

[HotMold.com](http://HotMold.com) 收集整理 欢迎转载



ZHUSUYONG  
WULIUDAO  
MOJU

# 注塑用无流道模具

〔日〕村上宗雄 著

化学工业出版社

## 内 容 提 要

本书共十章，系统地讲述了各种无流道注塑模具。书中主要对无流道成型的必要性、优点、各种无流道模具的结构、设计要点、热量计算、温度控制方式等进行了阐述。

书中还对无流道成型模具的树脂泄漏、中心错位、冷却系统的设计，绝热等问题的解决措施加以详述。此外，还详细地介绍了日本目前使用的各种无流道成型模具的标准系列，以及各种加热元件的种类规格。

书中图文并茂，通俗易懂，适宜于从事注塑模具设计、制作人员在设计制作无流道模具时参考，也可供塑料成型加工行业的工程技术人员参考。

村上宗雄 著  
ランナレス金型

日刊工业新闻社  
1979年 第二版  
注塑用无流道模具

付光先 译  
杨惠梯 校

责任编辑：龚湖澄  
封面设计：季玉芳  
化学工业出版社出版发行  
(北京和平里七区十六号楼)

北京印刷一厂印刷  
新华书店北京发行所经销

\*

开本787×1092 1/32印张10字数 226千字  
1988年8月第1版 1988年8月北京第1次印刷  
印刷 1-4000

ISBN 7-5025-0166-5/TQ·128

定价2.50元

## 译 者 序

当前我国的塑料工业发展迅速，工业、农业、日常生活等各个方面均大量应用塑料制品。在这一形势下，塑料工业面临的问题与国外同样，就是如何降低制品成本，扩大应用范围，提高企业经济效益的问题。

影响制品成本的因素大致有三个，即原料价格，模具价格，成型费用。无流道成型兼具提高生产效率，降低树脂消耗的特点，是一种降低制品成本的良策，对于降低制品成本，扩大应用范围，提高企业经济效益均有较大的效果，故可认为无流道成型模具是今后注塑模具的一个发展的方向。

在此应说明的是无流道成型并非无流道，而是只在初次注射时，树脂充满模具的流道系统，此后不再取出流道系统的冷料，只是取出制品的成型方法，因国内尚无一统一的名称，故照原文(ranner less, ランナレス)译作“无流道”。

由于本人水平有限，翻译中可能有不妥之处，请读者提出批评意见，本人深表感谢。

译 者

# 序 言

在从过去经济高速发展的时代向低速发展时代的过渡期间，原料价高，制品价低的倾向越来越强，人们强烈要求采取节约成型原料，实现无人操作等降低成本的措施。

在这种形势下，因为无流道成型对于降低成本有很大的作用，所以要排除考虑无流道成型是不可能的。

热流道在1940年就授予E·R Knowles以专利权，在美国及德国，很早以前就已实用化，从1954年起发表了许多文献。在日本从1959年起对除热流道之外的无流道成型进行了种种实验与实用化，1965年啤酒工业开始采用塑料周转箱以后，在局部范围内，对于热流道成型的关心急剧地增长。

这是因为对于大型制品来说，应用多个浇口的成型是有效的，而且由于采用了热流道，才开始成为可能。自1968年INCOE系统开始出售以来，由于各种热衬套、热浇口的开发、出售，人们对于热流道成型的认识日益提高。

今后在石油涨价，原料费升高的形势下，在考虑成型方法时，首先研究是否能用无流道，高质量地、经济地成型已是不可缺少的。

这样考虑起来，与成型有关的人，与模具制作有关的人，都需要了解无流道模具，但是关于无流道模具，虽有E·P·Moslo及其他人发表的许多文献，但汇集在一起的却不多，对于初次接触无流道模具的人来说，多少有所不便。

虽因本人水平有限，可能有许多不妥之处，但还是将以往

发表的资料系统地编集成这本入门书，以对想了解无流道模具的人们有所帮助。

在本书发行之际，向提供援助的日刊工业新闻社出版局，塑料工业技术研究会的上野武洋，东芝机械模具事业部的各位先生表示衷心的感谢。

村上宗雄

# 目 录

## 第一章 应用无流道模具的成型

1.1 无流道模具的种类 .....	1
1.2 无流道模具所以必要的理由 .....	3
1.2.1 由制品质量观点来看的理由 .....	3
1.2.2 由成本来看的理由 .....	4
1.3 用于无流道成型的树脂 .....	11
1.3.1 用于无流道成型的树脂所必备的条件 .....	11
1.3.2 聚乙烯和聚苯乙烯流动性的比较 .....	15
1.3.3 用于无流道成型的树脂 .....	16

## 第二章 长颈喷嘴

2.1 构成型腔一部分的喷嘴 .....	17
2.2 锥形喷嘴 .....	20
2.3 球形喷嘴 .....	21
2.4 带凸台的球形喷嘴 .....	21
2.5 间隙型球形喷嘴 .....	22
2.6 圆锥形喷嘴 .....	24
2.7 热喷嘴 .....	24
2.8 兼作型芯的喷嘴 .....	26

## 第三章 [贮料]井型喷嘴

3.1 [贮料]井型喷嘴的优缺点 .....	28
3.2 井室容量 .....	29
3.3 防止井室树脂冷却固化的方法 .....	30
3.4 井室举例 .....	31

## 第四章 绝热流道

4.1 早期的绝热流道 .....	37
4.2 流道、浇口的尺寸 .....	38
4.3 与以往的三板点浇口模具相比的优点 .....	38
4.4 绝热流道的缺点 .....	39
4.5 防止流道及浇口料冷却固化的方法 .....	39
4.6 与其他无流道模具相比的优点 .....	46

## 第五章 热流道

5.1 热流道成型的出现 .....	47
5.2 热流道的优点 .....	49
5.3 热流道的缺点 .....	49
5.4 设计制作热流道模具须考虑的事项 .....	50
5.4.1 流道板的加热方式 .....	50
5.4.2 喷嘴的加热方式 .....	52
5.4.3 喷嘴的绝热方式 .....	53
5.4.4 喷嘴周围树脂泄漏的防止 .....	59
5.4.5 流道板的加热 .....	65
5.4.6 流道板的安装 .....	75
5.4.7 流道板温度的均一化 .....	77
5.4.8 流道板的温度控制 .....	77
5.4.9 喷嘴中心和浇口中心错位的解决方法 .....	85
5.4.10 加热器的安装 .....	86
5.4.11 热流道直径 .....	102
5.4.12 流道内树脂滞留部分的除去 .....	103
5.5 点浇口喷嘴实例 .....	104
5.5.1 完全绝热-无加热喷嘴 .....	104
5.5.2 半绝热-外加热喷嘴 .....	112
5.5.3 半绝热-内加热喷嘴 .....	113
5.5.4 半绝热-无加热喷嘴 .....	113



5.5.5	直接接触-无加热喷嘴	114
5.5.6	直接接触-外加热喷嘴	117
5.5.7	直接接触-内加热喷嘴	119
5.6	锥形浇口喷嘴实例	120
5.6.1	半绝热-无加热喷嘴	120
5.6.2	半绝热-外加热喷嘴	121
5.6.3	直接接触-无加热喷嘴	121
5.6.4	直接接触-外加热喷嘴	125
5.7	热流道、喷嘴对于所使用树脂的考虑	131
5.8	模具举例	133
5.8.1	用于大型制品的模具	133
5.8.2	用于小型制品的模具	140
5.9	热流道与精密成型	141

## 第六章 阀式浇口

6.1	阀式浇口概述	146
6.2	阀式浇口动作的说明	147
6.3	阀式浇口的优点	150
6.4	阀式浇口模具结构	151
6.5	阀式浇口模具举例	159
6.6	阀式浇口成型举例	164

## 第七章 高速注射成型

7.1	高速注射成型的优点	166
7.2	高速注塑机	167
7.3	制品造型	167
7.4	用于高速注射成型的模具	170
7.4.1	模具的排气	171
7.4.2	模具的冷却	175
7.4.3	顶出	199
7.4.4	模具表面	201

7.4.5	模具的刚性	202
7.4.6	同心度	202
7.5	预压缩成型	204
7.5.1	预压缩成型概述	204
7.5.2	依次动作预压缩注射成型的优点	204
7.5.3	预压缩注射成型的使用效果	205
7.6	高速成型举例	206

## 第八章 并联喷嘴

8.1	插入式浮动十字头或分流道板	208
8.2	插入式固定十字头或分流道板	209
8.3	模具内藏式浮动十字头或分流道板	210

## 第九章 热喷嘴

9.1	分类	212
9.2	INCOE系统	213
9.2.1	INCOE热喷嘴头衬套	213
9.2.2	INCOE开-关系统	233
9.3	TGK系统	235
9.4	枪式系统	248
9.5	DME系统	263
9.5.1	热浇口套	263
9.5.2	DME自动定位测管	268
9.5.3	DME自动关闭测管	270
9.6	Mold Masters系统	274
9.6.1	热棱边浇口	274
9.6.2	阀式浇口	277
9.7	预切断浇口系统	277
9.8	NGK侧浇口系统	282
9.9	Du Pont公司无流道系统	287
9.10	热管浇口套	288

## 第十章 热固性树脂无流道、无主流道成型

10.1 无流道、无主流道成型的效果 .....	297
10.2 无流道成型 .....	298
10.3 无主流道成型 .....	301

参考文献

# 第一章 应用无流道模具的成型

## 1.1 无流道模具的种类

在无流道 (ランナレス; runner less) 模具中, 必须将树脂总是保持在能够注射的熔融状态, 为了达到这一目的, 有以下方法。

(1) 由注塑机喷嘴直接向型腔内注射的方法。

(2) 利用树脂的自身绝热性, 将主流道(スプル; sprue)、流道系统中心部的树脂保持在熔融状态的方法。

(3) 对流道系统加热, 保持树脂处于熔融状态的方法。

其中第2种方法, 常辅助以加热装置。

由上述各种方法出发, 有如下各种形式:

(1) 长颈喷嘴 (エクステション | ズル; extension nozzle) 模具 (方法1)

(2) [贮料]井型喷嘴 (ウェルタイプノズル; Well type nozzle) 模具 (方法2)

(3) 绝热流道模具 (方法2)

(4) 热流道模具 (方法3)

(5) 并联喷嘴 (マルチプルノズル; multiple nozzle) 模具 (方法3)

使用哪种形式的模具, 当然要根据使用树脂的性质, 同时还要考虑是一模单型腔还是多型腔, 以及制品的形状、模具成本和生产数量间的关系来决定。表1.1<sup>1)</sup>表示各种形式模具的概略成本, 周期速度的比较。

表1.2表示各种无流道模具和浇口的关系。

表 1-1 各种形式模具的概略成本、周期速度

形 式		周 期 速 度	模 具 成 本	注 射 能 力 的 利 用
以往注塑成型		普通(8秒以上)	普通	制品+主流道料+流道料
无 流 道 成 型	[贮料]井型 喷嘴	普通	普通	只制品(不含主流 道料,流道料)
	长颈喷嘴	普通	普通	
	绝热流道 热流道	快(6秒即可) 快(3秒即可);达 注塑极极限速度	普通+10% 普通+25% <sup>①</sup>	
螺纹型芯自动脱模		普通(15秒以上)	普通+10%	制品+主流道料+流道料
预压缩 注 塑 成 型	单型腔	快,达注塑机极限 速度	普通+15%	制品
	多型腔	快,达注塑机极限 速度	普通+30%	

① 无加热喷嘴。不包括温度控制器价格

表 1.2 各种无流道模具和使用浇口<sup>①②</sup>

模 具 形 式	型 腔 数	使 用 浇 口
长颈喷嘴模具	1 个	中心浇口,膜片浇口
[贮料]井型喷嘴	1 个	中心浇口
绝热流道模具	1 个 多 个	多点浇口 中心浇口,多点浇口
热流道模具	1 个 多 个	中心浇口,侧浇口,多点浇口 中心浇口,侧浇口,多点浇口
普联喷嘴模具	多 个	中心浇口

注: ① 中心浇口,多点浇口中有点浇口、小锥形浇口。

② 侧浇口中有一般浇口、膜片浇口、薄膜状浇口、侧面点浇口。

## 1.2 无流道模具所以必要的理由

成型制品时，理所当然地应当满足所要求的制品质量。制品有用户使用，企业才能得到利润。但是作为企业来说，希望能够永远地生存下去，还必须从成本方面进行考虑。因而，下面就从质量观点及成本观点来分析无流道模具之所以必要的理由。

### 1.2.1 由制品质量观点来看的理由

如果先由制品质量观点来看成型的话，制品造型是由使用目的决定的，使用目的决定所要求的制品质量，使用树脂、相应的该种树脂的成型条件、模具设计以及模具制作情况，均影响到制品的质量。制品是否用限制浇口成型？人们经常认为这是由模具设计决定的，而实际上这是成型条件的一部分。也就是说，充分发挥使用树脂的特性，且使制品处于无内应力状态，这是成型条件的作用。根据树脂流动性的好坏，选择不同的浇口是理所当然的。

使用直接浇口时，如果使用大的注射压力，则浇口周围的残留内应力增大，成型数日之后，浇口周围产生龟裂，这是在使用过程中破损的一个原因。因此使用直接浇口，必须避免大的注射压力。大的型制品，必须由多个点浇口成型的原因之一就在于此。如容器之类的成型，通常使用4~8个点浇口。

进一步讲，如果以直接浇口或普通浇口成型，由于树脂在流动方向上和与流动方向垂直的方向上的收缩率有很大差别，因此制品产生扭曲之类的变形。收缩率差别也随树脂种类而不同。为了避免这一点，也要用多个点浇口成型。

但是，使用点浇口成型的模具，必须使用三板式结构。小型制品暂且不论，大型制品的模具应该避免使用三板结构。三

板结构的模具在每次注塑时，很重的型腔模板在导柱上滑动，模具即使制作得很好，其寿命也不会太长。为了避免这点，就必须采用不用三板结构的点浇口模具，能达到这一点的只有无流道模具。这就是要使用无流道模具的重要性之一。

由于使用无流道模具，全自动成型变得容易实现。

### 1.2.2 由成本来看的理由

影响成本的因素很多，制品的成本可由下式表示。

$$N \cdot A = (\text{准备时的原料损失}) + (\text{制品原料费}) + (\text{流道、主流道等原料损失}) + (\text{由于不合格品带来的原料损失}) + (\text{加工费}) + (\text{模具费}) = [(a \cdot n \cdot W + b_1 \cdot \omega) \beta \cdot d \cdot B + (W \cdot B \cdot N + b_2 \cdot \omega \cdot \beta \cdot B) + (W \cdot N \cdot b_2 \cdot \omega) \beta \cdot \gamma \cdot B] + [T \cdot d + \left(\frac{t}{n} \cdot \frac{1}{Z} + T'\right) (1 + \gamma) N] \cdot \frac{R}{60} + C$$

$$A = \left\{ \left[ \frac{1}{N} (a \cdot n \cdot W + b_1 \cdot \omega) d + \left( W + \frac{b_2}{N} \cdot \omega \right) \gamma \right] \beta + \left( W + \frac{b_2}{N} \cdot \omega \cdot \beta \right) \right\} B + \left[ \frac{d}{N} \cdot T + \left( \frac{t}{n} \cdot \frac{1}{Z} + T' \right) \cdot (1 + \gamma) \right] \cdot \frac{N}{60} + \frac{C}{N}$$

式中  $A$ ——成型成本，(日元)；

$B$ ——1 kg 原料的价格，(日元)；

$C$ ——模具价格，(日元)；

$W$ ——一个制品的重量，(kg)；

$\omega$ ——一组流道料，主流道料的重量，(kg)；

$N$ ——总生产数，(个)；

$n$ ——一模制品个数，(个)；

$d$ ——分批生产次数，(次)；

$T$ ——每次的准备时间,(分);

$t$ ——一次注塑时间,(分);

$Z$ ——一人同时操作注塑机台数,(台);

$T'$ ——一个制品的后加工时间,(分);

$a$ ——准备过程中的空注塑次数,(次);

$b_1$ ——一次准备过程中流道料取出次数,(次);

$b_2$ ——生产中的流道料取出次数,(次);

$\beta$ ——不能重复使用的废料重量占流道冷料,主流道冷料总重量的比;

$\gamma$ ——不合格品率;

$Y$ ——一小时的费用,(日元/小时);(另外,每小时的费用是将包括直接劳工费、间接劳工费、机器折旧费、动力费等经费的总和以总直接劳动时间来除的数值,根据使用的注塑机有差别)。

从上式可以得到如下的结果。

### 1. 节约材料费

冷流道方式不言而喻,即使是直接浇口,也会带有除制品外的树脂,即主流道,流道部分的树脂。这是不能成为制品的树脂,所以,本来应该是零的,即便是不成为零,也应在连续成型时,只注入一次后,可使用那部分树脂。无流道成型的想法,就是只在最初的第一次注塑时,注入主流道、流道同制品所要的树脂量,此后只注入制品所需要的树脂量即可。这一想法中,最完全的是热流道成型。流道冷料即使能够再次使用,但是根据树脂、制品的不同,可混入新料中的比例是有限的,因此有时仍有一部分要成为废料。

### 2. 节约操作费

为了节约操作费,必须将每个制品的成型时间和每小时的



费用（包括人工费）降低到最低限度。

(1) 缩短每个制品的成型时间为了缩短每个制品的成型时间，须注意以下事项。

a. 高速成型 在后边还要详细讲述，为了达到高速成型，有各种必要的条件。其中之一，就是缩短固化时间。一般来讲，流道和主流道部分树脂的固化时间比制品部分的固化时间要长。如果是无流道成型，则主流道、流道料不须固化，因此可以缩短固化时间。

b. 避免不必要的注塑机载模板的运动 在直接浇口，普通浇口模具中，除了取出制品所必要的载模板移动量外，还要有将主流道从模具内取出的移动量，在三板式模具中，为了取出流道，必须移动型腔模板，所移动的量要能取出流道料。如果使用无流道成型，则只要将流道从模具中脱出就可以，开模移动距离变短，允许使用的模具最厚尺寸增大。必须用大型注塑机成型的制品，用小一些的注塑机就可以成型。注塑机越小，操作就越容易（但是热流道模具除外）。

c. 增加一模的制品个数 以往的成型方法，只能以一套模具成型多个制品。为了在一台注塑机上安装几套不同的模具，成型多个制品，就必须使用分支热流道，阀式浇口等，使流道部分和制品部分分开，以调整流入各型腔的树脂量。

(2) 将每小时的费用减到最小限度（包括人工费）

不仅是直接操作人员，而且增大全部人员每人成型合格品所需的机械时间，同时减少不必要的经费，对于将每小时的费用减少到最低限度来说，是很有必要的。

a. 增大全部人员成型合格品所需的机械时间

增大全部人员成型合格品所需的机械时间有许多方法。

① 最大限度地提高注塑机的运转时间

(i) 使注塑机的非运转时间达最小 为了使注塑机的非运转时间达最小,就要将由于机械及模具故障、更换模具而造成的非运转时间减少到最小限度。除此之外,还要能24小时完全运转。24小时完全运转可由所谓的人海战术来实行,但是如果难以求得熟练工人,人工费上升时,就只得采用自动控制或进一步采用无人操纵。此时,流道料,主流道料必须能完全地,且确实地落下,因此最好采用无流道模具成型。

要将流道、主流道的冷料用作回头料,就必须加入粉碎机内进行粉碎,这些回头料也能使用机械手取出,并用传送带自动送入粉碎机,但在实际操作中,往往会混入铁片,堵塞注塑机的喷嘴,经常招致停机清扫料筒的事故,所以必须用磁铁除去铁片。

(ii) 减少不合格品 减少不合格品就等于减少无效运转时间,增加有效运转时间,也减少了材料的损失。为了防止由于熔接不良而产生的不合格品,在使用多点浇口时,必须充分注意浇口平衡。可以通过在浇口部位设置针阀,调节流量,但这种场合必须用热流道。

## ② 减少二次加工

切断浇口、去除飞边、开孔等二次加工,应用以往的方式,即一台注塑机配备一名以上的操作人员时,在注塑成型周期中,一定程度上可以完成,对于时间的节约影响较少,但到了无人操纵时,就整个地影响到了时间的节约。如果没有这种加工,就可以减少这部分加工的时间。自动切断浇口中有使用隧道浇口、点浇口的方法,使用直接浇口时,有使用特殊喷嘴的方法,特别是在成型大型制品时,就有必要使用热流道等成型方式。

## ③ 增加每人操作的机台数

这儿有必要采用无人操作。为了提高无人操作的效果,就

要进行无流道成型。

### b. 节省不必要的经费

除了上边所述及的以外，必须节省所有支出费用。

无流道成型中，由于只要加热熔融制品重量的树脂，所以可节省加热费用（热流道成型除外）。

### 3. 节省成型费用的测算

在设定成型条件之后，按上述计算式，就以往的成型方法和无流道成型方法，求出其成型费，比较如下。

(1) 以往成型方法的直接浇口和[贮料]井型喷嘴、长颈喷嘴成型的比较。

表1.3表示设定值及节省额。在以往的成型方式中，将后加工时间作为零分，但到了自动操纵，由于切断浇口，需要0.05分，成型费之差增大。

表 1.3 直接浇口成型和[贮料]井型喷嘴方式、长颈喷嘴方式的比较

成型方式		直接浇口	长颈喷嘴	[贮料]井型喷嘴
设定值	树脂名称、单价 $B$ ，日元/kg	PE	PE	PE
		150	150	150
	模具价格 $C$ ，日元	50万	52.5万	51万
	制品重量 $M$ ，kg/个	0.044	0.044	0.044
	流道系统树脂重量 $w$ ，kg/组	0.003	0.003	0.003
	总生产数量 $N$ ，个	20万	20万	20万
	一模制品个数 $n$ ，个	1	1	1
	分批生产批数 $d$ ，批	40	40	40
	准备时间 $T$ ，min/批	60	60	60
	成型周期 $t$ ，min	0.233	0.20	0.20
	同时操作机台数 $Z$ ，台/1人	1	1	1
	每批准备时的空注塑次数 $a$ ，次/批	5	5	5
	每批准备时的流道系统取出次数 $b_1$ ，次	5	0	2

续表

成型方式		直接浇口	长颈喷嘴	[贮料]井型喷嘴
设定值	生产中的流道系统取出次数 $b_2$ , 次	20万	0	0
	非再生率 $\beta$	0.5	1.0	1.0
	不合格品率 $\gamma$	0.02	0.005	0.005
	1小时费用 $Y$ , 日元/h	1300	1300	1300
成型费 $A$ , 日元/个		14.81	13.88	13.81
和直接浇口成型费之比			0.937	0.932
$N$ 个制品成型费节省余额, 日元			18.6万	20万
$Z=2$ 的成型费, 日元/个		13.34	11.63	11.71

## (2) 三板式点浇口成型和绝热流道、热流道成型的比较

表1.4表示设定值及节省金额。热流道使用不加热喷嘴, 温度控制器费用以注塑100万次全部折旧来计算。

三板式点浇口成型也可以自动操纵, 但是需要流道系统冷料取出机械手和流道冷料输送带。设这些设备的折旧时间为2年, 计入5万日元, 在同时操作台数2台栏内计算。

表 1.4 三板点浇口成型和绝热流道、热流道成型的比较

成型方式		三板点浇口成型	绝热流道成型	热流道成型
设定值	树脂名称 单价 $B$ , 日元/kg	PE, 150	PE, 150	PE, 150
	模具价格, $C$ , 日元	25万	27.5万	36.4万
	制品重量, $W$ , kg/个	0.0055	0.0055	0.0055
	流道系统树脂重量, $w$ , kg/组	0.0024	0.01	0
	总生产个数, $N$ , 个	20万	20万	20万
	一模制品个数, $n$ , 个	2	2	2
	分批生产批数, $d$ , 批	40	40	40
	准备时间, $T$ , min/批	60	60	60
	成型周期, $t$ , min	0.3	0.23	0.23

续表

成型方式		三板点浇口成型	绝热流道成型	热流道成型
设定值	同时操作机台数, $Z$ , 台/1人	1	1	1
	每批准备时的空注塑次数, $a$ , 次/批	5	5	5
	每批准备时的流道系统取出次数, $b_1$ , 次	5	2	0
	生产中的流道系统取出次数, $b_2$ , 次	10万	0	0
	非再生率, $\beta$	0.2	1.0	1.0
	不合格品率, $\gamma$	0.02	0.005	0.0055
	1小时费用, $Y$ , 日元/h	1300	1300	1300
成型费 $A$ , 日元/个	5.7	4.97	5.41	
和三板点浇口方式之比		0.872	0.941	
$N$ 个制品成型费总节减额, 日元		15.6万	5.8万	
$Z=2$ 时的成型费, 日元/个	4.29	3.72	4.16	

### (3) 三板点浇口成型和热流道成型的比较

表1.5表示设定值及节省金额。热流道使用内加热喷嘴, 温度控制器以注塑100万次折旧进行计算。

在三板方式中, 使用机械手取出的流道系统冷料, 因用于再次使用有一定的数量限制, 所以装入箱内, 供分批使用。在同时操作2台时, 每个制品为此所需时间为0.007分, 每小时费用500日元, 机械手费以2年折旧, 计2.8万日元。

表 1.5 三板点浇口成型和热流道成型的比较

成型方式		三板点浇口成型	热流道成型
设定值	树脂, 单价 $B$ , 日元/kg	PC, 600	PC, 600
	模具价格, $C$ , 日元	50万	76.3万
	制品重量, $W$ , kg/个	0.035	0.035
	流道系统树脂重量, $W$ , kg/组	0.0075	0
	总生产数, $N$ , 个	20万	20万
	一模制品个数, $n$ , 个	2	2

续表

成 型 方 式		三板点浇 口 成 型	热 流 道 成 型	
设 定 值	分批生产批数,	$d$ , 批	40	40
	准备时间,	$T$ , min/批	60	60
	成型周期,	$t$ , min	0.35	0.28
	同时操作机台数,	$Z$ , 台/1人	1	1
	每批准备时的空注塑次数,	$a$ , 次/批	5	5
	每批准备时的流道系统取出次数,	$b_1$ , 次	5	0
	生产中的流道系统取出次数	$b_2$ , 次	10万	0
	非再生率,	$\beta$	0.8	1.0
	不合格品率,	$\gamma$	0.02	0.005
	1小时费用,	$Y$ , 日元/h	1300	1300
成型费,	$A$ , 日元/个	29.84	28.59	
和三板点浇口方式之比,			0.958	
$N$ 个制品成型费总节减额			25万	
$Z = 2$ 时的成型费	$B$ , 日元/个	28.10	27.06	

### 1.3 用于无流道成型的树脂

#### 1.3.1 用于无流道成型的树脂所必备的条件

如上所述, 无流道成型虽然有许多优点, 但并非能无条件地使用于所有树脂。如后所述, 根据树脂种类的不同, 无流道方法有一定的适用范围。这是由于每种树脂的成型有所不同, 一般对于无流道成型来说, 所选择的树脂应具有如下性质<sup>2)</sup>。

(1) 对温度不敏感, 低温下易流动 树脂在低温下也易流动的性质, 对于防止喷嘴中树脂冷却固化就很必要的, 由于树脂带入模具内的热量少, 冷却迅速, 从而可以缩短成型周期。如对温度不敏感, 喷嘴温度控制变得容易, 可防止喷嘴中树脂的冷却固化, 且不发生流涎, 操作容易。

图1.1<sup>2)</sup>表示温度对流动性的影响。喷嘴温度范围为127~

143°C (260~290°F), 压力11.03 MPa(1600 psi即112.5 kg/cm<sup>2</sup>), 除温度之外, 其他条件保持一定。

垂线Y表示喷嘴中树脂发生固化的最高范围, 垂线Z表示喷嘴中树脂发生流涎的最低范围, 具有25~30的流动性<sup>①</sup>的树脂, 施加压力则产生流动, 去除压力则不流动, 即不产生流涎。如果具有大于30的流动性则产生流涎。

曲线A所表示的树脂具有很宽的软化范围, 温度从118°C(245°F)增至124°C(255°F), 流动性显著增加。在124°C(255°F)以上, 流动性增加比率明显减少。树脂A在127~143°C(260~290°F)范围内, 喷嘴中树脂不发生冷却固化, 也不产生流涎。

树脂B在143°C(290°F)以下难以流动, 在喷嘴中冷却固化, 但是一超过149°C(300°F)则产生流涎。该温度范围相对于树脂A来说非常狭窄, 喷嘴需要精确的温度控制。

树脂C对温度更为敏感, 需要更精细的温度控制。只有在132~135°C(270~275°F)的极窄的温度范围内, 喷嘴才既不冷却固化又不流涎。

因此可以说: 树脂A最易成型, 温度即使有些变化, 流动性变化也不太大。

(2) 对压力敏感, 但在低压下易流动 对压力敏感的树脂, 随着压力的增加而变得易于流动, 可以用低温喷嘴成型。因此, 喷嘴处的温度可接近模具壁的温度, 同时, 可使浇口周围的皱折抑制在最小, 减少喷嘴中树脂冷却固化的可能性。树脂如果对压力敏感, 则虽在注塑机油缸压力的作用下呈流动状态, 但如果消除压力, 则不流动, 所以能防止流涎。如在低压下易流动, 对压力敏感的某些树脂就要产生流涎。即如果注射油缸残

① 指在一定压力下树脂的流动距离。——译者

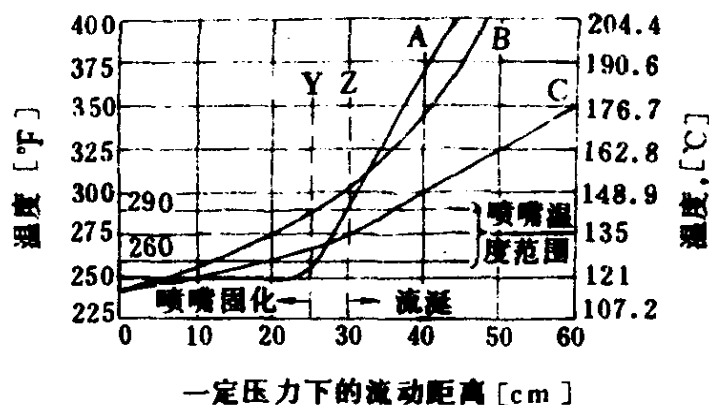


图 1.1 温度对流动性的影响

压及树脂温度超过某种程度以上，则产生流涎。这种情况下，降低喷嘴及料筒温度可防止流涎。无流道模具中，由于其浇口部位的阻力比普通模具的要大，所以适用于低压下易流动的树脂。

图1.2<sup>2)</sup>表示随着压力的上升，树脂的流动性增加，其增加的情况因树脂而异。除压力以外，其他成型条件一定，料筒温度177°C (350°F)，喷嘴温度135°C (275°F)，喷嘴压力在75.90 MPa~96.6 MPa(11000~14000 psi即774~985kg/cm<sup>2</sup>)之间变化。

树脂A，B和C大体上都在同一压力65.5 MPa(9500 psi即665kg/cm<sup>2</sup>)下开始流动。在此压力以上，树脂C和其他树脂相比，流动性急剧增加。因此，对树脂C的喷嘴温度可比树脂A、B的喷嘴温度低。

如上所述，使喷嘴温度接近模具温度，可减少浇口周围的皱折。因此，像树脂C那样的对压力敏感的树脂，适用于无流道模具成型。

(3) 热变形温度高，可迅速地从模具内顶出 如热变形温度高，制品的温度即使很高也不产生变形。即能在较短固化时



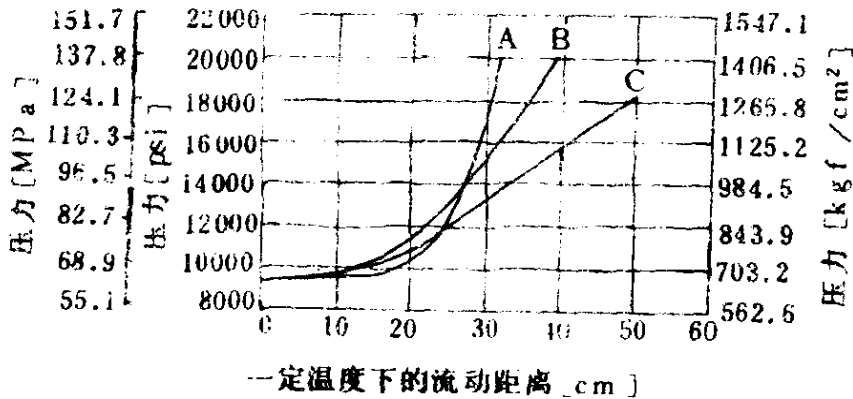


图 1.2 压力对流动性的影响

间后进行顶出。注射后短时间内，不使制品变形就能顶出。在无流道模具中，缩短成型周期，对防止喷嘴中树脂冷却固化是非常必要的。因此，最理想的是在注射后不久就能够顶出。

热变形温度高的树脂，通常固化迅速。注射到模具型腔内的树脂，提高了模具的温度。温度的增加，在浇口的周围以及不能适当地配置冷却槽的部位为最大。

使用热变形温度高的树脂时，由于在较高的温度冷却固化，所以模具内的高热部位使制品产生皱纹，变形的倾向减少。

对于上述那样的树脂，由于固化时间短，浇口周围不产生皱纹，能使成型周期缩短。

热变形温度高的树脂，不适合于薄壁、冷模具及流动距离长的制品。流入模具内的树脂急速固化。需要极高的压力，极端情况下，分子产生单向取向。但是由于高速成型，可以在某种程度上得到补偿。

(4) 为了从树脂迅速将热量除去，需热导率高 如热导率高，达到热变形温度，并能顶出的时间就短，即缩短了注塑周期。

(5) 比热容低 如树脂的比热容低，为了固化而应除去或为了熔融而应加入的热量就少，从而缩短固化、熔融时间。

### 1.3.2 聚乙烯和聚苯乙烯流动性的比较

图1.3<sup>3)</sup>表示温度、压力对聚乙烯(P E)、聚苯乙烯(P S)、聚丙烯(P P)流动性的影响。P E与P S相比，P E对温度不敏感而对压力敏感。

P E流动特性好，热导率高，所以经常被用于无流道成型。

对P S，应设法减少其对温度的敏感性，增加对压力的敏感性，以改善对于无流道的成型特性，现在已有易于流动的P S树脂被用于无流道成型。

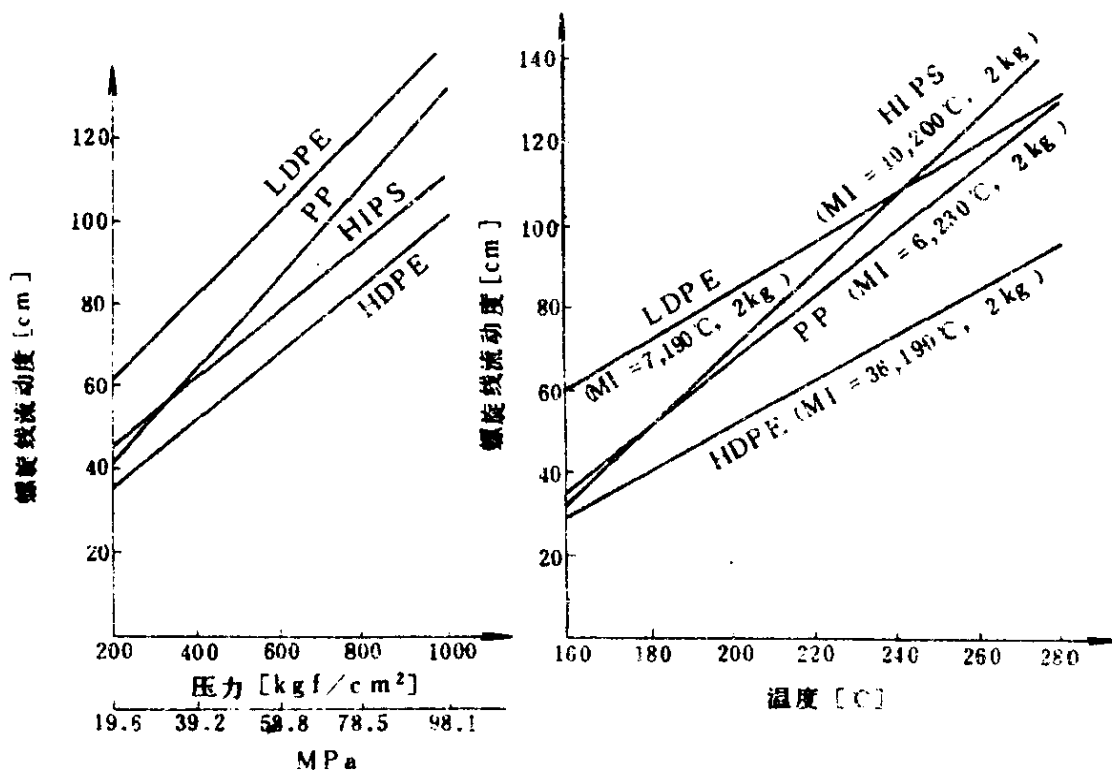


图 1.3 温度压力对流动性的影响

螺旋线流动度是用来测定树脂流动特性的方法，即在一定条件下，将树脂注入螺旋线槽型腔内，测定树脂流动距离的一种方法。——译者注

PE的热导率虽然是PS的3倍,但PE的比热容是PS的2倍左右。一般来说,PE和PS能以同等的周期成型,这主要是由于对压力、温度的敏感性不同而引起的。

### 1.3.3 用于无流道成型的树脂

PE并非唯一适合于无流道成型的树脂。根据无流道成型的方式,对所使用的树脂虽然有的适合,有的不适合,但各种方法都在考虑扩大使用树脂范围的各种措施。为便于参考,现将各种无流道成型方式所适用的树脂列于表1.6。

表 1.6 适合于无流道方式的各种树脂

树脂 方式	PE	PP	AS PS	ABS	PC	PA	POM
贮料井型喷嘴	可	可	稍困难	稍困难	稍困难	不可	不可
长颈喷嘴	可	可	可	可	可	不可	不可
绝热流道	可	可	稍困难	稍困难	不可	不可	不可
热流道	可	可	可	可	可	可	可

## 第二章 长颈喷嘴

以往的模具，注塑机喷嘴是与模具的主流道衬套接触的。而长颈喷嘴是延长喷嘴而取消了主流道的喷嘴，喷嘴或直接构成为型腔的一部分，或延长到模具浇口部位，不管是哪种喷嘴都是一模只能成型一个制品。由于并用热流道，一模可以成型多个制品。对这个问题，将在并联喷嘴一章中讲述。

长颈喷嘴由于装有加热圈，树脂温度易于调节。但是由于喷嘴直接和型腔板接触，喷嘴的热量很容易传到模具中去。要尽可能减少热传导上的失败，防止因喷嘴温度下降，喷嘴中的树脂冷却固化，或者因喷嘴传到模具的热量使喷嘴温度上升，阻碍了浇口的密封。因此，要使喷嘴传向型腔的热量控制在最小。其方式是在每次注射后，使喷嘴离开模具，或是对喷嘴采取绝热措施。一般地，通过浇口套的冷却和喷嘴的温度调节，长颈喷嘴方式能适用于可用点浇口的一切制品。

### 2.1 构成型腔一部分的喷嘴

图2.1<sup>2)</sup>为不用浇口套，使用与浇口套直径相等的长颈喷嘴的结构。由于喷嘴的头部是型腔的一部分，因此喷嘴的端面形状必须完全与型腔的端面吻合。

因制品和喷嘴的接触面积较大，所以接触部分的痕迹也大，生产速度也有某种程度的限制。但是如果对型芯和型腔进行充分冷却，仍能以相当快的周期生产。如上所述，由于喷嘴的前端是制品的底部的一部分，必须将注塑机的注射滑轨锁定。当

加热料筒、喷嘴达到连续运转温度时，喷嘴端面和型腔吻合，要不使制品产生台阶。如喷嘴突入型腔中，则使制品底面产生薄壁部分，严重时，型芯和喷嘴头接触，会堵塞喷嘴。相反，如喷嘴头后缩时，则制品底部产生与喷嘴外径相等的凸出部。

这种类型的喷嘴，必须尽可能地减少和模具的接触面积，否则，喷嘴热量传到型腔，喷嘴中的树脂产生冷却固化。另外，喷嘴和型腔的配合必须非常精密，否则，在喷嘴和型腔的配合部位将产生飞边。

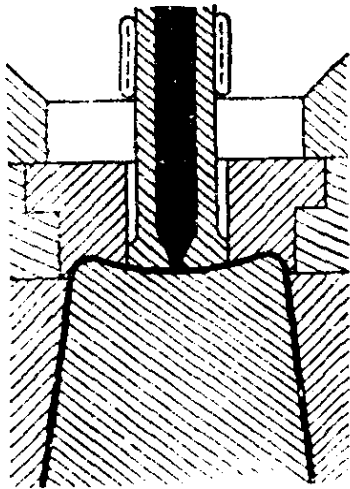


图 2.1 构成型腔的喷嘴

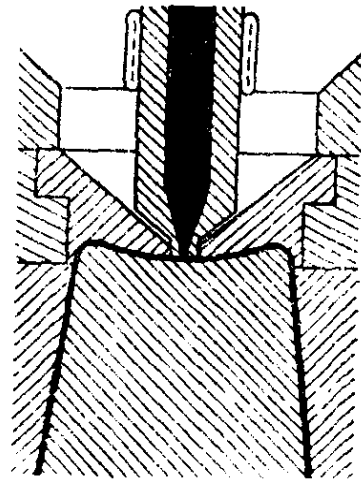


图 2.2 构成型腔的喷嘴

图2.2<sup>2)</sup>也是使用长颈喷嘴,用以代替浇口套的结构。和图2.1的结构虽然几乎完全相同,但是喷嘴前端的直径很小。因此在喷嘴内的树脂易发生冷却固化的问题。

由于喷嘴前端直径小,在制品上留下的痕迹与图2.1相比远为减小,同时,可以增加产量。在小的、尖的喷嘴内侧,如有平直的浇口颈(land, ランド),则该处的树脂固化非常快。为了防止喷嘴内树脂冷却固化,喷嘴内的浇口颈必须为零。

图2.3为喷嘴外周呈锥形的结构。为了减少与型腔的接触面积,侧面的中间部位车削有凹槽。喷嘴前端的进出,由喷嘴侧

面接触型腔板决定，所以，由温差产生的径向的热膨胀差对喷嘴的前端进出有很大影响。加上轴向膨胀差，在常温和连续运转时的喷嘴前端和型腔的形状差别增大。

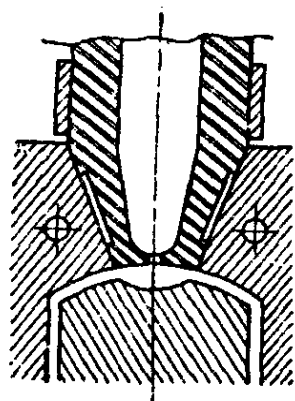


图 2.3 构成型腔的  
喷嘴改形举例一

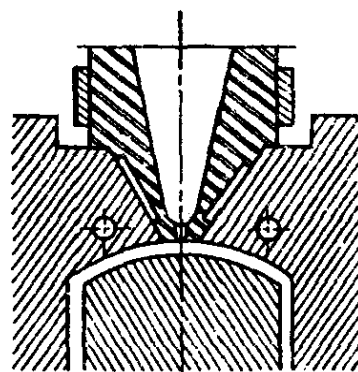
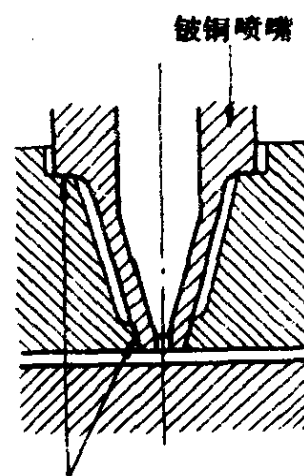


图 2.4 构成型腔的  
喷嘴改形举例二

图2.4是在图2.3的基础上，增加了凸台的喷嘴。这种情况下，温差的影响只限于轴向。不管采用哪种结构，都要十分注意使喷嘴前端形状与型腔形状很好地配合。

图2.5<sup>4)</sup>是铍铜<sup>①</sup>制、用于PP的喷嘴结构。因PP在比较高的温度下固化，所以不适当的喷嘴结构易使树脂冷却固化，成型厚壁、周期长的制品时特别易冷却固化。本例中喷嘴和型腔的接触以凸台部分为主，浇口部位的接触面积控制在最小的必要的限度，其他部分均作成凹槽，因此喷嘴不易冷却固化，另外，



最小接触面积  
图 2.5 构成型腔的  
喷嘴改形举例三

① 所谓铍铜是在铜中加入铍元素的合金。——译者注

喷嘴内侧前端虽然呈球状，但还是要缩短浇口颈长度。

## 2.2 锥形喷嘴

图2.6<sup>2)</sup>为喷嘴前端呈 $90^\circ$ 锥度结构的喷嘴。喷嘴头部的前端几乎不突入到型腔中。为了将喷嘴传向模具的热量控制在最小，接触模具的喷嘴头部侧面的中间部位车削成凹槽，使接触面积控制在最小。

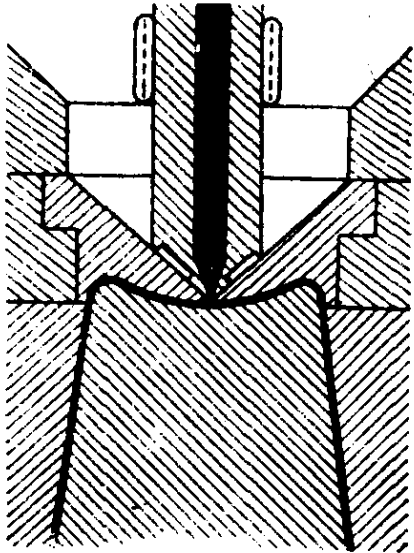


图 2.6 锥形喷嘴

图2.7的结构,是为了使喷嘴接触部的冷却易于进行而加以改形的结构。在型腔部嵌入衬套并在型腔与衬套之间设冷却槽,喷嘴与衬套接触。由于将喷嘴和衬套的接触面积减至最小,减少了喷嘴传向衬套

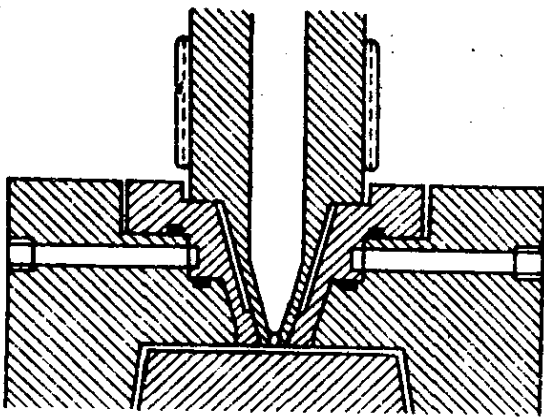


图 2.7 带衬套的锥形喷嘴

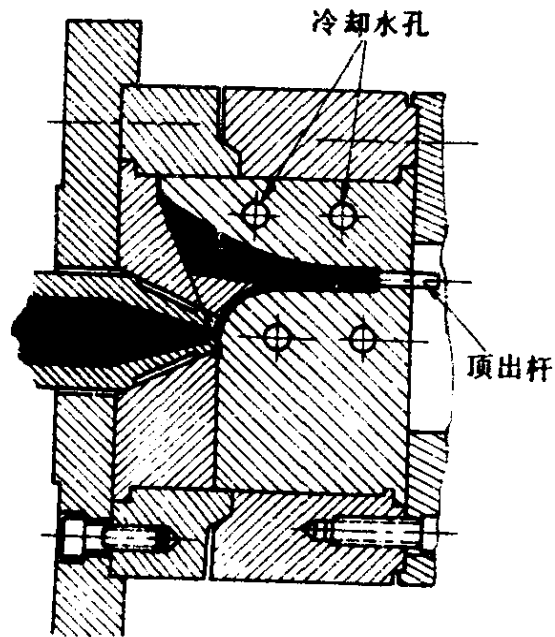


图 2.8 鞋后根模具

的热量。加之，由于衬套传向型腔的热量很少，所以，由喷嘴传向型腔的热量非常少。

图2.8<sup>5)</sup>是用ABS成型鞋后跟的模具。

### 2.3 球形喷嘴

图2.9<sup>5)</sup>表示直接嵌入模具底部的球形喷嘴的结构。喷嘴球顶部所处的型腔厚度虽可达1.6mm左右。但如球顶部和型腔的接触面积小时，则型腔底强度不足。因而不得不增加接触面积，喷嘴如图2.9所示，应设计成无浇口颈的形状，如有浇口颈，则喷嘴中树脂有固化的可能，同时，制品上留有相当的突起部分。

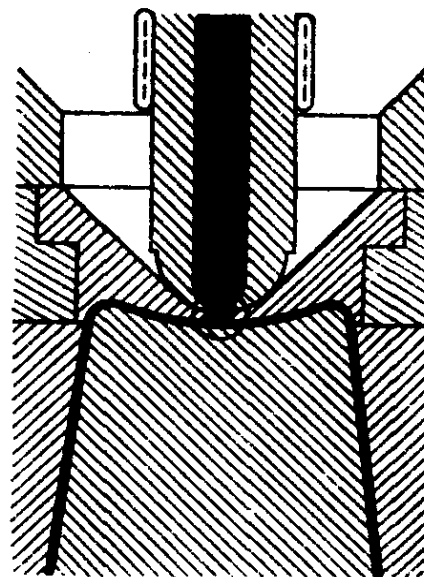


图 2.9 球形喷嘴

### 2.4 带凸台的球形喷嘴

图2.10<sup>2)</sup>为带有凸台的球形喷嘴。由图可知，由喷嘴的球端一直到凸台部，全部与模具密切接触。由于连凸台也与模具接触，所以型腔与喷嘴头部必须很好地注意配合。

图2.9的结构，型腔底的强度有问题，但是在本结构中，与图2.9相比，型腔底的强度大大增加了。

如果接触面积增大，由于热传导，当然会产生喷嘴中树脂冷却固化的问题。图中虽然带有短的浇口颈，但是必须注意不能过长。另外如果不能正确地保持温度，则喷嘴中树脂冷却固化。喷嘴应该用镀铜等热传导好的材料制做。



另外，容器的底部带有小的突起部。这具有如下的作用：在喷嘴设计正确时，由于厚壁部最后冷却，可吸收当喷嘴离开型腔时所产生的拉丝。这种突出部，当制品的外侧痕迹有必要限制在最小限度时，可设在制品的内侧。

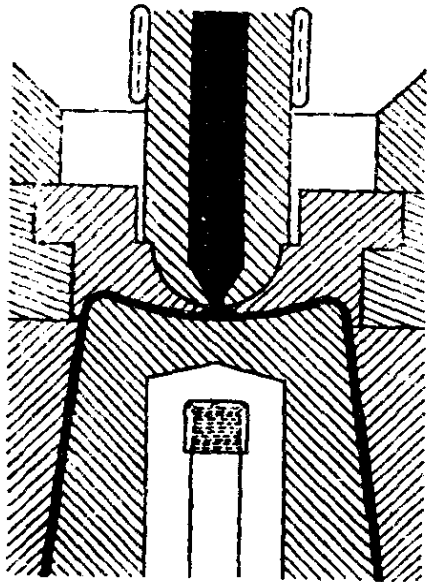


图 2.10 凸台球形喷嘴

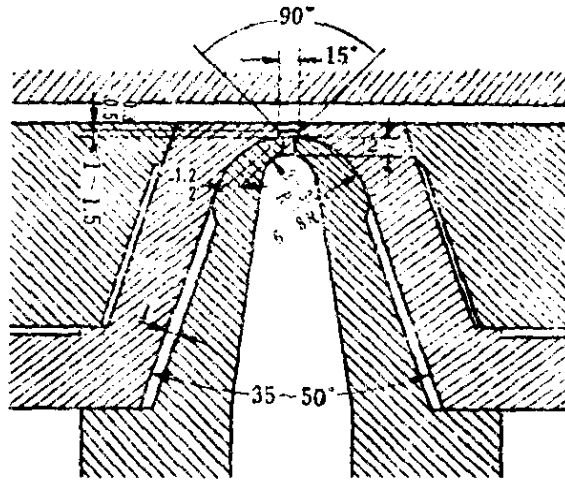


图 2.11 带衬套凸台球形喷嘴

图2.11<sup>6)</sup>是成型聚碳酸酯的模具喷嘴部结构，为了避免喷嘴直接和型腔接触而用了衬套。为了减少衬套和型腔、喷嘴和衬套之间的接触面积，除了喷嘴前端和凸台之外，其余部分车削成凹槽，且在衬套的外侧面和法兰的底面也车削成凹槽。喷嘴和衬套主要也由凸台部进行接触，喷嘴前端的球形部呈非紧密接触状态。因此，衬套的温度可以比型腔的温度高得多，所以，喷嘴温度不怎么下降。

## 2.5 间隙型球形喷嘴

图2.12是间隙型球形喷嘴，凸台部承受喷嘴的全部压力。为了使热传导最小，凸台部装设有绝热垫。喷嘴的球端不接触

金属。喷嘴和模具之间留有间隙，在间隙部分充满熔融树脂，由于树脂的绝热性，喷嘴被绝热。间隙在浇口部位为0.4~0.5mm。包围喷嘴的树脂厚度在离凸台下约一半处，为1.3~1.5mm。喷嘴前端的间隙如果过大，则浇口树脂冷却固化；为了维持喷嘴于工作状态，须极高的温度。密封垫可使用聚四氟乙烯，喷嘴凸台和模具之间的间隙如不是最小，则聚四氟乙烯密封垫被挤到间隙中，密封不充分。

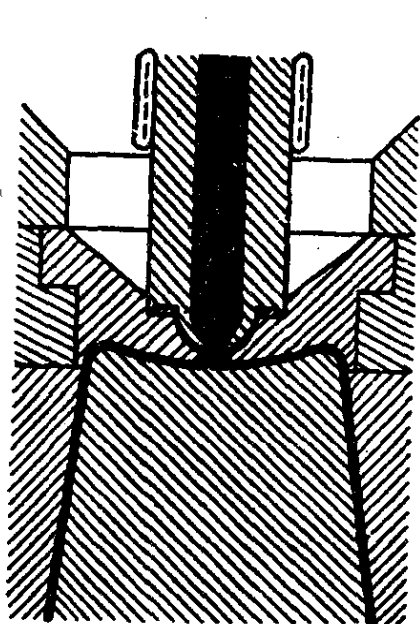


图 2.12 间隙型球形喷嘴

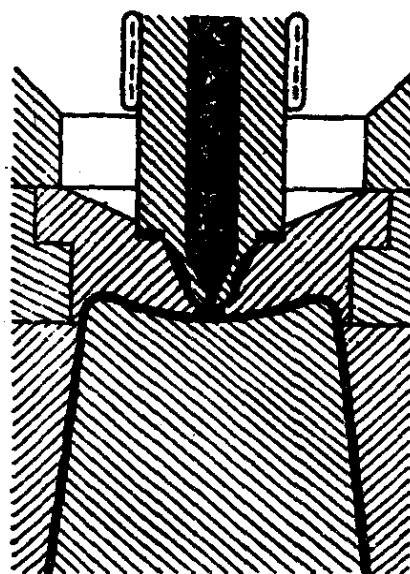


图 2.13 间隙型球形喷嘴的改形

必须注意密封垫的配合。如密封垫的内径过大，树脂产生极高的压力，并漏入密封垫的背后。喷嘴的外径带有微小的锥度，这使喷嘴易进入模具，同时减少喷嘴和模具的接触。

图2.13是图2.12的一种改形。为了增加型腔底部的强度，以锥形和球形组合。由于喷嘴可以做得很小，可以极好地满足于小型制品的成型。

## 2.6 圆锥形喷嘴

图2.14<sup>2)</sup>为圆锥形喷嘴的结构。喷嘴头部呈圆锥形。和图2.13相同，喷嘴头部外周有一绝热间隙，里面充满树脂。

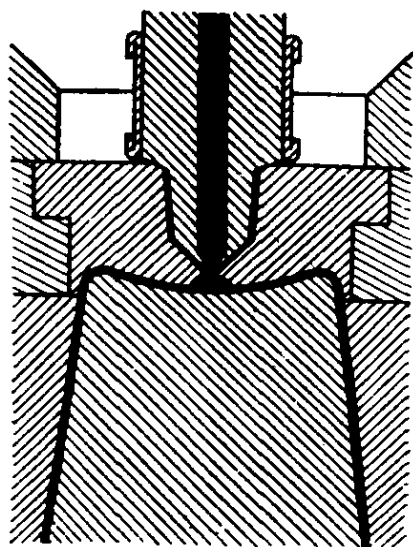


图 2.14 圆锥形喷嘴

喷嘴只以凸台部和模具接触，凸台部呈圆锥形，承受喷嘴的接触压力，同时具有使喷嘴和模具的浇口保持同心的作用。虽然不须使用密封垫，但是如果喷嘴和模具不同心，接触面配合不紧密，则树脂在接触处产生泄漏。喷嘴以镀铜制作，必须适当地加热，进行温度调节。

因喷嘴和模具的接触面不在喷嘴头部处，所以由喷嘴传向模具的热量为最小，喷嘴头部很少产生冷却固化现象。

上述的图2.12~2.14的喷嘴，因喷嘴前面的树脂投影面积大，作用于喷嘴前面的树脂压力很大，所以必须将喷嘴牢牢地锁定在所定的位置，以防止喷嘴后退，产生树脂泄漏。

## 2.7 热 喷 嘴

图2.15<sup>2)</sup>为热喷嘴。其结构形式是长颈喷嘴和在后边讲述的[贮料]井型喷嘴的组合形式。这种喷嘴可以考虑出各种改形，密封面能使用密封垫，也可不使用密封垫而直接接触模具，以树脂密封。

这种喷嘴的头部结构和以上讲述的长颈喷嘴大不相同。树脂通道不贯通到喷嘴头部，而只开到离喷嘴头部的某一点，再

从此点向喷嘴头部的四周开设小孔，小孔与轴线成某个角度。喷嘴外周的绝热间隙，比前边讲述的间隙型喷嘴的间隙大。间隙的大小，相当于后边讲述的[贮料]井型喷嘴结构中的井室容量。通过喷嘴小孔的树脂充满间隙，其状态相当于喷嘴的头部正好突入到[贮料]井型喷嘴结构中的井室内。

因喷嘴头部本身是一体的，所以有相当大的热量传到头部，使喷嘴头部变热。喷嘴的热的头部周围的树脂流动，相当于焊锡流经烙铁头部的状态。

该结构中的喷嘴头部，实际上，小的环状浇口笔直延伸达型腔壁。它消除了由于喷嘴的粗糙表面或凸点而产生的拉伸树脂的现象。

因喷嘴必须充分加热到头部，所以应使用热导率大的材料。喷嘴材料可使用铍铜。

因喷嘴被加热，必须进行温度控制。这种喷嘴与上述其他喷嘴比较，喷嘴可在低温下操作，所以喷嘴传向模具的热量小。当有关喷嘴向模具的传热问题达到最小限度，则在浇口部几乎不产生伤痕，可以得到较好的制品。

这种喷嘴上带有法兰，用螺栓固定在模具上，作为模具的一部分。在大多数注塑机中，喷嘴的接触力比树脂作用于喷嘴四周面积上的力要小，喷嘴后退而产生树脂泄漏，所以喷嘴必须用螺栓固定在模具上。这种方法虽然也适用于前边所讲述的其他喷嘴，但是其他喷嘴因冷却固化的可能性很大，用螺栓拧紧法兰使喷嘴固定，在使喷嘴后退时非常麻烦，不是一种好方

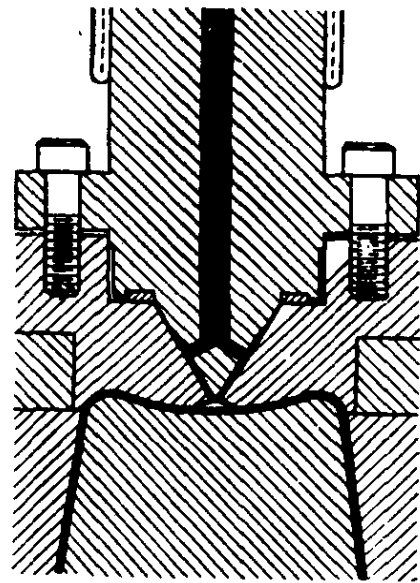


图 2.15 热喷嘴

法。使用这些喷嘴，虽然要将注射滑轨锁定在所定位置上，但是只要设计合理，还是可以克服的，即喷嘴接触力大于树脂所产生的反力。

图2.16<sup>2)</sup>是图2.15的一种改形。对于希望以快速注塑的大型制品（如安全帽、纸篓、大托盘等）来说，可在制品的厚壁部位设计成环状，并将喷嘴制成环状，除去主流道。同样的结构，再采用热流道板，可以成功地用于树脂流动距离长，必须以多孔注塑的制品（如大型仪表盘等），就像喷嘴四周的环状截面那样在制品的厚壁部位设计成环状，将喷嘴设计成环状时，几乎看不出制品上留下的环状痕迹。

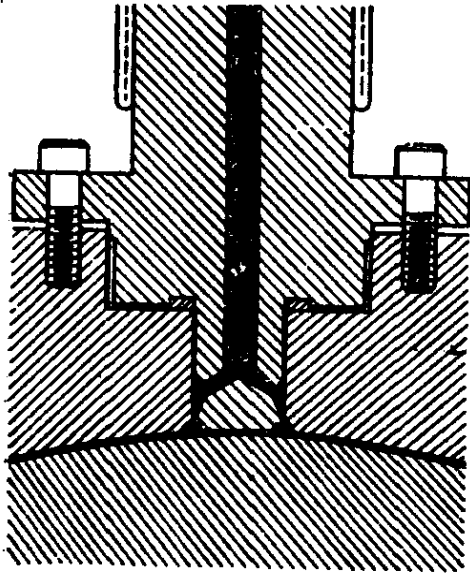


图 2.16 大型制品用热喷嘴

·照图5.47)。

模具设计者在希望大浇口时，可使环状的截面积等于普通模具的主流道断面积。在这一前提下，计算出喷嘴柱体的直径。由于这种热环形浇口结构，在制品的后加工上没有什么问题。

基于图2.15的热喷嘴头的想法，Distrene Technical Service Department研制成功了热流道尖头喷嘴，详细情况后述(参

## 2.8 兼作型芯的喷嘴

图2.17<sup>2)</sup>是为了有效地成型唱片，而应用长颈喷嘴的注塑方法。以两个断面表示设想的模具断面。断面\*1表示用于有标准孔径的17.8 cm(7 in)唱片的模具结构。该结构中，喷嘴兼作

型芯使用，同时成型唱片的孔。树脂通过兼作型芯的喷嘴，经过非常小的一组孔，注射到型腔中。注塑机开动时，整个模具约移动 $9.55\text{ mm}\left(\frac{3}{8}\text{ in}\right)$ ，并离开喷嘴。唱片附在动模上，并从动模上顶出。

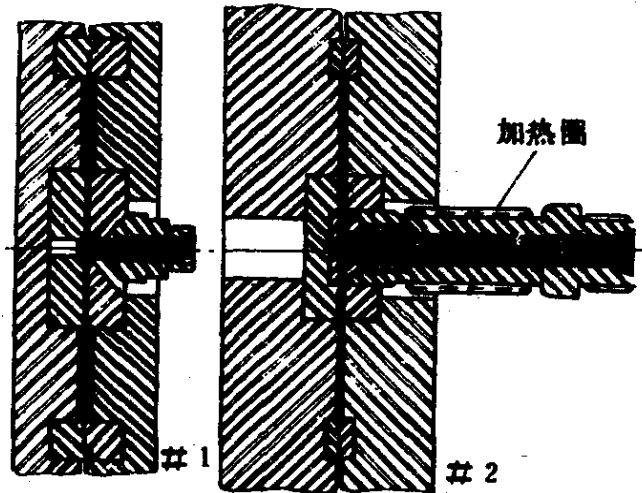


图 2.17 唱片用兼作型芯的喷嘴

断面\*2是中心孔径 $38.1\text{ mm}(1.5\text{ in})$ 的 $178\text{ mm}(7\text{ in})$ 直径唱片的模具结构。喷嘴由两部分组成。围绕 $38.1\text{ mm}(1.5\text{ in})$ 的喷嘴，四周开设有宽度为 $0.254\text{ mm}(0.01\text{ in})$ 的开口。树脂通过该开口，注射入型腔。当型腔充满后，与断面\*1同样，整个模具后退，喷嘴离开模具。此后动模继续作后退运动，唱片从动模上被顶出。在 $32\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 54\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低模具温度下，以每周期12秒的速度成型成功。该喷嘴的一种改形已经以执主流道(“ホ、トスプル”)的名称标准化，并出售，对此在后详细叙述。

## 第三章 [贮料]井型喷嘴

### 3.1 [贮料]井型喷嘴的优缺点

[贮料]井型喷嘴也叫带前室主流道，意大利式主流道，在无流道模具中是一种最简单的结构。喷嘴头部和浇口之间设有多种形状的空间。熔融树脂以熔融状态积存在该空间内，与冷模具接触的外层树脂虽冷却固化，但它起绝热层的作用，使中央部分的树脂保持在熔融状态。从喷嘴施加注射压力，熔融树脂就通过该积存部注入型腔。长颈喷嘴，直接浇口的主流道渐渐缩短，对于喷嘴成了只延长那么一点的状态，[贮料]井型喷嘴只是主流道变短而成为凹井的状态，所以这种形式也只能一模成型一个制品。

根据制品表面的要求，井室可以使用井室衬套，也可以直接开设在型腔模板上。

由于这种模具结构简单、操作容易，很早就开始使用，但是缺点也多。

[贮料]井型喷嘴一个最大的问题，就是井室中树脂的冷却固化问题。在开始注塑时，井室中充满树脂，此后在成型中一直充满树脂。虽说采取各种绝热措施，防止树脂温度下降，但终究不是加热，时间一长树脂就要冷却固化。因此，对于象聚乙烯之类对温度不敏感的树脂来说。温度即使稍有下降，也可以成型制品，但是在使用成型温度范围狭窄的树脂时，成型周期长时，就不能顺利地继续注射。

### 3.2 井室容量

虽然井室容量越大越能防止树脂冷却固化，但是由于井室中的熔融树脂要在下次注塑时注入型腔，所以井室内的温度低的树脂越多，制品的强度就越下降。因此，井室容量要在浇口

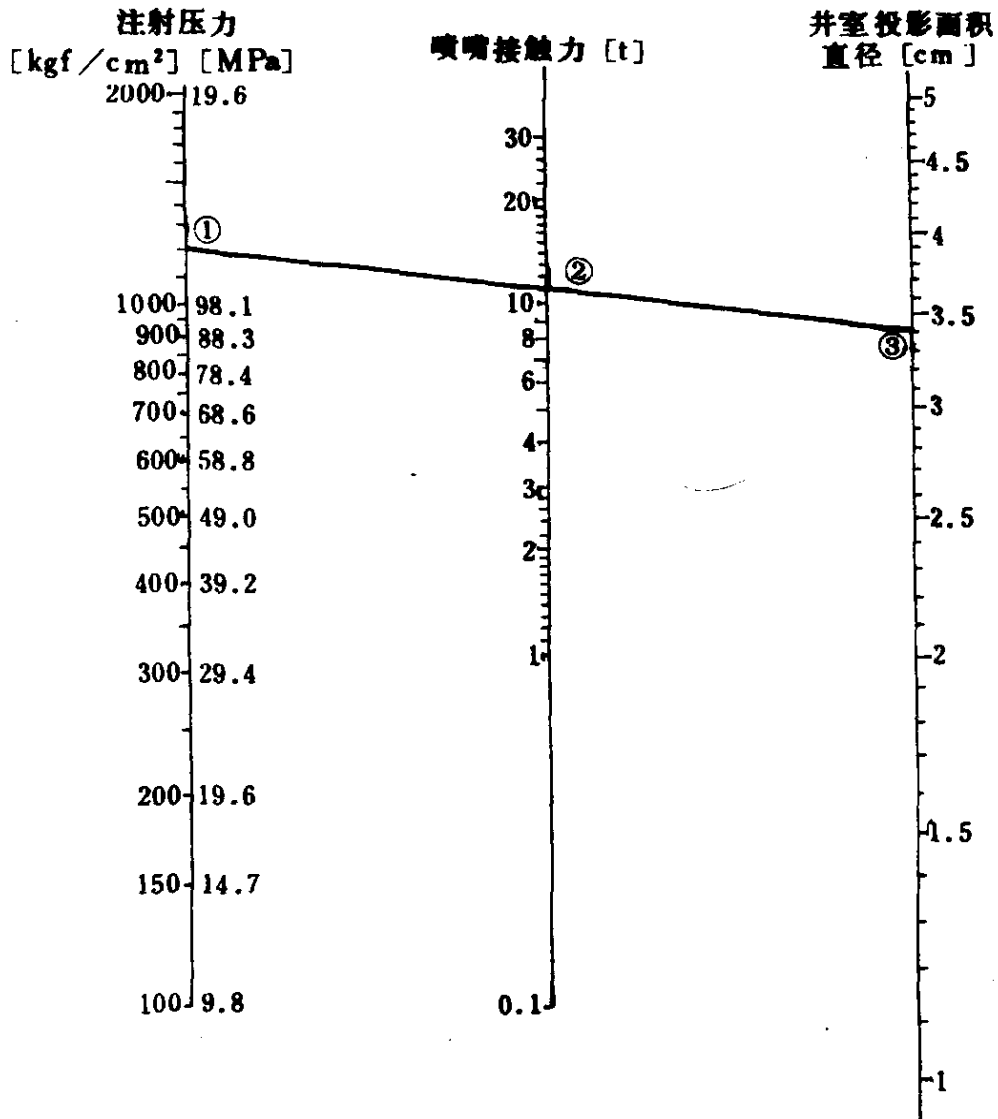


图 3.1 允许井室直径计算列线图

注:  $1 \text{ kg/cm}^2 = 9.80665 \times 10^4 \text{ Pa}$ ;  $1 \text{ tf} = 9.80665 \times 10^3 \text{ N}$



不产生冷却固化的范围内控制在最低限度，最大也不能超过制品容量的一半。另外，根据喷嘴接触力和注射压力的关系，井室的投影面积，应满足下式：

$$1000F > PS \left( PS = P \cdot \frac{\pi}{4} D^2 \right), D < \sqrt{\frac{4000F}{\pi \cdot P}}$$

式中  $D$ ——井室的投影直径，cm；  
 $S$ ——井室的投影面积，cm<sup>2</sup>；  
 $P$ ——注射压力（注塑机表压），kg/cm<sup>2</sup>；  
 $F$ ——喷嘴接触力，ton。

图3.1为上式的列线图。应用例如下。

设：注射压力117.7 MPa(1 200kg/cm<sup>2</sup>)，喷嘴接触力108 × 10<sup>3</sup> N (11 tf)。

求：允许井室投影直径。

以①的 1200和②的11两点作直线，交于③，得允许井室的投影直径为3.41 cm。

### 3.3 防止井室树脂冷却固化的方法

为了防止井室内树脂的冷却固化，要将井室设计成衬套式，并使井室和型腔板的接触面积达最小。缩短从喷嘴到浇口的长度，就能防止熔融树脂的温度下降。如因型腔的关系，必须加长井室长度时，喷嘴的头部就要加长达到井室中。这样做的结果，即使是较长的成型周期，井室内的树脂也不会立刻冷却固化，有可能连续成型。

目前广泛用此法成型的树脂最多的是PE，其次是PP，PS稍困难，而成型ABS、PC时，常要使用辅助加热装置。

除有时要中断生产，在使用[贮料]井型喷嘴模具时，就必须考虑如何将井室内的冷却固化树脂取出的问题。在进入连续

生产以前，模具尚未达到适当的温度，所以，井室内的树脂有时也可能固化。为了取出井室内的固化树脂，有许多方法，有用喷灯烧；或插入加热了的铁丝，冷却后拔出的方法；还有在喷嘴头部设置侧小的凹槽，使喷嘴从模具后退时带出井室内的树脂等方法。

### 3.4 井室举例

图3.2<sup>2)</sup>是在型腔衬套上加工井室的结构，为喷嘴头部前部的半圆形井室。该结构中由于封入大量树脂，井室和喷嘴头部的接触面积大，喷嘴到浇口的长度短，所以对于防止井室内树脂冷却固化这一点来说，是一种很好的结构。但是，井室和型腔之间的壁厚薄，虽能满足像PE之类易成型的树脂，而对于其他树脂来说，过于薄弱。

图3.3<sup>2)</sup>是图3.2的一种改形，井室呈90°圆锥形。喷嘴头的端面为平面，四周呈90°圆锥形。井室内的树脂呈圆锥形。这种

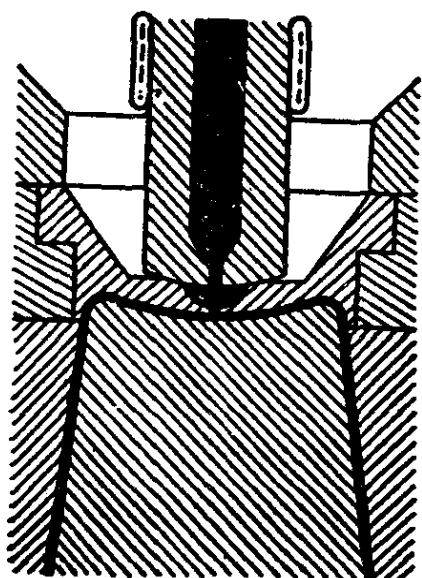


图 3.2 半圆形井室

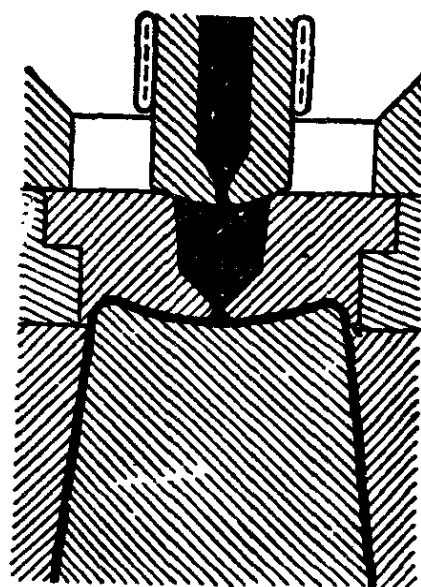


图 3.3 圆锥形井室

形式的井室由于井室内的树脂和冷模具的接触面积过大，井室内的树脂经常冷却固化。

图3.4<sup>2)</sup>是另一种改形。由于喷嘴离开型腔较远，所以喷嘴的热量对制品的影响较小。由于井室容量大，注塑周期可以达到20秒，适用于5~15秒注射一次的高速成型。

图3.5是与型腔的关系，在必须加长井室的情况下，喷嘴伸入到井室中的结构。前面的例子都是在型腔衬套上加工井室的结构，而此例中使用井室衬套结构。为了尽可能地减少井室衬套和模具的接触面积，将衬套和模具接触面车削上凹槽。

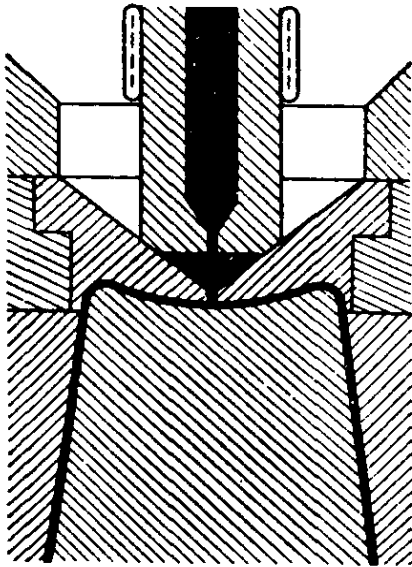


图 3.4 井室型喷嘴举例

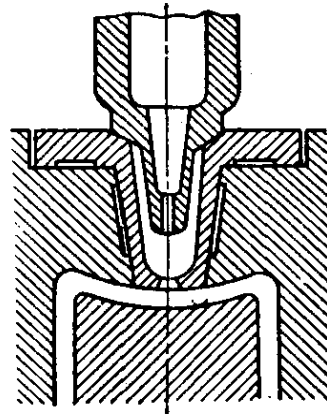


图 3.5 喷嘴伸入井室的例子

为了防止井室内树脂冷却固化，有两种方法。一是在每次注塑之后，只使喷嘴后退；二是喷嘴和井室衬套一起后退。

图3.6是将井室衬套固定在模具上，只使喷嘴后退的结构。为了在喷嘴后退时带出井室内的树脂，将喷嘴端面车削成Z型凹槽。由此，喷嘴后退时，带着井室内的树脂一起后退，同时，由于增大了喷嘴和井室内树脂的接触面积，起到了防止井室中

树脂冷却固化的作用。井室衬套用水冷却。

图3.77) 是每次注塑之后, 井室衬套和喷嘴一起后退的方式。表3.1为井室的一般尺寸。该尺寸也适用于在型腔衬套上直接加工井室的结构方式。

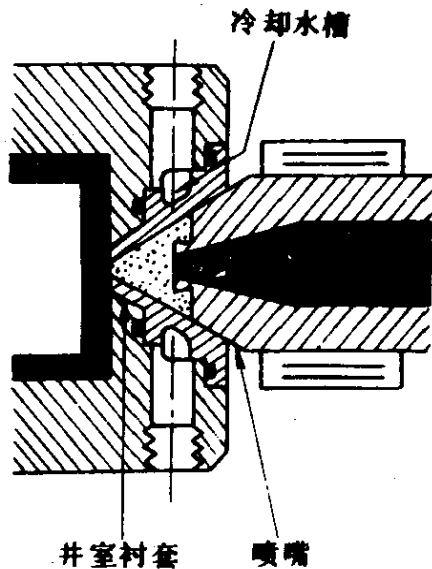


图 3.6 喷嘴带侧凹槽结构

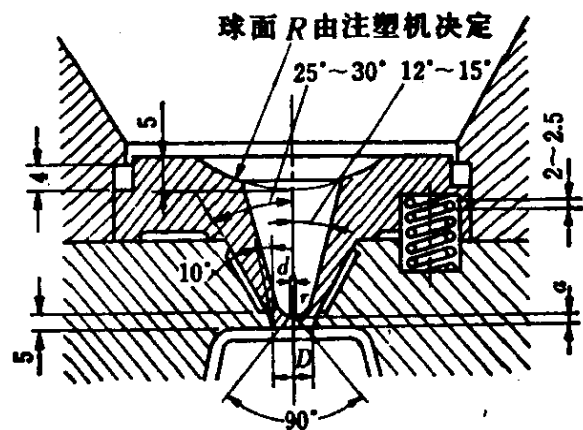


图 3.7 衬套后退式井室喷嘴

表 3.1 图 3.7 的有关尺寸

制品重量, g	3 ~ 6	6 ~ 15	15 ~ 40	40 ~ 150
每分钟成型数	8 ~ 10	6 ~ 7	4 ~ 5	2 ~ 3
$D$	8.8	10	11.2	12.7
$d$	0.8~1	1~1.2	1.2~1.6	1.5~2.5
$r$	3.5	4	4.5	5.5
$a$	0.5	0.6	0.7	0.8

由图可知, 为了使衬套和型腔板的接触面积达到最小, 在

衬套的圆周上车削上凹槽。由此，可以减少衬套和型腔板的热传导。

注塑一结束，喷嘴只后退4 mm(见图)，此即井室衬套的可动量。井室衬套也由于弹簧的力量，紧压在喷嘴上和喷嘴一起后退。由此，型腔板和井室衬套脱离，提高了绝热效果。同时，顺利地切断浇口。这种结构，因喷嘴和井室衬套总是接触的，所以喷嘴的热量可使衬套保持在一定的温度，井室内的树脂难以冷却固化。上述优点的反面，因衬套和型腔板之间的温差，会妨碍衬套的动作，另外，型腔板和井室衬套之间的滑动部位会产生树脂泄漏，所以模具制作时必须十分注意。另外，还必须采取措施，防止型腔板和井室衬套之间的磨耗。井室衬套最好在淬火之后进行软氮化处理。不论采取什么方式，因弹簧的疲劳断裂，在连续运转中，有时要进行检修。因此，必须设计成易于分解。检修、组装的结构。

图3.8是应用这种井室衬套，成型杯子的模具。

上述方式，虽然不从外部对井室衬套进行加热，但是根据树脂不同，有时要进行辅助加热。有时由于高的注塑压力，为了增加井室衬套底部的强度而必须增加底部的厚度。这种情况下，因浇口部位易冷却固化，也有必要对井室衬套进行辅助加热。

图3.9<sup>6)</sup>表示用于聚碳酸酯(PC)的井室衬套结构。衬套的外侧装有加热圈，喷嘴前端也伸入到井室衬套中。由于加热衬套，必须尽量减少加热衬套本体和型腔模板之间的热传导，在衬套附近开设冷却水孔。衬套附近的型腔模板的温度调节也很重要。由于井室衬套被加热，喷嘴和衬套接触部位的树脂处于熔融状态，如果喷嘴的接触部位不能完全接触，则在喷嘴接触部位的树脂易产生泄漏。

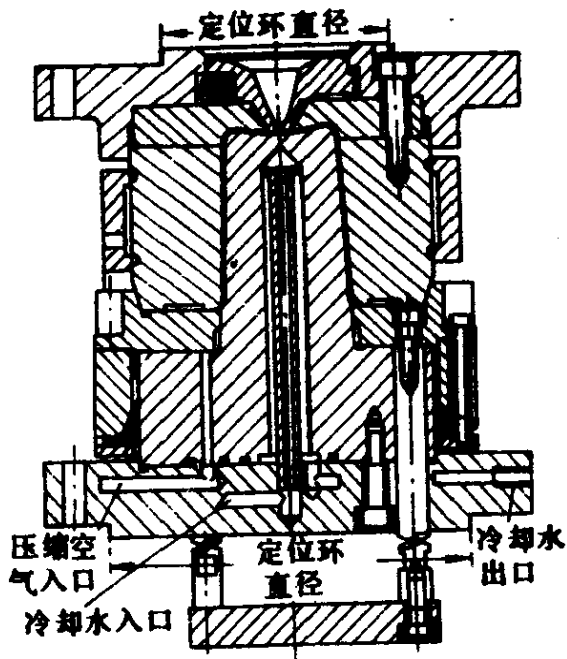


图 3.8 应用井室喷嘴的  
杯子模具

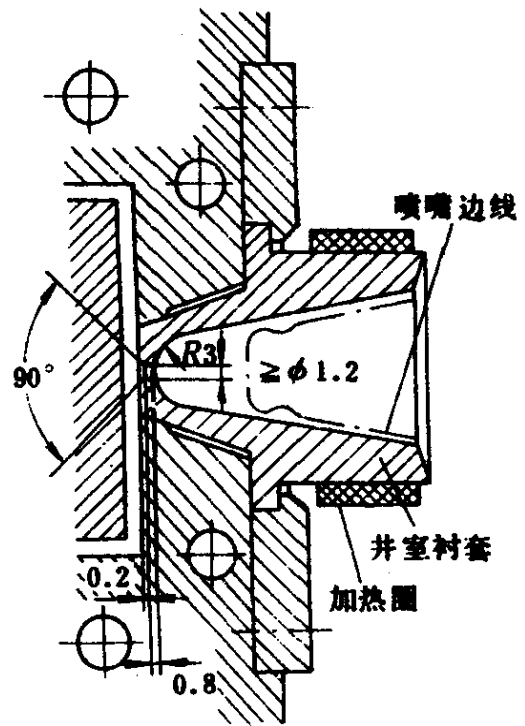


图 3.9 聚碳酸酯用  
井室喷嘴

图3.10<sup>8)</sup> 是应用A·B·S树脂,成型头盔的井室喷嘴的模具。

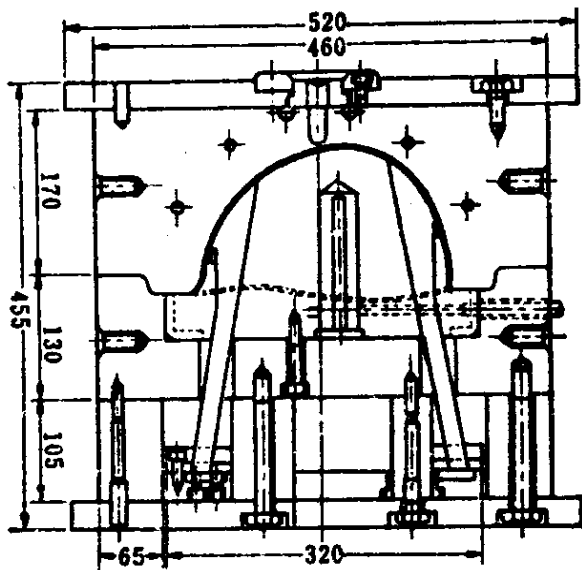


图 3.10 A·B·S 头盔的[贮料]  
井型喷嘴模具结构

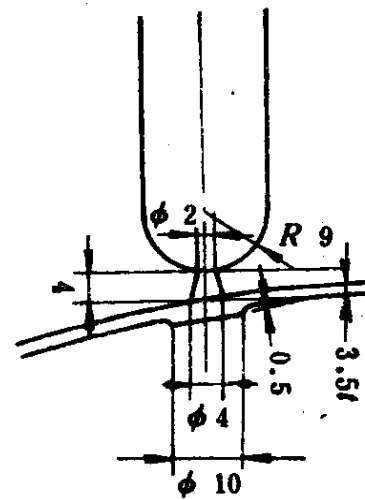


图 3.11 图3.10的井室  
部放大图

为了防止喷嘴冷却固化,在喷嘴附近插入 2 根5000W的加热棒,进行辅助加热,使喷嘴易于启动。图3.11是图3.10的井室部的放大图。

## 第四章 绝热流道

### 4.1 早期的绝热流道

绝热流道是由飞利浦化学公司研究出的结构方式，使用标准三板式模具，对于中心浇口的成型特别有效。最初的是三板式容器模具，将原来直径6 mm(1/4 in) 的圆形流道加大到12.7 mm(1/2 in)。如图4.1<sup>2)</sup>所示，用简单的闭锁块将流道板和

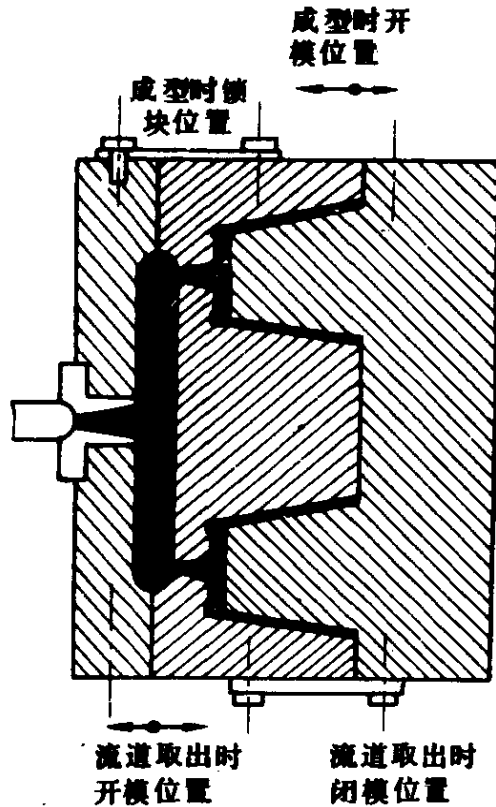


图 4.1 绝热流道模具



型腔板连结成一体，只不过进行了一些小的改进。该结构中，不对流道系统进行加热。

## 4.2 流道、浇口的尺寸

熔融树脂从注塑机的喷嘴一注射到模具中，与冷的流道外壁接触的树脂几乎在瞬间就冷却固化。在极短的时间内，固化层的厚度达到平衡。由于固化树脂的绝热效果，流道中心部分的树脂处于熔融状态，并保持到下次注塑。流道中的熔融树脂在下次注塑时，被注入到型腔内。从防止流道料冷却固化的角度来看，流道直径虽然大一些好，但是如果太大，以一次的

注塑量不能充满流道也不行。另外，如果作用于流道系统的树脂压力大于锁模压力，则在流道分型面会产生飞边，所以必须满足下式：

$$\text{注塑压力} \times \text{流道投影面积} > \text{锁模力}$$

一般情况下，直径13mm流道中，熔融

树脂的体积约为流道总体积的 $\frac{1}{3}$ 。图4.2表示

绝热流道的参考尺寸。主流道直径13mm，

分(导入)流道直径16mm，浇口为直径1.5mm的点浇口，浇口颈长度为2.5mm。流道直径

一般为13~25mm。但是聚苯乙烯树脂，直径可以使用到30mm，另外，点浇口的直径应稍粗。

## 4.3 与以往的三板点浇口模具相比的优点

(1) 由于不须每次注塑后取出流道料，由流道料产生的树脂损失减少。

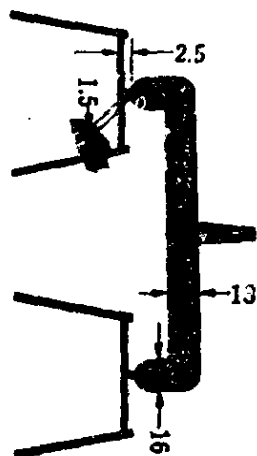


图 4.2 绝热流道的参考尺寸

(2) 开模量只是取出制品的开模量，所以同样的注塑机行程，可以成型比以往普通流道更深的制品。

(3) 由于不须待到流道料冷却固化，开模行程又比以往的普通流道模具短，所以可高速成型。

(4) 型腔模板不须每次注塑都要滑动，所以大型制品也可使用点浇口。但是辅助加热和树脂的性质有很大的影响。

(5) 在自动操作时，可不必考虑流道料是否确实落下。这样，自动操作的模具问题虽然除此之外还有种种原因，但其中之一已得以解决。

#### 4.4 绝热流道的缺点

绝热流道也有种种缺点。

(1) 流道易冷却固化。因而，使用树脂及成型周期有一定限制。在不进行辅助加热时，几乎只限于聚乙烯树脂。聚丙烯树脂虽也可用于小型制品，但是不适于成型周期长的大型制品。

(2) 不适于尺寸精度要求高的制品。

(3) 开始操作时，根据树脂的要求，达到设定条件很麻烦。

#### 4.5 防止流道及浇口料冷却固化的方法

##### 1. 迅速取出固化的流道料

成型之前，先将绝热流道模具加热到几十度，此后注入树脂。即使这样，在最初时，流道也容易固化，需要迅速地取出冷却固化的流道料。因此，如图4.1所示，设置闭锁块。在停机或流道料固化了时，用闭锁块将型腔板和型芯板连结，只将流道板留在注塑机固定板上，开动机器，取出流道。成型时，将

流道板和型腔板用闭锁块联锁在一起。

## 2. 防止浇口冷却固化

这可考虑出各种方法。

(1) 将点浇口改为小锥形浇口 这种方法有必须切断浇口, 进行后加工的缺点, 图4.3为一例, 小锥形浇口细头部的四周以树脂保温。

(2) 使用装有加热圈的浇口套 图4.4<sup>9)</sup>表示加热小浇口套的结构。型腔板和浇口套之间, 型腔板和流道板之间设有空隙以进行隔热。据说使用这种方法, 小锥形浇口的长度可以使用到100 mm。

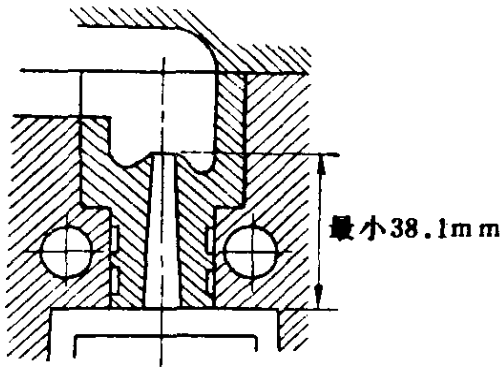


图 4.3 防止浇口固化的结构

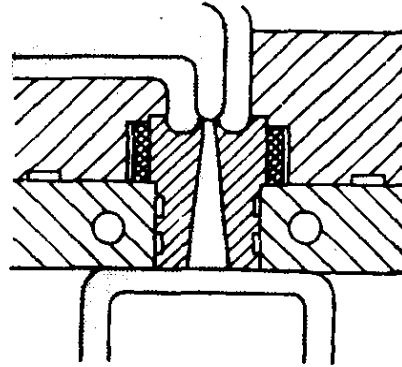


图 4.4 小浇口套的加热

(3) 用加热棒进行流道内部加热 现在这种方法使用得最多。由于研制出了这种结构, 改变了人们的观点。以前人们认为绝热流道使用的树脂范围狭窄, 而处于被抛弃的境地。这种流道内加热方式, 根据分流梭、测管的材质、结构、前端形状等有各种形式。

图4.5是用流道内分流梭加热树脂的结构。分流梭用导热良好的铍铜制造。

图4.6<sup>9)</sup>是一种改形, 右图为浇口部位放大图。分流梭的前

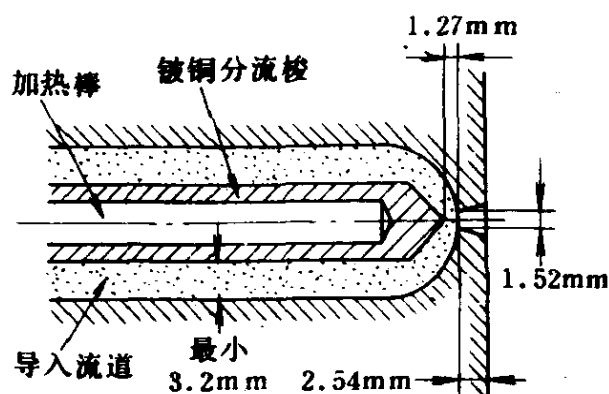


图 4.5 流道内加热分流梭

端呈尖头，几乎伸到浇口孔附近。对于防止浇口固化很有效。据说 2 分钟左右的长周期都是可能的。分流梭使用镀铜。据有关资料介绍，这种浇口也比热流道易于控制，而且浇口痕迹也不易发现。

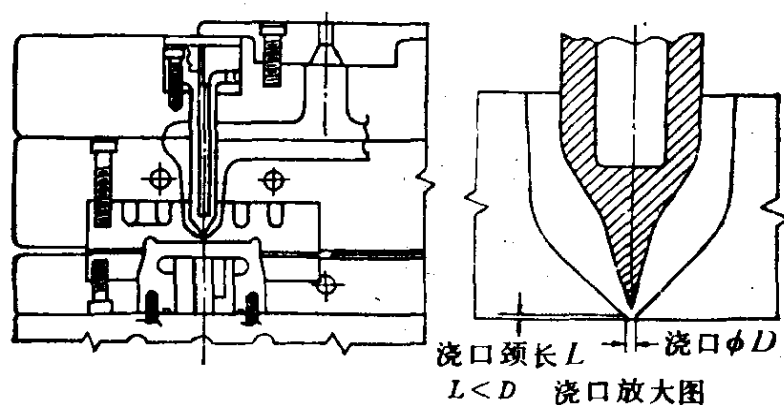


图 4.6 内加热流道的结构

图 4.7<sup>9)</sup> 是另一种结构。如果流道尺寸适当的话，能使用于成型周期达 3 分钟者。a 表示绝热流道，b 表示内加热测管。由于测管的温度不一样，热电偶 e 即使装设在加热棒 c 的附近，也不表示测管的实际温度。因此在成型之前，还是由其他测温方法测定实际温度为上策。本例中加热棒功率为 250W，点浇口

直径  $d$  为 3.5 mm。测管的球端呈小圆锥形，浇口前端内侧也呈球形。测管前端伸入浇口孔中。图中的测管为钢制。如果将测管作成中空，将插入加热棒的铍铜管压入钢制的测管中，可以得到更好的加热效果。此时，在靠近浇口的铍铜管上开槽，槽中可以安装热电偶，这样就可以测得正确的温度。因铍铜管传热性好，可迅速地将加热棒产生的热量传出，可延长加热棒的寿命。因加热棒可以几乎无间隙地插入铍铜管中，加热棒烧坏时，如果连同铍铜管一起更换，可提高加热棒瓦密度，同时也可以延长加热棒的寿命。

另外如图中所示，铍铜管的后端突出在测管的扩孔中，如在管的后端车削阳螺纹，当加热棒烧坏时，在螺纹上拧入螺帽，可既轻松地从此测管中拔出铍铜管而又不伤损测管的孔。压入装有加热棒的新铍铜管时，也可以很容易地得到所希望的、良好的热传导。

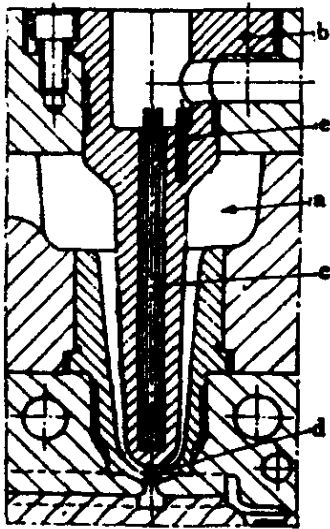


图 4.7 内加热流道的结构

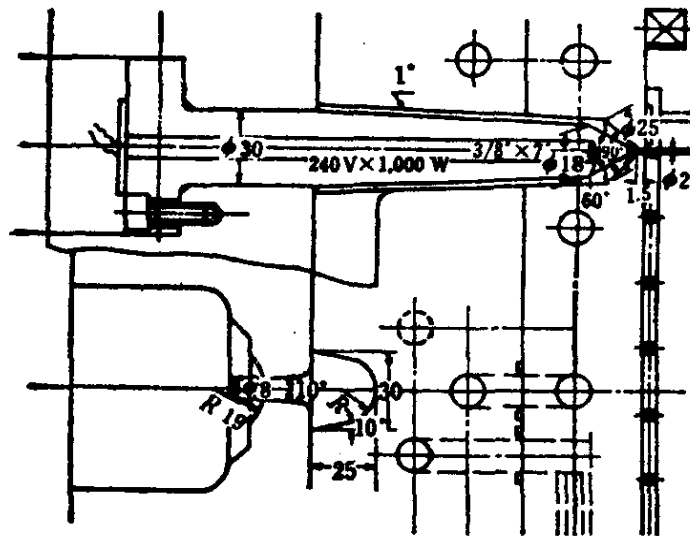


图 4.8 内加热流道的结构

图 4.8<sup>11)</sup> 与图 4.7 的结构相似，成功地用于周转箱模具。使用  $8 \sim 15 \text{ W/cm}^2$  的加热棒。为了在停机时不卸模具就能取出固

化了的流道料，导入流道及测管侧面都应有1的斜度。

图4.9<sup>8)</sup>与图4.8的结构类似，但流道形状为圆形。测管用镀铜制作。加热棒嵌入管内，插入测管内。测管侧面呈5°锥度，导入流道呈10~15°的锥度，可很容易地取出固化了的流道料。

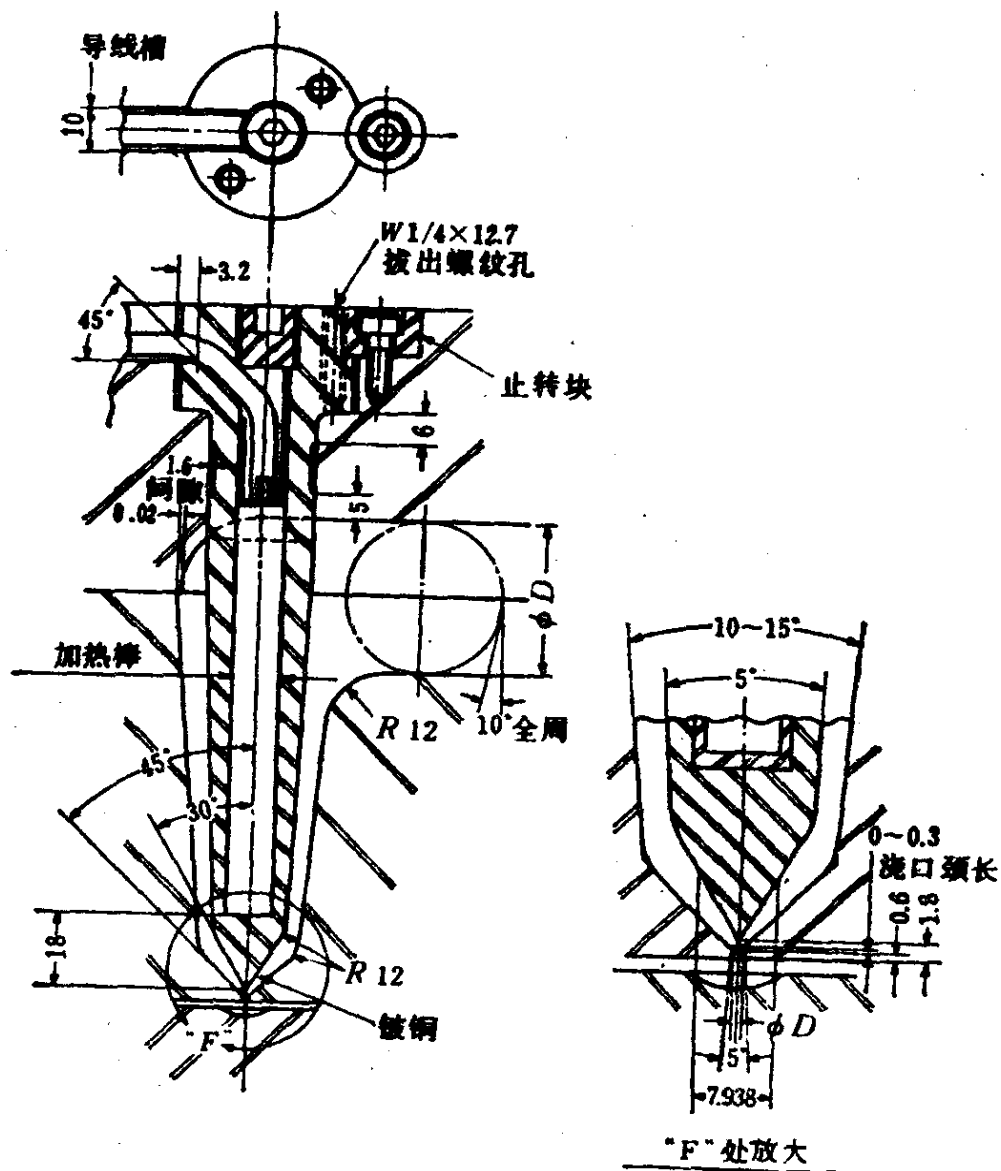


图 4.9 测管结构

上述三例,都必须注意从测管和流道板配合部的树脂泄漏。孔和测管外径的间隙在径向应在 $0.01\text{mm}$ 以下,配合程度以轻压入为最好。因此,应设计成能和管同时更换的加热棒的结构。

测管如图所示,带有拔出螺纹。

图4.10<sup>12)</sup>也是带内加热测管的绝热流道,而测管头的形状有特色。测管5通过加热棒13被内加热,在使用两个以上测管的流道系统中,测管温度分别进行控制,为了防止浇口的流延和固化,要进行致细的温度调节。7为弹簧垫,为了不改变测管和浇口之间的尺寸关系,由弹簧垫吸收测管的热膨胀。6为绝热材料,在流道板和注塑机模板之间绝热,减少对模板的热幅射。

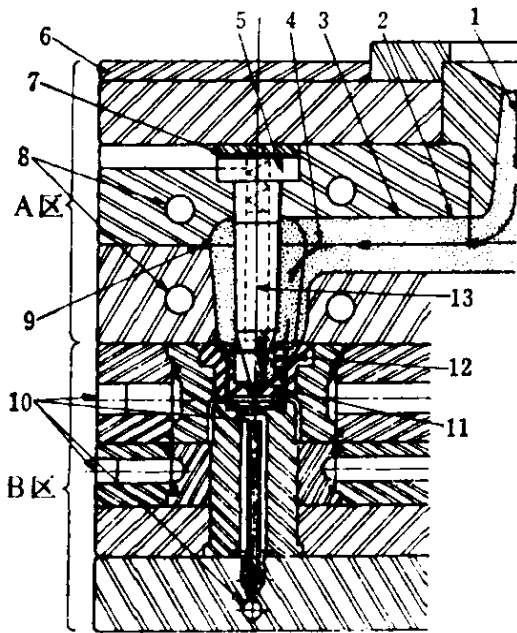


图 4.10 内加热流道的结构

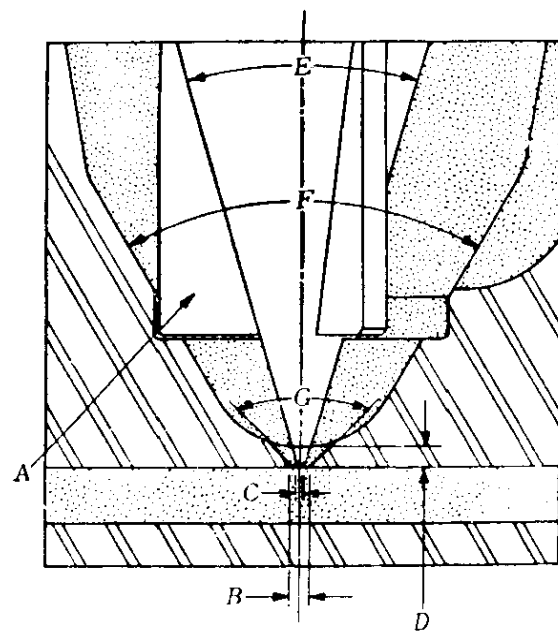


图 4.11 图4.10浇口部位放大图

图4.11<sup>12)</sup>为图4.10的浇口部位放大图。A为测管,为了使浇口和测管同心而带有小翅。B为浇口,C为测管前端的直径,

D 为浇口长度，E 为测管前端的圆锥角，F 为浇口套角度，G 为浇口角度（参照图 9.49）。

浇口的冷却固化可由提高对测管的供热量得到矫正。增大浇口的直径虽然也可以防止浇口的冷却固化，但带来制品浇口痕迹过大的缺点。必须研究弄清浇口大小和测管温度的关系。如下一章的图 5.29 所示，测管温度如过高，浇口产生流涎或拉丝现象。

降低测管温度虽然可以防止浇口流涎，但是在很多情况下，也伴随有浇口冷却固化的危险，所以必须首先考虑利用注塑机的防止流涎的功能。

拉丝现象，由所设小翅，使测管和浇口同心得到矫正。稍微降低测管温度也可进行微调整。

如前所述，在使用测管时，必须对防止树脂从测管安装部位泄漏，加热棒的更换等采取措施。

另外，由于测管装在流道板上，测管的后部的热量被流道板夺走，测管前部的温度比后部高，在轴线方向上，测管的温度不均一，这也是一个缺点。为了除去这个缺点，有利用热喷嘴套的方法。这将在第九章中详述。

(4) 用加热棒对流道内加热 图 4.12<sup>11)</sup> 的结构与热流道的内加热方式相同。虽然用加热棒对流道进行内加热，但是加热棒只不过是补偿树脂的温度下降。对带有小锥形浇口的模具很有效。

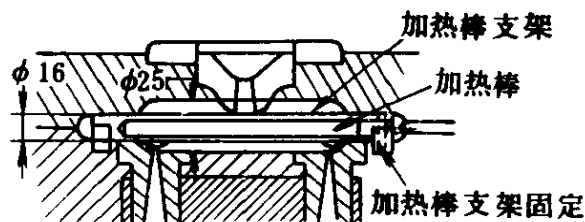


图 4.12 主流道的内加热



(5) 将流道部分加工成镶件，与周围绝热 图4.13为其中一例。只要强度上允许，流道镶件和流道板及型腔板的接触面积要控制在最小。但是导入流道的对应点及主流道的对应点，由于承受注射压力，必须接触。即使在使用加热装置时，也要注意板间的绝热。

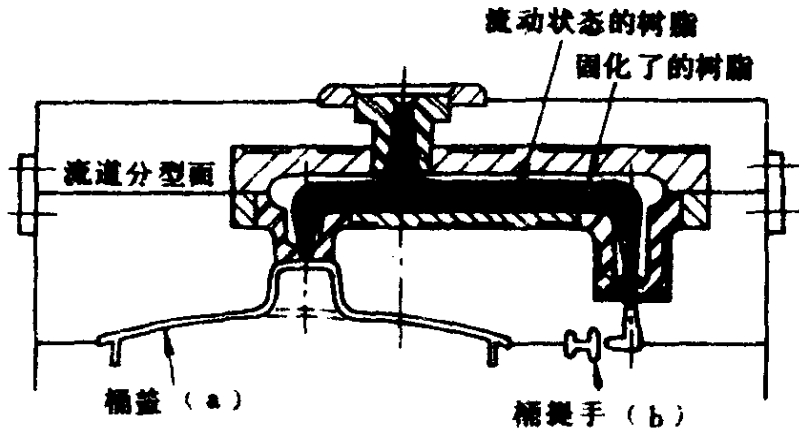


图 4.13 镶件流道模具

#### 4.6 与其他无流道模具相比的优点

(1) [贮料]井型喷嘴不能一模多腔，绝热流道可一模多腔。有时也可用于投影面积大，需多个点浇口的大型制品。

(2) 与长颈喷嘴、热流道相比，使原来的模具易无流道化。

(3) 使用各种加热装置时，如不是高精度的制品，加热容量只要补偿树脂在流道中所散失的热量就可以，不须热电偶等精密的装置，故比热流道模具结构简单。

(4) 除了温度调节装置的模具结构，比其他无流道方式简单。

(5) 模具价格低。

## 第五章 热流道

为了防止流道中的树脂冷却固化，用加热装置加热流道板，使流道板保持大体与原来冷流道方式中的喷嘴相等的温度（200~300℃），将流道中的树脂总是保持在熔融状态，这是真正的无流道模具。

在绝热流道中使用加热装置时，加热装置的作用是补助冷却固化的树脂的绝热效果。与此相反，在热流道模具中，除了浇口以外，不允许树脂有冷却固化之处。因此，除了有意识地设置冷流道的情况，不须取出流道系统中的冷料。

对于能使用绝热流道的制品来说，虽然不须要热流道，但是由于制品的大型化及使用绝热流道难以成型，又必须进行无流道成型的树脂，就不得不使用热流道。热流道可适用于现在被用于注塑成型的一切热塑性树脂。

### 5.1 热流道成型的出现

热流道成型并非新技术，早在1940年12月31日，E. R. Knowles就取得了专利权。

图5.1是该模具的截面图。专利的说明为：在热塑性树脂的注塑成型中，一般都是一次注塑成型多个制品。为达到这一目的，就要有几个型腔，从模具的主流道开始呈辐射状设置的多支流道，以及将树脂导入各个型腔的分流道，可使用如截面图的模具。

注入到主流道中的树脂，通过流道被分配到各个型腔。流

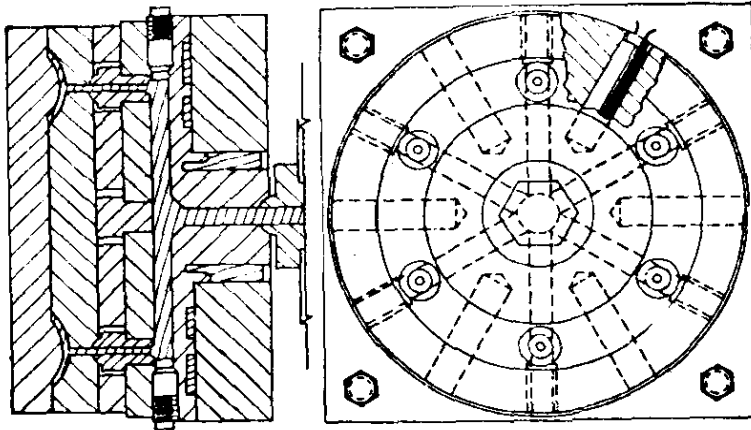


图 5.1 E . R . Knowles取得专利的模具

道中的树脂由于遇到冷的模具，随着在流动中的流动而急剧冷却固化，妨碍了型腔的充填。

充填型腔之后，留在流道系统内的树脂固化，形成辐射状的流道冷料，带在制品上，与制品一起被顶出。流道料被切断后，进行粉碎，供再次使用。

本发明的重要目的，就是避免多型腔注塑成型中的上述冷的流道通路。因此防止了阻碍对型腔充填的情况，不致产生连在制品上的流道冷料。

该模具的流道系统为：在定模的中央开设有中央主流道，用于接收熔融树脂；流道板上开设有从中央主流道呈辐射状的流道。在流道之间从外向内开有加热棒孔，孔中插有加热棒。在离中央主流道的型腔处，设有小喷嘴，用以向型腔内注射树脂。

与制品相连的浇口直径较大，需切断作业，但将模具结构稍作修改，现在仍可使用，特别是加热棒，被用于许多热流道模具中。

## 5.2 热流道的优点

使用热流道模具，有如下优点。

(1) 由于流道中的压力损失小，既可以降低树脂温度也可以降低注射压力。因没有冷流道，流道中的树脂不产生温度下降现象，流道中的压力损失减少，所以可以降低树脂温度，这样既提高了塑化能力，也可改善制品的物理性能。另外，因降低注射压力，减少了制品的内部变形。

(2) 不必用三板式模具，即可使用点浇口。其他无流道方式，根据制品及树脂的情况，虽然也可使用点浇口，但使用的树脂种类是有限制的。热流道模具，可用于所有的树脂。大型制品最好使用多个点浇口成型，但要采用三板结构方式，从模具的寿命来说这是不可取的。如果使用热流道，就没有必要采用三板方式，可以用多个点浇口来成型大型制品。

(3) 可以侧浇口成型一个制品。对以往的冷流道方式，如果不考虑效率，应采用很长的流道及三板结构，虽可用侧浇口成型一个制品，但不经济。如使用热流道，可很经济地以侧浇口成型单个制品。

(4) 以直接浇口成型的制品，可用限制浇口成型，减少浇口周围的变形。因以直接浇口成型的制品，可用多个点浇口成型，减少了浇口周围的变形。

(5) 可以并用针形阀。关于应用针形阀的优点，请参照第六章“阀式浇口”。

## 5.3 热流道的缺点

与上述优点相反，热流道有如下缺点。

(1) 结构复杂。因为必须控制加热器温度，所以要设置温

度检测装置、温度控制装置，这不可避免地使模具结构与以往模具相比要复杂。另外，为了防止热流道板的热量传向注塑机的模板、模具模板，要采取绝热结构，这也使模具结构变复杂。

(2) 模具费增高 由于加热装置、温控系统、绝热结构及其他因素，使模具费增高。

(3) 必须进行细微的温度控制 根据温度的波动会使树脂的注入量有所变化，喷嘴中树脂的冷却固化、流涎等问题，也受温度的支配。细微的温度控制，对于成型温度范围狭窄的树脂更为必要，但条件的设定需一定的时间和经验。

(4) 因模具厚度增大，同样制品，有时不得不使用大一个型号的注塑机。

(5) 检修复杂 由于加热装置的烧损、绝热不良、温度控制不良、树脂泄漏等，增加了以往模具中没有的检修项目，使得检修复杂。

(6) 必须完全去除树脂中的异物 当因异物堵塞浇口时，检修麻烦而费时。

(7) 改换制品颜色很困难 应用具有树脂绝热层的喷嘴时，改换制品的颜色很困难。

## 5.4 设计制作热流道模具须考虑的事项

在设计制作热流道模具时，必须考虑如下事项。

### 5.4.1 流道板的加热方式

根据流道板的加热方式，可将热流道模具进行如下分类：

(1) 外加热方式；

(2) 内加热方式。

1. 外加热方式 从外对流道进行加热，有如下方式：

- (1) 在与流道平行方向上开设加热孔，内插加热棒；
- (2) 在流道的侧面，安装空间加热装置；
- (3) 安装铝浇铸加热器；
- (4) 安装加热圈。

这种加热方式，由于间接地加热树脂，流道中的树脂，虽然无局部加热现象，但是热效率低。由于流道直径不受流道结构的限制，可以取较大数值。流道内树脂的流动阻力小，可用较低的注射压力成型。与下述内加热方式相比，流道容易机械加工，加热装置也比较容易买到。

图5.2表示铝浇铸加热器。后边的图5.53表示使用加热圈的结构。现在一般而言，若是从购买加热装置的难易程度来考虑的话，则使用加热棒；若是从加热装置的寿命来考虑的话，则使用铝浇铸加热器。

## 2. 内加热方式

内加热方式是将加热棒设置在流道中，从流道内部进行加

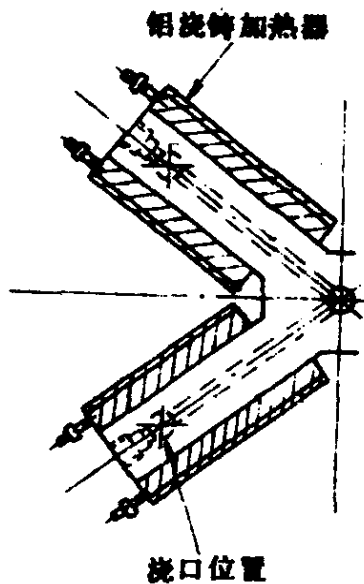


图 5.2 铝浇铸加热器

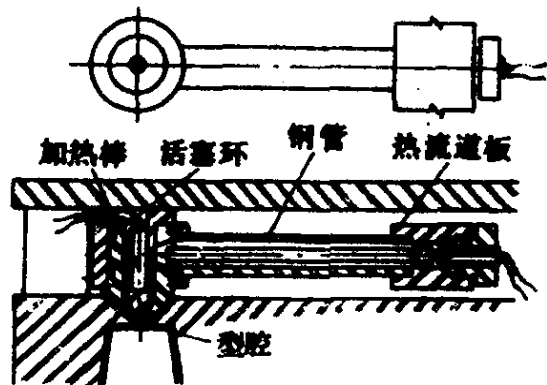


图 5.3 内部加热方式

热的方式。

由于温度越高，树脂的粘度下降越多，所以加热棒周围树脂的流速最快，越靠近流道内壁，树脂的温度就越低，流速下降，与流道壁接触的树脂几乎处于固化状态，起绝热材料的作用，将加热的树脂和加热棒与外界绝热，防止了流道内部的树脂固化。因而加热棒的损失为最小。与外加热方式相比，可以小容量的加热器得到所需的树脂温度。但是由于加热器的温度调节，有时树脂受到极端的局部加热，树脂有产生分解的可能。另外，加热棒周围的树脂流动间隙取得过大时，加热棒周围和流道内壁的温差过大，制品产生内应力。因此，流道间隙不能取得过大，一般为3~5mm左右。加热棒的温度控制在较低的温度，而使用高注射压力成型。

图5.3<sup>13)</sup>表示流道的内加热和内加热喷嘴的结构。

#### 5.4.2 喷嘴的加热方式

1. 喷嘴加热方式和喷嘴绝热方式的组合 以前的热流道模具不对喷嘴进行特别加热，但为了消除成型时的故障，现在对喷嘴施行外部加热或内部加热。喷嘴的加热使用下述绝热方式，点浇口或是小锥形浇口之间的组合方式，现在使用的各种组合方式如下。

- 点浇口——完全绝热方式——无加热喷嘴
- 点浇口——半绝热方式——无加热喷嘴
- 点浇口——半绝热方式——外加热喷嘴
- 点浇口——半绝热方式——内加热喷嘴
- 点浇口——直接接触方式——无加热喷嘴
- 点浇口——直接接触方式——外加热喷嘴
- 点浇口——直接接触方式——内加热喷嘴
- 小锥形浇口——半绝热方式——无加热喷嘴

小锥形浇口——半绝热方式——外加热喷嘴

小锥形浇口——直接接触方式——无加热喷嘴

小锥形浇口——直接接触方式——外加热喷嘴

2. 无加热方式（参照下节完全绝热喷嘴）不用加热器加热喷嘴，由热流道板的热量使喷嘴内的树脂保持熔融状态，在很多情况下，喷嘴使用导热性好的铍铜制作，无加热方式的喷嘴不能太长，一般以40mm为界限。如长度必须超过这一界限时，要使用下述的加热方式。

3. 外加热方式 如图5.58所示，是在喷嘴的外周装有加热圈加热的方式。树脂虽然无局部过热现象，但是模具型腔板的背面为了装入加热圈而必须开槽，而且加热圈的大小也有限制。

4. 内加热方式 如图5.68所示，是在喷嘴内插入加热棒的方式。由于树脂流经加热棒周围，故热效率高。因可以加热到喷嘴前端，喷嘴前端的温度很容易控制，浇口无固化的可能。由于内部加热，喷嘴前端可以和浇口套接触，与绝热喷嘴相比，可以缩短喷嘴的长度，增加型腔深度。深度的增加相当于喷嘴的缩短。其缺点是因加热棒直径小，所以瓦密度（单位面积的功率， $W/cm^2$ ——译者注）增大，加热棒的寿命缩短。同时，由于从流道板传来的热量，分流梭后端的温度比前端高。为了补偿这一温度差，分流梭要用热传导好的铍铜制作。

内加热喷嘴已经标准化，有商品出售，对此在第九章中讲述。

### 5.4.3 喷嘴的绝热方式

喷嘴的绝热方式有完全绝热、半绝热和无绝热等方式。

#### 1. 完全绝热喷嘴

有时由于制品外观上的原因，所用的浇口比图5.3所示的要



更小。为了使浇口的痕迹达到隐约可见的程度，就要将浇口直径减小到 $0.4\sim 0.6\text{mm}$ 非常小的程度。为了防止浇口的冷却固化，必须缩短浇口长度。此时如使用图5.13所示的球形喷嘴，则浇口处型腔衬套的壁厚减薄。如使用图5.4<sup>13)</sup>所示的圆锥形喷嘴，则可以增大型腔衬套的壁厚，且浇口长度也可以取至最小限度。

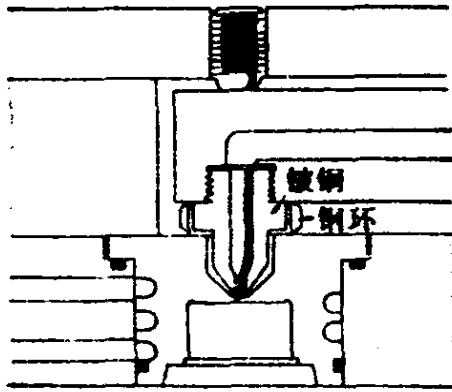


图 5.4 完全绝热喷嘴

本结构中喷嘴前端薄，不需要加热喷嘴前端。为了使喷嘴充分绝热，将钢制环（从传热的观点出发，此环最好用18-8不锈钢）安置在喷嘴底座的周围。这样，喷嘴完全处于树脂中，且不和型腔衬套接触。所以这种形式的喷嘴被称为完全绝热喷嘴。

这种形式的喷嘴，喷嘴的材料、长度、井室衬套和喷嘴之间的间隙都有很大的影响，下面对此进行详细叙述。

(1) 喷嘴材料 喷嘴前端的温度，根据各种树脂的需要，必须在成型温度范围之内。在无加热喷嘴中，从整个热流道传来的热量是唯一的热源，因此必须尽可能地减少流道板和喷嘴前端之间的温度下降值。所以喷嘴应使用导热性好的材料。一般情况下，使用铍铜。图5.5<sup>14)</sup>表示钢制喷嘴温度下降值，图5.6<sup>14)</sup>表示铍铜喷嘴温度下降值。由此可知：当流道温度为 $239^{\circ}\text{C}$ 时，铍铜制喷嘴前端温度约高 $79^{\circ}\text{C}$ 。

但是对于硬质聚氯乙烯的成型，不主张使用铜或铜合金制喷嘴。其原因为：市售的稳定剂中含有极微量的硫，会与铜起化学反应，结果制品上出现黑色条纹。另外，由于聚丙烯也起化学反应，因此必须避免使用。但如果使用钢制喷嘴，喷嘴

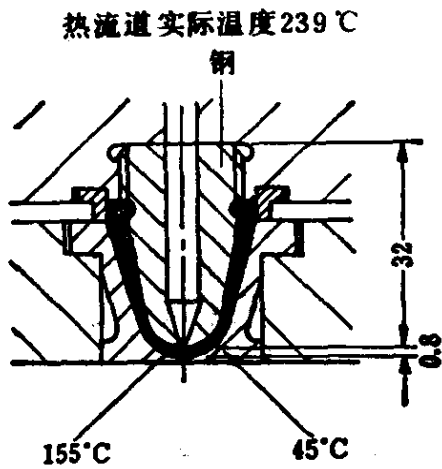


图 5.5 钢喷嘴温度下降值

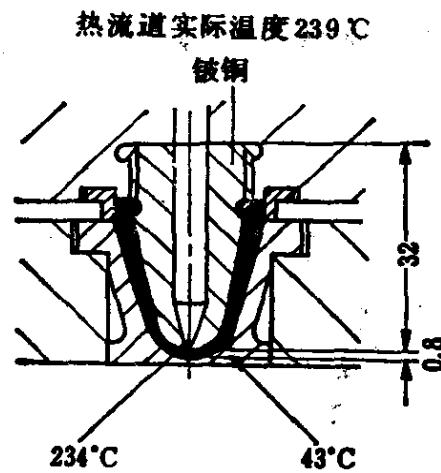


图 5.6 铍铜喷嘴温度下降值

和流道之间的温差大，用于对温度较敏感的聚氯乙烯树脂时，必须计算进热损失。这种情况下，应使用铝喷嘴（导热性比钢好）或者镀镍的铍铜喷嘴。

(2) 喷嘴长度 喷嘴越长，热流道和喷嘴之间的温度差就越大。图5.7<sup>14)</sup>表示喷嘴长度对喷嘴前端温度的影响。

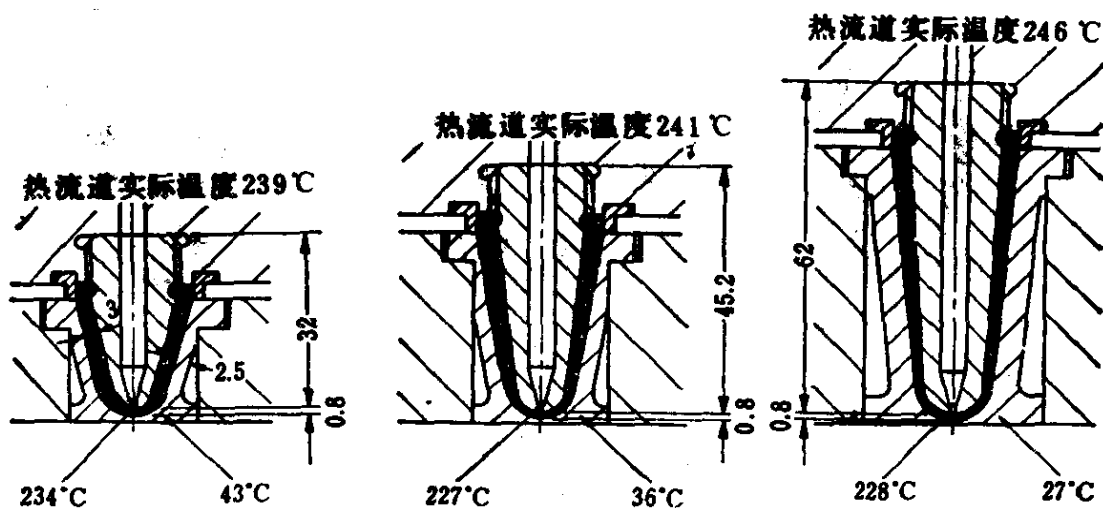


图 5.7 喷嘴长度对喷嘴前端温度的影响

(3) 井室树脂层的厚度 后边要讲述的半绝热喷嘴也同样，

喷嘴和型腔模板之间设有井室，喷嘴前端不和井室衬套接触。最初的注塑使喷嘴前端的井室中充满树脂。这树脂层起绝热的作用，喷嘴得以保温。图5.8<sup>14)</sup>表示喷嘴侧面树脂层厚度1mm

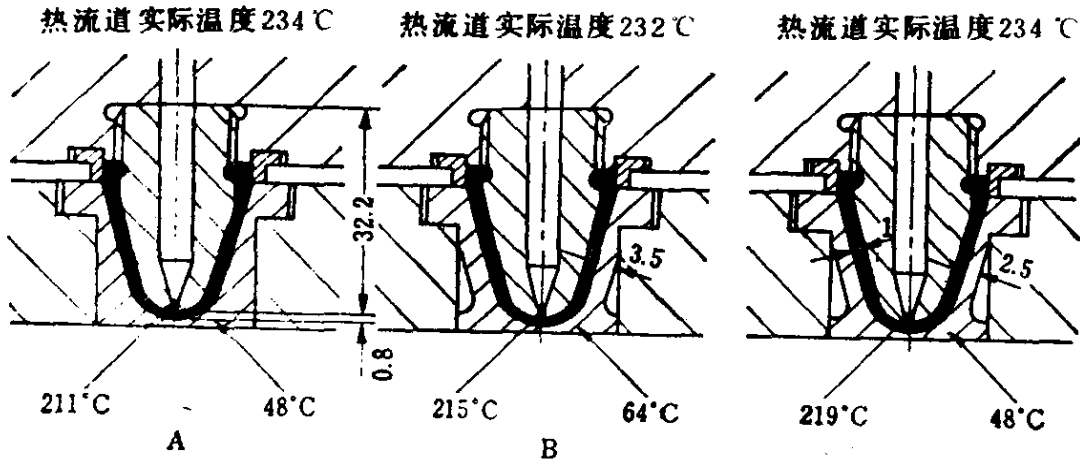


图 5.8 树脂层厚 1 mm

时的温度下降值。图5.9<sup>14)</sup>表示喷嘴侧面树脂层厚度3mm时的温度下降值。一般认为：喷嘴侧面树脂层有1.6mm就可以满足

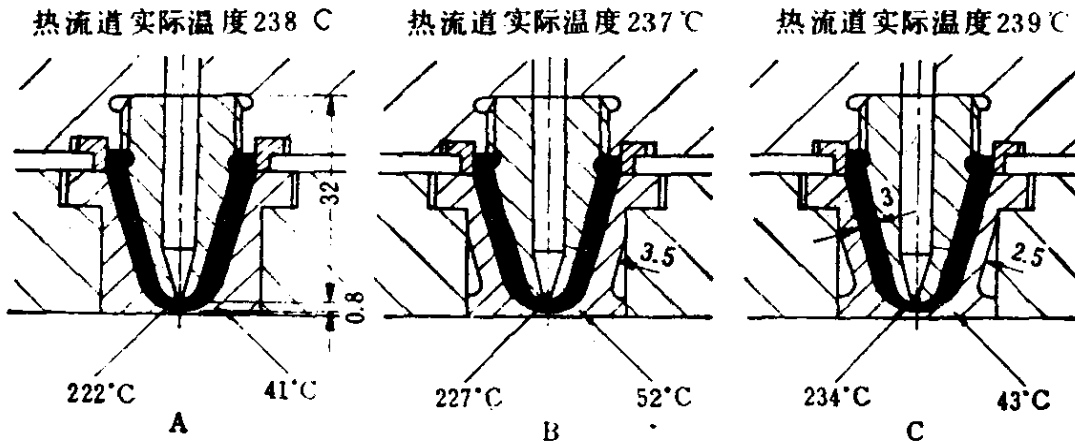


图 5.9 树脂层厚 3 mm

绝热要求。图5.10<sup>14)</sup>表示当喷嘴前端树脂层厚度为0.2mm和0.8mm时，喷嘴前端的温度下降值。

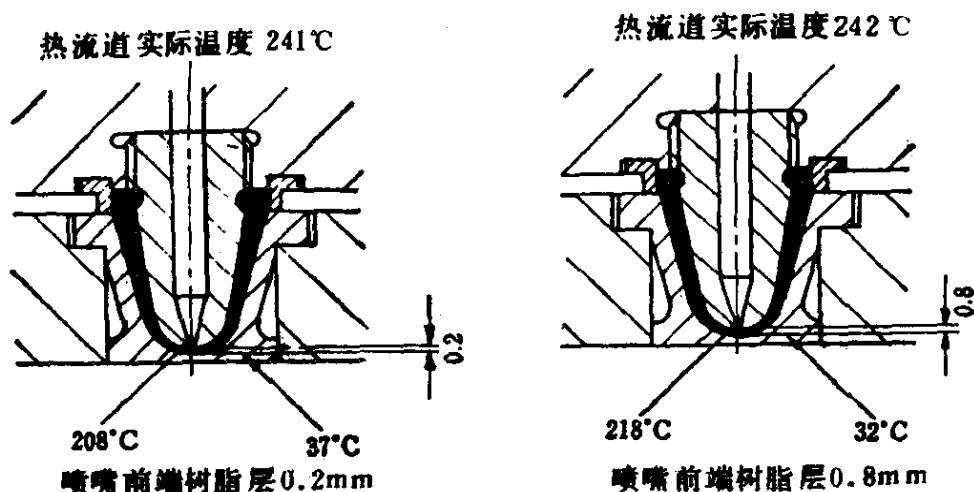


图 5.10 喷嘴前端树脂层厚度的影响

喷嘴前端的树脂层，是在最初注塑时由喷嘴和井室衬套之间的树脂形成的，此树脂层起绝热的作用。另一方面，注塑时，树脂冲破皮膜注入型腔，注塑完了之后又形成皮膜，起防止树脂从浇口泄漏的作用。因此，必须考虑下面的尺寸：①喷嘴前端的孔径；②井室衬套和喷嘴的间隔；③井室衬套上浇口的直径。这些尺寸如果不适当，浇口部固化，或者相反，即树脂从浇口部泄漏，不能进行下次成型。一般地，能以短周期成型的制品，可以减小喷嘴前端的孔径及浇口直径，增大喷嘴前端的皮膜厚度。但是随着成型周期的增长，就要增大喷嘴孔径及浇口直径，减小喷嘴前端皮膜的厚度<sup>15)</sup>。另外，由于树脂的成型温度范围不同，一般地皮膜厚度在0.3~1.2mm，象ABS成型温度范围小的树脂在0.4~0.8mm。

#### (4) 不完全井室衬套对喷嘴温度的影响

如前所述，喷嘴越长，喷嘴前端的温度就越低。但是即使是同样长度的喷嘴，当井室衬套外部不开槽和开槽<sup>●</sup>时，温度

● 开槽是为了留出空隙与模具绝热。——译者

下降的情况也不同。如图5.11<sup>14)</sup>所示，左图为了在制品上不留下衬套的痕迹，井室衬套不贯通模板，右图为贯通模板的结构。左图喷嘴前端的温度下降值比右图喷嘴前端的温度下降值要大。

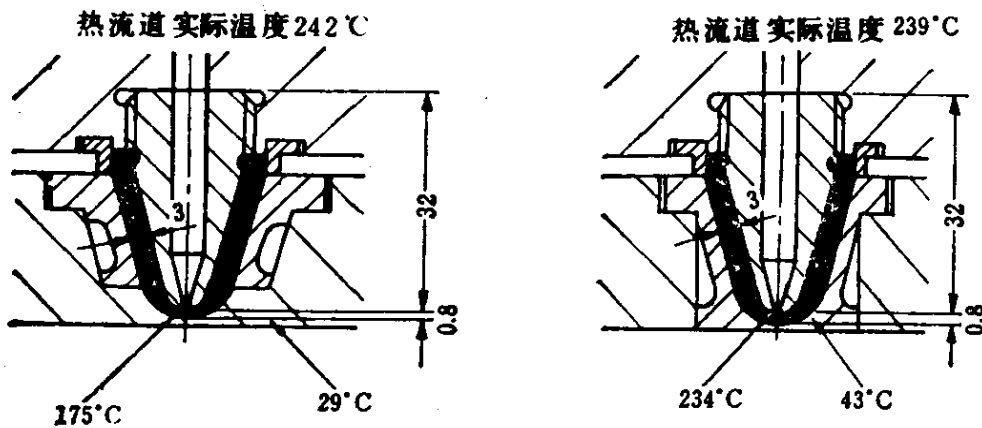


图 5.11 不完全井室衬套开槽形状对喷嘴前端温度的影响

#### (5) 井室衬套和型腔模板的接触面

图5.12<sup>14)</sup>只是井室衬套和型腔板的接触面不同，其他尺寸都一样。衬套侧面的凹槽长度越短，喷嘴前端和热流道的温差就越大。在图5.8，图5.9中，A为没有凹槽的结构，B的井室衬套侧壁的厚度为3.5mm，C为2.5mm。A、B、C的接触面积依次减少，喷嘴前端的温度下降值也减少。

#### 2. 半绝热喷嘴

图5.13<sup>13)</sup>为半绝热喷嘴。喷嘴和型腔板之间有一层树脂，在这一点上虽然与完全绝热喷嘴相同，但是因喷嘴凸台和型腔板接触，所以被称为半绝热喷嘴。

在流道板面积大或是一模多腔时，流道板产生弯曲，不能同时保证喷嘴接触良好和防止树脂泄漏。图中在喷嘴和流道板之间嵌入活塞环，防止树脂从喷嘴的滑动部分泄漏。当一加上

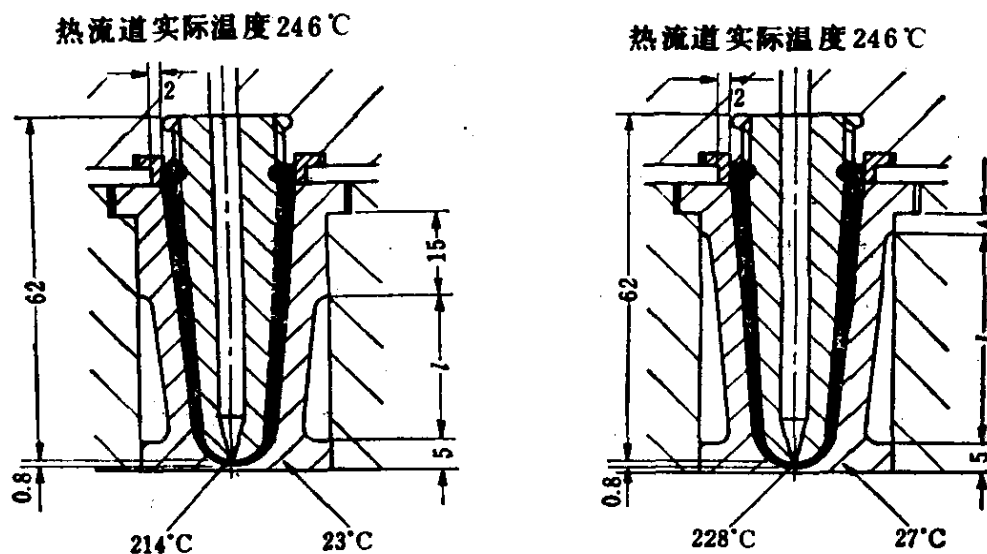


图 5.12 井室衬套和型腔板接触面的影响

注射压力喷嘴向前滑动时，喷嘴凸台自动地和型腔衬套接触，防止树脂泄漏。为了进一步减少喷嘴的热传导，如后边的图 5.72 所示，在喷嘴凸台和型腔衬套之间加入热导率低的不锈钢环[碳钢为  $5.4 \times 10^{-2} \text{W}/(\text{m} \cdot \text{k})$ ,  $[0.13 \text{ Cal}/(\text{cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C})]$ ；18~8 不锈钢为  $1.67 \times 10^{-2} \text{W}/(\text{m} \cdot \text{k})$ ,  $[0.04 \text{ cal}/(\text{cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C})]$ 。

### 3. 直接接触喷嘴

与长颈喷嘴直接接触浇口套一样，要以必要的最小接触面积使喷嘴与浇口套直接接触。后边的图 5.73 为其中一例。

直接接触时，必须考虑到接触面上由于流道板和型腔板之间的温差而产生的喷嘴和浇口的不同心问题。对于喷嘴孔和浇口的直径也必须考虑到上述的不同心情况。

#### 5.4.4 喷嘴周围树脂泄漏的防止

根据喷嘴的绝热方式，可以采用喷嘴接触或止漏环两种结构中的一种，而所有止漏接触部位都要呈同样的接触状态。

##### 1. 止漏环方式

在模具加工上易出问题之处，有各种结构。

(1) 在流道板上加工环状槽 如图5.14<sup>14)</sup>所示，止漏环嵌入到流道板上的环状槽中。由于嵌合部位的深度易出偏差，所以在嵌入之后，止漏环从流道板表面突出的高度必须相等。其高度应在流道板的厚度方向上，加上比流道板和井室衬套之间的尺寸长0.01~0.05 mm的压缩余量。

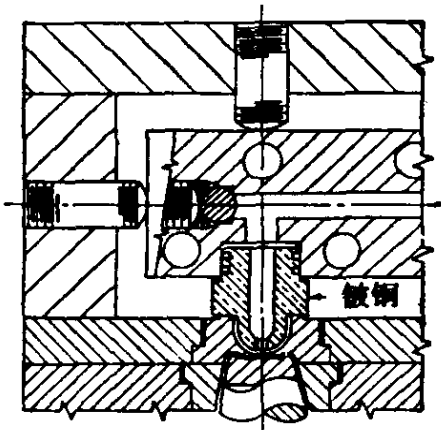
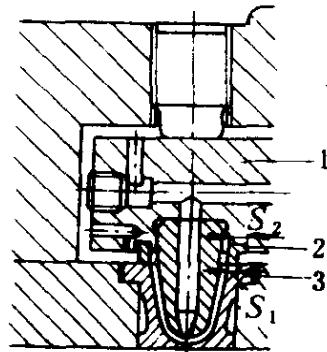


图 5.13 半绝热喷嘴



$$S_1 \leq 2 \text{ mm}, S_2 \leq 5 \text{ mm}$$

图 5.14 用嵌入环止漏

1—热流道板，强度60~9.81 MPa  
(60~100kg/cm<sup>2</sup>)；

2—环，强度11.8~13.7 MPa  
(120~140kg/cm<sup>2</sup>)；

3—井室衬套，强度11.8~13.7 MPa  
(120~140kg/cm<sup>2</sup>)

为了使热传导为最小，只要强度上允许，止漏环和井室衬套间的接触面积要尽可能地减少。图5.15<sup>14)</sup>表示接触面积对温度的影响。

另外，此法中的止漏环可用热导率小的材料制作，如不锈钢等。

(2) 止漏环嵌在喷嘴上的方法 如后边图5.58所示，流道板上不开设环状槽，止漏环夹在井室衬套的端面和喷嘴凸台之间。止漏环的长度在流道板的厚度方向上应有0.01~0.05 mm

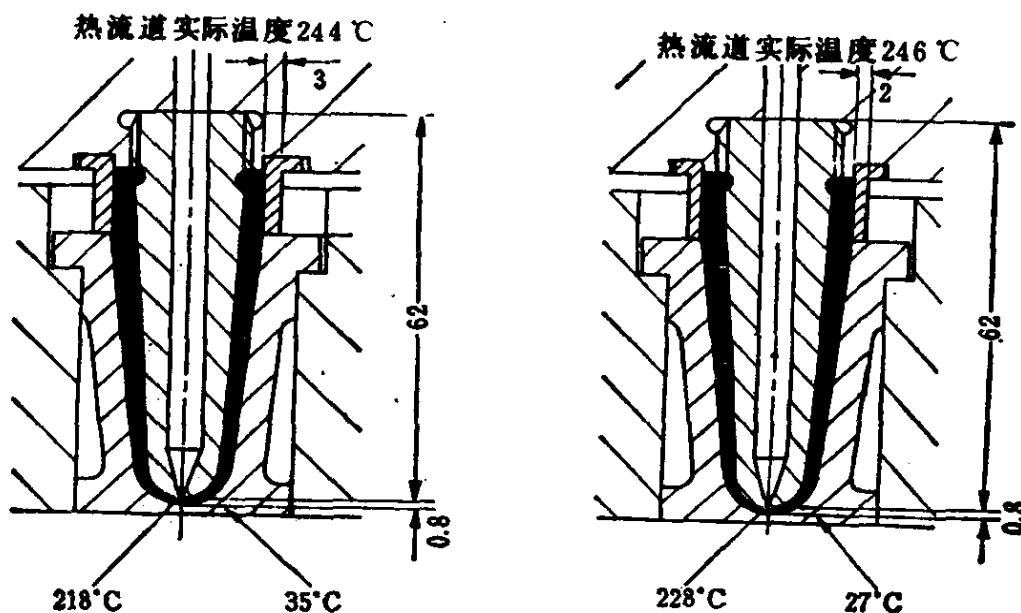


图 5.15 图5.14中  $s_1$  对温度的影响

的压缩余量。止漏环和喷嘴、止漏环和井室衬套之间的接触面积，只要强度上允许，都应控制在最小限度。

止漏环应使用热导率低的材料。由于流道板和井室衬套的尺寸很容易决定，所以止漏环的尺寸也容易决定，易于加工。

### (3) 在井室衬套上车削出止漏环

此方式有两种方法：一是在衬套上车削上止漏环，直接接触于流道板；二是在车削出的止漏环上加工上槽，槽内使用聚四氟乙烯或耐高温云母垫圈。图5.16<sup>14)</sup>为直接接触方式的结构。图5.17<sup>14)</sup>为嵌环方式和直接接触方式的比较，实际上没有什么差别。

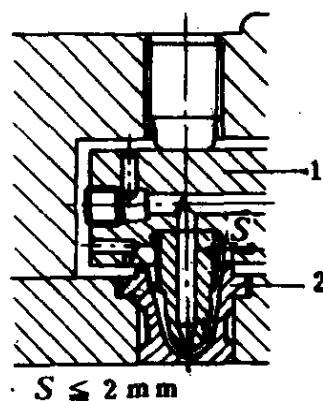


图 5.16 在井室衬套上车削出止漏环的结构

- 1—热流道板，强度  
11.8~13.7 MPa(120~  
140kg/cm<sup>2</sup>)；
- 2—井室衬套强度  
11.8~13.7 MPa(120~  
140kg/cm<sup>2</sup>)



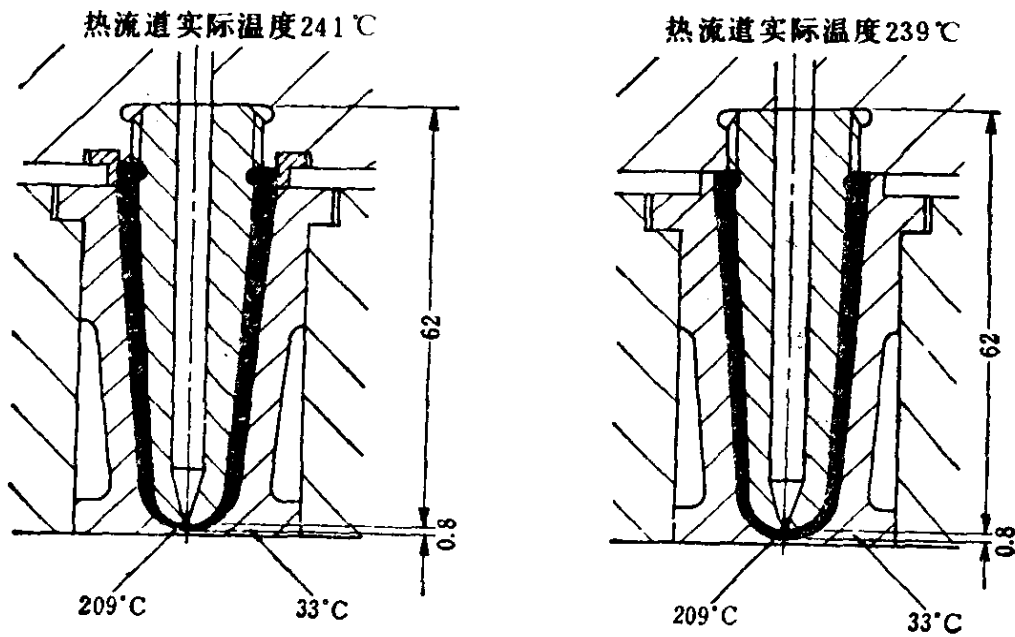


图 5.17 嵌环方式和直接接触方式的比较

后边的图5.51左边所表示的结构是在井室衬套的端面上车削出止漏环，在止漏环上开设沟槽，槽内使用聚四氟乙烯或耐高温云母。在使用聚四氟乙烯止漏环时，必须充分注意止漏环端面和流道板面之间以及聚四氟乙烯环和沟槽之间的间隙。如间隙大，当温度升高后，因聚四氟乙烯环能从间隙中被挤出来，所以为了有效地防止树脂泄漏，配合是非常重要的。在使用耐高温云母代替聚四氟乙烯环时，为了防止泄漏，耐高温云母应比型腔套端面高出0.25~0.5 mm。耐高温云母耐挤压，不会被从沟槽内挤出，可以防止树脂的泄漏。但是耐高温云母有一个缺点：如在高温下长期使用，有被压薄的倾向。因此在拆卸分解模具时，要更换云母衬垫。

使用(1)~(3)的止漏环时，不管哪种方式，使喷嘴后退的树脂压力都是作用于由止漏环内径决定的投影面积上，这就增加了防止树脂泄漏的难度。

(4) 在喷嘴开设环状槽 后边的图5.51右边所示的结构, 是立足于和图2.15热喷嘴同样的考虑方法的。在喷嘴的端面上车削上沟槽, 嵌入止漏环。如以耐热云母作止漏环的话, 如上所述, 就要比喷嘴端面高出 $0.25 \sim 0.5 \text{ mm}$ , 且各个喷嘴都必须一样地安装。此结构的优点是: 树脂的投影面积与(1)~(3)相比大为减少, 使喷嘴后退的力减少, 止漏的问题也减少。

但是在喷嘴多时, 要使各个喷嘴以同样的力接触型腔镶件端面是非常困难的。此时最好不使用聚四氟乙烯环。

如使用聚四氟乙烯环, 有使热量从喷嘴传向型腔板的危险, 有可能在型腔底部产生局部过热, 或者由于喷嘴的热损失大, 使其中的树脂冷却固化。

图5.18是在喷嘴前端镶嵌止漏环, 防止树脂泄漏的结构。图5.19是喷嘴前端嵌入型腔衬套中, 防止树脂泄漏的结构。此结构, 喷嘴热量易传入型腔。图5.18是将图5.19的结构改善的结构。

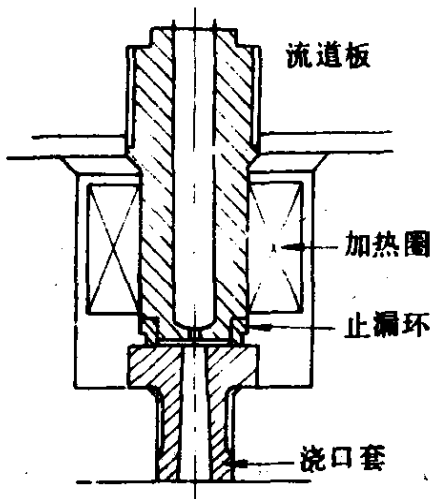


图 5.18 用喷嘴前端止漏环止漏

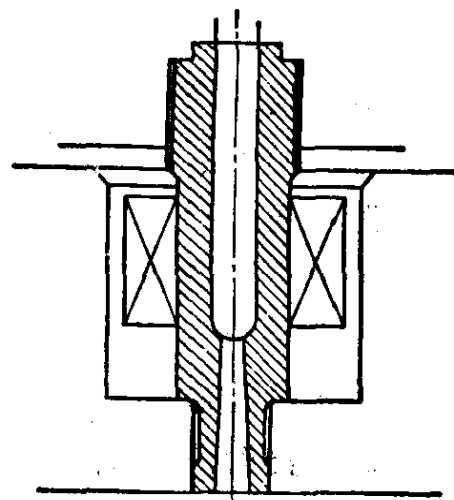


图 5.19 喷嘴前端嵌入型腔衬套中止漏

在图5.18的结构中，喷嘴和浇口套之间的间隙为1 mm。在热流道温度200℃，模具温度20℃时，图5.19的结构需3.8KW的加热功率，图5.18的结构有1.9KW就可满足需要<sup>14)</sup>。

图5.18所示的防漏方法，以后还要讲述。对于易产生热分解的树脂来说，因为不能使用贮料井方式，所以不能使用此结构。止漏环的宽度在强度允许范围内要控制在最小，使用材料应是热导率低的材料。由于喷嘴和浇口套之间的树脂投影面积比(1)~(3)的结构要小，所以使喷嘴后退的树脂压力也减小，有利于防止树脂的泄漏。

## 2. 喷嘴凸台和型腔衬套接触方式

图5.13所示的树脂防漏结构就是这种方式。此结构中，喷嘴必须能浮动。如前所述，由于树脂压力，喷嘴从后侧被推向前方，并由喷嘴凸台和型腔衬套的接触面来防止树脂泄漏。

## 3. 由喷嘴接触防止树脂泄漏

根据树脂种类不同，有时不能在喷嘴前端设树脂层。这时，就不能采用上述止漏环来防止树脂泄漏。另外，有的时候，制品上不得不设冷流道。这时，就有必要由喷嘴接触来防止树脂泄漏。

(1) 球面接触法 后边的图5.62及图5.74都是球面接触的结构。和图5.62的b的树脂止漏环不同，呈弓形。从喷嘴前端泄漏的树脂，通过弓形之间流出来。

此方法由于流道板和型腔板之间的温差而产生偏心时，树脂的防漏不能完全得到保证，所以限于小型制品、型腔数少，且浇口间距离短的制品。

(2) 平面接触法 图5.66是为了克服球面接触的缺点，而将喷嘴前端车削成平面的结构。即使由于热膨胀差，喷嘴和浇口套之间有点错位偏心时，树脂也不产生泄漏。这种情况下，

必须定好喷嘴孔径和浇口孔径，即使喷嘴和型腔板之间有热膨胀差，喷嘴孔和浇口孔要不互相错离（在喷嘴中心和浇口中心错离的解决方法项中详述）。

#### 5.4.5 流道板的加热

##### 1. 基本的考虑方法

热流道模具制作之后，由于试注射等原因，树脂就已经以固冷状态存在于流道系统中。因此，流道板的加热器容量如果太小，达到正常操作时间就要增长，因此倒不如使用比较大容量的加热装置为好。但是由于受加热器的瓦密度的制约，有时不能使用太大的加热器。从模具的成本方面考虑，也必须考虑下述情况：用绝热等手段提高热效率，使在所定的时间内，尽可能地减少为了达到该树脂温度所需要的热量。

##### 2. 流道板加热热量的计算公式：

钢制流道板的热量计算公式如下：

$$P = 0.115 \times t \times w / 860 \times T \times \eta \quad (\text{kW}) \quad (5.1)$$

式中  $P$ ——所需要的加热功率，kW；

$t$ ——所需要的流道板的温度（基点：0℃）；

$w$ ——流道板重量，kg；

$T$ ——温度上升时间（即从0℃上升到 $t$ ℃所需要的时间，小时）；

$\eta$ ——效率，如果从实例倒算，根据加热器的密贴程度，绝热情况虽有变化，一般， $t = 1$ 时，可取0.2~0.3），钢的比热容 = 0.4815 kJ/(kg·℃) (0.115 kcal/kg·℃)。

如上所述，如果延长升温时间，加热器的容量可以减小，但是准备时间增长。如过分缩短升温时间，加热器容量增加太大，由于受加热器安装空间的限制，不得不增大瓦密度，那会

缩短加热器的寿命。

一般升温时间可定为1小时，但是只要安装上加热器，最好定为30分钟。

设重量  $w = 1\text{kg}$ ，升温时间  $T = 1\text{h}$ ，由式(5.1)得：

$$P \approx 0.134t / \eta \text{ (W)} \quad (5.2)$$

图5.20为应用公式(5.2)制作的列线图，可以求得1kg流道板所需要的加热功率(W)。将求得的  $P$  乘上流道板的重量，就求得所需要的全部加热功率。另外，设  $1\text{ cm}^3$  的流道板的加热功率为  $1.22 \sim 1.54\text{W}$  ( $1\text{ in}^3$  为  $20 \sim 25\text{W}$ )， $t = 240^\circ\text{C}$ ，1kg流道板所需加热功率 =  $156.4 \sim 195.5\text{W}$ ， $\eta$  为  $0.206 \sim 0.165$ 。

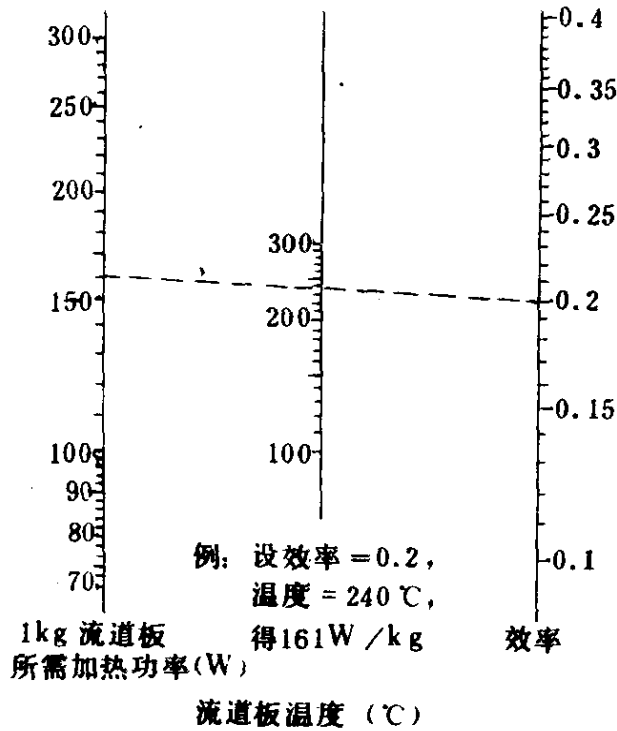






图 5.20 加热功率计算列线图(钢制流道板)

一般设  $t = 240^\circ\text{C}$  时，1kg流道板的加热功率可在  $120 \sim 160\text{W}$  范围内取值。当然，如果加热器的密贴程度和绝热材料的设置情况不好，则升温时间有可能超过1小时，表5.1表示使用例子。



树脂名 制品名	流			通		加 热 器 ( )内换算成200V		流道板 温 度 ℃	喷			加 热 率 效 率 %	W/kR
	形 状	重 量 kg	投 影 面 积 cm <sup>2</sup>	厚 度 mm	V~W×根数 加热器名称	合 计 容 量 k w	V~W×根数 加热器名称		总 容 易 k w	长 度 mm			
ABS 格栅		47.37	868	70	200~340×13 200~530×4 铸铝加热器	6.54	200~155×3 200~130×2 200~170×2 加 热 棒	1.065	150	19.6	161		
ABS 格栅		74.26	1360	70	200~340×25	8.5	200~265×9 加 热 棒	2.39	150	21.4	147		
		51	875	75		6.0				22.7	118		
		42.5	760	90		5.3				21.4	125		
		A: 54.4	996.8	70	× 9	4.7				34.1	86 (容量不足)		
杯子		B: 30.7 <sup>②</sup>	996.8	70	× 9	4.7				19.3	153		
PP		18.38	462	51	750×4	3.0				19.7	163		

① 因 $W = A \cdot V = V^2 R$ , 所以 $W$ 与 $V^2$ 成正比。

② B是在A的结构上开12条 $\phi 35$ 通孔, 以减轻重量的流道板。

上述方法中，效率 $\eta$ 取多大值是个问题，它必须根据模具结构，凭经验决定。下面介绍的是将此简化的一个方法。

流道板加热所要的热量，必须能够满足下述各项所需的热量：将室温下的树脂加热到树脂熔融温度所需的热量；由于流道板向周围辐射、对流的热损失，补充流道板和模具接触部分的热传导等因素而引起的热损失。式(5.1)中，效率 $\eta$ 是考虑进这些因素的总和之后而决定的。

(1) 由传导、辐射、对流而产生的热损失为零时，流道板所需要的热量 在式(5.1)中，设效率 $\eta = 1.00$ ，升温时间 $T = 0.5 \text{ h}$ 。

$$P = 0.267t w \text{ (W)} \quad (5.3)$$

(2) 辐射和对流引起的热损失 设流道板表面的热辐射率为 $\alpha$  (参照表5.2)，对流上下两面的表面积相等，流道板温度在 $200 \sim 300^\circ\text{C}$ 时，近似地求得  $1 \text{ cm}^2$  表面积的热损失为：

$$\text{辐射热损失} = (0.00302t - 0.356) \alpha \text{ (W)}$$

$$\text{对流热损失} = 0.00079t - 0.043 \text{ (W)}$$

如表面积为  $A \text{ cm}^2$ ，两者合计为：

$$\begin{aligned} \text{热损失} &= A(\text{辐射热损失} + \text{对流热损失}) \\ &= A[(0.00302t - 0.356) \alpha + \\ &\quad (0.00079t - 0.043)] \end{aligned} \quad (5.4)$$

(3) 传导热损失 设流道板只经热流道的承压板，树脂止漏环与模具的其他部件接触。使用直接接触喷嘴时，也必须考虑进直接接触喷嘴的接触面积。

流道板和承压板等接触的模具其他部件的距离为  $L \text{ cm}$ ，

流道板和承压板等的接触面积为  $a \text{ cm}^2$ ，

流道板和模具接触部件间的温差为  $t' ^\circ\text{C}$ ，

热流道承压板等，通过流道板与模具其他部件间部件材料



的热导率为  $\lambda \text{ W}/(\text{cm} \cdot ^\circ\text{C})$ , [0.5C 钢  $\lambda = 0.5336 \text{ W}/(\text{cm} \cdot ^\circ\text{C})$ , 18-8 不锈钢  $\lambda = 0.1624 \text{ W}/(\text{cm} \cdot ^\circ\text{C})$ 。

则由热传导引起的热损失合计为:

$$\text{热传导损失} = \Sigma(\lambda at' / L) \quad (5.5)$$

(4) 加热流道板所必须的总热量 加热流道板及喷嘴的加热器的总计加热功率为式(5.3)、(5.4)、(5.5)的合计值, 设热辐射率  $\alpha = 0.8$ , 盈余率为10%, 则:

$$\begin{aligned} \text{总加热功率} = & [0.267tw + (0.003206t - 0.3278)A \\ & + \Sigma(\lambda at' / L)] \times 1.1 \end{aligned} \quad (5.6)$$

例 1

设  $A = 1621 \text{ cm}^2$ ,  $w = 21.76 \text{ kg}$ ,  $t = 200^\circ\text{C}$ ,  $t' = 140^\circ\text{C}$ ,  
 $a \times L = 1.54 \text{ cm}^2 \times 1 \text{ cm}$ ——4处,  $a \times L = 3.2 \text{ cm}^2 \times 1 \text{ cm}$ ——  
 1处,  $a \times L = 2.17 \text{ cm}^2 \times 2 \text{ cm}$ ——4处, 用0.5C 钢,  $\lambda = 0.5336$ 。

$$\begin{aligned} \text{则总加热功率} = & (1162 + 508 + 460 + 239 + 324) \times 1.1 \\ & = 2962 \text{ W} \end{aligned}$$

(表5.1实例中为2975W, 其中喷嘴用413W)。

以  $P = 2962 \text{ W}$ , 由式5.1倒算, 得

$$\eta = 0.196。 \text{表5.1实例中 } \eta = 0.196。$$

例 2

设  $A = 1848 \text{ cm}^2$ ,  $w = 23.4 \text{ kg}$ ,  $t = 200^\circ\text{C}$ ,  $t' = 140^\circ\text{C}$ ,  
 $a \times L = 1.54 \text{ cm}^2 \times 1 \text{ cm}$ ——4处,  $a \times L = 3.2 \text{ cm}^2 \times 1 \text{ cm}$ ——  
 1处,  $a \times L = 2.17 \text{ cm}^2 \times 2 \text{ cm}$ ——4处, 使用0.5C 钢,  $\lambda =$   
 0.5336。

$$\begin{aligned} \text{总加热功率} = & (1252 + 579 + 460 + 239 + 324) \times 1.1 \\ & = 3139 \text{ W} (\text{表5.1实例中 } P = 2931 \text{ W, 喷嘴无加} \\ & \text{热)。} \end{aligned}$$

由式(5.1)倒算,

$\eta = 0.199$  (表5.1实例中  $\eta = 0.214$ )

### 例 3

设  $A = 3213 \text{ cm}^2$ ,  $w = 47.37 \text{ kg}$ ,  $t = 235^\circ\text{C}$ ,  $t' = 175^\circ\text{C}$ ,  
 $a \times L = 2 \text{ cm}^2 \times 1 \text{ cm}$ ——7处,  $a \times L = 7.07 \text{ cm}^2 \times 1 \text{ cm}$ ——  
 1处,  $a \times L = 2.17 \text{ cm}^2 \times 2 \text{ cm}$ ——7处, 用0.5C钢,  $\lambda =$   
 0.5336。

总加热功率 =  $(2972 + 1367 + 1308 + 660 + 709) \times 1.1$   
 $= 7718 \text{ W}$  (表5.1实例中为7605W, 其中喷嘴用  
 1065W)

由式5.1倒算

$\eta = 0.193$  (表5.1实例中  $\eta = 0.196$ )

### 例 4

设  $A = 3999 \text{ cm}^2$ ,  $w = 58.98 \text{ kg}$ ,  $t = 235^\circ\text{C}$ ,  $t' = 175^\circ\text{C}$ ,  
 $a \times L = 2 \text{ cm}^2 \times 1 \text{ cm}$ ——7处,  $a \times L = 7.07 \text{ cm}^2 \times 1 \text{ cm}$ ——  
 1处,  $a \times L = 2.17 \text{ cm}^2 \times 2 \text{ cm}$ ——7处, 用0.5C钢,  $\lambda =$   
 0.5336。

总加热功率 =  $(3701 + 1702 + 1307 + 660 \times 709) \times 1.1$   
 $= 8887 \text{ W}$  (表5.1实例中为8945W, 其中喷嘴用  
 2090W)。

由式5.1倒算

$\eta = 0.209$  (表5.1实例中为0.207)。

### 例 5

设  $A = 4953 \text{ cm}^2$ ,  $w = 74.26 \text{ kg}$ ,  $t = 235^\circ\text{C}$ ,  $t' = 175^\circ\text{C}$ ,  
 $a \times L = 2 \text{ cm}^2 \times 1 \text{ cm}$ ——9处,  $a \times L = 7.07 \text{ cm}^2 \times 1 \text{ cm}$ ——  
 1处,  $a \times L = 2.17 \text{ cm}^2 \times 2 \text{ cm}$ ——9处, 用0.5C钢,  $\lambda =$   
 0.5336。

总加热功率 =  $(4659 + 2108 + 1681 + 660 + 912) \times 1.1$

= 11022W (表5.1实例中为10890W, 其中喷嘴加热用2390W)

由式5.1倒算

$\eta = 0.212$  (表5.1实例中  $\eta = 0.214$ )。

不管如何, 都必须验算加热器的瓦密度是否超过加热器生产厂家所推荐的数值, 如瓦密度增大, 则加热器的寿命缩短。

### 3. 流道板的重量

由计算公式可知, 流道板的重量  $w$  (kg) 越小, 加热器功率  $P$  (KW) 就越小, 也就是说, 只要强度上允许, 就要去除不必要的部分, 以减轻流道板的重量  $w$ 。如果在强度上不能减小尺寸的话, 经常采用钻孔以减轻重量是可行的。制做好的流道板经试用结果, 当加热器容量不足时, 也可通过同样的开孔方法, 以补偿加热功率的不足。

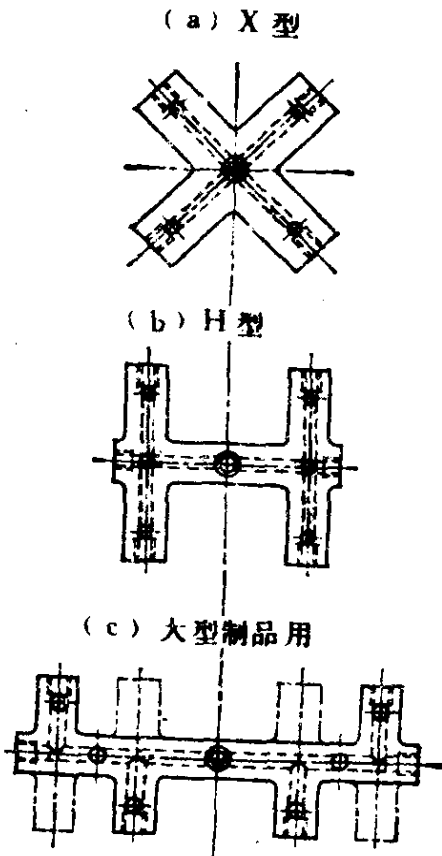


图 5.21 热流道板形状

图5.21表示流道板的形状。(a)的X形状, 大多用于周转箱等箱形制品, 易于使流道平衡和进行温度控制。(b)的H形用于较大型的制品。更大时, 可采用(c)的形式。在汽车散热器格栅等模具中经常可以看到。由于浇口位置的设置不同, 可有几种改型。

### 4. 流道板的绝热

在设计热流道模具时, 必须充分考虑注塑机模板和模具底板之间、流道板和模具底板之间、流道板和

型腔板之间的绝热。

注塑机模板和模具底板之间，一般使用6~10mm的石棉板绝热。流道板和型腔板，模具底板之间的绝热，虽然也可以使用石棉板，但在很多情况下，由设间隙的方法进行绝热。采取设置间隙方法时，间隙量可控制在3~8mm范围内。两平面间的空气对流在间隙3mm时，大体上是零。但是由于热辐射，采取防止热辐射措施，可以提高绝热效果。表5.2<sup>16)</sup>表示不同金属表面状态的热辐射率（吸收率）。

表 5.2 各种金属表面状态的热辐射率

材料及表面	辐射率(a)
镜面	0.04~0.05
车床车削面	0.40
氧化面	0.80~0.90
铅涂料	0.40
黑体	1.00

承受树脂压力，闭模压力的部件，必须尽可能地减少和流道板的接触面积。这些部件要设在最好的位置，且要限制在必要的最小数量内，以不使流道板变形。主流道，各喷嘴相对应的背侧，必须设置承力部件。这些部件最好使用导热性低的18-8不锈钢。喷嘴背侧的承力部件一般为承压螺柱。图5.22和图5.23就是这种形式。承压螺柱虽然能防止流道板的变形，但是也是流道板的导热通路，因此如图5.22所示，最好使用绝热垫圈。图5.23为承压螺柱直接和流道板接触的结构。在加入3mm厚的绝热垫圈的图5.22的结构中，为了将流道板保持所需的温度，需要0.245 kW，图5.23承压螺柱直接和流道板接触时，需要0.348 kW，约高出42%<sup>14)</sup>。但是所使用的绝热垫圈必须是对热

稳定，抗高压力的材料。也就是在力及热的作用下，不产生永久变形的材料（螺柱尺寸后述）。

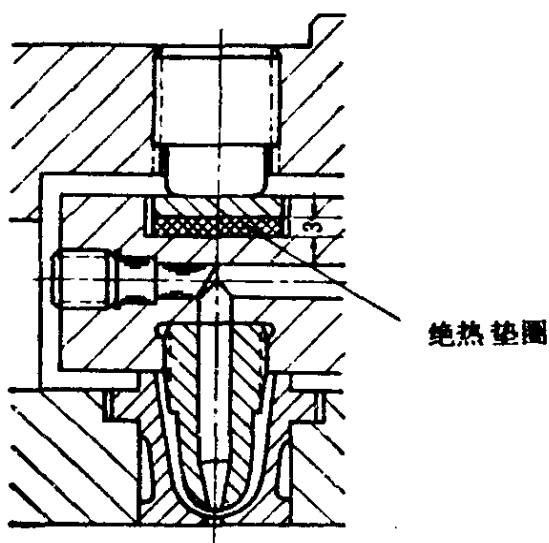


图 5.22 承压螺柱(带绝热垫圈)

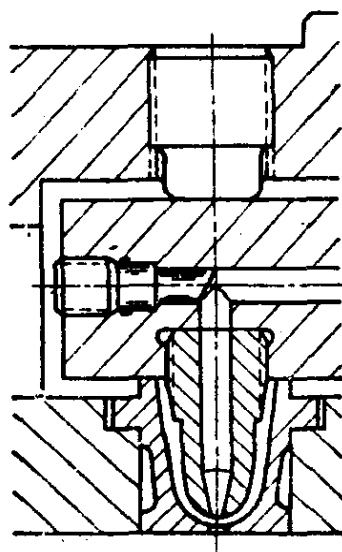


图 5.23 承压螺柱

在主流道的反面，如后边的图5.52(e)所示，设有同心圆盘，起对合中心作用的同时，兼承压的作用。由于同心圆盘也将流道板的热量传向模具，因此接触面积要控制在最小，同时应使用热导率低且抗压力大的材料。图5.24(a)为原来的形式，

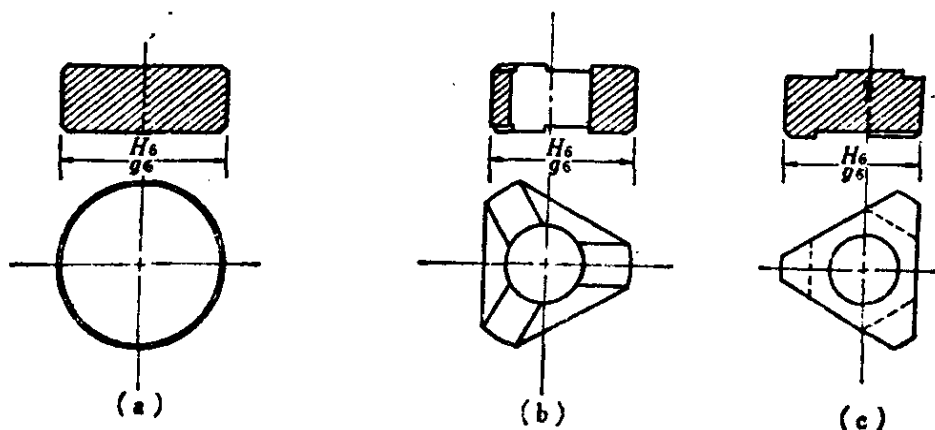


图 5.24 同心圆盘

(b)及(c)是改良形式。(a)和模具全面接触,与此相对应,改良的(b)及(c)的接触面积为最小。

后边的图5.87考虑到绝热,通过绝热材料承受压力,流道板不和金属接触。在流道板接触金属时,如前所述,最好使用热导率低的18-8不锈钢。

图5.25<sup>15)</sup>所示的方法是在浇口和浇口接近,加不进衬套的情况下,不得已在型腔板加工衬套内面的绝热方法。由于衬套和型腔板的接触面积最小,绝热极好。

图5.26<sup>15)</sup>中,将模具各板之间的接触面积控制在最小,从而减少由流道板的热传导。保持流道板于一定温度,而且将制品尽可能控制在低温,对于加快成型周期是很重要的。

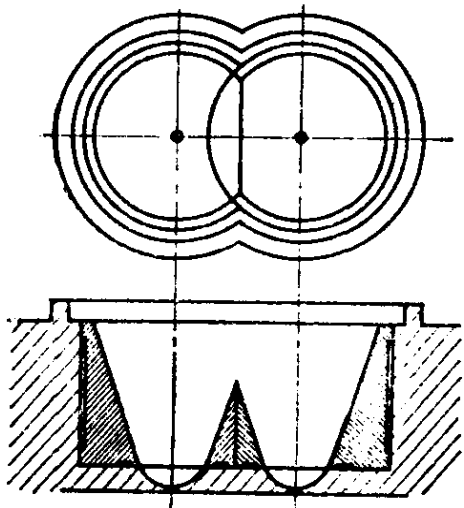


图 5.25 浇口和浇口接近时的绝热方法

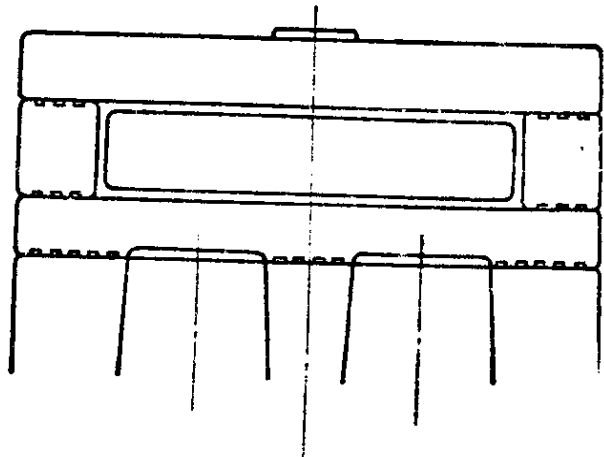


图 5.26 减少模具各板间的接触面积,防止热传导

#### 5.4.6 流道板的安装

在安装流道板时,模具本体必须和流道板同心。为了解决这一问题,通常设有中心对正圆盘。

除此之外,另一个重要的问题,就是流道板要安装得在成

型时不产生变形。此时，必须注意要尽可能地不使流道板的热量传到型腔模板、支模柱及模底板上去。

在成型时，作用于流道板的力有两个。一个是注塑机喷嘴和流道板的接触压力；另一个是作用于热流道喷嘴，使喷嘴离型腔后退的注射压力。

因此，在成型时，为了不使流道板变形，虽然可以加大流道板的尺寸，以提高流道板的强度，但是从加热及模具的空间来看是不实用的，而应该在力作用点的反面设置承力支撑部件。即在注塑机喷嘴和流道板接触部位的背面（即主流道的对面），以及在热流道喷嘴和型腔的接触部位的背面（即热流道喷嘴的对面）设置承力支撑部件，以承受注塑机喷嘴的接触力和注射压力。从绝热观点来看，承压件的接触面积必须控制在必要的最小限度（已在绝热项中讨论过）。

承压螺柱的强度必须是能承受由式（注射压力 $\times$ 井室投影面积）求出的力的强度。在流道板较软时，应如图5.27所示，在承压螺柱和流道板之间加入淬火圆盘。

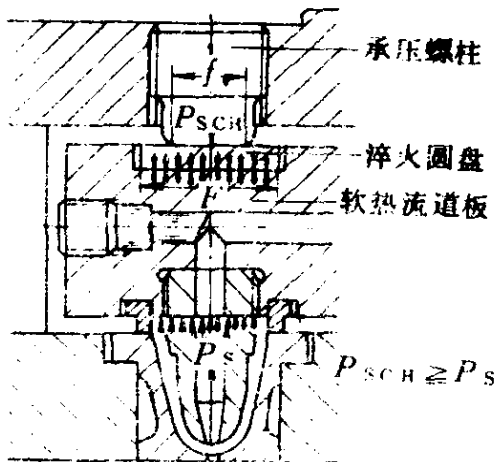


图 5.27 柔性热流道板的承压方法

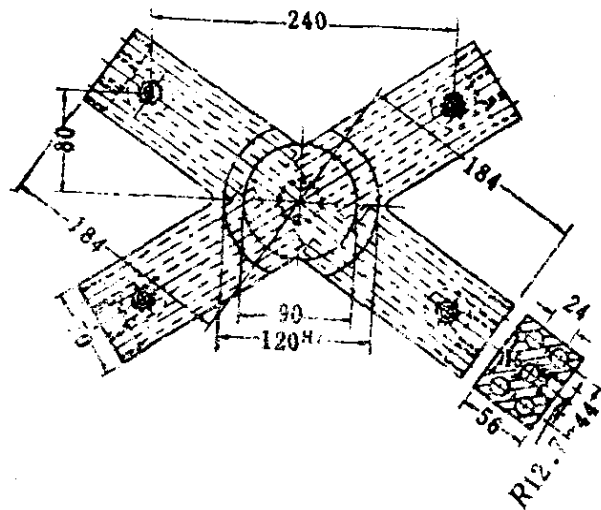


图 5.28 热流道板形状

承压中心圆盘的强度，必须能承受注塑机喷嘴的接触力。

#### 5.4.7 流道板温度的均一化

当流道板有局部的高温部位时，会引起树脂分解，所以加热器的设置必须能均等地加热流道。通常的作法是平行于流道，以流道为轴对称地开设两条孔道，内插加热棒。两条加热棒孔到流道侧面的距离要相等。如图5.28所示，对流道成轴对称，是很容易做到的。减轻流道板的重量，也可推荐对流道成轴对称开孔。

热流道的加热，不言而喻要考虑加热器的加热功率，也必须十分注意加热器的配置。原则上是不采取高瓦密度、大加热功率、数量少的配置方法，而要尽量地增多加热器的数量，而且对于各条流道，加热功率、位置都要均等。同时，加热棒最好不要过于接近各条流道。

前边讲过，为了减少加热器的功率，流道板的重量越小越好，但是如果太小，有产生局部过热的倾向。因此，对于热稳定性不好、粘度高的树脂，在设计上必须充分注意不应产生局部过热。

#### 5.4.8 流道板的温度控制

为了防止树脂的分解，温度控制是非常重要的，但温度控制并非仅是为了防止树脂分解。

在成型时，热塑性树脂的流动特性与温度有很密切的关系。因此，为了保证制品的精度，就要对树脂温度进行精密的控制。包括喷嘴在内的热流道系统的温度如果控制不好，即使注塑机料筒的温度控制得很好，也几乎没有什么意义。

为了进行精密的温度控制，就要尽可能正确地测定出树脂的实际温度，且控制的结果要使树脂的实际温度无大的变动。

测温元件一般可使用热电偶、热敏电阻。但是测温元件和



测温的位置如果不适当，则控制的实际温度就要偏离树脂的实际温度。热电偶的测温部位最好位于与流道同样受加热器影响的位置。

一般地，热流道和喷嘴分别进行温度控制。

在多点浇口的情况下，相应于浇口的数量，可分几个区间进行温度控制。亦即，将加热器配置得易于进行分区间控制，并由各个区间的热电偶等的检测部位进行温度控制。

在热流道是加热料筒的延长这一想法下，热流道的温度应是树脂能熔融流动的温度，原则上应控制在与加热料筒大体相等的温度。

但是，因热流道是热流道喷嘴的供热源，所以为了将热流道喷嘴温度维持在所需温度，流道温度最好设得比注塑机料筒前部温度稍高一些。

图5.29表示喷嘴内部加热器的电压对制品的影响。流道板加热器电压即使一定，调节热流道喷嘴的加热器电压，也会造成树脂流动性很大的变化。降低喷嘴加热器电压，制品会缺料；相反，提高喷嘴加热器电压，则浇口处产生拉丝现象。如喷嘴加热器电压高，注射时间也急速缩短。因此，喷嘴温度在浇口不产生拉丝范围内最好尽可能保持在高温。

为了得到稳定的运转状态，成型开始时，最好不要一开始就设定到最终的控制温度。在开始后三十分钟内，将流道板、热流道喷嘴慢慢加热到 $150^{\circ}\text{C}$ ，然后设定到最终的控制温度。

### 1. 温度控制方式

温度控制可通过控制加热器的输入功率进行，控制方式有如下几种。

(1) 开闭(ON-OFF)控制方式 根据温度是否超过温度设定点而对加热器停电或供电，因此温度在设定点的上下波动。

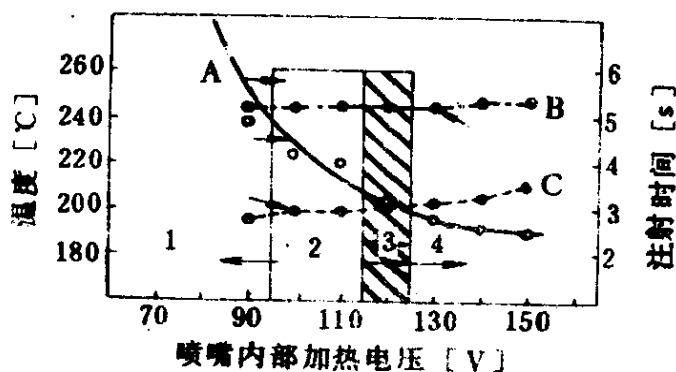


图 5.29 喷嘴内加热电压的影响

曲线 A—注射时间；B—流道板温度；C—喷嘴温度。

区间 1—制品缺料；2—浇口无拉丝，可自动成型区；3—最佳成型区；4—浇口发生拉丝区。

注塑机：名机 SJ35/45；模具：壁厚 2 mm 圆筒制品；树脂：GPLTOPOL EX525-51；树脂温度：220℃；流道板加热器电压：124 V (630 W) 一定；注射压力：97.09 MPa (990 kg/cm<sup>2</sup>)；型腔水温：50℃；型芯水温：30℃。

由于被加热体使热传导滞后，所以当被加热体小、测温部位离热源近时，其波动范围小；当被加热体大、测温部位离热源远时，其波动范围就增大。

输入功率也有取除了高和低之外的中间值的方式。如正确地设定中间带，在中间输入功率的开闭 (ON-OFF) 进行控制，波动的范围小，接点的损耗也减少。

(2) 比例控制方式 开闭 (ON-OFF) 控制方式温度产生波动的原因，是因为开闭动作只发生在设定点上。比例控制方式、自动地停电或供电，不使温度产生波动，温度的波动被排除，温度处于比例带设定点上下的某一定的区域中。

在比例带中，如果温度上升，停电 (OFF) 状态的时间就增加，因此向被加热体的供热量就下降。

比例带中继电器的合计开闭时间，必须比被加热体的响应时间短。如不能满足这个条件，那比例控制方式比开闭控制方

式还要差。

如图5.30所示，当温度处于比例带下限时，100%开启；在中间时，开闭各50%；在比例带上限时，100%关闭。

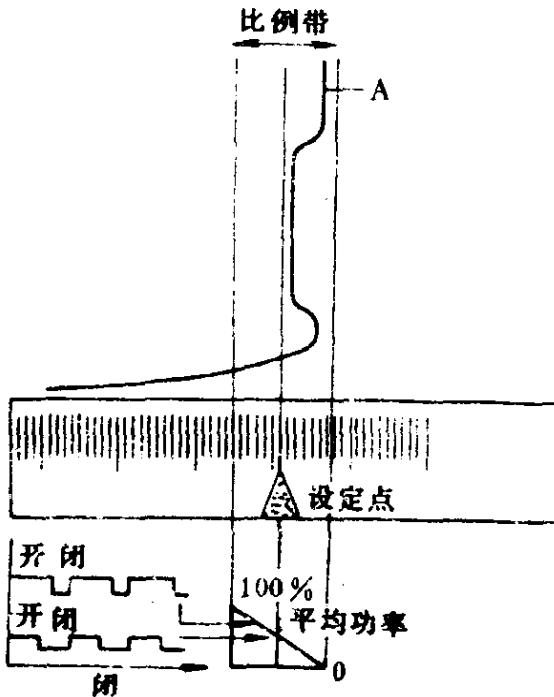


图 5.30 比例控制方式的温度变化

曲线A—伴随功率变化的温度变化

比例带中的某点。如被加热体由于某种原因产生变动时，则加热器的输入功率也变动，比例带内的控制点也变动。

(3) 比例+微分(PD)控制方式 微分控制方式考虑进了温度变化的速度。这好比要使高速行驶的汽车停止，就要提前刹车那样，控制要进行变化。

在比例控制方式中，由于热传递的时间滞后，要有宽的比例带。因应用微分方式控制器，时间滞后得以补偿，比例带变得狭窄。

微分动作是以与温度变化速度成比例的量，将比例带向促

为了进行控制，比例带必须具有足够的宽度。如果测温部的响应和加热装置的控制有大的时间延迟，在控制器没有发生任何效果之前，温度就有可能完全超过比例带。为此，也要有可改变比例带范围的仪器。

定义比例带的宽度，一般是以仪表满刻度的百分比进行。例如，满刻度为800℃，20℃的带宽为2.5%。

在比例方式中，当加热器的输入功率和被加热体的热损失平衡时，温度稳定在

进控制的方向上移动，改善了由于外部条件变化而引起的系统内的急剧变化的响应性。

效率由控制器的微分时间 $T_D$  (min) 给以定义。根据比例动作，控制器供给1 kW 的热量，微分时间是0.5 min 时，如温度以 $1^\circ\text{C}/0.5\text{ min} = 2^\circ\text{C}/\text{min}$ 的比例开始下降，则热量上升到2 kW。

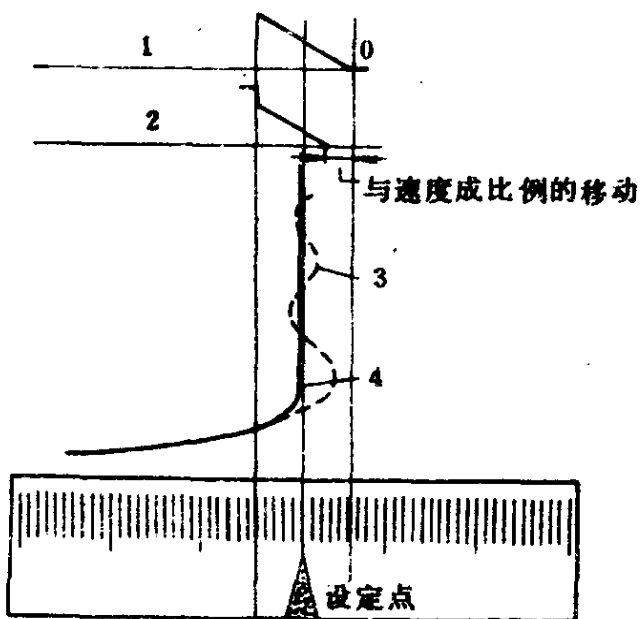


图 5.31 比例+微分控制方式的温度变化

- 1—温度一定时的功率； 2—温度以一定速度上升时的功率；  
3—无微分动作时的比例带的响应； 4—有微分动作时的比例带的响应

图5.31表示有微分动作和无微分动作时的响应。如微分时间 $T_D$ 非常大，即使温度有微小的变化，供给热量也达最大或零的极限值，就会和开闭(ON-OFF)方式同样地产生温度波动。

(4) 比例+积分( $P_i$ )控制方式 积分动作使比例带连续升降，即使被加热体条件有变化，也能在设定点进行温度控制。即自动地修正温度偏置。修正速度由积分时间 $T_i$  (min) 给定。

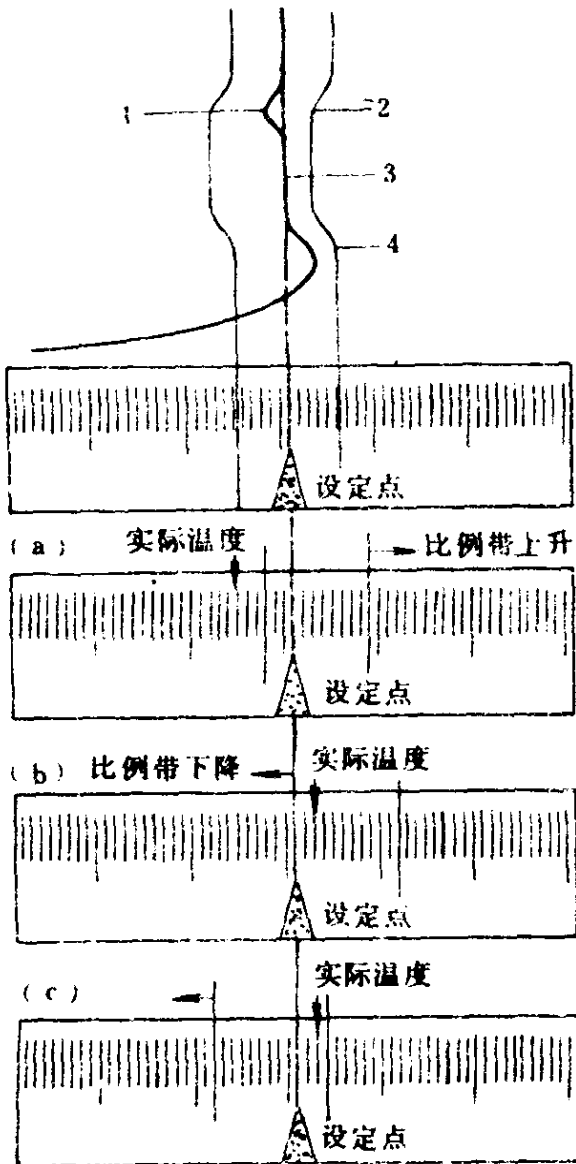


图 5.32 比例+积分控制方式的温度变化

- 1—根据周围条件的变化,温度下降,功率上升;
- 2—比例配合新的功率而移动;
- 3—在设定点的控制;
- 4—比例带修正偏置而移动

温度比设定点低比例带就上升的积分动作的控制器中,这种情况变得更坏。在温度达到比例带的下限时,温度就已经达到设

在比例带的界限内,比例带以一定的温度偏差,将加热器的输出功率或一半或两倍地适当地升降。在图 5.32 中,(a)的温度比比比例带低(开始状态),比例带上升,使实际温度和设定值一致;(b)中的比例带运动到极限,而且最终充分上升的温度正好进入比例带内,输出功率达到补偿热损失的稳定状态。

现在的温度处于设定点的右侧,由积分动作,比例带向左移动,使温度和设定值一致。在(c)中,因被加热体的响应缓慢,比例带向下移动很大,但是温度还没有跟随下降。当温度响应越过设定点时,比例带又一次移动到另一方。

如果在冷却状态下合上开关,因不能控制到达系统内的时间延迟和比例带,所以温度超过设定点。在具有

定点，则不可避免地要超过。对此的预防措施是：在温度接近比例带之前避免积分动作，比例带保持在下降刻度。但这种方法只在温度上升时起作用，在温度下降时则下降过度。另外，也有使用特殊电路，当温度处于比例带外侧，加热器的输出功率在饱和状态时，也就是在100%或0%时，比例带以限定的量总是朝该温度趋近的方法。使用该方法在开始时，比例带约下降两个比例带的值等待温度的上升，然后边调节边使其达到设定点。这个过程在温度下降时则相反。

(5) 硅控制整流器系统(SCR) 继电器由于本身的物理性质,不能在高速下使用。假如开闭(ON-OFF)动作能非常快,输出功率的断开快到觉察不出的程度,那么上述的控制器的时间比例动作可看作没有间隔。随着温度进入比例带内,仪表呈现出平缓的变化。应用硅控制整流器系统可以进行无间隔的温度控制。SCR在导通之前,是好像有绝缘体的半导体之类的物质,由于适当的电压信号,在导通后就成为良导体,可通过电流;但流经SCR的电流如降为零,那么在再次导通之前就不是导体。如图5.33(b)所示,由于SCR只是单方向的导体,一个SCR时,只能进行半波控制,如(a)所示,为了进行全波控制,就要如(c)所示,使用一对SCR。

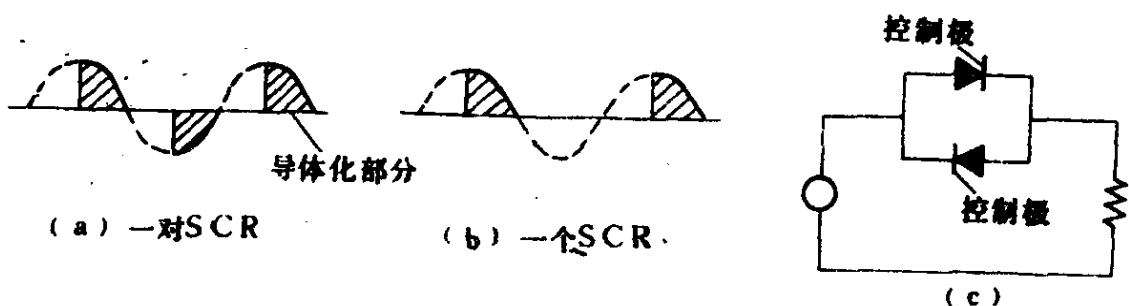


图 5.33 SCR系统

加于SCR的信号电压越大,输出电压(加于加热器的电

压)就越大。随着信号电压变小,输出电压也变小。在比例+微分+积分(PiD)控制器中,比例带中信号的输出方法是:温度上升,控制器输出信号逐渐减小,相位滞后,控制器动作,降低输出电压。

SCR的活性部分是当错误使用时易损伤的小薄膜,特别是如通过过大电流时,则过热、熔解。因此必须防止过大电流。

(6)应用滑线电阻调压器的电压控制方式 用滑线电阻调压器,手动调节加热器电压,控制加热器的输出功率。

由于电容量增大,调压器增大,所以也可以使用SCR,以手动调节控制加热器电压。

用手动调节温度方式,如要将热流道温度调节到所要的温度,就要用滑线电阻调压器或SCR降低电压,调节到加热和放热平衡的位置,虽然很容易做到,但最好不用于对热敏感的树脂及尺寸精度高的制品。

加热器的寿命,随开关频率的增高而缩短。因此,加热器的温度控制最好使用调节电压的方式来控制。

## 2. 检测元件

检测元件的功能,是检测出温度的变动,并将温度变动转换成控制器能感测的信号。

检测元件可以使用热电偶、热敏电阻之类的测温电阻元件。

(1) 热电偶 如将两种金属的两端接合起来,由于接合部的温差而产生热电势,热电偶就是利用这一性质测定温度的。热电偶虽然有各种组合方式,一般地用于热流道模具的是温度范围为 $-18 \sim 760^{\circ}\text{C}$ 的铁-康铜热电偶(I·C热电偶)。

(2) 测温电阻元件 这是利用导电体的电阻值随温度而变

化这一性质的检测元件。测温电阻元件一般可用白金、镍，或2~3种金属氧化物的熔固体（热敏电阻）。这些测温电阻元件的灵敏度虽然比热电偶要好，但除了热敏电阻，其响应速度比较慢。

#### 5.4.9 喷嘴中心和浇口中心错位的解决方法

一模多腔的热流道模具中，热流道喷嘴中心和浇口中心的错位是不可避免的。

根据树脂的不同，为了使树脂达到流动状态，就要将流道板加热到200~300℃。与此相反，模具的型腔板的温度要维持在60℃左右。

S 55C 钢的线膨胀系数为 $11.2 \times 10^{-6}$ ，设从主流道中心到热流道喷嘴中心的距离为 $L$ ，流道板和型腔模板的温差为 $t$ ，则中心错位量为 $11.2 \times 10^{-6} Lt$  mm。

设型腔模板的温度为60℃，流道板的温度为200℃时，中心错位量如图5.34所示。

防止中心错位的方法有多种，大致区分有如下两种。一是即使产生中心错位，也不妨碍成型；二是强制阻止中心错位。

图5.35是在喷嘴和井室衬套之间存有树脂的方式。常温时，热流道喷嘴中心和浇口错开等于膨胀差的距离，在成型时，由于热膨胀量，热流道喷嘴中心和浇口中心成为一致。这种情况下，必须在常温时喷嘴和井室衬套侧面不相接触的前提下决定井室尺寸。后边的图5.66及图5.78为另外的方法。两种结构都是喷嘴的前端不呈球状，而呈平面。为了能使流道板和型腔板间因它们的温差产生的热膨胀量横向移动，是不能使用球状喷嘴的。在常温时，修正好热流道喷嘴的位置，修正量为热膨胀量，以使喷嘴孔在运转而产生膨胀时不错离浇口孔。

图5.71是使用锥形浇口，喷嘴和井室之间存有树脂层的结



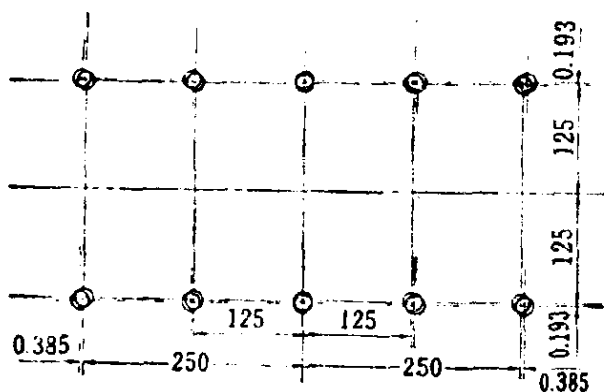


图 5.34 热流道板和型腔板的热膨胀差

流道板温度 $200^{\circ}\text{C}$ ，型腔板温度 $60^{\circ}\text{C}$

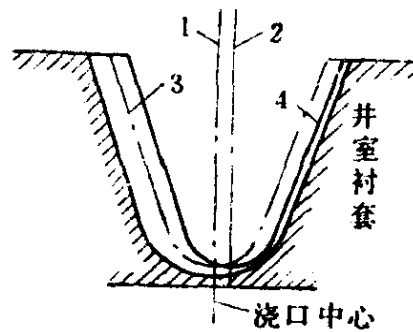


图 5.35 中心错位防止法

- 1—运转时喷嘴中心；
- 2—常温时喷嘴中心；
- 3—运转时喷嘴位置；
- 4—常温时喷嘴位置

构，运转时，喷嘴孔不能脱离浇口孔。

图5.79是强制阻止产生热膨胀的结构。喷嘴材料使用高弹性钢或高张力镍青铜，喷嘴也要加长。由于喷嘴长和喷嘴的强度，解决了从喷嘴和型腔嵌合部的树脂泄漏问题。

#### 5.4.10 加热器的安装

##### 1. 加热器的种类

热流道模具中，可使用各种形式的加热器，安装方法也因加热器而异。

一般市售的加热器有如下几种。

- (a) 加热棒；
- (b) 加热圈；
- (c) 加热板；
- (d) 间隔加热器；
- (t) 浇铸加热器；
- (f) 嵌入式加热器。

其中，目前广泛用于注塑成型模具的有(a)、(b)、(d)和

(e)。在一般瓦密度的情况下，其价格比，约为1, 0.5, 1 和 2。

## 2. 加热棒 (图5.36)

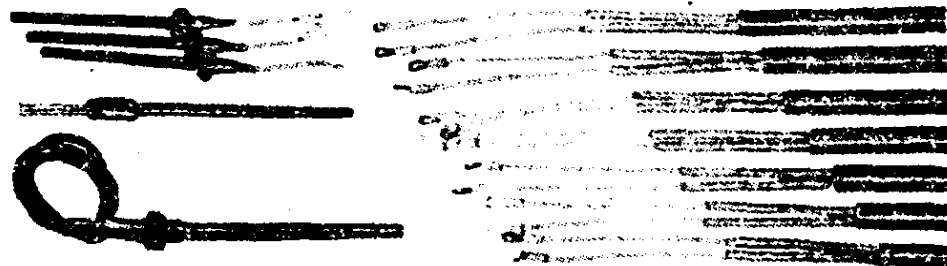


图 5.36 加热棒

加热棒是从管状的一端引出导线的加热器，只要插入被加热物体中，就可有效地加热。由于只要钻上孔就可插入使用，

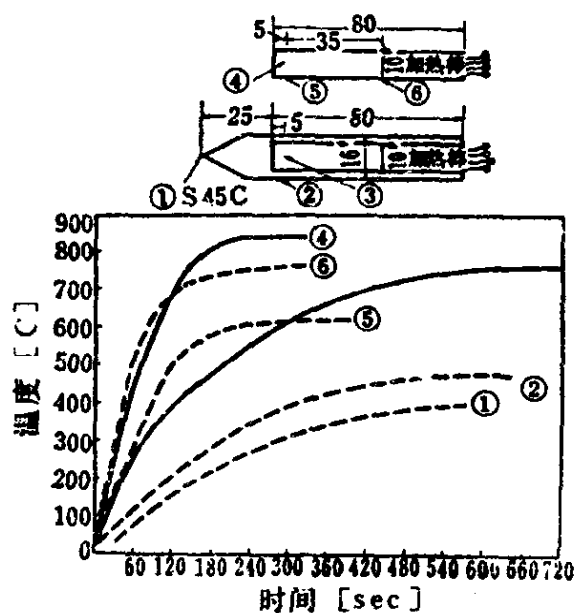


图 5.37 内藏热电偶加热棒的加热数据 (在空气中加热测定)

### 规格

功率	同高瓦密度加热棒 Hi-Watt 相同
测温部位	离尖端 5 mm 处
外径	$\phi 8, \phi 10, \phi 12, \phi 16$
长度	50~300 mm
引线	4 根, 从后端引出 150 mm
热电偶线	$\phi 1, \phi 0.65$ , 美国ホスキンス公司制

其他规格与高瓦密度加热棒相同。

①、②、⑤、⑥ 将热电偶安置于外径测定。

③、④ 高瓦密度长寿命加热棒 (Hi-Watt-CHCA) 的热电偶测温部。

⑤ 加入热电偶高瓦密度 Hi-Watt 加热棒的加热数据。

特点

防止树脂热分解,

防止热喷嘴头内过热,

正确地控制热喷嘴头内的温度。

所以最广泛地用于热流道和流道板的加热。加热棒的瓦密度示于表5.3~5.7。根据生产厂家及型号有很大的差别。使用时，必须核对生产厂家和型号。内藏热电偶的加热棒也已研制成功。图5.37为其中一例。

表 5.3 加热棒例 (日本电热计器)

SCR-A型		(电压100V)						
L长度		40 mm	60 mm	80 mm	100 mm	120 mm	140 mm	160 mm
D外径								
φ 10		50W	80W	100W	150W	200W	250W	300W
φ 12		60	100	150	200	250	300	350
φ 14		80	120	200	250	300	350	400
φ 16		100	150	250	300	350	400	500

材料: 不锈钢制 (SUS-27), 外径 $-0.05 \sim -0.1$  mm。

使用加热棒时要注意以下几点。

(1) 为了更有效地使用加热棒, 首先要考虑型号及电容量是否适合用途。

(2) 加热棒的效率、寿命极大地受加热棒孔和加热棒之间间隙的影响, 一般地, 加热棒的外径在公称尺寸的负值侧 (因生产厂家而异), 所以加热棒孔可用外径公称尺寸的铰刀精加工。如原封不动地使用钻头钻的孔, 则孔面精度不好, 效率降低。另外, 如增长加热棒长度, 则加热棒容易弯曲, 不得不增加间隙, 其间隙在径向上, 最好在0.2 mm以下。

(3) 为了易于更换, 加热棒孔应为通孔。

(4) 用扩孔方式取出烧损的加热棒时, 新装入的加热棒寿命缩短。

(5) 加热棒的瓦密度虽然也可使用到 $60\text{W}/\text{cm}^2$ , 但是如不

表 5.4 加热棒例 (ナショナル电热)

外径 $\phi 6$				外径 $\phi 10$			
长度, mm	V	W	产品号	长度, mm	V	W	产品号
25	110	50	H 101	30	110	100	H 301
30	110	60	H 102	35	110	120	H 302
50	110	100	H 103	50	110或220	150	H 303
75	110或220	150	H 104	50	110或220	200	H 304
100	110或220	200	H 105	60	110或220	175	H 305
外径 $\phi 8 \phi$				75	110或220	200	H 306
100	110或220	250	H 307	100	110或220	250	H 307
100	110或220	300	H 308	100	110或220	300	H 308
125	110或220	300	H 309	125	110或220	300	H 309
125	110或220	350	H 310	125	110或220	350	H 310
150	110或220	350	H 311	150	110或220	350	H 311
150	110或220	400	H 312	150	110或220	400	H 312
200	110或220	500	H 313	200	110或220	500	H 313
200	110或220	600	H 314	200	110或220	600	H 314
外径 $\phi 12$				外径 $\phi 16$			
长度, mm	V	W	产品号	长度, mm	V	W	产品号
30	110	120	H 401	35	110	200	H 501
35	110	150	H 402	50	110 或220	200	H 502
50	110或220	150	H 403	50	110 或220	250	H 503
50	110或220	200	H 404	60	110 或220	250	H 504
60	110或220	250	H 405	60	110 或220	300	H 505
75	110或220	250	H 406	75	110 或220	350	H 506
75	110或220	300	H 407	75	110 或220	450	H 507
100	110或220	300	H 408	100	110 或220	500	H 508
100	110或220	350	H 409	100	110 或220	550	H 509
125	110或220	400	H 410	125	110 或220	650	H 510
150	110或220	500	H 411	150	110 或220	650	H 511
150	110或220	600	H 412	150	110 或220	700	H 512
200	110或220	650	H 413	200	110 或220	800	H 513
200	110或220	700	H 414	200	110 或220	1000	H 514
				250	110 或220	1200	H 515

材料: 不锈钢 外径 + 0 ~ -0.05 mm

表 5.5 加热棒例 (中央电热)

(电压110·220V) 单位W

外径		6.0 mm		6.5 mm		7.0 mm		8.0 mm		9.0 mm		9.5 mm	
		A 10	A 20	A 10	A 20	A 10	A 20	A 10	A 20	A 10	A 20	A 10	A 20
长度	30 mm	35	60										
	40	45	75	50	80	55	90	60	110	68	110	70	120
	50	55	95	60	100	65	110	85	140	85	140	100	150
	75	85	140	90	150	100	160	110	188	130	210	130	220
	100	100	180	120	200	130	220	150	250	170	280	180	300
	125	140	230	150	250	160	270	190	310	210	353	220	370
	150	160	280	180	300	200	330	230	380	250	420	270	450
	175												
	200												
	250												
	300												
外径		10.0 mm		10.5 mm		12.0 mm		15.0 mm		16.0 mm		20.0 mm	
		A 10	A 20	A 10	A 20	A 10	A 20	A 10	A 20	A 10	A 20	A 10	A 20
长度	30 mm												
	40	75	125			90	150	110	190	120	200		
	50	94	160	100	165	110	190	140	240	150	250	190	310
	75	140	235	150	250	170	280	210	350	230	380	280	470
	100	190	310	200	330	230	380	280	470	300	500	380	630
	125	235	390	250	410	280	470	350	590	380	630	470	780
	150	280	470	300	490	340	570	420	700				
	175	330	550	350	580	400	660	500	820	530	880	600	1000
	200							560	840	600	1000	750	1250
	250							700	1180	750	1250	940	1600
	300									900	1500	1100	1900

能将加热棒产生的热量迅速带走, 则加热棒的寿命缩短。但是, 由于钢制流道板的热导率不是很大, 所以钢制流道板用加热棒的瓦密度最好控制在 $20\text{W}/\text{cm}^2$ 以下。

表 5.6 加热棒例 (东立电机)

CRW型标准规格

10D ( $D = \phi 10$ )

产品编号	长度, $L$	电压, V	容量, W	瓦密度
CRW-510	50	100或200	120	7.6
CRW-610	60	100或200	150	8.0
CRW-810	80	100或200	200	8.0
CRW-1010	100	100或200	250	8.0
CRW-1210	120	100或200	300	8.0
CRW-1410	140	100或200	350	8.0
CRW-1610	160	100或200	400	8.0
CRW-1810	180	100或200	450	8.0
CRW-2010	200	100或200	500	8.0

12D ( $D = \phi 12$ )

产品编号	长度, $L$	电压, V	容量, W	瓦密度
CRW-512	50	100或200	150	8.0
CRW-612	60	100或200	180	8.0
CRW-812	80	100或200	240	8.0
CRW-1012	100	100或200	300	8.0
CRW-1212	120	100或200	350	7.8
CRW-1412	140	100或200	400	7.6
CRW-1612	160	100或200	480	8.0
CRW-1812	180	100或200	550	8.1
CRW-2012	200	100或200	600	8.0

16D ( $D = \phi 16$ )

产品编号	长度, $L$	电压, V	容量, W	瓦密度
CRW-516	50	100或200	180	7.2
CRW-616	60	100或200	220	7.3
CRW-816	80	100或200	320	8.0
CRW-1016	100	100或200	400	8.0
CRW-1216	120	100或200	480	7.5
CRW-1416	140	100或200	560	8.0
CRW-1616	160	100或200	650	8.1
CRW-1816	180	100或200	700	7.8
CRW-2016	200	100或200	800	8.0

表 5.7 加热棒例 (坂口电热)

长度 in mm	径 in mm	1/4			3/8			1/2			5/8			3/4		
		6.25 ± 0.05			9.42 ± 0.05			12.60 ± 0.05			15.77 ± 0.05			18.95 ± 0.05		
		V	W	W/cm <sup>2</sup>	V	W	W/cm <sup>2</sup>	V	W	W/cm <sup>2</sup>	V	W	W/cm <sup>2</sup>	V	W	W/cm <sup>2</sup>
1	25.4	120	150	60.5	120 240	150 200	40.2 53.3	120	150	29.9	120	150				
1 1/4	31.8	120 240	150 225	40.3 60.5	120 240	200	35.7	120 240	125 200	16.6 26.7	120	250	26.5			
1 1/2	38.1	120 240	200 250	40.3 50.4	120 240	250	33.5	120 240	200	19.8	120 240	250	19.9			
1 3/4	44.5				120 240	250	26.7									
2	50.8	120 240	250 300	33.3 40.3	120 240	400	35.7	120 240	400	26.5	120 240	200 500	10.5 26.4			
2 1/4	57.2				120 240	350	26.8	120 240	500	28.5	120 240	350	16.0	120	200	7.6
2 3/8	60.3							120 240	500	26.7	120 240	280	11.9			
2 1/2	63.5				120 240	500	33.5	120 240	500	25.0						
2 3/4	69.8							120 240	400	17.8						
3	76.2	120 240	300	24.2	120 240	500 600	26.8 32.2	120 240	600 750	23.9 29.9	120 240	500 750	16.0 23.9	120	250	6.7
3 1/2	88.9				120 240	500	22.3	120 240	750	16.6 25.1						13.2

续表

长度 in mm	径 in mm	1/4			3/8			1/2			5/8			3/4		
		62.5±0.05			9.43±0.05			12.60±0.05			15.77±0.05			18.95±0.05		
		V	W	W/cm <sup>2</sup>	V	W	W/cm <sup>2</sup>	V	W	W/cm <sup>2</sup>	V	W	W/cm <sup>2</sup>	V	W	W/cm <sup>2</sup>
3 3/4	95.3															
4	101.6	120 240	300	17.2	120 240	500	19.1	120 240	500	14.3 28.5	120 240	250 1000	5.7 22.6	120 240	250 1000	4.8 18.9
4 1/2	114.3				120 240	500	16.7	120 240	750	18.5						
5	127.0	240	350	15.6	120 240	500 750	14.9 22.3	120 240	500 1000	11.2 22.2	120 240	250 1000	4.3 17.7	120 240	300 1000	4.3 14.7
5 3/8	136.5										120 240	800	13.0			
5 1/2	139.7					240	26.8	240	750	14.9						
5 3/4	146.1								700	13.3						
6	152.4	240	400	14.6	120 240	600 1000	14.6 24.3	120 240	1000	18.1	120 240	300 1500	4.3 21.7	120 240	500 2000	6.1 24.0
6 1/2	165.1				240	1000	22.3	240	1000	16.7						
7	177.8				120 240	500 1000	12.4 20.6	120 240	500		120 240	500 1500	6.1 18.2	120 240	500 1000	5.1 10.2
7 1/2	190.5				240	1000	19.1	240	1000	14.3						



长度 in mm	径 in mm	1/4			3/8			1/2			5/8			3/4		
		V	W	W/cm <sup>2</sup>	V	W	W/cm <sup>2</sup>	V	W	W/cm <sup>2</sup>	V	W	W/cm <sup>2</sup>	V	W	W/cm <sup>2</sup>
		6.25 ± 0.05			9.42 ± 0.05			12.60 ± 0.05			15.77 ± 0.05			18.95 ± 0.05		
8	203.2				120 240	600 1000	10.7 17.8	120 240	1000 2000	13.3 26.7	120 240	500 2000	5.3 21.2	120 240	500 2000	4.3 17.7
8 1/2	215.9							240	1000	12.3						
9	228.6							240	1000	11.8						
9 1/2	241.3				240	1000	14.9	240	1000	11.2						
10	254.0				120 240	600 1000	8.4 14.1	120 240	1000 2000	10.5 20.9	120 240	500 2000	4.2 16.7	240	2000	14.0
12	304.8				120 240	600 1000	7.0 11.6	120 240	1000 2000	8.7 17.4	120 240	1000 2000	7.0 13.8	240	4000	23.0
14	355.6							240	2300	17.1	240	3700	21.7	240	4500	21.9
15	381.0										240	4000	21.7			
16	406.4										240	4500	23.0	240	4700	19.9
18	457.2										240	4700	21.1	240	5000	18.8
20	508.0										240	4700	19.1	240	5250	17.8
24	609.6										240	4700	15.8	240	5500	15.4

注: ① 各尺寸中, 120 V 栏中所表示的瓦数为最大瓦数。  
 ② 120 V 或 240 V 只表示一个时, 则只有该电压的型号。

(6) 加热棒安装在可动盘上时, 应将引线牢固地夹紧。如有可能, 在可动部分设置辅助接线柱, 由此向电源配线。

(7) 如果加热棒孔内留有残油, 则妨碍热量的充分移动。所以如有可能的话, 应尽可能地除去残油。

(8) 加热棒的安装有如下方法。

图5.38表示加热棒孔和加热棒间隙最大允许瓦密度。

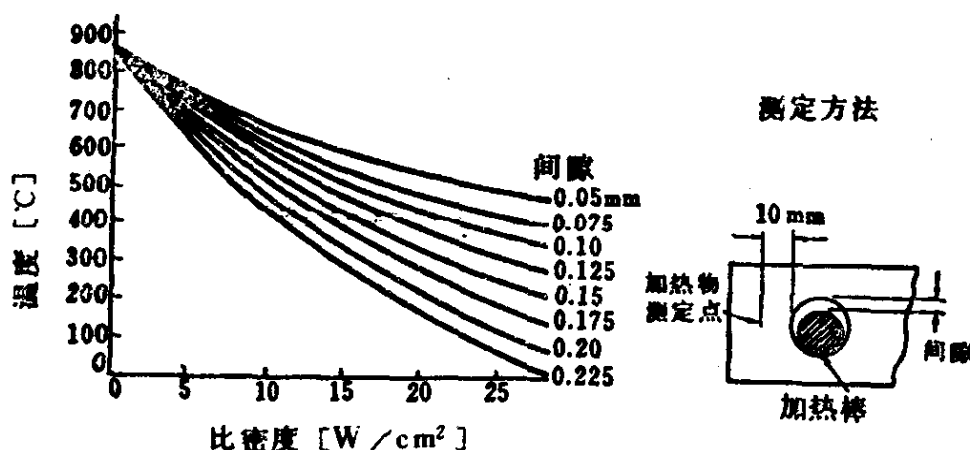


图 5.38 加热棒孔和加热棒间隙的最大允许瓦密度

如前边图4.7已经说明的, 如将加热棒压入在镀铜管上开的孔内, 再将镀铜管插入测管内, 可以提高加热棒的瓦密度。如在更换时将镀铜管一起更换, 可不划伤测管的内表面。详细请参照图4.7。

图5.39是将加热棒插入流道板内的一个方法。锥管紧紧插入流道板的锥孔内。套管的外侧末端设有螺纹, 以便于将锥管从流道板内拔出。烧损的加热棒可由锥管内叩出。如以镀铜制作锥管, 可将加热棒的热量迅速扩散出去。图5.40表示加热棒孔在轴方向上分为两半的方法。加热棒盖帽和流道板本体之间约有0.02 mm的间隙。正确地加工加热棒孔直径, 以适合加热棒外径尺寸。开始或长时间停止后使用, 为了除去加热棒内绝

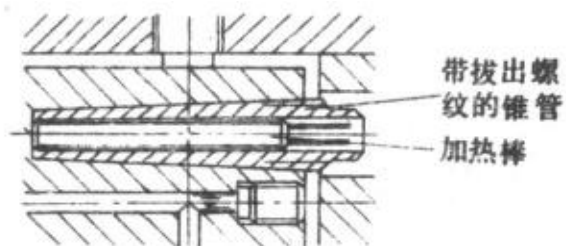


图 5.39 加热棒安装例

缘粉末的潮气，最好在 $100 \sim 150^{\circ}\text{C}$ 加热约两小时。

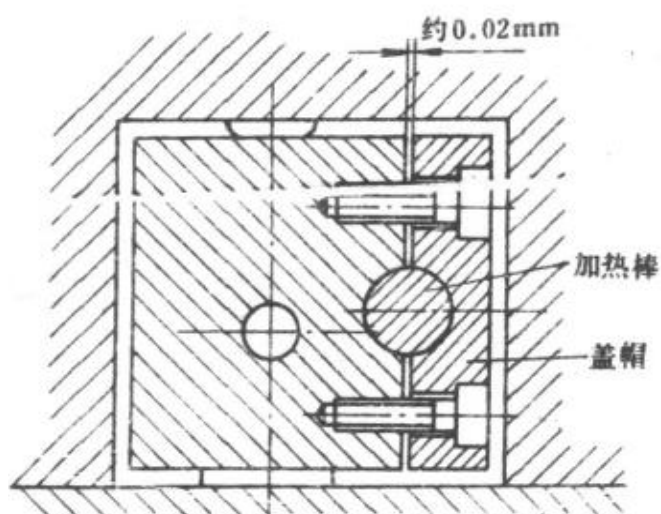


图 5.40 加热棒安装例

### 3. 加热圈 (图5.41)



图 5.41 加热圈

加热圈装在被加热体的外部，从外部进行加热。作为热源

来说,这是最一般的加热装置。是最适合于注塑机的塑化料筒、喷嘴等加热的高效加热器。表 5.8 表示标准型加热圈的各种规格。

表 5.8 标准加热圈 (日本电热计器)

内径 mm	宽 mm											
	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160	
	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
50	130	150	200	250	300	350	400	450				
60	150	200	250	300	350	400	500	550				
70	200	250	300	350	400	500	550	600				
80	220	300	350	400	500	600	650	700				
90	250	350	400	500	600	650	750	800				
100	300	400	450	550	650	750	800	900				
120	350	450	500	650	800	900	1000	1100	1300	1500	1800	
140	400	500	600	700	900	1000	1200	1300	1500	1800	2000	
160	450	600	700	900	1000	1200	1300	1500	1800	2000	2500	
180	500	650	800	1000	1200	1300	1500	1600	2100	2300	2700	
200	550	700	900	1100	1300	1500	1600	1800	2200	2500	3000	
250	700	900	1200	1400	1600	1800	2100	2300	2800	3200	3500	
300	800	1100	1400	1600	1800	2200	2500	2800	3300	4000	4500	

材料: 不锈钢或压合钢板

注: 电压100 V, 粗线框内为200 V。

使用加热圈要注意以下事项。

(1) 根据加热圈的大小, 加热功率可有种种设计, 但瓦密度和加热圈寿命有很大关系。为了长时间使用, 瓦密度不应超过  $4 \text{ W/cm}^2$ 。

$$\text{瓦密度} (\text{W/cm}^2) = \frac{\text{加热功率} (\text{W})}{(3.14 \times \text{内径} - N) \times \text{加热圈宽度} (\text{cm}^2)}$$

式中  $N$  —— 整体式为  $5 \text{ cm}$ , 两瓣式为  $10 \text{ cm}$ 。

(2) 加热圈应尽可能安装得紧贴被加热体表面。如不紧贴,

被加热体的温度上不去，若只加热圈过热，加热圈的发热体断线。升温之后，如有可能的话，应将加热圈再紧固一次。

(3) 两瓣式100V加热圈，根据加热圈的连接方法，可使用100V，也可用于200V。

图5.42表示加热圈的表面温度和瓦密度的关系。

#### 4. 板式加热器 (图5.43)

板式加热器和加热圈大体上相同，以较厚的不锈钢或压合钢板呈夹层状，保护加热元件。

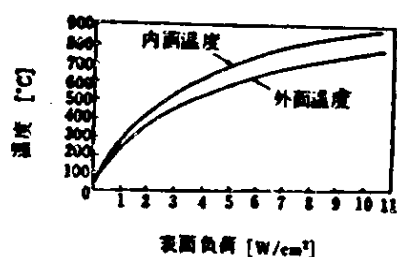


图 5.42 加热圈的表面温度和瓦密度的关系

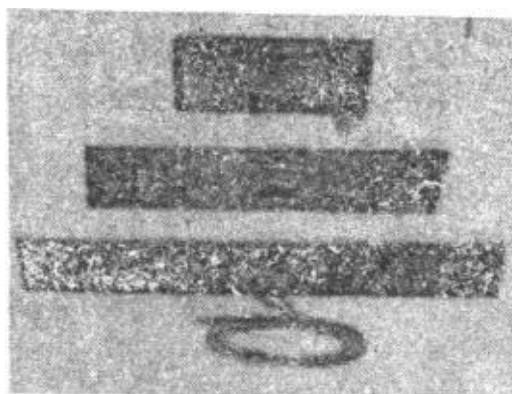


图 5.43 板式加热器

使用板式加热器时要注意以下事项。

(1) 加热器必须紧贴被加热体。没有安装孔的加热器，以钢板等压紧；有螺栓安装孔的加热器在安装时，必须均衡地压紧，使其紧贴被加热体的表面。加热器和被加热体之间如有间隔，被加热体的温度升不上去，只加热器过热，造成断线。

(2) 瓦密度应不超过 $4\text{W}/\text{cm}^2$ 。表5.9表示板式加热器的规格。

#### 5. 间隔加热器 (图5.44)

一般，间隔加热器主要用于贴附金属表面进行加热。和板式加热器同样，接触面积大、导热性好、加热效果大，且蓄热量大，可进行稳定的温度控制。与浇铸型加热器相比，是一种

表 5.9 板式加热器规格 (日本电热计器)

长 mm \ 宽 mm	宽 mm										
	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160
	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
155	130	150	200	250	300	350	400	450			
185	150	200	250	300	350	400	500	550			
215	200	250	300	350	400	500	550	600			
245	220	300	350	400	500	600	650	700			
280	250	350	400	500	600	650	750	800			
310	300	400	450	550	650	750	800	900	1100	1300	1500
375	350	450	500	650	800	900	1000	1100	1300	1500	1800
435	400	500	600	700	900	1000	1200	1300	1500	1800	2000
500	450	600	700	900	1100	1200	1300	1500	1800	2000	2500
560	500	650	800	1000	1200	1300	1500	1600	2000	2300	2700
625	550	700	900	1100	1300	1500	1600	1800	2200	2500	3000
780	700	900	1200	1400	1600	1800	2100	2300	2800	3200	3500
940	800	1100	1400	1600	1800	2200	2500	2800	3300	4000	4500

不锈钢或压合钢板

注: 电压100 V, 粗线框为200 V。

廉价的热源。也可以根据用途, 加工成各种形状。是一种适用性强的加热器。

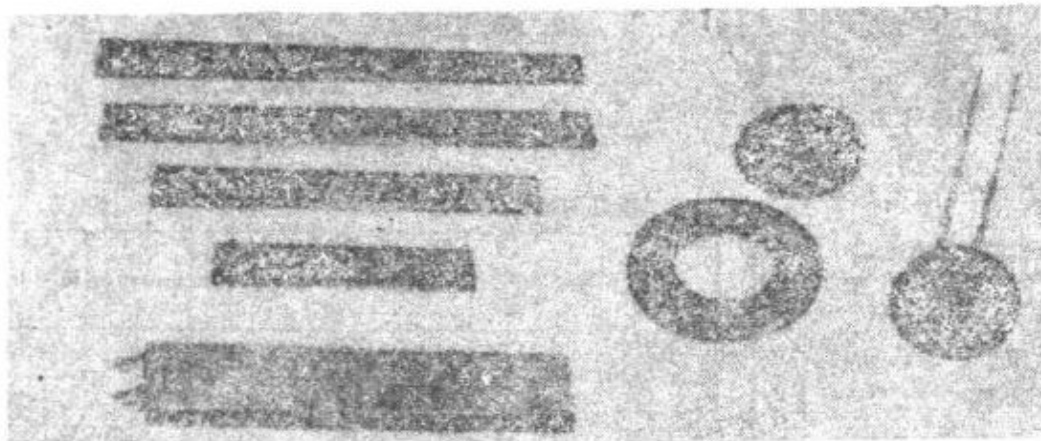


图 5.44 间隔加热器

使用间隔加热器时, 要注意以下事项。

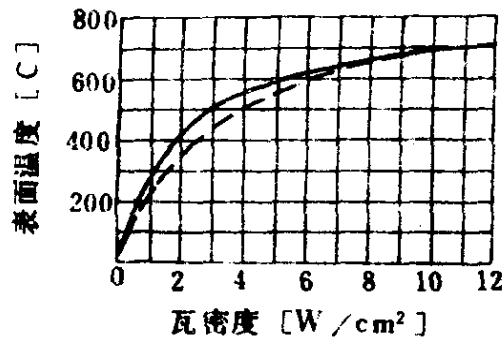


图 5.45 (A) 加热器瓦密度和表面温度的关系

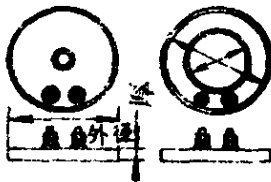
实线：加热器厚度 8 mm；

虚线：加热器厚度 10 mm

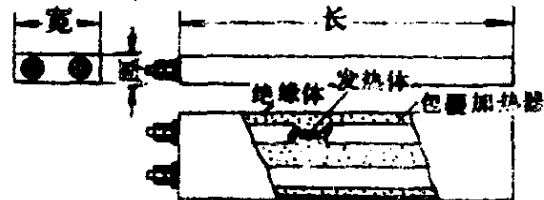
平板型：电压100V。不锈钢或压合钢板

宽	35 mm			38 mm			40 mm			45 mm			50 mm		70 mm		73 mm	
长	180 mm	435	620	198	385	400	450	210	370	415	337	445	470	205	235	250	355	175
厚	10 mm	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
容量	300W	800	1000	400	800	1000	1000	400	900	1000	800	1000	1200	500	600	800	1000	600

圆板型



平板侧面接线柱型



圆板型：电压100V

外径	φ 54	90	100	98	200
内径	φ 15	15	17	50	100
厚	10 mm	10	10	10	10
容量	100W	200	200	250	500

平板侧面接线柱型

电压：100V

长	200 mm	400 mm	500 mm	600 mm	800 mm	1000 mm
厚 × 宽						
10.5 mm × 22 mm	200W	500W	600W	800W	1000W	1200W
12 25	300	600	700	900	1200	1500
16 40	500	1000	1200	1400	1800	2300
18 28	300	500	600	1000	1300	1500
18 50	600	700	1000	1500	2000	2500

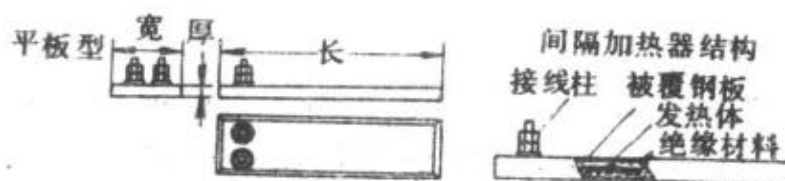


图 5.45(B) 间隔加热器型号规格(日本电热计器)

(1) 瓦密度在  $8\text{W}/\text{cm}^2$  以下, 图 5.45(A) 表示间隔加热器表面温度和瓦密度的关系。

(2) 在安装时, 要完全密贴被加热体。图 5.45(B) 表示间隔加热器的型号规格。

#### 6. 浇铸加热器(图 5.46)

浇铸加热器是以串联加热元件为热源制作的加热器。根据用途及使用温度可有各种选择。一般使用铝浇铸加热器。耐外界的冲击, 可以使用于苛刻的场合。由于可以根据被加热部位的形状密贴地安装, 热传导及热效率好。

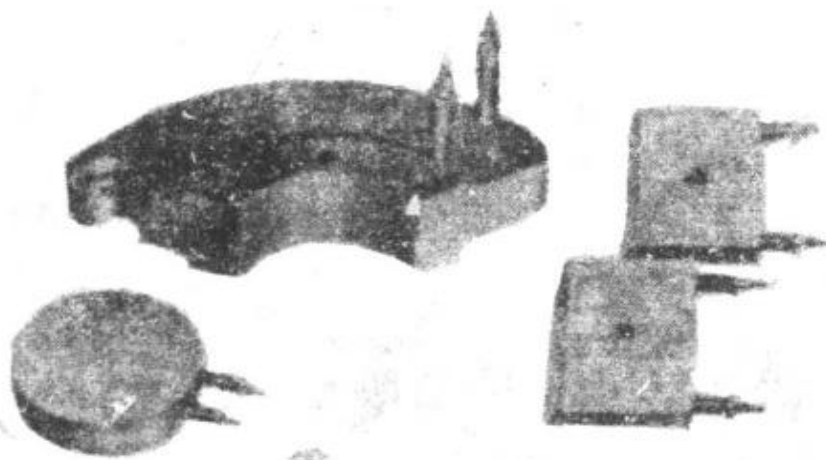


图 5.46 浇铸加热器

热容量大, 能进行有效的温度调节。因可以内藏温度调节器, 具有能自动地保持温度均一等优点。因订货制作, 进货虽然时间要长些, 但被广泛应用。瓦密度可在  $8\text{W}/\text{cm}^2$  以下使



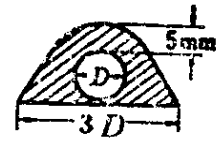
用。

### 7. 嵌入型加热器

为了改善热传导,使均匀地加热,在流道板上加工沟槽,根据形状,将包覆加热元件弯曲之后压入槽内,加热器和沟槽的空间内填入热传导性好的水泥。表5.10是导热性好的水泥(Salmon T-63)的物理性质。

表 5.10 导热性好的水泥(Salmon T-63)  
的物理性质

密度(使用前)	1.586 kg/m <sup>3</sup>
(固化后)	1.442 kg/m <sup>3</sup>
线膨胀系数	$3.6 \times 10^{-6}$
压缩强度	7.58~8.27 MPa(77.34~84.37 kg/cm <sup>2</sup> )
拉伸强度	1.38~1.72 MPa(14.06~17.58 kg/cm <sup>2</sup> )
电阻	8.39 Ω/cm
比热	J/kg·K (0.27 kcal/kg·°C)
破坏强度	6.18~6.86 MPa(63~70 kg/cm <sup>2</sup> )
线收缩率	和金属接触时最高1%,不接触时最高4.5%
热导率	$0.93 \sim 1.16 \times 10^{-2}$ W/(m·K)(8~10 kcal/m·h·°C)
最高使用温度	680 °C
最低使用温度	-195 °C
干燥加热条件	空气干燥4 h后,95~105 °C时4 h后,120 °C时4~24 h
胶粘强度(剪切)	0.62 MPa(6.3 kg/cm <sup>2</sup> )
水溶性	很少
施工厚度	加热器上面5 mm,底面3D



### 5.4.11 热流道直径

根据制品的重量,热流道板的流道直径一般可在 $\phi 6 \sim \phi 15$  mm范围内取值。在决定流道直径时,必须考虑下列因素。

- (1) 制品所需的一次注射量;
- (2) 允许压力损失;
- (3) 注射时间。

如流道直径大,虽然什么样的条件都可以成型,但是根据

使用树脂，流道直径有时也不能太大。

设： $L$ 为流道长度； $Q$ 为单位时间注射量； $R$ 为流道半径， $V$ 为一次注射量， $\Delta P$ 为压力差， $t$ 为注射时间， $\gamma$ 为剪切速率， $\eta$ 为表观粘度，

$$\text{则： } \gamma = \frac{4Q}{\pi R^3}, \quad R = (4Q/\pi\gamma)^{1/3} = (4V/\pi t\gamma)^{1/3} \quad (5.7)$$

$$\Delta P = 8\eta LQ/\pi R^4, \quad R = (8\eta LQ/\pi\Delta P)^{1/4} \\ = (8\eta LV/\pi\Delta Pt)^{1/4} V = t \cdot Q \quad (5.8)$$

由一次的注射量、注射时间和流道内的剪切速率，或由流道长度、表观粘度和允许压力差，可以计算流道直径的最小值。

当一次注射量小于 $\pi R^2 L$ 时，则树脂从进入注塑机料筒到进入模具内的时间就要增长，树脂在注塑机料筒、热流道等加热区域内的停留时间增长，因而产生物理性能下降、烧焦、成型不均、流纹等，为此，对于热稳定性不好的树脂，必须满足下式：

$$R^2 < V/\pi L, \quad R < (V/\pi L)^{1/2} \quad (5.9)$$

如果采用满足式(5.9)的 $R$ 值，由式(5.7)求得的剪切速率有时可能过大。这种情况下，就不得不增大注射时间来降低剪切速率。另外，如果缩小流道直径，比式(5.8)压力损失增大而不得不增加注射压力。

#### 5.4.12 流道内树脂滞留部分的除去

如果流道内存有滞留树脂，则这部分滞留树脂产生过热分解，引起树脂褪色或制品上产生黑条。所以，树脂不管在哪个断面上，都必须处于能流动的状态。因而必须绝对避免流道面积的急剧变化。

流道即使很长，在开设流道孔时，也最好从一个方向贯通加工。如从两个方向对向加工，尽管数值很小，也必定会产生中心错位，因而，在错位交接处会滞留树脂，所以必须绝对避免从两个方向上加工。在与垂直于流动方向上产生的伤痕形成树脂滞留部位，所以在开孔后，最好再将孔用铰刀精修，再进一步进行抛光。

另外，还必须充分注意在流动方向改变的部位不产生树脂滞留。如后边的图5.52所示，从流道的终端拧入堵塞，堵塞的前端如图所示加工成斜面，使流道中不存有树脂滞留的角落。

应用热流道模具成型PVC树脂时，最好将流道板分为两瓣。这样，分型面上的流道可用铣床加工。既不产生钻孔时，由于组装不好而引起的死角，也可在树脂产生烧焦时，简单地以分型面将烧焦的树脂取出。但是，在这种情况下，分型面由于树脂的压力而开启，要充分注意不产生溢料。因系紧螺栓的热容量比流道板小，系紧螺栓比热流道板膨胀快，当系紧螺栓长时，由于高温时的热膨胀量大，分型面常常胀开。

## 5.5 点浇口喷嘴实例

根据喷嘴的绝热方式及加热方式，可考虑有多种组合形式。

完全绝热喷嘴及半绝热喷嘴，在喷嘴和浇口套之间有绝热树脂层，此方式适用于PE、PP、PS等具有成型温度范围宽的树脂。对于PVC、聚缩醛（デルリン）等对温度敏感、高温下易分解的树脂来说，不能使用有树脂绝热层方式的喷嘴，可使用直接接触喷嘴。

### 5.5.1 完全绝热-无加热喷嘴

1. Distrene 技术服务部 Technical Service Departme-

nt) 研制的尖头喷嘴<sup>18)</sup>

图5.47是D. T. S研制的尖头喷嘴的结构。该喷嘴结构的主要特征，就是与型腔浇口相关的喷嘴尖头的位置。为了有效地维持浇口部位的加热，应用了导热性良好的镀铜制尖头喷嘴。如果模具结构不好，喷嘴前端的尖头接触到型腔的话，该结构的设计原理在此就失去了意义。喷嘴尖端伸入浇口内的长度应在0.13 mm以下。如间隔增加，则要更长的注射时间。理想的情况是喷嘴尖端伸入带很短的浇口颈（浇口头上的平直部分）的浇口内。结果，通常点浇口留下的凸出部，变成了很小的凹痕。

浇口的直径一般可在0.5~1.88 mm 范围内取值。

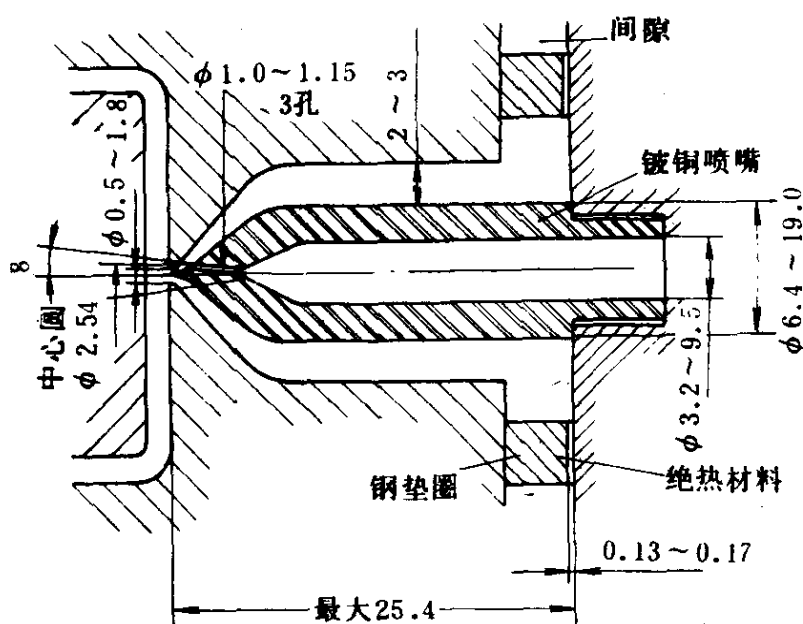


图 5.47 D. T. S 研制的尖头喷嘴

这种特殊喷嘴，虽然浇口尺寸小，但实际上应该使用满足三板方式的浇口尺寸。

由流道进入喷嘴内的树脂，与图2.15的热喷嘴同样，通过

喷嘴尖端周围的三个孔。这些孔应尽可能地接近喷嘴尖端。孔的中心，应位于最大直径为2.54 mm的中心圆上。孔的中心线与喷嘴的中心线成 $8^\circ$ 的倾斜角度。为了有效地改进树脂的流动，如有可能，应沿尖头加设导流槽。孔的直径为1.0~1.5 mm，如果喷嘴尖端本体的强度足够的话还可增大。

喷嘴由在喷嘴后端加工的螺纹紧紧地拧入流道板上。从流道板面到喷嘴尖端的全长在25.4 mm以内。如长度增长，则热传导急剧地下降。

喷嘴的内径、外径没有公差。喷嘴内径最小为3.2 mm，最大为9.5 mm；外径最小为6.4 mm，最大为19.0 mm。喷嘴的外径和井室衬套之间，要有2~3 mm的间隙。在注射开始时，这部分间隙中充满树脂，起绝热的作用。

这种喷嘴为完全绝热方式，在型腔模板和流道板之间设有绝热环。绝热环安装在钢制的带有沟槽的钢垫圈上，钢垫圈不和流道板接触，绝热环比钢垫圈高出0.13~0.18 mm。钢垫圈防止绝热环因受树脂压力作用而产生的浮动。

图5.48为一模多腔模具结构。

## 2. 带衬套尖头喷嘴

图5.49<sup>19)</sup>是在尖头喷嘴的外周嵌有衬套的模具结构。喷嘴和衬套之间充满树脂，进行喷嘴保温。图5.50<sup>19)</sup>是喷嘴尖头部分的详细示图。

## 3. 使用尖头喷嘴，一模成型16个小容器的模具结构

图5.51<sup>2)</sup>是利用尖头喷嘴，一模成型16个小容器的模具结构。使用树脂为PS，容器直径为51 mm，深44.5 mm，壁厚1.4 mm。模具中设有直径为19.8 mm(5/8 in)的加热棒9根，总加热功率为4.7 kW。在最初时，由于流道板的加热功率不足(流道板尺寸：356×280×70 mm)，为了减轻重量，在流道板

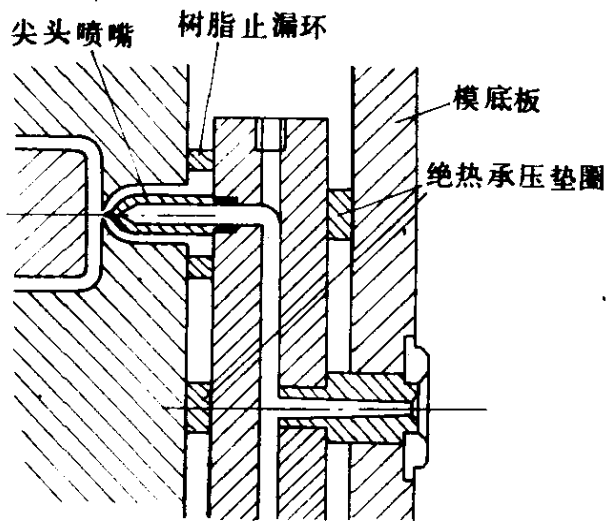


图 5.48 尖头喷嘴用例

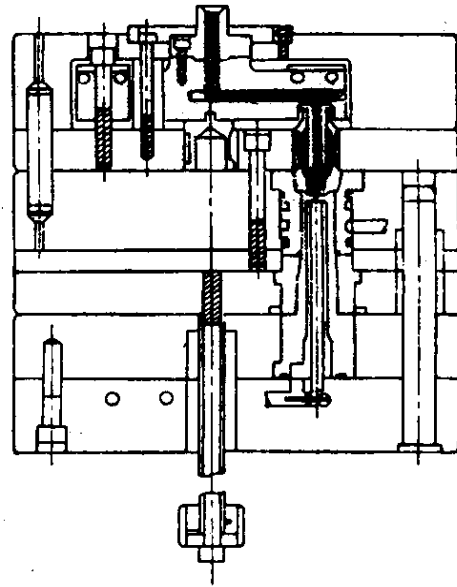


图 5.49 带衬套尖头喷嘴

上开钻了12条直径35-mm的通孔。到达温度220℃,从加热功率倒算,最初效率为 $\mu = 0.34$ ,减轻重量后达到 $\mu = 0.19$ 。在 $\mu = 0.34$ 时加热功率不足,在 $\mu = 0.19$ 时,则可以满足。

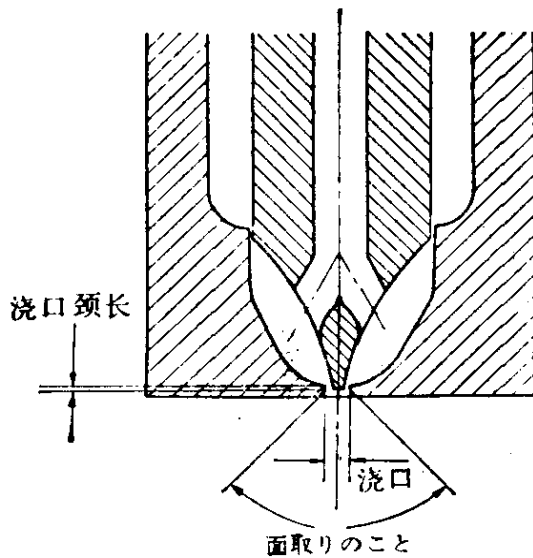


图 5.50 图5.49尖头喷嘴放大图

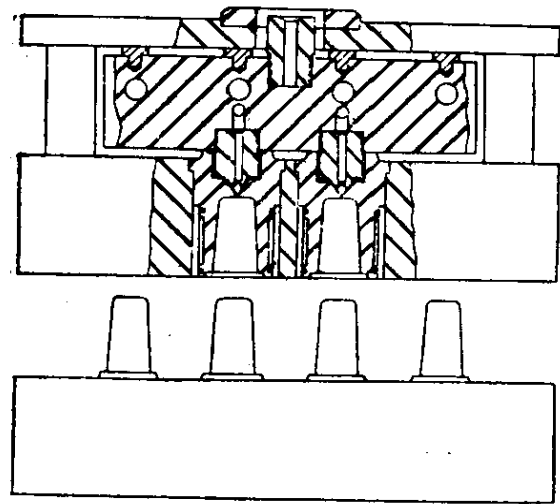


图 5.51 尖头喷嘴16腔模具

为了防止流道板的变形，在各个喷嘴的反侧设置垫盘。一个最重要的问题是：这些垫盘的高度要一致。喷嘴形式与图2.15所讲述的类似。喷嘴尖端最好位于浇口入口内 $0.13 \sim 0.38 \text{ mm}$ 处。

#### 4. 一模四腔螺纹盖模具

图5.52<sup>20)</sup>是一模四腔螺纹盖制品的模具结构。制品树脂为PE，重量为14g。由于模具的开模动作，与粗导螺柱*i*啮合的

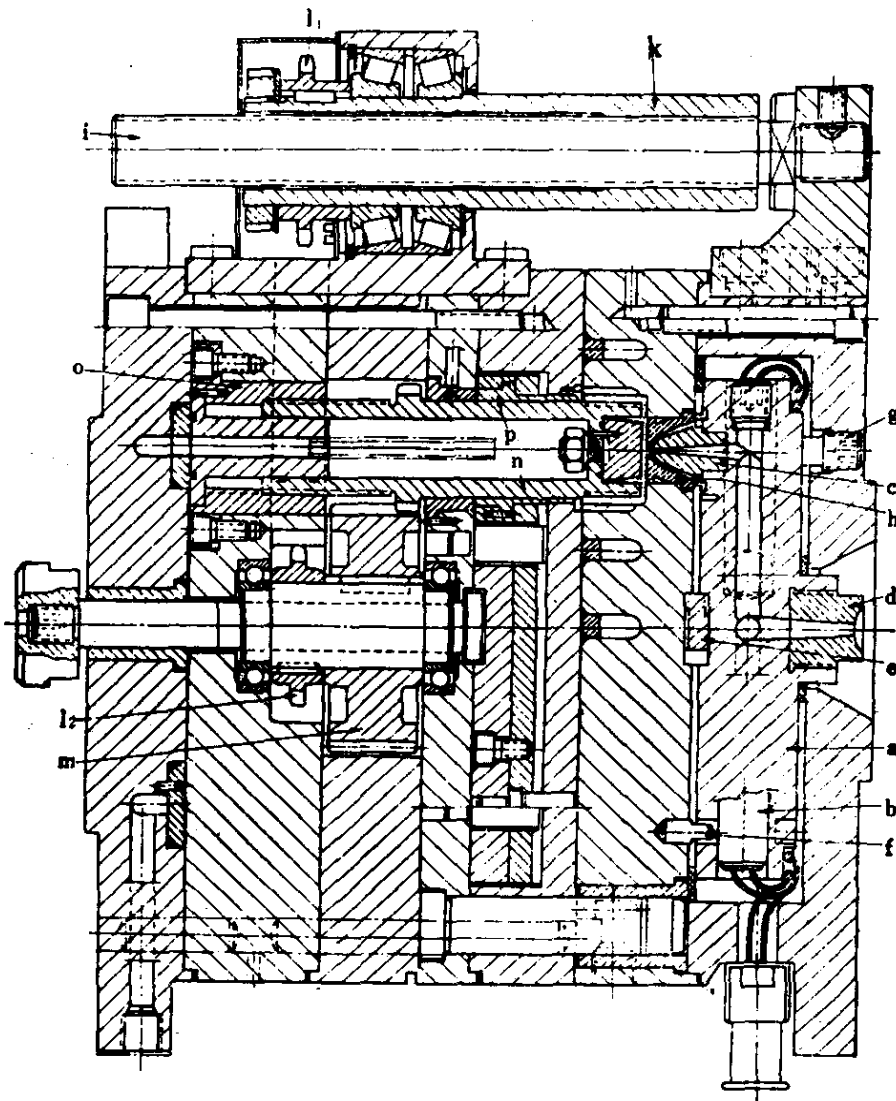


图 5.52 一模四腔螺纹盖模具结构

螺母K 旋转。

螺母K 的旋转运动经过链轮 $l_1$ ，链条、链轮 $l_2$ 、齿轮m 传到旋转螺纹型芯n 。螺纹型芯后部也设有螺纹，和固定螺母O 啮合。因此，螺纹型芯n 边旋转边后退，制品由顶出套P 顶出。螺纹型芯n 进行冷却。由于制品的壁较厚，所以需要较长的冷却时间，成型周期约为30秒。流道板a 由八根加热棒b 加热，总功率为1.14 kW。

图5.53<sup>20)</sup> 是用于与图 5.52 同类制品的流道板详图。本图为一模四腔带盖圆形制品模具流道板的断面图。四个制品的总重量为36 g, 所用树脂为PS。

浇口套b 用螺纹拧入St.60 钢制的流道板a 上。流道板的周围装有加热圈c 。流道板上四条流道d 呈辐射状，用钻头从外向内钻孔。为使流道末端不存有树脂滞留的角落。如图中所示，用端部加工成斜面的堵塞塞住。喷嘴已最好用铍铜制作。为了不使井室衬套f 与喷嘴e 接触，在喷嘴和井室之间设有间隙。该间隙在喷嘴的尖端部位为1 mm，在喷嘴的侧面部位为2 mm。在注射的最初阶段，树脂充满间隙，这部分间隙中的树脂起绝热的作用，使喷嘴与井室衬套绝热。

树脂止漏环嵌入在流道板上加工出的沟槽中。

承压螺柱h 位于喷嘴的反侧，承受注射时作用于喷嘴部位的树脂压力。流道板和型腔板的中心，由定位环i 定位。采用

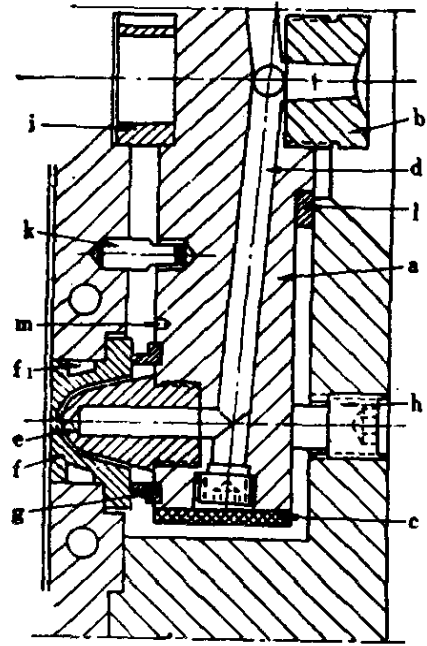


图 5.53 热流道板



图5.35所介绍的方法，解决因喷嘴和型腔板温差而引起的中心错位。在流道板a的周围设有3~5mm的间隙，对模具的其他部分绝热。该处的间隙如超过5mm，则在间隙中产生空气对流而起不到绝热的效果。

图5.54<sup>20)</sup>为小型流道板用喷嘴及井室衬套的结构。浇口直径为0.7mm。对于粘度不高的树脂，一次注射量可到20g左右。成型PS树脂时，要将浇口直径增大到约1mm。

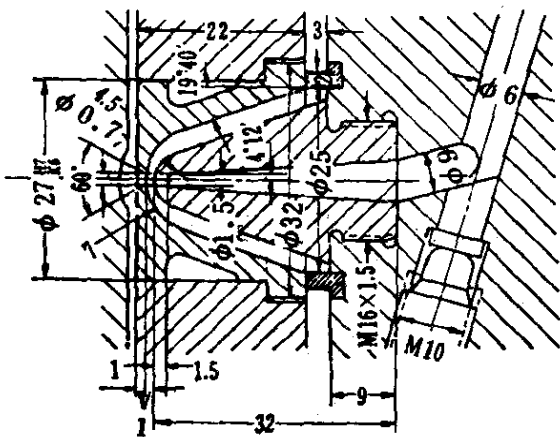


图 5.54 小制品用喷嘴

大型模具的热流道喷嘴一般比小型模具的热流道喷嘴要长。究其原因，因为从强度上来说，大型模具的底一般比小型模具的底要厚，因长一些的喷嘴表面积大，可以供给更多的热量，所以喷嘴和井室衬套之间的间隙最好有所增大。

图5.55<sup>20)</sup>为一模四腔箱类制品模具的喷嘴和井室衬套的结构，制品总重量约1.3kg。点浇口的直径增大到1.5mm。以期适用一次的注射量。树脂止漏环以最小的接触面积嵌在喷嘴上。

E. Lindner认为：在PS、PE成型模具中，为了达到加热目的，在小型模具中，每个浇口所需的加热功率为300~500W（图5.28中，最大约123W/kg，设温度升至200℃，效率 $\mu=0.22$ ）。对于长流道的大型模具来说，每个浇口约需加热功率为600~900W<sup>21)</sup>。

### 5. 周转箱用喷嘴

图5.56<sup>10)</sup>为成型大型周转箱模具的喷嘴结构。浇口有五

个,中心一个直径为2.5 mm的点浇口;四角各一个直径3.5 mm的浇口。

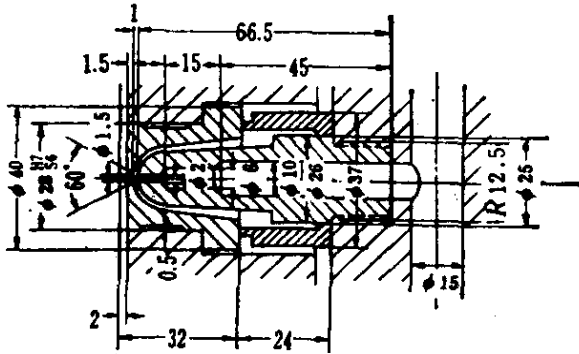


图 5.55 大型制品用喷嘴

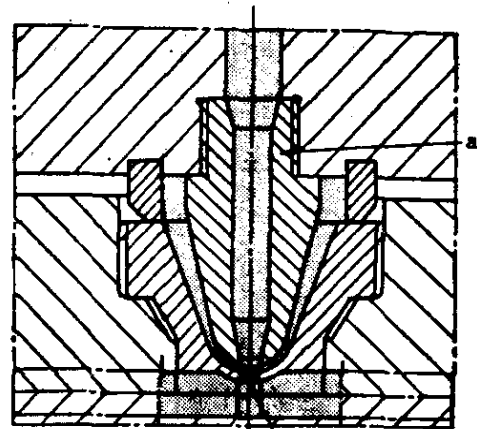


图 5.56 周转箱用点浇口喷嘴

因喷嘴必须使用导热性好的材料,所以用铍铜或电解铜制作。但是在成型PP时,因铍铜或电解铜产生反应,引起铍铜或电解铜的腐蚀以及在喷嘴表面上PP产生分解。为了避免这一点,应将喷嘴镀一层薄镍。如不希望镀镍,可用镍青铜代替。但是必须清楚,镀镍对热传导几乎不产生什么影响,而在使用镍青铜时热传导稍有下降。

图5.57<sup>10)</sup>为图5.56的详细结构图。如果改变浇口直径,那其他部位的尺寸也必须随着改变。但是,喷嘴孔和浇口孔之间树脂绝热层的厚度必须在0.5~0.8 mm范围内。树脂绝热层的厚度必须满足下述要求:这层树脂绝热层即使固化,由于下一次的注射压力,树脂也能通过。

如有可能,喷嘴中的流道,尽可能地以同一直径接近喷嘴头部。

喷嘴孔的长度应尽可能缩短,使树脂不至于因剪切而产生的摩擦热而劣化。

考虑到在平均操作温度下，流道板和型腔板因膨胀差而产生浇口孔和喷嘴孔的中心错位，喷嘴孔直径大于浇口孔直径。如果不考虑到这一点，在加热后，特别是在喷嘴孔直径较小时，喷嘴孔和浇口孔错位，结果树脂能否正确地注入到型腔成了一个很大的问题。

### 5.5.2 半绝热-外加热喷嘴

图5.58<sup>11)</sup>用加热圈从喷嘴外周对喷嘴加热，喷嘴尖端和井室衬套之间有树脂绝热层，用半绝热方式防止喷嘴孔内的树脂冷却固化的结构。树脂绝热层的厚度如上所述，即便是冷却固化，也要能在注射压力作用下通过下次注射的树脂。

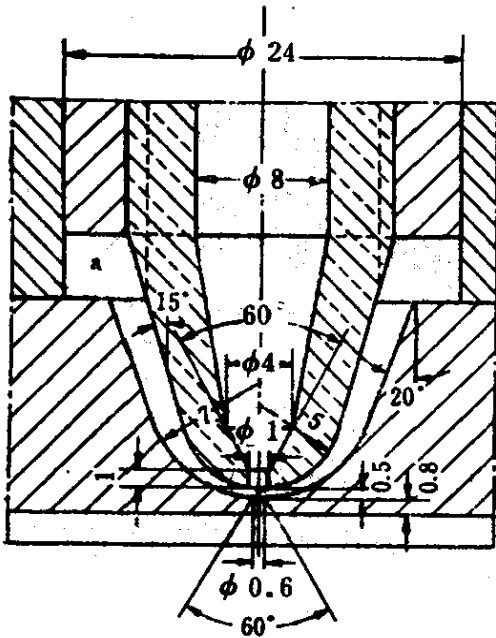


图 5.57 图5.56的详细结构图

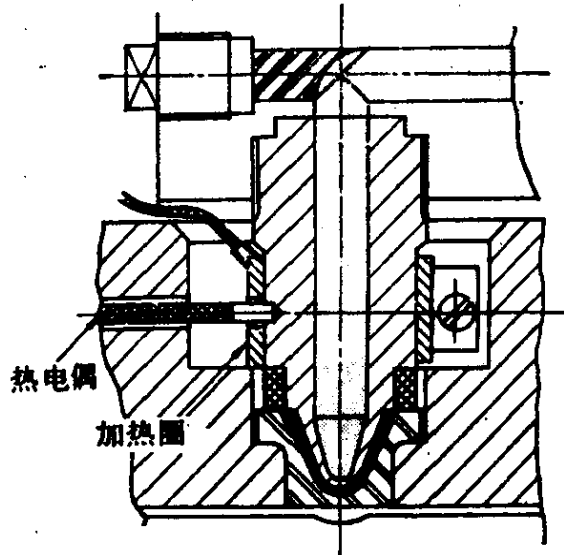


图 5.58 半绝热-外加热点浇口喷嘴

树脂止漏环嵌在喷嘴的凸台处，止漏环的材料最好使用如18-8不锈钢之类的热传导率小的材料。

图5.59<sup>11)</sup>也是一种半绝热-外加热喷嘴。加热圈的长度可以比图5.58的长。为了不增加喷嘴的总长，防止树脂泄漏，采

用树脂止漏环嵌入在井室衬套端面加工出的环形槽内，和喷嘴的凸台接触的方法。

与图5.58比较，由于加热圈长，喷嘴不易冷却固化。

### 5.5.3 半绝热-内加热喷嘴

半绝热-内加热喷嘴有 TGK系统，详细情况在第九章中叙述。喷嘴外周的树脂层，减少了喷嘴向型腔板的热传导。

### 5.5.4 半绝热-无加热喷嘴

图5.60<sup>11)</sup>与图5.13同样，也是一种半绝热-无加热喷嘴。

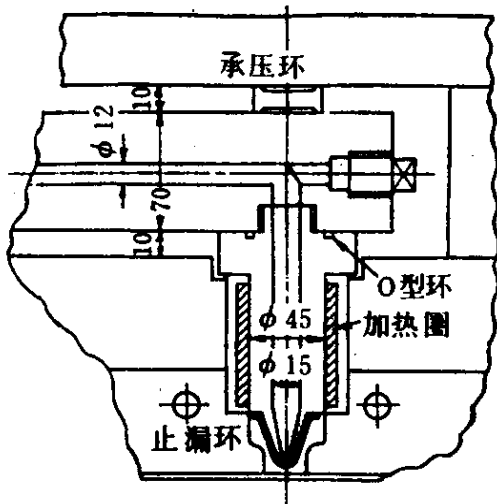


图 5.59 半绝热-外加热喷嘴

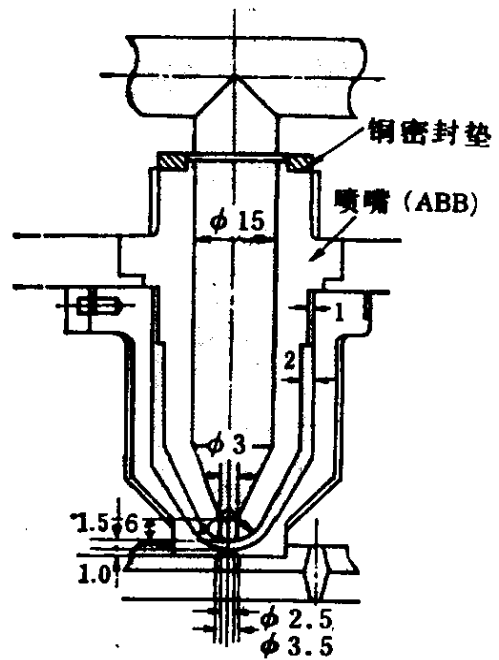


图 5.60 半绝热-无加热喷嘴

喷嘴和井室衬套之间有绝热树脂层，喷嘴以离头部相当距离的凸台，并以最小必要面积与衬套进行接触。

为了防止井室衬套的热量传向型腔模板，只是井室衬套的前端和凸台部分与型腔模板接触。

和完全绝热喷嘴同样，由于只以流道板的热量维持喷嘴尖端部位的树脂于熔融状态，所以喷嘴材料必须使用铍铜之类导

热性好的材料。另外，应极力缩短从热流道板表面到喷嘴前端的距离，一般以40 mm为界限，但是最好在25 mm以下。

喷嘴和流道板之间可使用铜制树脂止漏环，但在成型 PP 时，要使用不锈钢O型环。

### 5.5.5 直接接触-无加热喷嘴

如使用完全绝热及半绝热喷嘴，在喷嘴端和井室衬套之间存有树脂时，这部分滞留树脂会比较快地分解，在每次注射时，其中有一些被熔融树脂带入型腔内。成型大型制品时，即便带入少量质量下降的树脂，也因被分散，不致于引起制品质量下降，因此不被注意。但是在成型小型精密制品时，由于质量下降树脂的混入比例增高，制品质量就有相当程度的下降。因此对于高温下易分解的PVC、聚甲醛树脂<sup>①</sup>，就不能使用树脂绝热层，而不得不使用直接接触喷嘴。

图5.61<sup>2)</sup>是利用喷嘴侧面直接接触-无加热喷嘴，成型一模六腔气密瓶盖的热流道模具断面图。图中表示正确与错误的两种喷嘴设计。

右侧是错误的设计，因喷嘴内孔径太小，流道过长，所以喷嘴经常冷却固化。所以，把喷嘴头的孔径增大到6.5 mm，喷嘴中流道出口的角度扩成60°，孔径约1 mm，该模具已成功地用于成型。喷嘴前端外径约12.7 mm，端面为型腔的一部分。与构成型腔一部分的长颈喷嘴同样，在连续成型时，喷嘴端面形状必须和型腔形状一致。

喷嘴和型腔模板的面积虽处于最小，但为了防止溢料，喷嘴前端外径和型腔板孔径之差，对于一般树脂来说，要在0.01 mm以下，对于象尼龙之类流动性好的树脂来说，该值还

① テルリン——杜邦公司聚甲醛的商品名 Derlin。——校者

必须减小。

这种喷嘴结构，只能用于喷嘴中心间距小的模具。

图5.62<sup>14)</sup>是球面直接接触喷嘴的结构。喷嘴a与有树脂绝热层的喷嘴相比，传向衬套的热量增多，因此要尽可能地缩短喷嘴长度，增大喷嘴中流道的直径。浇口颈的长度一般要小于喷嘴孔直径。压缩环b在该结构中因不需要起防止树脂泄漏的作用，呈四个弓形体。由喷嘴和浇口套接触部分泄漏的树脂，从弓形体之间流到外面。c为间隙。

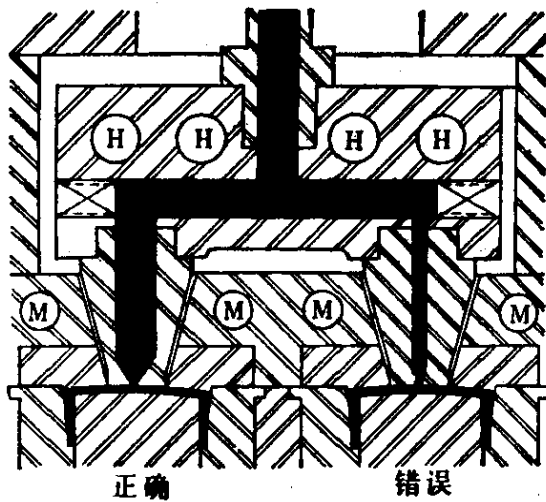


图 5.61 一模六腔气密瓶盖  
模具喷嘴结构

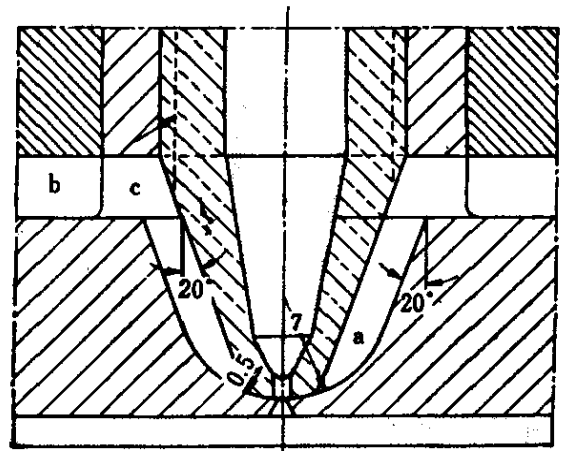


图 5.62 球面直接接触喷嘴

由于喷嘴前端接触金属，流道板的热损失要比树脂绝热层喷嘴大。流道板加热所需要的热量，约为使用树脂绝热层喷嘴时的2倍。按流道板的重量来说，加热量约为 $250 \sim 300 \text{ W/kg}$ 。在式(5.1)中，设 $t = 240^\circ\text{C}$ ， $T = 1 \text{ h}$ ，则效率 $\eta = 0.107 \sim 0.128$ 。

图5.63<sup>2)</sup>是平面直接接触喷嘴，浇口位于制品外侧的型腔部分组装图。在该模具结构中，只在底板和注塑机模板之间使用绝热材料，绝热材料为厚度6.5 mm的石棉板。其他部位由间

隙绝热。型腔板用一对小的定位销对流道板定位。

如图中所示，各个型腔的背面与流道板相接触的面是宽度为3.2 mm的环，喷嘴伸入孔底的壁厚约为3.2 mm，喷嘴伸入孔进行平底镗孔加工。喷嘴伸入孔直径和喷嘴外径之间要有适当的间隙。喷嘴伸入孔底的深度的要求为：在模具组装完毕后，必须将喷嘴压缩0.01~0.05 mm，以对喷嘴加压。在这一要求之下，进行正确加工。浇口一般为锥形孔，其直径要小于喷嘴孔直径。为了将型腔板和流道板之间的热传导控制在最小，另外当树脂中的异物堵塞喷嘴时，为了易于拆卸清除，通常用4根直径12 mm的带孔螺栓将流道板和型腔板锁紧。

图5.64<sup>2)</sup>是浇口位于制品内侧的热流道模具断面图。在这种结构中，通常以采用30秒以内的成型周期为好，成型厚壁制品时，浇口部位会产生冷却固化。流道板和型腔板间的接触面为宽度约3.2 mm的环。该结构虽然可以将热传导控制在最小，但是因喷嘴增长，如成型周期长，则浇口容易冷却固化。

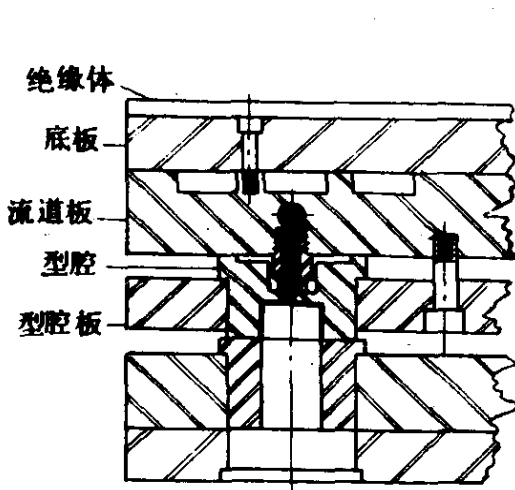


图 5.63 热流道外侧浇口

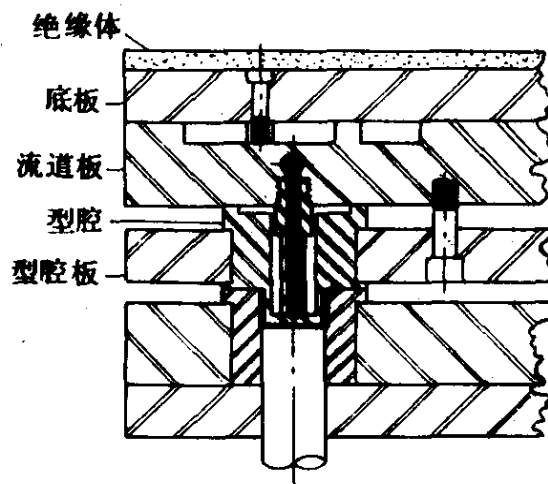


图 5.64 热流道内侧浇口

图5.65<sup>14)</sup>是平面直接接触喷嘴用于一模二腔模具的断面图。即便是小型制品，如果有可动部分，则浇口的中心间距就

要增大。如浇口中心间距大，则因流道板和型腔板之间的热膨胀差增大，所以不能使用球面接触喷嘴。图中a为弓形环；b为两根加热功率600W、长175 mm的加热棒；c为冷却水入口；d为具有0.01~0.05 mm压缩余量的承压圆盘。使用树脂为聚甲醛。

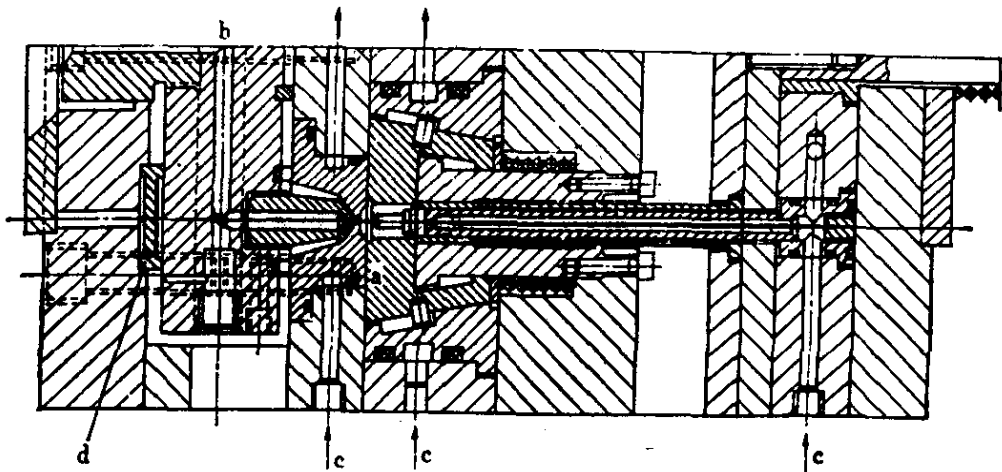


图 5.65 用于一模二腔的平面直接接触喷嘴

图5.66表示图5.65平面接触喷嘴的主要尺寸。首先决定浇口直径,然后根据浇口直径决定其他尺寸。在决定喷嘴孔径时,要根据浇口直径,并计算进流道板和型腔板热膨胀差引起的偏差。只要强度上允许,要尽量缩小喷嘴前端的直径。

#### 5.5.6 直接接触-外加热喷嘴

使用直接接触-无加热喷嘴时,喷嘴不能太长。要增加喷嘴长度,就要使用外加热或内加热喷嘴,这将在9.8节 NGK侧浇口系统中讲述。

图5.67是直接接触-外加热喷嘴。使用直接接触-外加热喷嘴时,浇口部的温度控制很困难。因而,浇口部的温度不稳定,浇口固化的可能性大,连续生产上有问题。



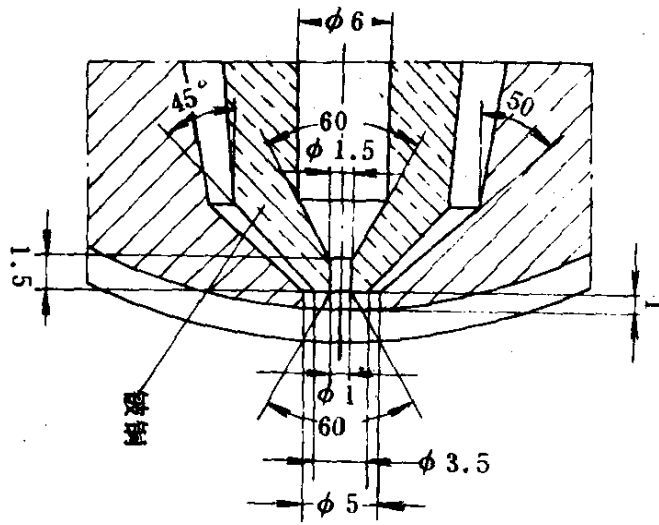


图 5.66 图5.65喷嘴详图

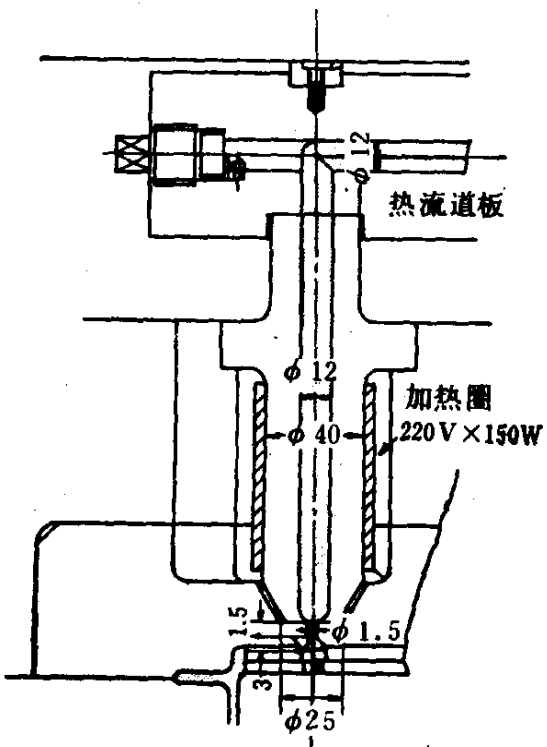


图 5.67 直接接触-外加热喷嘴

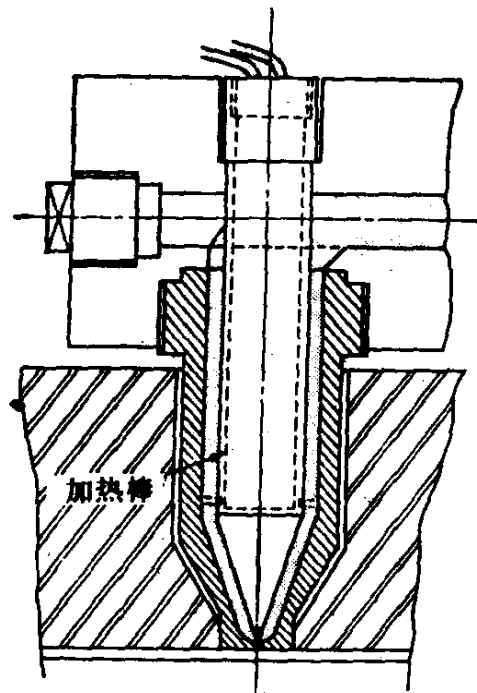


图 5.68 直接接触-内加热喷嘴

### 5.5.7 直接接触-内加热喷嘴

外加热喷嘴有浇口部位温度难以控制的缺点。内加热喷嘴是为了改善这一缺点而产生的。

直接接触-内加热方式中有 INCOE 系统和枪式系统(Spear system)，这将在第九章中讲述。

图5.68的加热方式为：将内藏加热棒的测管插入到喷嘴内浇口部位附近，从喷嘴内部进行加热。关于内加热的优缺点，已在5.4.1的2.中作了叙述。

图5.69<sup>11)</sup>是应用这种喷嘴成型周转箱模具的喷嘴测管部位结构。关于测管的结构已在5.4.10的2.中作了详细叙述。

前一章图4.6~图4.9所表示的测管结构，虽然可以原样地用于本方式中，但是喷嘴部分必须应用图5.69所示的形式。

在图5.69中，采用在测管头下面加入不锈钢O形环的方法，以防止在测管和流道板嵌入部位的树脂泄漏。但是采用这种方法，因产生树脂滞留部位，所以这种方法不能用于易热分解的树脂。这种结构中，尽管测管的更换很困难，也不得不采用间隙极小的配合方法。

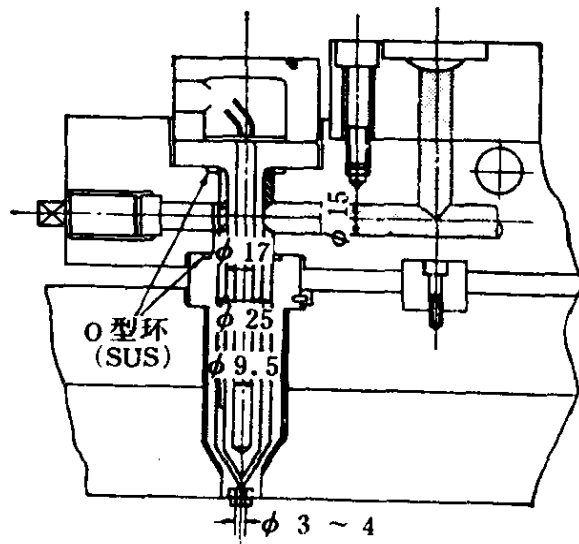


图 5.69 使用直接接触-内加热喷嘴于周转箱模具喷嘴测管结构

## 5.6 锥形浇口喷嘴<sup>①</sup>实例

如图5.1所示, E·R·Knowles 取得专利的热流道模具是使用锥形浇口。

此时, 需切断浇口, 即进行二次加工, 并有切断痕迹大的缺点。但是在另一方面, 也有喷嘴温度易于调节。在须增长喷嘴时, 可加锥形浇口以缩短喷嘴, 这样, 不须对喷嘴进行加热, 是其优点。另外, 为了最大限度地减少流道内的压力损失, 在很多情况下, 使用锥形浇口是有利的。混入异物, 堵塞喷嘴的可能性也很少。

锥形浇口喷嘴中, 有半绝热-外加热、直接接触-无加热、直接接触-外加热等几种方式。锥形浇口喷嘴由于没必要使用安装麻烦、寿命短的加热棒, 所以不采用内加热方式。

### 5.6.1 半绝热-无加热喷嘴

图5.70<sup>22)</sup>是一种半绝热-无加热喷嘴。为了防止喷嘴前端散热, 喷嘴和浇口套之间有0.5~1 mm厚的树脂膜。

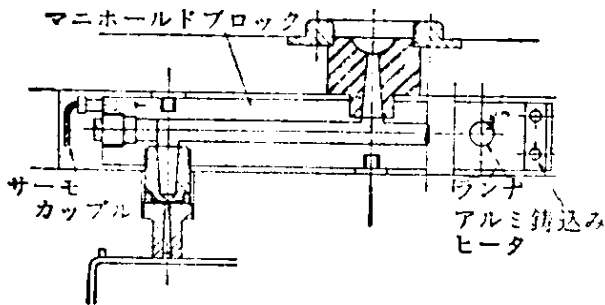


图 5.70 半绝热-无加热喷嘴

可用于大型周转箱、汽车部件、电冰箱内箱、洗衣机内槽等制品。适用树脂为PE、PP、PS、ABS等。不管哪种情况, 都不

太考虑在连续成型上的问题。但是如前所述, 因喷嘴前端设有树脂绝热层, 所以不能用于PVC、聚甲醛(POM)等成型温度

① 原文为スプル付ノズル, 意为带注料道喷嘴, 但究其实际意义确为锥形浇口喷嘴, 只不过将以往的锥形浇口移到分流道中, 故按其实际意义, 译为锥形浇口喷嘴。

范围狭窄的树脂。

图5.71<sup>22)</sup>是喷嘴前端的放大图。喷嘴孔径普通为2.5 mm,呈锥形。大型制品时可使用到3~3.5 mm。孔径如果太粗,则浇口部易产生流涎。

因喷嘴上没装加热圈,当喷嘴长时温度会下降,喷嘴的浇口部位就有固化的可能。一般喷嘴前端高出流道板的高度以30~40 mm为界限。如使用铍铜虽然稍微好一些,但也有限度。一般地突出长度在40 mm以上时,在很多情况下要使用在外周装上加热圈的喷嘴。

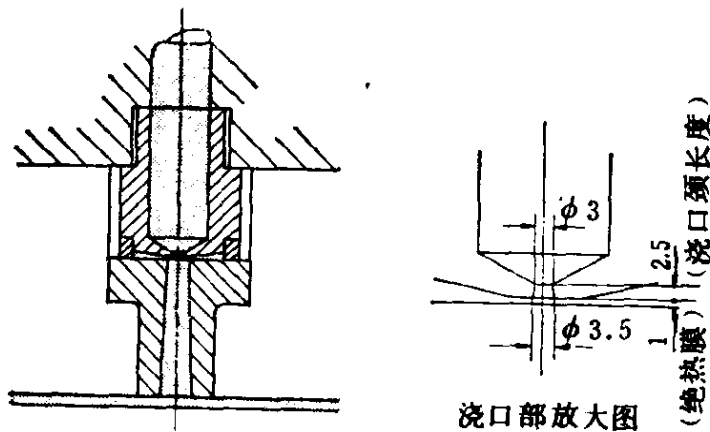


图 5.71 锥形浇口半绝热-无加热喷嘴

### 5.6.2 半绝热-外加热喷嘴

图5.72<sup>11)</sup>是一种半绝热-外加热喷嘴结构。该结构中,利用不锈钢比普通钢导热性低的特性,制做喷嘴背面的受压环。由嵌在喷嘴上的不锈钢环防止树脂泄漏。使用外部加热圈对喷嘴进行加热。

### 5.6.3 直接接触-无加热喷嘴

图5.73是瓶用周转箱的热流道模具。四角分别设有锥形浇口,使用直接接触-无加热喷嘴。喷嘴a和浇口套成平面接触。

树脂止漏环d与浇口套也成平面接触。应用这种结构，在流道板和型腔板因热膨胀差，浇口中心和喷嘴中心产生错位时，喷嘴和树脂止漏环可以相对于浇口套滑动。

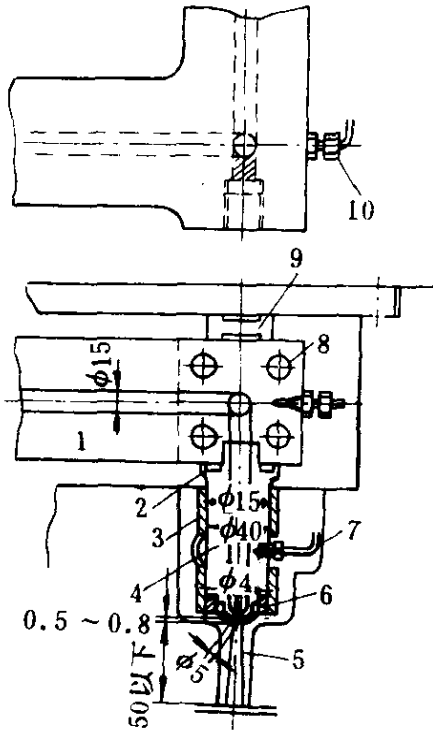


图 5.72 半绝热-外加热喷嘴

1—热流道板(S 50C); 2—O型环(SUS); 3—加热圈(5W/cm<sup>2</sup>); 4—喷嘴(ABB); 5—浇口套; 6—止漏环(SUS27); 7—热电偶(I·C); 8—加热棒; 9—受压环(SUS27); 10—热电偶

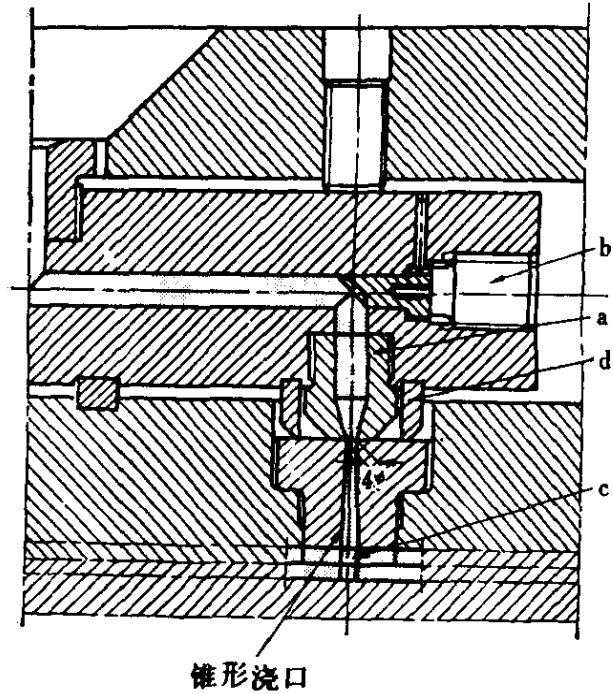


图 5.73 直接接触-无加热喷嘴

应用这种结构时，喷嘴端面和树脂止漏环端面须完全处于同一平面。c为周转箱底部的格栅。

图5.74<sup>8)</sup>所示结构，就象将球形长颈喷嘴直接接触模具时那样，使喷嘴和浇口套以最小的接触面积互相接触。

与图5.61、图5.62同样，这种结构不能使用于喷嘴中心间距大的模具。

各个喷嘴的球部如果不能以同样状态和浇口套接触，则有

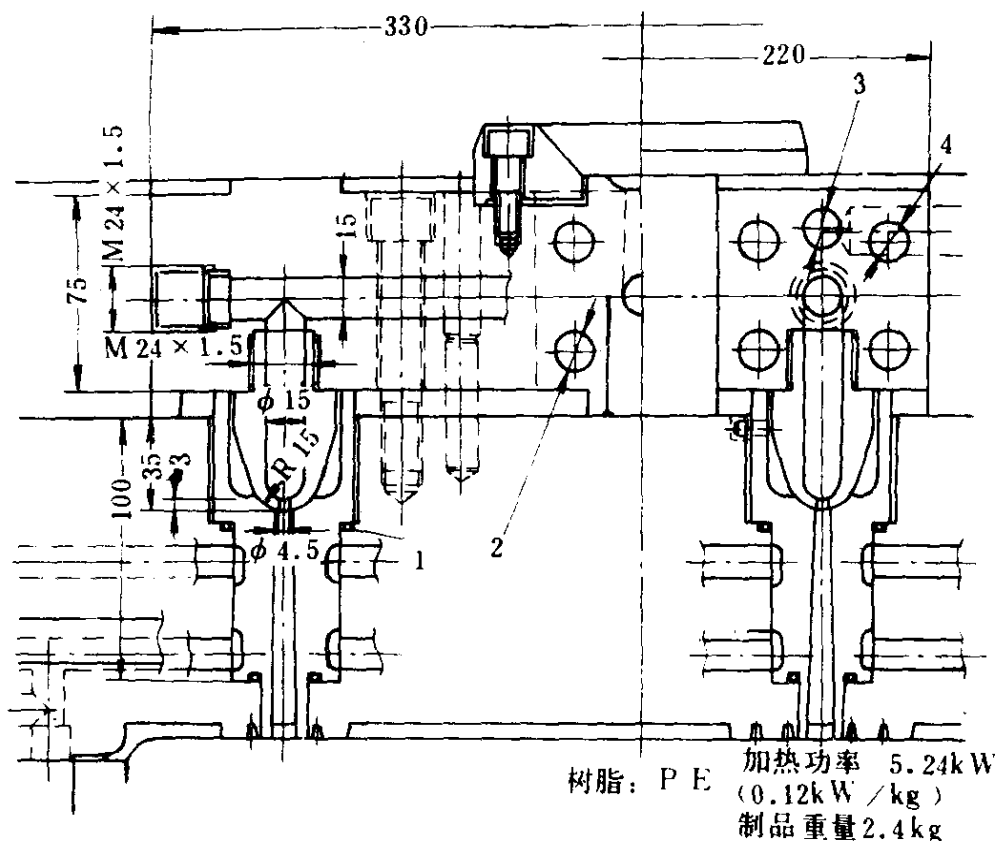


图 5.74 直接接触-无加热喷嘴

- 1—O 型环; 2—加热棒 (310 W × 4);  
3—热电偶孔; 4—加热棒 (200 × 20)

可能从接触不好的喷嘴漏出树脂。

图5.75<sup>23)</sup>是成型一模四腔 ABS 手轮的模具结构。该模具以中心浇口成型直径76.2 mm(3 in)的手轮。由于形状复杂、一模多腔,型腔设计成镶件式,用铍铜采取压铸法制作。

通常 ABS 树脂用流道板的温度为180~260℃,喷嘴和型腔模板以平面接触。

浇道板只在浇口套部位和模具接触。必须注意接触部位的后面要有承压件。

在大型模具中,可使用几根加热棒,分别以热电偶进行控

制，以使流经流道板的料流平衡。

5. ホットランナ

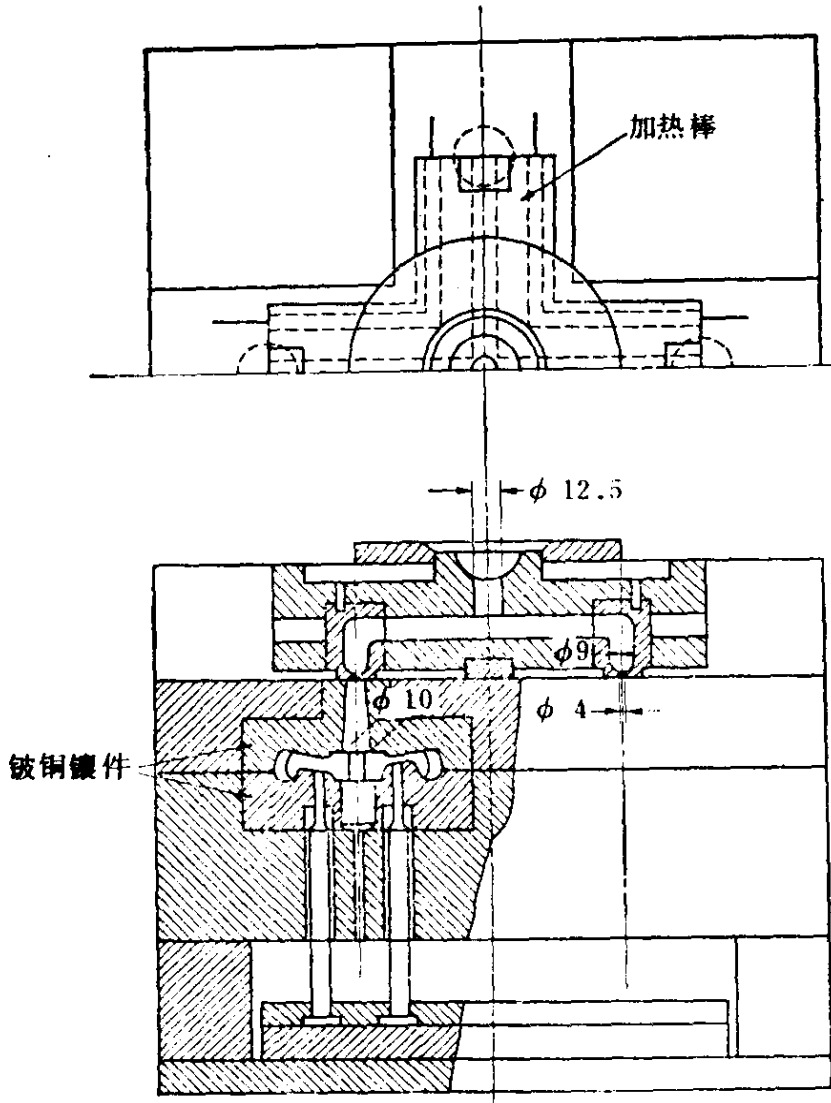


图 5.75 一模四腔 ABS 手轮模具结构

图5.76<sup>2)</sup>是应用直接接触-无加热喷嘴成型刷子柄的热流道模具。锥形流道的细端延伸到流道板内，浇口为膜片浇口。要用12.7 mm以上的石棉板将流道板对注塑机载模板绝热。流道板和型腔板、浇口套周围要有6.5 mm以上的间隙。

如图5.77<sup>2)</sup>所示,因锥形浇口衬套的纵向伸长率小,所以,它突出流道板表面的高度比型腔衬套和热流道板的间距长0.025~0.05 mm(0.001~0.002 in)

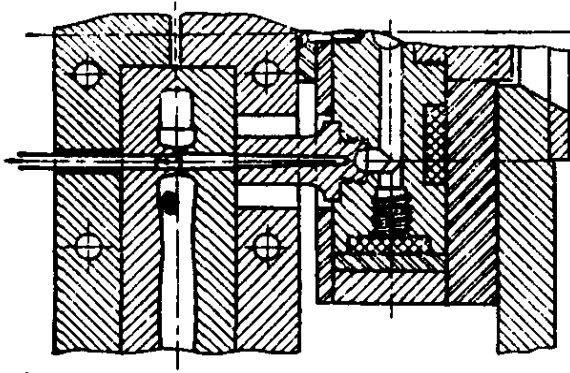


图 5.76 刷子柄模具

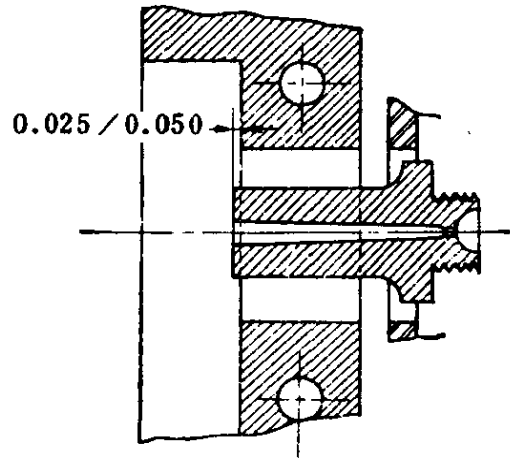


图 5.77 图5.76的浇口套详图

对于大多数树脂来说,膜片浇口的厚度0.5 mm是适当的。例如,对于象PP一类成型困难的树脂来说,以用0.6 mm才有可能成型制品。主流道直径为13 mm,流道板为152×51×304 mm(宽×厚×长),最少要使用2.88 kW的加热功率,实际上使用四根750 W的加热棒。平均1.22 W/cm<sup>3</sup>,设树脂温度为240℃,由加热棒功率计算出的加热效率 $\eta = 0.205$ 。

#### 5.6.4 直接接触-外加热喷嘴

无加热喷嘴因有喷嘴中料冷却固化的问题,喷嘴的长度有一定的限度。在须使用长度超过限度的喷嘴时,必须对喷嘴进行辅助加热。

图5.78<sup>2)</sup>是用于和图5.76同一种制品的另一种结构。如同图5.76一样,为了防止热损失,在流道板的暴露面上覆盖有石棉板。开始时,浇口套的浇口直径最好设计成1.5 mm。试注射后,根据需要情况再扩大。如图所示,锥形浇口的直径越接近



浇口部位越小。主流道直径、膜片浇口的厚度等都和图5.76相同。因从外对喷嘴加热，喷嘴会膨胀，因此没有必要如图5.77的无加热喷嘴那样增长 (0.025~0.05 mm) (0.001~0.002 in)。很明显,在这种结构中,带在制品上的锥形料把的长度比图5.76的结构大为缩短。

图5.79<sup>10)</sup>和图5.73是同样结构。喷嘴和浇口套为一体，外侧用加热圈加热。这种结构缩短了浇口长度,可以缩短到15 mm。喷嘴a以高弹性钢或高张力镍青铜制作。因喷嘴长,可以吸收流道板膨胀的影响,解决了树脂泄漏问题。这种结构最好避免用于喷嘴中心间距大的模具。

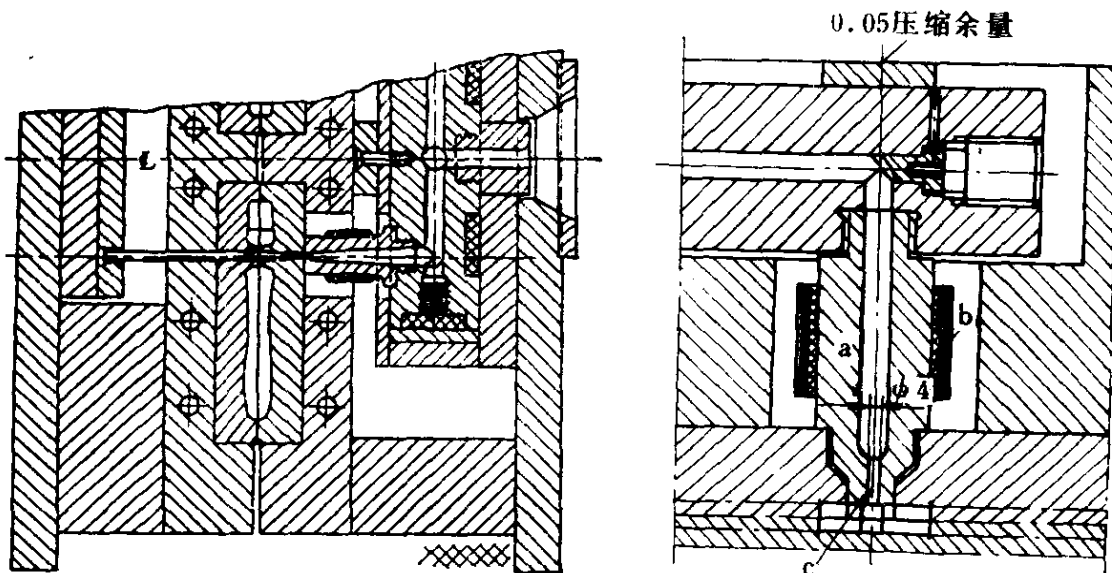


图 5.78 图5.76的另一种结构

图 5.79 缩短图5.73浇口长度的喷嘴结构

a —喷嘴; b —加热圈; c —浇口

b 是从外部辅助加热用的加热圈。在流道板和型腔板之间必须有能安装加热圈的空间。喷嘴后面的承压盘,要有0.05 mm的压缩余量。

图5.80<sup>8)</sup>是直接接触-外加热喷嘴的另一种结构。在这一结

构中，根据所需要的加热圈的长度，在型腔板上开设凹孔。喷嘴凸台和型腔板的接触部位，处于型腔面下锥形浇口的细端部，这样喷嘴孔中的料不易冷却固化。

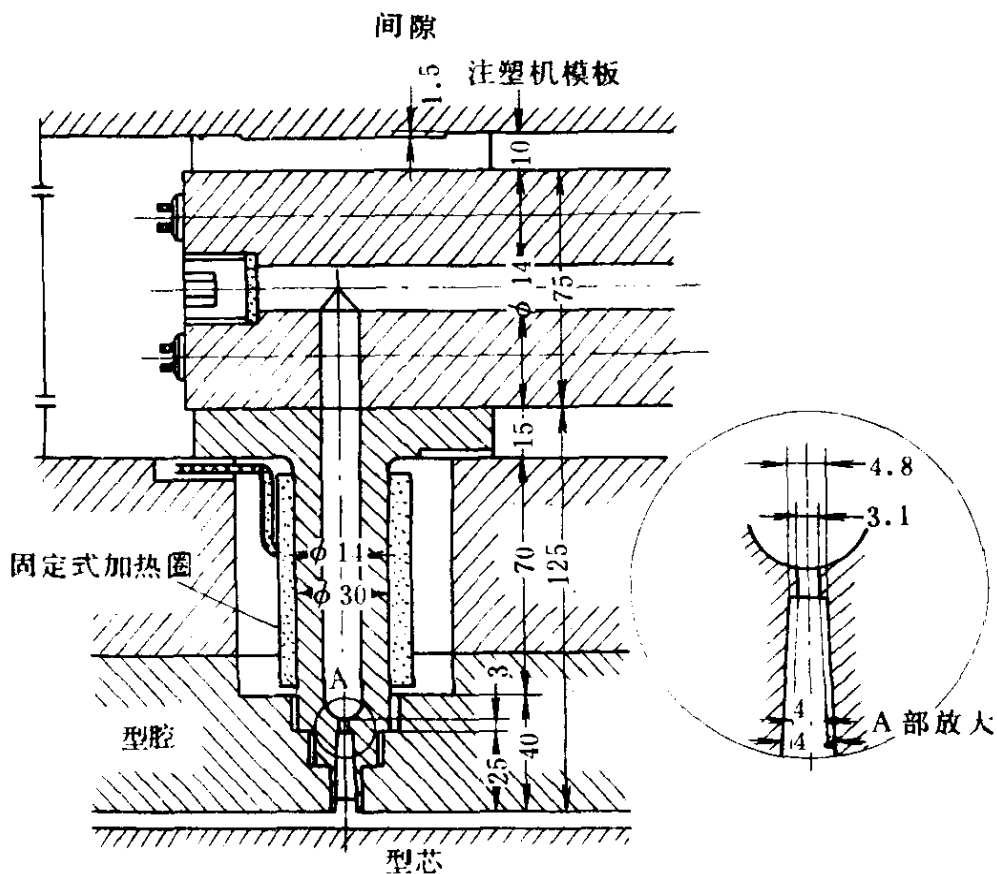


图 5.80 锥形浇口直接接触-外加热喷嘴

用加热圈加热时，有时加热圈的包覆长度有限度。在这种情况下，可如图5.76所示，保留长的锥形料道部分，而将浇口位置移近加热部位。

图5.81<sup>11)</sup>是应用锥形浇口喷嘴成型周转箱的模具结构。为了能装进很长的加热圈，型腔板上加工有很深的孔。与型腔板接触的喷嘴凸台，紧靠流道板。

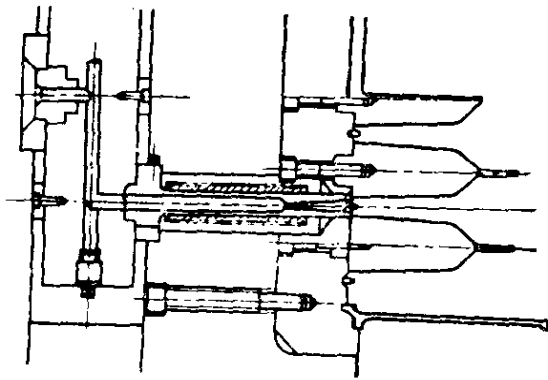


图 5.81 锥形浇口周转箱模具

图5.82<sup>24)</sup>是浇口位于制品内侧的热流道模具结构。由于喷嘴加热膨胀，喷嘴和定位环之间没有热膨胀间隙。热流道喷嘴和浇口套的接触压力由注塑机的喷嘴供给。加热圈外周和型芯内侧壁之间，为了绝热插入石棉筒。加热圈外周和型芯内侧壁之间，为了绝热插入石棉筒。

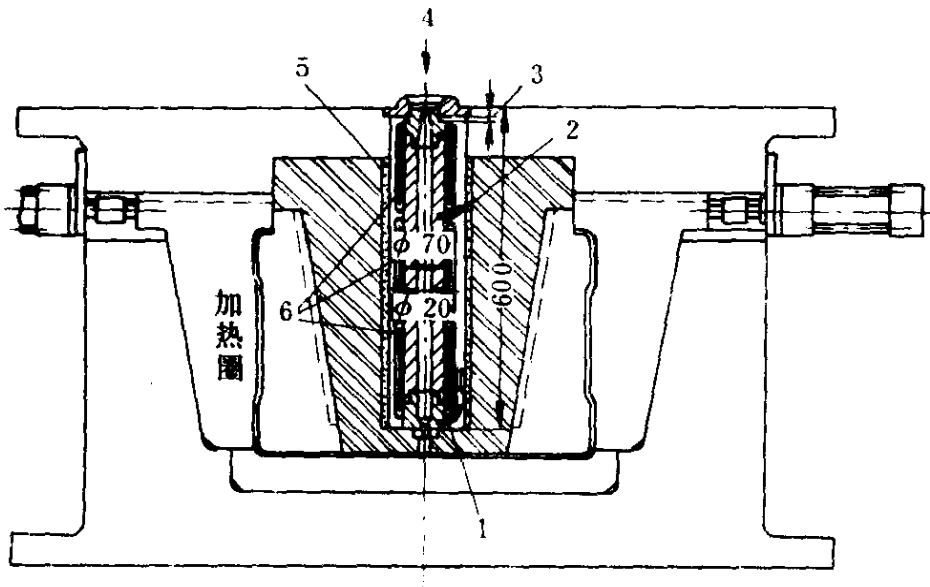


图 5.82 内浇口直接接触-外加热喷嘴

1、2—热电偶；3—热膨胀间隙；4—注塑机喷嘴；  
5—绝热用石棉筒；6—加热圈

在制品的投影面积较大，壁薄，且制品重量只有注塑机的注射量的十分之三以下时，可考虑两层成型。两层成型时必须注意，有时即使是注塑机的锁模力，注射量能够满足制品所要求的条件，但注塑机载模板开距不能满足模具厚度和制品取出

行程所需要的情况。

图5.83<sup>24)</sup>是两层成型模具结构。该模具结构中，因流道部分很长，注射成型时，树脂压力不可避免地要有所下降。图5.84是这一模具的热流道尺寸。流道全长 $L = 6.5 + 49.5 + 38.5 + 49.5 + 16.5 + 4.0 = 164.5 \text{ cm}$ 。流道半径 $R = 0.8 \text{ cm}$ 。设：流量 $V$ 为注塑机的注射速率，所用注塑机的注射速率 $V = 620 \text{ cm}^3 / \text{s}$ ，所用树脂为PP，热流道的温度为 $230^\circ\text{C}$ ，树脂粘度 $\eta = 5.98 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{s} / \text{cm}^2$ ，则压力损失为

$$\begin{aligned} \Delta P &= 8V\eta L / \pi R^4 = 8 \times 620 \times 5.98 \times 10^{-4} \\ &\quad \times 164.5 \div [3.14 \times (0.8)^4] \\ &= 379 (\text{kg} / \text{cm}^2) = 3.72 \text{ MPa} \end{aligned}$$

为了减少压力损失，虽然可以提高流道温度以降低树脂粘度，但是因模具结构复杂，树脂易产生泄漏，所以提高流道温度的方法是不可取的。只有提高注射压力来弥补压力损失。

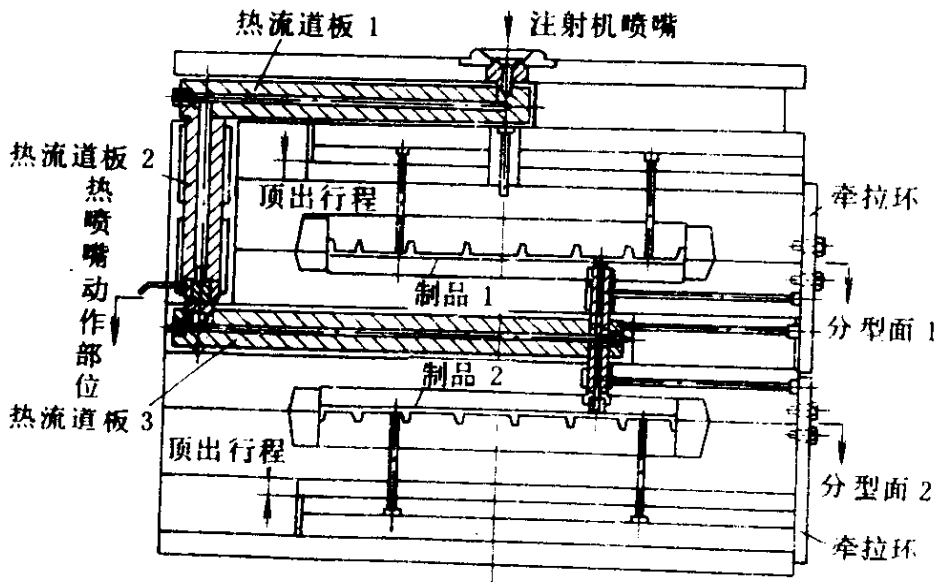


图 5.83 两层模具结构

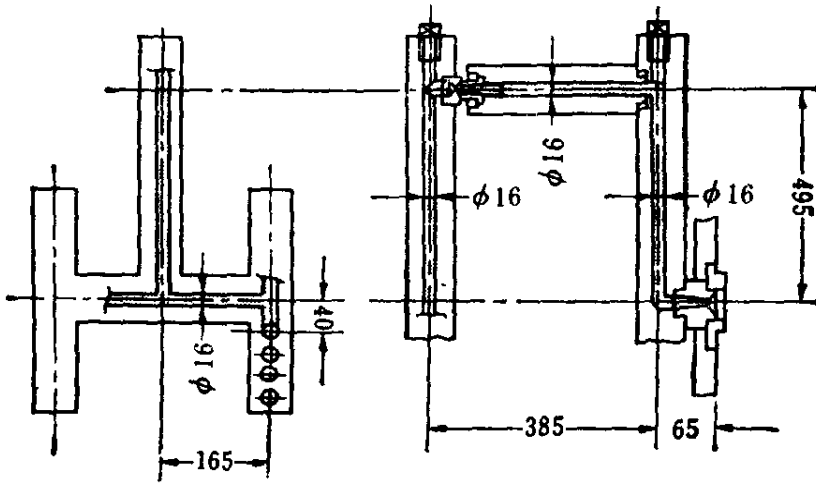


图 5.84 图5.83的热流道尺寸

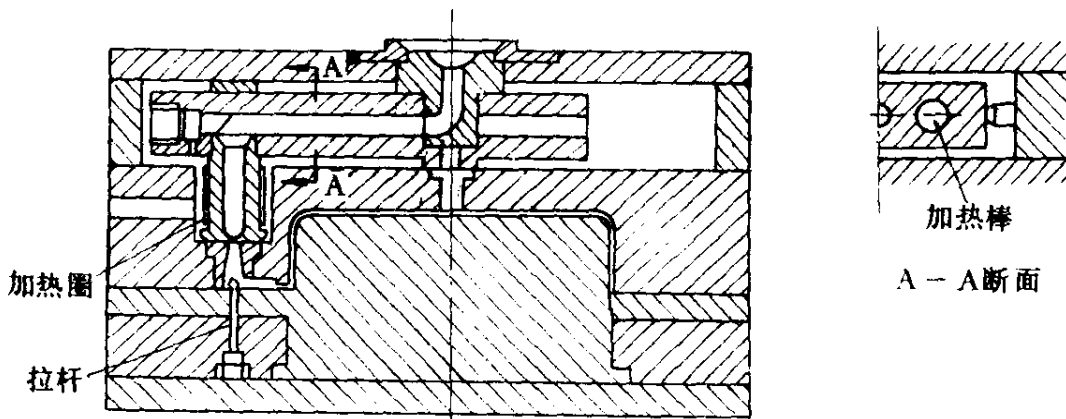


图 5.85 一模一腔侧浇口模具结构

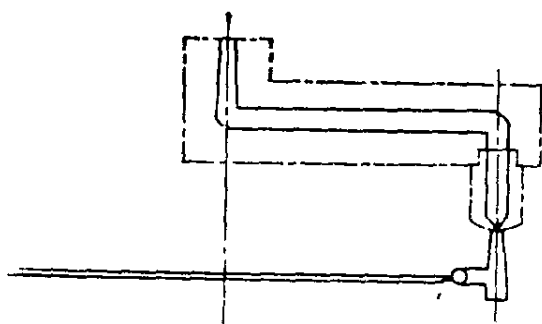


图 5.86 薄膜状浇口流道配置图

图5.85是一模一腔侧浇口模具结构。为了能够完全闭模,要安装注塑机载模板,以使模具中心和注塑机中心同心。因此在利用侧浇口成型单个制品时,不得不使用L形流道。在冷流道模具中,因L形流道的压力损失大,

所以除了特殊情况外不能使用L形流道。因热流道的压力损失小，可以利用侧浇口顺利地成型一个制品。

图5.86是用薄膜状浇口成型大平面制品时的流道配置图。

## 5.7 热流道、喷嘴对于所使用树脂的考虑

如前所述，喷嘴结构及材质根据所用树脂的性质，有一定的限制。本节中，就喷嘴结构、材质和树脂性质之间的关系加以汇总，阐述。

根据树脂的种类、成型的难易程度的区别，其主要因素为：

- (i) 每种树脂成型温度范围的大小，
- (ii) 热稳定性的优劣，
- (iii) 热变形温度的高低，
- (iv) 模具温度和树脂温度差的大小；对于喷嘴材质的影响：
- (v) 树脂有无化学变化。

(1) 树脂成型温度范围的大小 如果树脂的成型温度范围大，则易于进行温度控制，控制精度即使有某种程度的降低，在生产上也不会引起什么问题，因此可用手动进行温度调节。

但在精密成型时，由于温度对树脂粘度有很大的影响，也影响到收缩率，所以要求温度控制精度高，需要使用自动比例+积分+微分控制器，热电偶的位置也必须设于能够测得树脂实际温度的处所。在使用内加热喷嘴时，要使用内藏热电偶的加热棒，测管使用铍铜，测管的尖端要设计成能装入热电偶的两层结构。

树脂成型温度范围小时，与精密成型时同样，须使用自动比例+积分+微分控制器、热电偶进行温度调节。

在成型如聚碳酸酯(PC)之类的树脂时,树脂的最高温度要不超过 $320^{\circ}\text{C}$ 。(PC的成型温度 $240\sim 320^{\circ}\text{C}$ ,一到 $330\sim 340^{\circ}\text{C}$ 则产生分解)。

对于喷嘴中树脂固化温度和流涎温度差小的树脂来说,最终的成型温度可通过控制喷嘴温度来达到。

(2) 热稳定性的优劣 对于象PVC、POM之类在加热区停留时间长会产生分解的树脂来说,不能使用具有树脂绝热层的完全绝热喷嘴或半绝热喷嘴,而不得不使用直接接触喷嘴。流道板的流道中必须丝毫没有树脂滞留部位,而且必须避免流道断面积的急剧变化。

(3) 热变形温度的高低 对于热变形温度高的树脂来说(聚碳酸酯为 $130\sim 138^{\circ}\text{C}$ ),在使用具有树脂绝热层的完全绝热喷嘴或半绝热喷嘴时,由于树脂绝热层在较高的温度下就会冷却固化,在下一次注射时树脂难以冲破皮膜进入型腔,因此喷嘴头部树脂绝热层的厚度要减少到 $0.4\text{ mm}$ 左右。喷嘴和浇口直径要比用于一般树脂的大。在使用直接接触喷嘴时,最好使用阀式浇口。

(4) 模具温度和树脂温度差的大小 通常,在树脂的成型温度高时,模具温度和树脂温度差增大。因此,对于能够使用树脂绝热层的树脂来说,应并用井室衬套,采用两层防止热传导结构。考虑到热损失也比其他树脂增多,必须对流道板的加热器进行热量计算。

(5) 树脂有无化学变化 有的树脂熔体如果和铜合金接触则产生化学变化。如聚甲醛会质量下降,产生黄色条纹;PP会变脆;PVC由于和稳定剂中的硫起反应,产生黑色条纹。Mold Marster产品目录报道:研制成功了和上述树脂不产生反应的铍铜。但是一般地用于喷嘴的铍铜要进行镀镍处理。

## 5.8 模具举例

### 5.8.1 用于大型制品的模具

对于几种形式的 PP 制品来说,热流道方式具有相当大的优点。在成型大的平面制品时,为了避免制品扭曲,最好使用多个点浇口。目前,热流道方式已用于大型制品模具。

图5.87<sup>25)</sup>是以短锥形浇口,在大型制品的背面注射的热流道模具。使用直接接触-无加热喷嘴,流道板必须具有充足的加热容量,模具和注塑机载模板之间必须很好地绝热。这一模具中,使用加热棒对流道板进行加热。热流道每一立方厘米的加热功率最好在 $1.28 \sim 1.92\text{W}$  ( $20 \sim 30\text{W}/\text{in}^3$ )之间。设流道板温度 $t = 240^\circ\text{C}$ ,由加热功率计算式求得的热效率 $\eta = 0.248 \sim 0.165$ 。流道板和模具之间设有间隙,接触面积控制在最小。主流道及各个喷嘴的背面由绝热板承受注塑机喷嘴的接触压力及注射力。

图5.88是应用热流道的瓶用周转箱的模具结构。制品重量为 $1.6\text{kg}$ ,所用树脂为PE,浇口设于四角,为锥形浇口,长度为 $50\text{mm}$ 。成型时制品留在型腔内,由油缸驱动滑块,向顶出方向运动,边脱出侧凹槽边顶出。由于采用热流道系统,能使模具具有刚性。

图5.89是和图5.88不同的周转箱用模具。该模具也是锥形的多浇口热流道模具。喷嘴使用如图5.71所示的半绝热-无加热喷嘴。浇口数四个,树脂为PP,制品重量 $1.4\text{kg}$ 。成型周期为60秒。如果用以往的三板式模具成型则需82秒,成型周期缩短了27%。

图5.90<sup>14)</sup>为瓶用周转箱模具结构。该模具中使用管式热流道件。改变树脂流动方向的换向接头如图5.91及图5.92所示,



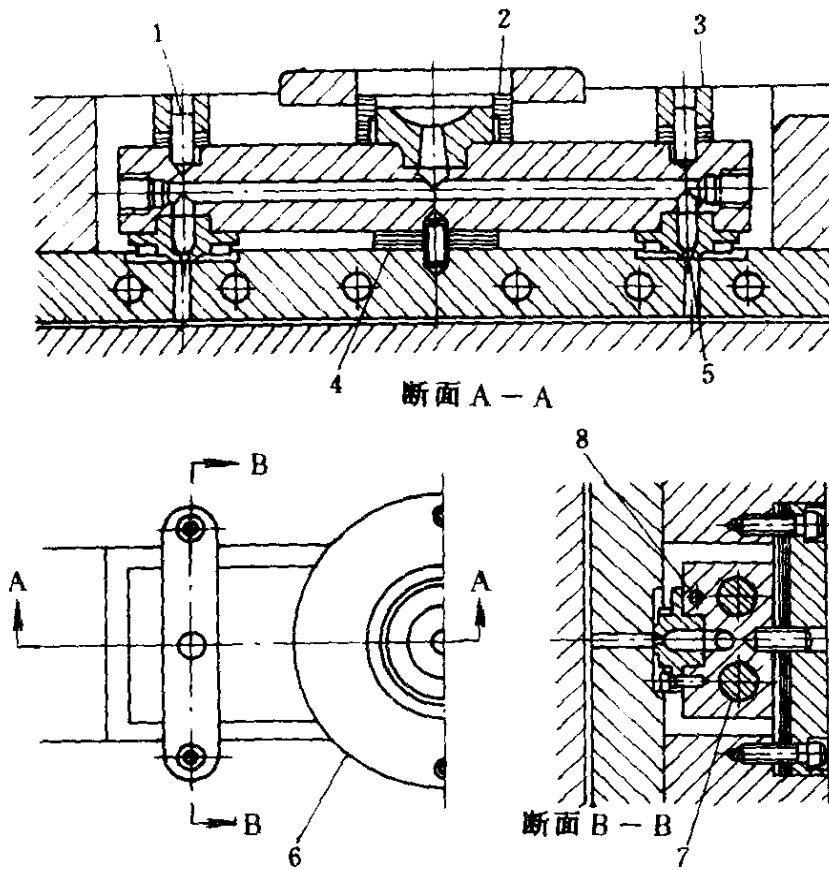
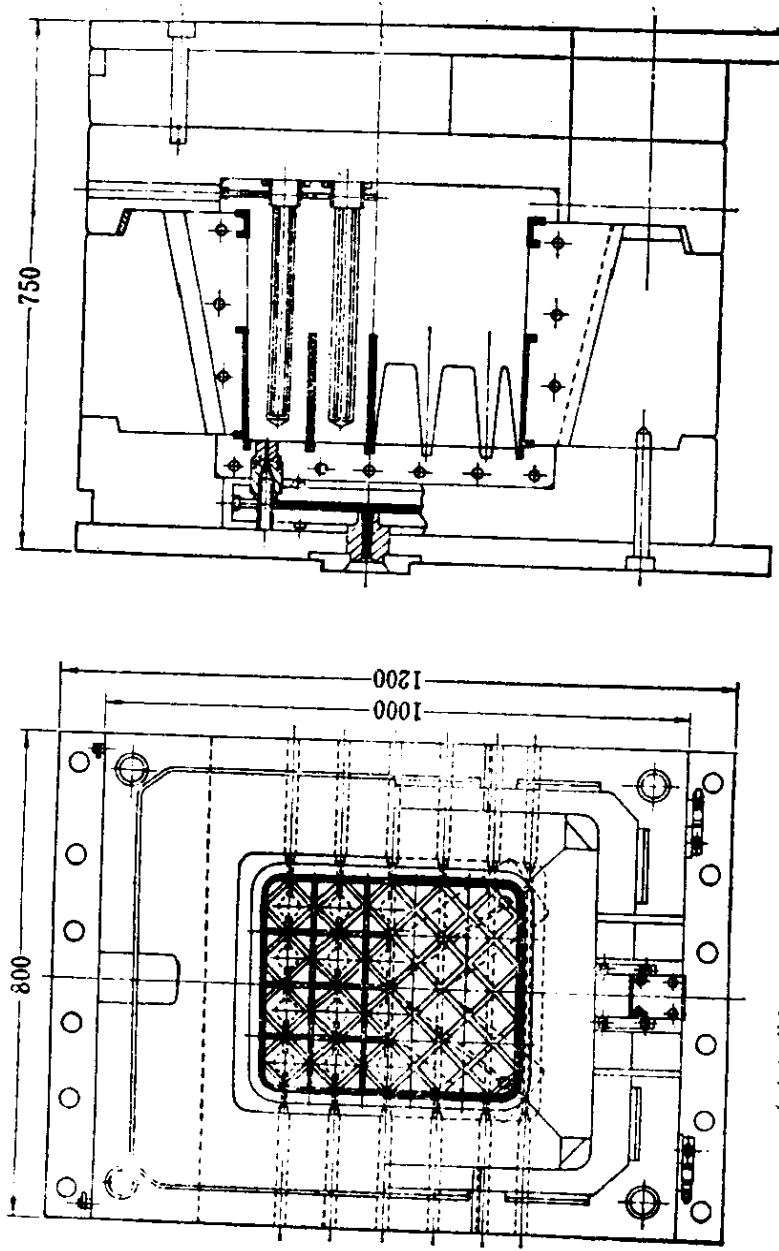


图 5.87 大型制品的热流道模具

- 1—定位销（为了流道板能热膨胀，增大流道板上的孔径）；
- 2—导环（为了防止热流道堵塞而使用的绝热导环）；
- 3—承压垫（为了保证喷嘴密封而使用的绝热承压钢垫）；
- 4—绝热垫；
- 5—设计的喷嘴位置（因流道板加热后膨胀，成型温度下的喷嘴中心与浇口中心一致）
- 6—定位环（为避免传向注塑机载模板的热损失，离开流道板）；
- 7—加热棒（流道板的加热功率为 $1.28 \sim 1.92 \text{W}/\text{cm}^2$ ）；
- 8—热电偶用孔



(B) 断面图

(A) 断面图

图 5.88 瓶用周转箱模具

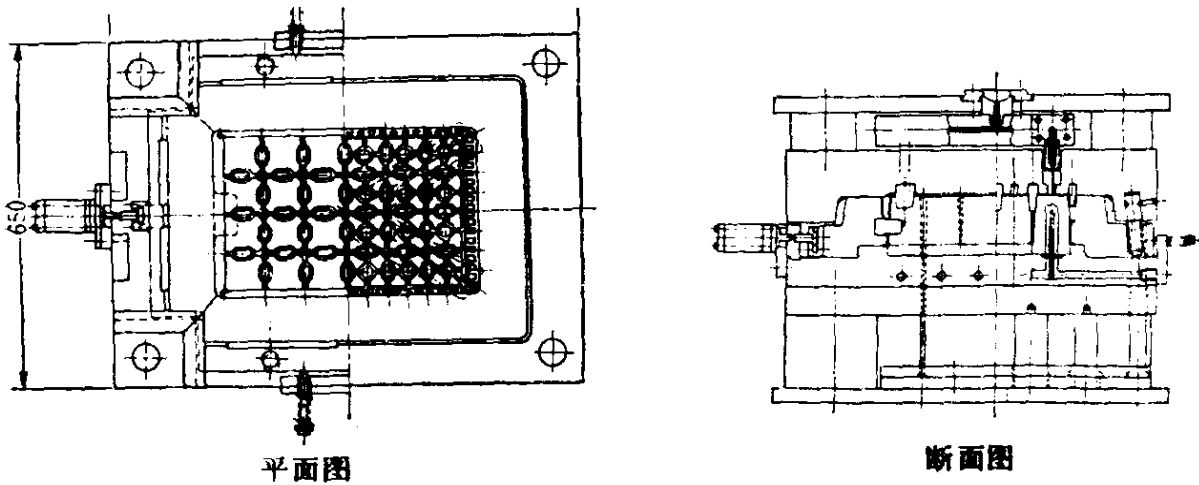
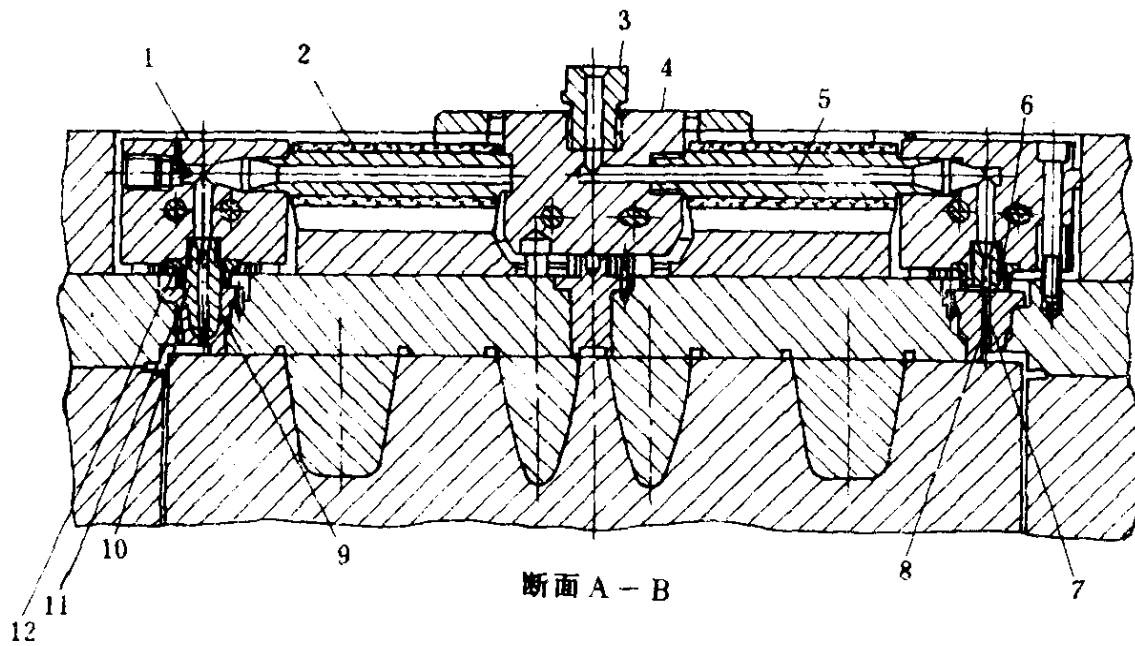


图 5.89 周转箱模具

其下方及侧面分别和模具的型腔板及静模支架接触。由于将下方接触面积从 $3.9\text{ cm}^2$ 减少到 $1.04\text{ cm}^2$ ，将侧面接触面积从 $1.5\text{ cm}^2$ 减少到 $0.7\text{ cm}^2$ ，所以，当型腔板温度为 $20^\circ\text{C}$ ，加热棒输出功率为 $4.2\text{ kW}$ 时，流道板温度从 $158^\circ\text{C}$ 上升到 $214^\circ\text{C}$ ，如热流道温度为 $200^\circ\text{C}$ 时，则加热功率只需 $3.7\text{ kW}$ 。



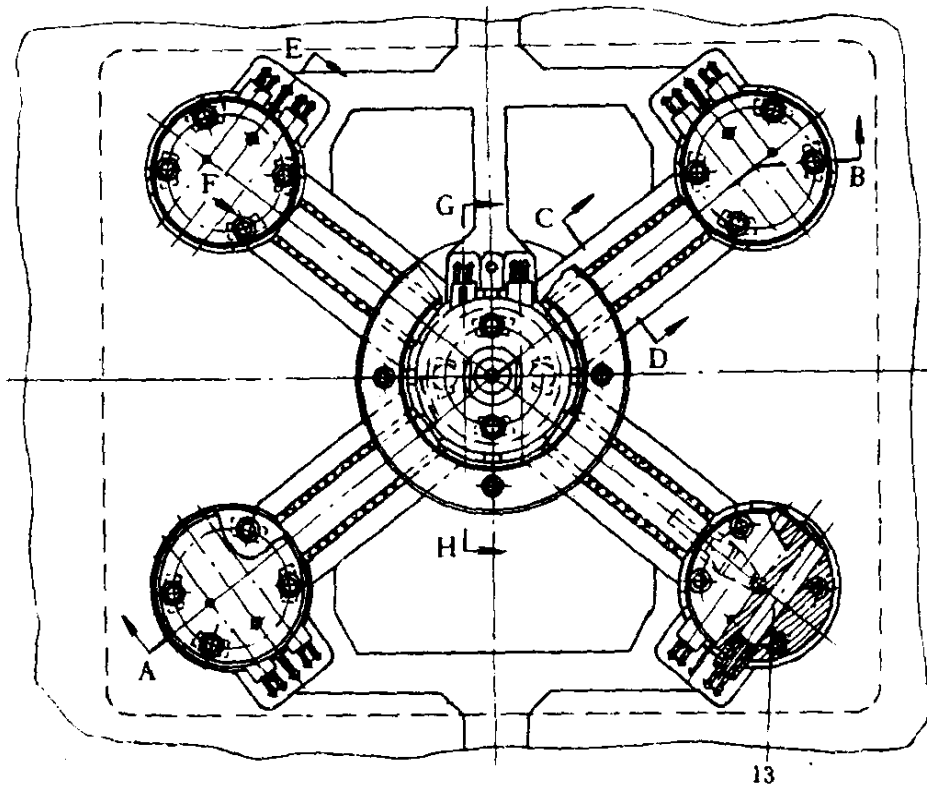


图 5.90 瓶用周转箱模具

1—换向接头；2—两半瓣加热圈（ $140\text{W} \times 2$ ， $230\text{V}$ ，长 $115\text{mm}$ ）；3—  
 浇口套[强度 $1177 \sim 1373\text{MPa}$  ( $120 \sim 140\text{kg}/\text{mm}^2$ )，螺纹 $\text{M}32$ ]；4—热流道管支  
 架；5—流道；6—喷嘴（螺纹 $\text{M}14$ ）；7—锥度 $1:20$ ；8—锥形浇口（4处）；  
 9—点浇口（4处）；10—井室衬套[强度 $1,177 \sim 1,373\text{MPa}$  ( $120 \sim 140\text{kg}/\text{mm}^2$ )，  
 淬火]；11—镀铬喷嘴；12—止漏环[强度 $1,177 \sim 1,373\text{MPa}$  ( $120 \sim 140\text{kg}/\text{mm}^2$ )，  
 淬火]；13—加热棒（ $\phi 12.5 \times 75\text{mm}$ ， $230\text{V}$ ， $300\text{W}$ ）。

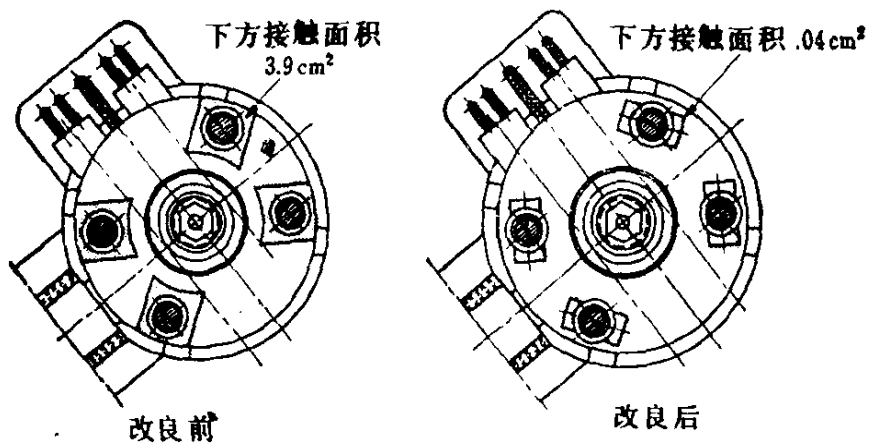


图 5.91 换向接头的下方接触

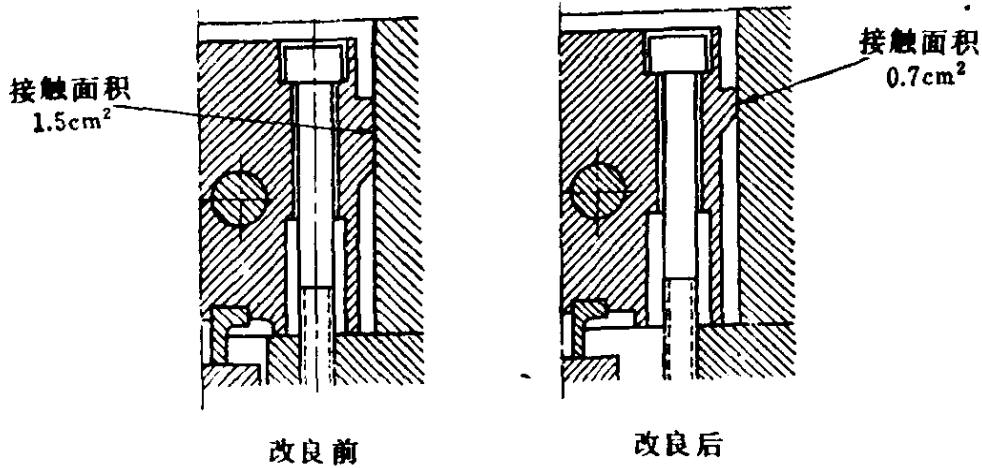


图 5.92 换向接头的侧面接触

图5.93<sup>26)</sup> 为周转箱之类大型制品模具喷嘴部的放大图。a 表示流道板，与图5.40所介绍的方法相同，流道板本体和盖帽分开，中间夹有加热棒 b。c 是注料道，由加热圈 d 从外部加热。f 是制品，g 为密封垫。使用树脂为 PS，制品底为格栅形。

图5.94<sup>26)</sup> 为图5.93的总图。a 为滑动型芯；b 是锁模块，

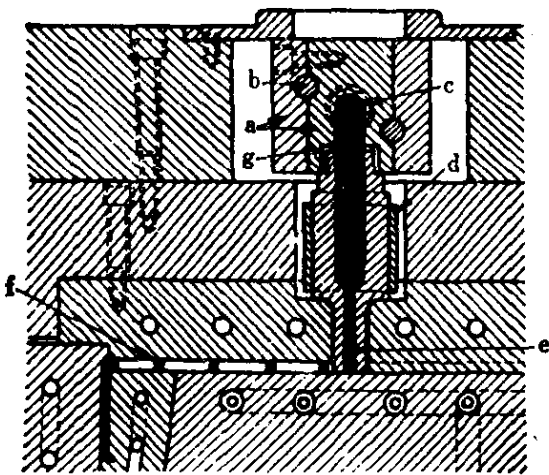


图 5.93 大型制品  
模具用喷嘴

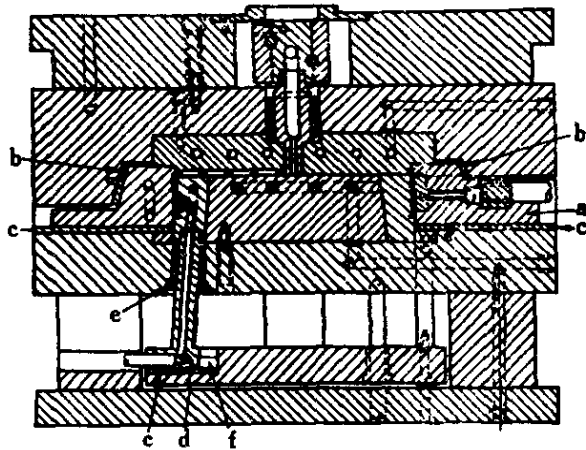


图 5.94 周转箱模具  
(使用图5.93喷嘴)

承受作用于滑动型芯的树脂压力；c 为滑板；d 为顶出杆；e 为顶出杆导向套。

图5.95<sup>10)</sup>为一模一腔结构的热流道模具。当成型形状复杂的较大的制品时，因难以达到一模多腔而不得不一模一腔。这时，用单一热流道模具代替冷流道模具，其值得推荐的优点就是省去了剪除浇口的后加工工序。为此，热流道系统如同挤出机的圆管机头，由十字架支撑的分流梭插入到料道中去。图5.95为其中一例，由注塑机喷嘴进入流道中的树脂通过6个孔（代替十字架支撑）到达浇口部。这样，增大了分流梭和分流梭支架连结的断面积，增大了热传导量。分流梭和井室衬套之间的间隙成圆环状。在决定分流梭的直径时，要根据所要求的圆环间隙的大小决定分流梭的直径。为了增大突入浇口中的分流梭

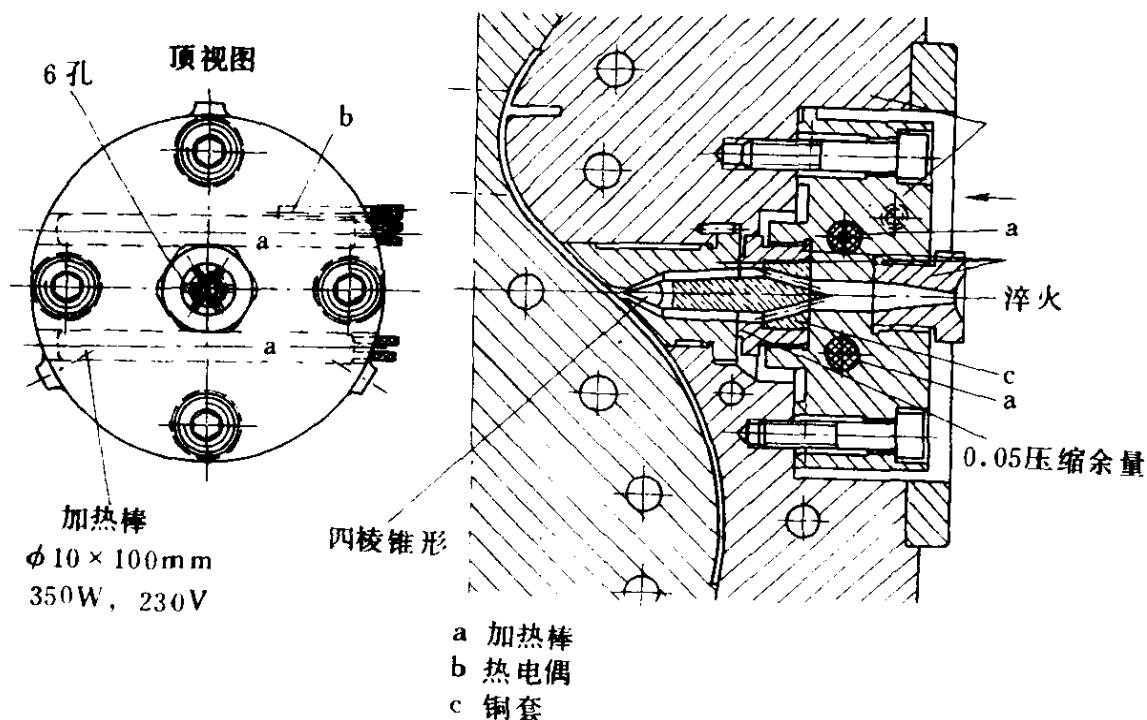


图 5.95 一模一腔模具结构

a 一加热棒，b 一热电偶，c 一铜套

和浇口孔之间的树脂通路，分流梭的前端设计成四角锥形。为了使流道板的热量容易传导到分流梭上而设置了铜套c。为了防止井室衬套和分流梭之间的树脂泄漏，分流梭支架具有0.05 mm的压缩余量。

### 5.8.2 用于小型制品的模具

图5.51是小型制品的模具结构。小型制品在一模多腔时，为了避免增多喷嘴数，有时并用冷流道。

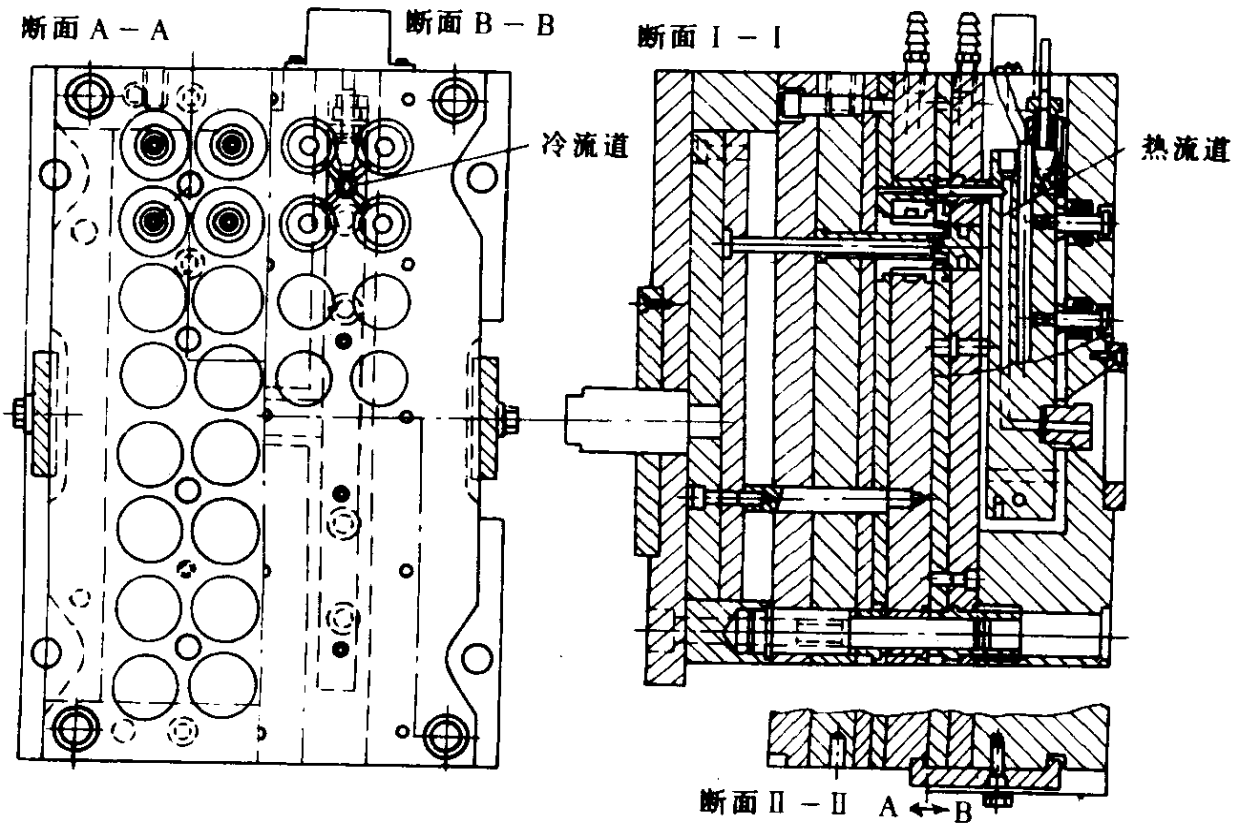


图 5.96 并用冷流道的小型制品热流道模具

图5.96<sup>27)</sup>是并用冷流道的一例。该结构中如要完全消除冷流道，则流道板很难加工。要配备和型腔数量相等的喷嘴，而且因要对全部喷嘴进行温度控制，所以模具的温度控制非常困难。为了避免上述缺点，该结构中并用了冷流道。图为一模三

十二腔盖子类制品的模具，型腔排列成四行。热流道由中央主流道分成两支，再分上下两排通到两边。每支热流道有四个喷嘴，由一个喷嘴出来的树脂，通过锥形注料口，分为四支冷流道到达各个型腔。

## 5.9 热流道与精密成型

精密成型时，注塑机、模具、使用树脂都要适合于精密成型。本节中，在注塑机使用树脂、模具制作精度都适合于精密成型的假设下，只对模具和流道进行叙述。

所谓精密成型，可以说是控制树脂的成型收缩率，将制品的尺寸误差控制在必要的公差范围内的成型。对成型收缩率有影响的各种因素中，除了模具的因素之外，成型条件的因素有如下几项：

- 型腔注射压力；
- 注射时间+保压时间；
- 模具温度（型腔、型芯温度）；
- 树脂温度。

其中，模具的温度控制及一模多腔时各型腔之间的模具温度差，在很大程度上受模具冷却水道设计好坏的影响。尽管是热流道模具，正确设计冷却水道对于精密成型也是很重要的。

### 1. 型腔注射压力

即便是注塑机注射油缸的压力一定，各个型腔的注射压力有时也有差别。

由于各个型腔之间的流道压力损失有差别，浇口的压力损失有差别，使各个型腔的注射压力产生差别。进一步讲是由于流动阻力产生的，是由于树脂温度、流道面积、流道长度、流道表面粗糙度、流道形状、型腔和型芯表面粗糙度和浇口颈长



之差等因素引起的。

## 2. 注射时间+保压时间

由于注射时间+保压时间不同，对型腔内树脂的受压状态不同，制品的密度就有所不同。

注射时间的差别，是由树脂到达浇口的时间差而引起的。保压时间的差别，是由浇口部树脂的固化时间差引起的。这些差别是由流动阻力，浇口断面、浇口深度（左右着浇口中树脂的固化时间），浇口颈长度等差别产生的。

## 3. 熔融树脂温度

仅由于树脂的温度差，制品的收缩率也要产生差别。由于树脂的温度差而产生粘度差，粘度差产生密度差，从而影响到收缩率。所有树脂的温度差对于收缩率有着双重影响。另外因为以同一冷却时间从模具内取出制品，所以即便是模具温度均一，如果型腔之间的树脂温度有差别，制品取出时的温度也有差别，到常温下的后收缩完毕的收缩率产生差别。

型腔内的树脂温度由于在注塑机的注射温度上加上了磨擦热，所以如果型腔之间的流动阻力有差别，由于磨擦热，型腔

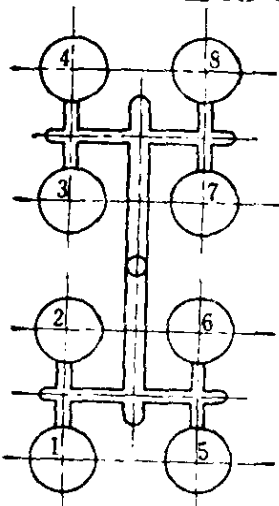


图 5.97 通常一模八腔的配置

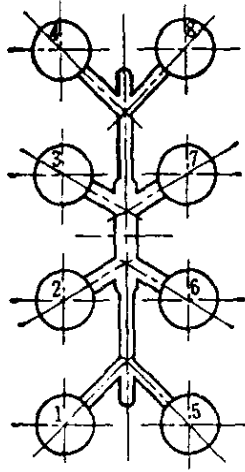


图 5.98 改进后的配置

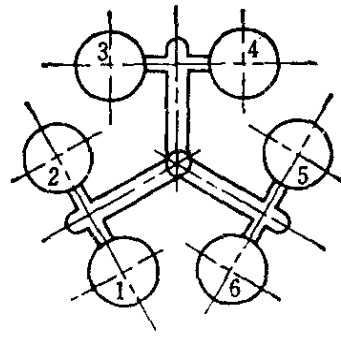


图 5.99 一模六腔的配置

之间的树脂温度产生差别。

一般地高精度制品最多一模四腔。

应用图5.97<sup>38)</sup>的流道配置一模八腔时,尽管流道从中心开始为等距离的,但是如表5.11<sup>38)</sup>所示,制品的尺寸误差与一模六腔相比有相当程度的增大。据报道,在这种情况下流道配置如设计成图5.98<sup>38)</sup>所示,制品的尺寸误差可减少。热流道模具的流道平衡与冷流道模具同样重要。应用热流道在可以采用如图5.99<sup>38)</sup>所示的流道配置时可一模六腔,一般应以四腔为限。

#### 4. 应用热流道精密成型的考虑事项

(1) 为了取得流道平衡,一般地应一模四腔,只有在能采用图5.99所示的型腔配置时,才可以一模六腔。

(2) 必须完全达到流道平衡。

(3) 各个型腔的浇口断面积,特别是浇口深度和长度应完全一样。

(4) 在上述对收缩率起影响的因素的说明中已经明瞭,为控制树脂温度,必须能对热流道内的树脂温度和喷嘴内的树脂温度进行控制。因此树脂温度需要使用能自动、细微地进行调节的控制器。

树脂温度自动控制方式如果不采用温度波动不大的比例+积分+微分(PiD)控制方式,则难以进行精密的控制。

(5) 流道板必须分区间进行控制。喷嘴也必须各自独立地进行控制。但是如利用第九章中讲述的热浇口套一模四腔时,各个型腔浇口的宽、长、深如相同,则可以只对热浇口套进行温度调节。

(6) 模具的温度分布要一样,这对冷流道模具也是同样重要的。

#### 5. 成型精度举例<sup>17)</sup>

表 5.11 一摸六腔和一摸八腔制品的尺寸误差

a) 一摸六腔齿轮外径

	公差	1	2	3	4	5	6	$\bar{X}$	R
模具尺寸									0.005
制品尺寸	0	23.15 }	23.14 }	23.16 }	23.15 }	23.16 }	23.15 }	23.1517 }	0.02
	$\phi 23.2 - 0.08$	23.16	23.16	23.17	23.16	23.17	23.17	23.165	0.01

b) 通常配置的一摸八腔齿轮外径

	公差	1	2	3	4	5	6	7	8	$\bar{X}$	R
模具尺寸											0.004
制品尺寸	$\phi 12.75 \pm 0.03$	12.80 }	12.785 }	12.78 }	12.805 }	12.795 }	12.775 }	12.775 }	12.79 }	12.788 }	0.03
		12.815	12.80	12.79	12.815	12.81	12.785	12.785	12.80	12.800	0.03

表5.12对热流道和冷流道的成型精度进行比较。

表 5.12 热流道和冷流道物理性能比较

成型条件	树脂	PA <sup>①</sup>	注射压力	98.07MPa(1000kg/cm <sup>2</sup> )
	浇口	点浇口 φ1.5	注射速度	4.5m/min
	料筒温度	170℃	注射时间	5s
	模具温度	80℃	冷却时间	20s
结果			热流道	冷流道
	制品尺寸		63.234	63.280
	收缩率, %		2.12	2.14
	制品精度 3δ		0.054	0.062
	3δ / x(%)		0.084	0.102
	拉伸强度, MPa(kg/cm <sup>2</sup> )		59.33(605)	58.94(601)
拉伸冲击强度, J/cm <sup>2</sup> (kg·cm/cm <sup>2</sup> )		9.63(98.3)	9.27(94.6)	

① 商品名: ジュラコンM90-02。

## 第六章 阀式浇口

### 6.1 阀式浇口概述

阀式浇口模具虽然也是热流道模具，但浇口变成了快速动作的阀门。浇口可以比通常热流道模具的点浇口大。如果通常的点浇口热流道模具不能正确地进行温度控制，则浇口会冷却固化。如果树脂中混入异物，则要堵塞点浇口。要除去异物，必须拆卸模具。在阀式浇口中，由于浇口大，小的异物可以通过浇口进入型腔。

阀式浇口的功能是有有效地利用固化时间，在固化时间内，将树脂预先压缩，以缩短注射时间，使能高速注射成型。

在应用阀式浇口模具时，需要将注塑机的操作顺序稍作变动，以将注塑机料筒和流道中的熔融树脂在模具开启时间内预先进行压缩。

不管用什么方式，将在注塑机料筒内的树脂注入到模具内，树脂处于熔融状态的时间都非常短。因此，在注射成型中，最重要的是在树脂离开加热区域或喷嘴之后，要尽可能快地使熔融树脂到达型腔的各个角落。由于热塑性树脂冷却即固化，所以注射时间是本质的因素。用于高速注射成型的大多数注塑机。装有容量很大的油压系统，或者装有在瞬间使树脂注入模具内的储能器。在预压缩成型中，被压缩到最大程度的树脂本体起储能器的作用，注射时间缩短到最小。

## 6.2 阀式浇口动作的说明

图6.1<sup>2)</sup>表示装在注塑机上的假想模具断面图。这时,注塑机注射活塞和加热料筒处于前进位置,模具处于关闭前一刻的开启状态。树脂的小颗粒、注塑机料筒以及模具流道中的熔融树脂被压缩到极限或接近于极限的程度。

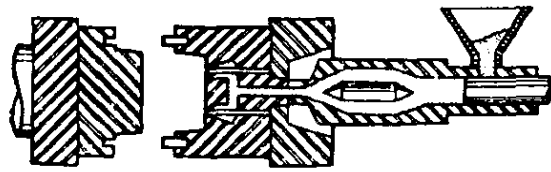


图 6.1 模具闭合前一刻,树脂达到能够注射的规定压力

图6.2<sup>2)</sup>表示下一个阶段。此时模具闭合,针形阀后退,阀门开启。因针形阀几乎在瞬间后退,所以被预先压缩的熔融树脂即使没有注射活塞的前进运动,也会自然而然地流入模具内。但是活塞仍加有压力,随着熔融树脂独自地进入模具,活塞紧随熔融树脂,运动到充满模具。

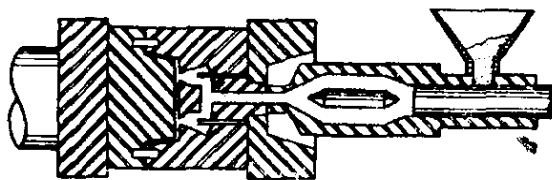


图 6.2 模具闭合,阀门开启,树脂快速注入型腔

针形阀开启时,熔融树脂的膨胀非常迅速。

由膨胀而引起的流量变化受许多因素的影响。Spencer 和 Gilmore由范德华状态方程式导出下式。

$$(P + \tau)(V - W) = R \cdot T$$

式中  $P$ ——压力,  $1 \text{ b/in}^2$ ;  
 $V$ ——比容积,  $\text{cm}^3/\text{g}$ ;  
 $T$ ——绝对温度,  $^\circ\text{K}$ ;  
 $W$ —— $0^\circ\text{K}$ 时的比容积,  $\text{cm}^3/\text{g}$ ;  
 $R$ ——气体常数;  
 $\tau$ ——由聚合物决定的常数,  $1 \text{ b/in}^2$ ;

低密度PE的  $R = 43.00$ ,  $W = 0.875 \text{ cm}^3/\text{g}$ ,  $\tau = 47,600$   
 $1 \text{ b/in}^2$ 。

低密度PE以  $200^\circ\text{C}$ ,  $15000 \text{ b/in}^2$  (即  $103 \text{ MPa}$ ) 下成型。在针形阀闭合时, 假定型腔容量是在料筒和流道中压缩、熔融及部分软化树脂量的  $\frac{1}{3}$ , 设  $15000 \text{ b/in}^2$  (即  $103 \text{ MPa}$ ) 时的容积为  $V_1$ ,  $0 \text{ b/in}^2$  时的容积为  $V_2$ , 则有:

$$(15000 + 47600)(V_1 - 0.875) = 43 \times 473$$

$$V_1 = 1.20265$$

$$(0 + 47600)(V_2 - 0.875) = 43 \times 473$$

$$V_2 = 1.3023$$

$$V_2/V_1 = 1.083$$

根据以上计算, 当压力由  $103 \text{ MPa}$  ( $15000 \text{ b/in}^2$ ) 下降到零时, 容积约增加  $8.3\%$ 。由于在此所假定的压缩容积为型腔容积的  $3$  倍, 因此只要逐渐降低压力, 就可以充填型腔容积的  $24.9\%$  ( $8.3\% \times 3$ )。因此, 它显著地提高了型腔的充填速度。特别是在成型薄壁制品时, 非常有助于在熔融树脂冷却固化之前充满型腔。

图6.3<sup>2)</sup>表示完全充满树脂的型腔。注塑机活塞前进到极点, 针形阀处于关闭前一刻的状态。

图6.4<sup>2)</sup>表示关闭的针形阀。模具还处于闭合状态, 注塑机

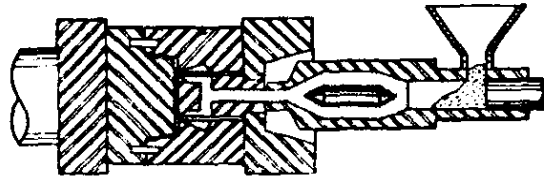


图 6.3 注射完毕，型腔充满

的活塞后退，由活塞上方的料斗流下供下次注射用的树脂。由于在模具开启之前注射活塞后退，由注射而产生的能量被全部释放。阀门一关闭，在固化时间内，注射活塞再次压缩注射系统及模具系统中的新树脂。

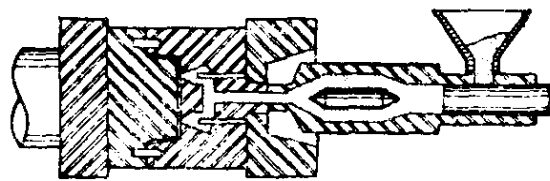


图 6.4 随活塞后退，针形阀关闭

图6.5<sup>2)</sup>表示在制品冷却时间中，注射活塞前进，熔融树脂被压缩，完成下次注射准备的状态。

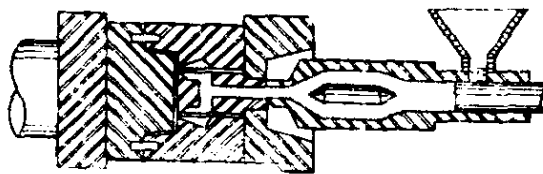


图 6.5 制品冷却中，活塞前进，树脂被再次加压，完成下次注射准备



图6.6<sup>2)</sup>表示模具再次开启,制品和通常注塑机中的情况一样被顶出时的状态。为了下次注射,针形阀在树脂加压的状态下关闭着模具的浇口。

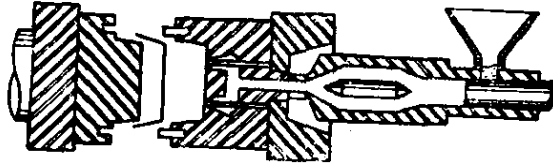


图 6.6 模具开启, 顶出制品

为了开启针形阀,根据针形阀的闭锁方式可采取下述方法。

(1) 由油压缸闭锁时:

(i) 模具闭合后,由时间继电器使油压缸动作,打开针形阀。

(ii) 当注塑机的油压系统的油压达到设定压力时,由作动压力开关使油压缸动作,打开针形阀。

(2) 由弹簧闭锁时 由流道板内的树脂压力使阀门开启。

### 6.3 阀式浇口的优点

(1) 因树脂被预先压缩,当压力降为零时的树脂量比通常成型方法的树脂量多,所以增大了同样大小的注塑机的最大注射容积。

(2) 因树脂被预先压缩,阀门开启时熔融树脂的膨胀极快,因而被高速注入型腔。所以在注入型腔之前,树脂温度下降小,熔接纹达到最小。

(3) 因可以降低树脂温度,所以减少了注塑机料筒中因过度加热而产生的树脂劣化,树脂退色少。

- (4) 改善了制品的物理性能，特别是改善了耐冲击性能。
- (5) 制品的内应力及变形小，减少了制品的挠曲现象。
- (6) 因内应力小，几乎看不出浇口周围的裂纹或浇口周围的弱点。
- (7) 浇口和制品的接合部不产生气泡。
- (8) 因可降低树脂温度，所以树脂塑化所要的热量减少，并缩短了制品的冷却时间，与高速成型相辅，显著地缩短了成型周期。
- (9) 同样的壁厚，可增大树脂流动距离。据报道，低密度PE可达到1:310（壁厚：流动距离——译者注）。
- (10) 因可防止流涎，所以，所有的树脂都可用点浇口成型。
- (11) 可得到浇口平衡。
- (12) 可将浇口的突出痕迹，缩短到实用上无妨碍的程度，所以可省略浇口的修剪后加工。

## 6.4 阀式浇口模具结构

### 1. 针形阀的闭锁方法

闭锁针形阀可以使用油压缸和弹簧两种方式。

(1) 油压缸方式 图6.7<sup>28)</sup>是具有代表性的一模两腔阀式浇口模具断面图。左边的型腔表示针阀闭锁时的状态。阀杆和型腔底平齐。右边型腔的阀针后退，呈完全开启状态，熔融树脂能进入型腔。

每个型腔的模具侧面装有一个小油缸，分别与各型腔构成一个整体。

受定时器控制，注塑机的移动模板前进，模具一闭合液压油就流入油缸内，油压缸快速打开针形阀，被预压缩的熔融树

脂充满型腔（图6.14为另一种结构）。

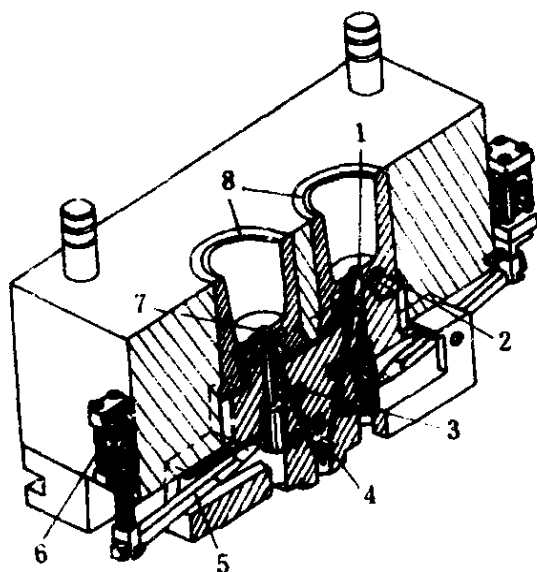


图 6.7 阀式浇口模具详图

1—针形阀开启状态，2—冷却水孔，3—加热棒 4—阀杆，  
5—传动杆，6—作动油缸，7—针形阀闭锁状态，8—型腔。

(2) 弹簧方式 图6.8<sup>21)</sup>是多浇口用、弹簧闭锁的阀式浇口模具结构。

流道板 a 上设有闭锁浇口的滑动针形阀 b。针形阀由弹簧 c 压紧在座上，由阀形针闭锁井室衬套 j 的浇口。

注射开始时，从流道 d 流到浇口的树脂压力一增大，针形阀就克服弹簧的压力而被推向下方，浇口打开，流道中的树脂通过浇口注射到型腔。注射完毕，树脂压力一下降，由于弹簧的压力，针形阀再次闭锁浇口。

针形阀闭锁力可由调整帽 h 增减。

针形阀闭锁弹簧处于流道板的高温下，因此在选择弹簧材料时应注意：标准的钢制弹簧在300~350℃的拉伸极限比20℃

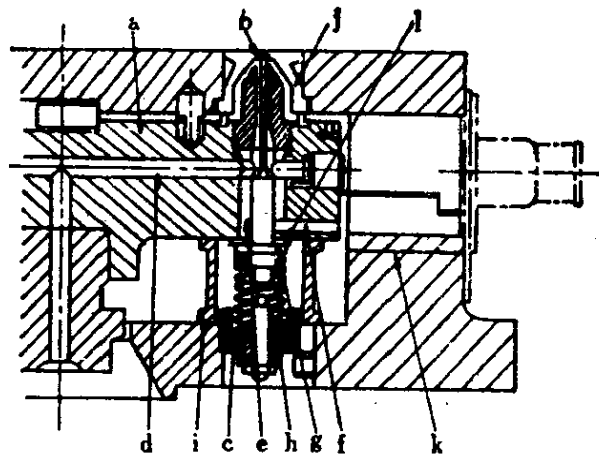


图 6.8 多浇口用阀式浇口

a—流道板, b—针形阀, c—弹簧, d—流道, e—集合沟,  
f—流出口, g—弹簧座, h—调整帽, j—井室衬套, i—承压  
套, k—滴下孔, m—调整垫

时的值显著下降, 最好使用耐热钢制弹簧。

一般的弹簧方式中, 如图 6.8 所示, 螺旋弹簧由于必要的弹簧长度的关系, 模具厚度增大, 经常超过注塑机允许的最大模具厚度。

下边图 6.13 是弹簧方式的另一种结构。该结构中使用了图 6.9 所示的棒状弹簧。弹簧弯曲成 Z 型, 一端压在滑动针形阀轴上, 一端固定在台座上, 增减台座的高度可调节弹簧的压力。

使用棒状弹簧时, 弹簧所用的空间极小。与通常的热流道模具相比, 模具厚度只不过稍有增加。

除此之外, 如后述的 DME 热喷嘴, 也有使用弹簧垫盘的方法 (参照 9.5 节)。

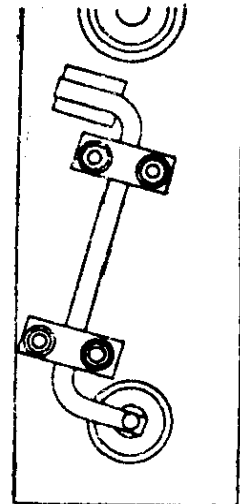


图 6.9 棒状弹簧

## 2. 油压缸方式和弹簧方式的比较

### (1) 油压缸方式的优缺点

(i) 可自由地设定浇口开闭时间。在注射开始前也能开启浇口，在注射开始，流道中的压力上升到某一值之后也能开启浇口。

(ii) 在流道中的树脂压力达到注射压力之前，能一直关闭针形阀。

如前所述，预压缩注射成型的效果随树脂被压缩程度的增大而增大。以PE为例，在98.07 MPa (1000 kg/cm<sup>2</sup>)压力时，比压力为零时的容量增大8.2%，而压力为9.81 MPa(100 kg/cm<sup>2</sup>)时只增加1%。因此，预压缩注射成型可使用油缸方式。

和以上优点相反，有如下缺点。

(i) 和弹簧方式相比，模具价格高，结构复杂。

(ii) 根据浇口形状，浇口周围产生皱折，

当浇口颈部的树脂被针形阀挤压时，如果无溢流处，则无处可流的树脂被挤压向制品方向。如图6.10<sup>29)</sup>所示，没有被针挤断的树脂成为突起状，常在浇口周围产生皱折。因此，在设定针形阀闭锁时机时，必须充分留意。

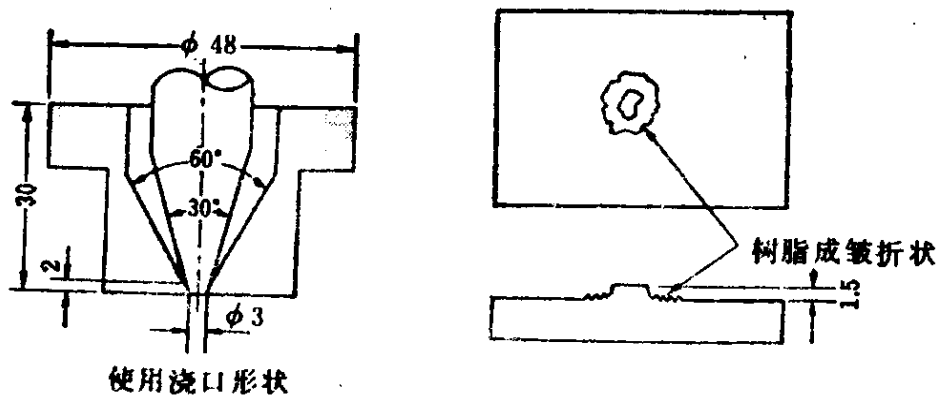


图 6.10 油缸方式的浇口痕迹

## (2) 弹簧方式的优点及缺点

(i) 比油压缸方式价廉 如果不是用于预压缩成型, 这种方式的模具易于制作。

(ii) 浇口周围不产生皱折。

(iii) 因为由树脂压力开闭针形阀, 不须要特别设定针形阀开闭时间。

(iv) 结构简单, 维修容易。

与以上优点相反, 有如下缺点。

(i) 针形阀开闭压力不能太高。由于受模具的空间限制, 而不能使用强力弹簧。

(ii) 针阀关闭时, 即为浇口开始固化的时间。

如果浇口开始固化, 则浇口颈中的树脂由于难以被针形阀挤断, 如不能流入浇口套内, 则制品上残留有凸起的浇口痕迹。

### 3. 阀式浇口设计上的注意事项

为了顺利地使用阀式浇口, 有以下几个事项应予以注意。

(1) 防止树脂从针形阀杆泄漏 由于针形阀在导向套内滑动, 所以针形阀杆和导向套之间要有适当的间隙。但是这一间隙如过大, 则从针形阀杆产生树脂泄漏。所以, 一般地针形阀杆和导向套之间的间隙不能大于 $0.01\text{mm}$ 。但是, 由于流道板被加热到 $200\sim 300\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 因此在常温下要对配合间隙加以修正, 以使在高温时, 针形阀杆和导向套不互相咬合。

导向套和针形阀都要用淬火钢经研磨加工制作。如果长期使用, 由于磨耗, 间隙增大, 为了保持适当的间隙大小, 必须更换导向套。因此, 导向套应设计成能容易更换的结构。

根据试验结果<sup>29)</sup>, 如图 6.11(a) 所示, 当针形阀关闭时, 树脂虽然不能进入针形阀的滑动部位, 但是如 (b) 所示, 在针形阀开启时, 树脂进入滑动面。在下次注射时, 针形阀虽向关

闭浇口的方向运动，但进入针形阀滑动面的树脂，每次一点点地残留在滑动间隙内。随着针形阀的每次关闭开启动作，先进入滑动面的树脂被后来的树脂推压，渐渐向内进入。由此可知，针形阀即使是设计成防漏结构，只要针形阀在轴向上滑动，针形阀和导向套之间就不可避免地要进入树脂，虽然，这过程进行得很慢。

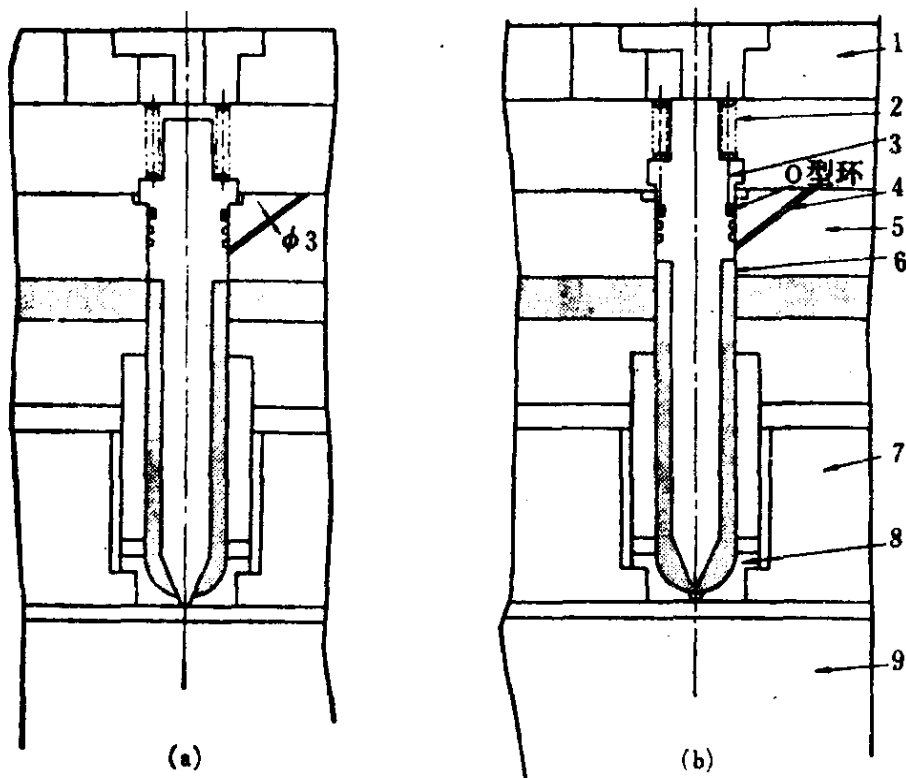


图 6.11 针阀防漏结构

1—静模底板；2—弹簧；3—针阀；4—树脂排出孔；5—流道板；6—进入滑动部位的树脂；7—静模；8—浇口套；9—动模

这部分树脂产生老化，给制品以不好的影响，同时有可能妨碍针形阀运动，因此必须采取防止措施。

为了将进入针形阀滑动面的树脂清除出模具之外，在流道

板上设有树脂排出孔。但是，从排出孔流出的树脂有时引起流道板加热器断线，因此在处理时要十分细心。

图6.8中沿针形阀流动的树脂转到流道板的背面。为了避免妨碍针形阀的运动，在导向套(i)上设有树脂集合槽(e)，进入针形阀和套向套间隙中的树脂沿着该槽通过流出口(f)被导出模具之外。进入针形阀和导向套间隙中的树脂，由于在集合槽内固结，有可能堵塞流出口，所以集合槽应大一些。另外，集合槽的边缘绝对不能倒角。如果倒角，则附着在针形阀上的树脂难以清除。

在后面的图6.13中，针形阀(c)上也开设两条槽。进入针形阀滑动面的树脂，通过在导向套内侧面上开设的大槽，以及由此向外的导出管(h)被导出模具之外。

(2) 针形阀杆的长度 图6.8中当针形阀关闭时，针形阀的尖端应伸入到浇口套的浇口中。作用于针形阀杆的弹簧力由调整垫(m)承受。注射时，在树脂不产生泄漏的范围内，针形阀前端突出浇口孔的密封面。

当流道板被加热时，热流道喷嘴和浇口之间产生中心错位。因此，针形阀杆的导套未必严密对准浇口孔。由于上述的理由，如果流道板和型腔之间即便是稍微产生中心错位，则针形阀杆就难以运动。但是当针形阀开启、针形阀尖端稍作后退时，施加于针形阀尖端的侧面力即使有一点，也是非常小的，针形阀杆的滑动运动没有什么困难。

(3) 针形阀的闭锁力 各个型腔必须同样地动作。但是在多浇口时，为了使熔接纹达到所希望的程度，也有边观察熔接纹边调节各个浇口针形阀开闭时机的作法。

当用油缸闭锁针形阀时，由时间继电器或调节压力作动开关的压力来调节针形阀作动时机。当用弹簧闭锁针形阀时，由



用调节弹簧的长度来增减弹簧的力来调节针阀的动作。

增大针形阀的闭锁力,打开针形阀所要的力也增大。由树脂压力产生打开针形阀力的弹簧方式不言而喻,即使在油压缸方式中,也意味着树脂压力增高。

树脂压力越高,针形阀杆和导向套之间的间隙内越易压入树脂,针阀的运动就越难。

在油压缸方式中,针形阀的闭锁力因针形阀的使用目的而异。在极端的情况下,有时可以与注射压力相等。在弹簧方式中,针形阀的闭锁力一般以  $2.94 \sim 7.85 \text{ MPa}$  ( $30 \sim 80 \text{ kg/cm}^2$ ) 的树脂压力可以打开针形阀这一前提进行计算。

图6.12表示在使用油压缸方式的针形阀的预压缩注射成型中,压缩压力和压力下降到零时树脂容积增加率的关系。树脂为PE和PS。曲线是设树脂温度  $200^\circ\text{C}$ ,由6.2节中的公式求

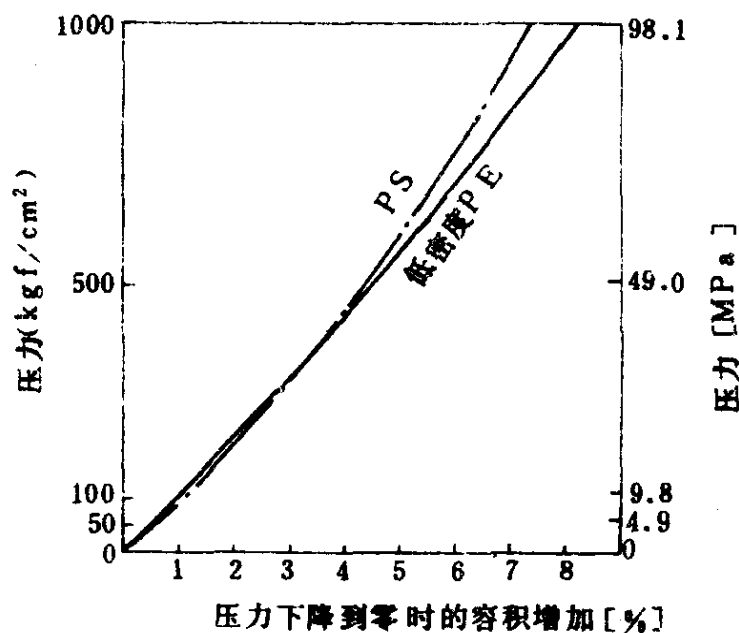


图 6.12 压力和容积增加百分比的关系

出的。因树脂压力越高，预压缩注射成型的效率就越高，树脂温度越高，容积增加的百分率就越大，所以针形阀的闭锁压力越高，预压缩注射成型的效率就越大。

## 6.5 阀式浇口模具举例

图6.13<sup>10)</sup>表示应用棒状弹簧的阀式浇口模具结构。针形阀(c)通过棒状弹簧(g)的作用，在导套内滑动。泄漏的树脂经过导套内的槽从流出管(h)流出模外。(a)是承压环，承受作用于喷嘴的树脂压力。承压环具有0.02~0.05 mm的压缩余量。(b)为树脂止漏环，(d)为铜制喷嘴。模具价格比通常的热流道模具稍贵。

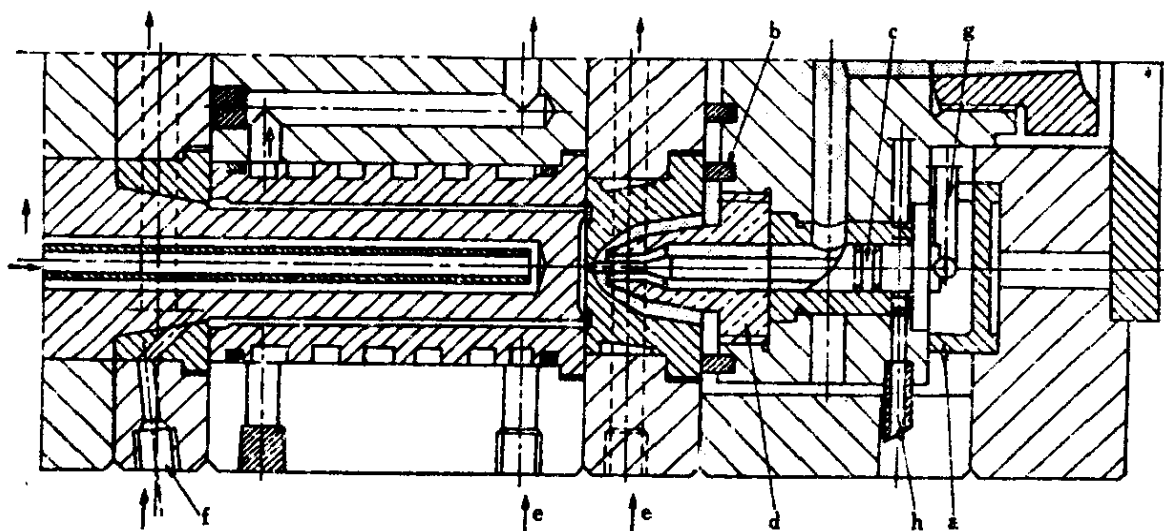


图 6.13 棒状弹簧阀式浇口模具

图6.14<sup>10)</sup>为应用油压缸的阀式浇口模具结构。图中所示的喷嘴结构适用于瓶用周转箱等比较大的制品。阀形针用加热棒(a)进行内加热，可以增长流道板和浇口间的距离。阀形针上的杆嵌入传动杆(b)上的长斜孔内。由用法兰连接于模具外侧上

的油缸驱动，传动杆 (b) 作左右运动以开闭针形阀。因此，减少了阀形针运动所必要的高度。由于是机械动作保证针形阀的开闭，所以较为可靠，这是一个优点。但也有下述缺点：

第一，阀针中的温度控制很困难，因热电偶只能设置于浇口套中，检出温度为表观温度，不正确。因此，在进入批量生产之前，最好了解树脂的实际温度和温控装置所指示温度之间的差。这对于防止树脂的过热劣化是非常必要的。

第二，因阀针直径较小，只能使用最细的加热棒 ( $\phi 6.5\text{mm}$ )，故难以操作。为了防止负荷高峰引起的早期断线，就要用调压器或电子式调压器将温度保持在一个狭窄的波动范围内。

从喷嘴形式来看，图 6.13 是完全绝热-无加热式喷嘴，图 6.14 是直接-内加热式喷嘴。两种形式都是用于不怎么受温度影响的树脂，不能用于成型温度范围狭窄的树脂。

图 6.15<sup>10)</sup> 是用于成型温度范围狭窄树脂的阀式浇口结构。为了将阀式浇口用于成型温度范围狭窄的树脂，阀针部位要尽可能地控制在同一温度。为此，可以用能在窄温差范围内调节温度的加热圈，以代替加热棒。

图 6.16<sup>30)</sup> 也是一种油压缸式阀式浇口。在该结构中，使用了带有井室的喷嘴，用加热圈加热喷嘴。如设计成图 6.14 所示的内加热结构，除了图 6.14 所述的缺点之外，因阀针直径增大，不得不增加针形阀的闭锁力。如设计成外加热型，可减小针形阀直径。

阀式浇口不仅可用于一模多腔及大型多浇口制品，也可用于一模一腔模具。

图 6.17<sup>21)</sup> 是一模一腔的模具结构。该结构中，注塑机的喷嘴和浇口不成一直线，这时，型腔中心和机械中心不一致，但是，因针形阀杆上直接装设有弹簧，针形阀结构比图 6.19 的结

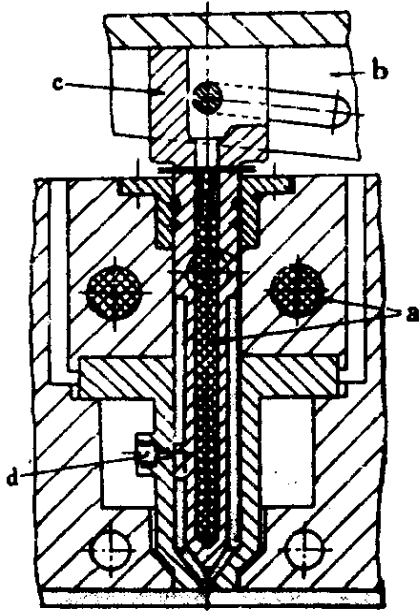


图 6.14 油压缸阀式浇口  
(内加热型)

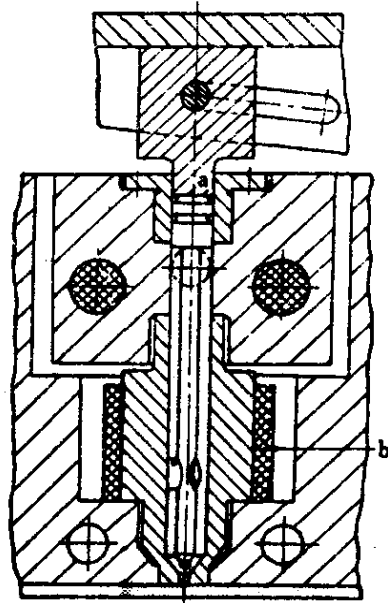


图 6.15 油压缸阀式浇口  
(外加热型)

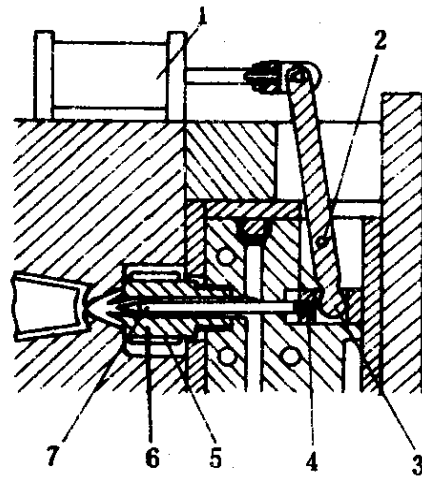


图 6.16 油压缸阀式浇口

1—油缸；2—支杆；3—传动杆；4—活塞；  
5—加热圈；6—喷嘴；7—针形阀

构简单。

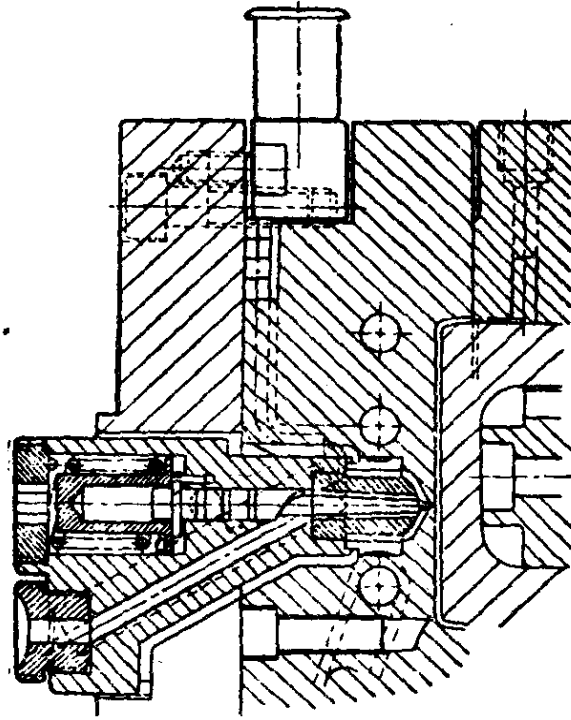


图 6.17 浇口套和针形阀不成直线的结构

图 6.18<sup>21)</sup> 也是一模一腔结构。该结构中的注塑机中心（即浇口套中心）和浇口成一直线。由下图的 6.19 可知，针形阀结构复杂。弹簧位于远离浇口套处，通过传动杆推压针形阀。

图 6.19<sup>21)</sup> 是另一种形式的一模一腔针形阀浇口的模具结构。阀式浇口设在侧壁上。因浇口痕迹扁平，所以即使位于侧壁也可以顺利地顶出制品。隧道式浇口虽然也有同样功能，但隧道式浇口有必须位于分型面近处的限制。热流道件呈管状，用加热圈从外部加热。

针形阀已经标准化。有预切断浇口系统、DME 热浇口套、Mold Masters 系统等。在 9.5 节中讲述 DME 系统，在 9.6 节

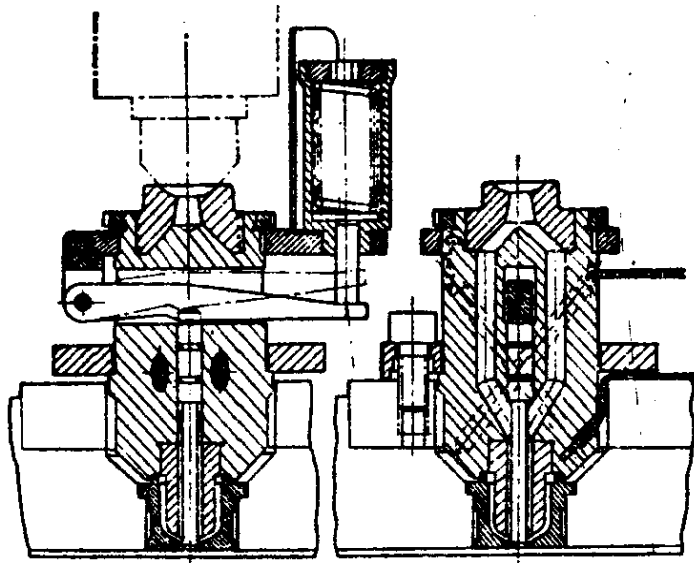


图 6.18. 浇口套和阀形针成直线的结构

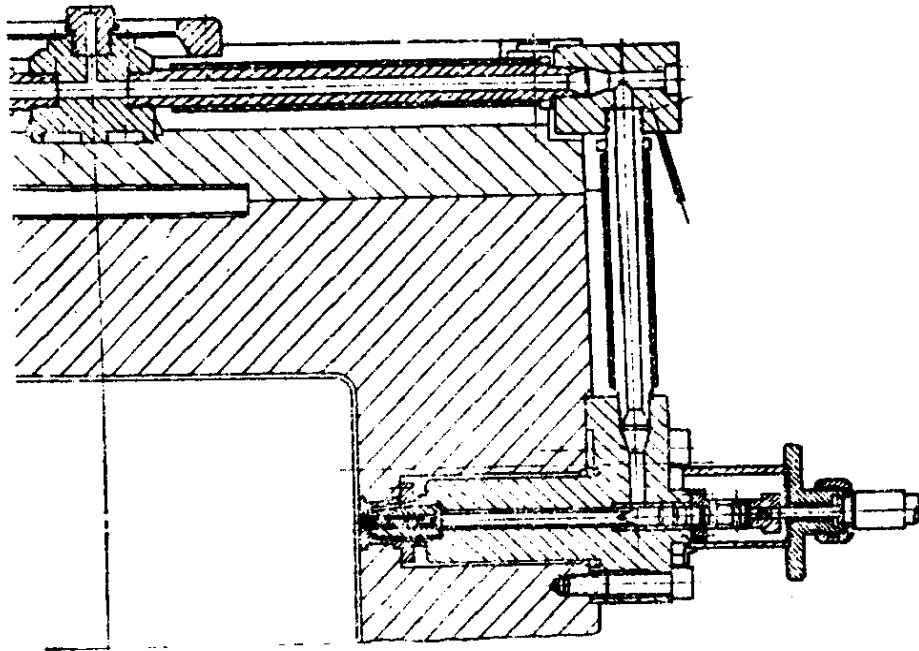


图 6.19 设于侧壁的阀式浇口

中讲述 Mold Masters 系统, 在9.7节中讲述预切断浇口系统。

## 6.6 阀式浇口成型举例

1. 以350g (12盎司) 注塑机成型的高密度 PE 洗衣盆 (图 6.20)<sup>2)</sup>

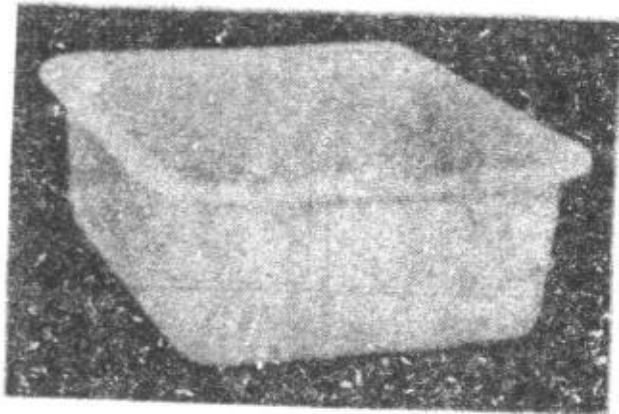


图 6.20 用阀式浇口成型的高密度 PE 洗衣盆

该制品的模具应用了两个阀式浇口。最初使用的模具是通常的直接浇口, 成型周期60秒。使用两个阀式浇口之后, 成型周期缩短到45秒。因使用了阀式浇口, 制品的扭曲达到最小, 收缩大为减少。制品重量从415 g 减少到 400 g, 质量均一, 并完全取消了二次后加工。可降低注射压力, 也可以降低树脂温度。

2. PE 洗衣篮 (图6.21)<sup>2)</sup>

该制品最初也是使用直接浇口, 以2300 g (80盎司) 注塑机成型。成型如图6.21的制品的模具是重新设计制作的。模具使用了三个阀式浇口。缩短了成型周期, 制品重量由 850 g 减少到794 g。

3. PE 纸篓

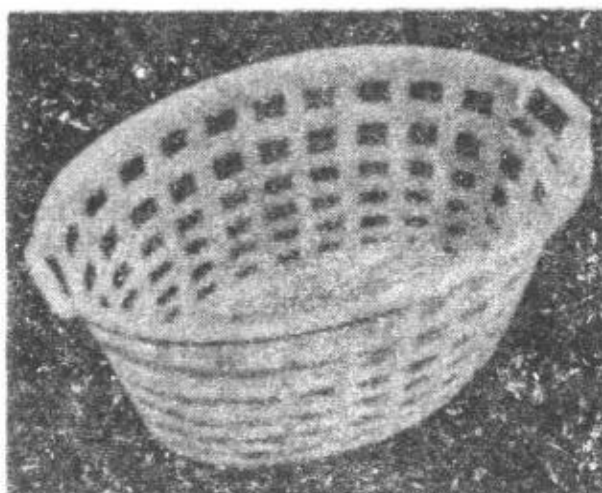


图 6.21 以三个阀式浇口  
成型的 PE 洗衣篮

以1368g (48盎司)注塑机成型。最初的模具为直接浇口,后来改造成四个阀式浇口结构,成型速度增加了45%,树脂温度可由315℃下降到232℃。因无树脂分解引起的脏污,可成功地用白色树脂成型。收缩大为减少,因废料引起的损失达到最小。

#### 4. 其他

因能用比以前更小的注塑机成型,有增加50%产量的例子。



## 第七章 高速注射成型

高速注射成型不仅是为了提高成型效率，对于成型杯子、周转箱之类的薄壁制品来说，更是不可缺少的。高速成型是在美国发展起来的。

从成型的成本来看，高速成型有如下优点：减少了每个制品的成型费用。在人工费用急速上升的时代，这一影响是很大的。因增大了单位时间内的产量，减少了生产同样数量产品所需的时间，并减少了生产批数。假设以同样时间生产同样数量产品的话，则高速成型时可以使用模腔数少的模具。这样，不仅降低了模具价格，而且减少了制品质量的波动。

### 7.1 高速注射成型的优点

高速注射成型具有如下优点。

(1) 如模具冷却极快，注射进模具内的树脂随着冷却，粘度急剧增加，因此要使用高注射压力。因高速注射成型提高了注射速度，可以降低注射压力，而不须提高树脂温度。用于薄壁制品或树脂流动距离长的制品很有效。

(2) 制品各部的密度更为均一。

(3) 可以减少远离浇口部位产生的缩孔现象。

(4) 可以减少由于过分充填和分子取向而引起的残留变形。

(5) 提高了制品的表面光泽性，对耐冲击 PS 树脂效果特别显著。

(6) 由于可以降低树脂的成型温度, 减少了因过热而引起的树脂分解现象, 而且冷却快, 缩短了成型周期。

## 7.2 高速注塑机

高速注射成型须用高速注塑机。对高速注塑机有如下要求。

- (1) 高速成型周期。
- (2) 高速合模及顶出系统。
- (3) 柱塞速度快。
- (4) 如有可能, 须带有预压缩的高速注射系统。
- (5) 高注射压力。
- (6) 正确的注射计量控制系统。
- (7) 增大塑化能力。
- (8) 最大的模板开距及行程。
- (9) 坚固的结构。
- (10) 具有不需操作人员, 自动顶出制品的高速全自动运转的可能性 (取出制品通常使用机械手)。

由于在准备下次注射期间, 模具不应空闲, 因此增大塑化能力是非常重要的。在使用阀式浇口, 进行预压缩成型时, 如果塑化能力小, 就不能缩短成型周期。在用一模四腔模具, 3秒周期生产单重15g的杯子时, 则需要塑化能力72kg/h的注塑机。

## 7.3 制品造型

树脂流动性好的制品造型也是非常重要的, 这样的制品应满足下述要求。

- (1) 所用树脂应易流动、热变形温度高。
- (2) 整个制品断面均一、壁薄。

(3) 没有复杂的侧孔、制品易以模具内顶出。

(4) 能采用热流道成形，不必等到流道系统冷却固化后再顶出。

(5) 应有适当的脱模斜度及表面光洁度，以易于高速顶出。

因能以高速成型的代表性制品为薄壁容器，所以下面介绍一下薄壁容器的造型设计的注意事项。

与高速成型有关的主要因素是制品的壁厚，底的形状和边缘形状。

(1) 壁厚 由于浇口几乎全部位于容器底部的中心，因此壁厚和从浇口开始的流动距离之比可以很容易地适用于薄壁制品。表7.1<sup>3)</sup>表示一般可用于高速成型的树脂所能采用的最大值。

表 7.1 各种树脂可取的流动距离  
和壁厚的最大比值

树 脂	一 模 一 腔 的 流 动 距 离 / 壁 厚
GPPS	175:1
HIPS	225:1
HDPE	225:1
LDPE	240:1
PP	260:1

GPPS——通用级聚苯乙烯；HIPS——高冲击聚苯乙烯；HDPE——高密度聚乙烯；LDPE——低密度聚乙烯。

限制这些比值的因素是制品的高度。

对于一模一腔的模具来说，如果制品的高度超过100mm，一模多腔模具制品高度超过63.5mm，就更加要考虑这些比值。在这些范围内，在决定所用容器的平均壁厚时，可使用表7.1。

在成型壁厚为0.9mm或0.9mm以上的薄壁容器时，底的厚度比须比侧壁的厚度薄。因温度高的树脂(即粘度低的树脂)进入最薄处，温度低的树脂(即粘度高的树脂)进入厚处，即

容器的口部。这一原理是：最冷的树脂进入最大的断面。这样，在成型 GPPS 时，制品产生裂纹的倾向就很少（GPPS 树脂的情况：如温度低的树脂进入薄壁处，则有产生裂纹的倾向）。壁厚 0.9mm 以下的容器，应设计成底部比侧面稍厚。由于稍为减薄侧壁壁厚，所有的侧面都受到同样的限制，可以使树脂均一地经过型腔侧壁到达口部。

因 HIPS 伸长率大，可减少龟裂，几乎所有的薄壁容器都可用 HIPS 成型。

(2) 底部形状 对于底部形状所要求的主要条件是必须有助于树脂的流动，以及不须支撑即能站立。

图 7.1 表示为具有代表性的底部形状。在底部形状的造型设计时，必须考虑下述事项：第一，底部中央的厚度约比周围的厚度增加 30%；第二，在直径约 6.5mm，高度为 0.5mm 的圆顶处设置浇口；第三，底的中央为凸形。

由于从边缘向中央底部渐渐增厚，充填均匀，外周的流动确实均一。浇口点上的圆顶形突出部，虽然有助于树脂的充填，但本来的目的是为了修剪浇口设置的。因该部的壁厚大，所以比其他部位热得多，注射活塞后退后，浇口凸出部通过圆顶部位的收缩，被收向圆顶内。如保压时间过长，树脂固化，则浇口凸出部会原样不动，因此必须正确地设定成型周期。

(3) 口缘形状 一般，口缘形状左右着正确充填口缘所必要的侧壁形式。口缘部位壁厚变化很小的制品[图 7.2(b)]，虽然能以尽可能薄的壁厚成型，但是带有球状口缘的容器制品[图 7.2(a)]为了消除缩孔，需传递所必要的保压压力，故应将壁厚限定在一定的最小限度。

壁厚在 0.6mm 或 0.6mm 以下的球状口缘容器，侧壁的锥度必须从底的最薄处延伸到口缘的最厚处。但是上缘的断面形

状要几乎不变。因此不需保压压力的制品最好底部厚度大，口缘厚度小。这种方式的充填对于平衡因型芯和型腔偏心引起的压力变化起显著作用。

口缘的形状还左右着薄壁制品的刚性和柔软性。例如图7.2(b)的容器就比图7.2(a)的容器柔软得多。关于刚性的口缘造型设计也影响到顶出，即球状口缘的容器不须要特别的顶出方式。

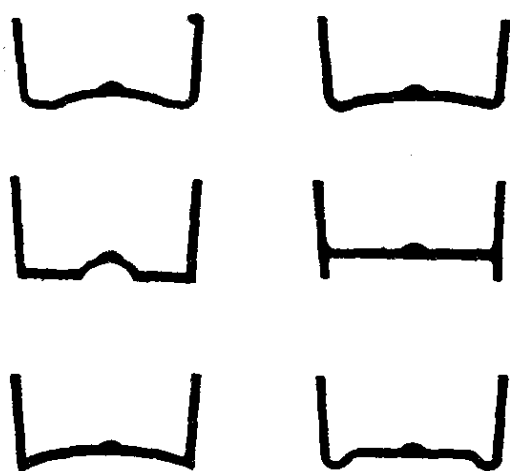


图 7.1 底的形状

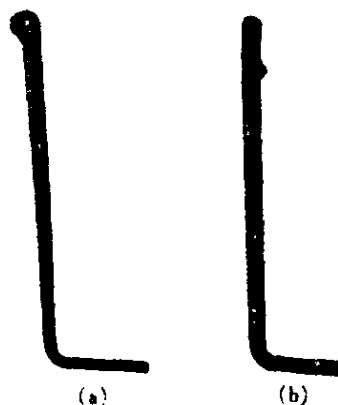


图 7.2 口缘形状

#### 7.4 用于高速注射成型的模具

对于高速注射成型来说，高速成型模具是必不可缺的。高速成型用模具必须满足下述要求。

- (1) 所用树脂必须能容易地以高速流动。
- (2) 要正确设置模具的排气孔，以排除型腔中气体。
- (3) 要有良好的模具表面。
- (4) 模具结构要富有刚性。
- (5) 要使用经过良好热处理的钢材，部件要尽可能淬火研

磨。

(6) 模具必须有良好的精度。

(7) 型芯、型腔要完全同心。

(8) 必须能快速且确实地顶出制品。

(9) 型腔、型芯都必须进行正确的冷却，且在高速连续生产中，模具温度必须能保持均一。

#### 7.4.1 模具的排气

注射成型中，模具的排气是最重要的，但也是最易被忽视的一个问题。在高速注射成型中，模具的排气就更为重要。如果模具能正确地设置排气孔，则树脂易注入型腔，既可以很大程度地降低树脂温度及注射压力，又可以提高充填速度。因而，在流道板加热上所遇到的问题也减少，生产得以提高。

通常的注射模具，在一般的情况下设有如图 7.3、图 7.4<sup>3)</sup> 所示的排气槽。排气槽深度一般为  $0.025 \sim 0.04 \text{ mm}$ ，排气槽长度为  $0.8 \sim 1.3 \text{ mm}$ 。图 7.3 中槽宽为  $3.2 \sim 4.8 \text{ mm}$ ，槽间隔为  $25 \sim 50 \text{ mm}$ 。图 7.4 中排气槽宽度为  $9.5 \text{ mm}$ ，间隔为将圆周分为六等分的距离。为了减少排气槽口的空气磨擦阻力，将排气槽的外端加深。在一般情况下，这样设计的排气槽就足以满足模具的排气，但有的时候，在排气槽之间产生空气阻滞现象，或象尼龙那样的低熔融粘度的树脂易产生飞边等问题。

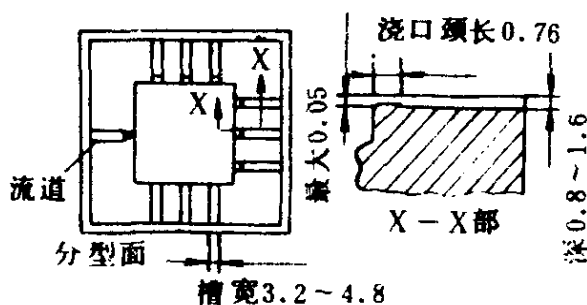


图 7.3 排气槽

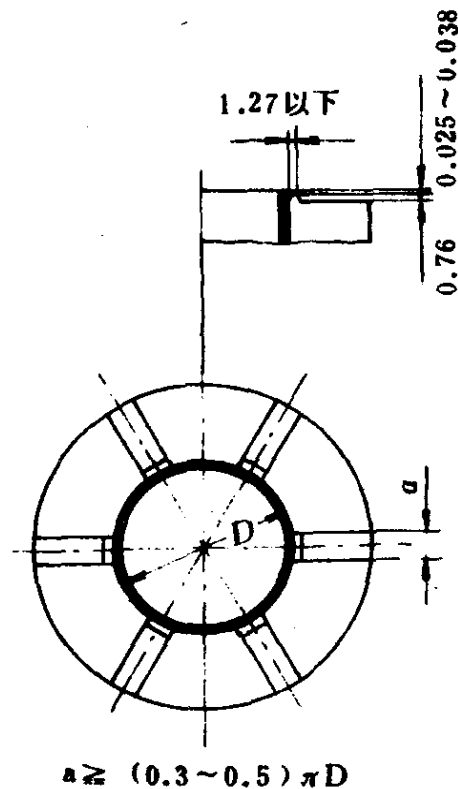


图 7.4 排气槽

图 7.5 是用真空泵强制抽取型腔中空气的方法。模具一闭合，微动开关作动，电磁阀开启，真空泵抽取型腔中的空气。顶出杆和模具的分型面用O型环密封，真空排气槽接通阀门。

图7.6<sup>31)</sup>为一模一腔连续排气槽方式的模具结构。从型腔引出的排气槽口长1.5~2.5mm，槽口端开设有直径3mm的半圆槽通向模具外。在模具闭合时，排气槽口深度为0.0025~0.025mm。因此，不仅有效地缩短了排气槽口的长度，而且由于增加了断面积，减少了空气的流动阻力。在设计排气槽口深度时，要因树脂品种而异。如使用高粘度的树脂，排气口深度可以设计到0.025mm也不会产生飞边。如果使用象尼龙之类的

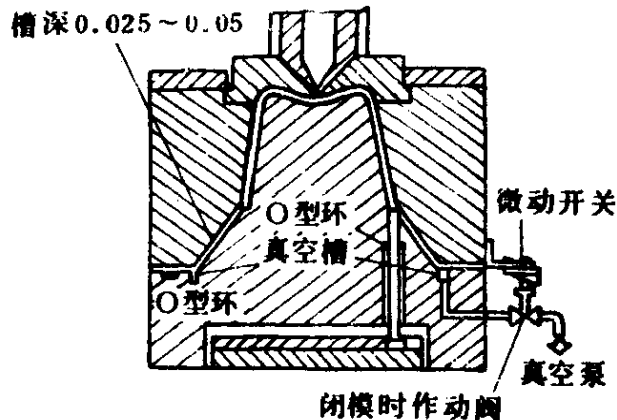
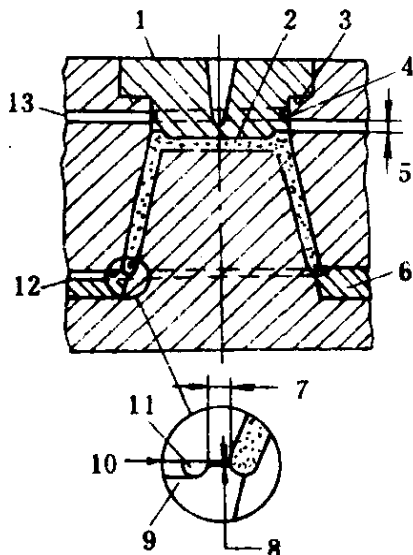


图 7.5 真空泵强制排气

低粘度树脂,则排气口的深度要控制在 $0.0025 \sim 0.008 \text{ mm}$ 之间,如超出这一范围则要产生飞边。



- 1—浇口套; 2—制品; 3—O型环;
- 4—槽环绕浇口套的槽( $\phi 3 \text{ mm}$ ); 5—
- 排气槽(口长 $1.5 \sim 2.5 \text{ mm}$ ); 6—顶出
- 板; 7—排气槽(口长 $1.5 \sim 2.5 \text{ mm}$ );
- 8—排气口(深 $0.0025 \sim 0.025 \text{ mm}$ );
- 9—通向模具外的 $\phi 3 \text{ mm}$ 的半圆形槽;
- 10—分型面; 11—环绕型腔的 $\phi 3 \text{ mm}$
- 槽; 12—通向模具外的 $\phi 3 \text{ mm}$ 半圆形
- 槽; 13—通模具外的孔

图 7.6 一模一腔连续排气槽方式

图7.7<sup>31)</sup>为一模多腔连续排气槽方式。这种情况下由于使用普通浇口,排气槽和图7.6有所不同,不设在型腔的全周上。但是如使用点浇口或直接浇口时,排气槽应设在全圆周上。另外流道中也要设置排气槽。在型腔的中心部位积聚空气的模具



中，有时顶出杆兼排气杆。

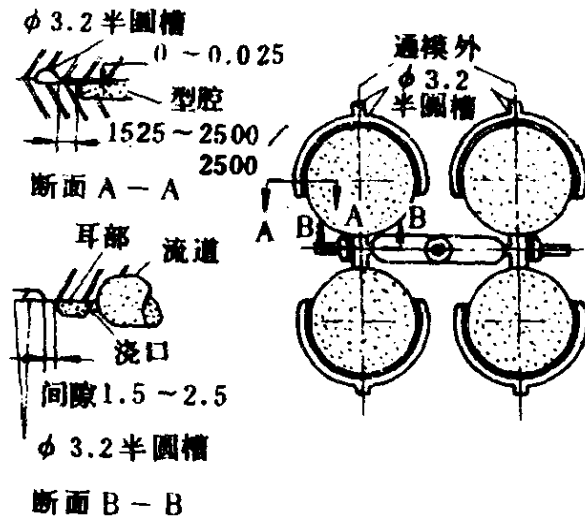


图 7.7 一模多腔连续排气方式

图 7.8<sup>31)</sup> 是顶出杆兼排气杆的一种方式。如图中 A 所示，排气杆（顶出杆）和动模的配合长度为 3mm，即排气孔颈缩短到 3mm 左右，可以很容易地排除型腔中的空气。如 B 中所示，在两板的接缝处加进 O 型密封环，再在上模板的横向上开孔，

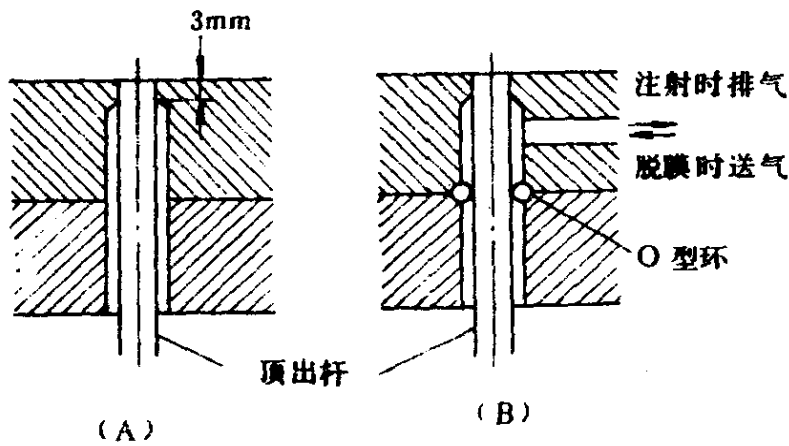


图 7.8 顶出杆兼排气杆

在脱模时，可以从该孔送进压缩空气，以利于脱模。

图 7.9<sup>31)</sup> 是减少顶出杆和型腔壁之间的空气流动阻力的结构。

#### 7.4.2 模具的冷却

如果能以高速充模，那其次就是如何缩短固化时间，使制品达到能快速顶出状态的问题。如表 7.2<sup>32)</sup> 所示，制品的固化时间在成型周期中所占的比例最大。如缩短固化时间，则缩短成型周期的比例也大。

高速注射成型模具的冷却目的就是要快而均一地冷却制品，使之能达到快速顶出的状态。如果从能快速顶出的角度来考虑，在象薄壁容器之类的薄壁制品中，主流道和流道的冷却时间最长。因此高速注射成型时，必须使用无流道模具。

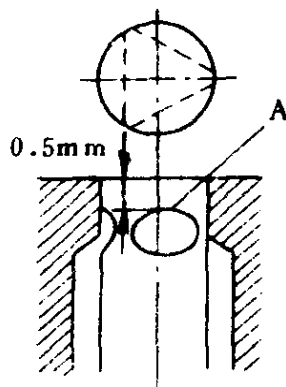


图 7.9 排气杆兼顶出杆

A—为了减少空气的流动阻力，将顶出杆的表面削去一部分

表 7.2 高速成型制品的成型周期分析

制品名称	树脂名称	制品壁厚 (mm)	制品重量 (g)	模腔数量	周期时间 (S)					冷却时间对合计时间的比率 (%)
					开模及闭模	注射及保压	冷却	顶出及取出制品	合计	
周转箱	一般用PS	1.0	38	1 <sup>(a)</sup>	0.6	0.5	1.9	1.0	4.0	48
杯	PP(MI=5)	0.6	9.4	1 <sup>(a)</sup>	0.5	0.5	1.3	1.0	3.3	40
托盘	一般用PS	2.0~2.3	248	1 <sup>(b)</sup>	1.7	4.7	11.5	3.5	21.4	51
气密瓶	中密度PE	1.0	6.4	6 <sup>(c)</sup>	1.0	0.7	1.3	1.2	4.2	32

注：(a) 双喷嘴注塑机用热流道模具；

(b) 热流道模具；(c) 绝热流道模具。

#### 1. 冷却槽的传热面积

如冷却水能较自由地流动，并能以满足模具内热量需要的速度流动，那么就可以知道冷却水将模具内的热量移走多少。根据所给予树脂的热焓值，可以计算模具所需要的冷却水量。由计算得到的数值是否符合实际虽然是一个问题，但是据此可以计算冷却水道的容量。要进行相当精确的计算，就必须考虑进模具的热辐射、热对流、对模板的传热、由喷嘴传来的热量等因素。如果只考虑热对流，其他的热传递忽略不计，则推荐如下计算式<sup>33)</sup>。

(1) 应移走的总热量(kcal/h)

$$Q = n \times \Delta i \times G \text{ (kcal/h)} \quad (7.1)$$

式中  $n$ ——每小时注射次数；

$G$ ——包括流道系统在内的一次注射树脂量， kg；

$\Delta i$ ——模具入口( $t_{1\text{最大}}$ )和冷却完毕后( $t_{1\text{最小}}$ )塑料的焓差， kcal/kg。

$$\Delta i = C_p (t_{1\text{最大}} - t_{1\text{最小}})$$

$C_p$ ——树脂的比热容

图7.10为一些树脂的焓-温度图。

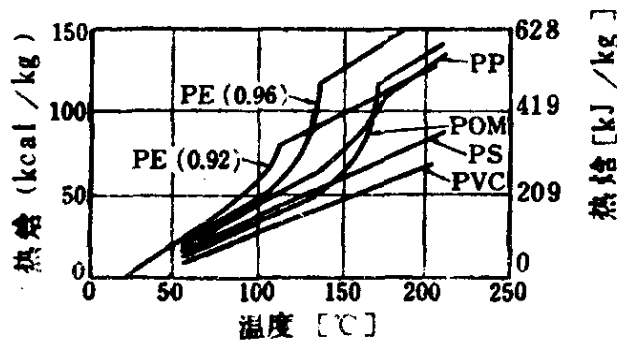


图 7.10 模具入口和冷却之后的焓差

$$1 \text{ kcal} = 4186.8 \text{ J}$$

(2) 由自然冷却发散的热量 $Q_1$  (kcal/h)

由  $0\text{ }^{\circ}\text{C} < t_{2m} < 300\text{ }^{\circ}\text{C}$  的试验式得:

$$Q_1 = [0.25 + 360 / (t_{2m} + 300)] F (t_{2m} - t_0)^{4/3} \quad (7.2)$$

式中  $F$  —— 模具面积 (四侧面积 + 内侧面积  $\times$  开模率),  
 $\text{m}^2$ ;

$t_0$  —— 室温,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{2m}$  —— 模具平均温度,  $^{\circ}\text{C}$ ;

(3) 模具型腔壁的平均温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )

$$Q_2 = Q - Q_1 \quad (7.3)$$

$$Q_{2G} + Q_{2K} = Q_2 \quad (7.4)$$

式中  $Q_{2G}$  —— 由模腔应移走的热量;

$Q_{2K}$  —— 由型芯应移走的热量。

$$t_{1m} - t_{3m} = Q_{2G} / 370 f \tau \quad (7.5)$$

式中 370 是塑料和模具之间的导热系数,

( $\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$ );

$f$  —— 制品总计表面积,  $\text{m}^2$ ;

$\tau$  —— 注射及固化时间合计对总成型周期之比;

$t_{1m}$  —— 塑料的平均温度,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{3m}$  —— 型腔壁的平均温度,  $^{\circ}\text{C}$ 。

设  $t_3$  的适当的温度波动差为  $t_{3a}$  (如  $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ )。

则 
$$t_{3\text{最大}} = t_{3m} + t_{3a} \quad (7.6)$$

$$t_{3\text{最小}} = t_{3m} - t_{3a} \quad (7.7)$$

$$(t_{1m} - t_{3m}) = \frac{0.434 [(t_{1\text{最大}} - t_{3\text{最小}}) - (t_{1\text{最小}} - t_{3\text{最大}})]}{\log \left( \frac{t_{1\text{最大}} - t_{3\text{最小}}}{t_{1\text{最小}} - t_{3\text{最大}}} \right)} \quad (7.8)$$

代入  $t_{1m} - t_{3m}$  及  $t_{1\text{最大}} - t_{3\text{最小}}$ , 由式 7.8 或图 7.11, 求得  $t_{1\text{最小}} - t_{3\text{最大}}$  的值。设定温度波动差  $t_a$ , 重复直到所得到的  $t_{1\text{最小}}$

温度为制品能顶出的温度。

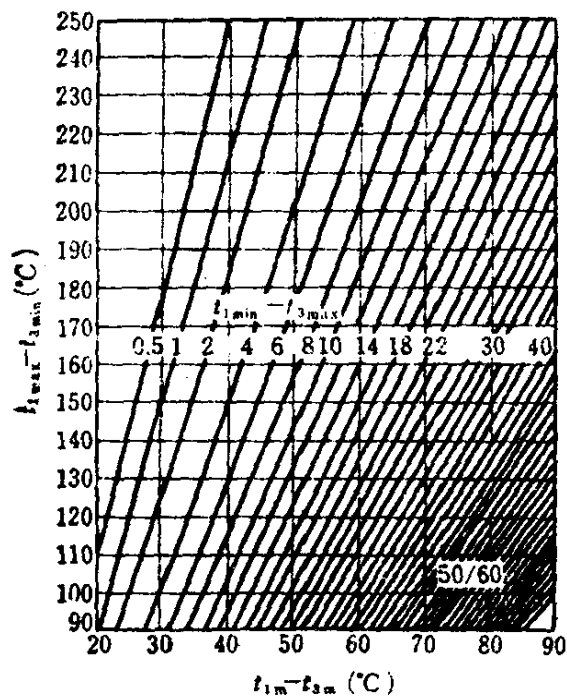


图 7.11  $(t_{1\text{最大}} - t_{3\text{最小}})$  和  $(t_{1\text{最小}} - t_{3\text{最大}})$ 、  
 $(t_{1\text{最小}} - t_{3\text{最大}})$  的关系

注: max: 最大, min: 最小

(4) 冷却水道直径  $d$  (m) 所需冷却水量为  $S$  ( $\text{m}^3/\text{h}$ ), 流速  $v$  (m/s), 水的比热容为  $1\text{kcal}/\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}$  [ $4.187\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ], 密度为  $1000\text{kg}/\text{m}^3$ 。已知水的流动为湍流, 雷诺准数为  $Re = 3000 \sim 6000$ , 则:

$$Re = vd/\eta = (3000 \sim 6000) \quad (7.9)$$

$$Q_2 = 3600 \times 1000 (t_{5\text{出}} - t_{5\text{进}}) vd^2 \pi / 4$$

因而 
$$d = \frac{Q_{2G} \text{ 或 } Q_{2K}}{2826 \times 10^3 Re \eta (t_{5\text{出}} - t_{5\text{进}})} \text{ m} \quad (7.10)$$

因将  $1 \text{ m}^3$  的水升温  $1^\circ\text{C}$  需要  $1000\text{kcal}$  ( $4187\text{KJ}$ ),

$$\text{所以 } S = Q_{2G} \text{ 或 } Q_{2K} / (t_{5\text{出}} - t_{5\text{进}}) \times 1000 \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (7.11)$$

$$S = 2830d^2 v$$

$$v = S / 2830d^2 \quad (7.12)$$

式中  $t_{5\text{出}}$  ——冷却水出口温度,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{5\text{进}}$  ——冷却水进口温度,  $^\circ\text{C}$ ;

$\eta$  ——流动粘度, 对  $t_{5m}$  由图 7.12 求出。

设冷却水进口及出口的压差为  $\Delta P$ , 则

$$v = (\Delta P d / L)^{1/2} \quad (7.13)$$

式中  $L$  ——冷却水道的全长。

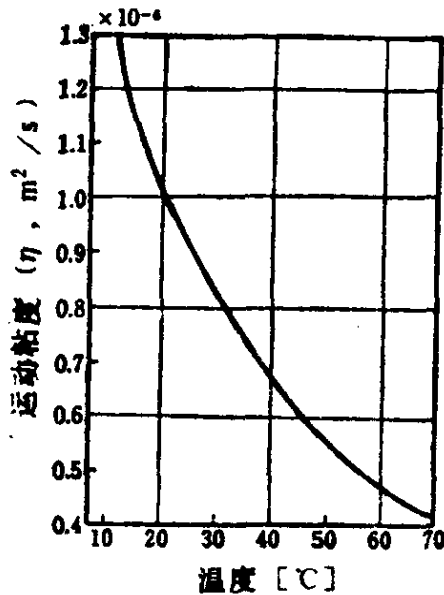


图 7.12 冷却水平均温度  $t_{5m}$  和  $\eta$  的关系

(5) 冷却水道壁的平均温度  $t_{4m}^\circ\text{C}$  求出各条冷却水道的热阻  $R_{iG}$ , 再求出合计热阻  $R_G$ 。

$$R_{iG} = \frac{1}{\lambda} \left[ \frac{2.3L}{(A-a)b - (B-b)a} \right] \log \frac{Ab}{aB} \quad (7.14)$$

$$\frac{1}{R_G} = \sum \frac{1}{R_{iG}} \quad (7.15)$$

式中  $\lambda$ ——热导率 [钢为  $48.8 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  即  $42 \text{ kcal}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$ ];  
 $L$ ——从型腔壁到冷却水道的平均距离, m;  
 $A$ 、 $B$ 、 $a$ 、 $b$  如图 7.13 所示, 单位为 m。

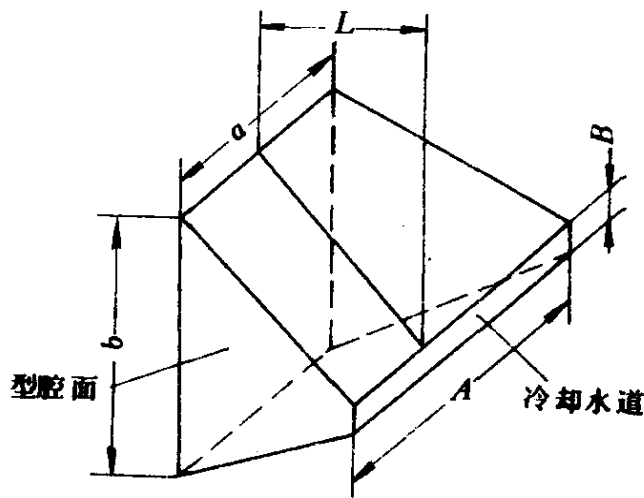


图 7.13  $A$ 、 $B$ 、 $a$ 、 $b$  的说明图

$$t_{4m} = t_{3m} - Q_2 \cdot R \quad (7.16)$$

(式 7.16 中的  $Q_2$  为  $Q_{2G}$  或  $Q_{2K}$ , 型芯热阻  $R_K$  由式 7.19 求出)。

(6) 冷却水道的全长  $L$  (m)

$$Q_3 = \alpha_3 \phi (t_{4m} - t_{5m})$$

式中  $\alpha_3$ ——模具和冷却水之间的传热系数,  
 $\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$  [即  $1.63 \text{ W}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ]

$\phi$ ——冷却水道的表面积,  $\text{m}^2$ ;

$t_{4m}$ ——冷却水道壁的平均温度,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{5m}$ ——冷却水的平均温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$\alpha_3$ 是流速  $v$  和冷却水道直径  $d$  的函数，由下式表示：

$$\alpha_3 = 1755(1 + 0.015t_{5m})(v^{0.87}/d^{0.13})$$

$$\varphi = \pi \cdot d \cdot L$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= 1755(1 + 0.015t_{5m})(v^{0.87}/d^{0.13})\pi \cdot d \cdot L(t_{4m} - t_{5m}) \\ &= 1755(1 + 0.015t_{5m})v^{0.87}d^{0.87}\pi L(t_{4m} - t_{5m}) \end{aligned}$$

$$L = \frac{Q_2}{5511(1 + 0.015t_{5m})v^{0.87}d^{0.87}(t_{4m} - t_{5m})} \quad (7.17)$$

式中的  $Q_2$  为  $Q_{2G}$  或  $Q_{2K}$ 。

图7.14表示求取  $v^{0.87}$ 、 $d^{0.87}$  的图表。

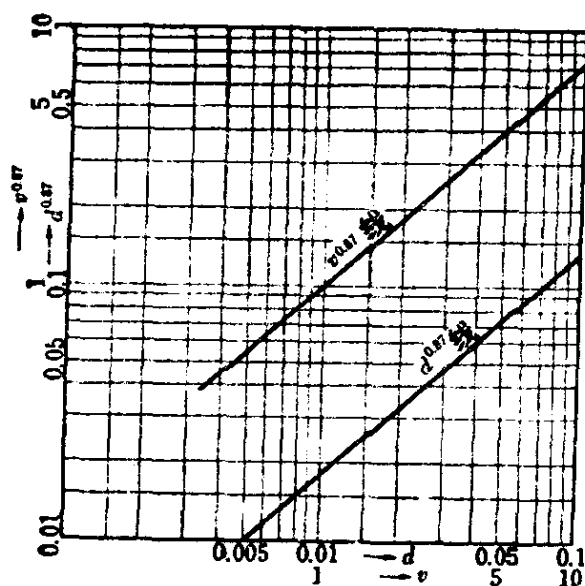


图 7.14 求取  $v^{0.87}$ 、 $d^{0.87}$  的图表

(7) 型芯热阻  $R_K$

$$R_{iK} = \frac{2.3}{2\pi\lambda L_{\text{型芯}}} \log\left(\frac{d_2}{d_1}\right) \quad (7.18)$$



$$\frac{1}{R_K} = \sum \frac{1}{R_{iK}} \quad (7.19)$$

式中  $L_{\text{型芯}}$ ——型芯长度, m;  
 $d_1$ ——型芯内径, m;  
 $d_2$ ——型芯外径, m。

(8) 计算举例 (参照图7.15)

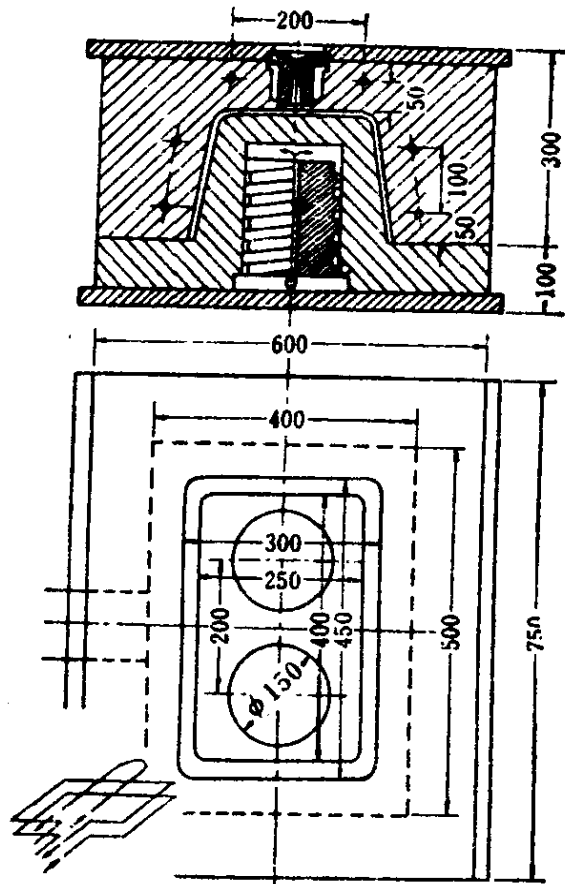


图 7.15 计算用模具图

假设条件

制品壁厚 1.5mm, 树脂为 PP, 密度  $0.9 \text{ g/cm}^3$ , 模具入口的树脂温度  $240^\circ\text{C}$ , 冷却后的树脂温度  $60^\circ\text{C}$ , 冷却水入口温度



$$= 240 \text{ kcal/h} = 1005 \text{ kJ/h}$$

由式(7.3)得

$$Q_2 = 6100 - 240 = 5860 \text{ kcal/h} = 24535 \text{ kJ/h}$$

$$Q_{2G} = 3800 \text{ kcal/h} = 15910 \text{ kJ/h}$$

$$Q_{2K} = 2060 \text{ kcal/h} = 8625 \text{ kJ/h}$$

c. 型腔壁温度

在式(7.5)中,  $f = 0.38 \text{ m}^2$ ,  $\tau = (12 + 18) / 40 = 0.75$ ,

$$t_{1m} - t_{3m} = \frac{3800}{370 \times 0.38 \times 0.75} = 36^\circ\text{C}$$

在式(7.6)、(7.7)中, 设  $t_{3m} = 60^\circ\text{C}$ ,  $t_{3a} = 10^\circ\text{C}$

则  $t_{3\text{最大}} = 60 + 10 = 70^\circ\text{C}$ ,  $t_{3\text{最小}} = 60 - 10 = 50^\circ\text{C}$

$$t_{1\text{最大}} - t_{3\text{最小}} = 240 - 50 = 190^\circ\text{C}$$

在图7.11中, 由  $t_{1m} - t_{3m} = 36^\circ\text{C}$ ,  $t_{1\text{最大}} - t_{3\text{最小}} = 190^\circ\text{C}$

得  $t_{1\text{最小}} - t_{3\text{最小}} = 1^\circ\text{C}$

$$t_{1\text{最小}} = 70 + 1 = 71^\circ\text{C}, \text{ (处于PP的热变形温度以下)。}$$

所以  $t_{3\text{最大}} = 70^\circ\text{C}$ ,  $t_{3\text{最小}} = 50^\circ\text{C}$

d. 型腔冷却水道直径  $d_G$  (m)

$$t_{5m} = \frac{1}{2} (50 + 20) = 35^\circ\text{C},$$

根据图7.12查得流动粘度  $\eta = 0.75 \times 10^{-6}$

在式(7.10)中设雷诺数  $Re = 6000$ , 则

$$D_G = \frac{3800}{2826 \times 10^3 \times 0.75 \times 10^{-6} \times (50 - 20) \times 6000} = 0.0099$$

$$= 0.01 \text{ m}$$

e. 需要冷却水量(型腔)  $S_G$  ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

由式(7.11)得:

$$S_G = \frac{3800}{1000 \times (50 - 20)} = 0.127 \text{ m}^3/\text{h}$$

f. 型腔冷却水道中流速  $v_G$  (m/s)。

由式(7.2)得:

$$v_G = \frac{0.127}{2830 \times 0.012} = 0.448 \text{ m/s}。$$

g. 型腔热阻  $R_G$  设各条冷却水道的热阻  $R_{i1G}$ 、 $R_{i2G}$ 、 $R_{i3G}$ ，求出各冷却水道的  $A$ 、 $B$ 、 $a$ 、 $b$  如下:

$$A = 0.5, \quad a = 0.425, \quad B = 0.01, \quad b = 0.2 \text{ —— 4 条;}$$

$$A = 0.4, \quad a = 0.275, \quad B = 0.01, \quad b = 0.2 \text{ —— 4 条;}$$

$$A = 0.5, \quad a = 0.4, \quad B = 0.01, \quad b = 0.25 \quad \text{2 条。}$$

$$L = 0.05。$$

由式(7.14)得:

$$R_{i1G} = \frac{1}{42} \left[ \frac{2.3 \times 0.05}{0.2(0.5 - 0.425) - 0.425(0.01 - 0.2)} \right]$$

$$\log \left( \frac{0.5 \times 0.2}{0.425 \times 0.01} \right) = 0.03922$$

$$1/R_{i1G} = 25.495$$

$$R_{i2G} = \frac{1}{42} \left[ \frac{2.3 \times 0.05}{0.2(0.4 - 0.275) - 0.275(0.01 - 0.275)} \right]$$

$$\log \left( \frac{0.4 \times 0.2}{0.275 \times 0.01} \right) = 0.05188$$

$$1/R_{i2G} = 19.275$$

$$R_{i3G} = \frac{1}{42} \left[ \frac{2.3 \times 0.05}{0.25(0.5 - 0.4) - 0.4(0.01 - 0.25)} \right]$$

$$\log \left( \frac{0.5 \times 0.25}{0.4 \times 0.01} \right) = 0.03383$$

$$1/R_{i3G} = 29.563$$

$$\frac{1}{RG} = \left( \frac{1}{R_{i1G}} + \frac{1}{R_{i2G}} \right) \times 4 + \left( \frac{1}{R_{i3G}} \right) \times 2 = 238.206$$

$$R_G = 0.0042$$

h. 型腔冷却水道全长  $L_G$  (m)

$$\begin{aligned} \text{由式(7.16)} \quad t_{4m} &= 60 - 3800 \times 0.0042 \\ &= 44^\circ\text{C} \end{aligned}$$

由式(7.17)

$$\begin{aligned} L_G &= \frac{3800}{5511 \times (1 + 0.015 \times 35) \times 0.448^{0.87} \times 0.01^{0.87} (44 - 35)} \\ &= 5.55 \text{ m} \end{aligned}$$

i. 型芯所要冷却水量  $S_K$  ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$$\text{在式(7.11)中} \quad Q_{2K} = 2060 \text{ kcal/h} = 8625 \text{ kJ/h,}$$

$$t_{5\text{出}} - t_{5\text{进}} = 30^\circ\text{C}$$

$$S_K = 2060 (1000 \times 30) = 0.069 \text{ m}^3/\text{h}$$

j. 型芯冷却水道直径  $d_K$  (m)

$$\text{设雷诺数 } Re = 5000, \quad Q_{2K} = 2060 \text{ kcal/h} = 8625 \text{ kJ/h}$$

$$\eta = 0.75 \times 10^{-6}, \quad t_{5\text{出}} - t_{5\text{进}} = 30^\circ\text{C}, \quad \text{由式(7.10)得:}$$

$$\begin{aligned} d_K &= \frac{2060}{2826 \times 10^3 \times 5000 \times 0.75 \times 10^{-6} \times 30} \\ &= 0.0065 \text{ m} \end{aligned}$$

k. 型芯热阻  $R_K$  由图7.15知: 型芯长度  $L_{\text{型芯}} = 0.2 \text{ m}$ , 型芯内径  $d_1 = 0.15 \text{ m}$ , 型芯外径  $d_2 = \frac{1}{2}(0.3 + 0.25) = 0.275 \text{ m}$

由式(7.18)得:

$$R_{iK} = 2.3 \log \frac{0.275}{0.15} \frac{1}{42 \times 2 \times \pi \times 0.2} = 0.01148$$

$$\frac{1}{R_{iK}} = 87.108$$

由式(7.19)得:

$$\frac{1}{R_K} = \sum \frac{1}{R_{iK}} = \frac{1}{R_{iK}} \times 2 = 174.216$$

$$R_K = 0.00574$$

1. 型芯冷却水道全长  $L_K$  (m) 由式(7.16)得:

$$t_{4m} = 60 - 2060 \times 0.00574 = 48.2^\circ\text{C}$$

由式(7.12)得:

$$v = 0.069 \div (2830 \times 0.0065^2) = 0.575 \text{ m/s}$$

由式(7.17)得:

$$L_K = \frac{2060}{5511 \times (1 + 0.015 \times 35) \times 0.575^{0.87} \times 0.0065^{0.87} (48.2 - 35)}$$

$$= 2.40 \text{ m}$$

冷却水道的表面积虽然可以这样计算,但如有可能,与冷却水相接触的表面积要尽可能设计到最大。根据实验报告,采用温度高的冷却水和表面积大的冷却水道比采用低温冷水但表面积小的冷却水道的冷却效果要好。

从模具的强度观点来考虑,有时不能设置冷却水道,但是模具设计者应尽全力以赴做到:让冷却水充分地到达与热树脂接触的模具各部位。

## 2. 冷却水道的位置

模具设计给予制品的生产速度及质量以影响的重大因素,与其说是冷却水道的大小,倒不如说是冷却水道的位置。冲击性的冷却,给制品的物理性能和外观都有不好的影响。因此,在保证制品质量良好的前提下,模具应能尽可能地快速冷却。最快的冷却是制品各部位同时下降到顶出温度。随着由浇口向外

流动，熔融树脂温度逐渐下降，因此只将模具冷却到同一温度的冷却方法，不能达到理想的状态。很显然，在制品的薄壁部分冷却过快，厚壁部分冷却过慢，所以将模具冷却到同一温度的冷却方法对于制品质量及成型周期时间两方面都有不好的影响。

因此，最理想的是在正确补偿模具中的树脂温度差，将制品各部位同时冷却到顶出温度的前提下来配置冷却水道。实际上虽不能达到这一理想状态，但应尽可能地接近理想状态。急剧且不均匀的冷却，制品就会产生内应力，产生变形或开裂。因此，模具冷却系统的设计，必须根据型腔形状、壁厚，仔细考虑能进一均一旦高效率的冷却。此时，不仅要考虑冷却水道的位置，而且还必须考虑冷却水道的数量和大小。

如图 7.16<sup>34)</sup> 所示，试比较具有相等面积的制品，(a) 是有 5 条大冷却水道的模具，(b) 有 2 条小冷却水道，(a) 和 (b) 的传热路线如图中所示，在 (a) 中，具有几乎相等于型腔表面的均匀冷却，适合于移走热量。

图 7.17<sup>34)</sup> 表示型腔和冷却水道表面间的温度梯度等温线。(a) 的冷却水道中的循环水温度为  $59.83^{\circ}\text{C}$ ，在成型周期中，型腔表面的温度变动为  $60 \sim 60.05^{\circ}\text{C}$ 。(b) 中，尽管在小的水道中，

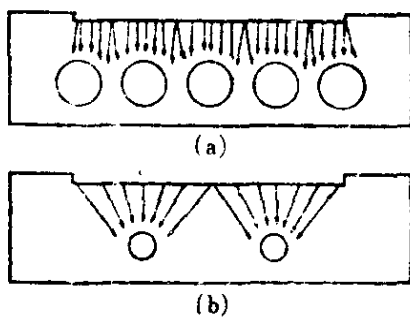


图 7.16 冷却水道大小和配置的影响

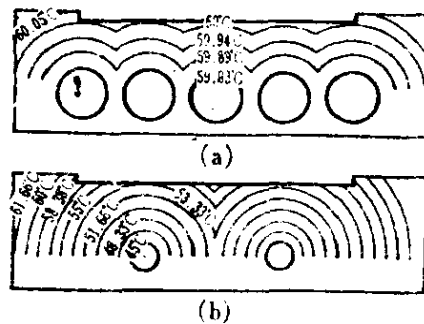


图 7.17 型腔和冷却水道表面之间的温度梯度

用了较低温度的  $45^{\circ}\text{C}$  的冷却水，型腔表面的温度变化范围为  $53.33 \sim 60^{\circ}\text{C}$ 。

图 7.18<sup>35)</sup> 是为了避免模具温度不适当的局部变化，所采取的冷却水道最小间距的比例。窄间距的冷却水道比间距大且冷却剂流量大的冷却系统更能满足冷却要求。冷却水道的间隔以及到型腔表面的距离应根据制品各部分的壁厚有效地变化。如图 7.19<sup>35)</sup> 所示，制品厚壁部的有效的局部冷却，有助于防止厚壁引起的收缩变化及成型周期的增加。

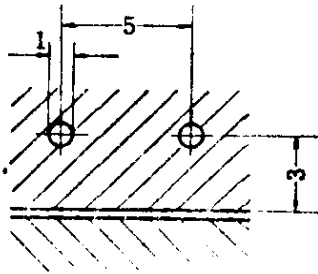


图 7.18 冷却孔的位置

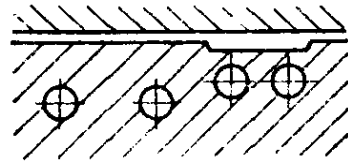


图 7.19 局部厚壁的冷却孔配置

图 7.20<sup>35)</sup> 是侧浇口浅制品动定模的冷却水道配置。离制品表面等距离地钻有冷却孔，可以同样有效地冷却制品的两个面。

由于在注射中熔融树脂最先通过浇口部位，一般情况下，该部最热，因此与模具其他部位相比更需充分冷却。

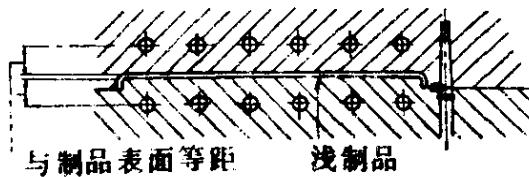


图 7.20 浅制品的冷却

其次，热的部位是拐角处，那里由于树脂流动方向的改变而产生摩擦热，与模具的其他部位相比，常不能进行有效的冷



却。另外，由于制品的加强筋及其他厚壁部位的树脂量大，这些部位的温度也有增高的趋势。

图 7.21<sup>32)</sup> 是纠正上述温度变化的用于容器的模具的冷却方式。进入模具的冷水先冷却浇口的对应面，其次经一系列交叉开设的孔以移去制品拐角部的热量。为了能交叉地开设冷却孔，模具的型芯分成两部分，上部的蘑菇状部分通常用镀铜制作。从强度上考虑，直径 2.38 mm (3/32 in) 的十个孔最少要离开表面 6 mm (1/4 in)。该模具使用树脂一般为 PS 树脂，成型壁厚 0.4 ~ 0.45 mm 的杯子，据说一分钟的注射次数可以达到 28 ~ 30 次。

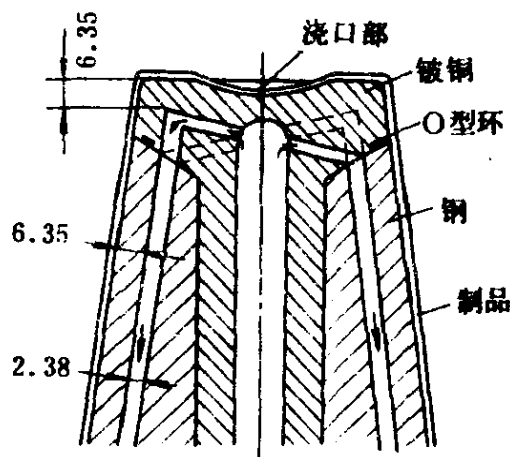


图 7.21 组合型芯

注：图中尺寸为 in (25.4mm)

### 3. 模具材料的热导率

通过模具钢所传导的热量，与钢材的导热率成正比，与冷却水道和制品表面间的距离成反比。

因减少冷却水道和制品间的距离即意味着减少模具断面的强度，所以通常是不理想的。要增加模具的导热率，虽然可以考虑使用铝青铜或镀铜之类除钢以外的合金，但是象这类热导

率高的金属，用于通常高速注射成型模具时强度不足。从材料成本方面考虑，使用这些金属也有限制。

另外，如果使用高强度材料，缩短冷却水道和制品表面之间的距离，尽管材料的热导率低，也可以制得强度足够、冷却好的模具。

上面的图7.21是为了改善冷却水道和制品表面间的传热性而使用镀铜的两半型芯结构。

图7.22<sup>32)</sup>是使用高强度材料的例子。型芯用H13（相当于SKD61钢）制成，由电火花加工机在离制品表面2.4~2.5 mm（95~100mil）处加工出30条冷却孔，孔壁带有台阶，使冷却水呈湍流。其结果在成型如图7.21同样的杯子时，注射次数每分钟增加到50~52次。

由上述两个例子可知：冷却水道到制品表面的距离对模具传热性的影响，比材料本身的热导率更大。

#### 4. 循环水量

一般地调节冷却水流量，可以调节模具温度。但是，对于冷却水道孔径，其流经的水量有一定的限度。表7.3表示冷却水道孔径的水量限度。

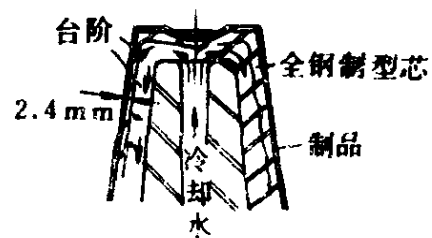


图 7.22 带台阶冷却水道

表 7.3 冷却水道孔径与流量的关系

冷却系统的极限循环水量		
冷却水孔直径, mm	流量, m <sup>3</sup> /min	L/min
8	0.0038	3.8
11	0.0095	9.5
19	0.038	38
24	0.076	76

### 5. 循环水的温度和压力

循环水的温度和压力对于模具的成型周期有重大影响，但是这两个因素在设计模具的冷却系统时往往被过于忽视。根据所面临的情况，如果能使用效率最好的冷却系统，为了得到良好的制品，满足用户要求，就必须使用这一最好的系统。

降低冷却水的温度，增大冷却水和制品表面间的温差虽然很重要，但冷却水道中流过充足的水量，冷却水道表面保持低温也同样重要。

不管怎么冷的水进入模具，如果水量小，则冷却水在流经模具时因得到热量而温度上升，所以在短时间内就不成为冷水了。另外，如水停滞，则不能进行有效的冷却。

冷却水流经冷却水道时，如图7.23所示，中央部的流速较大，但是如壁接触的部位由于磨擦阻力，流速较小，并吸收模具的热量，越接近水道壁，水温越高，与模具壁的温差缩小，冷却效果下降。

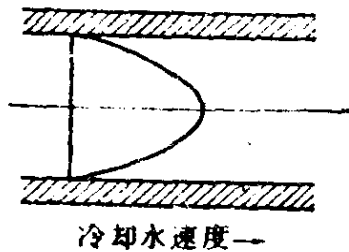


图 7.23 冷却水速度分布

对此加以改善的方法之一就是如图7.22所示，在水道壁设置台阶的方法。其他方法常常就是增加水的入口的压力。这实际上就是在单位时间内增加流经模具内的水量。

一般地，在组合方式的冷却水道系统中，对水流有较多的限制部位，虽使水流处于低速，但防止流速降低的唯一方法也常常是增加水的进口压力。

降低进口水温度，对于模具冷却很有效，但提高进口水压更为有限。在降低进口水温时，如不提高进口水压以增加水量，则在一模多腔模具时，各个型腔之间的温差增大。由于提高进

口水压，可以使各个型腔的温度均一。

### 6. 模具温度和制品冷却时间的关系

为了防止制品变形，保证制品质量，从成型性上看，模具温度必须保持在某一定适当的温度。在模具温度保持一定时，制品在型腔内几秒钟后温度可下降到顶出的温度？基于适当的假设，有计算公式<sup>36)</sup>。

设将树脂注射进被两平行平面所夹的模具内，将热量传给模具并冷却。在此期间中，模具温度始终一定，没有变化。模具表面的热导率一定（如忽略因制品收缩而引起与模具脱离等情况）。树脂的比热容及热导率虽然因温度不同有相当大的变化，但此处假定不变。在以上的假定条件下再假定：制品中心部位的树脂温度达到树脂的热变形温度时冷却结束。推导出热传导方程式，如只取付立叶级数第一项，则有：

$$\theta = \frac{-t^2}{\pi^2 \alpha} \ln \left[ \frac{\pi}{4} \left( \frac{T_x - T_m}{T_c - T_m} \right) \right]$$

式中  $\theta$  ——冷却所要的最小时间，s；

$T_c$  ——树脂的注射温度，℃；

$T_x$  ——树脂的热变形温度，℃；

$T_m$  ——模具温度，℃；

$\alpha$  ——树脂的热扩散率， $\alpha = \frac{R}{\zeta C_p}$

$R$  ——树脂的热导率，cal/cm·s·℃；

$C_p$  ——树脂的比热容；

$\zeta$  ——树脂的密度，g/cm<sup>3</sup>；

由上式求出的冷却时间比实际的冷却时间稍小。将应用上式以普通标准注射温度计算的冷却时间值，以壁厚 0.0254 mm (0.001in) 为单位表示于图 7.24、图 7.25、图 7.26 中。树脂为

PS、PP、PE、PA及丙烯酸类树脂。各种树脂的 $T_x$ 值采用图中标注的值<sup>37)</sup>。

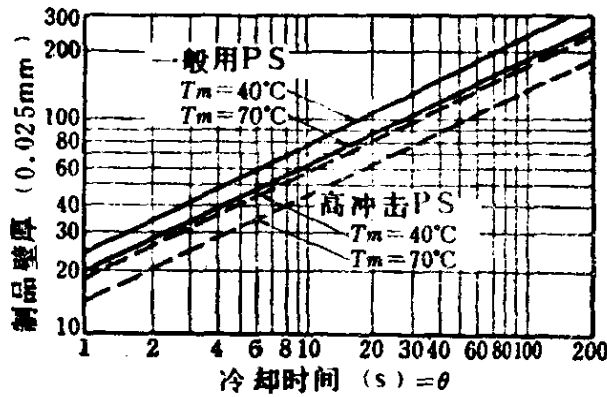


图 7.24 一般用PS、高冲击PS的冷却时间

$T_x$ : 一般用PS 90°C, 高冲击PS 80°C

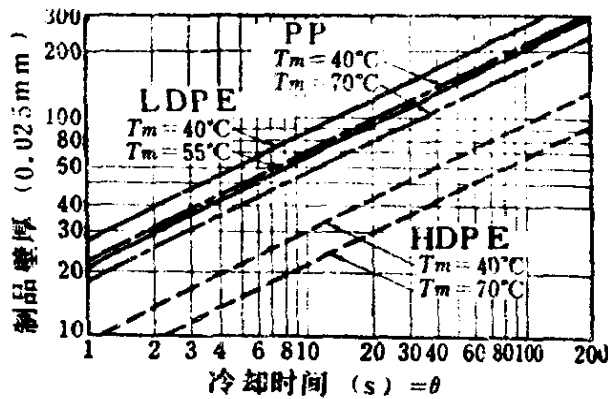


图 7.25 LDPE、HDPE、PP的冷却时间

$T_x$ : LDPE 60°C, HDPE 90°C, PP 90°C

由上式可知,冷却时间与制品壁厚的二次方成正比。因此,只要强度上允许,薄壁制品有利于高速注射成型。例如,应用一般用PS树脂,在树脂温度204°C时,流动距离为328cm;在260°C时,流动距离为530cm,即可以成型328/530倍(0.38)壁厚的制品。(即温度260°C,流动距离为530cm时,可以成型的壁

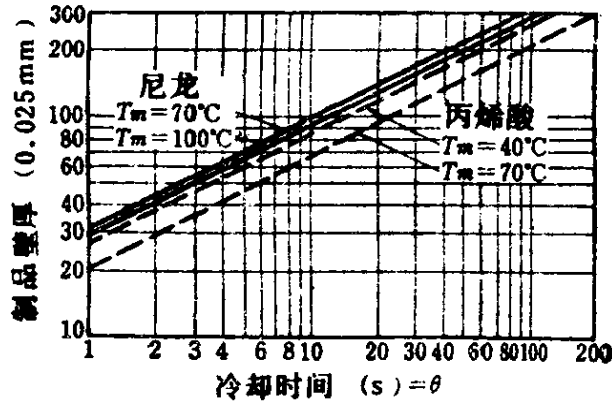


图 7.26 尼龙、丙烯酸树脂的冷却时间

$T_x$ : 尼龙160°C, 丙烯酸树脂85°C

厚为204°C, 流动距离为328cm时的0.38倍——译者注)。设204°C时壁厚为 $t$ , 冷却时间为 $\theta_1$ , 260°C时的壁厚为 $0.38t$ , 冷却时间为 $\theta_2$ ,  $T_x = 90^\circ\text{C}$ ,  $T_m = 40^\circ\text{C}$ , 代入上式中:

$$\theta_1 = 1.43t^2 / \pi^2 \alpha \quad (T_m = 70^\circ\text{C} \text{ 时}, \theta_1 = 2.14t^2 / \pi^2 \alpha)$$

$$\theta_2 = 0.66t^2 / \pi^2 \alpha \quad (T_m = 70^\circ\text{C} \text{ 时}, \theta_2 = 0.95t^2 / \pi^2 \alpha)$$

即:  $\theta_2$  为  $\theta_1$  的 0.46 ( $T_m = 70^\circ\text{C}$  时为 0.44)。

### 7. 高速成型用模具冷却系统实例

高速成型模具型芯的冷却有如下几种方法。图 7.27<sup>35)</sup> 是喷流式冷却方式, 采用这种方式时, 冷却水导入管的内径断面不能小于型芯内径断面减去导入管外径断面。如果冷却水导入管内径断面小于型芯内径断面减去导入管外径断面, 则型芯内壁就有可能存在接触不到流水之处。

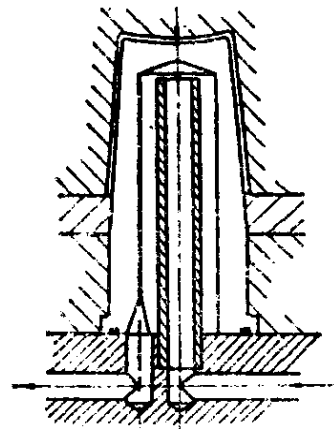


图 7.27 喷流式冷却例

在该方式中, 进入型腔内的冷却

水。先冷却温度最高的浇口对应点，因此而升温的水边冷却边向下流。制品温度从底部向口沿逐渐下降，与此相反，冷却水温度由底部向口沿逐渐上升，所以，可将制品冷却到同一温度。

图7.28虽然同是喷流式冷却方式，但有时由于型芯直径的关系，不得不采用这种结构。这种结构中，不可避免地增加模具厚度。

图7.29是阻尼板式冷却方式，相对阻尼板分成左、右两瓣，从理论上讲左半部和右半部的温度有差别，但是实际使用上没有什么大的影响，且结构简单。

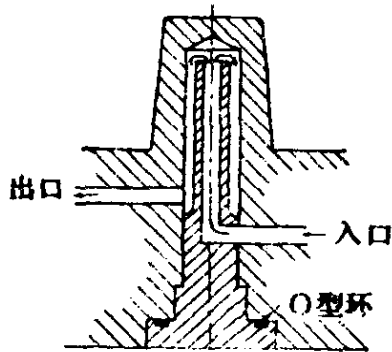


图 7.28 喷流式冷却例

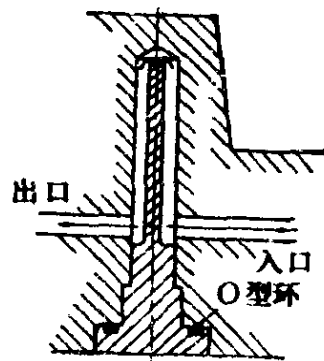


图 7.29 阻尼板式冷却

图7.30是最理想的结构。最先进入型芯的冷水冷却温度最高的浇口对应点，此后沿型芯内壁呈螺旋状下降，流出模外。

图7.31的冷却方式为型腔中心是喷流式，侧壁为螺旋水道式。两条冷却水道分开互不相通。

有时既要冷却浇口的对应点，同时该处还要设置空气顶出阀。图7.32<sup>35)</sup>就是这种结构的一例。

图7.33<sup>32)</sup>是有效地增加冷却水道传热能力的一种结构。冷却水道的断面如筋齿状。这种结构方式对于因无空间而限制冷

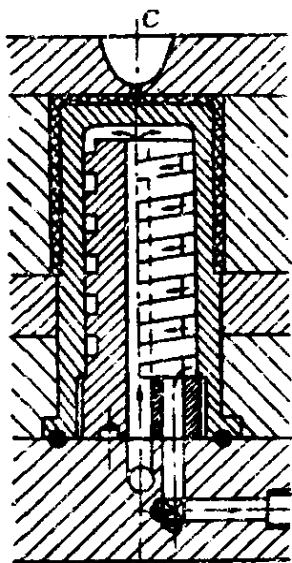


图 7.30 螺旋水道式冷却

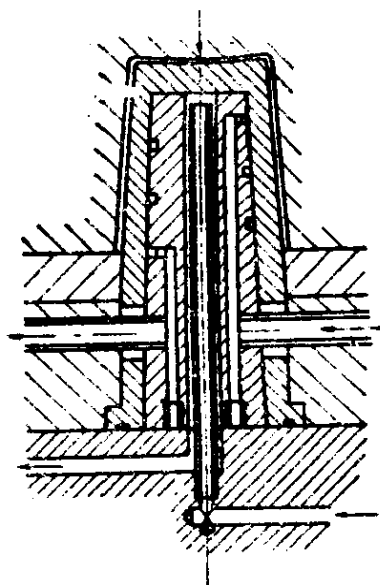


图 7.31 喷流式和螺旋水道式并用冷却

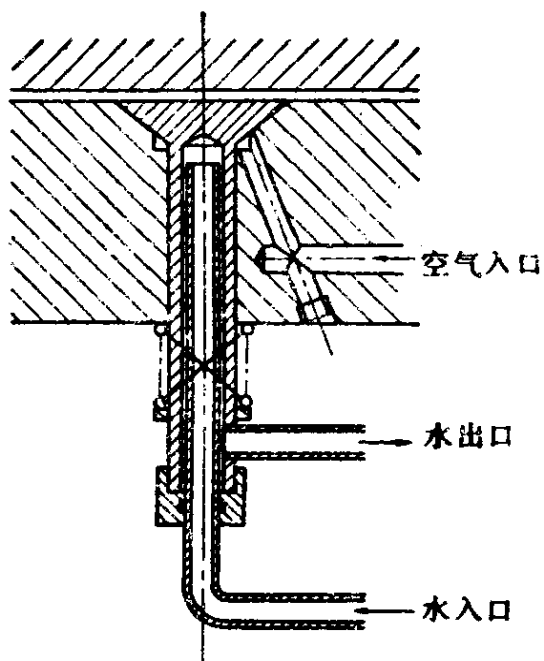


图 7.32 空气阀式冷却



却水量的细长型芯的冷却特别有效。筋齿状的冷却水道断面，增大了冷却水道的断面积，同时可以不减少型芯的强度，并使冷却水极为接近型腔中的热树脂。为使冷却水道中的冷却水不致断流，重要的是Y的总断面积不能大于Z的断面积。否则，在最需要冷却处，冷却水的流速有可能下降。即，断面不平衡，在筋齿断面引起冷却水停滞部分，从而可能减少向水道壁的热量。

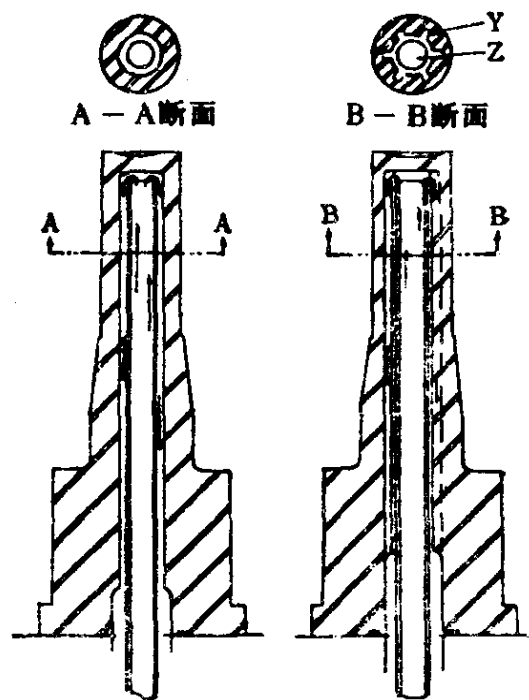


图 7.33 增加冷却水道传热能力的结构

有的情况下，型芯中不能设置冷却水道，这时可用热导率良好的材料制作型芯，所用材料一般为铍铜，图7.34<sup>35)</sup>就是这种结构。将想要冷却的模具型芯制成铍铜的嵌件，此嵌件的根底部很容易冷却。由于铍铜的热导率高，型芯的根底部的冷却较其他方法更能降低型芯的温度。

用焊接方法制作冷却水道，因冷却水易产生泄漏，一般不推荐。但有时为了缩短成型周期，也有不得不采用焊接结构的。图7.35<sup>32)</sup>是气密瓶盖模具的型芯断面，制品环状加强筋的外侧和制品内侧面之间的距离仅有4mm。最初的模具型芯，基于型芯断面上不能设置冷却水道这一情况，而以镀铜制作，注射次数每分钟不超过三次。后来修改成如右侧所示的结构，这是一种螺旋状冷却水道，由钢制的互相焊接在一起的两部分组成的结构。如应用右侧这种结构，冷却水带走的热量可以超过利用镀铜的热导率所能移走的热量。使用中密度聚乙烯(MDPE)成型壁厚1.5mm的气密瓶盖，虽使用二次顶出，但每分钟的注射次数可以达到15次。为了防止冷却水道的腐蚀，焊接型芯可用不锈钢制作。

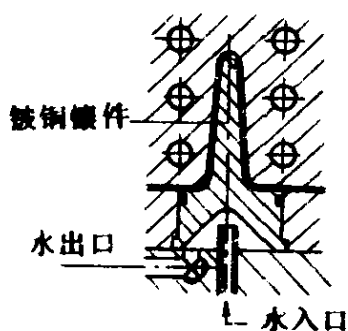


图 7.34 小型芯的冷却

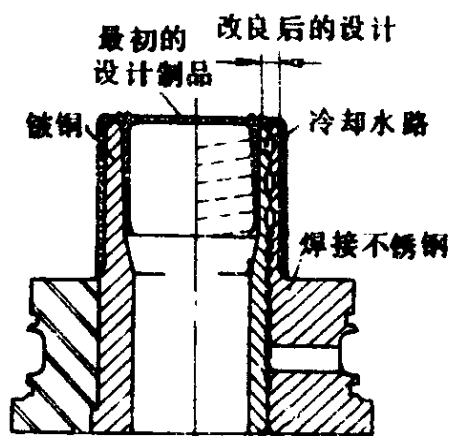


图 7.35 焊接型芯

### 7.4.3 顶出

高速注射成型时，必须充分注意到所顶出的制品温度较高，易产生变形，以及还要迅速确实地顶出制品。

一般地用于注射成型的顶出部件有如下几种：

(1) 顶出杆；

- (2) 顶出套；
- (3) 顶出板；
- (4) 空气顶出；
- (5) 上述几种的组合。

但是为了防止制品变形，一般不使用顶出杆和顶出套。使用空气顶出有两个目的。

(1) 消除型芯和制品之间的真空状态 注射完毕时，型芯和制品完全密贴，如想要将制品从型芯上脱开，则因型芯和制品内侧之间呈真空状态，阻碍了制品脱出，造成制品顶出的困难。如硬要顶出，则制品有可能变形，特别薄壁制品更易变形。如型芯表面镀硬铬，则更易形成真空状态。为了消除这种真空状态，如图7.36所示，可以使用带有空气槽的顶出板。

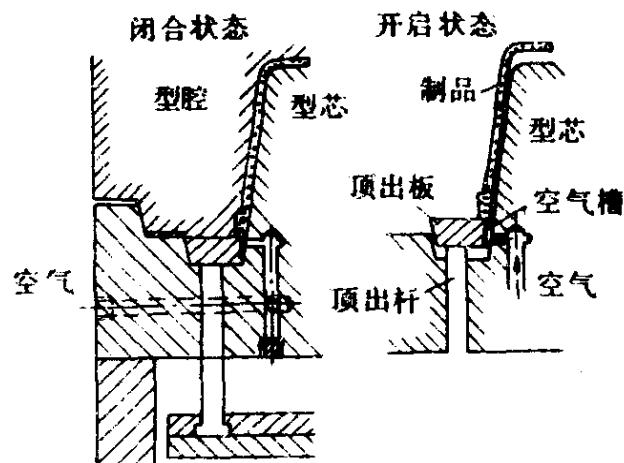


图 7.36 带空气槽的顶出板

在该种结构中，起主要顶出作用的是顶出板。顶出开始时，先由顶出板稍微推动制品，型芯和制品内侧一产生空隙，空气就被压入该间隙中，消除了型芯和制品间的真空状态。

- (2) 利用空气压力，边消除型芯和制品间的真空状态，边

将制品从型芯顶出由于空气是流体，能以同样的力作用于整个顶出面。因此，即使是很薄的制品，且处于高温下，也可以无变形地顶出制品。使在较短的固化时间内进行顶出成为可能，高速成型，特别是对象LDPE之类的热变形温度低的树脂很有利。图7.37<sup>2)</sup>是并用顶出板的结构。顶出板一推压提升阀，制品被稍微顶动的同时，从提升阀和型芯之间流入空气，边消除型芯和制品间的真空状态，边将制品顶出到一定程度。由于仅以空气不能完全顶出制品，因此要使用辅助顶出板。

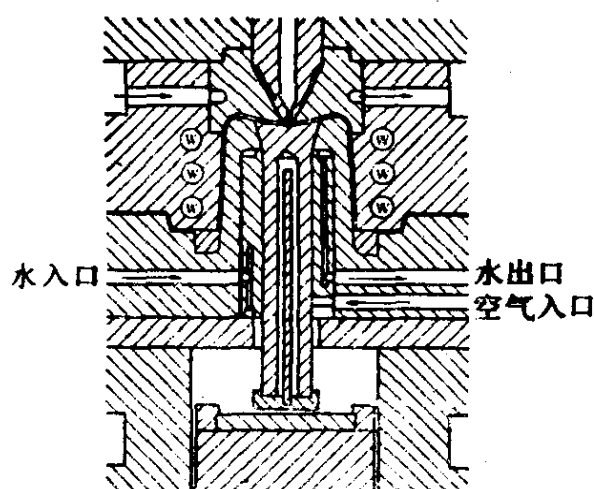


图 7.37 并用顶出板的提升阀顶出

#### 7.4.4 模具表面

注射成型中，因熔融树脂在模具内流动，所以为使流动阻力为最小，必须将流道、制品部进行充分研磨。在高速注射中，因注射压力远远大于通常注射成型时的注射压力，对于相同的表面粗糙度来说，流动阻力增大。所以高速注射成型用模具的树脂流动表面应比通常注射成型模具进行更为精细的研磨。如流动阻力大，在相同注射压力之下，则树脂的流速下降，高速成型的效果被迫减少。

#### 7.4.5 模具的刚性

在薄壁制品的高速注射成型中，注射压力达137.3MPa (1400kg/cm<sup>2</sup>)以上。假设通过料筒后的压力下降与通常的注射成型相等，那么作用于模具内的树脂压力达68.6MPa (700kg/cm<sup>2</sup>)以上。因此，在进行模具的强度计算时，必须要能够承受非常高的压力。

如果强度不足，型腔膨胀，宛如加上了侧凹槽，常使开模困难。

由于短时间间隔的交变负荷，模具易产生很大的应力，使模具钢产生疲劳。因此，不管从这一点上还是从磨损这一点上来考虑，都要使用经过良好热处理的钢材，部件最好经淬火研磨。

在一模一腔时，型芯最好不要设计成镶件式，应尽可能制作成一个整体，从防止型芯因注射压力产生偏心这一点上也可以这样考虑。对此在下节讲述。

#### 7.4.6 同心度

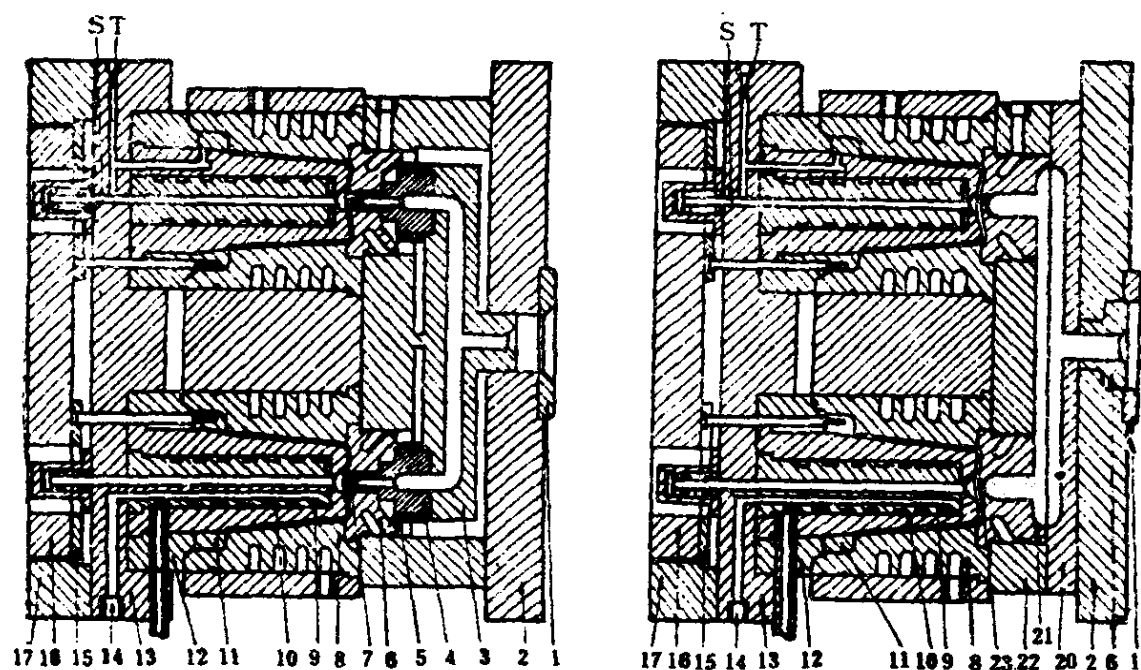
因高速成型的制品壁薄，所以很小的壁厚误差就会造成很大的壁厚误差。假定型腔和型芯的偏心量为0.05mm，则壁厚误差应在0.1mm，但实际上的壁厚误差量远大于0.1mm。在流动阻力小的处所树脂流入量多，因为树脂最先进入间隙大的处所，所以型芯被树脂压力推压向壁薄方向，使壁厚误差更为增大。另外，也易产生制品注射不足、熔接纹等现象。因此，制品的壁厚越薄，就越要不使型芯产生偏心现象。在模具设计时，也必须做到在闭模时不产生中心错移。

图7.37是一模一腔模具结构。由图可知型芯和型腔合心锥面对正中心。锥面锥度可使用到15°以上。型芯应抱合型腔。

在一模多腔模具结构中，每组型芯和型腔必须完全对正中

心。图7.38<sup>3)</sup>的型芯为浮动式,这是为了修正模具的制作误差,以及运转时由型腔板和型芯板的温差而引起膨胀量的不同而带来的偏心。图7.39是浮动式型芯的一例。

不管什么情况,在制品壁厚0.4mm时,其型芯和型腔的壁厚误差应控制在0.025mm以下。



(a) 热流道一模二腔模具

(b) 绝热流道一模四腔模具

图 7.38 浮动型芯模具

1—定位环; 2—底板; 3—热流道板; 4—喷嘴; 5—喷嘴  
 加热圈; 6—浇口套; 7—凹室; 8—型腔镶件; 9—型芯  
 镶件; 10—型芯冷却; 11—顶出板; 12—中心对正环; 13—型芯  
 模板; 14—水接口; 15—上顶出板; 16—下顶出板; 17—支架;  
 S—空气顶出; T—空气接口; 19—绝热流道板; 20—绝热流  
 道; 21—支撑板; 22—一点浇口

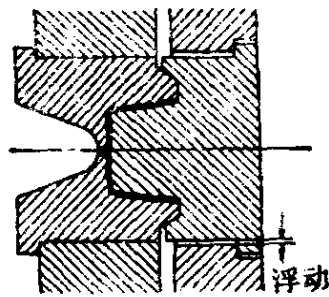


图 7.39 浮动型芯

## 7.5 预压缩成型

### 7.5.1 预压缩成型概述

通常,高速注射成型以提高螺杆的前进速度来增大注射率,但是预压缩成型由于使用了在前面讲述过的阀式浇口,当流道系统中的树脂压力达到预定值时,开启阀式浇口,使被预压缩的树脂流入模具型腔内。因此,使用一般的注塑机就可以进行高速注射成型。

一模多腔的预压缩成型中,各个型腔的阀式浇口可以同时开放,也可以单个型腔或将几个型腔分成几组,一组组地按顺序开启。一般地,将按顺序开放阀式浇口的成型方法,称作逐次动作预压缩成型方法或开关式浇口成型方法。

### 7.5.2 依次动作预压缩注射成型的优点

依次动作的预压缩成型有与阀式浇口同样的优点。但是依次动作的预压缩成型因被预先压缩的熔融树脂在一次注塑周期中依顺序进入多数型腔中的一个或一组型腔,然后依次地进入第二个或第二组型腔,直到充满所有的型腔。它是单独充填的,所以在通常的预压缩成型的优点之外还有如下优点。

(1) 在作用于制品总投影面积的树脂压力大于锁模力的情

况时，也可以成型。因此，即便是锁模力小的注塑机，只要模板面积允许，就可以使用一模多腔模具成型。只要作用于一个或一组型腔上的树脂压力小于注塑机的锁模力，就可以毫无妨碍地成型。用小型注塑机也足够了。

(2) 如果是同样模具厚度的制品，在一块热流道板上可安装几套同样模具厚度，用同样树脂的模具。可以与树脂容量无关地成型。

(3) 不须流道及浇口的平衡 以往的预压缩成型，流道及浇口的平衡对于制品有极大的影响。在依次动作的方式中，由于各个型腔的注射时间不同，因此问题大大减少。

(4) 降低了整个模具处于均一温度的重要性 由于注入模具内的树脂的初速度极快，模具温度的影响极小。

(5) 由于使用能够精密控制的定时装置，迅速动作阀门，可以很容易地控制流入型腔内的树脂量。反言之，在这种方式中，控制及定时是不可缺少的装置。

### 7.5.3 预压缩注射成型的使用效果<sup>2)</sup>

(1) 有机玻璃光学镜头的成型 由于应用预压缩成型，以往需要30秒成型周期的制品，可以用3秒的成型周期进行一模多型成型。为了防止制品的收缩，模具中的压力可保持在所要的压力水平。因此，可以更大地控制，改善镜头的质量。这用以往的成型方式是达不到的。

(2) 聚苯乙烯直尺的成型 由于精密地控制流入型腔内的树脂量及流速，从而消除了内部变形，能平滑地成型直尺。在以往的成型方式中，为了消除成型后的制品变形，须将直尺通过折弯机。由于应用预压缩注射成型，可省略这一工序。

(3) 聚乙烯家庭用品的成型 用以往的注射成型方法成型重量约35g的PE家庭用品，所用模具为一模三腔。但是，由



于应用预压缩注射成型方法，用一模二腔模具即可达到同样的日产量。在预压缩注射成型中，由于树脂被预先压缩，可以更低温度成型PE制品。

## 7.6 高速成型举例

表7.4是应用薄壁注射成型系统的高速成型例子。

表 7.4 薄壁注射成型系统的高速成型

原料	制品名称	重量 g	壁厚 mm	模腔数	成型周期 s	生产数量 个/天	流道方式
PS	170g杯	8	0.35	4	2.2	7200	热流道
	225g杯	8.5	0.35	4	2	7200	热流道
	170g容器	12	0.6	6	4	5700	热流道
	142g杯	7	0.35	6	2	10800	热流道
	28g杯	3	0.6	12	2.6	15000	热流道
	端把咖啡杯	23.7	1.0	4	6	2400	热流道
	碟子	9	0.9	8	5	5760	热流道
	盖子	6	0.8	16	5	11520	热流道
	闪光灯反射镜	2.3	0.6	8	3.8	7600	热流道
PE	盖	5.3	0.7	16	5	11520	热流道
	牛奶容器盖	4.1	1.2	16	7.5	7680	冷流道
	带螺纹容器	10.3	1.5	16	10	9600	热流道
	加仑容器	30	1.5	2	10	1200	热流道
	螺纹盖	3	1.5	24	12	7200	冷流道
PP	布丁杯	6	0.6	6	4	5400	热流道
	点心容器	3.5	0.9	12	6.5	6480	热流道
	螺纹盖	2.5	1.2	24	12	7200	冷流道
ABS	胶卷轴	0.85	0.6	15	7.5	7680	冷流道

## 第八章 并联喷嘴

并联喷嘴是将长颈喷嘴改型，用于一模多腔的喷嘴形式。

普通一模多腔的热流道模具，树脂从注塑机喷嘴经流道系统进入各个型腔，另外的方法有不使用流道系统，熔融树脂直接注射入型腔的方法，这就是使用十字头或热流道板将注射喷嘴分成所要的几支，将熔融树脂直接注入型腔内的注射方式。

十字头独立地支撑于加热料筒和模具本体之间。

图8.1<sup>49)</sup>是喷嘴直接接触模具型腔的设计。

该结构方式有如下优点：

- (1) 结构结实；
- (2) 可对分支流道或各个喷嘴进行有效的加热；
- (3) 加热冷却无急剧变化；
- (4) 可正确地控制温度；
- (5) 和模具及注塑机之间的绝热简单；
- (6) 分支流道传向模具的热量少；
- (7) 从加热及增加生产量两方面来考虑很经济；
- (8) 从加热料筒到型腔之间树脂的流动距离很短；
- (9) 不管由于何种原因浇口堵塞，任何时候都可从模具内取出。

缺点有：

- (1) 需特殊的注塑机模板；即喷嘴进入孔必须开设在模板上，由于受孔间距及个数的限制，在模具设计时受到很大的制约，另外还不能用于大型模具。

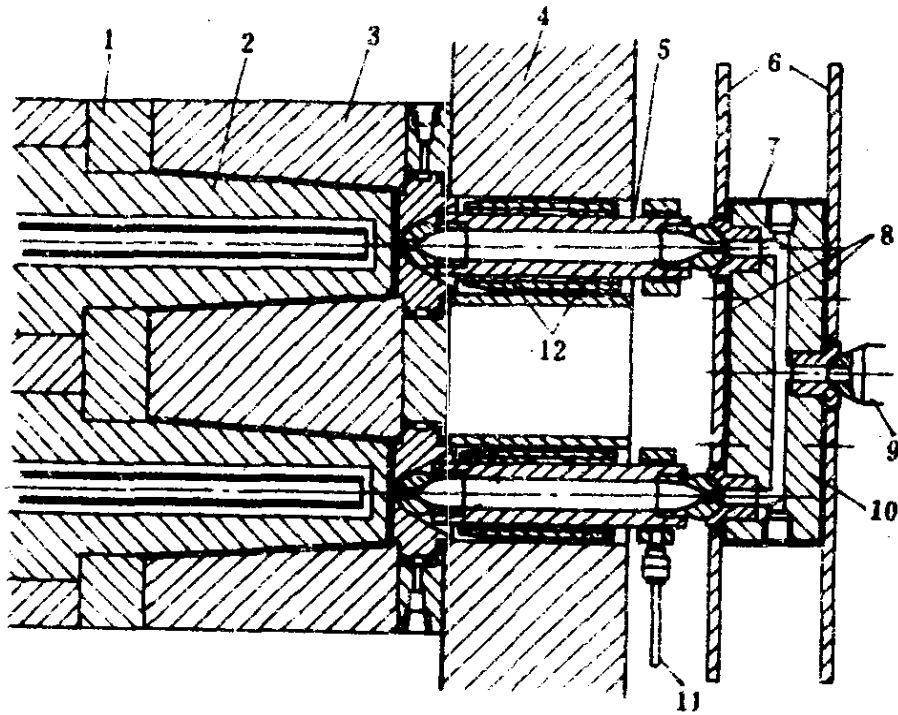


图 8.1 一模二腔并联喷嘴

1—顶出板；2—型芯；3—型腔模板；4—注塑机固定模板；  
5—浮动喷嘴；6—机架；7—加热圈；8—绝热材料；9—注  
塑机喷嘴；10—十字头；11—热电偶；12—加热圈

(2) 如果在减少喷嘴传向模具的热量上失败，则喷嘴中树脂固化，妨碍浇口密封。

### 8.1 插入式浮动十字头或分流道板

并联喷嘴有各种方式，对十字头或分流道板有插入式和模具内藏式，插入式又可分为浮动式和固定式。

图 8.1 是用于杯子成型的一模二腔插入式浮动十字头的结构。

该结构中，仅以浮动的喷嘴头部和冷模具接触。喷嘴、十字头、喷嘴接头周围都由空气包围。

这种喷嘴结构,由于不论何时都可将十字头从模具上拆下,因此在浇口堵塞时,容易排除。十字头用石棉板防止辐射的热损失。

十字头呈圆形,带有径向钻孔,由注塑机料筒出来的熔融树脂,经喷嘴接头送入十字头内,再进入与模具接触的两个独立的喷嘴内。两个独立的喷嘴既不固定在十字头上也不固定在模具上,由挤压注塑机料筒,将这两个喷嘴保持在模具特定的位置上。

注塑机料筒可从十字头后退。如图 8.1 所示,十字头安装在框架间,该框架没有在图中表示出来,它由两根轴给出位置,可依两根轴中的一根为中心旋转。当然,框架也可沿两根轴在长度方向上滑动。由于十字头可以旋转,可将十字头从流道上卸下。即使注塑机料筒后退,将十字头后退到注塑机料筒侧之后再旋转,就可将嵌入框架中的两个喷嘴取下。

为了均一确实地进行加热,十字头的外周全装有加热圈。

由于将喷嘴嵌在注塑机的固定模板的孔中,又能很容易地从孔中取下,两个喷嘴在后侧装在很轻的框架上,但两个喷嘴完全呈独立状态。各个喷嘴虽然分别进行加热,但由于给以同样的加热功率,可用一个热电偶控制两个喷嘴。但十字头用的加热圈须和注塑机料筒用的高温计分开。

图 8.1 的模具,成型周期为 12 秒,注射树脂重量为 73.7g,所用树脂为耐冲击聚苯乙烯,一小时的塑化能力 22.68kg,成型一模二腔大杯子的模具。这种结构可说解决了许多绝热问题。

## 8.2 插入式固定十字头或分流道板

上述的浮动式结构是用于比较大型制品的结构。与此相反,图 8.2<sup>2)</sup> 所示的插入式固定十字头,是用于喷嘴间距小的结构。

在喷嘴间距大时，由于树脂温度引起十字头和型腔模板的膨胀差，是一个很大的问题。与此相反，在喷嘴间距小时，两者的膨胀差不大于预想的修正值，实际使用上不成问题。因此在间距小时，可以采用固定式。另外，如间距小时，模板孔有一个就可以。

这种方式的十字头结构，比上述的浮动式简单，十字头不须装在框架上，如后退注塑机料筒，十字头和喷嘴也一起后退。温度控制与浮动式同样，可用一个热电偶控制两个喷嘴加热圈。

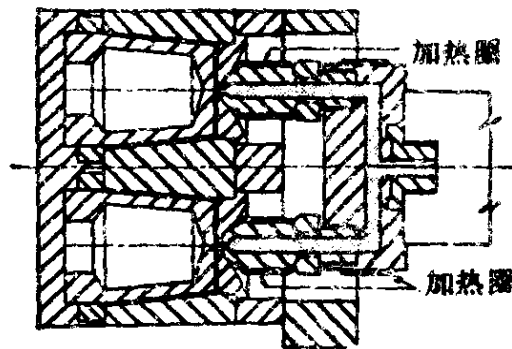


图 8.2 插入式固定十字头并联喷嘴

### 8.3 模具内藏式浮动十字头或分流道板

图8.3<sup>2)</sup>为模具内藏式浮动十字头结构。喷嘴接头伸入到注塑机固定模板中。该结构中，十字头装在注塑机的固定模板和模具之间。因此，为了取出十字头，必须卸下模具。和普通的热流道模具同样，在由于某种原因而要卸下十字头时，也有必须卸下模具的不便之处。另外，不可避免地要增加模具厚度，所增加的厚度为内藏十字头的厚度。

该方式一个很大的优点就是不需要特殊形式的注塑机固定模板，普通模板并不影响使用。喷嘴接头也可标准化。

十字头为浮动式，只在喷嘴头与模具接触。

可使用任意数量的喷嘴，喷嘴间距也无限制。十字头也并非圆形不可，长方形，正方形，其他任何形状均可以。总之，只要能进行适当正确的加热及正确的温度控制就可以。

由于注塑机喷嘴接触于浇口套，喷嘴对应背面不象热流道模具设有承压件，所以这种结构形式不能用于大型模具。

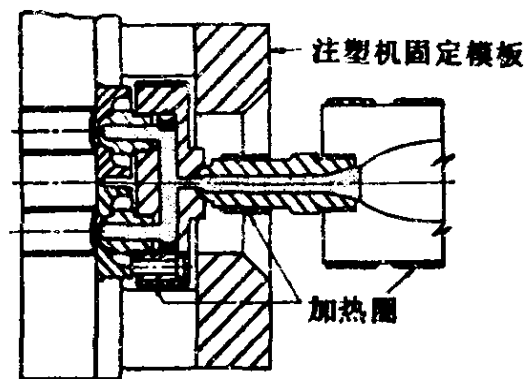


图 8.3 模具内藏式浮动十字头并联喷嘴

## 第九章 热 喷 嘴

### 9.1 分 类

现在以各种名称出售的热喷嘴，根据其加热方式可分为如下几类。

- (1) 半绝热-内加热喷嘴方式——TGK系统。
- (2) 半绝热-外加热喷嘴方式——热管浇口套。
- (3) 直接接触-内加热喷嘴方式——INCOE系统、枪式系统、DME系统、Du Pont无流道系统。

(4) 直接接触-外加热喷嘴方式——NGK侧浇口系统、预切断浇口系统。

- (5) 完全绝热-外加热喷嘴方式——Mold Masters系统。

根据防止浇口拉丝方法，可分为如下几类。

- (1) 控制分流梭温度——INCOE热喷嘴头衬套系统、TGK系统、DME自动固定测管。

(2) 使浇口冷却固化，在要注射之前使浇口熔融——枪式系统。

(3) 应用阀式浇口——DME热浇口套、DME自动关闭测管、Mold Masters阀式浇口系统、预切断浇口系统、Mold Masters热棱边浇口系统、INCOE开-关系统、Du Pont无流道系统。

(4) 应用侧浇口——NGK侧浇口系统、Mold Masters热棱边浇口系统。

(5) 控制主流道温度——热管浇口套。

## 9.2 INCOE 系统

### 9.2.1 INCOE 热喷嘴头衬套

(1) 热喷嘴头衬套的结构 这是一种被广泛普及使用的热喷嘴。图9.1<sup>(4)</sup>表示热喷嘴头衬套的纵断面，图9.2<sup>(4)</sup>表示其部件。塑化树脂由注塑机喷嘴接触部燕尾部进入，通过被加热的分流梭周围，由浇口注射入模具型腔。

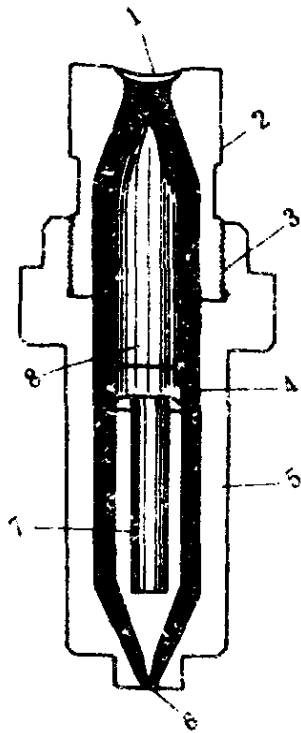


图 9.1 INCOE 热喷嘴纵断面

1—注塑机喷嘴接触部；2—燕尾部；  
3—螺纹；4—树脂通道；5—主体；  
6—浇口；7—加热棒；8—分流梭

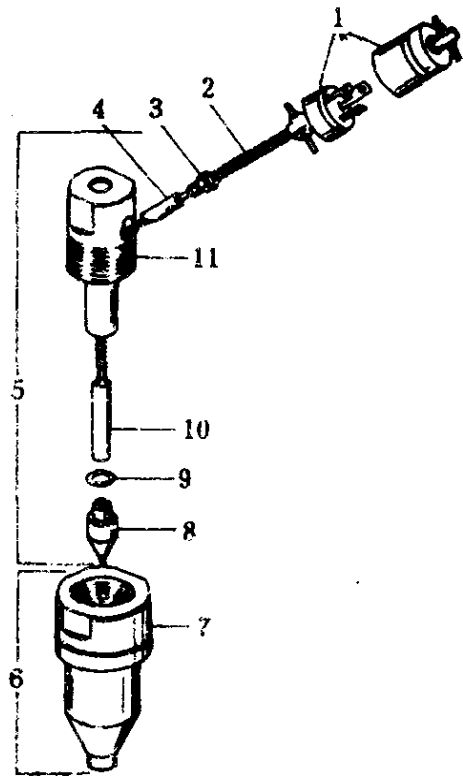


图 9.2 INCOE 热喷嘴部件

1—三爪螺旋同步插头；2—电缆；3—  
安装螺纹；4—瓷绝缘体；5—可更换  
部件；6—主体；7—本体；8—尖头；  
9—银焊热盘；10—加热棒；11—柄



## (2) 优点

① 加热效率高 因分流梭由加热棒进行内加热,分流梭和喷嘴衬套之间由树脂绝热。因此喷嘴衬套本体温度远比分流梭的低,加之喷嘴衬套只以前部和模具的型腔板接触,其余部分由0.8mm的空气间隙对型腔板绝热。

② 可得到浇口切口良好、浇口痕迹小的制品 因加热棒的中心部温度比端部稍高,分流梭接近浇口部的温度比中央部位低,浇口处于较低温度,因此树脂有几成固化,浇口切断容易,可得到良好的,小的浇口痕迹。

③ 分流梭后部的树脂在每次注射之间,可控制在总是处于树脂的熔融温度 由于分流梭后部温度处于中部和前部温度之间,所以即使后部温度控制在树脂的熔融温度,分流梭前端也不产生流涎现象。

④ 可延长加热棒的寿命 由通过调节加热器的电压进行温度控制,所以,可以比设计电压低的电压连续运转。因不是开-关调节,加热棒寿命增长。

⑤ 分流梭温度可进行严密的控制 由于使用带有热电偶的加热棒,可以说能够以树脂的实际温度来控制分流梭温度。如上所述,因为是比例调节而不是开-关控制,能够进行严密的温度控制。

⑥ 可更为加快成型周期 由于是内部加热,即使在接近喷嘴前端设置冷却水道,也不必担心树脂固化,阻塞浇口。因此,可将型腔板的冷却水道,设置在接近喷嘴衬套的部位。型腔和型芯可保持于低温,使加快成型周期成为可能。

⑦ 部件可标准化,尺寸形状可多样化。

⑧ 温度控制装置、喷嘴过滤器等专用附属设备齐全。

⑨ 喷嘴衬套背面可带有 $1^\circ$ 的斜度。

因流道板和型腔板的温差大，在常温和运转时，流道板的分支流道中心和浇口中心错移。如果使用不锈钢O型环，O型环槽浅，仅0.254mm(0.01in)，因喷嘴衬套背面的斜度，喷嘴衬套背面中心增高，在中心可能产生错移的同时，能完全防止树脂从喷嘴衬套背面泄漏。O型环内径上有两个小孔，在初次注射时，熔融树脂由小孔进入O型环内使其膨胀，起到更加完美的密封效果。

### (3) INCOE 热流道板(图9.3<sup>40)</sup>)

① 结构 INCOE 热流道板以特殊合金钢制作。

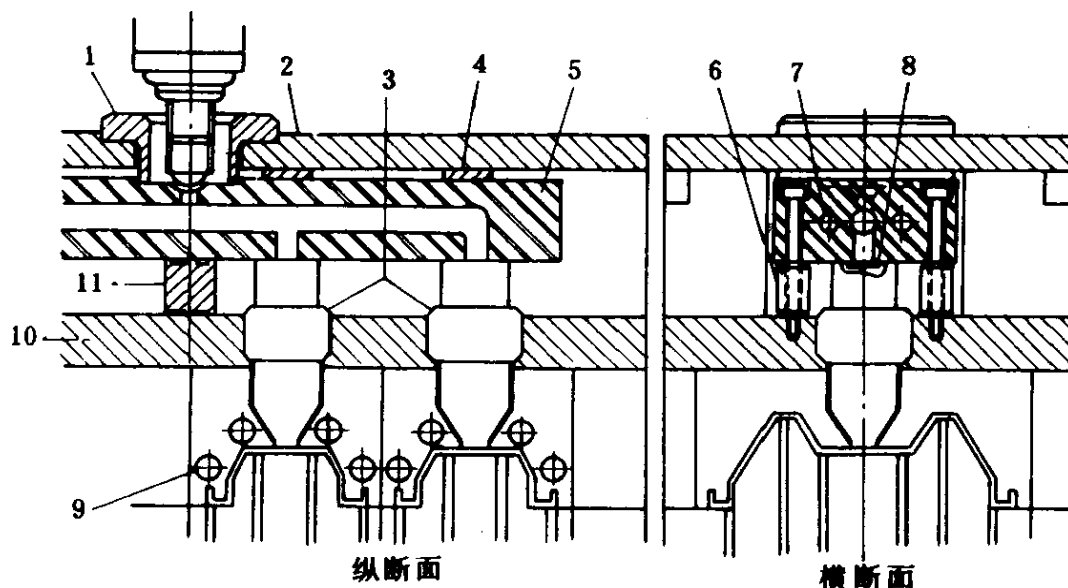


图 9.3 热流道板断面图

1—定位环；2—底板；3—热喷嘴衬套；4—承压盘；5—热流道板；6—支柱；7—加热棒；8—不锈钢O型环；9—冷却水孔；10—承压板；11—中心支柱

加热棒安装孔全部以铰刀加工到加热棒寿命所允许的孔径，以便能将加热棒确实且容易地插入或拔出。

流道全部用深孔钻和铰刀加工，在多数情况下应加以磨光。

定位环的法兰部位伸入模底板的凹槽中，环的延长部分嵌入热流道板的凹槽内，注塑机喷嘴的接触面直接设于热流道板上。因此，模具由注塑机模板和定位环与注塑机保持同心。由定位环和热流道板使模具和热流道板保持同心。由于热喷嘴衬套安装在模具型腔承压板上，所以热喷嘴衬套必然和热流道板的分支流道同心。

因各个喷嘴和注塑机喷嘴的背面分别设有承压盘和中心支柱，所以热流道板不会因注射压力及注塑机喷嘴的接触压力而变形。

由于喷嘴衬套和模板的接触面积，以及承压盘、中心支柱、定位环和热流道板的接触面积控制在最小，所以热流道板的热传导损失最小。

定位环直接嵌入热流道板中，防止注塑机喷嘴接触部的泄漏树脂损坏模具的电线。

热流道板的厚度，根据各系列的热喷嘴可由图9.4<sup>40)</sup>求出，但也由喷嘴衬套嵌入模板内的深度决定。

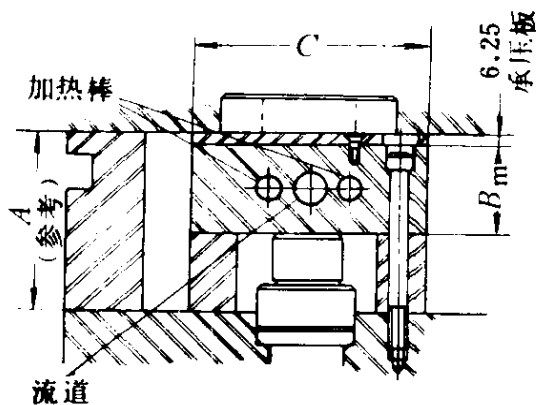


图 9.4 各系列热流道板的  
组装尺寸

单位: mm (in)

系列	3300	5300	7300
A	88.9 (3.5)	101.6 (4.0)	127 (5.0)
B	12.85 (1.687)	49.2 (1.937)	60.33 (2.375)
C	88.9 (3.5)	101.6 (4.0)	127 (5.0)

注: B为最小尺寸

## ② 热流道板组装上的注意事项

a. 将喷嘴衬套安装在所定位置,检查喷嘴衬套之间,中心支柱、支柱之间的高度误差是否在 $0.025\text{mm}$ 以内。

b. 将喷嘴衬套和加热电源接线柱箱接线,在进行各种电气检查之后,将热喷嘴衬套升高到操作温度。

c. 在操作温度下,再次测定喷嘴衬套的高度,了解热膨胀量。

d. 根据在操作温度下测定的喷嘴高度,先加工支柱和中心支柱,再固定在所定的位置。

e. 在各喷嘴和热流道板的接触面上,放进不锈钢O型环,测定是否有 $0.25\sim 0.3\text{mm}$ 的压缩余量。

f. 用紧固螺栓紧压不锈钢O型环,密封到能耐注射压力。

g. 安装热流道板的加热器,接线之后进行电气检查。

h. 将喷嘴加热器和热流道板加热到操作温度,求所要的承压盘尺寸,加工承压盘的厚度。

## (4) 喷嘴规格

① 一模多腔用热喷嘴 喷嘴外观如图9.5<sup>40)</sup>所示。在INCOE系统中,热喷嘴分3个系列。

3300系列:这是为了将一模多腔热喷嘴用于小型制品,且中心间尺寸小的精密制品的模具而设计的。图9.6<sup>40)</sup>是设计规格及订货规格。

5300系列是为了用于中等注射量制品,且冷却水孔、型腔配置接近于喷嘴衬套前端的模具而设计的。图9.7<sup>40)</sup>表示订货规格及设计规格。

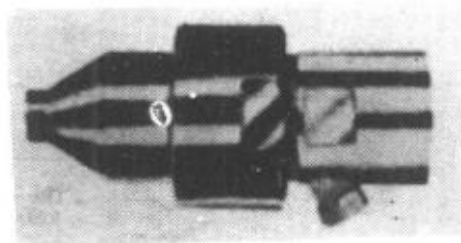


图 9.5 一模多腔用热喷嘴外观

## 订货规格

系 列		3301	3302	3303	3304	3305	3306	3307	3308	3309	3310
A	in	1.375	1.875	2.375	2.875	3.375	3.875	4.375	4.875	5.375	5.875
	mm	34.9	47.6	60.3	73.0	85.7	98.4	111.1	123.8	136.5	149.2

O	in	0.30	0.040	0.50	0.060	0.070	0.080	0.090	0.100
	mm	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.3	2.5

D 径		B	
in	mm	in	mm
0.250	6.3	0.060	1.5
0.312	7.9	0.090	2.3
0.375	9.5	0.120	3.0
0.437	11.1	0.150	3.8
0.500	12.7	0.180	4.6

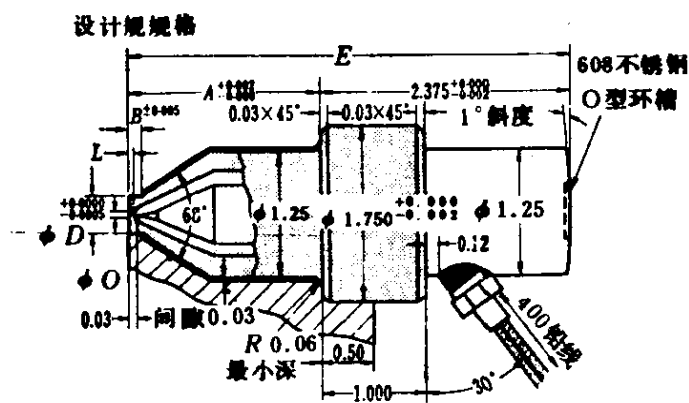


图 9.6 3300系列订货规格和设计规格

图中尺寸为英寸, 1 in = 25.4 mm

## 订货规格

系列	5301	5302	5303	5304	5305	5306	5307	5308	5309	5310	5311	5312	5313	5314	
A	in	1.875	2.375	2.875	3.375	3.875	4.375	4.875	5.375	5.875	6.375	7.000	8.000	9.000	10.000
	mm	47.6	60.3	73.0	85.7	98.4	111.1	123.8	136.5	149.2	161.9	177.8	203.2	228.6	254.0

O 径	in	0.040	0.050	0.060	0.070	0.080	0.090	0.100	0.125
	mm	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.3	2.5	3.2

D 径		B	
in	mm	in	mm
0.562	14.3	0.190	4.8
0.687	17.4	0.250	6.3
0.750	19.0	0.340	8.6
1.000	25.4	0.500	12.7

## 设计规格

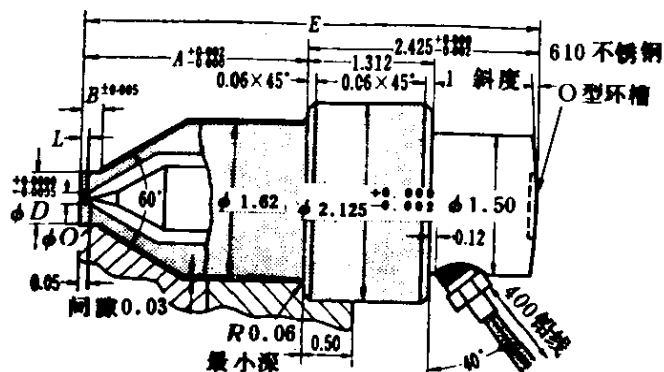


图 9.7 5300系列订货规格及设计规格

图中尺寸为英寸，1 in = 25.4mm

7300系列是为了大注射量，且冷却水孔、型腔配置接近于喷嘴衬套前端的模具而设计的。图 9.8<sup>40)</sup> 表示订货规格及设计规格。

订货规格

系列	A	
	in	mm
7301	3.875	98.4
7302	4.375	111.1
7303	4.875	123.8
7304	5.375	136.5
7305	5.875	149.2
7306	6.375	161.9
7307	7.000	177.8
7308	8.000	203.2
7309	9.000	228.6
7310	10.000	254.0
7311	11.000	279.4
7312	12.000	304.8
7313	13.000	330.2
7314	14.000	355.6
7315	15.000	381.0
7316	16.000	406.4
7317	17.000	431.8
7318	18.000	457.2
7319	19.000	482.6
7320	20.000	508.0

系列	E
7301	7.438
7302	7.938
7303	8.438
7304	8.938
7305	9.438
7306	9.938
7307	10.563
7308	11.563
7309	12.563
7310	13.563
7311	14.563
7312	15.563
7313	16.563
7314	17.563
7315	18.563
7316	19.563
7317	20.563
7318	21.563
7319	22.563
7320	23.563

O 径	
in	mm
0.125	3.2
0.156	4.0
0.187	4.7
0.218	5.5
0.250	6.3
0.281	7.1
0.312	7.9
0.243	6.17
0.375	9.5

设计规格

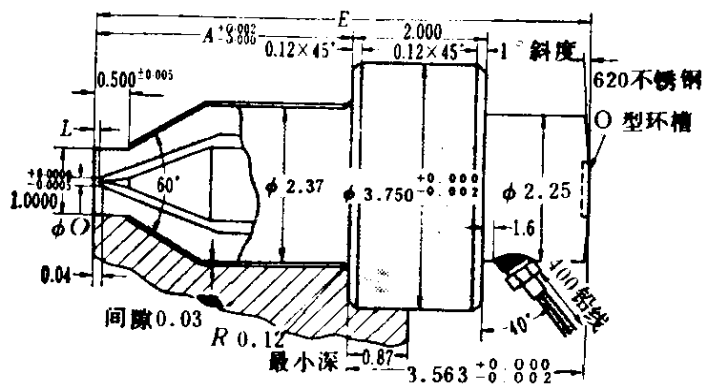


图 9.8 7300系列订货规格及设计规格

图中尺寸为英寸, 1 in = 25.4 mm

② 一模一腔用热喷嘴(直接浇口热喷嘴) 图9.9<sup>40)</sup> 表示一模一腔用热喷嘴5100系列的外观。所用的加热圈,各系列不同。

3100系列与3300系列相同,是为了用于小型制品而设计的。图9.10<sup>40)</sup> 示出其订货规格及设计规格。

5100系列是为了中型制品,且冷却水孔、型腔配置接近于

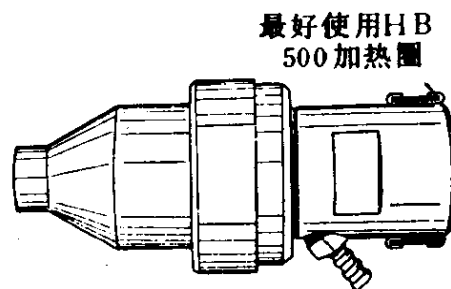


图 9.9 一模一腔用热喷嘴外观(5100系列)

#### 订货规格

系 列	5101	5102	5103	5104	5105	5106	5107	5108	5109	5110	5111	5112	5113	5114	
A	in	1.875	2.375	2.875	3.375	3.815	4.375	4.875	5.375	5.875	6.375	7.000	8.000	9.000	10.000
	mm	47.6	60.3	73.0	85.7	98.4	111.1	123.8	136.5	149.2	161.9	177.8	203.2	228.6	254.0

O 径	in	0.040	0.050	0.060	0.070	0.080	0.090	0.100	0.125
	mm	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.3	2.5	3.2

D 径		B	
in	mm	in	mm
0.562	11.3	0.190	4.8
0.687	17.4	0.250	6.3
0.750	19.0	0.310	8.6
1.000	25.4	0.500	12.7



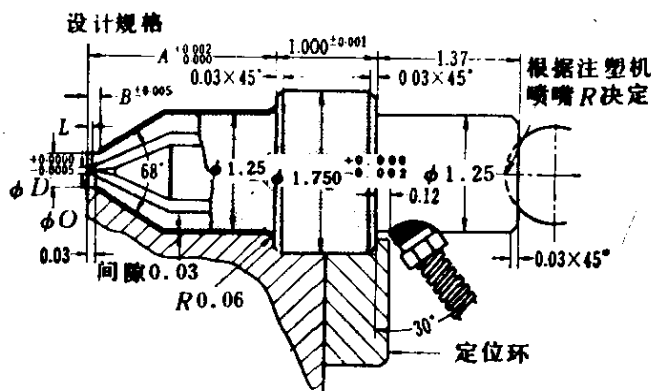


图 9.10 3100系列订货规格及设计规格

图中尺寸为英寸, 1 in = 25.4 mm

喷嘴衬套前端的模具而设计的。图9.11<sup>40)</sup>示出了订货规格及设计规格。

●  
订货规格

系 列		3101	3102	3103	3104	3105	3106	3107	3108	3109	3110
A	in	1.375	1.875	2.375	2.875	3.375	3.875	4.375	4.875	5.375	5.875
	mm	34.9	47.6	60.3	73.0	85.7	98.4	111.1	123.8	136.5	149.2

O 径	in	0.030	0.040	0.050	0.060	0.070	0.080	0.090	0.100
	mm		0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.3

D 径		B	
in	mm	in	mm
0.250	6.3	0.060	1.5
0.312	7.9	0.090	2.3
0.375	9.5	0.120	3.0
0.437	11.1	0.150	3.8
0.5 0	12.7	0.180	4.6

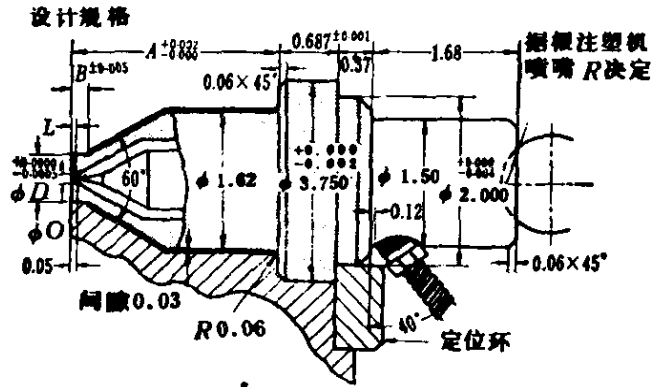


图 9.11 5100系列的订货规格及设计规格

图中尺寸为英寸, 1 in = 25.4 mm

7100系列是为了大型制品, 且冷却水孔、型腔配置接近于

订货规格		系 列	A	
			in	mm
O	径	7101	3.675	93.4
in	mm	7102	4.375	111.1
0.125	3.2	7103	4.875	123.8
0.156	4.0	7104	5.375	136.5
0.167	4.7	7105	5.875	149.2
0.218	5.5	7106	6.375	161.9
0.250	6.3	7107	7.000	177.8
0.261	7.1	7108	8.000	203.2
0.312	7.9	7109	9.000	228.6
0.343	8.7	7110	10.000	254.0
0.375	9.5	7111	11.000	279.4
		7112	12.000	304.8
		7113	13.000	330.2
		7114	14.000	355.6
		7115	15.000	381.0
		7116	16.000	406.4
		7117	17.000	431.8
		7118	18.000	457.2
		7119	19.000	482.6
		7120	20.000	508.0

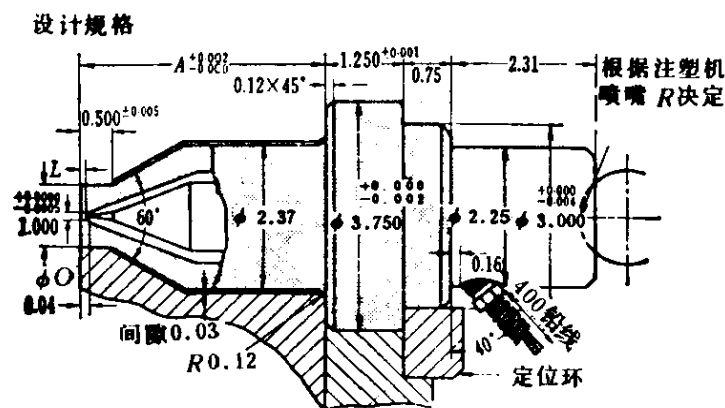


图 9.12 7100系列的订货规格及设计规格

喷嘴前端的模具而设计的。图9.12<sup>40)</sup>示出订货规格及设计规格。

图9.13<sup>40)</sup>表示应用一模一腔热喷嘴（直接浇口热喷嘴）的模具结构。左图是原来的冷流道模具；右图是应用INCOE一模一腔用热喷嘴的模具结构，此方式除去了主流道。

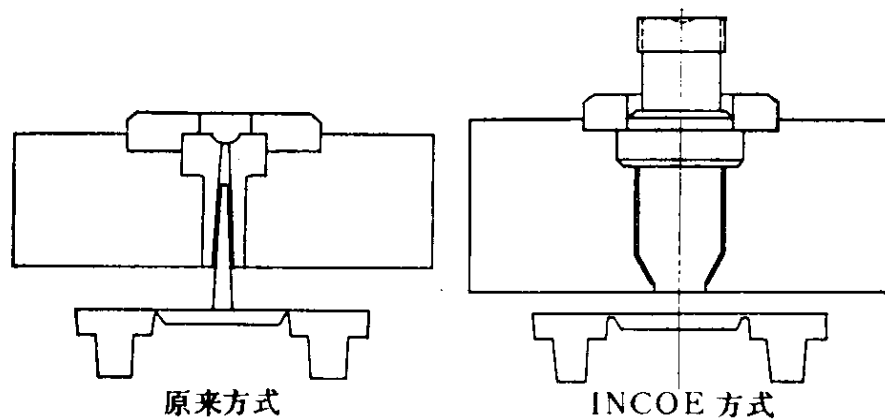


图 9.13 应用一模一腔热喷嘴的模具结构

在一模多腔模具中，型腔间的距离过于接近，不能使用几个大直径喷嘴时，可在一模一腔用热喷嘴模具结构上，并用冷流道。

③ 根据注射量选择喷嘴系列

一次的注射量 $200\text{cm}^3$ 以下      3000系列。

200~ $500\text{cm}^3$       5000系列。

$500\text{cm}^3$ 以上      7000系列。

一模一腔用热喷嘴时      100系列。

一模多腔用热喷嘴时      300系列。

(5) 热喷嘴的组装、分解 在需要更换加热棒时，请按如下手续取出旧加热棒，更换新加热棒。

① 卸下本体。

② 除净燕尾沾附的固化树脂。

③ 加热燕尾，取下装有银焊垫圈的尖头。

④ 从加热器电线上拆下保护外皮及接线柱。

⑤ 抽出加热棒（注意：相对于引线绝缘瓷体的方向）。

⑥ 将银焊垫圈两面用细锉或砂布清除干净（不伤损机加工面）。

⑦ 插入新加热棒并定位。

⑧ 为了放进带有角度的绝缘瓷圈，先对电线进行定向。将电线插入瓷体的两条孔内，将瓷体插入燕尾的孔内，安装在加热底座上。

⑨ 将电缆，安装螺母安装在原来的位置。

⑩ 将电气插座安装在原来的位置。

⑪ 将尖头和新的银焊垫圈安装在所定的位置，此后边推压尖头边加热，直到银焊流出为止。

⑫ 除去流出的银焊溢料，使其与分流梭直径相等。

⑬ 在本体组装之前,不要忘记在螺纹部涂附耐高温防烧结涂料。

(6) 无头热喷嘴 图9.14<sup>40)</sup>是无头热喷嘴的结构。由图可知,除了本体缩短之外,在结构上几乎与上述喷嘴类似。在使用上述喷嘴,喷嘴本体的前端构成型腔的一部分时,则制品上留有喷嘴本体前端的轮廓痕迹。这是一个缺点。

如果使用无头喷嘴,虽然可以消除这个缺点,但喷嘴前端的温度下降,不可避免地要经常产生浇口冷却固化的问题。

图9.15<sup>40)</sup>是无头热喷嘴的组装图。

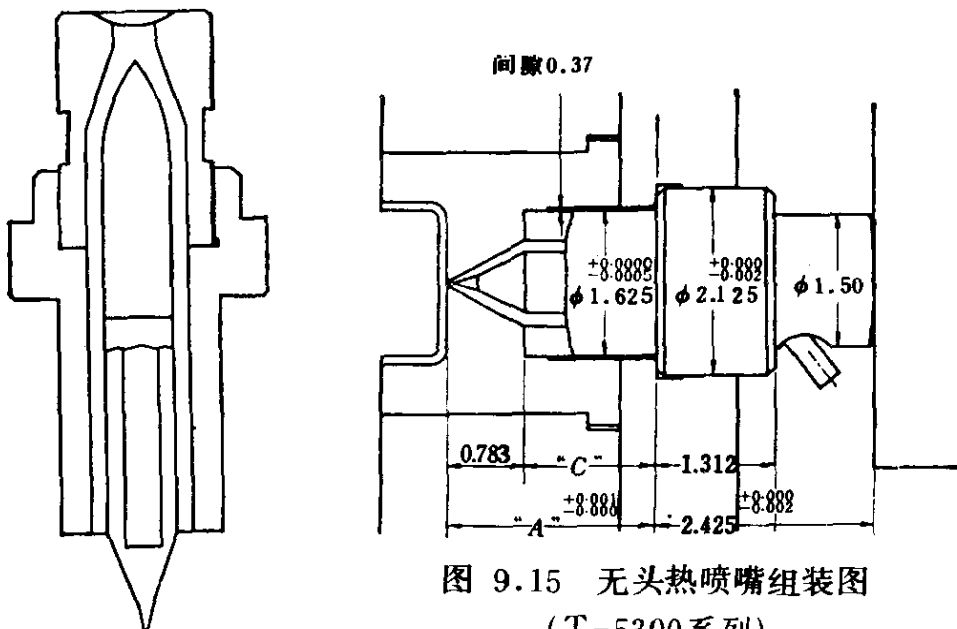


图 9.15 无头热喷嘴组装图  
(T-5300系列)

图 9.14 无头热喷嘴

图中尺寸为英寸, 1 in = 25.4mm

图9.16<sup>40)</sup>是将三板式模具进行改造的结构。(a)是三板结构,四个点浇口,一模二腔成形ABS容器(制品尺寸为:88.9×241.3×44.5mm,壁厚约2mm)的模具。(b)是使用无头热喷嘴将(a)改造为无流道模具的结构。尽管浇口数由四个

减少到二个，由于使用了能取得平衡的热流道系统，可以得到无扭曲变形的制品。该模具中使用的热喷嘴是5300系列，浇口尺寸为1.524mm(0.06in)。

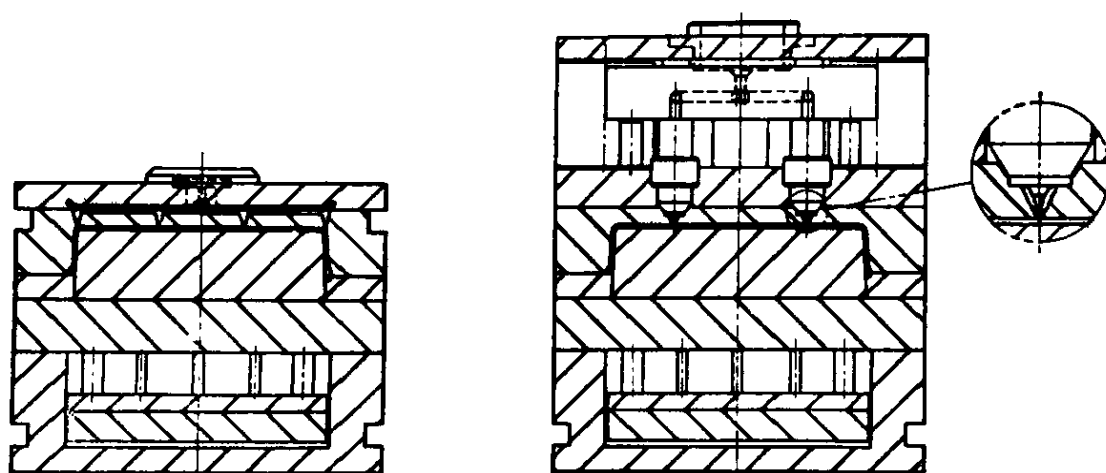


图 9.16 无头热喷嘴用例

(7) 温度控制器 如前所述，由控制加热器的电压来调节温度，当用开-关方式来控制温度时，开-关的频率越大，加热器的寿命越短。但是当电流总是流通，由改变加热器的电压来调节温度时，加热器的寿命增长。另外因不用开-关控制方式，温度可呈直线调节。

控制器种类有5A、10A、20A三种。

(8) 插座式和进系统<sup>①</sup> 该系统由热流道板、内加热喷嘴、电气控制柜组成。终点塞孔设置在模具上。

插座式和进系统可以预先布线，由试验确定温度控制是否可以正确进行。只要插入主导线插塞，就可以立即达到使用状

① 原文为：プラグアンド“ゴ”ーシステム。

态，完善地作动，立即开始生产。

完全且正确的控制是必不可少的，控制柜是为此而设计的，通过控制柜的指示器，任何时候都可知道系统内的状态。

图9.17<sup>40)</sup>表示插座式和进系统。

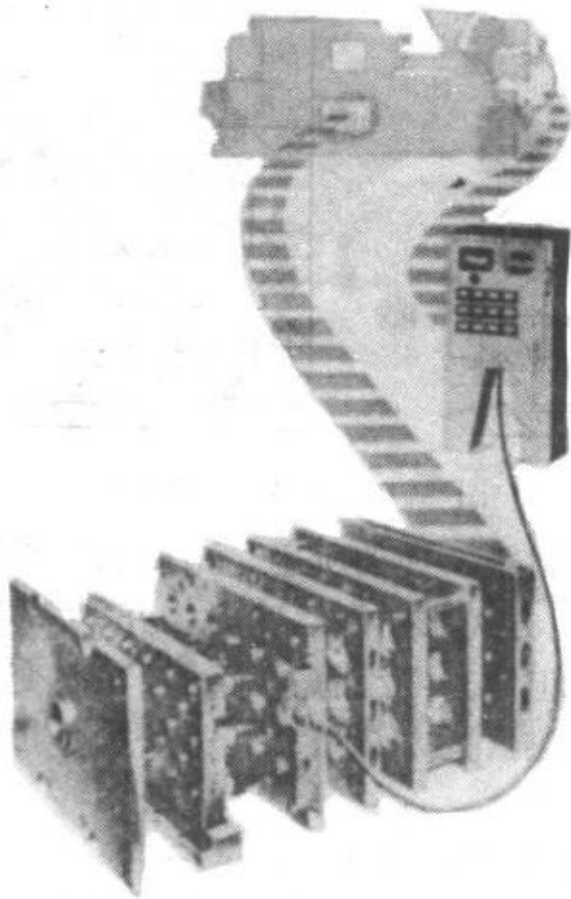


图 9.17 插座式和进系统

(9) 过滤板 在很多情况下，热喷嘴的浇口中由于堵入金属片等异物而不能注射。为了防止这一点而设置有过滤异物的过滤板。

过滤板有两种，一种是夹在注塑机料筒和喷嘴之间，另一





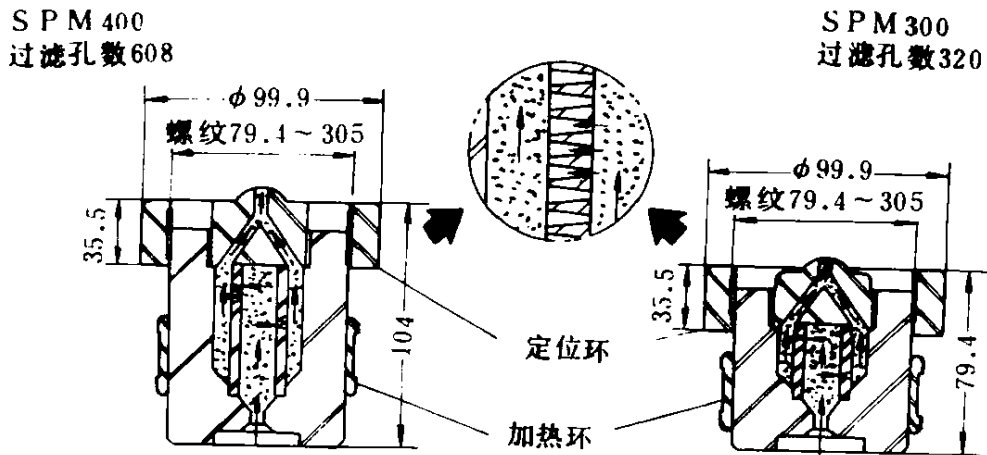


图 9.19 过滤板

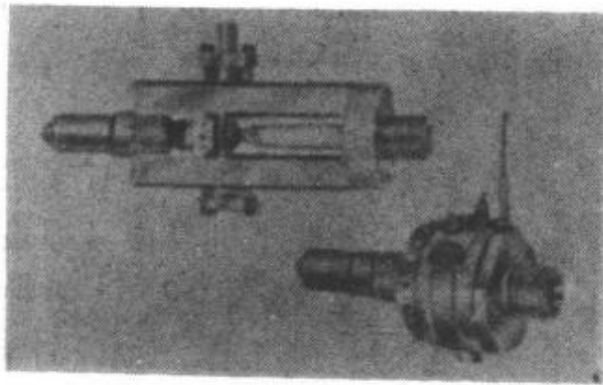


图 9.20 过滤板

(11) 实用例<sup>(40)</sup>

① 通用树脂不言而喻,这种形式的热喷嘴也可用于聚碳酸酯、聚苯醚 (PPO)、尼龙等工程塑料。在用于工程塑料时,要使用高硬度材料的喷嘴,用装有热电偶的内加热式喷嘴进行比例温度控制。喷嘴后要装由滑线变阻器调温的加热圈。

成型实例如下:

聚碳酸酯小瓶: 用5300系列, 一模四腔。

表 9.1 改造效果

		A: 原来的浇口方式	B: 热喷嘴方式	B/A %
周 期 时 间	注射, s	4	4	
	保压, s	2	2	
	冷却、塑化, s	20	8	
	开模, s	3	2.5	
	合计, s	29	16.5	56.9
一小时注射次数		122.9	190.5	155.0
一小时的收入 (日元)		3600	5580	155.0
一小时的增加 收入	由加快成型周期带来的增收		1980	
	人工费、材料费的节约额		400	
	合 计 (日元)		2380	
改造费 (日元)		195000		

注: 以 1 美元 = 300 日元换算。改造费回收

时间:  $\frac{195000}{2380} = 82 \text{ h.}$

聚碳酸酯继电器盖: 用3300系列, 一模四腔。

聚苯醚电冰箱部件: 用3300系列, 一模八腔。

尼龙机械零件: 用5300系列; 一模四腔。

聚丙烯: 洗衣机槽, 周转箱, 电视机后罩。

聚乙烯: 自行车挡泥板, 工具箱。

聚苯乙烯、ABS: 收音机、录音机外壳, 点心盒, 百叶窗等。

② 也可用于发泡聚苯乙烯的成型 用 5 个 5300 喷嘴成型重量约 2950g, 壁厚 2.54mm, 66 × 128mm 的家具。

③ 玻璃纤维增强的聚丙烯, 尼龙零件也有许多使用实例。

#### (12) INCOE 系统的启动、维护及故障排除

① 加热器的启动 加热器在通电之前, 测试系统的绝缘极为重要。在停止作业时, 加热棒中的绝缘粉末易吸潮。当吸潮

时，要在100~150℃加热约2小时，去除绝缘粉末中的潮气。

加热器通电时，滑线变阻器约在20V，自动温度控制器在100℃约加热15分钟。在进入下一动作之前要对以上动作再次进行检查，此后再加热到设定温度。

② 热流道板的启动 在对模具通以冷却水之后，加热棒升温，使热流道板的温度升高到与注塑机喷嘴相等的温度。热喷嘴加热器的温度最好不要超过热流道板的温度。

### ③ 故障的排除

a. 喷嘴的浇口孔堵塞 将喷嘴的燕尾和本体分开，清扫浇口孔。也可以使用过滤板防止堵塞。

b. 当喷嘴需要异常高的温度和压力时，可使用如下的改善方法。

(i) 喷嘴的浇口直径小：增大浇口直径。

(ii) 喷嘴的浇口颈长度过长：将接触模具的喷嘴前端面稍加切削，缩短浇口颈和喷嘴尖头的高度。

(iii) 喷嘴的浇口孔因异物堵塞：除去异物。

(iv) 热流道板的加热器容量不足，热流道板温度降低，树脂粘度增高：更换加热器。

c. 热流道板和热喷嘴之间产生树脂泄漏

(i) 没装入O型环或O型环受损伤：更换O型环。

(ii) 热流道板平行度、热喷嘴高度不一致、热流道板和模具本体紧固不良：加以修正。

d. 热喷嘴燕尾破裂

(i) 由于热流道板和热喷嘴间的间隙有问题，热喷嘴被过度挤压：修正到不过度挤压。

(ii) 设计时将热喷嘴作承压件使用：另外设置承压件。

(e) 浇口直径过粗，浇口产生拉丝现象

- (i) 浇口直径过粗或浇口颈长度过长：更换适当的喷嘴。
- (ii) 喷嘴温度过高：降低温度。
- (iii) 压力过高：降低压力。
- (13) 其他使用时的注意事项

① 当使用无头喷嘴以外的喷嘴时，由于喷嘴前端面的轮廓痕迹残留在制品上，因此在制品造型时必须予以考虑。

② 分流梭内的加热棒不易更换，因此必须尽量降低使用电压、延长加热棒寿命。

③ 为防备加热棒断线，须常备加热棒备件。

④ 对于象硬质PVC之类易产生热分解的树脂，因在连接部分易发生热分解，所以应避免使用。

### 9.2.2 INCOE 开-关系统

继INCOE热喷嘴系统，又研制了INCOE开-关系统。

图9.21<sup>40)</sup>表示使用INCOE开-关系统的模具结构。

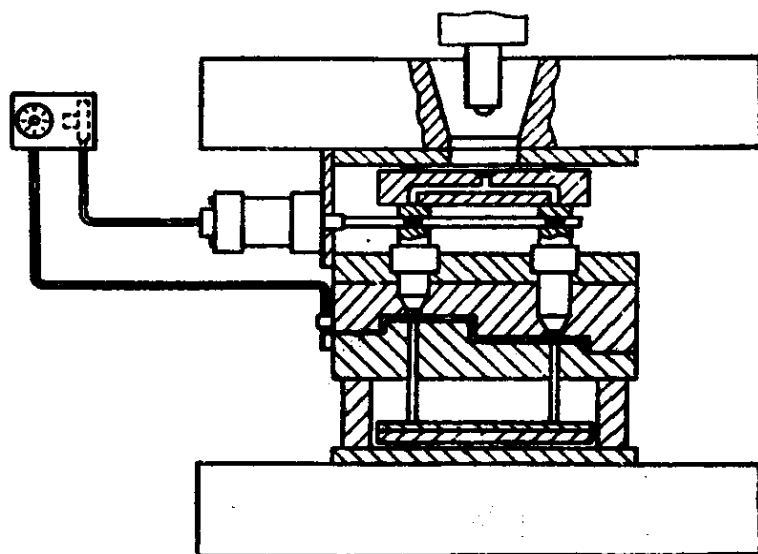


图 9.21 应用开-关系统的模具结构

图9.22<sup>40)</sup>表示浇口开启时的状态。动作杆被拉动，杆上的缺口部定位在闭锁阀杆上，由于树脂的压力，阀针被推向上方，浇口开启。动作杆的缺口部只要不在闭锁阀针上，阀针就不向上方运动，因此可与树脂压力无关地闭锁浇口。

图9.23<sup>40)</sup>表示浇口闭锁状态。

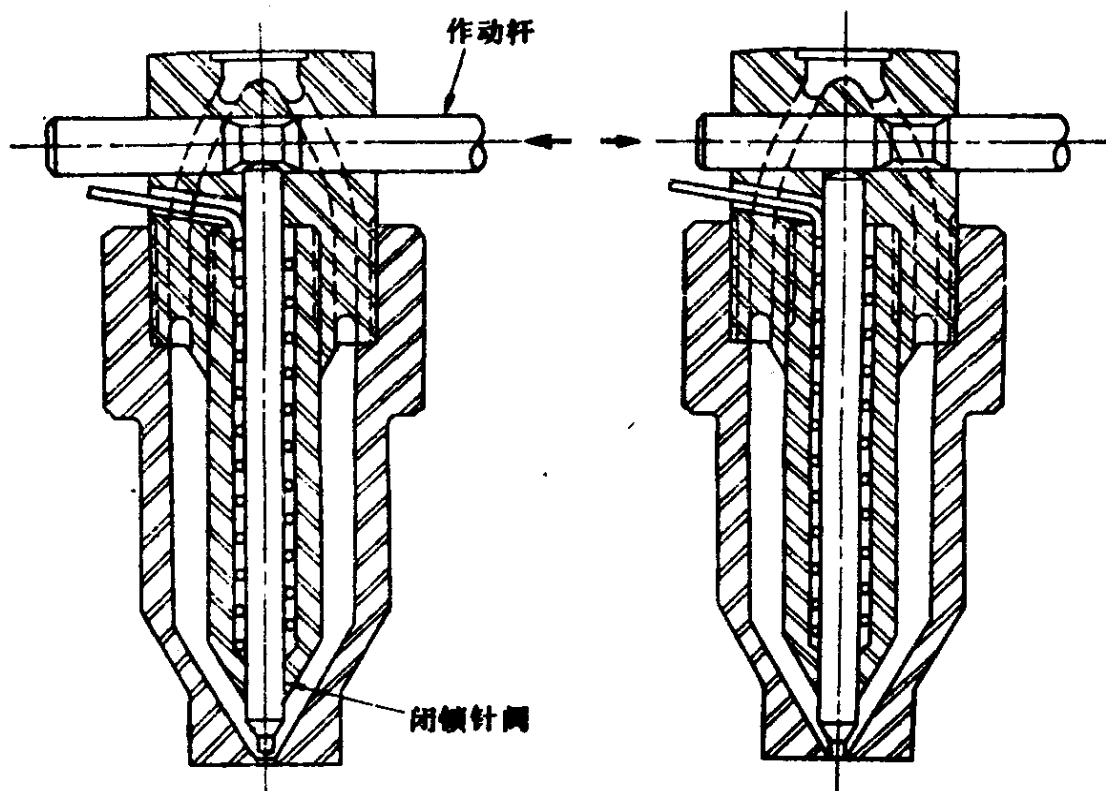


图 9.22 浇口开启状态

图 9.23 浇口闭锁状态

通过电气定时器，动作杆被推动，动作杆上的缺口部离开闭锁阀针上方的位置，阀针顶着树脂压力被推向下方，闭锁浇口。

由于浇口的开闭与注塑机的成型周期及树脂压力的大小无关，一模多腔的浇口可同时开启，也可依顺序开启，可进行预压缩注射成型。可用于工程塑料及含有填料的一切热塑性树脂，

并可能以最短的周期充满大型制品的型腔。

### 9.3 TGK系统

(1) TGK喷嘴的结构 图9.24<sup>17)</sup>表示TGK喷嘴的纵断面。由于是内加热喷嘴，加热棒引线的连接方法与INCOE热喷嘴相同。但是与INCOE系统的直接接触方式相反，本系统采取半绝热方式。喷嘴本体和型腔板之间有0.5 mm的树脂绝热层。本体为不锈钢制。

分流梭的前端呈针状，伸入到浇口内。喷嘴燕尾装设有加热圈。

#### (2) 优点

① 由于采用半绝热方式，喷嘴前端不和型腔板直接接触，温度下降少。

② 由于有树脂绝热层，喷嘴可对型腔板绝热。

③ 由于分流梭前端呈针状，伸到浇口内，防止浇口冷却固化。因此即使在成型周期长时，也可以稳定地连续成型。

④ 长喷嘴的加热棒可分段进行温度控制。

⑤ 衬套后装有加热圈，可提高喷嘴尖端的后部的树脂温度，为此，即便将衬套后部控制在树脂的熔融温度，喷嘴前端也不发生流涎。

⑥ 可更为加快成型周期。因是内加热，喷嘴前端由绝热树脂层绝热，所以，即便冷却水道设于喷嘴尖端附近，也不必担心喷嘴内的树脂固化阻塞。因此，型腔和型芯可保持于低温，

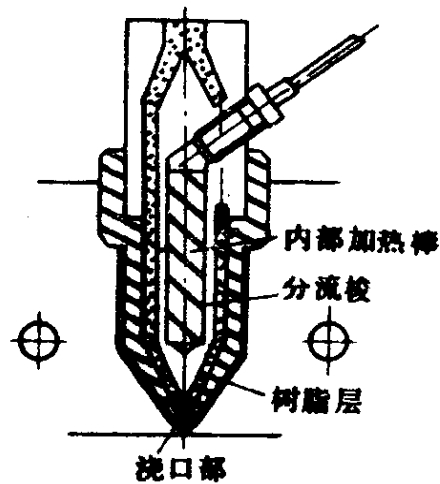


图 9.24 TGK 喷嘴纵断面

更加快了成型周期。

⑦ 部件已标准化，有互换性。

⑧ 根据树脂的种类、制品尺寸及形状，准备有各种喷嘴形式。

(3) 喷嘴的选择

① 根据图9.25<sup>17)</sup> 决定选择哪种系列的喷嘴。如一次注射量大，则树脂流过喷嘴的流动阻力增大，所以必须使用大尺寸的喷嘴。

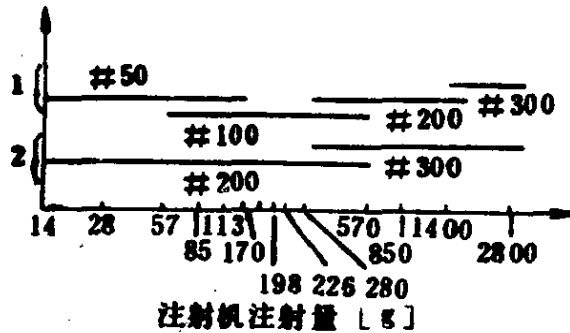
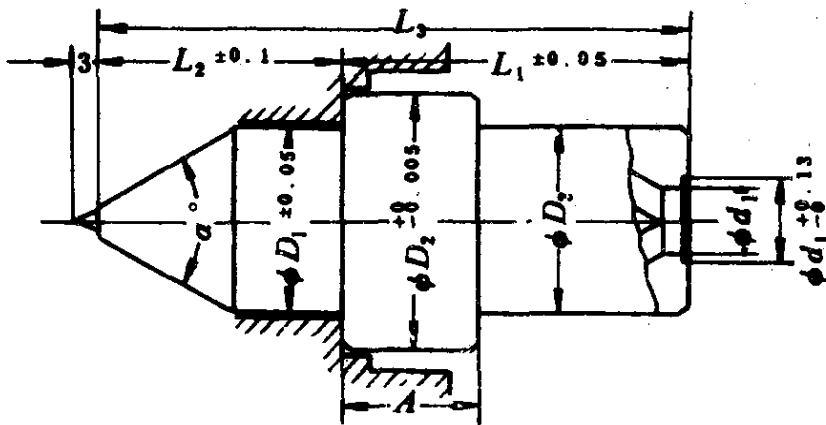


图 9.25 T GK 喷嘴选定指标

1—多浇口或一模多腔； 2—单浇口或一模一腔

图9.26<sup>17)</sup> 表示各个系列的规格。



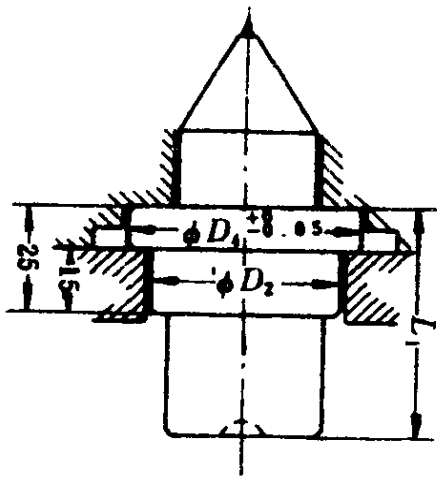
项目 型号	$a$	$A$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$d_1$	$d_2$	$L_1$	$L_1$	$L_3$	内部加热棒				外部加热圈	
	度	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	直径 mm	长度 mm	电压 V	容量 W	V+W	直径× 长度
50 系列	50								27.0	64.5		38.1	200	44		
	52	70	18	20	28	20	10	13.13	37.5	54.0	91.5	3.18	63.5	240		
	54									79.0	116.5		88.9			
100 系列	99		19						50	22.0	72.0		25.4	200	80	
	101									31.5	84.5		38.1		175	200V
	102	60	22	30	40	30	10	13.13	53	44.5	97.5	6.25	38.1	240	200	×
	103									57.5	110.5		50.8		250	120W
	104									82.5	135.5		76.2		300	
200 系列	201									36.5	95.5		25.4		150	
	202									49.5	108.5		38.1		200	
	203									62.5	121.5		50.8		250	
	204	60	25	35	48	35	13	16.13	59	68.5	127.5	9.42	57.2	240	200	200V
	205									87.5	146.5		76.2		300	×
	206									113.5	172.5		101.6		440	170W
	207									138.5	197.5		127.0		700	
	208									164.5	223.5		152.4		900	
300 系列	301									56.5	125.5		38.1		250	
	302									69.5	138.5		50.8		250	
	303									76.5	145.5		57.2		200	
	304	60	25	45	60	45	15	18.13	69	94.5	163.5	9.42	76.2	240	370	200V
	305									120.5	189.5		101.6		545	×
	306									145.5	214.5		127.0		700	270W
	307									171.5	240.5		152.4		900	
	308									222.5	291.5		203.2			

图 9.26(A) T GK 喷嘴规格(一模多腔用)

② 喷嘴长度根据型腔底的厚度尺寸选定。图9.27<sup>17)</sup>表示各系列的喷嘴孔的加工尺寸。

③ 根据表9.2<sup>17)</sup>选定S型或BC型 S型为一般树脂用；





项目 系列	$D_2$ mm	$D_1$ mm	$L_1$ mm
200 系列	45	54	59
300 系列	60	70	69

图 9.26(B) TGK喷嘴规格 (一模一腔用)

(注: 除上述尺寸外, 其他尺寸与一模多腔用喷嘴相同)

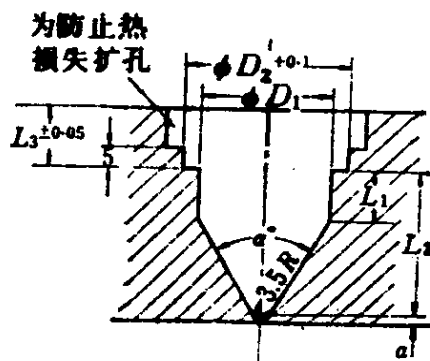


图 9.27 TGK各系列喷嘴孔的加工尺寸

型号		$\alpha$ 度	$a$ mm	$D_1$ mm	$D_2$ mm	$L_1$ mm	$L_2$ mm
50 系列	50	70	1.9	21	28	15.7	28.1
	52					42.7	55.1
	54					67.7	80.1
100 系列	99	60	1.9	30.8	40	0	23.1
	101	60	1.9	31	40	9.2	32.6
	102					22.2	45.6
	103					35.2	58.6
	104					60.2	83.6
201	10.1					37.8	
200 系列	202	60	1.7	36	48	23.1	50.8
	203					36.1	63.8
	204					42.1	69.8
	205					61.1	88.8
	206					87.1	114.8
	207					112.1	139.8
	208					138.1	165.8
	301					21.9	58.3
300 系列	302	60	1.2	46	60	34.9	71.3
	303					41.9	78.3
	304					59.9	96.3
	305					85.9	122.3
	306					110.9	147.3
	307					136.9	173.3
	308					187.9	224.3

B C 型的分流梭用淬火镀铬制，具有表面温度均一，可防止喷嘴内树脂热分解，热老化的结构，适合于聚甲醛等工程塑料。

表 9.2 S、BC型 选定 表

表 9-2 S 型, BC 型选定表

树脂	小型品 $\phi 10 \sim 30$	中型品 $\phi 30 \sim 150$	大型品 $\phi 150$ 以上
纤维增强树脂			
PC, PPO 树脂			
丙烯酸树脂	BC型	BC型	
POM 树脂			
聚苯乙烯类树脂 [ABS 树脂 AS 树脂 HIPS 树脂 PS 树脂]	S型 #50	S型 #100, 200, 300	
聚烯烃树脂 [PE PP]			

## (4) 浇口设计和加工尺寸

## ① 浇口尺寸的决定方法

a. 根据使用树脂的种类、制品的大小等, 参考表9.3<sup>17)</sup>, 决定浇口尺寸。象流动性好的树脂、小型制品等虽然可缩小浇口尺寸, 但浇口尺寸越小越易堵塞。相反, 流动性不好的树脂、大型制品就必须增大浇口尺寸, 浇口尺寸越大越易产生流涎。

b. 由于针和浇口内壁的高粘度层, 树脂的流动阻力有所增大, 因此浇口直径要比冷流道直径增大0.2mm左右。

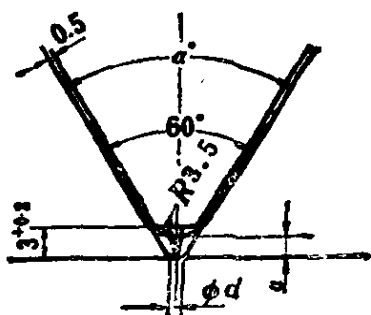
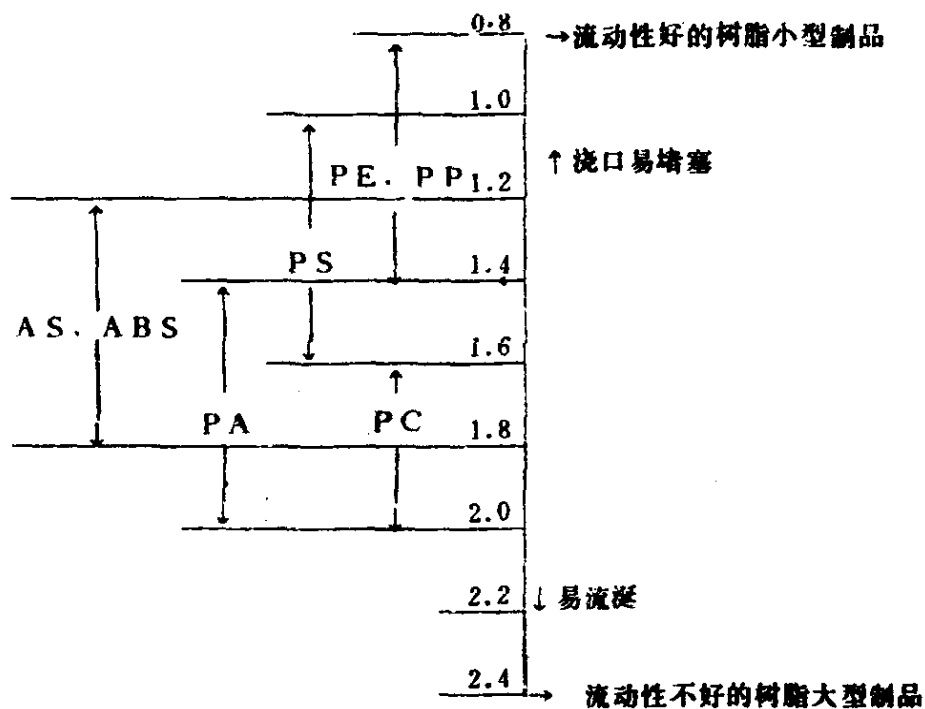
## ② 通常的浇口加工尺寸 (留有0.2mm的膨胀间隙)。

a. 如图9.28<sup>17)</sup>所示, 在成型时, 针尖的位置应位于型腔底面上 (浇口剖面)。

b. 根据表9.4<sup>17)</sup>, 预先将针尖削去热膨胀量。此时, 从喷嘴尖端的高度因有 $\pm 0.2$ mm的公差, 要进行实测。

c. 浇口直径在 $\phi 1.6$ mm以下时, 在决定高度尺寸之后,

表 9.3 浇 口 尺 寸



型号	$\alpha$ 度	$\alpha$ mm	$d$ mm
50°	70	1.9	1.0~1.6
100°	60	1.9	1.0~1.8
200°	60	1.7	1.2~2.4
300°	60	1.2	1.4~2.8

图 9.28 TGK 各系列的浇口尺寸 (成型时)

要将针尖磨尖。

d. 针尖必须位于浇口的中心，如果偏心则引起树脂偏流。在极端的情况下，会使浇口产生堵塞。

表 9.4 针 的 热 膨 胀 尺 寸

型 号	$\Delta l$	型 号	$\Delta l$	型 号	$\Delta l$	型 号	$\Delta l$
50	0.1	101	0.1	201	0.1	301	0.1
52		102	0.15	202	0.15	302	0.15
54		103	0.2	203	0.2	303	0.2
		104	0.25	204	0.2	304	0.25
				205	0.3	305	0.35
				206	0.35	306	0.4
				207	0.45	307	0.5
				208	0.5	308	0.6

\* 300℃时

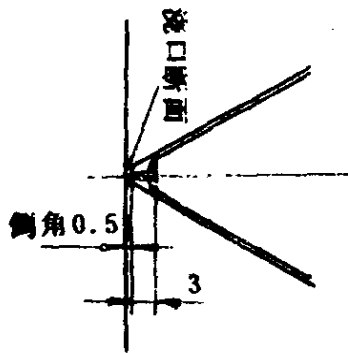


图 9.29 残留浇口痕迹时的尺寸

e. 浇口直径开始应小, 根据成型情况进行扩大。

扩大浇口时, 应以60度角的锥度从型腔面进行加工, 不留浇口颈的平直部分。浇口在轴向上, 不应有垂直部位。

③ 浇口痕迹在凸起0.7mm也无妨时的浇口加工尺寸。

a. 在稍残留有浇口凸起痕迹也无妨时, 可如图9.29所示, 留有0.5mm左右的倒角。

b. 为了使浇口痕迹附带在制品上, 浇口部分加以反锥度的脱模斜度 (通常倒角0.5mm)。

### (5) 温度控制

① 温度控制方式 控制器类型有一模一腔用S型和一模多型腔用SA型。喷嘴内加热棒、外加热圈、热流道板加热器可分别进行控制。

每个喷嘴内的加热棒应用硅整流控制器(SCR)全手动设定控制。喷嘴外加热圈用硅整流控制器全手动设定控制。一模

二腔以下使用一个控制器，一模四至八个型腔应用两个控制器，S型、SA型都可进行温度控制。

热流道板加热器分区进行控制。SA型控制器中应用硅整流控制器和温度调节计(TIC)，温度调节计以热电偶检测温度，可总是保持平均温度，因此SA型是自动温度控制方式。S型是应用硅整流控制器的手动设定控制方式。

喷嘴内加热棒置电压计、喷嘴外加热圈置电流计于各自的电路中。

② 喷嘴加热棒的温度设定、控制方法 喷嘴加热棒的目的是防止浇口阻塞，将喷嘴内的树脂及通过针尖部的树脂加热。

如图5.29中所述，越提高喷嘴内加热棒的电压，注射时间越短，因此在浇口不产生拉丝的前提下，从注射时间上来看提高电压虽然可取，但加热棒的寿命会缩短。

TGK喷嘴由于加热及喷嘴结构上的原因，要指示加热针尖端部的实际温度非常困难，所以如图9.30<sup>17)</sup>所示，对各种型

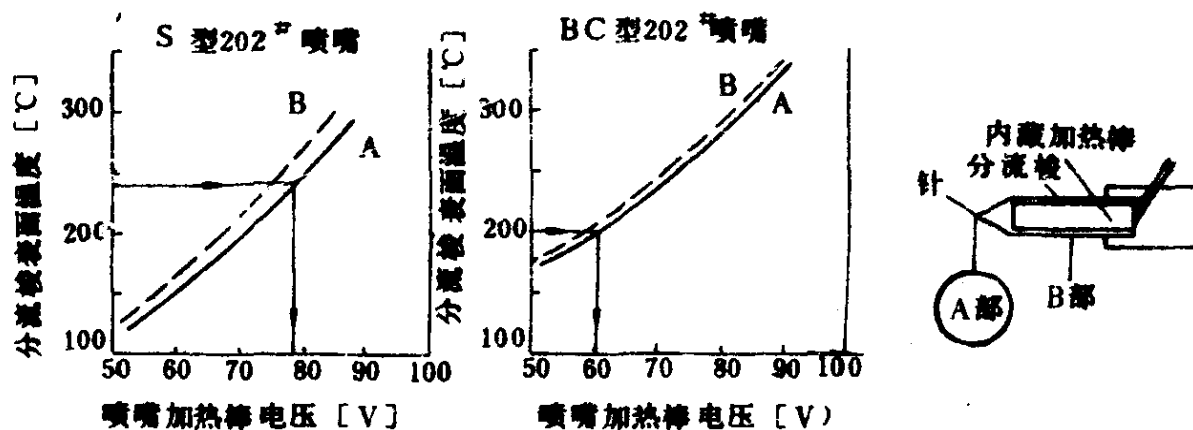


图 9.30 喷嘴温度设定特性图，电压设定例

设：树脂为PP，温度240℃，202°S喷嘴，则电压为78V

设：树脂为有机玻璃，温度200℃，202°BC喷嘴，则电压为60V

号的喷嘴预先测定“电压对表面温度”的关系,并加以图表化。电压的设定如下所述。

a. 根据树脂、制品的大小,从选定的喷嘴温度特性图,初步设定于成型树脂温度相当的电压(见图9.30)。使用滑线变压器时,其电压值应高于由上述方法求得的电压值。

b. 成型开始时稍提高电压,达到稳定后,稍微降低电压。

c. 根据成型情况,微调节电压。

③ 加热圈的温度设定、控制方法 喷嘴加热圈的目的是对喷嘴进行辅助加热,以补偿喷嘴传到模具的热量。

由于是辅助加热,如在最初设定好微调刻度盘的刻度之后,以后就不须再进行调节。

使用PE、PP等树脂时设低值,使用PC树脂时设高值。

④ 热流道板的温度设定,控制方法 热流道板的加热目的,是对热流道板、浇口套加热以及对喷嘴进行补充加热。

a. 易发生烧焦、分解的树脂的温度设定,与注塑机料筒温度相等,最初不要太高。

b. 一般树脂的温度设定比注塑机料筒高20~30℃左右。

c. 发生树脂烧焦、银条、分解等现象时,降低设定值。

d. 使用手动硅整流控制器或滑线变阻器控制温度时,用表面温度计校核,调节设定值。

e. 使用自动温度控制器时,将希望的温度刻度对准设定指标。

⑤ 启动时加热器的电压设定

a. 最初启动或停止三天以上又开始启动时,大多数情况下,所有的加热器的绝缘材料都要吸潮,所以,如图9.31<sup>17)</sup>所示,应分三步设定电压。当吸潮时,如果一开始就加以高电压,因加热器开温水分急剧气化,绝缘性下降,加热器易产生断

线。

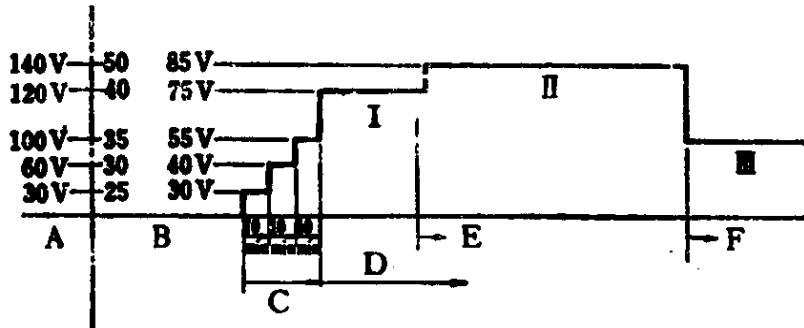


图 9.31 开始时喷嘴加热器温度设定实例

I—根据所使用树脂温度 (200~280℃) 设定电压

II—根据所使用树脂温度设定电压高出20~30V

III—在电压一半时成型

A—使用滑线变阻器时；B—使用微调硅整流器刻度盘时；C—加热器最初使用时；D—二次以后的步骤；F—短时间停止

b. 第二次以后的始运转时，在设定所定电压之后，喷嘴分流梭要用数分钟升温，如在最初就升到成型时的电压，在开始注射之前，树脂易产生烧焦、分解，所以应该避免。聚甲醛、聚碳酸酯、ABS 等对温度敏感的树脂易产生滞留烧焦、应特别注意。

### ⑥ 停止作业时的注意事项

a. 为了防止由于余热而引起的树脂滞留烧焦、热分解，应连续进行欠料注射。

b. 在准备下次起动，微调刻度盘的设定值应下降到成型时刻度值的2/3左右。

c. 由于模具、注塑机故障以及其他原因引起的长时间停止运转时，为了防止由于树脂滞留引起的树脂烧焦、分解，各加热器的设定值应设定在成型时的1/2以下。



(6) 使用例, 经济价值 表9.5<sup>17)</sup> 列出各种树脂的典型使用实例。

表9.6<sup>17)</sup> 表示出各TGK喷嘴的经济价值。

表 9.5 TGK喷嘴使用实例

制品分类	制品名称	树脂	喷嘴名称	使用喷嘴数	一模型腔数
汽车部件	暖气散热器格栅	ABS	207*, 205*	各 2	1
	仪表侧板	PP	202	6	2
	变速杆盒罩	ABS	208	4	1
	仪表板内衬	P.P	204	3	1
	加热器罩箱	PP石棉增强树脂	301	2	1
	摩托车发动机罩	PP+10%石膏	201	2	1
	电瓶箱盖	PP	104	1	1
家用电器部件 (弱电部件)	洗衣机装饰板	PS	204	3	1
	洗衣机底座	PP	204	2	1
	洗衣机槽	PP	204	4	1
	录音机磁带盘	高冲击PS	101	2	2
	空调器外壳	PP	103, 104	各 1	1
	电话机防尘罩	AS	101	4	4
	灯罩	PS	101	4	1
	妇女卷发器	耐热PP	101	8	8
日用品	便器便座、盖	ABS	205	1	1
	手提包把	PE	102	8	4
	脱臭器容器	PP	101	4	4
	饭盒	ABS	201	1	1
	化妆器容器	PS	101	4	4
	量杯	AS	201	1	1
	西式浴盘	PC	307	10	1
	密封容器盒	AS	203	1	1
胶卷盒	PP	101	16	16	
办公用品	圆珠笔帽	PP	204	1	多
	缝纫机辅助台板	ABS	201	1	1
	缝纫机杂品容器	PP	101	2	1
	办公桌用笔盒	ABS	101	2	2
	复印机部件	ABS	101	8	8
	档案夹	ABS	101	5	10
	柜橱镜框	高冲击PS	101	2	2

表 9.6 T G K 喷 嘴 的 经 济 价 值

制 品		录音机磁带盘			化 妆 品 容 器			育 苗 箱		
摘 要		$\phi 125$			( $\phi 70 \times 30$ 高)			600×300×35 (长×宽×高)		
树脂种类		一般用P S			P S (白)			P P		
方 式	一模制品数	1 × 1			4 × (1个制品/ 1个浇口)			1 × 6		
	浇口个数	原来	T G K	差	原来	T G K	差	原来	T G K	差
制品重量, g		57	57		80	80		620	620	
流道料重量, g		5	0	5	9	0		160	0	
树脂用量, g		62	57	5	89	80	9	780	620	160
树脂节约率, %		8.1			10.1			20.5		
成型周期, s		20	17	3	40	34	6	50	40	10
周期缩短率, %		15.0			15.0			20.5		

## (7) 其他使用上应注意事项

① 成型精密零件时,热流道板加热器、喷嘴内加热棒都必须能自动且精密地进行温度控制。

② 对于硬质P V C等因树脂的滞留易产生热分解的树脂来说,最好避免采用带有树脂绝热层的喷嘴。

③ 喷嘴内如混入异物,则堵塞针部,因此必须绝对地防止混入异物。

④ 喷嘴内加热棒不易更换,为延长使用寿命,要降低喷嘴加热棒的电压。

⑤ 为防备加热棒断线,要备有更换部件。

⑥ 树脂的绝热层由完全冷却固化和半熔融状态的树脂组

成，在改变制品颜色时，要达到完全改变颜色非常困难。因此在有必要改变颜色时，或考虑中止采用或准备用于各种颜色的热流道板、喷嘴。

- ⑦ 在分解模具时，如不更换O型环，则树脂泄漏。
- ⑧ 为了减少备件的种类，最好尽可能地减少使用的喷嘴种类。
- ⑨ 在很多情况下，要使用注塑机的漏模防止装置或如图9.32<sup>17)</sup>所示的树脂残压去除装置。

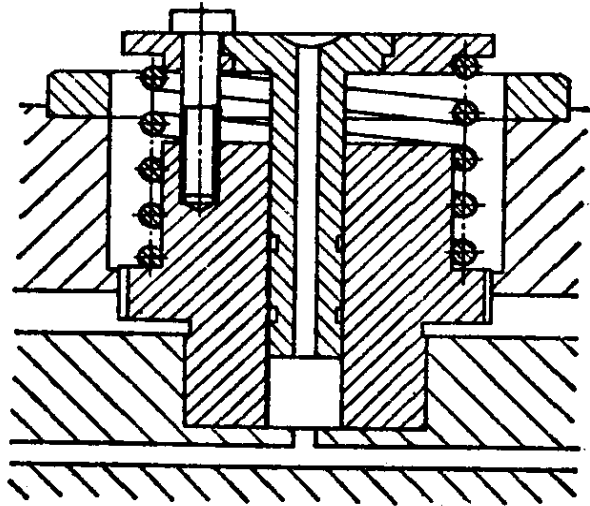


图 9.32 漏模防止装置

## 9.4 枪式系统

### 1. 枪式系统的原理和结构

枪式系统中，流道部分采用经济效果大的热流道方式，浇口部分采用使制品质量稳定的冷浇口方式。注射时，浇口部位的树脂呈熔融状态。注射完毕后，浇口部位冷却固化。

图9.33<sup>41)</sup>为枪式系统的断面图。

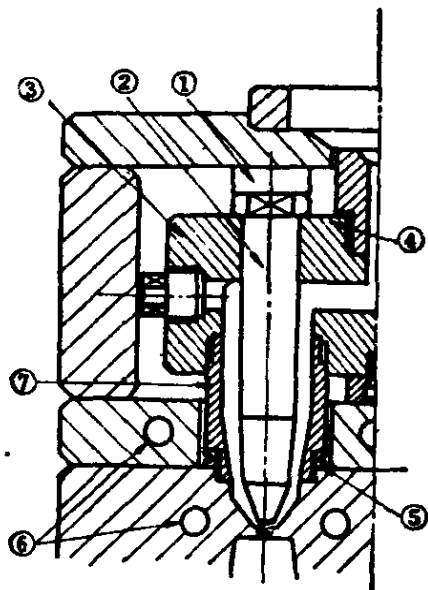


图 9.33 枪式模具断面图

- ①—枪体支撑件；②—枪体；  
③—热流道板；④—不锈钢O型环；⑤—密封环；⑥—冷却水孔；⑦—流道衬套

伸入浇口颈中的枪头，是由特殊合金制作的发热体，约离型腔底面0.2mm。枪头的电流根据注射时间开-关（不完全断电，而是常时间通以低电流）。因此在断电时，浇口颈中只微量树脂冷却固化。最好是在浇口周围设冷却水孔，使浇口强制冷却固化。这样，由于在保压中断电，浇口在加热状态下被密封，防止树脂从浇口倒流。另一方面，因浇口颈中冷却固化的树脂

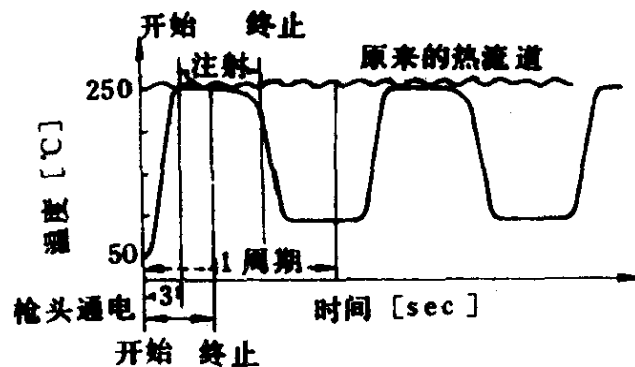


图 9.34 枪头温度特性图

量很少，如对枪头通电，用3秒钟浇口中的树脂就达熔融状态，即能进行注射。图9.34<sup>41)</sup>表示枪头的温度特性图。由图可知，枪头在通电后3秒钟就能开始注射。在注射完毕之前，枪头就已经断电。

由于枪头的质量非常小，发热虽快，但一断电立刻就达到周围树脂的温度，和冷流道的点浇口呈同一状态。

枪式系统中，除了枪头发热体之外，还有为保持导入流道中树脂呈熔融状态的保温用加热元件。

如图9.33所示，在热流道板和型腔板之间设有流道衬套，从热流道板通过流道衬套的熔融树脂，经直接设于型腔板上的流道，到达浇口。因此，与型腔板接触的部分，由于外部冷却固化，中心呈加热熔融状态，是一种绝热流道。

## 2. 枪式系统和通常的无流道成型在原理上的不同点。

通常的无流道成型法，是在主流道、流道及浇口的树脂总是保持熔融状态下，取出制品的成型方法。

枪式系统是主流道、流道总是保持于熔融状态，而浇口处的树脂只在注射时才处于熔融状态，型腔充模完毕后，浇口迅速固化密封，一直持续到下次注射。总之，枪式系统是完全重复这一过程的成型方法。

浇口的功能有两个，一是注射时熔融开启，通过树脂；二是注射完毕后固化密封，防止注射完毕后的树脂倒流，保证制品的尺寸和质量稳定。

以往的无流道成型，浇口作为充满的开口总是处于熔融状态，为了防止充模后树脂倒流，必须冷却型腔。为了能够进行下次注射，不能百分之百地发挥浇口的两个功能。在某种程度上不得不有所取舍，也不得不进行精确的温度控制。但在枪式系统中，由于使浇口树脂冷却固化，只在必要时使之处于熔融

状态，浇口的两个功能可以得到百分之百的发挥，温度控制也容易。但是不可避免地喷嘴结构变得复杂。

### 3. 枪式系统的温度控制

热流道板加热器、导入流道加热器、枪头的加热都可各自独立地进行温度控制。

热流道板加热器分为两组，用并用热电偶的自动温度控制器进行控制。导入流道的加热器是保温用加热器，不是内藏加热棒结构，而是直接缠在枪体流道部的加热方式，可控制各个型腔的输出功率。枪头加热器有两种方式：①开-关式；②为了消除浇口处的残留变形或在使用高熔点树脂时，在浇口不开口前提下常时间通以低电流，将浇口颈部的树脂预热的方式。开-关式加热器可单个型腔进行控制（但S-11专用控制器，每四根枪体用一个电路系统），连续发热输出热量，根据控制器不同，有单个型腔进行控制和每2~4个型腔为一单元进行控制的形式。

控制器有SC-22，SC-16，SC-11三种形式。

#### (1) SC-22控制器

① 可控制所有的枪体。

② 用一个电路控制一根枪体，标准产品中有用于1, 2, 4, 8, 12电路的。

③ 可以单个电路控制枪体的连续发热体输出功率，由于组装进稳压电源，更易于调节浇口的平衡。

#### (2) SC-16控制器

① 这是用于ST-22以外的枪体控制器。

② 一个电路控制一根枪体，标准产品中有用于2, 4, 6, 8, 12, 16电路的。

③ 每2~4个电路分为一组调节枪头连续发热体的输出功

率。

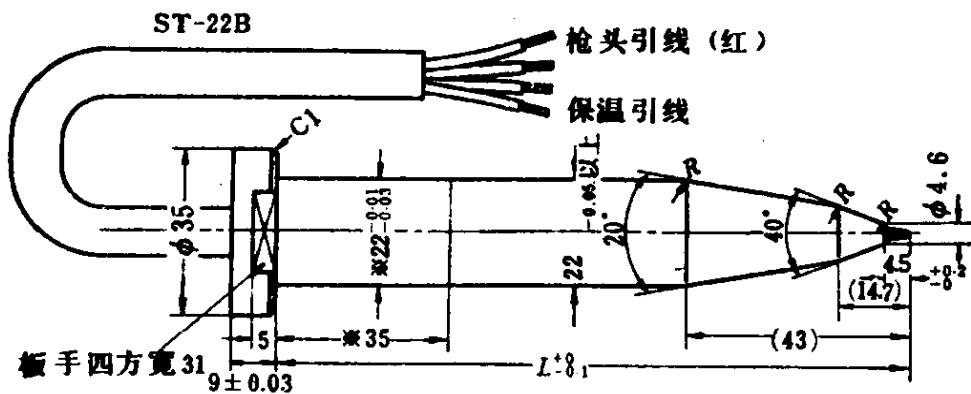
(3) SC-11控制器

- ① 只能用于S-11系列。
- ② 用一个电路可以控制四根枪体。

4. 枪体规格

(1) ST-22 A · B (图9.35<sup>41)</sup>)

- ① A型带有安装螺纹, B型没有螺纹而使用O型环。
- ② 控制器只用SC-22型。
- ③ 应用范围广泛, 用于大型制品的多浇口模具及一模多腔且须精密控制的工程塑料制品模具。



系列 ( $\phi D$ )	标准制品 (L尺寸)										特别订货: 最大到250 且以10 mm进位
	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	
ST-22 B	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	
控制器	浇口最小 间距	浇口直径		枪头发热 方式		保温加热器		几乎可用于所有热塑 性树脂 标准附件: O型环一个			
		最小	最大								
SC-22	45	0.7	5.0	开关式及连 续式		有					

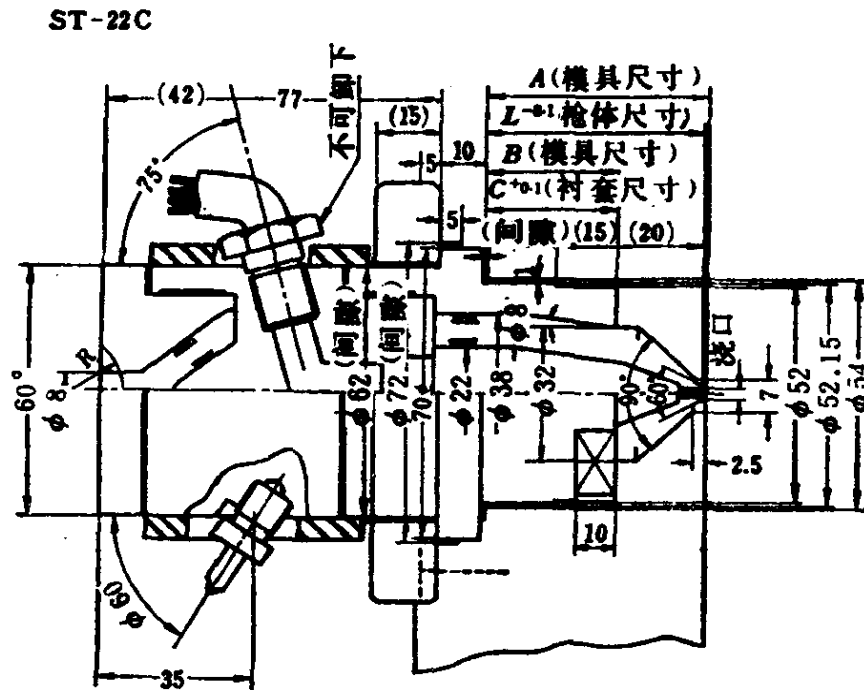
图 9.35 ST-22 A · B 枪体

(2) ST-22 C (图9.36<sup>41)</sup>)。

① 虽是用于直接浇口模具,但如果用热流道板接续,也可用于多浇口模具。

② 只限于聚烯烃,苯乙烯系(包括AB, ABS)等热稳定性好的树脂。应用于其他树脂时,有时树脂会产生烧焦。

③ 只使用SC-22型控制器。



系列 $\phi D$	标准制品 (L尺寸)											特别订货: L最大到250mm, 以10mm进位
	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130		
ST-22C												
控制器	浇口直径		枪头发热方式		保温	用于直接浇口, 热稳定性好的树脂。根据热流道板的设计, 也可用于多个浇口						
	最小	最大	开关式及连续式	有								
SC-22	1.0	5.0	开关式及连续式		有							

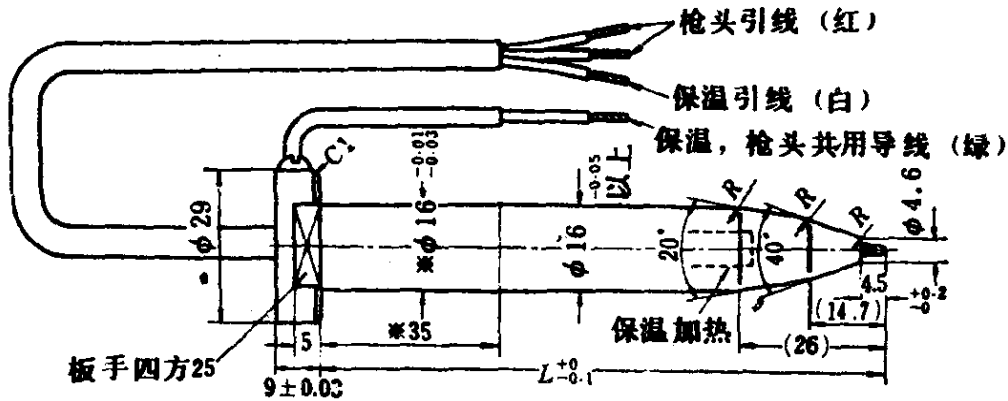
图 9.36 ST-22C 枪体



(3) ST-16 (图9.37<sup>41</sup>)

① 能用于几乎所有的热塑性树脂，是10~50g制品的一模多腔，中型制品多浇口用的型号。

② 可使用SC-22，SC-16型控制器。



系列 $\phi D$	标准制品 (L尺寸)								备注	
	80	90	100	110	120	130	140	150		
ST-16										可用于几乎所有的热塑性树脂，适用于10~50g的一模多腔模具。 标准附件：O型环一个
控制器	最小浇口间隔		浇口直径		枪头发热方式	保温加热器				
	38.3		最小	最大			开关式及连续式			
SC-22			0.7	3.0	有					

图 9.37 ST-16-B 枪体

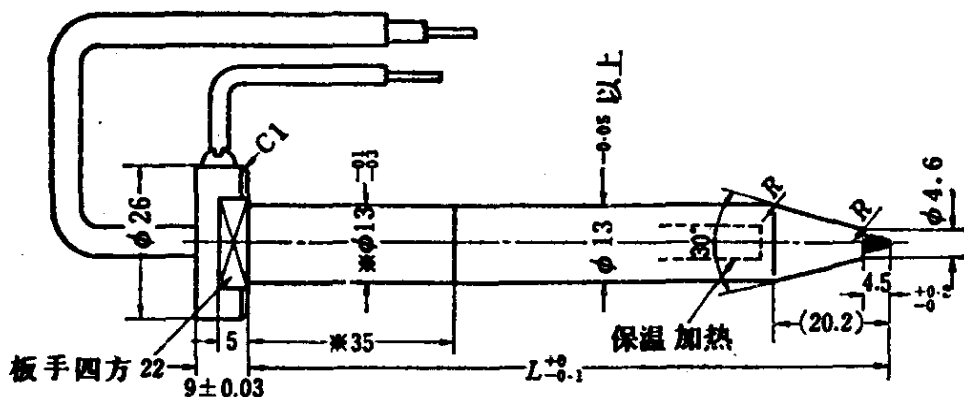
(4) ST-13 (图9.38<sup>41</sup>)

① 可用于几乎所有的热塑性树脂。用于5~20g的一模多腔模具，也可用做中型、大型制品的辅助浇口。

② 所用控制器与ST-16相同。

(5) S-11 (图9.39<sup>41</sup>)

① 没有保温加热器，必要时，使用其他外加热器。

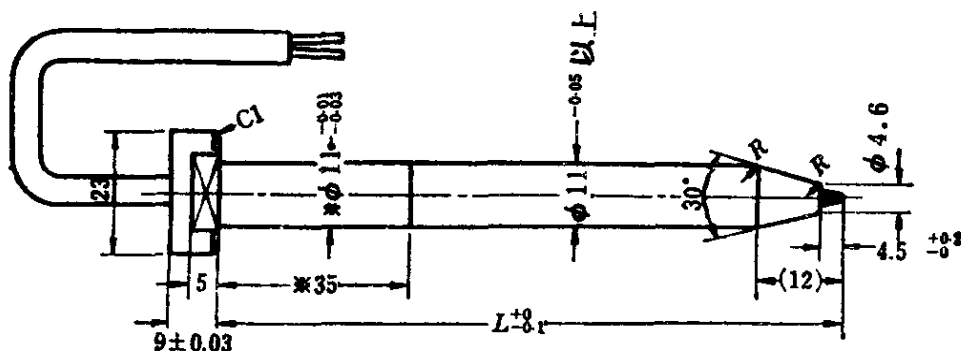


系列 $\phi D$	标准制品 (L尺寸)						注: 可用于几乎所有热塑性树脂, 适合于5~20g的一模多腔模具
	80	90	100	110	120	130	
ST-13							
控制器	最小浇口 间隔		浇口直径		枪头发热方式	保温加热	标准附件: O型环一个
			最小	最大			
SC-22, SC-16	26		0.7	3.0	开关式及连续式	有	

图 9.38 ST-13-B 枪体

② 虽可使用任何型号的控制 器, 但专用的 SC-11 型控制 器, 一个电路可控制四根枪体。

③ 虽可用于几乎所有的热塑性树脂, 但部分流道要注意保温。适用于 10 g 以下的一模多腔模具。浇口间隔最小可到 18 mm。



系列 $\phi D$	标准制品(L尺寸)						注:虽可用于几乎所有热塑性树脂,但部分流道要保温。适用于10g以下一模多腔模具
	S-11	60	70	80	90	100	
控制器	最小浇口 间隔		浇口直径		枪头发热方式	保温加热	标准附件:
			最小	最大			
SC-22, SC-16, SC-11	23		0.7	3.0	开关式及连续式	无	O型环一个

图 9.39 S-11-B枪体

(6) F型枪体 在使用含玻璃纤维之类填料的树脂时,由于填料的磨损,枪体的寿命显著缩短, F型枪体是为了减少磨损而研制的。安装部位的尺寸与上述B型枪体相同,只是尖头的形状、材质及加热方式不同。即F型枪体的头部用保护B型枪头的护帽遮罩。护帽淬火到洛氏硬度RC 60左右,再进一步进行表面处理,使其具有布氏 1200~1600 度的表面硬度。因护帽的壁厚薄,由于发热体的开-关,能够产生使浇口熔融、固化的温度差。

图9.40<sup>(1)</sup>表示F型枪体的断面及S T-16-F的尖头尺寸。

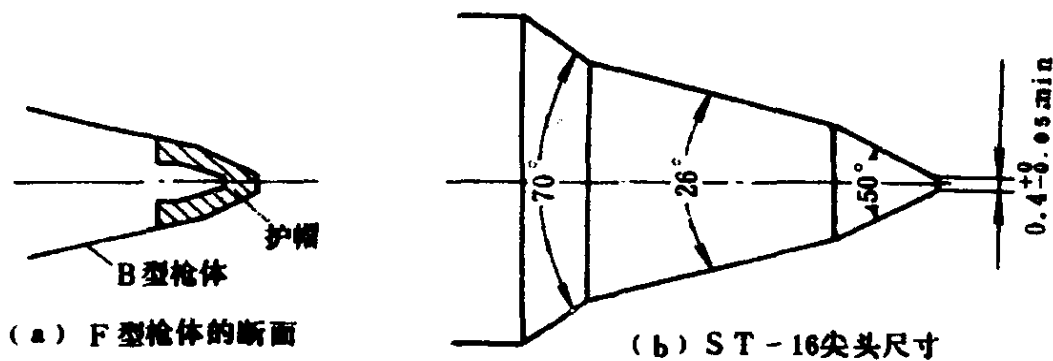


图 9.40 F型枪体

图9.41<sup>(1)</sup>表示F型枪体用浇口形状。根据填料的比例,最

大可选择到 $75^\circ$ 。如果超过 $75^\circ$ ，由于树脂的压力，模具的浇口有破损的可能。

与B型枪体相比，由于枪头的开-关温差小，F型易产生流涎现象。因此，在模具设计时要注意：应使冷却水孔尽量靠近浇口。

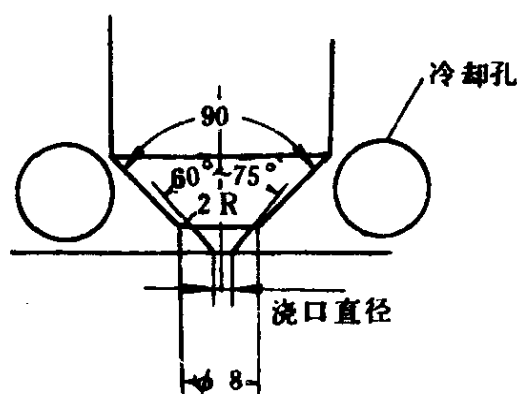


图 9.41 F型枪体用浇口形状

## 5. 特征

- ① 可用于尼龙66、PVC等所有的热塑性树脂。
- ② 用一个开关，可自由地限定只向所要的型腔注入树脂，如不要限定时，解除也很容易。
- ③ 由于设定成型条件不受模具温度的左右，不须熟练的成型操作人员，即可容易地成型。
- ④ 浇口位置可自由地选择。
- ⑤ 成型周期加快。
- ⑥ 制品尺寸误差极小，能精密成型。
- ⑦ 易于自动成型。

## 6. 热流道方式中问题的解决方法

- (1) 浇口堵塞 由枪头加热器在必要时使其发热，在很短

的时间内,可将由于模具冷却而固化的浇口颈部位的树脂熔融,达到流动状态。由于具有这一功能,只要加热器不断线,就不会发生浇口固化不能注射之类的问题。

(2) 拉丝、流涎 如果模具的冷却适当,由于浇口颈部的树脂固化冷却,一般不产生拉丝、流涎现象。

在模具设计时虽是考虑到了浇口周围的冷却,但还产生拉丝、流涎的情况,就要降低注塑机料筒的温度、热流道板的温度和保温加热器的输出功率。有效的方法是调整枪头的发热时间,就是在要注射之前加热,注射开始后尽快地停止枪头的加热;如果降低热流道板内的残留压力则更为有效。

(3) 浇口平衡 一般地在设计流道时,由主流道到各个浇口的距离应相等,并在树脂到达各个浇口之前,能调整树脂的温度,即使在枪式系统中,流道的这一设计原则同样重要。但在枪式系统中,因可自由地开闭浇口,各个型腔可进行温度调节,所以能更容易地取得浇口平衡。调整可按如下述方法进行。

① 因热流道板加热器被分成两组,可降低流速快的一组的温度。

② 降低流速快的型腔的枪体保温加热器输出功率,提高流速慢的型腔的枪体保温加热器输出功率,并改善加压状况。

③ 升降枪头的输出功率,调整达到能注射状态的时间。即:降低注射速度快的型腔枪体加热的输出功率;提高注射速度慢的型腔的枪体的输出功率,加快熔融。因连续发热方式也可以任意地调节各个型腔枪体的输出功率,所以补偿调节了枪头输出功率。

(4) 树脂烧焦、变色 树脂烧焦、变色的主要原因是树脂过热及滞留,与其他热流道方式的解决方法没有大的区别。

## 7. 使用效果

表9.7<sup>41)</sup>表示使用效果。

## 8. 使用实例

图9.42<sup>41)</sup>是最一般的点浇口方式。图中从制品造型上来看，当浇口位于A部不合适时，也可以设于B部。

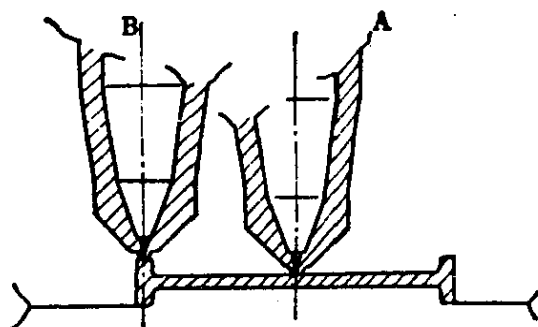


图 9.42 点浇口实用例

当制品较小，须一模多腔或者由于制品造型的原因不能设置锥形浇口时，使用分流道，可以采用点浇口方式。特别是小型制品，要考虑到缩短型腔间隔，尽可能缩短分流道的长度。当成型丙烯酸系树脂制品，浇口部位产生变形时，如应用这种方式，对于防止浇口部变形有非常好的效果。图9.43<sup>41)</sup> A、B是应用分流道的隧道式浇口，也称潜伏式浇口（サブマリンゲート，Sub marine gate)实用例。图9.44<sup>41)</sup>是直接设置的隧道式浇口用例。

图9.45<sup>41)</sup>表示用于双层模具的结构。

本系统可以用于所有的树脂。

## 9. 其他使用时的注意事项

(1) 要使枪体与浇口同心，应考虑到枪体长度方向的热膨胀，在使用运转状态下，枪尖与型腔面的位置必须正确。在图

表 9.7 枪 式 系

比较 项目	高冲击 PS 线轴				ABS 电		
	比较对象		枪式系统		差	比较对象	
	数值		数值			数值	
一模腔数	4	三板式 模具	4	锥形直接 浇口模具		4	三板式 模具
制品重, g/个	14		14		0	40×2 50×2	2套制 品
流道料重, g	5		0		5	11	
成型时间, s	34		28		6	40	
后加工时间, s	0		0			8	切去分流 <sup>②</sup> 道冷料
产量, 个/月	250000		250000			100万	套
设备费, 千日元	0		1350	四个浇 口用1套		0	

比较 项目	ABS 家用电器壳体				
	比较对象		枪式系统		差
	数值		数值		
一模腔数	1	三板式	1	五个锥形浇口	
制品重, g/个	1300		1300		0
流道料重, g	220		0		220
成型时间, s	75		70		5
后加工时间, s	0		0		
产量, 个/月	15000	计250 000	15000	计250000	
设备费, 千日元			1790	④	1790

① ダイレクト ゲート, direct gate 直接浇口

② サブランナー, Sub runner 主流道

③ 枪体六根, 控制器 (八电路式)

④ 枪体五根, 控制器 (八电路式)

## 统 使 用 效 果

机 罩			聚 氨 家 用 电 器 部 件				
枪 式 系 统		差	比 较 对 象		枪 式 系 统		差
数 值			数 值		数 值		
4	锥形直接① 浇口模具		2	三板式三 个浇口	2	锥形直接 三个浇口	
90 × 2	2套制品	0	65		65		
50 × 2							
0		11	35		0		35
30		10	65		50		15
0		8	0		0		
100万	套		200000		200000		
350		1350	0		1970	③	1970

聚 碳 酸 酯 仪 表 罩				
比 较 对 象		枪 式 系 统		差
数 值		数 值		
2	三板式	2	锥形浇口①)	
28		28		0
13		0		13
47		36		11
0		0		
100 000		100 000		
0		880	一套用于一模二腔	880



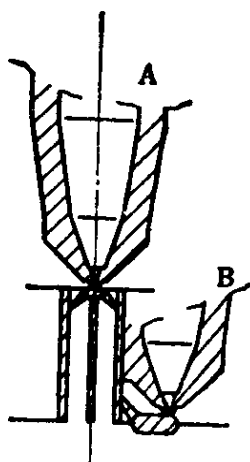


图 9.43 隧道式浇口实例

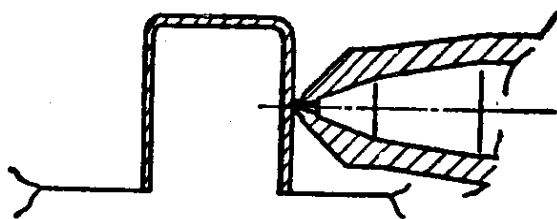


图 9.44 隧道式浇口实例

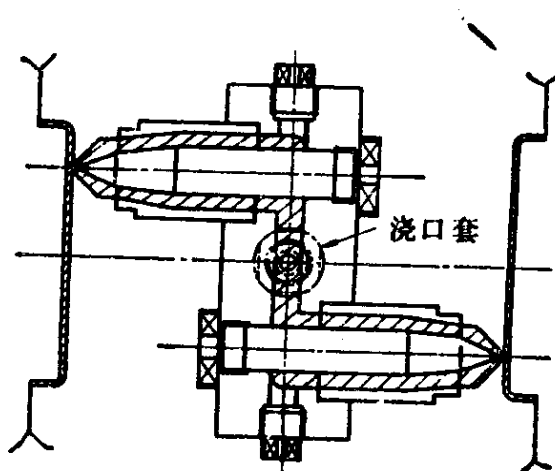


图 9.45 双层模具实例

9.46<sup>(1)</sup> 中：(a) 是正确位置；(b) 的状态须长时间才能熔融浇口部的树脂，有时也会出现不能熔融的情况；(c) 中枪体和浇口间的间隙过小，注射量减少。

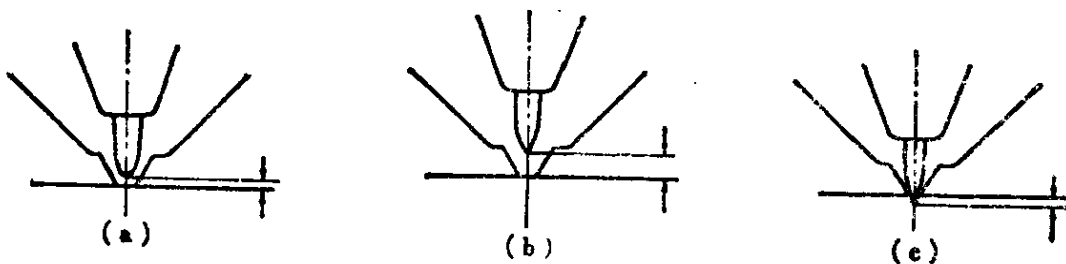


图 9.46 枪体的安装状态

(2) 如浇口周围冷却不足, 浇口固化不良, 会产生拉丝、流涎现象。

(3) 如喷嘴中混入异物, 则损伤枪头, 堵塞浇口, 所以必须绝对地防止混入异物。

(4) 枪体的流道保温加热器或枪头加热器断线时, 必须更换整个枪体。因此, 必须细心地注意延长加热器的寿命。

(5) 在设计模具时要考虑到枪的备件问题, 因此要尽量减少使用种类。

(6) 要完全改变制品颜色是很困难的。

## 9.5 DME 系统

DME 系统中研制有热浇口套和自动定位测管。

### 9.5.1 热浇口套

(1) 热浇口套的结构 热浇口套是1973年末首次研制成功的。图9.47<sup>42)</sup>表示其断面图。

热浇口套由衬套本体、衬套头部、加热棒、加热圈、测管、碟形弹簧等组成。用三根螺栓组装在一起。

本体使用铬钒钢, 淬火回火到60~65度。本体和测管间的滑动部经高精度研磨。

(2) 热浇口套的作动 由注塑机喷嘴进入热主流道内的树脂由加热圈、加热棒加热, 并保持在所要求的熔融状态。不言而喻, 各加热器必须独立地进行控制。

树脂一注入到热浇口套中, 由于注塑压力的作用, 内部的测管被推向上方, 碟形弹簧弯曲, 浇口开启, 熔融树脂通过浇口进入型腔。注射完毕后, 注射压力一降低, 碟形弹簧将测管推向下方, 关闭浇口, 完全制止了后面树脂的流出。由此, 可以防止拉丝及流涎。

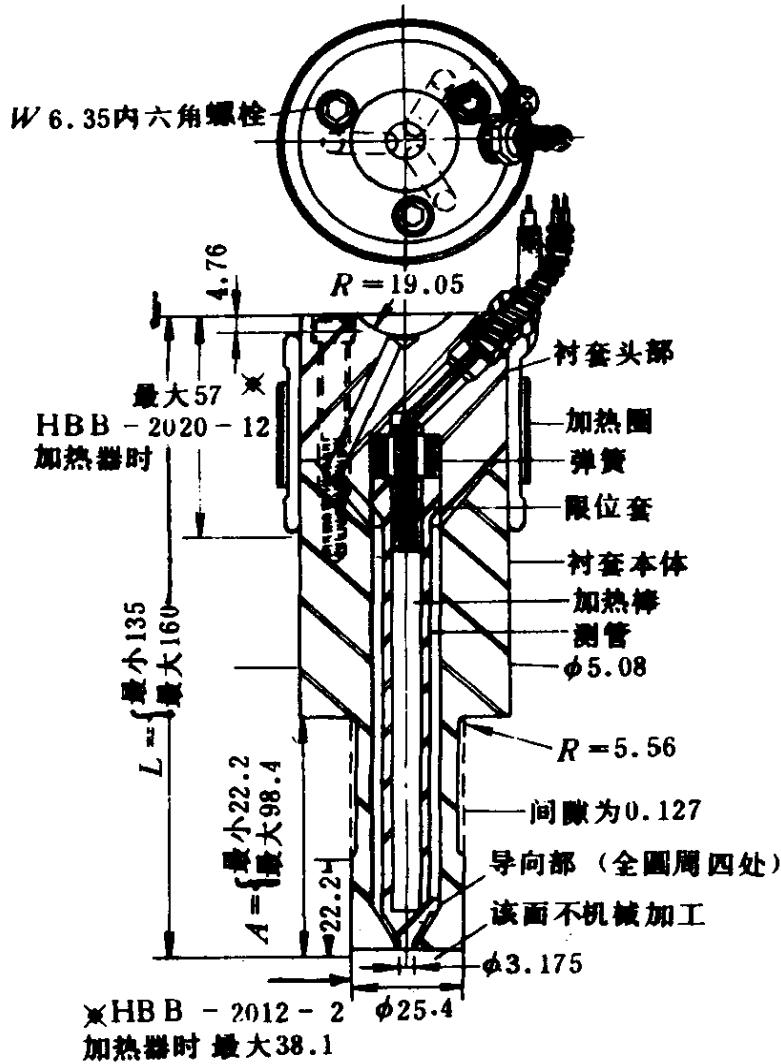


图 9.47 热浇口套断面图\*\*

\*使用HBB-2020-12加热圈时，最大尺寸为56.2mm (2-1/4 in)

根据树脂的种类、温度和压力，可以任意加减碟形弹簧的个数。如图9.48<sup>(2)</sup>所示，改变碟形弹簧的组合方式，也能够改变压力。

(3) 使用效果 由阀式浇口得到的优点，都可以体现在这种衬套中。成型时的拉丝、流涎、树脂阻塞等故障少；温度压

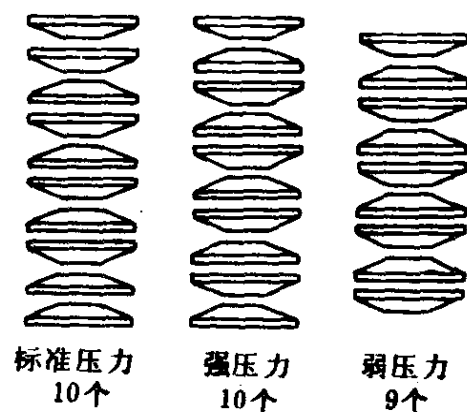


图 9.48 碟形弹簧组合

力等的成型条件范围广。

(4) 在模具中的安装 模具原封不动安装在注射机上，就可以拆装热浇口套。

表 9.8 DME 热浇口套规格

产品编号	热 浇 口 套		加 热 棒			
	A <sup>①</sup> , mm(in)	L <sup>①</sup> , mm(in)	外 经	长	功率, W	电压, V
HB-6600	22.2 ( $\frac{7}{8}$ )	134.9 ( $5\frac{5}{16}$ )	6.35 ( $\frac{1}{4}$ )	63.5 ( $2\frac{1}{2}$ )	200	240
HB-6601	36.3 ( $1\frac{3}{7}$ )	134.9 ( $5\frac{5}{16}$ )				
HB-6602	47.6 ( $1\frac{7}{8}$ )	134.9 ( $5\frac{5}{16}$ )				
HB-6603	35 ( $2\frac{3}{8}$ )	134.9 ( $5\frac{5}{16}$ )				
HB-6604	73 ( $2\frac{7}{8}$ )	134.9 ( $5\frac{5}{16}$ )				
HB-6605	85.8 ( $3\frac{3}{8}$ )	160.3 ( $6\frac{5}{16}$ )				
HB-6606	98.4 ( $3\frac{7}{8}$ )	160.3 ( $6\frac{5}{16}$ )				

① A、L 是图9.47中的标记。

在更换加热器或进行其他维修时，不须将模具从注塑机上拆下。用中央带有凹孔的附件铝冲头，可将热浇口套从模具上拆下。

(5) 规格 热浇口套备有表9.8<sup>42)</sup>中所示的各种规格。

加 热 圈

产 品 编 号	宽 mm (in)	功 率, W	电 压, V
HB2012-2	31.8 (1 $\frac{1}{4}$ )	200	240
HBN2020-2	50.8(2)	350	240

### (6) 控制器

#### ① 规格

使用电压：208 ~ 240 V 单相交流。

输出电压：0 ~ 最大，可无级调节。

功率：720 W。

电流：3 A。

② 控制 旋转旋扭，可以从零无级调节到最大。将主开关按到“开”的位置，控制器呈正规作业可动状态。如按向下方，则控制器电路全开，全部输入电压加到加热器上。但主开关按向下放时（即输出电压达100%），由于弹簧的作用，会自动回复到“关”的位置，因此在所需时间内必须一直按着。

#### ③ 动作

a. 将主开关按到“开”的位置，转动控制旋钮，将指针上开到所希望的电压。开始时的平均电压约100 ~ 150 V，将控制器旋钮调节到热浇口套能正常动作的刻度。

b. 为了熔融喷嘴中固化了的树脂，不必调节旋钮，只将主

开关按向下方（即加热器的输入电压达100%），一直按到喷嘴达正常状态。

c. 在温度还没有上升,最初开始动作时,将控制器旋钮调到零,然后再上升到所要的指示刻度。这种方法由于不施加很大的冲击电流,可延长加热器和控制器的寿命。

#### (7) 热浇口套的使用方法

将模具安装在注塑机上,将热浇口套和控制器连线,热浇口套开始动作。此时,注塑机和热浇口套的时间调整都不需要。

启动顺序如下:

- ① 将热浇口套装入模具上之后,将加热器和控制器连线。
- ② 将加热棒调节到110~130V,加热圈调节到150~170V。
- ③ 升温15~20分钟之后开始注射。

④ 使用普通树脂时,热浇口套注射口的开启压力为表压5.49MPa(56kg/cm<sup>2</sup>),该开启压力有时由于树脂的粘度而增高。

⑤ 如果在最初注射后衬套中的树脂固化时,按加热棒和加热圈的两个100%开关(即主开关按向下方)。按100%开关的时间,通常是注塑机的成型周期时间。

在树脂熔融之后(一般在一分钟以内)加热棒复位到“开”的位置。在衬套内的树脂完全熔融之前,一直将加热圈的主开关按在100%(下方的位置上)。

⑥ 在最初的若干次注射之后,要2~3V地增加电压来进行调节。要注意:加热棒的热效率比加热圈要高得多。

(8) 可使用的树脂 应用热浇口套可以成型的树脂中有使用350W加热圈的尼龙、SAN、丙烯酸系树脂以及使用200W加热圈的PS、PE、PP和其他聚烯烃树脂、玻璃纤维增强树脂等。

### a. 使用时的其他注意事项

(1) 在制品造型设计时要考虑到制品表面上残留有衬套端面的痕迹。

(2) 必须注意延长加热棒的寿命。

(3) 衬套头和测管的配合部位由于长时间使用, 间隙增大, 易进入树脂, 有阻止碟形弹簧动作的危险, 所以使用中必须经常检查。

(4) 型腔底部的厚度尺寸, 必须配合图9.47中的尺寸A, 以防衬套端面突出型腔底面。

### 9.5.2 DME 自动定位测管

这是与图4.10中已说明的结构出自同一思路的测管结构。图9.49<sup>42)</sup>表示安装图, 测管尖端有三条翅, 在室温下安装时, 翅的尖端和测管座之间要有 $0.076 \sim 0.127 \text{ mm}$  ( $0.003 \sim 0.005 \text{ in}$ ) 的间隙。由于这三条翅的作用, 测管和浇口可以保持同心, 同时在轴向上也可以保持于正确的位置。

这种测管可使用于聚烯烃、PS 及 ABS 等树脂。

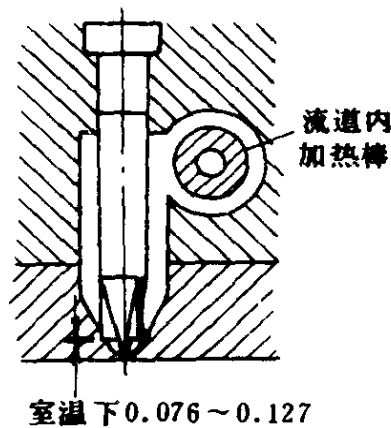


图 9.49 测管安装图

图9.50<sup>42)</sup>表示测管底座的机械加工尺寸。图9.51<sup>42)</sup>表示测

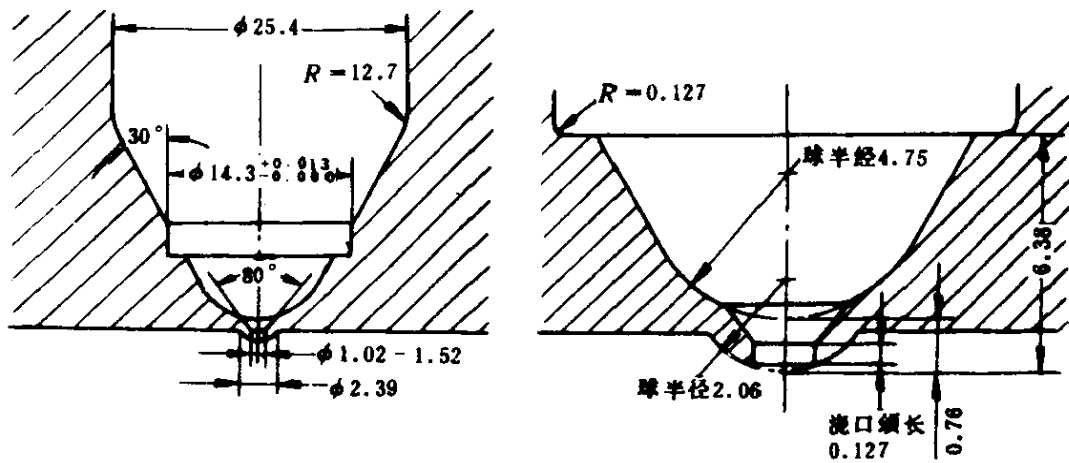


图 9.50 测管座的机械加工尺寸

管尺寸和测管紧固螺帽的尺寸。

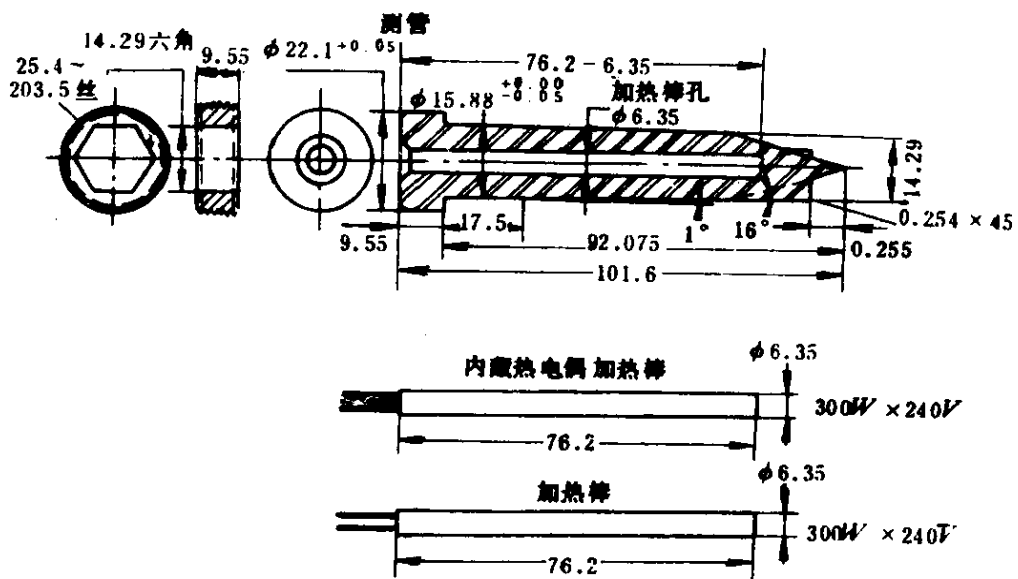


图 9.51 测管、加热棒尺寸

测管的  $\phi 15.9 \times 17.5 \text{ mm}$  ( $\phi 0.625 \times \frac{11}{16} \text{ in}$ ) 的部位嵌入在





图9.52<sup>42)</sup>表示自动关闭测管的结构。

与热浇口套同样，由碟形弹簧使测管前进闭锁浇口。

与热浇口套用于一模一腔相反，这种测管用于一模多腔的模具。

加热棒为内藏热电偶式。加热棒为了能够吸收热膨胀，后部用弹簧推压。测管的末端带有四条小翅，和测管座接触，测管座设于型腔板的背面，座的中心与浇口同心地加工，以保证测管中心和浇口中心同心。

图9.53<sup>42)</sup>表示浇口直径和测管尖头的突出程度。用研磨的方法可磨小尖端，也可全部去除。

浇口直径最小为0.508mm(0.02in)，最大为2mm(约0.08in)。增大浇口直径可以加快充模速度，减少制品的内部变形，并消除由于异物而引起的浇口堵塞现象。

据生产厂家介绍，上述措施可提高制品质量，缩短成型周期，降低熔融树脂温度，提高生产率50%。

这种测管也可用于聚碳酸酯、聚甲醛、尼龙的成型。

更换加热棒时，与自动定位测管同样，可在安装在注塑机上的模具上更换。

图9.54<sup>42)</sup>表示长度方向的流道和测管，或长度方向流道和与其成直角交叉的流道的推荐关系尺寸。

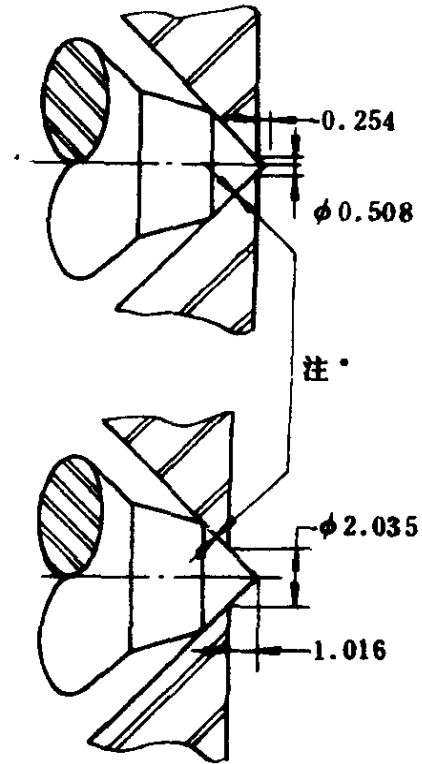


图 9.53 浇口直径范围

注：室温下测管尖端和测管座间留有0.076~0.127mm(0.003~0.005in)间隙，不对测管座预加压

流道用加热棒进行内加热，加热管的外径为：当加热棒直径为 $12.7\text{mm}$  ( $\frac{1}{2}\text{in}$ ) 时为 $22.2\text{mm}$  ( $\frac{7}{8}\text{in}$ )，加热棒直径为 $15.9\text{mm}$  ( $\frac{5}{8}\text{in}$ ) 时为 $41.28\text{mm}$  ( $1\frac{5}{8}\text{in}$ )。加热棒的长度为：直径为 $12.7\text{mm}$  时为 $101.6\sim 762\text{mm}$  ( $4\sim 30\text{in}$ )，直径为 $15.9\text{mm}$  时为 $127\sim 1117.6\text{mm}$  ( $5\sim 44\text{in}$ )。

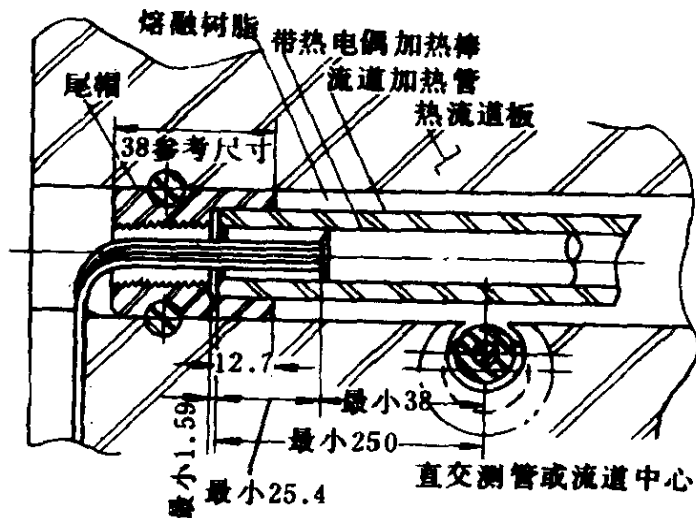


图 9.54 带热电偶加热棒，流道加热管以及与此直交的流道加热管或测管的推荐尺寸

图9.55<sup>42)</sup>表示使用实例。

由于自动定位测管、自动关闭测管都是内加热流道，热流道板的温度远比外加热式热流道板的温度低。热流道板对模具其他部件的绝热问题易于解决。但有内加热流道的缺点，对于易产生热分解的树脂来说，不能增大流道和测管之间的间隔，因而不得不提高注射压力。

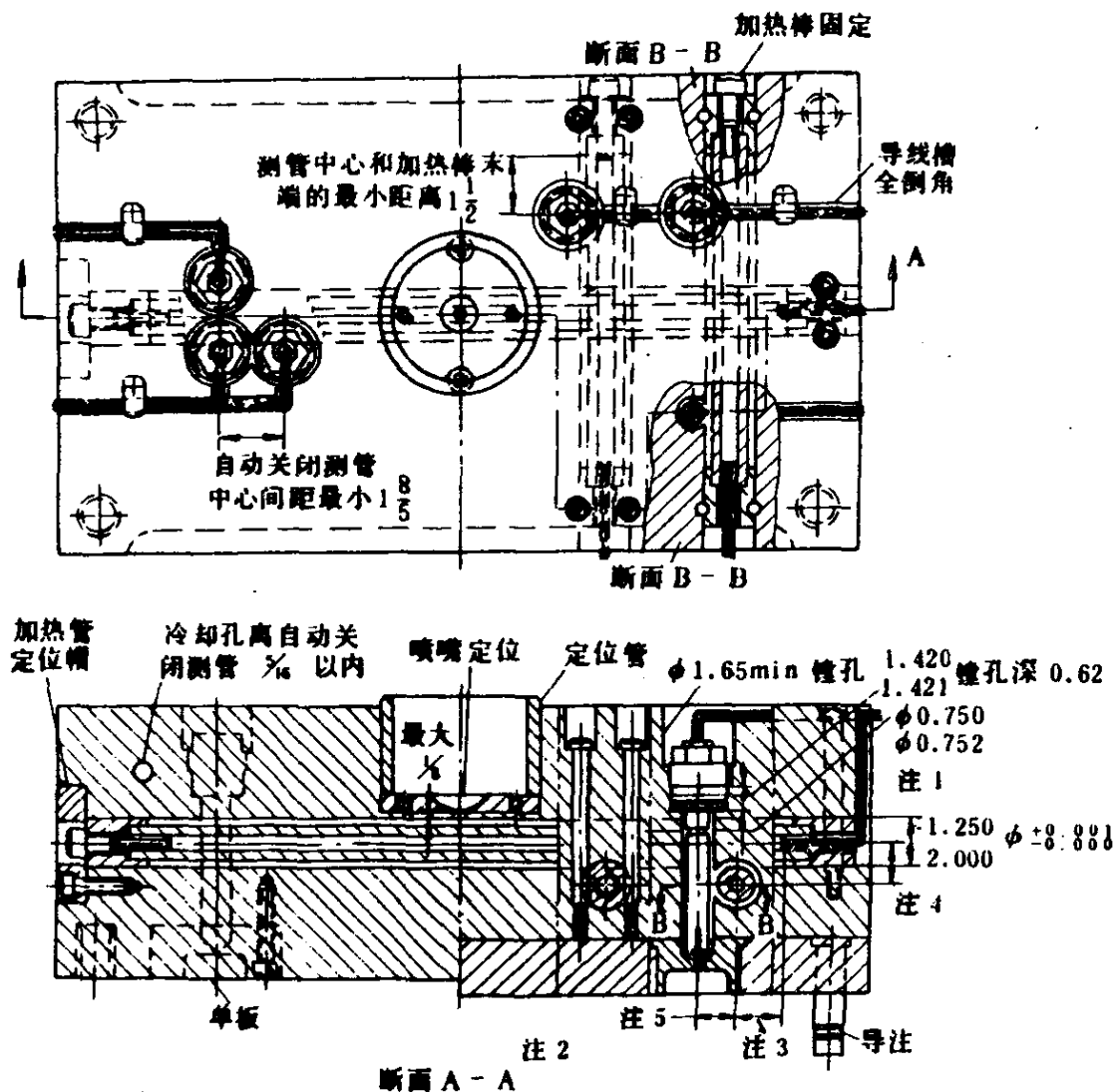


图 9.55 自动关闭测管实例

- 注 1: 36.07 mm 孔和 19.05 mm 孔的同心在 0.0254 mm 以内, 端面保证 90°, 不损伤 36.07 mm 孔座。
- 注 2: 自动关闭测管和流道间直交的推荐值。
- 注 3: 直交流道中心线和加热棒末端的距离最小 38.1 mm 双板。
- 图中尺寸单位为 in, 1 in = 25.4 mm

## 9.6 Mold Masters系统

Mold Masters系统有如下两种方式。

- (1) 热棱边浇口。
- (2) 阀式浇口。

### 9.6.1 热棱边浇口

这是类似于隧道式浇口的热流道，图9.56<sup>43)</sup>表示其结构。

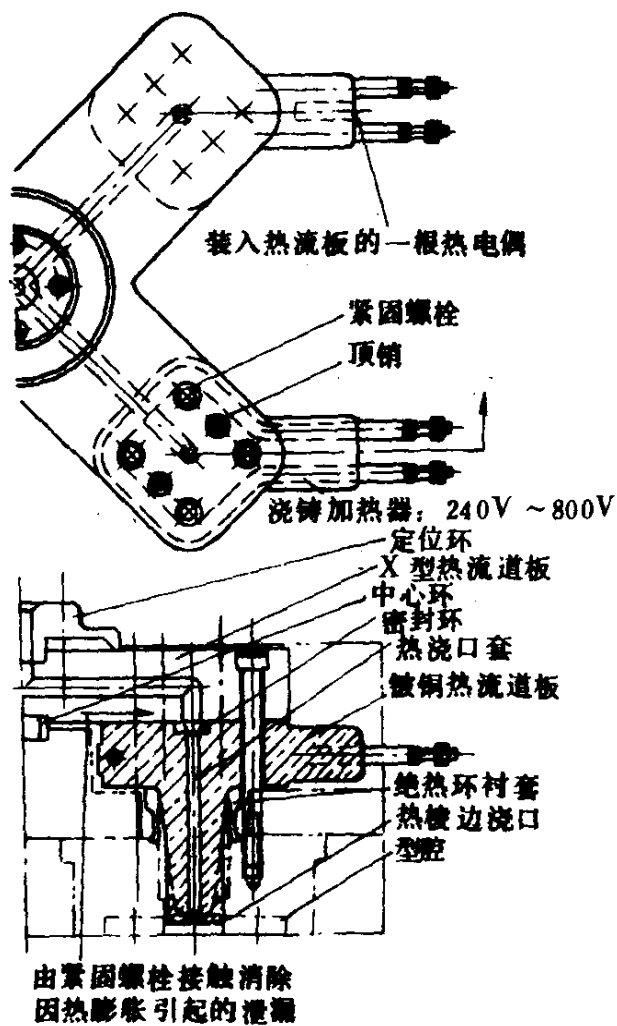


图 9.56 热棱边浇口

浇口设在与制品脱模方向相垂直的方向上。成型完毕后，浇口呈半固化状态，模具开启，浇口自动切断。因此不产生拉丝、堵塞等问题。

加热元件是镀铜压铸而成的，其中浇铸有管式加热器，因此热效率好，可均一地加热，几乎无断线的可能。

在使用一个镀铜热流道元件时，就成为热浇口型。根据制品的形状，大小，可用于一模二~四腔模具。图9.56中的X形热流道板，没有辅助加热器，是用四个加热元件，一模十六腔的模具结构。应用这种形式的浇口模具有成型到一模三十二腔的例子。不管有多少型腔，都可用装在热流道板上的一根热电偶来控制所有的型腔温度。即使是对温度相当敏感的树脂，也可用并联方式，用一个控制器控制整个加热器。

由图9.57<sup>43)</sup>的浇口扩大图可知，加热元件和模具之间有树脂绝热层。当用一个热电偶控制所有的型腔温度时，虽然各个型腔的温度条件必须相同，但在本方式中，由于浇铸加热器传热均一，各加热元件的加工精度、热容量的均一，以及采取了上述绝热方法，可以采用一点温度控制方式。

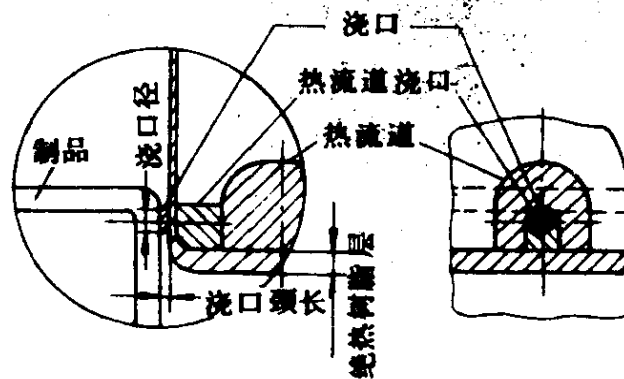


图 9.57 浇口部放大图

在通常的一模多腔模具中，通常一个型腔至少需要一个热电偶，一组加热器电路。这对于一模多腔模具的保养、维修是一个难题，所以，一点温度控制方式，在这一点上是一个很大

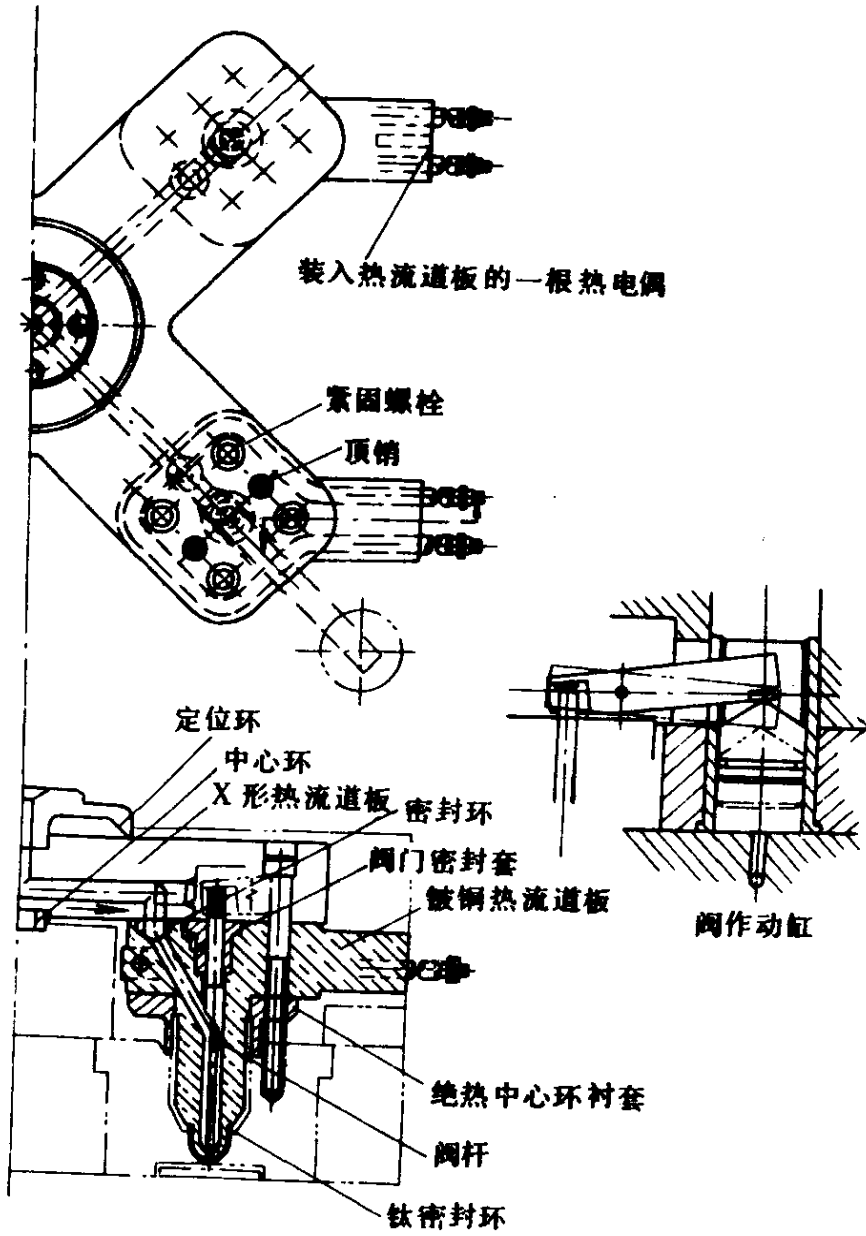


图 9.58 阀式浇口

的优点。

### 9.6.2 阀式浇口

图9.58<sup>43)</sup>表示阀式浇口的结构，该结构由注射时的树脂压力开启阀杆。当闭模时，使用气压、空气压力由装于模具内的气缸经传动杆增大作用力，从而闭锁阀杆。因此，既可以增加阀门开启之前的树脂压缩率，又可以在高保压压力关闭浇口阀杆。气压的开-关全部动作共用注塑机的动作信号，不须特别回路。阀杆的移动量最小为6.4mm。

这种方式与一般的阀式浇口同样，因是用阀机械地开闭浇口，所以，可在非常宽的范围内选择树脂的成型温度，成型条件稳定。

可用一模多腔模具稳定地成型聚碳酸酯、尼龙、聚乙烯、聚苯乙烯、丙烯酸系树脂、聚丙烯、ABS等树脂。

加热元件与热棱边浇口同样，用镀铜经压铸制成，内中浇铸有管形加热器。

## 9.7 预切断浇口系统

### 1. 喷嘴原理

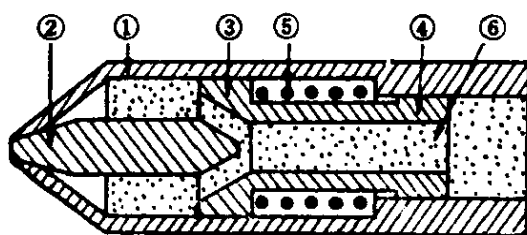


图 9.59 预切断浇口喷嘴原理图

图9.59<sup>44)</sup>中位于筒体①中心的活塞由阀针②、前活塞③和后活塞④组成。树脂通路⑥位于活塞中心轴上。



在树脂压力低时，由于弹簧⑤的作用，阀针的尖端接触筒体的浇口部位，防止树脂泄漏。如升高树脂压力，树脂压力作用于前后活塞的投影面积上，虽然互相推压，但是在结构上前活塞的面积比后活塞面积大，当使活塞后退的力大于使活塞前进的力时，活塞相反于树脂的前进方向而后退。该后退力由两活塞的投影面积差 $\times$ 树脂压力和弹簧的弹力决定，一般用表压 $19.61\text{MPa}$  ( $200\text{kg}/\text{cm}^2$ ) 的压力推压弹簧。当树脂充满型腔时，树脂压力下降，由于弹簧的压力，活塞自动前进，闭锁浇口。如背压超过 $1.47\text{MPa}$  ( $15\text{kg}/\text{cm}^2$ ) 时，则喷嘴的浇口部位要产生流涎现象。

## 2. 喷嘴的特长

(1) 结构简单，故障少，易检修（参照图9.60<sup>44</sup>的喷嘴分解图）。

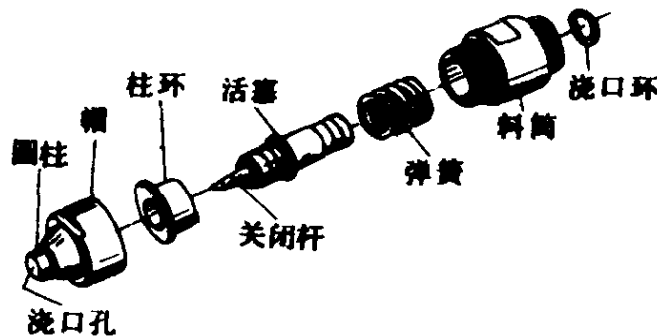


图 9.60 喷嘴分解图

(2) 因是压差作动式，可小型化。

(3) 耐久性好，由于是压差作动式，不须强力弹簧。因使用耐热耐腐蚀的特殊合金钢，即使在高温下也不产生淬火硬化现象及热变形。这种喷嘴特别适用于玻璃纤维增强树脂，据报道有达到注射12万次的结果。

(4) 因需要精度的重要部位处于喷嘴内，模具的设计及安

装作业易于进行。

(5) 具有与阀式浇口同样的优点 (参照 6.3 节阀式浇口)。

### 3. 温度控制

(1) 自动温度控制器 内藏偏差比例式电子反馈电路, 对于设定值满刻度  $\pm 2.5\%$  范围的偏差被加在比例+微分(PD)反馈电路上, 输出功率继电器根据这一偏差作动。

(2) 加热器的功率控制 预切断系统的加热部位为热流道板和喷嘴。用硅整流功率控制器代替滑线调压器。

(3) 温度的检出 温度的检出精度及重复性为  $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。

温度的检测可使用  $\phi 1.5\text{mm}$  的铁-康铜热电偶(IC型)。热电偶的使用数量为每个喷嘴一条。用于热流道板时一模一腔为一条, 一模二~六腔为两条, 一模八~十二腔时为四条。

(4) 连接导线 可用已标准化的多股线作导线, 易向模具安装及从模具拆下。同时, 加热器用导线和热电偶的补偿导线编在一起。

### 4. 使用方法

在和热流道板并用时, 由于热流道板和型腔板之间的热膨胀差, 型腔中心和喷嘴中心错移。因喷嘴尖端嵌在型腔板中, 所以对喷嘴产生侧向力。为了避免这一点, 研制了如图 9.61 (A)<sup>44)</sup> 所示的分块式热流道板。由图可知, 热流道板的流道呈管状, 左右的热流道板可以在管状流道的外周上滑动。由于滑动可以吸收型腔板和热流道板之间的热膨胀差。喷嘴即使是嵌合于型腔板中, 也不会对喷嘴产生侧向作用力。但是这种结构不适合于热稳定性不好的树脂。

图 9.61 (B)<sup>44)</sup> 表示预切断浇口的另一种使用方法。该结构为双重法兰式。预切断浇口喷嘴由螺栓紧固在上侧法兰上, 法兰和热流道板之间加进 O 型环, 由于热膨胀差可以相对热流道

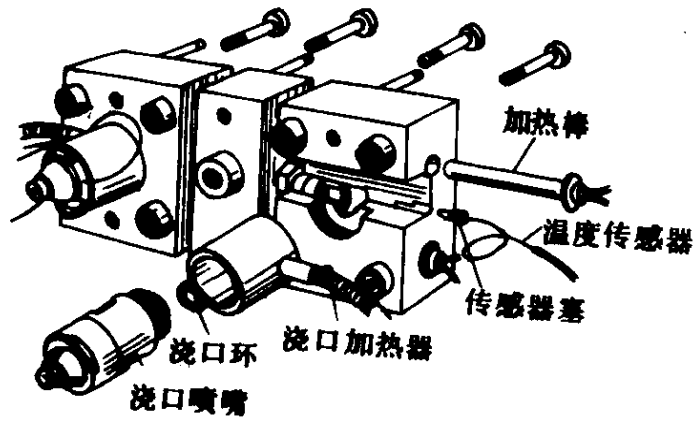


图 9.61(A) 分块式热流道板

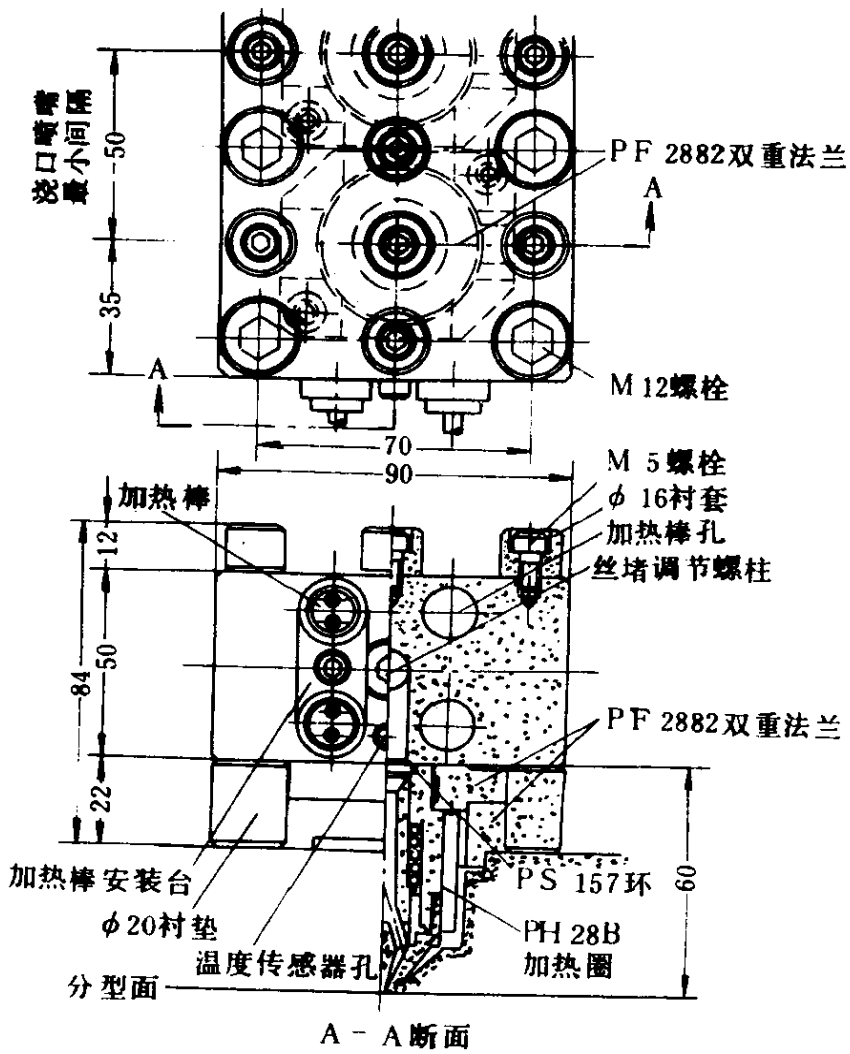


图 9.61(B) 预切断浇口喷嘴的安装断面图

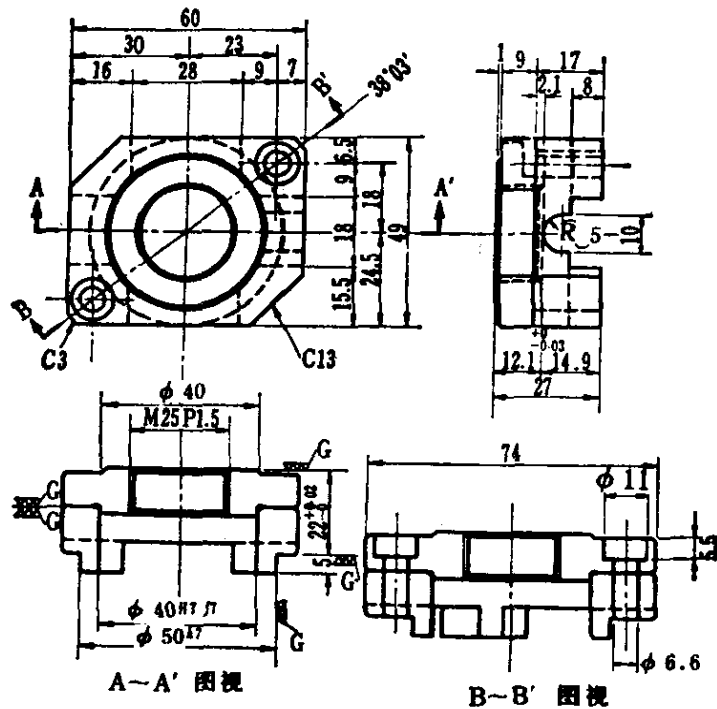


图 9.61(c) PF 2822 双重法兰

板错移中心。上法兰嵌合在下法兰的凹槽内，下法兰以最小的接触面积嵌合在模具的型腔板上。由此，预切断浇口喷嘴可以和浇口确保同心。

图9.61(c)<sup>44)</sup>表示双层法兰的结构。由图可知，下法兰留下四角部位，其余部位削薄，减少热流道板通过法兰传向型腔板的热量。

图9.62<sup>44)</sup>表示预切断浇口喷嘴的安装图。喷嘴的外径已经标准化，直径有 $\phi 20$ ， $\phi 28$ ， $\phi 38$ ， $\phi 58$ 四种。控制器也已标准化，有一模一腔、一模二腔、一模四腔、一模六腔等型号。

#### 5. 使用时的其他注意事项

(1) 在阀式浇口中已有叙述：用于流动性好的树脂、薄壁

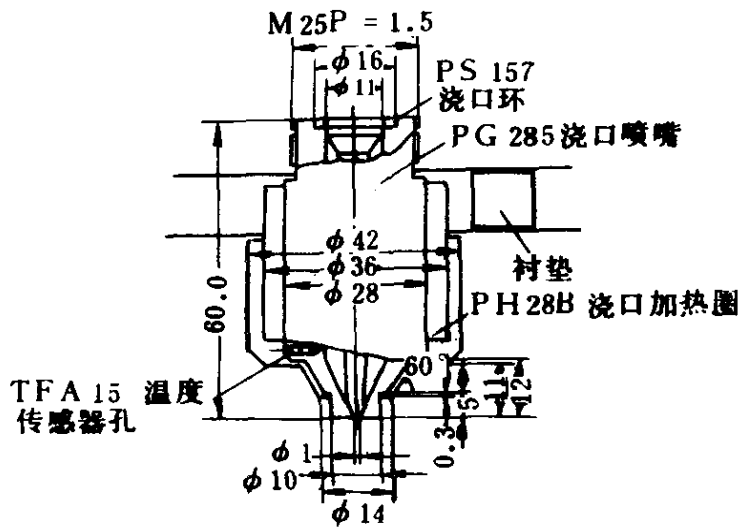


图 9.62 预切断浇口喷嘴安装图

制品、流动距离长的制品很有效果。但是，对于热稳定性不好的树脂来说，因常发生流动停滞部位，最好避免使用。

(2) 改变制品颜色很费时，当由深色改为浅色时，最好拆卸喷嘴进行清除。

(3) 在制品造型时必须考虑到：制品上留有喷嘴端面的痕迹。

## 9.8 NGK侧浇口系统

### 1. NGK侧浇口式热浇口套的结构，规格

图9.63<sup>45)</sup>表示 NGK 侧浇口式热浇口套的概略结构。表9.9<sup>45)</sup>表示规格。

□形浇口标准制品为四处，特殊规格可达八处。加热器分为主加热器(80V, 160W)和辅助加热器(70V, 280W)。因NGK侧浇口式热浇口套向模具传热，而使热浇口套冷却，辅助加热器是为了补偿冷却的外部加热器。

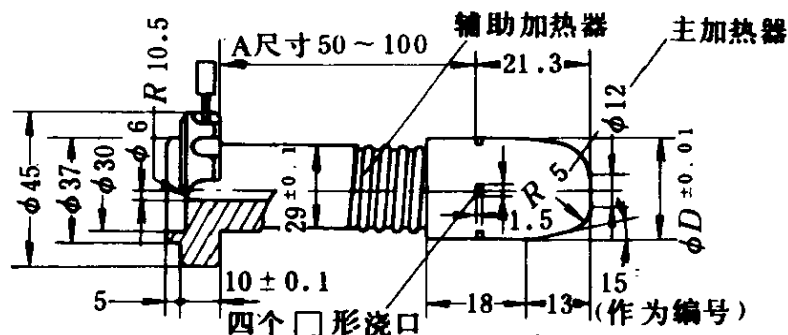


图 9.63 NGK侧浇口式热浇口套略图

A 尺寸——50~100，以10 mm为间隔（固定模板+10~15）。

D 尺寸—— $\phi 30 \sim \phi 35$ 。

表 9.9 NGK 侧浇口式热浇口套规格(参照图9.63)

$\phi 30$ 系列		$\phi 35$ 系列	
名称	A 尺寸	名称	A 尺寸
HS 30-50	50	HS 35-50	50
HS 30-60	60	HS 35-60	60
HS 30-70	70	HS 35-70	70
HS 30-80	80	HS 35-80	80
HS 30-90	90	HS 35-90	90
HS 30-100	100	HS 35-100	100

## 2. NGK侧浇口系统的优点

(1) 结构简单，易于操作。使用标准规格，模具型腔数在四个以下（包括四个）时，不用热流道板就可以成型。流道配合孔的精度必须在由树脂温度决定的公差范围内。除此之外不需特别加工，易于安装。另外也易于共用，转用于其他模具。

(2) 可很容易地用于所有的热塑性树脂。

(3) 成型作业开始快，试注射的浪费也很少，且易改变制

品颜色。

(4) 由于在浇口□处测定, 控制树脂温度, 成型条件的设定和管理易于进行。

(5) 因加热器使用低电压, 操作安全。

(6) 因喷嘴后退, 衬套移动 3 mm, 闭锁浇口。

### 3. 温度控制

使用电压100V, 主加热器和辅助加热器都使用电压控制器, 分别用手动调节电压, 控制加热温度。

表9.10<sup>45)</sup>表示温度调节条件。温度调节主要根据达到设定温度所需时间, 伴随注射, 温度计指针的变动等因素校核。

表 9.10 温 度 调 节 条 件

温度范围	主加热器 电压, V	辅助加热器 电压, V	电流计指 示, A	预想升温 时间, mi n
0~200℃	60	50	4.0	3
0~250℃	70	60	5.0	5
0~350℃	80	70	6.0	10

升温步骤如下。

(1) 确认温度计的指示为零, 合上电源、电压控制器的开关。

(2) 将温度计设定在100℃, 主、辅加热器电压控制器设定在40V。

(3) 温度计指针达到100℃后, 将温度计刻度设定在成型温度。

(4) 根据温度调节条件, 设定控制器的电压。

(5) 温度计上升到设定刻度后, 开始注射成型。

主加热器80V, 辅助加热器70V时, 如电流计指针指到4A,

主加热器断电；电流计指到 2 A 时，辅助加热器断电；指到 0 A 时，主辅加热器都断电。

#### 4. 模具设计要点

图9.64<sup>45)</sup>表示使用一个热浇口套的模具结构。热浇口套的尺寸由图中的A及D尺寸决定。

因热浇口套的配合孔的精度对绝热、树脂防漏、寿命等有重大影响，所以要如图9.65<sup>45)</sup>所示设有扩孔部，滑动部位要精加工达到所要求的公差。

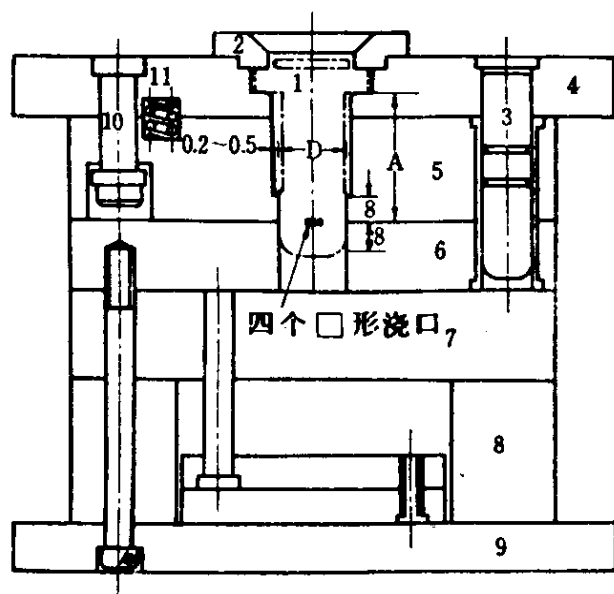


图 9.64 NGK 热浇口套安装图

- 1—NGK 热浇口套, 2—定位环, 3—导柱, 4—固定模底板,  
5—固定模, 6—动模, 7—承压板, 8—支架, 9—动模底板,  
10—行程螺栓, 11—螺旋弹簧。

对于加入玻璃纤维的树脂及长期使用的模具来说，滑动部分最好使用 SKD 调质耐磨衬套。

浇口尺寸为  $1.5 \times 3.0 \text{ mm}$ 。在须缩小浇口尺寸时，可以缩小型腔浇口颈的尺寸来进行调整。



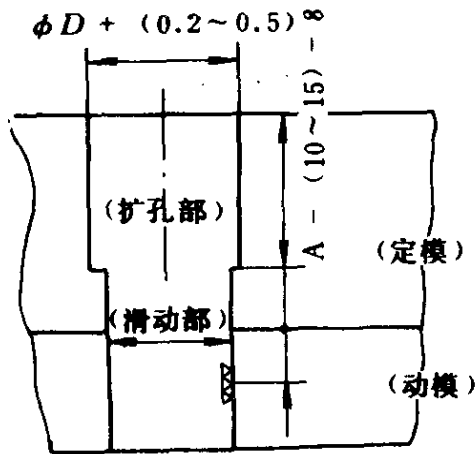


图 9.65. 衬套配合孔的加工精度

开模时，型腔模板由于四根弹簧的作用，离开底板3 mm。

5. 使用效果

表9.11<sup>45)</sup>表示 NGK 侧浇口系统相对于普通流道方式的对比效果。

表 9.11 NGK 侧浇口系统使用效果

制 品	树脂名称	一 模 腔 数	原来成 型周期 s	NGK 侧浇口 系统成 型周期 s	注射次 数提高 率, %	制 品 单 重 g	流道重 量(换 算成单 个制品 g)	材料节 约 率 %	使用注 塑机, g (OZ)
1	ABS	4	30	25	17	6	2	25	99(3.5)
2	ABS	2	25	20	20	17	3.5	17	142(5)
3	聚氨酯	4	45	38	15	2	5	71	142(5)
4	尼龙6	4	45	40	11	19	2	12	142(5)
5	聚甲醛	2	45	40	11	20	7.8	28	142(5)
6	尼龙66	2	14	9	35	10	2	17	99(3.5)
7	ジュラネックス	2	25	20	20	7	6	46	142(5)
8	聚碳酸酯	2	25	20	20	7	6	46	142(5)
9	聚丙烯酸系 树脂	4	26	20	20	2	1.5	43	99(3.5)

1: 滑动部 (动、定模)

使用温度范围	孔径加工尺寸
0~200℃	$\phi D +0.025$ $-0$
200~240℃	$\phi D +0.02$ $+0.04$
240~280℃	$\phi D +0.03$ $+0.05$

2: 扩孔部

定模侧:  $\phi D + (0.2 \sim 0.5) \text{ mm}$

动模侧:  $\phi D + (0.2 \sim 0) \text{ mm}$

## 6. 其他使用时的注意事项

- (1) 只限于能以侧浇口成型的制品。
- (2) 型腔的配置经常受到限制。
- (3) 除了圆形制品外，有时各型腔和型芯难以同心。
- (4) 热浇口套和型腔板配合孔的间隙如大，则易产生飞边，要经常注意配合间隙。
- (5) 热浇口套的绝热效果如果不好，则上升到所定温度的时间增长或达不到所定的温度。
- (6) 因是侧浇口，浇口的口部虽比点浇口大，也必須注意混入异物。
- (7) 如导柱的加工精度不良，则动模和热浇口套产生咬合，会缩短热浇口套的寿命。
- (8) 如主加热器断线，加热器的修理很麻烦，必須注意决不能调高使用电压。
- (9) 在一模多腔的场合，用镀铜制作热流道板时，应避免使用于PVC、PP、POM树脂，树脂通路必須全部镀镍。

## 9.9 Du Pont公司无流道系统

图9.66<sup>50)</sup>表示Du Pont公司无流道系统。该系统是为了聚甲醛、尼龙等工程塑料而研制的，是一种变形的绝热流道系统。流道虽然有时用加热棒进行辅助加热，但如图所示，加热棒要插入分成两片的流道衬套中，为了最大地减少传向流道板、型腔板的热量，在强度上允许的范围內，流道衬套的外周要车削上间隙。

封闭测管进行内加热，因没有流涎的问题，可一直保持在树脂的成型温度，温度控制简单。封闭测管上部由碟簧推压，流道中的树脂压力一增高，由于作用于测管下部的树脂压力测

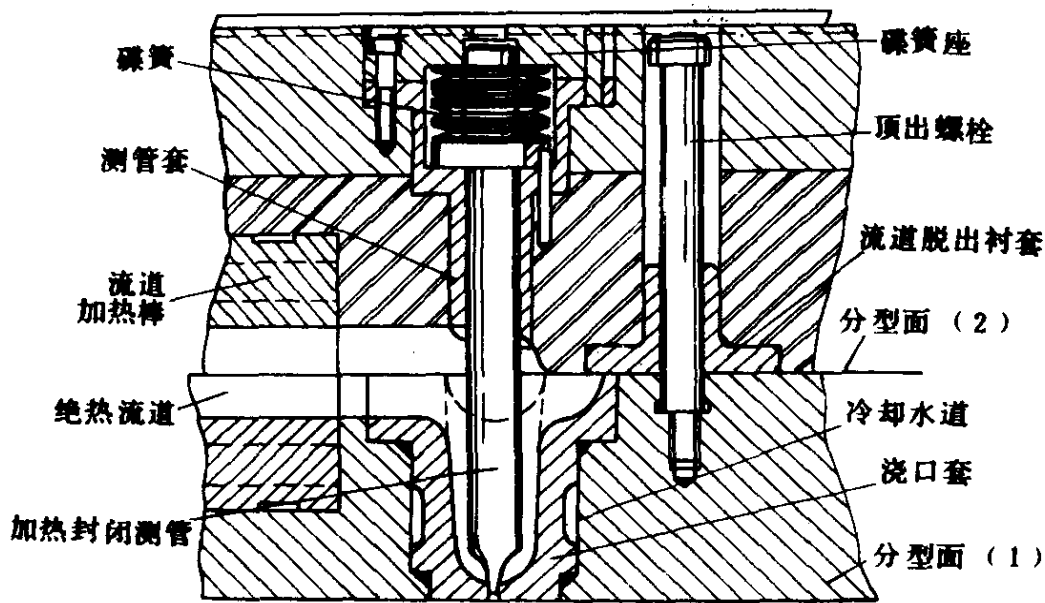


图 9.66 Du Pont公司无流道系统

管被推向上方，浇口开启。可由增减碟形弹簧的数量来改变测管的作动压力。

既然被作为绝热流道使用，就须能很快地将冷却固化的流道取出，该结构中如开启分型面(2)，则流道脱出衬套就可将固化流道从测管上推出。如取出流道系统的冷却固化树脂，那模具中就不存有树脂，所以改变颜色所费的时间比注塑机料筒内改变颜色所费时间短得多。

将三板点浇口结构的模具改造成这一结构并不太麻烦，只增加了测管、温度控制器的费用，与其他无流道模具相比，还是经济的。

## 9.10 热管浇口套

### 1. 热管原理

热管是超良传热结构。图9.67表示热管结构和传热方式。

用加热圈等从外部加热热管的一端，工作液体蒸发成为蒸气，移动到管的另一端，在此凝结成液体，传到夹层中，返回加热端。因凝结时要放出热量，所以加热部位的热量传到了放热部位，据说传热能力达到铜的数百倍到一千倍。

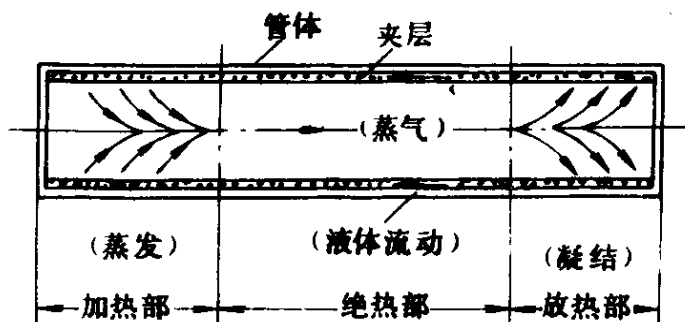


图 9.67 热管结构和传热方式

## 2. 热管浇口套的结构

图9.68<sup>51)</sup>表示 Kenico Co.“Hot shot”，图9.69<sup>52)</sup>表示 National Tool & Manufacturing Co.“Sure-shot”热管浇口套的结构。两者都基于同一原理。除了喷嘴尖端及绝热流道芯块的形状不同之外，其他部位结构、尺寸都相同。

热管为双重管，将上部加热圈的热量传到喷嘴的末端。加热圈安装在铝套上，由于提高了热扩散效率，延长了加热圈的寿命。

热管浇口套只在定位环处与衬套尖端部位和模具直接接触，其他部位由间隙绝热。衬套尖端以轻压入配合压入型腔板中，接触部位长度限为12.7 mm(0.5 in)，在模具开启之前，可以谋求浇口冷却固化。

由于热管是超良热导体，即使树脂流道很长时，从衬套上部到下部浇口的最大温差在1.7℃以内<sup>52)</sup>。因此衬套末端不须再加热。因流道中没有加热棒、测温管，也不使用流涎防止阀，所以，流道中树脂的流动阻力小。

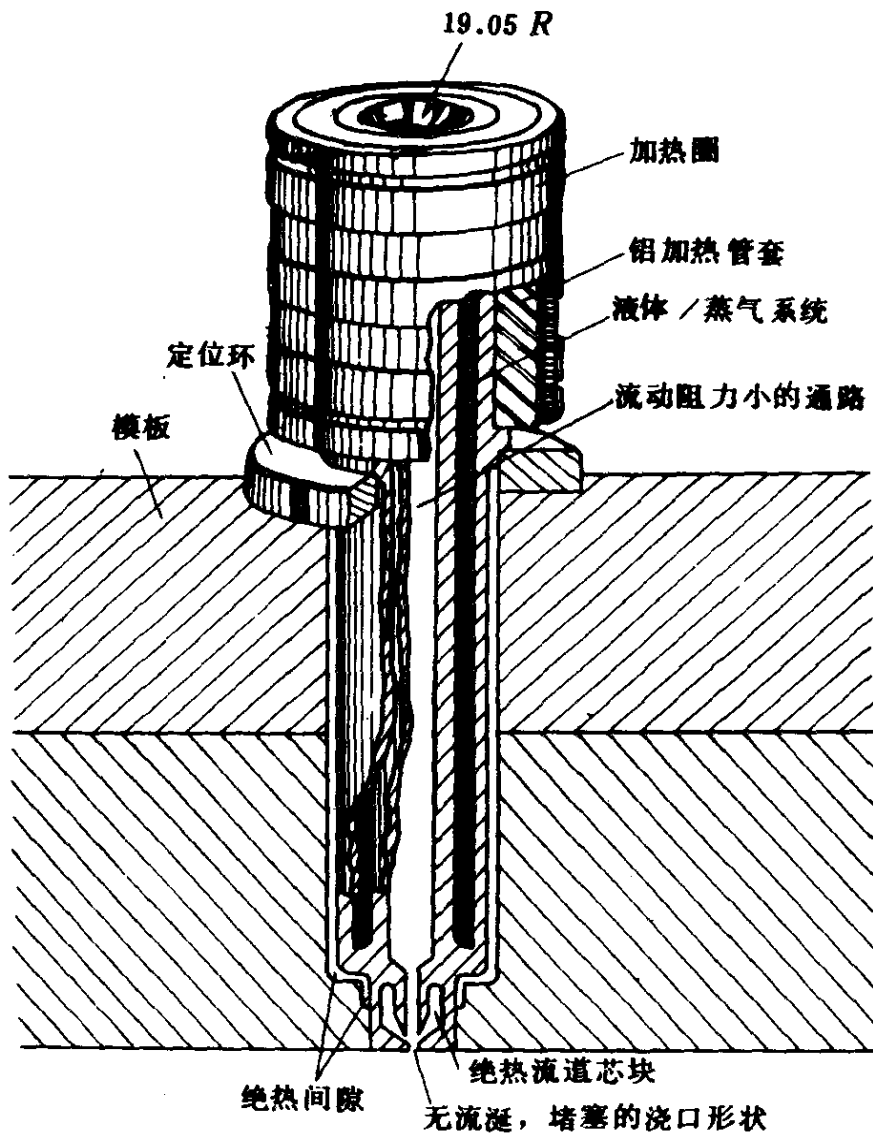


图 9.68 Kenics “Hot shot”热管浇口套

### 3. 热管浇口套的优点

(1) 因不使用加热棒，无加热棒的维护问题，也无加热棒引起的故障。

(2) 温差可控制在 $1.7^{\circ}\text{C}$ ，因热源只有一个加热圈，易进行温度控制。

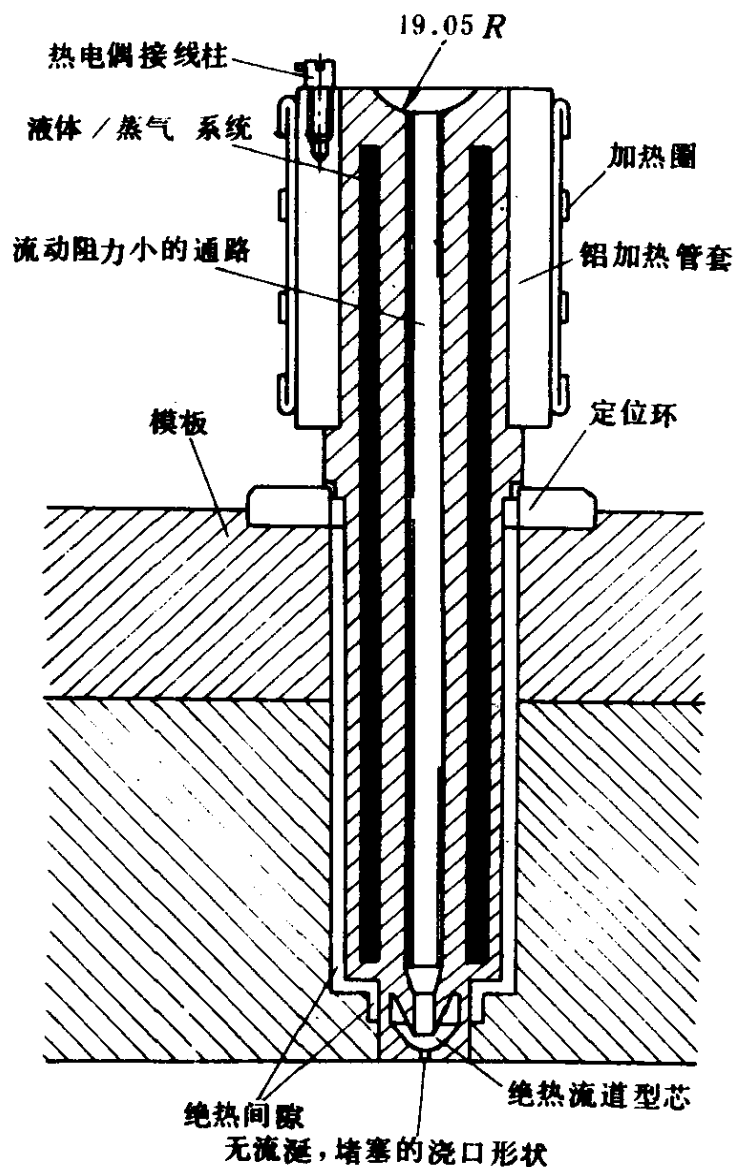


图 9.69 National “Sure-shot” 热管浇口套

- (3) 由于浇口直径大，不产生浇口堵塞的现象。
- (4) 因没有局部的高温部，不产生树脂烧焦现象。
- (5) 树脂的流动阻力小。
- (6) 不需分解清扫，制品改换颜色快。
- (7) 有与其他方式的热流道成型共同的优点。

#### 4. 热管浇口套的规格

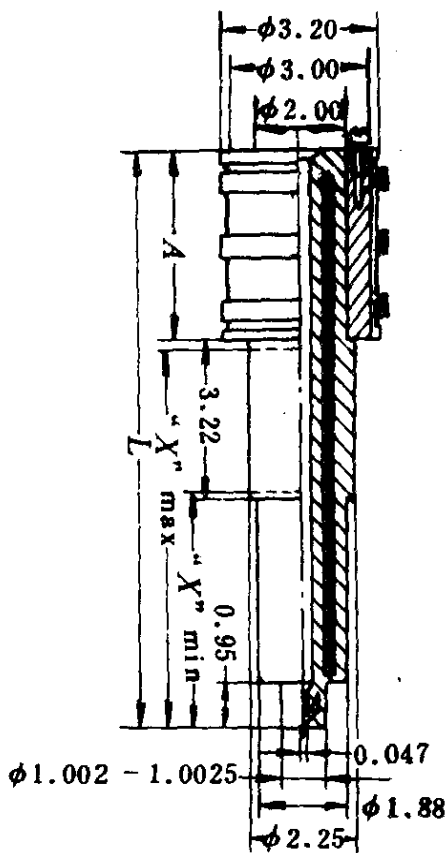
最大操作压力: 137.29 MPa(1400 kg/cm<sup>2</sup>)。

最大操作温度: 315.6°C(600°F)。

使用样式: 横式。

热膨胀系数:  $14 \times 10^{-6}$  cm/cm·°C。

· 图9.70<sup>52)</sup>表示尺寸。当X比X<sub>max</sub>稍长时(3.2 mm即 $\frac{1}{8}$  in以内),要变更定位环, 缩小模具的厚度(关于X请参照图9.72)。



CAT. NO	"X"最小	"X"最大	A	L
S 27H 2	1.600	4.600	2.62	7.38
S 57H 2	4.601	7.600	4.12	11.88
S 87H 2	7.601	10.600	4.12	14.88

图 9.70 热管浇口套尺寸

#### 5. 热管浇口套的浇口

热管浇口套出厂时,加工有直径1.2 mm的浇口孔。最终浇

口尺寸只考虑注射尺寸、流速、树脂等流动特性，调节浇口树脂的冷却固化、不应改变浇口直径。浇口最大直径为4.75 mm。为了易于取出很小的固化部分的树脂，浇口部位加工有4°的锥度。

图9.71表示浇口部分的热移动。在第一次注射时，树脂充满环状空间，形成绝热的塑料层，结果在每次注射时，浇口自动开启。要开模之前，只浇口冷却固化，防止流涎。绝热塑料环的温度比成型温度略高。因内部间隙小，在改变树脂或颜色时，据说不会因树脂绝热环而产生污染或色点<sup>52)</sup>。

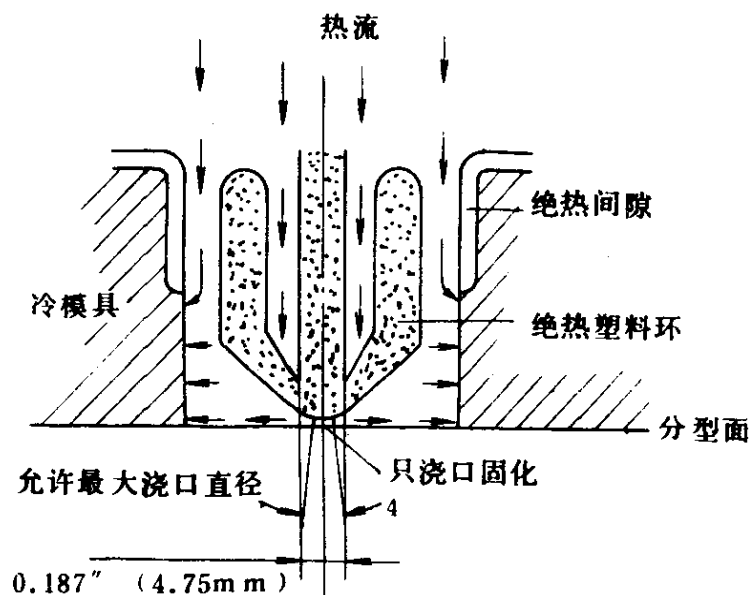


图 9.71 浇口部分的热移动

#### 6. 用于热管浇口套的注塑机喷嘴

Sure-Shot和Hot Shot热管浇口套出厂时，标准尺寸为喷嘴接触球面R 19( $\frac{3}{4}$  in)，孔径 $\phi 11.1$  mm( $\frac{7}{16}$  in)。为了有效地作业，喷嘴头部应适合于衬套的 $\phi 11.1$  mm的孔径。



### 7. 热管浇口套用加热圈

由于热管浇口套的外面装有加热圈，衬套在轴向上可均匀地得以加热。用一般的变阻器虽然也可以进行衬套温度调节，但是生产厂家推荐使用温度控制器，所用热电偶的容量5 A、240V就足够。

所用加热圈容量虽因衬套的长度而异，但电压均为240V。

$X_{max} = 116.8 \text{ mm} (4.6 \text{ in})$  时，加热圈为800W。

$X_{max} = 193 \text{ mm} (7.6 \text{ in})$  时，加热圈为1000W。

$X_{max} = 269 \text{ mm} (10.6 \text{ in})$  时，加热圈为1000W。

因衬套的最高工作温度是 $315.6^\circ\text{C}$ ，所以不管在什么情况下，控制器的设定温度都不应超过 $315.6^\circ\text{C}$ 。

### 8. Sure-Shot热管浇口孔的加工

图9.72<sup>52)</sup>表示热管浇口套孔的加工图。50.8 mm(2in)孔配合47.6 mm(1.875 in)处的衬套径。

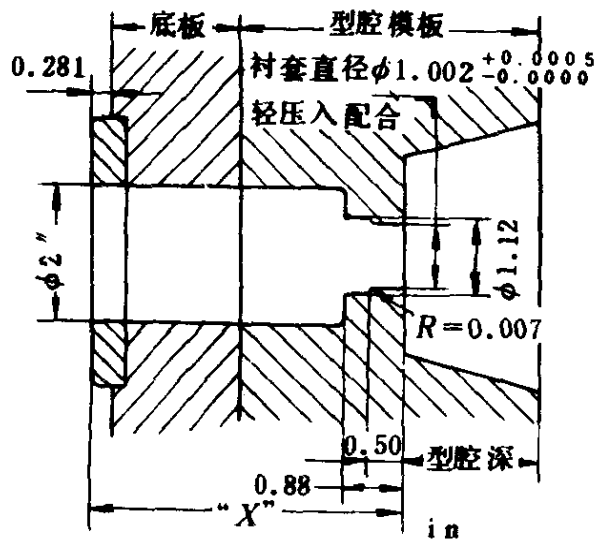


图 9.72 衬套孔加工图

图中尺寸单位为in, 1in=25.4mm。

25.4 mm (1 in) 孔配合衬套的浇口部分, 加工上与 50.8 mm (2 in) 孔必须同心。从离浇口 12.7 mm (0.5 in) 处扩孔, 扩孔量为 3.18 mm ( $\frac{1}{8}$  in)。

在直径 25.4 mm (1 in) 处轻压入热管浇口套, 其他部位没有间隙, 这对于隔绝热管浇口套和冷模具之间的热传导是很必要的。由此热管浇口套可正确地动作。

X 尺寸通常由定位环上面到型腔底面的距离决定。

热管浇口套中央部的  $\phi 57.15$  mm ( $\phi 2.25$  in) 的尺寸, 配合所要的 X 尺寸可以加工到  $\phi 47.6$  mm ( $\phi 1.875$  in), 但不能小于  $\phi 47.6$  mm ( $\phi 1.875$  in)。与定位环配合部分的长度为 3.18 mm (0.125 in), 直径 50.8 mm (2 in), 和定位环内径间有 0.025 mm (0.001 in) 的间隙。

#### 9. Sure-shot 热管浇口套的安装

图 9.73<sup>52)</sup> 表示热管浇口套往模具上的安装图。这种方式中, 除了定位环和 25.4 mm (1 in) 的轻压入部位以外, 其他部位不能和模具接触。

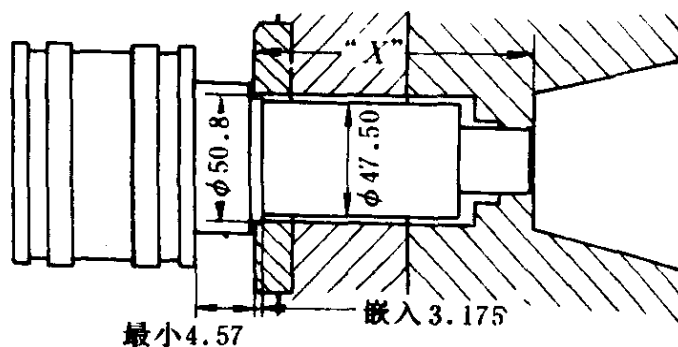


图 9.73 热管浇口套的安装

图 9.74<sup>52)</sup> 表示热管浇口套的另一种安装法。该方法中衬套

的凸台部位夹在定位环和模底板之间。此时， $X$ 尺寸是从定位环下面到型腔底面的尺寸。

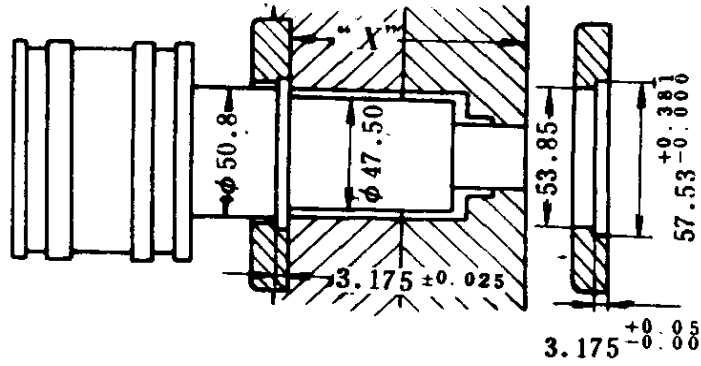


图 9.74 热管浇口套的安装

## 第十章 热固性树脂无流道、 无主流道成型

在成型热塑性树脂时，流道系统冷料可以再生利用。与此相反，在热固性树脂的成型时，一旦固化了的树脂就不能再次塑化，为此，流道、主流道的树脂通常被废弃而成为损耗的材料。

热塑性树脂的成型时，在热流道内保持高温的树脂注入模具，次后冷却，热流道部位的热量不能传到模具中。与此相反，热固性树脂成型时，在热流道中被保持于低温的树脂注入型腔，次后加热固化，模具温度必须高于热流道部位的温度。所以，必须防止模具的高热传到热流道及喷嘴部位。

虽然应加热的部位不同，但由同一思路（细节部分当然不同），即使是热固性树脂成型也可以和热塑性树脂同样进行无流道、无主流道成型。

热塑性树脂的无流道成型，包括无主流道成型，但热固性树脂成型一般分为无流道成型和无主流道成型。

### 10.1 无流道，无主流道成型的效果

(1) 由于省略了主流道，流道，可减少树脂的浪费。

(2) 成型薄壁制品，模具结构上流道、主流道尺寸大时，主流道、流道固化所要的时间增长。无流道，无主流道成型时，可缩短成型周期。

(3) 减少制品不合格品率。

(4) 由于减少了主流道、流道的废弃树脂量，从而减少了工业废弃物（垃圾）。

## 10.2 无流道成型

(1) 结构 图10.1<sup>46)</sup>表示热流道模具结构，相当于热塑性树脂成型中的热流道。如上所述，热固性树脂一旦固化就不能再塑化，因此主流道及流道中的树脂不能发生固化反应，而且要保持流动性。

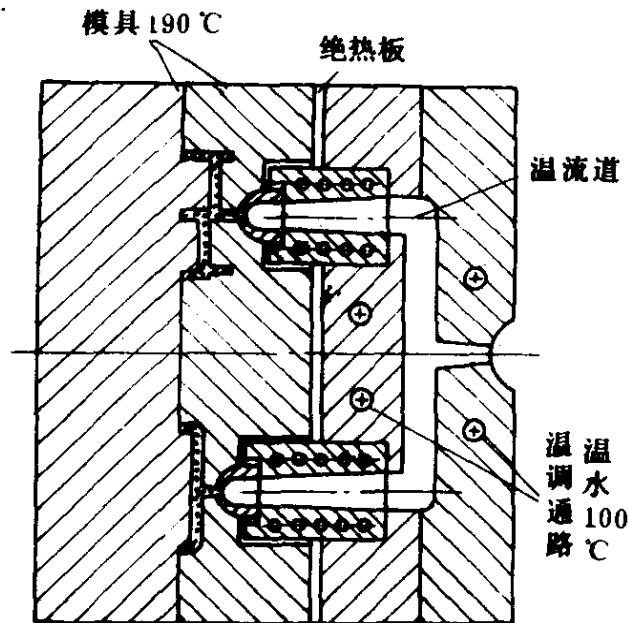


图 10.1 热流道结构

与热塑性树脂绝热流道的流道板同样，为了能容易地取出流道中的树脂，热流道板应分成两片。

喷嘴套中设有温水循环，从喷嘴前端出来的树脂温度，对酚醛树脂来说，控制在 $100 \sim 110^{\circ}\text{C}$ 。由温调机控制的温水在循环水管中循环。

图10.1中为锥形浇口，锥形浇口的细端延伸到喷嘴套内，由模具的热量固化的树脂附带在制品上。当万一分流道固化时，要能容易地取出固化的树脂，喷嘴前端应设计成单独的部件。

为了将模具传向流道板的热量限制在最小，模具的型腔板和热流道板之间加入绝热材料。另外，喷嘴套和型腔板之间为了绝热而设有间隙。喷嘴尖端和型腔板之间的接触面积也要控制在最小。

## (2) 使用时的注意事项

① 流道部位的树脂在每次注射时最好能够更新。

② 当注射量比流道部的树脂量少时，可调节成型周期，达到适合于树脂热稳定性的热履历状态。

③ 一模多腔时，各型腔的注射量大体上应一样。

④ 模具应设计成易于清除流道系统的结构。

⑤ 在喷嘴结构上，喷嘴口部的固化树脂应不妨碍连续成型。当固化的树脂妨碍连续成型时，应能容易地取出。

⑥ 为了使热的模具向喷嘴、流道板传导的热量最小，要尽量地减少喷嘴口部和型腔板的接触面积。

⑦ 为了使由模具传向热流道板的热量限制在最小，要注意它们之间的绝热。一般情况下用绝热板绝热。为了承受注塑机喷嘴的接触压力，在没有承压件时，要极力减少接触面积。在材质上，承压件应使用象18-8不锈钢之类热导率低的材料。

⑧ 由于制品和低温部位接触，喷嘴尖端部位的树脂固化，所以，侧浇口、圆盘浇口最理想。

⑨ 当使用分流道时，由于离二级浇口的距离较短，当使用流动性好的树脂时，用直径2~3mm的分流道可充分充满型腔。

⑩ 从二级浇口到各个型腔的距离应相等。

⑪ 注塑机停机频繁时，有时不能节约树脂。

⑫ 必须注意,曾有可用于酚醛树脂、干预混料、橡胶等的成型的报道,但也有不能使用的树脂。

在使用长喷嘴时,因树脂的流动距离增长,能用于长喷嘴的树脂,要具有流动性好和具有长期稳定性。

⑬ 流道板的流道形状,应没有树脂滞留部位。

(3) 使用效果 表10.1<sup>47)</sup>表示无流道成型的例子。例1,例2由侧浇口成型,例3由圆盘浇口成型。虽然都存在着树脂的浪费,但这是由于分流道、浇口、二级注口和主流道入口引起的。

表 10.1 无 流 道 成 型 例

项 目 \ 制 品	例 1		例 2		例 3	
	配 线 器 具		开 关 部 件		厨 房 用 品	
使用材料①	C Y9310		C Y9310		C Y9310	
制品单重, g	2.3		21.9		10.1	
一模腔数, 个	16		8		4	
成型方法	原来的 成型	无流道 成型	原来成型	无流道 成型	原来成型	无流道 成型
注射重量, g	(A)52.8	(B)40.6	(A)199.2	(B)182.4	(A)48.9	(B)41.6
损失量, g	16.0	3.8	24.0	7.2	8.5	7.2
损失率, %	30.3	9.4	12.0	3.9	17.4	2.9
材料节减量(A-B)	12.2		16.8		7.3	
材料节减率 ( $\frac{A-B}{A}$ %)	23.1		8.4		14.9	

① 见表10.2。

### 10.3 无主流道成型

无主流道成型有各种方法。

(1) 使用长喷嘴方法 图10.2<sup>46)</sup>表示长喷嘴结构。与热流道同样，为了不使树脂产生固化反应，且保持流动性，喷嘴周围要能进行温度调节。喷嘴和型腔板之间为了绝热，设有间隙，喷嘴尖端和型腔板之间的接触面积限制在最小。图10.2由于是带有短流道的直接浇口，浇口的小头部分伸入到喷嘴中，即使是喷嘴口部固化，固化了的部分也可以附在制品上带出去。当喷嘴尖头部位树脂固化而妨碍成型时，为了能容易地将固化的树脂取出，喷嘴尖端设计成独立部件。

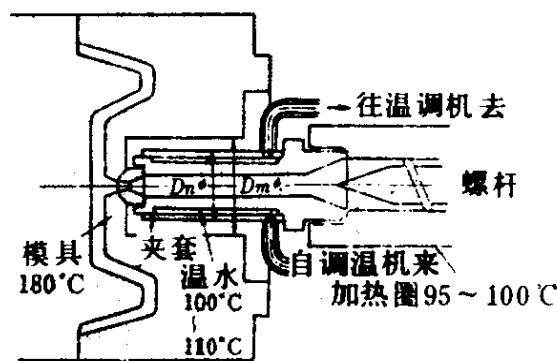


图 10.2 长喷嘴结构

图10.3<sup>46)</sup>表示使用实例。

(2) ME(自动切断)喷嘴 图10.4<sup>47)</sup>表示ME(自动切断)喷嘴外观。图10.5<sup>47)</sup>表示喷嘴尺寸。图10.6<sup>47)</sup>表示其使用实例。结构与图10.2的长喷嘴类似。

表10.2<sup>47)</sup>表示使用实例。

(3) 长喷嘴使用时的注意事项

① 设计模具结构时，长喷嘴夹套及其配管和模具之间要有



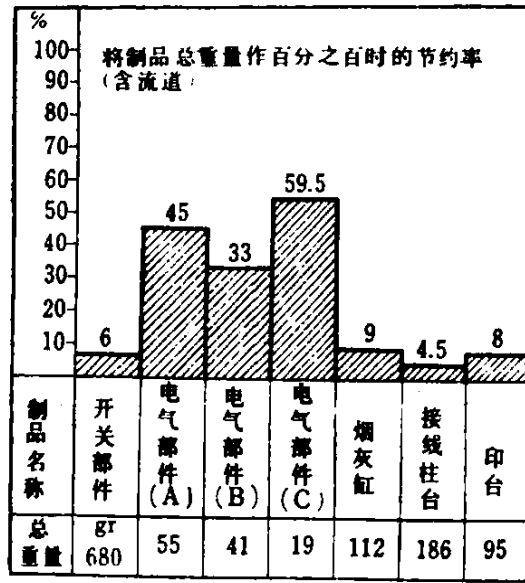


图 10.3 长喷嘴实例



图 10.4 ME喷嘴外观

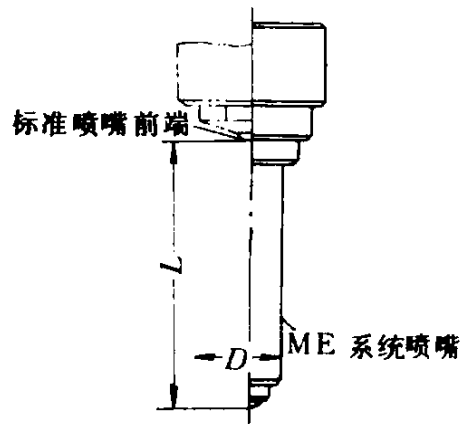


图 10.5 ME喷嘴尺寸

充分的间隙。

- ② 喷嘴内的树脂在每次注射时，最好能够更新。
- ③ 当注射量比长喷嘴内的树脂量少时，调节成型周期，使

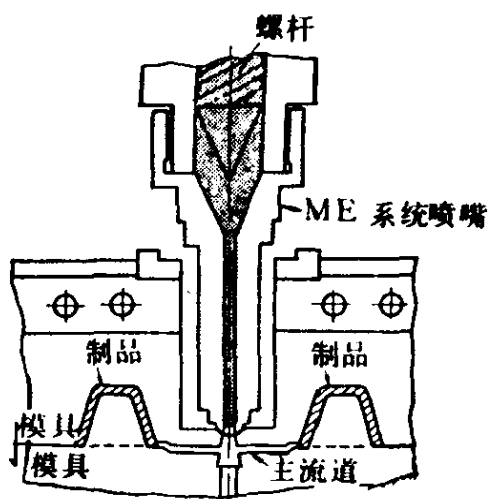


图 10.6 ME 喷嘴实例

表 10.2 ME (自动切断) 喷嘴使用实例

制 品	使 用 材 料	浪费削减率(%)	材料节减率(%)
电气制品	A 一般用酚醛 CY 3013	70	5
	B CY 3011	50	6
	C CY 3013	36	6
	D 干式预混料 CE 3110	44	7
	E CE 3110	53	8
	F 注塑用脲素树脂 I	35	5

之适合于所用树脂热稳定性的热履历状态。

④ 为了减少由型腔板传来的热量,要尽量减少喷嘴尖端和型腔板的接触面积。

⑤ 喷嘴结构应是:喷嘴尖端的固化树脂不妨碍连续成型。另外,当固化的树脂妨碍连续成型时,必须能很容易地取出固化的树脂。

⑥ 能用于几乎所有的注塑用热固性树脂。

(4) SB(独立)衬套 图10.7<sup>48)</sup>表示SB(独立)衬套式无主流道成型模具。SB(独立)衬套也设有如图10.2中的温水

循环水路(图中虽未表示出来)。长喷嘴由螺纹拧在注塑机料筒上,与此相反,SB(独立)衬套则夹在注塑机喷嘴和型腔板之间。

SB(独立)衬套前端及凸台部与型腔板接触,为了减少由型腔板传向SB(独立)衬套的热量,要尽量缩小接触面积。

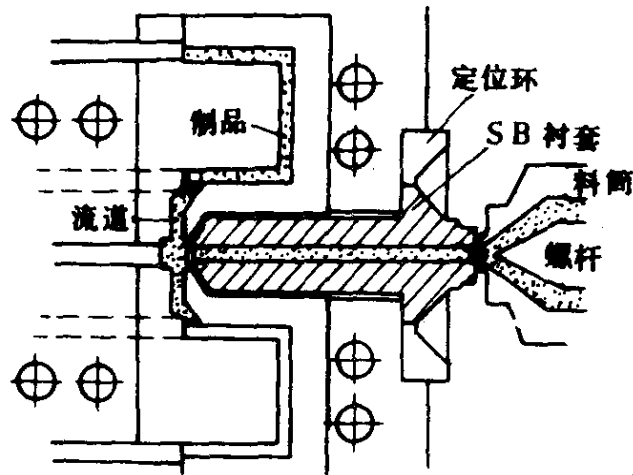


图 10.7 SB(独立)衬套式无主流道模具

与长喷嘴相比有如下优缺点。

- ① 不须改造注塑机喷嘴,可使用原有注塑机。
- ② 主流道固化时,经简单的操作,就可以取出固化了的树脂。
- ③ 传向注塑机料筒的热量比长喷嘴少,只主流道独立,易进行温度控制。
- ④ 其缺点是由于型腔板和喷嘴的接触面积比长喷嘴大,由型腔板热传导过来的热量增大。

表10.3<sup>48)</sup>表示应用SB(独立)衬套式无主流道成型的使用实例。

表 10.3 SB (独立) 衬套使用实例

制品	一模腔数	成型材料	应用独立衬套	应用独立衬套后		
			前的注射量, g	注射量, g	材料节减率, %	浪费材料削减率, %
1	4	EG 纸酚醛	238	224	6	50.0
2	4	EG 纸酚醛	新模具		6 *	50.8 *
3	36	EG 纸酚醛	285	257	9.9 *	40.1 *
4	8	EG 纸酚醛	新模具		6	74.7
5	12	EG 纸酚醛	315	290	7.9	45.5
6	12	EG 纸酚醛	325	315	3.1	17.6
7	12	EG 纸酚醛	165	150	9.1	60.0

\* 根据原来设计推算值

## 参 考 文 献

1. F. J. Lupton : Injection moulds; British Plastics, Oct. (1970)
2. E. P. Moslo : Runnerless Moldings
3. C. Benjamin and D. P. Carr : Thin Walled Mouldings Produced by The Injection Process; British Plastics, Apr. (1963)
4. J. D. Robinson : Gating and Cooling Techniques for Polypropylen; Plastics, Aug. (1965)
5. Ing. K. T. Bechlenberg, Hans-Walter Plate : Aufbau von Werkzeugen für die Verarbeitung von CA-, CP- und CAB-Massen; Der Plasticsarbeiter, Oct. (1962)
6. Thanemann : Anguß- und Anschitt Technik für die Wirtschaftliche Herstellung von Spritzgußteilen aus Makrolon; Plastverarbeiter, Sept. (1963)
7. L. Sors : Plastic Mould Engineering
8. 三谷景造 : プラスチック工業技術研究会テキスト
9. J. H. Dubois and W. I. Pribble : Plastic Mould Engineering
10. Arno Hörburger : Düsenbauarten für Heißkanalwerkzeuge; Kunststoffe, Bd. 62 (1972)
11. 新屋敷淳二 : 金型設計の問題点 ; プラスチックエージ, 6 月 (1974)
12. Ernest J. Csaszar : Runnerless Molding Without Hangups; SPE Journal, 2 (1972)
13. W. Mighton, W. Meyer, L. Beesley : Mould design for improved cycling; British Plastics, Mar. (1963)
14. Wolfram Hartmann : Einflüsse auf die Funktion und die Wirtschaftlichkeit

eines Heißkanalsystems; *Plastverarbeiter*, Heft 11 (1973), Heft 1 (1974)

15. 前島英三：プラスチック工業技術研究会テキスト
16. 機械工学便覧：
17. TKG システムカタログ
18. *Distrene Technical Bulletin S 4 Plastics*, May (1969)
19. L. Temesavary : *Mold Design for High Speed Production of Disposables*; *SPE Journal*, Vol. 24, No. 2
20. E. Lindner : *Konstruktion und Betrieb von Heißkanal-Spritzgußwerkzeugen für die Verarbeitung von thermoplastischen Kunststoffen*; *Kunststoffe*, Bd. 53 (1963)
21. E. Lindner : *Angußgestaltung bei Heißkanal-Spritzgußwerkzeugen*; *Kunststoffe*, Bd. 57 (1963)
22. 岡田清編：射出成形用金型
23. John Maitland : *Tool Design for ABS*; *Plastics*, Nov. (1966)
24. 岩沢輝男：ホットランナシステム；プラスチックエージ，12月(1973)
25. J. D. Robinson : *Gating and Cooling Techniques for Polypropylene*; *Plastics*, Aug. (1965)
26. J. Krischke : *Auslegen von Spritzgußwerkzeugen für Großteile*; *Kunststoffe*, Bd. 63 (1973)
27. H. Gastrow : *Spritzgußwerkzeug für 32 Kronenkrokenverschlüsse*
28. Albert Spaak, George Kelly : *Valve Gating of Injection Molds*; *Modern Plastics*, Sept. (1958)
29. 鈴野勝彦：ホットランナーシステム；プラスチックエージ，11月(1973)
30. R. G. W. Pye : *Injection Mould Design*
31. S. E. Giragosian : *Continuous Mold Venting*; *Modern Plastics*, Nov. (1966)
32. L. Temesvary : *Mold Cooling—Key to fast Molding*; *Modern Plastics*, Dec. (1966)
33. L. Sors : *Kühlen von Spritzgußwerkzeugen*; *Kunststoffe*, Bd. 64 (1974)
34. H. A. Meyrick : *What You Should Know about Mold Cooling*; *Plastics*, Oct. (1963)
35. J. D. Robinson : *Mould Temperature Control*; *Plastics*, Oct. (1966)
36. R. L. Ballman and Tevis Shusman : *Easy Way to Calculate Injection Molding Set-up Time*; *Modern Plastics*, Mar. (1960)
37. 瀬戸正二編：射出成形
38. 浜田修：プラスチック工業技術研究テキスト
39. 宮本和男：射出成形の高速化システム；プラスチックエージ，5月(1973)

40. INCOE システムカタログ
41. スピアシステムカタログ
42. DME システムカタログ
43. Mold Masters システムカタログ
44. プラゲートシステムカタログ
45. NGK システムカタログ
46. 東芝機械テクニカル、レポート No.009
47. 松下電工カタログ、熱硬化性樹脂ランナーレス成形について
48. 大沢昭二：熱硬化性樹脂の成形工程における省資源、省力化の実際；プラスチックマテリアル、11 (1975)
49. George W. Whitehead : New Concept of Hot Runner Molding; Modern Plastics, Sept. (1954)
50. Du Pont ランナーレスモールディングシステムカタログ
51. Kenics Co. カタログ, 1976
52. National News-Gram. Nov.-Dec., 1976