

材料阻燃实用技术丛书

塑料阻燃 实用技术

葛世成 编著



化学工业出版社
材料科学与出版中心

材料阻燃实用技术丛书

塑料阻燃实用技术

葛世成 编著

化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料阻燃实用技术/葛世成编著. 北京: 化学工业出版社, 2003.12
(材料阻燃实用技术丛书)
ISBN 7-5025-5102-6

I. 塑… II. 葛… III. 塑料: 防火材料 IV. TB39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 001707 号

材料阻燃实用技术丛书

塑料阻燃实用技术

葛世成 编著

责任编辑: 丁尚林

加工编辑: 颜克俭

责任校对: 吴桂萍

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行
材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京兴顺印刷厂印刷

北京兴顺印刷厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 10 1/4 字数 287 千字

2004 年 2 月第 1 版 2004 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025 5102-6/TQ · 1898

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版者的话

材料是现代科学和社会发展的支柱，高分子材料具有许多其他材料不可比拟的性能，在尖端技术、国防建设和国民经济各个领域已成为不可缺少的材料。然而，大多数高分子化合物属易燃、可燃材料，一旦着火，燃烧速度快，不易熄灭，有些还会产生浓烟和有毒气体，污染环境，危及人民的生命安全，造成财产损失。近十几年来世界上发生的火灾，相当大的一部分与高分子材料的燃烧有关。因此，如何提高材料的阻燃性能已成为全世界十分关注的问题。

通过使用阻燃材料预防火灾和减缓火势的蔓延扩大，已成为人们的共识。随着国民经济的快速发展，人们对阻燃产品的要求越来越严格，阻燃的标准和法规也越来越完善，同时，人们对环保问题的关注，对阻燃剂高效低毒、少烟的追求，使得采用交联、接枝、催化、膨胀、成炭等一些阻燃新技术的研究得到了长足的发展，阻燃技术和阻燃材料也受到各科研及生产企业的高度重视并取得了许多可喜的成果。

为了适应高分子材料发展的需要，推动阻燃材料的广泛应用，我社组织行业内知名专家，从各种材料阻燃实用技术的角度共同编写了本丛书。本丛书包括如下几本：

- 《纤维素基质材料阻燃技术》
- 《钢材及混凝土防火阻燃技术》
- 《饰面材料防火涂料》
- 《塑料阻燃实用技术》
- 《阻燃新技术与新品种》

本丛书力求反映当前各种材料阻燃的最新技术与发展趋势，内容上突出材料阻燃的实用技术与配方实例。我们期望本丛书的出版

能对从事材料阻燃及阻燃剂开发与生产的科研技术人员及管理人员有一定的参考和借鉴，以促进行业的发展，提高我国材料阻燃的整体水平。

化学工业出版社

2004 年 1 月

前 言

利用火和控制火的斗争，始终贯穿着人类整个文明史和社会发展史。社会生产、生活的各个方面几乎都直接或间接地与火有着不同层次的联系。对火的安全控制已成为当今世界的重大课题。目前，各国连年公布的惊人火灾损失数字，不仅反映着人们对火控制能力的有限程度，同时也反映了人们渴望有效控制火的迫切要求，这就是一个阻燃科技工作者的强大工作动力和光荣而艰巨的使命。

我国政府制定了“以防为主，防消结合”的消防工作方针。因此，如何在预防上下功夫，是防止火灾的真正重点。

对火的根本防治，在于使广泛用于各行各业的可燃材料和物品自身具有抵抗火和燃烧的能力，就像向人体注射疫苗，去增强人体抵抗传染病的能力那样。阻燃技术实质是使易燃、可燃材料变为不燃、难于点燃或离火自熄的材料的技术，因此，它是防火科技的灵魂和基础；是预防火灾的根本措施；是科学造福人类的光辉范例；是人们安全生产、生活的希望之星。

本书是笔者从事阻燃工作 30 多年来，实验技术、经验和理论认识的结晶。此书部分内容是笔者与其学生和同事共同做的阻燃试验结果的第一手资料；其余部分是笔者参阅并摘录、概括了国内外书刊的优秀文章片断和公开发表的实验资料和专刊文献等。这些资料对本书的完整性和系统性无疑是一个有力的支撑。在此，向这些书刊的作者表示衷心的感谢。

为了使本书具有真正的实用性，笔者在以下几个方面做了努力和尝试。

1. 根据热固性塑料的阻燃化均与它们的基体聚合物固化反应和成型加工同时进行，并紧密相连的特点；本书对这些聚合物的固化（交联）反应理论、成型加工工艺和制作样品的实验操作步骤细

节都做了较为详细的论述，以便读者能更好地选择阻燃剂、固化剂、聚合物的加工工艺条件、设备；合理搭配它们的比例和条件；制出综合性能优良的阻燃产品。

2. 在配方示例中，对各组分名称、来源均做了较清楚的交代，便于查到它们的性能，并可购到它们，而不只是列出它们的国外牌号（有些国外牌号一般查不出其真实身份）。

3. 对各种塑料基体聚合物的组成、结构及性能特点做了较为详细的描述，以便能从根本上去医治其易燃、可燃的“病症”，不只是“腿痛医腿”，而是希望达到“标本兼治”的目标。

4. 本书对应用广泛的聚合物，如聚丙烯、聚乙烯、环氧树脂等的阻燃化；对阻燃化的热门课题，如消烟技术、膨胀阻燃技术、无卤阻燃体系以及阻燃新技术，如微胶囊化技术、纳米技术，都用重笔做了更为详细、广泛的论述，希望对读者有所启发和帮助。

5. 当阻燃体系是固体阻燃剂（ Sb_2O_3 、十溴二苯醚）和液体阻燃剂（溴化或氯化石蜡、膦酸酯类）的组合时，它们之间的防沉降重要性就显得较突出。为此作者在这方面也做了一定的实验和理论论述，在类似的书上未见这方面的报道。

尽管如此，本书是否具有真正的实用性，还有待于读者、阻燃工作者、专家给予客观的评说。

鉴于作者的水平，本书的不妥与错误之处在所难免，真诚地希望读者、专家提出宝贵意见并进行斧正。

向对编著本书提供友谊帮助的胡西芳教授、钟川人高工以及原天津阻燃技术研究所的同事陈玉凤工程师、岳凤鸣工程师，河北工业大学高分子材料室的瞿宏伟教授、刘盘阁同志，天津塑料研究所的刘振芳高工等表示衷心的感谢！

葛世成

2004年1月

目 录

1 绪言	1
1.1 塑料在国民经济中的重要作用	1
1.2 塑料阻燃的重大现实意义	2
1.3 阻燃塑料的分类和组成	6
1.3.1 分类	6
1.3.2 组成	8
参考文献	8
2 塑料的燃烧与阻燃机制	10
2.1 塑料基体聚合物的燃烧过程和机制	10
2.1.1 前言	10
2.1.2 塑料基体聚合物的燃烧过程和机制	10
2.2 塑料基体聚合物的阻燃机制	14
2.2.1 前言	14
2.2.2 塑料基体聚合物的阻燃机制	16
参考文献	31
3 塑料的实用阻燃技术与配方示例	32
3.1 塑料基体聚合物阻燃技术的基本原则	32
3.2 塑料阻燃的特点	37
3.3 塑料阻燃, 实用的阻燃剂的化学式、性能和应用针对性	40
3.4 聚烯烃的阻燃技术及配方示例	40
3.4.1 前言	40
3.4.2 聚烯烃的组成与结构特点	40
3.4.3 聚乙烯、聚丙烯的阻燃技术与配方示例	73
3.4.4 聚氯乙烯 (PVC) 的阻燃技术与配方示例	94
3.4.5 聚苯乙烯 (PS) 的阻燃技术与配方示例	102
3.4.6 ABS 的阻燃技术与配方示例	111
3.4.7 聚酰胺 (尼龙) 的阻燃技术与配方示例	116

3.4.8 聚碳酸酯(PC)的阻燃技术与配方示例	122
3.5 热固性聚合物的阻燃技术与配方示例	124
3.5.1 热固性聚合物的组成与结构特点	124
3.5.2 环氧树脂的组成与结构特点	124
3.5.3 环氧树脂的固化	126
3.5.4 环氧树脂的可燃性	126
3.5.5 环氧树脂的阻燃技术与配方示例	128
3.5.6 新型环氧树脂阻燃固化剂、阻燃剂及其应用配方示例	134
3.5.7 聚氨酯(泡沫塑料)的阻燃技术与配方示例	143
3.5.8 不饱和聚酯树脂的阻燃技术与配方示例	156
3.5.9 酚醛树脂的阻燃技术与配方示例	165
3.5.10 氨基树脂的阻燃技术与配方示例	171
参考文献	175
4 塑料阻燃新技术	177
4.1 微胶囊化技术	177
4.1.1 微胶囊化技术的应用	177
4.1.2 微胶囊阻燃剂的制造方法	178
4.1.3 举例——微胶囊化红磷阻燃剂	180
4.2 纳米技术	188
4.2.1 前言	188
4.2.2 无机物-聚合物纳米复合材料制造法	190
4.2.3 用蒙脱土等层状结构硅酸盐与聚合物制成纳米复合材料的 重大科学与经济价值	197
4.2.4 纳米级超细粒子的表面改性及应用	200
4.2.5 常规阻燃剂与纳米无机物、聚合物复合材料的制备与 性能	202
4.3 辐射交联和化学交联技术	205
4.3.1 前言	205
4.3.2 辐射交联机理	206
4.3.3 影响辐射交联的因素	209
4.3.4 辐射交联工艺	211
4.3.5 敏化辐射交联机理	212
4.3.6 其他添加剂对敏化辐射交联的影响	212

4.3.7	辐射交联聚合物材料或制品的性能	212
4.3.8	阻燃辐射交联聚合物配方示例	214
4.3.9	化学交联技术	217
4.4	膨胀阻燃技术	219
4.4.1	前言	219
4.4.2	膨胀阻燃体系的组成和机理	221
4.4.3	制备膨胀阻燃聚合物配方示例	227
4.4.4	新型膨胀阻燃剂	229
4.4.5	存在问题、最近进展和发展方向	235
4.5	抑烟技术及配方示例	236
4.5.1	烟的产生和危害	236
4.5.2	抑制聚合物烟雾的技术和方法	239
4.6	增容技术及其在阻燃聚合物材料中的应用	249
4.6.1	前言	249
4.6.2	增容的具体技术和方法	250
4.7	成炭及防熔滴技术	254
4.7.1	前言	254
4.7.2	聚合物的成炭性	255
4.7.3	催化聚合物成炭概述	256
4.7.4	成炭和防熔滴技术概述	257
4.7.5	成炭防熔滴技术应用配方示例	258
参考文献		260
5	塑料燃烧性评价、测试方法和标准	262
5.1	塑料燃烧性能评价	262
5.1.1	前言	262
5.1.2	塑料燃烧性能测试方法分类	264
5.2	可燃性试验法(火焰蔓延法)	266
5.2.1	垂直燃烧试验法	266
5.2.2	UL-94 HBB 级的水平燃烧试验方法	267
5.2.3	UL-94 V-0、UL-94 V-1、UL-94 V-2 级的垂直 燃烧试验方法	268
5.2.4	UL-94 5-V 级的垂直燃烧试验方法	269
5.3	氧指数试验法	269

5.3.1	前言	269
5.3.2	设备与试验操作	270
5.4	塑料材料发烟量的测定方法和标准	272
5.4.1	烟雾的比光密度测定法	273
5.4.2	烟尘的质量测定法	275
5.5	释热性能测试法	276
5.5.1	简介和原理	276
5.5.2	锥形量热仪的构造、性能	277
5.5.3	锥形量热计的应用前景	278
5.6	塑料燃烧性能测试标准总汇	280
5.6.1	中国制定和执行的标准	280
5.6.2	国际及国外塑料燃烧性能测试标准	281
	参考文献	286
附录 1	中国塑料燃烧性能测试方法和标准	287
附录 2	主要塑料基体聚合物的氧指数	328
附录 3	国内主要阻燃剂生产单位名录	329

1 绪 言

1.1 塑料在国民经济中的重要作用

塑料、合成橡胶、合成纤维三大合成材料在当今世界中的广泛应用是众所周知的。三大合成材料从数量和应用的广泛性上以塑料为首，它和钢铁、木材、水泥构成现代社会中四大基础材料，是建筑、电力、电讯、电器、能源、交通运输、农业、医疗卫生、宇航、信息、国防工业不可缺少的材料。

塑料在以下几个领域的应用还在与日俱增，不断扩大。

(1) 包装行业是塑料制品加工行业发展最快的领域，例如作为众多包装材料基材的双向拉伸聚丙烯薄膜（BOPP），已拥有 70 条大型生产线，总生产能力已达 50 万吨/年，双向拉伸聚酯薄膜（BOPET）生产线 30 多条，生产能力已超过 10 万吨/年，还有其他基材的塑料包装材料，它们的总生产能力，2000 年底前已超过 350 万吨/年。

(2) 塑料建筑材料极具发展前途，发展速度与日俱增，最近 20 年内形成相当规模的产销量，如建筑用给排水管材、异型门窗等制品，在建筑上的应用正在扩大，它们被应用的比例已分别达到 30% 和 15%；今后几年需求总量将达到 80 万吨/年以上。其他建筑上用塑料，如壁纸、地板革以及防水卷材等，也正在成为建筑材料中不可缺少的种类。

(3) 在电力、通讯、电器工业中，塑料制品更是不可代替的材料和制品，如电脑、电视机、电冰箱、空调、洗衣机等电器的底盖、外壳；电缆、光缆、电线的绝缘套管和外护套等，现均从橡胶、铅、纸等材料转为全塑材料。

(4) 在交通运输业，塑料的应用日趋广泛，汽车、火车、轮

船、飞机内的装饰材料，板材零部件都是由各种塑料材料和制品构成；汽车工业发展的一个重要标志，就是使用塑料制品的数量和品种正在不断扩大。日本等国 2000 年已出现批量生产的全塑轿车和全塑自行车。

(5) 据农业部统计，我国塑料农膜（地膜、棚膜）总需求量在 110 万吨/年以上，居世界首位。另外，节水所需喷灌、滴灌、渠灌用塑料管材，以及防渗膜、土工膜等，均是塑料为农业服务的重要应用。

(6) 在能源工业，如在煤炭工业中塑料正在取代大部分橡胶和纺织品；煤矿井下的输送带，以前大多数为以橡胶和帆布为主的分层输送带，现已大部分改为以聚氯乙烯（PVC）为主的整芯输送带，而且这种输送带的用量相当大。

(7) 在国防、医疗卫生、生命科学中的应用更是方兴未艾，如人造心脏、人造血管、人造骨骼等大多数是由塑料材料或制品构成的。

(8) 我国塑料制品在满足国内各方面需求的同时，还大批进入国际市场，2000 年我国塑料出口 510.55 万吨，创汇 52.38 亿美元，比上年分别增长 15.72% 和 19.3%。

另外，人工革（PVC 人造革、PU 人造革）以及编织袋、双向拉伸材料（BOPP、BOPE、BOPS）等包装材料，从产量到质量均取得举世瞩目的成就；人工革年产量已达 8.5 亿平方米，编织袋年产量已超过 100 万吨/年（2000 年统计），其中相当部分出口到欧、美、亚等地。

1.2 塑料阻燃的重大现实意义

利用火与控制火的斗争始终贯穿人类的社会发展史和科学技术发展史。火，一旦失去控制，就会酿成火灾，给国家和人民的生命财产造成惨重损失；控制火灾发生，已成为当今世界的重大课题。塑料，具有许多优良性能，它质量轻，有极大的塑造性、延展性，既可压延成膜，又可注射、挤塑成型材；既可制成柔软制品，又可

制成坚如钢铁的制品（如玻璃钢等）；它绝缘性好，但又可制成导电材料。但是大多数塑料都有一个致命的弱点，即它们大多数是易燃或可燃的；它们的氧指数大多在 16~19 之间。空气中氧含量为 21%，所以只要具备火源，大多数塑料材料就可以在空气中被点燃并维持燃烧，如条件允许，还会越烧越旺。聚氨酯泡沫塑料的氧指数为 16，聚乙烯、聚丙烯的也仅为 17.3 和 17.4，这些材料就是极易燃烧的，它们是火灾的温床和土壤；这些材料在建筑、电力、电器上的应用又是特别广泛，它们被点燃并酿成火灾的事例不胜枚举。据统计，在世界和我国发生火灾的次数和造成的损失，建筑物内火灾均居首位，其次是电力、电讯和电器上的火灾，而这两个领域又是塑料应用最广泛的领域。如大连市七层的大连饭店，因三层走廊吊顶采用非阻燃的聚氨酯泡沫塑料，在灯泡高温照射下分解自燃，引起特大火灾；这种情况还发生在哈尔滨天鹅大饭店的火灾上，它们均造成人员惨重伤亡和财产的重大损失。

我国政府对减免火灾的发生、保障人民生命财产和国家财产的安全非常重视，党和政府制定了“以防为主，防消结合”的消防工作方针。因此，如何在“防”上下功夫，就成为人们关注的焦点，也是减免火灾的重点。

把易燃或可燃的塑料变为不易被点燃或点燃后很快自熄，或点燃后燃烧速度很慢，就会大大减少火灾的发生，这就是塑料阻燃的目的和内涵。也就是说，就如同向人体内注射防病疫苗，使人们自身增加防病能力一样，使这些易燃材料本身具有抵抗火侵袭的能力，使它们不易被点燃，即便是被点燃也会很快自熄。实践证明，这是落实“以防为主，防消结合”方针的有效而实用的重大措施。近 20 多年，我国塑料阻燃已做了大量工作，许多科技工作者为此付出了辛勤劳动和血汗，研制并生产、应用了许多阻燃塑料材料和制品，成功地防范了火灾发生的事例不胜枚举；如 1997 年天津开发区阻燃技术研究所生产的 FR-FT 高效液体阻燃剂对开发区 20 多个大型宾馆、饭店、娱乐场所内的塑料装修、装饰材料及纺织品材料，进行了阻燃后处理（包括地毯、塑料地板、窗帘、护墙板、沙

发、壁粘等)，使这些建筑物至今（已有 6 年多）未发生任何火灾或火灾事故；又如 1997 年用该所生产的 FR 系列聚氨酯泡沫塑料专用阻燃剂处理的高回弹聚氨酯泡沫塑料坐垫，用于北京开往南京的 66 次列车（这是我国第一个提速列车），后又继续应用于其他提速列车上，经过 6 年多的使用，这些提速列车上均未发生火灾事故。又例如自 20 世纪 80 年代后期，我国的众多石化企业和众多的发电站，由于在关键的成束电缆使用了阻燃电缆护套外，又加阻燃防火槽盒等严密的阻燃防火措施，从而十几年来，我国大型石化企业和发电机构未有一处发生较大的火灾。

大多数塑料基体聚合物，如聚烯烃、聚氯乙烯、聚氨酯等，它们在被点燃着火后，均受热分解产生可燃气体，继而猛烈燃烧。这些分解后产生的燃烧产物中有一氧化碳、二氧化碳（聚烯烃）、氯化氢（聚氯乙烯）、氰化氢、一氧化氮、二氧化氮（聚丙烯腈、聚氨酯等）等。这些气体均为有毒或毒性很强的窒息性气体，表 1-1 列出了这些气体的允许浓度。

表 1-1 各种有毒气体的允许浓度

气体名称	允许浓度		气体名称	允许浓度	
	$/\times 10^{-6}$	$/(mg/m^3)$		$/\times 10^{-6}$	$/(mg/m^3)$
一氧化碳	50	35	二氧化氮	5	9
一氧化氮	25	30	氰化氢	10	11
氯化氢	5	7	丙烷	1000	1800
二氧化碳	5000	9000	甲醛	5	6
氮气	1	3	二硫化碳	20	60
二氧化硫	5	13	苯	25	80
硫化氢	10	15	光气	0.1	0.4

塑料在燃烧时，除产生上述大量有毒气体外，还伴有浓厚的黑烟产生；空气中氧的含量均比正常状态下要少很多，尤其在建筑物内（地下建筑物内更甚）发生火灾，大量的一氧化碳产生是普遍的（氧气不足，燃烧不完全）。这些有毒气体的浓度均会大大超过表 1-1 所列出的允许浓度。因此，塑料着火引起的火灾，或燃烧物为塑料，在火灾中丧生的绝大部分是因吸入上述有毒气体窒息而死，

而不是被烧死的。1984 年广州白云机场伊尔客机发生重大火灾，发现大多数死亡乘客身上衣着完好无损，经尸体解剖检查，证明这些乘客主要是吸入因塑料燃烧后放出的上述有毒气体窒息中毒而死。1994 年 2 月 14 日唐山市林西百货大楼因电焊火花引燃软质聚氨酯泡沫塑料床垫发生特大火灾，在火灾中丧生的 79 人中，仅 1 人是被火直接烧死的，其余均因吸入上述有毒气体窒息中毒身亡。

塑料等高分子材料在高层建筑、公共建筑，尤其是公共娱乐场所的使用量越来越多，因为这些场所更需要用塑料等高分子材料装修、装潢，以保持其美观、高雅、舒适的要求，而一旦这些场所发生火灾，致使上述塑料等高分子材料着火燃烧，就产生了塑料燃烧的第二个特点，即燃烧的热释放率特别高（燃烧热值高）。从而能迅速进行猛烈的燃烧和蔓延，形成恶性循环，使火越烧越旺，极易造成人员的惨重伤亡和财产的严重损失（在这些场所装修、装饰材料又多，人员又密集，高层建筑又因位置高而使灭火工作困难等，也是造成惨重伤亡的因素）。1994 年 12 月 8 日新疆克拉玛依友谊歌舞厅因塑料等高分子材料被点燃而酿成特大火灾，使 325 名中小学生和教师丧生，就是一个最明显的例证。

在 21 世纪里，中国已加入世界贸易组织（WTO），我国塑料工业面临机遇与挑战共存的局面，而挑战的一个重要方面就是我国现在还有许多塑料制品没有达到美国、欧洲、日本等国和地区对这些制品制定的阻燃性能标准。例如我国广东地区许多厂家，由于未研制出达到国际上公认的电器制品阻燃的 UL-94 标准的产品，而无法出口批量极大的阻燃聚丙烯彩灯座（圣诞树以及节日建筑物披挂的彩灯装饰灯座）。又例如，国内许多企业，也因同样情况而无法出口以阻燃 ABS 作为底座和支架的电暖器。

1989 年 9 月在青岛召开了全国首届阻燃学术报告会暨全国阻燃学会成立大会，盛况空前，意义深远。它是我国阻燃事业发展史上的一个里程碑。在此以后，我国阻燃事业的发展进入一个崭新阶段，阻燃科技、生产和应用均出现飞跃，如 1989 年我国纯阻燃剂的总产量约 5000t，而至 1998 年末总产量达到 7 万吨，10 年间增

加了十几倍。

虽然从 20 世纪 90 年代起,我国阻燃事业进入崭新的发展阶段,但年产 7 万吨的产量也仅为美国同期阻燃剂产量的 1/7。

随着社会的发展和人民生活水平的提高,人们对生活、生产的安全性提出更高的要求。党的“十六大”提出了小康社会的目标,想像一下,如果阻燃塑料材料,特别是阻燃建筑装修、装潢材料一旦进入家庭,恐怕阻燃剂、阻燃塑料的需求量,即便是成百倍地增长,也满足不了实际需求,因为即便是高层公共建筑内、公共娱乐场所,目前使用上阻燃材料的也仅占百分之几。这充分说明,我国塑料阻燃事业中从事这方面工作的科技、生产人员仍面临光荣而艰巨的任务。笔者认为要实现上述任务,关键在于切实贯彻“以防为主,防消结合”的方针,一方面要做大量宣传工作,提高人们的防火意识;另一方面就是党和政府对高分子材料阻燃科技给予更大的关注和支持,这包括人员培训、科研基地的建立、先进设备的购置和使用等。最为关键的是要建立和不断完善各种塑料材料和制品的阻燃性能标准和法规,最终要达到阻燃单独立法的境界,使高分子材料阻燃法律化,以满足人民对生活、生产安全性越来越高的要求,并与国际阻燃性能标准、法规、法律接轨。

1.3 阻燃塑料的分类和组成

1.3.1 分类

(1) 按加工条件分类 阻燃塑料的热行为可分为阻燃热塑性塑料和阻燃热固性塑料。

① 阻燃热塑性塑料 特点是受热软化、熔融,冷却后固化,可反复加工。包括:阻燃聚烯烃(阻燃 LDPE、HDPE、LLDPE、阻燃聚丙烯等),阻燃聚氯乙烯(PVC),阻燃聚苯乙烯系树脂(PS、ABS 等),阻燃聚酰胺,阻燃丙烯酸类树脂以及阻燃聚碳酸酯、聚苯醚、聚砜等工程塑料。

② 阻燃热固性塑料 特点是在受热或加入交联固化剂条件下,固化成不溶不熔的固体;温度过高会分解,不能反复加工。主要包