

机械产品涂装技术手册

《机械产品涂装技术手册》编写组编

机械工业出版社

机械产品涂装技术手册

《机械产品涂装技术手册》编写组 编著

机械工业出版社

内 容 简 介

本书系统地介绍了涂装设计、涂装施工、涂装管理,以及涂装标准和典型产品涂装实例,对确保机械产品涂装质量有指导作用,是一本实用的工具书。

本书可供从事机械产品涂装工程的工程技术人员、管理人员及工人、科研人员、教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械产品涂装技术手册/郭春生等编著. —北京:机械工业出版社, 1996.5

ISBN 7-111-02985-2

I. 机… I. 郭… II. 机械设备-技术-手册 IV. TG174.461-62

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第08582号

出 版 人 马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)

责任编辑:白杰茹 封面设计:刘玉福

机械工业出版社京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1996年5月第1版第1次印刷

850mm×1168mm^{1/32}·印张·千字·

0.00:—2.000

定价:32.00元

机械产品涂装技术手册编委会

主 任 刘富民

副主任 刘玉福 郭春生 洪如娟

委 员 (按姓氏笔划为序)

方辉义 王福林 白杰茹 张淑玲 杨慕雄 孙昌祥

郭志华 赵公宣 裔树人 潘肇基 潘峰 潘奇

主 编 刘玉福 郭春生

副主编 杨慕雄 潘肇基

各章主编

第一章 金属涂装概要 杨慕雄

第二章 涂装工程 杨慕雄

第三章 涂装材料 潘肇基

第四章 涂装管理 张淑玲

第五章 典型产品涂装实例 郭志华 方辉义 赵公宣 潘峰

第六章 涂装检测方法与标准 郭志华 潘肇基

附 录 I 涂料、测试仪器生产单位及单位换算表 郭志华

II 国外标准及规范 潘肇基

责任编辑 白杰茹 潘奇 鞠恩民

序

为确保国家重大技术装备的研制，加速国产化进程，“七五”期间，结合生产需要，在调研、分析和论证的基础上，对重大技术装备研制中的一些基础性和共性技术组织了重点科技攻关。在攻关工作中，科研与生产结合，紧密结合产品，注重实际应用效益；打破部门、行业界限，充分利用与发挥各方面优势，组织国家队，进行高起点、高水平技术攻关，取得了一批重大科研成果。这些成果有的已达到或超过国外先进水平，有的填补了国内空白，在实际生产应用中受到企业欢迎，为企业上水平、保质量，不断提高重大技术装备研制基础技术和管理水平创造了条件。

为了总结推广这些成果，为企业所用，机电部重大技术装备办公室先后组织科研、设计、生产等有关单位，邀请具有理论和实践经验的一些同志，编写了《机械产品涂装技术手册》。这本书针对生产的需要和薄弱环节，在总结科研成果的基础上，吸收了国外可为我用的技术数据和好的作法，也包括国内的实际生产经验，内容广泛，具有实用性、先进性，是从事工艺、设计、技术管理的工程技术人员必备的参考书。

希望这套书能起到指导生产的作用，在应用中获得好的效益，推动企业技术进步。

机械工业部
常务副部长

陆益群

编 者 的 话

《机械产品涂装技术手册》系统地介绍了涂装设计、涂装材料、涂装施工、涂装管理以及涂装标准和典型产品涂装实例，对企业产品涂装设计、施工和确保产品涂装质量有指导作用。本书内容充实、全面，是一本实用的工具书。

本书在编写过程中，得到日本三进商社社长大山先生和国内有关单位、企业的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

对本书内容有不妥之处，热切希望读者指正。

目 录

序

编者的话

第一章 金属涂装概要.....1

1. 金属涂装的意义.....1

2. 金属的腐蚀与防护.....1

2.1 腐蚀的成因.....1

2.2 涂料的防蚀作用.....3

3. 涂膜的失效分析.....4

3.1 涂膜的老化现象.....4

3.2 涂膜老化的成因.....4

4. 涂装设计原则.....7

4.1 涂装设计的前提.....7

4.2 涂装施工规范的确立.....8

4.3 涂装体系设计.....8

第二章 涂装工程19

1. 涂装预处理19

1.1 预处理的目及重要性19

1.2 预处理的种类及其特征19

1.3 机械预处理20

1.4 化学预处理24

1.5 预处理工艺的质量控制32

2. 涂装施工34

2.1 施工时应注意的事项34

2.2 涂装方式37

3. 涂层干燥(固化)44

3.1 干燥方法及选择原则44

3.2 影响涂层干燥的因素45

4. 涂层常见疵病及防治方法47

4.1 涂层缺陷的成因47

4.2 涂装施工时产生的缺陷、原因及

对策48

4.3 涂装后产生的缺陷、原因及对策49

5. 维修涂装50

5.1 维修涂装期的判定50

5.2 维修涂装设计51

第三章 涂装材料53

1. 预处理材料53

1.1 化学预处理材料54

1.2 机械预处理材料(磨料)61

2. 车间底漆67

2.1 磷化底漆67

2.2 有机富锌底漆69

3. 防锈底漆73

3.1 氧化铁红底漆73

3.2 云母氧化铁底漆77

3.3 无机富锌底漆80

3.4 铬酸盐底漆82

3.5 磷酸锌底漆87

4. 面漆89

4.1 醇酸类89

4.2 过氯乙烯类96

4.3 环氧类99

4.4 丙烯酸及丙烯酸改性类101

4.5 氯化橡胶类109

4.6 聚氨酯类112

4.7 氨基醇酸类117

5. 特种涂料121

5.1 WT102-S50耐高温抗氧化涂料122

5.2 R0-1特种耐油涂料(分装)122

5.3 长效重防蚀涂料123

5.4 WH-86耐过热蒸汽涂料125

5.5 PGP-300玻璃鳞片重防蚀涂料126

5.6 SF6-3电器外壳内腔涂料127

5.7 MH871密封面防锈底漆128

5.8 耐高温涂料128

6. 其它有关涂料138

6.1 846环氧沥青厚浆型防锈漆(分装)138

6.2 839长效厚浆型防污漆139

6.3 Q04-2各色硝基外用磁漆139

6.4 L82-31沥青锅炉漆140

6.5 C01-7醇酸清漆141

6.6 C06-10醇酸二道底漆142

6.7 G06-5各色过氯乙烯二道底漆142

6.8 H11-51各色环氧酯烘干电泳漆143

6.9 Q06-4各色硝基底漆 2BG51056-87.....	144	4.2 涂层配套体系.....	202
6.10 A30-11氨基烘干绝缘漆	145	4.3 涂装工艺.....	203
6.11 NC-90丙烯酸改性醇酸腻子	146	5. 超高压输变电设备的涂装.....	206
6.12 原子灰腻子	146	5.1 涂装特点.....	206
第四章 涂装管理	148	5.2 涂层配套体系.....	207
1. 涂装质量管理.....	148	5.3 涂装工艺.....	208
1.1 涂装质量保证体系.....	148	5.4 涂层质量的要求和检查.....	216
1.2 涂装质量保证系统.....	153	6. 火力发电设备的涂装.....	217
2. 涂装设备管理.....	161	6.1 涂装的特点.....	217
2.1 动力手工工具.....	161	6.2 汽轮发电机的涂装.....	217
2.2 空气喷丸机.....	162	6.3 锅炉的涂装.....	220
2.3 空气喷涂装置.....	162	6.4 汽轮机的涂装.....	222
2.4 无空气喷涂设备.....	164	7. 水力发电设备的涂装.....	224
2.5 喷漆室.....	165	7.1 涂装的特点.....	224
2.6 涂层烘干室.....	167	7.2 水轮机的涂装.....	224
3. 劳动安全技术.....	168	7.3 水轮发电机的涂装.....	226
3.1 涂装作业环境.....	168	第六章 涂料、涂装检测方法	
3.2 材料贮放.....	170	与标准	228
3.3 施工安全技术.....	171	1. 涂层性能检验方法与标准.....	228
3.4 危险场所作业安全.....	177	1.1 漆膜附着力测定法 GB1720—79	228
4. 劳动卫生.....	178	1.2 漆膜硬度的测定法摆杆阻尼试验	
4.1 防毒技术.....	178	GB1730—86	229
4.2 防尘技术.....	179	1.3 漆膜柔韧性测定法 GB1731—79	232
4.3 车间卫生.....	180	1.4 漆膜耐冲击测定法 GB1732—79	232
5. “三废”处理.....	181	1.5 漆膜耐水性测定法 GB1733—79	233
5.1 废气处理.....	181	1.6 漆膜耐汽油性测定法 GB1734—79	234
5.2 废水处理.....	183	1.7 漆膜耐热性测定法 GB1735—79	234
5.3 废弃物处理.....	186	1.8 漆膜耐湿热测定法 GB1740—79	235
第五章 典型产品涂装实例	188	1.9 漆膜光泽测定法 GB1743—79	236
1. 热轧机的涂装.....	188	1.10 漆膜耐化学试剂性测定法	
1.1 涂装特点.....	188	GB1763—79.....	236
1.2 涂层配套体系.....	189	1.11 漆膜厚度测定法 GB1764—79.....	238
1.3 涂装工艺.....	189	1.12 漆膜耐盐雾测定法 GB1771—79.....	239
2. 高烧焦设备的涂装.....	193	1.13 钢板上有有机涂层浸水试验	
2.1 涂装特点.....	193	D870—54.....	240
2.2 涂层配套体系.....	194	1.14 钢板上油漆户外暴露试验	
2.3 涂装工艺.....	194	D1014—66	241
3. 工程机械的涂装.....	198	1.15 油漆检验员指南 D3276—73	243
3.1 涂装特点.....	198	1.16 有机涂层湿膜厚度测定	
3.2 涂层配套体系.....	199	D1212—79	257
3.3 涂装工艺.....	199	2. 涂装预处理标准.....	260
4. 港口设施的涂装.....	202	2.1 钢铁件涂装前除油程度检验方法	
4.1 涂装特点.....	202	JB/Z236—85	260

2.2 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级 GB8923—88	262
2.3 钢铁工件涂装前磷化处理技术条件 GB6807—86	266
2.4 涂装用镀锌钢的表面处理 D2092—68	271
3. 重型机械涂装标准	273
3.1 涂装通用技术条件 JB/ZQ 4000·10—86	273
4. 工程机械涂装标准	281
4.1 工程机械涂装通用技术条件 JB/ZQ3015—83	281
4.2 碱液清洗法 JB/ZQ3701—86	286
4.3 工程机械涂漆 JB/ZQ3702—86	287
4. 工程机械修补涂漆 JB/ZQ3703—86	290
4.5 钢铁件的磷化处理 JB/ZQ7316—86	290
4.6 油漆质量的检验 JB/ZQ3726—86	292
5. 其他有关涂装标准	297
5.1 高压无气喷涂典型工艺 JB/ZQ350—89	297
5.2 锅炉油漆和包装技术条件 JB1615—83	299
5.3 涂料涂覆标记 GB4054—83	303
5.4 压力容器油漆、包装和运输 JB2536—80	306
6. 相关标准目录	310
6.1 涂料检验方法	310
6.2 涂层性能检验方法	310

6.3 有关涂装标准	311
附录 I 涂装材料测试仪器、生产单位及单位换算表	312
附录 I 国外标准及规范	324
1. 金属覆盖层—中性盐雾试验(NSS试验)(国际标准ISO3768—1976(E))	324
2. 色漆和清漆—大面积刷涂试验(国际标准 ISO 3172)	327
3. 色漆和清漆—产品与待涂表面适应性的评价—试验方法(国际标准ISO4627—1981(E))	332
4. JIS标准	336
5. 金属的磷化基本方法、符号和试验方法(德国标准 DIN50942—1973)	348
6. 防腐蚀工作的施工和检查	362
7. 用涂层和镀层防止钢结构腐蚀(德国标准 DIN55928)	368
8. 加工规范—(SMS SN2001985)	377
9. 涂漆基体磷化处理(美国标准 ANSI/ASTM/AMS 2480C)	384
10. 用胶带试验测定附着力(试验方法标准ANSI/ASTMD 3359—78)	387
11. 有机涂层室温干燥、固化和成膜过程(试验方法标准 ANSI/ASTMD1640—69(1974))	391
12 涂装前钢材表面除锈标准(瑞典标准 SIS 055900—1967)	395

第一章 金属涂装概要

1. 金属涂装的意义

钢铁是应用范围最广泛的一种金属材料,但因受周围介质的化学及电化学作用而被破坏,会出现所谓腐蚀现象,这不仅会降低产品的使用价值,甚至还会影响钢铁材料的强度,从而引起各种事故,造成巨大的经济损失。所以,防护技术与钢铁的应用是同时发展起来的。现在,由于防护技术的进步,可以使腐蚀现象降到最低限度。防护技术可以采用多种方法,如采用耐候性钢、耐海水钢、不锈钢;采用锌、铝金属熔射,电镀;采用涂料、衬里防锈油;采用外加电流法或锌、铝等的阳极防蚀法等。在众多的方法中,用涂料进行金属涂装防护是最为简便、经济,适用范围最广的一种。这种方法是把所选用的涂料涂在钢铁表面上,使其干燥固化,形成连续均一的涂膜。由于这种涂膜可以隔绝外界腐蚀介质对钢铁表面的侵蚀而达到防护的目的。不同的涂膜可以使钢铁表面具有耐热、隔音、防振、防火、防污、绝缘和导电等功能性的作用。此外,各种涂料可以赋予钢铁表面不同的色彩、图案、花纹,获得多种多样的装饰效果和起到标志作用。因此机械产品大多采用涂装方法进行防护和装饰。

2. 金属的腐蚀与防护

2

2.1 腐蚀的成因

金属的腐蚀是指金属在腐蚀环境中变成金属化合物的过程。如果按照腐蚀作用的机理可以分成两类:化学腐蚀及电化学腐蚀,即干腐蚀和湿腐蚀。

干腐蚀是指环境中没有液相或凝露现象存在情况下产生的腐蚀,发生在金属与介质相接触的界面上,腐蚀时没有电流产生。

湿腐蚀是指有液体(水)存在的腐蚀过程。湿腐蚀一定是在导电介质中进行的,并且伴有电流产生。钢铁在大气中被腐蚀是属于湿腐蚀,是电化学腐蚀的过程,主要是由于在钢铁表面有水膜的情况下,电位低的部分和电位高的部分之间形成了微电池。电位低的部分是阳极,电位高的部分是阴极,因而发生电化学反应,电位低的部分被腐蚀。所以,通常所看到的钢铁表面生锈就是以点状锈点开始逐渐扩展,而不是全部表面同时生锈。形成微电池的原因有内部和外部两个方面。

2.1.1 内部因素

内部因素是指钢铁本身的原因,即由于钢铁的成分、组织、结晶方向、残余应力、表面转化膜等的不均匀性,使其内部有不同电位的区域存在,因而形成微电池。

2.1.2 外部因素

与钢铁表面接触的电解质溶液是外部因素,也就是说钢铁腐蚀受环境的支配,如果环境改变,腐蚀的状态、速度也会发生变化(表1-1)。

在大气中除了基本的空气成分以外,还含有水分、二氧化硫等气体,以及盐类、烟尘等物质。这些物质的含量因地域不同而异,钢铁的腐蚀受这些物质含量的影响很大。因此由于

地域大气环境的差异，在不同环境中钢铁的腐蚀程度显然不同，宏观的气候条件与腐蚀程度的关系见表1-2。

表1-1 环境与钢的腐蚀速度

腐 蚀 环 境		普通钢的腐蚀速度(mm/a)
大气	工业地域	0.15
	农村地域	0.03
水中	纯 水	0.075
	盐 水	0.11
地下	—	0.05

表1-2 环境条件与腐蚀程度

大气中腐蚀成分的含量	产品所处的环境	宏观气候条件区分			
		温 带	寒 带	热 带	
				干 燥	湿 润
SO ₂ 0.02mg/m ³ 以下, 海盐粒子 0.03mg/(m ² ·d) 以下(相当于农村大气)	露天	M	M	M	H
	半露天	M	M	M	H
	无空调室内	M	M	L	H
	有空调室内	L	L	L	L
SO ₂ 0.02~ 2.0mg/m ³ , 海盐粒子0.3~2.0mg/(m ² ·d)(相当于工业大气)	露天	H	H	M	VH
	半露天	H	H	M	VH
	无空调室内	M	M	M	H
	有空调室内	L	L	L	M
SO ₂ 0.02~0.2mg /m ³ , 海盐粒子2~2000mg/(m ² ·d)(相当于海洋大气)	露天	VH	H	—	VH
	半露天	VH	H	—	VH
	无空调室内	H	H	—	H
	有空调室内	M	M	—	M

注：L—轻微腐蚀；M—中等腐蚀；H—严重腐蚀；VH—极严重腐蚀。

(1) 温湿度的影响

在大气中所含的饱和水蒸汽的量是随着温度变化而变化的，即使在同样相对湿度条件下，温度高时单位容积的大气中所含有的水分就多。当大气中水蒸汽的量比饱和水蒸汽的量多时，水蒸汽就以液体水的形式析出，附着在物体的表面，称为凝露。钢铁的腐蚀就是在这种表面有水存在的情况下引起的。水膜的厚度将随相对湿度的增大而增加。当空气相对湿度达到一定数值时，金属表面的水膜厚度增大，电化学腐蚀速度突然加快，此时的相对湿度为其临界相对湿度。钢铁的临界相对湿度为70%~75%，当湿度超过临界相对湿度时，其腐蚀速度将成倍增加(图1-1)。

实际上钢铁的大气腐蚀速度与在其表面所形成的水膜厚度有关,可分为以下四种情况:

- 1) 在临界相对湿度附近,水膜为 $100\text{ \AA}$ 以下时,腐蚀速度很小;
- 2) 相对湿度在 $80\%\sim 100\%$ (即超过临界相对湿度),水膜在 $1\mu\text{m}$ 以下时,氧气的扩散速度快,因而钢铁在这种水膜下的腐蚀速度十分快;
- 3) 随着水膜增厚形成肉眼可见的液膜时,由于氧气的扩散速度变慢使腐蚀速度相对降低;
- 4) 水膜厚度逐渐增加形成水滴,此时与在液中浸渍的条件下的腐蚀相似。

所以在相对湿度大,温差变化剧烈的环境中,容易形成水膜,而钢铁在水膜下的腐蚀速度十分快。

(2) 大气中污染物质的影响

从图1-1可以看出,当空气或钢铁表面被污染时,这些污染物质会成为引起凝露的中心核子,使钢铁腐蚀加剧。所以空气的污染状态是钢铁生锈的主要原因。大气污染物质中对金属腐蚀有影响的是二氧化硫、硫化氢等气体类和烟尘、海盐粒子等固体物质。二氧化硫是工业城市最主要的腐蚀成分,它易溶于水变成亚硫酸使金属溶解。当大气中的相对湿度达到 70% 以上时,在钢铁表面吸附的二氧化硫的量越多,腐蚀速度就越快;其次,在城市大气中含有较多的烟尘,烟尘中含有各种各样的吸湿性盐类化合物,即使在很低的相对湿度下,也容易引起毛细管凝聚使钢铁表面形成水膜而加快腐蚀速度。在海岸地带作为海水中的海盐粒子是重要的腐蚀成分。海盐粒子的量是根据离海岸的距离、风向、风速而异,其腐蚀速度是随着离海岸的距离增加而减少。

总之,作为钢铁大气腐蚀的外部因素是大气环境中的水分、氧、温湿度以及污染物质的存在,这几方面的因素使钢铁表面更容易形成水膜或电解质溶液薄膜,而微电池在水膜尤其是在电解质溶液薄膜下的电化学反应加剧,从而加速了钢铁的腐蚀。

2.2 涂料的防蚀作用

涂料的防蚀作用,在于其成膜以后隔绝了外界腐蚀性物质对底金属的侵入,阻碍了腐蚀原电池中阳极区与阴极区之间离子的移动,相当于等效地在腐蚀电池回路中串入了高电阻,因此可以抑制腐蚀电流强度,从而减缓了腐蚀速度。

涂料通常由粘合剂(树脂、油料)和颜料作为主要成膜物质,因此涂膜的防蚀作用可分两部分来说明。

2.2.1 粘合剂的作用

在采用涂料进行防蚀时,增强极化主要是靠防锈颜料的作用,而增大内部电阻(涂膜电阻)主要决定于粘合剂的种类。支配腐蚀环境中涂膜电阻大小的是水、氧、电解质及其它有害物质对涂膜的透过性,即隔绝从外界侵入的有害物质的能力高时,涂膜的电阻就高,防蚀性能也就越好。但是涂膜表面往往存在许多肉眼看不到的微小针孔,由于这些针孔,外部的腐蚀性物质还是会渗入膜内与底金属发生反应引起金属腐蚀。因此必须增加涂膜的层数,使针孔减少到最低限度,才能起防蚀作用。不同的粘合剂产生的针孔数量不同,防蚀效果也不同。一般来说,合成树脂、天然树脂或纤维素、天然橡胶的衍生物等作为粘合剂的涂膜比油

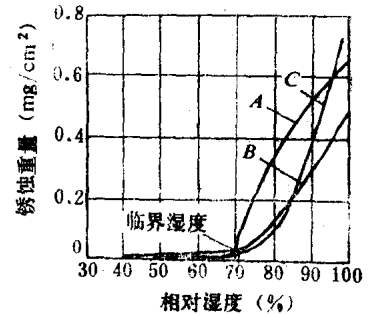


图1-1 相对湿度和锈蚀重量的关系

A— 0.01% SO_2 污染空气 B—含烟尘粒子的空气 C—含烟尘粒子、 SO_2 污染空气

性系涂料的涂膜产生的针孔要少，有较好的防蚀效果。

2.2.2 颜料的作用

防锈颜料按其防蚀机理来分类，有以下几种：与粘合剂起反应形成致密的涂膜；颜料是碱性物质，溶于水则形成碱性环境；水溶性的成分到达金属表面使表面钝化；与酸性物质反应使其失去腐蚀能力；水溶性成分或与粘合剂的反应生成物在水中溶解变为防蚀成分等。实际上防锈颜料的作用是几方面同时存在的，其防蚀机理可归纳为物理的、化学的、电化学的三个方面。

(1) 物理的防蚀作用 适当配以与油性粘合剂起反应的颜料可以得到致密的涂膜使物理的防蚀作用加强。例如含铅类颜料与油料反应形成铅皂使涂膜致密，从而减少了水、氧有害物质的渗透。磷酸盐类颜料水解后形成难溶的碱式磷酸盐，具有堵塞涂膜中针孔的效果。而铁的氧化物或具有鳞片状的云母粉、铝粉、玻璃薄片等颜料填料均可以使涂膜的渗透性降低，起到物理的防蚀作用。

(2) 化学的防蚀作用 当有害的酸性或碱性物质渗入涂膜时，能起中和作用变其为无害物质，这可以说是有效的防蚀方法。尤其是巧妙地采用氧化锌、氢氧化铝、氢氧化钡等两性化合物，可以很容易地实现中和酸性或碱性的有害物质而起到防蚀作用，或者能与水、酸反应生成碱性物质。这些碱性物质吸附在钢铁表面使其表面保持碱性，在碱性环境下钢铁不易生锈。例如，氰氨化铅(PbCN_2)、铅酸钙(Ca_2PbO_4)能与酸反应使钢铁表面呈弱碱性。

(3) 电化学的防蚀作用 从涂膜的针孔渗入的水分和氧通过涂膜时，与分散在涂膜中的防锈颜料反应形成防蚀离子。这种含有防蚀离子的湿气到达金属表面，使钢铁表面钝化(使电位上升)，防止铁离子的溶出，铬酸盐类颜料具有这种特性。或者利用电极电位比钢铁低的金属来保护钢铁，例如富锌涂料就是由于锌的电极电位比钢铁低，起到牺牲阳极的作用而使钢铁不易被腐蚀。

3. 涂膜的失效分析

3.1 涂膜的老化现象

涂膜主要是由粘合剂和颜料构成的。粘合剂大多数是有机物，而这种有机物的涂膜经过一定时间的外界作用以后，涂膜本身的内部构造会发生变化，随着时间的推移这些变化加剧，涂膜发生失光、变色、粉化、起泡、开裂、剥落等缺陷，这种现象就称为老化。

失光：光泽下降是涂膜在长期使用后很容易看到的劣化现象。

变色：这是涂膜的色调受外界的影响变黄、变黑或原有的色泽变浅的现象。

粉化：涂膜中的粘合剂劣化后与颜料的附着力下降，露出颜料粒子逐渐变成粉状。

起泡：这是涂膜的一部分产生浮肿的现象。所谓浮肿是部分涂膜从底金属或底漆向上凸起，其内部充满液体或气体所致。

开裂、剥落：因涂膜失去弹性造成开裂，由于开裂使涂膜失去附着力而进一步剥落。

3.2 涂膜老化的成因

涂膜的老化在化学上是有机涂膜的链状或网状结构的大分子渐渐降解变为小分子。其原因有热的作用，光的作用，机械的作用，氧化剂或大气中氧的影响，水、酸、醇和碱等的作用，使涂膜水解(表1-3)。

表1-3 使涂膜劣化的环境因素

环境因素	作 用
太阳光	紫外线具有高能量,被涂膜的树脂或颜料吸收后,聚合物中键能弱的部分离解变为激发状态。红外线作为热能,促进化学变化
氧	与聚合物中被激发的氢结合,使聚合物氧化(发生主链的断裂或交联)
水分	把氧运至涂膜内部渗透入涂膜中,使涂膜膨润,到达被涂面,使底金属腐蚀
热	由于冷热反复引起疲劳劣化,涂膜与基材的热膨胀系数的差异带来附着力下降
二氧化硫	与铁反应生成铁的亚硫酸盐
海盐粒子	提高涂膜的导电性,促进金属的腐蚀
其 它	砂粒、灰尘等的冲击使涂面擦伤,微生物引起霉菌,使涂膜劣化

3.2.1 气候因素对涂膜的影响

涂膜的劣化程度随着环境条件而异,例如在户外的情况下非常容易受气候因素或公害的影响,而即使在户内,如果在相对湿度大的场所或在化学工厂内有各种药剂和有害气体放出的场所,涂膜的劣化也是显著的(表1-4)。

表1-4 气候因素对涂膜性能的影响

基体金属	涂装体系			在不同的气候条件下试验一年后涂层的外观变化				
	前处理	底 漆	面 漆	K ₁	K ₂	K ₃	H ₁	H ₂
钢板	酸洗	铝粉铁红酚 醛醇酸底漆两 层	中灰氨基醇 酸磁漆两层	无光,较强粉化	无明显变化	散布小气泡 和少量锈点	无光,严重 粉化	挂孔处个别 丝状锈蚀
钢板	酸洗	铁红环氧酯 底漆两层		无光,较强粉化	无明显变化	无明显变化	无光,严重 粉化	一束丝状气 泡
铝板	去油	锌黄环氧酯 底漆两层		无光,较强粉化	无明显变化	布满细小气 泡	无光,严重 粉化	无明显变化

注:①K₁—广州城郊大气户外试验场;

K₂—广州城郊大气户内试验场;

K₃—广州城郊大气防空洞内试验场;

H₁—海南琼海县加积镇郊大气户外试验场;

H₂—海南琼海县加积镇郊大气户内试验场。

②1972年海南琼海县加积镇和广州气象数据如下表。

海南 琼海 县加 积镇	月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	平均气温(℃)	17.3	19.3	21.4	24.4	27.5	27.7	28.1	26.8	26.7	25.3	23.6	20.1
	平均相对湿度(%)	86	90	85	88	86	87	85	90	88	89	89	89
	月降雨量(mm)	43.3	59.6	51.1	304.7	168.8	349.9	135.6	532.8	232.8	327.7	805.9	149.4
	日照时数(h)	143	98.7	146.6	153.0	195.8	208.1	184.1	160.6	239.3	178.4	89.8	78.6
广州	月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	平均气温(℃)	14	13.4	18.7	20.5	25.1	27.4	28.9	27.5	26.7	23.9	20	14.4
	平均相对湿度(%)	73	80	75	86	89	85	78	85	82	81	77	75
	月降雨量(mm)	33	53.1	14.4	172	464.7	321.9	134.3	315.1	148.4	94.3	122.5	98.6
	日照时数(h)	169.2	41	174.3	51.1	83.3	202.3	232.8	149.5	195.8	196.1	113.8	126.1

气候因素包括光、热、水、温湿度等，其中以紫外光的作用对涂膜的劣化影响最大。从表-3可以看出，由于广州与海南琼海县加积镇的气候不同，整体上来说，无论是月平均温度、湿度、降雨量、日照时数广州都比海南的低和少，因此涂膜在户外的外观变化，后者比前者粉化得严重。如果以户内与户外相比时，涂膜的外观差别更大，同样试验一年，户内涂膜无变化，而户外的涂膜已经较强甚至严重粉化。这当然是由于在户内可以避免或减少阳光、雨水、烟尘、有害气体等因素的影响。在防空洞内虽然没有直接受到紫外光、雨水的作用，但由于防空洞内比较潮湿，所以涂膜也较容易起泡、生锈。由此可以说，气候因素的作用是促使涂膜劣化的原因之一。

3.2.2 污染因素对涂膜的影响

涂膜受污染主要是烟尘的附着，尤其是工厂地带比一般的住宅区烟尘的附着要大许多倍。而烟尘里往往含有亚硫酸盐、海盐粒子等有害物质，尤其是在化工大气中这些有害成分更多。这些烟尘很容易吸收水分，并有部分在水中是可溶的，浸透到涂膜内部引起涂膜起泡、生锈、剥落等。另外，涂膜的光泽与受污染的程度有密切的关系，如图1-2所示，氨基醇酸系涂料在工业、沿海大气条件下，其光泽保持率随时间的延长迅速下降，从图1-3也可以看出，为了达到10年不生锈的目的，在沿海和工厂环境下要比在农村采用更厚的涂膜。这也就是说，沿海或工业大气对涂膜的劣化较农村大气的影响大，当然由于各种涂料的性能不同，其影响程度也不尽相同。

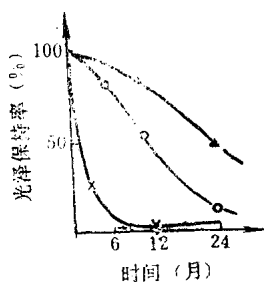


图1-2 氨基醇酸系涂膜光泽
与污染程度的关系

▼—内陆地带 ○—沿海地带
×—工业地带。

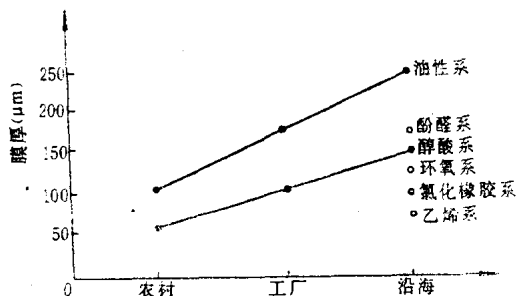


图1-3 环境与涂膜厚度的关系
(10年不生锈的涂膜厚度)

3.2.3 温度对涂膜的影响

对于聚合度大的高分子物质，温度与其裂变速度有一定的比例关系。温度每上升 10°C ，裂变速度就提高一倍，即有机物对热的承受能力有一定的限度，所以由高分子物质构成的涂膜当受到热的作用时就会裂变为低分子，涂膜会出现变色、开裂、剥落等现象。这就是所谓热老化。

4. 涂装设计原则

4.1 涂装设计的前提

在起草涂装设计方案前，必须认真研究被涂物、涂料和涂装施工三方面的因素。

4.1.1 被涂物的条件

(1) 被涂物的使用条件

- 1) 使用目的;
- 2) 被涂物的形状与大小;
- 3) 被涂物的数量;
- 4) 被涂物的使用年数;
- 5) 被涂物的价值。

(2) 被涂物的环境条件

- 1) 被涂物所处位置的条件, 如室内、室外(地上、地下、地中)、水中(淡水、海水、溶液)
- 2) 被涂物所受到的外界条件, 如空气、风沙、水分(液状、蒸汽)、温度(大气温度)、光线、化学药品(酸、碱溶液、气体)、海盐粒子、电流和尘埃等。
- 3) 被涂物本身机能上发生的外界条件, 如热、振动、冲击和风压。
- (3) 被涂物本身的条件: 材质种类(钢铁、非铁金属等), 性质, 表面状态。

4.1.2 涂料的适应性

- 1) 与被涂物的基体相适应;
- 2) 与被涂物使用环境相适应;
- 3) 与涂装施工条件相适应。

4.1.3 涂装工艺和施工条件

(1) 涂装工艺的选定

- 1) 涂装工艺的种类 刷涂、辊涂、淋涂、喷涂(空气、无空气喷涂)、静电喷涂、电泳涂装、粉末涂装等。必须了解这些涂装工艺的特点, 按不同的被涂物选定合理的涂装方法。
- 2) 涂装工艺与被涂物的形状及批量的关系
 - a. 涂装工艺应与被涂物的大小、形状相适应。即根据涂装场所是在室内或室外, 被涂物的形状大小等条件相应采取不同的涂装工艺。
 - b. 涂装工艺应与被涂物的批量相适应。即针对被涂物的生产特点(小批量多品种还是大批量单一品种)选择不同的涂装工艺。

(2) 涂装施工条件

涂装施工条件决定涂装的效果。所以施工时必须认真注意以下各点:

- 1) 涂装施工与环境条件是否相适合;
- 2) 有无充分保证涂装工艺要求的施工期;
- 3) 涂装工序的长短;
- 4) 施工方法和装备;
- 5) 施工者的技术水平;
- 6) 每个工序的检查;
- 7) 涂装缺陷的处理状况;
- 8) 完成情况的最终检查。

4.2 涂装施工规范的确立

随着涂装技术的发展和涂装质量要求的提高, 迫切需要确立涂装施工规范。而涂装施

工受很多因素的影响,因此有必要把影响涂装施工的许多因素作为涂装设计有用的资料加以规范化。涂装施工规范主要内容见表1-5。

表1-5 涂装施工规范主要内容

项 目	内 容
涂装目的	防蚀、耐热、耐化学药品等
被涂物	材质及其表面状态等
涂装设计	剖析积累众多资料制定涂层设计方案
涂料的选择	充分认识涂料的种类、特性,选定涂料,按需要进行预备性试验,
涂装工具	磨具、研磨纸、毛刷、喷枪等
涂装机器	静电、电泳、自动涂装机等
涂装环境	室内或室外、温湿度、腐蚀介质等
表面处理	除油、除锈、磷化处理等
涂装工序	底漆、中间层、面漆、工序间隔膜厚、干燥时间、涂装质量保证等
色彩	色彩调节、色彩效果、变色、褪色
干燥	自干、烘干、固化干燥时间等
涂膜检查	涂膜表观的物性检查,是否达到所要求的性能,是否有缺陷
保养管理	进行定期诊断按需要对发生缺陷部位进行早期修补涂装,力求增加耐用年数

4.3 涂装体系设计

在进行涂装体系设计时,对产品所处的腐蚀环境条件,涂膜的耐久性预期达到的程度及对产品本身的材质、性质、形状、制作工艺等有关情况,必须有充分的认识。在考虑具体的涂装体系时,还必须注意以下两点:

(1) 选择能适应产品的所处腐蚀环境条件、材质、构造、制作工序和施工条件的涂装体系;

(2) 从对涂膜所要求的各种性能设计到涂装施工应进行综合考虑,选择能够取得技术上、经济上达到统一的涂装体系。

所谓涂装体系,通常指由几层具有不同功能的涂膜配套来达到防护目的。例如,面漆要选择具备美观、耐候、隔绝腐蚀环境性能好、机械强度高必要条件的涂料。中间层是以改善底漆和面漆的附着性,缓和底、面漆之间由于涂膜物性的差异而产生的各种问题或以增加涂膜厚度为目的,多数选择具有底、面漆中间性能的涂料。而底漆应选择防护性能好,与底金属表面附着力强的涂料。涂装体系可采用同一种类涂料配套,也可采用不同种类的涂料配套。

4.3.1 涂料的作用

为了正确选用涂料,必须掌握各种涂料的特性、施工条件及用途,并根据被涂物、涂装目的、涂装工艺装备条件及经济性等方面综合考虑。其选用原则如下:

(1) 产品的使用环境

环境因素包括温度、温差变化、紫外线辐射、空气中的烟尘及污染物(SO_2 、 NH_3 、 Cl_2