

涂层拉拔附着力检测装置的优化设计

张东晋川, 孙庆华, 杨成龙, 吴会才, 钟宏
(国营川西机器厂, 成都 611937)

摘要: 介绍了涂层拉拔附着力检测装置的优化设计及试验对比, 结果表明: 优化设计的涂层拉拔附着力检测装置能满足涂层附着力拉开法测定, 测试中可以克服试样垂直不易对中、拉伸速率波动问题, 通过调节可连续对漆层上不同部位试柱进行测试。采用设计的涂层拉拔附着力检测装置, 其测试精度提高, 测试中波动性能小, 数据可靠性提高。

关键词: 涂层; 拉拔法附着力; 检测装置; 对比试验

中图分类号: TQ630 **文献标志码:** B **文章编号:** 1007-9548(2025)02-0034-003

Optimized Design of Coating Pull-out Adhesion Detection Device

ZHANG Dong-jin-chuan, SUN Qing-hua, YANG Cheng-Long, WU Hui-cai, ZHONG Hong
(State-owned Kawanishi Machine Factory, Chengdu 611937, China)

Abstract: The optimization design and experimental comparison of the coating pull-out adhesion detection device are introduced. The results show that the optimized design of the coating pull-out adhesion detection device can meet the determination of the coating adhesion pull-up method, and the problems of vertical alignment and tensile rate fluctuation can be overcome in the test, and the test column of different parts on the paint layer can be continuously tested through adjustment. The designed coating drawing adhesion detection device improves the test accuracy, the fluctuation performance in the test is small, and the data reliability is improved.

Key words: coating; pull-out adhesion; detection device; comparative experiments

0 引言

漆膜附着力是指漆膜中聚合物的极性基团与被涂物表面的极性基团相互结合的程度^[1]。漆膜附着力是考核漆膜是否稳定地黏附在涂覆的基材上的能力, 是漆膜发挥长期抗渗透性、对腐蚀介质的稳定性及良好的润湿性^[2]等物理隔离性能的基础, 是涂层系统质量好坏的前提。

漆膜附着力测定常用的方法有画圈法、划格法、拉开法等^[3]。漆膜拉开法是通过用特定仪器在漆膜表面作用下拉开漆膜, 计算拉伸所需要的力来评估涂层与基材之间的附着力。此方法不仅可以检验涂层与基材、涂层与涂层之间的粘接程度, 还可以评价涂料的配套

性以及涂层的整体附着效果。拉开法附着力测试结果准确与否与涂层的粘接、拉伸时施加的力是否垂直、拉伸速度是否均匀等有关, 其中单试柱法考核整个漆层表面粘接强度, 试柱粘接的位置不是固定的, 这导致了试样粘接不易垂直对中, 拉伸速率不均匀的问题^[4]。为解决以上问题, 需要对涂层拉开法附着力检测装置进行优化设计。

1 拉开法附着力检测装置的技术要求

1.1 GB/T 5210 和 GB/T 31586.1

GB/T 5210 和 GB/T 31586.1 是国内常采用的拉开法附着力测定方法^[5-6], 这两种方法的主要差异见表 1。GB/T 5210 三种试验组合和适用范围见表 2。

GB/T 5210 和 GB/T 31586.1 可定量分析涂层与涂层之间、涂层与底材之间附着力, 特别适合多道涂层、厚膜涂层体系附着力的定量测定。拉开法可数据化评估涂层与界面间、涂层之间内聚力, 在防腐涂料领域、

收稿日期: 2023-08-17

作者简介: 张东晋川(1994—), 男, 本科, 工程师, 主要从事涂料施工与分析研究工作。E-mail: zdj_9141@163.com。

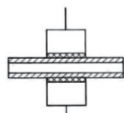
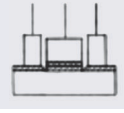
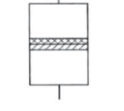
含特殊功能涂层领域以及各种类型涂层领域有更为广泛的应用^[7]。

表1 两个标准差异

标准号	概要	仪器	试柱直径/mm	测量次数	适合场所
GB/T 5210	3种试样组合	拉力机	20或7	≥6次	实验室
GB/T 31586.1	单试柱	拉力机,液 压拉脱法仪	20	≥3次	实验室 或现场

注:GB/T 31586.1 规定,当试样≤1 000 m²时,测定3次;试样>1 000 m²时,测定12次;GB/T 5210 规定,当试样为20 mm时,测定6次;试样为7 mm时,测定10次。

表2 不同试验组合试验范围^[8]

试验组合	特点	适用范围
	对接试样,单面涂层 或双面涂层	通用试验方法
	单试柱试样	适合在现场大件产品上试验
	双面试柱	一件试样为涂装了涂层的试柱,操作复杂,适用范围差

1.2 拉开法附着力检测装置的设计

单试柱漆膜拉开法是一种常用的附着力测定方法,其操作过程对测定结果有着重要影响。首先,按受试涂层的技术条件或施工工艺的规定制备涂层并干燥;其次,在未涂装的试柱上均匀地涂覆一薄层胶黏剂,胶接到受试涂层上,干燥固化;第三,在标准温湿度条件下,将制备好的试样安装至拉力机的上下夹具内,调至对中,使其横截面均匀受到张力,以10 MPa/s的拉伸速度进行拉开试验,直至破坏,并观察断面的破坏形式^[9]。

在实际测试过程中,单试柱法考核整个漆层表面粘接强度,试柱粘接的位置需根据涂层面积大小确定,这导致了施加力不易垂直的问题,同时,试柱粘接在整个漆层不同部位,测试时也不容易对中。为了克服以上问题,开展了涂层拉开附着力检测装置的设计。本检测装置见图1,由下拉头1、底座2、横向移动平台3、纵向移动平台4、横向调节杆5、纵向调节杆6、上拉头7组成。使用时,将上拉头7、下拉头1与拉力机相连,将粘接有试柱9的漆板8插入纵向移动平台4凹槽内,转动横向调节杆5带动横向移动平台3移动,使试柱9

位于拉力机上拉头7平行位置,再转动纵向调节杆6,带动纵向移动平台4移动,使试柱9对准上拉头7中心,连接上拉头7,开动拉力机进行拉拔附着力测试^[10]。

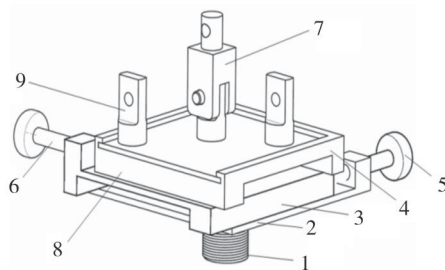


图1 设计的涂层拉拔附着力检测装置

设计的涂层拉拔附着力检测装置同涂层拉开法附着力检测装置(图2)相比,可通过横向或纵向移动平台,将试柱准确地调整到垂直位置上,保证了拉拔力垂直,试柱受力均匀,避免了涂层拉开发附着力检测装置在使用过程中随拉伸力的增加,仪器的扭转作用使的涂层或胶层过早破坏。试验过程中通过控制拉力机的拉伸速度确保拉伸速率恒定,避免了液压拉拔随压力减小而拉伸速率变化,造成试验结果波动。

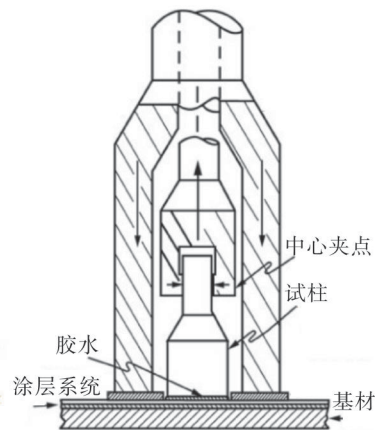


图2 涂层拉开法附着力检测装置

2 试验验证

2.1 与涂层附着力拉拔仪比对

按 GB/T 1727—1992 要求在 21.5 °C、51%相对湿度下制备漆膜试样,漆膜试样厚度 52 μm,采用 HY-914 环氧胶黏剂进行粘接固化。按 GB/T 31586.1 规定开展涂层附着力测试,不同装置的检测对比见表3。从表3可以看出,采用涂层拉拔附着力检测装置进行了10次测试,涂层附着力平均为15.3 MPa,最大值15.9 MPa,最小值14.5 MPa,偏差9.1%;而采用某品牌涂层附着力拉拔仪测定10次,涂层附着力平均为15.0 MPa,最大值16.2 MPa,最小值12.5 MPa,偏差24.7%。

试验结果表明,采用涂层拉拔附着力检测装置测定涂层附着力时,测试数据波动小,试验过程干扰因素小,而某品牌涂层附着力拉拔仪为液压泵将试柱从涂层中拉开,配置不同直径的试柱,内置计算程序,直接测试涂层附着力大小,但采用这种方法测试时,液压筒只与试柱头接触,导致在加压时容易晃动且受力不易垂直,测试的数据偏小且波动较大。

表3 不同装置比对

项目	涂层拉拔附着力检测装置	某品牌涂层附着力拉拔仪
10次测试/MPa	15.3、15.4、15.5、14.8、15.3、14.5、15.4、15.9、15.1、15.6	13.8、15.5、12.5、14.8、15.8、14.9、16.2、15.3、15.4、15.8
平均/MPa	15.3	15.0
偏差/%	9.1	24.7

图3是采用涂层拉拔附着力检测装置和某品牌涂层附着力拉拔仪对同一批次的涂层测量结果。从图3可以看出,两种方法测试数据的平均值比较接近,分别是12.61 MPa和12.55 MPa,但涂层附着力拉拔仪测试数据波动范围大,最大值为14.2 MPa,最小值为11.2 MPa。涂层拉拔附着力检测装置其测定过程中拉开速度是恒定的。可而采用而某品牌涂层附着力拉拔仪为液压泵将试柱拉开,其测试过程中随着漆膜粘接面积减少,其压力会急剧变化,可导致拉力或大或小,造成附着力波动大。

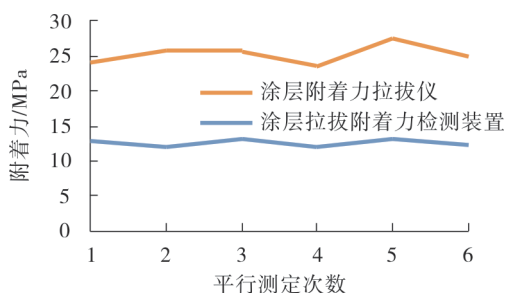


图3 测试设备对涂膜附着力的影响

2.2 与单个试样测试夹具的比对

对4个批次的涂层附着力测量的数据进行了不确定度评估,结果见图4。4个批次涂层附着力测试时使用的同台0.5级的拉力试验机,通过计算拉力机、试验过程中温度波动、拉伸速度等引入的不确定度为0.56 MPa,对每批次试验数据进行计算,采用极差法进行,4次极差系数为2.06,计算后的数据具体见图3。从图3可以看出,设计的涂层拉拔附着力检测装置测试出的数据可靠性高,数据测试波动较小,达到了设计要求。

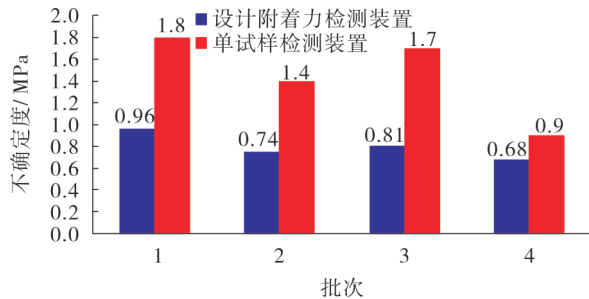


图4 4批次涂层测试数据的不确定度

3 结果与讨论

3.1 单试柱法试样对中垂直对试验结果的影响

漆膜附着力拉开法是通过特定仪器在漆膜表面作用下拉开漆膜,计算拉伸所需要的力来评估涂层与基材之间的附着力。其中,单试柱法是将试柱粘接在试板上,然后施加拉力,由于底板面积大,试柱粘接时对中非常困难,易导致施加的力不易垂直。影响了试验结果准确确定。

3.2 拉伸速度对试验结果的影响

漆膜拉开法附着力测定过程中,首先需要准备一块带有涂层的试样,并将其固定在一个夹具上。这个夹具的设计非常重要,因为它需要提供足够的拉力,同时也要保证试样的稳定性。而在进行拉开测试时,夹具会施加一个恒定的张力,逐渐拉伸试样,直到涂层与基底发生剥离。

为了实现准确的测定,拉开速度需要控制在一个恒定的值。较快的拉开速度可能会导致涂层与基底之间的粘附力不够,从而导致结果偏低。相反,较慢的拉开速度则可能导致试样受到一定程度的应力积累,这样在拉伸过程中就可能发生未预期的断裂。因此,在进行试验时,需要仔细控制拉伸速度,以保证测试结果的准确性。涂层拉拔附着力检测装置与拉力机配套使用,可控制拉伸速率,确保试验过程速度恒定。

4 结语

设计的涂层拉拔附着力检测装置能满足涂层拉开法附着力测定,测试中可以克服试样垂直不易对中问题,拉伸速率恒定,同时测试过程中不需要更换漆层试板,通过调节可连续对漆层上不同部位试柱进行测试。采用设计的涂层拉拔附着力检测装置,其测试精度提高,测试中波动性能小,数据可靠性提高。

参考文献:

[1] 许君.涂层附着力测试方法比较及影响因素探讨[J].现代涂料与涂装,2012(10):18-20.

(下转第39页)