

注射成型模具设计 102 例

-----作者：k.斯托克海特

1.1 注射模具分类

对许多注射模具的评价，产生了使用一些基本的方法对结构不同的注射模只进行分类，这些注射模具可以制作满足各种用途的塑件。当然，为了清楚起见的一种分类法，不能包括所有的注射模具，有些模具可能属于特殊的种类。完全可以舰象，新的知识和经验必将使分类得到进一步的发展。

然而，如果这样的一种分类，在模具设计方面能详细地并以尽可能清楚的方法传播已有的经验，那么这种分类就达到了它真正的目的。当摸具设计者面临一个新问题时，他能够参考一个已设计的或者必须这样设计的类似的模具实例，况且，也应该设法估价已收集的经验，甚至创造某些更好的设计，以完全取代本文下述的早先的设计。对于用在自动注射成型机上的任何一副模具的基本要求是塑件能从模具中自动脱校，而不需要进行二次加工(例如：去除浇口、将塑件帆加工至所要求的尺寸等)。

从实用观点出发，注射模具的贫在应立足于主要结构特点 and 操作方法。这些包括：

- 浇口形式和去除浇口的方法，
- 对型件所采用的脱模机构的形式，
- 成型的塑件上有无内、外侧凹，
- 塑件从模内脱模的方式。

下述讨论和实例是根据以上说明的各项内容编排的章节。

1.2 横具设计程序

图 1. 1 列出了模具设计程序的流程图。

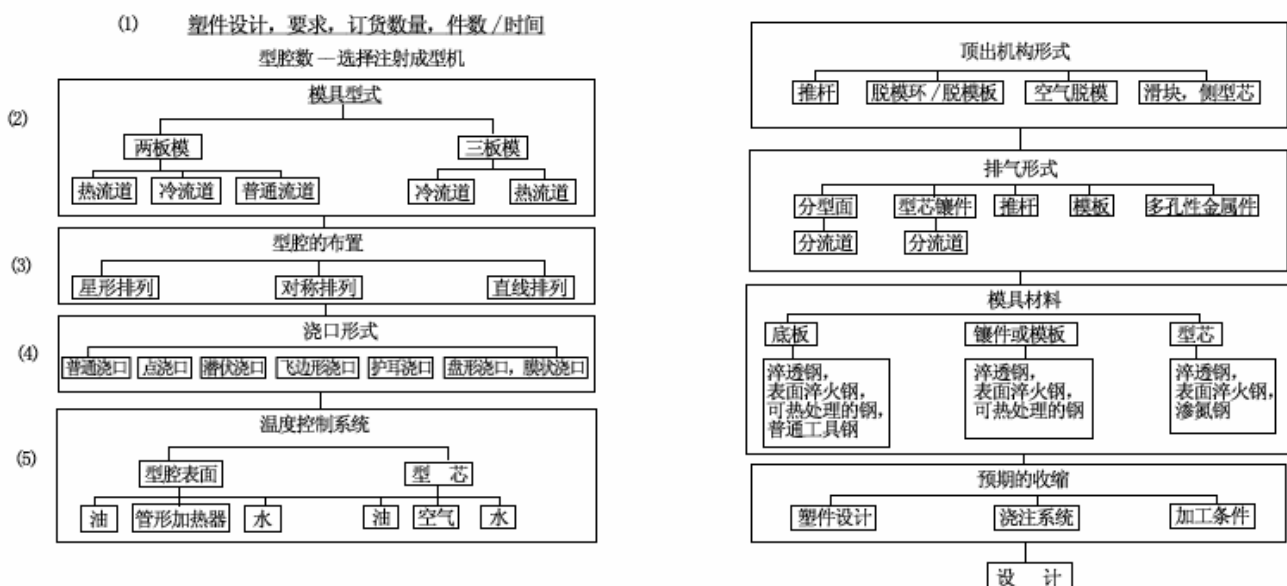


图 1.1 注射模具设计程序流程图

图 1.1

通常，人们是从初始的模具设计的相互关系来考虑设计要求与设计可能性的。这初始的设计是打算能不费大量时间与精力加以修正的，并为讨论布置生产的下一步工作提供一个有用的基础(例如 t 型腔数的要求和注射成型机的选择)。初始的设计不需要完成

最后的细节。在许多情况下，注以尺寸的草图已经可以满足实用要求。

只有完成了塑件设计，并且理解了影响模具设计的所有要求后，才能作出最终的模具设计，于是，这一设计就作为模具制造者的工作依据。

1.3 大型容器注射模具的壁厚计算

小型注射棋具的壁厚道常是根据经验确定的。因为小型注射棋具在模板中经常嵌有淬硬的镶件，模板注射压力的作用而弯曲或破裂的现象很少发生。然而，对于大型模具来说，情况就大不相同了。一方乱应尽可能节约使用高级钢材，因为每一个零件尺寸不必要的加大，就会使模具价格提高。另一方面，关于深型腔容器的注射模具 0Z 壁承受压力的感性知识难以获得的。因此，下面讨论了用于计算所需壁厚的数学方法。这个例子使用的是底为 $50 \times 12\text{cm}$ 和高为 40cm 的 1 个箱形容器，例如：蓄电池的外壳。

型腔内的压力

一般可以假定在充模完成后，型腔内的平均压力约 400bar 。注射压力通常是相当高的，但是因为型腔内的流动阻力，在物料流程末端的压力比浇口处的压力要低得多。然而，由于对于 1 个具有一定温度的模具和熔料温度是高的情况来说，其型腔压力梯度比在正常生产条件下的压力梯度要小得多，但即使在这样的负荷下，也不允许模具型腔壁变形，因此，为了安全，必须假定型腔内压为 400bar 。

模具合模力

大部分注射成型的塑件，在机器开模方向的塑件高度，相对于塑件底面积是较小的，对于这样的塑件，模具侧面壁厚的尺寸不是最重要的。型腔内压主要作用在模具台模力的方向上。合模力必须大于塑件的底面积乘型腔内压，型腔内压在此为 400bar 。被成型的容器的底面积为 $50 \times 12 = 600\text{cm}^2$ 。如果要使塑件不溢料，模具台模机构至少必提 $600 \times 100 \times 10 = 2400000\text{N} = 2.4\text{MN}$ 的合模力。

成型容器底面的模具底板尺寸

对成型容器底面的模具底板厚度，要求不是很高的，因为在机 29 定做板上的孔是比较小的，作用出底板面积上的力能由定模框吸收，而机器定模板通常是很厚的。但是，模具固定板不应太薄，因为它通常设有冷却水的通道，固定板的强度因此削弱了。在此，假定成型容器的型腔是用钢材制成整体式的。不过，考虑到加工深度为 40cm 的型腔时的困难，型腔设 1 个单独的底板，则比较实用一些。计算型腔中侧面积大的侧壁厚度当型腔充满熔料时，每个尺寸为 $50 \times 40\text{cm}$ 的大的侧壁，所承受的型腔压力为 $50 \times 4000 = 8\text{MN}$ ，这个数据已经表明，如果承受这一注射压力时，不允许侧壁变形超过要求，则侧壁必须很厚。假设成型容器的型腔加工成整体式，对于封闭式的侧壁来说，其最大负荷将发生在模板的开口端。图 1.3f 为模具的垂剖面面和水平剖面：a 是型芯，b 是脱模板和 c 是所旧的型腔，即加工成整体式的成型容器的型腔(型腔和型芯之间起定位作用的导柱没有画出。对于如图 1.3 所示的模具，动、定模之间的定位不用导柱是更可取的。

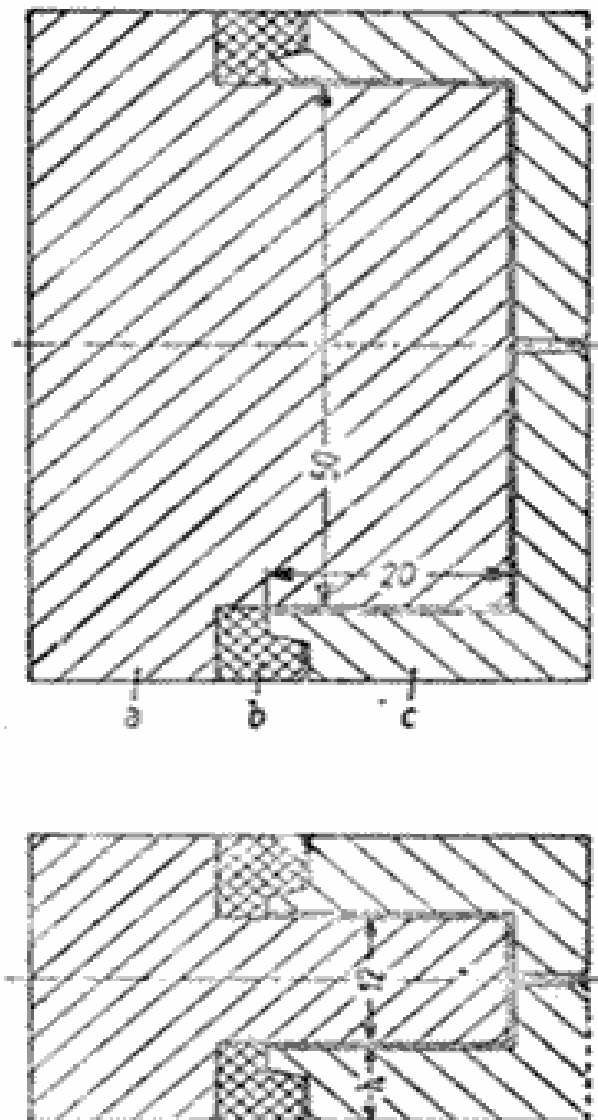


图1.3 底为50×12cm和高仅为20cm的
1个箱形容器的模具剖面图
a—型芯 b—脱模板 c—型腔

图 1.3f

为了计算壁厚，没想在型腔开口端截取宽为1cm的长条。那么，在50cm的长度上，作JU在宽为1cm的氏条上的力为50X 1 X 4000N’ 0. 2MN。即使考虑型腔使片，合金钢，弯应力OI也不应超过200N / mm’ 仍留有足够的安全系数，可以使用下列公式进行计算，

fgsgdfgd

s

式中 W——截面模数，cm³

I——惯性矩，cm

B——宽度，cm

h——高度（壁厚），cm

侧壁承受弯应力。为了计算载荷，假设侧壁为固端(fixed end)梁。那么可应用下列公式：

dsfasdfasdfs

图 005b

式中 f——最大挠度，mm

P——总的载荷，N

l——承受载荷的断面长度，cm

E——弹性模量=210000N/mm²

当载荷 P=200000N 时，截面模数 W 计算如：W=200000*50/12*200000=41.5cm³

由此计算得到所需要的壁厚 h 为根号下 41.5*6=15.8cm。因此壁厚应该是 6cm。在这临界点（壁厚 16cm）承受载荷时的最大挠度，仍然必须进行校核。

对于厚度为 16cm 和宽度为 1cm 的侧壁来说，其惯性矩 I 为：

$$I=16\text{cm}^3/12=341\text{cm}^4$$

挠度为：f=10*200000*50³/384*210000*341=0.09mm

因此塑件中心的壁厚将比边缘的几乎增厚 0.1mm。

计算型腔中侧面积窄的侧壁厚度

当容器的侧面积是其中比较窄的一侧时，不需要计算挠度。对于宽为 1cm 的长条来说，其拉应力为：

$$\alpha z=200000/2h \times 1$$

假设许用拉应力为 200N/mm²，壁厚度 h=5cm

计算浅容器的侧壁厚度

如果被成型容器的深度相对于其侧面积来讲，是很小的(参看图 L 3)，那末通过在型腔 c 开口端四周以一定的斜度嵌入脱模板 b，可盟得到较好的负荷状态，并且因此侧壁可以较薄。对于大的侧壁来说，就是一端固定另一端简支的梁的负荷状态。在型腔宽度为 50cra 的侧壁上，截取长 20cm、宽 1cm 的长条的计算结果如下：

$$W=P \times l/8 \times \alpha b=20 \times 400 \times 20/8 \times 2000=10\text{cm}^3$$

对于窄的侧壁来说，其横断面上的应力在这种情况下是和大的侧壁一样的。其所需要的壁厚也是 7.7cra。

不管怎样，由于脱模板吸收了型腔开口端侧壁所受的力，使壁厚可以大大减薄，并因此而节省了材料，现在将对高力 40cra 的容器的型腔侧壁进行计算。为了便于计算，可以假设载荷情况和浅容器是一样的，即为一端固定另一端简支的梁的负荷状态。而梁的长度应是 40cm。

$$W=P \times l/8 \times \alpha b=40 \times 400 \times 40/8 \times 2000=10\text{cm}^3$$

与前面计算大的侧壁所得的 15.8cra 壁厚相比，对于这种深型腔，用脱模板来吸收注射压力并没提供多大好处。尽管如此，对于大型箱形容器采用锥面定位将优于导柱定位，因为比较大的支承面积更有利于确保阻止型芯的侧向位移。

1.4 脱模斜度对注射模具设计的影响

例 1 成型线圈外壳的 4 个型腔的模具

由于使用上的原因，有时注射模具必须使用的斜度与使塑件容易脱模所要求的斜度相反。

在本例中，要求生产一个彼此可拆卸的防护线圈外壳，它是由相同的两半部分组成，一模同时成型 4 腔。此模具不能使用惯用的模具结构，即塑件外表面在定模成型，而塑件从设在动模边的型芯上顶出的方式，因为防护线圈外壳相同的两半部分要求装配成 1 个外壳，这就必须使外壳的某一半外部的脱模斜度沿一方，而另一半的脱模斜度呈相反方向或几乎没有斜度。

具有相反脱模斜度的两壁之间，在外壳壁的中部有一约 1mm 的间隙。围绕 2 个线圈芯的外壳内壁也必须有相反的脱模斜度，以便相互嵌入。在指定的要求，排除了在定模中成型外壳外壁的情况，因为外

部的脱模斜度将至少沿周围长度的一半按相反的方向延伸。

如果外壳由顶面四角以下的部分在动模成型，那么仅 0.5mm 厚的侧壁，通常将只能同时从型芯和型腔上脱模。

众所周知，尽管对模腔表面精心地抛光，但这样薄的壁往往还会粘在型腔上，因此，作用在外壳底部的推杆将肯定会顶穿外壳壁而没能使塑件侧壁脱模。

解决这一问题的办法只能是外壁和内壁顺序脱模，而不能同时进行。外壁与内壁不论哪个先脱模，其效果都是一样的。

在本例中，外壳的侧壁是由动模成型的，当塑件从型芯上被顶出时，动模板能随顶出运动向前移动一定的距离。一旦塑件脱离了型芯，塑件的外表面会由于收缩而从动模板上脱开，塑件即能容易地被顶出。

脱模行程并非贯穿整个开模行程。对于沿一方的脱模斜度的情况来说，仅仅几毫米的脱模行程就足以使塑件容易脱模，在这期间，塑件外表面和内表面可以顺序脱模。现在，模具是应该用独立淬硬的型腔(镶件)制造呢？还是应该在淬硬的钢板上加工型腔和孔呢？后一种情况，可以预料，在淬火时会产生相当大的变形，这种变形会带来不利的影响，特别是对与导柱配合的孔。

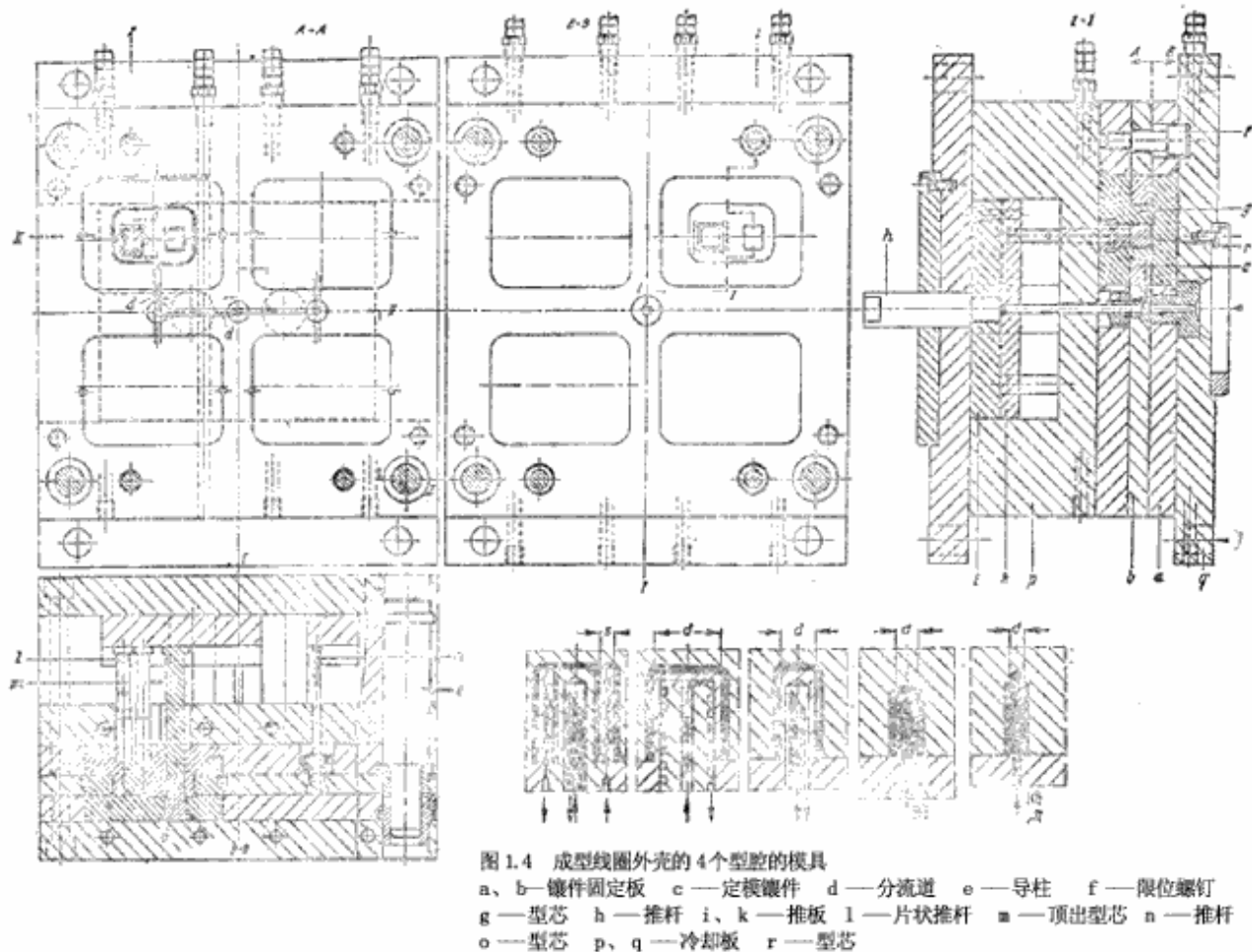
当然，这在很大程度上取决于模具制造车间的设备能力。如果有坐标磨床的话，淬火造成的变形就无所谓了，因为与导柱配合的孔，在模板淬火后能够重新磨削加工。

然而，如本例中需要的那些模板是那样大，避免淬火变形的最简单的方法是把型腔设置在调质钢的镶件固定板里。实用的调质硬度值为 1000~1100N/mm²，因为在某些情况下，分流道也设在这些镶件固定板上，而普通结构钢因太软，不能在此应用。下面所述的模具就是这样设计的。

设有分流道的镶件固定板 a 和 b 是由淬硬钢和调质钢加工的，在精加工前，钢的硬度值已达 1000~1100N/mm²。镶件固定板 b 上设有镶件 c，在镶件 c 上加工了线圈外壳的外形以及潜伏浇口和分流道。镶件固定板 b 在导柱 e 上移动大约 10mm 左右的距离后，被 4 个限位螺钉 f 限位。

模具首先在模板 a 和 b 之间分型。塑件和分流道留在动模抽出。当推杆 h 动作时，推板 i 和 k 以及片状推杆 1 就向前移动，m 和分流道推杆 n。镶件固定板 b 在开始 10mm 的顶出行程中，固定板 b 被限位螺钉 f 挡住为止。侧，而型芯。从塑件中也因此带动了顶出型芯也向前移动，直到镶件在开始的顶出行程中，型芯，也向前移动约 6mm 的距离，这样，片状推杆 1 最初仅仅顶出内壁的外表面。此后，塑件由于塑件壁的脱模斜度而足以脱开型腔壁，这样，片状推杆能从型腔两侧顶出塑件，而不至于使塑件受太大的顶出力。

当模具闭合时，顶出零件通过型芯。对顶出型芯 m 的作用，而回到它们的初始位置。在冷却板 p 和 q 上各设有 4 条冷却水通道，它们使模具得到充分的冷却。因为是注射成型尼龙(聚酰胺)，所以在冷却板上设置冷却水通道是有用的，开始时是在冷却水通道中通热水，直到模具达到工作温度时为止。



1.5 注射模具的温度控制

注射模具冷却系统的设计经常被认为只是次要的问题。对于冷却系统的尺寸和结构设计都没有给予足够的重视。冷却系统设计不合理，对于小型塑件会产生内应力，对于壁较薄的大型塑件会引起变形，甚至应力开裂。而且，不充分冷却，会导致延长成型周期，从而降低生产效率。下面，用一些简化的形式，对注射模具复杂的冷却过程加以研究，推导出实用的公式，并且根据这些公式对决定冷却系统尺寸的方法进行讨论。

决定冷却系统的尺寸，无疑不是一项简单的工作，一般说来，模具设计者对某些方面还是不熟悉的。这种工作是很复杂的，甚至在技术文献中，对某些问题寻求一个令人满意的回答也是困难的。部分热传导方程是为人们所知的，而且现在可以用计算机和袖珍可编程计算器来解这些方程。尽管如此，实际问题中所遇到的情况，常给问题的解决带来困难。例如，型腔壁由注入的高温塑料熔体周期性地加热。结果，模具和冷却水之间的温差增大了，且冷却作用变得更弱。在模具打开、塑件顶出后，型腔又由周围的空气冷却。因此型腔表面的温度呈周期性变化（见图 1.5）。问题的解决变得更困难了，因为注入的高温塑料熔体只与模具的一部分——型腔接触，而整个模具却由冷却通道的冷却水冷却。此外，冷却水在通过模具的冷却通道时被加热，从而改变了模具和冷却水之间的温度差。

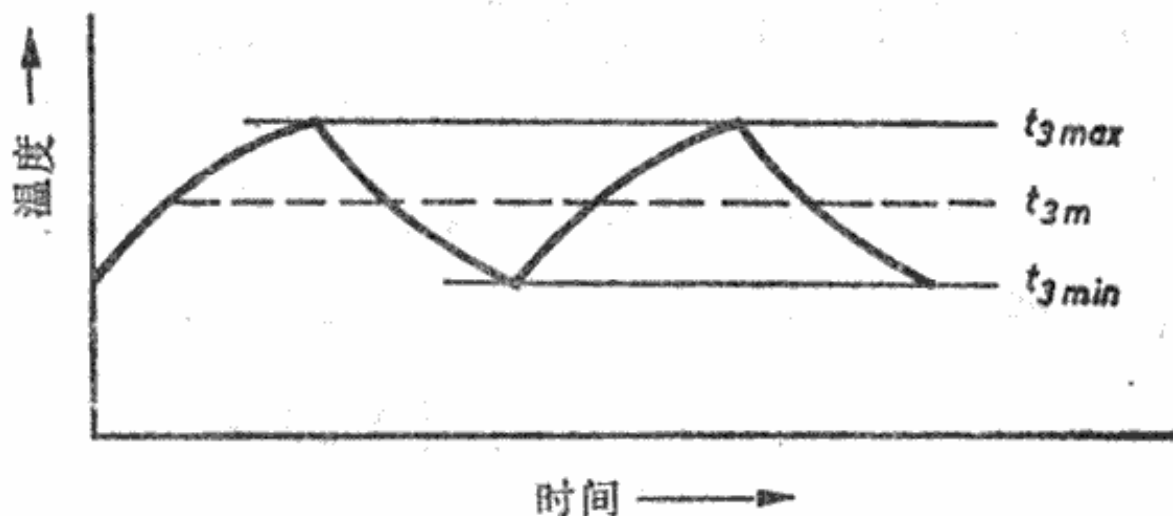


图1.5 作为时间函数的型腔表面温度

注射模具冷却系统的计

总的散热量

总的散热量 Q 可以用下式表示: $Q = n \cdot \Delta i \cdot G$ kJ/h

式中 n --每小时注射次数

Δi --塑料在进入模具时与在冷却结束时的焓之差, kJ/kg

G --包括流道在内的每次注射的塑料量, kg

有些塑料的 Δi 值可由图 1.6 查得。此外, 也可由下式近似求得:

$$\Delta i = C_p(t_{1\max} - t_{1\min})$$

式中比热 C_p 可由手册或由原料制造厂提供的资料查得。

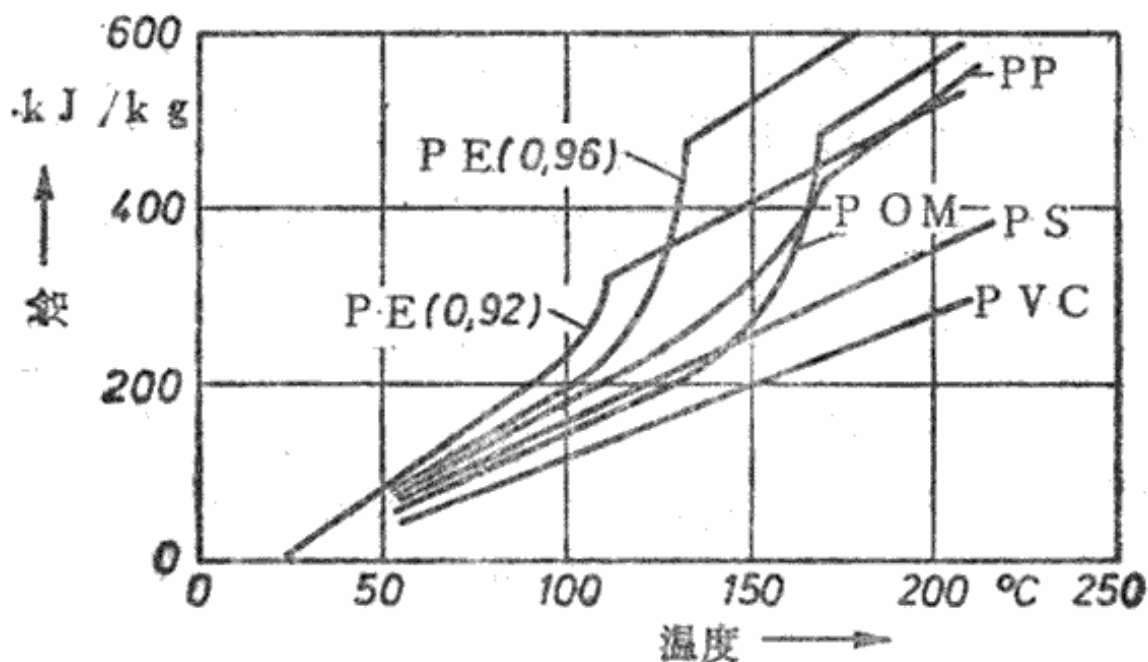


图1.6 各种塑料树脂的焓与温度的函数关系

1.6 镶件的固定

圆形镶件

多型腔注射模具通常是这样设计的，把淬硬的优质工具钢制的圆形或矩形镶件，镶嵌在未经淬水，但尽可能经调质处理的模板里，这种调质钢材仍能进行机械加工。制造模具总是应该考虑到使用镶件固板，这能大大减小因淬火而导致变形，而大型模板淬火经常会发生变形。由于镶件固定板常与另一模板用螺栓固定，因此固定圆形镶件最简单的方法是夹紧镶件轴肩。为了防止圆形布置或直线排列的镶件不希望有的转动，镶件被彼此紧接，使得镶件轴肩以平面互相接触起防转作用。

如果镶件不能紧靠在一起排列，可以用定位销（图 1.22）来防止转动。为了在镶件淬火和研磨以后，仍然能钻定位销孔，镶件渗碳后在轴肩边缘去除约 2mm，以便淬火后轴肩能保持低硬度。为了使镶件能径向定位，镶件和模板间必须有一定的配合（滑动配合），这种配合是在镶件安装以后，使镶件能转动。

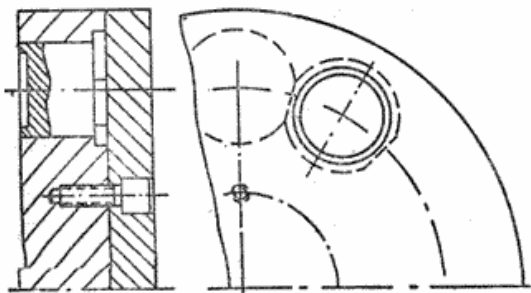


图1.21 带轴肩的镶件（镶件的轴肩具有防转的平面）

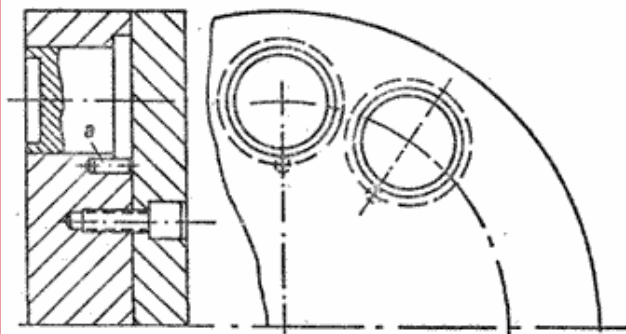


图1.22 镶件用定位销作轴向和径向固定

自动切断浇口的模具固定镶件往往不用固定板。图 1.23 所示的设计提供了这种可能性。这种设计的优点是镶件在适当位置上轴向和径向都被固定了。同时，整个分流道都设在淬硬钢板上。

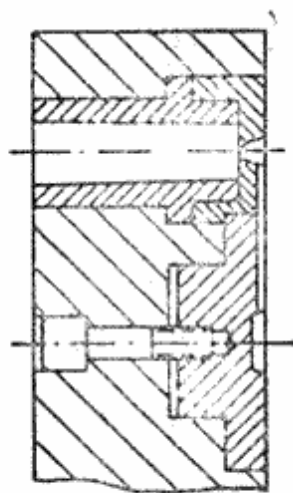
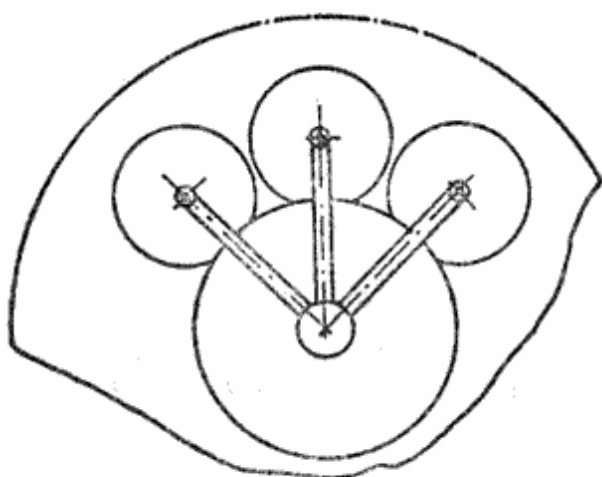


图1.23 从镶件轴肩两面轴向夹紧镶件

矩形镶件

许多注射成型塑件，由其形状决定而采用矩形镶件。这同样需要固定板固定，固定板由导柱和导套固定

在应有的位置。在固定板和固定板后面的垫板上同时配钻导柱和导套的孔。然后将导柱和导套装入模板，并且容纳镶件台阶的凹槽也加工在固定板上。当然，如果冷却通道直接设在镶件上，这种冷却方法是最有效的。然而，如果镶件有许多型芯，而在型芯之间没有地方开设冷却水通道，那么这些通道必须设在垫板或定模固定板上。

只要可能，就应该不用轴肩把镶件固定在固定板上（图 1.24）。当然，这意味着它们必须用螺栓固定的垫板上，以防止镶件脱落。没有轴肩的镶件四面都可以研磨，并且它省去了在固定板上加工固定轴肩凹槽的工序。然而通常在固定镶件时，滑地方可设置冷却水通道。在这种情况下，镶件必须用轴肩固定在固定板上（图 1.24）。轴肩通常设在型芯相对的两面就足够了，因此另两面就可以磨光。

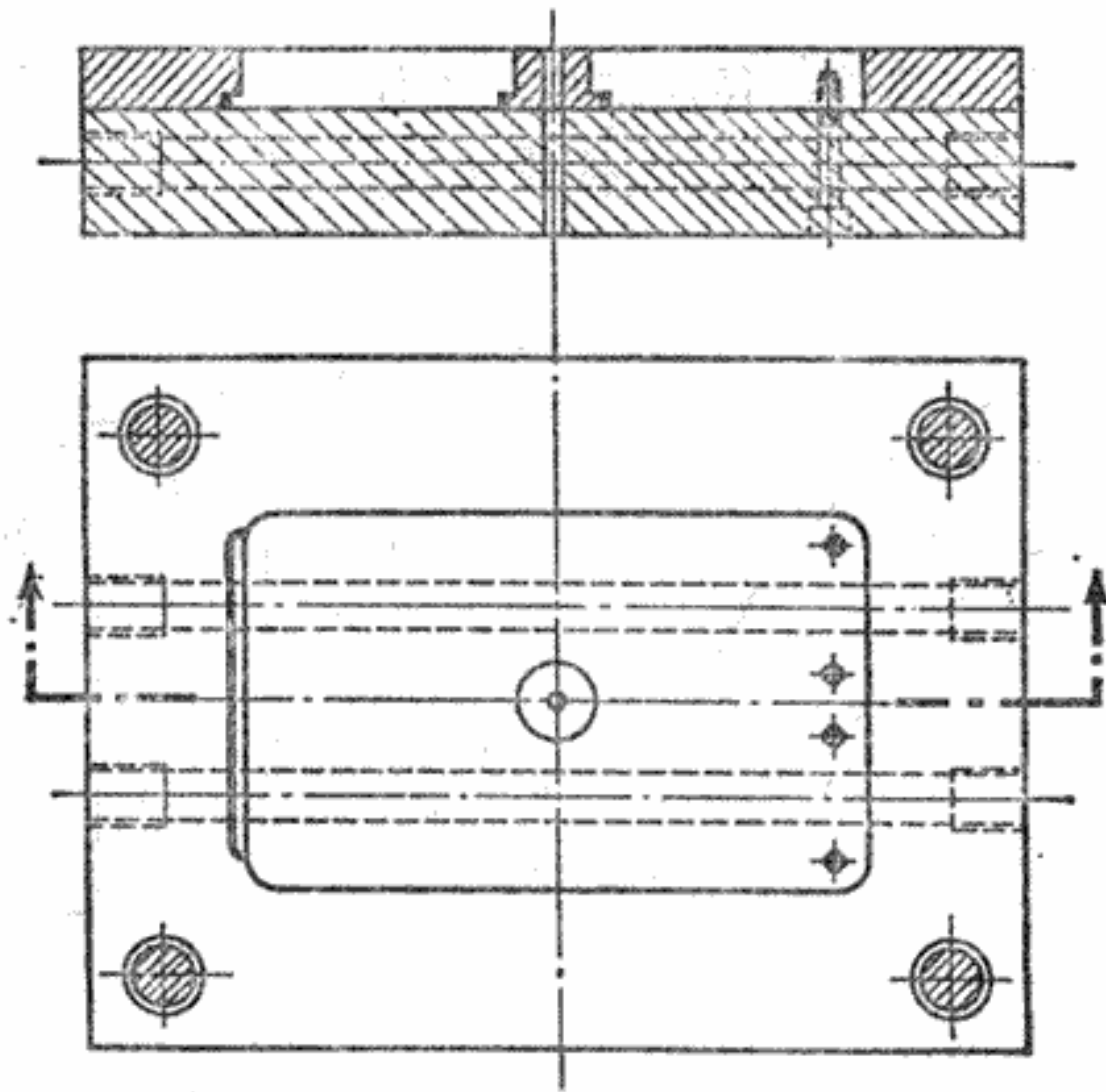


图1.24 矩形镶件

- 1.7 注射成型最经济型腔数的确定 (So G-G) -----略
- 1.8 如何降低注射模具的制造成本 (Ga), 例 5—10-----略
- 1.9 圆柱形和圆锥形注射成型伯睥开模力和脱模力 (Ga) -----略
- 1.10 注射摸具的安全保护

为了稳妥地生产高质量和尺寸合格的注射成型塑件，注射模具在加工和贮藏以及生产期间都需要特别精心。当模具闭合开始下一周期时，滞留在模具中的塑件将受损伤且这样的损伤可能进一步危及模具的使用。因此，通常采取措施确保塑件全部脱模和悦模零件复位后，才允许模具闭合，对于单型腔模具来说，

用一个用来检测注射成型塑件是否落下的光电管就足够了。对于多型腔模具来说，不能使用这一方法。在这种情况下，采用如下的方法：

- 模板先复位装置
- 多脉冲脱模装置(脉冲脱模器)
- 机电的模具保护装置
- 空气排出装置
- 顶出板复位保险装置

上述措施大多数涉及机器的附属装置，因为它们不影响模具设计，所以在此将不进行讨论。然而顶出板复位保险装置需要改变模具结构。这些内容将在下文中讨论。

例 11 推板复位安全保险装置

如果脱模零件设在动模型芯或滑块的后面，则推板复位安全保险装置是用来检查脱模零件是否回到了成型时的初始位置的。如果不是这样，那么就会中断成型周期。这安全保险装置需要一个设在动模固定板上的与设在模具上的一个开关一道的接受器，当推板回到初始位置时，模具上的开关就动作了。只有当成型时应用模板先复位装置，即在塑件被顶出后，合模装置闭合，在弹簧力的作用下推板回到成型位置时，推板复位保险装置才因此起作用。到那时候，控制系统才发出‘闭模’的命令。当模具要求长的脱模行程时，推板由弹簧复位通常是不十分可靠的。为此，用一个脱模复位机械装置来满足这一功能。在图 1.40 中展示了推板复位安全保险装置的附属装置。

这一单型腔模具用于生产一个弯头 1。两个长侧型芯 2 相交成 90°，较短的侧型芯由斜导柱 3 带动，而较长的侧型芯则由导板 4 带动。困难的是片状推杆 5 是设在 2 个侧型芯的下面。在塑件脱模后，当模具闭合时，2 个型芯复位之前，片状推杆必须先回到初始成型位置，否则可 Q8 损坏片状推杆。不然的话，可能产生的后果不仅是折断片状推杆，而且损坏型腔。任何一种损坏都将造成生产的长期中断。为此，在推杆上设置了一个螺旋弹簧 6，它起着模板先复位装置的作用。这螺旋弹簧使推板复位。为了确保正常生产，在动模固定板 8 上设置了一个微动开关 7，驱动开关的销 10 被设在推板 9 上。在把电缆和动模固定板微动开关外壳连接后，顶出板复位安全保险装置的电路就接通了。

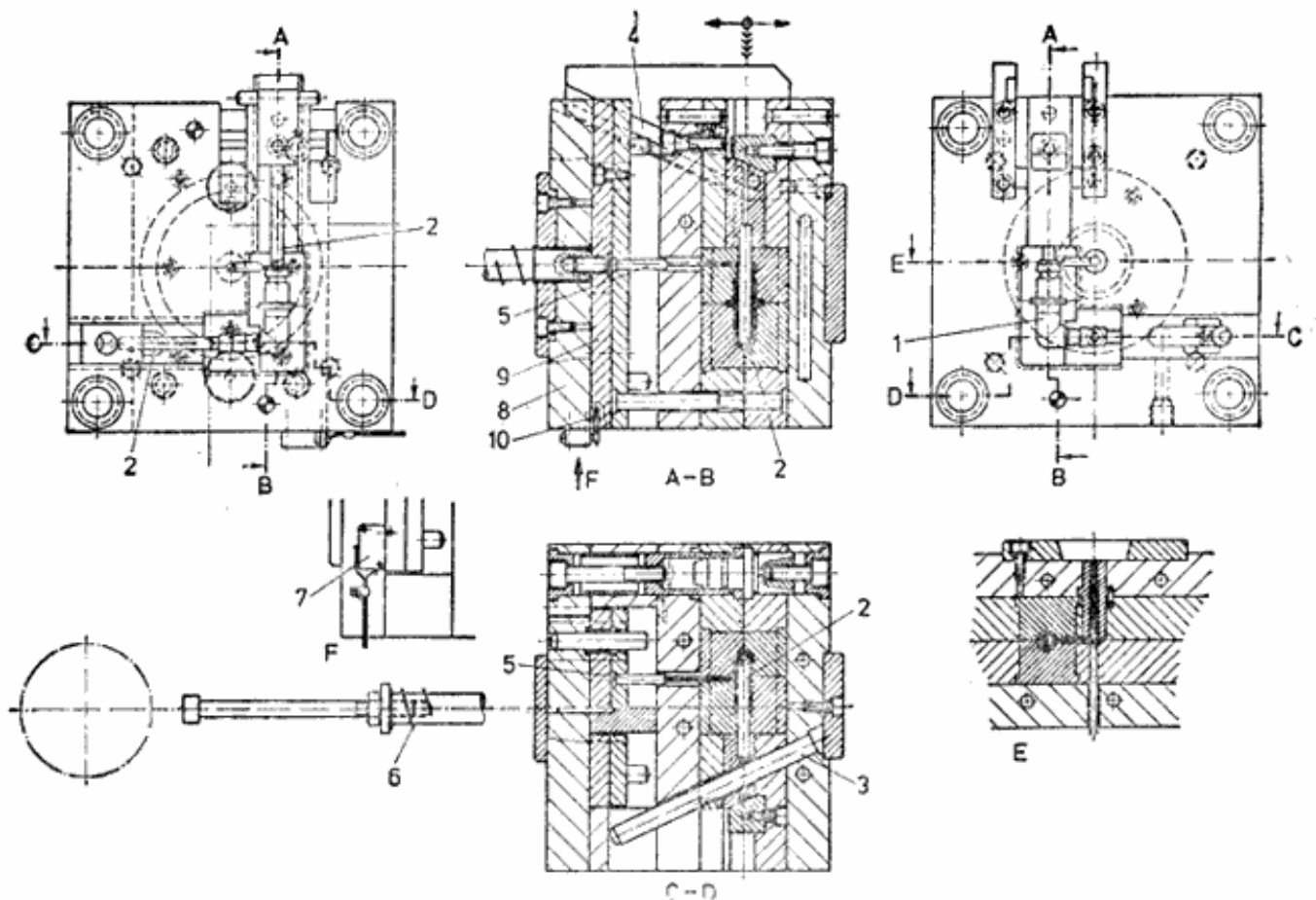


图 1.40 成型弯头的注射模具 (例 11)

1 — 弯头 2 — 侧型芯 3 — 斜导柱 4 — 导板 5 — 片状推杆 6 — 螺旋弹簧
7 — 微动开关 8 — 动模固定板 9 — 推板 10 — 销

2 流道系统和浇口

2.1 注流道和分流道的尺寸

主流道、分流道和浇口的作用是将塑料熔体从注射成型机喷嘴中输送至各个型腔。浇注系统凝料可以粉碎后再回用，这是确实的，但尽管如此，由于凝料的存在就意味着注射成型机生产力的降低，因为浇注系统部分的物料也必须在注射成型机的机筒里塑化。就较小的塑件来说，浇注系统凝料可能占实际注射量的 50% 或者更多一些。

2.1 主流道

主流道可看作是喷嘴的通道在模具中的延续。在单型腔模具中，主流道直接通向塑件的浇口称为直浇口。

单型腔注射模的生产力通常是由主流道的冷却时间决定的。除了对主流道衬套提供足够的冷却外，主流道衬套上进料口的最小直径应尽可能小，并且又能适时充满型腔。但在此没有普遍适用的规律，因为型腔的充满是取决于诸多因素的。主流道应该有 1.5° 的脱模斜度。脱模斜度较大，可使主流道从主流道衬套里容易脱出，但是当主流道较长时会导致其直径较大，且因此需要比较长的冷却时间。注射成型机喷嘴的出口直径应比主流道衬套最小孔径小 0.5mm (图 2.1)，这样在主流道的顶端不会形成凹槽妨碍主流道凝料的脱出。

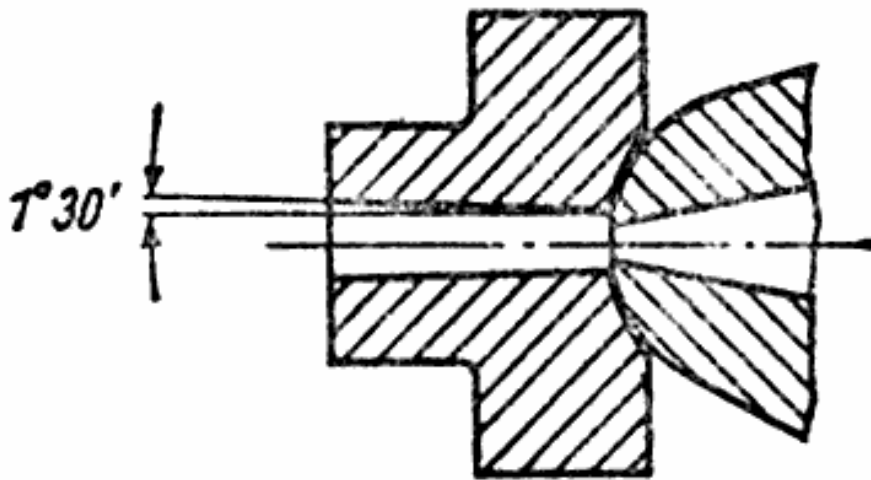


图2.1 主流道的设计和小孔的尺寸

分流道

在多型腔模具中，塑料熔体必须通过设在模具分型面上的分流道注入各型腔。适用于主流道的基本规律同样也适用于分流道的横断面。还有一个附加的因素必须考虑，分流道横断面也是其长度的函数，因为可以假设分流道中压力损失的增大至少是与分流道长度成正比的。而多半情况压力损失将更大，因为其横断面由于沿流道壁塑料熔体的固化而减小，而且离主流道距离越远，压力损失则更大。另外主流道和分流道系统意味着损耗原料和白费了注射成型机的塑化量，所以分流道应尽可能设计得短，横断面应尽可能最小。分流道的长度是由模具的型腔数和各型腔的几何排列决定的。

分流道横断面的形状

因圆形断面分流道的表面积最小，相对于分流道断面积的热损失最少，故应尽可能采用圆形断面的分流道。因在圆形断面分流道中心的熔料最后固化，故在保压压力的作用下，塑料熔体能沿着圆形断面分流道的中心流动最长的距离。从而浇口(分流道和型腔之间的一段)应这样设计，熔料由圆形或矩形断面的分流道中心通过浇口进入型腔。在流道最小断面处，由于塑料熔体的流动摩擦，使浇口周围钢材局部加热，这样，在保压压力的作用下，在浇口凝固以前，熔体能在较长的周期时期内继续注入型腔，以起到补缩作用。

当平滑表面与分流道之间必须有移动时，不能采用圆形断面的分流道。在这种情况下，可以采用半圆形槽的分流道(图 2. 2)。这种形状的优点是：只需在模板的一侧加工分流道。然而，当半圆形槽分流道其曲率半径和圆形断面分流道的直径相同时，半圆形槽分流道容纳的原料要比圆形分流道多 12.5%以上。

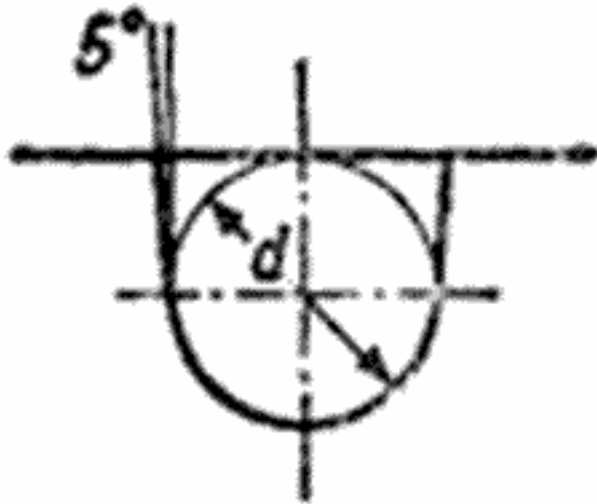


图 2.2 实用的分流道横断面

浇口形式

浇口即流道系统和型腔之间的通道，应匝其匝力降尽可能小。因此从分流道到型腔，浇口断面呈锥形逐渐减小是行利的。如果塑件比较小，并且对浇口位置是否可见没有特殊要求，推荐图 2.3 所示的浇口，即从分流道到塑件，浇口呈锥形逐渐减小。因此塑件能比较干净刊落地和分流道断开，如果塑件壁比较厚，是使用钳于或刀具切去流道的，使用图 2.4 所示的浇口形式则更好。然而，在这种情况下，最窄的断面应保证使用刀具时所允许的尽可能短的长度，以避免过大的压力降。

对于断面形状为圆形的分流道来说，图 2.5 所示的浇门是实用的，因为熔体是由圆形断面的中心注入型腔的。对于分流道被加工在模板一侧的模具来说，使用图 2.6 所示的浇口也能得到同样的效果。

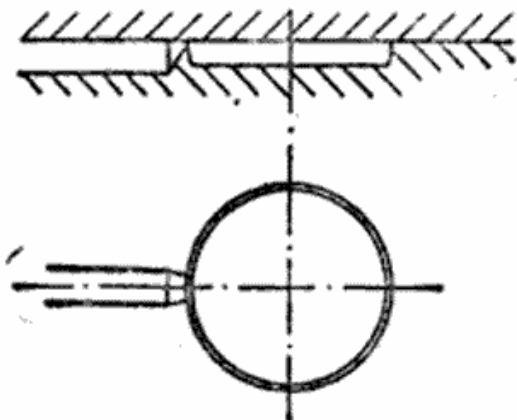


图 2.3 成锥形朝向塑件的浇口

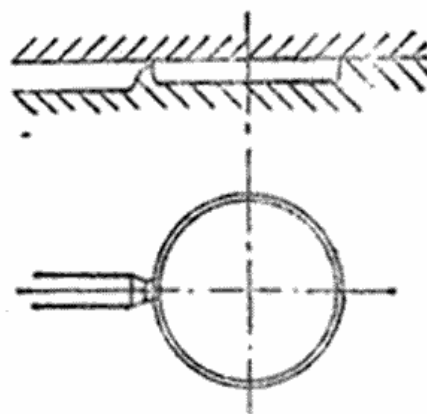


图 2.4 用于壁较厚塑件的浇口形式

采用隧道式(潜伏式)浇口的设计是特别有利的，因为当被模具打开时。塑件和流道系统自动断开。熔体通过在分流道末端一个短的隧道注入型腔，隧道设计得当，那么浇口几乎看不出。从而在塑件上不需要去除浇口的二次加工，这是可能的。现已发现，这种形式的浇口不仅适用于 PE(它是最早使用这种浇口的树脂)；而且 PS、尼龙(聚酰胺 H 安(简称 PA))和其它树脂的塑件也能成功地用此法成型。

然而，必须注意在下面讨论的一些情况。在塑件表面设置浇口处应有一个比较大的脱模斜度或台阶，否则浇口后面的塑件壁上易出现划痕。图 2.7 为这朴形式浇口的几个实用的设计。

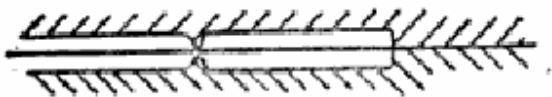


图 2.5 用于圆形断面分流道的浇口



图 2.6 用于加工在模具一侧的矩形流道的浇口

例 12 成型套筒的 8 个型腔的注射模具

当注射成型套筒时，通常遇到的问题是：在注射时，型芯不得偏斜，因为这将导致塑件壁厚不匀，并且为了缩短周期时间，应用直接冷却的方法来除去型芯上大量的热量。例 12 所示的塑件(图 2. 8)是线性 PE 套筒，是用于圣诞树电灯(蜡烛形电灯)套筒。型腔呈圆周布置，因此到每个型腔的流道长度是相等的。塑件是在其一端经两个隧道式浇口进料。两个浇口进料的优点是型芯 1 的两侧同时承受注射压力，因此型芯能保持在中央。此外，这种进料形式确保熔体均匀地注入型腔，因此有利于排气。如果熔体仅由一个浇口注入，塑件就可能夹带空气。因为套筒中间有一通儿所以在模具闭合时，型芯以一个很小的斜度(大约 5°)，进入定心零件 2，以此来定型芯的中心是容易的。在这定心零件的四周设置一个小的扁平表面来排除型腔中的空气。定模镶件 3 保证最佳冷却，因为冷却水是通过靠近型腔的两条互相连接的通道进行冷却的，并采用 O 型密封圈密封。而型芯中设有一个直径约为 6mm 的通道，在通道里设一个拧上了弯头的 4mm 的管子 4。冷却水通过管子流入，从管子和通道壁间的间隙流出。流道系统只设在模具定模一侧。流道系统由拉料杆 5 留在动模边。一旦模具打开，套筒由脱模板 6 从型芯上顶出。同时，流道系统从拉料杆上脱出。当模具打开时，因为隧道式浇口被从塑件上切断，所以塑件和流道系统分别从模具里落下。

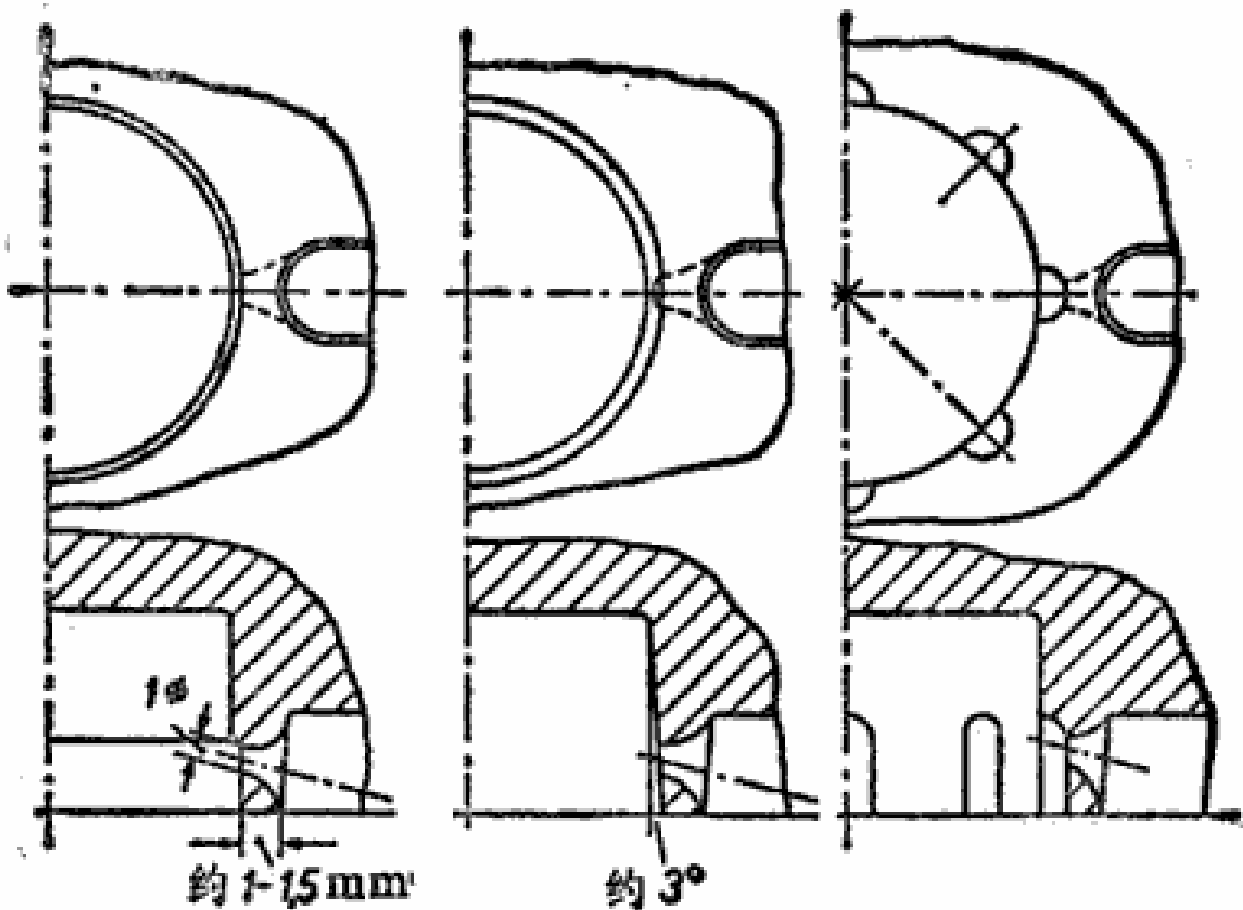


图2.7 隧道式浇口的形式

因为塑件在顶出时已与流道断开，所以顶出塑件时不能利用流道系统。因此，对于各个塑件来说，脱模u装置的设计必须确保每个塑件的脱模。

平缝式浇口

如果大而扁平的塑件由一个点浇口直接进料成型，由于塑件沿着流动方向和垂直于流动方向的收缩率不同而引起严重翘曲变形，特别是收缩率大的树脂(PE)。如果矩形塑件是沿着塑件的整个宽度方向由一个平行流道进料，那么塑件的翘曲变形基本上能被抑制(图 2. 9)。尽管沿着流动方向和垂直于流动方向仍有不同的收缩率，但已不再引起矩形板的翘曲变形，仅仅在给定型腔尺寸时才考虑这不同收缩量的影响。

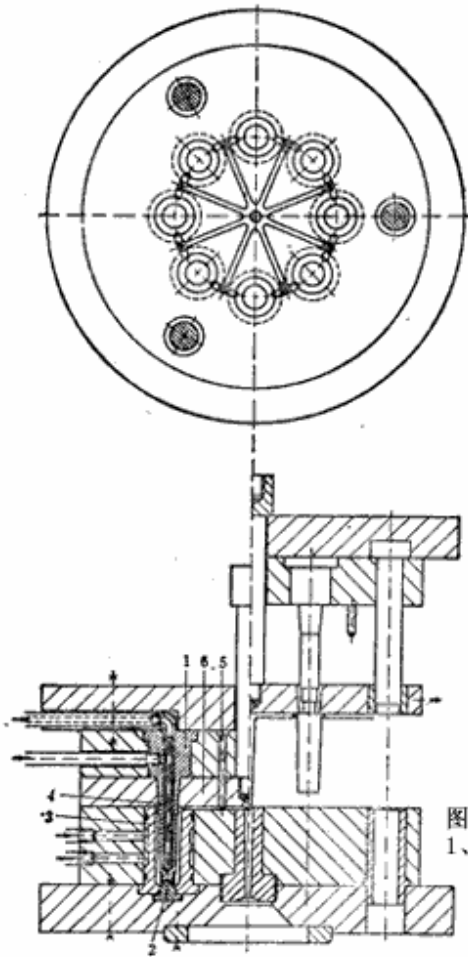


图 2.8 成型套筒的 8 个型腔的注射模具
1、型芯 2、定心零件 3、定模具镶件 4、冷却水管 5、拉料杆 6、脱模板

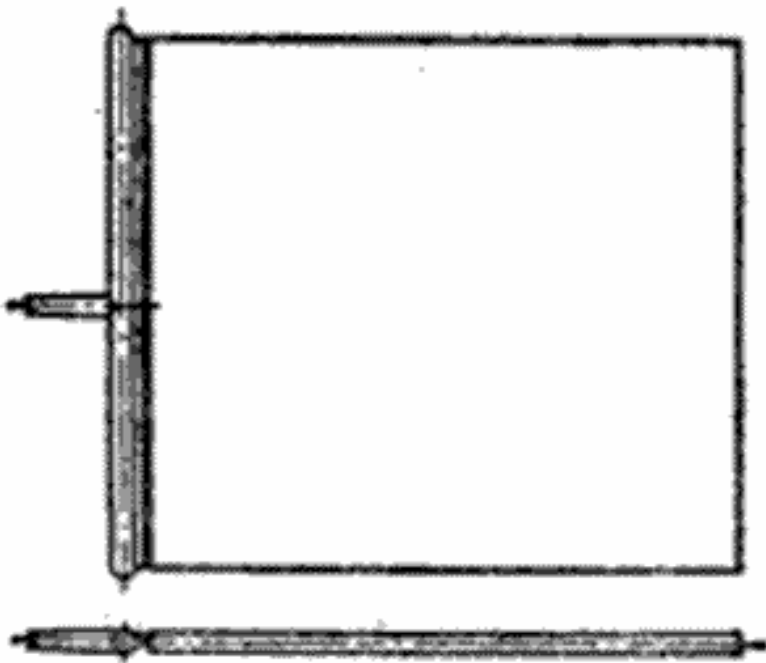


图 2.9 平缝式浇口

2. 2 自动切断浇口的模具(三板模和四板模)

为了省去切断浇口的二次操作，Gastrow 早在 1938 年就已设计出了借助于模具的开模动作，使塑件和流道系统自动切断的注射模具。对这一技术申请专利是迫切的，但是在第二次世界大战结束后，也没有申请对这一技术授予专利，以致自动切断浇口的技术有任何专利保护。

自动切断浇口的原理

自动切断浇口的模具需要两个分型面。在第一个分型面上，熔体由主流道通过分流道被分配，然后熔体流动通过设在中间板上的立式通道，在立式通道末端设置通向型腔的浇口。在模具的第二分型面上设置成型的塑件。当模具打开时，包含流道系统的分型面首先打开，并且流道系统留在定模一侧，目的在于使中间板上的浇口和塑件切断。必须考虑分型面打开的距离要适当，一旦分型面打开了适当的距离，分流道和主流道能被顶出。然后包含塑件的第二个分型面再打开。在第二个分型面打开所要求的距离后，塑件采用常见的方式顶出。

对于模具来说，依次打开的两个分型面需要足够大的开模行程，遗憾的是在许多注射成型机的设计中没有加以考虑这一情况。并且模具还需要比较大的安装高度，特别是深形塑件，因此对于两级开模的驱动装置要提供足够的空间。

点浇口

惊人的是，已发现所谓点浇口(总是在三板模或四板模的形式中出现)如果满足一定的先决条件，很小的浇口就足够了。还发现薄壁塑件用点浇口比用设在分型面上的浇口充模更好。对于厚壁塑件用点浇口比用设在分型面上的比较大的浇口更易防止塌坑：对这种现象的说明很可能是：如果点浇口设计适当，尽管在狭窄的浇口处有一个显著的压力降，但由于这一压力降的结果，使熔体骤然加热而导致良好的充模。

在浇口周围钢材的局部加热是更进一步的影响，因为在钢材表面温度的局部上升而防止了浇口过早凝固，由于这个原因，熔体能在保压压力的作用下通过点浇口继续注入型腔进行补缩。然而，为了易于充模和保持保压压力，一个基本的先决条件是分流道要足够大，一方面为了防止熔体过早凝固，另一方面为了防止通过分流道流动时，造成过大的压力降。在刚开始注射时，点浇口总是需要高的注射压力。

在液压驱动的机器上，这个先决条件总是能被满足的。从另一方面来说，如果由于驱动形式限制了注射速率，用主轴和曲肘机构驱动的柱塞式注射成型机通常就是这样的，在可达到的柱塞速变下，由于浇口狭窄断面处的流动阻力高，迫使熔体通过点浇口的压力可能太低，既然是这样，必须加大点浇口以减小流动阻力。

例 13 用于扁平塑件的自动切断浇口的注射模具

就自动切断浇口来说，在塑件的重心处设置浇口那是可能的，例如在圆盘塑件的中心设置浇口。根据与流动有关的理由，通常在塑件的重心处设置的浇口比边缘浇口更实用，一方面，物料流动路线缩短了一半，另一方面，避免了熔接痕，因熔接痕总是降低塑件的强度。把点浇口设在塑件的某一位置，如果事后这塑件又被粘到另一零件上，浇口的痕迹就看不见了，这通常也是很可能的。例 13(图 2. 10)是生产小型塑料盖，它最后是被粘在另一零件上的。因为在切断浇口后，浇口可能凸出 0. 1~0. 2mm，所以把浇口设在盖子背面一个很小的凹坑里，这样，浇口就不会妨碍盖子的粘接。

为了实现浇口干净利落地被切断，切断动作必须在牢固而且密合的嵌件上发生，模具结构必须能保证做到这一点。对于扁平塑件来说，必定把流道留在模具定模一侧，且使模具首先沿着流道分型面打开，才能做到这一点。为了保证模具依次打开，定模镶件固定板 a 由蝶形弹簧 b 推动，蝶形弹簧作用力比切断点浇口所需要的力更大。在这个开模行程中，各个立式通道由拉料杆 c 可靠地留在定模上。因此，当在模板 a 和 d 之间的分型面打开时，主流道和分流道系统留在了脱模板 d 上。因为蝶形弹簧 b 仅能作短距离移动。盖子所在的第二个分型面仍必须以某种方式闭合，其目的在于在流道分型面处首先保证为了顶出流道系统所需的足够的开距。为此，固定板 a 和 c 由拉钩 f 拉紧在一起，只有在流道分型面打开所需的距离后，拉钩被用螺栓固定在定模固定板上的脱模杆 s 脱开。在开模行程开始阶段，固定板 a 由 3 个脱模螺栓 h 导向，且在开模行程结束前不久和螺母 i 相接触。这些螺母固定在导套 k 上，导套在脱模板 d 后面没有一个台肩。在流道分型面开模行程结束时，脱模板 d 被导套向前推移约 10mm，直到螺母 1 碰到垫圈 m 时停止。螺母 1 碰到垫圈 m 后就限制了固定板 a 的行程，并且流道被从拉料杆 c 上顶出。这时，主流道也已被拉出 10mm，但没有完全离开主流道衬套。由于主流道已在主流道衬套中松动了，弹簧 n 的作用能有力地顶出主流道，因此这时流道系统能自动坠落。然而，流道系统顺利地坠落的前提是喷嘴没有拉丝流涎的现象，因为 PS 通常有这种情况，如果没有适当的关闭喷嘴的结构，由于拉丝流涎现象，流道凝料将会悬挂在那里。

模具继续打开时，在 2 个固定板 a 和，之间的分型面打开了，直到推杆。被顶出，且推杆推动推板 p 和 q 向前。推管 r 由台肩固定在两块推板之间，推管将各盖子顶出型芯。

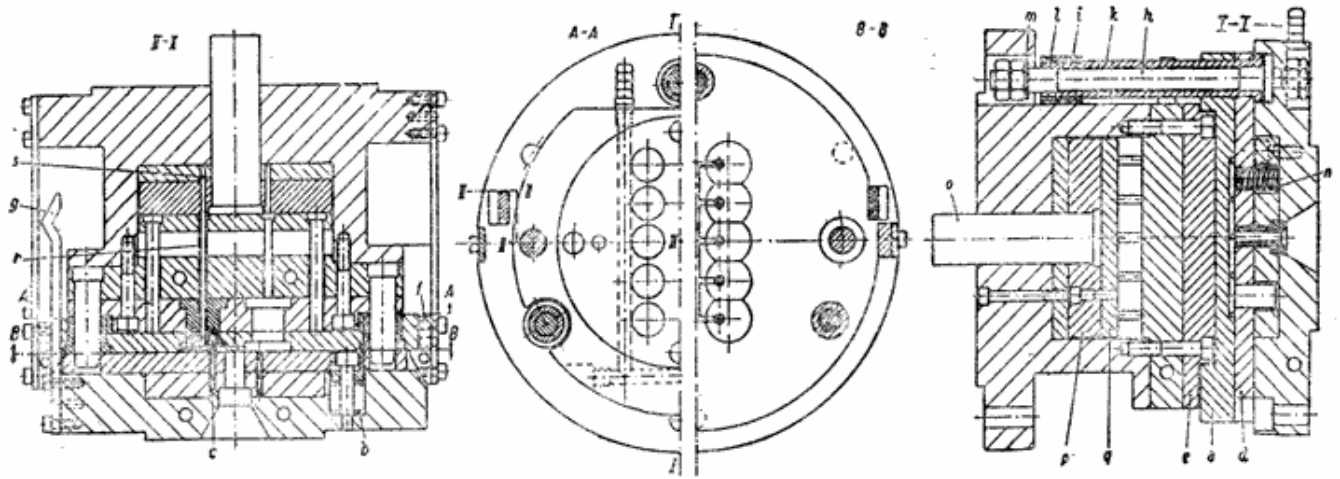


图2.10 成型塑料盖的10个型腔的自动切断浇口模具（例13）

a, e—液体固定板 b—矩形弹簧 c—拉料杆 d—脱模板 f—拉钩 g—脱模杆 h—脱模螺栓
i—螺母 k—导套 l—螺母 m—拉钩 n—弹簧 o—推杆 p、q—推板 r—推管

例 14 外表面进料的深形塑件的自动切断浇口的注射模具

深形塑件，例如饮水杯，在多型腔模具中，只有在中心进料时才能够成型，用侧浇口成型，杯子会由于不可避免的熔接痕面有破裂的可能性。例 14 是在饮水杯子底部用点浇口进料的四个型腔的模具。

该模具的动作和结构与上述扁平塑件的例是十分相似的。然而，对于深形塑件来说，可以省去作用于注射一侧镶件固定板的蝶形弹簧和动、定模之间的定距拉紧装置，因为杯子和型芯、型腔表面之间的附着力足够大，能确保动、定模保持在一起，以切断点浇口和带动注射一侧的镶件固定板沿着三根脱模螺栓移动到停动的位置。

为了避免杯子壁厚不均，动，定模之间必须十分精确地定位。既然是这样，仅仅靠导柱定位是不够的。因此动、定模之间不仅由两根导柱 a 导向，而且由在脱模板 b 上的双向锥面进一步定位。在大批量生产过程中，即使导柱磨损，大面积接触的脱模板锥面将保证塑件壁厚无偏差。型芯 c 必须与固定板 d 静配合，并要有足够的配合长度，以保证即使熔料在型芯一侧流动，型芯也不会产生偏移。

型芯 c 和型腔镶件 e 由环状通道通水冷却，并由 O 型密封圈密封。杯子底部由单独的镶件 f 成型，这是为了沿型腔侧壁长度方向抛光比较容易起见。当模具开模时，杯子留在型芯 c 上，然后当推杆 s 动作时，脱模板 b 将塑件由型芯上顶出。推杆 s 是固定在推棒 h 上的。

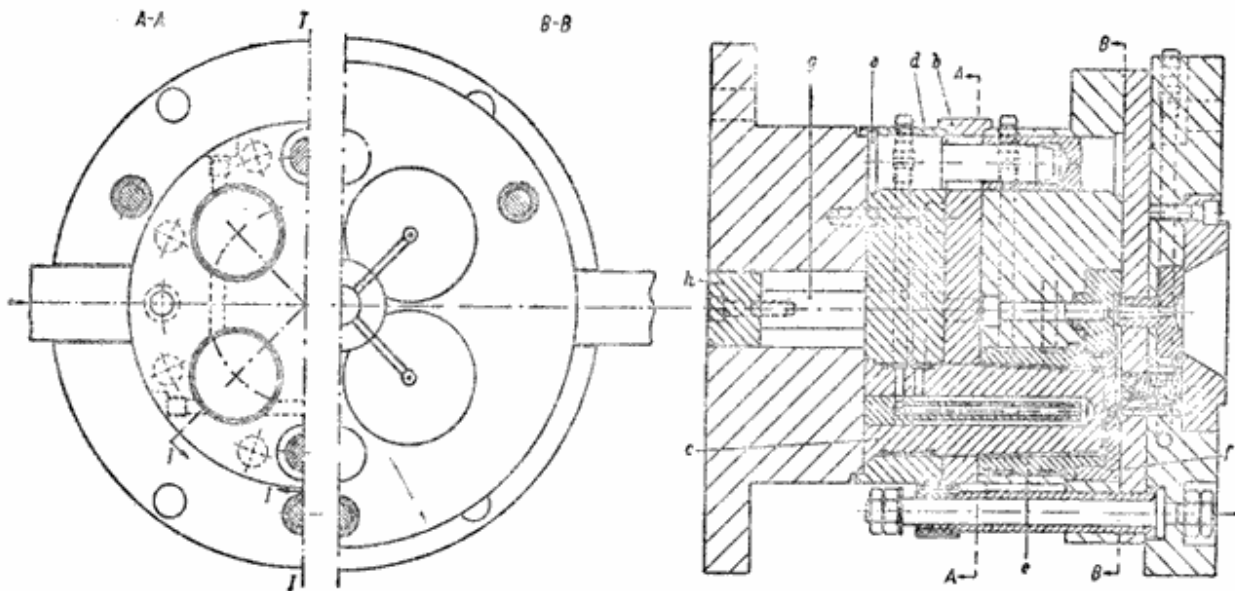


图 2.11 在杯子底部采用点浇口的 4 个型腔的饮水杯模具 (例 14)
a——导柱 b——脱模板 c——型芯 d——镶件固定板 e, f——镶件
g——推杆 h——推棒

没有内螺纹的圆筒形塑件和带金属嵌件的塑件的自动切断浇口

例 15 内部进料的深形塑件

有的塑件为了在外表面一点也看不见浇口痕迹，希望浇口设在塑件内部。这样的塑件如罐头和唇膏盒的盖、半球(它们被粘结在一起形成一个整球)和其它塑件。下例为从内部进料的唇膏盒盖的模具(图 2. 10，内部进料一般限于比较矮的塑件，要不然点浇口的立式流道变得太长了。

该模具具有 2 个分型面。从主流遭到点浇口立式流道的流道系统设置在模板 a 和脱模板 b 之间的第一个分型面上，在塑件和流道系统切断后，塑件在脱模板 c 和型腔镶件 d 之间的分型面处落下。

较长的点浇口立式流道是由于塑件的深度造成的，从而它和主流道一起，使流道分型面需要大的开模行程，如果为了顶出体积多少有些庞大的流道系统，是需要提供足够的空间的。对于模具来说，也要求比较大的安装高度，模具也必须持有相应长度的脱模螺栓 e。

该模具动作如下：

在开模行程开始时，由于蝶形弹簧 f 的作用，模板 a 和脱模板 b 分开约 3mm 左右的距离。主流道和分流道系统被设在点浇口立式流道中的拉料杆 s 拉住在定模一侧。在型芯里的内浇口，在开模行程开始时就被切断，直到螺母 h 碰到模板 a 时，流道分型面打开约 100mm 的距离。塑件与型腔 d 和型芯 1 的附着力，和导柱 i 和导套 k 之间的摩擦力，使型腔镶件 d 和模板 a 附着在一起。型芯 1 通过台肩与模板 a 中相应的凹槽配合在一起，固定在模板 a 上。一旦螺母 h 碰到模板 a，脱模板 b 在开模方向就移动 10mm。直到螺母 m 被垫圈 n 挡住为止。这一开模行程使点浇口的立式流道从拉料杆 2 上脱下，并把主流道从主流道衬套中拉出 10mm。这时弹簧 p 就能张弛，且能强制顶出主流道和分流道系统。脱模板 c 设置在型腔镶件 d 和型芯 1 之间，且用螺栓固定在推板 2 上。模具继续打开时，唇膏盒盖留在型芯 1 上，而塑件外表面已由型腔镶件 d 中脱出。这一分型面继续打开，直到 3 个脱模螺栓，的台肩碰到底板 s 为止。随着模具进一步打开，推板 z 和连接在推板上的各脱模板 c 被带动，且把唇膏盒盖从型芯上顶出：1 刚才叙述的例子只是介绍了内部进料的一种特定情况。当塑件长度比直径大时，内部进料仅在特殊情况下才使用，因为点浇口的立式流道是不希望太长的，且长型芯的散热也是困难的。因为型芯的热量不仅来自塑件而且来自点浇口立式流道中的熔体。当型芯的直径小时，散热就变得更为困难，因为在这种型芯里设置有效的冷却是不可能的。

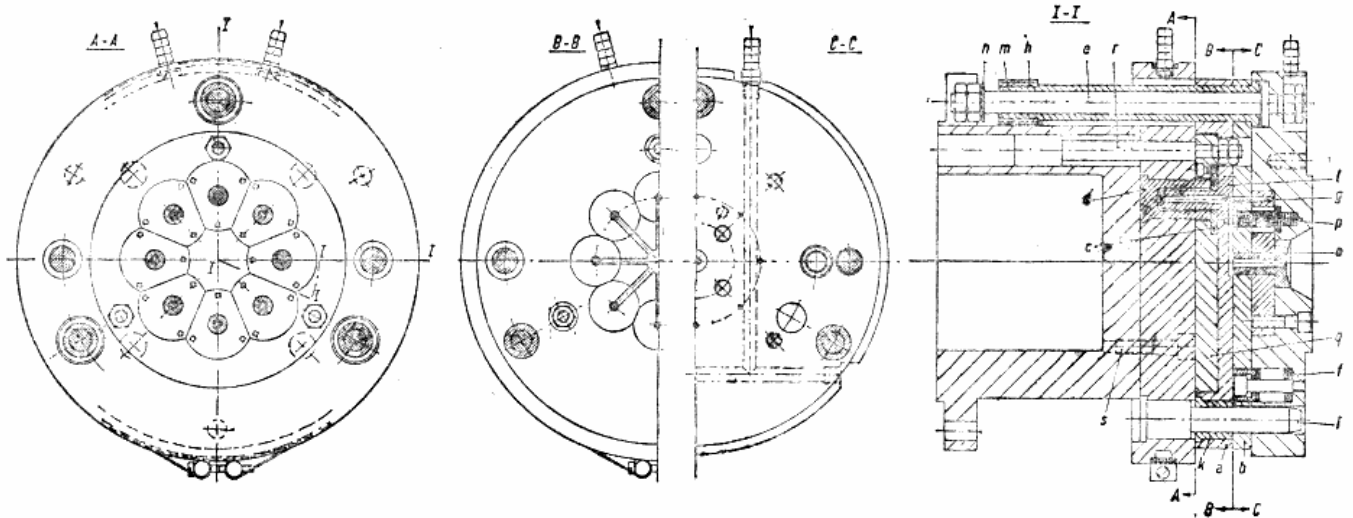


图2.12 成型唇膏盒盖的8个型腔的模具(例15)

a—模板 b、c—脱模板 d—型腔嵌件 e—脱模螺栓 f—螺形弹簧 g—拉料杆 h—螺母 i—导柱 j—导套 l—型芯 m—螺母 n—垫圈 o—主流道衬套 p—弹簧 q—油板 r—脱模螺栓 s—底板

例 16 成型带金属嵌件的塑件

注射成型带有金属嵌件的塑件，模具自动切断浇口也是可行的。例16描述的是用于生产4个袖珍式手电筒使用的PE蓄电池盒的模具(图2, 13)，蓄电池盒里有两根导线必须用聚乙烯密封与液体隔绝。固难的是当熔体进入型腔时，线径1.5mm的导线不得移动。为了防止导线错位，只能把引入的导线沿导线的全长插在导套a内。当熔体进入型腔时，熔体推动导套，使导线被熔体均匀地封装了起来。塑件的顶出是由向前运动的导I套a和脱模板b共同完成的，导套向前移动到成型位置后停动，脱模板是作用在蓄电池I盒的整个周边上的。对于比较软的PE来说，用弹簧自动顶出套流道和分流道系统是不可能的。一旦它们由脱模板d顶离拉料杆c后，它们必须用手取下。反正因为需要安放嵌件导线,模具必须半自动操作行，所以用手取下主流道和分流道系统则影响不大。至于模具其它的动作与上述自动切断浇口模具是类似的。

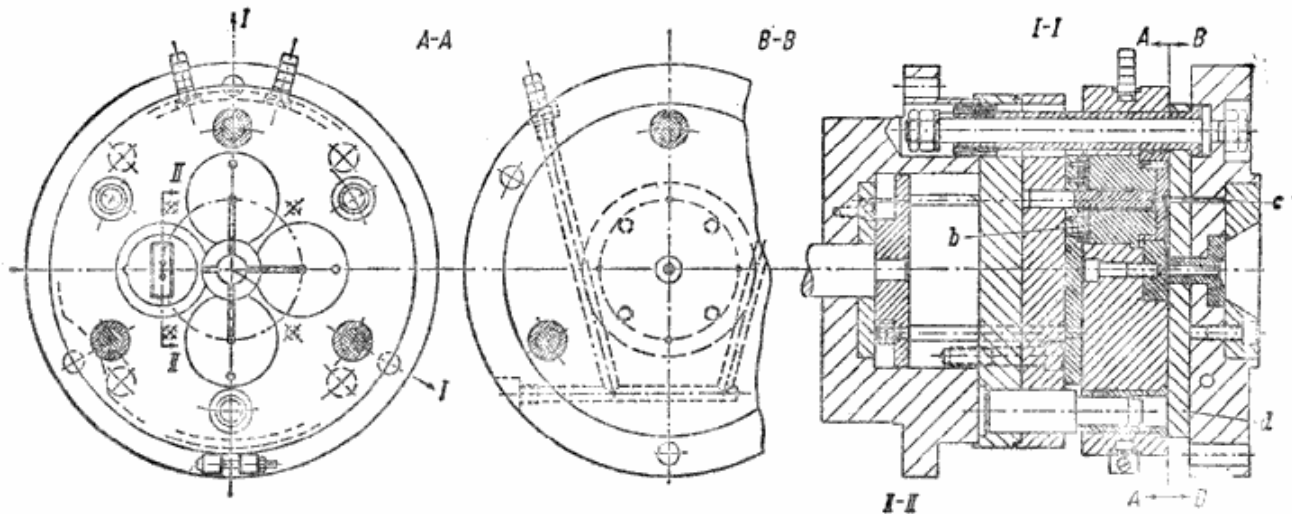


图 2.13 成型蓄电池盒的 4 个型腔的模具

a — 导套 b — 脱模板 c — 型芯 d — 脱模板

例 17 带金属套嵌件的圆珠笔杆注射模具

高质量的圆珠笔往往需要在圆珠笔杆里嵌入一个金属套，以导入圆珠笔的替换笔芯。因为将金属导套自动装入模具是很难做到的，因此模具只能半自动操作。当模具打开时，把金属套放在型芯上。

通常，这样的圆珠笔杆的另一端有一段外螺纹，外螺纹借助于滑块自动脱模。然而，如果对于笔杆，螺纹的同心度有很严格的要求，并且要保证螺纹上没有接缝(滑块的拼合缝)，故成型螺纹的型腔零件必须是可拆卸的螺纹成型环。

外螺纹自动脱螺纹模具结构更复杂，价格更昂贵，因此是不值得的，特别是由于必须放入金属套嵌件，模具是不能实现自动操作的。因此，比较实用的是在模具中放入螺纹成型环；然后用手或借助于机动脱螺纹工具把它们从笔杆上拧下来。因为每个型腔必须装入两个嵌件，设计多于 4 个型腔的模具是不实用的。而且，每台机器安排一个操作人员的话，当一模多于 4 腔时，在成型周期内将来不及从笔杆上拧下螺纹成型环。

笔杆在螺纹端经由 2 个点浇口进料成型。因为浇口设在笔杆的内侧，所以浇口位置是看不见的。4 个型腔彼此排列比较接近，可以简化自动切断浇口的模具的设计，因为从顶出一侧用拉杆推动设有浇口的流道板是可能的。该模具结构叙述如下(图 2.14)。

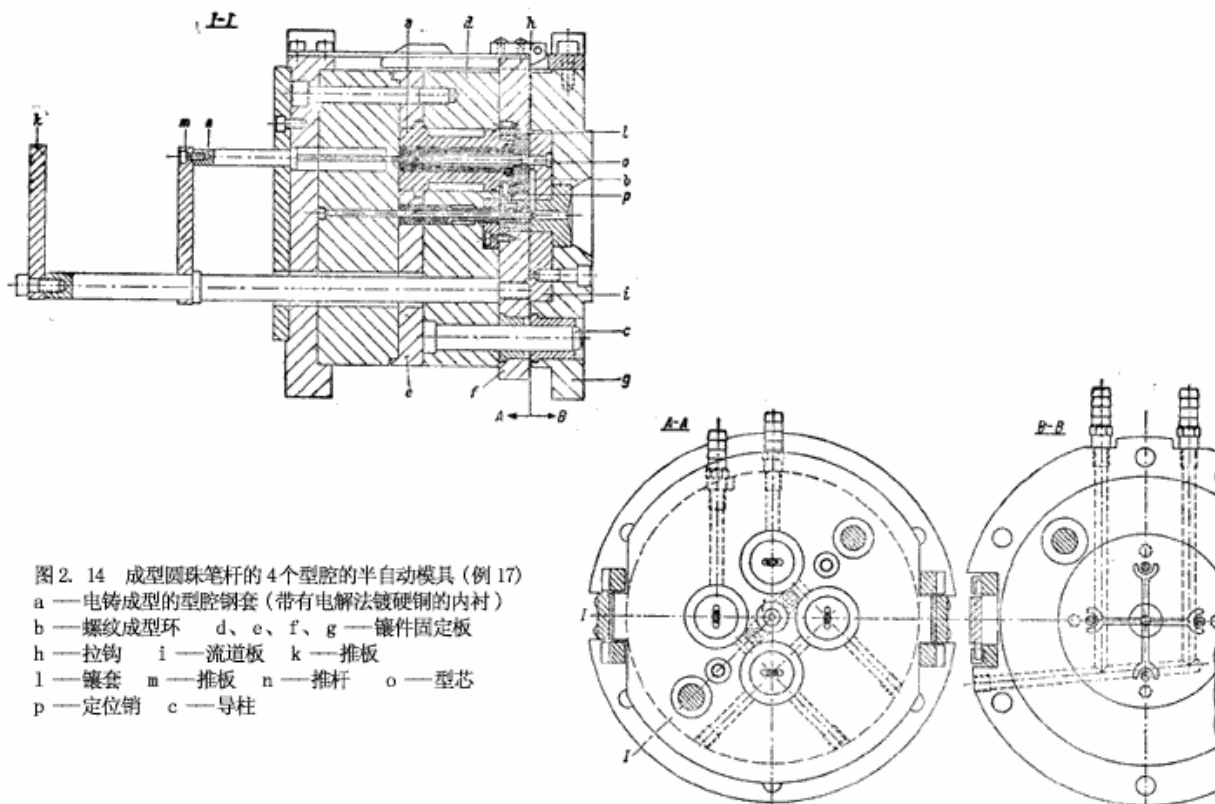
成型笔杆的型腔镶件用淬火钢制造是非常困难的，特别是在细长型腔中按严格要求达到镜面光洁度时。而由电铸成型制造这些镶件是比较简单和比较便宜的，它只需要一个尺寸和形状精确的金属或聚丙烯母模，在母模上镀上一层镍—钴层。然后这一镀层再由电解法镀上硬铜衬垫层增强；电铸镶件外部加工到应有尺寸后压入淬火钢套 a 中。电铸型腔不需要抛光，只要母模的抛光是令人满意的就行了。铁套是利用冷却水从一个镶件流到另一个镶件进行冷却的，如 A—A 剖面图所示。为了保证笔杆螺纹的同心度，螺纹成型环 b 是靠钢套 a 上的锥度对中的。模具需要两套螺纹成型环，目的在于当一套在从塑件上拧下时，在下一成型周期中另一套可放入模具里。导柱 c 保持动、定模的初步对中，但不能单靠它来保证笔杆螺纹的同心度，特别是模具长期使用后，导柱会磨损。为了消除由于淬火而引起任何变形的可能性，镶件固定板 d、e、f、2 未进行淬火处理，并且为了模板可一起配钻，镶件：固定孔取同一直径。

该模具设计为一般的自动切断浇口的三板模，即模板 d 和 f 在第一个分型面 A-A 打开时，由拉钩 h 钩住在一起。在分流道末端的凹槽一开始就使分流道系统留在流道板 i 上，这样在笔杆螺纹端的两个浇口便被切断。在模具开模行程约 60mm 后，模板 d 和 f 便脱开了，具有约 60mm 的开模行程提供了主流道和分流道系统脱落的足够的开距。

同时，当模具继续打开时，推板 k 被驱动，使模板 f 停动，模板 d 和 f 之间的分型面打开了。成型笔杆螺纹端的螺纹成型环 b 从镶套 1 的圆锥形孔中脱出，在塑件从模具中脱出后它必须用手拧下。在模板行程进

一步打开 85mm 后，推板 k 驱动推板作二次顶出，使推杆 n 把塑件从型腔中顶出。

为了进行下一循环，在模具闭合前，在型芯。上必须放上金属套，并且装上螺纹成型环 b。因为螺纹成型环上设有浇口，为了使流道板 i 上的分流道与这两个浇口相通，它必须以一定的方位装入模内。为了确保正确的定位，设有定位销 p，螺纹成型环 b 上的凹槽要对准定位销安放。



例 18 小齿轮注射模具

尼龙齿轮由于它们良好的工作性能，被用于小型传动机构，钟表和类似的传动场合。因此，如果可能和话，在设计这样的齿轮注射模具时，推荐各种齿轮作为一套在一副模具中生产。对于计数器来说，里面有些齿轮需要 3~5 倍的数量，而另一些齿轮只需要一个，这意味着模具必须有较多的型腔。

模具的型腔数

因为这种齿轮通常是很小的，为了更好地利用机器的注射容量，要求模具的型腔数尽可能多。然而，不可避免的是流道重量与塑件重量之比特别高。对于 PA 来说是不能利用热流道模具的，所以，这一点是不能避免的。然而，与机加工齿轮相比，由注射成型生产这些齿轮除了改善齿轮运转的平稳性和提高使用寿命以外，还有显著的经济效益，因为这些流道凝料在不超过限度的情况下可以回收使用，所以熔料耗损的比例较高也是容许的。

齿轮的浇口

齿轮的浇口设在齿轮边缘是不容许的，因为这将影响齿轮牙齿的正常啮合。因此，除了主齿轮端面使用点浇口之外没有其它的可能性。鉴于尼龙良好的流动特性，浇口直径为 0.5—0.6mm 是完全足够的，并且浇口痕迹在齿轮表面几乎看不见，它也不会妨碍齿轮的工作。

齿轮的脱模

对于 8~10 牙的很小啮合齿轮来说，脱模是特别困难的，因为没有地方设置推杆。齿根圆和齿轮中心孔之间的距离往往只有零点几毫米。在这种情况下，齿轮只能用推管顶出，而推管的最小直径等于成型中心孔的型芯杆的直径，其外径比齿根圆略小(见图 2.15 ⑧和⑨~⑩)。对于带有中心轴的齿轮来说，直接顶出中心轴是最实用的方法。图 2.15 ①、⑨和⑩所示为用推杆顶出。图 2.15 ②为在模具注射一侧分流道系

统的视图。

制造齿轮型腔铸件

因为用仿形铣削精密地制造型腔铸件几乎是不可能的，特别是这样小的齿圈的齿形是需要精确加工的，因此仅有两种可能性。第一种方法是制作一个有必要的预留收缩量的滚铣刀，然后再进行滚削和淬硬型腔铸件。即使就一切情况两论，这个较老的加工方法能得到令人满意的结果，但它不能在所有的场合都使用，如在一个工件上要成型不同齿数的双联齿轮时，就不能使用，因为生产这样的滚铣刀是不可能的。可以设想这样的铸件可以由两个零件组合起来。然而，因为齿轮只有 $0.8 \sim 1r / 1112$ 的厚度，所以壁厚对于

齿高来说是太薄了。对于生产这样的铸件来说，比较实用的方法无疑的是电铸成型。这需要用金属或聚丙烯(简称 PP)制造一个所要求齿轮的精确的母模，并且要有必要的预留收缩量。就内啮合齿轮来说，母模的齿可以滚、铣或刨削，所以这是不困难的。有不同节圆直径的齿轮能组合在一起。它们只需要拧、焊或粘在模具分型面处的模板上，且它们具有最终的铸件直径尺寸。如果小齿轮的外径比大齿轮的内径小，则为了脱模，双联齿轮可用一个工件制造。

在母模上电镀一层 2—3mm 厚的镍钴合金，然后电镀上硬铜的衬垫层增强。电铸后，将外径加工至一定尺寸以允许压配到表面淬硬的铸件里。现在生产表面硬度达 HRC50~66 的电铸件是可能的。电铸铸件复制的精度是非常高的，因为甚至母模上微观的细节也能复制到电铸型腔上。因为在一个电铸槽内可以悬挂许多小齿轮，所以生产电铸型腔所需时间，预计要 2~3 周时间完成这镀层也是许可的；而电铸铸件除了铸件表面加工之外，不需要任何其它的二次加工。甚至制造螺旋齿轮的型腔铸件，用电铸成型也是十分简单的。

模具设计

如上所述，对于小齿轮，只考虑采用点浇口的模具。许多铸件通常必须镶入一副模具里，因此对模具结构有特殊的要求。例 18 描述这种小齿轮的 21 个型腔的模具，特别强调了模具制造方面的情况(图 2. 15)。

该模具的型腔数是由于一个特定的传动装置需要 21 个齿轮，即图 2. 15 一⑧所示的齿轮 1 个，图 2. 15 一④所示的齿轮 1 个、图 2. 15 一⑥所示的齿轮 5 个、图 2. 15 一⑥所示的齿轮 3 个、图 2. 15 一⑦所示的齿轮 5 个、图 2. 15 一⑧所示的齿轮 1 个和图 2. 15 一⑨所示的齿轮 5 个。这些齿轮不得不设计在一副模具里，通过下述方式保证操作自动、无故障，且许可模具良好的冷却和用热水进行加热。

如图 2. 15 一①和②所示的铸件的排列证明是实用的。4 组二次分流道从 4 个点放射状设置，这 4 个点对流道系统起贮料作用，物料是从主流道通过 4 条一次分流道输送到这 4 个点的。二次分流道通向各点浇口，其长度几乎相同。二次分流道的长度稍有不同是由于齿轮的齿数不同，浇口离开齿轮中心的距离不同之故。

型腔选定这样的排列，其优点是冷却通道能十分靠近所有的铸件，且使流道系统的长度尽可能短。二次分流道的长度足以经得起从侧凹处脱模时的弯曲。

模具制作指寓

这些齿轮不仅在它们的直径上，而且在齿轮的中心孔或传动轴相对于齿轮牙齿的同心度上有很精密的公差要求，因此铸件固定板上的铸件凹槽需要非常精确的对中。因此，这些铸件固定板不能淬火，因为可能产生变形。在加工这些模板时，在各固定板上的同心的凹槽应一起镗孔，如果可能的话，在一台坐标镗床或别的具有坐标调整的旋转工作台的合适的机床上加工。

在模板外部加工包括表面磨削以后，首先镗导柱和导套的孔，然后在装配导柱和导套的同时加工铸件的镶嵌凹槽。镶嵌凹槽的固定台肩凹槽最后加工，因为台肩直径和台肩凹槽有大约 0.2mm 的间隙，并且相对于镶嵌凹槽，台肩凹槽的轴向对中要求是不高的。铸件在固定板上的所有配合根据 ISO 公差要求，凹槽的公差是 H7 和铸件外径的公差是 j6。这一配合即使装配容易又使配合间隙最小。

电铸成型铸件和它们的衬套是采用 H7 / n6 的配合，它们必须压配在一起。如果它们必须保证防转，推荐型腔铸件和其它铸件的固定台肩保持低硬度，要做到这一点，最简单的办法是在铸件四周增加 2mm，然后在渗碳以后和淬火之前去掉它。于是铸件表面在淬火状态下仍将保持低硬度，这样在淬硬和磨过的铸件上可以钻定位销的孔。

运动部件(推管和推杆)应该采用 H7 / f6 的配合。根据直径，配合长度为 5~10mm 就足够了。超过这个配合长度时，孔可以扩大 $0.2 \sim 0.3\text{mm}$ 。

为了防止在塑件上产生毛边，铸件应高于固定板 0.05mm 。最好在模具初步装配和铸件研磨至一定高度以后再作这一调整。因此所需之磨削加工余量必须预先增加齿轮的厚度。而且铸件高出 0.05mm 是后来在没

装镶件的情况下研磨固定板实现的。

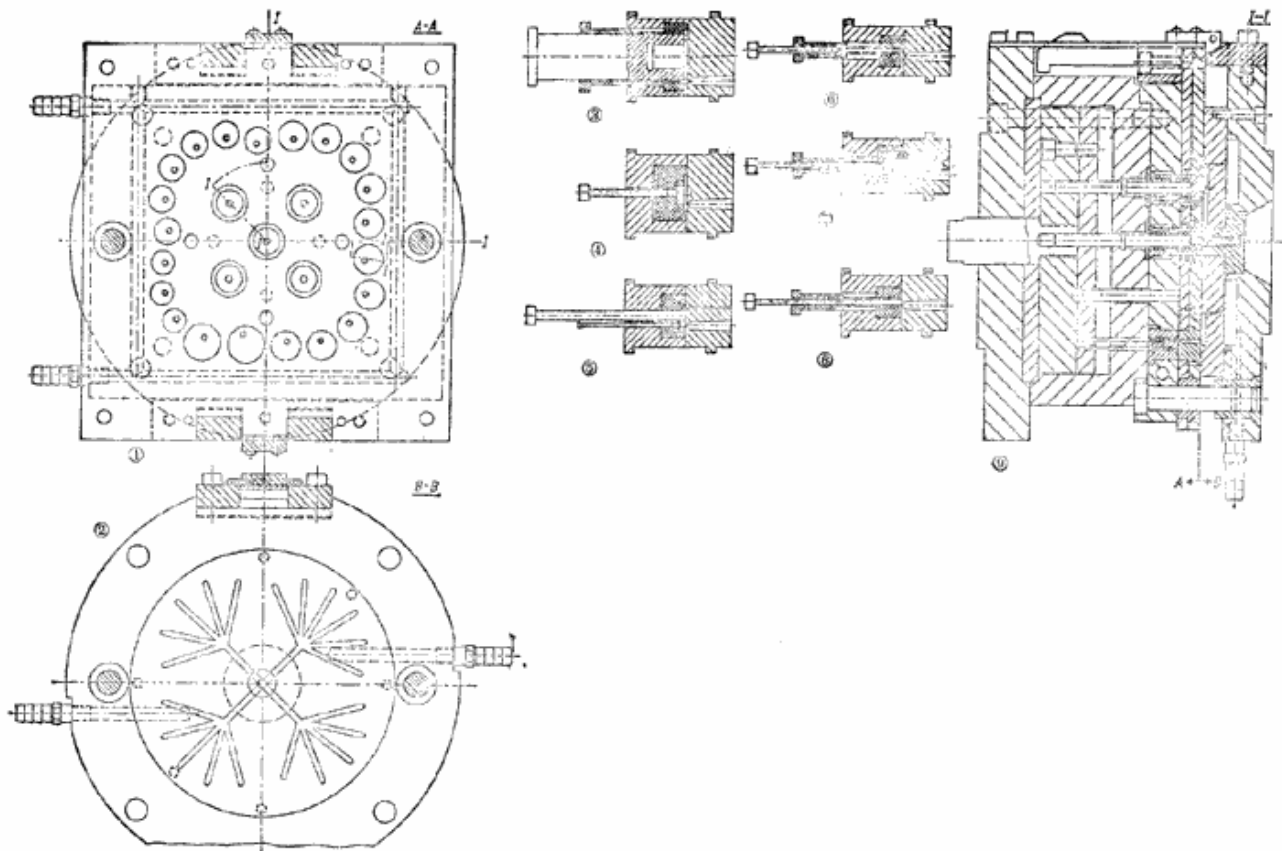


图2.15 21个型腔的尼龙(PA)齿轮的注射模具(例18)

例 19 潜伏式浇口的衬套模具

一个带凸缘的衬套以这样一种方法注射成型，即其浇口痕迹被隐藏或者尽可能不引人注意。这个衬套一般只需一个分型面的二板模。而且塑件沿着其轴线方向脱模和顶出，两个动作是在模具开模方向同时发生的。浇口是设在凸缘的外表面上，因为凸缘的外表面是和模具分型面接触的。

为了满足浇口君不见的要求，虽然塑件没有侧凹，型腔(两排各4个)设在镶有型芯的滑块上(图2.16)。熔料从中央主流道通过在型芯里的锥形分流道流到设在衬套内表面的浇口处。在开模过程中，当滑块移动时，浇口被干净利落地切断，与相邻的塑件表面齐平。所选择的塑料的弹性是足以使分流道末端从倾斜的分流道通道中脱出。这时塑件不受约束，且能脱离模具。

2.3 具有内部冲切作用切断浇口的模具

例 20 具有中心冲切作用的切断浇口的多型腔模具

例如，如果要生产设有中心孔的刻度盘，边缘进料是不能满足高质量要求的。因为在用于成型中心孔的型芯后面将产生熔接痕，并且刻度盘的表面质量和强度将降低。既然是这样，除了先成型一个实心的刻度盘，然后再加工出中心孔之外，没有别的可能性。如果刻度盘的边缘要求较厚，在这种情形下，也是不能采用边缘进料的。这样的塑件如果是边缘进料的话，熔料将先沿着边缘流动，其结果是在最后填充过程中，熔料流向刻度盘的中央，空气将不能从这里排出。因此，有较厚边缘的刻度盘必须从中心进料。然而，如果刻度盘在这部位恰好需要一个孔，那么这孔必须在成型后加工。在下面的模具设计提供了一个解决这个题的办法，塑件采用中心进料，所需的孔在开模过程中由冲切作用切断浇口而自动产生。

从外表来看，图2.17所示的模具与2个分型面的模具类似，这类模具在前面已反复叙述过了。流道设在分型面A处。拉钩a使模板b和c合在一起，模具首先在分型面A处打开。当脱模销d沿着脱模杆e移动，使拉钩a脱离模板c时，动定模之间就脱钩了。

在流道分型面A打开后，模板c由脱模杆e制动时，模具在模板b和c之间的第二个分型面处打开了。

与点浇口模具不同的是：此刻度盘是沿着来料是孔的塑件的整个横断面进料，由此应力集中现象，例如在点浇口周围的应力集中基本上避免了。冲孔作用切断浇口和同时形成塑件上的孔是发生在梳道分型面止打开的初始阶段，由弹簧 *s* 使冲杆 *f* 向喷嘴方向冲击，而此时模板 *b* 和 *c* 仍然被钩着在一起。在冲杆动作期间，在拉料杆 *h* 周围的流道部分基本上从它的锥形通道中脱出了。流道系统当初从固定销上脱出是由于在脱模板 *k* 上强力蝶形弹簧 *i* 的作用，在蝶形弹簧 *i* 松弛后，弹簧 *l* 使脱模板 *k* 继续运动。

流道系统最初被卡住在主流道拉料杆 *m* 上，当模具在模板 *b* 和 *c* 之间的分型面打开时，主流道必然从主流道衬套中拉出，而模板 *b* 和 *c* 之间的分型是由于脱模杆 *e* 挡住模板 *b* 之故。然后流道系统在分型面 *A* 处，由于弹簧 *n* 的突然松弛而顶出。当推杆 *p* 被驱动时，刻度盘由管。顶出。

例 21 成型塑料盖的注射横具

这个例子所设计的是生产 PS 塑料盖的 3 个型腔注射模具。该模具是使用如图 2. 18 所示的标准模具零件制作的，且有 4 个分型面 I—IV。为了尽可能地避免壁厚的变化和允许塑件胶板印刷，如图 2. 18~(2)所绘制的，模具选择了平缝式浇口来代替中·心进料。在模具打开时，支柱 *a* 由分型面：I 处退回，如图 2. 18 一(1)所示，因此分型面 1 打开了。由弹簧 *b* 施加的力防止在型芯 *d* 和 *e* 之间的塑件 *c* 移动。

然后弹簧 *f* 使分型面 III 打开和使分型面 I 闭合。同时切断镶件 *s* 朝箭头方向的位移，使流道系统和塑件自动切断。然后塑件和流道系统如图 2. 18 一(4)所示，在推杆 *h* 的作用下被推出。支柱 *i* 和 *k*，防止在模具闭合时型芯 *d* 和 *e* 损坏。

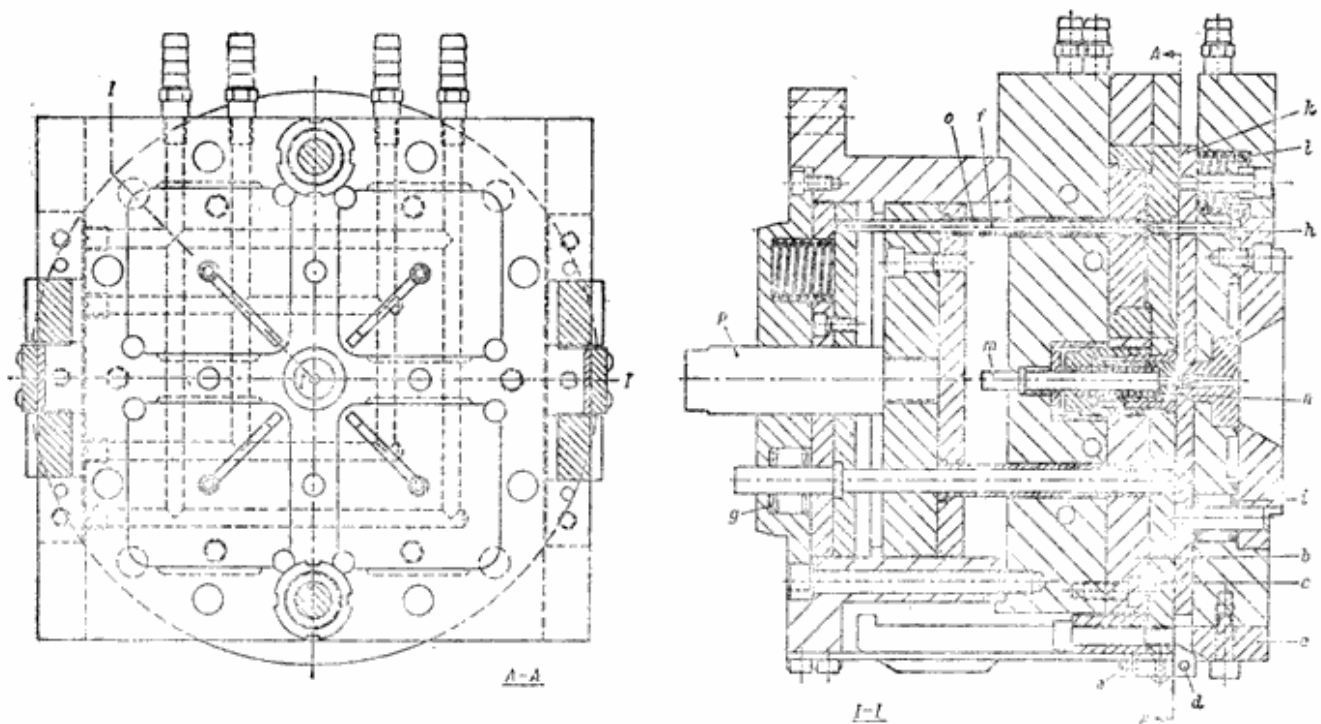


图2.17 4个型腔的刻度盘模具（例20）

a—拉钩 *b*、*c*—模板 *d*—脱模杆 *e*—脱模杆 *f*—冲杆 *g*、*l*、*n*—弹簧 *h*—拉料杆
i—蝶形弹簧 *k*—脱模板 *m*—主流道拉料杆 *o*—推管 *p*—推杆

2. 4 具有内部机械剪切作用的切断浇口的模具

在模具内相对于型腔移动或旋转的镶件，使塑件和流道断开。这样的模具并不复杂，且如果制造得当，能以非常可靠和巧妙的方法操作，然而这样的剪切作用切断浇口被局限于塑件有清晰的直线锐边的情况，沿着这个边缘在切断浇口时，滑块可以移动，或者可能从塑件下面即从塑件的平直侧面进料。在这两种情况下，

都只可能在外边缘切断浇口。尽管如此，这方法的优点是：具有斜角或圆角的塑件(通常必须在斜角或圆角处进料)可以在平直侧面上进料，且在开模时浇口将干净利落地被剪断而不需要二次加工。

至于塑件是由推杆还是脱模板顶出是无关紧要的，因为在脱模板上设置开有浇口的滑块也是可能的。

例 22 0 个型腔的窥视镜模具

图 2. 19 所示的例 22 描述的是 8 个型腔的窥视镜模具，如那些用于油液面指示器上的窥视镜。在模具内布置这 8 个塑件时，必须注意：到各个塑件的流动通道距离应尽可能相等。经验表明相反的流动方向对流动阻力一点也没有影响，就塑件的排列来说，对于设在模具内侧的 4 个塑件，反向流动是必要的。大多数塑料熔体的流变性 98 与理想流体的流变性能是显著不同的。粘性流体通过流道缓慢地流动和进入型腔，以致即使表面上看来象是不适当的型腔排列而造成熔体突然反向流动，这 8 个型腔也能均匀地充满。分流道加工在滑块 a 上，滑块在模具顶出一侧有大约 5mm 的侧向移动。浇口在塑件表面下加长大约 1.5—2mm。当模具闭合时，浇口沿径向对准塑件的中心。滑块由弯销 b 锁紧在需要的位置上，且当模具打开时，被移向左侧。当模具打开时，主流道必须在滑块移动前，先由主流道衬套 c 中脱出来。因此在滑块动作前，弯销有一段比主流道长度稍长的行程。在模具打开后，弯销只是使滑块移动大约 3mm 的量。必须设法确保滑块的移动不破坏使流道系统留在模具顶出一侧而使用的凹槽。这是由在滑块运动方向加大推杆导套 d 来实现的，以确保很好地切断用于留住流道系统的延长的凹槽。推杆 e 必须与推杆导套 d 齐平，且在端面中间稍稍凸起，其目的在于当滑块起剪切作用时，防止在这位置形成小的塑料残渣。推杆凸起端的作用象一个楔，当滑块移动起剪切作用时，流道系统的凹槽部分被稍稍顶起，这样就不会形成残渣了。

在有这样剪切作用切断浇口的模具中，必须注意：在模具顶出一侧的塑件要有足够抗剪切力的强度。对于一个十分光滑的表面来说，在表面实行这样的剪切作用切断浇口是不可能的，除非这塑件有几个孔，当剪切浇口时，塑件 8a 留在型芯上，如在本例中：窥视镜是有两个安装孔的。

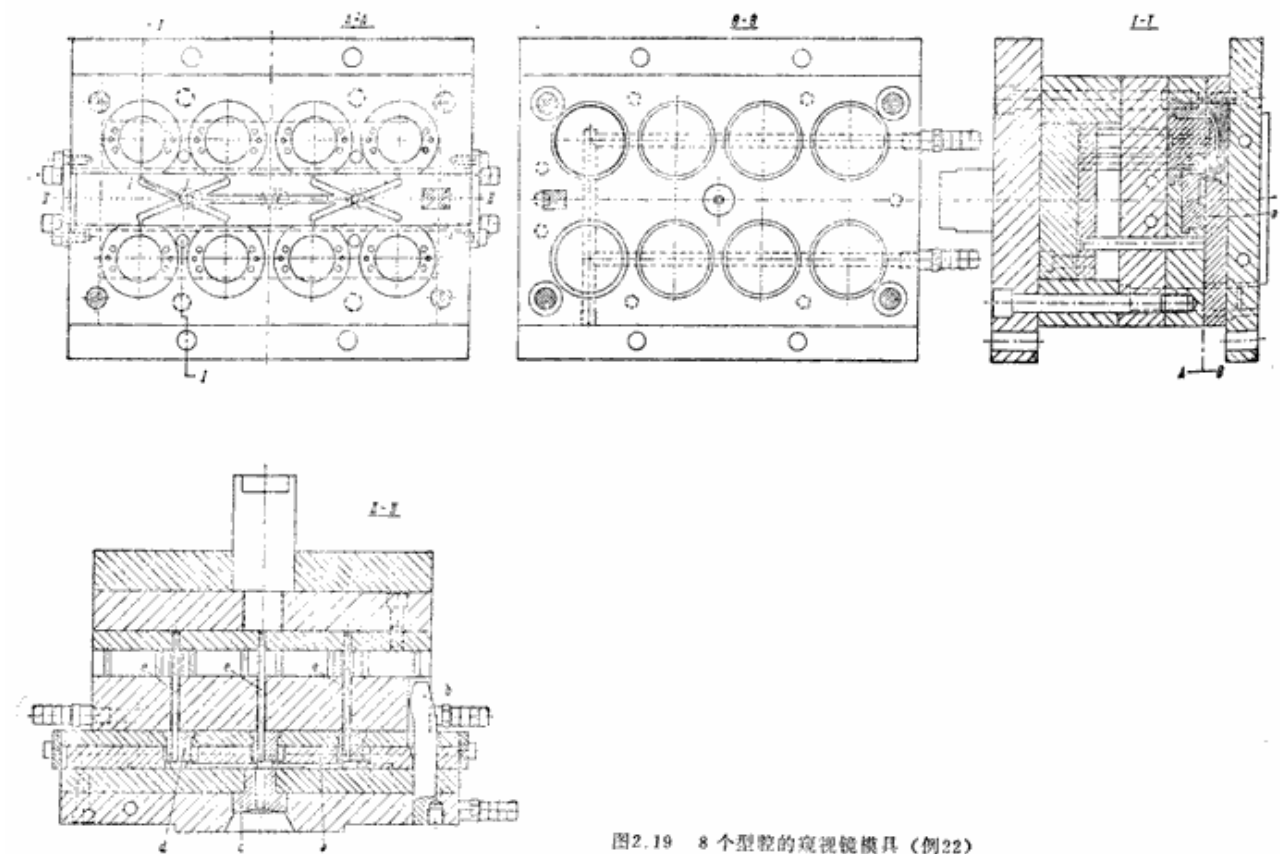


图2.19 8个型腔的窥视镜模具(例22)
a—滑块 b—弯销 c—主流道衬套 d—推杆导套 e—推杆

例 23 成型手表表面的通用注射模具

需要大量不同直径和曲率的手表表面。生产手表表面几乎只用丙烯酸类塑料注射成型。手表表面式样种类繁多，迫使所使用的注射模具要有可更换的镶件，以使模具成本保持在合理的范围内。此外，生产手表表面模具的浇口要求尽可能看不见，且能自动切断浇口。把镶件布置成两排，在模具打开时，由移动设有流道系统和浇口的滑块，能切断塑件的浇口。

在例 23(图 2. 20)的模具中，镶件作圆环状设置，在模具打开时，由旋转设有流道系统的镶件来切断塑件的浇口。成型手表表面背面的镶件 a 和成型手表表面正面的镶件 b 分别装配在滑块 c 和 d 中，且由螺栓 e 紧靠流道板 f 和主流道衬套。因为流道板 f 和主流道衬套 i 是与镶件 a 和 b 部分措接的，以使镶件不致于松脱。

主流道衬套 i 用螺栓紧紧地固定在定模固定板 h 上，而设有分流道系统的流道板 f 装配在铜套 j 中，且可在模板 k 上旋转。在模具开模之初，流道板由 2 个扇形齿轮 l 和 m 驱动，而扇形齿轮的动作是由弯销 n 操纵的。弯销是这样设计的，在大约 60mm 的开模行程中，流道板 f 旋转约 15 度。

分流道加工在流道板 f 上，且从手表表面的背面通过一个长约 1mm 的浇口进料。图 2. 20(6)所示为浇口的断面。燕尾槽形浇口形成一个成锐角的刃口，因此能在大约 1 X 0. 8mm 的面积上与塑件干净利落落地断开。

当浇口断开时，为了防止手表表面旋转，如果需要的话，可以在型芯上设一小平面或几个点止转，同时也可作为识别型腔的标记。

为了使手表表面上没有可见的顶出痕迹，手表表面是由旋转运动顶离型芯的。在流道板 f 旋转 15 度后，设在流道板边缘的凸起(见图 2. 20 —(5)断面 III—III)，在手表表面下滑动，把手表表面顶离型芯，使它可以落—F。

流道系统采用通常的方式顶出，在开模行程的最后，驱动推杆 p 实现顶出动作。

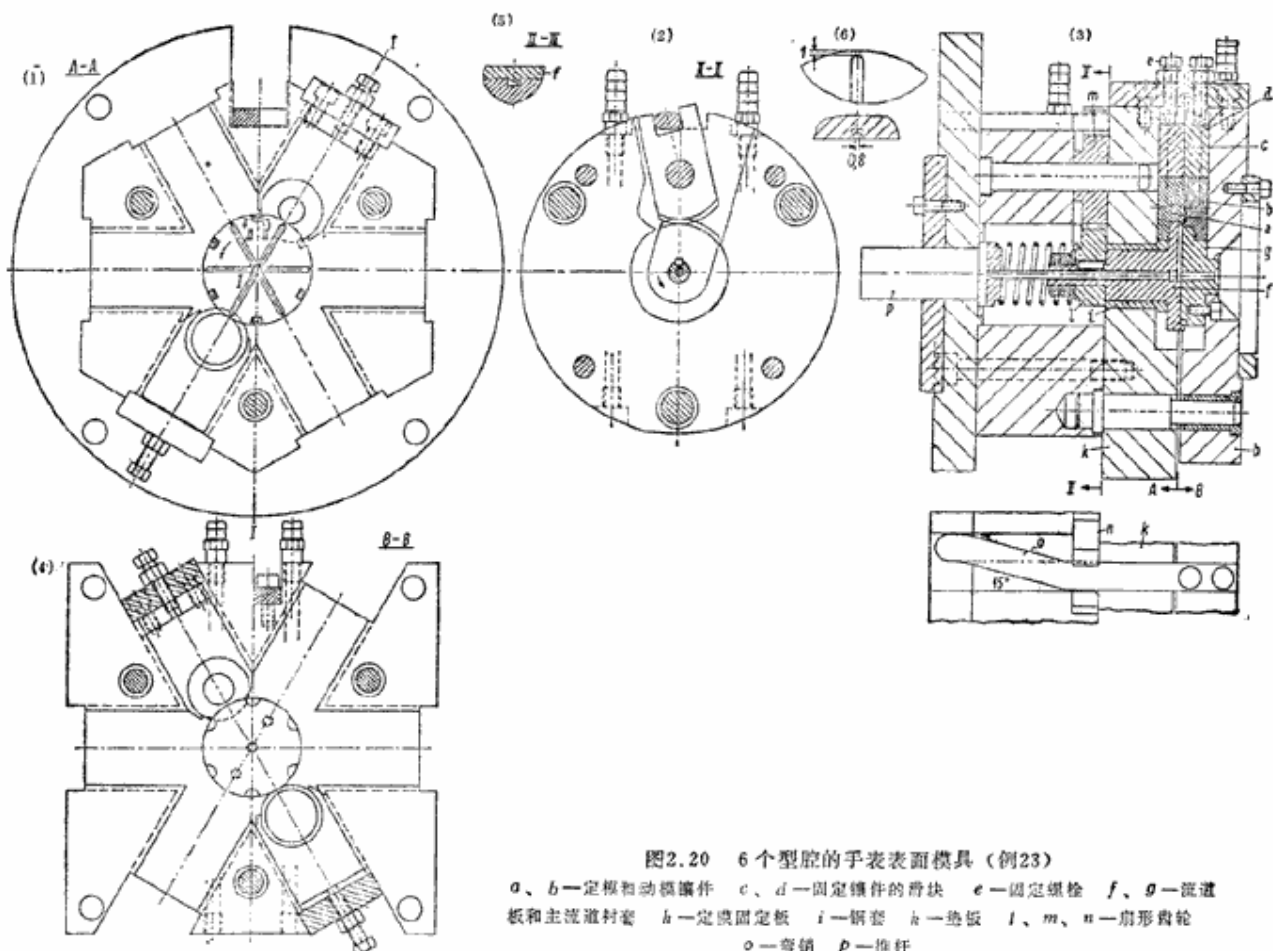


图2.20 6个型腔的手表表面模具(例23)

a、b—定模和动模镶件 c、d—固定镶件的滑块 e—固定螺栓 f、g—流道板和主流道衬套 h—定模固定板 i—铜套 j—垫板 l、m、n—扇形齿轮 o—弯销 p—推杆

2.5 绝热主流道衬套

对于在单型腔模具中生产较大型的塑件，使用所谓绝热主流道衬套已十分成功。对于绝热主流道衬套的模具来说，注射成型机的喷嘴通向绝热主流道衬套中圆锥形的通道，使塑料熔体由那里通过一个直径大约为1~1.5mm的浇口流入型腔。当喷嘴从模具小退回时，由圆锥形通道所形成的粗大的主流道，由一个凹槽将它留在喷嘴上，阻粗大的主流道凝料必须用手或用适当的工具除去。主流道凝料能回到注射成型机里，并被再加工。

边种操作方式对喷嘴要求良好的检查方法，对于所有的注射成型机来说，情况不总是这样的。特别是机器要能很好地适应这一工艺方法，即在每次注射后，注射装置能从模具退回，这样能容易地看到喷嘴。更有用的工艺方法是在喷嘴上保留部分固化的主流道，且能通过仍然处于流动状态的主流道芯部进行注射。然而，如果由于塑件的壁很厚，需要施加很长时间的保压压力，这一方法会由于主流道完全固化而不能使用。

困难的是确定绝热主流道衬套的尺寸，流道中心要保持流动状态，但主流道衬套不能太热，否则塑件在浇口附近就不能得到光滑的表面。对于这种形式的操作来说，喷嘴退回约10mm当然也是可能的。为了不从主流道散热太多，这也是必要的。用大约1mm的空气间隙，局部地隔绝主流道衬套和冷的模座也是有用的。然而，当主流道衬套成型塑件表面的一部分时，在这区域应注意确保精确地装配到型腔壁上的衬套具有适当的冷却。

另一措施是在喷嘴里插入一铜探针，以确保主流道芯部保持流动状态。铜探针一方面确保主流道牢固地附着在喷嘴上，另一方面确保热量通过铜的热传导由被加热的喷嘴传导到主流道。铜探针应这样设计：在探针和主流道衬套壁之间具有约1~1.5mm的间隙。此外，应设一个约3mm~横向孔，以允许插入一根银色钢测杆以使探针旋入喷嘴。在钢探针周围固化的一层塑料绝热层大大有助于保持铜探针内侧的熔体尽可能长时间的处于流动状态。这一工艺方法对尼龙(PA)是不适用的，因为它的固化点太高。

对于绝热主流道衬套的正常操作来说，在主流道衬套周围的型腔板的急剧冷却是起决定性作用的。

例 24 带 3 个浇口的热主流道衬套

生产一个具有漏斗形底、高约230mm、小直径约为60mm和大直径约为127mm的近似圆柱形的容器，模具型腔是加工成整体式的。型芯也是整体车削成的，还有一个大尺寸的底座，然后装配在精确磨削的圆锥形支座上(图25/1)。鉴于塑件生产量比较少，在型腔和型芯周围的轴线方向对称地设置了喷流式冷却通道，相信这种设置是令人满意的。浇口通常设在塑件底部的中心。然而，该塑件在这位置有一直径仅为12mm的圆柱形槽。在圆柱形槽底部设浇口，无疑会使模具这部分太热，而需要提供足够的冷却，采取这种措施会使塑件价格过高。因此，采用一种新颖的设计：利用在圆柱形槽上部边缘的圆周设3个点浇口的加热主流道衬套。这样浇口区的过热现象就被避免了。

这种加热主流道衬套是极好的，它由3个精确加工的零件装配组成，相互间的配合能防止任何轴向和径向的漏料，中心零件设计为由一个管形加热器进行内加热。中心零件的末端(如在热流道系统中也称为鱼雷体或探针)和主流道衬套相应的部分选用了有良好的流动和热传递性能的设计。图2.22所示为主流道衬套电火花加工所用的铜电极及石蜡铸造的衬套的端头。这一设计原理被成功地用于生产中。三股熔体流在容器底面已很好熔合，事实证明沿容器圆柱形侧壁将会看到长的熔接痕这一担心是不必要的。

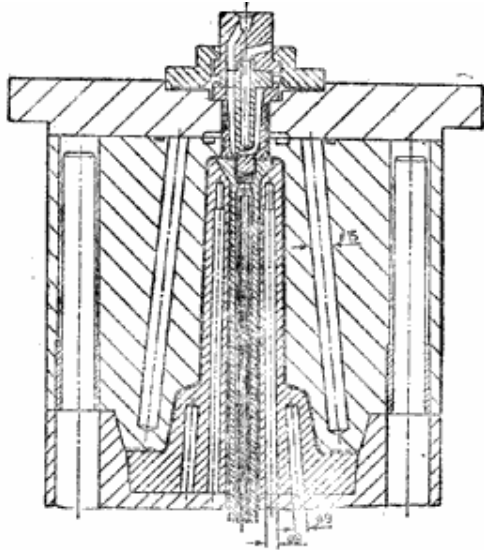


图 2.21 用 3 个点浇口生产一个容器所使用的注射模具的主流道衬套 (例 24)
注流道衬套
模具制造者: Sydsvenska Verktygs AB, Helsingborg Sweden.

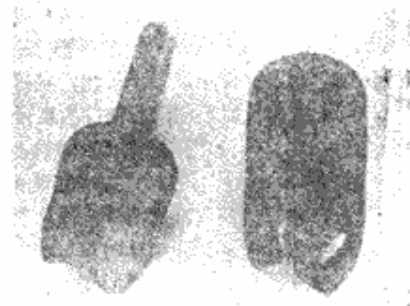


图 2.22 用于生产带 3 个点浇口的主流道衬套内腔的铜电极 (右图) 和石蜡铸造的主流道衬套

图 2.2 用于生产带 3 个点浇口的主流道衬套内腔的铜电极 (右图) 和石蜡铸造的主流道衬套

2. 6 绝热分流道系统

例 25 成型 PE 塑料盖的 6 个型腔的绝热分流道模具

对于多型腔模具来说，延长绝热主流道衬套以形成绝热分流道系统的设想是很自然的。可以看到即使在不加热的长的分流道系统中，塑料熔体也足以能保持流动状态，至少在分流道芯都保持流动状态以允许反复注射，正如绝热主流道衬套那样，即使设置分流道系统的模板是被冷却的。因为在分流道通道表面的固化层为分流道内部流动状态的芯层提供了良好的绝热。

当然，分流道的整个断面在一轮班结束时，或在长时间停机后迟早会固化，因此必须保证能容易地清除固化了的流道系统。实现这一点最简单的办法是把流道系统设在注射模具的这个分型面上，这个分型面通常保持闭合状态，但需要时可以容易地打开，以清除固化了的流道系统。

已有证明绝热分流道系统特别适用于 PE 烯塑料。然而 PS 和所有软化温度范围宽的热塑性树脂都可以利用这一工艺方法成型加工。与带有加热分流道系统的热流道模具相比，这样的模具设计是相当简单的，且比加工冷流道系统自动切断浇口的三板和四板模要便宜。模具也不需要有如三板或四板模那样大的模具安装高度或开模行程，因为省去了又一个分型面的开模行程。

因此，适用于大批量全自动生产塑件的场合，具有最经济和无任何塑料原料损耗的优点：例 25 描述 PE 密封盖的 6 个型腔的绝热分流道的注射模具(图 2. 23)。密封盖的内侧有一卷边，以嵌入容器的凹槽里起密封作用，同时把盖子扣在容器上。为了确保塑料盖良好的密封性能，还设置了具有 2 个密封唇的内环。这些难以脱模的侧凹需要采取特殊的措施来确保适当的顶出。这些侧凹是加工在一个环状型芯 a 上的，在开始顶出时，型芯 a 有一定量(大约 8mm)的位移，然后停动。为了使盖子的内环首先从型芯 b 上脱模，这样的设计是必要的，当继续顶出时，密封唇就能从环状型芯 a 上脱模。如果在顶出时，环状型芯不能移动，则密封唇将被切断。顶出是由锥管 c 和脱模板 d 完成的，脱模板 d—仁装有镶件 e，是用以顶出设在环状型芯上的密封盖内侧卷边的。型腔镶件 f 用来成型密封盖的外表面，且分别由环形通道冷却。型腔镶件设有立式分流道，在立式分流道里塑料熔体保持流动状态的时间足够长，以允许通过直径为 $\phi. 6 \sim 0.8\text{mm}$ 的小浇口反复注射。为了确保小浇口不凝固，应这样设计浇口：在朝密封盖的方向带有约 10° 的锥角，且浇口的长度不应大于浇口的直径。型腔镶件要求使用韧钢，因为如果使用表面淬火的钢，浇口周围很薄的壁会有破裂的危险。如果在塑件上允许有圆形的镶件拼合缝，把立式分流道设在单独的镶件上是实用的，因为要考虑到经过一定时间，在充模期间很高的流动速率将使浇口冲蚀。不用说，更换立式分流道镶件要比更换成型塑件的整体式镶件简单得多。

特别是一些精雕细刻的矩形镶件，推荐使用单独的立式分流道镶件。这样的设计还具有下列优点：可以采用空气隔层使立式分流道衬套和型腔镶件绝热，这样立式分流道可以保持比型腔镶件更高的温度。

立式分流道和加工在镶件固定板 s 和定模固定板 h 之间的流道系统相通。分流道的直径取决于成型周期

响间。如果可能的话，为了避免分流道芯部塑料熔体过早固化、流道直径不应小于1G—18mm。

在长时间中断生产后，流道自然会冷却和固化，此时就不可能再进行注射了。于是，模具必须在流道分型面处打开，清除固化了的流道系统凝料。在某些情况下，如在一轮班开始的第一次注射后，因为模板必须首先达到一定温度，才能无故障地操作，这多半是不是避免的。

为了能容易地清除流道系统凝料，设置了4块连接块k，用柱头螺栓i拧在镶件固定板g上。通常这些连接块是固定在定模固定板h上的，开模期间，流道分型面保持闭合状态。如果要清除流道系统凝料，在模具闭合时，把连接块固定在定模固定板上的螺栓松开，而把连接块固定到模板d上。这时如果开模，流道分型面就打开了，并能清除固化了的流道系统凝料。

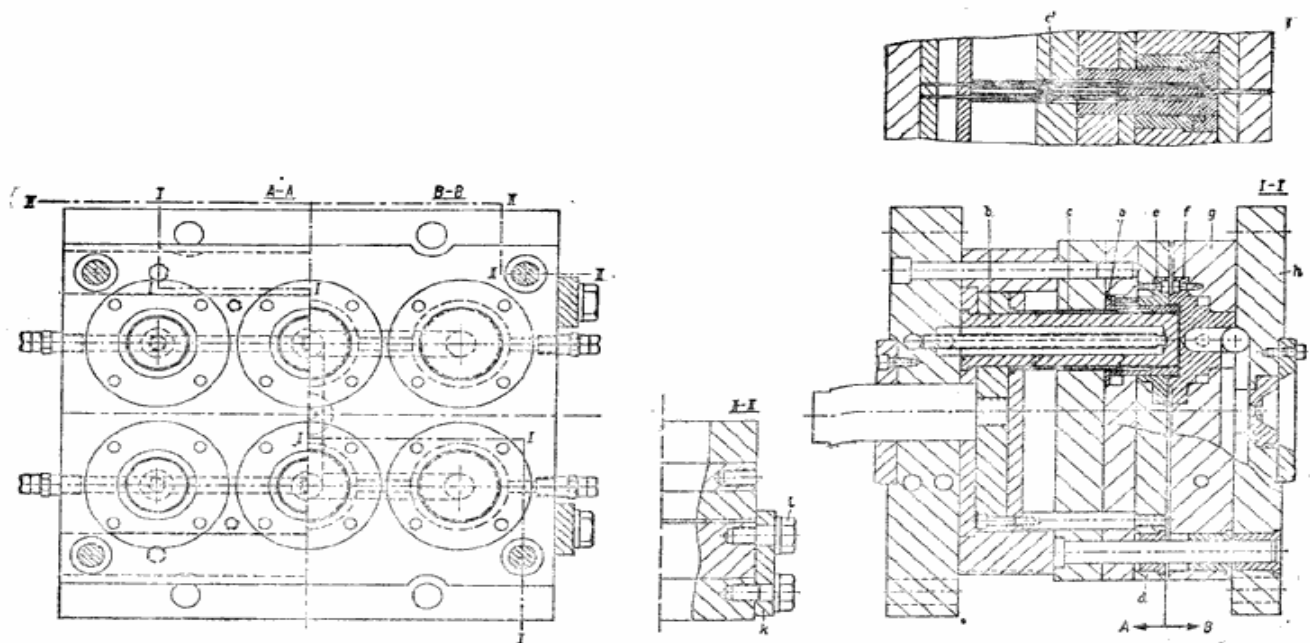


图2.23 6个型腔的有搭扣的PE盖绝热分流道模具（例25）
a—环状型芯 b—型芯 c—推管 d—卸料板 e、f—镶件 g—流
件固定板 h—定模固定板 i—柱头螺栓 k—连接块

2.7 热流道模具

使用热流道模具注射成型具有显著的优点。其主要价值在于无流道系统凝料而节省了原料。热流道系统实质上是机器喷嘴的延伸，通过这样的延伸，塑料熔体直接进入了型腔。对于具有相同重量的塑件来说，塑化的塑料量要比冷流道模具少，因为冷流道模具还需充满流道系统所需的塑料量。所需的预塑时间短，因此总的成型周期时间也相应地缩短而导致机器生产率的提高。热流道模具特别适用于多型腔模具、小型塑件的模具以及可以不用重新粉碎回用流道凝料的承受高负荷的优质塑料的模具。热流道模具成型加工上和经济上的优点经常可由改造冷流道模具而获得，即使由于模具设计上的原因而不能取消全部的流道系统。然而，一般来说仍可以节省大量的时间和原料。

虽然这些优点为热流道模具的使用作了很好的说明，但是使用热流道模具通常会碰到一定的困难和问题。而且使用热流道模具需要有附加的温度控制器和加热系统。下面讨论正确设计热流道模具的一些一般规则。

热平衡的考虑(1)

热流道模具——不注意所使用的热流道系统——遇到的最普通的问题是由于不适当的热平衡造成的。这一不足可能是很多不同因素的结果。

例如，用绕制的加热元件的外加热热流道喷嘴的问题可能是热传递表面太小而导致热流道系统彻底的失败。当使用管形加热器时，如果没有适当的支座，可能出现同样的问题。在这种情况下，管形加热器和安放管形加热器孔间的空气间隙的绝热作用一方面可能导致在管形加热器里热量的积聚，另一方面至少引起局部不合理的加热，即使加热功率已正确决定了。在管形加热器里热量的积聚通常引起管形加热器过早失效，即缩短了管形加热器的使用寿命。现已证明把管形加热元件嵌入在加工粗糙的通道中放入的热传导粘接剂中是-1·分成功的。因为根据热流道板的布置，这些管形加热元件能分别地适应局部的加热要求，在许多情况下，

它们能有助于改善热平衡。当采用合理的工艺规程时，即

- 避免在热传导粘结剂中夹带空气
- 管形加热元件和安放管形加热元件通道的全部表面用热传递粘结剂涂覆
- 对于处理热传递粘结剂，要遵守制造厂的操作规程

这样，管形加热元件的使用寿命就会延长，对失效的敏感度也会减小。由于热传递粘结剂的脆性和破碎的可能性，管形加热元件的通道必须覆盖好。根据传热的原理(见下文)，最好用光亮的冷轧铝板或抛光的铝板固定在热流道板上来达到这一目的。

对于热流道板上均一的热平衡的要求主要包括尽可能没有局部的温差，因为当探针(鱼雷体)是由热流道系统间接加热时，在探针尖端处温度相同是一个必要的前提。热流道板尽可能没有温度波动则必须

- 大部分垫块应尽可能高
- 热损失应尽可能少
- 温度应是可控的。

为了决定热流道模具的加热容量，已证明热流道板加热容量根据 $150 \sim 300\text{W}$ / s 的比值其结果是成功的。尤其应该注意单位加热容量太高(热流道板加热容量 $\sim 300\text{W} / \text{ks}$) 能使热流道板产生大而不良的温度波动。为了控制热流道板的温度，推荐使用在开始运转时降低功率输出的准连续控制器。然而，必须考虑到，如果不同时设法使热损失尽可能小，即使灵敏度最好的温度控制器，也不能校正热平衡的问题。

例如，在 4 个喷嘴的热流道模具中，因为烟道效应(图 2. 24)造成的对流热损失的结果，测得 $60 \sim \text{C}(!)$ 以内的温差。尽管用其它方法正确地设计热流道系统，也不可能按照技术要求连续生产塑件。覆盖模具的敞开部分，能容易地消除烟道效应。这一措施致使温差显著减小。

根据热传递定律，通过简单实用的措施，能比较容易达到温度均一的目的。在热流道板和模板之间的温差可以达到 $300 \sim \text{C}$ 。由于辐射而或多或少损失一些热量主要取决于钢材表面的类型。这是确实的，特别是带有回火色的表面或者钢的表面略微生锈则更是如此。

为了使这些损失极少，推荐用光轧铝板或抛光的铝板固定在热流道板表面上的办法(图 2. 25，曲线 c)。模板使用覆盖层密闭热流道板能起到补偿作用，但只是稍有改善(图 2. 25，曲线 e)。由图 2. 25 说明的情况能看出，在两个略微生锈的钢表面之间的辐射传热比铝和生锈的钢表面之间的辐射传热能大一个数量级。

此外，还由于支承垫(压力垫)和定位衬套(例 26，图 2. 30，零件 17、18)的热传导引起热损失。因为这些热损失是与接触面积成正比的，所以接触面积应尽可能小，只要支承件的压强不大于 $300\text{N} / \text{mm}^2$ 左右。支承件压强较高，就需要使用淬火钢制的支承件，因为这样高的机械负荷将导致加热探针(鱼雷体)塑性变形。现已证明为了结构简单起见，在设计中不使用定位衬套是不成功的。

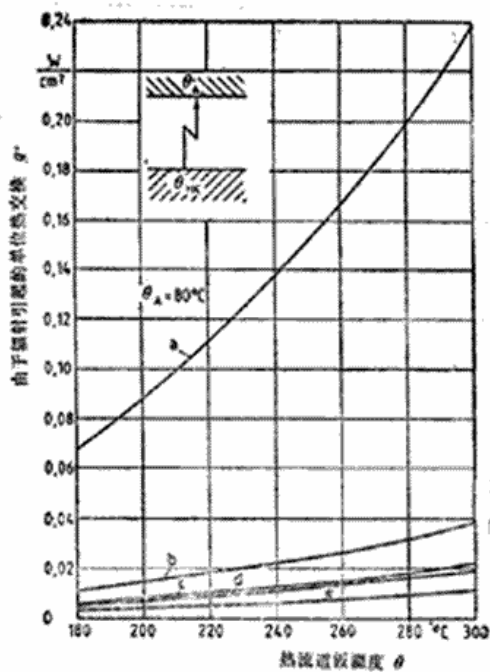


图 2.25 在热流道模具中各种材料表面由于辐射引起的热损失
a—略微生锈的钢—略微生锈的钢 b—光轧钢—光轧钢
c—铝—略微生锈的钢 d—铝—光轧钢 e—铝—铝

图 2.25

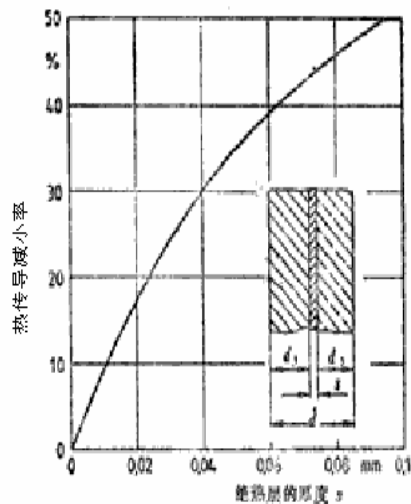


图 2.26 由于塑料渗入探针体 (d3, 材料为铜) 和定位衬套 (d1, 材料为钢) 之间的间隙 (s) 形成的绝热层而减小的热传导

图 2.26

在热流道板中，探针体、定位衬套和定位衬套座的配合总是选用 H7 / m6。电火花加工已被证明是不实用的，因为电火花加工的表面比较粗糙，且有造成熔体渗入座套的危险。

该例使用的数据如下：

$d=10\text{mm}$ ， $d_1=5\text{mm}$ ， s 、 d_3 为可变量，钢的热传导率等于 $17\text{W} / (\text{m}^{\circ}\text{K})$

传导率 α ， $31\text{W} / (\text{m}^{\circ}\text{K})$ ，铜的热传导率 $395\text{W} / (\text{m}^{\circ}\text{K})$ 。

例如 $10\mu\text{m}$ 的绝热层已使热传导减小约 10%。

热流道板的温度控制十分简单。在许多情况下，一个热电偶和温度控制器就足够了。根据下列的热传递定律，在探针端部可以达到只有几度的温度波动，因此满足了生产精密塑件的基本的先决条件。考虑到闭环控制总是优于开环控制，但应当设法尽可能少化钱而使可靠性最高。

由经验得出这一普通的结论，就是：热流道模具最常遇到的或多或少的事故的原因归因于对热损失注意不够。热损失总是造成在热流道板中所不允许的大的温差。

其结果是就塑件公差和性能而论，造成塑件质量不稳定和 / 或在成型周期中熔体固化，而导致这一系统的失败。使热损失减至最少所花的费用通常是少的，且由已叙述过的理由

可知它总是被证明不仅是必要的而且是合算的，因为即使一台程序控制注射成型机也不能补偿模具中温差或者所不允许的高幅度的温度波动的影响。

多重配合(双重配合)[1]

热流道板通常用支承垫和定位衬套固定在模具中和与模板连接。为了防止所不允许的大的变形，同时可靠地防止漏料，就密封的表面形状和定位而论，彼此需要一定的配合公差。实现这一点是使用支承垫(例 26，图 2. 30，零件 17)，又如支承垫仅和普通平面接触(例 2. 27，右图)，而不需要大量的机械加工。用平面磨床把支承垫磨至等高就可以了。有时为了热流道板的定位和配置设有两个或更多的接触面(图 2. 27 左图和图 2. 28 左图)，但实际上由于双重或多重配合引起的接触面积比率的不同，而证明这是不实用的，更刁；必说还增加了所需的加工量。接触面积比率不同(即表面压力不同)往往是多型腔模具漏料的原因，特别是在密封表面的附近，例如在探针定位衬套和浇口镶件之间。塑料熔体能挤入在热流道板和模板之间的空气间隙中，

而完全充满空气间隙。与空气相比，塑料的热传导率比较高，因此由于热损失显著增加，而引起热平衡的急剧变化。为了补偿这些热损失而升高热流道板的温度，则通常会引起塑料熔体的降解，因为超过了塑料允许的加工温度范围。除了热降解和产生的使人讨厌的气味外，还可能超过较低的毒性限度，很明显这是不允许的。

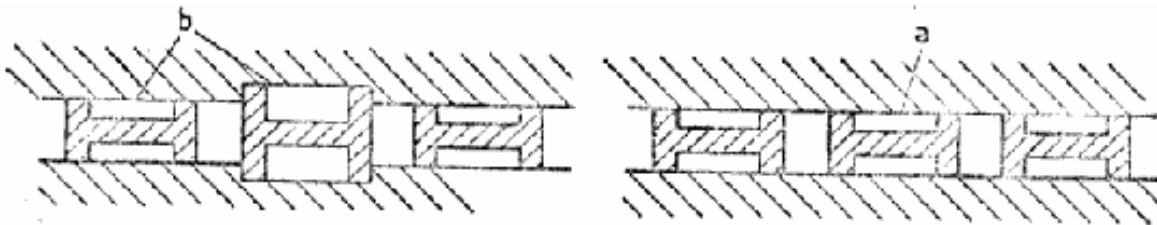


图2.27 各自具有一个和二个基准面（所谓双重配合）的良好的（右）和不良的（左）支承件设计的例图
a——一个平面 b——二个平面

图 2.27

支承垫和定位衬套应具有 0.05mm 的过盈配合。由此产生的表面压力不应超过 300N/mm^2 左右。把热膨胀也考虑进去，只要避免多重配合，就能确保可靠的密封。端塞 C1)对非主要件的设计和配合注意不够，例如热流道的端塞(例 26，图 2. 30，零件 13)，往往是漏料或当改变颜色时产生问题的原因。热流道的端塞必须满足下列要求。它们必须：

- 绝对防漏
- 没有死角
- 防转
- 是可拆卸的

图 2. 29 所示为一设计实例。端塞的密封主要靠它的端面。由定位螺钉施加必要的表面压力。端塞的圆柱面也必须提供足够的密封，由经验可知需要采取静配合。端塞的圆弧形凹槽应与毗邻流道表面相匹配，例如在装配以后借助于球铣刀以形成圆滑过渡，提供良好的流动性。务必确保密封表面的边缘没有倒角，因为这将形成滞料的凹槽。当变更颜色时，形成的死角将会带来麻烦。应考虑到用铰刀加工安装孔会由于锥形切削可能造成密封不严密或者“死角”。因此当加工固定孔时，推荐使用铰刀、弯头抛光工具或者其它类似的工具，这些工具可以实现端塞精确的配合。

含磨料和(或)腐蚀剂的成型化合物的成型加工 C1)含磨料和(或)腐蚀剂的热塑性成型化合物，例如玻璃纤维填充的 PA，一般不能在用电解铜或熟铜合金的电镀探针的热流道模具中加工，这会使探针很快磨损。然而，这些金属材料能通过化学镀硬质镍 C 2、s)而使耐磨性显著增加。镀层厚 $20 - 30\mu\text{m}$ 就足够了。

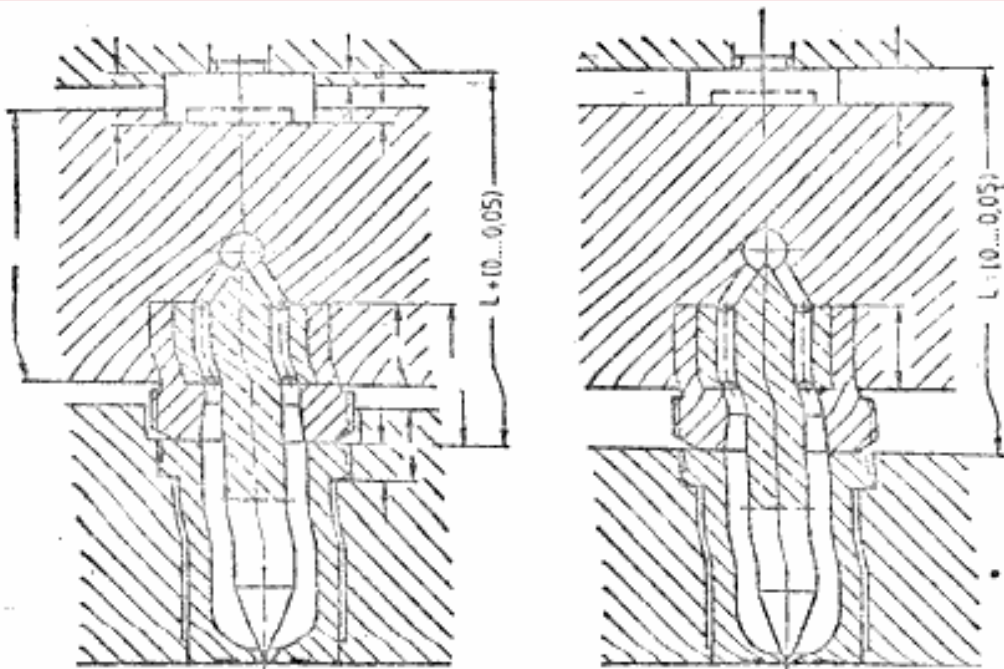


图2.28 支承热流道板的良好（右图）和不良（左图）的设计（多重配合）

图 2.28

即使加工无填料的聚丙烯，铜和铜合金的探针通常也应化学镀硬质镍，因为这将能防止和塑料熔体接触的探针表面的氧化。未镀硬质镍的探针在使用比较短的周期以后，会出现沟状磨损，这也许是在塑件上造成条纹和变色的原因，且甚至可能使热流道系统过早失效。加工热塑性含氟聚合物，因为不可能防止生成微量的侵蚀性含氟化合物，故探针以及熔体接触的所有模具表面应有镀层，以防止腐蚀。在此，也已证明化学镀硬质镍是能提供足够的表面保护的，这比使用高级合金钢、耐腐蚀钢便宜。

避免拉丝现象(1)

当加工聚缩醛共聚物时，采用流道板温度 9g 降低几度的办法可以消除拉丝现象(通常只是在浇口较大时产生)，因为当探针是由热流道板间接加热时，探针端部的温度也就随着降低了。

当加工无填料的聚丙烯时，用这个方法，不一定能避免拉丝现象。而探针长度 $/r$ 略微缩短，缩短长度为 $/\text{乙} = 0.2 \sim 1\text{mm}$ 左右，证明是有效的。通过这一措施，浇口区(被看作如同一个冷源)的热量减少了，因此通常能消除拉丝现象。当加工 PE 周期时间非常短时，影响 PE 结晶速度的原料特殊改性已被证明是有效的。

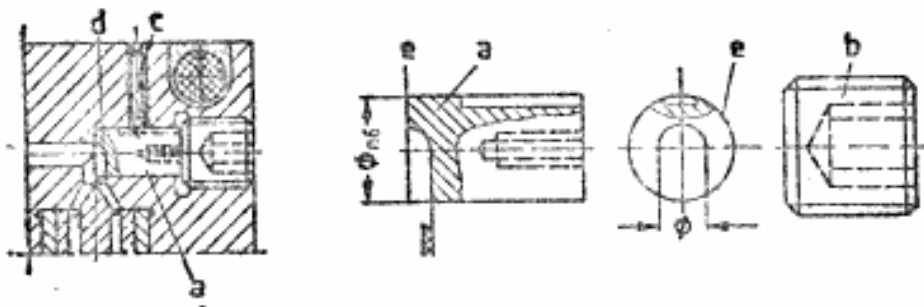


图2.29 热流道端塞两组件的设计

a—热流道端塞 b—定位螺钉 (DIN*913, 10k) c—防转定位螺钉 (DIN915)

d—在端塞上的圆弧形凹槽，在安装后与周围流道表面相配合，形成圆滑过渡

e—沿表面螺钉

图 2.29

例 26 成型聚缩醛共聚物杯的 4 个型腔的热流道模具

设计‘用于每个重 21g 的聚缩醛共聚物杯的 4 个型腔的热流道模具(图 2. 30), 选择间接加热探针 • 的热流道系统比用管形加热器 4 直接加热喷嘴探针为优。被加热的和温度可控的热流道板作为热源。热量传至探针和浇口区, 确保熔体保持流动状态。间接加热对温度控制设备要求很低。运用给定的加工条件能防止局部过热和由此引起的熔体热降解。热流道板 11 是通过支承垫 17 和定位衬套 18 把力传递到模板 1、3 上的。采用微量过盈的配合提供足够的表面压力, 以保证全系统无漏料。探针 19 的形状象挤出机中通常使用的支架或模头(在流道间的辐条具有翼型断面, 见图 2. 30-e 和 f)。与直线或探针支承辐条的性能相比, 其导致熔体流动均匀性较好。

这一热流道系统加工是比较简单的。除了它的可靠性以外, 制造费用低、对辅助设备的要求最低和加工能力稳定的主要优点使其占上风。此外, 可以用它加工许多种类的热塑性树脂。

建议读者查阅文献(1, 5)以便得到与选择探针(鱼雷体)的材料及其设计的有关资料。

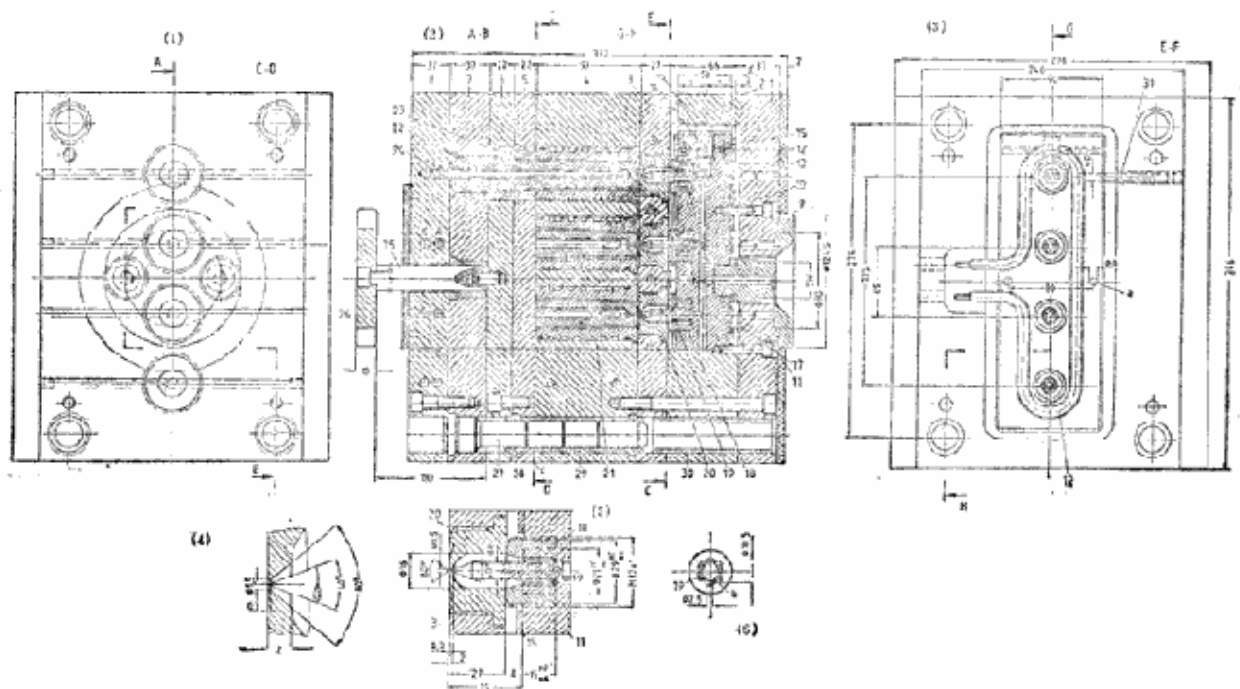


图2.30 成型聚缩醛共聚物(Hostform®)杯的4个型腔的热流道模具(例26)
1—动模固定板 2—模套固定板 3—喷嘴喷嘴板 4—喷嘴固定板 5、6—模板 7—型芯固定板
8—动模固定板 9—定位销 10—分流道喷嘴 11—热流道板 12—探针加热元件, 直径为 8.5mm,
230V/1200W, 总功率 600W, 加热长度 500mm 13—分流道喷嘴 14—定位销钉 15、16—喷嘴
板 17—夹板 18—定位销钉 19—探针(鱼雷体) 20—浇口 21—直管 22—型芯 23—喷嘴
模头 24—喷嘴固定板 25—模板 26—模板 27—导柱 28、29—导套 30—定位衬套 31—
动模板 a—热流道板和模板的固定销 b—探针固定 c—分型面 d—冷却水出口 e—冷却水入口

图 2.30

例 27 成型按钮式喷雾器盖的热流道模具

图 2. 31-(1)所设计的模具是生产 150 万件 PA 制的按钮式喷雾器盖的, 它没有回收料或不需要二次修整加工, 具有较好的经济性。模具利用带压缩弹簧针形阀的自封喷嘴的热流道板(动模固定板)13。关闭喷嘴是靠弹簧的弹力, 当注射开始时, 随着熔体压力的增大, 针形阀 17 受熔体压力而后退, 因此打开了流动通道, 熔料进入型腔。当压力降低时, 针形阀关闭了喷嘴口, 且在塑件顶出期间防止了拉丝现象。为了防止热损失, 热流道板用绝热板覆盖。BeCu 喷嘴镶件拧在热流道板上, 且由热流道板加热 BeCu 喷嘴镶件。

喷雾器盖设有一个内环, 因此需要二次顶出。当模具打开时, 在模板 4 和 5 之间的分型面打开, 同时塑件从型腔 22 中脱出。在继续的开模行程中, 当推管帽 45 被挡住后, 由于模板 5~?和 9~12 的停动, 与动模固定板 14 连接的型芯从塑件中抽出。由于模板 8 也是和模板 14 连接在一起的, 当模板 8 碰到模板 9 时, 则带动模板 9、10 和推杆 33 沿着开模方向运动, 此时弹簧销 41 退出顶杆 38 上的凹槽, 弹簧销在此之前是阻止推板 6 和 7 及 9 和 10 相对于 5、11 和 12 的运动的, 当模板 8 带动模板 6、7、9 和 10 运动时, 环形型芯 23 便从塑件中抽出, 使塑件从模具中自由坠落。推杆 38 上的第二个凹槽对弹簧销 41 的限位是确保当模具闭合

时，推板按正确的顺序复位。

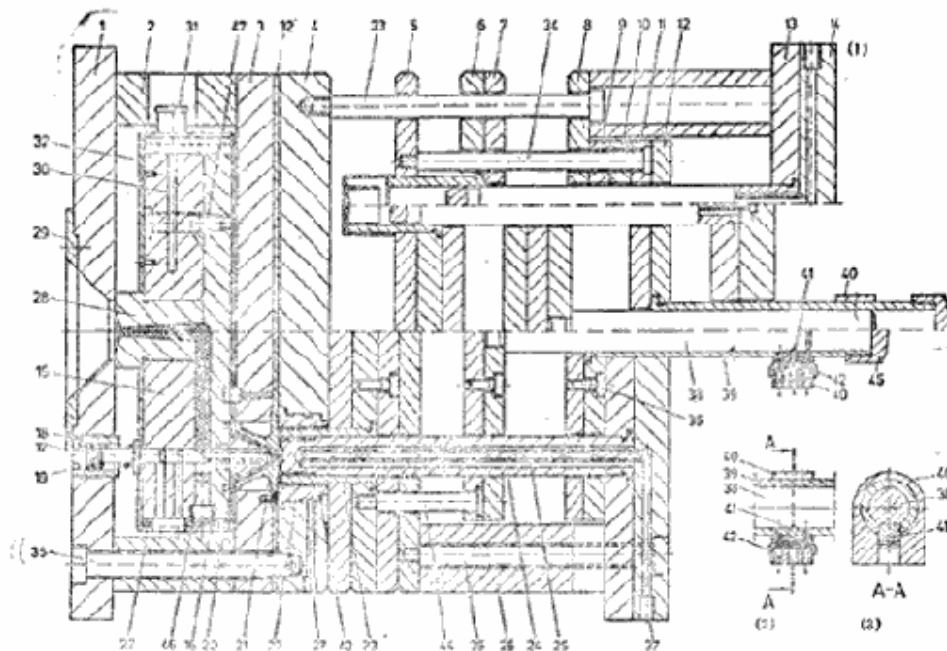


图 2.31 具有热流道板、针形阀或自锁喷嘴和二次顶出的成型按钮式喷雾器盖的注射模具 (例 27)

1—定模固定板 2—间隔圈 3—喷嘴板 4—型腔固定板 5—脱模板 6—垫板 7—环形型芯固定板 8—垫板 9、10—带动环形型芯运动的推板 11、12—实现脱模运动的推板 13、14—动模固定板 15、16—热流道板的加热板 17—自锁针形阀 18—调整螺钉 19—自锁针形阀弹簧 20—BeCu喷嘴镶件 21—绝热浇口镶件 22—设冷却通道的型腔镶件 23—环形型芯 24—设冷却通道的型芯 25—喷射式冷却水管 26—间隔圈 27—加热元件 28—主流道衬套 29—定位圈 30—热电偶孔道封 31—包加热接头 32—绝热板 33、34—隔距螺栓 35、36—连接螺栓 37—冷却水接头 38—推杆 39—推杆 40—弹簧销套 41—弹簧销 42—簧片 43—O型密封 44—隔距螺栓 45—推杆帽 46—分流道端塞 47—连接螺栓 注：推板 (9、10、11、12) 的导柱和导套未画出。

图 2.31

例 28 成型窥视镜的热流道模具

为了联结热塑性树脂的干燥机和传送机，需要使用窥视镜，图 2.32 所示设计就是成型这种窥视镜的模具。窥视镜应具有良好的透明度和能耐高达 110℃ 的温度，因此窥视镜物料选用聚碳酸酯(简称 PC)。这窥视镜的一个特征是在边缘内侧沿周围设有垂直凸缘。窥视镜通常是采用边缘进料。观察型腔如何充满而修正浇口，以确保料流前沿形成一直线，防止夹带空气，因为这将导致形成熔接痕。而这可由浇口对面开设溢料槽，通过溢料槽排出空气来解决。

然而，从靠近边缘的圆环形凸缘边缘进料将使熔料首先充满边缘部位，然后再一起流向窥视镜中心。因此，该窥视镜必须采用中心进料。

在这种情况下，可能采用的浇口有四种型式，但选择了热流道系统，因为直浇口将留下大大的浇口痕迹，且需要二次修正加工。此外，因为窥视镜的外表面需要十分光滑，塑件必须由模具定模一侧顶出，直浇口(或者在用点浇口的绝热分流道模具或三板模具的立式流道)将太长。而且，避免了直浇口所耗费的塑料量，对于透明度要求高的塑件来说，流道凝料是不能重新粉碎回收的。

带有阴螺纹的开式喷嘴 1 拧在注射成型机的料筒上。喷嘴有一个 BeCu 制的喷嘴端部 2，它和热主流道衬套的减压腔 3 相配合。设置 0C 压腔是为了当喷嘴 1 退回时，防止热主流道衬套退出。

热主流道衬套适用于总加热容量为 1000W 的管形加热器。加热容量不应太低，为了一旦需要可以得到备用的加热容量。热主流道衬套的温度由带有卡口接头的电阻式测温计⑤检测，因为这种测温计插入深度较大，所以特别适合这样的模具。传感器和固态控制器连接，固态控制器提供电功率给接受器盒 6。控制器的额定功率是 1600W。热主流道衬套的接触面积应尽可能小，为了使传给模具的热量保持在最低限度以内。绝热板 7 使物料不致渗入管形加热器处。带有一个尖头的 BeCu 喷嘴 8 拧在热主流道衬套上，BeCu 喷嘴的尖头伸至型腔，且形成一个环形浇口。这种形式的喷嘴的优点是浇口和塑件能干净利落地直接切断。具有中心小孔的普通喷嘴，经常会有一小段浇口余料留在塑件上，此外，还有这样的问题，由于普通喷嘴的浇口呈流动状态的芯部比现在这种喷嘴大，可能产生拉丝现象。通常对于热流道板喷嘴的设计，必须指出，如果可能的话，

喷嘴螺纹部分的直径应比喷嘴体大。这将能确保热流道板到喷嘴尖头更好地进行热传递。

无论什么时候总是希望得到高质量的塑件的，因此模具的温度应尽可能保持均一，且对于 PC 来说，模温必须足够高，高达 130℃。然而，由经验得知这未必总是可能的，例如，要控制模温，镶件经常妨碍最佳方案的实施，或者使得控制模温比较困难。然而，在本例中，不存在这样的问题。通过使用镶件 9 和 10 在模具动、定模两侧设置螺旋形冷却通道是可能的。

在通过热主流道衬套注射熔料，且熔料固化后，模具在分型面处打开。开模行程达 45mm 后，拉钩 11 拉着推板 12 向前运动，使推管 13 顶出窥视镜。当塑件一被顶出，拉钩由于脱模杆 14 的作用而脱开推板 12。当机器闭模时，推板 12 由四个复位杆 15 退回成型位置。

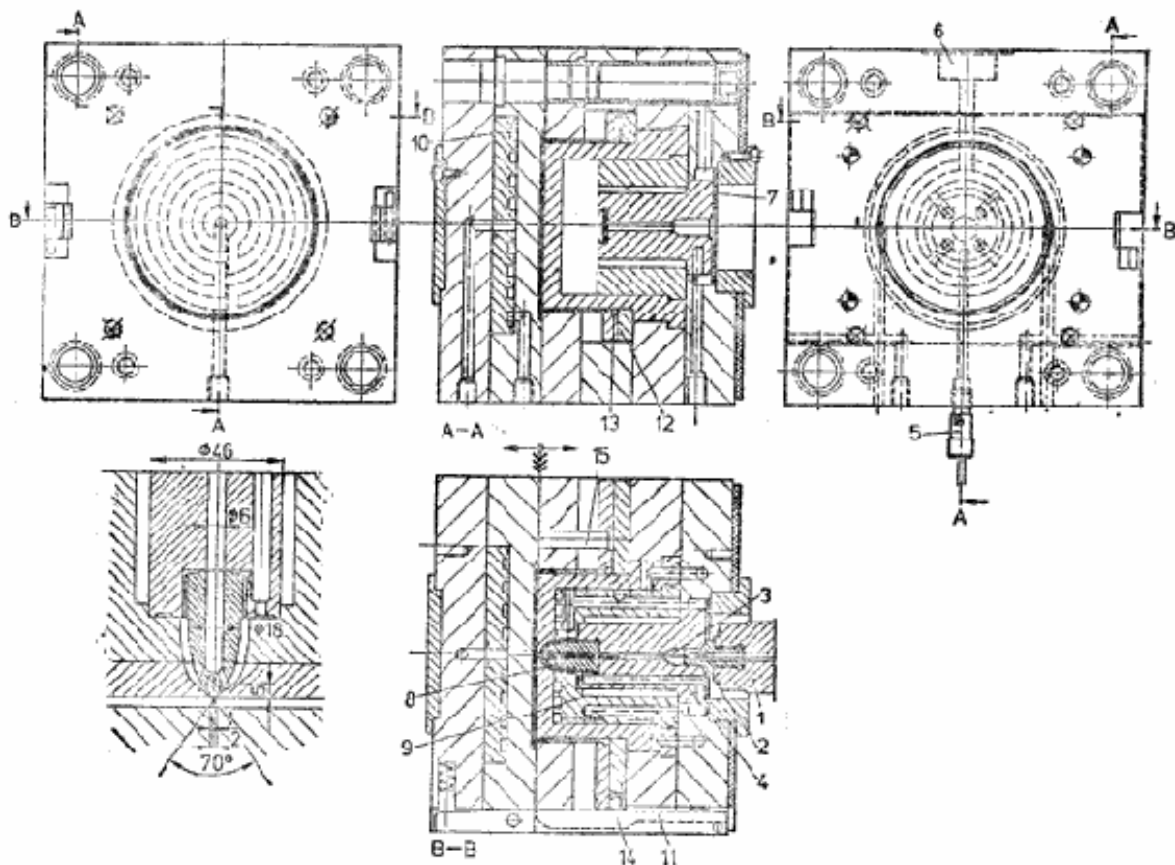


图 2.32 成型 PC 窥视镜的热流道模具 (例 26)

1—开式注射成型机喷嘴 2—BaCu 喷嘴端部 3—减压腔 4—管形加热器 5—电阻式测温计
6—接受器盒 7—绝热板 8—BaCu 喷嘴镶件 9,10—冷却用镶件 11—拉钩 12—推板
13—推管 14—脱模杆 15—复位杆

图 2.32

例 29 生产喷雾器泵用的精密塑件的 32 个型腔的热流道模具

冷流道系统的二板模(图 2. 3s —(1)和(2))被用作生产喷雾器泵(原理同活塞泵)的密封件的模具。在这副模具中，塑件和流道系统是借助于同步顶出装置 12、13 和 14、15 分别顶出的，后者是在顶出装置 12 和 13 伸出之后被驱动的，件 12 和”使塑件和隧道浇口断开。为了尽可能创造最经济的生产条件，模具设计了 32 个型腔。每个型腔单独由一个直径为 $\phi 0.8\text{mm}$ 的隧道浇口注射成型。在广泛的模具试验基础上，选择了密封件(图 2. 20)最适合的物料——LDPE，生产的密封件必须具有高精度。所有的塑件总重量为 $11.2[(=32 \times 0.35)]$ ，在这副模具中，所设计的流道系统的重量为 10.03s (图 2. 34)，塑件和流道的容积比为 1. 1: 1。为了提高生产效率，应以尽可能最低的费用和化费最少的时间重新设计模具来减少流道系统的容积和缩短周期时间，如果可能的话，使用一个适宜的热流道模具。在详细研究了各种热流道系统后，选择了利用间接加热的探针(鱼雷体)的热流道系统，其理由如下：

——简单且易改造

- 温度控制要求最低
- 所占的空间小
- 不易发生故障
- 容易维修
- 成本低

此设计如图 2. 36 一(3)和(4)所示。为了利用原有型腔，热流道板 21 设计成 H 型，它带有 8 个铜探针 22(E—CuFI, I DIN40500)。探针按 Kanisil 工艺[6]化学镀硬质镍。为了确保在现有的有限空间里探针定位衬套足够的完整性，探针体做得尽可能长(18mm)。

热流道板重 12kg，由 2 个管形加热元件 23 组成的加热回路的总加热容量为 3, 5kW。这相当于一个单位加热容量约为 \$00W / ke\$ 的热流道板。为了提供良好的热传递，管形加热元件嵌入时使用了热传导粘接剂。为了减少辐射热损失，热流道板表面用光轧铝板 24 覆盖。热流道板仅用一个温度控制器控制。

由于模具的改装，流道系统的重量减少到 4. 15s(图 2. 35)。这相当于容积减少 59%。塑件与流道的容积比变为 2. 7: 1。由于预塑时间和注射量的减少，周期时间缩短 25%是可能的。

使用热流道系统缩短了流动通道，与原设计的模具相比，压力降显著降低。并且塑件的密度增大，尺寸精度提高。如果整个模具重新设计的话则流道系统的容积可进一步减小。

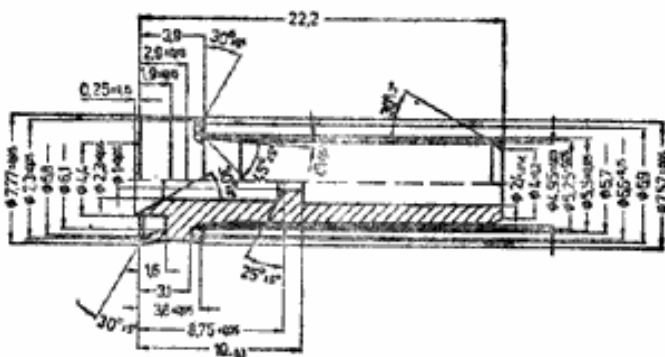


图2.33 喷雾器采用的LDPE 活塞密封件
(图纸由Calmar Albert GmbH公司提供)

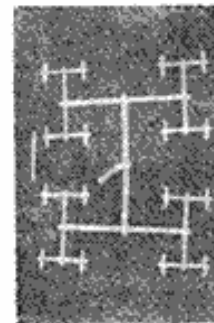


图2.34 模具改装前的流道系统



图2.35 模具改装后在热流道板喷嘴和塑件间的流道

图 2.33 2.34 2.35

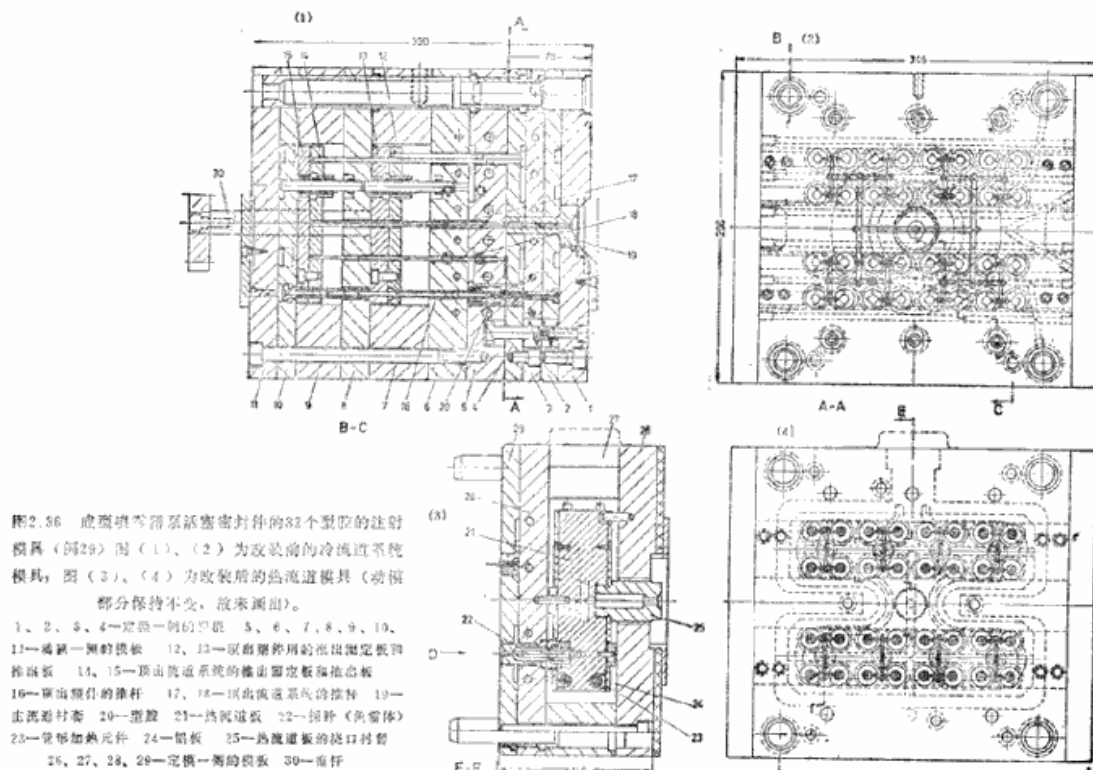


图 2.36

例 30 成型螺纹盖的自动脱螺纹的 4 个 型腔的热流道模具

注射成型螺纹盖需要 4 个型腔的模具，并且要无流道凝料。如果人们要排除浇口料重新造粒和回用的生产方式，那末只有使用热流道模具才能满足这种情况。图 2. 39 所示的模具与冷流道系统的普通三板模相比，就型芯设计而论，一点也无不同之处，设有冷却装置和自动脱螺纹装置，但该模具型芯是设置在定模一侧的。然而，熔料是通过进入热流道板 2 上的机器喷嘴 1 注射进料的。热流道板再把熔料分配至四个流道喷嘴 3。

热流道板 2 的尺寸应设计得足够大，以维持比较均一的热平衡。热流道板和模具之间为了得到一定程度的绝热，在热流道板周围设有很大的空气间隙 4。同样道理， 2 个热流道板定位环 5 的接触面积应设计得尽可能小。然后，热流道板 2 由螺栓 6 压紧浇口镶件 7 的环形端面。且由销 8 固定在适当的位置，以防止热流道板相对于定位环 5 转动。

在热流道板上的分流道 9 的形式为 H 型，使流动通道具有相同的长度。当注射机喷嘴 1 后退时，为了防止热流道板 2 的熔体流涎，在热流道板 2 上设置一个减压腔 10，以允许熔体膨胀减压。只要 BeCu 喷嘴端部 11 再次插入减压腔 10 时，熔体就被压入热流道板，其作用如同一个活塞。从而避免了流涎物料积聚的现象，面积聚的流涎物料在一个短的周期时间之后能使操作出问题。为了能干净利落地从热流道板喷嘴处切断螺纹盖的浇口，喷嘴 s 的设计是最重要的。 4 个喷嘴的尺寸和其它条件必须完全相同，为了各型腔均衡进料这是完全必要的。喷嘴 3 拧在热流道板 2 上，且伸入浇口镶件 7 的喷嘴井中，在喷嘴井里，喷嘴周围是空隙，以后会被熔料充满。喷嘴井。(图 2. 37)应尽可能接近螺纹盖的外表面 6，以使浇口台阶长度 c 尽可能短。在设计螺纹盖时，设置了一个凹陷 d，以使浇口痕迹不会凸出在成型的螺纹盖表面上。然而，设计这种形式的喷嘴，要使浇口的痕迹短小是困难的，当熔料通过喷嘴流道 e 注入型腔 / 后，塑件的冷却时间就开始了。然后，当模具打开时，浇口在它最薄弱处 c 切断。喷嘴流道 e 的流体芯部就有流涎的危险。由于用这一方法成型一个无斑点的螺纹盖是不可能的，因此应使用如图 2. 38 所设计的喷嘴。

在这个喷嘴里，流道没有钻得太深，而后分成 2 个或 3 个较小的通道{。由于设了这些较小的通道{，喷嘴端部 A 仍保持为一个整体，且始终由热的熔料包围。这样设计的喷嘴其最大的优点是：在开模时，浇口在它最薄弱点 / 处切断面没有流涎拉丝现象，因为流体芯部的断面很小。根据调节喷嘴端部的长度，能精确地确定浇口的长度。浇口甚至可以这样设计，即 BeCu 喷嘴端部延伸到塑件的表面，这样几乎可以完全避免形成浇口痕迹。

良好的温度控制是通过使用大容量的管形加热器 12 来实现的，大容量管形加热器设在热流道板中，以这样的方式对流动通道尽可能提供最均一的热传递。管形加热器的接线电缆设在通道 13 处，在模具外侧引向接线盒。热电偶插孔 1s 设在热流道板上，连接热电偶的装置设在模具框架 14 上。为了控制热流道板的温度，热电偶插孔应尽可能延伸靠近热流道板的中心，以确保稳定的温度读数。

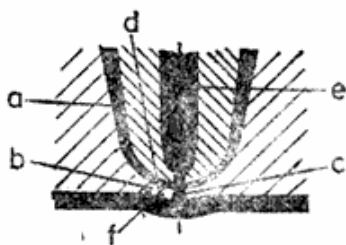


图2.37 熔体流动通道呈直通式的喷嘴

a—喷嘴井 *b*—螺纹盖外表面 *c*—浇口
d—凹陷 *e*—喷嘴流道 *f*—型腔

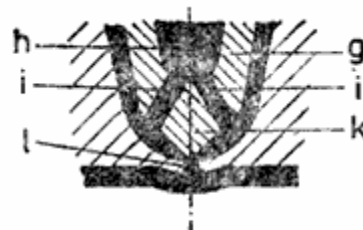


图2.38 侧向孔形成流道出口的喷嘴

g —BeCu噴嘴鑲件 h —噴嘴流道 i —側向排料通道
 k —噴嘴端部 l —澆口

图 2.37

图 2.38

在自动脱螺纹动作开始之前, 模具在第一个分型面处打开, 使螺纹盖自喷嘴 3 处干净利落地和浇口切断, 且使塑件和型腔之间的一定量的应力也松弛了, 因此使自动脱螺纹变得非常容易。这一开模行程可以很短, 由安装在模具上的一个开关限位。在模具第一个分型面打开这很短的一段行程以后, 螺纹型芯 16 被拧松了。于是动模一侧进一步打开, 直到拉钩 17 碰脱模板 18, 且拉着脱模板向前运动。这一行程使螺纹盖从它们的型芯上顶出。然后, 脱模杆 19 使拉钩 17 脱开脱模板, 且由限位螺栓 20 进一步阻止脱模板运动, 模具继续开模直至完全打开, 螺纹型芯反转至成型位置。现在模具可以闭合以开始下一个周期的操作。

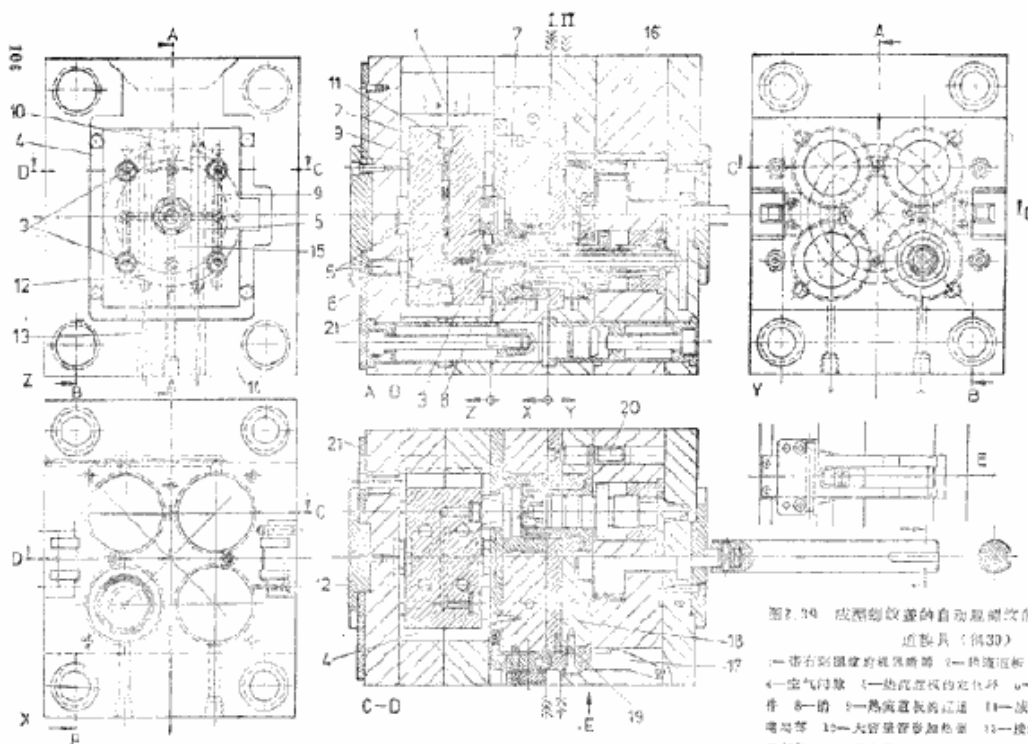


图 2.34 成捆捆放叠的自动捆捆机的 4 个叠层的捆放
道板具 (例 3D)

①—雷石爾溫度的經度商 ②—熱流直徑 ③— H_2O 的沸點 ④—空氣門隙 ⑤—熱度直徑的定化率 ⑥—製件 ⑦—虎口噴件 ⑧—噴 ⑨—熱度直徑的定化率 ⑩—減低器 ⑪— H_2O 的沸點 ⑫—大質量容器的熱度 ⑬—接線電度減低 ⑭—熱度直徑 ⑮—熱度直徑 ⑯—熱度直徑 ⑰—得熱 ⑱—熱度直徑 ⑲—熱度直徑 ⑳—熱度直徑 ㉑—熱度直徑

图 2.39

例 31 用侧浇口的 HDPE 猎枪子弹壳的密集型 24 个型腔的模具

要经济地生产小型注射成型塑件，通常是使用多型腔模具。但是型腔数越多，流道系统的分支就越多，流道系统就越复杂，且这样的模具加工也越困难。各型腔均衡进料——是使所有塑件具有理想的质量一致的前提——要求在分流道中熔体流动条件一致，即：尽管为了在尽可能短的时间内顶出已固化了的塑件和流道系统，熔体必须在模内冷却，但也不必对流道系统进行急剧冷却，以致使熔体在通往型腔的途中就固化了。

在一个周期中，生产大量小型塑件所需的流道系统往往和塑件的重量一样。为了充分利用原材料，流道系统可以重新粉碎回用。但对于精密塑件和承受高负荷的塑件，则情况不是这样，这些冷料意味着是损耗了原材料。不论是由于损耗原材料而降低了实际的注射容量，还是由于重新粉碎冷料和运送这些冷料到机台所需的投资和能耗费用，哪一种情况都会增加额外的费用。

节省这些原料的费用，而且又具有无故障的熔体输送系统的想法，导致开发设计了把熔体分配到各型腔的特别优越的一种系统。这一系统·就是在本例用于生产 HDPE 猎枪子弹壳(图 2. 40)的密集型 24 个型腔模具(图 2. 41)中所示的。

在注射成型机喷嘴和浇口之间熔体温度控制恒定，对实现无流道注射成型使用熔体输送系统是必不可少的基础条件。这是通过使用 BeCu 作为热流道板 23 的材料和喷嘴使用了铸封式加热器来保证的。铸封式加热器是由压力铸造工艺方法生产的，这一工艺方法保证大容量管形加热元件和合金材料之间完全接触，因此确保加热元件至喷嘴材料之间能实现理想的热传递。BeCu 的高导热率使得熔体输送热流道板 23 的加热成为多余的了。熔体由附加的铸封式加热器加热就足够了。

设计紧凑的铸封式加热器使熔体到浇口小孔处的热传递良好。在这一范围内对于流出的熔体可使用大的截面，因此流动的熔体所受的剪切力就较小。聚集在铸封式加热器尖端周围的熔体提供了良好的绝热条件，在热流道板周围的空气间隙和具有最小接触面积的高强度钢材的隔距圈 26 也提供了良好的绝热条件。这导致熔体温度比通常的温度也许低几度。避免了在浇口处的热伤。与隧道式(潜伏式)浇口相比，图 2. 41 一(5)所示的边缘进料系统允许冷却时间缩短 15—20%。熔体在浇口小孔处固化，这样在顶出时避免了流涎拉丝现象，在模具打开时，塑件留在动模，足以使固化了的浇口和塑件断开。在图 2. 40 中，浇口设在于弹壳底部的外缘，两条内筋之间，浇口痕迹勉强能看到。

在下一注射期间，固化了的浇口被压入型腔芯部，因为浇口的尺寸很小，可被流动着的熔体再次完全熔化，因此不会影响塑件的质量。

所用的材料良好的热传导率和两个喷嘴向 4 个型腔供料的紧凑的设计，对整个系统提供了均一的温度，整个系统也只需要一个热电偶，设在某一铸封式加热器和熔体输送热流道板之间的界面处，来控制整个加热区。模具使用连续式数字控制器提供一种自动的“柔性启动”，它向加热器先提供 50%的额定功率使温度达到 100%，然后再向加热器提供全部的额定功率。模具还设有一个联合告警装置，在与温度设定值有 $\pm 9^{\circ}\text{C}$ 的偏差时起作用，自动切断整个加热环路，以防止熔体加热。

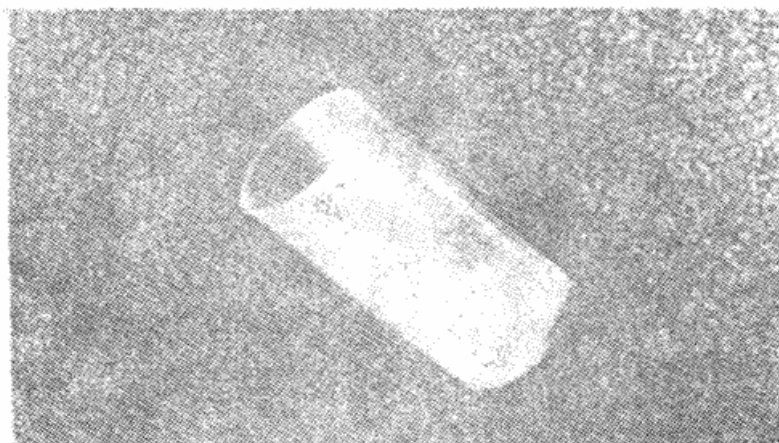


图 2. 40 侧进料的 HDPE 12-口径猎枪子弹壳

例 32 成型高强度聚缩醛树脂共聚物滑雪履紧固件的 4 个型腔的热流道模具在过去的五年中，滑雪履紧固件经历了一个快速发展的过程，产生了一个到目前为止还不完善的改变，整个紧固件由使用金属(铸铝、钢)改为使用高强度的工程塑料。

根据以前的规范，塑件必须满足相当高的质量要求。

原来，塑料只是应用于倾斜的滑雪履紧固件的功能零件，如开关紧固件的凸轮。现在用塑料制作的零件包括外壳部件，还包括必须承受所有力的内部功能件。图 2. 42 所示的滑雪履紧固件就是一个典型的例子。

根据初步的试验，选择了 4 个型腔、型腔是三面拼合的模具来生产紧固件尾部的零件。一模生产 4 件满足了经济性的要求，且塑件是高质量的。在长期生产中，只要在最佳加工工艺参数的条件下，就能实现尺寸程度(精密注射成型塑件所要求的)和强度(刚度和韧性)方面的高质量要求。

由于不满意普通流道模具的生产率，故对模具利用热流道系统的可能性进行了调查(图 2. 43)。使用热流道系统就可能省去重约 50z 的流道系统的冷料。对于重约 258s 的塑件来说，原料可节省约 20%。回用重新粉碎的流道凝料生产这些零件是不可能的，因为滑雪履紧固件是作为人和滑雪履之间的连接件，这意味着是保证安全的功能部件。

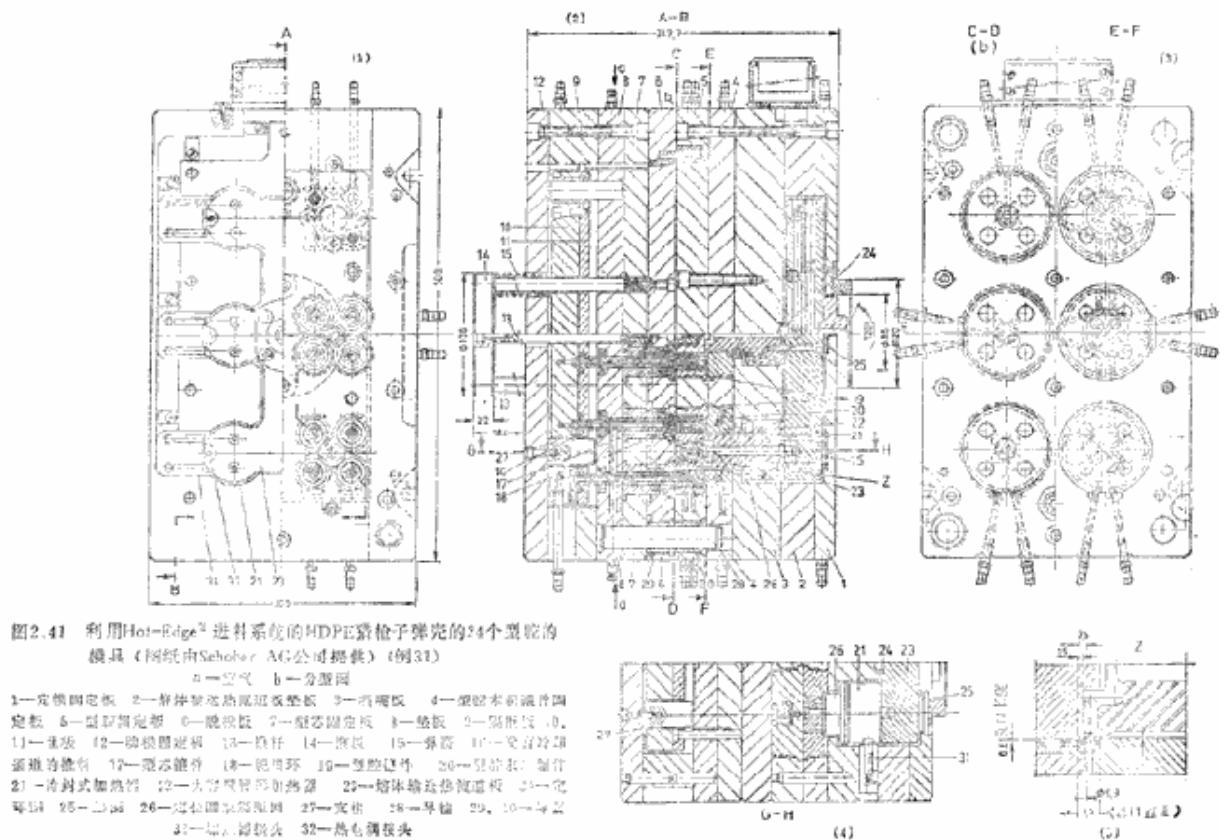


图 2.41



图2.42 滑雪展紧固件。在前面的是紧固件的外壳零件（照片由Salomon 公司提供）

图 2.42

根据塑件要满足的严格要求，不仅必须特别注意保持最佳机器工艺参数，而且必须特别注意模具的热平衡。这意味着：

- 热流道板和探针尖端的温度差应尽可能小
- 所有型腔应有最佳和均一的温度控制

所选择的系统利用间接加热的探针(4、7)(还可参看例 26 和 29)。根据它的基本设计，这一系统保证维持热流道板很均一的温度。为了排除通常被忽视的管形加热器不发热端对探针周围区域很微小的影响，推荐图 2.43 一(3)和(4)所示的设计，对每个浇口提供相同的热量。探针的温度几乎相等，因此保证了多型腔模具中各型腔的均衡进料。这系统的这一特点是生产高质量注射成型塑件的一个基本的先决条件。适合于保持精密的尺寸和重量偏差，特别是塑件的力学性能。

热流道板 13 的加热系统仅由一点(热电偶 16)控制。热流道板的单位加热容量大约是 220W / kg 管形加热元件 15 用热传导粘接剂埋入热流道板 13 中。为了减少由于辐射造成的热损失，热流道板用光亮的铝板 14 覆盖。4 个探针 10 用铜(E—CUF371DIN40500)制成，在该模具里探针稍有改良。当模具打开时，滑块(6、7)首先分型，然后型芯被液压抽芯系统抽出。滑块、型芯和模板的温度是分别控制的。

对于普通流道模具向热 6R 道系统模具演变的趋势，可以直接通过比较两种方法的优缺点而得到证实。现已知道热流道模具保持了高质量水准，还由于减少了螺杆后退的塑时间而缩短了周期时间，而且由于较好地利用了机器的注射容量，改善了熔体的热均匀性，当塑件必须满足高质量标准时，最好是利用机器额定注射容量的 40%~70%。

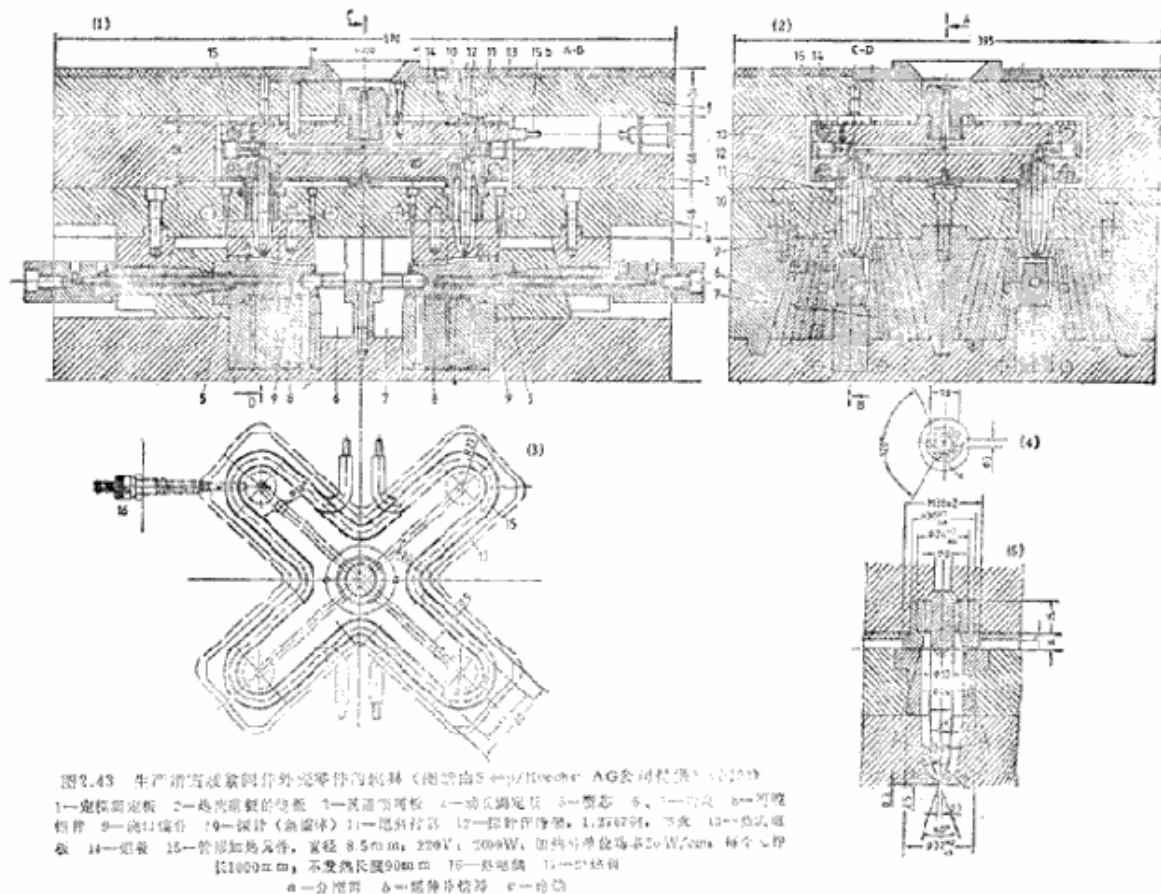


图 2.43

3 脱模系统

3.1 概述

注射成型的物料都具有一定的收缩量，即物料冷却时的体积比加热时的体积略小些。如果要求塑件有精确的尺寸，那么当确定型腔尺寸时，必须考虑这个收缩量。通常塑件是在冷却后才脱模的，由于塑料的收缩，使得注射成型的塑件包紧在型芯上。因此，为了顶出已成型的塑件就需要采取一些特殊的方法。

这些方法包括：首先是精心地抛光模具上所有与塑料熔体接触的成型表面，以及在成型零件的脱模方向上设计一定的脱模斜度。因为和塑件接触的模具表面只是偶尔才可能有少量自润滑作用，所以当模具打开或塑件脱模时，模具型腔有被刮伤或塑件产生裂纹的危险，特别是成型的物料很硬时。虽然坚硬的钢材表面用抛光的方法是很容易获得镜面光洁度的，但这是不够的，更重要的是用油石研磨、抛光模具沿脱模方向的表面，以除去表面的任何伤痕和凹陷。因为在高的注射压力作用下，即使模具型腔表面极微小的伤痕和凹陷处也会注入塑料熔体，这将妨碍塑件顺利脱模，因此只要有可能，模具成型表面应研磨。但模具成型表面的精加工要占模具总制造时间相当大的部分(见 1. 9)。

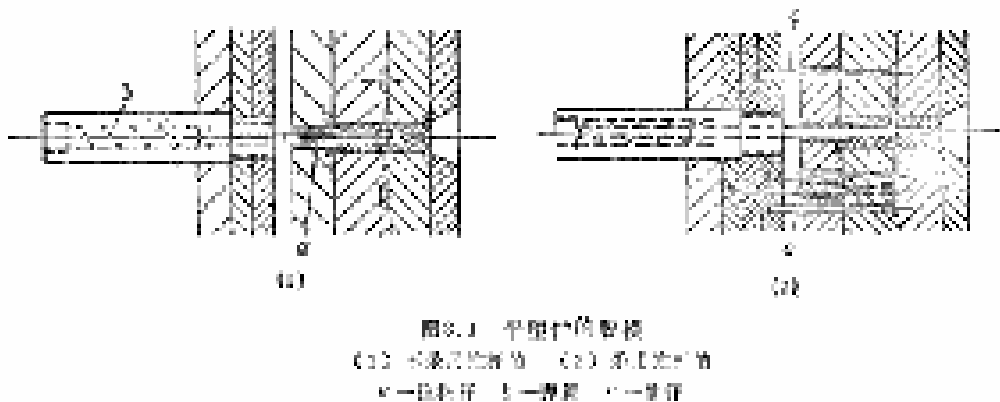


图 3.1

扁平塑件的脱模

只有十分扁平的塑件，而且它必须在脱模方向有明显的脱模斜度，可以不在塑件上设推杆，塑件也能脱模。然而，这要求流道系统(主流道和塑件之间的物料流动通道)和浇口(从分流道通向型腔的小的注料口)具有足够的强度，以使用推杆从流道系统的中央顶出塑件。即使在流道 L 有近似 $1.5 \sim 2$ 的脱模斜度，主流道凝料仍会比较牢固地粘附在主流道衬套内，因此拉料杆总是需要的。为了确保将主流道凝料从定模上的主流道衬套中拉出，应在主流道正对面的动模上，设置 1 个深度约为 $4 \sim 5\text{mm}$ 的冷料井。开模时，设有沟槽或倒锥的冷料井使主流道凝料留在动模上。拉料杆设在冷料井的延伸部分，当机器上的推杆驱动模具的脱模机构时，拉料杆把流道系统和与流道系统连在一起的塑件顶出。为了确保分流道从模具中顶出，在拉料杆的台肩处放一弹簧是可取的(如图 3.1 所示)，这样，在主流道侧凹顶出后，由延长了的拉料杆保证了正常的顶出。如果扁平塑件的外表面脱模斜度很小或者塑件上有孔，那末必须在塑件上设置推杆(图 3.1—(2))。推杆的直径和数量取决于在脱模方向塑件的深度。一般地说，模具动模和定模之间的分型面应这样选择：要使塑件可靠地留在模具的一侧，然后由这一侧使塑件脱模。通常这一侧是模具动模一侧。然而，在特殊情况下，选择分型面使塑件可靠地留在定模上也许是合理的。在这种情况下，必须采取特殊方法，在开模过程中从定模处顶出塑件。

通常塑件会因收缩包紧在型芯上而留在型芯的那半模上。然而，只是在这种情况下才会如此，即如果相对于塑件的外表面来说，型芯具有足够的长度。就塑料容器而论，成型其内表面的型芯通常设置在动模上，因为塑料容器成型后将收缩包紧在型芯上，而成型其外表面的型腔则设置在定模上。在特殊情况下，则通过适当改变脱模斜度和表面粗糙度，使塑件比较牢固地附着在动模上。

在拿不准塑件会留在定模上还是留在动模上的情况下，可对相应的脱模装置施加弹簧力，促使塑件从定模上脱下，确保开模时塑件被定模带走而不留在定模上。弹簧行程只需 $2 \sim 31 / 1121$ 左右，因为塑件一旦从定模上脱下，它肯定会被动模带走。

深腔、中空塑件的脱模

就很深的中空塑件而论，塑件将因收缩而在型芯上包得很紧，单独使用推杆是不合适的，因为推杆很可能顶穿深腔容器的底部。在这种情况下，需要使用脱模板脱模(图 3.2)。脱模板是与整个容器的边缘接触，当推杆驱动脱模机构时，脱模板则把塑件从型芯上顶出。在定模上设置脱模板也是可能的，或者用于帮助从必须设在定模的型芯上脱下塑件，在这种情况下要有强力弹簧作用在脱模板上，或者是为了从定模上顶出由内侧进料的大型盖类塑件。

推管

在不能用脱模板脱模的容器和管形塑件上，则要使用推管脱模，图 3.3 说明了这样的一个例子。为了防止推管擦伤模具的抛光表面，因擦伤的表面将会妨碍塑件顺利脱模，所以推管的外径加工得比型腔小 $0.1 \sim 0.2\text{mm}$ ，内径比型芯大 $0.1 \sim 0.2\text{mm}$ 。这样在脱模过程中，推管移动就不会与模具型腔和型芯接触。由于推管多半是用薄壁管制成的，在淬硬过程中，使其不变形是难以做到的，故选用高强度钢和在精加工前，调喷至 $900 \sim 1000\text{N} / \text{mm}^2$ 的强度是可取的。

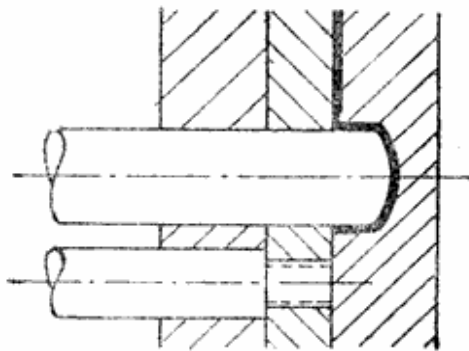


图 3.2 使用脱模板的深腔中空塑件的脱模

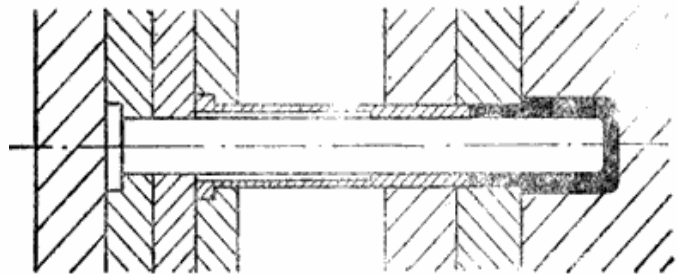


图 3.3 使用推管脱模

图 3.2

图 3.3

如果塑件除了内表面长以外，还有较长的外表面需要同时脱模，那么塑件的脱模就成为一个特殊的问题了。这样的情况如图 3.4(1)所示的塑件。解决的办法是依次脱出塑件的内、外表面。在这种场合下，型芯要能作轴向移动几毫米的行程。当推管推动塑件时，塑件最初是包紧在型芯上的，直到型芯和其台肩碰到型芯固定板时为止。在脱模过程中，外表面首先脱开。当型芯一碰到型芯固定板，型芯就停止运动，塑件则从型芯上被顶出。

图 3.4—(2)举例说明了对同样问题的不同的解决办法。与图 3.4(1)所示的方法相反，这一次型芯是固定的，而成型塑件外表面的型腔镶件是可以移动的，所以塑件首先从型芯上脱出，然后再被从型腔中顶出。如果在长的型芯内部设置冷却通道，这种设计是有利的，因为在固定的型芯中，冷却水的供水和回水比在活动的型芯上更为容易做到。

脱模增力装置

有许多塑件从模具里顶出需要很大的力。尤其是塑件的两个表面必须同时脱模，例如带有很深的筋或有许多薄的隔板的塑件，象幻灯片托架、格栅和类似的塑件。几乎总是在每一个筋或隔板上都设置薄的片状推杆，但是在试验过程中，人们发现机器的脱模力是不足以从模具中顶出塑件的。在这种情况下，即使在型腔表面很仔细地抛光和在隔板上设计较大的脱模斜度也是无济于事的，因为塑件附着在模具型腔上的力主要归因于注射压力而引起的钢材的变形，而不是归因于模具型腔的表面质量。薄的隔板的微量收缩是不足以抵消模具的变形的。塑件的隔板很可能是在几百巴的残余压力作用下。显然，在这情况下，塑件的脱出需要很大的力。但是，如果机器的脱模力不够大的话，那末这样大的脱模力从何而来呢？

最简单的解决办法是采用机械式的杠杆机构，以在模具内增加脱模行程 2~3 倍来增加脱模力。

图 3.5 所示为增大机器脱模力约一倍的杠杆机构。不言而喻，这种杠杆机构只能安装在动模固定板后面，至少是在与动模固定板垂直的方向上机器具有足够空间的场合。本来在有模具高度中央调整器的机器中或许多外国产的机器中，在动模固定板后面根本没有空间，所以在模具上带这样一套杠杆机构的附件是成问题的。

杠杆机构的结构必须具有足够的力学强度，才能传递作用在它上面的巨大的力。尤其杠杆机构连接模具动模的螺栓必须具有足够的强度，以经得住这些应力。

实际上，杠杆机构是由稍加改良的推杆 a (它以常用的方式连接在动模板上)和垫板 b(它用螺栓固定在模具上)组成。杠杆 d 由粗大的轴 c 固定在垫板上。杠杆是这样设计的，为了塑件脱模的需要，杠杆能以任意角度摇动。

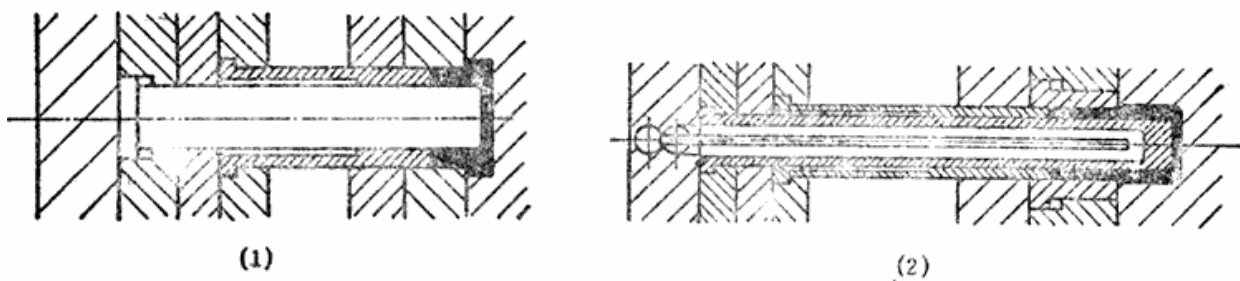


图3.4 具有长的内、外表面的塑件的脱模
(1) 型芯能作轴向位移的设计 (2) 型芯固定、型腔零件作轴向位移的设计

图 3.4

多半时间，由于推杆 a 的中心位置使得杠杆的作用点在机器中心线下面，因此必须在机器中心线下面设置作用面。在这种情况下，上述的那个作用面是在机器脱模机构上拧上一块板 e 来实现的。

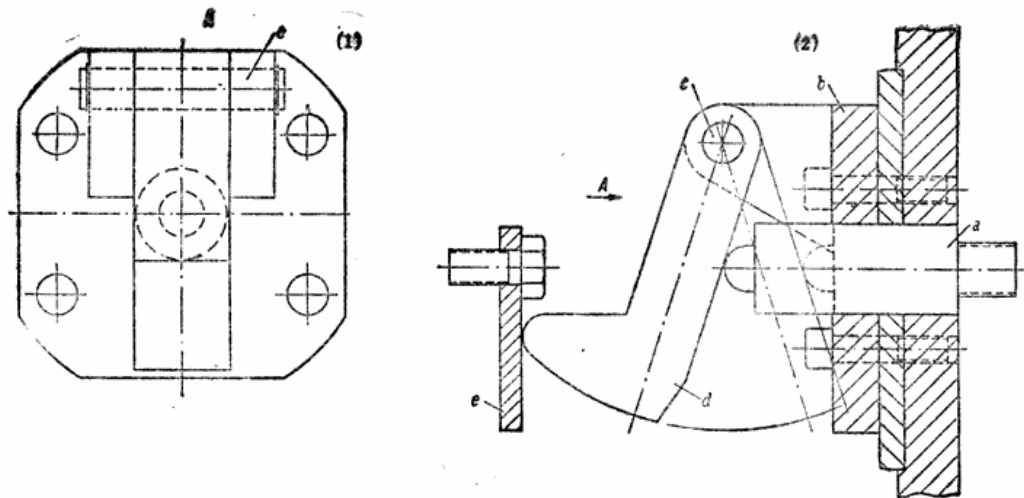


图3.5 行程为35mm的脱模增力装置
a—推杆 b—垫板 c—轴 d—杠杆 e—动力传动板

图 3.5

脱模系统的复位机构

强制复位(先复位)

模具推板的复位通常是随着模具的闭合借助于复位杆或弹簧实现的。在模具设有滑块或抽芯机构的情况下，往往不能随意设置推杆，但可以直接设在滑块后面。在这种情况下，推杆必须先于滑块复位，否则当闭模时，推杆或甚至更糟的是滑块可能被损坏。

在这种情况下，当模具一开始闭合时，推板(推杆随着推板前进)通常由强力弹簧复位，如图 3.6 所示。然而，由于在推杆上所形成的相当大的阻力，复位弹簧的弹力可能不足以使推杆复位。结果，当斜导柱进入滑块时，侧型芯就向前移动碰撞伸出的推杆，因而模具被损坏。

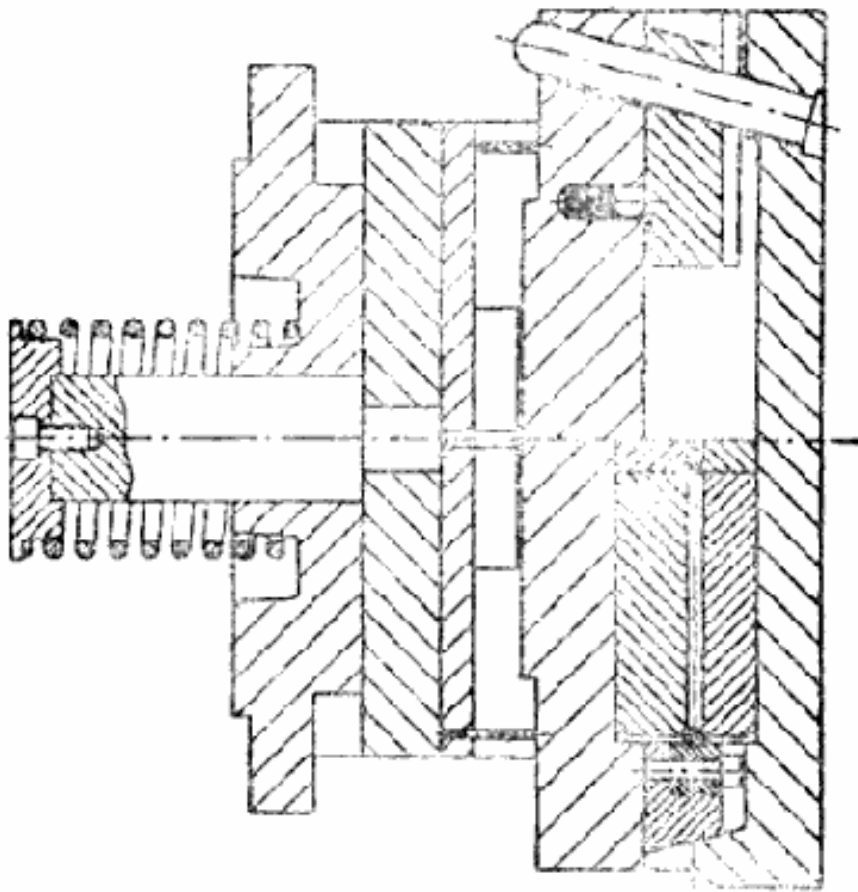


图3.6 当模具闭合时，推板由弹簧复位的模具。如果弹簧的弹力不足，模具将被损坏

图 3.6

许多模具就是这样毁坏了。但是有一种成功的强制复位(先复位)的方法，也就是当模具一开始闭合时，不是依靠弹簧的弹力来复位。下面所叙述的推板复位是解决这个问题的一个比较简单的方法。

图 3. 7—(1)所示为随模具闭合而复位的复位机构，在后推板 a 上装上弹键杆 b 以代替常规的推杆。在弹键杆上有 8 条槽，它确保 8 个弹键良好的弹性键合，尤其是使用淬火或调质处理的弹簧钢时更为理想。弹键套筒 d 拧在模具的动模固定板 c 上，且由有槽螺母 e 固定。用寺门设计的动力传动杆 f 来代替注射成型机的常规推杆，当动力传动杆安置在弹键杆底部时，它推动后推板。当脱模机构前进时，弹键螺栓的 8 个弹键刃卡在动力传动杆 f 的台肩后面。在脱模行程中，它们卡在弹键套筒 d 的孔内，这样在复位行程中，动力传动杆 f 和弹键杆 b 之间形成可靠的连接。图 3. 7—(2)所示为推板在前面的位置，也就是说是在开模状态。当因模具闭合，推板 a 复位时，由于弹性作用上的弹键套筒 d，能精确调定复位行程。

3. 2 设和不设推杆的扁平塑件

例 38 8 个型腔的刷子柄注射模具

弹键脱开。由调节在动模固定板 c

在图 3. 6—(1)所示的模具中生产如鞋油刷子柄一类的扁平塑件，模具的结构设计是比较简单的。这样设计的动模固定板和动模套 c 是实用的，这种结构也可用于其它类似的模具。推杆 d 和推板 e 也是如此。每付模具的推杆固定板 f 必将重新加工，因为推杆 z 和复位杆 h 之间的距离将随所生产塑件的大小而依次不同。在

此，不采用主流道衬套和复位杆衬套，是为了进一步简化模具。然而，一般说来推荐至少使用主流道衬套，因为如果机器调整不适当，在定模型腔板上与喷嘴接触的部位多半容易损坏，以后在淬硬的钢板上设置主流道衬套来是困难的。对于大型模板来说，在定模型腔板 *b* 上设置一个单独的定位圈 *i* 是合理的。其优点在于型腔板能磨平且保证模板的平行度，这是重要的，因为考虑到型腔板在淬火过程中，有产生变形的可能性。考虑到替换性，则应该使用导套 *k*，尤其是因为在较旧的机器中，动定模之间的导向是不精确的，导柱支承面遭受相当大的负载。故在工作不太长的时间后更换导套和导柱是必要的。而一个内径略小些的新衬套是很容易加工的，此外，旧导柱通常能重新研磨后再次使用。考虑到磨损的影响如果可能的话，导柱的直径不应小于 16mm。此外，导柱需要研磨，较小的直径也是不合乎需要的。

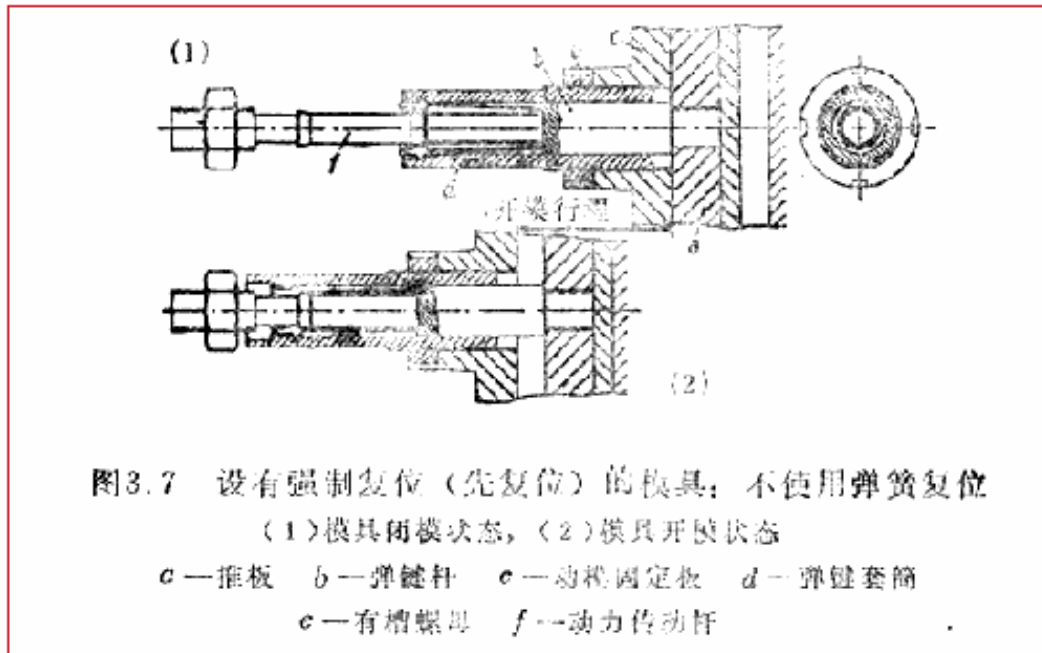


图 3.7

在动模固定板和动模套 *c* 上的动模型腔板 *a* 设定位圈是不合理的，因为万一 • 淬火后发生变形，那末在平面磨床上，磨削凹进部分比磨削平面要困难。如果用两个定位销 1 把型腔板 *a* 固定在固定板和动模套 *c* 上的适当位置，这就足够了。根据型腔的布置，最好是沿模板的长度方向从两侧钻冷却通道，且在冷却通道的每一端设置软管接头。这样，通过使用相当的软管接头，冷却通道可以进行串联或并联冷却。

主流道推杆末端的冷料并设有很小的倒锥(斜度为 5°)，以保证连接在流道系统上的各塑件留在动模上，而不是留在定模型腔板 *b* 上。

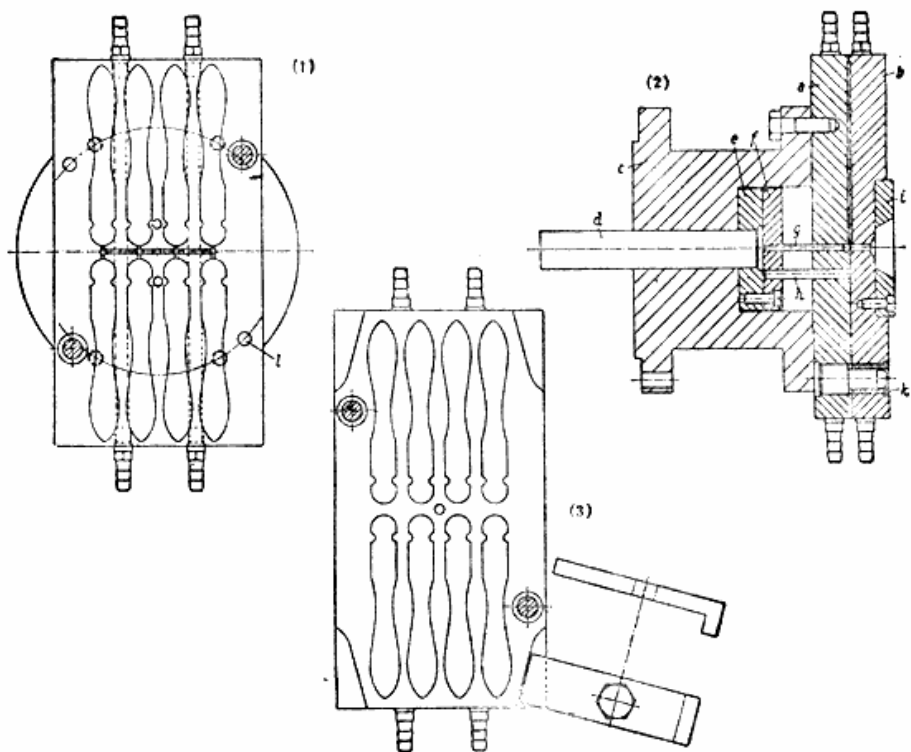


图3.8 8个型腔的刷子柄模具（例33）

a、b—型腔板 c—动模固定板及动模套 d—推杆 e—推板 f—推杆固定板
g—推杆 h—复位杆 i—定位圈 j—导柱 k—定位销

图 3.8

3.3 使用推杆的深腔塑件

例 34 外壳注射模具

该外壳塑件结构比较复杂，而且尺寸精度要求高。在其外部边缘周围设置了4个安装孔，同时边缘周围的密封唇设有加强筋，以提高刚度，在外壳内部设有两个圆形隔壁，其中大的一个在侧面开有槽。此外，外壳侧面还有一个矩形孔，设有焊接用的凸缘。外壳原料使用PP。

图3.9所示为外壳塑件的2个型腔模具，该模具有2个滑块a，滑块上设有成型外壳侧面矩形孔的侧型芯b和成型圆形隔壁之间横向连接孔的圆柱形型芯c。外壳的内表面朝着注射成型机的注射一侧，且主要是由型芯镶件d成型的，型芯镶件d由型芯固定板e固定在垫板f上。镶块s和k成型圆形隔壁，且由镶块固定板i固定在定模固定板j上。外壳的外表面朝着注射成型机顶出的一侧，由型腔镶件k成型。塑件通过主流道1和在主分型面i-i上的冷流道系统成型，并采用侧浇口进料。

尤其要注意的是由于成型外壳边缘周围的密封唇的需要，滑块“必须通过设在动模上的型腔镶件k。故桥形镶件m设计成一个单独的零件，且被拧紧在镶件k上。

该模具使用三条冷却回路：

冷却回路 A

该冷却回路由设在动模型腔镶件k中的通道组成，且通过延长管接通。

冷却回路 B

该冷却回路设在定模型芯镶件中，由几个通道组成。

冷却回路 C

用以成型圆形隔壁的镶块s和h由带隔板n的通道冷却。串联连接的型芯冷却回的冷却介质通过设在定模固定板j上的邙遭传送。

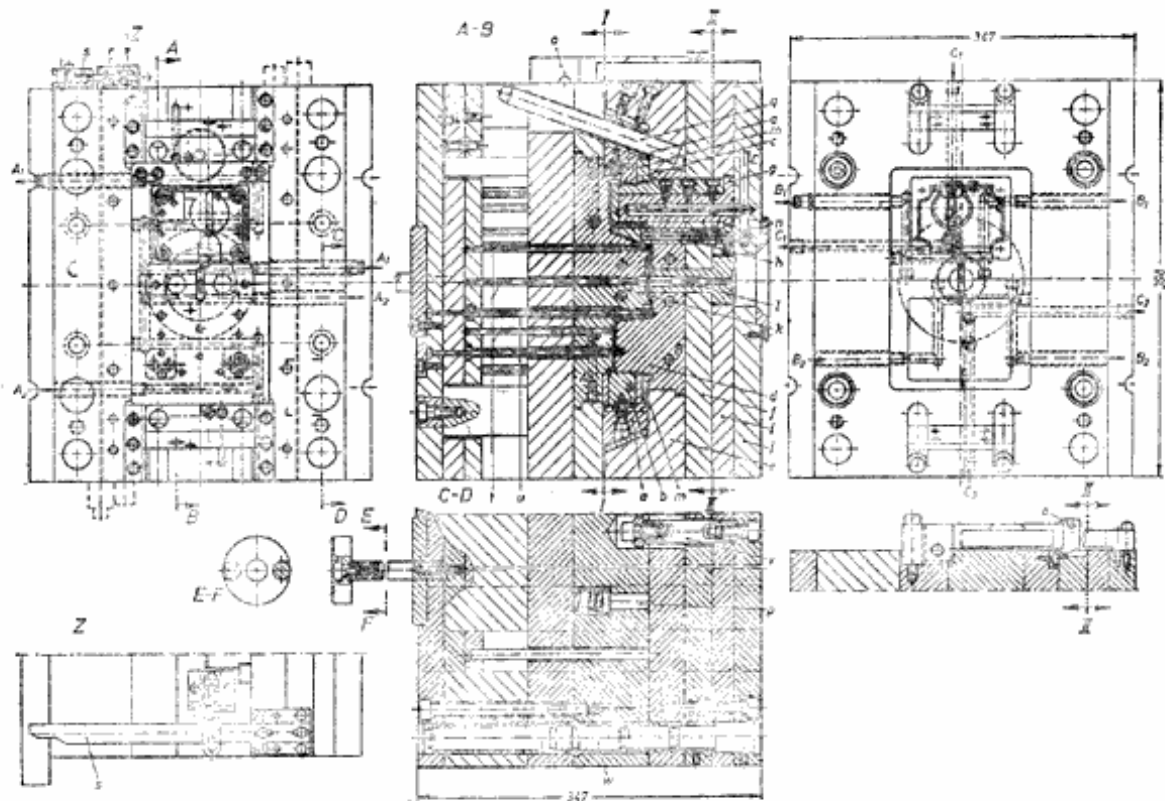


图 3.9 外壳模具 (例 34)

a—滑块 b—侧型芯 c—圆柱型芯杆 d—型芯镶件 e—型芯固定板 f—垫板 g, h—型芯镶块
i—型芯镶块固定板 j—定模固定板 h—型腔镶件 k—型腔镶件 l—主流道衬套 m—桥形镶件
n—隔板 o—拉钩 p—弹簧弹顶杆 q—斜导柱 r—弹簧制动装置 s—动力传动杆 t—推杆
u—推管 v—定距 拉杆 w—导柱 A1, A2—冷却回路A的入口和出口 B1, B2—冷却回路B的入口和出口
C1, C2—冷却回路C的入口和出口

图 3.9

由于拉钩。把模板 c 和 f 扣在一起，所以模具在分型面 II—II 处首先打开。这样，当模具主分型面闭合时，圆形隔壁首先脱模。这一措施是必要的，因为隔壁的壁厚和其形状是不允许采用推管脱模的。在圆形隔壁脱模后，拉钩。脱开，使模具在主分型面 I—I 处打开。为了帮助滑块作侧向抽拔，每个作用力为 1000N 的 4 个弹簧弹顶杆 p 作用在型；S 固定板 e 上。滑块 a 由斜导柱 c；被动，并且雇模具行程 50mm 之后，侧型芯便从塑件中抽了出来。上滑块由弹簧制动装置 r 定位，弹簧制动装置由动力传动杆 s 驱动。

塑件由若干推杆 t 和推管 u 顶出。推管 u 作用在安装孔上。模板 e 和 f 沿着导柱 w 移动，并且在脱钩以后，由定距拉杆 v 限位。定距拉杆，的尺寸必须足够粗大，因为定距拉杆必须经住滑块 a 的的抽拔力。

例 35 薄壁套管注射模具

从分型面处注射的 4 个型腔的角式模具是用于成型有一段壁厚仅为 0.5mm 而长度为 26mm 的薄壁套管 (图 3.10) 的。从分型面处注射是必要的，因为模具需要一个非常长的液压脱模机构。成型材料为具有良好流动性的聚酯(聚乙烯对苯二甲酸酯)，它尤其适合流动比(流动长度与壁厚之比)大的薄壁塑件。

为了实现全自动操作，套管是与主流道和分流道系统断开，并分别脱模。此外，套管外表面不允许有任何拼合线。套管底端圆锥形的尖角必须光常规整。因此最好的解决办法是在套管壁厚端由相对设置的 2 个潜伏浇口进料 / 图 3.11)。

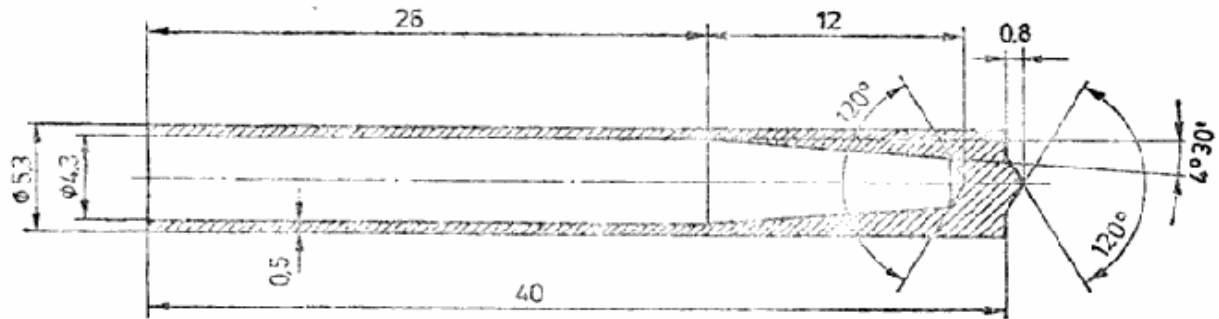


图3.10 渐缩套管

图 3.10

要使薄壁套管无损伤地脱模,只有在塑件:还完全留在型腔中时,首先从套管 1 中抽出型芯 5。模具(图 3.12)首先在分型面 1 处打开。分型面 2 和 3 由于拉钩 4 的作用而仍然闭合着。在开模过程中,型芯 5 由通过孔 s 输入的压缩空气冷却。当脱模杆 7 使拉钩 4 脱钩时,由于定距拉杆 8 的作用,分型面 2 打开。而分型面 3 由于拉钩 9 的作用仍然闭合着。倒锥形冷料井 10 勾住了流道系统,且因此切断了潜伏浇口 3。分型面 2 继续打开,直到流道系统能完全脱出为止。然后,当模板 12 被挡块 13 限位时,脱模杆 u 使拉钩 9 脱开,这时分型面 3 打开了。当模具处在完全打开的状态时,液压脱模机构 14 便动作,因此套管从被冷却的型腔镶块 16 中顶出。同时模板 17 推动模板 18。安装在模板 18 中的推杆 19 设在流道系统的倒锥形冷料井 10 的后面,这时模板 18 带动推杆 19 顶出流道系统。然而,只有当液压脱模机构拉回推杆 15 时,流道系统才会从模具中脱落。

推杆 17 的移动位置由两个滚轮开关控制,而滚轮开关是由开关杆 20 和 21 驱动的,并且由滚轮开关来决定机器的动作顺序。当模具闭合时,由复位杆 22 使推板 18 回到成型位置。

内型芯上与套管底端有同样的 120° 的尖角,为了确保型芯不偏斜,套管是通过两个浇口进料的(图 3.11)。此外,推杆 15 是由弹簧弹顶的。当模具闭合时,推杆 15 的端面贴着内型芯 5,且在推杆端面相应的凹入处和型芯对中。

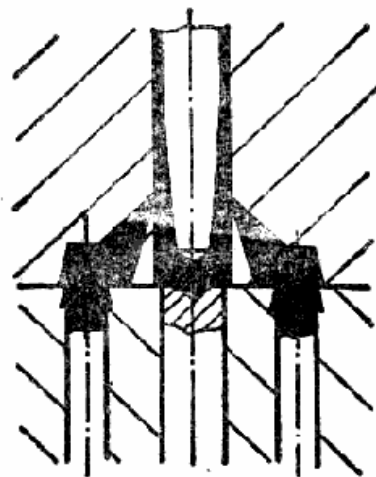


图3.11 由相对设置的 2 个潜伏
浇口进料的套管

图 3.11

当熔料进入型腔时,型芯保持对中位置,直到型腔压力超过设在推杆 15 后面的弹簧的弹力时,便迫使弹簧处于压缩状态。在这时,型芯 5 已被熔体包围,而不致于会偏斜了。在试模过程中证实模具设计中防止型芯偏斜的这一预防措施是完全必要的。

例 36 成型细长、薄壁管形塑件的模具

注射成型操作工和模具设计者所运用的经过长期运转试验的经验法则同样表明机器的塑化量和锁模力都不应使用到其额定值。而利用率为额定值的 70%~80%被认为是合乎要求的。此外，模具的几何形状和存在在模具中的力应有一个对照关系。然而，正如本例所示，这未必总是容易实现的。

大量的试管如试样管是 PS 成型的。试管大端有一凸缘，小端有设轴向孔的圆锥形尖端。看来一模 4 腔，从技术上和经济上来讲都是合理的。然而，试管的长度是个难题，对于常规的模具设计来说试管长度为 170mm，开模行程将需要 510mm。因为成型 4 个试管只需要 40cm 立方米的熔料，所以小型注射成型机就能满足要求。然而，小型机通常没有这样大的开模行程。并且，试管投影面积总共只有几平方厘米，所以所需的锁模力是很小的，同样地，从这观点出发，也只需要小型机。又因为试管的外表面不允许有许多任何拼合线，所以在分型面上开设型腔是不许可的。

因此，设计了这样一副模具(图 3. 3)，为了满足塑件长度的需要，模具穿过注射成型机移动模板上的孔，而这孔通常是安装脱模机构的。此外，机摺还需要稍加改装，设置在定模一侧的脱模板，在其行程的最终位置脱离了普通导柱 21，因此需要辅助导向装置。为此，需要在注射成型机移动模板上钻 2 个孔，2 根延长的辅助导柱 14 通过这 2 个孔伸出去。装有滚珠轴承 16 的脱模板 20 在这些辅助导柱上移动。为了提供最佳充模状态，每个型腔设有 2 个潜伏浇口。

在型腔和辅助导柱 14 之间设有定距拉杆 18 和 19。定距拉杆 19 固定在定模固定板上。定距拉杆 18 起脱模螺栓的作用，带动设在定模一侧的脱模板 20。在塑件全长脱出动模以前，脱模板不能动作。因此由伸入流道系统固化了的塑料熔体中的拉料杆 22 把脱模板保持在应有的位置上。动模一旦和塑件脱开，定距拉杆 18 就拉动脱模套管 13，使塑件从型芯 6，10 上脱出，直到套管 17 碰到定距拉杆 19 时，才使脱模板 20 停止运动。

这时脱模板支承在辅助导柱 14 上，当闭模时，脱模板就回到初始的成型位置。这个设计在技术上和经济上都证明是成功的。

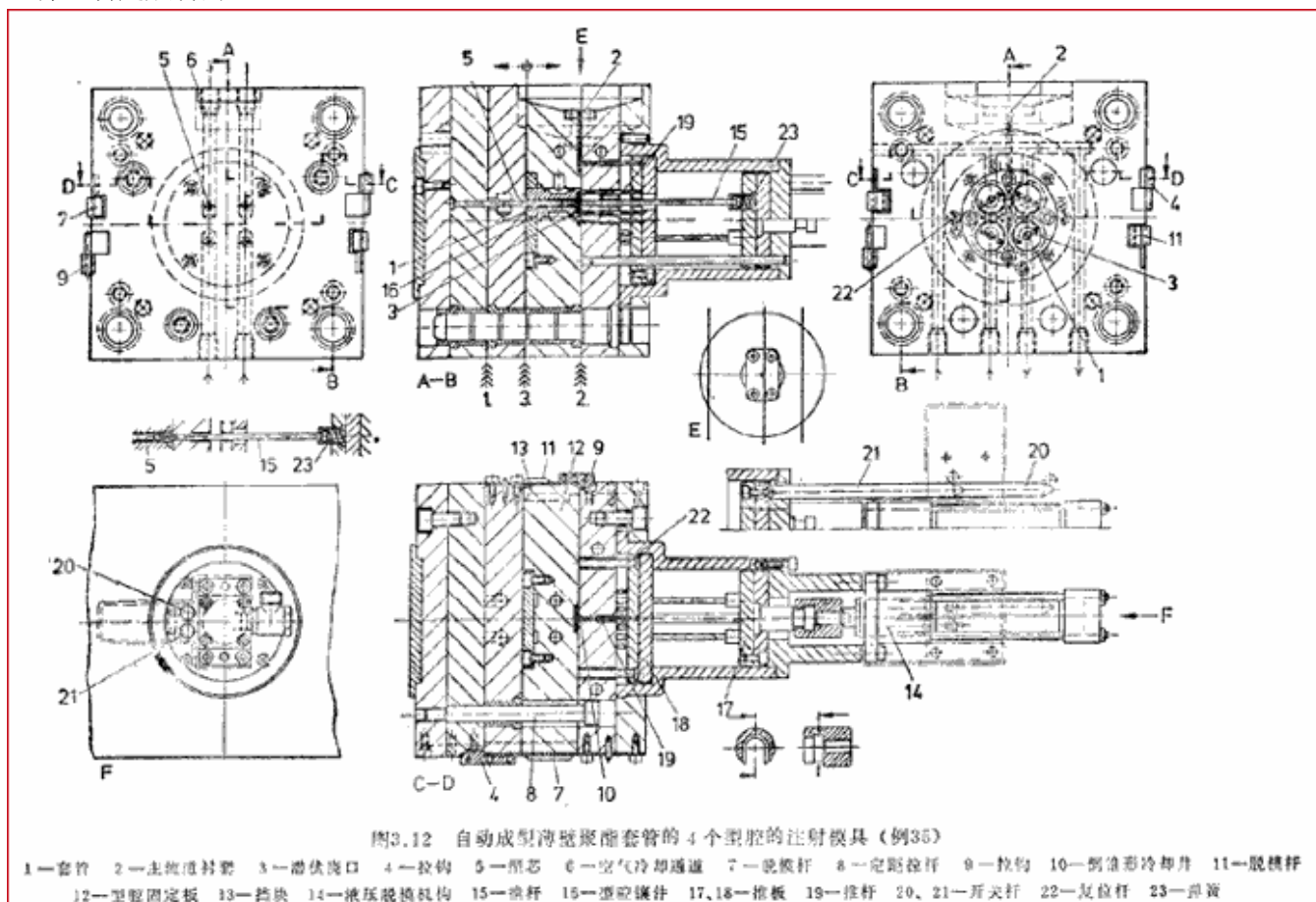


图 3.12

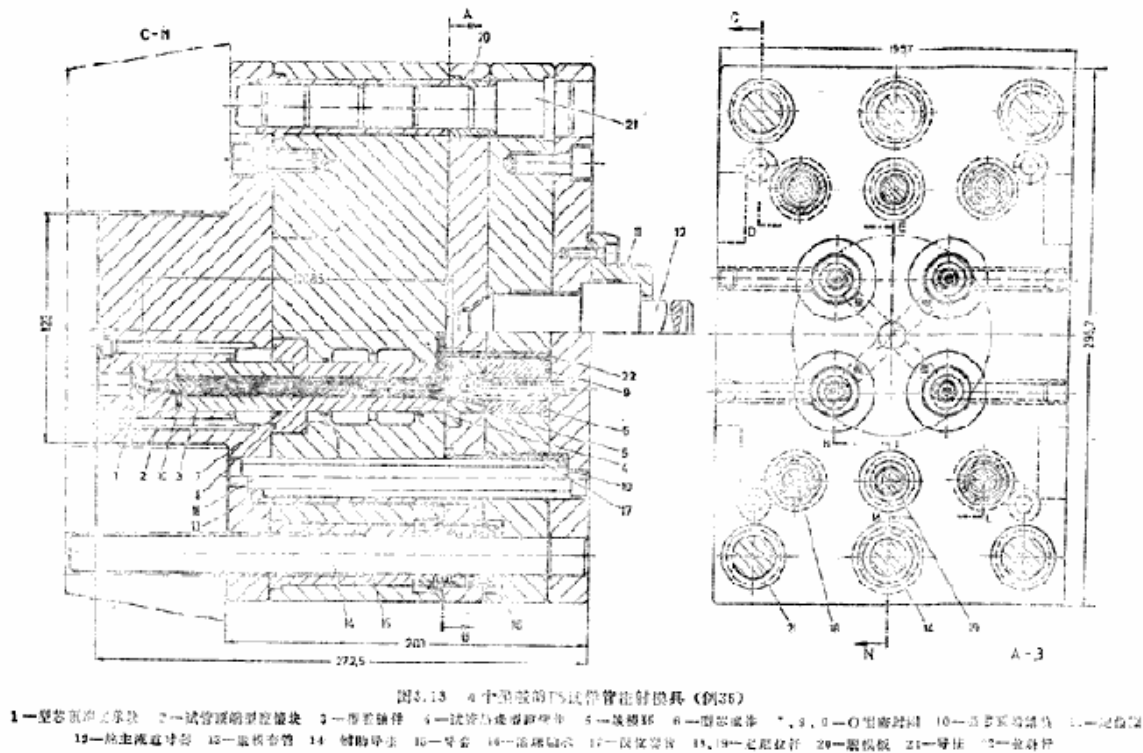


图 3.13

3.4 脱模板脱模

例 37 塑料盒和盖同时成型的 4 个型腔的模具

例 37 成型的是设有如图所示的偏置唇缘的小圆盒和盖，这样的唇缘配合后，盒和盖的侧面是齐平的。对于这样的塑件，单独使用推杆脱模是困难的，特别是当塑件为深腔薄壁时。偏置的唇缘是紧紧地卡住在模具上的，如果不使用脱模板，而只用推杆恐怕推杆会戳穿塑件。因此偏置的唇缘最好设置在脱模板上。当塑料盒由脱模板干净利落地从型芯上顶出时，由于偏置的唇缘仍卡在脱模板中，所以必须用手取下塑件。

因此带来了这样的问题，即当塑件已从型芯上顶出而仍然卡在脱模板中时，怎样能使塑件可靠地全自动脱模。

如果脱模板在移动一段距离后停止运动，然后设置在塑料盒内部的推杆继续向前，从脱模板上顶出塑件这是可能的。然而，如果不使模具太复杂的话，二级脱模必须使用中心推杆。

在下面叙述了对这个问题的一种解决办法：这个解决办法证明是成功的，并且具有不使用任何用到弹簧的掣爪的优点，因为当需要的脱模力大时，弹簧掣爪的操作是不可靠，并且容易出故障。

图 3.14 为成型带偏置唇缘的 2 个盒和与其配套的 2 个盖的注射模具，为了省去任何的二次加工，盒和盖是采用潜伏浇口进料，这样当模具一打开，直径约 1n，的浇口便被切断了。因此塑件和流道系统是分别从模具中脱落的。

模具一打开，塑件都留在型芯 a 和 b 上，在开模行程的终点，由脱模板 c 把塑件从型芯上顶出。在脱模板动作以后，在型芯 b 上的盖便能脱出，而塑料盒由于约 3mm 高的偏置唇缘而仍留在脱模板上。脱模板在运动一定距离后由于推板 d 被挡住而停动，推板 d 是用 4 个套管 e 和脱模板连接。此时，伴随着脱模板运动的推杆 f 不停止，而是继续向前运动，从而把塑料盒从脱模板上顶出。但是脱模板和推杆的顺序动作是如何产生的呢？

首先，模具有两套推板。前推板 e 和 d 和脱模板连接。后推板 h 和 i 驱动推杆 f。为了推动脱模板，前推板 g 和 d 上有一个象弹簧夹头那样开槽的中央驱动套(L)。

驱动套收缩的状态如图 3.14-(3)所示，反之图 3.14-(2)为其撑开的状态。当模具闭合时，由于复位套 e 的作用，使驱动套 k 相对于撑杆 l 移动，这样，由于撑杆 l 台肩的作用，使开槽的驱动套撑开了。

带动推杆 f 的两块后推板 h 和 i 与中心推套 m 相连接。当模具闭合时 (图 3.14-(2))，开槽的驱动套 k 顶

在推套 m 内部的台肩上。当推套 m 被弹簧垫 n 顶动时，推套 m 和后推板 h，i 以及连接在后推板上的推杆 f，与前推板 s，d 以及和前推板连接着的推板 s 一起运动。因为要从型芯上脱出塑件需要相当大的力，所以在这个运动过程中，弹簧被压缩了。当塑件一旦从型芯上脱出，弹簧就能张弛，弹簧的张弛就引起推板突然向前运动。这个突然向前运动必定使塑料盖的唇缘从推板弹落下来。当前推板 d 碰到动模垫板时，脱模板就停止了运动。

在脱模板的移动过程中，驱动套 k 沿撑杆台肩作相对于撑杆的运动，使原来被撑杆台肩撑开的驱动套 k 收缩如图 3. 14-(3)所示。然而，在驱动套收缩的状态下，驱动套和推套 m 之间的可靠连接被脱开，这样只有推杆 f 随推套 m 向前运动；而脱模板不动了。

当闭模时，后推板 h 首先由复位杆 p 复位，接着前推板 s 由复位套 e 复位。因此驱动套 k 再次在推套 m 中撑开，如图 3. 14-(2)所示。

例 3Q 药(片)管模具

现已发现管形塑件，特别是管的长度和直径之比较大时，要防止型芯偏斜和避免在各种不利因素下引起塑件壁厚变化是非常困难的。由于熔体流动的不均衡，即使在塑件底部于中心位置设置一个点浇口，型芯也会向某一侧偏斜。

下面所描述的注射模具，则可靠地防上了型芯的偏斜。现已断定在管的开口端相对的两个位置上进料所引起型芯的偏斜更比在管底部进料引起的偏斜小得多。而设计 2 个潜伏浇口是有利的，这样随着开模，浇口便自动切断，并且不需要任何二次加工。

然而，对于细长管来说，即使这种形式的浇口也不足以保证塑件壁厚十分均匀。型芯必须要能保持在应有的位置上，直到熔体流到管的底部为止。图 3. 15 所示的模具实现了这一点：为了避免主流道太长，有冷却水冷却的型芯 a 就固定在定模一侧。型芯端面有一深约 0. 5mm 的圆锥形凹坑，当型腔尚未被熔料充满时，碟形弹簧 c 使活动型芯 b 上的圆锥形凸台压入型芯的圆锥形凹坑里。一旦塑料熔体流到型腔底部，并且充满凸台周围的环形空间时，注射压力将克服碟形弹簧的作用力，而使活动型芯 b 产生相当于管底厚度的位移。此时熔料就充满了塑件的整个底部。在活动型芯 b 上设有一松动配合的排气杆 d，可使型腔中被压缩的气体排出，以确保熔料在塑件底部中央很好地熔合在一起。

开模时，碟形弹簧协助药片管从型腔中脱出，并切断 2 个潜伏浇口。所以药片管会留在型芯上，而在开模行程的最后阶段，由脱模板 e 把塑件从型芯上顶出。最初，流道系统留在带沟槽的拉料杆 f 上。然而，当脱模板一动作，流道系统就被从拉料杆 f 上顶脱，并和塑件分别从模具中脱出。

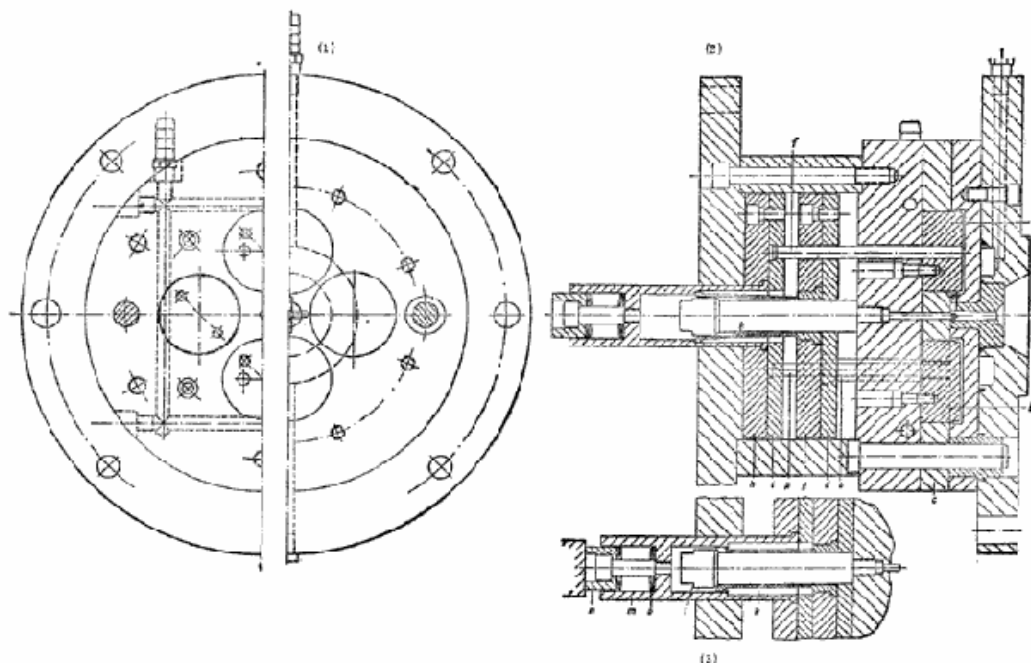


图 3.14 4 个型腔的成型塑(药)管、盖的模具 (例 3Q)

图(1) 模具在脱模状态驱动套 k 已收缩

a、h—型芯 c—脱模板 d、e—前推板 e—1 个复位套 f—推杆 h、i—后推板 k—开模驱动套 l—撑杆 m—推套 n—弹簧垫 o—弹簧 p—复位杆

图 3.14

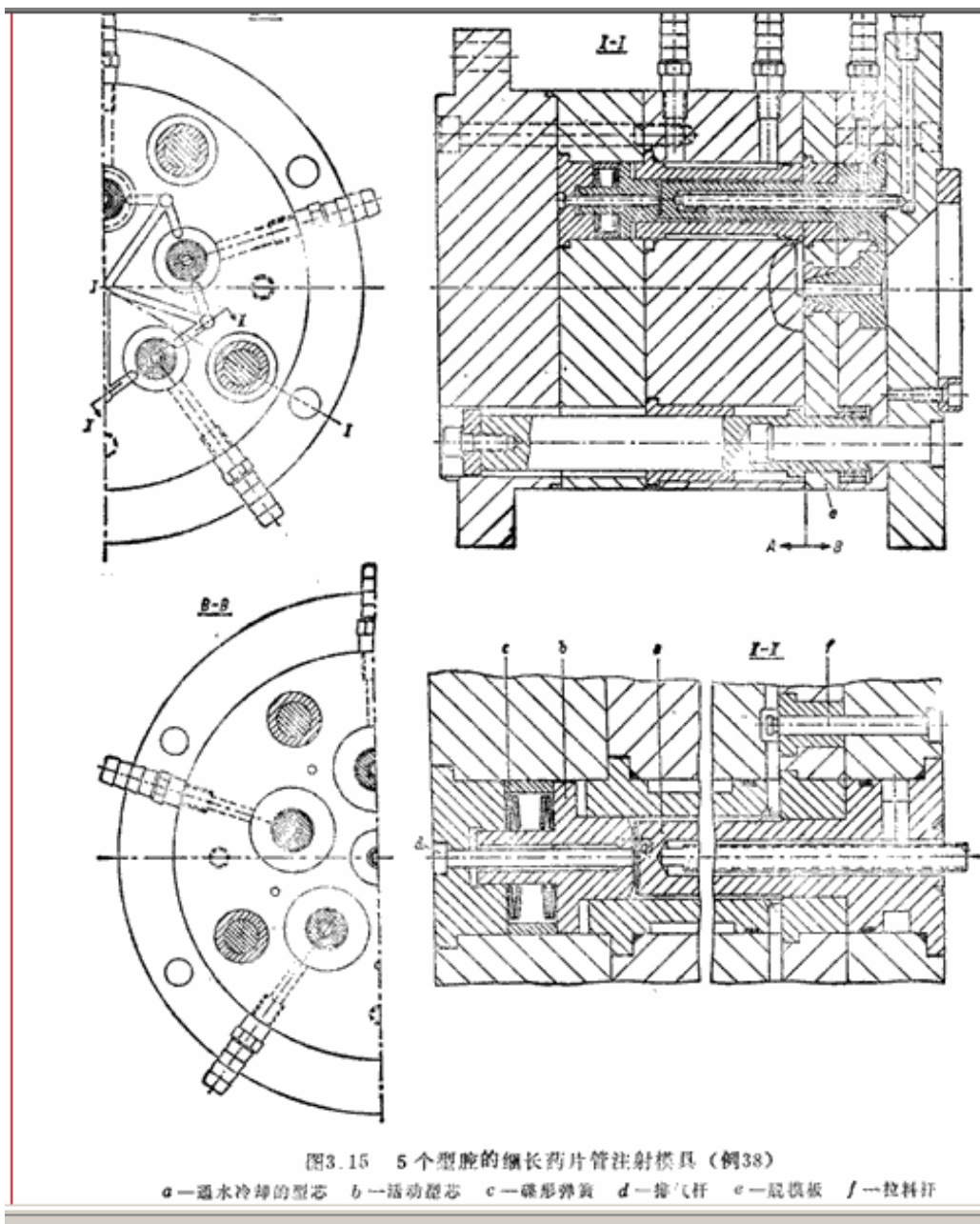


图 3.15

3.5 气动脱模

从开启的模具中，用各种机械方式使塑件脱模则已叙述了许多例子。下面介绍一种正广泛用于大型 PE 塑件脱模的方法。PE 有一种不良的倾向，容易粘附在长型芯上，对机械脱模不利。由于 PE 也比较软，所以薄壁深腔塑件用脱模板脱模会造成塑件壁皱褶，使塑件报废。而且即使在塑件底部使用大型中心阀推杆也补救不了这一点，因为如果不从长的圆柱形型芯侧壁上脱开塑件。那末塑件底部就容易被戳穿。

似乎很自然地就想到了通过中心阀推杆通入压缩空气来脱模，这种方法已长期成功地用于大荆塑件，如水桶、浴盆及类似塑件的脱模。此外，还发现在型芯上的小型阀推杆中通入压缩空气已完全足够了。观察表明：在 PE 塑件壁开始从型芯上脱开的地方压缩空气就导入了，使塑件壁和型芯之间形成一层气垫，并且在很短的时间内扩展，致使压缩空气把塑件从型芯上顶离。

这种脱模形式的另一主要优点是减小了模具的安浆高度，因为在这种结构中通常等于型芯高度的机械脱

模机构是不再需要了。因为在大部份机器中，模具的安装高度是有限度的，所以对于深腔塑件使用压缩空气脱模，则意味着在一台给定的机器上可以大大地增加成型塑件的深度。

使用压缩空气脱模还具有这样的优点：小型压缩空气进气阀不一定设在型芯的中心部位。把进气阀设在型芯的侧面，在型芯中间留出的地方可以设置大容量的冷却系统。尤其重要的是因为对于长型芯来讲，当安装有效的冷却系统是不可能的时候用其它方法散热则是很困难的。

使用压缩空气并不一定限于 PE 材料。如果塑件的底面是近似平的，并且在压缩空气的作用下，塑件的底面是足够大以允许稍有弯曲，那末对于 PS 或其它硬性塑料成型的塑件来说，用压缩空气也可以成功地脱模。往往可以用短的机械脱模机构使塑件从型芯上脱出以后，再使用压缩空气脱模方式来实现长距离的脱模，这就意味着模具安装高度可以大大减小。然而，使用压缩空气脱模只限于一端是封闭的物体，塑件也不能有孔。

当开模时，通过使用电磁或机械方法来驱动压缩空气阀实现自动脱模是不难的，因此机器能实现全自动操作。用电磁驱动(电磁线圈)阀是实用的，在脱模以后可由可调计时器或其它机械装置自动停止通入压缩空气。无论如何，应该这样做，以节省比较昂贵的压缩空气。气动脱模的另一显著优点是：用压缩空气脱模，脱模力是柔和的，所以在型芯和塑件壁之间形成的气垫会避免用机械脱模易造成的刮伤现象。

例 39 既能用机械脱模又能用气动脱模的试验模具

在例 39 中，描述了一副既能用机械脱模又能用气动脱模的模具(图 3. 16)。要求设计一副试验模具，在这副模具中既能成型硬塑料(PS、PA 等)又 gB 成型软塑料(P 置、PVC 等)的大型容器。此外，还允许使用普通的主流道衬套或绝热主流道衬套。解决既能成型硬塑料，又能成型软塑料大型容器这个问题的办法是围绕着容器的边缘设置 6 根半圆形推杆 a 和在中心设置起中心机械脱模机构作用的中心阀推杆 b。对于软的树脂来说，可以只利用压缩空气脱模而不必驱动推杆 c。既然是这样，在开模以后，只要在接头 d 处通入压缩空气即可。压缩空气通过阀推杆头部稍微扩展的锥面上的 3 条通道输入，使容器从型芯上脱落。对于硬塑料来说，要驱动推杆 c，由 6 根推杆 a 以及中心阀推杆 b 同时把塑件从型芯上顶出。在这种情况下，在塑件已被用机械方法从型芯上脱出后，也能利用压缩空气完成脱模。因为阀推杆受到通过浇口流入的塑料熔体大量的热，所以阀推杆内部的冷却通道一直延伸到杆的端头。而型芯本身通过两个大的冷却通道进行有效的冷却，冷却通道的冷却水是通过水管 e 输入的。

模具要求能随意选用普通主流道或绝热主流道，为了满足这一要求，设置了可更换的主流道衬套。使用绝热主流道衬套是为了绝热主流道，并且因为能通过主流道芯部仍然处于熔融状态的熔料注射成型塑件，故可避免要使主流道脱模而对主流道采取强冷的措施，使用绝热主流道衬套对于 PE 来说是容易做到的。

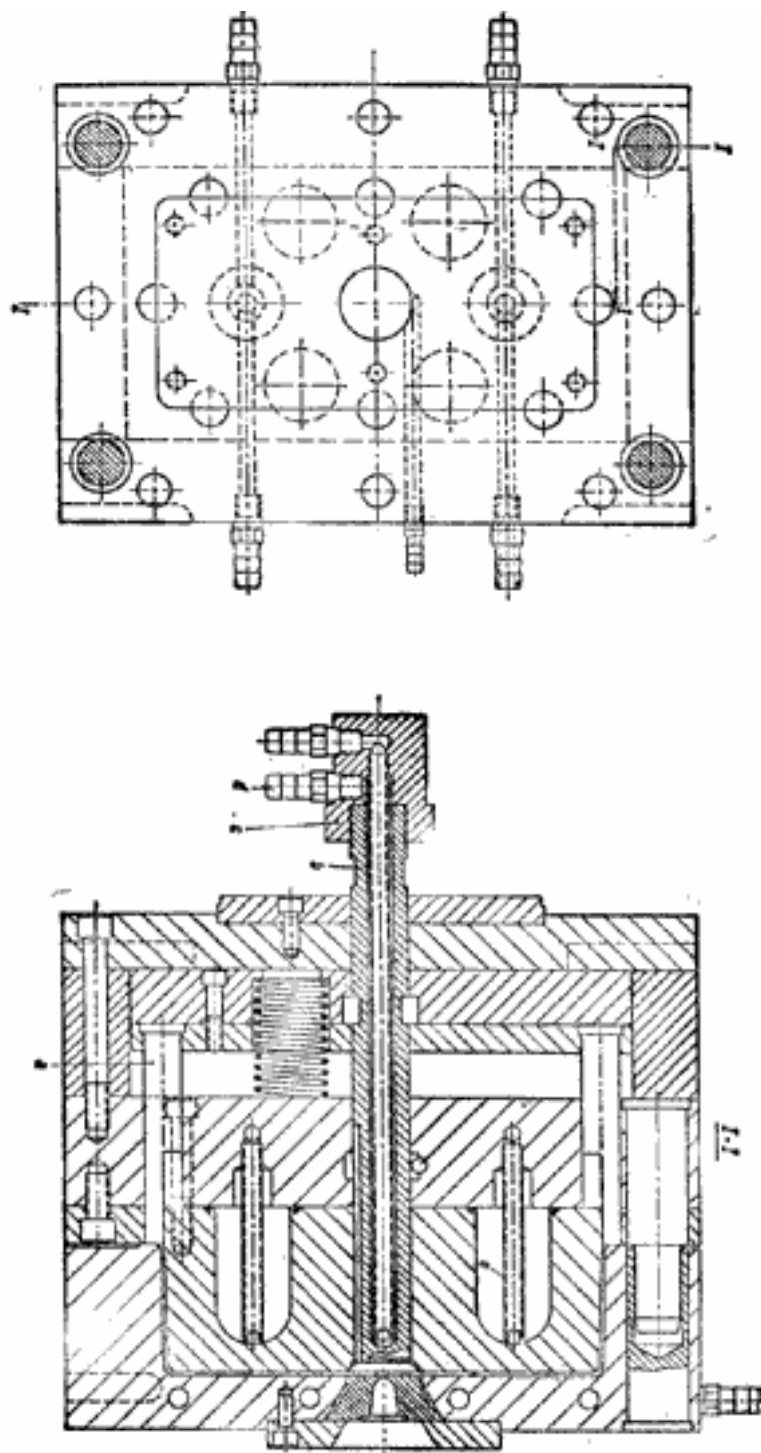


图3.16 既能用机械脱模又能用气动脱模的试验模具（例39）
a—机械推杆 b—侧推杆 c—推杆 d—通压缩空气接头 e—喷射式冷却水管

图 3.16

例 40 用气动脱模的 PP 塑料杯注射模具

在开发注射成型薄壁 PP 包装物品中，最重要的莫过于模具设计这一点。采用生产 PS 塑料制品的模具形式，就不能经济地和可靠地生产薄壁 PP 塑料杯。因为与 PS 相比，PP 的熔较大、热传导系数较低，因此当加工 PP 时，必须更有效地对模具进行冷却。在脱模过程中，由于 PP 的刚性差，并且收缩包紧在型芯上的程

度较严重，用推环使薄壁 PP 塑料杯脱模会产生问题。尽管空气辅助阀推杆系统能便于脱模，但对这种脱模系统有效冷却的可能性便小了，因此注射成型周期时间不可能很短。对于透明杯子来说，抛光的型芯表面变毛糙或拉毛是不允许的，因为有损于塑件的透明度。用固定式活动的空气阀进行气动脱模，在高速循环的单型腔模具中使用是有限制性的，因为对于超过每分钟注射 20 次的生产率来说，会由于空气逗留在阀杆处，妨碍空气阀快速而精确的关闭。

第一副采用侧面进气脱模的 PP 杯子模具是在 1978 年制造的。在生产塑料杯的模具上使用这种新颖脱模系统的初步尝试中，气动脱模显示了它的生命力，故模具制造者专门在生产塑料杯的模具上采用这种脱模系统，并作了进一步的改进。

当注射成型塑料杯时，使用侧面进气脱模，可以省去会严重损坏塑件的脱模环。图 3. 17 所示为具有侧面进气脱模的型芯的设计。图 3. 18 所示为只用侧面进气脱模，在 1. 5s 的周期时间里生产合格的杯子的模具。这种脱模系统也能用于多型腔模具和叠层模具。然而，在脱模时，准确控制压缩空气是绝对必要的，但要做到这一点目前仍有一定的困难。

对于 PP 塑料制品来说，也必须把压缩空气从型腔侧面引到底部。这不仅能防止形成真空吸附现象，而且能切断坚韧的浇口。

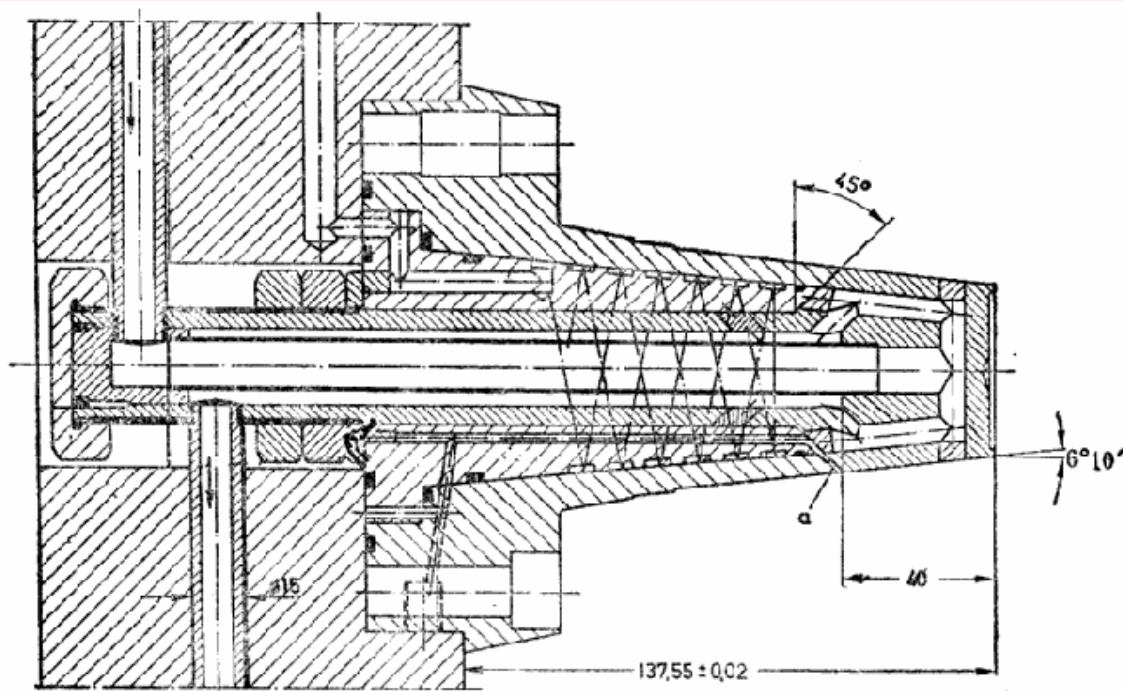


图3.17 侧面进气脱模的杯子模具型芯（尺寸单位：mm）

a—宽度为0.01mm的环形间隙

模具制图：Hoechst AG。

图 3.17

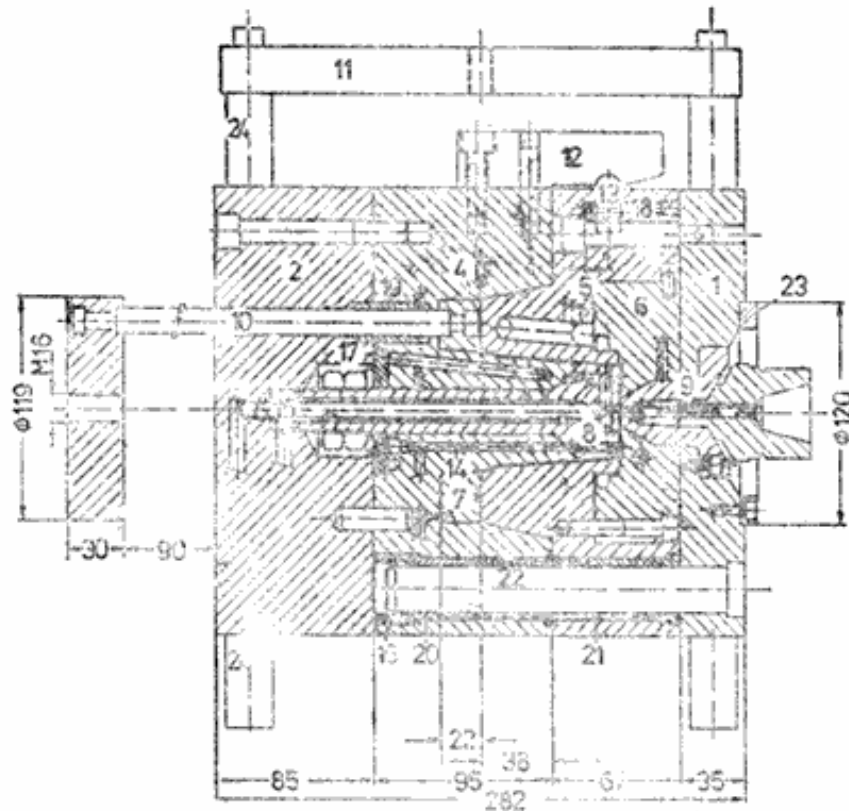


图3.18 为设有侧面进气脱模的 PP 冰淇淋杯子的单型腔注射模具（例40）。

为了减小模具高度，其定位锥面与型腔是并排设置的，与图3.17所示的模具相比，其定位锥面与型腔是顺延设置的，图纸由 Postag, Stein am Rhein 公司提供

- 1—定板固定板 2—动板固定板 3—推板 4—侧板固定板 5—型腔板
6—型腔底部镶件 7—脱模板 8—带冷却通道的型芯尖端 9—热主流道衬套 10—推杆 11—搬运模具用的搭板板 12—拉钩 13—拉钩销 14—固定的进气阀 15—中心冷却水管 16—侧隔板 17—密封板 18—轮 19—导套 20—导套 21—导套 22—导套 23—定位圈 24—搭板板固定螺栓

图 3.18

3.6 自动脱螺纹的模具

例 41 设有自动脱螺纹机构的注射模具

经常需要生产带内螺纹及外螺纹的塑件。在多型腔模具中，为了拧松成型螺纹的镶件，大多需要大扭矩，尤其是已使用很久的模具，并且在模具已磨损的情况下，螺纹镶件镀铬通常是无益而且甚至是有害的，由于众所周知的边缘效应，在螺纹牙尖的镀层要比螺纹根部的镀层厚。其结果使螺纹齿形发生变化。在这种情况下，塑件的脱螺纹，包括手动脱螺纹既费时又费力。自动脱螺纹则必须使用相当大功率的驱动电机，以克服塑件和螺纹镶件之间的粘附力。经过一番努力找到了一种较好的结构设计。图 3. 19 所示的模具证实了这一点。螺纹成型杆 13 通过直齿圆柱齿轮和电动机 32 连接。电动机通过一对伞齿轮 18 和”及中心直齿圆柱齿轮 16 驱动每一个型腔的小齿轮 14。这些小齿轮没有用键和螺纹镶件 13 固定，而是用弹簧联接器 21 连接。然而每一个弹簧的圈数是不同的，即每个弹簧比相邻的弹簧多一圈。当驱动电机开始转动时，所有的弹簧并不是同时拧紧，而是根据各自弹簧的圈数一个接一个地拧紧。结果由电动机产生的扭矩每次只作用在 1 个螺纹镶件上，因此可以使用驱动功率比较低的电动机。此外，这种装置几乎不出故障。

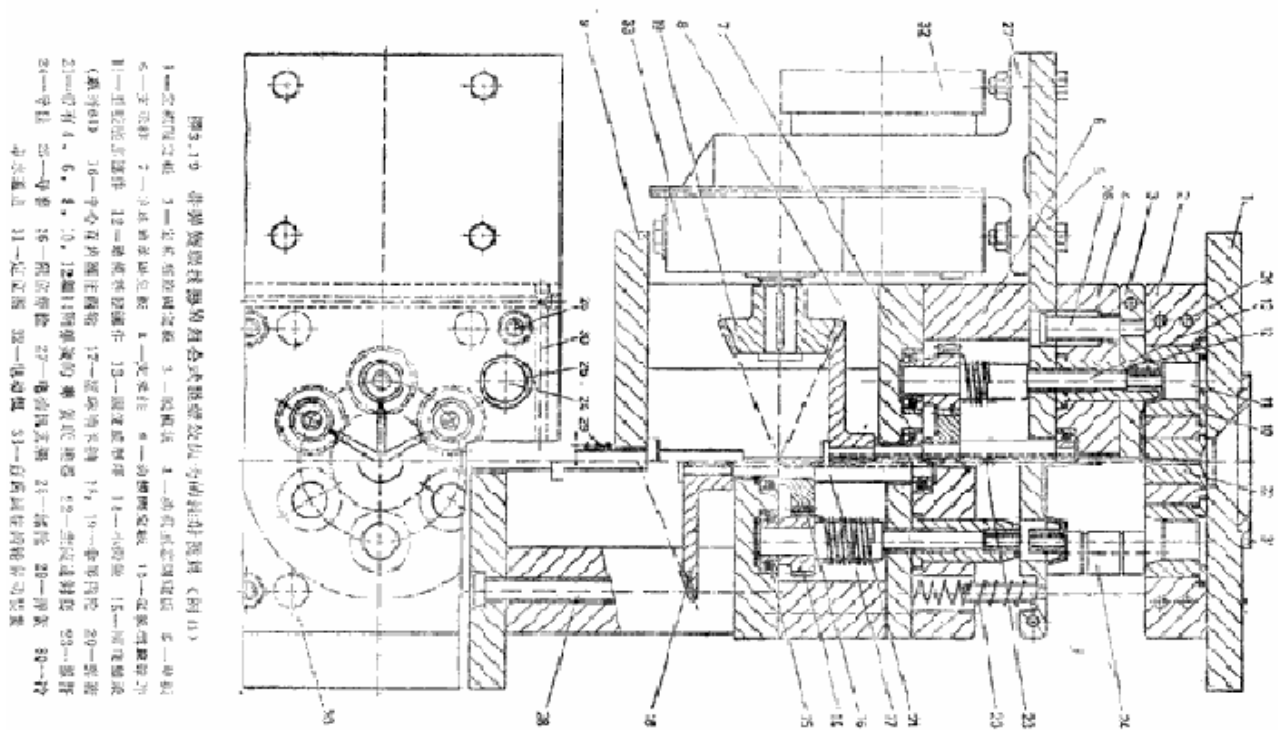


图 3.19

例 42 成型带内螺纹的阀杆注射模具

图 3. 20 所示的阀杆是用于精确控制水的流速的。为了密封，在直径较大的轴颈的沟槽里安放“O”型橡胶圈。塑件的浇口设在阀杆锥形头部的尖端。这样的设计，需要采用三板模。因为阀杆的锥形头部不允许有拼合线，而成型密封圈的沟槽需要一对滑块，所以模具只设计了 2 个型腔。滑块的设置妨碍了螺纹型芯的旋转。因此自动脱螺纹只能借助于整体成型的阀杆手柄，手柄具有适宜传动的表面。在手柄这一头，阀杆是空心的。空心部分不能延伸到密封圈沟槽里，不然阀杆的强度特大大削弱。这样的塑件结构造成浇口进料问题，换句话说，当型腔进料时，会产生熔体喷射现象。熔体的喷射现象(图 3. 21-(1))对阀杆锥形头部造成很不利的影晌。喷射进型腔的物料在到达带 60° 锥角的型芯以前温度就已稍有下降。这较凉的料流会偏向型腔的一侧，并可能被挤压到塑件外壁处而滞留在那里，形成很不平整的粗糙表面。使用图 3. 21-(2)所示的浇口能避免这种现象。如图所示浇口必须沿朝着塑件的方向逐渐加宽。浇口和塑件相交处不能有尖角，而应是圆角过渡，这一点也是很重要的。只有这样设计，阀杆的实心尖端才能完全充满，且由于形成的柱塞流而生成光滑的表面。

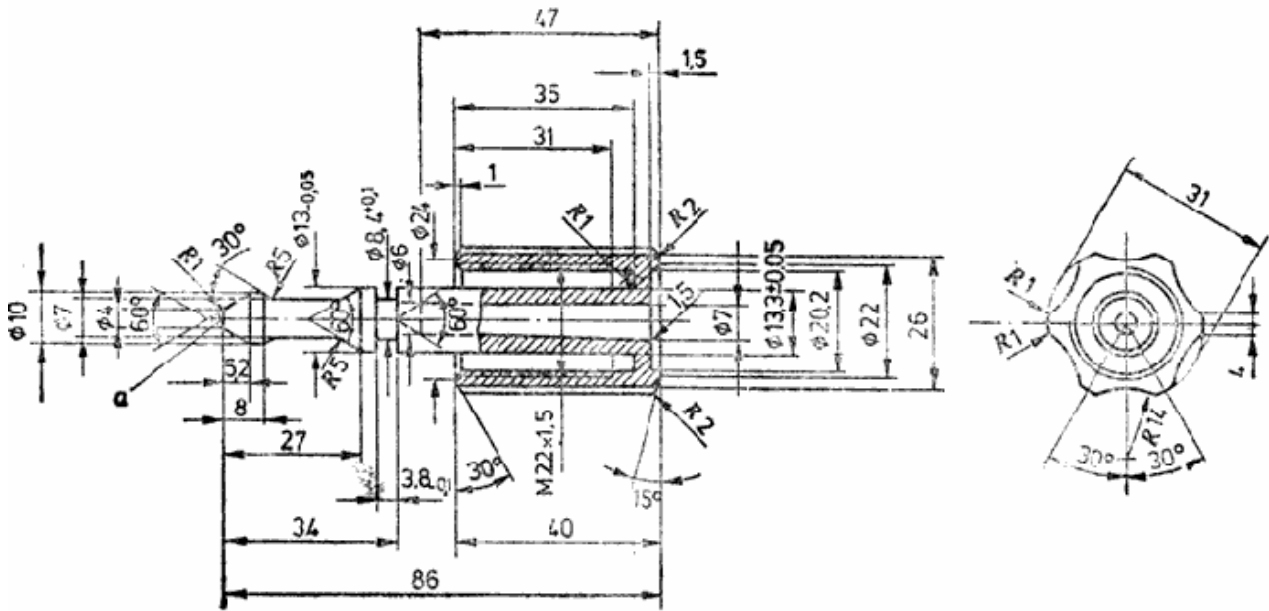


图3.20 带内螺纹的阀杆
a—浇口

图 3.20

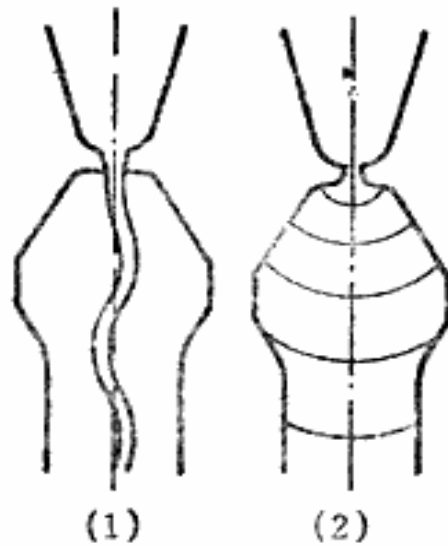


图3.21 (1) 设计不良的浇口造成喷射现象
(2) 设计良好的浇口避免了喷射现象

图 3.21

这样设计唯一的缺点是塑件上留下了浇口的痕迹，但就塑件原来的功能而论是毫无影响的。

C-D 剖面(图 3. 22-(4))提供了一个布置良好的 2 个型腔模具(图 3. 22)的视图。可以看到，机器喷嘴 1 上

有一内螺纹，喷嘴尖 2 拧在机器喷嘴 1 上延伸到分流道系统 3 处，这样就省去了主流道。2 个阀杆 4 的手柄型腔加工在可以旋转的齿轮镶件 5 上。齿轮镶件和主动轮 6 啮合，主动轮通过主轴 7 和脱螺纹机构 8 连接。在 A—B 剖面(图 3.22—(2))上可以看到滑块 9，滑块 9 成型的沟槽是安放密封圈的。模具首先在分型面 I 处打开，因为拉钩 10 的作用，分型面 I 仍然闭合着。拉钩铆接在片簧上。在开模过程中，锁紧楔 11 同时和辅助锁紧楔 12 分开。斜导柱 13 使滑块 9 实现侧向抽拔。从密封圈的沟槽中抽出。滑块 9 由钢球制动装置 14 保持在最终开模的位置上。当分型面 I 打开时，浇口 15 立即和塑件 4 断开。分流道系统 3 由带侧凹的拉料杆 16 留在定模上。

当分型面 I 打开时，为了脱出分流道系统 3，第二个分型面的开模行程就开始了。分型面 II 延时打开的动作是由碟形弹簧控制的。首先，由于在推杆 17 后面设有较强的碟形弹簧，使流道脱模板 18 保持在其成型位置不动，当这些碟形弹簧的作用力减小时，流道脱模板在碟形弹簧 19 的作用下向前运动，直到被限位螺栓 20 制动为止。在流道脱模板向前运动的过程中，把分流道系统 3 从带有侧凹的拉料杆 16 上脱下。由弹簧弹顶的流道推杆 21 防止了分流道系统粘附在流道脱模板上，这样，分流道系统就能可靠地从模具上落下。

在定模打开一段距离以后，拉钩 10 在脱模杆 23 的作用下脱开，定模板就停靠在限位拉钩 24 上，至此，机器的开模行程便停止了。这时脱螺纹机构 8 开始动作。脱螺纹机构的旋转运动是由主轴 7 通过主动轮 6 传递给镶件 5 的。然而，由于螺纹型芯 25 是固定不动的，而整个模体又是通过滚珠轴承 26 浮动在导柱 27 上的，于是镶件 5 带着塑件旋转使塑件和螺纹型芯 25 脱开。同时，阀杆则从型腔镶件中退了出来。

一旦脱螺纹机构 8 停止转动，模具就在分型面 3——主分型面处进一步打开。推杆 28 一动作，便使推板 29 向前移动。这时，塑件由推杆 30 从型腔镶件 5 中顶出，推杆 30 是安装在旋转镶件 31 中的。当闭模时，复位杆 32 使推杆 30 回到成型位置。机器成型周期的程序和脱螺纹机构的启动是由注射成型机的型芯推出器的顺序来控制的。脱螺纹机构的顺序控制需要一对辅助开关凸轮，因为脱螺纹机构的旋转运动只需向一个方向旋转。

该模具设计最薄弱的环节是螺纹型芯 25 和内型芯杆 33 在此无法采用液体冷却方法。于是模具采用通空气的冷却方法。通气的主喷嘴通过可调节的管道分开，且直接对着固定的螺纹型芯 25 和内型芯杆 32。当脱螺纹机构开始动作时，空气开始流通，而只有当模具开始闭合时才停止流通。通过空气冷却，至少型芯所吸收的部分热量能被散去。

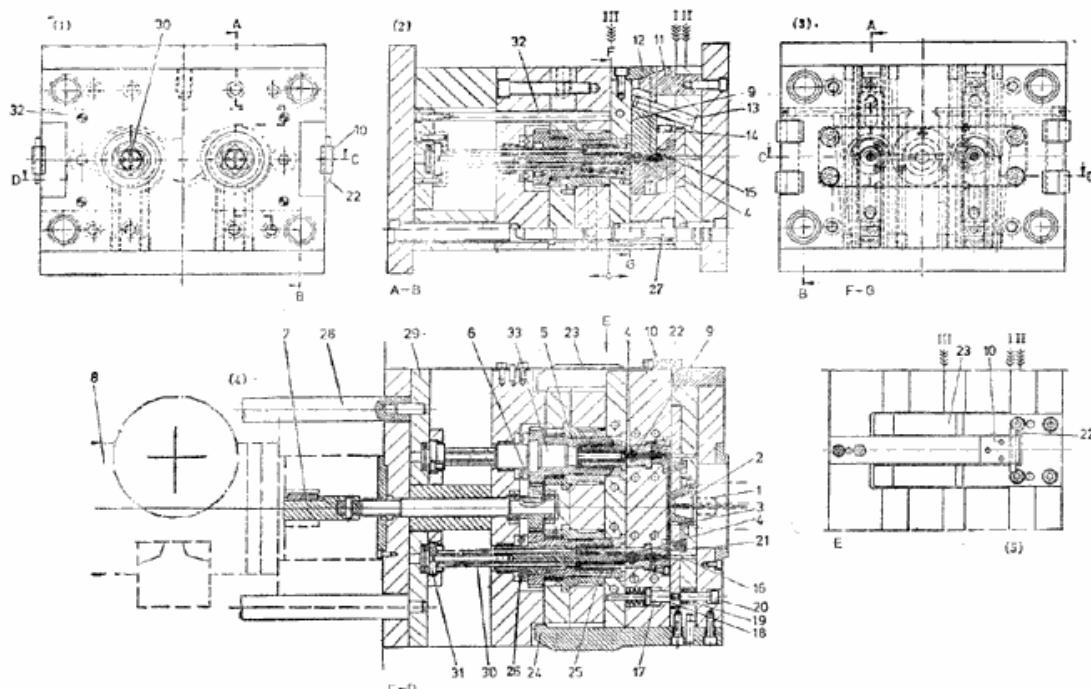


图3.22 用固定螺纹型芯成型带内螺纹的阀杆注射模具(例42)

1—机器喷嘴 2—喷嘴尖 3—分流道系统 4—塑件(阀杆) 5—可以旋转的齿轮镶件 6—主动轮 7—主轴 8—脱螺纹机构 9—滑块 10—拉钩 11—锁紧楔 12—辅助锁紧楔 13—斜导柱 14—钢球制动装置 15—浇口 16—带有侧凹的拉料杆 17—推杆 18—流道脱模板 19—碟形弹簧 20—限位螺栓 21—流道推杆 22—拉钩脱浇口 23—脱模杆 24—限位拉钩 25—螺纹型芯 26—滚珠轴承 27—导柱 28—推杆 29—推板 30—推杆 31—旋转镶件 32—复位杆 33—内型芯杆

图 3.22

4 侧凹的形式

4.1 带外侧凹或外螺纹的塑件

例 40 生产压力螺母的 4 个型腔的注射成型模具

1in 英制臂螺纹的压力螺母必须用聚缩醛树脂(简称 POM)原料生产。产品带有一定的力学刚度和尺寸精度，但尤其重要的是售价要低，由于造价的要求，还为了要使熔料在良好的条件下输送，所以并不采纳常用的一列式排列，而是采用 4 个型腔排列成正方形来成型这些带外螺纹的塑件。4 个型腔这样排列，流道系统的熔料体积将大大减少，低于一列式排列所需熔料的一半。

模具型腔一列式排列时，塑件的脱模是由 2 个哈夫拼块对称于中心线移动分型来实现的。然后，正方形排列的型腔，需要一个辅助机械装置来实现螺纹的脱模。已找到了一个特殊的办法来解决这问题，使用一个具有弯销 29 的延迟分型装置，在开模顺序的第一阶段，当型芯 31 抽出时，延迟分型装置使塑件留在它们原来的位置上。在第二阶段，外拼块 27 被抽出，4 个螺母外侧的一半螺纹就露了出来。

在第三阶段，外拼块把滑动拼块 25 拉向一侧，使压力螺母从共用中心模板 26 上脱开。

图 4.2 4 个型腔的压力螺母模具

1——动模固定板 2——支承块 3——垫板 4——拼块导板 5——型芯固定板
6——定模固定板 7——绝热板 8——定位圈 9——定位套 10——导套 11——
导柱 12——推板导柱 13——导套 14——复位杆 15——主流道推杆 16——
钢球制动装置 17——插头 18——热流道喷嘴 19——拼块固定板 20——环
形卡圈 21——滑板 22——垫圈 23——推杆 24——移动套 25——滑动拼块
26——中心模板 27——外拼块 28——锁紧楔 29——弯销 30——型芯固定块
31——型芯 32——O 型圈 33——隔板 34——上推板 35——下推板

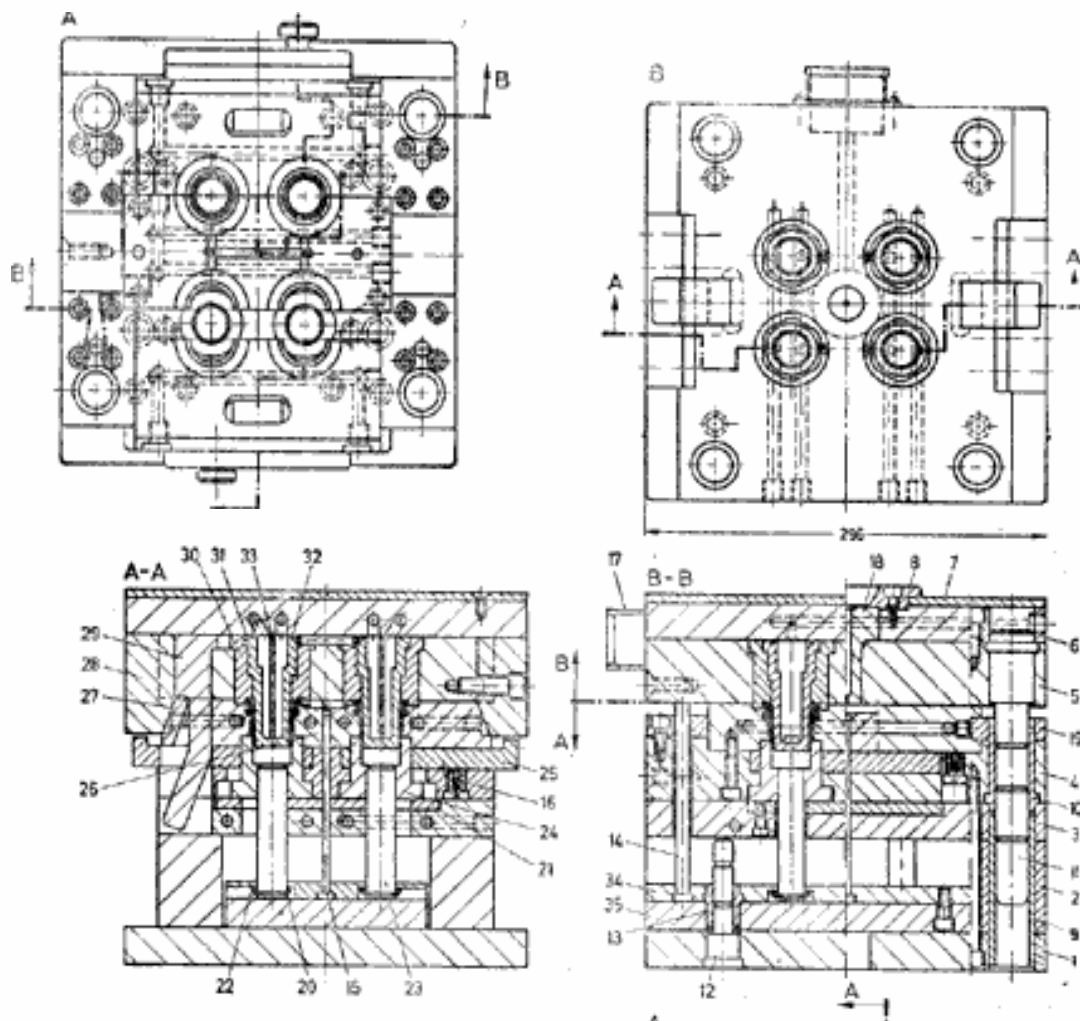


图 4.2

例 44 混合水龙头的阀壳注射成型模具

用于混合水龙头的阀壳(图 4. 3 和 4. 4)已被设计并生产。设计模具(图 4. 5)时的难题是由于塑件在 4 个方向都需要侧抽。当选配了最佳成型条件时，最初造成壁厚差异极大的毛病就消除了。由于塑件壁上的许多凹槽和邻接的隔壁，它们会引起塌坑和使圆形变成椭圆形的现象，所以塑件的结构形状对圆柱体阀座的高精度要求带来了不利的影响。

选择了 POM 为成型原料。因为在预计的长期使用过程中，塑件经常和变化着的冷水、热水接触，因此塑件的壁厚必须均匀，如果可能的话，应没有熔接痕。不充分熔合的熔接痕将易于形成薄弱部位，因此要不惜任何代价来避免。

为了避免使用长的圆锥形直接浇口，为熔料提供较好的动能，且使熔料进入型腔前保持熔料温度，采取的措施是采用电加热的主流道衬套 30(图 4. 5—(4))。然后；通过很短的流道通道进入设在管形外壳处的侧浇口，最后在安装时由另一零件把侧浇口痕迹遮掩着。浇口、预定的模温，要害部位的壁厚和总的收缩率已作为决定该给定形状的塑件尺寸的基础。

在管形外壳里 2 个型芯互相交叉，即型芯 16 穿入另一型芯 19。显然地，如果这些型芯规定相互配合的时间和运动以及模具精度哪怕是微小的偏差，电会带来模具损坏的危险。

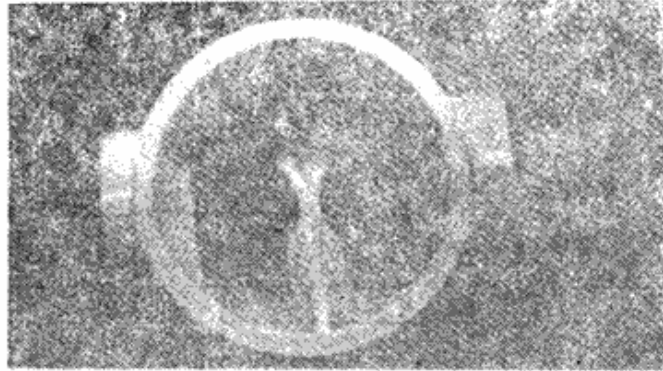


图 4.3 阀壳的内腔，显示了型芯穿入的地方

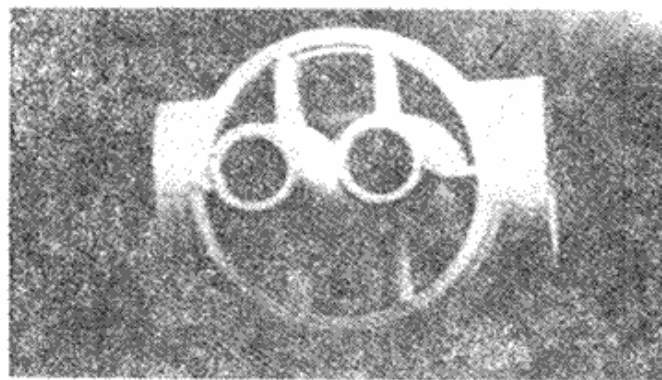


图 4.4 阀壳的外形图

图 4.3 4.4

图4.5 混合水龙头的阀壳注射成型模具

1、2、3、4—O型圈 5、6、7—型芯固定圈 8、9—设斜导柱孔的型芯支座 10—导入弯销的型芯支座 11、12—锁紧楔 13—导轨 14、15—型芯支座的导板 16—内型芯 17、18—外型芯 19—型芯 20—型腔上半模 21—型腔下半模 22、23、24—镶件 25—弯销 26—型芯隔板 27、28、29—导热杆 30—加热主流道衬套 31、32—导柱 33—支撑型芯 34、35—推杆 36—主流道推杆 37—复位杆 38—定位圈 39、40、41、42—限位挡块 43—螺钉 44—锁紧螺母 45—定模固定板 46—上模型腔固定板 47—冷却水接头 48—下模型腔固定板 49—动模固定板

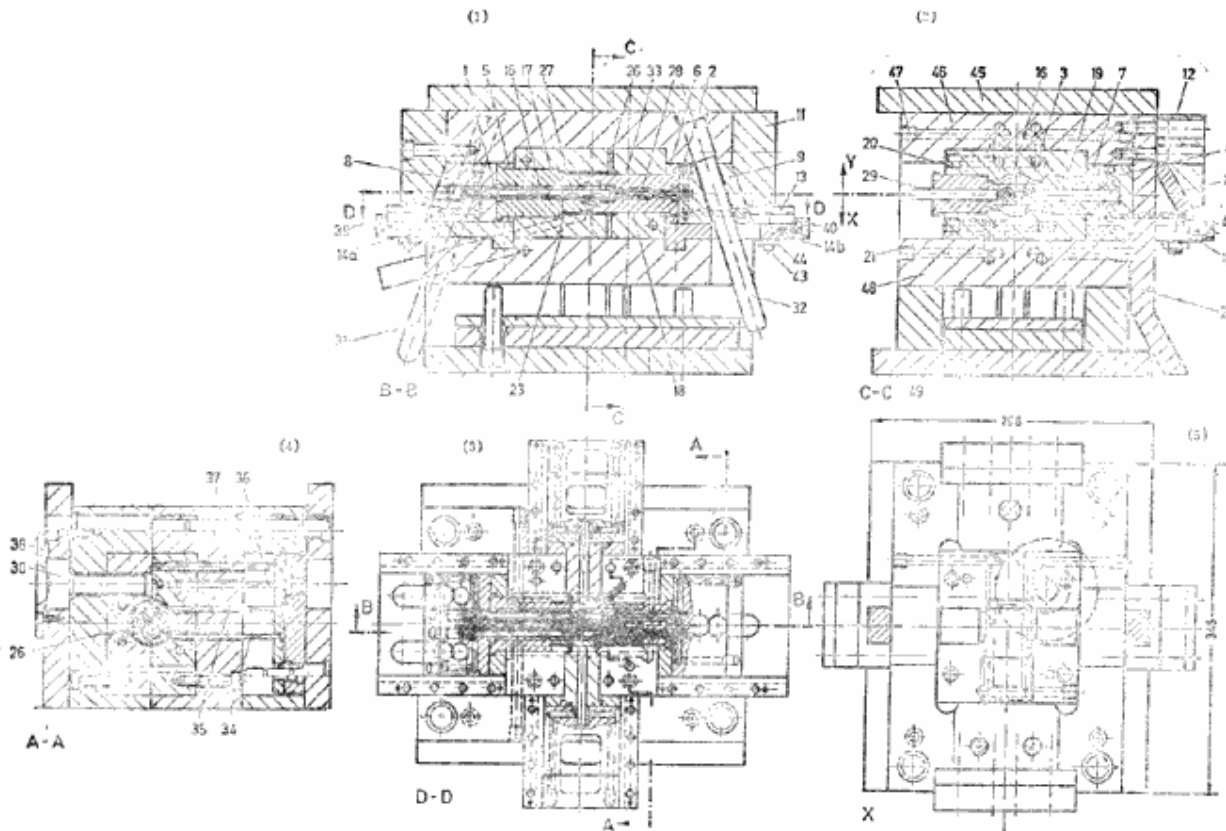


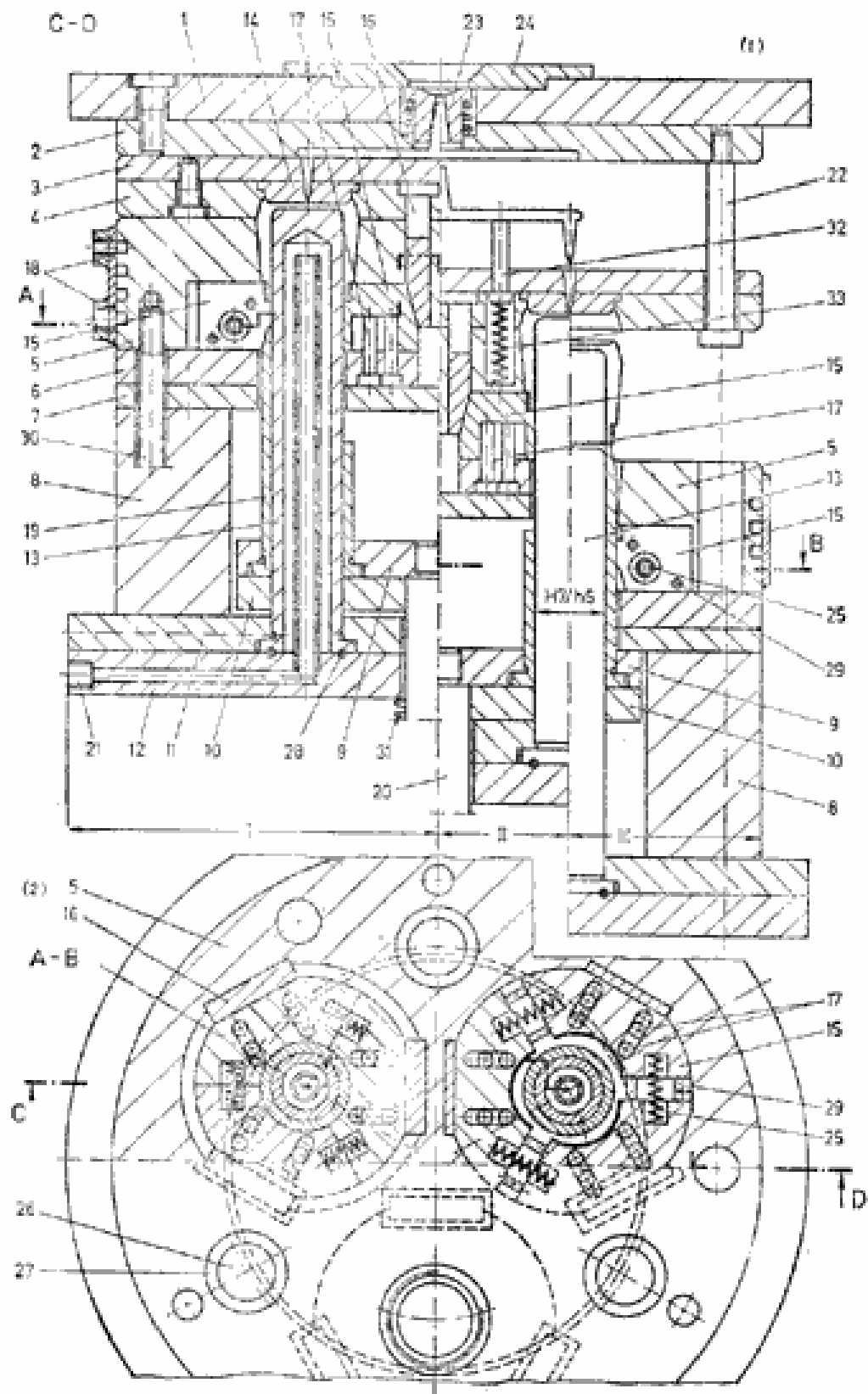
图 4.5

在模具开模过程的第一阶段，空心型芯 19 由机械式的延迟机构(弯销)保持不动，而与它交叉的型芯 16 被斜导柱 31 抽出。在这种情况下，在调整和操作过程中为了排除切换误差(所谓的人为因素)，机械式动作要比液压式或气动式更为可靠。型芯 16、33 是由铰—铜合金制成的。它们由导热杆 27、28 冷却。

例 45 3 个型腔韵用螺纹盖的化妆品雪花膏瓶注射模具

密封化妆品雪花膏瓶通常使用细牙螺纹盖。当用塑料成型这些瓶时，从审美的观点出发，注射成型模具通常必须这样：由各种模具零件成型的塑件表面没有可见的痕迹。若采用一个简单的两半模腔成型时，在塑件上会留下可见的痕迹。而使用脱螺纹装置的模具 68 避免这样的缺点，但模具则结构复杂、价格昂贵。

为了解决这个问题，图 4. 5 所示的 3 个型腔的模具展示了一个可采纳的经济有效的方法：瓶体由整体的型腔成型，但在瓶口处外螺纹部分型腔是组合的。螺纹部分是由三块拼合的螺纹成型环 15 成型的，在闭合的模具中，由楔形块 16 使其合紧在一起(如主视图 4. 5—(1) I 区或俯视图 4. 5—(2) 左面部分所示)。此三板模的结构是这样的：在开模时，在模板 2 和 3 之间首先打开，由弹簧 33 和推杆 32 把主流道和分流道顶出(如主视图的 II 区所示)。当模板 4 碰到限位螺钉 22 的头时，便使模板 4 和 5 开始分型。在扇形螺纹环 15 与楔形块 16 分离时，由弹簧 25 的作用，使扇形螺纹环彼此分离而作抽拔，使塑件螺纹脱模。最后，推管 19 使塑件脱模(如主视图 II 区和俯视图右面部分所示)。型芯 13 的内部冷却和模板 5 的外部冷却缩短了成型周期时间。



例45 3个型腔的用螺纹盖的化妆品雪花膏瓶注射模具

1、2—定模固定板 3、4—上模型腔固定板 5—动模型腔板 6、7—垫
8—支承圈 9、10—推板 11、12—动模固定板 13—冷却型芯 14—
件底部镶件 15—三块拼合的螺纹成型环 16—楔形块 17—导销 18
冷却水接头 19—推管 20—推杆 21—冷却型芯的冷却水接头 22—
位螺钉 23—主流道衬套 24—定位圈 25—弹簧 26—导柱 27—导
28—密封圈 29—定位销 30—连接螺钉 31—弹簧 32—流道推杆
—弹簧

例 45 图

例 46 8 个型腔的新颖密封盖热流道注射成型模具

对于有同心圆结构的，并且圆周上带有侧凹的复杂形状的塑件来说，为了防止侧凹在脱模过程中扯破，需要采用多级脱模程序。图 4. s 所示的模具就是为这样的塑件而设计的。在模具刚一打开的时候，压缩空气作用在模板 2 中的气缸上，使模具首先在分型面 a 处打开。塑件从特定形状的主流道衬套 14 中脱出。继续开模，一旦活塞 23 到达它们的最终位置，则弹簧 21 弹开，使分型面 b 打开。这样，型芯套 15 从塑件上抽出。当限位螺栓 16 被限位时，主分型面 c 开始打开。由型腔镶件 26 成型的塑件侧凹被强制向里脱模。在 c 处的分型面一旦开模距足够大时，活塞 24 在压缩空气的压力作用下使型芯和脱模系统 17—20 一起移动，型芯和脱模系统彼此没有任何相对运动。于是，使塑件从型腔镶件 27 中顶出。这一过程是和分型面 d 的打开同步进行的。由推动推杆 19 和推管 20 向前运动实现塑件的最后脱模，同时使塑件和潜伏浇口脱离。在推杆 19 和推管 20 向前运动的脱模过程中，由型芯套 17 成型的侧凹被强制脱模。当模具闭合时，由复位杆 28 和复位套使型芯和脱模系统回到成型位置。

图4.6 8个型腔的新颖密封盖热流道注射成型模具

1—定模固定板 2—热流道板和压缩空气气缸框架 3—固定板 4—定模型芯固定板 5—定模型腔固定板
6—动模型腔固定板 7—垫板 8、9—动模型芯固定板 10、11—推板 12—压缩气空缸 13—动模固定板
14—特定形状的浇口套 15—定模推管 16—限位螺栓 17—型芯套 18—型芯 19—主流道推杆 20—推
管 21—压缩弹簧 22—注射成型机推杆 23、24—压缩空气活塞 25—推杆 26—定模型腔镶件 27—动
模型腔镶件 28—复位杆 a—第一分型面 b—第二分型面 c—第三分型面 d—第四分型面 e—第五分
型面 f—通冷却水 g—通压缩空气 h—热电偶插孔

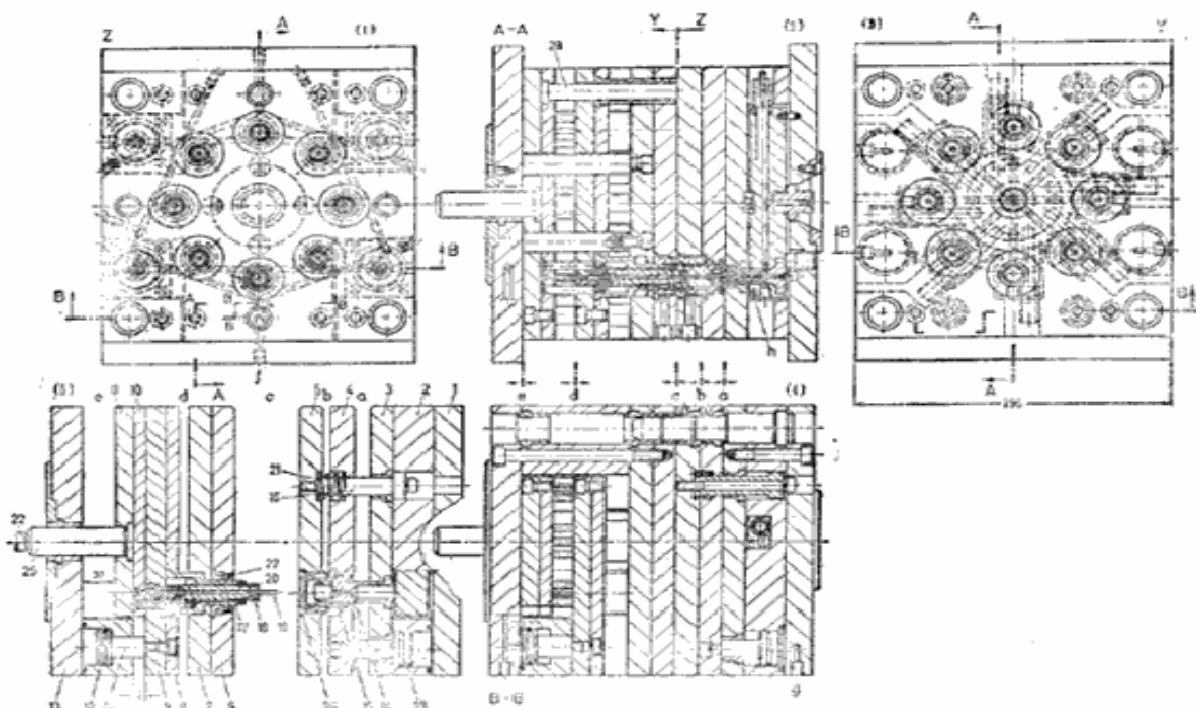


图 4.6

例 47 带切断浇口装置的 16 个型腔的圆珠笔杆注射成型模具

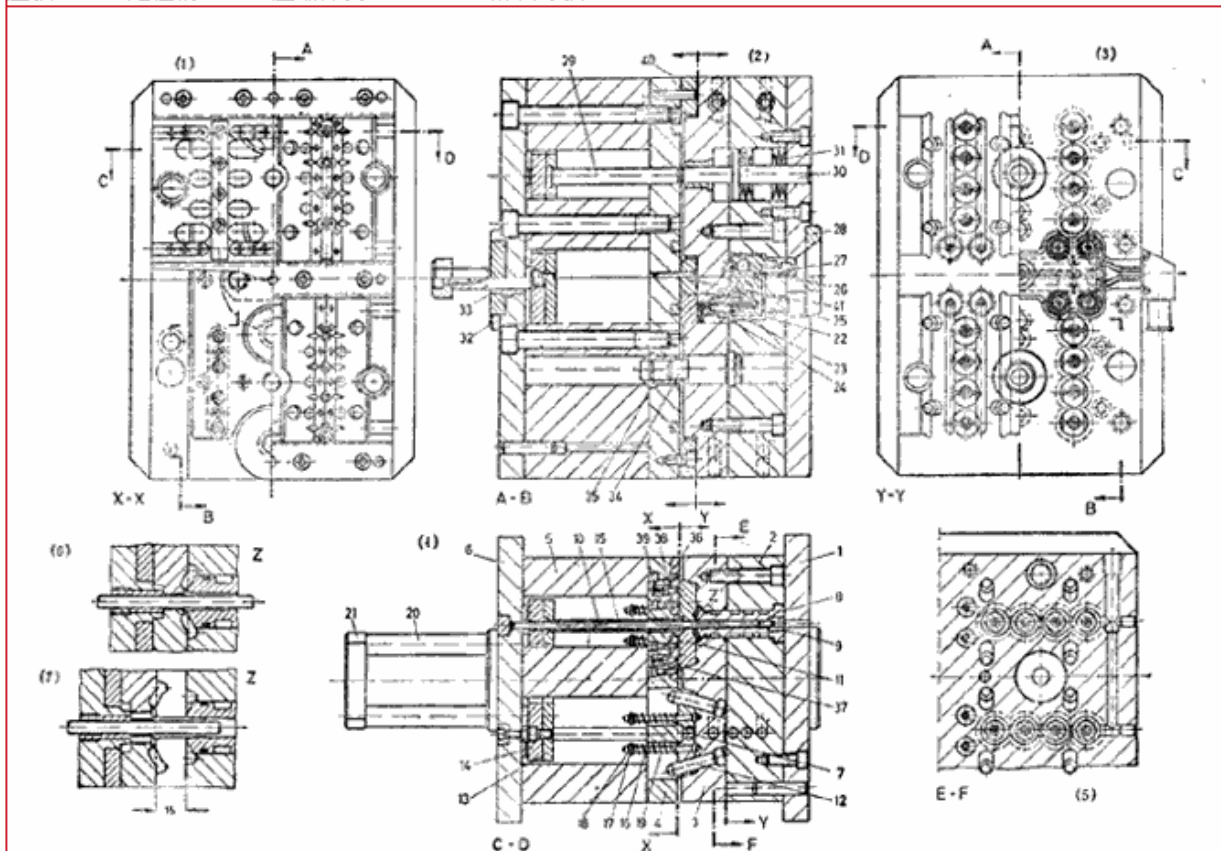
侧向注射小直径的塑件，如圆珠笔杆，现今只能用标准化的热流道喷嘴的多型腔热流道模具来完成，这种标准化的热流道喷嘴是专门为侧向注射开发的，并由 Mold Ma—stets, Thermoplay 和 Jetfor: n 公司销售。如果人们不选择这种浇口系统，那末对于全自动生产来说，要无主流道只能采用热流道系统和冷流道系统的组合形式。图 4. 7 所示的模具为这种形式的模具。设在中央的热流道板 22 带 8 个热流道喷嘴 23 广 24，每个喷嘴通过一条冷流道各向 4 个型腔供料，而每个型腔是通过两条冷流道进料的。熔料经潜伏浇口从两侧进入型腔。在注射过程中，两侧进料确保型芯不偏斜。浇口设在圆珠笔杆的定位圈上，以后会被一个装饰环掩盖着。圆珠笔杆的外螺纹由两个滑块 u 成型。潜伏浇口的分流道部分也设在滑块上。

当脱模时，应注意防止圆珠笔杆在型芯 70 上的轴向位移，一直要到斜导柱 12 使滑块 11 侧抽后才允许位移。当滑块侧抽时，塑件和潜伏浇口断开。同时圆珠笔杆从型腔 8 中脱出。这一动作由碟形弹簧 31 实现，由推杆 30 顶着复位杆 29 而制动推板 13、14，直到推杆 30 的台肩碰模板 3 为止。考虑到圆珠笔杆的长度，模具的开模行程要大，斜导柱会和滑块 11 脱离。由定位销 38 将滑块保持在开模状态的最终位置上，以确保模具闭合时，斜导柱 12 安全进入斜导柱孔中，注射成型机的推杆调整至当塑件从型腔中完全抽出时，推杆才碰到外推板 21。然后，推管 15 把塑件顶离型芯 10。在这动作过程中，推板 13 接触推杆 16，这样浇口由推杆 15 顶出。图 4. 7-(8)~(10)说明脱模过程的动作顺序。

图4.7 带切断浇口装置的16个型腔的圆珠笔杆注射成型模具

(1) 左上部—无滑块 右上部—开模状态滑块的位置 右下部—闭模状态滑块的位置 (7) 在15mm开模行程后的Z部放大图 (8) 开模开始阶段 (9) 模具完全打开，塑件和浇口脱出 (10) 闭模开始阶段

1—定模固定板 2—热流道支架 3—流道板 4—滑块支承板 5—垫块 9—动模固定板 7—盖板 8—型腔 9—型芯位件 10—型芯 11—滑块 12—斜导柱 13、14—推板 15—推管 16—推杆 17—垫片 18—轴端弹簧卡圈 19—压缩弹簧 20—推杆 21—外推板 22—热流道板 23—热流道板定位装置 27—主流道衬套 28—定位圈 29—复位杆 30—带台肩销 31—碟形弹簧 32—定位圈 33—导套 34—导柱 35—导套 36、37—定位销压板 38—定位销 39—压缩弹簧 40、41—滑块导板



例 47

例 48 8 个型腔的封闭塞热流道模具

为了确保有侧凹的封闭塞顺利脱模，模具需要设置滑块结构，设计比较复杂。图 4. 8 的模具叙述了利用

薄壁 PE 塑件的弹性进行脱模，不必使用滑块的例子。然而，必须要使型芯 13 从模具型腔镶件 7 中顶出，塑件才能从型芯侧面的侧凹上脱出。

当推杆 17 开始动作时，由于钢球 21 的作用，型芯 13 同时产生位移。当模具打开后，型芯 13 以及推杆 17 在模板 2 和 3 之间由推杆 18 和推板 15、“推动向前。在衬套 22 中嵌入的钢球 21，由滑动套 19 带动，确保型芯 13 和推杆 17 一起运动。当型芯固定板 14 由弹簧销 22 定位时，型芯 13 的运动便停止了。同时钢球 21 陷入螺栓 20 的凹槽处。滑动套 19 和衬套 22 之间的结合便解除了，这样，推杆 17 随着推杆 18 继续运动。其结果是推杆 17 超过了此时已完全伸出而停止运动的型芯 13 的端面，使塑件脱出。图 4. 8—(4)为开模的最终位置 当模具闭合时，推杆”由复位杆 24 推回，直到钢球 21 对准衬套 22 的凹槽为止。此时，模板 2 与复位杆 25 接触，由于螺栓 20 较大部分直径的作用，钢球 21 进入衬套 22 的凹槽，使与推杆 17 平行的型芯 13 也复位了。

图4.8 8个型腔的封闭塞热流道模具

1—定模固定板 2—浇口板 3—模具型腔固定板 4—模具型腔支承板 5—垫板 6—动模固定板 7—模具型腔镶件 8—浇口衬套 9—热流道喷嘴 10—H型热流道板 11—主流道衬套 12—定位圈 13—型芯 14—型芯固定板 15、16—推板 17—推杆 18—推杆 19—滑动套 20—螺栓 21—钢球 22—衬套 23—弹簧销 24、25—复位杆 26—导柱 27—导套 28—导套

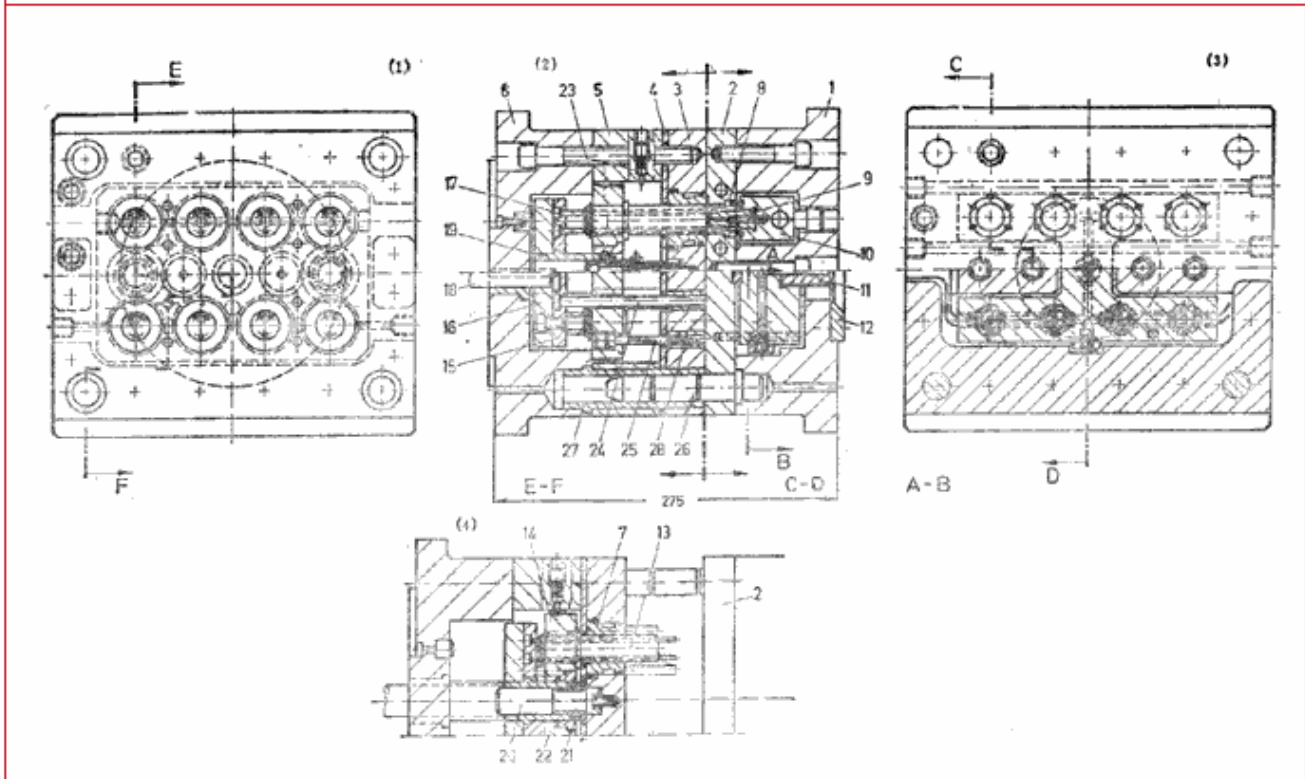


图 4.8

例 49 用抗冲击 PS 生产 2 个胶片盘的热流道注射模具

由于胶片盘的几何形状，成型胶片盘的注射模具(图 4. 9)需要设置可移动的滑 9. 10，在模具型腔中，滑块合拢时构成了胶片盘的内部形状，成型后胶片可以卷绕在上面。型芯 2，12 从两侧伸入双层壁组成的胶片盘轮毂而互相配合，形成槽和组成 3 条连接筋。胶片盘的中心孔由在模具脱模一侧的活动型芯成型，这个活动型芯就是在后阶段中起到切断浇口作用的浇口推杆 16。带有间接加热的用 BeCu 合金制造的喷嘴 14 的热流道板 15 把熔料输入设有 3 个小浇口的锥形浇口衬套 13 中。

胶片盘的脱模是以这样的方式进行的，即首先是锥形主流道型浇口和喷嘴分离(图 4. 10-(1))。接着，胶片盘本身在最后脱模之前(图 4. 10-(3))，主流道型浇口被从轮毂中心孔中切断(图 4. 10-(2))。这样就省去了胶片盘切除浇口的二次加工。

为了减少修整型(1)的费用，需要在模具中切去主流道型浇口，因此只能采用热流道系统的双型腔模具。采用多型腔热流道系统的冷主流道型浇口的普通三板模所增加的费用是可以接受的。同时，由于热流道系统只有一小段冷主流道型浇口的凝料，因而原料的损耗减少了。

在开模时，由螺栓连接在一起的模具零件是固定在移动台板上的，因面模具零件随动模板 4~8 和模板 2 一起移动(模板 2 是由拉钩 23 带动的)，与固定在机器定模一侧的部件分开。这样，浇口衬套 13 就从模板 2 当中抽了出来。同时，锥形主流道型浇口就和热流道喷嘴断离。在这开模行程中，滑块 9，10 由斜导柱 11 带动，在模板 5 上由压板 3、4 导滑而分型，这样胶片盘沿圆周方向就脱模了。同时，拉钩 19 的凸耳在模板 1 的沟槽中移动，当拉钩 19 被模板 1 上的沟槽挡着时，拉钩 19 带动推板 18 和浇口推杆“克服弹簧 27 的弹力一起移动。

这就把连料 3 个浇口的锥形主流道型浇口从胶片盘轮毂的中心孔中推了出来，直到拉钩上的销 20 在斜楔 21 的作用下，使拉钩 19 从模板 1 的沟槽中脱开为止。继续开模时，拉钩 23 上的销 24 碰到了楔块 25，使拉钩 23 放开模板 2，模板 2 作为下部支持最后由定距螺栓的限位作用，把模板 2 拉离模具型腔，使模具完全打开了。完成塑件的脱模是由移动推杆 28 克服弹簧 29 的弹力推动推板 30 和推管 32，把胶片盘从型芯 12 上顶出。

图4.9 不需要二次加工的生产胶片盘的热流道注射模具

1、定模固定板 2、浇口板 3、4压板 5、模具型腔模 6、垫板 7、型芯托板 8、动模固定板 9、10滑块 11、斜导柱 12、型芯 13、浇口衬套 14、热流道喷嘴 15、热流道板 16、浇口推杆 17、固定板 18、推板 19、拉钩 20、销 21、斜楔 22、弹簧 23、拉钩 24、销 25、楔块 26、弹簧 27、弹簧 28、推杆 29、弹簧 30、推杆 31、固定板 32、推管 33、管形加热器 34、电热偶

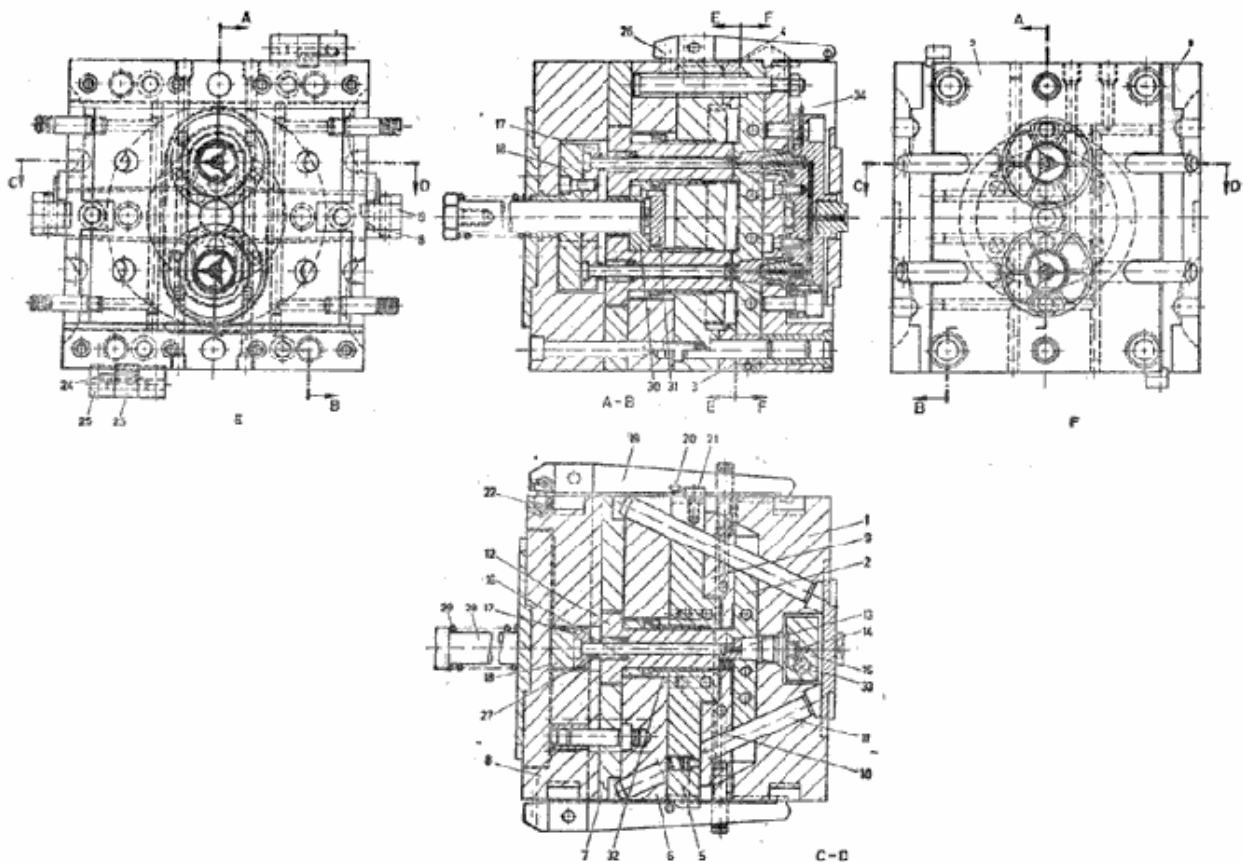


图 4.9

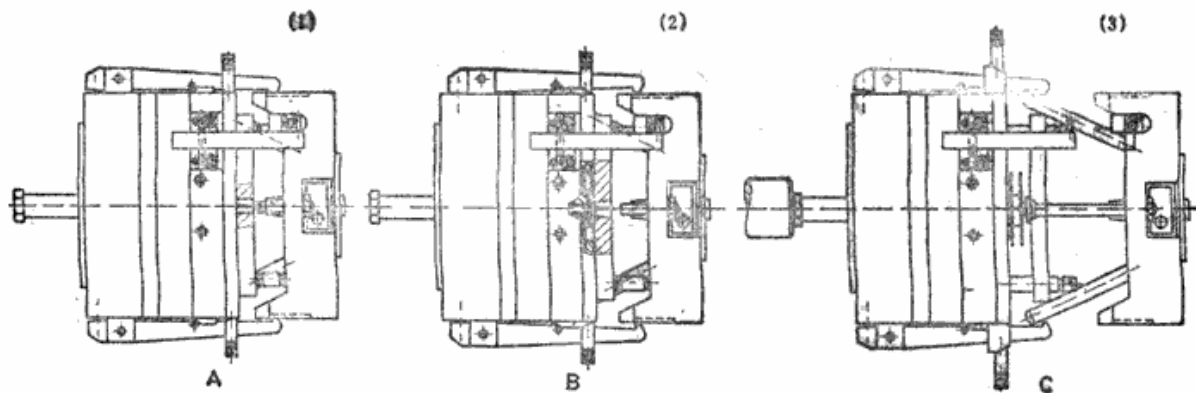


图4.10 脱模过程中，模具的操作步骤
(1) 主流道型浇口的脱出 (2) 主流道型浇口被从胶片盘中冲出 (3) 胶片盘的脱模

图 4.10

例 50 成型 1 个三处设有螺纹的塑料盖模具

此塑料盖是三处有螺纹的旋转对称塑件。螺纹Ⅱ和Ⅲ螺距相同，可以由 1 个螺纹型芯成型。采用的原料为聚缩醛树脂。订购的塑件数量（生产总数）是较少的。

模具（图 4.11）的设计是简单的。塑件的外形由镶件 c 成型，镶件 c 固定在模板 b 上，且保证防转。镶件通过环形通道（加热/冷却系统 A）加热。螺纹Ⅲ由 2 个拼块 d 成型。塑件通过盘型浇口 e 注射进料。塑料盖子的内腔由主型芯 f 成型，主型芯 f 固定在模板 P 上，也保证防转。主型芯通过设在型芯内部的管子加热（加热/冷却系统 B）。在管子上采用低温焊接制成的螺旋形通道提高了加热/冷却系统 B 的效率。螺纹Ⅰ和Ⅱ是由 1 个螺纹型芯 h 成型的。由于塑件需要量少，模具设计了在模外脱螺纹型芯 h 的结构。螺纹型芯 h 嵌在推环 c 中，并由 3 个弹簧擎子卡住。固定型芯 f 由锥面 l 定位，由于 2 个拉钩 m 的作用，模具必定在分型面Ⅰ-Ⅱ处先打开。由于斜导柱的作用，成型螺纹的拼块 d 向外移动侧抽。开模距离达 18mm 以后，拉钩由于控制块 n 的作用而脱钩，模具的主分型面Ⅱ-Ⅱ便打开了。在注射成型机脱模机构的作用下，螺纹型芯 h 由 3 个推杆 o 和推环 i 顶出 90mm 的距离（高于塑件 10mm）。在这过程中，螺纹型芯 h 带着塑件从固定型芯 f 上脱下。然后，把带有螺纹型芯 h 的塑件用手从推环 i 中拉出，且不会损伤被固定的主型芯 f。脱螺纹是在模外，借助与脱螺纹装置实现的。为了缩短生产周期时间，准备了几个螺纹型芯，这样，当 1 个塑件在模外脱螺纹是，第 2 个塑件正在模内注射成型。

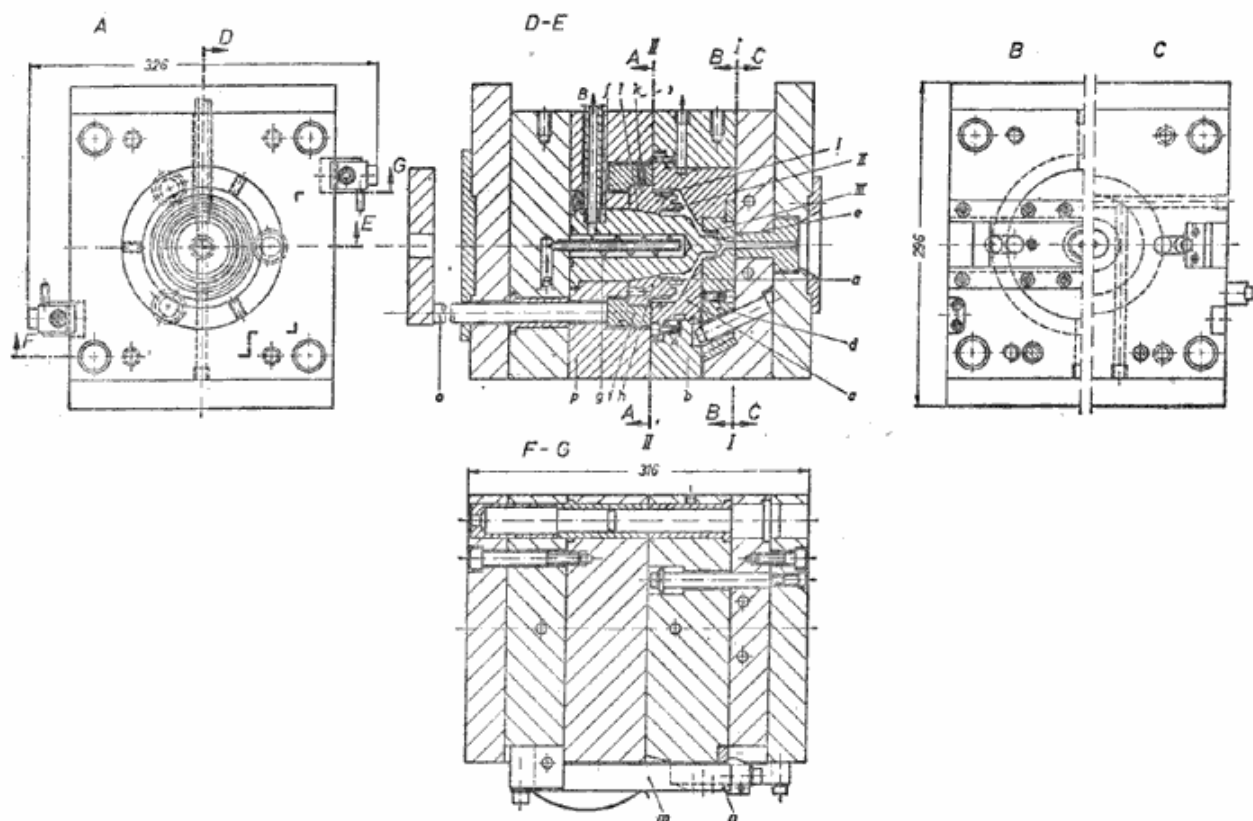


图 4.11

例 51 成型自来水笔吸水管的 4 个型腔的模具

设计图 4.12 所示的模具是在原已制成型的自来水吸水管本体上在成型一段吸水管透明的端头,吸水管本体是由前工序用不透明的材料生产而成的。这种方法解决了把两个塑件粘结在一起而带来的种种缺陷。当模具具是开模状态,拼块抽拔在外,且脱模板已复位时,把不透明的吸水管套在型芯 **b** 上。当模具闭合时,拼块 **c** 合拢。拼块在沿着导轨推进时,拼块就分型。圆形镶件 **f**、**g** 和拼埠用螺栓连拦在一起,在圆形镶件上加工了自来水笔吸水管外形。在拼块本体上加工自来水笔吸水管的外形是不利的,因为由于淬火造成的变形将影响自来水笔孔对其外径的精确定位。而制作镶能具有足够精确的同心度。在拼块和定模固定板上一起配钻镶件孔并不困难,并且也是极精确的,因为拼块和定模固定板上镶件孔的大小是相同的。然而,只有拼块不淬火,才能保持这样的精度。在拼块上装配镶件也是实用的,因为当镶件磨损后,能容易地更换镶件。然而,如果是用拼块本体直接成型塑件,那末磨损后必须更换整块拼块。

为了防止在透明管里面产生凹痕，而这会在吸水活塞周围引起渗漏，所以使用了环形浇口，成型后，镶件和浇口断开，在车床上把塑件表面车平整。为了能把在型芯杆 **b** 上成型的吸水管脱出，推板 **A** 首先必须顶出。当模具完全打开时，推杆 **H** 碰到机器的止动装置使推板向顶动。至于当模具处在完全打开的状态，还能把不透明的吸水管套在型芯杆 **B** 上，是由于已经设置了如下所述的脱模机构。

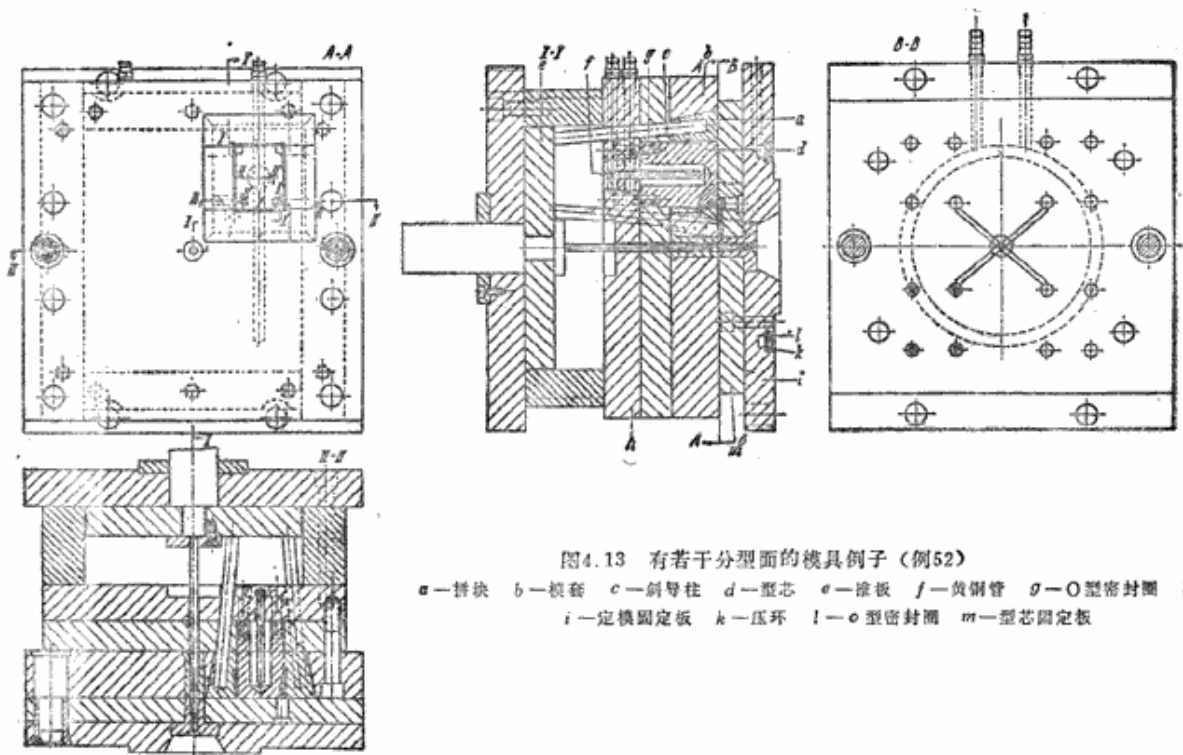


图4.13 有若干分型面的模具例子(例52)

a—拼块 b—模套 c—斜导柱 d—型芯 e—推板 f—黄铜管 g—O型密封圈 h—垫板
i—定模固定板 k—压环 l—O型密封圈 m—型芯固定板

图 4.12

推板 a 和 2 块模板 k, 1 用 3 个螺栓 i 连接。1 个有孔的滑块 m (图 4.12-(5)) 在 2 块模板 k、l 之间滑动, 推杆 h 可通过滑板 m 上的孔导滑。由于弹簧的作用, 使联锁机构的滑块 m 卡入推杆 h 的槽中, 因此推板 k、l、a 和推杆 h 牢固地联锁在一起了。当推杆 h 碰到机器的止动装置时, 推板就向前顶出。在脱模行程结束时, 由于驱动杆 n 的作用, 滑块 m 移动, 使推杆 h 和滑块 m 的联锁脱开。在强力弹簧 o 的作用下, 推板 K、l、a 被推回到它们原来的位置上。尽管推杆 h 在前, 推板 a 是处在后面的位置上。当模具闭合时, 由于弹簧 P 的作用, 使推杆 h 回到原来的位置, 联锁滑块 m 又卡进了推杆的凹槽里。

例 52 成型有若干与开模方向垂直的分型面的塑件的注射成型模具

如果在多型腔模具中成型带浅侧凹的塑件, 那末模具将必须设有多个拼块。图 4.13 的模具成型 4 个相接的拼块 a 成型, 拼块安装在带锥面的模套 b 中。在每个拼块中, 都牢固地压配入 2 个斜导柱 c, 斜导柱的倾斜角度比锥形拼块的锥角要略小些。拼块的斜角至少必须大于近似 10 度的自锁角, 否则当拼块向前推出时, 将是困难的, 因为由于注射压力失和用, 拼块将以很大的力依靠在锥形的接触面上。还推荐斜导柱的倾斜角度要非常小, 这样, 在滑块移动的过程中, 滑块能带着塑件一起移动相当的距离, 在进一步使滑块向前移动时, 能使仍然留在型芯 d 上的塑件得以脱模。对于推板 e 来说, 是不需要复位杆的, 因为当模具合时, 拼块与分型面接触, 和拼块压配的斜导柱就能使推板复位。

型芯的有效冷却是通过在型芯上钻较大的孔, 能过设置在型芯孔中的黄铜管 f 输入冷却水来实现的。型芯的密封是采用塑料的 o 型密封圈 g。在型芯 d 上设有面积与 o 型密封圈截面相同的三角形沟槽, 在沟槽中放入 o 型密封圈, 当拧紧固定型芯的螺栓时, o 型密封圈被压入三角形沟槽, 形成不漏水的密封。冷却水通过垫板 h 中的孔输入黄铜管中, 连接型芯冷却孔的第二个通道用作回水通道。定模固定板 i 的冷却彩用环境的通道或环形沟槽, 如本例就是采用环形沟槽冷却。压环 k 用橡胶圈 l 密封。

对于模具型腔来说, 进料通道是分四路引向各外壳的角上。进料通道是铣在型芯固定板 m 上, 且和外壳型腔紧接。浇口 在脱模一侧, 且加工在拼块上, 深约 1mm。

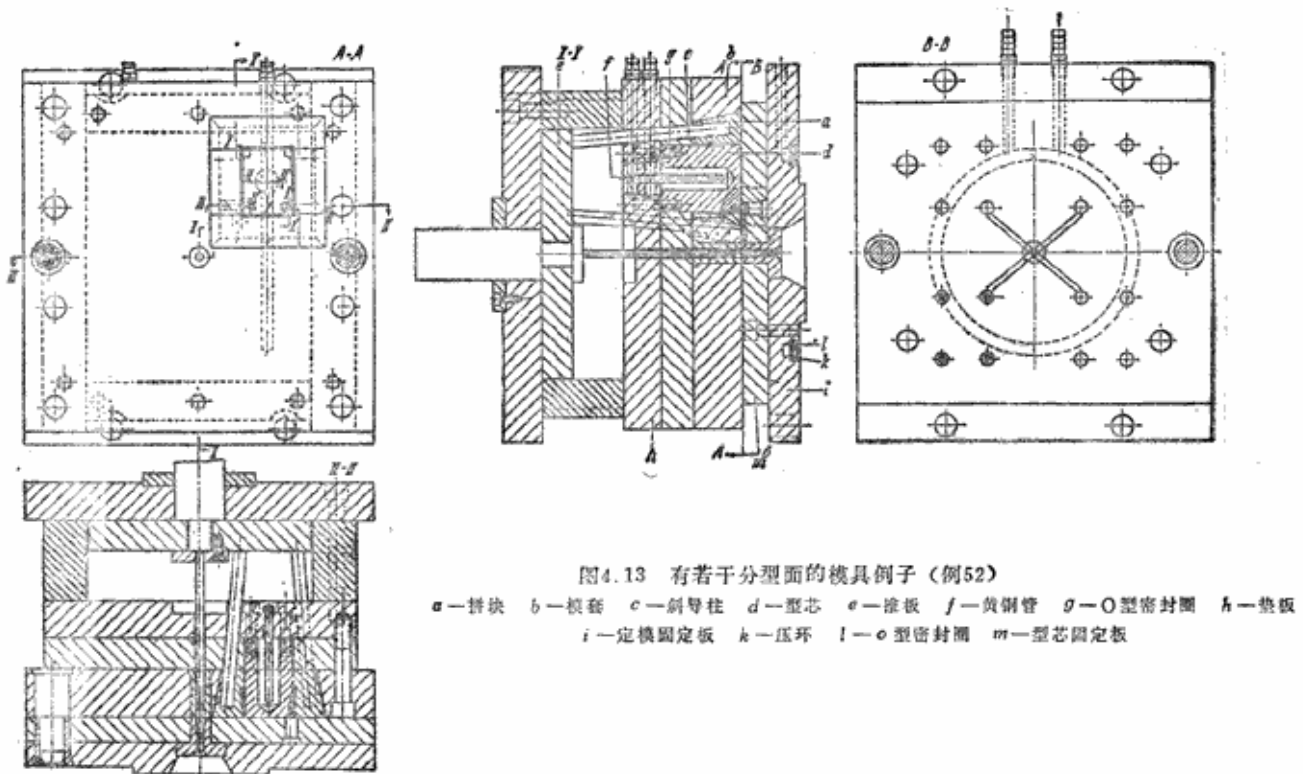


图 4.13

例 53 成型唧筒外壳和唧筒活塞的模具

唧筒外壳 a 和唧筒活塞 b 是具有不同外侧凹和侧向孔的轴对称塑件。成型塑件的材料为聚缩醛树脂。由于这两个塑件相似，所以设计了一副模具（图 4.14），同时注射成型唧筒外壳和唧筒活塞。塑件的外形由 2 个拼块成型，拼块由拼块支座 c 和拼块镶件 d 两部分组成。当磨损时，则只需更换镶件。塑件上的许多侧孔由安装在拼块镶件上的型芯 e 成型。

考虑到拼块的高度（高 146mm，有侧倾的危险），且为了使作用于合模面的支承横截面 f 比较大，斜导柱 g 设置在拼块合模面外侧。拼块在脱模板 h 上导滑。另外，在拼块分型面上，固定在拼块一侧的圆柱 i 起拼块的定位作用。塑件的流道 k 和中心浇口 l 也设在拼块的分型面上。成型塑件内腔的型芯 n、o 安装在夹层板 m 上。型芯由于热处理引起的脱皮现象而造成的粗糙表面，使型芯安装在夹层板中不会旋转。由于型芯端部易损坏，所以型芯端部 p 是拧在型芯上的，这样便于更换。

衬套 q 是易损件，装配在脱模板 h 上。为了保证脱模动作可靠，衬套和固定型芯 n、o 是锥面接触。

此模具由 5 个独立的系统进行温度控制：

系统 A+B 由喷流冷却控制固定型芯 n、o 的温度。

系统 C+D：拼块镶件 d 的温度控制是通过几个连在一起的通道形成面的温度控制系统实现的。

系统 E 定模模套的温度控制系统是由两条互相平行的通道与一条横向通道连接形成的。

模具是沿分型面 I-I 打开的。拼块在斜导柱 g 的作用下同时侧轴，因此实现了外侧凹和侧向孔的脱模。由于模具推环 v 与机器上的液压脱模机构连接在一起，防止了脱模板 h 对夹层板 m 的相对运动。塑件的脱模是通过机器上的液压脱模机构的动作，且由脱模板 h 上的脱模衬套 q 把塑件推出。塑件的排出一开始就是由辅助压缩空气脱模 s 来保证的。

由于型芯的直径不同，喷流冷却水管的直径是变化的。温度控制介质的输入通道的直径应等于或大于输出通道的直径。这是热对流常数 α 的函数，在高速流动时， α 得到它的最大值。在型芯 n 上的喷流冷却水管的图例说明了：为了扩大输入通道小孔出口的横断面积，采取了斜切喷流冷却水管的办法。

对于唧筒活塞来说，脱模衬套是与活塞侧缘 t 接触的，活塞侧缘的直径比活塞本身的直径大得多。当活塞脱模时，这将引起活塞严重变形。为了提高塑件防止变形的强度，设计了防止变形的加强防筋 u，从使用观点来讲加强筋是无用的。

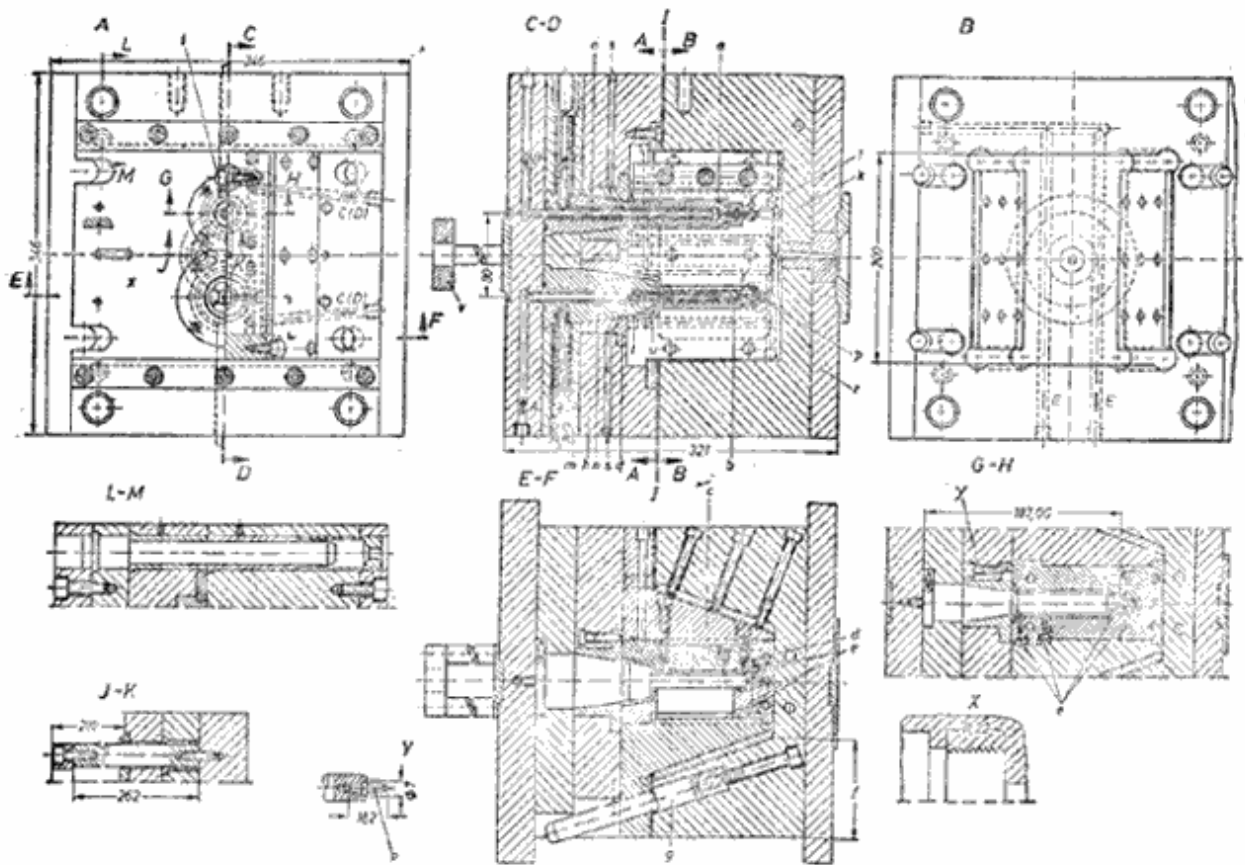


图 4.14 成型带凹壳和带侧滑块的模具 (例 53)

a—凹壳外壳 b—凹壳芯 c—凹壳芯座 d—凹壳芯座 e—凹壳芯 f—凹壳芯在凹壳内的位置 g—凹壳芯 h—凹壳芯 i—凹壳芯 j—凹壳芯 k—凹壳芯 l—凹壳芯 m—凹壳芯 n、o—凹壳芯固定座 p—凹壳芯座 q—凹壳芯 r—凹壳芯固定座 s—凹壳芯 t—凹壳芯 u—凹壳芯 v—凹壳芯 w—凹壳芯 x—凹壳芯在凹壳内的位置 y—凹壳芯在凹壳内的位置

图 4.14

例 54 为了补偿磨损，调整导向螺母螺纹的装置

脱螺纹模具的螺型芯通常是在所谓的导向螺母中旋转的。这些零件容易磨损，这就会产生这种情况，即型芯不再能正确地到达它们预定的位置上。结果塑件溢料产生毛边。通常就需要使用新的螺纹部件，重新装配既费钱又费事。

图 4.15 介绍了一种方法，可以解决这个问题。所提到的这种情况是在用螺纹型芯的多型腔模具上实施的。在导向螺母 3 上加工了导向螺纹，在分型面处导向螺母夹紧正模板 1、2 之间。在模具打开时，导向螺母由卡箍 6 夹持。导向螺母的轴向位置由加工在轴上的凸缘决定，而中心位置由扇形齿块 4 决定。导向螺母 3 (70 × 75, DIN5481) 外圆上的齿数为 48 牙。在导向螺纹螺距为 12mm 时，如果导向螺母旋转一牙，导向螺杆 5 可得到 0.25mm 的轴向位移。

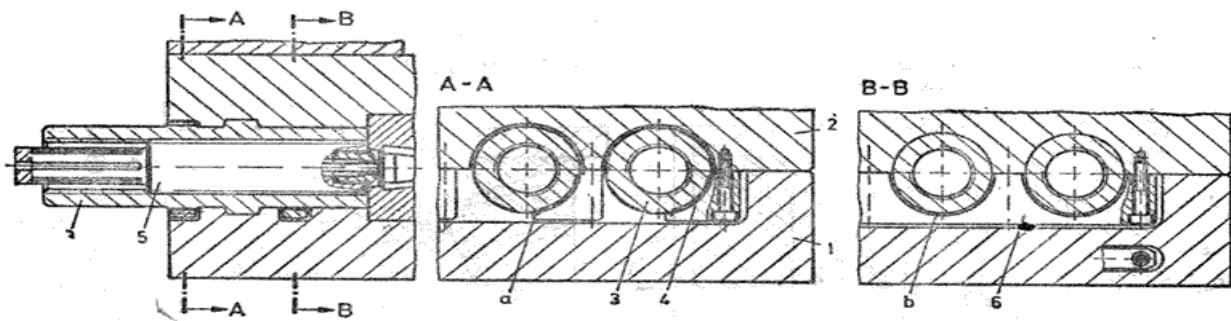


图 4.15 为了补偿磨损，调整导向螺母螺纹的装置 (例 54)

1、2—模板 3—导向螺母 4—扇形齿块 5—导向螺杆 6—卡箍
a—齿面，70×75，DIN5481，48 牙 b—0.03~0.05mm 的间隙

图 4.15

4.2 具有完整外螺丝方的塑件

例 55 具有完整外螺纹和密封锥面的蓄电池罩的注射成型模具

具有外螺纹和密封锥面的蓄电池罩通常是在采用拼块的模具中成型的，这样，塑件上便留下了一条细小的分型线。

如果规定塑件上不能有分型线，那么螺纹和密封面则必须用脱螺纹机构来脱模。图 4.16 所示的模具设有 8 个型腔。其结构和动作叙述如下：

为了避免在塑件外表留下浇口痕迹，在电池罩的内侧设置了 1 个易切断的点浇口。这种模具的结构和动作已叙述过多次。蓄电池罩的外螺纹和密封锥面在螺纹环 a 中成型。螺纹环 a 旋入青铜制的导向套筒 b 中，导向套筒 b 的螺纹距和蓄电池罩的螺纹螺距是相同的。在螺纹环的另一端装有齿轮，它们和中心齿轮 c 相互啮合。在模具开模和闭模行程中，齿轮 c 由一个小螺距螺纹的中心轴 d 驱动。开模时，模具驱动螺纹环 a 逆时针方向转动，而闭模时则作顺时针方向转动。在脱螺纹过程中，蓄电池罩由于收缩而包紧在型芯 e 上，所以电池罩保持不动。此外，塑件的形状也确保它不会转动。

螺纹刚一脱出，推杆 f 就撞上了夹紧盖板 g 推杆 h 把蓄电池罩顶出。

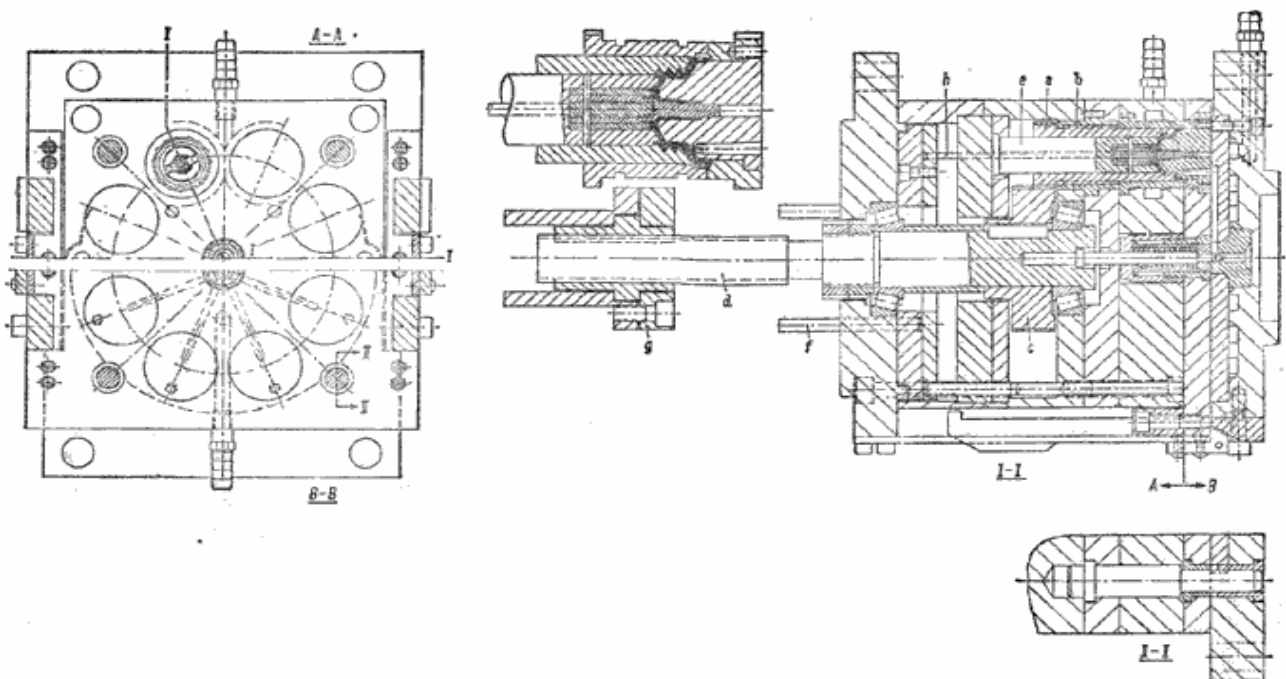


图 4.16

例 56 带螺纹口的 PP 容器注射成型模具

这例子是叙述一个成型 PP 容器的三板式注射成型模具，成型的容器没有任何拼合线的痕迹。所设计的浇口和脱模机构是为了能自动操作。

当决心要开发塑料家用器皿模具的任务。塑件图是设计的基础，它给定了塑件的几何形状、尺寸、容许公差和用 PP 作为原料。现在所涉及的容器是一个相当大的旋转对称的优质塑件，塑件是采用在表面质量上、尺寸精度上和机械负荷上有较高要求的 PP 材料成型的。

注射成型模具已根据专用工具设计原理，换言之，是根据模具顺序装配的结构图的动作原理加工的。型腔数的决定和注射成型机的选择

模具采用单型腔是根据技术可行性和可选用的注射成型机决定的。这就是为什么没有对决定最经济型腔数进行研究的原因。

模具设计

图 4.17 所示的设计为设有脱模板 P 的三板模。当注射成型机开模时，由于拉钩 b 的作用，模具在分型面 I 处打开。在这行程中，由于斜导柱 d 的作用，两个成型螺纹的拼块 c 实现了侧抽，因此塑件螺纹便脱出了。

拉钩 b 移动 28mm 后，由于导板 e 的作用而脱钩。模 板 f 就停止运动。模具便在主分型面 II 处打开了，型腔固定板 f 由 4 个辅助导向螺栓 g 导向。型腔固板 f 的停动是由辅助导向螺栓 g 末端的挡圈 h 来保证的。

流道系统

成型物料通过主流道、冷的分流道和浇口 i 进入型腔。尽管塑件的壁较厚，但尝试用 4 个直径为 1.8mm 的潜伏浇口注射成型是成功的。当模具在分型面 I 处打开时，浇口就被切断了。浇口设在上模腔中。选择这样的浇口形式和浇口的位置，具有下列优点：

- 中心进料，确保均衡充模
- 浇口设在对塑件没有影响和隐蔽的部位
- 可实行自动生产，因为没有去浇口的二次加工

温度控制系统

为了满足塑件的质量要求，模温要求均匀地保持在 50℃。此外，为了实现短的成型周期时间，也要求有效的温度控制。因此，该模具设有 5 个彼此独立的控温系统 TS。

系统 1：控制主型芯 k 的温度

系统 2：控制型腔镶件 1 的温度

系统 3+4：控制螺纹成型拼块 c 的温度

系统 5：控制成型塑件部分形状的主流道衬套 m 和辅助型芯 n 的温度。辅助型芯 n 的温度控制效率的提高是由于在辅助型芯中设置了一个铜销。

脱模系统

塑件是由脱模板 p 从型芯上顶出的。这一动作由机器的液压脱模系统实现的。脱模板的行程由 2 个带挡圈 r 的限位螺栓 q 限止。塑件的边缘 s 是在推板上成型的，脱模时，塑件将粘附在推板上。为此，在模板上设置了空气通道 t，在脱模过程的最后阶段，通入压缩空气。这样确保了塑件可靠地排出。浇注系统由单独的脱模系统 u 顶出。脱模系统 u 是由于碰到螺栓头 v 而移动的。这螺栓是用作连接机器的脱模系统和推板 w 的。

模具使用的材料

模具各零件选择了如下的材料，

- 成型镶件，渗碳钢，表面淬火
- 模板和脱模板：退火状态 的氮化钢
- 模具结构件，非合金工具钢

收缩率的断定

假定 PP 塑料的收缩率是 1.6%。经过校核，证实了假定的收缩率是正确的。

图4.17 带螺纹口容器的注射成型模具

I、II-分型面 TS1~5送温系统 a、塑件 b、拉钩 c、拼块 d、斜导柱 e、导板 f-型腔固定板 g-导向螺栓 h-挡圈 i-潜伏浇口 k-主型芯 l-型腔镶件 m-主流道衬套 n-辅助型芯 o-铜销 p-脱模板 q-螺栓 r-挡圈 s-塑件边缘 t-空气通道 u-单独的浇注系统的脱模系统 v-螺栓头 w-推板 x-AA剖面上的x件在bb剖面是在偏置60度的位置上 y-u的脱模行程最大为115mm

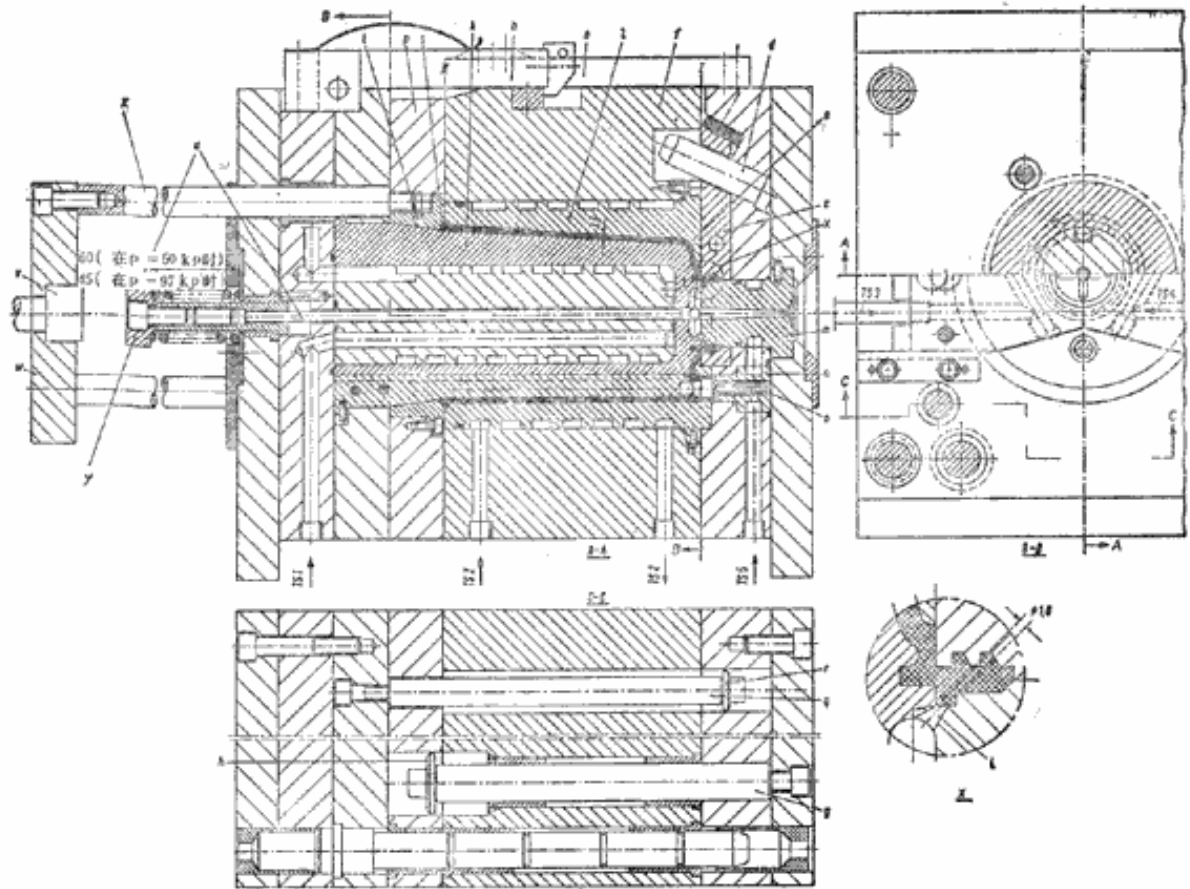


图 4.17

例 57 有 2 个螺纹支柱的塑料盖注射成型模具

在图 4.18 中，举例说明了生产塑料盖 a 的模具。此塑料盖近似矩形板，盖板下面有 3 个管形支柱 b，盖板上上面有 2 个螺纹支柱 c。沿盖板纵向及横向螺纹支柱 c 之间的距离是不相同的。塑件的原料为滑石粉填充的 PP。

由于塑件的形状，模具必定做成单型腔。2 个螺纹支柱由 2 个拼块 d 成型，拼块安装在定模边的移动垫板 e 上。锥形主流道 f 通过垫板 e 进入拼块分型面，且通过一个矩形的浇口 g 进入型腔。塑料盖的外形由固定镶件 h 成型，管形支柱 b 的孔由固定在动模固定板 i 上的三个型芯 k 成型。

模具的温度由 3 个相互独立的控温系统控制。

系统 A:

控制在动模上的镶件 h 的温度。为了提高控温效率，控温介质在镶件中几次曲折循环。输入和输出介质的通道连接到垫板 l 上。o 型圈 m 为密封圈。

系统 B+C:

控制 2 个拼块 d 的温度。在这里控温介质的流动也几次改变方向。输入和输出控温介质是通过延长的水管接头 n。

塑料盖通过下列操作顺序脱模:

为了使滑块运动的摩擦阻力送还减小，模具首先通过 2 个弹簧销 o 的作用使模具在主分型面 I - I 处打开

大约 0.2mm

然后，由于 4 个拉钩 p 的作用，模具在分型面 II-II 处打开。由于 4 个斜导柱 q 的作用，2 个拼块 d 同时侧向抽拔，使螺纹支柱 c 和在拼块分型面上的矩形浇口 g 脱模

在模具移动 28mm 后，拉钩 p 由于异板 n 的作用而脱钩。然后，模具在主分型面 I-I 处打开。拼块垫板 c 的行程由 2 个带台肩的限位螺栓 s 限制。

一旦模具完全打开，机器的液压脱模系统就使模具的脱模机构 t 推动向前，塑件由一组推杆 u 和推管 v 顶出

模具的脱模机构和机器的脱模系统是牢固地连接在一起的。当脱模动作完成后，模具脱模机构 t 由机器液压脱模系统带回初始位置。这些动作是由机器脱模系统的限位开关控的。

图4.18 成型有2个螺纹支柱的塑料盖模具

a-盖 b-在塑件上的管形支柱 c-在塑件上的螺纹支柱 d-拼块 e-垫板 f-锥形主流道 g-浇口 h-模具镶块 i-动模固定板 k-型芯 l-垫板 m-O型密封圈 n-延长水管接头 o-弹簧销 q-斜导柱 r-导板 s-限位螺栓 t-模具脱模机构 u-推杆 r-推管

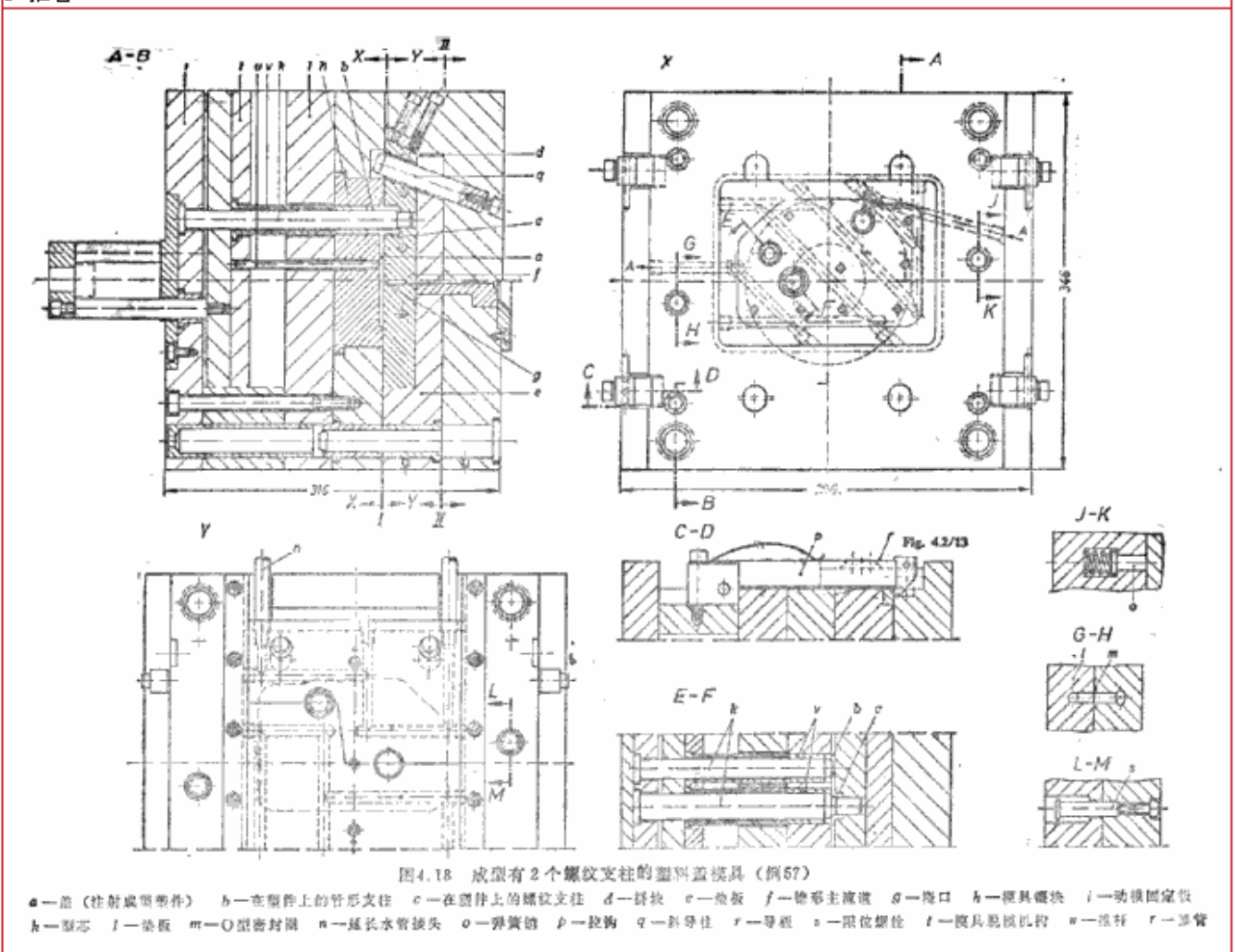


图4.18 成型有2个螺纹支柱的塑料盖模具 (例57)

a-盖 (注射成型塑件) b-在塑件上的管形支柱 c-在塑件上的螺纹支柱 d-拼块 e-垫板 f-锥形主流道 g-浇口 h-模具镶块 i-动模固定板 k-型芯 l-垫板 m-O型密封圈 n-延长水管接头 o-弹簧销 p-拉钩 q-斜导柱 r-导板 s-限位螺栓 t-模具脱模机构 u-推杆 v-推管

图 4.18

4.3 带有内侧凹的塑件

例 58 成型弯曲倾注器的注射成型模具

弯曲的空心塑件的脱模过程是复杂的，举例来说，象弯曲的倾注器那样的塑件便是如此。这个特殊塑件能配备一个固定螺母，拧在饮料用容器的设有螺纹的化碳注零件上。生产这个塑件需要一个弯曲的型芯，需要一个作与塑件轮廓相匹配的弧形运动的脱模板。

在图 4.19 举例说明的塑件可用来叙述这种形式的倾注器的生产过程。脱模时，模具在分型面处打开。首先塑件留在模板 3 上的动模型腔中，由于弹簧 26 的作用，型芯垫板 9 沿着导向螺栓 24 一起移动，直到被挡

圈 27 限位止。继续开模时, 塑件就从动模型腔中脱出了, 而留在位于动定模之间的型芯 13 上。当设置在拉杆 31 上的铰链拉钩 32 碰到压力销 20 时, 拉钩向下运动, 压力销使推板 10 克服弹簧 23 的拉力绕转动销 11 旋转, 塑件被从型芯上顶出。由于型芯是锥形形状, 约 5mm 的脱模行程就足以使塑件从型芯上脱落。

当模具闭合时，压力螺栓 20 使拉钩 32 移进拉杆 31 中，而压力螺栓本身并不移动。当注射装置返回时，它把浇口从模具中拉出。在此所描述的这种形式，在每次注射后，必须从注射成型机喷嘴把浇口除去。

图4.19 成型弯曲倾注器的注射成型模具

1-定模固定 2-定模型腔板 3-动模型腔板 4-动模固定板 5、6-定位圈 7、8-内六角螺栓 9-型芯垫板 10-推板 11-圆柱销 12-固定板 13-型芯 14-内六角螺栓 15-密封圈 16、17-冷却通道 18、19-螺塞 20-压力螺栓 21-导套 22-内六角螺栓 23-拉力弹簧 24-导向螺栓 25-导套 26-压力弹簧 27-挡圈 28-内六角螺栓 29-导柱 30-导套 31-拉杆 32-拉钩 33-内六角螺栓 34、35-圆柱销 36-主流道衬套 37-压力弹簧 38-螺塞

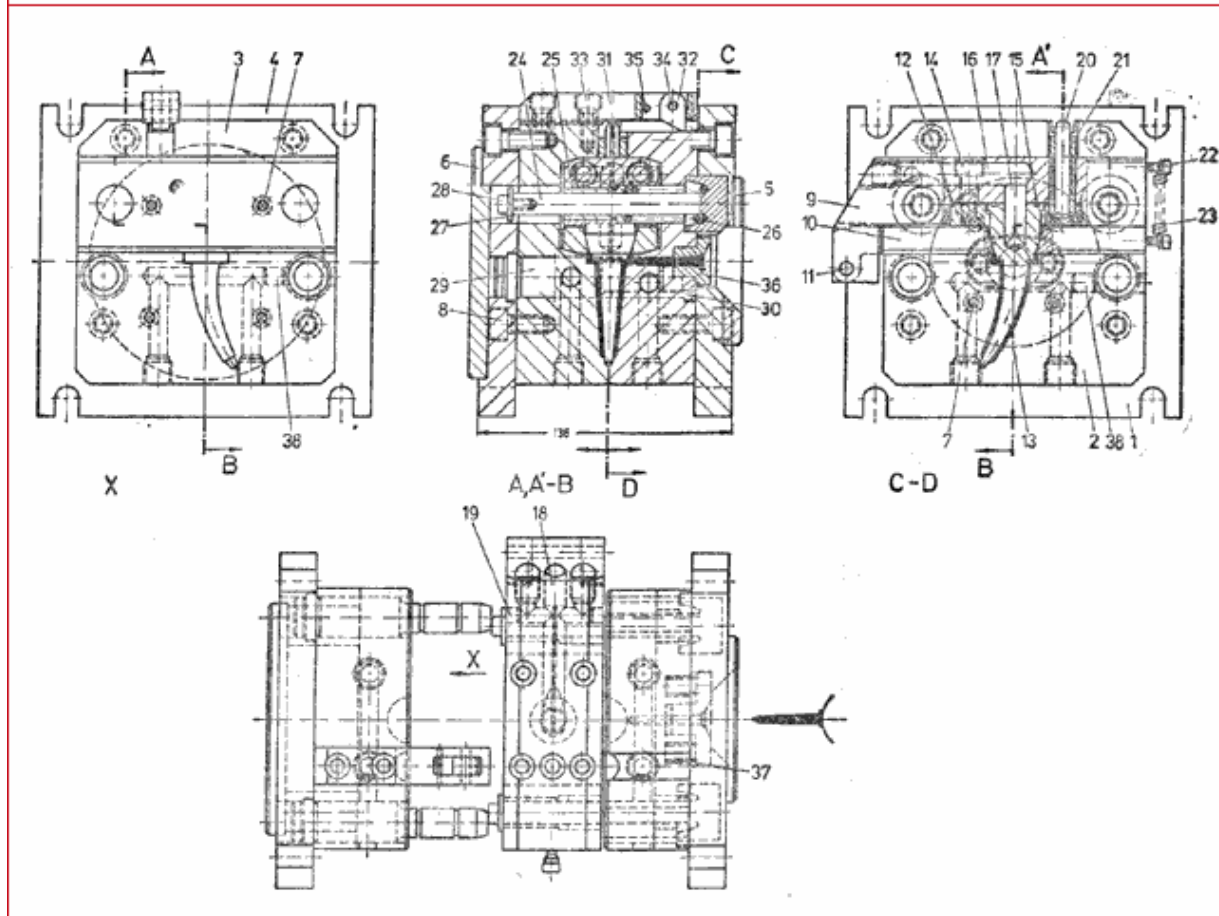


图 4.19

例 59 成型内侧周边有沟槽的塑件的模具

內側周边有沟槽的注射塑件的例子是眼镜和放大镜的框。对于必须配玻璃的仪器罩也是需要有內側沟槽的。对于这种塑件的成型，一般的做法有两种：

成型沟槽的模具零件被分成 4 部分, 通过肘杆机构成对抽出

当塑件还有塑性变形的能力时,注射成型件能从成型沟槽的模板中强制脱模

第一种方法, 模具设计复杂, 因此成本高。因为结构所需要的肘杆和轴销, 易损坏。第二种方法, 塑件强制脱模可能使沟槽稍有变形。这必然会使废品率提高, 如果能矫正的话, 那末代价也是相当大的。而图 4.20 所示的设计, 克服了两者的缺点。它是生产放大镜框的 2 个型腔的模具。在塑件外侧有 4 个小凸耳: 3 个设在镜框上, 1 个设在手柄处。在凸耳处可以设置推杆 11, 成型后除去。

模板 19 上开有螺旋形缝隙，用来成型塑件周边的沟槽。开缝模板在中间由 2 个半圆头螺栓固定。这样，开缝模板成了一个螺旋形弹簧。当塑件被顶出时，弹簧就从沟槽中抽出，而不会使塑件沟槽产生任何变形。

这一设计比较简单的模具在实践中已取得了良好的效果。

图4.20 注射成型内侧周边有沟槽的塑件的模具

1、2-上固定模板 3-动模型腔固定板 4-垫板 5-支承板 6、7-推板 8-下固定模板 9-定模镶件 10-动模镶件 11-推杆 12-螺栓 13-半圆头螺栓 14-限位螺栓 15-螺栓 16-主流道衬套 17-定位圈 18-推杆 19-成型周边沟槽的、带螺旋形缝隙的弹簧模板 20-冷却水接头 21-弹簧 22-导柱 23-导套

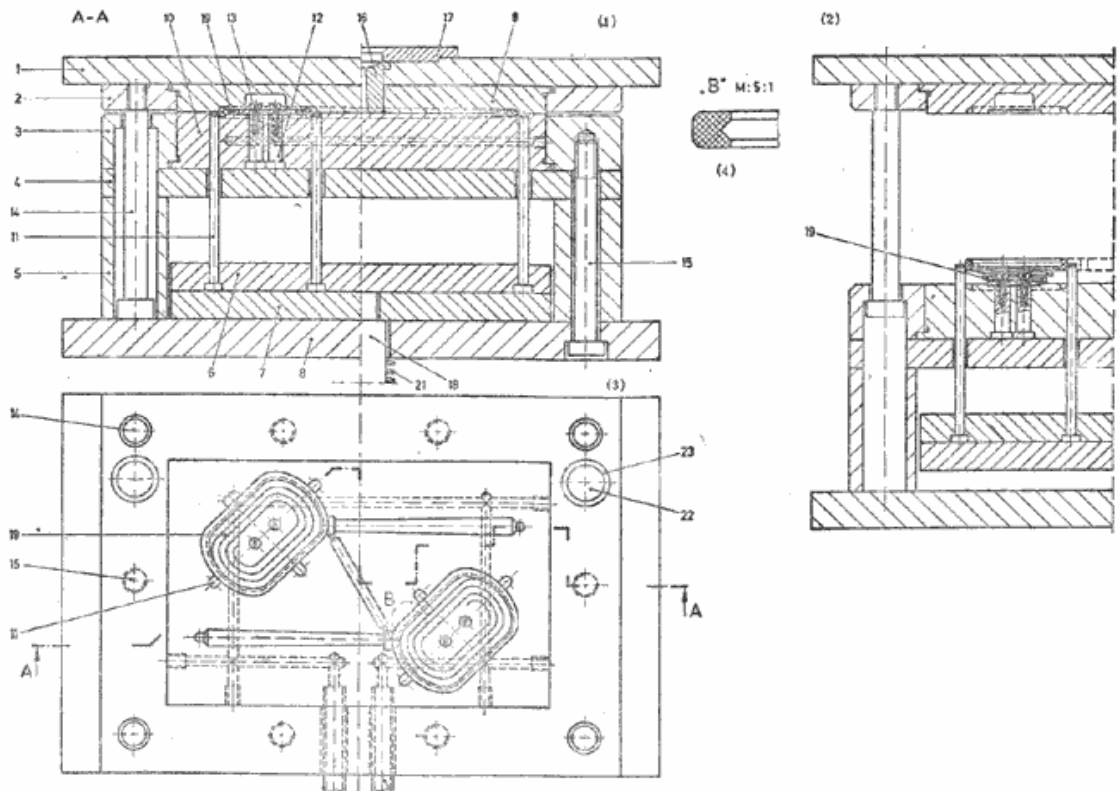


图 4.20

例 60 成型螺帽的 4 个型腔的冷流道注射成型模具

对于图 4.21 所示的螺帽塑件，应设计一副全自动操作的模具。要求浇口设在螺帽顶面凹陷的中心。设在螺帽圆周上的凹槽是便于拧紧螺母用的，同时，当脱螺纹型芯时，塑件有凹槽的外形能防转。为了实现自动切断塑件的浇口，模具需要 2 个分型面。

该模具结构的主要特点是在分型面 I 处注射物料，脱螺纹装置 1 安装在机器固定板上。因此必须使用角式注射成型机。4 个螺帽型芯 3 对称设置在主动轮 4 的周围。在分型面 I 的位置 2 处进行注射。主流道从这里沿伸至模具的中心，再从那里形成一个 H 形的分流道，这样到各型腔流道的流程是相同的。对于这样长的流道，通常根据经验扩大除浇口以外的流道通道。还设置了冷料穴，以储存在注射期间物料在流道推进过程中形成的冷料，从而使冷料不会进入型腔。

当冷却阶段结束时，主动轮 4 由主轴 7 驱动，主轴安装在脱螺纹装置 1 的空心轴上。主动轮 4 依次驱动螺纹相贩，因此螺纹型芯退了出来。螺纹型芯的转数和脱螺纹的速度是可调的。当脱出螺纹后，在分型面 I 处的开模行程便开始了，而由于拉钩的作用分型面 II 仍然保持闭合状态。当浇口由于倒推形冷料井的作用而留在动模一侧时，塑件和浇口便断开了。导板 14 安装在动模一侧。当定位销 15 被限位时，正好拉钩 13 脱钩，从而脱开了脱模板 18。同时，导向螺栓 20 的台肩和导套相碰而限位，限制了脱模板 18 的动动。继续开模，推杆 21 碰到机器的限位装置，这样，流道由推板和推杆 22 顶出。支柱 23 确保了模具的刚度。

对模具的冷必须给予重视。特别是热量积聚在内型芯上和螺帽螺纹与外壁之间。因此，在螺纹型芯 8 中设有一固定型芯 10，在固定型芯中设有用隔板隔开的冷却通道。4 个型芯的冷却通道是串接的。还在环形型芯 3.11 上进一步冷却。在脱螺纹型芯 8 两侧的有效冷却，确保脱螺纹型芯操作可靠，且防止金属滑动表面卡死。在型腔 12 和动模板 16 上也没有冷却通道。冷却通道 24 保证流道系统快速冷却。此外，必须注意模具齿轮部件的设计。对于齿轮来说，齿深不应大于需要值，以保持模具强度适中。

在开模行程结束后，螺纹型芯 8 旋转向前而复位。推板和推杆 22 由于在推杆 21 上的弹簧作用而退回到它们初始的位置上。

图4.21 螺帽的结构设计及其尺寸
a—过渡半径，0.5RD22，DIN168

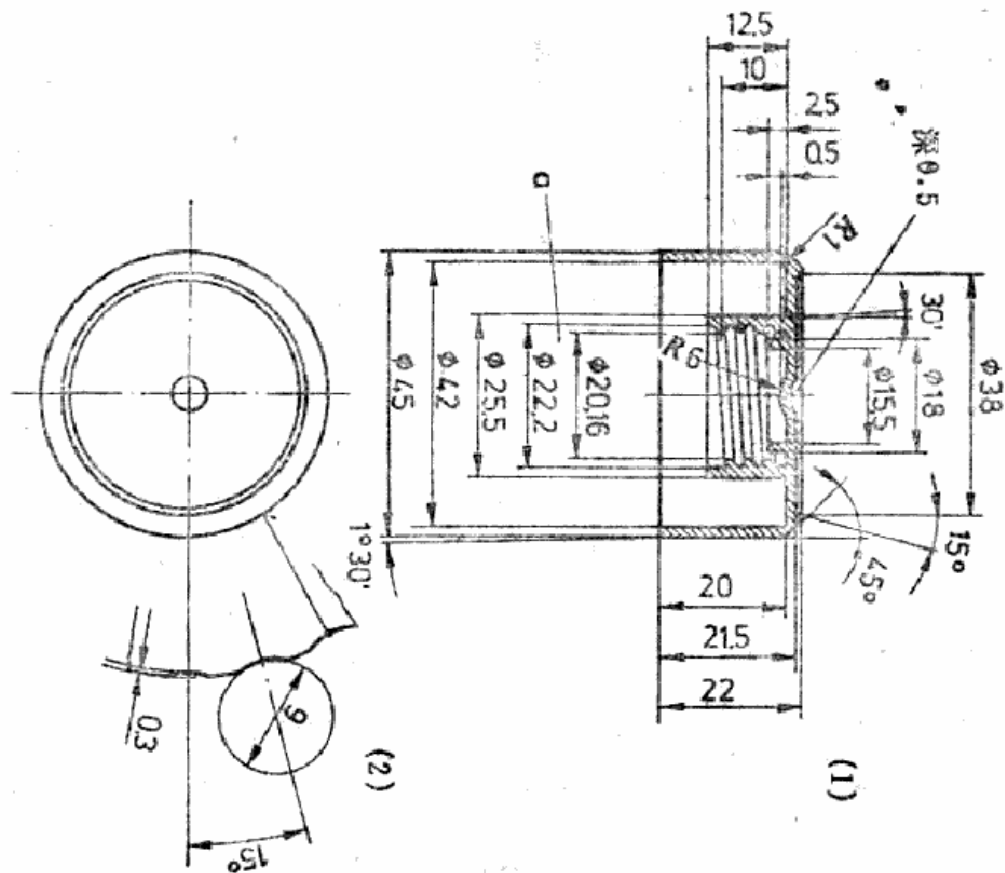


图 4.21

图4.22 自动成型螺帽的4个型腔的冷流道注射成型模具

1-脱螺纹装置 2-模具进料位置 3-螺帽型芯 4-主动轮 5-H形流道 6-冷料穴 7-主输 8-螺纹型芯 9-套筒螺母 10-固定型芯 11-环形型芯 12-模具型腔镶件 13-拉钩 14-导板 15-定位销 16-倒锥形冷料井 17-拉钩 18-脱模板 19-凸块 20-带台肩的居向螺栓 21-推杆 22-推杆 23-支柱 24-冷却通道 I II III-分型面

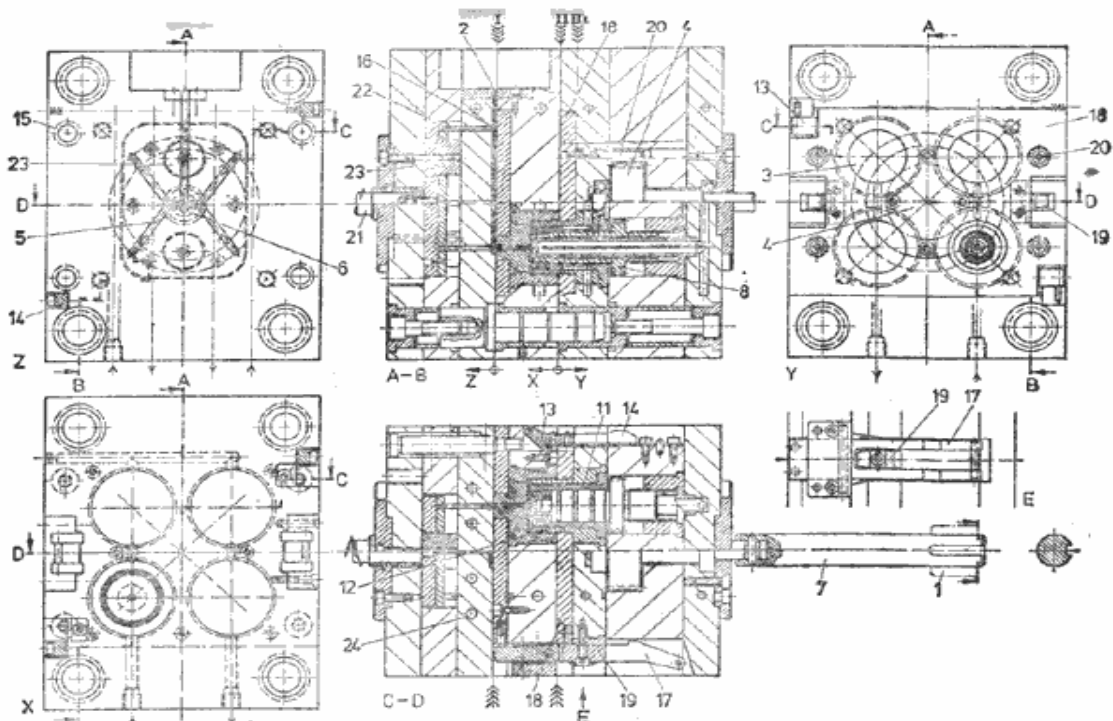


图 4.22

例 61 成型 ABS 眼镜框的注射模具

劳动保护用的护目镜框的形状(图 4.23)对模具设计者提出了塑件的脱模问题。注射塑件的侧凹，在模具上通常是滑块来成型的。成型在护目镜中装配镜片所需的凹槽。涉及很多的设计问题，特别是因为这些滑块不能处在与脱模方向成直角的位置上。为制造眼镜框，此注射模具的设计(4.24)表示怎样利用可收缩的型芯，简化塑件的脱模问题，而且这些型芯作为标准部能买到。

镜框的型腔由模板 5 上 6 构成。装配镜片的侧凹是由可收缩型芯部件 9 中的径向断开的型芯套 11 成型的。当模具打开时，动模一半 2 由于模板 4 而与定模一半 1 分开，使镜框从型腔 5 中脱出。在这动作过程中，压缩空气通过控制阀和气缸 14 的进气口 L 作用在气动活塞 15 上，这样在导板 13 和支承板 18 之间的分型面仍然是贴合的。

在模具打开一定的距离之后，空气控制阀被切换，压缩空气通过进气口 R 作用到双作用气缸活塞的另一表面上。使模板 7 和设在模板 7 中的可收缩型芯部件 9 连同支承板 8 一起向相反的方向移动。因此，由于导板 13 上的滑块 16 紧固着可收缩型芯 9 的中间型芯 10，于是中间型芯 10 就从多片拼合的型芯套筒 11 中滑出。

在此开模行程由气动活塞限位、在导板 13 上的限位螺栓 18 移动一定距离后，通过夹紧法兰 17 带动可收缩型芯部件的外套 12，使多片拼合的套筒型芯 11 向里收缩。因此眼镜框的侧凹就脱了出来。

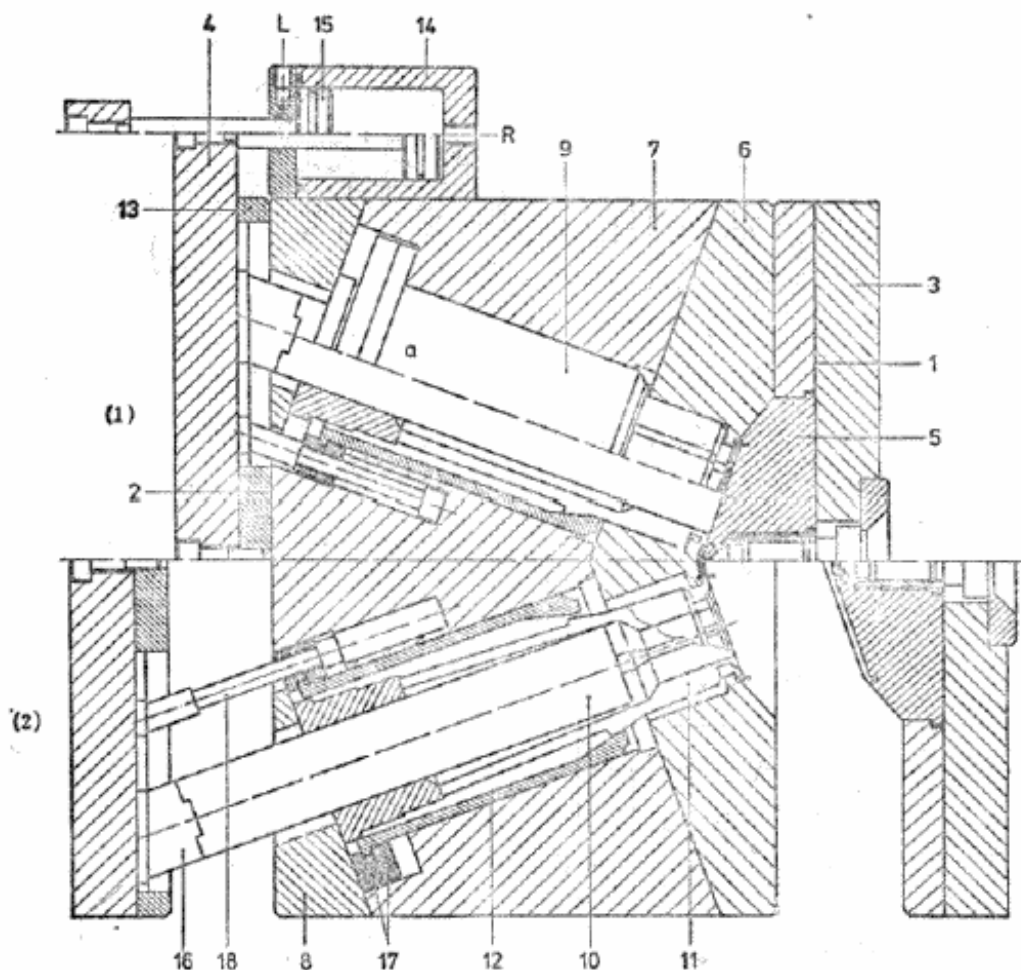


图 4.24 成型眼镜框的注射模具 (例 61)

- (1) 模具闭合状态 (2) 具有可收缩型芯模具的开模状态，此时塑件能脱模
- 1—定模 2—动模 3—固定模板 4—移动模板 5—型腔板 6—型腔板 7—模板 8—支承板
9—可收缩型芯元件 10—中间型芯 11—多片拼合套筒 12—外套 13—导板 14—气缸 15—双作用
气缸活塞 16—滑块 17—夹紧法兰 18—限位螺栓 a—可收缩型芯 L、R—进气口

图 4.24

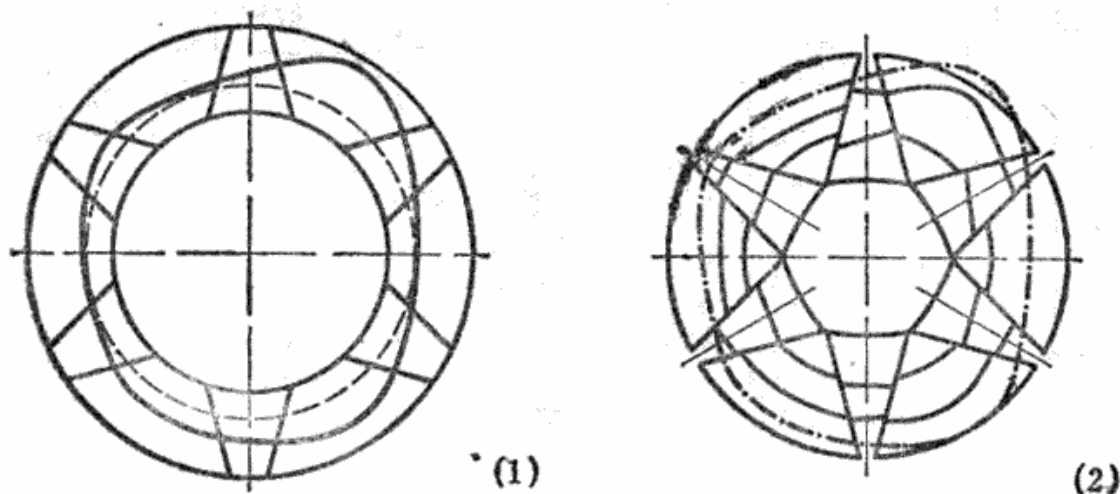


图4.25 型芯上眼镜框的轮廓
(1) 成型时的型芯 (2) 脱模时的型芯

图 4.25

例 62 用玻璃纤维增强热塑性聚酯制造开槽的铰链活塞注射模具

为了用玻纤维增热塑性聚酯树脂材料注射成草坪工槽的铰链活塞(图 4.26), 已开发了图 4.27 所示的模具, 其特点是型芯的动作。开槽铰链活塞有一个球和一个球窝形接口。型芯的动作由模具的开模动作机械地控制。在型芯抽拔以前的动作顺序中, 模具开模情况是特殊的。

由于装 配和脱模的需要, 塑件上的槽沿伸至球端通孔处。2 个型芯片、8 成型塑件上的槽, 型芯片用销连接在模具镶块 5、6 上, 镶块 5、6 嵌装在模板 3、4 上。球端的孔用型芯 11 成型, 在型芯片 7 下面通过弹簧型芯 16 使型芯 11 对中, 弹簧型芯 16 的作用如同支承座。球窝形拦口由型芯头 13 成型, 型芯头 13 安装在连杆 14 上。开模时, 连杆 14 带着型芯头 13 运动, 在开模方向的运动速度是固定在机器动模板上的模具移动速度的一半。由于连杆系统 15 是对称的, 因此型芯头 13 的轴线总是在动定模之间的自由空间的中间, 只要螺栓 23 没有移动到连杆 14 上的长孔拐一端, 型芯头就在塑件中呆着不动。为了使塑件能随模具型芯头 13 运动, 型芯 11 与顶套 12 通过在侧面的连杆 18 相对于型芯头 13 同步移动, 连杆 18 是用搭接板 19 连接到型芯固板 17 上的。在此, 由对面对的型芯 16 支承着型芯 11 对中的锥面, 型芯 16 是受弹簧力作用的。当模具打开一定距离后, 螺栓 14 通过连杆 15 把型芯头 13 从塑件中抽出。在这动作过程中, 活塞 的球窝形接口被撑开。在这过程中, 塑件被型芯 11、16 紧紧地位住。以后, 通过推杆 20 和推板 21 使推管 12 和主流道推杆 22 向前推动, 从而使流道和塑件脱离。

进料系统是这样设计的, 能主流道和紧接在主流道后的冷充道从塑件的两侧进料, 从而模具型腔能均衡地充满。而在塑件球孔端下方中心进料, 则在塑件这部分的横断面上将具有大的内应力。其后果是在脱模时或以后的装 配过程中塑件在横断面上破裂。

图4.27 用玻璃纤维增强热塑性聚酯制造开槽的铰链活塞注射模具

1-定模固定板 2-动模固定板 3、4-模具型腔板 5、6-模具型腔镶块 7、8-型芯片 9-支承板 10-垫板 11-型芯 12-推管 13-型芯头 14-带长孔的连杆 15-抽拔型芯头的连杆系统 16-弹簧型芯 17-型芯固定板 18-带动型芯11的连杆 19-搭接板 20-推杆 21-推板 22-主流道推杆 23-螺栓

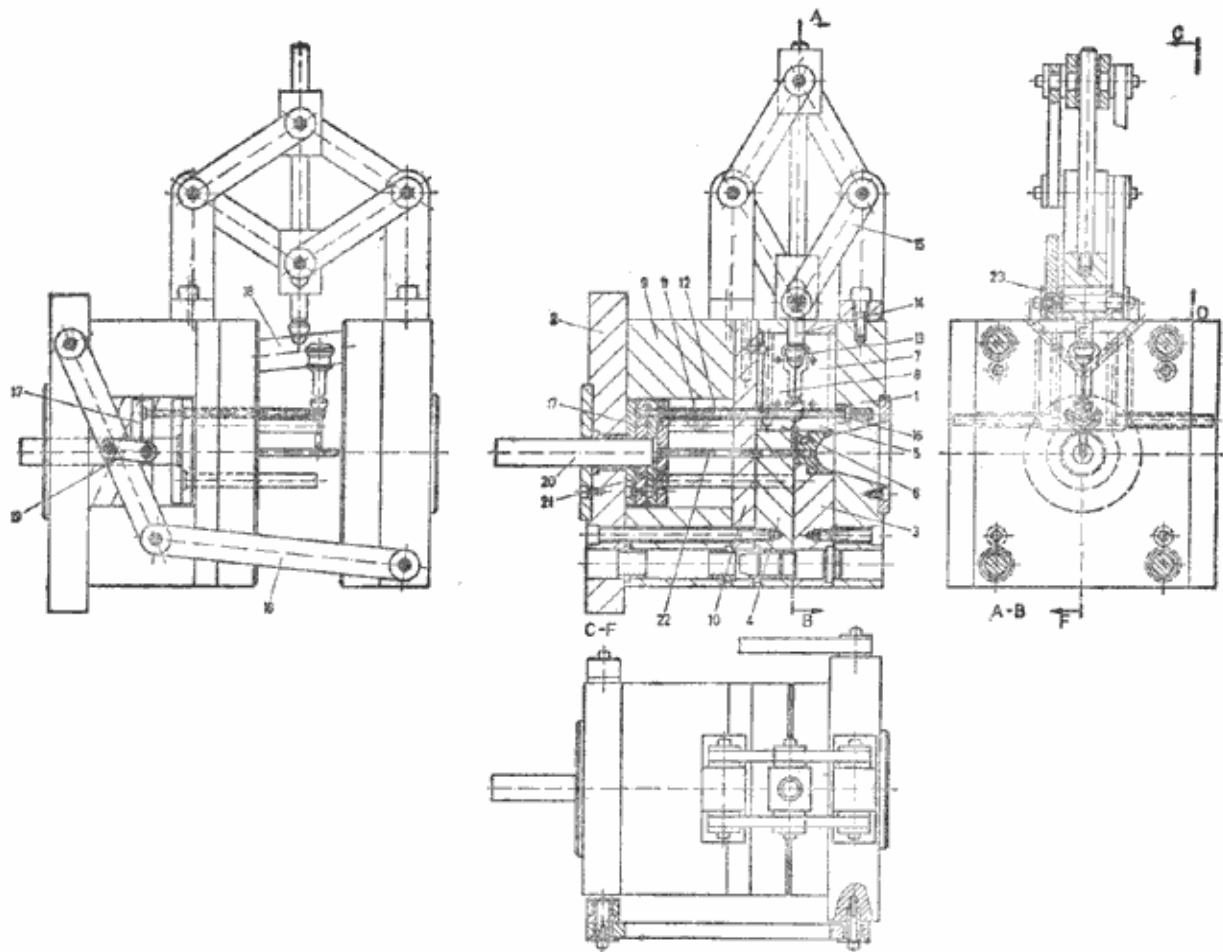


图 4.27

4.4 设有内螺纹的塑件

例 63 浇口设在螺帽内

塑件的进料口，也就是熔料通过主流道、分流道进入模具型腔的部位应尽可能不显眼，这样就不会损坏塑件的外观。在塑件的周边通过一个小孔注入塑料，在模具打开时，能干净、自动地切断浇口。然而，点浇口在已成型的塑件上是看得见的，并且是一个斑点。因此，人们尽可能地把浇口就实现了这种可能。这种注射方法有很大的优点，即熔料从中央进入型腔，在塑件上不会留下任何熔接痕，而对于比较大的螺帽和螺纹盖来说，这一点是特别重要的。图 4.28 所示的 16 个型腔的模具其设计特色是特别适宜于浇口的切断，该设计不再为了从模具喷嘴一侧脱出主流道而需要设计一块脱料道板。对于这个设计来说，为了使星形流道脱模，使用了一种更加可靠的方法。

为了使浇口尽可能短，星形流道的分型面稍带锥形。这样的设计减少了浇注系统的重量和大大缩短了主流道(主流道衬套)，并且也得到了流道脱模系统可靠地操作所需的空。

螺纹镶件 a 固定在定模上，到各塑件浇口的分流道布置在镶件的中央。这 16 个螺纹镶件固定在盖板 b 和镶件板 c 之间，这两块板由螺栓拧在一起。在这些镶件周围设有一条冷却水通道，以确保螺纹型芯充分的冷却。

开模时，由螺栓拧在一起的模板 b、c 沿导板 d 滑移 90mm。导板 d 是与模具喷嘴一侧的定模固定板 e 连接在一起的。在滑移 90mm 的过程中，动模固定板 f 通过片簧 g 和拉钩 h 与模板 b 和 e 扣紧在一起，因此模具首先在流道分型面处打开。在移动 90 以后，模板 b 和 c 被导板 d 限位。同时，拉钩 h 上的脱模销 i 被导板 d 上的突出部抬起而使拉钩脱钩，因此使模具在模板 k 和 b 之间的主分型面处打开。

模具在流道分型面打开之初，从塑件上切断浇口的过程如下所述：在注射以后，流道分型面打开时，浇口被拉料杆 1 的侧凹留在定模一侧，因此把浇口从螺丝 a 中拉出，并在浇口最薄弱处与塑件断开。紧贴前推管 m 的弹簧 o 使推管 m 和拉料杆 n 随最初的开模行程移动，移动一定距离后被限位，移动的距离大致与浇口流道的长度相当。

因此各塑件的浇口就被从流道中拉了同来。在流道分型面进一步打开时，由拉料杆 n 固定在中央的各分流道被从拉料杆 1 的侧凹处拉出。同时，主流道从主流道衬套 p 中脱出。在流道分型面的开模行程达 90mm 以后，模板 b 和 c 由导板 d 限位。然而，从模板 k 至动模固定板 f 的模具动模部份继续移动，并且靠拉料杆 n 的凸缘带动了拉料杆。这时，主流道就从拉料杆 n 的侧凹上脱开了。由带动拉料杆 n 的侧凹上脱开了。由带动拉料杆 n 的力，使推管 m 克服弹簧 o 的弹力而稍微向后移动。在这瞬时，当拉料杆从主流道侧凹中脱出时，推管 m 就向前射出，把星形流道顶出。在喷嘴一侧的定模固定板 e 上的环形沟槽为主流道和分流道提供冷却。

螺帽的外形已被加工在螺纹型芯杆 q 上，螺纹型芯杆的外螺纹与螺帽的螺距一致。这些螺纹杆在青铜制的导向螺母 r 中转动，而导向螺母被安在模板 s 中。导向螺母靠平面卡紧而防转。这些螺纹型芯杆通过齿轮 t 和中心主动轮 u 相啮合，齿轮 t 用链固在螺纹型芯杆。当模具打开时，齿轮 u 随中心主轴 v 转动，中心主轴在固定螺母 w 中转动。

在模具开模之初，流道分型面打开 90mm 时，螺帽从固定的螺纹型芯 a 中拧下。这 90mm 的距离恰好与螺帽脱螺纹的旋转数相适应。因为模板 b 和 c 钩在动模推板一侧，所以螺帽没有从型腔中脱出。在开模行程只不过比 90mm 大一点后，推杆 x 在弹簧 y 的作用下后退，和弹簧套 z 接触。在模具继续开模、行程超过 90mm 的过程中，弹簧套 z 被推回，直到弹簧力克服了塑件在型腔中的粘附力为止。如果粘附力比弹簧力大，那么弹簧套 z 在模具开模行程将近结束时，可能达到底部。继续开模，则推杆 x 就相对于螺纹型芯杆 q 前进，而使塑件从模腔中脱出。然后，弹簧 j 能够松弛，且螺帽从型腔中被有力地顶出。

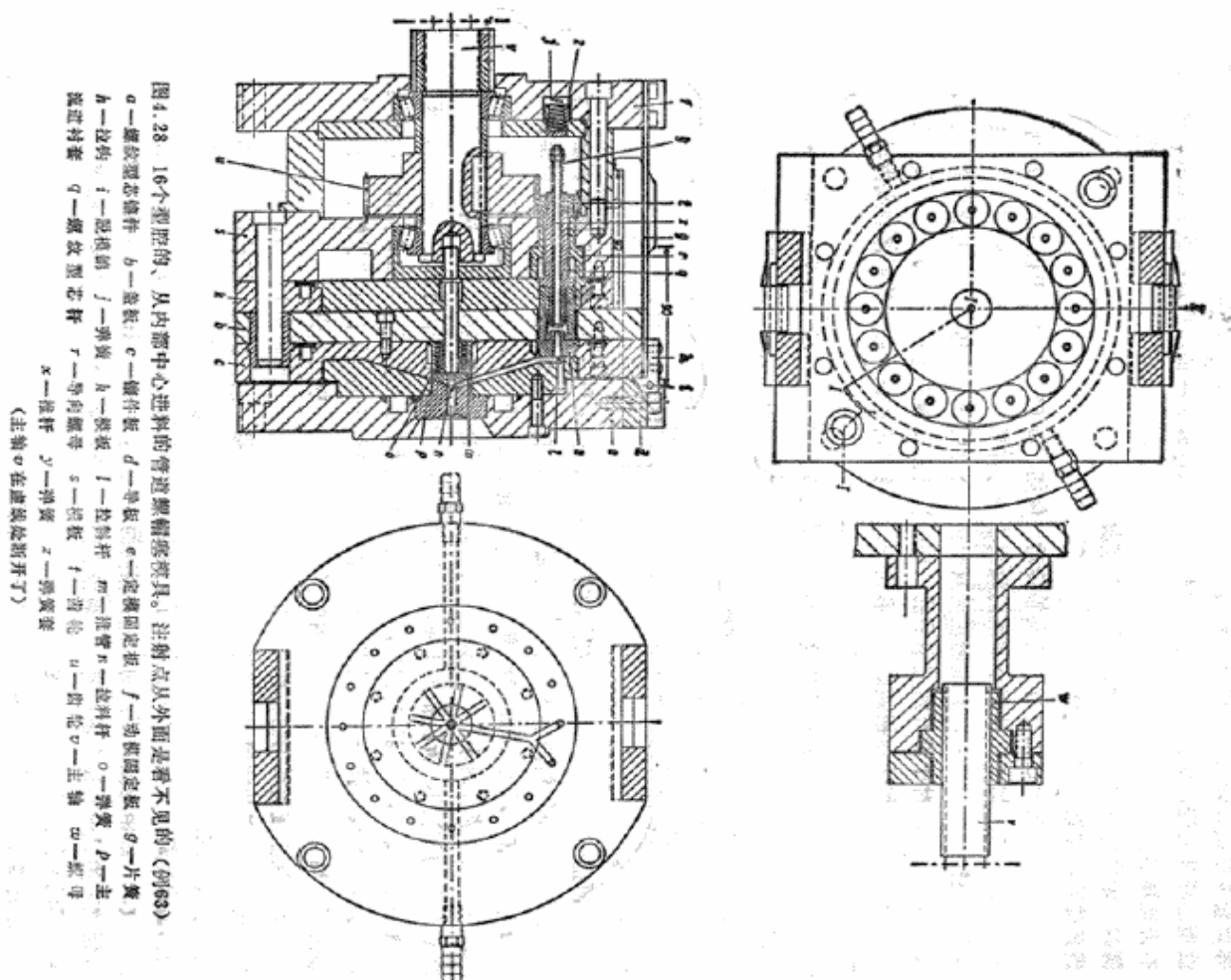


图 4.28

例 64 带内螺纹的单型腔大件注射成型模具

齿条传动与传动轴传动的比较

齿条传动优于已描述过的传动轴传动之处在于齿条较容易制造，因为齿条齿形切削加工比铣削小螺距的螺纹轴来得容易。然而，必须注意到，对于这样的模具来说需要蜗轮的机构，而蜗轮机构只能由啮合点的接触来传递力，因此它们不能传递大的力。所以，对于设有螺纹型芯的多型的多空模具需要传递比较大的力来说，传动轴传动是比较好的，正如传递扭矩的这种形式一样，通过传递轴螺旋面的面接触成齿轮传动的线接触来传递。

然而，对于单型腔模具和设有小直径螺纹型芯的多型腔模具来说也如此，型芯“齿条传动机构”具有显著的优点。即使多达 6 个一线排列的型芯也能由一根齿条传动。如果设置 2 个蜗轮传动轴，那末对两排型芯脱模也是可能的。因此，一般来说，在多型腔模具中，对于采用齿条传动装置，则塑件需要排成一线，而对于传动轴传动，则要求塑件排列成圆形，这样设在模具中央的齿轮能操纵各螺纹型芯动作。

单齿条模具

下面描述一个单型腔模具的设计方法，模具用来生产一个大致有 3 圈内螺纹的保温瓶盖。为了避免物料的浪费，模具采用延长喷嘴，在保温瓶盖外表的中心注射进料为使塑件能快速冷却，充分冷却型腔和型芯，这一点是必要的，这样，通过延长喷嘴的小孔能继续进行注射而熔料不会在这里凝固。因为这保温瓶盖是用高密度 PE 成型的，所以和各式各样的 PE 材料一样是最适宜于用延长喷嘴注射，当保温瓶盖比较薄时，仍能快速注射，防止物料在注射点凝固。正如以前曾多次叙述过的，延长喷嘴内部要保持一定的温度是在延长喷嘴上采用导热性好的铜或镀铜合金制造的锥形头部。当浇口继开时，延长喷嘴的点浇口足以使这注射点断开。

成型保温瓶盖外形的镶件 a 设在定模一侧，用锥面与脱模板 b 定位，取消了导柱。当推板 c 碰到限位装置时，4 根推杆 d 就把脱模板推向前。但是，螺纹部分必须首先脱模。成型螺纹的零件是螺纹套 e，它套在型芯 f 上。型芯的冷却是采用大家熟悉的型内部通水冷却的方法。螺纹套上设有蜗轮齿，它与蜗杆 g 相啮合。螺纹套尾端有一段导向螺纹，其螺距与塑件螺纹的螺距是相称。螺纹套的导向螺纹端拧在导向螺母 h 中，且螺纹套的另一端设有轴承套 i。蜗轮的传动比故意选用 1:1，因为在这样的传动比下，蜗轮的传递效率是最高的。

蜗杆 g 上装有单列圆滚子轴承 k，并且蜗轮传动装置用油脂填满，这样在操作期间可不用再加油润滑。蜗杆 g 通过过桥轮与齿条 l 连接。在“模具开模”至“与机器限位装置接触”的程序中，这一传动装置必须使塑件螺纹部分的脱模与地件本身由脱模板 b 从型芯 f 上顶出的动作相协调。

当模具闭合时，螺纹套必须向前移动，直到与型芯接触为止，以确保那里没有间隙，否则那里将被物料充满。因此必须注意，即使机器设定错误，在传动装置中也不能出现故障。这是这样来实现的：在齿轮 m 和蜗轮齿 g 之间没有装配键，而是简背地里地采用拧紧螺栓 n 的办法，以形成摩擦力，而摩擦结合会在设定错误的情况下使摩擦联轴节打滑。

对于螺纹套 e 相对于型芯 f 的无间隙接触的一个进一步的保护措施是在定模固定板和齿条 l 之间设置了蝶形弹簧 o。在模具闭合状态中，当螺纹套 e 和型芯 f 接触时，蝶形弹簧呈张弛状态，在螺纹套 e 和型芯 f 间将没有间隙，因此防止了注射成型物料挤入间隙。

图4.29 生产有3圈内螺纹的保温瓶盖模具

a-定模镶件 b-脱模板 c-推板 d-推杆 e-螺纹套 f-型芯 g-蜗杆 h-导向螺母 i-轴承套 k-单列圆锥滚子轴承 l-齿条 m-齿轮 n-螺栓 o-碟形弹簧 p-定模固定板

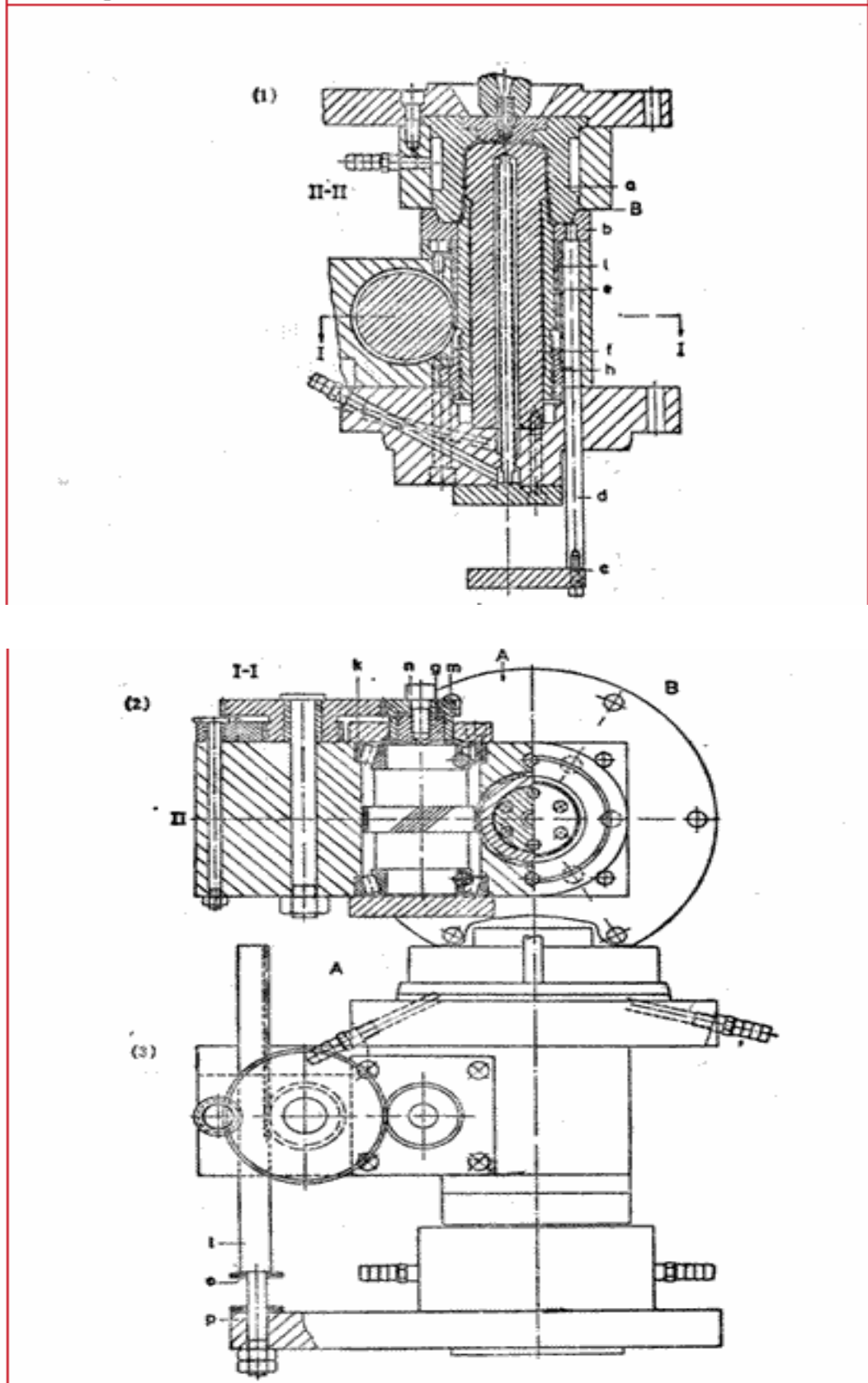


图 4.29

例 65 机动脱螺纹的注射成型模具

在开模顺序中，塑件上的内螺丝通过大螺丝方轴在机器的固定螺母中滑动来实现脱模。在模具中央旋转的主轴，把运动传递给按圆形布置的螺纹型芯的齿轮。

然而，螺纹型芯的转数是受限的，如同齿条传动装置或扇形齿条传动装置的传动受限制一样，因此螺纹只能脱有限的几圈。当螺纹圈数大于 6~7 圈时，对螺纹型芯采取直接机械传动会出故障，在最大减速比的情况下，螺纹主轴 2-3 转对于螺纹型芯来说就已显得过大了。这同样适用于齿条传动装置。在螺纹转送数大于 6-7 圈的情况下，齿条必将设计得很长，在机器上占如此大的空间将是不合适的。如果在脱螺纹时，螺纹型芯的转数要大于 6-7 转，那末必须用电动机来驱动型芯。

脱塑件内螺纹的要求之一是当型芯旋转脱螺纹时，在动模一侧塑件要确保防转。如果塑件外形设计不能满足这个必要条件，那么可以直接在螺纹部分周围塑件壁上设置制动筋来实现防转，其深度为 0.5-1mm。也就是说，这个必要条件必须由塑件本身的设计来满足。

为模具设计者注意的另一个更必要的条是在模具的闭模和开模运动中螺纹型芯的极限位置。这些螺纹型芯最终的精确位置决定闭模的开始以及注射过程。而这意味着螺纹型芯的最终位置必须触动电触点，使注射过程或闭模动作开始，能这种方式的电气控制仅能确定螺纹型芯脱螺纹的时间，而与模具开模无关。例如，对于螺纹圈数多的型芯脱螺纹，当模具开模程序时间太短时，采用这种方式的电气控制是必要的。

如果要脱的螺纹圈数很多，必须考虑的是螺纹型芯的圆周速度不能太高，以免损伤螺纹表面。然而，容许的圆周速度受一系列因素的影响，而这些因素至今尚未完全弄清楚。螺纹型芯的锥度，螺纹表面不平度和粗糙度以及各种注射成型物料或它们内部润滑的影响均属决定因素之列。

非常意外的是，试验已经表明，对于一个无瑕的镜面抛光的型芯，用酸使其微观上变粗糙，塑件从这种表面上脱模要比从表面极光的型芯上脱模来的容易。看来粗糙表面的附着力与抛光表面的附着力相比要来得小。如果上述条件被满足，圆周速度可达到 120-150mm/s。

驱动电机的功率仍然难以确定。就脱螺纹型芯所需的扭矩来说，目前的资料仍然是不够的。它们是由一系列很有影响的因素决定的。除了已经提到与型芯旋转速度有关的因素外，还必须考虑模具的温度、注射压力和保压时间。一开始，人们就要估计电机的功率。然而，人们必须清楚地考虑到，特别是对于多型腔模具和型芯直径交大的以及螺纹圈数比较多的，电机所需的功率不能估计太小。经验表明，如果电机在不利的条件下不发生故障，诸如冷却时间太长、模具温度太低等，对于较大的模具所需的功率为 0.7-1.5kw。最新研究已首次证实静摩擦系数是作为所提到的函数的有影响参数，实际所需扭矩的计算以此为依据。

下面叙述一个 8 个型腔的直径为 3/8in、长约 25mm 的套管注射成型模具。3/8in 的螺纹的螺距是每英寸为 19 牙。这意味着对于长 25mm 的套管螺纹脱模，螺纹型芯需要旋转 19 转。当螺纹直径为 17mm 时，其周长为 $17 \times \pi = 53.3\text{mm}$ 。如果以 150mm/s 圆周速度来计算，那么可以预计 $150/53.3 = \text{每秒钟 } 2.86 \text{ 转} = \text{每分钟 } 172 \text{ 转}$ 。因此 19 转则需要 $19/2.86 = 7.5\text{s}$ 。如果注射过程为 2s、保压时间为 3s，那末注射成型过程为 $2+3+15=20\text{s}$ ，这保证了在模具开模时螺纹型芯开始退出，和当螺纹型芯退出后，还需以相同的时间使螺纹型芯复位。这意味着每分钟能有 3 个注射周期。

当 1 个 PS 套管重约 6g 时，机器的塑化能力应为 $6 \times 3 \times 8 \times 60 = 8.7\text{kg/h}$ 。对于要满足高度约为 300mm 的注射成型模具安装空间的机器来说，这一塑化能力无论如何是可以达到的。

8 个螺纹型芯的齿轮节圆直径由螺纹的型芯直径 110mm 决定。螺纹型芯齿轮设 20 牙、模数为 1.25。采用的传动齿轮的内节圆直径为 135mm，即齿数为 108 牙、模数 1.25。其传动比为 $108/20 = 5.4$ 。因为塑件在被顶出以前，螺纹型芯需要黑心 19 圈，因此共用传动齿轮需要旋转 $19/5.4 = 3.5\text{r}$ 。齿轮由一个定位位置到另一个定位位置要旋转四整圈，齿轮外齿设 94 齿，模数为 2 即节圆直径为 188mm。齿轮由 44 牙，模数为 2 的齿轮 0 通过一个惰轮 n 驱动。因此，主动轴/齿轮的传动比等于 $44:94 = 1:2.14$ 。如果螺纹型芯每分钟 172 转，那么主动轴必须 $172/5.4 \times 2.14 = 68\text{r/min}$ 。