

CP 腐蚀与防护全书

防 锈 技 术

中国腐蚀与防护学会 主编
周 静 好 编著

1.4

化学工业出版社

腐 蚀 与 防 护 学 书

防 锈 技 术

中国腐蚀与防护学会 主编

周 静 好 编 著

化 学 工 业 出 版 社

内 容 提 要

金属制品在储运期间其裸露面常因受大气中潮湿或污染物的作用而腐蚀生锈。该分册介绍了金属制品在此期间进行防护的前处理过程,详细介绍了各种防锈材料——防锈水及防锈切削液、各种防锈油脂、气相防锈材料、可剥性塑料等的性能特点、防锈效果、适应范围及适用方法。还介绍了环境封存、防锈包装、仓库储存防锈和几种机械制品的防锈工艺。书中还对几种有关的缓蚀剂、表面活性剂及其作用机理作了介绍。

该书实用性强,可供金属材料生产、仓库保管、机械制造、机械加工等部门的防锈技术人员及技术工人参考。

本书由吴宝琳审稿。

腐 蚀 与 防 护 全 书 防 锈 技 术

中国腐蚀与防护学会 主 编
周静好 编 著

责任编辑:李志清

封面设计:许立

化学工业出版社出版发行

(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经销

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ 印张9 $\frac{1}{2}$ 字数247千字
1988年12月第1版 1988年12月北京第1次印刷

印数 1—10,000

ISBN 7-5025-0268-8/TG·1

定 价 3.55元

序

腐蚀与防护科学是本世纪30年代发展起来的一门综合性技术科学，目前已成为一门独立的学科，并正在不断发展。

腐蚀是材料在各种环境作用下发生的破坏和变质，遍及国民经济各部门，给国民经济带来巨大损失。根据工业发达国家的调查，每年因腐蚀造成的经济损失约占国民生产总值的2—4%，我国每年因腐蚀造成的经济损失至少达二百亿元。搞好腐蚀与防护工作，已不是单纯的技术问题，而是关系到保护资源、节约能源、节省材料、保护环境、保证正常生产和人身安全、发展新技术等一系列重大的社会和经济问题。全面普及腐蚀科学知识，推广近代的防护技术，以减少腐蚀造成的经济损失，延长材料和设备的使用寿命，促进城乡经济的发展和企业经济效益的提高，是当前急待解决的问题。

为此，中国腐蚀与防护学会和化学工业出版社决定共同组织编写《腐蚀与防护全书》。《全书》分总论、腐蚀理论、环境腐蚀与防护、耐蚀材料、防蚀技术、腐蚀试验与监控等六篇数十个分册，并将陆续出版。

《全书》属于专业百科性质的大型综合性工具书，全面系统地阐述腐蚀学科的理论和应用，总结国内外的腐蚀与防护经验，反映近代的防护技术；内容广泛，兼顾知识性、教育性和实用性。主要供腐蚀与防护专业以及与该专业有关的工程技术人员阅读使用，也可供企业管理干部与大专院校有关专业师生参考。

《全书》的编写工作曾得到腐蚀与防护领域许多专家、工程技术人员及其所在单位领导的热情协助和支持，对此，表示衷心感谢。

由于我们水平有限，缺点和错误在所难免，望读者批评指正。

《腐蚀与防护全书》编委会

1987. 10. 30

《腐蚀与防护全书》编委会成员

主任委员：肖纪美

副主任委员：石声泰 曹楚南 朱日彰 杨永炎 郭长生

顾问：张文奇 李 苏 沈增祚

委员（按姓氏笔划序）

火时中	王广扬	王正樵	王光雍	许维钧
刘国瑞	刘翔声	朱祖芳	杜元龙	杜发一
宋诗哲	劳添长	李兴濂	李志清	李铁藩
吴宝琳	吴荫顺	杨文治	杨 武	杨熙珍
杨 璋	张其耀	张承濂	顾国成	徐乃欣
徐兰洲	除克熏	袁玉珍	傅积和	曾宪焯
褚武扬	虞兆年	黎樵桑	戴新民	

编辑组：吴荫顺 王光雍 褚武扬 袁玉珍 李志清 刘 威

前 言

防锈技术是防止金属材料、机械制品在储存、运输及制造过程中因受环境大气影响而锈蚀的技术。

在我国社会主义经济建设中，对于机械制品在储运中的锈蚀，是有很多教训的。通过研究与实践，吸取了国外的先进技术，也创造了自己的经验。

防锈是一种应用技术，但它又与现代电化学、表面润湿吸附等现象密切相关，显然这些方面的发展对金属锈蚀及防护的机制是很重要的，也必将对防锈技术以后的发展起重要作用。

因此，本书的编写，虽然旨在普及防锈技术，推广先进经验，在内容中也力求以现代的电化学、表面科学的知识来说明防锈技术所涉及的问题，深入浅出的给予介绍。我们希望本书既可供长期从事此工作的人员参考，又可作为刚进入这个领域、有一定理化基础的青年自学。

本书从影响金属在大气中锈蚀的因素开始，叙述了金属制品在储运中锈蚀的原因。介绍了防锈技术中使用的各种材料、工艺以及与之密切相关的清洗、试验方法、仓库储存防锈等。着眼于应用，力求较全面地反映当代的防锈技术，对我国自己的经验，给予了充分的注意。

在附录中搜集了有关材料的国内外标准的编号及名称，以便读者查阅。油溶性缓蚀剂、表面活性剂、防锈油脂的配方等资料，因篇幅甚大，亦收入到附录中。

本书在搜集资料过程中，得到防锈工作战线上许多富有经验的专家的大力支持，谨致衷心的感谢。

由于本人水平和经验有限，要求完稿的时间也较仓促，不免有许多缺点和错误，恳切希望广大读者和专家们批评指正。

编者

1987. 11

目 录

第1章 防锈技术概论	1
1. 引言	1
1.1 防锈的目的及范围	1
1.2 防锈技术发展简况	2
2. 金属在大气中腐蚀的理论	3
2.1 金属的腐蚀是自然的趋势	3
2.2 金属的化学腐蚀与电化学腐蚀	3
2.2.1 化学腐蚀	3
2.2.2 电化学腐蚀	4
2.3 金属的大气腐蚀	7
2.3.1 金属在大气中的腐蚀是电化学腐蚀	7
2.3.2 大气腐蚀的影响因素	8
3. 金属制品在加工过程中各因素对金属制品锈蚀的影响	14
4. 防锈技术内容	15
第2章 缓蚀剂与表面活性剂	17
1. 缓蚀剂概述	17
2. 缓蚀剂的作用机理	17
2.1 阳极型缓蚀剂的作用机理	17
2.1.1 金属的钝化	18
2.1.2 阳极型缓蚀剂的作用	19
2.2 阴极型缓蚀剂的作用机理	20
2.3 混合型缓蚀剂的作用机理	21
2.4 吸附型缓蚀剂的作用机理	21
2.4.1 物理吸附	21
2.4.2 化学吸附	22
2.4.3 物理吸附与化学吸附的关系	24
2.4.4 吸附型缓蚀剂的非极性基	25
2.5 伴有化学反应的缓蚀剂	26
3. 中性介质中的缓蚀剂	27
3.1 中性介质中缓蚀剂抑制腐蚀的作用	28
3.1.1 阳极型缓蚀剂	28

3.1.2	阴极型缓蚀剂	28
3.1.3	混合型缓蚀剂	30
3.2	常用的中性介质缓蚀剂	30
3.2.1	亚硝酸钠	33
3.2.2	铬酸盐	33
3.2.3	硅酸盐	34
3.2.4	磷酸盐	35
3.2.5	苯甲酸钠	36
4.	酸性介质中的缓蚀剂	36
4.1	酸性缓蚀剂的作用机理	37
4.1.1	酸性介质中有机物缓蚀剂	37
4.1.2	酸性介质中无机物缓蚀剂	38
4.2	常用的酸性介质缓蚀剂	39
4.2.1	我国常用的酸洗缓蚀剂	41
5.	油溶性缓蚀剂	41
5.1	油溶性缓蚀剂的作用机理	42
5.1.1	油溶性缓蚀剂在金属表面上的吸附	42
5.1.2	油溶性缓蚀剂在油中成为胶体分散	42
5.1.3	油溶性缓蚀剂分子的烃基	42
5.1.4	缓蚀剂在油中的溶解度	42
5.1.5	基础油对缓蚀剂作用的影响	43
5.1.6	油溶性缓蚀剂与防锈油的水置换性	44
5.1.7	辅助添加剂的作用	45
5.2	油溶性缓蚀剂的分类及简单说明	45
5.2.1	羧酸及其皂类	45
5.2.2	酯类	46
5.2.3	胺类及其它含氮化合物	46
5.2.4	磺酸盐及其它含硫化合物	47
5.2.5	磷酸酯及其它含磷化合物	47
6.	表面活性剂	48
6.1	表面活性剂概述	48
6.2	表面活性剂的各种性能和作用	48
6.2.1	表面活性剂的吸附作用	48
6.2.2	表面活性剂降低表面张力	48
6.2.3	表面活性剂的润湿作用及接触角	49
6.2.4	表面活性剂在溶液中的胶束	50

6.2.5	表面活性剂的乳化、增溶作用	50
6.2.6	表面活性剂的清洗作用	51
6.2.7	表面活性剂亲油基种类的影响	51
6.3	表面活性剂的亲水亲油平衡值	52
6.3.1	H L B的意义及计算方法	52
6.3.2	H L B值与表面活性剂性质的关系	55
6.3.3	H L B值在配制乳化液时的应用	56
6.3.4	由试验求乳化剂的H L B值	58
6.4	表面活性剂的分类	59
第3章	清洗及干燥	61
1.	概述	61
2.	清洗方法分类	62
2.1	清洗用材料	62
2.2	清洗方式	63
3.	清洗方法的选择	64
3.1	污物的性质	64
3.2	被清洗物品的情况	65
3.3	被清洗物品的数量	65
3.4	清洗材料及设备的可用性	65
3.5	清洗处理前后的工艺	66
4.	石油系溶剂清洗	66
4.1	石油系溶剂清洗的方式	67
4.2	材料要求及注意事项	67
5.	卤代烃溶剂清洗	68
5.1	卤代烃溶剂清洗的方式	68
5.2	卤代烃溶剂材料	71
5.3	卤代烃溶剂清洗设备	71
6.	碱性化学水溶液清洗	71
6.1	碱性化学水溶液清洗的方式	72
6.2	碱性化学清洗液材料	73
6.2.1	强碱清洗液	73
6.2.2	弱碱清洗液	73
6.2.3	金属清洗中的合成洗涤剂清洗液	74
6.2.4	使用碱性化学液清洗时的注意事项	
7.	乳剂清洗	75
8.	超声波辅助清洗	76

9. 干燥	77
9.1 用压缩空气吹干	77
9.2 加热干燥	77
9.3 用水置换液脱水	78
9.4 擦干	78
第4章 除锈及除氧化皮	79
1. 概述	79
2. 化学法除锈及除氧化皮	80
2.1 一般化学法	80
2.1.1 酸洗	80
2.1.2 碱法除锈及除氧化皮	84
2.1.3 除油、除锈、钝化复合工艺	84
2.2 电化学除锈	85
2.2.1 阳极除锈	85
2.2.2 阴极除锈	85
2.2.3 用除锈电极除锈	86
2.3 各种金属化学除锈方法示例	86
3. 机械法除锈及除氧化皮	88
3.1 手工打磨	88
3.1.1 用刮刀除锈	88
3.1.2 用砂布或砂纸打磨除锈	88
3.1.3 用研磨膏除锈	88
3.1.4 用钢丝刷除锈	89
3.2 机械打磨除锈	90
3.3 喷砂、喷丸除锈	90
3.4 滚光除锈	90
第5章 防锈水及防锈切削液	91
1. 防锈水	91
1.1 概述	91
1.2 防锈水的使用	92
1.2.1 工序间防锈水的使用	92
1.2.2 封存用防锈水的使用	92
1.3 防锈水的配制	93
1.4 防锈水使用中注意事项	94
2. 切削液	95
2.1 概述	95

2.2	防锈切削水	96
2.3	防锈切削油	97
2.4	防锈切削乳化液	99
2.4.1	乳化液中的添加剂	99
第6章	防锈油脂	102
1.	概述	102
1.1	防锈油脂的特点	102
1.2	防锈油脂的品种	102
1.2.1	英国标准中TP防锈剂品种	102
1.2.2	美军规格中防锈油脂品种	103
1.2.3	我国防锈油脂的品种	104
1.3	防锈油脂质量的基本要求	104
1.4	防锈油脂的配制及质量评价问题	105
2.	置换型防锈油	105
2.1	置换型防锈油的特点、应用范围	105
2.2	置换型防锈油的质量要求	106
2.2.1	汗液三性	106
2.2.2	防锈性	107
2.2.3	腐蚀性	107
3.	溶剂稀释型防锈油	108
3.1	溶剂稀释型防锈油的特点	108
3.2	溶剂稀释型防锈油的品种及其使用范围	108
3.3	溶剂稀释型防锈油的质量要求	109
4.	防锈脂	110
4.1	防锈脂的特点	110
4.2	防锈脂的质量要求	111
5.	封存防锈油	112
5.1	封存防锈油的特点	112
5.2	封存防锈油的质量要求	112
6.	乳化型防锈油	113
6.1	乳化型防锈油的特点	113
6.2	乳化型防锈油的质量要求	113
7.	防锈润滑两用油脂	114
7.1	防锈润滑两用油脂的特点	114
7.2	防锈机械油	114
7.3	轻质防锈润滑油	114

7.4 防锈润滑脂	115
8. 关于防锈油脂的试验方法	115
8.1 防锈性试验的结果评价	117
8.2 大气暴露试验	118
8.2.1 室外暴露试验	118
8.2.2 百叶箱试验	118
8.2.3 暴晒棚暴露试验	118
8.2.4 现场暴露试验	119
8.3 湿热试验	120
8.3.1 美国ASTMD-1748规定的湿热箱试验	120
8.3.2 英国BS1133第6部分中的湿热箱试验	122
8.3.3 静态湿热箱试验	122
8.3.4 静态湿润槽试验	122
8.4 盐水腐蚀试验	123
8.4.1 盐水浸渍试验	123
8.4.2 盐水喷雾试验	123
8.4.3 喷盐水试验	125
8.5 透平油腐蚀试验	125
8.6 二氧化硫气氛试验	126
8.7 凝露腐蚀试验	126
8.8 酸中和试验	126
8.9 水置换性试验	127
8.10 重叠片试验	127
8.11 人工老化试验	127
8.12 静力水滴试验	127
9. 当前使用防锈油脂中存在的问题	128
第7章 气相缓蚀剂及气相防锈材料	130
1. 概述	130
2. 气相缓蚀剂的特征性能	131
2.1 气相缓蚀剂对金属的防护性能	131
2.2 气相缓蚀剂的蒸气压	132
2.3 气相缓蚀剂的溶解度	134
2.4 气相缓蚀剂对非金属材料的影响	134
3. 常用的气相缓蚀剂	135
3.1 亚硝酸二环己胺	135
3.2 碳酸环己胺	138

3.3 铬酸叔丁酯	139
3.4 苯并三唑	140
4. 气相缓蚀剂的作用机理	141
4.1 气相缓蚀剂的气化过程	141
4.2 气相缓蚀剂的防蚀机理	142
5. 气相防锈材料的特点	143
6. 气相防锈粉末、片剂	145
7. 气相防锈纸	145
8. 气相防锈液	146
9. 气相防锈油	147
10. 气相防锈塑料薄膜	148
11. 气相粘胶带	149
12. 其他气相防锈材料	150
13. 关于气相防锈材料的评价试验	150
13.1 气相防锈材料与聚乙烯复合纸的适应性试验	152
13.2 气相防锈材料与铜的适应性试验	152
13.3 气相防锈能力试验 (V I A 试验)	152
13.4 消耗后气相防锈能力试验	153
13.5 气相防锈材料的接触腐蚀试验	153
13.6 气相防锈材料的高温稳定性试验	153
13.7 气相防锈材料的动态接触湿热试验	153
13.8 气相防锈材料的大量甄别试验	154
第 8 章 可剥性塑料	155
1. 概述	155
2. 热熔型可剥性塑料	156
2.1 热熔型可剥性塑料的特点	156
2.2 热熔型可剥性塑料的主要组分	157
2.2.1 主要基体材料乙基纤维素及醋酸丁酸纤维素	157
2.2.2 矿物油	158
2.2.3 树脂与增塑剂	158
2.2.4 热稳定剂及抗氧化剂	158
2.2.5 其它	158
2.3 热熔型可剥性塑料的配制	158
2.4 热熔型可剥性塑料的涂覆方法	160
2.5 热熔型可剥性塑料的质量要求与试验方法	161
3. 溶剂型可剥性塑料	163

3.1	溶剂型可剥性塑料的特点	163
3.2	溶剂型可剥性塑料的主要组分	164
3.3	溶剂型可剥性塑料的配制	166
3.4	溶剂型可剥性塑料的涂覆方法	168
3.5	溶剂型可剥性塑料的质量要求	168
第9章	环境封存	170
1.	概述	170
2.	充氮封存	171
2.1	氮气的纯度	171
2.2	充氮装置及使用说明	172
2.3	充氮封存用包装容器及其他材料	174
2.4	充氮封存的工艺要点	175
3.	干燥空气封存	176
3.1	茧式包装	177
3.2	封套式干燥空气封存	180
3.3	刚性容器干燥空气封存	180
第10章	防锈包装	182
1.	概述	182
2.	防锈包装方法分类	182
3.	包装容器	185
4.	包装纸膜	186
5.	衬垫、缓冲材料	189
6.	粘胶材料	190
7.	干燥剂	191
7.1	干燥剂的作用及要求	191
7.2	硅胶	192
7.3	铝凝胶	194
7.4	分子筛	194
7.5	几种干燥剂性能的比较	196
7.6	干燥剂的用量	197
7.7	湿度指示剂	202
7.7.1	硅胶指示剂	202
7.7.2	湿度指示纸	202
7.7.3	湿度指示器	203
7.8	使用干燥剂的其他问题	204
8.	防锈包装方法的选择	205

8.1 各种防锈封存包装方法特点比较	205
8.2 对包装物品考虑的因素	205
8.3 其他需要考虑的因素	205
9. 防锈包装的技术要求	207
10. 防锈包装中的一般注意事项	208
第11章 几种机械制品的防锈工艺概要	210
1. 轴承防锈工艺概要	210
2. 工量具防锈工艺概要	212
3. 机床防锈工艺概要	214
4. 汽车防锈工艺概要	215
5. 重型机械防锈工艺概要	216
6. 光学仪器防锈工艺概要	218
第12章 仓库储存防锈	219
1. 概述	219
2. 库房内的防锈管理	219
2.1 库房温、湿度的测量	220
2.1.1 毛发湿度计	220
2.1.2 自动记录温湿度计	220
2.1.3 干湿球温度计	220
2.1.4 温湿度查算图表的应用	221
2.2 库房内温度湿度的控制与调节	221
2.2.1 用空气调节的方法	221
2.2.2 用干燥剂(或吸湿材料)吸潮	223
2.2.3 自然通风	223
3. 露天存放金属材料的保护	224
4. 其他问题	226
4.1 仓库选址和建造方面的要求	226
4.2 库房管理制度方面	227
附录 A 与防锈技术有关的一些标准名称及代号	228
附录 B 液体手套	234
附录 C 油溶性缓剂一览表	236
附录 D 表面活性剂一览表	250
附录 E 防锈油脂的配方表	260

第1章 防锈技术概论

1. 引 言

1.1 防锈的目的及范围

防止金属制品的裸露面在储存、运输期间锈蚀的技术称为防锈技术。

金属制品常有以裸露面作为工作面的。此裸露面如暴露于大气中而不进行保护，会受空气中潮湿或污染物的作用而腐蚀生锈。轻则影响外观，重则影响使用功能，使制品降级甚至报废。很多金属制品需要储存和运输，有时储运期还相当长，在此期间，金属制品的裸露面必须进行保护。这类储运期间所用的防护材料称为防锈材料。在金属制品投入使用时，必须去除这类防护材料以恢复原来裸露状态才便于工作，因此这种防护技术又被称为暂时性保护，所使用的材料称为暂时性防护材料。

金属制品此时往往处于包装状态封存不用，故亦常称此类技术为封存防锈或包装防锈。

在金属制品的制造过程中，各工序间常常也需要进行这类防锈处理。

需要保护的表面在使用防锈材料之前，必须无锈、清洁、干燥，否则防锈效果降低甚至完全无效。故论及防锈处理时，必然要谈到清洁处理。

在作防锈处理后的制品，需要进行包装。包装是为了保护制品，使其不受储运中机械力损害；可保护制品上的防锈材料以保持和增进其防锈效果；使制品便于储存、运输、搬运、管理和销售。故在防锈技术中包括了相应的包装技术。