

工业涂料与涂装技术丛书

集装箱涂料 与涂装技术

李敏风 编著



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心



工业涂料与涂装技术丛书

集装箱涂料与涂装技术

李敏风 编著

化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

集装箱涂料与涂装技术/李敏凤编著. —北京:
化学工业出版社, 2001.12
(工业涂料与涂装技术丛书)
ISBN 7-5025-3274-9

I. 集… II. 李… III. 集装箱-金属表面
保护 IV. TH247

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 077094 号

工业涂料与涂装技术丛书

集装箱涂料与涂装技术

李敏凤 编著

责任编辑: 顾南君

责任校对: 郑捷

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社 出版发行

材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64918013

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 6½ 字数 139 千字

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3274-9/TQ·1372

定 价: 18.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版者的话

随着材料技术和合成树脂的迅速发展,作为材料重要领域之一的涂料工业取得了长足的进步,正朝着高装饰性、高性能、功能化和低污染方向发展,以满足各行业日益迫切的需求。化学工业出版社组织相关行业长期从事涂料开发、研制、生产、应用和施工的数十位专家编写了《工业涂料与涂装技术丛书》。丛书共 17 分册。

船舶涂料与涂装技术

粉末涂料与涂装技术

铁道涂料与涂装技术

无机涂料与涂装技术

皮革涂饰剂与涂装技术

集装箱涂料与涂装技术

防腐蚀涂料与涂装技术

塑料橡胶涂料与涂装技术

石油工业涂料与涂装技术

建筑涂料与涂装技术

航空涂料与涂装技术

汽车涂料与涂装技术

家电涂料与涂装技术

海洋涂料与涂装技术

家具涂料与涂装技术

机床涂料与涂装技术

道路涂料与涂装技术

基于涂料行业本质上是一个服务性行业的特点,涂料必须经过涂装才能成为最终产品的认识,本丛书打破了以往以化学组成将涂料分为 18 大类分别叙述的格局,为适应广大用户的需求,采用以不同应用领域所需的涂料和它的施工技术为主线,从涂料与涂装一体化的观点出发,详细和系统地介绍了不同用途和不同底材对涂料的要求,适合不同底材的涂料种类、特点、配方设计的基本原理和典型的基础配方。强调了涂装工

艺，涂装技术和涂层质量管理体系等现代涂料和涂装观念，并辟专章讨论了涂装缺陷及其对策。

本丛书结合国情，取材新颖，内容技术先进，反映了我国涂料和涂装研究、开发、生产和应用水平。全书实用性强。希望本丛书的出版能对涂料、涂装及相关行业的工程技术人员和施工人员有所帮助。

化学工业出版社

前 言

集装箱是往返于内陆和海上的供多式联运用的国际性运输工具。随着世界贸易的发展，集装箱制造业得到了迅猛的发展。从 20 世纪 60 年代欧美、日本等发达国家开始制造和使用这种运输工具至今，已经有 40 多年的历史。

我国是从 20 世纪 80 年代开始生产集装箱的。随着改革开放步伐的加快，我国的集装箱制造业也得到了迅速的发展，目前已有集装箱厂 30 余家。从 1992 年起，我国制箱量和销箱量已连续 8 年居世界前位。据不完全统计，至今我国集装箱生产量已超过 120 万 TEU，出口量约为 110 万 TEU，销往世界 50 个国家和地区。

20 年的实践也证明，集装箱涂装是集装箱制造业中的关键之一，集装箱涂料和涂装技术直接关系到集装箱的使用寿命和装饰效果。集装箱涂装工作量和成本约占成本的 1/8 以上，所以发展集装箱涂料和集装箱涂装技术是提高经济效益的有效手段。

近几年来，集装箱厂的涂装技术人员和涂料制造厂的工作人员在这方面做了大量的工作，取得了一定的成效，但是至今还没有一本介绍集装箱涂料和涂装工艺的完整而又系统的出版物。

为了促进集装箱涂料和涂装技术的进步和交流，1996 年我受化学工业出版社之约，编写该社《工业涂料与涂装技术丛书》之《集装箱涂料与涂装技术》分册。我从事集装箱的涂装

技术工作已 20 年；在实际工作中，用过十几家国内外集装箱涂料公司的产品；为 20 余家不同业主制造过集装箱，积累了一些实践经验；但在编写的过程中仍是感到力不从心。其间受到海虹-老人牌（昆山）油漆公司陈擷馨厂长、海生涂料公司翁国良高级工程师、上海关西涂料公司技术服务部秦国伟经理等的指导与帮助，在此表示深切的谢意！

由于本人水平有限，书中含有不少漏缺或不足，望读者批评、指教！让它起到抛砖引玉的作用，在大家的共同努力下，使我国的集装箱涂料和涂装技术得到进一步的发展。

李敏凤

2001 年 7 月

内 容 提 要

本书从金属腐蚀的原理，影响金属腐蚀的因素，以及集装箱钢结构的腐蚀特性着手，介绍了集装箱涂料的技术要求、集装箱涂料的配套方案。详细列举了集装箱用涂料的种类，车间底漆、防锈漆、内面漆、外面漆、箱底漆的组成和配方，以及水性涂料的研制和展望。

本书重点阐述了集装箱的涂装设计、涂装工艺、喷漆前的表面处理、涂装设备的选择和应用、涂膜的干燥和固化、涂装的安全与卫生、涂装质量的检查与评定，以及涂膜的维修。

本书可供从事涂料研制、生产、管理的工程技术人员，从事涂装施工、现场施工管理的技术人员和技术工人阅读，也可供大专院校相关专业师生参考。

目 录

第一章 集装箱的腐蚀与防护	1
第一节 金属腐蚀的基本原理	1
一、化学腐蚀过程	1
二、电化学腐蚀过程	1
第二节 影响金属腐蚀的主要因素	3
第三节 集装箱钢结构的腐蚀特性	4
第四节 集装箱涂料涂层防腐蚀机理	6
一、涂层的物理覆盖作用	6
二、防腐颜料的缓腐作用	6
三、阴极保护作用	7
第二章 集装箱涂料	9
第一节 集装箱涂料的技术要求	9
一、集装箱涂料性能	9
二、集装箱涂料的检测与认可	11
三、集装箱配套涂料的质量保证	12
第二节 集装箱涂料配套方案	12
一、钢质集装箱涂料配套	12
二、冷藏集装箱(货柜)涂料配套	16
三、铁道部 10t 集装箱涂料配套	16
第三节 集装箱涂料产品说明书	17
第四节 集装箱涂料	22
一、车间底漆	22
二、防锈漆(中层漆)	25
三、环氧内面漆	27

四、外面漆	29
五、箱底沥青漆	31
六、箱底木地板清漆及门框清漆	36
第五节 集装箱涂料的发展方向——水性涂料	37
第六节 集装箱涂料供应商的确定	39
第三章 集装箱涂装工艺概述	42
第一节 集装箱涂装工艺的目的	42
第二节 集装箱涂装工艺流程	43
一、常规的工艺流程	43
二、整箱抛丸、整箱喷漆工艺流程	43
三、铁路 10t 箱涂装工艺流程	44
四、冷藏箱涂装工艺流程	45
第三节 集装箱涂装工艺的特点	45
第四章 喷漆前集装箱钢材的表面处理	48
第一节 表面处理质量对集装箱涂膜保护性能的影响	48
一、概况	48
二、影响表面处理质量的因素分析	49
第二节 集装箱钢材预处理工艺	52
一、抛丸工艺	52
二、喷车间底漆	60
三、烘干	61
第三节 箱体焊缝喷砂工艺	62
第四节 箱体抛丸	68
第五节 集装箱钢材的去油与磷化	69
第五章 集装箱喷漆	72
第一节 集装箱喷漆前的准备	72
一、开桶	72
二、稀释与搅拌	72
三、熟化期与使用期	74
第二节 预喷涂	74

一、预喷涂的部位	74
二、预喷涂的方法	75
三、预喷涂的材料	75
第三节 集装箱喷涂作业要点	77
一、喷涂距离	77
二、喷雾雾幅的重叠	77
三、喷枪移动速度	77
四、正确安排喷漆顺序	78
第四节 喷漆室(喷漆房)	79
第五节 无气喷漆	83
一、无气喷涂的原理	83
二、无气喷涂的优点	83
三、无气喷涂设备的组成	84
四、无气喷漆机及技术参数选择	88
五、集装箱厂常用的无气喷漆设备	102
第六节 集装箱的自动喷漆	104
一、概述	104
二、自动喷漆的优点	105
三、影响涂膜质量的因素及控制	106
第六章 集装箱涂膜的固化	110
一、集装箱涂料的成膜机理	110
二、集装箱涂层固化前必须“流平”	113
三、集装箱涂料的固化方法	113
四、烘干室的技术条件	115
第七章 集装箱涂装的安全与卫生	117
第一节 防火防爆	117
一、燃烧和爆炸的基本知识	117
二、涂装作业中危险物品的主要性能参数	118
三、防火与防爆措施	121
第二节 涂装卫生	123

一、有机溶剂的危害及防毒技术	123
二、集装箱涂装防尘安全技术	125
三、涂装防噪声安全技术	127
四、氧化锌烟尘问题	128
第八章 集装箱涂料质量及涂层质量的检测	129
第一节 集装箱涂装质量的保证	129
第二节 集装箱涂料的质量检查	131
一、Konstandt 实验室证书	131
二、集装箱涂料的物性指标	131
三、使用前集装箱涂料的质量检查	134
第三节 集装箱涂装质量的检查与评定	136
一、钢板表面原始锈蚀状态的调查	136
二、抛丸后钢材表面清洁度、粗糙度评定	137
三、箱体焊缝喷砂的质量检验	140
第四节 集装箱涂膜质量	141
一、漆膜表面质量	141
二、集装箱膜厚的检测与管理	148
第九章 集装箱涂装设计	159
第一节 初步设计	159
一、深化集装箱制造说明书	160
二、制订涂装说明书	160
三、集装箱涂装成本的估算	162
四、与涂料供应厂商签订技术协议	164
第二节 详细设计	165
一、详细调查	166
二、设计涂装工艺条件	167
三、设计表面处理的技术参数	167
四、设计涂装工艺流程	167
五、喷涂面积计算与配套涂料的施工系数、供货定额	168
六、膜厚检测点设计	169

七、安全卫生措施	171
第十章 集装箱涂装管理	172
第一节 概述	172
第二节 集装箱涂层质量管理	172
第三节 集装箱涂料及耗量管理	177
一、工作重点	177
二、集装箱涂料的保管与贮存	177
第四节 集装箱涂装面积及耗漆量的估算	178
一、决定集装箱涂装面积的箱体结构因素	178
二、集装箱喷涂面积的计算	179
三、施工系数	181
四、集装箱涂料订货量的计算	182
第五节 集装箱涂料消耗量的统计	184
第十一章 集装箱漆膜的修补	186
一、喷涂缺陷的修补	186
二、旧箱漆膜的维修	188
三、翻新集装箱的涂装工艺	189
参考文献	191

第一章 集装箱的腐蚀与防护

用来制造集装箱的主要材料是钢铁，而钢铁又是金属中的一个大类。所以为了提高集装箱的使用寿命，必须在了解金属的腐蚀机理的基础上，来控制集装箱的腐蚀速度，探求防护的最佳办法。

第一节 金属腐蚀的基本原理

当金属与周围介质发生化学反应或电化学反应后，就会形成金属的化合物，使金属失去原有的光泽、强度、韧性等，金属就受到了破坏，这就是金属的腐蚀。金属的腐蚀有两个基本类型。

一、化学腐蚀过程

化学腐蚀是气体或液体介质与金属表面发生化学作用，产生化合物，从而使金属表面遭受腐蚀损坏的过程。如对钢铁进行热轧、焊接、铆接、切割等高温加热时，钢铁和空气中的氧反应，在钢铁表面形成黑色氧化皮；又如含硫石油等有机物质作用于金属时所发生的腐蚀；在干燥气体介质中发生的腐蚀等等，这些都是化学腐蚀的过程。化学腐蚀的特点是腐蚀产物的膜直接生成在发生反应的金属表面上，膜的厚度和疏松紧密程度决定了金属腐蚀的速度。化学腐蚀是一种没有电流产生的腐蚀过程。

二、电化学腐蚀过程

金属在大气中的锈蚀主要是电化学腐蚀。金属的电化学腐

蚀是自偶电池 (galvanic cell) 发生的。即当电解液中有任何两种电极电位不同的金属成为阴极而被腐蚀。因此, 电化学腐蚀的进行必须具备这样 3 个基本条件: 一是有不同的金属存在; 二是不同的金属处于相接触之中; 三是不同金属同时存在于电解质溶液中。另外, 如钢铁表面由于杂质、氧化皮的缺陷、晶体结构、机械的或热加工等原因产生的不均匀性; 从环境方面讲, 则有温度差、氧浓度的不均匀性, 特别是在大气腐蚀的条件下, 钢铁表面吸附一层水膜而形成许多微小的原电池, 这些都是造成发生电化学腐蚀的条件。钢铁表面的电化学腐蚀原理详见图 1-1。

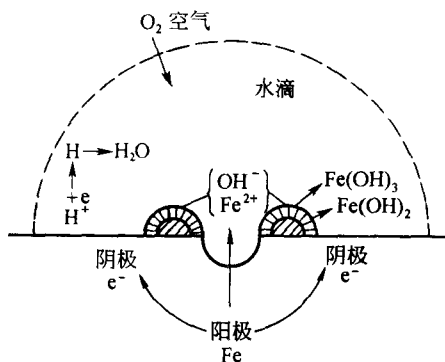


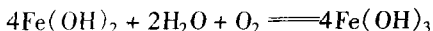
图 1-1 钢铁表面的电化学腐蚀原理

产生这种腐蚀的条件是水和氧气共同存在。铁原子比较活泼, 易失去电子, 和水释放的氢氧根 OH^- 相结合生成氢氧化亚铁, 它溶于水。其反应方程式如下:



水中的氢氧化亚铁和氧结合生成赤锈即氢氧化铁, 其反应

方程式如下：



总之，电化学腐蚀的基本过程是由阳极发生氧化反应、电子流动、离子迁移和阴极还原反应这四个环节组成，缺少任何一个环节都不可能发生电化学腐蚀。

第二节 影响金属腐蚀的主要因素

金属腐蚀是由各种内在和外部的因素引起的，归纳起来，影响金属腐蚀的主要因素有以下 6 个。

（一）金属材料本身的影响

众所周知，不同的金属具有不同的电极电位和不同的金相组织，其稳定性（即耐腐蚀性）是各不相同的。而同样化学成分的钢材，由于热处理过程不同，其耐腐蚀性也不相同。另外，金属处理因锻、铸、电焊等加工过程的热应力分布不均匀或热加工过程中造成晶粒变形等，者可能引起金属内部电极电位的差异，加快了金属本身的腐蚀。

金属表面光洁度状态，对腐蚀速度也有明显的影响。特别是在初期，金属表面越光滑其耐腐蚀性能越好。粗糙的金属表面，由于深凹部分不易接触到氧气而成为阳极，表面则成为阴极，结果产生氧浓差电池的腐蚀。

（二）环境温度的影响

一般情况下，温度升高，金属在电解质溶液中的腐蚀速度就加快。如海水温度每上升 10°C ，钢铁腐蚀速度将增加一倍，因为随着温度的升高，电极反应加强。另外，在大陆性气候的地区，昼夜温差大，夜间，大气中的相对湿度又升高，空气中的水分就会以结露的形式聚结在金属表面，为金属生锈提供了良好的条件。

(三) 环境湿度的影响

特别是在高温高湿的条件下，金属最容易生锈。其中腐蚀性最大的因素是潮湿和严重污染的工业大气，而温度的影响和温度变化的影响，远不如湿度变化的影响大，因为相对湿度高在金属表面很容易形成有腐蚀性的水膜。

(四) 腐蚀介质的运动速度的影响

集装箱和船舶一样，是运行在海上的钢结构，海水的流动使空气中的氧扩散到钢铁表面的速度加快，同时它还会冲刷掉腐蚀产物在钢铁表面所形成的各种保护膜。随着海水运动速度的增加，集装箱上钢铁腐蚀的速度也随之增加。

(五) 溶液的成分及浓度的影响

例如，海水是具有多种盐类的天然电解质溶液，其中还含有生物、泥沙、溶解的气体、腐败的有机物等，但影响钢铁腐蚀速度的重要因素是海水的盐度，盐度高，电导率高，宏观电池的腐蚀电流强度增大，钢铁的腐蚀加剧。另外，海水中含有大量的氯离子也会妨碍甚至破坏金属的钝化，促进金属的腐蚀。

(六) 腐蚀性介质及其他因素的影响

各种腐蚀性介质及其他因素也会加速金属的腐蚀。因为大气中除了 O_2 、 H_2O 之外还含有 N_2 和各种杂物，如海洋附近的盐雾，化工区的 SO_2 、 H_2S 、 Cl_2 以及各种烟尘、金属化合物以及其他盐类的颗粒等等，这些腐蚀性介质一旦落在金属表面，就会与水分一起凝聚，加速金属的腐蚀。

第三节 集装箱钢结构的腐蚀特性

目前，全世界的集装箱绝大多数为钢质结构。它是供轮