



中华人民共和国黑色冶金行业标准

YB/T 5344—2006

(GB/T 10126—2002 调整)

铁-铬-镍合金在高温水中应力 腐蚀试验方法

Fe-Cr-Ni alloys-stress corrosion test
in high temperature water

2006-07-27 发布

2006-10-11 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

前 言

本标准是在国内长期试验研究和原 GB/T 10126—1988《铁-铬-镍合金在高温水中应力腐蚀试验方法》基础上制定的。

本标准自实施之日起代替 GB/T 10126—1988《铁-铬-镍合金在高温水中应力腐蚀试验方法》。

本标准此次修订对下列条文进行了修改：

- 第 1 章范围中删去“奥氏体”三个字，意指本标准适用于各种类型不锈钢。
 - 第 2 章引用标准增加引用 GB/T 15970.3、GB/T 15970.5、GB/T 16545 三项标准。
 - 新增第 3 章定义，给出了应力腐蚀、裂纹萌生时间、破裂时间等三个名词定义，取消了原 7.2、7.3 两条名词。
 - 原第 3 章改为现第 4 章，试样制备和要求，增加引用了 GB/T 15970.3、GB/T 15970.5 两个标准中的制样规则。
 - 第 5 章试验设备和仪器增加和修改了如下内容：(1)规定了制造高压釜的材质；(2)要求新釜必须进行探伤检查；(3)将对釜体、釜盖进行定期检查改为至少两年检查一次；(4)将新釜使用前处理温度限定在 300℃；(5)将仪器的控温精度由 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 提高到 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
 - 原第 4 章改为现第 6 章试验溶液，增加了(1)测量和调整 pH 值的方法；(2)另有其他目的；pH 值及氧含量可依据要求限定。
 - 原第 6 章改为现第 7 章试验条件和步骤，修改了试验温度控制精度，由 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 提高到 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，并将汽、液相体积比由 4:6 简化为 2:3。
 - 新增 7.1.6 每次试验平行试样不少于三个。
 - 原第 7 章改为现第 8 章，试验结果的观察及评定，将“对未发生应力腐蚀破裂的试样继续进行试验”改为：对未发生应力腐蚀破裂的试样，可以依据需要继续试验，试验按 7.2 条的规定重复进行。
 - 原第 8 章改为现第 9 章试验报告，取消了升温速度，增加了试验时间及温度。
- 本标准的附录 A 是规范性附录。
- 本标准的附录 B 是资料性附录。
- 本标准由原国家冶金工业局提出。
- 本标准由全国钢标准化技术委员会归口。
- 本标准起草单位：钢铁研究总院、上海材料研究所、中国核动力研究设计院。
- 本标准主要起草人：纪晓春、顾宝珊、汪兵、吕战鹏、邱绍宇。
- 本标准 1988 年 12 月首次发布。

铁-铬-镍合金在高温水中应力腐蚀试验方法

1 范围

本标准规定了铁-铬-镍合金在静态高温水中进行应力腐蚀试验的范围、定义、试样制备和要求、试验仪器和设备、试验溶液、试验步骤、试验结果观察及评定和试验报告。

本标准适用于评价不锈钢、铁镍基合金、镍基合金等铁-铬-镍合金在静态高温水中的应力腐蚀性能。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 1266 化学试剂 氯化钠

GB/T 2481.1 固结磨具用磨料 粒度组成的检测和标记 第1部分:粗磨粒 F4 ~F220。

GB/T 15970.3 金属和合金的腐蚀 应力腐蚀试验 第3部分:U型弯曲试样的制备和应用

GB/T 15970.5 金属和合金的腐蚀 应力腐蚀试验 第5部分:C型环试样的制备和应用

GB/T 16545 金属和合金的腐蚀 腐蚀试样上腐蚀产物的清除

3 定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

应力腐蚀 stress corrosion

由残余或外加应力和腐蚀联合作用导致的腐蚀损伤。

3.2

裂纹萌生时间 crack initiation time

从试验开始到用某种手段检查到一条裂纹的时间。

3.3

破裂时间 time to cracking

从试验开始到破裂所消耗的时间。破裂的判据是:裂纹的首先出现;试样整体分离;某个商定的中间条件。

4 试样制备和要求

4.1 U型弯曲试样

4.1.1 试样尺寸:厚1mm~3mm,宽10mm~15mm,长75mm,见图1。如果试样厚度超过3mm,则切削其中的一面,使厚度达到3mm,将非切削面作为试验表面。

4.1.2 试样的加工:试样应沿轧制方向切取。采用对材质影响少的锯切加工等方法。在剪切的情况下,对切口断面进行切削和磨削加工,以消除剪切的影响。加工后的试样,根据试验目的,可进行消除加工应力和残余应力的热处理。

4.1.3 用GB/T 2481.1中规定的水砂纸将试样工作段依次磨到W40号(相当于500号)。然后用不含氯化物的溶剂除油、洗净。

4.1.4 如图 2 所示用半径为 8mm 的压头在滚柱压模上将试样弯曲成 U 型并使其两臂平行。用适当的夹具将从压模上取出的试样两臂间的宽度压缩 5mm 来施加应力,在紧固夹具与试样之间垫入适当的绝缘材料,如图 3、图 4 所示。然后用 5 倍~15 倍放大镜检查试样是否有表面缺陷,并用非氯化物溶剂除油待用。

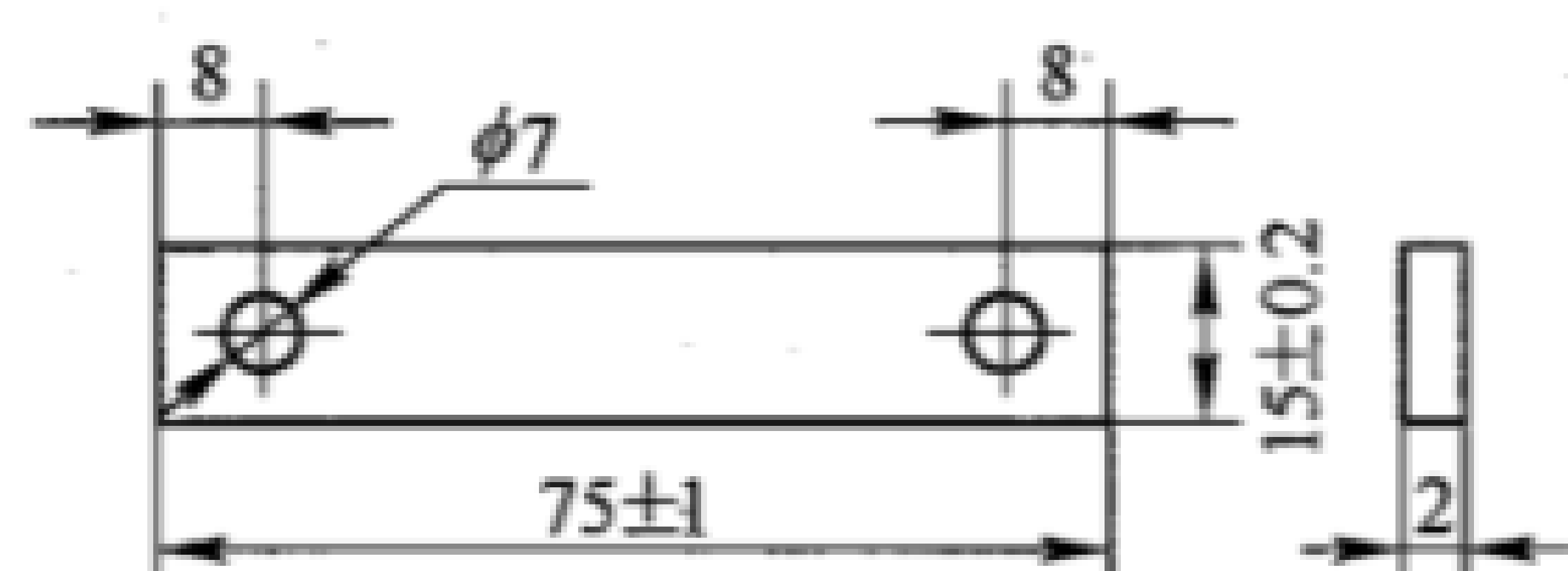


图 1 试样形状及尺寸

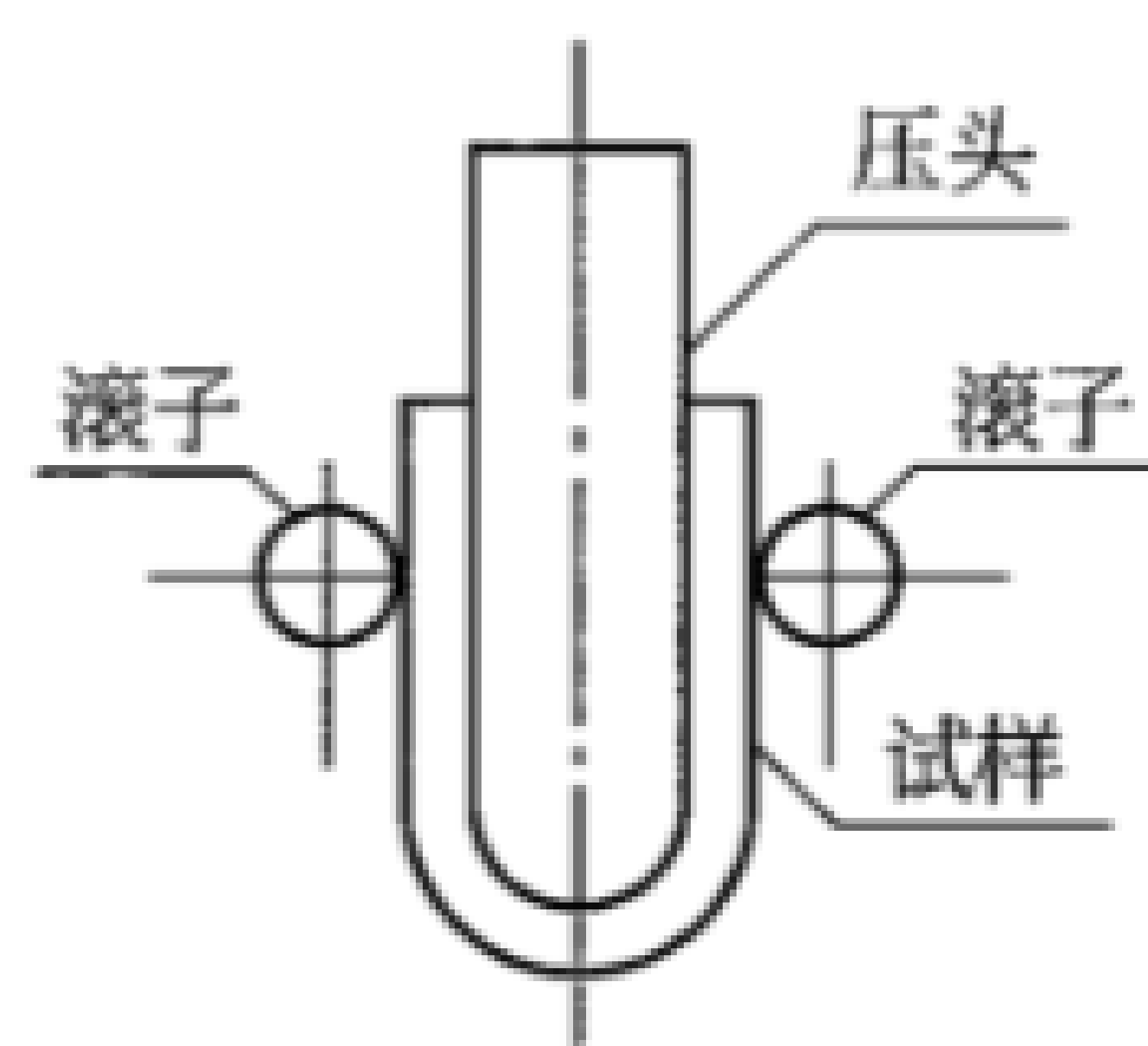


图 2 试样的弯曲方法

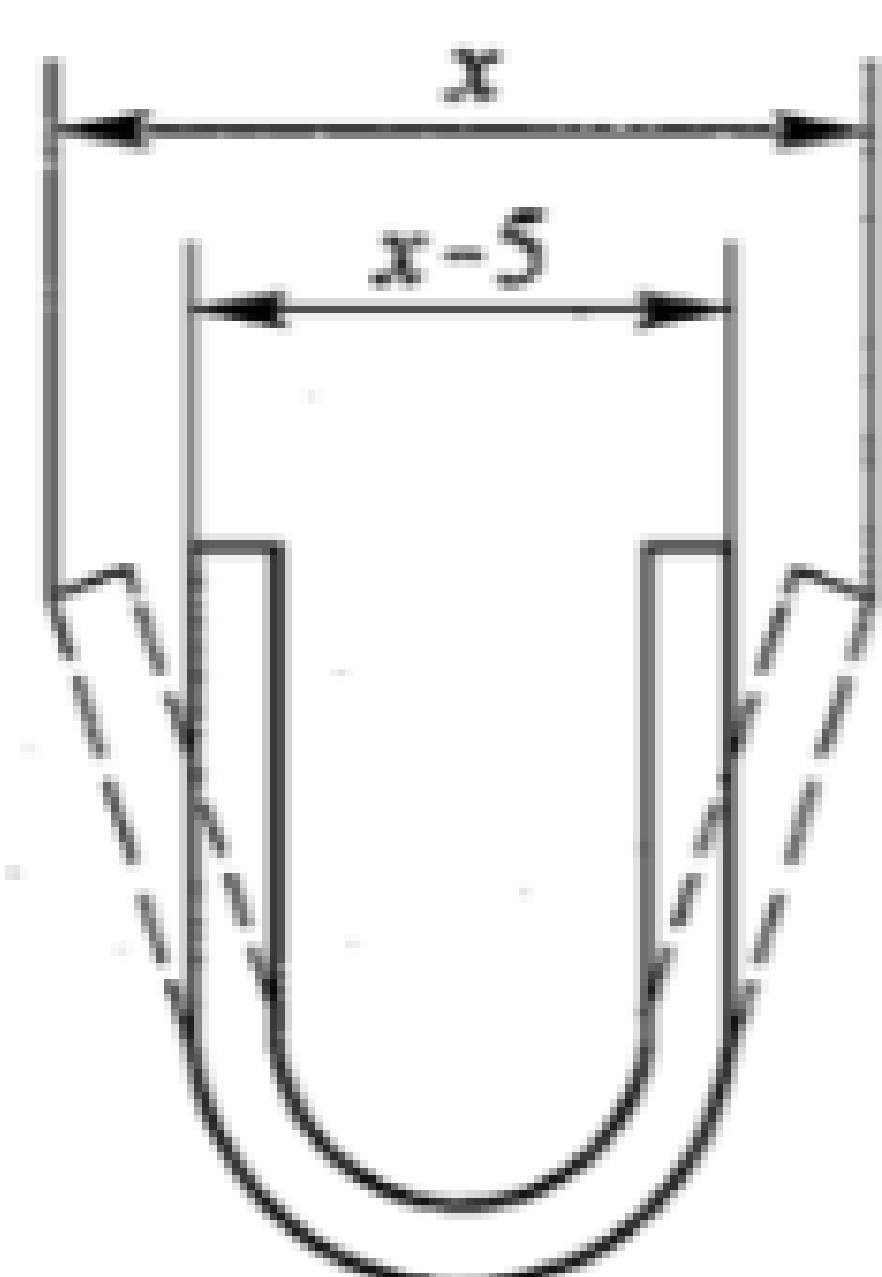


图 3 试样的夹紧方法

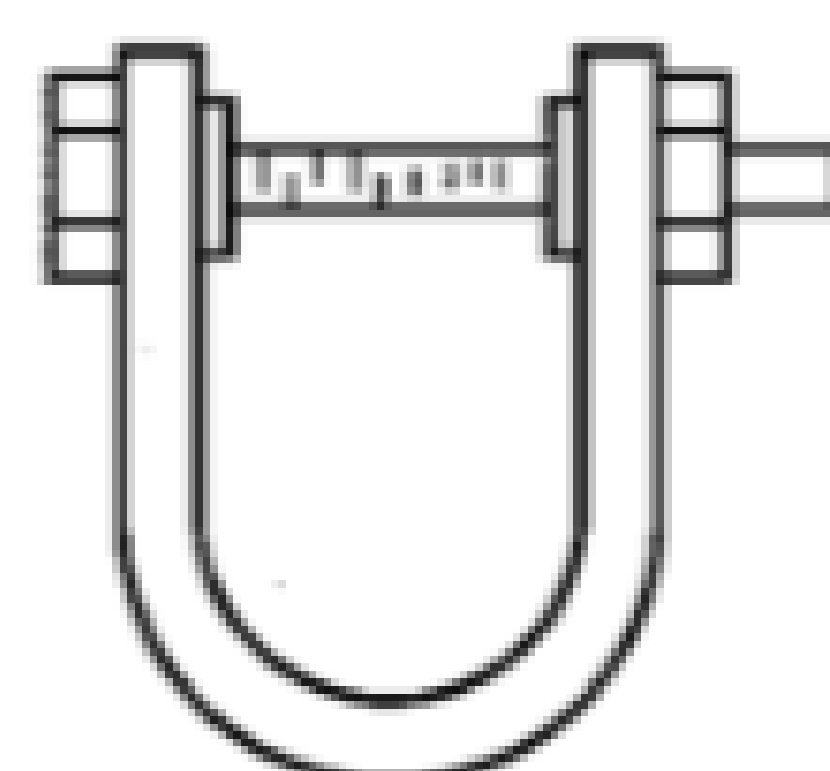


图 4 待用试样

4.1.5 也可按 GB/T 15970.3 规定的方法制备试样。

4.2 C 型环试样

4.2.1 试样尺寸:外径大于或等于 16mm,厚度可根据试样材料和目的在很宽范围内选择。试样形状见图 5。外径小于 16mm 的试样,由供需双方的协议规定。

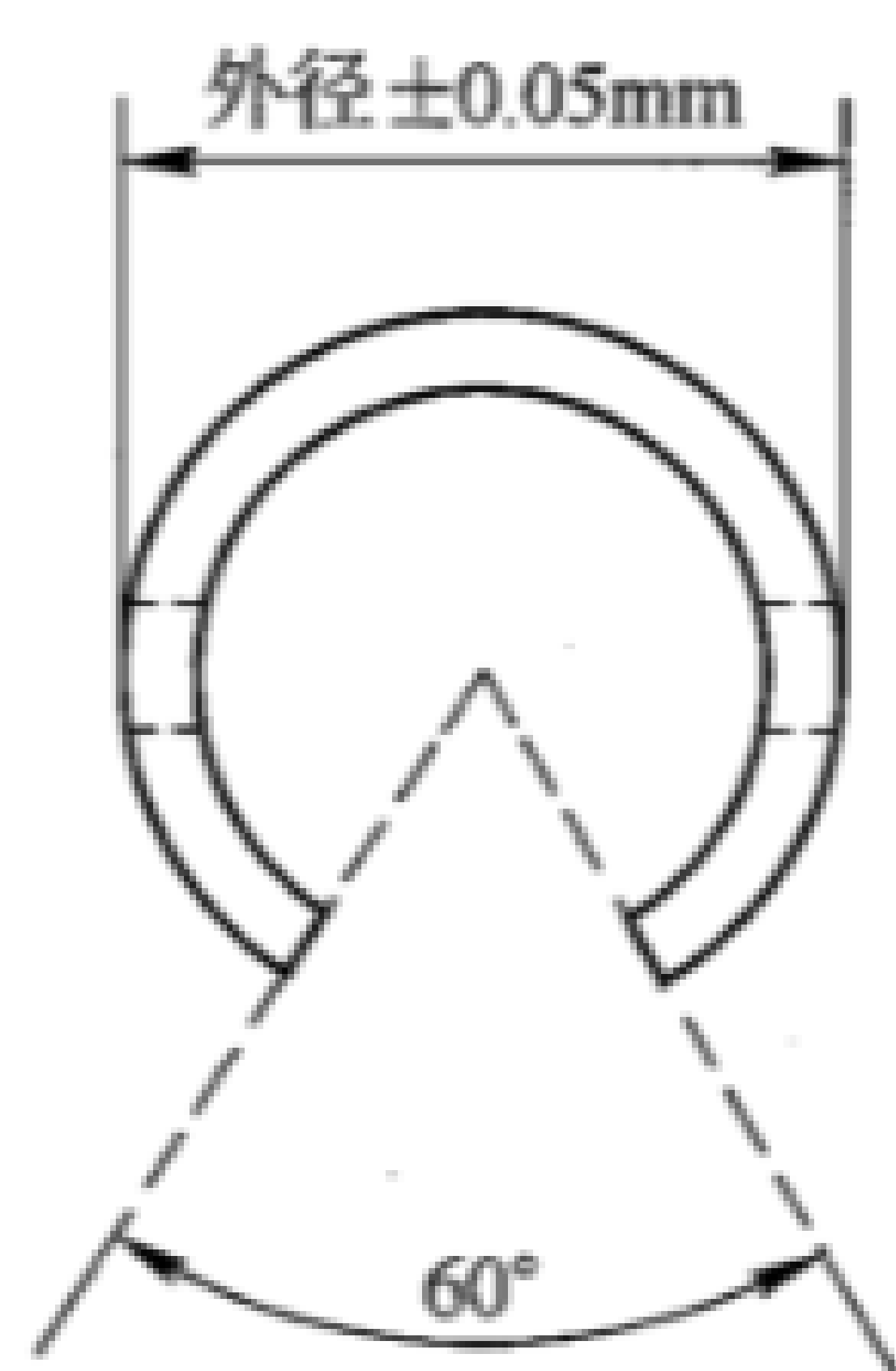


图 5 C 型环试样形状

4.2.2 试样的加工:根据材料和试验的目的,从一定位置和按一定方向切取试样。见附录 B。在进行机加工时,应防止试样过热、塑性变形或表面产生残余应力。机加工后试样表面粗糙度 R_a 不得大于 $0.8\mu\text{m}$ 。加工后的试样根据试验目的可进行消除加工应力和残余应力的热处理。

4.2.3 根据试样合金成分选择适当的浸蚀剂,用化学或电化学浸蚀法去除氧化膜。对于可能产生氢脆的合金不应采用浸蚀或酸洗。也可用 4.1.3 规定的方法打磨、除油。

4.2.4 根据所需应力大小,用附录 A 中的公式计算出相应的外径减小值。

4.2.5 将适当的夹具置于环的对称中央直径处,在夹具与试样之间垫入适当的绝缘材料,紧固夹具以施

加应力直到使试样外径减少到按 4.2.4 计算出的外径减小值为止。如图 6 所示。然后用 5 倍~15 倍放大镜检查试样是否有表面缺陷。并用适当的不含氯化物的溶剂除油待用。

4.2.6 也可按 GB/T 15970.5 规定的方法制备试样。

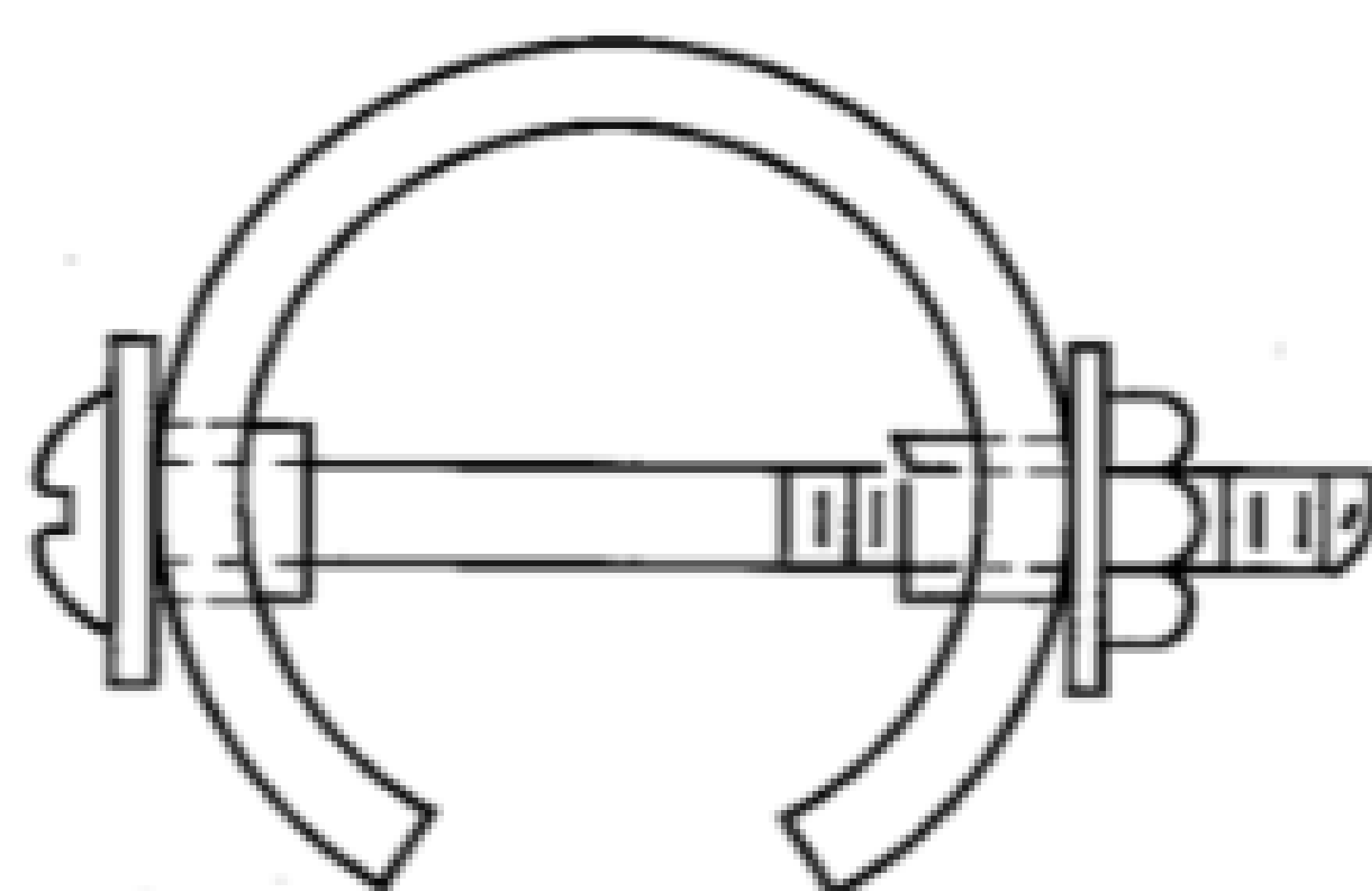


图 6 待用试样

5 试验仪器和设备

5.1 高压釜(静态高压釜)

5.1.1 高压釜釜体、釜盖应采用不锈钢或耐蚀合金制造。釜体一般为整体,特殊情况也可允许施焊,并必须进行探伤。

5.1.2 釜体与釜盖之间及各测试孔均需具有良好的密封性能,在试验过程中不允许有泄漏现象。

5.1.3 高压釜必须设有安全保护装置,并定期检查保护装置的可靠性。

5.1.4 至少每隔两年对釜体、釜盖进行无损探伤检测,发现裂纹立即停止使用。

5.1.5 新釜在试验前要进行水压试验,试验压力一般是设计压力的 1.25 倍。

5.1.6 新釜在使用前,首先对内表面进行除油清洗,并将去离子水加入釜中加热升温至 300℃,并保持 24h。

5.1.7 试样架采用不锈钢、耐蚀合金或与被试金属同种材质制作,试样固定在试样架上,应保持试样与试样架、试样与釜体、试样与试样之间均处于绝缘状态。

5.2 加热装置及控温装置

5.2.1 一般情况下加热装置采用电加热方式。

5.2.2 加热装置及控温仪器必须具有满足试验要求的升温速度,在试验温度下能长期保温,并且稳定、可靠、操作方便。

5.2.3 控温精度:试验温度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

6 试验溶液

6.1 采用符合 GB/T 1266 中规定的优级纯氯化钠配制试验溶液。

6.2 采用电导率小于 $2\mu\text{S}/\text{cm}$ 去离子水或蒸馏水配制试验溶液。

6.3 试验溶液的 pH 值控制在 5.5~6.5, pH 值的测量可用酸度计,也可用精度为 0.3 的 pH 试纸。溶液的 pH 值可用盐酸或氢氧化钠调整。另有其他目的,可依要求调整 pH 值,且在报告中注明。

6.4 试验前将空气通入试验溶液中 2h~3h,以室温饱和溶解氧量作为试验溶液的溶解氧含量。如有其他目的,氧含量可根据要求限定,并在报告中注明具体含量或采取的措施。

7 试验条件和步骤

7.1 试验条件

7.1.1 试验温度范围为 $(80^{\circ}\text{C} \sim 350^{\circ}\text{C}) \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

7.1.2 室温下釜内气相与液相体积比约为 2:3。

7.1.3 高压釜内压力为饱和蒸气压。

7.1.4 升温速度控制在 $70^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 左右。

7.1.5 每平方厘米试样面积所需要的溶液量不少于 15mL。

7.1.6 每次试验平行试样不少于三个。

7.2 试验步骤

7.2.1 向釜内加入配制好的溶液,将施加应力的试样安放在试样架上,连同试样架一同放入釜内,所有试样必须全部浸入溶液中,并盖好釜盖。

7.2.2 检查测温、测压及安全保护装置均处于正常状态后,开始加热升温。

7.2.3 到达试验温度后,开始保温,此时作为试验开始时间,每 100h~120h 作为一个周期。每周期结束后,取出试样观察并更换新溶液,再进行下一周期试验。若另有目的,可将试验周期缩短或延长,并在报告中说明。

8 试验结果观察及评定

8.1 从高压釜中取出试样,在流水下用硬毛刷刷去表面腐蚀产物,必要时可按 GB/T 16545 中规定的方法去除腐蚀产物,干燥后用 5 倍~15 倍放大镜观察试样,记录试样破裂状况。

8.2 必要时可用显微镜观察裂纹形态,测量裂纹条数及长度,推算裂纹萌生时间,破裂时间。

8.3 根据需要也可以用扫描电子显微镜观察断口形貌。

8.4 对未发生应力腐蚀破裂的试样,可以根据需要继续试验,试验按 7.2 条的规定重复进行。

9 试验报告

- a) 本标准号;
- b) 材料名称或种类;
- c) 热处理制度;
- d) 试样形状及尺寸;
- e) 试样数量;
- f) 氯离子浓度;
- g) 溶解氧浓度或控制溶液中氧含量的方法;
- h) 产生裂纹的试样数量;
- i) 破裂时间及判据;
- j) 试验时间及温度。

附 录 A
(规范性附录)
C 型环试样的加力公式

采用下列公式计算所要求的应力下外径减小值(Δ):

$$\Delta = OD_0 - OD_f$$

$$\Delta = f\pi D^2 / 4Etz$$

式中:

OD_0 ——加力前的 C 型环的外径,单位为毫米(mm);

OD_f ——加力后的 C 型环的外径,单位为毫米(mm);

Δ ——所要求应力下的外径减小值,单位为毫米(mm);

f ——要求得到的应力,单位为兆帕(MPa);

t ——试样厚度,单位为毫米(mm);

E ——试样合金弹性模量,单位为兆帕(MPa);

z ——弯曲梁的校正系数,可从图 A.1 查得;

D ——加力前的 C 型环的平均直径 ($OD_0 - t$),单位为毫米(mm)。

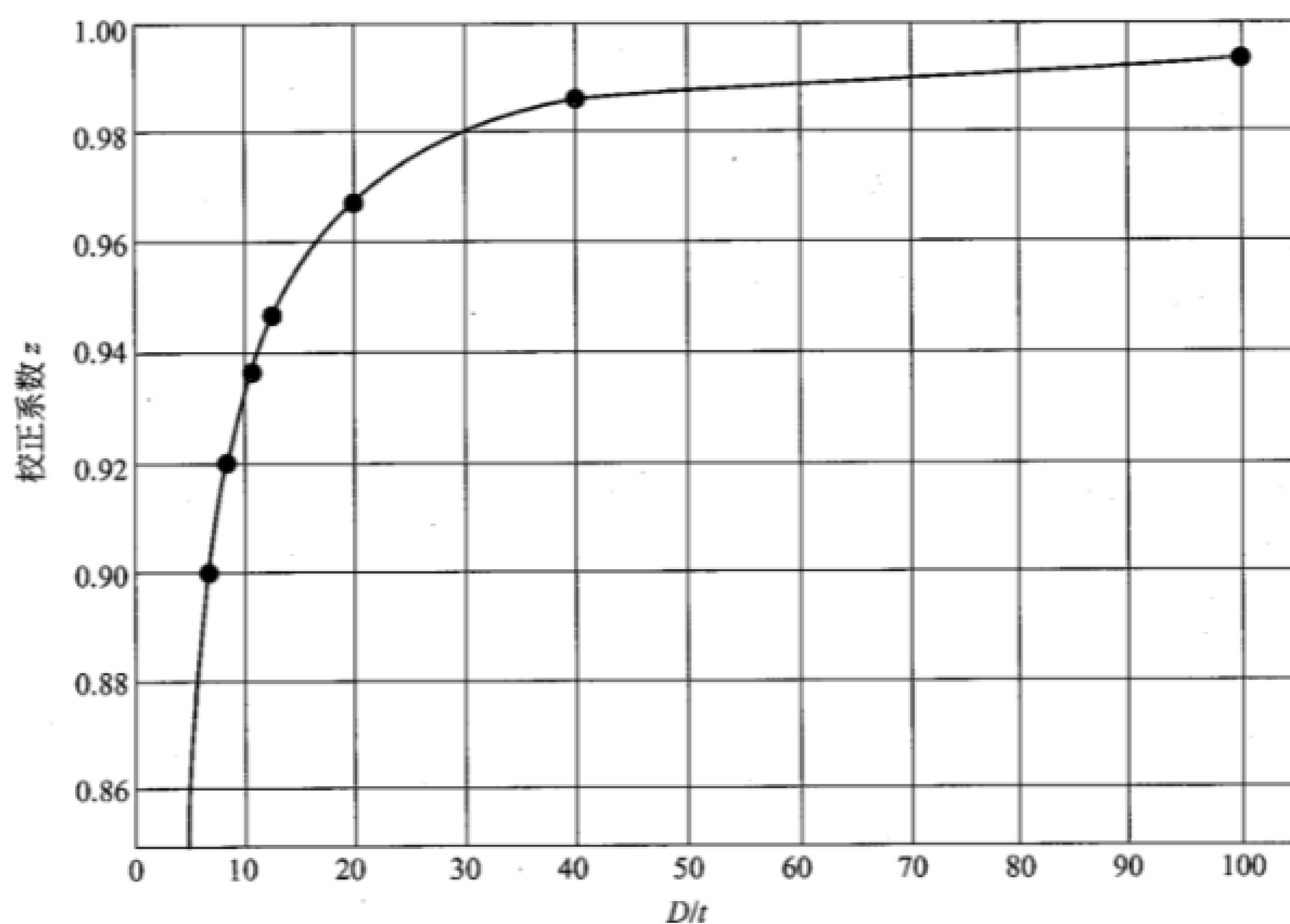


图 A.1 弯曲梁的校正系数

附录 B
(资料性附录)
C 型环试样的取样方法

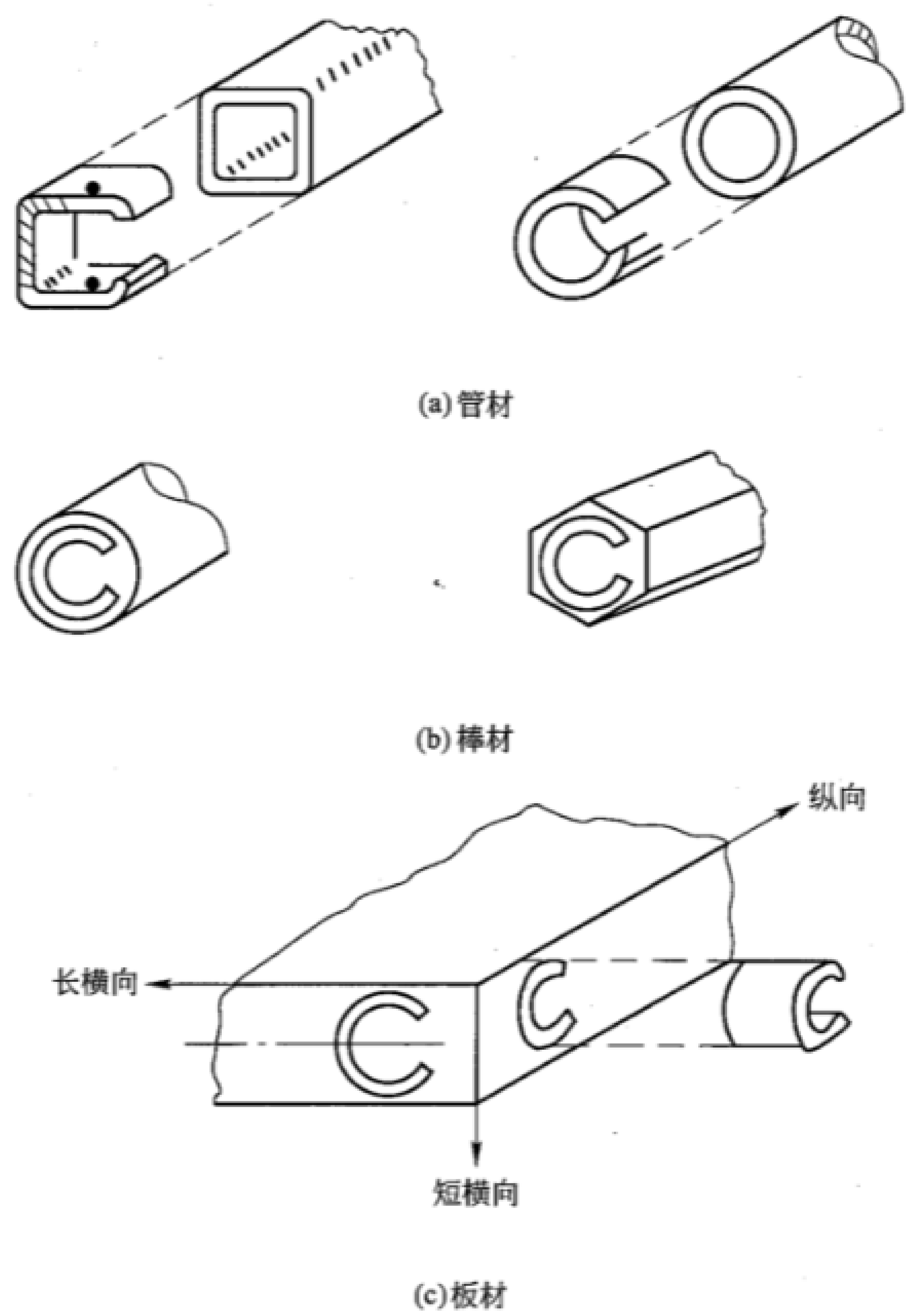


图 B.1 试验不同产品的取样方法