

中华人民共和国国家标准

GB/T 37910.1—2019

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

Non-destructive testing of welds—Acceptance levels for radiographic testing—
Part 1: Steel, nickel, titanium and their alloys

(ISO 10675-1:2016, MOD)

2019-08-30 发布

2020-03-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 检测技术 1

4 通则 2

5 验收等级 2

附录 A（资料性附录） 射线检测缺欠指南 5

附录 B（资料性附录） 缺欠面积占比示例 6

附录 C（资料性附录） 可验收缺欠累计区域计算 9

前 言

GB/T 37910《焊缝无损检测 射线检测验收等级》包含以下两个部分：

——第1部分：钢、镍、钛及其合金；

——第2部分：铝及铝合金。

本部分为GB/T 37910的第1部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用ISO 10675-1:2016《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》。

本部分与ISO 10675-1:2016相比，主要技术性差异及其原因如下：

——关于规范性引用文件，本部分做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反映在第2章“规范性引用文件”中，具体调整如下：

- 用修改采用国际标准的GB/T 3323.1代替了ISO 17636-1(见第1章、第3章、附录A)；
- 用修改采用国际标准的GB/T 3323.2代替了ISO 17636-2(见第1章、第3章、附录A)；
- 用修改采用国际标准的GB/T 32259代替了ISO 17637(见第4章)；
- 用等同采用国际标准的GB/T 6417.1代替了ISO 6520-1(见第5章、表2、表3、A.1)。
- 依据ISO 5817，增加了局部密集气孔需满足球形气孔的验收要求，便于实际应用(见表2)。

本部分由全国焊接标准化技术委员会(SAC/TC 55)提出并归口。

本部分起草单位：上海材料研究所、中广核工程有限公司、广州特种承压设备检测研究院、上海勤合焊接技术发展有限公司、海洋石油工程股份有限公司、厦门市特种设备检验检测院、上海航天动力科技有限公司、天津市特种设备监督检验技术研究院、湖北三江航天江北机械工程有限公司、上海宝冶工程技术有限公司、浙江优尔特检测科技有限公司、丹东华日理学电气有限公司、上海市安装工程集团有限公司、哈尔滨焊接研究院有限公司。

本部分主要起草人：张义凤、朱从斌、李茂东、解应龙、丁杰、蒋建生、孙钟、李江、伏喜斌、徐国珍、黄学斌、刘怿欢、王晓勇、马冲先、王滨、詹军、吕君敏、于开波、陆欢军、滕健、马君、黄隐、王森、苏金花、赵聪、杨奇伟。

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

1 范围

GB/T 37910 的本部分规定了钢、镍、钛及其合金对接焊缝射线检测缺欠显示的验收等级。如合同各方同意,该验收等级也可用于其他类型焊缝或材料。

验收等级与焊接标准、检测标准、规范或法规有关。本部分适用于通过比较按照 GB/T 3323.1 或 GB/T 3323.2 检测出的焊缝射线底片或图像上的缺欠尺寸与本部分规定的缺欠限值,判定被检焊缝是否满足焊缝质量等级。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 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 3323.1—2019,ISO 17636-1:2013,MOD)

GB/T 3323.2 焊缝无损检测 射线检测 第 2 部分:使用数字化探测器的 X 和伽玛射线技术(GB/T 3323.2—2019,ISO 17636-2:2013,MOD)

GB/T 6417.1 金属熔化焊接头缺欠分类及说明(GB/T 6417.1—2005,ISO 6520-1:1998,IDT)

GB/T 32259 焊缝无损检测 熔焊接头目视检测(GB/T 32259—2015,ISO 17637:2003,MOD)

ISO 5817 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-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys(beam welding excluded)—Quality levels for imperfections]

3 检测技术

根据焊缝质量等级规定,射线检测应按 GB/T 3323.1 或 GB/T 3323.2 的 A 级和 B 级进行检测,见表 1。

表 1 射线检测技术等级

按 ISO 5817 的质量等级	按 GB/T 3323.1 和 GB/T 3323.2 的技术等级	按本部分的验收等级
B	B	1
C	B ^a	2
D	A	3
^a 环焊缝检测最少曝光次数按 GB/T 3323.1 和 GB/T 3323.2 的 A 级要求执行。		

4 通则

焊缝射线检测前应按 GB/T 32259 进行目视检测与评定。

本部分的验收等级对评定目视检测不能检测和评定的缺欠显示(见表 2)基本有效。检测人员因几何尺寸原因不能评价表面缺欠(见表 3,如咬边、下塌、表面烧蚀、焊接飞溅等),但又对此类缺欠是否满足 ISO 5817 焊缝质量等级表示怀疑时,应选择更多的检测技术加以确认。

当需要对咬边、下塌等进行射线检测定量时,可通过曝光试验建立基本量化关系,以制定符合 ISO 5817 的工艺规程。是否需要定量该类缺欠应予以规定。

5 验收等级

显示的验收等级见表 2 和表 3。缺欠类型见 ISO 5817,缺欠定义见 GB/T 6417.1,缺欠编号参见附录 A。

表 2 和表 3 中使用的符号如下:

- A 显示投影面积总和在 $L \times W_p$ 区域中的百分比,用 % 表示(参见附录 B);
- b 焊缝下塌宽度,单位为毫米(mm);
- d 气孔直径,单位为毫米(mm);
- d_A 气孔包络区域直径,单位为毫米(mm);
- h 显示的宽度,或表面缺欠的高度或宽度,单位为毫米(mm);
- L 焊缝任意 100 mm 检测长度,单位为毫米(mm);
- l 显示的长度,单位为毫米(mm);
- s 对接焊缝公称厚度,单位为毫米(mm);
- t 母材厚度,单位为毫米(mm);
- W_p 焊缝宽度,单位为毫米(mm);
- $\sum l$ 在 L 范围内缺欠总长度,单位为毫米(mm)。

如果任意相邻缺欠的间距小于或等于其中较小缺欠的主要尺寸,则应被视为一个缺欠。缺欠累计区域计算参见附录 C。

显示不应被划分到不同的 L 中。

表 2 对接焊缝内部显示的验收等级

序号	按 GB/T 6417.1 的内部缺欠分类	验收等级 3 级 ^a	验收等级 2 级 ^a	验收等级 1 级
1	裂纹(100)	不准许	不准许	不准许
2a	均布气孔(2012),球形气孔(2011),单层	$A \leq 2.5\%$ $d \leq 0.4s$,最大 5 mm $L = 100$ mm	$A \leq 1.5\%$ $d \leq 0.3s$,最大 4 mm $L = 100$ mm	$A \leq 1\%$ $d \leq 0.2s$,最大 3 mm $L = 100$ mm
2b	均布气孔(2012),球形气孔(2011),多层	$A \leq 5\%$ $d \leq 0.4s$,最大 5 mm $L = 100$ mm	$A \leq 3\%$ $d \leq 0.3s$,最大 4 mm $L = 100$ mm	$A \leq 2\%$ $d \leq 0.2s$,最大 3 mm $L = 100$ mm
3 ^b	局部密集气孔(2013)	$d_A \leq W_p$,最大 25 mm $d \leq 0.4s$,最大 5 mm $L = 100$ mm d_A 对应 d_{A1} 、 d_{A2} 或 d_{Ac}	$d_A \leq W_p$,最大 20 mm $d \leq 0.3s$,最大 4 mm $L = 100$ mm d_A 对应 d_{A1} 、 d_{A2} 或 d_{Ac}	$d_A \leq W_p/2$,最大 15 mm $d \leq 0.2s$,最大 3 mm $L = 100$ mm d_A 对应 d_{A1} 、 d_{A2} 或 d_{Ac}

表 2(续)

序号	按 GB/T 6417.1 的内部缺欠分类	验收等级 3 级 ^a	验收等级 2 级 ^a	验收等级 1 级
4 ^c	链状气孔(2014)	$l \leq s$, 最大 75 mm $d \leq 0.4s$, 最大 4 mm $L = 100$ mm	$l \leq s$, 最大 50 mm $d \leq 0.3s$, 最大 3 mm $L = 100$ mm	$l \leq s$, 最大 25 mm $d \leq 0.2s$, 最大 2 mm $L = 100$ mm
5 ^d	条形气孔(2015), 虫形气孔(2016)	$h < 0.4s$, 最大 4 mm $\sum l \leq s$, 最大 75 mm $L = 100$ mm	$h < 0.3s$, 最大 3 mm $\sum l \leq s$, 最大 50 mm $L = 100$ mm	$h < 0.2s$, 最大 2 mm $\sum l \leq s$, 最大 25 mm $L = 100$ mm
6 ^e	缩孔(202)(不包括弧坑缩孔)	$h < 0.4s$, 最大 4 mm $l \leq 25$ mm	不准许	不准许
7	弧坑缩孔(2024)	$h < 0.2t$, 最大 2 mm $l \leq 0.2t$, 最大 2 mm	不准许	不准许
8 ^d	夹渣(301), 焊剂夹渣(302), 氧化物夹杂(303)	$h < 0.4s$, 最大 4 mm $\sum l \leq s$, 最大 75 mm $L = 100$ mm	$h < 0.3s$, 最大 3 mm $\sum l \leq s$, 最大 50 mm $L = 100$ mm	$h < 0.2s$, 最大 2 mm $\sum l \leq s$, 最大 25 mm $L = 100$ mm
9	金属夹杂(304)(不包括铜)	$l < 0.4s$, 最大 4 mm	$l < 0.3s$, 最大 3 mm	$l < 0.2s$, 最大 2 mm
10	铜夹杂(3042)	不准许	不准许	不准许
11 ^e	未熔合(401)	仅允许断续且不能延伸至表面 $\sum l \leq 25$ mm, $L = 100$ mm	不准许	不准许
12 ^e	未焊透(402)	$\sum l \leq 25$ mm, $L = 100$ mm	不准许	不准许
^a 验收等级 3 级和 2 级可增加后缀 X 描述, 表示所有长度超过 25 mm 的显示不可验收。 ^b 见图 C.1 和图 C.2。 ^c 见图 C.3 和图 C.4。 ^d 见图 C.5 和图 C.6。 ^e 如果单条焊缝长度小于 100 mm, 则显示的最大长度应不超过整条焊缝长度的 25%。				

表 3 表面缺欠的验收等级

序号	按 GB/T 6417.1 的表面缺欠分类	验收等级 3 级 ^a	验收等级 2 级 ^a	验收等级 1 级
13	弧坑裂纹(104)	不准许	不准许	不准许
14a	连续咬边(5011)和间断咬边(5012), $t > 3$ mm	要求光滑过渡, $h \leq 0.2t$, 最大 1 mm	要求光滑过渡, $h \leq 0.1t$, 最大 0.5 mm	要求光滑过渡, $h \leq 0.05t$, 最大 0.5 mm
14b	连续咬边(5011)和间断咬边(5012), 0.5 mm $\leq t \leq 3$ mm	要求光滑过渡 $l \leq 25$ mm, $h \leq 0.2t$	要求光滑过渡 $l \leq 25$ mm, $h \leq 0.1t$	要求光滑过渡 不准许
15a	缩沟(根部咬边 5013), $t > 3$ mm	要求光滑过渡, $l \leq 25$ mm, $h \leq 0.2t$, 最大 2 mm	要求光滑过渡, $l \leq 25$ mm, $h \leq 0.1t$, 最大 1 mm	要求光滑过渡, $l \leq 25$ mm, $h \leq 0.05t$, 最大 0.5 mm
15b	缩沟(根部咬边 5013), 0.5 mm $\leq t \leq 3$ mm	要求光滑过渡, $h \leq 0.2$ mm + $0.1t$	要求光滑过渡, $l \leq 25$ mm, $h \leq 0.1t$	要求光滑过渡, 不准许

表 3(续)

序号	按 GB/T 6417.1 的表面缺欠分类	验收等级 3 级 ^a	验收等级 2 级 ^a	验收等级 1 级
16a	下塌(504), $0.5 \text{ mm} \leq t \leq 3 \text{ mm}$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0.6b$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0.3b$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0.1b$
16b	下塌(504), $t > 3 \text{ mm}$	$h \leq 1 \text{ mm} + 1.0b$, 最大 5 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0.6b$, 最大 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0.2b$, 最大 3 mm
17	电弧擦伤(601)	允许, 如母材性能未受影响	不准许	不准许
18	飞溅(602)	根据材质和腐蚀防护等技术要求验收		
19a	根部收缩(515), $0.5 \text{ mm} \leq s \leq 3 \text{ mm}$	$h \leq 0.2 \text{ mm} + 0.1t$	$l \leq 25 \text{ mm}, h \leq 0.1t$	不准许
19b	根部收缩(515), $s > 3 \text{ mm}$	$l \leq 25 \text{ mm}, h \leq 0.2t$, 最大 2 mm	$l \leq 25 \text{ mm}, h \leq 0.1t$, 最大 1 mm	$l \leq 25 \text{ mm}, h \leq 0.05t$, 最大 0.5 mm
20	焊缝接头不良(517), $s \geq 0.5 \text{ mm}$	允许, 限值取决于缺欠类型(按 ISO 5817)	不准许	不准许
21a	下垂(509), 未焊满(511), $0.5 \text{ mm} \leq s \leq 3 \text{ mm}$	$l \leq 25 \text{ mm}, h \leq 0.25t$	$l \leq 25 \text{ mm}, h \leq 0.1t$	不准许
21b	下垂(509), 未焊满(511), $s > 3 \text{ mm}$	$l \leq 25 \text{ mm}, h \leq 0.25t$, 最大 2 mm	$l \leq 25 \text{ mm}, h \leq 0.1t$, 最大 1 mm	$l \leq 25 \text{ mm}, h \leq 0.05t$, 最大 0.5 mm
22a	错边(507), $0.5 \text{ mm} \leq s \leq 3 \text{ mm}$	$h \leq 0.2 \text{ mm} + 0.25t$	$h \leq 0.2 \text{ mm} + 0.15t$	$h \leq 0.2 \text{ mm} + 0.1t$
22b	错边(507), 纵缝, $s > 3 \text{ mm}$	$h \leq 0.25t$, 最大 5 mm	$h \leq 0.15t$, 最大 4 mm	$h \leq 0.1t$, 最大 3 mm
22c	错边(507), 环缝, $s > 0.5 \text{ mm}$	$h \leq 0.5t$, 最大 4 mm	$h \leq 0.5t$, 最大 3 mm	$h \leq 0.5t$, 最大 2 mm
注: 验收等级按目视检测的验收规定执行。这些缺陷通常选用目视检测评定。				
^a 验收等级 3 级和 2 级可增加后缀 X 描述, 表示所有长度超过 25 mm 的显示不可验收。				

附 录 A
(资料性附录)
射线检测缺欠指南

A.1 通则

每种缺欠后紧跟一个带有数字编号的括号,该数字编号见 GB/T 6417.1。

A.2 对接焊缝中的体积型缺欠

对接焊缝中的体积型缺欠:

- 球形气孔(2011),局部密集气孔(2013),条形气孔(2015)和表面气孔(2017);
- 条形气孔(2015)和虫形气孔(2016);
- 固体夹杂(300);
- 铜夹杂(3042)。

按 GB/T 3323.1 或 GB/T 3323.2 规定的 A 级或 B 级检测(见表 1),可检出表 2 列出的上述缺欠。

A.3 对接焊缝中的裂纹

对接焊缝中的裂纹:

- 裂纹(100);
- 弧坑裂纹(104)。

射线检测的裂纹检出能力与裂纹高度、裂纹走向(分叉部分)、开口宽度、射线中心束与裂纹延伸方向的角度和射线检测参数有关。

因此,射线测出裂纹的可靠性有限。GB/T 3323.1 和 GB/T 3323.2 规定的 B 级或更好的等级检测裂纹,比用 A 级检测可靠性更高。

A.4 对接焊缝中的平面型缺欠

对接焊缝中的平面型缺欠:

- 未熔合(401);
- 未焊透(402)。

未熔合和未焊透的检出能力与缺欠特征和检测参数有关。

除非射线中心束沿侧壁方向透照,侧壁未熔合极有可能无法检出(该类缺欠同时伴有夹渣等其他类型缺欠除外)。

附 录 B
(资料性附录)
缺欠面积占比示例

A 是缺欠投影面积总和在 $L \times W_p$ 区域中的百分比。不同的缺欠投影面积占比,帮助检测人员判定评定区域内的缺欠面积占比,见图 B.1~图 B.9。

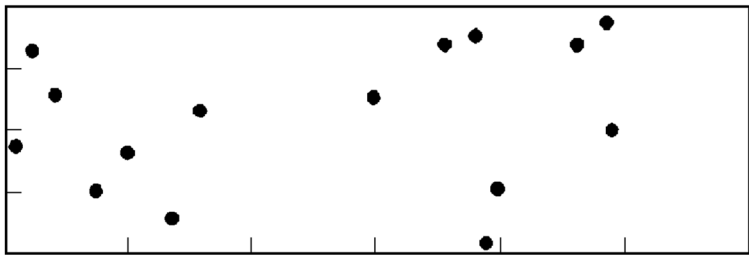


图 B.1 $A = 1\%$

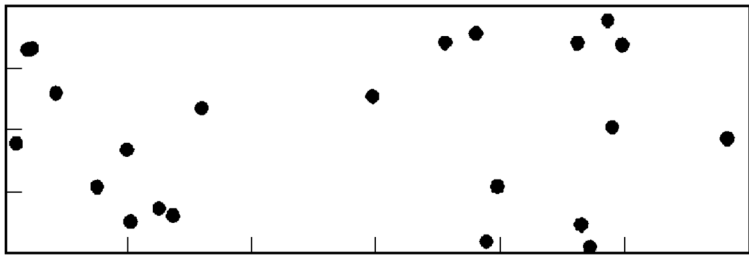


图 B.2 $A = 1.5\%$

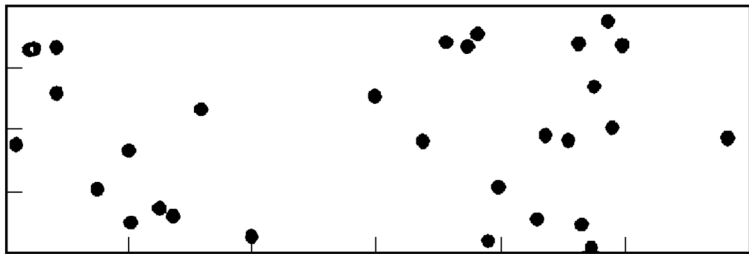


图 B.3 $A = 2\%$

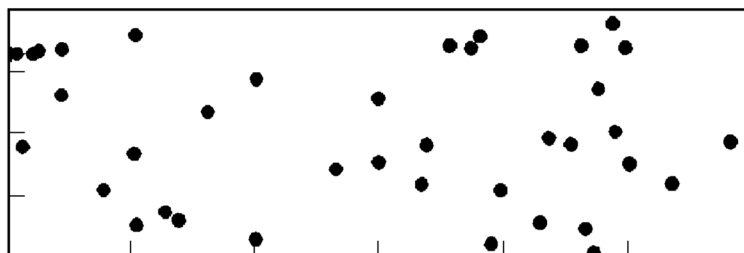


图 B.4 $A = 2.5\%$

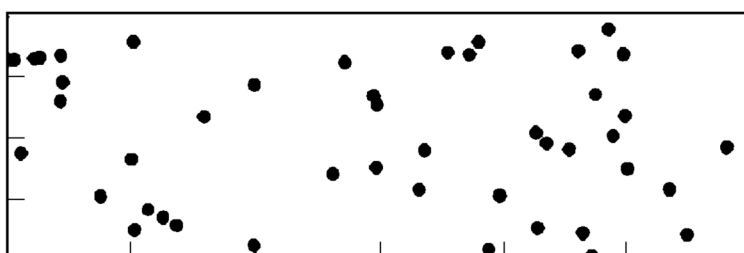


图 B.5 $A = 3\%$

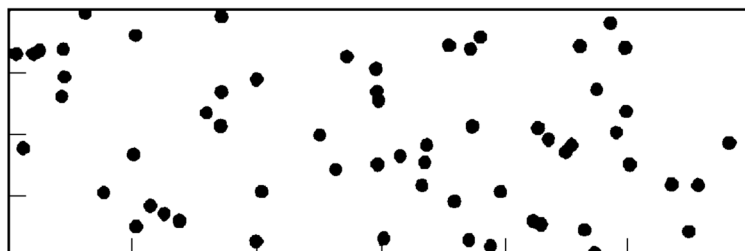


图 B.6 $A = 4\%$

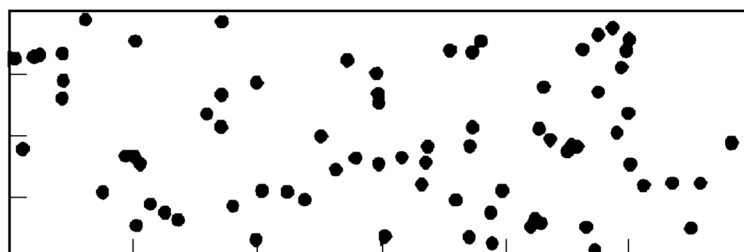


图 B.7 $A = 5\%$

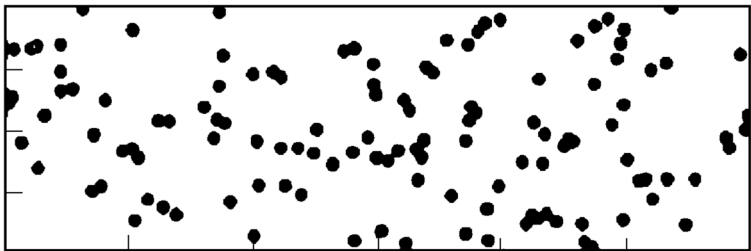


图 B.8 $A = 8\%$

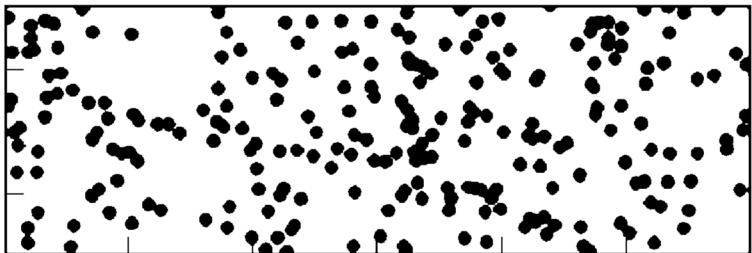


图 B.9 $A = 16\%$

附录 C
(资料性附录)
可验收缺欠累计区域计算

C.1 密集气孔

整个密集气孔区域用包络所有气孔的直径为 d_A 的圆表示,见图 C.1。
如果 D 小于或等于 d_{A1} 或 d_{A2} 中的较小值,不论多小,整个密集气孔应用包络相邻气孔的直径为 d_{Ac} 的圆表示,见式(C.1)和图 C.2。

$$d_{Ac} = d_{A1} + d_{A2} + D \dots\dots\dots (C.1)$$

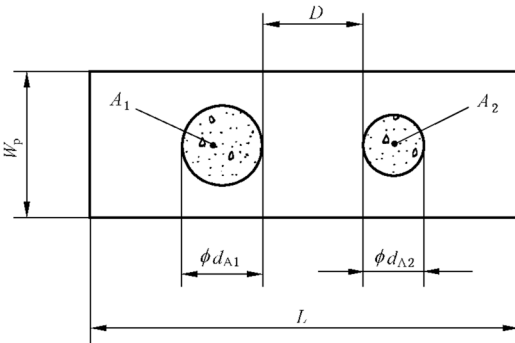


图 C.1 密集气孔, $D > d_{A2}$

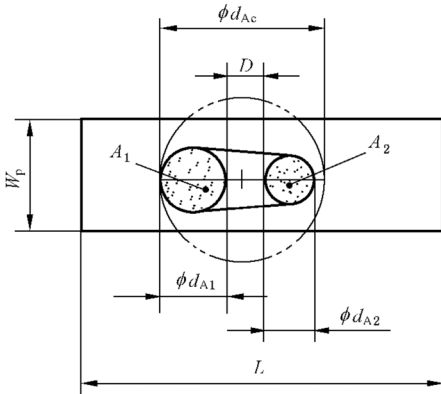


图 C.2 密集气孔, $D \leq d_{A2}$

C.2 链状气孔

如果 D 小于或等于任意相邻气孔中较小气孔的直径,应累计两相邻气孔间距 D 、气孔直径 d_1 和 d_2 ,视为一个气孔进行评定,见图 C.3 和图 C.4。

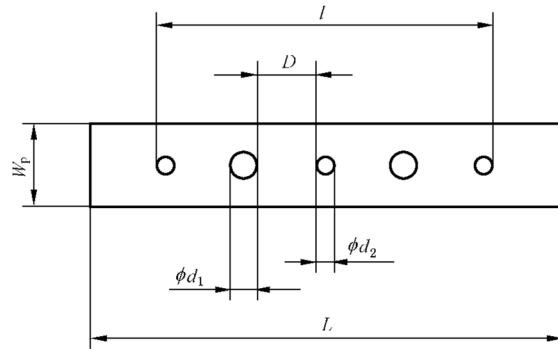


图 C.3 链状气孔, $D > d_2$

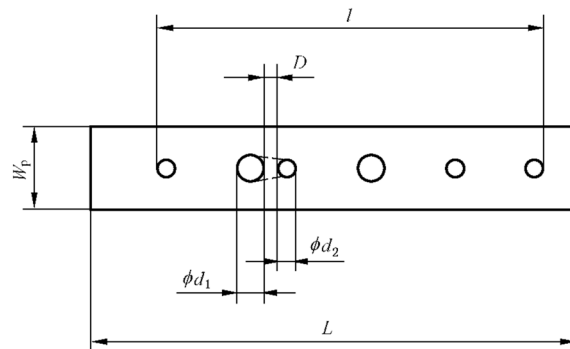


图 C.4 链状气孔, $D \leq d_2$

C.3 条形气孔和虫形气孔

在每一检测长度 L 内,应累计各气孔的长度之和,见图 C.5。

如果 D 小于或等于任意相邻气孔中较小气孔的长度,应累计两相邻气孔间距 D 、两气孔长度,视为一个气孔长度进行评定,见图 C.6。

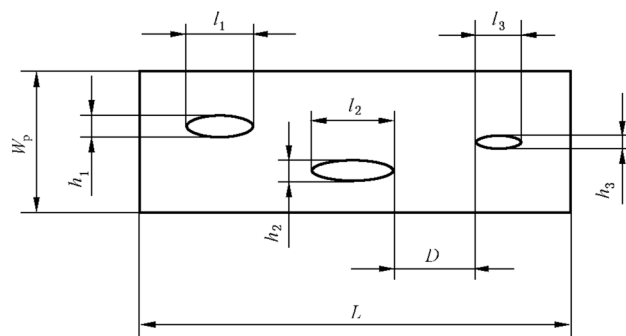


图 C.5 条形气孔和虫形气孔, $D > l_3$

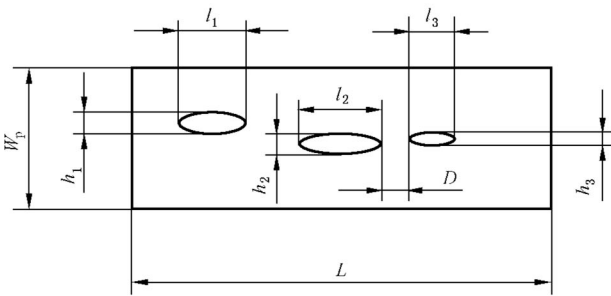


图 C.6 条形气孔和虫形气孔, $D \leq l_3$
