

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 47014—2023 NB/T 47015—2023 NB/T 47016—2023
代替 NB/T 47014—2011 NB/T 47015—2011 NB/T 47016—2011

承压设备焊接工艺评定 压力容器焊接规程

承压设备产品焊接试件的力学性能检验

Welding procedure qualification for pressure equipments

Welding specification for pressure vessels

Mechanical proper tests of product welded test coupons for pressure equipments

2023-12-28 发布

2024-06-28 实施

国家能源局 发布

国家能源局

公告

2023 年 第 8 号

根据《中华人民共和国标准化法》《能源标准化管理办法》，国家能源局批准《新能源场站智能化建设基本技术规范》等 281 项能源行业标准（附件 1）、《Specification for Preparation of Special Geological Report on Impoundment-Affected Area for Hydropower Projects》等 33 项能源行业标准外文版（附件 2）、《水电工程放射性探测技术规程》等 3 项能源行业标准修改通知单（附件 3），现予以发布。

附件：行业标准目录

二〇二三年十二月二十八日

附件:

行业标准目录

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
1~141			(略)				
142	NB/T 11474—2023	承压设备用材环境腐蚀试验 大气环境腐蚀试验			北京科学技术出版社	2023-12-28	2024-06-28
143	NB/T 11475—2023	瓶式压力容器			北京科学技术出版社	2023-12-28	2024-06-28
144	NB/T 11476—2023	在用焦炭塔检验			北京科学技术出版社	2023-12-28	2024-06-28
145	NB/T 11477—2023	电站锅炉可靠性评定规范	JB/T 50087—1997		北京科学技术出版社	2023-12-28	2024-06-28
146~164			(略)				
165	NB/T 47013.3—2023	承压设备无损检测 第3部分: 超声检测	NB/T 47013.3—2015		北京科学技术出版社	2023-12-28	2024-06-28
166	NB/T 47014—2023	承压设备焊接工艺评定	NB/T 47014—2011		北京科学技术出版社	2023-12-28	2024-06-28
167	NB/T 47015—2023	压力容器焊接规程	NB/T 47015—2011		北京科学技术出版社	2023-12-28	2024-06-28
168	NB/T 47016—2023	承压设备产品焊接试件的力学性能检验	NB/T 47016—2011		北京科学技术出版社	2023-12-28	2024-06-28
169	NB/T 47028—2023	压力容器用镍及镍合金锻件	NB/T 47028—2012		北京科学技术出版社	2023-12-28	2024-06-28
170	NB/T 47029—2023	压力容器用铝及铝合金锻件	NB/T 47029—2012		北京科学技术出版社	2023-12-28	2024-06-28
171	NB/T 47033—2023	减温减压装置	NB/T 47033—2013		北京科学技术出版社	2023-12-28	2024-06-28
172~281			(略)				

目 录

NB/T 47014—2023《承压设备焊接工艺评定》	1
NB/T 47015—2023《压力容器焊接规程》	93
NB/T 47016—2023《承压设备产品焊接试件的力学性能检验》	143

常州市特种设备检测研究院
内部收藏

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 47016—2023
代替 NB/T 47016—2011

承压设备产品焊接 试件的力学性能检验

Mechanical proper tests of product
welded test coupons for pressure equipments

2023-12-28 发布

2024-06-28 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	147
1 范围	149
2 规范性引用文件	149
3 术语和定义	149
4 总则	149
5 试件准备	150
6 试件力学性能检验类别和试样	152
7 检验方法和合格指标	153
8 复验	160
9 其他试验	160

内部收藏
浙江省特种设备检测研究院

前 言

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》的规定起草。

本文件代替了 NB/T 47016—2011《承压设备产品焊接试件的力学性能检验》，与 NB/T 47016—2011 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 修改了适用范围，增加了铝制产品焊接试件的相关规定（见第1章）；
- b) 增加了封头的拼缝、球型容器产品焊接试件 [见 4.4 a)、4.4 c)]；
- c) 增加了铝制容器焊接接头抗拉强度、弯曲性能的合格指标（见 7.1.4.1、表 3）；
- d) 修改了全焊缝金属拉伸试验合格指标（见 7.1.4.2）；
- e) 修改了锅炉钢质焊接接头冲击吸收能量的合格指标 [见 7.3.4 b)]；
- f) 增加了母材为两种金属材料代号焊接接头冲击吸收能量合格指标的规定 [见 7.3.4 c)]。

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专利的责任。

本文件由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC 262）提出并归口。

本文件起草单位：合肥通用机械研究院有限公司、中国特种设备检测研究院、大连锅炉压力容器检验检测研究院有限公司、抚顺机械设备制造有限公司、兰州兰石重型装备股份有限公司、中国石化工程建设有限公司、上海锅炉厂有限公司、中国石油天然气第一建设有限公司、中石化南京化工机械有限公司、中国石油天然气管道科学研究院有限公司、国家市场监督管理总局、上海市特种设备监督检验技术研究院、哈尔滨锅炉厂有限责任公司、一重集团大连核电石化有限公司、广西壮族自治区特种设备检验研究院。

本文件主要起草人：房务农、李军、郭传江、胡希海、张建晓、戈兆文、窦万波、王金光、王炯祥、朱宁、聂敏、隋永莉、常彦衍、吉方、顾福明、李宜男、袁继军、郭广飞、杨国义、姜海一、胡卫朋。

本文件由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC 262）负责解释。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——JB/T 1614—1994；

——JB 4744—2000；

——NB/T 47016—2011。

承压设备产品焊接试件的力学性能检验

1 范围

本文件规定了承压设备（锅炉、压力容器和压力管道）产品焊接试件准备、试样制备、检验方法和合格指标等。

本文件适用于钢制、铝制、钛制、铜制、镍制及锆制承压设备产品焊接试件（包含产品焊接试板、模拟环和鉴证环）的力学性能和弯曲性能检验。

本文件不适用于气瓶产品焊接试件的力学性能和弯曲性能检验。

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 228（所有部分） 金属材料 拉伸试验

GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 2652 金属材料焊缝破坏性试验 熔化焊接头焊缝金属纵向拉伸试验

GB/T 2653 焊接接头弯曲试验方法

GB/T 3375 焊接术语

NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定

3 术语和定义

GB/T 3375 和 NB/T 47014 界定的术语和定义适用于本文件，如有不一致，以 NB/T 47014 术语和定义为准。

4 总则

4.1 产品焊接试件的力学性能检验除应符合本文件规定外，还应遵守相关安全技术规范、标准和设计文件的规定。

4.2 试件用材料应取自合格的原材料，与所代表的承压设备元件材料同标准、同代号（牌号、钢号）、同规格（限厚度）、同热处理状态。使用 S11348（06Cr13Al）钢焊制承压设备不进行焊后热处理时，试件母材应包括每一炉号的钢板。

4.3 承压设备产品焊接试件分为板状试件和管状试件，管状指管道和环。

4.4 产品焊接试件的焊接：

- a) 纵缝（包括封头的拼缝）的焊接接头板状试件应置于其焊缝延长部位，与所代表的焊缝同时施焊；
- b) 环缝的焊接接头所用管状试件或板状试件，应在所代表的承压设备元件焊接过程中施焊；
- c) 球型容器焊接接头的板状试件，应在所代表的承压设备元件的制造阶段及安装阶段焊接过程中分别施焊。

4.5 试件焊接工艺

4.5.1 当受检焊接接头经历不同的焊接工艺时，试件经历的焊接工艺过程与条件应与所代表的焊接接头相同。

4.5.2 试件的焊工应从该承压设备元件焊接的焊工中任选。

4.5.3 试件按编制的专用焊接工艺文件制备。焊接工艺文件中应明确试件代号、工作令号或承压设备编号、材料代号。

4.5.4 试件应有施焊记录。

4.6 试件经外观检验和无损检测后，允许避开焊接缺陷制取试样。

4.7 试样去除焊缝余高前允许对试样进行冷校平。

4.8 当试件采用两种或两种以上焊接方法，或重要因素、补加因素不同的焊接工艺时，所有焊接方法或焊接工艺的焊接接头都应受到力学性能和弯曲性能检验。

4.9 试件应做下列识别标记：

- a) 试件代号；
- b) 材料代号、厚度及管径；
- c) 焊工代号。

5 试件准备

5.1 试件尺寸与数量应满足切取所需（包括复验用）的试样，试样也可以直接在焊件上切取。

5.2 试件尺寸：板状试件长度大于或等于 300 mm，宽度大于或等于 250 mm；管状试件长度大于或等于 250 mm。试件尺寸参见图 1、图 2。

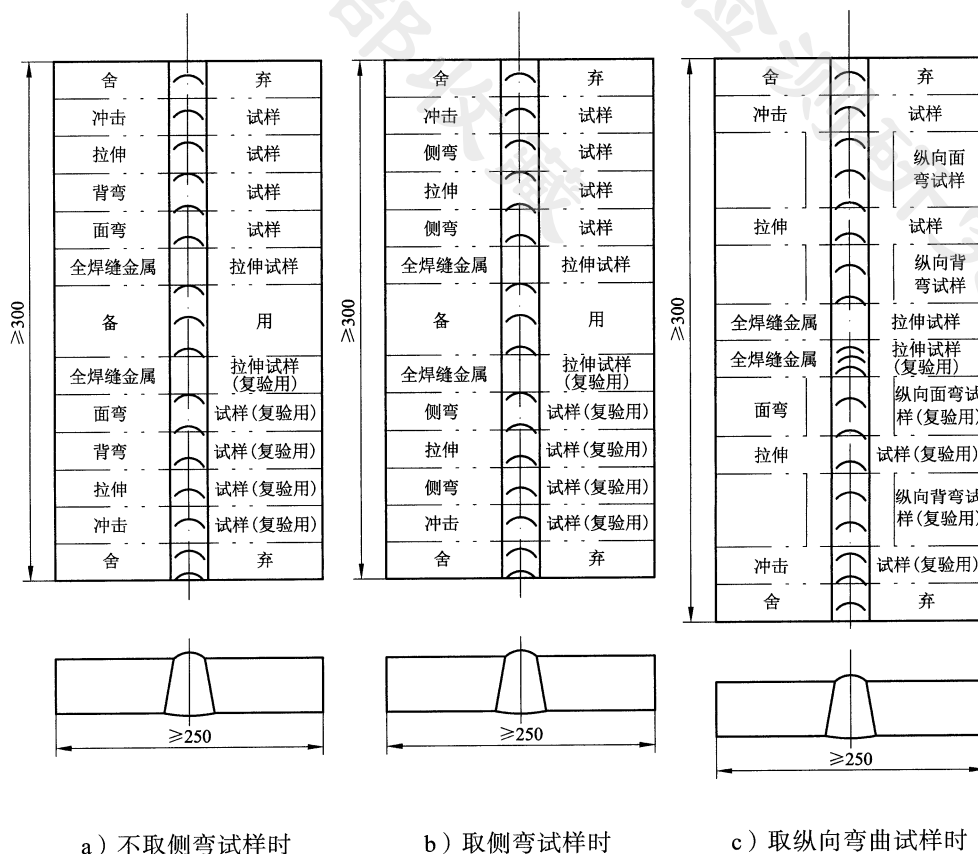
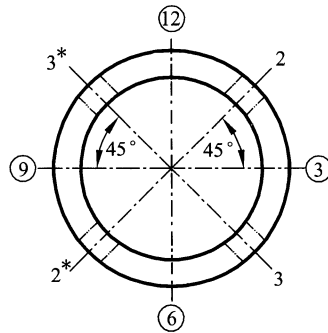
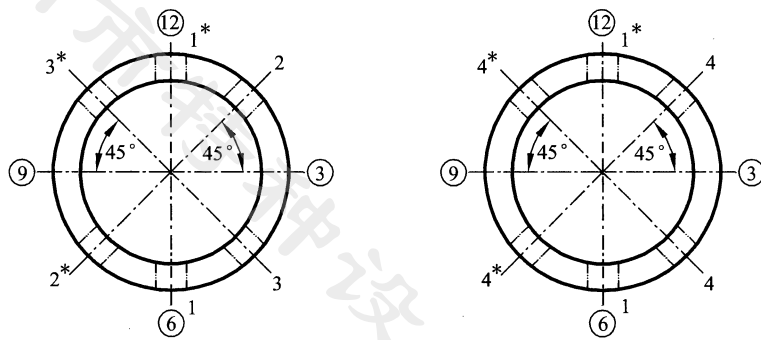


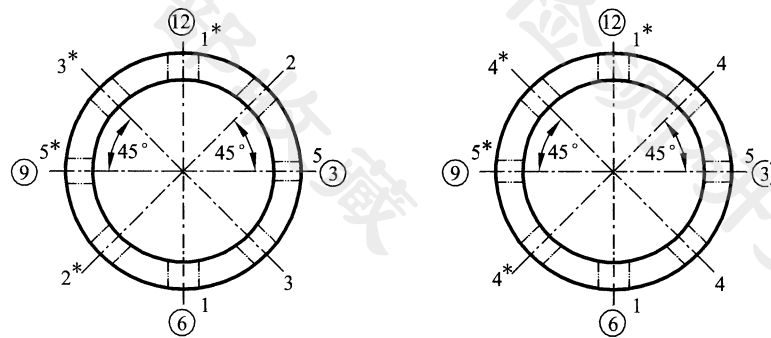
图 1 板状试件尺寸和试样位置图



a) 拉伸试样为整管时弯曲试样位置



b) 不要求冲击试验时



c) 要求冲击试验时

标引序号说明：

1——拉伸试样；

2——面弯试样；

3——背弯试样；

4——侧弯试样；

5——冲击试样；

③、⑥、⑨、⑫——钟点记号，表示水平固定位置焊接时的定位标记。

* 复验用试样。

图 2 管状试件的试样位置图

6 试件力学性能检验类别和试样

- 6.1 当承压设备相关规范、标准和设计文件对焊接接头有冲击试验要求时，产品焊接试件应进行冲击试验。
- 6.2 全焊缝金属拉伸试验只适用于 A 级锅炉锅筒及集箱类部件纵缝焊接试件。
- 6.3 试样尺寸按相关标准或技术文件确定允许公差。
- 6.4 力学性能和弯曲性能检验类别和试样数量按表 1 的规定。

表 1 试件力学性能和弯曲性能检验类别和试样数量

试件母材 厚度 T mm	拉伸试验		弯曲试验 ^c			冲击试验 ^d	
	接头拉伸试样 ^a / 个	全焊缝金属拉 伸试样 ^b /个	面弯试样/ 个	背弯试样/ 个	侧弯试样/ 个	焊缝区试样/ 个	热影响区试样/ 个
< 1.5	1	—	1	1	—	—	—
$1.5 \leq T \leq 10$	1	—	1	1	—	3	3
$10 < T < 20$	1	1	1	1	—	3	3
$T \geq 20$	1	1	—	—	2	3	3

^a 一根管接头全截面试件作为 1 个拉伸试样。
^b 当 $16 \text{ mm} \leq T \leq 70 \text{ mm}$ 时，取 1 个全焊缝金属拉伸试样；当 $T > 70 \text{ mm}$ 时，需取 2 个全焊缝金属拉伸试样。
^c 复合板试件、不同焊接方法（或重要因素不同的焊接工艺）完成的试件，当 $10 \text{ mm} < T < 20 \text{ mm}$ 时，可进行横向侧弯试验，用 2 个横向侧弯试样代替 1 个面弯试样和 1 个背弯试样；当 $T \leq 10 \text{ mm}$ 时，可采用 2 个横向侧弯试样或 1 个面弯试样和 1 个背弯试样。采用同种焊接方法完成的试件，当 $10 \text{ mm} < T < 20 \text{ mm}$ 时，可进行横向侧弯试验，用 2 个侧弯试样代替 1 个面弯试样和 1 个背弯试样。
^d 应优先采用 $10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 55 \text{ mm}$ 标准冲击试样，当无法制备 $5 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 55 \text{ mm}$ 小尺寸冲击试样时，免做冲击试验。

- a) 当试件焊缝两侧的母材之间或焊缝金属与母材之间的弯曲性能有差别时，可用纵向弯曲试验代替横向弯曲试验；
- b) 当焊缝两侧母材的钢号不同时，每侧热影响区都应取 3 个冲击试样；
- c) 复合金属除设计文件规定外，只在基层制取冲击试样；
- d) 低碳钢、Q345R 和铬镍奥氏体钢试件可免做热影响区冲击试验；
- e) 镁含量超过 3% 的铝镁合金，只取焊缝区冲击试样。

6.5 试样位置

- 6.5.1 板状试件取样位置按图 1 所示。
- 6.5.2 管状试件取样位置按图 2 所示。
- 6.6 试件两端舍弃部分长度随焊接方法和板厚而异，手工焊不小于 30 mm；机动焊和自动焊不小于 40 mm。
- 6.7 试样毛坯采用冷加工法切取，也可用热加工方法，但需用冷加工法去除氧化层等，露出金属光泽。
- 6.8 试样经检验合格并划线后，打上钢印或永久性的标志。

7 检验方法和合格指标

7.1 拉伸试验

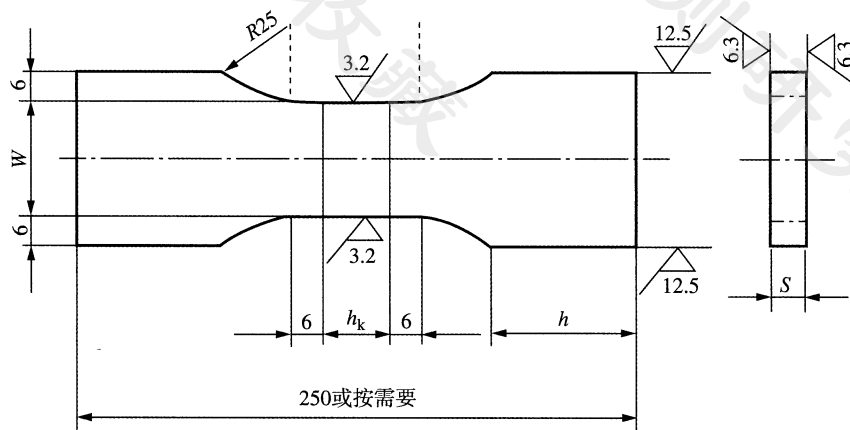
7.1.1 接头拉伸试样

7.1.1.1 取样和加工要求：

- 拉伸试样应包括试件上每一种焊接方法（或重要因素不同的焊接工艺）的焊接接头。
- 对于复合金属，当覆层厚度参与复合板的强度计算时，拉伸试样包括覆层和基层；当覆层厚度不参与复合板的强度计算时，拉伸试样去除覆层，位于基层中的过渡层焊缝金属不除去。
- 试样的焊缝余高应以冷加工法去除，使之与母材齐平。
- 厚度小于或等于 30 mm 的试件，采用全厚度试样进行试验，试样厚度应等于或接近试件母材厚度 T 。
- 当受试验机能力限制不能进行全厚度的拉伸试验时，则可将试件在厚度方向上均匀分层取样，等分后制取试样厚度应接近试验机所能试验的最大厚度；等分后的两片或多片试样试验代替一个全厚度试样的试验。

7.1.1.2 试样形式：

- 紧凑型板接头带肩板形拉伸试样（如图 3 所示），适用于所有厚度板状试件；
- 紧凑型管接头带肩板形拉伸试样型式 I（如图 4 所示），适用于外径大于 76 mm 的所有壁厚管状试件；
- 紧凑型管接头带肩板形拉伸试样型式 II（如图 5 所示），适用于外径小于或等于 76 mm 的所有壁厚管状试件；
- 管接头全截面拉伸试样（如图 6 所示），适用于外径小于或等于 76 mm 的管状试件。



说明：

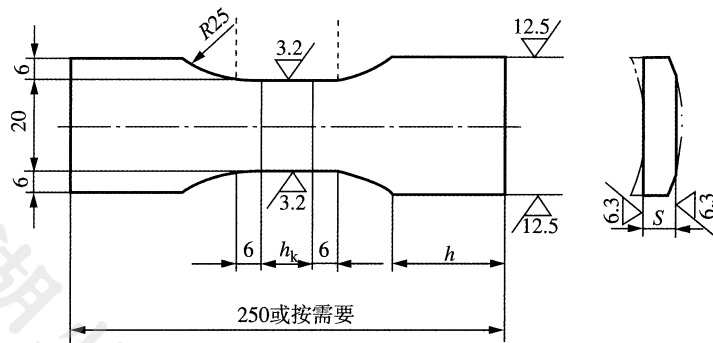
S ——试样厚度，单位为毫米（mm）；

W ——试样受拉伸平行侧面宽度， $W \geq 20$ mm；

h_k —— S 两侧面焊缝中的最大宽度，单位为毫米（mm）；

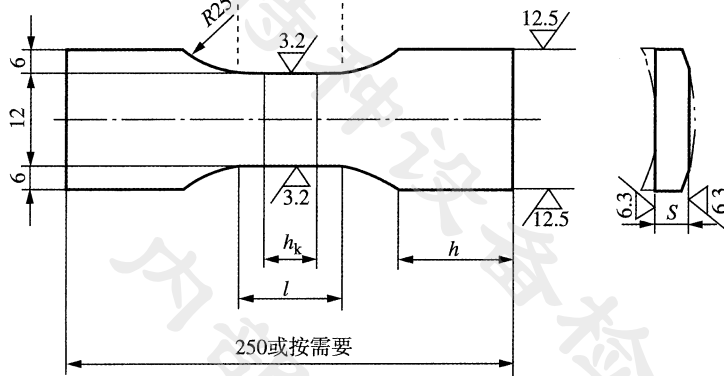
h ——夹持部分长度，根据试验机夹具而定，单位为毫米（mm）。

图 3 紧凑型板接头带肩板形拉伸试样



注：为取得图中宽度为 20 mm 的平行平面，壁厚方向上的加工量应最少。

图 4 紧凑型管接头带肩板形拉伸试样型式 I



说明： l ——受拉伸平行侧面长度， $l \geq h_k + 2S$ ，单位为毫米（mm）。

图 5 紧凑型管接头带肩板形拉伸试样型式 II

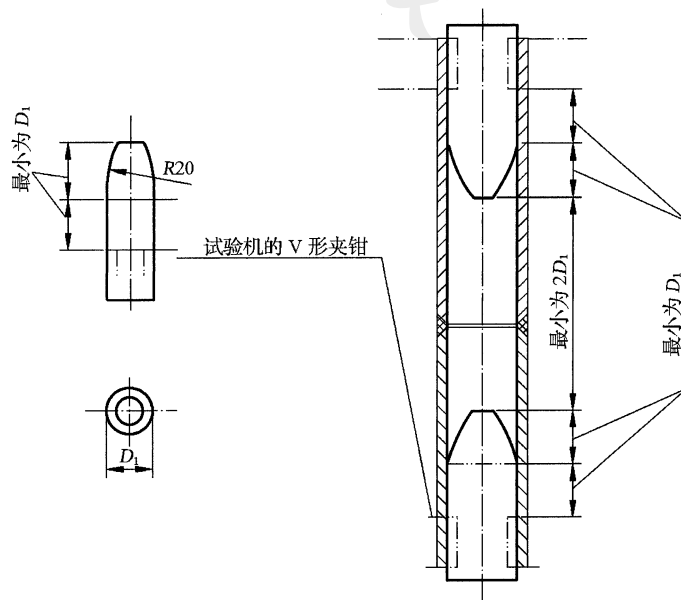


图 6 管接头全截面拉伸试样

7.1.2 全焊缝金属拉伸试样

全焊缝金属拉伸试样取样位置和加工可按 GB/T 2652 的规定执行。

7.1.3 试验方法

拉伸试验按 GB/T 228 进行，测定焊接接头的抗拉强度，测定全焊缝金属抗拉强度、下屈服强度或塑性延伸强度。

7.1.4 合格指标

7.1.4.1 接头拉伸试验：

- a) 试样母材为同一金属材料代号时，每个（片）试样的抗拉强度应不低于本文件规定的母材抗拉强度最低值：
- 1) 钢质母材规定的抗拉强度最低值等于其相应厚度下的标准规定的抗拉强度下限值。
 - 2) 铝质母材：
类别为 A1-1、A1-2、A1-5 的母材规定的抗拉强度最低值，等于其退火状态标准规定的抗拉强度下限值；类别为 A1-3 的母材规定的抗拉强度最低值按表 2 的规定。

表 2 A1-3 类铝材规定的抗拉强度最低值

牌号及状态 ^a	规定的抗拉强度最低值/MPa
6A02 (T4、T6)	165
6061 (T4、T6)	165
6063 (T5、T6)	118

^a T4——固溶处理加自然时效；T5——固溶处理加不完全人工时效；T6——固溶处理加完全人工时效。

- 3) 钛质母材规定的抗拉强度最低值，等于其退火状态标准规定的抗拉强度下限值。
 - 4) 锆质母材规定的抗拉强度最低值，等于其退火状态标准规定的抗拉强度下限值。
 - 5) 铜质母材规定的抗拉强度最低值，等于其退火状态与其他状态标准规定的抗拉强度下限值中的较小值；当挤制铜材在标准中没有给出退火状态下规定的抗拉强度下限值时，可以按原状态下标准规定的抗拉强度下限值的 90% 确定，或按试验研究结果确定。
 - 6) 镍质母材规定的抗拉强度最低值，等于其退火状态（限 Ni-1 类、Ni-2 类）或固溶状态（限 Ni-3 类、Ni-4 类、Ni-5 类）的母材标准规定的抗拉强度下限值。
- b) 试样母材为两种金属材料代号时，每个（片）试样的抗拉强度应不低于本文件规定的两种母材相应厚度下的抗拉强度最低值中的较小值。
- c) 覆层厚度参与复合金属材料的设计强度计算的试样，每个（片）试样抗拉强度 R_m 应满足式（1）：

$$R_m \geq \frac{R_{m1}t_1 + R_{m2}t_2}{t_1 + t_2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- R_{m1} ——覆材规定的抗拉强度最低值，单位为兆帕（MPa）；
 R_{m2} ——基材规定的抗拉强度最低值，单位为兆帕（MPa）；
 t_1 ——覆层厚度；
 t_2 ——基层厚度。

- d) 若规定使用室温抗拉强度低于母材的焊缝金属，则每个（片）试样的抗拉强度应不低于焊缝金属规定的抗拉强度最低值。

e) 上述试样如果断在熔合线以外的母材上, 其抗拉强度值不低于本文件规定的母材抗拉强度最低值的 95%, 可认为试验符合要求。

7.1.4.2 全焊缝金属拉伸试样的试验结果应当满足母材规定的抗拉强度、下屈服强度或规定塑性延伸强度。

7.2 弯曲试验

7.2.1 试验要求

弯曲试样的受拉面应包括每一种焊接方法(或重要因素不同的焊接工艺)的焊缝金属、熔合区和热影响区。

7.2.2 试样形式和加工

a) 试样的焊缝余高应采用冷加工法去除, 面弯、背弯试样的拉伸表面应齐平, 试样受拉伸表面不应有划痕和损伤。

b) 面弯和背弯试样按图 7 和表 3 的规定。

1) 表 3 中序号为 1 的母材类别:

当 $T > 3 \text{ mm}$ 时, 取 $S = 3 \text{ mm}$, 从试样受压面去除多余厚度;

当 $T \leq 3 \text{ mm}$ 时, S 尽量接近 T 。

2) 表 3 中除序号为 1 以外的母材类别:

当 $T > 10 \text{ mm}$ 时, 取 $S = 10 \text{ mm}$, 从试样受压面去除多余厚度;

当 $T \leq 10 \text{ mm}$ 时, S 尽量接近 T 。

3) 板状及外径 $\phi > 100 \text{ mm}$ 管状试件, 试样宽度 $B = 38 \text{ mm}$; 当管状试件外径 ϕ 为 $50 \text{ mm} \sim 100 \text{ mm}$ 时, 则 $B = (S + \frac{\phi}{20}) \text{ mm}$, 且 $8 \text{ mm} \leq B \leq 38 \text{ mm}$; 当 $10 \text{ mm} \leq \phi < 50 \text{ mm}$ 时, 则 $B = (S + \frac{\phi}{10}) \text{ mm}$,

且最小为 8 mm ; 或 $\phi \leq 25 \text{ mm}$ 时, 则将试件在圆周方向上四等分取样。

c) 横向侧弯试样见图 8 和表 3。

1) 表 3 中序号为 1 的试样厚度为 3 mm , 表 3 中序号为 1 以外的试样厚度为 10 mm 。

2) 当试件厚度 $T \geq 10 \text{ mm}$ 时, 试样宽度 B 接近或等于试件厚度, 但试件厚度 $T \geq 38 \text{ mm}$ 时, 允许沿试件厚度方向分层切成宽度 B 为 $20 \text{ mm} \sim 38 \text{ mm}$ 等分的两片或多片试样的试验代替一个全宽度侧弯试样的试验。

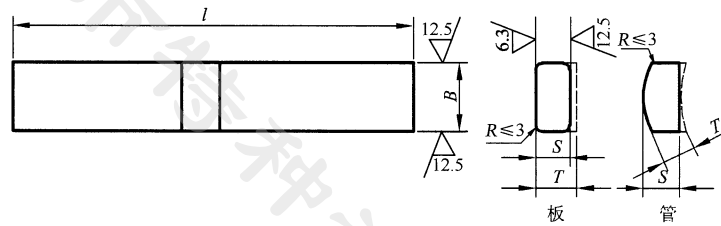
表 3 弯曲试验条件及参数

序号	焊缝两侧的母材类别 ^a	试样厚度 S mm	弯心直径 D mm	支承辊之间距离 mm	弯曲角度 (°)
1	1) Al-3 与 Al-1、Al-2、Al-3、Al-5 相焊; 2) 用 AIS-3 类焊丝焊接 Al-1、Al-2、Al-3、Al-5 (各自焊接或相互焊接); 3) Cu-5; 4) 各类铜母材用焊条 (CuT-3、CuT-6 和 CuT-7)、 焊丝 (CuS-3、CuS-6 和 CuS-7) 焊接时	3	50	58	180
		< 3	$16.5S$	$18.5S+1.5$	
2	Al-5 与 Al-1、Al-2、Al-5 相焊	10	66	89	
		< 10	$6.6S$	$8.6S+3$	
3	Ti-1	10	80	103	
		< 10	$8S$	$10S+3$	

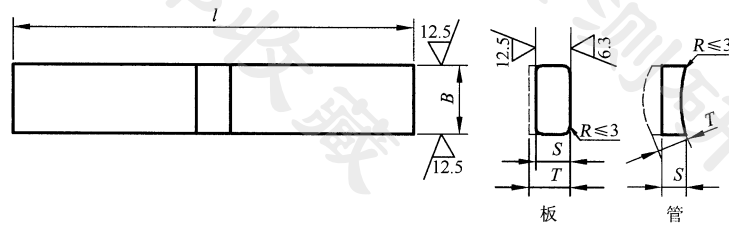
表 3 弯曲试验条件及参数 (续)

序号	焊缝两侧的母材类别 ^a	试样厚度 S mm	弯心直径 D mm	支承辊之间距离 mm	弯曲角度 (°)
4	Ti-2	10	100	123	180
		< 10	10 S	12 S +3	
5	Zr-3、Zr-5	10	100	122	
		< 10	10 S	12.2 S	
6	除以上所列类别母材外, 断后伸长率标准规定值下限 $\geq 20\%$ 的母材类别	10	40	63	
		< 10	4 S	6 S +3	

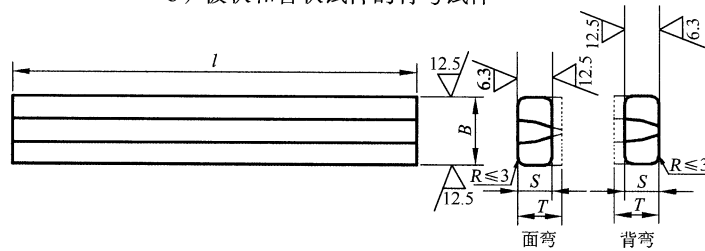
^a 表内的母材类别按 NB/T 47014 的规定。



a) 板状和管状试件的面弯试样



b) 板状和管状试件的背弯试样

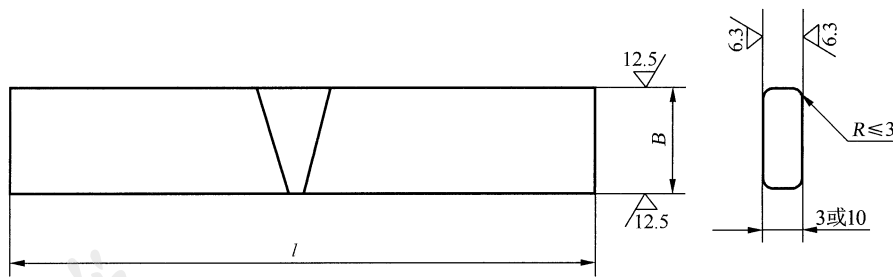


注: c) 纵向面弯和背弯试样

试样长度 $l \approx D + 2.5S + 100$, 单位为毫米 (mm)。

试样拉伸面棱角 $R \leq 3$ mm。

图 7 面弯和背弯试样



说明：B——试样宽度（此时为试件厚度方向），单位为毫米（mm）。

注： $l \geq 150$ mm。

图8 横向侧弯试样

7.2.3 试验方法

- 弯曲试验应按 GB/T 2653 和表 3 的规定，测定焊接接头的完好性和塑性。
- 试样的焊缝中心应对准压头轴线。侧弯试验时，若试样表面存在缺欠，则以缺欠较严重一侧作为拉伸面。
- 弯曲角度应以试样承受载荷时测量为准。
- 除表 3 所列的母材类别外，当断后伸长率 A 标准规定值下限小于 20% 时，若按表 3 序号 6

规定的弯曲试验不合格，而其实测值小于 20%，则允许加大压头直径重新进行试验，此时

压头直径等于 $\frac{S(200-A)}{2A}$ （ A 为断后伸长率的规定值下限乘 100），辊筒间距离等于压头直

径加 $(2S+3)$ mm；当两侧母材为不同钢号时，按断后伸长率较低的。

- 横向试样弯曲试验时，焊缝金属、熔合区和热影响区应完全位于试样的弯曲部分内。

7.2.4 合格指标

试样弯曲到规定的角度后，其拉伸面上的焊缝、熔合区和热影响区，沿任何方向不得有单条长度大于 3 mm 的开口缺陷，试样的棱角开口缺陷不计，但由未熔合、夹渣或其他内部缺欠引起的棱角开口缺陷长度应计入。

若试件厚度 $T \geq 38$ mm 且采用两片或多片试样时，每片试样都应符合上述要求。

对轧制复合法、爆炸焊接法生产的复合金属材料，侧弯试样复合界面未结合缺陷引起的分层、裂纹，允许重新取样试验。

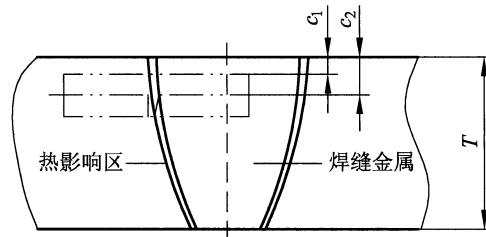
7.3 冲击试验

7.3.1 对每一种焊接方法（或补加因素不同的焊接工艺）的焊缝金属和热影响区都要经受夏比 V 型缺口冲击试验。

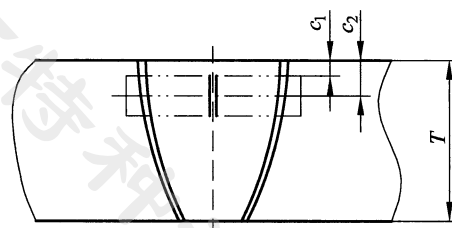
7.3.2 冲击试样：

- 取向：试样纵轴线应垂直于焊缝轴线，夏比 V 型缺口轴线垂直于母材表面。
- 取样位置：在试件厚度上的取样位置如图 9 所示；当采用组合焊接方法时，如某焊接方法（或补加因素不同的焊接工艺）的焊缝金属、热影响区不在图 9 取样范围内，可在试件上对此单独取样。

- c) 缺口位置：焊缝金属试样的缺口轴线应位于焊缝中心线上。
热影响区试样的缺口轴线至试样纵轴线与熔合线交点的距离 $k > 0$ mm，且应尽可能多地通过热影响区，详见图 10。



a) 热影响区冲击试样位置



b) 焊缝金属冲击试样位置

注： c_1 、 c_2 按材料标准的规定执行，当材料标准没有规定时， $T \leq 40$ mm，则 $c_1 \approx 0.5$ mm~2 mm； $T > 40$ mm，则 $c_2 = T/4$ 。

双面焊时， c_2 从焊缝后焊面的材料表面测量。

图 9 冲击试样位置图

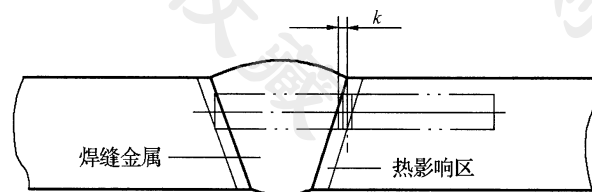


图 10 热影响区冲击试样缺口轴线位置

7.3.3 试样形式、尺寸和试验方法应符合 GB/T 229 的规定，当试件尺寸无法制备标准试样（宽度为 10 mm）时，则应依次制备宽度为 7.5 mm 或 5 mm 的小尺寸冲击试样。

7.3.4 合格指标：

- 冲击试验温度：当设计文件没有规定时，不高于承压设备的最低设计金属温度。
- 钢质焊接接头及奥氏体不锈钢焊缝金属冲击吸收能量 KV_2 平均值应符合相关标准规范及设计文件规定，且不低于表 4 中的规定值（其中锅炉钢质焊接接头室温冲击吸收能量 KV_2 平均值应不低于母材规定值，如无此规定值时应不低于 27 J），允许有 1 个试样的冲击吸收能量 KV_2 低于规定值，但不低于规定值的 70%。
- 试样母材为两种金属材料代号时，其冲击吸收能量 KV_2 的合格指标按强度级别较低侧母材的要求。

- d) 含镁量超过3%的铝镁合金焊接接头，其焊缝金属3个标准试样为一组的冲击吸收能量 KV_2 平均值，应符合设计文件规定，且不应小于 20 J，允许有 1 个试样的冲击吸收能量 KV_2 低于规定值，但不低于规定值的 70%。
- e) 宽度为 7.5 mm 或 5 mm 的小尺寸冲击试样的冲击吸收能量 KV_2 指标，分别为标准试样冲击吸收能量 KV_2 指标的 75%或 50%。

表4 钢质焊接接头及奥氏体不锈钢焊缝金属的冲击性能指标

材料类别	钢材标准抗拉强度下限值 R_m MPa	3个标准试样冲击吸收能量平均值 KV_2 J
碳钢和低合金钢焊接接头	≤ 450	≥ 20
	$> 450 \sim 510$	≥ 24
	$> 510 \sim 570$	≥ 31
	$> 570 \sim 630$	≥ 34
	$> 630 \sim 690$	≥ 38 (且侧向膨胀量 ≥ 0.53 mm)
	> 690	≥ 47 (且侧向膨胀量 ≥ 0.53 mm)
奥氏体不锈钢焊缝金属	—	≥ 31

注：对 R_m 随厚度增大而降低的钢材，按该钢材最小厚度范围的 R_m 确定 KV_2 指标。

8 复验

8.1 力学性能及弯曲性能检验有某项目不合格时，允许从原试件上对不合格项目重新取样复验：

- 复验项目分为：拉伸试验、面弯试验、背弯试验、侧弯试验、焊缝区冲击试验和热影响区冲击试验；
- 拉伸试验和弯曲试验的复验试样数量为原数量的 2 倍；
- 冲击试验的复验试样数量为一组 3 个。

8.2 试样、试验方法和合格指标

8.2.1 复验试样的切取位置、试样制备、试验方法仍按本文件的规定。

8.2.2 拉伸试验和弯曲试验的合格指标仍按 7.1 和 7.2 的规定，复验试样需全都合格。

8.2.3 冲击试样前后两组 6 个试样的冲击吸收能量平均值不应低于规定值，允许有 2 个试样小于规定值，但其中小于规定值 70%的只允许有 1 个。

9 其他试验

焊接产品试件如增加高温拉伸性能、耐腐蚀性能及硬度等其他要求，其试验方法及合格指标按相关标准和设计文件的规定。