



机械零件的磨损及变形

主讲教师：周锡





金属零件的断裂

1.3.1 断裂

断裂是零件在机械、热、磁、腐蚀等作用下遭到破坏，发生局部开裂的现象。零件断裂后不仅完全丧失工作能力，且还可能造成重大事故。

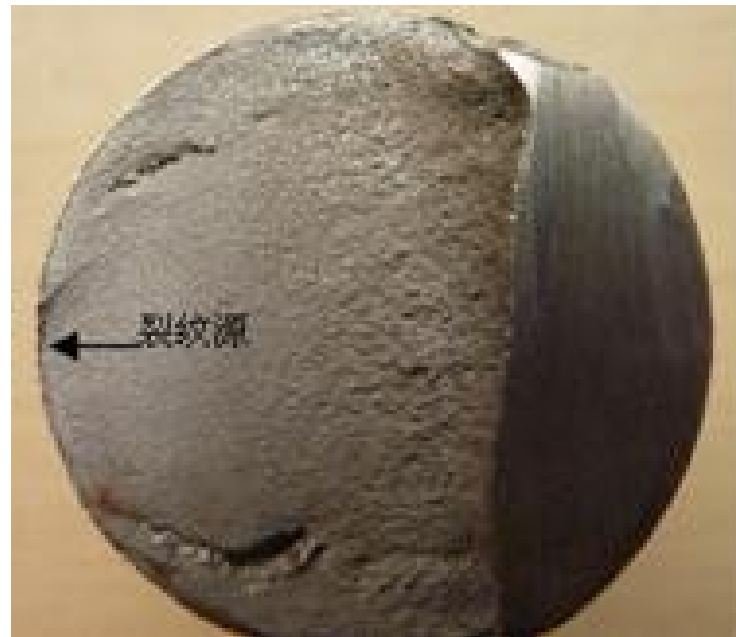
零件断裂一般分为延性断裂、脆性断裂、疲劳断裂和环境断裂等四种形式。





第 5 讲机械零件的断裂及蚀损

断口分析





金属断裂的类型及特征

基本类型

- 1、根据断裂前**塑性变形**大小分类：**脆性断裂**；**韧性断裂**
- 2、根据应力方向与断裂面的**取向**分类：**正断**；**切断**
- 3、根据**裂纹扩展**的途径分类：**穿晶断裂**；**沿晶断裂**
- 4、根据**断裂机理**分类：**解理断裂**；**微孔聚集型断裂**；**沿晶断裂**

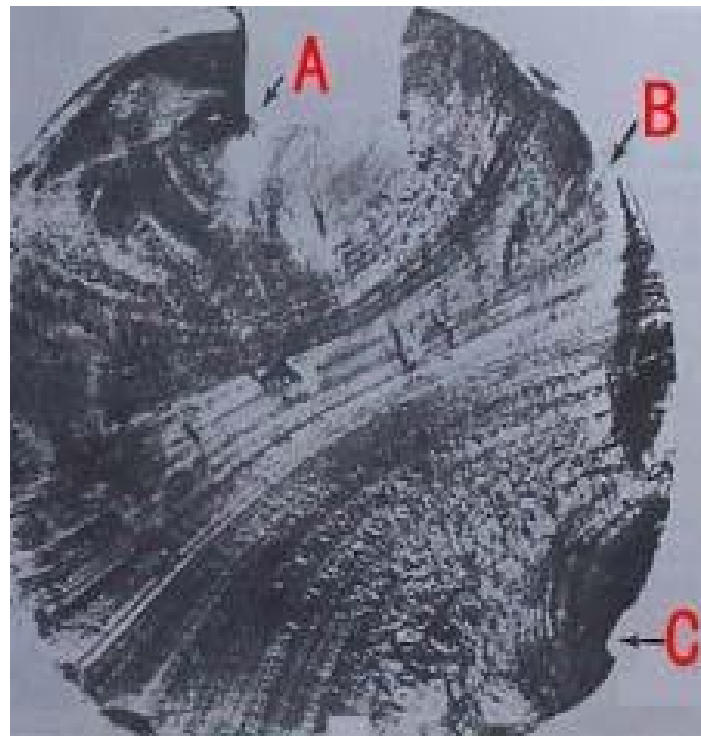




1. 延性断裂

断裂前先产生显著塑性变形后发生断裂的现象；

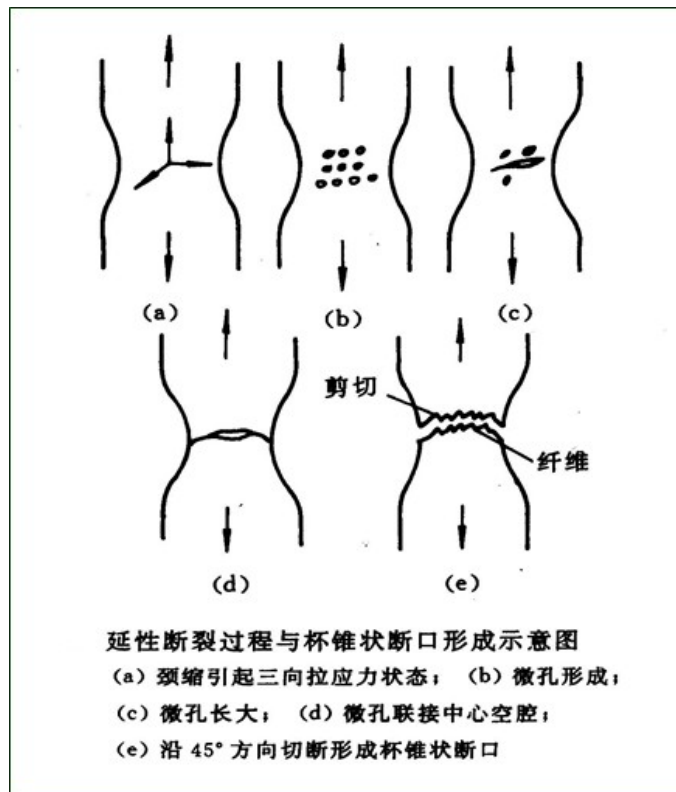
特征是：断面上呈现暗灰色纤维状





第 5 讲机械零件的断裂及蚀损

延性断裂过程



危害：

不及脆性断裂

断裂前机件已变形失效





第 5 讲机械零件的断裂及蚀损

微观断口形貌 - 韧窝

(1) 韧窝形状

- (a) 正应力 $\perp$ 微孔的平面，形成等轴韧窝；拉伸试样中心纤维区就是等轴韧窝。
- (b) 拉长韧窝 扭转、或双向不等应力状态；切应力，形成拉长韧窝；
- (c) 撕裂韧窝 拉、弯应力状态；

(2) 韧窝大小影响参数

基体材料的塑性变形能力和应变强化指数
第二相质点的大小和密度。





2. 脆性断裂

脆性断裂：在应力达到材料的弹性极限或屈服点以前发生的断裂称为脆性断裂；

特征是：断口平整有金属光泽

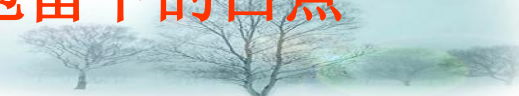




第 5 讲机械零件的断裂及蚀损



零件的氢脆，断口平整光亮，断口上有氢泡留下的白点





3. 疲劳断裂

是最普遍的断裂形式，占比约为 80%~90%

疲劳断裂经历三个阶段：疲劳裂纹的产生、疲劳裂纹的扩展、最终瞬断；

疲劳断裂有三个区域：疲劳核心区、疲劳裂纹扩展区、瞬断区





4. 环境断裂

环境断裂是指材料与某种特殊环境相互作用而引起的具有一定环境特征的断裂方式。

环境断裂主要有应力腐蚀断裂、氢脆断裂、高温蠕变断裂、腐蚀疲劳断裂及冷脆断裂等





断裂失效分析及对策

1、现场记载与拍照；

2、分析主导失效件；

3、找出主导裂纹；

（ 1 ） 排除法 （ 2 ） T 型法 （ 3 ） 分叉法

4、寻找失效源区；

5、断口处理；

6、确定失效原因；

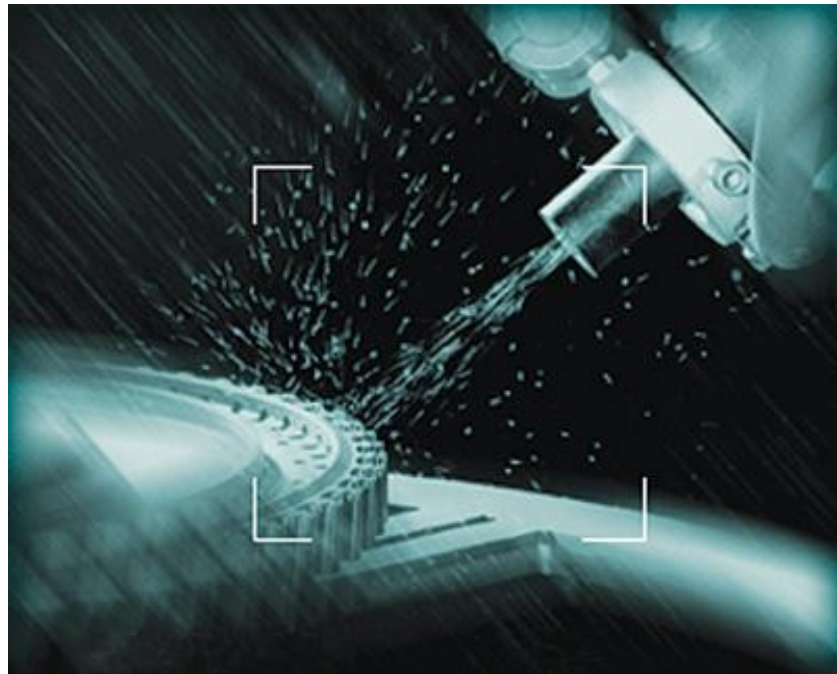




断裂失效分析及对策

7、确定失效对策

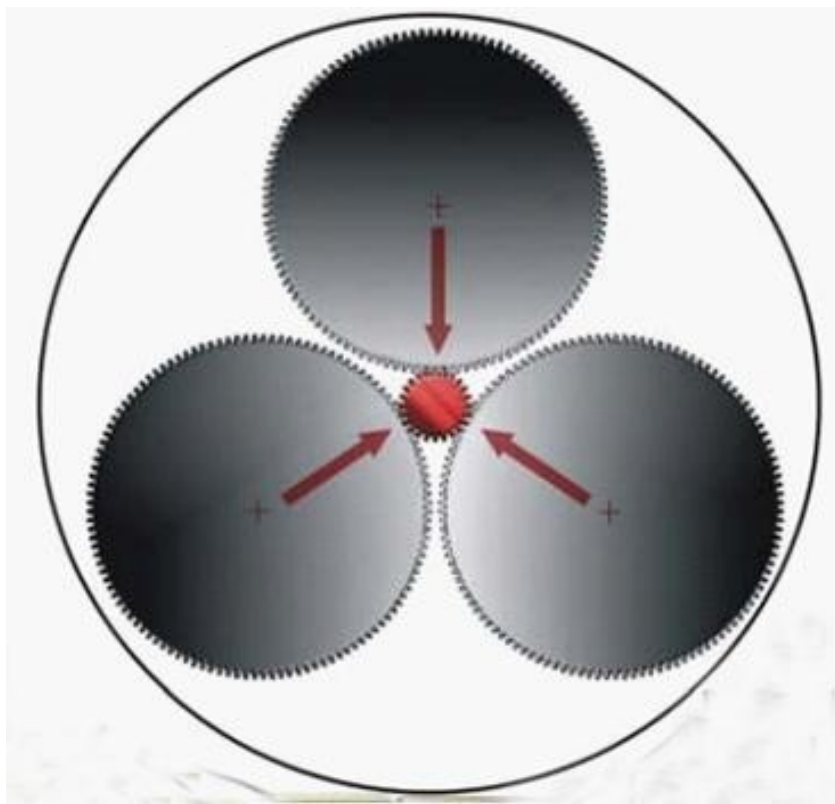
- (1) 设计方面
- (2) 工艺喷丸、冷滚压等
表面处理
- (3) 安装使用方面要注意
保护
- (4) 零件修理



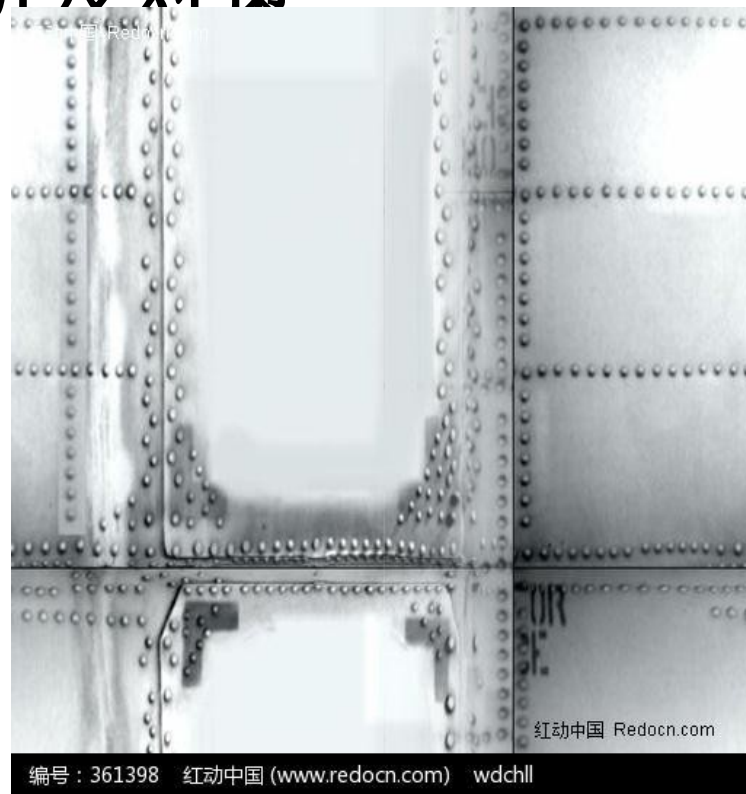


第 5 讲机械零件的断裂及蚀损

断裂失效分析及对策



齿轮的冷滚压成型



编号：361398 红动中国 (www.redocn.com) wdchl

金属的铆接





第 5 讲机械零件的断裂及蚀损

断裂失效分析及对策



零件表面热处理



对钢轨进行超声波探伤





5. 减少或消除零件断裂的对策

1. 设计 设计上要合理，尽可能减少或避免应力集中，合理选择材料。
2. 工艺 采用合理的结构，注意消除残余应力，严格控制热处理工艺。
3. 使用 按设备说明书使用机电设备，严格杜绝超载使用机电设备。





蚀损

蚀损即腐蚀损伤，是指金属材料与周围介质产生化学或电化学反应而导致的破坏。疲劳点蚀、腐蚀和穴蚀等，统称为蚀损。

腐蚀是指零件受周围介质的化学及电化学反应，表层金属发生化学变化的现象。穴蚀是指零件在温度变化和介质作用下，表面产生针状孔洞，并不断扩大的现象。





第 5 讲机械零件的断裂及蚀损被腐蚀的金属





第 5 讲机械零件的断裂及蚀损



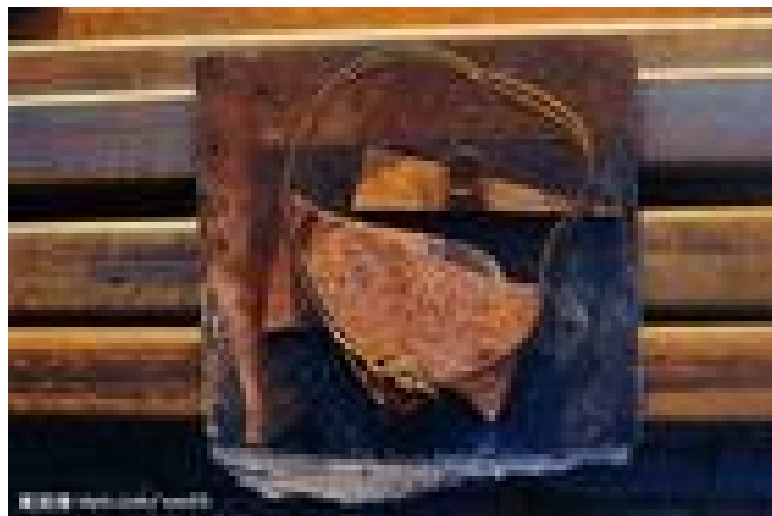
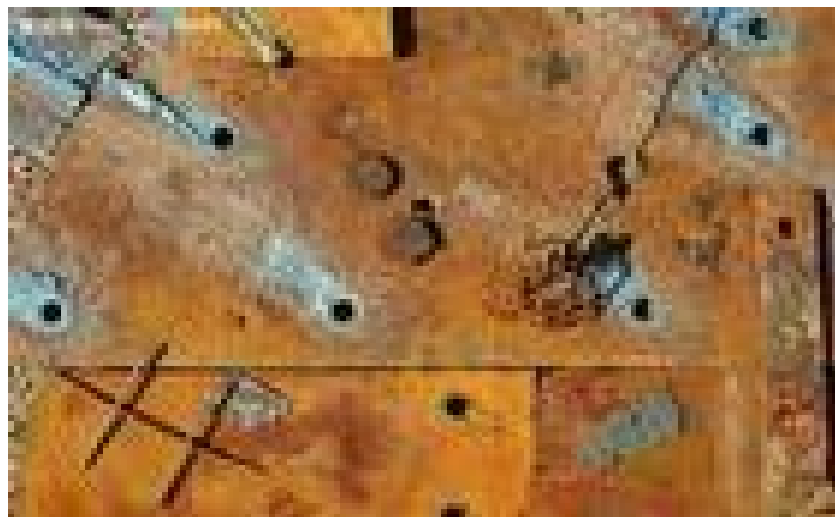


第 5 讲机械零件的断裂及蚀损





第 5 讲机械零件的断裂及蚀损





金属被腐蚀后有什么危害？

- (1) 外形、色泽、机械性能发生变化；
- (2) 影响机器、仪表设备精度和灵敏度，以至报废；
- (3) 桥梁、建筑物强度降低而坍塌；
- (4) 地下金属管道泄漏；
- (5) 轮船船体损坏；
- (6) 金属腐蚀还可能造成环境污染。





第 5 讲机械零件的断裂及蚀损



因为金属腐蚀而使桥梁坍塌





第 5 讲机械零件的断裂及蚀损

化学腐蚀和电化学腐蚀的比较

化学腐蚀

电化学腐蚀

条件

金属跟接触的物质反应

不纯金属跟电解质溶液接触

现象

不产生电流

有微弱的电流产生

反应

金属被氧化

较活泼的金属被氧化

影响因素

随温度升高而加快

与原电池的组成有关

腐蚀快慢

相同条件下较电化学腐蚀慢

较快

相互关系

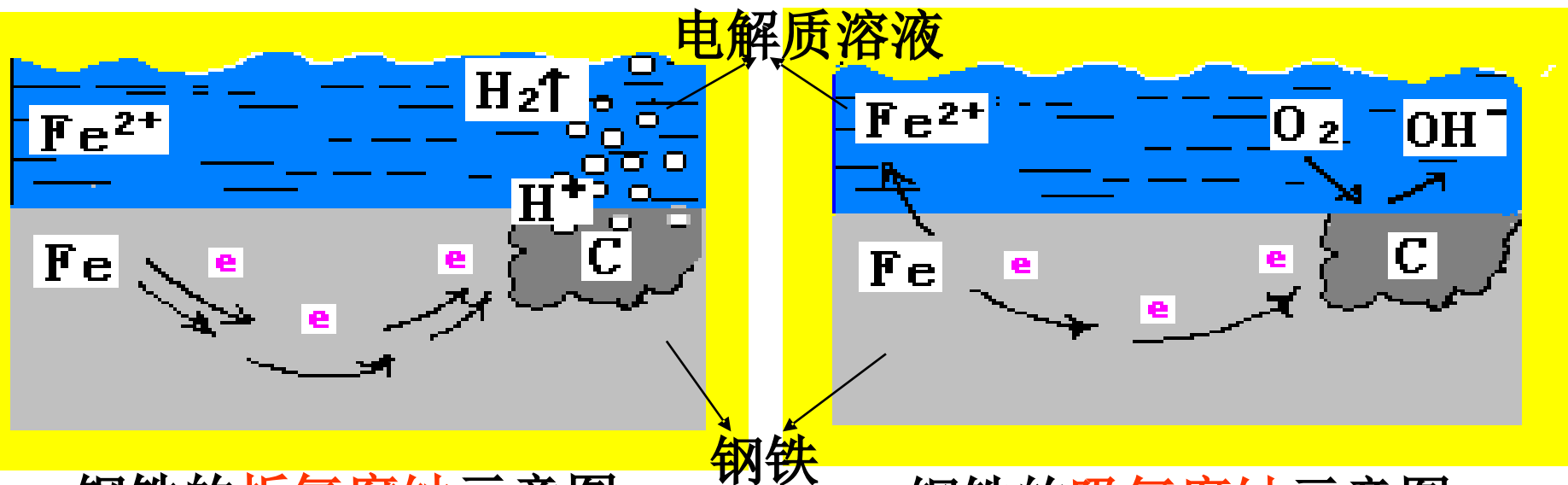
化学腐蚀和电化学腐蚀同时发生，但电化学腐蚀更普遍





第 5 讲机械零件的断裂及蚀损

钢铁在潮湿的空气中为什么易生锈？



钢铁的析氢腐蚀示意图

钢铁的吸氧腐蚀示意图

负极（Fe）： $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$

正极（C）： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2$

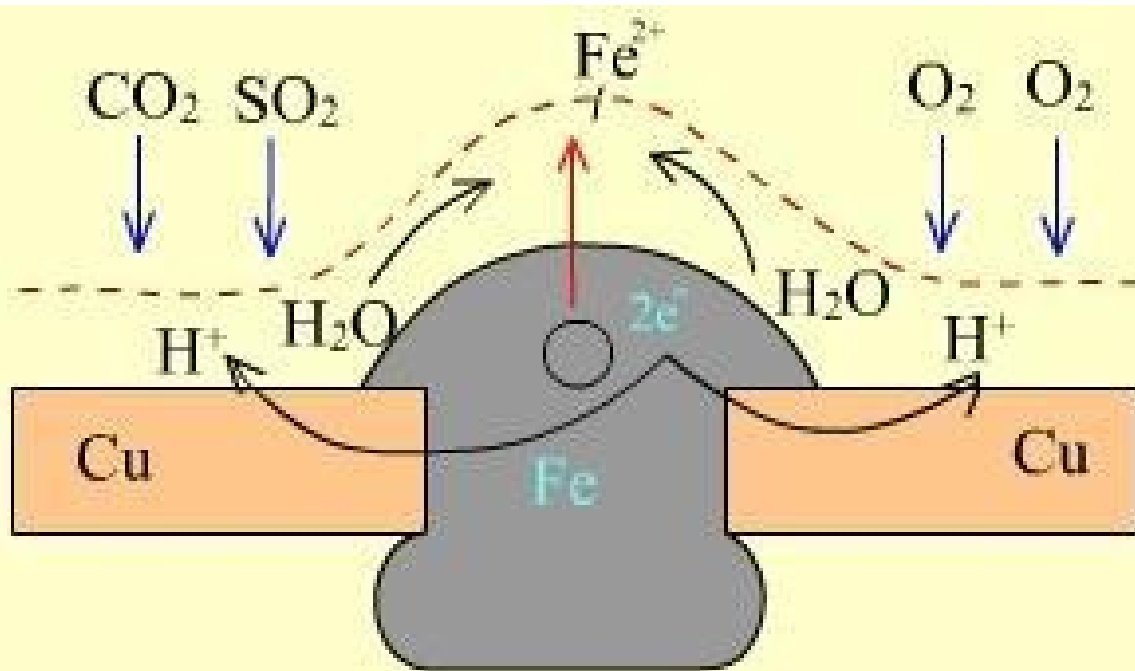
或 $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$





第5讲机械零件的断裂及蚀损

铜器上的铁铆钉为什么特别容易生锈？



电化学腐蚀示意图





3. 防止腐蚀的方法

1. 正确选材
2. 合理设计
3. 覆盖保护层
4. 电化学保护
5. 添加缓蚀剂
6. 改变环境条件





金属防护的几种重要方法

- ① 改变金属内部的组织结构，制成合金（如不锈钢）。
- ② 在金属表面覆盖保护层。如油漆、油脂等，电镀 Zn , Cr 等易氧化形成致密的氧化物薄膜作保护层。

原理： 隔绝金属与外界空气、电解质溶液的接触。

- ③ 电化学保护法，即将金属作为**原电池的正极**或**电解池的阴极**而受到保护。





第 5 讲机电设备维修基本概念

谢谢观看

主讲教师：周锡

