

哈尔滨电机厂 有限责任公司	钢结构熔化焊焊缝质量等级 评定标准	0EA.619.046-2008	
		代替 0EA.619.046-2000	
		共 15 页	第 1 页

1 适用范围

本标准等同采用 ISO 5817-2003（HEC 适用部分）。

本国际标准规定了熔化焊接接头缺陷的质量等级，涉及除高能束焊接方法以外的全部其它焊接方法，且仅适用于厚度大于等于 0.5mm 的各种钢质、铬基、镍基、钛基及其合金钢种。

为了适用于更大范围的焊接结构，本标准规定了三个质量等级，分别以符号 B、C、D 表示，其中 B 级对焊接质量的要求最高。质量等级指产品的焊缝质量而不是指该产品部件本身的制造质量。

本标准不适用于焊接接头的冶金性能（如：晶粒度、硬度等指标）的评定。

图纸中未注明焊缝质量等级验收标准时，按照 C 级标准进行验收。

2 引用标准

- ISO 2553:1992, 焊接及钎焊接头——标注方法
- ISO 4063:1998, 焊接及相关工艺——焊接工艺及编号术语
- ISO 6520-1:1998, 焊接及相关工艺——金属材料几何缺陷的分类—第一部分：熔焊

3 术语和定义

为应用本标准，规定以下术语和定义。

3.1 质量等级

基于给定的缺陷类型和尺寸，对焊接的质量进行的描述。

3.2 短缺陷

在焊缝长度的任何 100mm 范围内，单个或多个缺陷的总长度应小于 25mm；当焊缝总长度小于 100mm 时，缺陷的总长度应小于焊缝长度的 25%。该范围对绝大部分缺陷都是适用的。

3.3 系统缺陷

在待查焊缝总长度以内，按照一定距离规则分布的缺陷，每个缺陷尺寸的限值见表 1。

3.4 投影区域

分布在焊缝空间内的缺陷将被投影到二维平面进行评定，该二维平面被称为投影区域。相对于表面裂纹，射线探伤显示的缺陷密度取决于焊缝的厚度。

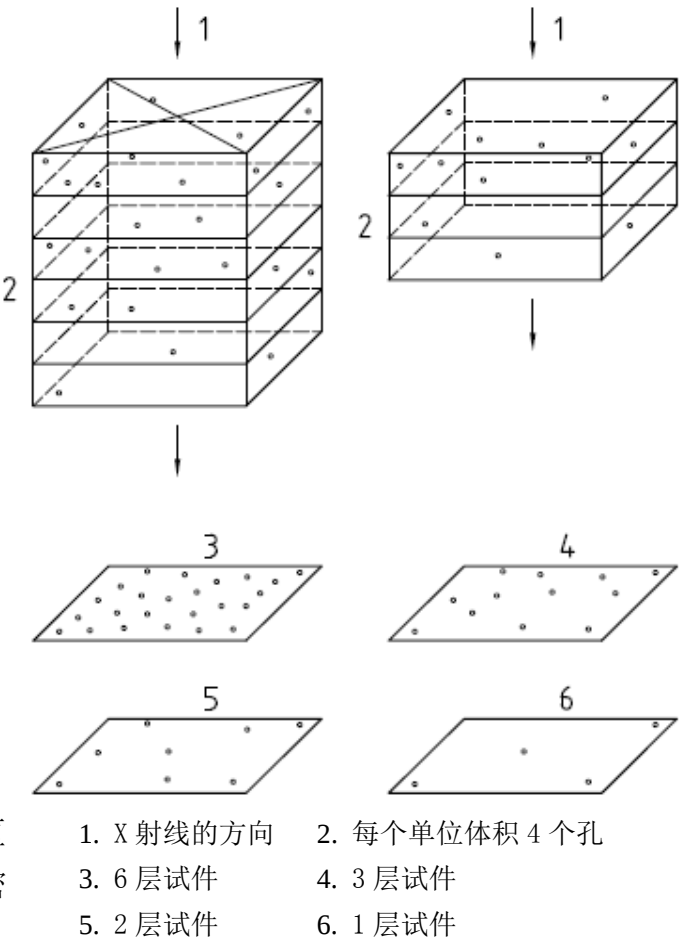


图 1 不同层数试件射线探伤底片对照

0EA.619.046—2008			
共 15 页	第 2 页	3.5 截面积	
工件被切开或折断所显示的剖面（见图 1）。			
4 符号			
在表 1 中使用下列符号：			
a 角焊缝喉部高度（参见 ISO2553）；			
b 焊缝余高的宽度；			
d_A 气孔直径；			
h 缺陷的尺寸（高度和宽度）；			
l 焊缝缺陷纵向长度；			
l_p 投影区域与截面积的长度；			
s 对接焊缝的标称厚度（参见 ISO2553）；			
t 壁或板的厚度（公称尺寸）；			
w_p 焊缝宽度或者在某种情况下的断裂面的宽度或高度；			
z 角焊缝焊脚高度（参见 ISO2553）；			
α 焊趾角度；			
β 角的角度偏差。			
5 缺陷评估			
表 1 给出了缺陷的限定值。这些限定值适用于已完成的焊缝，也可以用于对生产制造的中间工序焊缝的评定。			
在检测缺陷时，如果采用宏观检查以外的方法，则只需要考虑那些能够在 10 倍或 10 倍以下放大倍率下检测到的缺陷。不包括冷隔（见表 1，1.5）与微裂纹（见表 1，2.2）。			
系统缺陷只允许在 D 级质量标准中使用，且必须同时满足表 1 中其它要求。			
通常对每种类型的缺陷，任何一个焊接接头，都要进行单独评估。在接头的任何截面上产生的、可能减弱该接头承载强度的不同类型的缺陷，需要加以特别考虑（参见复合型缺陷）。			
只有在单个缺陷没有超过限定值的情况下，此缺陷才可采用复合型缺陷的限定值进行评定（见表 1）。			
当任意两个邻近缺陷之间的尺寸小于其中较小缺陷的主要尺寸时，则应把这两个缺陷当做一个缺陷进行评定。			
VIII—5	版次	日期	年 月 日

表 1 缺陷的限定值

0EA.619.046—2008

共 15 页 第 3 页

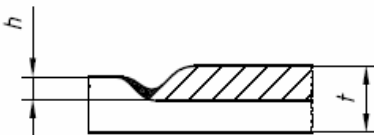
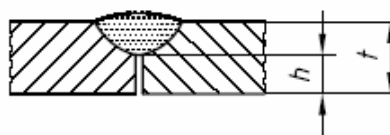
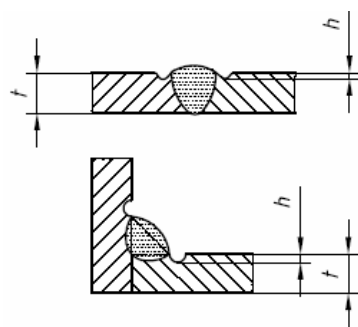
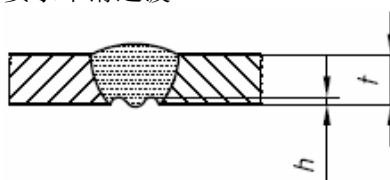
序号	参考 ISO 6250-1	缺陷名称	说明	t mm	焊缝的质量等级		
					D	C	B
1 表面缺陷							
1.1	100	裂 纹		≥0.5	不允许	不允许	不允许
1.2	104	弧坑裂纹		≥0.5	不允许	不允许	不允许
1.3	2017	表面气孔	单个气孔的最大尺寸： —对接焊缝 —角焊缝	0.5~3	$d_A \leq 0.3s$ $d_A \leq 0.3a$	不允许	不允许
			单个气孔的最大尺寸： —对接焊缝 —角焊缝	>3	$d_A \leq 0.3s$ 最大 3mm $d_A \leq 0.3a$ 最大 3mm	$d_A \leq 0.2s$ 最大 2mm $d_A \leq 0.2a$ 最大 2mm	不允许
1.4	2025	收弧弧坑		0.5~3	$h \leq 0.2t$	不允许	不允许
				>3	$h \leq 0.2t$ 最大 2mm	$h \leq 0.2t$ 最大 1mm	不允许
1.5	401	未熔合 (不完全熔合)		≥0.5	不允许	不允许	不允许
		微观未熔合	只在微观检验时可以检测到		允许	允许	不允许
1.6	4021	根部未焊透	仅适用于单侧对接焊缝 	≥0.5	短缺陷 $h \leq 0.2t$ 最大 2mm	不允许	不允许
1.7	5011 5012	连续咬边 断续咬边	要求平滑过渡。不作为系统缺陷。 	0.5~3	短缺陷 $h \leq 0.2t$	短缺陷 $h \leq 0.1t$	不允许
				>3	$h \leq 0.2t$ 最大 1mm	$h \leq 0.1t$ 最大 0.5mm	$h \leq 0.05t$ 最大 0.5mm
1.8	5013	根部收缩槽	要求平滑过渡 	0.5~3	$h \leq 0.2\text{mm} + 0.1t$	短缺陷 $h \leq 0.1t$	不允许
				>3	短缺陷 $h \leq 0.2t$ 最大 2mm	短缺陷 $h \leq 0.1t$ 最大 1mm	短缺陷 $h \leq 0.05t$ 最大 0.5mm
版次		日期	年 月 日	VIII—5			

表 1(续) 缺陷的限定值

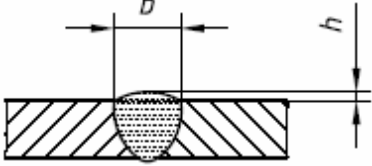
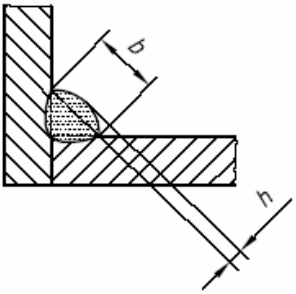
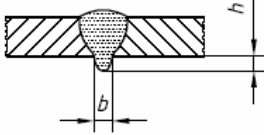
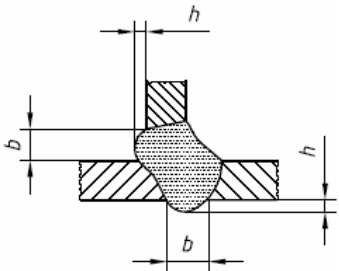
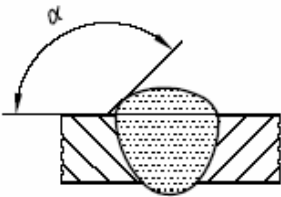
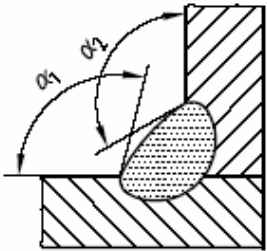
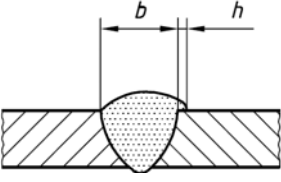
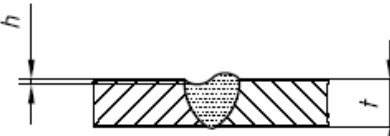
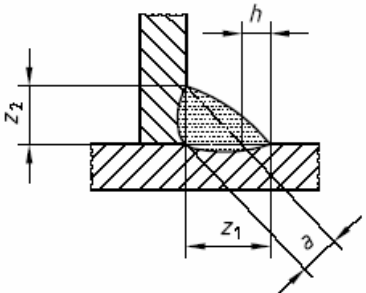
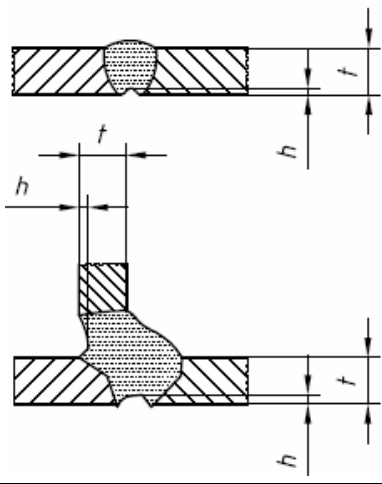
序号	参考 ISO 6250-1	缺陷名称	说明	t mm	焊缝的质量等级		
					D	C	B
1.9	502	焊缝余高 (对接)	要求平滑过渡 	≥ 0.5	$h \leq 1\text{mm} + 0.25b$, 最大 5mm	$h \leq 1\text{mm} + 0.15b$, 最大 4mm	$h \leq 1\text{mm} + 0.1b$, 最大 3mm
1.10	503	凸度过大(角焊)		≥ 0.5	$h \leq 1\text{mm} + 0.25b$, 最大 5mm	$h \leq 1\text{mm} + 0.15b$, 最大 4mm	$h \leq 1\text{mm} + 0.1b$, 最大 3mm
1.11	504	根部下塌		0.5~3	$h \leq 1\text{mm} + 0.6b$	$h \leq 1\text{mm} + 0.3b$	$h \leq 1\text{mm} + 0.1b$
				>3	$h \leq 1\text{mm} + 1.0b$, 最大 5mm	$h \leq 1\text{mm} + 0.6b$, 最大 4mm	$h \leq 1\text{mm} + 0.2b$, 最大 3mm
1.12	505	焊缝型面不良	对接焊缝 	≥ 0.5	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha \geq 110^\circ$	$\alpha \geq 150^\circ$
			角焊缝  $\alpha_1 \geq \alpha$ $\alpha_2 \geq \alpha$	≥ 0.5	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha \geq 100^\circ$	$\alpha \geq 110^\circ$

表 1(续) 缺陷的限定值

序号	参考 ISO 6250-1	缺陷名称	说明	t mm	焊缝的质量等级		
					D	C	B
1.13	506	焊瘤		≥ 0.5	$h \leq 0.2b$	不允许	不允许
1.14	509 511	焊缝下凹	需要进行平滑过渡	0.5~3	短缺陷 $h \leq 0.25t$	短缺陷 $h \leq 0.1t$	不允许
				> 3	短缺陷 $h \leq 0.25t$, 最大 2mm	短缺陷 $h \leq 0.1t$, 最大 1mm	短缺陷 $h \leq 0.05t$, 最大 0.5mm
1.15	510	焊穿		≥ 0.5	不允许	不允许	不允许
1.16	512	焊脚不对称	在没有明确要求的前提下: 	≥ 0.5	$h \leq 2\text{mm}$ $+0.2a$	$h \leq 2\text{mm}$ $+0.15a$	$h \leq 1.5\text{mm}$ $+0.15a$
1.17	515	根部收缩	需要进行平滑过渡。	0.5~3	$h \leq 0.2\text{mm}$ $+0.1t$	短缺陷 $h \leq 0.1t$	不允许
				> 3	短缺陷 $h \leq 0.2t$ 最大 2mm	短缺陷 $h \leq 0.1t$ 最大 1mm	短缺陷 $h \leq 0.05t$ 最大 0.5mm
1.18	516	根部气孔	在凝固过程中, 由于焊缝金属中气体的析出等原因导致焊缝根部出现的海绵状结构。	≥ 0.5	局部允许	不允许	不允许
1.19	517	焊道接头不良		≥ 0.5	允许限定值取决于焊道接头不良引起的缺陷的类型	不允许	不允许

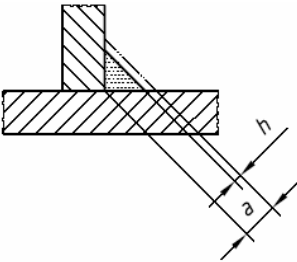
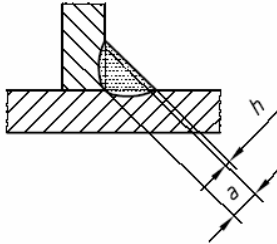
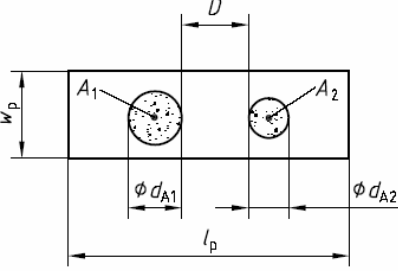
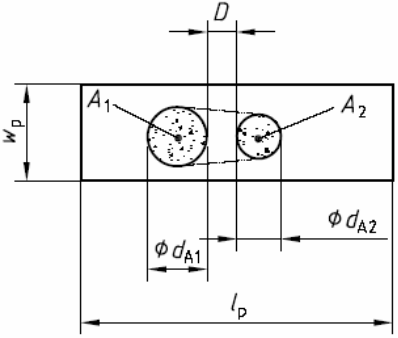
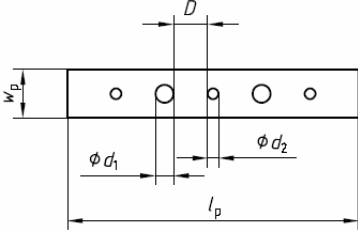
0EA.619.046—2008		表 1(续) 缺陷的限定值					
共 15 页 第 6 页							
序号	参考 ISO 6250-1	缺陷名称	说明	t mm	焊缝的质量等级		
					D	C	B
1.20	5213	角焊缝喉高不足	不适用于预留的余量 	0.5~3	短缺陷 $h \leq 0.2\text{mm} + 0.1a$	短缺陷 $h \leq 0.2\text{mm}$	不允许
				> 3	短缺陷 $h \leq 0.3\text{mm} + 0.1a$ 最大 2mm	短缺陷 $h \leq 0.3\text{mm} + 0.1a$ 最大 1mm	不允许
1.21	5214	角焊缝喉高过大	角焊缝实际喉高过大 	≥0.5	无限制	$h \leq 1\text{mm} + 0.2a$ 最大 4mm	$h \leq 1\text{mm} + 0.15a$ 最大 3mm
1.22	601	电弧擦伤		≥0.5	如果母材的性能没有受到影响, 则允许。	不允许	不允许
1.23	602	飞溅		≥0.5	原则上可以接受, 焊后清除。如有例外, 另作要求。		
2 内部缺陷							
2.1	100	裂纹	除了微观裂纹和弧坑裂纹以外的全部类型的裂纹。	≥0.5	不允许	不允许	不允许
2.2	1001	微观裂纹	通常只有在 (50 倍) 显微镜下可见	≥0.5	允许	原则上不允许。但是否可以接受, 取决于母材金属的类型, 以及对裂纹敏感度的特定要求。	
2.3	2011 2012	球形气孔 气孔; (均匀分布)	应满足以下对缺陷的限制条件和限定值。详见附录 A。				
			a1) 缺陷的最大尺寸和投影区域有关 (适用于产品) 注意: 在投影区域内的气孔密度取决于焊接层数 (焊接量)	≥0.5	单层: ≤2.5% 多层: ≤5%	单层: ≤1.5% 多层: ≤3%	单层: ≤1% 多层: ≤2%
			a2) 缺陷的截面积的最大尺寸 (包括系统缺陷) 仅和断面面积有关 (仅适用于工艺评定或焊工考试)	≥0.5	≤2.5%	≤1.5%	≤1%
			b) 单孔的最大尺寸 — 对接焊缝 — 角焊缝	≥0.5	$d \leq 0.4s$ 最大 5mm $d \leq 0.4a$ 最大 5mm	$d \leq 0.3s$ 最大 4mm $d \leq 0.3a$ 最大 4mm	$d \leq 0.2s$ 最大 3mm $d \leq 0.2a$ 最大 3mm
VIII—5	版次		日期	年 月 日			

表 1(续) 缺陷的限定值

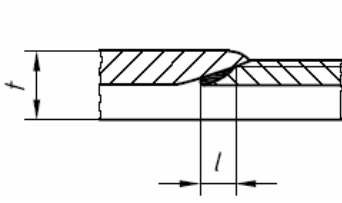
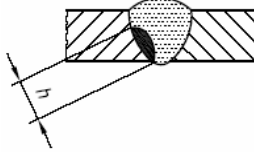
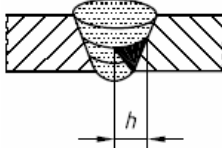
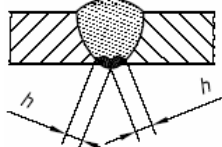
序号	参考 ISO 6250-1	缺陷名称	说明	t mm	焊缝的质量等级		
					D	C	B
2.4	2013	气孔局部密集	情况 1 ($D > d_{A2}$)  情况 2 ($D < d_{A2}$)  不同孔面积的总和($A_1 + A_2 + \dots$)和估值面积 $l_p \times w_p$ 有关 (情况 1)。 l_p 的参考长度为 100mm。 如果 D 小于 d_{A1} 或 d_{A2} 中较小的一个, 则孔的包络环绕面积 ($A_1 + A_2$) 应该视为一个缺陷的区域 (情况 2)。 应满足以下条件 and 极限, 参考附录 A。				
			a) 缺陷的投影区域总和的最大尺寸 (包括系统性缺陷)	≥ 0.5	$\leq 16\%$	$\leq 8\%$	$\leq 4\%$
			b) 单孔的最大尺寸 — 对接焊缝 — 角焊缝	≥ 0.5	$d \leq 0.4s$ 最大 4mm $d \leq 0.4a$ 最大 4mm	$d \leq 0.3s$ 最大 3mm $d \leq 0.3a$ 最大 3mm	$d \leq 0.2s$ 最大 2mm $d \leq 0.2a$ 最大 2mm
2.5	2014	线性气孔	情况 1 ($D > d_2$) 				

VIII—5	版次	日期	年 月 日
--------	----	----	-------

表 1(续) 缺陷的限定值

0EA.619.046—2008

共 15 页 第 9 页

序号	参考 ISO 6250-1	缺陷名称	说明	t mm	焊缝的质量等级		
					D	C	B
2.7	202	缩孔		≥ 0.5	允许短缺 缺陷存在， 但不能在 表面存在。对接 焊缝 $h \leq 0.4s$ ，最大 4mm；角 焊缝 $h \leq 0.4a$ ，最大 4mm	不允许	不允许
2.8	2024	收弧缩孔	 将对较大 h 或 l 值进行测量	0.5~3	$h/l \leq 0.2t$	不允许	不允许
				> 3	$h/l \leq 0.2t$ 最大 2mm	不允许	不允许
2.9	300 301 302 303	固体夹杂 夹渣 焊剂夹杂 氧化物夹杂	— 对接焊缝	≥ 0.5	$h \leq 0.4s$ 最大 4mm $l \leq s$ 最大 75mm	$h \leq 0.3s$ 最大 3mm $l \leq s$ 最大 50mm	$h \leq 0.2s$ 最大 2mm $l \leq s$ 最大 25mm
			— 角焊缝	≥ 0.5	$h \leq 0.4a$ 最大 4mm $l \leq a$ 最大 75mm	$h \leq 0.3a$ 最大 3mm $l \leq a$ 最大 50mm	$h \leq 0.2a$ 最大 2mm $l \leq a$ 最大 25mm
2.10	304	非铜质金属 夹渣	— 对接焊缝	≥ 0.5	$h \leq 0.4s$ 最大 4mm	$h \leq 0.3s$ 最大 3mm	$h \leq 0.2s$ 最大 2mm
			— 角焊缝	≥ 0.5	$h \leq 0.4a$ 最大 4mm	$h \leq 0.3a$ 最大 3mm	$h \leq 0.2a$ 最大 2mm
2.11	3042	铜夹渣		≥ 0.5	不允许	不允许	不允许
2.12	401 4011	未熔合 侧壁未熔合		≥ 0.5	允许短缺 缺陷，但不 能露出表 面	不允许	不允许
	4012	层间未熔合			— 对 接焊缝： $h \leq 0.4s$ ， 最大 4mm		
	4013	根部未熔合			— 角 焊缝： $h \leq 0.4a$ ， 最大 4mm		

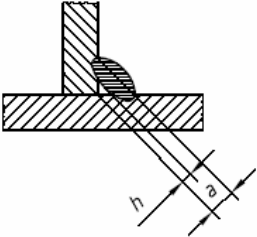
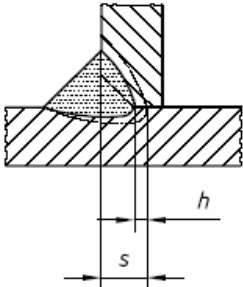
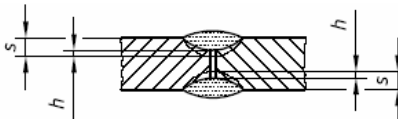
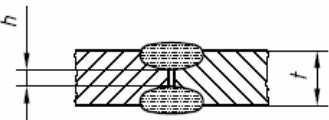
版次

日期

年 月 日

VIII—5

表 1(续) 缺陷的限定值

序号	参考 ISO 6250-1	缺陷名称	说明	t mm	焊缝的质量等级		
					D	C	B
2.13	402	未焊透	 T 型接头（角焊缝）	≥0.5	短缺陷 $h \leq 0.2a$ 最大 2mm	不允许	不允许
			 T 型接头（局部焊透）	≥0.5	短缺陷 $h \leq 0.2s$ 最大 2mm	不允许	不允许
			 对接焊缝（局部焊透）	≥0.5	短缺陷 对接接头 $h \leq 0.2s$ 最大 2mm T 型接头 $h \leq 0.2a$ 最大 2mm	短缺陷 对接接头 $h \leq 0.1s$ 最大 1.5mm T 型接头 $h \leq 0.1a$ 最大 1.5mm	不允许
			 对接焊缝（全焊透）	≥0.5	短缺陷 $h \leq 0.2t$ 最大 2mm	不允许	不允许

3 接头几何形状的缺陷

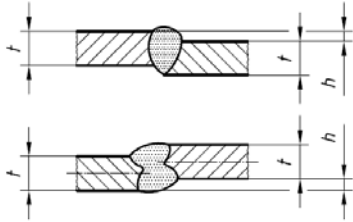
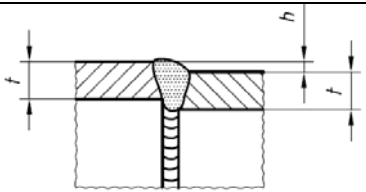
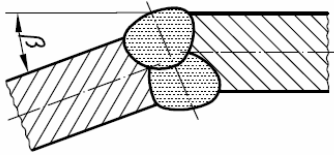
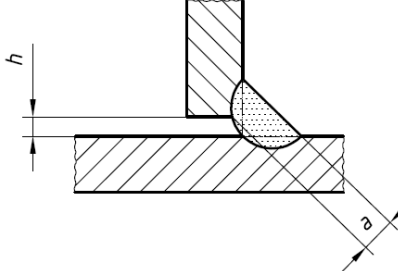
3.1	507	错边	除非另有规定，工件轴线的正确位置应该是一致的（见第 1 章）。T 是指比较薄的厚度。在限定范围内的线性错边不作为系统缺陷的一部分（应用于图 A 和图 B）。  图 A 纵向平焊缝	0.5~3	$h \leq 0.2\text{mm} + 0.25t$	$h \leq 0.2\text{mm} + 0.15t$	$h \leq 0.2\text{mm} + 0.1t$
				>3	$h \leq 0.25t$ 最大 5mm	$h \leq 0.15t$ 最大 4mm	$h \leq 0.1t$ 最大 3mm

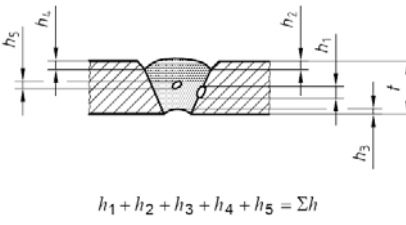
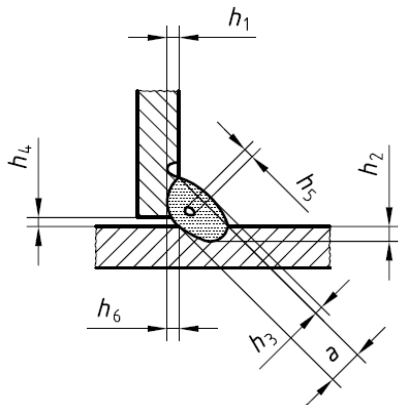
表 1(续) 缺陷的限定值

0EA.619.046—2008

共 15 页 第 11 页

序号	参考 ISO 6250-1	缺陷名称	说明	t mm	焊缝的质量等级		
					D	C	B
			 图 B 环形焊缝	≥ 0.5	$h \leq 0.5t$ 最大 4mm	$h \leq 0.5t$ 最大 3mm	$h \leq 0.5t$ 最大 2mm
3.2	508	角度偏差		≥ 0.5	$\beta \leq 4^\circ$	$\beta \leq 2^\circ$	$\beta \leq 1^\circ$
3.3	617	角焊缝根部 间隙超差	不适用于条款 5 中对系统缺陷的要求 	0.5~3	$h \leq 0.5\text{mm}$ $+0.1a$	$h \leq 0.3\text{mm}$ $+0.1a$	$h \leq 0.2\text{mm}$ $+0.1a$
				> 3	$h \leq 1\text{mm}$ $+0.3a$ 最大 4mm	$h \leq 0.5\text{mm}$ $+0.2a$ 最大 3mm	$h \leq 0.5\text{mm}$ $+0.1a$ 最大 2mm

4 复合缺陷

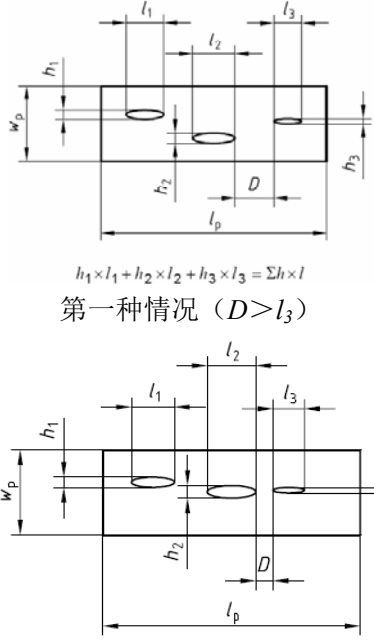
4.1	无	任意截面上的 复合缺陷 在最薄弱接 头处的截面 (宏观检查)	 	0.5~3	不允许	不允许	不允许
				> 3	缺陷最大 总高度 $\Sigma h \leq 0.4t$ 或者 $\Sigma h \leq 0.25a$	缺陷最大 总高度 $\Sigma h \leq 0.3t$ 或者 $\Sigma h \leq 0.2a$	缺陷最大 总高度 $\Sigma h \leq 0.2t$ 或者 $\Sigma h \leq 0.15a$

版次

日期

年 月 日

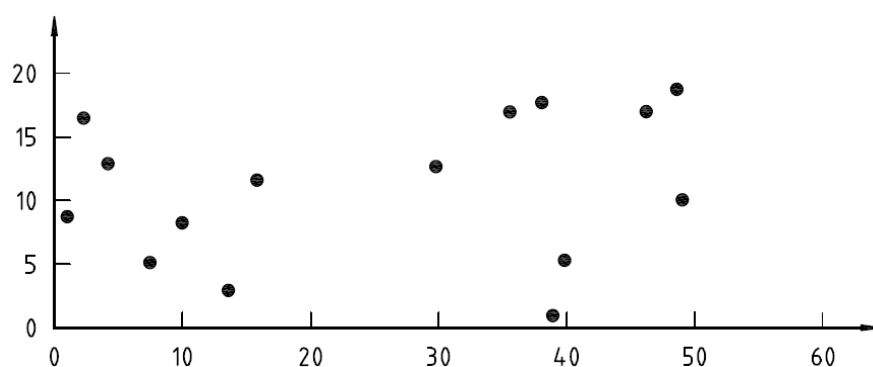
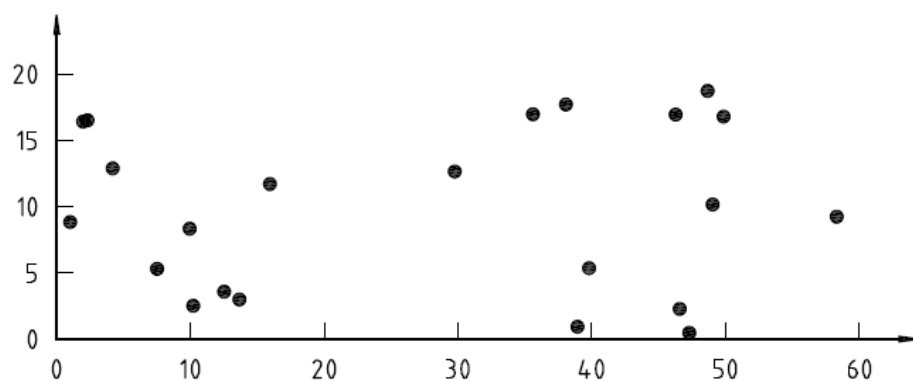
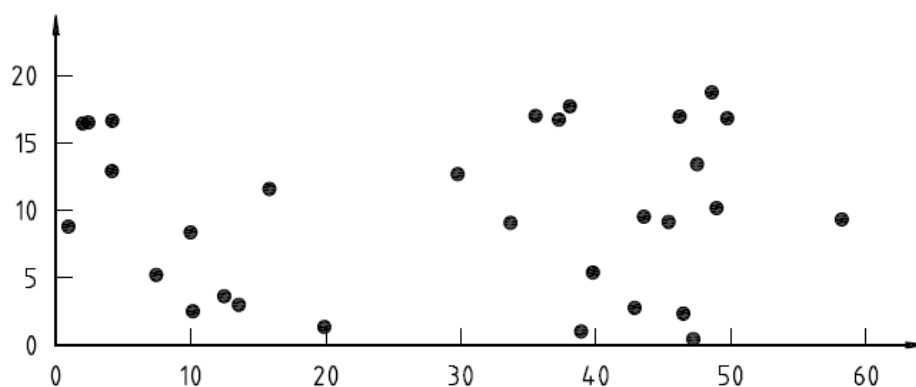
VIII—5

0EA.619.046—2008		表 1(续) 缺陷的限定值					
共 15 页 第 12 页							
序号	参考 ISO 6250-1	缺陷名称	说明	t mm	焊缝的质量等级		
					D	C	B
4.2	无	纵向投影区域或截面积	 $h_1 \times l_1 + h_2 \times l_2 + h_3 \times l_3 = \Sigma h \times l$ 第一种情况 ($D > l_3$) 第二种情况 ($D < l_3$) 在计算面积之和 $\Sigma h \times l$ 时, 应当将其作为测评面积 $l_p \times w_p$ 的百分比来计算 (第一种情况)。 如果 D 比一个邻近缺陷的较小长度还要小, 则应将两个缺陷之间的全部连接计入缺陷合计中。 (第二种情况)。 注释: 更多信息参见附录 A。	≥ 0.5	$\Sigma h \times l$ $\leq 16\%$	$\Sigma h \times l$ $\leq 8\%$	$\Sigma h \times l$ $\leq 4\%$
VIII—5	版次		日期	年 月 日			

附录 A

缺陷百分比判断举例

下图给出了缺陷的不同百分比的比较。这有助于 X 射线照片和断裂表面的缺陷评估。

图1 表面百分比1, 15个气孔, $d = 1 \text{ mm}$ 图2 表面百分比1.5, 23个气孔, $d = 1 \text{ mm}$ 图3 表面百分比2, 30个气孔, $d = 1 \text{ mm}$

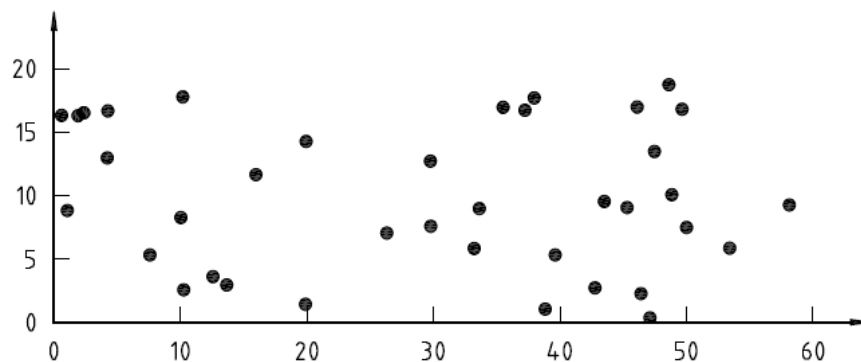


图4 表面百分比2.5, 38个气孔, $d = 1 \text{ mm}$

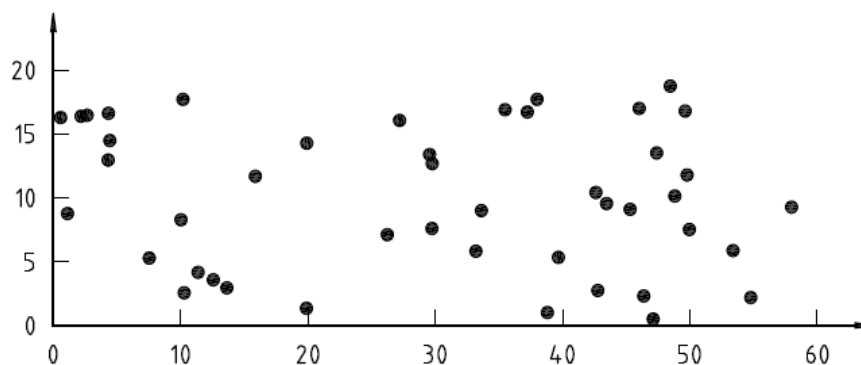


图5 表面百分比3, 45个气孔, $d = 1 \text{ mm}$

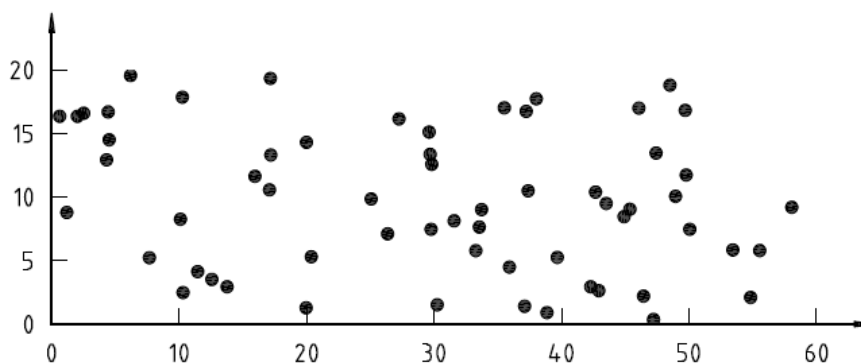


图6 表面百分比4, 61个气孔, $d = 1 \text{ mm}$

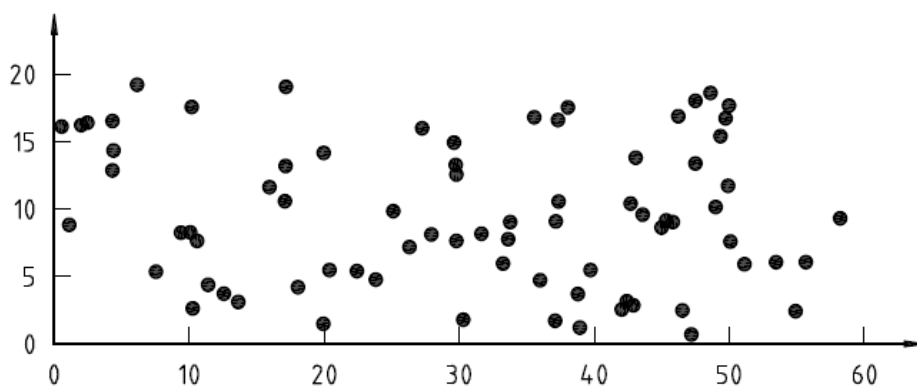


图7 表面百分比5, 76个气孔, $d = 1 \text{ mm}$

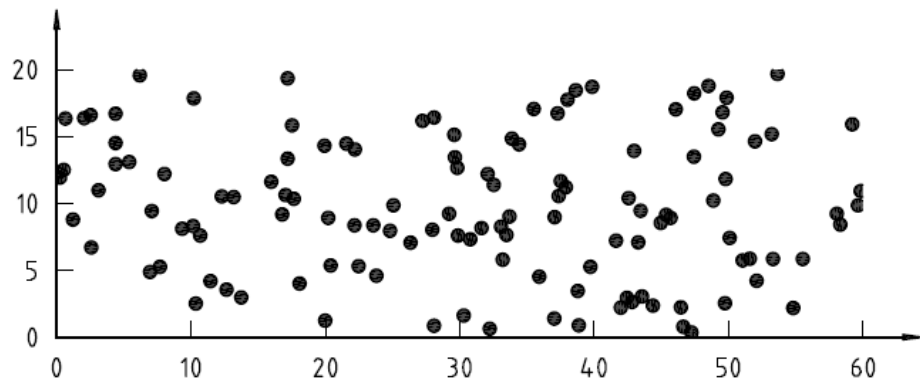


图8 表面百分比8, 122个气孔, $d = 1 \text{ mm}$

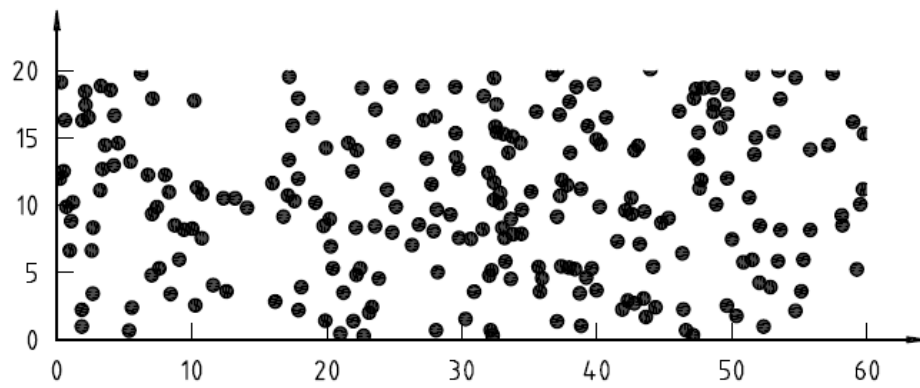


图9 表面百分比16, 244个气孔, $d = 1 \text{ mm}$
