

# 第一章 模具订单与研发方案

## 1.1 模具询价单

1. 模具询价单

2.

塑件名称

模穴数

需求日期

塑件图号

报价版本

报价截止日期

塑件材料

收缩率

| 标准特征                                       |                               |                                     |                              | 特别特征                               |  |
|--------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> 定位环直径： mm         |                               | <input type="checkbox"/> 浇口套半径： mm  |                              | <input type="checkbox"/> 顶出机构设置导向  |  |
| <input type="checkbox"/> 模具开设平衡的吊带孔        |                               | <input type="checkbox"/> 先顶出复位机构    |                              | <input type="checkbox"/> 设置成型计数器   |  |
| <input type="checkbox"/> 所有模板开设吊孔          |                               | <input type="checkbox"/> 锁模机构       |                              | <input type="checkbox"/> 不在边角开设撬棍槽 |  |
| <input type="checkbox"/> 塑件上成型模穴号(针对多模穴模具) |                               | <input type="checkbox"/> 卸螺纹型芯      |                              |                                    |  |
| <input type="checkbox"/> 凹槽用水冷管接头          |                               | <input type="checkbox"/> 不使用动模座板中心孔 |                              |                                    |  |
| <input type="checkbox"/> 模具上刻印塑件号和模具号      |                               |                                     |                              |                                    |  |
| 模具设计                                       |                               |                                     | 模具结构                         |                                    |  |
| 设计:                                        | <input type="checkbox"/> 制模   | <input type="checkbox"/> 客户         | <input type="checkbox"/> 二板式 | <input type="checkbox"/> 热浇口套      |  |
| 设计类型:                                      | <input type="checkbox"/> 完整设计 | <input type="checkbox"/> 仅仅草图设计     | <input type="checkbox"/> 三板式 | <input type="checkbox"/> 双色模       |  |
|                                            |                               |                                     | <input type="checkbox"/> 热流道 | <input type="checkbox"/> 叠层模       |  |
| 顶出形式                                       |                               | 浇口类型                                |                              | 流道                                 |  |
| <input type="checkbox"/> 限位柱               |                               | <input type="checkbox"/> 潜伏式浇口      |                              | <input type="checkbox"/> 梯形截面      |  |
| <input type="checkbox"/> 顶管顶出              |                               | <input type="checkbox"/> 侧浇口        |                              | <input type="checkbox"/> 圆形截面      |  |
| <input type="checkbox"/> 推板顶出              |                               | <input type="checkbox"/> 热嘴         |                              | <input type="checkbox"/> 热流道岐管     |  |
| <input type="checkbox"/> 扁顶针顶出             |                               | <input type="checkbox"/> 直浇口        |                              | <input type="checkbox"/> 流道切除      |  |
| <input type="checkbox"/> 气体辅助顶出            |                               | <input type="checkbox"/> 点浇口        |                              |                                    |  |
| 侧向机构                                       |                               | 冷却                                  |                              | 型芯                                 |  |
| <input type="checkbox"/> 机动滑块              |                               | <input type="checkbox"/> 镶件         |                              | <input type="checkbox"/> 淬硬钢       |  |
| <input type="checkbox"/> 耐磨片               |                               | <input type="checkbox"/> 固定板        |                              | <input type="checkbox"/> 不锈钢       |  |
| <input type="checkbox"/> 侧向锁               |                               | <input type="checkbox"/> 垫板         |                              | <input type="checkbox"/> 预淬硬钢      |  |
| <input type="checkbox"/> 液压式               |                               | <input type="checkbox"/> 运水针        |                              | <input type="checkbox"/>           |  |
| <input type="checkbox"/> 气动式               |                               | <input type="checkbox"/> 滑块         |                              | <input type="checkbox"/> 表面精度      |  |
| <input type="checkbox"/> 滑块设润滑槽            |                               | <input type="checkbox"/> 镶针         |                              | <input type="checkbox"/> 型芯镶件      |  |
| 排气                                         |                               |                                     |                              |                                    |  |

|                                                                                                                                   |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 实际位置                                                                                          | <input checked="" type="checkbox"/> 型腔 | <input checked="" type="checkbox"/> 型芯 | <input checked="" type="checkbox"/> 顶针 | <input checked="" type="checkbox"/> 导杆 | <input checked="" type="checkbox"/> 滑块 | <input checked="" type="checkbox"/> 流道 |
| 一级排气深度:      mm,    二级排气深度:      mm                                                                                               |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |
| 附录:                                                                                                                               |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> 每周一次模具进度报告。                                                                                   |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> 模具钢类型, 零件使用洛氏硬度。                                                                              |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> 初始设计图交由客户审批                                                                                   |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> 提供客户最后版本的模具全套设计图。.                                                                            |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> 移模量产前试模样件需交客户审批。                                                                              |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> 试模材料由 <input checked="" type="checkbox"/> 客户 <input checked="" type="checkbox"/> 模具制造商    供应。 |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> 备件需求:      % 型芯      % 型腔      % 顶出机构      % 滑块      % 其它                                     |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |

表 1-1 客户模具询价单的典型格式。模具开发商从客户处收到零件成品图纸、CAD 数据模型和其模具询价单后便可准备制订模具方案和报价。附加的资料包括模具使用的注塑机、要求的模穴数；如果图纸没有标出，还要知道该制品所要使用塑料的类型。尽管上面的信息是很重要的，但可能是不完全的，在进行模具设计前还要了解其他一些因素：

- 指定塑料的模塑特性如何？
- 成型零件数，即预计成型周期次数？
- 制品用在何处，怎样使用？
- 制品是否要同其他零件进行配合？
- 公差？
- 收缩率？
- 脱模斜度？
- 浇注系统类型？
- 模具基本结构？(二板式/三板式)
- 热流道？
- 浇口位置、流动和熔接痕、顶出痕？
- 表面精整要求？
- 模腔布置？
- 模具所需的备件？
- 注塑机的性能指标是否合适：吨位？注射量？塑化能力？
- 是否安排了制品的机械移出？
- 模具项目周期？模具 T1 日期？

这些问题和情况一部分可能随同模具询价单已经有结论，可能还有一些问题要与顾客对话解决。在接到模具询价单后，核算模具的报价是很重要的。模具价格一般由有经验的模具设计师或预算员来进行估计，他们常常就是模具业主。当预算员接受报价任务时，他们可能会基于经验或相似模具的设计记录画出模具草图，然后根据草图估算全部成本。预算员还要根据制品的复杂程度或新颖性加上一个安全系数后，再将模具估价报给顾客。

即使报价时所有的因素都已考虑进去了，仍存在着模具的报价低于应有价格的危险。报出的模具价格必须比其他模具生产者报出的更有竞争性。

另一个问题是很多模具进行了报价，但它们并不最终都获得订单。许多企业至少要向三家不同的模具制造商发出报价标书，这是一种惯例。

模具设计者必须知道报价时确定下来的模具规格参数，明白这一点很重要。如果不这样，他们就可能将模具设计得大大超出报价，要明白任何一家企业都是以最终赢利为目标的。

预算员所制订的模具研发方案并不一定是最佳的，在未来的正式设计过程中可能发现更

好的设计思路,但模具设计者必须在模具设计一开始就要明白模具规格参数。极有可能会发生制订方案和预算时错估或低估成型制品遇到的困难,或者在随后的模具订单中遗漏提供的重要信息。

在模具设计人员对模具规格参数及其技术要求进行初步研究后,有时就会发现参数或由于疏忽或出于故意被改变了,需要立即通知顾客由于这些变化造成的模具成本变化。客户可能对这些变化影响模具成本的情况不清楚。以这种方式,可以避免事情的进一步恶化。

另一方面,如果错误是由于不合理的估价造成的,模具制造商只能努力将模具成本控制在预算内,达到模具报价时所要求的条件,但决不能降低模具的质量或性能,因为这涉及模具制造商者的名誉。由于不合理价造成的损失都可当作获取经验和树立信誉的投资,客户可能会同意承担一部分或全部的额外费用,但是否要与顾客商谈,将已签订的模具价格重新加高,应该由模具制造商视情况决定。

有时,模具价格受销售政策的影响,可以报价很低。例如,为了争取新顾客或为了进入较少或毫无经验的新产品领域,模具制造商可以不顾价格的低廉,仍会投入额外的成本研发优质模具。

另一方面,还需要考虑塑料的成型性能。

① 流动特性。易流动材料一般不存在任何问题,但“稠”的材料需要更高的注射压力,因而需要更坚固的模具结构。这同时也影响精确度和定位零件的强度。

② 熔化温度。该温度越高,加热、冷却设计以及模具冷部件与热部件间的隔热方法就变得更重要了。

③ 材料降解。当热塑性材料在高温下超过一定时间就会存在一定程度的热敏感性,甚至发生降解。

一些材料,在加热超过它的上界温度和相应的安全时间后,即使是加热很短的时间,它也会放出有毒的气体,尽管这种材料并没有明显的降解迹象。其他材料也会放出高腐蚀性的气体,这就需要选择特殊的模具材料和表面精整方法。

当材料颜色变化为黄或褐色时,发生降解。降解的最终形式是塑料发生焦化和变黑。制品哪怕只含有小部分焦化材料也必须报废,不仅因为制品外观难看,而且因为材料的物理性能已经丧失,不再具备原有的性能。

预算员和设计师应该重视模塑成型周期的预测,模塑周期应尽可能短,但这需要增加顶出部件、采用特殊的冷却方法、特殊的模具材料、润滑等,肯定会增加模具成本。有时塑料材质、壁厚、脱模斜度、浇口等因素都可能对成型周期有很大影响。

公差也可能是模具设计开始前要进行检查的最重要方面,即在模具报价时就应该检查和询问公差情况。与模具订单一起提供的最终制品图纸要与报价阶段制品图相比较,以保证没出现任何变化。经常地,用于报价的图纸仅仅是初期的、不完备的,公差不一定会给出。因为模具零件的机加工成本的大部分与公差有关,如果新的公差将影响模具成本,模具制造商必须立即与顾客进行商量或将公差改回到报价的情况或重签新报价合同。

制品设计者经常在制品上设置对功能不必要的精密公差,正确的做法应该是给出一个相当大的通用公差,只在制品功能需要或需要与另一制品匹配的地方,才将尺寸公差收紧。

要保证制品图上所示的公差是有意义和可以达到的,模具设计者不能忘记尺寸也依赖于操作温度。在一些情况下,制品在成型后数小时甚至数天内都会一直收缩。对一些关键尺寸和一定的材料,必须事先弄清何时和在何种情况下进行制品的测量。在工作的开始阶段与客户一道进行公差分析可以避免未来的争论,如果规定的公差合理,模具制造商设计者必须与顾客进行讨论并得到一个书面的准许,这样模具制造商对超出规定公差的成型制品尺寸就可以不负责任。

制品用在何处、怎样使用,可以给模具设计者提供有关制品的一些方面的重要信息,如

与其他制品的配合，表面精整要求，强度，浇口位置，顶杆等。设计者可能就会提出一些改动建议，特别是在脆弱的模芯或薄筋区域，不仅是为了模具的更易制造，同时也是为了延长模具的寿命，改善它的服务性能。

## 1.2 塑件的结构工艺性

塑料结构件的设计是由它的用途、性能以及外观要求决定的，但是由于塑件大多是由塑料注射模注射成型的，在塑件成型过程中，有它独特的工艺特点，所以，在设计塑料结构件时，应充分考虑塑料成型工艺的特点，才能设计出既满足使用及外观要求，又能高效低耗成型的塑件。而对于模具设计者来说，对设计塑料结构件的基本常识有详细了解是十分必要的。

### 1.2.1 塑件尺寸精度

塑件是在热状态下注射成型的，因此塑件的尺寸精度除受模具的制造误差影响外，还受到塑料收缩的影响。而塑料收缩率受到以下几个因素的影响。

- ① 不同品牌的塑料其收缩率是各不相同的，而同一品牌的塑料也因生产厂家、生产批量以及所含水分与挥发物等的差异，都会使收缩率有所不同。
- ② 在成型过程中，注射压力、时间及温度等注射成型条件的变化，也直接影响其收缩率，如注射压力高时，塑件的收缩率就小些。
- ③ 塑件的壁厚、几何形状等也会影响成型收缩率，如壁薄的塑件收缩较小。
- ④ 模具结构，如浇口尺寸大时，收缩小；料流方向平行，则收缩大，这些因素都直接影响着塑件的收缩率。由此可见，塑料的收缩率是不稳定，对塑件尺寸精度的影响也是必然的，再加上脱模斜度、分型面产生的飞边以及成型零件的磨损等诸多因素，在设计塑料结构件时，如没有必要时，不必选用较高的尺寸精度。

表 1-2 塑料推荐选用精度等级

| 类别 | 塑料品种                | 建议选用的塑料等级 |      |     |
|----|---------------------|-----------|------|-----|
|    |                     | 高精度       | 一般精度 | 低精度 |
| 1  | ABS                 | 3         | 4    | 5   |
|    | 聚苯乙烯                |           |      |     |
|    | 聚甲基丙烯酸甲酯            |           |      |     |
|    | 聚碳酸酯                |           |      |     |
|    | 聚苯醚                 |           |      |     |
|    | 30%玻璃纤维增强塑料         |           |      |     |
| 2  | 聚酰胺 6、66、610.9.1010 | 4         | 5    | 6   |
|    | 氯化聚醚                |           |      |     |
|    | 硬聚氯乙烯               |           |      |     |
| 3  | 高密度聚乙烯              | 5         | 6    | 7   |
|    | 聚丙烯                 |           |      |     |
|    | 聚甲醛                 |           |      |     |
| 4  | 软聚氯乙烯               | 6         | 7    | 8   |
|    | 低密度聚乙烯              |           |      |     |

塑料推荐选用精度等级见表 1-2。塑件的质量除了尺寸精度外，还有塑件表面质量。塑

件表面质量包括以下几个方面：有无斑点、条纹、起泡、凹痕、熔接痕、色泽的质量以及表面光泽性和表面粗糙度等，缺陷出现于注塑过程中。塑件的表面光泽性和表面粗糙度与成型零件的表面粗糙度、模具的磨损程度、塑料的品牌与质量以及成型工艺条件有关。塑件外表面的表面粗糙度一般要求较高，这根据塑件的技术要求而定。成型零件的表面粗糙度应更高，才能达到塑件要求。要求透明的塑件必须有很高的表面粗糙度，一般应达到  $Ra$  为  $0.025\mu m$  以上。

### 1.2.2 壁厚

壁厚必须合理。不宜过小，这是因为在使用上必须有足够的强度刚度；在装配时能够承受紧固力；在注塑成型时熔体能够充满型腔；在脱模时能够承受脱模机构的冲击和振动。壁厚也不宜过大，否则使其收缩率加大，增加了尺寸的不稳定性，延长了塑件的冷却时间，并且造成材料的浪费；过薄的塑件，使塑件的强度和刚度下降，用料过多，不但增加成本，而且增加成型时间和冷却时间，延长注塑周期。另外也容易产生缩松、缩孔、凹痕、翘曲等缺陷。塑件壁厚需要平衡经济性、质量和强度的考虑，它也取决于塑料品种、制品大小以及注塑工艺条件。热塑性塑料易于成型薄壁制品，壁厚可达  $0.25\text{ mm}$ ，但一般不宜小于  $0.6\sim 0.9\text{ mm}$ ，常选取  $1.5\sim 4\text{ mm}$ 。塑料制品中的壁厚一般应力求均匀，否则会因为固化或冷却过程不同引起收缩不均匀，从而在制品内部产生内应力，导致制品产生翘曲、缩孔甚至开裂等缺陷。如图 1-1（a）所示是不合理的结构，而图 1-1（b）则是合理结构。有时为了使可能产生的熔接痕处于适当的位置，有意改变制品的壁厚。如图 1-2 所示，为了保证制品顶部质量，增大顶部厚度，使熔体流动畅通，避免熔接痕产生于顶部。

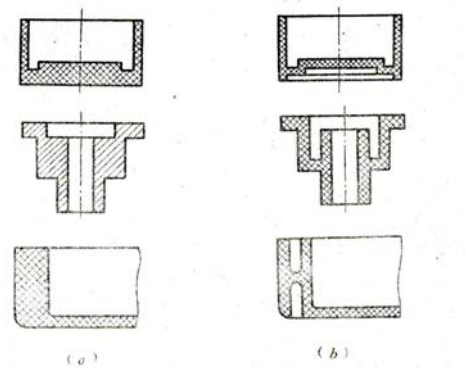


图 1-1 塑料制品的壁厚设计

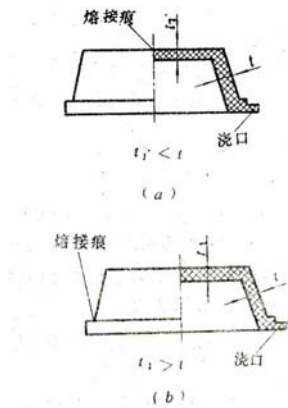


Fig.1-2 塑料制品的不均匀壁厚

### 1.2.3 加强筋

尽量在不增加壁厚的情况下，通过设置加强筋提高塑件强度和刚度。有的加强筋还能改善成型时熔体的流动状况。

图 1-3 (a) 中的壁厚大而不均匀，图 1-3 (b) 的图采用了加强筋，壁厚均匀，既省料又提高了强度、刚度，避免了气泡、缩孔、凹痕、翘曲等缺陷。加强筋的尺寸见图 1-4。加强筋的厚度比壁厚小。

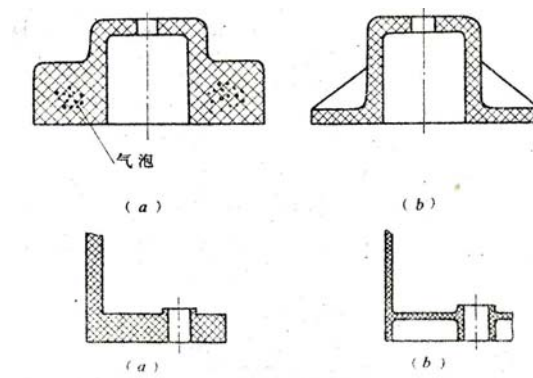


图 1-3 采用加强筋减小壁厚

塑料制品中设置加强筋有以下要求：布置加强筋时，应尽量减少塑料的局部集中，以免产生缩孔和气泡。图 1-5 为加强筋的布置情况，其中图 1-5 (a) 因塑料局部集中，所以不合理；图 1-5 (b) 的结构形式较好。加强筋的尺寸不宜过大，矮一些、多一些为好，加强筋之间的中心距应大于两倍壁厚。如图 1-6 所示，这样既可以避免缩孔产生，又可以提高制品的强度和刚度。加强筋布置的方向应尽量与熔体流动的方向一致，以利于熔体充满型腔，避免熔体流动受到搅乱。加强筋的端面不应与制品支承面平齐，应有一定间隙。

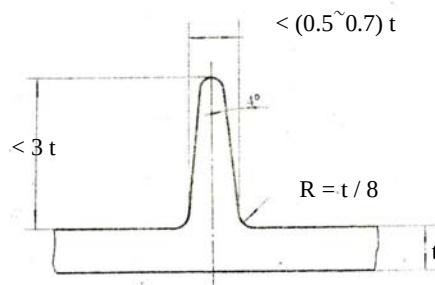


图 1-4 加强筋的尺寸

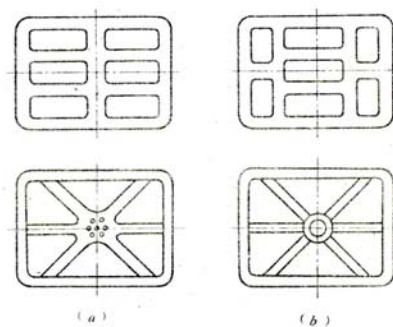


图 1-5 加强筋的布置

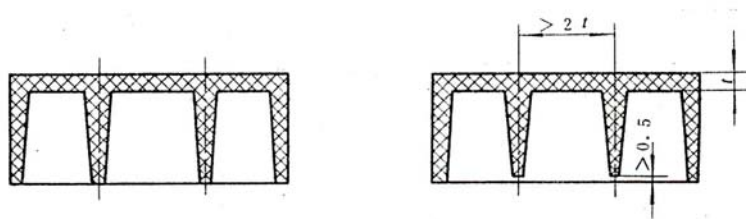


图 1-6 加强筋的设计

## 1.2.4 支承面

当塑料制品需要由一个面为支承时，以整个底面作为支承面是不合理的，如图 1-7 所示，因为塑料制品稍有变形就会造成底面不平。为更好地起支承作用，常采用边框或底脚（三点或四点）为支承面。

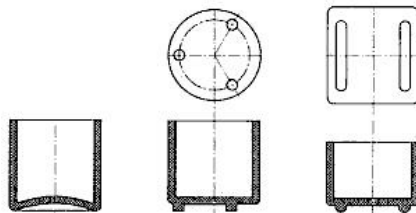


图 1-7 支撑面的设计

## 1.2.5 脱模斜度

为了便于塑件脱模并且防止脱模时擦伤制品表面，与脱模方向平行的制品表面一般应具有合理的脱模斜度。其大小主要取决于塑料的收缩率、塑料制品的形状和壁厚以及部位。

塑件内孔以型芯小端为准，斜度沿扩大方向标出；塑件外形以型腔大端为准，斜度沿减小方向标出。常用塑料制品脱模斜度可参考表 1-3。从表中可以看出，在一般情况下，脱模斜度为  $30' - 1^\circ 30'$ 。通常，较高的塑件选取较小的脱模斜度。当制品有特殊要求或精度要求较高时，应选用较小的斜度，外表面斜度可小至  $5'$ ，内表面斜度小至  $10' - 20'$ ，高度不大的，还可以不要脱模斜度；较高、较大的尺寸选用较小的斜度；塑料制品形状复杂的，不易

脱模的，应取较大的斜度；塑件的凸起或加强筋单边应有 $4^{\circ}-5^{\circ}$ 的斜度；塑料制品壁厚大的应选较大的斜度；在开模时，为了让制品留在动模一边，内表面斜度比外表面斜度小，相反，为了让制品留在定模一边，则外表面斜度比内表面斜度小。

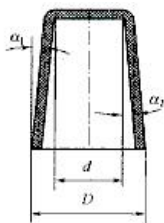


图 1-8 脱模斜度

表 1-3 常用塑料的脱模斜度

| 塑料名称      | 脱模斜度        |             | 塑料名称    | 脱模斜度     |             |
|-----------|-------------|-------------|---------|----------|-------------|
|           | 型芯          | 型腔          |         | 型芯       | 型腔          |
| 聚乙烯       | 20′ ~45′    | 25′ ~45′    | PMMA    | 35′ ~1°  | 35′ ~1° 30′ |
| 聚丙烯、软聚氯乙烯 | 20′ ~50′    | 50′ ~1°     | 聚酰胺（尼龙） | 20′ ~40′ | 25′ ~40′    |
| 硬聚氯乙烯     | 50′ ~1° 45′ | 50′ ~2°     | 聚碳酸酯    | 30′ ~50′ | 35′ ~1°     |
| 聚苯乙烯      | 30′ ~1°     | 35′ ~1° 30′ | 氯化聚醚    | 20′ ~45′ | 25′ ~45′    |
| ABS       | 35′ ~1°     | 40′ ~1° 20′ | 聚甲醛     | 30′ ~1°  | 35′ ~1° 30′ |

1.2.6 孔的设计

塑料制品的孔有通孔、盲孔、螺纹孔、异形孔等。对这些孔的设置有以下要求：孔的形状宜简单。复杂形状的孔，模具制造较困难。孔与孔之间，孔与壁之间均应有足够的距离，见表 1-4，孔径与孔的深度有一定关系，如表 1-5 所示。如果使用要求两个孔的间距或孔边距小于表 1-4 规定的数值时，如图 1-9，可将孔设计成图 1-9(b)的结构形式。

表 1-4 热固性塑料孔间距、孔边距与孔径

|             |       |       |     |      |       |       |
|-------------|-------|-------|-----|------|-------|-------|
| 孔径/mm       | <1.5  | 1.5~3 | 3~6 | 6~10 | 10~18 | 18~30 |
| 孔间距、孔边距 /mm | 1~1.5 | 1.5~2 | 2~3 | 3~4  | 4~5   | 5~7   |

表 1-5 孔径与孔深的关系

| 成型方式    |    | 孔的深度 |       |
|---------|----|------|-------|
|         |    | 通孔   | 不通孔   |
| 压缩模塑    | 横孔 | 2.5d | <1.5d |
|         | 竖孔 | 5d   | <2.5d |
| 挤出或注射模塑 |    | 10d  | 4~5d  |

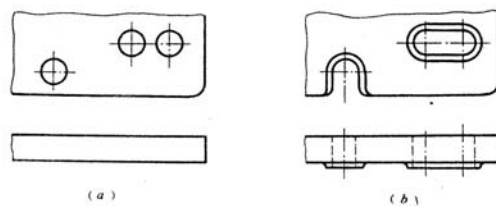


图 1-9 孔间距或孔边距过小时的改进设计

塑料制品上紧固用的孔和其它受力的孔，应设计出凸边予以加强，如图 1-10 所示。固定孔可采用图 1-11(a)所示沉头螺钉孔形式，一般不采用图 1-11(b)所示沉头螺钉孔形式。如果必须采用图 1-11(b)形式时，则应采用图 1-11(c)的形式，以便设置型芯。

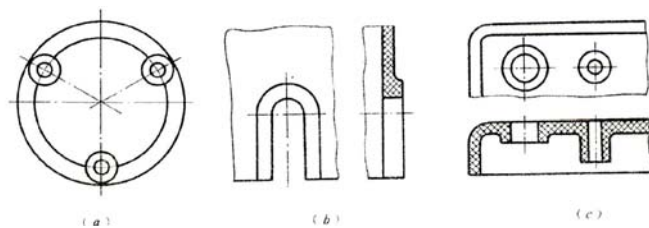


图 1-10 孔的加强

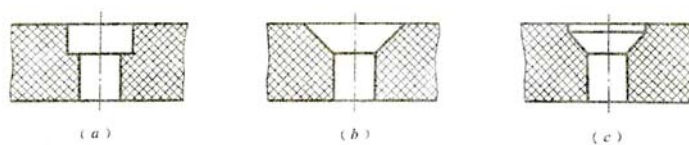


图 1-11 固定孔的形式

## 1.2.7 螺纹

塑料制品上的螺纹可以在注塑时直接成型，也可以注塑后进行机械加工，对于经常拆装或受力较大的螺纹则采用金属的螺纹嵌件。

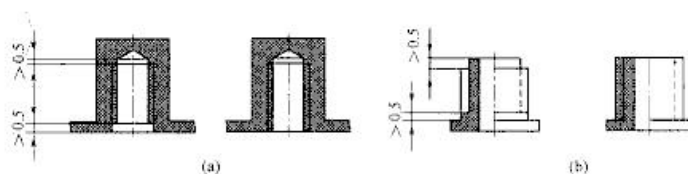


图 1-12 塑件螺纹设计

设计塑料螺纹时，应有如下要求：

- 1) 注塑外螺纹直径不宜小于 4mm，内螺纹直径不宜小于 2mm。为了减小螺距的积累误差，应尽量缩短配合长度，其应小于螺纹直径的 1.5 至 2 倍。
- 2) 在端部应有大于 0.5mm 的无螺纹区，制造较容易，又可防止出现毛刺，在使用时还起导向作用，如图 1-12 所示。
- 3) 对于塑件的同轴线上有前后两段螺纹的零件，其螺纹的螺距和旋转方向应一致，这样可以同时旋出螺纹零件，简化模具结构和塑件量产。

## 1.2.8 齿轮

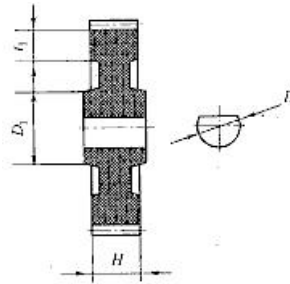


图 1-13 塑件齿轮相关尺寸

设计塑料齿轮时，应有如下要求：

1)相互啮合的塑料齿轮应采用相同的塑料制造，避免因收缩不一致引起啮合状态不佳。

2)各部分尺寸关系：

$$H = D$$

$$D_1 > 1.5D$$

$$t_1 = 3m$$

式中 H—轮辐厚度，mm；

D—轮毂轴孔直径，mm；

D<sub>1</sub>—轮毂外径，mm；

t<sub>1</sub>—轮辐宽度，mm；

m—齿轮模数。

3)塑料齿轮孔与轴配合采用过渡配合的形式，其固定方法应避免采用键槽连接的方式，应采用如图 1-13 所示的固定形式。

## 1.2.9 嵌件结构

在塑料制品内嵌入金属零件形成不可卸的连接，所嵌入的零件即称嵌件。各种塑料制品中嵌件的作用不尽相同，有的是为了增加塑料制品的局部强度、硬度、耐磨性；有的是为了保证电器性能，有的是为增加制品形状和尺寸的稳定性，提高精度等。嵌件的材料一般为金属材料，也有用非金属材料的。

常用的嵌件如图 1-14 所示。其中图 1-14(a)为圆筒形嵌件，有通孔和不通孔，有螺纹套、轴套和薄壁套管等；图 1-14(b)的为圆柱形嵌件，有螺杆、轴销、接线柱等；图 1-14(c)为导电片状嵌件和焊片；图 1-14(d)为汽车方向盘中的细杆状贯穿嵌件；图 1-14(e)为有机玻璃表壳中嵌入 ABS 塑料，属于非金属嵌件。

设计带嵌件的塑料制品时，应注意的主要问题是嵌件固定的牢靠性、制品的强度以及注塑过程中嵌件定位的稳定性。解决以上问题的关键是嵌件的结构设计及其与塑料制品的配合关系。

1) 嵌件材料与塑料制品材料的膨胀系数应尽可能接近。必须保证嵌件受力时不发生转动或顶出。其结构有以下几种：嵌入部分表面滚花和开槽，小件可只滚花不开槽，如图 1-14(b)所示；嵌入部分压扁，如图 1-15(a)所示，这种结构用于导电部分必须保证有一定横截面；板、片状嵌件嵌入部分采用切口、冲孔、打弯方法固定，如图 1-15(b)所示；薄壁管状嵌件

可将端部翻边以便固定，如图 1-15(c)所示。圆柱形或套管嵌件嵌入部分的尺寸推荐如图 1-16 所示： $H=D$ ,  $h=0.3H$ ,  $h_1=0.3H$ ,  $d=0.75D$ 。特殊情况下  $H$  最大不超过  $2D$ 。嵌件各转角部位应以圆角过渡。

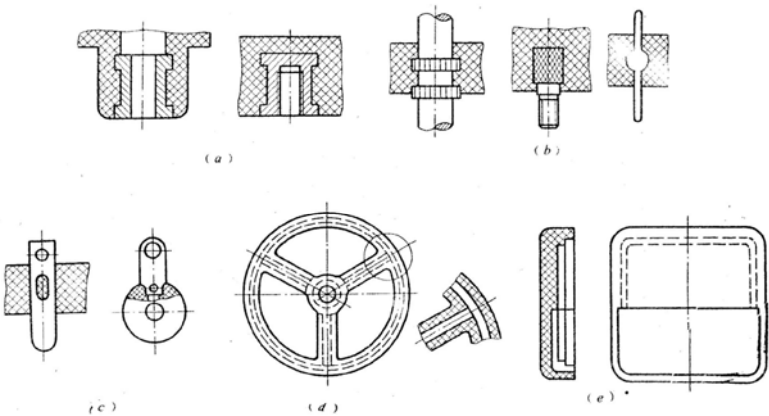


图 1-14 常见的嵌件种类

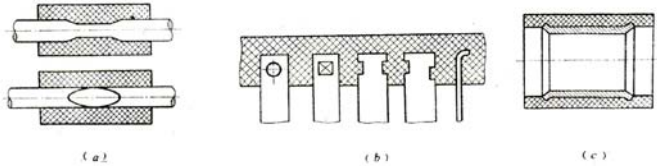


图 1-15 嵌入的结构

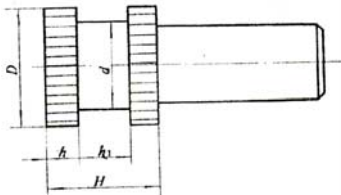


图 1-16 嵌件尺寸

2) 嵌件在模具中固定时必须保证嵌件在模具中定位正确和牢靠，以防注塑时发生歪斜或变形，此外，还应防止注塑时塑料挤入嵌件上的预留孔或螺纹中。圆柱形嵌件一般采用插入模具相应孔中加以固定。为了增加嵌件固定的稳定性和防止塑料挤入螺纹线中，采用图 1-17 所示的结构及配合。对于不通孔的螺纹嵌件，可将嵌件插入模具中的圆形光杆上，如图 1-18(a)所示；为了增强稳固性，可采用外部凸台或内部台阶与模具密切配合，如图 1-18(b)、(c)、(d)所示。对于通孔的螺纹嵌件，可将其拧在具有外螺纹的插入嵌件上，如图 1-18(e)所示。对于注射压力不大，螺纹细小（M3.5 以下）的通孔嵌件也可直接插在光杆上。无论是柱形或环形嵌件，在模具中伸出的自由长度均不应超过定位部分直径的两倍，否则，在注塑时熔体压力会使嵌件位移或变形。当嵌件过高或使用细杆状或片状的嵌件时，应在模具上设置支柱予以支承，如图 1-19 所示。但支柱在制品上留下的孔应不影响制品的使用。薄片嵌件还可在熔体流动方向上设孔，以降低熔体对嵌件的压为，如图 1-19(c)所示。

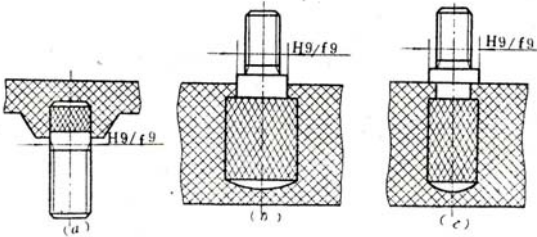


图 1-17 圆柱形嵌件在模具内的固定方法

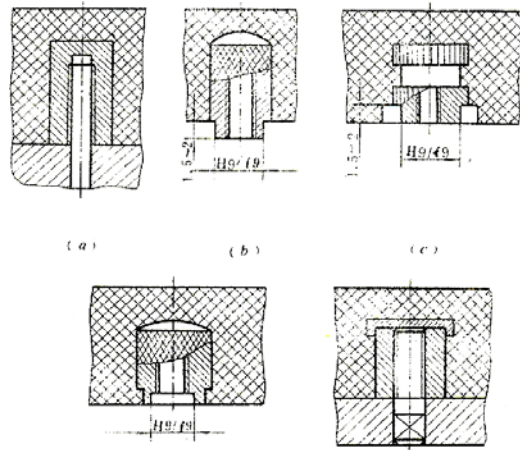


图 1-18 圆环嵌件在模具内的固定方法

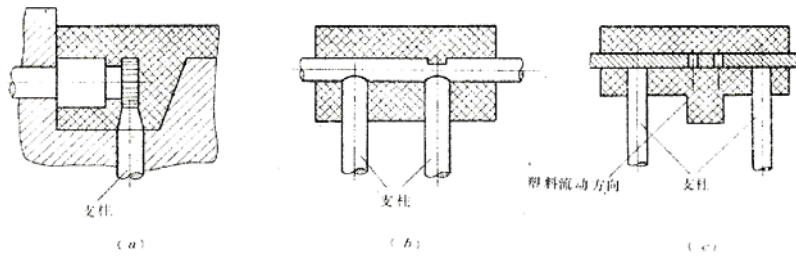


图 1-19 细长嵌件在模具内的支撑方法

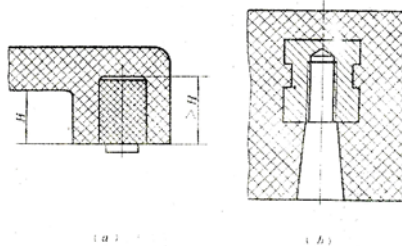


图 1-20 嵌件设置位置及尺寸

3) 设置嵌件会在嵌件周围塑料中产生内应力，内应力大小与塑料特性、嵌件材料与塑料膨胀系数差异以及嵌件结构有关，内应力大的会导致制品开裂。为此，嵌件周围塑料必须有足够的厚度。嵌件通常设置在制品的厚大部位，如图 1-20 所示。

## 1.2.10 表面标记

如图 1-21 所示，塑料制品上的花纹，例如凸、凹纹、皮革纹等，有的是使用上的需要，有的则是为了装饰。设计的花纹应易于成型和脱模，便于模具制造，为此，标记应与脱模方向一致。塑料制品侧表面的皮革纹等是依靠侧壁斜度保证脱模的。

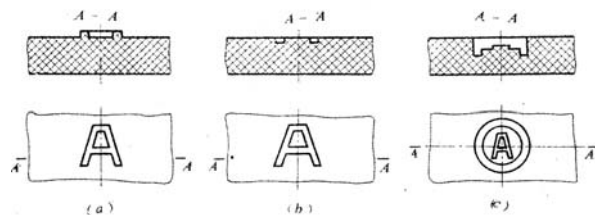


图 1-21 塑料制品上的文字结构形式

塑料制品上的标记、符号和文字有三种不同的结构形式：第一种为凸字，如图 1-21(a)所示，这种形式制模方便，但使用过程凸字容易损坏；第二种为凹字，如图 1-21(b)所示，凹字可以填上各种颜色的油漆，字迹鲜艳，但这种形式如果用传统方法加工模具则较麻烦，现多用电铸、电火花加工或冷挤压方法制造；第三种为凹坑凸字，在凸字的周围带有凹入的装饰框，如图 1-21(c)所示，制造这种结构形式的模具可以采用镶块，在镶块中刻凸字，然后镶入模体中。这种结构形式的凸字在使用时不易损坏，模具制造也较方便。

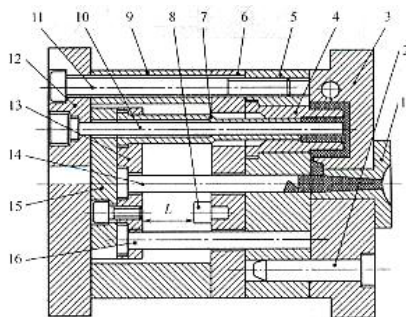
## 1.3 模具规格

### 1.3.1 模具基本结构形式

#### 1. 二板式模具

二板式结构模具是指主流道、流道、浇口与型腔在同一侧的模具，如图 1-22 所示，是由分型面区分移动部分与固定部分的最普遍的结构形式。此种结构的优缺点如下：

- 1)结构简单、操作方便、能满足制品自动落下的要求；
- 2)造成故障的原因少，使用寿命长，能缩短成型周期；
- 3)模具价格便宜；
- 4)能比较容易地选择浇口形状与位置；
- 5)除直接浇口之外，除非采取特殊措施，浇口位置被局限于制品的侧端面；
- 6)在成型之后，通常必须进行制品与浇口的切断工作。



- 1.浇口套；2.导柱；3.定模板；4.型芯；5.动模板；6.动模垫板；  
7.顶管；8.限位钉；9.支承块；10.型芯；11.螺钉；12.动模座板；  
13.顶杆固定板；14.拉料杆；15.顶杆垫板；16.复位杆

图 1-22 两板式注射模

如图 1-23 所示，为已安装在注塑机上的某蓝牙产品塑料耳架的一模一腔二板式注塑模实物照片。



a)定模

b)动模

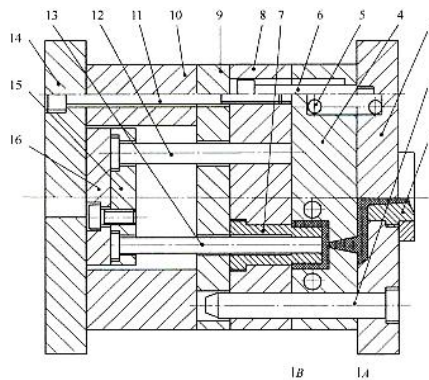
图 1-23 某蓝牙耳机一腔一板式注塑模

## 2. 三板式模具

在动模与定模部分之间再设有一块流道板，它与定模板之间设置有流道，与动模板之间设置有型腔，这样构成的模具称之为三板式结构模具，如图 1-24 所示。它无论是一模一穴还是一模多穴，都可以在制品的侧端面以外、一般在中间的部位采用单点或多点针点浇口，可以满足产品外观要求，并且省略浇口切除工序；

三板式结构模具的优缺点如下：

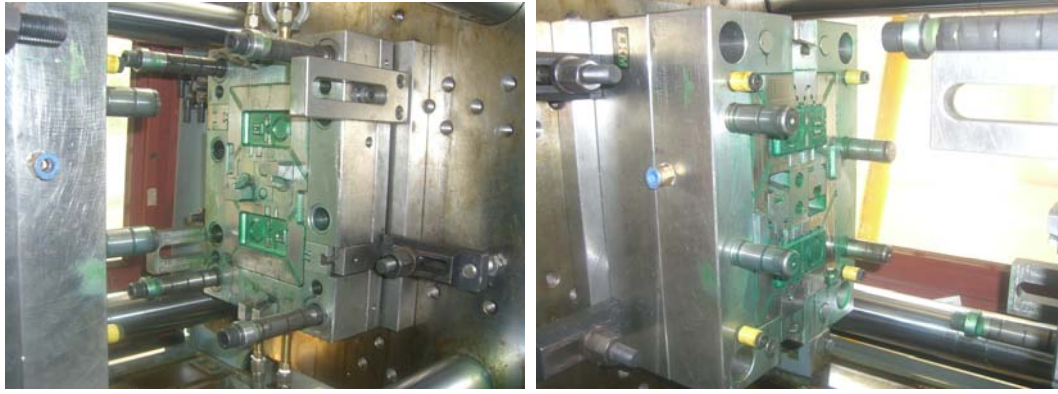
- 1)浇口位置能设置在制品中间；
- 2)能采用针点浇口；
- 3)若采用针点浇口或潜伏浇口时，可以省略人工切断浇口工作；
- 4)必须分别取出制品与浇注系统凝料；
- 5)必须有开模行程足够的注射机；
- 6)结构复杂，发生问题的因素增加，使用经久性差；
- 7)模具费用高；
- 8)成型周期长。



- 1.浇口套；2.导柱；3.定模座板；4.定模板；5.弹簧；6.限位杆；  
7.型芯；8.动模板；9.动模垫板；10.支承块；11.螺栓；12.复位杆；  
13.顶杆；14.动模座板；15.顶杆固定板；16.顶杆垫板

图 1-24 三板式注射模

如图 1-25 所示，为已安装在注塑机上的某蓝牙产品塑料外盖的一模一腔三板式注塑模实物照片。



a)定模

b)动模

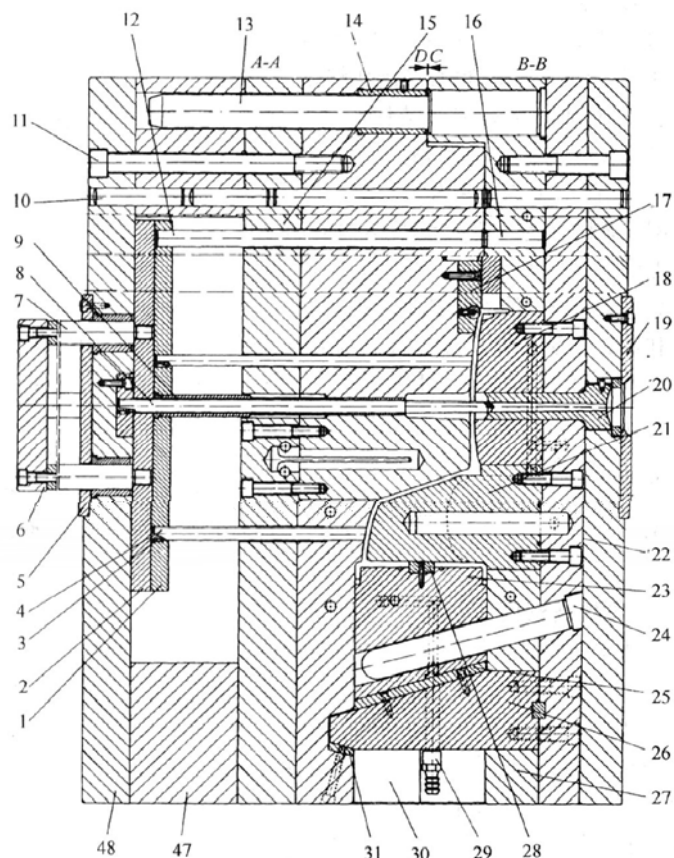
图 1-25 某蓝牙外盖一模两腔三板式注塑模

## 1.3.2 模具类型

### 1. 斜导柱侧抽芯模具结构

图 1-26 是一个采用斜导柱侧抽芯机构的模具结构，它显示了如何对一个厨房用具外壳制品上的侧凹结构进行脱模。在模具处于闭合位置时，滑块 23 的位置由滑块压板 26 定位，所以在注射期间斜导柱 24 基本不承力。随着模具打开，斜导柱 24 推动滑块 23 向外运动直至制品上的侧凹结构被完全脱模为止。此时成型的制品留在动模上，接下来由顶杆 4 和顶套 9 将制品从动模上顶出。当模具闭合时，通过回程杆 12 和斜导柱 24 各自的作用，顶出系统和滑块 23 回到原始位置。饮料箱、电吹风轮和绕线套等的外表面的脱模都是用同样的方法。模具中可能设置的模腔数量和模腔的排列方式，主要取决于滑块的数量和位置。

具有多个放射状滑块的模具只允许有一个模腔，例如汽轮机和叶片的模具。滑块或模腔的分型也可以借助于压缩空气或液压缸的作用使其动作。为防止模具出现不应有的移动通常要用到机械锁紧机构。

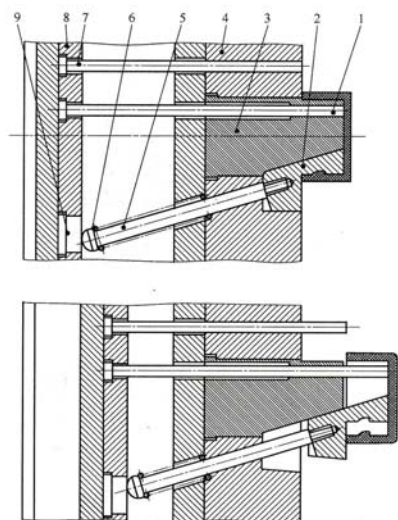


- 1.顶出固定板; 2.顶出垫板; 3.齐缝销; 4.顶杆; 5.后定位环; 6.顶出底板; 7.顶柱;  
8.拉料杆; 9.顶套; 10.定位销; 11.螺钉; 12.回程杆; 13.导柱; 14.导套; 15.动模垫板;  
16.回程杆; 17.型芯镶件; 18.型腔镶件; 19.定位环; 20.浇口套; 21.型腔镶件;  
22.型腔垫板; 23.斜滑块; 24.斜导柱; 25.耐磨板; 26.压板; 27.定模板;  
28.滑动镶件; 29.冷却水管; 30.动模板; 31.耐磨板; 47.支撑块; 48.动模座板

图 1-26 斜导柱侧抽芯模具

## 2. 斜推杆侧抽芯模具结构

斜推杆侧抽芯机构的基本形式如图 1-27 所示。它主要由斜滑块 2、斜推杆 5、动模板 4 和主型芯 3 组成。斜推杆 5 是由设在动模上的斜孔导向的。开模后，顶出固定板 8 推动斜推杆 5 和顶杆 1，使斜滑块 2 与顶杆在顶出塑件的同时完成内侧抽芯。合模时，在动模 4 合模并与顶板相对后移时，在弹簧 6 的作用下粗复位，之后在与动模平面相齐的部分带动下斜滑块做精复位。由于斜推杆在斜向位移的同时对顶板也有一个相对的平面位移，这个接触面势必因产生摩擦而相互磨损。为减少摩擦，提高使用寿命，应将斜推杆的头部做成球状，并进行局部淬硬处理，相应地在与顶板接触部位做一淬硬的镶块 9。



1.顶杆；2.斜滑块；3.主型芯；4.动模板；  
5.斜推杆；6.弹簧；7.回程杆；8.顶出固定板；9.镶块

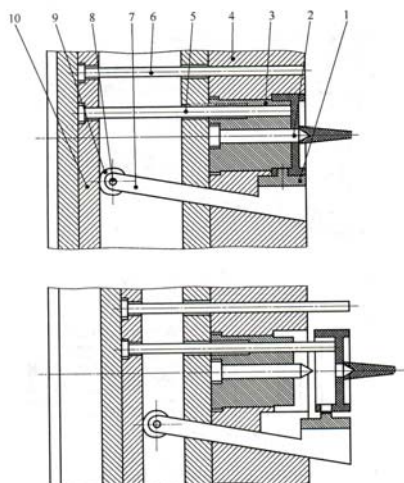
图 1-27 斜推杆内侧抽芯机构

图 1-28 滚轮式斜推杆外侧抽芯机构。滚轮 9 由轮轴 8 连接在斜推杆 7 上，即斜推杆是通过滚轮与顶出固定板 10 做滚动接触的，由滑动摩擦变为滚动摩擦，大大减少了相对摩擦力。

图 1-29 的斜推杆 7 用滚动轴 3 安置在导槽架 2 上，减轻了移动摩擦，并在合模时带动斜推杆复位。

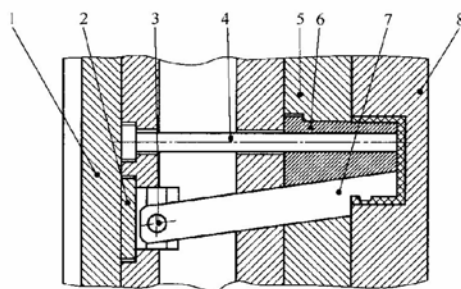
图 1-30 是平移式斜推杆内抽芯机构。顶出过程中，斜推杆 3 与顶杆 4 同时将塑件从主型芯 1 中顶起，当推移到距离  $L$  时，斜推杆 3 上的 A 点脱离主型芯的制约，而其 B 点与动模上的  $B_0$  点相碰，其斜面迫使斜推杆向内侧平移，而做内抽芯动作。需要指出，在内侧抽芯动作开始时，塑件应部分含在主型芯中，否则会引起塑件的平移而影响抽芯。斜推杆端部钩状斜面是为了防止推杆在复位时与主型芯的直面端角相碰而被损坏。为此，在设计时应使  $\alpha > \beta$ ，在合模时，推杆上的 D 点首先与主型芯上的  $D_0$  点相碰外移，推杆始终不与主型芯端面相碰。

图 1-31 是摆动式斜推杆侧抽芯机构。斜推杆 5 用心轴与安装在顶出固定板上的摆杆座 7 相连接。顶出开始的过程中，斜推杆 5 与顶杆 4 同时将塑件从主型芯 2 中顶起。当推移到设定距离时，摆杆的凸起块 b 与动模板 1 上的斜面接触，迫使摆杆向内侧绕芯轴 6 做逆时针摆动，边顶出边抽芯。



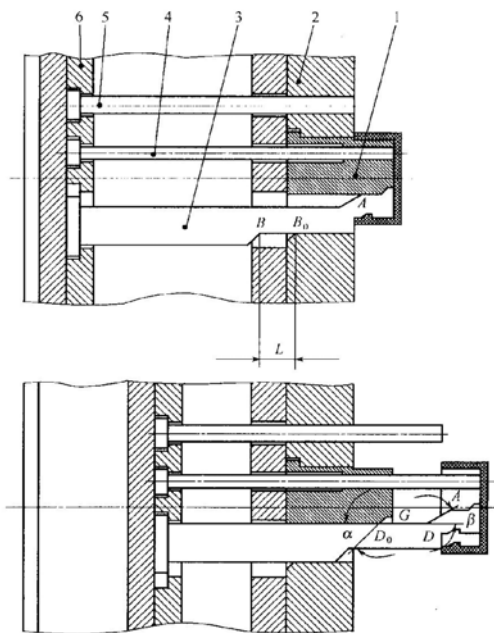
- 1.侧型芯; 2.圆型芯; 3.主型芯; 4.动模板; 5.顶杆;  
6.复位杆; 7.斜推杆; 8.滚轴; 9.滚轮; 10.顶出固定板

图 1-28 滚轮式斜推杆外侧抽芯机构



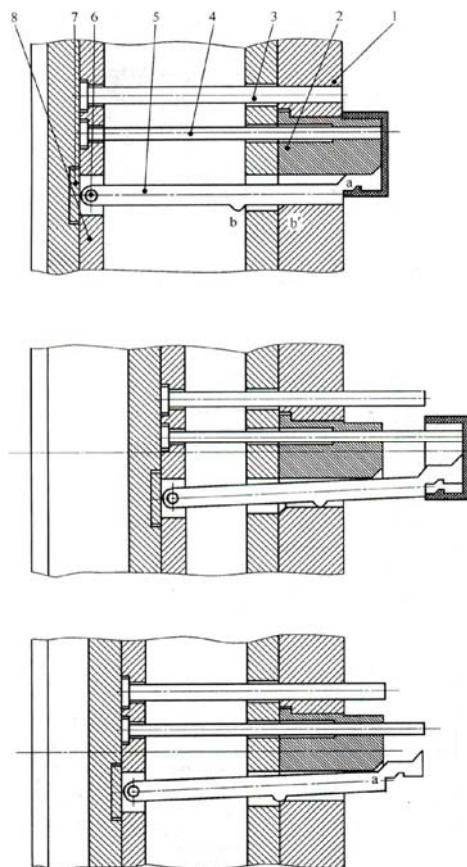
1. 顶出垫板; 2.导槽架; 3.滚动轴; 4.顶杆; 5.动模板; 6.型芯; 7.斜推杆; 8.定模板

图 1-29 斜推杆内抽芯机构



- 1.主型芯; 2.动模板; 3.斜推杆; 4.顶杆; 5.回程杆; 6.顶出固定板

图 1-30 平移式斜推杆内抽芯机构



1.动模板；2.主型芯；3.回程杆；4.顶杆；5.斜推杆；6.心轴；7.摆杆座；8. 顶出固定板

图 1-31 摆动式斜推杆内抽芯机构

### 3. 带螺纹抽芯结构的模具

只有使用卸螺纹装置，才有可能经济地成型大批量、高质量的螺纹制品。形成螺纹的模具零件，通常包括成型内螺纹的型芯和成型外螺纹的管套，都能在模具中旋转，使得脱模过程中，可以将注塑制品取出，而不管模具可能处在开启的还是关闭状态。注塑制品的设计应该防止塑件本身旋转。

在所有这些模具中，必须要注意型芯的准确安装和调整。稳定性不够的型芯，特别是细长的型芯，可能会发生中央位置偏移，这样会导致扭矩不够大而阻碍变形的注塑制品旋出。

这些模具的驱动力来自于开模运动，开模运动是由大导程丝杠或者齿条实现的。同样，电动、气动和液压驱动方式也是很普遍的，后者由独立的控制部件驱动。

#### a) 采用齿条的卸螺纹模具

这些模具中可以成型的螺纹数目受到注塑制品半径、注射机或者齿条传动的力量以及齿条的行程的限制。行程可以通过注射机的开模运动或者单独的液压或气压来启动。

只有当齿条的齿距很精确以及齿条和从动小齿轮有精确的轴承和导向时，模具的运转才无可挑剔。否则，螺牙会发生跳跃。如果所要求的旋转不是直接传递到型芯而是通过斜齿轮或者其他齿条传递的话，这种螺纹效果会非常的好，如图 1-32 所示。

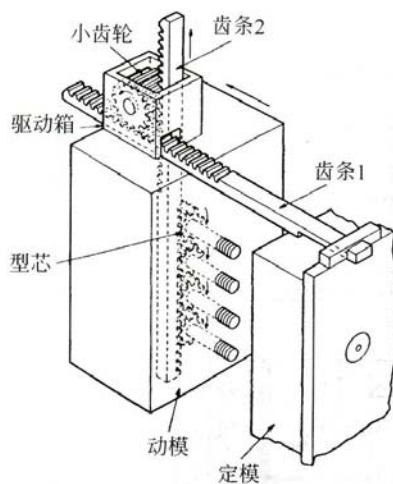


图 1-32 采用齿条的卸螺纹模具

#### b) 采用大导程丝杠的模具

对于驱动螺纹的型芯来说，安装在注射机中用来驱动螺母传动的大导程丝杠是最简单同时也是最可靠的驱动元件。它们不需要过多的安装时间，也不需要行程作特别的控制。脱模过程中，它们将注射机的开模运动变换成旋转运动并且驱动型芯。开模行程和机械力决定于螺纹的种类、半径和数目以及可以脱模的型芯数目。通常，该方法可以很容易地脱模单个螺纹。由于所用的螺纹导程较小，所以半径达 10mm 甚至更多的螺纹都是经常可以用到的。

在图 1-33 中的模具里，大导程丝杠安装在带锥形滚子轴承座的模具中，螺母很牢固地设置在机器横向拉杆上。该设计代表一个特殊的例子，其中大导程丝杠同时也是模具的螺纹型芯。脱模时型芯不会轴向运动。旋转的丝杠使注塑制品轴向移动并且将它从型芯中推出。丝杠必须保持在型腔中以便不随之旋转。

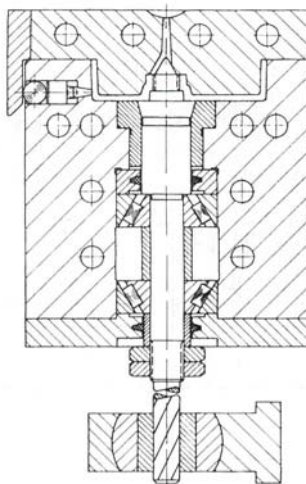


图 1-33 采用大导程丝杠的模具

#### 4. 定模设有脱模机构的模具

对一些外表面不允许有顶出痕迹的塑件，其模具设计是将塑件保留在定模一侧，这样的模具需要不同的脱模结构将塑件从型芯上刮落。如图 1-34 所示，推板可以通过拉杆螺钉启动。拉杆螺钉通过铰链、气压或者液压动作附在动模部分。这样在脱模方向上通过动模部分的牵引启动推出动作，如图 1-35 所示。另外两种选择方案如图 1-36 所示，推出机构由杠杆或曲柄结构带动。

这种模具结构减少了模具的闭合高度。这一点在某些特殊场合是十分有利的。比如，深型腔的模具采用一般的顶出形式，会因为模具闭合高度过大，而不能满足注射机的技术要求，而改用定模顶出，即可解决问题。

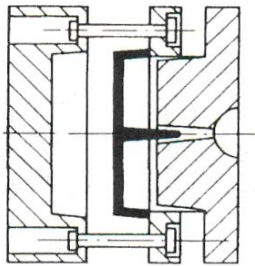


图 1-34 使用拉杆螺钉的定模侧脱模机构

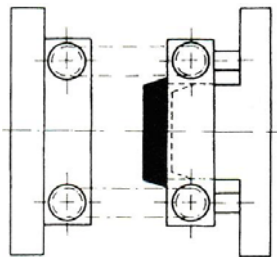
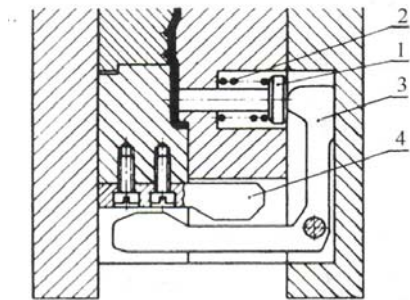
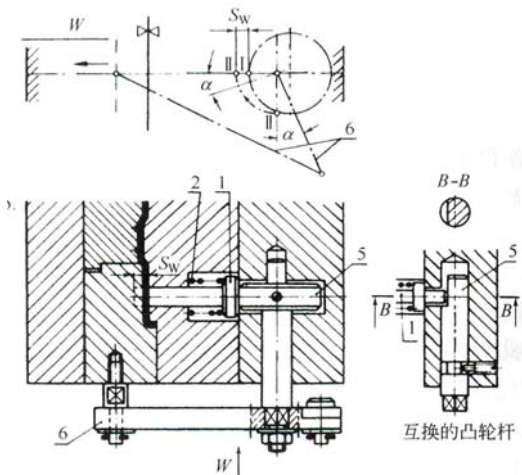


图 1-35 使用铰链的定模侧脱模机构



1-推杆；2-复位弹簧；3-杠杆；4-凸轮杆；  
a) 杠杆结构



b) 曲柄结构  
1-推杆；2-复位弹簧；5-凸轮杆；6-杠杆

图 1-36 采用杠杆或曲柄机构的脱模机构

## 5. 热流道系统

热流道是在模具主浇道至成型制品浇口之间的流道,在注射加工过程中始终保持一定的温度水平,所以在流道中的塑料是不固化的,在生产过程中,没有流道凝料产生。

### 1) 绝热流道

这是热流道中最简单的一种。由于在流道中的成型材料具有不良的热传导性,而流道的截面较大以至使芯部形成了熔化状态,通过流道的芯部不断地将新的熔料注入模具,这同时也保持了芯部的熔化状态。对于单腔模具,可以使用绝热浇口套,如图 1-37 所示,如果将这一原理用于多浇口模具,就产生了绝热流道,如图 1-38 所示。其中大的流道断面应尽可能的靠近模腔。浇口套周围的空气增加了绝缘效果。使用这种绝缘流道要求生产不间断、生产周期快速。在生产间断时,流道将固化,这时必须将流道去除,以备形成新的绝缘流道。如果成型模具用于需经常更换颜色或材料种类の場合,这种流道更具有优越性。主浇口套与模腔相连的浇口内表面必须是锥形的,以使得浇口内固化的塑料在每一注射周期中随制品被抽出去。这样,成型的制品上就留有一个小的锥形浇口痕迹。

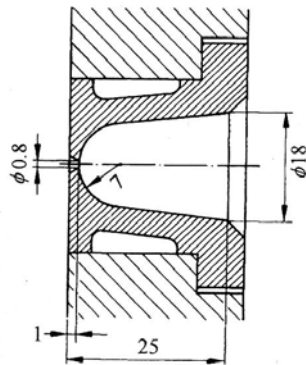


图 1-37 绝缘浇口套

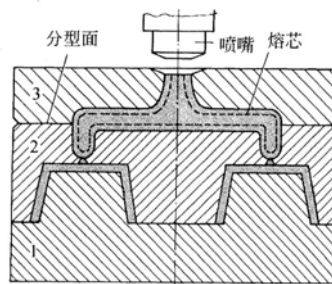


图 1-38 绝热流道

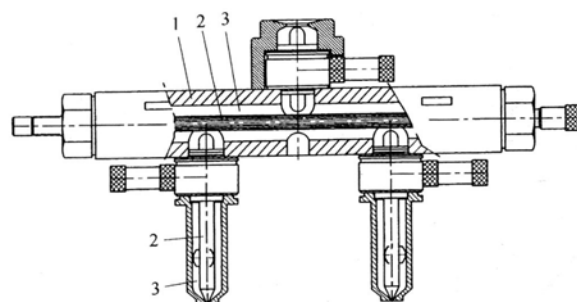
### 2) 加热热流道和热流道喷嘴

通过将流道系统加热,可以使模具在生产间断以后不必先用熔料将流道充满而回复到工作状态。每次注射时间的设定也不必考虑去除凝固的问题。目前,由各标准模具元件供应商供应的热流道系统质量都是可靠的,因此很少有自制的热流道系统,从原理上可以将加热流道分为内加热热流道系统和外加热热流道系统。

#### ● 内加热热流道

如图 1-39 所示,在内加热热流道系统中加热元件 2 置于流道槽的中心,成型的熔料在其周围流动。由于熔料输送流道 3 位于不加热的歧管板 1 中,因此在流道的内壁上形成了一层固化的成型熔料层。只有靠近加热元件的成型熔料层才会流动。到达模腔的熔体的热均匀性取决于成型熔料在热流道系统中停留的时间和材料是否具有宽的软化温度范围,或确定的

熔融点是否合适。总之，内加热流道系统与外加热流道比较，所要求的外绝热更少，这就使得模具结构更加紧凑。

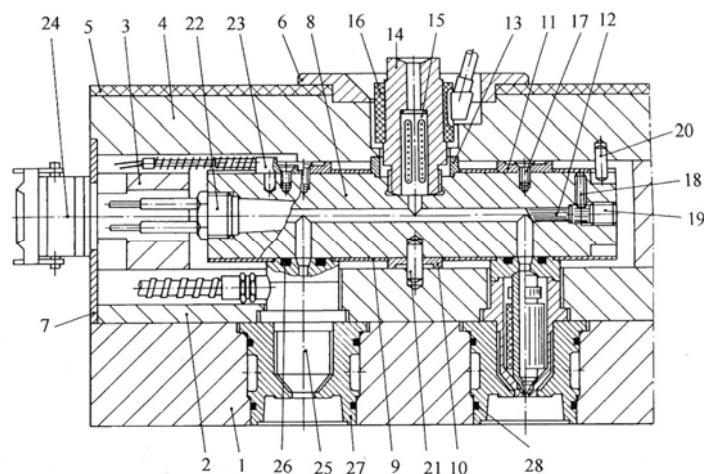


1.歧管板；2.加热棒；3.流道

图 1-39 内加热热流道

### ● 外加热热流道

在外加热热流道系统中，熔体输送流道是从外部加热的。带有流道的歧管必须与周围的模具部分绝热，以减少热损失和温度波动。如图 1-40 所示，带有熔体输送流道的歧管 8 由管状加热器 22 加热，热喷嘴 25 将熔体从歧管中导入浇口。定位环 13 和定位销 20 确保歧管与模具保持正确的位置（即无轴向移动或转动）。垫圈 11 将歧管支撑在定模座板 4 上，除这些接触点外，歧管与其周围的模具部分留有一定的间隙。金属反射板 9 使热歧管的热辐射损失限制在最小范围内。通常从较热的模具到较冷的注射机模板的热传递，由绝热板 5 隔离。由热电偶 23 控制加热。注射系统机筒中的熔料进入浇口套 14，并被送入进料歧管。流道端部的密封塞 12 的形状必须是没有死角的，熔体在此处改变方向进入热流道喷嘴。喷嘴 25 安装在模板 1 上。由于热胀冷缩作用，歧管会在喷嘴上滑动，而喷嘴上套有金属 O 型圈 26，起到使接触点密封的作用。在使用再生料生产时如果有杂质存在，置于浇口套 14 中的滤芯 15 则是非常有用的。



1.模板；2.背板；3.支撑板；4.定模座板；5.绝热板；6.定位环；7.盖板；

8.歧管；9.反射板；10.支撑垫板；11.垫圈；12.端部密封塞；13.定位环；14.浇口套；

15.内置滤芯；16.加热套；17.开槽沉头螺钉；18、19.紧定螺钉；20.定位销、定位销；

22.筒状加热器；23.热电偶；24 接线盒；25.热流道喷嘴；26.金属 O 型圈；27.模具嵌件；28. O 型圈

图 1-40 外加热热流道

喷嘴的设计取决于对制品浇口痕迹尺寸的要求。浇口有多种形式，取决于浇口痕迹的去除方法。由于技术的原因，浇口类型除满足特定的浇口尺寸要求外，在注射过程中应有最少的压力损失。如图 1-41 所示为加热喷嘴以针尖型深入至浇口孔内，得到非常小的浇口痕迹。

然而在这种情况下，注射过程中的压力降和作用在成型物料上的剪切应力相对较高，尤其当使用循环再生料时，浇口存在着阻塞的危险。

带有针阀的热流道喷嘴（阀式浇口）如图 1-42 所示，阀式浇口产生的浇口痕迹清晰、圆滑，并在注射过程中具有低的压力损失。注射之前，阀针由汽缸控制退向右侧，将浇口孔打开允许熔体通过。在浇口的熔体完全固化之前，针阀被推向左侧处于关闭位置，同时留下了圆滑的浇口痕迹。与图 1-43 的多点热流道一样，图 1-42 的多点热流道用管状加热器加热，使用内孔嵌件使熔体改变流动方向。

如图 1-43 所示，是将一个热喷嘴用于 4 个小模腔的浇口形式。类似于用剪切式浇口的方法，制品的多边缘浇口也可采用一个喷嘴，如图 1-44 所示。

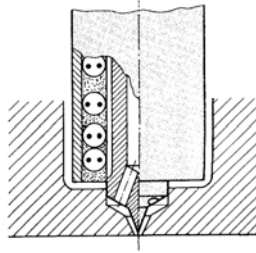
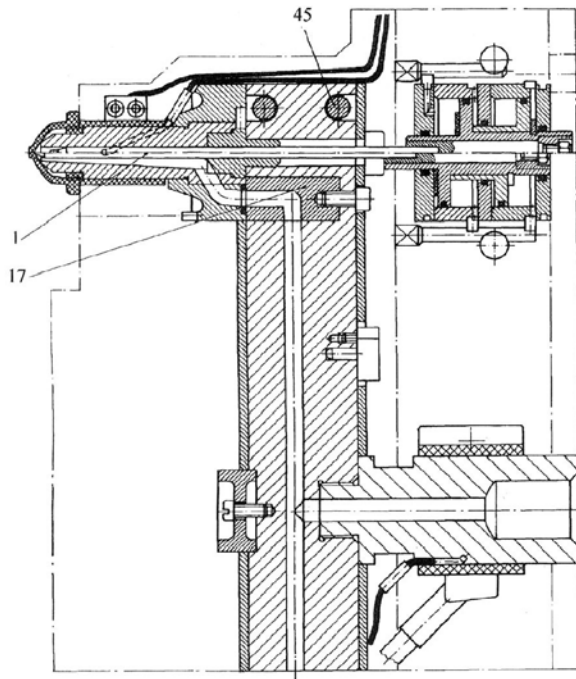


图 1-41 延伸至浇口内的点浇口型热流道喷嘴



1. 针阀；17. 内孔嵌件；45. 筒状加热器

图 1-42 带有针阀浇口的热流道喷嘴

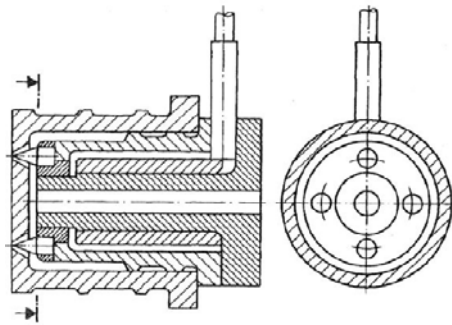


图 1-43 多点热流道喷嘴

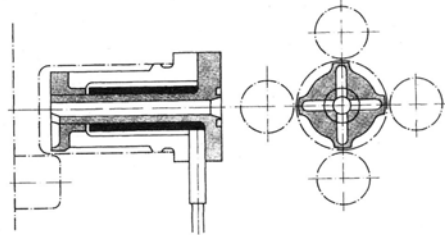


图 1-44 具有多边缘浇口的热流道喷嘴

## 6. 层叠式模具结构

叠层模具这种特殊的模具专用于浅薄零件的大量生产，它的型腔位于两个或更多的分型面里，它们被同时填充。注射机需要附加更长的开启行程。想用两倍的型腔数量来让生产率提高 100%是不能实现的，因为需要更长的开模和闭模行程，但生产率可提高大约 80%，锁紧力比正常模高出 15%。

模具部分安装在可移动板上，中心部件在脱模时可以沿机器轴向移动。因此，延长部分远离喷嘴。延长部分必须足够长，以便在开模过程中不会有塑料落到导杆上并粘在那里，否则会妨碍它们正常的功能。因此，现在许多叠层模具都具有一个伸缩的延长部件，而不需收缩喷嘴。锁紧的外部部件安装在机器移动板上，在开模和闭模的过程中能和它一起移动，同时需要一个特别的部件导向，以控制中心部件的运动。现在这种运动主要是由肘节、齿条机构或液压单元产生，如图 1-45 所示。肘节机构可在一定范围内控制选择不同长度的开模时间，这就可以做到在不同叠层里的注塑制品的质量不一样。打开路径的曲率可以通过枢轴点和肘节机构的几何形状来调整到一个更大的范围。同时，注射动作是被移动中心部件的同一部件促发。图 1-46 展示了不同类型的肘节机构。

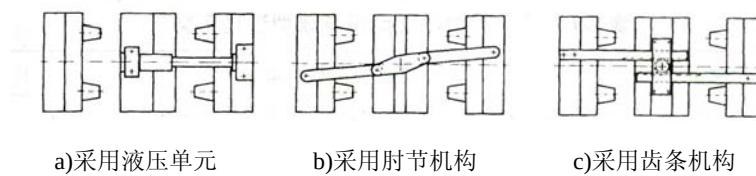


图 1-45 层叠模具中心部分运动的方法

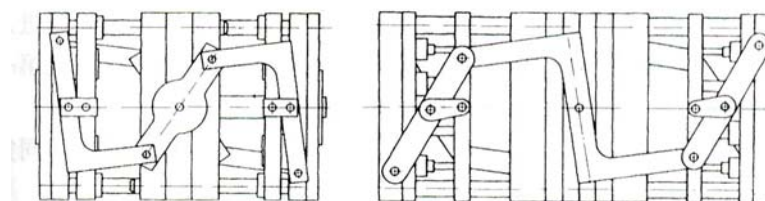
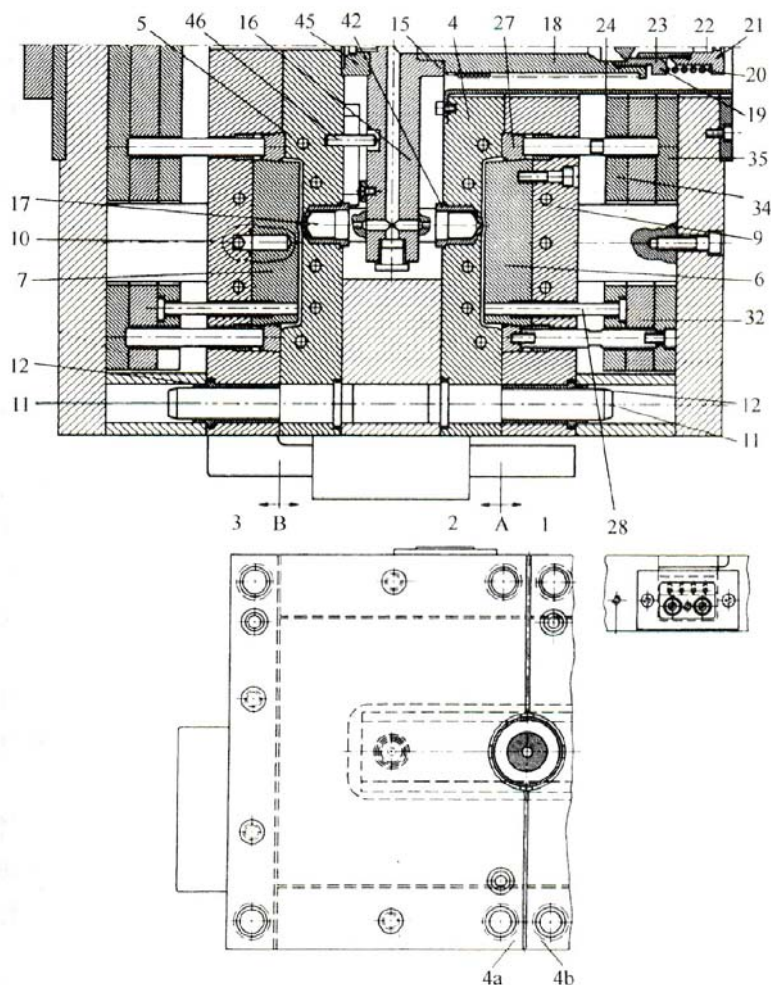


图 1-46 用于层叠模具的肘节机构

如图 1-47 所示, 这种模具具有 2 个分型面 A 和 B, 且包括复合模腔。模具的中部是模腔板 4 和 5、热流道系统 16 以及热流道喷嘴 17, 熔体由喷嘴 17 注入模腔。熔料经由一个安置在中心的延伸套 18 而达到热流道系统, 延伸套 18 与主浇口衬套 21 相连。当模具在 A 处打开时, 热流道系统和延伸套向左移动, 使主浇口衬套 21 与注塑机喷嘴分开, 为防止熔体从主浇口衬套 21 滴落并在护管 24 中固化, 主浇口衬套 21 装有自锁机构。

两个分型面的同步打开是借助于齿轮齿条机构来实现的, 这个机构分别固定于两个半模上, 并且借助于装于中间部位的一个小齿轮被成对起动。为了从分型面 A 上顶出制品, 用气缸 (图中没有画出) 作用在顶板 34 和 35 上, 注塑机的顶出动作用来从分型面 B 上顶出制品。



A, B—模具分型面; 1, 2, 3—模板; 4, 5—模腔板; 6, 7—内嵌型芯; 9, 10—型芯固定板; 11—导柱; 12—导套; 15, 16—热流道; 17—热流道喷嘴; 18—延伸衬套; 19~23—带有自锁机构的主浇口套; 24—护管; 27—脱模板; 28—顶杆; 32, 34, 35—顶板; 42—喷嘴管; 45—定位环; 46—定位销

图 1-47 带有热流道的层叠模具

## 7. 双色模具结构

大多数双色注塑时, 两股熔体是通过分别的浇口系统连续进入型腔, 它要求特殊模具技术, 因为需要第二次填充的这些模具区域, 在填充第一种熔体时, 必须隔断第二种熔体, 不让它穿入。

这种分离式模具通过两种方式实现, 一是通过旋转模具, 如图 1-48 所示; 一是非旋转

型芯后退技术，如图 1-49 所示。

a) 旋转模板或旋转模具的一侧

旋转模具有几个浇注点和不同的型腔。对于两种颜色的注塑制品，第一种颜色部分是在模具的第一个位置完成的。在熔体充分冷却后，模具打开，转  $180^\circ$  到第二个位置，模具移近第二个型腔，此时通过第二个位置注射第二种颜色的塑料。其间，在模具第一个位置，第一种颜色的注塑制品部分又一次被生产。在相同的方式下三种颜色的注塑制品可以通过模具相隔  $120^\circ$  的三个位置来做成。模具的旋转可以通过与注射机相连的一个标准旋转平台进行，而与模具本身无关，也可以通过操作集成在模具里的一个选择装置的旋转板。标准旋转平台的优点就是非常的通用，可以用于更小、更经济的模具设计当中。推出制品一侧通常设计成旋转部分，因为，根据模具的注射系统和旋转系统，喷嘴一侧的模板的旋转更复杂。这种模具的制作非常精密，但操作很可靠。汽车的尾灯罩和高尔夫汽车的排气管就是其典型的应用。

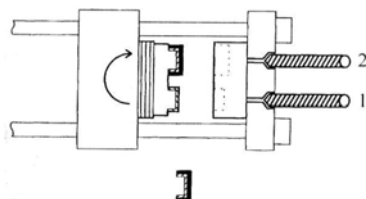


图 1-48 用于复合注塑的旋转模具系统

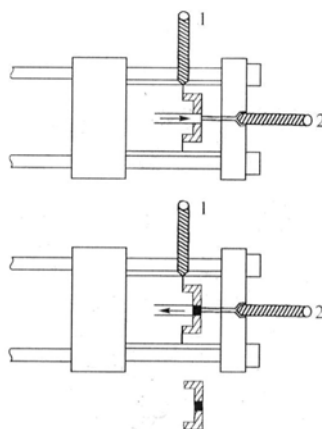


图 1-49 型芯支撑方法

b) 具有旋转型芯或三角架的模具

对于这种技术，只有注塑制品推出部分或喷嘴一侧的型腔同预成型件旋转，而两模板保持定位。

c) 具有传递和镶件技术的模具

在第一个型腔预成型之后，通过一个手动装置或直接用手把它送入第二个型腔，用第二种塑料最后注塑。这种传递技术术语也用于使用不同的注射机成型最终的注塑制品。总体来说，因为经济原因，在这些模具中首选旋转模具，否则就需要更复杂的旋转装置和能容纳更多型腔的模板。此外，预成型和最终成型的热分离更易完成（尤其对热塑性塑料和热固性塑料的层压制品非常重要）。其缺点就是需要确定预成型后零件的中心。

d) 具有可退回滑块和型芯的模具（型芯后退模具）

这是一种模具成本相当低的技术。通过型芯后退技术，在一个模具中，中间无需开启注射机和传递前一工步成型的制件，就可能生产出多种颜色、多组件的注塑制品。对于第二种

成型材料，首先通过可移动镶件或型芯关闭型腔空间，只有当第一种成型材料注射完成后才打开。组件可以安置在彼此的侧面、上面和里面。这种方法不适合于彼此不相融的成型材料。进一步说，这些模具的注射只能相继实行，不像其他的方法能够同时进行。这会导致成型周期加长。分别控制型芯或镶件的温度是非常有好处的，因为填充第二次熔体时，作用于表面的温度能被更精确的控制。

因为在复合模具、旋转模具在旋转和传递过程中浇口会干涉，在传递之前不得不动浇口，所以经常采用热流道系统进行预成型，以便适应无浇口预成型。

为一个特殊的注塑制品选择成型方法，对于每一种应用，需分别从技术和经济上两方面来考虑。然而，必须清楚采用旋转模具的成本较高，因其需要两个型腔，为了能移动，还需要更长导杠的注射机。但对于热塑性弹性体成型，旋转模具确实提供了更大的设计空间。

### 8. 高光无痕注塑模具

传统上由于注塑水冷模具制造都是在工具钢毛坯上进行各种机加工而成，其水冷管只能通过钻交叉直孔形成简单孔道，热传递效率较低，造成模具内腔表面温度不均，甚至使塑件成型后产生翘曲。

高光注塑成型从模具结构的设计和加工工艺着手，利用高温蒸汽(也可用高温压力水或导热油)，冷却水，抽真空等手段的科学协调控制从而可以迅速提高模具温度和快速冷却，由于最大限度地增加了模具内部管路，高温蒸汽使得模腔表面可以快速升温到树脂的热成型温度以上，这样，就不会因为在流道或模具表面的急速降温而形成附着在模壁上的固化层，从而实现快速注塑和填充，实现无冷却成形和获得高光亮外观和韧性、强度都非常好的塑件，克服扭曲变形、表面凹陷、熔接痕、波纹等不良现象；成型完成后，通过切换阀门，引入致冷水，又可使模具温度迅速降低，大幅缩短注塑周期，可降低 70%以上；内部压力平衡，它是一种塑料精密注射成型的理想解决方案。

如图 1-50 所示为高光无痕塑件与传统塑件的对比，熔接痕等缺陷得以完全消除，外观细腻光亮，无需油漆工艺。

如图 1-51 所示，为作者研发的相应模具，它将注塑模具的定模模芯分割成高光面壳和背板两部分。高光面壳原则上保持全区域厚度均匀；同时在背板中加工与塑件表面形状保持一致的随形介质通路。

图 1-52 是日本日立公司的高光无痕注塑模具结构，基本原理与图 1-51 相同，同样将注塑模具的定模模芯分割成高光面壳和背板两部分，但其随形介质通路开设在高光面壳背面之上。



图 1-50 高光无痕塑件与传统塑件的对比

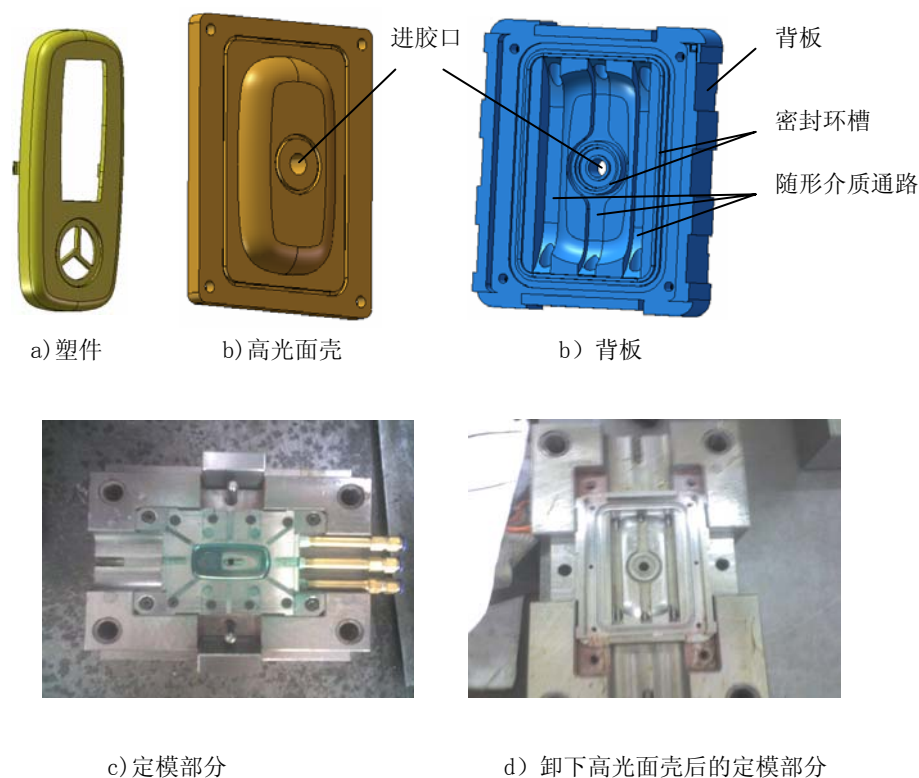


图 1-51 作者研发的高光无痕注塑模具

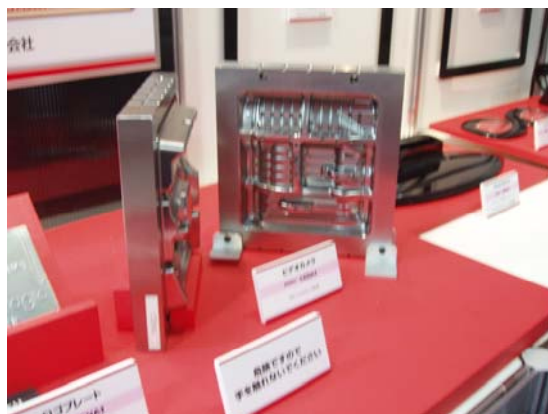


图 1-52 日立公司研发的高光无痕注塑模具

目前的高光无痕注塑模具结构中高光面壳制造难度和工作量都有所增大，对操作工人和加工设备的要求也较高。从原理上讲，高光面壳越薄传热效率越高，越有利于获得高光亮的塑件，但同时制造时越易产生加工变形，失去尺寸精度。高光面壳还需要双面加工，翻转加工另一面时安装定位对精度要求较高。另一方面，由于将传统的定模模芯分割成两部分，在高压蒸汽等热冷介质反复作用下对介质通路的密封要求也比传统模具结构高。

目前，一些企业主要采用高光无痕注塑技术制造高光平板类产品，例如平板电视外框等，对于这类产品不需要制作高光面壳，而可采用深孔钻直接在模芯上钻削加工密集的平直的介质通路。但是由于绝大多数塑件产品表面都或多或少地存在曲面形状部分，如果不使用高光面壳，就难以实现高效均匀传热，很容易产生熔接痕和扭曲变形等缺陷。

由于高光模具可以直接生产高光无痕环保塑件，可以避免后续的油漆工艺以及相应的含铅量的控制问题，大大有利于环境保护，这一公共技术未来将可带来注塑模具设计与制造理念上的变革，促进模具制造产业技术升级，对于构建以人为本的和谐社会，可以产生非常大

的社会、经济效益。

## 9. 气体辅助注射成型

气体辅助注射成型可生产壁厚不均匀的制品,生产的制品不仅无表面缩痕、无翘曲变形、用料少,而且容易控制,外表面光洁无气泡。它是将高压惰性气体注射到塑料熔体芯部以成型中空截面,并辅助推动熔体流动,实现注射、保压及冷却的技术。

气体辅助注射成型的工艺过程,可分为如下四个阶段。

1)熔体注射。将塑料熔体定量地注入模具型腔,此阶段与传统的注射成型相似,只是气辅注射为“欠料注射”,即注射量为模具型腔容积的 55%~80%,具体的注射量随制品而异,以确保在注入高压气体时不会把熔体表层吹破,并且获得一个理想的充气体积为宜。

2)气体注入。把高压惰性气体,例如氮气注入熔体芯层,气体在塑料熔体的包围下沿阻力最小的方向前进,同时推动熔体流动前缘继续向前流动,最后充满模具型腔。此阶段,气体压力必须大于塑料熔体的压力,以便使制品形成中空状态。这一阶段在整个生产过程中起着非常重要的作用。它直接影响制品最后的质量。气体辅助注射成型中的许多缺陷,例如气穴、吹穿、欠料注射及气体渗入薄壁部分等都产生在这一阶段。

3)气体保压。模腔充填完后,在保持气体压力的情况下使制品逐渐冷却,以补偿因物料冷却而引起的制品收缩。在该阶段,气体由内向外对塑料均匀施压,使制品外表面始终紧贴模具型腔内壁,在制品较厚部分的外表面不容易形成凹陷,提高了制品的质量。

4)气体排出。当制品冷却到具有一定刚度和强度后,使气体泄压,并回收循环使用。最后打开模腔顶出制品。

气体辅助注射成型的优点包括:

1)注射压力和锁模力低,从而降低了设备费用。气体辅助注射采用的是“欠料注射”,熔体充满模腔是在熔体内气体的推动下完成的,所以所需注射压力比较低,锁模力也相应比较小,可降低 25%~90%,从而起到节能的作用,同时由于锁模力低,延长了模具使用寿命,降低模具制造成本。

2)制品翘曲变形小。由于注射压力小,且注气后熔体分布均匀,使冷却过程中制品的内应力小,出模后的翘曲变形也小。

3)制品表面质量高。由于制品中空部分气体的压力即为保压压力,压力的分布均匀,使制品表面不会出现缩孔或凹痕等缺陷,改进了制品的表面质量,降低了废品率。

4)可用于成型壁厚差异较大的制品。采用气体辅助注射成型可使壁厚相差较大的制品实现均匀填充,并可通过设置芯部为气道的加强筋,在不增加制品质量的情况下,增加制品的强度和刚度,特别是制品的边缘部分。

5)生产周期短。由于气体辅助注射成型注射量少,缩短了注射时间,又由于厚截面制品形成中空,散热冷却快,从而缩短了成型周期。

6)工艺控制要求严格。一是注入气体的时间和压力要严格控制。过早注入,熔体外层未充分冷却,气体容易冲破熔体前锋;过晚注入,熔体冷却凝固,不容易形成气体空腔。注入气体的压力则应先高后低,在注气开始时应有较高的压力以迫使熔体充满模腔并形成空腔,一旦完成充模气体压力作为保压压力应稍低,以免溢料和造成内应力。二是模具温度要严格控制,使熔体在型腔内的冷却速度适当以利于气体空腔的形成。

7)节省塑料原料。由于型腔内气体占据部分体积,使制品变薄、变轻。一般可减轻 20%~40%。

但是,气体辅助注射成型时,在制品注入气体和未注入气体的表面会产生不同的光泽,需要用花纹装饰或遮盖。

气体辅助注射成型所用设备由普通注塑机和气体注射装置组成。气体注射装置包括气体

压力制备系统、喷气嘴和特殊的气压控制系统三部分。一般使用的气体为氮气，气体压力和气体纯度由成型材料和制品的形状决定。压力一般在 5~32MPa，最高为 40MPa。高压气体每次注射时，以设定的压力定时从气体喷嘴注入。气体喷嘴一个或多个，设在注塑成型机喷嘴，模具的流道或型腔上。

各种热塑性塑料均可用气体辅助注射成型，但黏度高的塑料所需气体压力高，技术上有一定难度。对于气体辅助注射成型，改变材料比改变加工参数更能影响制品壁厚和表面效果，为了控制气道的形成和避免熔体“吹破”，熔体要有一定的强度。

### 1.3.3 分型面

分型面是模具结构中的基准面，它直接影响着成型塑件的质量、模具加工的工艺性以及注射成型的效率等等。因此确定模的分型面是模具设计中的重要环节之一。

分型面的选择原则：

1)保证塑件外观。如图 1-53(a)右图所示的分型面上，进料在塑件外表面易形成熔接痕或溢出，且不易清除。若改用左图的形式则较为理想。图 1-53(b)左图的形式，使塑件外部可形成光洁的圆角；而右图中，塑件顶部有顶杆痕迹，并形成尖角影响美观。

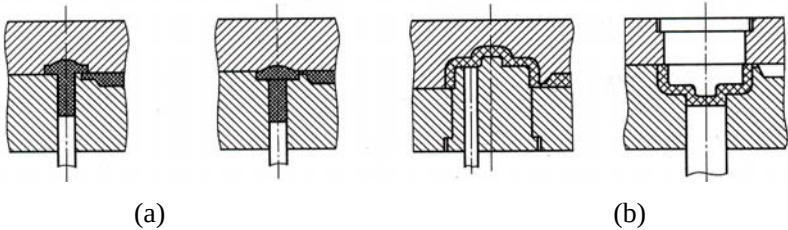


图 1-53 分型面的选用原则

2)有利于排气。排气尽量选择和物料流动的末端相重合。如图 1-54 所示，右图 A 处成盲肠状，不容易排气，易产生填充不满，出现气泡现象。若改用左图的形式，则模腔中的气体容易按分型面方向排出，故较为适用。

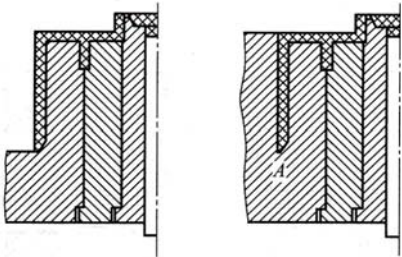


图 1-54 有利于排气的分型面

3)尽量使塑件留在动模一侧。一般情况下，在开模时，将塑件留在设有顶出装置的动模一侧，以利于顶出、脱模。如图 1-55 所示，由于塑件的收缩对型芯的包紧力大于对型腔的包紧力，所以如右图的形式，开模时塑件将留在型芯上，与型芯一起脱离动模，正常情况无法将塑件顶出。左图则使塑件包紧型芯留在动模一侧，可用顶出系统顶出塑件。

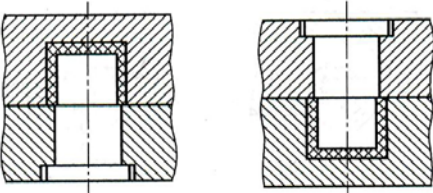


图 1-55 有利于脱模的分型面

4)保证塑件精度。如图 1-56 是塑料齿轮注射模的一部分，它的直径  $d$  和  $D$  有同轴度要求。右图中  $d$  和  $D$  分别从定模和动模形成，会由于合模时同心度的偏差而难于保证。采用左图的结构，直径  $d$  和  $D$  全部在动模中成型，很容易满足它们同心度的要求。

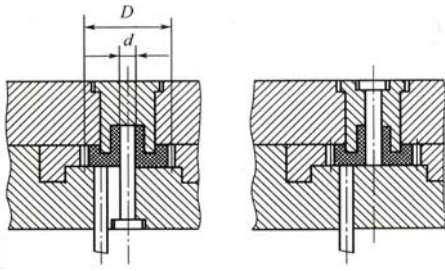


图 1-56 保证塑件精度的分型面

5)容易加工。图 1-57 分别为斜面式分型面和曲面式分型面的实例。如左图的结构只需一个斜面或曲面与相对合的模板配合即可。因此，这种分型面贯通的结构形式较为理想，而右图中则需几个面的配合，即费时、费力，给配合工作带来了困难。

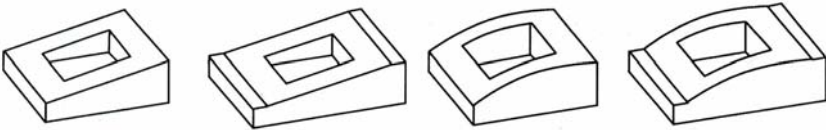


图 1-57 有利于加工的分型面

6)考虑侧向分型面与主分型面的协调。带有侧孔或侧凸凹槽的塑件，往往把侧抽芯的部位放在动模一侧便于抽芯。这样，侧滑块在动模体内，而斜导柱和楔紧块安置在定模一侧也便于加工和配合，尽量避免在定模一侧抽芯，以简化模具结构。图1-58的右图是设置在定模一侧抽芯，斜导柱不管设在动模或定模，都必须采用顺序定距分型机构，使模具结构变得复杂。采用左图的形式，在动模一侧抽芯，斜导柱设在定模，在开模的过程中即可抽芯，是常用的结构形式。

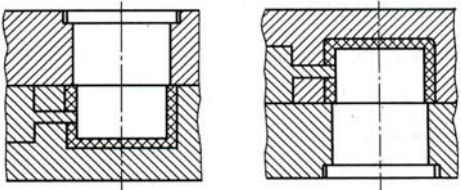


图 1-58 侧向分型面与主分型面的协调

在选择侧抽芯时，应尽量选用抽芯距短的方案，而侧抽芯的形式对侧滑块所需的锁紧力影响很大。侧面积大时，注射压力以很大的侧面积对侧滑芯施加压力，则需要很大的锁模力。

7).分型面应与注射机的参数相适应。设计模具时，当注射机选定后，就应使模具各部均在注射机的技术参数的范围内。

如图 1-59 所示，当塑件的投影面积  $A$  接近注射机的最大注射面积的临界状况应采用图 1-59a)的塑件安置方式。当  $A$  面能满足注射机的这个参数，而模具的闭合高度过大时，则应采用图 1-59b)的方式。

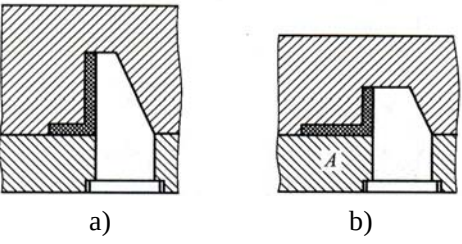


图 1-59 分型面应与注射机的参数相适应

8).考虑脱模斜度的影响。应避免或减少因脱模斜度形成塑件两端尺寸差异过大而产生的塑件壁厚不均匀的现象,这在较长的塑件中较为明显。如图 1-60b)所示,由于型腔和型芯的脱模斜度是反向的,引起两端壁厚不均匀,而且塑件脱模也比较困难。如果塑件外观无严格要求,可用图 1-60a)所示的方式,将分型面设在塑件的中间部位,可以部分弥补塑件壁厚不均匀的现象,同时有利于塑件脱模。

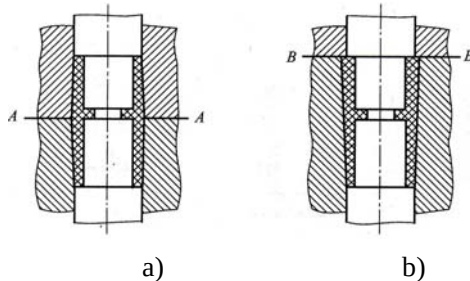


图 1-60 脱模斜度对分型面的影响

### 1.3.4 浇注系统

浇注系统由主流道、分流道、浇口组成,此系统是模具设计中的重点,浇注系统的优劣,直接影响到制品的外观、物理性能、尺寸精度、成型周期等。

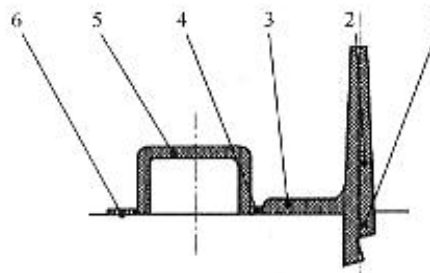
从注射机喷嘴注出的熔融树脂,对于单型腔模具来说,是通过主流道直接注入型腔,而对于多型腔模具来说,则是通过主流道及枝状分流道注入型腔。通往型腔入口的狭窄部分称之为浇口。

熔融树脂通过主流道、分流道、浇口时,由于摩擦作用而使压力降低,并在此状态下充满型腔。同时熔融树脂通过流道及限制性浇口时,由于摩擦作用产生摩擦热而使树脂温度上升,并在这种状态下注入型腔。而在模具内由于热传递而使树脂温度降低。

虽然流道、浇口在制品成型和质量等方面起着重要的作用,树脂注入模腔时增快的流动速度,以及经过流道、浇口所产生的摩擦温升无法用简单的公式来表示,在实际设计时,一般仅从制品形状、大小、树脂的特性等方面来决定流道及浇口的形式。观念上,流道及浇口形式应从制品造型设计和模具设计过程综合考虑。

在选择浇注系统时,基本要点是选择不使从喷嘴注出的熔融树脂的温度与压力下降,适于填充入模的结构形式。因此要求主流道、分流道、浇口尽量“粗短”。但考虑到注射机的注射量、塑化能力、制品外观、加工、尺寸精度、物理性能、成型周期、原料损耗等方面、又需适当保持模具的温度,则要求流道、浇口尽量“细短”。除此之外浇注系统所有的部位都必须进行充分的抛光。图 1-61 为主流道、分流道、浇口系统的布置。

#### 1. 浇注系统的组成



1. 冷料井; 2. 主流道; 3. 分流道; 4. 浇口; 5. 塑件; 6. 排气槽

图 1-61 注射模的浇注系统

## 2. 主流道

主流道位于模具的入口部，其作用是将塑化熔融的树脂，导入流道或型腔。一般的主流道衬套被镶配于型腔板或流道板上。采用直接浇口方式时，在制品上留有主流道的痕迹。由于主流道衬套承受成型压力，若要使其不产生位移，则应在定位环上设置阶梯状台肩来加以固定。主流道衬套内孔呈圆锥形，圆弧  $R$  处为锥孔的小端。锥孔的锥度越大，主流道越容易脱出。主流道衬套与喷嘴也有平面接触的形式，采用这种形式便于找正，接触配合严密。

主流道衬套的设计要点有如下几点：

- 1) 主流道衬套的圆弧半径  $R$  应比喷嘴头部半径  $R$  大  $1\text{mm}$  左右；
- 2) 锥孔的小端直径应比喷嘴孔直径大  $0.5\sim 1\text{mm}$ ；
- 3) 尽可能缩短长度。
- 4) 锥孔要沿长度方向抛光，便于凝料脱出。

冷料穴一般设置在主流道的末端，即处于主流道正对面的动模板上和分流道的末端。它的作用是用来储存注射间歇期间，喷嘴前端由散热造成温度降低而产生的冷料。在注射时，如果它们进入流道；将堵塞流道并减缓料流速度；进入型腔，将在塑件上出现冷疤或冷斑。影响塑件质量。同时在开模时，冷料井又起到将主流道的凝料从浇口套中拉出的作用。冷料穴的直径应大于主流道的大端直径，其长度约为主流道的大端直径，这样有利于物料的流动。

顶杆式钩料装置是由冷料穴和顶杆组成，在冷料穴的底部设有一顶杆，顶杆固定在顶杆固定板上，并与顶出系统联动。其基本结构形式和主要尺寸如图 1-62 所示，其中图 1-62a) 是 Z 形钩料杆的结构形式。开模时，在端部 Z 形的作用下，将主流道凝料从浇口套中拉出，在顶出系统开始顶出动作时，与顶杆同时将塑件和浇注凝料一起顶出模体。这是一种常用的钩料顶出形式。但在凝料脱出时，需有一个侧向移动，不易实现凝料脱模自动化。有时受模具结构的限制，在凝料脱模时，不允许塑件侧向移动。

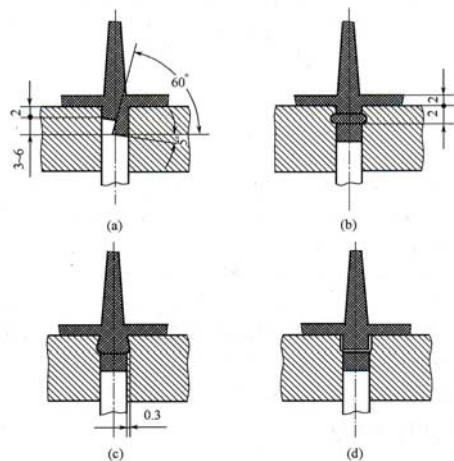


图 1-62 顶杆式钩料装置

顶杆钩料装置的另一种形式是在冷料穴的内壁上，设置阻碍凝料被拔出的结构，利用冷料穴的内侧凹，将主流道凝料从浇口套中拉出，这些形式易实现操作自动化。但只适用于韧性较好的柔软材料。还有一种简单易行的方法，就是利用冷料穴内壁的粗糙面，完成钩料功能，也取得理想的效果。或者在冷料穴的一端，攻一段不完整的内螺纹。所谓不完整就是说螺纹高度做得很浅，只要能稳定地钩出主流道凝料即可。

推板式钩料装置如图 1-63 所示，钩料杆安装在型芯固定板上，不与顶出系统联动。图

1-63a)为球头形钩料杆，图 1-63 b)为分流锥式钩料杆，它们都是利用小于 0.3 mm 的侧凹环钩出凝料的。分流锥式钩料杆结构，便于加工，并起到分流的作用。图 1-63c)是一种结构简单的钩料杆，它是将钩料杆端部做成有粗糙面的圆柱芯轴，或攻一段螺纹高度为 0.1~0.2mm 的螺纹。

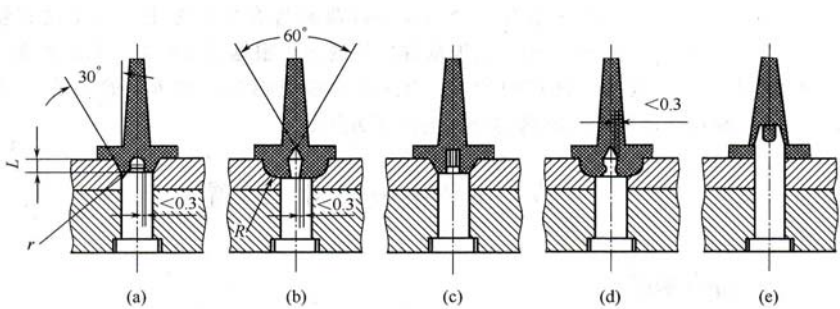


图 1-63 推板式钩料装置

### 3. 分流道

在多型腔的模具中，分流道的布局形式很多。分流道的布局是围绕型腔的布局而设置的，即分流道的布局形式取决于型腔的布局，分流道和型腔的分布有平衡式和非平衡式两种。

#### 1) 平衡式分流道

平衡式分布的特点是：从主流道到各个型腔的分流道，其长度、断面尺寸及其形状都完全相同，以保证各个型腔同时均衡进料，同时注射完毕。它大体有如下形式。

##### (a) 辐射式

它是将型腔分布在以主流道为圆心沿圆周处均匀分布，分流道将均匀辐射至型腔处，如图 1-64 所示。在图 1-64a)的布局中，由于分流道中没设置冷料穴，其冷料有可能进入模腔。图 1-64b)比较合理，在分流道的末端设置冷料穴。图 1-64c)是最理想的布局，它克服了以上分流道分布过密的不足，节省了凝料用量，制造起来也较为方便。

辐射式的分布的缺点是：由于排列不够紧凑，在同等情况下使成型区域的面积较大，分流道较长，则必须在分流道上设顶料杆。同时设计和加工时，必须采用极坐标，给操作带来麻烦。

如图 1-64d)所示，外形较为理想的塑件采用了辐射式布局形式，使其排列紧凑，缩小了成型面积。

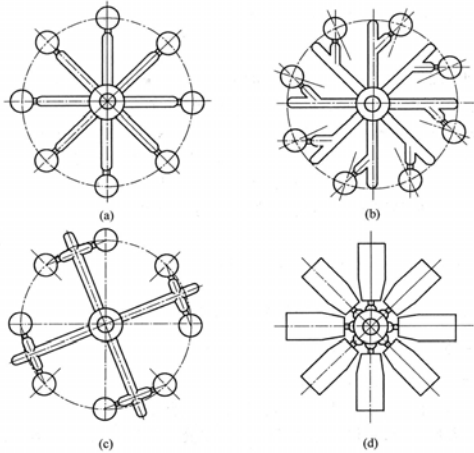


图 1-64 辐射式分流道

#### (b) 单排列式

单排列式的基本形式如图 1-65 所示，均在多型腔模中采用。在需要侧抽芯的多型腔模中，为了简化模具结构和均衡进料，往往也采用这种形式，只是必须将分流道设在定模一侧，便于流道凝料完整取出，和不妨碍侧分型的移动。图 1-66 为一个具有单排列式分流道的浇注系统实例照片。

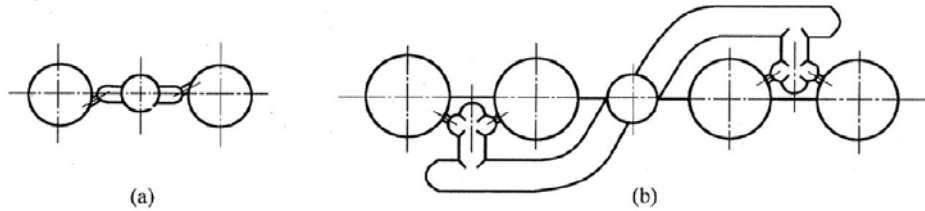


图 1-65 单排列式分流道



图 1-66 单排列式分流道实例照片

(c) Y 形

它是以 3 个型腔为一组按 Y 形布局排列，用于型腔数为 3 的倍数的模具，如图 1-67 所示，型腔数分别为 3、6、12 的分流道布局，其中图 1-67a)和辐射式相似。它们的共同缺点是分流道上都没有设冷料穴，但只要一流道交叉处设一个具有拉料杆的冷料井就可以得到明显改善。

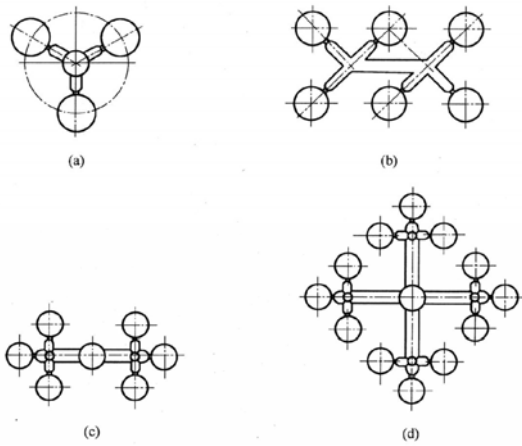


图 1-67 Y 形分流道

(d) X 形

X 形是以 4 个型腔为一组，分流道呈交叉的 X 状，如图 1-68 所示。

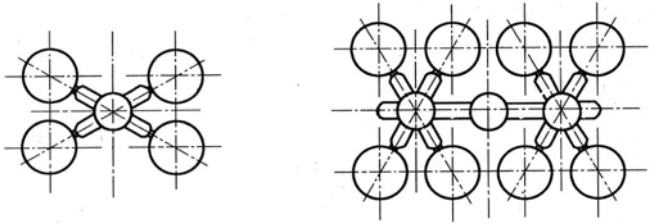


图 1-68 X 形分流道

(e) H 形

这是最常用的一种。它是以 4 个型腔为一组按 H 形布局排列用于型腔数为 4 或 4 的偶倍数的模具，如图 1-69 所示。

它的特点是：排列紧凑，对称平衡，且它们的尺寸都在模体的 x、y 坐标方向上变化，易于加工。

多型腔的分流道有时采用 Y 形、X 形、H 形综合的形式，如图 1-70a)是 X 形和 H 形综合的分流道，图 1-70b)则是 Y 形和 H 形综合的分流道。因此在实践中应根据具体情况综合考虑，灵活应用。

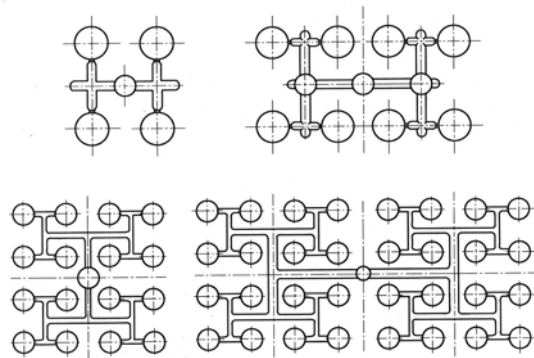


图 1-69 H 形分流道

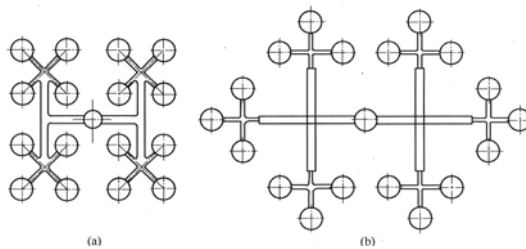


图 1-70 综合式分流道

2) 非平衡式分流道

非平衡式分流道如图 1-71 所示，它和平衡式分流道的基本区别在于主流道到各个型腔的分流道的长度不尽相同，不得不将浇口做成不同尺寸。如图 1-71a)中所示，靠近主流道的浇口长度  $L_1$  应大于远离主流道的浇口长度  $L_2$ ，即  $L_1 > L_2$ ，或靠近主流道的浇口截面积  $S_1$  小于远离主流道的截面积  $S_2$ ，即  $S_1 < S_2$ ，增大近距离模腔进料的流动阻力。在实践中，往往先采用较小的浇口尺寸，在试模时，根据实际情况增加，直至达到各个型腔同时均匀进料、同时注射完毕的目的。所以技术要求较高的塑件不宜采用非平衡式。

非平衡式分流道的优点是，可缩短分流道的总长度，所以在实际工作中它仍得到了广泛的应用。图 1-71 为一个具有非平衡式分流道的浇注系统实例照片。

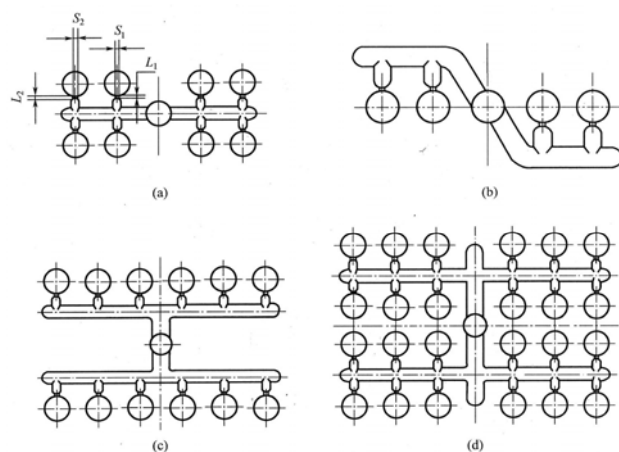


图 1-71 非平衡式分流道



图 1-72 非平衡式分流道实例照片

### 3). 单腔分流道

在单腔模具中，如果塑件在分型面上的投影面积是连续的，都可以采用中心进料的浇注方式，即不设置分流道，凝料从主流道流经浇口直接进入型腔，如图 1-73 所示。

如果塑件在外形之间有一个足够大的空心空间，图 1-73 单腔中心进料如框形塑件、环形塑件、U 形塑件，在这个空心空间可以安置浇注系统，为使模体紧凑，可充分利用这个有利条件，如图 1-74 就是这种情况的进料形式，即从主流道、分流道，再从浇口处进入型腔。其布局形式应结合浇口的设计要点设计。

当较为复杂的塑件需要从侧边进料，而在产品的试制阶段或产品批量不大时，为了降低成本或赶时间的情况下，往往只开单腔模，这时，模腔将偏离合模力中心。为此采用平衡块的方式，即在型腔的中心对称处设置一个与型腔塑件的质量相等的平衡块，以平衡载荷。

平衡块的位置也是另一个型腔的备用位置。当需要大批量生产时，可在这个位置再开模腔。

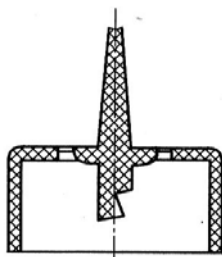


图 1-73 单腔中心进料

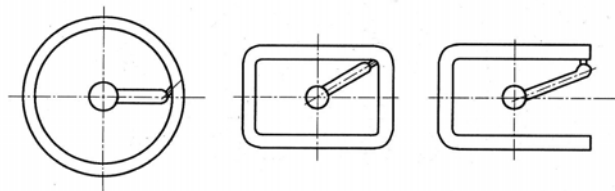


图 1-74 利用空心空间进料

分流道的直径尺寸应根据塑件的成型体积、塑件壁厚及形状，所用塑件的工艺性能以及分流道的长度等因素确定。对于壁厚小于 3 mm、质量在 200g 以下的塑件，可用下面的经验公式确定分流道的直径：

$$D = 0.2654W^{1/2}L^{1/4}$$

式中 D — 分流道的直径，mm；

W — 流经分流道的塑料量，g；

L — 分流道长度，mm。

对于黏度较大的塑料，按上式算出的 D 值乘以 1.2~1.25 的系数。

表 1-6 列出常用塑料的注射件分流道直径尺寸的推荐范围。

表 1-6 部分塑料常用分流道直径推荐范围

| 塑料名称   | 截面直径/mm | 塑料名称  | 截面直径   | 塑料名称  | 截面直径/mm |
|--------|---------|-------|--------|-------|---------|
| ABS、AS | 4.8~9.5 | 聚丙烯   | 5~10   | 热塑性聚酯 | 3.5~8   |
| 聚乙烯    | 1.6~9.5 | 聚苯乙烯  | 3.5~10 | 聚苯醚   | 6.5~10  |
| 尼龙类    | 1.6~9.5 | 软聚氯乙烯 | 3.5~10 | 聚砒    | 6.5~10  |
| 聚甲醛    | 3.5~10  | 硬聚氯乙烯 | 6.5~16 | 聚苯硫醚  | 6.5~13  |
| 丙烯酸塑料  | 8~10    | 聚氨酯   | 6.5~8  |       |         |

#### 4. 浇口

浇口是流道的终点，是树脂注入型腔的入口。浇口的位置、数量、尺寸对制品外观、成形效率及尺寸精度有很大的影响。因而，有必要考虑制品的形状、型腔内熔融树脂的流动方向、熔接痕产生情况、浇口处理等问题，而后再决定浇口。浇口的截面积大，填充性好，但浇口封口的时间长厂处理麻烦；浇口的截面积小，则其情况与之相反。另一方面，在决定浇口时，受到所用树脂、制品形状及外观三要素等因素的制约。故最基本的要求是选择应力集中最小、变形最小的浇口形状。浇口的作用与目的如下：

(a) 控制填充熔融树脂的流动方向与流量的同时，把树脂封在型腔内，直到制品充分固化到能顶出的状态，防止树脂向流道回流；

(b) 流经主流道、分流道的冷却树脂，由于通过狭窄的浇口产生摩擦热，使树脂温度上升，减少流痕及熔接痕的发生；

(c) 容易切断流道与制品的阵接，二次加工方便；

(d) 对于多型腔或多点浇口，通过浇口尺寸的调整能取得向型腔的平衡填充。浇口的位置、大小、数量是应根据制品的形状、外观、使用的树脂、注射机的能力、成型周期、二次加工及经济性和等多方面因素来综合考虑决定的。

##### 1) 直接浇口

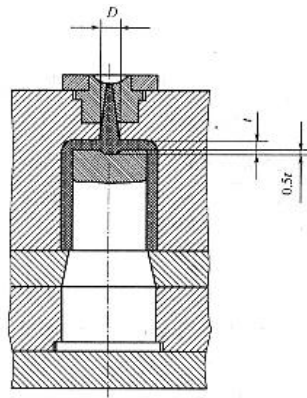


图 1-75 直接浇口

如图 1-75 所示，它的位置一般在模具中心，浇口截面积较大，流动阻力小，常用于单型腔深而大的塑件，在一模多腔的模具中，它就是主流道，为防止冷料注入型腔，应该在底部设置一个相当于塑件厚度 1/2 的不明显冷料穴。

直接浇口去浇口凝料比较困难，塑件上有明显的浇口痕迹。；在浇口附近熔料冷却较慢，影响成型效率；容易产生内应力、塑件变形、气泡、缩孔等缺陷。

由于料流经过浇口时不受任何限制，所以直接浇口属于非限制性浇口；与非限制性浇口比较而言，对料流速度、流量、方向等有一定的限制的浇口称为限制性浇口，以下均为限制性浇口。

## 2) 盘形浇口

如图 1-76 所示，它是直接浇口的变通形式，以对主流道进行限制后以圆盘状的浇口形式进入模腔，进料均匀，从而减少内应力，提高塑件尺寸的稳定性。浇口凝料容易消除，适用于通孔较大的塑件。

盘形浇口与型腔形成密封的空间，在塑件脱模时，内部会形成真空状态，阻碍脱模，因此必须设置进气杆或过气通道。

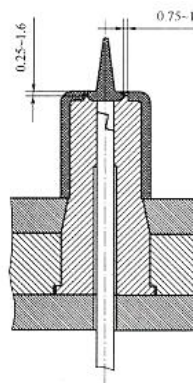


图 1-76 盘形浇口

## 3) 分流式浇口

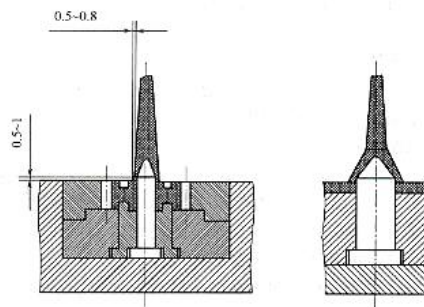


图 1-77 分流式浇口

它是盘形浇口的变通形式，由于圆锥的分流作用，使流道的拐角变小，从而料流更加通畅，如图 1-77 所示。

#### 4) 轮辐式浇口

如图 1-78 所示，它是盘形浇口的变通形式，浇口较小，容易消除浇口凝料，特别是在大型塑件中比盘形浇口减少了塑料用量，它还克服了盘形浇口因形成真空、塑件难以脱模的问题。

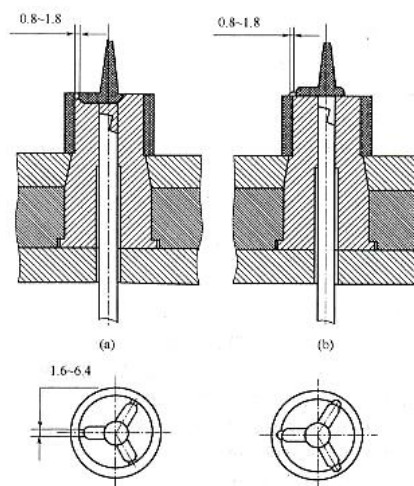


图 1-78 轮辐式浇口

#### 5) 爪形浇口

爪形浇口是分流式浇口和轮辐式浇口的组合变异形式，如图 1-79 所示。

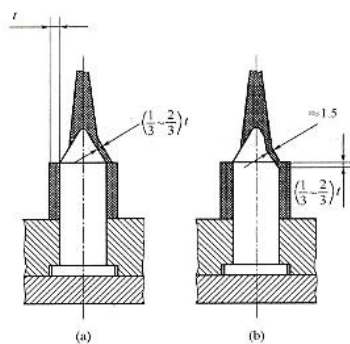


图 1-79 爪形浇口

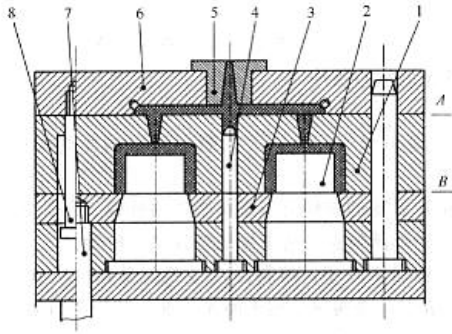
#### 6) 点浇口

又称针状浇口，浇口的截面积较小，一般取  $d=0.5\sim 1\text{mm}$ ，通常用于流动性较好的塑

料制品，当溶料通过时浇口时，有很高的剪切速率和摩擦，产生热量，提高熔料的温度和降低熔料黏度，有利于流动，从而能获得外形清晰、表面光泽的塑料制品。

为清除浇注凝料，需要使用三板式模具结构，如图 1-80 所示，制模成本增加，但可实现凝料自动脱落机构。

点浇口直径较小，所以注射压力的损失较大，若不进行弥补，容易造成收缩率大，产生较大的内应力、变形等缺陷，对于大型塑件容易产生熔接痕。可以采用多点进料进行弥补。



1.定模板；2.型芯；3.推料板；4.拉料杆；5.浇口套；6.定模板；7.推杆；8.限位杆

图 1-80 三板式点浇口自动脱落模

### 7) 潜伏式浇口

它是点浇口的变通形式，只需要使用二板式模具一次开模同样可实现凝料自动脱落，因为相对于点浇口的三板模形式，模具结构简单，降低了模具造价。如图 1-81 和图 1-82 所示，分别为拉切式和推切式潜伏式浇口的基本形式。

由于潜伏式浇口凝料在脱模时必须要有较大幅度的弹性变形，因此浇口应选用较小的尺寸，以增加浇口的柔软性，不适用于脆性材料，以免浇口断裂，堵塞浇注通道。

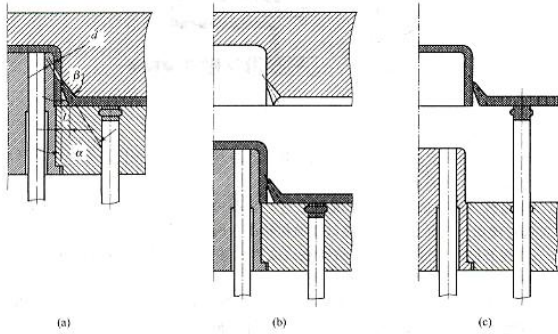


图 1-81 拉切式潜伏浇口

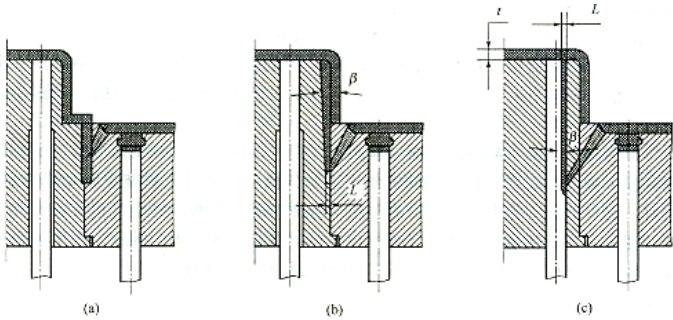


图 1-82 推切式潜伏浇口

### 8) 侧浇口

如图 1-83、图 1-84 和图 1-85 所示，侧浇口一般设置在分型面上，从塑件的侧面进料，广泛用于一模多腔的模具中，适用于成形各种形状的塑件。

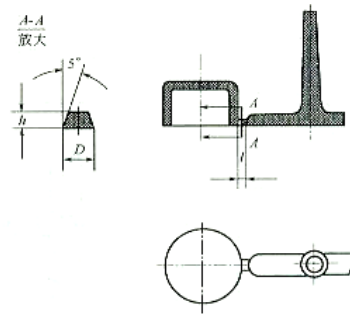


图 1-83 矩形侧浇口

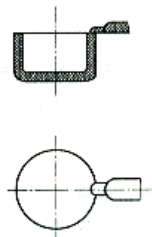


图 1-84 侧浇口端面进料

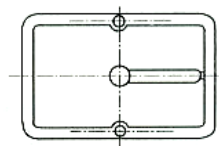


图 1-85 侧浇口内侧进料

### 9) 耳形浇口

它只用于难成型的塑料，如图 1-86 所示，耳槽设在塑件的侧面，从分流道来的料流经过浇口，不是直接进入型腔，而是先进入耳槽，然后进入型腔。由浇口部分引起的塑料变形，翘曲、缩孔等多集中在耳槽部位，塑件成形后将耳槽切除掉，从而保证了塑件质量。

耳槽应设置在塑件的壁厚处。耳形浇口的缺点是去除浇注凝料比较麻烦。

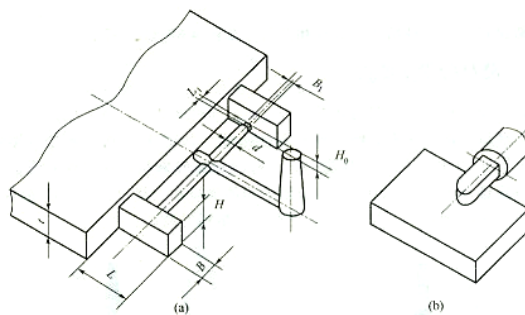


图 1-86 耳形浇口

#### 10) 多级浇口

如图 1-87 所示的多级浇口是在同一浇道上连续设置两个以上的限制性浇口，它对于流动性差、熔融温度范围小的塑料具有较好的效果。由于料流通过两个限制性浇口和阻流销时产生的摩擦热进行再加热和混炼，可以实现料流的再塑化，改善流动性能。

采用多级浇口时注射压力损失很大，所以在注射时应选用足够的注射压力的注射机成型机。

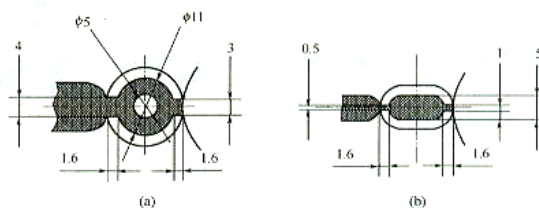


图 1-87 多级浇口

### 1.3.5 模具分级

模具在使用过程中，产生磨损，最终超过其使用寿命，可能使得生产的塑件达不到预定的质量要求。这样，随模具的成型周期和塑胶件的质量要求的不同，模具的制造会采用不同的材料和工艺，其制造成本也会有很大的差别。据此可以将模具划分成几个级别，美国塑胶工业学会将 400 吨或以下的注塑机的模具分成五个级别：

101 型——模具成型周期数>100 万次，用于极高生产量的产品，成型部位(包括与塑胶接触的滑块、斜方等)表面硬度要求高，需选用最好的模具材料制造。要求标准如下：

- 1) 需要有详细的模具设计资料。
- 2) 模架硬度 $\geq$ BHN280。
- 3) 模腔表面（包括定、动模）硬度 $\geq$ HRC48。所有其它配件如滑块、斜方等应使用硬工具钢。
- 4) 顶出机构须有导向件。
- 5) 侧滑块一定要装耐磨块。
- 6) 定模、动模、滑块或其它可能的地方要安装温度控制器。
- 7) 有水介质循环的零部件要做防腐蚀处理。
- 8) 须安装分型面锁模机构。

102 型——模具成型周期在 50 万到 100 万次间，用于高生产量的产品，成型部位及配件要进行相应的热处理，需选用较好质量的模具材料制造。要求标准如下：

- 1) 需要有详细的模具设计资料。
- 2) 模架硬度 $\geq$ BHN280。
- 3) 模腔表面（包括定、动模）硬度 $\geq$ HRC48。所有其它功能配件应做热处理。
- 4) 侧滑块一定要装损耗板。
- 5) 定模、动模、滑块或其它可能的地方要安装温度控制器。
- 6) 须安装分型面锁模机构。

103 型——模具成型周期可达 50 万次，用于中生产量的产品，这种级别的模具最为常用，其配件可以自由选择。其它要求标准如下：

- 1) 建议有详细的模具设计资料。
- 2) 模架硬度 $\geq$ BHN165。
- 3) 模腔表面（包括定、动模）硬度 $\geq$ BHN280。

104 型——模具成型周期可达 10 万次，用于低生产量的产品，模具材料耐磨性要求不高，价钱较低。要求标准如下：

- 1) 建议有模具设计资料。
- 2) 模架可以是软钢或铝合金。
- 3) 定模可以是软钢或铝合金。

105 型——模具成型周期 $<500$  次，用于生产有限数量的产品，如产品首板(原型)，模具材料要求低，价钱也非常便宜。模具结构可能是压铸材料，环氧树脂或其它可提供足够强度生产最低数量首板的材料。

### 1.3.6 模具的表面粗糙度

模具成型部位的表面粗糙度等级的高低直接影响了塑料制品的表面粗糙度，钳工抛光过程中所使用的表面处理工具也不一样。美国塑胶工业学会标准中模具粗糙度被分成 12 级，并且归纳为四大类：

A——镜面，通常采用钻石膏进行表面抛光，表面粗糙度平均 Ra 在  $0\sim0.1\mu\text{m}$  范围内，适用于塑件表面粗糙度要求较高的情况。一般情况下，还可以根据表面粗糙度的高低再分成三个小类 A1、A2、A3；

B——光面，通常采用砂纸进行表面抛光，表面粗糙度平均在  $0.1\sim0.2\mu\text{m}$  范围内，适用于塑件一般表面粗糙度要求的情况。该类也可以根据表面粗糙度的高低再分成三个小类 B1、B2、B3；

C——半光面，通常采用油石进行表面抛光，表面粗糙度平均在  $0.2\sim0.8\mu\text{m}$  范围内，适用于塑件表面粗糙度要求不高的情况。该类也可以再分成三个小类 C1、C2、C3。

每种表面粗糙度所使用的处理材料不同，SPI 标准是使用厚 3/8 英寸，直径 1 英寸的 H13 钢料，在圆形平面上以下表所列的表面处理材料加工而成。

## 1.4 成本分析

随着模具工业的飞速发展，整个模具制造行业的竞争日益激烈。快速和准确的报价通常是获取生产订单的第一步，越来越多的企业和研究人员展开了相关的研究，归结起来，这些比较常用的模具报价方法大致有直接估算法、经验公式法、逐项计算法和样板法等。其中直接估算法完全取决于报价人员的经验，存在较大的随意性；而经验公式法难以适应于不同行业的产品，准确性不够；逐项计算法，估算时间太长，一般而言，对于普通模具产品，客户往往需要在询价后的几个小时内能给出报价，显然，该方法难以普遍采用；样板法则需要以前三种方法的大量准确实例为基础。因此，目前企业所使用的这些方法在实际操作过程中都存在各自的局限性。

报价的准确性和快速性将严重影响公司获取业务的能力。报价过高，意味着潜在的订单

向竞争对手的流失，从而削弱企业的竞争优势；报价过低，虽然可能赢得订单，但可能不能达成利润。因此，准确地快速报价的是衡量制造企业竞争实力的一个重要指标。

注塑模具的结构相当复杂，很多特征能够对模具最终的价格形成影响，而且在实际报价过程中，一些详细的规格参数很难在与客户的议价阶段就确定下来，需要通过进一步的方案设计(DFM, Design for Manufacturing)才能得到。为此，只需要考虑对模具报价影响较大的主要规格参数，它们反映最重要、最典型的注塑模特征。根据以往的经验及有关规范调整系数，这里讨论基于注塑模规格参数的快速报价方法，即

$$P_Q = \sum C \times r_1 \times r_2 \quad (1-1)$$

式中：

$P_Q$  —— 注塑模报价；

$r_1$  —— 产品类型系数；

$r_2$  —— 客户系数；

$\sum C$  —— 模具的生产成本，它由四部分构成：

$$\sum C = C_W + C_M + C_H + C_T \quad (1-2)$$

$C_W$  —— 加工费用；

$C_M$  —— 材料费用；

$C_H$  —— 热流道系统费用；

$C_T$  —— 试模费用。

#### 1.4.1 加工费用 $C_W$

这里的加工费用，定义为整套模具从设计、生产、装配到试模交货过程中的所有费用，可以由公式(2-3)进行估算：

$$C_W = \sum T \times A \quad (1-3)$$

式中：

$A$  —— 单位加工时间的平均费率；

$\sum T$  —— 加工总工时；

根据模具规格的不同，模具加工总工时可以用公式(2-4)表示为：

$$\sum T = F_1 \times F_2 \times F_3 \times F_4 \times F_5 \times F_6 \times F_7 \times T_0 \quad (1-4)$$

式中：

$F_1$  —— 模具基本结构系数；

$F_2$  —— 模具类型系数；

$F_3$  —— 模具级别系数；

$F_4$  —— 模具成型部位材料系数；

$F_5$  —— 模具成型部位表面系数。

$F_6$  —— 模具分型面与塑件形状综合系数；

$F_7$  —— 模具模穴系数；

$T_0$  —— 模具加工基本工时。

##### 1) 模具基本结构系数 $F_1$

模具结构非常复杂，包涵许多特征。在快速报价时，如果将每个特征都列出来考虑，势必会增加报价的难度，而且系数过多，不利于系数值的调整，从而影响报价的准确性，所以，仅仅选择在客户询价时容易获取的基本结构特征和侧抽芯机构特征进行考虑，通过调整系数值估算模具基本结构对制造总工时的影响程度。

#### (a) 2/3 板模系数 $f_{11}$

模具基本结构的选择至关重要，直接影响到后续设计制造的难易以及模具价格的高低。通常情况下比较常见模具结构有：

2 板式(单分型面)模具，模具结构简单，价格相对较低；

3 板式(双分型面)模具，模具结构复杂，成型周期长，加工费也相对较高。

对于二种形式，分别给定相应得  $f_{11}$  值。快速报价时，以最常用的二板式模具为基准，例如，2 板模系数可设为 1.0，三板式则在此基础上适当增加。

#### (b) 侧抽芯机构系数(Side Core-pulling Mechanism Coefficient) $f_{12}$ 、 $f_{13}$ 、 $f_{14}$

对于侧壁有侧孔和凹槽的塑料制品，模具的设计常采用侧抽芯机构以保证制品拔模以及必要的尺寸精度和工作寿命。由于侧抽芯机构的结构比较复杂，增加了模具制造和装配的难度，从而对模具的成本有很大的影响，因此在报价时必须考虑。

比较常用的侧抽芯机构有两种：斜导柱式和斜方式。前者主要用于塑胶件的侧壁侧孔和凹槽，后者主要用于塑胶件内部斜孔的成型，在报价时，为了计算和测量数据的方便，以滑块的大小和数量来衡量侧抽芯机构对总工时的影响程度。分别定义为以下参数：

斜导柱侧抽芯机构大滑块的数量为  $N_1$ ，对应的侧抽芯机构系数为  $f_{12}$ ；

斜导柱侧抽芯机构小滑块的数量为  $N_2$ ，对应的侧抽芯机构系数为  $f_{13}$ ；

斜滑块侧抽芯机构斜方的数量为  $N_3$ ，对应的侧抽芯机构系数为  $f_{14}$ 。

综上所述，最终定义模具基本结构系数  $F_1$  满足以下公式：

$$F_1 = f_{11} + f_{12} + f_{13} + f_{14} \quad (1-5)$$

### 2) 模具类型系数 $F_2$

当然除了上面的基本结构以外，有时为了生产一些具有特殊要求的塑料件，往往会采用一些不太常见的模具结构形式。这类模具结构更为复杂，对模具的报价有很大的影响，下面列举了可能用到的一些模具类型，包括：

- ①层叠式模具。
- ②卸螺纹式模具。
- ③定模设脱模机构的模具。
- ④双色模具。

### 3) 模具级别系数 $F_3$

每个级别模具的加工标准都不一样，归纳起来，模具成型周期越长，对模具材料的质量和耐磨性的要求越高。对于 101 和 102 型，模具的表面硬度高，一般高于 HRC44，模具制造时需要进行相应的热处理，加工工艺也较复杂，这样模具的造价就比较高， $F_3$  值也偏高；对于其它类型，模具材料要求比较低，工艺的简化使得模具的加工成本也会较低， $F_3$  值也较低。在报价时，将常见的 103 型模具的类型系数作为基准，例如可置其  $F_3 = 1.0$ ，其它类型在此基础上适当调整。

### 4) 模具成型部位材料系数 $F_4$

模具成型部位的材料是根据客户对塑胶件的表面粗糙度以及模具使用周期的要求来选

择的，因而报价时一定不能忽略钢料成本，

应对每种材料都确定相应的材料系数值。通常情况下，模具型腔和型芯的材料相同，但是考虑到存在两者材料不同的情况，分别定义型芯和型腔的材料系数为  $f_{41}$ 、 $f_{42}$ ，整个成型部位材料系数  $F_4$  取两者平均值：

$$F_4 = (f_{41} + f_{42}) / 2 \quad (1-6)$$

#### 5) 模具成型部位表面系数 $F_5$

在实际生产中，B2 类模具表面粗糙度居多，因此在报价时可将 B2 类成型部位表面粗糙度系数设定为基准值 1.0，其它分别在此基础上进行适当调整。

通常情况下，模具型芯和型腔的表面粗糙度相同，考虑到存在塑料制品各个部位的表面粗糙度要求不同的情况，因此将成型部位型芯和型腔的表面粗糙度系数分开考虑，其表面粗糙度系数分别为  $f_{51}$ 、 $f_{52}$ ，满足关系

$$F_5 = (f_{51} + f_{52}) / 2 \quad (1-7)$$

#### 6) 模具分型面与塑件形状综合系数 $F_6$

根据塑料制品的形状、外观要求以及脱模方法，分型面的设计也有几种类型，根据实际生产情况，分型面形式选择的不同，对塑模的结构设计和成型部位的加工制造有很大的影响，通常形式越复杂，生产加工的难度越大。常见的有平面水平式、斜面板式、曲面式以及阶梯式分型面，但在实际生产中分型面往往比较复杂，常常是多种形式组合，因此将塑胶件的各种形状影响因素加在一起综合考虑，选择以下几个辅助参数：

$f_{61}$ ——分型面系数，包括常规、完全平面和完全曲面形式；

$f_{62}$ ——零件形状主轮廓系数，是指塑胶零件在分型面上的投影形状，包括常规、圆形、矩形、L-形、U-形以及齿轮形等；

$f_{63}$ ——零件形状主表面系数，是指塑胶零件的最大表面元素(在分型面上的投影面积最大的表面元素)的形状，也包括常规、完全平面和完全曲面形式；

$f_{64}$ ——零件形状孔形密度系数，是指塑胶零件上垂直于分型面方向的孔洞的密集程度。孔洞越密集，采用的型芯(腔)镶件就越多，自然增加了加工的成本，这里定义常规、极高密度、高密度、中密度、低密度、无孔洞等几种形式；

$f_{65}$ ——零件形状凹凸密度系数，是指塑胶零件上垂直于分型面方向的凹槽或凸槽的密集程度。塑件的凹陷和凸起越密集，也需要增加更多的型芯或型腔镶件，成本相应提高，同样也定义常规、极高密度、高密度、中密度、低密度、无凹凸等几种形式。

为了报价的方便，可对于上述每个系数都设定一个基准值 1.0，报价人员实际报价时可以根据实际情况做出相应的参数调整。

最后，模具分型面与塑件形状综合系数  $F_6$  综合以上定义，满足以下关系：

$$F_6 = f_{61} \times f_{62} \times f_{63} \times f_{64} \times f_{65} \quad (1-8)$$

#### 7) 基本工时 $T_0$

基本工时是用来计算总工时的一个基础值，在报价时也是最难以确定的一个参数，从实际经验中发现基本工时与塑件的尺寸大小存在一定的关系，为此制定如下计算方法：

(a) 面积法：

$$T_0 = K \times k \times \sqrt{S} \quad (1-9)$$

式中：

K——工时修正系数，一般根据实际情况进行调整，例如，取 K=2.7。

k——价格指数，可根据市场波动以及与客户合作关系因素，进行适当调整，默认时可取 k=1。

S——塑胶制品的表面积（mm<sup>2</sup>），可以通过一些 3D 软件或是估算得到。

(b) 尺寸法：

$$T_0 = T'_0 + T' \quad (1-10)$$

初始基本工时  $T'_0$

$$T'_0 = \frac{0.0945 \times k \times (0.9 + \frac{0.6 \times H}{\sqrt{L \times W}}) \times (120 + \sqrt{(30 + 1.2 \times W) \times (30 + 1.2 \times L) \times N})^2}{1.2 \times A} \quad (1-11)$$

式中：

L、W、H——分别为塑胶制品的长、宽、高(mm)；

A——模具加工单位时间的标准费率；

N——型腔数目。从塑料制品生产的角度，采用多型腔模具可以提高单位生产率，对于模具的设计制造，型腔数目越多，模具的结构越复杂，加工成本也就很大程度地提高。在快速报价时，不能忽略型腔数目这个重要指标。

$T'$  是型腔、滑块和斜方加工时，如果模具结构中含有侧抽芯机构，会很大程度地影响加工工时。

$$T' = \text{MAX}(T'_1, T'_2) \quad (1-12)$$

其中：

$$T'_1 = \frac{(1000 \times N_1 + 500 \times N_2 + 300 \times N_3) \times N}{1.2 \times A} \quad (1-13)$$

$$T'_2 = \frac{(f_{12} + f_{13} + f_{14}) \times N \times T'_0(1)}{1.2 \times A} \quad (1-14)$$

注： $T'_0(1)$ ——N=1 时  $T'_0$  的值。

$N_1$ ， $N_2$ ， $N_3$  分别为大滑块、小滑块和斜方的数量。

由于在尺寸法计算基本工时的公式里，已经考虑到了侧抽芯机构滑块和斜方的影响，因此接下来计算总工时有必要将侧抽芯机构系数  $f_{12}$ 、 $f_{13}$ 、 $f_{14}$  全部清零，避免出现重复考虑的情况。

## 8) 模具模穴系数 $F_7$

模具的模穴结构的复杂程度直接影响着模具的加工，而模穴又与塑件的形状密切相关，因而模穴系数的大小可按以下方法来确定：

当采用尺寸法来计算基本工时，或者塑件包络件的表面积接近 0 时，取模具模穴系数为

1.0。

其它情况下利用下面的公式计算：

$$F_7 = \sqrt{\frac{S}{S'}} \quad (1-15)$$

式中：S'——塑件包络件的表面积（mm<sup>2</sup>），可按以下公式计算：

$$S' = 2 \times (L \times W + 2 \times H \times (L + W)) \quad (1-16)$$

## 1.4.2 材料费用 C<sub>M</sub>

### 1) 模架系数 F<sub>8</sub>

目前塑模市场上模架已经基本实现了标准化，并且有比较完备的型号和费用标准。例如在模架市场占很大份额的供应商龙记公司就将标准模架分成 3 个大类<sup>[20]</sup>：

大水口系统模架——适用于 2 板模的模具加工，分为 A、B、C、D 四个型号，结构相对简单，价钱较低，所以 F<sub>8</sub> 较小；

简化型细水口——适用于 3 板模的模具加工，分为 FA、FC、GA、GC 四个型号，结构较复杂，价钱较高，所以 F<sub>8</sub> 相对较大；

细水口系统——适用于 3 板模的模具加工，分为 DA、DB、DC、DD、EA、EB、EC、ED 八个型号，结构复杂，价钱高，所以 F<sub>8</sub> 大。

### 2) 计算方法

注塑模制造过程中，除成型及相关部位的加工外，还包括大量标准配件的采购与装配，例如模架、脱模用的顶杆、推板等。除具有特殊要求的配件外，一般不需要自己加工，可直接向供应商采购，因此，所采购的配件费用必须考虑。在快速报价时，可以将材料费用与加工费用建立一定的关系，这样在估算材料成本时就不用逐项计算每种配件的价钱，可以很大程度地缩短报价的时间。

$$C_M = C_{MB} + C_S + C_A \quad (1-17)$$

式中：C<sub>MB</sub> —— 模架费用，模架费用可以通过下面的公式计算：

$$C_{MB} = 15\% \times C_W \times F_8 \quad (1-18)$$

C<sub>S</sub> —— 成型部分钢料费用，它与标准模架有关，故

$$C_S = 25\% \times C_{MB} \quad (1-19)$$

C<sub>A</sub> —— 辅助材料费用，包括一些脱模机构、加热与冷却系统等零部件，与模架费用的关系可表示为：

$$C_A = 10\% \times C_{MB} \quad (1-20)$$

### 1.4.3 热流道费用 $C_H$

热流道系统主要用于大型和长流程制品的生产，可以节省原料，降低制品成本；提高产品质量，缩短制品的成型周期，提高生产率。因此热流道技术已经广泛地应用于塑料注射模，但是从模具本身考虑，热流道系统的结构复杂，使得模具的固有成本大大提高。整个热流道系统可以直接向有关的供应商定制购买，由于造价较高，在成本中所占比例较大，报价时必须将其价格单列出来。不同的热流道系统，一般情况下需要另外向供应商询价，但是在快速报价时，为了缩短报价时间，根据热流道系统的结构，取

$$C_H = C_{H0} \times p_1 \times p_2 \quad (1-21)$$

式中：

$C_{H0}$  —— 热流道系统的基本费用。

$p_1$  —— 热流道系统的喷嘴类型系数。

$p_2$  —— 热流道系统的厂商品牌系数。

#### 1) 基本费用 $C_{H0}$

喷嘴数目的多少根据注塑成型的浇口数目来确定，它是选择热流道板的依据，通过流道板的价格可以计算出基本费用，即  $C_{H0}$ 。

#### 2) 喷嘴类型系数 $p_1$

喷嘴的类型包括浇套式、热尖式和阀针式，每种类型的热流道系统的结构不同，所采用的加热和温度控制方式也不同，价格上也会有很大的差别。

#### 3) 品牌系数 $p_2$

不同品牌的热流道系统，由于所采用的技术不同，性能有一定的差异，例如 Husky、YUDO 等。因此可以为企业常用的每个热流道供应商确定一个品牌系数，来反映出它们的价格差异。

热流道系统费用是根据客户的要求来定的，如果所生产的塑料模具没有要求热流道系统，依旧是传统流道，这时  $p_2$  的大小为 0，总费用中就不包含热流道系统费用。

### 1.4.4 试模费用 $C_T$

模具必须经过严格的试模过程，以达到客户订单的要求，也就是通常所说的  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  等，以确定所生产的模具是否达到了客户所要求的标准，以及未达到时如何修正模具的缺陷。但是由于注塑设备的价格一般都比较昂贵，这样整个试模过程就需要一定的成本投入。因此，在模具的报价时，不可能忽略模具的试模费用。其计算公式为：

$$C_T = C_{T0} + C_P \quad (1-22)$$

式中：

$C_{T0}$  —— 试模标准费用；

$C_P$  —— 注射的塑胶材料费用；

1) 试模标准费用  $C_{T0}$

注塑机的型号吨位不一样，每小时工作所耗费的成本也就不同。首先可将注塑机的试模 3 小时的标准费用按型号分类，建立一个数据表，如图 1-84 所示。为了尽可能地节约成本，必须选择最合适的注塑机进行试模。这里将注塑机的注塑工作面积  $S_0$  和塑胶制品在注塑机工作台上的投影面积  $S_p$  进行比较，选择大于  $S_p$  且最接近  $S_p$  的  $S_0$  所对应的注塑机，其  $C_{T0}$  作为试模费用的计算标准。其中：

$$S_p = 1.2 \times L \times W \times N \tag{1-23}$$

2) 塑胶材料费用  $C_p$

$$C_p = \frac{1.5 \times 40 \times N \times S' \times \rho \times A_0}{1000 \times 1000} \tag{1-24}$$

式中：

$\rho$ 、 $A_0$ ——塑胶材料的密度和单价。

表 1-7 注塑机吨位、成本与工作面积

| 吨位  | 成本(\$) | 工作面积  | 吨位  | 成本(\$) | 工作面积   |
|-----|--------|-------|-----|--------|--------|
| 25  | 130    | 5000  | 180 | 292    | 36000  |
| 50  | 130    | 10000 | 190 | 309    | 38000  |
| 60  | 137    | 12000 | 200 | 325    | 40000  |
| 80  | 137    | 16000 | 220 | 357    | 44000  |
| 85  | 138    | 17000 | 250 | 407    | 50000  |
| 100 | 163    | 20000 | 260 | 422    | 52000  |
| 110 | 179    | 22000 | 280 | 455    | 56000  |
| 120 | 195    | 24000 | 290 | 471    | 58000  |
| 125 | 203    | 25000 | 300 | 487    | 60000  |
| 130 | 211    | 26000 | 320 | 520    | 64000  |
| 135 | 220    | 27000 | 350 | 568    | 70000  |
| 140 | 228    | 28000 | 400 | 649    | 80000  |
| 145 | 235    | 29000 | 450 | 730    | 90000  |
| 150 | 244    | 30000 | 500 | 812    | 100000 |
| 155 | 252    | 31000 | 550 | 893    | 110000 |
| 160 | 260    | 32000 | 650 | 930    | 130000 |
| 175 | 285    | 35000 |     |        |        |

1.4.5 其它参数

1) 产品类型系数  $r_1$

产品类型是按模具所生产的塑胶制品的用途来分类的，包括电脑类、家用消费类、通讯类、医疗类以及汽车类等，不同类别的产品有其相应的特殊要求，对于模具的生产要求也不一样，因此在报价时可以根据各类产品的特殊要求在总费用上考虑相应的产品类型系数，例

如，以家用消费类定为产品系数的参考基准值 1.0，其它类别的  $r_1$  在此基础上进行调整。

## 2) 市场系数 $r_2$

对于规模较大、客户较多的模具企业，在快速报价时，还有一个因素也要考虑，那就是客户所在地区。各地区消费指数不同，物价水平相差很大，客户的购买力和心理价位都会有很大的差别。因此有必要对客户按大区域进行分类，并在模具报价中体现出来。例如，根据各区域发达程度和消费水平的高低，可将潜在的客户按所在区域分成：中国大陆客户(仅制模)、中国大陆客户(制模及量产)、中国香港客户、欧洲及日本客户、北美客户等，市场系数随着地区消费水平的提高而增加，以其中香港地区的市场系数为 1.0，其它地区的客户在此基础上向上或向下调整。

## 3) 标准费率 A

标准费率是指模具制造单位时间的平均费用，其大小与模具生产厂的人员规模、设备配置以及管理水平等许多因素有关。此外，企业的资源配置随时间也会发生变化，A 值的大小也不可能始终不变，但是可以在一段时间内确定一个平均值，并且每隔一段时间进行评估调整。

# 1.5 生产订单

## 1.5.1 订单管理

### 1. 订单与模具状态

生产订单是指已转入正式设计生产阶段的订单，它可能由业务订单直接转化而来，也可能没有对应的业务订单，例如，企业内部的工装生产。生产订单的结构与业务订单相似，也包括专案和制品两个层次，与业务订单不同点主要在于它负责模具生产的管控。这里仅对模具制品信息进行分析。如图 1-88 所示，主要参数如下：

1) 制品类型、制品名称、制品编号和数量。

2) 生产部门与制管员。分别为负责该项制品生产的部门和责任人。责任人一般为负责当前模具开发的钳工负责人。

3) 计划开始时间、计划完成时间、实际开始时间和实际完成时间。

4) 立案日期。建立生产订单中当前模具记录的日期。

5) 暂停。若输入暂停日期，则从该时刻起，所有与该模具相关的车间生产活动将暂停。

6) 终止。若输入终止日期，则从该时刻起，所有与该模具相关的车间生产活动将取消。

7)  $T_1, T_2, T_3$ 。模具的第 1、2、3 次试模日期。

8) 批准。客户认可模具质量的批准日期。

9) 出货。模具出货的日期。

10) 状态。依其顺序如下：

- 新(NW)。当前模具制品尚未有任何正在操作中、暂停或结束的工序。
- 工作中(Working)。至少有一个正在操作中或暂停的工序。在此制品状态下，各工作任务的状态可由对应的 WIP 状态表示，它包括绿(G)、黄(Y)、红(R)三种 WIP 状态，分别标识正常完成、警告和已出现问题三类情况。涉及的工作任务包括：
  - CAD。
  - CAM

- Elect
  - CNC
  - Mill(Lathe, Drill)
  - SG
  - WC
  - EDM
  - Pol
  - 已装配(Assembled)。
    - Assm
  - 已试模(Tried)。
    - Trial(T1)
    - T<sub>2</sub>
    - T<sub>3</sub>
  - 已批准(Approved)。在客户确认模具质量达到要求，项目部门输入客户批准时间后激活。
  - 已出货(Shipped)。项目部门输入模具送货(移模)时间后激活。
    - Shpm
- 此外，还有两个特别状态值：
- 已暂停(Paused)。项目部门输入模具暂停时间后激活。意味着关于该模具客户方面有变化(例如，可能取消或工程变更等)，相应工作应立即停下来。
  - 已终止(Canceled)。项目部门输入模具终止时间后激活。意味着该模具已取消(客户不再需要)。

The screenshot displays the 'Production order' application window. The title bar reads 'Production order'. Below the menu bar, the header shows 'Customer name: [LM]-Lexmark', 'Project name: LATTE', and 'Mold no.:'. The main area is divided into two panes. The left pane lists various parts with columns for 'Part no.', 'Product name', and 'Mold no.'. The right pane is a detailed form for the selected part, 'Frame Left SD'. It includes fields for 'Product type' (Mold), 'Mold no.' (LMCO20906), 'Dept.' (Assembly-3), 'PC' (马伯乐), 'Quantity' (1), 'Quote' (48600.00), 'Planned ST' (2006年 5月13), 'Direct cost' (59168.63), 'Planned T1' (2006年 7月 1), 'Prod. cost' (50881.25), 'AST' (2006年 5月15), 'Mtl. cost' (8287.39), 'AFT' (2006年 7月16), 'Status' (Tried), 'Pause' (1900年 1月 1), 'Date entered' (2006年 4月25), 'Approve' (1900年 1月 1), 'Trial' (2006年 7月10), 'Shipment' (1900年 1月 1), 'T2' (1900年 1月 1), 'Cancellation' (1900年 1月 1), 'T3' (1900年 1月 1), and checkboxes for 'Progress', 'By dept.', 'By date confirmed', 'By date entered', 'By work time', 'By shipment', 'Only approval', 'Include approval', 'Only shipment', 'Include shipment', 'Only pause', 'Include pause', 'Only cancell.', 'Include cancell.', 'By business', and 'Export by file'. At the bottom, there are buttons for 'Save', 'Refresh', 'Filter', 'Backup', 'Export', 'Return', 'Delete', 'EXCEL', 'Restore', and 'Import'.

图 1-88 生产订单下的模具信息

## 2. 进度管控

工作执行系统的运行主要结果就是提供各种输出报表，其中主报表涉及进度、工时、

成本等信息，但是，这类报表往往需要以不同层级的形式进行统计输出，如图 1-89 所示，第一层可查看指定客户当前正在生产的所有模具的总体进度等数据；第二层可查看某客户下正在生产的某个专案/订单下的所有模具的总体进度等数据；这样依此类推，由较高层到较低层，直到可查看最底层的某个具体的操作工序。

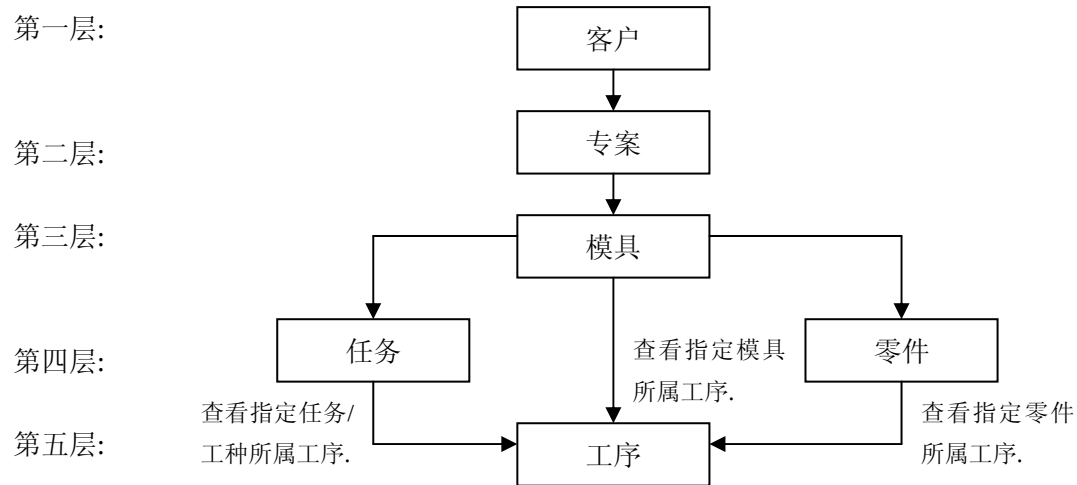


图 1-89 不同层级的数据输出

如图 1-90 所示为第三层级的模具资料输出，主要包括：

- 1) 成品零件号。
- 2) 产品名称。
- 3) 模具编号。
- 4) 钳工部门。
- 5) 钳工责任人。
- 6) 制品数量。
- 7) 进度。
- 8) 制品状态。
- 9) 计划 T1 日期。
- 10) 排程开始日期。
- 11) 排程完成日期。
- 12) 实际开始日期。
- 13) 实际完成日期。
- 14) 实际工时。
- 15) 报价。
- 16) 直接成本。
- 17) 生产成本。
- 18) 立案日期。
- 19) 确认日期。
- 20) 暂停日期。
- 21) 批准日期。
- 22) 出货日期。
- 23) 终止日期。
- 24) T1 日期。
- 25) T2 日期。

## 26) T3 日期。

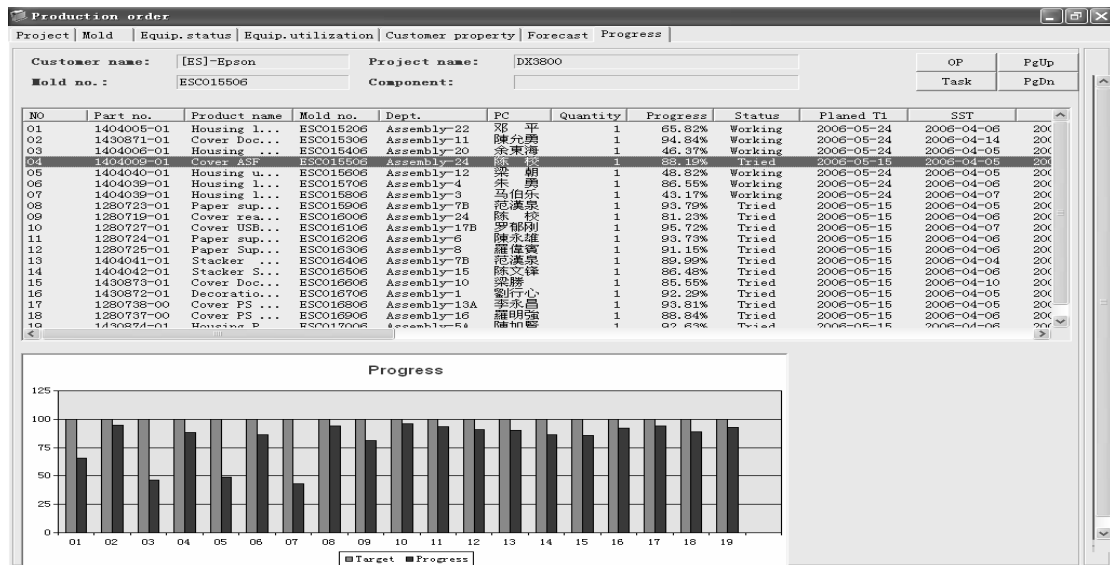


图 1-90 模具层级的资料输出

图 1-90 中选择一条模具记录，可进入第四层级任务资料输出，可查看当前模具所属各个任务/工种信息统计，如图 1-91 所示。

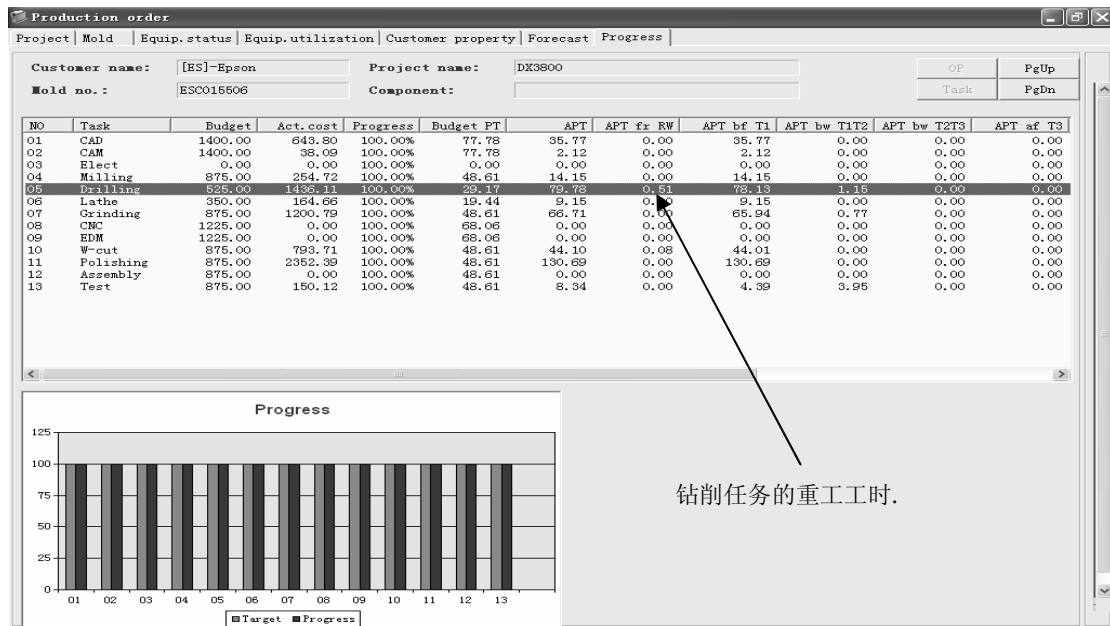


图 1-91 某模具下任务层级的数据输出

主要参数包括：

- 1) 任务/工种名称。
- 2) 预算。来源于报价。
- 3) 实际成本。当前任务的实际成本。
- 4) 进度。
- 5) 预算工时。报价时确定的当前任务的预算工时。
- 6) 实际工时。当前任务的实际工时，其中包括重工工时。
- 7) 重工工时。当零件加工报废，不得不加入新物料重新加工，新零件重新加工的工时

称为重工工时。

- 8) 工时( $T_1$ 之前)。模具在  $T_1$  之前的实际工时。
- 9) 工时( $T_1 \sim T_2$ 之间)。模具在  $T_1$ 、 $T_2$  之间(包括  $T_1$  工序本身)的实际工时。
- 10) 工时( $T_2 \sim T_3$ 之间)。模具在  $T_2$ 、 $T_3$  之间(包括  $T_2$  工序本身)的实际工时。
- 11) 工时( $T_3$ 之后)。模具在  $T_3$  之后(包括  $T_3$  工序本身)的实际工时。

其中:

实际工时=  $T_1$  之前工时+  $T_1T_2$  之间工时+  $T_2T_3$  之间工时+  $T_3$  之后工时

此外, 还应可以查看有关工期的资料, 如图 1-92 所示的甘特图部分, 包括:

- 1) 排程开始日期。
- 2) 排程完成日期。
- 3) 实际开始日期。
- 4) 实际完成日期。

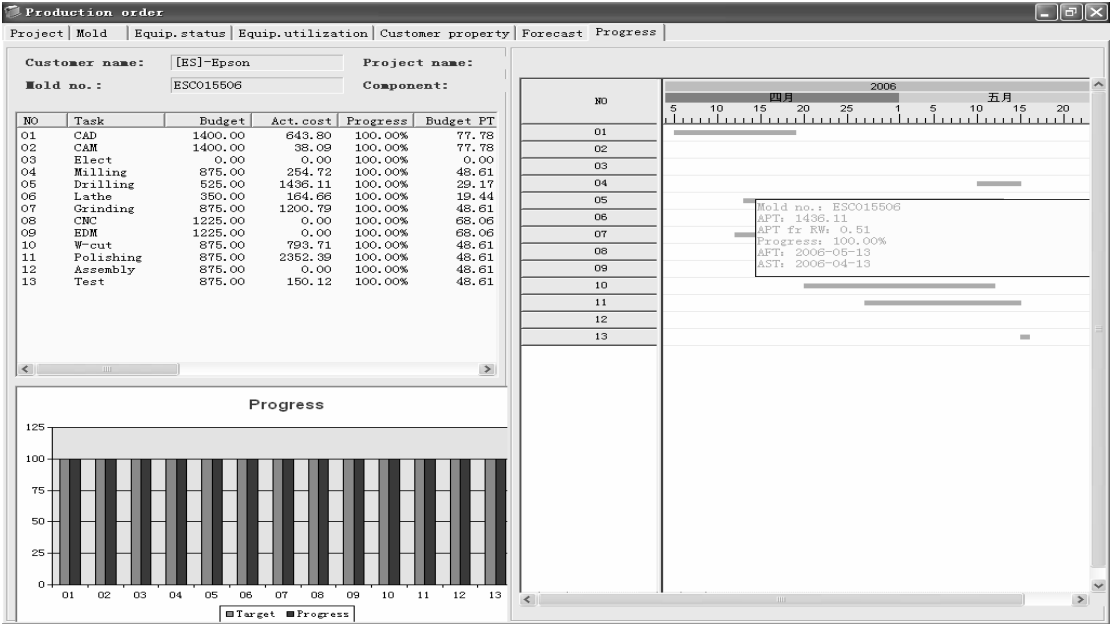


图 1-93 任务层级的工期甘特图

图 1-92 中, 选择其中钻削任务, 注意到其重工工时为 0.51 小时, 可进入最底层的钻孔工序的详细资料, 如图 1-93 所示。

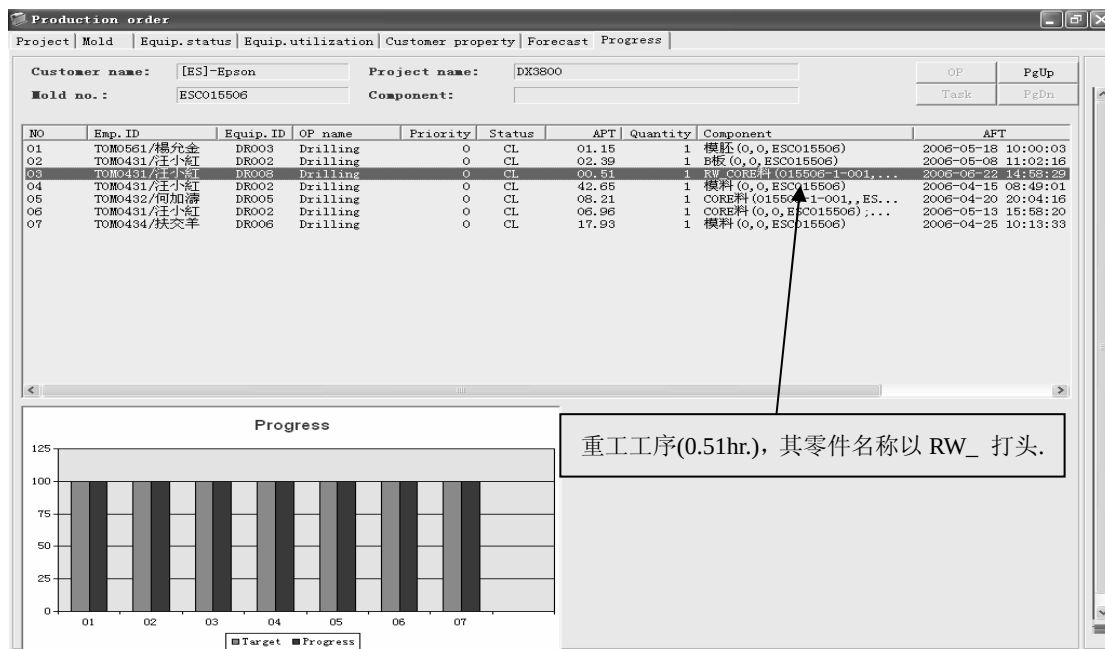


图 1-93 指定任务下工序层级的数据输出

图 1-90 中选择一条模具记录，可进入第四层级物料资料输出，可查看当前模具所属零件物料清单，其中重工工件名称以 RW\_开头，如图 1-94 所示。

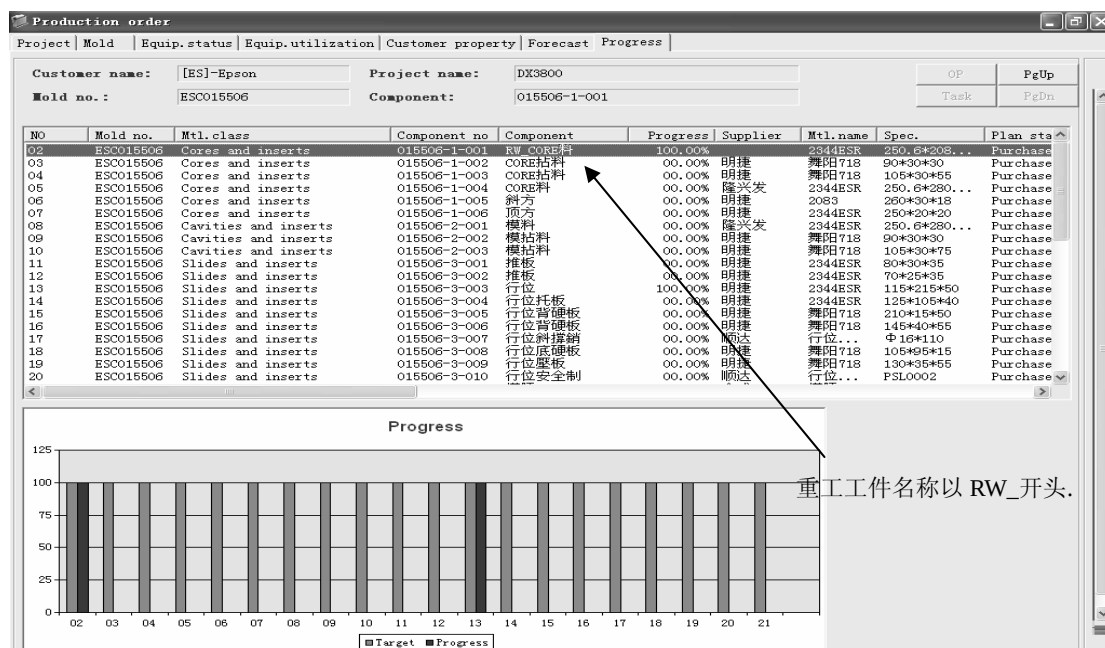


图 1-94 物料层级的数据输出

图 1-94 中，选择其中一条重工工件，可查看其详细的工序资料，如图 1-95 所示。

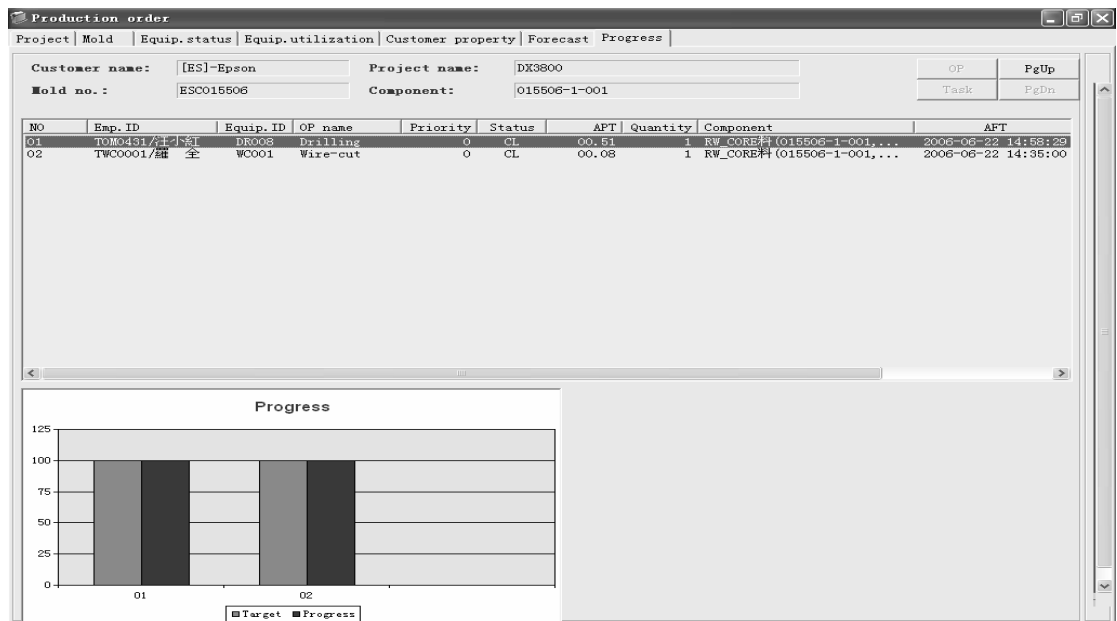


图 1-95 重工工序

### 1) 加工成本的计算方法

计算公式如下：

$$C = \sum_{i=1}^n T_i R_i$$

式中：

$C$ ：成本。

$T_i$ ：工序  $i$  的工时。用于计算计划成本时， $T_i$  为计划工时；而用于计算实际成本时， $T_i$  为实际工时。

$R_i$ ：操作工序  $i$  所用设备的费率。

$n$ ：工序总数。

### 2) 进度的计算方法

这里，仅以模具进度计算为例进行分析，关于专案和客户(指当前为该客户正在制造的所有模具)的进度计算方法与之相似。

步骤 1：根据报价工时计算各任务对模具进度的最大贡献率，这里我们提出的最大贡献率概念，可以使得模具总进度的最终结果更符合实际情况。

最大贡献率计算公式如下：

$$Bt_i = \frac{Tb_i}{\sum_{i=1}^n Tb_i}$$

式中：

$Bt_i$ ：任务  $i$  对模具进度的最大贡献率。

$Tb_i$ ：任务 i 的预算工时。

n：任务总数。

例如，假设有模具 DEC025506 各任务预算工时如表 1-8 和如图 1-96 所示。

模具 DEC025506 总预算工时 = 0+0+7.5+7.5+7.5+60+80+20+30+50+9+0 = 279

Drilling 最大贡献率 = 7.5/279 = 2.69%

其余任务的最大贡献率计算结果见表 1-8。

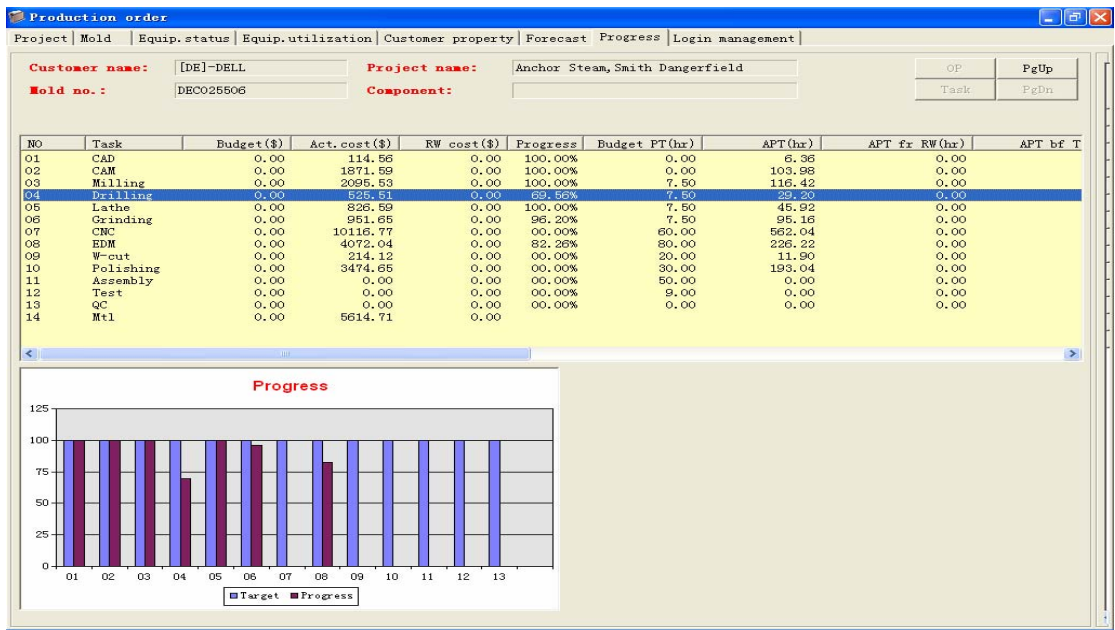


图 1-96 模具 DEC025506 的预算工时

表 1-8 模具进度的最大贡献率计算

| 任务  |    | 预算工时(hr.) | 任务对模具进度的最大贡献率(%) |
|-----|----|-----------|------------------|
| CAD |    | 0         | 0/279 = 0%       |
| CAM |    | 0         | 0/279 = 0%       |
| 加工  | 铣  | 7.5       | 7.5/279 = 2.69%  |
|     | 钻  | 7.5       | 7.5/279 = 2.69%  |
|     | 车  | 7.5       | 7.5/279 = 2.69%  |
|     | 研磨 | 7.5       | 7.5/279 = 2.69%  |
| 数控  |    | 60        | 60/279 = 21.51%  |
| 电火花 |    | 80        | 80/279 = 28.67%  |
| 线切割 |    | 20        | 20/279 = 7.17%   |
| 抛光  |    | 30        | 30/279 = 10.75%  |
| 装配  |    | 50        | 50/279 = 17.92%  |
| 试模  |    | 9         | 9/279 = 3.23%    |
| 品管  |    | 0         | 0/279 = 0%       |
| 总计  |    | 279       | 100%             |

步骤 2：计算各任务的进度。计算公式如下：

$$Pt = \frac{\sum_{i=1\&stat_i=CL}^n T_i}{\sum_{i=1}^n T_i}$$

式中：

$Pt$ ：当前任务的进度。

$T_i$ ：当前任务下工序  $i$  的计划工时。

$n$ ：当前任务下的工序总数。

$stat_i$ ：当前任务下工序  $i$  的状态，其中 CL 标识已结束工序的状态。

例如，模具 DEC025506 的 Drilling 任务各工序如图 1-97 所示。

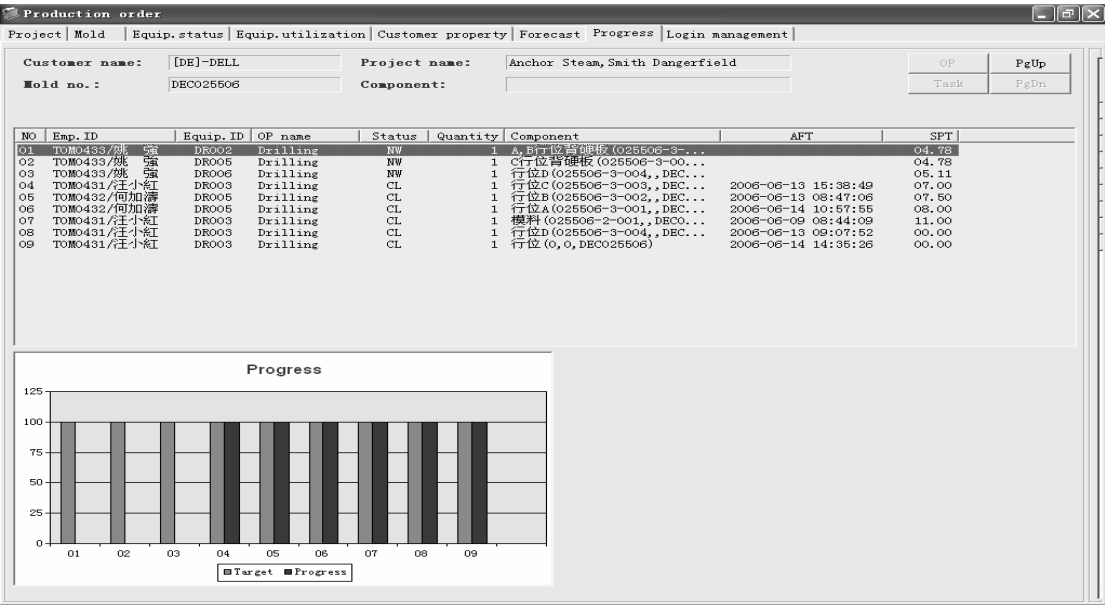


图 1-97 模具 DEC025506 的 Drilling 任务各工序

以上 9 个 Drilling 工序中：

全部工序的计划工时之和 = 4.78+4.78+5.11+7+7.5+8+11+0+0 = 48.17

已完成工序(CL)的计划工序之和 = 7+7.5+8+11+0+0= 33.5

该模具 Drilling 进度 = 33.5/48.17=69.56%，见图 1-95 亮条部分。其余任务进度计算结果见表 1-9。

表 1-9 任务的进度计算

| 任务  |    | 报价工时(hr.) | 最大贡献率(%) | 任务进度(%) | 实际贡献率(%) |
|-----|----|-----------|----------|---------|----------|
| CAD |    | 0         | 0%       | 100%    | 0%       |
| CAM |    | 0         | 0%       | 100%    | 0%       |
| 加工  | 铣  | 7.5       | 2.69%    | 100%    | 2.69%    |
|     | 钻  | 7.5       | 2.69%    | 69.56%  | 1.87%    |
|     | 车  | 7.5       | 2.69%    | 100%    | 2.69%    |
|     | 研磨 | 7.5       | 2.69%    | 96.20%  | 2.59%    |
| 数控  |    | 60        | 21.51%   | 0%      | 0%       |

|     |            |             |        |               |
|-----|------------|-------------|--------|---------------|
| 电火花 | 80         | 28.67%      | 82.26% | 23.58%        |
| 线切割 | 20         | 7.17%       | 0%     | 0%            |
| 抛光  | 30         | 10.75%      | 0%     | 0%            |
| 装配  | 50         | 17.92%      | 0%     | 0%            |
| 试模  | 9          | 3.23%       | 0%     | 0%            |
| 品管  | 0          | 0%          | 0%     | 0%            |
| 总计  | <u>279</u> | <u>100%</u> |        | <u>33.35%</u> |

步骤 3：计算任务实际贡献率，计算公式如下：

$$At_i = Pt_i Bt_i$$

式中：

$At_i$ ：任务 i 的实际贡献率。

$Pt_i$ ：当前模具下，任务 i 的进度。

$Bt_i$ ：当前模具下，任务 i 的最大贡献率。

例如 Drilling 的实际贡献率 = Drilling 进度 \* Drilling 最大贡献率  
= 69.56%\*2.69%  
= 1.87%

其余各任务的实际贡献率计算结果见表 1-9。

步骤 4：计算模具的总体进度，计算公式如下：

$$P_m = \sum_{i=1}^n At_i$$

式中：

$P_m$ ：当前模具的总进度。

$At_i$ ：当前模具下任务 i 的实际贡献率。

$n$ ：当前模具下的任务总数。

模具 DEC025506 进度 = 0%+0%+2.69%+1.87%+2.69%+2.59%+0%+23.58%+  
0%+0%+0%+0%+0%+  
= 33.35%

模具 DEC025506 进度计算结果如图 1-98 所示。

任务贡献率的概念十分重要，模具生产初期，设计、工艺规划可能不全面，例如可能仅有某个任务规划有生产工序，当前任务接近或已全部完成时，这时任务的进度接近或达到 100%，会造成整个模具的总进度也接近完成的假象。而有了任务贡献率的概念，模具的总进度更能反映实际。

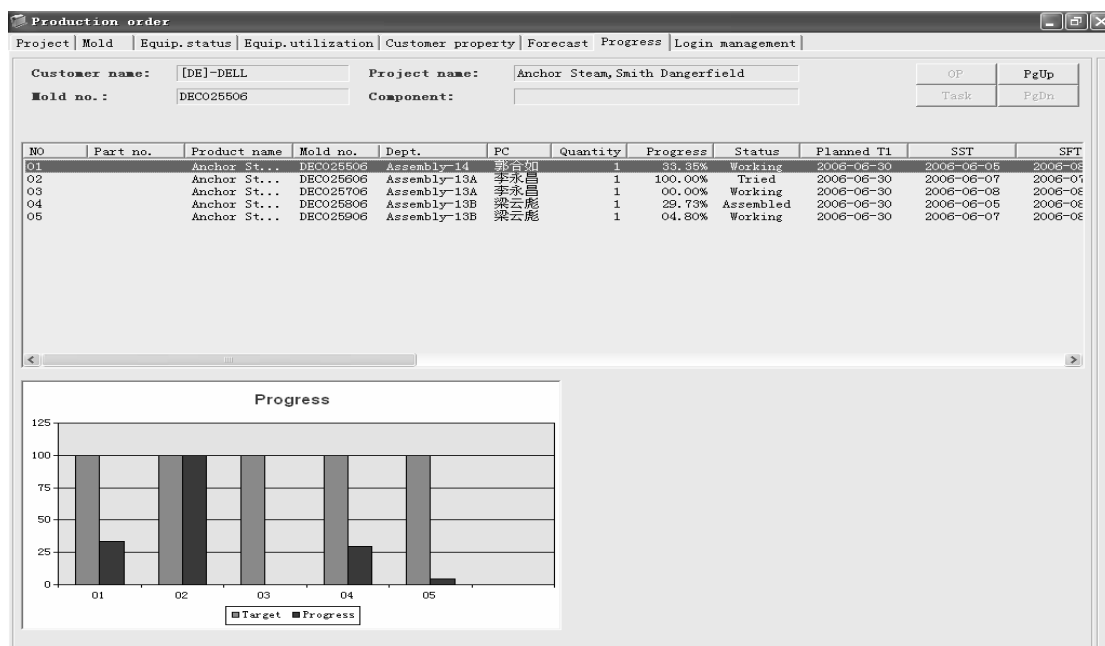


图 1-98 模具 DEC025506 的进度

### 3) 实际成本

成本分析明细报表以模具、任务/工种为单位，分别统计报价/预算工时与成本、实际工时与成本及其差额等，如图 1-99 所示。

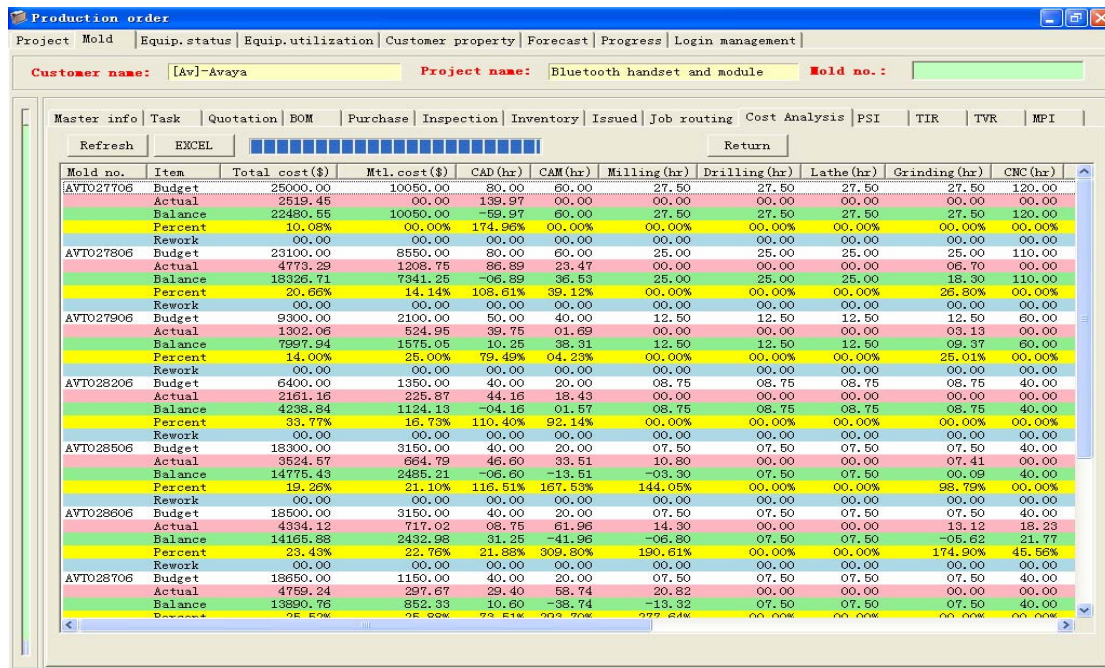


图 1-99 实际成本

## 1.5.2 生产管理

### 1. 产能分析与 T<sub>1</sub> 日期预测

设备约束与设备本身的工作类型有关，按照工作类型，可将参加生产排程的车间设备分为三种：

①可中断设备  $P_c$

普通的车床、铣床、钻床、磨床等，在工序执行过程中遇到必须中断的情况，例如工人的休息和换班时，可以中断工序的加工，故定义为可中断设备。将此类机记为  $P_c$ 。

②不可中断、可切入设备  $P_q$

对于某些特定的设备，比如大多数的数控机床，一旦开始某道加工工序，原则上是不可以停下来的，故称为不可中断；加工过程中，此类设备在操作者不在场的情况下仍能继续完成加工，此时工序的加工时间已经切入到了操作者停工时段，即操作工人的下班时间，但设备继续工作，故定义为不可中断、可切入设备。将此类机记为  $P_q$ 。

③不可中断、不可切入设备  $P_n$

对于少数比较重要的数控设备，不仅工序在加工过程中不可中断，而且在加工过程中，操作者或者维护人员必须时时处在看管状态，以免发生意外。因此，不能在操作者或者维护人员离场的情况下完成工序的加工，即加工过程中无停工时段，故定义为不可中断、不可切入设备。将此类机记为  $P_n$ 。

对于不可中断、可切入设备，排程时工序开始时间必须在停工时段之外，但工序结束时间可以位于停工时段以内，且工序可以通过中间的停工时段，即停工时段区域内可自行工作。

对于不可中断、不可切入设备，排程时工序开始时间和结束均必须在停工时段之外，且对应的工序不可以通过中间的停工时段，即停工时段区域内不可自行工作。

实际上，对于每天往往存在数千生产工序的模具加工车间而言，过分追求各个工序计划开始和完成时间的准确性意义不大，真正对生产有指导意义的结果指标是宏观方面的，主要是各副模具的  $T_1$  日期预测和未来一段时间内的各种设备的产能预测。

1) 模具  $T_1$  日期预测

$$T_1 = C_{\max} + P_{asm}$$

式中

$T_1$ ：模具  $T_1$  预测日期。

$C_{\max}$ ：当前模具下各零部件生产工序集排程后的最大日期，它来源于前述自动排程的结果，为其中将会最晚完成的工序的计划完成日期。

$P_{asm}$ ：模具装配及  $T_1$  试模工期，单位为天。可根据模具产品行业类型的不同分别取为不同的常数值，例如较复杂的模具可取  $P_{asm}$  为约 7 天左右。

根据上述公式可以分别计算当前正在生产过程中的所有模具的  $T_1$  预测日期，将模具  $T_1$  预测日期大于客户合同  $T_1$  日期的模具筛选出来构成可能延迟的模具清单，如图 1-100 右侧所示，但需要排除已经完成至少一次试模工序的模具。

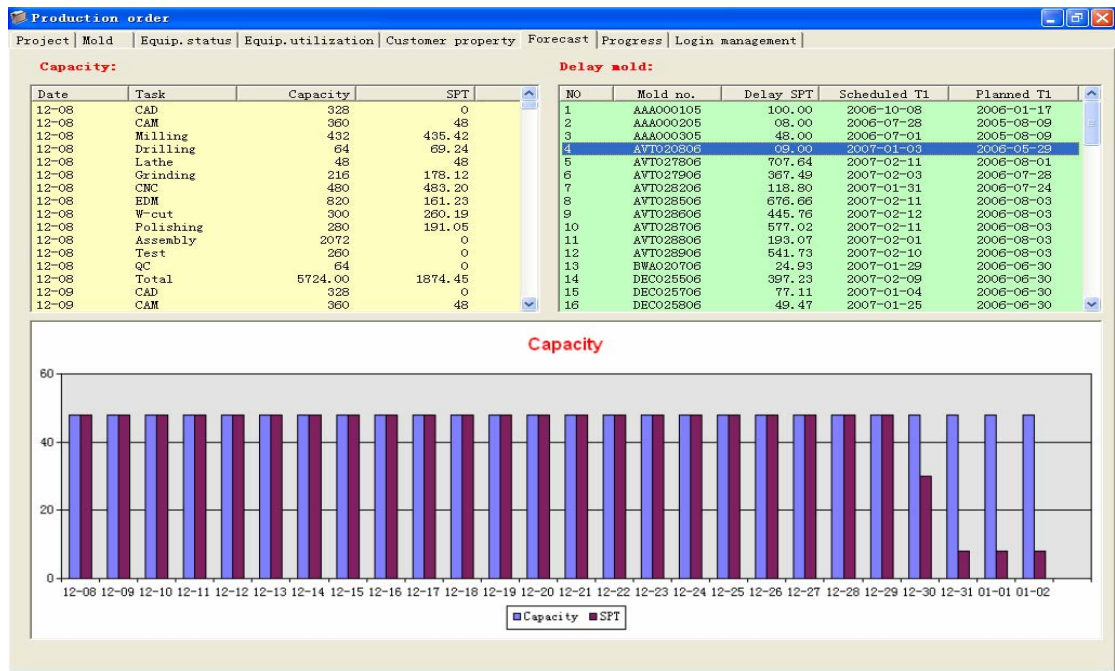


图 1-100 模具 T<sub>1</sub> 日期与产能预测

## 2) 产能预测

$$L = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{N_e T_{\max}} \times 100 \%$$

式中:

$L$ : 当前工种在当前工作日的产能。

$T_i$ : 当前工种第  $i$  项工序在当前工作日范围内的计划工时。

$T_{\max}$ : 当前工种下, 一台设备单个工作日最大的可能工时, 例如,  $T_{\max} = 24$ 。

$n$ : 当前设备下、跨入当前工作日的已完成和正在工作的工序总数。

$N_e$ : 当前工种在当前工作日的可用设备总数。

应用上述公式计算的产能将以百分比表示, 并且可用直方图形式列出, 如图 1-100 下侧所示。此外, 也可以用另外的形式表达, 如图左侧表格所示, 将当前工种、当前工作日下计划工时之和单独列出; 而产能则用  $N_e T_{\max}$ , 即为当前工种单日可能的最大产能。

## 2. 设备状态

设备状态报表反映当前时刻各部门各台设备的工作状态, 如图 1-101 所示。状态为 OP 的记录对应的设备处于正在工作中, 可以进一步查寻其操作工工号、设备编号和名称、模具编号、物料编号等。状态 PS 表示当前设备在工作中处于暂停状态。

| Production order  |                       |          |             |               |                             |                     |                     |
|-------------------|-----------------------|----------|-------------|---------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|
| Project           |                       | Mold     |             | Equip. status |                             | Equip. utilization  |                     |
| Customer property |                       | Forecast |             | Progress      |                             | Login management    |                     |
| Dept.:            |                       | EDM      |             |               |                             |                     |                     |
| Equip. ID         | Equip. name           | Status   | Emp. ID     | Mold no.      | Component                   | AST                 | AFT                 |
| EM001             | CHARMIUS (BOBOFO...   |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM002             | SODICK (PGM50, 274... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM003             | NAMERIKON (TM-430...  |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM004             | NAMERIKON (TM-430...  |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM005             | NAMERIKON (TM-500...  |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM006             | NAMERIKON (TM-500...  |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM007             | MAKINO (EDGE3, E54... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM008             | MAKINO (EDGE3, E54... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM009             | MAKINO (EDGE3, E54... | OP       | TEM0635/曾 剑 | OPM000106     | OPM000106 (000106-3-001,... | 2006-07-17 14:21:08 |                     |
| EM010             | MAKINO (EDGE3, E54... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM011             | MAKINO (EDNC30S, 3... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM012             | MAKINO (EDNC30S, 3... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM013             | MAKINO (EDGE2S, A9... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM014             | MAKINO (EDGE2S, A9... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM015             | MAKINO (EDGE2, E42... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM016             | MAKINO (EDGE2, E42... | OP       | TEM0688/邱贵芳 | ERT023806     | 行位A, B (023806-3-001, E...  | 2006-07-17 14:22:01 |                     |
| EM017             | MAKINO (EDGE2, E42... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM018             | MAKINO (EDGE2, E42... | OP       | TEM0063/李秀梅 | LEH013606     | 模料 (013606-2-001, LEH...    | 2006-07-17 14:44:54 |                     |
| EM019             | MAKINO (EDNC43, E3... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM020             | MAKINO (EDNC43, E3... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM021             | MAKINO (EDNC43, E3... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM022             | MAKINO (EDNC43, E3... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM023             | MAKINO (EDNC43, E3... | OP       | TEM0667/张永康 | LEH007706     | 模料 (007706-2-001, LEH...    | 2006-07-17 09:26:41 | 2006-07-17 12:28:35 |
| EM024             | MAKINO (EDNC43, E3... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM025             | MAKINO (EDNC43, E3... | OP       | TEM0739/周晴  | FJC002306     | CORE料 (002306-1-007, FJ...  | 2006-07-17 11:05:23 | 2006-07-17 12:28:37 |
| EM026             | MAKINO (EDNC43, E3... | OP       | TEM0739/周晴  | LEH017606     | CORE料 (017606-1-001, LE...  | 2006-07-17 14:08:49 |                     |
| EM027             | MAKINO (EDNC65, E2... | OP       | TEM0055/杨志辉 | LEH019306     | CORE料 (019306-1-001, LE...  | 2006-07-17 12:03:49 | 2006-07-17 12:28:38 |
| EM028             | MAKINO (EDNC65, E2... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM029             | MAKINO (EDNC65, E2... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM030             | MAKINO (EDNC65, E2... | OP       | TEM0687/符晓宽 | LEH007706     | CORE料 (007706-1-001, LE...  | 2006-07-17 09:25:35 | 2006-07-17 12:28:40 |
| EM031             | MAKINO (EDNC65, E2... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM032             | MAKINO (EDNC65, E2... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM033             | MAKINO (EDNC65, E2... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM034             | MAKINO (EDNC65, E2... | OP       | TEM1009/覃红常 | LEH017606     | 模料 (017606-2-001, LEH...    | 2006-07-17 11:24:55 | 2006-07-17 12:28:41 |
| EM035             | MAKINO (EDNC65, E2... | OP       | TEM0566/卢爵华 | FJC002306     | N014002306 (002306-0-114... | 2006-07-17 10:06:59 | 2006-07-17 12:28:42 |
| EM036             | MAKINO (EDNC65, E2... | OP       | TEM0929/张启炎 | LEH017606     | 模料 (017606-2-001, LEH...    | 2006-07-17 15:06:44 |                     |
| EM037             | MAKINO (EDNC65, E2... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM038             | MAKINO (EDNC65, E2... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM039             | MAKINO (EDNC65, E2... |          |             |               | Equipment is repairing!     |                     |                     |
| EM040             | MAKINO (EDNC65, E2... | OP       | TEM0569/宋马腾 | LEH018306     | 行位 (018306-3-001, LEH...    | 2006-07-17 12:07:46 | 2006-07-17 12:28:45 |
| EM041             | MAKINO (EDNC65, E2... | OP       | TEM0684/陈业海 | LEH002306     | CORE料 (002306-1-001, LE...  | 2006-07-17 11:40:38 | 2006-07-17 12:28:45 |

图 1-101 设备状况

### 3. 设备负载

设备负载报表反映各部门各台设备在某工作日或工作范围内的工作负荷。如图 1-102 所示，工作负荷的范围在 0%至 100%之间。一般认为，模具工厂的最佳工作负荷维持在 88%左右较好。一台设备工作负荷的计算公式如下：

$$L = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{T_{\max}} \times 100\%$$

式中：

$L$ ：当前设备负荷。

$T_i$ ：当前设备第  $i$  项工序的在度量时间范围内的实际工时。

$T_{\max}$ ：当前设备下、在度量时间范围内的最大可能工时，以工作日度量， $T_{\max} = 24$ ；

而以工作周度量， $T_{\max} = 24 \times 7$ 。

$n$ ：当前设备下、跨入当前度量时间范围内的已完成和正在工作的工序总数。

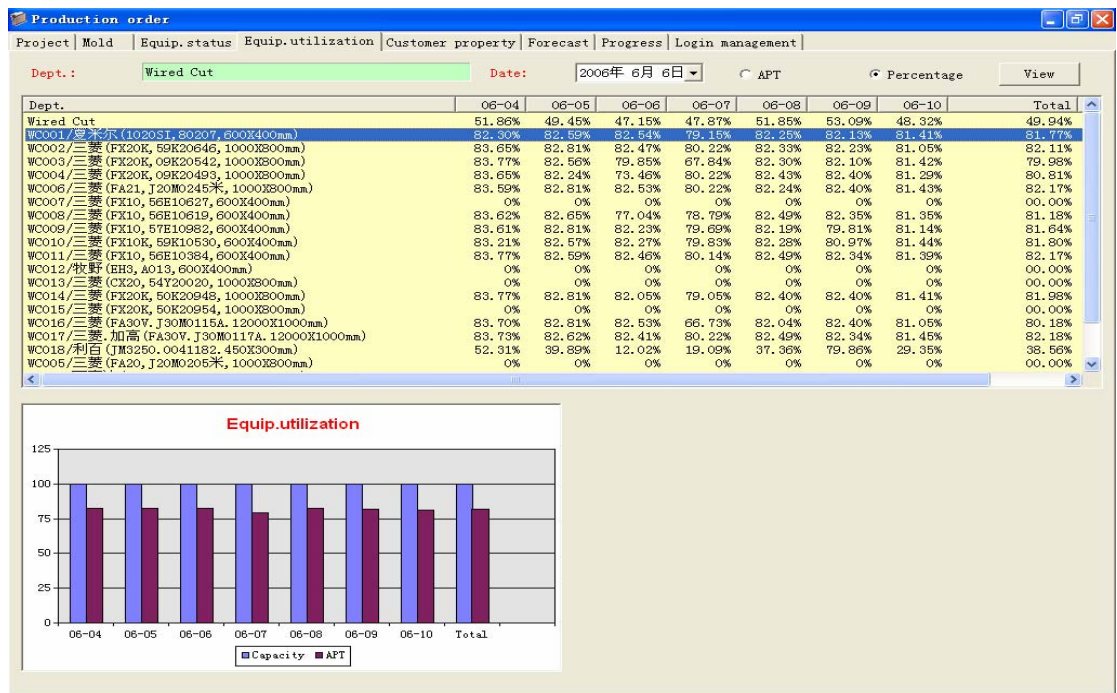


图 1-102 设备负载

#### 4. 客户资产

客户资产报表以客户为单位，统计正处于模具工厂制作当中，尚未出货的模具清单，如图 1-103 所示，包括专案名称、制品编号、制品名称、成品零件号、模具状态等。

| Production order |                 |            |                               |                  |                    |             |                   |                 |          |
|------------------|-----------------|------------|-------------------------------|------------------|--------------------|-------------|-------------------|-----------------|----------|
| Project          |                 | Mold       | Equip. status                 |                  | Equip. utilization |             | Customer property |                 | Forecast |
| Dept.:           |                 | Wired Cut  |                               | Date:            |                    | 2006年 6月 6日 |                   | APT             |          |
|                  |                 |            |                               |                  |                    |             |                   | Percentage      |          |
|                  |                 |            |                               |                  |                    |             |                   | View            |          |
| NO               | Project name    | Mold no.   | Product name                  | Part no.         | Number of...       | Status      | Site              | Project manager |          |
| 1                | Dozer Precision | DECO34405  | MNT, SWINGSSET, MEMORY, DOZER | CD672_X00        | 1                  | Tried       | CK Lo             | CK Lo           |          |
| 2                | Dozer Precision | DECO34505  | BRKT, FAN, CPU, PRECISION     | CD673_X01        | 1                  | Tried       | CK Lo             | CK Lo           |          |
| 3                | Dozer Precision | DECO34705  | BRKT, TEMPAN, MEM, RSR, PWS   | MG657_X00        | 2                  | Tried       | CK Lo             | CK Lo           |          |
| 4                | Dozer Precision | DECO34805  | SHROUD, PREC, RISERS          | FD419_X00        | 1                  | Tried       | CK Lo             | CK Lo           |          |
| 5                | Dozer Precision | DECO34905  | BRACE, PCL, MID, PLSTC, DZR   | HF385_X00        | 2                  | Tried       | CK Lo             | CK Lo           |          |
| 6                | Dozer Precision | DECO35005  | BRKT, FAN, PCI, DOZER         | WB803_X00        | 2                  | Tried       | CK Lo             | CK Lo           |          |
| 7                | Dozer Precision | DECO35105  | Power Button/Lightpipe        | GF441_X00        | 2+2                | Tried       | CK Lo             | CK Lo           |          |
| 8                | Dozer Precision | DECO35305  | LTCH, PLSTC, F5               | GF463_X00        | 4                  | Tried       | CK Lo             | CK Lo           |          |
| 9                | Dozer Precision | DECO35405  | BZL, RMSD, REMOV ABLE, PRE... | JC376_X01        | 2                  | Tried       | CK Lo             | CK Lo           |          |
| 10               | Dozer Precision | DECO35505  | BRACE, PCL, MID, PLAS, DOZER  | KC268_X00        | 2                  | Tried       | CK Lo             | CK Lo           |          |
| 11               | Dozer Precision | DECO35605  | BZL, RMSD, REMOV ABLE, PRE... | MC192_X01        | 2                  | Tried       | CK Lo             | CK Lo           |          |
| 12               | Dozer Precision | DECO35705  | BZL, RIB, RMVBL, PWS, DZR     | CH683            | 4                  | Tried       | CK Lo             | CK Lo           |          |
| 13               | Dozer Precision | DECO35805  | Dozer-ladle-holder (swin...)  | FH281            | 1                  | Tried       | CK Lo             | CK Lo           |          |
| 14               | Dozer Precision | DECO35905  | Fan_ladle                     | DH889            | 1                  | Tried       | CK Lo             | CK Lo           |          |
| 15               | Dozer Precision | DECO36005  | BZL, RMSD, REMOV ABLE, PRE... |                  |                    | Assembled   |                   |                 |          |
| 16               | Dozer Precision | DECO36105  | Power Button/Lightpipe        |                  |                    | Working     |                   |                 |          |
| 17               | Dozer Precision | DECO36205  | Dozer-ladle-holder (swin...)  |                  |                    | Working     |                   |                 |          |
| 18               | Neo_Dangerfield | DECO27305  | Power Button                  | FD305            | 1                  | Tried       | Terry Zou         |                 |          |
| 19               | Neo_Dangerfield | DECO27305A | Power Button                  | FD305            | 1                  | Tried       | Terry Zou         |                 |          |
| 20               | Neo_Dangerfield | DECO27405  | Front Bezel                   | CD642            | 1                  | Tried       | Terry Zou         |                 |          |
| 21               | Dell 220W       | DEMO39605  | CASE TOP                      | DEL-22-0SLF22... | 2                  | Working     |                   |                 |          |
| 22               | Dell 220W       | DEMO39705  | CASE BOTTOM                   | DEL-22-0SLF22... | 2                  | Working     |                   |                 |          |
| 23               | Berlin          | DECO40205  | HDL, LK3, PLSTC, FAN          | KC939            | 1                  | Tried       | Terry Zou         |                 |          |
| 24               | Berlin          | DECO40305  | BRKT, MTG, PLSTC, FAN, GUIDE  | MC912            | 1                  | Tried       | Terry Zou         |                 |          |
| 25               | Berlin          | DECO40405  | PCI CARD RETENTION PLUG       | FC280            | 1                  | Tried       | Terry Zou         |                 |          |
| 26               | Berlin          | DECO40505  | FAN BRKT                      | C9801            | 1                  | Tried       | Terry Zou         |                 |          |
| 27               | Berlin          | DECO40605  | BRKT, MTG, PLSTC, FAN, GUIDE  | HF501            | 1                  | Tried       | Terry Zou         |                 |          |
| 28               | Berlin          | DECO40705  | CD CARRIER                    | NF536            | 1                  | Tried       | Terry Zou         |                 |          |
| 29               | Berlin          | DECO40805  | PLUG, FAN CARRIER             | HF574            | 1                  | Tried       | Terry Zou         |                 |          |
| 30               | Berlin          | DECO40905  | RAIL                          | TF534            | 1                  | Tried       | Terry Zou         |                 |          |
| 31               | Berlin          | DECO41005  | RAIL                          | WF358            | 1                  | Tried       | Terry Zou         |                 |          |
| 32               | Berlin          | DECO41105  | BRACE BRKT                    | C9415            | 1                  | Tried       | Terry Zou         |                 |          |
| 33               | Berlin          | DECO41205  | CABLE CLIP                    | NF101            | 1                  | Tried       | Terry Zou         |                 |          |
| 34               | Berlin          | DECO41305  | BRKT, BAFFLE, AIR             | HD991            | 1                  | Tried       | Terry Zou         |                 |          |
| 35               | Berlin          | DECO41405  | A/N                           | C9948            | 1                  | Tried       | Terry Zou         |                 |          |
| 36               | Berlin          | DECO41505  | SHRD, PLSTC, DIMM             | DH205            | 1                  | Tried       | Terry Zou         |                 |          |
| 37               | Berlin          | DECO41605  | FAN BRKT                      |                  |                    | Working     |                   |                 |          |
| 38               | Dozer-Common    | DECO34605  | BRKT HDD                      | MF347            | 4                  | Tried       | CK Lo             |                 |          |
| 39               | Dozer-Common    | DECO42305  | BRKT, FAN, PCI, DOZER         | KC256            | 2                  | Tried       | CK Lo             |                 |          |
| 40               | Dozer-Common    | DECO42405  | BRKT, FAN, PCI, DOZER         | KC256            | 2                  | Tried       | CK Lo             |                 |          |

图 1-103 客户资产

## 1.6 实例

如图 1-50、图 1-51 分别为车载蓝牙产品外壳塑件以及模具，材料为 ABS 塑料，制品要求外观表面光泽，即采用高光无痕注塑模具技术，模具表面粗造度级别至少达到 A2 级，

1. 塑件及工艺性分析

1) 材料性能

ABS 为热塑性材料，密度为  $1.03\sim 1.07\text{g/cm}^3$ ，抗拉强度  $30\sim 50\text{MPa}$ ，收缩率为  $0.3\%\sim 0.8\%$ ，其平均密度为  $1.05\text{g/cm}^3$ ，平均收缩率为  $0.55\%$ 。该材料综合性能好，尺寸稳定，易于成型，耐热、耐寒和耐腐蚀性能也较好。

2) 结构工艺性

零件壁厚基本均匀，为  $1.5\text{mm}$  左右，注射成型时应不会发生填充不足现象，可借助 Moldflow 软件进行注射流动模拟分析。

2. 模具结构

该零件采用单分型面、侧浇口、具有斜导柱侧向抽芯机构的注射模结构，其型腔在定模上，分流道设在分型面上，开模后塑件连同流道内的凝料一起留在动模一侧。动模上设有顶出机构，利用推杆一次顶出塑件和流道内的凝料。根据镶块尺寸，并考虑斜导柱的安装空间和滑块的导滑长度和注射机的最大装模厚度，选标准模架为 2030-CI-60-80-70。

该零件为试制阶段，从经济性考虑，因此采用一模一腔，即一次注射成型一个塑料制品。

该零件的结构特征适合于水平分型面，分型面的位置应设在塑件底部断面尺寸最大的位置，它也不会影响制品的外观。

2. 注射成型机的型号和规格

使用模具 CAD/CAM 软件构型三维实体，系统能自动计算出零件体积和质量：

① 单个塑件 体积  $V_p=4.3\text{cm}^3$ ，质量  $M_p=\rho V_p=1.05\times 4.3=4.52\text{g}$

式中： $\rho$ ——塑料密度， $1.05\text{g/cm}^3$ 。

② 浇注系统

浇注系统的质量： $M_g=0.6nM_p=0.6\times 1\times 4.52=2.71\text{g}$

浇注系统的体积： $V_g=0.6nV_p=0.6\times 1\times 4.3=2.58\text{cm}^3$

式中： $n$ ——型腔数目

③ 塑件和浇注系统凝料总质量

$M_T=M_p+M_g=4.52+2.71=7.23\text{g}$

实际注射量应在额定注射量的  $20\%\sim 80\%$ 之间考虑，选择仁兴 SP108A 型注塑机。

3. 成本分析与报价

表 1-6 列出了该塑件及其模具的规格参数，作为实例进行分析，费用采用美元计量，平均费率取  $\$15/\text{hr}$ ，零件表面积  $6924.94\text{mm}^2$ 。整个快速报价的计算过程如下：

表 1-10 塑件及模具主要规格

|          |        |       |               |     |       |       |
|----------|--------|-------|---------------|-----|-------|-------|
| 塑件尺寸(mm) | 长      | 83.01 | 成型部位钢料        |     | 型腔    | S136H |
|          | 宽      | 39.90 |               |     | 型芯    | S136H |
|          | 高      | 10.52 | 表面粗糙度(SPI 标准) |     | 型腔    | A2    |
| 模具结构     | 2/3 板模 | 2 板式  |               |     | 型芯    | A2    |
|          | 大滑块    | 2     | 分型面           |     | 常规    |       |
|          | 小滑块    | 0     | 塑件形状          | 主轮廓 | 常规    |       |
|          | 斜推杆    | 0     |               | 主表面 | 常规    |       |
| 塑胶材料     |        | ABS   |               | 孔形  | 常规    |       |
| 模具型腔数    |        | 1     |               | 凹凸  | 常规    |       |
| 模具类型     |        | 常规    | 产品类型          |     | 汽车行业类 |       |

|       |     |      |         |
|-------|-----|------|---------|
| 模具级别  | 103 | 市场   | 中国(含量产) |
| 热流道系统 | 无   | 价格指数 | 100%    |

### 1)加工费用

$$\text{模具基本结构系数: } F_1 = f_{11} + f_{12} + f_{13} + f_{14} = 1.0 + 0.25 + 0 + 0 = 1.25$$

$$\text{模具类型系数: } F_2 = 1.0$$

$$\text{模具级别系数: } F_3 = 1.0$$

$$\text{模具成型部位材料系数: } F_4 = (f_{41} + f_{42}) / 2 = (1.2 + 1.2) / 2 = 1.2$$

$$\text{模具成型部位表面系数: } F_5 = (f_{51} + f_{52}) / 2 = (1.2 + 1.2) / 2 = 1.2$$

模具分型面与塑件形状综合系数:

$$F_6 = f_{61} \times f_{62} \times f_{63} \times f_{64} \times f_{65} = 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = 1.0$$

$$F_7 = \sqrt{S_f / 2 \times (W \times L + 2 \times H \times (W + L))} = \sqrt{6924.94 / 2 \times (39.90 \times 83.01 + 2 \times 10.52 \times (39.90 + 83.01))} \\ = 0.766$$

$$T_0 = K \times k \times \sqrt{S} = 2.7 \times 1 \times \sqrt{6924.94} = 224.684$$

$$\text{模具加工的总工时: } \sum T = F_1 \times F_2 \times F_3 \times F_4 \times F_5 \times F_6 \times F_7 \times T_0$$

$$= 1.25 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.2 \times 1.2 \times 1.0 \times 0.766 \times 224.684$$

$$= 309.794 \approx 310$$

$$\text{加工费用: } C_w = \sum T \times A = 309.794 \times 15 = 4646.91$$

### 2)材料费用

$$\text{模架系数 } F_8 = 1.0$$

$$\text{模架费用 } C_{MB} = 15\% \times C_w \times F_8 = 0.15 \times 4646.91 \times 1.0 = 697.04$$

$$\text{成型部分钢料费用 } C_s = 25\% \times C_{MB} = 0.25 \times 697.04 = 174.26$$

$$\text{辅助材料费用 } C_A = 10\% \times C_{MB} = 0.1 \times 697.04 = 69.70$$

$$\text{材料费用 } C_M = C_{MB} + C_s + C_A = 697.04 + 174.26 + 69.70 = 941$$

### 3) 热流道系统费用

由于该套模具没有采用热流道系统，故该项费用为 0。

### 4) 试模费用

塑胶制品在注塑机工作台上的投影面积

$$S_p = 1.2 \times L \times W \times N = 1.2 \times 83.01 \times 39.9 \times 1 = 3974.52$$

对照注塑机试模费用表，见表 1-7，仁兴 SP108A 型注塑机相当于吨位为 100 的注塑机，其工作面积为  $20000 \text{ mm}^2$ ，试模标准费用  $C_{T0}=\$163$ 。

ABS:比重  $\rho=1.05$ ，单价  $A_0=2.8$ ，塑件的包络件表面积：

$$S' = 2 \times (L \times W + 2 \times H \times (L + W)) = 2 \times (83.01 \times 39.9 + 2 \times 10.52 \times (83.01 + 39.9)) \\ = 11796.251$$

试模塑胶材料费用：

$$C_p = \frac{1.5 \times 40 \times N \times S' \times \rho \times A_0}{1000 \times 1000} = \frac{1.5 \times 40 \times 1 \times 11796.251 \times 1.05 \times 2.8}{1000 \times 1000} = 2.081$$

以四次试模计算，试模费用： $C_T = C_{T0} + 4 \times C_p = 163 + 4 \times 2.081 = 171$

## 5) 模具报价

产品类型系数： $r_1=1.2$

市场系数： $r_2=1.0$

模具的生产成本： $\sum C = C_W + C_M + C_H + C_T = 4647 + 941 + 0 + 171 = 5759$

则模具的报价：

$$P_Q = \sum C \times r_1 \times r_2 = 5759 \times 1.2 \times 1.0 = \$6911$$

产品报价单如图 1-104 所示。

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                        |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|------------------------|-------------------|------|----------------|---------------------|----------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------|--------|
| 文件(F) 编辑(E) 视图(V) 插入(I) 格式(O) 工具(T) 数据(D) 窗口(W) 帮助(H)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                        |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
| A B C D E F G H I J K L M N O                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                        |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
| Flextronics Plastics Technology (Shen Zhen) Co., LTD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                        |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
| Address: Ji Xiang Industrial Park, Huang Tian Village, Xi Xiang, Bao An, Shen Zhen, P.R. China                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                        |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
| TEL: (86) 755 81468888                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                        |          |                  | FAX: (86) 755 81468777 |                   |      |                | Postal Code: 518128 |                |                                                         |                               |             |        |
| Tooling Quotation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                        |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
| QTN No. FETCM0095C03429R1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                        |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                | To: [FE]-Flextronics Europe                             |                               |             |        |
| Date: 5-Oct-08                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                        |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                | Attn:                                                   |                               |             |        |
| From: York Xia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                        |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                | CC: David L Stephens; Sebastian Igonotis; Ingo Herrmann |                               |             |        |
| Model: Max                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                        |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
| NO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Part Name                                                                                                                                                                                              | Part No. | Plastic Material | Number of Cavity       | Tooling Finishing |      | Steel Material |                     | 2/3 Plate Mold | Hot Runner System                                       | Tooling Cost Incl. Hot Runner | Lead Time** | Remark |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                        |          |                  |                        | Cavity            | Core | Cavity         | Core                |                |                                                         |                               |             |        |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | M08009CHP                                                                                                                                                                                              | M08009   | ABS              | 1                      | A2                | A2   | S136H          | S136H               | 2 plates       |                                                         | 6,911                         | 5 weeks     |        |
| Total                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                        |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         | 6,911                         |             |        |
| Note:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                        |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Lead-time: As noted** above (T1) subject to received of PO, workable 2D, 3D Cad files and mold design approval.                                                                                        |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Hot Runner system: YUDO unless otherwise specified. (This item is available when using hot runner)                                                                                                     |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Tool delivery terms: FOB Shen Zhen (export) unless otherwise specified.                                                                                                                                |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Life of mold: 500 K shots for non hardened and 1000k for hardened tool or 2 years whichever expired first. (molding in Flextronics).                                                                   |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Materials can be ordered after receipt Purchase Order. Tooling start date is based on after mold design approval.                                                                                      |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Sample submit: 5~20 shots.                                                                                                                                                                             |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Spare parts, mold trial resin, and all transportation costs are not included.                                                                                                                          |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Payment terms: 50% deposit; 30% for T1 sample; 20% for final approval. Payment date: Net 7 days for deposit; Net 30 days for 2nd & final payment.                                                      |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
| 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Within 4 weeks after the T1 samples have been received by Customer, if no any feedback or modification is requested in product, Flextronics has the right to charge 100% of tooling price immediately. |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
| 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | This quotation is only a preliminary quotation. It is subject to amendment when necessary.                                                                                                             |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
| 11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | All the tools must be approval by customer before shipment.                                                                                                                                            |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
| Validity of Quotation: 30 days from date of quotation and subject to contents of product specification unchanged.<br>A additional price and lead-time to be required for any engineering changes against the product specification on which this quotation is based.<br>Should you have any questions on captioned quotation, please do not hesitate to contact me, Looking forward to your favourable reply. |                                                                                                                                                                                                        |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
| IMPORTANT (for Customer Buyer):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                        |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |
| QtnSh11.0 /                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                        |          |                  |                        |                   |      |                |                     |                |                                                         |                               |             |        |

图 1-104 报价单(完整文件见 M08009CHP.xls)