性增加现场自救互救技术内容，包括常用的战伤急救技术和现行的心肺复苏操作流程[2]，为适应海上现场环境，对教学内容进行必要的调整，同时邀请本校专门从事相关内容培训的单位进行专题培训，一方面保证了潜水员知识面的全覆盖，同时也为后期水下实践操作的安全实施提供了安全保障。水下环境复杂多变，不仅有物理因素的影响，更有潜水员生理功能变化的影响。考虑到水下呼吸装置使用过程中的高风险性，教学团队以现有的课题为基础，就水下呼吸装置在水下运行不同阶段可能出现的工程和医学问题进行梳理，针对具体的问题拟定相应的应急处置流程，作为潜水员水下呼吸装置培训的内容之一，不

仅让潜水员掌握正常的水下呼吸装置的使用方法和操作流程，而且熟悉特殊情况下的应急处置，从而提高水下适应能力，提升作战能力，并减少非战斗性减员。

三、以人为本，循序渐进科学施训

水下呼吸技术和装备的整个教学实施过程中，按照人体正常的认知顺序，按照先理论后实操、先实操后现场、先个人后联合的顺序进行施训。理论主要对整个水下呼吸装备的组成和水下作业时存在的风险等进行介绍，水下呼吸装备的工作原理、组装和维护与保养等具体内容，穿插于实操教学过程中，以便更好的将理论教学溶于实践过程中。通过装备构造和原理的介绍，能更好的理解水下作业过程中存在的风险，提高潜水员对整个系统规范化操作（包括潜水前的检查、水下使用的操作流程和潜水后的保养）重要性的认识。实操按照先陆上后水下的顺序，水下作业按照先浅水后深水、先呼吸器单练后与投送装置合练、先正常潜水后应急逃生的顺序，循序渐进。具体的实操贯穿整个作业过程，包括潜水前的气体充填、装备功能检查、二氧化碳吸收剂的检查、陆上试用、浅水熟悉、深水模拟等。

装备的设计是以人体的生理功能为基础，在满足人体水下活动时基本生理活动、确保人体水下活动安全的前提下，同时兼顾到人-机功效学，使得潜水员在水下的作业效率达到最佳状态。因此，作为课程思政教学的一个组成部分，教学团队将这种装备设计中“以人为本”的理念，贯穿于装备介绍和使用的培训过程中，一方面有助于潜水员更好的了解装备的性能，另一方面也增强潜水员对装备安全性的信心。

整个施训过程中，始终将潜水员的安全摆在第一位。安全涉及装具、潜水员自身和水面医疗保障人员等三个方面。装备安全性能是水下活动安全的基础。整个培训开始之前，邀请装备的生产厂家质检员对装备进行全面检测，确保装备工作正常，不允许任何装备“带病工作”。每次下水前，都按照正常的流程对装备进行全面、严格、仔细的检查，所有检查均由潜水员亲自操作，潜水员相互督促，实时实名记录，培养潜水员对自己负责的态度，同时教员进行实时监督，必要时给予提醒。潜水员的身心健康，是水下活动安全的前提。培训前，对所有潜水员进行健康调查（包括现病史和既往史），排除任何影响到潜水员水下活动的相关疾病；同时进行简单的心理测试，排除心理因素对潜水的影响。水下高气压暴露之前，安排所有潜水员进行加压锻炼和氧敏感试验，提高或评估潜水员的高气压耐受性和对氧的敏感性。每次下水前对所有潜水员进行简单的体格检查，并做好记录。以上测试过程中不合格者，暂

停潜水。潜水员水下技能熟练程度，是潜水员水下活动安全的保障。水下实操之前，根据培训前的调查问卷，将潜水员进行分组施训，由经验丰富的潜水员与资历较浅的潜水员搭配进行结伴潜水，既保证了训练的安全，又与实战相一致。同时，水下和水面同时配备一名潜水员进行实时的保障，一旦发生情况，能第一时间进行援助；施训的教员陪同入水，一方面现场观察潜水员水下操作流程是否正确，及时纠正错误，同时预防水下危险的发生。水面有至少一名教员对潜水员的训练进行监督，包括从入水到水下动作实施，一旦发生情况，能在第一时间实施援助。教学团队在水下投送装置深水区训练中，为模拟装置和平台安装了摄像头和水下照明，能通过水面的显示器，实时观察水下潜水员的活动，确保水下培训过程的安全。水下应急处置能力，是确保潜水员未来实战化环境下水下活动安全的必备技能。潜水员不仅要熟悉装备水下故障的风险，更要非常熟练的掌握水下突发情况的处置能力，才能在水下紧急情况下处乱不惊，灵活应对。对于应急处置能力的培训，教学团队按照简单的操作反复练、复杂的操作先理解后重复，从了解到理解，从熟悉到熟练，最终将操作流程固化于潜水员大脑，做到整个流程的操作一气呵成。

四、以考促训，严格施训

水下呼吸技术和装备的培训，以“严进严出”为指导。“严进”是把好培训的安全关，而“严出”是把好培训的质量关，通过考核来实现[3]。考核是检验学员学习成果、教员教学质量的一个重要手段，科学的、全面的考核模式，才能真正反应教学过程的现实情况，才能更具代表性。考试不是目的，而是通过考核提高施训的效果，让潜水员认识到熟悉装备的重要性，意识到错误操作的危害性。同时，开训之初，向潜水员明确，所有培训的内容，没有重点与非重点之分，培训的全部内容均为潜水员实际需求，因为现实环境下各种情况都有可能发生，因此所学技能都必须掌握。针对不同的培训内容，采取不同的评价手段。对于理论和实操内容，由各专题负责人针对本专题的重点和难点、潜水员关注的问题或薄弱环节，设置不同类型的题目，采用闭卷的形式进行考核；考核后对试题进行全面分析，针对错误较多的题目进行剖析、讲解。闭卷考核分为两次，第一次为所有实操授课结束后（水下训练前），旨在了解学员的掌握程度；第二次为水下训练结束后，随机抽取题目进行再次考核，一方面为巩固记忆，另一方面基于前次考核过程中暴露出来的薄弱点，后期可以进行针对性的训练，再次进行闭卷式考核为进一步加深印象。实操考核是水下生命支持技术和装备培训考核的重点，以现场考核的方式进行。对于自救

互救技术的考核，由授课教员现场一对一进行评价和考核。水下呼吸技术与装备培训中，考核按照装备使用的流程从前至后进行。气体流量检测、装置组装、气密性检查、性能检查、吸收剂的装填等，在陆上进行考核，潜水员配对，相互协助进行，教员轮流考核；呼吸阀箱的使用、呼吸气体的转换为陆上和潜水双考核；潜水员水下进出投送装置、水下呼吸装置与投送装置的连接与分离、水下呼吸装置气体的转换、潜水员水下应急处置等，浅水区由教员直接入水进行现场考核，深水区通过配备的摄像头实时观察进行评价和考核。考核点包括流程是否正确、手法是否正确、操作是否连贯、配合是否流畅等。考核中，学员平时表现所占比例5%，闭卷考核所占比例约为25%，现场实操占比约70%。考核结果分为优秀（>85）、良好（70~85）、及格（60~70）和不及格。不管闭卷还是实操，不及格者需重新训练后考核，直至合格；及格者也可申请增加一次考核机会。

水下呼吸技术和装备的培训涉及面较广，不仅有医学的内容，还有需要大量的工程相关技术支撑。虽然经过几期的培训，形成了培训的雏形，但仍然存在诸多需要完善的地方，如培训的平台有待进一步完善，更好的为整个培训服务；培训的师资还需进一步加强，增加对年轻教员的培养，关注培训的传承；培训内容设置进一步优化，通过调整各模块相互之间的衔接和协调，在有限的时间内将培训的效果最大化；通过“请进来”、“走出去”，使教学手段和方式多样化，提高培训的效果；进一步对培训考核的评价体系进行完善，让结果更加客观化。通过教学团队的反复打磨，最终构建军事特色鲜明的水下呼吸技术和装备培训体系，为水下投送装置的系统化培训提供有力的支撑，为提升战斗力提供保障。

参考文献

- [1] 李海平. 论《军队院校教育条例(试行)》的现实意义[J]. 武警工程大学学报, 2020, 36(6): 5-8,13
- [2] 解卓, 李洲朋, 罗熙, 等. 我军与外军战场一线自救互救和急救技术培训现行体制比较[J]. 白求恩医学杂志, 2019,17(3): 283-285.
- [3] 刘文武, 李润平, 徐伟刚. 潜水医学职业教育培训方式探讨[J]. 基础医学教育, 2020, 22(12): 890-892.