

中华人民共和国国家标准

GB/T 6803—2023

代替 GB/T 6803—2008

铁素体钢的无塑性转变温度落锤试验方法

Test method for drop-weight test to determine nil-ductility transition
temperature of ferritic steels

国家标准全文公开系统专用，此文本仅供个人学习、研究之用，
未经授权，禁止复制、发行、汇编、翻译或网络传播等，侵权必究。
国家标准信息公共服务平台：<https://std.samr.gov.cn>

2023-12-28 发布

2024-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

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 原理	1
5 试样	1
6 试验设备	3
7 试验要求	5
8 试验程序	6
9 试验结果评定	7
10 试验报告	9
附录 A (规范性) 落锤辅助试样尺寸及试验条件	10
附录 B (资料性) 对接焊接头落锤试样	11
参考文献	12

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 GB/T 6803—2008《铁素体钢的无塑性转变温度落锤试验方法》，与 GB/T 6803—2008 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了试验原理(见第 4 章,2008 年版的第 3 章)；
- 更改了落锤试验的屈服强度范围和冲击能量范围(见表 3,2008 年版的表 3)；
- 增加了试验机校准的要求(见 6.7)。

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。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：合肥通用机械研究院有限公司、江阴兴澄特种钢铁有限公司、哈尔滨锅炉厂有限责任公司、江苏澄信检验检测认证股份有限公司、深圳三思纵横科技股份有限公司、二重(德阳)重型装备有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本文件主要起草人：章小浒、陆戴丁、戚晓光、孙嘉欣、甘美露、梁廷峰、管红亮、董莉、陈勇、张明、饶立文、张强、侯慧宁、柯杨、王书强。

本文件于 1986 年首次发布,2008 年第一次修订,本次为第二次修订。

铁素体钢的无塑性转变温度落锤试验方法

1 范围

本文件规定了铁素体钢的无塑性转变温度落锤试验方法的原理、试样、试验设备、试验要求、试验程序、试验结果评定和试验报告。

本文件适用于测定厚度不小于 12 mm 的铁素体钢产品(包括板材、型材、铸钢和锻钢)的无塑性转变温度。

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 984 堆焊焊条

GB/T 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备

JJF 1445 落锤式冲击试验机校准规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铁素体钢 ferritic steel

所有的 α -Fe 钢。

注:包括马氏体、珠光体、贝氏体等非奥氏体钢。

3.2

无塑性转变(NDT)温度 nil-ductility transition (NDT) temperature

按照本方法的规定进行落锤试验时,试样断裂时的最高温度。



4 原理

将给定铁素体钢材料的一组试样中的每一个试样分别在选定的温度下施加单一的落锤冲击载荷,使试样产生一个固定的挠度,测定试样断裂时的最高温度,即无塑性转变(NDT)温度。

5 试样

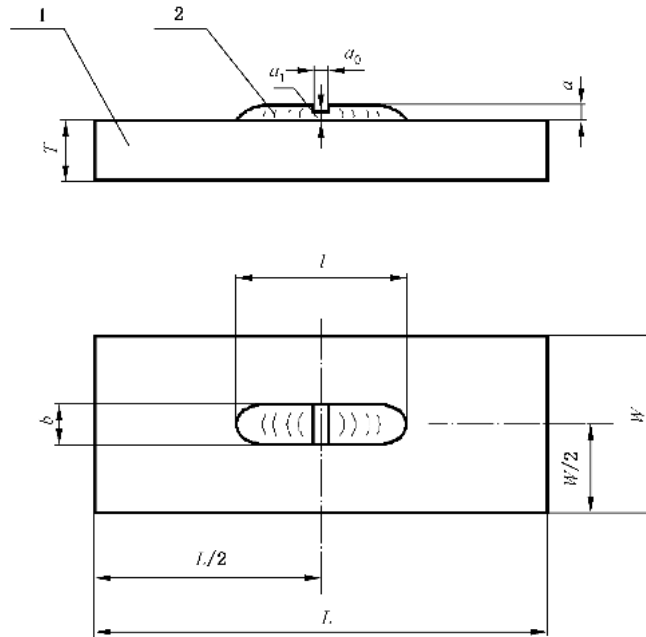
5.1 试样的取样部位和方向

5.1.1 在钢板或型材上取样时,取样部位和方向应按有关产品标准或协议规定;如无规定时,应按照 GB/T 2975 的规定,钢板样坯的切取方向宜取横向。除非另有规定,落锤试样的样坯应取自其他力学性能试样的附近位置。

5.1.2 锻件、铸件的落锤试样样坯应从锻件、铸件的本体或本体的加长、加大部分切取；当锻件或铸件的尺寸不能满足连续取样时，可在产品尺寸相同的其他部位进行断续取样。经供需双方同意，也可从与产品同炉号、生产工艺相同的单独浇注或锻造的坯料上切取。

5.2 试样尺寸及数量

5.2.1 试样的形状及尺寸见图 1 和表 1，辅助试样应符合附录 A 的要求。对接焊接头落锤试样见附录 B。



标引序号说明：

- 1 —— 样坯；
- 2 —— 裂纹源焊道；
- a —— 焊道高度；
- a_0 —— 缺口宽度；
- a_1 —— 缺口底高；
- b —— 焊道宽度；
- l —— 焊道长度；
- L —— 试样长度；
- T —— 试样厚度；
- W —— 试样宽度。

图 1 试样

表 1 试样尺寸

单位为毫米

尺寸名称	试样型号		
	P-1	P-2	P-3
试样厚度(T)	25.0±2.5	20.0±1.0	16.0±0.5
试样宽度(W)	90.0±2.0	50.0±1.0	50.0±1.0
试样长度(L)	360.0±5.0	130.0±2.5	130.0±2.5
焊道长度(l)	40~85	20~65	20~65
焊道宽度(b)	12~16	12~16	12~16
焊道高度(a)	3.5~5.5	3.5~5.5	3.5~5.5
缺口宽度(a_0)	≤1.5	≤1.5	≤1.5
缺口底高(a_1)	1.8~2.0	1.8~2.0	1.8~2.0

5.2.2 测定铁素体钢无塑性转变(NDT)温度试样数量应不少于 3 个,一般情况下需要 6 个~8 个。

5.3 试样加工

5.3.1 样坯和试样端部可采用锯切、剪切、火焰或激光等方法切割,剪切、火焰或激光切割的试样应通过机械加工去除剪切变形区或热影响区。试样侧面应使用锯切或机械加工,并使用适当的冷却液防止试样过热,侧面距任一火焰切割面至少 25 mm。

5.3.2 板材样坯应保留一个原始轧制面作为试验时的堆焊裂纹源焊道(受拉)的面,当坯料的厚度大于试样厚度时,应从另一个轧制面单面机械加工到规定的试样厚度。

5.3.3 铸件、锻件的样坯,两侧面均可机械加工。但试样的受拉面应尽量接近原始表面。

5.3.4 试样受拉面及两个长侧面应沿试样长度方向进行机械加工。

5.4 裂纹源焊道

裂纹源焊道位于落锤试样的原始表面(受拉面)的中间。堆焊应采用直径 4 mm~5 mm 且符合 GB/T 984 中的能确保焊道开裂的普通低合金钢堆焊焊条。为了帮助焊工准确地将焊道堆焊于试样中间,可按照焊道的位置和尺寸在试样上进行标记。可采用手工焊接、自动焊接等方式,将焊道焊接在图 1 所示的位置。堆焊时应从焊道的任一端向另一端进行连续焊接,焊接过程不应有间断,焊接电流宜为 180 A~200 A,中等电弧长度,焊接速度应能保证得到合适的焊道高度。焊接时可在试样下方放置金属或水箱散热器以起到散热作用。

5.5 其他裂纹源焊道

其他堆焊材料也可用于裂纹源焊道的焊接,用其他焊材堆焊裂纹源焊道时,应用 3 个 P-2 型试样在试验温度 55 °C 或高于材料无塑性转变(NDT)温度下按照本方法进行落锤试验,3 次试验堆焊缺口都开裂,则认为该焊材可用于裂纹源焊道的焊接,并在试验报告中注明。

5.6 缺口加工

焊道的缺口加工应确保切割工具不损伤焊道下的基体金属表层,切割工具可是机械锯、手工锯、铣刀、薄砂轮片等其他方便的切割工具,也可采用电火花加工机床进行加工。缺口尺寸见图 1 和表 1,加工的缺口底面应与试样的受拉面平行且垂直于试样的侧面,同时应保证焊道缺口的高度。

6 试验设备

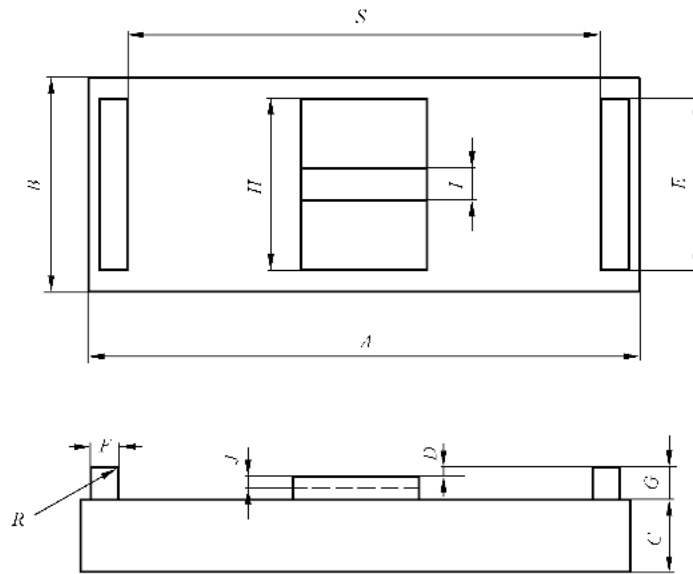
6.1 落锤试验机主要由导轨、底座、砧座、锤头及提升机构等部分组成。

6.2 试验机导轨上应标有与底座之间的垂直距离,导轨与底座应垂直,底座应有足够的刚性。导轨之间应平行,以便引导锤头自由下落。试验机应有安全保护装置,以防止脆性试样断裂时的喷射。

6.3 锤头可以是一个整体,也可以是由若干块组合,但应有足够的刚性,撞击试样时应为一个整体。锤头的冲头是一个半径为 25 mm 的钢制半圆柱体表面,硬度不小于 HRC50。

6.4 导轨和提升机构应满足使锤头升到各固定位置,并能安全可靠地迅速释放。

6.5 位于导轨下方的水平底座应配置能精确摆放供各种试样使用的砧座,砧座的外形和尺寸见图 2 和表 2。砧座的支承台和终止台的硬度均应不小于 HRC50。



标引序号说明：

- A —— 砧座长度；
- B —— 砧座宽度；
- C —— 砧座厚度；
- D —— 终止挠度；
- E —— 支承台长度；
- F —— 支承台宽度；
- G —— 支承台高度；
- H —— 终止台宽度；
- I —— 槽宽；
- J —— 槽深；
- R —— 支承台圆弧半径；
- S —— 支承台跨距。

图 2 砧座

表 2 砧座尺寸

单位为毫米

尺寸名称	试样型号			允许偏差
	P-1	P-2	P-3	
支承台跨距 (S)	305.0	100.0	100.0	±1.5
终止挠度 (D)	7.60	1.50	1.90	±0.05
砧座长度 (A)	无严格要求			—
砧座宽度 (B)				
砧座厚度 (C)	≥38	≥38	≥38	—
支承台长度 (E)	≥90	≥50	≥50	—
支承台宽度 (F)	不小于 G			±25
支承台高度 (G)	50	50	50	

表 2 砧座尺寸(续)

单位为毫米

尺寸名称	试样型号			允许偏差
	P-1	P-2	P-3	
支承台圆弧半径(R)	1.0	1.0	1.0	± 0.1
终止台宽度(H)	≥ 90	≥ 50	≥ 50	—
槽宽(I)	22.0	22.0	22.0	± 3.0
槽深(J)	≥ 10	≥ 10	≥ 10	—

6.6 试验中底座不应移动和跳动,底座应固定在刚性地基上。

6.7 试验机应按照 JJF 1445 进行校准。

6.8 测量系统应能保证每次试验时落锤从所需的高度释放,高度误差应为 0%~10%。

6.9 测温仪应符合下列要求:

- a) 数显式测温仪的分辨力应不大于 0.1 °C;
- b) 刻度式测温仪的最小分度应不大于 1 °C;
- c) 测温仪应定期校准,测温仪的最大允许误差为 ± 1 °C。

7 试验要求

7.1 试验温度

7.1.1 试验温度低于室温时可用酒精、干冰、液态氮等进行冷却。试验温度在室温至 100 °C 范围内,可用加热到一定温度的水作为热源。

7.1.2 将试样完全浸入装有适宜液体的保温装置内,试样之间的间距以及试样距保温装置边缘或底部的距离应不小于 25 mm。液体介质温度应在规定温度 ± 1 °C 以内。试样在液体保温介质中的最短保温时间按 1.5 min/mm 计算,且不少于 45 min,直至试样与保温装置内的温度完全相同。应连续均匀搅拌介质以使温度均匀。如使用气体导热介质,保温时间应不少于 60 min。

7.1.3 试验温度低于室温时,如试样温度低于规定试验温度,不应将试样在保温装置中直接升温,而应将试样取出,并将已升高到试验温度以上的试样放置到保温装置重新进行保温。

7.2 试验过程

7.2.1 应注意试样转移装置对试样温度的影响。在不影响试样温度的情况下,可使用任何便利的方法将试样从保温装置中取出装入试验机。如使用钳子则应提前放进保温装置中使其具有和试样同样的温度。

7.2.2 试样装入试验机应迅速冲击。试样自离开保温装置至冲击的时间应不超过 20 s,若超过 20 s 仍未冲击,则应将试样放回保温装置中重新保温。不应使用与试验温度有明显差异的器械接触试样缺口附近部位。

7.3 试样和砧座的对中

7.3.1 每一种型号的试样应在表 2 和附录 A 规定的与其匹配的砧座上进行试验。

7.3.2 试样、砧座和锤头应对中,使试样处于下列状态:

- a) 试样应水平,且端部静止地放置在砧座支承台上,试样的裂纹源焊道缺口向下;

- b) 应使试样横向中心线、砧座横向中心线和锤头轴线处在同一垂直面内,其偏差应不超过 ± 2.5 mm;
- c) 试验过程中,裂纹源焊道任何部分不应接触砧座终止台;
- d) 试验过程中,试样侧面和端部不应接触终止台。

7.4 试样安装

安装试样时,应采取适当措施使试样缺口轴线与砧座轴线一致,偏差不大于 ± 1.5 mm。

7.5 冲击能量的选择

7.5.1 冲击能量应根据试样型号及材料的实际屈服强度按照表 3 和附录 A 的规定选取。选择的冲击能量应保证落锤冲击试验后,试样的受拉面与所匹配的砧座终止台相接触。

表 3 落锤试验条件

试样型号	跨距(S) mm	终止挠度(D) mm	屈服强度 MPa	冲击能量 J
P-1	305	7.6	210~340	810
			>340~480	1 080
			>480~620	1 360
			>620~760	1 630
			>760~900	1 900
P-2	100	1.5	210~410	340
			>410~620	410
			>620~830	470
			>830~1 030	540
			>1 030~1 240	610
P-3	100	1.9	210~410	340
			>410~620	410
			>620~830	470
			>830~1 030	540
			>1 030~1 240	610

7.5.2 确认试样受拉面与砧座终止台接触。在试样的受拉面上用蜡笔画一条通过且平行于裂纹源焊道上机械缺口的直线,用干净的胶带纸或类似的材料粘贴于砧座终止台的上表面,将试样放在砧座上,按照表 3 的要求冲击试样,若蜡笔线从试样上转移到胶带上,或能明显观察到试样与胶带的接触,则表明试样与终止台的充分接触。

7.5.3 若表 3 所列的冲击能量不足以使试样受拉面与砧座终止台接触,则应增加冲击能量。对 P-1 型试样增加 140 J 左右,对 P-2 型和 P-3 型试样增加 70 J 左右,直到试样受拉面与砧座终止台接触为止。

8 试验程序

8.1 确定试验温度

试验温度一般是 5 °C 的整数倍。首次试验温度可根据试验者的经验估计无塑性转变(NDT)温度。

后续试验温度可参考表 4 所推荐的温度进行。

表 4 推荐的后续试验温度

在 t (°C) 温度试验后的试样断裂情况		推荐的后续试验温度 °C
断裂	断为两半	$t+30$
	裂纹扩展到受拉面两个棱边	$t+(10\sim 20)$
	裂纹扩展到受拉面一个棱边	$t+(5\sim 10)$
未断裂	堆焊缺口未开裂	无效试验
	裂纹扩展到试样表面长度小于 1.6 mm	$t-30$
	裂纹扩展到试样表面长度大于 3.2 mm, 小于 6.4 mm	$t-20$
	裂纹扩展到试样边缘和焊趾的距离一半	$t-10$
	裂纹扩展到试样边缘的距离小于 6.4 mm	$t-5$

8.2 提升锤头

根据 7.5.1 将锤头升到预选的高度, 锤头下落高度应不小于 1m。

8.3 放置试样

将达到试验温度的试样迅速放置在砧座支承台上, 并按照 7.3 要求使试样、砧座和锤头对中。

8.4 冲击试样

在规定的时间内迅速释放锤头冲击试样, 过程中应防止试样受到锤头二次冲击, 冲击后检查试样状态是否符合本文件规定的要求。

8.5 后续试验

根据上一次试验结果, 按 8.1~8.4 继续进行试验, 直至测出无塑性转变 (NDT) 温度。

9 试验结果评定

9.1 试验结果记录

每完成一次落锤试验, 应检查试样并按照以下准则记录试验结果。

- a) 断裂——裂纹源焊道形成的裂纹扩展到受拉面的一个或两个棱边, 或裂纹扩展到试样的一个或两个侧面, 则认为试样断裂, 以符号“×”表示。受拉面的裂纹传播到棱边的所有试样, 无论起点是否在裂纹源焊道上, 都认为试样断裂。典型断裂试样外观见图 3。

注: 确定紧闭的裂纹是否在受拉面扩展到棱边, 可以先将试样氧化着色或染色, 然后将试样断为两半, 则可显示出最初断裂情况。

- b) 未断裂——裂纹源焊道形成的裂纹未扩展到受拉面的棱边, 则认为试样未断裂, 以符号“O”表示。未断裂的典型试样外观见图 4。
- c) 无效试验——试验完成后, 试样的裂纹源焊道缺口无可见的裂纹, 或根据砧座终止台上的标记证明试样未充分弯曲未接触到砧座终止台, 则认为试验无效, 以符号“Δ”表示。

- d) 无效试验的产生原因可能是冲击能量不足、裂纹源焊道的堆焊金属延展性太好或者是试样没有完全对中使得试样未接触到砧座终止台。无效试验试样应报废,并使用另一个试样重新进行试验。若是因为冲击能量不足,则应按照 7.5.3 要求选用更高的冲击能量重新试验。

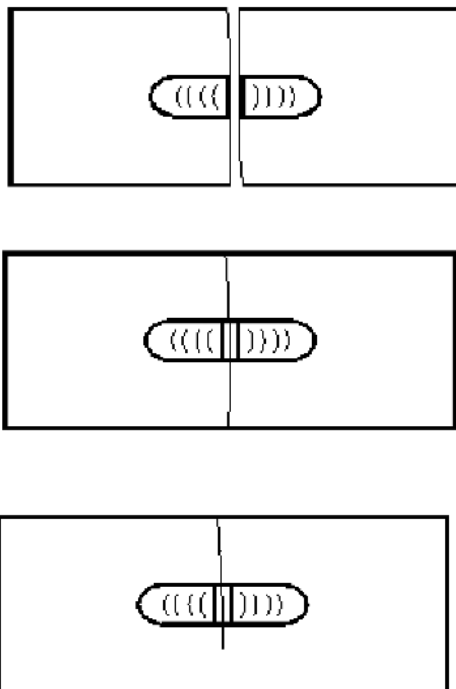


图 3 典型断裂试样外观示意图

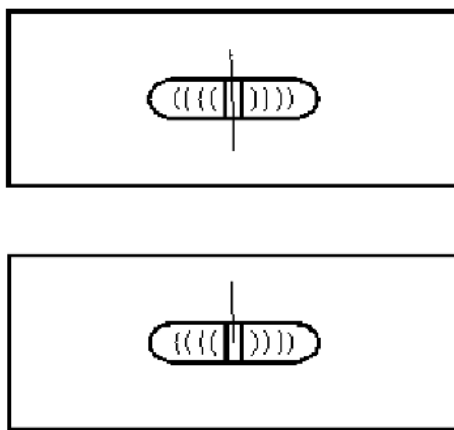


图 4 典型未断裂试样外观示意图

9.2 无塑性转变(NDT)温度的确定

用一组试样按第 8 章进行试验,测出试样断裂的最高温度。在该温度时至少有一个试样的试验结果为断裂,在比该温度高 5 °C 时至少做 2 个试样的试验,并且 2 个试样均为未断裂。

9.3 试验在材料检验中的应用

在规定的试验温度下至少试验 2 个落锤试样,如果所有的试样均未断裂,则表明材料的无塑性转变

(NDT)温度低于该规定的温度；如果一个或多个试样均断裂，则表明材料的无塑性转变(NDT)温度不低于该规定的温度。

10 试验报告

试验报告宜包括下列内容：

- a) 本文件编号；
- b) 材料的牌号、炉号、热处理方式等；
- c) 试样编号、取样方向和取样位置；
- d) 材料的实际屈服强度；
- e) 试样型号、试验条件和试验温度；
- f) 每个试样的试验结果(断裂、未断裂或无效试验)；
- g) 无塑性转变(NDT)温度。

附录 A

(规范性)

落锤辅助试样尺寸及试验条件

A.1 辅助试样的形状见图 1,尺寸见表 A.1。

表 A.1 辅助试样的形状和尺寸

单位为毫米

尺寸名称	试样型号		
	P-4	P-5	P-6
试样厚度(T)	12.0±0.5	38.0±2.5	50.0±3.0
试样宽度(W)	50.0±1.0	90.0±2.0	90.0±2.0
试样长度(L)	130.0±2.5	360.0±5.0	360.0±5.0
焊道长度(l)	20~65	40~85	40~85
焊道宽度(b)	12~16	12~16	12~16
焊道高度(a)	3.5~5.5	3.5~5.5	3.5~5.5
缺口宽度(a_0)	≤1.5	≤1.5	≤1.5
缺口底高(a_1)	1.8~2.0	1.8~2.0	1.8~2.0

A.2 辅助试样的试验条件应符合表 A.2 的要求。

表 A.2 辅助试样的试验条件

试样型号	跨距(S) mm	终止挠度(D) mm	屈服强度 MPa	参考冲击能量 J
P-4	100	2.3	200~400	300
			>400~600	370
			>600~800	440
			>800~1 000	510
			>1 000~1 200	580
P-5	305	5.0	200~400	2 500
			>400~600	3 000
			>600~800	3 500
			>800~1 000	4 500
			>1 000~1 200	5 000
P-6	305	3.0	200~400	4 000
			>400~600	4 500
			>600~800	5 000
			>800~1 000	5 500
			>1 000~1 200	6 000

附录 B
(资料性)
对接焊接头落锤试样

B.1 坡口型式

根据试板厚度和试验考核内容选用单边 V 型坡口、K 型坡口或 X 型坡口,亦可根据有关技术条件或双方协议确定。

B.2 试样制备

试样制备可参照 GB/T 2650 的有关规定进行。对接焊试样应防止产生挠曲和平面错位,如已产生,采用两面机械加工平直。试样两面的焊缝加强高亦采用机加工到与试样表面齐平。

B.3 试样

脆性焊道和缺口的位置可根据考核内容而定,缺口可开在正对接头的焊缝金属或热影响区的上方,见图 B.1,其他的要求与板材试样相同。

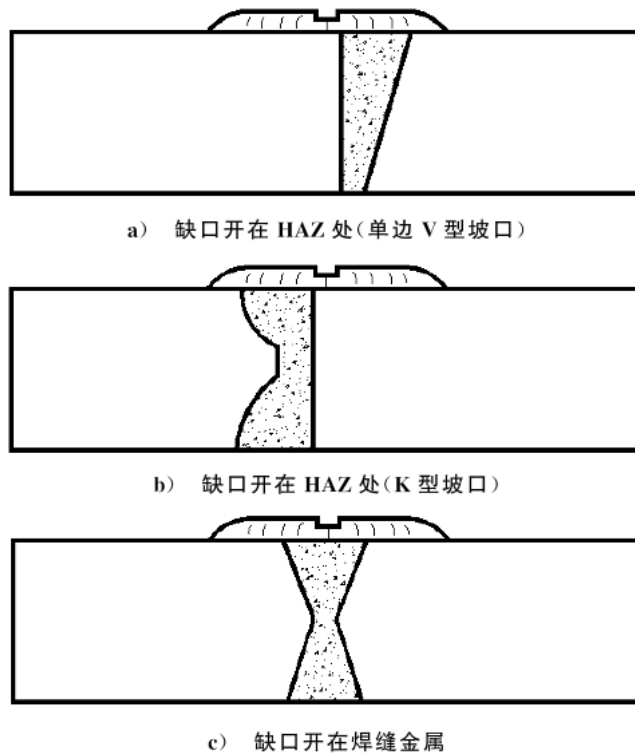


图 B.1 焊接接头落锤试样裂纹源缺口部位示意图

GB/T 6803—2023

参 考 文 献

- [1] GB/T 2650 金属材料焊缝破坏性试验 冲击试验
-