

塑料加工入门丛书

# 塑料吹塑成型入门

宋学智 编



## 塑料加工入门丛书

塑料挤出成型入门

塑料吹塑成型入门

塑料注射成型入门

泡沫塑料入门

ISBN 7-5341-1263-X



ISBN 7-5341-1263-X /TQ · 15

总定价: 64.00 元

49  
TQ 320.66

S88

塑料加工入门丛书

宋学智 编

# 塑料吹塑成型入门

浙江科学技术出版社

# 塑料加工入门丛书

**主 编：**张玉龙

**副主编：**(按姓氏笔画排列)

王忠法 刘寿华 李长德

宋学智 何炜德 张振英

杨淑丽

## 图书在版编目(CIP)数据

塑料吹塑成型入门/宋学智编. —杭州:浙江科学技术出版社, 2000. 3

(塑料加工入门丛书)

ISBN 7-5341-1263-X

I. 塑... II. 宋... III. 吹塑-基本知识

IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 14612 号

# 前 言

塑料与混凝土、钢铁、木材并称为四大工业材料，而其生产的年增长率则以塑料居首位。塑料在材料结构中所占的比例也正在逐年上升。多年的实践证明，增加塑料在整个材料结构中的比重，广泛采用高分子合成材料，可节省资源，降低能耗，社会总体经济效益可大为提高，社会资金和自然资源可以得到更合理的利用。

我国的塑料工业发展较慢，直到 1958 年，塑料工业才开始有了较快的发展。1972 年后，建立了一批以石油化工为基础的原料生产基地，推动了我国塑料工业的发展。

塑料作为新型合成材料，广泛地用于国民经济各部门。由于塑料质轻、耐水、耐化学腐蚀，制品外形美观，且制造和安装方便，可大量用作化学和建筑材料。

塑料加工方法的种类很多，中空吹塑成型是其中之一。塑料吹塑成型起源于 20 世纪 30 年代。该种成型方法发展很快，目前已经成为仅次于挤出成型和注射成型的第三种塑料成型加工方法。吹塑成型用的设备一般造价较低，适应性较强，可成型性能较高、形状复杂的制品。

中空吹塑成型是当前常见的热塑性塑料的成型工艺之一，它是借气体压力使闭合在模具中的热型坯（或片材）吹胀成为制品的一种方法。主要的一类吹塑制品是容器，用于包装食品、饮料、化学品、药品与化妆品等，这

类制品已经发展成为仅次于注射制品的第二位制品；另一类采用得越来越多的吹塑制品是工业制件，如汽车配件（燃油箱、保险杠、仪表板等）、家电配件与办公设施配件等，吹塑的工业制件具有高度的整体性，综合性能好，附加值较高，成本较低，可代替塑料的注射成型制件、热成型制件与结构发泡制件及金属制件。

本书通过简单介绍挤出吹塑成型、注射吹塑成型、拉伸吹塑成型、多层吹塑成型和发泡吹塑成型，向读者简要介绍了吹塑成型的主要方法；同时也简单介绍了各种吹塑成型方法所使用的设备、吹塑制品的设计、模具及几种常见塑料的吹塑成型；指出了每种成型方法可能碰到的反常现象及排除方法。希望本书能对读者有所帮助。不妥之处，请予指正。

本书在编写过程中，得到柴林棣女士的热情关心和帮助。柴高工审阅了全部书稿，提出了许多中肯的建议，并对许多不当之处进行了修改。作者借此表示衷心的感谢和深切的敬意。

**编 者**

2000. 1

# 第一章 简介

塑料是以合成的或天然的高分子化合物为基本成分，在其制造或加工过程中的某一阶段能流动成型或借原地聚合或固化而定形，其成品状态为柔韧性或刚性固体。多数塑料是以合成树脂为基本组分，一般还含有填料、增塑剂、稳定剂及其他添加剂等。塑料按其受热后性能变化可分为热塑性塑料和热固性塑料；按其用途可分为通用塑料、工程塑料和特种塑料。塑料一般具有质轻、绝缘、耐腐蚀、耐摩擦、易加工、制品美观等特点，可以用作结构材料、耐腐蚀材料和绝缘材料。塑料是汽车、飞机、船舶、电机、机械、化工、建筑和日用品等工业的主要原材料之一。

将塑料原料转变为塑料制品的过程称为塑料成型加工。塑料的成型加工主要由成型、机械加工、修饰和装配四个过程组成。成型是将各种形态的塑料（粉料、粒料、溶液等）通过各种方法制成所需形状的制品和坯件的过程。塑料成型的方式有许多，其中包括吹塑成型。吹塑成型是借助气体压力使闭合在模具中的热型坯吹胀为空心制品的一种方法。这些空心制品通称吹塑制品，如塑料瓶、塑料桶等。通常，根据型坯的生产特征可分为两类，即注射吹塑成型和挤出吹塑成型。两种吹塑成型过程分别见图 1-1 和 1-2。注射吹塑成型是利用注射机制成有底的型坯，再将此型坯移至吹塑模具中，进行吹塑成型。挤出吹塑成型是自上而下地将管状型坯 (a) 挤入开启的两片半模之间 (b)，当型坯达到预定长度，闭合模具 (c)，把型坯上下切断

而封入型腔。与此同时，向管坯吹入压缩空气（d），使其膨胀而紧贴模壁，然后冷却脱膜，取出制品（e）。

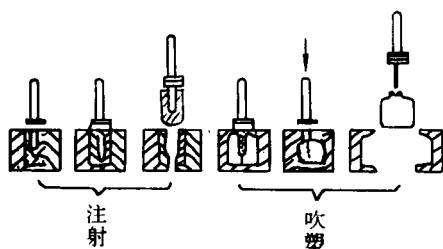


图 1-1 注射吹塑中空成型

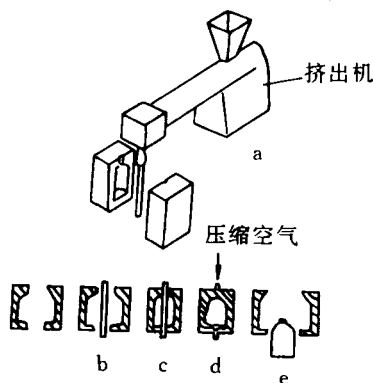


图 1-2 挤出吹塑中空成型

吹塑成型方法除去上述两种常用的方法之外，根据制品要求，还可以采用多层吹塑成型、拉伸吹塑成型及发泡吹塑成型等。

吹塑成型的中空制品就是包装各种物料的容器。诸如工业使用的耐酸容器、各种化学药品的包装瓶，以及食品和化妆品的包装瓶等。中空成型所用的塑料有聚乙烯（PE）、聚氯乙烯



(PVC)、聚丙烯 (PP)、聚苯乙烯 (PS)、热塑性聚酯 (PETP 与 PBTP)、聚碳酸酯 (PC)、聚酰胺 (PA)、醋酸纤维素和聚缩醛等, 其中又以聚乙烯使用得最为广泛。凡熔体流动速率为 0.04~1.12 克/10 分的塑料都是比较优良的中空吹塑原料, 大多用来制造包装药品的各种容器。低密度聚乙烯主要用作食品包装容器, 高、低密度聚乙烯混合物主要用来制造各种普通容器; 超高相对分子质量聚乙烯主要用来制造燃料罐和大型桶等。聚氯乙烯因透明性和气密性都很好, 也是中空吹塑成型常用的塑料之一。

通常对用作中空吹塑成型的塑料提出下列要求:

(1) 耐环境应力开裂性能良好。作为包装容器, 当其与表面活性剂溶液接触并有应力作用条件下, 应具有防止龟裂的能力。一般是选用相对分子质量较大的塑料。

(2) 气密性良好。这是指能阻止氧气、二氧化碳、氮气及水蒸气等向容器壁内外渗透的特性。

(3) 有耐冲击性能。为了保护容器的内装物品, 容器应具有从 1 米高度落下不破不裂的耐冲击性能。

此外, 容器还应具有耐药品性、抗静电性、韧性和耐挤压性等。

塑料容器的耐冲击性能、耐腐蚀性能等使其适于包装化学品 (包括日用化学品及工业与农业用化学品), 以代替玻璃容器与金属罐。工业与农业用的化学品包装容器要求较高, 按有关规定要求, 要经受住 -20℃ 条件下至少 2 米高度的坠落冲击测试; 在 40℃ 下, 要经受住至少 0.25 兆帕内压时堆集至最少 3 米高度而不弯曲, 而且在 28 天的试验时间内不发生变形。这就要求容器具有良好的机械性能。

## 第一节 挤出吹塑成型

挤出吹塑成型方法是塑料中空成型中应用最普遍的方法。该成型方法是由挤出机挤出管状型坯，并将它垂挂在安装于机头正下方的预先分开的模具型腔中。当下垂的型坯达到合格长度后立即合模，并靠模具的切口将管坯切断，再从模具分型面上的孔中插入压缩空气吹管，送入压缩空气，使型坯吹胀紧贴模壁而成型，然后在保持充气压力下使制品在型腔中冷却定型，然后脱模即成制品。

为了不使挤出中断，可采用两副吹塑模具或多副吹塑模具装置在回转台上进行轮流生产；也可采用支管式模头使型坯的制造在同一台挤出机上更替于两处进行。

挤出型坯时，对温度应严格控制，过高或过低所引起的问题如下：温度过高时，熔料因粘度降低而易变形，会使管状型坯在转移过程中出现厚度不均匀，进而影响吹塑制品的质量；温度太低时，制品内部常会带有较多的内应力，在使用中容易发生应力开裂。须说明的是，挤出时型坯是挂在模口处逐渐形成的，当温度较高时，熔料发生的变形主要是由于重力的作用而引起的下坠，以致使型坯的纵向厚度不均匀。

降低挤出速度，虽然可以增加型坯的表面光泽和使径向厚度均匀，但同时也降低了生产效率。

为了防止塑料型坯的下坠，经验证明，熔体的挤出速度与型坯的长度等的关系应满足下列关系式：

$$\eta_a = (158L^2d) / V$$

式中： $\eta_a$ ——熔融塑料在剪切应力为零时的表观粘度，帕斯卡·秒；  
 $L$ ——型坯的长度，厘米；

$d$ —密度，克/厘米<sup>3</sup>；

$V$ —挤出速度，厘米/秒。

挤出吹塑成型的优点很多，如可成型多种塑料，生产效率较高，型坯的温度比较均匀，因制品破裂少而使废品率降低，能成型大尺寸的容器，设备投资相对较少。因此，挤出吹塑成型在当前的中空制品的生产中仍占有绝对优势。

挤出吹塑成型适用于 PE、PP、PVC、热塑性工程塑料、热塑性弹性体等聚合物及各种共混物，主要用于吹塑成型包装容器、储存罐等（容积小可为 1 毫升，大可达 10<sup>4</sup> 升甚至更大），还可吹塑成型工业制件。

挤出吹塑成型所用的机械主要是挤出机、型坯机头、吹塑模具与合模装置等。

## 第二节 注射吹塑成型

注射吹塑成型和挤出吹塑成型的区别主要是型坯的生产方式不同和处理方式不同。

注射吹塑成型是使用注射机来成型吹塑型坯，在型坯未冷却之前，连同芯棒一起移动到吹塑工位，置于吹塑模具中，吹入压缩空气，制得中空塑料制件。注射吹塑成型的突出特点是在整个过程中，几乎不产生需要回炉处理的边角废料，制品后加工的工作量也很小，而且制品的壁厚均匀，无拼缝线，底部强度高，瓶口精度高。其不足之处是该工艺对设备和模具的要求较高，设备和模具的成本比较昂贵，也不能用来制造小口径及大型容器，生产周期也较长。所以该工艺仅适用于生产批量大的小型精致的制品。

注射吹塑成型有两种形式。一种是利用注射机注射出管状

(管端为开放式)型坯,用分合模夹持封闭管坯的开放端,然后吹塑。另一种是联合使用注射型坯模具和吹塑模具,先用注射机在注射模内注射成型,制成有底的型坯,然后再将熔体型坯移至吹塑模内进行吹塑。在工业生产中,常采用后一种形式。

注射吹塑成型工艺自动化程度高,可多模生产,因此效率较高。

注射吹塑成型可成型圆形、方形、椭圆形和多拐角的中空制品,主要用来代替玻璃瓶,用于包装药品、化妆品、食品、日用品与化学品等。注射吹塑成型的典型产品是药品包装用PS瓶。PS具有晶状透明性,但其型坯的熔体强度低,制品的脆性大,几乎不能修整,故很难用来挤出吹塑包装用瓶。

### 第三节 拉伸吹塑成型

拉伸吹塑又称为双轴取向吹塑,是一类在聚合物的高弹态下通过机械方法轴向拉伸型坯、用压缩空气径向吹胀(拉伸)型坯以成型容器的方法。经过拉伸吹塑成型的制品其透明度、冲击强度、表面硬度、刚性和气体阻透性都有很大的提高,特别是用线性聚酯制造的拉伸吹塑瓶近年来发展很快。

拉伸吹塑成型分为一步法(又称热型坯法)和两步法(又称冷型坯法)两种。

一步法将刚成型完的热型坯的温度调整到拉伸温度后,马上进行拉伸吹塑成型,这种成型方法省去了冷型坯的再加热工序,所以能节省能量,同时由于热型坯的制取和拉伸吹塑成型是在同一台设备上进行的,因而可使生产连续进行,设备占地面积小,自动化程度高,但其产量低于冷型坯法。一步法由于型坯的制造方法不同,又分为注射拉伸法和挤出拉伸法。

两步法是将预先制造好的型坯放入吹塑机的吹塑模具中，加热到拉伸温度再进行拉伸吹塑成型，见图 1-3。这种冷型坯法的生产效率较高，现在已达到 1 万只/小时以上。两步法型坯的制造过程分为注射成型和挤出成型管坯后再整饰成型两种，前

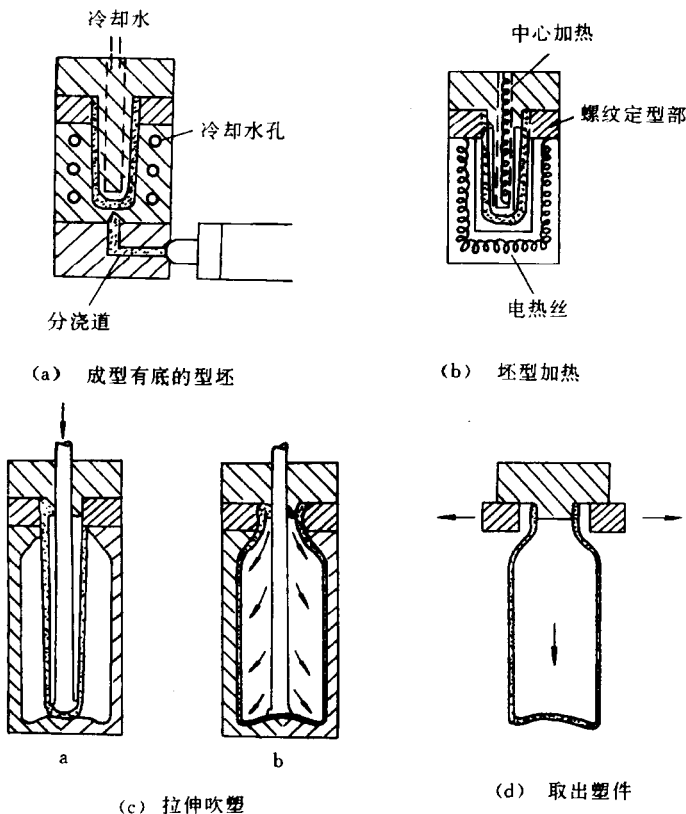


图 1-3 两步拉伸吹塑成型

a—型坯延伸；b—吹塑成型

者用注射机可一次制得型坯，后者则要挤管、锯切、加热封底和修饰等多道工序，所以后者用得较少。注射成型型坯拉伸吹塑成型不管是采用一步法还是采用两步法，其优点多于挤出成型，所以应用较广泛。

目前，拉伸吹塑成型主要用 PETP、PP、PVC 与 PAN 来生产包装容器，容器的容积为 0.2~20 升，形状为圆形、椭圆形或矩形等。今后，拉伸吹塑的应用范围将继续拓宽。

## 第四节 多层吹塑成型

多层吹塑成型系指不同品种的塑料，经特定的机头形成一个坯壁分层而又粘接在一起的型坯，再经过吹塑成型而制得多层中空制品的成型方法。

塑料的多层吹塑成型是在挤出吹塑和注射吹塑的基础之上发展起来的。多层吹塑成型的关键是控制各层树脂间的熔粘问题。层间的粘接方法有两种。一种方法是混入有粘接性能的树脂；另一种方法是层间添加粘接材料层，但这样会使设备和操作更复杂，并会使制品的成本提高。

发展多层吹塑成型的主要目的是解决单独使用一种塑料而不能满足制品使用要求的问题。例如制造盛装带有香味食品的容器，选用塑料单是聚乙烯，虽然无毒，但其气密性较差；如果选用聚氯乙烯，其气密性远远优于聚乙烯，但其毒性问题又不能圆满解决。于是选用外层为聚氯乙烯，内层为聚乙烯，这样制得的容器气密性好，又无毒性。当然，现在也有食品级聚氯乙烯。

多层吹塑成型的目的就是解决复合制品的下述问题：①气密性（为气体低透过率与高透过率材料的复合）；②隔热性（为

发泡层与非发泡层的复合)；③着色装饰(为着色层与本色层的复合)；④回收料应用(为回收料层与新料的复合)；⑤立体效应(为透明层与非透明层的复合)。

常见的几种材料复合为双层复合和三层复合。双层复合有聚乙烯/聚酰胺(壁厚选择9:1)、聚乙烯/聚氯乙烯(壁厚选择2:1)等。三层复合常见的有聚乙烯/乙烯-醋酸乙烯共聚物/聚酰胺,聚乙烯/乙烯-醋酸乙烯共聚物/聚乙烯等。

多层吹塑成型存在的主要问题是：①层与层之间的熔接问题，除了注意选择所用树脂的熔体流动速率外，还要求进行严格的工艺条件控制；②由于是两种或两种以上树脂的复合，塑料的回收利用比较困难；③挤出机头结构复杂，使设备投资大、成本提高。

多层吹塑塑料容器正在逐步取代食品包装用的玻璃和工业产品包装用的金属。

多层塑料容器包装不泄漏气味，不透水汽或氧，并具有热灌装特点。PP/粘合剂/EVOH(乙烯-乙烯醇共聚物)/粘合剂/PP复合材料的吹塑容器就是这样，它们可以用来包装果汁、蛋黄酱、调味品、番茄酱、方便汤、婴儿食品和芥末等。

## 第五节 发泡吹塑成型

发泡吹塑成型多用于成型玩具、双壁箱体、汽车配件与瓶子等。发泡吹塑制品有下述优点：①减轻制品质量(如发泡低密度聚乙烯或高密度聚乙烯瓶的质量，可轻20%)；②增加制品的壁厚而不增加其质量，故可提高其模量；③选择适当的树脂可使微孔结构有柔软感，这对某些制件(如汽车的内装饰部件)的应用有利；④选择适当的树脂与不透明度，可使制件有

多种表面效应（如珠光效应，不需加入着色剂就能产生虹彩）；  
⑤微孔结构能使制件具有较好的隔音、隔热、减振性能，这对汽车通风管等制件是很有利的。

吹胀用型坯熔体的多孔结构会大大降低其延伸性能，因而在吹胀时可能会形成薄弱点和孔眼。采用共挤出吹塑可以避免这些不足。共挤出吹塑发泡制品的密度为未发泡制品的40%~50%。共挤出吹塑发泡制品可为两层或三层复合结构，对于三层结构，发泡层位于内、外两硬层之间。还可在发泡层与硬层之间设置粘合层来构成三层结构。多层型坯壁内的未发泡层可提供吹胀过程中所需的弹性并避免型坯的撕裂。共挤出吹塑发泡制品的成型可这样进行：通过机头成型多层型坯后，合上吹塑模具，在型坯与模腔之间施加部分真空，以使型坯贴紧模腔。型坯一旦接触模腔，即在型坯内部施加较低的部分真空，以促进制品内层的发泡。通过控制型坯内部的真空度，使内层泡孔破裂，形成开式微孔结构，可进一步改善吹塑制品的隔音性能。使用该种方法，可用HMWPP（高相对分子质量聚丙烯）作外层，EPDM（乙烯-丙烯-二烯共聚物）改性的PP作内发泡层来吹塑成型汽车使用的通风管。通过选择聚合物和成型工艺条件，可以调节泡孔的尺寸和结构。不发泡层的厚度由制品的结构来确定，但它明显不如发泡层厚。



## 第二章 吹塑制品的种类

塑料吹塑制品的外表面几何形状也是内表面形状的反应，只是在尺寸上相差一个壁厚值，有的在某一外表面还有装饰纹。制品几何形状的设计应易于模塑、开模取出，避免在脱模时造成变形。吹塑制品的设计应同美术造型结合在一起加以考虑，以便增加直观美。常见的吹塑制品几何形状有圆形、长方形、正方形、椭圆形、球形及异形等。吹塑制品的几何形状应根据使用要求和装饰要求进行设计。

塑料吹塑制品实际上是一种中空容器，尽管型坯的制造和吹塑方式有别，但制得的制品最终是中空制品。

通常把塑料吹塑成型的中空制品分为容器和工业制件两大类。

### 第一节 容 器

塑料容器具有安全、质轻、耐冲击、耐腐蚀、设计灵活性较大、方便、成本较低、生产能耗低等优点，主要用于包装或运输食品、饮料、化学品、药品、日用品、化妆品与润滑油等。

食品饮料行业是塑料容器的最大市场。这类容器主要是用聚烯烃、线性聚酯等通过挤出吹塑、拉伸吹塑、注射吹塑或共挤出吹塑来成型。

氧气会使食品降解、变味。食品失去水分或吸收湿气而改变液态食品的稠度。含有二氧化碳的饮料（如碳酸饮料）对二