

刘新 编著

防腐蚀涂装

技术问答

FANGFUSHI TUZHUANG
JISHU WENDA



化学工业出版社

TQ639
191
1=

刘新 编著

防腐蚀涂装

技术问答

FANGFUSHI TUZHUANG
JISHU WENDA



化学工业出版社
· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

防腐蚀涂装技术问答/刘新编著. —北京: 化学工业出版社, 2008. 5

ISBN 978-7-122-02846-4

I. 防… II. 刘… III. 防腐-涂漆-问答 IV. TQ639-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 064222 号

责任编辑: 顾南君

文字编辑: 曾景岩

责任校对: 凌亚男

装帧设计: 刘丽华

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: 三河市延风印装厂

850mm×1168mm 1/32 印张 7 $\frac{3}{4}$ 字数 203 千字

2008 年 8 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: 20.00 元

版权所有 违者必究

前 言

我国的防腐蚀涂料技术水平，已经达到了国际先进水平，为很多大型工程，如石油化工、机场、体育场馆、海洋工程和桥梁等，提供了许多优质的防腐蚀涂料产品。防腐蚀涂料只是包装桶里的产品，要让它发挥出防护性能，还需要优良的涂装工作来保证。

现代防腐蚀涂料涂装工作人员，包括油漆工、喷砂工、质检人员和管理人员，需要具备较为全面的防腐蚀涂料涂装知识。为什么有时候施工了优质的涂料产品，还是会很快出现涂层缺陷呢？是表面处理环节出了问题，还是涂料系统设计时就不合适？防腐涂料系统的设计有什么标准规范吗？涂装质量的检查有什么要求？什么叫PPE？什么叫HSE？等等。这本有关防腐蚀涂料涂装技术问答形式的小册子，希望可以为从事防腐蚀涂装工作的人员提供一些基本的知识和技能，为现在和以后的工作起到一些启迪作用。

以往介绍防腐蚀涂料涂装的图书，多侧重于涂料技术和施工方法。然而，成功的防腐蚀涂装工作，不仅仅取决于涂料本身和施工方法。涂装技术工程师和技术工人，应该对腐蚀有一些基本的了解，知道为什么要进行防腐，知道防腐蚀涂料的基本保护作用，知道现在的防腐涂料产品的技术发展情况，了解哪些传统产品正在淘汰，熟悉相应的规范标准，掌握施工和检查的专业技能与设备仪器的操作，明白自己所从事的工作对于自己及他人的健康安全以及环境的影响与作用。本书在编写中尽可能地涉及以上内容。

这本书是面对从事涂装工作人员的普及性读物，编者尽可能地把复杂的内容简单化，理论性的知识实践化，在内容中加入了一些自己工作中碰到的问题和解决方法，很多图片来自于实际的工作。

防腐蚀涂料涂装是一门非常复杂的、专业性很强的工作，其实还可以细分为很多工种，比如设计、喷砂、喷漆、质量检查、维修保养等，每一个分工都有着相当多的知识和技能需要去学习和实践。本书介绍的只是防腐蚀涂料涂装的一部分内容，希望能起到抛砖引玉的作用。玉在哪里？其实就在我们平常的工作中。只要我们用心做好每一件工作，不放过任何一个问题，多问自己几个为什么，就能把防腐蚀涂料涂装工作做得更好。

刘 新

2008年春节于广州

目 录

第一章 材料的腐蚀和防护	1
1. 什么是腐蚀?	1
2. 腐蚀的危害性体现在哪里? 腐蚀防护有什么意义?	1
3. 什么是金属材料的电化学腐蚀?	2
4. 金属材料腐蚀的形式有哪些?	2
5. 什么叫电偶腐蚀?	3
6. 点蚀是什么样的腐蚀形态?	4
7. 为什么会发生缝隙腐蚀?	5
8. 黄铜脱锌是什么腐蚀?	5
9. 什么叫应力腐蚀破裂?	5
10. 不锈钢也会生锈吗?	6
11. 什么叫冲刷腐蚀?	7
12. 不同的金属都有什么腐蚀特征?	7
13. 腐蚀环境怎样分类?	9
14. 大气腐蚀的主要特点是什么?	9
15. GB/T 15975 对大气腐蚀环境是如何分类的?	10
16. GB/T 19292.1 对金属和合金的大气腐蚀性如何进行分类?	11
17. 淡水腐蚀的主要特点是什么?	11
18. 海水腐蚀的主要特点是什么?	12
19. 如何划分复杂的海洋腐蚀环境?	14
20. 土壤腐蚀的主要特点是什么?	16
21. 什么是微生物腐蚀?	17
22. 钢筋混凝土也会腐蚀吗?	18
23. 什么叫混凝土的碳化?	19
24. 混凝土碳化取决于哪些因素?	19

25. 氯离子对钢筋的主要腐蚀作用是什么?	20
26. 二氧化硫对混凝土会产生腐蚀作用吗?	21
27. 什么叫酸雨? 酸雨有什么腐蚀危害?	21
28. 防止金属材料的腐蚀有哪些主要措施?	22
29. 防腐蚀涂料对金属材料的保护是什么机理?	22
30. 混凝土结构的保护方法主要有哪些?	23
31. 混凝土结构采用涂层防护有什么作用? 混凝土表面防护涂层 有什么要求?	23

第二章 涂料技术基础

32. 什么叫涂料? 什么叫油漆?	26
33. 涂料是如何进行命名和编号的?	26
34. 液体类防腐蚀涂料的主要组成有哪几部分?	32
35. 什么叫黏结剂?	32
36. 颜料可以划分为几种类型?	33
37. 钛白粉有什么特性?	33
38. 防锈颜料的作用是什么?	34
39. 什么叫体质颜料?	35
40. 红丹漆有哪些危害?	36
41. 为什么在涂料中要加入铝粉颜料?	36
42. 云母氧化铁在涂层中起到什么作用?	37
43. 玻璃鳞片涂料有哪些特性和用途?	37
44. 锌粉在涂层中起到什么作用?	38
45. 怎样理解富锌涂料的锌粉含量和金属锌含量?	38
46. 什么是润湿分散剂?	39
47. 什么是消泡剂?	39
48. 垂直面上施工涂料时怎样防止涂膜的流挂?	40
49. 面漆的涂膜不需要太高的光泽时怎么办?	41
50. 大气中的紫外线对涂膜有很强的降解作用, 有什么办法可以降低 这种降解作用吗?	41
51. 催干剂有什么作用?	41
52. 溶剂在涂料中起什么作用?	42
53. 水是溶剂吗?	43

54. 溶剂的挥发对涂膜有哪些影响?	43
55. 溶剂的挥发速率会受到哪些因素的影响?	44
56. 溶剂的挥发速度是怎样定义的?	45
57. 什么是稀释剂? 稀释剂与溶剂有何区别, 如何使用?	46
58. 能否举例说明常用涂料的稀释剂成分?	46
59. 天拿水是什么?	47
第三章 常用防腐蚀涂料	48
60. 常用的防腐蚀涂料有哪些?	48
61. 什么是调合漆?	48
62. 什么是清漆?	49
63. 什么叫色漆?	50
64. 什么叫磁漆?	50
65. 什么是腻子?	50
66. 为什么含沥青成分的涂料应用越来越少?	51
67. 氯化聚烯烃类涂料的主要品种有哪些?	52
68. 为什么过氯乙烯涂料已经很少应用?	52
69. 氯磺化聚乙烯涂料有哪些特性?	53
70. 氯化橡胶涂料有哪些特性和用途?	53
71. 什么是水相法氯化橡胶涂料?	54
72. 什么是氯醚涂料?	55
73. 什么是丙烯酸树脂?	56
74. 常用丙烯酸树脂涂料有哪些?	56
75. 什么是醇酸树脂?	57
76. 醇酸树脂涂料是怎样干燥固化的?	58
77. 为什么醇酸树脂涂料在包装桶里容易结皮?	58
78. 醇酸树脂涂料的耐高温性如何?	59
79. 醇酸树脂涂料一次施工的干膜厚度在多少范围比较合适?	59
80. 什么样的腐蚀环境下使用醇酸树脂涂料?	59
81. 红丹醇酸防锈漆有哪些替代产品?	60
82. 常用的醇酸树脂涂料有哪些?	60
83. 什么是环氧树脂?	61
84. 环氧树脂涂料常用的固化剂有哪些?	63

85. 环氧树脂涂料适用于哪些方面？	64
86. 环氧树脂涂料有哪些特性？	65
87. 冬季低温环境如何施工环氧涂料？	65
88. 环氧树脂涂料为什么不推荐用于户外？	66
89. 什么是环氧酯涂料？	67
90. 厚浆型和高固体分环氧树脂涂料有什么区别？	67
91. 环氧清漆的作用是什么？	68
92. 环氧磷酸锌防锈底漆的防锈机理是什么？	68
93. 什么是低表面处理涂料？什么情况下使用低表面处理涂料？	69
94. 低表面处理涂料的主要品种有哪些？	70
95. 环氧云铁中间漆和环氧云铁防锈漆有什么区别？	71
96. 环氧树脂涂料中加入铝粉防锈颜料有什么作用？	72
97. 什么是无溶剂环氧涂料？它有哪些特性和用途？	72
98. 施工无溶剂环氧涂料时应注意什么？	74
99. 聚氨酯涂料的组成、主要性质和特点是什么？	74
100. 什么是异氰酸酯？	75
101. 聚氨酯涂料如何分类？	78
102. 为什么有的聚氨酯涂料保色保光性好，有的聚氨酯涂料会泛黄？	79
103. 丙烯酸聚氨酯和聚酯聚氨酯涂料有什么区别？	79
104. 有单组分的聚氨酯涂料吗？	80
105. 湿固化聚氨酯涂料的固化机理是什么？它有哪些特性和用途？	81
106. 聚氨酯涂料的毒性表现有哪些？	81
107. 什么是氟碳树脂？	83
108. 常温固化型氟碳涂料有什么特性和用途？	84
109. 氟碳涂料中的氟含量有什么重要意义？	85
110. 聚硅氧烷涂料是什么类型的涂料？	85
111. 环氧聚硅氧烷涂料和丙烯酸聚硅氧烷涂料在性能上有什么区别？	86
112. 什么是聚脲？它有哪些特性和用途？	87
113. 什么是聚苯胺涂料？它有哪些特性和用途？	88
114. 无机富锌涂料有哪些品种？	90
115. 溶剂型无机富锌涂料的固化机理是什么？	91
116. 无机富锌涂料与环氧富锌底漆的区别在哪里？	92
117. 什么是磷化底漆？	93

118. 防污漆应用在什么地方?	93
119. 什么是导静电涂料?	94
120. 什么是耐高温涂料?	95
121. 无机富锌涂料可以耐 540℃ 的高温吗?	95
122. 什么叫车间底漆?	96
123. 车间底漆的主要类型有哪些? 各有哪些特性?	97
124. 水性环氧涂料主要有哪些产品?	99
125. 水性环氧涂料在成膜过程中有什么注意点?	100
126. 使用水作为稀释剂, 使用时有什么注意事项吗?	100
127. 水性环氧涂料的混合使用寿命与普通环氧涂料相比, 有什么不同点?	100
128. 钢材不会燃烧, 为什么要涂装防火涂料?	101
129. 防火涂料使用什么底漆和面漆?	101
第四章 防腐蚀涂装设计	103
130. ISO 12944 是一个什么样的标准?	103
131. ISO 12944 对于腐蚀级别是怎样进行划分的?	103
132. 防腐蚀涂装设计时要考虑哪些主要因素?	103
133. 防腐蚀涂装设计的标准规范要求有哪些?	107
134. 什么是防腐蚀设计使用年限或预期使用寿命? 它有什么评判标准?	108
135. 什么是涂料的体积固体分?	109
136. 什么是干膜厚度和湿膜厚度? 实际施工时两者如何估算?	109
137. 微米 (μm) 和密耳 (mil) 怎样换算?	110
138. 怎样计算涂料的理论涂布率?	110
139. 实际涂布率是怎样计算的?	111
140. 涂料的实际用量受到哪些因素影响?	111
141. 设计干膜厚度为 $90\mu\text{m}$ 的厚浆型环氧涂料, 体积固体分 72% 时, 400m^2 钢材表面理论上要用到多少升涂料? 假定涂料的损耗为 40%, 实际订货应该要多少升?	112
142. 涂层系统中的底漆、中间漆和面漆分别起到什么作用?	112
143. 什么是封闭漆?	113
144. 金属热喷涂涂层或热浸镀锌与有机涂料的复合防腐涂层的优点是什么?	114

145. 用于重防腐的不同金属热喷涂材料有什么特性?	114
146. 热浸镀锌涂层表面可以使用醇酸树脂涂料吗?	115
147. 什么样的涂料可以直接涂覆在镀锌钢材表面?	116
148. 镀锌层以及表面的涂层厚度如何测量?	117
149. 滨海城市的机场钢结构如何制订要求使用寿命 15 年以上的防腐 蚀涂装方案? 30 年使用寿命的方案如何制订?	117
第五章 表面处理	120
150. 为什么要进行表面处理?	120
151. 表面处理包括哪些工作?	120
152. 钢铁表面的氧化皮到底是什么, 对钢材有保护作用吗?	121
153. 哪些是钢铁表面不可见杂质?	122
154. 根据 SSPC SP 1《溶剂清理》, 是用溶剂进行表面清理吗?	122
155. 针对焊缝的表面处理有什么要求?	123
156. 钢材表面除锈的标准有哪些?	123
157. SIS 055900 是什么标准?	124
158. 国家标准 GB 8923—1988 与国际标准 ISO 8501-1: 1988 有哪 些共同点?	124
159. 钢材表面除锈等级有哪些?	125
160. 为什么没有 St 1 的除锈等级?	126
161. 原始锈蚀等级为 A 级的钢材, 为什么没有 St 2、St 3 和 Sa 1 的 除锈等级?	126
162. 喷射除锈到 Sa 2½级时, 表面容许有少量锈蚀吗?	127
163. 什么样的情况下钢材表面要求喷射处理到 Sa 3 级?	127
164. 美国的 SSPC VIS 3 是什么标准?	127
165. 什么是 SSPC SP 11?	128
166. 美国的 SSPC VIS 1 是什么标准?	128
167. 酸洗的作用机理是什么?	130
168. 酸洗时, 用盐酸还是硫酸好?	133
169. 什么叫表面粗糙度?	133
170. 判断表面粗糙度的标准有哪些?	134
171. 常用非金属磨料有哪些?	135
172. 植物的壳、核也能用作磨料吗?	136

173. 常用的金属磨料有哪些？	136
174. 钢砂的规格有哪些？	137
175. 钢丸的规格有哪些？	139
176. 磨料的尺寸大小对喷射粗糙度有什么影响？	139
177. 为什么要使用混合磨料？混合磨料如何配比？	140
178. 对于石英砂的应用有什么限制？	140
179. 为什么要限定磨料中的盐分含量？	141
180. 不锈钢表面喷射处理时选用什么样的磨料比较好？	142
181. 热浸镀锌钢材表面喷射处理时要注意什么？	142

第六章 防腐蚀涂装

182. 防腐蚀涂料涂装有哪些主要方法？	143
183. 油漆刷子有哪些种类？	143
184. 刷涂有哪些优缺点？	143
185. 辊涂有哪些优缺点？	145
186. 什么叫条涂或预涂？	146
187. 什么是空气喷涂？	146
188. 空气喷枪主要零部件的作用是什么？	147
189. 压缩空气供应系统对喷漆有什么影响？	149
190. 空气喷涂中常见的故障、原因有哪些？如何进行维修？	149
191. 什么是高压无气喷涂？	152
192. 什么是压力比？	153
193. 如何识别高压无气喷涂的喷枪喷嘴？	153
194. 喷涂时到底需要多高的压力？	154
195. 无气喷涂正确和错误手法的区别在哪里？	156
196. 高压无气喷漆泵的常见故障与排除方法有哪些？	157
197. 单组分涂料施工时要注意什么？	160
198. 双组分涂料施工时要注意什么？	161
199. 为什么不能用木棒对包装桶里的涂料进行搅拌？	161
200. 双组分涂料在施工时，熟化时间或引导时间是什么概念？	161
201. 什么是罐藏寿命或混合使用时间？	162
202. 涂料施工时，添加稀释剂有什么讲究吗？	162
203. 丙烯酸聚氨酯面漆在施工时有什么注意点？	162

204. 双组分涂料没加固化剂就涂覆在钢材表面后怎么办?	163
205. 无机硅酸锌涂料可以用在打磨到 St 3 级的表面上吗?	164
206. 无机硅酸锌涂料在混合和搅拌时有什么要求吗?	165
207. 无机硅酸锌涂料对施工方法有什么要求?	165
208. 怎么判断无机硅酸锌的漆膜固化?	166
209. 无机硅酸锌漆的漆膜厚度在喷涂时控制在多少为好? 喷涂时有什么技巧?	166
210. 无机硅酸锌涂料如何进行表面封闭漆的施工?	167

第七章 涂装质量检验

211. 为什么要进行涂装质量检验?	169
212. 为什么要进行第三方检验?	170
213. 什么是 FROSIO?	170
214. 什么是 NACE CIP?	171
215. 怎样判断钢材的原始锈蚀等级?	172
216. 有关表面处理除锈的标准规范相互之间有什么关联?	173
217. 如何利用比较样块来进行表面粗糙度的评定?	174
218. 如何利用复制胶带法评定表面粗糙度?	178
219. 如何检测喷砂后钢板表面的盐分含量?	179
220. 喷砂处理后, 钢板表面的灰尘量要满足什么条件才可以进行涂漆? ...	182
221. 涂装时, 为什么要测量钢材表面温度?	183
222. 涂装时, 相对湿度有什么要求?	183
223. 什么叫露点?	183
224. 为什么要测量湿膜厚度? 如何测量?	186
225. 测量干膜厚度时, 有什么样的干膜测厚仪可供选择?	188
226. 干膜厚度测量的相关标准规范是什么?	189
227. 干膜厚度测量的 90-10 原则是什么意思?	191
228. 涂膜的附着力检测有什么方法?	191
229. 划格法和栅格法是同一种附着力检测方法的不同名称吗?	192
230. 对于涂层的附着力, 满足多少指标才能达到要求?	195
231. 什么是附着力的拉开法测试?	195
232. 低压海绵漏涂点检测仪应用于什么样的情况?	198
233. 涂层进行高压漏涂点检测时, NACE 和 ASTM 标准如何确定特定	

膜厚采用的电压?	199
234. 我国石油化工行业对于埋地管道防腐涂层的漏涂点检测有何规定?	201
第八章 防腐蚀涂装的维修保养	202
235. 涂层老化的机理是什么?	202
236. 涂层老化和涂层的缺陷有什么区别?	203
237. ISO 4628 是什么样的标准?	203
238. 为什么涂料施工后容易返锈?	203
239. 涂层为什么会起泡?	204
240. 涂层为什么会起皮和剥落?	205
241. 涂层开裂有几种情况?	206
242. 什么样的状态下涂层需要进行维修保养?	207
243. 涂层的锈蚀级别中经常可以见到 Ri 和 Re, 分别指的是什么? ..	208
244. 怎样判断旧涂层的基本类型?	209
245. 什么情况下旧涂层可以保留?	210
246. 维修涂装时, 手工除锈还是进行喷砂处理?	212
247. 低表面处理涂料在维修涂装时的作用是什么?	213
248. 环氧富锌底漆适用于维修涂装吗?	214
249. 涂层维修保养时, 采用手工涂装还是喷涂的方法?	214
250. 能否介绍一些通用的维修保养涂层体系?	215
第九章 涂装作业的安全防护	217
251. 涂装作业的危害主要有哪些?	217
252. 什么叫 PPE?	218
253. 什么叫 HSE?	219
254. 密闭空间作业时, 有什么注意事项?	219
255. 燃烧和爆炸有什么区别?	221
256. 什么叫闪点?	221
257. 什么叫燃点?	222
258. 燃烧液体的灭火基本方法有哪些?	222
259. 涂料常用易燃易爆有毒的主要有机溶剂及化工原料特性是什么?	223

260. 什么叫爆炸极限？	225
261. 粉尘也会引起爆炸吗？	225
262. 什么是 MSDS？能否举例说明 MSDS 的内容？	226
263. 在什么地方可以找到某个涂料厂家的 MSDS？	231
264. 我国有关涂装作业安全方面的标准规范有哪些？	231

参考文献	233
------------	-----

第一章 材料的腐蚀和防护

1. 什么是腐蚀？

腐蚀是材料和周围环境发生作用而被破坏的现象。

在腐蚀的定义中，包含了三个方面的内容，即材料、环境和反应的种类。材料包括金属材料和非金属材料。材料是腐蚀发生的内因，不同的材料其腐蚀行为差异很大。环境是腐蚀的外部条件，介质的浓度、成分对腐蚀的影响很大。比如钢在浓度低于 60% 的稀硫酸中腐蚀剧烈，但是在浓硫酸中会在表面形成钝化膜，因此可以利用钢的这一特性来储运浓度超过 90% 的硫酸。其他如温度、压力、流速等都会对材料腐蚀起到一定的作用。金属材料与环境通常发生化学或电化学反应，非金属材料与环境则会发生溶胀、溶解、老化、风化等反应。

金属材料，特别是钢铁，以及非金属材料的混凝土，是国民经济建设中最广泛应用、用量最多的材料，也是防腐蚀涂料涂装防护的主要保护对象。

2. 腐蚀的危害性体现在哪里？腐蚀防护有什么意义？

腐蚀会造成各行各业，包括冶金、化工、矿山、交通、机械、农业、海洋开发和基础设施等的材料和能源的消耗以及设备的失效，而且还会进一步引起环境污染、爆炸以及人员伤亡等重大问题。腐蚀也限制了新技术、新工艺的应用和实现，影响了可持续发展。

因此，腐蚀防护和控制可以节约能源和资源，保护环境，保障

安全, 创造财富。

3. 什么是金属材料的电化学腐蚀?

研究腐蚀的目的在于控制腐蚀, 来延长金属的使用寿命, 其中电化学腐蚀是最为主要的研究对象。

金属在电解质溶液中发生的腐蚀称为电化学腐蚀。金属材料与电解质溶液相互接触时, 在固/液相界面上将发生有自由电子参加的氧化还原反应, 导致接触面处的金属变为金属离子、络合离子而溶解或生成氢氧化物和氧化物等稳定化合物, 从而破坏了金属材料的性能, 这个过程被称为电化学腐蚀。

电解质溶液, 简而言之就是能导电的溶液, 它是金属产生腐蚀的基本条件。几乎所有水溶液, 包括雨水, 淡水, 海水, 酸、碱、盐的水溶液, 以及空气中凝结露都可以构成电解质溶液。

电化学腐蚀非常普遍, 在潮湿的大气中, 桥梁、铁轨、市政设施、储罐、船舶、海上平台等各种钢结构设施的大多数腐蚀都属于电化学腐蚀。

4. 金属材料腐蚀的形式有哪些?

金属腐蚀的形式多种多样, 可以分为均匀腐蚀和局部腐蚀。主要的腐蚀形态示意图见图 1-1。

均匀腐蚀的腐蚀作用是均匀地发生在整个金属表面上, 并在平面上逐步地使金属腐蚀并降低其各项性能。均匀腐蚀无明显的腐蚀深度, 比如钢铁表面生锈, 锌、铝表面布满白锈。

局部腐蚀可以细分为多种腐蚀形式, 主要有点蚀、电偶腐蚀、缝隙腐蚀、冲刷腐蚀、选择性腐蚀、应力腐蚀开裂、晶间腐蚀和腐蚀疲劳等。局部腐蚀是金属构件设备腐蚀的一种重要形式, 它虽然金属损失总量不大, 但是由于严重的局部腐蚀往往会导致设备的突发性破坏, 而造成巨大的经济损失, 有时甚至引发灾难性事故。