

塑料成型加工技术读本

塑料浇铸成型 与旋转成型

马东卫 编著

PLASTIC

320.66

8



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

塑料成型加工技术读本

塑料装饰

塑料配混

塑料热成型

塑料回收利用

塑料压延成型

塑料挤出成型

塑料注射成型

塑料压制成型

塑料中空吹塑成型

泡沫塑料成型加工

塑料浇铸成型与旋转成型

ISBN 7-5025-7612-6



9 787502 576127 >

销售分类建议：化工/高分子化工/塑料工业

ISBN 7-5025-7612-6

定价：11.00元

TQ320.66
148

塑料成型加工技术读本

塑料浇铸成型与旋转成型

马东卫 编著



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

出版者的话

近年来我国塑料加工工业一直持续快速发展，塑料制品在各个领域得到越来越广泛的应用，从事和关注塑料研究、生产与应用的人也日益增多。随着新技术、新材料和新工艺的不断涌现，特别是技术力量相对薄弱的民营企业逐渐成为行业中的重要生力军，使得塑料加工从业人员技术培训显得日益重要。为适应市场的迫切需求，我们特组织全国塑料技工培训中心、北京塑料工业学校和北京化工学校的教师编写了这套《塑料成型加工技术读本》。

本套书根据塑料加工的特点选择相关内容确定了 11 个分册，分别为《塑料注射成型》、《塑料挤出成型》、《塑料中空吹塑成型》、《塑料压延成型》、《塑料压制成型》、《泡沫塑料成型》、《塑料装饰》、《塑料热成型》、《塑料浇铸成型与旋转成型》、《塑料配混》、《塑料回收利用》。各分册在保证编写体例统一、内容格局基本一致前提下，各有侧重和特色。每册内容一般包括加工原理、常用原材料性能、典型工艺、生产设备、操作规程、常见问题分析与解决办法等。整套书的编写原则为实用性、先进性相结合，特别强调可操作性。为适应企业培训和技术人员自学，在书中还安排了思考题，希望《塑料成型加工技术读本》的出版对行业有促进作用。

化学工业出版社

前 言

浇铸成型是借用金属浇铸工艺而来，是将经初步聚合、缩聚的浆状物，聚合物的单体溶液，聚合物熔体等注入模具中固化（完成聚合或缩聚反应、冷却），得到与模具型腔相似的制品。塑料浇铸成型所用的浇铸原料一般为液态材料，属可流动熔体，可在低压、常温下通过各种方法浇铸而成型为制品。

旋转成型（滚塑）是塑料成型加工中的一个重要分支，经过半个多世纪的发展，其设备与工艺已日趋完善，现在旋转成型已得到了相当广泛的应用，从小巧的儿童玩具到庞大的塑料贮槽、塑料游艇，都有旋转成型制件。旋转成型突出的优点之一是该法所使用的设备和模具更为简单、廉价，因此投资较少、上马也比较快。正确地应用旋转成型工艺可以获得巨大的经济效益。

本书从静态浇铸、嵌铸、离心浇铸、流延铸塑、搪塑、旋转成型六个方面进行介绍。

本书突出实用性、可操作性，并注意新知识、新技术的运用。编写内容主要为成型原理、成型用原材料、成型设备、成型模具、成型工艺过程、成型工艺控制、操作规程、典型制品成型、成型质量问题及解决方法、设备维护等。

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者
2005 年 5 月

内 容 提 要

本书系统介绍了塑料浇铸成型与旋转成型概述、静态浇铸、嵌铸、离心浇铸、流延铸塑、搪塑、旋转成型等内容。包括加工原理、常用原材料性能、典型工艺、生产设备、操作规程、常见质量问题及解决方法等。

本书突出实用性、可操作性。适用于从事塑料成型加工的技术工人及初级技术人员和中专师生参考。

目 录

第一章 概述	1
第二章 静态浇铸	4
第一节 静态浇铸成型用原材料	4
一、聚己内酰胺	4
二、环氧树脂	7
三、聚甲基丙烯酸甲酯	11
第二节 静态浇铸成型模具	16
第三节 静态浇铸工艺过程及控制	19
一、模具的准备	19
二、浇铸原料的配制	20
三、浇铸及固化	24
四、常见的质量问题及解决方法	25
思考题	26
第三章 嵌铸	27
第一节 嵌铸成型用原材料	27
第二节 嵌铸成型模具	28
第三节 嵌铸工艺	29
一、嵌铸工艺过程	29
二、嵌铸常见的质量问题及解决方法	31
思考题	31
第四章 离心浇铸	32
第一节 离心浇铸成型用原材料	32
第二节 离心浇铸成型模具	33
第三节 离心浇铸工艺	34
一、立式离心铸型	34

二、水平式离心铸塑	36
三、离心浇铸常见的质量问题及解决方法	38
思考题	38
第五章 流延铸塑	39
第一节 流延铸塑成型用原材料	39
第二节 流延铸塑成型设备	39
第三节 流延铸塑工艺	40
一、溶液的配制	40
二、溶液的流延铸塑成膜	41
三、干燥	41
四、流延铸塑常见的质量问题及解决方法	44
思考题	44
第六章 搪塑	45
第一节 搪塑成型用原材料	45
一、聚氯乙烯糊	45
二、聚氯乙烯糊的原材料	49
第二节 搪塑成型模具	67
第三节 搪塑工艺	68
第四节 蘸浸成型	69
思考题	70
第七章 旋转成型	71
第一节 旋转成型概述	71
一、旋转成型原理	71
二、旋转成型特点	72
三、旋转成型用原材料	74
第二节 旋转成型设备及模具	76
一、旋转成型设备的分类及其特点	76
二、旋转成型设备示例	80
三、旋转成型模具常用材料及加工方法	81
四、旋转成型模具设计的一些问题	83
第三节 旋转成型制品设计要点	85

一、旋转成型制品的壁厚及壁厚均一性	86
二、脱模斜度	87
三、制品转角及倒角处的圆弧半径	87
四、加强筋的设计与应用	88
五、双壁旋转成型制品	90
六、表面粗糙度	90
七、倒切口	90
八、孔	91
九、螺纹	92
十、嵌件	92
十一、旋转成型制品的尺寸误差	92
第四节 常用塑料的旋转成型	93
一、聚乙烯塑料制品的旋转成型	93
二、聚氯乙烯塑料制品的旋转成型	118
三、尼龙制品的旋转成型	122
四、聚碳酸酯塑料制品的旋转成型	132
五、ABS 塑料制品的旋转成型	134
六、热固性增强塑料制品的旋转成型	137
思考题	140
参考文献	141

第一章 概 述

在塑料的成型加工中，塑料制品除了采用压制、挤出、注射、压延等成型加工方法以外，由于某些塑料材料的性能具有特殊性，或某些塑料制品有特别的性能要求，因此在塑料成型技术中，还可以采用浇铸成型与旋转成型。

浇铸成型又称铸塑成型，此成型方法是将已准备好的浇铸原料注入到一定形状、规格的模具中，而后使其固化定型，得到与模型腔相似的制品。浇铸原料一般为经初步聚合、缩聚的浆状物，聚合物的单体溶液，聚合物熔体等。固化定型包括完成聚合或缩聚反应，冷却等。

塑料浇铸成型所用的浇铸原料一般为液态材料，属可流动熔体，可在低压、常温下通过各种方法浇铸而成型为制品。由于成型制品过程中施压很小，所以对模具和机械设备的强度要求较低。另外，它对产品尺寸限制较小，故适宜生产尺寸较大或中小型而精度要求不高的制品。由于该方法所获制品的内应力较小、投资不高，因此近几年生产有较大的发展。但因批量生产的周期较慢、制品尺寸精度及精密度较差，所以仅适合小批量、科学技术创新产品的开发过程中使用。目前塑料浇铸成型的成型方法有静态浇铸、嵌铸、流延铸塑、离心浇铸、搪塑等。

聚甲基丙烯酸甲酯、环氧树脂等常采用静态浇铸的方法生产各种型材和制品；使用透明塑料嵌铸常用来保存生物的标本，制作工艺美术品或电气设备；流延铸塑常用来生产薄膜；离心浇铸可生产大直径的管制品、空心制品、齿轮和轴承等；聚氯乙烯溶胶塑料搪塑常生产儿童玩具或中空软质制品。

塑料浇铸成型所用的模具，可以直接用金属或合金、玻璃、木

材、石膏、塑料和橡胶等材料制造，由于塑料流动温度不是很高，因而各模具材料较容易适应。

浇铸成型工艺一般有几个工序：浇铸液的配制、过滤和脱泡、浇铸、固化、脱模、后处理等。

旋转成型又称滚塑成型、回转成型，此成型方法是先将一定量的液状或糊状的塑料加入到模具中，然后模具沿两个垂直的轴不断旋转并使之加热，模内的塑料在重力和热的作用下，逐渐均匀地涂布、熔融黏附在模腔的整个表面上，成型为所需要的形状，经冷却定型而制得塑料制件。

旋转成型与离心浇铸成型类似，但由于旋转成型的转速不高，故设备简单，有利于小批量生产大型的中空制品，如聚乙烯大型贮罐、汽车和小船壳体。旋转成型制品的厚度均匀，废料少，产品几乎无内应力，因而不易发生变形。近年来用粉状塑料代替液状或糊状塑料，采用旋转成型生产大型容器的发展很快，使用的塑料品种有聚乙烯、聚氯乙烯、改性聚苯乙烯、聚酰胺、聚碳酸酯等。

旋转成型所用的模具，小型制品常用铝或钢制成，大型制品则采用薄钢板制成。

旋转成型工艺一般有几个工序：装料、加热滚塑、冷却、脱模、模具清理等。此外，在一些情况下，还需要经过一个制品后加工（整理）工序，才能得到可供使用的塑料制品。

装料，先将树脂及所需加入的各种助剂经过准确计量（有时需先将各组分预混均匀），加入到旋转成型模具中，然后锁紧模具，保证模具在转动过程中，其中的物料不会从合模处泄漏出来。

加热滚塑，装好物料的模具送入加热炉（或者向夹套式旋转成型模具的夹套通入热介质），模具一边不停地转动，一边加热。由于模具是沿着两个相互垂直的轴转动的，模具中的物料在重力的作用下，向着模具转动的反方向向下滑动，得以与模腔壁上的各点逐一接触，同时由于从模壁传入热量使塑料逐渐塑化并黏附于模具的整个内表面上，形成我们所需要的塑料制件。

冷却，模具内的物料，经模具转动、加热而均匀地附着于模具

内，表面充分塑化以后，通过冷却使已成型的塑料把它的形状固定下来。多数情况下，在冷却过程中需要防止物料向下流动（下淌），在冷却时旋转成型机应继续带动模具沿两个垂直轴旋转，直到“冷透”（物料失去流动性）为止。

脱模，机器停止转动，打开模具，取出塑料件。

模具清理，取出制件以后，清除飞边等在模腔中以及合模处残存的杂物，以备下一个周期滚塑之用。

制品后加工，此工序包括切口、配盖、配套等辅助操作，因制件不同而异。

第二章 静态浇铸

静态浇铸成型工艺是浇铸成型中最为简便和使用较为广泛的一种方法，因此，至今仍被较多地采用。

静态浇铸成型，是将液体材料靠自身质量慢慢倾倒入已备好的模具型腔中，靠液态材料的化学或物理聚合原理固化而成型。

第一节 静态浇铸成型用原材料

静态浇铸原材料一般应满足下列要求：①浇铸原料熔体或溶液的流动性好，容易充满模具型腔；②浇铸成型的温度应比产品的熔点低；③原料在模具中固化时没有低沸点物或气体等副产物生成，制品不易产生气泡；④浇铸原料的化学变化、反应的放热及结晶、固化等过程在反应体系中能均匀分布且同时进行，体积收缩较小，不易使制品出现缩孔或残余内应力。能用于该方法生产塑料制品的静态材料的品种较多，最常用的是聚己内酰胺、环氧树脂、聚甲基丙烯酸甲酯和聚氨酯等。

一、聚己内酰胺

聚己内酰胺的铸塑制品（又称铸型尼龙、单体浇铸尼龙等），是用己内酰胺铸成的。铸塑时，己内酰胺单体加入碱性催化剂和助催化剂使其进行聚合反应而成为聚己内酰胺。

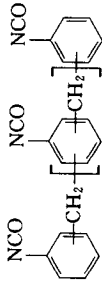
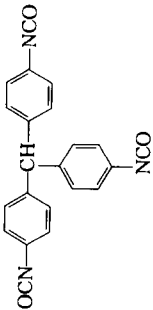
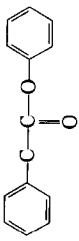
己内酰胺为白色片状晶体，熔点 69.2°C ，沸点 266.9°C ，聚合时放热为 117kJ/kg 。

催化剂通常用氢氧化钠。助催化剂又称活化剂，种类较多，主要形式为含有极性基团、氮与羰基的烷基化合物，由于极性基团与氮原子连接，使羰基的极化加强，是极活泼的化合物。此外，还可

表 2-1 常用的己内酰胺碱聚合助催化剂

名称	分子结构式	相对分子质量	外观	常用量(1kg 己内酰胺)/mL	相应的 NaOH 用量/(g/kg 己内酰胺)	备注
乙 醛 基 己 内 酰胺	$\text{CH}_3\text{CON}(\text{CH}_2)_5\text{CO}$	155	无色透明油状液体	4~5	1.4	反应较 TDI、MDI 等慢
己二异氰酸酯 (HDI)	$\text{OCN}(\text{CH}_2)_6\text{NCO}$	168	无色油状液体	—	—	—
2,4-或 2,6-甲苯二异氰酸酯 (TDI)		174	淡黄液体	4~6	1.4	有强烈刺激性气味,有毒
二苯甲烷二异氰酸酯 (MDI)		250	褐色液体	3~4	1.4	有强烈刺激性气味,有毒

续表

名称	分子结构式	相对分子质量	外观	常用量(1kg 己内酰胺)/mL	相应的 NaOH 用量/(g/kg 己内酰胺)	备注
多亚甲基多苯基多异氰酸酯 (PAPI)		350~400	黑褐色稠油状液体	3~4	1.4	须注意出厂产品标明的相对分子量或自行测定因黏度大,又易吸潮,故加入后不易分散均匀,易结块,故很少使用
三苯甲烷三异氰酸酯 (列克纳胶)		367	深蓝色液体	4~6	1.4	通常产品是氯苯的溶液,含量 20%
碳酸二苯酯 (DPC)		214	白色晶体	3~3.5	3.0	相对密度 1.2, 熔点 < 78°C, 沸点 302°C, 不溶于水, 毒性小, 操作方便, 制品性能较好, 故近年来采用较多

以使用能与己内酰胺单体或其碱金属盐起反应，间接生成上述结构化合物的试剂。各种助催化剂对加大聚合反应的速率和活性的作用各有不同，应根据浇铸工艺要求来选择。常用的己内酰胺碱聚合助催化剂见表 2-1。

通过助催化剂的加入，可在产品中引入新的官能团，改进聚合体的性能，以利于填料、颜料或防老剂的加入。当使用双官能或多官能的助催化剂时，可使聚合物相对分子质量增高或具有体型结构以提高制品的冲击强度。有时还可加入一定量的矿物油类，以增加其自润滑性，用于钢材热轧机轴承等要求使用温度较高、耐磨、耐老化的场合。

二、环氧树脂

通常使用的是双酚 A 型环氧树脂。部分国产双酚 A 型环氧树脂的牌号和指标见表 2-2。这类环氧树脂由于冲击韧性较差、耐热性低，因此目前有用其他高聚物（如聚硫橡胶、聚酰胺等）进行改性的。此外也合成并生产了一些新型的环氧树脂。

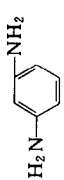
表 2-2 部分国产双酚 A 型环氧树脂的牌号和指标

环氧树脂牌号	软化点 /℃	环氧值	无机氯 含量/%	有机氯 含量/%	挥发物 (110℃, 3h)/%	平均相对 分子质量	外观
618,E-51	液体	≥0.48	≤0.05	≤0.02	≤0.5	350~400	黄色至 琥珀色高 黏度液体
6101,E-44	14~22	0.41~0.47	≤0.05	≤0.02	≤1.0	350~450	
634,E-42	20~28	0.38~0.45	≤0.05	≤0.02	≤1.0	350~600	
637,E-33	20~35	0.28~0.38	≤0.05	≤0.02	≤1.0	550~700	
638,E-28	40~45	0.23~0.33	≤0.05	≤0.02	≤1.0	600~870	
601,E-20	64~76	0.18~0.22	≤0.05	≤0.02	≤1.0	850~1050	黄色至 琥珀色脆 性固体
603,E-14	78~85	0.10~0.18	≤0.05	≤0.02	≤1.0	1100~2000	
604,E-12	85~96	0.09~0.15	≤0.05	≤0.02	≤1.0	1400~2200	

环氧树脂的固化剂常用的有两类。

① 胺类固化剂。多元胺类能使环氧树脂在室温下固化，对生产大型铸塑制品的工艺很方便，但有些品种具有一定的毒性。常用的胺类固化剂见表 2-3。此外也使用低分子量聚酰胺作固化剂，操作方便，毒性较低，但固化周期较长（1~2 天）。

表 2-3 常用的胺类固化剂

名 称	简称	化 学 式	相对分子质量	状 态	用量/(份 /100 份树脂)	固 化 条 件
乙二胺	EDA	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$	60.1	无色有气味 液体	7~8	25℃, 2~4 天或 80℃, 3~5h
二乙基三胺	DTA	$\text{H}_2\text{NC}_2\text{H}_4\text{NHC}_2\text{H}_4\text{NH}_2$	103.2	无色有气味 液体	8~11	25℃, 4~7 天或 150℃, 2~4h
三乙基四胺	TTA	$\text{H}_2\text{NC}_2\text{H}_4\text{NHC}_2\text{H}_4\text{NHC}_2\text{H}_4\text{NH}_2$	146.2	无色黏稠液体	9~11	25℃, 4~7 天或 150℃, 2~4h
四乙基五胺	TPA	$\text{H}_2\text{N}(\text{C}_2\text{H}_4\text{NH})_3\text{C}_2\text{H}_4\text{NH}_2$	189	无色黏稠液体	13~15	25℃, 4~7 天或 150℃, 2~4h
多乙基多胺	PEDA	$\text{H}_2\text{N}(\text{C}_2\text{H}_4\text{NH})_n\text{C}_2\text{H}_4\text{NH}_2$	>200	黏稠液体	14~15	25℃, 4~7 天或 150℃, 2~4h
己二胺	HDA	$\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$	116	白色晶体, 熔 点 40℃	15~16	25℃, 2~4 天或 80℃, 3~5h
双氰胺	DICY	$\text{H}_2\text{N}-\text{C}(\text{NH})_2-\text{CN}$	84.08	白色晶体	6	145~165℃, 2~4h
间苯二胺	MPD		108.14	灰黑色固体, 熔 点 63℃	14~16	60℃, 12h, 再 100℃, 2h