

Webinar

Coating selection and application 涂层选择和施工

China T&P Asset Management and Maintenance Team
中国技术与绩效部资产管理与维护团队



目录

01

涂层失效案例分析

02

涂层保护原理

03

涂装系统选择

04

涂装施工控制

05

问答

06

下一次Webinar腐蚀主题简介 - 不锈钢材料选择

07

联系我们

01

涂层失效案例分析

- 工厂位置！如距离化工厂较近(此案例中的化工厂主要生产氯气)，对钢架和建筑物影响都很大



01

涂层失效案例分析

- 化学间水箱楼梯腐蚀严重



- 氨水罐区遮雨棚腐蚀严重



01

涂层失效案例分析

- 一些设施附属结构的涂层失效



01

涂层失效案例分析

- 布袋除尘器钢柱腐蚀



01

涂层失效案例分析

保温管：井室处于路面低点，下雨渗水同时管井内有下水管线滴漏，导致裸露管线及保温管线潮湿、腐蚀。



01

涂层失效案例分析

管道侧和阀门侧的涂层状态明显不同



01

涂层失效案例分析

废水综合池管道、基础腐蚀



01

涂层失效案例分析

室内罐体的外腐蚀问题

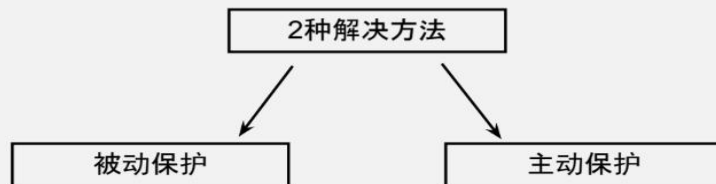
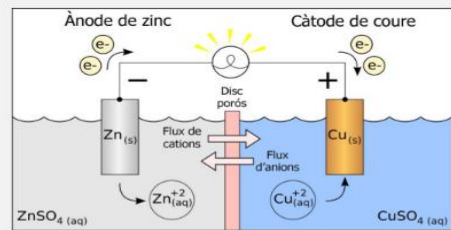


02

涂层保护原理

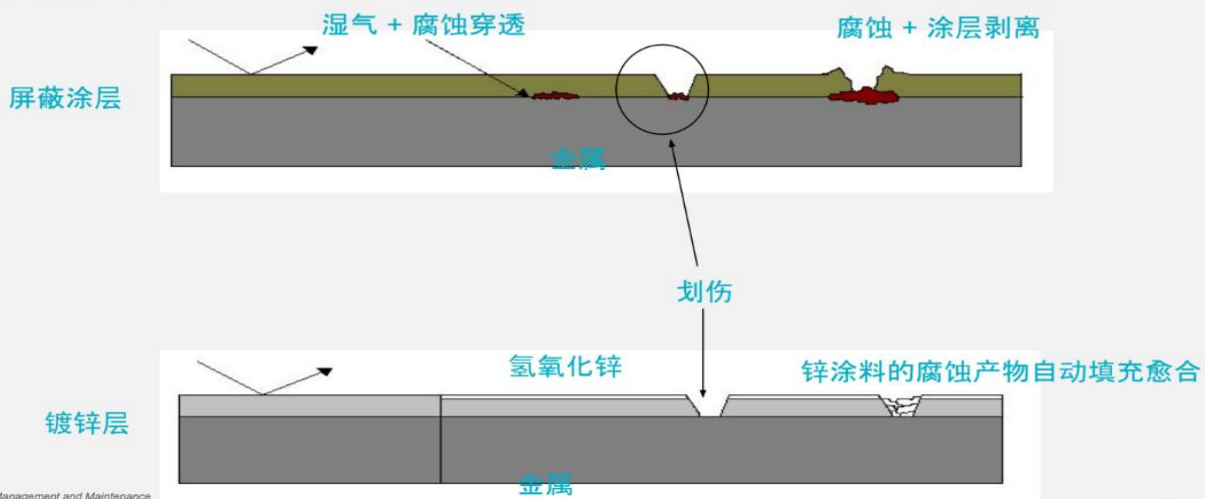
- 氧
- 水 (电解质)
- 不同的电位差

如果三者缺一, 腐蚀就不会发生。
或者说腐蚀四大条件: 阳极、阴极、电子通路、离子通路, 缺一不可



02

涂层保护原理



02

涂层保护原理

- 屏蔽型涂料(油漆)防腐仍然为有效的、主要的手段



02

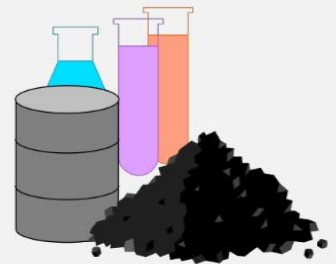
涂层保护原理

涂料是一种材料,这种材料可以用不同的施工工艺涂覆在物件表面,形成粘附牢固、具有一定强度、连续的固态薄膜。这样形成的膜通称涂膜,又称漆膜或涂层。

涂料,在中国传统名称为油漆。所谓涂料是涂覆在被保护或被装饰的物体表面,并能与被涂物形成牢固附着的连续薄膜,通常是以树脂、或油、或乳液为主,添加或不添加颜料、填料,添加相应助剂,用有机溶剂或水配制而成的粘稠液体。

涂料的成分

- Binder 成膜物质
- Pigment 颜料
- Filler 填料
- Solvent 溶剂
- Additive 助剂



02

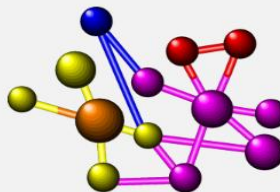
涂层保护原理

BINDERS 成膜物质 natural products 天然物质类



asphalt, tar,
vegetable oils,
resinous oils, wood
oil, latex
沥青、焦油、植物油、
树脂类油、桐油类、乳
胶类

BINDERS 成膜物质 synthetic 合成类

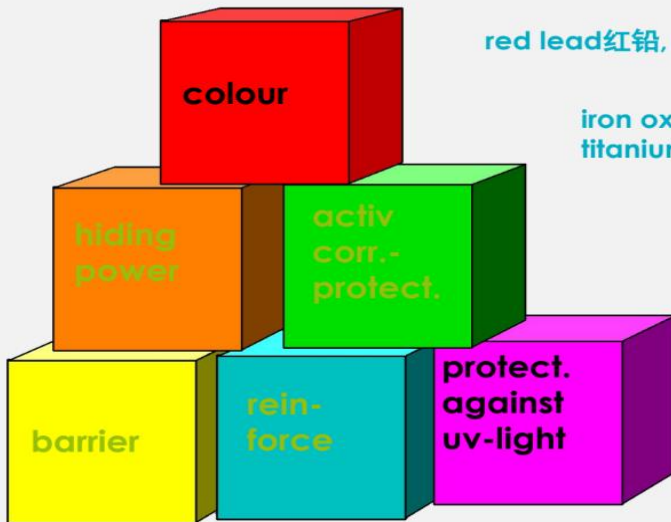


Alkyd 醇酸
Vinyl 乙烯基
Chlorinated rubber
氯化橡胶
Epoxy 环氧 polyurethane 聚氨酯
Polyester 聚酯
Silicate 硅酸盐
Siloxane 硅氧烷

02

涂层保护原理

PIGMENTS 颜料



red lead红铅, zinc chromate络酸锌

iron oxide氧化铁,
titanium dioxide二氧化钛

Zinc锌粉, aluminium铝粉,
micaceous iron云母铁

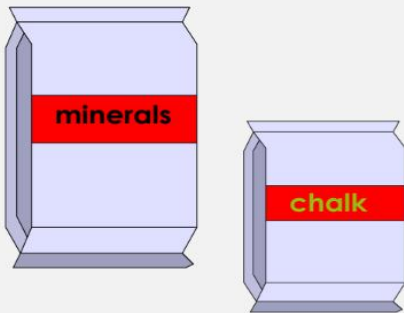
synthetic pigments合成类:
produced from oil, coal石油化工、煤化工产物

16

02

涂层保护原理

FILLERS 填料



- o body building 成形性
- o gloss 光泽度
- o bottom settling 结合力
- o chemical resistance 耐化学性
- o reinforcement 加固

17

02

涂层保护原理

SOLVENTS 溶剂



dilute the binder to desired viscosity
稀释成膜物质, 便于施工

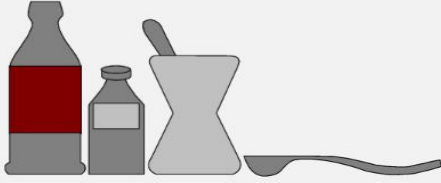
- o hydrocarbons 烃类
- o alcohols 醇类
- o ketones 酮类
- o esters 酯类
- o water 水基

18

02

涂层保护原理

ADDITIVES 添加剂



driers, catalysts, thickener, anti-foaming agents, fungicides, anti-skinning, wetting agents, plasticizers

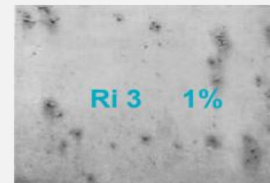
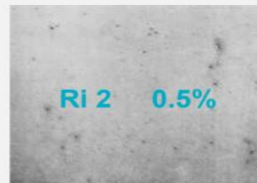
催干剂、催化剂、增稠剂、消泡剂、杀菌剂、防起皮剂、润化剂、塑化剂

03

涂层系统选择

ISO 12944 第 1 部分 – 防腐年限的范围

- 防腐年限: 涂层第一次大修前的年限。失效的判据由相关各方协定 (基于 ISO 4628-1 和 ISO 4628-3), 例如 Ri2 或 Ri3
- 不是涂装系统的担保时间! – 而是工程中的“设计寿命”



低 (I)	2 至 5 年
中 (M)	5 至 15 年
高 (H)	大于 15 年

03

涂层系统选择 第 2 部分 – 环境的分类 (大气环境)

腐蚀等级	重量损失 / 厚度损失	举例 – 外部环境	举例 – 内部环境
C1, C2 很低, 低	<10-200 g/m ² (1.3-25μm)	乡村 / 干燥的区域, 低污染	被加热 / 不被加热的建筑物 / 中性的大气环境
C3 中	200-400 g/m ² (25-50μm)	城市和工业 大气环境, 中等程度 SO ₂ 污染. 低盐度的海岸地区	具有高温度和轻度空气污染的车间。例如: 食品加工车间、酿酒车间
C4 高	400-650 g/m ² (50-80μm)	工业地区 和中等盐度的海岸地区	低污染型工业, 游泳池
C5-I (工业) 很高	650-1500 g/m ² (80-200μm)	具有高湿度和苛刻大气环境的工业地区	几乎长期有冷凝水 / 重污染的建筑物或区域
C5-M (海洋) 很高	650-1500g/m ² (80-200μm)	海岸和离岸地区	几乎长期有冷凝水 / 重污染的建筑物或区域

03

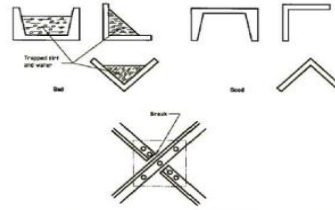
涂层系统选择

第 3 部分 – 钢结构设计的一些考虑

- 基本设计标准来避免早期腐蚀 / 涂层的退化.
- 超出了防护涂料生产商的范围.
- 只适用于工程结构设计阶段或以后大的维修.
- 涂层通常可以用来减轻或帮助减轻由于设计失误造成的腐蚀问题
 - 例如, 厚膜涂层 / 边缘覆盖

DESIGN FEATURES WHICH MAY BE USED TO AVOID DEPOSITS ACCUMULATING OR WATER BEING TRAPPED

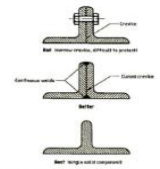
Drain holes, drip noses, drip spoons or breaks may be used to avoid deposits forming or water being trapped. Consideration should be given to the possibility of droplets of water being blown into a trap by the wind. When de-icing solutions are expected to be used, drainage pipes are particularly recommended to drain the solution off the structure.



Prevention of retention of water or dirt at junction plates by means of a break.
Figure D.1 — Avoidance of dirt and water traps



Figure D.2 — Design of welds



Note 1: These examples are shown only to illustrate the principle.
Note 2: In the case of hot-dip galvanizing, see also 3.7, last paragraph.

03

涂层系统选择

第 4 部分 – 表面类型和表面处理

- 被涂覆表面的种类
 - 氧化皮, 热喷涂, 镀锌等
- 表面处理的方法
 - 水清洗, 蒸汽清洗, 溶剂清洗
 - 手工 / 电动表面处理
 - 喷丸处理 (干 或 湿)
 - 类型, 例如离心式、压缩空气、真空等
 - 轻扫喷丸 / 小面积喷丸
 - 水喷丸处理 (高压, 超高压)
 - 级别 / 标准 ISO (Sa, St etc)



03

涂层系统选择

第 5 部分 – 防护涂装系统

- 厚度 / 预期防腐年限

类别	DFT 范围 (μm)	预期防腐年限
C2	80	低 (2-5 年)
	80 – 120	中 (5-15 年)
	160 – 200	高 (>15 年)
C3	120 – 160	低 (2-5 年)
	160 – 200	中 (5-15 年)
	200 – 240	高 (>15 年)
C4	160 – 200	低 (2-5 年)
	200 – 240	中 (5-15 年)
	240 – 320	高 (>15 年)
C5I C5M	200	低 (2-5 年)
	160 – 240	中 (5-15 年)
	280 – 400	高 (>15 年)

03

涂层系统选择 第5部分 – 防护涂装系统: 典型举例

类别	耐久度	产品名称-示例	干膜厚度Dft (μm)
C3	高	Interseal 670HS	150
		Interthane 990	50
C4	中	Intergard 251	50
		Intergard 475HS	125
		Interthane 990	50
C4	高	Intergard 251	75
		Intergard 475HS	150
		Interthane 990	50
C5-I, M	中	Interzinc 52	50
		Intergard 475HS	125
		Interthane 990	50
C5-I, M	高	Interzinc 52	75
		Intergard 475HS	175
		Interthane 990	50

03

涂层系统选择 失效案例的解决方案

1. 明确涂装的大气环境: ISO 12944 C5-I等级, 等同于GB 15957强腐蚀环境
2. 明确预期防腐年限, 按照中等年限, 即15年进行设计, 并结合大气环境C5-I, 明确涂层厚度选择, 按ISO 12944的厚度选择
3. 明确表面处理要求:
 - 溶剂清洗或清洗剂除油应遵循SSPC-SP1;
 - 采用喷砂进行表面处理达到SA 2.5近白级的要求或手工打磨ST3级的要求。表面粗糙度应满足涂料产品的要求, 如果没有规定应为50μm-85 μm
4. 明确最终检测推荐:
 - 干膜厚度(非破坏性实验): 每100m²至少进行一次检测, 要求满足设计要求;
 - 漏点检查(非破坏性实验): 100%覆盖, 要求无漏点;
 - 附着力测试(破坏性实验): 每300m²至少进行一次检测, 要求满足涂装产品要求, 一般性不能低于4MPa。

类别	预期防腐年限	最低干膜厚度要求DFT(um)
C5-I	低(2-5年)	200
	中(5-15年)	160-240
	高(>15年)	280-400

03

涂层系统选择 失效案例的解决方案



混凝土涂装修复最大的难度在于表面处理, 立面想采用喷砂处理(喷砂效果最好)的难度很大, 一般都会采用高压水冲洗的方式进行表面处理, 高压水冲洗目的主要是打碎、清理已经开裂、鼓泡的部位, 并得到一个相对完好的待涂装表面, 其实表面原涂装的结合力比较好的旧涂料还是留在上面的(另: 现在还有采用水带砂的方式进行冲洗的, 表面处理状态肯定更好, 但砂料的收集是一个问题)。在这种表面处理的状态下, 必须选用“表面容忍型”底漆进行涂装才能得到比较好的防腐效果。推荐如下配套产品的数据表见附件):

- 底漆/中间漆: 表面容忍型环氧涂层(耐酸性气体、耐工业大气), Interseal 670HS, 干膜厚度200um;
- 面漆: 聚氨酯面漆(防紫外线老化), Interthane 990, 干膜厚度50um。

03

涂层系统选择 失效案例的解决方案



涂装流程	涂料类型	干膜厚度 DFT (μm)
底漆	环氧富锌底漆	60
中间漆	双组分高固分MIO环氧	200
面漆	双组分丙烯酸改性聚氨酯	60
总膜厚		320

03

涂层系统选择 失效案例的解决方案



涂装流程	涂料类型	干膜厚度 DFT (μm)
底漆	双组分溶剂型硅酸乙酯无机富锌	50
中间漆	铝粉有机硅耐热漆	25
面漆	铝粉有机硅耐热漆	25
总膜厚		100

03

涂层系统选择 失效案例的解决方案



涂装流程	涂料类型	干膜厚度 DFT (μm)
底漆	环氧富锌底漆	60
面漆	双组分高固分MIO环氧	150
总膜厚		210

04

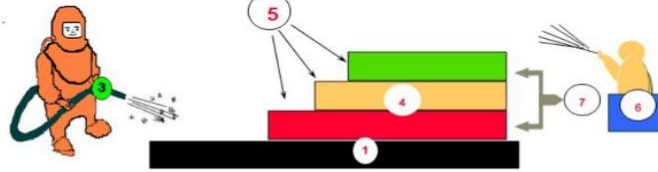
涂层施工控制

如何获得预期的防腐效果?

七种主要因数

1. 结构件
2. 天气条件
3. 表面处理
4. 油漆质量

5. 油漆系统
6. 油漆施工
7. 油漆的总膜厚



04

涂层施工控制

1. 结构件对防腐的影响

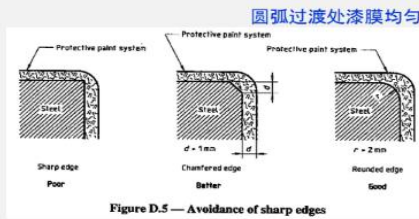
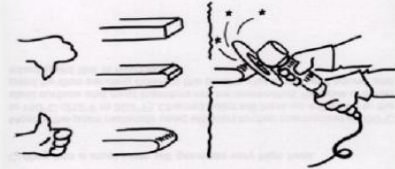


Figure D.5 — Avoidance of sharp edges



04

涂层施工控制

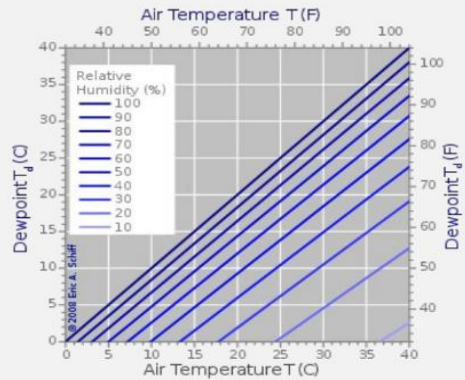
2. 施工时环境条件对防腐的影响

- 空气温度
- 底材温度
- 相对湿度
- 露点温度
- 周围环境(风力等)

环境



钢材



04

涂层施工控制

2. 施工时环境条件对防腐的影响



空气中饱和水汽开始凝结结露的温度

- 湿气冷凝会使喷过砂的钢板发生锈蚀
- 涂层间的湿气层会导致早期涂料缺陷—脱落，锈蚀，白化等
- 可以根据空气温度、相对湿度由露点计算表得来
- 规则—**钢板温度至少高于露点温度3°C**
- 凝露时间，昼夜温差大的早晨
- 小心冬季表面的结霜

04

涂层施工控制

3. 表面处理

涂层过早失效75% 为表面处理不善所致。

影响涂层使用年限因素:

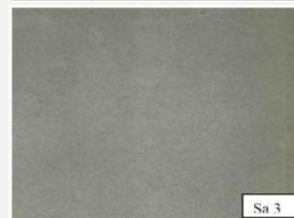
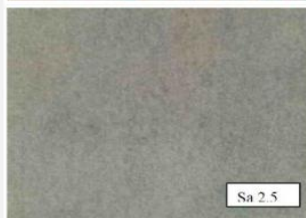
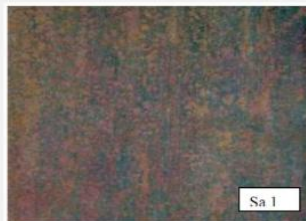
- 油、脂、土壤残留物
- 化学盐(非可见)残留物
- 铁锈和氧化皮
- 锚纹
- 几何尺寸和缺陷
- 表面冷凝
- 涂层不适用(太旧或系统问题)



04

涂层施工控制

3. 表面处理



04

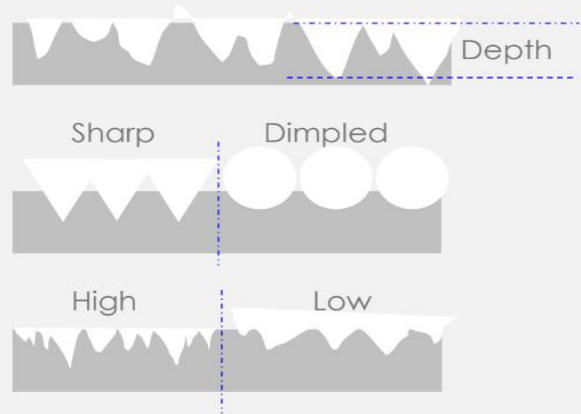
涂层施工控制 3. 表面处理

粗糙度表述

- 深度 (Depth)

- 形状 (Shape)

- 密度 (Density)



04

涂层施工控制 4. 油漆保存与调配



- 是在正常贮存条件下, 产品在原来密封容器中保持良好质量状况的时间稳定贮存
- 在25°C时, 储存期短于一年以内的的油漆产品将会在油漆产品说明书上进行说明。
- 储存环境温度升高通常会缩短贮存期, 在35°C时, 油漆的储存期将减少一半。
- 除非特别说明, 单组份的油漆在25°C时, 储存不要超过5年, 在35°C时, 储存不要超过3年。双组份在25°C时, 储存不要超过3年, 在35°C时, 储存不要超过2年。



- 严格按比例调配
- 动力搅拌均匀
- 适量加稀释剂
- 注意混合使用时间
- 注意重涂间隔
- 分清是体积比还是重量比

04

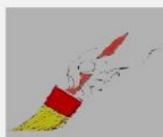
涂层施工控制 5. 油漆施工

○ 刷涂

○ 滚涂

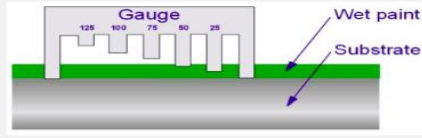
○ 有气喷涂

○ 无气喷涂



04

涂层施工控制 5.油漆施工



04

涂层施工控制 5.油漆施工

干膜厚度测量“90---10”规则



- 对整个干漆膜厚度的检查是最后的质量保证。
- 漆膜太薄会导致过早的锈蚀。
- 厚度太厚会导致材料消耗过多和可能因漆膜不完全干燥而发软。

“90 - 10”
质量 (DFT) 数量 (Area)

90%的DFT 读数必须不低于规范要求的厚度

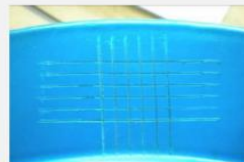
最大不超过10%的测量面积低于规范要求的DFT, 但不得低于要求厚度的90%

04

涂层施工控制 5.油漆施工



附着力试验:
-划格法 (最大值250微米)
-拉开法 (无限值)



The ISO and ASTM Standards are reproduced below. We advise obtaining a copy of the latest version of these Standards.

Surface	Description	ISO	ASTM
	The edges of the cuts are completely smooth; none of the squares of the lattice is detached.	0	0B1
	Detachment of flakes of the coating at the intersections of the cuts. A cross cut area not significantly greater than 5% is affected.	1	4B
	The coating has flaked along the edges and/or at the intersections of the cuts. A cross cut area significantly greater than 5%, but not significantly greater than 15% is affected.	2	3B
	The coating has flaked along the edges of the cuts partly or wholly in large ribbons, and/or it has flaked partly or wholly on different parts of the squares. A cross cut area significantly greater than 15%, but not significantly greater than 30% is affected.	3	2B
	The coating has flaked along the edges of the cuts in large ribbons and/or some squares have detached partly or wholly. A cross cut area significantly greater than 30%, but not significantly greater than 60%, is affected.	4	1B
	Any degree of flaking that cannot be classified even by classification 4 (1B).	5	0B

04

涂层施工控制 5.油漆施工



Total Dry Film Thickness		Suggested Voltage (V)
(µm)	(mil)	
200 to 300	8 to 11	1,500
300 to 400	12 to 15	2,000
400 to 500	16 to 20	2,500
500 to 1,000	21 to 40	3,000
1,000 to 1,400	41 to 55	4,000
1,400 to 2,000	56 to 80	6,000
2,000 to 3,200	81 to 125	10,000
3,200 to 4,700	126 to 185	15,000

试验速度 = 0.3m/s
如涂层厚度较低, 则选择低电压进行针孔探测试验。



04

涂层施工控制 典型涂层缺陷分析

缺陷名称	桔皮 Orange peel	缺陷图例
缺陷现象	漆膜呈酒窝状, 类似橘子的皮, 高固体份油漆施工时常见。	
缺陷危害	表面缺陷, 对漆膜的外观造成影响	
主要原因	1、施工不当, 喷枪距离涂装表面太近; 涂装时的输出压力过大; 2、使用的喷枪口径太大, 或者因为磨损而变大。 3、涂装时, 被涂表面的温度太高, 油漆还没流平就已干燥 4、油漆粘度高, 流平较差	
防治措施	1、保持正确的涂装姿势(涂装距离、涂装压力) 2、使用合适口径的喷枪, 并且及时更换磨损的枪嘴 3、要在被涂表面的温度适当的条件下进行涂装。 4、加入适量的稀料, 调整粘度 5、当漆膜还是湿膜时, 用刷子进行处理; 如果已经干燥, 需要使用砂纸打磨平整后补漆。	

缺陷名称	开裂 Cracking	缺陷图例
缺陷现象	漆膜出现裂纹	
缺陷危害	漆膜可能出现剥落, 外观差, 裂缝处厚度低	
主要原因	1、厚度过高, 如: 无机富锌底漆 2、涂装、固化过程中的气温变化太大, 3、油漆配套不合理, 底漆较软, 面漆较硬	
防治措施	1、必须掌握漆膜厚度 2、当温差较大时需要采取必要的防范措施 3、选择合适的涂装体系 4、出现很深到成的裂纹就要重新喷砂和涂装; 表面裂纹打磨或修补油漆使表面平整可	

缺陷名称	针孔 Pinhole	缺陷图例
缺陷现象	漆膜表面形成的小的穿孔	
缺陷危害	透过漆膜到达钢板的针孔, 会形成针点锈蚀, 导致膜下锈蚀	
主要原因	1、稀释剂挥发太快, 油漆来不及填补针孔 2、施工时, 涂装间隔太近; 涂装压力太大; 膜厚太厚 3、涂装时, 被涂表面的温度太高, 湿度偏高(聚氨酯面漆) 4、复涂间隔太短, 底层油漆的稀料没有完全挥发 5、底层油漆影响, 如: 针孔; 过于粗糙的表面(无机富锌底漆)	
防治措施	1、调整稀释剂 2、保持正确的施工姿势、压力、膜厚 3、不要在温度高的表面进行涂装, 聚氨酯面漆施工时注意湿度 4、注意复涂间隔 5、在无机富锌底漆上涂装时, 首先要多加稀释剂雾喷一遍 6、对于针孔, 必须打磨清除后补漆	

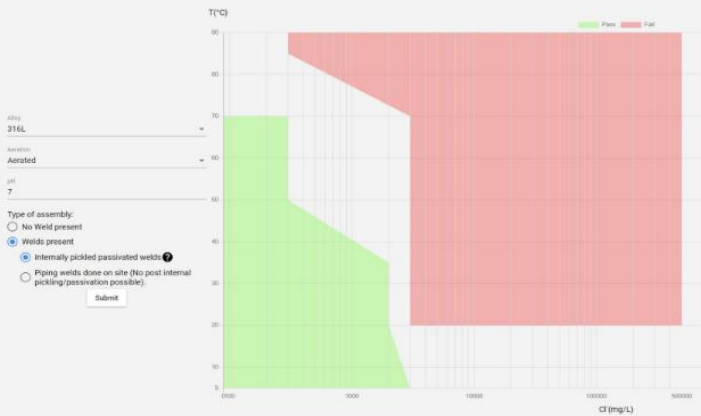
缺陷名称	脱皮和分层 Peeling and de-lamination	缺陷图例
缺陷现象	漆膜之间、漆膜与底材之间的附着力不良, 不能相互黏附	
缺陷危害	漆膜剥落, 无法形成涂装体系	
主要原因	1、涂装底面有水、油、灰尘、锈等残留的污染物 2、涂装时, 超过底漆的最大涂装间隔, 例如: 交联型涂料, 像环氧漆和聚氨酯漆 3、被涂表面太光滑(对于环氧类油漆可能存在表面风化变硬) 4、底漆没有干燥就涂装面漆, 底漆无法干燥, 固化失败, 造成漆膜脱落。	
防治措施	1、涂装之前, 确认被涂表面干燥、干净 2、掌握底漆的最大重涂间隔, 在间隔内进行涂装, 如果超过最大涂装间隔, 涂装前必须按照要求对表面进行处理 3、过于光滑的表面需要打磨, 制造出一定粗糙度 4、掌握油漆的最小涂装间隔, 并在涂装前, 检查底漆的干燥固化情况 5、油漆剥落的区域, 必须全部清除后重新涂装	

05 问答

请大家提出问题，我们共同讨论。



06 下一次腐蚀Webinar主题简介 - 不锈钢材料选择



07 联系方式

T&P China - Asset Management and Maintenance Team
中国技术与绩效部 - 资产管理和维护团队

王盛
中国区资产管理总监
Tel: +86 18501681900
sheng.wang@veolia.com

张国华
材料与腐蚀专家
NACE 美国防腐协会认证工程师
Tel: +86 18321792029
joshua.zhang@veolia.com

