

塑料挤胀成型工艺及设备研制

唐文忠 何亚东 朱复华

(北京化工大学塑料机械及塑料工程研究所, 北京 100029)

摘要: 介绍了一种新的塑料二次成型方法——塑料挤胀成型法, 对不同胀形介质的成型工艺特性进行了分析和比较, 阐述了模具和液压系统的设计。

关键词: 塑料; 挤胀成型; 设备

中图分类号: TQ 320.66

塑料管具有重量轻、耐腐蚀、耐低温、耐磨、内壁阻力小及不易结垢等优点, 已被广泛用于各种气体和液体的输送。用于连接管路的塑料三通管件通常是用注射成型的方法获得的, 具有密实性好、强度高, 但也存在一些不足, 如投资大、能耗高。对于细长或端面尺寸相差较大或口小腹大等结构的制件, 很难甚至无法用注射及其他方法来成型。为了降低成本, 提高生产效率, 拓展塑料制品的种类和应用范围, 笔者借助金属加工领域的挤胀成型技术^[1], 研制出塑料挤胀成型工艺及设备, 可由塑料管坯直接成型各种管类制件。

1 塑料挤胀成型工艺

塑料挤胀成型是一种新的塑料二次成型方法, 它是依靠固相塑料在外力作用下能够产生塑性变形的特性, 使管坯在内压作用下沿径向向外扩张的成型工艺。图1以成型塑料三通为例示意了塑料挤胀成型的基本过程: 首先, 将胀形介质填入塑料管坯并

置于模具中(图1(a)); 其次对管坯两端和管坯内的胀形介质施加挤压力(F_1 和 F_2), 使管坯材料在胀形内压和管端轴向压力作用下径向流动(图1(b)); 最后管坯在挤压力的作用下不断变形, 最终得到制件(图1(c))。与注射成型相比, 采用挤胀成型法生产各类塑料管件具有许多优点: 成型设备结构简单, 成本低; 模具的结构简洁, 造价低; 被加工物料不产生相变, 能耗少; 适于生产端面尺寸相差较大的制品, 对制品的断面尺寸适应性强; 控制系统比较简单, 工艺灵活, 通过控制挤压行程, 利用同一副模具, 可得到不同尺寸的制品; 能充分利用挤出型坯的高生产率和低成本; 可制造注射及其他方法无法得到或难于得到的较复杂的薄壁零件; 在生产批量较小的情况下, 能大幅度降低生产成本。

2 胀形介质的选取

在塑料挤胀成型过程中, 胀形介质的作用是将施加于它的外部挤压力传递为作用于管坯内壁的胀

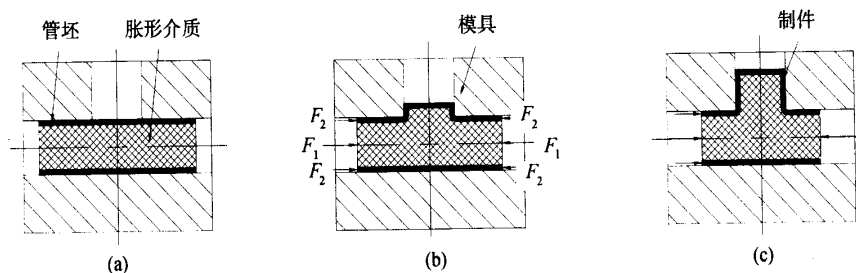


图1 塑料三通挤胀成型过程

Fig. 1 Bulge forming process of plastic tee

和成型设备的复杂程度,对成型能力、成型制件的质量、生产效率和生产成本等都有很大影响。

在选取胀形介质时,可考虑刚性体^[2]、弹性体^[2]、塑性体^[3]和流体^[1]等四种方案。采用刚性体如分块凸模作胀形介质时,撤除外力后能方便地将介质从制品内取出,生产便利,但其产生的力场分布不均,制品质量难以保证,不能得到较大的变形;采用水、油等流体作胀形介质时,力场分布均匀,可得到较大的变形,但由于胀形压力大(高达 100 MPa),密封十分困难;采用塑性体如低熔点合金、石蜡等作胀形介质时,力场分布均匀,能得到较大的变形,密封简单,但胀形前的介质充填和胀形后的介质清理都比较麻烦;天然橡胶、聚氨酯橡胶等弹性体则兼有流体和刚体的优点,采用弹性体作胀形介质时,不仅力场分布比较均匀,能得到较大的变形,而且在撤除外力后胀形介质能恢复原状,易于从制品中取出。表 1 为上述四种胀形介质的成型工艺特性。

表 1 不同胀形介质成型工艺特性

Table 1 Characteristics of forming methods with different bulge media

	刚性体	弹性体	塑性体	流体
可成型的零件形状	简单	较复杂	较复杂	复杂
成型过程允许变形量	小	较大	较大	大
成型工艺复杂性	简单	简单	复杂	复杂
成型设备复杂性	中等	简单	简单	复杂
制件质量	差	较好	好	好
生产成本	较高	中等	中等	高
生产效率	中等	高	低	低

由表 1 可知,与其他胀形介质相比较,弹性体胀形介质不仅有较好的成型能力和制品质量,而且成型工艺和成型设备简单、生产成本低、生产效率高。相对天然橡胶而言,聚氨酯橡胶具有更好的弹性、强度、耐磨性和更长的使用寿命^[4],因此,本文选用聚氨酯橡胶作为胀形介质来研究塑料的挤胀成型。

3 塑料挤胀成型设备的研制

3.1 挤胀成型工艺对设备的要求

挤胀成型工艺对设备的基本要求是能提供挤压力和合模力。在成型如图 1 所示的三通管时,管坯需要在胀形内压和管端轴向压力作用下才能产生支管,而胀形内压和管端轴向压力分别由挤压力 F_1 和 F_2 产生(图 1)。在管坯的变形过程中,挤压力 F_1 使胀形介质产生的内压直接作用于管坯内壁,这

一压力由管壁传递至模具,形成分模力,因此,必须有足够的合模力来保证成型过程中模具贴合紧密。如果管坯仅在胀形内压和轴向压力作用下进行胀形,支管易于变薄甚至被胀破,为了防止这一现象,可在支管顶部施加一反向压力(平衡力),使管坯在较高静水压力状态下发生变形。

挤胀成型设备除了能够提供挤压力,足够的合模力以及平衡力,对挤压力和平衡力的大小还有一定的要求。挤压力太小时,管坯不能产生塑性变形;挤压力太大时,变形速度快,弹性体胀形介质寿命短。平衡力太小时,不能起到防止支管变薄的作用;平衡力太大时,不利于形成支管。因此,挤压力和平衡力的大小必须可调。此外,在成型过程中,通过挤压杆施加于管坯两端的挤压力必须满足对称和同步要求,即在每个瞬时,管坯两端的挤压力大小相等,且挤压杆的运动同步。

3.2 设备研制

根据挤胀成型工艺对设备的要求,笔者设计出成型塑料三通的挤胀试验台,试验台主要包括模具及液压系统两部分。

3.2.1 模具设计 与注射模相比,塑料三通挤胀模的结构要简单得多。塑料三通的结构特点决定了其挤胀模具必须采用剖分结构。在确定模具分型面时,可考虑两种方案(图 2)。第一种方案是以制件的对称面 $A-A$ 作为分型面,它的优点是从模具中取出制件比较容易,但制件在分型面上的投影面积大,成型过程中产生的分模力大,从而需要较大的合模力。第二种方案是以通过主管轴线并垂直于支管中心线的平面 $B-B$ 作为分型面,与前一方案相比,制件在分型面上的投影面积小,成型过程中产生的分模力小,所需要的合模力也较小,但在开模后,制件的支管部分完全处于某一半模内,必须依靠外力才能将制件从模具中取出。为了降低对合模力的要求,本文以 $B-B$ 面作为分型面。模具的结构如图 3 所示,其中,挤压杆和平衡杆分别与油缸连接,上下

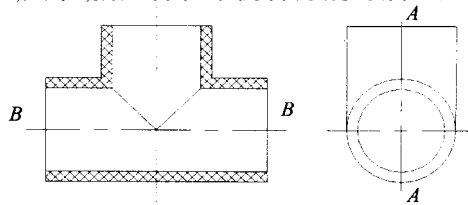


图 2 塑料三通挤胀模分型面的位置

Fig. 2 Location of the parting plane

模通过机械力锁紧。成型过程中,各成型力的大小可由相应油缸的油压来调整,两个挤压杆的同步运动也通过油路来控制;成型结束时,借助平衡杆的复位运动将制品从模具中顶出。

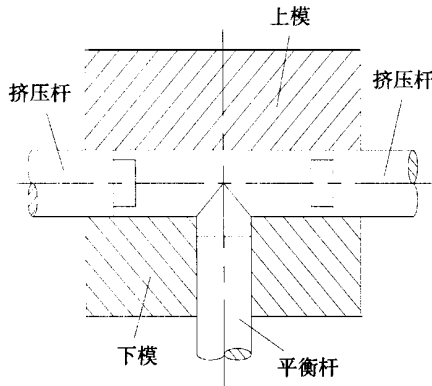


图 3 塑料三通挤胀模示意图

Fig. 3 Bulge forming mold of plastic tee

3.2.2 液压系统设计 在塑料三通的挤胀成型过程中,挤压力和平衡力是由液压系统来提供的。图 4 为挤胀成型设备液压系统原理图。

为使平衡力的调节独立于挤压力 F_1 和 F_2 ,在主压力油路上增加了压力旁路。这样,调节主油路的压力 P_1 就可改变挤压力 F_1 和 F_2 ;而平衡力则可通过调节压力旁路的油压 P_2 来改变。为得到不同的挤压速度,在挤压油缸进油管路上设置了调速阀 9,以满足不同材料的成形要求。两个挤压油缸(14、15)的同步运动通过分流集流阀 12 来实现。

4 结束语

运用挤胀成型工艺生产塑料多通管件,能够成型用其他方法无法得到或难于得到的较复杂的管类零件,从而拓展了塑料制品的种类和应用范围。目前,笔者在自行研制的塑料挤胀装置上,已成功地试

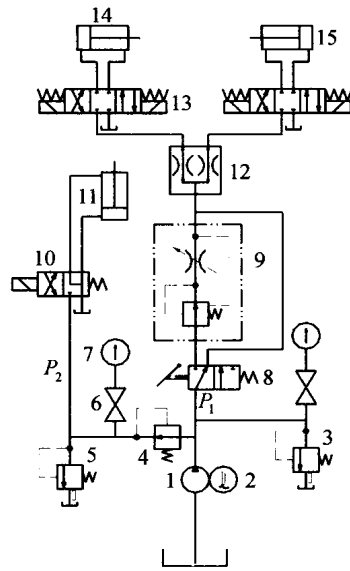


图 4 挤胀成型设备液压系统原理图

Fig. 4 Hydraulic system of the bulge forming equipment
制出 UPVC 三通管,并在理论研究方面取得一定成果,对塑料挤胀成型的理论研究和塑料的实验研究有待进一步进行。

参 考 文 献

- [1] Ahmed M, Hashmi M S J. Estimation of machine parameters for hydraulic bulge forming of tubular components. *Journal of Materials Processing Technology*, 1997, 64: 9~23
- [2] 王同海. 管材塑性加工技术. 北京:机械工业出版社, 1998
- [3] 王成录, 吕炎, 刘英伟. 利用塑性介质挤胀成型三通管接头变形力的研究. *金属成形工艺*, 1998, 16(1): 39~41
- [4] 蒋侠民. 聚氨酯橡胶棒在冲压生产中的应用. 北京:国防工业出版社, 1989

Research of plastics bulge forming and processing equipment

TANG Wen-zhong HE Ya-dong ZHU Fu-hua

(Institute of Plastics Machinery and Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: In this paper, a new technology (Plastics Bulge Forming) is presented; process characteristics with different bulge forming media are analyzed and contrasted; the design of bulge forming mold and its hydraulic system is introduced.

Key words: plastics; bulge forming; processing equipment