

吹塑成型技术

(五)

罗天韵 张浩翔 译

姜旭良 校

机械工业塑料机械科技情报网

大连橡胶塑料机械研究所

直接吹塑成型模具的设计(1)

武者 元信

前 言

塑料成型制品的质量、生产效率在很大的程度上取决于模具的设计，直接吹塑成型自然不能例外。近年来，在日常生活用品的生产领域，随着成型周期的缩短和生产批量的加大，吹塑成型的机械化程度不断提高，生产工序的集成度越来越大。在汽车零件、工业用品生产领域，制品形状日趋复杂化，为了使这类制品的吹塑成型为可能，制品模具的设计与制造技术也正在向高精度化、多样化的方向发展。从理想的角度来讲，吹塑成型模具的设计必须满足成型工艺的各种要求，主要包括尺寸精度，使用寿命，冷却条件，裁切边缘形状，排气部位，型腔表面处理，分型结构，颈部内孔尺寸控制与端面处理，制品表面凹陷的处理方法，吹气喷嘴设置，模内“飞边”自动裁切，制品顶出杆配布，模内制品分切，其它预埋零件的植入。另外，还要考虑怎样设计才能使模具更换操作更加简便。但是，在实际生产过程中，还存在着许多吹塑成型工艺上特有的不定因素。

吹塑成型不同于注塑成型，制品的形状并不完全取决于型腔所构成的空间，这是因为制品的内表面只与压缩空气接触，而且不管是什么形状的制品都是由型坯吹胀而成的（采用变形机头等手段只不过是少数特例），重力的存在是影响制品壁厚分布的重要因素，型坯一出机头就开始向四周空间放热冷却，就整个型坯而言各点温度分布是不一样的。这一连串外因对成型条件的影响程度大部分只能在模具试成型操作时才能确定，而在模具设计阶段只能凭经验进行估计。这样就产生了从“试成型——模具修改”过程的多次反复，进而调整成型技

术来弥补模具设计上的一些欠缺，旨在消除一些不合理的因素。下面，笔者就想从模具制造的角度，结合本人多年的实践，谈谈模具的设计问题。

本文涉及的专用术语解释请参阅文献(1)(2)（见卷末——译注）。

1、吹塑成型模具的基本设计

1.1 模具材质的选择

直接吹塑成型模具的主要材料的选择应考虑制品的种类、成型批量（与耐磨问题有关）、塑料的种类、模具的制造成本等。各种材质的物理性能参数请参阅文献(2)(3)。

(1) 铸铁

由于加工方便、成本低廉，过去大部分模具都用它来制造，但是因为铸铁的机械强度低，耐磨性能差，目前用量已出现下降的趋势，多被用来制作模具的某些局部零部件。裁切边缝部分对磨损、缺陷十分敏感，制品批量较大时，建议不要用铸铁来制作。

(2) 碳钢

碳钢强度高，耐磨性能强，特别是45号钢目前已取代了铸铁，成了模具的主要材料。尽管碳钢的导热系数略低于轻合金材料，但是只要在冷却水回路的设计上稍稍下点功夫，在实际使用时不会出现问题的。同时，如能对裁切边缝部分进行热处理，该部分的耐磨性能还能进一步提高。模具上还有一部分零部件是使用NAK等一类特殊钢材制造的，瓶口冲切元件（冲切阴模板）和吹针冲切环等局部构件还采用SKS系列合金工具钢和SUJ系列轴承钢来制造并施行淬火处理。

(3) 不锈钢

为了防止聚乙烯在加热成型时发生化学分解产生的氯化氢对模具的腐蚀，传统的方法是在碳钢的表面镀硬铬，但使用这样的模具一旦

镀层剥落，制品的后处理工作就会变得很困难，因此现在人们主要采用不锈钢来制作生产聚氯乙烯容器的模具。除聚氯乙烯以外，食品包装、药品包装等一类对清洁度要求很高的容器模具为了防锈也越来越多地采用不锈钢。

在一般情况下，为了在机械加工时装卡方便（有时用电磁吸盘——译注），多用 SUSY 420 J2 系列耐酸不锈钢等有磁性材料来制造模具，但与 45 钢相比，其成本高，切削加工性能也差。

(4) 锌合金材料（ZAS 精密铸造件）

汽车零件，人形玩具类制品的模具型腔表面和分型面都十分复杂，很难能够用数学解析方法来表达曲面的形状。这时首先要制作一个实体模型，模型的几何尺寸应计入铸造收缩率和制品成型对塑料的收缩率，然后再用这个模型，用精铸的办法翻制出锌合金坯模。由于增加了一系列前期制备工作，这种模具的成本略为偏高，但其加工性能和导热系数却都优于 45 钢。与机械强度、耐磨性能都不太好的 45 钢一样，迄今为止仍然是工业零件吹塑制品模具的重要材料。在制造模具时，型腔各部的尺寸精度取决于实体模型的尺寸精度，除了要求有较高的铸造技术外，对精度要求特别严格的部位还要施以必要的机械加工。可以认为，在今后的一个时期内，小批试制的新产品的成型模具将多用它来制造。还有一点必须强调，就是关于这类模具的结构，在铸造时，模具背面不参与工作部分的金属可以去掉，这样模具的重量就很容易得到减轻。

(5) 铝合金

用于模具制造的铝合金主要有两大类，一类是和锌合金材料性能相似的精密铸造铝合金，另一类是 7075、7079 等超硬飞机锻造铝合金。因两种材料都很轻、而且冷却性能好，故被广为利用。

对于减轻模具的自重而言,采用铝合金的效果非常明显,大容量吹塑模大部分都是用精铸铝合金材料制成的。这种材料加工性能优良,成本比锌合金高。机械强度、耐磨性能不高,吹塑成型大容量制品时,由于合模力变大故在结构计时必须考虑强度问题,一部门承力构件需用其他材料(45钢等)来制作。另外,在合金铝模具冷却方法上采用钻孔法、埋管法(见本章后面)等一系列对策也是十分有效的。

超硬飞机锻造铝合金主要用来制造小容量容器的模具。

(6)其他

模具材料还有铍青铜。铍青铜机械强度、耐磨性能、冷却效率都较高,但其切削性能却很不好,特别是模具的制造成本与其他材料相比,明显高一个数量级,一般情况下很少使用。

另外,批量很小的试制产品有时还采用低熔点合金喷涂模具、塑料模具一类简易模具,详细情况参阅文献(2)。

1、2、裁切(截边)

除注吹成型外,凡直接吹塑成型制品,在生产过程中不产生“飞边”是不可能的。溢出型腔以外的“飞边”的裁切部分(更确切地讲应称为“挤薄部分”)一般被叫做“裁切边缘”,或“截边”部分,在这一边缘部分,“飞边”只是被挤得更薄了,原则上还是和制品粘连在一起并从模具内被一道取出。裁切边缘的基本形状如图1所示。

在图1中,

A: 裁切深度(mm)

θ : 裁切刃前角($^{\circ}$)

T: 裁切刃口宽度(mm)

制品上有一道接缝(由于裁切刃的存在,刃部与型坯接触的

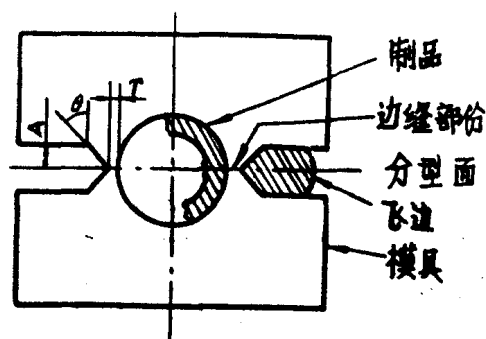


图1 裁切边缘部分剖面图

部分被称为接缝)，这里是制品壁厚最薄弱的环节，制品在该部位所反映出来的强度又被称为接缝强度。当接缝强度不足时，做跌落试验，该部分最容易产生裂纹（为了提高接缝部位的强度，最好的办法是设加强筋，这是制品设计上的技巧，这里不再多述）。

接缝部分的壁厚主要取决于裁切边缝的形状， A 越小， θ 和 T 越大，由于合模时裁切边缝处的树脂被推向制品内壁一侧，接缝部分的壁厚能得到充分的保证〔见图 2(a)〕。为了使溢出“飞边”能得以充分冷却， A 越小越好（“飞边”冷却问题参见〈1.3〉）。

反之，为了使“飞边”裁切（后处理）容易进行，裁切边缝应该设计得窄一点（ T ：小），尖锐一点（ θ ：小），深一点（ A ：大）就如图 2(b)所示。图 2(a)中 t 的尺寸增加，会导致制品几何精度不良，螺纹部分不圆、与瓶盖咬合状态不好，瓶口冲切（后述）时容易留下“飞边”，用非规则分型面模具生产制品时，会出现“台阶”（分型面在锁模方面上间隙不一致）。特别是对配备有各种自动“飞边”裁切装置的机台，将直接影响其对“飞边”的裁切性能。

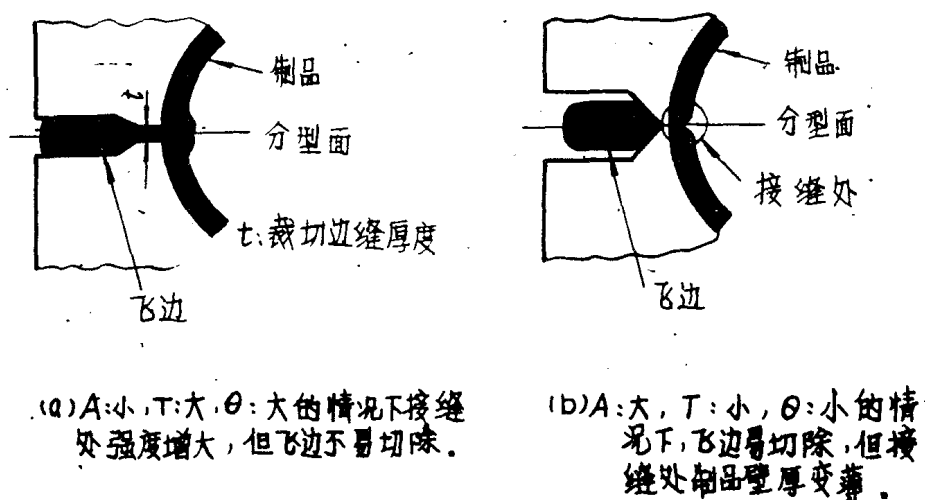


图 2 接缝处壁厚与强度与裁切边缝形状的关系

如上所述，在确定裁切边缝尺寸时，必须考虑成型过程中这二种截然不同（而且又十分重要）的情况，这些尺寸是相互牵连的，确定这些尺寸时还要考虑一系列其它的条件（型坯厚度，模具的材料与温度，制品的形状，锁模压力等）。

一般可以认为： θ 角和 T 与锁模力有关，而锁模力又受到材料的耐磨性能和机械强度的制约，存在着一个下限值。只有 A 与接缝处的壁厚有关，这是一目了然的。也就是说：

可以取 A 为型坯壁厚值的80%，预计接缝处制品壁厚有可能出现不够的情况下 A 可以取得小一点，当合模力偏小时， A 可以略为取得大一点。

θ 角按标准取为 45° ，当 $T < 0.5\text{mm}$ 时，为了延长模具的使用寿命，边缝附近的角可加大到 60° 左右。

T 的大小可根据锁模力来确定，锁模力根据模具材料强度确定，可以取材料强度的下限值。

根据不同材料的强度下限确定的 T 值（笔者个人的见解）参见表1。表中所指的型腔容积与制品成型时所必需的锁模力有关：

S：表示2 l以下瓶类制品模具；

M：表示20 l左右的中型容器的模具；

L：表示50 l以上大型容器的模具。

表 1: $\theta=45^\circ$ 时 T 的下限值

模具材质	模具型腔容积	T (mm)
S45C, NAK, SVS420J2	S	0.2 ~ 0.3 (a)
	M	0.5 ~ 1.0
	L	1.0 ~ 2.0
ZAS, FC25	S	0.8 ~ 1.0
	M	1.0 ~ 1.5
	L	1.5 ~ 2.5

注: 建议刀尖角 $\theta \geq 60^\circ$ 。

铝合金模具的 T 值可取 ZAS 材料推荐值的 1.5~2 倍, 但原则上我们建议裁切边缘部分宜局部采用硬度稍高的材料 (如 45 钢等材质)。

对接缝处强度有严格要求的部位, 应确保从型腔内壁向外 1.0~1.5 mm 范围 (Bmm) 的裁切边缘会深度 (A_2) 值为型坯厚度的 3.0%~4.0%。

有时为了进一步提高接缝处的强度, 还在双层裁切边缘的外围增设溢料槽 (例如: 在生产汽油桶、大型容器时, 见图 4)。但是当尺寸 B 范围内所包容的空间的横截面积小于该处型坯壁厚方向的横截面积时, 采用这种结构有时会导致模具闭合状态不良的现象。

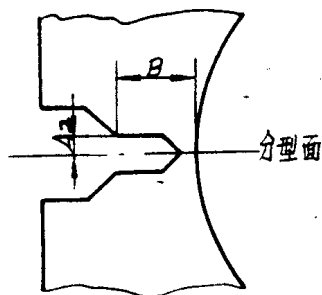


图 3 阶梯式裁切边缘

另外, 为了防止裁切边缘部位的不必要的磨损, 必须严格控制裁切边缘刃口部分的宽度不应超过“飞边”的溢出宽度。还有, 在空运转时 (指在设有型坯的情况下锁闭模具) 如稍不注意, 很容易造成裁切边缘刃口的损坏, 特别是进行过淬火处理的、较锋利的刃口。

1.3 冷却回路的设计

根据目前的工艺现状，制品在模具内的冷却时间约占成型周期的80%，要想提高吹塑成型的生产效率，最有效的途经是强化冷却，这是采用任何改进方法都无法比拟的。换句话说，模具冷却效率的高低，是吹塑成型模具最重要的基本特性之一。

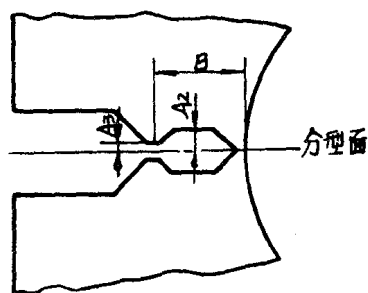


图4 双层裁切边缘

强化制品冷却，除通过强化模具冷却的途经外，还可采用其它手段。例如：强迫吹塑时的压缩空气在型坯腔内循环，或者向型坯腔内喷雾、喷入液态二氧化碳等，迫使吹塑空气降温，提高型坯内壁处的冷却速度。采用这些措施还可以改善制品内表面的状态，有效地抑止一次冷却后的变形。遗憾的是，关于这些技术的详细内容不属本章模具设计的范围，这里就不多介绍了。

从理论的角度来探讨模具的冷却问题，要想提高其冷却效率所涉及的方面很多，如模具与型坯的接触面积，模具材料的导热系数，冷却水的流量以及水冷面积，冷却水的温度，熔融树脂的温度与热容量等。换言之，就是尽量采用导热系数高的材料来制造模具，冷却水的流量要大、温度要低，冷却水流道尽可能接近型腔并能使型腔的冷却尽可能均匀。

目前，吹塑成型模具的冷却方法按其结构分类，大致可分为以下三种形式：

- 1、钻孔冷却方式；
- 2、夹套冷却（水冷隔层）方式；
- 3、铸埋管冷却方式。

有时也采用上述方式“双管齐下”的综合冷却方式。下面，我们逐一加以介绍：

(1) 钻孔冷却方式（参见图 5）

钻孔冷却方式适用于用碳钢、不锈钢、铸造铝合金等无气孔、夹渣的材料制成的各类模具。模具内部的冷却水孔用钻头钻出，需要堵死的一端可用带锥管螺纹的丝堵密封。冷却水孔直径应按锥管螺纹 PT 标准系列选取，规格分为 $\varnothing 8.5$ (PT1/8), $\varnothing 11.5$ (PT1/4), $\varnothing 15$ (PT3/8), $\varnothing 19$ (PT1/2), 其中最常用的规格为 $\varnothing 11.5$, 大容量制品的模具用 $\varnothing 15$ 就是够了。

一般来说，模具的冷却效率取决于冷却水孔的孔径、孔间距、孔与型腔内表面间的距离。有人认为，为了增加冷却水的流量，孔的直径开大一点为好。然而根据本人的实践则认为，孔加大以后，传热面积增加很少，如果孔径保持在 $\varnothing 10\text{mm}$ 左右的话，加大孔径不如增加孔的数量（注 1），这样实际上增加了独立的冷却回路，冷却效果更好（软管和接头的内径也容易统一）。

型腔内壁到冷却水孔的距离以 $7\sim 12\text{mm}$ 为宜，少于 5mm 容易造成局部过冷，有时会在制品表面留下冷斑痕。

采用这种冷却方式的特点是，设计冷却回路时自由度较大，只要不与排气孔、螺钉孔发生干涉就可以了。特别是当模具较复杂时，这是唯一的方法。与夹套冷却方式不同，回路中各处水流速度相似，无

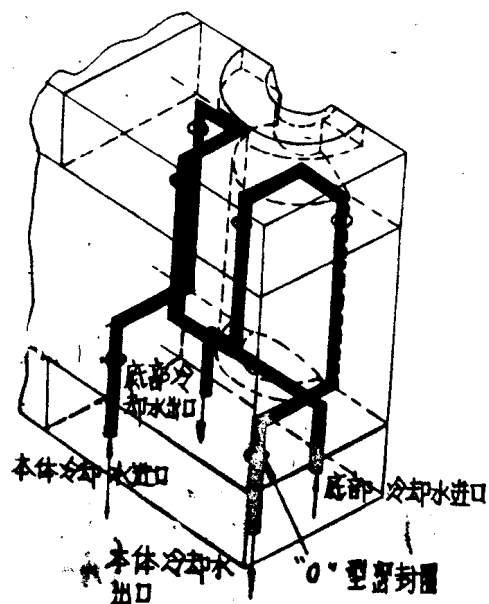


图 5 钻孔冷却回路实例

滞流现象，冷却回路单位容积的传热表面积大，故冷却效果好。模具投入试生产后，如遇局部冷却不足，还可以增加冷却孔。其缺点是，有时要求钻孔的深度大，大型模具的冷却孔加工比较困难。

(2) 夹套（定向水流）水冷方式（见图 6）

汽车用各种容器类制品的模具是采用精密铸造坯模加工而成的（主要材料是锌合金），型坯工作部分有一定的厚度，它与模板之间构成有一定大小空间的夹套，模具本体与模板之间压着密封垫，夹套内充水，以达到对模具进行冷却的目的。这个空间被称为夹套，为了使冷却水能按要求的方向流动，同时又能使

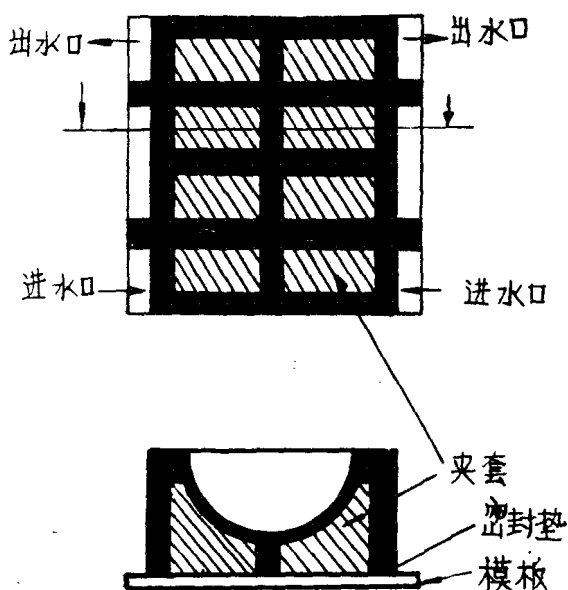


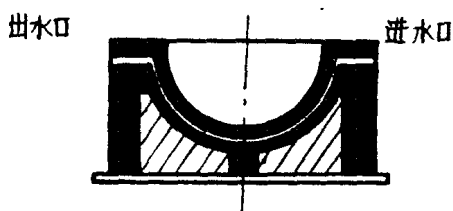
图 6 夹套水冷的结构

模具具有足够的强度，夹套又分割成若干个腔室。夹套的空间是在铸造时形成的，它不仅使模具的重量得到了减轻，同时也降低了制造成本。水冷夹套可以挖至分型面附近，但是只能是一种理想，而实际上由于强度方面或开设排气口的原因，水冷夹套与分型面之间的距离不能太近。在实际生产过程中，这种限制只能通过选择传热性能好的材料才能得以弥补。冷却不足的部位，有时还要利用钻孔的方法增加冷却回路，以满足生产的要求。

采用钻孔冷却方式时，对于曲面形状复杂的模具有时无法进行钻孔，而采用夹套冷却方式就可以得到改善，且冷却也比较均匀，但这时必须控制好夹套内冷却水的流动方向。

(3) 铸埋管冷却方式 (见图 7)

为了减轻大型吹塑模的重量，多采用铝合金精密铸造的工艺方法。铸造时伴有气孔、疏松现象发生，若采用夹套冷却方式有时会因漏水而迫使生产无法进行。为了预防这类问题的产生，把铜管或铁管弯曲成与型腔形状相应的形状，并使之与型腔工作表面保持一定的距离，然后进行浇铸。管子的两端装上管接头就构成了冷却回路。由于管子的补强作用，模具的强度稍有提高。与夹套冷却吹塑模相同，型坯的背面也可以铸空，即减轻重量，又降低成本。与夹套式模具不同的是铸空的空腔内不通水，故排气口开设的位置自由选择。另外，为了驱动吹针，预出杆或模内冲切元件而设置的气缸需要装在模具内部时，采用夹套水冷模具就比较困难，而用这类模具就比较方便。这类模具许多情况下还用锌合金材料来制作。



(4) 模具的最佳温度与温度分布

对各种树脂在成型时模具的最佳温度问题目前尚未统一，一般认为在吹塑高密度聚乙烯、聚丙烯制品时，模温以 70°C 左右为宜，而聚碳酸酯则为 $90\sim 120^{\circ}\text{C}$ 。模具升温的热源来自熔融树脂，一般来说，制品壁厚的部分温度偏高，壁薄的部分温度较低。吹塑成型时，尽管壁厚分布的最大差值不超过 50% ，但这时模具各部分的温差已经相当明显。例如：有时制品壁厚尺寸不足需要增加型坯的壁厚，尽管壁厚尺寸增加只有很少的一点点，但冷却时间却明显地增加了。相反，对于吹胀比较大的部位（壁厚较薄），甚至不配布冷却管路都没有关系。

温度较高的机头与模具上部较为接近，模具上部的温度无疑会偏

高。一般来说，与其一味地追求降低模具温度，还不如采取措施使模具温度较高的部分迅速降温，也就是使模具温度分布均匀，这一点很重要。

如果溢出的“飞边”不能及时冷却下来，制品取出后还会粘结到制品上去，同时也往往导致使制品在最终冷却时产生较大的变形，所以溢料“飞边”也必须考虑在模具内使之得以充分的冷却。为此，必须保证能使模具的裁切边缘刃部能有效地将溢料挤扁，使“飞边”能在与模具接触时得到充分的冷却，这一点也很重要。

特别是在吹塑平板状制品（如浴盆上盖、太阳能热水器集热板、椅子的座面与靠背等）时，由于制品的空腔内表面冷却不足、模具冷却不均，很容易产生“翘曲”、“鼓包”一类的变形。在吹塑这类制品时，平面的中心部分最先与模具接触，模具闭合的同时，该处最先冷却下来，（采用预吹截坯工艺时也是如此），这部分往往容易产生机头熔料流痕，并且使制品表面的皮革纹、文字的成形带来不良的后果。这种现象的发生，往往不单是由于壁厚部分、即温度偏高的部分引起的，有时过冷也是原因之一。要解决这个问题，牵涉成型工艺条件诸元素，单纯地在模具上做文章是困难的。因此，至少在模具试成型时仔细调整各冷却回路，在设计模具时把模具中心部分和边缘部分的冷却管路分别独立设置，这是十分必要的。

基于上述观点、模具冷却回路设计要点共有以下几个方面：

- 1、型腔工作面均匀冷却，制品局部壁厚处应采取强化冷却措施；
- 2、裁切边缘处（包括飞边裁切拉杆部位）也必须实施冷却措施；
- 3、防止容器筒体局部过冷；
- 4、扁平容器中心附近的冷却回路应独立设置；

5、一次成型多个容器的模具，为确保冷却的均匀，每个容器宜设置单独的冷却回路；

6、采用夹套冷却方式时，应防止冷却介质在流动回路中出现死角；

7、设计应便于管路的联接；

8、试模后应根据成型的实际情况增设排气口；

但是，应当指出在某些容易出现冷却不足的部位，往往由于结构上的原因在该处设置冷却回路比较困难，因此，在实际上要想设计和加工一套理想的冷却回路并不是一件容易的事情。

1.4 排气（脱气）

模具的型腔内表面与型坯的外表面之间的空气在合模的同时被锁闭在型腔之内，这部分空气在型坯吹胀的同时如果不能及时地排出，就会使型坯无法与型腔表面紧密接触。这将导致制品表面不平、螺纹、凸起部分几何形状无法保证、制品表面的文字、花纹模糊等现象。把这部分气体导出型腔是十分必要的，这个过程称为排气、气体导出或脱气。

一般说来，气阻现象容易产生在制品的凸起部位，对模具来说是型腔凹陷部位，特别是在吹塑空气压力不足的情况下，这种现象更为明显。另外，模具局部温度过低，型坯迅速固化，正常的吹塑空气压力无法使型坯成型，这时，制品的表面形状也与气阻现象类似，有时可以通过调整模具温度、同时减少排气阻力来改善制品的表面质量（主要指吹塑平板状制品）。

吹塑成型模具的排气方法根据制品用途、种类各不相同，比较有效的方法有以下几种：

(1) 排气缝

呈回转体状的瓶类制品，或形状较接近的容器，模具的分型面一般均兼排气缝的功能。通常在模具一侧分型面上用铣削或磨削的方法，加工一道深度为 0.03mm ，宽度为 $5\sim 10\text{mm}$ 左右的凹坑，模具闭合时，在分型面上就会形成一道狭窄的缝隙，型腔内的气体就从此缝隙排出。如果型腔表面经喷砂处理，排气效果更佳。

容量为 20 升左右的制品的模具，往往有许多模块组合而成，排气缝通常开设在模块间的接合面上（注4），窄缝深度一般为 0.05mm 左右。

无论是哪一类模具，排气缝过深，制品表面会留下明显的合模痕线，所以应加以注意。

(2) 开设排气孔

在模具上出现气阻的部位，用钻头钻直径为 $\varnothing 0.3\sim 0.6$ 左右的小孔，将模具内锁闭的空气导出。钻孔后，制品表面将留下很小的突起（吹塑聚丙烯、低密度聚乙烯制品时突起更明显），因此孔的直径不能过大。与此相反，如果孔径过小，则排气效果不显著，排气阻力太大时，有时制品表面还会出现凹坑。

(3) 采用排气销钉

这种方法在中、大型模具上被广泛使用。在模具上钻掉一块，将密密麻麻地钻有 $30\sim 50$ 个 $\varnothing 0.4\sim 0.5\text{mm}$ 小孔的排气销钉植入其中，用此方法将气体导出模具。采用排气销钉其透气性极好，但在制品表面却留下一片“麻子”，故瓶类制品很少采用。

另外，也可以在排气销钉导气孔外侧加真空泵抽，以实行强制排气。

(4) 型腔表面喷砂

用 60 目 ~ 100 目的砂粒，经压缩空气推动，喷射在型腔的内表

面上，使之形成毛玻璃状的粗糙表面，这时型坯与模具内表面的接触面积只有微量的减少，但是对于吹塑时型腔内残留气体的分散作用却十分明显。喷砂后的粗糙表面麻点呈杂乱无规则状态，即使对化妆品容器的模具进行喷砂，制品的表面也只会产生微小的光泽上的变化，所以不论是瓶类还是大容量制品的模具喷砂的作用都被认为是十分有效的。

喷砂处理表面的粗糙度取决于砂粒的粒度、压缩空气的流速以及模具本身的硬度。质地较软的铝合金、锌合金或者铸铁模具的裁切边缘刃口部分的喷砂处理应该适度，猛烈喷砂有时会出现“倒刃”的现象。

吹制聚氯乙烯透明容器的模具表面必须进行镜面抛光，不能采用这种方法。

2、瓶类吹塑模具的设计

所谓瓶类制品是指截面形状为圆形、椭圆形、方形（包括带把手的容器）的，一般只有一个口子，并可以用盖子加以密封的容器。小容器吹塑制品大部分均属此类。

尽管吹塑模有各种各样的类型，但就瓶类容器而言，在型腔的形状、模具的结构方面却有许多相似点和共同点，其它制品的模具也不例外。

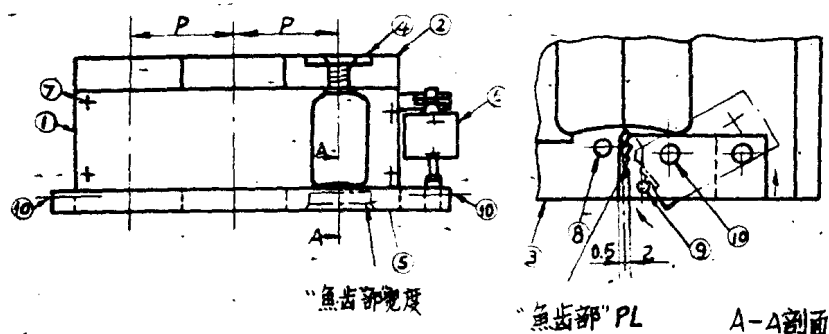
模具的结构通常可以分为颈部、筒体部和底部，颈部型腔加工有螺纹和吹塑空气的进口，底部型腔则按瓶底所要求的形状（为了容器在直立时保持稳定，几乎所有的瓶底都呈内陷形状）加工。大部分瓶类容器几乎均采用上吹工艺法，许多模具内还没有底部“飞边”自动裁切装置，实行模内后处理。为了进一步节省人力，提高生产效率，模具一次吹塑成型制品的个数也有所增加，有二个的，也有三个甚至

更多的。

图 8 为瓶类模具的设计实例，它是一模同时吹塑三个 200CC 聚乙烯园形瓶子的模具的简图。

图 8 中尺寸 P 为成型机的三个机头的中心距。

模具的颈部、筒体部、底部及“飞边”裁切拉杆均采用 45 钢制成。颈部、筒体部 底部各模块间的冷却水通路（参见图 5）各相贯通，中间压入“O”型密封圈防漏。底部模块的下面装有连接进出水管的接头。型腔内表面用砂轮磨光，试模后型腔工作表面进行喷砂处理，在分型面上加工排气缝将型腔内气体排出。



- | | | | |
|---------------|---------|---------|----------|
| 1 筒体部模块 | 2 颈部模块 | 3 底部模块 | 4 瓶口冲切元件 |
| 5 “飞边”裁切拉杆 | 6 气 缸 | 7 导 向 销 | 8 底部冷却孔 |
| 9 “飞边”裁切拉杆冷却孔 | 10 回转销轴 | | |

图 8 具有三个园形瓶子型腔的模具简图

模块与模块之间的界面，即结合面 CL（见图 9）既要考虑加工的方便，还要注意尽可能把它设置在不影响制品美观的部位上。一味地追求模具的整体性，型腔的加工难度明显提高，有时甚至变得只能用电火花机床才能加工。另外，模具整体化后，结合面没有了，排气功能也就无从谈起了。