

# 防火涂料科学与技术

主 编 王国建  
副主编 许乾慰 邱 军

中国石化出版社

# 前 言

在人类的发展历史中，火对人类文明的进步发挥了极其重要的作用。但是，火也是一把双刃剑，它不仅可以造福人类，也能给人类带来灾难。火灾给人类造成的危害远远大于其他天灾人祸。因此，与火灾作斗争是人类活动中的一项重要内容。

我国改革开放以来，国民经济建设不断发展，各行各业突飞猛进，高层、超高层建筑物拔地而起，各种新型材料不断涌现。但在这一片莺歌燕舞之中，却埋藏着巨大的火灾隐患。大量应用的化学建材是易燃的，日益增多的钢结构建筑的耐热性很低，普遍使用的混凝土材料也是不耐火的。更关键的是，高层、超高层建筑物中人员十分集中，一旦发生火灾，逃生的难度极大。所有这一切，都提示我们应加强对防火材料的研究、开发和应用。江泽民同志曾为消防工作题词：“隐患险于明火，防范胜于救灾，责任重于泰山”，深刻阐述了消防工作的重要性 and 严肃性。

同济大学材料科学与工程学院长期以来致力于防火涂料的研究与开发，为我国防火涂料的发展尽了一些绵薄之力。为进一步加快我国防火涂料的发展，促进学术和技术交流，由同济大学发起，并联合公安部四川消防研究所、公安部天津消防研究所、中国人民武装警察部队学院、中国消防协会防火材料分会、公安部消防产品合格评定中心和上海防灾安全策略研究中心等单位，共同举办“第一届全国防火涂料学术与技术研讨会”。本次会议得到广州泰堡防火材料有限公司、苏州金近幕墙有限公司和山东寿光卫东化工有限公司等单位的鼎力协助，

也得到全国相关行业的同仁们的大力支持，在此表示衷心的感谢。

第一届全国防火涂料学术与技术研讨会的论文集《防火涂料科学与技术》选录论文 48 篇，内容涉及防火涂料的发展现状和展望、原材料、产品的研发和制备、产品性能和质量检测、标准规范的研究与讨论、施工技术的研究和讨论、市场动态和政策导向等方面，内容丰富，资料翔实，相信对从事防火涂料研究、开发、应用和管理等方面的人员有较大的参考价值。

书中若有错误和不当之处，敬请批评指正。

编 者

2007 年 4 月

# 目 录

## 一、防火涂料的发展与展望

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| 钢结构防火涂料的研究现状和发展趋势 .....        | ( 3 )  |
| 国内防火涂料的研究现状及其发展趋势 .....        | ( 8 )  |
| 环保防火涂料的现状与发展趋势 .....           | ( 13 ) |
| 超薄型钢结构防火涂料概述 .....             | ( 20 ) |
| 浅谈防火涂料的发展现状与方向 .....           | ( 25 ) |
| 非膨胀型防火涂料和膨胀型防火涂料的特点及发展前景 ..... | ( 31 ) |
| 电缆防火涂料的研究和应用 .....             | ( 36 ) |
| 电缆防火涂料的现状与发展 .....             | ( 40 ) |
| 浅议我国电缆防火涂料的发展 .....            | ( 46 ) |
| 我国防火封堵材料的发展方向 .....            | ( 50 ) |

## 二、防火涂料的研究与开发

|                                |         |
|--------------------------------|---------|
| 建筑防火涂料的配方设计原理和应用 .....         | ( 57 )  |
| 空心玻璃微珠改性防火涂料防火性能及防火机理研究 .....  | ( 68 )  |
| 纳米 LDHs 的阻燃膨胀模型研究 .....        | ( 74 )  |
| 超薄型钢结构防火涂料基质树脂的研究 .....        | ( 81 )  |
| 无机填料种类对膨胀型钢结构防火涂料性能的影响 .....   | ( 88 )  |
| 碳纳米管在防火涂料中的应用研究 .....          | ( 94 )  |
| 纳米材料在超薄型钢结构防火涂料中的应用分析 .....    | ( 101 ) |
| 海泡石对钢结构水性防火涂料性能的影响 .....       | ( 106 ) |
| 可膨胀石墨膨胀性能对防火涂料耐火极限的影响 .....    | ( 114 ) |
| 各种发泡剂对膨胀型纳米防火涂料阻燃性能影响的研究 ..... | ( 120 ) |
| 隧道防火涂料用纳米插层复合防腐涂层的制备研究 .....   | ( 128 ) |
| 隧道火灾与膨胀型隧道防火涂料的研究 .....        | ( 133 ) |
| 膨胀型硅丙乳液防火涂料的研究 .....           | ( 138 ) |
| 膨胀型阻燃剂酸式二溴新戊二醇磷酸酯的合成与表征 .....  | ( 143 ) |
| 纳米、环保、无机膨胀型隧道防火涂料的研制 .....     | ( 147 ) |

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 室温固化的膨胀型阻燃环氧树脂清漆 .....    | (151) |
| 人工神经网络在防火阻燃材料设计上的应用 ..... | (155) |

### 三、防火涂料的生产及施工技术

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| 钢结构防火涂料的工程应用与质量监督的问题探讨 ..... | (163) |
| 防火材料在工程建设中的应用技术和质量 .....     | (168) |
| 浅谈隧道防火涂料的施工技术及其存在的问题 .....   | (173) |
| 钢结构防火保护材料厚度的经济性分析 .....      | (178) |
| 超薄型钢结构防火涂料专用保护面漆的研制及应用 ..... | (185) |
| 水性电缆防火涂料对电缆热阻值影响的分析 .....    | (190) |
| 钢结构防火涂料的涂装 .....             | (193) |
| 浅谈钢结构防火涂料施工质量技术 .....        | (199) |
| 浅谈国内外室外防火涂料存在的差距 .....       | (205) |

### 四、防火涂料的检测及质量管理

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| 防火涂料的发展前景与消防监督管理 .....        | (213) |
| 防火涂料性能要求及测试方法 .....           | (221) |
| 钢结构防火涂料的市场准入与质量管理 .....       | (236) |
| 钢结构防火涂料及其试验方法浅析 .....         | (242) |
| 扫描电镜分析法在防火涂料研究中的应用 .....      | (247) |
| 超薄型钢结构防火涂料现场检测装置及方法 .....     | (251) |
| 热分析技术在膨胀型防火涂料配方研究中的应用 .....   | (261) |
| 新型评估测试方法在防火涂料研究中的应用 .....     | (267) |
| 热重分析仪对超薄膨胀型钢结构防火涂料性能的检测 ..... | (273) |
| 浅析防火涂料产品的质量现状 .....           | (278) |
| 防火涂料在使用中的环保问题 .....           | (282) |
| 防火涂料毒性分析和环保化趋势展望 .....        | (286) |

### 五、防火涂料相关单位介绍

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 同济大学材料科学与工程学院高分子材料研究所 ..... | (295) |
| 公安部四川消防科学研究所 .....          | (297) |
| 公安部天津消防科学研究所 .....          | (299) |
| 中国人民武装警察部队学院 .....          | (300) |

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 中国消防协会防火材料行业分会 ..... | (301) |
| 公安部消防产品合格评定中心 .....  | (302) |
| 上海防灾安全策略研究中心 .....   | (303) |
| 广州市泰堡防火材料有限公司 .....  | (305) |
| 苏州金近幕墙有限公司 .....     | (306) |
| 寿光卫东化工有限公司 .....     | (307) |

# 一、防火涂料的 发展与展望





# 钢结构防火涂料的研究现状和发展趋势

冯俊峰

(中国人民武装警察部队学院安全技术工程专业, 廊坊 065000)

**摘 要:** 钢结构特有的优点使其在建筑施工中得到了广泛的应用, 但由于其耐火性能较差, 进行防火保护极为必要。本文系统地介绍了钢结构防火涂料的工作原理、种类、各自的性能指标与特点, 指出了选用原则, 并分析了钢结构防火涂料的发展趋势。

**关键词:** 钢结构; 防火涂料; 耐火极限; “五 E”方向

## 1 引言

钢结构作为近年来一种新型的建筑结构形式, 以其结构形式灵活、自重轻、强度高、抗震性和变形性好、施工周期短、易于维护等优点, 在建筑中得到了广泛的应用, 尤其是在超高层和大跨度建筑等方面更显示出了其强大的生命力。

钢结构本身虽为不燃烧材料, 但钢结构具有耐火性能差的致命弱点。在火灾高温作用下, 其力学性能如屈服强度、弹性模量、荷载能力等都会随温度的升高而降低。结构温度达到  $300 \sim 400^{\circ}\text{C}$  时, 其强度就会下降 50%, 温度达到  $600^{\circ}\text{C}$  时, 钢结构基本丧失全部强度刚度。而一般火场的温度或达到  $800 \sim 1000^{\circ}\text{C}$ , 在这样高的温度下, 裸露的钢结构会很快出现塑性变形, 产生局部破坏, 造成钢结构建筑的整体在 15min 左右就会丧失承重能力而垮塌。表 1 是我国一些钢结构建筑发生火灾倒塌的实例。因此, 对钢结构作防火保护极为必要。其保护措施很多, 在实际工程中应用最广泛且最经济有效的方法是涂装钢结构防火涂料。

表 1 钢结构建筑火灾倒塌实例<sup>[1]</sup>

| 建筑名称     | 结构类型 | 火灾日期    | 倒塌时间/min |
|----------|------|---------|----------|
| 北京友谊宾馆剧场 | 钢木屋架 | 1983.12 | 20       |
| 唐山棉纺织厂   | 钢梁   | 1986.2  | 20       |
| 江油电厂俱乐部  | 钢屋架  | 1987.4  | 20       |
| 天津体育馆    | 钢屋架  | 1973.5  | 19       |
| 重庆天原化工厂  | 钢屋架  | 1960.2  | 20       |

## 2 钢结构防火涂料的工作原理与分类

### 2.1 工作原理

防火涂料已广泛地应用于建筑工程、舰船室、化工储罐、石油管道等钢结构的防火保护。其工作原理概括有以下几点：

(1) 涂层对钢结构起屏蔽作用，使钢结构不至于直接暴露在火焰的高温中，延迟着火和减小燃烧速度；

(2) 防火涂料本身除了具有难燃性和不燃性外，它还具有较低的导热系数，可以延迟火焰温度向被保护钢结构基体的传递；

(3) 涂层吸热后部分物质分解出的水蒸气或其他不燃气体起到消耗热量、降低温度和燃烧速度、稀释氧气的作用；

(4) 膨胀型防火涂料遇高温时涂层能迅速在钢结构表面建立一个轻质泡沫绝热保护层，减缓温度向钢结构基体的传导，使之达到规范规定的耐火极限要求。

### 2.2 分类

#### 2.2.1 厚涂型钢结构防火涂料

厚涂型钢结构防火涂料是指涂层厚度为 7 ~ 45mm 的防火涂料，其耐火极限可达 0.5 ~ 3h，甚至更长时间。由于厚涂型防火涂料的成分多为无机材料，因此其防火性能稳定，长期使用效果较好，但其涂料组分的颗粒较大，涂层外观不平整，影响建筑的整体美观，因此大多用于结构隐蔽工程。该类防火涂料在火灾中利用材料粒状表面，密度较小，热导率低或涂层中材料的吸热性，延缓钢材的升温，保护钢材。

#### 2.2.2 薄型钢结构防火涂料

这类钢结构防火涂料一般是用合适的水性聚合物作为基料，再配以阻燃剂复合体系、防火添加剂、耐火纤维等组成。在受到火烧时会缓慢膨胀发泡，形成致密坚硬的防火隔热层。其装饰性优于厚涂型防火涂料，逊色于超薄型钢结构防火涂料，一般耐火极限在 2h 以内，因此常用在小于 2h 耐火极限的钢结构防火保护工程中，常采用喷涂施工。

#### 2.2.3 超薄型钢结构防火涂料

该类钢结构防火涂料涂层超薄(小于 3mm)，一般为溶剂型体系，具有优越的粘结强度、耐久耐水性好、流平性好，装饰性好等特点，其防火原理同薄型。超薄膨胀型钢结构防火涂料施工可采用喷涂、刷涂或辊涂，一般使用在耐火极限要求在 2h 以内的建筑钢结构上<sup>[2]</sup>。由于该类防火涂料涂层超薄，工程中使用量较厚涂型、薄型钢结构防火涂料大大减少，从而降低了工程总费用，又使钢结构得到了有效的防火保护，是目前市场上大力推广的品种。

### 3 钢结构防火涂料的性能特点与选用原则

#### 3.1 性能指标及其特点

各类钢结构防火涂料的性能指标、优缺点如表 2 所示。

表 2 钢结构防火涂料的性能指标和性能特点

| 种类            | 性能指标    |        | 性能特点                                                                                                          |                                                                                                                 |
|---------------|---------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | 涂层厚度/mm | 耐火极限/h | 优点                                                                                                            | 缺点                                                                                                              |
| 厚型<br>(H 型)   | 7~45    | 3.0    | (1) 主要组分为无机材料, 耐久性相对较好;<br>(2) 原材料来源广, 价格低, 产品单位质量价格较低;<br>(3) 遇火后不会放出有害人体健康的有毒气体和烟气;<br>(4) 袋装出厂, 运输方便       | (1) 涂层厚、自重大、粘结力不好时极易剥落;<br>(2) 表面粗糙, 装饰性差;<br>(3) 涂层厚、施工时需金属丝网加固, 增加施工费用, 施工周期长;<br>(4) 水泥基涂料需养护                |
| 薄型<br>(B 型)   | 3~7     | 2.0    | (1) 涂层薄、质轻、粘结力好;<br>(2) 表面光滑, 可调出各种颜色, 装饰性好;<br>(3) 单位面积用量省, 价格低;<br>(4) 施工简便、无须金属丝网加固, 干燥快;<br>(5) 抗震动、抗挠曲性强 | (1) 耐火极限较厚型涂料低;<br>(2) 主要组分为有机材料, 遇火时可能会释放出有害气体及烟雾;<br>(3) 因主要组分为有机材料, 耐老化、耐久性有待进一步研究;<br>(4) 用于室外的产品不多, 有待研究开发 |
| 超薄型<br>(CB 型) | ≤3      | 1.0    | (1) 涂层更薄, 装饰性较薄型涂料更好, 颜色丰富; 可达到一般建筑涂料的效果;<br>(2) 兼具薄型涂料的优点                                                    | (1) 具有薄型涂料的缺点;<br>(2) 目前还没有用于室外钢结构的防火保护产品, 应用受到限制                                                               |

#### 3.2 选用原则

钢结构防火涂料的选用要严格遵守《钢结构防火涂料应用技术规范》的规定<sup>[3,4]</sup>:

(1) 根据钢结构耐火极限要求选用不同的防火涂料: 耐火极限不超过 1h 时, 可选用超薄型或薄型防火涂料; 耐火极限不超过 2.5h 时, 可选用薄型或厚涂型防火涂料; 耐火极限在 2.5h 以上时, 应选用厚涂型防火涂料。

(2) 根据建筑部位选用不同种类的防火涂料。

(3) 裸露部位且装饰效果要求高时如屋顶承重构件可选用超薄型防火涂料;

对裸露的柱及网架构件则可选用薄型涂料；隐蔽部位选用厚涂型涂料。

(4) 根据工程的重要性选用不同种类防火涂料。对于重要工程如核能工程、电力工程等选用涂料时应主要选用厚涂型涂料，在民用工程中可选用薄型或超薄型涂料。

#### 4 钢结构防火涂料发展趋势

随着涂料工业向节能、低污染、高性能化、专业化方向发展，钢结构防火涂料也向“五E”方向<sup>[5]</sup>迈进，即提高涂膜质量(Excellence)、方便施工(Easy of application)、节省资源(Economics)、节省能源(Energy saving)、生态平衡(Ecology)。与此同时，它在防火性、装饰性和降低成本等方面也不断取得较大的进展。可以预计，今后钢结构防火涂料的发展趋势为：

(1) 研制开发新的超薄型膨胀型钢结构防火涂料。建筑物结构设计的出发点之一就是要保证一定的美感，在使用防火涂料后对其外观的影响越小越好。

(2) 研制开发室外型钢结构防火涂料。随着工业的不断发展，高速增长的大批石化企业的钢结构的防火保护，对钢结构防火涂料提出了耐候性好，能适应室外环境的要求。

(3) 具有价格经济、原材料来源广泛、性能优良的厚涂型钢结构防火涂料将得到较大发展。

(4) 为了尽量减少或避免因生产、施工造成的环境污染和人身危害，参照国外降低VOC含量标准，研究开发环保型钢结构防火涂料，在防火性能得到保证的前提下，特别要发展水性防火涂料。

#### 参 考 文 献

- 1 刘庆恩. 钢结构防火涂料的研究现状、存在问题和发展前景[J]. 有色矿冶, 2006, (22): 50 ~ 53
- 2 徐晓楠, 周政懋. 防火涂料[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 194 ~ 207
- 3 公安部四川消防研究所. 钢结构防火涂料应用技术规范(CECS24-90)[S]. 中国工程建设标准化协会, 1999
- 4 郭芳建. 浅谈钢结构厂房的消防验收[J]. 消防科学与技术, 2004, (23): 36 ~ 37
- 5 甘子琼, 戚天游, 肖华荣. 钢结构防火涂料现状及其发展[J]. 涂料工业, 2004, (34): 42 ~ 46

# **The research situation and prospect of the intumescent coating for structure steel**

*Feng Junfeng*

(Security Technology and Engineering Department, College of  
Chinese People Armed Police Force, Lang Fang 065000)

**Abstract:** As to the steel structure's peculiar advantages, it is widely used. But on account of its relatively low fire endurance, it is important to make fire protection. The article systematically introduces the research actuality to fireproofing coating of steel structure, including its work mechanism, categories, the performance index and characteristic respectively. And it points out the principles to determine which fireproofing coating is chosen. At last the article brings forward to the development trend of fireproofing coating of steel structure.

**Keywords:** steel structure; intumescent coating; duration of fire resistance; direction of "five E"

# 国内防火涂料的研究现状及其发展趋势

安正阳 王媛原

(云南昆明消防指挥学校训练处, 云南 昆明 650208)

**摘 要:**我国防火涂料研究较国外工业发达国家晚,但发展速度较快;尤其是钢结构防火涂料,无论从品种类型、技术性能、应用效果和标准化程度等方面,都已接近或达到国际先进水平。本文作者对我国防火涂料工业中的有机防火涂料和无机防火涂料的研究现状、存在的问题进行了详述,并对它们今后的发展趋势进行了大胆的预测。

**关键词:**防火涂料;有机涂料;无机涂料;研究现状;发展趋势

防火涂料又称阻燃涂料,是指涂装在物体表面,防止火灾发生、阻止火势蔓延传播或隔离火源,延长基材着火时间或增加绝热性能以推迟结构破坏时间的一类涂料。它不仅具有普通涂料的装饰性,而且具有防腐、防锈、耐酸碱、耐盐雾等性能。从总体上来说,我国防火涂料的发展,较国外工业发达国家晚约 15~20 年,虽然起步晚,但发展速度较快,尤其是钢结构防火涂料,无论从品种类型、技术性能、应用效果和标准化程度都已接近或达到国际先进水平。

## 1 我国防火涂料的研究现状及存在问题

防火涂料又称阻燃涂料,它具有普通涂料的装饰性,又具有防腐、防锈、耐酸碱等性能,除了具有延长物体使用寿命的保护功能外,更为重要的是防火涂料还具有不燃性或难燃性,因此,在火灾发生时能够阻止燃烧或者对火灾的拓展具有延滞作用,从而使人们具有充分的时间进行灭火工作,达到保护人们的生命财产的目的。

我国在 20 世纪 50 年代后期研究出了以水玻璃为粘结剂的无机防火涂料;在 20 世纪 70 年代初期,一些专业油漆厂生产了过氯乙烯和氯化橡胶防火漆。但是由于以上两种防火涂料防火效果并不理想,所以并未在我国形成市场。20 世纪 70 年代后期,我国开始了有机膨胀型防火涂料的研究工作,从此我国的有机膨胀型防火涂料得以迅速的发展。到目前为止,我国的防火涂料生产企业已超过 200 家,年销售量在 30kt 以上,并且已形成了跨行业、跨部门的生产体系。

### 1.1 无机型防火涂料的研究现状及其存在的问题

我们都知道,要使燃烧不能形成,必须将燃烧的三个要素(即可燃物、氧气、热源)中的任何一个要素隔绝开来,防火涂料就是利用这一基本原理进行研究的。

### 1.1.1 无机型防火涂料的研究现状

无机防火涂料是指以各种无机材料作为阻燃填充剂，以硅酸盐水玻璃为粘结剂的防火涂料。无机型防火涂料的主要特点是具有较高的耐热性和完全不燃、不发烟，而且有原料易得、价格低廉、制备简单、着色自由、施工方便、无毒无火灾危险等优点。无机涂层的防火保护作用是有赖于涂层自身耐火不燃性和高温下形成似釉膜封闭保护基材，与空气隔绝，使之不能燃烧。

目前无机防火涂料的品种已经很多，仍在不断发展。无机型防火涂料采用的无机涂料粘合剂主要是水玻璃(硅酸钠、硅酸钾、硅酸锂等)、硅溶胶、磷酸盐、水泥等；而其填料是一些耐火的矿物，如氧化铝、高岭土、滑石粉、碳酸钙、氧化锌、硅藻土、珍珠岩、耐火土、细砂子、钛白粉、火山灰及岩棉纤维、硅酸铝纤维等物质。

### 1.1.2 无机型防火涂料的存在问题

无机型防火涂料的存在问题主要有以下几个方面：①附着力差；②物理机械性能较差；③耐潮性差；④易龟裂、粉化、剥落；⑤无机涂层装饰性比较差等。

## 1.2 有机型防火涂料的研究现状及其存在的问题

有机膨胀型防火涂料的防火机理是：在火灾发生以后，防火涂料能够很快形成膜，土层能够很快炭化，从而起到阻燃的作用。

### 1.2.1 有机型防火涂料的研究现状

有机膨胀型防火涂料是指那种在火焰或高温作用下，涂层发生膨胀炭化，形成一个比原来厚度大几十倍甚至几百倍的不燃的蜂窝泡沫状炭质层，它可以割断外界火源对基材的加热，从而起到阻燃作用的涂料。有机型防火涂料的作用除了形成不燃的炭质层外，还能在火焰或高温作用下，有机涂层发生软化、熔融、蒸发、膨胀等物理变化以及高聚物、填料等组分所发生的分解、解聚、化合等化学变化，涂料通过这些物理和化学的变化，吸收大量的热能，抵消一部分外界作用于物体的热能，从而延缓被保护物体的受热升温过程，涂层在高温下发生脱水成炭反应和熔融覆盖作用，隔绝了空气，使有机物转化为炭化层，从而避免了氧化放热反应发生。另外由于涂层在高温下分解出不燃性气体，如氨、水等，稀释了空气中可燃性气体及氧的浓度，从而抑制有焰燃烧的进行。

有机型防火涂料通常含有成膜剂、成炭剂、成炭催化剂、发泡剂、无机颜填料等。在膨胀型防火涂料组成中，起膨胀作用的组分(包括着色颜填料)的比例很大。一般要占总质量的 50% ~ 60%，粘合剂和添加剂约为 20% ~ 30%，溶剂占 10% ~ 20%。另外起膨胀作用的三种化学物质，不是以任意比例相配合的，一般情况下，大多数配方的催化剂比为 40% ~ 60%，炭化剂为 20% ~ 30%，发泡剂为 20% ~ 30%。

如果要得到高效的炭化层,涂层中有机树脂的熔融温度、发泡剂的分解温度及泡沫炭化的温度必须配合恰当。当涂层受热时,首先是成膜剂软化熔融,引起整个涂层的软化、塑化,这时发泡剂达到分解温度,释放出不燃性气体,并使涂层膨胀成泡沫层,同时脱水催化剂分解生成磷酸、聚磷酸呈熔融的粘稠体作用于泡沫层,使涂层中的含羟基有机物发生脱水成炭反应,当泡沫达到最大体积时,泡沫凝固炭化,使生成的多孔的海绵状炭化层定形,而泡沫的发泡效率取决于组分之间反应速度的协调配合。

有机型防火涂料具有附着力好、耐潮性好、装饰效果较好、防火性能好等优点。

### 1.2.2 有机型防火涂料存在的问题

有机型防火涂料的存在问题主要有以下几个方面:①多种防火组分的恰当配合研究还不够,性能往往不太稳定;②有机物燃烧后对空气造成二次污染等社会问题;③一些有机物在燃烧时产生的高温有毒烟气是致命的。

## 2 我国防火涂料的发展趋势

### 2.1 无机型防火涂料的发展趋势

针对无机型防火涂料存在的问题,今后应当从以下几个方面来改善无机型防火涂料的性能:

(1) 采用粒度不同的无机填料配合使用能提高涂层燃烧后的致密性,减少龟裂现象;

(2) 适当加入高熔点的无机纤维,能增加涂层的整体性能及涂层在高温下骤冷不开裂等性能;

(3) 采用有机成膜物(如乳液型有机树脂等)和无机成膜物共用来改善无机型涂层的性能;

(4) 有机树脂系和钛酸系树脂与无机涂料组分拼用也有较好的性能,此外,在水玻璃中添加氟硅酸钠、氟硅酸锌等也可改善其耐水性。

(5) 在无机涂层的基础上,配套有机的防水涂层,进行封闭保护,对提高无机防火涂料的耐潮性和使用寿命是很有效的。

### 2.2 有机型防火涂料的发展趋势

对有机型防火涂料存在的问题,今后主要的发展趋势是:

(1) 开发复合高效低水溶性的炭化催化剂、成炭剂和发泡剂;

(2) 通过树脂复配或接枝改性来改善防火涂料的防火性能和各种理化性能;

(3) 将膨胀型和非膨胀型进行有机的结合,使涂层在高温下形成低膨胀率的高强度炭化层;

(4) 开发优质的低 VOC 有机型膨胀防火涂料,加强水性化、高固体分、无溶



剂涂料的研究;

(5) 生产“绿色无机型涂料”;

(6) 将新技术应用到有机防火涂料中去改善无机防火涂料的性能, 例如, 将纳米阻燃材料加入防火涂料体系中就会收到意想不到的效果。

总而言之, 近十几年来防火涂料发展方兴未艾, 其理化性能、防火性能有了很大的改进和提高, 品种和应用范围不断扩大。特别是钢结构防火涂料, 随着建筑钢结构产业的扩展, 使用范围和用量成几何倍数增加。今后防火涂料应当在提高防火涂料的理化性能、防火性能、装饰性能及降低成本等方面也不断地取得新进展和突破。

### 参 考 文 献

- 1 武利民. 涂料技术基础. 化学工业出版社. 1999: 2~3
- 2 李肇强. 现代涂料的生产及应用. 上海科学技术文献出版社, 1996: 8
- 3 程海丽, 杨秀云等. 钢结构防火涂料存在问题探讨. 新型建筑材料, 2002, (8): 47~49
- 4 张泽江, 邱发礼等. 新型超薄型钢结构防火涂料. 消防技术与产品信息, 2003, (1): 68~69
- 5 宋晓晖, 刘新予等. 膨胀型防火涂料研究进展. 厦门科技, 2003, (2): 37~40
- 6 庄国雄, 邓秀清. 水性膨胀型防火涂料. 湛江师范学院学报(哲学社会科学版), 1996, (2): 79~81
- 7 赵永春. 无机膨胀型建筑防火涂料的研制. 宝鸡文理学院学报自科版, 1996, (2): 30~31

## The Present Situation and Developing Trends of the Fireproof Coating Material Research in Domestic

An Zhengyang Wang Yuanyuan

(Kunming School of Fire Conductor in Yunnan province,  
Yunnan Kunming 650208)

**Abstract:** The research of the fireproof coating material in domestic is later than that overseas. But the speed of development is very quick. Especially, the kinds, technique function, use effect and standardizing the degree of the steel-structure fireproof coating material has been close to or reached international level. The writer of the paper elaborated the