

SULIAO PEIFANG SHEJI WENDA

王善勤 主编

塑料配方设计问答



中国轻工业出版社

塑料配方设计问答

王善勤 主 编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料配方设计问答/王善勤主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2003.1 (2003.10 重印)

ISBN 7-5019-3775-3

I. 塑… II. 王… III. 塑料制品-配方-设计-问答 IV. TQ320.4-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 060524 号

责任编辑: 王 淳

策划编辑: 赵红玉 责任终审: 劳国强 封面设计: 赵小云

版式设计: 郭文慧 责任校对: 燕 杰 责任监印: 吴京一

*

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: 三河市宏达印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2003 年 1 月第 1 版 2003 年 10 月第 2 次印刷

开 本: 850 × 1168 1/32 印张: 24.625

字 数: 670 千字 印数: 3001—5000

书 号: ISBN 7-5019-3775-3/TQ·271

定 价: 48.00 元

读者服务部电话 (咨询): 010-88390691 88390105 传真: 88390106

(邮购): 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-65128898

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 (邮购) 联系调换

30533K4C102ZBW

编者的话

自《塑料配方手册》在中国轻工业出版社出版以来，深受广大读者的厚爱，但作为该书的主编总觉得还有很多不尽如人意的地方。也有很多读者来信来电咨询有关配方设计技术问题，有的企业按书中配方试验时发现了这样或那样的问题，便怀疑配方的真实性。带着以上的问题和思路编写了这本《塑料配方设计问答》。

《塑料配方设计问答》首先是将《塑料配方手册》上未尽的配方设计问题，以问答形式献给广大业内人士，同时也算是对咨询者的回复。编者认为《手册》及《问答》中的配方都是真实的，有参考价值。那么为什么按书中配方付诸实施，往往会遇到问题呢？笔者认为有以下原因：首先是原材料的型号、牌号、质量的不同，性质也不一样；其次是所选设备的技术参数，相同配方在不同规格、不同技术参数设备上得到的产品肯定不相同；第三是模具设计、制造技术对产品质量的影响极为明显。如果材料、设备、模具都已确定，则成型工艺条件是非常活跃的因素，如温度、压力、速度、冷却、拉伸等，直接影响产品的质量。所以配方设计是个不断探索、试验、修正，不断完善的过程。故本书旨在配方设计原理、设计思路、配方实践等方面进行详实的叙述，使读者掌握配方技术，自行设计配方。

《塑料配方设计问答》从以下几方面探讨配方设计问题：

- ① 塑料选材及配方优化；
- ② 提高产品质量及降低成本的途径；
- ③ 功能性塑料配方设计；
- ④ 材料、设备、模具、工艺几个因素对产品质量的影响；

⑤ 本书凡未特殊注明的配方，其单位为质量份。

本书对以上几个问题是否说清楚了，是否满足了读者的需求，尚恳请广大读者批评指教。

参加本书编写的还有程丙毅、杜振河、许惠同等专家，另外对给予本书帮助的何秀玲及诸多同志表示衷心感谢。

王善勤

2002年7月于北京

目 录

第 1 章 树脂选用与配方设计	1
1. PVC 配方设计时, 如何选择树脂的 相对分子质量?	1
2. 为什么常规成型方法要选用悬浮法疏松型树脂?	5
3. 为什么糊制品要选用乳液法树脂? 冲糊时可否选用 悬浮法紧密型树脂?	7
4. 透明制品为什么用本体聚合 PVC 树脂最好?	9
5. 无毒制品对树脂有何要求?	10
6. PE 配方设计时, 如何选择其牌号?	16
7. 不同制品如何选用聚乙烯树脂?	18
8. 常规聚乙烯如何进行配方设计?	24
9. EVA 的主要牌号及如何正确使用?	28
10. PP 配方设计时, 如何选择其牌号?	32
11. 为什么要对 PP 配方进行设计? 是否能举例说明?	35
12. 为什么要对聚烯烃进行共混改性? 常见的聚烯烃 共混材料有哪些?	41
13. 聚苯乙烯的主要牌号及配方设计要求是什么?	46
14. 苯乙烯共聚物有哪些特性? 如何进行 配方设计?	51
15. 常见聚酰胺(尼龙, PA)有哪些品种? 其性能 怎样? 如何进行配方设计?	66
16. 聚碳酸酯(PC)的牌号、性能怎样? 如何进行 配方设计?	74

17. 聚甲醛 (POM) 的牌号、性能怎样? 如何进行配方设计?	80
18. 丙烯酸类树脂的种类、性能怎样? 如何进行配方设计?	87
19. 线形聚酯的种类、性能怎样? 如何进行配方设计?	91
20. 聚苯醚 (PPO)、聚苯硫醚 (PPS) 的牌号、性能怎样? 如何进行改性?	105
21. 氟塑料的主要品种、性能怎样? 如何进行配方设计?	120
22. 聚氨酯 (PUR) 的种类、性能怎样? 如何进行配方设计?	133
23. 酚醛树脂 (PF) 的主要品种、性能怎样? 如何进行配方设计?	163
24. 环氧树脂 (EP) 的主要品种、性能怎样? 如何进行配方设计?	171
25. 氨基树脂的主要品种、性能怎样? 如何进行配方设计?	184
26. 不饱和聚酯的主要品种、性能怎样? 如何进行配方设计?	192
第 2 章 助剂的性能、选用与配方设计	211
27. 什么是增塑剂? 增塑剂的作用和对它的性能要求有哪些?	211
28. 增塑剂的主要品种有哪些?	215
29. 如何判断增塑剂相容性的好坏?	221
30. 增塑效率与配方设计有哪些关系?	223
31. 配方设计时如何选择增塑剂的热光稳定性?	227
32. 配方设计时, 如何考虑增塑剂的耐久性?	232
33. 配方设计时, 如何考虑增塑剂的	

耐高、低温性?	234
34. 增塑剂的加入量与制品电绝缘性的关系?	238
35. 无毒、防霉配方如何选择增塑剂?	240
36. 廉价配方如何选择增塑剂?	241
37. 配方设计时, 增塑剂混合使用有哪些优点?	246
38. 什么是热稳定剂? 它的主要作用和对它的 性能要求有哪些?	250
39. 热稳定剂的主要品种有哪些?	251
40. 配方设计时, 如何选用铅盐稳定剂?	259
41. 配方设计时, 如何选用金属皂类稳定剂?	260
42. 配方设计时, 如何选用有机锡类稳定剂?	262
43. 配方设计时, 如何选用复合稳定剂?	263
44. 配方设计时, 如何选用环氧稳定剂和螯合剂?	264
45. 在配方中对稳定剂的认识有哪些?	268
46. 什么是光稳定剂? 它的主要作用和性能 要求有哪些?	272
47. 光稳定剂的主要品种有哪些?	277
48. 配方设计时, 如何选用光屏蔽剂?	287
49. 配方设计时, 如何选用紫外线吸收剂?	294
50. 配方设计时, 如何选用猝灭剂?	301
51. 配方设计时, 如何选用自由基捕获剂 (受阻胺 光稳定剂)?	303
52. 什么是抗氧剂? 它的主要作用和 性能要求是什么?	305
53. 抗氧剂的主要品种有哪些?	308
54. 配方设计时, 如何选用抗氧剂?	317
55. 什么是润滑剂? 它的主要作用和 性能要求是什么?	319
56. 润滑剂的主要品种有哪些?	320

57. 配方设计时, 如何选用润滑剂?	330
58. 填充剂的种类和主要品种有哪些?	336
59. 增强剂的种类和主要品种有哪些?	340
60. 偶联剂及其主要作用是什么?	343
61. 偶联剂的主要品种有哪些?	346
62. 配方设计时, 如何选用填充剂、 增强剂和偶联剂?	354
63. 配方设计时, 如何选用冲击改性剂?	374
64. 配方设计时, 如何选用加工改性剂?	393
65. 配方设计时, 如何选用相容剂?	398
66. 配方设计时, 如何选用阻燃剂?	405
67. 配方设计时, 如何选用抗静电剂?	417
68. 配方设计时, 如何选用发泡剂?	425
69. 配方设计时, 如何选用着色剂?	439
第3章 功能性母料配方设计	464
70. 塑料母料的基本组成有哪些?	464
71. 填充母料的制造技术要点有哪些?	467
72. 色母料的制造技术要点有哪些?	481
73. 阻燃母料的制造技术要点有哪些?	499
74. 农膜防雾、防老化母料的制造技术 要点有哪些?	503
75. 降解母料的制造技术要点有哪些?	512
76. 什么是抗静电母料?	516
77. 什么是发泡母料?	517
78. 什么是功能性母料? 其代表品种有哪些?	520
79. 什么是加工母料? 其代表品种有哪些?	528
第4章 塑料配方的优化	531
80. 配方设计方法有哪些?	531
81. 如何优化配方?	540

82. 当有塑料样品时, 如何确定材质及 配方设计?	541
83. 什么是共混改性? 其主要方法有哪些? 配方如何设计?	557
84. 什么是增强改性? 其主要方法有哪些? 配方如何设计?	567
85. 什么是增韧改性? 其主要方法有哪些? 配方如何设计?	573
86. 塑料交联改性方法有哪些? 配方如何设计?	580
87. 塑料复合改性方法有哪些? 配方如何设计?	596
88. 塑料发泡改性方法有哪些? 配方如何设计?	614
89. 塑料表面改性方法有哪些? 配方如何设计?	638
90. 废旧塑料回收利用有哪些方法? 有哪些技术要求?	692
91. 聚烯烃塑料回收有哪些技术? 如何进行配方设计?	696
92. 聚氯乙烯的回收有哪些技术? 如何进行配方设计?	701
93. 苯乙烯类塑料的回收有哪些技术? 如何进行配方设计?	717
94. 其他塑料的回收有哪些技术? 如何进行配方设计?	723
95. 降低制品成本的主要途径在哪儿?	731
第5章 材料、设备、模具、工艺诸因素	
对产品质量的影响	741
96. 材料的性能、选用与配方设计之间 有什么关系?	741
97. 配方设计与成型加工其他因素之间 有什么关系?	748

98. 设备的选用及成型方法与配方设计之间 有什么关系?	754
99. 模具、机头的结构、表面质量与配方设计、 选材之间有什么关系?	760
100. 成型工艺条件与配方设计、选材之间 有什么关系?	768
参考文献	775

第 1 章 树脂选用与配方设计

1. PVC 配方设计时，如何选择树脂的相对分子质量？

答：聚氯乙烯树脂的平均相对分子质量大小对其成型加工和产品性能都有很大影响，所以通常都以此作为划分聚氯乙烯树脂型号的依据。

平均相对分子质量的表示方法很多，但都以测定聚氯乙烯溶液的粘度作为基础。欧美国家用 k 值表示，该值是浓度为 0.5g 聚氯乙烯/100mL 环己酮溶液在 25℃ 测定的粘度值。日本用平均聚合度表示，是在浓度 0.4g 聚氯乙烯/100mL 硝基苯溶液中 30℃ 测定的粘度值。我国用绝对粘度表示，是在浓度为 1% 树脂的二氯乙烷溶液中 20℃ 测定的粘度值。在化工部标准 HG 2—775—74 中，根据粘度范围，把悬浮法聚氯乙烯树脂分为六个型号，每种型号又分为疏松型 (XS) 和紧密型 (XJ) 两种。绝对粘度、平均聚合度、 k 值与平均相对分子质量的关系见表 1-1。

表 1-1 悬浮法聚氯乙烯树脂的型号

型号	绝对粘度 (Pa·s)	平均 聚合度	k 值	平均相对分 子质量/万	用途
XJ-1 XS-1	≥ 0.0021	≥ 1340	≥ 74.2	≥ 8.375	高级电绝缘材料
XJ-2 XS-2	0.0019~0.0021	1110~1340	70.3~74.2	6.94~8.375	普通电绝缘材料、软质制品
XJ-3 XS-3	0.0018~0.0019	980~1100	68~70.3	6.13~6.94	薄膜、软管、人造革、鞋

续表

型号	绝对粘度 /(Pa·s)	平均 聚合度	k 值	平均相对分子质量/万	用途
XJ-4 X _S -4	0.0017~0.0018	850~980	65.2~68	5.13~6.13	硬管、硬片、单 丝
XJ-5 X _S -5					
XJ-6 X _S -6	0.0016~0.0017	720~850	62.2~65.2	4.5~5.13	硬板、唱片、焊 条、管件、阀门
	0.0015~0.0016	590~720	58.5~62.2	3.69~4.5	瓶子、硬质薄膜

近年来我国根据国际标准制订了新的型号标准，即国标 GB 5761—1999。新标准仅适用于悬浮法疏松型树脂，紧密型树脂仍按化工部标准 HG 2—775—74 执行。新标准中平均相对分子质量的大小用粘数表示，是在 0.5% 的聚氯乙烯环己酮溶液中 25℃ 测定的，根据粘数范围把悬浮法疏松型树脂分为 8 个型号，见表 1-2。

表 1-2 国产悬浮法疏松 PVC 树脂的技术标准 (GB 5761—1999)

型号	粘数/(mL·g ⁻¹)	级 别	用途
PVC-SG1	144~154	一级 A	高级电绝缘材料
PVC-SG2	136~143	一级 A	电绝缘材料
		一级 B 二级	一般软制品
PVC-SG3	127~135	一级 A	电绝缘材料、农用薄膜、人造革 表面膜
		一级 B 二级	全塑凉鞋
PVC-SG4	118~126	一级 A	工业膜、民用膜
		一级 B 二级	软管、人造革、高强度软管
PVC-SG5	107~117	一级 A	透明硬制品
		一级 B 二级	硬管、硬片、单丝、套管、型材

续表

型 号	粘数/ (mL·g ⁻¹)	级 别	用 途
PVC-SG6	96~106	一级 A	唱片、透明硬片
		一级 B 二级	硬板、焊条、纤维
PVC-SG7	85~95	一级 A	瓶子、透明硬片
		一级 B 二级	硬质注射管件、过氯乙烯树脂

注：S—悬浮法，G—通用型，A、B为一级品分档代号。

从表 1-1、表 1-2 看出：绝对粘度、粘数愈大的，其平均相对分子质量愈高，适合加工软质制品，这是因为软质制品需要加入一定量的增塑剂，而增塑剂绝大部分是低相对分子质量油状液体，它带给制品一定柔软（塑）性的同时，也会使加工性变得容易，但制品的刚性变小，而树脂相对分子质量高的刚性相对较高，两者相抵，软质制品选用高相对分子质量树脂刚性指标，如拉伸强度、撕裂强度等降低较小。而低粘度、低粘数树脂适合加工硬质制品，低相对分子质量树脂相对高相对分子质量树脂加工性（流动性）较好，这因为硬质制品不加或加入较少量的增塑剂。各种制品代表（参考）配方见表 1-3。

表 1-3 各种制品代表配方

品种	软 质 制 品				硬 质 制 品			
	高级电 绝缘材 料(挤出)	透明薄膜 (压延)	全塑凉鞋 (注塑)	不透明 软管 (挤出)	硬管 (挤出)	硬板 (层压)	焊条 (挤出)	透明硬片 (压延)
聚氯乙 烯树脂	(XS-1) 100	(XS-2) 100	(XS-3) 100	(XS-3) 100	(XS-4) 100	(XS-5) 100	(XS-5) 100	(XS-6) 100
邻苯二甲 酸二辛酯	30	25	25	42	—	—	7	2
磷酸三甲 酚酯	10	—	—	—	—	—	—	—
邻苯二甲 酸二丁酯	—	10	30	—	—	—	—	—

续表

品种 组分	软 质 制 品				硬 质 制 品			
	高级电 绝缘材 料(挤出)	透明薄膜 (压延)	全塑凉鞋 (注塑)	不透明 软管 (挤出)	硬管 (挤出)	硬板 (层压)	焊条 (挤出)	透明硬片 (压延)
癸二酸二辛酯	—	10	—	—	—	—	—	—
环氧脂肪 酸辛酯	—	5	—	—	—	—	—	3
石油酯	—	—	15	—	—	—	—	—
三盐基性 硫酸铅	4	—	3	3.5	4	5	5	—
二盐基性 亚磷酸铅	2	—	1	—	—	1.0	—	—
硬脂酸镉	—	1.0	—	—	—	—	—	—
硬脂酸钡	—	2.0	—	1.5	1.2	1.5	2	—
硬脂酸铅	—	—	—	—	0.5	0.5	—	—
硬脂酸钙	—	—	—	—	0.8	—	—	0.2
硫醇辛基 锡	—	—	—	—	—	—	—	2
硬脂酸锌	—	—	—	—	—	—	—	0.1
亚磷酸酯	—	—	—	—	—	—	—	0.5
MBS	—	—	—	—	—	—	—	3~5
C ₁₂ ~ C ₁₈ 醇	—	—	—	—	—	—	—	1
硬脂酸	0.2	—	0.3	—	—	—	—	0.2
高熔点石 蜡	0.5	—	—	—	0.8	—	0.5	—

续表

品种 组分	软 质 制 品				硬 质 制 品			
	高级电 绝缘材 料(挤出)	透明薄膜 (压延)	全塑凉鞋 (注塑)	不透明 软管 (挤出)	硬管 (挤出)	硬板 (层压)	焊条 (挤出)	透明硬片 (压延)
煅烧陶土	5~10	—	—	—	—	—	—	—
碳酸钙	—	—	4	—	—	—	—	—
硫酸钡	—	—	—	—	10	—	—	—
10# 机油	—	—	—	—	—	0.5	—	—

2. 为什么常规成型方法要选用悬浮法 疏松型树脂?

答：悬浮法 PVC 具有较好的综合性能。如它有较强的力学性能、电绝缘性能，吸水性小、透气率低，耐一般化学药品的腐蚀。

国产悬浮法 PVC 树脂分为疏松型和紧密型，其性能如表 1-4 所示。

表 1-4 疏松型与紧密型性能比较

项 目	疏松型树脂	紧密型树脂
粒子直径/ μm	50~150	5~100
颗粒外形	不规则，表面毛糙	球状，表面光滑
断面结构	疏松，多孔，表面有一层皮	无孔，实心，表皮厚
吸收增塑剂	快	慢
塑化性能	塑化速度快	塑化速度慢

疏松型树脂比紧密型树脂加工性能好，吸油性大，易于塑化，干流动性好，便于计量，加工工艺简便。且制品性能优异，适用于粉料直接挤出或注塑成型。

国产疏松型树脂与国外树脂比较，还存在颗（粉）粒大小不均匀、表皮较厚、塑化性能不理想等缺点，因此树脂易变色（制品初期色相较差）。国外树脂在电镜下观察，很像纱布包着的葡

萄，颗粒呈球形。

悬浮 PVC 颗（粉）粒直径约 $100\mu\text{m}$ ，它由许多所谓初级粒子组成，这些初级粒子被一胶状或多孔的皮层所包围。初级粒子为不规则球粒或小纤维的细微结构，如图 1-1 图 1-2 所示。



图 1-1 PVC 颗（粉）粒外形形态

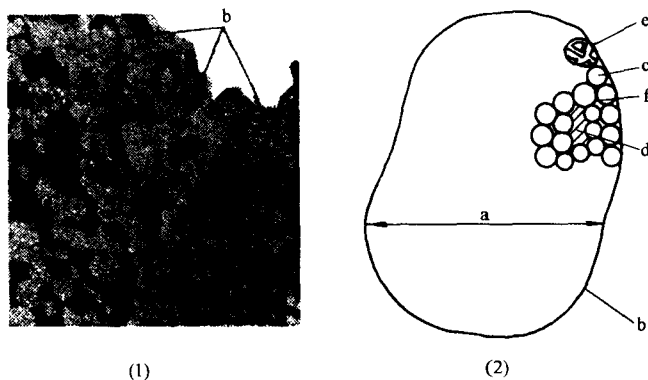


图 1-2 悬浮法 PVC 粉粒的结构

(1) 粉粒的超薄切片 (2) 结构示意图

a—粉粒（直径 $65\sim 150\mu\text{m}$ ）；b—胶质保护膜（皮层）；

c—初级粒子（ $0.2\sim 1.5\mu\text{m}$ ）；d—大空洞；

e—微孔洞或纤维状结构；f—最密集的球形堆集时的空洞