



中华人民共和国国家标准

GB 20826—2021
代替 GB 20826—2007

潜水员高压水射流作业安全规程

Code of safety for the use of high pressure water jetting equipment by divers

2021-08-10 发布

2022-03-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 环境条件	1
5 设备要求	2
6 人员要求	3
7 操作规程	4
8 维护保养及存放	5
9 伤害及应急处置	6
附录 A (规范性附录) 水下高压水射流作业前安全检查表	7
附录 B (规范性附录) 伤员转送信息卡	8
参考文献	9

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB 20826—2007《潜水员高压水射流作业安全规程》，与 GB 20826—2007 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 删除了卸荷型水枪和截流型水枪的术语和定义(见 2007 年版的 2.3 和 2.4)；
- 修改了高压水射流和高压水枪的术语和定义(见 3.1 和 3.3,2007 年版的 2.1 和 2.2)；
- 增加了超高压水射流的术语和定义(见 3.2)；
- 修改了环境条件的要求(见第 4 章,2007 年版的第 3 章)；
- 修改了设备要求中高压软管、喷杆和高压水枪的要求(见 5.2 和 5.3,2007 年版的 4.2、4.3 和 4.4)；
- 增加了潜水人员的配备要求(见 6.1.1.2)；
- 修改了潜水监督要求(见 6.1.2,2007 年版的 5.1.1)；
- 修改了培训和作业防护的要求(见 6.2 和 6.3,2007 版的 5.2 和 5.3)；
- 修改了操作规程的要求(见第 7 章,2007 年版的第 6 章)；
- 修改了维护保养及存放的要求(见 8.4、8.5、8.6 和 8.7,2007 年版的 7.4 和 7.5)；
- 修改了伤害及应急处置的要求(见第 9 章,2007 版的第 8 章)；
- 修改了水下高压水射流作业前安全检查表(见附录 A,2007 版的附录 A)；
- 修改了伤员转送信息卡(见附录 B,2007 版的附录 B)；
- 删除了高压水射流伤害及处置办法(见 2007 年版的附录 C)。

本标准由中华人民共和国交通运输部提出并归口。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 20826—2007。

潜水员高压水射流作业安全规程

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、人员要求、操作规程、维护保养与存放、伤害与应急处置。

本标准适用于救助打捞领域的潜水员在水下进行的高压和超高压水射流作业。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 24555—2009 200 m 氮氧饱和潜水作业要求

GB 26123 空气潜水安全要求

GB 28396 混合气潜水安全要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高压水射流 high pressure water jetting

工作压力在 10 MPa~170 MPa,并由喷嘴射出形成不同形状的高速水流。

3.2

超高压水射流 ultra high pressure water jetting

工作压力超过 170 MPa,并由喷嘴射出形成不同形状的高速水流。

3.3

高压水枪 high pressure jetting gun

由控制阀、枪杆和喷嘴总成(包括一个或多个喷嘴)等组成的水射流装置。

注:按控制阀的型式,高压水枪又可分为卸荷型和截流型两种。控制阀关闭时,高压水经安全阀的溢流口释压分流到水环境中去的水射流装置称为卸荷型水枪(dump gun);控制阀关闭时,高压水仍保留在水射流系统的供水管线中的水射流装置称为截流型水枪(shut off gun)。

3.4

柔性扣 flexible buckle

用短钢丝绳或缆绳等柔性材料在两根相连软管的端部接头处制成的环状连接。

4 环境条件

4.1 自携式空气潜水水下高压水射流作业应满足 GB 26123 的要求。水流速度应不大于 0.5 m/s,蒲福风力等级应不大于 4 级(风速 5.5 m/s~7.9m/s,浪高 1.0 m)。

4.2 水面供气式空气潜水高压水射流作业,通过潜水梯入水时,应满足 GB 26123 的要求。水流速度应

不大于 0.5 m/s,蒲福风力等级应不大于 4 级(风速 5.5 m/s~7.9 m/s,浪高 1.8 m)。

4.3 水面供气式空气潜水高压水射流作业,通过潜水吊笼或开式潜水钟入水时,应满足 GB 26123 的要求。水流速度应不大于 0.5 m/s,蒲福风力等级应不大于 5 级(风速 8.0 m/s~10.7 m/s,浪高 1.8 m)。

4.4 混合气潜水高压水射流作业应满足 GB 28396 的要求。水流速度应不大于 0.5 m/s,蒲福风力等级应不大于 5 级(风速 8.0 m/s~10.7 m/s,浪高 1.8 m)。

4.5 饱和潜水高压水射流作业应满足 GB/T 24555—2009 中 4.6.7 环境条件限制的要求。根据作业海区、潜水作业场所、采用的潜水支持船和饱和潜水系统、潜水作业任务规定作业环境条件限制,包括风速、浪高、流速、水温、能见度等。

4.6 在水流和蒲福风力等级超出 4.1~4.5 规定的特殊情况,需要进行水下高压水射流作业,应评估现场具体条件,采取相应的安全防护措施,确保潜水员安全。

5 设备要求

5.1 高压水泵

5.1.1 用于潜水员水下高压水射流作业的高压水泵,应适应于海洋水下环境条件下的连续工作要求,使用过滤海水,供水管端设置过滤网罩。

5.1.2 高压水泵应标明制造厂商、型号、编号和生产日期以及最大工况(流量:L/min,压力:MPa)等。

5.2 高压软管及接头

5.2.1 高压软管应与水射流系统的最大工作压力相匹配,应不低于所连接设备的最大工作压力。

5.2.2 高压软管上应标明制造厂商标识、规格型号、制造年月、最大工作压力。应在不高于最大工作压力的情况下使用。

5.2.3 高压软管的测试压力应不低于其工作压力的 1.5 倍,最小爆破压力应达到工作压力的 2.5 倍。

5.2.4 高压水枪需要的最小软管长度,应不小于最大预期工作深度的 1.5 倍。

5.2.5 软管应避免造成磨损、压凹或被锐物刮伤,发现类似痕迹应及时更换。

5.2.6 软管接头易受水流及磨料介质的侵蚀和腐蚀,发现侵蚀严重应及时更换。

5.2.7 软管接头的压力等级应大于主软管的最高工作压力。

5.2.8 软管连接处应配有环状柔性扣等安全防护装置,以免接头断裂造成伤害。

5.2.9 铠装高压软管,可使用由气动或液压驱动的动力软管卷盘装置。

5.3 高压水枪

5.3.1 高压水枪控制阀应处于常闭状态,且设有安全栓、锁扣等安全防护装置,以防止发生意外误操作伤害。

5.3.2 高压水枪控制阀操作时的握持压力通常不应超过 0.08 MPa。

5.3.3 枪杆的长度应适合于实际水下作业需要,最小长度应能确保潜水员的使用安全,通常应不小于 60 cm。

5.3.4 使用短枪杆时,应提供强制锁定装置,确保潜水员的手不会滑落到枪杆末端,以免造成伤害。

5.3.5 应根据任务需要选择和使用合适的喷嘴,并及时更换磨损喷嘴。

5.3.6 无后坐力的水枪应提供反向射流,以平衡水枪的作用力。

5.3.7 应确保水枪扩散管出口的水射流不会伤害潜水员或潜水装备。

5.3.8 应在水枪扩散管进水孔上配置保护管,以减少水中杂物被吸入扩散管水流中;且扩散保护管应可靠安装在枪杆上,以防伤及操作的潜水员。

5.3.9 不应修改高压水枪的结构。

5.3.10 水下应用中,不应使用脚踏操作的控制阀。

6 人员要求

6.1 人员组成与技能

6.1.1 人员组成与配备

6.1.1.1 实施水下高压水射流作业的人员应由潜水监督、潜水员和水泵操作员等组成。

6.1.1.2 潜水人员的配备应满足 GB 26123、GB 28396 及 GB/T 24555—2009 中 4.2.1 人员配置的要求。

6.1.2 潜水监督

6.1.2.1 应持有有效的潜水监督证书,通过高压水射流作业相关培训,掌握高压水射流设备与工艺的基本知识和技能,具有水下作业经验。

6.1.2.2 应熟悉高压水射流设备及水下安全操作程序,能够胜任水下高压水射流作业的管理工作。

6.1.2.3 应熟悉高压水射流作业现场及水下环境,明确所要执行的任务,了解相关交叉作业的情况。

6.1.2.4 应熟悉高压水射流作业的准备工作、作业方案、操作程序,以及安全措施和应急预案,布置检查作业现场并确保潜水作业期间不受干扰。

6.1.2.5 应能确保潜水员掌握必要的高压水射流安全装置和程序,充分了解与高压水射流设备相关的潜在危险与风险,并能胜任高压水射流设备使用。

6.1.2.6 高压水射流作业期间,应随时直接与水泵操作员联系,控制高压水泵应急停机开关,保证紧急情况下能够使运行的高压水泵立刻停机。

6.1.3 潜水员

6.1.3.1 应持有有效的潜水员证书,并具有相应的水下作业经验。

6.1.3.2 应通过高压水射流作业相关培训,熟悉所使用的高压水射流设备的操作知识和技能,能按照有关规则要求进行水下高压水射流作业。

6.1.3.3 应了解高压水射流作业的工作任务、特点、作业程序及潜在危险与风险,能胜任高压水射流作业,且能采取相应的安全防护措施。



6.1.4 水泵操作员

6.1.4.1 应通过高压水射流作业相关培训,熟悉所使用高压水射流设备的工作特性,能按照有关规则要求进行高压水泵的操作控制。

6.1.4.2 应直接接受潜水监督的指令启动(或关停)高压水泵,并与潜水监督保持密切的通话联系,出现意外情况时,应能立即停止高压水泵的运转。

6.1.4.3 作业期间应密切监视并控制水泵的运转情况,防止非作业人员靠近或出现其他隐患。

6.2 培训要求

6.2.1 涉及高压、超高压水射流作业及设备使用的人员,应接受有关水下高压水射流作业安全知识的基本培训,并具备完成这一任务的知识和能力。

6.2.2 培训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,并让参与培训的每个人熟悉将要进行的操作和所使用的设备。

6.2.3 进行超高压水射流作业时,应增加超高压的相关培训。

6.3 作业防护

6.3.1 参与高压水射流作业的潜水员及相关人员,应采取相应的安全防护措施,以避免高压水射流可能造成的人身意外伤害。

6.3.2 操持超高压水射流装置的潜水员,应穿戴专用个人防护装备。

6.3.3 为抵消高压水射流作业时的噪声影响,作业潜水员应采取有效的防护措施,穿戴硬质潜水头盔。必要时,可佩戴防噪声耳塞或限制潜水员的水下暴露时间,确保使噪声对作业潜水员的影响减至最低程度。

6.3.4 为防止高压水枪带来或由高压喷枪产生的沙粒对减压阀、配气阀等潜水呼吸气体供应装置造成损害,每次水下高压水射流作业后,都应有专人对减压阀、配气阀等潜水呼吸气体供应装置及潜水装具的有关部件进行检查、清理、复核并记录。

7 操作规程

7.1 一般要求



7.1.1 水下高压水射流作业应在潜水监督的指挥下进行。实施水下高压水射流作业的指令,应由潜水监督直接下达。

7.1.2 在同一现场有两个潜水队作业时,应进行全面风险评估。如潜水员的安全可能受到威胁,不应同时进行作业。

注:“潜水队作业”是指由潜水员、常压潜水系统或各类潜水器进行的水下作业。

7.1.3 高压水射流作业期间,无关人员或船只不应进入高压水射流作业区域。应使用警示隔离带识别作业船甲板上的危险区域。高压水泵附近应设置“危险! 高压水射流作业!”“请勿靠近! 高压水泵运转!”等警示标志。

7.1.4 高压水射流设备应采取相应的防冻措施,如排净已使用设备中的水或使用合适的防冻剂。如果怀疑设备已被冻结,不应强制启动水泵。

7.1.5 针对射流作业期间环境嘈杂,如潜水员与水面之间的音频通信困难,应在潜水员头盔上安装摄像头帮助潜水监督观察水中情况。

7.1.6 高压、超高压水射流切割作业,不应采用潜水员手持式装置,可通过远程遥控装置搭载水枪进行,确保潜水员作业安全。

7.2 作业前

7.2.1 应根据潜水方式、环境条件进行高压水射流作业风险评估。

7.2.2 应考虑潜水员的安全距离、清洗或切割设备的安全性以及清洗或切割碎屑的影响等,采用适合的高压水射流方式,确保水下作业安全。

7.2.3 应做好详尽的作业前准备和检查工作(见附录 A),并对应检查结果制定相应的防范措施。

7.2.4 应在高压水射流设备系统中安装安全截流及卸压装置。

7.2.5 应在水面设备系统安装之后,对高压水泵、截流及卸压装置进行检查,以确保其能够安全操作和运转。

7.2.6 应检查相关设备的测试证书、维修记录、校准证明等文件。

7.2.7 应检查水枪扩散管锁定装置的完整性,以防在使用中脱落而导致潜水员被后坐力射流伤害。

7.2.8 应注意高压软管布放路径,避免造成高压软管的过度弯曲、磨损、压凹、踩踏或被锐物刮伤。

7.2.9 高压软管系绑位置应留有余量,不应与潜水设备或移动物体捆绑在一起。

7.2.10 应掌握紧急医疗援助的联系方式,以及最近的合适医疗机构的位置,并于高压水射流作业开始

前记录在应急预案中。

7.2.11 为防止高压水射流产生的噪声干扰动力定位船舶的声学参照系统,潜水监督应与潜水动力定位船的操作人员进行沟通;潜水动力定位船操作人员应采取相应的防护措施,并与潜水监督保持联系。

7.3 作业中

7.3.1 高压水射流作业过程中,潜水监督与水泵操作员、潜水员之间应保持清晰可靠的双向通信联系。必要时可在视野范围内通过约定的手势进行沟通。

7.3.2 高压水泵的启动信号,应在潜水员到达安全作业位置并做好开始高压水射流作业的准备后,由潜水监督发出。

7.3.3 高压水泵运转期间,水泵操作员应始终值守在水泵前,并能在紧急情况下关闭水泵。

7.3.4 高压水枪处于“开(On)”位时,不得采用线、绳或其他无法立即释放的人为方法锁定高压水射流的扳机装置。

7.3.5 潜水监督应将水面装置接收到的压力信息告知潜水员。在通知潜水员之前,水泵操作员不应随意操作水泵,增加水枪压力。

7.3.6 潜水监督应注意防止高压水射流作业对通信的影响,密切关注潜水员的工作和呼吸情况,必要时采取辅助通信措施(如信号绳)。发现潜水员呼吸节奏或设备运行异常,应采取相应的安全措施。

7.3.7 潜水监督可使用在作业前已明确含义的灯光信号,通知潜水员进行紧急规避操作,或直接通知水泵操作员进行泄压操作。

7.3.8 潜水员需要在水下移动位置时,应锁定高压水枪扳机保险装置并采取措施防止其意外开启。必要时,应通知水泵停机并释放输水软管中的剩余压力。

7.3.9 潜水员发现高压软管或水枪故障(如水枪失压、连接泄漏),应立即停止使用并通知潜水监督关闭水泵,经泄压后将故障设备返回水面进行检查。

7.3.10 潜水员不能清晰目视高压水枪喷嘴射流时,不应进行水下高压水射流作业。

7.3.11 高压水枪收放、传送过程中,应锁定扳机保险装置并在水泵停机且系统压力释放的情况下进行。

7.3.12 不应在高压水射流设备处于工作状态时进行设备检修、紧固螺栓以及软管连接、收紧或弯折。

7.3.13 不应用水枪喷嘴直接接触被清洗物体,避免喷嘴堵塞或损坏。

7.3.14 不应用枪杆或无后坐力高压水枪外壳敲击硬质海洋生物,避免枪杆损坏。

7.4 作业后

7.4.1 潜水员离开水下作业点之前,应首先通知潜水监督,由潜水监督通知水泵操作员,关闭高压水泵并释放系统压力。

7.4.2 高压水枪回收到水面之后应使用淡水清洗。

7.4.3 个人潜水装具应检查清洗并由专人复核及记录。

7.4.4 使用潜水钟作业,潜水员进入潜水钟之前,应清除潜水服和脐带上可能附着的喷射碎片及其他污染物。

7.4.5 使用磨料添加物进行高压水射流作业,应检查并清洗相关潜水装备或工程设备。

8 维护保养及存放

8.1 高压水射流设备的维护保养分为日常和定期两类,应由专业人员进行维护保养。

8.2 日常维护保养应达到:

- a) 高压水泵及相关部件无泄漏、松动或其他潜在危险,设备运行正常;

- b) 软管总成无压扁、损伤,接头牢固可靠,柔性扣连接完好;
- c) 水枪喷头无堵塞或损坏,连接螺纹完好,扳机开关释放自如;
- d) 安全阀、截流阀、调压阀等外观清洁,性能良好;
- e) 电气设备接线、开关、仪表等绝缘可靠,不会因水或磨料侵蚀而损坏。

8.3 定期维护保养,应每隔六个月或按设备产品证书上所要求的时间进行,内容包括:

- a) 检查高压水泵的叶片(或柱塞)及密封装置,清洗、更换过滤器;
- b) 检查高压软管有无异常和老化开裂现象,管端部件的内部金属表面有无磨损、异常;
- c) 检查安全阀和压力表应在有效检验期限内。

8.4 使用磨料添加物的软管和软管接头,内部易腐蚀和磨损,应检查更换。

8.5 租用的高压水射流设备,应提供自检验日期起不超过六个月的适用作业文件。

8.6 所有高压水射流设备存放之前,应用淡水彻底冲洗干净。

8.7 高压水泵及相关设备存放六个月以上者,再次使用时应进行测试或检验。

9 伤害及应急处置

9.1 伤害

从事水下高压水射流作业人员应充分认识高压水射流致伤的实际程度比表面征象更严重的特点,主要包括:

- a) 约 0.7 MPa 压力的高压水流就可穿透皮肤,注入深部组织。
- b) 即使皮肤伤口看起来很小,也可能存在大面积深部组织损伤并继发严重感染的风险。
- c) 处置不当或损伤严重者可导致截肢甚至危及生命。
- d) 超高压水射流比高压水射流穿透皮肤更快,深部损伤可能更严重。

9.2 应急处置

9.2.1 发生伤害应立即寻求专业医疗的远程支持,在医生建议下对伤员进行现场应急处置,并及时向管理部门提交伤害报告。

9.2.2 伤员一开始就有皮肤破口和局部明显肿大等创伤表现,应立即转送医院诊治。

9.2.3 损伤轻微,且现场无医生时,可先行清创包扎,连续 4 天或 5 天密切观察伤员临床表现,如有发热、脉搏加快,并伴有持续疼痛且进行性加重情况,应给予口服抗生素,并尽快转送医院诊治。

9.2.4 伤员后送时,潜水监督应按附录 B 填写伤员转送信息卡,该卡片应与伤员一起交主诊医生。

9.2.5 如果受伤的潜水员处于饱和状态,在转移到医疗机构之前应进行减压处置。

9.2.6 高压水射流伤害报告基本内容应包括:

- 伤害发生的时间、地点、过程;
- 伤害中涉及伤亡,应写明伤亡者的姓名、年龄及其伤亡原因或损伤程度;
- 伤害中涉及船舶、潜水设备、作业器材,应写明船名、装具、器材名称和数量;
- 伤害当事人、目击者的姓名、住址和联系方法等。

附 录 A
(规范性附录)

水下高压水射流作业前安全检查表

水下高压水射流作业前应按表 A.1 进行检查。

表 A.1 水下高压水射流作业前安全检查表

日 期		地 点		
作业任务		工作水深		
潜水监督		检查人		
序号	检查内容	检查结果		
		是	否	
1	作业现场是否清理?			
2	作业现场是否设立警示标志牌?			
3	外露电气设备是否采取了必要的保护措施?			
4	现场是否有排放腐蚀性化学介质、易燃液体或气体?			
5	所有软管、管接头的额定压力值是否符合本标准规定?			
6	所有软管和管接头是否处于良好的工作状态?			
7	所有软管端部接头是否已安装防甩脱保护装置(如环状柔性扣、防甩脱链或软管夹等)?			
8	所有的水枪、喷嘴是否均无堵塞且可继续使用?			
9	是否采取措施防止水下作业时水枪喷头摆动?			
10	水源吸入端过滤网是否洁净且能继续使用?			
11	供水水源是否清洁并能保证供给?			
12	设备或水管是否采取防冻措施?			
13	潜水员及相关工作人员是否经过培训并能胜任这项工作?			
14	潜水员是否清楚了解这项作业的内容要求?			
15	在安装水枪、喷嘴之前,设备的连接管路是否都开泵冲刷并排气?			
16	水射流系统的所有管路、软管、接头是否在最高工作压力下进行过试运行?			
17	水射流系统中是否设有安全截流及卸压装置?卸压系统是否可靠?			
18	所有控制系统是否均可安全工作?			
19	现场救护设备及医疗救护中心的位置是否清楚?			
20	是否检查了作业现场并满足限制进入要求?			
21	是否考虑了水域环保要求并采取了相应对策措施?			

附 录 B
(规范性附录)
伤员转送信息卡

B.1 概述

为有助于后方医生对受高压水射流造成伤害的潜水员的应急处理,向后方医院转送伤员时应随身携带一张由潜水监督签发、注明事故性质的卡片。

B.2 伤员转送信息卡

该卡片应包含但不限于以下信息:

此人接触压力达 $\times\times\times$ MPa 的高压水射流。
当您诊断时,请考虑此因素。
在较低温度下发生厌氧菌感染的病例已有报道。致病菌可能是格兰氏阴性杆菌和厌氧菌,应予以清创并进行血液细菌培养。

参 考 文 献

- [1] IMCA D 049 Code of Practice for the Use of High Pressure Jetting Equipment by Divers, July 2013
- [2] ADCI Consensus Standards for Commercial Diving and Underwater Operations, 6.2ed, 2016
-