

中国潜水打捞行业团体标准

T/CDSA 504.8-2021

水下焊接与切割技能培训与考核要求

Requirements for training and examination of Underwater Welding
and Cutting Technique

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
1 范围.....	2
2 规范性引用文件.....	2
3 术语和定义.....	2
4 培训要求.....	2
4.1 基本要求.....	2
4.2 培训内容.....	3
5 考核要求.....	3
5.1 考核内容.....	3
5.2 考核方法.....	3
5.3 考核成绩.....	3
5.4 补考.....	4
6 证书与复训.....	4
6.1 证书.....	4
6.2 复训.....	4
附 录 A（规范性附录） 水下焊接与切割技能培训内容和要求.....	5
附 录 B（规范性附录） 水下焊接与切割技能培训实操考核要求.....	8

前 言

本文件根据《标准化工作导则—第1部分：标准化文件的结构和起草规则》(GB/T 1.1-2020)给出的规则起草。

本文件由中国潜水打捞行业协会提出并归口。

本文件起草单位：青岛太平洋水下科技工程有限公司、广州潜水学校、青岛大唐海洋工程有限公司、交通运输部烟台打捞局、中海石油技术检测有限公司、上海若堃教育科技有限公司。

本文件主要起草人：单宇熹、陈洋、陈志康、陈水开、宋炆、刘志强、高尚磊、胡阔磊、卢永才、杨宝龙。

水下焊接与切割技能培训与考核要求

1 范围

本标准规定了水下焊接与切割技能培训人员的培训要求及考核要求。

本标准适用于水下湿法焊接与水下电氧切割作业人员技能培训与考核。其他从事水下焊接与切割作业水面辅助的相关人员的培训与考核也可参照执行。

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 16636-2008 潜水员水下用电安全规程

JT/T 957-2014 潜水员培训与考核要求

JT/T 1367-2020 水下焊接作业要求

3 术语和定义

JT/T 957-2014、JT/T 1367-2020 确定的及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

水下湿法焊接 underwater wet welding

指在水中不采取任何排水措施，利用电弧作为热源，直接在水下对工件进行熔焊的方法。

3.2

水下手工电弧焊 underwater manual arc welding

指潜水员在水下用手工操作焊条进行水下焊接的电弧焊方法，是一种典型的水下湿法焊接。

3.3

水下电氧切割 underwater electric oxygen cutter

指利用水下电弧产生的高温和氧同被切割金属元素产生的化学反应热加热、熔化被切割金属，并借助氧气流的冲力将切割件中的熔融金属及氧化熔渣吹除，从而形成割缝。

3.4

水下焊工 underwater welder

指在水下既能采用合适的焊接方法、合理的焊接工艺、适当的焊接设备，进行焊接钢结构工作，又能够在水下采用合适的切割方法，合理的切割工艺，适当的切割设备，进行切割结构物的潜水作业人员。

4 培训要求

4.1 基本要求

4.1.1

参加水下焊接与切割技能培训的人员应符合下列条件：

- a) 持有中国潜水打捞行业协会颁发的潜水员证书；
- b) 自愿从事水下焊接与切割作业；
- c) 年龄在 18 至 55 周岁之间。

4.1.2

按协会统一规定的培训大纲、教材开展水下焊接与切割技能的培训。

4.1.3

采用理论培训与实操培训相结合，并注重陆上焊接与切割操作、水下焊接与切割实际操作训练。

4.2 培训内容

4.2.1

水下焊接与切割技能培训内容应包括理论课程和实操训练课程。

4.2.2

理论课程应包括金属材料基础知识、水下焊接与切割基础知识、水下工程焊接切割技术应用、水下焊接与切割安全作业技术内容。

4.2.3

实操训练课程应包括陆上手工电弧焊操作、水下手工电弧焊操作及水下电氧切割操作内容。

4.2.4

水下焊接与切割技能培训具体的课程设置、教学内容、教学要求及学时分配详见附录 A。

5 考核要求

5.1 考核内容

5.1.1

水下焊接与切割技能培训考核内容见表 1。

表 1 水下焊接与切割技能培训考核内容

考核类别	考核内容
理论考核	金属材料基础知识
	水下焊接技术概述
	水下切割技术概述
	水下工程焊接切割技术应用
	水下焊接与切割安全作业技术
实操考核	水下手工电弧焊操作
	水下电氧切割操作

5.1.2

水下焊接与切割技能培训考核的内容应覆盖附录 A 的范围。

5.2 考核方法

5.2.1

理论考核采用笔试形式，考核内容按了解、理解和掌握三个层次，分别占 20%、40%、40%。理论考核的题型设置以选择题、判断题客观题为主。

5.2.2

实操考核采用现场操作评定形式，考核内容按“具有……的基本技能”、“具有……的技能”和

“具有……的熟练技能”三个层次，分别占 40%、40%、20%。实操考核的项目以水下手工电弧焊操作和水下电氧切割操作为主。

5.3 考核成绩

5.3.1

理论考核满分 100 分，60 分以上为及格。

5.3.2

实操考核的组织及试件评定需要符合附录 B 的规定，最终判定为合格与不合格两个级别。

5.4 补考

5.4.1

理论考核或实操考核不及格者，允许三个月内补考一次；补考不及格者，允许半年后再申请补考一次。

5.4.2

经过两次补考仍不及格者，需要重新培训和申请考核。

6 证书与复训

6.1 证书

学员参加完规定的水下焊接与切割技能培训课程，经综合评定合格，由培训机构颁发水下焊接与切割技能培训结业证明，并向中国潜水打捞行业协会申报“水下焊工”能力评估证书。

6.2 复训

为确保水下焊工的知识和技能不断更新，“水下焊工”能力评估证书的证书有效期为三年。在证书有效期届满前，持有该证书人员，需要参加不少于 40 学时的复训。经复训考核合格后，可由培训机构向中国潜水打捞行业协会申报换证。

附录 A
(规范性附录)
水下焊接与切割技能培训内容和要求

表 A.1 规定了水下焊接与切割技能培训内容和要求。

表 A.1 水下焊接与切割技能培训内容和要求

课程设置	教学内容	教学要求	学时分配
金属材料基础知识	金属的晶体结构及结晶	1. 了解体心立方、面心立方、密排六方结构；	1
		2. 理解晶体缺陷类型及有关基础理论；	
		3. 掌握金属的结晶过程、二元合金的相图分析及结晶过程。	
	金属与合金的塑性变形	1. 理解金属与合金塑性变形的基本理论；	1
		2. 理解塑性变形对金属组织和性能的影响。	
	钢的热处理及分类	1. 理解金属及合金的回复与再结晶；	2
2. 理解钢的热处理原理；			
3. 了解钢的热处理工艺；			
4. 掌握钢的分类与编号。			
水下焊接技术概述	焊工职业道德与法规	1. 理解水下焊工的职业特点与职业道德规范；	1
		2. 掌握水下焊工的岗位职责；	
		3. 了解水下焊接作业相关管理法规；	
		4. 掌握我国水下焊接作业相关标准和规程的有关内容。	
	焊接理论基础知识	1. 掌握焊接材料的分类及选用原则；	3
		2. 理解焊接方法的基本原理及相关设备；	
		3. 掌握手工焊条电弧焊的基本操作技术。	
	水下手工电弧焊	1. 了解水下手工电弧焊的电弧物理特性及电弧气泡的动态特性；	3
		2. 掌握水下手工电弧焊焊接电源的选用原则、水下焊条的型号及性能；	
		3. 掌握水下手工电弧焊的基本操作方法及各种位置焊缝的操作技术及焊接工艺参数的选择。	
水下焊接缺陷及质量检测	1. 理解焊接缺陷的定义并掌握水下焊接缺陷的分类及危害；	1	
	2. 掌握焊接裂纹、焊接未熔合、焊接未焊透、焊缝气孔等焊接缺陷的形成原因及控制措施；		
	3. 掌握水下焊接质量检测方法的分类及特点。		
水下切割技术概述	切割方法分类	1. 了解切割技术的分类方法，分别按照物理现象、加工方法及切割过程分类；	1
		2. 了解各种现代切割技术的特点及应用范围；	
		3. 掌握选择切割方法和切割设备时应重点考虑的因素；	
		4. 了解现代切割技术新的发展趋势和应用。	
	陆上气割	1. 掌握气割的基本原理、切割过程及应用范围；	2
		2. 掌握正确选择气割参数，包括气割气体压力、切割速度、切割角度等；	
3. 掌握气割的基本操作要领，包括准备工作、操作姿势与手法等。			

表 A.1 水下焊接与切割技能培训内容和要求 (续)

课程设置	教学内容	教学要求	学时分配
水下切割技术概述	水下电氧切割	1. 理解水下电氧切割的基本原理及技术特性；	2
		2. 掌握水下电氧切割电源的型号、切割炬的结构及特点；	
		3. 掌握水下电氧切割的工艺参数，包括：氧气纯度及氧气压力、切割电流、切割角等；	
		4. 掌握水下电氧切割电路和气路的连接方法和操作程序。	
水下工程焊接切割技术应用	设施类型及结构特点	1. 了解移动式平台的主要类型及结构组成；	1
		2. 理解自升式石油钻探平台的结构组成及操作程序；	
		3. 掌握桩基平台、重力式平台及柔性结构平台的主要特点。	
	水下工程设施结构的焊接性	1. 了解水下工程设施结构材料的性能，包括强度、塑性、冲击韧性等方面的性能；	1
		2. 掌握水下工程设施结构用钢的特点和分类；	
		3. 掌握水下工程设施结构焊接性能的基本要求；	
		4. 掌握水下工程设施结构对焊缝金属和焊接接头性能的要求。	
	水下工程的水下焊接切割技术应用实例	1. 了解海洋工程平台焊接切割技术应用实例；	2
		2. 了解水利水电工程焊接切割技术应用实例；	
		3. 了解船舶建造工程焊接切割技术应用实例；	
		4. 了解打捞救助工程焊接切割技术应用实例。	
	水下焊接切割安全作业技术	水下焊接切割作业的危险性分析	1. 掌握影响水下焊接切割作业生产安全及人体健康的危险因素；
2. 理解安全与卫生防护技术的重要意义；			
3. 掌握有关水下焊接切割安全的主要规程、规定和标准。			
水下用电安全知识		1. 掌握电流对人体的伤害形式及影响因素；	1
		2. 掌握水下防止触电的措施及触电事故的现场急救。	
水下焊接切割作业的安全防护及事故应急处置		1. 掌握水下焊接切割作业的安全检查要点及技术条件；	1
		2. 掌握水下焊接切割作业时的注意事项及安全措施；	
		3. 掌握水下作业事故应急处理及预防。	
理论课程考核			2
理论课程学时合计			26
陆上手工焊条电弧焊实操训练	焊前准备	1. 具有正确穿戴和使用劳动防护用品的技能，包括焊工服、电焊手套、防护眼镜等；	2
		2. 具有对焊接场地和焊接设备进行安全检查的技能；	
		3. 具有正确选择焊接材料及调试设备的技能。	
	手工焊条电弧焊基本操作	1. 具有采用敲击法和划擦法进行引弧的熟练技能；	4
		2. 具有手工焊条电弧焊运弧、收弧的熟练技能；	
		3. 具有正确选择焊条直径、焊接电流、焊接速度的技能。	
低碳钢平板对接的焊接操作	1. 具有采用手工焊条电弧焊进行低碳钢平板对接平焊的技能；	32	
	2. 具有采用手工焊条电弧焊进行低碳钢平板对接横焊的技能；		
	3. 具有采用手工焊条电弧焊进行低碳钢平板对接立焊的技能。		
水下手工电弧焊实操训练	水下手工电弧焊基本操作	1. 具有采用敲击法和划擦法进行引弧的熟练技能；	4
		2. 具有水下手工电弧焊运弧的熟练技能；	
		3. 具有水下手工电弧焊运弧的熟练技能；	
		4. 具有处理冷接头和热接头的熟练技能；	
		5. 具有手工焊条电弧焊划圈收弧法的熟练技能。	

表 A.1 水下焊接与切割技能培训和要求（续）

课程设置	教学内容	教学要求	学时分配
水下手工电弧焊实操训练	选择焊接工艺参数	1. 具有根据焊件厚度、焊接位置、接头形式、焊接层数选择水下焊条直径的技能；	2
		2. 具有正确选择水下焊接电源的技能；	
		3. 具有正确选择焊接电流和电弧电压的技能；	
		4. 具有选择合适焊接速度的技能。	
低碳钢平板搭接的水下焊接操作	1. 具有采用水下手工电弧焊进行低碳钢平板搭接平焊的技能；	56	
	2. 具有采用水下手工电弧焊进行低碳钢平板搭接横焊的技能；		
	3. 具有采用水下手工电弧焊进行低碳钢平板搭接立焊的技能。		
水下手电-氧切割实操训练	水下电氧切割基本操作	1. 具有连接水下电氧切割电路和气路的熟练技能；	4
		2. 具有水下切割作业前对切割线预处理的熟练技能；	
		3. 具有采用划擦法和触动法进行引弧的熟练技能；	
		4. 具有从不同位置起割的技能；	
		5. 具有采用支撑切割法、维弧切割法和加深切割法进行切割的技能。	
	选择切割工艺参数	1. 具有选择氧气压力的技能；	2
		2. 具有正确选择切割电源的技能；	
		3. 具有选择合适切割速度的技能。	
	低碳钢平板的水下切割操作	1. 具有采用水下电氧切割进行低碳钢平割的技能；	32
		2. 具有采用水下电氧切割进行低碳钢横割、立割的技能；	
3. 具有采用水下电氧切割进行悬空位置切割的技能。			
实操课程考核			8
实操课程学时合计			146
水下焊接与切割技能培训考核学时合计			172

注 1：理论课程知识教学要求按掌握深度分为了解、理解和掌握三个层次，其含义如下：

——了解：能正确认识培训纲要中对应的知识的含义、内容，并能够初步应用；

——理解：对培训纲要中对应的知识有较深的认识，并能够应用相关知识分析和解决问题；

——掌握：对培训纲要中对应的知识有全面、深刻的认识，并能够综合应用相关知识分析和解决较为复杂的问题

附录 B
(规范性附录)
水下焊接与切割技能培训实操考核要求

B.1 一般要求

B.1.1

水下焊接与切割技能培训实操考核应按本附录的规定组织实施，同时应符合 GB 16636-2008 及 JT/T 1367-2020 的有关规定。

B.1.2

水下焊接与切割技能培训实操考核分为水下手工电弧焊操作和水下电氧切割操作两部分。

B.2 试件形式和尺寸

B.2.1

水下手工电弧焊操作试件的形状和尺寸规定：长度 $L \geq 300\text{mm}$ ，宽度 $\geq 100\text{mm}$ ，试件厚度 t 为 6mm （见图 B.1）。

B.2.2

水下电氧切割操作试件的形状和尺寸规定：长度 $L \geq 600\text{mm}$ ，宽度 $\geq 100\text{mm}$ ，试件厚度 t 为 8mm 。

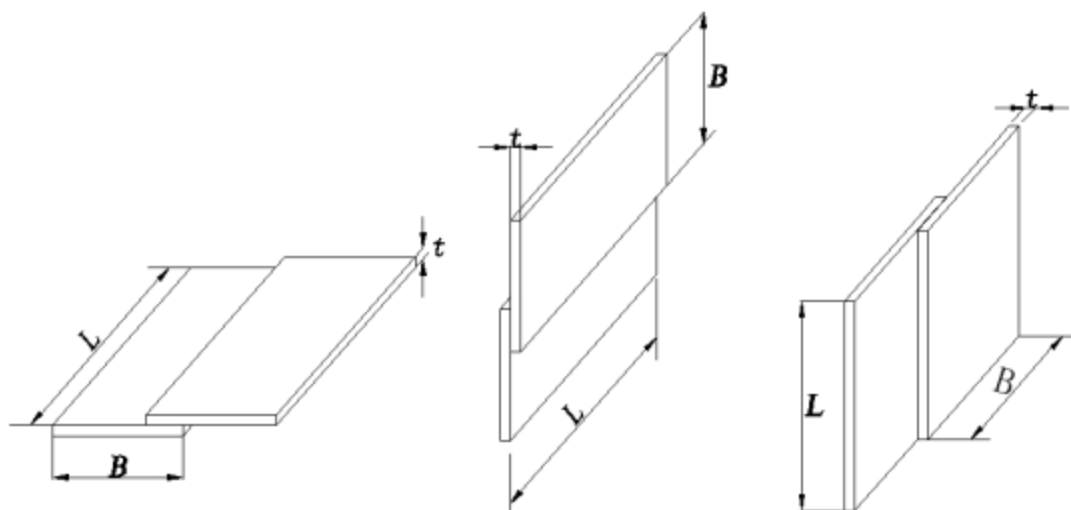


图 B.1 试件形式和尺寸

B.3 考核试件评定

B.3.1

用肉眼直接观察或用放大镜及必要的量具检查考核试件的焊缝或割缝表面的性质、位置、数量和尺寸（考核试件焊缝或割缝两端 40mm 内缺陷不计），并做记录。

B.3.2

水下手工电弧焊操作考核试件的焊缝外观检验满足下列各项要求，则判定为合格：

- a) 焊缝表面成形良好，焊缝边缘与母材圆滑过渡，焊缝宽度均匀。焊缝要求连续、完整，长度不小于 200mm ；
- b) 焊缝表面应无裂纹、未熔合；
- c) 任意 25mm 长焊缝表面含有直径大于 1.5mm 的表面气孔的总长度不大于 10mm ；

d) 在任意 200mm 长的连续焊缝上，最大咬边深度为 0.8~1.5mm 咬边的累计长度不大于 100mm；最大咬边深度超过 1.5mm 的咬边长度不大于 10mm，且两个最大咬边深度超过 1.5mm 的间距不应小于 100mm。

B.3.3

水下电氧切割切割操作考核试件的割缝外观检验满足下列各项要求，则判定为合格：

- a) 单根标准割条切割长度不低于 500mm；
- b) 割缝应保持平直，不得出现粘连情况。