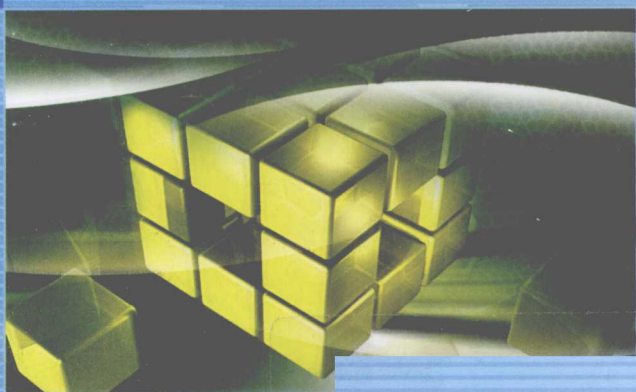




面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果



基于Pro/E与Mastercam的 模具设计与制造

JIYU Pro/E YU Mastercam DE MUJU SHEJI YU ZHIZAO

主 编 梁 庆 廖前行

面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果

基于 Pro/E 与 Mastercam 的模具设计与制造

主 编 梁 庆 廖前行

副主编 丁金玲 莫 莉



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书以模具设计与数控编程工作过程为导向,在循序渐进的教学中,通过精选的6个案例详细介绍了Pro/ENGINEER Wildfire 4.0和Mastercam X2两者相结合在模具设计及数控加工方面的应用。包括模具设计入门、模具分型面设计与编辑、浇注和冷却系统设计、EMX5.0模架设计、模仁的数控编程等功能。随书附带的光盘中给出了每个案例操作的视频教学文件,通过对本书和配套光盘的学习,能够使读者理解并掌握Pro/ENGINEER的三维造型理念、模具设计方法及Mastercam强大的数控加工功能。

本书适用于有一定计算机辅助设计与制造基础的读者,不仅可以作为高等院校模具设计及数控技术专业的教科书,亦可以作为各类CAD/CAM培训班的辅助教材,并可作为使用Pro/E及Mastercam从事模具设计与数控加工的工程人员的自学指导书。

为了方便读者学习,本书附带一张光盘,主要内容介绍如下。

(1)“视频教学”文件夹中的文件为书中每个实例操作过程的视频教学文件,读者可以直接将其打开,学习实例的操作方法。

(2)“结果文件”文件夹中的文件为书中每个实例的操作结果文件,读者可以用相关软件打开文件,查看实例的最终结果。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

基于Pro/E与Mastercam的模具设计与制造/梁庆,廖前行主编. —北京:北京理工大学出版社,2010.7

ISBN 978-7-5640-3045-2

I. ①基… II. ①梁… ②廖… III. ①模具-计算机辅助设计-应用软件, Pro/ENGINEER、Mastercam-教材 ②模具-计算机辅助制造-应用软件, Pro/ENGINEER、Mastercam-教材 IV. ①TG76-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第020499号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京飞达印刷有限责任公司

开 本/710毫米×1000毫米 1/16

印 张/27

字 数/507千字

版 次/2010年7月第1版 2010年7月第1次印刷

印 数/1~2000册

定 价/50.00元

责任校对/陈玉梅

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前言

本教材是针对高等院校模具、数控专业从事模具设计员及数控编程员等职业岗位群的能力要求而编写的,是国家示范建设立体化特色教材。

本教材以学生专业应用能力为核心,突出培养学生岗位技术能力和职业素质,采用典型企业的真实模具设计与数控编程加工实例作为编写素材,参照企业模具设计与数控加工技术标准,反映该岗位工作过程和职业标准,具有鲜明的高等教育特色。

本教材以模具设计与数控编程加工过程为主线,通过对数个典型零件的模具结构设计、数控程序编制等具体实践性过程的学习,培养学生的模具设计与数控编程的职业技能和职业素养,掌握模具设计与数控编程的专业知识,培养学生的创新精神和创造能力以及严谨、求实的工作作风,同时提高学生获取信息、团结合作、社会交往等综合职业能力。

参加本教材编写的人员均为资深行业专家,以及在高等院校任教多年的企业教师,理论基础扎实,模具设计与数控加工实践能力强,又具有丰富的教学经验。他们在教材编写过程中勇于探索,彻底摒弃了传统的按学科内容顺序排列的教材编写方式,采用基于模具设计与数控编程加工工作过程的任务驱动式现代教学方法,其鲜明的特点如下:

① 以完成某个具体任务的工作过程为主线,适时、适量、适用地插入“相关知识”和“知识拓展”,将枯燥抽象的 Pro/E 模具设计及 Mastercam 数控编程的理论知识有机地融合在“任务”完成的过程中,有利于提高学生的学习兴趣,降低学习难度。

② 教材案例全部源于企业真实典型实例,具有极强的普适性和可操作性。学生通过参考借鉴教材中的各案例,完成对应的同步练习,在“做中学”过程中学习专业理论知识,在“学中做”中逐步培养了模具设计与数控编程加工的企业岗位能力。

③ 模具设计与数控编程依赖于实践经验,而学生接触实际生产少,缺乏企业实践经验。为此,教材附带的案例操作视频教学文件,直观形象地表达了 Pro/E 模具设计与 Mastercam 数控编程加工的工作过程,力求提高学习效果。

④ 突出学生应用能力的培养,教会学生参考、借鉴同类零件的模具设计与数控编程加工,以及查阅和选用模具设计与数控编程加工标准的方法,特别适用于高等院校相关专业的模具设计与数控编程等课程基于工作过程的教学。

本书第一章由丁金玲编写,第三章由廖前行编写,第四章由莫莉编写,第二、五、六章由梁庆编写,全书由梁庆统稿并主审。在教材编写过程中,得到许多行业、企业一线专家的大力支持和帮助,在此谨向他们表示衷心的感谢。

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中难免出现不当和错误之处,敬请广大读者谅解,并真诚欢迎读者批评指正。

编者

目 录

第1章 排气扇面盖的模具设计与制造	1
1.1 任务引入	1
1.2 任务分析	2
1.3 相关知识	2
1.3.1 模仁定义	2
1.3.2 模仁设计	3
1.4 任务实施	5
1.4.1 排气扇面盖模具设计	5
1.4.2 排气扇面盖的模具制造	25
1.5 知识拓展	59
1.5.1 在确定分型面时应遵循的原则	60
1.5.2 常见各种分型面的处理	62
第2章 侧封盖的模具设计与制造	65
2.1 任务引入	65
2.2 任务分析	66
2.3 相关知识	66
2.4 任务实施	70
2.4.1 侧封盖模具设计	70
2.4.2 侧封盖的模具制造	92
2.5 知识拓展	127
2.5.1 浇注系统的组成及设计要求	127
2.5.2 浇注系统设计	130
第3章 面板的模具设计与制造	136
3.1 任务引入	136
3.2 任务分析	137
3.3 相关知识(斜顶机构的设计)	137
3.3.1 斜顶机构的工作原理	137
3.3.2 斜顶主体的设计与尺寸确定	139
3.3.3 斜顶的斜角角度	142
3.3.4 斜顶参数的计算	143

3.4 任务实施	143
3.4.1 面板模具设计	143
3.4.2 面板的模具制造	157
3.5 知识拓展（模具数控铣削加工的基础知识）	188
3.5.1 模具数控铣削加工的特点	188
3.5.2 模具数控铣削加工对象及适用范围	189
3.5.3 模具数控铣削加工工序的划分	192
3.5.4 模具数控铣削加工工序的安排应遵循的原则	193
3.5.5 模具零件曲面数控铣削时应注意的问题	194
3.5.6 数控铣削刀具选择时注意事项	195
3.5.7 模具零件数控加工注意事项	196
第4章 支架的模具设计与制造	201
4.1 任务引入	201
4.2 任务分析	202
4.3 相关知识（侧向分型与抽芯机构的设计）	202
4.3.1 侧向分型的机理	202
4.3.2 常用斜销分型与抽芯机构	204
4.4 任务实施	206
4.4.1 支架模具设计	206
4.4.2 支架的模具制造	232
4.5 知识拓展	262
第5章 MP4 面盖的模具设计与制造	267
5.1 任务引入	267
5.2 任务分析	268
5.3 相关知识（模架的选用与加工）	268
5.3.1 塑料注射模架的结构	268
5.3.2 注塑模标准模架的选用	269
5.3.3 模架制造的分类	271
5.3.4 模架平板类零件的数控铣削加工工艺	272
5.4 任务实施	273
5.4.1 MP4 面盖模具设计	273
5.4.2 MP4 面盖的模具模架设计	289
5.4.3 MP4 面盖模具制造	306
5.5 知识拓展	331
第6章 显示器上盖的模具设计与制造	338
6.1 任务引入	338

6.2 任务分析	339
6.3 相关知识	339
6.4 任务实施	345
6.4.1 显示器上盖模具设计	345
6.4.2 使用 EMX 设计模架及其他模具机构	360
6.4.3 显示器上盖的模具制造	370
6.5 知识拓展	416
参考文献	421

第1章 排气扇面盖的模具设计与制造

◆ 教学目标

通过本章的学习，了解 Pro/E 模具设计与 Mastercam 制造的工作流程，掌握应用 Pro/E 制造模块创建模仁的方法和 Mastercam 编程加工模仁的方法。

◆ 教学要求

知识要点	能力要求	相关知识
Pro/E 分模技术	掌握复制分型面创建方法	构建复制曲面、曲面靠破孔的填充、曲面合并
模具元件生成技术	掌握分割模具积块和抽取模具元件方法	构建体积块、体积块对工件的分割、体积块对模仁的分割、抽取模具元件
Mastercam 数控编程加工技术	掌握 Pro/E 和 Mastercam 文件格式的转换方法； Mastercam 数控编程加工工艺路线及参数选择方法	IGES 数据文件转换、转入 IGES 数据文件后的处理、模仁零件的数控编程步骤

1.1 任务引入

1.1.1 零件图

排气扇面盖零件图如图 1-1 所示。

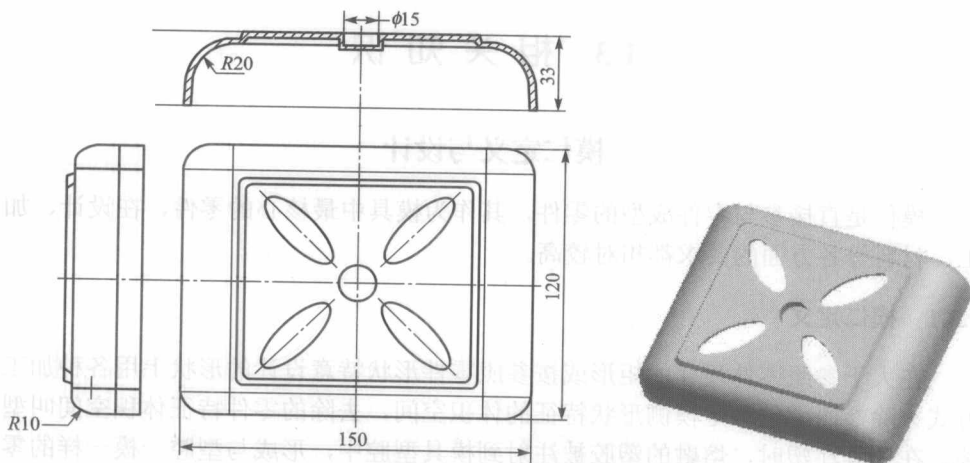


图 1-1 排气扇面盖零件图

1.1.2 设计要求

- ① 零件外观表面不允许有任何飞边、毛刺、缩水现象；
- ② 生产批量为小批量；
- ③ 零件材料为 ABS；
- ④ 材料的缩水率为 1.005。

1.2 任务分析

1.2.1 模具设计流程分析

一般模具设计流程结合设计要求进行设计，其主要设计流程是：加载参照模型→设置收缩率→创建毛坯工件→创建分型面并创建模具体积块→创建模具元件→创建流道→加载标准模架→创建标准件→创建顶针→创建冷却系统→完成模具设计。

注：本章只简单介绍模具设计的初步流程，其余模具设计完整流程在本书其他章节介绍。

1.2.2 模具结构分析

根据设计要求和产品结构特点，拟定一模一腔的模具结构。

1.2.3 模具加工分析

根据凸、凹模仁的结构，分别对它们采用曲面挖槽粗加工及曲面平行、等高外形等精加工路径即可完成。

1.3 相关知识

模仁定义与设计

模仁是直接参与零件成型的零件，其作为模具中最核心的零件，在设计、加工、材料等各方面的要求都相对较高。

1.3.1 模仁定义

在大于参照零件尺寸的矩形或按参照零件形状特意设计的形状上用各种加工方式去除参照零件动定模侧形状特征的体积空间，去除的零件特征体积空间叫型腔。在模具注塑时，熔融的塑胶被注射到模具型腔中，形成与型腔一模一样的零件。模具中直接参与成型的零件是模仁，型腔是模仁上直接参与成型的表面特征，

如图 1-2 和图 1-3 所示。

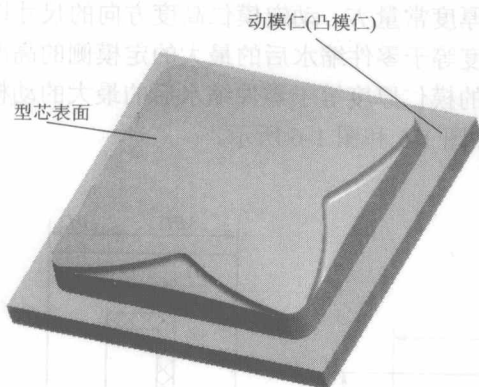


图 1-2 动模仁特征

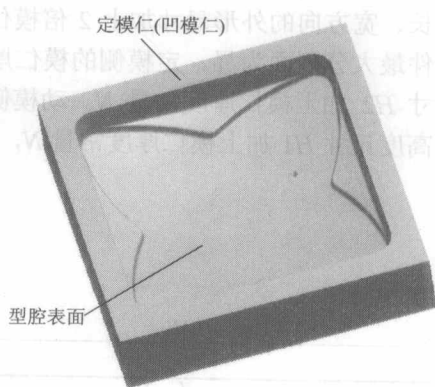


图 1-3 定模仁特征

模仁作为模具的核心零件以模具最大的分型面为界，动模侧的模仁即动模仁（也称凸模仁），定模侧的模仁即定模仁（也称凹模仁）。动定模仁构成成型系统的主体。动定模仁、动定模侧的镶嵌件、各种形式的侧抽型芯等零件共同形成了封闭的零件成型空间。

技巧：通常，模仁由单独的零件构成，当模仁的尺寸较大时，可以由模板直接来代替模仁，而不再单独设计模仁零件，这常用于尺寸较大的模具设计中。

1.3.2 模仁设计

在实际模具设计中应综合参照零件的边界尺寸大小、外形形状、结构特征，模穴数量、热处理方式等各方面的实际因素来确定模仁的大小。图 1-4 所示为参

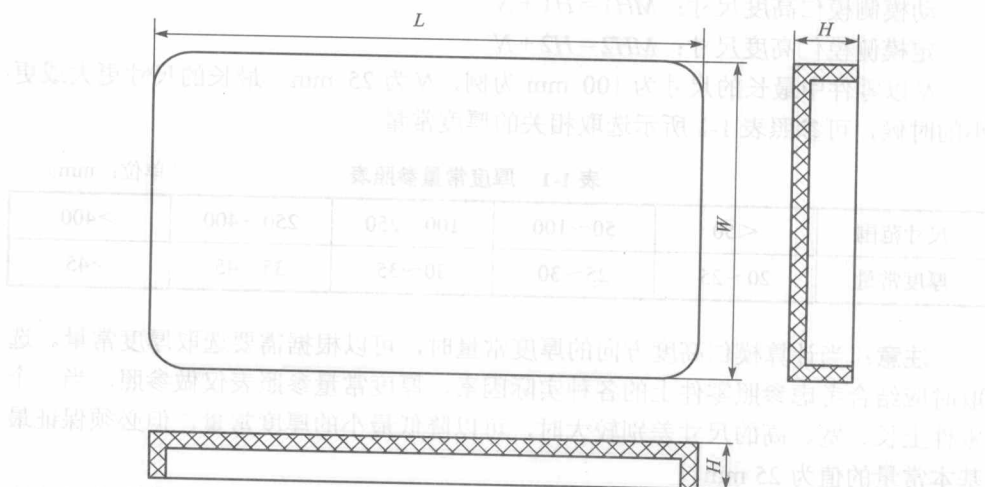


图 1-4 缩水后参照零件最大外形尺寸

照零件设置缩水率后最大外形尺寸，模仁长、宽方向的尺寸等于零件缩水后的最大长、宽方向的外形尺寸加上 2 倍模仁厚度常量 N ，动定模仁高度方向的尺寸以零件最大分型面为界，定模侧的模仁厚度等于零件缩水后的最大的定模侧的高度尺寸 $H2$ 加上模仁厚度常量 N 。动模侧的模仁厚度等于零件缩水后的最大的动模侧高度尺寸 $H1$ 加上模仁厚度常量 N ，如图 1-5 和图 1-6 所示。

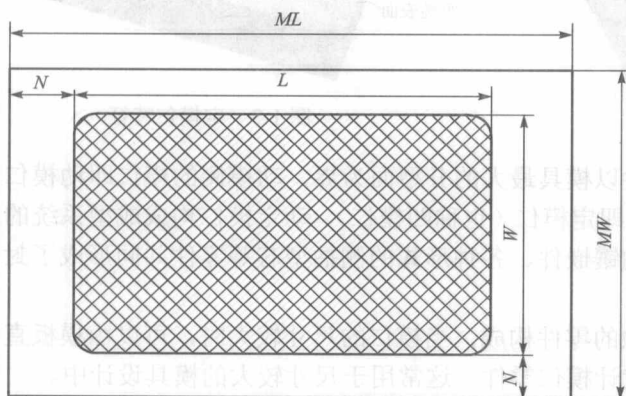


图 1-5 模仁长度与宽度方向的尺寸图示

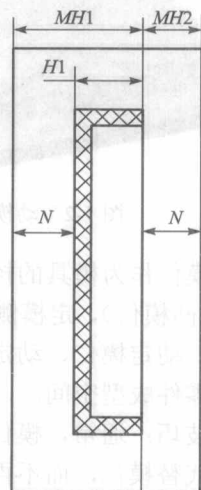


图 1-6 模仁高度方向的尺寸图示

模仁长度尺寸： $ML = L + 2N$

模仁宽度尺寸： $MW = W + 2N$

动模侧模仁高度尺寸： $MH1 = H1 + N$

定模侧模仁高度尺寸： $MH2 = H2 + N$

N 以零件中最长的尺寸为 100 mm 为例， N 为 25 mm。最长的尺寸更大或更小的时候，可参照表 1-1 所示选取相关的厚度常量。

表 1-1 厚度常量参照表

(单位: mm)

尺寸范围	<50	50~100	100~250	250~400	>400
厚度常量	20~25	25~30	30~35	35~45	>45

注意：当计算模仁高度方向的厚度常量时，可以根据需要选取厚度常量。选取时应结合考虑参照零件上的各种实际因素，厚度常量参照表仅做参照。当一个零件上长、宽、高的尺寸差别较大时，可以降低最小的厚度常量，但必须保证最基本常量的值为 25 mm。

图 1-7 所示的长、宽、高的尺寸为缩水后的零件尺寸，零件最长的尺寸为

90.45 mm, 相对于当厚度常量为 20~25 mm 时, 在这可以取厚度常量为 25 mm。

模仁长、宽、高方向的尺寸分别如下:

$$\text{模仁长} = 90.45 + 2 \times 25 = 140.45 \approx 140$$

$$\text{模仁宽} = 40.2 + 2 \times 25 = 90.2 \approx 90$$

$$\text{动模仁高} = 25.13 + 25 = 50.13 \approx 50$$

$$\text{定模仁高} = 8.9 + 25 = 33.9 \approx 35$$

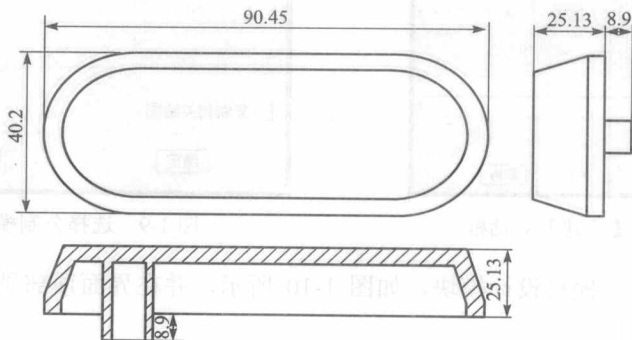


图 1-7 零件尺寸

注意: 计算出的模仁尺寸值通常带小数, 这时需将尺寸数值取整 (尾部数值为 0 或 5), 如计算出的尺寸值 33.7 取整后为 35, 90.3 取整后为 90。

1.4 任务实施

1.4.1 排气扇面盖模具设计

排气扇面盖三维造型完成后, 利用 Pro/ENGINEER 系统下的【制造】|【模具型腔】模块进行模具组件设计, 它包括参照模型的布局、收缩率的设置、毛坯工件的设计、分型面的设计、分割体积块、抽取模具元件、铸模及开模几大部分。

1. 调入模具参照模型

① 选择菜单栏中的【文件】|【新建】命令建立新的文件, 系统弹出图 1-8 所示的【新建】对话框, 在【类型】栏中选中【制造】单选按钮, 在【子类型】栏中选中【模具型腔】单选按钮, 在【名称】文本框中输入文件名“mold01”, 并取消选中【使用缺省模板】复选框, 单击【确定】按钮。

② 系统弹出图 1-9 所示的【新文件选项】对话框, 在【模板】栏选择公制模具设计模板 mmns_mfg_mold, 单击【确定】按钮。

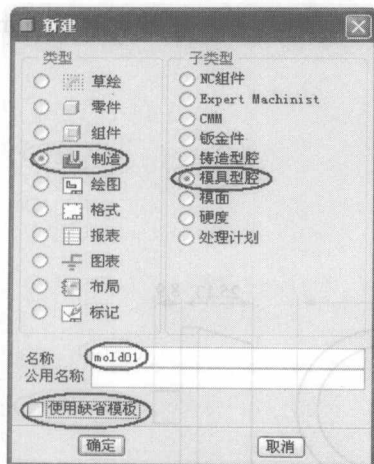


图 1-8 【新建】对话框

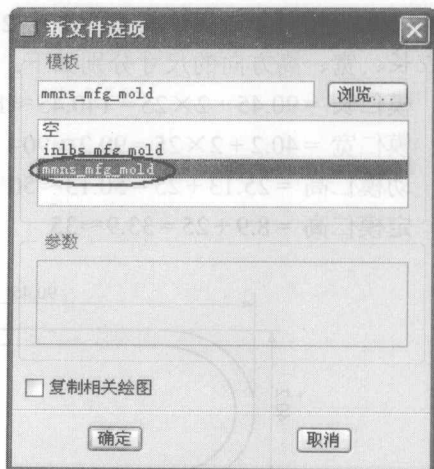


图 1-9 选择制模模板

③ 系统启动模具设计模块，如图 1-10 所示，并在界面顶部显示当前模具文件为“MOLD01”。

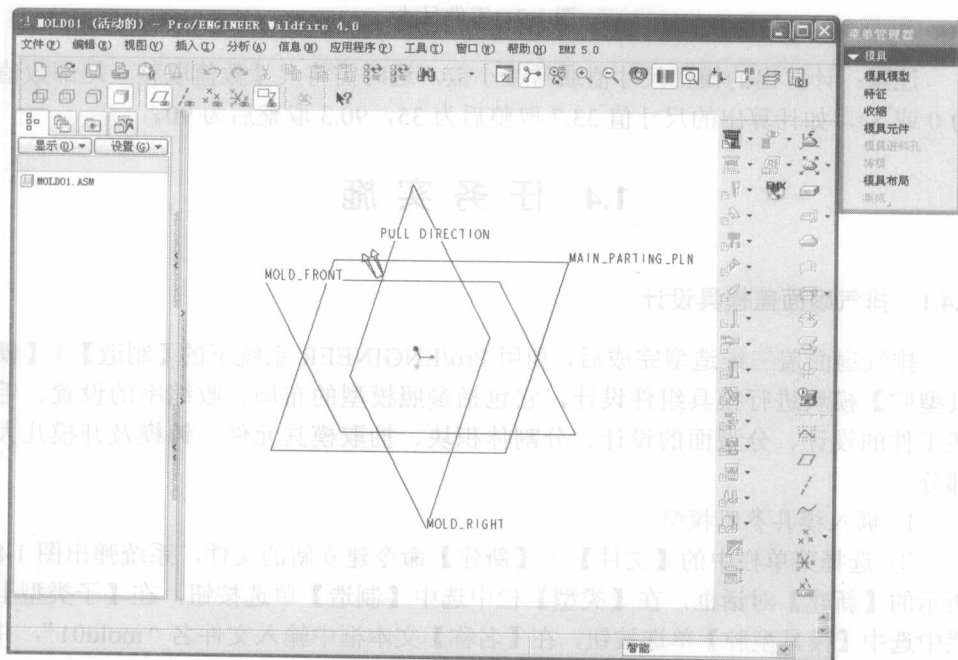


图 1-10 模具设计模块界面

④ 选择图 1-11 所示的【菜单管理器】中的【模具模型】|【装配】|【参照模型】命令。

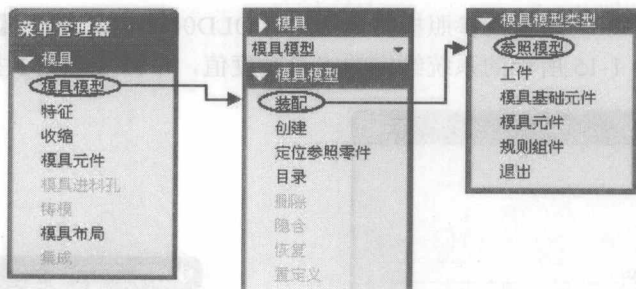


图 1-11 装配参照模型

⑤ 系统弹出图 1-12 所示的【打开】对话框，并自动定位在设置的当前工作目录“D:\第一章”下，选择文件 pqs.prt，单击【打开】按钮。

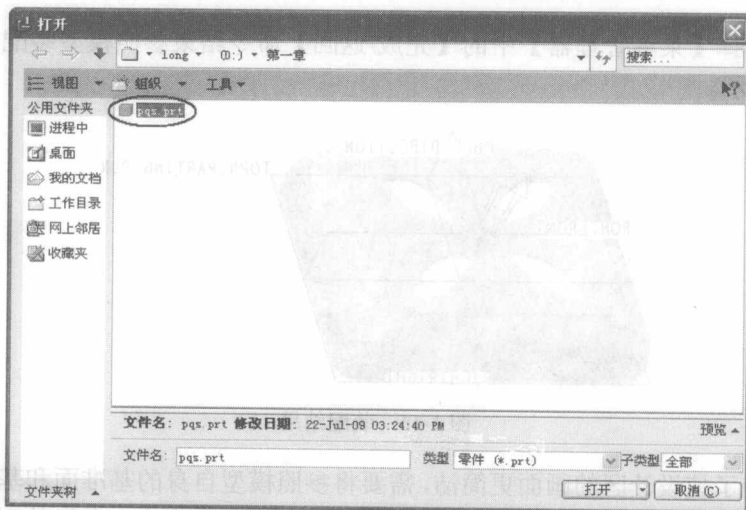


图 1-12 选择参照模型文件

⑥ 系统在设计区显示打开的参照模型，在图 1-13 所示的装配操作栏中选择【缺省】选项，单击 ☒ 按钮。

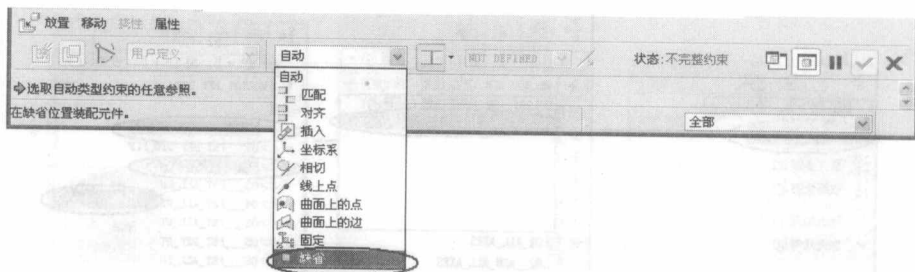


图 1-13 选择缺省位置装配方式

⑦ 选择图 1-14 所示的参照模型名称为 MOLD01_REF, 单击【确定】按钮。

⑧ 接受图 1-15 所示的系统给定的绝对精度值, 单击【确定】按钮。

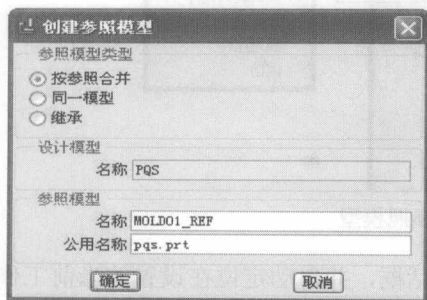


图 1-14 接受默认的参照模型名称

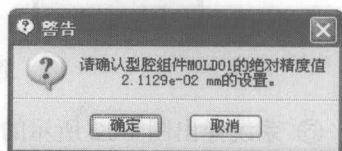


图 1-15 组件绝对精度提示对话框

⑨ 选择【菜单管理器】中的【完成/返回】命令结束参照模型装配。结果如图 1-16 所示。

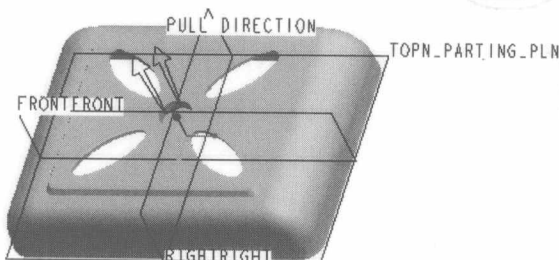


图 1-16 装配结果

⑩ 为了使设计区的画面更简洁, 需要将参照模型自身的基准面和基准轴隐藏起来, 选择图 1-17 所示的模型树中的【显示】|【层树】命令, 在组件列表中选择参照模型 MOLD01_REF.PRT, 模型树列表显示其图层情况, 按住 Ctrl 键, 选择所有基准面 (PRT_ALL_DTM_PLN) 和所有基准轴 (PRT_ALL_AXES) 图层, 并右击, 在弹出的快捷菜单中选择【隐藏】命令。

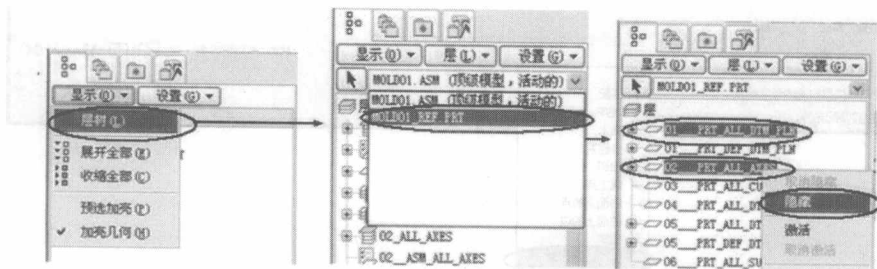


图 1-17 隐藏参照模型自身的基准面和基准轴

- ⑪ 选择模型树中的【显示】|【模型树】命令，返回到模型树列表状态。
- ⑫ 隐藏参照模型自身的基准面和基准轴后的图形如图 1-18 所示。

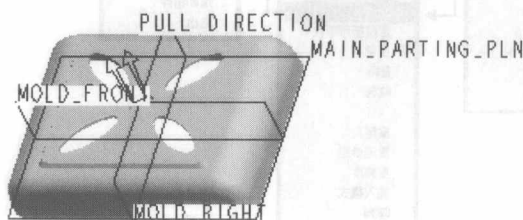


图 1-18 只显示模具的 3 个基准面

2. 设置收缩率

① 选择图 1-19 所示的【菜单管理器】中的【收缩】|【按尺寸】命令，在弹出的对话框中取消选中【更改设计零件尺寸】复选框，输入收缩比率为“0.005”，按 Enter 键确认，单击 ☒ 按钮。提示：输入收缩比率后一定要按 Enter 键确认，否则会产生不正确的结果。

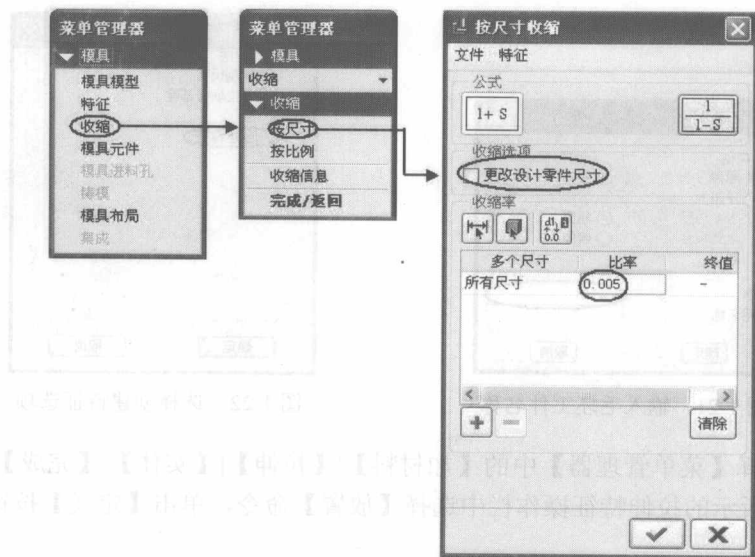


图 1-19 设置收缩比率

- ② 选择【菜单管理器】中的【完成/返回】命令结束收缩率设置。

3. 设计毛坯工件

① 选择图 1-20 所示的【菜单管理器】中的【模具模型】|【创建】|【工件】|【手动】命令，手动创建毛坯工件。