

Pro E 毕业设计论文

《Pro/E 的产品设计及加工》

系 别： 机械工程系

专 业： 04 机械制造及自动化

学 号： 20

姓 名： 任有武

指导老师： 叶 金 玲

目录

毕业设计（论文）任务书	3
摘要	5
第一章 绪论	6
第二章 基于 Pro/E 的产品设计	9
2.1 前言	9
2.2 Pro/E 建模详细步骤	11
2.3 PRO/E 分模详细步骤	25
2.4 本章小结	37
第三章 数控加工刀路编制	39
3.1 凹模数控程序编制	39
3.2 MasterCAM实体验证	49
3.3 生成凹模数控程序 NC	51
3.4 传输 NC 至数控机床	53
结束语	55
致谢	56
参考资料	57
部份 NC 程序摘录	58

2006-2007 年度毕业设计（论文）任务书

设计（论文）题目：基于 Pro/ENGINEER 的产品设计及加工

设计人姓名：任有武

班级：04 机械制造及自动化

指导教师姓名：叶金玲

一、设计（论文）内容

- 1、根据所给的题目要求，用 Pro/E 软件进行造型设计；
- 2、完成数控加工工艺方案；
- 3、利用 Mastercam 软件编制加工刀具程序，并根据加工方案设置加工参数及实体加工模拟，执行 Post 后处理产生 NC 程序；
- 4、利用超软或宇龙仿真软件进行数控加工软件仿真；
- 5、数控机床实际加工。

二、设计（论文）的目的

- 1、以实际产品为主线，培养学生做实际产品，满足岗位要求的能力，培养学生掌握三维实体造型、分模设计，数控自动编程一体化技术的能力；
- 2、熟练掌握三维造型软件在模具设计中的应用，包括三维实体模型建立模具装配模型，设计分型面、生成模具成型零件的三维实体模型；
- 3、巩固学生对 Pro/E 软件、Mastercam 软件、仿真软件等的综合应用能力；
- 4、加强学生机床的操作能力，使学生熟悉数控机床操作面板上各按键的功能，熟悉数控系统的基本功能和操作；
- 5、掌握零件设计与加工的基本技能，如计算、绘图、查阅设计资料和手册，熟悉标准和规范等。

三、设计（论文）的主要技术指标

- 1、合理安排时间；
- 2、建立准确的模具造型；
- 3、制定合理的加工工艺方案；
- 4、实际加工过程准确、熟练；
- 5、毕业论文撰写规范，条理清晰。

四、进度安排

毕业设计时间共 10 周，具体工作进度建议如下表：

序号	工 作 内 容	预计时间 (单位：周)
1	熟悉课题，调查了解，搜集资料	1
2	模具造型设计	3.5
3	确定加工工艺方案，刀路编制	2
4	数控加工软件仿真	1
5	实际加工	1.5
6	整理资料，编写毕业设计论文	1

五、参考资料

参见以下有关方面的资料：

- 1、数控机床及编程
- 2、模具 CAD/CAM
- 3、MasterCAM9.0 教程
- 4、Pro/Engineer 野火版教程
- 5、现代制造技术
- 6、数控加工工艺
- 7、机械零件加工工艺手册

摘要

本次毕业设计是《基于 Pro/ENGINEER 的产品设计及加工》，其中最主要部分当然是软件 Pro/ENGINEER 的应用和加工中编刀路及实现加工。论文当中着重说明建模和分模过程、编刀路。但其它的过程也有很好的应用，例如：仿真软件应用、操机、加工工艺等。

由于论文是的编写顺序是按实际工作中进行，先从三维建模到软件中分模，再进行数控加工的相关工作。第一章是绪论，通过它我们可以了解到 PRO/E 在社会生产行业中的发展状况及其重要性，从中我们从一个新的角度了解生产的需要和未来的发展方向，让我们跟上生产的步履，也提醒我们要做到老学到老；第二章是基于 PRO/E 的产品建模设计，着重说明本论文中加工的产品建模过程中软件的应用和软件中进行分模。通过这章可以了解到 PRO/E 在生产中应用，了解 PRO/E 建模和制造部分功能；第三章是数控加工方面的内容，在本章可以了解到生产中是如可在计算机上进行生产的数控刀路编制，仿真等。其中我们也可了解到 CNC 加工的过程，了解其加工原理和步骤。再通过实际加工我们的动手能力更能与理论知识相结合。

本设计从实际出发，系统地介绍了基于 PRO/E 的基础应用，功能指令应用，凹凸模的创建及数控相关加工方法和操作。通过详细的过程说明及大量的图片说明，让读者清楚明白地了解 PRO/E 的产品设计功能及相关的数控加工。

因本人水平有限，设计中难免存在缺点和错误，恳请各位老师批评指正。

第一章 绪论

1.1 本次毕业设计的课题与目的

本次课题是《基于 Pro/E 的产品设计及其数控加工》。目的是进一步了解零件设计的流程与掌握数控加工编程；掌握 Pro/E、MasterCAM 等软件的应用。

1.2 计算机辅助设计软件的介绍

MasterCAM 是美国 CNC Software, Inc 公司开发的 CAD/CAM 一体化软件。它集二维绘图、三维实体、曲面设计、体素拼合、数控编程、刀具路径模拟及真实感模拟等功能于一身，系统运行环境要求较低，使用户无论是在造型设计、CNC 铣床、CNC 车床或 CNC 线切割等加工操作中，都能获得最佳效果。Mastercam 基于 PC 平台、支持中文环境、价位适中。故本次毕业设计采用 MastercamV9.1 作为数控编程软件，通过程序的后处理生成数控加工指令代码，缩短编程人员的编程时间，特别对复杂零件的数控程序编制，可大大提高程序的正确性和安全性，降低生产成本，提高工作效率，输入到数控机床既可完成加工。

1.3 数控加工技术的发展趋势

目前，数字控制技术与数控机床，给机械制造业带来了巨大的变化。数控技术已成为制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础技术，计算机辅助设计与辅助制造和计算机集成制造技术敏捷制造和智能制造等，都是建立在数控技术之上。数控技术不仅是提高产品质量、提高劳动生产率的必不可少的物质手段，也是体现一个国家综合国力水平的重要标志。新世纪机械制造业的竞争，其实就是数控技术的竞争。

现在世界数控技术的发展趋势主要有以下几点：

1、数控系统向开放式体系结构发展；

20 世纪 90 年代以来，由于计算机技术的飞速发展，推动数控技术更快的更新换代。世界上许多数控系统生产厂家利用 PC 机丰富的软、硬件资源开发开放式体系结构的新一代数控系统。开放式体系结构使数控系统有更好的通用性、柔性、适应性、可扩展性，并可以较容易的实现智能化、网络化。开放式体系结构可以大量采用通用微机技术，使编程、操作以及技术升级和更新变得更加简单快捷。开放式体系结构的新一代数控系统，其硬件、软件和总线规范都是对外开放的，数控系统制造商和用户可以根据这些开放的资源进行的系统集成，同时它

也为用户根据实际需要灵活配置数控系统带来极大方便，促进了数控系统多档次、多品种的开发和广泛应用，开发生产周期大大缩短。同时，这种数控系统可随 CPU 升级而升级，而结构可以保持不变。

2、数控系统向软数控方向发展；

实际用于工业现场的数控系统主要有以下四种类型，分别代表了数控技术的不同发展阶段。

①传统数控系统，这是一种专用的封闭体系结构的数控系统。

②“PC 嵌入 NC”结构的开放式数控系统，这是一些数控系统制造商将多年来积累的数控软件技术和当今计算机丰富的软件资源相结合开发的产品。

③“NC 嵌入 PC”结构的开放式数控系统，它由开放体系结构运动控制卡和 PC 机同构成。这种运动控制卡通常选用高速 DSP 作为 CPU，具有很强的运动控制和 PLC 控制能力。

④SOFT 型开放式数控系统，这是一种最新开放体系结构的数控系统。它提供给用户最大的选择和灵活性，它的 CNC 软件全部装在计算机中，而硬件部分仅是计算机与伺服驱动和外部 I/O 之间的标准化通用接口。与前几种数控系统相比，SOFT 型开放式数控系统具有最高的性能价格比，因而最有生命力。通过软件智能替代复杂的硬件，正在成为当代数控系统发展的重要趋势。

3、数控系统控制性能向智能化方向发展；

随着人工智能在计算机领域的渗透和发展，数控系统引入了自适应控制、模糊系统和神经网络的控制机理，不但具有自动编程、前馈控制、模糊控制、学习控制、自适应控制、工艺参数自动生成、三维刀具补偿、运动参数动态补偿等功能，而且人机界面极为友好，并具有故障诊断专家系统使自诊断和故障监控功能更趋完善。伺服系统智能化的主轴交流驱动和智能化进给伺服装置，能自动识别负载并自动优化调整参数。

4、数控系统向网络化方向发展；

数控系统的网络化，主要指数控系统与外部的其它控制系统或上位计算机进行网络连接和网络控制。数控系统一般首先面向生产现场和企业内部的局域网，然后再经由因特网通向企业外部，这就是所谓 Internet/Intranet 技术。数字制造，又称“e-制造”，是机械制造企业现代化的标志之一，也是国际先进机床制造商当今标准配置的供货方式。数控系统的网络化进一步促进了柔性自动化制造技术的发展，现代柔性制造系统从点(数控单机、加工中心和数控复合加工机床)、线(FMC、FMS、FTL、FML)向面(工段车间独立制造岛、FA)、体(CIMS、分布式网络集成制造系统)的方向发展。

5、数控系统向高可靠性方向发展；

数控系统的高可靠性已经成为数控系统制造商追求的目标。对于每天工作两班的无人工厂而言，如果要求在 16 小时内连续正常工作，无故障率在 $P(t) = 99\%$ 以上，则数控机床的平均无故障运行时间 MTBF 就必须大于 3000 小时。我们只对某一台数控机床而言，如主机与数控系统的失效率之比为 10:1 (数控的可靠比主机高一个数量级)。此时数控系统的 MTBF 就要大于 33333.3 小时，而其中的数控装置、主轴及驱动等的 MTBF 就必须大于 10 万小时。如果对整条生产线而言，可靠性要求还要更高。

6、数控系统向复合化方向发展；

柔性制造范畴的机床复合加工概念是指将工件一次装夹后，机床便能按照数控加工程序，自动进行同一类工艺方法或不同类工艺方法的多工序加工，以完成一个复杂形状零件的主要乃至全部车、铣、钻、镗、磨、攻丝、铰孔和扩孔等多种加工工序。

7、数控系统向多轴联动化方向发展。

加工自由曲面时，3 轴联动控制的机床无法避免切速接近于零的球头铣刀端部参予切削，进而对工件的加工质量造成破坏性影响，而 5 轴联动控制对球头铣刀的数控编程比较简单，并且能使球头铣刀在铣削 3 维曲面的过程中始终保持合理的切速，从而显着改善加工表面的粗糙度和大幅度提高加工效率。

电子技术、信息技术、网络技术、模糊控制技术的发展使新一代数控系统技术水平大大提高，促进了数控机床产业的蓬勃发展，也促进了现代制造技术的快速发展。数控机床性能在高速、高精度、高可靠性和复合化、网络化、智能化、柔性化长足的进步。现代制造业正在迎来一场新的技术革命。

综上所述，数控技术课程是一门实践性很强的课程，离开实践，就谈不上素质，实践是知识转化并升华为素质的根本条件。要想达到理想的教学和实践效果，仅在课堂上实施全方位的教学是不够的，还应具备一个好的实践教学环境。考虑到前面谈到的数控设备价格的因素，经过多方调研，我们选定了一种能在计算机上进行手工编程和自动编程、并能动态模拟加工轨迹、与数控机床有良好数据接口的美国 CNCsoftware 公司研制的基于 PC 平台的 masterCAM。

1.4 本毕业设计的主要内容

- 1、pro/E 软件三维造型
- 2、模具设计
3. 数控刀路编制
- 4、实际加工

第二章、基于 Pro/E 产品设计

2.1 前言

本毕业设计是通过现实产品(图 1-1)的测量数据在 PRO/E 野火版 2.0(1-2)上建模,分模,再由 MASTERCAM9.0 生成数控加工的刀路并通过模拟加工,最后用刀路数据在数控铣床上加工出产品的上下模。通过本课题目的是进一步了解 PRO/E 的设计与加工的流程与掌握数控加工编程。



图 1-1

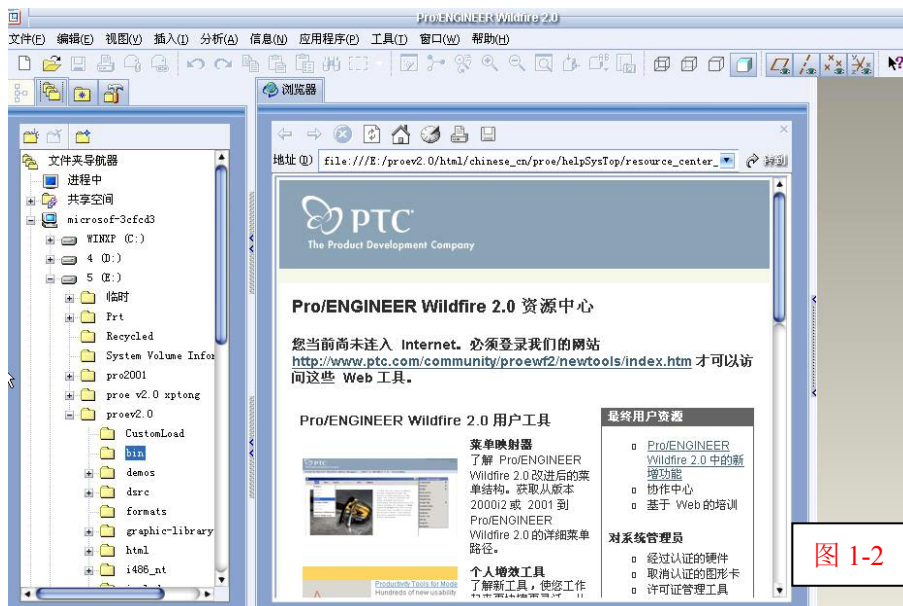


图 1-2

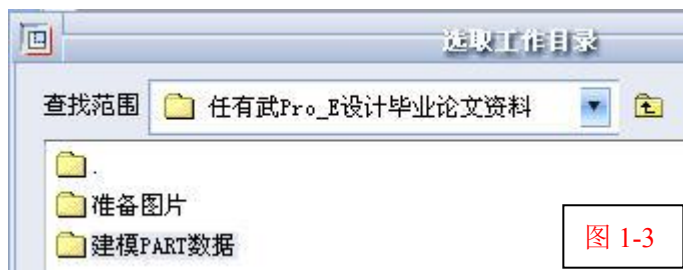
Pro/ENGINEER 是由美国 PTC 公司开发的三维 CAD 软件,在工业造型设计和模具设计制造行业中得到广泛应用。运用 Pro/ENGINEER 软件,设计人员可以在计算机上实现虚拟现实设计和制造。由于当前,机械产品市场是多品种小批量

生产起主导作用，传统的工艺设计方式：由工艺师手工查手册、计算数据和编写报表、逐件设计，工艺文件的内容、质量以及编制时间主要取决于工艺师的经验和熟练程度。这种状况导致工艺文件的多样性、设计时间长和质量不易保证。这种工艺设计远不能适应当前机械制造行业发展的要求，其主要表现为：

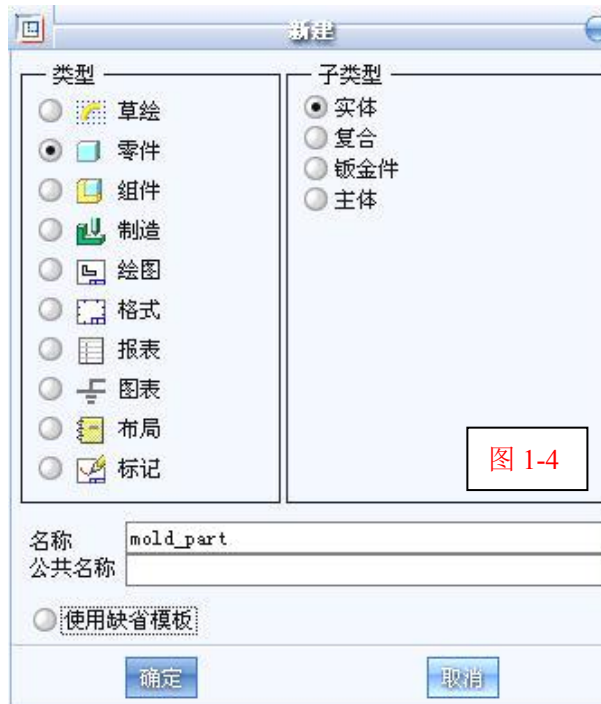
- (1) 传统的工艺设计是人工编制的，劳动强度大，效率低，是一项繁琐的重复性工作。
- (2) 设计周期长，不能适应市场瞬息多变的需求。
- (3) 工艺设计是经验性很强的工作，它是随产品技术要求、生产环境、资源条件、工人技术水平、企业及社会的技术经济要求而多变，甚至完全相同的零件，在不同的企业，其工艺也可能不一样，即使在同一企业，也因工艺设计人员不同而异。工艺设计质量依赖于工艺设计人员的水平。
- (4) 工艺设计最优化、标准化较差，工艺设计经验的继承性也较困难。

2.2 Pro/E 建模详细步骤。

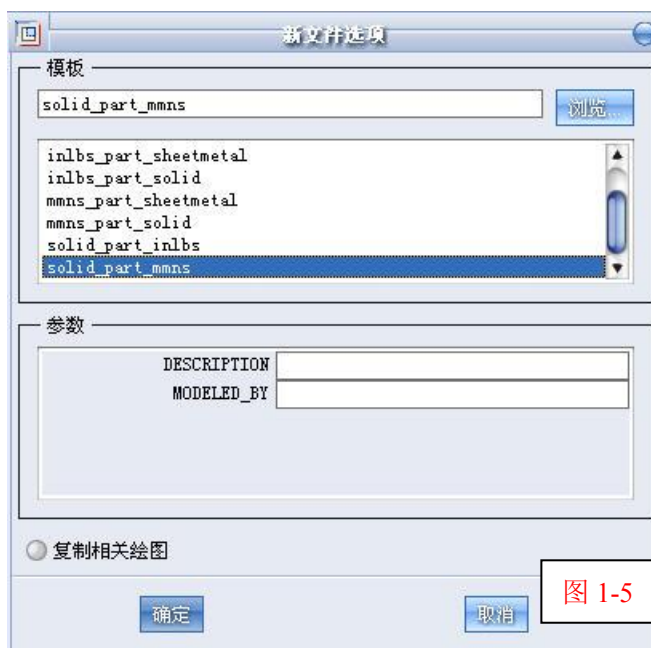
2.2.1.1 打开 PRO/E 如图 1-1，并在<文件>下选<设置工作目录>设置好建模时常用来放文件的工作目录，这样方便于工作和文件存放，如图 1-3。



设置了工作目录后就开始创建产品零件，点击并新建名为 MOLD_PART 的文件，类型选零件，子类型选实体，并取消使用缺省模板，如图 1-4。



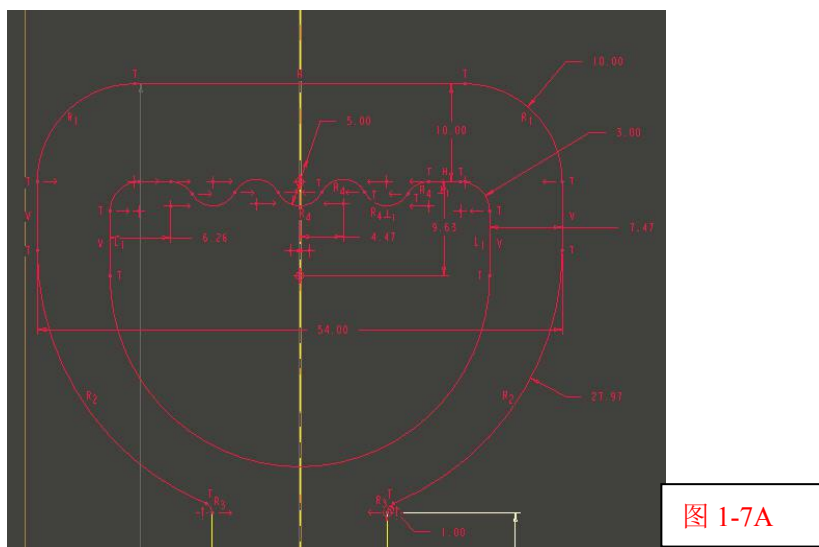
确定后，在新文件选项中模板先用 solid_part_mmns 表示是建实体单位是毫米-牛-秒，如图 1-5。



2.2.1.2 进入建模界面点选显示<基准平面>和<基准轴>快捷图标,如图 1-6。



2.2.1.3 用拉伸命令进行产品的基体创建,过入绘图界面绘如图 1-7A 和图 1-7B 的外形线。



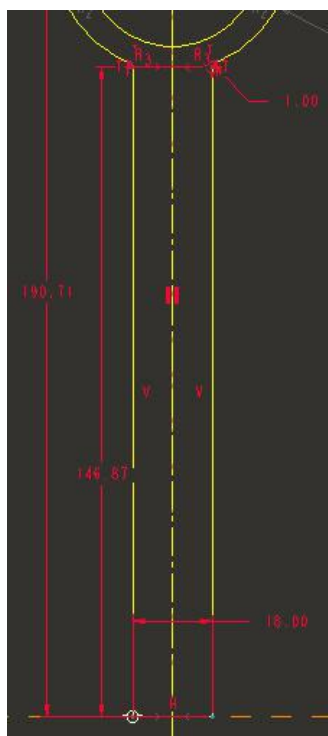


图 1-7B

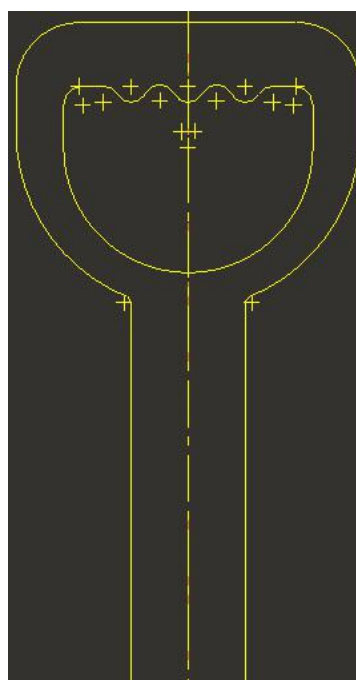



图 1-7C

最后外形如图 1-7C。

点击确定 ，输入拉伸深 6MM。如图 1-8

注意：

- 1、在绘外形线前最好绘一条竖直的中心对称线用于使对称的线条能对称。
- 2、在各个相同半径的倒圆角中最好加上约束

 数值相同，方便数值修改后各个数据一致性。



注意：
在图 1-8 中的选项中一定要选拉伸为实体。

图 1-8



拉伸结果如图 1-9。

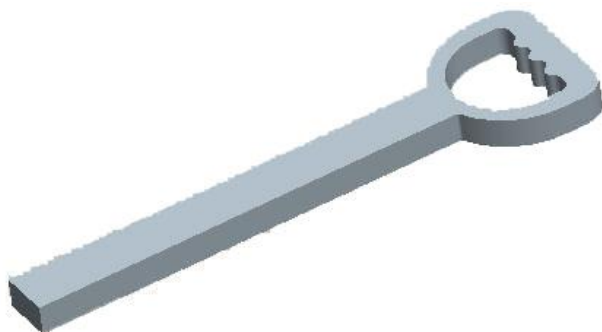


图 1-9

2.2.1.4 为产品底倒圆角如图 1-10。



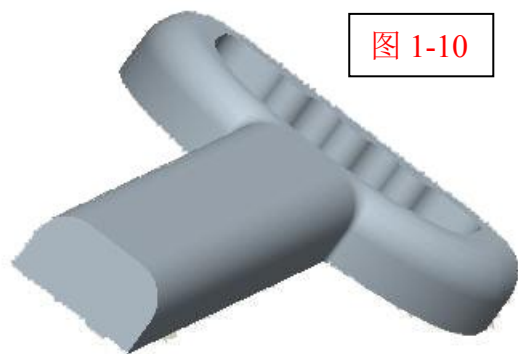


图 1-10

2.2.1.5 做壳特征，厚度为 1.6MM,如图 1-11。



图 1-11

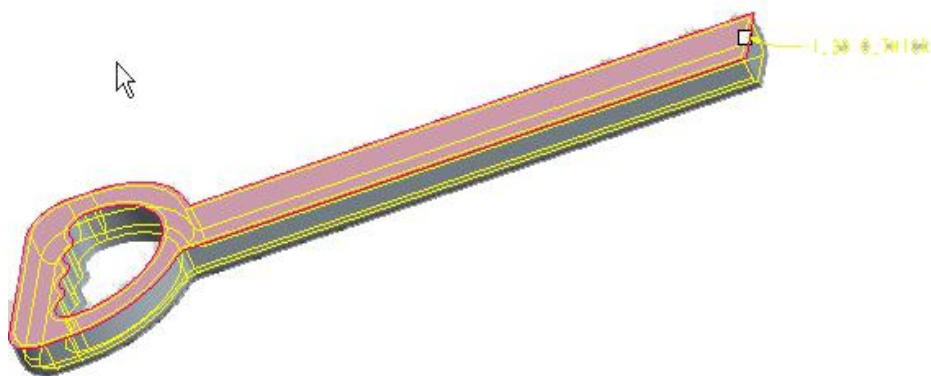
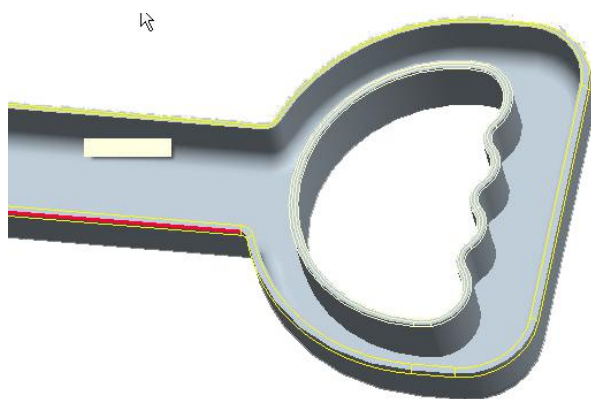


图 1-11


2.2.1.6 为产品上表面倒 1MM 的圆角,如图 1-12。



图 1-12



2.2.1.7 创建杆部分的筋，宽度为 1.50MM。如图 1-13。

首先让基准平面显示，点先筋，在左下角的参照项中先定义，弹出草绘栏，草绘平面选 RIGHT 平面。

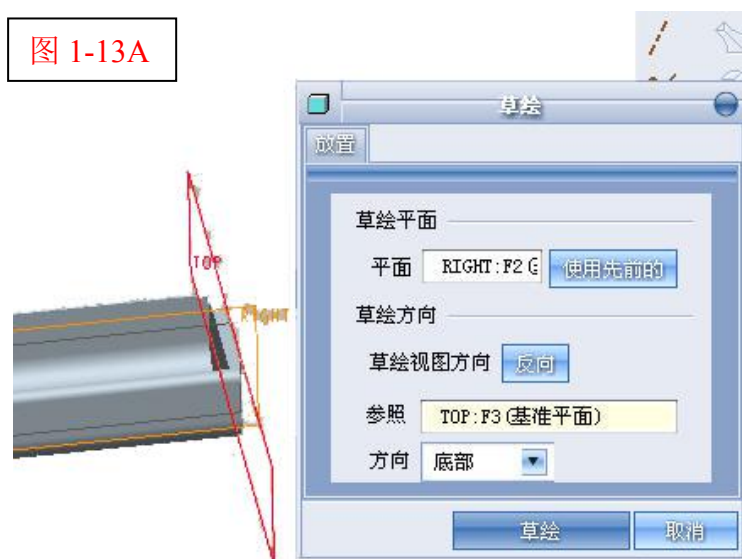






图 1-13A

点击草绘后，弹出参照选项，这时把模型以隐藏线的方式显示 (   )，选中要加筋内表面两端线段，如图 1-13B。

先点选这线作参照

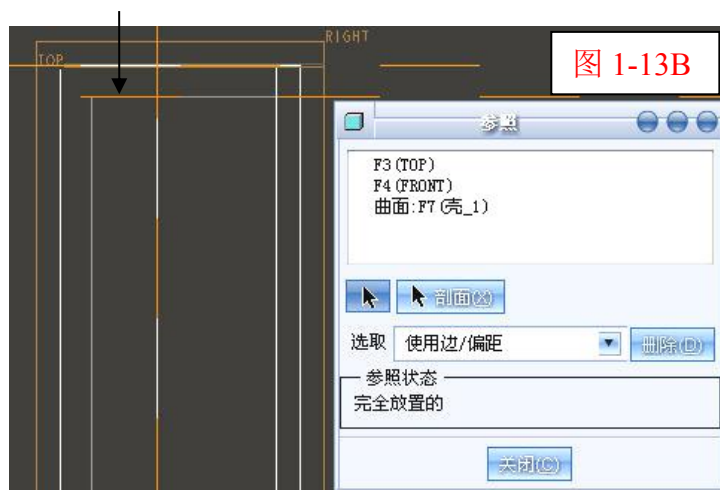


图 1-13B

再先这条作为参照

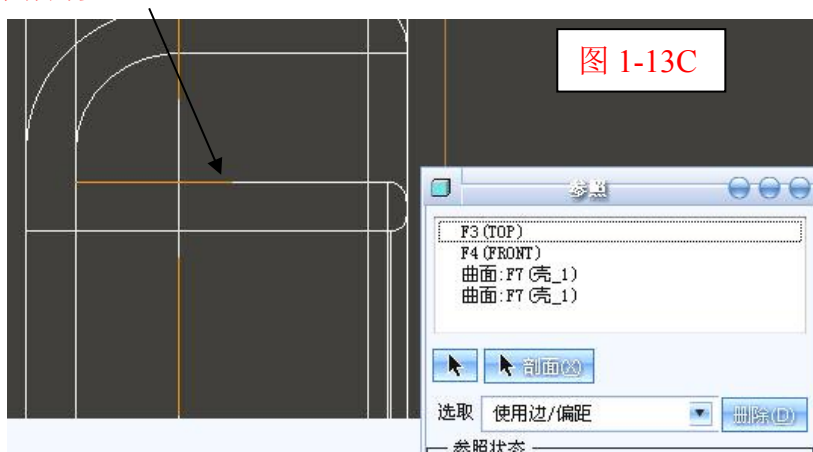


图 1-13C

最后所有参照如下图



在两参照线间绘一条直线以示筋的外形，点确定后输入筋的厚度为 1.5MM。如图 1-13D

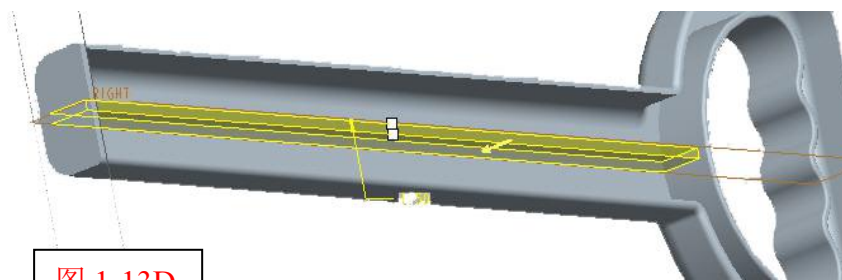


图 1-13D

2.2.1.8 由于产品图中底位置为光滑过渡，在这里我选用扫描切割出一边特征，然后通过镜像得出另一边。
先绘如下图 1-14A 的扫描路径

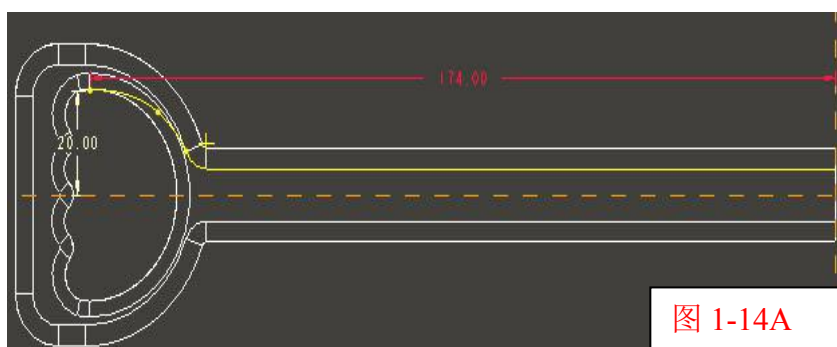


图 1-14A

进行扫描切割特征。在菜单--<插入>--<扫描>--<切口>。
在菜单中选择<选取轨迹>,选用图 1-14A 中绘的轨迹，
端点为自由，并绘 1-14B 的切口外形。

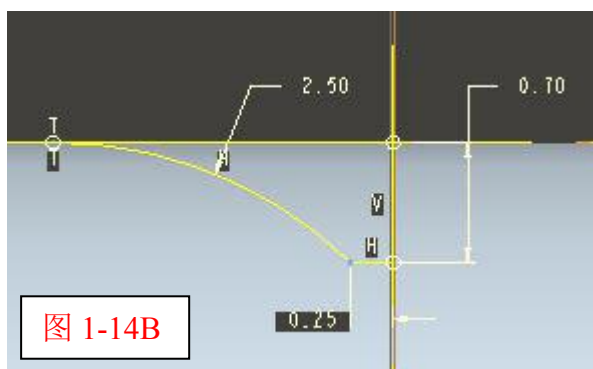
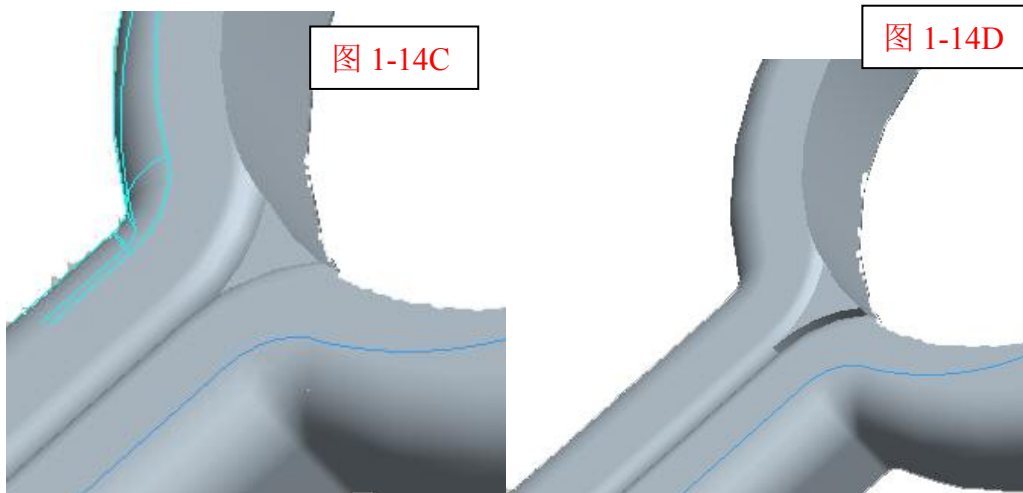
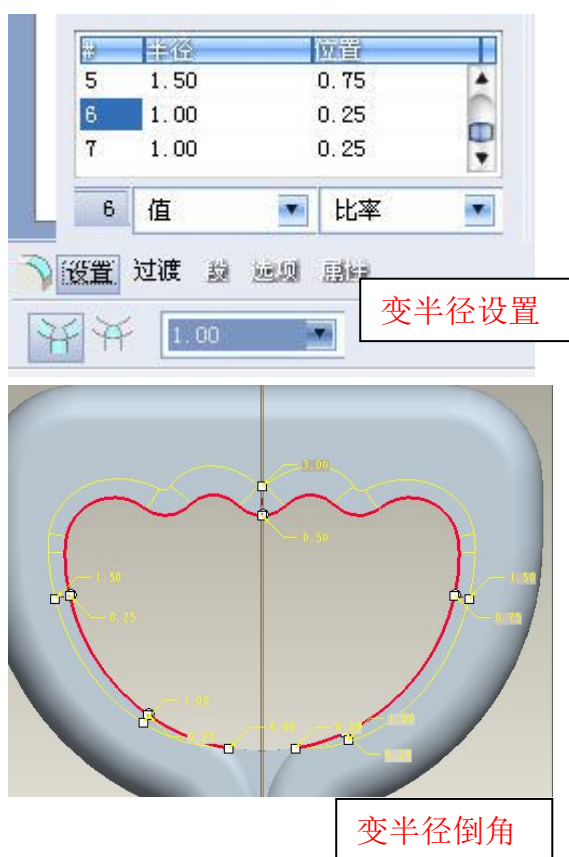


图 1-14B

2.2.1.9 通过镜像上面切割特征最后得出图 1-14C 所示，明显不合要求，因此要通过其它方法去掉哪一小块。
在此我用拉伸切割解决，如 1-14D。



2.2.1.10 为扣手处添加倒圆角, 由于与下凹处要光滑连接, 在这里就要用到变半径设置, 设置两端点处倒零圆角, 其它地方侧对称添加不同半径值以使各处能光滑过渡, 结果如图 1-15 所示。



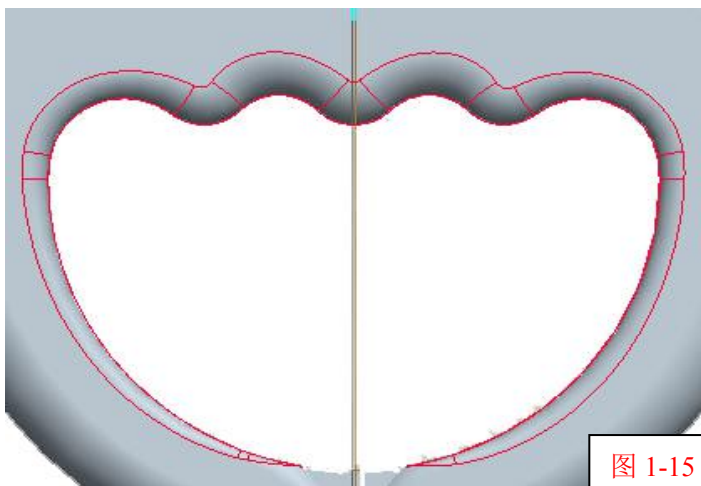


图 1-15

2.2.1.11 为凹处加上合适的倒圆角，使各处光滑。

2.2.1.12 现在开始设计产品的后部分。

2.2.2.1 用拉伸功能在图 1-13D 中产品左面上拉伸出一实体，结果如图 1-16A。

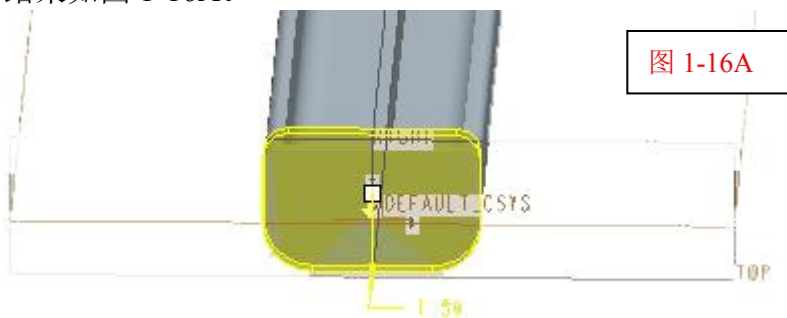


图 1-16A

注意：在弹出参照选项时最好添加对绘外形线有关的线作为参照，以便定位。如图 1-16B

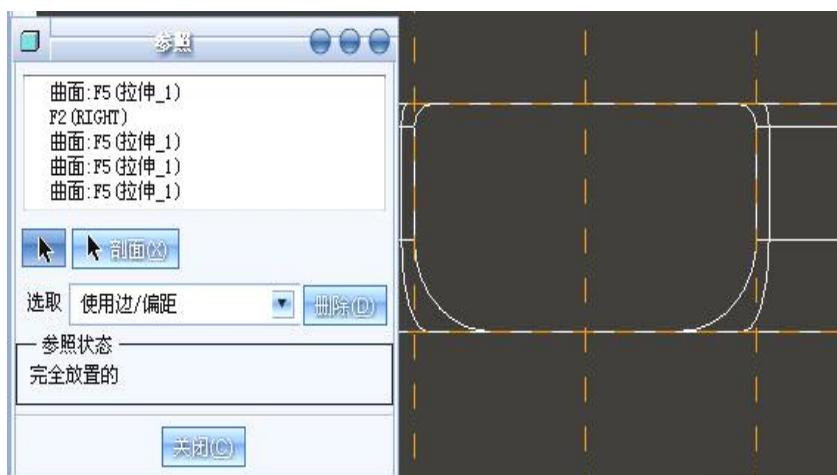
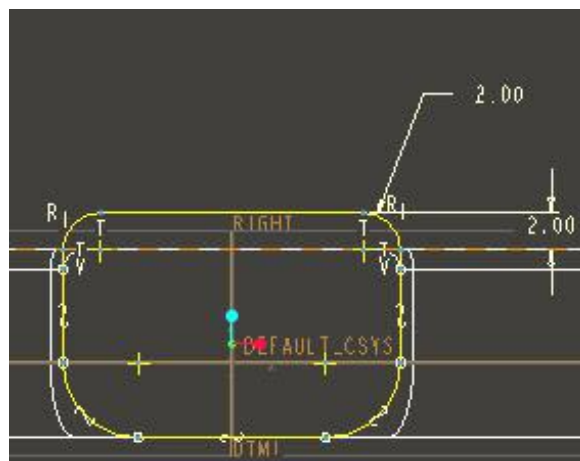


图 1-16B





2.2.2.2 这一步创建挂钩部分，首先用拉伸创出一个基体，再用拉伸切割出其它部分。
基体外形及参数如图 1-17A。

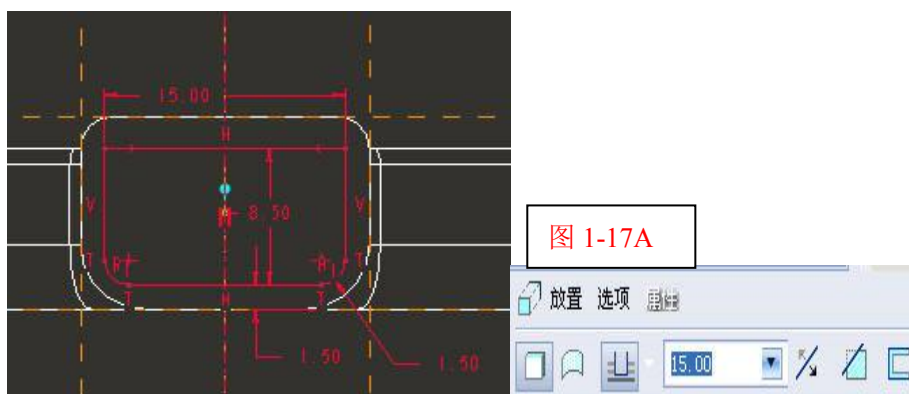
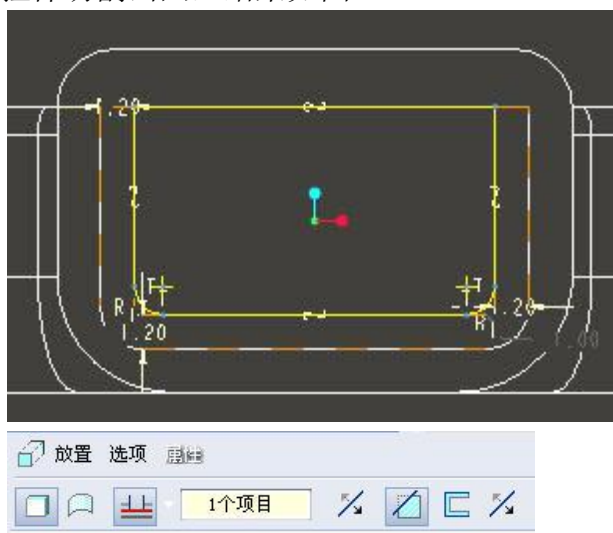
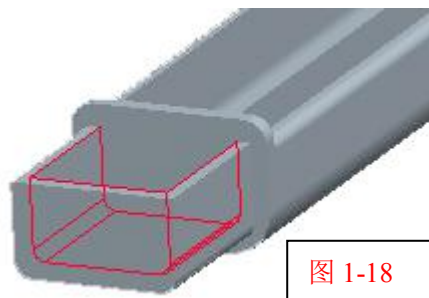


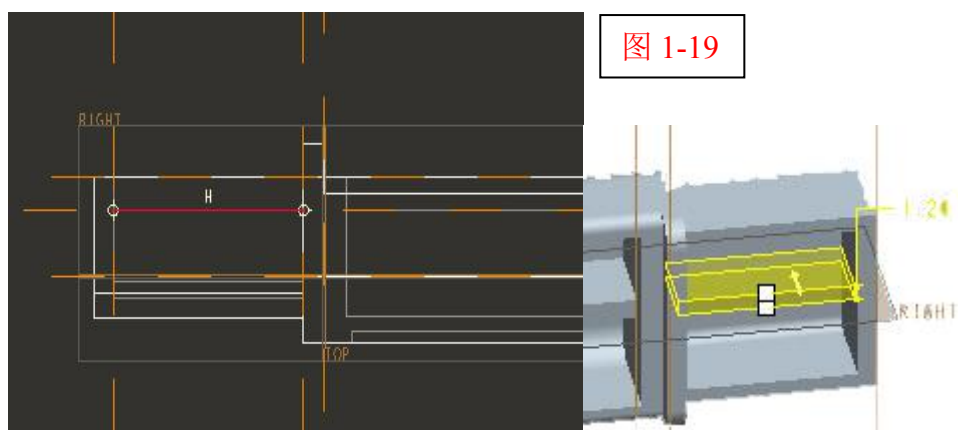
图 1-17A

2.2.2.3 拉伸切割出凹，结果如图 1-18。

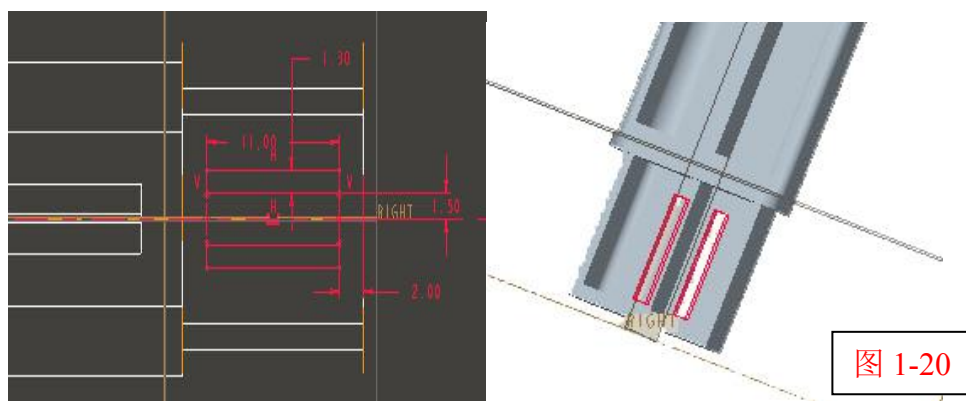




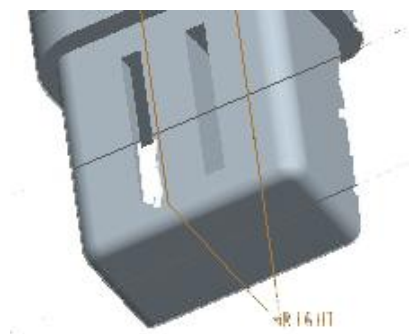
2.2.2.4 为挂钩加上筋，如图 1-19。



2.2.2.5 切出两挂孔，如图 1-20。



最后对产品各部份进完整。

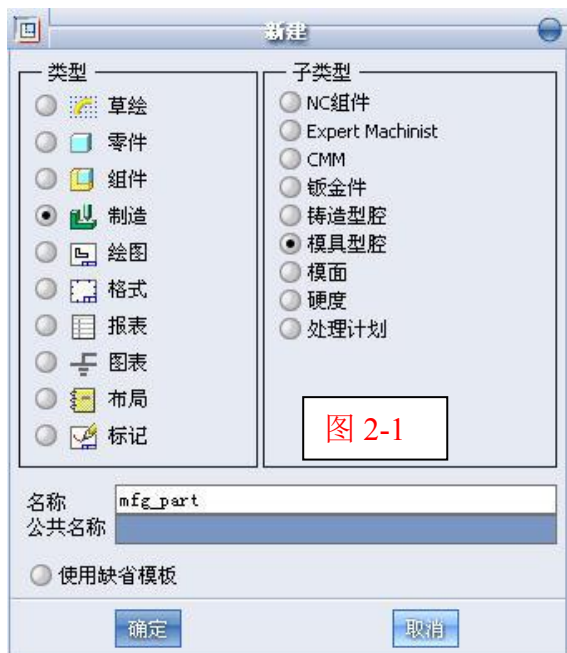


产品的最后建模外形和模型树，如下图。




2.3 Pro/E 分模详细步骤。

2.3.1 点击新，类型选制造，子类型选模具型腔，取消使用缺省模板选项具体如图 2-1。



2.3.2 显示基准平面，加入参考元件。

通过用 Mold Model / Assemble / Ref Model 命令装配零件。选择上面创建的模型 molid_part。

弹出放置设置选栏，选  按钮，让参照模型装置缺省位置。

2.3.3 放置好位置后，

回到管理菜单，

再进行收缩设

置，按比例，

公式选 1+S，坐

标系选模型中当

前坐标（选前先

让坐标显示



收缩率为 0.005，

设置参数如图 2-2。



图 2-2

2.3.4

做好以上步骤后就
开始创建毛坯，在菜
单管理器—<模具模
型>—<创建工作件>，
类型为零件，子类
类型为实体，具体如
图 2-3。

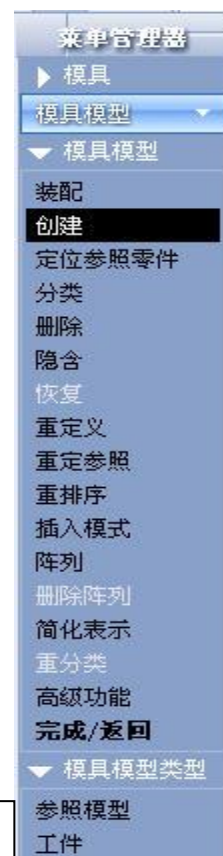
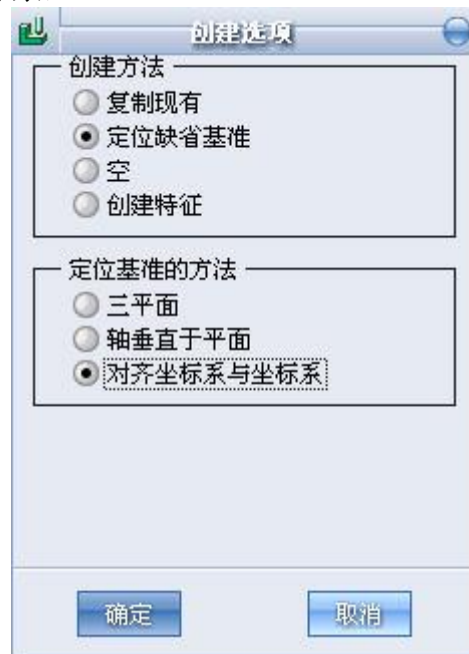


图 2-3

图 2-3 中确定后弹出图 2-4 所示的选栏，创建方法选定缺省基准，定位方法选对齐坐标系与坐标系，以使工件坐标系对齐至模具坐标系。



图 2-4



之后用拉伸实体的方法创建毛坯，如图 2-5。

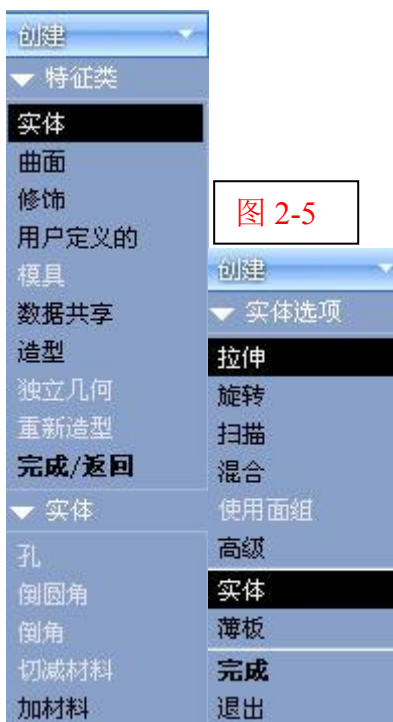


图 2-5

毛坯创建后如图 2-6。

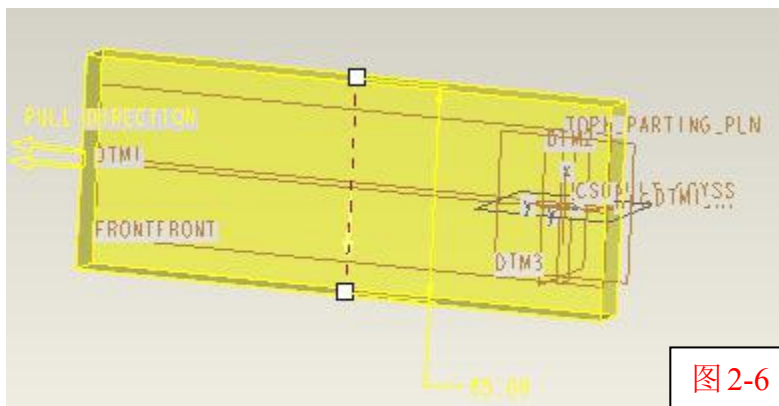


图 2-6

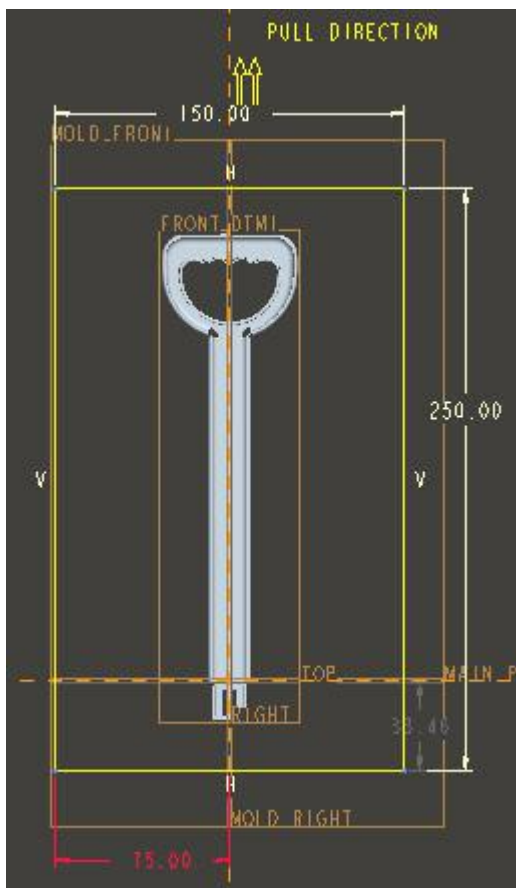
2.3.5 下面开始创建分模面。在菜单管理器中选择<分型面>—<创建>，创建面名为 PART_SURF_1，再选增加分型后如图 2-7 所示，

再先用平整方式创建，基准平面选择合适的平面或创建一新平面。

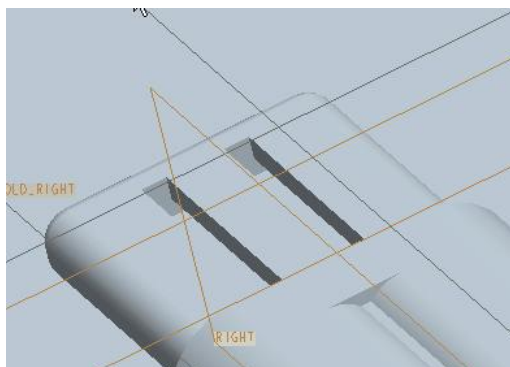
分型面外型线



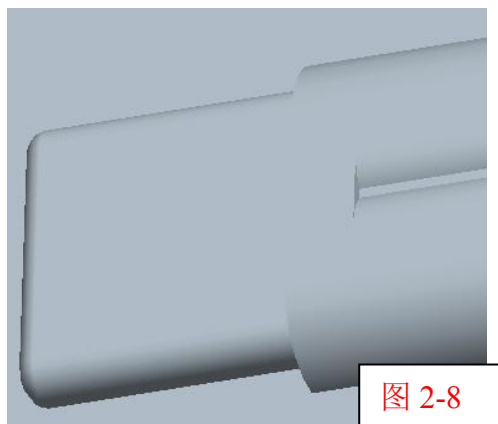
图 2-7





由于后部分有两小孔，现在再另外为它创建一个分型面，再把它与上一个分型面合并。

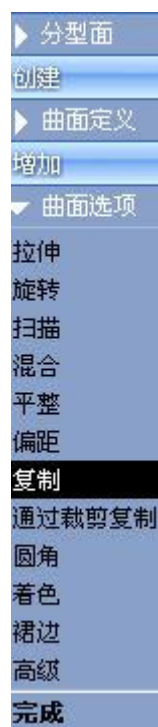


2.3.6 再用上面的方法增加一个分型面，如图 2-8。



2.3.7 现在再通过复制的方法把产品的外表面复制下来

进入草绘界面，用  抓取如图 2.13 所示线框(一定要环闭)单击 
再单击 OK 完成 Flat 平面的绘制。用 Merge 命令把刚才 Flat 出来的平面与 Copy 出来的面合并。



2.3.8 用 Merge 命令把刚才 Flat 出来的平面与 Copy 出来的面合并,图 2-9。

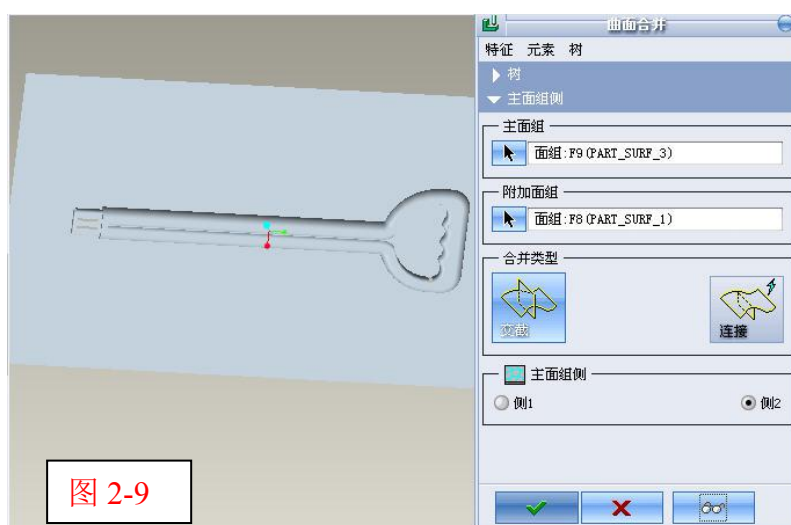



图 2-9

说明:

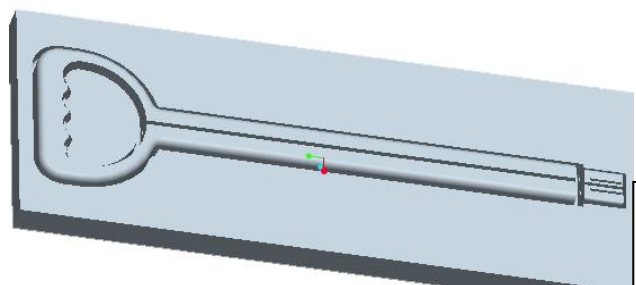
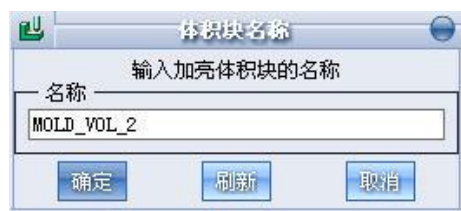
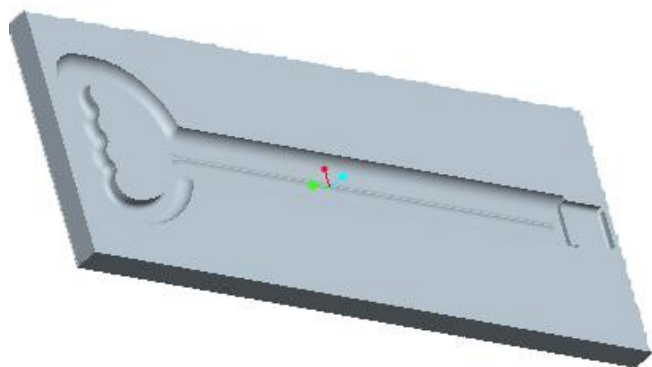
- 1、本模型的分型步骤是先做一个平整面,在平整面里用  工具生成产品模型外型线,目的是去掉包含在模型内的平整分型面。
- 2、本次刚开始时有三个面,一个平整面,一个是两个小正方形的补孔面,另一个是模型的外表面复制面。
- 3、在最后,是用三个分型面合成一个分型面,通过这个总分型面把毛坯分成上模和下模。

2.3.9 现在这个步骤是通过菜单管理器—模具—模具体积块—分割,用分型面把毛坯分成上模和下模。分开后的各模块如图 2-10。

(Mold volume / Split / Done 命令分模 ,接受系统默认设置的选项 Two Volumes 及 All Wrkpcs, 意义是将整修工件分割成两个体积。Pro/E 系统自动将参考零件从工件中切除, 产生开腔。)

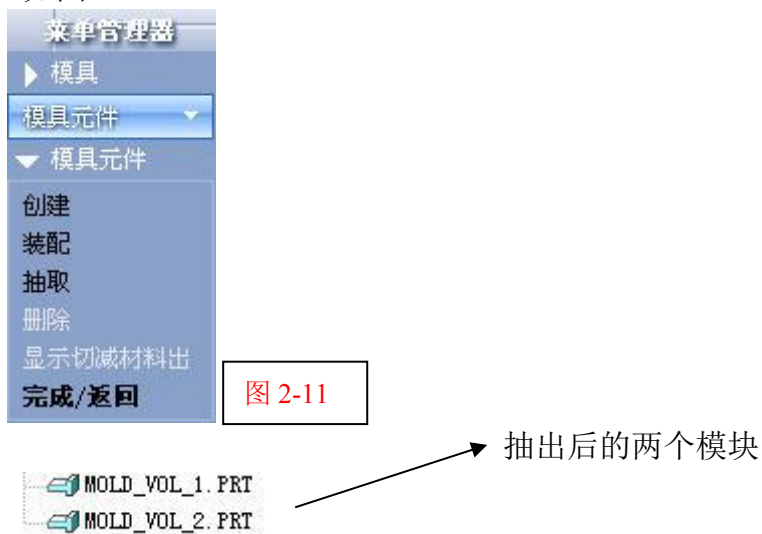


分模块 mold_vol_1

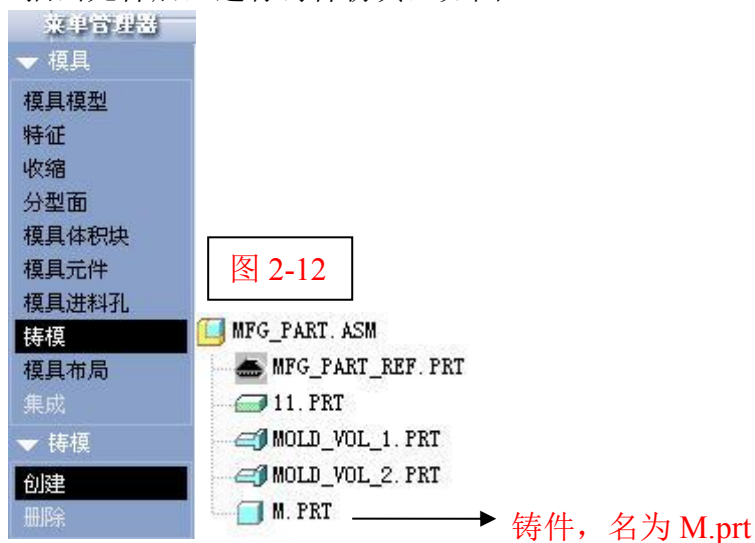


分模块 mold_vol_2

2.3.10 分好模块后，用菜单管理器下的抽取元件功能抽出元件，如图 2-11。




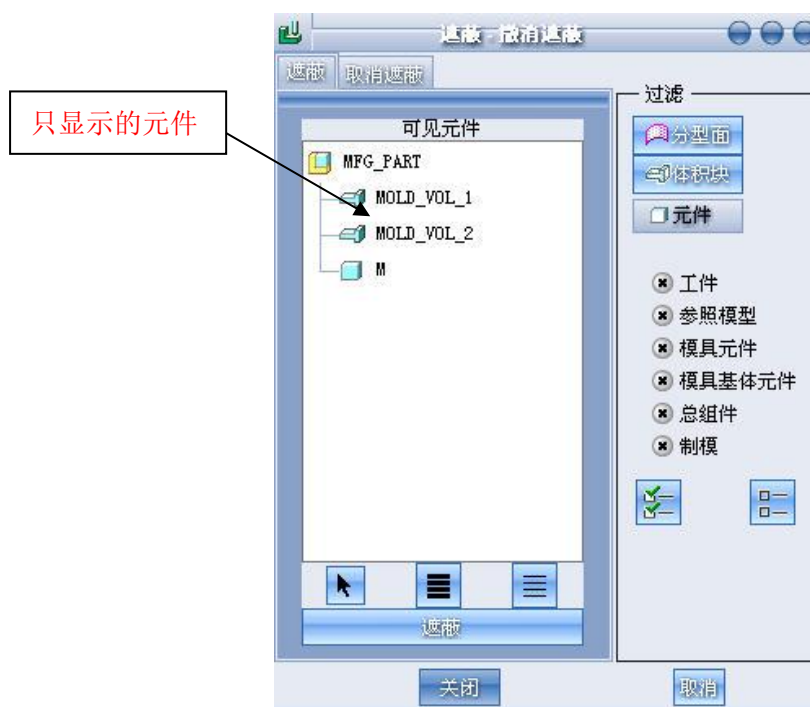
2.3.11 抽出元件后，进行铸件仿真，如图 2-12。



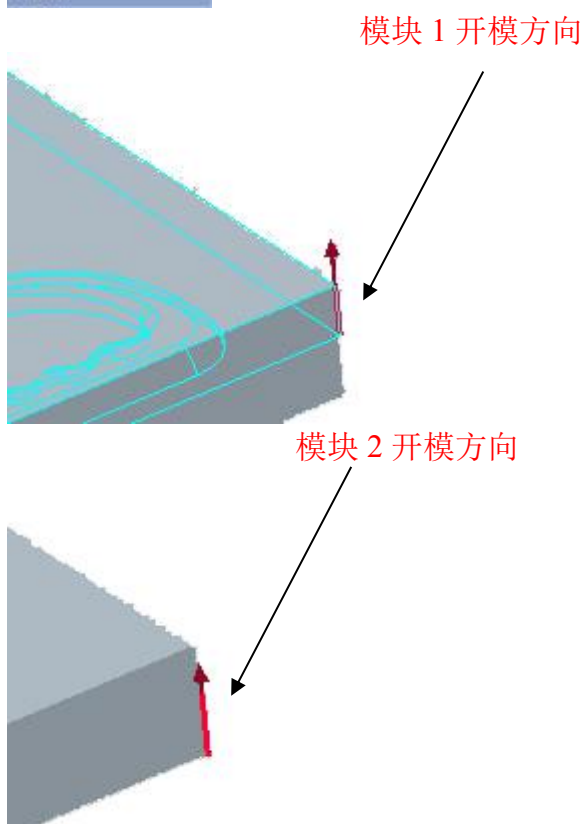
2.3.12 再进行模拟开模设置,仿真模具开模。



2.3.13 此时为了方便, 点选  功能让分型面隐藏。



2.3.14 以下是开模是设置。



注意：

由于上面的两个方向到是同一方向，所示在输入开模距离时要一个正数，一个负数，是表示方向相反。

最后开模结果如图 2-13。



图 2-13

2.3.14 现在需要把分好的上下模分别另存为 IGES 格式文档，用来进行 MasterCAM 的数控编程。

MFG_PART.ASM

- MFG_PART_REF.PRT
- 11.PRT
- MOLD_VOL_1.PRT
- MOLD_VOL_2.PRT
- M.PRT

分别在这两个元件上右键点击，再选择打开，
别存格式为 IGES 文件。

到此为止，产品的模型设计和分模就做完了，以上做的文件就可以能于 MasterCAM 上生成刀路数据。

2.4 本章小结:

- 1、分模前应先装配零件,创建工作件,工件尺寸应该根据塑胶模具知识,再结合实际生产来确定。
- 2、因为塑胶材料有缩水特性,所以在分模前一定要定义材料的缩水率。
- 3、分模的重点是创建分型面,分型面要根据实际生产与方便加工相结合。
- 4、分模时如有抽芯,滑块等的模具,要先分此部分再分凹模与凸模。
- 5、PRO/E 分模十点小技巧:
 - ① L 法: 也就是最基本的方法 COPY SURFACE,这是一位台湾教授教材上讲得最多的一种方法;
 - ② 切割法: 许多时候,当我们做好分型面后进行分模才发现,分不开并且出现了许多绿线线和红点点,这时我们可选择切割法,具体做法是:直接将分型面复制一个后,往前模方向延伸到前模仁的厚度,封闭起来生成前模仁,而后做一实体为后模仁,用分模切掉前模部分,再用参考零件直接 CUTOOUT 出后模仁型腔来;
 - ③ 这种当然针对 2 所出现的情况,也可采用精度修改法来解决,适当的调整一下精度,也可解决一些情况,还可在设计过程中调整模具精度和产品精度保持一致,(最好是在 CONFIG)中直接就设置为产品精度和模具精度保持一致;
 - ④ 补洞法: 在做型面时,不要去 COPY SURFACE(推荐使用),直接将有破孔的地方做一些比较简单的曲面来堵住,有时曲面不太好做也可直接长出一块 0.01mm 厚的实体来,然后再一些比较简单的大分型面来就可分出来;
 - ⑤ 裙边法: 对于大部分的壳体类产品,建议使用裙边来做分型面,这样不仅易分模而且往做出来的分型面比较漂亮;
 - ⑥ 产品中做分型面法: 有的时候就是很奇怪的事,直接模具版块中做分型面分不出来的产品,换作到产品板块中去做分型面,然后到模具板块中去分模会比较容易分出,据小可了解有不少的高手就是用这

个方法进行分模的;

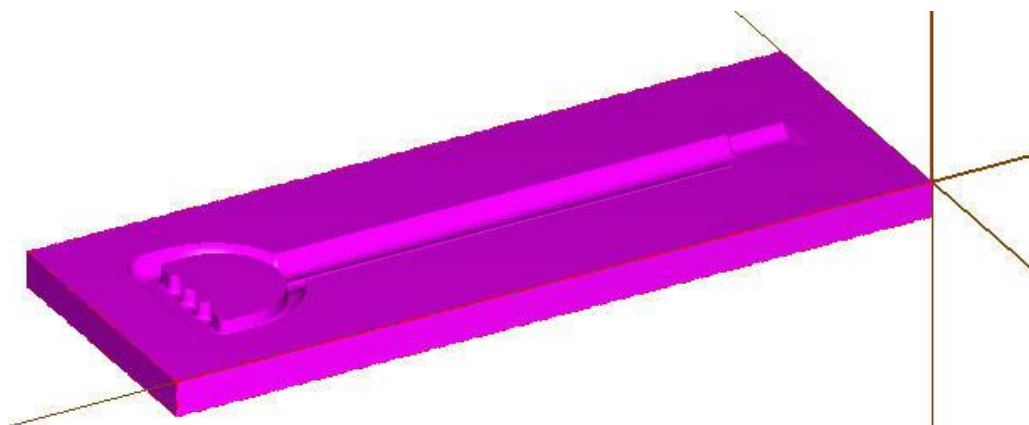
- ⑦ 体积块法: 有时也可用直接做体积块的方法来完成,包括做成成品的体积块和先随意做成几个体积块后再进行体积块的分割与合并;
- ⑧ 调包法: 在某些时候,当用主分型面进行分模时会出现分不开的情况,但不要轻易放弃,试换一个分型面(如镶件.镶针或者滑块)来分一下也会出现惊喜的;
- ⑨ 修改产品法: 此法做法是针对于一些用第三方软件做图转换的图档和一些产品曲面质量较差的的产品较有用.可将产品上一些局部的地方做适当的修改,但要注意不能随意更改产品外观和功能部位.也可重新做一个 PART 来,利用数据共享插入原产品的实体表面,不足是在产品设变时模具文件不能再生变更;
- ⑩ 黄牛法: 这是没有办法的办法,但绝对可行,就是对于一些产品造型质量特差且模具结构简单的产品,与其想尽各种方法来寻找分模的***之招不如老老实实做他一回黄牛,对于各个模具零件直接利用产品上的曲面一个个地做出来,当然这样的东西的确让人讨厌,但一旦遇到而且你的计算机又不太好的情况下法还是可以给你带来方便的!

第三章、数控加工刀路编制

3.1 凹模数控刀路编制

3.1.1 准备工作

- 1、设置图层，设置 Level2 为当前层，用它来存放曲面，方便管理。
- 2、Creat/Next meum/Bound.box/Ok 命令做边界盒。
- 3、用 Xform/Translate/All/Entities/Done 命令把毛坯的边角点移到坐标原点（也可以移到其它点上），结果如图



- 4、用 Analyze/between pts/endpoint 命令分析分析所需毛坯大小，根据测量分析再结合实际设置毛坯大小为 225*75*20。
- 5、由第一部份 Pro/E 建模数据可知：模型中有些地方尺寸比较小（1mm），造成凹凸模中加工比较难，因此在精加工中用 1MM 的球刀清残料。
- 6、分析刀具切割部分的有效长度。由于小直径刀具比较小，容易断刀。另外，刀具的刀刃要比加工凹模最深处深度大（有些情况例外），否则刀柄会与模具干涉。

3.2.2 刀路加工顺序规划

铣平凹模上表面 → 粗加工凹模腔 → 精加工凹模腔 → 精加工凹模腔（残料清角）

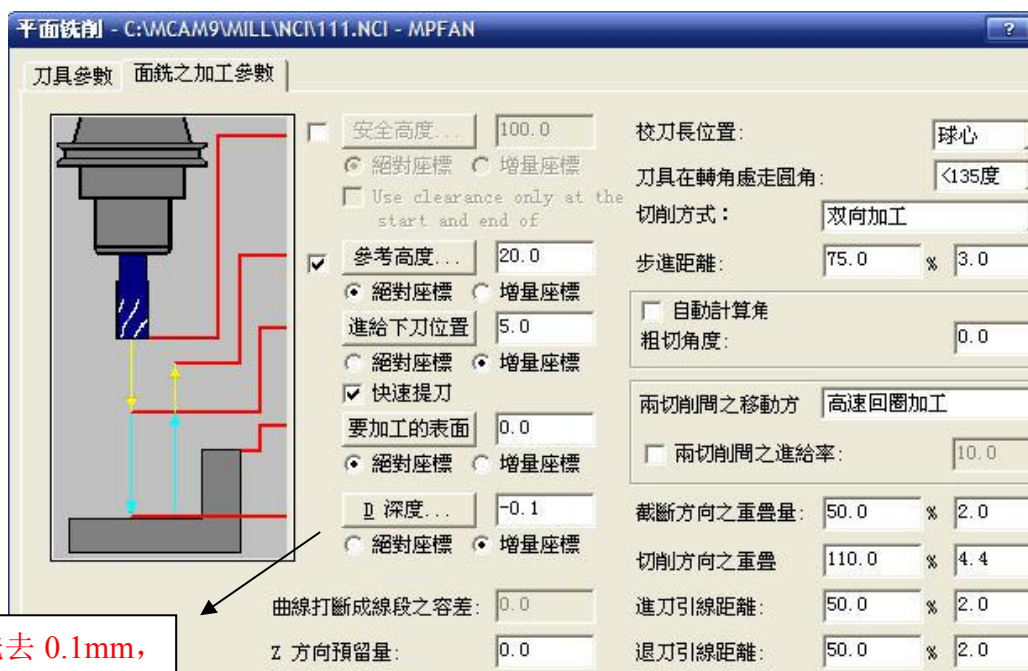
顺序	加工部位	加工方式	刀具选用	主要刀具参数	主要切削参数
1	铣平凹模上表面	平面铣削	Ø4mm 四刃平底立铣刀	下刀速度 100； 毛坯外下刀； 进给 200； 转速 2000。	加工余量 0 mm
2	粗加工凹模腔	曲面粗加工/平行铣削	Ø4mm 四刃平底立铣刀	下刀速度 150； 垂直下刀； 进给 200； 转速 2000。	每刀切深 1.2mm；加工余量为 1mm； 切削间距 2.0 mm
3	半精加工凹模	曲面精加工/环绕等距	Ø2 球刀	下刀速度 100； 进给 100； 转速 2000。	切削间距 0.2 mm 加工余量 0mm
4	精加工凹模残料清角	曲面精加工/残料清角	Ø1 球刀	下刀速度 50； 进给 50； 转速 2000。	加工余量 0 mm

注：以上某些参数可以在数控机床上进行在线加工调整，根据机床实际需要可进行实时优化。

3.2.3 刀路编制过程

1、毛坯上表面加工刀具路径。

用刀具路径/平面铣削命令。选取 $\phi 4$ 的平底刀。参数设置如图下图：

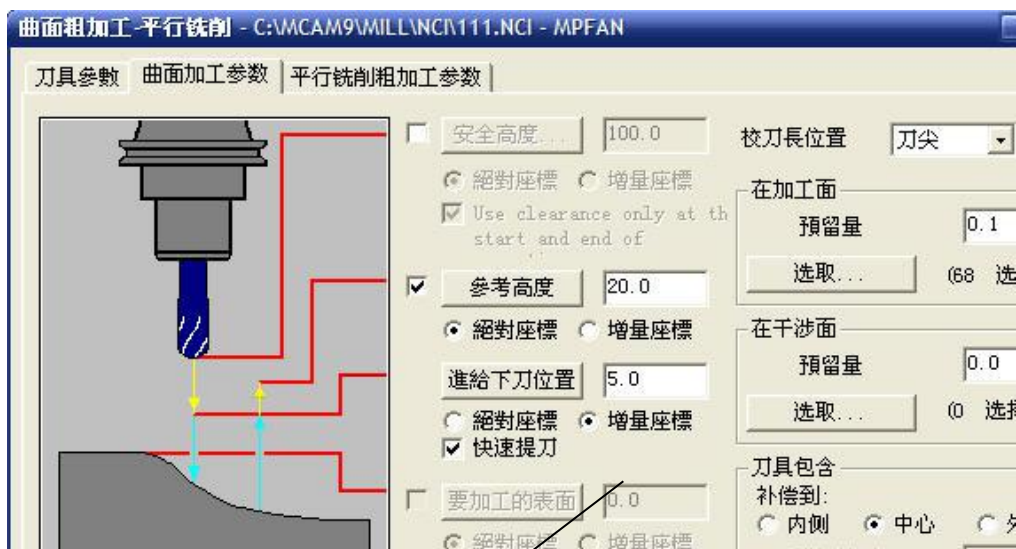


由于铣去 0.1mm，所以在粗/精加工前要把加工原点 Z 值向下移动 0.1mm。

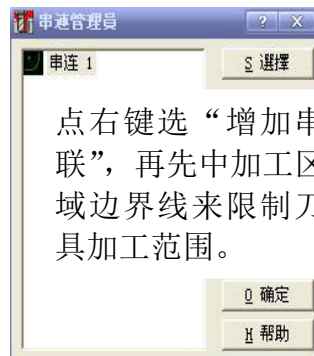
2、粗加工凹模腔。

用曲面加工/粗加工/平行铣削，选用 $\phi 4$ 平底立铣刀。

主要参数设置如图：



由于这步粗加只需要加工凹模腔的内表面，所以点“选刀具包含”选项，它是让刀具在一定的区域内加工，即加工区域限制，可以减少重复加工铣平面时加工过的面。



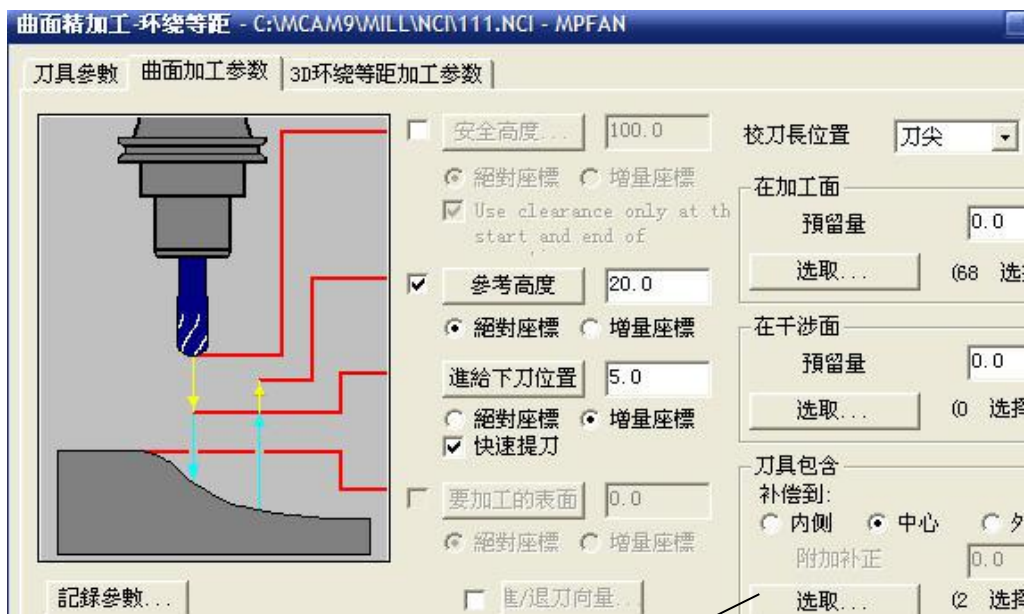
点右键选“增加串联”，再选中加工区域边界线来限制刀具加工范围。



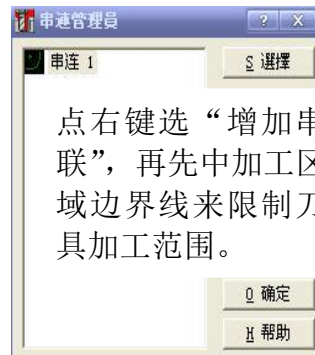
3、精加工模腔。

用曲面加工/精加工/环绕等距命令, 选取 $\phi 2$ 的球刀。

参数设置如下图:



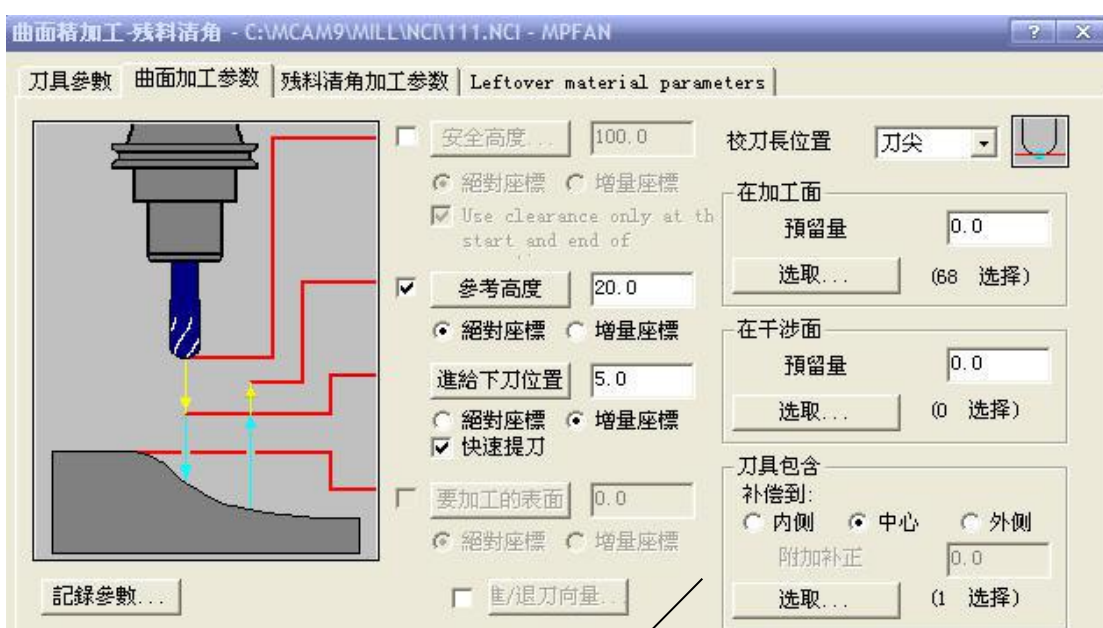
由于这步精加只需要加工凹模腔的内表面, 所以点“选刀具包含”选项, 它是让刀具在一定的区域内加工, 即加工区域限制, 可以减少重复加工铣平面时加工过的面。



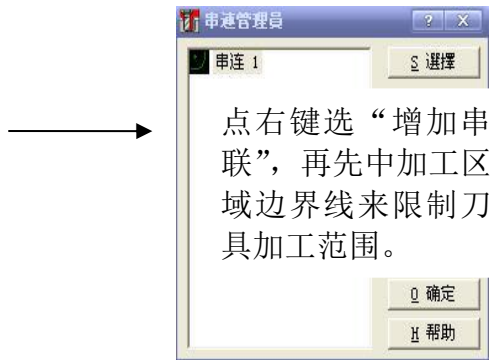


4、精加工--残料清角。

用曲面加工/精加工/残料清角命令。具体参数设置如下图：

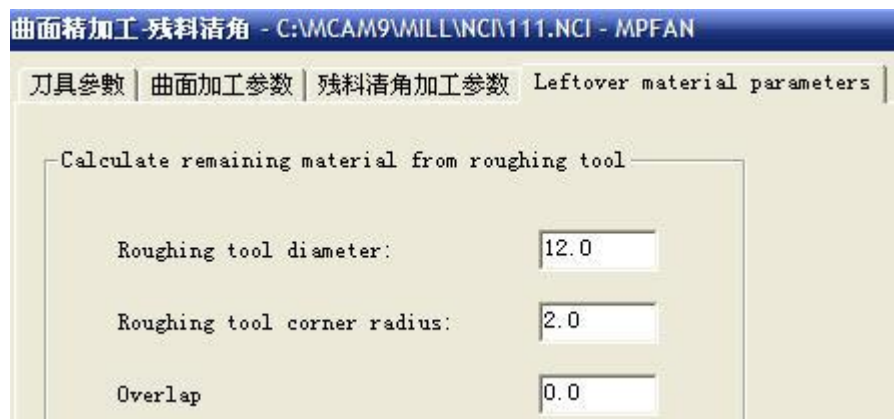


由于这步精加只需要加工凹模腔的内表面，所以点“选刀具包含”选项，它是让刀具在一定的区域内加工，即加工区域限制，可以减少重复加工铣平面时加工过的面。



点右键选“增加串连”，再先中加工区域边界线来限制刀具加工范围。

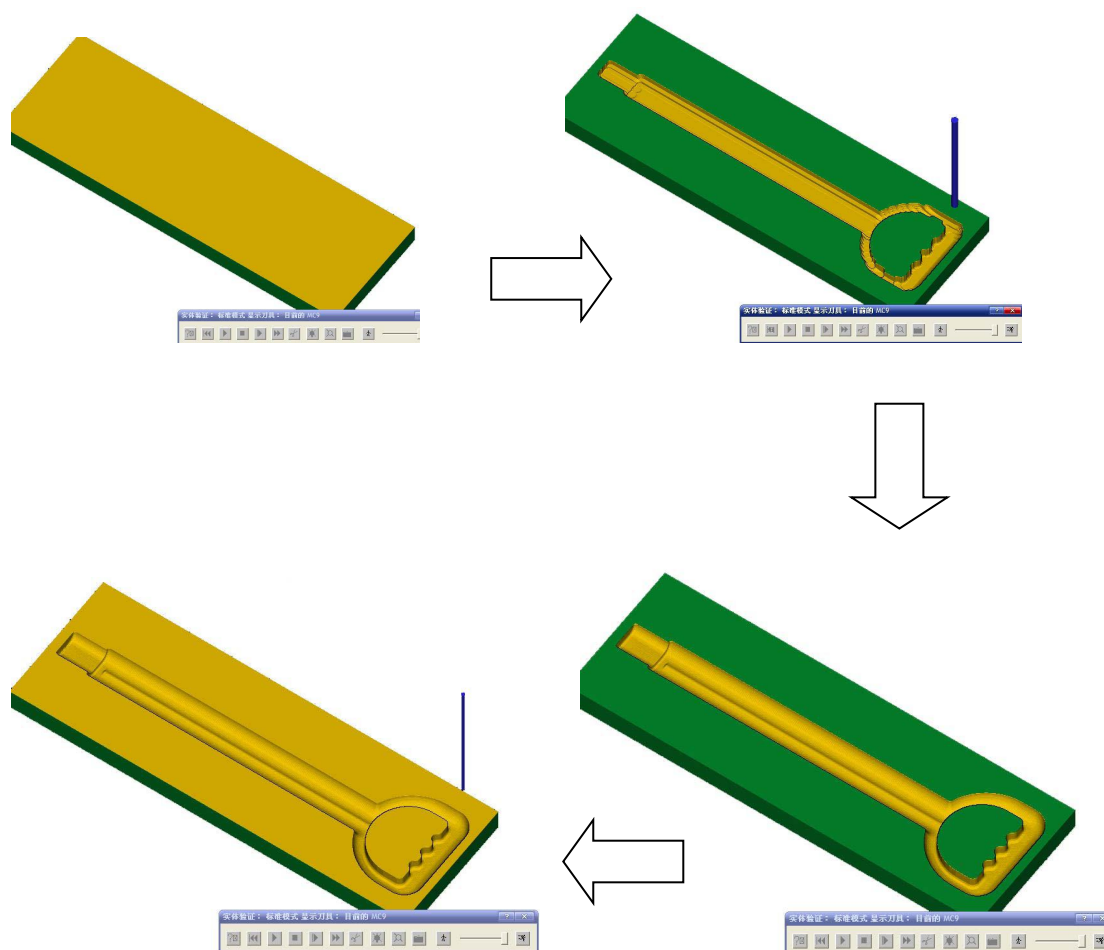




最后所有刀路设置完成：



3.2 各加工步骤仿真图示：



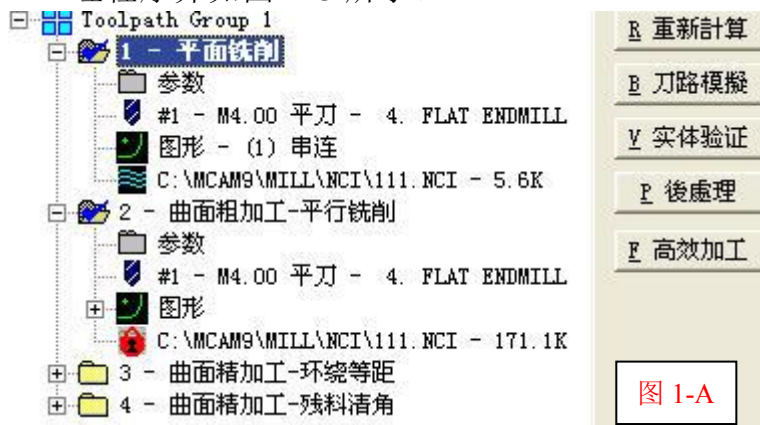
3.2.4 刀路部分小结

1、数控加工刀路的编制难点与重点是：

- ① 加工先后顺序的安排。先粗加工后精加工，先加工模具上表面再加工模腔曲面。
 - ② 加工刀具的选择与加工参数的设定。加工参数（安全高度、下刀位置、下刀方式、切削方式、切削量等）。
 - ③ 为确保被加工工件的表面质量，加工方式采用双向加工，或环绕切削，刀路自动优化，加工角度控制等。
- 2、粗加工目的是粗切除大部份的工件材料，为确保工件不会过切，一定要留切削余量，一般留 0.3~1mm。对于刀具锋利，加工材料金属性能较好材料时，余留量可少点；对于容易崩裂的材料余留量要多点。
- 3、编写数控程序应根据实际选用的数控机床性能去设定加工参数。

3.3 生成 NC 程序

- 1、用键盘 Alt+O 弹出如下图 1-A 所示对话框中选中要生成的刀路程序
单击 POST，在弹出的图 1-B 所示 Change Post 中选择机床的后处
理程序并如图 1-C 所示。



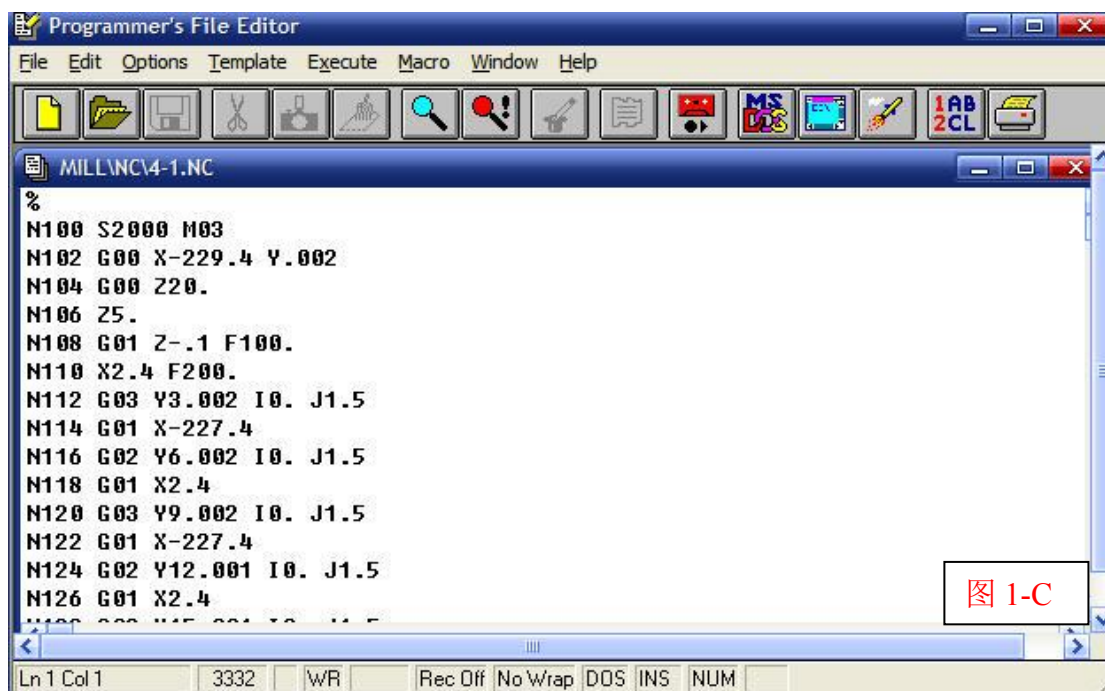
注：在选择刀路程序时，可根据相同刀具、加工顺序相依的生成一个 NC 文件，可以大大减少停机时间，提高加工效率（如图 1-A 中刀路程序 1 和 2）。



注：

点击确定后弹出一选择，内容意思为是否需要全部执行同名 NCI，在这里我们当然不需要，所以选否。




如果选是，则把不同刀具，加工参数不同的刀路程序生成在一 NC 中，会造成加工混乱。



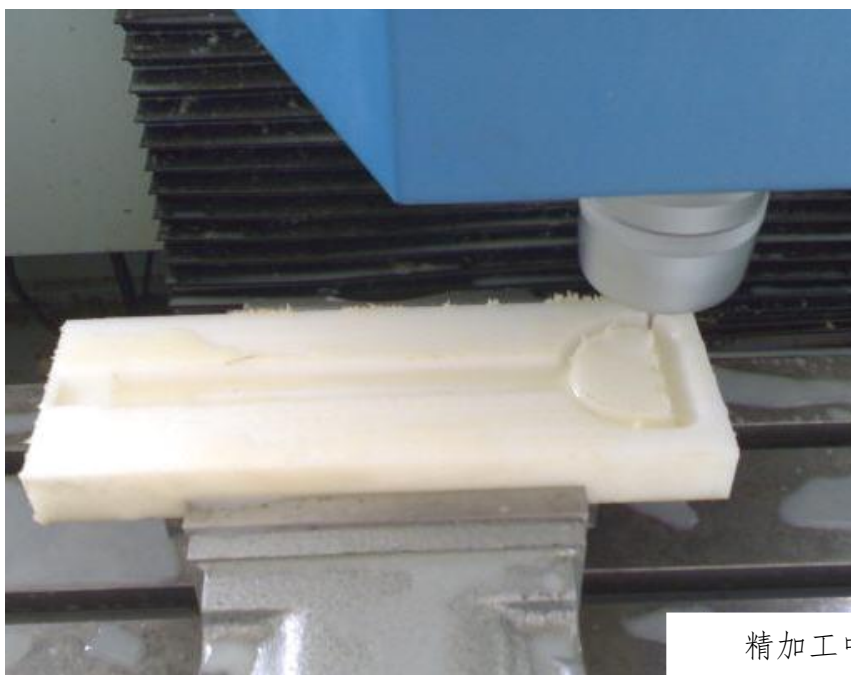
根据图 1-C 中系统生成的 NC 程序，再根据实际需要对程序进行修改，并保存。

（它的最大作用也在于断刀后可以找出相关坐标，把断刀前已加工过的坐标删除，使新的加工在断刀处或之前开始加工，可以减少重复加工，节约加工时间。）

3.4 传输 NC 数据至数控机床：

首先安装通讯工具 ，双击通讯图标  进入传输数据界面，点选数据发送  发送，选中要传输的 NC 再打开就可以进行数控加工。

(在进行数控 NC 传输前，数控机床应处于“自动/DNC”控制状态中，否则会通讯失败。)





本节附注：

数据传输前的准备：

- ① 准备加工机床，并检查机床各部件的运行情况和运动精度，添加润滑油。空运行机床，通过听声，观察等来检查是否有异常。必要时利用水平仪和千分表检测机床导轨和主轴精度。
- ② 准备所需要的工、夹、量具等工具设备，并进行一定的精度检查。
- ③ 检查 NC 代码程序。包括检查程序的格式、主轴转速、切削速度、换刀方式等的设置有无错漏等。

结束语

本毕业设计通过实际产品(即首模)获取三维数据,再利用工程软件Pro/E得到三维特征,再Pro/E中进行分模,进行工艺分析,再利用MasterCAM软件编制刀路,生成NC程序。

通过课堂理论学习和结合实践,使我对数控加工的流程有了较深刻熟练的了解。在通过老师的耐心指导和同学的共同努力下,成功设计出了凹凸模样品并且在学校数控铣床加工出实物,也让我更加有信心往数控行业发展,也看到这个行业的前景是非常广阔的。

同时,在本次毕业设计中我深刻体会到:要做出一个好的产品不能只靠理论知,更要我们在各种实践和工作中的丰富经验,评价作业人员是否优秀是要看他积累经验的多少,要让自己能成为一名出色的数控人才就必须利用充足的时间去查阅和学习各种数控加工知识并在工作中积累经验。我们不仅要有扎实的机械知识,更需要一颗不断求实创新的恒心,才能跟得上一日千里发展的数控行业并使我们在数控行业中立于不败之地。在加工过程中,既要有耐心也要有细心。数控技术课程是一门实践性很强的课程,离开实践,就谈不上素质,实践是知识转化并升华为素质的根本条件。要想达到理想的教学和实践效果,仅在课堂上实施全方位的教学是不够的,还应具备一个良好的实践教学环境。

最后我坚信,只要保持谦虚积极的学习心态与不断的努力、付出、并在正确方法指导下,一定会成为机械行业中有用人才!

致 谢

毕业设计是大学三年里最后一次学习和提高性综合考核，在这次设计中我不仅从知识和动手能力上得到了很大的提高，而且心理上也成熟了。

在设计过程中我遇到了不少困难，例如建模过程中技术不够硬，方法不简单直接，加工过程中机床的操作等问题。但在老师和同学帮助下，所有问题迎面而解，问题的解决可让我的知识更充沛，同时也在其中学会了怎样分析和解决问题的能力，也加强了和老师同学之间的人际沟通能力。从而也培养了我严肃认真、一丝不苟和实事求是的工作作风，并树立了正确的生产观、经济观。在此非常多谢各位老师和同学的无私帮助。

由于本人知识有限，毕业设计中不可避免有错误和不足之处，希望大家能批评指正。

在这里再次向各位老师和同学表示衷心的感谢。

参考资料

参见以下有关方面的资料：

- 1、数控机床及编程
- 2、模具 CAD/CAM
- 3、MasterCAM9.0 教程
- 4、Pro/Engineer 野火版 2.0 教程
- 5、现代制造技术
- 6、数控加工工艺
- 7、机械零件加工工艺手册

部分 NC 程序摘录

%	N176 X-27.337 Z.097	N258 X-42.798
N100 S2000 M03	N178 X-26.768 Z.1	N260 X-44.701
N102 G00 X-32.985	N180 X-19.578	Y19.891
Y12.065	N182 X-19.376 Z.097	N262 X-41.958
N104 G00 Z20. M08	N184 X-19.267 Z.093	N264 X-41.888 Z.087
N106 Z6.1	N186 X-19.156 Z.091	N266 X-41.836 Z.05
N108 G01 Z.1 F150.	N188 X-19.054 Z.087	N268 X-41.817 Z0.
N110 X-11.448 F200.	N190 X-18.824 Z.05	N270 Z-.056
N112 X-9.184 Y14.022	N192 X-18.791 Z.037	N272 X-41.815 Z-.1
N114 X-12.116	N194 X-18.757 Z0.	N274 X-38.983
N116 X-12.202 Z.087	N196 Z-.1	N276 Z0.
N118 X-12.264 Z.05	N198 X-10.317	N278 X-38.979 Z.002
N120 X-12.287 Z0.	N200 X-10.316 Z-.069	N280 X-38.954 Z.05
N122 Z-.1	N202 Z0.	N282 X-38.895 Z.087
N124 X-32.261	N204 X-10.299 Z.05	N284 X-38.809 Z.1
N126 X-32.267 Z-.056	N206 X-10.254 Z.087	N286 X-14.909
N128 Z0.	N208 X-10.193 Z.1	N288 X-14.857 Z.087
N130 X-32.306 Z.05	N210 X-7.878	N290 X-14.819 Z.05
N132 X-32.412 Z.087	N212 X-7.134 Y17.935	N292 X-14.805 Z0.
N134 X-32.558 Z.1	N214 X-9.216	N294 Z-.1
N136 X-37.385	N216 X-9.269 Z.087	N296 X-8.921
N138 X-40.413	N218 X-9.307 Z.05	N298 Z0.
Y15.978	N220 X-9.322 Z0.	N300 X-8.908 Z.05
N140 X-36.783	N222 Z-.069	N302 X-8.871 Z.087
N142 X-36.685 Z.087	N224 X-9.323 Z-.1	N304 X-8.821 Z.1
N144 X-36.613 Z.05	N226 X-15.695	N306 X-6.826
N146 X-36.586 Z0.	N228 Z0.	N308 X-6.789 Y21.848
N148 Z-.075	N230 X-15.712 Z.05	N310 X-8.789
N150 X-36.584 Z-.1	N232 X-15.756 Z.087	N312 X-8.839 Z.087
N152 X-28.563	N234 X-15.819 Z.1	N314 X-8.876 Z.05
N154 Z0.	N236 X-35.401	N316 X-8.889 Z0.
N156 X-28.444 Z.05	N238 X-35.518 Z.087	N318 X-8.891 Z-.1
N158 X-28.401 Z.055	N240 X-35.604 Z.05	N320 X-14.689
N160 X-28.354	N242 X-35.635 Z0.	N322 Z0.
N162 X-28.306 Z.063	N244 Z-.1	N324 X-14.703 Z.05
N164 X-28.12 Z.076	N246 X-39.538	N326 X-14.739 Z.087
N166 X-28.074 Z.081	N248 X-39.541 Z-.056	N328 X-14.789 Z.1
N168 X-28.042	N250 Z0.	N330 X-41.205
N170 X-27.965 Z.087	N252 X-39.563 Z.05	N332 X-41.278 Z.087
N172 X-27.429 Z.096	N254 X-39.623 Z.087	N334 X-41.332 Z.05
N174 X-27.383	N256 X-39.705 Z.1	N336 X-41.352 Z0.

N338 Z-. 1	N428 Z-. 1	N518 X-46. 525 Z. 087
N340 X-43. 627	N430 X-46. 341	N520 X-46. 564 Z. 05
N342 Z0.	N432 X-46. 342 Z-. 083	N522 X-46. 578 Z0.
N344 X-43. 644 Z. 05	N434 Z0.	N524 Z-. 1
N346 X-43. 692 Z. 087	N436 X-46. 357 Z. 05	N526 X-48. 42
N348 X-43. 757 Z. 1	N438 X-46. 4 Z. 087	N528 X-48. 422 Z0.
N350 X-46. 29	N440 X-46. 457 Z. 1	N530 X-48. 423 Z. 001
N352 X-47. 619	N442 X-48. 724	N532 X-48. 44 Z. 05
Y23. 804	N444 X-49. 631	N534 X-48. 452 Z. 059
N354 X-45. 242	Y27. 717	N536 X-48. 494 Z. 087
N356 X-45. 182 Z. 087	N446 X-47. 45	N538 X-48. 566 Z. 1
N358 X-45. 137 Z. 05	N448 X-47. 395 Z. 087	N540 X-199. 5
N360 X-45. 121 Z0.	N450 X-47. 354 Z. 05	N542 G00 Z5. 1
N362 Z-. 056	N452 X-47. 339 Z0.	N544 Z20.
N364 X-45. 118 Z-. 1	N454 Z-. 056	N546 X-217. 5 Y31. 63
N366 X-43. 165	N456 X-47. 337 Z-. 1	N548 Z6. 1
N368 Z0.	N458 X-45. 712	N550 G01 Z. 1 F150.
N370 X-43. 146 Z. 05	N460 Z0.	N552 X-198. 349 F200.
N372 X-43. 096 Z. 087	N462 X-45. 697 Z. 05	N554 X-198. 271 Z. 087
N374 X-43. 035 Z. 1	N464 X-45. 656 Z. 087	N556 X-198. 213 Z. 05
N376 X-14. 789	N466 X-45. 601 Z. 1	N558 X-198. 194 Z. 004
N378 X-14. 739 Z. 087	N468 X-16. 443	N560 X-198. 192 Z. 003
N380 X-14. 703 Z. 05	N470 X-16. 367 Z. 087	N562 X-198. 187 Z-. 1
N382 X-14. 689 Z0.	N472 X-16. 311 Z. 05	N564 X-47. 24
N384 Z-. 1	N474 X-16. 296 Z. 015	N566 Z0.
N386 X-8. 891	N476 X-16. 285 Z0.	N568 X-47. 226 Z. 05
N388 X-8. 889 Z0.	N478 Z-. 1	N570 X-47. 189 Z. 087
N390 X-8. 876 Z. 05	N480 X-8. 891	N572 X-47. 137 Z. 1
N392 X-8. 839 Z. 087	N482 X-8. 889 Z0.	N574 X-14. 762
N394 X-8. 789 Z. 1	N484 X-8. 876 Z. 05	N576 X-14. 71 Z. 087
N396 X-6. 789	N486 X-8. 839 Z. 087	N578 X-14. 672 Z. 05
N398 Y25. 761	N488 X-8. 789 Z. 1	N580 X-14. 658 Z0.
N400 X-8. 789	N490 X-6. 789	N582 Z-. 1
N402 X-8. 839 Z. 087	N492 Y29. 674	N584 X-8. 891
N404 X-8. 876 Z. 05	N494 X-8. 789	N586 X-8. 889 Z0.
N406 X-8. 889 Z0.	N496 X-8. 839 Z. 087	N588 X-8. 876 Z. 05
N408 X-8. 891 Z-. 1	N498 X-8. 876 Z. 05	N590 X-8. 839 Z. 087
N410 X-14. 954	N500 X-8. 889 Z0.	N592 X-8. 789 Z. 1
N412 Z0.	N502 X-8. 891 Z-. 1	N594 X-6. 789
N414 X-14. 968 Z. 05	N504 X-15. 894	N596 Y33. 587
N416 X-15. 007 Z. 087	N506 Z0.	N598 X-8. 789
N418 X-15. 06 Z. 1	N508 X-15. 895	N600 X-8. 839 Z. 087
N420 X-44. 458	N510 X-15. 915 Z. 05	N602 X-8. 876 Z. 05
N422 X-44. 519 Z. 087	N512 X-15. 969 Z. 087	N604 X-8. 889 Z0.
N424 X-44. 562 Z. 05	N514 X-16. 045 Z. 1	N606 X-8. 891 Z-. 1
N426 X-44. 578 Z0.	N516 X-46. 469	N608 X-14. 472

N610 Z0.	N702 Z0.	N794 X-14.477
N612 X-14.474 Z.008	N704 X-17.2 Z.05	N796 X-14.485 Z.03
N614 X-14.479 Z.018	N706 X-17.236 Z.087	N798 X-14.491 Z.05
N616 X-14.488 Z.05	N708 X-17.286 Z.1	N800 X-14.527 Z.087
N618 X-14.524 Z.087	N710 X-47.954	N802 X-14.577 Z.1
N620 X-14.575 Z.1	N712 X-48.004 Z.087	N804 X-47.591
N622 X-47.594	N714 X-48.04 Z.05	N806 X-47.642 Z.087
N624 X-47.645 Z.087	N716 X-48.054 Z0.	N808 X-47.679 Z.05
N626 X-47.682 Z.05	N718 Z-.1	N810 X-47.693 Z0.
N628 X-47.696 Z0.	N720 X-215.4	N812 Z-.1
N630 Z-.1	N722 Z0.	N814 X-215.4
N632 X-215.4	N724 X-215.413 Z.05	N816 Z0.
N634 Z0.	N726 X-215.45 Z.087	N818 X-215.413 Z.05
N636 X-215.413 Z.05	N728 X-215.5 Z.1	N820 X-215.45 Z.087
N638 X-215.45 Z.087	N730 X-217.5	N822 X-215.5 Z.1
N640 X-215.5 Z.1	N732 Y39.457	N824 X-217.5
N642 X-217.5	N734 X-215.5	N826 Y43.37
N644 Y35.543	N736 X-215.45 Z.087	N828 X-198.349
N646 X-215.5	N738 X-215.413 Z.05	N830 X-198.271 Z.087
N648 X-215.45 Z.087	N740 X-215.4 Z0.	N832 X-198.213 Z.05
N650 X-215.413 Z.05	N742 Z-.1	N834 X-198.192 Z.003
N652 X-215.4 Z0.	N744 X-47.957	N836 X-198.188 Z-.1
N654 Z-.1	N746 Z0.	N838 X-47.24
N656 X-47.961	N748 X-47.944 Z.05	N840 Z0.
N658 Z0.	N750 X-47.907 Z.087	N842 X-47.226 Z.05
N660 X-47.947 Z.05	N752 X-47.855 Z.1	N844 X-47.189 Z.087
N662 X-47.911 Z.087	N754 X-15.305	N846 X-47.137 Z.1
N664 X-47.861 Z.1	N756 X-15.248 Z.087	N848 X-14.762
N666 X-15.307	N758 X-15.201 Z.05	N850 X-14.71 Z.087
N668 X-15.248 Z.087	N760 X-15.184 Z0.	N852 X-14.672 Z.05
N670 X-15.201 Z.05	N762 Z-.1	N854 X-14.658 Z0.
N672 X-15.184 Z0.	N764 X-8.891	N856 Z-.1
N674 Z-.1	N766 X-8.889 Z0.	N858 X-8.891
N676 X-8.891	N768 X-8.876 Z.05	N860 X-8.889 Z0.
N678 X-8.889 Z0.	N770 X-8.839 Z.087	N862 X-8.876 Z.05
N680 X-8.876 Z.05	N772 X-8.789 Z.1	N864 X-8.839 Z.087
N682 X-8.839 Z.087	N774 X-6.789	N866 X-8.789 Z.1
N684 X-8.789 Z.1	N776 Y41.413	N868 X-6.789
N686 X-6.789	N778 X-8.789	N870 Y45.326
N688 Y37.5	N780 X-8.839 Z.087	N872 X-8.789
N690 X-8.789	N782 X-8.876 Z.05	N874 X-8.839 Z.087
N692 X-8.839 Z.087	N784 X-8.889 Z0.	N876 X-8.876 Z.05
N694 X-8.876 Z.05	N786 X-8.891 Z-.1	N878 X-8.889 Z0.
N696 X-8.889 Z0.	N788 X-14.471	N880 X-8.891 Z-.1
N698 X-8.891 Z-.1	N790 Z0.	N882 X-15.895
N700 X-17.186	N792 X-14.475 Z.013	N884 Z0.

N886 X-15.896	N976 Y49.239	N1064 X-8.789 Z.1
N888 X-15.915 Z.05	N978 X-8.789	N1066 X-6.789
N890 X-15.969 Z.087	N980 X-8.839 Z.087	N1068 Y53.152
N892 X-16.045 Z.1	N982 X-8.876 Z.05	N1070 X-8.789
N894 X-46.477	N984 X-8.889 Z0.	N1072 X-8.839 Z.087
N896 X-46.531 Z.087	N986 X-8.891 Z-.1	N1074 X-8.876 Z.05
N898 X-46.57 Z.05	N988 X-14.953	N1076 X-8.889 Z0.
N900 X-46.585 Z0.	N990 Z0.	N1078 X-8.891 Z-.1
N902 Z-.1	N992 X-14.968 Z.05	N1080 X-14.689
N904 X-48.42	N994 X-15.007 Z.087	N1082 Z0.
N906 X-48.421 Z-.071	N996 X-15.06 Z.1	N1084 X-14.703 Z.05
N908 Z0.	N998 X-44.469	N1086 X-14.739 Z.087
N910 X-48.44 Z.05	N1000 X-44.529 Z.087	N1088 X-14.789 Z.1
N912 X-48.452 Z.059	N1002 X-44.573 Z.05	N1090 X-41.206
N914 X-48.494 Z.087	N1004 X-44.589 Z0.	N1092 X-41.277 Z.087
N916 X-48.566 Z.1	N1006 Z-.1	N1094 X-41.328 Z.05
N918 X-199.5	N1008 X-46.341	N1096 X-41.347 Z0.
N920 G00 Z5.1	N1010 X-46.343	N1098 Z-.1
N922 Z20.	Z-.056	N1100 X-43.63
N924 X-49.631	N1012 Z0.	N1102 X-43.632
Y47.283	N1014 X-46.358 Z.05	Z-.056
N926 Z6.1	N1016 X-46.401 Z.087	N1104 Z0.
N928 G01 Z.1 F150.	N1018 X-46.458 Z.1	N1106 X-43.65 Z.05
N930 X-47.45 F200.	N1020 X-48.724	N1108 X-43.697 Z.087
N932 X-47.395 Z.087	N1022 X-47.619	N1110 X-43.762 Z.1
N934 X-47.354 Z.05	Y51.196	N1112 X-46.29
N936 X-47.339 Z0.	N1024 X-45.241	N1114 X-44.701
N938 Z-.056	N1026 X-45.181 Z.087	Y55.109
N940 X-47.337 Z-.1	N1028 X-45.137 Z.05	N1116 X-41.956
N942 X-45.711	N1030 X-45.121 Z0.	N1118 X-41.885 Z.087
N944 Z0.	N1032 Z-.061	N1120 X-41.832 Z.05
N946 X-45.696 Z.05	N1034 X-45.118 Z-.1	N1122 X-41.813 Z0.
N948 X-45.656 Z.087	N1036 X-43.163	N1124 Z-.1
N950 X-45.601 Z.1	N1038 Z0.	N1126 X-38.983
N952 X-16.443	N1040 X-43.145 Z.05	N1128 Z0.
N954 X-16.367 Z.087	N1042 X-43.096 Z.087	N1130 X-38.978 Z.004
N956 X-16.309 Z.05	N1044 X-43.03 Z.1	N1132 X-38.957 Z.05
N958 X-16.291 Z.008	N1046 X-14.789	N1134 X-38.895 Z.087
N960 X-16.285 Z0.	N1048 X-14.739 Z.087	N1136 X-38.809 Z.1
N962 Z-.1	N1050 X-14.703 Z.05	N1138 X-14.91
N964 X-8.891	N1052 X-14.689 Z0.	N1140 X-14.859 Z.087
N966 X-8.889 Z0.	N1054 Z-.1	N1142 X-14.821 Z.05
N968 X-8.876 Z.05	N1056 X-8.891	N1144 X-14.805 Z0.
N970 X-8.839 Z.087	N1058 X-8.889 Z0.	N1146 Z-.1
N972 X-8.789 Z.1	N1060 X-8.876 Z.05	N1148 X-8.918
N974 X-6.789	N1062 X-8.839 Z.087	N1150 X-8.917 Z-.069

N1152 Z0.	N1240 X-19.347 Z.097
N1154 X-8.904 Z.05	N1242 X-19.243 Z.092
N1156 X-8.867 Z.087	N1244 X-19.11 Z.09
N1158 X-8.817 Z.1	N1246 X-19.045 Z.087
N1160 X-6.826	N1248 X-18.824 Z.05
N1162 X-7.134	N1250 X-18.81 Z.042
Y57.065	N1252 X-18.802 Z.033
N1164 X-9.217	N1254 X-18.764 Z.01
N1166 X-9.27 Z.087	N1256 X-18.754 Z0.
N1168 X-9.308 Z.05	N1257 G00 Z.42
N1170 X-9.322 Z0.	N1258 Z20.
N1172 Z-.089	N1259 M05
N1174 X-9.323 Z-.1	N1260 M30
N1176 X-15.695	%
N1178 Z0.	
N1180 X-15.712 Z.05	
N1182 X-15.756 Z.087	
N1184 X-15.82 Z.1	
N1186 X-35.395	
N1188 X-35.509 Z.087	
N1190 X-35.592 Z.05	
N1192 X-35.622 Z0.	
N1194 Z-.1	
N1196 X-39.535	
N1198 Z0.	
N1200 X-39.557 Z.05	
N1202 X-39.617 Z.087	
N1204 X-39.7 Z.1	
N1206 X-42.798	
N1208 X-40.413	
Y59.022	
N1210 X-36.787	
N1212 X-36.688 Z.087	
N1214 X-36.615 Z.05	
N1216 X-36.588 Z0.	
N1218 Z-.056	
N1220 X-36.584 Z-.1	
N1222 X-28.545	
N1224 Z0.	
N1226 X-28.406 Z.05	
N1228 X-28.06 Z.083	
N1230 X-27.998	
N1232 X-27.973 Z.087	
N1234 X-27.936 Z.088	
N1236 X-26.688 Z.1	
N1238 X-19.578	