

上海科技教育出版社

实用塑料成型技术手册

石安富 龚云表 编



实用塑料成型技术手册

石安富 ~~蒋云表~~ 编

上海科技教育出版社

实用塑料成型技术手册

石安富 龚云表 编

上海科技教育出版社出版发行

(上海冠生园路393号)

各地新华书店经销 常熟高专印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 11.5 字数 370000

1995年10月第1版 1995年10月第1次印刷

印数 1—4000

ISBN 7-5428-1072-3/T·4

定价: 21.00元

前 言

塑料作为三大合成材料(塑料、合成橡胶、合成纤维)之一,目前已成为国民经济及人民生活中不可缺少的材料。它已与三大基础材料(钢铁、木材、水泥)并驾齐驱,成为四大工业材料之一,其年增长率已居四大工业材料的首位。目前,已实现工业化的塑料有300余种,常用的有60余种。1950年全世界塑料产量为 1.5×10^6 t,1960年增加到 6.9×10^6 t,1970年达到 3.0×10^7 t,1980年则为 5.9×10^7 t,1990年更猛增到近 1.0×10^8 t。世界上塑料的人均年消费量1970年为8kg,1980年13.4kg,预计到1995年可达22.5kg,工业发达国家更高达50kg以上。塑料以其质轻、比强度高、耐腐蚀、生产效率高、能耗低等特点,已在机械、建筑、电子电器、交通运输、包装、纺织、化工、医疗、农业、渔业等领域,得到了极其广泛的应用。

塑料制品成型技术与塑料工业的发展密切相关,随着塑料工业的发展而发展。塑料制品成型与塑料生产一起,组成了塑料工业的两大体系。两大体系又相辅相成、互相依存。没有塑料的生产,就没有塑料制品,没有塑料制品的成型,塑料就无使用价值可言。从这一意义来说,塑料制品成型工艺是塑料工业与其他工业部门及人们日常生活之间联系的一座桥梁,通过注射、挤出、模压、压延、流涎、发泡、层压、缠绕、浇注、吹塑等一系列成型方法,将各种塑料加工成管、棒、板、片、丝、薄膜、壁纸、人造革、中空容器及各种注射制品、吹塑制品、发泡制品、烧结制品、搪塑制品、涂层制品和增强制品等。当前,塑料制品成型技术正向着高效、高速、节能、高精度和大型化的方向发展。塑料制品成型工业已成为一个新兴的工业部门,其加工能力甚至已经超过塑料的生产能力。塑料制品成型技术日益引起人们的关切和重视,尤其对于遍布全国各地的塑料制品专业人员,更迫切需要全面、系统地掌握这门新兴技术。

本手册旨在为读者提供一本较为全面而又简要,实用而且操作性较强的塑料制品成型技术的工具书。全书共分6章,即:基础资料,塑料的成型特性和成型工艺,塑料制品成型机械,塑料制品设计,塑料性能测试。

塑料制品配方及成型工艺。本书主要供从事塑料制品成型加工的工程技术人员、大专及中专技术院校塑料专业的师生，以及从事塑料及其制品经营管理的有关人员参考。我们在编写的过程中，力求文字简明扼要，数据完整准确，内容翔实可靠。

本手册在编写过程中得到了上海市合成树脂研究所施耀忠高级工程师、上海市化工局标准计量所钟佩琴高级工程师及上海太平洋化工(集团)公司张誉工程师的大力支持和帮助，他们为本手册提供了许多有实用价值的塑料制品配方、成型工艺、标准文本及其他有关资料，在此谨致衷心感谢。由于我们水平所限，不妥或错误之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

1994年11月

目 录

第一章 基础资料	1
一、中华人民共和国法定计量单位	1
二、塑料成型加工常用法定计量单位及与其他单位的换算关系表	5
三、摄氏度和华氏度温度换算表	13
四、塑料产品及制品标准题录	16
五、塑料及树脂缩写代号(参照GB 1844—80)	21
六、主要塑料性能表	23
七、塑料助剂的主要品种、性状及用途	34
八、塑料主要成型方法	65
九、各种塑料适用的主要成型方法	68
十、塑料成型术语及其定义(参照GB 2035—80)	69
十一、塑料成型异常现象的产生原因及其克服方法	74
十二、塑料成型常用计算公式	89
十三、各种塑料制品的应用领域及主要品种	94
第二章 塑料的成型特性和成型工艺	105
第一节 通用塑料的成型特性和成型工艺	105
一、聚乙烯	105
二、聚丙烯	108
三、聚氯乙烯	110
四、聚苯乙烯	113
五、ABS	115
六、聚甲基丙烯酸甲酯(有机玻璃)	118
七、酚醛树脂	120
八、脲醛树脂	123
九、三聚氰胺甲醛树脂	126
十、环氧树脂	128
十一、不饱和聚酯树脂	131
十二、聚氨酯	132
十三、有机硅树脂	134

第二节 工程塑料的成型特性和成型工艺	135
一、聚酰胺(尼龙)	135
二、聚碳酸酯	138
三、聚甲醛	141
四、聚苯醚	143
五、聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)	145
六、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)	146
七、聚四氟乙烯	149
第三章 塑料制品成型机械	153
第一节 干燥机械	153
一、料斗干燥器	153
二、除湿干燥器	154
第二节 混合机械	155
一、螺带式混合机	155
二、捏和机	155
三、高速混合机	156
第三节 塑炼机械	158
一、开放式塑炼机	158
二、密闭式塑炼机	158
第四节 挤出成型机械	161
一、单螺杆挤出机	161
二、双螺杆挤出机	161
三、排气式挤出机	163
第五节 挤出机辅机	163
一、挤管辅机	163
二、挤板辅机	164
三、吹塑薄膜辅机	165
四、吹塑瓶辅机	167
第六节 注射成型机械	167
一、柱塞式注射机	167
二、螺杆式注射机	169
第七节 液压成型机械	169
一、液压机	169
二、层压机	172

第八节 压延成型机械.....	174
一、三辊压延机	174
二、四辊压延机	174
第九节 其他成型机械.....	176
一、破碎机	176
二、泡沫塑料板材成型机	176
三、泡沫塑料包装成型机	179
第四章 塑料制品设计	180
第一节 塑料制品设计程序.....	180
一、选材	180
二、确定成型方法	180
三、初步设计	180
四、样品制造	181
五、制品设计	181
第二节 塑料制品选材.....	181
一、按制品用途选材	181
二、按制品性能选材	182
第三节 塑料制品设计工艺要求.....	196
一、尺寸精度	196
二、形状	196
三、壁厚	200
四、斜度	203
五、加强筋	205
六、支承面	206
七、圆角	208
八、孔	209
九、凸台	212
十、螺纹	213
十一、嵌件	215
第五章 塑料性能测试	220
第一节 塑料物理性能测试.....	220
一、密度(参照GB1033—70).....	220
二、表观密度(参照GB1636—79).....	221
三、吸水性(参照GB1034—86).....	222

ARC32/85

四、透气性(参照GB1038—70).....	224
五、透湿性(参照GB1037—70).....	226
六、透光性(参照GB2410—80).....	228
七、黄色指数(参照GB2409—80).....	229
八、灰分(参照GB1635—79).....	230
九、白度(参照GB2913—82).....	231
第二节 塑料力学性能测试	232
一、拉伸(参照GB1040—79).....	232
二、压缩(参照GB1041—79).....	234
三、弯曲(参照GB1042—79).....	235
四、冲击.....	237
五、硬度.....	240
六、摩擦和磨损(参照GB3960—83).....	244
第三节 塑料热性能测试	245
一、线胀系数(参照GB1036—76).....	245
二、导热系数(参照GB3399—82).....	248
三、马丁耐热性(参照GB1035—70).....	247
四、维卡软化点(参照GB1633—79).....	248
五、热变形温度(参照GB1634—79).....	249
六、耐燃烧性.....	250
第四节 塑料电性能测试	254
一、绝缘电阻和电阻率(参照GB1410—78).....	254
二、介电常数和介电损耗角正切(参照GB1409—78).....	258
三、介电强度(参照GB1408—78).....	263
四、耐电弧性(参照GB1411—78).....	266
第五节 塑料老化性能试验	268
一、自然气候暴露试验(参照GB3681—83).....	268
二、热空气老化试验(参照GB7141—86).....	369
第六章 塑料制品配方及成型工艺	271
一、聚乙烯制品.....	271
二、聚丙烯制品.....	285
三、聚氯乙烯制品.....	292
四、聚苯乙烯制品.....	313
五、ABS制品.....	320

六、有机玻璃制品	322
七、酚醛树脂制品	324
八、氨基树脂制品	328
九、环氧树脂制品	330
十、不饱和聚酯树脂制品	332
十一、聚氨酯制品	334
十二、聚酰胺(尼龙)制品	336
十三、聚碳酸酯制品	341
十四、聚甲醛制品	344
十五、聚苯醚制品	345
十六、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)制品	347
十七、聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)制品	349
十八、聚四氟乙烯制品	351
主要参考书目	354

第一章 基础资料

一、中华人民共和国法定计量单位

(一) 国际单位制的基本单位表

量的名称	单位名称	单位符号
长度	米	m
质量	千克(公斤)	kg
时间	秒	s
电流	安[培]	A
热力学温度	开[尔文]	K
物质的量	摩[尔]	mol
发光强度	坎[德拉]	cd

(二) 国际单位制的辅助单位表

量的名称	单位名称	单位符号
平面角	弧度	rad
立体角	球面度	sr

(三) 国际单位制中具有专门名称的导出单位表

量的名称	单位名称	单位符号	其他表示式例
频率	赫[兹]	Hz	s^{-1}

续表

量的名称	单位名称	单位符号	其他表示式例
力; 重力	牛[顿]	N	$\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$
压力; 压强; 应力	帕[斯卡]	Pa	N/m^2
能量; 功; 热	焦[耳]	J	$\text{N}\cdot\text{m}$
功率; 辐射通量	瓦[特]	W	J/s
电 荷 量	库[仑]	C	$\text{A}\cdot\text{s}$
电位; 电压; 电动势	伏[特]	V	W/A
电 容	法[拉]	F	C/V
电 阻	欧[姆]	Ω	V/A
电 导	西[门子]	S	A/V
磁 通 量	韦[伯]	Wb	$\text{V}\cdot\text{s}$
磁通量密度; 磁感应强度	特[斯拉]	T	Wb/m^2
电 感	亨[利]	H	Wb/A
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$	
光 通 量	流[明]	lm	$\text{cd}\cdot\text{sr}$
光 照 度	勒[克斯]	lx	lm/m^2
放射性活度	贝可[勒尔]	Bq	s^{-1}
吸收剂量	戈[瑞]	Gy	J/kg
剂量当量	希[沃特]	Sv	J/kg

(四) 国家选定的非国际单位制单位表

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
时间	分	min	$1\text{min}=60\text{s}$
	[小]时	h	$1\text{h}=60\text{min}=3600\text{s}$

续表

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
时间	天[日]	d	1d=24h=86400s
平面角	[角]秒	($''$)	1 $''$ =($\pi/648000$)rad(π 为圆周率)
	[角]分	($'$)	1 $'$ =60 $''$ =($\pi/10800$)rad
	度	($^{\circ}$)	1 $^{\circ}$ =60 $'$ =($\pi/180$)rad
旋转速度	转每分	r/min	1r/min=(1/60)s $^{-1}$
长度	海里	n mile	1n mile=1852m(只用于航程)
速度	节	kn	1kn=1n mile/h =(1852/3600)m/s(只用于航行)
质量	吨	t	1t=10 3 kg
	原子质量单位	u	1u \approx 1.6605655 \times 10 $^{-27}$ kg
体积	升	L, (l)	1L=1dm 3 =10 $^{-3}$ m 3
能	电子伏	eV	1eV \approx 1.6021892 \times 10 $^{-19}$ J
级差	分贝	dB	
线密度	特[克斯]	tex	1tex=1 g/km

(五) 用于构成十进倍数和分数单位的词头表

所表示的因数	词头名称	词头符号
10 18	艾[可萨]	E

续表

所表示的因数	词头名称	词头符号
10^{15}	拍[它]	P
10^{12}	太[拉]	T
10^9	吉[咖]	G
10^6	兆	M
10^3	千	k
10^2	百	h
10^1	十	da
10^{-1}	分	d
10^{-2}	厘	c
10^{-3}	毫	m
10^{-6}	微	μ
10^{-9}	纳[诺]	n
10^{-12}	皮[可]	p
10^{-15}	飞[母托]	f
10^{-18}	阿[托]	a

- 【注】 1. 周、月、年(年的符号为a),为一般常用时间单位。
2. []内的字,是在不致混淆的情况下,可以省略的字。
3. ()内的字为前者的同义语。
4. 角度单位度分秒的符号不处于数字后时,用括弧。
5. 升的符号中,小写字母l为备用符号。
6. r为“转”的符号。
7. 人民生活和贸易中,质量习惯称为重量。
8. 公里为千米的俗称,符号为km。
9. 10^4 称为万, 10^8 称为亿, 10^{12} 称为万亿,这类数词的使用不受词头名称的影响,但不应与词头混淆。

二、塑料成型加工常用法定计量单位及与其他单位的换算关系表

量的名称	法定单位		非法定单位		换算关系
	符号	中文符号	符号	中文符号	
密度	kg/m ³	千克/米 ³	1b/in ³	磅/英寸 ³	1 lb/in ³ =27679.9kg/m ³
			1b/ft ³	磅/英尺 ³	1 lb/ft ³ =16.0185kg/m ³
拉伸强度 弯曲强度 压缩强度 弹性模量 剪切强度	Pa	帕	kgf/cm ²	公斤力 /厘米 ²	1 kgf/cm ² =9.80665×10 ⁴ Pa =0.0980665MPa ≈0.1MPa
			kgf/mm ²	公斤力 /毫米 ²	1 kgf/mm ² =9.80665×10 ⁶ Pa =9.80665MPa
			kgf/m ²	公斤力 /米 ²	1 kgf/m ² =9.80665Pa
			lbf/in ²	磅力 /英寸 ²	1 lbf/in ² =6894.76Pa =6.895kPa ≈0.0069MPa
			k1bf/in ²	千磅力 /英寸 ²	1 k1bf/in ² =6894760Pa =6894.76kPa
			1bf/ft ²	磅力 /英尺 ²	1 1bf/ft ² =47.8803Pa =0.04788kPa
			撕裂强度 剥离强度 抗劈强度	N/m	牛/米
1bf/in	磅力 /英寸	1 1bf/in=175.12677N/m			

续表

量的名称	法定单位		非法定单位		换算关系
	符号	中文符号	符号	中文符号	
压力 压强 应力	Pa	帕	N/cm ²	牛/厘米 ²	1 N/cm ² =10000Pa
			dyn/cm ²	达因/厘米 ²	1 dyn/cm ² =0.1Pa
			bar	巴	1 bar=10 ⁵ Pa
			mbar	毫巴	1 mbar=100Pa
			mmHg	毫米汞柱	1 mmHg=133.322Pa
			mmH ₂ O	毫米水柱	1 mmH ₂ O=9.80665Pa
			Torr	托	1 Torr=133.322Pa
			atm	标准大气压	1 atm=101325Pa
		at	工程大气压	1 at=98066.5Pa	
冲击强度	kJ/m ²	千焦/米 ²	kgf·cm/cm ²	公斤力·厘米/厘米 ²	1 kgf·cm/cm ² =0.098J/cm ² ≈0.1J/cm ² ≈1kJ/m ²
			kgf·cm/cm	公斤力·厘米/厘米	1 kgf·cm/cm=0.0098kJ/m ≈0.01kJ/m
	J/m	焦/米	ft·lb/in	英尺·磅/英寸	1 ft·lb/in=0.5334J/cm =53.34J/m

续表

量的名称	法定单位		非法定单位		换算关系
	符号	中文符号	符号	中文符号	
冲击强度	kJ/m^2	千焦/米 ²	$\text{ft}\cdot\text{lb}/\text{in}^2$	英尺·磅/英寸 ²	$1\text{ft}\cdot\text{lb}/\text{in}^2=0.21\text{J}/\text{cm}^2$ $=2.1\text{kJ}/\text{m}^2$
运动粘度	m^2/s	米 ² /秒	St cSt	斯托克斯 厘斯托克斯	$1\text{St}=1\text{cm}^2/\text{s}=10^{-4}\text{m}^2/\text{s}$ $1\text{cSt}=1\text{mm}^2/\text{s}=10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$
动力粘度	$\text{Pa}\cdot\text{s}$	帕·秒	P cP $\text{kgf}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ $\text{lbf}\cdot\text{s}/\text{ft}^2$ $\text{lbf}\cdot\text{s}/\text{in}^2$	泊 厘泊 千克力·秒/米 ² 磅力·秒/英尺 ² 磅力·秒/英寸 ²	$1\text{P}=0.1\text{Pa}\cdot\text{s}$ $1\text{cP}=0.001\text{Pa}\cdot\text{s}$ $1\text{kgf}\cdot\text{s}/\text{m}^2=9.80665\text{Pa}\cdot\text{s}$ $1\text{lbf}\cdot\text{s}/\text{ft}^2=47.8803\text{Pa}\cdot\text{s}$ $1\text{lbf}\cdot\text{s}/\text{in}^2=6894.76\text{Pa}\cdot\text{s}$
热、能、功	J	焦	$\text{kgf}\cdot\text{m}$ kW·h L·atm	千克力·米 千瓦·小时 升·大气压	$1\text{kgf}\cdot\text{m}=9.80665\text{J}$ $1\text{kW}\cdot\text{h}=3600\text{kJ}=3.6\times 10^6\text{J}$ $1\text{米制马力}\cdot\text{小时}=2.64780\times 10^6\text{J}$ $1\text{L}\cdot\text{atm}=101.325\text{J}$