

塑料成型加工实用技术讲座

编者按 塑料成型加工技术不仅随着高分子材料合成技术的提高、成型设备的革新、成型工艺的成熟而进步,而且随着计算机技术、数值模拟技术等塑料成型加工领域的渗透而发展。尽管塑料成型方法较多,但最主要的成型方法仍为注射、挤出、吹塑成型,其制品占全部塑料制品的60%~70%,其中注射成型的制品种类最多。为了使广大工程技术人员充分了解这几种主要加工方法的特点、进展,熟练运用先进的加工理念、手段和方法,提高我国塑料制品的档次和附加值,本刊将连续刊出郑州大学申长雨教授等几位专家的文章,以饕读者。

第一讲

注射成型技术发展概况^{*}

申长雨 李海梅 高峰

(郑州大学橡塑模具国家工程研究中心, 郑州 450002)

摘要 回顾了注塑技术的发展历史,从原材料的拓宽、成型工艺与设备的革新、按制品生产要求不断涌现的新工艺,以及计算机辅助工程(CAE)技术等方面介绍了注射成型技术的现状及其新进展,并分析、展望了注射成型技术的发展趋势。

关键词 注塑 加工技术 新工艺 趋势

塑料成型技术是指把粉、粒状或液状树脂及添加剂等原料加工成具有一定使用价值的制品的一种技术。塑料制品性能的优劣及规格多少与成型技术密不可分。注射成型又称注射模塑或注塑,是塑料加工中重要的成型方法之一,其技术已发展得相当成熟,且应用非常普遍,注塑制品已占塑料制品总量的30%以上,在国民经济的许多领域有着广泛的应用。

为使读者对注塑技术有一个全面的了解,笔者先简单回顾注塑技术的历史发展阶段,然后从原材料的拓宽,成型工艺过程、成型装备的改进,按制品生产要求不断涌现的新工艺,以及计算机辅助工程(CAE)技术等方面介绍注塑领域内的新进展,最后用发展的观点归纳了注射成型的发展趋势。

1 注塑技术的发展历史

注塑技术经历了移植、技术成熟、发展创新几个阶段^[1~3]。

(1) 技术移植阶段 1920年以前,早期的塑料注射成型技术是从其它材料的加工方法(如铸造、热成型)中借鉴过来的,成型技术主要是移植改造,使粘弹性高的塑料熔体成型。

(2) 技术成熟阶段 1920~1970年,聚碳酸酯(PC)、聚甲醛(POM)、聚苯醚(PPO)、聚砜(PSU)、聚酰亚胺(PI)、环氧树脂(EP)、不饱和聚酯(UP)等一大批高性能塑料的出现,要求塑料成型加工技术向更高的阶段发展。同时,随着塑料成型设备设计和制造技术的不断进步,以及塑料成型加工理论研究的不断深入,为塑料成型加工技术的提高创新提供了条件;往复式螺杆注塑机、双螺杆挤出机的出现,使热敏性和高熔体粘度的热塑性、热固性塑料都能采用高效的成型

技术生产出高质量的制品。反应注塑技术使聚氨酯(PUR)、EP和UP的液态单体或低聚物的聚合成型成为可能。这一切标志着塑料成型加工已从改造、移植为主的时期过渡到了技术成熟时期。

(3) 发展创新阶段 1970年以后,随着科技的发展,控制技术、计算机技术的引入,促使塑料制品的生产过程从机械化、自动化进一步向连续化、程序化和自适应控制的方向发展。此阶段的塑料成型加工技术与前一时期相比,在可加工原材料的范围、制品的范围和制品质量等方面均有重大突破,不仅以往难以成型的热敏性、高熔体粘度的原料能方便地加工成制品,而且长纤维增强塑料、片状和团状模塑料也被用作高效成型技术的原材料。件重超过100 kg的汽车外壳、容积超过50000 L的特大容器、幅宽大于30 m的薄膜和宽度大于2 m的板材及件重仅几十克的微型齿轮,都成为塑料制品家族中的成员。

2 注塑技术的新进展^[3~17]

2.1 原材料拓宽的注塑

(1) 热塑性塑料热流道注射成型^[3]

热塑性塑料热流道注射成型又称无流道注射成型。成型时注射模的浇注系统始终处于熔融的热流道状态。塑料件脱模后,浇注系统不需脱模,并在下一成型周期与来自注塑机料筒的新料一起再注入型腔。所用的注塑机为通用型注塑机,但要配备精确的模具温度控制器。可用热流道模具成型的热塑性塑料有聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚苯乙烯

^{*} 国家“十五”重点科技攻关项目(2001BA203B16-02)、河南省自然科学基金项目(004060400)、河南省中青年骨干教师项目
收稿日期:2002-12-02

(PS) 等。通过模具结构的改进, 也可成型聚氯乙烯 (PVC)、ABS、POM、PC 等。

(2) 热固性塑料注射成型^[3,4]

热固性塑料的注射成型方法根据其成型方式、模具结构特点及原料特性可分为一般热固性注射成型、热固性塑料冷(温)流道注射成型、无流道注射成型、注压成型、反应注射成型、液体注射成型、模塑料注射成型等。前 3 种成型文献介绍较多, 现主要介绍后 4 种成型。

①注压成型 它是一种综合注塑和压塑两种成型工艺优点的新型生产技术, 如果同时在模具中采用冷流道, 则又称之为冷流道注压成型, 它可以同时兼有三种成型工艺的优点。普通的热固性注塑机经过一定改造后便可进行注压成型。适于注压成型的热固性塑料品种很多, 如酚醛树脂(PF)、EP、氨基塑料、三聚氰胺-酚醛、有机硅塑料、聚酯、聚邻苯二甲酸二烯丙酯(PDAP)、醇酸树脂等。

②反应注射成型(RIM) 反应注射成型的实质是使能起反应的两种液料进行混合注射, 并在模具中进行固化成型。因此, 反应注射一般包括两组液料的供给系统、液料泵出、混合及注射系统。反应注塑机可认为是一种广义的混色注塑机。反应注射模属于热固性塑料注射模, 其结构与一般热固性塑料注射模一样, 但由于模腔中有显著的化学变化, 故应对成型表面实施强化等特殊设计。

近年来, RIM 工艺还衍生出增强反应注射成型(RRIM)和毡片模塑反应注射成型(MMRIM)两种新技术。RRIM 工艺是把纤维增强技术与 RIM 工艺结合的新技术; MMRIM 工艺是把增强玻璃纤维织成毡片预先放置于模内, 两组分低粘度液体经高压混合后注入模内, 在模腔中浸渍玻纤毡片并经反应成为制品。RRIM 的制品中短玻纤含量限于 25% 以下; 而采用 MMRIM 工艺时玻纤毡片的添加量不受限制。

③液体注射成型 将热固性树脂液体如 EP、低粘度的硅橡胶等从储存容器中泵入混合头的混合室进行混合, 然后注入模腔, 并经加热而固化成型。液态注塑机可认为是一种广义的混色注塑机。液态注射模是一种与一般热固性塑料注射模基本相同的注射模。

④模塑料注射成型 模塑料注射成型根据模塑料的形状可分为团状模塑料(BMC)注射成型和片状模塑料(SMC)注射成型, 是纤维增强热固性塑料的一种成型方法。模塑料注射成型与模压成型相比, 成型压力低, 固化时间短, 模具设备费用低, 制品性能更均匀, 二次加工的费用低, 自动化程度高。对于模塑料注射须注意流动路线、流道结构尺寸, 考虑尽量小的阻力或死角, 防止流动困难或出现积料。模塑料模具属于一种热固性塑料注射模。

(3) 结构发泡注射成型^[3,4,10,11]

结构发泡注射成型是把结构发泡塑料注入模腔, 在模腔中发泡胀大而成为表层致密、内部呈微孔泡沫结构的塑料件。其工艺系统中有结构发泡塑料、结构发泡注塑机、结构发泡注射模等。结构发泡注射成型模包括高压法结构发泡

注射模、低压法结构发泡注射模、双组分(夹芯)注射法结构发泡注射模。此外, 还发展了微孔泡沫塑料成型技术, 其成型原理与结构发泡注塑一样, 但微孔泡沫塑料气泡的尺寸较小, 加工时既要成型大量的气泡核, 又不能使气泡超过极限尺寸, 控制难度大。

(4) 逆流注射成型

为替代轻金属合金材料研制了一种液晶聚合物注射材料。这种液晶聚合物的棒状分子呈现一种特殊化学结构, 其质量比轻金属轻, 使材料强度接近于轻金属。与纤维增强塑料相比, 液晶聚合物的粘度低, 因而可利用复杂流道成型薄壁塑料件。但这种聚合物材料在成型时必须使型腔内熔料的流动方向对液晶聚合物的纤维取向, 为此开发出专门的逆流注射成型技术。

逆流注射成型工艺所生产的塑料件在航空航天领域中显示了巨大的应用潜力, 它不但能成型工业液晶聚合物, 而且还可用于难加工的耐高温和高性能热塑性塑料如 PESU、PPS、PEK、PEEK、PAI、PE 等, 同时, 针对不同的塑料原材料, 逆流注射模的结构和设计技术将不断丰富完善。

(5) 气体辅助注射成型(GAIM)^[3,6,7,17]

气体辅助注射成型是指向模腔中注入部分聚合物熔体后, 紧接着通过喷嘴、流道将压缩空气(通常为 N₂)注入熔体中形成气体夹芯制品, 即表层是连续结实的实体, 而芯部存在气体空间。这样的塑料件有高的强度质量比, 在汽车、建材及日用品中有着诱人的发展前景。

气体辅助注射成型系统与一般注射成型系统的区别主要在于增设了压缩空气的流道和控制系统。气体辅助注射成型又可认为是一种双色单模的共注射成型的变型, 也可认为是中空吹塑成型的变型。气体的压力、流量、体积是决定塑料件中气体夹芯方位、大小等的重要因素。另外模具结构和工艺参数如注射速率、熔料温度、模具温度、注塑压力、保压时间等也对气体夹芯产生重要影响。气体辅助注射成型模具的基本结构与一般注射成型模具相同。

(6) 水辅助注射成型技术(WAIM)^[6,11]

水辅助注射成型技术是由世界著名的德国 IKV 塑料研究所开发成功的一种用水替代惰性气体进行成型加工的成型技术。这项技术可成型厚壁截面、形状复杂的管状制品。杜邦公司利用该技术生产汽车发动机上的玻纤增强尼龙(PA)66 液体输送管道。水辅助注射成型技术优于气辅助注射成型技术的主要优点是制品冷却快、成型周期短。

(7) 粉末、高密度塑料注射成型技术^[9]

金属和陶瓷粉末注射成型技术是以材料的混合开始而以完全的烧结过程结束。比传统的塑料注射成型范围更广、更复杂。

高密度塑料的密度比普通塑料制品大得多, 其范围为 $1.8 \times 10^3 \sim 15 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 主要由矿物填料或金属粉末和热塑性塑料组成, 高密度塑料注射成型工艺技术可降低制造、装卸和处理等步骤的成本, 使制品有金属般的手感, 主要用

于高档消费用品。

2.2 成型工艺、设备革新的注塑

(1) 振动技术在注射成型中的应用^[12,13]

振动技术在注射成型中的应用,就是在熔体充模、保压阶段,通过机械、电磁、声波、微波、气体等振动源在流道或模腔内部引入振动,使聚合物熔体受到周期性的压力和(或)剪切作用而生产出预期的制品。其工作原理主要是由于剪切和(或)周期性的压力作用致使熔体粘度降低,并产生取向,使分子链的排列更有序,改变聚合物的微观形态,进而使制品的性能得到提高。注射成型中的加振方法有多点进料振动成型、推拉注射成型、螺杆加振技术等。

(2) 共注射成型(多色注射成型)^[1~4]

共注射成型使用两个或两个以上注射系统的注塑机,将不同品种或不同色泽的塑料同时或先后注入一个或几个模具位的成型方法,有多色多模的清色(分层)注射成型、多色单模的清色(分层)注射成型和多色单模的混色注射成型。

(3) 多级注射成型^[4]

同一品级材料的制品,由于浇注系统及各部位几何形状不同,对充模熔体的流动(速度、压力等)的要求也不同,否则就会影响熔体在这一部位的流变性能或高分子的结晶定向作用,以及制品的表观质量。这样,在一个注射成型过程中,螺杆向模具推进熔体时,要求实现在不同位置上有不同注射速率和不同注塑压力等工艺参数的控制,这种注射过程称为多级注射。多级注射成型的注塑机只要求对通用型注塑机的注射螺杆实施多级速度或注塑压力等的转换即可。多级注塑机用注射模的结构与普通的塑料注射模相同。

(4) 叠层式注射成型

现用注塑机的锁模力与安装模具工作台的面积成正比。相应地,大吨位锁模力的注塑机可安装注射模的闭合高度也较大。在成型扁平形塑料件时,往往是塑料件的投影面积虽大,但所需的锁模力却很小。为了充分利用注塑机的锁模力,可使用叠层式模具。这种模具中含有两层模腔,脱模时可从两个分型面处脱出塑料件。这样可使产量增加1倍。由于塑料件扁平,即使设计成两层模腔,模具的高度也不会超过注塑机允许的闭合高度。这种模具的另一优点是可以在一副模具中同时成型相配塑料件,以达到精密的配合。由于叠层式模具具有两个分型面和两个顶出系统,因而必须在动模、中间流道板和定模之间设置连锁机构。

(5) 单色多模注射成型

在一台注塑机上安装多副注射模和单一注射装置,通过各副模具的运动或注射装置的运动,依次对每副模具进行充填并成型。单色多模注塑机是一种多工位的注塑机,它的注射装置、合模装置与一般卧式注塑机相似,不同之处是合模装置采用了转盘式的结构(水平旋转、垂直旋转、直线运动)。单个模具的总体结构与一般注射模相同,但这种成型方法在注塑机的合模装置之间有多个注射模,在设计时还要考虑以下一些特点:成型部分均衡、不干涉;每一个模位的注

射模均有自己的浇注系统;每一个模位的模具都有自己的脱模机构;模体布置紧凑、合理。

(6) 动力熔融注射成型

该成型系统由要成型的塑料和待成型的塑料件、动力熔融注塑机及注射模等组成。与一般注射成型系统的主要区别在于所用注塑机的不同。动力熔融注射成型主要靠注塑机螺杆高速旋转的机械剪切加热使物料瞬间熔融,和通用注射成型相比,物料受料筒热历程的影响小,并使物料在较低的温度下注射充填模腔,冷却定型后可得到良好的塑料件。动力熔融注塑机用注射模的基本结构与普通的塑料注射模相同。

(7) 流动注射成型

通常进行注射成型时,制品的体积、质量不能超过注塑机的最大注射量,因此生产大型制品时会受到设备限制。为解决这个问题,出现了流动注射成型工艺。其原理是对普通螺杆式注塑机稍加改造后,利用螺杆的快速转动,一边将塑料原料塑化,一边将塑化好的熔体挤进模腔,待模腔充满后,使螺杆停止转动,并利用螺杆原有的轴向推力作用对模腔内的制品进行保压;然后经冷却定型,制品便可脱模。很显然,流动注射成型工艺是将普通注塑和挤出成型相结合的一种复合成型方法。一般来讲,流动注射成型工艺较适合于成型厚壁制品,所用模具的结构与普通塑料注射模相同。

(8) 排气式注射成型

排气注射成型系统与一般注射成型系统的主要区别在于排气注塑机。在注塑机的注射装置上设有特殊的排气设施,从而不需要对塑料单独进行预塑化前的干燥处理,便能注射充模、冷却定型。在排气注射成型工艺中,最重要的参数是料筒温度,特别是减压段的温度尤其需要严格控制。排气式注塑机用的注射模结构与一般注射模的结构基本相同,由于使用了排气注塑机,所以模具上可以不设排气槽。

(9) 低压注射成型

为了抑制塑料件在充填过程中形成的残余应力,将塑料件的变形限制在最小的范围内,以成型塑料件所需的最低压力进行充填,且使充填压力恒定,称为低压注射成型。这种成型工艺可以降低模腔内的熔料压力,且熔料的压力分布也较均匀,使熔料流动的取向达到最小程度。

低压注射成型的基本原理与一般注射成型相同,因而低压注射成型用的模具结构与普通注射模完全一样。但由于用低压充填,有利于防止细小型芯的折断或损坏,提高模具的使用寿命。同时因对模具的磨损较小,对模具的温度控制和排气等要求也不高,因此可采用由锌-铝合金制造的简易注射模,以降低生产成本,适应多品种、小批量的生产需求。

(10) 磁场定向注射成型

用铁素体和稀土类材料制造磁性塑料时,需要在磁场中注射成型。注射前首先要形成磁场,待磁场进入稳定状态时才开始注射,当保压一段时间后,使磁场暂停。在开始冷却的同时形成去磁状态,冷却结束时去磁状态也同时消失。最

后即可开模取出磁性塑料件。

磁模具的重要作用是有地使磁性粉末定向。为了在模具中形成磁场,将强磁性钢和非磁性钢组合在一起,形成所需的轴向、径向等类型的磁场。常用 Cr12MoV 等钢材作为强磁性材料;非磁性材料可选用铍铜和不锈钢等材料。

(11) 熔芯注射成型

对于一些形状复杂的三维弯曲管形塑料件无法用侧抽芯机构抽芯,因而在注射成型中引入了类似失蜡铸造的“熔芯注射成型”技术。熔芯材料常用低熔点合金 Sn-Bi 或 Sn-Pb 合金。熔芯需用专门的模具进行铸造,然后把型芯像嵌件一样装入注射模中成型。从模具中取出塑料件的空隙中滞留型芯,需放在 150℃ 的油槽中熔化可熔型芯。

熔芯注射模的结构与一般带有嵌件成型的模具类似。但可熔型芯的形状较复杂,且在注射成型中四周均被塑料所包围,为了得到壁厚均匀的塑料件,在注塑压力的作用下可熔型芯不能产生移位或变形,因而在设计熔芯注射模时必须采用对型芯进行可靠固定,而脱模时又能方便地随塑料件脱出模具的结构。

(12) 装配注射成型

装配注射成型技术是从原来的在模具中放入金属嵌件成型塑料件的基础上发展起来的。在实践中发现,许多塑料件在成型后需再安装在金属底板上,如收录机、电视机中的冲压金属底板上都需安装许多塑料件。这样不仅耗费大量的人力,而且装配质量也不稳定,因此开发了将金属底板作为嵌件放在模具中一次成型所有塑料件的装配注射成型工艺。装配注射成型工艺的全自动注射装置一般包括带转台的注塑机、金属件自动排列装置、安装金属件的卡盘、取出流道废料的卡盘、取出塑料件的卡盘、转台装置及塑料件与流道废料收集箱等。装配注射模的总体结构与一般注射模相同。

2.3 按制品要求形成的注塑

(1) 精密注射成型^[8,10-12,15]

精密注射成型是指塑料件的尺寸精度达到 0.01~0.001 mm 的注塑,它是一种成型尺寸和形状精度很高、表面粗糙度很低的塑料制品所采用的注射成型工艺。如德国生产的注射量为 0.01 kg 的注塑机,可用来加工手表轴承;日本松下公司利用计算机精密控制温度和压力的超精注塑,形状精度小于 5 μm。为制造精密的塑料制品,必须对影响塑料件质量的各种直接、间接因素进行严格控制。主要包括塑料品种和收缩率的稳定性,塑料件的结构设计和尺寸,注塑机的选用和工艺参数的控制,以及模具的结构设计和制造质量等。

(2) 微细型注射成型^[4,5]

微细型注射成型是指注射成型微细塑料件的一种注塑工艺。此种工艺最主要的特征是所成型的塑料件尺寸相当微小,制品的尺寸精度可达 0.005 mm,件重控制在 0.00001 g 左右。因此注塑工艺参数要精确控制,以防止熔料充模不

准确、塑料件粘模等不良现象。微细型注射模的总体结构与一般注射模基本相同。由于塑料件尺寸较小,所以微细型注射模的尺寸小、结构紧凑,在设计模具时要充分考虑模具的强度校核,以及模具型腔等的加工工艺性等问题。

(3) 简易注射成型^[13]

当今市场要求制品多品种、小批量化,而一般的模具设计和制造周期都较长,所以可以采用一些简易的注射模来制造一定数量的塑料件。这种方法尤其适用于试制性、未完全定型或批量较小的制品的生产。简易注射成型工艺一般表现在所用的模具结构设计和所用模具材料上。所用注射成型工艺参数一般参考普通注塑工艺参数。由于采用了简易注射模,所以在调整工艺参数时要考虑模具的承受能力。

(4) 薄壁注射成型^[14]

薄壁注射成型(TWM)得名于其所成型的对象,即薄壳制品。目前按其制品壁厚的大小划分为三个范围:2.0~3.2 mm 为常规制品;1.2~2.0 mm 为薄壳制品;厚度小于 1.2 mm 为高级薄壳制品。薄壁注射成型能使生产周期缩短 50%,节约材料 60%,因此 TWM 技术是一项大有前途的注射成型新技术。

与传统注射成型方法相比,TWM 是一种高射速、高射压、高料温条件下的成型方法。薄壁成型需要专用设备;对薄壁成型材料要求流动性好,一般用无定形料,如 PC、ABS、PC/ABS(低分子量共混)等。

(5) 专用零件成型设备^[5,6,9,15]

近年来,光盘专用成型机、塑料卡专用成型机、特殊接插件专用成型机、磁性塑料专用成型机、镁合金专用成型机及金属粉末专用成型机等特殊制品和材料的专用成型机及其技术的开发取得了较大进展,而相应的模具也有较大进步,如多零件、多色、多材料注射模具,一模 144 腔的高效瓶杯模具(每小时可成型 6 万个塑料件)^[15]等。

2.4 注射成型 CAE 技术^[16,17]

计算机辅助工程(CAE)技术自 20 世纪 70 年代末期引入工业界后极大地改变了传统的设计方式,促进了注塑技术的科学化。从最成熟的流动模拟来看,注射成型 CAE 技术有下列三次技术变迁:

第一代流动模拟技术将制品、模具简化为简单几何要素的组合,通过简化的解析解及流动长度等概念估算模拟流动过程。它使科学方法配合经验来分析模具设计成为可能,但因为分析方法过于繁琐,加上理论过于简化、粗糙,所提供的模拟结果的适用范围有限,因而使 CAE 技术的实用性受到限制。

第二代技术出现于 1980 年初,通过有限元法、有限差分的引入以及 2.5DHS(Generalized Hele-Shaw)流动模型的采用,对较复杂的注塑制品基本能进行准确的流动分析,提供了相对可靠、定量的分析结果,能对流动状况、熔接痕及气穴等问题进行预测。目前,大部分商品化的流动模拟分析系统都采用该项技术。

第三代 CAE 技术始于 90 年代末,由于相关理论与数值方法的改进,计算机性能价格比的提高,使得计算模型更接近实际,并以与实际成型过程更为接近的理论模型进行流动模拟分析。这一技术开始应用于涉及多相复杂界面变化的气体辅助、具有非线性变形的热成型等过程的模拟。

今后 CAE 的特点是宜人化、集成化、敏捷化、智能化,其技术特点是三维实体模型在流动、保压、冷却等阶段有应用;相关成型工艺数值模拟技术的成熟;CAE 分析程序的网络化应用等。

3 发展趋势

在传统注射成型技术基础上创新或揉合其它先进技术,利用“杂交优势”出新,仍是注射成型技术发展的主流。新技术使制品用料更省,性能更高。“水辅助注射成型”、“薄壁注射成型”、“金属粉末注射成型”等这些似乎尚有些陌生的术语,已在企业得到应用。塑料成型加工技术的发展仍在继续,其近期发展趋势是:

- (1) 由单一性技术向组合性技术发展,如注射-拉伸-吹塑成型技术和挤出-模压-热成型技术等;
- (2) 由常规条件下的成型技术向特殊条件下的成型技术发展,如超高压和高真空条件下的塑料成型加工技术;
- (3) 由基本上不改变原有性能的保质成型加工向赋予塑料型新性能的变质性成型加工技术发展,如发泡成型、借助电子束与化学交联机使热塑性塑料在成型过程中进行交联反应的交联挤出等;
- (4) 为提高加工精度、缩短制造周期,在模具加工技术方面更广泛地应用仿形加工、数控加工等;
- (5) 广泛应用模具新材料。模具材料的选用直接影响到模具的加工成本、使用寿命以及塑料制品的成型质量等,因此,国内外已开发出许多具有良好使用性能、加工性能,热处理变形小的新型塑料模具钢,如预硬钢、新型淬火回火钢、

马氏体时效钢、析出硬化钢和耐腐蚀钢,经过试用,均取得了较好的技术和经济效果。

(6) CAE 技术将在注塑领域发挥越来越重要的作用,其本身也将随着注塑技术的发展要求而更加完善、实用、方便。

参考文献

- 1 Z 塔德莫尔, C G 戈戈斯. 聚合物加工原理. 北京: 化学工业出版社, 1990. 1
- 2 王兴天. 注射成型技术. 北京: 化学工业出版社, 1989. 1
- 3 李海梅, 申长雨. 注塑成型及模具设计实用技术. 北京: 化学工业出版社, 2001. 161
- 4 胡海青. 热固性塑料注塑成型综述. 塑料科技, 2001(3): 41
- 5 许俊远. 注射成型技术的发展概况. 广西经贸, 1999(8): 35
- 6 王向东, 杨惠娣. 注射成型技术进展. 中国塑料, 2001, 15(10): 1
- 7 钱知勉. 塑料成型技术的新进展. 上海化工, 2001(5): 19, 25
- 8 班旗, 周煌煌. 浅谈精密注塑. 中国塑料, 1999, 13(8): 61
- 9 任鸿烈. 国外成型注射成型技术发展新动向. 轻工机械, 1999(1): 1
- 10 牟文杰, 吴舜英. 微孔泡沫塑料成型技术. 塑料, 2001, 30(3): 33
- 11 《国外塑料》编辑部. 注射成型技术: 2001 年现状与进展. 国外塑料, 2002, 20(1): 14
- 12 李又兵, 申开智, 秦玉廷. 振动技术在塑料成型模具中的应用. 模具工业, 2002(2): 51
- 13 杜遥雪, 瞿金平. 塑料及其成型加工技术的现状与发展. 五邑大学学报(自然科学版), 2001, 15(3): 51
- 14 傅沛福, 谷净巍. 薄壳成型技术研究进展. 电加工与模具, 2000(6): 1
- 15 李志刚, 李玉华. 欧洲模展上的先进模具技术—Euro Mold 2001 考察报告. 模具工业, 2002(4): 4
- 16 申长雨, 李海梅. 塑料模具 CAE 技术概况及发展趋势. 工程塑料应用, 2001, 29(2): 40
- 17 辛勇, 柳和生, 何成宏. 气体辅助注射成型 CAE 模型分析与网格生成技术. 锻压技术, 2001(6): 60

DEVELOPMENT SURVEY OF INJECTION MOLDING

Shen Changyu, Li Haimei, Gao Feng

(APPT NERC, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China)

ABSTRACT The developing history of the injection molding is reviewed. New progress in injection molding process are introduced in the view of resin, processing, mold & die, machine and CAE technology. Also the development trend of the injection molding has been discussed.

KEYWORDS injection molding, processing technique, new technology, trend

武汉将举办国际塑胶工业及包装设备博览会

由湖北省经济贸易委员会主办, 湖北省经贸委包装办、湖北省包装技术协会和武汉世博展览贸易有限公司等单位承办的武汉国际塑胶工业及包装设备博览会将于 2003 年 5 月 12 日~15 日在武汉国际会展中心举行。参展范围为塑胶加工机械设备、塑料辅助设备及配件、电线电缆专用机械设备、塑料、塑胶制品及原料、添加剂、色母粒及各种助剂等。展馆面积 5 万 m², 最适合于大型机械设备展出, 配套功能齐

全。会议期间还将举办湖北省包装工业 20 年优秀成果展及发展论坛。

(宝志)

聚烯烃防老化母料

常州市巨星塑料技术有限公司与瑞士汽巴精化公司合作日前推出了一种新型聚烯烃防老化母料 PCHPP-1G。该母料是由光稳定效果好的 ALS 光稳定剂、抗氧剂、分散剂及加工稳定剂优化复配而成, 具有优异的抗老化性能和稳定颜色功能, 同时具有用量少、分散性好等特点。主要用于生产网眼袋、遮阳网、薄膜、注塑制品等。

(尚建)