

XIANGSU JISHU
SHIZHAN ZHINAN

橡塑技术

实战指南

李强 杜华 主编



化学工业出版社

XIANGSU JISHU
SHIZHAN ZHINAN

橡塑技术

实战指南

● 李强 杜华 主编 ●



化学工业出版社

· 北京 ·

本书由工作在企业一线技术人员共同编写而成,内容丰富,实用性强。分章论述了代表性的塑料、橡胶、弹性体,成型加工、配方设计理念、质量缺陷以及解决方案;还讲述了废旧塑料加工与改性、相容剂作用、降解塑料、模流分析以及生产质量缺陷案例。

本书不仅可供塑料、弹性体、橡胶制品加工及机械制造和设计的企事业技术人员阅读使用,也可供从事高分子材料研究和大中专院校师生参考学习。

图书在版编目(CIP)数据

橡塑技术实战指南/李强,杜华主编. —北京:化学工业出版社,2014.7
ISBN 978-7-122-20518-6

I. ①橡… II. ①李…②杜… III. ①橡胶制品-指南
②塑料制品-指南 IV. ①TQ330.6-62②TQ320.6-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 083343 号

责任编辑:翁靖一 仇志刚
责任校对:陶燕华

装帧设计:孙远博

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张27 字数555千字 2014年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:89.00 元

版权所有 违者必究

本书编写人员

高级顾问：金日光

主 编：李 强 杜 华

编写人员（按姓氏汉语拼音排序）：

常甲兵 陈 涛 杜 华 丰 景

李国涛 李 强 卢启平 彭世洪

孙长见 杨 波 叶建培 曾凡伟

钟介禄

前言

PREFACE

员人言献注本

这是一本源自基层生产第一线的技术研发、生产管理、质量控制人员，长期摸爬滚打的心血结晶。一般专业科技书籍，作者大多是大学教师、研究所研究人员以及大型企业技术人员。但由于编写人员缺乏基层工作经验，不能有效解决实际问题，难以满足市场真正需求。大学教育与生产实践脱节的问题，长期以来一直存在，并有持续扩大的趋势。曾经见过一些满腹经纶的专家、教授，看到山东莱州简易造粒设备目瞪口呆；也见过不少企业面对成本不菲的配方、工艺无可奈何；还经常听到很多刚走出校门的学生，面对工作手足无措的抱怨；更见识过理论无法解释的配方和生产工艺。

在原国家教委高分子科学与工程，国家一级重点学科首席科学家，北京化工大学金日光教授倡导下，我们组织了韧客橡塑技术网（www.xrenke.com）部分基层技术、生产及质量管理人员编写了《橡塑技术实战指南》这本专著。立足于长期工作实战经验，尽可能用通俗易懂的语言，生动地讲解橡塑加工理论、配方设计思路、工艺控制原理、故障诊断对策、模流分析程序、质量剖析案例等。以期给予一个导引，传授一个理念，揭示一个方法，表述一种意识。

本书共分13章，其中第1章由李强、卢启平、杜华编写，第2章由杜华编写，第3章由孙长见、丰景、杜华编写，第4章由杜华、陈涛编写，第5章由杜华编写，第6章由卢启平、杨波、杜华编写，第7章由李国涛编写，第8章由丰景编写，第9章由常甲兵、曾凡伟、叶建培编写，第10章由常甲兵、彭世洪编写，第11章由曾凡伟编写，第12章由钟介禄、曾凡伟编写，第13章由李强编写。全书由杜华负责统稿、重组、修改。

本书在编写过程中得到了金日光先生的亲自指导，北京化工大学博士生导师李齐方教授、中科院福建物构所吴立新研究员以及化学工业出版社领导和编辑们对本书的初稿提出了宝贵的修改意见，在此表示衷心的感谢。

本书编写过程中，采用了韧客橡塑技术网部分网友的帖子及回复，韧客橡塑技术网电子期刊《橡塑之家》中部分论文内容以及其他网上部分内容，恕不一一列举注明出处，一并对原创作者表示衷心的感谢。

此外，本书的顺利出版发行还得到张家港市美特高分子材料有限公司诸永伟总工程师、昆山市科信高分子材料有限公司肖卫永董事长、南京橡塑机械厂有限公司赵建华销售总经理、余姚市晨甬塑胶经营部曹后生总经理的鼎力支持！在此深表谢意！

个人经历毕竟有限，日常工作接触的也就是橡塑沧海中的一粟，不可能面面俱到，难免存在不足和疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2014年2月

本书赞助商名单：

张家港市美特高分子材料有限公司

地址：张家港市乘航村工业园，网址：www.renprene.com

简介：美特高分子专业研发生产热塑性橡胶 TPV，技术及市场占有率在业内处于领先地位。

联系人：诸永伟，电话：0512-58145875，手机：13962288339

昆山市科信高分子材料有限公司

地址：昆山市周市镇金茂路 108 号，网址：www.kesuntpe.com

简介：科信高分子专业研发生产热塑性弹性体，是国内为数不多的万吨级 TPE 生产商。

联系人：肖卫永，电话：0512-55173009，手机：13913240830

南京橡塑机械厂有限公司

地址：南京市龙蟠中路 458 号，网址：www.njrmp.com

简介：南橡机创建于 1959 年，是中国最早专业从事橡塑机械装备设计与制造的企业之一。

联系人：赵建华，手机：13813991816

余姚市晨甬塑胶经营部

地址：余姚市塑料城，网址：www.tpee.net

简介：晨甬塑胶是中蓝晨光授权销售企业，专业销售 TPEE 及相关 TPE，TPV。

联系人：曹后生，手机：13606595040

目录 CONTENTS

第 1 章 绪论	1
1.1 高分子概论	1
1.1.1 高分子特征	1
1.1.2 高分子性能	2
1.1.3 高分子改性规律	9
1.1.4 改性效果综合评价	10
1.1.5 改性塑料发展趋势	11
1.2 聚合物成型加工基础	12
1.2.1 聚合物结构简介	12
1.2.2 聚合物加工性能	14
1.2.3 聚合物可加工性	14
1.2.4 熔体流变性概述	16
1.2.5 成型过程物理化学变化	26
1.3 改性配方设计原则	38
1.3.1 面向用途设计	38
1.3.2 相容性设计	39
1.3.3 助剂耐加工性设计	41
1.3.4 加工方法设计	41
1.3.5 助剂来源与成本设计	42
1.3.6 助剂安全性设计	43
参考文献	43

上篇 塑 料 篇

第 2 章 聚丙烯及其改性	44
2.1 综述	44
2.1.1 简介	44
2.1.2 聚合方法	45
2.1.3 结构特性	51
2.1.4 改性手段	53
2.2 添加剂效应	56
2.2.1 增韧剂影响	56
2.2.2 填料影响	57

2.2.3 增强材料影响	59
2.2.4 润滑剂影响	60
2.3 改性配方设计	61
2.3.1 树脂	61
2.3.2 填料	62
2.3.3 增韧剂	62
2.3.4 相容剂	62
2.3.5 其他助剂	62
2.4 配方实例	62
2.4.1 电饭煲专用料	63
2.4.2 汽车保险杠专用料	65
2.4.3 配方示例	67
2.5 动态硫化增韧技术	67
参考文献	69
第3章 聚氯乙烯(PVC)及其改性	70
3.1 综述	70
3.1.1 改性技术发展	70
3.1.2 聚合方法	71
3.1.3 结构特性	74
3.1.4 流变性	77
3.2 加工应用特点	80
3.2.1 加工设备及模具	80
3.2.2 软、硬质 PVC 特点及应用	82
3.3 电线电缆应用	83
3.3.1 发展概况	83
3.3.2 电缆料标准环保法规	84
3.3.3 电缆料常用材料选择	85
3.3.4 电缆料开发实例	90
3.3.5 成本降低方案	96
3.3.6 电缆料发展趋势	99
3.3.7 常见质量问题剖析	99
3.4 玩具料	101
3.4.1 配方设计	102
3.4.2 树脂类型	102
3.4.3 增塑剂品种	103
3.5 门窗料	103
3.5.1 特点	104
3.5.2 添加剂	104

3.5.3 配方设计	105
3.5.4 加工工艺	107
参考文献	108
第4章 废旧塑料加工与改性	109
4.1 现状	109
4.2 废塑料鉴别	111
4.2.1 品种鉴别	111
4.2.2 质量鉴别	112
4.3 生产设备及加工工艺	113
4.3.1 生产设备	113
4.3.2 加工工艺	116
4.4 改性	118
4.4.1 难点	119
4.4.2 回收特征	120
4.4.3 示例	121
4.5 生物降解塑料	126
4.5.1 合成及降解机理	128
4.5.2 配方设计及加工	131
4.5.3 技术前景	133
参考文献	133
第5章 双螺杆挤出机及螺杆组合	134
5.1 结构及挤出特点	134
5.1.1 基本概念	134
5.1.2 双螺杆挤出机结构	135
5.1.3 主要技术参数	136
5.1.4 不同功能螺纹元件	137
5.1.5 挤出特点	142
5.2 物料熔融的描述	143
5.2.1 几个公式	143
5.2.2 描述熔融状态的变量	144
5.3 螺杆组合原则	147
5.3.1 喂料、输送段螺杆组合	148
5.3.2 熔融塑化段螺杆组合	149
5.3.3 加料口排气口段螺杆组合	150
5.3.4 混合段螺杆组合	150
5.3.5 挤出段螺杆组合	151
5.3.6 侧喂料问题	151

5.4 螺杆组合示例	152
5.5 对组合螺杆几点意见	156
参考文献	156
第6章 注塑成型模流分析及故障处理	157
6.1 解模具内流动	157
6.1.1 案例解析	157
6.1.2 Moldflow的解释及解决方案	184
6.2 缺陷分析及解决方法	197
6.3 注塑制品案例分析	227
6.3.1 易混淆缺陷	228
6.3.2 保险杠流痕	229
6.3.3 保险杠变形	233
6.3.4 保险杠充模不满分析	235
6.3.5 仪表板骨架断裂分析	236

中篇 弹性体篇

第7章 相容剂	238
7.1 概述	238
7.1.1 简介	238
7.1.2 作用原理	239
7.1.3 相容剂分类	239
7.1.4 接枝类型	240
7.1.5 马来酸酐接枝	240
7.2 马来酸酐接枝配方工艺	246
7.2.1 接枝单体	246
7.2.2 引发剂	247
7.2.3 生产方式	250
7.2.4 生产工艺	252
7.2.5 接枝率测试	253
7.3 应用	254
7.4 常见问题	254
7.4.1 产品质量不稳定	254
7.4.2 产品颜色黄	255
7.4.3 产品中有小黄点、黑点	255
7.4.4 螺杆及上黏附的积料	255
7.5 相容剂发展趋势	255
参考文献	255

第 8 章 热塑性弹性体	256
8.1 概述	256
8.1.1 概念发展简史	256
8.1.2 结构特征	257
8.2 分类及应用	257
8.2.1 分类	257
8.2.2 种类性能特点	258
8.2.3 主要热塑性弹性体	259
8.2.4 应用前景	265
8.2.5 优缺点	266
8.2.6 主要用途	267
8.3 加工工艺	267
8.3.1 苯乙烯类弹性体	268
8.3.2 聚烯烃 TPO	270
8.3.3 热塑性硫化橡胶 TPV	270
8.3.4 热熔性橡胶 MPR	272
8.3.5 热塑性聚氨酯 TPU	273
8.3.6 聚酯弹性体 COPE	273
8.4 配混料加工	274
8.4.1 混合料制备通论	274
8.4.2 增塑剂	275
8.4.3 填充剂	275
8.4.4 其他聚合物	278
8.4.5 稳定剂	279
8.4.6 添加剂	279
8.5 包覆与包胶	279
8.5.1 概述	279
8.5.2 TPE 包胶射黏主要优点	280
8.5.3 TPE 包胶射黏机理	280
8.5.4 TPE 包胶实例	283
8.5.5 理想接合工艺要点	286
8.5.6 常用 TPE 包胶注塑加工工艺	287
8.5.7 TPE 包胶射黏成型注意事项	288
8.6 TPE 生产操作指南	289
8.7 热塑性弹性体常见问题	289
8.7.1 材料问题对策	290
8.7.2 注射成型问题对策	291
8.7.3 包胶常见缺陷处理	293

8.8 改性配方及工艺示例	293
参考文献	296

下篇 橡 胶 篇

第 9 章 橡胶硫化	297
9.1 橡胶硫化目的	297
9.2 橡胶硫化与填充	298
9.2.1 橡胶硫化体系	298
9.2.2 橡胶填充	299
9.2.3 硫化填充规律	301
9.3 硫化机理	302
9.3.1 硫化概念	302
9.3.2 硫化机理	303
9.4 硫化历程	306
9.4.1 硫化历程	306
9.4.2 抗焦烧与抗返原性	308
9.5 硫化三要素	310
9.5.1 温度	310
9.5.2 压力	311
9.5.3 时间	312
9.5.4 压力与时间关系	313
9.5.5 温度与时间关系	315
9.6 厚制品硫化工艺	317
9.6.1 硫化时间确定	317
9.6.2 厚制品硫化时间的设定实例	323
9.6.3 提高硫化效率方法	324
参考文献	326
第 10 章 橡胶改性	327
10.1 乙烯丙烯酸酯橡胶 (AEM) 改性	327
10.1.1 AEM 简介	327
10.1.2 硫化体系的影响	328
10.1.3 填充剂的影响	331
10.2 丁苯橡胶 (SBR) 改性	333
10.2.1 简介	333
10.2.2 硫化剂、填料的影响	334
10.2.3 高岭土填充	336
10.2.4 纳米 SiO ₂ 填充	337

10.3 中乙烯基聚丁二烯橡胶 (MVBR) 改性	341
10.3.1 简介	341
10.3.2 填充	342
10.3.3 甲基丙烯酸盐填充 MVBR	349
10.4 特种橡胶配方	350
10.4.1 活性氯型丙烯酸酯橡胶 (ACM) 配方设计	350
10.4.2 丁腈橡胶 (NBR) 配方设计	355
参考文献	363
第 11 章 天然橡胶减震制品及其模具	364
11.1 橡胶减震器	364
11.1.1 天然橡胶减震制品简介	364
11.1.2 刚度和阻尼性能	366
11.1.3 蠕变和应力松弛性能	366
11.1.4 疲劳性能	367
11.1.5 黏合性能	368
11.2 骨架	368
11.2.1 表面抛丸	369
11.2.2 表面清洗	371
11.2.3 黏合剂黏合	372
11.3 模具	374
11.3.1 不同硫化成型方式简介	375
11.3.2 不同硫化成型方式对比	376
11.3.3 硫化模具操作便利性设计	377
11.3.4 硫化模具工艺性设计	380
参考文献	383
第 12 章 成型调机及制品缺陷分析	384
12.1 成型操作及调机技术	384
12.1.1 橡胶成型布局	384
12.1.2 橡胶成型工装	384
12.1.3 成型机械	384
12.1.4 生产前准备	386
12.1.5 实际模温设定	387
12.1.6 机台功能参数设定	389
12.1.7 二次加硫时间、温度设定	389
12.2 成型过程质量缺陷分析	391
12.2.1 尺寸问题及解决方法	391
12.2.2 硬度问题及解决方法	392

12.2.3 外观问题及解决方法·····	393
12.2.4 橡胶厚制品生产常见问题·····	398
12.2.5 橡胶缺陷及解决办法图解·····	401

行业新趋势

第 13 章 聚合物蒙脱土纳米复合材料产业化 ·····	410
13.1 简介·····	410
13.2 科学突破·····	411
13.2.1 蒙脱土溶胶分散体系稳定性·····	412
13.2.2 蒙脱土插层表面二维状态·····	412
13.2.3 蒙脱土层间膨胀热力学分析·····	413
13.3 技术创新·····	413
13.3.1 纳米第三单体原位共聚技术·····	414
13.3.2 高效低度纳米内交联技术·····	414
13.3.3 二元亲疏纳米复合技术·····	415
13.4 产品开发·····	416
13.4.1 纳米复合功能母料·····	416
13.4.2 纳米协同膨胀型无卤阻燃剂·····	416
13.5 产业化拓展·····	417
参考文献·····	418

第1章 绪 论

1.1 高分子概论

橡塑材料是高分子材料的两个主要类别——橡胶和塑料的简称。为了更好地研究及应用橡塑材料，首先要弄清楚高分子的共同特征。

1.1.1 高分子特征

说到高分子，我们首先要深入理解高分子概念。高分子核心奥秘到底是什么？为什么叫高分子？

高分子是相对于小分子而言。这里将小分子看作是一团散珠子，将这些小分子散珠通过一根细长绳串起来，使其成为一个整体，就形成了我们称为高分子的结构特征。

结构决定性能，这样的结构会带来什么性能呢？首先我们对比有机小分子，有机小分子尺寸小，分子间作用力较弱，即使是有机固体材料，内聚能也较低，不能成为高强度的结构材料；而高分子尺寸大，分子间作用力较强，所以高分子没有气体状态，可作为高强度高韧性结构材料使用。高分子链串联成长链后，趋向于自由能最低状态——无规线团。在外力作用下，细长链沿外力方向取向，当外力去除后，自动向无规线团松弛回复，表现出高分子链特有的熵弹性。就像我们生活中的长绳一样，当对绳子一端给予一定的作用力使绳子运动，绳子另一端要等待一段时间才会跟着运动，有个时间滞后性，也就是作用力和运动产生相位差，表现出典型的黏弹性。所以高分子材料表现出特有的、既有弹性又有黏性的特征。

当然，如果仅仅说既有黏性又有弹性，是不能作为高分子的本质特征的。为什么这么说？譬如水流体，我们通常都认为是只有黏性，没有弹性可言。但当以非常快的速率向薄瓦片施加一个平行于水面的作用力时，薄瓦片就可以在水面上飞行，表现出水的弹性。当人从高空坠落到貌似柔性的水面上时，能被拍死，因为作用时间短了。而一般的固体材料，比方说玻璃，经过数百年的放置，也会产生流动。欧洲教堂上的玻璃就是下部变得比上部厚，上部流动到下部去了。也就是说，只要给予足够快的速率，典型的黏性物质——水，也可以表现出弹性；给予足够长的时间（相当于足够慢的作用速率），玻璃也可以产生黏性的流动。所以说，水也可以同时具有黏性和弹性，玻璃也可以同时具有黏性和弹性。但是，高分子材料在通常的温度（室温上下几十度）和通常的外力作用时间下，就表现出显著的黏弹性。定量表征黏弹性特征，使用黏弹性力学模型。这正是：黏弹性是高分子的核心秘密（本质特征），细长绳乃黏弹性的本原奥妙（根本究竟）。

高分子理论比较抽象, 一般需要专业实验室才能获得展现, 以下给大多数从业人士深入浅出解析一个高分子概念——高分子的柔性 with 刚性理解, 期望读者能举一反三, 加深对概念或理论的理解。

高分子的柔性和刚性概念对于毫无高分子基础的人来说理解有些困难, 我们下面用钢丝对其柔性和刚性做一下形象的解读, 期望有助于读者的理解。

每一小段钢丝看做高分子的一个结构单元, 当无数的小段钢丝串接起来, 就犹如聚合过程将结构单元结合到一条链上, 当钢丝长到一定程度, 钢丝就会变得可以任意弯折, 这就是高分子的柔性, 继续加长钢丝的长度, 钢丝就会发生打卷缠结在一起。当我们用力拉住钢丝两端, 钢丝就会慢慢伸直滑脱, 这就是高分子的解缠流动。

如果我们加粗钢丝, 那么在细钢丝发生弯折长度下, 粗钢丝还未弯折, 这些粗钢丝可以看做高分子链上的苯环、杂环等结构, 这就是高分子的刚性。但当粗钢丝到一定长度后, 又会出现细钢丝所拥有的特性, 又表现出柔性。同样一种材料, 长了就柔, 短了就刚; 细了就柔, 粗了就刚。

1.1.2 高分子性能

材料的性能是由其使用价值来体现的, 它是市场定位、开拓市场、实现市场价值的依据。所以剖析性能, 对于改善产品性能以适应市场需要非常重要。下面从结构的观点, 以聚合物层状硅酸盐纳米复合材料为例, 对高分子材料常用性能逐一给出简明的解析。

1.1.2.1 高分子材料的性能

(1) 刚性 刚性表征小形变下材料抵抗变形的能力, 根据加载方式的不同分别用拉伸模量或弯曲模量等来表示。黏土片模量远高于聚合物基体模量, 所以复合材料模量总是提高的, 这与传统聚合物填充情况是一样的。但聚合物层状硅酸盐纳米复合材料模量大幅度提高的原因, 是黏土片层纳米尺度的分散, 造成单位体积中, 黏土片数目急剧增加, 界面面积巨大。

(2) 强度 强度是大形变下材料失效的应力量度, 一般用屈服强度或断裂强度来表示。强度对材料内部的缺陷较为敏感, 欲得到高强度, 两相界面黏结要好, 分散相形状的长径比应达到相当高的值。聚合物层状硅酸盐纳米复合材料两相界面离子键强结合以及黏土片很高的长径比, 保证了强度的大幅度提高。

(3) 韧性 韧性是使材料断裂所消耗能量的量度, 是材料强度和延伸率的综合作用, 通常用冲击强度等来表示。韧性在两相界面黏结较好的前提下, 主要取决于分散相的尺寸, 分散相尺寸要小于某一特定值时 (与复合材料体系有关), 材料韧性才能不降低, 并有所升高。聚合物层状硅酸盐纳米复合材料两相界面离子键强结合, 黏土片纳米尺度的分散, 使韧性保持不降低, 而有所提高。

(4) 热变形温度 高分子材料在较高温度下会软化变形, 限制了它在很多场合下的使用, 耐热性能的提高一直是研究开发的方向。热变形温度是在固定弯曲

载荷下,材料达到给定小形变下的温度。聚合物层状硅酸盐纳米复合材料中无数纳米尺度的黏土片沿平行于样条受力表面取向,且高分子链运动受阻,使其抵抗弯曲变形的能力大幅度提高,从而热变形温度成倍增加。

(5) 阻隔性 阻隔性是小分子沿垂直于膜表面方向扩散、迁移、渗透快慢的度量。聚合物层状硅酸盐纳米复合材料中纳米尺度分散的、具有相当大长径比的、沿膜表面取向的无数层黏土片,组成了无数层纳米复合膜,使小分子的迁移处处受阻,小分子被迫绕开这些阻碍曲折前进,如同在迷宫中行走一般,增加了迁移距离,从而减慢了迁移速率,表现为材料阻隔性大幅度提高。

(6) 加工流变性 聚合物层状硅酸盐纳米复合材料中的纳米尺度分散的黏土片在加工流场下,逐渐沿流动方向取向,使其具有较强的剪切变稀性能,也就是说在较低剪切速率下(测相对黏度的条件下),其黏度比聚合物基体高,而在较高剪切速率下,其黏度比聚合物基体低,流动性好,易成型加工。而且在相对黏度大小差不多的情况下,由于高分子链以离子键的形式牢固连接在黏土片上,其熔体强度比聚合物基体有所提高。

(7) 结晶性 黏土片以纳米尺度分散在聚合物基体中,黏土片与基体间存在巨大的界面,从而对聚合物基体结晶提供了数目众多的异相成核点,使聚合物基体结晶成核速率加快,球晶细化、尺寸均匀;而高分子链一端以离子键形式连接在黏土片上,其运动受阻,使结晶生长速率变慢。并使材料透明性提高。

1.1.2.2 性能解析

(1) 韧性 韧性定义为产生单位断裂面积所消耗的能量,与诸多因素有关。

① 加载方式

a. 高速冲击:悬臂梁(IZOD)、简支梁(CHARPY)。

b. 中速拉伸:拉伸曲线下的面积=拉伸强度×断裂伸长率。

c. 低速弯曲: J 积分等(断裂韧性)。

② 样条尺寸 厚、薄,缺口情况,如ISO、ASTM、DIN等。

③ 加载速率与测试温度 速率越高,温度越低,韧性越小,反之亦然。

④ 材料成分及内部结构

韧性是一个泛称(如马),冲击强度是一个具称(如白马),断裂伸长率是另一个具称的一部分(如黑马尾巴)。

冲击强度是韧性的一种具体表达方式(高速冲击),而断裂伸长率本身并不能表达韧性,它只不过是另一种韧性的具体表达方式(中速拉伸)里,拉伸强度×断裂伸长率的其中之一而已。即使断裂伸长率低,只要拉伸强度足够高,同样可使韧性(无论是以冲击还是拉伸来衡量)提高,如玻纤增强塑料。

大家知道,冲击强度是以摆锤冲击后的指针停留位置为基础计算的,如若碰到柔韧性较强的材料,就可能产生冲击回弹,甚至冲击不断的现象发生,这种情况下,以指针位置计算就会产生非常大的出入,而事实上,其冲击强度不一定很高。

(2) 塑料耐热性的物理分析 说到热塑性材料的耐热性,首先就要问温度升