

Autodesk Inventor 2011 软件提供了易于使用的模具设计功能,便于设计师直接利用塑料零件的 Inventor 三维模型设计模具,从而简化零件的准备,补面(Patch)和分割面的创建,实现型芯和型腔设计、流道和浇口设计,以及冷却系统设计的自动化。通过与 Inventor 数字样机的全面关联,模型中的任何变更都会自动反映到模具设计中。软件中包含 MoldFlow 塑料流动分析工具。使用这些工具可以确定塑料熔体的流速、浇口位置、收缩率和各种工艺参数。模具分析功能可以优化设计并减少模具试修的次数,从而节约时间和成本。模架库所包含的是企业内重复使用标准的模架,这样可以避免重复劳动,重复利用已经验证的设计知识。Inventor 提供了单一的标准件库,可以在其中轻松访问多种模架标准系列,如有必要,还可以快速定制符合自己需求的标准模架。

下面先来介绍该软件模具设计流程和设计的步骤,实例为如图 1 所设计的手机模型。

一、Inventor 软件设计流程

Inventor 软件和其他专业模具设计软件的基本流程是类似的,基本上都是采用零件设计、选择材料、创建模具模型、收缩率设置、创建分型面和体积块、分型面检测、分模、加载模架、创建行位并放置滑块、浇注系统设计和顶出系统设计(即创建浇口、流道和水道)、模流分析和生成模具工程图这些标准设计流程。

Inventor 提供了整套的注塑模设计方案,那么在模具设计之前,设计人员要对模型的开模方向进行评估分析,如开模时的创建补孔与分型面的合理分配,拔模角,模具倒角倒圆,模具的制造加工工艺性规划等要素。其中,模具设计的前期阶段流程如图 2 所示。

Autodesk Inventor 成品线中包括自动化模具设计工具,可以直接利用 Inventor 中塑料零件的三维模型,借助 Autodesk Moldflow 塑料流动分析工具,帮助优化模具设计,并减少模具试修次数。通过最初的模具设计前期阶段的准备,下面进行的模具设计,将按照如图 3 所示的 Inventor 2011 模具设计的设计流程。

二、Inventor 软件模具设计步骤

下面以实例中的手机上盖为实例,介绍 Mold Design 的设计步骤。

1. 新建模具设计并导入塑料模型

启动 Autodesk Inventor 2011 后,新建 Mold Design,定义模具文件名和模具设计文件路径加载,进入到 Inventor Mold 塑料模具设计的环境下,点击图标...塑料零件功能,选择塑料产品,将塑料产品导入到软件的塑料模具设计环境中,如图 4 所示。

2. 调整开模方向

调整开模方向非常重要,因为 Mold Design 自动修补破孔方式会根据出模的方向来定,关系到分型的成败。因此该步骤是用来调整塑件的出模方向,当塑件导入模具设计环境后,会有一个默认的模型放置方向,但是默认的方有可能不是正确的模具出模方向,所以必须进行调整。点击图标调整方向功能,如图 5 所示。

3. 浇口位置

浇口可以将流道连接至模具，并使熔化的塑料从流道流至模具型腔。浇口位置是注塑零件表面上的坐标，用于指示放置物理浇口的位置。操作者可以手工定位浇口位置，也可以使用浇口位置分析来自动建议相应数量浇口的最佳位置。浇口位置分析用于根据最小流阻建议零件的注射位置。确定最佳注射位置时，浇口定位器算法不会考虑加工条件、零件几何图元或材料数据。若要在阵列中包含浇口位置，请选中“复制到所有成腔(Copy to all pockets)”。清除该复选框可创建惟一的浇口位置。操作者可以在“模具布局”选项卡和“型芯型腔”选项卡中访问命令。

4. 选择材料

Mold Design 提供了非常丰富的材料库，基本上含有模具行业常用的材料，共有七千多种塑料材料，且每种材料都有其属性，包括厂商以及牌号，还包括温度属性和收缩率等。MoldDesign 软件中含有如此丰富的材料库，是因为有 Mold Flow 的功能，在进行模流分析时，必须先定义具体的材料型号，才可以进行工艺的设定和模流的分析。如果没有定义材料型号，后面的零件填充分析将不能进行，零件收缩率也将没有参考值。点击图标选择材料功能，出现如图 6 所示对话框。

5. 型芯/型腔初始化零件

点击图标型芯/型腔功能，进入到下一级菜单，可对塑料零件进行浇口位置(Gate Location)、零件工艺设置(Part Process Settings)、零件填充分析(Part Fill Analysis)和零件收缩(Part Shrinkage)进行设置。Mold Design 的另一个特色便是能进行模流分析，它集成 Mold Flow 功能，能做填充时间、塑料流、可填充度、品质预测、包封和熔接线的分析并显示摘要。展开“结果”特征树，如图 7 所示查看填充云图。

填充时间结果显示了填充型腔过程中每隔一定时间流动前沿所处的位置。要注意的是，“塑料流动”结果是“填充时间”结果的另一种表达。该信息适用于这两种结果。“零件收缩率”命令基于模具尺寸来估算将发生的收缩率。收缩率是注射成型过程所固有的，当零件中的塑料熔体冷却时便会发生。然后，可根据需要对模具尺寸进行调整，直到零件尺寸符合设计规格为止。在运行收缩率仿真前，必须先定义材料，并且必须存在至少一个浇口位置。

在型芯/型腔“塑料零件”菜单中可以对单个塑料模型进行注射工艺的分析，在“模具仿真”中，可以对整个塑料模具进行注射工艺分析，如一模多腔的分析等。

6. 定义毛坯设置

该步骤是用来定义塑料膜的毛坯大小，即模仁的大小。毛坯的计算原理是根据塑件产品的最大轮廓尺寸加上塑件最大轮廓到毛坯边缘的距离值，系统自动计算得到的一个尺寸，因此定义毛坯设置效率比较高。可定义毛坯为矩形和圆柱形两种类型。

点击图标定义毛坯设置功能，如图 8 所示对话框。

7. 创建补孔面

使用“创建补孔面”功能可以手动选择或自动检测产品中的所有内部补片。修补产品上的破孔，这是分模设计必须的工作主一，模型越复杂、开口越多则工作量越大。补面是通过创建曲面的方式去修补产品上的破孔。通常创建曲面方式的工具都必须一个曲面接着一个曲面去做，在 Mold Design 中，一般都可以使用软件的自动补孔功能去补塑件产品的孔，对于在自动补孔操作中采

能完成的，则可以通过手动方法进行。

通过上面的方法检测到所有补片后，工程师可以修改每个补片的位置和边。例如，可以将补片的位置特性从“定模侧”更改为“动模侧”。可以删除任何不合适的补片，或者添加在零件上手动选择的补片。下面了解一下 **Mold Design** 中有两种方式来创建补孔面的方法。

(1)自动补孔。执行自动补孔命令后，软件会去识别塑件产品的孔并进行修补，但是并不是所有的孔都能正确识别和修补，需要后续手动更改和添加。

(2)手动补孔。软件未能自动识别的孔需要采用手工添加，需要在对话框中“单击添加”，选择塑件产品破孔 L 的边界，依次选择边界即可，经过以上步骤，若还没有将塑件产品的孔完全修补好，则必须通过 **Inventor** 软件的创建曲面工具来修补，操作就类似于其他软件修补曲面的方法。

点击图标定义和创建补孔面功能，采用自动补孔，如图 9 所示对话框和补孔面。

8. 创建分型面

使用“创建分型面”功能可手动选择或自动检测塑料零件上的分型线，并在该分型线上创建分型面。

在 **Mold Design** 的分型设计中，有个“创建分型面”的工具，只要创建了工件，就能自动产生分型面，因为工件是软件判定分型面大小的依据所在，如图 10 所示。如果 **Mold Design** 不能非常完整地创建分型面，必须采用曲面创建的方法，如“拉伸生成分型面”、“边界生成分型面”和“放射生成分型面”功能来创建。

点击图标定义创建分型面功能，采用自动分型面，如图 10 所示对话框和分型面。

9. 生成型芯型腔

面创建有缺陷，在执行“预览/诊断”生成型芯型腔”对话框中提供了“分型面”选项卡，如图 11 所示。

11 所示。

造工艺方法，可能有些部分(如侧台，而且不便于脱模，制造成本高，是模架中单独的金属片，用于创建放置现有镶件来将镶件添加至部件

件可以自动判断为型面和补孔面。如果补孔不完整，或者为型面断”时将会失败，此时需要去查找补孔和分型面的问题所在。“型面诊断”的工具，可以检查其错误，直到模仁的型芯和型腔分开为止。

点击图标定义生成型芯型腔功能，执行“预览/诊断”结果如图 10 所示。

10. 镶件设计

通常情况下在模具加工制造时，如果采用一般的型芯型腔制造阶段、侧孔壁、侧倒扣和卡扣等)会比较难加工，结构成型困难，那么就用镶件来干涉某一部分形状并和模具组装在一起。镶件是零件的一部分。镶件也是滑块的一部分。通过创建镶件或放置中。可以使用模板、形状或草图来创建镶件。

11. 一模多腔设计(阵列)

个零部件后，可使用排列功能来排列(Linear)、角度排列(Angular)、环形排列(Circular)和变量

一模多腔用于创建具有多个注塑零件的模型部件。在放置多个零件时，可以在模具部件中的每个零件。排列类型有矩形排列(Rectangular)、角度排列(Angular)、环形排列(Circular)和变量

排列(Variable)三种。

点击图标定义阵列功能，设置阵列的参数，结果如图 12 所示。

12. 流道和冷却水道设计

流道和冷却水道设计包括浇注系统和冷却系统两部分。浇注系统设计有流道草图、流道、直浇道、浇口和冷料井这几种方法；冷却系统设计有冷却水道、手动创建草图和冷却零部件这几种方法。

流道是塑料熔化后从主流道流向浇注浇口的通道，创建流道系统模型需要使用流道草图。流道是塑料熔化后从主流道流向浇注浇口的通道，流道的形状有圆形、半圆形和梯形。浇口可以将流道连接至模具并使熔化的塑料从流道流至模具型腔。冷料井可防止冷料进入流道，最终防止进入塑料零件。冷料井通常位于主流道或流道的末端。采用“冷却水道”功能，可以创建贯通模具的冷却水道以循环流动冷却液，从而达到快速均匀冷却模具的效果。

13. 加载标准模架

模架是一种包含模具型芯和型腔的钢板部件。使用“模架”功能可以创建模架。可以通过从供应商的模架库中进行选择(例如 DME、FUTABA、HASC0、LKM、PLDROTTI、POLIMOLD、RABOURDIN 和 STRACK)来放置标准模架，也可以自定义任意标准模架类型。还可以调入如滑块(Slider)、斜顶(Lifter)、顶出机构(Ejector)、浇口套(Sprue bushing)和定位环(Locating ring)等组件。Mold Design 里面含有丰富的标准件库，如图 13 所示加载的标准模架。

14. 创建顶出元件

顶出元件是一种用于将塑料零件推出模具的顶针或司筒。“顶出元件”特征可创建顶针或司筒。Mold Design 提供非常方便的顶出元件设计思路，通常在二维排位设计的时候完成，这样不容易发生干涉问题。Mold Design 可以利用其标准件库进行顶出系统的设计，相当的快捷方便。

在“模具部件”选项卡中，点击创建顶出元件功能，如图 14 所示顶出元件设计。

15. 浇口套、定位环、冷却零部件和定位器设计

该步骤为模座部件设计。浇口套(Sprue Bushing)是熔化的塑料进入模具中所流过的开口，浇口套与定位环嵌在一起，其端口连接至主流道中的开口或者直接连接至模具型腔，具体取决于设置。塑料在浇口套的引导下流过流道，经浇口进入模具型腔，或直接进入型腔。定位环(Locating Ring)是安装在浇口套上，与注射器喷嘴对准，定位环与中心流道对准，以防止注射过程中塑料漏出。冷却零部(Cooling Components)件是水道孔口的螺栓接头，连接外面水管，它的功能用于指定引导冷冻剂流过冷却水道的零部件。定位器(Lock Set)可确保模具的两半能准确对准，该特征可创建边锁或斜面定位器，定位器有边锁和斜面定位器两种类型。

16. 布尔运算

布尔运算包括合并型芯与型腔(相当于并集)、建腔(相当于差集)和模具布尔运算(相当于交集)三种运算方法。合并型芯与型腔(Combine Cores And Cavities)特征可将单独的型芯与型腔合并到一个型芯与型腔中，此特征在一模多件模具设计或多腔模具设计中很有用。建腔(Workpiece Pocket)特征可在模架中创建凹型腔，此类腔可容纳型芯与型腔。模具布尔运算(Mold Boolean)特

征可集成干涉检查功能和布尔计算，可以使用模具布尔运算来检查模具设计部件中的干涉情况，使用剪切工具零部件来剪切零部件实体，将两个零部件合并成一个。

17. 模具仿真

模具仿真分析包括模具制造设定、模具填充和模具收缩率三部分设置。设置后根据软件的分析结果，就可以对浇注系统和塑料模型收缩率等进行云图分析，如浇注系统的主流道、分流道、浇口和冷料井等。和前面一样，它继承了 **Mold Flow** 功能，分析的结果是塑料模型注射成型的依据和模型顺利成型的关键。塑料模具分析云图结果如图 15 所示。

如果要仿真模具的开模、顶出等整套开模动作，可以采用 **Inventor Studio** 进行开模的动画制作。

18 · 生成二维工程图

当模具设计好后就可以进行工程图的输出和后续完善工作。二维工程图包括基本视图、尺寸、零件列表、加注圆圈和孔图表信息等。工程师可以为所有生成的模型创建工程图，可以根据当前的模具设计文档来指定工程图组，为其配置工程图设置，包括图纸格式、尺寸样式和中心标记等。如果对自动生成的工程图文档不满意，可以在 **Inventor** 环境中手动修改工程图。如完善图样、添加尺寸和标准公差等。

点击图标生成二维工程图，设置输出的工程图参数，如图 16 所示。

三、总结

Mold Design 提供了整个塑料模具设计的解决方案，整个操作流程方便和快捷，可以有效提高模具设计工程师的设计效率。而且模座的标准件资源库丰富。另外，**Mold Design** 继承了 **Mold Flow** 塑料模具的模流分析，为模具的虚拟化设计分析提供了有效的依据，功能十分强大。

不过在设计的过程中，也有些不足的地方，如创建补孔面设计。对于复杂的需要补孔的位置，功能比较单薄，往往因为补某个模型孔面时显得力不从心或补孔失败，最终不能分模。随着软件的不不断升级，期待着有更完善的模具设计模块来优化塑料模具的设计。通过 **Inventor 2011** 模具设计探讨实践，希望能给从事模具设计的读者朋友一点启发。