

TB304  
L31

工人岗位培训实用技术读本

# 防 腐 蚀 衬 里 技 术

吉化公司 组织编写  
李逢春 刘 波 等主编



A1065023

化 学 工 业 出 版 社

工业装备与信息工程出版中心

·北 京·

## 前 言

由中国化工机械动力技术协会与吉林化学工业公司共同组织编写的《技术工人岗位培训读本》，包括《电焊工》、《气焊工》、《检修钳工》、《管工》、《铆工》、《起重工》、《维修电工》、《仪表维修工》共8个分册，于2001年年初由化学工业出版社出版发行后，得到了广大读者，尤其是工人读者的厚爱，至今已销售80000余册。

为了满足更广泛的企业技术工人岗位培训的需要，不断提高技术工人的专业技术水平，增强技术工人在科技飞速发展形势下的技术素质以及在市场经济体制下的竞争能力，中国化工机械动力技术协会与吉化公司决定共同组织编写《工人岗位培训实用技术读本》(以下简称《读本》)，包括《电镀技术》、《防腐蚀衬里技术》、《工业清洗技术》、《热处理技术》、《无损检测技术》、《堵漏技术》、《管道施工技术》、《电机修理技术》、《工厂供电技术》、《仪器分析技术》共10个分册。

这套《读本》主要具有以下特点。

(1) 实用性。由长期工作在生产一线、具有丰富实践经验的工程师、高级技师编写，注重解决生产实践中的难题，注重提高技术工人的素质和能力，特别是技术工人取证后素质和能力的培养、提高。

(2) 技能性。不刻意强调知识的系统性和完整性，而是注重知识和技能의 紧密联系，突出技能和技巧。

(3) 通用性。以化工行业为基础编写，但不局限于化工行业，而是拓展到其他领域。特别是在举例方面，充分照顾到不同行业的通用性。

(4) 新颖性。既介绍常用的、传统的技术、工艺、方法，又介

绍新技术、新工艺、新方法，尤其是当前企业中运用比较普遍或成熟的。

(5) 广泛性。既满足大型企业技术工人提高技能的要求，又照顾到中、小型企业技术工人生产实践的需要。

《防腐蚀衬里技术》是这套《读本》的其中之一。

腐蚀是材料在环境的作用下引起的破坏或变质现象。据统计，在许多工业发达国家中，因腐蚀而造成的经济损失约占国民生产总值的1%~4%。因腐蚀而造成的人员伤亡事故也时有发生。对在腐蚀环境下工作的设备进行衬里施工，是解决腐蚀问题的有效途径之一。本书主要阐述了聚氯乙烯塑料衬里、玻璃钢衬里、砖板衬里、橡胶衬里、铅衬里、不锈钢衬里、钛及钛合金衬里、特殊金属材料衬里等结构要求和施工技术，以及质量检验和缺陷处理等。可操作性强，对提高技术工人的专业技术水平具有指导意义。

本书第1~4章、第7、8章由李逢春编写，第5、6章由刘波编写，第9、10章由孙景荣编写。全书由王均恒、孙景荣审核。

由于编者水平有限，不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2002年6月

# 目 录

<b>第 1 章 腐蚀和防护</b> .....	1
1 概述 .....	1
1.1 腐蚀 .....	1
1.2 金属腐蚀的分类 .....	1
2 腐蚀的危害性 .....	4
3 腐蚀的评定方法 .....	5
3.1 金属材料腐蚀的评定方法 .....	5
3.2 非金属材料腐蚀的评定方法 .....	6
4 化工设备的腐蚀和防护 .....	7
4.1 腐蚀的影响因素 .....	7
4.2 防腐蚀的方法 .....	9
5 耐腐蚀材料 .....	14
5.1 耐腐蚀金属材料 .....	14
5.2 耐腐蚀非金属材料 .....	22
<b>第 2 章 防腐蚀施工的表面处理技术</b> .....	45
1 概述 .....	45
2 防腐蚀设备的要求 .....	45
2.1 金属设备的要求 .....	45
2.2 水泥设备及构件的要求 .....	47
3 表面处理施工技术 .....	48
3.1 金属表面预处理等级规定 .....	48
3.2 金属表面除油 .....	49
3.3 金属表面除锈 .....	51
3.4 混凝土表面预处理 .....	57
3.5 塑料表面预处理 .....	59
3.6 木材表面预处理 .....	60
3.7 玻璃和陶瓷表面预处理 .....	62

<b>第3章 聚氯乙烯塑料衬里和整体设备</b>	63
1 硬聚氯乙烯塑料及其性能	64
1.1 物理性能	65
1.2 力学性能	66
1.3 耐腐蚀性能	69
2 聚氯乙烯塑料施工技术	70
2.1 硬聚氯乙烯塑料的机械加工	70
2.2 硬聚氯乙烯的热成型	71
2.3 硬聚氯乙烯塑料的焊接	78
3 硬聚氯乙烯塑料衬里	88
3.1 松套衬里	89
3.2 螺栓固定衬里	89
3.3 粘贴衬里	90
4 软聚氯乙烯塑料衬里	91
4.1 软聚氯乙烯塑料的组分及性能	91
4.2 软聚氯乙烯衬里方法	92
5 整体硬聚氯乙烯设备制造	97
5.1 壁厚计算	97
5.2 结构设计	99
5.3 板材的预处理	103
5.4 下料	104
5.5 热成型	104
5.6 组装	104
5.7 焊接	105
5.8 检查	106
6 硬聚氯乙烯管道连接和安装	106
6.1 硬聚氯乙烯管的规格和技术条件	107
6.2 管道的连接	108
6.3 管道配件及其成型	111
6.4 热延伸补偿器	112
6.5 衬托和支架	114
6.6 管道的安装和注意事项	114
7 其他常用工程塑料	115

7.1	聚丙烯塑料	115
7.2	聚乙烯塑料	122
7.3	含氟塑料	125
7.4	氯化聚醚塑料	129
7.5	ABS塑料	130
7.6	石棉酚醛塑料	131
8	施工中安全防护技术	135
<b>第4章</b>	<b>玻璃钢及其衬里</b>	<b>137</b>
1	玻璃钢的性能和选择	137
1.1	玻璃钢的材料及其性能	137
1.2	玻璃钢的选用	159
2	玻璃钢施工方法	161
3	玻璃钢衬里施工技术	162
3.1	手糊法玻璃钢衬里施工准备	164
3.2	分层间断贴衬法施工	166
3.3	多层连续贴衬法施工	168
3.4	玻璃钢的热处理	169
3.5	质量检查	172
3.6	玻璃钢衬里施工中的几个问题及解决办法	173
4	整体玻璃钢设备成型技术	176
4.1	整体玻璃钢设备的结构特点	177
4.2	整体玻璃钢设备的施工工艺	178
5	玻璃钢管及管件制作与连接	185
5.1	玻璃钢管的手工缠绕成型	185
5.2	玻璃钢管的机械缠绕成型	186
5.3	玻璃钢管件的制作	186
5.4	玻璃钢管的质量检查	188
5.5	玻璃钢管道的连接方法	189
5.6	玻璃钢管及管件在施工和使用中的几个问题	189
6	玻璃钢质量检验与缺陷修复	191
6.1	玻璃钢的质量检验	191
6.2	缺陷的修复	191
7	施工安全技术和劳动保护	194

<b>第 5 章 砖板衬里</b> .....	197
1 耐腐蚀砖板和胶泥 .....	198
1.1 耐腐蚀砖板 .....	198
1.2 耐腐蚀胶泥 .....	202
1.3 辅助材料 .....	215
2 砖板衬里施工工艺 .....	216
2.1 衬里材料的选择 .....	216
2.2 胶泥的配制与固化 .....	220
2.3 衬里结构的选择 .....	226
2.4 衬里施工工艺 .....	233
2.5 衬里施工设备及工、器具 .....	237
2.6 主要参数的确定与计算 .....	239
3 质量检验和缺陷处理 .....	241
3.1 砖板衬里的质量标准 .....	241
3.2 砖板衬里的质量检验 .....	242
3.3 砖板衬里施工缺陷处理 .....	243
4 砖板衬里设备使用 .....	244
4.1 砖板衬里设备检修和使用注意事项 .....	244
4.2 检修方法 .....	244
5 砖板衬里施工的安全和劳动保护 .....	245
<b>第 6 章 橡胶衬里</b> .....	248
1 橡胶的种类和性能 .....	249
1.1 天然橡胶 .....	249
1.2 合成橡胶 .....	251
1.3 生胶板的组成及作用 .....	254
1.4 衬里常用胶板种类、牌号及配方 .....	256
1.5 橡胶板的加工 .....	257
1.6 常用胶板的规格及技术要求 .....	260
2 橡胶衬里的选择 .....	261
2.1 橡胶衬里的选用 .....	261
2.2 对衬胶设备的要求 .....	263
2.3 节点结构 .....	266
2.4 管件结构 .....	268

3	橡胶衬里的施工技术 .....	269
3.1	橡胶与金属结合机理及影响因素 .....	269
3.2	橡胶衬里的施工 .....	270
3.3	施工设备与工、器具 .....	289
3.4	贮存与运输 .....	291
4	橡胶衬里的质量检验 .....	291
5	橡胶衬里缺陷修补 .....	293
5.1	玻璃钢-树脂胶泥修补法 .....	294
5.2	用原衬里层同种牌号的胶板修补法 .....	295
5.3	氯丁胶液修补法 .....	295
5.4	预硫化胶板(丁基橡胶)修补 .....	295
6	橡胶衬里其他施工 .....	295
6.1	胶板 .....	296
6.2	施工工艺 .....	297
6.3	其他预硫化橡胶 .....	300
6.4	自然硫化胶板 .....	301
7	施工的安全技术与劳动保护 .....	304
<b>第7章</b>	<b>铅衬里 .....</b>	<b>306</b>
1	铅的性质和应用 .....	306
1.1	铅的物理力学性能 .....	306
1.2	铅的耐腐蚀性能 .....	307
1.3	杂质对铅性能的影响 .....	308
1.4	铅在工业中的应用 .....	309
1.5	搪铅、衬铅和硬铅特性的比较 .....	309
2	铅焊工艺 .....	311
2.1	铅焊的特点 .....	311
2.2	铅焊工具 .....	312
2.3	热源的选择 .....	313
2.4	铅焊施工前的准备和要求 .....	316
2.5	铅板的焊接 .....	318
2.6	管材的焊接 .....	325
2.7	管件的煨制方法 .....	329
2.8	硬铅件的模铸 .....	331



3	铅衬里的施工技术 .....	332
3.1	铅衬里施工前的准备 .....	332
3.2	铅衬里的固定方法 .....	333
3.3	铅衬里的焊缝安排 .....	335
3.4	铅衬里缺陷和质量检查方法 .....	336
3.5	典型设备衬里举例 .....	339
4	搪铅施工技术 .....	339
4.1	搪铅及其应用 .....	340
4.2	搪铅施工前的准备 .....	340
4.3	设备表面的处理方法 .....	341
4.4	搪铅焊剂的配制和原理 .....	342
4.5	搪铅火焰的选择 .....	344
4.6	搪铅的方法 .....	344
4.7	搪铅层的缺陷和消除方法 .....	346
4.8	搪铅的质量检查方法 .....	347
5	铅衬里施工的安全技术和劳动保护 .....	348
5.1	中毒 .....	348
5.2	铅、铋中毒的症状 .....	349
5.3	铅、铋中毒的预防 .....	350
5.4	其他安全注意事项 .....	351
<b>第 8 章</b>	<b>不锈钢衬里 .....</b>	<b>353</b>
1	不锈钢衬里结构材料的选择 .....	353
2	不锈钢衬里方法 .....	354
2.1	塞孔焊法 .....	354
2.2	条焊衬里法 .....	356
2.3	螺钉固定衬里法 .....	358
2.4	爆炸衬里法 .....	358
2.5	整体松衬里法 .....	359
2.6	不锈钢衬里层的处理 .....	360
2.7	不锈钢衬里的检验 .....	361
2.8	水压试验 .....	361
3	不锈钢复合板和应用技术 .....	362
3.1	不锈钢复合板的生产程序 .....	362

3.2	不锈钢复合板的品种及规格 .....	362
3.3	不锈钢复合板的性能与使用范围 .....	363
3.4	不锈钢复合板材料的选用 .....	366
3.5	不锈钢复合板设备的制造 .....	366
4	不锈钢堆焊覆层 .....	372
<b>第9章</b>	<b>钛及钛合金衬里 .....</b>	<b>376</b>
1	钛及钛合金概述 .....	376
1.1	工业上常用的钛和钛合金 .....	376
1.2	耐蚀钛和钛合金 .....	376
2	钛金属的性能 .....	380
2.1	钛的物理性能 .....	380
2.2	钛的化学性能 .....	382
2.3	钛及钛合金的力学性能 .....	386
3	钛衬里设备制造 .....	389
3.1	钛衬里的结构形式与衬里方法 .....	390
3.2	钛衬里制造 .....	397
4	钛衬里的焊接 .....	407
4.1	钛的焊接特点 .....	407
4.2	钛的焊接方法和工艺 .....	408
5	钛衬里的表面处理 .....	413
5.1	钛表面的机械处理 .....	414
5.2	钛衬里的酸洗、纯化 .....	414
6	钛衬里的制造要求和检验 .....	415
6.1	钛衬里的制造要求 .....	415
6.2	钛衬里的焊接要求 .....	416
6.3	钛衬里的检验 .....	417
<b>第10章</b>	<b>特殊金属材料衬里 .....</b>	<b>422</b>
1	镍和镍合金衬里 .....	422
1.1	镍的基本性能 .....	422
1.2	镍衬里制造 .....	423
1.3	镍和镍合金的焊接 .....	427
1.4	镍和镍合金衬里设备的应用 .....	430
2	高硅不锈钢衬里 .....	430

2.1	高硅不锈钢简介 .....	430
2.2	高硅不锈钢衬里制造 .....	431
2.3	高硅不锈钢的焊接 .....	431
2.4	高硅不锈钢衬里设备应用 .....	432
3	000Cr26Mo1 超纯铁素体不锈钢衬里 .....	432
3.1	000Cr26Mo1 钢简介 .....	432
3.2	000Cr26Mo1 钢衬里制造 .....	433
3.3	000Cr26Mo1 钢的焊接 .....	434
3.4	000Cr26Mo1 钢衬里设备应用 .....	437
<b>参考文献</b> .....		<b>438</b>

# 第 1 章 腐蚀和防护

## 1 概述

腐蚀是常见的一种现象，普遍存在于我们周围。随着科学技术的不断发展，这种现象越来越为突出，有时还制约了一些领域的发展。

为了更好地使从事防腐设计、施工人员了解腐蚀与防护知识，本章主要介绍有关腐蚀与防护的基本原理及其影响因素，以及常用的耐腐蚀材料的基本性能。

### 1.1 腐蚀

腐蚀现象在人们的生活中常常遇到。例如，家庭中的铁制品（刀、铁锅、钢窗等），工厂的设备、管道，火车、轮船、桥梁、铁塔等，经过一段时间的使用，就会生锈；塑料、橡胶制品、混凝土等发生龟裂、溶胀、溶解，从而使其丧失强度。

腐蚀是指材料在环境的作用下引起的破坏或变质现象。这里所说的材料包括金属材料和非金属材料。金属腐蚀是指金属和周围介质发生的化学或电化学反应而引起的破坏，有时还伴随有机械、物理或生物的作用。非金属腐蚀是指非金属材料由于直接的化学作用或物理作用（氧化、溶解、溶胀、老化等）所引起的破坏。

### 1.2 金属腐蚀的分类

为了更好地了解金属遭到腐蚀后有哪些现象和内在的变化，我们把金属腐蚀进行分类。一般根据腐蚀机理、腐蚀破坏的形式和腐蚀环境等几个方面进行分类。

#### 1.2.1 按腐蚀机理分类

根据腐蚀机理，金属腐蚀可分为化学腐蚀和电化学腐蚀两大类。

(1) 化学腐蚀 是指金属和纯的非电解质直接发生纯化学作用而引起的金属破坏。例如，铝在纯三氯甲烷、四氯化碳和乙醇中的

腐蚀以及金属在高温气体中的氧化等都属于化学腐蚀。实际上，单纯的化学腐蚀是很少见的，因为在上述腐蚀介质中往往含有少量的水分而使金属的化学腐蚀转变为电化学腐蚀。

(2) 电化学腐蚀 是指金属和电解质发生电化学作用而引起的金属破坏。例如，钢铁在酸、碱、盐溶液中的腐蚀都属于电化学腐蚀。在这个过程中存在着阳极反应和阴极反应，并有电流产生，是一种最普遍的腐蚀现象。电化学腐蚀造成的损失也最为严重。

### 1.2.2 按腐蚀破坏形式分类

金属腐蚀的破坏形式多种多样，但无论哪种形式，腐蚀一般总是从金属表面开始，并可通过肉眼、放大镜或显微镜等进行观察分析。根据腐蚀破坏的形式，金属腐蚀可分为全面腐蚀和局部腐蚀两大类。

(1) 全面腐蚀（亦称为均匀腐蚀） 是指腐蚀作用以基本相同的速度在整个金属表面同时进行。例如，碳钢在强酸、强碱中发生的腐蚀一般都是全面腐蚀。由于这种腐蚀可以根据各种材料和腐蚀介质的性质，测算出它的腐蚀速度，这样就可设计时留出一定的腐蚀裕度。所以，全面腐蚀的危害性一般较小。

(2) 局部腐蚀 是指腐蚀作用仅发生在金属某一局部区域，而其他部位基本上没有发生腐蚀；或者金属某一部位的腐蚀速度比其他部位的腐蚀速度快得多，甚至造成在难以预料的情况下突然发生破坏。所以，金属局部腐蚀的危害性大于金属全面腐蚀的危害性。最常见且危害较大的局部腐蚀破坏形式有以下几种。

① 小孔腐蚀（亦称点腐蚀） 是指金属表面某一局部区域出现向深处发展的小孔，且其他部位不腐蚀或有轻微的腐蚀。它的特点是腐蚀的孔深大于孔径。它在金属表面呈分散状态分布，也有呈密集状态的。腐蚀孔一旦形成，便有向纵深加速进行的作用。具有自钝化能力的金属材料，如不锈钢、钛及其合金、铝及其合金等，在含有氯离子的介质中，最容易发生小孔腐蚀。

② 应力腐蚀破裂 是指金属材料在固定拉应力和特定介质的共同作用下引起的腐蚀破裂。应力腐蚀开裂的特点主要是在金属局

部区域出现的从表及里的腐蚀裂纹，裂纹的形式有穿晶型、晶界型和混合型三种，破裂口呈现出脆性断裂的特征。例如，在固定的拉伸应力作用下，奥氏体不锈钢在氯化物溶液中容易产生应力腐蚀；黄铜在含氨蒸汽中容易产生应力腐蚀；熬碱锅的“碱脆”现象等都是典型的应力腐蚀破裂。

③ 晶间腐蚀 是指仅发生在金属晶粒边界或邻近区域的一种腐蚀现象。晶间腐蚀可使晶粒间的结合力大大削弱，严重时可使金属的机械强度完全丧失，造成设备发生突然破坏，危险性较大。晶间腐蚀的特点是金属表面无明显变化，但强度已经降低，甚至完全丧失，而且失去金属音响。通常可用敲击金属材料的方法来检查，若无金属音响和易碎裂，则可能存在晶间腐蚀。不锈钢、镍基合金、铝合金、镁合金等都是晶间腐蚀敏感性较高的材料。不同的材料在不同的介质中产生的晶间腐蚀的机理也不一样。最常见的是奥氏体不锈钢在氧化性或弱氧化性介质中发生的晶间腐蚀。

④ 缝隙腐蚀 是指在金属与金属、或金属与非金属之间形成特别小的缝隙（其宽度一般为 0.025~0.1mm）内发生的金属腐蚀。缝隙腐蚀是一种很普遍的腐蚀现象，几乎所有金属材料都会发生。例如，法兰连接面、螺母压紧面、焊缝气孔、锈层，以及沉积在金属表面的泥砂、积垢、杂屑等，都会形成缝隙而使金属发生缝隙腐蚀。

⑤ 电偶腐蚀（亦称接触腐蚀） 指在同一介质中，两种不同腐蚀电位的金属互相接触而引起电位较低的金属在接触部位发生局部腐蚀。这是常见的腐蚀现象。例如，碳钢和黄铜在海水中互相接触，由于这两种金属在海水中的腐蚀电位不同，它们之间会形成一个宏观的电偶腐蚀电池，这种腐蚀电位较低的碳钢成为阳极而被腐蚀。

⑥ 氢腐蚀 是指在生产过程中，由于各种化学或电化学反应（包括腐蚀反应）所产生的原子态氢，扩散到金属内部而引起的各种破坏。主要有三种形态。第一是氢鼓泡，这是指原子态的氢扩散到金属内部的一些空穴，并结合为氢分子，由于氢分子不能扩散，就会在空穴内积累而形成巨大的内压，引起金属表面鼓泡，甚至破

裂，含有硫化物、砷化物和氰化物等有害杂质，易产生此种形态；第二是氢脆，这是由于氢原子进入金属内部后，使金属晶格产生高度变形，从而降低了金属的韧性和延性，引起金属脆化；第三是氢蚀，高温高压下的氢原子进入金属内部，与金属中的一种组分或元素产生化学反应，从而引起金属的破坏。

### 1.2.3 按腐蚀环境分类

因为金属在各种环境中都可能发生腐蚀，所以金属腐蚀又可按腐蚀环境分类。不过这种分类方法不十分严密，但可以从宏观的环境因素帮助分析和认识腐蚀的规律。如化学介质腐蚀、大气腐蚀、高温腐蚀、海水腐蚀、土壤腐蚀等等。

## 2 腐蚀的危害性

腐蚀给人类的生活和生产活动带来的危害和损失，超过了火灾、风灾、水灾和地震等自然灾害造成损失的总和，可以说腐蚀也是一大灾害。

(1) 造成金属材料的损失 金属材料在各种环境中都可能发生腐蚀，使大量的钢铁变成铁锈。全世界每 10t 钢铁中就有 3t 因腐蚀而报废，其中 1t 完全变成无用的铁锈，无法回收。

(2) 造成巨大的经济损失 腐蚀不仅大量吞噬钢材，同时由于腐蚀而使设备过早报废，有时还具有较大的危险性。这不仅会造成巨大的经济损失，而且会造成惨重的人员伤亡事故。

(3) 损害社会效益 腐蚀会引起机器设备、厂房建筑的破坏，从而酿成事故。特别是石油化工生产中腐蚀问题更加严重，甚至会引起火灾、爆炸，威胁人们的身体健康和生命安全。腐蚀问题是一个重大的不安全因素，直接损害社会效益。同时因腐蚀问题也直接影响许多新技术、新工艺的实施，尤其在一些化工产品开发方面，往往因为设备防腐蚀问题解决不了，就不能投入生产。

做好防腐蚀工作，不但可以节省大量资金和金属材料，避免巨大的经济损失，而且还可以防止许多恶性事故的发生，同时对促进新技术、新工艺的发展也是必不可少的。合理地应用已有的防腐蚀

技术，就可以解决大量的腐蚀问题，从而大大减少由于腐蚀造成的损失。

### 3 腐蚀的评定方法

#### 3.1 金属材料腐蚀的评定方法

金属材料遭受腐蚀后，其外观形态、质量、外形尺寸、机械强度、组织结构等都会发生变化。根据这些物理和机械性能的变化，可以评定金属的腐蚀程度。由于腐蚀破坏的形式多种多样，所以评定腐蚀程度的方法也很多。

##### 3.1.1 全面腐蚀的评定

通常是用腐蚀前后金属质量或厚度的变化来表示其平均腐蚀率。

(1) 根据质量的变化评定 在腐蚀过程中，由于金属的溶解或腐蚀产物在其表面的积存，致使腐蚀后的金属质量减少或增加。根据这种变化，以被腐蚀金属的单位面积 ( $m^2$ ) 在单位时间 (h) 内由于腐蚀而引起的质量 (g) 变化来评定其腐蚀程度。可用下面公式计算其腐蚀速度：

$$K_{\text{质量}} = \frac{g_0 - g_1}{S_0 t}$$

式中  $K_{\text{质量}}$ ——腐蚀速度， $g/(m^2 \cdot h)$ ；

$g_0$ ——腐蚀前质量，g；

$g_1$ ——腐蚀后质量，g；

$S_0$ ——被腐蚀面积， $m^2$ ；

$t$ ——腐蚀时间，h。

(2) 根据厚度变化评定 金属腐蚀后，外形尺寸会发生变化，一般都是减薄。我们可以根据单位时间 (a) 内金属因腐蚀而减薄的尺寸 (腐蚀深度，mm) 来评定其腐蚀程度。这种评定方法能更直观地反映出全面腐蚀的严重程度，具有更大的实用意义。因为它可以直接估算出设备的使用寿命，同时对不同密度的金属腐蚀程度可以进行直接比较。其腐蚀速度可用下列公式计算：



$$K_{\text{深度}} = \frac{K_{\text{质量}}}{d_{\text{金属}}} \times \frac{24 \times 365}{1000} = 8.76 \frac{K_{\text{质量}}}{d_{\text{金属}}}$$

式中  $K_{\text{深度}}$ ——腐蚀速度，mm/a；

$K_{\text{质量}}$ ——腐蚀速度，g/(m<sup>2</sup>·h)；

$d_{\text{金属}}$ ——金属的密度，g/cm<sup>3</sup>。

为了比较各种金属材料的耐腐蚀性能和选材的方便，根据金属材料腐蚀速度（ $K_{\text{深度}}$ ）的大小，可将金属材料的耐腐蚀性分为四个等级，如表 1-1 所列。

表 1-1 金属耐腐蚀性的四级标准

级别	腐蚀率/(mm/a)	评价	级别	腐蚀率/(mm/a)	评价
一	<0.05	优良	三	0.5~1.5	可用,但腐蚀较重
二	0.05~0.5	良好	四	>1.5	不适用,腐蚀严重

### 3.1.2 局部腐蚀的评定

由于金属的局部腐蚀破坏的形式很多，其反映在物理和机械性能方面的变化也不相同。例如，小孔腐蚀仅在小孔部位反映出腐蚀深度的变化，但在其他部位基本上无变化。又如晶间腐蚀，虽然金属的质量和外形尺寸都没明显的变化，但其机械强度却变化很大。但对于局部腐蚀就不能用上述简单的质量或外形尺寸变化来进行评定，而要根据具体的腐蚀形式，采用相应的、能真实反映其物理机械性能变化的指标来评定。对于晶间腐蚀和应力腐蚀，可用测试金属腐蚀前后的机械强度变化来评定。

### 3.2 非金属材料腐蚀的评定方法

非金属材料的腐蚀与金属的腐蚀是有本质差别的。它主要是环境介质向材料内部渗透、扩散，引起化学反应、溶胀、溶解以及应力开裂等形式的破坏。

对于非金属材料的腐蚀程度，目前还没有很好的评定方法。它不能像金属材料那样用腐蚀率作标准来评定其耐蚀性。通常是以材料的失去强度（%）、增减质量（%）和外形破坏的描述等作为综