

费学宁 贾堤 池勇志 主编

# 功能性建筑涂料的 工艺与应用

机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

# 功能性建筑涂料的 工艺与应用

费学宁 贾堤 池勇志 主编



机械工业出版社

本书系统地介绍了功能性建筑涂料及其应用,其中重点介绍了功能性建筑涂料与建筑用颜料、填料的选择及表面改性技术,做到实用性和理论性的统一。全书共分9章:第1章建筑涂料的化学基础,第2章装饰性涂料,第3章功能性建筑涂料,第4章功能性建筑涂料的技术指标、环保标准及测试方法,第5章建筑涂料用颜料、填料的种类与表面改性技术,第6章涂料工厂设计,第7章涂料工程施工实例,第8章建筑涂料涂装施工与验收规范,第9章计算机辅助配色技术及其在建筑涂料中的应用。

本书可供从事建筑涂料的科研、生产、涂装、检测 and 管理的工程技术人员阅读,也可供大专院校建材或相关专业学生阅读参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

功能性建筑涂料的工艺与应用/费学宁等主编. —北京:  
机械工业出版社, 2004.8  
ISBN 7-111-14311-6

I. 功… II. 费… III. 功能材料: 建筑材料: 涂料  
IV. TU56

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 026139 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 杨少彤

责任编辑: 薛俊高 版式设计: 霍永明 责任校对: 程俊巧

封面设计: 张 静 责任印制: 闫 焱

北京京丰印刷厂印刷 · 新华书店北京发行所发行

2004 年 5 月第 1 版 · 第 1 次印刷

787mm×1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub> · 18.25 印张 · 451 千字

0 001—4 000 册

定价: 33.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换  
本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646  
封面无防伪标均为盗版

# 前言

随着人类生活文化的进步和生活水准的提高,对建筑涂料的要求除了具有保护作用和精美的装饰性外,还具有某些特殊的功能,形成了建筑涂料的高装饰性兼功能化的新观念——功能性建筑涂料,同时,作为涂料科学基础的高分子科学、化学和生物科学的交叉与进步,也推动了功能性建筑涂料的发展。近年来,国外功能性建筑涂料发展很快,功能性建筑涂料已成为国际建筑涂料发展的重要方向。随着人们对功能性建筑涂料认识的提高,功能性建筑涂料的市场将会被全面开拓。

近年来,我国建筑涂料行业技术水平、生产能力、推广应用和产业化工作有了较大发展,建筑涂料的生产应用已达到 20 世纪 90 年代初期的国际水平,具备了进一步发展的条件,但也存在企业规模小、技术力量薄弱、产品质量不稳定、市场竞争无序等问题。为了实现《国家化学建材产业“十五”计划和 2010 发展规划纲要》确定的建筑涂料发展目标,建筑涂料及原辅料生产企业应该走依靠科技进步的道路,研究开发具有自主知识产权的新技术、新产品,确立企业技术创新的主体地位。为此,建筑涂料及原辅料生产企业应该通过调整产品结构,提高产品档次,限制、淘汰落后技术与产品,生产高性能、环保型、功能性建筑涂料。

当前功能性建筑涂料的品种还较少,生产工艺还不太成熟,功能性建筑涂料及其原辅料的生产技术还有待进一步深化研究和开发,逐步完善,不断创新,以使功能性建筑涂料的生产技术更加成熟、更具竞争力。

本书从各个方面将功能性建筑涂料及其应用综合在一起,较全面地介绍了功能性建筑涂料的种类、配方、生产工艺、施工以及涂料厂设计等。本书共分 9 章,第 1 章介绍了建筑涂料的化学基础。第 2 章是装饰性涂料,介绍了各种内墙涂料和外墙涂料及其配方。第 3 章是功能性建筑涂料,介绍了各种功能性建筑涂料及其配方设计。第 4 章是功能性建筑涂料的技术指标、环保标准及测试方法。第 5 章是建筑涂料用颜料、填料的种类与表面改性技术。第 6 章是涂料工厂设计,系统介绍了涂料工厂设计的程序、步骤和布置原则。第 7 章是涂料工程施工实例,通过实例介绍了涂料工程在施工时的程序、步骤和注意事项。第 8 章是建筑涂料涂装施工与验收规范。第 9 章是计算机辅助配色技术及其在建筑涂料中的应用。

本书是在收集了大量相关资料的基础上结合作者的研究成果编写的。参加本书编写工作的人员有王广庆(第 1 章),池勇志(第 2 章),贾堤(第 3 章 3.1

~3.5 节, 第 4 章), 刘金泉 (第 3 章 3.6~3.10 节), 吕岩 (第 3 章 3.11 节, 第 6 章), 姜远光 (第 5 章 5.1 节, 第 3 章 3.12 节), 费学宁 (第 5 章 5.2、5.3 节), 王世荣 (第 5 章 5.4~5.6 节), 刘雅巍 (第 7 章、第 9 章), 赵雪娜 (第 8 章)。全书由费学宁、贾堤和池勇志统稿并最后定稿。

在本书的编写过程中参考了大量有关专家的著作和资料, 我们对有关专家卓越的工作表示钦佩并表示深切的谢意; 编写得到了机械工业出版社的大力支持和帮助, 并得到了张宝莲副教授等同仁的关心和帮助; 初稿完成后, 天津市建筑材料科学研究所陈鹏总工对全书进行审阅并提出许多宝贵意见; 在此一并表示深切的谢意。

由于作者水平和能力有限, 加之时间紧迫, 书中的不当之处, 敬请有关专家和读者批评指正。

**编 者**

2004 年 3 月

# 目 录

## 前 言

### 第 1 章 建筑涂料的化学基础 ..... 1

#### 1.1 建筑涂料的定义与功能分类 ..... 1

##### 1.1.1 建筑涂料的定义 ..... 1

##### 1.1.2 建筑涂料的功能分类 ..... 1

#### 1.2 建筑涂料的配方设计 ..... 3

##### 1.2.1 建筑涂料配方 ..... 3

##### 1.2.2 建筑涂料配方设计的主要内容 ..... 4

##### 1.2.3 建筑涂料配方设计应注意的问题 ..... 4

##### 1.2.4 建筑涂料配方设计的影响因素 ..... 5

##### 1.2.5 建筑涂料配方设计的步骤 ..... 6

##### 1.2.6 涂料的配方计算程序 ..... 10

##### 1.2.7 建筑涂料配方混合设计的方法 ..... 10

#### 1.3 建筑涂料的成膜机理 ..... 13

##### 1.3.1 建筑涂料的成膜类型 ..... 13

##### 1.3.2 建筑涂料的成膜机理 ..... 13

#### 1.4 涂料用高分子的种类与特征 ..... 18

#### 1.5 涂料的化学毒性与安全 ..... 20

##### 1.5.1 化学毒性 ..... 20

##### 1.5.2 涂料的化学毒性对健康的影响 ..... 22

##### 1.5.3 涂料的化学毒性对环境的影响 ..... 25

##### 1.5.4 造成毒害的原因 ..... 26

##### 1.5.5 建筑涂料的安全 ..... 26

#### 1.6 涂料中有害物质限量规定 ..... 32

### 第 2 章 装饰性涂料 ..... 36

#### 2.1 引言 ..... 36

##### 2.1.1 装饰性涂料的定义及特点 ..... 36

##### 2.1.2 装饰性涂料的分类及功能 ..... 36

##### 2.1.3 装饰性涂料的发展趋势 ..... 37

#### 2.2 内墙涂料 ..... 38

##### 2.2.1 内墙乳胶涂料 ..... 38

##### 2.2.2 水溶性内墙涂料 ..... 41

##### 2.2.3 其他建筑内墙涂料 ..... 42

##### 2.2.4 内墙涂料的发展趋势 ..... 43

#### 2.3 外墙涂料 ..... 43

##### 2.3.1 乳液型外墙涂料 ..... 45

##### 2.3.2 水溶性外墙涂料 ..... 47

##### 2.3.3 溶剂型外墙涂料 ..... 48

##### 2.3.4 其他外墙涂料 ..... 49

##### 2.3.5 外墙涂料的发展趋势 ..... 50

### 第 3 章 功能性建筑涂料 ..... 52

#### 3.1 功能性建筑涂料概述 ..... 52

##### 3.1.1 研究生产现状和发展趋势 ..... 52

##### 3.1.2 功能性建筑涂料的种类及其应用 ..... 53

#### 3.2 防水涂料 ..... 55

##### 3.2.1 防水涂料概述 ..... 56

##### 3.2.2 有机硅防水涂料 ..... 62

##### 3.2.3 自流平弹性防水涂料 ..... 64

##### 3.2.4 水泥基改性复合防水涂料 ..... 65

##### 3.2.5 聚氨酯防水涂料 ..... 66

##### 3.2.6 弹性丙烯酸酯防水涂料 ..... 68

##### 3.2.7 多功能有机硅建筑防水涂料 ..... 69

#### 3.3 隔热涂料 ..... 71

##### 3.3.1 阻隔性隔热涂料 ..... 71

##### 3.3.2 反射隔热涂料 ..... 74

##### 3.3.3 辐射隔热涂料 ..... 75

##### 3.3.4 隔热涂料的发展趋势 ..... 75

#### 3.4 氟涂料 ..... 76

##### 3.4.1 概述 ..... 76

##### 3.4.2 仿金属氟涂料 ..... 79

##### 3.4.3 单组分烘烤氟涂料 ..... 79

##### 3.4.4 氟碳不粘型保洁涂料 ..... 80

##### 3.4.5 全氟聚醚氟涂料 ..... 80

##### 3.4.6 水性含氟树脂涂料 ..... 80

##### 3.4.7 水性纳米氟涂料 ..... 83

|                                  |     |                                                 |     |
|----------------------------------|-----|-------------------------------------------------|-----|
| 3.4.8 氟涂料辊涂工艺 .....              | 83  | 3.10.2 防霉涂料的配方设计 .....                          | 116 |
| 3.4.9 氟涂料的研究新进展 .....            | 85  | 3.10.3 防霉涂料的发展方向 .....                          | 118 |
| 3.4.10 氟涂料在我国的应用前景 .....         | 87  | 3.10.4 防潮防霉涂料 .....                             | 120 |
| 3.5 耐候性涂料 .....                  | 88  | 3.11 交通标线漆 .....                                | 121 |
| 3.5.1 涂膜老化机理 .....               | 88  | 3.11.1 国外交通标线漆的发展及<br>分类 .....                  | 121 |
| 3.5.2 耐候性外墙涂料 .....              | 89  | 3.11.2 国内交通标线漆的发展与<br>分类 .....                  | 125 |
| 3.5.3 耐候性外墙乳胶涂料 .....            | 90  | 3.12 纳米材料在功能性建筑涂料<br>中的应用 .....                 | 128 |
| 3.5.4 新型耐候树脂涂料 .....             | 92  | 3.12.1 国内纳米材料在功能性建筑涂料<br>中的应用状况 .....           | 128 |
| 3.5.5 兼具耐候性和自洁性的外墙<br>涂料 .....   | 93  | 3.12.2 功能性建筑涂料中常见的纳米<br>材料 .....                | 128 |
| 3.5.6 耐候性建筑外墙涂料的发展<br>趋势 .....   | 95  | 3.12.3 纳米复合涂料的功能 .....                          | 129 |
| 3.6 负离子涂料 .....                  | 96  | 3.12.4 应用方法 .....                               | 130 |
| 3.6.1 负离子对人体健康所起的重要<br>作用 .....  | 96  | <b>第4章 功能性建筑涂料的技术指标、<br/>环保标准及测试方法</b> .....    | 132 |
| 3.6.2 负离子产生的机理 .....             | 96  | 4.1 功能性建筑涂料的技术指标 .....                          | 132 |
| 3.6.3 负离子的应用 .....               | 97  | 4.2 涂料的性能测试方法 .....                             | 134 |
| 3.6.4 负离子发生材料在建筑涂料上<br>的应用 ..... | 97  | 4.3 涂料的环保标准 .....                               | 146 |
| 3.6.5 负离子健康环保型内墙涂料 .....         | 98  | 4.3.1 环保涂料 .....                                | 147 |
| 3.7 耐沾污涂料 .....                  | 100 | 4.3.2 我国制定的建筑涂料环保<br>规范 .....                   | 148 |
| 3.7.1 涂料的耐沾污机理 .....             | 101 | 4.4 涂料中常见有毒物质的来源<br>及危害 .....                   | 149 |
| 3.7.2 荷叶漆 .....                  | 101 | 4.4.1 水性涂料中甲醛的来源与<br>危害 .....                   | 149 |
| 3.7.3 耐沾污乳胶漆 .....               | 103 | 4.4.2 涂料中重金属来源及危害 .....                         | 150 |
| 3.7.4 耐沾污仿瓷涂料 .....              | 104 | 4.4.3 涂料中苯系物、游离 TDI 和防<br>霉剂的来源及危害 .....        | 152 |
| 3.7.5 有机-无机复合型耐沾污<br>涂料 .....    | 105 | 4.4.4 涂料中挥发性有机物 (VOC) 的<br>来源及其危害 .....         | 154 |
| 3.7.6 面向奥运工程的自洁净功能<br>涂料 .....   | 107 | 4.5 涂料中污染物的测定 .....                             | 155 |
| 3.8 建筑防火涂料 .....                 | 108 | 4.5.1 游离甲醛的测定 .....                             | 155 |
| 3.8.1 防火涂料的分类 .....              | 108 | 4.5.2 总挥发性有机物 (TVOC) 的测定<br>(HJBZ 4—1999) ..... | 156 |
| 3.8.2 防火涂料的防火机理 .....            | 109 | 4.5.3 苯含量测定 .....                               | 159 |
| 3.8.3 非膨胀型防火涂料 .....             | 109 | 4.5.4 甲苯二异氰酸酯 (TDI) 的<br>测定 .....               | 160 |
| 3.8.4 膨胀型防火涂料 .....              | 109 | 4.5.5 重金属的测定方法 (GB 9758—<br>1988) .....         | 161 |
| 3.8.5 防火涂料新工艺 .....              | 112 | <b>第5章 建筑涂料用颜料、填料的种类</b>                        |     |
| 3.8.6 面向奥运工程的钢结构防火<br>涂料 .....   | 112 |                                                 |     |
| 3.9 防虫涂料 .....                   | 114 |                                                 |     |
| 3.9.1 概述 .....                   | 114 |                                                 |     |
| 3.9.2 防虫涂料的原料组成 .....            | 114 |                                                 |     |
| 3.9.3 防虫涂料的配制原理 .....            | 115 |                                                 |     |
| 3.10 防霉涂料 .....                  | 115 |                                                 |     |
| 3.10.1 防霉涂料的发展及现状 .....          | 115 |                                                 |     |

|                                  |     |                                       |     |
|----------------------------------|-----|---------------------------------------|-----|
| 与表面改性技术 .....                    | 165 | 6.4.1 设计前期工作 .....                    | 230 |
| 5.1 概述 .....                     | 165 | 6.4.2 设计阶段 .....                      | 233 |
| 5.1.1 颜料与涂料的概念 .....             | 165 | 6.4.3 设计后期 .....                      | 235 |
| 5.1.2 颜料的分类与特性 .....             | 166 | 6.5 厂房设计和车间布置 .....                   | 236 |
| 5.1.3 颜料在涂料中的应用 .....            | 167 | 6.5.1 厂房的基本要求和设计原则 .....              | 236 |
| 5.1.4 无机颜料 .....                 | 169 | 6.5.2 设备布置与建筑的关系 .....                | 237 |
| 5.1.5 有机颜料 .....                 | 172 | 6.5.3 厂房的扩建 .....                     | 238 |
| 5.1.6 金属颜料 .....                 | 175 | 6.5.4 车间办公室及生活间的布置 .....              | 239 |
| 5.1.7 体质颜料 .....                 | 175 | 第7章 涂料工程施工实例 .....                    | 241 |
| 5.2 颜料的润湿与分散 .....               | 178 | 7.1 防水涂料工程施工概述 .....                  | 241 |
| 5.2.1 概述 .....                   | 178 | 7.1.1 施工准备 .....                      | 241 |
| 5.2.2 粒子的润湿作用 .....              | 179 | 7.1.2 操作工艺 .....                      | 241 |
| 5.2.3 润湿分散剂 .....                | 187 | 7.1.3 质量标准 .....                      | 242 |
| 5.2.4 润湿分散剂在涂料工业中的<br>应用 .....   | 191 | 7.1.4 注意事项 .....                      | 242 |
| 5.2.5 颜料分散设备与工艺 .....            | 194 | 7.2 防水涂料工程施工实例 .....                  | 242 |
| 5.3 有机颜料的表面改性技术 .....            | 197 | 7.2.1 工程概况 .....                      | 242 |
| 5.3.1 概述 .....                   | 197 | 7.2.2 防水材料的选择 .....                   | 243 |
| 5.3.2 颜料表面改性处理技术 .....           | 197 | 7.2.3 施工方案确定 .....                    | 243 |
| 5.4 用于水性涂料的有机颜料的改性 .....         | 204 | 7.2.4 施工操作 .....                      | 243 |
| 5.4.1 水性涂料的物理特性 .....            | 205 | 7.2.5 注意事项 .....                      | 245 |
| 5.4.2 用于水性涂料的有机颜料<br>的改性 .....   | 206 | 7.2.6 工程验收 .....                      | 245 |
| 5.5 有机包核颜料 .....                 | 207 | 第8章 建筑涂料涂装施工与验收<br>规范 .....           | 246 |
| 5.5.1 有机包核颜料的介绍 .....            | 207 | 8.1 建筑涂料的施工 .....                     | 246 |
| 5.5.2 有机包核颜料的包覆方式 .....          | 208 | 8.1.1 施工环境 .....                      | 246 |
| 5.5.3 包核颜料制造工艺 .....             | 211 | 8.1.2 建筑涂料施工的基本内容 .....               | 247 |
| 5.6 纳米级有机隐形颜料的制备技术 .....         | 214 | 8.1.3 常用的施工方法 .....                   | 251 |
| 5.6.1 隐颜料 (Latant Pigment) ..... | 214 | 8.2 建筑涂料施工的验收规范 .....                 | 257 |
| 5.6.2 隐颜料的制备 .....               | 215 | 8.2.1 一般性规定 .....                     | 257 |
| 5.6.3 应用前景 .....                 | 222 | 8.2.2 混凝土表面和抹灰表面施涂的<br>规定 .....       | 257 |
| 第6章 涂料工厂设计 .....                 | 224 | 8.2.3 对复层涂料施涂的规定 .....                | 257 |
| 6.1 涂料工业的特点及发展趋势 .....           | 224 | 8.2.4 对材料品种、颜色是否符合设计<br>选定要求的规定 ..... | 258 |
| 6.1.1 涂料工业的特点 .....              | 224 | 8.3 涂层的损坏与修补 .....                    | 258 |
| 6.1.2 涂料工业的发展趋势 .....            | 225 | 8.4 安全生产与环境保护 .....                   | 261 |
| 6.2 涂料的生产 .....                  | 226 | 8.4.1 建筑涂装的安全生产 .....                 | 261 |
| 6.2.1 物料的贮存和运输 .....             | 226 | 8.4.2 建筑涂装过程的环境保护 .....               | 263 |
| 6.2.2 涂料的生产 .....                | 227 | 第9章 计算机辅助配色技术及其在<br>建筑涂料中的应用 .....    | 265 |
| 6.3 工厂设计 .....                   | 227 | 9.1 颜色 .....                          | 265 |
| 6.3.1 工厂设计的任务 .....              | 228 | 9.1.1 颜色的三要素 .....                    | 265 |
| 6.3.2 基本建设分类 .....               | 228 |                                       |     |
| 6.3.3 工厂设计与基本建设的关系 .....         | 229 |                                       |     |
| 6.4 涂料工厂设计步骤 .....               | 230 |                                       |     |

|                   |     |                       |     |
|-------------------|-----|-----------------------|-----|
| 9.1.2 颜色的分类 ..... | 267 | 9.2.1 人工配色 .....      | 271 |
| 9.1.3 颜色的混合 ..... | 267 | 9.2.2 人工配色的实践经验 ..... | 271 |
| 9.1.4 颜色的体系 ..... | 268 | 9.2.3 电脑配色 .....      | 272 |
| 9.2 配色 .....      | 271 | 参考文献 .....            | 281 |



# 家装新概念

JIAZHUANGXINGAINIAN

◆ 客厅 ◆ 楼梯 ◆ 隔断 ◆ 精致角落 ◆ 垭口

瑞雅 编著



中国轻工业出版社

915270

它不仅赋予建筑物以绚丽多彩的颜色,具有装饰功能,而且具有保护墙体结构材料和延长建筑物的使用寿命,改善室内外使用条件的功能。建筑涂料具有很强的功能性,如防霉抑菌、防水等。有的还具有隔热、保温、防碳化等特殊功能。各种功能所占的比重因使用目的不同而不尽相同。

1. 装饰功能 建筑物通过涂装美化来提高它的外观价值的功能称为装饰功能。主要包括平面色彩、图案及光泽方面的构思设计和立体花纹的构思设计,如图 1-1 和图 1-2 所示。

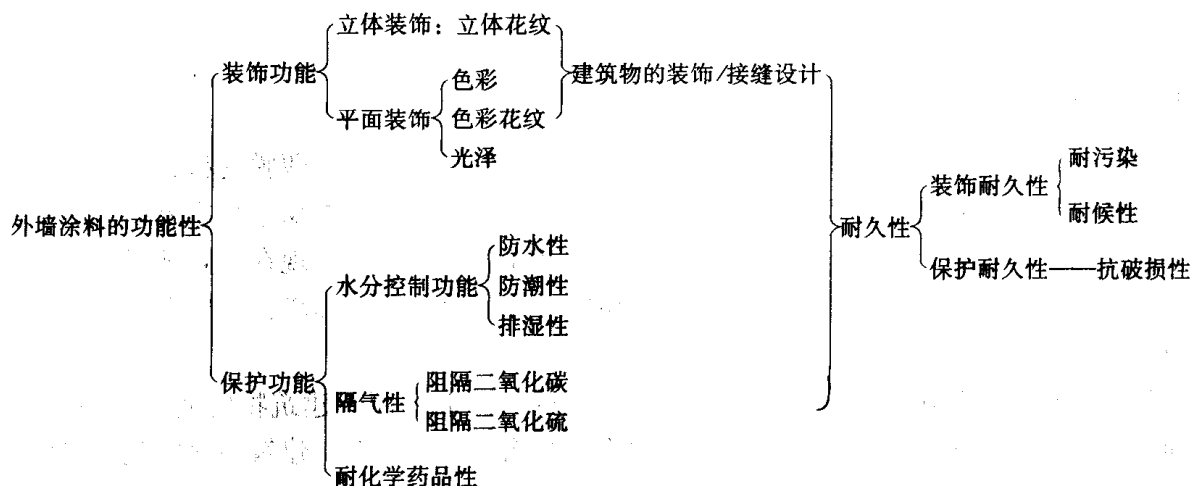


图 1-1 混凝土、砂浆底衬外墙涂料功能

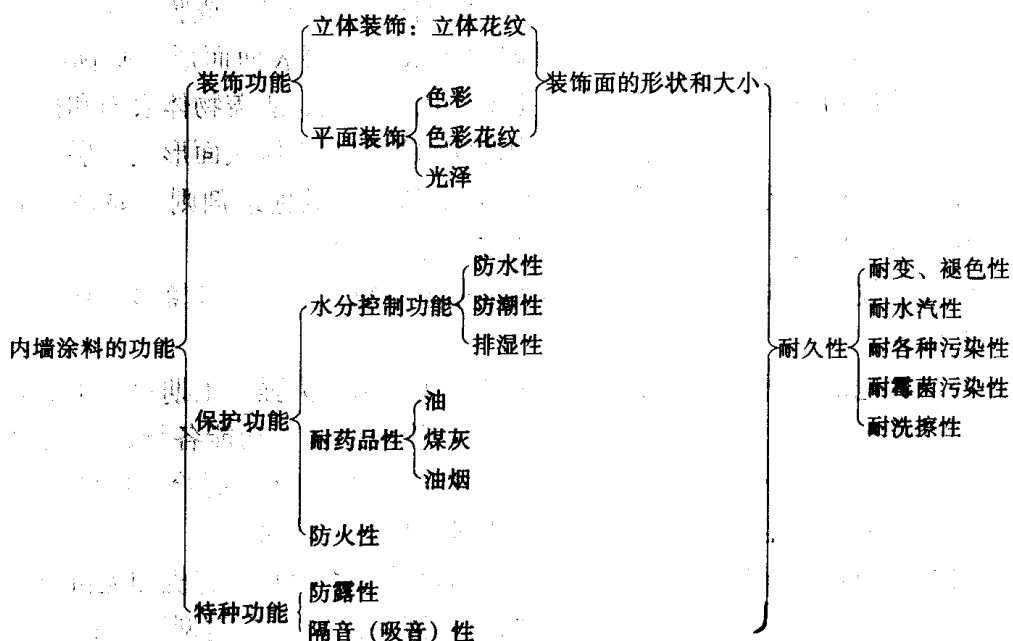


图 1-2 混凝土、砂浆底衬内墙涂料功能

但涂料的装饰功能要与建筑物本身的造型和基材本身的大小和形状相配合,才能充分地发挥出来。使用建筑涂料涂装后的建筑物,色彩鲜明,立体感强。若在涂料中掺入适宜骨

料,再采用拉毛、喷点、滚花、复层喷涂等不同的新工艺,可获得各种纹理、图案及质感,使建筑物具有色泽鲜艳、图案丰富多彩的装饰效果。若色彩与周围环境协调配合,会使人在视觉上产生美观、舒畅的感觉,从而起到美化环境、装饰建筑物的作用。外墙涂料和内墙涂料的功能基本上是相同的,但具体要求的标准则不一样,一般来说,外墙涂料要求有高光泽和富有立体感的花纹;内墙涂料则有时采用平壁状花纹。

对于一些公共建筑、民用建筑,尤其是宾馆、饭店、各种娱乐场所的室内顶棚、内墙、地面分别涂装各式各样的顶棚涂料、内墙涂料、地面涂料后,将会使人们产生舒适、愉快、豪华之感,以达到环境美化、舒适的目的。

**2. 保护功能** 完全暴露在室外大气中的各种建筑物,由于日夜遭受风吹、雨淋、曝晒以及空气中各种有害气体的作用,使建筑物表面产生风化、剥落、腐蚀等破损现象。金属发生锈蚀、木材腐朽干裂;屋面及墙面的砂浆发生粉化、裂缝,甚至发生脱落等破坏现象。若在这些物件表面上涂刷各种涂料后,物件表面上便会形成一层完整、连续、均匀、具有一定厚度的薄膜,可增加建筑物表面的硬度、韧性、耐水、耐碱、耐候性、耐化学侵蚀及耐污染等性能,从而减少或消除大气、水分、灰尘及微生物对建筑物的损坏并对一部分材料起到增强作用,改善材料性能,从而提高建筑物的质量。建筑涂料的保护功能就是保护建筑物不受环境影响或将其影响降低至最小的功能。

不同种类的被保护体,对涂料的要求是不同的,例如混凝土砂浆基底的外装修,主要要求涂料具有水分控制功能(防水性、防潮性和排湿性),对二氧化碳和二氧化硫等气体的隔绝性,以及对各种化学气体的隔绝性;而对于金属(特别是铁)底材,重要的则是防锈性。室外涂装和室内涂装对涂料的要求也有所不同,其技术性能指标要求差别也很大,这是因为外用涂料的涂层时常遭受到风吹雨淋、强烈的阳光照射以及温度变化的影响。有的建筑物对防霉、防火、保温隔热、耐腐蚀等有特殊的要求。

建筑涂料经过一定的涂装工艺涂装后,能够在建筑物的表面形成具有耐磨蚀、耐污染、耐紫外线照射、耐气候变化、耐细菌侵蚀和耐化学侵蚀的连续涂膜,它们能阻止或延迟空气中的氧气、水汽、紫外线及工厂排放出来的有害气体对建筑物的破坏,延长建筑的使用寿命。

**3. 特殊功能** 当前,涂料工业中新型功能性涂料不断涌现,这类涂料除了具有普通建筑涂料的保护和装饰作用外,还具有某些特殊的功能,赋予被涂物以新的性能,具体将在第3章介绍。

## 1.2 建筑涂料的配方设计

### 1.2.1 建筑涂料配方

建筑涂料配方是涂料研究、开发和生产的核心。配方设计就是决定涂料各组分在其配方中的绝对数量和相对比例。在设计配方时,首先应对涂料的各个组分以及各个组分所采用的原材料有充分的认识 and 了解。如基料决定了该种涂料品种的基本性能,而助剂对其性能也有很大影响,不同助剂可以配制不同用途的涂料产品。

建筑涂料的生产原料大致由下面几种组成,粘结剂、颜(填)料、介质和各种助剂等。

粘结剂主要包括各种树脂、胶乳以及无机粘结剂。

助剂主要由消泡剂、流平剂、防老化剂、成膜助剂等组成。

填料和颜料主要有各种碳酸盐、沉淀硫酸钡、钛白粉、立德粉、高岭土、滑石粉、重晶石粉、硅藻土、石棉粉、云母粉、石膏粉、大白粉、活性白土及有机颜料等组成。近年来又开发了一些质优价廉的非金属矿新产品如膨润土、硅灰石粉、凹凸棒粘土、海泡石、膨胀珍珠岩等。

当然也有很多例外的情况，如清漆中就没有颜料或其他质点状物质，而由低粘度的液体树脂作为基料的无溶剂涂料以及在烘干过程中得到了流平的粉末涂料中则不含有溶剂。

在选择涂料各组分所采用的各种原辅材料之后，接下来就是如何合理地运用这些原辅材料配制出技术性能和经济性能均好的涂料。

虽然各种涂料组分的绝对数量和它们的相对比例对涂料的性能有很大影响，但显然每种组分本身的性能必须满足涂料的使用要求。事实上，即使其他组分选择正确，但只要有一个组分选择不当，涂料的性能也会变差。这常常是一些不成熟的配方遭到失败的原因。

在选定了合适的组分之后，决定涂料特性的最重要的因素就是颜料体积分数了，此外，还应考虑一些其他的因素，如溶液的组成、涂料的干燥时间、成膜性能和施工特性的影响，对控制和改进涂料的粘度及流动特性所起的作用等。

配方设计除了对原材料的了解外，还应对涂料生产设备和生产条件有一定的认识，如原材料的来源、价格、造漆应具备的生产设备、工艺的要求等。

### 1.2.2 建筑涂料配方设计的主要内容

在进行建筑涂料配方设计时，应在众多因素中抓主要因素，即以主要成膜物质的选择为重点。应根据产品的用途、技术要求、施工应用条件、干燥方式等初步确定一种基料进行试验，先逐步对着色颜料和填料的类型进行选择，依次再进行基料与着色颜料、填料之间的配比选择。建筑涂料配方设计应包括以下主要内容：

- (1) 基料类型的选择。
- (2) 颜料及填料类型的选择。
- (3) 溶剂类型的选择。
- (4) 助剂类型的选择。
- (5) 涂料固体分的选择。
- (6) 原料配比的选择（包括基料组成的配比选择、基料与颜料的配比选择、颜料与填料的配比选择、溶剂及助剂使用的配比选择等）。
- (7) 涂料基本配方（或称标准配方）的确定。
- (8) 涂料生产配方的确定。

### 1.2.3 建筑涂料配方设计应注意的问题

总的来说，涂料的配方设计需要考虑下列几方面：

1. 成膜物质——树脂的化学性质和物理性能 如室温干燥固化还是反应固化，柔软性与硬度，与被涂基材的粘结性、耐候性、防水性、防腐蚀性等。
2. 挥发物——溶剂和稀释剂的物理化学性质 如挥发速度、沸点，对树脂的溶解性，

毒性和闪点等。

3. 颜料和助剂性质 如颜料的着色力、遮盖力、密度与基料的混溶性（分散性）、耐光性、耐候性和耐热性等；助剂的特殊功能如防沉、防流挂、防结皮、消泡，帮助颜料润湿分散，改善涂料的施工性和成膜性用的流平剂、增稠剂、固化剂、催干剂等。

4. 涂覆的目标和目的 如是一般装饰，或是起保护作用，还是赋予物件某种特殊功能。

5. 成本考虑 包括原材料成本，生产成本，贮存和运输成本等。用于高档产品的涂料，其性能要求更高些，价格可以较贵些；用于低档产品的涂料，性能可以稍差些，价格可以便宜些。

6. 竞争力因素 明确所设计的涂料配方产品是市场上的全新产品还是市场已有类似的产品，若是后者，则比较所设计的产品与该产品在性能和价格上的优势；包括涂料本身的性能如固含量、粘度、密度、PVC（颜料体积分数）、贮存期等；使用性能如遮盖力，需要几次涂刷才能达到所需的性能要求，是常温干燥还是升温反应固化成膜；漆膜性能如柔软性、硬度比以及与基材的附着力大小、耐候性、耐紫外线性、耐酸碱性、耐化学药品性、耐溶剂性、耐污性、耐低温性和耐湿性等。以确定所设计的产品是否在某一或某几个主要性能上优于市场上现有的同类产品或性能近似但价格上有很大的优势。

#### 1.2.4 建筑涂料配方设计的影响因素

1. P/B（颜料基料比） 乳胶漆的主要组分可划分为两大类，即乳液（包括改性树脂）和颜料、填料。在颜料和基料已经确定的情况下，涂料的结构和物理性能基本上取决于两者之比。乳胶漆的配方变化基本上也就是乳液与颜料、填料之间的比例变化，表达这种变化的尺度首先是颜料、基料比。

颜料基料比是涂料中颜料（包括填料）的质量和基料固体分质量的比值，通常用 P/B 来表示，其公式如下：

$$P/B = \text{颜料基料比} = \frac{\text{着色颜料的质量} + \text{体质颜料的质量}}{\text{基料的固体分（非挥发分）的质量}}$$

P/B 是设计涂料配方时的重要参数之一。选择恰当的 P/B，对确定涂料的原始配方是非常重要的。使用颜料基料比能够粗略地估计出涂料的性能，这在初步配方设计时是比较方便的。在已知涂料的各种基本组分的质量配比，例如颜料的总含量，基料的固体含量等情况时，可以很方便地根据经验来估计涂料的性能。用途不同的涂料采用不同的颜料基料比，一般来说，面漆的颜料基料比约为 0.25:1~0.9:1，而底漆的颜料基料比约为 2:1~4:1 之间。建筑用乳胶漆也可以用颜料基料比来进行大致分类，外用乳胶漆的颜料基料比为 2:1~4:1，而内用乳胶漆的颜料基料比其范围则在 3:1~7:1 之间。但许多专用涂料则不易用颜料基料比来分类。

在研究涂料颜料和基料间的质量关系时，只需简单的数字运算，在配方的最初设计阶段是非常实用的。在实际应用中，按涂料的 P/B 来进行内用乳胶漆、外用乳胶漆的分类是可行的。通过 P/B 可以大概推知涂料的某些性能。P/B 高的配方，其性能不适于户外使用，因为外墙涂料要求良好的耐久性及耐候性，而较少的基料不能在大量颜料、填料粒子周围形成连续涂膜。运用 P/B 的概念，可以初步设计出各种类型乳胶漆的配方。

对涂料性能要求越高,其颜料基料比则应越低。例如耐久性要求高的户外用涂料一般均不宜采用颜料基料比高的配方,4:1一般被认为是外用涂料可采用的最高颜料基料比,不论使用什么颜料和基料,外用涂料的配方一般都符合这一原则,这是由于基料太少了不能在大量的颜料质点周围形成一个连续相,因而就不可能获得良好的户外耐久性之故。

2. 颜料体积分数(PVC)和临界颜料体积分数(CPVC) 在对具有不同组成的涂料进行对比试验时,只用P/B就很难说明问题。通过对PVC的了解可以使对试验数据的解释更为科学。因为涂料的物理性能与其组成变化有一非常明确的对应关系。

PVC是配漆理论中最重要的概念。在涂料的配方设计中,最重要的因素之一就是选择基料与颜料之间的比例关系,因为涂料是用厚薄来表示,即用与体积相关的量来反映涂料的性质。在涂膜中,成膜物质与颜料之间的固-固相分散体系是以体积形式分布的,成膜物质(基料)填满颜料颗粒之间的空隙后多余的基料体积占多少,是判断涂膜性能的重要依据。一般,将颜料在干涂膜中所占的体积分数称为“颜料体积分数”,用PVC来表示:

$$\text{PVC}(\%) = \frac{\text{颜料的体积}}{\text{漆膜的总体积}} = \frac{\text{颜料的体积}}{\text{颜料的体积} + \text{固体基料体积}} = \frac{V_p}{V_p + V_b}$$

式中  $V_p$ ——颜料的体积;

$V_b$ ——基料的体积。

从试验情况来看,PVC对流平性、贮存稳定性有较大影响,在总固体体积含量不变的条件下,PVC增高,乳胶漆流平性、贮存稳定性会变差;PVC降低,乳胶漆流平性、贮存稳定性会明显改善,但成本也会明显上升。

在低PVC涂料配制时,颜料粒子分散在基料聚合物的连续相里。但随着颜料的增加,PVC超过某一极限值时,基料聚合物就不能将颜料粒子间的空隙完全充满,这些未被填充的空隙就潜藏在涂膜中,导致涂膜的物理性质开始急剧下降。所以,高性能或外用涂料配方的PVC一般不应超过CPVC(临界颜料体积分数),否则涂膜许多物理性质将受到不利影响。反之,一般性能或内用涂料配方的PVC可超过CPVC。外用涂料的PVC一般为30%~55%,内用涂料的PVC可更大些,一般为45%~70%。为了节省资源和降低成本,高PVC乳胶漆涂料的研究已成为发展建筑涂料的重要内容之一,故应引起对高PVC涂料乳液产品的注意。

颜料体积分数的主要特征是:在低于CPVC时,颜料粒子很少接触,而高于CPVC时,基料被空气取代。在这唯一的颜料体积分数上下,涂料性质出现了惊人的变化。

通过CPVC涂料性质产生突变的特点,可以测定CPVC值。相反地,若已知CPVC值,也可预测在CPVC时的性能和小于或超过CPVC时的突变。

了解P/B、PVC的概念并在实践中灵活运用,对设计出科学、合理的涂料配方是至关重要的。

### 1.2.5 建筑涂料配方设计的步骤

建筑涂料配方设计通常有下列几个步骤。

1. 配方基本组成的确定 见表1-1。

需要注意的是并不是每一组分都需要,实际应用时可根据性能要求、用途和成本等来选

取使用上述某些组分作为起始配方基本组分。

表 1-1 涂料配方基本组成

| 组分类型 | 组    分                                   | 使用等级  | 组分类型 | 组    分                                                                | 使用等级  |
|------|------------------------------------------|-------|------|-----------------------------------------------------------------------|-------|
| 树脂   | 主要树脂<br>改性树脂                             | 视要求而定 | 助剂   | 消泡剂<br>润湿和分散剂<br>表面处理剂和催<br>干剂<br>防腐剂<br>流变助剂<br>光稳定剂<br>微生物抑制剂<br>其他 | 视要求而定 |
| 颜料   | TiO <sub>2</sub><br>着色颜料<br>防锈颜料<br>体质颜料 |       |      |                                                                       |       |
| 溶剂   | 主溶剂<br>稀释剂<br>其他                         |       |      |                                                                       |       |

2. 用量范围的确定 配方的基本组成确定以后, 下一步就是初步确定各组分的用量范围。一般的典型涂料配方为:

总的质量固含量: 50%~60%

总的体积固含量: 30%~45%

PVC: 40%~50%

颜基比: 0.9:1~1.1:1

密度: 约 1.5g/cm<sup>3</sup>

3. 性能测试 确定了配方的基本组成和用量后, 下面就是测定根据这个配方所制备的涂料性能如流变性、干燥/固化条件、光泽性如 20°/45°/60°的光泽度、硬度、对比率、颜色和其他特殊性能要求。比较这些性能与所要求涂料性能上的差异性以进一步调节配方中各组分的用量或增添某一新的组分, 完善涂料配方直至性能和成本符合要求为止。

涂料配方设计中, 虽然有一定的理论指导, 但是主要还是基于实践中的经验方法, 例如需要经过配方设计、配制试验、性能检测、调整配方这样一个反复进行, 最后得到满意的配方的程序, 其基本程序如图 1-3 所示。

下面以设计一个内墙乳胶漆配方为例, 说明如何按图 1-3 所示的程序来设计合乎要求的配方。

乳胶漆是由基料(合成树脂乳液)、颜(填)料、助剂和分散介质(水)构成的, 进行配方设计即是先根据乳胶漆的性能要求来选择合成树脂乳液、颜填料及其用量, 再根据施工要求、贮存要求和乳胶漆的性能来选择合适的助剂(例如成膜助剂、粘度调节剂等)及其用量。

(1) 确定待设计乳胶漆的性能要求。首先要清楚待设计乳胶漆的性能要求。内墙用乳胶漆的使用环境对乳胶漆的物理性能没有特殊的要求, 但要能用水或清洗剂很容易地清洗污迹, 即需要具有一定的耐擦洗性能。对内墙乳胶漆的施工性能要求则要有良好的流平性, 施工时不能出现涂刷接头和太显眼的刷痕; 此外, 根据我国目前乳胶漆大多数是采用滚涂和刷涂相结合(即滚涂后接着用排笔顺一遍)的施工方法, 其粘度应控制在 45~55Pa·S 的范围之内; 关于贮存性能, 一般要求在贮存过程中应有良好的悬浮性, 至少不应有结块性沉淀,

以方便施工和保证涂料性能；最后还应注意乳胶漆在低温施工时的成膜问题以及在贮存过程中的防霉变问题。

(2) 选择基料的种类并确定用量。根据上述分析的涂料性能要求，考虑到市场上原材料的供应情况，设计该涂料的配方有纯丙乳液和苯丙乳胶漆两种方案可供选择。由于苯丙乳胶漆有许多优异性能，且苯丙乳液材料易购买，加之市场上比较流行，因而选用苯丙乳液作为基料来配制涂料，即决定苯丙乳胶漆的配方。根据经验，内墙用苯丙乳胶漆的苯丙乳液用量为 25%（质量分数）就能配制出性能很好的乳胶漆来，而从前面介绍的颜料基料比也可知道，内用乳胶漆的颜料基料比范围为 3:1~7:1，这里选择苯丙乳液用量为 25%。

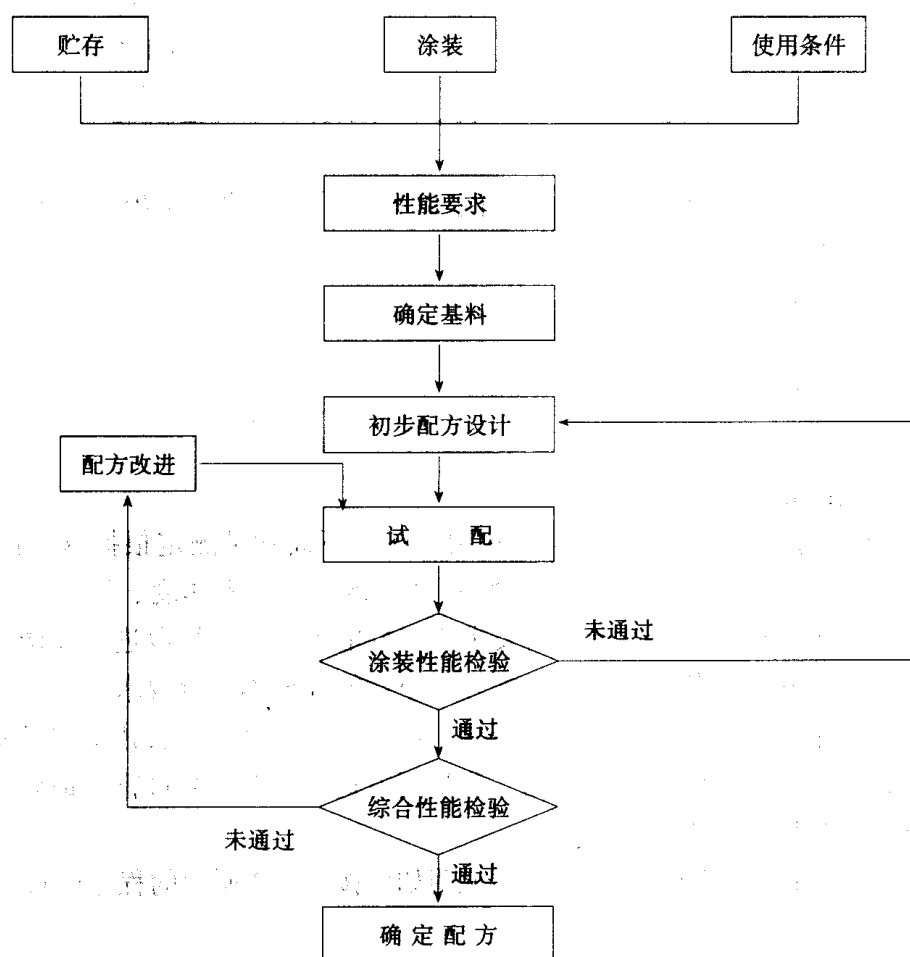


图 1-3 涂料配方设计基本程序

(3) 确定颜料（填料）的种类及用量。以白色乳胶漆为例，普通用途的内用乳胶漆中，常用的颜料（填料）有钛白粉（内用乳胶漆可选用锐钛型）、立德粉、碳酸钙、滑石粉和硅灰石粉或重质碳酸钙等多种。

根据内用乳胶漆的颜料基料比范围为 3:1~7:1，这里选用 3.5:1，若苯丙乳液用量为 25%，并假设其在乳胶漆中的固体含量为 12%，则颜（填）料的总量为 40%。显然，这样大量的颜料用量，仅用钛白粉和立德粉，不仅使乳胶漆的市场价格难以接受，而且是没有必要的，因而可采用颜料、填料搭配使用的方法。根据经验可将上述颜、填料搭配如下（%）：