

清洗剂、 除锈剂与防锈剂

QINGXIMI CHUXIUMI YU FANGXIUMI

李金桂 编著



化学工业出版社

QINGXIJ CHUXIUJI YU FANGXIUJI

清洗剂、除锈剂与防锈剂

金属产品的清洗防锈、金属设备的清洗除锈是腐蚀控制的重要环节。本书结合实际应用，介绍了多年来在我国形成的清洗剂、除锈剂、防锈剂及其所用的缓蚀剂，包括其类型、机理、品种及使用方法等，列举了部分典型的清洗、防锈和除锈用的工艺配方。


本书不但对机电产品加工生产及设备防锈维护的工程技术人员有直接的指导作用，对金属表面清洗和表面防护化学品研究开发也有很好的参考意义。

ISBN 978-7-122-06921-4



9 787122 069214 >

定价：28.00元

销售分类建议：精细化工 



www.cip.com.cn

读科技图书 上化工社网

清洗剂、^{ts} 除锈剂与防锈剂

QINGXIJ CHUXIUJI YU FANGXIUJI

李金桂 编著

TQ047
L181



化学工业出版社

·北京·

金属产品的清洗防锈、金属设备的清洗除锈是腐蚀控制系统工程的重要环节，本书介绍了多年来在我国形成的清洗剂、除锈剂、防锈剂及其所用的缓蚀剂，内容包括作用机理、选定原则、实施要点、注意事项等。重点介绍了除锈、清洗和防锈工作中的关键技术，列举了部分典型的工艺配方。

本书可供金属产品的生产、机械设备的维修、专业清洗技术人员、工人、管理人员阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

清洗剂、除锈剂与防锈剂/李金桂编著. —北京: 化学工业出版社, 2010. 1

ISBN 978-7-122-06921-4

I. 清… II. 李… III. ①洗涤剂②除锈剂③防锈剂
IV. ①TQ649.6②TQ047

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 194693 号

责任编辑: 段志兵
责任校对: 李 林

文字编辑: 孙凤英
装帧设计: 张 辉

出版发行: 化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京云浩印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 7½ 字数 185 千字

2010 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

前 言

工业制品大至轮船、飞机、汽车，小至五金、杂品，大多要用到金属材料，制造过程中，避免不了清除污垢和锈蚀产物，进行工序间的防锈；制成后，在交货、待命或使用过程中都可能受到周围环境和运行环境中介质的侵蚀，为此，其间就一定要采取种种措施防止金属的锈蚀，对已经出现了的锈蚀，还要进行清洗、除锈，再进行防锈。唯如此，才能达到延长制品使用寿命、减少维修、减少污染、节约经费的目的。

清洗（污垢的去除）、除锈（锈蚀产物的清洗）、防锈（防锈材料的施加）的过程是一个复杂的物理、化学、电化学过程。清洗，能良好地去除污垢，但又不能在污垢去除的同时把金属零部件甚至整机也清洗掉了！因为大多数清洗液不是酸性的就是碱性的，清洗不当，就会出现过腐蚀，把零部件腐蚀了，清洗掉了。这里有个标准问题，就是既要很好地清除污垢，又不能腐蚀金属，要达到这个目的，就要研究清洗液，使其能清洗污垢，遇到洁净的金属表面，这个化学或电化学过程就应该停止，解决的办法就是在清洗剂中加入适量的清洗缓蚀剂，根据不同的酸性或碱性清洗液的成分、含量选用不同成分和不同含量的缓蚀剂。锈蚀产物的清除和污垢的清洗一样，也是要求去除锈蚀产物又不能伤害金属本体的表面，为此，清洗污垢或清除锈蚀产物都需要加入缓蚀剂。

一百多年来，人们研究了成千上万个清洗污垢缓蚀剂、清洗除

锈缓蚀剂，以及为了防止进一步生锈的防锈缓蚀剂，已经广泛应用的也达到了成百上千个。本书主要介绍了多年来形成的这些清洗剂、除锈剂、防锈剂及其所用的缓蚀剂。其中许多还是目前行业标准所推荐的内容。

在清洗剂、除锈剂、防锈剂及它们相应的缓蚀剂的研究中，许许多多科学家做出了丰功伟绩，例如我国的华保定、彭道儒、叶康民、杨文治、司徒振民、曾兆民、肖怀斌、张康夫、郑家燊等，譬如彭道儒教授五十多年来研究成功了“02-钢铁酸蚀缓蚀剂”、“锅炉酸洗除垢剂”、“BY-2 电接触固体薄膜润滑剂”、“DJB-823 电接触固体薄膜保护剂”、“PF 钢铁纳米防锈剂”、“PF 钢铁防锈润滑剂”、“PDR-纳米抗磨剂”、“MA-铝合金防蚀剂”等，其中“BY-2”、“DJB-823”荣获国家发明二等奖，成为国家多个五年计划推广的重点项目，为国家创造了巨大的经济效益，成为国内外著名的发明创新之星、国务院突出贡献专家。借此机会，向我国防锈战线上为国家做出了贡献的有名和无名专家和科技工作者表示崇高的敬意！

编者在北京天宝同辉材料防护技术有限公司担任科学顾问期间，应邀给公司职工进行讲课，本书是当时讲课内容的汇总和整理。在此，对公司魏礼玲董事长、徐士琴总经理所给予的支持和帮助表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中可能存在不足和缺陷，敬请读者批评、指正。

编 者

2009 年 10 月

欢迎订阅腐蚀与防护专业科技图书

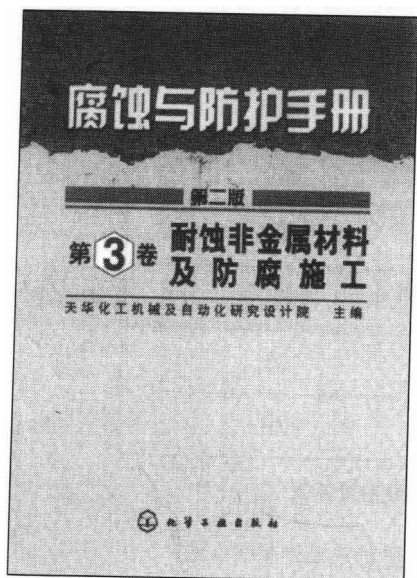
●专业书目

书 名	单价	ISBN 号
专业工具书		
腐蚀数据与选材手册	80	7-5025-1536-4
防腐蚀涂装工程手册	49	978-7-122-02686-6
腐蚀控制设计手册	158	7-5025-7812-9
管道防腐层设计手册	70	978-7-5025-9612-5
实用防腐蚀工程施工手册	180	7-5025-1740-5
不锈钢应用手册	39	978-7-122-01402-3
不锈钢钢号中外对照手册	60	7-5025-5957-4
尤利格腐蚀手册	158	7-5025-7003-9
腐蚀与防护手册——腐蚀理论、试验及监测(第1卷)(二版)	98	978-7-5025-9029-1
腐蚀与防护手册——耐蚀金属材料及防蚀技术(第2卷)(二版)	98	978-7-5025-9264-6
腐蚀与防护手册——耐蚀非金属材料及防腐施工(第3卷)(二版)	98	978-7-122-02736-8
腐蚀与防护手册——工业生产装置的腐蚀与控制(第4卷)(二版)	89	978-7-122-03257-7
腐蚀与防护全书		
腐蚀与防护全书——化学工业中的腐蚀与防护	30	7-5025-3363-X
腐蚀与防护全书——金属高温氧化和热腐蚀	29	7-5025-4333-3
腐蚀与防护全书——石油工业中的腐蚀与防护	25	7-5025-3417-2
腐蚀与防护全书——实用电镀技术	25	7-5025-3490-3
腐蚀与防护全书——防腐蚀涂料和涂装(二版)	18	7-5025-3507-1
现代腐蚀全书——电化学保护和缓蚀剂应用技术	98	7-5025-7218-X
现代腐蚀全书——腐蚀科学技术的应用和失效案例	78	7-5025-7829-3
现代腐蚀全书——材料的耐蚀性和腐蚀数据	90	7-5025-4067-9
现代腐蚀全书——材料腐蚀学原理	39	7-5025-3962-X
现代腐蚀全书——防腐蚀表面工程技术	88	7-5025-4030-X
教材和培训读本		
材料的腐蚀与防护	39	7-5025-8470-6
腐蚀电化学原理、方法及应用	35	978-7-122-02200-4
过程装备腐蚀与防护(陈匡民)	24	978-7-5025-3214-7
化工腐蚀与防护(丁丕治)(二版)	16	7-5025-2010-4
化工腐蚀与防护(段林峰)(三版)	15	978-7-122-02505-0
化工腐蚀与防护(张志宇)	20	978-7-5025-5716-4
金属电化学腐蚀与防护(张宝宏)	29	7-5025-7389-5
金属腐蚀理论及应用(魏宝明)	32	7-5025-0445-1
涂料行业职业技能鉴定培训教材——防腐蚀涂料与涂装工	25	7-5025-8294-0
职业技能操作训练丛书——防腐化工	16	7-5025-8612-1

续表

书 名	单价	ISBN 号
腐蚀理论及防护技术		
腐蚀电化学原理(三版,曹楚南)	36	978-7-122-02045-1
金属大气腐蚀与暂时性保护	25	978-7-5025-9326-1
防腐蚀复合材料及其应用	42	7-5025-8969-4
防腐蚀技术及应用实例	95	7-5025-3613-2
防腐蚀施工管理及施工技术	36	7-5025-7482-4
钢结构的腐蚀控制	46	7-5025-6688-0
工程防腐蚀指南——设计·材料·方法·监理检测	58	7-5025-7926-5
管道防腐蚀技术(二版)	40	978-7-122-03768-8
管线腐蚀控制(二版)	45	7-5025-5310-X
锅炉压力容器腐蚀失效与防护技术	45	978-7-122-02046-8
海水冷却系统的腐蚀及其控制	36	7-5025-8281-9
混凝土中钢筋的腐蚀与阴极保护	39	978-7-122-00879-4
火电厂与蒸汽动力设备的腐蚀结垢风险评估与	35	7-5025-4351-1
镁合金腐蚀与防护	29.8	7-5025-8565-6
气相缓蚀剂及其应用	28	978-7-122-00028-6
热水锅炉防腐阻垢技术	36	7-5025-3438-5
新领域精细化化工丛书——缓蚀剂(二版)	59	978-7-122-01836-6
中国材料的自然环境腐蚀	78	7-5025-6031-9
腐蚀失效分析案例	78	978-7-122-03499
防腐蚀涂装和防护涂层		
涂料防腐蚀技术丛书——丙烯酸树脂防腐蚀涂料及应用	25	7-5025-4537-9
涂料防腐蚀技术丛书——防腐蚀涂料涂装和质量控制	36	7-5025-3126-2
涂料防腐蚀技术丛书——氟树脂涂料及应用	30	7-5025-4910-2
涂料防腐蚀技术丛书——聚氨酯树脂防腐蚀涂料及应用	35	7-5025-8145-6
彩色涂层钢板技术	45	7-5025-6477-2
防腐蚀涂料与涂装技术	25	7-5025-3530-6
防腐蚀涂料与涂装应用	98	978-7-122-01774-1
防腐蚀涂装技术问答	20	978-7-122-02846-4
聚苯硫醚涂料及应用	28	978-7-122-00234-1
桥梁涂装工程	48	978-7-122-03633-9
现代金属热喷涂技术	29	978-7-5025-9344-5
硬质与超硬涂层——结构、性能、制备与表征	48	978-7-5025-9958-4
耐磨耐蚀涂膜材料与技术	36	7-5025-4173-X
钢结构热喷涂防腐蚀技术	30	7-5025-5551-X
电弧喷涂技术	36	7-5025-9117-6
表面堆焊与热喷涂技术	39	7-5025-5974-4

●重点推荐



腐蚀与防护手册（第二版）

• 保持了第一版针对性、可靠性和实用性特点，反映了近十多年行业技术发展的现状。

• 第二版分四卷，第1卷《腐蚀理论、试验及监测》目的在于能够从理论和方法层面上了解腐蚀产生的原因和条件，认知腐蚀表现的特征和形态，掌握腐蚀分析的方法和手段；

第2卷《耐蚀金属材料及防蚀技术》使读者能够根据腐蚀环境特点正确选择耐蚀材料，能够根据材料的腐蚀特性正确的使用耐蚀材料，从工程和实践层面上了解耐蚀金属材料及其工程技术，了解金属材料的腐蚀控制技术；

第3卷《耐蚀非金属材料及防腐施工》使读者能够充分了解耐蚀非金属材料的耐蚀特性、适用条件、使用方法、加工特点；

第4卷《工业生产装置的腐蚀与控制》使读者能够从工业生产装置的整个体系了解该装置的腐蚀与防护特点，明确该装置腐蚀介质构成和腐蚀环境条件，掌握适合于该装置使用的耐蚀材料体系、腐蚀控制技术方法及装置运行、养护过程中的腐蚀控制措施。

• 适合于防腐蚀工程师查阅参考，也是土建、材料等专业的工程师、大专院校的师生有益的参考书。

如需以上图书的内容简介、详细目录以及更多的科技图书信息，请登录 www.cip.com.cn。

邮购地址：(100011) 北京市东城区青年湖南街13号 化学工业出版社
服务电话：010-64518888, 64518800 (销售中心)

如要出版新著，请与编辑联系。

联系方式：010-64519271 dzb@cip.com.cn (段志兵)

010-64519284 wqh@cip.com.cn (王清颖)

目 录

第 1 章 绪 言

1.1 腐蚀与防护	1
1.2 溶液腐蚀及其缓蚀理论	4
1.3 大气腐蚀及其缓蚀原理	6
1.3.1 大气腐蚀	6
1.3.2 大气腐蚀过程中的缓蚀原理	10
1.4 清洗、除锈、防锈与缓蚀	13
参考文献	14

第 2 章 缓 蚀 剂

2.1 概述	17
2.1.1 缓蚀剂的定义、特点和作用	17
2.1.2 缓蚀剂的缓蚀作用机理	21
2.1.3 缓蚀剂的选用原则	22
2.2 酸性介质缓蚀剂	32
2.2.1 酸性介质缓蚀剂的特征及使用	33
2.2.2 酸性介质缓蚀剂的选定原则	35
2.2.3 实际使用的酸性介质缓蚀剂	36
2.2.4 酸性介质缓蚀剂的发展	49
2.3 中性介质缓蚀剂	51
2.3.1 需要缓蚀剂的中性介质	51
2.3.2 实际使用的中性介质缓蚀剂	52

2.4 碱性介质缓蚀剂	54
2.5 大气腐蚀缓蚀剂	57
2.5.1 油溶性缓蚀剂	58
2.5.2 水溶性缓蚀剂	62
2.5.3 气相缓蚀剂	63
参考文献	64

第3章 清 洗 剂

3.1 概述	67
3.1.1 表面清洗的使用范围	68
3.1.2 清洗目的与意义	69
3.2 制造过程中的表面清洁	70
3.2.1 表面预处理的目的是与作用	70
3.2.2 表面预处理的发展	71
3.2.3 表面预处理的分类	73
3.2.4 表面预处理方法的选用	75
3.3 使用过程中的表面清洁	76
3.3.1 需要清除的污垢类型	76
3.3.2 工业污垢的清洗方法	78
3.3.3 工业清洗剂的技术条件	79
3.3.4 被清洗的材料	79
3.4 表面清洗与清洗剂的分类	83
3.5 表面清洁度	84
3.5.1 表面清洁方法	84
3.5.2 表面清洁度检测方法	85
3.6 表面清洗	87
3.6.1 碱液清洗	87
3.6.2 酸性清洗	89

3.6.3 酸洗缓蚀剂	91
3.6.4 电化学清洗	93
3.6.5 有机溶剂清洗	94
3.6.6 水基清洗剂清洗	95
参考文献	98

第4章 除锈剂

4.1 概述	99
4.1.1 不同金属锈蚀的特征	99
4.1.2 不同金属锈蚀的鉴别	101
4.2 不同金属腐蚀产物的去除	105
4.2.1 机械方法除锈	105
4.2.2 化学或电化学方法除锈	110
参考文献	125

第5章 防锈剂

5.1 概述	127
5.2 水基防锈剂	132
5.2.1 防锈水剂的特性	132
5.2.2 防锈水剂的配制和使用	132
5.3 防锈油与置换型防锈油	135
5.3.1 防锈油的选择	135
5.3.2 防锈油的使用方法	137
5.3.3 使用防锈油应注意的事项	138
5.3.4 置换型防锈油的配方、性能、用途	138
5.4 溶剂稀释型防锈油	140
5.4.1 硬膜油	144
5.4.2 软膜油	148

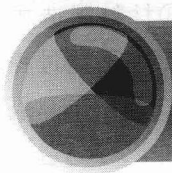
5.5 乳化型防锈油	150
5.5.1 防锈润滑切削油	150
5.5.2 防锈切削液	154
5.6 防锈润滑油脂	156
5.7 防锈脂	158
5.8 气相防锈剂	160
5.8.1 气相防锈剂的特点	160
5.8.2 气相防锈纸	161
5.8.3 气相防锈薄膜和气相防锈油	170
参考文献	173

第 6 章 防锈包装

6.1 概述	175
6.2 防锈包装的一般技术要求	180
6.3 防锈包装方法实施要点	181
6.3.1 清洗	181
6.3.2 干燥	182
6.3.3 防锈	182
6.4 封存包装材料	183
6.4.1 包装纸、膜	183
6.4.2 包装容器	185
6.4.3 衬垫材料	186
6.4.4 黏胶材料	187
6.4.5 干燥剂	188
6.4.6 常用干燥剂——硅胶的用量计算	189
6.5 对包装环境的要求	193
6.6 国内相关的内包装材料标准	194
参考文献	197

附 录

附录一	防锈领域名词术语 (GB 11327—89)	199
附录二	防锈油品的主要试验方法	207
附录三	相关标准与杂志	217



第 1 章 绪 言

1.1 腐蚀与防护

起初，人们认识金属腐蚀是从腐蚀产物开始的，从棕黄色“铁锈” $[\text{FeO}(\text{OH})$ 或 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}]$ 及“铜锈” $[\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2]$ 分别地认识了铁和铜的腐蚀。1960 年艾文思在他的专著“*The Corrosion And Oxidation of Metals*”中对腐蚀下的定义为：

“金属腐蚀是金属从元素态转变为化合态的化学变化及电化学变化。” (1-1)

中国国家科学技术委员会组建成立的“腐蚀科学”学科组 1978 年 10 月第一次学科组会议上，将“腐蚀”定义为：

“腐蚀是材料在环境作用下引起的破坏和变质。” (1-2)

腐蚀科学在发展，腐蚀科学的应用也在发展，到 20 世纪 80 年代，我国和世界先进国家一样，已进入到从设计开始，贯穿于生产制造、使用维护全过程、全员参与的效益管理的腐蚀控制系统工程新阶段，叫做“腐蚀科学”与工业建设紧密结合形成了“腐蚀控制系统工程学”之后的新阶段，按照“腐蚀控制系统工程学”的观点来认识这个定义似乎有不适应之感觉，因为：①单纯材料受环境的腐蚀只是腐蚀的一个方面，就大多数金属状态而

言，需要强调的是加工成“制件”之后的材料，而不单是原材料的腐蚀；②是使用过程中的环境和制件周围环境的协同作用，而不只是材料周围环境引发的腐蚀破坏和变质；③材料制造成零件、装配成组合件、最终组合成产品过程中，也存在制造过程环境和周围环境协同作用所可能引发的腐蚀破坏和变质；④制成的产品，包括工作母机（冶炼炉、真气炉、机床、冲床等制造、装配零件的设备）、日用设备（电视机、家用电器、摩托车、汽车、轮船等日常所用设备）、军用装备（枪炮、坦克、装甲车、运输飞机、战斗飞机等保卫国防所用的设备）和工程项目（建筑物、钢结构桥梁、西气东输埋地管线、三峡水利枢纽、南水北调等大型工程所需的种种设施），我们将这些由材料制造的成品暂且统一称之为制件或制品，这些制品在储存、运输过程中受到环境的腐蚀破坏和变质；⑤最为重要的是上述制件都要使用、运行，它们将受到使用运行工况环境和周围自然环境（典型的是工业环境和海洋环境）的协同作用而发生的腐蚀破坏和变质。要让非专业人员也能充分理解定义（1-2）的实际含义，建议将“腐蚀”诠释为：

“腐蚀是材料在加工、制造、装配、储存、运输、使用、维护过程中受使用工作环境和周围环境协同作用所发生的破坏和变质。”

(1-3)

或是：

“腐蚀是材料在加工、制造、装配、储存、运输、使用、维护过程中受使用工作环境和周围环境协同作用发生化学、电化学和物理作用的破坏的现象。”

(1-4)

“腐蚀控制系统工程”可定义为：

“腐蚀控制系统工程是从制件的设计开始，贯穿于加工、制造、装配、储存、运输、使用、维护、维修全过程，进行全员、全方位的控制，研究每一个环节的运行环境和周围环境及其协同作用，提

出控制大纲和实施细节，以获得最大的经济效益和社会效益的系统工程。”

(1-5)

在“腐蚀与防护科学”内有一个防锈技术领域，在这个领域内的学者、工程师、工人对处于自然环境条件作用之下钢铁材料及其制件发生腐蚀的过程，习惯上称为生锈，又习惯地将所有金属在自然环境条件下的腐蚀过程都称为生锈。钢铁在自然环境条件下的腐蚀产物多是黄褐色的，而其他金属的腐蚀产物则随金属不同、腐蚀条件不同颜色也是不同的，习惯上都称为锈或锈层，而防止自然环境条件下金属的腐蚀称为防锈。本书所要讲的防锈包装，也就是防腐蚀包装。讲的就是从金属材料诞生之后，历经储存、运输，送往工厂进行加工制造，成为零件、部件、组装件，成为产品、设备或工程建设项目，又经历储存、运输，送到用户使用，一直到该产品、设备或工程建设项目退役或报废的整个过程之中的防锈与防锈包装问题，实际上，这是按照腐蚀控制系统工程学在全过程进行应用的重要的一个过程。

在自然环境条件下防止金属腐蚀的防护技术很多，最常见的就是电镀、涂装、热喷涂、热浸镀、金属表面转化等，这些技术在金属表面上形成的涂层、镀层、漆层、膜层在制件使用时是不需要去除的，是需要作为整体使用的，例如，钢铁制成的制品如果始终具有良好的油漆保护层，则该制件能长期地使用下去，所以对这些防护层可理解为是长期的、非暂时性的。而在防锈技术领域，所用的防锈材料，例如防锈油、防锈脂、气相防锈剂等，却仅用于制品在生产、运输、储存过程中的，暂时性保护防腐蚀用，这“暂时”不是指这类方法防锈期的长短，而是指经过一段时间后，即可方便去除，需要时，又可以方便地涂敷防锈。

ISO 6743/8 R 组即名为“暂时保护防腐蚀”，其中主要的材料