

第 1 章 概论

1.1 塑料注射模的特点、要求与设计注意事项

1.1.1 注塑模的特点

热塑性塑料注射模的特点是由塑料原材料的特性所决定的，最主要的有两点：一是注射时塑料熔体的充模流动特性，二是模腔内塑料冷却固化时的收缩行为，这两点决定了注塑模的特殊性和设计难度。由于塑料熔体属于粘弹体，熔体流动过程粘度随剪切应力、剪切速率而变化，流动过程中大分子沿流动方向产生定向；模腔充满后熔体被部分压缩；冷却固化过程中塑料的收缩非常复杂，模腔内各部位、各方向塑料收缩率不同，不同种类、牌号的塑料收缩率有很大差异，同一牌号的树脂或塑料在加工时配方不同其充模流动特性及收缩率也不同。基于上述特点，设计注塑模时首先要充分了解所加工的塑料原材料的特性，使设计的模具合理适用，并可在设计中有效利用塑料特性，如点浇口模具用于塑料绞链制品。

1.1.2 基本要求与注意事项

合理地选择模具结构：根据塑件的图纸及技术要求，研究和选择适当的成型方法与设备，结合工厂的机械加工能力，提出模具结构方案，充分征求有关方面的意见，进行分析讨论，以使设计出的模具结构合理，质量可靠，操作方便。必要时可根据模具设计和加工的需要，提出修改塑件图纸的要求，但需征得用户同意后方可实施。

正确地确定模具成型零件的尺寸：成型零件是确定制件形状、尺寸和表面质量的直接因素，关系甚大，需特别注意。计算成型零件尺寸时，一般可采用平均收缩率法。对精度较高并需控制修模余量的制件，可按公差带法计算，对于大型精密制件，最好能用类比法，实测塑件几何形状在不同方向上的收缩率进行计算，以弥补理论上难以考虑的某些因素的影响。

设计的模具应当制造方便：设计模具时，尽量做到使设计的模具制造容易，造价便宜。特别那些比较复杂的成型零件，必须考虑是采用一般的机械加工方法加工还是采用特殊的加工方法加工。若采用特殊的加工方法，那么加工之后怎样进行组装，类似问题在设计模具时均应考虑和解决，同时还应考虑到试模以后的修模，要留有足够的修模余量。

充分考虑塑件设计特色，尽量减少后加工：尽量用模具成型出符合塑件设计特点的制件，包括孔、槽、凸、凹等部分，减少浇口、溢边的尺寸，避免不必要的后加工。但应将模具设计与制造的可行性与经济性综合考虑，防止片面性。

设计的模具应当效率高、安全可靠：这一要求涉及到模具设计的许多方面，如浇注系统需充模快、闭模快，温调系统效果好，脱模机构灵活可靠，自动化程度高等。

模具零件应耐磨耐用：模具零件的耐用度影响整个模具的使用寿命。因此在设计这类零件时不但应对其材料、加工方法、热处理等提出必要的要求。像推杆一类的销柱件还容易卡住、弯曲、折断，因此而造成的故障占模具故障的大部分。为此还应考虑如何方便地调整与更换，但需注意零件寿命与模具相适应。

模具结构要适应塑料的成型特性：在设计模具时，充分了解所用塑料的成型特性，并尽量满足要求，同样是获得优质制件的重要措施。

1.2 注塑模设计程序

1.2.1 接受任务书

“模具设计任务书”通常由塑料制件工艺员根据成型塑料制件任务书提出，经主管领导批准后下达，模具设计人员以“模具设计任务书”为依据进行模具设计。其内容应包括：

经过审签的正规塑料制件图纸，并注明所用塑料的牌号与要求（如色泽、透明度等）；

塑料制件的说明书或技术要求；

成型方法；

生产数量；

塑料制件样品（可能时）。

1.2.2 调研、消化原始资料

收集整理有关制件设计、成型工艺、成型设备、机械加工、特种工艺等有关资料，以备设计模具时使用。

消化塑料制件图，了解塑件的用途，分析塑件的工艺性、尺寸精度等技术要求，如：塑件的原材料表面形状、颜色与透明度、使用性能与要求；塑件的几何结构、斜度、嵌件等情况；熔接痕、缩孔等成型缺陷出现的可能与允许程度；浇口、顶杆等可以设置的部位；有无涂装、电镀、胶接、钻孔等后加工等，此类情况对塑件设计均有相应要求。选择塑件精度最高的尺寸进行分析，察看估计成型公差是否低于塑件的允许公差，能否成型出合乎要求的制件。若发现问题，可对塑件图纸提出修改意见。

分析工艺资料，了解所用塑料的物化性能、成型特性以及工艺参数，如材料与制件必须的强度、刚度、弹性；所用塑料的结晶性、流动性、热稳定性；材料的密度、粘度特性、比热容、收缩率、热变形温度以及成型温度、成型压力、成型周期等。并注意收集如弹性模量 E 、摩擦因数 f 、泊松比 μ 等与模具设计计算有关的资料与参数。

熟悉工厂实际情况，如：有无空压机及模温调节控制设备；成型设备的技术规范；模具制造车间的加工能力与水平；理化室的检测手段等。以便能密切联系工厂实际，既方便又经济地进行模具设计工作。

1.2.3 选择成型设备

模具与设备必须配套使用。因为多数情况下都是根据成型设备的种类来进行模具设计，为此，在设计模具之前，首先要选择好成型设备，这就需要了解各种成型设备的规格、性能与特点。以注塑机来说，如注射容量、锁模压力、注射压力、模具安装尺寸、顶出方式与距离、喷嘴直径与喷嘴球面半径、定位孔尺寸、模具最大与最小厚度、模板行程等，都将影响到模具的结构尺寸与成型能力。同时还应初估模具外形尺寸，判断模具能否在所选的注射机上安装与使用。

1.2.4 拟定模具结构方案

理想的模具结构应能充分发挥成型设备的能力（如合理的型腔数目和自动化水平等），在绝对可靠的条件下使模具本身的工作最大限度地满足塑件的工艺技术要求（如塑件的几何形状、尺寸精度、表面光洁度等）和生产经济要求（成本低、效率高、使用寿命长、节省劳动力等），由于影响因素很多，可先从以下几方面做起：

(1) 塑件成型 按塑件形状结构合理确定其成型位置，因成型位置在很大程度上影响模具结构的复杂性；

(2) 型腔布置 根据塑件的形状大小、结构特点、尺寸精度、批量大小以及模具制造的难易、成本高低等确定型腔的数量与排列方式；

(3) 选择分型面 分型面的位置要有利于模具加工、排气、脱气、脱模、塑件的表面质量及工艺操作等；

(4) 确定浇注系统 包括主流道、分流道、冷料穴（冷料井），浇口的形状、大小和位置，排气方法、排气槽的位置与尺寸大小等；

(5) 选择脱模方式 考虑开模、分型的方法与顺序，拉料杆、推杆、推管、推板等脱模零件的组合方式，合模导向与复位机构的设置以及侧向分型与抽芯机构的选择与设计；

(6) 模温调节 模温的测量方法，冷却水孔道的形状、尺寸与位置，特别是与模腔壁间的距离及位置关系；

(7) 确定主要零件的结构与尺寸 考虑成型与安装的需要及制造与装配的可能，根据所选材料，通过理论计算或经验数据，确定型腔、型芯、导柱、导套、推杆、滑块等主要零件的结构与尺寸以及安装、固定、定位、导向等方法；

(8) 支承与联接 如何将模具的各个组成部分通过支承块、模板、销钉、螺钉等支承与连接零件，按照使用与设计的要求组合成一体，获得模具的总体结构。

结构方案的拟定，是设计工作的基本环节。它既是设计者的构思过程，也是设计对象的胚胎，设计者应将其结果用简图和文字加以描绘与记录，作为方案设计的依据与基础。

1.2.5 方案的讨论与论证

拟定初步方案时，应广开思路，多想一些办法，随后广泛征求意见，进行分析论证

与权衡，选出最合理的方案。

1.2.6 绘制模具装配草图

总装配图的设计过程比较复杂，应先从画草图着手，经过认真的思考、讨论与修改，使其逐步完善，方能最后完成。草图设计过程是“边设计（计算）、边绘图、边修改”的过程，不能指望所有的结构尺寸与数据一下就能定的合适，所以在设计过程中往往需反复多次修改。其基本作法就是将初步拟定的结构方案在图纸上具体化，最好是用坐标纸，尽量采用 1:1 的比例，先从型腔开始，由里向外，主视图与俯视图、侧视图同时进行：

- 型腔与型芯的结构；
- 浇注系统、排气系统的结构形式；
- 分型面及分型脱模机构；
- 合模导向与复位机构；
- 冷却或加热系统的结构形式与部位；
- ⑥安装、支承、连接、定位等零件的结构、数量及安装位置；
- ⑦确定装配图的图纸幅面、绘图比例、视图数量布置及方式。

1.2.7 绘制模具装配图

绘制模具装配图时应注意做到以下几点：

- 认真、细致、干净、整洁地将修改已就的结构草图，按标准画在正式图纸上；
- 将原草图中不细不全的部分在正式图上补细补全；
- 标注技术要求和使用说明，包括某些系统的性能要求（如顶出机构、侧抽芯机构等），装配工艺要求（如装配后分型面的贴合间隙的大小、上下面的平行度、需由装配确定的尺寸要求等），使用与装拆注意事项以及检验、试模、维修、保管等，达到要求；
- 全面检查，纠正设计或绘图过程中可能出现的差错与遗漏。

1.2.8 绘制零件图

绘制零件图时应注意做到以下几点：

- 凡需自制的零件都应画出单独的零件图；
- 图形尽可能按 1:1 的比例画出，但允许放大或缩小。要做到视图选择合理，投影正确，布置得当；
- 统一考虑尺寸、公差、形位公差、表面粗糙度的标准方法与位置，避免拥挤与干涉，做到正确、完整、有序，可将用得最多的一种粗糙度以“其余”的形式标于图纸的右上角；
- 零件图的编号应与装配图中的序号一致，便于查对；
- 标注技术要求，填写标题栏；
- ⑥自行校对，以防差错。

1.2.9 编写设计说明书

编写设计说明书有以下内容：

目录；

设计题目或设计任务书；

塑件分析（含塑件图）；

塑料材料的成型特性与工艺参数；

⑤设备的选择：设备的型号、主要参数及有关参数的校核；

⑥浇注系统的设计：塑件成型位置，分型面的选择，主流道、分流道、浇口、冷料井、排气槽的形式、部位与尺寸以及流长比的校核等；

⑦成型零部件的设计与计算：型腔、型芯等的结构设计、尺寸计算、强度校核等；

⑧脱模机构的设计：脱模力的计算，拉料机构、顶出机构、复位机构等的结构形式、安装定位、尺寸配合以及某些构件所需的强度、刚度或稳定性校核；

⑨侧抽芯机构的设计：抽拔距与抽拔力的计算，抽芯机构的形式、结构、尺寸以及必要的验算；

⑩脱螺纹机构的设计：脱模方式的选择，止转方法、驱动装置、传动系统、补偿机构等的设计与计算；

⑪合模导向机构的设计：组成元件，结构尺寸，安装方式；

⑫温度调节系统的设计与计算：模具热平衡计算，冷却系统的结构、尺寸、位置；

⑬支承与连接零件的设计与选择：如支承块、模板等非标零件的设计（形状、结构与尺寸）和螺钉、销钉等标准件的选择（规格、型号、标准、数量）等；

⑭其它技术说明；

⑮设计小结：体会、建议等；

⑯参考资料：资料编号、名称、作者、出版年月。

在编写过程中要注意：文字简明通顺，缮写整齐清晰，计算正确完整，并要画出与设计计算有关的结构简图。计算部分只要求列出公式、代入数据，求出结果即可，运算过程可以省略。写好后校对，最后装订成册。

1.2.10 模具制造、试模与图纸修改

模具图纸交付加工后，设计者的工作并未完结，设计者往往需关注跟踪模具加工制造全过程及试模修模过程，及时增补设计疏漏之处，更改设计不合理之处，或对模具加工厂方不能满足模具零件局部加工要求之处进行变通，直到试模完毕能生产合格注塑件。图纸的修改应注意手续和责任。

1.3 新技术的应用及其对注塑模设计的影响

1.3.1 快速成型技术

采用快速成型技术，由计算机将塑件结构尺寸数据传输给快速成型机，同时计算机

对成型过程实施控制，成型机通过光固化技术将液态聚合物（或聚合物单体）固化成型，或将粉状塑料热熔后固化成型，最后将塑件经人工整饰，得到与塑件图形状结构尺寸与外观相符的塑件。显然快速成型技术只适合制作单件塑件样品，可对其进行使用性能检验或评价结构合理性，或组装后对整机性能综合考察及破坏性试验，或以样品进入市场以求认可从而减小新产品风险。塑件经实用及修改确定后，进行模具设计制造，这样可以一次得到满意合格的塑件。

1.3.2 注塑模 CAD 技术

以计算机为手段、专用注塑模设计分析软件为工具设计模具。软件可直接调用数据库中模架型式尺寸、金属材料数据、塑料材料及加工参数，通过几何造型及图形变换可得到模板及模腔与型芯形状尺寸，迅速完成注塑模设计。利用软件分析功能对设计的模具进行充模、保压、冷却分析模拟，脱模后塑件内温度分布、应力分布、收缩、翘曲变形预测及充模时缺陷预测，依据分析模拟结果对设计的模具进行修改并反复模拟，待模具确定后，由绘图机输出模具装配图及零件图，由打印机输出设计参数及模拟结果。一般零件可直接交加工，型芯、型腔可由计算机 NC 模式传给数控机床加工。

模具 CAD 技术是模具传统设计方式的革命，大大提高了设计效率，尤其是系列化或类似塑件注塑模的设计效率提高更为显著。但是注塑模 CAD 过程的关键还是人，由于目前有关软件技术水平的局限及人们对塑料有关加工性能的认识尚未完全明了，分析过程中仍需人工输入大量参数，并由设计者判断结果的正确性与可靠性程度，这一点取决于设计者对塑料原材料及其加工特性的认识水平与实践经验。

1.3.3 快速经济制模

快速经济制模是塑料模具行业的一个重要发展方向，采用低熔锌基合金浇铸、环氧树脂浇铸、不饱和树脂裱糊等材料 and 简易方法快速制造简易模具，制备完毕后，经整修及简单加工即可作为注塑模使用，模具属简化型机构，可快速制作，因而成本低。此类模具适用于小批量简单塑件（无侧抽芯、侧分型、无螺纹）、中等或厚壁的低精度制品、中低粘度塑料材料、注射压力较低场合。需注意的是设计此类模具时，本手册所提供的结构与尺寸仅可作为参考，并不完全适用。

1.3.4 失芯注塑

对于带有瓶状小口大腔的空腔或特殊异型空腔（如爪形）的塑件，如无法或不适合用中空吹塑方法加工，可用失芯注塑方法。塑件上空腔部分的形成可采用熔点低于塑件材料熔点的低熔点合金或塑料材料或可溶解的材料制成型芯，以嵌件方式放入模具中，成型后一同拿下，以加热或溶解方式脱除型芯即为失芯注塑。失芯注塑适用于小批量塑件的加工，且须为低压、低速场合使用。模具设计时，须特别注意浇口位置，必须避免注射时料流对可消失型芯的冲击和冲刷，因型芯缺乏足够的强度和刚性；模具其它部分的设计与普通注塑模相同。

第 2 章 常用标准与数据

2.1 注塑成型机

2.1.1 国产注塑机技术规范

模具只有和合适的注塑机相配，生产才能正常进行。从模具设计的角度考虑，需了解的注塑机技术规范的主要项目有：注塑机的类型、最大注射量、最大注射压力、最大锁模力、模具安装尺寸及开模行程等。典型国产注塑机主要技术规范如表 2-1 所示。设计模具时，应根据具体的注塑机生产厂提供的“注塑机使用说明书”标明的技术规范进行，因为同一规格的注塑机，生产厂家不同，其技术指标也略有不同。

表 2-1 部分国产 SZ 型塑料注塑成型机主要技术参数

项 目	SZ-10/16	SZ-25/25	SZ-40/32	SZ-60/40	SZ-100/60	SZ-60/450	SZ-100/630	SZ-125/630	SZ-160/1000	SZ-200/1000
结构形式	立	立	立	立	立	卧	卧	卧	卧	卧
理论注射量/cm ³	10	25	40	60	100	75, 105	78, 106	140	179	210
螺杆(柱塞)直径/mm	15	20	24	30	35	30, 35	30, 35	40	44	42
注射压力/MPa	150	150	150	150	150	170, 125	224, 164.5	126	132	150
								110	110	110
注射速率/(g/s)						60, 75	60, 80	16.8	10.5	14
塑化能力/(g/s)						5.6, 10	7.3, 11.8	14~200	10~150	10~250
螺杆转速/(r/min)						14~200	14~200			
锁模力/kN	160	250	320	400	600	450	630	630	1000	1000
拉杆内间距/mm	180	205	205	295×185	440×340	280×250	370×320	370×320	360×260	315×315
移模行程/mm	130	160	160	180	260	220	270	270	280	300
最大模具厚度/mm	150	160	160	280	340	300	300	300	360	350
最小模具厚度/mm	60	130	130	160	10	100	150	150	170	150
锁模形式						双曲肘	双曲肘	双曲肘	液压	双曲肘
定位孔直径/mm						φ55	φ125	φ125	φ120	φ125
喷嘴球半径/mm	10	10	10	15	12	20	15	15	10	15
喷嘴口径/mm			φ3	φ3.5	φ4					
生产厂家	常熟市塑料机械总厂					上海第一塑料机械厂				

续表

项 目	SZ- 250/1250	SZ- 320/1250	SZ- 400/1600 SZ- 350/1600	SZ- 630/3500	SZ- 500/1200	SZ- 800/3200	SZ- 250/1500	SZ- 630/2400	SZ- 1250/4000	SZ- 1600/4000
结构形式	卧	卧	卧	卧	卧	卧	卧	卧	卧	卧
理论注射量/cm ³	270	335	416	634	525	840	255	610	1307	1617
螺杆直径/mm	45	48	48	58	52	67	45	60	80	85
注射压力/MPa	160	145	141	150	153	142.2	178	151	154.2	155
注射速率/(g/s)	18.9	19	22.2	24	28	34	35	47	65	70
塑化能力/(g/s)	110	140	160	220	200	260	165	310	410	410
螺杆转速/(r/min)	10~200	10~200	10~200	10~125	10~160	10~125	10~390	10~266	10~170	10~150
锁模力/kN	1250	1250	1600	3500	2000	3200	1500	2400	4000	4000
拉杆内间距/mm	415×415	415×415	410×410	545×485	460×460	600×600	460×400	550×550	750×750	750×750
移模行程/mm	360	360	360	490	450	550	430	550	750	750
最大模具厚度/mm	550	550	550	500	450	600	450	610	770	770
最小模具厚度/mm	150	150	150	250	280	300	220	310	380	380
锁模形式	双曲肘	双曲肘	双曲肘	双曲肘	双曲肘	双曲肘	双曲肘	双曲肘		
定位孔直径/mm	φ160	φ160	φ150	φ180	φ160	φ160	φ125	φ160	φ200	φ200
喷嘴球半径/mm	SR1	SR1	SR18	(深 20)	SR15	SR20	SR15	SR35	(深 25)	(深 25)
喷嘴口径/mm	5	5		SR18					SR20	SR20
生产厂家	上海第一塑料机械厂									

2.1.2 注塑机的选择

选择合适的注塑机是注塑加工正常进行的前提，选择注塑机要以下列参数校核为依据。

2.1.2.1 最大注射量

注塑模一次成型的塑料重量（塑件与流道凝料之和）应在注塑机理论注射量的 10%~80% 之间；既能保证制品质量，又可充分发挥设备的能力，则选在 50%~80% 之间为好。

2.1.2.2 注射压力

注塑加工时所需注射压力与塑料品种、塑件的形状及尺寸、注塑机类型、喷嘴及模具流道的阻力等因素有关。选择的注塑机的注射压力必须大于成型制品所需的注射压力。根据经验，成型所需注射压力范围如下：

塑件形状简单，熔体流动性好，厚壁者，所需注射压力一般小于 70MPa；

塑件形状一般，精度要求一般，熔体流动性好者，所需注射压力通常选 70~100MPa；

塑件形状一般，有一定精度要求，熔体粘度中等（如改性 PE、PS），所需注射

压力选 100~140MPa;

塑件壁厚、尺寸大，壁厚不均，精度要求高，熔体粘度高者，注射压力选为 100~140MPa。

热塑性塑料注射成型所需注射压力也可由理论分析得出，如采用流动分析软件，则更为准确合理。

2.1.2.3 锁（合）模力

锁（合）模力为注射机锁模装置用于夹紧模具的力。所选注塑机的锁（合）模力必须大于由于高压熔体注入模腔而产生的胀模力，此胀模力等于塑件和流道系统在分型面上的投影面积与型腔压力的乘积。即：

$$F_{\text{锁}} > p_{\text{腔}} \times A / 1000 \quad (2-1)$$

式中 $F_{\text{锁}}$ ——锁（合）模力（kN）

$p_{\text{腔}}$ ——型腔压力（MPa）

A ——塑件及流道系统在分型面上的投影面积（mm²）

型腔压力因塑料品种、塑件复杂程度及精度不同而不同，可由表 2-2、表 2-3 选取。

表 2-2 常用塑料选用的型腔压力

塑料品种	LDPE	HDPE	MDPE	PS	AS	ABS	PMMA	CA
模腔压力/MPa	10~15	20	35	15~20	30	30	30	35

表 2-3 不同塑件选用的型腔压力

条件	易成型的塑件	普通塑件	高粘度塑料、高精度塑件	特高粘度塑料、高精度塑件
型腔压力/MPa	25	30	35	40
举例	PE、PS 等壁厚均匀的日用品	薄壁容器	ABS、POM 等机器零件，高精度塑件	高精度机器零件

2.1.2.4 模具安装尺寸校核

注射模安装尺寸需校核的项目有：喷嘴尺寸、定位圈尺寸、模具外形尺寸及模具厚度。

1. 喷嘴尺寸

注射模主流道衬套始端凹坑的球面半径 R 应大于注塑喷嘴球头半径 r ，以保证同心和紧密接触，通常 $R = r + (0.5 \sim 1)\text{mm}$ 。主流道孔小端直径 D 应大于注塑机喷嘴直径 d ，通常取 $D = d + (0.5 \sim 1)\text{mm}$ 。如图 2-1 所示。

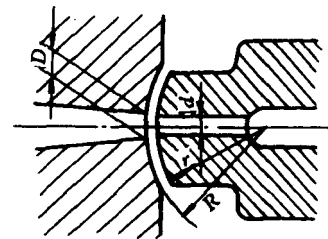


图 2-1 喷嘴与主流道衬套的关系

2. 定位圈尺寸

注射模安装用定位圈外径应与注塑机定位孔内径呈间隙配合，定位圈高度应小于定位孔深度。

3. 模具外形尺寸

模具长宽尺寸应与注塑机的拉杆内间距相适应，以保证模具至少能从一个方向穿过拉杆间的空间安装在注塑机上。

4. 模具厚度

注射模的厚度必须在所选注塑机的最大模厚到最小模厚之间。

5. 模具固定尺寸

注塑机固定及移动模板上有许多不同间距的螺钉孔和“T”型槽，用于固定模具。模具固定方法有两种：第一种，螺钉直接固定（大型注射模多采用此法），此时模具动、定模固定板上的螺钉过孔及其间距必须与注塑机模板台面上对应的螺孔相一致；第二种，压板固定（中、小型模具多采用），只需模具动、定固定板附近有螺孔即可，压板固定形式如图 2-2 所示。

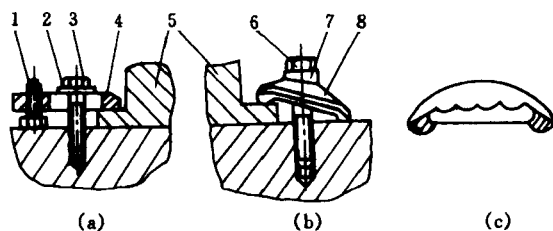


图 2-2 模具压板固定方式

(a) 通用固定压板 (b) 专用固定压板 (c) 压板放大图

1—螺钉 2—垫圈 3、6—螺母

4—压板 5—模具 7—专用垫圈 8—专用压板

2.1.2.5 开模行程的校核

开模取出塑件所需的开模距离必须小于注塑机的最大开模行程。开模行程的校核有三种情况。

(1) 最大开模行程与模具的厚度无关 对于液压-机械式锁模机构注塑机，其最大开模行程由注塑机曲肘机构的最大行程决定，与模具厚度无关。

其中：单分型面注射模，其开模行程按下式校核，如图 2-3 所示。

$$S \geq H_1 + H_2 + (5 \sim 10) \quad (2-2)$$

式中 S ——注塑机的最大开模行程（移动模板台面行程）(mm)

H_1 ——塑件脱出距离 (mm)

H_2 ——包括流道凝料在内的塑件高度 (mm)

双分型面注射模，其开模行程按下式校核，如图 2-4 所示。

$$S \geq H_1 + H_2 + \alpha + (5 \sim 10) \quad (2-3)$$

式中 α ——定模固定板与定模型腔板分开的距离（应保证取出主流道凝料）(mm)

塑件脱模距离 H_1 通常等于模具型芯的高度，但

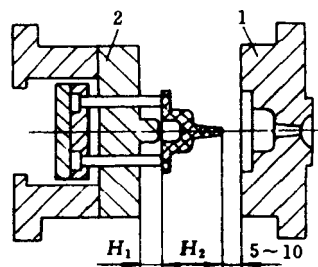


图 2-3 单分型面模具

开模行程校核

1—定模 2—动模

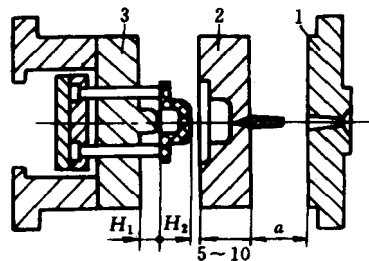


图 2-4 双分型面模具开模行程校核

1—定模 2—定模型腔板 3—动模

对于内表面有阶梯的塑件， H_1 不必等于型芯的高度，以能顺利取出塑件为准，如图 2-5 所示。

(2) 注塑机最大开模行程与模具厚度有关对于全液压式锁模机构的注塑机，最大开模行程要受模具厚度的影响。此时的最大开模行程等于注塑机固定、移动模板台面之间的最大距离 S_K 减去模具厚度 H_m 。

其中：单分型面注射模，其开模行程按下式校核，如图 2-6 所示。

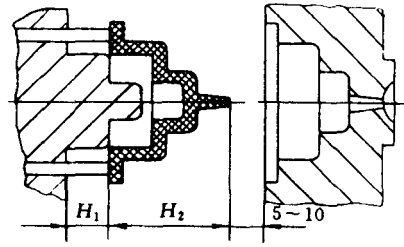


图 2-5 塑件内表面为阶梯状开模行程校核

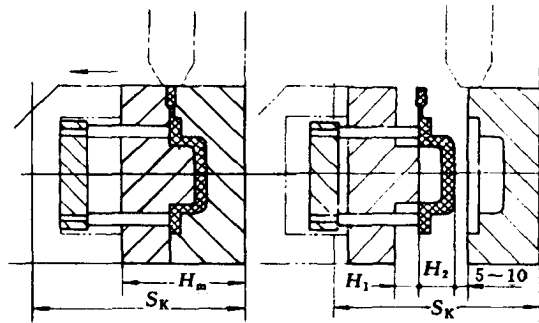


图 2-6 注塑机开模行程与模具厚度有关时开模行程校核

$$S = S_K - H_m \geq H_1 + H_2 + (5 \sim 10) \quad (2-4)$$

$$S_K \geq H_m + H_1 + H_2 + (5 \sim 10) \quad (2-5)$$

双分型面注射模，其开模行程按下式校核。

$$S = S_K - H_m \geq H_1 + H_2 + \alpha + (5 \sim 10) \quad (2-6)$$

$$S_K \geq H_m + H_1 + H_2 + \alpha + (5 \sim 10) \quad (2-7)$$

式中 α ——定模固定板与定模型腔板分开的距离 (mm)

(3) 需利用开模行程完成侧向抽芯 开模行程的校核还应考虑为完成抽拔距 l 而需要的开模行程 H_c 如图 2-7 所示。当 $H_c > H_1 + H_2$ 时 开模行程按下式校核： $S \geq H_c + (5 \sim 10)$ (mm)；当 $H_c \leq H_1 + H_2$ 时，仍按前述校核。

注意：各种新型号的注塑机的顶出装置、顶出方式、最大顶出距离等各不相同，设计模具时应该与之相适应。

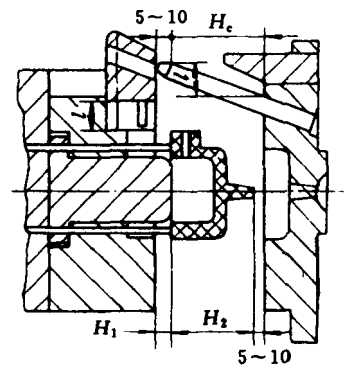


图 2-7 有侧向抽芯时开模行程的校核

2.2 塑料的性能

2.2.1 常用热塑性塑料的性能指标

常用热塑性塑料的主要性能指标如表 2-4 所示。

表 2.4

常用热塑性塑料的主要性能指标

塑料性能	聚乙烯		聚丙烯		聚氯乙烯		聚苯乙烯			
	高密度	低密度	纯	玻纤增强	硬质	软质	一般型	抗冲型	20%~30%玻纤增强	
力学性能	屈服强度/MPa	22~30	7~19	78~90	35~50	10~24	35~63	14~48	77~106	
	拉伸强度/MPa	27	7~16	78~90	35~50		35~63	14~48	77~106	
	断裂伸长率/%	15~100	90~650	>200	—	20~40	300	1.0	5.0	0.75
性能	拉伸弹性模量/GPa	0.84~0.95	0.12~0.24							
	弯曲强度/MPa	27~40	25	67	132					
	弯曲弹性模量/GPa	1.1~1.4	0.11~0.24	1.45	4.5	0.05~0.09	0.006~0.012			
性能	筒支梁冲击强度/ (kJ/m ²)	不断	不断	78	51	58				
		65.5	48	3.5~4.8	14.1					
	布氏硬度 HBS	2.07	邵 D41~46	8.65	9.1	16.2				
物理性能	邵 D60~70	邵 D60~70	R95~105							
	密度/(g/cm ³)	0.941~0.965	0.910~0.925	0.90~0.91						
	比体积/(cm ³ /g)	1.03~1.06	1.08~1.10	1.10~1.11						
物理性能	吸水性/(% (24h))	<0.01	<0.01	0.01~0.03	0.05	0.07~0.4	0.15~0.75	0.03~0.05	0.1~0.3	0.05~0.07
	长时间			浸水 18d0.5						
	透明度或透光率	不透明	半透明	半透明						
热性能及电性能	玻璃化温度/℃	-120~-125	-120~-125	-18~-10						
	熔点(粘流温度)/℃	105~137	105~125	170~176	170~180	160~212	110~160	131~165		
	45 N/cm ² 180 N/cm ²	60~82	38~49	102~115	127	67~82		65~96	64~92.5	82~112
热性能及电性能	热变形温度/℃	48		56~67	127	54				
	线膨胀系数/(10 ⁻⁵ /℃)	11~13	16~18	9.8	4.9	5.0~18.5	7.0~25	6~8	3.4~21	3.4~6.8
	比热容 [J/(kg·K)]	2310	2310	1930		1260	1680	1340	1400	1000
热性能及电性能	热导率 [W/(m·K)]	0.490	0.335	0.118		0.210	0.147	0.120	0.084	0.163
	燃烧性/(cm/min)	很慢	很慢	慢		自熄	自熄	慢	慢	慢
	体积电阻/Ω·cm	10 ¹⁵ ~10 ¹⁶	>10 ¹⁶	>10 ¹⁶		6.71×10 ¹³	6.71×10 ¹⁹	>10 ¹⁶	>10 ¹⁶	10 ¹³ ~10 ¹⁷
热性能及电性能	击穿电压/(kV/mm)	17.7~19.7	18.1~27.5	30		26.5	26.5	19.7~27.5		

续表

塑料性能	PMMA			苯乙烯共聚		PET		纤维素		
	PMMA	ACS	AAS	AAS	ABS	纯	玻纤增强	乙基纤维素	醋酸纤维素	硝酸纤维素
力学性能	屈服强度/MPa	80	36	36	50	68	125			
	拉伸强度/MPa	80	31	35	38	68	125	14~56	13~59	49~56
	断裂伸长率/%	2~10	11	37	35	78	0	5~40	6~70	40~45
性能	拉伸弹性模量/GPa	3.16		1.7~2.3	1.8	2.9		0.7~2.1	0.46~2.8	1.3~1.5
	弯曲强度/MPa	145	47	59	80	104	138~210	28~84	14~110	63~77
	弯曲弹性模量/GPa	2.56	1.34	1.7	1.4		9.1			
性能	简支梁冲击强度/ (kJ/m ²)	23.7	214	130	261	73	58.2			
	缺口	3	49	11	11	5.3	12.4	4.3~18.2	0.86~11.1	10.7~15
	布氏硬度HBS	15.3	4.98	5.98	9.7	R121	14.2	16.6	R50~115	R35~125
物理性能	密度/(g/cm ³)	1.17~1.20	1.07~1.10	1.05~1.12	1.02~1.16	1.32~1.37	1.63~1.70	1.09~1.17	1.23~1.34	1.35~1.40
	比体积/(cm ³ /g)	0.83~0.84	0.91~0.93	0.89~0.95	1.02~1.16	0.73~0.76	0.59~0.61	0.85~0.92	0.75~0.81	0.71~0.74
	吸水性/% (24h 长时间)	0.3~0.4	0.20~0.30	0.5	0.2~0.4	0.26		0.8~1.8	1.9~6.5	1.0~2.0
性能	透明度或透光率	透明	不透明	不透明	不透明	—				
	玻璃化温度/°C	105				69				53
	熔点(粘流温度)/°C	160~200	200	200	130~160	255~260		165~185		
热性能及电性能	热变形温度/°C	45	N/cm ²			115	240	46~88	49~76	60~71
	180	N/cm ²				85			44~88	
	线膨胀系数/(10 ⁻⁵ /°C)	5~9	6.8	8~11	7.0	6.0	2.5	10~20	8~16	8~12
比热容/[J/(kg·K)]	1470	1180	1470	1470	2200	1800	2200	1680	1680	1480
热导率/[W/(m·K)]	0.210	0.122	0.263	0.263	0.263	0.250	0.270	0.227	0.252	0.231
燃烧性/(cm/min)	慢	慢	慢	慢	慢	慢	慢	快	快	快
体积电阻/Ω·cm	>10 ¹²	2.25×10 ¹⁴			6.9×10 ¹⁶	3.92×10 ¹⁴	3.67×10 ¹⁴	10 ¹⁰ ~10 ¹²	10 ¹⁰ ~10 ¹²	(1.0~1.5)×10 ¹⁹
击穿电压/(kV/mm)	17.7~21.6	21.7					30~35	9.8~14.4	11.8~23.6	>15

续表

塑料性能	聚碳酸酯			聚 砜				聚 苯 醚		
	纯	20%~30% 长玻纤	20%~30% 短玻纤	聚甲醛	纯	30%玻纤	聚芳砜		聚砜砜	
力学性能	屈服强度/MPa	72	120	84	69	82	>103	98	101	87
	拉伸强度/MPa	60	120	84	60	58	>103	98	97	69
	断裂伸长率/%	75	泊松比 0.38	泊松比 0.38	55	30	0	26	26	14
	拉伸弹性模量/GPa	2.3		6.5	2.5	2.5	3.0		2.6	2.5
	弯曲强度/MPa	113	169	134	97	104	>120	>180	147	140
	弯曲弹性模量/GPa	1.54	4.0	3.12	1.8	2.0	3.1	2.1	2.1	2.0
	筒支梁冲击强度/ (kJ/m ²)	不断	65	57.8	202	430	46	102	480	100
		55.8~90	22	10.7	15	20	10.1	17	18	13.5
	布氏硬度 HBS	11.7 M75	14.5	13.5	11.20 M78	12.7 M69, R120	14	14.0 MI10	12.93	13.3 R118~123
物理性能	密度/(g/cm ³)	1.20	1.35~1.50	1.34~1.35	1.41	1.24	1.34~1.40	1.37	1.36	1.06~1.07
	比体积/(cm ³ /g)	0.83	0.67~0.74	0.74~0.75	0.71	0.80	0.71~0.75	0.73	0.73	0.93~0.94
	吸水性/% (24h)	23℃ 50% RH 0.15	23℃ 50% RH 0.09~0.15	0.09~0.15	24h 0.12~0.15	0.12~0.22 23℃ 28d	<0.1	0.8	0.43	24h 0.06 23℃
	长时间	23℃ 浸水中 0.35	23℃ 浸水中 0.2~0.4	0.2~0.4	长期 0.8	0.62				水中长期 0.14
	透明度或透光率	—	—	—	—	透明	—	—	—	—
热性能及电性能	玻璃化温度/℃	149	—	—	~50	190	—	288	230	190~220
	熔点(粘流温度)/℃	225~250	245~250	235~245	180~200	250~280	—	—	—	300
	45 N/cm ²	132~141	146~157	146~149	158~174	182	191	182	183	180~204
	180 N/cm ²	132~138	143~149	140~145	110~157	174	185	—	174	175~193
	线膨胀系数/(10 ⁻⁵ /℃)	6	2.13~5.16	3.2~4.8	10.7	3.5	2.85	—	2.6	5.2~6.6
	比热容/[J/(kg·K)]	1220	840	840	1470	1300	—	—	1100	—
	热导率[W/(m·K)]	0.193	0.290	0.218	0.231	0.118	0.319	0.190	0.160	0.195
	燃烧性/(cm/min)	自熄	自熄	自熄	2.54	自熄	自熄	自熄	自熄	12.7 自熄
	体积电阻/Ω·cm	3.06×10 ¹⁵	10 ¹⁵	10 ¹⁵	1.87×10 ¹⁴	9.46×10 ¹⁴	>10 ¹⁴	1.1×10 ¹⁵	6.14×10 ¹⁴	2.0×10 ¹⁵
	击穿电压/(kV/mm)	17~22	22	22	18.6	16.1	20	29.7	—	16~20.5

续表

塑料性能	聚酰胺			含氟树脂				
	尼龙9	尼龙11	MC尼龙	聚四氟乙烯	聚三氟氯乙烯	聚偏氟乙烯		
力学性能	屈服强度/MPa	55	54	97	14~25	32~40	46~49	聚四氟乙烯与六氟丙烯共聚
	拉伸强度/MPa	38	42	84				
	断裂伸长率/%	75	80	36	25~35	30~190	30~300	250~370
性能	拉伸弹性模量/GPa	90	1.4	3.6	0.4	1.1~1.3	0.8	0.3
	弯曲强度/MPa	1.3	101	134	11~14	55~70	1.4	
	弯曲弹性模量/GPa	不断	1.6	4.3	不断	1.3~1.8	160	不断
性能	筒支梁冲击强度/ (kJ/m ²)	15	56	不断	16.4	13~17	20.3	
	布氏硬度 HBS	8.31	7.5 R 100	12.5 R 91	R58 部 D50~65	9~13 部 D74~78	部 D80	R25
	密度/(g/cm ³)	1.05	1.04	1.14	2.1~2.2	2.11~2.3	1.76	2.14~2.17
物理性能	比体积/(cm ³ /g)	0.95	0.96	0.88	0.45~0.48	0.43~0.47	0.57	0.46~0.47
	吸水性/% (24h)	0.15	0.5	0.8~1.14	0.005	0.005	0.04	0.005
	透明度或透光率	1.2	0.6~1.2	5.5				
热性能及电性能	玻璃化温度/℃	半透明	半透明	不透明	-126	45	透明、半透明	
	熔点(粘流温度)/℃	210~215	186~190	235~250	327	260~280	204~285	265~278
	热变形温度/℃	45 N/cm ²	68~150	204~218	121~126	130	150	
性能	180 N/cm ²		47~55	149~218	120	75	90	
	线膨胀系数/(10 ⁻⁵ /℃)	15	11	5~8	10~12	4.5~7.0	15.3	
	比热容/[J/(kg·K)]		1260		1050	920	1400	1170
性能	热导率[W/(m·K)]	0.630	0.273		0.252	0.210	0.126	0.252
	燃烧性/(cm/min)	自熄	自熄				自熄	
	体积电阻/Ω·cm	4.44×10 ¹³	1.6×10 ¹³	3×10 ¹³	>10 ¹⁵	>10 ¹⁵	2×10 ¹²	(0.94~2.1)×10 ¹⁶
击穿电压/(kV/mm)	>15	>15	19.1	25~40	19.7	10.2	40	

2.2.2 塑料的成型收缩率、拉伸模量、泊松比、与钢的摩擦因数

常用塑料的成型收缩率、拉伸模量、泊松比、与钢的摩擦因数如表 2-5 所示。

表 2-5 常用塑料的成型收缩率、拉伸模量、泊松比、与钢的摩擦因数

塑料名称	成型收缩率/%	拉伸模量 $E/\times 10^3\text{MPa}$	泊松比 μ	与钢的摩擦因数 f	
PE	LDPE	1.5~3.5	0.212~0.216	0.49	0.3~0.5
	HDPE	1.5~3.0	0.89~0.98	0.47	0.23
PP	PP	1.0~3.0	1.6~1.7	0.43	0.49~0.51
	GFR (增强)	0.4~0.8	3.1~6.2	—	—
PS	PS	0.5~0.8	3.2~3.4	0.38	0.45~0.75
	GPS	0.2~0.8	2.8~3.5	—	—
	HIPS	0.3~0.6	1.4~3.1	—	0.5
	耐热型	0.2~0.8	2.8~4.1	—	—
	GFR (20%~30%)	0.3~0.5	5.8~8.9	—	—
SAN	0.2~0.6	3.3~3.9	—	0.5	
ACS	0.4~0.1	—	—	—	
ABS	ABS	0.4~0.7	1.91~1.98	—	0.20~0.25
	抗冲型	0.5~0.7	1.59~2.28	—	—
	耐热型	0.4~0.5	2.0~2.9	—	—
	GFR (30%)	0.1~0.2	4.1~7.1	—	—
PVC	硬 PVC	0.2~0.4	2.4~4.2	0.42	0.45~0.6
	半硬 PVC	0.5~2.5	—	—	—
	软质 PVC	1.5~3.0	—	—	—
AS	0.4~0.8	2.28~2.55	—	—	
PVDC	0.5~2.5	0.34~0.55	—	0.68	
PA6	PMMA	0.2~0.9	2.7~2.9	0.40	0.3~0.5
	PA6	0.7~1.5	1.39~1.48	0.44	0.58~0.60
	GFR (30%)	0.35~0.45	5.5~10.0	—	—
PA66	PA66	1.0~2.5	1.92	0.46	0.58
	GRF (30%)	0.4~0.55	6~12.6	—	—
PA610	PA610	1.0~2.5	2.3	—	—
	GRF (30%)	0.35~0.45	6.9~11.4	—	—
PA9	1.2~2.5	1.0~1.2	—	0.5	
PA1010	PA1010	0.5~40	1.28	—	0.64
	GRF (30%)	0.3~0.6	8.7	—	—
PA11	1.0~2.5	1.4	—	0.17	
PA12	0.8~2.0	1.24	—	0.1~0.2	