

深海载人潜水器潜航员岗位要求研究^{*}

高翔, 丁忠军, 王成胜, 王志毅

(国家深海基地管理中心 青岛 266061)

摘 要: 深海载人潜水器潜航员是国家载人深潜工程的重要战略性人才, 针对潜航员这一特殊岗位特点, 从思想素质与职业兴趣、专业基础与综合技能、心理素质与身体机能等三个方面开展分析, 结合国外潜航员队伍选拔与应用现状以及国内相关领域专家调查结果进行研究, 能够明确潜航员岗位的具体要求与人才培养方向, 对我国潜航员队伍的科学选拔、科学培养、科学管理具有重要意义。

关键词: 载人潜水器; 潜航员; 岗位要求

1 前言

2012年7月, 我国自行设计、自主集成研发的“蛟龙”号载人潜水器成功完成了7 000米级海试, 最大下潜深度7 062 m, 标志着我国成为世界上继美、俄、法、日之后第五个掌握大深度载人深潜技术的国家^[1]。2013年6—9月, “蛟龙”号载人潜水器在南海、东北太平洋和西北太平洋执行首个试验性应用航次, 首次实现了科学家搭载我国的潜水器亲临海底开展作业和科学实验的梦想, 展示了深海载人潜水器在科学研究和资源勘探等方面广阔的应用前景。

载人潜水器代表着深海高技术发展的前沿, 潜航员则是利用载人潜水器实施深海探测与开发的最前沿队伍, 是载人深潜工程的核心力量^[2]。潜航员是深海载人潜水器的主驾驶, 在载人深潜作业中全面负责载人潜水器的驾驶操纵、深潜作业任务; 同时, 潜航员也是具备优良专业素质与丰富实践经验的工程技术人员, 在日常工作中承担着载人潜水器技术支持、维护保障与升级改造任务。

2006年, 我国公开选拔与培养了第一批共两名深海载人潜水器潜航员, 在“蛟龙”号载人潜水器1 000 m、3 000 m、5 000 m、7 000 m的海试过程中, 两名专职潜航员发挥了重要作

用, 目前, 他们已成为执行“蛟龙”号下潜作业任务的中坚力量。根据中国大洋矿产资源研究开发协会“十二五”大洋调查研究计划, “蛟龙”号载人潜水器将在2013年至2017年开展试验性应用, 并最终转入业务化运行。从应用角度考虑, 选拔与培养更多数量的潜航员已是当务之急。2013年9月至11月, 国家深海基地管理中心将面向社会公开选拔我国第二批载人潜水器潜航员学员^[3], 结合我国载人深潜实践与第一批潜航员选拔培养经验, 对潜航员这一特殊岗位开展研究, 明确潜航员岗位的人才需求与方向, 对于建设我国的潜航员队伍具有重要意义。

2 潜航员应具有良好的思想素质与强烈的职业兴趣

思想素质是确保职业潜航员质量的一项重要因素。潜航员长期从事海上作业, 工作条件艰苦、工作强度大, 因此应具备很高的思想政治水平和正确的人生观、价值观, 具有兢兢业业、忠于职守的工作态度和吃苦耐劳、艰苦奋斗的优秀品质。潜航员是载人深潜事业的核心技术力量, 其技术水平对整个载人深潜工程具有重要影响, 因此潜航员应具备强烈的进取意识, 能够善于学习、独立思考, 在专业技术上

^{*} 基金项目: 国家国际科技合作专项项目(2012DFA20970); 海洋公益性行业科研专项经费项目(201205035-11); 国家海洋局青年海洋科学基金项目(2013602)。

不断进取、精益求精。潜航员是实施深海探测作业的一线力量,其现场决策直接影响到深潜任务能否安全圆满完成,因此潜航员应能够沉着稳定、目的明确,应对突发事件时处乱不惊,并严格遵守各项规程制度,以高度的责任心和使命感执行好深潜作业任务。

深海环境压力巨大,对载人潜水器装备提出了非常高的要求,设备上任何小的故障或纰漏都可能造成严重的后果;深海环境未知且复杂,在未知的环境下开展作业是对潜航员综合能力的巨大挑战,这些因素都成为潜航员岗位不可忽视的风险。因此,潜航员应具备强烈的风险意识和大无畏的奉献精神,勇于承担风险,并从思想上做好为国家利益做出牺牲的准备。

我国的载人深潜工程是一项涉及十几个系统、几十家单位的系统工程,载人潜水器每次下潜都会搭载不同背景、不同领域、性格各异的科学家和工程技术人员执行任务,因此潜航员应具有精诚协作的团队意识和开放包容的合作精神,能够主动发挥桥梁和纽带作用,团结和协调各方力量共同完成深潜作业任务。

潜航员是国家特殊的关键技术岗位,从事此类工作可能会受到国外敌对势力以不同渠道和不同形式进行的情报收集和窃取,因此潜航员应具备严格的保密意识,能够从国家利益的大局观出发,严格按照相关保密规定对技术信息和资料进行保护。

海上环境艰苦且单调,在深海极端环境下作业也对人的体能和心理带来巨大挑战,面对这种常态化的工作环境,潜航员应对其工作具有发自内心的浓厚兴趣,能够从中感受到激情和快乐,才能够抱着强烈的归属感履行好岗位职责;否则,如果抱着功利心而非职业兴趣入职,在磨合期过后必然会产生失望、悲观、焦虑等负面情绪,对载人深潜工作带来不利影响。因此强烈的职业兴趣是潜航员岗位的必需要求之一。

美国伍兹霍尔海洋研究所(Woods Hole Oceanographic Institution, WHOI)具有近50年的载人潜水器管理运行经验^[4],在其对Alvin号载人潜水器潜航员选拔的要求中明确表示,具备“成熟、自信、正直、积极、真诚”的品质

是非常重要的方面。此外,“候选者应该具有奉献精神 and 强烈的热情,对事业具有发自内心的兴趣,自负和计较个人得失的候选者将不会坚持太久”。

以Alvin号载人潜水器潜航员为例,部分在役与退役潜航员的相关经历与个性特点如下:

① 喜欢教书,更喜欢修理东西;② 年轻时立志从事近海工程工作;③ 不喜欢办公室职业束缚,做过潜水教练和平面设计师;④ 喜欢“与众不同并富有挑战性”的工作;⑤ 16岁以来在外游历,经历丰富;⑥ “六岁起我就知道我的生活和工作将在海上”;⑦ 幼年时喜欢拆装自己的玩具,喜欢去夏威夷浮潜和潜水。可以看出,热衷于工程技术活动、富有冒险精神、对海洋工作具有发自内心的归属感和热爱是美国潜航员群体的鲜明特征。

潜航员是一项涉及国家利益的重要岗位,只有具备艰苦奋斗、踏实肯干、成熟沉着、承担风险、开放合作、严守秘密等良好的思想素质,对海洋事业和载人深潜事业怀有源自内心的热爱,能在工作中形成强烈的价值归属感并以此为乐趣的人才能胜任潜航员工作。

3 潜航员应具备扎实的专业基础与过硬的综合技能

3.1 专业基础

载人潜水器是综合了船舶、机械、控制、电气、水声通信等多学科的高技术海洋装备,作为载人潜水器的操作者,潜航员应在上述领域具备全面而扎实的专业知识和技能。① 作为长期在海上作业的人员,潜航员应熟悉海洋、船舶、导航、地理等相关知识,了解海上环境并能够运用相关知识做出判断和决策。② 载人潜水器设计研发涉及了船舶设计、机械结构与液压、动力与推进器等相关专业的理论与方法,潜航员应对该专业具有深入的理解和认识,才能够对载人潜水器的原理、组成和运行方式了然于心,并在实践中运用自如。③ 载人潜水器具有先进的信号传输与处理、自动控制、水声通信技术,潜航员应具备相关的电子电气类专业知

作与维护技能。④ 载人潜水器以人为核心, 潜航员应掌握与人相关的生命支持、医学与急救等知识; 另外, 作为特殊环境下的水下工作人员, 潜航员还应具备游泳、轻装潜水等技能。⑤ 在海上航渡与执行下潜任务的各个环节中, 潜航员需要与管理人、工程技术人员、科学家、媒体记者、船员等各类人群进行沟通和交流, 因此相关的文科知识也十分必要。

美国在潜航员选拔过程中, 认为具备下列经验和背景的候选者可优先考虑: ① 海上工作经验; ② 良好的基础教育及电气、物理、机械、液压、电子或其他相关工程技术领域的学科背景; ③ 海军经历; ④ 飞机舰船驾驶操纵经验。同时, 选拔要求中也明确提出, 潜航员应具有较强的学习能力。在美国在役和退役的 23 名潜航员中, 具有电子与机械等工程专业技术背景的有 20 名, 其他 3 名也均从事涉海相关行业。WHOI 中部分 Alvin 号载人潜水器潜航员的专业经历与技术背景如下: 在近海石油公司从事潜水、潜水器及 ROV 系统的工作长达十年; 在 10 多年里从事国际海洋工程的商业潜水员; 受任职于 WHOI 的母亲的影响, 从高中起在 WHOI 实验室协助进行整理泥土样品、建造水下机器人、给 Alvin 号载人潜水器布线等工作; 曾在美国海军服役, 在舰艇上操作雷达监控导弹防御; 在美国海军的潜艇服务中心工作长达 15 年; 在两个工程公司工作了 7 年。

本文研究人员在“蛟龙”号载人潜水器 5 000 米级与 7 000 米级海试期间对“向阳红 09”船上 29 名与潜航员接触最密切的管理人、工程技术人员进行了潜航员岗位描述调查, 调查对象涉及中国大洋协会办公室、中国船舶重工集团公司第七〇二研究所、中国科学院沈阳自动化研究所、中国科学院声学研究所、国家海洋局北海分局、国家深海基地管理中心、北京长城电子装备有限责任公司等单位, 基本涵盖了我国载人深潜工程的一线专家队伍。调查以《国家职业分类大典》^[5] 相关调查项目为基础, 涉及 3 个大项 119 个小项, 对潜航员岗位的能力、知识、技能等方面进行了全面了解。表 1 所示为被调查者对潜航员岗位所需的各方面知识的重要性程度进行分数评定后, 通过归一化

处理得到的量化得分情况 (满分为 1)。

表 1 潜航员岗位所需相关知识调查结果

相关知识	量化得分
机械知识	0.716
计算机与电子知识	0.647
工程技术知识	0.638
设计知识	0.621
物理知识	0.621
外语知识	0.612
数学知识	0.603
心理学知识	0.586
地理知识	0.466
文书知识	0.448
生产与过程知识	0.448
化学知识	0.440
生物知识	0.440
通信和媒体知识	0.379
法律与政府知识	0.371
教育与培训知识	0.362
管理知识	0.345
汉语知识	0.336

表 1 中可以看出, 潜航员的知识结构应以机械、计算机与电子、工程技术等工科为主, 兼具数、理、化、生等理科知识和心理学、地理学等文科知识, 并了解如何同管理人员、工程技术人员、科研人员以及媒体等各类人群进行沟通和信息传递。

3.2 综合技能

潜航员面对的绝大多数是工程技术问题, 要求其具备很强的逻辑思考与数理计算能力, 能够客观、理性、科学地对问题进行整合分析, 得出最优化解解决方案。面对海底复杂的环境, 潜航员需要综合考虑潜次任务安排、水面指挥及现场实际情况等多种因素, 全面、科学地水下作业过程进行决策, 因此潜航员应具备很强的运筹与管理能力, 能够科学地利用有限的资源解决各种复杂问题, 圆满完成潜次任务。潜航员职业是一个富有挑战的职业, 在潜航员的职业生涯中会不断遇到新问题, 面对新挑战, 这要求其具备很强的学习能力, 能够在每次下潜作业中及时总结经验, 形成认识, 并对未来的作业提供经验和方法指导。另外, 潜航员岗位要求其具备良好的理解和表达能力, 既能够通过交谈和阅读快速掌握各种外界信息, 为每次下潜做好充分准备, 又能够将下潜中的所见

所感准确地表达和描述出来, 使其他各类人群了解所需信息, 掌握下潜情况。表 2 所示为“蛟龙”号载人潜水器 5 000 米级与 7 000 米级海试期间, 本文研究人员对“向阳红 09”船上载人深潜团队进行的潜航员岗位所需能力和技能调查结果, 同前所述, 调查采用量化得分评定办法, 满分为 1。

表 2 潜航员岗位所需能力和技能调查结果

能力和技能	量化得分
设备保养检修	0.879
故障排除	0.862
操控	0.853
操作检查	0.845
设备选择	0.828
安装	0.819
复杂问题解决	0.802
口头理解能力	0.767
书面表达能力	0.767
科学思维	0.767
维修	0.767
书面理解能力	0.733
技术设计	0.733
口头表达能力	0.707
阅读理解	0.698
演绎推理能力	0.655
时间管理	0.629
口语	0.621
主动学习	0.621
创新能力	0.612
语言清晰度	0.603
编程	0.595
记忆能力	0.586
数学运算	0.569
质量检测分析	0.552
指导	0.543
归纳推理能力	0.543
连贯的构思能力	0.534
系统评估	0.526
积极倾听	0.517
写作	0.517
运用数学运算的能力	0.517
系统分析	0.483
数理推理能力	0.466
学习策略	0.457
服务倾向	0.457
作业分析	0.457
判断和做出决定	0.457
物资管理	0.457
信息的排序能力	0.405

表 2 中可以看出, 潜航员岗位要求最突出

的是其工程技术维修维护与设备操作能力, 此类任务是潜航员岗位工作的核心。其次, 潜航员应具有较强的表达和理解能力, 既能够很好地与人进行面对面交流, 又能够进行快速阅读和恰当的文字表达。此外, 较强的演绎、归纳、数理等推理能力以及逻辑思维能力、综合运筹和管理能力也是潜航员岗位的必备素质。

4 潜航员应具备优秀的心理素质与良好的身体机能

潜航员的心理素质和身体机能对潜水器的安全高效运行至关重要。在海面, 潜航员在高温、高湿、狭小的载人潜水器载人舱内忍受涌浪造成的剧烈颠簸晃动; 在海底, 潜航员长时间身处热传导快、封闭的舱内, 面对黑暗、未知的深海环境开展考察活动, 这些都成为潜航员生理与心理消耗的主要因素。与航天员相比, 潜航员无需经受超重、失重的考验, 无需面对太空极端环境, 在身体机能要求上不如航天员严格; 但潜航员长期在海上工作, 需要长时间在深海环境中自主地操作潜水器开展航行与坐底、精细测量与采样、高清摄像照相等一系列作业活动, 因此, 潜航员的心理素质和身体机能也需要达到很高的水平。

潜航员特殊的工作环境要求其具备很强的心理适应性、心理稳定性和压力耐受性和很高的心理健康水平; 同时, 潜航员也应具备较强的判断决策能力、应急反应能力、肢体协调能力和自我调节能力。美国 WHOI 对载人潜水器潜航员候选者的心理筛选通常在实际选拔前就已开展。在入选后, 候选者还将接受进一步观察, 以便确保其情绪稳定、心智成熟, 并丝毫没有幽闭恐惧症倾向和可疑症状, 在精细或紧急情况下能够冷静、理性并做出正确决策。在日常操作中, 潜航员也会面对一些人为设置的危机压力, 来测试其在紧急情况下的处理方法。我国在第一批载人潜水器潜航员的选拔中对候选者使用了多种应用广泛且经过实践检验的专业性心理问卷以及访谈与面试测试, 实践证明, 通过心理测试的两位潜航员, 其各项心理各项机能均优于常模。潜航员的工作实践也证实, 心理测试对于潜航员选拔具有重要意义。

表3 潜航员岗位身体机能需求调查权重结果

身体机能	权重得分
快速反应能力	0.802
反应定位能力	0.776
感知问题的能力	0.741
选择性注意能力	0.741
速率控制能力	0.621
手的灵活性	0.603
四肢协调能力	0.603
听觉敏感能力	0.595
精细控制能力	0.560
手臂稳定性	0.534
听觉专注能力	0.534
手指灵活性	0.517
语音识别能力	0.509
近距离视觉感知能力	0.483
颜色识别能力	0.474
声音定位能力	0.466
外围视觉感知能力	0.457
深度感知能力	0.448
肢体移动速度	0.440
手腕—手指的使用速度	0.431
远距离视觉感知能力	0.422
全身协调能力	0.405
全身平衡能力	0.397
夜视能力	0.388
动力	0.345
柔韧性	0.302
眩光敏感性	0.293
静力	0.276
爆发力	0.276
伸展性	0.250
躯干发力能力	0.241
持久力	0.190

在载人潜水器潜航员选拔中,对候选者身体机能的医学检查需涉及外科、内科、耳鼻喉科、神经科等多个科室,对其呼吸系统、神经系统、循环系统、消化系统等各个系统进行全面检查评定。在我国第一批潜航员选拔中,医学检查与生理测试在候选者筛查过程中发挥了

重要作用。美国 WHOI 明确要求其潜航员学员需满足下列生理要求:无接触性传染病;无呼吸道疾病,无器质性心脏病及高血压/低血压;无严重的背部疾病、关节炎、静脉曲张、肌肉抽筋等病史,在长时间寒冷狭窄的条件下工作不会导致发病;无营养不良或过敏体质历史;无癫痫病记录,无神经系统疾病;无糖尿病,无复发性消化性溃疡;具有潜艇训练钟或类似设施的训练和压力测试经验者优先考虑;能够承受至少两个大气压而无不良反应。除通过医学检查确保生理健康外,潜航员岗位还对某些特定的身体机能有更高的要求。表3所示为本文研究人员对“向阳红09”船上载人深潜团队进行的潜航员岗位身体机能需求调查结果。表3中可以看出,潜航员岗位的海底作业特点决定了其对快速反应能力、定位能力和感知能力的要求最高,良好的肢体协调能力、精细操作能力也非常重要。

5 结论

本文针对深海载人潜水器潜航员这一特殊岗位,从思想素质与职业兴趣、专业基础与综合技能、心理素质与身体机能等3个方面进行分析,结合国外潜航员队伍选拔与应用现状以及国内相关领域专家调查研究结果,明确了潜航员岗位的具体要求与人才培养方向,对我国潜航员队伍建设具有重要意义。

参考文献

- [1] 崔维成. “蛟龙”号载人潜水器关键技术研究与创新[J]. 船舶与海洋工程, 2012(1): 1-8.
- [2] 李明春. 潜航员的故事[J]. 海洋世界, 2010(12): 27-37.
- [3] 高悦, 李直东. 我国第二批潜航员选拔工作启动[N]. 中国海洋报, 2013-05-24(001).
- [4] NEVALA A. Alvin's Pilots[J]. Oceanus magazine. 2005, 44(2).
- [5] 中国就业培训技术指导中心. 中华人民共和国职业分类大典(2007增补本)[M]. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2008.