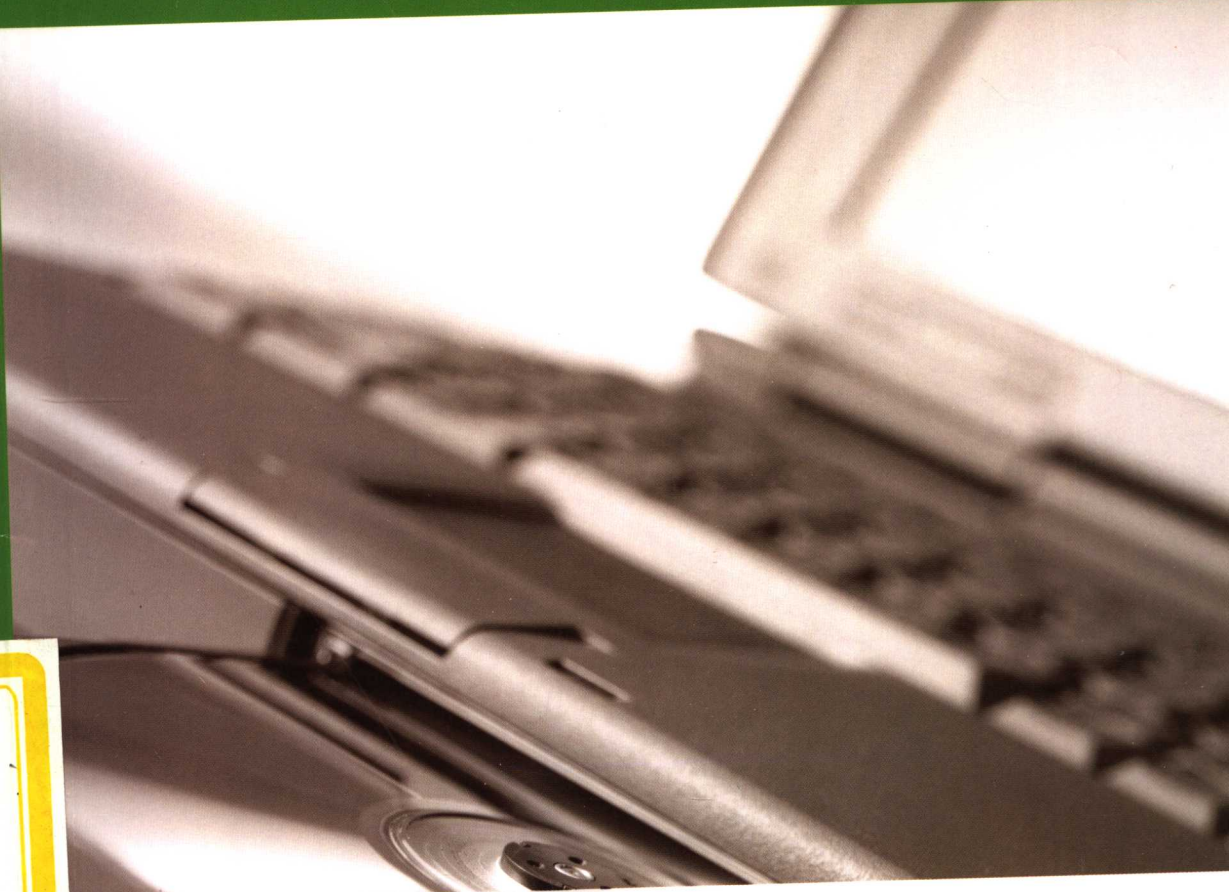



塑料生产新技术丛书

塑料材料选用技术

SULIAO CAILIAO XUANYONG JISHU

杨东武 秦玉星 编著 段予忠 审校



 中国轻工业出版社

塑料生产新技术丛书

塑料材料选用技术

SULIAO CAILIAO XUANYONG JISHU

上架建议：塑料工业

ISBN 978-7-5019-6174-0



9 787501 961740 >


定价：35.00元

7032
4741
2

塑料生产新技术丛书

塑料材料选用技术

杨东武 秦玉星 编著
段子忠 审校

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料材料选用技术/杨东武, 秦玉星编著. —北京:
中国轻工业出版社, 2008. 1
(塑料生产新技术丛书)
ISBN 978-7-5019-6174-0

I. 塑… II. ①杨…②秦… III. 塑料-材料
科学-基本知识 IV. TQ32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 155354 号

内 容 提 要

本书系统介绍了塑料的基本性能, 30 多种常用原料树脂性能、40 多种常用加工助剂特点、用量; 塑料材料与性能之间的 20 多种关系, 如力学, 电气, 耐老化, 耐化学腐蚀, 耐摩擦, 耐热, 耐光, 阻隔渗透性, 医用材料相容性, 压电性, 抗静电、磁性、热致变形性, 消光性, 隔音性, 吸油性, 吸水性, 阻燃及导热等性能; 塑料选材设计总体思路, 原理、程序、方法, 影响因素、注意事项; 最后给出 100 多种具体产品, 如: 管材、片材和板材、异型材, 薄膜, 人造革, 壁纸, 泡沫类, 丝、带、网类, 塑料容器、鞋类, 电缆料、建材, 医用器材, 日用品, 汽车配件, 废旧塑料回收利用等实例, 近 900 个具体配方。以供从事塑料生产的工程技术人员分析、对比和参照, 期望能协助指导实际工业化生产。

本书可供塑料行业的技术人员、工人、管理人员和塑料专业大专院校师生阅读参考, 或作为塑料专业培训班教材。

责任编辑: 赵红玉 责任终审: 劳国强 封面设计: 锋尚制版
版式设计: 王超男 责任校对: 燕 杰 责任监印: 胡 兵 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 河北省高碑店市鑫昊印刷有限责任公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 720 × 1000 1/16 印张: 17.25

字 数: 367 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-6174-0/TQ · 291 定价: 35.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119845 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

70640K4X101ZBW

前 言

随着塑料工业的迅速发展，塑料的应用范围越来越广泛，可以部分代替木材、钢材、铝材、陶瓷、玻璃、皮革、纸张、油漆、橡胶、花草树木等。塑料材料的独特优点是其他材料所不能代替的，例如用于塑料农用大棚膜、地膜，生活日用品的大部分材料等。各行各业的科技人员应如何合理选用塑料已成为关键问题。为满足广大读者的需要，我们在塑料理论研究及实际工业化生产的基础上，结合实际，从实用角度出发，编写了此书。

本书系统介绍了塑料的基本性能，介绍了 30 多种常用原料树脂的性能；40 多种常用加工助剂特点和用量；塑料材料与性能之间的 20 多种关系，如力学、电气、耐老化、耐化学腐蚀、耐摩擦、耐热、耐光、阻隔渗透性、医用材料相容性、压电性、抗静电、磁性、热致变形性，消光性，隔音性，吸油性，吸水性，阻燃及导热等性能；以及塑料选材设计总体思路，原理、程序、方法，影响因素、注意事项；最后给出 100 多种具体产品，如：管材、片材和板材、异型材，薄膜，人造革，壁纸，泡沫类，丝、带、网类，塑料容器、鞋类，电缆料，建材，医用器材，日用品，汽车配件，废旧塑料回收利用等实例，近 900 个具体配方。这些配方可供分析、对比和参照。但作者不能保证所有配方均可直接使用，如要用于工业化生产，必须先行试验验证。

本书可供塑料行业的技术人员、工人、管理人员和塑料专业大专院校师生阅读参考，或作为塑料专业培训班教材。

本书在编写过程中得到了中国塑料协会塑料改性专业委员会秘书长刘英俊教授、青岛科技大学副校长刘光焯教授的帮助指导，在此谨致谢意。

由于作者水平有限，错误之处，敬请读者不吝指正。

编著者

2007 年 8 月

目 录

1 绪论	(1)
2 塑料的基本性能	(4)
2.1 原料树脂的特点	(4)
2.1.1 聚乙烯	(4)
2.1.1.1 低密度聚乙烯	(4)
2.1.1.2 高密度聚乙烯	(5)
2.1.1.3 线形低密度聚乙烯	(7)
2.1.1.4 中密度聚乙烯	(8)
2.1.1.5 很低密度聚乙烯和超低密度聚乙烯	(9)
2.1.1.6 超高分子量聚乙烯	(11)
2.1.1.7 改性聚乙烯	(13)
2.1.1.8 茂金属聚乙烯	(14)
2.1.2 聚氯乙烯	(15)
2.1.2.1 基本性质	(15)
2.1.2.2 改性聚氯乙烯	(17)
2.1.3 聚丙烯	(19)
2.1.3.1 基本性质	(19)
2.1.3.2 改性聚丙烯	(20)
2.1.4 ABS	(24)
2.1.4.1 基本性质	(24)
2.1.4.2 改性 ABS	(25)
2.1.5 聚苯乙烯	(27)
2.1.5.1 基本性质	(27)
2.1.5.2 改性聚苯乙烯	(28)
2.1.6 聚酰胺	(29)
2.1.6.1 基本性质	(29)
2.1.6.2 改性聚酰胺	(30)
2.1.7 聚酯树脂	(35)
2.1.7.1 不饱和聚酯	(35)
2.1.7.2 饱和聚酯	(36)
2.1.7.3 改性聚酯	(38)
2.1.7.4 聚对苯二甲酸丁二醇酯	(39)
2.1.8 聚氨酯	(42)

2.1.8.1	聚氨酯泡沫塑料	(42)
2.1.8.2	非聚氨酯泡沫塑料制品	(44)
2.1.9	酚醛树脂	(45)
2.1.10	环氧树脂	(47)
2.1.11	聚甲醛	(49)
2.1.12	聚碳酸酯	(52)
2.1.13	其他塑料原料	(54)
2.1.13.1	氟塑料	(54)
2.1.13.2	密胺塑料	(56)
2.1.13.3	聚甲基丙烯酸甲酯	(57)
2.1.13.4	有机硅	(58)
2.1.13.5	聚酰亚胺	(59)
2.1.13.6	聚砜	(60)
2.1.13.7	阻隔性树脂	(61)
2.1.13.8	聚苯醚和聚苯硫醚	(62)
2.1.13.9	聚芳醚酮	(63)
2.1.13.10	邻苯二甲酸二烯丙酯	(63)
2.1.13.11	MBS 和 AMS 树脂	(63)
2.1.13.12	液晶聚合物	(64)
2.1.13.13	聚甲基戊烯	(65)
2.2	加工助剂的特点	(65)
2.2.1	增塑剂	(66)
2.2.1.1	增塑剂的基本性能	(66)
2.2.1.2	增塑剂的分类方法	(69)
2.2.1.3	常用增塑剂品种与性能	(69)
2.2.2	热稳定剂	(72)
2.2.2.1	铅类稳定剂	(72)
2.2.2.2	金属皂类稳定剂	(73)
2.2.2.3	有机锡类稳定剂	(74)
2.2.2.4	铋类稳定剂	(75)
2.2.2.5	有机辅助稳定剂	(75)
2.2.2.6	其他稳定剂	(76)
2.2.3	抗氧剂	(76)
2.2.3.1	主抗氧剂	(77)
2.2.3.2	辅助抗氧剂	(78)
2.2.4	光稳定剂	(78)
2.2.4.1	光屏蔽剂	(79)
2.2.4.2	紫外线吸收剂	(80)

2.2.4.3	猝灭剂	(80)
2.2.4.4	自由基捕获剂	(80)
2.2.5	润滑剂	(80)
2.2.5.1	烃类润滑剂	(81)
2.2.5.2	脂肪酸类	(81)
2.2.5.3	脂肪族酰胺类和酯类	(81)
2.2.5.4	金属皂类	(82)
2.2.5.5	复合润滑剂	(82)
2.2.5.6	其他润滑剂	(82)
2.2.5.7	起脱模作用的润滑剂	(83)
2.2.6	偶联剂	(83)
2.2.6.1	硅烷偶联剂	(84)
2.2.6.2	钛酸酯类偶联剂	(84)
2.2.6.3	其他类偶联剂	(85)
2.2.7	填充剂	(86)
2.2.7.1	填充剂的种类	(86)
2.2.7.2	影响填充改性性能的因素	(92)
2.2.8	增强剂	(93)
2.2.8.1	增强剂的种类	(93)
2.2.8.2	影响增强改性性能的因素	(96)
2.2.9	阻燃剂	(97)
2.2.10	抗静电剂	(100)
2.2.10.1	常用导电填料	(101)
2.2.10.2	主要抗静电剂品种及性质	(102)
2.2.10.3	影响导电填料导电性的因素	(103)
2.2.11	加工改性剂	(103)
2.2.12	抗冲改性剂	(106)
2.2.13	助剂母料	(107)
2.2.13.1	填充母料	(108)
2.2.13.2	色母料	(109)
2.2.13.3	专用母料	(109)
2.2.14	其他助剂	(111)
2.2.14.1	着色剂	(111)
2.2.14.2	相容剂	(114)
2.2.14.3	发泡剂	(115)
2.2.14.4	交联剂	(115)
2.2.14.5	防霉剂	(115)
2.2.14.6	防雾滴剂	(115)
2.2.14.7	铜抑制剂	(115)

2.2.14.8	成核剂	(116)
2.2.14.9	抗菌剂和透明剂	(116)
2.2.14.10	开口剂和除草剂	(116)
2.2.14.11	光敏剂	(116)
2.2.14.12	生物降解剂	(117)
2.2.14.13	降黏剂和增黏剂	(117)
2.2.14.14	超分散剂和缓释剂	(118)
2.2.14.15	耐磨剂和脱模剂	(119)
2.2.14.16	光洁剂和增香剂	(119)
2.2.14.17	其他	(119)
3	塑料材料与性能之间关系	(121)
3.1	力学性能	(121)
3.1.1	强度指标	(121)
3.1.2	韧性指标	(126)
3.1.3	尺寸稳定性	(127)
3.1.4	轻重指标	(129)
3.1.5	吸水指标	(132)
3.2	电气性能	(132)
3.2.1	概论	(132)
3.2.2	影响导电性的因素	(134)
3.3	耐老化性能	(135)
3.3.1	热氧老化和光老化机理	(135)
3.3.2	耐老化性能测试	(135)
3.3.3	耐老化对策	(136)
3.4	耐化学腐蚀性能	(137)
3.5	耐摩擦性能	(140)
3.6	耐热性能	(140)
3.6.1	概论	(140)
3.6.2	塑料的热传导	(145)
3.7	光学性能	(146)
3.8	阻隔渗透性能	(149)
3.9	阻燃性能	(151)
3.10	医用材料相容性能	(153)
3.10.1	医用容器类	(153)
3.10.2	一次性医用品类	(153)
3.10.3	人工器官类	(154)
3.11	压电性能	(155)

3.12	热致变形性能	(155)
3.13	高吸油性能	(156)
3.14	高吸水性能	(156)
3.15	毒性	(157)
3.16	收缩性能	(157)
3.16.1	冷收缩性能	(157)
3.16.2	热收缩性能	(158)
3.17	其他	(159)
4	塑料选材设计总体思路	(160)
4.1	基本原则	(160)
4.1.1	树脂原料及助剂的选择	(160)
4.1.2	成型设备、模具及工艺条件的选择	(162)
4.1.3	根据制品性能的要求	(164)
4.1.4	塑料配方的两种表示方法	(165)
4.1.5	塑料选材设计的程序及检验	(165)
4.1.6	单因素变量设计	(167)
4.1.7	多因素变量设计	(168)
4.2	塑料选材设计分述	(170)
4.2.1	材料的选择	(170)
4.2.2	成型方法的选择	(173)
4.2.3	具体性能要求的选择	(173)
5	具体产品实例	(177)
5.1	管材	(177)
5.1.1	聚氯乙烯管	(177)
5.1.1.1	硬管	(177)
5.1.1.2	软管	(179)
5.1.2	聚氯乙烯管件、阀门	(181)
5.1.3	特殊聚氯乙烯管	(181)
5.1.4	聚乙烯管	(182)
5.1.5	聚丙烯管	(183)
5.1.6	其他管	(183)
5.2	板材、片材类	(184)
5.2.1	聚氯乙烯板材、片材	(184)
5.2.2	聚烯烃板材、片材	(185)
5.2.3	其他材料板材、片材	(186)
5.3	异型材	(186)
5.3.1	门窗异型材	(186)

5.3.2 其他异型材	(187)
5.4 薄膜类	(188)
5.4.1 聚氯乙烯膜	(188)
5.4.1.1 压延 PVC 膜	(189)
5.4.1.2 吹塑 PVC 膜	(190)
5.4.2 聚乙烯膜	(192)
5.4.3 聚丙烯膜	(193)
5.4.4 其他材料薄膜	(193)
5.5 人造革及壁纸	(194)
5.5.1 人造革	(194)
5.5.2 壁纸	(197)
5.5.3 地板革	(198)
5.6 泡沫塑料类	(198)
5.6.1 聚苯乙烯泡沫塑料	(199)
5.6.2 聚氨酯泡沫塑料	(199)
5.6.3 聚乙烯泡沫塑料	(200)
5.6.4 聚丙烯泡沫塑料	(201)
5.6.5 聚氯乙烯泡沫塑料	(201)
5.6.6 其他泡沫塑料	(202)
5.7 塑料丝及带类	(203)
5.7.1 聚氯乙烯丝	(203)
5.7.2 其他材料丝、带、网类	(204)
5.8 电线、电缆料类	(204)
5.8.1 聚氯乙烯电线电缆料	(204)
5.8.2 聚乙烯电缆料	(206)
5.8.3 聚丙烯及其他电缆料	(207)
5.9 鞋料类	(208)
5.9.1 聚氯乙烯鞋料	(208)
5.9.2 聚乙烯鞋料	(210)
5.9.3 EVA 鞋料 (乙烯-醋酸乙烯共聚物)	(210)
5.9.4 SBS 鞋料 (丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物)	(211)
5.9.5 聚氨酯 (PU) 鞋	(211)
5.10 塑料容器类	(211)
5.10.1 聚氯乙烯中空容器	(211)
5.10.2 聚乙烯及其他容器	(212)
5.11 其他制品类	(213)
5.12 塑料配色	(223)
5.12.1 概论	(223)

5.12.2 聚氯乙烯配色	(224)
5.12.3 聚乙烯配色	(226)
5.12.4 聚丙烯配色	(228)
5.12.5 聚苯乙烯配色	(229)
5.12.6 其他材料配色	(234)
5.13 汽车用塑料种类	(234)
5.14 废旧塑料回收利用	(236)
5.14.1 分离技术	(236)
5.14.2 应用实例	(237)
5.15 具体产品实例详细说明	(239)
5.15.1 热收缩材料	(239)
5.15.2 低发泡吹塑薄膜	(240)
5.15.3 聚氯乙烯片材	(241)
5.15.4 耐高温 PVC 电缆料	(242)
5.15.5 汽车部件用聚丙烯材料	(243)
5.15.6 增强 PVC 人造革	(244)
5.15.7 EVA 微孔鞋底	(245)
附录 1 常用塑料选择指南	(247)
附录 2 塑料材料特性	(250)
附录 3 塑料材料剖析	(251)
附录 4 常用树脂及助剂英文缩写	(253)
附录 5 常用国产塑料树脂主要生产厂家	(258)
附录 6 常用国产塑料助剂品种及主要生产厂家	(260)
主要参考文献	(262)

1 绪 论

目前在高速发展能源技术、信息技术的同时，材料技术也得到了迅速发展。与其他材料相比，塑料材料具有以下特点。

质量轻 其密度在 $0.8 \sim 2.3\text{g/cm}^3$ 之间，一般只有钢的 $1/5$ ，铝的 $1/2$ ，与木材相近，可以代替木材，作门窗、家具、箱子、楼梯扶手、窗帘导轨等。

比强度高 比强度远高于水泥混凝土，接近甚至超过了钢材，属于一种轻质高强的材料，可用于机械、电子、军工、航天、汽车等零部件。

耐腐蚀 化学稳定性好，对一般的酸、碱、盐及油脂有较好的耐腐蚀性，比金属、水泥、木材强，可用于渔业绳缆、船只、鱼网及化工方面的容器、管道、门窗、地面等。

电性能优异 一般都是电的不良导体，其电绝缘性可与陶瓷媲美，用于电线、电缆等包覆材料，当然也可经过改性，做成抗静电、导电塑料零部件取代金属。

热导率小 热导率约为金属 $1/500$ 。而泡沫塑料的热导率更小只有 $0.02 \sim 0.046\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ，约为金属的 $1/1500$ ，水泥混凝土的 $1/40$ ，普通黏土砖的 $1/20$ ，是理想的绝热保温材料。

柔软，弹性好 发泡塑料可用于沙发、坐垫、包装材料等。

富有装饰性 可以制成透明的制品，也可制成各种颜色的制品，而且色泽美观、耐久，还可用印刷、压花、电镀及烫金技术制成具有各种图案、花型和表面立体感、金属感的制品。

其他耐磨性（拉锁），润滑性（齿轮，旱冰鞋轮子），可纺织性（服装，皮革，香烟过滤嘴），透光性（棚膜，地膜），血液相容性（人造器官）等更是一般材料很难代替的。

容易加工成型 可以根据使用要求加工成复杂形状的产品，加工工艺简单，适用于机械化大规模生产，效率高。

因此塑料作为一种新型材料，发展速度已名列前茅，其应用领域逐步扩大，已涉及到国民经济的各个方面，乃至人们的日常生活，如以塑料代替木材、钢材、铝材、玻璃、陶瓷、皮革、石料、漆器、橡胶、纸张等，广泛应用于农业、渔牧业及电气、机械仪表、汽车、航空航天、国防尖端、化工、建筑等工业部门。

但是塑料材料也存在不少缺点。

易老化 在阳光、空气、热及环境介质中如酸、碱、盐等作用下，分子结构产生递变，增塑剂等组分挥发，化学键产生断裂，从而带来机械性能变差，甚至发生硬脆、破坏等现象。这些可以通过改性技术等，延长制品的使用寿命。

易燃 塑料不仅可燃，而且在燃烧时发烟量大，甚至产生有毒气体。但通过改进配方，如加入阻燃剂、无机填料等，也可制成自熄、难燃的甚至不燃的产品。

耐热性差 塑料一般都具有受热变形，甚至产生分解的问题，在使用中要注意其限制温度。也可通过改性提高耐热性，应用于耐热场合。

刚度小 塑料弹性模量低，只有钢材的 $1/10 \sim 1/20$ ，且在荷载的长期作用下易产生蠕变，即随着时间的延长变形增大。而且温度越高，变形增大越快。因此，用作承重结构应慎重。但是通过改性，如玻璃纤维、碳纤维增强等，其强度大大提高，甚至可超过钢材。

目前塑料材料为 18 大类树脂，200 多个品种左右，不能满足目前形势发展的需要，因为不同用途、各种制品的要求，往往提出不同的苛刻条件，于是改性复合塑料材料就成为目前较好的候选材料，近些年来，这种改性材料在应用上占绝对优势，已成为塑料材料主要的发展方向。

改性塑料材料是用化学的方法或物理的方法，或两者同时并用，对现有的树脂品种进行改性，利用各组分的特点，互相取长补短，赋予制品新的性质。

共聚、接枝、交联是常用的化学改性方法。

填充、增强、共混是常用的物理改性方法。

由于各式各样改性的结果，通用塑料与工程塑料之间的分界线也开始模糊起来不明显了。如聚丙烯是典型的通用塑料品种，但是经过添加乙丙橡胶及玻璃纤维进行改性，就可作为工程塑料，如汽车上的保险杠。又在聚丙烯中添加 20% 的碳纤维，则耐磨损量为 $6 \sim 7\text{mg}$ ，而同样的部件用工程塑料尼龙制作，则耐磨损量增加到 $10 \sim 12\text{mg}$ 。聚乙烯的另一个品种为超高分子量聚乙烯，主要用在工程部件上。各种塑料合金的出现，如工程塑料 ABS 添加进聚氯乙烯、工程塑料聚碳酸酯添加进聚乙烯等。

另外随着微电子技术、光电技术、空间技术、生物工程、新能源等一系列尖端技术的发展，随之而来的功能性塑料材料被逐渐开发出来了，如二氰化乙烯和醋酸乙烯共聚制成的压电塑料、聚乙炔、聚对苯硫醚等结构型导电塑料、电磁波屏蔽塑料、光塑料、塑料光导纤维、医用生物功能性塑料、塑料太阳能电池、功能性塑料分离膜等。

此外超高强度、超高模量的液晶塑料，由于具有高性能化、高效化，小型化、轻量化和节能化，也是一类大有发展前途的新型材料。

伴随着塑料材料工业的兴起，作为塑料加工所需要的辅助材料——各种成型加工助剂几乎是同步发展起来的，因为它可以改善塑料原料的工艺性能，提高加工效率，改进制品的性能，延长其使用寿命，每年塑料助剂的耗用量约为塑料消费量的11%。

目前，许多助剂厂家、研究部门在努力提高助剂效能和低毒化的同时，又开发出许多新型的具有独特功能或综合功能的助剂。如各种色母料、填充母料、专用母料、成型加工改性剂、相容剂、增韧剂等。

这些新型助剂有的应用范围较广，如无规聚丙烯填充母料，可用在聚乙烯、聚丙烯、ABS、聚苯乙烯等多种树脂中；也有应用范围较窄，有一定的针对性，如成型加工改性剂 ACR，针对聚氯乙烯硬制品成型加工用的；又如相容剂氯化聚乙烯 CPE，作为聚氯乙烯和另外高聚物共混时而添加的第三组分；像 ABS 色母料，只适用于 ABS 制品的染色用等。

塑料成型加工助剂，有液体状，也有粉末状；有小分子结构的，也有大分子高聚物的，因此在选用加工助剂时，一定要有针对性，否则事倍功半。

加工助剂的添加量，根据制品性能的要求而定，悬殊很大。如有的助剂，像抗氧剂、偶联剂等，添加量为千分之几到百分之几；而有的助剂如相容剂添加10%以上才能有效，像 CPE 常加到15%左右，有的助剂添加量非常大，添加到50%~60%，如填充聚氯乙烯地板砖时的填充剂，像轻质碳酸钙，可以加到60%，才能使材料成本及制品性能同时达到要求。

添加助剂时的方式方法，对塑料制品的性能影响也很大，有时加料顺序错时，就达不到预期目的。如在高填充时，聚氯乙烯树脂与填充剂碳酸钙先混好后，再加进增塑剂，这样增塑剂的作用就不能充分发挥，使制品的硬度增大，应该是树脂先与增塑剂混合，混合后再与填充剂混合。

因此，只有在正确掌握各种塑料原料及成型加工助剂的特点、应用范围、成型加工条件、添加量、方式方法等基本性质后，才能够在生产实际中，设计出科学的配方，研制、开发、生产出性能优异、价格合理的新型塑料制品来。

2 塑料的基本性能

2.1 原料树脂的特点

2.1.1 聚乙烯

聚乙烯是世界塑料品种中产量最大的品种，其应用面也最大，约占世界塑料总产量的 1/3，发展速度很快。

聚乙烯的发展，已由原来的高压聚乙烯，发展到低压聚乙烯，又发展到第三代聚乙烯，即线形低密度聚乙烯，之后又发展到第四代聚乙烯，即很低密度聚乙烯。同时又向着工程塑料方向发展，即超高分子量聚乙烯，与此同时，各种聚乙烯的改性研究，也在突飞猛进的发展。

2.1.1.1 低密度聚乙烯

低密度聚乙烯 (LDPE) 也叫做高压聚乙烯。聚乙烯是由乙烯单体聚合而成。乙烯单体可由石油高温裂解，天然气或炼油厂中废气裂解而成，或由酒精脱水而成，或是从废气中回收而得。大部分为石油裂解路线制备乙烯单体。

乙烯经高压聚合而成聚乙烯，聚合时压力为 100 ~ 300MPa，聚合温度 160 ~ 270℃，按游离基历程反应，工业上采用本体聚合的方法，即气相法；用偶氮化合物或有机过氧化物，氧作为引发剂。

LDPE 的牌号主要由树脂的聚合度而定，而聚合度又被反应压力、反应温度、引发剂量、调节剂（常用丙烷）等所支配。

LDPE 由于按游离基聚合历程进行反应，所以易发生链转移，产品中存在大量支链结构，分子结构缺乏规整性，因此 LDPE 的结晶度较小，为 65% ~ 75%，密度较低，为 0.91 ~ 0.93g/cm³，相对分子质量一般为 50 000 左右。

高压法生产 LDPE 的缺点是对生产设备的要求高，无论对设备材质及设备结构上，都要求很严，另外生产时对安全防护措施也要求很严格。

LDPE 电绝缘性能良好，基本不受温度和频率的影响，力学性能、化学性能均良好，热性能、透气性、耐老化性能基本上可以，（和高密度聚乙烯等对比数据在下节叙述）。主要用于制造农用膜、地膜，另外少部分用于各种轻、重包装膜，如食品袋、货物袋、工业重包装袋、复合薄膜或编织内衬、涂层、各种管材、电线、电缆绝缘层，作为其他聚乙烯的改性料等。

LDPE 可通过化学或物理的方法进行改性，改善某些性能，或是成为某些

制品的专用料。例如通过辐射交联的方法提高 LDPE 的耐热性及蠕变性；与高密度聚乙烯、线形低密度聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚碳酸酯、天然橡胶、丁苯橡胶等塑料或橡胶进行共混改性，可提高某些性能，如热封性、韧性、耐穿刺性、耐环境应力龟裂性、弹性、机械强度等。

LDPE 还可以作为各种各样的专用料，如耐候母料、色母料、抗静电专用料、阻燃专用料、彩色农膜专用料、多种功能农膜专用料等。例如 LDPE 可用硅烷进行交联，制作电缆料。该法工艺简单，而且交联设备投资小，比用化学交联、辐射交联要优越些。

LDPE 树脂与硅烷、引发剂、催化剂等助剂在热和水的作用下，经熔融混合、挤出造粒即可生产出电缆料。树脂熔体流动速率应高于 $2\text{g}/10\text{min}$ 。引发剂用过氧化二异丙苯或过氧化苯甲酰，添加量为 $0.1\% \sim 3\%$ ；硅烷可用乙烯基二烷氧基硅烷、添加量也为 $0.1\% \sim 3\%$ ；催化剂用二月桂酸二丁基锡等；抑制剂用双酚硫化物等；其他加些填料、颜色、紫外线吸收剂等。

工艺路线可用“二步法”或“一步法”。从专用料生产角度看“二步法”较好。

2.1.1.2 高密度聚乙烯

高密度聚乙烯 (HDPE) 也叫低压聚乙烯，是在较低的压力下 ($0.3 \sim 10\text{MPa}$ 压力)，将乙烯单体进行聚合。按离子聚合反应历程，工业上用溶液聚合合法，反应温度一般在 $50 \sim 70^\circ\text{C}$ 。还可用悬浮聚合合法、气相聚合法。

低压聚乙烯还可以再细分成中压聚乙烯和低压聚乙烯，一般中压法生产较少。HDPE 生产时的设备要求低，容易投产，催化剂的效率较高，但缺点是催化剂不易制造，不易保存，后处理工序较多。

HDPE 的平均分子量较高，支链短而且少，因此密度较高，为 $0.92 \sim 0.97\text{g}/\text{cm}^3$ ，结晶度也比较大，为 $80\% \sim 95\%$ ，强度也大。

LDPE 与 HDPE 的性质对比如表 2-1 所示。

表 2-1 LDPE 与 HDPE 性质对比

项 目	LDPE	HDPE
制造工艺	高压法	低压法
密度/ (g/cm^3)	$0.91 \sim 0.93$	$0.92 \sim 0.97$
结晶度/ $\%$	$65 \sim 75$	$80 \sim 95$
相对硬度	$1 \sim 2$	$3 \sim 4$
结晶熔点/ $^\circ\text{C}$	$108 \sim 125$	$126 \sim 136$
软化温度/ $^\circ\text{C}$	$105 \sim 120$	$124 \sim 127$
拉伸强度/ MPa	$10 \sim 25$	$20 \sim 40$