

# 注射成型模具

## 102例

〔联邦德国〕K·斯托克海特 编

荣迺珊 徐正宝 译

张荫朗 校

中国轻工业出版社

TQ320.66  
44254

610329

44254

# 注射成型模具 102 例

〔德〕 K. 斯托克海特 主编

蔡迺珊 译

徐正宝

张荫朗 校

中国轻工业出版社

(京)新登字034号

### 内 容 提 要

本书译自K.斯托克海特编的《Gastrow Injection Molds 102 Proven Designs》(第三版)。该书首先介绍了注射成型模具的设计程序, 然后根据注射成型模具的分类, 对流动系统和浇口、脱模系统、侧凹的形式、脱模方法进行了充分地讨论, 并对热固性塑料和弹性体材料模具的设计以及特殊设计也作了介绍。另外, 每章节均有相应的设计实例, 共102例。本书图文并茂, 实用性强, 参考价值高。

本书可供从事注塑成型和模具设计工作的科研技术人员和大专院校的师生参考。

### Castrow Injection Molds 102 Proven Designs

Ed. ted by K. Stockh

With Contribution by K. H. Bläuer, H. Hornmuth, J. Gaiser, H. Gemmer, H. Geyer, R. GroBmann, W. Hartmann, G. Henkel, A. Hörburger, M. Möller, E. Oebius, W. Sander, D. Schuls, L. Sors, M. M. Trappt, P. Unger H. M. Wolff

Hanser Publishers, Munich Vienna New York (1983)

### 注射成型模具 102 例

〔德〕K. 斯托克海特 主编

荣泗珊 译

徐正宝

张荫朗 校

中国轻工业出版社出版

(北京市东城区东长安街6号)

密云卫新综合印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米1/16 印张: 17 字数: 390千字

1991年10月第1版第1次印刷

印数: 1—5,000 定价: 15.60元

ISBN 7—5019—1079—0/TS·0733

## 译者序

由于塑料工业的飞速发展，很多零件由塑料取代了金属，而随着塑料制品生产的迅速发展，又给塑料模具生产技术以很大的推动和发展。模具生产的重要性，已为众多的生产决策部门所重视。我国目前的模具设计制造技术、经济管理水平和生产能力都远不能满足日益增长的生产需要，国家为进口模具每年要消耗大量外汇。模具国产化问题已经成为我国模具工业急待解决的重要课题。

在塑料制品成型加工中，注射成型占有很大比重，世界塑料成型模具中注射模具约半数以上。本书收集了欧美50年代至出版期间的注射模具102个经生产实践证明是成功的例子。本书通过大量具体实例说明模具的结构原理、结构选择等方面的问题，不同于一般塑料模具教科书或手册，横向解剖了模具的结构及设计。本书从目录来看，其章节也是横向解剖的形式，但内容是以实例纵向剖析一套套完整的模具结构及设计，是相当于一本图册而又高于图册的图文并茂的书籍。

本书为1966年出版以来，1983年出的第三个版本，基础厚、内容新，具有欧美特别是联邦德国的注射模具设计特点，有相当部分内容为国内有关著译书籍所未刊登过的。从其所举实例来看，一模多腔、自动成型、热流道模具是主流，这对我国注射成型生产的发展是有指导意义的：节能、高效。此外，还介绍了一些热固性塑料、橡胶和叠层注射模具。译者希望本书能为从事塑料模具设计特别是注射模具设计、注射制品生产、热流道模具等研究开发工作的工程技术人员拓宽思路，为加速发展我国塑料模具生产技术，适应工业生产发展和国内外市场竞争的需要起到积极作用。

限于译校者水平，译文中错误与不妥之处，衷心希望读者批评指正。

1989年8月

2-57 X06

## 序 言

自50年代中期以来, Hans Gastrow 工学士一直在发表注射成型模具结构的范例。1966年收集了这些结构实例, 出版了这本书的德文版本第一版。此书出版后受到广泛的欢迎, 因为在那时还没有这类图书。当时注射成型正处在这一领域飞跃发展的开端, 人们对于设计结构上合理、经济上可行的模具的种种想法带有极大的兴趣。第一版出版后不久, Gastrow 便去世了。抱着与第一版相同的宗旨, 1975年出版了第二版。这版本并不是一本教科书, 而是举例说明注射模具在结构上有价值的选题和工业生产的测试方法。它保留了 Gastrow 原版的一些例子, 又另外补充了一些较年轻的专家设计的范例。本书为德文第三版的英译本, 它仍然是忠实于原著的。除了大量新的实例之外, 本书还讨论了结构原理, 补充了在第二版时还没有占有目前地位的课题, 例如热流道模具。本书举例说明的问题包括从最简单的技术到最复杂的多级模具。

出版者和编者对作者的协作和深深蕴含在模具结构图、模具功能的描述和提出的设计思想中的良好意愿表示感谢, 对准备了这本英文版的译者 Kurt Alex 和 Elmar Tremmel 博士表示感谢。

编者还特别受惠于 W. Hoffmanns 工学博士, 没有他的大力协作准备本文, 包括这些实例, 这本书是不会写成的。

出版者和编者

## 目 录

### 撰稿者姓氏缩写

|                  |              |            |
|------------------|--------------|------------|
| Bl=Blauert       | Ha=Hartmann  | Sch=Schulz |
| Bo=Bormuth       | He=Henkel    | So=Sors    |
| Gr=Gaiser        | Hö=Hörburger | Tr=Trapp   |
| Ga=Gastrow       | Mü=Müller    | Un=Unger   |
| G-G=Gemmer和Geyer | Oe=Oebius    | Wo=Wolff   |
| Gn=Großmann      | Sa=Sander    |            |

## 目 录

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| 1 概述.....                                 | 1   |
| 1.1 注射模具分类 (Ga) .....                     | 1   |
| 1.2 模具设计程序(G-G).....                      | 1   |
| 1.3 大型容器注射模具的壁厚计算 (Ga) .....              | 1   |
| 1.4 脱模斜度对注射模具设计的影响 (Ga), 例1.....          | 6   |
| 1.5 注射模具的温度控制 (So, G-G), 例2~4 .....       | 9   |
| 1.6 镶件的固定(Ga).....                        | 31  |
| 1.7 注射成型最经济型腔数的确定 (So, G-G) .....         | 32  |
| 1.8 如何降低注射模具的制造成本 (Ga), 例5~10.....        | 38  |
| 1.9 圆柱形和圆锥形注射成型件的开模力和脱模力(Ga).....         | 53  |
| 1.10 注射模具的安全保护 (Gr), 例11.....             | 60  |
| 2 流道系统和浇口 .....                           | 62  |
| 2.1 主流道和分流道的尺寸(Ga), 例12.....              | 62  |
| 2.2 自动切断浇口的模具 (三板模和四板模; Ga), 例13~19.....  | 66  |
| 2.3 具有内部冲切作用切断浇口的模具 (Ga), 例20~21.....     | 78  |
| 2.4 具有内部机械剪切作用的切断浇口的模具 (Ga), 例22、23 ..... | 81  |
| 2.5 绝热主流道衬套 (Ga), 例24 .....               | 86  |
| 2.6 绝热分流道系统 (Ga), 例25 .....               | 87  |
| 2.7 热流道模具 (Un, Hö), 例26~32.....           | 90  |
| 3 脱模系统.....                               | 112 |
| 3.1 概述(Ga) .....                          | 112 |
| 3.2 设和不设推杆的扁平塑件 (Ga), 例33.....            | 116 |
| 3.3 使用推杆的深腔塑件 (G-G), 例34~36.....          | 117 |
| 3.4 脱模板脱模 (Ga), 例37、38.....               | 123 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 3.5 气动脱模 (Ga), 例 39、40    | 126 |
| 3.6 自动脱螺纹的模具, 例 41、42     | 130 |
| 4 侧凹的形式                   | 135 |
| 4.1 带外侧凹或外螺纹的塑件, 例 43~54  | 135 |
| 4.2 具有完整外螺纹的塑件, 例 55~57   | 156 |
| 4.3 带有内侧凹的塑件, 例 58~62     | 162 |
| 4.4 设有内螺纹的塑件, 例 63~73     | 172 |
| 5 脱模方法                    | 197 |
| 5.1 机械抽芯, 例 74            | 197 |
| 5.2 液压抽芯, 例 75~78         | 199 |
| 5.3 滑动拼块设在脱模板上, 例 79、80   | 206 |
| 5.4 拼块设在定模, 例 81~82       | 210 |
| 6 用于热固性塑料的弹性体的模具, 例 83~87 | 214 |
| 7 特殊设计, 例 88~102          | 226 |

## 设计实例目录

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 1 成型线圈外壳的 4 个型腔的模具 (Ga)         | 6  |
| 2 四面侧抽的底盘模具 (G-G)               | 25 |
| 3 成型 ABS 罩的注射模具 (Tr)            | 27 |
| 4 成型 ABS 外壳的 4 个型腔注射模具 (Tr)     | 29 |
| 5 成型量勺的 6 个型腔的模具 (Ga)           | 42 |
| 6 成型 6 L 矩形容器 (冰淇淋盒) 的注射模具 (Oe) | 44 |
| 7、8 和 9 成型泵叶轮的模具设计的比较方案 (So)    | 46 |
| 10 成型三角皮带轮的模具 (So)              | 51 |
| 11 推板复位安全保险装置 (Gr)              | 60 |
| 12 成型套筒的 8 个型腔的注射模具 (Mu)        | 64 |
| 13 用于扁平塑件的自动切断浇口的注射模具 (Ga)      | 66 |
| 14 外表面进料的深形塑件的自动切断浇口的注射模具 (Ga)  | 68 |
| 15 内部进料的深形塑件 (Ga)               | 70 |
| 16 成型带金属嵌件的塑件 (Ga)              | 70 |
| 17 带金属套嵌件的圆珠笔杆注射模具 (Ga)         | 73 |
| 18 小齿轮注射模具 (Ga)                 | 74 |
| 19 潜伏式浇口的衬套模具 (Oe)              | 76 |
| 20 具有中心冲切作用的切断浇口的多型腔模具 (Ga)     | 78 |
| 21 成型塑料盖的注射模具 (Tr)              | 81 |
| 22 8 个型腔的窥视镜模具 (Ga)             | 82 |
| 23 成型手表表面的通用注射模具 (Ga)           | 84 |
| 24 带 3 个浇口的热主流道衬套 (Oe)          | 86 |

|    |                                      |     |
|----|--------------------------------------|-----|
| 25 | 成型PE塑料盖的6个型腔的绝热分流道模具 (Ga)。           | 87  |
| 26 | 成型聚缩醛共聚物杯的4个型腔的热流道模具 (Un, Hö)        | 95  |
| 27 | 成型按钮式喷雾器盖的热流道模具 (So)                 | 97  |
| 28 | 成型窥视镜的热流道模具 (Gr)                     | 99  |
| 29 | 生产喷雾器泵用的精密塑件的32个型腔的热流道模具 (Bl, Un)    | 101 |
| 30 | 成型螺纹盖的自动脱螺纹的4个型腔的热流道模具 (Gr)          | 104 |
| 31 | 用侧浇口的HDPE猎枪子弹壳的密集型24个型腔的模具 (Wo)      | 107 |
| 32 | 成型高强度聚缩醛树脂共聚物滑雪履紧固件的4个型腔的热流道模具 (Sch) | 109 |
| 33 | 8个型腔的刷子柄注射模具 (Ga)                    | 116 |
| 34 | 外壳注射模具 (G-G)                         | 117 |
| 35 | 薄壁套管注射模具 (Gr)                        | 119 |
| 36 | 成型细长、薄壁管形塑件的模具 (Oe)                  | 120 |
| 37 | 塑料盒和盖同时成型的4个型腔的模具 (Ga)               | 123 |
| 38 | 药 (片) 管模具 (Ga)                       | 125 |
| 39 | 既能用机械脱模又能用气动脱模的试验模具 (Ga)             | 127 |
| 40 | 用气动脱模的PP塑料杯注射模具 (Bo)                 | 129 |
| 41 | 设有自动脱螺纹机构的注射模具 (So)                  | 130 |
| 42 | 成型带内螺纹的阀杆注射模具 (Gr)                   | 132 |
| 43 | 生产压力螺母的4个型腔的注射成型模具 (Oe)              | 135 |
| 44 | 混合水龙头的阀壳注射成型模具 (Oe)                  | 137 |
| 45 | 3个型腔的用螺纹盖的化妆品雪花膏瓶注射模具 (So)           | 139 |
| 46 | 8个型腔的新颖密封盖热流道注射成型模具 (Ha)             | 141 |
| 47 | 带切断浇口装置的16个型腔的圆珠笔杆注射成型模具 (Ha)        | 143 |
| 48 | 8个型腔的封闭塞热流道模具 (Ha)                   | 143 |
| 49 | 用抗冲击PS生产2个胶片盘的热流道注射模具 (Ha)           | 147 |
| 50 | 成型1个三处设有螺纹的塑料盖模具 (G-G)               | 149 |
| 51 | 成型自来水笔吸水管的4个型腔的模具 (Ga)               | 151 |
| 52 | 成型有若干与开模方向垂直的分型面的塑件的注射成型模具 (Ga)      | 152 |
| 53 | 成型唧筒外壳和唧筒活塞的模具 (G-G)                 | 154 |
| 54 | 为了补偿磨损, 调整导向螺母螺纹的装置 (Ha)             | 156 |
| 55 | 具有完整外螺纹和密封锥面的蓄电池罩的注射成型模具 (Ga)        | 156 |
| 56 | 带螺纹口的PP容器注射成型模具 (G-G)                | 158 |
| 57 | 有2个螺纹支柱的塑料盖注射成型模具 (G-G)              | 160 |
| 58 | 成型弯曲倾注器的注射成型模具 (Ha)                  | 162 |
| 59 | 成型内侧周边有沟槽的塑件的模具 (So)                 | 164 |
| 60 | 成型螺帽的4个型腔的冷流道注射成型模具 (Gr)             | 166 |
| 61 | 成型ABS眼镜框的注射模具 (Ha, Sa)               | 168 |
| 62 | 用玻璃纤维增强热塑注聚酯制造开槽的铰链活塞注射模具 (Ha)       | 169 |

|       |                                                     |     |
|-------|-----------------------------------------------------|-----|
| 63    | 浇口设在螺帽内 (Ga)                                        | 172 |
| 64    | 带内螺纹的单型腔大件注射成型模具 (Ga)                               | 174 |
| 65    | 机动脱螺纹的注射成型模具 (Ga)                                   | 176 |
| 66    | 16个型腔的螺纹盖注射成型模具 (Ga)                                | 179 |
| 67    | 成型电缆夹上半部分的 8 个型腔的注射成型模具 (Ga)                        | 181 |
| 68    | 在分型面处成型内螺纹塑件的注射成型模具 (Ga)                            | 184 |
| 69    | 成型螺纹罩的 8 个型腔注射成型模具, 模具结构中的齿条和<br>齿轮传动机构使用的是标准件 (Ga) | 187 |
| 70    | 2个型腔的联接套筒注射成型模具 (Gr)                                | 189 |
| 71    | 4个型腔的采用拼块成型螺帽的模具 (Ha)                               | 191 |
| 72    | 4个型腔的 3 L 瓶用的螺帽塞热流道模具 (Ha)                          | 193 |
| 73    | 接线盒注射成型模具的脱螺纹装置 (Ha)                                | 195 |
| 74    | 抽拔弧形弯曲型芯的注射成型模具 (Ga)                                | 197 |
| 75    | 设有液压抽芯的注射成型模具 (Ga)                                  | 199 |
| 76    | 自动生产计量管的液压抽芯注射成型模具 (Gr)                             | 201 |
| 77和78 | 液压抽芯的电缆插座注射成型模具 (Gr)                                | 203 |
| 79    | 成型线圈架的型芯退出的拼块注射成型模具 (Ga)                            | 206 |
| 80    | 采用卡勾套筒使顶出距离大一倍的拼块注射成型模具 (Ga)                        | 208 |
| 81    | 成型自来水笔帽的 8 个型腔的注射成型模具 (Ga)                          | 210 |
| 82    | 在定模设长型芯的滑块注射成型模具 (Ga)                               | 212 |
| 83    | 成型塑料盘的注射-冲压 (注射-压制) 模具 (Mu)                         | 216 |
| 84    | 成型热固性塑料球形柄的 5 个型腔的螺纹型芯能后退的模具 (Mu)                   | 218 |
| 85    | 成型薄壁外壳零件的热固性塑料注射成型模具 (Gr)                           | 219 |
| 86    | 成型弹性体材料圈的多型腔注射成型模具 (Mu)                             | 222 |
| 87    | 设有冷流道板的橡胶缓冲垫注射成型模具 (Mu)                             | 224 |
| 88    | 成型电线插头的注射成型模具 (Ga)                                  | 226 |
| 89    | 成型 1 个斜齿轮的注射成型模具 (Ga)                               | 228 |
| 90    | 12个型腔的衣架注射成型模具 (Ga)                                 | 229 |
| 91    | 设有外部加强筋的容器外壳注射成型模具 (Oe)                             | 232 |
| 92    | 成型液体量筒的 3 个型腔的注射成型模具 (So)                           | 234 |
| 93    | 野营杯模具 (So)                                          | 235 |
| 94    | 成型水龙头把手的模具 (So)                                     | 238 |
| 95    | 6个型腔的成型带金属嵌件的固定螺母注射成型模具 (So)                        | 240 |
| 96    | 装有对塑件连续编号装置的注射模具 (So)                               | 241 |
| 97    | 成型密封的电气安全插头的注射成型模具 (So)                             | 243 |
| 98    | 自动成型在钢丝绳上的输送盘的注射成型模具 (So)                           | 245 |
| 99    | 垫圈注射模具 (He)                                         | 248 |
| 100   | 使用直接侧浇口的无浇口凝料的热流道系统成<br>型 PS 容器盖的叠层模具 (Ha, Gn)      | 251 |
| 101   | PS 药盒的 2×8 型腔的叠层模具 (Ha)                             | 256 |
| 102   | 成型托盘的热流道注射成型叠层模具 (Ha)                               | 259 |

# 1 概述

## 1.1 注射模具分类

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

然而,如果这样的一种分类,在模具设计方面能详细地并以尽可能清楚的方法传播已有的经验,那么这种分类就达到了它真正的目的。当模具设计者面临一个新问题时,他能够参考一个已设计的或者必须这样设计的类似的模具实例。况且,也应该设法估价已收集的经验,甚至创造某些更好的设计,以完全取代本文下述的早先的设计。

对于用在自动注射成型机上的任何一副模具的基本要求是塑件能从模具中自动脱模,而不需要进行二次加工(例如:去除浇口、将塑件机加工至所要求的尺寸等)。

从实用的观点出发,注射模具的分类应立足于主要结构特点 and 操作方法。这些包括:

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

下述讨论和实例是根据以上说明的各项内容编排的。必要时可以参照阅读前后有关章节。

## 1.2 模具设计程序

图1.1列出了模具设计程序的流程图。

通常,人们是从初始的模具设计的相互关系来考虑设计要求与设计可能性的。这初始的设计是打算能不费大量时间与精力加以修正的,并为讨论布置生产的下一步工作提供一个有用的基础(例如:型腔数的要求和注射成型机的选择)。初始的设计不需要完成最后的细节。在许多情况下,注以尺寸的草图已经可以满足实用要求。

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

## 1.3 大型容器注射模具的壁厚计算

小型注射模具的壁厚通常是经验确定的。因为小型注射模具在模板中经常嵌有淬硬的镶件,模板受注射压力的作用而弯曲或破裂的现象很少发生。然而,对于大型模具来说,情况就大不相同了。一方面,应尽可能节约使用高级钢材,因为每一个零件尺寸不必要的加大,就会使模具价格提高。另一方面,关于深型腔容器的注射模具模壁承受压力的感性知识是难以获得的。因此,下面讨论了可用于计算所需壁厚的数学方法。

这个例子使用的是底为 $50 \times 12\text{cm}$ 和高为 $40\text{cm}$ 的1个箱形容器,例如:蓄电池的外壳。

### 型腔内的压力

一般可以假定在充模完成后,型腔内的平均压力约 $400\text{bar}^*$ 。注射压力通常是相当

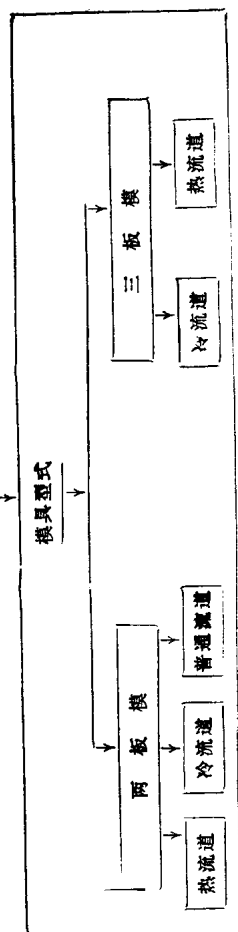
\*  $1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$ 。

已知

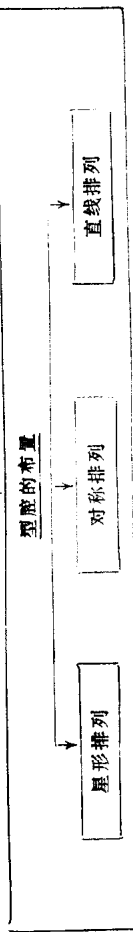
塑件设计, 要求, 订货数量, 件数/时间

型腔数 → 选择注射成型机

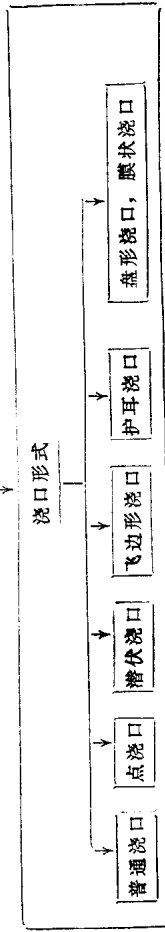
① ②



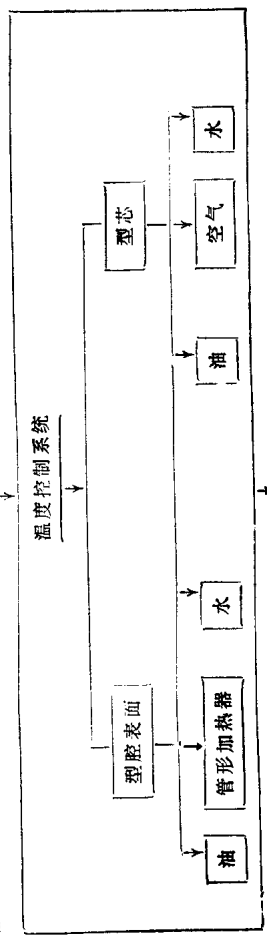
③



④



⑤



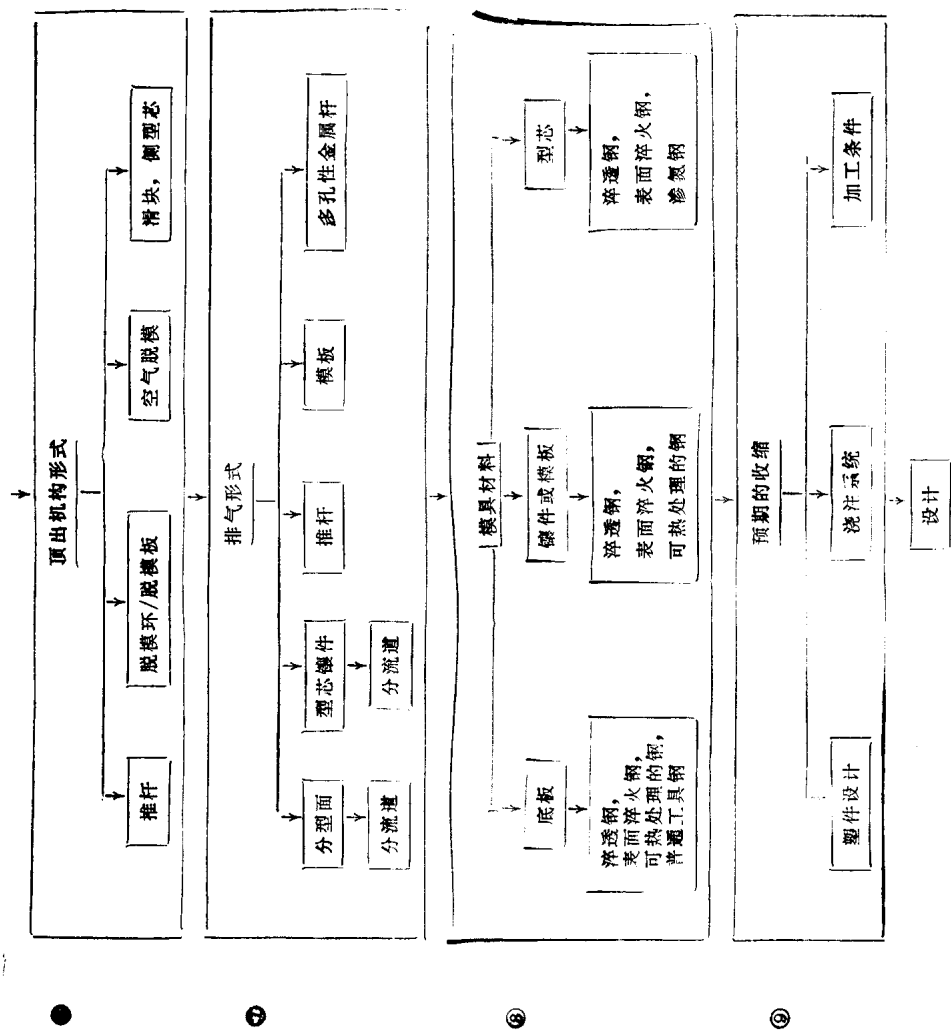


图1.1.1 注射模具设计程序流程图

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

### 模具合模力

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

### 成型容器底面的模具底板尺寸

对成型容器底面的模具底板厚度,要求不是很高的,因为在机器定模板上的孔是比较小的,作用在底板面积上的力能由定模板吸收,而机器定模板通常是很厚的。但是,模具固定板不应太薄,因为它通常设有冷却水的通道,固定板的强度因此而削弱了。

在此,假定成型容器的型腔是用钢材制成整体式的。不过,考虑到加工深度为40cm的型腔时的困难,型腔设有1个单独的底板,则比较实用一些。

### 计算型腔中侧面积大的侧壁厚度

当型腔充满熔料时,每个尺寸为 $50 \times 40 \text{ cm}$ 的大的侧壁,所承受的型腔压力为 $50 \times 40 \times 4000 = 8 \text{ MN}$ 。这个数据已经表明,如果承受这一注射压力时,不允许侧壁变形超过要求,则侧壁必须很厚。假设成型容器的型腔加工成整体式,对于封闭式的侧壁来说,其最大负荷将发生在模板的开口端。图1.2为模具的垂直剖面和水平剖面: a 是型芯, b 是脱模板和 c 是所谓的型腔,即加工成整体式的成型容器的型腔。型腔和型芯之间起定位作用的导柱没有画出。对于如图1.3所示的模具,动、定模之间的定位不用导柱是更可取的。

为了计算壁厚,设想在型腔开口端截取宽为1cm的长条。那么,在50cm的长度上,作用在宽为1cm的长条上的力为 $50 \times 1 \times 4000 \text{ N} = 0.2 \text{ MN}$ 。

即使考虑型腔使用合金钢,弯应力 $\sigma$ ,也不应超过 $200 \text{ N/mm}^2$ ,为了防止万一过载,仍留有足够的安全系数。

可以使用下列公式进行计算,

$$W = \frac{bh^2}{6}$$
$$I = \frac{bh^3}{12}$$

式中  $W$ ——截面模数,  $\text{cm}^3$

$I$ ——惯性矩,  $\text{cm}^4$

$b$ ——宽度,  $\text{cm}$

$h$ ——高度(壁厚),  $\text{cm}$

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

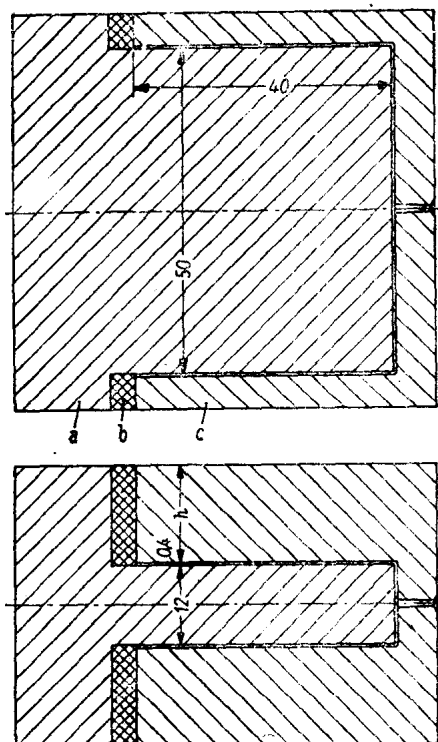


图1.2 底为50×12cm和高为40cm的  
1个箱形容器的模具剖面图  
a—型芯 b—脱模板 c—型腔

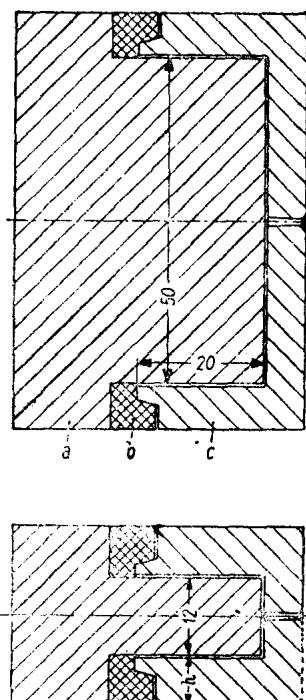


图1.3 底为50×12cm和高仅为20cm的  
1个箱形容器的模具剖面图  
a—型芯 b—脱模板 c—型腔

$$W = -\frac{Pl}{12\sigma_b} \text{ cm}^3$$

$$f = \frac{10Pl^3}{384EI} \text{ mm}$$

式中  $f$ ——最大挠度, mm

$P$ ——总的载荷, N

$l$ ——承受载荷的断面长度, cm

$E$ ——弹性模量=210000 N/mm<sup>2</sup>

当载荷  $P=200000$  N时, 截面模数  $W$  计算如下:

$$W = \frac{200000 \times 50}{12 \times 20000} = 41.5 \text{ cm}^3$$

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

对于厚度为16cm和宽度为1cm的侧壁来说, 其惯性矩  $I$  为:

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

挠度为:

$$f = \frac{10 \times 200000 \times 50^3}{384 \times 210000 \times 341} = 0.09 \text{ mm}$$

因此塑件中心的壁厚将比边缘的几乎增厚0.1mm。

#### 计算型腔中侧面积窄的侧壁厚度

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

$$\sigma_z = \frac{200000}{2h \times 1}$$

假设许用拉应力为200 N/mm<sup>2</sup>，侧壁厚  $h = 5\text{cm}$ 。

#### 计算浅容器的侧壁厚度

如果被成型容器的深度相对于其侧面积来讲，是很小的（参看图1.3），那末通过在型腔c开口端四周以一定的斜度嵌入脱模板b，可望得到较好的负荷状态，并且因此侧壁可以较薄。对于大的侧壁来说，就是一端固定另一端简支的梁的负荷状态。在型腔宽度为50cm的侧壁上，截取长20cm、宽1cm的长条的计算结果如下：

$$W = \frac{P \times l}{8 \times \sigma_b} = \frac{20 \times 400 \times 20}{8 \times 2000} = 10\text{cm}^3$$

$$h = \sqrt{10 \times 6} = 7.7\text{cm}$$

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

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

$$W = \frac{P \times l}{8 \times \sigma_b} = \frac{40 \times 400 \times 40}{8 \times 2000} = 40\text{cm}^3$$

$$h = \sqrt{40 \times 6} = 15.5\text{cm}$$

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

#### 1.4 脱模斜度对注射模具设计的影响

##### 例1 成型线圈外壳的4个型腔的模具

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

在本例中，要求生产一个彼此可拆卸的防护线圈外壳，它是由相同的两半部分组成，一模同时成型4腔。

此模具不能使用惯用的模具结构，即塑件外表面在定模成型，而塑件从设在动模边的型芯上顶出的方式，因为防护线圈外壳相同的两半部分要求装配成1个外壳，这就必须使外壳的某一半外部的脱模斜度沿一方，而另一半的脱模斜度呈相反方向或几乎没有斜度。

具有相反脱模斜度的两壁之间，在外壳壁的中部有一约1mm的间隙。围绕2个线



圈芯的外壳内壁也必须有相反的脱模斜度，以便相互嵌入。在指定的要求，排除了在定模中成型外壳外壁的情况，因为外部的脱模斜度将至少沿周围长度的一半按相反的方向延伸。

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

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

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

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

脱模行程并非贯穿整个开模行程。对于沿一方的脱模斜度的情况来说，仅仅几毫米的脱模行程就足以使塑件容易脱模，在这期间，塑件外表面和内表面可以顺序脱模。

现在，模具是应该用独立淬硬的型腔（镶件）制造呢？还是应该在淬硬的钢板上加工型腔和孔呢？后一种情况，可以预料，在淬火时会产生相当大的变形，这种变形会带来不利的影响，特别是对与导柱配合的孔。

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

然而，如本例中需要的那些模板是那样大，避免淬火变形的最简单的方法是把型腔设置在调质钢的镶件固定板里。实用的调质硬度值为 $1000\sim 1100\text{ N/mm}^2$ ，因为在某些情况下，分流道也设在这些镶件固定板上，而普通结构钢因太软，不能在此应用。下面所述的模具就是这样设计的。

设有分流道的镶件固定板a和b是由淬硬钢和调质钢加工的，在精加工前，钢的硬度值已达 $1000\sim 1100\text{ N/mm}^2$ 。镶件固定板b上设有镶件c，在镶件c上加工了线圈外壳的外形以及潜伏浇口和分流道。镶件固定板b在导柱e上移动大约10mm左右的距离后，被4个限位螺钉f限位。

模具首先在模板a和b之间分型。塑件和分流道留在动模一侧，而型芯o从塑件中抽出。

当推杆h动作时，推板i和k以及片状推杆l就向前移动，也因此带动了顶出型芯m和分流道推杆n。镶件固定板b在开始10mm的顶出行程中，也向前移动，直到镶件固定板b被限位螺钉f挡住为止。

在开始的顶出行程中，型芯r也向前移动约6mm的距离，这样，片状推杆l最初仅仅顶出内壁的外表面。此后，塑件由于塑件壁的脱模斜度而足以脱开型腔壁，这样，片状推杆能从型腔两侧顶出塑件，而不至于使塑件受太大的顶出力。

当模具闭合时，顶出零件通过型芯o对顶出型芯m的作用，而回到它们的初始位置。

在冷却板p和q上各设有4条冷却水通道，它们使模具得到充分的冷却。因为是注射成型尼龙（聚酰胺），所以在冷却板上设置冷却水通道是有用的，开始时是在冷却水通道中通热水，直到模具达到工作温度时为止。