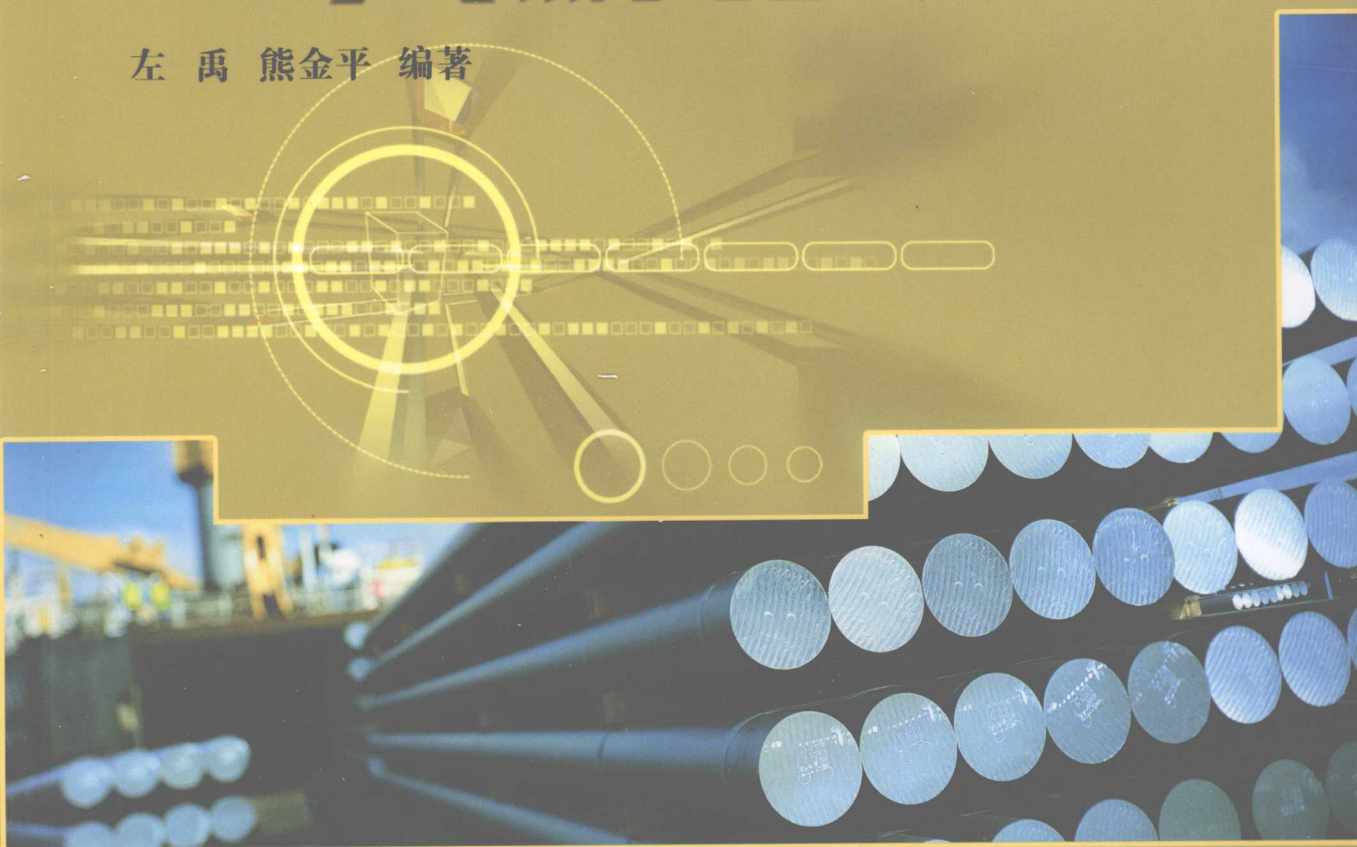


防 腐 蚀 工 程 师 必 读 丛 书

工程材料 及其耐蚀性

左 禹 熊金平 编著



中國石化出版社

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

TB304

162

1=

防腐蚀工程师必读丛书

工程材料及其耐蚀性

左 禹 熊金平 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

《工程材料及其耐蚀性》为《防腐蚀工程师必读丛书》之一,由中国腐蚀与防护学会组织专家编写。全书分为金属材料和非金属材料两大部分,包括黑色金属材料、有色金属材料、高分子材料、无机材料和复合材料等内容。书中对于各种材料首先介绍材料的分类与基本特性,包括力学、物理和化学等性能,再重点介绍材料的基本性能与其腐蚀行为及在不同环境中的腐蚀倾向的关系,旨在使读者能够掌握材料耐蚀性的本质以及各种材料在不同环境中的适应性,从而能够正确地选材和用材。书中还列出了很多材料的耐腐蚀性能数据。

本书可用作防腐蚀工程师技术资格认证培训教材,主要对象是在工程一线从事防腐蚀技术工作的腐蚀工程师,同时也适用于从事腐蚀科学研究、设计、施工、生产等方面的工程技术人员和管理人员,以及高等院校材料专业的教师和学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程材料及其耐蚀性/左禹,熊金平编著. —北京:中国石化出版社,2008

(防腐蚀工程师必读丛书)

ISBN 978-7-80229-686-2

I. 工… II. ①左…②熊… III. 工程材料-耐蚀性
IV. TB304

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 112767 号

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

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

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京密云红光制版公司排版

北京宏伟双华印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 22.5 印张 554 千字

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

定价:48.00 元

《防腐蚀工程师必读丛书》

编写委员会

名誉主任委员	柯 伟					
主任委员	吴荫顺					
副主任委员	左 禹	李金桂	杨德钧	赵 怡		
委 员	左 禹	米 琪	李久青	李金桂	吴荫顺	
	杜翠薇	杨德钧	林玉珍	郑家燊	高 瑾	
	曹 备	熊金平				

序

金属材料在自然条件或工况条件下, 由于与其所处环境介质发生化学或电化学反应而引起的退化和破坏, 这种现象称为腐蚀, 其中也包括上述因素与力学因素或生物因素的共同作用。某种物理作用(例如金属材料在某些液态金属中的物理溶解现象)也可以归入金属腐蚀范畴。

腐蚀问题遍及各个部门及行业, 对国民经济发展、人类生活和社会环境产生了巨大危害。据统计, 各国由于腐蚀破坏造成的年度经济损失约占当年国民经济生产总值的 1.5% ~ 4.2%, 随各国不同的经济发达程度和腐蚀控制水平而异。根据《中国腐蚀调查报告》的资料, 我国近年来的年腐蚀损失约为 5000 亿元(约占国民经济生产总值的 5%), 这是一个十分惊人的经济损失数字。除了腐蚀的经济性问题之外, 腐蚀过程和结果实际上也是对地球上有限资源和能源的极大浪费, 对自然环境的严重污染, 对正常工业生产和人们生活的重大干扰, 并给人们带来不可忽视的社会安全性问题。腐蚀问题还可成为阻碍高新技术发展和国民经济持续发展的重要制约因素。

腐蚀与防护是一个很重要的学科, 它涉及许多对国民经济发展有着重要影响的行业。普遍地、正确地选用适当的腐蚀控制技术和方法, 可以防止或减缓腐蚀破坏, 最大程度地减轻可能由腐蚀造成的经济损失和社会危害。一般认为, 只要充分利用现有的腐蚀控制技术, 就可使腐蚀损失降低(挽回)25% ~ 30%。采用适当的腐蚀控制措施和预防对策, 其能够达到的目标是: 可以保障公共安全, 防止工业设备损伤破坏, 保护环境, 节约资源能源, 以及挽回数以百亿、千亿元的腐蚀损失。

腐蚀结果表现为多种不同的类型, 在不同条件下引起金属腐蚀的原因不尽相同, 而且影响因素也非常复杂。因此, 根据不同的金属/介质体系和不同的工况条件, 迄今已发展出多种有效的防腐蚀技术(腐蚀控制措施), 内容非常丰富。每一种防腐蚀技术都有其适用范围和条件, 只要掌握了它们的原理、技术和工程应用条件, 就可以获得令人满意的防腐蚀效果, 对国民经济建设的贡献将是巨大的。

当前, 随着国民经济的迅速发展, 我国腐蚀科学和防腐蚀工程技术领域迎来了又一个春天。防腐蚀市场的发展和巨大需求, 给腐蚀科学和防腐蚀工程业界的广大科研人员和工程技术人员带来了极大的机遇。为和腐蚀作斗争, 满足国民经济的巨大需求, 就需要拥有大量高水平的科技人才和一支很大的防腐蚀从业人员队伍。在开展腐蚀科学研究、发展和推广应用防腐蚀技术、精心实施防腐蚀工程项目的同时, 我们还应高度重视防腐蚀教育工作, 培养一大批合格的、能满足国民经济需要的各类人才。

中国腐蚀与防护学会经国家主管部门授权,试点开展防腐蚀工程师(系列)技术资格认证工作。同时,对需要提高腐蚀与防护专业知识水平的人员,中国腐蚀与防护学会将组织专业培训和考试。为此中国腐蚀与防护学会组织编写了《防腐蚀工程师技术资格认证考试指南》(中国石化出版社出版,2005年1月)。为了适应防腐蚀工程师(系列)技术资格认证工作的需求,以及满足腐蚀学科与防腐蚀行业的科研人员和工程技术人员进一步学习的需要,中国腐蚀与防护学会和中国石化出版社又共同组织编写了一套《防腐蚀工程师必读丛书》。这套丛书包括《腐蚀和腐蚀控制原理》(林玉珍、杨德钧)、《工程材料及其耐蚀性》(左禹、熊金平)、《表面工程技术和缓蚀剂》(李金桂、郑家桑)、《阴极保护和阳极保护——原理、技术及工程应用》(吴荫顺、曹备)、《防腐蚀涂料与涂装》(高瑾、米琪)、《腐蚀试验方法及监测技术》(李久青、杜翠薇)共6册。在编写过程中,力求理论联系实际,深入浅出,通俗易懂,便于自学,尽可能结合防腐蚀工程案例,使它们既可作为技术资格认证培训的教学参考书,也可作为广大科技工作者的科技参考书。

丛书编委会由中国腐蚀与防护学会邀请本学科、本行业的专家教授组成。由于时间短促和限于作者水平,书中缺点错误在所难免,敬请广大读者指正;当然,作者和编委会努力将缺点错误减至最少。我们期望这套丛书对感兴趣的读者有所裨益,对我国的国民经济建设能有所贡献。

《防腐蚀工程师必读丛书》

编写委员会

前言

金属材料、无机材料、有机高分子材料和复合材料作为当今最重要的工程材料，广泛应用于国民经济各领域和日常生活中。腐蚀是导致材料服役性能下降、寿命缩短或失效的主要形式之一。由于材料腐蚀可能导致构件、设备与装置等各种工程设施不能正常运转，降低生产效率，增大能耗和原料消耗，甚至会造成装置或结构发生突发性失效以及爆炸、火灾、污染等灾难性事故；材料腐蚀后有相当一部分不能被回收，也加快了地球上宝贵的、不可再生的资源的耗竭速度。不同材料在不同的腐蚀环境中有其各自的特点和适应性，因此深入了解各种工程材料的耐腐蚀性和在不同环境中的腐蚀规律，对于合理选择和使用材料，延长材料的服役寿命以及降低各种装置的腐蚀失效风险有极其重要的意义和实际价值。

本书分为金属材料和非金属材料两大部分，包括黑色金属材料、有色金属材料、高分子材料、无机材料和复合材料等内容，基本上涵盖了当今社会所使用的主要工程材料。本书对于各种材料首先介绍材料的分类与基本特性，包括力学、物理和化学等性能，再重点介绍材料的基本性能与其腐蚀行为及在不同环境中的腐蚀倾向的关系，旨在使读者能够掌握材料耐腐蚀性的本质以及各种材料在不同环境中的适应性，从而能够正确地选材和用材。书中还列出了很多材料的耐腐蚀性能数据供参考。作者经历了 20 多年的腐蚀与防护专业的教学实践与科研工作，书中反映了国内外在材料耐蚀性和新型耐蚀材料方面的一些新的研究成果，具有一定的科学性和实用性。

本书为防腐蚀工程师必读丛书之一，主要对象是在工程一线从事防腐蚀技术工作的腐蚀工程师，同时也适用于从事腐蚀科学研究、设计、施工、生产等方面的工程技术人员和管理人员，以及高等学校材料专业的教师和学生参考。

在编写本书过程中，作者参阅了许多文献资料并借用相关数据，书后列出了这些文献的出处。在此向这些参考文献的作者及其相应出版单位深表感谢。

本书由北京化工大学左禹(金属材料部分)和熊金平(非金属材料部分)共同编写。由于作者水平有限，书中错误与不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编著者

目 录

第1篇 金属材料的耐蚀性

第1章 概述	(1)
1.1 金属材料耐蚀性特点和分类	(1)
1.1.1 金属的热力学稳定性	(1)
1.1.2 金属的钝化	(3)
1.1.3 金属表面的腐蚀产物膜	(3)
1.1.4 合金的腐蚀和耐蚀性	(4)
1.2 腐蚀介质的类别	(4)
1.2.1 大气	(4)
1.2.2 海水	(4)
1.2.3 土壤	(4)
1.2.4 酸	(5)
1.3 耐腐蚀材料的选用	(5)
1.3.1 腐蚀环境的调查	(5)
1.3.2 一般选用原则	(6)
第2章 铁碳合金的耐腐蚀性	(7)
2.1 铁碳合金的耐蚀性	(9)
2.2 碳钢在各种介质中的腐蚀行为	(11)
2.2.1 大气及水中的腐蚀	(11)
2.2.2 盐类溶液中的腐蚀	(12)
2.2.3 酸中的腐蚀	(12)
2.2.4 碱中的腐蚀	(13)
2.3 铸铁与耐蚀铸铁	(14)
2.3.1 铸铁	(14)
2.3.2 耐蚀铸铁	(14)
第3章 耐腐蚀低合金钢	(18)
3.1 耐腐蚀低合金钢的类别	(18)
3.2 合金元素对低合金钢耐腐蚀性的影响	(18)
3.3 耐大气腐蚀钢(耐候钢)	(19)
3.3.1 成分特点	(19)
3.3.2 我国的耐大气腐蚀低合金钢种	(19)
3.4 耐海水腐蚀低合金钢	(23)
3.4.1 海洋环境的腐蚀性特征	(23)

3.4.2	耐海水腐蚀钢的成分特点	(24)
3.4.3	国内外主要耐海水腐蚀钢种	(24)
3.5	耐硫酸露点腐蚀低合金钢	(28)
3.5.1	硫酸露点腐蚀	(28)
3.5.2	耐硫酸露点腐蚀钢种	(28)
3.6	耐硫化氢应力腐蚀开裂低合金钢	(29)
3.6.1	碳钢和低合金钢的硫化氢应力腐蚀开裂	(29)
3.6.2	影响应力腐蚀开裂的因素	(30)
3.6.3	耐硫化氢应力腐蚀破裂钢	(31)
3.7	抗氢、抗氮、抗氨作用低合金钢	(35)
3.7.1	氢、氮、氨与钢的作用	(35)
3.7.2	合金元素对钢的抗氢腐蚀性能的影响	(38)
3.7.3	抗氢、抗氮低合金钢	(38)
	参考文献	(41)
第4章	耐热钢与高温合金	(42)
4.1	绪论	(42)
4.1.1	抗氧化性	(42)
4.1.2	热强性	(43)
4.1.3	提高钢的热强性的方法	(44)
4.2	金属与合金的氧化	(44)
4.2.1	金属的氧化	(44)
4.2.2	合金的氧化	(46)
4.2.3	金属的硫化、碳化和氮化	(47)
4.2.4	氢腐蚀	(48)
4.2.5	热腐蚀	(48)
4.3	耐热钢	(50)
4.3.1	耐热钢种类及其组织	(51)
4.3.2	合金元素的作用	(51)
4.3.3	钢的组织结构的作用	(52)
4.3.4	典型耐热钢	(53)
4.3.5	铁基高温合金	(59)
4.4	镍基高温合金	(61)
4.4.1	合金种类	(61)
4.4.2	合金组织	(61)
4.4.3	合金元素的作用	(63)
4.4.4	合金的牌号与性能	(63)
4.5	耐热钢和高温合金的应用	(66)
4.5.1	航空发动机上的应用	(66)
4.5.2	航天火箭发动机上的应用	(67)
4.5.3	工业燃气轮机上的应用	(67)

4.5.4	汽车工业中的应用	(67)
4.5.5	石油化工工业中的应用	(68)
4.5.6	核能工业中的应用	(68)
4.5.7	水泥、搪瓷和玻璃工业中的应用	(69)
4.5.8	冶金工业中的应用	(69)
4.5.9	电力工业中的应用	(69)
参考文献		(70)
第5章 不锈钢		(72)
5.1	概述	(72)
5.1.1	不锈钢的分类	(72)
5.1.2	合金元素在不锈钢中的作用	(72)
5.1.3	不锈钢的耐蚀性特点	(73)
5.1.4	不锈钢的主要腐蚀类型	(73)
5.2	奥氏体不锈钢	(75)
5.2.1	奥氏体不锈钢的成分特点	(75)
5.2.2	物理、力学性能	(75)
5.2.3	加工性能	(78)
5.2.4	奥氏体不锈钢的耐蚀性	(80)
5.2.5	奥氏体不锈钢的应用	(84)
5.3	铁素体不锈钢和马氏体不锈钢	(84)
5.3.1	化学成分和力学性能	(84)
5.3.2	铁素体不锈钢的耐蚀性和应用	(87)
5.3.3	高纯铁素体不锈钢	(88)
5.3.4	马氏体不锈钢的耐蚀性和应用	(89)
5.4	铁素体-奥氏体双相不锈钢	(89)
5.4.1	化学成分和组织	(89)
5.4.2	物理、力学性能和耐蚀性	(90)
5.4.3	应用示例	(91)
5.5	沉淀硬化不锈钢	(92)
5.5.1	化学成分和组织	(92)
5.5.2	性能和应用	(92)
参考文献		(94)
第6章 铝和铝合金		(95)
6.1	概述	(95)
6.1.1	铝和铝合金的分类	(95)
6.1.2	铝的性能	(95)
6.1.3	铝表面的氧化膜	(96)
6.2	铝及铝合金的耐蚀性	(96)
6.2.1	铝合金在大气中的耐蚀性	(96)
6.2.2	铝合金在水中的耐蚀性	(97)

6.2.3	铝合金在土壤中的耐蚀性	(98)
6.2.4	铝合金在工业介质中的耐蚀性	(98)
6.3	铝合金	(99)
6.3.1	铸造铝合金	(100)
6.3.2	变形铝合金	(101)
6.4	铝合金的局部腐蚀	(104)
6.4.1	孔蚀	(104)
6.4.2	晶间腐蚀	(104)
6.4.3	应力腐蚀	(105)
6.5	铝及铝合金的应用	(106)
第7章	镍和镍合金	(107)
7.1	纯镍(Ni)	(107)
7.2	镍铜(Ni - Cu)合金	(108)
7.3	镍铬(Ni - Cr)合金	(110)
7.4	镍钼(Ni - Mo)合金	(111)
7.5	镍铬钼(Ni - Cr - Mo)合金	(112)
第8章	其他有色金属及合金	(115)
8.1	钛和钛合金	(115)
8.1.1	物理性能和力学性能	(115)
8.1.2	耐腐蚀性能	(116)
8.1.3	钛的特殊腐蚀形式	(117)
8.1.4	工业钛合金	(118)
8.1.5	耐蚀钛合金——钛钯合金(Ti - Pd 合金)	(119)
8.1.6	钛材的应用	(119)
8.2	镁及镁合金	(119)
8.2.1	概述	(119)
8.2.2	工业镁合金	(120)
8.2.3	镁及镁合金的腐蚀行为	(121)
8.2.4	镁及镁合金的耐蚀性	(122)
8.3	铜和铜合金	(125)
8.3.1	紫铜(纯铜)	(125)
8.3.2	黄铜	(126)
8.3.3	白铜	(127)
8.3.4	青铜	(127)
8.4	锆	(128)
8.4.1	锆的耐蚀性	(128)
8.4.2	锆的应用	(129)
8.5	铅与铅合金	(130)

参考文献	(131)
第9章 非晶态合金	(132)
9.1 非晶态合金的结构	(132)
9.1.1 非晶态合金的结构特点及其表征	(132)
9.1.2 非晶态结构模型	(133)
9.1.3 非晶态合金的结构缺陷	(134)
9.2 非晶态合金的形成和制备方法	(134)
9.2.1 非晶态合金形成的热力学与动力学	(134)
9.2.2 非晶态合金的制备方法	(135)
9.3 非晶态合金的性能	(137)
9.3.1 非晶态合金的磁学与电学性能	(137)
9.3.2 非晶态合金的力学性能	(140)
9.3.3 非晶态合金的催化性能和储氢性能	(143)
9.4 非晶态合金的应用	(144)
9.5 非晶态合金的耐蚀性	(144)
9.5.1 非晶态合金与晶态合金耐蚀性的差异	(144)
9.5.2 合金组成对耐蚀性的影响	(145)
9.5.3 非晶态合金的局部腐蚀	(147)
9.5.4 非晶态合金的氢致脆化	(148)
参考文献	(149)

第2篇 非金属材料的耐蚀性

第10章 非金属材料的腐蚀	(151)
10.1 腐蚀类型	(151)
10.1.1 按宏观腐蚀形态分类	(151)
10.1.2 按腐蚀机理分类	(151)
10.2 物理腐蚀	(151)
10.2.1 高分子材料的物理腐蚀	(152)
10.2.2 无机非金属材料物理腐蚀	(167)
10.3 化学腐蚀	(168)
10.3.1 有机高分子材料的化学腐蚀	(168)
10.3.2 无机非金属材料化学腐蚀	(171)
10.4 应力腐蚀开裂	(173)
10.4.1 开裂机理与种类	(173)
10.4.2 影响因素	(174)
10.5 大气老化	(177)
10.5.1 物理老化	(178)
10.5.2 化学老化	(179)
10.6 微生物腐蚀	(182)
10.6.1 微生物的种类及生存环境	(182)
10.6.2 微生物腐蚀特点	(182)

10.6.3	微生物腐蚀防护	(183)
10.7	复合材料的腐蚀	(183)
10.7.1	腐蚀原理及其影响因素	(184)
10.7.2	高分子基复合材料在水环境中的腐蚀	(184)
10.7.3	腐蚀与防护对策	(185)
第11章	合成树脂	(186)
11.1	酚醛树脂	(186)
11.1.1	酚醛树脂的基本概念、缩合过程及固化过程	(186)
11.1.2	酚醛树脂的固化	(187)
11.1.3	酚醛树脂的种类	(188)
11.1.4	酚醛树脂用助溶剂	(190)
11.1.5	酚醛树脂的性能	(190)
11.1.6	固化后的酚醛树脂的应用	(191)
11.2	环氧树脂	(193)
11.2.1	环氧树脂的缩合反应	(193)
11.2.2	环氧树脂的类型	(193)
11.2.3	环氧树脂的固化	(196)
11.2.4	环氧树脂的物理力学性能和耐化学腐蚀性	(200)
11.2.5	环氧树脂的应用	(202)
11.3	不饱和聚酯树脂	(203)
11.3.1	概述及定义	(203)
11.3.2	不饱和聚酯的种类及特性	(204)
11.3.3	不饱和聚酯的固化及助剂	(207)
11.3.4	不饱和聚酯的特性	(208)
11.3.5	不饱和聚酯的应用	(209)
11.4	呋喃树脂	(210)
11.4.1	呋喃树脂的类型	(210)
11.4.2	呋喃树脂的固化	(212)
11.4.3	呋喃树脂的辅助剂	(213)
11.4.4	呋喃树脂的特性	(213)
11.4.5	呋喃树脂的应用	(214)
11.5	复合树脂	(215)
11.5.1	甲基丙烯酸环氧树脂	(215)
11.5.2	双酚 A 型聚酯树脂	(215)
第12章	常用塑料	(216)
12.1	聚氯乙烯	(218)
12.1.1	聚氯乙烯的物理、力学性能	(218)
12.1.2	聚氯乙烯的耐化学腐蚀性	(218)
12.1.3	聚氯乙烯的应用	(221)
12.2	聚乙烯	(221)

12.2.1	聚乙烯的物理、力学性能	(221)
12.2.2	聚乙烯的耐化学腐蚀性	(222)
12.2.3	聚乙烯的应用	(223)
12.3	聚丙烯	(223)
12.3.1	聚丙烯的物理、机械性能	(224)
12.3.2	聚丙烯的耐化学腐蚀性	(224)
12.3.3	聚丙烯的应用	(226)
12.4	氟塑料	(227)
12.4.1	聚四氟乙烯塑料	(227)
12.4.2	聚三氟氯乙烯塑料	(229)
12.4.3	聚全氟乙丙烯塑料	(231)
12.5	酚醛塑料	(233)
12.6	耐高温聚合物塑料	(234)
12.6.1	聚苯硫醚	(234)
12.6.2	有机硅	(236)
12.6.3	聚酰亚胺	(237)
12.7	其他工程塑料	(245)
12.7.1	有机玻璃	(245)
12.7.2	ABS 塑料	(245)
12.7.3	聚酰胺塑料	(247)
12.7.4	聚苯乙烯塑料	(249)
12.7.5	聚甲醛塑料	(249)
12.7.6	氯化聚醚塑料	(251)
12.7.7	聚醚醚酮	(253)
12.7.8	聚砜塑料	(255)
12.7.9	聚苯醚	(256)
12.7.10	聚碳酸酯	(257)
12.7.11	泡沫塑料	(259)
12.7.12	塑料合金	(260)
第 13 章	橡胶	(262)
13.1	天然橡胶	(263)
13.1.1	相对分子质量和相对分子质量分布	(263)
13.1.2	分子排列方式	(264)
13.1.3	天然橡胶的基本特性	(264)
13.1.4	固体天然橡胶的化学组分	(265)
13.1.5	固体天然橡胶的物理性能	(265)
13.2	合成橡胶	(269)
13.2.1	氯化橡胶	(269)
13.2.2	丁苯橡胶	(269)
13.2.3	氯丁橡胶	(273)

13.2.4	丁腈橡胶	(275)
13.2.5	氯磺化聚乙烯	(278)
13.2.6	乙丙橡胶	(281)
13.2.7	聚丁二烯橡胶	(282)
13.2.8	丙烯酸酯橡胶	(285)
第14章 耐腐蚀无机非金属材料		(289)
14.1	陶瓷材料	(289)
14.1.1	基本概念	(289)
14.1.2	组织结构	(289)
14.1.3	陶瓷的力学与物理性能	(290)
14.1.4	热性能	(290)
14.1.5	化学稳定性	(291)
14.1.6	陶瓷腐蚀的基本原理	(291)
14.1.7	陶瓷的分类	(291)
14.2	化工陶瓷(耐酸陶瓷)	(292)
14.2.1	概述	(292)
14.2.2	化工陶瓷的主要性能	(292)
14.2.3	品种和用途	(295)
14.3	工程陶瓷	(295)
14.3.1	概述	(295)
14.3.2	工程陶瓷的种类和分类	(295)
14.3.3	工程陶瓷的主要性能	(296)
14.3.4	品种、用途和性能	(297)
14.4	玻璃	(301)
14.4.1	概述	(301)
14.4.2	玻璃的基本特征	(301)
14.4.3	玻璃的组成	(302)
14.4.4	玻璃的性能	(302)
14.4.5	化工玻璃	(303)
14.5	化工搪瓷	(307)
14.5.1	概述	(307)
14.5.2	瓷釉层及其在钢表面上的搪烧	(307)
14.5.3	化工搪瓷设备的性能	(307)
14.5.4	化工搪瓷设备的维护与修补	(307)
14.5.5	化工搪瓷产品	(308)
14.6	铸石	(308)
14.6.1	概述	(308)
14.6.2	化学成分和用途	(308)
14.6.3	性能	(309)
14.7	水泥	(310)

14.7.1	概述	(310)
14.7.2	水泥的分类	(310)
14.7.3	水泥的基本特征	(311)
14.7.4	耐蚀水泥及其品种	(312)
第15章	炭、石墨材料	(317)
15.1	基本特性和分类	(317)
15.1.1	晶体结构	(317)
15.1.2	物理性能	(317)
15.1.3	化学性能	(319)
15.1.4	分类	(319)
15.2	不透性石墨	(320)
15.2.1	概述	(320)
15.2.2	不透性石墨的种类	(321)
15.2.3	不透性石墨的性能	(326)
第16章	复合材料	(328)
16.1	概述	(328)
16.2	复合材料的分类	(328)
16.3	基体与增强体	(329)
16.3.1	基体材料	(329)
16.3.2	增强体材料	(330)
16.3.3	晶须增强体	(331)
16.3.4	织物增强体	(331)
16.4	树脂基复合材料	(332)
16.4.1	概述	(332)
16.4.2	树脂基复合材料的基本特性	(332)
16.5	金属基复合材料	(335)
16.5.1	金属基复合材料的种类	(335)
16.5.2	金属基复合材料的制备方法和特点	(335)
16.5.3	金属基复合材料的应用	(337)
16.6	陶瓷基复合材料	(337)
16.6.1	制备方法和特点	(337)
16.6.2	陶瓷基复合材料的种类和基本性能	(338)
16.6.3	陶瓷基复合材料的应用	(339)
参考文献		(341)

第 1 篇 金属材料的耐蚀性

第 1 章 概 述

1.1 金属材料耐蚀性特点和分类

金属材料在服役过程中可能遇到的腐蚀环境类型非常复杂,影响腐蚀过程的条件和因素往往各不相同,腐蚀形式也多有变化。同一种金属材料在一些环境中耐腐蚀,在另外一些环境中则不耐腐蚀。掌握各种材料在不同类型环境中的腐蚀规律、主要影响因素和耐蚀性特点,根据应用环境正确地选择材料,是提高材料可靠性和环境适应性,延长使用寿命的最基本、最重要的环节。

纯金属耐腐蚀的原因有以下三个方面:一是由于自身的热力学稳定性而耐蚀;二是由于钝化而耐蚀;三是由于形成有保护作用的腐蚀产物膜而耐蚀。工程材料绝大多数是合金,合金的耐蚀性仍然决定于上述三方面的因素。加入适当的合金化元素,可以进一步提高材料的热力学稳定性,或提高材料钝化能力及形成表面保护膜的能力,从而大大地提高材料的耐蚀性。

1.1.1 金属的热力学稳定性

金属在水溶液中的腐蚀反应是由金属氧化为金属离子和溶液中去极化剂还原这一对共轭电化学反应构成的,即:



式中, O 和 R 分别代表去极化剂的氧化态和还原态。上述两反应的倾向性由有关物质的化学位决定,根据化学位可以导出反应的平衡电极电位为

$$E_e = E^\circ + RT \ln a_{M^{n+}} / nF \quad (1-3)$$

$$E'_e = E^{\circ'} - RT \ln a_{M^{n+}} / nF \quad (1-4)$$

式中 R——气体常数;

T——绝对温度;

n——参加电极反应的电子数;

F——法拉第常数;

$a_{M^{n+}}$ ——金属 M 的活度。

共轭反应式(1-1)和式(1-2)发生的热力学条件是去极化剂 O 还原反应的平衡电位 E'_e 高于金属 M 氧化反应的平衡电位 E_e ,二者差值越大,腐蚀反应的热力学倾向就越大。因此,无论何种金属,在特定环境中能否发生腐蚀取决于该环境中是否存在与金属溶解反应相比其氧化还原平衡电位更正的去极化剂。金属在水溶液中发生腐蚀时,大多数情况下去极化剂是溶液中的氢离子或氧,阴极反应为

