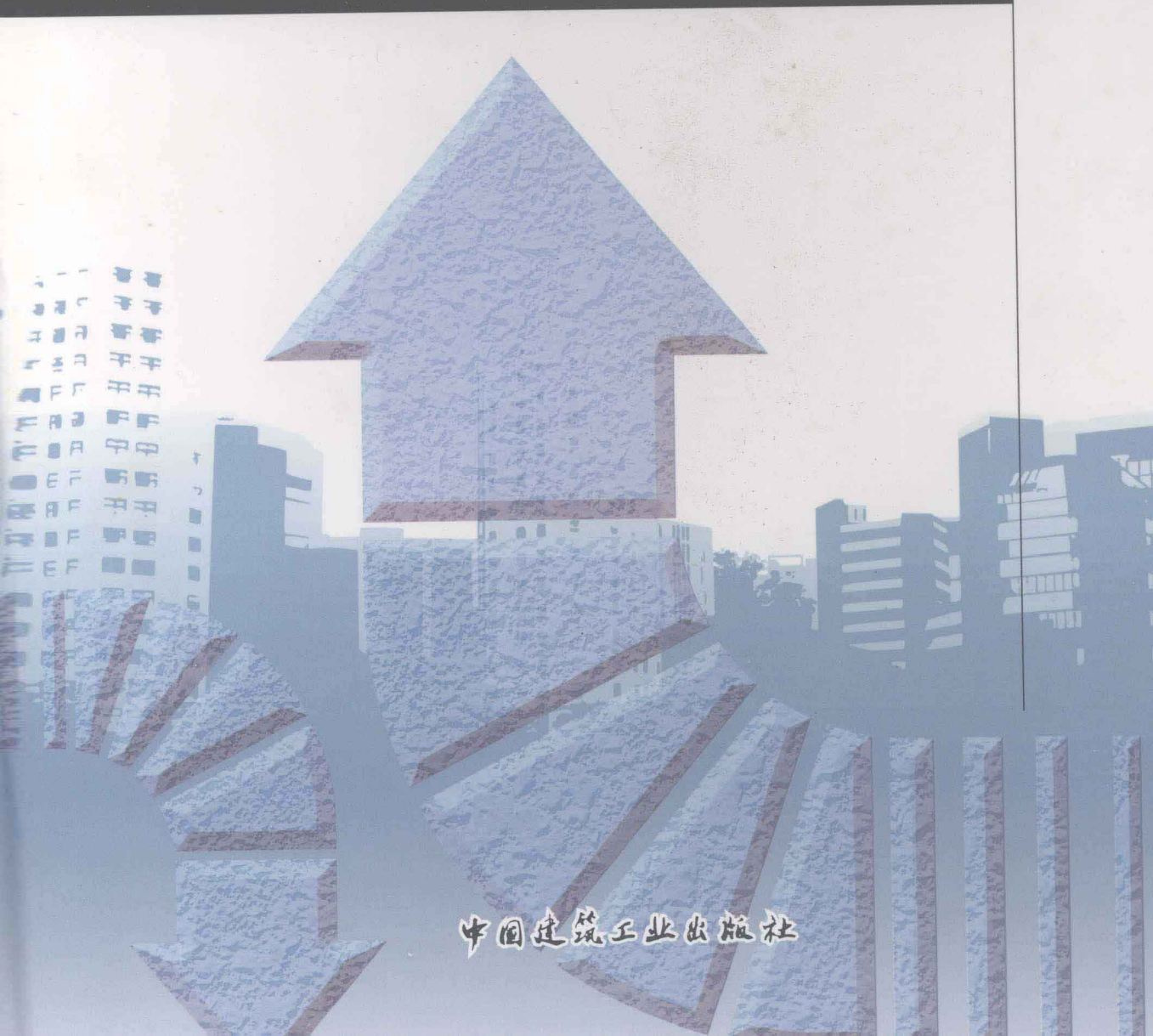


建筑涂料技术与应用

JIANZHU TULIAO JISHU YU YINGYONG

徐 峰 邹侯招 编著



中国建筑工业出版社

建筑涂料技术与应用

徐 峰 邹侯招 编著



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑涂料技术与应用/徐峰, 邹侯招编著. —北京:
中国建筑工业出版社, 2009
ISBN 978-7-112-10617-2

I. 建… II. ①徐…②邹… III. 建筑材料:
涂料 IV. TU56

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 000392 号

本书从涂料生产与应用技术的角度, 介绍建筑涂料, 主要是水性建筑涂料。近年来的发展和研究成果。内容包括建筑涂料原材料的发展、涂料新品种的开发、生产与应用技术的研究等; 所涉及的建筑涂料品种包括水溶性涂料、合成树脂乳液涂料、无机涂料 (包括有机-无机复合涂料) 和粉状建筑涂料等。为了保证本书具有相对的系统性, 在各相应的内容中简述了基本生产技术, 并简介各种产品的现行标准对涂料技术指标的要求。本书是我国近年来建筑涂料应用、研究和发展的总结与概括, 对所论述的某些内容具有一定的前瞻性。全书分为四章, 依次为: 水溶性建筑涂料, 合成树脂乳液建筑涂料, 功能性建筑涂料和粉状建筑涂料。

本书可供从事建筑涂料的研究、生产、施工、检测 and 管理的工程技术人员阅读, 也可供大专院校相关专业的教师、学生阅读参考。

责任编辑: 费海玲

责任设计: 董建平

责任校对: 刘 钰 关 健

建筑涂料技术与应用

徐 峰 邹侯招 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京蓝海印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 25½ 字数: 663 千字

2009 年 5 月第一版 2009 年 5 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 59.00 元

ISBN 978-7-112-10617-2

(17548)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

目 录

第一章 水溶性建筑涂料

第一节	水性建筑涂料概述	1
	一、水性建筑涂料的种类和特性	1
	二、有机水性建筑涂料的特性及其发展	2
	三、无机建筑涂料的特性及其发展	4
	四、水性建筑涂料的发展方向	7
第二节	聚乙烯醇类建筑涂料	8
	一、概述	8
	二、聚乙烯醇类建筑涂料生产技术	10
	三、聚乙烯醇类建筑涂料应用中常见问题及解决措施	14
	四、过去使用的聚乙烯醇建筑涂料技术简介	16
第三节	硅溶胶类无机建筑涂料	18
	一、硅溶胶的基本特征	18
	二、硅溶胶在涂料中应用的技术要点	20
	三、硅溶胶类建筑涂料生产技术	23
	四、硅溶胶建筑涂料生产与应用中的问题	25
	五、低成本型硅溶胶复合内墙涂料	27
	六、高稳定性硅溶胶-丙烯酸乳液复合涂料	30
	七、有机-无机复合型封闭底漆	31
	八、纳米二氧化硅粉体对外墙涂料性能的改善	33
第四节	硅溶胶-丙烯酸酯复合乳液	35
	一、原位聚合法制备复合乳液的特征与种类	36
	二、有机-无机复合乳液杂化机理	37
	三、硅溶胶-丙烯酸酯复合乳液制备举例	39
第五节	水玻璃类建筑涂料	43
	一、水玻璃的种类及特性	43
	二、钠水玻璃的改性	43
	三、水玻璃类外墙无机建筑涂料生产技术	46
	四、无机-有机复合涂料的结构	49
	五、外墙无机建筑涂料的技术性能要求	50
第六节	其他无机建筑涂料	51
	一、地聚物涂料	51

二、碱矿渣无机涂料	52
三、无机矿物涂料简介	56
参考文献	57

第二章 合成树脂乳液建筑涂料

第一节 合成树脂乳液	60
一、定义与特性	60
二、聚丙烯酸酯类及其改性类建筑乳液	61
三、弹性合成树脂乳液	69
四、建筑涂料用乳液的性能要求	74
五、合成树脂乳液商品供应状况	74
第二节 合成树脂乳液建筑涂料用助剂	75
一、润湿剂与分散剂	75
二、防霉剂	77
三、消泡剂	78
四、成膜助剂	83
五、增稠剂	85
六、pH 值调节剂	90
七、冻融稳定剂	91
八、耐污剂	92
九、相容剂 (compatibiliser)	94
十、其他助剂	94
第三节 颜、填料及其在涂料中的使用	96
一、建筑涂料使用的颜料	96
二、建筑涂料常用高性能有机颜料介绍	98
三、几种适合于建筑涂料使用的无机颜料简介	100
四、填料	101
五、颜料在水性介质中的分散	104
六、乳胶漆调色对色浆性能的要求	106
第四节 合成树脂乳液建筑涂料生产技术	110
一、合成树脂乳液建筑涂料的特征与种类	110
二、墙面合成树脂乳液涂料	111
三、乳胶漆生产过程中的几个控制要点	123
四、复层建筑涂料	125
五、砂壁状建筑涂料	128
六、弹性拉毛涂料	130
七、水性氟碳仿铝板外墙涂料	130
第五节 可调色乳胶基础漆	132
一、概述	132
二、基础漆的配方设计原理	135
三、展色性和涂料浮色发花的测试方法	140
第六节 合成树脂乳液建筑涂料生产及应用中的问题	141

一、乳胶漆分层的原因分析与预防技术	141
二、涂料浮色发花的原因及预防和解决方法	146
三、如何调整乳胶漆的流变性	151
四、涂膜缩孔的预防及处理	156
五、提高低 PVC 乳胶漆耐水性和耐碱性的技术措施	161
六、弹性乳胶漆的耐沾污性及其改善措施	162
七、增强乳胶漆施工的早期抗水性技术	164
第七节 新型合成树脂乳液建筑涂料品种及其新技术	168
一、单层低污染弹性乳胶漆	168
二、使用亲水型涂料解决外墙涂料的雨痕沾污问题	170
三、乳胶漆失光率的影响因素和改善乳胶漆保光率的措施	173
四、纳米材料在外墙涂料中的应用技术	175
五、使用合成硅酸铝盐提高乳胶漆的性能	179
六、氧化锌对外墙乳胶漆性能的影响	180
七、外墙乳胶漆的沾污及其耐沾污性影响因素	181
八、外墙涂料泛碱与盐析问题与预防	183
九、使用硫化锌制备具有长效自清洁性能的内外墙乳胶漆	186
参考文献	188

第三章 功能性建筑涂料

第一节 建筑防火涂料	191
一、概述	191
二、防火涂料的防火机理	193
三、水性防火涂料的原材料	193
四、防火涂料配方设计及配方举例	198
五、防火涂料的技术性能要求	204
六、氯化石蜡在水性钢结构防火涂料中的应用	206
七、防火涂料在大空间钢结构防火设计中的选用	207
八、提高防火涂料的耐水性和贮存稳定性的措施	210
九、乳液的玻璃化温度 (T_g) 对防火涂料阻燃性能的影响	211
十、防火涂料酸碱度的调节	212
十一、可膨胀石墨在膨胀型防火涂料中的应用	212
十二、使用矿渣作为防火填料的生态型防火涂料	215
第二节 水性防水涂料	216
一、概述	216
二、聚合物乳液防水涂料	219
三、聚合物水泥防水涂料	225
四、水性沥青类防水涂料	228
五、水泥基渗透结晶型防水涂料	231
第三节 功能性地坪涂料	239
一、概述	239
二、水性环氧树脂	243
三、水性环氧地坪涂料的原材料选用	250

四、水性环氧地坪涂料配方设计及制备	252
五、高性能水性环氧自流平地坪涂料	256
六、具有抗菌和抗静电功能的水性环氧型地坪涂料	258
七、水性环氧地坪涂料的技术性能要求	260
第四节 反射型隔热涂料	261
一、概述	261
二、反射型建筑绝热涂料的制备原理	264
三、反射型绝热涂料生产技术	264
四、反射型建筑绝热涂料的技术要求和反射性能的测定	268
五、单涂层日光热反射隔热水性涂料	269
六、耐沾污弹性太阳热反射隔热外墙乳胶漆	272
七、应用于钢铁表面的水性防腐蚀隔热涂料	274
八、硅酸盐系隔热涂料	276
第五节 水性纳米型防霉杀菌涂料	278
一、概述	278
二、无机纳米防霉抗菌剂的种类和特征	280
三、无机纳米防霉抗菌剂的制备举例	283
四、使用纳米抗菌剂制备防霉抗菌涂料技术	284
五、低 VOC 纳米改性抗菌内墙乳胶漆	285
六、环保型纳米抗菌材料复合杀菌内墙乳胶漆	288
七、抗菌灭病毒内墙涂料简介	290
八、掺银纳米 TiO_2 内墙涂料	291
九、抗菌涂料的性能要求	293
第六节 杀虫涂料	293
一、概述	293
二、杀虫涂料的组成和配方	295
三、杀虫涂料的性能评价	296
四、使用多孔淀粉延缓杀虫涂料的有效杀虫时间	297
五、活性晶体杀虫乳胶漆性能简介	299
第七节 释放负离子型内墙乳胶漆	300
一、改善住宅室内空气质量的必要性	300
二、空气中负离子对人体健康和环境的作用	301
三、负离子涂料添加剂	303
四、国内外负离子涂料的研究与发展	305
五、以氟树脂乳液为成膜物质的释放负离子功能乳胶漆	306
六、以聚丙烯酸酯乳液为成膜物质的释放负离子功能乳胶漆	307
七、负离子功能涂料的电学性能研究	309
八、产生空气离子材料及其制品产生空气离子的能力测试	311
九、负离子分解室内低浓度挥发性有机化合物和甲醛的效果	312
第八节 具有调湿功能的内墙乳胶漆	313
一、概述	313
二、具有调湿功能的内墙乳胶漆	315
三、有机-无机复合型调湿涂料	316

四、调湿涂料调湿性能的研究	319
第九节 混凝土表面防护涂料	320
一、混凝土表面防护涂料的性能要求和涂装防护要求	320
二、混凝土防碳化涂料	322
三、防氯离子渗透的混凝土表面弹性涂装系统	323
参考文献	324

第四章 粉状建筑涂料

第一节 概述	329
一、粉状建筑涂料的种类	329
二、涂料粉末化的优势	330
三、建筑涂料粉状化的条件	331
四、涂料粉状化发展趋势	331
五、粉状建筑涂料的生产设备简述	332
第二节 装饰型粉状建筑涂料	333
一、代替高 PVC 乳胶漆的粉状建筑涂料	333
二、德国的薄质粉状建筑涂料	342
三、仿瓷涂料	343
四、粉状彩砂涂料	345
五、复层涂料	347
第三节 功能性建筑涂料	349
一、聚合物水泥防水涂料	349
二、无机防水涂料	351
三、防火涂料	353
四、净化空气型抗菌调湿粉状涂料	355
五、室内空气净化功能涂覆材料净化性能的要求与试验方法	357
六、石膏基功能型粉状内墙涂料	359
第四节 建筑保温隔热涂料	363
一、概述	363
二、无机保温隔热涂料（膨胀玻化微珠保温隔热砂浆）	365
三、有机保温隔热涂料（胶粉聚苯颗粒保温浆料）	370
四、聚苯颗粒保温浆料的性能影响因素	373
五、胶粉聚苯颗粒保温浆料中胶粉料的配方优化	377
六、胶粉聚苯颗粒保温浆料的组成与性能的关系	382
第五节 粉状腻子	385
一、粉状腻子的主要品种与组成材料	385
二、建筑墙面腻子参考配方	386
三、腻子的质量要求	391
四、建筑墙面腻子的研究和新技术	393
参考文献	398

第一章 水溶性建筑涂料

第一节 水性建筑涂料概述

水性建筑涂料是根据分散介质的种类不同对液体建筑涂料分类而产生的一类建筑涂料。该类涂料以水为分散介质，是满足环保法规的新型涂料技术（即水性涂料、高固体份涂料、无溶剂涂料、粉末涂料和辐射固化涂料技术等）中最重要的一类。建筑涂料中80％以上是水性涂料。

一、水性建筑涂料的种类和特性

水性建筑涂料最主要的特征在于其环保性，即水作为涂料的分散介质本身无毒、无味，不会对人体和环境造成不良影响（与之相比绝大部分有机溶剂会对环境和人类健康产生不利影响）。其次，显而易见的是水的易得性和价廉性。而对于涂料性能，则因品种的不同而各异。

根据不同的分类方法，可以得到不同的水性建筑涂料品种，如表 1-1 所示。

水性建筑涂料的种类与特征			表 1-1
分类方法	种类	性能特征	主要品种
根据成膜物质在水中的状态分类	水溶性涂料	成膜物质溶解于水而呈水溶液状态,聚乙烯醇类涂料一般受水的 pH 值的影响小;涂料黏度受温度的影响大;水玻璃类涂料则相反。聚乙烯醇类涂料的耐水性、耐洗刷性和耐候性等不良,只能作为内墙涂料应用;水玻璃类涂料则既可以制成内墙涂料,也可以制成外墙涂料,但一般装饰效果不如有机类涂料;硅酸钾和硅溶胶类建筑涂料有更好的性能,广泛应用于外墙	聚乙烯醇类内墙涂料、聚乙烯醇仿瓷涂料、钠水玻璃内墙涂料、双组分硅酸钾外墙涂料、单组分硅酸钾外墙涂料和硅溶胶外墙涂料等
	水乳型涂料	成膜物质以微细粒子分散于水中,也称合成树脂乳液建筑涂料,更通俗的则称为乳胶漆,是品种最多、应用最广和用量最大的建筑涂料品种。这类涂料一般具有能够满足使用要求的耐水性、耐碱性、耐洗刷性和耐候性以及装饰性。此外,该类涂料还能够制备成各种装饰效果的高装饰性涂料以及功能性建筑涂料	各种平光、半光和高光内外墙乳胶漆、弹性乳胶漆、复层涂料、真石漆、防火涂料、防霉涂料、防水涂料等功能性涂料
根据涂料的组成成分分类	有机建筑涂料	有机类建筑涂料具有很好的涂装性,涂膜的装饰效果好;涂膜的硬度和柔韧性都可以通过选择适当的成分进行调整,因而适用范围宽。有机树脂都能够很好地溶解于有机溶剂,水性化后涂料的性能通常会受到损失,例如存在于涂膜中的乳化剂、增稠剂等会降低涂膜的耐水性、耐腐蚀性和耐候性等。此外,涂膜性能还强烈受到玻璃化温度和施工性能间矛盾的影响。但总的来说,有机涂料是建筑涂料的主导产品,集中了一批性能优异的涂料品种	聚乙烯醇类内墙涂料、乙烯-醋酸乙烯及其改性内墙乳胶漆,聚丙烯酸酯内、外墙乳胶漆、氟碳外墙涂料,硅丙丙烯酸酯外墙涂料,水性环氧地坪涂料,弹性内、外墙乳胶漆、各种功能性建筑涂料等

续表

分类方法	种类	性能特征	主要品种
根据涂料的组成成分分类	无机建筑涂料	无机建筑涂料全部为水性,具有和有机涂料完全不同的老化机理,其耐水、耐老化等性能十分优异。无机涂膜硬度高,耐磨性能好,与水泥基层材料的结合力强;但性脆而柔韧性差,不能适应基层的开裂;无机建筑涂料的涂装性能不良,流平性差	钠水玻璃内墙涂料、双组分硅酸钾外墙涂料、单组分硅酸钾外墙涂料、硅溶胶外墙涂料等
根据涂料的外观形态分类	液体建筑涂料	包括有机和无机两种建筑涂料。液体涂料在工厂就已经将颜料和填料分散、研磨,达到涂膜性能所要求的分散状态,所有的涂料组分都已经在涂料中混合均匀,施工时只要通过常规的涂装方法就能够得到平整、细腻的涂膜。且这种涂料形态给涂料的使用带来方便,是传统的涂料形态。但是,液体涂料中含有大量的水,使包装费用提高,给运输、储存和搬运带来不便	上面提到的各种有机和无机建筑涂料。例如各种乳胶漆和功能性建筑涂料等有机涂料;水玻璃类和硅溶胶类内、外墙无机建筑涂料以及内、外墙腻子
	粉状建筑涂料	近年来根据新型材料的发展而出现的一种新型形态的涂料。这类涂料通常只能采取批涂、刮涂和喷涂(喷涂只能得到厚质涂膜)等方法涂装,其最大的特点是能够利用水泥、石灰或石膏等廉价的无机胶凝材料,因而涂料的性能能够结合有机和无机材料的性能优势,同时成本低。粉状建筑涂料在包装、运输、储存和搬运等方面具有很大优势。但这类涂料受施工方法的约束,品种只能局限于厚质涂料	内、外墙腻子粉,仿瓷涂料,墙面瓷光粉,厚质防火涂料;粉状聚合物水泥防水涂料、复层建筑涂料、合成树脂乳液砂壁状涂料、建筑外墙外保温隔热涂料等

在表 1-1 中将粉状涂料也作为水性建筑涂料来讨论。这是因为,粉状建筑涂料并不是涂料工业中真正意义上的粉末涂料。粉末涂料在涂装时已经不需要使用分散介质进行分散成液体涂料,而是靠高温烘烤,使成膜物质熔融而成膜的。而粉状建筑涂料只是在包装上的差别,在施工时还是需要加入水分散成液体涂料的,严格地说仍然是水分散型涂料或水溶性涂料。

二、有机水性建筑涂料的特性及其发展

1. 有机水性建筑涂料的特性

这里的有机水性建筑涂料的特性主要是与溶剂型有机涂料相比较而言,主要在环保性、安全性和成本等方面具有优势,而在施工性能和涂膜性能方面存在差别。

(1) 环保优势 一般色漆中存在 30%~50%的挥发分,而透明涂料中的挥发分甚至可高达 70%。对于溶剂型涂料来说,这部分挥发分都要变成 VOC 挥发到大气中。因而,溶剂型涂料对大气环境造成很严重的污染,一直是困扰涂料工业发展的制约因素。特别是近年来各国环保法律、法规和标准的相继实施与不断完善,已使得涂料的发展受到越来越多的限制。与之相比,水性涂料的环保优势非常明显。

(2) 安全优势 溶剂除了造成污染大气,破坏臭氧层的间接污染以外,大部分溶剂是有毒、有害的,还会对人体造成直接危害。例如,居室内 VOC 的含量高会对人们的视觉和听觉等感官神经造成损害,长期处于这类环境中甚至会引起神经质或忧郁症;又如,苯类溶剂(苯、甲苯、二甲苯)虽有芳香气味,但经呼吸道进入人体后,影响神经和造血系统。在神经方面的症状是头昏、头疼、记忆力减退、乏力、失眠等;在造血方面的损害通

常是先使白细胞减少,以及使血小板和红细胞降低;在皮肤方面的损害是引起皮肤干燥、瘙痒、发红,热苯能引起皮肤水疱,有时还会引起脱脂性皮炎等;甲苯已被列为可疑性致癌物。水性建筑涂料的安全优势也显而易见。

除了卫生与健康安全以外,溶剂的使用还存在易燃、易爆等生产安全问题。这使得涂料在运输、储存和生产操作及施工等方面都需要采取一定的安全防范措施,这就额外增大了成本。而水性涂料只要连接上自来水管,很多问题就都解决了。

(3) 成本优势 显然,水的成本最低,这直接降低了涂料的生产成本。此外,消除了溶剂,也减少了生产和储运等方面的安全防范费用。

(4) 性能不足 尽管水性涂料具有上述优势,但它也呈现出许多难以克服的问题。首先,在室温下水的挥发速率很慢,而且会随外界温度和湿度的变化而变化,在100%的饱和水的潮湿环境下,水性涂料不可能干燥成膜;其次,水性涂料需要使用大量对涂膜的光泽和耐水性起到不利影响的表面活性剂和增稠剂;第三,水在0℃会结冰,因此如果贮存或施工不当,水性涂料会冻结,对涂料的性能甚至会造成不可挽回的损失;第四,水性涂料使用水作溶剂,一方面减少了VOC的挥发,但也增长了细菌、霉菌易于繁殖生长的可能性,这又导致防霉剂的使用。

在针对不同用途选择涂料类型时,主要是选择树脂体系。在溶剂型涂料中,各种树脂几乎都可以溶解在溶剂中,选择余地宽。尽管理论上可以把所有的树脂都制成水溶性或水分散型,但目前的生产制造及使用还是有限的。有时即使可以水性化,但会极大地受到成本、性能等方面的限制。

2. 有机水性建筑涂料的发展

(1) 高性能涂料的研制和应用 高性能建筑涂料主要集中于外墙涂料和内墙涂料的个别品种。近年来,我国对高性能外墙涂料的生产和应用进行了大量的研究,而重点是高耐候性氟碳外墙涂料和有机硅-丙烯酸酯外墙涂料,包括溶剂型和水溶性两大类产品。

氟碳涂料具有超长的耐候性、耐久性,非常好的耐酸、碱性和耐污染性。在选择好涂装配套材料和正确的施工条件下,其涂膜的户外寿命能够达到15年以上,是目前耐久性最好的建筑涂料,因而具有超耐久性建筑涂料之称。我国目前主要使用FEVE型含氟树脂进行建筑涂料的生产。FEVE树脂是三氟(四氟)乙烯与乙烯基(酯)醚等共聚后,并与异氰酸酯配合,能够常温交联固化,属于双组分涂料。国内近年来对氟碳涂料进行了大量的研究,发表了大量的研究文章^[1~8]。

在研究涂料生产技术的同时,对施工技术也进行了研究与实用化^[9],使得该类涂料得以在众多工程中的应用。例如,以具有金属光泽的氟碳涂料作为面漆,通过特殊施工技术涂装得到装饰效果类似于金属铝板的仿幕墙涂装技术,使氟碳外墙涂料得到更为广泛的应用。

我国在氟碳建筑涂料水性化方面的研究向多方面扩展。例如,将低表面能的氟树脂和较高表面能的丙烯酸酯树脂复合,并运用涂料梯度自分层原理技术,使涂膜在干燥固化过程中,氟树脂向空气面层富集,丙烯酸酯树脂向基层表面迁移,纳米粒子也随含氟材料作取向运动迁移,在涂膜中形成恰当的分布,涂膜由此形成梯度自分层。表面富集氟树脂和纳米粒子,因而具有很高的憎水、耐污和耐候性,并对基层附着良好^[10]。再例如,利用氟单体与丙烯酸单体经特殊共聚方法,形成分子链互穿结构(IPN),因两种不同结构分

子互穿,成膜过程中导致表面轻微分层,形成表面有细微粗糙化的突出结构,从而降低外来物质(例如空气灰尘)与涂膜表面的接触面积,使其表面水接触角提高和表面能降低,外来物质不易附着,也易擦拭。所得到的氟碳丙烯酸酯共聚乳液既具有原丙烯酸树脂之附着性、耐水、耐碱及颜色鲜艳等特性,又具有氟碳树脂的低表面能、高耐候和抗污染特性^[11]。

在商品供应方面,除了日本的大金公司供应氟碳乳液外,目前国内大的国外涂料原料供应商都没有氟碳乳液供应,因此水性氟碳建筑涂料大部分使用的是国产氟碳乳液。

有机硅-丙烯酸酯复合型建筑涂料简称硅丙涂料,其耐久性仅次于氟碳涂料。但价格比氟碳涂料低得多,因而应用量也大得多。该类涂料集中了丙烯酸酯树脂对颜料湿润能力强、对基层附着力高、耐久性好及有机硅树脂表面能低、耐热、耐污染等优点。虽然在国内出现得较早,但过去由于受到施工技术和施工配套材料及溶剂型涂料的成本高等约束,应用量很小。近年来随着涂料水性化和生产、施工技术的成熟,产品质量稳定及建筑业的发展,应用量迅速增大。目前水性硅丙涂料除了作为主体涂料使用外,还用于砂壁状涂料和复层涂料的罩面涂料,以改善其污染性,增强耐候性。硅丙涂料为单组分,使用方便,也是其得到大量应用的原因。在研究方面,具有核壳结构的硅丙乳液、具有自交联性能的弹性硅丙乳液以及具有自交联性能的弹性聚丙烯酸酯乳液都是近年来研究的热点。具有自交联性能的弹性聚丙烯酸酯乳胶漆也是得到大量研究和广泛应用的高性能涂料,既应用于外墙,也应用于内墙。

(2) 功能性建筑涂料发展迅速 随着建筑涂料的迅速发展,品种繁多的水性功能性建筑涂料得到了相应的发展、用途拓宽与性能提高。除了防水涂料、防火涂料、防腐涂料等功能性涂料外,近年来新发展的弹性外墙涂料更是得到大量应用,有普通型、自交联型等品种,涂膜能够涂装成平面和具有立体感的涂膜。其他功能性涂料,例如水性环氧耐磨地坪涂料^[12]、释放负离子的功能涂料^[13]、新型无毒防霉涂料^[14]、能够调节环境湿度的乳胶漆^[15]、防霉抗菌复合涂料^[16]、太阳热反射弹性涂料^[17,18]等众多新型水性功能性涂料得到研制与应用。

(3) 对水性建筑涂料应用技术的研究受到重视 水性建筑涂料的发展还体现在重视应用技术的研究方面。例如,对水性建筑涂料生产技术的控制,包括生产工艺质量的控制^[19]和配方设计^[20]、各种原材料的应用^[21~24]、计算机在涂料生产中的应用技术^[25,26]等,对施工技术的研究^[27,28]、对建筑节能外保温墙面涂料的适用性研究^[29,30]等,这些都说明水性建筑涂料应用技术的研究受到重视。

三、无机建筑涂料的特性及其发展

1. 无机建筑涂料具有资源优势和环保优势

无机建筑涂料,例如无机硅酸盐类和硅溶胶类,其基料都是由很普通的、储量极为丰富的天然矿石或金属氧化物等(例如石灰石、黏土、石英砂)为原料,而且生产工艺也不复杂,能耗相对较低。可见,无机建筑涂料的原料资源十分丰富。这与以完全依赖石油化学工业,并以石油为主要原料的有机涂料相比具有很大的资源优势。

无机建筑涂料具有明显的环保优势。首先,所有无机建筑涂料都以水为分散介质,从根本上解决了涂料工业中溶剂对环境的污染,其环保性能不言而喻。其次,无机建筑涂料

的基料本身无毒,除水挥发外,不会再挥发出别的物质,即没有游离单体 VOC 之类的危害问题,而且即使是用于防火涂料和耐热涂料的基料,在火焰或高温作用下也不会向大气中释放出有害物质,这对于所使用的场合来说极为重要。第三,无机建筑涂料的基料在生产过程中只是消耗一定的能源,不会向大气中排放有毒、有害的气体(水泥和石灰在煅烧过程中会向大气中排放二氧化碳)或造成其他的严重环境污染。从保护环境的角度来说,这也很重要。因为有些材料虽然本身无毒,但在生产过程中会消耗大量的能源或向大气中排放有毒、有害气体。广泛应用于涂料中的钛白粉即是一例,它在生产过程中会向大气中排放大量的氧化硫而带来严重的空气污染。

2. 无机建筑涂料的性能特征

(1) 环保特性 环保特性是无机建筑涂料的主要优势。这除了体现在以水为分散介质以外,还可以从基料的本身体现出来。无机基料不含霉菌和微生物的营养成分,可以大大减少防霉剂的用量,而这种特性对于需要涂膜防霉的涂料(即通常说的防霉涂料)来说更为有利,对于南方空气湿度大、气温高,易于受到霉菌侵蚀而长霉的外墙涂料,无机外墙涂料则可以大大减少涂料中防霉剂的用量,既降低涂料成本,又减少环境污染。与同样是水性涂料的合成树脂乳液涂料相比,无机基料本身没有任何有机挥发物或其他有害成分,合成树脂乳液虽然本身是水性分散体,但还含有一定量的有害游离单体。在涂料的配制过程中,无机基料基本上不会因为基料本身而再需添加有机挥发成分,合成树脂乳液涂料却因为为了兼顾乳液的成膜和成膜后的涂膜性能,需要使用一定数量的成膜助溶剂,从而增加了涂料的有机挥发分含量。

(2) 涂料性能 无机建筑涂料以水为分散介质,在涂料生产、运输、储存和涂装过程中不存在环境、卫生和火灾的隐患,均易于操作。无机建筑涂料在施工性能方面具有涂装速度快、涂膜干燥快、对基层的含水率要求不严(一般均可在稍微潮湿的基层表面施工)、涂装工具易于用水冲洗的特点。无机建筑涂料的储存条件也比其他水性涂料更宽。例如,合成树脂乳液涂料的储存温度不能低于零度(一般要求在 5℃ 以上甚至更高)。储存低于零度时,有可能因乳液的低温破乳而导致涂料的破坏。大多数无机建筑涂料在储存温度低于零度时,即使受到冻害,在温度还原到正常条件时仍可正常使用。

(3) 与底材的结合性能 无机建筑涂料与底材的结合性能因涂料和底材的不同而有所差别。一般地说,无机建筑涂料与多孔性无机底材具有良好的结合性能。例如,硅酸盐类和硅溶胶类无机建筑涂料和以硅酸盐水泥为主要成分的无机底材具有良好的结合性能。因为这类无机建筑涂料可以渗入多孔性的无机硅酸盐材料中,且能够和基材中的物质进一步发生化学反应,产生新的无机硅酸盐而沉积于孔隙中。



即涂料与基材的结合是牢固的化学结合。上式中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 是水泥水化过程中 CaO 的水化产物;反应产物 CaSiO_3 是硅酸盐水泥的主要矿物成分,是一种胶凝材料。

(4) 涂膜性能 无机建筑涂料的涂膜性能表现在许多方面,例如涂膜的机械性能、物化性能、耐化学及耐腐蚀性能和耐久性等。

涂膜的机械性能,包括硬度、耐冲击性、柔韧性、附着力、耐磨性和回黏性等。无机涂膜的硬度较高,耐磨性较好,不会出现回黏现象,耐冲击性一般,而柔韧性较差,与硅酸盐水泥基层的附着力则因能够产生化学结合而十分牢固。

涂膜的物化性能,包括保色性、耐黄变性、耐热性、耐冻性和耐冻融循环性等。无机涂膜的保色性较好(无机建筑涂料一般不能制成有光的涂膜,因而不存在保光性),长期置于大气环境中几乎不黄变。

无机建筑涂料的耐化学及耐腐蚀性能好,涂膜的理化性能不会因常见各种化学腐蚀性介质的侵蚀而有明显降低,不过经过这些介质的侵蚀后,往往会受到这些介质的污染。

无机基料一般为共价键结合,键能较高,因而相对于有机涂料来说,具有较好的耐久性。对于无机外墙涂料来说,因具有和硅酸盐水泥相同的温度-体积变化系数,因而适合于各种环境、气候条件下建筑物的涂装。另外,无机外墙涂料对自然界的酸雨、工业废气和汽车尾气等酸性物质有很好的耐侵蚀性;无机涂膜更耐霉菌的侵蚀。所有这些,导致这类涂料有好的耐久性。

无机建筑涂料性能方面所存在的不足,主要是涂膜的脆性大,柔韧性差;对有机底材和塑料类底材的附着力差,应用受到限制;涂料的流平性不良,装饰效果不如有机涂料;无机建筑涂料品种少,在很多方面不能满足人们的需要;无机建筑涂料因其自身性能方面存在的缺陷和不足,使用尚受到很大的限制。由于无机建筑涂料性能方面具有明显的成本和性能优势,因此值得人们进行更为深入的研究,特别是将近年来不断出现的涂料生产、应用的新技术应用于无机建筑涂料,克服和解决无机建筑涂料存在的各种问题,推动涂料技术进步,造福于人类。

(5) 无机建筑涂料的发展 “4E”已经成为人类发展共同遵循的基本原则,近年来在世界范围内又提出可持续发展的原则,这都成为促进和推动无机建筑涂料发展的强大动力。实际上,无机建筑涂料的发展已经受到普遍重视,日本和欧洲一些国家还提出“涂料无机化”的观点,我国台湾和东南亚地区对此也很重视^[31],说明无机建筑涂料具有很大的发展优势和潜力。

① 采用新技术,提高无机建筑涂料的性能 无机建筑涂料的应用与发展在范围方面基本上集中在建筑涂料和功能型涂料领域;在技术方面则是利用无机成膜物或和有机成膜物一起拼混制成涂料(单组分和双组分)。近年来在发展无机建筑涂料方面已经开始采用更加先进的技术进行无机建筑涂料的制备,即把纳米材料的制备技术引入到涂料的制备中。例如,过去研制硅溶胶类外墙涂料,普遍使用物理拼混法,而近年来对化学法制备这类涂料已经得到大量研究,有些研究已经得到实用性很强的结果^[32,33]。这在第四节还有专门介绍。

② 开发新型无机建筑涂料,扩大无机建筑涂料的应用范围 过去一直认为水性无机建筑涂料很难用于塑料和木材表面的涂装,但是由于新技术的采用,现在已经成功地开发出塑料和木材表面涂装用水性无机建筑涂料。例如,台湾一种商品名称为CK-401的无机陶瓷塑料面漆和CK-501木器用透明水性无机陶瓷涂料等。其中,水性木器无机涂料以硅烷为主要原料,配合锆溶胶,利用溶胶-凝胶技术制成能够紧密附着于木器表面的涂膜。由于锆溶胶的采用,消除了涂料涂装时因木材中单宁酸的溶出而导致涂膜黄变的缺陷。这类涂料具有保色性、耐候性、抗粉化性优良,硬度高,耐热性强,耐水、防潮性好,同时具有耐污和自洁功能等无机建筑涂料所具有的性能优势。

除以上的涂料品种外,水泥等无机胶凝材料的引入,使得功能性无机建筑涂料得到快速发展及广泛应用。例如,聚合物水泥防水涂料在以“弹性水泥”或“JS防水涂料”的商品名称下得到广泛应用,并且绝大多数取得良好效果;外墙外保温涂料,由于建筑节能

政策的强力实施,在以“保温砂浆”或“胶粉聚苯颗粒保温浆料”名义下在夏热冬冷地区和夏热冬暖地区得到普遍应用。此外,无机防火涂料、无机防腐涂料也得到相应发展。

四、水性建筑涂料的发展方向

1. 注意涂料中 VOC 和对环境影响的控制

现代工业的发展对环境产生越来越多的影响,人口增多与资源的不断减少、能源紧张等问题,使得人们对工业发展提出“4E”原则及可持续发展原则。在此大趋势下,水性建筑涂料符合发展的大趋势,理所当然成为发展的首要品种。尽管如此,仍应当重视对产品释放 VOC、对使用助溶剂以及对污染生态的涂料助剂(例如壬基酚乙氧基酯表面活性剂、乙二醇醚类成膜助剂、乙二醇防冻剂)等的限制,对钛白粉最低含量的限制,对合成树脂乳液游离单体的限制等。

2. 重视应用技术研究,提高生产过程现代化的程度

建筑涂料工程包括涂料生产、产品配套、基层处理、涂装配套材料和相应的施工技术及其使用过程中的保养维护等要素,是个系统工程。保证该系统工程中各要素符合要求,是充分发挥涂料产品的最佳功能、体现产品档次的必要条件,因此加强建筑涂料应用技术研究十分重要。

完善生产设备,提高生产技术的现代化程度(如机械化物料传输系统、液体物料泵送系统、生产工艺自动控制和监视系统、电脑配色调色系统、自动计量和包装系统、半成品和成品检验系统等),引入生产过程环保评估软件。例如,在施工设备上注重引进或开发先进的施工装置。如在基面处理中采用吸尘装置、涂料施工现场条件测试设备、施工现场的性能检测装置等,以及开发特种建筑涂料配套应用技术及相应的施工工具等。

3. 注重原材料生产新技术的开发

涂料生产用原材料包括合成树脂乳液、颜填料、助剂等,原材料的性能及功能直接影响涂料的性能。因此要提高涂料的技术含量,必须要注重原材料生产新技术的开发,特别要注重原材料生产技术的环保发展趋势。如氯化法生产钛白技术、增稠剂理论研究及产品开发技术、表面活性剂替代产品的开发研究、各类功能性乳液及高性能乳液合成技术、新型色浆生产/配制技术、颜填料表面处理及工业化技术等。

4. 提高外墙涂料耐老化和耐沾污性能的研究

涂料的耐老化性能是涂料综合性能的体现,其优劣直接影响其使用寿命和经济性。因而,提高其耐老化性能有实际意义。提高涂料的耐老化性能,应当综合考虑影响涂料老化性能的因素,并应当从原材料选用、涂料配方设计和涂料生产工艺等方面考虑。例如,选用耐老化性能好的乳液(如使用有机硅-丙烯酸酯树脂、聚氨酯-丙烯酸树脂),使用纳米技术和使用耐光、耐候的颜料以及注意助剂的使用等。

耐沾污性与涂料耐老化性密切相关。如果外墙涂料的耐沾污性不良,即使涂膜完好无损,但可能因为沾污失去装饰效果而需要更新。由于我国大气污染严重,因而外墙涂料的耐沾污性在几种涂膜的物化性能中尤为重要。提高耐沾污性能的措施包括选用耐沾污性能好的基料(如硅丙乳液以及在乳液中复合硅溶胶)、使用耐沾污性涂料助剂、使用遮盖性聚合物^[34]及适当地设置涂料的 PVC 值。涂料的 PVC 值在略低于其 CPVC 值时耐沾污性最好^[35]。

5. 重视外墙外保温涂料应用技术研究

建筑节能已成为我国的国策,受到全社会的高度重视。外墙外保温技术的应用,给建筑涂料带来新的发展机遇,因为涂料被认为是最适合于外保温饰面的装饰材料。在这种情况下,应注意适宜于发展的建筑涂料品种的研究,注意建筑涂料的寿命与外墙外保温的配套性研究,注意研究解决与外保温有关的新问题以及重视高性能涂料的应用等^[36]。

6. 提高低成本、高颜料体积浓度合成树脂乳液内墙涂料的性能

目前大量使用的低成本、高颜料体积浓度的合成树脂乳液内墙涂料,其配方大部分是从原材料供应商那里免费得到的,很多情况下有欠合理。例如,有些乳胶漆配方中的合成树脂乳液的用量只有9%,而助剂的成本却占配方成本的35%,甚至更高。因而,很有必要对量大、面广的低成本内墙乳胶漆配方进行深化研究,使之更趋于合理。例如在不降低涂料性能的情况下减少涂料中助剂的使用量,降低涂料的成本。

7. 发展新型内墙涂料

内墙涂料要朝着健康型、精细型发展。所谓健康型,就是涂料本身具有杀菌、防霉功能以及能够改善居室环境的功能,例如现在已经有能够向空气中释放负离子的纳米涂料添加剂^[37,38]在市场销售,而具有防霉杀菌和净化空气功能的纳米无机建筑涂料添加剂也得到较多的研究,有些研究已经取得很好的结果^[39~42]。所谓精细型,是指使用超细填料,对涂料进行精细加工,以得到涂膜观感细腻、手感平滑和质感丰满的涂料。总之,内墙涂料的发展趋势是要提高涂膜的装饰效果和增加涂料的功能。与此同时,根据市场的需求,人们还会努力研究,开发一些能够凸显特征、张扬个性、有明显技术-经济性能优势的新型涂料。例如,称为“三合一”(防霉抗菌、防裂、耐沾污等)或“四合一”的高档、多功能内墙涂料,能够降低成本而性能保持不变的有机-无机复合型内墙涂料,具有吸收二氧化碳功能的、以灰钙粉为填料的低成本乳胶漆^[43]以及批刮施工的低成本、高装饰效果的粉状砂壁状涂料等。

第二节 聚乙烯醇类建筑涂料

一、概述

1. 聚乙烯醇的基本性能

聚乙烯醇的英文名称是 Polyvinyl Alcohol,简称 PVA,化学分子式为 $(\text{CH}_2\text{CHOH})_n$,结构式为 $[\text{CH}_2-\text{CH}-\text{OH}]_n$ 。聚乙烯醇是很常用的胶粘剂,例如我们日常使用的文具胶水,就是一种聚乙烯醇基胶粘剂;以前以聚乙烯醇为主要原材料生产的107或801建筑胶水,曾被称为建筑万能胶。聚乙烯醇基建筑涂料是我国使用较早的现代建筑涂料,冠以“106”、“803”等名称的聚乙烯醇类建筑涂料在我国使用多年,虽已禁止使用,但在某些经济欠发达的地区和乡镇地区仍有使用。

聚乙烯醇是一种水溶性树脂,其溶解性与聚乙烯醇的醇解度有关。当醇解度在88%以下时,聚乙烯醇能够溶解于常温水中;当醇解度为97%时,需要在60~80℃的热水中溶解;完全醇解的聚乙烯醇,在常温水中只能溶胀,不能溶解,需要在90℃以上的热水中才能溶解(实际溶解时将温度控制在95℃左右)。

聚乙烯醇商品一般以四位阿拉伯数字作为型号,前两位为聚合度,后两位为醇解度。例

如, 1788 型聚乙烯醇的聚合度为 1700, 醇解度为 88%; 聚乙烯醇具有如下一些基本性能:

(1) 聚乙烯醇水溶液具有一定的黏度, 该黏度可以通过选择聚乙烯醇的聚合度(聚乙烯醇的聚合度越高, 水溶液的黏度越高)或者通过调整聚乙烯醇水溶液的浓度进行调整。聚乙烯醇水溶液具有很好的流动性, 其外观呈无色透明或者因含有杂质而呈淡黄色的胶体。

(2) 聚乙烯醇水溶液干燥成膜后, 涂膜具有很好的机械强度并呈无色透明状态, 有一定的吸湿性和透湿性。

(3) 聚乙烯醇分子中具有大量易反应的羟基, 可以通过醚化、酯化和缩醛化等化学反应得到具有不同性能的聚合物。在建筑行业上使用时最常用的是缩醛化反应。

(4) 聚乙烯醇水溶液容易受到细菌的侵蚀而发霉变质, 因而对于聚乙烯醇类涂料应注意采取防霉、防腐措施; 聚乙烯醇水溶液在低温下会因凝胶而呈“果冻状”, 失去流动性, 但通过加温后能够恢复其流动状态, 且不影响使用性能和胶膜的性能。

(5) 聚乙烯醇薄膜对日光稳定, 在受到日光照射的短时间内, 薄膜的强度不会明显降低。聚乙烯醇薄膜的耐黄变性差, 在紫外线的作用下容易发黄。

聚乙烯醇的品种、型号很多, 在建筑涂料中常用的是醇解度为 99% 的高温溶解型聚乙烯醇和醇解度为 88% 的常温溶解型聚乙烯醇, 前者用于液体涂料和建筑胶粘剂的生产, 后者用于粉状涂料和腻子等的生产。

2. 聚乙烯醇建筑涂料的种类与特征

聚乙烯醇类建筑涂料主要是指以聚乙烯醇和改性(如缩醛)聚乙烯醇为主要成膜物质制成的涂料。根据过去使用聚乙烯醇涂料的品种状况, 这类涂料主要有薄质和厚质两类。薄质聚乙烯醇类建筑涂料分耐洗刷型和普通型。耐洗刷型聚乙烯醇类涂料是指以改性聚乙烯醇为成膜物质、以灰钙粉为主要活性填料配制的涂料; 普通型聚乙烯醇类涂料主要是以聚乙烯醇水溶液为成膜物质而制成的涂料。厚质聚乙烯醇涂料是批涂施工的仿瓷涂料, 也分耐洗刷型和普通型两种。

聚乙烯醇涂料为水性建筑涂料, 既不需要使用溶剂, 也不需要像合成树脂乳液涂料那样使用成膜助溶剂, 并且冻融稳定剂的使用也可显著减少。因而, 聚乙烯醇类涂料的环保性极好。耐洗刷型聚乙烯醇涂料(包括薄质和厚质两种)主要是利用活性填料灰钙粉本身的成膜性和对聚乙烯醇的改性作用, 赋予涂料耐水性和耐洗刷性。该种涂料也曾经是应用很广泛的涂料品种, 但至今未解决的问题是涂料的黄变性, 特别是应用于旧墙面时, 在涂刷干燥后即开始出现成块的不均匀泛黄。造成这种泛黄现象的原因是墙体基层中的水分溶解有各种盐类物质, 水分通过涂膜向空气中散逸时, 其中的盐类物质与涂膜中的碱反应生成颜色发黄的物质。在水分散逸到空气中后, 这些颜色发黄的物质留在涂膜表面, 使涂膜发黄。此类问题虽经长时间研究但尚无有效的解决办法。

由于聚乙烯醇的水溶性, 这类涂料的成膜机理仍然是挥发干燥, 类似于溶剂型涂料, 而不同于合成树脂乳液型建筑涂料的凝聚成膜, 因而聚乙烯醇建筑涂料具有很好的流动性、流平性和很好的手感。聚乙烯醇类涂料具有适当的耐水性, 能够满足内墙涂料使用环境的要求。此外, 聚乙烯醇类涂料的成本很低, 其原因在于其水溶性, 使得这类涂料在配制时可以大大减少各类助剂的使用。这类涂料的缺点是不能够制成有光涂料, 只能制成低档涂料。建设部(现住房和城乡建设部)已于 2001 年淘汰这类建筑涂料的使用。因而, 这类涂料的使用面很小, 应用受到很大限制。