

ICS 03.220.40; 13.100

R 09

P 55

团 体 标 准

T/CDSA 600.1--2021

水库大坝潜水作业技术要求

Technical requirements for reservoir dam diving

2021-12-27 发布

2022-01-01 实施

中国潜水打捞行业协会 发布

目 次

前言

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 水库大坝潜水作业特点.....	3
5 人员要求.....	5
6 设备和系统要求.....	5
7 作业程序要求.....	6

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2020 给出的规则起草。

本标准由中国潜水打捞行业协会提出。

本标准由中国潜水打捞行业协会归口。

本标准起草单位：杭州华能安全科技股份有限公司、上海交大海洋水下工程科学研究院有限公司、中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司。

本标准起草人：张云、吴方昊、黄鑫、胡洋、詹侯全、姜骏骏、王文胜、贺如平、徐子健等。

水库大坝潜水作业技术要求

1 范围

本标准规定了水库大坝的空气潜水及混合气潜水作业要求。

本标准适用于水库大坝潜水深度 60 m 以浅的空气潜水和潜水深度在 120m 以浅的混合气潜水作业。

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，仅所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 12521 空气潜水减压技术要求

GB 12552 产业潜水最大安全深度

GB 18435 潜水呼吸气体及检测方法

GB 20827 职业潜水员体格检查要求

GB 26123-2010 空气潜水安全要求

GB 28396-2012 混合气潜水安全要求

GB/T 16560 甲板减压舱

3 术语和定义

GB 26123 和 GB 28396 中确定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

挡水建筑物 **water retaining structure**

是指为拦截水流、抬高水位、调蓄水量，或为阻挡河水泛滥、海水入侵而兴建的各种闸、坝、堤防、海塘等水工建筑物。

3.2

泄水建筑物 **release structure**

是用以排放多余水量、泥沙和冰凌等的水工建筑物。泄水建筑物具有安全排洪，放空水库的功能。对于水库、江河、渠道或前池等的运行起太平门的作用，也可用于施工导流。溢

洪道、溢流坝、泄水孔、泄水隧洞等是泄水建筑物的主要形式。

3.3

取水建筑物 **water intake structure**

是指用以从水库或河流引水、提水的各种水工建筑物。取水建筑物是输水建筑物的首部，如进水闸、抽电站、各类深式取水口。

3.4

输水建筑物 **water conveyance structure**

是指连接上下游引输水设置的水工建筑物的总称。当引输水至下游河渠，引水建筑物即输水建筑物。当引输水至水电厂发电，则输水建筑物包括引水建筑物和尾水建筑物。

4 水库大坝建筑物潜水作业特点

4.1 挡水建筑物

4.1.1 潜水作业特点

挡水建筑物潜水作业通常潜水深度范围较大，潜水深度在 0~60m、60~120m 和大于 120m。挡水建筑物区域水下流速趋近于 0m/s，且根据水深由浅到深，水温逐渐下降，水温范围根据电站所处的地理位置差异较大，且与潜水作业的季节关系较大，通常水库大坝潜水作业时段在 10 月下旬至次年的 5 月，流域的主汛期除外，其他时段的潜水作业，能见度通常较好。

4.1.2 主要作业内容

挡水建筑物潜水作业主要是检查上游坝面裂缝分布及缺陷渗漏等情况。

4.2 泄水建筑物

4.2.1 潜水作业特点

- a) 通常在上游进口段潜水作业深度范围较大，泄洪表孔的进水口段的水深通常在 0m~60m，泄洪中孔或泄洪深孔最大潜水深度甚至超过 80m；
- b) 上游进口段潜水作业中可能存在吸附；
- c) 淹没的泄洪流道进行潜水作业时，深度在 30m 以浅，无流速，水温相对较高；
- d) 流域的主汛期除外，其他时段的潜水作业，能见度通常较好；
- e) 泄水建筑物在长期运行过程中，结构表面直接接触高速水流，在水压力、流速、泥沙、冰凌、漂浮物以及水中侵蚀介质等作用或影响下，建筑物常常会受到来自水流的破坏作用，主要破坏形式有冲蚀(冲磨、气蚀)、淘刷、淤塞、环境水侵蚀等。

4.2.2 主要作业内容

泄水建筑物潜水作业主要包括进口结构（工作门槽至上游进水口结构边线）及淹没在水下长期运行泄洪流道的混凝土破坏性的冲刷和磨损情况的检查和处理，钢衬、门槽及底坎完好情况的检查和处理，门槽杂物水下清理等。

4.3 取水建筑物

4.3.2 取水建筑潜水作业特点

- a) 通常在进口段潜水作业深度通常在 80m 以浅；
- b) 取水建筑物潜水作业时可能受机组发电及供水无法中断的影响，水下作业时存在水流，通常需与水库大坝管理方进行协调潜水作业区域，避开水流影响区域；
- c) 流域的主汛期除外，其他时段的潜水作业，能见度通常较好。
- d) 水深浅到深，水温逐渐下降，水温范围根据电站所处的地理位置差异较大，且与潜水作业的季节关系较大。

4.3.3 取水建筑物潜水作业内容

主要是进水口拦污栅及栅槽内杂物进行清理，倒栅时底坎的清理及拦污栅触底后状态、拦污栅及闸门结构的检查和处理等。

4.4 输水建筑物

4.4.1 输水建筑潜水作业特点：

- a) 通常潜水作业深度范围大；
- b) 输水建筑物潜水作业时可能存在水流，通常需要协调潜水作业区域上游闸门的关闭，避开水流影响区域；
- c) 能见度通常较差。
- d) 水温范围根据所处的地理位置差异较大，且与潜水作业的季节关系较大。

4.4.2 输水建筑物潜水作业内容

主要是针对以下三种缺陷情况进行的检查和处理：

- a) 水流作用引起的破坏。输水建筑物在长期运行过程中，结构表面直接接触水流，在水压力、流速、泥沙、冰凌、漂浮物以及水中侵蚀介质等作用或影响下，建筑物常常会受到来自水流的破坏作用，主要破坏形式有冲蚀（冲磨、气蚀）、淘刷、淤塞、环境水侵蚀等。
- b) 基础的变形或约束引起的破坏。输水建筑物多以地基、围岩、墩柱排架以及其他建筑物为基础，由于输水建筑物沿线布置往往较长，基础对建筑物的作用荷载、基础的非均匀沉陷或变形引起的内力，温度荷载作用下地基的约束力等均会造成输水建筑物

的破坏，主要破坏形式是建筑物失稳、裂缝、渗漏等。

c) 进口、出口闸门埋件锈蚀破坏。

5. 人员要求

潜水作业人员包括：潜水项目管理人员、潜水照料员、潜水员、潜水监督、潜水机电员、潜水机电监督和潜水医师等。其培训要求、资格认证和管理应符合主管部门的相关要求。从事水下作业或进入高气压环境人员的体格条件应符合 GB 20827 的要求。

潜水项目管理人员包括项目经理或技术负责人，当项目规模较大或涉及水工建筑物较复杂时应同时配备。项目管理人员应熟悉水工建筑物的特点，具备水工建筑物图纸的识图能力，潜水作业人员应熟悉水库大坝建筑物的特点并经相应培训。

6. 设备和系统要求

6.1. 设备和系统的运输要求

以下所有设备和系统均应满足公路运输要求，且应考虑崎岖山路运输中的颠簸防震要求。

6.2. 个人装具

6.2.1. 水库大坝潜水作业一般采用水面供气式潜水装具。

6.2.2. 装具应符合 GB 26123-2010 中 5.1.1-5.1.11 的相关要求。

6.2.3. 混合气潜水应急气瓶应灌装氮氧混合气。

6.3. 软管和脐带

6.3.1. 应符合 GB 26123-2010 中 5.2 的相关要求。

6.3.2. 混合气潜水应符合 GB 28396-2012 中 5.2 的相关要求。

6.4. 供气系统

6.4.1. 应符合 GB 26123-2010 中 5.3 的相关要求。

6.4.2. 混合气潜水应符合 GB 28396-2012 中 5.3 的相关要求。

6.5. 甲板减压舱

6.5.1. 应符合 GB/T 16560 要求。

6.5.2. 空气潜水应符合 GB 26123-2010 中 5.4 的相关要求。

6.5.3. 混合气潜水应符合 GB 28396-2012 中 5.4 的相关要求。

6.6. 潜水控制面板

6.6.1. 应符合 GB 26123-2010 中 5.5 的相关要求。

6.6.2. 混合气潜水应符合 GB 28396-2012 中 5.5 的相关要求。

6.7. 入出水系统

6.7.1. 本标准所指的入出水系统应包括潜水梯、潜水吊笼、开式潜水钟和闭式潜水钟。

6.7.2. 潜水梯应符合 GB 26123-2010 中 5.6.3 的相关要求。

6.7.3. 潜水吊笼应符合 GB 26123-2010 中 5.6.4 的相关要求。

6.7.4. 开式潜水钟应符合 GB 26123-2010 中 5.6.5 的相关要求。

6.7.5. 混合气潜水的潜水吊笼和开式潜水钟应符合 GB 28396-2012 中 5.6.2-5.6.3 的相关要求。

6.7.6. 闭式潜水钟应符合 GB 28396-2012 中 5.6.4 的相关要求。

6.8. 吊放系统

6.8.1. 应符合 GB 26123-2010 中 5.7 的相关要求。

6.8.2. 闭式潜水钟的吊放系统应符合 GB 28396-2012 中 5.7.2 的相关要求。

6.9. 通讯系统

6.9.1. 应符合 GB 26123-2010 中 5.8 的相关要求。

6.9.2. 混合气潜水的通信应符合氮语音矫正要求。

6.10. 电气系统

应符合 GB 26123-2010 中 5.9 的相关要求。

6.11. 仪器和仪表

应符合 GB 26123-2010 中 5.10 的相关要求。

7. 作业程序要求

7.1. 现场文件的配备

应符合 GB 26123-2010 中 6.1 的相关要求。

7.2. 紧急救助与急救

应符合 GB 26123-2010 中 6.2 的相关要求。

7.3. 计划和应急计划的制定

7.3.1. 应符合 GB 26123-2010 中 6.3 的相关要求。

7.3.2. 在水电大坝各类特定建筑物（诸如挡水建筑物、泄水建筑物、取水建筑物以及输水建筑物等）潜水时，应根据相应建筑物潜水特点，制定潜水作业专项计划和应急计划。

7.4. 风险评估和工作安全分析

7.4.1. 应符合 GB 26123-2010 中 6.4 的相关要求。

7.4.2. 应充分考虑水库大坝建筑物的特点，制定相应的安全措施。

7.5. 人员的配备

7.5.1. 应配备熟悉水库大坝建筑物特点的专业管理及技术人员。

7.5.2. 水面供气式空气潜水作业人员最低配备为 5 人（其中 3 人必须为潜水员）。潜水深度大于 24m 时，潜水人员配置不小于 6 人，其中潜水监督 1 名，潜水员不小于 4 名。

7.5.3. 混合气潜水作业人员最低配置 8 人，包括 1 名潜水监督、1 名潜水员、1 名水下照料员/预备潜水员，1 名水面预备潜水员，2 名照料员、1 名潜水医师和 1 名潜水机电员。当每天潜水次数超过 1 次时，应相应增加人员配备。

7.6. 个人防护用品的配备

应符合 GB 26123-2010 中 6.6 的相关要求。

7.7. 装具、设备和系统的配备

7.7.1. 空气潜水应符合 GB 26123-2010 中 6.7.3 空气潜水最低设备要求。

7.7.2. 混合气潜水的潜水服应为干式服或热水服，设备配置应符合 GB 28396-2012 中 6.7.2~6.7.5 的相关要求。

7.8. 呼吸气体

7.8.1. 呼吸气体应符合 GB 18435 的要求。

7.8.2. 混合气的配制和配备应符合 GB 28396-2012 中 6.8 和 6.9 的要求。

7.9. 装具、设备和系统的现场检查和测试

7.9.1. 应遵照 GB 26123-2010 中的附录 A 的相关要求执行。

7.9.2. 混合气潜水装备应满足 GB 28396-2012 中 6.10.2 的要求。

7.10. 现场通讯的建立

应符合 GB 26123-2010 中 6.10 的相关要求。

7.11. 入水和出水方式

7.11.1. 空气潜水可选择潜水梯、吊笼、开式潜水钟作为入出水方式。

7.11.2. 混合气潜水应选择潜水吊笼、开式潜水钟或闭式潜水钟作为入出水方式。

7.11.3. 潜水深度超过 60 m 时，一般使用开式潜水钟或闭式潜水钟。

7.12. 潜水报告的记录要求

应参照 GB 26123-2010 中附录 B 的要求记录。

7.13. 作业审核与作业许可

应符合 GB 26123-2010 中 6.13 的相关要求。

7.14. 任务的布置与沟通

应符合 GB 26123-2010 中 6.14 的相关要求。

7.15. 预备潜水员

7.15.1. 应符合 GB 26123-2010 中 6.15 的相关要求。

7.15.2. 预备潜水员在潜水吊笼或潜水钟内待命时，水面也应配备一名预备潜水员。

7.16. 现场警示标志

应符合 GB 26123-2010 中 6.16 的相关要求。

7.17. 不宜潜水和终止潜水的条件

应符合 GB 26123-2010 中 6.17 的相关要求。

7.18. 最大潜水深度

应符合 GB 12552 中的相关要求。

7.19. 潜水员脐带长度

7.19.1. 不采用潜水钟潜水的潜水员脐带长度，应满足潜水深度的需要。

7.19.2. 从潜水钟出潜潜水员脐带长度应不超过 30m。

7.19.3. 潜水钟内照料员脐带长度应比潜水员脐带长 2m~3m

7.20. 反复潜水

7.20.1. 空气潜水可根据实际情况由潜水医生决定是否可以进行反复潜水。

7.20.2. 混合气潜水不应进行反复潜水。

7.21. 潜水的水文气象条件

7.21.1. 水流速度应不大于 0.5 m/s。水流速度超出上述限制条件，因特殊情况需要潜水时，应评估现场具体条件，采取有效的安全防护措施，确保潜水员安全。

7.21.2. 蒲福风力等级应不大于 5 级（风速 17 节~21 节，浪高 1.8 m）。蒲福风力大于 5 级小于 6 级（风速 22 节~27 节，浪高 3.0 m）时，应评估现场具体条件决定是否潜水。

7.22. 混合气潜水时的气体转换

7.22.1. 应符合 GB 28396-2012 中 6.23 的相关要求。

7.22.2. 水下作业时间从气体完成转换后开始计算。

7.23. 减压方案选择

7.23.1. 应根据潜水深度、水下工作时间、海拔高度，结合潜水工作强度、能见度情况和潜水员个体差异等多种因素选择减压方案。

7.23.2. 减压方案应得到潜水医师的认可后采用。

7.24. 高原潜水

7.24.1. 在高海拔地区进行潜水作业时，应对实际潜水深度予以修正，按修正后的理论深度选择适宜的减压，理论深度计算见下式：

$$D_t = D_o \times \frac{P_o}{P_t} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

D_t ——理论深度，单位为水柱高度米（m）；

D_o ——高海拔地区实际潜水深度，单位为水柱高度米（m）；

P_o ——海平面大气压，单位为十分之一兆帕（0.1MPa）；

P_t ——高海拔地区大气压，单位为兆帕（MPa）。

7.24.2. 在高海拔且水温低于 10 度地区潜水，应采用热水服。

7.25. 潜水后的安排

7.25.1. 空气潜水应符合 GB 26123-2010 中 6.22.1~6.22.7 的要求。

7.25.2. 混合气潜水中，潜水员水下减压出水或减压出舱后，应在甲板减压舱附件停留不少于 2 h，且 5 h 内不能远离减压舱。

7.26. 最低休息时间

应符合 GB 26123-2010 中 6.23 的相关要求。

7.27. 潜水作业事故报告、调查、统计与处理

应符合 GB 26123-2010 中 6.24 的相关要求。