

塑料软包装 材料

涂志刚 | 主编
张晨
伍秋涛

SULIAO
RUANBAOZHANG
CAILIAO



文化发展出版社
Cultural Development Press

塑料软包装 材料

涂志刚
张晨
伍秋涛 | 主编

SULIAO
RUANBAOZHUANG
CAILIAO



文化发展出版社
Cultural Development Press

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料软包装材料/涂志刚,张晨,伍秋涛主编.-北京:文化发展出版社,2018.6

ISBN 978-7-5142-2217-3

I. ①塑… II. ①涂…②张…③伍… III. ①塑料-包装材料 IV. ①TB484.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第077615号

塑料软包装材料

主 编:涂志刚 张 晨 伍秋涛

责任编辑:张 琪

责任校对:郭 平

责任印制:邓辉明

责任设计:侯 铮

出版发行:文化发展出版社(北京市翠微路2号 邮编:100036)

网 址:www.wenhua fazhan.com www.printhome.com www.keyin.cn

经 销:各地新华书店

印 刷:北京建宏印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:335千字

印 张:13.875

印 次:2018年7月第1版 2018年7月第1次印刷

定 价:59.00元

I S B N : 978-7-5142-2217-3

◆ 如发现任何质量问题请与我社发行部联系。发行部电话:010-88275710

前言

塑料软包装材料是一门综合性较强的应用性学科，涉及到复杂的高分子物理化学原理及塑料加工基础知识，同时还涉及到各种包装材料的生产应用，故本书在简明阐述包装材料基础知识和原理基础上，更侧重于与实际生产应用知识结合，以达到学以致用之初衷。

本书内容如下：

第一章，介绍了高分子物理化学原理、聚合物的物理特性、聚合物加工流变特性等，它是塑料软包装材料加工应用的基础知识。

第二章，介绍了各类塑料及助剂的性质，它是塑料加工配方设计的基础，决定了加工薄膜的性质及应用范围。

第三章，介绍了塑料包装薄膜成型加工方法，如挤出吹塑、挤出流延、挤出拉伸、压延成型等，塑料软包装材料都是以薄膜为基本材料再二次加工制成，薄膜的物理机械性质直接决定了复合软包装材料的功能性。

第四章，介绍了镀铝蒸镀材料和透明蒸镀材料，通过在包装薄膜材料上蒸镀一层仅300~500埃的镀层，赋予了包装材料优异的高阻隔性，目前广泛应用于各类食品、药品等阻隔性包装。

第五章，介绍了PVA和PVDC两种高阻隔材料，通过在薄膜材料上涂布一层高阻隔性材料，使包装材料的阻隔性成倍增加，目前也广泛用于各类食品、药品等阻隔性包装。

第六章，介绍了铝箔包装材料的加工、特性及生产应用，铝箔是软包装材料中唯一的金属类材料，其阻水、阻气、遮光、保香等优于任何塑料类包装材料，目前仍不可能被完全替代。

第七章，介绍了纸类包装材料，目前在部分包装上仍有少量应用。

第八章，介绍了干法复合胶黏剂、无溶剂胶黏剂、挤出复合黏接材料、多层共挤黏接材料等，重点介绍了近几年发展起来并广泛应用的无溶剂胶黏剂。

第九章，以凹版印刷及柔性版印刷用液体油墨为主线，介绍了油墨的成分、制造加

工、应用分类及性质、卫生安全等，重点介绍了环保水性油墨的应用。

第十章，介绍了塑料软包装材料的各种层合方法，将不同性质功能的薄膜材料组合在一起，以达到包装应用的要求。

本书内容涵盖了塑料软包装材料的绝大部分内容，对于近几年发展起来且广泛应用的新材料进行了重点介绍，力求体现塑料软包装材料加工应用行业的整体水平，但限于编者水平及行业技术的较快发展，难免存在疏漏及不同观点之处，还请读者多方求证。

编者

2008年5月28日

目 录

绪论	001
一、软包装材料的发展	001
二、软包装材料的应用	001
三、软包装材料膜片的种类及其作用	002
第一章 聚合物包装材料	004
第一节 高分子合成	004
一、聚合物的基本概念	004
二、聚合物的合成方法	004
三、聚合物的分子量和分子量分布	006
四、聚合物的分类	008
五、聚合物的命名方法	009
第二节 高分子链结构及聚集态结构	010
一、高分子链的构造、构型、构象与柔顺性	010
二、聚合物的结晶形态	014
三、聚合物的取向结构	015
第三节 聚合物复合材料	016
一、聚合物复合材料	016
二、聚合物的相容性	017
三、共混聚合物结构的主要特点	017
四、非均相共混聚合物的结构	018
第四节 聚合物的物理特性	019
一、聚合物的物理状态	019
二、聚合物的特征温度	020

第五节 聚合物加工流变特性	022
一、流体的性质	022
二、聚物流体的流动曲线	023
三、影响黏度的因素	023
四、聚合物的熔体流动速率	024
五、聚物流体流动中的弹性表现	024
第二章 塑料包装材料树脂及助剂	025
第一节 塑料树脂	025
一、分类	025
二、常用塑料性质概要	026
第二节 塑料助剂	039
一、对助剂的一般要求	039
二、助剂的使用	040
三、塑料助剂的种类	040
四、塑料母料	056
第三章 塑料包装薄膜成型加工方法	057
第一节 挤出吹塑成型工艺	057
一、挤出吹塑工艺分类	057
二、平挤上吹法的实际应用	058
第二节 挤出流延成型	063
一、挤出流延成型工艺	063
二、挤出流延成型在 CPP 薄膜中的应用	064
第三节 挤出拉伸成型	067
一、挤出拉伸成型工艺	067
二、挤出拉伸成型工艺应用	068
第四节 压延成型工艺	071
第四章 蒸镀包装材料	073
第一节 真空镀铝薄膜	073
一、用于包装上的真空镀铝薄膜的特点	073
二、真空蒸镀用原辅材料	073
三、真空蒸镀原理	074

四、镀铝薄膜生产工艺流程	074
五、蒸镀设备	074
六、镀铝层厚度及附着力的检测	075
七、底涂增强型镀铝膜	076
第二节 透明蒸镀薄膜	077
一、透明蒸镀薄膜的特点	078
二、 SiO_x 高阻隔包装材料的制备方法	078
三、蒸镀膜的阻隔特性	080
四、蒸镀膜的组成	081
五、影响 SiO_x 镀膜材料阻隔性能的因素	081
六、GT 薄膜在食品包装材料上的应用	083
第五章 高阻隔涂层包装材料	085
第一节 PVA 涂布膜	085
一、涂布工艺的优势	085
二、涂布复合工艺原理和工艺措施	086
三、PVA 涂层的复合薄膜及其制备方法	086
四、改性 PVA 涂层的复合薄膜及其制备方法	087
五、影响涂层阻隔性能的因素	088
六、PVA 涂液在奶膜上的应用	088
第二节 PVDC 涂布薄膜	089
一、PVDC 的基本特性	090
二、PVDC 涂覆膜	090
三、PVDC 涂敷膜的加工工艺	091
四、PVDC 涂布薄膜的应用	093
五、PVDC 涂布 BOPP 薄膜产品技术指标	093
第六章 铝箔包装材料	094
第一节 铝箔的生产过程	095
一、铝箔生产的工艺流程	095
二、铝箔生产的特点	095
三、铝箔生产过程中的质量控制	095
四、铝箔的成品退火	096
第二节 铝箔材料的主要性能指标	096

一、厚度	096
二、透湿量	096
三、针孔数	097
四、表面清洁度	097
五、物理机械性能	098
六、化学稳定性	098
第三节 铝箔在包装上的应用	098
一、制作蒸煮袋	098
二、制作多层复合材料	098
三、制作盖封、泡罩包装	099
四、制作盘盒	099
第七章 纸包装材料	100
第一节 纸的结构性能	100
一、纸张的结构特点	100
二、正反面（与毯面和网面接触的面）的区别	100
三、纵横向——各向异性	100
四、纸张性能测试的环境条件	101
五、纸的规格	101
六、纸张的孔隙率	101
七、纸张的比表面积	101
八、纸张的匀度	102
第二节 纸的机械强度	102
一、抗张强度与伸长率	102
二、耐折度	102
三、耐破度	103
四、撕裂度	103
五、耐磨强度	103
六、冲击强度	103
七、纸张的湿强度	104
八、纸张的塑化	104
第三节 纸的光学性质	104
一、透光性和透明度	104
二、白度	104

第四节 纸的印刷性能	104
第五节 常见包装用纸张分类	105
一、白卡纸	105
二、胶版印刷纸	106
三、胶版印刷涂料纸	106
四、铸涂纸	106
五、羊皮纸	106
六、普通食品包装纸	106
七、中性包装纸	107
八、鸡皮纸	107
九、玻璃纸和防油纸	107
十、牛皮纸	107
十一、纸袋纸	108
十二、防锈纸	108
第八章 黏合剂	109
第一节 干法复合用黏合剂	109
一、胶黏剂的黏合原理	109
二、对胶黏剂的基本要求	112
三、胶黏剂概述	114
四、双组分聚氨酯黏合剂的化学组成	116
五、聚氨酯胶黏剂的分类	121
六、溶剂型聚氨酯黏合剂的反应特性	122
七、聚氨酯胶黏剂的安全性	125
八、水性黏合剂的应用	126
九、醇溶型聚氨酯胶黏剂的应用	128
第二节 无溶剂胶黏剂	130
一、无溶剂胶黏剂的发展历程	130
二、双组分无溶剂聚氨酯胶黏剂的生产过程	134
三、无溶剂胶黏剂应用技术指标详解	136
第三节 挤出复合用黏结材料	141
一、挤出复合常用黏结材料概述	141
二、低密度聚乙烯	143
三、茂金属聚乙烯 (MLLDPE)	144

四、聚丙烯 (PP) 树脂	144
五、EVA 树脂	145
六、乙烯-丙烯酸共聚物 (EAA)	147
七、沙林	148
八、牢靠 (Nucrel) EMAA	150
九、牢靠 AE	151
十、EMA 树脂	152
第四节 多层共挤黏结性树脂	154
一、离子型树脂 Surllyn	154
二、Bynel	154
三、Primacor	155
第九章 油墨	156
第一节 油墨成分选择	156
一、油墨成分简介	156
二、油墨颜料选择	156
三、树脂的选择	159
四、溶剂的选择	160
五、助剂	162
第二节 液体油墨的制造	163
一、颜料在连结料中的润湿过程	163
二、制造油墨的传统方法	164
三、用颜料色片制造油墨	164
第三节 油墨的分类与应用特性	166
一、软包装用油墨的分类	166
二、无苯油墨	168
三、水性油墨	170
四、功能油墨技术	173
第四节 柔性版印刷油墨	183
一、柔性版油墨的组成	183
二、水性柔性版油墨	184
三、溶剂型柔性版油墨	186
四、UV 柔性版油墨	188
第五节 油墨的卫生安全性	189

一、重金属	189
二、油墨中有毒有害杂质	190
三、油墨的溶剂残留	190
四、油墨的 VOC 排放问题	191
五、溶剂对人体的健康危害	191
第十章 塑料软包装材料复合加工技术	192
第一节 干法复合工艺	192
一、干法复合工艺的特点	193
二、干法复合的工艺流程	193
三、干法复合黏合剂涂胶量参数	193
四、干法复合工艺控制要点	194
第二节 湿法复合工艺	195
第三节 挤出复合工艺	195
第四节 共挤出复合	196
一、共挤出复合的分类	196
二、共挤出复合成膜技术的进展	197
三、共挤复合工艺参数	199
第五节 无溶剂复合工艺	201
一、与干复工艺对比	201
二、无溶剂复合的工艺要求	202
三、无溶剂复合的工艺特点	202
第六节 涂布复合技术	203
一、PVDC 涂布	204
二、聚乙烯醇涂布	204
三、冷封胶涂布	206
四、防静电材料涂布	207
第七节 高真空镀膜技术	207
第八节 热熔胶涂布	207
第九节 浸渍复合	208
第十节 辊涂法和刷涂法复合	208
参考文献	210

绪论

一、软包装材料的发展

软包装材料是以塑料膜片为基础，塑料膜片与塑料膜片、纸张、铝等，通过印刷、复合、蒸镀、涂覆等二次加工工艺制备而成的、可变形的柔性包装材料。

软包装材料始发于塑料材料的加工与应用，属于高分子材料的学科范畴。

自1920年德国科学家 Staudinger 提出高分子链的概念后，开始了合成高分子科学的时代，经过科学家们的努力，相继合成了尼龙（聚酰胺）、氯丁橡胶、丁苯橡胶、PS、PVC、PMMA 等高分子材料，开创了高分子化学研究领域；从20世纪50年代始，随着物理学家、化学家的深入研究，形成了高分子物理研究领域；同时，由于高分子材料易加工成型、制品轻便等特点，高分子材料制品向工业及人们生活的各个领域迅速扩展，高分子材料成型加工的研究日渐产生，形成了“高分子成型加工”研究领域。

高分子材料学科在包装领域的交叉应用，形成并发展了软包装工业。

1. 软包装的形成

软包装材料伴随着现代包装工业的发展，特别是快速消费行业如食品、日用品、药品等的迅速发展而产生。(1) 承担着产品运输和储存包装的功能（产品要经受空间的转移和时间的推移的作用）；(2) 美化和宣传产品的功能；(3) 防护功能。

2. 软包装未来发展的趋势

软包装理念的形成：

- (1) 环保化——溶剂残留减少，环境友好。
- (2) 功能化——适应不同类型产品的包装要求。
- (3) 柔性化——便于包装、运输和使用。
- (4) 信息化——提供包装产品的可追踪信息。
- (5) 减量化——防止过度包装，包装轻型化将会继续取得进展。

二、软包装材料的应用

1. 塑料薄膜

塑料薄膜包括单层薄膜、复合薄膜和薄片，单层薄膜的用量最大，约占薄膜的2/3，

其余的则为复合薄膜及薄片。制造单膜最主要的塑料品种是低密度聚乙烯 (LDPE), 其次是高密度聚乙烯、聚丙烯和聚氯乙烯等。薄膜经电晕处理、印刷、裁切、制袋、充填商品、封口等工序来完成商品包装。有些还需要在封口前, 抽成真空或再充入氮气 (或二氧化碳), 以提高商品的货架寿命。

在两层 LDPE 薄膜之间充以气泡制成的薄膜, 称为气泡塑料薄膜或气垫薄膜, 密度为 $0.008 \sim 0.03\text{g}/\text{cm}^3$, 适用于包装食品、医药品、化妆品和小型精密仪器。

2. 塑料片材

(1) 泡罩包装材料——厚度为 $0.15 \sim 0.4\text{mm}$ 的透明塑料薄片, 经热成型制成吸塑包装, 又称为泡罩包装, 在包装药片、药丸、食品或其他小商品方面已普遍应用。

(2) 容器包装材料——以 HDPE、LDPE、PP 以及 PS 的发泡或不发泡片材, 通过热成型方法制成, 用于包装食品。用低发泡钙塑材做包装箱可降低包装商品的成本。用高密度聚乙烯制成的各种周转箱, 比木箱容易清洗、消毒, 使用寿命长。将 PS 或 LDPE 在挤出机内通入加压易于汽化的气体, 经挤出吹塑而成低发泡薄片, 称为泡沫纸, 再用热成型方法, 可制成食品包装托盘、餐盘、蛋盒及快餐食品包装盒等。

(3) 防震包装材料——用 PS、LDPE、PU 和 PVC 制成的泡沫塑料。按泡沫结构, 分闭孔和开孔两种, 密度为 $0.02 \sim 0.06\text{g}/\text{cm}^3$, 作为防震缓冲包装材料, 具有良好的隔热和防震性, 主要用作包装箱内衬。

(4) 密封包装材料——以 PU 或 EVA 树脂为主要成分是一类具有黏合性和密封性的液体稠状糊或弹性体, 制作瓶盖、罐盖的密封垫片, 用作桶、瓶、罐的封口材料。

(5) 带状包装材料——用 PP、HDPE 或 PVC 的带坯, 经单轴拉伸取向、压花而成宽 $13 \sim 16\text{mm}$ 的塑料打包带, 单根抗拉强度在 130kg 以上, 较铁皮或纸质打包带捆扎方便、结实。PP 薄片经单轴拉伸后, 大分子沿轴向高度定向, 强度增加; 横向大分子失去结合力, 易撕裂成带状, 普遍用于捆扎零售商品。PP 经适当单轴拉伸剖成 $2 \sim 3\text{mm}$ 宽的扁丝, 可织成编织袋, 强度高、质轻、耐腐蚀、不霉变, 性能超过麻袋及牛皮纸袋, 现已广泛应用于水泥、化肥等重包装。胶粘带是一种压敏胶带, 将压敏胶涂于薄膜带基或牛皮纸带基上, 带的背面有防粘层。如果用玻璃纤维顺轴向增强胶粘带, 可提高拉伸强度, 做捆扎材料使用极为方便。

三、软包装材料膜片的种类及其作用

1. 软包装材料膜片的种类

(1) 塑料薄膜——要求具有透明、无毒、不渗透性, 具有良好的热封制袋性、耐热耐寒性、机械强度、耐油脂性、耐化学性、防粘连性。可用挤出吹膜法、挤出流延法、压延法、溶剂流延法等多种方法制得。

(2) 铝箔——99.5% 纯度的电解铝熔融后用压延机压制成箔, 做软塑包装的基材非常理想。它具有很高的气体阻隔性、水蒸气阻隔性、遮光性、导热性、屏蔽性。

(3) 真空蒸镀铝膜——在高真空度下, 把低沸点的金属, 如铝, 熔融汽化并堆积在冷却鼓上的塑料薄膜上, 形成一层具有良好金属光泽的镀铝膜。可大大提高基材的阻氧性、阻湿性。基材要经电晕处理, 用溶胶涂布。

(4) 硅镀膜——20 世纪 80 年代开发的具有极高阻隔性能的透明包装材料, 又称为陶

瓷镀膜。不管在多高温度湿度下,性能都不会变化,适合于制作高温蒸煮包装袋。镀层有两种:一为硅氧化物 SiO_x , x 越小阻隔性越好;二为 Al_2O_3 。镀膜方法有物理蒸镀法和化学蒸镀法。

(5) 涂胶(干式/湿式)复合膜——单层薄膜都有一定的优点,但也有其固有的缺点,往往难以满足多种包装性能要求,多层不同基材复合,则能互相取长补短,发挥综合优势。

① 干式复合膜方法:在基材上涂布黏合剂,先让胶干燥,然后才压贴复合,使不同基材薄膜黏结起来。干式复合膜方法可选基材范围广,各层薄膜厚度可以精确控制,复合膜上可以表面印刷,也可里层印刷。由于溶剂黏结剂的环境污染与残留毒性问题,有些国家禁止干式复合膜用于食品药品包装。对于复合用黏合剂中有毒成分残余量,国家卫生标准有严格规定。

② 湿式复合膜方法:一种基材上涂胶后同另一基材薄膜压贴复合,然后干燥固化。

(6) 挤出涂布复合膜——在一台挤出机上,热塑性塑料通过“T”型口模流延在准备被复的纸、箔、塑料基材上,或以挤出的树脂为中间黏结剂,趁热把其他一种薄膜基材压贴在一起的复合膜。为提高复合牢度,需电晕处理,并涂上锚涂剂。挤出复合膜可以反印刷,各层厚度可精确控制,溶剂残留量小,价格便宜。

(7) 共挤压复合膜——使用两台或三台挤出机,共用一个复合模头,在具有相容性的几种热塑性塑料之间层合,生产出多层薄膜或片材。共挤压复合膜只能正面印刷不能反面印刷。与干式复合膜和挤出流延膜相比,各层厚度控制较难。不使用黏结剂和锚涂剂,无污染,卫生性好。共挤复合膜成本最低。

2. 软包装材料的作用

软包装的功能主要体现在以下几个方面。

(1) 保护产品:科学合理的包装能使产品抵抗外界各种因素的破坏,如外力冲击挤压破坏、水蒸气和氧气等气体的渗入、光线的渗入、香味的渗出等,从而保证产品的性能稳定,保证产品质量和数量的完好。

(2) 便于产品流通:包装为产品流通提供了基本条件和便利,提高了产品流通的经济效益。

(3) 促进和扩大产品销售:设计精美的产品包装,可起到宣传产品、美化产品和促进销售的作用。

(4) 方便消费者使用:销售包装形式各种各样,包装大小适宜,便于消费者使用、保存和携带。包装上的绘图、商标和文字说明,介绍了产品,起着方便和指导消费的作用。

(5) 节约费用:合理的包装可以使零散的产品以一定数量的形式集成一体,从而提高装载容量并方便装卸运输,节省运输费、仓储费等费用支出。有利于降低成本,提高经济效益。

总之,产品包装应当具有的基本功能是:保护产品功能、方便功能、促销展示功能。

第一章 聚合物包装材料

第一节 高分子合成

一、聚合物的基本概念

聚合物是以高分子化合物为主要组分材料，又称为高分子材料。一般来说，聚合物是指一种由许多结构相同的单元通过共价键重复连接而成的相对分子质量很大的化合物，所制备的材料具有较好的强度和韧性。

二、聚合物的合成方法

1. 聚合的基本概念

聚合物的分子量虽然很大，但它的化学组成一般并不复杂。它们都是由一种或几种简单的结构单元重复连接而成的，如图 1-1 所示。物质由低分子化合物到高分子化合物的转变过程称为聚合。聚合以前的低分子化合物称为单体，其中特定的结构重复单元称为链节；特定的结构单元的重复个数称为聚合度。

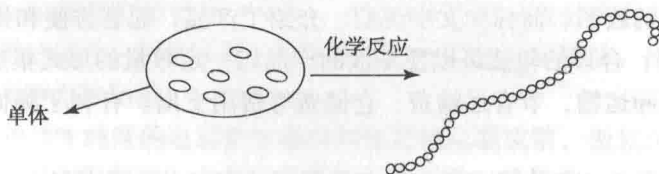


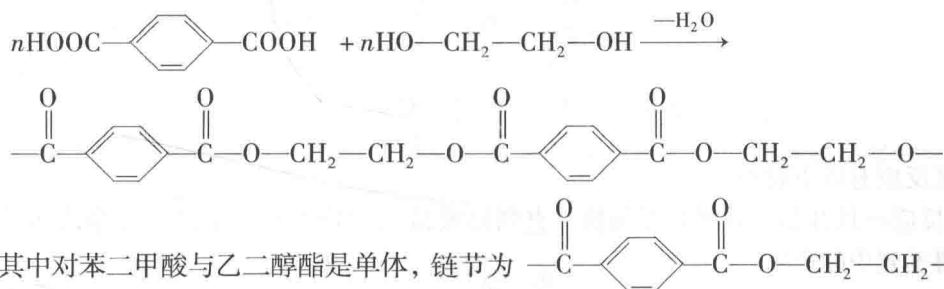
图 1-1 聚合反应

例如，聚乙烯的聚合可表示如下：



其中乙烯 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 为单体, 聚乙烯的链节为 $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$, 聚合度为 n 。

聚对苯二甲酸乙二醇酯的聚合:



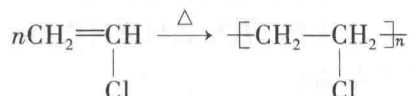
2. 聚合反应类型

聚合反应类型由低分子物质合成为聚合物的基本方法有两种: 加成聚合反应 (简称加聚反应) 和缩合聚合反应 (简称缩聚反应)。

(1) 加聚反应

加聚反应指 α -烯烃、共轭双烯等烯烃类单体通过相互加成形成聚合物的反应, 所得聚合物称为加聚物。加聚反应过程中不产生低分子副产物, 因而加聚物的化学组成和起始的单体相同。

例如, 聚氯乙烯的聚合:



加聚反应的单体一般都是含有双键的有机化合物, 如烯烃和二烯烃等, 这一类单体化合物中一般都包含有 π 键。共价键就是原子的价电子自旋配对所形成的键, 它有两类: 一类是 σ 键, 它的电子云分布在键的方向, 具有对称性。 σ 键比较牢固、稳定。另一类是 π 键, 它的电子云分布没有对称轴。 π 键比较活泼。因此, 单体化合物经过光照、加热或催化等引发作用, 就可以使 π 键断裂, 把双键打开, 第一个分子便和第二个分子连接起来, 第二个分子又和第三个分子连接, 一直连成一条大分子链。这样的化学作用就像分子和分子一个一个相加起来成为一个大分子, 所以称为加聚反应。例如, 乙烯单体在引发剂的作用下, 打开双键, 逐个地连接起来便成为聚乙烯。

参加加聚反应的单体可以是一种, 也可以是两种或多种。前者称为均聚, 得到的产物是均聚物; 后者称为共聚, 生成的是共聚物。共聚物的多种单体的链接形式有以下几种:

① 无规共聚。AB 两种结构单元无规律地排列:



② 交替共聚。AB 两种结构单元交替地链接:



③ 嵌段共聚。AB 两种不同成分的均聚物分子链彼此首尾链接:



④ 接枝共聚。在一种聚合物主链上链接另一种聚合物的侧链: