

# 高分子建筑材料与检测

GAOFENZI JIANZHU CAILIAO YU JIANCE

刘佩华 编著

学林出版社

# 高分子建筑材料与检测

刘佩华 编著

学林出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

高分子建筑材料与检测/刘佩华编著. —上海:学林出版社, 2009. 11

ISBN 978 - 7 - 80730 - 923 - 9

I. ①高… II. ①刘… III. ①高分子材料:建筑材料—检测 IV. ①TU502

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 198228 号

## 高分子建筑材料与检测



编 著——刘佩华

责任编辑——王后法

特约编辑——陈晶龙

封面设计——魏 来

出 版——上海世纪出版股份有限公司

学林出版社(上海钦州南路 81 号 3 楼)

电话:64515005 传真:64515005

发 行——新华书店上海发行所

学林图书发行部(上海钦州南路 81 号 1 楼)

电话:64515012 传真:64844088

印 刷——上海惠顿实业公司

开 本——890×1240 1/32

印 张——10.625

字 数——24 万

版 次——2009 年 11 月第 1 版

2009 年 11 月第 1 次印刷

书 号——ISBN 978 - 7 - 80730 - 923 - 9/T · 4

定 价——28.00 元

(如发生印刷、装订质量问题,读者可向工厂调换。)

## 内 容 提 要

继木材、水泥、钢材之后的化学建材正成为我国第四大类的建筑材料,高分子建筑材料作为化学建材的主要组成部分,在降低建材价格、扩大建材品种、改善建筑功能、保护环境等方面日益得到广泛关注。本书重点介绍建筑塑料、建筑胶粘剂、建筑涂料、建筑防水材料和建筑用合成纤维等产品的应用,系统阐述高分子建筑材料的基本性能、评价测试方法及标准规范,介绍绿色建筑及建材的发展现状和趋势,提出高分子建筑材料绿色化评价体系设想,并概要论述高分子建筑材料检测方法及用途。

本书适合高分子材料的研发、生产和质量管理人员参考和使用,也可供建筑领域的设计、建设和质量管理人员参考。

# 前 言

高分子材料以其低成本、良好的使用性和装饰效果,在各类建筑工程中得到广泛应用。高分子建筑材料优良的易加工、轻质和节能等功能,一方面可以节约资源,替代木材、粘土和金属材料等稀缺性天然资源;另一方面由于生产过程中能耗远远低于传统建材,其隔热保温性能更是优于传统建材;此外,易加工性、轻质性也降低了生产成本和施工成本。因此,高分子建筑材料发展一直受到国家的大力鼓励和支持,已成为继木材、水泥、钢材之后又一类重要建筑材料。随着中国经济繁荣呈快速发展趋势,高分子材料工业已经成为增长速度最快的产业之一,在建材工业和建筑业中占有十分重要的地位。

本书以高分子建筑材料为主线,全面系统介绍目前国内外迅速发展的各种新型高分子建筑材料,内容包括建筑涂料、建筑胶粘剂、建筑塑料(塑料管道、塑料门窗)、建筑防水材料和合成纤维等,并且对其组成、分类、基本特性、施工要点、性能及测试标准规范,进行全面科学的阐述。

全书以高分子建筑材料走可持续发展之路为宗旨,重点论述国内外绿色建材评估体系发展历史与现状,结合高分子材料的特点,率先提出建立高分子建筑材料的绿色化评价体系的设想,并且系统论述相应的检测技术。全书最后介绍了高分子建筑材料检测在整个建筑工程中的重要作用。

全书在编写过程中贯穿了“节能、环保、健康、安全”的基本理念,力求反映近年来国内外高分子建筑材料最新的发展状况及趋势;同时,全面引用了最近颁发的新标准、新规范。本书可作为建材生产厂商、建筑施工企业、建材卖场和第三方检测机构,以及相关设计、科研、施工、管理、生产、教学等部门的人员的参考用书。

本书由刘佩华主持编著,参加编写的人员有赵昀、汪峙峰、曹珂钧和高彩霞等。本书在编写过程中得到了上海高分子材料研究开发中心主任戴晓波研究员和总工程师徐国华等的精心指导,同时也得到了上海市科委基地处和上海市研发公共服务平台中心等单位的大力支持,在此表示衷心感谢。

鉴于国内高分子建筑材料及其检测方面公开出版的书籍很少,加上编者的学识水平有限,本书难免存在不周之处;同时,国内绿色建材概念提出时间不长,书中论述的关于高分子建筑材料绿色化思想及其评价体系属于上海市科学技术委员会资助课题《节能环保型高分子建材检测服务体系和能力建设》(课题编号为 07DZ22912)课题研究成果,某些观点和论述存在可商榷之处,恳请广大读者一并指正。

编 者

2009 年 9 月于上海

# 目 录

|                   |        |
|-------------------|--------|
| 第一章 高分子建筑材料       | ( 1 )  |
| 第一节 高分子材料的基础知识    | ( 1 )  |
| 一、高分子材料基本概念       | ( 1 )  |
| 二、高分子化合物的分类及命名    | ( 3 )  |
| 三、高分子材料的结构形态与性能特点 | ( 5 )  |
| 第二节 高分子建筑材料基本性能   | ( 8 )  |
| 一、高分子建筑材料的化学性质    | ( 9 )  |
| 二、高分子建筑材料的物理机械性能  | ( 9 )  |
| 第三节 高分子建筑材料的分类及应用 | ( 14 ) |
| 一、高分子建筑材料的分类      | ( 14 ) |
| 二、高分子建筑材料的应用      | ( 14 ) |
| 第四节 高分子建筑材料的发展趋势  | ( 18 ) |
| 一、环境友好型高分子建筑材料    | ( 19 ) |
| 二、节能型高分子建筑材料      | ( 20 ) |
| 三、新型功能高分子建筑材料     | ( 21 ) |
| 四、高分子建筑材料的应用需求    | ( 23 ) |
| 第二章 建筑涂料          | ( 25 ) |
| 第一节 概述            | ( 25 ) |
| 一、国内外建筑涂料现状与发展趋势  | ( 26 ) |

## 2 高分子建筑材料与检测

|                        |            |
|------------------------|------------|
| 二、建筑涂料的组成、分类与功能        | ( 29 )     |
| 三、建筑涂料施工性能             | ( 33 )     |
| 第二节 墙面涂料               | ( 34 )     |
| 一、内墙涂料                 | ( 34 )     |
| 二、外墙涂料                 | ( 40 )     |
| 第三节 地面涂料               | ( 48 )     |
| 一、地面涂料的特点及分类           | ( 48 )     |
| 二、装饰性地面涂料              | ( 50 )     |
| 三、功能性地面涂料              | ( 52 )     |
| 四、地面涂料的应用及发展           | ( 53 )     |
| 第四节 特种建筑涂料             | ( 55 )     |
| 一、建筑防火涂料               | ( 55 )     |
| 二、保温隔热涂料               | ( 61 )     |
| 三、建筑防水涂料               | ( 68 )     |
| 四、其他特种建筑涂料             | ( 74 )     |
| 第五节 建筑涂料检测技术及标准规范      | ( 75 )     |
| 一、建筑涂料检测技术及标准规范实施的重要意义 | ( 75 )     |
| 二、建筑涂料质量控制             | ( 76 )     |
| 三、建筑涂料产品性能检测           | ( 81 )     |
| 四、建筑涂料涂膜性能检测           | ( 84 )     |
| <br>第三章 建筑胶粘剂          | <br>( 89 ) |
| 第一节 概述                 | ( 89 )     |
| 一、国内外建筑胶粘剂概况及发展趋势      | ( 90 )     |
| 二、建筑胶粘剂的组成、分类及应用       | ( 93 )     |
| 三、建筑胶粘剂的基本性能与施工工艺要求    | ( 95 )     |
| 四、建筑胶粘剂的应用             | ( 98 )     |



|                 |           |
|-----------------|-----------|
| 第二节 常用建筑胶粘剂     | ( 99 )    |
| 一、橡胶类胶粘剂        | (100)     |
| 二、合成树脂类胶粘剂      | (103)     |
| 第三节 环保型建筑胶粘剂    | (111)     |
| 一、水基型建筑胶粘剂      | (112)     |
| 二、热熔型建筑胶粘剂      | (114)     |
| 三、无溶剂型建筑胶粘剂     | (115)     |
| 第四节 胶粘剂检测       | (116)     |
| 一、胶粘剂物理化学性能检测   | (116)     |
| 二、施工工艺性能检测      | (120)     |
| 三、力学性能检测        | (122)     |
| 四、老化性能检测        | (124)     |
| 五、非破坏性检测        | (125)     |
| <br>第四章 建筑塑料    | <br>(127) |
| 第一节 概述          | (127)     |
| 一、国内外建筑塑料发展概况   | (127)     |
| 二、建筑塑料及其制品的性能特点 | (130)     |
| 三、建筑塑料的分类及应用    | (132)     |
| 第二节 塑料管材        | (133)     |
| 一、国内外建筑塑料管材发展概况 | (134)     |
| 二、塑料管材分类        | (135)     |
| 三、塑料管材的应用       | (136)     |
| 第三节 塑料门窗        | (143)     |
| 一、国内外塑料门窗发展概况   | (143)     |
| 二、塑料门窗的基本性能     | (145)     |
| 三、塑料门窗的分类及应用    | (147)     |

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| 四、塑料门窗质量评价               | (150) |
| 第四节  塑料屋顶与墙体             | (151) |
| 一、塑料屋顶材料                 | (151) |
| 二、墙体保温及隔断塑料              | (158) |
| 第五节  装饰用塑料制品             | (161) |
| 一、塑料壁纸                   | (161) |
| 二、塑料地板                   | (162) |
| 三、塑料装饰板                  | (163) |
| 第六节  建筑用膜材料              | (163) |
| 一、建筑膜材                   | (164) |
| 二、建筑玻璃贴膜                 | (170) |
| 第七节  建筑塑料检测              | (172) |
| 一、塑料建筑材料基本性能             | (172) |
| 二、塑料门窗的质量检测              | (175) |
| 三、建筑用塑料管材的检测             | (176) |
| 第八节  建筑塑料的绿色化            | (179) |
| 一、建筑塑料的环保性发展趋势           | (180) |
| 二、建筑塑料的节能性发展趋势           | (181) |
| 三、建筑塑料的阻燃性发展趋势           | (187) |
| <br>第五章  建筑用高分子防水材料和合成纤维 | (192) |
| 第一节  高分子防水材料             | (192) |
| 一、国内外高分子防水材料的发展          | (193) |
| 二、高分子防水材料基本特点            | (195) |
| 三、高分子防水材料的分类             | (196) |
| 四、常用高分子防水材料              | (198) |
| 第二节  高分子防水材料检测技术及标准规范    | (206) |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| 一、防水材料的防水等级要求                | (206) |
| 二、沥青防水卷材的检测                  | (208) |
| 三、高聚物改性沥青防水卷材的检测             | (211) |
| 四、合成高分子防水卷材的检测               | (214) |
| 五、高分子密封材料的检测                 | (216) |
| 第三节 建筑用合成纤维                  | (220) |
| 一、建筑用合成纤维的分类及特点              | (221) |
| 二、合成纤维在混凝土中的应用               | (222) |
| 三、土工布及土工格栅在建筑中的应用            | (225) |
| 四、化纤地毯在建筑中的应用                | (228) |
| 五、建筑用合成纤维发展及标准规范             | (229) |
| <b>第六章 高分子建筑材料的绿色化及其技术标准</b> | (231) |
| 第一节 高分子建筑材料的绿色化              | (231) |
| 一、国外建材绿色化发展与进程               | (232) |
| 二、国内绿色建材评价体系                 | (234) |
| 三、高分子建筑材料的绿色化评价体系设想          | (238) |
| 第二节 高分子建筑材料环保性能检测及标准规范       | (242) |
| 一、高分子建筑材料对环境的影响              | (242) |
| 二、国内外高分子建筑材料的环保标准规范          | (245) |
| 三、高分子建筑材料环保性能的检测             | (246) |
| 第三节 高分子建筑材料节能性能检测及标准规范       | (253) |
| 一、国内外建筑节能及标准规范               | (254) |
| 二、建筑物围护结构的能效                 | (257) |
| 三、高分子建筑节能材料                  | (260) |
| 四、高分子节能建材热工性检测               | (265) |
| 第四节 高分子建筑材料防火阻燃性能检测及标准       | (271) |

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| 一、高分子建筑材料的防火阻燃安全性能概述            | (271) |
| 二、国内外防火性能技术标准规范                 | (275) |
| 三、高分子建筑材料防火阻燃性能的技术指标及其<br>测试方法  | (279) |
| <b>第七章 高分子建筑材料检测的应用</b>         | (288) |
| 第一节 高分子建筑材料检测概述                 | (288) |
| 一、建材检测的现状                       | (289) |
| 二、高分子建筑材料功能检测                   | (291) |
| 三、高分子建筑材料检测条件保障                 | (292) |
| 第二节 建筑设计、建设或改造工程中高分子建筑材料<br>的选择 | (295) |
| 一、建筑用高分子材料选材依据                  | (295) |
| 二、建设或改造工程中的选材准则                 | (296) |
| 第三节 绿色建筑物整体评估中高分子材料检测<br>的作用    | (304) |
| 一、国内外绿色建筑物整体评估体系                | (304) |
| 二、高分子建筑材料检测在绿色建筑评估体系中的作用        | (307) |
| 第四节 高分子建筑材料质量保证体系与检测            | (309) |
| 一、高分子建筑材料的厂商质量保证体系              | (310) |
| 二、高分子建筑材料的施工质量保证体系              | (311) |
| 三、高分子建筑材料的质量监督保证体系              | (313) |
| <b>参考文献</b>                     | (316) |
| <b>附录 国内外高分子建筑材料技术及测试方法标准</b>   | (320) |

# 第一章 高分子建筑材料

用于房屋建筑、装修、装饰以及桥梁、道路工程建设的聚合物材料,称为高分子建筑材料。它是以合成高分子化合物为主要成分及其复合材料为原料生产的新型建筑材料,是继木材、水泥、钢材之后的第四大类化学建材最重要的,也是主要的组成部分。在这类材料中,塑料用量最大,发展也较快;橡胶除用作密封材料、防水材料外,还制成各种胶管和胶板等;胶粘剂主要用于木材加工和混凝土施工;涂料的使用范围则遍及所有装修、装饰场合。高分子建筑材料由于具有良好的使用性能和装饰效果,近年来发展很快,已成为现代建筑业的重要材料。

## 第一节 高分子材料的基础知识

### 一、高分子材料基本概念

#### 1. 高分子化合物定义

高分子化合物是指相对分子量在  $10^4 \sim 10^6$ , 分子长度在 100 nm 以上的化合物,它通常是由低分子质量物质(单体)通过

聚合反应,合成含有许多重复单元的大分子,常简称高分子,又称为聚合物或高聚物。高分子化合物是由一种或几种结构单元通过共价键重复连接起来的,例如聚氯乙烯是由氯乙烯结构单元重复连接而成,其分子式可简写为 $[\text{CH}_2-\text{CHCl}]_n$ ,式中 $n$ 为结构单元(或重复单元)数,称聚合度;尼龙66其分子式写为 $[\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-\text{CO}(\text{CH}_2)_4\text{CO}]_n$ ,它由两种结构单元— $\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-$ 和— $\text{CO}(\text{CH}_2)_4\text{CO}-$ 多次重复而成,结构式中 $n$ 代表重复单元数,又称聚合度,它是衡量分子质量大小的一个指标,高分子化合物的分子量一般很高。

高分子化合物通常是由分子量不等的许多大分子链组成。通常所指的分子量是平均值,因而也就有分子量分布问题。高分子化合物的分子量具有两个特点:一是其分子量大;二是除了有限的几种蛋白质高分子外,无论是天然的还是合成的,分子量都是不均一的,具有多分散性。因此,高分子化合物的分子量只有统计的意义,根据统计平均方法的不同,有数均、重均、粘均和 $Z$ 均分子量之分。重均分子量 $M_w$ 和数均分子量 $M_n$ 的比值称分子量分布指数,可用于衡量分子量分布的宽窄。当 $M_w/M_n = 1$ 时,表示分子量完全均一分布,指数越大,表示分子量分布越宽。分子量分布对高分子化合物性能有重要影响,塑料、薄膜及纤维,分子量分布窄时对加工和性能都有利;橡胶,由于平均分子量一般都很大,足以保证制品的强度,因此分子量分布宽时可以改善流动性,有利于加工。

## 2. 高分子化合物与高分子材料

高分子材料是由高分子化合物组成的材料,也称为聚合物材料。虽然有许多高分子材料仅由聚合物组成,但在实际应用中,为了获得具有各种实用性能,或为了改善其成型加工性能,大多数高分子材料除基本组分(聚合物)之外,一般还加入各种

添加剂,如增塑剂、颜料、抗氧剂等,故高分子化合物与高分子材料的含义是不同的,在工业上并未将两者严格区分开来。

## 二、高分子化合物的分类及命名

### 1. 高分子化合物分类

高分子化合物可以从单体来源、合成方法、用途、成型热行为、结构等不同角度,进行多种分类。

(1) 按主链元素组成分类:可分为碳链、杂链和元素有机聚合物三大类。①碳链聚合物的主链完全由碳原子构成,如聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚丁二烯等。它们在高分子化合物中占有很大比例,是主要的通用高分子化合物,系塑料工业和橡胶工业的基础。②杂链聚合物的主链除碳原子外,还有氧、硫、氮等杂原子,如聚醚、聚酯、聚酰胺、聚氨酯和聚砷等,它们主要用作工程塑料和合成纤维。③元素有机聚合物的主链主要由硅、硼、铝和氧、氮、硫、磷等原子组成,侧链一般为有机基团如甲基、乙烯基和苯基等,如有机硅树脂等(即聚硅氧烷)。它们主要用作耐油、耐高温和耐燃等特种材料。主链和侧链均为碳以外的元素构成的聚合物,称无机聚合物。

(2) 按性质和产品分类:可分为橡胶、化学纤维、塑料、胶粘剂和涂料等。其中橡胶是弹性体,化学纤维一般是结晶高分子化合物,塑料是以合成树脂(通常情况下纯聚合物常称树脂)化学改性的天然高分子物质为主要成分,加入填料、增塑剂或其他添加剂,在一定温度和压力下加工成型的高分子化合物材料。塑料还可依合成树脂的受热行为进一步细分为热塑性塑料和热固性塑料,也可按材料硬度或柔性分成软塑料(如聚乙烯)和硬塑料(如酚醛树脂、聚苯乙烯等)。除胶粘剂、涂料一般无需加工成型而可直接使用外,橡胶、化学纤维和塑料等通常须用相应的

成型方法加工成制品。

(3) 按高分子化合物的来源分类:可分为天然聚合物(如纤维素、淀粉、天然橡胶等)、合成高分子化合物(如氯化腈腈橡胶、各种烯类高分子化合物等)和半合成高分子化合物(如醋酸纤维素等)。

(4) 按合成反应的名称分类:可分为加成高分子化合物(即加聚物)、缩合聚合物(即缩聚物)和开环聚合物等。

还有按其应用要求可分为通用高分子、特殊高分子、功能高分子、仿生高分子和医用高分子等。

### 2. 高分子化合物命名

高分子化合物普遍采用的是按单体或聚合物结构来命名,有时也常采用商品名或俗名。1972年国际纯化学和应用化学联合会(IUPAC)提出了以结构为基础对线型有机高分子化合物的系统命名法。

#### (1) 习惯命名法

根据单体来源或制法命名:以单体名称为基础,前面冠以“聚”字,例如乙烯聚合的产物称聚乙烯,类似的如聚丙烯、聚氯乙烯等;由两种单体合成的共聚物,常摘取两单体的简名,后缀“树脂”来命名,如苯酚和甲醛生成酚醛树脂,尿素和甲醛反应产物为脲醛树脂。

根据高分子化合物结构特征命名:如主链中含有酰胺基、酯基的高分子化合物称为聚酰胺、聚酯。

根据商品命名:如我国将应用于橡胶类的聚合物加上后缀“橡胶”,丁二烯和苯乙烯共聚物称为丁苯橡胶;用作纤维类的,在我国是用“纶”作后缀的,如腈纶(聚丙烯腈)、维尼纶(聚乙烯醇缩醛)等。

#### (2) 结构系统命名法



IUPAC 对线型聚合物提出了下列命名原则和程序:确定重复单元结构,排好其中次级单元次序,给重复单元命名,最后冠以“聚”字。IUPAC 系统命名法比较严谨,但有些聚合物的名称过于冗长,所以现在往往沿用习惯名称。

### 三、高分子材料的结构形态与性能特点

#### 1. 高分子材料的结构形态

高分子化合物的结构具有多层次性,可分为高分子链结构和凝聚态结构两类,其结构层次如表 1-1 所示。链结构是指单个高分子的结构与形态,凝聚态结构是指高分子材料整体的内部结构。大分子链是以结构单元借共价键结合而成,许多大分子链通过分子间相互作用聚集成高分子化合物材料,即我们平时所用的高分子材料是由许多高分子链按一定方式凝聚而成的,凝聚态为物质的物理状态,这些高分子的凝聚态结构可分为晶态结构、非晶态结构(无定形结构)、取向结构、液晶态结构,以及更高层次的织态结构(多相结构)。高分子链通过各种排列和堆砌方式形成的凝聚态结构,对高分子材料的性能有很大影响。

表 1-1 高分子化合物的结构层次

| 高分子化合物的结构                          |                                         |                                |                |
|------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|----------------|
| 高分子的链结构                            |                                         | 高分子的凝聚态结构                      |                |
| 一级结构(近程结构)                         | 二级结构(远程结构)                              | 三级结构                           | 高级结构           |
| 化学组成<br>结构单元链接方式<br>构型<br>线型、枝化、交联 | 高分子链大小(分子量、均方末端距、均方半径)<br>分子链形态(构象、柔顺性) | 晶态结构<br>非晶态结构<br>取向结构<br>液晶态结构 | 组态结构<br>(多相结构) |