

# 塑料注射模具型腔型芯的计算机辅助设计

COMPUTER AIDED DESIGN OF THE CORE AND CAVITY OF  
PLASTIC INJECTION MOULD

何玉林            徐胜利            袁执中  
He Yulin        Xu Shengli      Yuan Zhizhong

(机械工程一系)

**摘 要** 本文讨论了应用IBMPC/XT(或长城0520)微机辅助设计电视机塑料机壳注射模具型腔型芯的方法。提出了用子图形、编码、菜单等技术输入电视机箱的二维制件图,再根据制件与模具型腔和型芯的关系建立数学模型,由计算机自动设计型腔和型芯,最后自动绘制制件和模具的多面视图的方法。同时,还讨论了AutoCAD图形软件与高级语言程序的连接和数据交换问题。

**关键词** 塑料模;注射;型芯;型腔;计算机辅助设计

**ABSTRACT** This paper discusses the designing of the injection mould for producing the plastic case of TV set carried out in the type IBM PC/XT (or Great Wall 0520) micro-computer. The procedure consists of inputting the 2-D drawings of the TV set case with the aid of sub-drawing, coding and menu specifying; setting up the mathematic model according to the relationship between the plastic part and the mould; designing the core and cavity of the mould and finally displaying and plotting the drawing of the mould.

The connection between the AutoCAD software and the advanced language for programming and the data conversion is also discussed.

**KEY WORDS** Plastic die, injection, core, cavity, computer aided desing

## 一、引 言

从本世纪六十年代以来,各种塑料材料纷纷问世,由于其价格低廉、生产率高、形状及色调选择自由、耐腐蚀、电气绝缘性能优良等特点,故已广泛应用于汽车、家用电器、办公机器的内外装饰零件、电器零件,部分结构零件、功能零件和外壳零件。由于80%的塑料制件需要模具加工成形,因此对塑料模具的需求十分迫切。怎样在短时间内向用户提供精度高、寿命长、成本低的模具乃是提高塑料制品质量,加快产品更新换代急需解决的关键问

本文于1987年12月18日收到

题, 解决这个问题的重要措施就是用CAD/CAM技术改造传统的手工作坊式的模具制造业。

对于电视机塑料机箱这类结构比较复杂的三维壳体零件, 建立它的几何模型是设计其注射模具的基础。通常是采用测定模型法, 曲面展成法、体素构形法来建立这种几何模型。但用这些方法生成制件的三维模型时, 需要处理的信息量大, 占用存贮空间多, 所以需要速度快、存贮容量大的计算机及较多的外部设备和三维图形支撑软件。如果用IBMPC/XT这类微机系统和Auto CAD软件则是很难胜任的。

鉴于我国目前塑料模具CAD/CAM的应用研究刚开始不久, 大多数模具设计和制造厂也只有条件配备微机CAD系统。因此, 如何应用微机进行塑料模具的辅助设计和辅助制造以满足生产的需要是一个具有普遍意义的研究课题。

## 二、基本设想

我们认为, 应用微机辅助设计塑料注射模具现阶段可以避免建立制件三维几何模型的过程, 直接由已设计好的塑料制件图(一组视图)来设计模具。这样不需要用三维图形软件进行制件的三维几何构型, 而是充分利用二维图形软件的功能进行三维型腔模具设计。即首先输入塑料制件图(电视机塑料机箱的多面视图), 以获得存贮在计算机内的描述制件形状、大小和属性等的模型, 然后经过几何变换, 尺寸转换等处理, 获得模具型腔、型芯的多面视图。最后, 调用模具图库中的模具标准零件图, 如模板、垫板、导柱、导套等, 自动绘制模具结构图, 零件图和装配图。进一步还可以由一组视图提供的数据重建三维信息, 从而向数控机床提供加工模具型芯和型腔的数据, 实现CAD/CAM一体化。按照这一设想, 就可以在IBM PC/XT微机上利用Auto CAD软件提供的绘图功能和DBASE III提供的数据存取及管理功能来实现塑料注射模具的辅助设计。这是一种比较经济, 并能在短期内收到实效的方法。为此, 必须解决二维制件图形的输入问题; 模具型芯和型腔的自动设计问题; 模具图的自动绘制以及Auto CAD图形软件与高级语言程序的连接与数据交换等问题。

## 三、几个主要问题的处理方法

### 1. 塑料机箱制件图形的输入

塑料机箱制件图是表达机箱形状、结构及大小的一组视图。解决它的输入是注射模CAD的基础。针对电视机塑料机箱的形状和结构特点, 我们认为, 完全局限于某一种方法, 难以达到满意的效果。应根据各自的特点分别采取不同的输入方式。同时, 为了使用方便, 应采用人机对话的形式使几种输入方式统一在一个输入模块中。

对电视机塑料机箱制件图进行分析, 可以将其划分为以下几个部份:

- (1)外形: 机箱的外形轮廓。
- (2)屏幕曲线: 机箱与显像管配合部份的形状和大小。
- (3)旋钮区: 调谐旋钮、频道选择旋钮部位的结构形状。
- (4)喇叭区: 喇叭区的形状和结构。对18吋以上的机箱, 旋钮区和喇叭区通常作为一个单独件加工成形, 然后装配到机箱上。
- (5)散热窗: 散热部位的结构形状。

(6)子结构: 机箱中加强筋、螺丝立柱、线路板支撑、机脚等结构。

根据上述分析结果, 我们采用了子图形编辑、编码输入和子结构插入相结合的输入方式。

子图形编辑就是将一些常用的典型图形定义成子图形, 例如上述的1、5项。由主控程序将被选用的子图形装配起来形成一组视图。设计者则通过人机对话方式选取子图形和输入参数以完成各子图形的输入。

编码输入是对于不能用于子图形定义的图形, 例如屏幕曲线等进行输入所采用的方法。也就是通过编码表示图形元素, 它包含图形名、图形参数及其他辅助信息。设计者可以通过行编辑EDLIN命令建立图形的编码数据文件。其具体方法是根据电视机机箱图形和Auto CAD绘图软件的特点, 将图形元素分为以下几类: a) 直线, b) 圆弧, c) 圆, d) 多线段, e) 光滑曲线, 并分别用代码表示其名称、基本参数和其它辅助信息。由于在编码输入的图形中经常要出现直线与直线, 圆弧与圆弧及直线与圆弧之间的圆弧连接, 所以还设计了用作求交点、切点等几何计算的子程序。此外, 对每一个编码图形都要给出图形基准点和所在视图等信息。基本图形元素编码表如表一所示。其输入格式如下:

$$F_N, F_W, X, Y, Z_K, R, K_P$$

表 1 基本图形元素编码表

图形元素类型 $F_N$	坐标信息 $F_W$		坐标值 $X, Y$	辅助参数 $Z_K$	过渡圆弧半径 $R$	选择码 $K_P$
元素名称	代码	名称	代码			
直 线	L□	相对坐标	R□	起点(或终点)的坐标值 $X_i, Y_i$	与 $X$ 轴正向夹角 $\alpha$	两直线过渡圆弧半径值
圆 弧	A□	绝对坐标	A□	圆心坐标值 $X_i, Y_i$	圆弧半径 $R$	直线和圆弧过渡圆弧半径值
圆	C□	绝对坐标	A□	圆 心 坐 标 $X_i, Y_i$	圆的半径 $R$	
多 线 段	P□	折 线	T□			
光滑曲线	P□	光滑曲线	P□			
编码段结束	EC					
下一编码段开始	R□					

\*注“□”表示空格

对于多线段和光滑曲线在填写编码表时, 不填写坐标值  $X, Y$ , 辅助参数  $Z_K$ , 过渡圆弧半径  $R$ 、选择码  $K_P$  等项, 而是另外填写多线段编码数据区。数据区的输入格式是:

$$\Delta X, \Delta Y, R, T_K$$

其中  $R$  是两线段过渡圆弧半径 ( $R > 0$ ),  $T_K$  是判别参数, 它指示  $\Delta x, \Delta y$  这两个直线段参数的意义, 即  $T_K = 0$  时  $\Delta x, \Delta y$  分别表示  $x$  和  $y$  方向增量。若  $T_K = 1$ , 则  $\Delta x$  为  $x$  轴方向

增量,  $\Delta y$ 却是该直线段与 $x$ 轴正向夹角。当 $T_k = 2$ 时,  $\Delta x$ 应为 $y$ 轴方向的增量,  $\Delta y$ 是该直线段与 $x$ 轴正向夹角。

主程序读入编码数据文件, 按指定的图形元素和提供的参数调用绘图子程序在屏幕上显示用编码方式输入的图形。

子结构插入就是把加强筋、螺丝立柱之类的小, 而且可以相对独立的结构作为子结构处理, 用Auto CAD的BLOCK命令把它的各个视图分别定义为几个BLOCK, 并编制用户菜单, 在Auto CAD图形编辑中将其插入到图形中去。

制件图形输入过程如(图1)所示。

### 2. 由输入的制件图设计模具型芯和型腔

型芯和型腔是成形机箱的部份。设计型腔时应考虑分型面的选择和排气槽等。电视机塑料机箱注射模具一般采用制件外形轮廓面作为分型面, 用脱模件顶杆与模具的配合间隙作为排气槽。并且还要考虑制件尺寸公差影响, 塑料收缩率影响, 对于大型模具还要考虑成形零件热膨胀率的影响等, 由此进行制件尺寸到型腔、型芯尺寸的换算。除此之外, 就模具型腔和型芯的外形及结构而言还必须考虑制件与型腔、型芯的几何对应关系, 从而把制件图变换成型腔和型芯的视图。

在制件图输入结束以后, 用DXFOUT命令将输入的图形转换成\*.DXF文件输出, 然后用处理\*.DXF文件的高级语言程序对\*.DXF文件中所包含的各种实体进行尺寸换算、几何变换, 再送回到Auto CAD生成型腔和型芯的各视图。

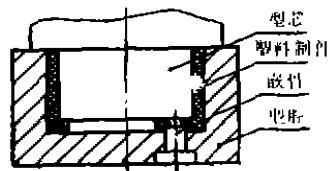


图 2 模具工作示意图

从图2可以看出型芯是成形制件内腔, 型腔是成形制件外形。制件图是包含在各视图中的所有直线、圆(弧)、曲线等实体的集合, 而型芯和型腔则分别只是其中一部份实体, 因此它们分别是制件图这一实体集合的子集经线性变换的结果。

现以型芯为例来说明它与制件图的关系。

由于型芯是成形制件内腔, 故其形状、大小应与制件内腔形状大小相对应。由(图3)可见制件图中反映内腔轮廓形状及大小的是后视图(也包括相应的一些剖视图, 在此未画出)。假如把反映制件内腔形状大小的实体集合作为 $\phi 1$ , 而把制件图的后视图及相应剖视图作为 $\phi 2$ , 则显然 $\phi 1 \in \phi 2$ , 因为 $\phi 2$ 中除了含有反映内腔的实体外, 还包含有反映制件外形的一些实体。而且就是反映内腔的实体集合 $\phi 2$ 也并非都是模具型芯所需要的实体, 因此还必须将与型芯无关的实体从 $\phi 2$ 中剔除掉, 由此获得设计型芯所需要的实体集合 $\phi$ 。

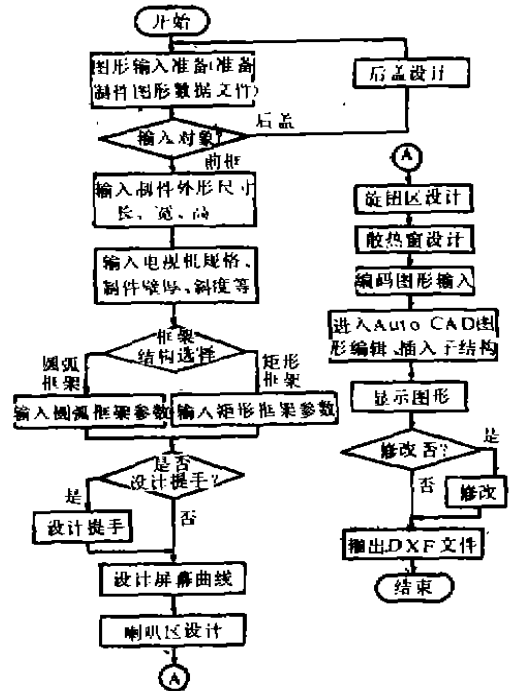


图 1 制件图输入流程图

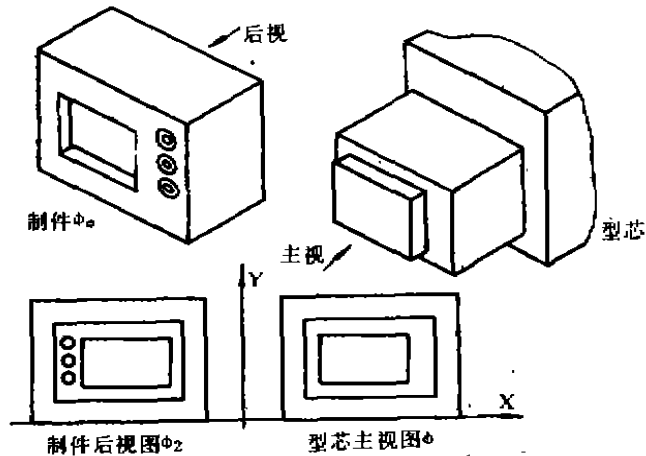


图3 型芯与制件视图对应关系

由于在制件图的输入中应用了分层结构, 这样就能很方便地由  $\phi_2$  产生  $\phi$ 。在与型芯、型腔有关的实体层中又分了型腔类实体尺寸层和型芯类实体尺寸层, 其中层 1 和层 3 是型腔类实体尺寸层, 层 2 和层 4 是型芯类实体尺寸层。这样计算机处理时便可根据层来判别各个实体, 并按不同的换算公式来计算模具尺寸。另外, 从图 3 可以看出, 把制件后视图所含实体的集合  $\phi_2$  经过一个关于  $y$  轴的反射变换就能得到模具型芯的主视图。同理, 通过尺寸换算和关于  $x$  轴的反射变换就可以由制件的俯视图所含的内腔实体集合获得模具型芯的仰视图, 在尺寸换算后不需要经过反射变换就可以从反映制件内腔的实体集合中获得型芯的侧视图。这样, 对于  $\phi$  中不同视图的实体就可以由不同的换算公式计算尺寸, 不同的反射变换进行图形处理, 从而获得模具型芯的各个视图。最后在 Auto CAD 图形编辑中通过人机对话插入作为嵌件的子结构, 以完成模具型芯的设计。对于型腔也用类似的方法进行设计。在型腔、型芯设计中, 为了保证制件的尺寸精度, 需要将制件尺寸换算为模具型腔与型芯尺寸。在换算中要考虑塑料收缩率的影响、模具材料线膨胀系数的影响, 制件尺寸公差的影响等因素, 对大型注塑模具 (注射量在 1000 克以上注射机用模具), 因塑件收缩率波动值对大塑料制件尺寸精度影响很大, 在计算模具尺寸时应同时考虑模具材料的热膨胀和塑件的综合收缩率。对于计算型腔和型芯径向尺寸, 型芯高度和型腔深度尺寸, 中心距尺寸的计算公式及参数选择, 因不是本文重点故从略。

在型腔、型芯的尺寸计算时要涉及到制件的公差。对自由尺寸、公差值可以通过表格查得, 只要建立存储公差值的数据文件, 就可用计算机检索。但对于尺寸精度要求高的尺寸, 其尺寸公差值随机性很大, 计算机就很难处理。根据经验和分析, 在进行型腔、型芯尺寸计算时, 制件的型腔类尺寸一律转化为最大极限尺寸, 并给予负偏差; 型芯类尺寸一律转化为最小极限尺寸, 并给予正偏差。这样, 我们只要分别取其绝对值最小的偏差作为计算公差, 就能保证所有尺寸精度, 同时用模具制造公差来合理调节绝对值最小的偏差的影响。

### 3. Auto CAD 图形软件与高级语言程序的连接与数据交换

Auto CAD 图形软件绘图功能较强, 但设计计算能力很弱, 作为辅助设计是很不够的,

使用起来也不方便。而模具辅助设计需要进行一系列强度计算和刚度校核，这些计算就只能在DOS系统中用高级语言程序来进行。那么，如何将计算结果生成的数据送入Auto CAD进行绘图呢？

Auto CAD提供了两个能与外部通讯的文件，一个是命令文件，即\*.SCR文件，一个是图形交换文件，即\*.DXF文件。使用\*.SCR文件连接计算程序和Auto CAD中的绘图命令类似于一种批处理方式，比较简单方便，但处理速度慢。使用\*.DXF文件速度快。但格式复杂，且只有十多种基本作图实体，对于常用的画阴影线，标注尺寸等命令则无法转换。

本程序系统在Auto CAD外部用DOS2.0支持的高级语言FORTRAN77编制了图形命令文件处理程序。它将子图形、子结构等处理成\*.SCR文件。然后在Auto CAD图形编辑状态下运行该文件就可以获得所要显示的图形。要完成这一处理，必须解决如何把子图形处理成Auto CAD的\*.SCR文件所能接受的格式，这就要设法消除数据和字符中无用的空格。因为Auto CAD中空格相当于回车，故数据及字符串中无用空格都会引起Auto CAD的误解，为此，专门编了数据、字符串处理子程序，以消除无用空格的影响。整个图形命令文件处理程序包括15个基本子程序，约二千多条语句。为了方便用户修改图形，专门设计了用户菜单，可以通过它由用户选择是显示制件图，还是型芯图或型腔图，可以修改图形，也可以调用Auto CAD本身的菜单。

#### 四、设计实例

应用这个模具CAD软件我们进行了14吋电视机塑料机箱注射模具设计。从输入机箱的制件图开始，经过计算机处理，最后绘制出了制件图和机箱注射模具的型芯及型腔的视图。（由于图形比较复杂，不便刊印，故略去。）

#### 五、结论

通过研究和实验证明，采用输入塑料制件的二维制件图，经过计算机用二维图形软件进行处理来设计塑料注射模具的方法是可行的。它适合我国目前广泛使用的IBMPC/XT微机系统上应用。这种方法不仅可以用于注射模具的CAD，也可应用于其他塑料模具和金属成形模具的辅助设计。

需要继续进行的工作是建立塑料模具的图形库和数据库，在熔液塑料流动分析与冷却分析的基础上设计浇注系统和冷却系统及向CAM提供数据和命令所必须的三维信息重建。使塑料注射模具CAD/CAM满足生产实际需要。

#### 参 考 文 献

- 〔1〕 村上宗雄等编，王旭、黄伟民译，苏德成校：《最新塑料模具手册、注射成形模具设计、加工、处理应用实例》，上海科学技术文献出版社 1985年11月
- 〔2〕 R·R·罗杰斯：应用于塑料部件和模型设计的计算机辅助设计、分析、制造和测试技术，1983年国际图形会议译文集B类3册，武汉工业控制计算机外部设备研究所情报室