

# 低表面处理条件下碳钛笼水性涂料的性能研究

张洪海

(中国石化青岛石油化工有限公司, 山东 青岛 266000)

**摘要:** 研究了碳钛笼水性涂料在带锈施工、带湿施工和带油施工 3 种低表面处理条件下漆膜的性能。结果表明:带锈施工时,锈层的厚度影响较大,将表层的浮锈去除后,漆膜的性能优异;带湿施工时,基材表面没有明显积累的水痕即可施工,漆膜的性能优异;带油施工时,需要用洁净的棉布将表面油污擦拭干净,漆膜的附着力可以达到 1 级,但是湿附着力下降。

**关键词:** 水性涂料;带锈施工;带湿施工;带油施工;低表面处理

中图分类号:TQ637 文献标志码:A 文章编号:1007-9548(2024)12-0038-03

## Study on Anticorrosive Performance of TETILON Waterborne Coatings in the Condition of Elementary Surface Treatment

ZHANG Hong-hai

(SINOPEC Qingdao Petrochemical Co., Ltd., Qingdao 266000, Shandong, China)

**Abstract:** The properties of TETILON waterborne coatings coated in three kinds of condition of coated with rust, wet and oil were studied. The results show that the thickness of the rust layer has a great influence on the performance of film when coated with rust. The performance of film is excellent if rust in surface is removed. When coated with wet, the performance of film is excellent if the substrate surface can be without obvious accumulation of water marks. It is necessary to wipe the oil on the surface with a clean cotton cloth when coated with oil. The adhesion of film can reach 1 level, but the wet adhesion decreases.

**Key words:** waterborne coating; coated with rust; coated with wet; coated with oil; elementary surface treatment

### 0 引言

在涂料施工过程中,对基材进行适当的处理显得尤为重要,因为这会直接影响到最终成膜后的性能表现。通常情况下,无论是溶剂型防腐涂料还是水性防腐涂料,在基材经过喷砂、抛丸等预处理方式后,基材的表面粗糙度会得到显著提升,从而使得漆膜的附着力大大增强,各项性能指标也表现出色。然而,在一些极端的环境中,尤其是在海洋、化工、发电厂、石化、码头等特定领域,环境中的污染源较多,如盐分、酸性物质、碱性物质、灰尘、水分、油污等<sup>[1]</sup>,这些因素都会对基材

的处理带来极大的挑战。此外,一些特殊的设备如换热器、污水池、水循环管设施等需要在不停工的条件下进行设备的维修保养,这些设施的基材在工作条件下是带湿、带热或带油的,且不能进行表面处理。还有一些施工场所通风条件受限、对防火防爆要求较高的石化、煤电厂地下设施等,要求不能产生点火源,因此不能采用打磨除锈的处理措施。

综上这些特殊的情况,如果要达到完全的基材处理,往往需要投入大量的人力和财力,而且处理效率较低,施工周期也会因此大大延长,或者施工场合不具备基材处理的条件等,这些不利因素都会对涂料的施工质量和防腐效果产生严重影响。

在过去的一段时间里,碳钛笼水性防腐涂料在一些极端环境下的应用中表现出了卓越的性能。例如,在某化工公司的氯化铵生产车间,由于空气中含有大量

收稿日期:2024-11-04

作者简介:张洪海(1972—),男,本科,工程师,主要从事原油储罐检修、防腐施工及动静设备管理相关工作。E-mail: zhanghh259.qdsh@sinopec.com。

的氯化铵蒸气,对基材造成了严重的污染,且需要在不停工的条件下对钢结构喷涂水性防腐涂料,防腐工作异常困难。再比如,在广东沿海地区的一家煤电厂,由于环境中含有大量的盐分、硫化氢和煤灰,基材的表面处理变得异常棘手。在这些案例中,碳钛笼涂料因其对基材表面处理的高容忍度,展现出了优异的防腐效果,赢得了用户的广泛好评。

由于目前关于涂料在低表面处理条件下的施工方法尚无标准可循,本文设计了一系列模拟试验,通过在基材表面进行一定程度的污染处理,然后喷涂碳钛笼水性防腐涂料,研究其在低表面处理条件下的防腐性能表现。通过这些试验,希望能够为涂料在实际应用中提供更为科学、有效的施工指导,从而提高涂料的施工质量和防腐效果。

## 1 试验部分

### 1.1 原材料

本文研制的水性防腐涂料使用碳钛笼水性树脂 D708 制备,是通过特殊碳-钛纳米粒子改性的有机-无机杂化结构的聚丙烯酸酯乳胶树脂,其余原材料均为市售工业品。N,N-二甲基乙醇胺,伊士曼化学品(南京)有限公司;二丙二醇甲醚、二丙二醇丁醚,江苏天音化工有限公司;消泡剂 BYK-024、BYK-346,毕克化学;钛白浆 EI 1000,浙江纳美新材料股份有限公司;防闪锈剂 FA179、增稠剂 WT-105A,Elementis。

碳钛笼水性防腐涂料的制备配方和工艺如表 1 所列。

表 1 碳钛笼水性防腐涂料的制备配方

序号	原材料	用量/%
1	碳钛笼水性树脂 D708	60.0
2	N,N-二甲基乙醇胺	0.2
3	二丙二醇甲醚	3.6
4	二丙二醇丁醚	3.6
5	BYK-024 消泡剂	0.2
6	BYK-346 基材润湿剂	0.2
7	钛白浆	30.0
8	去离子水	1.8
9	增稠剂 WT-105A	0.4
10	总量	100.0

制备工艺:在调漆罐中依此加入 1、2、3、4、5、6 搅拌均匀;加入 7,分散 20 min;然后加入 8 和 9,调整黏度为 70 KU。

### 1.2 基材处理

基材选用标准 Q235 钢板,尺寸规格为 150 mm×

70 mm×1 mm。

带锈基材的制备:将钢板喷砂处理,表面粗糙度达到 Sa2.5 级。将钢板放置于盐雾箱中,分别放置 24 h 和 72 h。将钢板取出,用纯净水冲洗干净,去掉表面盐水,然后用羊毛刷轻轻擦拭掉表层浮锈,在 25 °C、50% 相对湿度的环境中放置 24 h。盐雾箱中放置 24 h 和 72 h 的基材分别编号为 a、b。

带湿基材的制备:将钢板喷砂处理,表面粗糙度达到 Sa2.5 级,用喷壶往钢板表面喷洒水雾,通过控制喷洒次数来控制钢板表面的含水量。喷洒水后静置 10 min 即开始喷涂碳钛笼水性防腐涂料。将喷洒次数分别为 5 次、10 次、15 和 60 次的基材编号为 c、d、e、f。

带油基材的制备:将北燃 500SN 基础油种和 100# 溶剂汽油按照 10:90 的质量比溶解均匀,制备油溶液,置于喷壶中。将钢板喷砂处理,表面粗糙度达到 Sa2.5 级,用喷壶往钢板表面喷洒油溶液,通过控制喷洒次数来控制钢板表面的含油量。喷洒油溶液后静置 60 min 即开始喷涂碳钛笼水性防腐涂料。将喷洒次数分别为 5 次、10 次、15 次的基材编号为 g、h、k。

### 1.3 漆膜的制备

在处理好的基材上,用空气喷涂的方式制备漆膜。控制干膜厚度为 45~55 μm,喷涂后在 25 °C、50% 相对湿度的环境中养护 168 h。

### 1.4 测试与表征

附着力:测试方法参照 GB/T 1720—1989。

耐水性:测试方法参照 JC/T 1733—1993。

湿附着力:测试方法参照 GB/T 1720—1989。

## 2 结果与讨论

### 2.1 带锈施工

制备铁锈厚度不同的两种带锈基材并编号为 a、b,铁锈的厚度通过控制盐雾时间确定,不同带锈基材上漆膜的附着力如表 2 所列。

表 2 不同带锈基材上漆膜的附着力

项目	a	b
附着力/级	1	3

从表 2 可以看到,铁锈的厚度对漆膜的附着力有较大的影响。a 基材的附着力为 1 级,附着力优异;而 b 基材上漆膜的附着力为 3 级,附着力较差。经验表明,水性涂料在带锈基材上很难产生附着力,这是由于铁锈阻止液体涂料中的树脂渗透到基材表面,树脂中的极性基团难以和基材表面接触形成作用力。通常铁锈是疏松的、没有结合力的,因此水性涂料在铁锈表面成膜后极易脱落。

而对基材 a 的附着力测试可以发现,碳钛笼水性涂料和基材产生了非常牢固的附着力,这是由于采用的碳钛笼水性树脂 D708 具有碳-钛纳米粒子改性的有机-无机杂化结构,其无机材料部分能够有效地将锈层中活性的 FeOOH 结构转换为相对惰性的 FeO(OH) 结构,从而提高具有磁性定向排布的 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 含量,诱导锈层原位转换成致密的防腐层<sup>[2]</sup>,因此可以在低表面处理的带锈基材上产生牢固的附着力。

当然,通过对锈蚀的处理来降低锈的厚度也可以提高附着力。对 b 基材用钢刷手动除锈,将表层的铁锈去除只剩下表面附着牢固的锈,经测试附着力达到 1 级。

## 2.2 带湿施工

对 c、d、e 三种编号的基材进行附着力测试,其结果如表 3 所列。

表 3 不同带湿基材上漆膜的附着力

项目	c	d	e	f
附着力/级	1	1	1	5

从表 3 可以看出,漆膜在 c、d、e 三种带湿基材上的附着力均可以达到 1 级。通常认为,基材表面的水分会阻止施涂在表面的水性涂料与基材结合形成表面作用力,但在本试验中可以看出碳钛笼水性涂料在带湿基材上可以形成牢固的附着力。

分析原因为:喷洒水分虽然将基材润湿,但是没有在基材表面形成明显积累的水痕,并且经过 10 min 静置后,部分水分挥发。其次,由于碳钛笼水性树脂特殊的硅-钛有机-无机杂化结构,在干燥过程中,乳胶粒子没有完全融合,无机纳米粒子和有机乳胶粒之间会形成水分挥发的通路,因此底部的水分可以通过通路快速挥发逸出漆膜<sup>[3-4]</sup>。

由此可见,表面带湿对碳钛笼水性涂料的附着力影响不大。但如果增加喷水次数,直至在基材表面形成明显积累的水痕,那附着力会产生明显的下降。这是由于积累的水会阻碍乳胶粒子润湿基材,且由于水分含量高,漆膜表面干燥后将内部的水分封闭而难以挥发出来,导致漆膜干燥不彻底且不能于基材表面键合形成附着力。这些试验数据对于指导现场施工具有重要的意义,技术人员指导现场施工时,必须要求基材表面不能有明显水痕,尽量保持干燥。

## 2.3 带油施工

对 g、h、k 三种编号的基材进行附着力测试,其结果如表 4 所列。

从表 4 可以看出,带油基材对漆膜的附着力有较大的影响。基材表面含油量越高,则漆膜的附着力越差。这是由于防锈油喷洒在基材表面后,由于其表面张力比较低,可以充分润湿基材,使后续再次喷涂的水性涂料难以润湿基材,阻碍漆膜和基材形成附着力。但当采用洁净的棉布对基材进行擦拭,使其表面的含油量尽可能降低的措施后,漆膜的附着力可以提升到 1 级。

表 4 不同带油基材上漆膜的附着力

项目	g	h	k
附着力/级	1	2	3

虽然带油施工后漆膜可以产生一定的附着力,但与洁净不含油的基材相比,出现了湿附着力下降的现象。这是由于漆膜在润湿基材后将表面的防锈油置换到漆膜中,由于和漆膜的不相容,使其游离在漆膜中起到增塑的作用,降低了漆膜的交联密度和致密性,引起湿附着力下降。

## 3 结语

通过对基材不同的处理,成功制备了 3 种具有不同低表面处理特性的基材,分别是带有锈迹基材、带湿基材和带油基材,并对这些不同表面处理的基材进行附着力的研究。试验结果显示,在带锈基材上进行施工时,锈层的厚度对附着力的影响尤为显著。通过去除表面的浮锈,碳钛笼水性涂料能够紧密地附着在基材上,从而显著提升了漆膜的性能。而碳钛笼水性涂料在带湿基材上进行施工时,只要基材表面没有明显的水痕积累,就可以进行带湿施工,这样也能获得附着力优异的漆膜。但带湿不意味带水,仍需严格控制基材表面的水痕。最后,在带有油污的基材上进行施工时,需要先用洁净的棉布将表面的油污彻底擦拭干净,这样漆膜的附着力可以达到 1 级。但需要注意的是,在这种情况下漆膜的湿附着力会有所下降。

## 参考文献:

- [1] 宋轶涵,徐大伟,刘斌,等.钢铁低表面处理防腐蚀涂料的研究进展[J].涂料工业,2023(11):78-88.
- [2] 钱志军,李文戈,林春生,等.超重腐蚀环境带锈施工案例介绍及锈转换 XRD 机理分析[J].涂层与防护,2020(12):1-9.
- [3] 王燕,王继虎,温绍国,等.水性丙烯酸防腐涂料成膜过程中附着力的研究[J].电镀与涂饰,2022(16):1141-1148.
- [4] 王燕,温绍国,王继虎,等.水性丙烯酸涂料成膜过程中的水分挥发研究[J].涂料工业,2022(7):15-20.