

国家标准
《潜水员高压水射流作业安全规程》
(征求意见稿)

编制说明

《潜水员高压水射流作业安全规程》

国家标准修订项目组

2018年11月

目 录

1	工作简况.....	1
1.1	任务来源.....	1
1.2	主要工作.....	1
1.3	主要起草人及其所做工作.....	1
2	标准编制原则和确定主要内容的依据.....	2
2.1	标准修订原则.....	2
2.2	标准结构.....	2
2.3	确定主要内容的依据.....	3
3	国外相关法律、法规和标准情况说明.....	8
4	与我国有关现行法律、法规和其他强制性标准的关系.....	9
5	重大意见分歧的处理结果和依据.....	10
6	强制的理由，预期的社会经济效益.....	10
7	贯彻强制性标准的要求、措施建议.....	10
8	废止现行有关标准的建议.....	11
9	其他应予说明的事项.....	11
10	参考文献.....	11

1 工作简况

1.1 任务来源

根据国家标准化管理委员会于 2017 年 12 月 28 日下达的《关于下达 2017 年第四批国家标准制修订计划的通知》（国标委综合〔2017〕128 号），受交通运输部科技司委托，国家标准《潜水员高压水射流作业安全规程》（GB 20826）的修订任务，由上海交大海洋水下工程科学研究院有限公司（简称上海交大海科院公司）承担起草。项目起止期限：2017 年 6 月至 2019 年 5 月。计划编号 20173663-Q-348。为强制性国家标准（部分条款强制）。

1.2 主要工作过程

2017 年 6 月，项目任务下达后，承担单位上海交大海科院公司负责组织落实编写人员，成立标准起草项目组，形成项目实施方案，明确编制目的、编制原则、章节目录次、计划进度、技术途径等内容。

2017 年 7 月~2017 年 8 月，项目组开展了全面深入的调研工作，对国内有代表性的水下高压水射流作业的使用单位，通过现场调研、电话联系或资料查询等多种方式交流沟通，掌握国内水下高压水射流作业的实际需求和应用现状。

2017 年 9 月~2017 年 12 月，在开展调研的同时，收集整理高压水射流作业相关的技术资料 and 主要设备参数，国内外文献及标准规范，行业现状和前沿资讯等。其中，收集国际相关标准和规范 4 份，潜水员作业事故和案例报告多份。

2018 年 1 月~2018 年 4 月，在上述工作的基础上，项目组对标准修订初稿进行了研讨、修改，形成本标准修订的征求意见稿。

2018 年 5 月~2018 年 6 月，将标准修订的“征求意见稿”初稿报送交通运输救捞与水下工程标准化技术委员会，并小范围发送国内相关单位广泛征求意见。

2018 年 7 月 13 日，交通运输救捞与水下工程标准化技术委员会在上海组织召开国家标准《潜水员高压水射流作业安全规程》征求意见咨询会。航海安全标准化技术委员会、交通运输部上海打捞局、交通运输部广州打捞局、深圳市杉叶实业有限公司、海军军医大学、广州潜水学校、天津开发区新海科技发展有限公司和中海石油（中国）有限公司上海分公司等单位的代表参加会议，提出修改意见，并形成会议纪要。标准编写组根据与会专家代表提出的建议，对标准征求意见稿及编制说明做进一步修改，形成标准征求意见稿。

1.3 主要起草人及其所做工作

本标准由中华人民共和国交通运输部提出并归口，上海交大海洋水下工程科学研究院有限公司负责起草。主要起草人张国光、薛利群、黄鑫、徐子健、杜晓雷、高建东、董建顺、董纪平和何秀霞。分工如下：

姓名	单位	具体分工
张国光	上海交大海洋水下工程科学	负责标准总体框架、标准和编

	研究院有限公司	制说明起草
薛利群	上海交大海洋水下工程科学 研究院有限公司	负责标准条款中范围、规范性 引用文件、术语和定义章节
黄鑫	上海交大海洋水下工程科学 研究院有限公司	负责标准条款中环境条件
杜晓雷	中海石油（中国）有限公司上 海分公司	负责标准条款中环境条件
徐子健	上海交大海洋水下工程科学 研究院有限公司	负责标准条款中设备要求
高建东	上海交大海洋水下工程科学 研究院有限公司	负责标准条款中作业人员和操 作规程部分
董建顺	上海交大海洋水下工程科学 研究院有限公司	负责标准条款中保养维护部分
董纪平	上海交大海洋水下工程科学 研究院有限公司	负责标准条款中伤害与应急处 置，规范性附录（附录 A）和 资料性附录（附录 B、附录 C）
何秀霞	上海交大海洋水下工程科学 研究院有限公司	负责标准编写条款格式的规范 化

2 标准编制原则和主要内容

2.1 标准修订原则

标准修订在内容上力求体现潜水员高压水射流作业安全管理的**科学性、先进性和前瞻性**，同时结合国内潜水员使用高压水射流作业技术装备的现状和发展特点，提出相应的技术要求。其中，根据最近十余年来我国海上救捞与海洋工程领域，采用与国际接轨的高压水射流设备和操作程序的实际状况，适当加大了对高压水射流系统及设备应用的相关要求。

标准结构和编写规则按 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的起草和表述规则》进行。

2.2 标准组成部分

1) 范围

本标准规定了潜水员实施水下高压水射流作业的环境条件、设备要求、作业人员、操作规程、维护保养，以及伤害与应急处置。

本标准适用于我国海洋及内陆水域由潜水员进行的压力不小于10MPa的水下高压水射流作业。

2) 规范性引用文件

明确了标准正文中所引用到的各类标准、法规。

3) 术语和定义

明确了适用于本标准的术语和定义、缩略语。

4) 环境条件

明确规定了实施水下高压水射流作业的对水流、风速和浪高以及特殊情况下的安全措施要求，工作区域的环境要求及警示标志等。

5) 设备要求

分别对高压水射流系统，包括高压水泵，高压软管，软管连接（接头），高压射流水枪（扳机装置，枪杆，喷嘴），以及后坐力射流器等的安全管理提出要求。

6) 作业人员

阐述了潜水员高压水射流作业的人员组成，作业防护和培训要求。

7) 操作规程

规定了潜水员高压水射流作业的操作规程，其中包括一般要求，作业前，作业中，作业后，以及软管处理，防冻措施，通信，警示通告，超高压（UHP）水射流，水射流切割等安全作业要求。

8) 维护保养

规定了高压水射流设备的日常检查和定期检验的具体要求。

9) 伤害与应急处置

提出高压水射流伤害的严重性及对伤害事故的应急处置要求。

2.3 主要内容依据（修订说明）

2.3.1 规范性引用文件的增补

原标准未列规范性引用文件，本修订标准根据现行相关标准的使用情况，增加“2 规范性引用文件”，以完善标准格式。增加的规范性引用文件包括：

GB 26123 空气潜水安全要求

GB 28396 混合气潜水安全要求

2.3.2 高压水射流的界定及术语和定义修改

2007年版《潜水员高压水射流作业安全规程》（GB 20826-2007）标准的编写，主要是在2000年5月至2002年3月间完成的。当年除在救助打捞领域略有应用外，国内潜水界对高压水射流技术的了解和认识相当有限。考虑到具体国情，当时将水下高压水射流的工作压力仅简单界定为大于10MPa。^[1]

经过十余年的发展和实践，如今国内水下高压水射流技术应用已相当普遍。一般来说，水下清洁和切割任务的高压水枪通常在69-276 MPa（10,000-40,000 psi）或更高的压力下工作。^[2]海洋工程潜水行业，用于清除海洋生物的高压水射流系统的安全工作压力（SWP）在34.5-69 MPa（5,000-10,000 psi，345-690 bar），有时

也可能高达 100MPa (14,500 psi, 1,000 bar); 水下混凝土或钢制结构切割 (有或无砂砾) 的高压水射流系统的安全工作压力(SWP)在 69–276 MPa(10,000–40,000 psi, 690–2,760 bar) 或更高。^[3]

本修订标准将“高压水射流”定义在目前国际上普遍认同的: 压力 10 – 170 MPa (25,000 psi, 1,700 bar) 为高压 (High pressure, HP), 压力超过 170 MPa (25,000 psi, 1,700 bar) 为超高压 (Ultra high pressure, UHP)。^{[3][4]}

据此, 在“3 术语和定义、缩略语”中, 对原标准 2.1 高压水射流, 2.2 高压水枪, 作相应修改; 增加超高压水射流 (3.1.2), 水射流系统 (3.1.3), 后坐力射流水器 (3.1.5), 水枪扳机 (3.1.6), 高压软管 (3.1.7), 高压软管总成 (3.1.7.1), 添加剂 (3.1.8) 等术语; 保留原标准的 2.3 卸荷型水枪 (3.1.4.1), 2.4 截流型水枪 (3.1.4.2), 增加 3.1.9 缩略语。最后, 重新统一修改后的条款序号。

2.3.3 修改环境条件

在本标准修改稿征求业内专家意见时, 有专家曾建议: 将 4 环境条件中“水流速度不大于 0.5m/s”改为“水流速度不大于 1.0m/s”。理由是: 如要求太高, 可能会影响潜水作业的效率。

为便于在实践中更好地理解和应用本标准, 课题组在专家咨询会上广泛听取相关单位潜水专家的建议, 对于可以进行水下高压水射流作业的环境条件之 4.1 条, 在修订稿中保留“水流速度应不大于 0.5m/s”, 将“波高不高于 2m, 海况低于 4 级”修改为“蒲福风力等级应不大于 5 级 (风速 17 节~21 节), 浪高 1.8m” (见 4.1); 增加“如遇特殊情况, 应制订相应的安全措施, 并分别满足 GB 26123 和 GB 28396 的安全作业要求” (见 4.2)。修改稿保留了原标准中潜水员进行高压射流作业的环境条件 3.2 和 3.3 条中有关工作区域的环境条件 (现 4.3) 及警示标志 (现 4.4) 要求。并重新统一修改后的条款序号。

2.3.4 高压软管的试压压力与爆破压力

本标准修订稿, 保留原标准中“高压软管的试压压力应不低于其工作压力的 1.5 倍, 最小爆破压力应是工作压力的 2.5 倍。”这是目前国际上比较一致的观点, 主要佐证包括:

——国际海事承包商协会 (IMCA)《潜水员用高压水射流设备实施规程》(IMCA D 049, 2013) 的“4.3 软管和设备连接”中, “高压软管组件的最大工作压力, 与最小爆破压力 (由于压力导致软管失效的点) 有关, 通常允许安全系数为 2.5 比 1。”^[3]

——美国著名杂志 JPCL (Journal Of Protective Coatings And Linings, 防护涂料与衬里杂志) 认为, 高压水射流“使用的液压软管的爆破强度必须是最大额定工作能力的 2.5 倍”。^[5]

——工程实践中, 国际市场提供的高压软管, 如“美国派克-PAKER 超高压水射流软管 水清洗软管 8-400Mp”, 最小爆破压力与工作压力的关系是 2.5 倍。^[6]

——国内用于陆上高压水射流清洗的《高压水射流清洗作业安全规范》(GB 6148-2010) 标准中, 对于高压软管要求“最小爆破压力是工作压力的 2.5 倍, 高压软管应至少在 1.5 倍工作压力下试压。”^[7]

2.3.5 设备要求的修改

在潜水员高压水射流作业事故中，高压水枪等设备出现问题也是一个重要的影响因素。比如：因后坐力高压水枪扩散防护管脱落（固定螺钉松动），导致水射流穿透热水服，伤及操作水枪的饱和潜水员前臂（水深 28 m）；^[8] 潜水员水下作业期间移动高压水枪，意外触发扳机装置，导致膝盖上方急性伤害；^[9] 潜水员在海底用手顺着软管牵拉高压水枪，导致水枪与软管连接脱离，高压水流穿透潜水服伤及腹部（水深 46 m）^[10] 等。这些案例都再次说明若高压水射流设备出现问题，将直接影响到水下作业潜水员的人身安全。

原标准对高压射流设备系统的要求较为简单，仅对高压水泵、高压水枪、喷杆及高压软管做出简单要求。本修订标准根据水射流技术的发展和安全管理的要求，在这方面做了一些必要的补充，以更好地提高潜水员及相关人员的安全保障，避免意外伤害的发生。

——5.1 高压水泵。增加、补充了“5.1.3-5.1.5”条。强调“应配有压力表及压力释放装置（如弹簧阀，气动阀或爆破片）”（5.1.3）以及释放压力的设置（5.1.4）、压力释放装置激活后的重新校验（5.1.5）等，以更好地提高设备安全保障。

——5.2 高压软管。保留原标准相关规定，增加“不应使用未清晰标明规格和最大工作压力的软管”（5.2.6），以避免伤害危险，提高安全性。

——5.3 软管连接。增加“软管连接”的要求，是因为高压水射流管接部件易受水流及磨料介质的侵蚀和腐蚀，如若损坏对潜水员的危害极大。

实践中，与高压软管相关的安全隐患是软管破裂。经验表明，90%至95%的软管破裂发生在与水枪连接的15至25cm（5至10英寸）处。^[5] 接近水射流击中腹部或颈部的距离，可能是致命的。在软管上配置软管保护装置可以防止这类软管破裂。

——5.4 高压水枪。水枪扳机装置是高压水枪上的一个非常重要的装置，直接影响操作潜水员的安全。原标准较为简单，本次修订做了相应补充。增加了对发射机构（控制阀，也称扳机装置）的要求，如5.4.1、5.4.2、5.4.3以及5.4.7；增加了对枪杆长度（5.4.4、5.4.6）、喷嘴使用（5.4.5）的要求。

2.3.6 增加“后坐力射流器”

潜水员水下作业使用的高压水枪，通常需要配备后坐力平衡装置（也称后坐力射流器），因此也被称为“后坐力水枪”（retro lance），或手持零推力控制水枪（Hand-Held Zero Thrust Control Gun），零推力型控制水枪（Zero Thrust Style Control Guns）等。

后坐力射流器主要由配有前、后喷嘴的后坐力平衡装置及防护扩散管组成，通过提供反作用来平衡枪管上的作用力来减少由操作者所承受的推力。这种水枪能够自动消除向前和向后的推力，操作员进行射流操作时不会被推偏离预期工作区域。

适合于这种后坐力平衡装置的喷嘴，必须能提供反作用来平衡枪管的作用力。而且，后坐力平衡装置还必须装有文氏管型的扩散保护管，这个扩散管应可靠地连接在枪杆的反向，并能释放用于平衡喷嘴的作用力，以防伤及操作的潜水员。

人们通常认为高压水射流（HP water jetting）伤害是由前射水枪（forward lance）造成的，其实不然，后坐力射流（retro jet）设备也会对作业潜水员造成伤害。因此本修订稿增加了5.5后坐力射流器的相关内容。

2.3.7 增加作业防护、培训要求

——根据高压水射流作业装备的发展和要求，将原标准“5 作业人员”改为修订标准“6 作业人员”。保留原“5.1 人员组成”（现 6.1），在 6.1.1 潜水监督中，增加“对使用的设备和技术有充分的了解，熟悉相关交叉作业的情况。”（见 6.1.1.2）和“确保潜水员熟悉必要的安全装置和程序，充分了解与设备相关的内在危险和风险，并能胜任其使用”（见 6.1.1.4）。因为从海洋平台上进行潜水作业时，通常会与也在进行中的其他工作交错并形成相互影响，作为现场指挥的潜水监督就必需熟悉相关交叉作业情况，以确保潜水作业安全。

——原标准“5.3 防护”，改为修订标准“6.2 作业防护”，增加“潜水员应根据风险评估结果选定保护措施，佩戴适当的个人防护装备（PPE），最低限度应对手、脚和小腿提供硬保护”（6.2.2），以及“在高压水射流作业中，潜水员应穿戴硬质潜水头盔，不应使用带箍面罩和相似类型的呼吸器”（6.2.3）。并重新统一修改后的章节条款序号。为了更全面规定人员防护要求，确保作业安全。

——对原标准“5.2 培训”改为修订标准“6.3 培训要求”。保留原标准 5.2.1（现 6.3.1）和 5.2.2（现 6.3.4），增加“应在工地现场演示高压水射流装备的安全使用、安全关机装置和程序”（6.3.2）和“应理解高压、超高压水射流之间的基本差别”（6.3.3）等要求。并重新统一修改后的章节条款序号。

2.3.8 修改操作规程

鉴于原标准对“操作规程”要求较为简单，修订标准做了相应修改补充，以更好地提高高压射流的作业安全。将原标准“6 操作规则”改为修订标准“7 操作规程”，并对内容进行充实，使之涵盖更为广泛。

——修订标准“7.1 一般要求”中，突出“高压水射流作业应在潜水监督的指挥下进行”（7.1.1），“同时潜水”的安全性（7.1.2），以及“在水面或空气/水界面（近水面附近）作业时”的要求（7.1.3）。

——修订标准修改“作业前”（7.2），增补了 7.2.1 全面检查评估，7.2.2 设备前测试，7.2.3 动力定位影响。

——修订标准修改“作业中”（7.3），由原来的 4 条，增加到 12 条。针对实际作业中可能被轻视或易于造成伤害的问题，做出相应要求。

——修订标准修改“作业后”（7.4），保留原有内容，增加了潜水员进入潜水钟之前的清洗要求（7.4.2），水枪回收到水面后对扳机装置的检查清洗（7.4.3），用淡水清洗并检查水射流系统（7.4.4），个人潜水装备（7.4.5），以及相关潜水装备或工程设备（7.4.6）等内容。

——增加了：7.5 软管处理，7.6 防冻措施，7.7 通信，7.8 警示通告，7.9 超高压水射流，7.10 水射流切割，等内容。这些都是为了适应新的需要，补充完善实际作业中的安全规则和程序。

——增加 7.9 超高压（UHP）水射流。**超高压（UHP）**是指压力超过 170 MPa 以上的水射流。其特征是“能量输出，随着压力的增加呈指数增长”，水流量通常低于高压系统。即使释放的能量大得多，喷嘴的反作用力并不高，容易使操作者产生错觉，感觉超高压射流水枪更容易控制，轻视了因更大能量释放而产生的高风险，

意外接触往往导致截肢的严重后果。因此在本修订标准中，规定了进行超高压水射流作业时的个人防护装备要求，系统部件应适合超高压使用，以及远程遥控装置应避免采用手持式超高压水枪带来的危害等。

——增加“7.10 水射流切割”。近年来在工程实践中高压水射流切割的应用日趋增多，但并没有明确的安全要求。本修订标准在这一条里，对高压射流切割作业前、切割过程中的重大原则事项进行规定，并不涉及本标准其他章节中已经明确的高压水射流作业安全的一般共性问题。

2.3.9 潜水员水下同时作业

原标准规定“在同一现场进行的高压水射流作业，不应有其他潜水员在水下”（6.1.1），“在同一现场进行的高压水射流作业，不应使用常压潜水服和各类潜水器进行水下作业”（6.1.2）。

在实践中，国内潜水企业为提高作业效率，确实有多名潜水员同时水下作业的需要和成功案例。^[11]因此，有专家建议对条款进行调整，改为“不建议两名或多名潜水员在水下同时作业，如果需要这样时，仍做好充分的安全分析，并制定严密的安全防范措施”。也有建议，改为“两位以上潜水员在水下同时做高压水作业时，须提前规划好作业路线，且枪手之间的距离要大于10米以上。”实际上，高压水射流作业潜水员的安全间距是一个受多因素影响的指标。对此，目前国际上并没有明确的界定，国内由两名潜水员完成海洋平台海生物清洗作业的工程案例中（水枪喷嘴1.0mm，压力10,000psi（约70MPa）），则规定“两名潜水员之间的水平距离在25m以上”。^[11]

此次修改，课题组综合考虑国内实际工程中的潜水作业需要，采纳IMCA的提法“如果因靠近高压水射流作业，其安全可能受到任何威胁，潜水员不应参与同时进行的潜水作业……”，将原标准的6.1.1和6.1.2两条合并修改为“7.1.2在同一现场进行的高压水射流作业，无论这些作业是由潜水员、常压潜水系统（ADS）还是由各类潜水器进行的，如潜水员的安全可能受到威胁，不应同时进行”。

2.3.10 修改维护保养

设备的维护和保养也是高压水射流系统安全管理的一个重要环节。

——原标准“7 保养维护”改为本修订标准“8 维护保养”。保留原标准中7.1，7.2，7.3和7.4的内容，改为8.1、8.2、8.3和8.5。

——将原标准“7.5 高压水射流设备处于工作状态或水泵处于运行时，不应进行设备检修或紧固螺栓及连接件”的内容移到修订标准“7.3 作业中”，列为7.3.12，以与修订标准的相关条款相适应。

——考虑到实际工程中高压水射流租赁设备的应用情况，本修订标准增加了对租用高压水射流系统测试检验要求的条款：“8.4 从设备供应商处租用的高压水射流系统，无论是作为成套装置还是零部件，应提供有效期从测试和检验日期起不超过六个月的适用作业证书，即该设备在租用开始之前已进行过合格的测试。”

2.3.11 修改“事故及处理”为“伤害与应急处置”

高压水射流作业，尤其是超高压水射流，是一种极具潜在高风险的活动。从事高压水射流作业的潜水员稍有不慎就会造成意外伤害，有时伤害甚至可能达到致命

的严重程度。因此，在“潜水员高压水射流作业安全规程”中，伤害与应急处置必不可少。

根据专家的咨询意见，本修订标准将原标准“8 事故及处理”改为“9 伤害与应急处置”。据此修改第9章的相关内容，并重新统一修改后的条款序号。

- 原标准“8 事故及处理”改为本修订标准“9 伤害与应急处置”；
- 保留原标准8.3、8.4和8.5的内容；
- 修改了水射流造成伤害的严重性（见9.1，2007版的8.1）；
- 修改了发生严重感染的危险（见9.3，2007版的8.2）；
- 增加“超高压射流危害的严重性”内容（见9.2）；
- 增加“饱和状态潜水员的应急处置”内容（见9.4）等。

2.3.12 附录性质及其增补

本修订标准保留原标准中的三个附录，作为标准内容的补充说明。附录的性质没有变化。但是按照咨询会上专家的建议，将附录A改为表格形式，附录B改为卡片形式，以便于在水下工程实际操作中使用。

2.3.13 关于标准名称

本修订标准在咨询意见过程中，有单位的专家建议将标准题目改为“潜水员高压水射流作业安全规范”。其依据是安全规程一般是给作业现场人员参考的简单明了的规定性条款（要求简练），而本修订标准涉及对系统的介绍、要求和规定（包含规程）。

课题组研究认为，本标准是一份对潜水员使用高压水射流作业安全“推荐惯例或程序的文件”，符合GB/T 20000.1-2014的“5.6 规程 为产品、过程或服务全生命周期的有关阶段推荐良好惯例或程序的文件”的界定。^[12]同时，作为计划项目改名需要征询国家标准管理部门同意和批准。因此，保留原标准名称不变。

3 国外相关法律、法规和标准情况说明

鉴于血的教训，各国都相当重视水下施工作业中的安全管理问题，在高压水射流技术领域亦同样如此。1980年，加拿大施工安全协会（CSAC）制订并颁布了世界上第一份有关水射流作业安全的法规性文件——《高压水喷射清理规范》。随后，英国高压水射流承包商协会（AHPWJC）、美国水射流技术协会（WJTA）、德国保险商实验室（UL）相继根据各国水射流技术装备的发展和工程应用的实际需要，先后制订了一系列有关水射流技术作业安全的标准和法规。

21世纪以来，为适应日益发展的水下工程施工安全作业之需要，总部设在英国伦敦的国际海事承包商协会（The International Marine Contractors Association, IMCA），修订颁布了《潜水员用高压水射流设备实施规程》（IMCA D 049, 2013）以取代其前身国际近海潜水承包商协会（AODC）出版的《高压水射流设备使用实用规程》（AODC 049, 1988）。该规程修订版的主要内容包括：范围，定义，引言，设备，设备的维护与保养，人员防护，操作程序，避免水下高压和超高压水射流作业过程

中的事故，以及五个附录。与 1988 版规程相比，修订后的变化主要涉及已应用于潜水现场的新设备，特别是超高压射流设备，相关的安全问题。^[3]

总部设在美国休斯敦的国际潜水承包商协会（ADCI）涉及高压水射流作业安全标准，主要是：1)《高压水射流标准》（ADC S08, 2000）；2)《商业潜水及水下作业公认标准（Consensus Standards for Commercial Diving and Underwater Operations）》（2016 年版）第 5.35 节 高压水射流。其中，《高压水射流标准》（ADC S08, 2000）于 2000 年 10 月 27 日批准，11 月 1 日生效，由导言和操作两章构成。在“2.0 操作”中，对商业潜水产业有关水射流设备的使用提出了两方面的推荐作法：“2.1 总则”规定了人员培训、设备检查的一般要求，“2.2 水下射流作业开始之前”则规定了高压水射流作业前及作业中必须注意的方面。^[13] 2016 年版《商业潜水及水下作业公认标准》“5.35 高压水射流”包括：导言，总则，水射流安全规划，潜在危险，开展水下射流作业之前的准备工作等。^[2]

经过长期来的工程应用与实践检验，IMCA（AODC）和 ADCI 的上述标准和规范文件已成为目前国际上最具权威性、且应用最广的水下高压水射流作业安全操作标准和规程。

4 与我国有关现行法律、法规和其他强制性标准的关系

目前，我国涉及高压水射流作业安全标准法规，主要有国家标准《潜水员高压水射流作业安全规程》（GB 20826-2007）及《高压水射流清洗作业安全规范》（GB6148-2010）。

其中，《高压水射流清洗作业安全规范》（GB6148-2010）是机械行业标准《高压水射流清洗作业安全规程》（JB 8526-1997）的升级版，主要用于指导我国常规高压水射流清洗作业，规定了高压水射流清洗作业的定义，清洗作业队（人员、培训、防护与事故）、作业前的准备、作业规程和设备维护，适用于压力不小于 10MPa 的高压水射流设备。^[7] **但该标准并不适用于潜水员的水下作业。**

《潜水员高压水射流作业安全规程》（GB 20826-2007）是十多年前制定的标准，专门适用于潜水员高压水射流作业，规定了潜水员实施水下高压水射流作业的环境条件、设备要求、作业人员、操作规则、设备保养维护、事故及处理的基本要求。适用于我国海洋及内陆水域由潜水员进行的工作压力大于 10Mpa 的水下高压水射流作业，也适用于协助使用高压水射流设备的其他作业人员。^[14]

最近十余年来，随着我国经济基础设施建设和海洋资源开发利用的进一步深入，更大作业水深和工作压力的水射流设备在国内潜水救捞及海洋水下工程领域的应用也越来越广泛。特别是用于水下结构切割的高压、超高压水射流设备的工作压力已达 170 MPa（1700 bar，25000 psi）及以上，比如 270 MPa（2700 bar，40000 psi）。由于对此认识不足，实践中险象环生，与此伴随而来的就是安全风险问题，操作的危险性和安全管理问题更加突出。为适应潜水救捞及海洋工程对高压或超高压水射流设备作业安全的新要求，与时俱进对原标准内容及技术要求进行相应修订，正是本标准修订的任务。

《潜水员高压水射流作业安全规程》（GB 20826）标准的修订，将对我国境内的潜水和水下工程施工企业的安全管理起到积极的推动作用，使之适应新形势发展的需要。同时也有利于促进整个潜水打捞行业的安全管理的完善和提高，以进一步提

高我国潜水打捞行业风险防范，避免重大事故发生，为确保潜水员的水下作业安全产生积极的影响。

5 重大意见分歧的处理结果和依据

无。

6 强制的理由，预期的社会经济效果

在水下工程和潜水作业中，高压水射流，尤其是超高压水射流，是一种具有潜在高风险的作业工具。已有研究表明，通常情况下穿透人体表皮所需的水射流压力仅为 0.7 MPa，而 0.55 MPa 就足以对眼睛造成严重伤害，15 MPa 的水射流可以在几秒钟内射穿生牛皮。而目前一般水射流作业所使用的压力，都有可能达到甚至超过数十兆帕（MPa）。由此可见，水射流作业是一种具有潜在高风险的作业工具，在操作使用过程中若稍有不慎，便会导致相关潜水员的身体伤害，严重时甚至可以使人致残。正是这些血的教训，才引起业界对高压水射流技术领域作业安全管理问题的重视。

根据《中华人民共和国标准化法》第七条规定：“保障人体健康，人身、财产安全的标准和法律、行政法规规定强制执行的标准是强制性标准，其他标准是推荐性标准。”以及《中华人民共和国安全生产法》的要求，我国安全生产管理的基本方针是“安全第一，预防为主”。该法第十条规定：“国务院有关部门应当按照保障安全生产的要求，依法及时制定有关的国家标准或者行业标准，并根据科技进步的经济发展适时修订。”本修订标准符合上述规定，因此除范围、术语和定义之外的正文内容，如第 4 章环境条件，第 5 章设备要求，第 6 章作业人员，第 7 章操作规程，第 8 章保养维护，第 9 章伤害与应急处置，以及附录 A（规范性附录）水下高压水射流作业前安全检查大纲等建议为强制性条款，其余为推荐性条款。

国家标准《潜水员高压水射流作业安全规程》（GB 20826）的修订和实施，完全遵循了国家标准化法和安全生产法的相关规定和要求，是上述两部法律在潜水安全领域的具体落实，关系密切。标准的修订和颁布实施，将根据新设备应用形势发展的现实情况，在实践中严格的规范对从事高压射流作业潜水人员的科学管理，更有效地执行高压水射流作业安全规程和操作程序。这对于进一步提高我国潜水打捞行业风险防范，避免重大事故发生，确保潜水作业安全有着重要的意义。

7 贯彻强制性标准的要求、措施建议

本修订标准将应用于我国潜水与救助打捞及相关水下作业领域的潜水员高压水射流作业安全管理，标准实施的监督主体为国家行业主管部门。

《潜水员高压水射流作业安全规程》（GB 20826）自颁布实施以来，受到潜水企业的欢迎和重视并自觉遵守标准要求，为我国潜水救捞及水下工程行业提供技术支持、确保水下作业安全生产，促进我国的潜水救捞行业走向世界起到了非常积极的重要作用，发挥了很好的效益。作为该标准的修订版，应继续重视加强标准实施的宣贯工作。也建议行业标准化技术委员会组织开展修订标准的宣贯讲座，让业内更多的单位和人员了解有关“潜水员高压水射流作业安全”的相关规定，更好地提高

潜水员水下作业安全意识。

8 废止现行有关标准的建议

本修订标准颁布实施后，将替代GB 20826-2007版标准，原标准即废止。

9 其他应予说明的事项。

9.1 主要参考资料

在本修订标准的编制和研究过程中，项目组将其适用于潜水员高压水射流作业的相关标准进行对比分析，将国外标准中合理先进的部分内容结合国内高压水射流作业技术应用的实际情况及时引入到本标准中。

本标准在制定过程中主要参考了如下资料：

国际海事承包商协会（IMCA），《潜水员用高压水射流设备实施规程》（IMCA D 049，2013）

国际潜水承包商协会（ADCI），《商业潜水及水下作业公认标准》（6.2版，2016）第5.35节 高压水射流。

10 参考文献

- [1] 张国光，高压水射流与潜水员水下作业安全问题，海洋工程，2006年第3期，P113~118.
- [2] ADCI, International Consensus Standards for Commercial Diving and Underwater Operations, Sixth Edition 2016 (Revision 6.2) - **5.35** High-Pressure Water Blasting.
- [3] IMCA, Code of Practice for The Use of High Pressure Jetting Equipment by Divers, IMCA D 049 - 2013.
- [4] SSPC-SP 12/NACE 5, "Surface Preparation and Cleaning of Steel and Other Hard Materials by High- and Ultrahigh-Pressure Water Jetting Prior to Recoating" (Pittsburgh, Pennsylvania, USA:SSPC: The Society for Protective Coatings; and Houston, Texas, USA: NACE International, 1996).
- [5] Lloyd Smith, Safe Use of Ultra-High-Pressure Waterjetting, Ultra-High-Pressure Waterjetting, 2005, Technology Publishing Company
- [6] 美国派克-PAKER 超高压水射流软管 水清洗软管 8-400Mp 产品介绍, <https://detail.1688.com/offer/551333802449.html?spm=a261y.7663282.commendOffer.4.3db5780b0YDH7J> [2018-4-18]
- [7] 中华人民共和国国家标准，高压水射流清洗作业安全规范，GB 6148-2010.
- [8] Subject: High Pressure Water Jetting Dive Incident. http://www.ausjetinc.com.au/uploaded/files/client_added/Incident_44_Gun_Work_28-4-2011.pdf
- [9] IMCA Safety Flash 03/15, March 2015 , 2 Diver Sustains Water Jetting Injury, <https://www.imca-int.com/alert/887/diver-sustains-water-jetting-injury/>
- [10] Br Med J., High-pressure water jet injury, BRITISH MEDICAL JOURNAL, 1980 Jun 14; 280(6229):1417-8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1601764/>

- [11] 肖有为, 水下高压水射流作业风险防范实例—记 XJ24-3 平台海生物清洗及导管架检验工程[A], 2009 年度救捞论文集[C], 2009:4. 中国航海学会救捞专业委员会 2009 年年会暨救捞发展论坛 (深圳市德威胜潜水工程有限公司)
- [12] 中华人民共和国国家标准, 标准化工作指南 第 1 部分 标准化和相关活动的通用术语, GBT 20000.1-2014.
- [13] ADC, High pressure water blasting, ADC S08, 2000.
- [14] 中华人民共和国国家标准, 潜水员高压水射流作业安全规程, GB 20826-2007.

二〇一八年七月十日 初稿
二〇一八年九月三十日 修改