

JINSHU FUSHI HE KONGZHI YUANLI  
NANDIAN JI JIEXI

# 金属腐蚀和控制原理 难点及解析

林玉珍 编著

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

# 金属腐蚀和控制原理 难点及解析

林玉珍 编著

中国石化出版社

## 内 容 提 要

腐蚀与腐蚀控制原理中普遍存在难点集中、不易掌握和应用,本书将原理中的基本概念、基本理论、规律、影响因素和机制,从多个侧面、以多种形式并结合防腐实践提出各种问题,进行解析。内容包括基本术语、正确判断概念、看图和曲线解析问题、问答题以及腐蚀典型实例解析。本书的目的是使读者学懂并掌握基本概念,加深对腐蚀理论的理解,体验理论对解决实际腐蚀问题的指导意义。

本书是配合《腐蚀和腐蚀控制原理》学习的基本读物,也可供腐蚀工程科技工作者及高等学校相关专业的教师和学生阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

金属腐蚀和控制原理难点及解析 / 林玉珍编著. —  
北京:中国石化出版社, 2015. 6  
ISBN 978 - 7 - 5114 - 3383 - 1

I. ①金… II. 林玉珍 III. ①腐蚀②金属 - 防腐  
IV. ①TG17

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第106830号



未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

### 中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街58号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: [press@sinopec.com](mailto:press@sinopec.com)

北京柏力行彩印有限公司印刷

全国各地新华书店经销

\*

710×1000毫米16开本12.25印张202千字

2015年6月第1版 2015年6月第1次印刷

定价:36.00元

# 前 言

金属材料的腐蚀是一种自发倾向，它不以人们的主观意志而转移。据调查，腐蚀给国民经济带来的损失巨大，约占世界各国国民经济总产值的 1% ~ 5%，腐蚀损失远比自然灾害(地震、风灾、水灾、火灾等)损失的总和还要大。然而腐蚀又是可控的，各国腐蚀专家认为，如能应用腐蚀的基础知识和现代防腐蚀技术，腐蚀的经济损失可降低 25% ~ 30%。

腐蚀学科是一门融合多种学科的综合交叉学科，也是一门跨行业、跨部门、应用性很强的工程应用学科的新领域。读者普遍反映，金属腐蚀和控制原理中难点集中，不易掌握。为了帮助从事防腐蚀工作者理解学习，编写了这本书。其特点如下：

(1) 突破同类书籍“习题集”的传统模式，对原理中的基本概念、基本规律及机制等采用多种形式从各侧面提出问题并进行解析，力求准确理解，真正学懂，便于掌握和应用。

(2) 解析中，注重理论与防腐实践的“结合”，在“应用”中狠下功夫，以提高读者分析问题和解决问题的能力，从中体验理论指导实践的重要性，进一步激发学习的热情，努力开拓创新。

(3) 本书融入了作者从事腐蚀调查、防腐蚀教学、科学研究以及实施防腐蚀工程 50 年的经验，对书中的内容作了精心选择和编排，文字叙述深入浅出，简明流畅。

本书是对金属腐蚀和控制原理中的难点、重点的进一步解读，可供腐蚀工程科技工作者及高等院校相关专业的教师和学生参阅。

由于水平所限，不妥之处在所难免，恳请专家和读者指正。

编著者

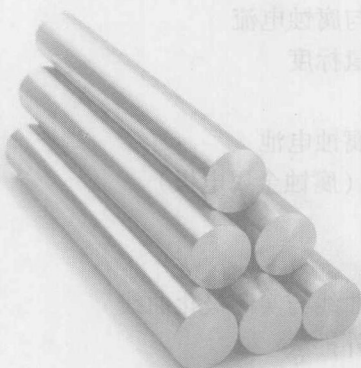
# 目 录

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第一部分 基本术语 .....      | 1   |
| 基本术语 .....           | 2   |
| 解析 .....             | 4   |
| 第二部分 正确判断概念 .....    | 38  |
| 是非题 .....            | 39  |
| 是非题答案 .....          | 44  |
| 选择题 .....            | 45  |
| 选择题答案 .....          | 55  |
| 填空题 .....            | 57  |
| 填空题答案 .....          | 63  |
| 第三部分 看图和曲线解析问题 ..... | 66  |
| 看图回答问题 .....         | 67  |
| 看图解析 .....           | 71  |
| 看曲线回答问题 .....        | 84  |
| 看曲线解析 .....          | 91  |
| 第四部分 问答题 .....       | 102 |
| 问答题 .....            | 103 |
| 题解 .....             | 107 |
| 第五部分 腐蚀典型实例解析 .....  | 175 |
| 腐蚀典型实例 .....         | 176 |
| 典型实例的解析 .....        | 177 |
| 结束语 .....            | 189 |
| 主要参考文献 .....         | 190 |

# 基本术语

## 第一部分

# 基本术语



- 1 国际单位制符号
- 2 国际单位制单位
- 3 国际单位制单位符号
- 4 国际单位制单位符号
- 5 国际单位制单位符号
- 6 国际单位制单位符号
- 7 国际单位制单位符号
- 8 国际单位制单位符号
- 9 国际单位制单位符号
- 10 国际单位制单位符号
- 11 国际单位制单位符号
- 12 国际单位制单位符号
- 13 国际单位制单位符号
- 14 国际单位制单位符号
- 15 国际单位制单位符号
- 16 国际单位制单位符号
- 17 国际单位制单位符号
- 18 国际单位制单位符号
- 19 国际单位制单位符号
- 20 国际单位制单位符号
- 21 国际单位制单位符号
- 22 国际单位制单位符号
- 23 国际单位制单位符号
- 24 国际单位制单位符号
- 25 国际单位制单位符号
- 26 国际单位制单位符号
- 27 国际单位制单位符号
- 28 国际单位制单位符号

## 基本术语

- 1 金属腐蚀与腐蚀控制
- 2 化学腐蚀与电化学腐蚀
- 3 全面腐蚀与局部腐蚀
- 4 氧化反应与还原反应
- 5 阳极与阴极、正极与负极
- 6 原电池与电解池
- 7 电极系统与电极反应
- 8 双电层与电极电位
- 9 完全极化电极、不完全极化电极与完全不极化电极
- 10 平衡电极电位与交换电流密度
- 11 共轭体系与混合电位
- 12 腐蚀体系、腐蚀电位与腐蚀电流
- 13 标准平衡电极电位与氢标度
- 14 电动序与电偶序
- 15 宏观腐蚀电池与微观腐蚀电池
- 16 理想电极与真实电极（腐蚀金属电极）
- 17 极化值与过电位
- 18 阴极极化与阳极极化
- 19 极化曲线、理想极化曲线与实测极化曲线
- 20 线性极化法与塔菲尔外推法
- 21 电极系统的等效电路与电化学阻抗谱
- 22 电化学极化与浓度极化
- 23 电位 - pH 图与腐蚀极化图
- 24 恒电流法与恒电位法
- 25 辅助电极、参比电极与盐桥
- 26 氢去极化（析氧）腐蚀与氧去极化（吸氧）腐蚀
- 27 金属的钝化与过钝化
- 28 化学钝化与阳极钝化

- 29 佛莱德电位  $E_F$  与稳定钝化电位  $E_p$ 。
- 30 钝化的成膜理论与钝化的吸附理论
- 31 孔蚀与缝隙腐蚀
- 32 丝状腐蚀与隧道腐蚀
- 33 应力腐蚀破裂与腐蚀疲劳
- 34 硫化物腐蚀破裂与碱脆
- 35 闭塞电池与自催化效应
- 36 晶间腐蚀及其两种腐蚀形式（焊缝腐蚀与刀口腐蚀）
- 37 选择性腐蚀及其两种腐蚀形式（黄铜脱锌与石墨化腐蚀）
- 38 电偶腐蚀与磨损腐蚀
- 39 高速流体引起的磨损腐蚀的两种特殊形式（湍流腐蚀与空泡腐蚀）
- 40 氢损伤及其主要腐蚀类型（氢脆、氢腐蚀、氢鼓泡）
- 41 微生物腐蚀及与腐蚀相关的主要微生物（喜氧菌、厌氧菌）
- 42 金属的高温氧化与露点腐蚀
- 43 辐射线与辐照腐蚀
- 44 介质处理与缓蚀剂
- 45 热力除氧与化学除氧
- 46 阳极抑制型缓蚀剂、阴极抑制型缓蚀剂与混合型缓蚀剂
- 47 缓蚀协同效应与复合冷却水缓蚀剂
- 48 电化学保护及其种类（阴极保护与阳极保护）
- 49 分散能力与电流遮蔽作用
- 50 外加电流阴极保护与牺牲阳极的阴极保护
- 51 牺牲阳极与辅助阳极
- 52 牺牲阳极填包料、辅助阳极床及填充料
- 53 防腐结构与合理的工艺防腐
- 54 涂料与涂装防腐
- 55 防腐蚀涂料与重防腐蚀涂料
- 56 防腐蚀涂层体系及其多层结构（底漆、中间层、面漆）
- 57 衬里技术及衬里材料的种类（金属材料、非金属材料）
- 58 化学处理膜层及其方法（氧化、磷化）
- 59 化学镀与电镀
- 60 阴极性镀层与阳极性镀层
- 61 热喷镀层、热浸镀以及热扩散层（渗镀）
- 62 阳极氧化与微弧阳极氧化

## 解 析

- 1 **金属腐蚀**：金属在周围介质作用下由于化学变化、电化学变化或物理溶解而产生的破坏。

**腐蚀控制**：利用防腐知识和各种防腐技术将腐蚀速度降低，控制在工程上允许的范围。

- 2 **化学腐蚀**：金属表面与周围介质直接发生纯化学作用而引起的破坏。如金属在非电解质溶液中及金属在高温时氧化引起的腐蚀等。

**电化学腐蚀**：金属表面与离子导电的介质发生电化学反应而产生的破坏。如金属在各种酸、碱、盐类溶液中，在大气、海水和土壤等介质中所发生的腐蚀。

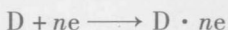
- 3 **全面腐蚀**：是指腐蚀分布在整个金属表面上，它可以是均匀的，也可以是不均匀的。如碳钢在强酸、强碱中的腐蚀属于此类。

**局部腐蚀**：是指腐蚀主要集中在金属表面的某一区域，而其余的表面部分几乎未被破坏。如孔蚀、缝隙腐蚀、应力腐蚀破裂等。

- 4 **氧化反应**：是指失去电子的反应。如



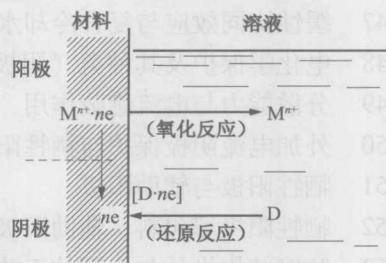
**还原反应**：是指得到电子的反应。如



- 5 **阳极**：该电极上发生氧化反应的为阳极。

**阴极**：该电极上发生还原反应的为阴极。

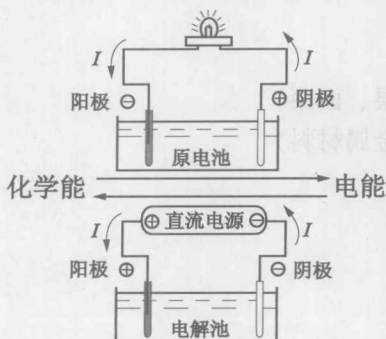
**正极**：电位相对较高的一极称为正极。



**负极**：电位相对较低的一极称为负极。

- 6 **原电池**：通过电池体系中的两个电极上发生电化学反应，从而能够输出电流，这种将化学能变为电能的装置称为原电池。

在该装置中：阳极上发生氧化反应，但电位相对较低，故原电池中“阳极”是“负极 $\ominus$ ”。阴极上发生还原反应，但电位却相对较高，所以原电池中的“阴极”是“正极 $\oplus$ ”。

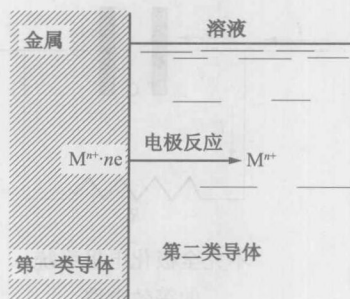


**电解池：**外电源不断地向电池体系输送电流，而体系中的两个电极上分别持续地发生着电化学反应，生成新的物质，这种将电能变为化学能的装置称为电解池。

在该装置中，“正极 $\oplus$ ”就是“阳极”，其上发生着氧化反应；而“负极 $\ominus$ ”就是“阴极”，其上发生着还原反应。

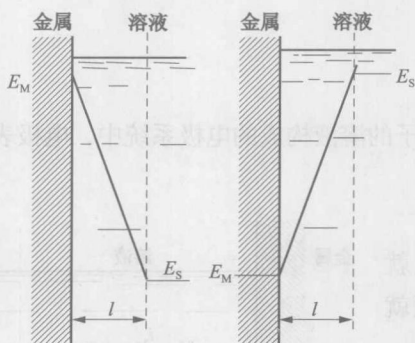
- 7 **电极系统：**如果一个系统由两个相组成，其一是电子导电相（金属），另一是离子导电相（溶液），而且在两相之间，有电荷从一个相穿越界面转移到另一个相，这个系统统称为电极系统。

**电极反应：**在电极系统中，伴随着两个非同类导体之间的电荷转移而在两相界面上发生的化学反应，称为电极反应。



电极系统

- 8 **双电层：**一个金属电极浸入溶液中，由于金属相与溶液相的内电位不同，在这两相之间的界面是一层具有一定厚度  $l$  的过渡区，确切地说是一“相间区”。在相界区的一侧是作为电极材料的金属相，其内电位为  $E_M$ ；另一侧是溶液相，其内电位为  $E_S$ 。通常，把金属材料与溶液之间的相间区称为双电层。

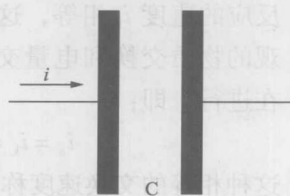


相间区中均匀电场下的电位分布示意

**电极电位：**在电极系统中，相界面的双电层，其一个侧面是带有某种符号电荷的金属表面，其另一个侧面是与之异号电荷的溶液中的离子。在这两个侧面之间主要是定向排列的水分子，双电层具有电位差值。通常，称相间区双电层的电位差值为电极电位。

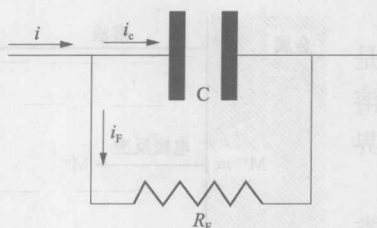
尽管相界区电位差值并不大（约1V），但由于相界区的厚度很小（约1nm），因此相界区的电场强度可达  $10^7 \text{V/cm}$ 。这无疑对电极反应的速度有显著影响，甚至可改变电极反应的方向，即使保持电位不变，只要改变相界区的电位分布，也会对电极反应速度有一定影响。用化学方法无法实现的问题，用电化学的方法有望能实现。

- 9 **完全极化电极：**在这种电极系统中，当流过一个微小的外电流时，作为电极材料的金属相与溶液相之间没有电荷转移，亦即没有电极反应发生，全部电流只是用于改变界面的结构起着



完全极化电极系统的等效电路

如同使“电容器”充电的作用，改变双电层两侧电荷数量，此时电极系统的相界区可用一个不漏电的电容器  $C$  来模拟，这种电极称为完全极化电极，亦称理想极化电极。通常在研究界面电性质时，选择这种电极系统比较方便。



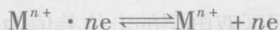
不完全极化电极系统的等效电路

**不完全极化电极：**对于这种电极系统，外电流的一部分使双电层两侧的电位差改变，为充电电流，亦称为非法拉第流  $i_c$ ；外电流的另一部分是进行电极反应的电流，称为法拉第流  $i_F$ 。这样的电极系统的相界区就像一个漏电的电容器，它的等效电路如图所示。是一个电阻  $R_F$  与一个电容器并联的结构。这种电极系统称为不完全极化电极。

**不极化电极：**在这个电极系统中，电极反应的活化能非常低，反应过程很容易进行。当电极浸入溶液后，电极反应迅速达到平衡，如果电极上通以微小外电流，则几乎全部消耗在电极反应上，而双电层充电电流几乎小到可以忽略， $i_c \approx 0$  电极电位的变化也很小，这种电极称为不极化电极。由于电极电位易达平衡电位，电位比较稳定，故这种电极常用来作为参比电极。可见：

- ①  $R_F \rightarrow \infty$ ，完全极化电极；
- ②  $R_F$  是有限值，不完全极化电极；
- ③  $R_F \approx 0$ ，不极化电极。

**10 平衡电极电位  $E_e$ ：**在金属与含有其本身离子的溶液构成的电极系统中，电极表面上只进行着一个电极反应，

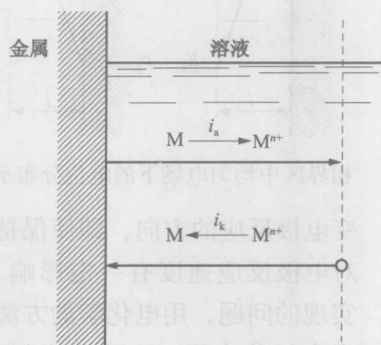


当反应达到平衡时，金属与溶液界面上就建立起一个不变的电位差值，这个差值就是金属的平衡电位  $E_e$ 。

**交换电流密度  $i^0$ ：**当电极处于平衡状态时，电极表面上进行的氧化反应速度  $i_a$  与还原反应的速度  $i_k$  相等，这表明两相界面上微观的物质交换和电量交换均以相等的速度在进行，即：

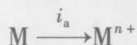
$$i_a = i_k = i^0$$

这种相等的交换速度称为电极反应的交换电流密度  $i^0$ 。

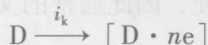


平衡电极电位的建立

- 11 共轭体系：一个没有电流在外线路流通的电极（称为孤立电极）上，可以同时进行两个不同的电极反应，当系统达到稳定时，一个是按这一电极反应的阳极反应方向进行，即：



一个是按另一电极反应的阴极反应方向以相等的速度（ $i_a = i_k$ ）进行，即：



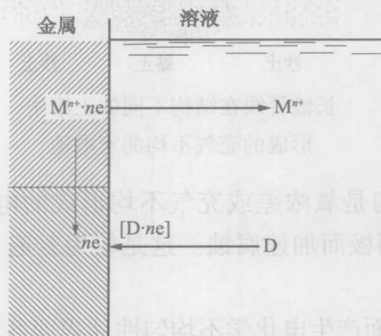
这种现象称为电极反应的耦合，而互相耦合的反应称为共轭反应，相应的体系称为共轭体系。

混合电位：在上述的共轭体系中，当两个不同的电极反应（其平衡电极电位分别为  $E_{e,M}$ ,  $E_{e,D}$ ）在电极上耦合时，这一对共轭反应将偏离各自原来的平衡电位，共同在一个稳定电位  $E$  下进行。这个电位  $E$  的数值是在这两个电极反应的平衡电位值之间，即

$$E_{e,M} < E < E_{e,D}$$

所以把稳定电位  $E$  称之为这一对共轭反应的混合电位。

- 12 腐蚀体系：金属腐蚀时，在金属/溶液界面上至少有两个不同的电极反应同



腐蚀体系的建立示意

时在进行。一个是金属的电极反应，另一个是溶液中氧化剂在金属表面进行的电极反应。由于两个电极反应的平衡电位不同，当体系稳定时，它们将彼此相互极化至共同的电位  $E_c$ ，此时的腐蚀电化学反应是由一个金属电极反应的阳极过程和另一个溶液中氧化剂电极反应的阴极过程以相等的速度在进行着，这种稳定的非平衡状态称为腐蚀体系，实质上就是一个共轭体系。

腐蚀电位  $E_c$ ：是指金属电极在没有外加电流通过时，腐蚀体系达到一个稳定状态时的电位。故又称自腐蚀电位，简称腐蚀电位，实质上也就是共轭体系的混合电位。在该电位下，体系中没有电荷的积累，却有产物的生成和积累，是发生着腐蚀的非平衡状态。

腐蚀电流  $i_c$ ：在腐蚀电位  $E_c$  下，腐蚀体系达到了稳定状态，此时金属的溶

解速度  $i_a$  与氧化剂还原的速度  $i_k$  相等, 即

$$i_a = i_k = i_c$$

式中  $i_c$  称为金属自溶解电流密度或腐蚀电流密度, 简称腐蚀电流。

- 13 标准平衡电极电位: 是指在标准状态 ( $25^{\circ}\text{C}$ , 参加电极反应物质的活度  $a=1$ ) 下, 金属的平衡电极电位。

氢标度: 用标准氢电极作为参考电极而测出的相对电极电位值称为电极电位的氢标度或简称为氢标电位。由于电化学上规定了在任何温度下标准氢电极电位均为零, 所以用氢标电位时计算最方便, 因此通常的文献和数据表中除特殊注明外均为氢标电位。

- 14 电动序: 是指按金属的标准平衡电极电位数值大小排列成的序列表。

电偶序: 是指按同一腐蚀介质中金属与合金的腐蚀电位数值大小而排成的序列表。电偶序在预测电偶腐蚀方面比电动序有用, 但它只能判断在偶对中的极性和腐蚀倾向, 不能表示出实际的腐蚀速度, 还应注意有时某些金属在具体介质发生变化时, 双方的电位可以发生逆转。

- 15 宏观腐蚀电池: 通常是指由肉眼可见的电极构成的“大电池”, 常见的主要有:

①异种金属接触的电池: 两种电位不同的金属或合金相接触时引起的电偶腐蚀。其中电位较负的金属为阳极而不断遭受腐蚀; 而电位较正的为阴极而受到保护。

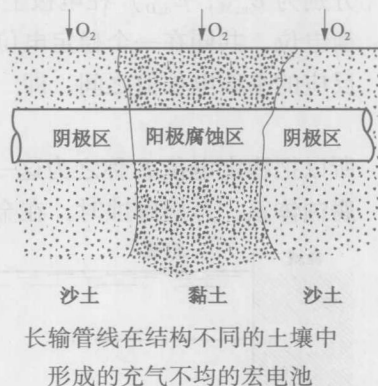
②浓差电池: 由同种金属的不同区域

所接触介质的浓度不同而形成。常见的是氧浓差或充气不均形成的电池。氧浓度较低处金属的电位较负, 成为阳极而加速腐蚀。这是较为普遍、危害很大的一种。

微观腐蚀电池: 是指由于种种原因金属表面产生电化学不均匀性 (表面各部分电位不等) 从而形成的许多用肉眼无法分辨出的微小电极而构成的电池。例如:



微观腐蚀电池



①化学成分不均引起的微电池, 工业用金属材料大多含有不同的合金成分或杂质, 在腐蚀介质中, 基体金属与合金成分或杂质就构成了许多微小的短路微观腐蚀电池, 杂质往往是阴极, 起加速基体金属的腐蚀作用。

②金相组织不均构成的微电池。其中的晶界的电位比晶粒内部要低，晶界作为微电池的阳极，腐蚀首先从晶界开始发生晶间腐蚀。

- 16 **理想电极**：是指不仅处于平衡状态时只有一对电极发生反应，而且处于极化状态时电极上仍然只发生原来的电极反应。

**真实电极**（腐蚀金属电极）：实际金属表面存在着电化学不均匀性，它进入溶液，会形成腐蚀电池，其阴、阳极就彼此极化形成了一个极化了的金属电极，当其稳定时，电极上至少同时进行着两个相互共轭的电极反应。

- 17 **极化值**：是指当电流通过真实电极时，电位随电流密度的变化而偏离腐蚀电位  $E_c$  的现象。其偏离的程度为极化值

$$\Delta E = E - E_c$$

**过电位**：是指当电流通过理想电极时，电位随电流密度变化而偏离平衡电位  $E_c$  的程度。

$$\eta = E - E_c$$

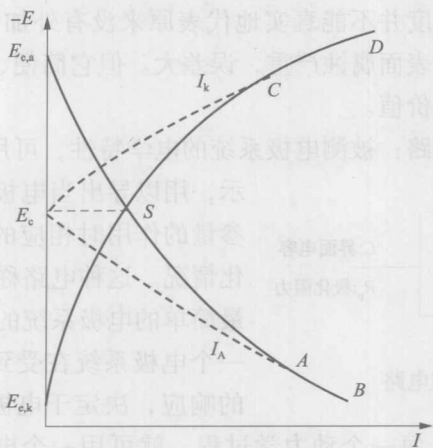
- 18 **阴极极化**：当电流通过电极时，电位向负值方向移动的现象。

**阳极极化**：当电流通过电极时，电位向正值方向移动的现象。

- 19 **极化曲线**：表示电极电位随极化电流或极化电流密度变化的关系曲线。

**理想极化曲线**：是指在理想电极上测得的极化曲线  $E_{e,a}B$  和  $E_{e,k}D$ 。曲线的起点是平衡电极电位  $E_c$ ，随之向各自极化的方向变化。

**实测极化曲线**：是指在真实电极上测得的极化曲线  $E_cB$  和  $E_cD$ 。曲线的起点是腐蚀电位  $E_c$ ，随之向各自极化的方向变化。



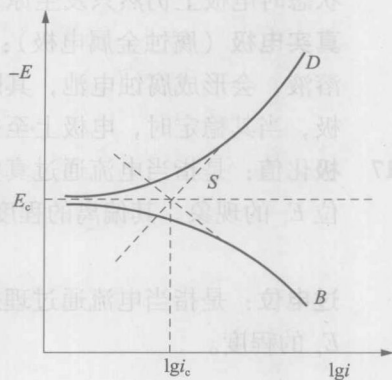
实测极化曲线  $E_cB$  和  $E_cD$  与理想极化曲线  $E_{e,a}B$  和  $E_{e,k}D$

## 20 线性极化法：根据活化极化控制的腐蚀体系，微极化时的动力学近似公式

$$i_c = \frac{b_a b_k}{2.3 (b_a + b_k)} \times \frac{1}{R_p} \quad (E_c \pm 10\text{mV 范围})$$

微极化区内  $E \sim i$  极化曲线呈直线关系， $R_p$  就是该直线的斜率，称极化阻力，它与  $i_c$  成反比。因此利用微极化区中的  $R_p$  以及 Tafel 常数  $b_a$ 、 $b_k$  即可计算出自腐蚀电流密度  $i_c$ 。这一方法称为线性极化法。它是一种快速测定金属瞬时腐蚀速度的方法，也是工业发展的产物。

**塔菲尔外推法：**对于活化极化控制的腐蚀体系在塔菲尔区（强极化区）的  $E$  与  $i$  存在下列半对数关系：



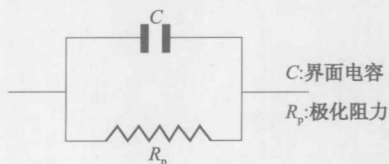
$$\lg i_c = \lg i_A - \frac{\Delta E_a}{b_a}$$

及

$$\lg i_c = \lg i_k + \frac{\Delta E_k}{b_k}$$

可见，在半对数坐标上实测的阴、阳极极化曲线，在强极化区呈直线关系（见图）。将此区的直线外推至腐蚀电位  $E_c$  处，所得的交点  $S$  相对应的电流  $i_c$  就是腐蚀电流。这一方法称之为塔菲尔外推法。值得注意的是：在强极化区中测得的腐蚀速度并不能真实地代表原来没有外加极化前的自腐蚀速度，因为强极化条件下表面腐蚀严重，误差大。但它简便、快速，用来相对比较腐蚀情况仍有应用价值。

## 21 电极系统的等效电路：被测电极系统的电学特性，可用一个简单的电路来表示，用以导出当电极系统在受到一个电学参量的作用时相应的另一个电学参量的变化情况。这种电路称电极系统的等效电路。最简单的电极系统的等效电路如左图所示。一个电极系统在受到扰动信号作用时的响应，决定于电极系统中各种动力学过程的特点。因此，每一个动力学过程，就可用一个电学上的线性元件或几个线性元件的组合来代表。知道了电极系统中各个动力学过程的具体情况



电极系统的等效电路

和相应的动力学参数，就可以作出它的等效电路。

**电化学阻抗谱 (EIS):** 阻抗测量原本是电学中研究线性电路网络频率响应特性的一种方法，后被用来研究电极过程，成为电化学研究的一种实验技术。

电化学阻抗谱是一种频率域的测量方法。是以不同频率的小幅值正弦波为扰动信号。由于是“小幅值”不仅避免对体系产生大的影响，而且可使扰动与体系的响应之间近似成线性关系，从而使测量结果的数学处理变得简单。它可以测量得到频率范围很宽的阻抗谱来研究电极系统，这就比其他常规的电化学方法得到更多的动力学信息及电极界面结构的信息。

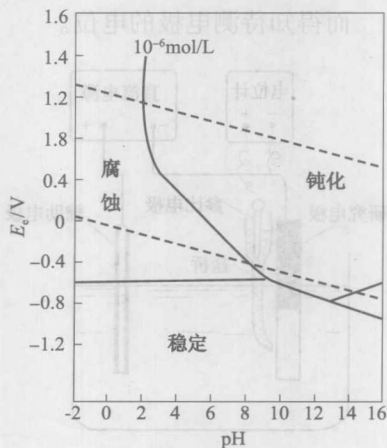
可见，测量电极系统的交流阻抗，不外乎有两个目的：

- ①确定它的等效电路，并与其他电化学方法相结合，推测电极系统中包含的动力学过程及其结构。
- ②如果等效电路为已知，或者可以提出一个为大家所接受的等效电路，确定等效电路中有关元件的参量值，从而估算有关的动力学参数。

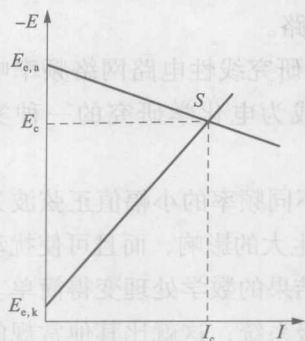
- 22 电化学极化:** 电极反应所需要的活化能较高，即电荷转移的电化学过程速度变得最慢，成了整个电极反应过程的控制步骤，从而导致的极化称为电化学极化，又称活化极化。

**浓度极化:** 反应物从溶液相中向电极表面运动或产物自电极表面向溶液相内部运动的液相传质步骤很慢，成了整个电极反应过程的控制步骤，从而导致的极化称为浓度极化。

- 23 电位 - pH 图:** 该图是基于化学热力学原理建立起来的一种电化学平衡图，它是综合考虑了金属的氧化 - 还原电位与溶液中离子的浓度和酸度之间存在的函数关系，以相对于标准氢电极的电位为纵坐标，以 pH 值为横坐标绘制而成。为简便起见，往往将浓度变数指定一个数值（如  $10^{-6}\text{mol/L}$ ），则图中就明确表示出在某一电位和 pH 值的条件下体系的稳定物态或平衡状态。在腐蚀及其控制中它可用于判断腐蚀倾向，估计腐蚀产物和选择可能的腐蚀控制途径。



Fe - H<sub>2</sub>O 体系简化的 E - pH 图



腐蚀极化图

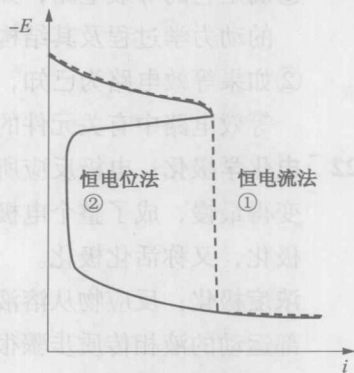
**腐蚀极化图：**将分别测得的阴极极化曲线与阳极极化曲线绘制在同一个电位 - 电流坐标图上而作出的图称为腐蚀极化图。它经常用来解释腐蚀现象，判定腐蚀过程的主要控制因素和相对比较腐蚀速度大小等。

- 24 恒电流法：**在测定电流与电位关系曲线时，给定一恒定电流值后，测定相应的电位值，这种方法称恒电流法（见图中曲线①）。该法测不出金属钝化曲线的全貌。

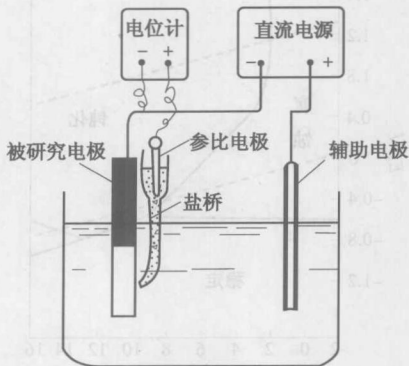
**恒电位法：**在测定中，给定一恒定电位值后测定相应的电流值，该法称恒电位法。当曲线中一个电流  $i$  值对应好多个电位  $E$  值时，就必须用恒电位法来测得（见图中曲线②）。

- 25 辅助电极：**在腐蚀研究中，为改变被测金属电极表面的电化学状态，就需在测量系统中，设置一个对电极与被研究电极构成电的回路，这个对电极称之为辅助电极。

**参比电极：**由于单个的电极系统是个半电池，它的电极电位无法直接测得，必须将它与一个基准电极组成一个电池，测其电动势，从而得知待测电极的电位。



阳极极化曲线



电解池

这个基准电极是作为一个基准去测量未知电极的电位的，故称为参比电极。

参比电极要求电极电位很稳定、温度系数小、制备简单、使用方便、最好是不极化的电极。工程中使用的参比电极，还要求结实耐用，抗腐蚀，抗冲击性能好。

**盐桥：**两个组成或浓度不同的电解质溶液相接触的界面间存在着电位差，它称为液体接界电位（液接电位）。

若电化学测量中不能避免两种溶液直接接触时，常用盐桥来消除或造成可知的液接电位。