

深海载人潜水器潜航员培养模式探究

张奕^{1,2}, 丁忠军², 高翔²

(1. 哈尔滨工程大学 船舶工程学院 哈尔滨 150001; 2. 国家深海基地管理中心 青岛 266237)

摘要: 为了加快建立深海载人潜水器潜航员体系, 实现深海载人潜水器业务化运行, 提高我国载人深潜科考作业水平, 文章结合“深海进入、深海探测、深海开发”战略需要, 分析研究了载人潜水器作业环境、作业需求和潜航员岗位要求。提出了能力、知识、技能三位一体化的培养模式和基于专家系统课程设置架构, 实践表明该培养模式科学、严谨, 极大地推动了“蛟龙”号载人潜水器潜航员队伍的培育, 对未来我国深海载人潜水器潜航员培养具有重要的指导意义。结合培训的实际情况, 让潜航员培养工作顺利开展, 提出构建科学的管理体制、完善潜航员培养保障机制、建立系统的制度保障制度等建议。

关键词: 深海载人潜水器; 潜航员; 培养模式; 专家系统; 岗位要求

中图分类号: G4; P7

文献标志码: A

文章编号: 1005-9857(2020)01-0021-05

Research on the Training Mode for the Pilots of Manned Deep-Sea Submersible

ZHANG Yi^{1,2}, DING Zhongjun², GAO Xiang²

(1. College of Shipbuilding Engineering, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China;

2. National Deep Sea Center, Qingdao 266237, China)

Abstract: In order to speed up the pilot system of deep-sea manned submersible, realize the operational operation of deep-sea manned submersible, improve the operation level of manned deep-sea submersible research in China, this paper combined the strategic needs of “deep-sea entry, deep-sea exploration, deep-sea development”, analyzed and researched the working environment, requirements of submersible and the post requirements of pilot. The training mode of ability, knowledge and skill altogether, and the curriculum structure based on expert system were put forward. The practice showed that the training mode was scientific, rigorous and had greatly promoted the cultivation of pilot crew of Jiaolong manned submersible. It has important guiding significance for the pilots training in the future. Combined with the actual situation of training, some suggestions were put forward, such as constructing scientific management system, perfecting the support mechanism of pilot training, establishing a systematic system guarantee system and so on.

Key words: Manned submersible, Pilot, Training mode, Expert system, Post requirements

收稿日期: 2019-06-13; 修订日期: 2019-12-11

基金项目: “蛟龙”号载人潜水器科学应用与性能优化(2017YFC0306600); 海洋公益性行业科研专项项目“载人潜水器驾驶与操纵训练模拟系统研制与应用示范”(201505017); 泰山学者工程专项(Tspd20161007)。

作者简介: 张奕, 工程师, 硕士, 研究方向为深海装备技术开发与驾驶应用

0 引言

载人潜水器是实现“深海进入、深海探测、深海开发”的重要技术装备,是深海研究开发的利器。“蛟龙”号载人潜水器是目前国际上下潜深度最大的作业型载人潜水器,其于 2012 年成功下潜至 7 062 m 的深度,迄今已完成 152 次下潜作业^[1]。潜航员作为载人潜水器的驾驶人员,是载人深潜任务的主要执行者之一,其主要职责包括驾驶潜水器执行下潜作业任务并安全返航,开展潜水器维护保障和技术升级等。更重要的是潜航员作为下潜组的负责人,需要对潜水器及人员安全高度负责。潜航员队伍建立直接关系到载人深潜勘探作业水平。

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职业潜航员,2013 年,国家深海基地管理中心面向全社会公开选拔了我国第二批深海载人潜水器潜航员。这支潜航员队伍从“蛟龙”号海试到试验性应用阶段发挥了重要的作用,已经成为“蛟龙”号下潜作业及维护保障的中坚力量。

在前人的基础上,结合我国现有潜航员队伍的建设情况,针对这一特殊岗位开展研究,探究更完善、更科学、更合理的培养模式,并制定相应的保障机制,对我国潜航员队伍的建立具有重要意义。

1 潜航员作业环境

深海载人潜水器通常是在几千米深的海底进行作业,深海环境具有未知性、极端性和复杂性^[2],且潜水器系统复杂、操作难度大,对潜航员的身体素质、心理素质、专业知识技能等各个方面都提出了很高的要求。

潜航员及其他下潜人员需要在耐压的载人舱内完成下潜作业任务,为了具有较强的耐压能力,载人球的直径通常较小,下潜人数通常为 3 人,且舱内布置有操控面板、生命支持系统设备、计算机等设备,留给下潜人员的活动空间非常小。长时间蜷缩状态高强度作业对于潜航员来说是一项挑战。

潜水器下潜作业期间,舱内温度及湿度都会有较大变化,在水面期间舱内温度及湿度都很高,随着下潜深度增加,舱内温度及湿度逐渐下降,并且舱壁会凝结大量冷凝水,使得潜航员的体感温度更低,长期

寒冷潮湿的环境对于潜航员的身体有很大影响。

表 1 4 500 m 以深载人潜水器技术参数对比^[3]

潜水器	国家	载人球直径/m	载人数量/人	作业时长/h
“阿尔文”号	美国	2.08	3	6~10
“和平”号	俄罗斯	2.1	3	17~20
“鹦鹉螺”号	法国	2.1	3	5
深海“6500”号	日本	2.0	3	8
“蛟龙”号	中国	2.1	3	10
“深海勇士”号	中国	2.1	3	10

目前深海载人潜水器主要在热液区、海山区等环境复杂的环境下作业,期间潜航员需要保持注意力高度集中,如遇突发状况,需要潜航员冷静、快速地进行处置,确保下潜人员及设备的安全。这对潜航员的心理状态有很高的要求。

综上所述,深海载人潜水器潜航员的海底作业环境可以总结为:空间狭小、持续作业时间较长、冷热温差大、阴暗潮湿、作业环境复杂、突发状况较多。

2 潜航员岗位要求

针对上述极端复杂的作业环境,对潜航员的心理、体能、专业技能都提出了很高的要求。为了更加全面地了解潜航员的职业需求,参考《国家职业分类大典》^[4]相关调查项目,在广泛调研我国从事载人深潜工作的有关专家的基础上,用定量统计法,从职业能力、职业知识和职业技能 3 个方面构建潜航员的职业能力框架。

2.1 问卷分析

在调查问卷中,30 位长期从事海洋调查领域的专家根据潜航员职业所需具备的能力、知识、技能等方面的各个指标按照不重要、有点重要、重要、非常重要、极度重要的等级进行选择,将问卷汇总整理后,将选择“重要”以及上等级超多 67%(2/3)的指标筛选出来,其他指标剔除。得到潜航员在能力、知识和技能 3 个方面的岗位要求(图 1 至图 3)。

2.2 权重计算

根据以上结果,本研究基于模糊综合评价的方法计算出每个指标的权重,以便下一步更好地制订

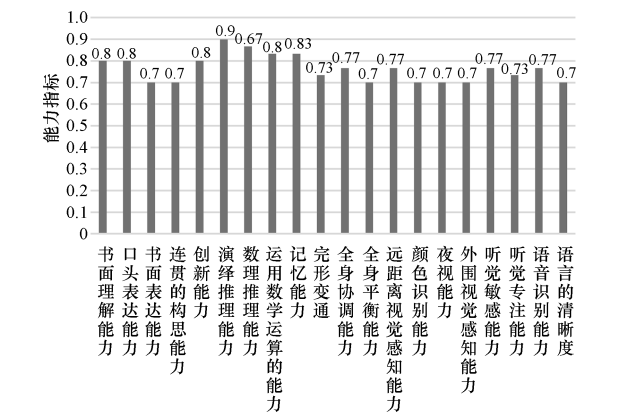


图 1 潜航员能力指标重要性分析

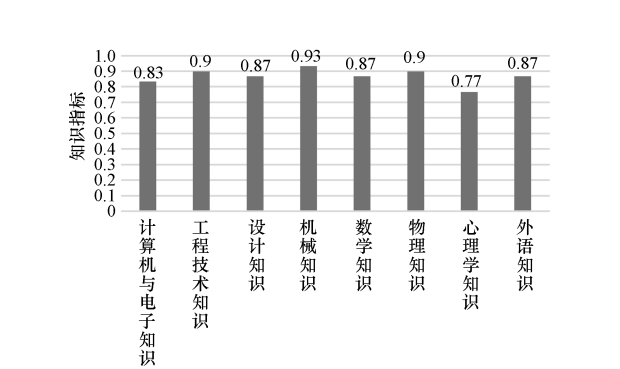


图 2 潜航员知识指标重要性分析

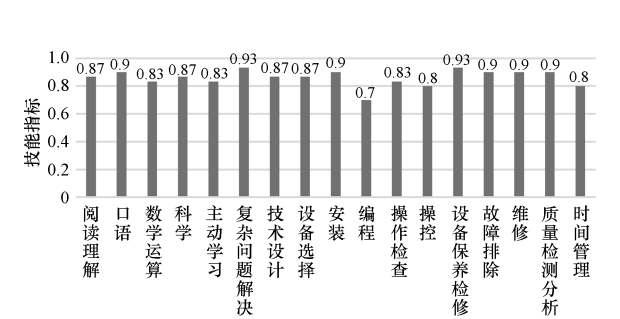


图 3 潜航员技能指标重要性分析

潜航员的培养方案。

首先,确定权重向量 A。将 3 类问卷中的重要性选项进行赋值,其中不重要赋值 1、有点重要赋值 2、重要赋值 3、非常重要赋值 4、极度重要赋值 5。由于选择重要及以上数据进入统计,则这 3 个选项的权重见表 2。

其次,根据对于 3 类问卷重要以上选项的选择比例情况,构建权重判断矩阵 R。经统计,潜航员能力、知识和技能 3 个方面的权重判断矩阵 R 分别如表 3 所示,根据权重向量 A 和权重判断矩阵 R 可以

得到 3 类调查问卷中每个指标的向量,以类别为单位分别进行归一化处理,并将权重大小按照降序排列,结果详见表 3。

表 2 权重向量 A

选项	计算过程	权重向量 A
重要	$3/(3+4+5)$	0.25
非常重要	$4/(3+4+5)$	0.33
极度重要	$5/(3+4+5)$	0.42

表 3 各指标权重

项目	指标	判断矩阵 R			权重
		重要	非常重要	极度重要	
能力	演绎推理能力	0.00	0.33	0.57	0.07
	记忆能力	0.00	0.37	0.47	0.06
	书面理解能力	0.00	0.23	0.57	0.06
	口头表达能力	0.07	0.23	0.50	0.06
	数理推理能力	0.17	0.47	0.23	0.06
	运用数学运算的能力	0.17	0.47	0.20	0.05
	听觉敏感能力	0.00	0.57	0.20	0.05
	书面表达能力	0.00	0.27	0.43	0.05
	创新能力	0.27	0.23	0.30	0.05
	听觉专注能力	0.07	0.47	0.20	0.05
	语音识别能力	0.33	0.23	0.20	0.05
	语言的清晰度	0.03	0.50	0.17	0.05
	全身协调能力	0.37	0.20	0.20	0.05
	远距离视觉感知能力	0.33	0.27	0.17	0.05
	连贯的构思能力	0.23	0.27	0.20	0.04
	完形变通	0.33	0.27	0.13	0.04
	颜色识别能力	0.30	0.20	0.20	0.04
	外围视觉感知能力	0.30	0.27	0.13	0.04
	全身平衡能力	0.33	0.23	0.13	0.04
	夜视能力	0.33	0.27	0.10	0.04
知识	机械知识	0.10	0.57	0.27	0.15
	工程技术知识	0.40	0.27	0.23	0.13
	设计知识	0.20	0.50	0.17	0.13
	计算机与电子知识	0.27	0.33	0.23	0.12
	物理知识	0.40	0.40	0.10	0.12
	外语知识	0.33	0.40	0.13	0.12
	数学知识	0.53	0.17	0.17	0.12
	心理学知识	0.20	0.37	0.20	0.11

续表

项目	指标	判断矩阵 R			权重
		重要	非常重要	极度重要	
技能	阅读理解	0.10	0.67	0.10	0.07
	技术设计	0.07	0.53	0.27	0.06
	维修	0.10	0.37	0.43	0.06
	复杂问题解决	0.20	0.23	0.50	0.06
	质量检测分析	0.50	0.27	0.13	0.06
	口语	0.43	0.27	0.20	0.06
	设备保养检修	0.07	0.17	0.70	0.06
	安装	0.17	0.23	0.50	0.06
	设备选择	0.07	0.30	0.50	0.06
	时间管理	0.17	0.47	0.17	0.06
	主动学习	0.30	0.27	0.27	0.06
	故障排除	0.07	0.10	0.73	0.06
	数学运算	0.53	0.17	0.13	0.06
	科学	0.27	0.10	0.50	0.06
	操作检查	0.10	0.13	0.60	0.05
	操控	0.13	0.10	0.57	0.05
	编程	0.20	0.33	0.17	0.05

基于以上结果,可以初步得出潜航员在能力、知识和技能方面的岗位需求及其重要性排序,结合潜航员的实际工作,参考国内航天员的岗位要求,我们增加综合素养岗位要求,主要包括与媒体沟通能力、团队协作能力、抗晕船能力、狭小黑暗空间作业能力和应急反应能力等。

3 潜航员培养方案研究

从潜航员岗位要求可以看出,作为国家战略性人才,该职业对身体素质、心理素质和专业知识技能等方面都提出很高的要求。因此,一名通过严格选拔程序入选的实习潜航员一般需要 1~2 年的培训周期使其成为能够满足该职业要求的正式潜航员。在培训周期内,制订科学合理的培养方案尤为重要,潜航员的培养方案是在参考潜航员的岗位要求,通过实施有针对性的培训计划而制订的,最终达到培养出符合职业要求的潜航员的目的。

结合潜航员的职业特点以及现有潜航员培训经验,遵循“理论与实践相结合,突出实操培训”的原则,提出了适合深海载人潜水器潜航员的人员培

养方案。

3.1 职业能力培养方案

上岗资格:身体、心理及其他综合能力方面能够适应潜航员工作,使其顺利完成下潜作业任务。

培养方案:①定期开展体质体能及前庭功能训练;②聘请有资质并有经验的心理辅导老师开展压力管理与调试、心理相容性、心里放松、心理表象、狭小密闭空间心理适应等训练;③开展综合能力培养训练,主要包括:军训、英语、沟通技巧、政策与形势分析、人文素质、演讲与口才等。

培养目标:通过以适应潜航员职业的特殊性和工作环境的极端性为所求的综合素质培训,使潜航员具有合格稳定的体能及心理状态,拓展潜航员的知识面,提升综合素养,使得潜航员成为知识结构全面、综合素质突出的复合型人才。

3.2 职业知识培养方案

上岗资格:①机械工程、电气工程、电子科学与技术、信息与通信工程、控制科学与工程、船舶与海洋工程及相关专业全日制本科及以上学历;②熟练掌握潜水器各系统理论教材的内容并通过测试。

培养方案:①编制潜航员专用教材,安排有授课经验的专业老师进行授课;②参加国内外学术交流、专题研讨活动;③鼓励参加高层次继续教育。

培养目标:全面地掌握载人潜水器设计相关领域及海洋科学研究相关领域的基础知识与通用技术。

3.3 职业技能培养方案

上岗资格:①掌握深海载人潜水器操控技术,具备独立执行下潜任务的能力;②能够独立进行潜水器某一或者多个系统的维护保障及故障排查工作。

培养方案:①利用理论授课、模拟器、水池训练等方式进行潜水器驾驶操作、机械手作业、作业工具使用、应急处置等方面的培训;②利用潜水器日常维护、备航、海上维护保障等环节开展实操训练。

培养目标:①培养潜航员学员的驾驶操控技能,积累实践经验,最终具备独立驾驶潜水器在水下执行任务的能力;②培养潜航员学员的潜水器维护维修保障技能,积累实践经验,最终实现独立开

展潜水器技术维护与升级改造的能力,并具备航次准备与水面支持系统操作维护能力。

4 结语

该培训方案制订以来,成功指导培养了我国第二批深海载人潜水器潜航员,在培训方案的指导下,第二批潜航员学员顺利完成了能力、知识和技能三大模块的培训工作,并圆满完成了“蛟龙”号试验性应用航次的维护保障及下潜作业任务,经考核顺利毕业,成为正式潜航员。

结合培训的实际情况,目前潜航员培养模式还有不足,需要统筹考虑,让潜航员培养工作顺利开展。

(1)构建科学的管理体制。潜水器的不断发展意味着对潜航员的需求以及技术要求将越来越高,作为国家特殊人才,对潜航员的培养是一个长期、复杂、严格的过程。需要全社会各个方面通力协作、形成合力,建立一个完善科学的潜航员培训管理体制显得尤为重要。目前,“蛟龙”号载人潜水器潜航员由国家深海基地管理中心进行管理,深海中心专门成立了潜航员管理办公室用来负责潜航员的全面管理工作。随着潜航员管理工作的深入,潜航员管理体制应该更加细化和专业化,参照航天员的管理模式,我们提出了潜航员组织管理机制组成(图 4),从而为潜航员的选拔培训管理提供保障。

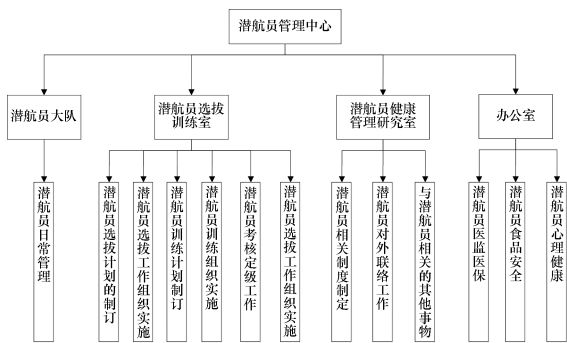


图 4 潜航员管理组织机制

(2)完善潜航员培养保障机制。潜航员的培养需要各方面的保障及技术支持。首先是师资力量保障,潜航员操作的是系统构成复杂、技术领先的高精尖深海装备,潜水器各个分系统的理论及实践培训需要业内专业的、有经验的优秀教师或相关技术人员进行指导教学,潜航员的心理、综合素质等的培训同样需要有培训特殊人才经验的老师来实施教学工作,以保证培训质量。为此需要联合全国涉海高等院校、研究所、企事业单位的优势资源,集中力量做好培训工作。其次客观条件保障。潜航员的培训涉及理论、操作、体质体能和心理等各个方面,培训单位需要建设专门的训练馆,里面配备模拟器、训练水池、专用训练器材等设备,以保证培训工作顺利实施。

(3)建立系统的制度保障制度。要系统地管理好潜航员、培训好潜航员,完善的管理制度必不可少,在科学完善的管理制度下,潜航员的培养工作才能公平、有效、科学的开展。同时建立完善的考核测评机制,并由专业机构颁发证书,使潜航员职业逐步正规化,在激发潜航员工作兴趣的同时给潜航员一定的职业保障。

参考文献

[1] 王沛.蛟龙号试验性应用航次收官 迈向业务化运行[N].人民日报,2017-06-24(07).

[2] 高翔,丁忠军,王成胜,等.深海载人潜水器潜航员岗位要求研究[J].海洋开发与管理,2014,31(7):78-82.

[3] 张同伟,唐嘉陵,杨继超,等.4500 m 以深作业型载人潜水器[J].船舶工程,2017,39(6):77-83.

[4] 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.

[5] 陈建平,董越铭,王静.基于职业能力框架的高校会计人员培养方案研究[J].浙江工商职业技术学院学报,2011,10(2):47-51.