

腐蚀

数据手册

布景伊编

化学工业出版社

腐蚀数据手册

左 景 伊 编

化学工业出版社

内 容 提 要

本手册收集了金属及合金、塑料、橡胶、木材、陶瓷、玻璃、混凝土、碳及石墨、涂料、镀层、胶泥等七十余种材料在酸、碱、盐、气体、液态金属、其它无机物、各类有机化合物、石油产品、轻工产品、食品及植物油、大气、土壤、水及海水等1500余种以上的介质中，在不同浓度和不同温度下的腐蚀数据。通过表格形式，用简明的符号标出每种材料在不同环境中的耐蚀性能，除了腐蚀率和腐蚀等级外，还标明了产生孔蚀、晶间腐蚀、应力腐蚀破裂等局部腐蚀的环境。

书中导论部分还介绍了腐蚀的基本概念（包括腐蚀的定义、形式、原因及控制的方法）以及选材的有关知识，并列举了因选材不当而造成的事故等。本书是一部较为完备实用的腐蚀数据手册。

此书可供石油、化工、轻工、冶金、机械等部门的设计人员、从事腐蚀与防护的工程技术人员及有关技术工人使用，也可供有关院校师生参考。

腐蚀数据手册

左景伊 编

化学工业出版社出版

（北京和平里七区十六号楼）

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本787×1092¹/₃₂印张32⁷/₈字数938千字印数1-13,800

1982年7月北京第1版1982年7月北京第1次印刷

统一书号15063·3252¹定价4.15元

序

腐蚀是国民经济的大敌。根据国外统计，每年由于腐蚀造成的经济损失约占全年国民生产总值的4%。在我国，每年腐蚀损失可能达二、三百亿元，其中包括上百万吨的钢和各种灾难性事故造成的损失。减小腐蚀危害是国民经济各部门共同关心的问题。而正确选材又是广泛应用的一种最重要的控制腐蚀的方法。《腐蚀数据手册》就是为工业、农业、国防、交通、建筑等广大部门在工程设计中应用的一部选材工具书。

这本手册收集了国内外已发表的大量腐蚀数据，经过比较、选择和整理，列成简明的表格。包括七十余种材料和1500余种腐蚀介质，除了列出腐蚀率和耐蚀性等级外，还标明了可能产生各种局部腐蚀的环境。本手册所收集的腐蚀数据虽然比较完备，但由于新材料仍在不断涌现，新的腐蚀情况也在不断增加，读者如发现新的数据可以补充或修正时，希来函告知，以便再版时补充。

本书是在兰州化学工业公司研究院党委的领导和关怀下完成的。在编写过程中，全国一些工厂，学校，设计和研究院所，以及北京、天津、上海、沈阳等地的防腐蚀技术交流站等曾提供了宝贵的数据和意见，兰州化学工业公司研究院设计室和情报室的同志协助进行了有关工作，在此特表示谢意！

左景伊

1980年3月

符 号 说 明

符 号	说明 (耐蚀情况, 腐蚀率、毫米/年)
金属部分	
∇	优良, <0.05
V	良好, $0.05 \sim 0.5$
○	可用, 但腐蚀严重, $0.5 \sim 1.5$
×	不适用, 腐蚀严重, >1.5
∞	可能产生孔蚀
Φ	可能产生晶间腐蚀
*	可能产生应力腐蚀破裂
△	溶液或介质变色
非金属部分	
V	良好, 腐蚀轻或无
○	可用, 但有明显腐蚀
×	不适用, 腐蚀严重
⊕	同类材料由于配方等的不同, 耐蚀性有差异, 选用时要慎重

注: 1. 符号查阅方法详见总说明 (第70~75页), 并参阅各分表前的说明。

2. 非金属部分除上述符号外, 其余符号见各分表前的说明。

目 录

序

符号说明

第一篇 导 论

第一章 腐蚀的基本概念 1

一、概述 1

二、腐蚀的定义 1

三、金属腐蚀机理 1

1. 热力学概念 1

(1) 自由能 2

(2) 电位和电动序 3

(3) 电位-pH图 5

2. 动力学概念 7

(1) 腐蚀电池和电极

反应 7

(2) 极化 9

(3) 复合电位和复合

电极 12

(4) 钝化 14

(5) 高温气体腐蚀 16

四、金属腐蚀的形态 19

1. 概述 19

2. 均匀(全面)腐蚀 20

3. 孔蚀 20

4. 缝隙腐蚀 21

5. 脱层腐蚀 23

6. 晶间腐蚀 24

7. 应力腐蚀破裂 24

8. 腐蚀疲劳 25

9. 选择性腐蚀 27

10. 磨损腐蚀 28

11. 空泡腐蚀 29

12. 摩擦腐蚀 29

13. 氢腐蚀 30

(1) 氢鼓泡 30

(2) 氢脆 31

(3) 氢蚀 31

五、非金属腐蚀 32

六、控制腐蚀的方法 34

1. 正确选材 34

2. 钝化 34

3. 缓蚀剂 35

4. 阴极保护 36

5. 涂料 37

6. 金属镀层 37

7. 非金属衬里 38

8. 控制腐蚀环境 38

9. 改善设计 38

第二章 选材与设计 39

一、概述 39

二、材料 40

1. 基本概念 40

2. 耐蚀性等级	41	9. 缓蚀剂	54
3. 取得腐蚀数据的途径	42	10. 开车、停车环境	54
4. 材料和环境的其它有害反应	43	11. 周围和自然环境	54
5. 材料的物理、机械、和加工工艺性能	44	四、设计	55
三、环境	45	1. 缝隙	55
1. 介质成分和浓度	45	2. 死角	58
2. 杂质	45	3. 电偶	58
3. 温度	47	4. 接触	62
4. pH值	49	5. 杂散电流	63
5. 氧、氧化剂和还原剂	50	6. 应力	64
6. 含水量	51	7. 焊接和其它加工工艺	66
7. 流速	52	8. 腐蚀裕度和防腐措施	67
8. 腐蚀产物和膜	53	五、经济观点	69
		腐蚀入门及进修书籍	69

第二篇 腐蚀数据

第一章 总说明	70	铁素体)	153
一、材料	70	五、铬17不锈钢(铁素体)	173
二、腐蚀介质	70	六、铬18镍9不锈钢	
三、浓度	71	(奥氏体)	196
四、温度	71	七、铬18镍12钼(钛)不锈	
五、其它因素	72	钢(奥氏体)	227
六、耐腐蚀性	72	八、铬20镍22~30不锈钢(奥氏	
七、表内缺乏数据如何处理	73	体)——20号合金	257
八、正确选用数据	75	九、铝及铝合金	283
九、数据来源	75	十、铅及铅合金	313
参考文献	75	十一、铜、青铜	334
第二章 金属及合金	77	十二、黄铜	358
一、碳钢和铸铁	77	十三、镍	379
二、高硅铸铁	111	十四、镍70铜30合金	403
三、高镍铸铁	135	十五、镍铬铁钼合金(哈氏	
四、铬13不锈钢(马氏体,		合金)	427

十六、镍76铬16铁7合金（因考耐尔合金）	461	二十一、共聚缩醛（共聚醛）	760
十七、钛及钛合金	482	二十二、醋酸纤维素	766
十八、锆及锆合金	500	二十三、丙酸纤维素	772
十九、银	614	二十四、醋酸丁酸纤维素	774
二十、钽（铌）及金、铂	532	二十五、聚苯醚	778
二十一、钼	563	二十六、聚苯硫醚	782
二十二、钨	566	二十七、聚砒	786
第三章 塑料	568	第四章 橡胶	788
一、酚醛树脂	568	一、天然软橡胶	788
二、环氧树脂	578	二、天然硬橡胶	800
三、呋喃（糠醇）树脂	590	三、丁苯橡胶	809
四、聚酯树脂	598	四、顺丁橡胶	814
五、聚乙烯	611	五、丁腈橡胶	815
六、聚丙烯	623	六、氯丁橡胶	829
七、聚氯乙烯	635	七、丁基橡胶	843
八、氯化聚氯乙烯（过氯乙烯）	649	八、聚异丁烯橡胶	857
九、氯乙烯-偏二氯乙烯共聚物	657	九、乙丙橡胶	860
十、聚三氟氯乙烯	669	十、氟橡胶	865
十一、聚四氟乙烯	678	十一、氯磺化聚乙烯	879
十二、聚全氟乙丙烯	690	十二、聚氨酯	889
十三、聚偏二氟乙烯	701	十三、丙烯酸酯橡胶	894
十四、聚苯乙烯	710	十四、聚硫橡胶	896
十五、聚乙烯基酯（聚醋酸乙烯酯）	716	十五、有机硅	898
十六、氯化聚醚	723	第五章 其它非金属材料	903
十七、有机玻璃（聚甲基丙烯酸甲酯）	732	一、石墨及碳	903
十八、尼龙（聚酰胺）	738	二、木材	918
十九、聚碳酸酯	746	三、玻璃和陶瓷	933
二十、ABS塑料	750	四、混凝土	960
		五、石棉	971
		第六章 胶泥和涂料	984
		一、胶泥（硫、硅酸盐、呋喃、聚酯、环氧、酚醛）	984

二、生漆（大漆）	999
三、沥青	1001
四、氯化橡胶漆	1004
五、富锌漆	1006

第三篇 附录

一、材料的物理机械性能	1012
二、产生应力腐蚀破裂的材料 - 环	

境组合	1038
三、各类钢在高温高压氢中的应 用 范围	1040
四、金属和合金在室温混酸中的 应 用范围	1041
五、碳钢和镍合金在烧碱中的应 用 范围	1042

第一篇 导 论

第一章 腐蚀的基本概念

一、概 述

腐蚀的危害是非常巨大的，它使宝贵的材料变为废物，使生产和生活设施过早地报废，因而引起生产停顿，产品或生产流体的流失，环境污染，着火爆炸，同时，也会影响新技术的发展等。据统计，一个工业发达的国家每年仅由于金属腐蚀的直接损失就占全年国民经济总产值的4%，间接损失（如停工减产）则更大。材料腐蚀遍及所有的经济和生活领域。努力克服腐蚀造成的危害是广大腐蚀科学工作者所面临的紧迫任务。

二、腐蚀的定义

腐蚀是材料在环境的作用下引起的破坏或变质。

金属和合金的腐蚀主要是化学或电化学反应引起的破坏，有时还同时包含机械、物理或生物作用。单纯物理作用的破坏，如合金在液态金属中的物理溶解，仅是少数的例外。

对于非金属来说，破坏一般是由于直接的化学作用或物理作用（如氧化、溶解、溶胀等）引起的。

单纯的机械破坏不属于腐蚀的范畴。

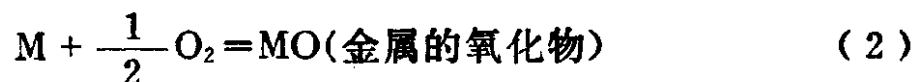
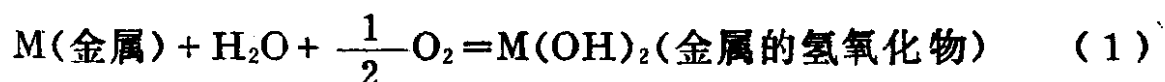
三、金属腐蚀机理

1. 热力学概念

(1) 自由能

热力学只研究反应的可能性。任何化学反应如果伴随着能量（自由能）的降低，都可能自发地进行。金属腐蚀就是这样一种自发反应。在腐蚀环境中金属由元素态变为化合物，同时放出能量。这恰和冶金过程相反，后者是由化合物（例如氧化铁）吸收大量的能，变为元素态（铁）。

金属在含氧和水汽的大气中的典型的腐蚀反应如下：



从表1-1-1中可以看出，除了金和铂以外，大多数金属发生上述反应时，都伴随着自由能的降低，也就是说，大多数金属在大气中都会自发地腐蚀。

表 1-1-1 金属在大气中腐蚀反应的自由能变化

金 属	腐 蚀 产 物	自由能变化 ΔF , 千卡/金属克当量
Mg	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	-66.9
Al	$\text{Al}(\text{OH})_3$	-58.4
Zn	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	-45.2
Cr	Cr^{+++}	-40.6
Fe	Fe^{++}	-39.2
Cu	Cu^{++}	-19.75
Ag	Ag^+	-9.2
Pt	Pt^{++}	+2.7
Au	Au^{+++}	+3.2

自由能降低值（ $-\Delta F$ ）愈大，表示金属腐蚀的自发性越大。但这和腐蚀速度却并非一回事。从表1-1-1可看到，铝、镁、铬在大气中的腐蚀倾向比铁大，但实际上铁的腐蚀速度较上述金属的腐蚀速度要快得多，这是因为当腐蚀一开始，在铝、镁、铬的表面就生成了一层保护膜，使反应几乎停止。而铁的腐蚀产物——铁锈，疏松易脱裂，所

以腐蚀能以较高的速度继续进行。

金属腐蚀后生成化合物，是从不稳定的高能态变为较稳定的低能态，就像水从高处往低处流一样，是自发进行的(图1 a)。但在两种情况下这种自发过程会受到阻碍。其一是，在高点A和低点B之间有一重障碍C，C的能量比A高。物质A必须首先获得额外的能量以致超越C的能量时，A到B的反应才能进行。这一额外能量称为活化能(图1 b)。

另一种情况，在A至B的路途上有各种阻力，使这种过程进行得缓慢(图1 c)。一些金属在大气中由于生成了腐蚀产物膜，腐蚀介质必须通过这层膜向内扩散，金属离子则必须自膜内向外扩散，这样腐蚀才能继续进行。如膜愈厚密，扩散愈困难，腐蚀就越慢。

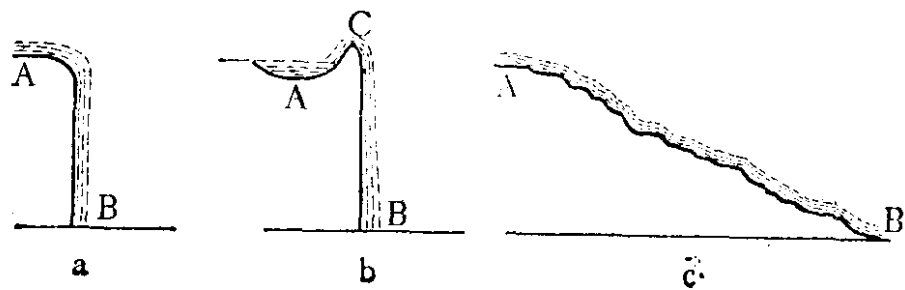


图 1 腐蚀的自发性和阻力

a—金属单质； b—金属化合物； c—能障（活化能）

所以，腐蚀虽然是自发反应，但是在许多情况下，可以使反应变得缓慢，以至变为无害。但有时往往需要借助于少量的腐蚀，例如不锈钢生成很薄的氧化膜后，腐蚀就会变得非常缓慢。从现实的观点我们研究腐蚀的速度，也就是从动力学的观点去研究腐蚀的活化能和扩散速度，比从热力学观点去研究腐蚀的可能性更为重要。

(2) 电位和电动序

当金属和溶液接触时，它同样有自发腐蚀的倾向，金属变成金属离子 ($M \rightarrow M^{n+} + ne$) 进入溶液，留下相应的电子在金属表面上。进入溶液的离子越多，留在表面的电子也越多，由于电子对离子的吸力，金属的离子化倾向愈来愈困难，终于达到平衡。不同的金属在不同的溶液中，离子化的倾向也不同，用电化学术语说，金属在溶液中

建立了一个平衡（电极）电位，电位低，表示容易离子化，如铁、锌、镁等所谓贱金属；电位高，表示不容易离子化，如金、银、铜等贵金属。

表1-1-2列出了一些重要金属的标准电极电位的次序。所谓标准电极电位是指金属在25℃下与含1克当量/升该金属离子的溶液接触达到平衡状态时的电位，也称为氧化-还原电位，或半电池电位。表1-1-2的次序也称电动序、标准电位序、或EMF序。表中的电位不是绝对值（因为绝对值难于测量），而是以氢的标准电位定为零，其它金属的电位则是和氢电位的比较值。

表 1-1-2 金属的标准电极电位

电极反应	电位, 伏 ①	电极反应	电位, 伏 ①
$\text{Li} \rightleftharpoons \text{Li}^+ + \text{e}$	-3.02	$\text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{++} + 2\text{e}$	-0.036
$\text{K} \rightleftharpoons \text{K}^+ + \text{e}$	-2.925	$\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + 2\text{e}$	0.000
$\text{Ca} \rightleftharpoons \text{Ca}^{++} + 2\text{e}$	-2.87	$\text{Sn}^{++} \rightleftharpoons \text{Sn}^{++++} + 2\text{e}$	+0.154
$\text{Na} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{e}$	-2.714	$\text{Cu} \rightleftharpoons \text{Cu}^{++} + 2\text{e}$	+0.337
$\text{Mg} \rightleftharpoons \text{Mg}^{++} + 2\text{e}$	-2.363	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e} \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$	+0.401
$\text{Ti} \rightleftharpoons \text{Ti}^{++} + 2\text{e}$	-1.75	$\text{Cu} \rightleftharpoons \text{Cu}^+ + \text{e}$	+0.522
$\text{Al} \rightleftharpoons \text{Al}^{+++} + 3\text{e}$	-1.662	$\text{Fe}^{++} \rightleftharpoons \text{Fe}^{+++} + \text{e}$	+0.771
$\text{Mn} \rightleftharpoons \text{Mn}^{++} + 2\text{e}$	-1.10	$2\text{Hg} \rightleftharpoons \text{Hg}_2^{++} + 2\text{e}$	+0.788
$\text{Zn} \rightleftharpoons \text{Zn}^{++} + 2\text{e}$	-0.763	$\text{Ag} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + \text{e}$	+0.799
$\text{Cr} \rightleftharpoons \text{Cr}^{+++} + 3\text{e}$	-0.744	$\text{Hg} \rightleftharpoons \text{Hg}^{++} + 2\text{e}$	+0.854
$\text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{++} + 2\text{e}$	-0.440	$\text{Pd} \rightleftharpoons \text{Pd}^{++} + 2\text{e}$	+0.987
$\text{Cd} \rightleftharpoons \text{Cd}^{++} + 2\text{e}$	-0.402	$\text{Pt} \rightleftharpoons \text{Pt}^{++} + 2\text{e}$	+1.2
$\text{Co} \rightleftharpoons \text{Co}^{++} + 2\text{e}$	-0.277	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	+1.229
$\text{Ni} \rightleftharpoons \text{Ni}^{++} + 2\text{e}$	-0.250	$\text{Au} \rightleftharpoons \text{Au}^{+++} + 3\text{e}$	+1.498
$\text{Sn} \rightleftharpoons \text{Sn}^{++} + 2\text{e}$	-0.136	$\text{Au} \rightleftharpoons \text{Au}^+ + \text{e}$	+1.68
$\text{Pb} \rightleftharpoons \text{Pb}^{++} + 2\text{e}$	-0.126		

①金属在其离子浓度为1克当量/升的溶液中，25℃时的平衡电位。

电动序中金属电位是在标准状态下测得的。平衡电位随离子的浓度和温度而变化，可用下列公式表示：

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln C \quad (\text{伦斯特公式}) \quad (3)$$

式中 C ——金属离子的浓度（活度）；
 E ——活度为 C 时金属的电位，伏特；
 E_0 ——金属的标准电位，伏特；
 F ——法拉第常数，等于 96500 库伦；
 n ——平衡电极反应中金属的离子价数；
 R ——气体常数〔等于 8.314 焦耳/ $(^\circ\text{K})$ （克分子）〕；
 T ——绝对温度〔等于 $273 + \text{溶液温度 } (^\circ\text{C})$ 〕。

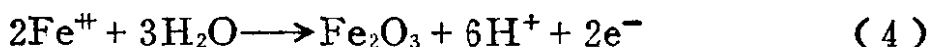
电动序对于预测金属在一定环境中是否会产生腐蚀是很有用的。表中凡是排在下面（电位较正）的金属和排在上面（电位较负）的金属在溶液中互相接触时就会构成一个电池，使电位低的金属加速腐蚀。也就是说，在电池中电位较负的金属将被氧化，电位较正的金属将被还原。表中还列出了氢电极和氧电极电位。当金属和酸接触时，可能产生两个主要反应：金属的氧化-还原反应和氢的氧化-还原反应（本章第 2 节中将详细叙述）。要预测金属是否会被酸腐蚀，就可看一看电位序。例如锌的电位比氢电位负，因此锌在酸中就被腐蚀，同时氢被还原放出。如铜在还原性酸中，铜电位高于氢电位，因此就不会有放氢反应，铜不会被腐蚀。但如果酸中含有氧，氧电位比铜更正，那么就可能进行氧的还原和铜的氧化反应，因此铜将被腐蚀。

在实际环境中，浓度、温度都偏离标准状态，因此电位也偏离标准值。而且在同一种金属表面上还存在微电池，所以，测出的不是平衡电位，而是复合电位（腐蚀电位）（参阅下面第 2 节）。但是，除了一些特殊情况，电动序还是有用的，因为在许多实际情况下金属的电位次序没有变化。当然，在实际环境中还可以分别测定不同金属的电位，重新确定它们的电位序，如第二章中（表 1-2-3）所示海水中的电位序就是一例。

（3）电位-pH图

从伦斯特公式（3）可看到对每一个有 H^+ 参与的反应，pH 和电位成直线关系。根据热力学数据（平衡常数、标准化学势和溶度积）的计算，对一个腐蚀体系（如铁-水， 25°C ）可以作出电位-pH 的关系图形，如图 2 所示。图中斜线表示有 H^+ 参与的反应，如 C 线表示

下列反应：



水平线表示没有 H^+ 参与的反应，如线d表示下列反应



这些直线将图划分成几个区，如斜线c左边标明 Fe^{++} ，就是说在这个

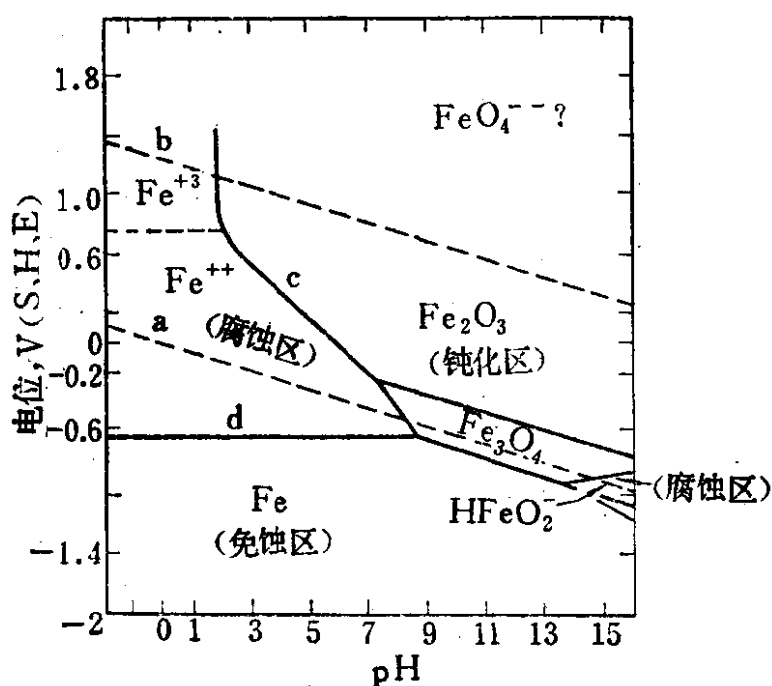


图 2 电位-pH图

区内热力学稳定的形态是 Fe^{++} ，所以是腐蚀区。d线下面标明Fe，则稳定态是金属铁，因此是免蚀区。标明 Fe_2O_3 和 Fe_3O_4 固体产物的区，说明铁表面生成了氧化膜，也可称为钝化区。所谓“免蚀”，并不是绝对不腐蚀，因为大多数金属在溶液中都有不同程度的离子化倾向。为实用起见，规定了一个金属“腐蚀”的界限，即溶液中金属离子的平衡活度大于 10^{-6} 克离子/升时，为腐蚀，小于此活度，为不腐蚀。根据这种图可以确定在任何电解液中金属或合金的免蚀电位，在这个电位以下为热力学稳定态，不产生腐蚀，在这个电位以上进行均匀腐蚀。也确定了“钝化电位”，若高于这个电位，金属表面则形成钝化膜，腐蚀变得很慢。如有引起孔蚀的物质(Cl^-)存在时，还可确定“孔蚀临界电位”，和“孔蚀保护电位”，在孔蚀临界电位以上，将产生孔蚀，在孔蚀保护电位以下，已产生的蚀孔不再发展，变为无害。

电位-pH图的实用价值在于：(1) 预测金属在这一体系中的腐蚀能否发生，(2) 估计腐蚀产物的组成，(3) 预测能减缓腐蚀的环境变化条件等。例如可利用它来确定阴极保护或阳极保护（参看本章第六节）的条件。由图2看出铁在-1.2V电位以下为免蚀态，因此可以采用阴极保护，从外部通入电流，使铁阴极极化到-1.2V以下，使它免受腐蚀。

这种图也有缺点，因为是热力学数据，它只能预示反应能否进行，而不能预示反应速度，它能预知产生何种腐蚀产物，但不能预示膜生成的位置、附着情况、溶解度以及当特种离子（如 Cl^- 或 SO_4^{2-} ）存在时，膜的保护效果如何，也不能预知在何种情况下会产生非论量（不符合化学计算关系）的金属化合物，而后者有时对确定腐蚀速度很重要。但如上所述，除了这些缺点外，电位-pH图能预示金属在不同环境中的腐蚀行为，所以对腐蚀研究是有价值的。

2. 动力学概念

(1) 腐蚀电池和电极反应

图3是一个腐蚀电池的模型。假若是两种不同金属在溶液中互相接触，那么显而易见，由于它们的电位不同，将构成一个原电池。即使在同一金属表面上，由于各部分物理和化学性的不均一（如金属的不同结构、杂质、氧化膜和膜的破口）以及和金属接触的溶液各部分不均一（如不同的浓度、成分、含氧量、温度等），由伦斯特公式可以看出表面各部分电位也将存在差异。电位较低部分成为阳极，较高部分成为阴极，它们是电接通的，并和溶液构成一个电池。

阳极区的反应是金属的离子化



如果阳极是孤立的，这个反应会迅速达到平衡，金属的腐蚀（离子化）将实际停止。但由于它与阴极接通，所以，就有电子流到阴极。如果阴极区缺乏吸收电子的作用，电子的流动又会中止。但是在溶液中经常存在几种吸收电子的作用：

① 溶液中有溶解的氧

a. 在中性或碱性溶液中

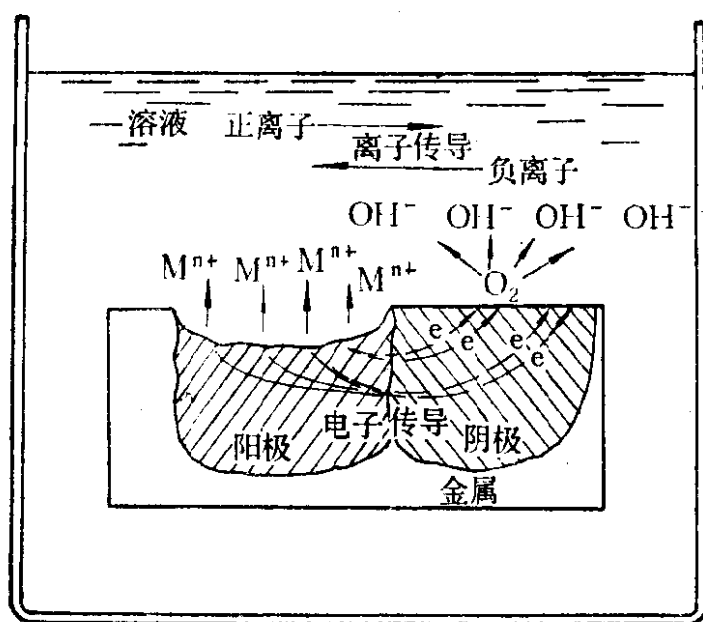
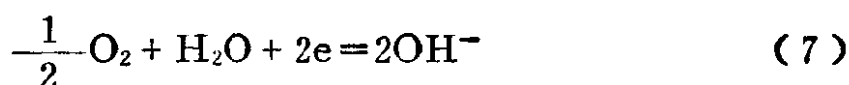


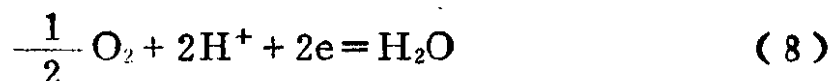
图 3 湿腐蚀电池

阳极反应 $M = M^{n+} + ne$

阴极反应 $\frac{1}{2}O_2 + H_2O + 2e = 2OH^-$



b. 在酸性溶液中



② 酸性溶液中有大量氢离子



③ 溶液中存在高价金属离子 (Fe^{+3} , Cu^{+2} 等) 或其它氧化剂



④ 溶液中存在贵金属离子



式 (7~10) 是常见的阴极反应, 式 (11) 和 (12) 仅发生于特殊情况。只要存在其中任何一个反应, 电子就会源源不断从阳极流到阴极, 金属离子也不断进入溶液, 腐蚀就会不断进行。