

# 中华人民共和国国家标准

## 熔敷金属中扩散氢测定方法

GB/T 3965—1995

Methods for determination of  
diffusible hydrogen in deposited metal

代替 GB 3965—83

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了用甘油置换法、气相色谱法及水银置换法测定熔敷金属中扩散氢含量的方法。当用甘油置换法测定的熔敷金属中的扩散氢含量小于 2 mL/100g 时,必须使用气相色谱法测定。

本标准中甘油置换法、气相色谱法适用于手工电弧焊、埋弧焊及气体保护焊。水银置换法只用于手工电弧焊。

### 2 试样准备

#### 2.1 试板准备

2.1.1 试板及引弧板、引出板的材质可选用碳素结构钢或低合金钢。

2.1.2 试板及引弧板、引出板预先作去氢处理,加热温度为 400~650℃、保温约 1 h,250±10℃保温约 6 h。

2.1.3 试板及引弧板、引出板的尺寸依照不同的焊接方法和测定方法从表 1 中选定,进行焊接材料标准中的氢含量试验时,要用 2 号、4 号或 5 号试板尺寸。

2.1.4 试板及引弧板、引出板的全部表面应进行加工,保证光滑和清洁。

表 1 试板及引弧板、引出板尺寸

mm

| 试板种类 | 焊接方法  | 试板尺寸  |       |           | 引弧板、引出板尺寸 |       |       | 测定方法  | 排列顺序                                                                             |
|------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-------|-------|-------|----------------------------------------------------------------------------------|
|      |       | 厚 $T$ | 宽 $W$ | 长 $L$     | 厚 $T$     | 宽 $W$ | 长 $L$ |       |                                                                                  |
| 1 号  | 手工电弧焊 | 10    | 15    | 30        | 10        | 15    | 45    | 气相色谱法 | 甘油法、色谱法：<br>引弧板      试板      引出板<br><div><div></div><div></div><div></div></div> |
|      | 埋弧焊   |       | 30    | 15        |           | 30    | 150   |       |                                                                                  |
|      | 气体保护焊 |       |       |           |           |       | 45    |       |                                                                                  |
| 2 号  | 手工电弧焊 | 12    | 25    | 40        | 12        | 25    | 45    |       |                                                                                  |
|      | 埋弧焊   |       |       |           |           |       | 150   |       |                                                                                  |
|      | 气体保护焊 |       |       |           |           |       | 45    |       |                                                                                  |
| 3 号  | 手工电弧焊 | 12    | 25    | 80        | 12        | 25    | 45    |       |                                                                                  |
|      | 埋弧焊   |       |       |           |           |       | 150   |       |                                                                                  |
|      | 气体保护焊 |       |       |           |           |       | 45    |       |                                                                                  |
| 4 号  | 手工电弧焊 | 12    | 25    | 100       | 12        | 25    | 45    | 甘油置换法 | 水银法：<br>引弧板      试板      引出板<br><div><div></div><div></div><div></div></div>     |
|      | 埋弧焊   |       |       |           |           |       | 150   |       |                                                                                  |
|      | 气体保护焊 |       |       |           |           |       | 45    |       |                                                                                  |
| 5 号  | 手工电弧焊 | 10    | 15    | 7.5<br>15 | 10        | 15    | 44    | 水银置换法 |                                                                                  |

国家技术监督局 1995-07-12 批准

1996-05-01 实施

## 2.2 焊接材料的准备

### 2.2.1 手工电弧焊

2.2.1.1 焊条直径为 4 mm, 焊条效率大于 130% 以上者选用直径为 3.2 mm 焊条。

2.2.1.2 焊条按制造厂推荐的条件烘干, 烘干时, 焊条不能互相接触, 不能与其他焊条混烘。

2.2.1.3 从烘箱中取出的焊条应立即使用。

### 2.2.2 埋弧焊

2.2.2.1 焊丝直径为 4 mm。

2.2.2.2 焊剂按制造厂推荐的条件烘干, 堆放厚度低于 15 mm。

2.2.2.3 从烘箱中取出的焊剂应立即使用, 用过的焊剂不能重复使用。

### 2.2.3 气体保护焊

2.2.3.1 焊丝直径为 1.6 mm 或 1.2 mm。

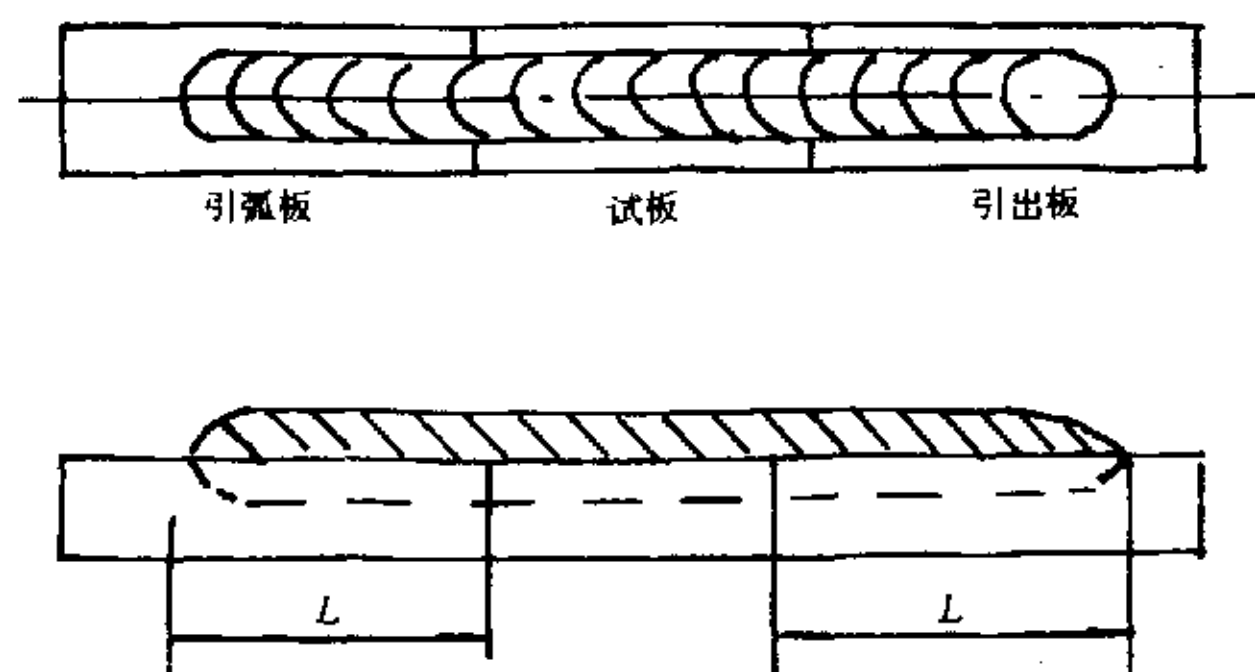
2.2.3.2 保护气体应符合有关标准中的要求。

## 2.3 试样的制备

焊接时采用短弧、线状焊道, 焊接中若断弧, 则该试件作废。

### 2.3.1 甘油置换法、色谱法试样制备

2.3.1.1 焊接前引弧板、试板及引出板按长度方向排列组成, 用铜夹具固定, 按图 1 进行焊接。中间各试样须做标记和称重(精确至 0.1 g)。



| 焊接方法  | 引弧、引出板上焊缝长度 $L$ |
|-------|-----------------|
|       | mm              |
| 手工电弧焊 | 35              |
| 埋弧焊   | 120             |
| 气体保护焊 | 55              |

图 1 试件

2.3.1.2 在室温下进行焊接, 每种焊接方法按 2.4 规定的条件进行。

2.3.1.3 试件焊后 2 s 内放入冰水中摆动冷却, 冷却 10 s 后立即取出, 用机械方法去除引弧板及引出板, 清除飞溅物和熔渣, 经丙酮清洗吹干后, 根据不同的测定方法按 3.1、3.2 规定的程序将试样分别放入各自的收集器。

2.3.1.4 每组为四个试样。

### 2.3.2 水银法试样制备

2.3.2.1 焊接前引弧板、试板及引出板按长度方向排列组成, 用铜夹具固定, 按图 2 进行焊接。

2.3.2.2 中间试板总长为 30 mm,它可以分成每个长 7.5 mm 的四个试样(见图 2)或两块各为 15 mm 长的试样,或一块 15 mm 长、两块 7.5 mm 长的试样。推荐三种可供选择的组合方式:

- 中间各试样须做标记和称重(精确到 0.01 g)。

### 2.4.1 手工电弧焊

**2.4.1.1 电流种类和极性选择**按说明书规定,交直流两用的焊条采用交流施焊。焊接电流应比制造厂推荐的最大电流低 15 A。

2.4.1.2 按熔化 120~130 mm 焊条焊成 100 mm 焊道的速度进行焊接。

2.4.2.1 极性选择按说明书规定,交直流两用的焊剂采用交流施焊。焊接电流约 600~630 A、电弧电压 28~30 V,焊接速度 55~60 cm/min。

2.4.2.2 焊丝伸出长度与焊剂层堆积高度均为 30 mm。

### 2.4.3 气体保护焊

#### 2.4.3.1 采用直流反接。

2.4.3.2 焊接电流:  $\phi 1.2$  mm 260~290 A,  $\phi 1.6$  mm 330~360 A。



电弧电压： $\phi 1.2$  mm 27~31 V， $\phi 1.6$  mm 26~30 V。

焊接速度： $(33 \pm 3)$  cm/min。

2.4.3.3 导电嘴端部试件距离： $19 \pm 3$  mm。

2.4.3.4 保护气体流量为：15~20 L/min。

2.4.3.5 施焊前清洗送丝轮，通过反复通气排除焊炬和导气管中残留的气体 and 水分等，连续焊接时可省略清洗处理。

### 3 氢含量测定方法

#### 3.1 甘油置换法

##### 3.1.1 测试设备

使用甘油置换法测定氢含量的设备应具有如下的性能：

3.1.1.1 测试设备组成如图 3 所示。

3.1.1.2 收集器的形状和尺寸如图 4 所示。收集器上的刻度分为 0.02 mL 和 0.05 mL 两部分。

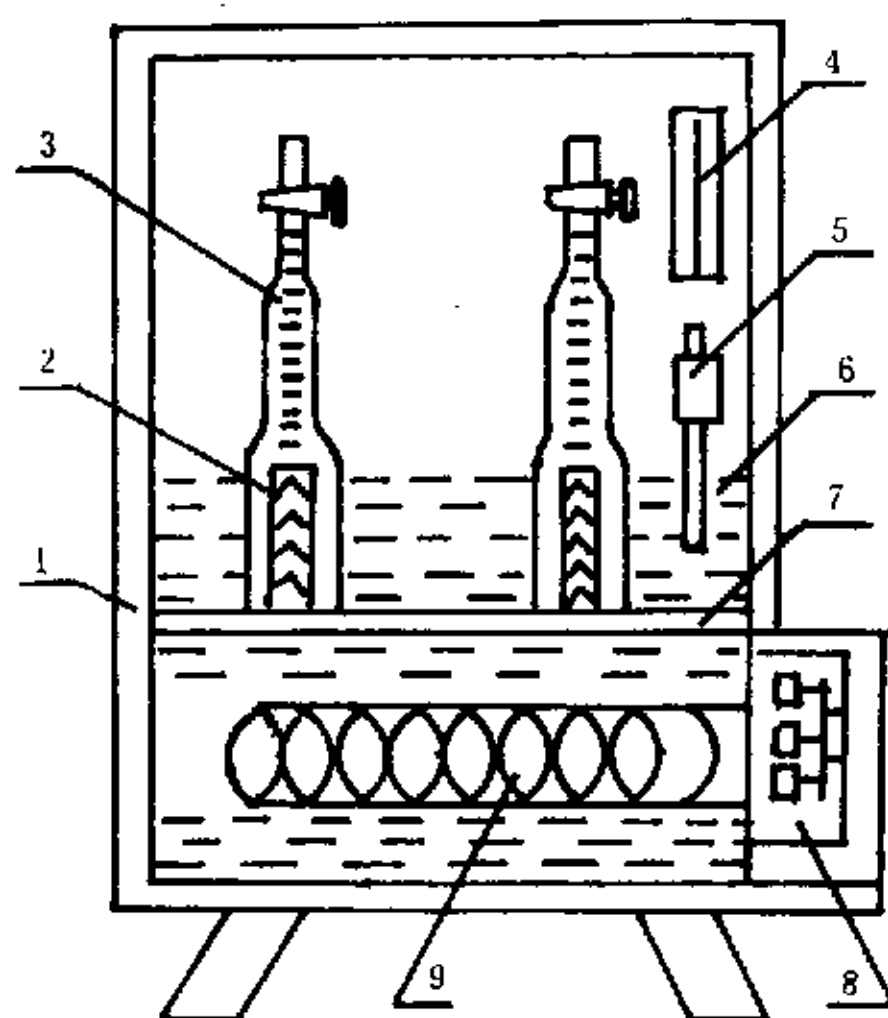


图 3 测定设备示意图

1—恒温收集箱；2—试样；3—收集器；4—温度计；5—水银接触温度计；6 恒温甘油浴；  
7—收集器支撑板；8—恒温控制器；9—加热电阻丝

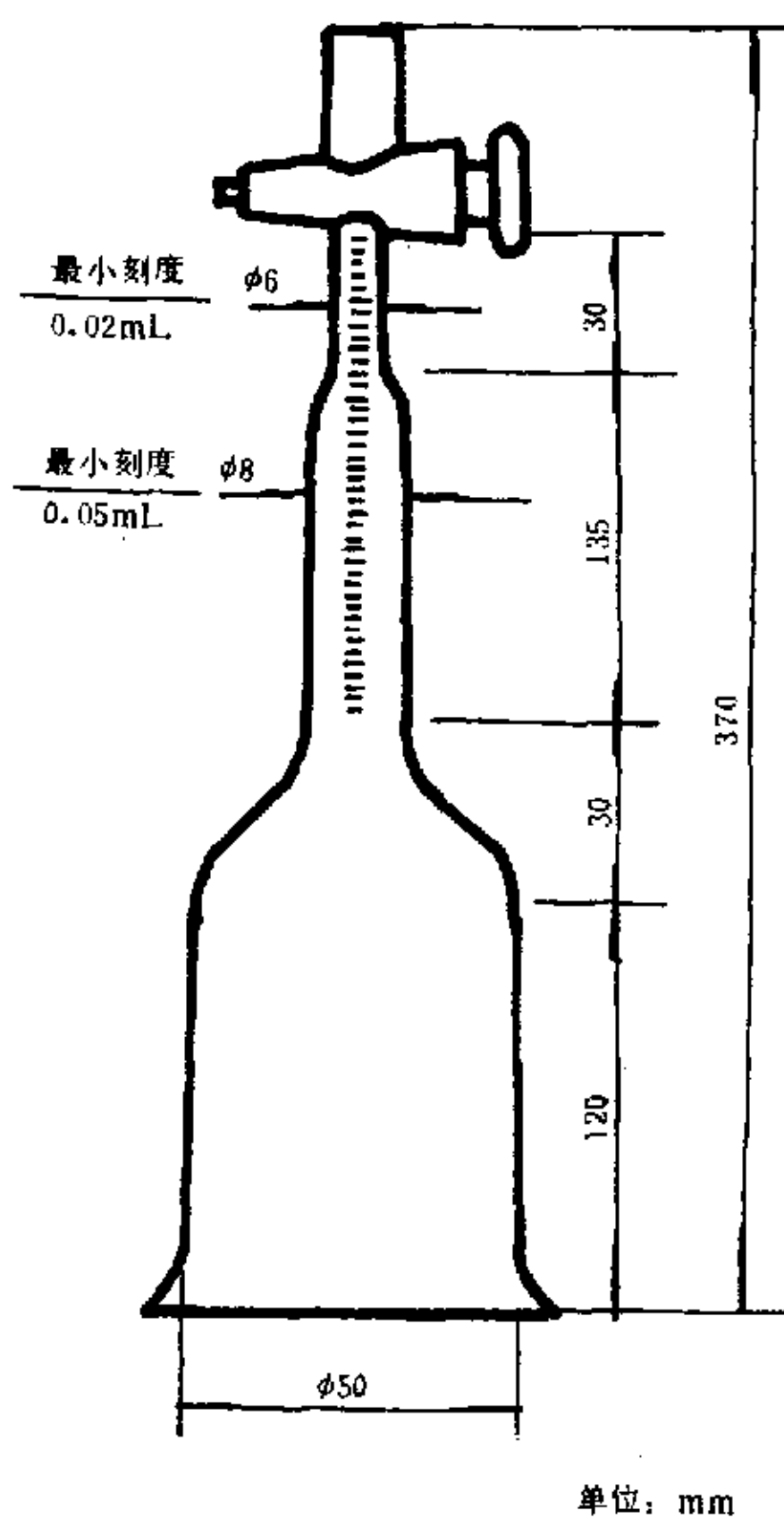


图 4 收集器形状及尺寸(大约)

## 3.1.2 测定程序

3.1.2.1 将按 2 制备的试样放入已充满甘油的收集器内,从试件焊完到放入收集器内,应在 90 s 内完成。

3.1.2.2 收集扩散氢过程中,甘油温度须保持  $45 \pm 1^\circ\text{C}$ 。

3.1.2.3 72 h 后,将吸附在收集器管壁和试样上的气泡收集上去,准确读取气体量。

## 3.2 气相色谱法

## 3.2.1 测试设备

使用气相色谱法测定氢含量的设备应具有如下性能:

3.2.1.1 收集器必须能保持长时间密封,并能够与气相色谱仪可靠地连接。

3.2.1.2 气相色谱仪应具备图 5 所示的流路,测定精度为 0.01 mL。

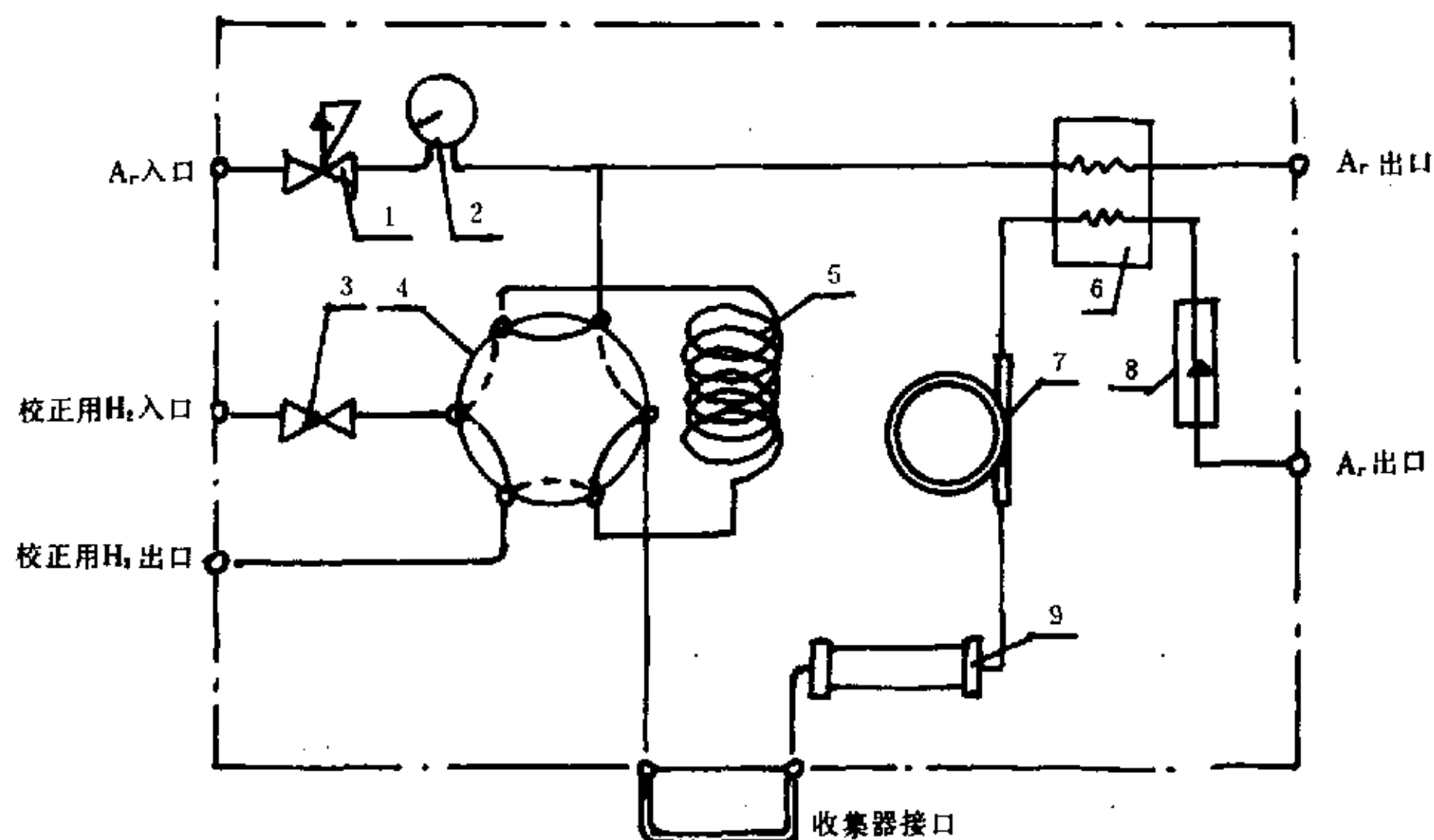


图5 气相色谱法测定流程图

1—调压阀；2—压力表；3—停止旋塞；4—检压阀；5—H<sub>2</sub> 计量管；6—检出器；  
7—分子筛；8—流量计；9—脱水管

### 3.2.2 测定程序

3.2.2.1 将按2制备的试样放入收集器内，通Ar气30 s，以置换出收集器内空气，从试件焊完到放入收集器内，应在120 s内完成。

3.2.2.2 将装有试样的收集器，置于45℃恒温箱内，存放72 h收集扩散氢气体。

3.2.2.3 72h后，将收集器接入预先校正过的气相色谱仪，测定出氢气量。

### 3.3 水银置换法

#### 3.3.1 测试设备

使用水银置换法测定氢含量的设备应具有如下性能：

3.3.1.1 采用水银作收集介质。

3.3.1.2 可使试件短时处于真空下，以去除吸附在试样表面上的外界气体。

3.3.1.3 在常温和常压下测量的精度至少为0.05 mL。

3.3.1.4 收集器示意图见图6。



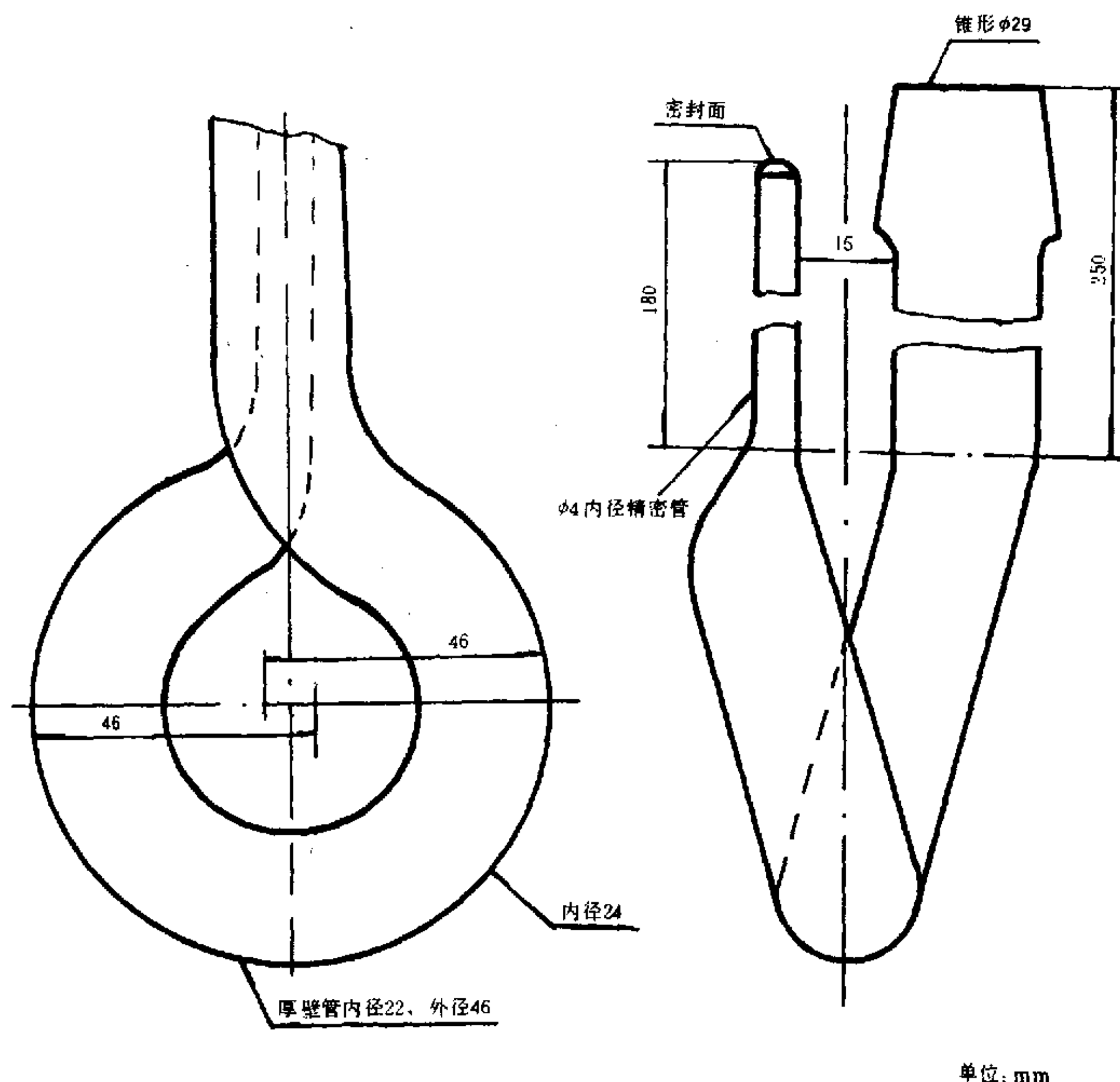


图 6 水银法扩散氢收集器示意图

### 3.3.2 测定程序

3.3.2.1 将按 2 制备的试样放入低温液槽中(约 $-70^{\circ}\text{C}$ )保存,并在冷态下将引弧板和引出板打断,打断时试样在槽外停留的时间不超过 10 s。

3.3.2.2 把试样从低温槽转送到收集器的外管时,先在丙酮中清洗 3~5 s 后,吹干 20 s 左右,立即放入收集器外管接头处。用磁铁吸引试样,通过收集器接头送到收集器测量部分的最末位置,这一操作应在 5 s 内完成。

从试样清洗到操作结束总的时间不应超过 60 s。

3.3.2.3 试样在低压和  $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$  下保持 72 h,在测量氢的最终体积之前,记录氢的准确温度和压力。取出试样清理、吹干及称重(精确到 0.01 g),所增加的质量相当于熔敷金属的质量。

3.3.2.4 准确读取气体量(mL)。

## 4 氢含量计算

### 4.1 氢含量表示

测定结果可表示为单位质量熔敷金属氢含量(mL/100g)。

氢含量计算根据 4.2 分别算出每个试样的测定值,每四个试样为一组,其算术平均值即为该组试样的测定值。

### 4.2 熔敷金属扩散氢含量( $H_{\text{DM}}$ )的计算

#### 4.2.1 甘油置换法

$$H_{DM} = \frac{H_{GL} + 1.73}{0.79} (H_{GL} > 2\text{mL}/100\text{g}) \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:  $H_{DM}$ ——熔敷金属扩散氢含量(甘油法测定值换算成气相色谱法测定值时的氢含量), mL/100 g;  
 $H_{GL}$ ——甘油置换法测定的熔敷金属扩散氢含量, mL/100 g。

$$H_{GL} = V_0 = \frac{pVT_0}{p_0WT} \times 100 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:  $V_0$ ——收集的气体体积换算成标准状态下每 100 g 熔敷金属中气体的体积数, mL;

$V$ ——收集的气体体积数, mL;

$W$ ——熔敷金属质量(焊后试样质量—焊前试样质量), g; 精确到 0.01 g;

$T_0$ ——273, K;

$T$ ——(273+ $t$ ), K;

$t$ ——恒温收集箱中温度, °C;

$p_0$ ——101, kPa;

$p$ ——试验室气压, kPa。

#### 4.2.2 气相色谱法

$$H_{DM} = H_{GC} = V_0 = \frac{V_{GC}}{W} \times 100 \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:  $H_{GC}$ ——气相色谱法测定的单位质量熔敷金属氢含量, mL/100 g;

$V_{GC}$ ——气相色谱法测定的氢含量换算成标准状态下的体积数, mL。

#### 4.2.3 水银置换法

72 h 后, 将测定的氢气体积换算成标准状态下(0°C, 101kPa 大气压力下)的体积, 用该体积除以熔敷金属质量(焊后与焊前试样的质量之差)的 1/100, 即为扩散氢含量, 单位为 mL/100 g 熔敷金属。

### 5 使用分类及记录项目

#### 5.1 焊接材料标准中的测氢试验

焊接材料标准中的测氢试验按 2 及 3 进行, 必须记录以下事项:

##### 5.1.1 焊接方法。

##### 5.1.2 测氢方法。

##### 5.1.3 施焊环境的温度和湿度。

##### 5.1.4 试板种类。

##### 5.1.5 手工电弧焊时记录焊条型号、牌号、直径、烘干条件、焊接电流、电弧电压、电源种类及极性。

##### 5.1.6 埋弧焊时记录焊丝及焊剂的型号、牌号、焊丝直径、焊剂烘干条件、电源种类及极性。

##### 5.1.7 气体保护焊时要记录焊丝型号、牌号、直径、保护气体的组成及导丝嘴的内径。

#### 5.2 其他的测氢试验

当进行与 2 和 3 中所规定的内容不同的测氢时, 除记录 5.1 中的事项外, 还必须记录不同的部分。

#### 附加说明:

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由机械工业部哈尔滨焊接研究所归口。

本标准由机械工业部哈尔滨焊接研究所负责起草。

本标准起草人李春范、陈默。