

中小型中空塑件的多管坯挤出吹塑成型技术研究^{*}

黄虹 李军 陈元芳 胡红军 张长璞

(重庆工学院材料学院, 重庆 400050)

摘要 以小型医用药瓶为例, 分析了挤出吹塑成型工艺方案, 选用一台挤出机同时挤出多个管坯的方法对药瓶进行挤出吹塑成型, 并对吹塑模具和挤出机头的设计进行了探讨, 找到了提高中小型中空塑件的挤出吹塑成型生产效率的途径。

关键词 中小型中空塑件 多管坯 挤出吹塑成型 吹塑模具 挤出机头 设计

塑料挤出吹塑成型已成为塑料挤出成型、注射成型之后的第三大成型方法。挤出吹塑成型常用于瓶、桶、壶、罐等容器的成型加工, 在食品、日用品、化工原料和医药等行业应用广泛。目前, 挤出吹塑成型技术也大量用于工业制件, 如汽车仪表盘、保险杠、油箱、进气管和排气管、工具箱等的成型加工。

挤出吹塑成型的工艺过程是: 首先由挤出机挤出一个管状料坯, 将熔融状态下的料坯切断放入开启的吹塑模具中, 模具闭合夹住料坯, 通入压缩空气吹胀, 使料坯紧贴吹塑模具型腔壁, 冷却定型后开模取件。在传统的生产中, 常采用一模一件的生产方式, 对于大中型塑件, 这种方式能充分利用设备资源, 但对于中小型塑件, 就不能充分利用设备、能源和人力资源, 造成较大的浪费, 生产率低, 经济效益差。图 1 为容积 10 mL 的医用药水瓶尺寸示意图。该药水瓶材料为低密度聚乙烯 (LDPE), 质量为 1.4 g, 壁厚为 0.4 mm, 是典型的小型塑件。

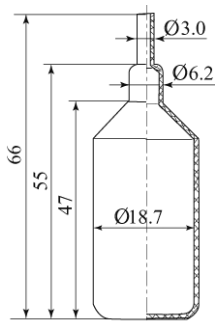


图 1 10 mL 的医用药水瓶尺寸示意图

该塑件产量要求很高, 月产量达 1 000 万件。若采用传统的生产方式, 一模一件, 由四台挤出机生产, 每台挤出机每天四个班轮班, 每天共十六个班次连续生产, 工人的动作很快, 几乎一秒钟一件, 只有这样才能完成生产任务。根据这一问题, 笔者就如何提高设备利用率, 节约能源、人力和物力, 提高经济效益等问题进行了研究。

1 工艺方案的选择

为了提高中小型塑件挤出吹塑成型的生产效率, 除了在一模一件的基础上, 采用提高挤出速率、加强吹塑模具的冷却效率等缩短成型周期的方法外, 还可以在吹塑模具和挤出模具的结构、挤出吹塑的工艺方案上进行改进以提高生产效率。挤出吹塑成型一般有转盘式挤出吹塑成型、轮换出料式挤出吹塑成型、单料坯挤出多型腔吹塑成型和多料坯挤出吹塑成型四种方案。

1.1 转盘式挤出吹塑成型

转盘式挤出吹塑成型示意图见图 2。该方案的工作原理是: 在卧式转盘上设置多套吹塑模具, 从挤出机挤出的料坯被切断, 由模具夹持后, 转盘绕轴线转动一个角度, 模具从挤出机出料口移至充气工位, 而另一副敞开的模具移至挤出机出料口下。再在夹持料坯的模具中通入压缩空气, 经冷却定型, 转盘又转动一个角度, 该模具又移至下一工位, 即开模取件。这种生产方式挤出速率快, 基本不受吹塑成型周期限制, 生产率较高, 但吹塑设备较复杂, 成本高, 适用于大中型塑件的生产。

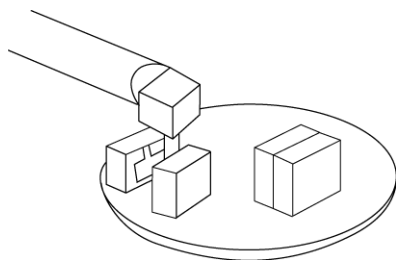


图 2 转盘式挤出吹塑成型示意图

1.2 轮换出料式挤出吹塑成型

轮换出料式挤出吹塑成型示意图见图 3。该方案用流动阀来控制熔体的流动, 使熔体轮换通过挤

^{*} 重庆市应用基础研究资助项目 (20027340)

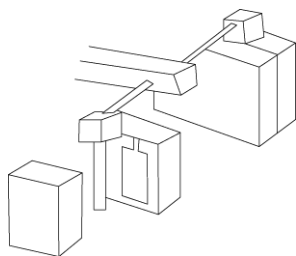


图3 轮换出料式挤出吹塑成型示意图

出机两侧的机头,挤出型坯,两副吹塑模具相应地轮换在机头下方进行合模、夹持料坯、吹胀型坯、冷却定型和开模取件。由于设置了双机头,挤出速率快,生产效率较高,但挤出机机头结构复杂,造价高,适用于挤出量大的大中型塑件的生产。

1.3 单料坯挤出多型腔吹塑成型

单料坯挤出多型腔吹塑成型示意图见图4。该方案由挤出机挤出一个口径较大的料坯,达到一定长度后切断,移至开设了多个型腔的吹塑模具中,合模夹持,再通入压缩空气进行吹胀、冷却定型、开模取件。该方案生产率高,挤出模具和吹塑模具都简单,但吹塑时会产生较大的飞边,回收料较多;制件沿整个分型面轮廓会产生结合缝。该方案适用于中小型塑件的生产。

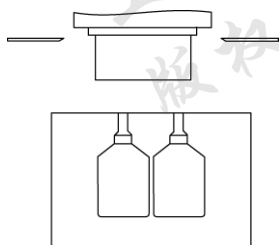


图4 单料坯挤出多型腔吹塑成型示意图

1.4 多料坯挤出吹塑成型

多料坯挤出吹塑成型示意图见图5。该方案由一台挤出机同时挤出两个或多个料坯,当料坯达到一定长度后切断,分别放入开设在一副吹塑模具中的多个型腔中,合模、夹持,将吹塑模具移至挤出机出料口外,再通入压缩空气吹胀,冷却定型,开模取件后,又将吹塑模具移至挤出机出料口下方,准备下一个循环。这种方法生产率较高,模具结构较简单,适用于中小型塑件的生产。

在以上方案中,对于中小型塑件,后两种方案较好,在此笔者将主要讨论多料坯挤出吹塑成型技术,以图1所示医用药水瓶为例,从吹塑模具和挤出机头的设计两方面进行具体讨论。

2 吹塑模具设计

多料坯挤出吹塑成型工艺既适合于全自动生

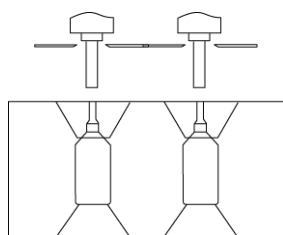


图5 多料坯挤出吹塑成型示意图

产,又适合于半自动或手工操作等生产方式。采用全自动和半自动生产时,可将多个型腔设计在一副吹塑模具中;若用手工操作,则可将每个型腔单独加工在一副吹塑模具中,以便于手工操作。无论何种操作,模具型腔的设计基本相同。

2.1 型腔表面

该塑件材料为LDPE。若型腔表面太光滑,LDPE吹塑时会造成排气不良,夹留有气泡,使制品出现“精皮纹”的表面缺陷,还会导致制品冷却速率低且不均匀,使制品各处的收缩率不一致,因此,需要对型腔表面进行喷砂处理,使表面有些粗糙。又由于LDPE吹塑模具温度较低,吹胀压力较小,吹胀的型坯不会楔至粗糙型腔表面的凹坑,这样既可保证制品有光滑的表面,又提供了微小的网状通道使型腔易于排气。对模具型腔进行喷砂处理可形成粗糙的表面,成型LDPE瓶可采用粒径150 μm的金刚砂喷丸对模具进行处理。

2.2 型腔排气

成型容积相同的容器时,吹塑模具内需要排除的气体体积比注射成型模具时要大得多。吹塑成型时,要排除的气体体积等于型腔容积减去完全合模瞬间已被吹胀后的型坯体积。若夹留在型腔与型坯之间的空气无法排除,型坯就不能被快速地吹胀,吹胀后也不能与型腔良好地接触(尤其是棱角部分),会造成制品表面出现粗糙、凹陷或表面文字、图案不清晰等缺陷,影响制品的外观性能与外部形状。排气不良还会延长制品的冷却时间,降低其力学性能,造成其壁厚分布不均匀。为此,要设法提高吹塑模具的排气性能。

分型面是吹塑模具的主要排气部位,可以利用分型面的间隙排气。为了尽可能多、快地排除气体,可在分型面上开设排气槽。排气槽的深度选取要适当,不应在制品上留下痕迹,这与塑料特性、吹胀气压、容器的壁厚和容积有关。对于该类模具,排气槽宽度应为5 mm,深度为0.01 mm。

由于该塑件形状特殊,在瓶身的锥形部分和底

部, 分型面上有夹坯口刀, 成型时会产生飞边余料。在该部位的分型面上设置排气槽会被飞边余料堵塞, 发挥不了作用, 应在图 6(为该塑件吹塑模具结构示意图)中的镶件 3、4、7 与模体的接触面上开设排气槽, 排气槽的宽度为 3 mm, 深度为 0.01 mm。

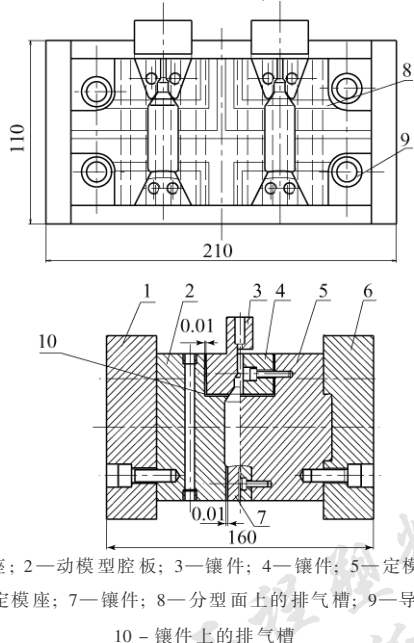


图 6 吹塑模具结构示意图

2.3 夹坯口刀和余料槽

应在吹塑成型模具型腔的上下部位设置余料槽, 该槽要起挤压、封结型坯、切除余料的作用。此处还要设置夹坯口刀, 其结构、形状和尺寸对吹塑制品的成型与性能有重要的影响。因此, 对它们有下述要求:

①有足够的强度、刚度和耐磨性, 在反复的合模过程中能够承受挤压型坯的压力。

②夹坯口刀处的坯料厚度比制品的壁厚大得多, 积聚的热量较多, 为此, 夹坯口刀处要加强冷却, 以带走较多的热量。

③结合缝通常是吹塑容器最薄弱的部位。成型时要设法在未切断余料前把少量的熔体挤入结合缝, 以适当增加其厚度和强度。

④应能切断余料, 形成整齐的切口, 便于塑件与余料的分离。

2.3.1 夹坯口刀

图 7 是夹坯口刀和余料槽示意图。夹坯口刀的宽度 b 是一个重要的参数。 b 过小会减小容器结合缝的厚度、降低塑件结合缝的强度, 甚至切断结合缝, 无法吹胀成型; b 过大则无法切断余料, 甚至无

法使模具完全闭合。因此要根据塑料特性、容器壁厚、容积、合模速度及余料槽夹角来确定 b 值。对于该类塑件 b 值宜取 0.25 mm。

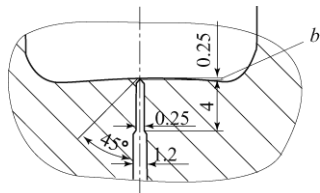


图 7 夹坯口刀和余料槽示意图

2.3.2 余料槽

在夹坯口刀以外开设余料槽, 位于模具分型面上, 结构如图 7 所示。余料槽深度对吹塑成型与制品自动修整有很大影响。槽深过小会使余料受到过大的挤压, 使模具尤其是夹坯口刀受到过高的应变, 甚至使模具不能完全闭合, 难以切断余料; 若槽深过大, 余料则不能与槽壁接触, 无法快速冷却, 其热量传至容器结合缝, 使之软化, 修整时会使结合缝产生拉伸变形, 影响塑件外观, 降低结合缝强度。因此, 在设计余料槽时应设置一宽度为 4 mm、模具单边深度为 0.25 mm (型坯壁厚的 40% ~ 50%) 的压缩段。压缩段以外的余料槽主要起容纳多余物料的作用, 深度可大些, 以保证模具完全闭合, 使夹坯口刀能切断余料, 其单边余料槽深度可为型坯壁厚的 150% ~ 200%, 经计算取 1.2 mm; 余料槽夹角取 45°, 有助于把少量熔体挤入结合缝中, 增强塑件结合缝的强度。

3 挤出机头设计

为了达到挤出双料坯的目的, 设计了双工位料坯机头, 其结构见图 8。它的工作原理是: 熔融塑料由挤出机挤出后, 流入机头流道口, 在分流楔 1 的作用下分为两股料流并转向 90° 进入分流道, 再分别进入两型腔, 熔料绕过芯棒 6 重新汇合, 形成熔接痕, 料流再经过阻流梗 12 产生扩张、压缩, 以消除熔接痕, 又经过芯棒 6 与口模 10 的缝隙定型之后, 从挤出机头中挤出。流道设计加工时, 分流楔必须对称, 并且呈光滑的弧形, 分流道也必须对称, 以保证两型腔料流的均匀性。在芯棒与口模之间形成的通道上, 分别设有阻流梗和缓冲槽, 使料流呈 S 形走向, 旨在使熔料混合均匀和消除熔接痕。

3.1 口模设计

口模是成型管坯外表面的零件, 见图 8 中的口模 10。塑料熔体通过口模后具有一定的形状和尺寸, 但当管坯离开口模后, 由于压力的消失, 管坯出

现因弹性回复而膨胀的现象,管坯截面尺寸将增大;同时由于垂伸和冷却收缩现象,管坯截面尺寸有缩小的趋势。这种膨胀与收缩的大小与塑料的性质、口模的温度和压力都有直接关系。目前,关于口模尺寸的计算尚不成熟,笔者主要根据经验来确定口模尺寸。

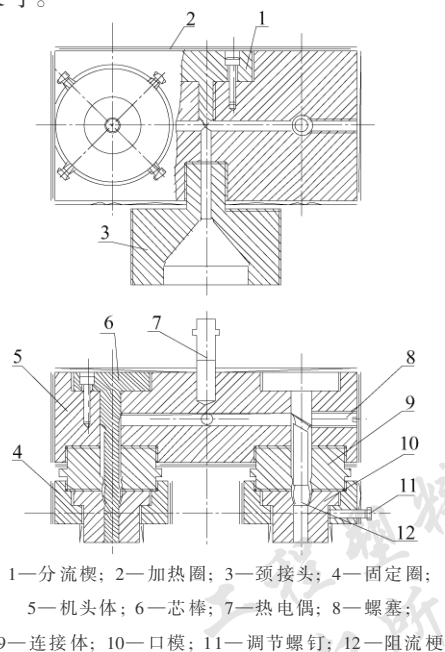


图8 挤出机头示意图

3.1.1 管状毛坯尺寸的确定

吹胀比是塑件最大直径与型坯直径之比,通常为2.4~4.1,由于该塑件直径较小,为了方便模具的加工,取1.5~1.由吹胀比可求出型坯的外径、壁厚和内径。根据式(1):

$$B_B = D_s / D_x \quad (1)$$

式中: B_B ——吹胀比;

D_s ——塑件最大外径, mm;

D_x ——管坯外径, mm。

可得 $D_x = D_s / B_B = 12.5$ (mm)。

根据吹胀前型坯和吹胀后塑件的截面积相等的原则,应满足式(2):

$$\begin{aligned} \pi/4 [D_s^2 - (D_s - 2t_s)^2] = \\ \pi/4 [D_x^2 - (D_x - 2t_x)^2] \end{aligned} \quad (2)$$

整理可得:

$$t_x^2 - D_x t_x + D_s t_s - t_s^2 = 0 \quad (3)$$

式中: t_x ——型坯的厚度, mm;

t_s ——塑件的厚度, mm。

由式(3)则可得 $t_x = 0.62$ (mm), $d_x = D_x - 2t_x = 11.26$ (mm)。

3.1.2 口模和芯棒成型尺寸的确定

(1) 口模内径 熔体经机头成型为型坯时,型坯的直径与壁厚有一定的膨胀,型坯的轴向发生收缩,对于 LDPE,型坯的膨胀率为 30%~65%,取 30% 时有:

$$(D_x - D_M) / D_M = 30\% \quad (4)$$

式中: D_M ——口模内径, mm。

则 $D_M = D_x / 1.3 = 9.6$ (mm)。

(2) 口模与芯棒之间的单边间隙 根据面积比是相似比的平方,可得型坯截面积与口模和芯棒之间间隙截面积的关系式:

$$\begin{aligned} \pi/4 [D_M^2 - (D_M - 2t_M)^2] = \\ \pi/4 [D_x^2 - (D_x - 2t_x)^2] / (1.3)^2 \end{aligned} \quad (5)$$

整理后,得:

$$169t_M^2 - 169D_M t_M + 100D_x t_x - 100t_x^2 = 0 \quad (6)$$

式中: t_M ——口模与芯棒之间的单边间隙, mm。

由式(6)可得 $t_M = 0.47$ (mm)。

(3) 芯棒直径 $D = D_M - 2t_M = 8.66$ (mm)

(4) 定型段长度 定型段长度 L , 即口模平直部分长度。塑料熔体通过定型段时,使管坯密实,同时也使料流稳定均匀,消除熔接痕。 L 过长时,料流阻力增加很大; L 过小时,则起不到定型的作用。

根据经验,当 $t_M = 0.47$ (mm) 时,取 $L = 8$ (mm)。

3.2 芯棒设计

芯棒是形成管坯内表面的成型零件。在芯棒和型腔上设计了阻流梗和缓冲槽,其目的在于使熔体先扩张再收缩,呈 S 形流动,使熔料很好地混合,消除熔接痕。芯棒受料坯尺寸的限制,细而长,成型时受塑料熔体的冲挤而易发生弯曲变形。因此应选用强度和刚度较好、热处理硬度较高、耐磨性较好的钢材。为了防止成型时料坯发粘,还可以在芯棒中心钻孔,通入压缩空气。

3.3 温度控制

为了保证塑料熔体在挤出机头内保持恒定的温度,在挤出机头的外表面采用了电热圈加热。在机头上设置热电偶 7,以控制温度,这样才能保证料坯的温度均匀、出料稳定,壁厚均匀,保证塑件质量。

4 结语

中小型中空塑件的多管坯挤出吹塑成型不但适用于全自动生产,而且还适用于半自动和手工作业。用一台挤出机可同时挤出两个管坯,同样方法还可以设计出四个管坯、甚至八个管坯的挤出机头,改变一台挤出机每次只能挤出一个管坯、生产一个塑件

的落后生产方式, 成倍地提高生产效率, 充分利用人力、物力, 降低能源消耗, 保证塑件质量, 减少原材料消耗, 提高经济效益。

参考文献

- 1 黄汉雄. 塑料吹塑技术. 北京: 化学工业出版社, 1996.
- 2 申开智. 塑料成型模具. 北京: 中国轻工业出版社, 1998.

- 3 卢少忠, 胡淑芬, 王淳. 塑料挤出机头设计经验点评. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- 4 王善勤. 塑料挤出成型工艺与设备. 北京: 中国轻工业出版社, 1998.
- 5 马金骏. 塑料模具设计. 北京: 中国轻工业出版社, 1984.
- 6 黄虹. 塑料成型加工与模具. 北京: 化学工业出版社, 2003.

RESEARCH ON THE EXTRUSION AND BLOW MOLDING TECHNOLOGY WITH MULTI-UNCURED HOSES OF DIMINUTIVE AND MEDIUM-SIZED HOLLOW PLASTIC WORKPIECE

Huang Hong, Li Jun, Chen Yuanfang, Hu Hongjun, Zhang Changpu

(College of Material Science and Engineering, Chongqing Institution of Technology, Chongqing 400050, China)

ABSTRACT The molding technology about extrusion and blow molding is analyzed with diminutive-sized medical bottle as example. The method of extruding multi-uncured hoses simultaneously with one extrusion machine is adopted. And the designs of blow mould and extrusion die are discussed accordingly. The approaches of increasing the extrusion and blow molding productivity about the diminutive and medium sized hollow plastic workpiece are found.

KEYWORDS diminutive and medium-sized hollow plastic workpiece, multi-uncured hoses, extrusion and blow molding, blow mould, extrusion die, design

高收缩塑料薄膜包装受青睐

近年来, 高收缩薄膜已大量打入软包装市场, 部分应用包括收缩套、满封标签、瓶帽和瓶盖封口、防盗带和集束包装等。高收缩薄膜最初主要用于酒类和化妆品等高档包装。

高收缩薄膜由横向取向线生产, 横向拉伸比例各不相同, 具体根据收缩要求及所用材料(如聚对苯二甲酸乙二酯、聚苯乙烯和聚氯乙烯等)而定, 制成之后, 标签套在容器上, 随容器通过高温隧道实现预收缩。现在, 高收缩薄膜常用于新产品推广, 包括饮料、乳制品、粉状食品和快餐等, 其中收缩标签是高收缩薄膜主要的应用领域之一。业内专家一致认为, 该种包装理念将在市场上产生极大影响, 包括方便食品、饮料市场等。其它市场还涉及医药、婴儿食品、空气清新剂、浴室化学药品、草坪花园用品、特种机油和润滑油。同时, 还有可能取代软袋包装和纸板产品。大多数业界分析家认为, 收缩标签的需求量将在今后 5 年大约以 20% 的年增长率上升。

近年来, 收缩薄膜除了用作标签外, 不少还用在外包装上, 因为它既可保护物件免受冲击, 又能使产品以印制精美的外包装赢得客户, 同时展示了公司的良好形象。目前, 越来越多的包装厂商采用印花收缩薄膜代替传统透明薄膜, 因为印花收缩薄膜能提高外观的优美性, 便于产品广告宣传, 使商标品牌在消费者脑中形成深刻的印象。为了适应客户的需求, 各大机械公司也在努力开发新的生产线以生产适合市场需要的收缩薄膜生产线。如意大利 SMI 公司生产的 LSK 及 SK 系列均能生产多种印花收缩薄膜包装, 可按单道、双道和三道运行, 包装成型过程分阶段完成, 能确保均匀连续运转。

(邱美辉)

新一代 CPM 功能母料问世

由北京龙得行环保材料有限公司研制生产的国产新一

代 CaCO_3 增韧填充母料(CPM 功能母料), 最近在北京市昌平区问世。

该母料是具有知识产权的专利产品, 采用 10 μm 优质 CaCO_3 , 经双层表面包膜处理, 使 CaCO_3 粒子表面形成一层既能与 CaCO_3 粒子以化学键形式相结合, 又能与树脂产生强亲和力的新型界面, 在加工助剂的作用下与载体在双螺杆挤出机中混炼, 形成均分散体系, 从而使母料具有补强增韧的功能。CPM 功能母料具有良好的加工性能和树脂匹配性能, 可广泛应用于 PE、PP、PS 和 ABS 等塑料制品中, 其中用于 PE、PP、ABS 中效果最好, 尤其是注塑制品效果极好, CPM 功能母料填充量在 30% ~40% 的情况下, 与纯树脂相比拉伸强度、弯曲强度可保持不变, 而缺口冲击强度可提高 2 ~4 倍。

专业人士普遍认为, CPM 功能母料属于环境友好材料, 它的广泛应用, 可节约石油化工资源, 减少环境污染, 在增强制品良好力学性能和使用性能的前提下, 可以明显降低成本, 用户可获得显著的经济效益。

(张倩)

威斯克新型塑料增强阻燃剂上市

据悉, 营口威斯克化学有限公司和日本公司进行技术合作, 于 2004 年 1 月成功开发出氢氧化镁晶须(M-HOW)和碱式硫酸镁晶须(WS-1)两种新型塑料增强阻燃剂。

这两种用于塑料复合材料的晶须材料具有增强、阻燃、抑烟、填充四大功能, 非常适合作增强材料和阻燃剂。它们强度高, 与树脂的相容性好, 能大大改善制品的尺寸精度和表面质量, 并且抑烟能力强、分解温度高, 而且能中和氯化氢气体, 无毒。

该产品可广泛用于 PP、PA、POM、PBT 等塑料制品中, 特别适宜于制作形状复杂、尺寸精度高、表面要求高的精密注塑件。

(中化)