

# ISO

## 国际标准化组织

EN ISO 5817:2014

---

焊接 — 钢、镍、钛及其合金的熔化焊接头  
(束焊除外) — 缺欠质量等级

**Welding — Fusion-weld joints in steel, nickel,  
titanium and their alloys (beam welding excluded)  
— Quality levels for imperfections**

替代 EN ISO 5817:2007

2014 年 8 月完成替代

  
**TonyJ**

# 1. 应用范围

该国际标准为 0.5mm 以上钢、镍、钛及它们的合金熔化焊焊缝（束焊除外），提供了一个缺欠质量等级。包括全熔透、非全熔透对接焊缝和角焊缝。

束焊的缺欠质量等级参照 ISO 13919-1。

本标准规定了三个级别的质量等级力求适用于大范围的焊接结构，分别用 B、C、D 来表示。B 表示最高的质量要求。

涉及几种类型的载荷，例如：静载、热疲劳、腐蚀载荷、压力载荷。关于载荷的附加说明见附录 C。质量等级涉及生产和良好的工艺。

本标准适用于：

- a) 非合金钢和合金钢
  - b) 镍和镍合金
  - c) 钛和钛合金
  - d) 手工焊，机械焊接和自动焊接
  - e) 所有的焊接位置
  - f) 所有焊接接头，例如：对接、角接和支管连接
  - g) 下面所讲的与国际标准 ISO4063 编号一致的焊接方法
- 11 无气体保护的金属电弧焊
  - 12 埋弧焊
  - 13 金属气体保护焊
  - 14 钨极气体保护焊
  - 15 等离子焊
  - 31 氧焰气焊(仅针对钢)

冶金方面的内容，如晶粒尺寸、硬度不包含在本标准内。

# 2. 参考标准

本文档中全部或部分引用的下列标准文件在应用时是不可或缺的。过时的引用标准，仅适用引用的版本。对于未标明日期的标准，采用最新的版本（包括附加文件）。

ISO 6520-1: 2007 金属材料几何缺陷——第一部分：熔化焊

### 3. 术语与定义

本标准采用下列术语与定义

#### 3.1 质量等级

基于特定缺欠种类、尺寸和数量，对焊缝质量的划分。

#### 3.2 适用性

在特定条件下，某个产品、方法或选用于规定目的的能力

#### 3.3 短缺欠

焊缝长度 $\geq 100\text{mm}$ 时，100 mm 焊缝长度范围内总长小于 25mm, 或者

#### 3.4 短缺欠

焊缝长度 $< 100\text{mm}$ 时，总长小于焊缝长度 25%的一个或多个缺欠。

#### 3.5 整体缺欠

间隔分布在被检焊缝长度上的缺欠，而且每个单独缺欠尺寸在表 1 的规定范围内。

#### 3.6 投影面

在二维空间中，缺欠沿着焊缝产立体分面的区域。

注：在射线照射下，与横截面相比，缺欠的显现与焊缝厚度有关（参见图 1）。

#### 3.7 横截面

断裂或截断后，被检的区域。

#### 3.8 焊缝过渡平滑 **smooth weld transition**

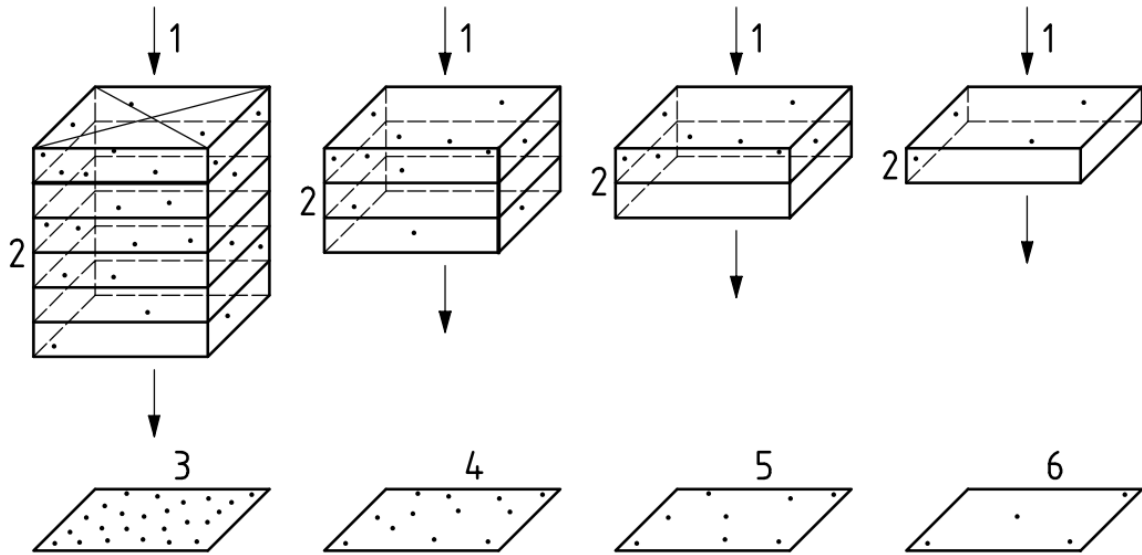
平整表面，焊缝和母材之间过渡没有不连续和尖锐部位。

#### 3.9 疲劳等级 **fatigue class FAT<sub>x</sub>**

疲劳等级按照 S-N 曲线和判定，其中 **x** 表示在  $2 \times 10^6$  周期内的应力范围。

注 1：疲劳性能通过 S-N 曲线（应力-循环次数曲线）来描述；

注 2：见附件 C。



注：1. X射线的方向

3. 6层厚度

5. 2层厚度

2. 每个单位体积上4个气孔

4. 3层厚度

6. 1层厚度

图1 试样的照射照片（每个单位体积的单独显示）

## 4 符号

表1和表C.1采用了下列符号

- a 角焊缝的名义厚度（见 ISO 2553）
- A 气孔面积
- B 焊缝余高的宽度
- d 气孔尺寸
- $d_A$  气孔面积尺寸
- h 缺欠的高度
- l 缺欠长度
- $l_p$  投影面或截面的长度
- s 对接焊缝的名义厚度（见 ISO 2553）
- t 板厚或壁厚（名义厚度）
- $w_p$  焊缝宽度和断面的宽度或高度
- z 角焊缝的焊角尺寸（见 ISO 2553）
- $\alpha$  焊趾角度
- $\beta$  错边角度

i 角焊缝熔深

r 焊趾角度

## 5 缺欠的评定

表 1 规定了缺欠的限定值。

采用宏观检验方法时，应考虑采用等于或小于 10 倍放大镜观察。但是微观未熔合（见表 1 中 1.5）和微观纹（见表 1 中 2.2）除外。

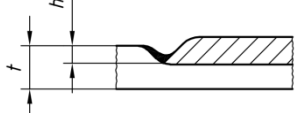
在满足表 1 其它要求的前提下，只允许 D 级整体缺欠。

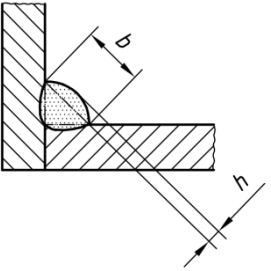
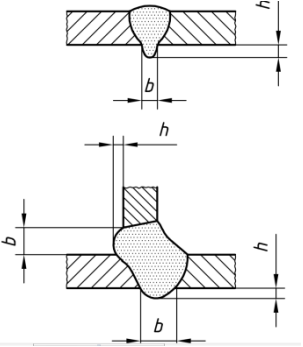
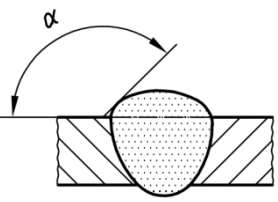
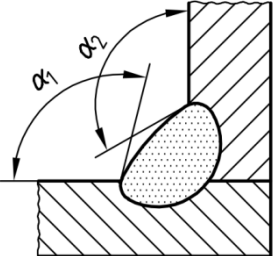
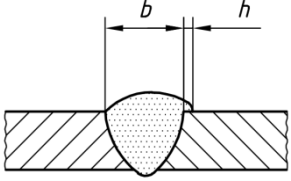
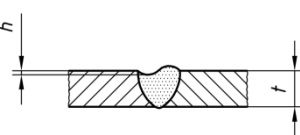
焊接接头通常针对不同缺欠种类分别评估（参见表 1 中 1.1 到 3.2）。

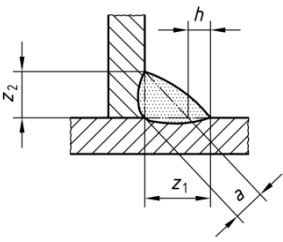
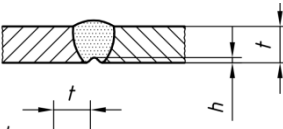
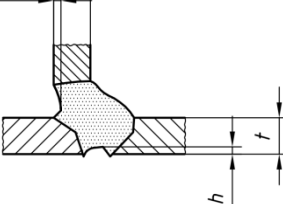
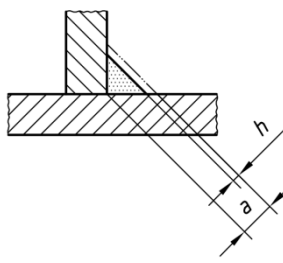
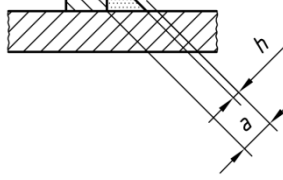
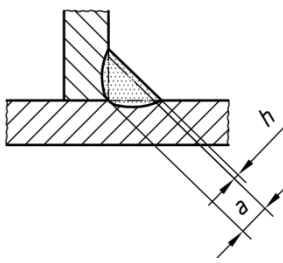
在接头横截面出现的不两只缺欠种类需做特殊考虑（参见表 1 中 4.1 多重缺欠部分）。

多种缺欠的限定值（见表 1）只有在单个缺欠不超标时才合格。

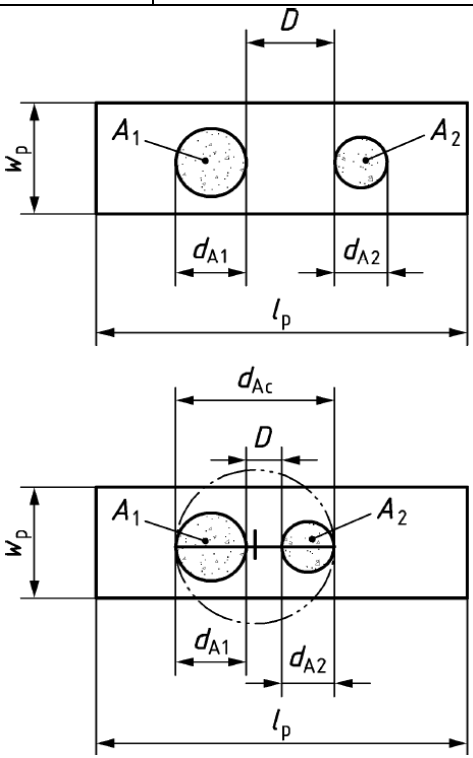
两个相邻缺欠，当其之间的距离小于较小缺欠的主要尺寸时，可视为一个缺欠。

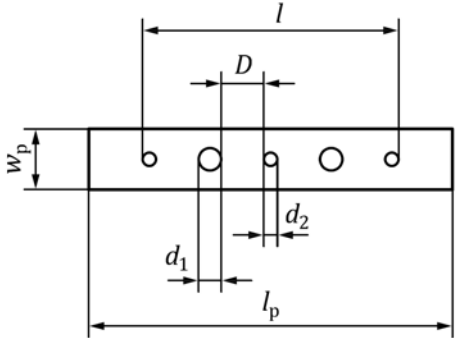
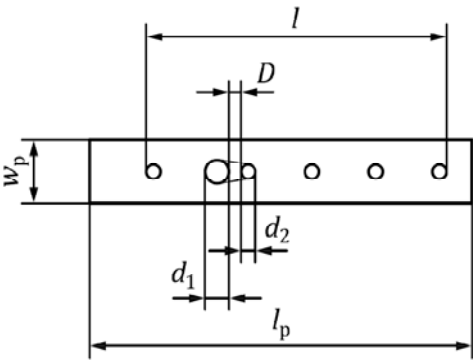
序号	编号 ISO 6520-1	缺欠名称	解释	t/mm	不同评定级别所允许的缺欠极限值 (单位: mm)		
					D	C	B
<b>1 表面缺陷</b>							
1.1	100	裂纹	---	≥0.5	不允许	不允许	不允许
1.2	104	弧坑裂纹	---	≥0.5	不允许	不允许	不允许
1.3	2017	表面气孔	单个气孔最大尺寸 -对称焊缝 -角接焊缝	0.5 至 3	$d \leq 0.3s$ $d \leq 0.3a$	不允许	不允许
			单个气孔最大尺寸 -对称焊缝 -角接焊缝	>3	$d \leq 0.3s$ 最大 3 $d \leq 0.3a$ 最大 3	$d \leq 0.2s$ 最大 2 $d \leq 0.2a$ 最大 2	不允许
1.4	2025	末端弧坑 缩孔		0.5 至 3	$h \leq 0.2 t$	不允许	不允许
				>3	$h \leq 0.2t$ 最大 2	$h \leq 0.1 t$ 最大 1	不允许
1.5	401	未熔合 (未完全熔合)	---	≥0.5	不允许	不允许	不允许
		微观未熔合	仅在显微镜可以观察	≥0.5	允许	允许	允许
1.6	4021	根部熔深 不足	只针对单面焊对接焊缝 	≥0.5	短缺欠: $h \leq 0.2 t$ 最大 2	不允许	不允许
1.7	5011 5012	盖面咬边	要圆滑过渡, 但这个不作为整体缺欠对待 	0.5 至 3	短缺欠: $h \leq 0.2 t$	短缺欠: $h \leq 0.1t$	不允许
				>3	$h \leq 0.2 t$ 最大 1	$h \leq 0.1t$ , 最大 0.5	$h \leq 0.05 t$ 最大 0.5
1.8	5013	根部收缩 凹陷	要圆滑过渡 	0.5 至 3	$h \leq 0.2 + 0.1 t$	短缺欠: $h \leq 0.1 t$	不允许
				>3	短缺欠: $h \leq 0.2 t$ 最大 2	短缺欠: $h \leq 0.1t$ 最大 1	短缺欠: $h \leq 0.05 t$ 最大 0.5
1.9	502	余高过大 (对接焊缝)	要圆滑过渡 	≥0.5	$h \leq 1 + 0.25 b$ 最大 10	$h \leq 1 + 0.15 b$ 最大 7	$h \leq 1 + 0.1b$ 最大 5

序号	编号 ISO 6520-1	缺欠名称	解释	t/mm	不同评定级别所允许的缺欠极限值 (单位: mm)		
					D	C	B
1.10	503	盖面余高过大(角焊缝)		≥0.5	$h \leq 1 + 0.25 b$ 最大 5	$h \leq 1 + 0.15 b$ 最大 4	$h \leq 1 + 0.1 b$ 最大 3
1.11	504	根部焊瘤		0.5 至 3	$h \leq 1 + 0.6 b$	$h \leq 1 + 0.3 b$	$h \leq 1 + 0.1 b$
				>3	$h \leq 1 + 1.0 b$ 最大 5	$h \geq 1 + 0.6 b$ 最大 4	$h \leq 1 + 0.2 b$ 最大 3
1.12	505	焊趾角度不对	—对接焊缝 	≥ 0.5	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha \geq 110^\circ$	$\alpha \geq 150^\circ$
			—角焊缝 	≥ 0.5	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha \geq 100^\circ$	$\alpha \geq 110^\circ$
1.13	506	翻边		≥ 0.5	短缺欠: $h \leq 0.2 b$	不允许	不允许
1.14	509 511	盖面凹陷未填满	要圆滑过渡 	0.5 至 3	短缺欠: $h \leq 0.25 t$	短缺欠: $h \leq 0.1 t$	不允许
				>3	短缺欠: $h \leq 0.25 t$ 最大 2	短缺欠: $h \leq 0.1 t$ 最大 1	短缺欠: $h \leq 0.05 t$ 最大 0.5
1.15	510	烧穿	---	≥ 0.5	不允许	不允许	不允许

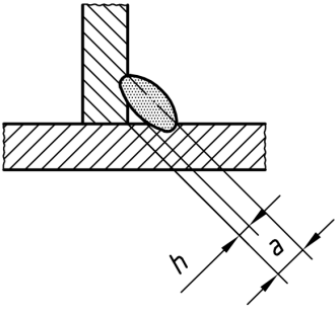
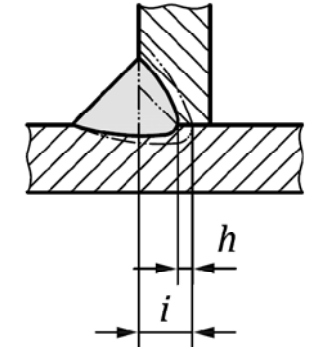
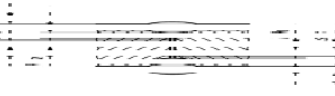
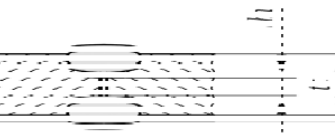
序号	编号 ISO 6520-1	缺欠名称	解释	t/mm	不同评定级别所允许的缺欠极限值 (单位: mm)		
					D	C	B
1.16	512	角焊缝过度不对称 (焊角过度不等长)	在要求对称角焊缝时 	≥ 0.5	$h \leq 2 + 0.2\alpha$	$h \leq 2 + 0.15\alpha$	$h \leq 1.5 + 0.15\alpha$
1.17	515	根部凹陷	要圆滑过渡 	0.5 至 3	$h \leq 0.2 + 0.1t$	短缺欠: $h \leq 0.1t$	不允许
				> 3	短缺欠: $h \leq 0.2t$ 最大 2	短缺欠: $h \leq 0.1t$ 最大 1	短缺欠: $h \leq 0.05t$ 最大 0.5
1.18	516	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	局部允许	不允许	不允许
1.19	517	接头不良	---	≥ 0.5	缺欠极限值取决于再引弧位置出现的缺欠种类	不允许	不允许
1.20	5213	角焊缝厚度过小	不适用于要求较大熔深的工艺 	0.5 至 3	短缺欠: $h \leq 0.2 + 0.1\alpha$	短缺欠: $h \leq 0.2$	不允许
				> 3	短缺欠: $h \leq 0.3 + 0.1\alpha$ , 最大 2	短缺欠: $h \leq 0.3 + 0.1\alpha$ 最大 1	不允许
1.21	5214	角焊缝厚度过大	角焊缝的实际厚度过大 	≥ 0.5	允许	$h \leq 1 + 0.2\alpha$ 最大 4	$h \leq 1 + 0.15\alpha$ 最大 3
1.22	601	电弧擦伤	---	≥ 0.5	允许, 当不影响母材的性能时	不允许	不允许
1.23	602	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		



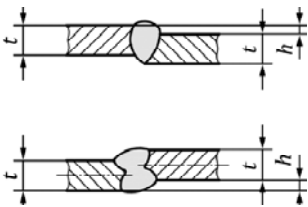
序号	编号 ISO 6520-1	缺欠名称	解释	t/mm	不同评定级别所允许的缺欠极限值 (单位: mm)		
					D	C	B
1.24	610	回火色 (变色)	---	≥ 0.5	允许与否取决于实际应用, 如何种材料, 是否有防腐保护要求等		
<b>2 内部缺欠</b>							
2.1	100	裂纹	除微观裂纹和弧坑裂纹以外的所有种类裂纹	≥ 0.5	不允许	不允许	不允许
2.2	1001	微观裂纹	一般在微观裂纹金相中才能发现的裂纹 (50×)	≥ 0.5	允许	允许与否取决于母材的种类, 更主要是裂纹的聚集情况	
2.3	2011 2022	球形气孔 弥散气孔 (均布)	下列条件和缺欠的极限必须满足, 见附录 A。 a1) 缺欠的最大面积占投影面面积的百分比 (包括成簇缺欠) 注: 投影面中的弥散气孔取决于焊层的数量 (焊缝的容积)	≥ 0.5	单层: ≤ 2.5 % 多层: ≤ 5 %	单层: ≤ 1.5 % 多层: ≤ 3 %	单层: ≤ 1 % 多层: ≤ 2 %
			a2) 截面上缺欠的最大面积占 (包括成簇的缺欠) 占断裂面面积的百分比 (只在涉及焊工考试及工艺评定时应用)	≥ 0.5	≤ 2.5	≤ 1.5 %	≤ 1%
			b) 单个气孔的最大尺寸 — 对接焊缝 — 角接焊缝	≥ 0.5	d ≤ 0.4 s 最大 5 d ≤ 0.4 a 最大 5	d ≤ 0.3 s 最大 4 d ≤ 0.3 a 最大 4	d ≤ 0.2 s 最大 3 d ≤ 0.2 a 最大 3
2.4	2013	局部密集气孔		≥ 0.5	dA ≤ 25 或 dA ≤ w <sub>p</sub>	dA ≤ 22 或 dA ≤ w <sub>p</sub>	dA ≤ 15 或 dA ≤ w <sub>p</sub> /2

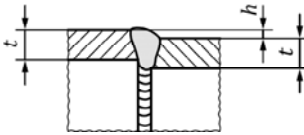
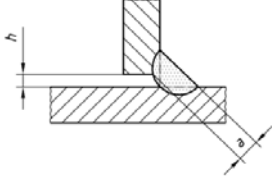
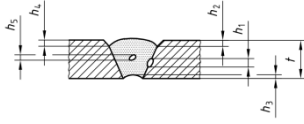
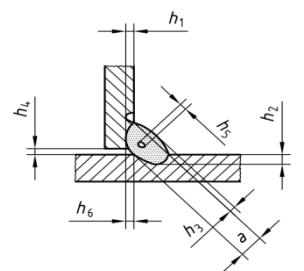
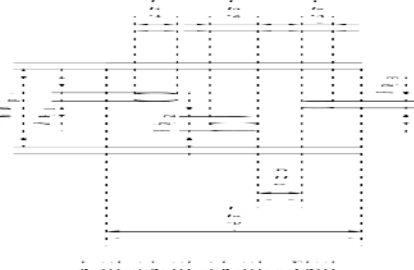
序号	编号 ISO 6520-1	缺欠名称	解释	t/mm	不同评定级别所允许的缺欠极限值 (单位: mm)		
					D	C	B
2.4	2013	局部密集气孔	<p>基准长度 <math>l_p</math> 为 100mm</p> <p>整个气孔密集区域用一个可以圈住所有气孔的圆圈的直径 <math>d_A</math> 来表示。</p> <p>对于单个气孔应该满足这个圈内所有气孔的要求。</p> <p>当 <math>D</math> 小于 <math>d_{A1}</math> 或 <math>d_{A2}</math>, 即二者之间最小的一个时, <math>d_{AC}=d_{A1}+d_{A2}+D</math></p> <p>整体密集性气孔不允许</p> <p><math>d_A</math> 可以代表 <math>D_{ac}, d_{A1}, d_{A2}</math></p>	$\geq 0.5$	$d_A \leq 25$ 或 $d_A \leq wp$	$d_A \leq 22$ 或 $d_A \leq wp$	$d_A \leq 15$ 或 $d_A \leq wp/2$
2.5	2014	链状气孔	对接焊缝	$\geq 0.5$	$h \leq 0.4s$ 最大 4 $l \leq s$ 最大 75	$h \leq 0.3s$ 最大 3 $l \leq s$ 最大 50	$h \leq 0.2s$ 最大 2 $l \leq s$ 最大 25
			角焊缝	$\geq 0.5$	$h \leq 0.4a$ 最大 4 $l \leq a$ 最大 75	$h \leq 0.3a$ 最大 3 $l \leq a$ 最大 50	$h \leq 0.2a$ 最大 2 $l \leq a$ 最大 25
			情况 1 ( $D > d_2$ )  情况 2 ( $D < d_2$ )  <p>基准长度 <math>l_p</math> 为 100mm</p> <p>对于情况 1: <math>d_1=h</math></p> <p>对于情况 1: <math>d_1+d_2+D=h</math></p>				
2.6	2015 2016	条形气孔 虫形气孔	—对接焊缝	$\geq 0.5$	$h \leq 0.4s$ 最大 4 $l \leq s$ 最大 75	$h \leq 0.3s$ 最大 3 $l \leq s$ 最大 50	$h \leq 0.2s$ 最大 2 $l \leq s$ 最大 25
			—角焊缝	$\geq 0.5$	$h \leq 0.4a$ 最大 4 $l \leq a$ 最大 75	$h \leq 0.3a$ 最大 3 $l \leq a$ 但最大 50	$h \leq 0.2a$ 最大 2 $l \leq a$ 最大 25

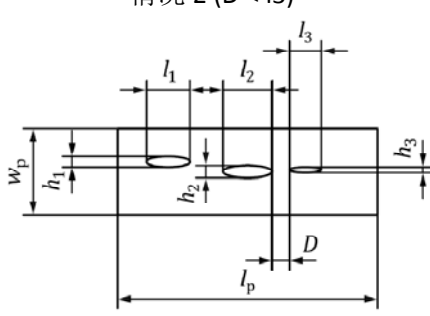
序号	编号 ISO 6520-1	缺欠名称	解释	t/mm	不同评定级别所允许的缺欠极限值 (单位: mm)		
					D	C	B
2.7	202	缩孔	---	≥ 0.5	允许短缺欠, 但不允许至表面 —对接焊缝 $h \leq 0.4 s$ 最大 4 —角焊缝 $h \leq 0.4 a$ 最大 4	不允许	不允许
2.8	2024	弧坑缩孔	测量 h 或 l 中较大值 	0.5 至 3	$H$ 或 $l \leq 0.2 t$	不允许	不允许
				> 3	$H$ 或 $l \leq 0.2 t$ 最大 2		
2.9	300	固体夹杂、夹渣、焊剂夹杂、氧化物夹杂	—对接焊缝	≥ 0.5	$h \leq 0.4 s$ 最大 4 $l \leq s$ 最大 75	$h \leq 0.3 s$ 最大 3 $l \leq s$ 最大 50	$h \leq 0.2 s$ 最大 2 $l \leq s$ 最大 25
	301		—角焊缝	≥ 0.5	$h \leq 0.4 s$ 最大 4 $l \leq a$ 最大 75	$h \leq 0.3 s$ 最大 3 $l \leq a$ 最大 50	$h \leq 0.2 a$ 最大 2 $l \leq a$ 最大 25
	302 303						
2.10	304	除铜以外的金属夹杂	—对接焊缝	≥ 0.5	$h \leq 0.4 s$ 最大 4	$h \leq 0.3 s$ 最大 3	$h \leq 0.2 s$ 最大 2
			—角焊缝	≥ 0.5	$h \leq 0.4 a$ 最大 4	$h \leq 0.3 a$ 最大 3	$h \leq 0.2 a$ 最大 2
2.11	3042	夹铜	—	≥ 0.5	不允许	不允许	不允许
2.12	401 4011 4012 4013	坡口未熔合		≥ 0.5	允许短缺欠, 但不允许至表面 —对接焊缝 $h \leq 0.4 s$ 最大 4 —角焊缝 $h \leq 0.4 a$ 最大 4	不允许	不允许
		层间未熔合					
		根部未熔合					
		未熔合 (未完全熔合)					

序号	编号 ISO 6520-1	缺陷名称	解释	t/mm	不同评定级别所允许的缺陷极限值 (单位: mm)		
					D	C	B
2.13	402	未焊透	 <p>T型接头 (角焊缝)</p>	>0.5	短缺欠: $h \leq 0.2 a$ 最大 2	不允许	不允许
			 <p>T型接头 (部分焊透)</p>	≥ 0.5	短缺欠: 对接焊缝 $h \leq 0.2 s$ 或 $i$ 最大 2	短缺欠: 对接焊缝 $h \leq 0.1s$ 或 $i$ 最大 1.5	不允许
			 <p>对接接头 (部分焊透)</p>		T型接头 $h \leq 0.2a$ 最大 2	角焊缝 $h \leq 0.1a$ 最大 1.5	
 <p>对接接头 (完全焊透)</p>	≥ 0.5	短缺欠: $h \leq 0.2 t$ 最大 2	不允许	不允许			

### 3.焊缝的几何形状缺欠

3.1	507	错边	偏差的极限值基于无缺欠的位置。如果没有规定其它值,中心线相吻合,只体现无缺欠位置(见第1节)。t是指较小的厚度。				
	5071	板错边	 <p>图 A: 板纵缝</p>	0.5 至 3	$h \leq 0.2 + 0.25 t$	$h \leq 0.2 + 0.15 t$	$h \leq 0.2 + 0.1 t$
				> 3	$h \leq 0.25 t$ 最大 5	$h \leq 0.15 t$ 最大 4	$h \leq 0.1 t$ 最大 3

序号	编号 ISO 6520-1	缺欠名称	解释	t/mm	不同评定级别所允许的缺欠极限值 (单位: mm)		
					D	C	B
	5072	圆型截面横向环缝	 <p>图 B: 环缝</p>	≥ 0.5	$h \leq 0.5 t$ 最大 4	$h \leq 0.5 t$ 最大 3	$h \leq 0.5 t$ 最大 2
3.2	617	角焊缝根部间隙	角焊缝根部间隙在一定情况下是允许的, 可能通过增加焊缝厚度来补偿	0.5 至 3	$h \leq 0.5 + 0.1 a$	$h \leq 0.3 + 0.1 a$	$h \leq 0.2 + 0.1 a$
				> 3	$h \leq 1 + 0.3 a$ 最大 4	$h \leq 0.5 + 0.2 a$ 最大 3	$h \leq 0.5 + 0.1 a$ 最大 2
<b>4 多种缺欠</b>							
4.1	无	在任意截面中的多种缺欠在最不利焊缝处的截面 (宏观金相)	 $h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = \Sigma h$	0.5 至 3	不允许	不允许	不允许
			 $h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = \Sigma h$	> 3	缺欠总高度的最大值 $\Sigma h \leq 0.4 t$ 或 $\leq 0.25 a$	缺欠总高度的最大值 $\Sigma h \leq 0.3 t$ 或 $\leq 0.2 a$	缺欠总高度的最大值 $\Sigma h \leq 0.2 t$ 或 $\leq 0.15 a$
4.2	无	投影面或纵向的横截面	情况 1 (D > l3)  $\hat{n}_1 \times i_1 + \hat{n}_2 \times i_2 + \hat{n}_3 \times i_3 = \Sigma \hat{n} \times i$	≥ 0.5	$\Sigma h \times l \leq 16 \%$	$\Sigma h \times l \leq 8 \%$	$\Sigma h \times l \leq 4 \%$

序号	编号 ISO 6520-1	缺陷名称	解释	t/mm	不同评定级别所允许的缺陷极限值 (单位: mm)		
					D	C	B
4.2	无	投影面或纵向的横截面	<p>情况 2 (<math>D &lt; l_3</math>)</p>  <p><math>h_1 \times l_1 + h_2 \times l_2 + \left(\frac{h_2 + h_3}{2}\right) \times D + h_3 \times l_3 = \Sigma h \times l</math></p> <p>表面积之和 <math>h \times l</math> 占评定区面积 <math>l_p \times w_p</math> 的百分比 (情况 1)</p> <p>当 <math>D</math> 小于相邻缺陷的最小长度时, 将两个缺陷连接成一个缺陷 (情况 2)</p> <p>注: 见附录 A</p>	$\geq 0.5$	$\Sigma h \times l \leq 16 \%$	$\Sigma h \times l \leq 8 \%$	$\Sigma h \times l \leq 4 \%$

# 附录 A

(信息类)

## 确定孔隙率 (%) 缺欠的举例

图示 A.1 到 A.9 给出了孔隙率缺欠描述。它有助于评定射线底片和断裂面上的气孔。

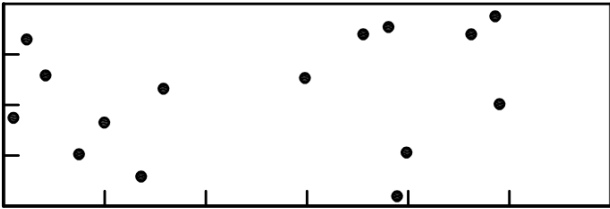


图 A.1-1%表面, 15 个气孔,  $d=1\text{mm}$

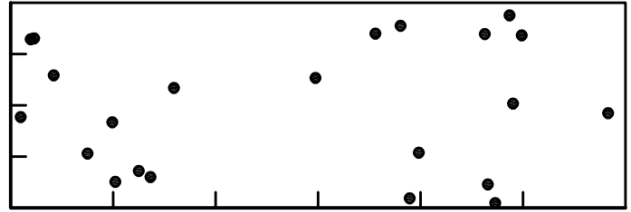


图 A.2-1,5%表面, 23 个气孔,  $d=1\text{mm}$

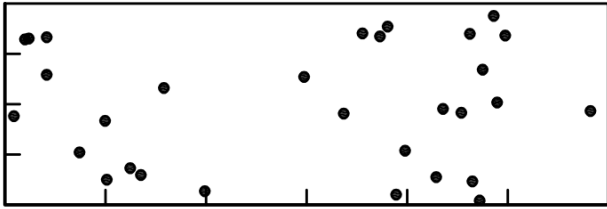


图 A.3-2%表面, 30 个气孔,  $d=1\text{mm}$

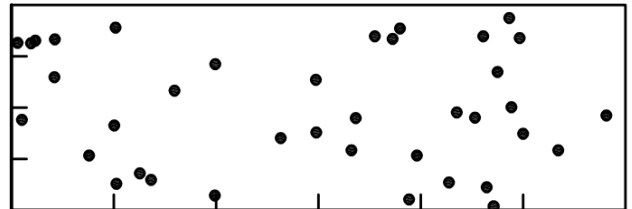


图 A.4-2,5%表面, 38 个气孔,  $d=1\text{mm}$

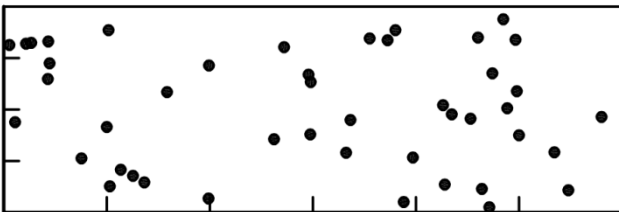


图 A.5-3%表面, 45 个气孔,  $d=1\text{mm}$

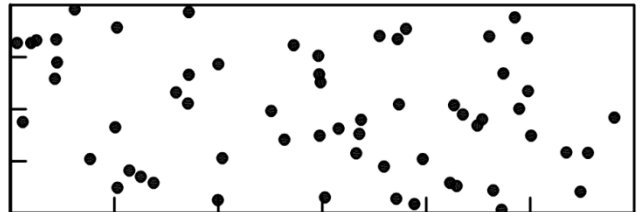


图 A.6-4%表面, 61 个气孔,  $d=1\text{mm}$

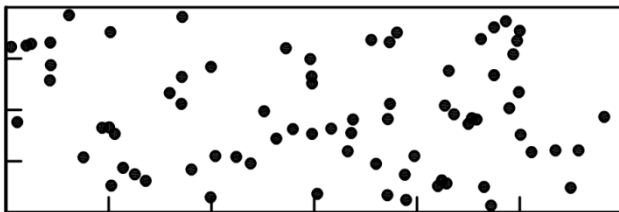


图 A.7-5%表面, 76 个气孔,  $d=1\text{mm}$

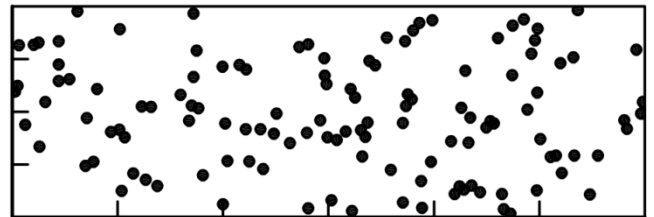


图 A.8-8%表面, 122 个气孔,  $d=1\text{m}$

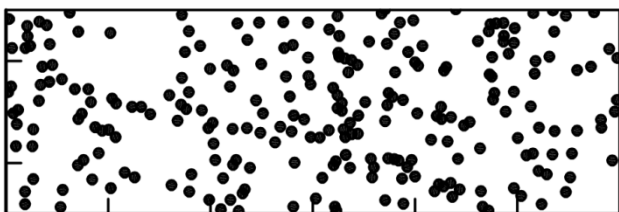


图 A.9-16%表面, 244 个气孔,  $d=1\text{mm}$

## 附录 C

(信息类)

### 疲劳焊缝的附加要求

#### C.1 概述

此附录给出了为了满足疲劳等级要求所规定的附加质量等级。

疲劳等级值是在承受 200 万次周期载荷的，两侧达到生存概率 95%（依据 IIW 的推荐（IIW 文件号 IIW-1823-07）两侧理论值 75%的公差计算而来）的应力范围。

IIW 的推荐也包括不同类型（对接焊缝和角焊缝）钢焊接接头的疲劳等级。

对疲劳焊缝，使用表 1 的同进也将表 C.1 作为补充要求。

#### C.2 质量等级

质量等级 B 和 C 的附加要求是为了适用于焊缝的疲劳等级，疲劳等级 FAT 63 的 C 级缺欠用 C63 表示，FAT90 的 B 级缺欠用 B90 表示。A 级 B125 表示疲劳等级 FAT 125，用来代表对 B 级焊缝的附加要求。通常焊缝达不到等级 B125。

B125 不适用于角焊缝。

注：等级 C63 覆盖 FAT63 级以下级别，等级 B90,B125 同理。

表 C.1 包括选用于疲劳焊缝的质量等级 B 和 C 的附加要求。表格 C.1 中空白表格表示 B 和 C 级采用表 1 的要求。其它同理。

#### C.3 过渡平滑

表 1 中的过渡平滑过渡半径按照表 C.1 中条款 1.12。

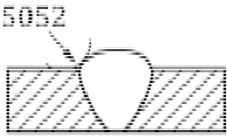
C.4 对于部分熔透的对接焊缝和角焊缝，判定缺欠质量等级的前提条件是焊缝熔深必须达到设计要求值。

注 1：如果没有要求熔深，则可以忽略对缺欠的评定，因为疲劳寿命由根部裂纹决定的。

注 2：适用于于疲劳等级的质量等级 FAT，图纸上规定了最小的焊缝的内部（根部）熔合深度。可以采用适合的分析方法，同时在以后的阶段通过检验来评估。



表 C.1——针对疲劳焊缝对表 1 的附加要求

序号	编号 ISO 6520-1	缺欠名称	t/mm	不同评定级别所允许的缺欠极限值 (单位: mm)		
				C63 (c)	B90(c)	B125
1.5	401	微观未熔合	≥ 0.5	(a)	(a)	(a)
1.7	5011 5012	盖面咬边	> 3	(a)	(a)	不允许
1.8	5013	根部收缩 凹陷	> 3	(a)	(a)	不允许
1.9	502	余高过大 (对接焊缝)	≥ 0.5	(a)	(a)	$h \leq 0.2 + 0.1b$ 最大 2
1.10	503	盖面余高过大 (角焊缝)	≥ 0.5	(a)	(a)	B
1.11	504	根部焊瘤	0.5 至 3	(a)	(a)	$h \leq 0.2 + 0.05 b$
			> 3	(a)	(a)	$h \leq 0.2 + 0.05 b$ 最大 1
1.12	505	焊趾角度不对	≥ 0.5	(a)	(a)	a
-	5052	错误的焊趾角度 	≥ 0.5	(b)	(b)	$r \geq 4$
1.14	509 511	盖面凹陷 坡口未填满	> 3	(a)	(a)	不允许
1.16	512	角焊缝过度不对称 (焊角过度不等长)	≥ 0.5	(a)	(a)	(b)
1.17	515	根部凹陷	> 3	(a)	(a)	不允许
1.23	602	焊接飞溅	≥ 0.5	(a)	(a)	不允许
2.3	2011 2022	球形气孔 弥散气孔	≥ 0.5	(a)	(a)	单层: ≤1% 多层: ≤2% $d \leq 0.1s$ 最大 1mm
2.4	2013	局部密集气孔	≥ 0.5	(a)	≤3% (d) $d \leq 0.2s$ $d \leq 0.2a$ $d \leq 2.5mm$	≤2% (d) $d \leq 0.1s$ 最大 0.5mm
2.5	2014	链状气孔	≥ 0.5	(a)	(a)	单层: ≤1% (d) 多层: ≤2% (d) $d \leq 0.1s$ 最大 1mm
2.6	2015 2016	条形气孔 虫形气孔	≥ 0.5	(a)	$h \leq 0.2 s$ 或 $0.2a$ 最大 $h=2$ 焊后状态: 最大 $l=2.5$ 应力释放: $l \leq 20$	(a)

序号	编号 ISO 6520-1	缺欠名称	t/mm	不同评定级别所允许的缺欠极限值 (单位: mm)		
				C63 (c)	B90(c)	B125
2.9	300	固体夹杂	≥ 0.5	(a)	h ≤ 0.2 s 或 0.2(a) 最 h=3 焊后状态: 最大 l=2.5 应力释放: l ≤ 20	不允许
	301	夹渣				
	302	焊剂夹杂				
	303	氧化物夹杂				
3.1	5071	板错边	≥ 0.5	(a)	h ≤ 0.1 t 最大 3	h ≤ 0.05 t 最大 1.5
	5072	圆型截面 横向环焊缝	≥ 0.5	(a)	h ≤ 0.5 t 最大 1	(a)
3.3	508	角位移 (角度偏差)	≥ 0.5	β ≤ 2°	β ≤ 1°	β ≤ 1°

(a). 同样的数值对照表 1 中的等级 B 和 C。

(b). 未定义。

(c). 数值识别与 IIW-Doc.XIII-2323-10。10mm 以上的材料，数值要通过 IIW 批准。

(d). 缺欠的限定按照不同的气孔区域和评定区域之间比值：

如果两个气孔区域之间的距离小于较小者的直径，那么用一个能包裹两者的区域，它们视为一个缺欠区域。

如果两个气孔区域之间的距离介于两者的直径之间，那么两者之间全部的连接区域视为缺欠区域的总和。

## Bibliography

- [1] ISO 17635, *Non-destructive testing of welds — General rules for metallic materials*
- [2] ISO 2553, *Welding and allied processes — Symbolic representation on drawings — Welded, brazed and soldered joints*
- [3] ISO 4063, *Welding and allied processes — Nomenclature of processes and reference numbers*
- [4] ISO 13919-1, *Welding — Electron and laser-beam welded joints — Guidance on quality levels for imperfections — Part 1: Steel*
- [5] IIW-Catalogue, *Reference radiographs for the assessment of weld imperfections in accordance with ISO 5817*. DVS Media Verlag, Düsseldorf
- [6] HOBACHER A. ed. Recommendations for fatigue design of welded joints and components IIW document XIII-1823-0. Welding Research Council New York, WRC-Bulletin 520, 2009
- [7] HOBACHER A, & KASSNER M On Relation between Fatigue Properties of Welded Joints, Quality Criteria and Groups in ISO 5817. IIW-document XIII-2323-10
- [8] KARLSSON N., & LENANDER P.H. Analysis of fatigue life in two weld class systems, Master thesis in Solid Mechanics, LITH-IKP-EX-05/2302-SE, Linköpings University, Sweden, 2005