

# 塑料油箱挤出吹塑成型工艺与模具设计<sup>\*</sup>

黄 虹 王海民 邱方军 陈锦霞

(重庆理工大学材料科学与工程学院, 重庆 400050)

**摘要** 通过分析塑料油箱的结构, 阐述塑料油箱吹塑模具结构的设计特点, 对分型面的选择、排气系统、冷却系统等关键部位的设计进行了讨论。分析了挤出模具口模和芯棒的设计, 并对挤出吹塑工艺进行了讨论。经生产验证, 该模具结构设计合理、可靠, 成型的塑料件质量良好。

**关键词** 塑料油箱 中空塑料件 挤出吹塑 模具设计

挤出吹塑成型工艺起源于 20 世纪 30 年代初, 目前已发展为仅次于注射成型和挤出成型的第三大塑料成型方法。吹塑模具结构简单、成本低、工艺简单、效益高, 目前主要用来成型中空容器和工业制件, 如应用在汽车、摩托车、机械、军事等领域的中空制件。塑料油箱是一种中空工业制件, 一般采用高密度聚乙烯 (UHMWPE) 制造, 与金属油箱相比, 塑料油箱具有质量轻、造型灵活、不易发生爆炸、燃油渗漏率小、耐腐蚀、制造工艺简单等优点, 因而塑料油箱取代金属油箱是未来发展的必然趋势<sup>[1-3]</sup>。笔者现就塑料油箱的挤出吹塑成型工艺及模具设计作一介绍。

## 1 塑料件结构分析

塑料油箱如图 1 所示。其材料为 HDPE, 密度为  $0.95 \text{ g/cm}^3$ 。油箱质量为 385 g, 容积为 1 L, 最小壁厚要求大于等于 1.5 mm。制件形状不对称, 结构较复杂。在成型过程中若壁厚不均, 会导致各个部位变形量不一致。



图 1 油箱

## 2 吹塑模具设计

### 2.1 模具结构

吹塑模具主要是由两瓣阴模构成, 主要作用为: 赋予制件形状和尺寸, 并使制件冷却固化。对吹塑模具的主要要求有:

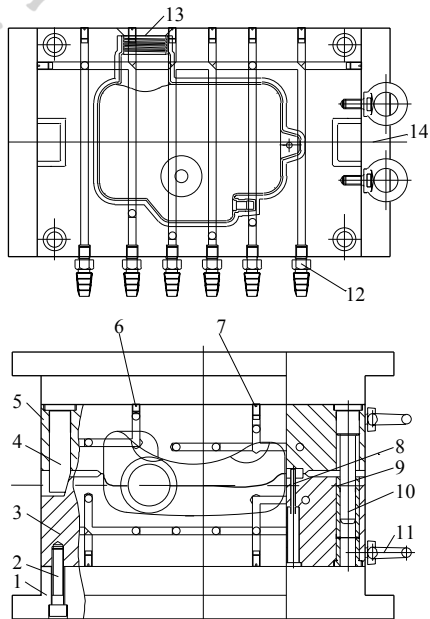
- (1) 成型塑料件的形状尺寸符合要求;
- (2) 能有效夹断型坯, 并保证塑料件接合缝接

合紧密, 强度较高;

(3) 能有效和快速排气;

(4) 能快速、均匀地冷却塑料件, 尽量使模具壁内的温度均匀, 减少成型时间与塑料件翘曲。

吹塑模具一般采用一模一腔结构, 这样使得模具结构简单, 加工容易, 成本低。在塑料油箱的挤出吹塑成型生产过程中可采用两工位或多工位进行生产, 以提高生产效率。该塑料油箱的吹塑模具结构如图 2 所示。



- 1—型腔板底板; 2—内六角螺钉; 3—左型腔板; 4—定位件;  
5—右型腔板; 6, 7—开槽紧固螺钉; 8—嵌件固定型芯; 9—导套;  
10—导柱; 11—吊环; 12—水管接头; 13—进油孔口;  
14—锥面定位装置

图 2 吹塑模具结构

油箱的进油孔设置在模具上方, 距模具上端面尽量短, 可减少型坯的长度, 提高材料的利用率。型

<sup>\*</sup> 重庆市科委科技攻关计划项目 (CSTC2008AC3025)

收稿日期: 2009-08-23

腔周边设置了切边刃口、压缩段和余边槽,以切断余边和使型坯在接缝处接合紧密,且强度较高。模具由导柱和导套配合导向,由于导柱和导套间为间隙配合,为保证两瓣模具成型时定位的准确性,减少塑料件错移,采用了对称的锥面定位装置 14。

## 2.2 分型面的选择

在设计吹塑模具时首先要考虑分型面的选择,合理的分型面是减少吹胀比的差异、使塑料件壁厚较均匀、保证塑料件顺利成型的先决条件。合理的分型面还可以简化模具结构,易于制件脱模。分型面应设置在制件最大轮廓处。分型面的选择应尽量保证型腔在分型面两侧的深度相等,保证型坯吹胀过程中在分型面两侧的形变量趋于一致,以保证塑料件的壁厚均匀。通过分析该制件的结构,确定最终的分型面为阶梯曲面形状,如图 3 所示。

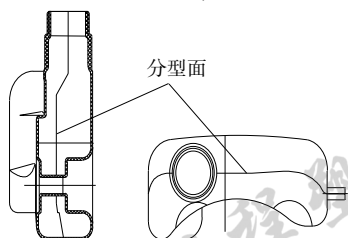


图3 模具的分型面

## 2.3 排气系统设计

排气是吹塑模设计不可忽视的问题。对于吹塑模具,要排除的空气体积等于模腔容积减去完全合模瞬间时型坯的体积。在型坯与模腔之间有更多的夹留空气存在,若夹留在型坯与模腔之间的空气无法完全排除或尽快排除,型坯就不能快速地吹胀,吹胀后也不能与模腔良好地接触(尤其是拐角部分),会造成制件表面出现粗糙、凹陷或表面文字、图案不清晰等缺陷,影响制件的外观性能与外部形状。排气不良还会延长制件的冷却时间,造成制件壁厚分布不均匀,降低制件的力学性能。故应开设足够的排气通道以保证制件能够成型饱满。由于该模具分型面外侧均匀地设置了切边刃口、压缩段和余边槽,成型时余料将分型面封闭,气体无法从分型面处排除,故该模具只能以在模腔中开设排气孔的形式排气。排气孔应开设在模腔易存气的部位或最后成型的部位,比如拐角处等。

该模具采用的是在模腔各个拐角处开设排气孔的方法排气。排气孔直径应尽量小,以免在塑料件上留下明显的痕迹。该模具排气孔的直径取 0.3 mm,钻孔深度取 1.2 mm 左右。为方便钻孔,在模

腔之外排气通道的直径扩大为 3 mm 以上,并在模腔板底部的排气通道处开设宽为 7 mm、深为 2 mm 的槽,这样更有利于排气,如图 4 所示。

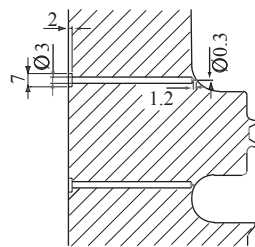


图4 排气孔的设置

## 2.4 冷却系统设计

几乎所有的热塑性塑料成型工艺如挤出成型、注射成型、真空成型等,其成型周期在很大程度上取决于塑料的冷却时间长短。对吹塑成型尤其如此,因为其冷却时间占成型周期的 60% 以上,对厚壁塑料件则达 90%。若冷却不均匀会使塑料件各部位的收缩率存在差异,引起制件翘曲、瓶颈歪斜等现象。

该模具采用的是直通式冷却方式,即直接在模板上钻孔,模外串联形成冷却回路,通入冷却介质进行冷却,如图 5 所示。特点是冷却介质直接接触模体传导热量,结构简单,冷却效果较好。其中冷却水管的直径为 8 mm,相邻两冷却水孔的中心距如图 5 所示。冷却水管离型腔表面不应太近也不宜太远,一般不超过冷却水孔直径的 1~2 倍,以 12~15 mm 为宜,本模具取 12 mm。冷却介质为水,入口温度为 20℃,出口温度为 27℃。

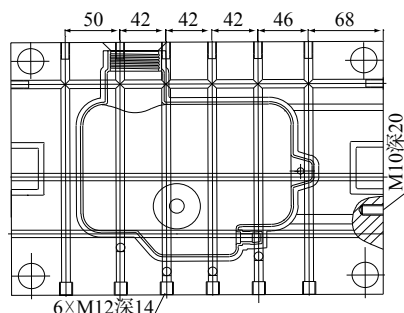


图5 冷却系统的布置

## 3 型坯机头设计

由挤出机提供的塑料熔体通过挤出机头成型为型坯。型坯机头对型坯与吹塑制件的成型质量有很大影响。挤出机头的口模与芯棒是确定型坯尺寸和形状的主要因素。设计口模与芯棒的形状和尺寸要考虑诸多因素,如塑料件的尺寸(直径、壁厚)、质量、形状、吹胀比(一般取 2~4)及塑料的性能(如型

坏的离模膨胀和垂伸) 等。该型坯在挤出过程中采用储料缸式机头、发散口模结构形式。挤出机头如图 6 所示。

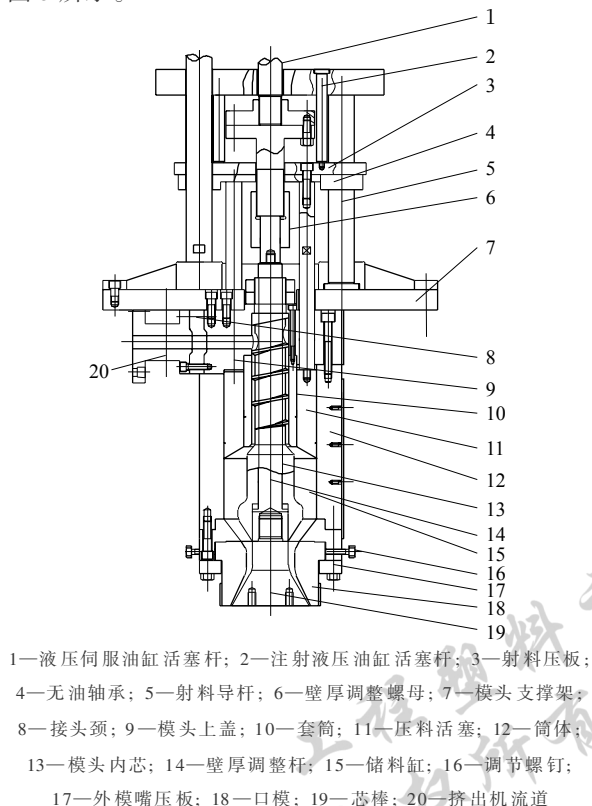


图 6 挤出机头结构

挤出机塑化熔体并将熔体通过挤出机流道 20 侧向挤入模头内芯 13 的螺旋流道, 一部分熔体沿螺旋流道流动, 另一部分熔体沿套筒 10 与模头内芯 13 螺杆的间隙轴向漏流。螺旋流道的深度沿螺旋方向逐渐变小, 螺棱顶面与套筒的间隙则沿轴向逐渐增加, 螺旋流动逐渐减少, 轴向漏流相应地增加。当螺旋流道深度为零时, 流动完全被轴向流动所替代。带螺槽的模头内芯主要起分流作用, 同时也对熔体进行进一步的塑化、压缩, 侧向挤入的熔体沿螺旋流道流动, 使得熔体流动均匀, 分流后绕过模头内芯的熔体熔接良好, 无熔接痕。

熔体沿内芯流入储料缸 15 内, 将压料活塞 11 顶起, 当储料量达到设定值后, 压料活塞在注射液压油缸活塞杆 2 的作用下下行, 将熔体挤出。同时, 壁厚控制器根据用户在面板上设定的型坯壁厚轴向变化曲线, 输出大小变化的电压信号至电液伺服阀, 电液伺服阀控制伺服油缸驱动与油缸活塞杆 1 连接在一起的芯棒 19 上下移动, 调整口模间隙, 控制型坯壁厚。

### 3.1 口模设计

口模是成型型坯外表面的零件。塑料熔体通过口模成型为型坯时, 会出现离模膨胀和垂伸现象, 离模膨胀会使型坯径向尺寸增大, 纵向尺寸缩小; 而垂伸则相反, 所以型坯的尺寸要由两者的综合效应来决定。油箱塑料件挤出吹塑成型时, 型坯的径向尺寸要覆盖吹塑模具模腔水平方向的分型面的轮廓, 才能保证塑料件成型。因此要根据这一原则来设计口模通道的尺寸。本产品所需要的口模直径为 105 mm, 定型长度为 28 mm, 结构如图 7 所示。

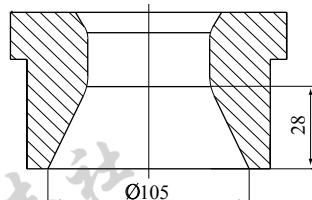


图 7 成型口模

### 3.2 芯棒设计

芯棒是成型型坯内表面的零件, 与口模一起确定型坯的形状、壁厚和质量。芯棒由收缩段和成型段组成, 成型段长度即口模成型段的长度, 收缩段与机头流道形成一个由大到小的锥形环隙, 对物料起压缩作用, 使被模头内芯上的螺纹分隔的塑料熔体在高压下熔合在一起。芯棒直径  $D$  按式 (1) 确定:

$$D = D_1^2 - 2 \frac{W}{\pi L \rho} \quad (1)$$

式中:  $D_1$ ——口模直径;

$W$ ——制件质量;

$L$ ——制件长度;

$\rho$ ——树脂密度。

计算可得:  $D = 98.389$  mm, 取整数  $D = 98$  mm, 芯棒结构如图 8 所示。

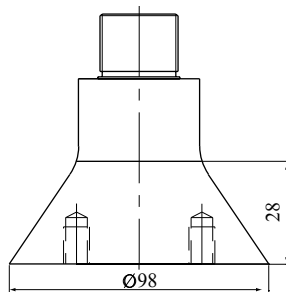


图 8 芯棒

## 4 塑料油箱成型工艺

### 4.1 工艺参数

原料采用 Basell 公司生产的牌号为 4261AG 的 HDPE。挤出吹塑成型条件如下: 收缩率取 1.5% ~

3.0%;料筒温度1~5段分别为165、170、170、175、180℃;口模温度为190℃;模具温度为40~80℃;吹胀压力为0.6~0.8 MPa;吹气时间为15~20 s;冷却时间为30~50 s;取件时间为8~15 s;成型周期为60~90 s;挤出机为单螺杆式,挤出机头为活塞式,挤出速率为100~180 cm<sup>3</sup>/s。

#### 4.2 工艺过程

该塑料油箱的挤出吹塑工艺过程为:首先,开启的吹塑模具移至挤出机头下方,挤出机在两瓣吹塑模具中挤出型坯,达到要求的长度后,吹塑模具合模,截断型坯后从挤出机头下方移出,成型油箱进油孔的凸模前行,与型坯和吹塑模具接触,凸模中心开有气体通道,压缩空气由此引入型坯中,吹胀型坯,使其与吹塑模具内表面紧密接触,冷却定型后开模取件。

#### 5 结语

塑料油箱的模具设计采用一模一腔,在实际生

产中采用的是两工位进行生产,大大提高了生产效率。经生产验证,该模具排气系统、冷却系统效果好,口模及芯棒设计符合要求,成型的塑料件质量较好,表面轮廓清楚、光滑。在生产过程中,模具运动平稳,可靠性高,适宜大批量生产,具有良好的经济效益。

#### 参考文献

- [1] 黄汉雄.塑料吹塑技术[M].北京:化学工业出版社,1996:53-216.
- [2] 颜发清.塑料燃油箱在汽车工业中的应用与发展趋势[J].汽车研究与开发,1999(5):36-41,43.
- [3] 黄虹.塑料成型加工与模具[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [4] 赖家美,柳和生,黄汉雄.挤出吹塑实验研究进展[J].中国塑料,2002,16(8):9-13.
- [5] 黄虹,刘春,黄强.中空塑件单管坯挤出——多型腔吹塑工艺研究[J].中国塑料,2004,18(7):54-57.
- [6] 黄虹,李军,陈元芳,等.中小型中空塑件的多管坯挤出吹塑成型技术研究[J].工程塑料应用,2004,32(4):20-23.

## DIE DESIGN AND PROCESS OF EXTRUSION BLOW MOLDING FOR PLASTIC FUEL TANK

Huang Hong, Wang Haimin, Qiu Fangjun, Chen Jinxia

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

**ABSTRACT** By analyzing the structural characteristics of plastic fuel tanks, the extrusion blow molding die structure design including the choice of surface, exhaust system, cooling system was discussed. The design of the die and mandrel in the extrusion die was analyzed, and the extrusion blow molding process was discussed. The production proved that the design of the die structure was reasonable and reliable, plastic parts produced it had good quality.

**KEYWORDS** plastic tank, hollow plastic workpiece, extrusion blow molding, die design

## 鞍山君利工程塑料有限公司

鞍山君利工程塑料有限公司是股份制企业,生产以工程塑料为主的改性材料。由教授级高级工程师、中国塑料加工工业协会专家委员会专家赵文聘负责生产技术。可为用户提供增强、增韧、复合、阻燃、环保阻燃、抗静电、耐磨、塑料合金类系列改性工程塑料。公司竭诚为用户“量身订做个性化需求的产品,为客户创造价值”。公司通过 ISO9001:2000 国际质量管理体系认证。公司宗旨:信誉第一;质量第一。

### 欢迎新老客户前来指导、合作!

- 改性品种: PA66、PA6、PP、PE、ABS、AS、HIPS、POM、PC、PC/ABS、PBT、PET、PVC 等系列改性塑料。
- 适用行业: 家电、汽车、机械、铁路、纺织、石油化工、煤矿、农业等。

经理: 徐长旭 13604228259, xuchangxu315@163.com

总工: 赵文聘 13804910274, zhaowenpin315@163.com

地址: 辽宁省鞍山市腾鳌镇黄县 邮编: 114225

电话: 0412-8935903 传真: 0412-8935803