

热力设备

腐蚀与防护

陈颖敏 主编

Re Li She Bei

Fu Shi Yu Fang Hu

Re Li She Bei

Fu Shi Yu Fang Hu

航空工业出版社

责任编辑：占航

封面设计：宏伟

ISBN 7-80134-582-7



9 787801 345820 >

ISBN 7-80134-582-7

TG · 002

定价：29.50元

热力设备腐蚀与防护

陈颖敏 主编

航空工业出版社

• 1999 •

内 容 提 要

本书主要叙述金属腐蚀与防护等方面的基本原理,在此基础上阐述了热力设备的腐蚀与防护方法。主要包括电化学腐蚀理论、金属局部腐蚀;热力设备的氧腐蚀、二氧化碳腐蚀、锅炉的腐蚀与防护、凝汽器的腐蚀与防护;核电设备的腐蚀与防护以及腐蚀试验方法等。

本书可作为高等学校应用化学专业的教材,并可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

热力设备腐蚀与防护/陈颖敏编. —北京:航空工业出版社,

1999.11

ISBN 7-80134-582-7

I. 热… II. 陈… III. 热力系统—防腐—高等学校—教材
IV. TG174

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 74776 号

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号 100029)

保定市友谊印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

1999年11月第1版

1999年11月第1次印刷

开本:787×1092 1/16

印张:17.25 字数:418千字

印数:1—1000

定价:29.5元

前 言

金属腐蚀与防护科学是一门不断发展的、综合性的边缘学科。腐蚀与防护并非单纯的技术问题，而是关系到能源、资源、材料、环境等一系列的社会和经济问题。随着电力工业的发展，热力设备的腐蚀与防护越来越重要，因为它直接关系到电力生产设备的寿命及安全运行。

《热力设备腐蚀与防护》是应用化学专业的一门必修课程，其目的是使学生系统掌握金属腐蚀的基本理论、防护措施，在此基础上掌握热力设备的腐蚀及其控制方法和规律。全书共分十四章，主要包括：金属腐蚀热力学和动力学、析氢腐蚀和耗氧腐蚀、金属钝化、局部腐蚀、金属的高温腐蚀、热力设备的氧腐蚀与二氧化碳腐蚀、锅炉的腐蚀与防护、凝汽器的腐蚀与防护及核电设备的腐蚀与防护、腐蚀试验方法等。

本书由华北电力大学陈颖敏编写第一～五、七～九、十一、十三章且对全书统稿、董树军编写第六、十二章、陈传敏编写第十、十四章。书中引用了所列参考文献中的某些图表，在此谨向有关作者表示致谢。

本书由河北大学孙汉文教授及华北电力大学胡满银教授认真审阅，提出了许多宝贵意见和建议，在此深表感谢。

由于作者水平有限，书中缺点和错误之处，欢迎读者批评指正。

编 者

1999年9月

目 录

第一章 绪论	(1)
1-1 腐蚀的概念及有关术语	(1)
1. 腐蚀的定义	(1)
2. 与腐蚀有关的术语	(1)
1-2 研究金属腐蚀的重要性	(2)
1-3 金属腐蚀的分类	(3)
1. 按腐蚀机理分类	(3)
2. 按腐蚀形态分类	(4)
3. 按腐蚀环境分类	(4)
1-4 金属腐蚀速度的评定方法	(5)
1. 腐蚀的质量指标	(5)
2. 腐蚀的深度指示	(5)
3. 电流密度法	(6)
1-5 热力设备及其参数	(7)
1. 热力设备接触的介质环境	(8)
2. 热力设备使用的金属材料	(10)
1-6 热力设备腐蚀与防护概况	(12)
思考题与习题	(12)
第二章 金属腐蚀过程热力学	(13)
2-1 腐蚀电池	(13)
1. 原电池	(13)
2. 腐蚀电池	(13)
3. 腐蚀电池的电化学历程	(14)
4. 电化学腐蚀的次生过程	(16)
5. 宏观腐蚀电池和微观腐蚀电池	(16)
2-2 电化学腐蚀倾向的判断	(18)
2-3 电位—pH图及其应用	(21)

1. 电位—pH图原理	(21)
2. 水的电位—pH图	(23)
3. 金属—水体系的电位—pH图	(24)
4. 电位—pH图在腐蚀中的应用	(29)
5. 电位—pH图的局限性	(30)
思考题与习题	(31)
第三章 金属腐蚀过程动力学	(33)
3-1 极化作用	(33)
1. 极化现象	(33)
2. 产生极化的原因	(34)
3. 极化规律	(35)
4. 极化曲线	(36)
3-2 腐蚀极化图及其应用	(38)
1. 腐蚀极化图	(38)
2. 腐蚀速度控制因素	(39)
3. 腐蚀极化图的应用	(40)
4. 腐蚀极化图的测定	(41)
3-3 活化极化控制的腐蚀动力学方程式	(42)
3-4 浓差极化控制的腐蚀动力学方程式	(44)
3-5 混合电位理论的应用	(46)
1. 腐蚀电位	(46)
2. 多种阴极去极化反应的腐蚀行为	(47)
3. 多电极体系的腐蚀行为	(49)
思考题与习题	(50)
第四章 析氢腐蚀和耗氧腐蚀	(51)
4-1 析氢腐蚀	(51)
1. 析氢腐蚀	(51)
2. 析氢腐蚀的控制过程	(55)
3. 减小析氢腐蚀的途径	(56)
4-2 耗氧腐蚀	(56)
1. 耗氧腐蚀	(56)
2. 氧的阴极还原过程及其过电位	(57)

(09)	3. 耗氧腐蚀的控制过程及其影响因素	(59)
(09)	4. 析氢腐蚀与耗氧腐蚀的比较	(62)
(10)	思考题与习题	(62)
	第五章 金属的钝化	(63)
(80)	5-1 金属的钝化现象	(63)
(80)	5-2 阳极钝化过程	(64)
(10)	5-3 Flade 电位与金属钝态的稳定性	(66)
(10)	5-4 金属的自钝化	(67)
(10)	5-5 钝化理论	(68)
(20)	1. 成相膜理论	(68)
(00)	2. 吸附理论	(69)
(70)	5-6 金属的电化学保护	(69)
(80)	1. 阴极保护	(70)
(00)	2. 阳极保护	(76)
(00)	3. 阴极保护与阳极保护的比较	(76)
(001)	4. 阴极保护与阳极保护的选用原则	(77)
(10)	思考题与习题	(78)
	第六章 金属的局部腐蚀	(79)
(10)	6-1 电偶腐蚀	(79)
(02)	1. 电偶腐蚀的形成机理	(80)
(001)	2. 影响电偶腐蚀的主要因素	(81)
(101)	3. 电偶腐蚀的防护措施	(82)
(10)	6-2 缝隙腐蚀	(84)
(001)	1. 缝隙腐蚀的产生机理	(84)
(001)	2. 影响因素	(85)
(701)	3. 控制缝隙腐蚀的途径	(85)
(10)	6-3 孔蚀	(86)
(311)	1. 孔蚀的产生条件	(86)
(811)	2. 孔蚀机理	(87)
(111)	3. 孔蚀和缝隙腐蚀的比较	(88)
(811)	4. 孔蚀的影响因素	(88)
(011)	5. 孔蚀的防止	(89)

(85) 6-4 晶间腐蚀	(90)
(83) ... 1. 腐蚀机理	(90)
(88) ... 2. 晶间腐蚀的影响因素	(91)
(88) ... 3. 防止晶间腐蚀的措施	(92)
(88) 6-5 选择性腐蚀	(93)
(48) ... 1. 黄铜脱锌	(93)
(88) ... 2. 铸铁的石墨化	(94)
(78) 6-6 应力腐蚀破裂	(94)
(88) ... 1. 应力腐蚀的形貌特征	(94)
(88) ... 2. 应力腐蚀的产生条件	(95)
(88) ... 3. 应力腐蚀机理	(96)
(88) ... 4. 影响应力腐蚀破裂的因素	(97)
(88) ... 5. 应力腐蚀破裂的控制途径	(98)
(87) 6-7 磨损腐蚀	(99)
(87) ... 1. 磨损腐蚀的形式	(99)
(77) ... 2. 控制途径	(100)
(87) 6-8 氢损伤	(101)
(87) ... 1. 氢损伤机理	(101)
(87) ... 2. 影响氢损伤的因素	(101)
(88) ... 3. 氢损伤的控制途径	(102)
(18) 思考题与习题	(103)
第七章 金属的高温腐蚀	(104)
(48) 7-1 高温腐蚀的类型	(104)
(48) 7-2 金属的高温腐蚀理论	(106)
(88) ... 1. 金属高温氧化的热力学判据	(106)
(88) ... 2. 金属高温氧化历程	(107)
(88) ... 3. 金属氧化膜的结构及其保护性	(110)
(88) ... 4. 金属氧化的动力学规律	(112)
(78) ... 5. 影响金属氧化速度的因素	(113)
(88) ... 6. 金属的高温氧化	(114)
(88) 7-3 锅炉烟气侧的高温腐蚀	(115)
(88) ... 1. 由硫引起的腐蚀	(116)

2. 由氯化物引起的腐蚀	(117)
3. 由钒引起的腐蚀	(117)
4. 锅炉烟气侧高温腐蚀的防止	(117)
思考题与习题	(118)
第八章 热力设备的氧腐蚀和 CO_2 腐蚀	(119)
8-1 热力设备的氧腐蚀	(119)
1. 氧腐蚀机理	(119)
2. 运行设备的氧腐蚀	(120)
3. 运行设备氧腐蚀的防止	(121)
8-2 游离 CO_2 腐蚀	(129)
1. CO_2 腐蚀机理	(129)
2. 热力设备水汽系统中游离 CO_2 的来源	(130)
3. 腐蚀部位与特征	(131)
4. 同时有溶解氧和游离 CO_2 的腐蚀	(131)
5. 游离 CO_2 腐蚀的防止	(132)
8-3 设备的停用腐蚀与保护	(135)
1. 停用腐蚀及其特点	(135)
2. 停用保护方法及其选择原则	(136)
3. 停用保护	(138)
思考题与习题	(139)
第九章 锅炉的腐蚀与防护	(140)
9-1 锅炉的碱腐蚀	(140)
1. 碱腐蚀特征	(140)
2. 发生碱腐蚀的原因	(141)
3. 碱腐蚀机理	(141)
4. 影响碱腐蚀的因素	(143)
9-2 锅炉的酸腐蚀	(143)
1. 酸腐蚀特征	(143)
2. 发生酸腐蚀的原因	(143)
3. 酸腐蚀机理	(144)
9-3 锅炉的介质浓缩腐蚀	(145)
1. 锅炉介质浓缩腐蚀的特征	(145)

2. 锅炉介质浓缩腐蚀的机理	(145)
3. 炉水发生局部浓缩的原因	(147)
4. 影响锅炉介质浓缩腐蚀的因素	(147)
9-4 锅炉腐蚀的防止	(148)
1. 保证炉水和给水质量	(148)
2. 炉水的处理	(149)
3. 锅炉定期排污	(154)
9-5 锅炉的应力腐蚀	(155)
1. 应力腐蚀破裂	(155)
2. 锅炉的苛性脆化	(157)
3. 锅炉的腐蚀疲劳	(159)
9-6 直流锅炉的腐蚀与防护	(160)
1. 直流锅炉的腐蚀	(160)
2. 直流锅炉腐蚀的防止	(161)
思考题与习题	(162)
第十章 凝汽器的腐蚀与防护	(163)
10-1 凝汽器管与管板材料	(163)
1. 黄铜	(163)
2. 白铜	(165)
10-2 凝汽器铜管腐蚀形态	(165)
1. 选择性腐蚀	(167)
2. 铜管的点蚀	(168)
3. 铜管的冲刷腐蚀	(170)
4. 铜管的氨腐蚀	(171)
5. 铜管的应力腐蚀破裂	(174)
6. 黄铜管的腐蚀疲劳	(175)
7. 电偶腐蚀	(176)
8. 微生物腐蚀	(176)
10-3 防止凝汽器腐蚀的措施	(178)
1. 设计与选材	(178)
2. 铜管的使用维护	(180)
3. 凝汽器铜管的表面保护处理	(180)

4. 凝汽器阴极保护	(184)
思考题与习题	(185)
第十一章 其他热力设备的腐蚀与防护	(186)
11-1 水处理设备的腐蚀	(186)
1. 发生腐蚀的条件	(186)
2. 水处理设备的腐蚀	(187)
3. 水处理设备腐蚀的防止	(188)
11-2 过热器的腐蚀	(191)
1. 过热器的超温爆管	(191)
2. 过热器的腐蚀	(194)
11-3 再热器与汽轮机的腐蚀	(195)
1. 再热器的腐蚀	(195)
2. 汽轮机的腐蚀	(196)
思考题与习题	(199)
第十二章 锅炉的化学清洗	(200)
12-1 锅炉化学清洗的目的	(200)
12-2 化学清洗常用药品	(201)
1. 清洗剂	(201)
2. 添加剂	(203)
12-3 化学清洗方案的确定	(206)
1. 清洗的工艺条件	(206)
2. 清洗系统的拟定	(208)
12-4 化学清洗步骤	(210)
1. 水冲洗	(210)
2. 碱洗或碱煮	(210)
3. 酸洗	(211)
4. 漂洗	(211)
5. 钝化	(212)
12-5 清洗效果的检查和清洗废液的处理	(212)
1. 清洗效果的检查	(212)
2. 清洗废液的处理	(213)
思考题与习题	(214)

第十三章 核电设备的腐蚀与防护	(215)
13-1 压水堆核电设备	(215)
1. 压水堆核电设备	(215)
2. 一回路结构材料	(219)
13-2 锆合金的腐蚀	(220)
1. 锆合金的腐蚀特点	(221)
2. 影响锆合金腐蚀的因素	(221)
3. 锆合金的应力腐蚀和氢脆	(223)
4. 锆合金在压水堆中的应用	(224)
13-3 镍基合金的腐蚀	(224)
1. 镍基合金的耐腐蚀性能	(225)
2. 镍基合金的晶间腐蚀	(225)
3. 镍基合金在压水堆中的应用	(226)
13-4 不锈钢的腐蚀	(227)
1. 不锈钢的耐蚀性	(227)
2. 不锈钢的应力腐蚀	(229)
3. 不锈钢的晶间腐蚀	(230)
4. 不锈钢在压水堆中的应用	(230)
13-5 钛及钛合金的腐蚀	(232)
1. 钛及钛合金的耐蚀性	(233)
2. 钛及钛合金的腐蚀	(234)
13-6 腐蚀产物的转移和沉积	(234)
1. 腐蚀产物的运动	(234)
2. 腐蚀产物的溶解和释放	(235)
3. 腐蚀产物的组成	(236)
13-7 核电设备腐蚀的防止	(236)
1. 冷却剂质量标准	(236)
2. 冷却剂的除气	(240)
3. pH值的控制	(243)
思考题与习题	(245)
第十四章 腐蚀试验方法	(246)
14-1 腐蚀试验的分类和试验条件准备	(246)

1. 腐蚀试验的分类与目的	(246)
2. 局部腐蚀程度的评定	(247)
3. 腐蚀试样的准备和暴露条件	(248)
14-2 非电化学试验方法	(250)
1. 质量法	(250)
2. 气体容量法	(251)
3. 仪器分析法	(252)
4. 其他非电化学法	(253)
14-3 电化学试验方法	(253)
1. 电化学法的三电极系统	(253)
2. 极化曲线的测量	(256)
3. 电化学测试技术	(257)
14-4 局部腐蚀试验方法	(259)
1. 孔蚀试验	(259)
2. 缝隙腐蚀试验	(259)
3. 电偶腐蚀试验	(260)
4. 晶间腐蚀试验	(260)
5. 磨损腐蚀试验	(261)
参考文献	(262)

第一章 绪 论

1-1 腐蚀的概念及有关术语

1. 腐蚀的定义

金属腐蚀与防护科学是 20 世纪 30 年代发展起来的涉及金属学、物理化学、电化学和力学等学科的一门综合性边缘学科。金属材料是广泛应用的工程材料,在其使用过程中,将会受到不同形式的直接或间接的破坏。其中最重要且最常见的破坏形式是断裂、磨损和腐蚀。腐蚀已成为一门独立的学科,并在不断发展。

金属腐蚀是研究金属材料在其周围环境(介质)作用下发生破坏以及如何减缓或防止这种破坏的科学。根据金属腐蚀的本质,通常将金属腐蚀(Corrosion)定义为:金属与周围环境(介质)之间发生化学或电化学作用而引起金属材料的破坏或变质。金属腐蚀是一个化学过程,而且是由于金属原子从金属状态转变为化合物的非金属状态造成的。目前,腐蚀定义也应用于塑料、木材、陶瓷等非金属材料的变质损坏。但本书只涉及金属腐蚀。

金属腐蚀发生在金属与介质之间的相界面上。由于金属与介质之间发生化学或电化学多相反应,使金属原子变成氧化态。显然,金属及其环境所构成的腐蚀体系以及该体系中发生的化学或电化学反应就是金属腐蚀所研究的主要对象。

金属在发生腐蚀时,同时也会发生外貌变化,如小孔、溃疡斑等,金属的机械性能、组织结构也发生变化。特别是金属还没有腐蚀到破坏或严重变质的程度,已足以造成设备事故或损坏。

学习和研究金属设备腐蚀与防护科学的主要目的和内容在于:

- (1) 研究和了解金属设备与环境介质作用的普遍规律。不仅从热力学角度研究金属腐蚀的可能性,而且主要是从动力学角度研究腐蚀进行的速度和机理。
- (2) 研究和了解金属设备在不同条件下发生腐蚀的原因及防止金属腐蚀的措施。
- (3) 研究和掌握金属腐蚀速度的测试方法、腐蚀评定方法及腐蚀监控技术等。

2. 与腐蚀有关的术语

与腐蚀有关的科技术语较多,在此只列举一些常用术语。

工作电极(Working Electrode) 在电化学电池中的试验电极或试样电极。

开路电位(Open Circuit Potential) 在未通电流时所测得的电极的电位。

平衡电位(Equilibrium Potential) 按能斯特方程式确定的处于标准平衡态的电极电位。

腐蚀电位(Corrosion Potential) 在特定的浓度、时间、温度、充气、流速等条件下,正在腐蚀着的金属所显示出的电位,也称为静止电位或稳态电位。

电动序(Electromotive Force Series) 根据元素的标准电极电位排列出的顺序(相对于 SHE)。

电偶序(Galvanic Series) 根据金属在某些特定介质(如海水)中的相对腐蚀电位而排列出的顺序。

电偶腐蚀或双金属腐蚀(Galvanic Corrosion or Bimetallic Corrosion) 由于不同金属接触

形成电偶电池产生的电流使腐蚀加速。

石墨化腐蚀 (Graphitization) 灰口铸铁中金属成分被选择性腐蚀, 余下网状的、完整无损的石墨。

点腐蚀 (Pitting) 或称孔蚀 点数很少但穿透很深的高度局部化的腐蚀。

沉积物腐蚀 (Deposit Attack or Deposit Corrosion) 由于在金属表面上的沉积物引起浓差电池而导致的点蚀。

丝状腐蚀 (Filiform Corrosion) 在膜下呈紊乱发丝状分布的腐蚀。

晶间腐蚀 (Intergranular Corrosion) 在金属及合金的晶界上优先发生的腐蚀。

磨损腐蚀 (Erosion Corrosion) 由于运动介质的磨擦作用使腐蚀加速。

缝隙腐蚀 (Crevice Corrosion) 在金属与非金属或两种金属之间的缝隙中由于形成浓差电池所引起的腐蚀。

空泡腐蚀 (Cavitation) 在流体中于固-液界面处由于气泡的崩溃而引起的材料损伤。

腐蚀疲劳 (Corrosion Fatigue) 腐蚀性介质与交变应力联合作用而引起的金属断裂。

腐蚀疲劳极限 ((Corrosion Fatigue Limit) 在指定腐蚀介质中于特定的循环周期次数内, 金属不发生断裂的最大交变应力值。

应力腐蚀破裂 (Stress Corrosion Cracking) 由于表面拉应力和腐蚀介质共同作用使金属提前破裂。

结瘤腐蚀 (Tuberculation) 在表面上分散产生瘤状突起的局部腐蚀。

碱脆 (Caustic Embrittlement) 钢在碱性溶液中产生的应力腐蚀破裂的一种形式。

脆性 (Embrittlement) 金属或合金严重地失去了塑性。

氢脆 (Hydrogen Embrittlement) 由于氢的作用而使金属变脆。

氢鼓泡 (Hydrogen Blistering) 在塑性较好的金属表面上由于内部氢的压力而形成的凸起鼓泡。

冲蚀 (Impingement Attack) 由于湍流或冲击液流的作用在某些部位产生的局部磨损腐蚀。

剥蚀 (Exfoliation) 形成一层厚厚的层状松散腐蚀产物。

氧化皮 (Scaling) 高温下金属表面上形成的一层腐蚀产物。

活化态 (Active) 金属趋向于腐蚀的状态。

钝态 (Passive) 某金属所处的状态比它在电动序中的位置所表现的更不活泼, 即它的行为更耐蚀。这只是一种表面现象。

钝性 (Passivity) 活化态金属变为钝态的现象。

1-2 研究金属腐蚀的重要性

人类开始使用金属后不久便提出了防腐蚀问题。我国商代就已冶炼出了锡青铜。18 世纪中叶以后, 随着工业的迅速发展, 尤其是后来腐蚀电化学概念的提出, 法拉第 (Faraday) 定律、能斯特 (Nernst) 定律、热力学腐蚀图等的产生、电极动力学过程理论的创立, 为金属腐蚀与防护科学的发展创造了条件。

金属腐蚀给国民经济会带来巨大损失。金属腐蚀遍及国民经济和国防建设各个领域, 危害很大。据统计, 全世界发达国家每年因腐蚀造成的损失价值约 7000 亿美元, 占各国国民生

GDP: 国内生产总值

产总值 GNP 的 2%~4%。钢铁的腐蚀总量约为全年总产量的 20%。约 10% 的钢铁变为无法回收的铁锈, 约有 30% 的设备因腐蚀而报废。我国 1995 年最新统计, 由于金属腐蚀经济损失高达 1500 亿人民币, 约占国民生产总值 GNP 的 4%。目前我国每年约有 30% 的钢铁因腐蚀而报废, 其中约 10% 因变为铁锈而全部报废, 每年损失 1000 多万吨钢材, 相当于一个宝钢全年的产量。另外, 据 1998 年 CCTV “科技博览” 报道, 我国每年生产钢材 1.1 亿万吨, 其中每年因腐蚀报废的钢材相当于铺设 30 条京广铁路线所使用的钢材量。可见, 金属腐蚀所造成的直接经济损失是很可观的。

应该指出, 腐蚀危害不仅在于金属资源受损失, 更重要的是金属设备结构被破坏, 提前退役。金属设备结构的价格要比金属本身贵得多。

1984 年一些工业发达国家的年腐蚀损失列于表 1-1。

表 1-1 某些国家 1984 年腐蚀损失

国 别	腐蚀损失	占国民经济生产总值 (%)
美 国	750 亿美元	4
英 国	100 亿英镑	3.5
法 国	1150 亿法郎	1.5
日 本	133~160 亿美元	1.8

此外, 腐蚀事故还常常危及人身安全。例如因腐蚀引起的飞机、火车、轮船失事、桥梁断裂、锅炉爆炸等也时有所闻。所造成的环境污染更是不容忽视, 造成的间接损失也是无法估量的。

就电力生产而言, 它是制约国民经济发展的瓶颈因素。要满足国民经济发展的需要, 一个重要的方面就是确保现有发电设备不因腐蚀故障而意外停机。

随着发电机组参数的提高, 锅炉内水冷壁、省煤器和过热器管的爆破、泄漏在锅炉故障中所占比例增大, 现已超过 60%, 其中由于水质引起的腐蚀故障占 4% 左右。热力发电设备对腐蚀失效是很敏感的, 故对设备的防腐蚀是很重要的。

总之, 研究金属腐蚀规律, 防止腐蚀破坏是国民经济建设中迫切需要解决的重大问题。

1-3 金属腐蚀的分类

同其他学科一样, 金属腐蚀有不同的分类方法, 常见的几种分类方法如下:

1. 按腐蚀机理分类

按腐蚀机理可分为化学腐蚀 (Chemical Corrosion) 和电化学腐蚀 (Electrochemical Corrosion)。

化学腐蚀是指金属表面与非电解质直接发生纯化学作用而引起的破坏。其反应历程特点是金属表面的原子与非电解质中的氧化剂直接发生氧化还原反应形成腐蚀产物, 腐蚀过程中无电流产生。纯化学腐蚀的情况不多。主要为金属在干燥气体中的腐蚀和在无水的有机液体或气体中的腐蚀。金属的高温氧化并非单纯的化学腐蚀。

电化学腐蚀是指金属表面与电解质发生电化学反应而引起的破坏。它的腐蚀反应历程分