

涂料防腐蚀技术丛书

# 防腐蚀涂料涂装和质量控制

◎ 中国腐蚀与防护学会非金属材料专业委员会 组织编写

◎ 庞启财 编著



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

涂料防腐蚀技术丛书

# 防腐蚀涂料涂装和质量控制

中国腐蚀与防护学会非金属材料专业委员会 组织编写

庞启财 编著

化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

·北京·

# (京) 新登字 039 号

## 图书在版编目 (CIP) 数据

防腐蚀涂料涂装和质量控制/庞启财编著. —北京:  
化学工业出版社, 2003.5  
(涂料防腐蚀技术丛书)  
ISBN 7-5025-3126-2

I. 防… II. 庞… III. ①涂料-质量控制②涂装-质  
量控制 IV. TQ63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 014628 号

---

涂料防腐蚀技术丛书

防腐蚀涂料涂装和质量控制

中国腐蚀与防护学会非金属材料专业委员会 组织编写

庞启财 编著

责任编辑: 段志兵

文字编辑: 王清颀

责任校对: 凌亚男

封面设计: 于 兵

\*

化学工业出版社 出版发行  
工业装备与信息工程出版中心  
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

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

\*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 16 $\frac{1}{4}$  字数 429 千字

2003 年 4 月第 1 版 2003 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3126-2/TQ·1352

定 价: 36.00 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

## 序 言

目前，金属及其合金仍然是最重要的结构材料，其应用遍及国民经济的各个领域。金属腐蚀现象是普遍的，给国民经济带来的损失巨大。金属防腐蚀方法很多，有机涂层防腐蚀是最普遍和最重要的手段之一，施工简单，维修方便，成本低廉，适应性广。

有机涂层的应用和发展有数千年的历史。古人用天然树脂和矿物质等材料制成油性漆，对器具进行装饰和防护处理。随着钢铁等金属材料的广泛应用，有机涂层防腐蚀开始作为一门学科出现并得以发展；对高分子化学和合成树脂的深入研究，为有机防腐蚀涂层提供了优良的成膜物质，如环氧树脂、聚氨酯树脂和氟碳树脂等等，防腐蚀性能远远优于早期的油性漆；有机涂层防腐蚀机理研究也促进了涂料的发展。

现代工业对有机防腐蚀涂层提出了更高的要求，相继出现了各种重防腐涂料和特种涂料；涂料涂装方法和工艺的研究和发展，不但提高了涂层的质量，而且促进了防腐蚀涂料的进步，拓宽了有机防腐蚀涂层的应用领域，如静电粉末喷涂及其回收系统的发展和完善，使有机粉末涂料得到了迅速发展。人们对环境保护和劳动保护意识的加强，促进了绿色涂料和涂装技术的发展。研究开发资源利用率高、低污染或无污染新型涂料和涂装技术是有机涂层防腐蚀技术的发展方向。

涂层系统通常包括底层、中间过渡层和面层三部分。底层主要提高涂层与金属基体的结合强度，面层主要是满足各种不同性能要求的功能性部分，通过中间过渡层实现底层与面层的有机结合。有机涂料只是防腐蚀的一种中间材料，最终能起到防腐蚀作用的是其固化或交联的有机涂层，有机涂层通过屏蔽、缓蚀和电化学保护三种作用来达到防腐蚀的目的。为了获得理想的有机防腐蚀涂层，一

112-511102

是选用合适的涂料，二是选择合理的涂装方法和涂装工艺，涂料的涂装比涂料本身更重要。

目前，有关树脂合成和涂料配方的书籍很多，但是专门介绍防腐涂料应用技术的书籍较少，制约了有机涂料的应用与发展。在近几年举办的中国腐蚀与防护学会非金属材料专业委员会技术交流会上，许多从生产一线来的技术人员表示，希望能看到防腐涂料应用技术的图书。为此，中国腐蚀与防护学会非金属材料专业委员会和化学工业出版社决定共同组织编写《涂料防腐技术丛书》。《丛书》共8个分册，包括：

- (1) 防腐涂料涂装和质量控制；
- (2) 丙烯酸树脂防腐涂料及应用；
- (3) 聚氨酯树脂防腐涂料及应用；
- (4) 环氧树脂防腐涂料及应用；
- (5) 氟碳涂料及应用；
- (6) 建筑防腐涂料及应用；
- (7) 功能性防腐涂料及应用；
- (8) 防腐底层涂料及应用。

《丛书》属于应用性图书，各个分册有一定的独立性，系统叙述树脂合成、涂料配方、涂料涂装、涂层性能测试和评价、典型的应用实例等。《丛书》整体上强调涂装技术及应用，内容广泛。主要供腐蚀与防护、涂料涂装的工程技术人员阅读使用，也可供大专院校师生和企业管理者参考。

《丛书》编写工作曾得到中国腐蚀与防护学会许多专家、工程技术人员及其所在单位领导的热情协助和大力支持，对此，表示衷心的感谢！

《涂料防腐技术丛书》编辑委员会

2003年2月

# 前 言

改革开放以来，欧美和日本等国外涂料公司纷纷在我国建立独资或合资企业，除了大量生产涂料产品外，这些企业还积极参与了我国的许多大型建设项目和工程，比如远洋船舶、跨海跨江大桥、各类大型电站、石油和化学工程等等。

外资企业给我国带来了新的涂料技术，特别是重防腐涂料技术，同时也带来了新的涂装设计和涂装管理体系。我国的涂料技术与外国公司在整体上有着一定的差距，但是在涂装施工以及涂装质量控制方面的差距更大。由于船舶建造和集装箱制造方面的涂料主要使用的是外国公司的产品，所以在这一方面的涂装与质量管理都是按照国际标准工作。在其他工业重防腐方面，我国的涂料产品占据了大部分的市场，由于长久以来，我们缺乏关于涂装与涂装管理的系统性研究，使得涂装质量无论从认知上，还是在操作上，始终有着很多的误区。

在涂料工业发达的欧美和日本企业，不仅研究腐蚀和防护涂料的关系，还重点研究涂装技术与涂装管理。与我国的涂料企业相比，他们的企业中除了技术研究、产品生产和销售外，同时还有一支专门的技术服务队伍，帮助客户和涂装承包商正确地使用涂料，即涂装质量控制。

本书的重点在于介绍涂装技术与涂装质量控制，所有技术要求和规范都具有可操作性，并且是实践中一直在运用的技能方法。对于材料的腐蚀和防腐蚀涂料本身，没有作太深的理论阐述和配方陈述，但也介绍了一些基本的必须掌握的知识。毕竟涂料与涂装是不能分开的，两者间有着不可分的密切关系。

全书分3大部分，首先系统地介绍了涂料的基本技术，然后介绍了涂装系统设计、涂装过程和涂装质量控制技术要点，最后描述

了船舶、海洋工程、桥梁、电站、港口机械、混凝土表面等具体涂装领域内的防腐蚀涂料设计和涂装质量控制要求等。

本书中的“船舶和海洋工程涂装”与“安全、卫生和环境”两章，由广州佐敦远洋制漆有限公司的龚骏先生撰写，本人作了调整与补充。“大型钢结构涂装”和“混凝土表面涂装”两章由海虹老人牌涂料（香港）有限公司的林绍基先生修正并提供宝贵的资料。

本书的编写过程中，在内容和技术方面得到了几家外国涂料公司的朋友和领导的支持与帮助，他们是佐敦油漆（香港）有限公司技术部经理 Mr. Jonathan Scotland，海虹老人牌涂料公司尚德辉先生，国际油漆工业漆分公司刘雄光先生等。

涂料和涂装技术在现代工业的推动下发展迅速，每年都会有新的技术出现，本书很难囊括所有的内容。加之本人才疏学浅，错误疏漏在所难免，希望同行能够不吝指正。

庞启财

2003.3

# 目 录

<b>第 1 章 概述</b> .....	1
1.1 涂装检验员的工作和职权 .....	2
1.1.1 涂装检验员简介 .....	3
1.1.2 工作职责和权力 .....	5
1.1.3 涂装的检验工作 .....	6
1.1.4 涂装检验内容简介 .....	7
1.1.5 个人联系和程序 .....	9
1.2 第三方涂装检验 .....	10
1.3 涂装检验等级 .....	11
1.3.1 全职的涂装检验 .....	11
1.3.2 部分时间的检验 .....	12
1.3.3 响应性参与检验 .....	12
1.3.4 不作任何检验 .....	12
1.4 涂装检验员的培训和资格认证 .....	12
1.4.1 FROSIO .....	13
1.4.2 NACE .....	15
<b>第 2 章 金属的腐蚀与涂层保护</b> .....	17
2.1 金属的腐蚀 .....	17
2.1.1 金属的自然腐蚀趋势 .....	17
2.1.2 腐蚀的分类 .....	17
2.1.3 电化学腐蚀 .....	18
2.2 金属腐蚀的形态 .....	20
2.2.1 均匀腐蚀 .....	20
2.2.2 点蚀 .....	20
2.2.3 电偶腐蚀 .....	21
2.2.4 缝隙腐蚀 .....	22
2.2.5 冲刷腐蚀 .....	22



2.2.6	选择腐蚀	23
2.2.7	应力腐蚀	23
2.2.8	丝状腐蚀	24
2.3	腐蚀环境	24
2.3.1	大气腐蚀	24
2.3.2	水的腐蚀	28
2.3.3	土壤腐蚀	29
2.3.4	海洋腐蚀环境	31
2.3.5	非水溶剂腐蚀	33
2.3.6	高温腐蚀	34
2.4	金属材料的腐蚀控制	35
2.5	涂料的防腐蚀保护	37
2.5.1	透水性	38
2.5.2	透氧性	38
2.5.3	透离子性	38
2.5.4	对腐蚀介质的稳定性	39
2.5.5	与底材的附着力	39
2.5.6	相应的力学性能	41
<b>第3章</b>	<b>涂料技术基础</b>	<b>42</b>
3.1	涂料的组成	42
3.1.1	成膜物质	42
3.1.2	颜料和填料	43
3.1.3	助剂	52
3.1.4	溶剂	52
3.2	涂料的配方设计	56
3.2.1	涂料的配方设计	57
3.2.2	涂料配方设计示例	58
3.2.3	涂料配方的基本计算	59
3.3	涂料的生产	60
3.3.1	涂料生产的要求	60
3.3.2	VOC法规	61
3.3.3	涂料生产过程和设备	62
3.3.4	涂料生产的安全、卫生和环保	64

3.4	涂料成品检验 .....	65
3.4.1	细度 .....	65
3.4.2	黏度 .....	65
3.4.3	密度 .....	66
3.4.4	流挂和流平性能 .....	66
3.4.5	干燥时间 .....	66
3.4.6	光泽 .....	67
3.4.7	喷涂性 .....	68
3.4.8	色差 .....	68
3.5	涂料性能测试 .....	68
3.5.1	介质浸泡法 .....	68
3.5.2	盐雾试验 .....	70
3.5.3	气体腐蚀试验 .....	70
3.5.4	丝状腐蚀试验 .....	70
3.5.5	水汽渗透试验 .....	71
3.5.6	阴极剥离试验 .....	71
3.5.7	水渗透试验 .....	71
3.5.8	盐雾/干/湿度循环试验 .....	72
3.5.9	盐雾/人工加速老化试验 .....	72
<b>第4章</b>	<b>涂料的基本类别 .....</b>	<b>73</b>
4.1	涂料的分类和命名 .....	73
4.1.1	涂料产品分类、命名和型号的国家标准 .....	73
4.1.2	国际油漆公司 .....	75
4.1.3	海虹老人牌涂料 .....	76
4.2	涂料的干燥成膜 .....	78
4.3	常用涂料基本性能及其应用 .....	79
4.3.1	生漆 .....	79
4.3.2	沥青涂料 .....	81
4.3.3	油性涂料 .....	82
4.3.4	醇酸树脂涂料 .....	82
4.3.5	酚醛树脂涂料 .....	84
4.3.6	氯化烯烃树脂涂料 .....	85
4.3.7	丙烯酸树脂涂料 .....	87

4.3.8	环氧树脂涂料	88
4.3.9	聚氨酯涂料	92
4.3.10	有机硅树脂	94
4.3.11	聚硅氧烷涂料	96
4.3.12	聚脲弹性体	98
4.3.13	氟树脂涂料	100
4.4	特殊防腐蚀涂料	101
4.4.1	玻璃鳞片涂料	102
4.4.2	富锌涂料	104
4.4.3	水性工业重防腐涂料	108
4.4.4	耐高温涂料	111
4.4.5	防火涂料	113
4.4.6	防静电涂料	116
4.4.7	车间底漆	117
<b>第5章</b>	<b>防腐蚀涂装系统设计</b>	<b>123</b>
5.1	谁在影响涂料的选择	123
5.1.1	相关的组织机构	123
5.1.2	业主	123
5.1.3	设计院所	124
5.1.4	承包商	124
5.1.5	涂料公司	124
5.2	产品文件和质量担保	125
5.2.1	涂料产品相关文件	125
5.2.2	产品性能担保	126
5.3	理解产品说明书	127
5.3.1	产品说明部分	127
5.3.2	物理参数部分	128
5.3.3	施工参数部分	129
5.3.4	其他说明部分	131
5.4	涂装系统设计	131
5.4.1	被涂物、涂料和施工方面的分析	132
5.4.2	ISO 12944	132
5.5	涂料系统的经济性	139

5.5.1	每平方米价格 .....	139
5.5.2	寿命周期费用 .....	140
5.6	涂层系统结构 .....	141
5.6.1	防锈底漆 .....	142
5.6.2	面漆 .....	143
5.6.3	临时底漆 .....	144
5.6.4	封闭底漆 .....	145
5.6.5	乙烯磷化底漆和环氧钝化底漆 .....	146
5.7	涂装计算 .....	147
5.7.1	涂料计算 .....	147
5.7.2	面积计算 .....	155
<b>第6章</b>	<b>防腐蚀涂料涂装 .....</b>	<b>159</b>
6.1	表面处理的对象及程序 .....	159
6.1.1	表面处理程序 .....	160
6.1.2	表面处理对象 .....	160
6.2	表面处理方法 .....	161
6.2.1	钢材的表面处理 .....	161
6.2.2	手工及动力工具除锈 .....	162
6.2.3	喷射除锈 .....	164
6.2.4	高压水除锈 .....	168
6.2.5	表面处理后涂装的时间限定 .....	170
6.3	酸洗和磷化处理 .....	171
6.3.1	酸洗 .....	171
6.3.2	磷化处理 .....	171
6.4	表面处理标准 .....	173
6.4.1	国际标准 .....	173
6.4.2	SSPC 标准 .....	178
6.4.3	JSRA-SPSS 标准 .....	179
6.4.4	表面预处理标准对照 .....	180
6.5	涂装方法 .....	181
6.5.1	刷涂 .....	182
6.5.2	辊涂 .....	182
6.5.3	空气喷涂 .....	183

6.5.4	无气喷涂 .....	184
6.6	涂装环境 .....	188
6.6.1	温度 .....	188
6.6.2	相对湿度和露点 .....	189
6.6.3	其他 .....	191
6.7	涂装前准备 .....	191
6.7.1	开罐 .....	191
6.7.2	搅拌 .....	191
6.7.3	混合熟化 .....	192
6.7.4	稀释 .....	192
6.7.5	过滤 .....	192
6.8	预涂装 .....	193
6.9	厂房内涂装 .....	194
6.9.1	钢结构设计 .....	194
6.9.2	表面处理 .....	194
6.9.3	涂料的储藏和混合 .....	195
6.9.4	施工设备 .....	195
6.9.5	有效的工作程序 .....	196
6.9.6	面漆涂装 .....	196
6.9.7	厂房和现场涂装程序 .....	197
6.10	涂装承包商的资质认证 .....	197
<b>第7章</b>	<b>涂装检验与质量控制 .....</b>	<b>199</b>
7.1	钢板车间预处理检查 .....	199
7.1.1	钢板车间预处理的检查要点 .....	200
7.1.2	干膜厚度的测量 .....	201
7.2	钢结构处理 .....	202
7.3	表面处理检查 .....	203
7.3.1	溶剂清洗 (SSPC SP-1) .....	204
7.3.2	原始状态评定 .....	205
7.3.3	表面处理检查 .....	206
7.3.4	粗糙度 .....	207
7.3.5	磨料检测 .....	210
7.3.6	高压水喷射除锈 .....	214

7.3.7	表面处理后的清洁度 .....	215
7.3.8	气候条件 (ISO 8502-4) .....	219
7.4	涂装施工前和施工中的检查 .....	220
7.4.1	技术说明书和涂料 .....	221
7.4.2	正确的稀释和混合 .....	222
7.4.3	湿膜厚度控制 .....	223
7.4.4	气候条件 .....	224
7.4.5	涂装间隔的控制 .....	224
7.4.6	灯光照明 .....	225
7.4.7	脚手架 .....	225
7.4.8	通风 .....	225
7.5	涂装施工后的检查 .....	226
7.5.1	干膜厚度测量 .....	226
7.5.2	涂膜的固化和干燥 .....	231
7.5.3	附着力测试 .....	232
7.5.4	漏点测试 .....	236
7.6	涂装工作的记录和报告 .....	237
<b>第8章</b>	<b>涂料系统的维修 .....</b>	<b>239</b>
8.1	涂层缺陷分析与修正 .....	239
8.1.1	包装桶里的问题 .....	240
8.1.2	施工中产生的缺陷 .....	241
8.1.3	干燥和固化过程发生的问题 .....	245
8.1.4	涂层在使用过程中发生的问题 .....	246
8.1.5	涂层缺陷的其他原因 .....	253
8.2	涂层缺陷的处理程序 .....	258
8.3	涂层系统的维修保养 .....	260
8.3.1	旧涂层的状态评定 .....	260
8.3.2	表面处理 .....	266
8.4	维修保养用涂装系统 .....	270
8.4.1	判断涂料的基本类别 .....	270
8.4.2	涂料类型及其修补 .....	271
8.4.3	维修涂层系统 .....	273
8.4.4	涂装时的注意点 .....	274

8.4.5	准备工作	274
<b>第9章</b>	<b>船舶和海洋工程涂装</b>	<b>277</b>
9.1	船舶涂料	278
9.1.1	船底部位	278
9.1.2	水线区	279
9.1.3	大气区	281
9.1.4	液舱	284
9.1.5	货舱	285
9.1.6	机舱和泵舱	286
9.1.7	房舱	286
9.1.8	涂料体系	286
9.2	船底防污漆	289
9.2.1	污损海生物	289
9.2.2	船壳粗糙度的影响	289
9.2.3	船舶防污漆	293
9.3	海洋工程重防腐涂料	299
9.3.1	NORSOK 标准介绍	300
9.3.2	NORSOK 推荐涂料配套方案	302
9.3.3	佐敦油漆配套系统	305
9.4	船舶和海洋工程涂装质量控制	307
9.4.1	人员资质	307
9.4.2	涂装工艺设计	307
9.5	新建船舶和海洋工程涂装	311
9.5.1	分段涂装	313
9.5.2	船台涂装	313
9.5.3	码头涂装阶段	314
9.5.4	坞内涂装阶段	315
9.5.5	交船前涂装	316
9.6	船舶维修涂装	316
9.6.1	船舶坞修涂装	316
9.6.2	货舱维修涂装	325
9.6.3	压载水舱涂装	330
9.6.4	甲板涂装	337

9.6.5	室内涂装 .....	338
9.6.6	高速客轮维修涂装 .....	338
9.7	成品油舱涂装 .....	339
9.7.1	成品油舱涂料 .....	340
9.7.2	涂装施工前准备 .....	346
9.7.3	结构处理 .....	352
9.7.4	表面处理 .....	353
9.7.5	涂装施工 .....	356
9.7.6	涂层修补 .....	360
9.7.7	海水浸泡试验 .....	360
9.7.8	检验项目、仪器和有关报告文件 .....	361
9.8	海洋工程维修涂装 .....	363
9.8.1	海洋工程维修涂装概述 .....	363
9.8.2	维修涂装实例 .....	364
<b>第10章</b>	<b>大型钢结构涂装 .....</b>	<b>370</b>
10.1	电站的涂装 .....	371
10.1.1	火力发电站 .....	371
10.1.2	水力发电站 .....	377
10.1.3	风力发电站 .....	383
10.1.4	核电站 .....	386
10.2	大型桥梁的涂装 .....	393
10.2.1	桥梁的腐蚀和防护 .....	394
10.2.2	桥梁用涂料 .....	395
10.2.3	新建桥梁涂装 .....	398
10.2.4	缆索的涂装 .....	401
10.2.5	桥面涂装 .....	403
10.2.6	桥梁维修涂装 .....	404
10.3	港口机械涂装 .....	411
10.3.1	港口机械的腐蚀特征 .....	411
10.3.2	港口机械重防腐涂料 .....	411
10.3.3	涂装施工以及质量控制 .....	414
10.3.4	港口机械的维修涂装 .....	419
10.4	储罐气柜涂装 .....	421



10.4.1	储罐的腐蚀 .....	421
10.4.2	储罐涂料系统 .....	422
10.4.3	煤气柜的腐蚀与防护 .....	426
10.4.4	储罐气柜的涂装 .....	427
10.4.5	储罐气柜的维修涂装 .....	433
10.5	钢结构建筑涂装 .....	436
10.5.1	钢结构建筑用涂料 .....	437
10.5.2	涂装实例 .....	440
<b>第 11 章</b>	<b>混凝土表面涂装 .....</b>	<b>444</b>
11.1	钢筋混凝土的腐蚀 .....	444
11.1.1	混凝土的碳化 .....	445
11.1.2	氯化物的渗透 .....	445
11.2	混凝土保护用涂料 .....	446
11.2.1	钢筋混凝土的保护措施 .....	446
11.2.2	混凝土保护用涂料 .....	447
11.3	混凝土表面处理 .....	451
11.3.1	除油 .....	451
11.3.2	表面打磨或喷砂处理 .....	451
11.3.3	酸蚀处理 .....	451
11.3.4	混凝土表面质量控制测试 .....	451
11.4	混凝土表面涂装实例 .....	452
11.4.1	水处理系统涂装 .....	452
11.4.2	工业地面涂装 .....	454
11.4.3	混凝土桥梁涂装 .....	459
<b>第 12 章</b>	<b>安全、卫生和环境 .....</b>	<b>465</b>
12.1	安全问题 .....	468
12.1.1	爆炸和火灾 .....	468
12.1.2	表面处理设备使用的安全性 .....	470
12.1.3	工作场所的安全问题 .....	472
12.2	健康危害 .....	473
12.2.1	溶剂 .....	473
12.2.2	树脂等黏结剂 .....	475
12.2.3	重金属 .....	476