

水性车用涂料在隔膜泵涂装中的应用案例分析

黄春辉

(中车南京浦镇车辆有限公司, 南京 211800)

摘要: 随着复合材料在轨道交通车辆中的应用越来越广泛,水性车用涂料涂装技术已成为未来轨道交通车辆涂装的发展方向。以深圳地铁6号线项目为例,通过对比各方面参数,分析了采用隔膜泵涂装施工的优越性。

关键词: 水性涂料; 隔膜泵涂装; 案例分析

中图分类号: TQ639 **文献标志码:** B **文章编号:** 1007-9548(2024)08-0034-03

Application Case Analysis of Waterborne Automotive Paint in Diaphragm Pump Coating

HUANG Chun-hui

(Nanjing Puzhen Vehicle Co., Ltd., Nanjing 211800, China)

Abstract: With the increasing application of composite materials in rail transit vehicles, waterborne automotive paint coating technology has become the development direction of rail transit vehicle coating in the future. Taking Shenzhen Metro Line 6 project as an example, this paper analyzes the advantages of using diaphragm pump coating construction by comparing various parameters.

Key words: waterborne paint; diaphragm pump coating; case analysis

0 引言

自改革开放以来,我国社会经济得到了飞速发展,特别是进入21世纪后,人民生活水平得到了进一步提高。我国轨道交通技术近年来的发展速度有目共睹,如今已成为“中国名片”,并实现了技术上的向外输出。未来轨道交通的发展方向为速度更高、性能更加可靠,同时对节能、环保、轻量化方面提出了更高的要求。随着综合性能优越的复合材料在轨道交通车辆中的应用比例越来越高,车辆涂装技术由传统的以涂料防腐性能为核心逐渐转变为更侧重于涂料的装饰性和环保性。综合水性涂料各方面性能,其初期投入成本明显高于溶剂型涂料,但在整个使用寿命周期内,两者的总成本无明显差异。此外,水性涂料其他各方面性能多优于溶剂型涂料,因此,水性涂料必将成为未来轨道交通车辆

涂装材料的首选。

1 轨道交通涂装水性化的发展动态

1.1 轨道交通常用水性涂料介绍

目前,常用的水性涂料有:水性浸渍涂料、乳胶型涂料、水性环氧树脂涂料、水溶性醇酸树脂涂料、水性无机陶瓷涂料、水性聚氨酯涂料等。其中,已被广泛应用于轨道交通车辆的水性涂料主要有:

1)水性醇酸树脂涂料。水溶性醇酸树脂的各方面性能均比较优异,可用于“底+面”涂装体系,但其水性和耐候性低于水性聚氨酯涂料,主要用于车辆面漆。

2)水性聚氨酯涂料。水性聚氨酯涂料具有不燃、污染小、成本低、可直接用水稀释、易清洗、使用方便等优点,且与其他多种水性树脂具有较好的相容性,通过混用可达到降低成本和改善涂料性能的目的。

3)水性环氧树脂涂料。其固化成膜机理不同于一般聚合物乳液,涂料中含有芳香醚键,经长时间的户外阳光曝晒易发生断裂,耐候性较差,因此多作为车辆底漆使用。

收稿日期: 2023-05-10

作者简介: 黄春辉(1968—),男,大专,高级技师,中车技能专家,主要从事轨道交通涂装工艺、涂装现场管理及技术指导工作。E-mail: 1473868237@qq.com。

4)乳液型阻尼涂料。具有优良的降噪、抗振、阻燃、隔热等性能,被广泛应用于车辆内饰和底架上。

1.2 我公司水性涂料应用情况简介

第一阶段为被动接受阶段(2010~2015年),在新加坡地铁项目(C151A、C151B、T251)中,受客户制定项目要求,被动地接受并采用水性涂料。

第二阶段为主动尝试阶段(2015~2017年,国内地铁项目),在2015年的青岛地铁3号线项目及2016年的上海地铁13号线项目中,主动尝试采用水性涂料。

第三阶段为全面推广阶段,经过中车人不断地探索与努力,从2018年开始,新造地铁项目已基本实现全面水性化(无锡3号线,杭绍线,杭州5号线,杭临线,深圳4、6、10、2、5、8号线,郑州地铁,青岛11号线等)。

2 轨道交通用水性漆主要涂装方式

1)往复机静电喷涂

特点:涂装效率最高,上漆率高,损耗少,但只适用于顶部和侧面大面涂装,端面和拐角部位还需人工补喷,外观质量一般,主要适用于底漆和中涂的涂装。

2)隔膜泵空气喷涂

特点:涂装外观质量好,膜厚均匀,一次施工合格率高,施工效率相对较低,适用于面漆涂装。

3)高压无气喷涂

特点:涂装效率高,外观质量相对一般,耗漆量较大,良率略低,适用于底漆、中涂和面漆涂装。

4)高压混气喷涂

特点:涂装效率高,外观质量介于高压无气与隔膜泵空气喷涂之间,耗漆量略大,适用于底漆、中涂和面漆涂装。

目前,除裸用的不锈钢车体外,多数轨道客车通常在外表面采用涂料涂装的方法进行防护和装饰。车体外表面用涂料涂装体系为“底漆+腻子+中涂+面漆(或底色漆+罩光清漆)”。

图1为轨道交通车辆表面涂层结构示意图,表1为各涂层目前常用涂装方式。

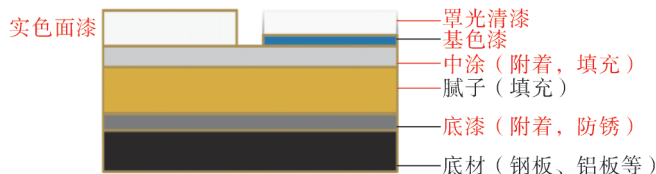


图1 轨道交通车辆表面涂层结构示意图

表1 各涂层目前常用涂装方式

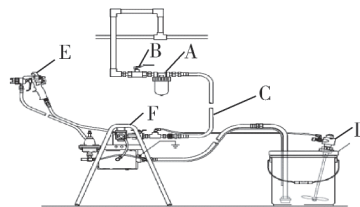
涂层	涂装方式
水性环氧底漆	高压无气,静电往复机
水性中涂漆	高压无气,静电往复机
水性面漆	高压无气,高压混气,隔膜泵涂装
水性金属漆	高压无气,高压混气,隔膜泵涂装
水性清漆	高压无气,高压混气,隔膜泵涂装

3 水性漆在隔膜泵涂装施工方法及案例分析

在整个涂装施工过程中,有“七分施工,三分涂料”的说法,即科学的施工方法是充分发挥涂料各方面优异性能的重要保障。

3.1 隔膜泵涂装施工方法简介

本研究中采用型号为Triton® 308隔膜泵,所配用喷枪型号为jet 3000,隔膜泵涂装系统装配见图2。工作时,由进气管道进入的压缩空气为隔膜泵提供动力,隔膜泵将涂料吸入并加压后供给空气喷枪,并在喷枪中与高压气体混合后均匀喷出。



A: 油水分离器; B: 进气阀; C: 进气管道; D: 搅拌机; E: 空气喷枪; F: 隔膜泵

图2 隔膜泵涂装系统装配示意

3.2 各种水性漆喷涂方法的比较

各种水性漆喷涂方法比较见表2。

表2 不同水性漆喷涂方法性能及成膜质量比较

喷涂方法	工作效率	涂装效果	油漆传递效率	成本	操作性	VOC 法规	流挂性	橘皮	光泽	颜色	饱满度	备注
空气喷涂	+	++	-	+++	++	-	++	++	++	++	++	适于面漆
高压无气	+++	-	+++	++	++	√	-	-	-	-	-	适于面漆
混气喷涂	++	+	++	++	++	√	+	+	+	+	+	适于底漆中涂
静电喷涂	++	+	+++	++	++	√	+	+	+	+	+	适于底漆中涂
隔膜泵喷涂	++	++	++	++	++	√	++	++	++	++	+++	适于面漆

注:+,++,+++代表性能依次升高。

由表2可以看出,虽然空气喷涂具有更低的成本、

较高的操作性和良好的成膜后质量,但因该方法对环

境污染较大,属于 VOC 法规重点管控对象。隔膜泵喷涂方法的工作效率、成本、操作性、油漆传递效率、涂装效果等方面均表现良好,成膜后涂层质量(流挂性、橘皮、光泽、颜色、饱满度)优于其他喷涂方法,更适用于面漆涂装。

3.3 水性漆隔膜泵涂装施工案例分析

以深圳地铁 6 号线项目为例,制造单位为江门中车,制造时间为 2019~2020 年,底漆涂装采用高压无气涂装,中涂及面漆涂装均采用隔膜泵涂装方法,中涂采用水性双组分聚氨酯中涂漆,面漆采用水性双组分聚氨酯面漆。相同车型采用高压无气喷涂需要水性中涂 51 kg,面漆总用量 93 kg,因此,和高压无气喷涂相比涂料用量约减少 17%。水性漆隔膜泵涂装施工主要参数主要参数见表 3。

表 3 水性漆隔膜泵涂装施工主要参数

项目	中涂涂装	面漆涂装
颜色	RAL 7035	白色/黑色/蓝色
固化剂	AH 70-0000/0	AH 35-1000/9
主固比	7/1	3/1
施工黏度(涂-4 杯,25 °C)/s	25	22
喷枪口径/mm	2.0	1.3
施工环境温度/°C	27.3	27.3
施工环境相对湿度/%	65	65
喷涂遍数	1	2
施工膜厚/ μm	40~60	50~60
干燥条件	60 °C烘烤 120 min	60 °C烘烤 120 min
中涂漆/(kg·辆 ⁻¹)	35	
面漆/(kg·辆 ⁻¹)		60
AH 70-0000/0/(kg·辆 ⁻¹)	5	
AH 35-1000/9/(kg·辆 ⁻¹)		20
去离子水/(kg·辆 ⁻¹)	5	12

对涂装工时进行统计分析得知,相同车型采用高压无气喷涂水性中涂需耗时 45 min,喷涂面漆需耗时 50 min。因此,和高压无气喷涂相比涂装一辆车需要增加工时约 25 min;同时由于隔膜泵喷涂流平效果好,中涂打磨难度降低,中涂打磨工序节约 10 min,因此,整套涂装工序耗时略有增加(10~20 min)。涂装工时统计见表 4。

对比高压无气涂装和隔膜泵涂装两种施工方法,采用隔膜泵涂装,以较低的漆膜厚度实现了更高的涂装质量,综合外观评价结果为:光泽高,丰满度高,橘皮小,鲜映性好,见表 5。

4 结语

通过深圳地铁 6 号线项目的开展,经验总结如下:

表 4 涂装工时统计

涂层工序	子工序	工时/min
中涂(2遍)	喷涂作业	60
	流平闪干	30
	烘烤干燥	120
	打磨	30
面漆(2遍)	喷涂作业	60
	流平闪干	30
	烘烤干燥	120

表 5 隔膜泵涂装与高压无气涂装质量比较

项目	隔膜泵涂装			高压无气涂装		
	白色	黑色	蓝色	白色	黑色	蓝色
干膜厚度/ μm	55	45	50	68	55	65
光泽(20°)/%	88.2	86.6	85.2	82.3	80.6	81.5
光泽(60°)/%	93.2	92.6	92.3	91.0	90.5	90.6
鲜映性(DOI)	85.3	90.2	86.8	81.6	82.6	81.8
长波	10.6	12.3	8.6	15.3	18.8	12.2
短波	22.5	23.1	18.8	28.3	31.6	24.5

1)水性车用漆适用于隔膜泵涂装方式来实现地铁车身涂装;

2)隔膜泵涂装虽然施工效率比高压无气喷涂低,但涂料雾化效果好,涂装质量好,光泽高,橘皮小,丰满度高,外观装饰效果佳;

3)隔膜泵涂装雾化好,漆膜流平效果好,因此,可在较低膜厚条件下得到优异的装饰效果,因此耗漆量少,可节约涂装成本;

4)隔膜泵涂装面漆的干膜厚度较低,因此可最大程度地避免流挂、针孔、痂子等漆膜弊病(尤其是黑色),涂装一次合格率高。因此,隔膜泵涂装不失为轨道交通水性涂装的一种值得探讨与推广的施工方式。

参考文献:

- [1] 张煜.水性涂料在电力机车与城轨车辆上的应用现状及发展趋势[J].现代涂料与涂装,2011,14(7):67-70.
- [2] 赵民,陈旭.浅析轨道车辆用水性涂料的过程控制[J].现代涂料与涂装,2014,17(1):53-54.
- [3] 陈旭,赵民.水性环氧底漆与不饱和聚酯腻子层间附着力及机理分析[J].现代涂料与涂装,2012,15(11):25-27.
- [4] 敬俊娥.水性涂料在轨道车辆上的应用及展望[J].中国涂料,2013,28(5):27-32.
- [5] 陈旭,韩玉红,夏海渤,等.水性涂料在轨道车辆上的应用及影响要素[J].涂料技术与文摘,2017,38(3):18-23. ◆