

# 无溶剂涂料：石化防腐蚀环保长效安全保护的新选择

雍涛, 王小牧, 王雷, 靳生红  
(西北永新涂料有限公司, 兰州 730046)

**摘要:** 无溶剂涂料在石化防腐领域的应用前景十分广阔。首先, 无溶剂涂料具有环保、长效、安全等特点, 成为石化防腐领域的理想选择; 其次, 传统涂料存在使用寿命短、环境污染、狭小空间不干燥、密闭环境施工不安全等痛点, 无溶剂涂料能有效解决这些问题。无溶剂涂料可以应用于油罐、管道、设备等石化设施的防腐保护, 具有广泛的市场和良好的经济效益。无溶剂涂料的优势在于其低挥发性, 能形成致密的保护膜, 提供卓越的防腐性能和长期的使用寿命。本文将重点探讨无溶剂涂料在石化防腐领域的应用前景, 为解决石油炼化过程中的防腐涂料问题提供有效解决方案。

**关键词:** 无溶剂涂料; 石化防腐; 安全环保

**中图分类号:** TQ637 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-9548(2024)04-0022-05

## Solvent-free Coating: Petrochemical Anticorrosion Environmental Protection Long-term Security Protection of the New Choice

YONG Tao, WANG Xiao-mu, WANG Lei, JIN Sheng-hong  
(Northwest Yongxin Paints & Coatings Co., Ltd., Lanzhou 730046, China)

**Abstract:** The application prospects of solvent-free coatings in the petrochemical anticorrosion field are vast. Firstly, solvent-free coatings with environmental protection, long-term, safe and other characteristics, become an ideal choice in the field of petrochemical anticorrosion; Secondly, the traditional coating has the pain points of short service life, environmental pollution, non-drying in narrow space, unsafe construction in closed environment, etc., solvent-free coatings can effectively solve these problems. Solvent-free coatings can be used for anticorrosion protection of petrochemical facilities such as oil tanks, pipelines, and equipment, with a wide market and good economic benefits. The advantage of solvent-free coatings lies in their low volatility, ability to form a dense protective film, and provide excellent anticorrosion performance and long-term lifespan. Therefore, this study will focus on exploring the application prospects of solvent-free coatings in the field of petrochemical anticorrosion, providing effective solutions to the issues of anticorrosion coatings in the petroleum refining process.

**Key words:** solvent-free coatings; petrochemical anticorrosion; safe and environmentally friendly

### 0 引言

随着环境保护意识的增强和石油炼化工业的快速发展, 石化防腐领域对环保、长效和安全的涂料需求日

益迫切。传统的溶剂型涂料存在污染环境、释放挥发性有害物质等问题, 因此无溶剂涂料作为一种环境友好型涂料, 具有巨大的应用前景。本文将围绕石油炼化对防腐涂料的需求和痛点、无溶剂涂料的特点、无溶剂涂料的设计, 探讨无溶剂涂料在石化防腐中的应用前景和优势。

石化工业是现代工业的重要组成部分, 其对防腐涂料的需求量巨大。然而, 传统的有机溶剂型涂料在环境友好性、涂装方便性以及耐久性方面存在一定的局

收稿日期: 2023-11-17

基金项目: 甘肃省青年科技基金计划 20JR5RA084。

作者简介: 雍涛(1987—), 男, 本科, 高级工程师, 主要从事重防腐涂料产品开发、市场应用推广等工作。E-mail: yongtao0413@163.com。

限性。因此,寻找一种环保、高效、安全的涂料成为了石化防腐领域的迫切需求。无溶剂涂料由于具有安全性、耐久性和涂装方便性等特点,使其成为石化防腐领域的理想选择。

本文对于石化防腐领域有着重要的意义。首先,对石油炼化过程中防腐涂料的需求和痛点进行深入分析,可以为石油炼化过程中的防腐问题提供有效的解决方案。其次,通过研究无溶剂涂料的特点,可以为石化工业提供一种环保、高效、安全的涂料选择,促进石化工业的可持续发展。再者,通过无溶剂涂料配方设计,分析如何制得更适合石化防腐行业的无溶剂涂料。最后,研究无溶剂涂料在石化防腐领域的应用前景,可以为该领域的相关企业和研究机构提供参考,促进技术的推广和应用。

## 1 石化防腐对涂料的需求与痛点

### 1.1 石化防腐对涂料性能的需求

石化防腐是指在石化行业中对设备、管道、储罐等设施进行防腐蚀处理,以确保其长期稳定运行和延长使用寿命。涂料作为石化防腐的主要手段之一,在保护设施免受腐蚀方面发挥着关键作用,因此,石化防腐对涂料性能有着较高的需求。

首先是对涂料耐腐蚀性能的需求。石化行业的工作环境极其恶劣,常常受到高温、高压、酸碱等腐蚀介质的侵蚀。因此,涂料需要具备良好的耐腐蚀性能,能够有效抵御各种腐蚀介质的侵蚀,保护设施表面免受腐蚀损伤。根据不同设施设备及应用环境,需要涂料具有耐高温性能(常温~800℃)、耐高压性能(常压~100 MPa)、耐酸耐碱性能(不同浓度、种类酸碱,720 h以上或长期)、耐各种化学溶剂等性能。石化设施的工作条件复杂多变,往往需要涂层在各种腐蚀因素叠加下具有优异的防腐性和耐久性,能够在恶劣的环境中长期保持稳定性能。例如,设备在高温环境下运行,涂料需要具备耐高温的特性,能够抵御高温引起的涂层剥离、开裂等问题,同时在酸碱盐的作用下,涂料需要同时具备良好的耐化学品性能,不受腐蚀介质的侵蚀。

其次是对涂料特殊功能的需求。石化防腐行业由于安全角度设计,对涂料提出特种功能的需求,如储罐内壁涂层应具有导静电性能、球釜外壁需要涂层具有反射隔热功能、部分设备涂层要求具有示温示警功能、涂层需要具有自清洁或易清洁效果等,在竞争激烈的当下,为涂层赋予更多的功能,才能具有更强的竞争力和生命力。

同时对涂料的施工性能也具有很高的要求。在油品储罐等狭小空间施工,从生产安全和人身安全考虑要求低VOC挥发。针对小口径输油、采油管线内壁涂

装,溶剂型涂料施工需要多道涂装,且溶剂由于饱和压无法完全挥发造成严重的涂层质量隐患,需要涂料具有优异的一次成膜厚度和狭小空间内的干燥固化性能。由于石化设施通常需要频繁地维护和检修,涂料还需要具备较好的维修性能。在维修过程中,由于设施设备结构、现场安全、停产时间等影响,基材处理往往不可能达到设计要求,这也是维修涂层往往不能坚持1~2年的最主要原因,因此需要方便快捷地进行维修和涂层修复,涂料具有低表面处理涂装特性,可以减少维护和检修的时间和成本,并提升维修涂层的防腐寿命。

石化防腐对涂料特性的要求非常高。涂料需要具备良好的防腐蚀性能,具有特种功能,同时还需要具备较好的施工性能。只有满足了这些要求,涂料才能在石化防腐领域中发挥其应有的作用,保护设施免受腐蚀的侵害,确保其安全稳定地运行。

### 1.2 石化防腐对涂料安全环保性的痛点

在石化防腐领域中,涂料的安全和环保性一直是一个重要的问题,因此,在选择防腐涂料时,安全性和环保性成为了一个关键的考量因素。

石化涂料安全性的痛点主要表现为涂料涂装过程中的有机溶剂挥发,受限空间涂装是石化行业安全管理的一大痛点和难点。其次,涂层的防腐寿命达不到设计要求也会带来一系列安全隐患。

石化防腐涂料的使用量庞大,因此其环保性对环境的影响是非常大的。传统溶剂型涂料中含有大量有机溶剂,这些溶剂在涂料干燥过程中挥发,释放出大量有害物质,对空气质量和生态环境造成严重污染。而无溶剂涂料由于有机溶剂含量低,可以有效减少对环境的污染,降低VOC排放量,符合绿色环保要求。

涂料的使用寿命和防腐效果也直接关系到环保性。传统溶剂型涂料在使用过程中容易出现脱落、剥落等问题,导致涂层保护能力下降,需要频繁重新涂刷,增加了二次污染的风险。而无溶剂涂料具有较高的附着力和耐候性,能够长期保持涂层的完整性和防腐效果,减少了涂料的使用频率,降低了对环境的污染。

石化行业对防腐涂料的耐化学品性能要求也是一个重要的痛点。在石化生产过程中,会接触到大量的化学品,这些化学品对涂料的耐腐蚀性能提出了很高的要求。传统溶剂型涂料由于含有有机溶剂,容易被化学品侵蚀,导致涂层失去保护作用。而无溶剂涂料耐化学品性能优异,能够有效抵御化学品侵蚀,提高涂层的使用寿命,减少重新涂刷的频率,降低对环境的影响。

石化防腐对涂料安全环保性的痛点主要包括溶剂型涂料的安全隐患和环境污染问题、涂料使用寿命和防腐效果的不稳定性以及耐化学品性能的要求。无溶

剂涂料作为一种绿色环保涂料,能够有效解决这些痛点,具有广阔的应用前景。通过推广和应用无溶剂涂料,可以降低石化行业涂装安全风险和对环境的影响,提高防腐涂料的使用效果,实现安全绿色环保的目标。

## 2 无溶剂涂料的特性

### 2.1 无溶剂涂料的环保性

无溶剂涂料是一种有机溶剂含量非常低的涂料,不同标准对无溶剂涂料不挥发分指标要求不一,但行业普遍认可的无溶剂涂料不挥发分在96%以上。其具有较低的VOC排放,具备优于水性工业涂料的环保性能。相对于传统溶剂型涂料,无溶剂涂料在石化防腐领域的应用前景备受关注。

传统溶剂型涂料由于含有大量有机溶剂,石化行业使用的传统涂料VOC含量在400~600 g/L之间,施工和干燥过程中会释放出大量的VOC。这些有机溶剂中的挥发物是密闭环境施工最大的安全隐患,容易引起闪爆风险,对人体健康产生巨大危害和危险,还会对大气环境造成污染,同时在小口径管道等狭小空间施工,溶剂因饱和压无法完全挥发造成涂层质量隐患。而无溶剂涂料的使用可以有效减少VOC的排放,一般无溶剂涂料的VOC含量在60 g/L以内,可有效解决以上不足,同时一次成膜厚,可以提高施工效率和防腐质量。

随着环保意识的增强和环境法规的不断完善,石油炼化行业对防腐涂料的环保性能要求也越来越高。无溶剂涂料作为一种环保型涂料,能够满足石油炼化行业对防腐涂料的环保要求,受到了广泛关注。

### 2.2 无溶剂涂料的耐久性

无溶剂涂料作为一种环保型的涂料,具有很好的应用前景。在石化防腐领域,无溶剂涂料的耐久性是评估其性能优劣的重要指标之一。

一方面,无溶剂涂料具有优异的防腐性能。石化设备常常处于恶劣的环境中,如高温、高湿、强腐蚀性介质等,对防腐涂料的防腐要求很高。无溶剂涂料溶剂含量低,配方设计中需要大量的高固低黏树脂以具有良好的施工性能,通常无溶剂涂料配方中树脂含量占40%~60%,因此其颜基比远小于传统的溶剂型涂料,大量的树脂成膜物交联固化后提供致密的涂层结构,能够在极端环境下保持稳定的性能,不易发生龟裂、脱落等现象,从而延长涂料的使用寿命。

另一方面,无溶剂涂料具有出色的耐化学腐蚀性。在石化领域,涂料需要能够抵抗各种化学物质的侵蚀,包括强酸、强碱、有机溶剂等。无溶剂涂料交联密度高、分子结构稳定,能够有效地阻隔化学物质的渗透,保护基材不受腐蚀。研究表明,采用无溶剂涂料进行防腐处理,能够显著延长设备的使用寿命,减少维修和更换的

频率,降低维护成本。

与此同时,无溶剂涂料还具有良好的耐磨性和耐冲击性。在石化设备运行过程中,常常会受到机械冲击和磨擦的影响,这对涂层的耐久性提出了更高的要求。无溶剂涂料能够形成坚固的保护层,有效抵御外界的冲击和磨损,保护基材的完整性。

无溶剂涂料在石化防腐领域具有广阔的应用前景。其优异的防腐性、耐化学腐蚀性、耐磨性和耐冲击性,在理想的施工下,能为石化装备设施提供15年以上长效防腐蚀保护,使其成为石化设备防腐涂料的理想选择。未来的研究和开发应进一步提高无溶剂涂料的性能,以满足石化领域对防腐涂料的更高要求,推动石化设备的安全运行和可持续发展。

### 2.3 无溶剂涂料的涂装优势

无溶剂涂料因其环保、安全、高效等优势,在石化防腐领域得到了广泛的应用,无溶剂涂料的涂装优势是其重要特点之一。本节将从涂料搅拌、施工工艺、施工环境等方面探讨无溶剂涂料的涂装优势。

无溶剂涂料的搅拌过程相对简单。与传统溶剂型涂料相比,无溶剂涂料不需要进行稀释或加入其他溶剂,因此可以减少搅拌过程中的操作步骤。无溶剂涂料的黏度较低,搅拌起来更加轻松顺畅,能够提高搅拌效率和施工效率。

无溶剂涂料的施工工艺简单。由于无溶剂涂料在成膜过程中不需要溶剂的挥发,因此施工工艺相对简单。无溶剂涂料可以采用刷涂、喷涂、辊涂等多种施工方式,灵活性较高,适应不同施工环境和涂装对象的需求。由于无溶剂涂料的干燥速度较快,施工后可以更快地进行下一步的工作,提高整体施工效率。

无溶剂涂料的施工环境要求较低。由于无溶剂涂料不含挥发性有机溶剂,因此在施工过程中不会产生刺激性气味和有害气体,减少了对施工人员的健康风险和对周围环境的污染,为储罐内部等密闭环境施工提供安全保障,有效避免闪爆、工人窒息风险。无溶剂涂料在施工时无需特殊通风设备,可在一般通风条件下进行施工,减少施工环境的要求和施工成本。

无溶剂涂料具有涂装方便性的特点。其搅拌过程及施工工艺简单,施工环境要求低,能够提高施工效率,减少对施工人员和环境的影响。随着石化防腐领域的不断发展,无溶剂涂料的涂装方便性将进一步得到重视和应用。

## 3 无溶剂涂料配方设计

### 3.1 无溶剂涂料设计要点

无溶剂涂料外观表现为液体涂料,在配方设计时要充分考虑涂料的基本性能、可适应传统的高搅法生

产工艺、可行的施工状态以及配方成本。

无溶剂涂料的性能主要取决于各组分的选择,将在后文论述。

成本思维要贯穿于无溶剂涂料配方设计整个过程,若不考虑成本,无溶剂涂料可加入大量的树脂,其各项性能是很容易达到设计要求的,但由于树脂成本远高于颜填料等其他成分,因此如何设计性价比优、竞争力强的无溶剂涂料是难点,通俗地讲,就是在液体树脂含量尽量低、颜填料含量尽量高的同时达到理想的涂层性能和施工性能。

无溶剂涂料生产一般采用高速搅拌生产工艺,这就要求分散中对涂料黏度的控制,树脂既要颜填料形成良好的润湿,同时也要从成本设计考虑增大颜基比。适宜的黏度控制是高效生产工艺的关键,黏度过低以保证分散过程中足够的剪切力,黏度过高则对电机功率要求高,甚至无法充分混合,同时对过滤包装及施工使用都会带来困难。

无溶剂涂料从涂料到涂层,施工工艺是非常关键的。传统的无溶剂涂料由于黏度大,普通的施工工艺是不适宜的,通常采用高温喷涂,比如无溶剂环氧涂料,需要采用双组分专用喷涂设备,加热到 60℃,将涂料和固化剂混合后立即喷涂,快速固化成膜,由于设备大、不易移动,这就极大地限制了推广应用,尤其在需要移动涂装的场景下造成了困难。要推广无溶剂涂料,解决采用传统高压无气喷涂设备在常温涂装的难点是关键。西北永新等企业推出了可常温高压无气喷涂的无溶剂环氧防腐涂料、无溶剂环氧富锌涂料、无溶剂云铁中涂涂料、无溶剂聚氨酯涂料、无溶剂环氧防静电涂料等产品,将无溶剂涂料的喷涂黏度控制在 80~90 KU,同时满足在高黏度、高厚度涂装时涂膜的致密性和流平性,在石化储罐等防腐领域成功应用,解决了无溶剂涂料施工难题。在无溶剂涂料发展中,能常温常规设备施工的无溶剂涂料无疑将拥有更广阔的市场前景。

### 3.2 无溶剂涂料树脂选择

无溶剂涂料树脂的选择需要考虑多方面因素。首先,性能设计是关键,需要根据涂料的性能需求选择主要成膜树脂和固化剂。例如,对于高温防腐的需求,可以选择酚醛环氧树脂或有机硅树脂;若需耐候性能,则应选择聚氨酯或聚脲树脂;若侧重常温防腐性能和耐磨性能,环氧树脂则是首选。

其次,无溶剂涂料的黏度也是一个重要的考虑因素。在确定树脂种类后,对树脂的选择主要侧重黏度,黏度越小,设计配方的流动性、施工性能以及性价比就越好。但并非要一味追求低黏度树脂,同时还要考虑综合性能,固化剂的设计、活性稀释剂的选择、不同树脂

的搭配使用都是关键的实现路径。

此外,安全环保性能在无溶剂涂料中具有重要地位。因此,在选择树脂时,应优先选择低毒性、低气味的树脂,以满足环保的要求。

最后,无溶剂型环氧涂料常采用低分子的液态环氧树脂(如 E-51)以降低涂料黏度。如果黏度仍然较高,可以加入活性稀释剂(如甲基缩水醚、苯基缩水甘油醚、丁基缩水甘油醚等)进行调整。一般来说,稀释剂的用量应小于树脂质量的 10%,太多则容易造成涂膜干燥变慢、硬度降低、性能降低等。当使用活性稀释剂时,应计算增加固化剂的用量。

### 3.3 无溶剂涂料颜填料选择

无溶剂涂料的颜填料选择主要考虑其功能性和对涂料性能的优化。常用的颜填料有各类颜料、碳酸钙、重晶石粉、滑石粉、高岭土、多孔粉石英、白炭黑、沉淀硫酸钡、云母粉等。

首先,根据配方性能要求选择颜填料,以发挥其功能特性。例如,钛白粉等颜料可以提供着色力和遮盖力,锌粉和磷酸锌等功能填料有助于提高防腐性能,导电云母粉能提供导静电特性等。

其次,从配方整体考虑,优先选择低吸油量和低密度的颜填料,以保证无溶剂涂料具有较低的树脂含量和较高的涂布率,从而提高产品的竞争力。

再者,选择稳定的惰性颜填料至关重要,以确保涂层在化学介质中具有良好的稳定性。同时需要注意,含有重金属的颜填料的使用必须符合相关的环保规定。

此外,无溶剂涂料主要分为无溶剂环氧树脂涂料、无溶剂聚氨酯涂料、无溶剂聚脲涂料、无溶剂有机硅树脂涂料和无溶剂不饱和聚酯树脂涂料等几种类型,不同类型的无溶剂涂料可能对颜填料有不同的需求和应用限制。

### 3.4 无溶剂涂料助剂的选择

无溶剂涂料配方设计中对助剂是非常依赖的,其作用往往比在溶剂型涂料中更为关键。在分散剂选择中,要选择和树脂体系匹配的分散剂,除了良好的分散性能以外,需要对树脂体系具有极好的降黏效果,以提高配方的颜基比,确保涂料的良好状态和性价比。很多流变助剂需要有机溶剂活化发挥其性能,但无溶剂涂料中不含有有机溶剂,因此极大降低了流变助剂的选择范围,同时无溶剂涂料需要厚涂,流变助剂的设计是无溶剂涂料难点和痛点。无溶剂涂料的特性是一次涂装成膜,在高黏度下厚涂,消泡将变得尤为困难,尤其是解决涂层内部的暗泡,消泡能力过强则会造涂层表面弊病。高黏度厚涂下如何获得平整良好的外观,对流平助剂的选择提出了较高要求。同时,不同助剂之间的

搭配、功能协同也是实现无溶剂涂料良好性能的关键。

#### 4 无溶剂涂料在石化防腐领域的应用前景

无溶剂涂料作为一种环保型涂料,在石化防腐领域有着广阔的应用前景。

一方面来说,无溶剂涂料具有环保、安全、节能的特点。传统的溶剂型涂料中含有大量的有机溶剂,对环境造成污染,同时对施工人员的健康也存在潜在风险。而无溶剂涂料不含有有机溶剂,可以减少施工过程中因有机溶剂挥发造成的安全隐患,同时可以有效减少对环境的污染和对施工人员的危害。此外,由于无溶剂涂料不需要挥发有机溶剂,可以实现涂料的高固体含量,提高涂料的使用效率,从而达到节能的目的。

另一方面,石油炼化对防腐涂料的需求和痛点也为无溶剂涂料的应用提供了机遇。石油炼化工业是一个高温、高压、腐蚀性强的工业领域,对防腐涂料的要求非常苛刻。传统的溶剂型涂料在石油炼化工业中存在着易燃、易挥发、耐高温性差等问题,无法满足对防腐涂料的要求。而无溶剂涂料具有耐腐蚀、耐化学介质、耐高压、耐高温等特点,可以有效应对石油炼化工业的挑战,提供可靠的防腐保护。

无溶剂涂料在石化防腐领域具有独特的优势,其环保、安全、长效防腐的特点,满足了石油炼化工业对防腐涂料的要求。同时,无溶剂涂料还具有广阔的应用前景和优异的性能,将成为石化防腐领域的主流产品。随着社会对环保要求的提升,相信无溶剂涂料的应用前景将会更加广阔。

#### 5 结语

本文通过对无溶剂涂料在石化防腐领域的应用前景的分析,得出以下结论:无溶剂涂料具有环保、长效防腐、安全等特点,成为石化防腐领域的理想选择;石油炼化过程中对防腐涂料的需求量巨大,传统涂料存在涂装不安全、使用寿命短、环境污染、施工涂装效率

低等痛点,而无溶剂涂料能有效解决这些问题。因此,无溶剂涂料在石化防腐领域具有广阔的应用前景,随着无溶剂涂料技术的进步,可以应用于油罐、管道等石化设施的防腐保护,具有广泛的市场和经济效益。

#### 参考文献:

- [1] 于海佳.低黏度无溶剂环氧防腐涂料在油田生产中的应用[J].全面腐蚀控制,2022(4):36-38.
- [2] J S Zheng, X H Tian, M K Wei, et al. Research on preparation and properties of solvent-free internal friction-reduction anticorrosive coatings for gas pipelines [J].China Coatings, 2019,52:182-184.
- [3] 盛叶明.环保型自修复涂层的制备及其性能研究[D].广州:华南理工大学,2021.
- [4] S Mestry, S T Mhaske, D M Patil, et al. Synthesis of melamine formaldehyde cured castor oil based hydroxyl functional alkyd for coating application[J].Progress in Organic Coatings, 2019,131:165-175.
- [5] 韩忠智,康绍炜,王磊,等.环保型免喷砂除锈无溶剂防腐涂料的研制及应用[J].上海涂料,2019(4):5-8.
- [6] 刘泓铭.松香改性聚醚二醇的合成及其在聚氨酯涂料中的应用[D].桂林:桂林理工大学,2019.
- [7] 徐志明.绿色防腐涂料的研究及应用分析[J].中国化工贸易,2020(36):143-144.
- [8] 李华山,赵瑞云,于本水,等.无溶剂环氧涂料在深海环境防腐性能研究与应用[J].涂料工业,2023(3):78-83.
- [9] 荆夕庆,武春梅,李永,等.水性/高固含/无溶剂工业防腐涂料产品全生命周期的环保分析[J].涂料工业,2018(1):7-8.
- [10] 王雷,雍涛,王瑞,等.无溶剂输油管道防腐减阻特种涂料的制备与性能研究[J].新型建筑材料,2022(12):103-105.
- [11] 田普锋,蒋勇,呼海波.无溶剂环氧涂层套管外防腐施工应用研究[J].现代涂料与涂装,2023(5):31-33. ◆

(上接第7页)

#### 3 结语

通过对聚氨酯树脂、硝酸纤维素、固化剂 TDI 聚合物、溶剂等原材料的对比,逐一考察了不同原料类型对产品漆膜性能的影响,最后研制出一款性能优异的净味亚光清面漆。按照试验配方,所制涂料以饱和聚酯为主要成膜物,以 1/16 s 硝酸纤维素为辅助成膜物,通过拜耳低游离 TDI 三聚体和 TDI 加成物复配为固化剂,选用溶剂释放性好、气味低的酯酸丁酯和 PMA 为主要溶剂,按此配方研制的 PU 净味亚光清面漆,物理性能比同行竞品更突出,特别是净味效果更优异,更能

适应当今社会对家居环保的要求。

#### 参考文献:

- [1] 涂料工艺编委会.涂料工艺[M].3版.北京:化学工业出版社,1997:594-597.
- [2] 阎宏永.耐候性聚氨酯涂料固化剂 HDI-TMP 加成物的合成工艺研究[D].洛阳:河南科技大学,2007.
- [3] 周丽莉.浅谈聚氨酯涂料的消光[J].上海涂料,2000(4):6-7.
- [4] 郑建鹏,张军.影响聚氨酯亚光清漆漆膜光泽稳定性的因素[J].中国涂料,2008(1):23-25. ◆