

# 实验六 金属腐蚀速度测量的综合实验

## 实验目的:

- 1、掌握各种不同的腐蚀速度的测量方法的原理和方法,
- 2、对各种不同的测量方法进行比较
- 3、理解各种不同的测量方法的优点、不足,
- 4、理解综合各种测量方法间的佐证性、互补性。

## 实验六(一) 重量法和容量法测定金属腐蚀速率

### 一、实验目的

- 1、掌握重量法和容量法测定金属腐蚀速率的原理和方法;
- 2、测定碳钢在稀硫酸中的腐蚀速率,并评定其耐蚀性能的等级;
- 3、比较重量法和容量法的测定结果。

### 二、基本原理

金属受到均匀腐蚀时的腐蚀速率表示方法最常用的有如下两种:一种是用在单位时间内、单位面积上金属损失(或增加)的重量来表示,通常采用的单位是克/米<sup>2</sup>·小时;另一种是用单位时间内金属腐蚀的深度来表示,通常采用的单位是毫米/年。

目前测定金属腐蚀速率的方法很多,如重量法、容量法、极化曲线法、线性极化法、电阻法等。本实验系用重量法和容量法测定碳钢在稀硫酸中的腐蚀速率。

重量法是根据腐蚀前后金属试件重量的变化来测定金属腐蚀速率的方法。重量法又可分为失重法和增重法两种。当金属表面上腐蚀产物容易除尽且不至于损坏金属本体时常用失重法;当腐蚀产物完全牢固地附在试件表面时,则采用增重法。

对于失重法,可由下式计算金属的腐蚀速率:

$$V=(W_0-W_1)/S \cdot t \quad (1)$$

式中:  $V$ —金属的腐蚀速率(克/米<sup>2</sup>·小时)

$W_0$ —金属试件腐蚀前的重量(克)

$W_1$ —经过腐蚀并除去腐蚀产物后金属试件的重量(克)

$S$ —试件的表面积(米<sup>2</sup>)

$t$ —试件腐蚀的时间(小时)。

对于增重法, 即当金属表面的腐蚀产物全部附着在金属表面上, 或者腐蚀产物脱落下来可以全部收集起来时, 可由下式计算腐蚀速率:

$$v^+ = (W_2 - W_1) / S \cdot t \quad (2)$$

式中:  $v^+$ —金属的腐蚀速率(克/米<sup>2</sup>·小时)

$W_2$ —带有腐蚀产物的试件重量(克)

其他符号与(1)式同。

对于密度相同的金属, 可以用上述方法比较其耐蚀性能。对于密度不同的金属, 尽管单位面积的重量变化相同, 其腐蚀深度却不一样。对此, 用腐蚀深度表示更为合适。换算公式如下:

$$v_L = (v^- / \rho) * (24 * 365 / 1000) = 8.76 * (v^- / \rho) \quad (3)$$

式中:  $v_L$ —用腐蚀深度表示的腐蚀速率(毫米/年);

$\rho$ —金属的密度(克/厘米<sup>3</sup>);

$v^-$ —腐蚀的失重指标(克/米<sup>2</sup>·小时)。

许多金属在酸性溶液中, 某些电负性强的金属在中性甚至于碱性溶液中, 都会发生氢去极化作用而遭到腐蚀。其中:

阳极过程:  $M \rightarrow M^{n+} + ne,$

阴极过程:  $nH^+ + ne \rightarrow (n/2)H_2 \uparrow$

在金属遭受腐蚀的同时, 不断有氢析出。金属溶解的量和氢析出量相当。即有一克当量的金属溶解, 就有一克当量的氢气析出。由实验测出一定时间内的析氢体积 $V_H$ (毫米)。根据理想气体状态方程式:

$$P V_H = N_H RT \quad (4)$$

(4)式中 $P = P_a - P_{H_2O}$

$$\text{故} \quad N_H = (P_a - P_{H_2O}) * H / RT$$

则金属的腐蚀速率为:

$$V = MN_H / St = M(P_a - P_{H_2O})V_H / StRT$$

式中:  $P_a$ —实验时大气压(毫米汞柱);

$P_{H_2O}$ —实验温度下稀硫酸上水蒸气分压(毫米汞柱), 其值见附表;

T—绝对温度；

$N_H$ —析出氢气的克分子数；

$V_H$ —氢气体积；

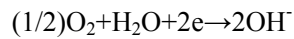
R—气体常数；

M—金属的克分子量(克)；

S—金属在介质中的暴露面积(米<sup>2</sup>)；

t—金属腐蚀的时间(小时)。

容量法也可以用于耗氧的阴极过程，此时阴极反应为：



测定一定容积中氧气的减少量即可计算出相应的金属腐蚀速率，计算方法与析氢过程类似。

### 三、仪器药品与实验装置：

1、容量法测定金属腐蚀速率装置见图 1。

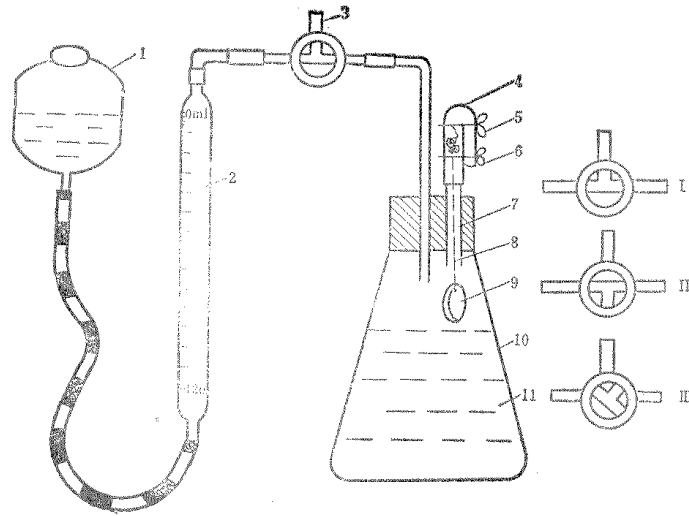


图 1 测定金属腐蚀速率的装置示意图

表 1 金属耐蚀性的十级标准表

| 耐蚀性能组别  | 腐蚀速率(毫米/年)  | 级 |
|---------|-------------|---|
| 1、完全不腐蚀 | 小于 0.001    | 1 |
| 2、极耐蚀   | 0.001-0.005 | 2 |
|         | 0.005-0.01  | 3 |
| 3、耐蚀    | 0.01-0.05   | 4 |
|         | 0.05-0.1    | 5 |

|            |           |    |
|------------|-----------|----|
| 4、耐蚀性差     | 0.10-0.50 | 6  |
|            | 0.5-1.0   | 7  |
| 5、不甚耐蚀     | 1.0-5.0   | 8  |
|            | 5.0-10.0  | 9  |
| 6、完全不耐蚀    | 大于 10     | 10 |
| 此表不适用于晶间腐蚀 |           |    |

## 2、仪器：

容量法测定金属腐蚀速率装置：分析天平、恒温水浴、气压计、温度计、化学除膜槽。

## 3、药品与材料：

碳钢试件、0.25%(重量)硫酸、无水乙醇、金刚砂布、脱脂棉、滤纸、盐酸、六次甲基四胺。

## 四、操作步骤：

1、实验在恒温条件下进行，为此先调节好恒温水浴的温度(30℃)，在玻璃槽(图 1 中 3)中倒入 0.25%硫酸溶液；其多少以当量气管全部为溶液充满时，喇叭口的溶液为准，将玻璃槽放入恒温水浴中，用洗耳球抽吸的方法，使量气管内充满溶液。

2、用金刚砂布将金属试件表面打磨干净，测量试件尺寸，计算其表面积。

3、用无水乙醇棉球除去试件表面油污；用滤纸吸干(勿用手去接触)，干燥后在分析天平上称重，准确到 0.1 毫克。

4、将碳钢试件挂与玻璃挂钩上，小心仔细地移入量气管喇叭口下面，并立即读取量气管中液面的高度，作为起始读数；随着腐蚀反应的发生，氢气的不断析出将使量气管中液面不断下降。每隔一定时间(5 至 10 分钟)记录一次读数，如此延续二个小时。

5、取出试样，用自来水冲洗掉试件上附着的酸液，观察和记录试件表面现象，用化学方法脱除腐蚀产物。化学除膜液可采用 1:1 盐酸加 0.3%乌洛托品(六次甲基四胺)。除膜时需进行空白实验，时间为 0.5-1 分钟。

6、试件除膜后经冲洗干燥，然后用分析天平称重。

实验数据记录于表 2 中

表2 实验温度：\_\_\_\_\_ 室温：\_\_\_\_\_ 气压：\_\_\_\_\_

| 试件材质 | 介质成分 | 试件尺寸(厘米) |    |     |       | 试件重量(克)    |            |      |    | 析氢体积(毫升) |       |     | 腐蚀速率                             |              |                                  |              |
|------|------|----------|----|-----|-------|------------|------------|------|----|----------|-------|-----|----------------------------------|--------------|----------------------------------|--------------|
|      |      | 直径       | 厚度 | 小孔径 | 表面积 S | 腐蚀前重 $w_0$ | 腐蚀后重 $w_1$ | 空白失重 | 失重 | 时间       | 量气管读数 | 析氢量 | 重量法                              |              | 容量法                              |              |
|      |      |          |    |     |       |            |            |      |    |          |       |     | $\bar{v}$ (克/米 <sup>2</sup> ·小时) | $v_L$ (毫米/年) | $\bar{v}$ (克/米 <sup>2</sup> ·小时) | $v_L$ (毫米/年) |
|      |      |          |    |     |       |            |            |      |    |          |       |     |                                  |              |                                  |              |

### 五、结果处理：

- 1、绘出析氢体积与时间的曲线图。
- 2、计算用容量法和重量法所求出的金属在稀硫酸中的腐蚀速率的百分误差。

### 六、思考与讨论：

- 1、重量法和容量法测定金属腐蚀速率的优点及其适用范围。
- 2、分析重量法和容量法测定金属腐蚀速率的误差来源；为什么重量法的测定结果一般高于容量法。