

市政潜水培训体系建设实践与展望

石路^{1,2} 李洋洋¹ 王菁¹ 荆岩林¹

1. 上海交通大学海洋水下工程科学研究院, 上海, 200231

2. 上海交通大学-日本千叶大学国际合作研究中心, 上海, 200240

市政工程潜水作为潜水作业的一个门类, 在中国城市化建设方兴未艾的历史阶段, 不断显现出它的重要性。

近年来, 随着城市规模的急剧扩大, 城市供水和排水设施、市政集污水管道工程和水下管道工程、大型涵箱及取排水工程、隧道盾构高压工程、沉管隧道水下工程等市政潜水工程应用迅猛发展。宽阔的城市广场, 漂亮的街心花园, 气派的高架道路, 深邃的地下轨道, 城市人脚步所及的每寸路面下都密布纵横交错的管道。然而, 随之出现的大雨内涝、管线泄漏爆炸、路面塌陷以及地下有限空间有害气体污染等也层出不穷, 严重影响了人民群众生命财产安全和城市运行秩序。这其中排水和排污是最重要的两大循环系统。城市因健康的循环才生机勃勃, 管道如人之血脉, 一旦堵塞、爆裂, 都会造成地面的混乱甚至瘫痪。这些意外和故障都是市政潜水员行动的发令枪, 因此他们是城市循环系统的守护者。

然而, 城市地下管道不像水管或燃气管那样, 在维修时只需关闭阀门就可实现断水或断气, 而且, 由于城市排水管网的淤积、疏通、检测及非开挖修复项目的下井施工等相关市政作业都是费时、费力又十分危险的工作。所以一定要首先保证市政潜水员的安全, 同时兼顾市政潜水任务的效率。

一、市政潜水的特点

市政潜水主要是指在市政工作中所涉及到的水下以及高压环境作业, 而一般的工程潜水主要是指从事江、河、湖、海、水库等水下工程作业的潜水活动, 比如船体水下检查与维修, 海上石油开采工程等, 市政潜水与工程潜水的不同主要体现在有限空间及其产生的有毒有害气体。

有限空间, 又称作“受限空间”, 根据《北京市有限空间作业安全生产规范》, 有限空间是指封闭或部分封闭, 作业场地狭小, 通风不畅, 照明不良, 人员进出困难且与外界联系不便, 未被设计为固定工作场所。城市水务有限空间的范围包括: 各类检查井、闸阀井、供水厂消毒罐城乡地下管道、暗沟、涵洞、地坑、废井、沼气池、下水道、污水井(池)、化粪池等的作业及维修。

有限空间作业产生的危险因素包括: (1) 气体中毒。污水处理厂比较常见的毒气有硫化氢和一氧化碳, 均产生于污水管道、积泥池、污水池等内的腐败物质。(2) 缺氧窒息。空气中氧浓度过低会引起缺氧。氧浓度过低是正常空气中氧气被消耗或置换的结果。(3) 爆炸或燃烧。有限空间, 由于通风不良, 可能形成可燃气体、蒸气(乙炔、丙烷、丁烷、天然气、水煤气、碳氢化物等)聚集, 浓度过高遇火会引起爆炸或燃烧。(4) 机械伤害或人身伤害。可能会出现高空跌落、涌水、溺水、物体打击、电击、出口或撤离路线受阻、接触极限温度、

噪音或烟尘、吞没危险(干散材料、土壤、污泥等)、动物危险(老鼠等)、健康危险(污水中可能存在特定病菌而引起的感染)、行人和交通危险等机械或人身伤害。

二、市政潜水的现状

随着我国城市现代化建设的不断发展,承担城市各项保障功能的市政公共设施也逐步完善。在这些市政公共设施中,城市排水、排污系统占据着重要地位。由于这两大系统涉及的有限空间数量与类型众多,且由于该类有限空间易于具备沼气发酵所需的相应条件,会产生甲烷等易燃性气体,在这样的封闭或通风不畅的空间易燃性气体容易发生聚集,当浓度位于爆炸极限范围时,一旦遇到明火或火花就会发生爆炸,危险性与危害性很大。近年来,我国在污水井,化粪池、地下室、油罐等有限空间作业过程中,发生了多起中毒窒息事故,给人民群众生命财产造成了严重损失。统计表明,2003年卫生部共收到重大职业中毒窒息事故报告46起,涉及人数639人,死亡61人。2006年以来,北京市共发生有限空间中毒窒息事故26起,死亡52人,受伤41人。其中,2006年,发生事故6起,死亡8人,受伤3人,2007年,发生事故7起,死亡12人,受伤6人,2008年发生事故5起,死亡12人,受伤17人,2009年1月至8月,发生事故8起,死亡20人,受伤15人。另外,据国家安全生产监督管理总局统计,2006~2008年期间,共有15起污水处理设施较大安全事故发生,共造成56人死亡。其中7起25人死亡的较大安全事故发生在污水处理厂,均与有限空间相关。

由此可见,由于市政潜水如给排水管道养护、检测、维修等工作环境恶劣,从业人员心理压力、从业队伍总体文化偏低且稳定性差,导致市政工程有限空间作业安全事故时有发生,伤亡人数逐年上升,安全生产形势十分严峻。城市排水排污系统是典型的有限空间作业场所,由此导致的中毒窒息事件和易燃性气体爆炸,禁而不绝。以上海为例,硫化氢中毒预防工作虽然年年在抓,但每年都仍有发生。有毒有害气体中毒,是严重危及市政潜水员生命安全和城市公共安全的危险因素,必须常抓不懈。只有不断加强市政潜水行业的安全与自律管理,将安全与自律管理落实到在日常工作中的培训、监管、应急救援等各个方面,才能真正地提升预防事故和应急处置的能力。

三、市政潜水培训实践

上海交通大学潜水培训中心成立于2001年,是获得国家交通运输部救助打捞局(国务院潜水行业主管部门)和中国潜水打捞行业协会认可,具有潜水培训资质的专业机构。成立至今,中心认真履行交通部及协会关于潜水员管理的各项规定,为一千多名训练合格者申办了《中华人民共和国潜水员证书》。2003年和2005年,中心两次为参加海洋石油平台氮氧混合气潜水作业的20名潜水员提供了90米氮氧混合气潜水技术培训;2007年,承担了国家863项目“7000米深海载人潜水器”两名潜航员的潜水技术培训任务;2016年,中心学员杨赛琴顺利通过结业考试,成为目前国内唯一获得“工程潜水空气潜水员证书”的女性。培训中心成立之初主要是为工程潜水行业培养专业的潜水技术人员,在实践工作中发现,从事市政工作的人员因工作需要逐渐开始参加潜水培训。2010年以来,上海交通大学潜水培训中心共培训潜水员613名,其中市政潜水员177名,占比28.9%,且呈逐年递增趋势,见

表 1，图 1。目前，参加过上海排水行业协会组织的潜水作业安全培训并登记在册的执证潜水员 207 人，绝大多数是由上海交通大学潜水培训中心培训并申办潜水员证书的。

表 1 2012-2017 年上海交通大学潜水培训中心参训人员情况统计表

年份	总人数（人）	市政类（人）	市政类占比
2010	129	9	6.98%
2011	102	19	18.6%
2012	123	20	16.30%
2013	36	15	41.70%
2014	68	31	45.670%
2015	31	18	58.10%
2016	91	50	54.90%
2017	33	15	45.50%
合计	613	177	28.9%

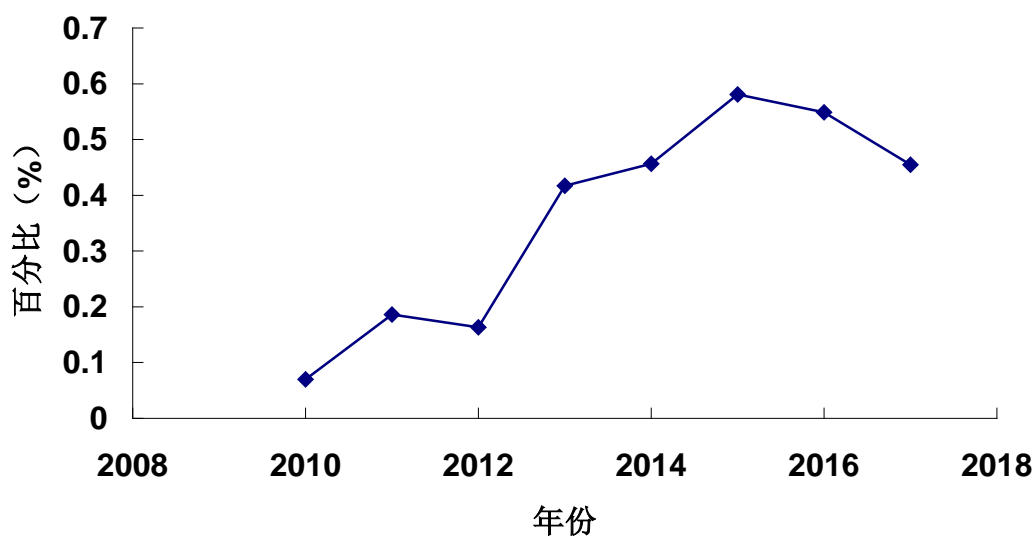


图 1 2012-2017 年上海交通大学潜水培训中心历年市政潜水员占比

随着市政行业对潜水技术的需求越来越强烈，上海交通大学潜水培训中心针对市政潜水员的培训工作进行了探索，通过前期大量的调研工作以及在实践中不断调整和总结，对于如何建设市政潜水培训体系有如下体会。

切实做好市政潜水行业的安全与自律管理工作要从培训入手，潜水培训中心作为市政潜水员进入有限空间作业的首道门槛更应肩负重任，从源头输入“安全第一”的观念，从理论到实践都严格把控。因此，针对市政潜水有限空间的种种特点，除了按照常规工程潜水培训

之外，市政潜水员的培训还应突出其职业特点：

(1) 阶段定期培训：①上岗前；②换岗前；③持续培训，当有限空间的危害发生变化时还要重新培训；④用人单位如果认为操作的程序出现问题，或者劳动者未完全掌握操作程序，都需要重新培训；

(2) 市政潜水培训工作应追踪新的或修订的工作程序，使市政潜水员胜任繁杂多变的市政潜水作业；定期对市政潜水员进行体检、加压和氧敏感试验、幽闭空间测试等；

(3) 使潜水员掌握在市政有限空间特定环境下安全操作所需要的知识和技能；熟悉进入有限空间潜水时可能面临的危害，包括暴露方式、症状、体征和后果；能够正确使用标准要求的装具和设备；熟悉禁止进入有限空间的条件；

(4) 使潜水员掌握有限空间的风险评估，时刻灌输“先检测-后作业”、“安全第一”的理念。能依据 GB 8958 和 GBZ 2.1，制定消除、控制危害的措施，确保作业期间处于安全受控状态。禁止依靠个人的经验判断、主观测或感觉器官去判断其内部空间气体环境是否安全。

(5) 掌握有限空间潜水是紧急情况下终止作业快速撤离的流程，掌握有限空间应急预案。

(6) 掌握基本的急救方法和心肺复苏术，确保岸上待命潜水员具备急救和心肺复苏术。

四、市政潜水培训展望

近年来，中国潜水打捞行业协会和上海市排水行业协会都充分认识到了市政工程潜水安全与自律管理体系建设及市政潜水员培训工作的重要性和紧迫性。

2017 年 4 月中国潜水打捞行业协会理事长宋家慧拜访了上海市政府黄融副秘书长，介绍了中国潜水打捞行业协会与上海市排水行业协会合作推进市政工程潜水安全自律建设及市政潜水员培训试点工作的情况。

5 月，在中国潜水打捞行业协会上海办事处召开了“市政工程潜水工作研讨会”，与会专家形成了“推进市政工程潜水安全自律建设工作的总体思路”。

7 月 5 日，协会领导及专家拜访了上海市排水行业协会，双方就今后在市政工程潜水安全自律建设及市政潜水员培训工作试点等方面开展紧密合作达成一致意见。

7 月 6 日，中国潜水打捞行业协会，上海市排水行业协会在上海成功召开了“合作推进市政工程潜水安全自律建设工作会议”。上海市水务局排水管理处相关领导，业内专家和企业代表五十多人到会。

潜水技能培训是保障，有限空间的正确识别、评估、标识是安全管理工作的基础。有限空间的安全工作程序是有限空间安全管理的核心。为避免不必要的安全事故及损失，必须严格遵守有限空间安全工作程序。出现危险情况则需严格执行有限空间工作紧急程序。因此加强市政潜水有限空间作业培训、安全生产危害因素识别和技术防范，确保城市排水、排污系统的正常有序运行，实现零安全事故目标，对市政潜水有限空间作业具有重要意义。

在实际工程中，潜水培训中心、工程管理人员都要抱着维护企业的社会信誉和经济效益、

国家和集体财产以及潜水员生命安全的态度，规范培训、科学管理、规范施工，统筹培训与作业、安全与生产、安全与质量、安全与速度、安全与效益的关系。把市政潜水安全作业贯彻到培训中心、工程管理的每一个环节，使施工过程中发生事故的可能性减小到最低限度，制定全面、系统、完善、合理的安全管理制度，切实落实制度中的各种要求，定期对是增强会员进行安全教育、培训，提高其安全意识，使其由“要我安全”向“我要安全”转变。同时，政府部门应加强监管、惩处力度，对单位主要负责人、管理人员定期进行安全教育、培训，提高其安全觉悟，使单位自觉自主的落实安全管理制度。从而形成培训中心教导、潜水员自愿、用人单位自觉、政府部门监督“四位一体”的良性循环模式，杜绝市政潜水有限空间安全事故的发生。

随着上海等特大城市城市规模的扩大，城市供水和排水设施、市政集污水管道工程和水下管道工程、大型涵箱及取排水工程都面临管线长度和深度的增加，对潜水服务的需求也将有很大的提升。这将改变以往市政潜水仅限于空气潜水以及深度不大的观念。大深度空气潜水、混合气潜水、饱和潜水技术都将会愈来愈多地应用于市政工程建设和管线养护、检测。这也给市政潜水培训提出了新的要求，同时带来了发展机遇

今后，上海交通大学潜水培训中心将继续在中国潜水打捞行业协会的正确领导下，以推动潜水技术在市政工程中的应用和发展为目标，结合常年从事潜水培训的经验，积极开展市政潜水从业人员的资质培训试点工作。同时，在上海市排水行业协会的协助下，开展市政工程潜水相关团体标准，培训教材的编写工作，开拓一条具有中国特色的市政潜水之路。