

ICS

中国标准文献分类号

团 体 标 准

T/CWEC xxx-202x

T/CECWA xxx-202x

水工金属结构焊工技能评定

Qualification testing of welders for hydraulic steel structure

(报批稿)

xxxx-xx-xx 发布 xxx-xx-xx 实施

中国水利企业协会

中国工程建设焊接协会

发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总则.....	2
5 技能评定内容和方法.....	2
6 试件焊接及检验.....	8
7 评定标准	13
8 补考与重新评定.....	14
9 焊工技能评定结果.....	14
附录 A(资料性) 缺欠极限值表.....	16
附录 B(资料性) 焊工操作技能评定项目代号示例.....	20
附录 C(规范性) 焊工免试延长技能评定结果的条件.....	24

前 言

为适应焊接技术的进步和标准化工作的需要,保证水工金属结构产品质量,在总结水工金属结构产品标准实施经验的基础上,参照最新的国际和国内同类标准,特制定本文件。

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分:标准化文件的结构和起草规则》和 SL1-2014《水利技术标准编写规定》的要求进行编写。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件规定了从事水利水电工程用闸门、拦污栅、引水压力钢管、启闭机、升船机、清污机以及与水利水电工程相关的塔(构)架等的焊工的技能评定要求。

本文件内容共9章和3个附录,主要技术内容有:1范围、2规范性引用文件、3术语和定义、4总则、5技能评定内容和方法、6试件焊接及检验、7评定标准、8补考与重新评定、9焊工技能评定结果,共9章,还有附录A缺欠极限值表、附录B焊工操作技能评定项目代号示例、附录C焊工免试延长技能评定结果的条件3个附录。

本文件批准部门:中国水利企业协会
中国工程建设焊接协会

本文件主持机构:

本文件解释单位:

本文件主编单位:水利部水工金属结构质量检验检测中心

本文件参编单位:中国葛洲坝集团机电建设有限公司、中国水利水电第三工程局有限公司、中国水利水电第六工程局有限公司、中国水利水电第十二工程局有限公司机电工程公司、中国水利水电第十三工程局有限公司机电安装机械厂、广东水电二局股份有限公司、长江水利委员会长江科学院、国网新源控股有限公司抽水蓄能技术经济研究院、江苏国信溧阳抽水蓄能发电有限公司、郑州水工机械有限公司、三门峡新华水工机械有限责任公司、黄河机械有限责任公司、安徽水利开发有限公司、广东粤水电装备集团有限公司、江苏省水利机械制造有限公司、浙江江能建设有限公司、金华永泰水电工程机械有限公司、广东省源天工程有限公司、四川东方水利智能装备工程股份有限公司、湖北华夏水利水电股份有限公司、安徽省六安恒源机械有限公司、水发机电集团有限公司、铁岭市清河添泰水工机械有限公司、山东临沂水利工程总公司、黑龙江省水利水电集团有限公司、江苏武进液压启闭机有限公司、常州液压成套设备厂有限公司、曲阜恒威水工机械有限公司、佛山市汇灿机械设备有限公司、江苏润源水务设备有限公司、南京晨光东螺波纹管有限公司、河北昊宇水工机械工程有限公司、广东大禹水利建设有限公司、湖北大禹建设股份有限公司。

本文件主要起草人:靳红泽 王翠萍 张亚军 冯 钊 王海涛 杨春国 殷明杰 王 健 吴海宏 谭新 王光旭 赵 强 曹佳丽 陈忠宾 宗树冬 毛广锋 王众渊 罗业成 王俊峰 李仲友 周忠明 钟卫华 周 毓 朱迎春 田永春 陈启春 谢博能 朱

T/CWEC xxx-202x

T/CECWA xxx-202x

山 陈荣娜 康明慧 张寒冰 徐志峰 花晓阳 翟常伟 徐 庆 丁跃林 陈
勇 张鹏飞 韩 全 马振宇 王山鹏 李梦楠 李培源 张秋明 张永军 李康
立

水工金属结构焊工技能评定

1 范围

本文件规定了水利水电工程用闸门、拦污栅、引水压力钢管、启闭机、升船机、清污机以及与水利水电工程相关的塔（构）架等水工金属结构焊工技能评定的范围、内容、方法、结果评定与项目代号。

本文件适用于水工金属结构的焊条电弧焊、自保护药芯焊丝电弧焊、单丝埋弧焊、药芯焊丝埋弧焊、熔化极惰性气体保护焊、熔化极非惰性气体保护焊、非惰性气体保护的药芯焊丝电弧焊、惰性气体保护的药芯焊丝电弧焊、钨极惰性气体保护焊、等离子 MIG 焊的技能评定。

除执行本文件外，焊工技能评定应遵守国家有关法律法规的规定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的注日期的版本适用于本文件；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 699 优质碳素结构钢
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 713 锅炉和压力容器用钢板
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 2653 焊接接头弯曲试验方法
- GB/T 4237 不锈钢热轧钢板和钢带
- GB/T 3323.1 焊缝无损检测 射线检测 第1部分：X和伽玛射线的胶片技术
- GB/T 16270 高强度结构钢热处理和控轧钢板、钢带
- GB/T 20878 不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分
- GB/T 24511 承压设备用不锈钢和耐热钢钢板和钢带
- GB/T 37910.1 焊缝无损检测 射线检测验收等级 第1部分：钢、镍、钛及其合金
- ISO 5817 焊接-钢、镍、钛及其合金的熔化焊接接头(束焊除外)-缺欠质量等级
- ISO 6947 焊接及相关工艺-焊接位置
- ISO 9017 金属材料焊缝的破坏性试验 断裂试验
- ISO 9606-1 焊工资质考试-熔焊 第一部分：钢

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

焊工 welder

从事焊接操作的人员。手工焊工、焊接操作工统称焊工。

3.2

手工焊工 manual arc welder

用手操持焊钳、焊枪、焊炬进行焊接的人员。

3.2

焊接操作工 welding operator

熔化焊时，指进行机械化和自动化焊接的人员。

3.3

考官 examiner

被任命验证技能评定过程是否符合本标准的某个人。

3.4

评定机构 certifying body

负责焊工技能评定工作的组织领导、监督检查、统筹协调以及考试机构认定、证书管理、技术指导等工作的机构。

3.5

考试机构 examining body

由评定机构认定并负责焊工技能评定相关具体工作的机构。

4 总则

4.1 焊工技能评定包括理论知识考试和操作技能评定两项考核内容。

4.2 应依据评定合格的焊接工艺评定规程进行技能评定。

4.3 理论知识考试和操作技能评定应在考官或考试机构监考（监督）下进行。

5 技能评定内容和方法

5.1 理论知识考试

5.1.1 焊工需熟练掌握焊工的理论知识，首先进行理论知识考试，在理论知识考试合格后，方能参加操作技能评定。

5.1.2 理论知识考试合格有效期限为3年。

5.1.3 理论知识考试范围如下：

- a) 水工金属结构产品及钢材的有关知识；
- b) 电工基本知识；
- c) 熔化焊过程的有关知识；

- d) 焊接材料（包括焊条、焊丝、焊剂、保护气体）及其使用；
- e) 焊接工艺（工艺方法特点，焊接参数和热输入，预热、道间温度和后热，操作手法和焊接程序等）；焊接接头的性能及其影响因素；
- f) 焊接缺欠产生的原因、危害、预防及返工方法；
- g) 焊接应力和变形基本知识；
- h) 焊接检验基本知识；
- i) 焊接设备和测量仪表的种类、使用和维护；
- j) 接头型式、焊缝符号和图样识别；
- k) 焊接安全技术。

5.1.4 理论知识的考试内容应涵盖申请的考试项目涉及的材料和焊接方法。

5.2 操作技能评定主要参数及认可范围

5.2.1 操作技能评定主要参数

操作技能评定应以本文件规定的主要参数分类进行。本文件规定了主要参数的认可范围，如果焊工从事认可范围之外的焊接工作，则需要进行新的评定。操作技能评定主要参数为：

- a) 焊接方法；
- b) 试件类型(板材和管材)；
- c) 焊缝形式(对接焊缝和角焊缝)；
- d) 母材类组；
- e) 焊接材料；
- f) 试件尺寸(母材厚度和管材外径)；
- g) 焊接位置；
- h) 焊接要素(有无衬垫、单面焊、双面焊、单层焊、多层焊)。

5.2.2 焊接方法

- a) 焊接方法的分类和代号见表 1。

表 1 焊接方法及代号

焊接方法	代号
焊条电弧焊	111
自保护药芯焊丝电弧焊	114
单丝埋弧焊	121
药芯焊丝埋弧焊	125
熔化极惰性气体保护焊(MIG)	131
熔化极非惰性气体保护焊(MAG)	135

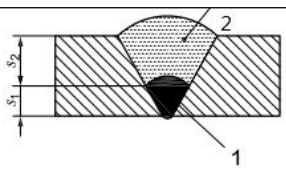
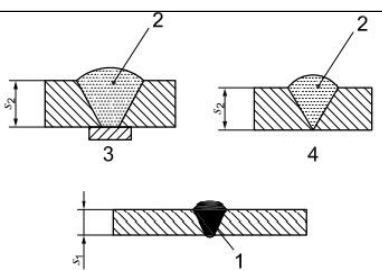
表 1 焊接方法及代号 (续)

非惰性气体保护的药芯焊丝电弧焊	136
惰性气体保护的药芯焊丝电弧焊	137
钨极惰性气体保护焊(TIG)	141
等离子 MIG 焊	151

b) 改变焊接方法需要进行新的评定。

c) 操作技能评定可以由一名焊工在同一个试件上采用不同焊接方法进行组合评定, 来取得两种或以上的焊接方法的认可。对接焊缝一种或多种焊接方法焊缝熔敷金属厚度见表2。

表 2 对接焊缝一种或多种焊接方法焊缝熔敷金属厚度

用于试件的焊接方法	熔敷金属厚度	
	单一焊接方法接头	多种焊接方法接头
 <p>1 焊接方法1 2 焊接方法2</p>	<p>焊接方法1: $S=S_1$; 焊接方法2: $S=S_2$。</p>	<p>$S=S_1+S_2$。</p>
 <p>1 焊接方法1 2 焊接方法2 3 有衬垫焊接 4 无衬垫焊接</p>	<p>焊接方法1: $S=S_1$; 焊接方法2: $S=S_2$。</p>	<p>$S=S_1+S_2$。 焊接方法1仅能用于根部焊接。</p>
注: S为对接焊缝的焊缝熔敷金属厚度(对单一焊接方法而言, 为板厚或管材壁厚)		

d) 不同焊接方法的组合评定的代号可用每种焊接方法的代号并列表示。例如: 钨极惰性气体保护焊(TIG)打底, 其余层采用焊条电弧焊时的组合方法表示为“141/111”。

5.2.3 试件类型

a) 试件类型分为板材和管材, 代号分别为P(板材)和T(管材)。

b) 操作技能评定应在板材或管材上进行。焊工使用外径 $D > 25$ mm 的管材试件操作技能评定结果, 同时也适用于板材相应位置。平焊(PA)或横焊(PC)位置的板材试件操作技能评定结果, 可适用于外径 $D \geq 150$ mm 管材的平焊(PA)或横焊(PC)位置, 其它位置的板材试件操作技能评定结果适用于外径 $D \geq 500$ mm 的管材相应位置。

5.2.4 焊缝形式

- a) 评定的焊缝形式分为对接焊缝和角焊缝两种形式，代号分别为 BW（对接焊缝）、FW（角焊缝）。
- b) 对接焊缝的评定结果适用于对接焊缝、角焊缝及对接和角接的组合焊缝。
- c) 角焊缝评定结果仅适用于角焊缝。

5.2.5 母材类组

- a) 母材类组和牌号见表 3。

表 3 母材类组和牌号

类组	钢材种类	母材牌号及标准号示例
I	屈服强度 $R_{eH} \leq 275$ N/mm ² 的低碳钢	GB/T700: Q215、Q235、Q275 GB713: Q245R
II	屈服强度 275 N/mm ² < $R_{eH} \leq 360$ N/mm ² 的低合金钢	GB/T1591: Q355 GB713: Q345R
III	屈服强度 $R_{eH} > 360$ N/mm ² 的正火钢、正火轧制钢、热轧、热机械轧制(TMCP)钢、铸钢、调质钢和沉淀硬化钢(不锈钢除外)	GB/T1591: Q390、Q420、Q460、Q550M GB/T16270: Q500、Q620、Q690 GB713: Q420R
IV	$C \leq 0.35\%$, $10.5\% \leq Cr \leq 30\%$ 的铁素体钢、马氏体钢或沉淀硬化不锈钢	GB/T 4237: 022Cr12、10Cr15、10Cr17、06Cr13、12Cr13、20Cr13、07Cr17Ni7Al GB/T20878: 14Cr17Ni2、04Cr13Ni5Mo
V	奥氏体不锈钢	GB/T 4237: 12Cr18Ni9、06Cr19Ni10、022Cr19Ni10、12Cr18Ni9Si3、06Cr17Ni12Mo2、022Cr17Ni12Mo2
VI	奥氏体-铁素体型不锈钢	GB/T 24511: 022Cr19Ni5Mo3Si2N、022Cr22Ni5Mo3N、022Cr23Ni5Mo3N GB/T 20878: 022Cr25Ni7Mo4N
VII	$0.25\% < C \leq 0.5\%$, 其余成分与 I 类钢相同的钢	GB/T699: 35、45

- b) 母材的认可范围见表 4。

表 4 母材的认可范围

母材类组	认可范围						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
I	○	—	—	—	—	—	—
II	○	○	—	—	—	—	—
III	○	○	○	—	—	—	○
IV	○	○	○	○	—	—	—
V	—	—	—	—	○	○	—
VI	—	—	—	—	○	○	—
VII	○	○	—	—	—	—	○

注：○表示认可的类组；—表示未认可的类组。

- c) 焊接操作工经任意一种类组的母材操作技能评定合格后，可进行其他类组钢材焊接。

T/CWEC xxx-202x

T/CECWA xxx-202x

d) 母材类组 V 或类组 VI 评定合格后, 适用于母材类组 V 或类组 VI 与其他类别钢材的异种钢焊接。

5.2.6 焊接材料

a) 焊接材料分类、代号及认可范围见表5。

表 5 焊接材料分类、代号及认可范围

评定所用焊接材料	代号	认可范围				
		A	B	C	S	M
酸性焊条	A	○	—	—	—	—
碱性焊条	B	○	○	—	—	—
纤维素型焊条	C	—	—	○	—	—
实芯焊丝	S	—	—	—	○	—
药芯焊丝	M	—	—	—	—	○

注: ○表示认可的焊接材料, —表示未认可的焊接材料。

b) 填充材料与母材同类组时, 无需单独在项目代号中注明。填充材料与母材不同类组时, 应在评定项目代号中母材代号后以括号注明焊接材料的代号。

c) 带填充金属的钨极惰性气体保护焊评定合格后, 可进行不带填充金属的焊接, 反之则需重新评定。

5.2.7 试件尺寸

a) 对接焊缝试件的熔敷金属厚度及管材外径所对应的焊接工件认可范围见表 6 及表 7。

表 6 对接焊缝试件的熔敷金属厚度认可范围

单位为 mm

试件熔敷金属厚度 s	认可范围
$s < 3$	$s \sim 2s$
$3 \leq s \leq 12$	$3 \sim 2s$
$12 < s < 25$	$5 \sim 50$
$s \geq 25$	> 5

注: 对于单一焊接方法和相同类型的填充材料, s 等于母材厚度 t 。

表 7 管材试件的外径认可范围

单位为 mm

试件的外径 D	认可范围
$D \leq 25$	$D \sim 2D$
$D > 25$	$\geq 0.5D$, 且 ≥ 25

b) 角焊缝的母材厚度认可范围不受限制，但应符合表 11 的规定。

c) 焊接操作工采用对接焊缝或角焊缝试件评定时，母材厚度 t 与管外径 D 由考试机构确定。经操作技能评定合格后，母材厚度认可范围不受限制，管外径的认可范围为大于等于试件外径。

5.2.8 焊接位置

a) 对接焊缝焊接位置及认可范围见表 8，焊接位置及代号的定义参见 ISO 6947。

表 8 对接焊缝焊接位置、代号和认可范围

评定位置	评定位置代号	认可范围								
		PA	PC	PE	PF (板)	PH (管)	PG (板)	PJ (管)	PH-L 045	PJ-L 045
平焊	PA	○	—	—	—	—	—	—	—	—
横焊	PC	○	○	—	—	—	—	—	—	—
仰焊	PE (板)	○	○	○	—	—	—	—	—	—
向上立焊	PF (板)	○	—	—	○	—	—	—	—	—
管向上焊	PH (管)	○	—	○	○	○	—	—	—	—
向下立焊	PG (板)	—	—	—	—	—	○	—	—	—
管向下焊	PJ (管)	○	—	○	—	—	○	○	—	—
倾斜 45° 固定向上焊	PH-L045	○	○	○	○	○	—	—	○	—
倾斜 45° 固定向下焊	PJ-L045	○	○	○	—	—	○	○	—	○

注：○表示得到认可的焊接位置，—表示未得到认可的焊接位置。

b) 角焊缝焊接位置的认可范围见表 9。

表 9 角焊缝焊接位置、代号和认可范围

评定位置	评定位置代号	认可范围						
		PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG
平焊	PA	○	—	—	—	—	—	—
平角焊	PB	○	○	—	—	—	—	—
横焊	PC	○	○	○	—	—	—	—
仰角焊	PD	○	○	○	○	○	—	—
仰焊	PE (板)	○	○	○	○	○	—	—
向上立焊	PF (板)	○	○	—	—	—	○	—
管向上焊	PH (管)	○	○	○	○	○	○	—
向下立焊	PG (板)	—	—	—	—	—	—	○
管向下焊	PJ (管)	○	○	—	○	○	—	○

注：○表示得到认可的焊接位置，—表示未得到认可的焊接位置。

c) 管子上的 PH-L045 和 PJ-L045 焊接位置认可范围包括焊接工件上所有的管材角度。

d) 首次参加技能评定的焊工应先进行平焊评定，每个焊接位置仅认可该位置焊缝。

5.2.9 焊接要素

对接焊缝和角焊缝的其它焊接要素代号及认可范围分别见表 10、表 11。

表 10 对接焊缝的焊接要素代号及认可范围

试件的焊接要素 (代号)		认可范围		
		单面焊(ss)		双面焊 (bs)
		不带衬垫(nb)	带衬垫(mb)	
单面焊 (ss)	不带衬垫(nb)	○	○	○
	带衬垫(mb)	—	○	○
双面焊(bs)		—	—	○

注：○表示得到认可的焊接要素，—表示未得到认可的焊接要素。

表 11 角焊缝的其它焊接要素代号及认可范围

试件	代号	认可范围	
		sl	ml
单层	sl	○	—
多层	ml	○	○

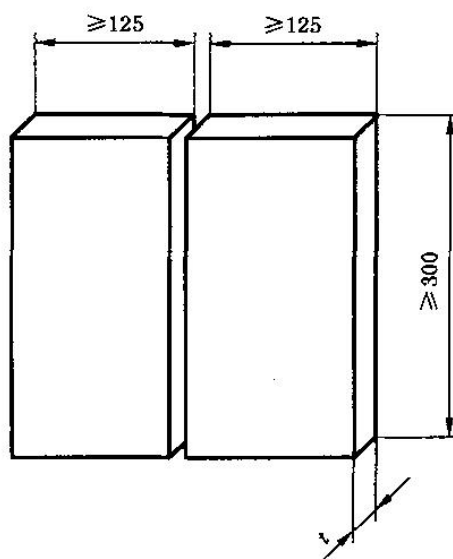
注：(1) ○表示得到认可的焊接层数，—表示未得到认可的焊接层数。
(2) 焊缝有效厚度应在 0.5t~0.7t 范围内。

6. 试件焊接及检验

6.1 试件

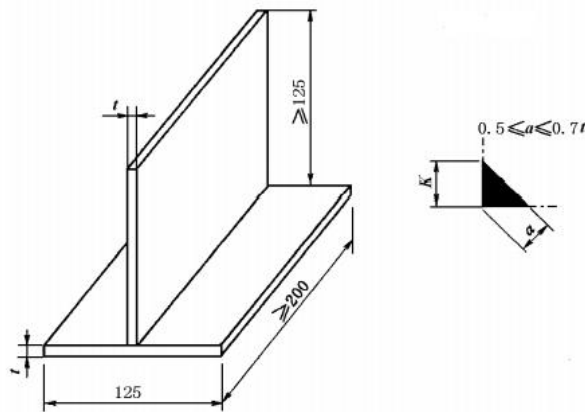
6.1.1 手工焊工操作技能评定试件的尺寸见图 1、图 2 和图 3。

单位为毫米



注：t 为试件的厚度。

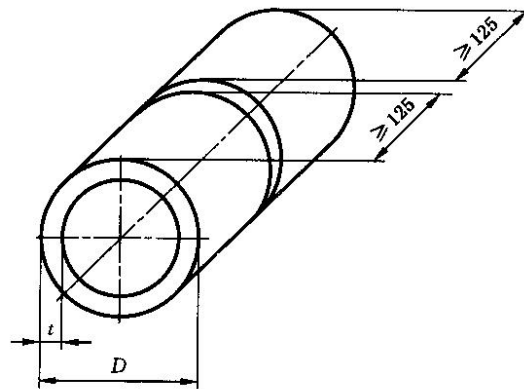
图 1 板材对接焊缝试件



注： a 为焊缝有效厚度； t 为试件厚度； K 为焊脚

图2 板材角焊缝试件

单位为毫米



注： D 为管材外径； t 为管材壁厚。

图3 管材对接焊缝试件

6.1.2 管材焊缝检验长度应大于 150 mm，当管材的周长小于 150 mm 时，应增加管材试件，但试件数量不超过 3 副。

6.1.3 焊接操作工操作技能评定试件尺寸见图 4。

6.1.4 试件坡口型式及尺寸应按焊接工艺规程制备。

6.2 焊接规定

6.2.1 试板的焊接应全程在考官或考试机构监考（监督）下进行，焊接试件的试验结果由考官或考试机构进行评定。

6.2.2 焊接开始之前，应在试件上标注考官和焊工的标记。试件由于加工不当或存在非焊接操作技能原因造成缺陷时，须经考官同意，试件方可作废，否则不得更换试件重焊。

6.2.3 操作技能评定前应在试件上标注焊接位置代号。

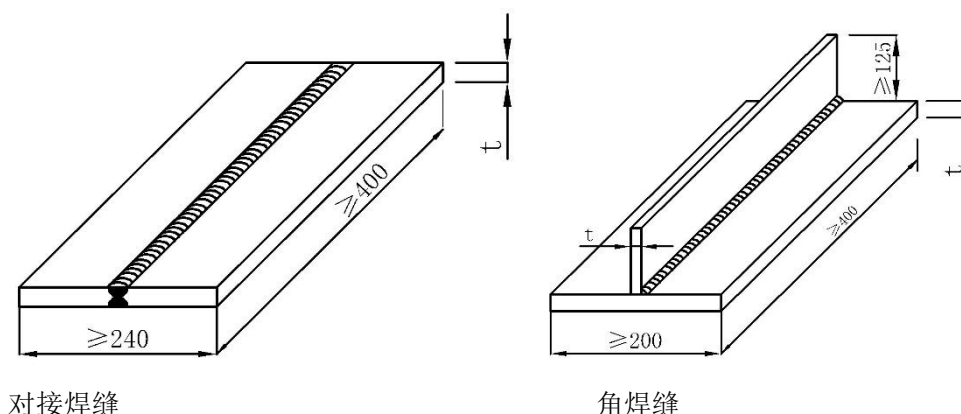


图4 焊接操作工操作技能评定试件

- 6.2.4 水平固定管材试件和45°固定管材试件上应当标注焊接位置的时钟标记，“5点”至“7点”不得有定位焊；管材向下焊试件应当按照时钟标记固定试件位置，且只能从“12点”标记处起弧，“6点”标记处收弧；向上焊时应当从“6点”位置起弧。
- 6.2.5 焊接时，焊工应当按照焊接工艺规程(WPS)规定的参数进行施焊。
- 6.2.6 评定试件应按ISO 6947规定的位置焊接(表8、表9)。对于管材对接的45°固定试件，管轴线与水平面间的夹角应当在 $45^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 范围内。
- 6.2.7 焊接位置在焊接过程中不得变更。
- 6.2.8 手工焊试件的平焊、立焊(向上)、横焊、仰焊的焊接方向应始终一致，不得变更。
- 6.2.9 手工焊工操作技能评定时，在第一层焊缝及盖面焊缝的检查范围内至少应有一个停弧再起弧的焊缝接头。
- 6.2.10 除盖面层外，其他焊道的接头部位允许修磨。
- 6.2.11 焊接操作工评定试件两端可安装引弧板和引出板。
- 6.2.12 试件焊接后不得进行矫形处理和焊接工艺规程规定外的热处理。
- 6.2.13 试件焊接完毕后，应将焊渣、飞溅物等清理干净。焊缝表面应保留原始状态，不得补焊或加工。
- 6.2.14 焊工不能按规定完成评定试件的焊接或未按照焊接工艺规程施焊，应终止技能评定。
- ### 6.3 技能评定试件检验方法
- 6.3.1 板材和管材评定试件的检验项目、检查数量和试样数量见表12。
- 6.3.2 板材类评定试件两端20 mm范围内的缺陷不计。
- 6.3.3 外径小于76 mm的管材对接焊缝试件可进行通球检查。管外径大于或等于32 mm时，通球直径为管内径的85%；管外径小于32 mm时，通球直径为管内径的75%。
- 6.3.4 射线探伤时焊缝的正面和背面不得打磨或加工。但采用永久衬垫时，衬垫可采用机械加工方法加工至与试件母材平齐。

表 12 板材和管材试件的检验项目、检查数量和试样数量

试件形式	试件厚度 (mm)	检验项目						
		外观 检验 (件)	射线 检验 (件)	弯曲试验			断口 检验 (个)	宏观 金相 检验 (个)
				面弯 (个)	背弯 (个)	侧弯 (个)		
对接焊缝	<12	1	1	1	1	—	—	—
	≥12	1	1	—	—	2	—	—
角焊缝	—	1	—	—	—	—	1	4

注 1: 角焊缝断口检验可用宏观金相检验代替。
注 2: 可对管材焊缝全部长度取样进行弯曲试验代替射线检验。
注 3: 管材的 PH、PJ、PH-L045 及 PJ-L045 焊接位置, 应做两个面弯和两个背弯试验或 4 个侧弯。

6.4 外观检验

6.4.1 板材类评定试件 (除板材Ⅲ类评定试件) 焊后应立即进行外观检验。

6.4.2 板材Ⅲ类评定试件应 24 小时后进行外观检验。

6.4.3 外观检验按 ISO 5817 检测项目进行检测。

6.4.4 外观检验合格后方可进行其它检验。

6.5 弯曲试验

6.5.1 弯曲试验按 GB/T 2653 的规定进行, 并应符合下述规定。

- a) 做面弯、背弯或者侧弯试验时, 弯曲角度应为 180° ;
- b) 对于伸长率 $A \geq 20\%$ 的母材, 弯头 (或内辊) 直径应为 $4t_s$;
- c) 对于伸长率 $A < 20\%$ 的母材, 应用下列公式计算弯头 (或内辊) 直径:

$$d = 100t_s / A - t_s$$

式中: d 为弯头 (或内辊) 直径;

t_s 为弯曲试样厚度;

A 为母材标准要求的最低伸长率。

- d) 对于异种材料焊缝, 材料的最低伸长率 A 由两母材中较小的伸长率来确定。

6.5.2 板材类试件取样位置见图 5, 试样尺寸要求见图 6。

6.5.3 管材试件取样位置见图 7, 试样尺寸要求见图 8。

6.5.4 试样可采用机械加工方法或气割方法截取。若用气割方法截取试样, 则每一气割边应留有 5 mm 以上的机械加工余量。若进行全长焊缝弯曲试验, 不允许采用气割方法截取试样。

T/CWEC xxx-202x
T/CECWA xxx-202x

单位为毫米

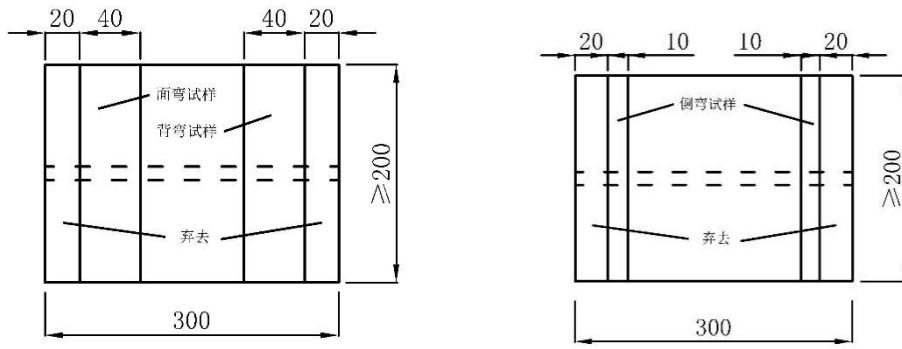
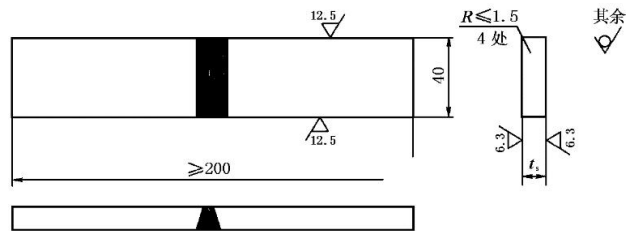


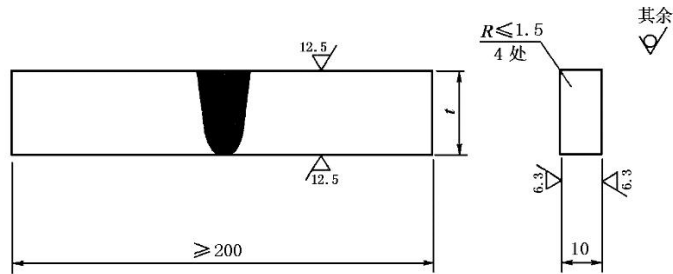
图5 板材试件取样位置

单位为毫米



注: $t \leq 10 \text{ mm}, t_s = t$; $t > 10 \text{ mm}, t_s = 10 \text{ mm}$ 。

a) 面弯、背弯试样

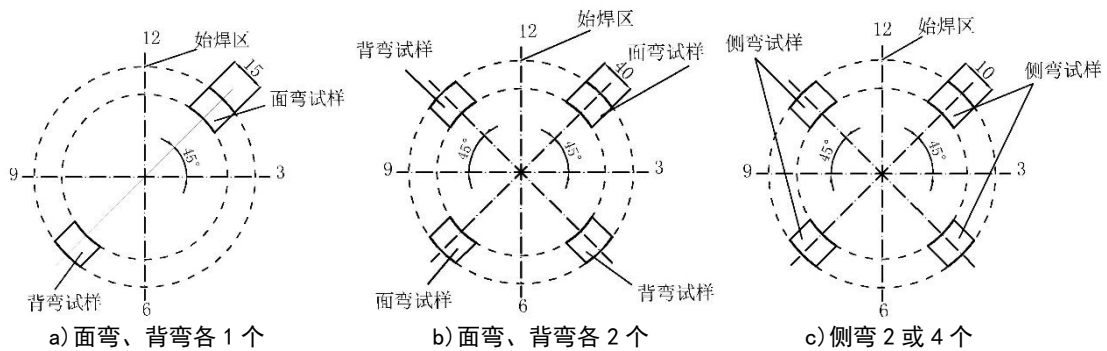


注: t 为板厚。

b) 侧弯试样

图6 板材弯曲试样

单位为毫米

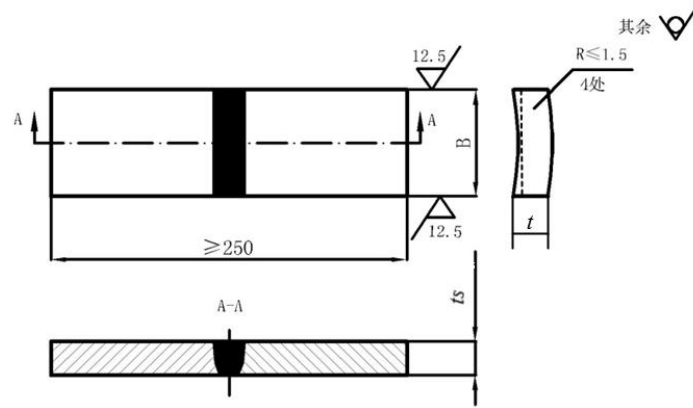


a) 面弯、背弯各1个

b) 面弯、背弯各2个

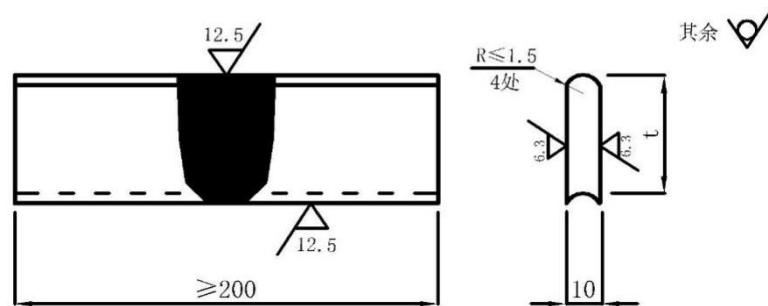
c) 侧弯2或4个

图7 管材试件取样位置



a) 面弯、背弯试样

注：t 为壁厚， t_s 为弯曲试样厚度，面弯、背弯试样受压面应加工成平面， $t_s \leq 10$ mm。



b) 侧弯试样

注：试件宽度 $B = t + D/20$ （若进行全长焊缝弯曲试验，B 可为近似值并均匀分布），且 $10 \text{ mm} \leq B \leq 38 \text{ mm}$ 。

图 8 管材弯曲试样

6.5.5 焊缝余高和衬垫应采用机械加工方法加工至与试件母材平齐。面弯和背弯试样的拉伸面应平齐，但应保留焊缝两侧中至少一侧的母材原始表面。

6.5.6 弯曲试验后，焊缝应处于弯曲段的中间范围。

6.6 板材角焊缝断口检验时，手工焊工操作技能评定试件应将整个试验长度（见图 9）作为一个试样来进行断口检验，焊接操作工操作技能评定试件，可自中段切取两段长度 100 mm（间隔 100 mm）作为断口试样。断口试验应按照 ISO 9017 的规定进行定位断裂试验。

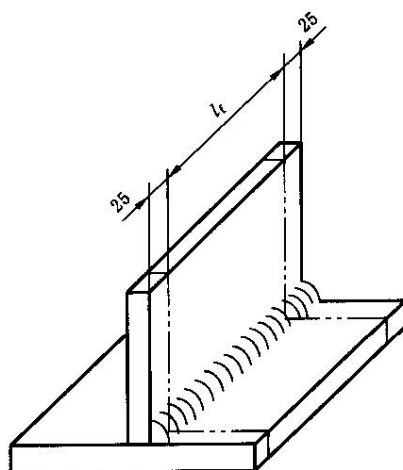
6.7 板材角焊缝进行宏观金相检验时，应在图 9 的检验长度内等距离地截取至少 4 个试样，采用目视或 5 倍放大镜进行宏观检验。

6.8 所有检验应符合相关标准要求并给出正式报告。

7 评定标准

7.1 焊工理论知识考试满分为 100 分，不低于 60 分为合格。

7.2 焊工操作技能评定试件，经按 6.3.1 规定的检验项目检验合格后，即认为该项操作技能合格。



注： L_r 为检验长度。

图9 板材角焊缝的试验长度

试件检验项目合格要求如下：

a) 试件接头的外观检验应按 ISO 5817 进行评定，余高过大、凸度过大、焊缝厚度过大、根部焊瘤和咬边等缺欠应按不低于 ISO 5817 规定的 C 级为合格，其余不低于 ISO 5817 规定的 B 级为合格。缺欠极限值表见附录 A。

b) 射线检验应按 GB/T 3323.1 进行，透照技术等级应不低于 A 级，焊缝质量验收等级不低于 GB/T 37910.1 的 2 级为合格。

c) 弯曲试验后的焊接接头表面，不得出现任何方向上有长度大于 3.0 mm 的开裂。试样的棱角处的开裂不计，但确因焊接缺欠引起试样的棱角开裂，其长度应进行评定。试件弯曲试验的试验结果均合格时，弯曲试验为合格。

d) 角焊缝断口检验试样经弯压贴靠后未断裂为合格；若试样断裂，检验长度内焊接缺欠符合 8.2a 的要求为合格。

e) 宏观金相检验时，焊缝及热影响区应无裂纹和未熔合，根部应焊透，气孔或夹渣等缺陷不低于 ISO 5817 规定的 B 级为合格

8 补考与重新评定

8.1 技能评定部分项目不合格者，允许在一个月内进行一次该项目的补考。

8.2 补考不合格者可以重新申请评定，但与前次评定的时间间隔不得少于三个月。

9 焊工技能评定结果

9.1 参加技能评定的焊工，焊工理论知识考试和相应工作范围的操作技能评定结果均合格的，由评定机构进行焊工技能评定并公布结果。

9.2 焊工技能评定结果有效期自技能评定之日起，有效期为三年。

9.3 焊工技能评定结果中的合格项目用焊工技能评定项目代号表示。代号的组合内容与顺序为：评定标准代号、焊接方法、试件形式、焊缝形式、母材类别、焊接材料、试件尺寸、焊接位置、焊接要素。项目代号示例见附录 B。

9.4 连续中断焊接工作超过六个月的，焊工所持技能评定结果自动失效。连续中断合格项目对应的焊接工作超过六个月的，焊工所持技能评定结果的相应评定项目的合格记录自动失效。

9.5 焊工技能评定结果有效期满两个月前，可向评定机构提出免试延长有效期的申请。符合附录 C 免试条件的，可以申请延期一次，延长期限为两年。延长期自焊工评定合格项目有效期截止日算起。

9.6 不符合延期条件的焊工，应重新进行技能评定。

9.7 评定机构应在焊工技能评定结果有效期满前，做出是否准予延期的决定。

附录 A

(资料性)

缺欠极限值表 (摘自 ISO 5817)

表 A.1 缺欠极限值表

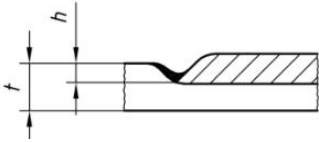
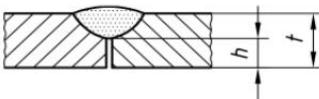
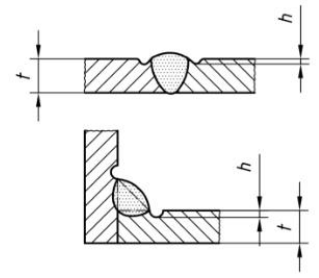
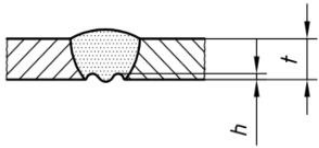
序号	缺欠名称	解释	t/mm	评定等级为B级 所允许的缺欠极限值 (mm)
1	裂纹	--	≥ 0.5	不允许
2	弧坑裂纹	--	≥ 0.5	不允许
3	表面气孔	单个气孔最大尺寸 -对接焊缝 -角焊缝	0.5~3	不允许
		单个气孔最大尺寸 -对接焊缝 -角焊缝	>3	不允许
4	末端弧坑缩孔		0.5~3	不允许
			>3	不允许
5	未熔合 (未完全熔合)	--	≥ 0.5	不允许
6	未焊透	只针对单面焊对接焊缝 	≥ 0.5	不允许
7	盖面咬边	要圆滑过渡, 但不作为整体缺欠。 	0.5~3	短缺欠: $h \leq 0.1t$
			>3	$h \leq 0.1t$, 且 $\leq 0.5^a$
8	根部收缩凹陷	要圆滑过渡 	0.5~3	不允许
			>3	短缺欠: $h \leq 0.05t$, 且 ≤ 0.5

表 A.1 缺欠极限值表 (续)

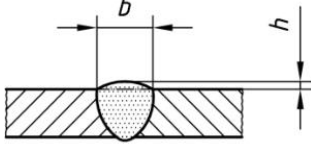
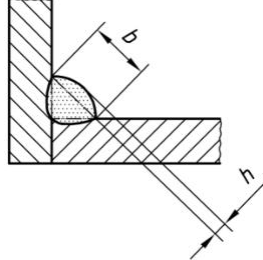
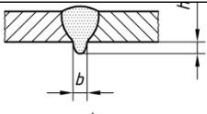
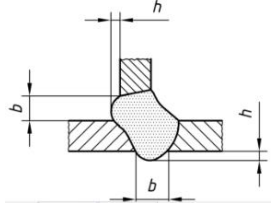
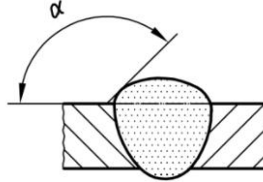
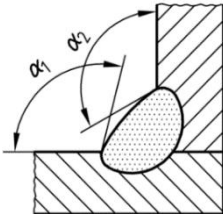
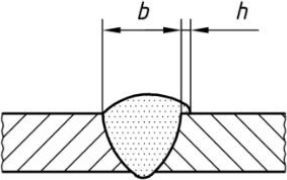
序号	缺欠名称	解释	t/mm	评定等级为B级 所允许的缺欠极限值 (mm)
9	余高过大 (对接焊缝)	要圆滑过渡 	≥ 0.5	$h \leq 1 + 0.15b$ 且 $\leq 7\text{mm}^a$
10	凸度过大 (角焊缝)		≥ 0.5	$h \leq 1 + 0.15b$ 且 $\leq 4\text{mm}^a$
11	根部焊瘤		0.5~3	$h \leq 1 + 0.3b$
			> 3	$h \leq 1 + 0.6b$ 且 $\leq 4\text{mm}^a$
12	焊趾角度 不对	-对接焊缝 	≥ 0.5	$\alpha \geq 150^\circ$
		-角焊缝 	≥ 0.5	$\alpha \geq 110^\circ$
13	翻边		≥ 0.5	不允许

表 A.1 缺欠极限值表 (续)

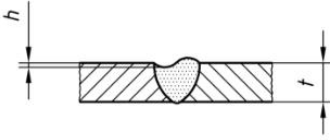
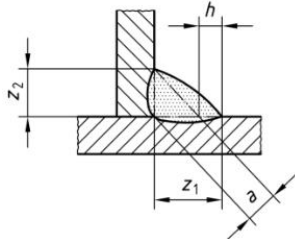
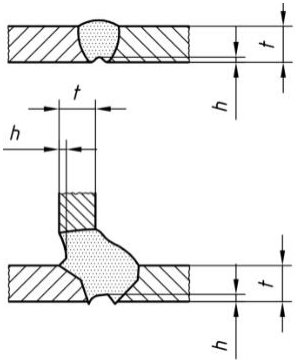
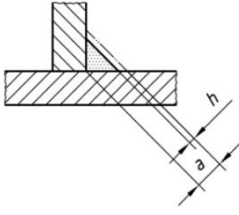
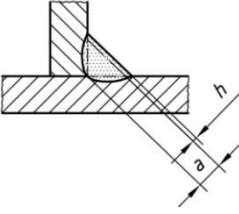
序号	缺欠名称	解释	t/mm	评定等级为B级 所允许的缺欠极限值 (mm)
14	盖面凹陷、未填满		0.5~3	不允许
			>3	短缺欠: $h \leq 0.05t$, 且 ≤ 0.5
15	烧穿	--	≥ 0.5	不允许
16	角焊缝焊脚不对称	在要求对称角焊缝时 	≥ 0.5	$h \leq 1.5 + 0.15a$
17	根部凹陷	要圆滑过渡 	0.5~3	不允许
			>3	短缺欠: $h \leq 0.05t$, 且 ≤ 0.5
18	根部弥散气孔	结晶时焊缝中的气泡在根部结成的海绵状分布的气孔(如根部缺少气体保护时)	≥ 0.5	不允许
19	接头不良	--	≥ 0.5	不允许
20	角焊缝厚度不足		≥ 0.5	不允许
21	角焊缝厚度过大		≥ 0.5	$h \leq 1 + 0.2a$ 且 $\leq 4\text{mm}^a$
22	电弧擦伤	--	≥ 0.5	不允许

表 A.1 缺欠极限值表 (续)

序号	缺欠名称	解释	t/mm	评定等级为B级 所允许的缺欠极限值 (mm)
23	焊接飞溅	--	≥ 0.5	允许与否取决于实际应用, 如何种材料, 是否有防腐保护要求等。
24	回火色	--	≥ 0.5	允许与否取决于实际应用, 如何种材料, 是否有防腐保护要求等。
注: t 为板厚或壁厚。 ^a 表中序号 7、9、10、11、21 的缺欠极限值为评定等级为 C 级的所允许的缺欠极限值。				

T/CWEC xxx-202x
T/CECWA xxx-202x

附录 B

(资料性)

焊工操作技能评定项目代号示例

B.1 示例 1

操作技能评定项目代号: T/CWEC XXX 111 P BW II B t10 PA ss nb ml

焊接参数	代号	说明	认可范围
焊接方法	111	焊条电弧焊	111
试件形式	P	板	P、T ($D \geq 150$ mm)
焊缝形式	BW	对接焊缝	BW、FW
母材类别	II	屈服极限 $275 \text{ N/mm}^2 \leq R_{eH} \leq 360 \text{ N/mm}^2$	I、II
焊接材料	B	碱性药皮	A、B
试件尺寸	t10	试件厚度 $t=10$ mm	3 mm~20 mm
焊接位置	PA	平焊	PA
焊接要素	ss	单面焊	ss, bs
	nb	无衬垫	nb, mb
	ml	多层	sl ml

B.2 示例 2

操作技能评定项目代号: T/CWEC XXX135 T BW III S t14 D60 PF ss mb ml

焊接参数	代号	说明	认可范围
焊接方法	135	MAG 焊	135
试件形式	T	管	P、T
焊缝形式	BW	对接焊缝	BW、FW
母材类别	III	屈服强度 $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$	I、II、III
焊接材料	S	实芯焊丝	S
试件尺寸	t14	试件厚度 $t=14$ mm	5 mm~50 mm
	D60	管材外径 $D=60$ mm	$D \geq 30$ mm
焊接位置	PF	管材对接焊, 管材水平固定	PA、PD、PE、PF
焊接要素	ss	单面焊	ss, bs
	mb	有衬垫	mb
	ml	多层	sl ml

B.3 示例 3

操作技能评定项目代号: T/CWEC XXX 141 T BW V S t3.6 D60 PH-L045 ss nb ml

焊接参数	代号	说明	认可范围
焊接方法	141	TIG 焊	141
试件形式	T	管	P、T
焊缝形式	BW	对接焊缝	BW、FW

B.3 示例3 (续)

焊接参数	代号	说明	认可范围
母材类别	V	奥氏体不锈钢	V、VI
焊接材料	S	实芯焊丝	S
试件尺寸	$t=3.6$ $D=60$	试件厚度 $t=3.6$ mm 管材外径 $D=60$ mm	3 mm~7.2 mm $D \geq 30$ mm
焊接位置	PH-L045	管材对接焊, 管材倾斜 45° 固定向上焊	PA、PC、PE、PF、PH、PH-L045
焊接要素	ss	单面焊	ss, bs
	nb	无衬垫	nb, mb
	ml	多层	sl ml

B.4 示例4

操作技能评定项目代号: T/CWEC XXX141/135 T BW II S t20 D200 PA ss nb ml

焊接参数	代号	说明	认可范围
焊接方法	141	TIG 焊 (打底两层)	141
	135	MAG 焊、填充	135
试件形式	T	管	P、T
焊缝形式	BW	对接焊缝	BW、FW
母材类别	II	屈服极限 $275 \text{ N/mm}^2 \leq R_{eH} \leq 360 \text{ N/mm}^2$	I、II
焊接材料	S	实芯焊丝	S
试件尺寸	$t=20$	141: $s=5$ mm	141: 3 mm~10 mm
	$D=60$	135: $s=15$ mm 管材外径 $D=60$ mm	135: 3 mm~50 mm $D \geq 30$ mm
焊接位置	PA	管材对接焊, 管材水平旋转	PA
焊接要素	ss	单面焊	141: ss、bs
	nb	无衬垫	135: ss+mb、bs 141: nb、mb
	ml	多层	135: mb sl、ml

B.5 示例5

操作技能评定项目代号: T/CWEC XXX 111 P BW II B t22 PF ss nb ml

焊接参数	代号	说明	认可范围
焊接方法	111	焊条电弧焊	111
试件形式	P	板	P、T ($D \geq 500$ mm)
焊缝形式	BW	对接焊缝	BW、FW
母材类别	II	屈服极限 $275 \text{ N/mm} \leq R_{eH} \leq 360 \text{ N/mm}^2$	I、II
焊接材料	B	碱性药皮	A、B
试件尺寸	$t=22$	试件厚度 $t=22$ mm	5 mm~50 mm
焊接位置	PF	向上立焊	PA、PF
焊接要素	ss	单面焊	ss, bs
	nb	无衬垫	nb, mb
	ml	多层	sl ml

T/CWEC xxx-202x
T/CECWA xxx-202x

B.6 示例6

操作技能评定项目代号：T/CWEC XXX 111 P BW II B t22 (50) PF ss nb ml

焊接参数	代号	说明	认可范围
焊接方法	111	焊条电弧焊	111
试件形式	P	板	P、T ($D \geq 500$ mm)
焊缝形式	BW	对接焊缝	BW、FW
母材类别	II	屈服极限 $275 \text{ N/mm}^2 \leq R_{eH} \leq 360 \text{ N/mm}^2$	I、II
焊接材料	B	碱性药皮	A、B
试件尺寸	t22	试件厚度 $t=22\text{mm}$ 、带挡板	≥ 5 mm
焊接位置	PF	向上立焊	PA、PF
焊接要素	ss nb ml	单面焊 无衬垫 多层	ss, bs nb, mb sl ml

B.7 示例7

操作技能评定项目代号：T/CWEC XXX 135 P BW II S t12 PE ss nb ml

焊接参数	代号	说明	认可范围
焊接方法	135	MAG 焊	135
试件形式	P	板	P、T ($D \geq 500$ mm)
焊缝形式	BW	对接焊缝	BW、FW
母材类别	II	屈服极限 $275 \text{ N/mm}^2 \leq R_{eH} \leq 360 \text{ N/mm}^2$	I、II
焊接材料	S	实芯焊丝	S
试件尺寸	t12	试件厚度 $t=12$ mm	3 mm~24 mm
焊接位置	PE、PF	仰焊、向上立焊	PA、PC、PE、PF
焊接要素	ss nb ml	单面焊 无衬垫 多层	ss, bs nb, mb sl ml

B.8 示例8

操作技能评定项目代号：T/CWEC XXX 111 P BW II/III B (II) t12 PE ss nb ml

焊接参数	代号	说明	认可范围
焊接方法	111	焊条电弧焊	111
试件形式	P	板	P、T ($D \geq 500$ mm)
焊缝形式	BW	对接焊缝	BW、FW
母材类别	II 与 III	屈服极限 $275 \text{ N/mm}^2 \leq R_{eH} \leq 360 \text{ N/mm}^2$ 与屈服极限 $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$ 异种材料	同种材料焊接：采用 II 组焊条焊接 I、II、III 组材料。 异种材料焊接：采用 II 组焊条焊接 II 组和 III 组材料。
焊接材料	B (II)	碱性药皮	A、B
试件尺寸	t12	试件厚度 $t=12$ mm	3 mm~24 mm
焊接位置	PE	仰焊	PA、PC、PE

B.8 示例 8 (续)

焊接参数	代号	说明	认可范围
焊接要素	ss nb ml	单面焊 无衬垫 多层	ss, bs nb, mb sl ml

B.9 示例 9

操作技能评定项目代号: T/CWEC XXX 121 P BW PA bs ml

焊接参数	代号	说明	认可范围
焊接方法	121	埋弧焊	121
试件形式	P	板	P
焊缝形式	BW	对接焊缝	BW、FW
焊接位置	PA	平焊	PA
焊接要素	bs ml	双面焊 多层	bs sl ml

附录 C
(规范性)

焊工免试延长技能评定结果的条件

- C.1 焊工应在技能评定结果有效期满两个月前向评定机构提出免试延长有效期的申请。
 - C.2 应确认该焊工在证书有效期内连续从事焊接工作，具体要求如下：
 - C.2.1 所有用于支持延期的记录和证据应具有完整的可追溯性，并与生产中所使用的焊接工艺规程一致；
 - C.2.2 从事的焊接活动的每个主要参数（焊接方法、试件形式、焊缝形式、母材类别、焊接材料、试件尺寸、焊接位置、焊接要素）均应等同于原操作技能评定。但材料厚度和管材外径在原操作技能评定试件的±25%范围内即可；
 - C.2.3 有效期满前12个月之内，焊工使用符合C.2.2规定在两个产品进行焊接的焊缝上所做射线(或超声)探伤，或有关产品试件的破坏性试验(断裂或弯曲)结果符合本文件规定的缺欠合格等级。
-