

# 实验一 均匀腐蚀与点蚀实验

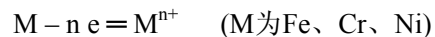
## 一、实验目的

1. 掌握三氯化铁不锈钢点蚀实验的方法。
2. 对不锈钢在 10%三氯化铁( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )溶液和与其氯离子浓度相同的氯化钠溶液进行点蚀实验比较,从而认识三价铁离子对点蚀的影响。
3. 掌握盐雾腐蚀试验箱的使用方法。
4. 了解盐雾腐蚀试验的基本原理。
5. 了解试样制备方法。

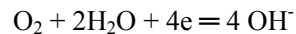
## 二、实验原理

### 1、不锈钢点蚀机理

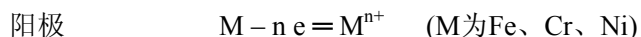
在不锈钢表面通常会有一层保护膜,当不锈钢在含氯离子的介质中时,由于不锈钢表面的不均匀性,表面某些部位会有缺陷或存在杂质,在这些部位易吸附氯离子,从而使该部位钝化膜破坏,形成点蚀源。该部位电位较负,成为阳极,发生如下反应:



而在该部位周围的钝化膜电位较正,成为阴极,发生如下反应:



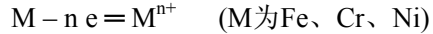
孔内金属离子向孔外扩散,在孔口遇到 $\text{OH}^-$ 离子形成氢氧化物沉淀,该沉淀物堵住孔口,使孔内腐蚀产生的金属离子不能扩散到孔外;此时,为了维持孔内电荷平衡,孔外半径较小的氯离子穿过沉淀层迁移至孔内;在孔内金属氯化物发生水解,产生盐酸,使孔内pH值降低,从而使孔内发生如下反应:



孔内产生的金属离子又要孔外半径较小的氯离子迁移至孔内来平衡,这一过程周而复始,相当于形成了一个封闭的自催化电池,腐蚀会加速进行,蚀孔会越来越深。

### 2、三氯化铁溶液加速孔蚀机理

在三氯化铁溶液形成点蚀源的最初过程中。为阳极,发生如下反应:



而在阴极，除发生如下反应： $O_2 + 2H_2O + 4e = 4 OH^-$

外，还发生  $Fe^{3+} - e = Fe^{2+}$  的反应，该反应速度很快，因此点蚀源形成速度加快，而点蚀的速度取决于点蚀源形成速度，所以点蚀速度加快。

### 3、盐雾实验机理

在大气中金属作为阳极，发生如下反应： $M - ne = M^{n+}$  (M为Fe、Cr、Ni)

在金属表面的微阴极上，发生如下反应： $O_2 + 2H_2O + 4e = 4 OH^-$ ，在大气中一般金属腐蚀速度较慢，实验周期较长，为了缩短实验周期，在短时间内评定材料耐大气腐蚀的能力，可通过盐雾加速实验。原因是盐雾可在金属表面形成一层盐水膜，该盐水膜比普通水膜导电性好，因而加快了腐蚀速度，同时由于盐水膜很薄，使氧很容易透过液膜到达金属表面，因此使微阴极上反应加快，从而使金属腐蚀加快。

## 三、实验仪器设备及流程

### 1、实验用药品

盐酸、三氯化铁、氯化钠。(用分析纯药品即可)

### 2、实验用试片

奥氏体不锈钢。

### 3、实验用仪器设备

玻璃恒温水浴、超声波清洗器、电子天平、电吹风等设备；烧杯、用玻璃和塑料等制成支架；镊子、玻璃棒、洗瓶、干燥器、砂布、酒精棉球等辅助工具与消耗材料。

## 四、实验操作步骤

### 1、10%三氯化铁( $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ )实验溶液配制

用分析纯盐酸和蒸馏水和去离子水配制成 0.05mol/L(即稀释约 245 倍)的盐酸溶液。把分析纯三氯化铁( $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ )100g溶于 900ml0.05 mol/L盐酸溶液中,配制成 10%三氯化铁( $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ )实验溶液。

### 2、6.5%氯化钠实验溶液配制

用分析纯盐酸和蒸馏水和去离子水配制成 0.05N(即稀释约 245 倍)的盐酸溶液。把分析纯氯化钠(NaCl)65g溶于 935ml0.05 mol/L 盐酸溶液中,配制成 6.5%氯化钠实验溶液。

### 3、试样制备

两块不锈钢试片和 5 片碳钢试片用砂布或砂纸按顺序进行研磨。研磨时要避免试样发热，最后用粒度 240 号以上的水砂纸进行湿磨。研磨后的试样用游标卡尺测量尺寸，然后用无水乙醇去油，最后用蒸馏水或去离子水洗净并干燥后称重。

#### 4、 10%三氯化铁( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )腐蚀实验

把 10%三氯化铁( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )实验溶液放到恒温槽中，将实验溶液加热到  $35 \pm 1^\circ\text{C}$ 。把 1 片不锈钢试样放到溶液中的支架上，连续进行 20 分钟的浸泡实验。实验过程中，在实验容器上盖上表面皿等以防止实验溶液的蒸发。20 分钟实验后，取出试样，在流水下用硬的毛刷或尼龙等清除试样上的腐蚀产物，洗净，干燥后称重。

#### 5、 记录点蚀数

画出  $1\text{cm} \times 1\text{cm}$  的方格，数出方格内的点数。

#### 6、 6.5%氯化钠腐蚀实验

把 6.5%氯化钠实验溶液放到恒温槽中，将实验溶液加热到  $35 \pm 1^\circ\text{C}$ 。把 1 片不锈钢和 5 片碳钢试样放到溶液中的支架上，连续进行 2 小时的浸泡实验。实验过程中，在实验容器上盖上表面皿等以防止实验溶液的蒸发，碳钢试样 20 分钟、40 分钟、60 分钟、90 分钟和 120 分钟各取出 1 片。在流水下用硬的毛刷或尼龙等清除试样上的腐蚀产物，洗净，干燥后称重。不锈钢试片 2 小时实验后取出，在流水下用硬的毛刷或尼龙等清除试样上的腐蚀产物，洗净，干燥后称重并在放大镜下观察上面是否有点蚀。

#### 7、 记录点蚀数

画出  $1\text{cm} \times 1\text{cm}$  的方格，数出方格内的点数。

#### 8、 盐雾实验

两块不锈钢试片和 5 片碳钢试片用砂布或砂纸按顺序进行研磨。研磨时要避免试样发热，最后用粒度 240 号以上的水砂纸进行湿磨。研磨后的试样用游标卡尺测量尺寸，然后用无水乙醇去油，最后用蒸馏水或去离子水洗净并干燥后称重。碳钢试样 20 分钟、40 分钟、60 分钟、90 分钟和 120 分钟各取出 1 片。在流水下用硬的毛刷或尼龙等清除试样上的腐蚀产物，洗净，干燥后称重。不锈钢试片 2 小时实验后取出，在流水下用硬的毛刷或尼龙等清除试样上的腐蚀产物，洗净，干燥后称重并在放大镜下观察上面是否有点蚀。

#### 9、 计算平均腐蚀速率

实验材料的耐点蚀性用腐蚀率，即单位面积、单位时间的失重表示，单位是  $\text{g/m}^2$  腐蚀率按下式计算：

$$\text{腐蚀率} = (\text{W}_{\text{前}} - \text{W}_{\text{后}}) / \text{S} \cdot \text{t}$$

式中：W—实验前式样重量，g；

W—实验后式样重量，g；

S—式样面积， $m^2$

t—实验时间，h。

## 五、数据处理

- 1、将实验报告数据填入实验报告，分析数据的可靠性。
- 2、计算出不锈钢和碳钢在 6.5%氯化钠实验溶液在  $35\pm 1^\circ\text{C}$  时不同时间下的腐蚀速度。计算出  
锈钢和碳钢在盐雾实验的腐蚀速度。
- 3、计算出 10%三氯化铁( $\text{FeCl}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )腐蚀实验与 6.5%氯化钠腐蚀实验不锈钢的平均腐蚀速率。
- 4、观察试片朝上方和朝下方的点蚀情况，分析重力对点蚀的影响。

## 六、分析讨论题

- 1、根据不锈钢在 10%三氯化铁( $\text{FeCl}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )腐蚀实验与 6.5%氯化钠腐蚀实验情况，分析  $\text{Fe}^{3+}$  对不锈钢电蚀和均匀腐蚀的影响并说明原因。
- 2、比较不锈钢和碳钢在盐雾实验的腐蚀速度，说明不锈钢比碳钢在大气中耐蚀性好的原因。
- 3、绘出碳钢在 6.5%氯化钠实验溶液和盐雾实验中腐蚀速度随时间变化的曲线并说明变化规律。

(执笔人：周永璋)