

- 第四节 金属电化学腐蚀与防护

ZNDW 知能定位



- 1. 了解金属腐蚀及其危害。
- 2. 了解金属电化学腐蚀原因及反应原理。
- 3. 了解金属防护普通方法，尤其是电化学防护方法。

ZZYX 自主研习

- 一、金属电化学腐蚀
- 1. 金属腐蚀
- 金属腐蚀是指_____与周围接触到_____物质发生_____而引发损耗现象。
- 2. 金属腐蚀后特征
- 金属被腐蚀后，在_____、_____以及_____等方面都发生一定改变。

- 3. 金属腐蚀本质

- 金属腐蚀本质，是

_____过程。也就是说，金属腐蚀本质是金属发生了_____。

- 4. 金属腐蚀类型

- 因为与金属接触介质不一样，发生腐蚀情况也不一样，普通可分为化学腐蚀和电化学腐蚀。

- (1)化学腐蚀

- _____跟接触到_____ (如 O_2 、 Cl_2 、 SO_2 等)或_____ (如石油)等直接发生化学反应而引发腐蚀叫做化学腐蚀。化学腐蚀速度随温度升高而_____。

- (2)电化学腐蚀

- _____跟_____接触时，会发生_____
_____, 比较活泼金属失去电子而被氧

- (2)钢铁吸氧腐蚀：当钢铁表面电解质溶液_____或呈_____并溶有_____时，将会发生吸氧腐蚀。相关化学反应以下：
- 负极：_____ (_____反应)
- 正极：_____ (_____反应)
- 总反应方程式：_____
- 又_____ = $4\text{Fe}(\text{OH})_3$
- $2\text{Fe}(\text{OH})_3 =$ _____
- 吸氧腐蚀也会有铁锈生成。

- 二、金属电化学防护
- 1. 牺牲阳极阴极保护法
- 这种方法通常是在被保护钢铁设备(如锅炉内壁、船体外壳等)上装上若干_____，作原电池_____，不停遭受腐蚀，定时拆换，而作为_____被保护了下来。

- 2. 外加电流阴极保护法
- 这种方法是将被保护钢铁设备(如钢闸门)作为_____，用惰性电极_____，二者均存在于_____里，接上_____。通电后，电子被强制流向被保护钢铁设备，使钢铁表面产生负电荷(电子)积累，抑制了钢铁发生失去电子作用(氧化反应)，从而预防了钢铁腐蚀。
- 除电化学防腐蚀外，惯用金属防腐蚀方法还有：
- (1)改变金属内部结构，使金属性质改变，成为耐腐蚀合金，如不锈钢等。

- 5. (1)铁 碳
- $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ 氧化
- $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$ 还原
- $\text{Fe} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\uparrow$
- $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} + (3-x)\text{H}_2\text{O}$
- (2)酸性很弱 中性 一定量氧气
- $2\text{Fe} - 4\text{e}^- = 2\text{Fe}^{2+}$ 氧化
- $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$ 还原
- $2\text{Fe} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_2$
- $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

- 二、1. 锌块 负极(阳极) 正极(阴极) 钢铁设备
- 2. 阴极 作辅助阳极 电解质溶液 外加直流电源
- (2) 喷油漆、涂油脂、电镀、喷镀、表面钝化

WTTJ 问题探究

- 1. 你知道金属防腐蚀方法有哪些吗？
- **提醒：**金属防腐方法大致可分为：
 - (1)非金属保护层防腐；
 - (2)金属保护层防腐；
 - (3)电化学保护；
 - (4)加缓蚀剂防腐。
- 2. 电化学防护实质是什么？
- **提醒：**电化学防护实质是把被保护金属作原电池正极或电解池阴极，不参加电极反应，从而不被氧化。

知识点 1 金属的腐蚀

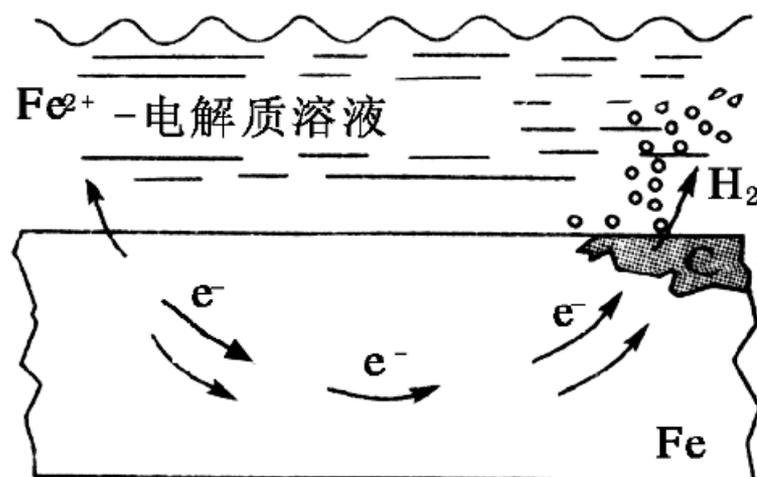
- 1.金属腐蚀
- (1)金属腐蚀概念：金属腐蚀指是金属与周围接触到气体或液体发生氧化还原反应而引发损耗现象。
- (2)实质：是金属原子失去电子被氧化过程，其反应(M代表金属元素)为：
 - $M - ne^{-} = M^{n+}$

- (3)金属腐蚀分类与比较:
- 因为与金属接触介质不一样, 发生腐蚀情况也不一样, 普通可分为化学腐蚀和电化学腐蚀。

金属腐蚀	化学腐蚀	电化学腐蚀
定义	金属与接触到干燥气体(如O ₂ 、Cl ₂ 、SO ₂ 等)或非电解质液体(如石油)等直接发生化学反应而引发腐蚀	不纯金属与电解质溶液接触时, 会发生原电池反应, 较活泼金属失去电子而被氧化腐蚀
条件	金属与干燥气体或非电解质溶液等直接接触	不纯金属或合金与电解质溶液接触
本质	无电流产生	有微弱电流产生

金属 腐蚀	化学腐蚀	电化学腐蚀
现象	金属被腐蚀(氧化)	较活泼金属被腐蚀(氧化)
实例	金属与接触到物质(如O ₂ 、Cl ₂ 、SO ₂ 等)直接发生化学反应	钢铁在潮湿空气中被腐蚀
实质与联 络	一直都是金属原子失去电子被氧化而损耗；化学腐蚀与电化学腐蚀往往同时发生，但电化学腐蚀更普遍，危害更大，腐蚀速率更加快	

- 2.电化学腐蚀种类和原理
- (1)钢铁析氢腐蚀原理:
- 因为在腐蚀过程中不停有 H_2 放出, 所以叫做析氢腐蚀。



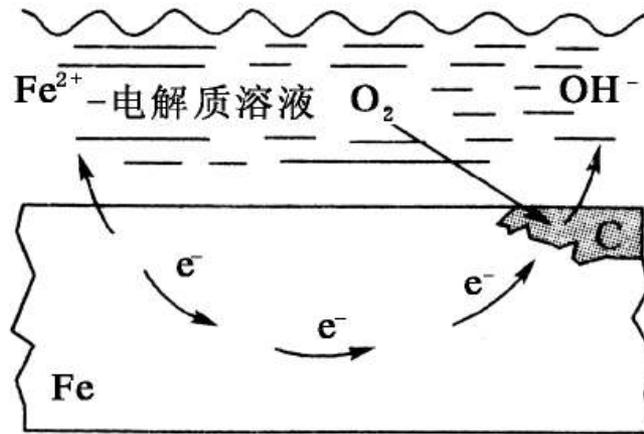
钢铁的析氢腐蚀示意图

- ①形成条件：钢铁在潮湿空气中表面形成一层水膜，水膜又溶解了 CO_2 、 SO_2 、 H_2S 等气体，使水膜中含有一定量 H^+ ，产生过程以下： $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ ， $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$ ， $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ 等。
- ②钢铁析氢腐蚀原理分析：钢铁、少许碳和酸性水膜组成了原电池。反应以下：
 - 负极(Fe)： $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ (氧化反应)
 - 正极(C)： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow$ (还原反应)
 - 总反应： $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\uparrow$

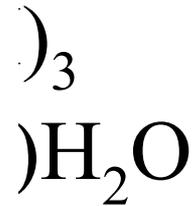
- ③铁锈形成过程：析氢腐蚀中形成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 被 O_2 氧化生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ， $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 脱去一部分水就生成 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，它就是铁锈主要成份。

- (2)钢铁吸氧腐蚀原理:
- 通常情况下, 在潮湿空气中, 钢铁表面凝结一层溶解有氧气水膜, 它与钢铁中碳和铁形成了原电池。这些微小原电池遍布钢铁表面。
- 负极(Fe): $2\text{Fe} - 4\text{e}^- = 2\text{Fe}^{2+}$ (氧化反应)
- 正极(C): $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$ (还原反应)
- 总反应: $2\text{Fe} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_2$
- $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 继续与空气中 O_2 作用, 生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 再生成铁锈。

- $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
- $2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$



钢铁的吸氧腐蚀示意图



- (3)析氢腐蚀与吸氧腐蚀比较:

类型	析氢腐蚀	吸氧腐蚀
条件	水膜酸性较强	水膜酸性很弱或呈中性
正极反应	$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$	$2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$
负极反应	$\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$	$2\text{Fe} - 4\text{e}^- = 2\text{Fe}^{2+}$
溶液中其它反应	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$ $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ $2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} + (3-x)\text{H}_2\text{O}$	

- **说明：**①因为在通常情况下，金属表面不会碰到酸性较强溶液，所以吸氧腐蚀是金属腐蚀主要形式，而且析氢腐蚀最终也会被吸氧腐蚀所代替。
- ②电化学腐蚀中吸氧腐蚀比析氢腐蚀更普遍，在金属活动次序中位于氢前面和氢之后金属都能发生吸氧腐蚀，但只有在金属活动次序表中位于氢前面金属才可能发生析氢腐蚀。

- 案例精析

- 【例1】 关于金属腐蚀叙述中，正确是 $\frac{n}{2}$
()

- A. 金属被腐蚀本质是 $M + nH_2O = M(OH)_n + H_2\uparrow$

- B. 马口铁(锡铁)镀层破损后被腐蚀时，首先是镀层被氧化

- C. 金属在普通情况下发生电化学腐蚀主要是吸氧腐蚀

- D. 常温下，置于空气中金属主要发生化学腐蚀

- **[解析]** 金属腐蚀本质，主要是金属原子失电子被氧化，腐蚀内因是金属化学性质比较活泼，外因是金属与空气、水和其它腐蚀性物质相接触，腐蚀主要有化学腐蚀和电化学腐蚀。A中金属腐蚀本质应包含化学腐蚀和电化学腐蚀，为 $M - ne^- = M^{n+}$ ；B选项中Sn、Fe组成电化学腐蚀，主要是 $Fe - 2e^- = Fe^{2+}$ ，铁先被腐蚀。常温下，空气中金属主要发生电化学腐蚀中吸氧腐蚀，难以和非金属氧化剂(Cl_2 、S)等反应，发生化学腐蚀。

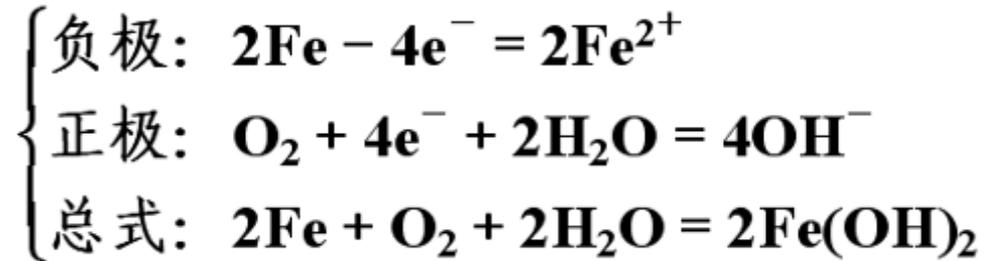
- **[答案]** C

- 【例2】 炒过菜铁锅未及时洗净(残液中有NaCl)，第二天便会被腐蚀而出现红褐色铁锈，试回答：
 - (1)铁锅腐蚀属于_____腐蚀，其原因是_____。
 - (2)铁锅锈蚀电极反应方程式为：负极_____, 正极_____。正、负极电极反应产物会继续发生反应，反应离子方程式或化学方程式为_____。

- **[解析]** (1)铁锅腐蚀属于吸氧腐蚀；因为铁锅是铁合金，其中含碳，铁锅中铁和碳就会和表面残留强电解质NaCl水溶液形成许多微小原电池；而且NaCl溶液呈中性，所以发生吸氧腐蚀，是电化学腐蚀。
- (2)在铁锅中铁比较活泼，做负极，电极反应： $2\text{Fe} - 4\text{e}^- = 2\text{Fe}^{2+}$ ；碳做正极，电极反应： $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$ ；总反应为： $2\text{Fe} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} + (x-3)\text{H}_2\text{O}$ 。

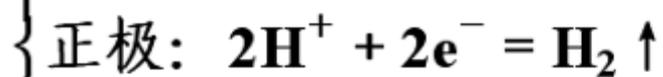
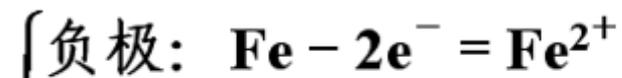
- **[答案]** (1)吸氧腐蚀 铁锅是铁合金，其中含碳，铁锅中铁和碳就会和表面残留强电解质NaCl水溶液形成许多微小原电池发生电化学腐蚀，而且NaCl溶液呈中性，所以发生是电化学腐蚀中吸氧腐蚀
- (2) $2\text{Fe} - 4\text{e}^- = 2\text{Fe}^{2+}$ $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$
 $2\text{Fe} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、
 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
 $2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} + (x-3)\text{H}_2\text{O}$

- [点评] 钢铁腐蚀大部分属于电化学腐蚀，其中，吸氧腐蚀占主要部分，当发生吸氧腐蚀时，



- $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
- $2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

- 当溶液酸性较强时，则发生析氢腐蚀：



- $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ 经双水解、空气氧化、风吹日晒得 Fe_2O_3 。

变式探究 1

- 以下现象与电化学腐蚀无关是 ()
- A. 黄铜(铜锌合金)制作铜锣不易产生铜绿
- B. 生铁比纯铁芯(几乎是纯铁)轻易生锈
- C. 铁质器件附有铜质配件，在接触处易生铁锈
- D. 银质奖牌(纯银制成)久置后表面变暗

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/828026012061006055>