

特种功能涂料在轨道交通车辆上的应用

刘 晓 何广忠 罗 金 孙剑爽 胡清寒 钱秀敏 温景剑

(中车长春轨道客车股份有限公司工程规划发展部, 130062, 长春//第一作者, 高级工程师)

摘 要 介绍了阻尼涂料、防滑涂料、防火涂料、抗结冰涂料等特种功能涂料在轨道交通车辆上的应用, 同时总结了各特种功能涂料的特点及技术要求。结合涂料行业的环保发展趋势, 讨论了特种功能涂料的环保发展方向。

关键词 轨道交通车辆; 特种功能涂料; 环境保护

中图分类号 U270. 6*5

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2020.04.032

Application of Speciality Functional Coating on Rail Transit Vehicles

LIU Xiao, HE Guangzhong, LUO Jin, SUN Jianshuang, HU Qinghan, QIAN Xiumin, WEN Jingjian

Abstract With an introduction of the applications of speciality functional coatings in rail transit vehicle, such as the damping paint, anti-skid coating, fire retardant coating and anti-icing coating, the technical requirements for various speciality functional coatings are summarized. Combined with the environmental protection development trend of the coating industry, the environmental development direction of speciality functional coatings is discussed.

Key words rail transit vehicle; speciality functional coating; environment protection

Author's address CRRC Changchun Railway Vehicles Co., Ltd., 130062, Changchun, China

涂料的功能是防腐与装饰, 其在工业及民用领域有着广泛的应用。随着科技的进步, 越来越多的特种功能涂料被不断地开发出来, 并得到了越来越广泛的应用。目前, 特种功能涂料在轨道交通行业中也得到了广泛的应用, 如阻尼涂料、防滑涂料、防电弧涂料、抗结冰涂料等都在轨道交通车辆上得到使用^[1-2]。

本文介绍了阻尼涂料、防滑涂料、防火涂料、抗结冰涂料等特种功能涂料在轨道交通车辆上的应用, 同时总结了各特种功能涂料的特点及技术要求。结合涂料行业的环保发展趋势, 讨论了特种功

能涂料的环保发展方向。

1 特种功能涂料的应用

1.1 阻尼涂料

阻尼涂料由高分子树脂加入适量的填料以及辅助材料配制而成, 是一种可涂覆在各种金属板状结构表面上, 具有减振、绝热和一定密封性能的特种涂料。阻尼涂料主要用于轨道交通车辆的车体内表面及底架的外表面, 如图1所示。

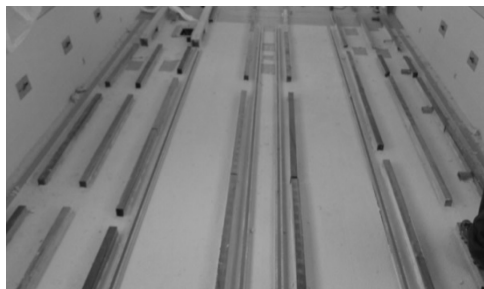


图1 阻尼涂料在铝合金车体内部应用

随着科学技术的创新发展, 阻尼涂料已从原有的含有沥青和石棉等有毒有害物质的产品向水性环保产品的方向发展。目前在轨道交通车辆上使用的阻尼涂料一般为水性丙烯酸阻尼涂料。

阻尼涂料的阻尼性能与环境温度有着密切关系。为适应不同的环境温度, 动车组选用的阻尼涂料根据不同温度下的复合损耗因数分为通用型和低温型两类。Q/CR 546.3《动车组用涂料与涂装第3部分: 阻尼涂料及涂层体系》^[3]中对通用型和低温型阻尼涂料的复合损耗因数值做出了明确要求。具体指标如表1所示。

1.2 防火涂料

防火涂料是以化学树脂及防火填料为主要成分的涂料, 具有隔热耐火性能, 以及具备耐受外界物理冲击、耐受爆炸冲击、抗震和抗开裂等特性。防火涂料按其作用机理可分为膨胀型和非膨胀型

表1 动车组用阻尼涂料复合损耗因数技术指标

试验温度/℃	复合损耗因数	
	通用型	低温型
50	≥0.035	—
40	实测值	—
30	实测值	≥0.035
20	≥0.110	实测值
10	实测值	实测值
0	实测值	≥0.110
-10	≥0.035	实测值
-20		实测值
-30		≥0.025

两类。膨胀型防火涂料的主要填料为膨胀石墨,其涂膜在火焰或高温下,会发生发泡碳化,形成一个比原涂层厚几十倍甚至更多的泡沫碳化层,从而起到隔绝外界热量的作用。非膨胀型防火涂料主要物质为难燃性树脂,其填料多为钛白粉、氢氧化铝、纤维材料等,具有耐燃与阻燃特性,同时耐水性也较好。

如图2所示,防火涂料主要应用于轨道交通车辆铝合金车体底架部位,在火灾发生后规定的时间内可以保证底盘结构的承载稳定性和完整性。一般情况下,车体铝底板下部设置的防火隔层需满足ASTM E119和NFPA130中的防火实验标准,达到45 min的防火隔离能力。同时,为了满足其他部件的装配公差,防火涂料的喷涂厚度≤3 mm。



图2 防火涂料使用于铝合金车体底架下表面

1.3 抗电弧涂料

抗电弧涂料主要用于城市轨道交通车辆的受电弓平台区域,起到绝缘的作用,防止因受电弓故障、接触网异常等引起的高压电击穿事故。抗电弧涂层由底漆、中间层及面漆组成,其中间层为抗电

弧功能涂料,具有良好的耐压性。抗电弧涂料主要成分为改性有机硅树脂或改性聚氨酯树脂。抗电弧涂料不仅具备涂料的一般性能,还需满足如表2所示的电性能指标要求。

表2 抗电弧涂料的电性能指标

项目性能	技术指标
体积电阻率	≥1×10 ¹¹ Ω·m
电气强度	18 kV/mm
耐压试验	1 min
相比电痕化指数	≥600 V

1.4 防滑涂料

防滑涂料的成分有环氧树脂、丙烯酸、聚氨酯树脂单/双组份体系等,混合了金刚砂、石英砂或其他具有防滑作用的物质后,具有良好的黏着力,同时具有良好的耐水性、耐溶剂性、耐腐蚀性、耐老化性等特性。防滑涂料施工简单方便,易于刷涂或滚涂。防滑涂料主要应用在轨道交通车辆的车顶(空调检修区域)、司机室门口及塞拉门口等,以防止工作人员蹬车作业及乘客上下车时的打滑。防滑涂料的干态摩擦系数达到1.0以上,湿态摩擦系数到0.8以上。

1.5 抗结冰涂料

为了减少高寒动车组转向架部位积冰积雪的问题,在高寒动车组转向架部位需要采用抗结冰涂料。抗结冰涂料具有较低的表面能,可以有效降低冰的附着力^[4],使冰雪不易附着,并且容易清除。为了达到良好的抗结冰效果,目前使用的抗结冰涂料一般为氟碳涂料或氟硅涂料,其接触角大于105°,着冰力小于2×9.8 N(2千克力),而普通环氧厚浆涂料的接触角通常小于70°,着冰力大于50×9.8 N(50千克力)。

1.6 防污闪涂料

动车组车辆运行环境恶劣,雾霾、风沙等尘粒会粘附在绝缘子表面,容易引发闪络现象,造成车辆电力系统故障,因此,在绝缘子表面喷涂防污闪涂料,可以有效减少此类事故的发生。防污闪涂料的主要成分为室温硫化硅橡胶,具有良好的憎水性和憎水迁移性,当涂膜表面被污秽覆盖后,涂膜内的小分子憎水基团可以迁移到污秽层表面,使污层表面也具有优异的憎水性,使污层表面难于形成水流或水膜,从而扼制泄露电流的产生,提高绝缘子

的污闪电压。防污闪涂料的憎水性能及电性能指标要求如3所示。

表3 防电弧涂料电性能指标

项目性能	技术指标
憎水性试验	憎水性: $\theta_{av} \geq 100^\circ$; $\theta_{min} \geq 90^\circ$; HC1—HC2级
	丧失特性: $\theta_{av} \geq 90^\circ$; $\theta_{min} \geq 85^\circ$; HC3—HC4级
	迁移特性: $\theta_{av} \geq 110^\circ$; $\theta_{min} \geq 100^\circ$; HC2—HC3级
	憎水性恢复时间 ≤ 24 h
体积电阻率	$\geq 1 \times 10^{12} \Omega \cdot m$
相对介电常数	≤ 4.0
介质损失角正切值	$\leq 0.4\%$
介电强度	≥ 18 kV/mm
耐漏电起痕及电蚀损	\geq TMA2.5级
耐污闪试验	$U_1/U_2 \geq 1.5$ (盐雾法)
	$U_1/U_2 \geq 2.0$ (固体层法)

2 特种功能涂料的发展趋势

随着国家环保政策和法规的日趋严格,环保安全也是涂料行业的发展趋势。目前,水性涂料、高固含涂料、UV光固化涂料等已经逐步替代原有的高挥发性有机化合物(VOC)溶剂型涂料。特种功能涂料也正向着这些方面发展,如阻尼涂料、防火涂料、吸音涂料等已经实现了水性化;防滑涂料、防污闪涂料、抗电弧涂料等根据自身特点,已采用了

高固含量技术;抗结冰涂料、抗涂鸦涂料等除了向着水性化发展,也在考虑向UV固化和降低VOC排放的方向发展。

3 结语

尽管某些特种功能涂料还存在着施工工艺复杂,以及涂层间配套性差、质量大、装饰性不足等问题,但随着新材料的不断发展,解决以上问题指日可待。随着我国轨道交通行业的快速发展,未来仿生自洁涂料、自修复涂料、示温涂料、保温涂料等各种各样的特种功能涂料将会在轨道交通车辆上有更广泛的应用。

参考文献

- [1] 戴惠新,郑云昊,朱亚军,等. 轨道车辆车体底架用防火涂料介绍[J]. 现代涂料与涂装,2015,18(1):33.
- [2] 陈旭,韩玉红,赵民,等. 轨道车辆用功能涂料的应用现状及发展前景[J]. 涂料工业,2017,47(11):81.
- [3] 中国铁路总公司. 动车组用涂料与涂装—第3部分:阻尼涂料及涂层体系:Q/CR 546.3—2016[S]. 北京:中国铁道出版社,2016.
- [4] 刘晓. 抗结冰涂层研究进展[J]. 科技传播,2013,100(10):132.

(收稿日期:2019-07-16)

(上接第116页)

商44家,取消供应商资质2家,淘汰业绩不良供应商46家。主机企业的二级供应商质量风险管理正在逐步走向了完善化、规范化的发展道路。

7 结语

轨道交通主机企业的发展离不开所有合作伙伴的支持与配合,其中一级供应商的产品质量将直接影响主机企业的整车制造质量与车辆运用安全,因此,主机企业在对一级供应商的质量管控已趋于完善后,对二级供应商的质量管控已日显突出。主机企业应该根据行业特点,提出二级供应商质量管理模式与方法,以及二级供应商资质准入、首件检验及项目管理等质量管理要求,编制全面质量管理评价项点和内容,实施规范化的二级供应商管控模

式与管理方法,搭建适用的供应商质量管理网络平台,实现企业供应商的全面质量管理,实现企业与供应商的互惠互利与共同发展。

参考文献

- [1] 温德成,张守真,陈杰华. 互利共赢的供应商质量控制[M]. 北京:中国计量出版社,2003.
- [2] 张旭凤,于杰. 供应商管理[M]. 北京:中国财富出版社,2014.
- [3] 马士华,林勇,陈志祥. 供应链管理[M]. 北京:机械工业出版社,2000.
- [4] 丁宁,宋莺歌,吕振君. 采购与供应商管理[M]. 北京:清华大学出版社,2012.
- [5] 王能民,孙林岩,汪应洛. 绿色供应链管理[M]. 北京:清华大学出版社,2005.

(收稿日期:2019-08-20)