

Technology and application of
**MODIFIED POLYPROPYLENE
MATERIAL FOR AUTOMOBILES**

车用聚丙烯改性材料 技术及应用

黄险波 罗忠富 杨波 著



科学出版社

车用聚丙烯改性材料技术及应用

黄险波 罗忠富 杨 波 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是一本全面论述车用聚丙烯材料相关技术与应用的专著。全书共六章:第1章概述近三年来国内聚丙烯的产销情况以及聚丙烯合成工艺、成型方法,简单叙述了聚丙烯材料的特点及改性;第2章详细介绍聚丙烯改性材料在汽车内外饰及发动机周边零件上的应用;第3章结合目前车用聚丙烯改性材料的研究热点,在增强增韧、耐划伤、低散发、流痕消减、抗应力发白、光泽度调节、耐候以及耐热氧化等关键技术点和多技术点集成运用上分别进行论述;第4章介绍计算机辅助工程在车用聚丙烯零件开发中的应用;第5章主要介绍车用聚丙烯零件的常见注塑缺陷及应对方案;第6章概述车用聚丙烯材料的发展趋势。书中系统总结了作者及其研发团队20多年以来众多的宝贵科研成果及实际开发应用经验,内容全面、系统、新颖、实用、可靠。

本书可供从事车用聚丙烯材料及其他车用非金属材料研究、生产及使用的工程技术人员使用,对于希望了解汽车制造厂塑料制件开发设计过程的管理和销售人员也有重要的参考意义,还可作为高等院校有关专业研究生和高年级本科生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

车用聚丙烯改性材料技术及应用 / 黄险波, 罗忠富, 杨波著. —北京: 科学出版社, 2016.11

ISBN 978-7-03-050563-7

I. ①车… II. ①黄… ②罗… ③杨… III. ①汽车-聚丙烯-工程材料-材料技术 IV. ①U465

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 263786 号

责任编辑: 周巧龙 / 责任校对: 何艳萍
责任印制: 张 伟 / 封面设计: 耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京厚诚则铭印刷科技有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 11 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2016 年 11 月第一次印刷 印张: 19 1/4

字数: 388 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

进入新世纪以来,中国汽车工业的发展取得了令人瞩目的成就,产销量已连续多年位居第一,成为国民经济支柱产业。高分子材料作为现代制造业重要的基础材料,在汽车特别是乘用车的内外饰及发动机周边零部件上得到了广泛的应用,部分中高档乘用车的使用量已超过 200 千克/辆。

聚丙烯材料因其优异的性价比在车用非金属材料中使用量位居首位,产销量超过 100 万吨/年。伴随着汽车轻量化环保要求的提高、智能化脚步的日趋临近,以塑代钢已成为必然趋势,微发泡、蜂窝、连续纤维(长纤维)等改性新技术新材料的应用,聚丙烯材料在汽车上的使用量将会进一步增加。

作者及其科研团队近二十年以来,长期致力于车用聚丙烯改性材料的研发与生产,不仅是中国汽车工业高速发展的见证者,也是参与者。因工作关系在与汽车工业界的主机厂、外协厂设计师与工程师的交流过程中,不仅对车用聚丙烯材料的实际需求有了更深刻的理解,同时,也深感有必要在参阅国内外公开发表并散见于一些学术期刊的研究成果的基础上将作者及团队在该细分领域的科研、生产及应用过程中积累的经验,系统整理并著述成书,以与同行共享。

本书简述了聚丙烯的合成及特点,详细介绍聚丙烯改性材料在汽车内外饰和发动机周边的应用、关键技术开发、零部件开发、成型缺陷及解决方案、发展趋势,涉及聚丙烯材料科学、高分子物理与化学、计算机辅助工程、成型加工控制工程等学科。全书篇章结构遵循从原理、方法到实际应用的层次关系,力求兼顾学术参考和工业应用两方面的需求。书中大量的数据(图表)与应用实例皆来源于作者及团队的内部技术总结报告,旨在使更多读者受益。

对本书原创研究成果有重要贡献的团队成员有李永华、陈延安、丁超、李晟、张云青、周英辉、吴国锋、张超、欧相麟等。直接以本书内容为研究课题的博士后有卢先博、雷亮等。

本书的出版得到金发科技股份有限公司的理解与支持,在此一并表示衷心感谢。

作为企业的科研人员,作者在撰写本书的过程中反复斟酌、揣摩与审核,意在尽量减少谬误和不妥,但限于作者的水平和精力,书中瑕疵在所难免,恳请读者批评指正。

黄险波
2016 年 6 月

目 录

前言

第1章 聚丙烯简介	1
1.1 概述	1
1.2 聚丙烯产销情况	1
1.3 聚丙烯合成工艺	3
1.3.1 本体-气相组合合成工艺简介	3
1.3.2 气相合成工艺简介	5
1.4 聚丙烯的成型方法	9
1.4.1 聚丙烯挤出成型	9
1.4.2 聚丙烯注塑成型	11
1.4.3 聚丙烯热成型	12
1.4.4 聚丙烯吹塑成型	13
1.5 聚丙烯的特点	14
1.6 聚丙烯的改性	14
1.6.1 添加剂	15
1.6.2 填料	20
1.6.3 纤维增强	21
1.6.4 相容剂	23
1.6.5 阻燃剂	24
参考文献	24
第2章 聚丙烯在汽车上的应用	26
2.1 概述	26
2.2 聚丙烯在汽车外饰系统的应用	29
2.2.1 聚丙烯在保险杠的应用	29
2.2.2 聚丙烯在保险杠蒙皮组件的应用	34
2.2.3 聚丙烯在落水槽盖板上的应用	37
2.2.4 聚丙烯在侧围、导流板、轮眉的应用	38
2.2.5 聚丙烯在轮罩、底护板的应用	42
2.2.6 聚丙烯外饰系统的最新应用进展	44
2.3 聚丙烯在汽车内饰系统的应用	45

2.3.1 聚丙烯在仪表板上的应用	47
2.3.2 聚丙烯在门内板上的应用	56
2.3.3 聚丙烯在立柱上的应用	60
2.3.4 聚丙烯在其他内饰上的应用	63
2.3.5 聚丙烯在内饰系统的最新应用	71
2.4 聚丙烯在发动机周边零件的应用	72
2.4.1 聚丙烯在前端模块的应用	73
2.4.2 聚丙烯在进气系统的应用	76
2.4.3 聚丙烯在散热系统的应用	80
2.4.4 聚丙烯在空调系统的应用	85
2.4.5 聚丙烯在发动机罩盖的应用	88
参考文献	89
第3章 车用聚丙烯改性技术	91
3.1 增强增韧技术	92
3.1.1 共混增韧	92
3.1.2 共混增强	104
3.1.3 刚韧平衡	110
3.2 耐划伤技术	112
3.2.1 聚丙烯耐划伤性能测试方法	112
3.2.2 车用聚丙烯耐划伤机理	117
3.2.3 车用聚丙烯耐划伤影响因素	119
3.3 低散发技术	126
3.3.1 车用聚丙烯散发特性检测方法	127
3.3.2 车用聚丙烯散发物质的来源和组成	140
3.3.3 车用聚丙烯散发性影响因素	141
3.4 流痕消减技术	145
3.4.1 流痕产生的机理	146
3.4.2 流痕评价方法	148
3.4.3 流痕的影响因素	150
3.5 抗应力发白技术	155
3.5.1 应力发白产生机理	155
3.5.2 应力发白表征	155
3.5.3 应力发白影响因素	156

3.6 光泽度调节技术	160
3.6.1 光泽度的表征	160
3.6.2 聚丙烯光泽度的影响因素	160
3.7 耐候技术	167
3.7.1 聚丙烯材料光老化机理	167
3.7.2 聚丙烯材料光稳定剂及最新进展	173
3.7.3 汽车聚丙烯内饰材料耐候技术	179
3.7.4 汽车聚丙烯外饰材料耐候技术	181
3.8 耐热氧老化技术	187
3.8.1 热氧降解机理	187
3.8.2 抑制热氧降解的方法	190
3.8.3 热氧降解的稳定化	193
3.8.4 热氧加速试验方法	195
3.8.5 聚丙烯材料热氧老化影响因素	197
3.9 多技术点集成运用	201
参考文献	202
第4章 计算机辅助工程 (CAE) 在车用聚丙烯零件开发中的应用	208
4.1 CAE 技术概述	208
4.1.1 CAE 理论基础概述	208
4.1.2 CAE 软件概述	210
4.2 CAE 技术在车用聚丙烯零件开发中的运用	211
4.2.1 CAE 技术应用的三个层次	211
4.2.2 车用聚丙烯零件 CAE 技术	212
4.2.3 车用聚丙烯零件 CAE 材料参数	215
4.3 CAE 技术在车用聚丙烯零件开发中的示例	218
4.3.1 前端框架开发	218
4.3.2 薄壁保险杠开发	225
4.3.3 成型缺陷分析	228
参考文献	230
第5章 车用聚丙烯零件成型缺陷分析及应对	231
5.1 注塑成型概述	231
5.2 注塑流动行为	231
5.3 注塑缺陷的影响因素	233
5.4 车用聚丙烯零件常见注塑缺陷及应对	233

5.4.1 短射	233
5.4.2 飞边	236
5.4.3 熔接线	238
5.4.4 缩痕和缩孔	244
5.4.5 表面复制不良	249
5.4.6 虎皮纹	253
5.4.7 银丝	256
5.4.8 变形	258
5.4.9 鼓包	261
5.4.10 波形面	262
5.4.11 冷料斑	263
5.4.12 脱模困难	265
参考文献	267
第 6 章 车用聚丙烯材料发展趋势	269
6.1 轻量化	270
6.1.1 汽车轻量化的背景	270
6.1.2 汽车轻量化的技术路径	271
6.1.3 聚丙烯材料在汽车轻量化技术中的应用	273
6.2 环保	295
6.2.1 低散发	295
6.2.2 植物纤维增强聚丙烯	296
6.2.3 循环利用	297
参考文献	300

第 1 章 聚丙烯简介

1.1 概 述

严格来说，聚丙烯（PP）应定义为任何丙烯聚合的产物。齐格勒-纳塔催化剂发明前（1950 年前），聚丙烯实际是一种支化的低分子量的重油。控制丙烯聚合物排列的因素为：①支化程度；②甲基的序列，即区域规整度；③立构规整性。当聚丙烯的单体单元链接为线性、区域和立构规整时，就会得到等规聚丙烯；当单体持续地以与前面单体相反的手性插入时，就形成间规聚丙烯；当单体按上述三种因素无规则排列时，即形成无规聚丙烯。

聚丙烯除均聚物外，还有大量的共聚物通常是乙烯和丁烯的无规或者抗冲共聚物。前者常用于对透明性、低模量、低熔点有要求的产品，后者是在聚丙烯均相中含有乙烯-丙烯（EPR）橡胶相，该共聚物常用于对冲击强度特别是低温韧性有要求的产品。橡胶相的组成、分子量及其分布、含量、形态以及均聚物相态对抗冲共聚物的力学性能、流动性、应力发白、大型注塑件外观等有着重要影响，特别是对车用改性聚丙烯的抗冲共聚物树脂的选用。

1.2 聚丙烯产销情况

2009 年以来，随着煤制烯烃（CTO）/甲醇制烯烃（MTO）/丙烷脱氢制丙烯（PDH）等技术的飞速发展，国内聚丙烯行业迎来投资热潮，PP 粒料产能在 2009 年到 2015 年短短 6 年间实现翻番，从期初的 810 万吨，增至 1650 万吨。2016 年仍有 190 万吨新增 PP 粒料投产，预计到 2019 年产能将增长至 2520 万吨。根据 IHS 预测，2009~2019 年，全球 PP 产能将由 4600 万吨上升到 7410 万吨，增幅为 61%。到 2019 年，中国产能在全球的占比将由 2009 年的 18%，增长到 34%，中国 PP 产能增速将远超全球。

从 2014~2016 年国内 PP 供需情况来看，2015 年总供应量为 2250 万吨，总需求量 2188 万吨，在 2014 年基础上，总体需求取得两位数增长，供应量超过需求量 62 万吨，约为 2015 年总供应量的 2.7%。预计 2016 年供应量比需求量仍会过剩 76 万吨，约为 2016 年总供应量的 3.3%。2014~2016 年（E）国内 PP 供过于求的情况将逐年上升。详见表 1-1。

2009~2015 年，尽管中国 PP 需求量实现由 1270 万吨到 2050 万吨的增长，但是进口量却逐年减少，进口 PP 产品的市场份额也呈现明显下降趋势。根据 IHS 的预测，PP 的进口量在未来几年将进一步减少，到 2019 年，将缩减至 350 万吨，该部分进口产品将以高端专用料为主，并将主要占领核销市场，是否会持续减

少主要取决于国内石化企业新产品开发替代力度及国内石化企业介入核销市场的速度。

表 1-1 2014~2016 年 (E) 中国 PP 供需平衡表 (单位: 百万吨)

	2014 年	2015 年	2016 年
总有效产能	1964	2095	2284
实际开工率/%	76.3	84.1	83.7
产量	1498	1762	1911
进口	503	488	479
总供应量	2001	2250	2390
实际需求	1936	2168	2287
出口	16	20	27
总需求量	1952	2188	2314
平和 (供-需)	49	62	76

反观海外市场, 由于近年来全球大型石化企业纷纷缩减开支, 海外 PP 产能增长缓慢。同时, 随着低端加工业逐步由中国向东南亚、印度、非洲等国迁移, 国外市场 PP 需求增长迅速, 供不应求。

根据海关数据统计, 2015 年全年中国 PP 出口总量达到 20.1 万吨, 同比大幅增长 26.4%, 主要出口地区是香港和越南, 占比分别达 30% 和 24%, 2015 年出口印度的数量增长迅猛, 详见图 1-1。2016 年 1~4 月份 PP 出口同比大幅增长 37.8%。



图 1-1 近年来我国 PP 出口市场占比分布

近年来, 越来越多的业内人士开始关注 PP 出口, 特别是向一些与中国有双边贸易协议的国家出口。传统石油化工企业中, 中石化具备 8 年出口经验, 并在越南等地设有办事处, 具有稳定的资源配置, 成为中国聚烯烃“走出去”的第一个。据悉, 中石化产品已经成功申请原产地证, 并且成功在越南、泰国等地获关

税减免。与此同时,煤制 PP 在出口方面也非常积极,而且发展迅速,山东神达、扬子江石化、中国神华等都陆续将其产品出口到海外,抢占海外市场。

目前,中国已经与东南亚、澳大利亚、韩国、智利、秘鲁等地签订双边贸易协定,树脂出口可以享受关税减免,这将大幅提高中国产品“走出去”的竞争力。

1.3 聚丙烯合成工艺

聚丙烯合成工艺按聚合原理可分为五大工艺:本体法、气相法、本体-气相法、淤浆法和溶液法等。当中又以气相法和本体-气相法两种工艺发展最为迅速,本体-气相法工艺在应用上最为广泛,影响力最大的是 Basell 公司开发的 Spheripol 工艺。另外 Prime Polymer 公司的 Hypo 以及 Hypol 工艺、Boealis 公司开发的 Borstar 工艺、中国石化开发的 ST 工艺也处于世界领先技术水平^[1]。同时,气相法合成工艺也在不断发展,生产规模也在逐年增加。当前世界上气相法 PP 生产工艺主要有巴塞尔的 Spherizone 工艺、英力士的 Innovene 工艺、日本 JPP 的 Horizone 工艺、陶氏的 Unipol 工艺、巴斯夫的 Novolen 工艺和住友化学的 Sumitomo 工艺等^[2]。

1.3.1 本体-气相组合合成工艺简介

1) Spheripol 工艺^[3]

由 Basell 公司开发的 Spheripol 工艺,在不断改进的过程中,通过采用第四代改进催化剂和反应器压力等级提升等方式,在聚丙烯分子量以及形态结构控制上更容易实现,工艺流程如图 1-2 所示。单体的预聚反应和均聚反应在液相环管反应器中实现,而多相聚合反应则在气相流化床反应器中完成。这套工艺可以生成高结晶、高抗冲以及高刚性等适应各种市场需求的产品,类型包括均聚、无规共聚、三元共聚等全范围的系列产品。同时由于反应器压力等级提升,可进一步提高产品的可控性,优化产品的性能。

其第四代 Z-N 催化剂,具有高活性和高选择性,可应用于全牌号 PP 产品生产过程。反应器改进则在高压反应、低压排气和干燥系统上提高了效率和操作灵活性。

2) Hypol 工艺

Hypol 工艺是一种采用高效 TK-II 催化剂系列的多级聚合工艺。其结合了本体法丙烯聚合工艺和气相法聚合工艺的优点,能生产多种牌号聚丙烯产品。Prime Polymer 公司在 Hypol 工艺基础上改善了釜式反应器和环管反应器,开发的 Hypol 二代工艺在气相反应器的设计上采用了 2 个环管反应器和一个带有搅拌刮板的流化床,其他预聚工艺与 Spheripol 大体相同,工艺流程^[1]如图 1-3 所示。在催化剂的选用上,第五代 RK 催化剂具有更高的氢调敏感性,生产的产品包括均聚 PP、无规共聚 PP、嵌段共聚 PP,产品的流动性可调范围较宽,熔体流动速率

(MFR) 可调范围为 $0.3 \sim 80\text{g}/10\text{min}$, 生产的共聚物可应用于汽车零部件和家用电器等。

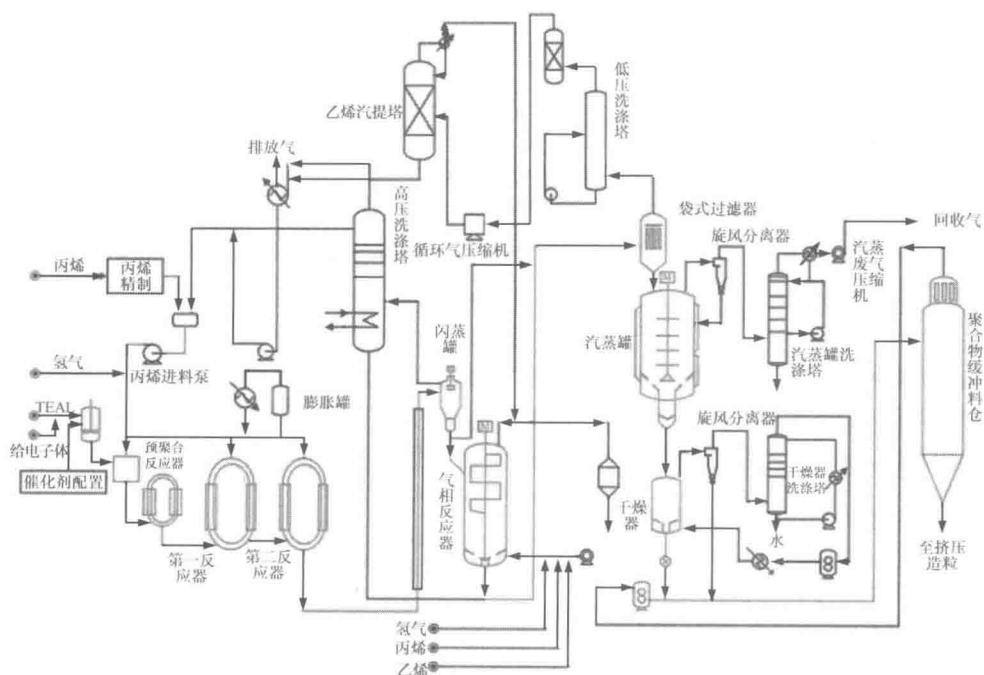


图 1-2 Spheripol 工艺流程图

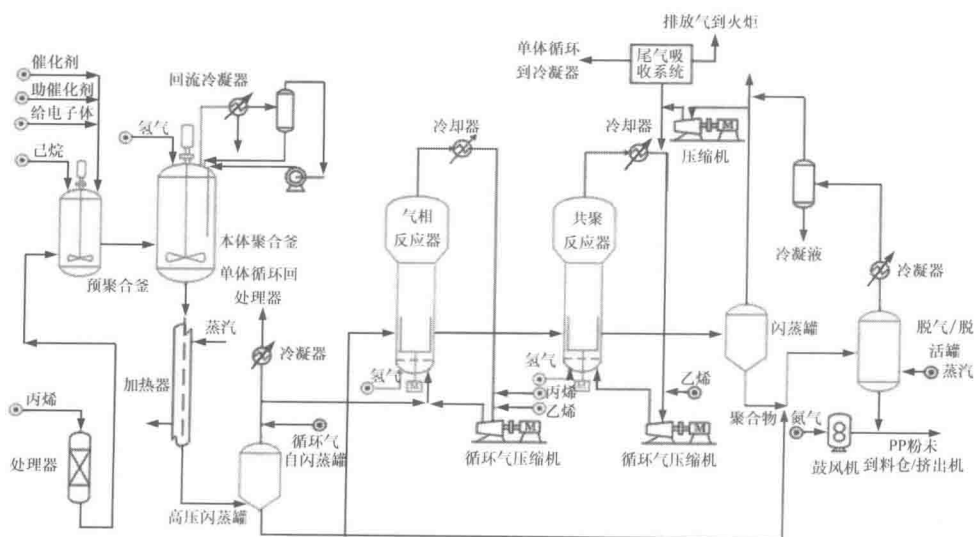


图 1-3 Hypol 工艺流程图

3) Borstar 工艺

Borstar 工艺是北欧化工以超临界丙烯为溶剂, 将其超临界技术拓展到聚丙烯合成上的一种本体-气相法工艺。合成均聚物是采用一台浆液环管反应器串联一台气相法反应器的体系, 合成共聚物时则是在前述装置后再添加一至两台气相反应器^[4,5]。环管反应器和气相流化床反应器的组合应用, 可以实现产品的等规指数、共聚单体含量以及分子量分布的控制, 既能生产出分子量分布很窄的单峰产品, 也能生产出分子量分布宽的双峰产品。其工艺流程如图 1-4 所示。

该工艺采用 BC1 系列催化剂和单中心催化剂, 可在较高温度和压力下或超过丙烯超临界点的条件下聚合, 可避免气泡产生, 加入的氢气浓度几乎没有限制。聚合温度较高, 生产的聚丙烯一般具有更高的结晶度和等规度。

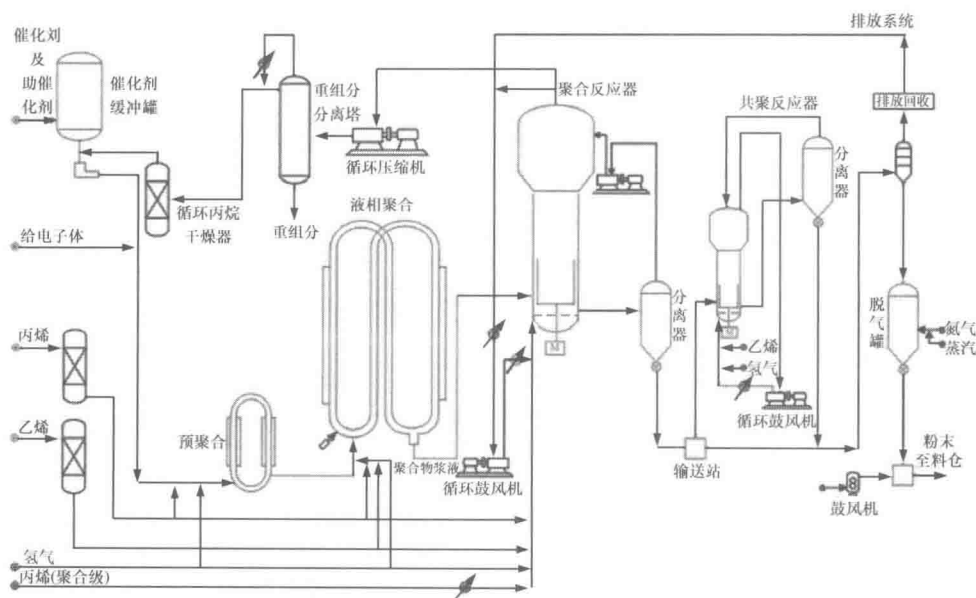


图 1-4 Borstar 工艺流程图

1.3.2 气相合成工艺简介

1) Innovene 工艺

Innovene 工艺的主要特点^[6]是采用一种内部带挡板和搅拌叶片, 外形为卧式圆柱形的独特的接近活塞流的搅拌床反应器。由于搅拌叶片与搅拌轴形成一定的夹角, 使得搅拌器可以对整个反应床层进行有效而规则的搅拌, 混合效果相当于 3 台串联使用的釜式反应器, 如图 1-5 所示。独特的设计使得整个聚合过程能耗大大降低, 同时降低操作压力, 缺点是产品中乙烯含量无法提高, 无法生产超高抗冲性能的产品。

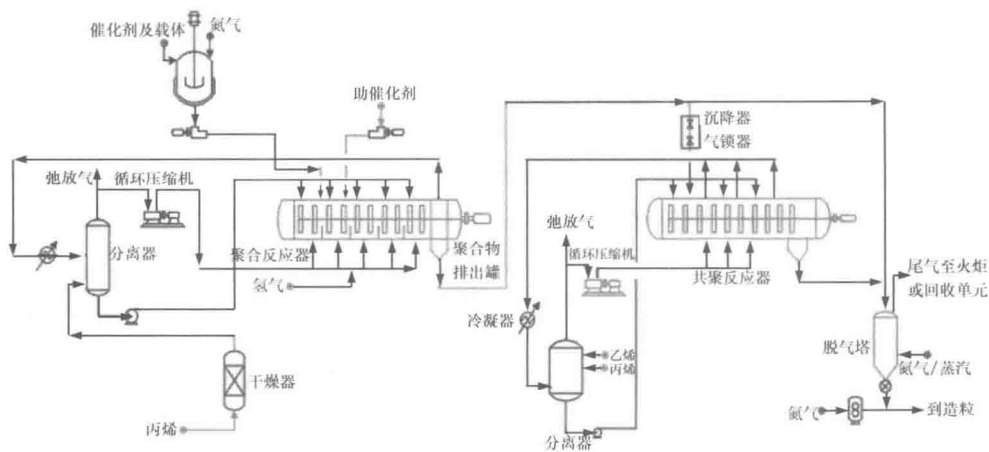


图 1-5 Innovene 工艺流程图

在此类型的反应器中，其主要特点有以下三方面^[2]：①物料的停留时间短，生产的共聚产品具有良好的刚性和抗冲击性能；②可防止催化剂短路；③产品的过渡时间短，过渡产物少，产品易切换。

在气锁系统上，设计上有利于避免两反应器气相组成之间的相互窜流，窜流的结果可能会使产品质量严重下降，不利于共聚物性能的保证，因此气锁系统的隔离作用非常重要。

这种工艺采用 CD 催化剂，这类催化剂具有形态控制好、选择性高、活性高的特点，此外，使用此催化剂不需要预聚过程，产品因此可具有很好的等规度。均聚物的合成条件为：反应温度 $70\sim 85^{\circ}\text{C}$ ，压力 $2.0\sim 2.3\text{MPa}$ ，抗冲聚丙烯的合成条件为：反应温度 $65\sim 80^{\circ}\text{C}$ ，压力 $2.0\sim 2.5\text{MPa}$ 。

2) Horizone 工艺

Horizone 工艺是^[7,8]在 Innovene 气相法工艺技术基础上发展起来的，两种工艺在很多地方都有相似之处，而主要区别有两点：其一是 Horizone 工艺采用两个相互垂直的反应器，依靠重力的作用，第一反应器出来的聚合物粉料流入气锁装置，然后混合丙烯气体压入第二反应器中，因此能耗更低，工艺流程如图 1-6 所示；其二是采用 THC-C 催化剂，此类催化剂具有高活性和高选择性，但相比 CD 催化剂而言需要一个预聚过程。

Horizone 工艺也能够生产全范围的产品，生产的无规聚丙烯共聚物的乙烯含量最高可达 6%；均聚聚丙烯产品的 MFR 可在 $0.5\sim 300\text{g}/10\text{min}$ 调节，抗冲聚丙烯共聚物产品的 MFR 为 $0.5\sim 100\text{g}/10\text{min}$ ，橡胶含量最高可达 60%。

3) Unipol 工艺

Unipol 工艺是 UCC 公司和壳牌公司根据聚乙烯流化床生产工艺技术联合开发的一种气相流化床 PP 合成工艺，后 Unipol 工艺归 DOW 所有。Unipol 工艺的

反应器有一个显著的特征，反应器上部有一个扩径的圆柱形立式压力容器，通过循环的冷丙烯气体吸收聚合反应热，工艺流程如图 1-7 所示。

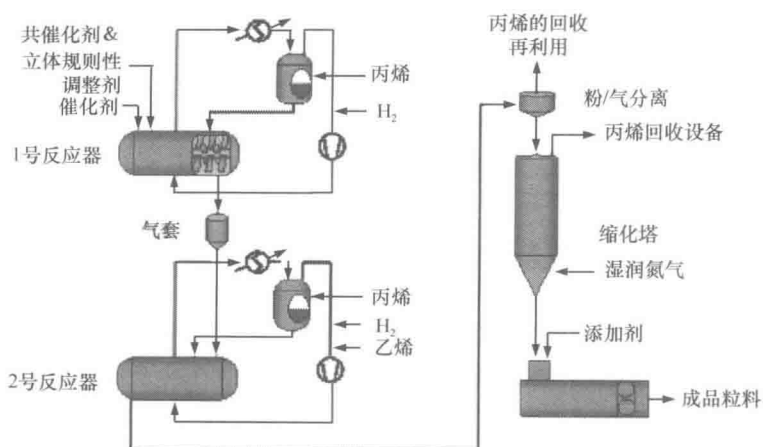


图 1-6 Horizone 工艺流程图

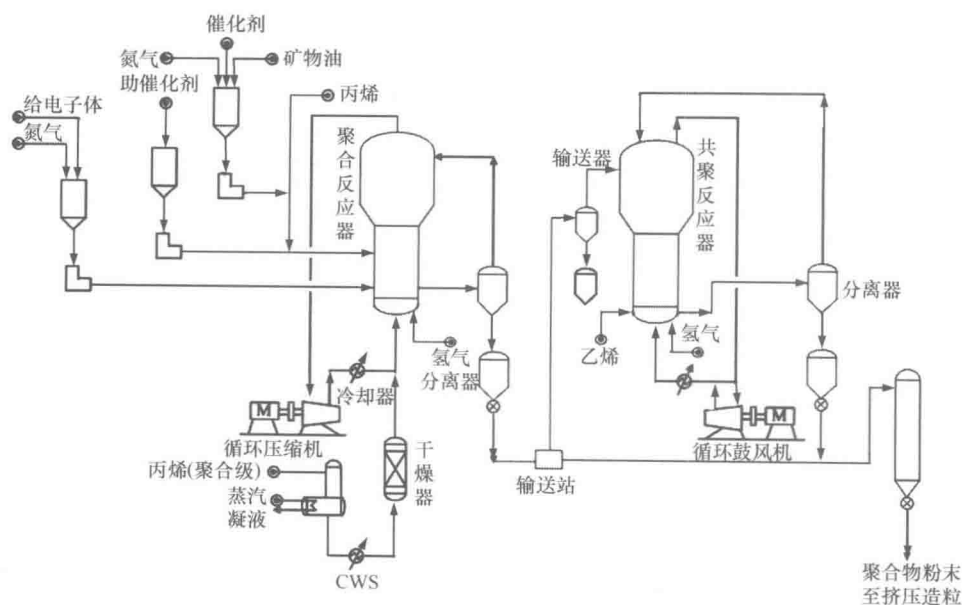


图 1-7 Unipol 工艺流程图

Unipol 工艺最大的优势是单线生产能力高，基于 UCC 公司于 1985 年首次提出的冷凝态技术、1994 年美国埃克森化学公司开发的超冷凝态技术，配合超冷凝态操作，提高了反应器的散热能力，将反应器内的液相比例提升到 40% 以上，生产能力提高 2 倍^[9,10]。其次通过单沸腾床即可生产均聚物、共聚物，产品性能均

一；最后该工艺路线短，装置的生产潜力高，与其他气相法工艺相比具有较强的优势。

Unipol 工艺^[11-13]采用的是 DOW 开发的 SHAC 系列催化剂，此类催化剂是通过喷雾干燥的方法制备得到的，不需要预聚合过程，可用于生产全牌号的 PP 产品。Unipol 工艺生产的均聚聚丙烯反应条件为：温度 65℃ 左右，压力 3.4MPa，抗冲共聚聚丙烯的反应条件为：温度 65~70℃，压力 2.0~2.4MPa，抗冲共聚聚丙烯中乙烯含量可高达 21%，橡胶含量可达 35%。

4) Spherizone 工艺

Spherizone 工艺采用的是 Basell 公司在 Spheripol 工艺基础上开发的新一代 PP 气相法生产工艺，其特点是采用单一多区循环反应器（MZCR）技术代替了原来的环管反应器，是目前世界上应用范围最广的聚丙烯生产工艺之一，工艺流程如图 1-8 所示。Spherizone 工艺的多区循环反应器由上升段和下降段两个反应区组成，聚合物颗粒可在这两个不同反应区之间多次循环^[14]。在下降段顶部设置有一阻隔区，用以实现两个不同反应区可以存在不同的反应条件。

Spherizone 工艺^[14]采用 MC 系列 Z-N 催化剂，产品的结晶度和刚性高，单反应器可生产分子量分布宽的双峰聚丙烯产品，产品具有良好的力学性能和加工性能；无规共聚产品中的共聚单体含量高，其他性能优良，如光学性能、力学性能及热力学性能。

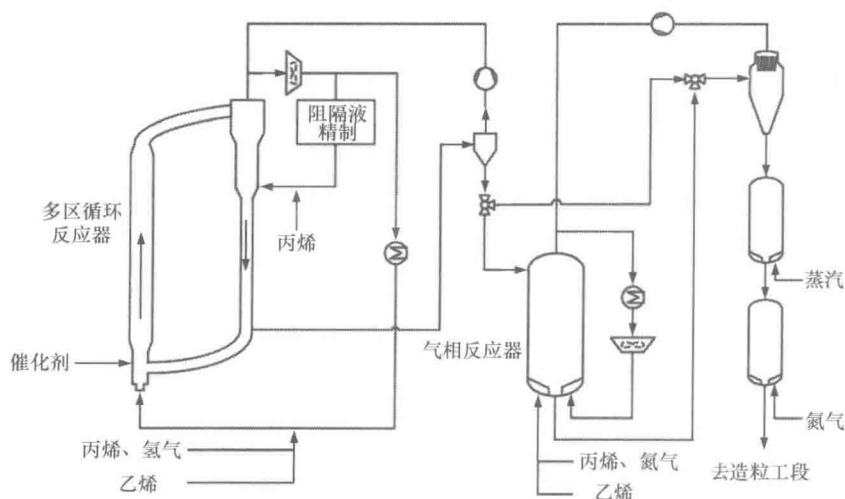


图 1-8 Spherizone 工艺流程图

5) Novolen 工艺

Novolen 工艺由 BASF 公司开发，后由 ABB 和 Equistar 的合资公司 NTH 收购，其特点是采用了两台带双螺带搅拌的立式反应器，有利于聚合过程中气固两相之间

的分布更加均匀,同时液态丙烯汽化带走多余聚合热量,其独特之处在于可使用共聚反应器生产均聚产品,使均聚物产量可提高30%。工艺流程如图1-9所示。

PTK-4 是 Novolen 工艺采用的催化剂,该催化剂是以氧化硅为载体,聚合过程中不需要预聚合,Novolen 工艺也可生产包括均聚聚丙烯、无规共聚聚丙烯、抗冲共聚聚丙烯、超高抗冲共聚聚丙烯等在内的全牌号聚丙烯产品。合成均聚聚丙烯的反应条件为:温度 80°C ,反应压力 $2.8\sim 3.8\text{MPa}$,生产共聚聚丙烯的反应条件为:温度 $60\sim 70^{\circ}\text{C}$,反应压力 $1.0\sim 2.5\text{MPa}$ ^[15]。

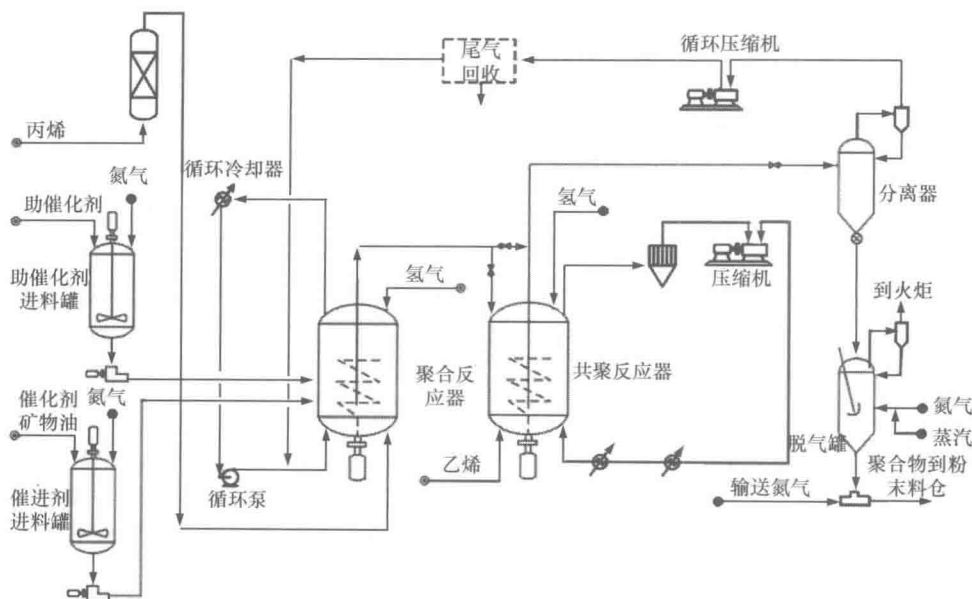


图 1-9 Novolen 工艺流程图

1.4 聚丙烯的成型方法

聚丙烯成型加工的目的在于根据其基本性能,利用一切可能的方法使其成为具有应用价值的塑料制品。成型是将塑料制成所需的形状制件的过程,可分为一次成型和二次成型。一次成型是将聚丙烯加热至黏流态,经流动、成型和冷却固化后得到各种形状的制品。一次成型可得到从简单到复杂形状的、尺寸精密的制品,包括挤出、注塑、压缩模塑、压延、模压烧结、传递模塑、发泡成型等。二次成型是将如片材、棒材或管材等塑料制品制成所需外形的方法。聚丙烯成型方法有四种:挤出成型、注塑成型、吹塑成型和热成型。

1.4.1 聚丙烯挤出成型

挤出成型是使聚丙烯加热塑化,在加压下通过成型口模,然后经冷却、定型,