



中华人民共和国国家标准

GB/T 4513.7—2017/ISO 1927-7:2012

不定形耐火材料 第7部分：预制件的测定

Monolithic (unshaped) refractory products—Part 7: Tests on pre-formed shapes

(ISO 1927-7:2012, IDT)

2017-10-14 发布

2018-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

GB/T 4513《不定形耐火材料》分为以下 8 个部分：

- 第 1 部分：介绍和分类；
- 第 2 部分：取样；
- 第 3 部分：基本特性；
- 第 4 部分：浇注料流动性的测定；
- 第 5 部分：试样制备和预处理；
- 第 6 部分：物理性能的测定；
- 第 7 部分：预制件的测定；
- 第 8 部分：特殊性能的测定。

本部分为 GB/T 4513 的第 7 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 ISO 1927-7:2012《不定形耐火材料 第 7 部分：预制件的测定》。

与本部分规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国标准如下：

- GB/T 4513.1—2015 不定形耐火材料 第 1 部分：介绍和分类(ISO 1927-1:2012,MOD)；
- GB/T 4513.6—2017 不定形耐火材料 第 6 部分：物理性能的测定(ISO 1927-6:2012,MOD)。

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这些专利的责任。

本部分由全国耐火材料标准化技术委员会(SAC/TC 193)提出并归口。

本部分负责起草单位：中钢集团洛阳耐火材料研究院有限公司、郑州瑞泰耐火科技有限公司、北京利尔高温材料股份有限公司、中冶武汉冶金建筑研究院有限公司。

本部分主要起草人：陈伟、郑丹丹、赵继增、肖哲栋、杨帆、刘运政、王俊涛、刘丽、陈宁娜。

不定形耐火材料

第7部分：预制件的测定

1 范围

GB/T 4513 的本部分规定了已预制成型的不定形耐火材料的测试方法。

本部分适用于 ISO 1927-1 所定义经浇注或捣打交货状态具有一定形状的不定形耐火材料。个别测试方法可经相关方协商一致后执行。

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。

ISO 1927-1 不定形耐火材料 第1部分：介绍和分类 [Monolithic (unshaped) refractory products—Part 1: Introduction and classification]

ISO 1927-6 不定形耐火材料 第6部分：物理性能的测定 [Monolithic (unshaped) refractory products—Part 6: Measurement of physical properties]

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

角缺陷 corner defect

缺角，如图1所示，通过 a 、 b 和 c 三个尺寸表示。

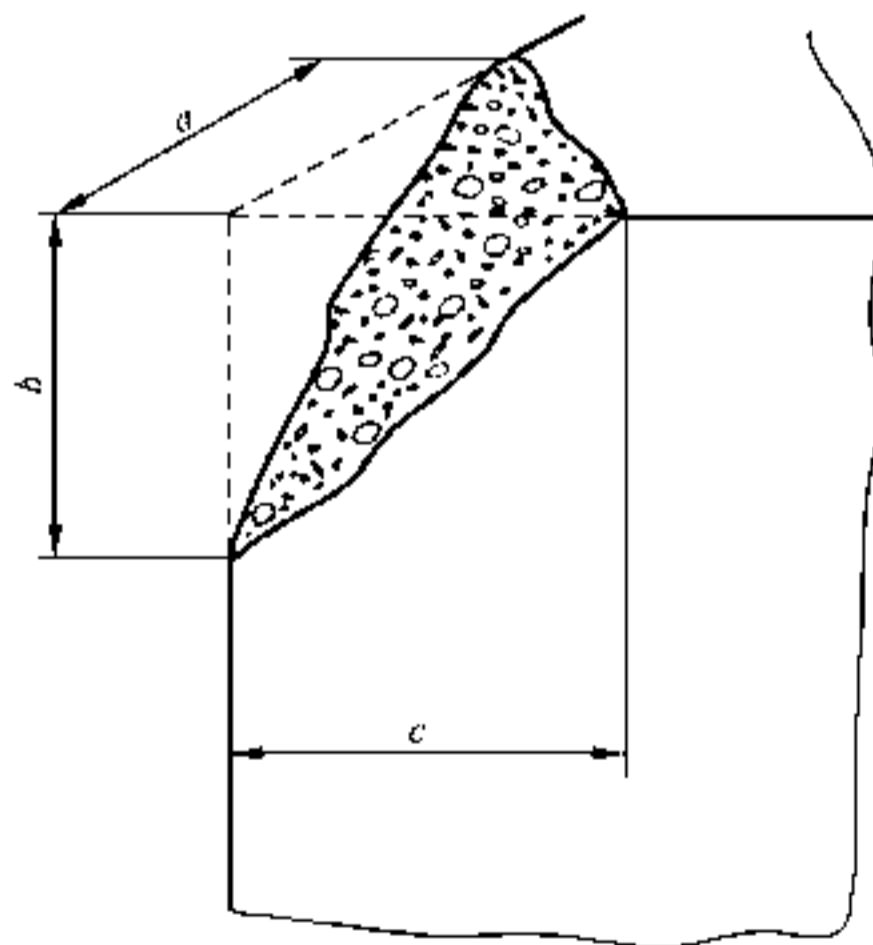


图1 典型角缺陷

3.2

棱缺陷 edge defect

缺棱,如图 2 所示,通过 e 、 f 和 g 三个尺寸表示。

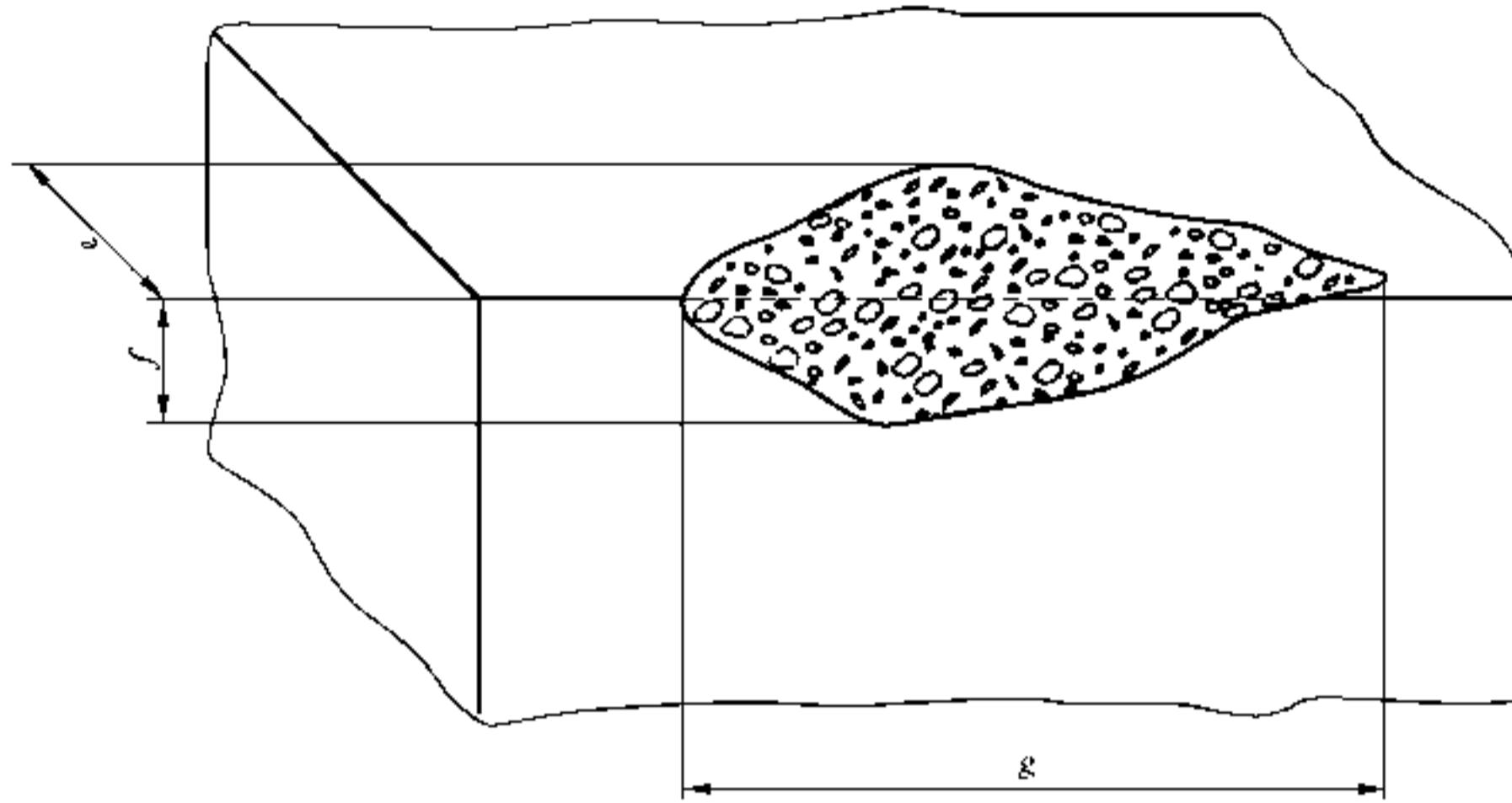


图 2 典型棱缺陷

3.3

孔洞 crater

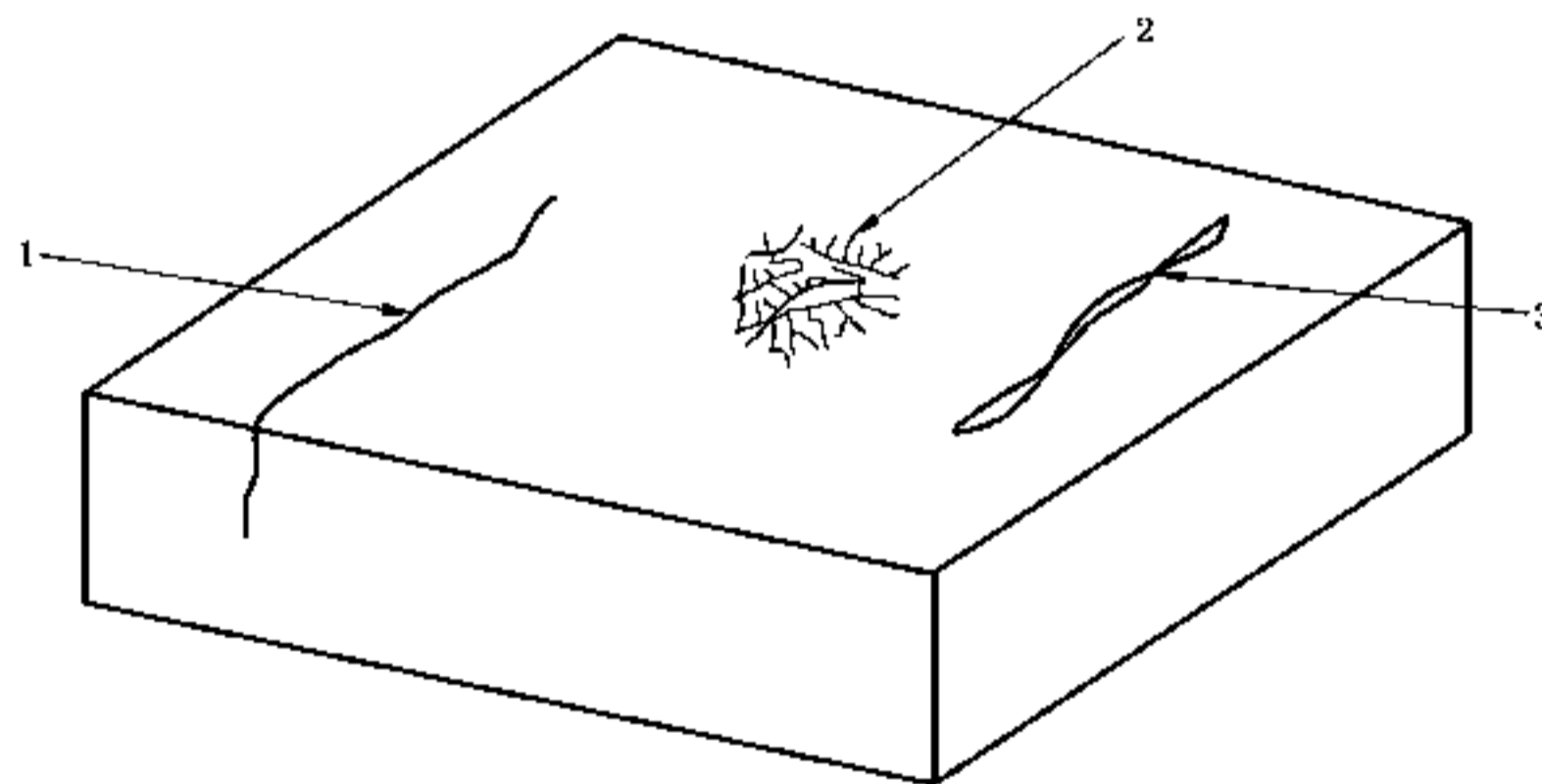
制品表面具有一定形状的孔洞,其最大直径、最小直径及深度可以测量。

注:它源于制造过程中产生的气泡。

3.4

微裂纹 hairline cracks

制品表面细小的可见裂纹,其长度可以测量,且宽度小于等于 0.2 mm,见图 3。



说明:

- 1——微裂纹;
- 2 表面龟裂;
- 3 显裂纹。

图 3 典型裂纹

3.5

表面龟裂 surface crazing

限于制品表面网状微裂纹,见图 3。

3.6

显裂纹 open cracks

制品表面的裂纹或裂口,其长度大于 10 mm,且宽度大于 0.2 mm,见图 3。

3.7

表面凸起和压痕 protrusions and indentations

该类缺陷出现在成型或烧成的过程中。

3.8

飞边 fins

制品表面超出边缘的薄层物料。

3.9

偏析 segregation

生产过程中因骨料和细粉分离导致制品呈蜂窝状或细粉集中的现象。

3.10

疏松 friability

因结合不牢固或模具渗漏导致的结构疏松。

3.11

扭曲 warpage

制品表面与基准面的偏差。

4 测试方法分类

预制件的测试方法分为两类:

- a) 计数检验:通过视检裂纹或其他表面缺陷及尺寸公差来评估制品的完整性程度;
- b) 计量检验:通过适当的破坏或无损试验方法进行物理性能检测来评估制品的质量水平。

注:无需使用本部分描述的所有方法来确定预制件的质量。

5 仪器设备

5.1 长度测量工具

根据公差要求和两倍的预期测量精度选择合适的钢卷尺和卡尺。

如果可能,当公差小于 1 mm 时,应选卡尺测量。钢卷尺测量精确到 1 mm(0.5 mm 可以估计),而卡尺精确到 0.1 mm。

5.2 钢平尺

至少 5 mm 厚,长度应满足最大制品对角线的测量。

5.3 楔形规(可任选其一)

Ⅰ型:长至少 50 mm,一端厚 10 mm,另一端厚度为零,从距离厚端至少 10 mm 处至零厚端呈均匀的锥度(见图 4);

Ⅱ型:长 160 mm,带有一个从 4 mm 到零的均匀锥度(见图 4)。

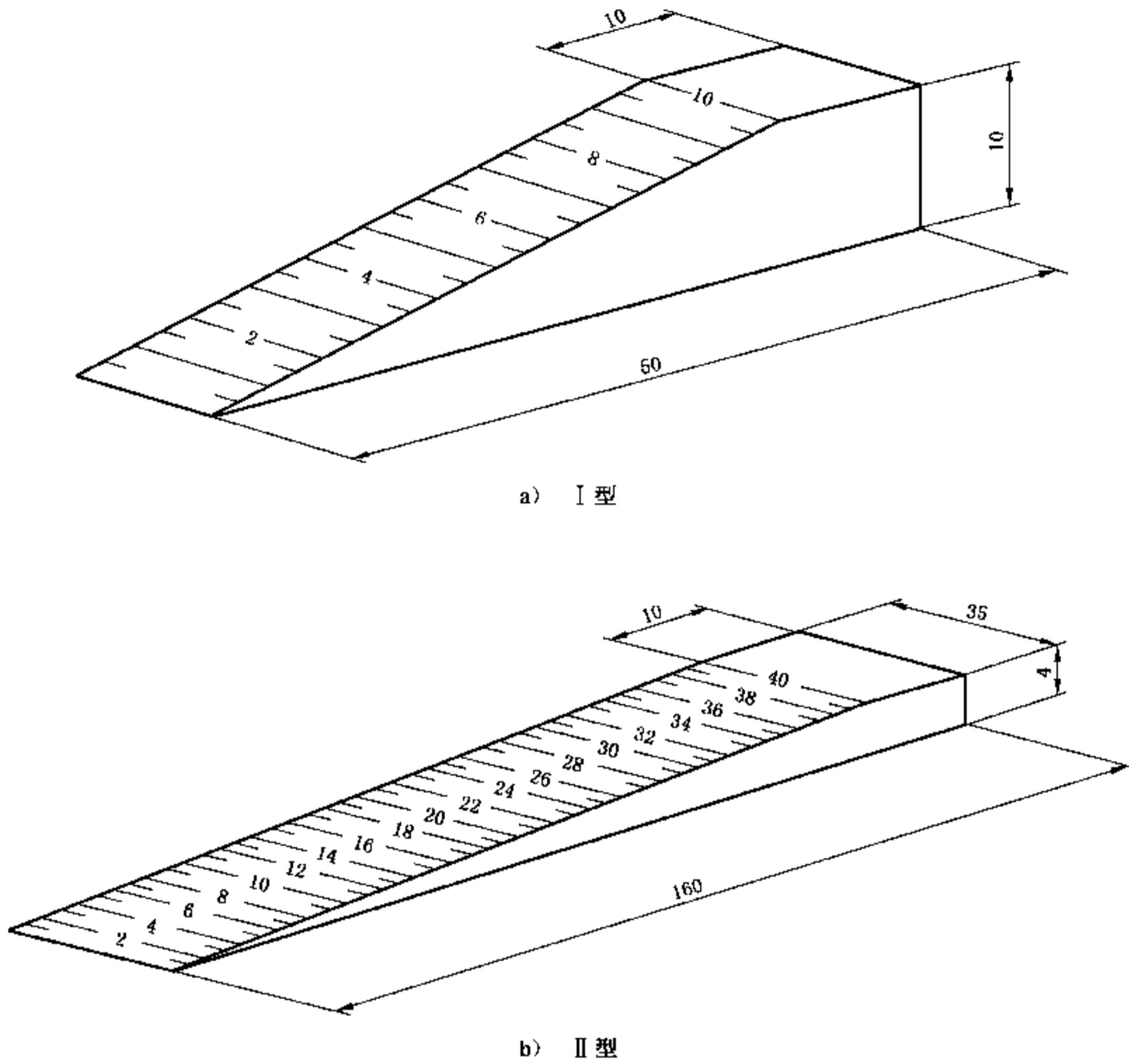


图 4 两种楔形规

5.4 栅格目镜

刻度精确至 0.1 mm。也可选用合适尺寸和精度的塞尺来测量裂纹的宽度。如有必要,可用合适的楔形规替代。

5.5 斜角规

用来测量角度。

5.6 测深规

带有一个直径 3 mm 的探针,测量深度可精确到 1 mm。

5.7 定位器

两表面结合处有一个 2 mm 宽的缺口,用于测量角缺陷和棱缺陷的最小尺寸,见图 5。

注 1: 单个定位器与钢平尺配合使用可测量角缺陷(见 6.5)。一对定位器与长度测量工具配合使用可测量棱缺陷(见 6.6)。

注 2: 一个定位器可确定破损边缘的一个端点位置。

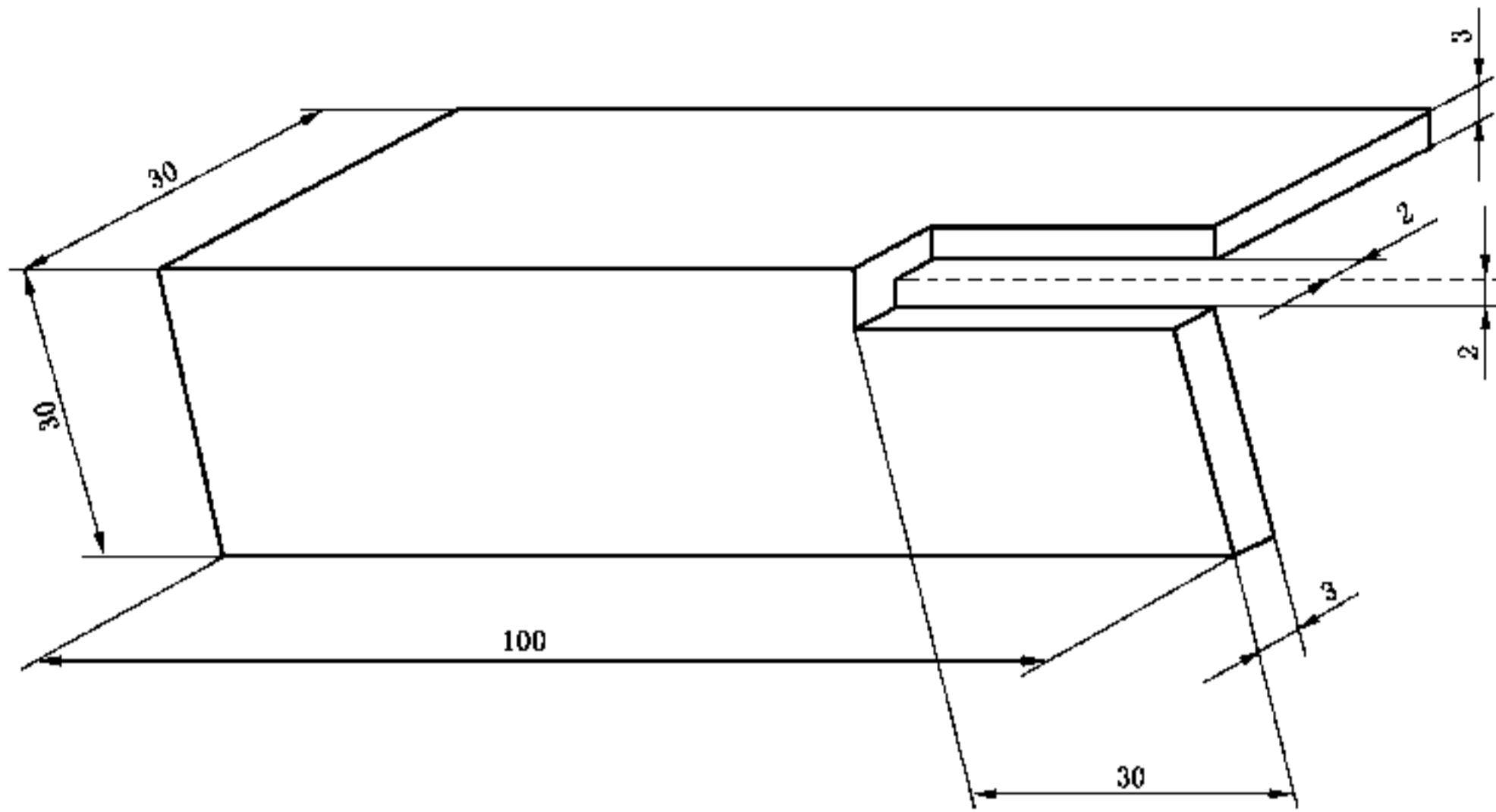


图 5 定位器

5.8 称量器具

测量精度 1%。

5.9 超声波脉冲测速仪

用于超声波无损检测。

5.10 机械冲击共振频率测量设备

用于机械冲击共振频率无损检测。

5.11 回弹仪

用于回弹仪无损检测。

5.12 干燥箱

能够控温在 $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内。

5.13 加热炉

能够控温在 $1\ 050\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内。

6 计数检验

6.1 试样准备

在表面凸起或压痕检查后,通过轻度打磨,消除飞边或凸点,改善边缘。

6.2 尺寸测量

线性尺寸应借助于长度测量工具(见 5.1)测量,除非另行商定,测量精度应精确至 0.5 mm。

6.3 角度测量

角度的测量通过调整斜角规配合制品棱角(见图 6),再用量角器测量角度(见图 7)。

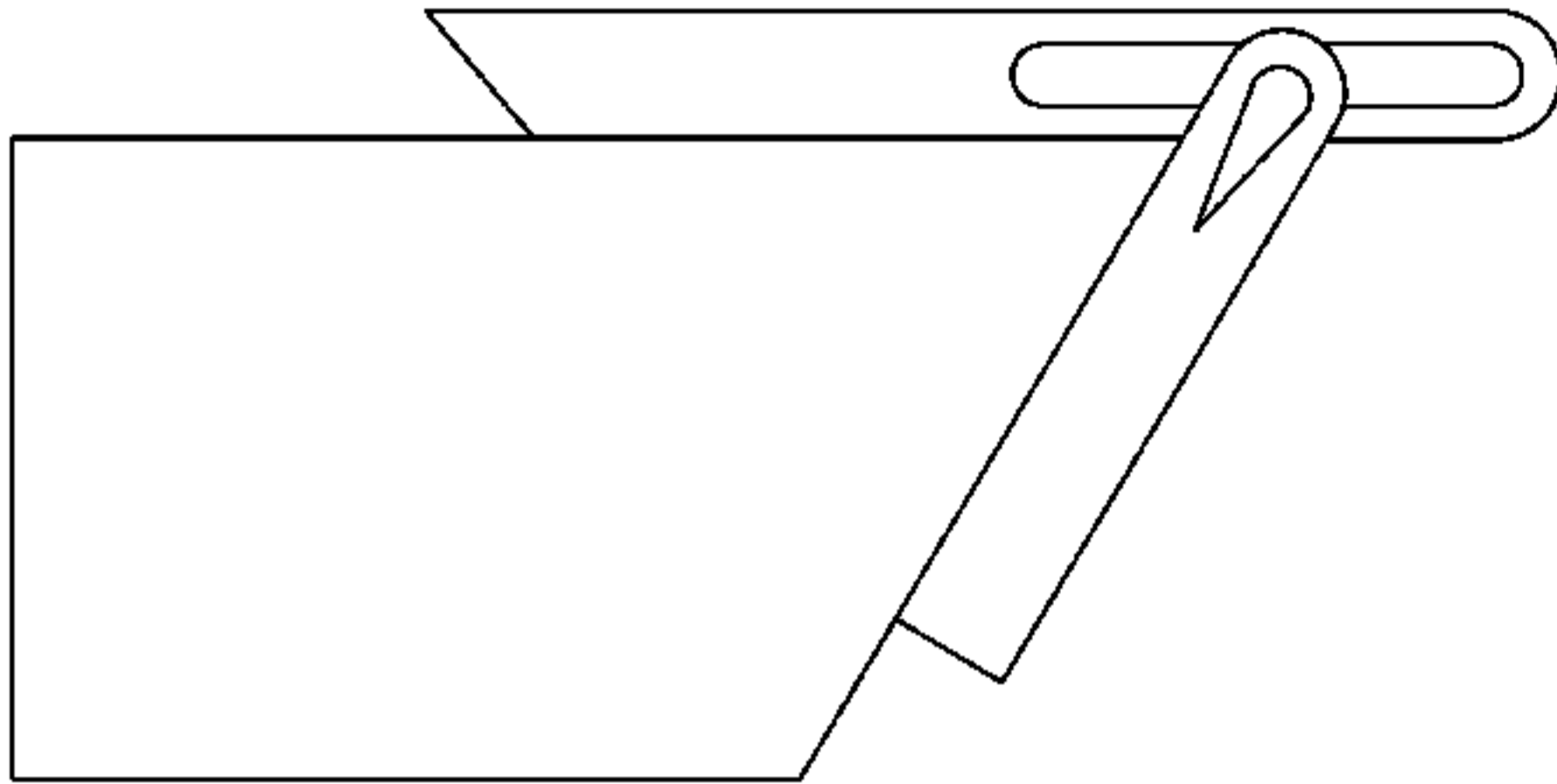


图 6 斜角规定位

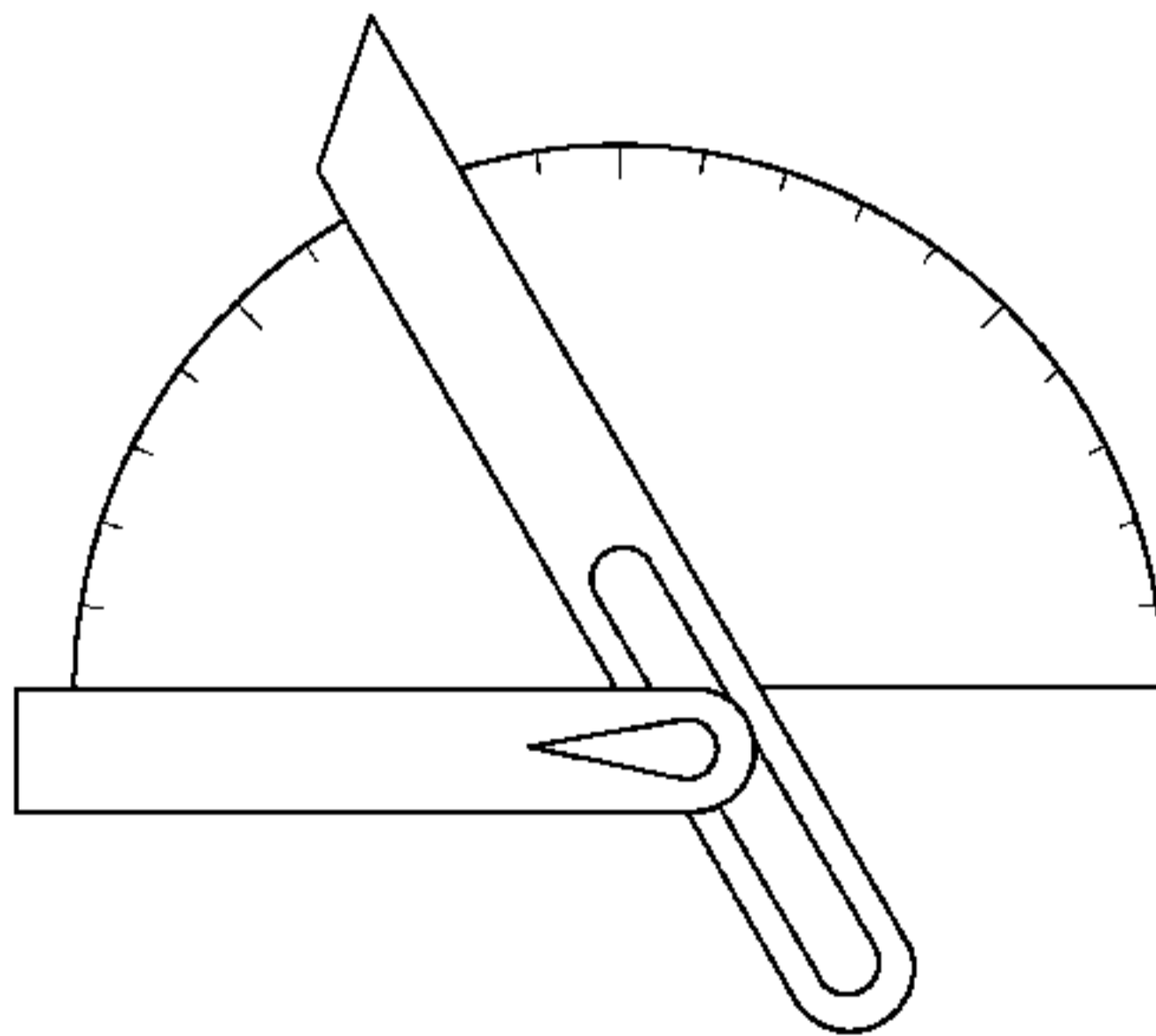
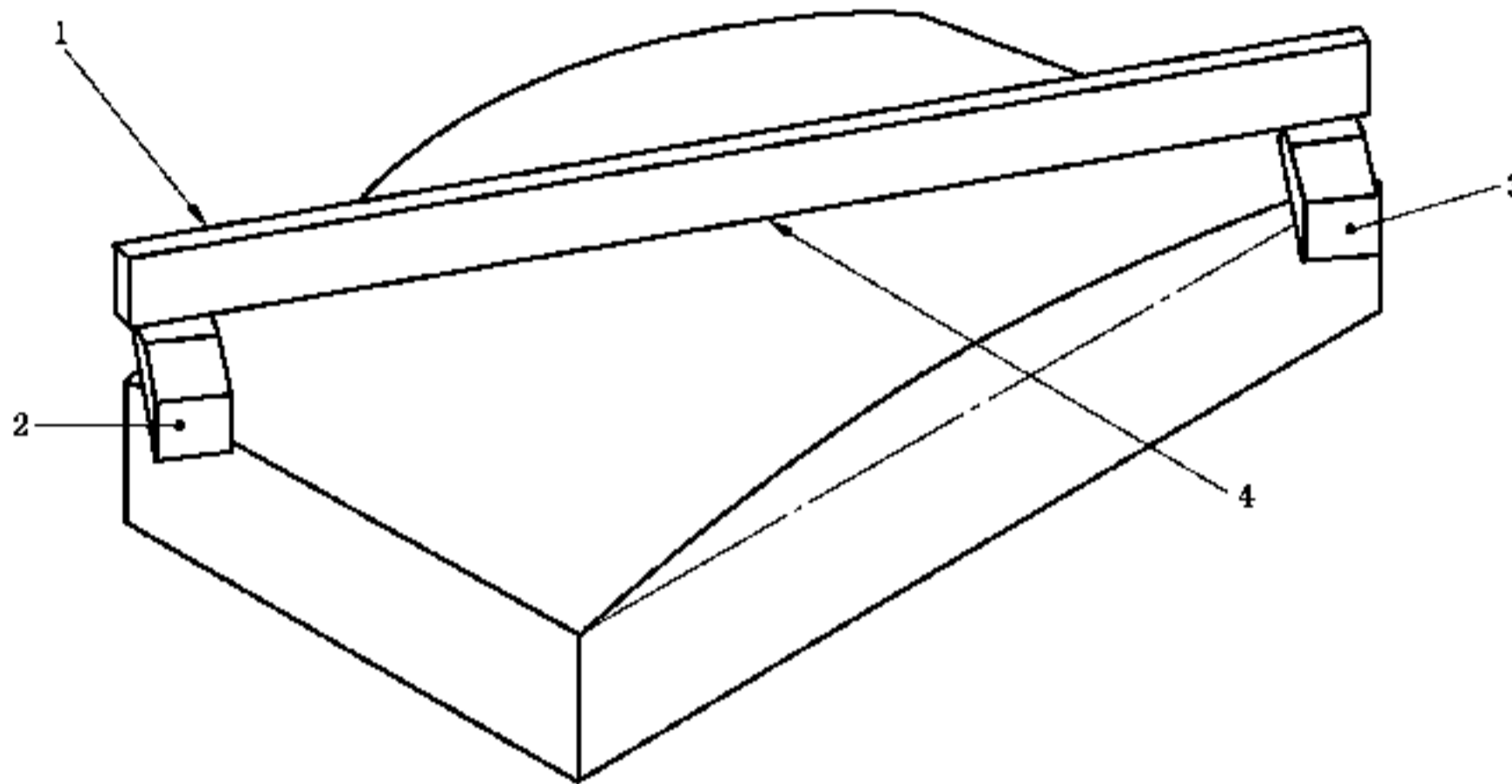


图 7 角度测量

6.4 扭曲测量

对于凹面,将钢平尺置于被测量面的对角线上,把楔形规插入最大弯曲处(确保读数不受浇注料表面凸起缺陷的影响),记录楔形规与钢平尺接触点处最大读数,精确至 0.5 mm。

对于凸面,如图 8 所示,将楔形规垂直于钢平尺插入其两端下。调整楔形规位置,距制品对应的角不超过 15 mm,确认钢平尺与制品的最大接触点接触良好,以便两楔形规能够获得相等的读数。记录读数并精确至 0.5 mm。



说明:

- 1 钢平尺;
- 2——楔形规;
- 3 楔形规;
- 4 接触点为凸面最高点。

图 8 凸面扭曲的测量

按照式(1)计算扭曲度 W ,用%表示:

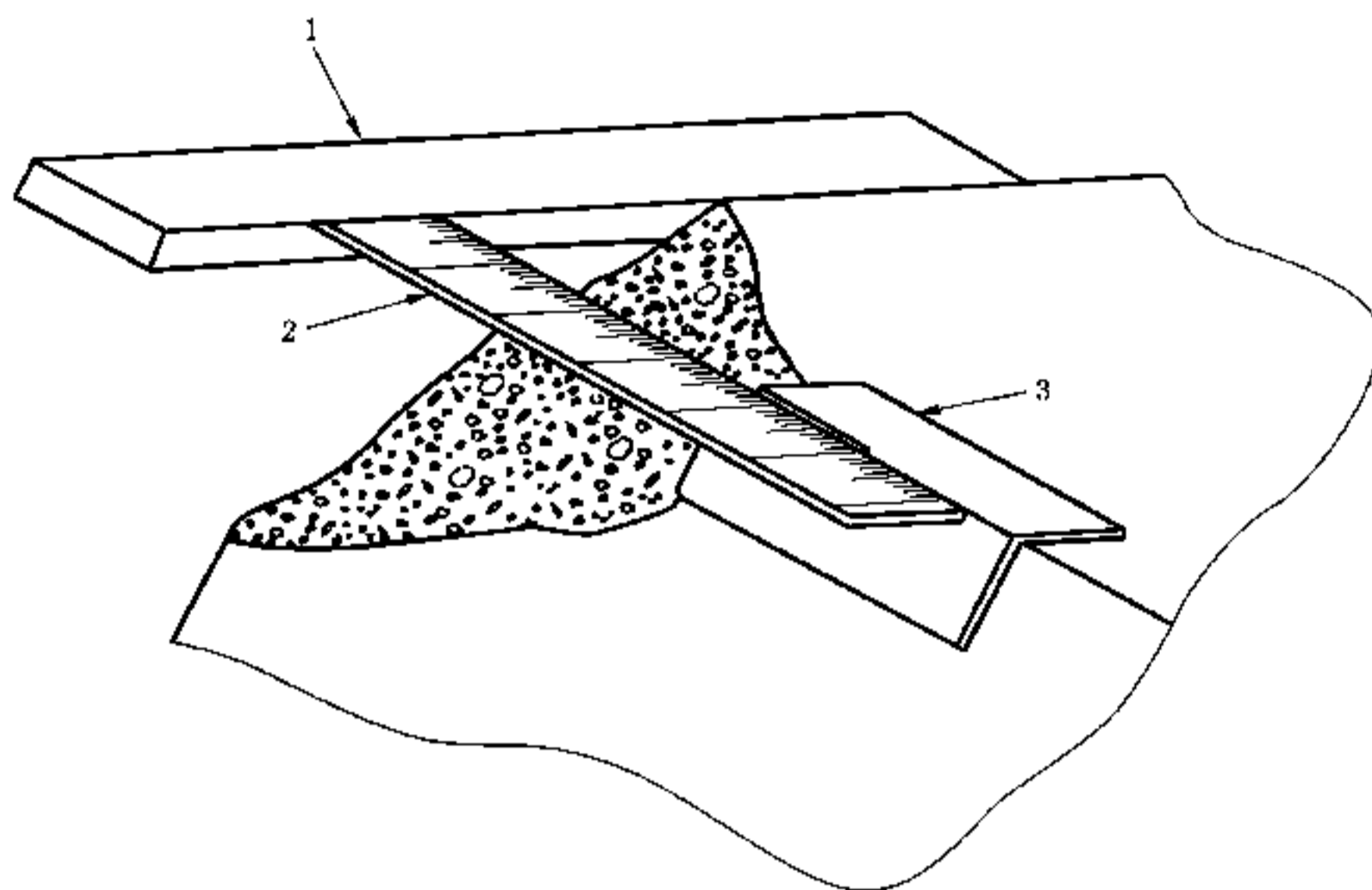
$$W = \frac{h}{l} \times 100 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- l ——被测表面对角线的长度,单位为毫米(mm);
- h 楔形规的读数,单位为毫米(mm)。

6.5 角缺陷的测量

如图 9 所示,通过钢平尺、定位器和钢卷尺来测量角缺陷 a 、 b 和 c 的大小。定位器应沿着被测边缘放置,至少有一面在制品表面上,缺口前缘与缺角重合,如图 10 所示。通过测量钢直尺到定位器前缘的距离的方式测量角缺陷 a 、 b 和 c 的大小,精确至 1 mm。



说明:

- 1 钢平尺;
- 2 钢卷尺;
- 3 定位器。

图 9 角缺陷的测量

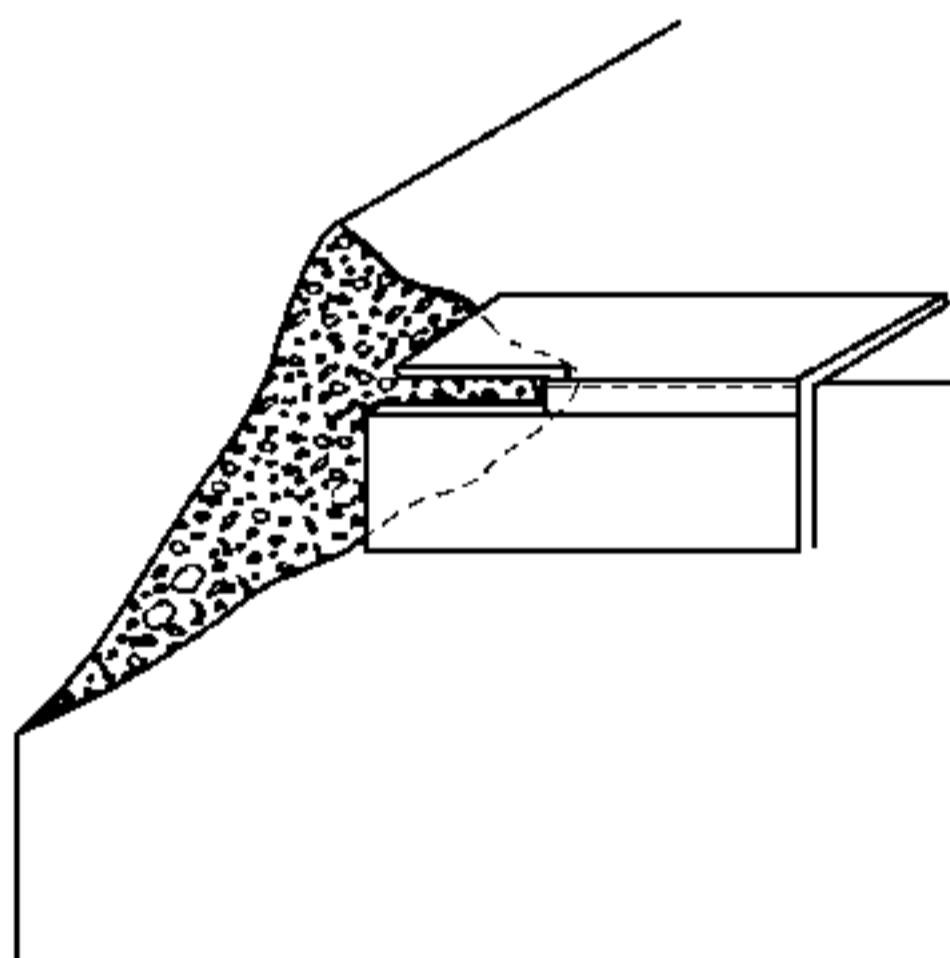
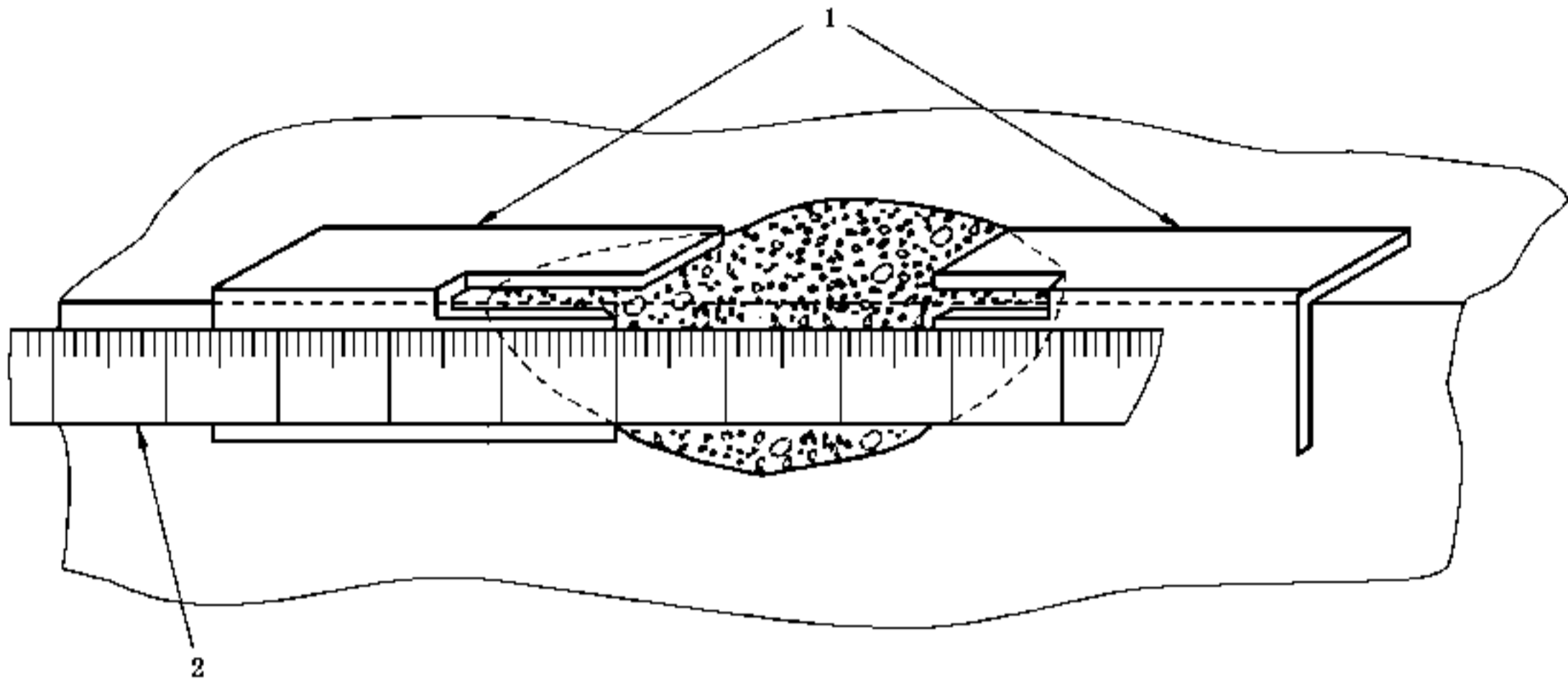


图 10 定位器定位示意图

6.6 棱缺陷的测量

用两个定位器和一个钢卷尺来测量棱缺陷的长度 g , 如图 11 所示; 用钢平尺和钢卷尺测量棱缺陷的深度 e 和 f 。所有测量精确到 1 mm。



说明:

1 定位器;

2——钢卷尺。

图 11 棱缺陷长度的测量

6.7 孔洞的测量

如图 12 所示,用钢卷尺测量孔洞的最大、最小直径。孔洞的表面直径 d 。按照式(2)计算,单位为毫米(mm)。

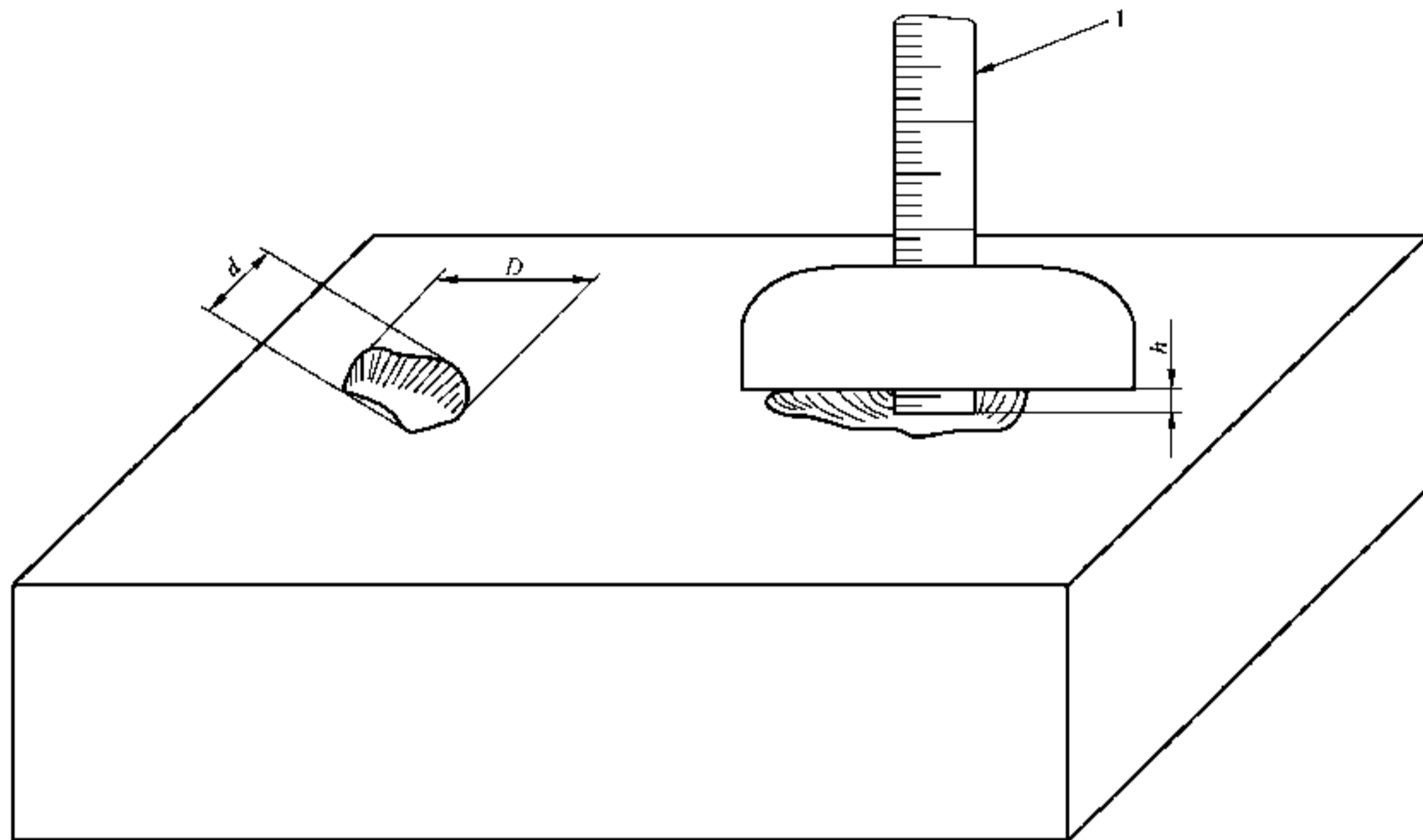
$$d_a = \frac{D - d}{2} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

D 孔洞的最大直径,单位为毫米(mm);

d ——孔洞的最小直径,单位为毫米(mm)。

用深度规测量孔洞的深度 h ,单位为毫米,如图 12 所示。



说明:

- 1 $\phi 3$ mm 深度规;
- D 孔洞最大直径;
- d 孔洞最小直径;
- h ——孔洞深度。

图 12 孔洞的测量

6.8 裂纹的测量

用钢卷尺测量一条或多条直裂纹的最大可见宽度。如裂纹贯穿多个表面,裂纹的长度应该为每个表面裂纹长度的总和。

裂纹的宽度可用栅格目镜或塞尺(见 5.4)测量。

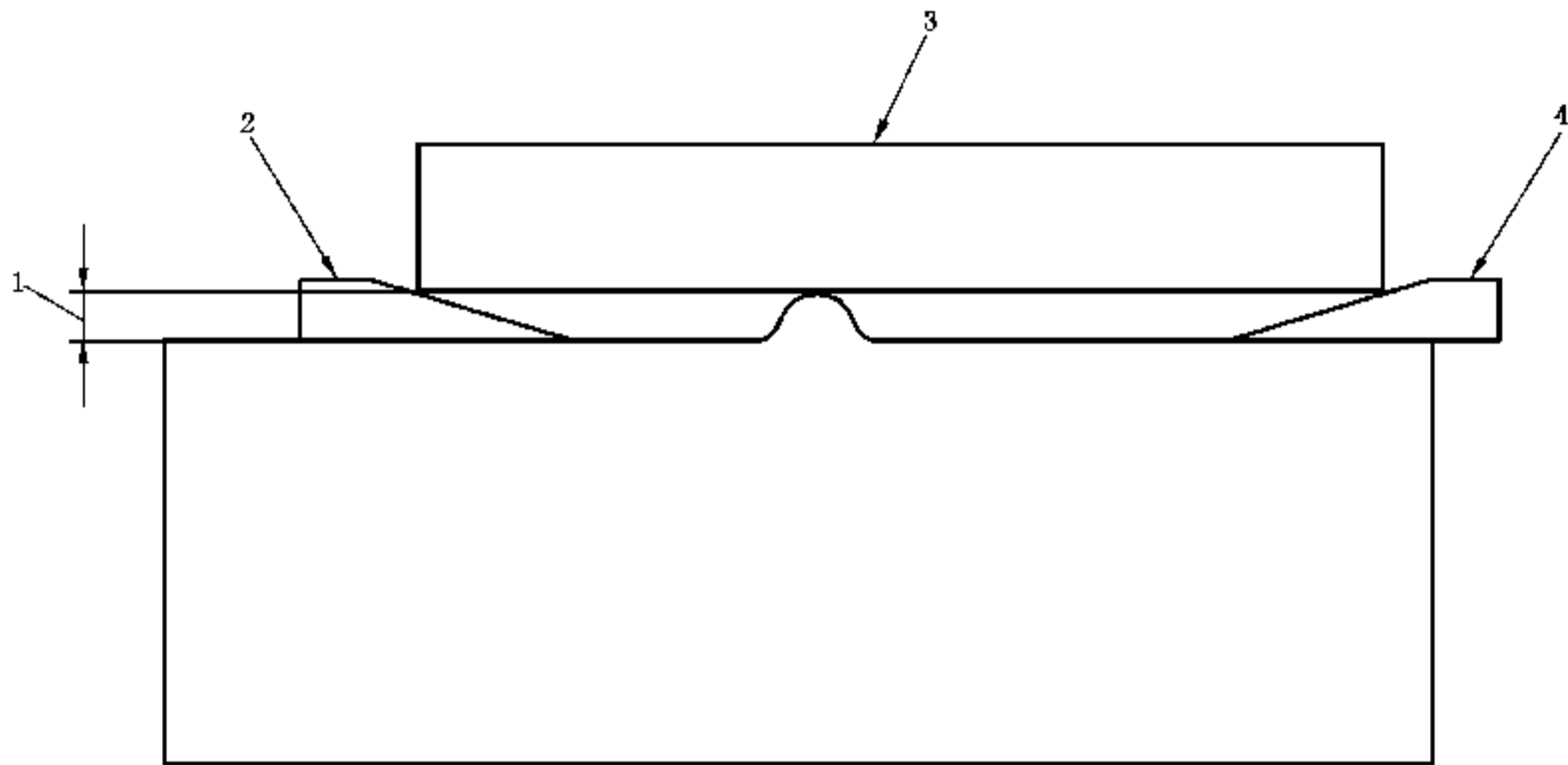
表 1 测量精度

测量项目	测量精度
裂纹长度	1 mm
显裂纹宽度:0.2 mm~1 mm	0.2 mm
显裂纹宽度:>1 mm	0.5 mm

裂纹尺寸测量的精度见表 1。表面龟裂(见 3.5)用钢卷尺测量,报告其面积,单位为平方厘米(cm^2)。

6.9 表面凸起和压痕的测量

制品表面凸起高度的测量需要钢平尺(见 5.2)和楔形规(见 5.3),精确至 0.5 mm。将钢平尺放置与凸起部位表面上,并平行于制品表面,调整两端楔形规直至读数相等,如图 13 所示。压痕的测量方法与孔洞的测量相同(见 6.7)。



说明:

- 1——高度;
- 2——楔形规;
- 3 钢平尺;
- 4 楔形规。

图 13 凸起高度的测量

6.10 飞边的测量

用深度规或钢卷尺测量飞边的高度,精确至 1 mm。

6.11 偏析

偏析致蜂窝结构范围的测量使用长度测量工具,测量精确到 1 mm。

注:如有可能,细粉偏析范围也用长度测量工具测量。

6.12 疏松

对于致密浇注料,测量能用手掰掉的范围。

7 计量检验

7.1 破坏性测试方法

7.1.1 通则

制品的取样部位须经相关方协商,并在报告中注明。如果不能达成协议,参考制品的中心位置。若采用湿切法从预制件上切取样品,试样应立即干燥。

7.1.2 物理性能

从预制件上切取试样的尺寸和测试方法应尽可能地与 ISO 1927-6 的要求一致。若不可行,例如试样是空心的或非标准尺寸,测试数据会因试样尺寸不同而变化。

注:从预制件上获取的测试结果与实验室根据 ISO 1927-5 制备试样测试的结果不能等同。

7.1.3 含水量(见 7.1.4 注 2)

用一个适当量程的天平称量制品或试样的质量,精确至 1%,放入干燥箱内 110 °C ± 5 °C 干燥至恒重。

按式(3)计算质量损失 M ,表示成原始质量的百分比。

$$M = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

式中:

M ——含水量,%;

m_1 ——原始质量,单位为千克(kg);

m_2 ——干燥后质量,单位为千克(kg)。

7.1.4 烧失量

在 110 °C ± 5 °C 干燥制品或试样至恒重。冷却至室温,称量其重量,精确至 1%,记为 m_3 。在 1 050 °C ± 25 °C 灼烧至恒量。冷却后称重,精确至 1%,记为 m_4 。

用式(4)计算烧失量 L_1 :

$$L_1 = \frac{m_3 - m_4}{m_3} \times 100 \dots\dots\dots(4)$$

式中:

L_1 ——烧失量,%;

m_3 ——干燥后质量,单位为千克(kg);

m_4 ——灼烧后质量,单位为千克(kg)。

注 1: 其他中间温度也可用来测定烧失量,但该温度宜在测试前经过相关方同意并在报告中注明。

注 2: 如果整块制品的含水量或烧失量不能测量,则试样不宜采用湿切法,例如打破制品来获得试样。

7.2 无损检测方法

7.2.1 超声波检测

7.2.1.1 通则

超声波检测技术不能获得一般可接受的物理性能,但通常来衡量整体质量水平。该方法应用于室温下经过预干燥并冷却后的预制件的测量。

7.2.1.2 原理

通过超声波在试样内传播,测量其传播速度。

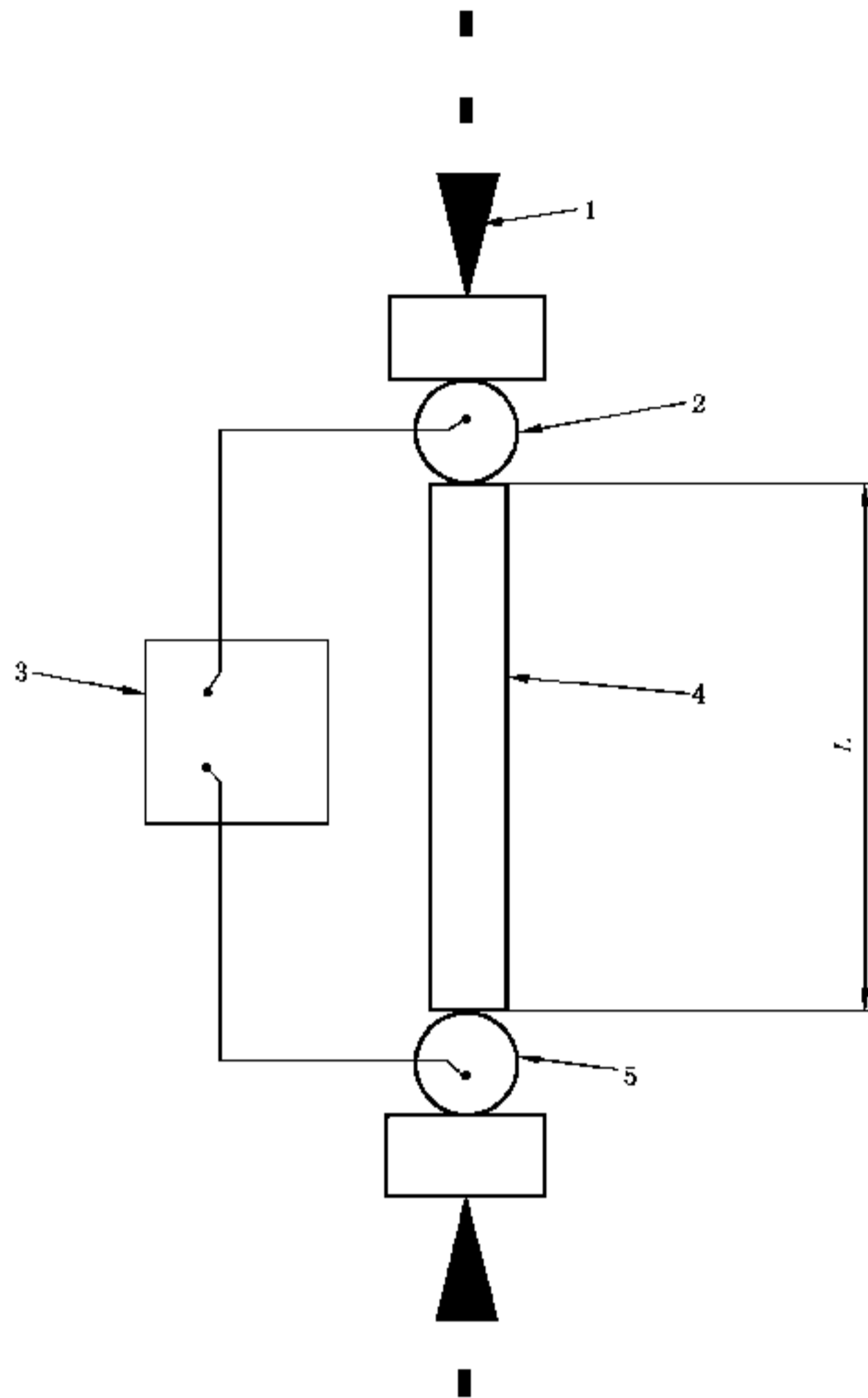
注: 特殊几何形状的制品(如:管状、板材)或不规则形状的制品测试的结果可能不可靠。这种情况下,测量的可靠性宜预先证实。无论如何,测量接触的表面宜比传感器大。

7.2.1.3 设备(见图 14)

7.2.1.3.1 两支完全相同的低阻尼低频传感器(40 kHz~100 kHz)。一支传感器用作发射超声波,另一只传感器用来接收超声波。

7.2.1.3.2 耦合剂(如硅脂或橡胶垫),保持传感器与试样之间良好的接触。

注: 如有可能,用夹具保持传感器与试样的紧密接触。



说明：

- 1——夹具；
- 2 发射传感器；
- 3 脉冲计时器；
- 4 试样；
- 5 接收传感器；
- L 超声波传播的距离。

图 14 超声波脉冲测速装置示意图

7.2.1.4 试验步骤

测量超声波将要传播的距离 L ，精确到 0.5 mm。

利用制造商提供的校验样或适宜的标准样品校准测量仪器，校准时采用的耦合剂与将要测量试样的耦合剂相同。

将试样涂上适量的耦合剂安放在两个传感器间。

用手压或夹具保持传感器与试样测量点接触良好，记录显示的传播时间，重复试验检查复现性。当测量 50 次后或变换操作人员，需要重新校准设备。

注：试样测量点的数量和测量方向取决于试样的几何形状。

7.2.1.5 结果计算

按照式(5)计算超声波传播速度 v , 单位为米每秒(m/s)。

$$v = \frac{L}{t} \dots\dots\dots(5)$$

式中:

L 超声波传播的距离, 单位为米(m);

t ——传播时间, 单位为秒(s)。

7.2.1.6 测试报告

测试报告应包含下列信息:

- a) 超声波测量设备型号及其性能参数;
- b) 传感器型号及其性能参数;
- c) 接触系统的种类;
- d) 每个测量方向超声波传播速度的单值和平均值。

7.2.2 机械敲击共振频率的测定

7.2.2.1 原理

利用机械敲击试样, 激发一个纵横比大于 3 的柱状波, 测量其弯曲固有共振频率。

7.2.2.2 测量设备(见图 15)

7.2.2.2.1 传感器, 用来侦测共振频率, 分为接触式(压电笔)和非接触式(麦克风)。

7.2.2.2.2 冲击锤, 例如, 一柄大小合适、硬度适中的小锤或螺丝刀。

7.2.2.2.3 试样支撑, 由隔音材料做成, 例如, 聚氨酯泡沫, 橡胶棒。

7.2.2.2.4 隔音支撑, 用一块聚氨酯泡沫毯、两根三角形或圆形橡胶棒距试样两端为 0.224 倍总长的位置支撑试样。

为获得可重复的结果, 冲击点和信号接收点的位置须精准。

7.2.2.3 试验步骤

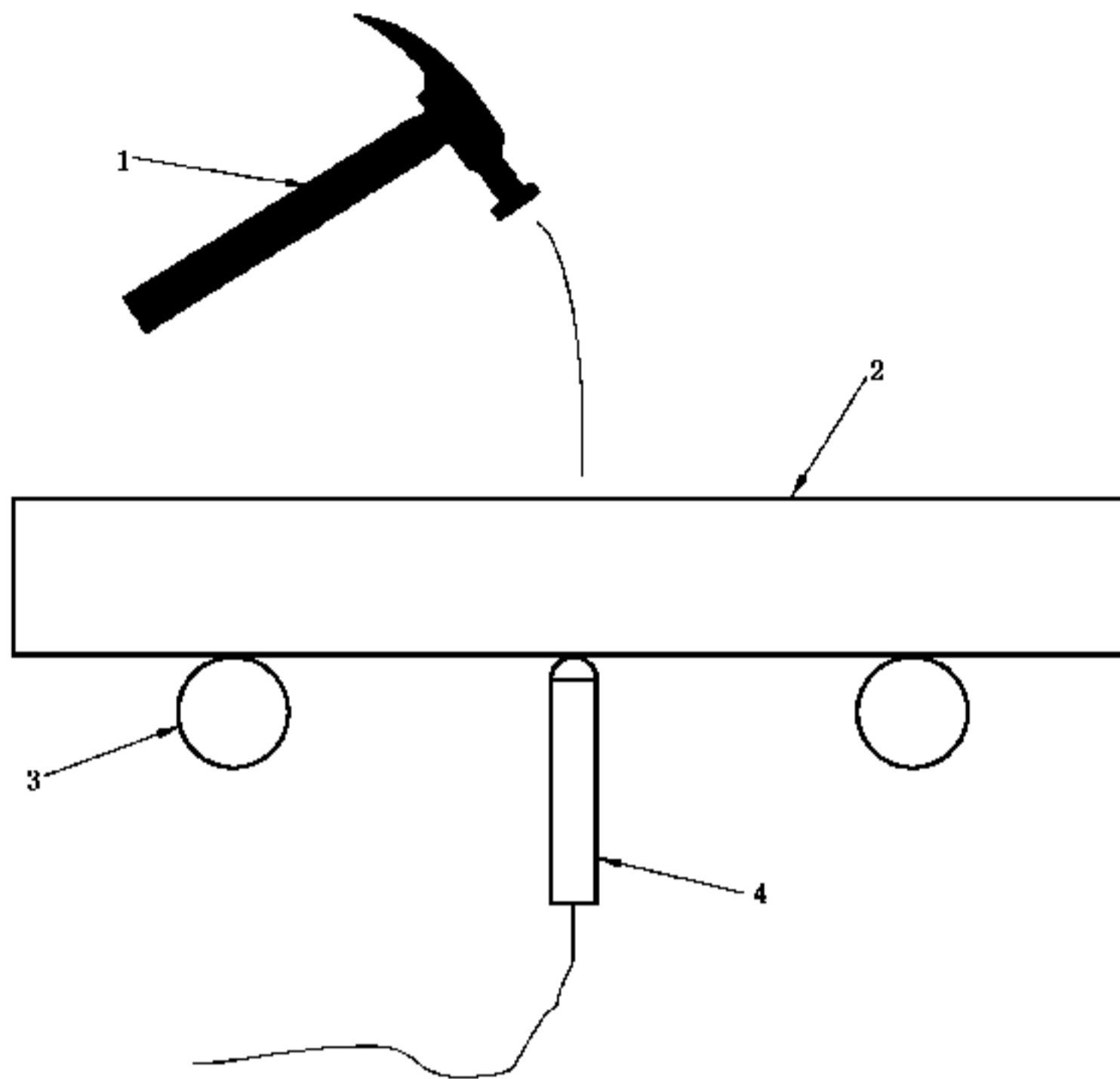
将试样放置到隔音支撑上。

按照下列要求, 将接收传感器安置在制品的中部:

- 如果使用压电笔传感器, 应将其接触试样最大面的中心位置;
- 如果使用麦克风传感器, 应将传感器按在制品的表面的中心位置, 且试样放置在三角或圆形橡胶柱上。

用锤子敲击制品上表面的中心位置, 并让其自由弹起。记录测量设备显示的读数。重复测量, 获取 5 次相一致的数据(数据的偏差取决于材料的种类和制品的尺寸)。

报告 5 次读数的平均值 t 。



说明：

- 1 锤子；
- 2 制品或试样；
- 3——橡胶支撑；
- 4 麦克风。

图 15 机械敲击共振频率测量示意图

7.2.2.4 结果计算

通过式(6)计算共振频率 f ，单位为赫兹(Hz)。

$$f = \frac{2 \times 10^6}{t} \dots\dots\dots(6)$$

式中：

t ——5次读数的平均值，单位为微秒(μs)。

7.2.2.5 测试报告

测试报告应包含下列信息：

- a) 测试样品的几何形状；
- b) 共振频率测量设备的型号及其性能参数；
- c) 接收传感器的型号及其性能参数；
- d) 支撑物的种类；
- e) 敲击锤的种类；
- f) 共振频率的单值和平均值。

7.2.3 回弹仪检测

7.2.3.1 原理

利用一个带有已知能量的重锤冲击弹击杆,弹击杆与制品表面接触,测量重锤回弹的距离。

7.2.3.2 测量设备

7.2.3.2.1 回弹仪,由一个弹簧牵引的重锤,释放时冲击与制品表面接触的弹击杆,重锤每次都能以固定的速度冲击。重锤从弹击杆回弹的距离通过设备外壳上的标尺测量。

7.2.3.2.2 砂轮,由中等颗粒的碳化硅或其他相似材质的材料组成。

7.2.3.2.3 率定钢砧,大约直径 150 mm、高 150 mm 的圆柱形高碳工具钢,冲击面洛氏硬度为 65 HRC~67 HRC。使用时要求将回弹仪垂直放置于打击面的中心位置。

7.2.3.3 试样

被测制品至少 100 mm 厚,应该避开表面呈蜂窝状、剥落或多孔的部位。

每个测试区域直径至少 150 mm,严重变形、松软或表面剥落的应用砂轮打磨光滑。

7.2.3.4 试验步骤

紧握回弹仪,让冲击杆垂直于测试表面。对着测试表面缓慢压紧回弹仪,直到重锤击打。冲击后,维持握持回弹仪压力,如有必要,压住设备侧面的按钮锁住指针块的位置。估计标尺上的回弹值,精确到整数。每个测量区测量 10 次,任 2 次冲击的间距不小于 25 mm。每次冲击试验后,检查试样表面,如果被压碎或破损,则舍去该读数,换点重新测试。

7.2.3.5 测试报告

测试报告应包含下列信息:

- a) 制品的测试部位;
- b) 描述测试部位,包括表面特性;
- c) 如果经过打磨报告打磨深度;
- d) 回弹仪的型号和序列号;
- e) 测试方向;
- f) 测试区域的平均回弹值。

7.2.4 质量

选用适当量程的天平称取制品的质量,精确至 1%。

7.2.5 体积密度

按照式(7)计算几何体积密度 ρ_k ,保留整数,单位为千克每立方米(kg/m³)。

$$\rho_k = \frac{m}{V} \dots\dots\dots(7)$$

式中:

m 根据 7.2.4 测量制品的质量,单位为千克(kg);

V ——通过 6.2 中测定的平均尺寸计算制品的体积,单位为立方米(m³)。

8 测试报告

测试报告应包含如下信息：

- a) 所有用于识别抽样试验的必要信息,包括:被测试预制件的名称(制造商,类型,形状,生产日期,批号,如果有,热处理的任何信息);
 - b) 测试标准;
 - c) 使用的方法和特性检查;
 - d) 测试的项目数量;
 - e) 如果取样测试,取样的数量以及在预制件中的位置;
 - f) 测试结果,包括测量结果的单值及平均值,依照第6章、第7章计算的结果及其他章节的特殊信息;
 - g) 试验步骤的偏离;
 - h) 测试过程中的异常现象;
 - i) 测试机构的名称;
 - j) 测试日期。
-

中华人民共和国
国家标准
不定形耐火材料

第7部分：预制件的测定

GB/T 4513.7—2017/ISO 1927-7:2012

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

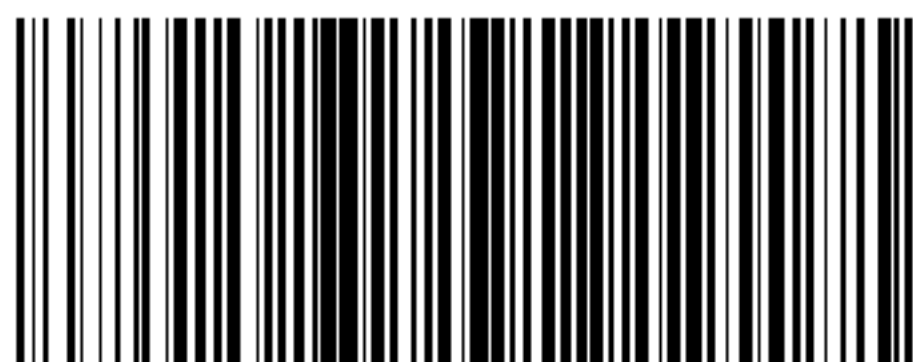
服务热线: 400-168-0010

2017年9月第一版

*

书号: 155066·1-57623

版权专有 侵权必究



GB/T 4513.7-2017