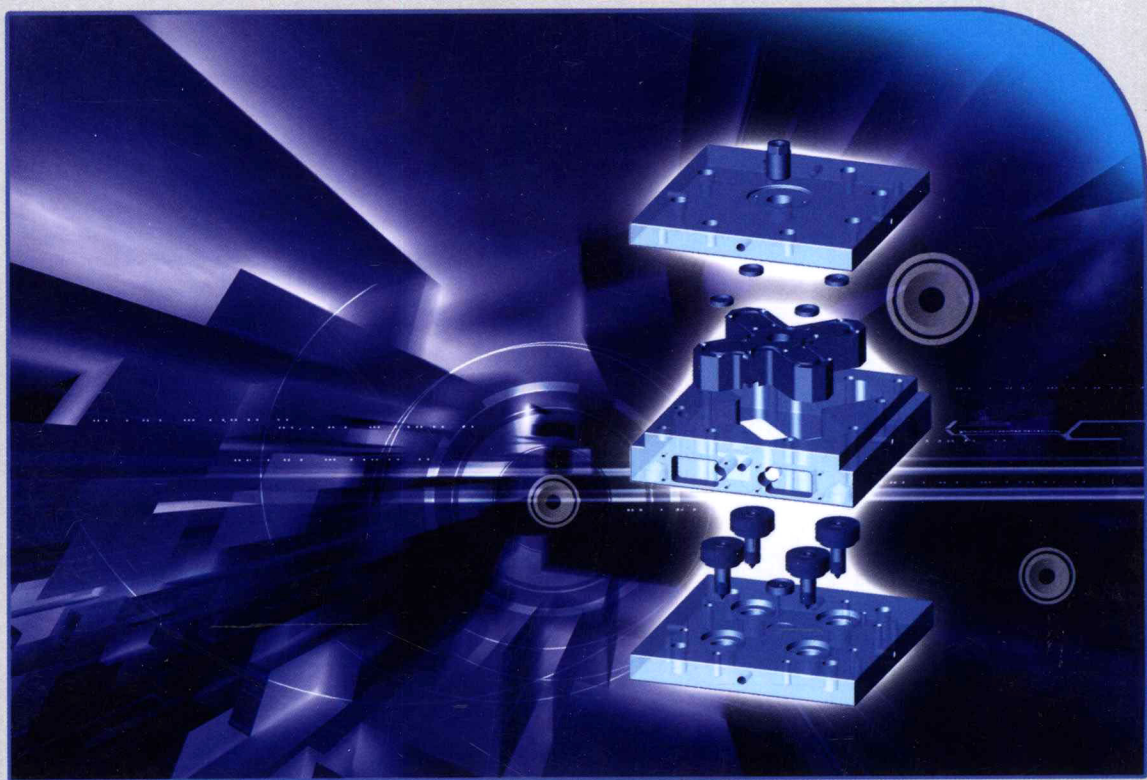




高等院校“十二五”精品课程建设成果

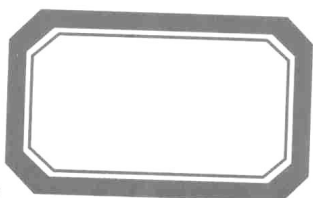


模具CAE分析

MUJU CAE FENXI

■ 主 编 黄 颖

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



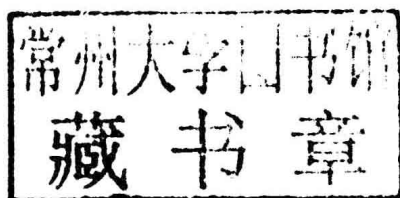
高等院校精品课程建设成果

模具 CAE 分析

主 编 黄 颖

副主编 刘万菊 李玉庆 周树银 张玉华

参 编 王 朋



图书在版编目 (CIP) 数据

模具 CAE 分析/黄颖主编. —北京:北京理工大学出版社, 2012. 9
ISBN 978 - 7 - 5640 - 6833 - 2

I. ①模… II. ①黄… III. ①注塑-塑料模具-计算机辅助分析-应用软件 IV. ①TQ320. 66 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 227167 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](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市兆成印刷有限责任公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 11.5

字 数 / 211 千字

版 次 / 2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷

责任编辑 / 钟 博

印 数 / 1 ~ 1500 册

责任校对 / 陈玉梅

定 价 / 33.00 元

责任印制 / 吴皓云

前 言

计算机辅助工程 (CAE) 技术在当今的塑料工业领域得到了广泛应用。工程师们借助 CAE 技术可以全面把握塑料注射成型过程, 寻求一种增加产量、提高质量、节省时间和费用的最佳方案。

CAE 软件的指导意义十分广泛, 也非常实用。CAE 分析可以输出重要的设计数据, 如压力分布、温度、剪切速率、剪切应力、速度等, 设计者可由 CAE 获取诸如充填模式、熔合纹与气穴的位置、注射压力和锁模力大小、纤维取向、冷却时间、最终成型情况等信息。作为一种设计工具, CAE 能够辅助模具设计师优化流道系统与模具结构, 协助产品设计师从工艺的角度改进产品形状、选择最佳成型性能的塑料, 帮助模具制造者选择合适的注射机, 指导模塑工程师设置合理的工艺条件。CAE 软件在优化设计方案方面更显优势, 使用 CAE 分析可以对不同的成型方案进行反复的评测对比, 寻求最优设计。同时, CAE 软件又是一种教学工具, 通过对注射成型过程各阶段的定性与定量描述, CAE 能够帮助设计者熟悉熔体在型腔内的流动行为, 把握熔体流动、保压、凝固的基本原则, 帮助设计新手克服经验不足导致的偏颇, 帮助有经验的工程师注意那些也许会被忽视的细节。

虽然 CAE 技术具有节省时间和原材料、降低废品率、提高产品质量、缩短产品开发周期等优势, 但它并不是解决所有成型问题的万能方法。实际上 CAE 只是一种分析工具, 用来帮助或完善工程师的设计而不是取代它们。因此, 和其他工具一样, CAE 技术作用的大小取决于使用者的经验水平和熟练程度。确切地讲, CAE 分析结果的精度在很大程度上取决于设计人员提供的输入数据以及对输出结果的正确判断与解释。

现在有大量的书籍资料介绍注塑模具的设计, 探讨注塑成型 CAE 开发原理的文献也很丰富, 但关于如何使用 CAE 软件的资料仍然很少。本书的目的就是向读者介绍注塑成型的基本原理和 CAE 的使用经验, 致力于填补信息资料在 CAE 软件实践应用方面的欠缺, 以便大家更好地应用 CAE 软件, 最大限度地发挥软件的指导作用。

本书要特别感谢华中科技大学模具技术国家重点实验室的软件研究人员提供的宝贵资料。由于编者水平和实际经验有限, 错误和不足之处在所难免, 敬请同行专家和业界先进批评指正。

目 录

第一章 概述	1
1.1 系统功能	1
1.2 新增功能	2
1.3 功能特色	4
1.4 运行环境	4
1.5 HsCAE 的安装	4
第二章 模型导入与网格修复	16
2.1 网格的概念	16
2.2 网格规则	18
2.3 HsCAE 可导入的网格模型（见图 2-9）	19
2.3.1 CAD 系统导出选项	19
2.3.2 模型转换	20
2.3.3 网格密度对计算时间及精度的影响	20
2.4 常见的网格错误类型	21
2.5 网格修复的重要性	23
2.6 分析程序对网格的基本要求	23
2.7 网格的导入与导出	24
2.8 网格修复的流程	24
2.9 网格优化	25
2.10 常见错误的修复	26
第三章 系统功能	31
3.1 数据管理	31
3.1.1 新建零件或方案	32
3.1.2 导入数据	33
3.1.3 方案拷贝、粘贴、删除、重命名以及查找	36
3.1.4 零件属性	38
3.2 显示控制	39
3.2.1 视图变换	40
3.2.2 图形操作	40
3.2.3 显示模式控制	42
3.3 网格介绍	42
3.3.1 网格质量评价	43

3.3.2	网格修复	44
3.3.3	网格优化	44
3.4	方案设计	45
3.4.1	充模设计	45
3.4.2	冷却设计	64
3.4.3	翘曲设计	79
3.4.4	气辅设计	83
第四章	结果查看	88
4.1	充模结果	89
4.2	冷却结果	105
4.3	应力翘曲结果	111
4.4	气辅结果	115
4.5	分析报告	116
第五章	辅助功能	119
5.1	系统设置	119
5.2	数据库管理	123
5.2.1	材料数据库	124
5.2.2	注塑机数据库	124
5.2.3	模具材料数据库	124
5.2.4	冷却介质数据库	126
5.2.5	填充物数据库	126
5.2.6	数据导出与导入	130
5.3	批处理辅助工具	130
5.4	系统在线更新	132
5.5	拟合程序	136
第六章	应用实例	139
6.1	应用实例——法兰	139
6.2	应用实例二——衣架	156
第七章	应用指导	163
7.1	塑料及其性质	163
7.2	热塑性塑料注射成型中的常见缺陷及产生原因（见表7-1）	163
7.3	注塑条件对制品成型的影响	164
7.4	应用注射模流动模拟软件的必要性	165
7.5	注塑模流动模拟软件的指导作用	166
7.6	流动软件的正确使用	170
7.7	流道和冷却设计的原则	170
参考文献		175

第一章 概 述

华塑塑料注射成型过程仿真集成系统 7.5 (HsCAE3D 7.5) 是华中科技大学模具技术国家重点实验室华塑软件研究中心推出的注射成型 CAE 系列软件的最新版本, 用来模拟、分析、优化和验证塑料零件和模具设计。它采用了国际上流行的 OpenGL 图形核心和高效精确的数值模拟技术, 支持如 STL、UNV、INP、MFD、DAT、ANS、NAS、COS、FNF、PAT 等 10 种通用的数据交换格式, 支持 IGES 格式的流道和冷却管道的数据交换。目前国内外流行的造型软件 (如 Pro/E、UG、Solid Edge、I-DEAS、ANSYS、Solid Works、InteSolid、金银花 MDA 等) 所生成的制品模型通过其中任一格式均可以输入并转换到 HsCAE3D 系统中, 进行方案设计、分析及显示。HsCAE3D 包含了丰富的材料数据参数和上千种型号的注射机参数, 保证了分析结果的准确可靠。HsCAE3D 还可以为用户提供塑料的流变参数测定, 并将数据添加到 HsCAE3D 的材料数据库中, 使分析结果更符合实际的生产情况。

华塑 HsCAE3D 7.5 能预测充模过程中的流前位置、熔合纹和气穴位置、温度场、压力场、剪切力场、剪切速率场、表面定向、收缩指数、密度场以及锁模力等物理量; 冷却过程模拟支持常见的多种冷却结构, 为用户提供型腔表面温度分布数据; 应力分析可以预测制品在出模时的应力分布情况, 为最终的翘曲和收缩分析提供依据; 翘曲分析可以预测制品出模后的变形情况, 预测最终的制品形状; 气辅分析用于模拟气体辅助注射成型过程, 可以模拟具有中空零件的成型和预测气体的穿透厚度、穿透时间以及气体体积占制品总体积的百分比等结果。利用这些分析数据和动态模拟, 可以最大限度地优化浇注系统设计和工艺条件, 指导用户进行优化布置冷却系统和工艺参数, 缩短设计周期、减少试模次数、提高和改善制品质量, 从而达到降低生产成本的目的。

1.1 系统功能

华塑 HsCAE3D 7.5 具有以下功能。

(1) 支持通用三维造型系统的文件输入, 能导入由 Pro/E、UG 等造型软件输出的多种零件数据, 包括 stl, unv, inp, mfd, dat, ans, nas, cos, fnf, pat 等十种文件, 并可以导入华塑网格管理器输出的 2DM 网格文件。

(2) 数据管理器能更方便地集中管理分析数据与操作进程。

(3) 支持开放式材料数据库、注塑机数据库、模具钢数据库、冷却介质数据

库和填充物数据库，并提供了数据的导入和导出功能。

(4) 强大的网格诊断和修复功能，可以为塑料注射成型过程模拟提供高质量的网格，保证分析结果的精度和可行性。

(5) 快捷、实用的流道设计系统、多型腔设计系统，支持导入和导出 IGES 格式的流道。

(6) 方便快捷的冷却系统设计，工艺条件设置，支持导入和导出 IGES 格式的冷却水管，并提供了对喷流管、隔板等各种冷却结构的支持。

(7) 快捷的气辅设计，支持导入 IGES 格式的气道边界。

(8) 塑料熔体的双面流流动前沿的真实显示，塑料熔体充模成型过程中的压力场、温度场、剪切力场、剪切速率场、熔合纹与气穴等的预测。

(9) 实体流功能逼真地模拟了熔融塑料在模具型腔中的流动情形。

(10) 制品任意截面上各种数据场的显示结果使用户能轻松地观察到制品内部各个不同的位置在不同时刻的各种数据，对实际生产具有更大的指导意义。

(11) 注射成型冷却过程的模拟，为用户提供型腔表面温度分布数据，指导用户进行注射模温度调节系统的优化设计。

(12) 适于热塑性塑料的应力/翘曲分析，可以预测制品在保压和冷却之后，出模时制品内的应力分布情况，为最终的翘曲和收缩分析提供依据；并可以预测制品出模后的变形情况，预测最终的制品形状。

(13) 气辅分析用于模拟气体辅助注射成型过程，在进行好充模设计和气辅设计之后，气辅分析可以预测气体的穿透厚度、穿透时间以及气体体积占制品总体积的百分比等结果。

(14) 简体中文、繁体中文、英文 3 种语言版本，网页、Word 2 种格式的分析报告的自动生成。

(15) 注射机和模具动作仿真模拟，对成型过程中的模具与注射机运动、塑料传输过程及相关的压力、温度等物理量进行模拟仿真，实现注射成型过程的可视化。

(16) 批处理功能支持多个分析方案的连续分析。

(17) 提供了方便快捷的视图操作功能，支持各种视图操作方式的自定义设置。

(18) 支持多窗口、多任务工作模式使方案的对比更加方便。

1.2 新增功能

华塑 HsCAE3D 7.5 新增功能介绍如下。

(1) 高质量的网格。全面提高了自动生成的网格的质量，提高了分析结果的准确性与精度；提供了更丰富的网格诊断和修复功能；提供了对网格质量的评价，更方便评价分析结果的准确性。

(2) 更快更准的流动分析。采用了全新的流动分析算法,使得流动分析计算更加迅速,流动过程预测更加准确,熔合纹的预测更加准确。

(3) 更精确的保压分析。采用了全新的保压分析算法,保压过程的温度、压力结果预测更加准确。

(4) 更快更健全的冷却分析。全面改进了冷却分析算法;大幅度提高了冷却分析的计算速度;提供了对无冷却系统注塑成型的支持。

(5) 更准更完善的应力翘曲分析。高质量的网格、准确的流动保压结果为更准确的应力翘曲分析结果提供了前提;改进的应力翘曲算法使得应力翘曲计算更加完善。

(6) 气体辅助注射成型过程模拟。新增的气辅模块用于模拟气体辅助注射成型过程,在进行好充模设计和气辅设计之后,气辅分析可以预测气体的穿透厚度、穿透时间以及气体体积占制品总体积的百分比等结果。

(7) 方便的图形操作。提供了图形操作功能的自定义,可以设置旋转、缩放、平移等操作的快捷方式,使这些操作符合使用者的使用习惯。

(8) 更加完善的流道系统设计。提供了更加完善的流道系统设计,允许随时进行撤销、重做操作,添加了对扇形浇口的支持,并允许从 IGES 文件中导入流道系统。

(9) 更加强大的冷却系统设计。冷却系统设计支持高级编辑功能,平移、阵列、复制、粘贴功能使冷却系统设计更加方便快捷,回路信息和冷却介质设置更加完善,允许从 IGES 文件中导入冷却系统并进行编辑。

(10) 更加齐全的材料与注射机数据库。当前系统支持更多种类的塑料材料,系统当前支持的塑料种类达 8 000 余种;提供了更齐全的数据库查询和备份功能。

(11) 丰富的分析结果。添加了流前温度、入口压力曲线等更多的分析结果,提供了更加直观的结果显示方式。

(12) 支持工具栏与快捷键的自定义。

(13) 工艺条件设置:提供了更多的注射参数设置方式和保压参数设置方式,使注射成型工艺条件设置更方便,更贴近实际。

(14) 浇口位置优化:自动计算制品上的最优浇口位置。

(15) 多型腔设计过程的镜像功能:在多型腔设计过程中,提供型腔镜像的功能,节省了左右对称的制品采用一模多腔方案时的网格划分与修复的时间,方便了流道系统设计和冷却系统设计。

(16) 冷却系统设计:在华塑 CAE7.5 中,冷却回路不再依赖于参考面,允许自由建立冷却回路。冷却系统设计更加方便。

(17) 熔合纹预测算法改进:改进了熔合纹预测算法,使得熔合纹的预测更加准确。

(18) 图形工具栏增加了视图锁定功能。

(19) 充模系统设计增加了 U 型流道。

(20) 冷却系统设计增强了部分功能：螺旋管、隔板和喷流管增加了空间定位功能。

(21) 冷却分析：实现了冷却分析的并行计算。采用高效的并行计算模式和算法，大大提高了计算速度。

(22) 翘曲分析：改进了翘曲分析算法，大大提高了复杂零件翘曲分析结果的准确性。

(23) 后处理增加了设置绘制类型和动画生成功能：①设置分析结果的绘制类型，如颜色图和等值线。②AVI 动画生成。

1.3 功能特色

华塑 HsCAE3D 7.5 功能特色如下。

(1) 三维真实感塑料注射成型过程仿真集成系统，包括了流动、保压、冷却、应力、翘曲、气辅全过程的模拟。

(2) 方便地显示流动前沿、温度场、压力场、剪切力场、剪切速率场、型腔温度分布、制品翘曲变形、气体穿透厚度、气体穿透时间等用户关心的模拟结果。

(3) 自动预测熔合纹和气穴的位置。

(4) 支持国内外塑料数据库，可以测试并添加新获得的塑料流变数据以形成具有企业特色的数据库。

(5) 支持 Windows 98/NT/2000/XP/2003 Server 等中文简体、繁体和英文操作系统。

1.4 运行环境

硬件最低配置：内存 ≥ 256 M，CPU ≥ 600 MHz，20 G 硬盘空间，显卡分辨率 800×600 24 位色。

软件最低配置：Windows 2000、Windows XP、Windows 2003 Server 等，OpenGL 1.1。

硬件推荐配置：内存 > 512 M，CPU 2.4 GHz，40 G 硬盘空间，显卡分辨率 1024×768 24 位色。

操作系统：Windows 2000，OpenGL 1.1。

1.5 HsCAE 的安装

1. 说明

华塑 CAE 系统分为教学版和企业版两种版本，您可以参考安装光盘上的标

志符号确定您所购买的华塑 CAE 系统版本。

在安装华塑 CAE 时,如果您购买的是多节点的华塑 CAE,您必须在使用华塑 CAE 的计算机所在的局域网内的任意一台计算机上安装华塑加密狗服务器程序。

2. 硬件环境

- (1) CPU 600 MHz 以上;
- (2) 内存 256 M 以上;
- (3) 显卡分辨率 800 × 600 以上,支持 OpenGL 1.1 以上;
- (4) 硬盘 500 M 以上空余空间;
- (5) 光驱 CD 或 DVD 光驱。

3. 软件环境

- (1) 预安装中文操作系统 WIN 2000/XP 或 WIN 2003 Server 系统;
- (2) 安装了 Office 2000 或更高版本(生成分析报告必备)。

4. 软件安装步骤

华塑 CAE 系统的安装分为华塑 CAE 主程序的安装、加密狗服务器程序的安装、加密狗驱动的安装三个部分。

5. 华塑 CAE 主程序的安装

- (1) 将华塑 CAE 系统安装光盘插入光驱后,将出现如图 1-1 所示的欢迎界面。

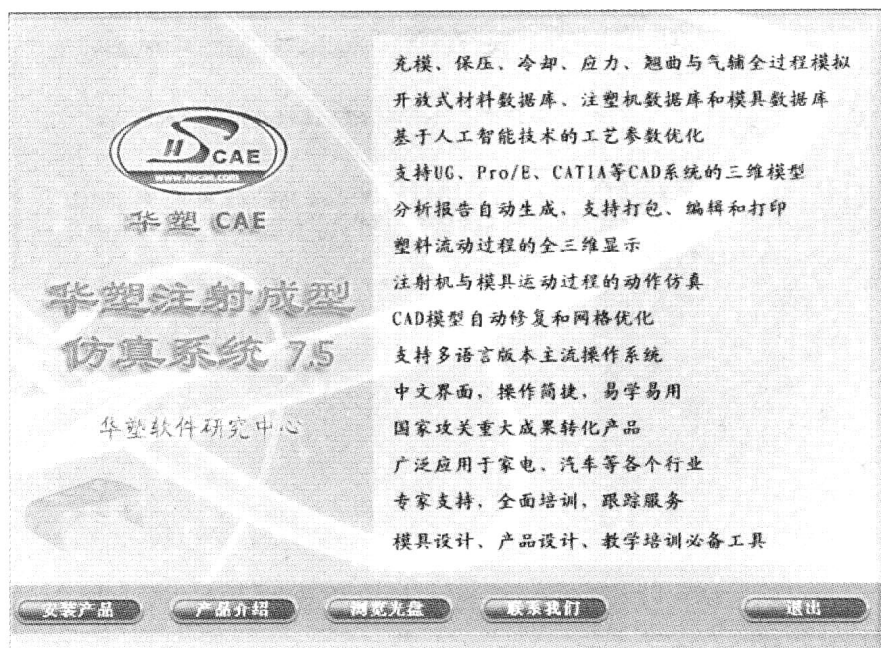


图 1-1 欢迎界面

- (2) 选择图 1-1 中的“安装产品”后,出现如图 1-2 所示的界面,在“华塑注射成型仿真系统 7.5”项下单击“安装”按钮。

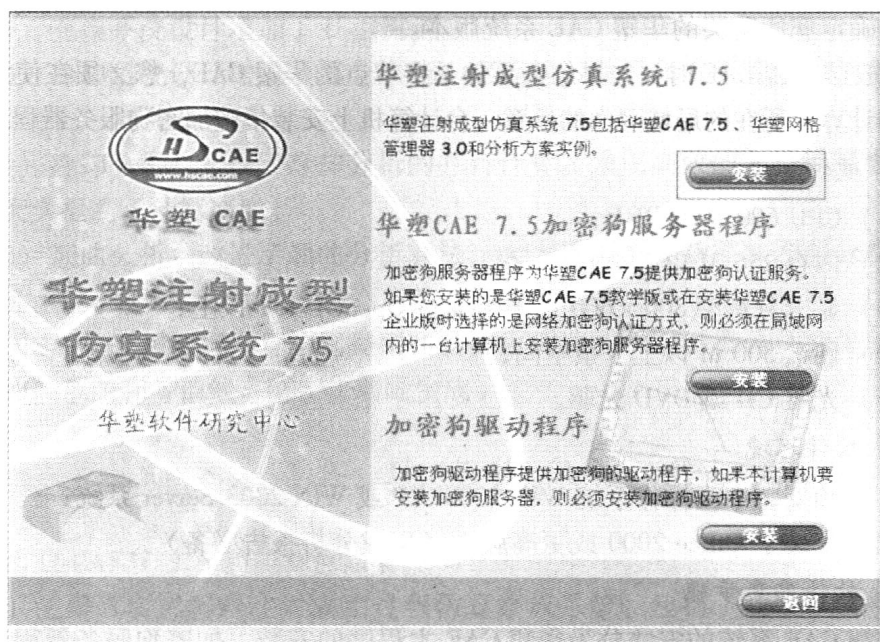


图 1-2 安装产品界面

(3) 进入华塑 CAE 主程序的安装后, 首先是欢迎界面 (如图 1-3 所示), 选择“下一步”按钮。

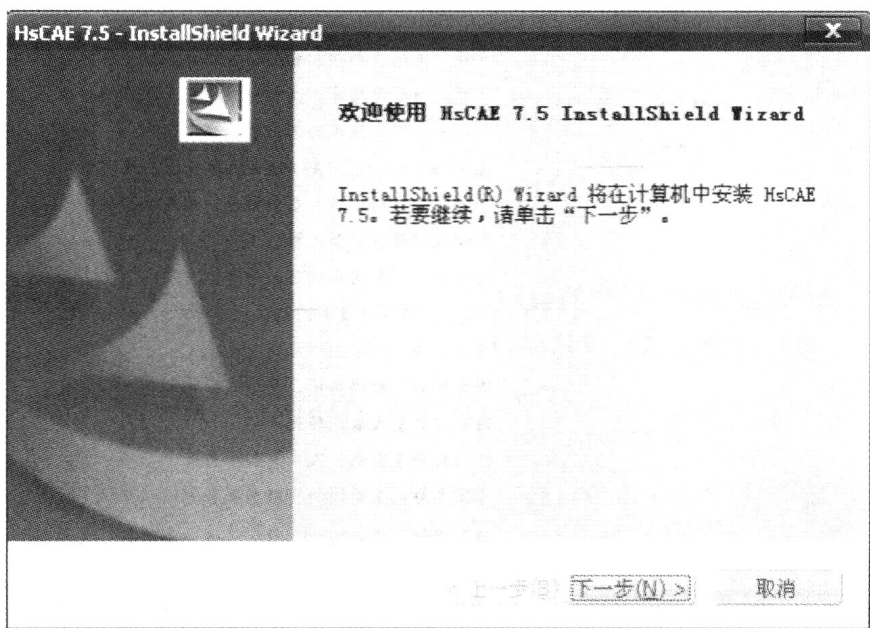


图 1-3 华塑注射成型仿真系统欢迎界面

(4) 在如图 1-4 所示的软件“许可证协议”中, 必须选择“我接受许可证协议中的条款”才能单击“下一步”继续安装。

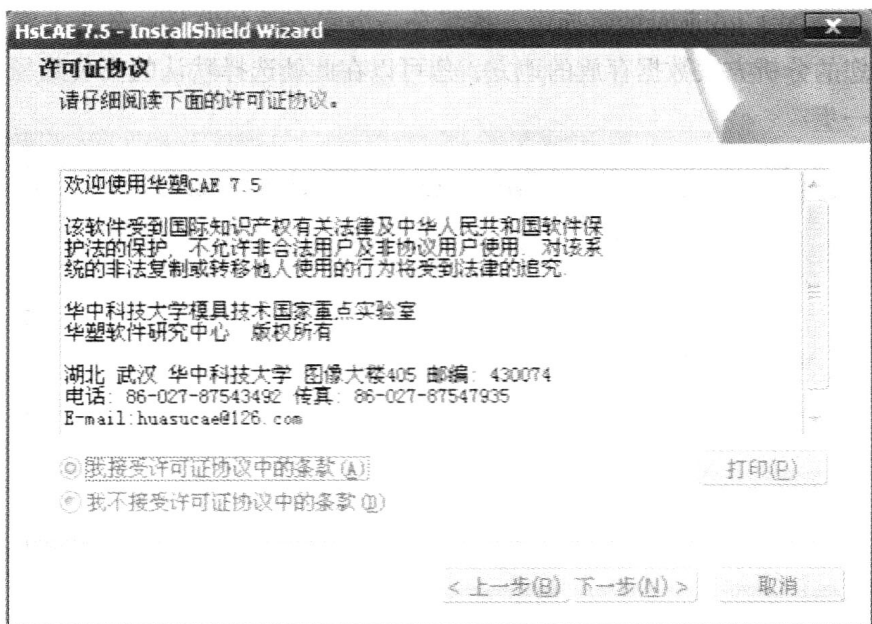


图 1-4 软件“许可证协议”

(5) 在图 1-5 中选择软件安装的路径后单击“下一步”按钮。注意必须保证选择的路径有足够的空余空间以便安装本软件。

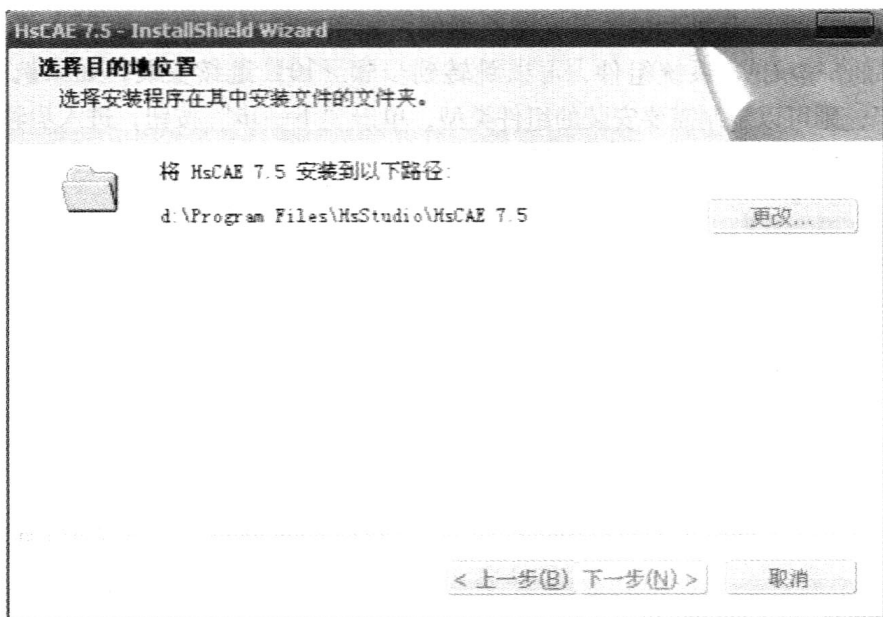


图 1-5 选择软件的安装路径

注意：如果图 1-1 中的欢迎界面没有出现，您可以打开光盘，双击 auto-run.exe 运行该程序。

(6) 在图 1-6 所示的页面中, 选择分析方案存放的路径。分析方案存放的路径是您的分析方案数据存放的地方, 您可以在此处选择默认的安装路径, 然后选择下一步。

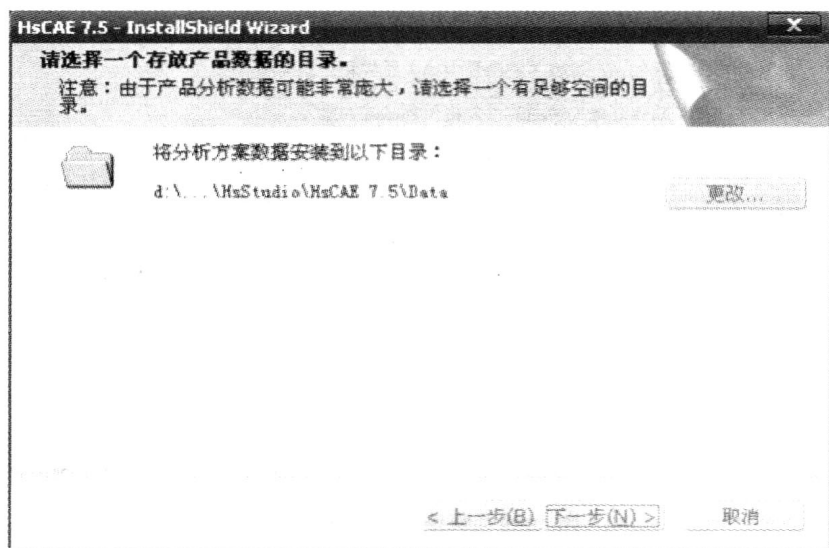


图 1-6 选择分析方案数据的路径

在华塑 CAE 中的系统设置功能可以更改分析方案存放的路径。

(7) 在图 1-7 所示的选择安装类型的页面中, 如果选择“全部”, 系统将安装全部的华塑 CAE 系统组件, 可以跳转到步骤 (10) 继续安装; 如果选择的是“定制”, 则可以定制需要安装的组件类型, 单击“下一步”按钮, 进入步骤 (9)。

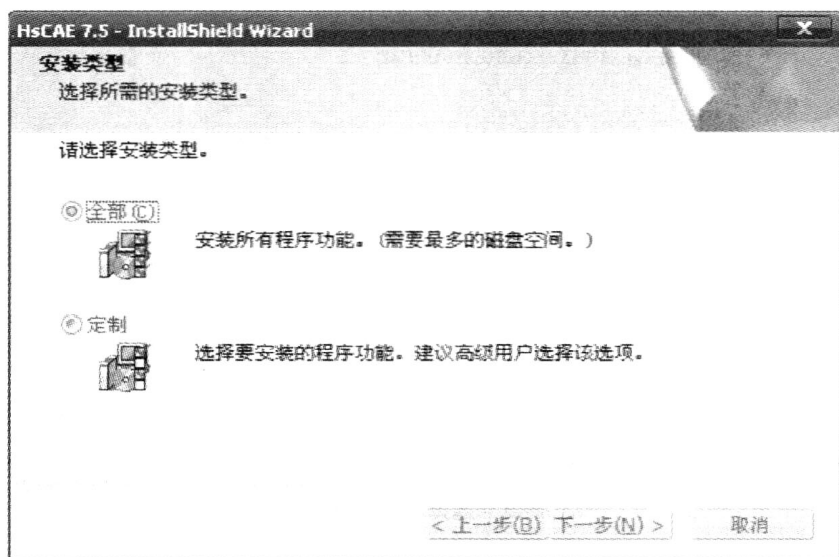


图 1-7 安装类型选择

(8) 如果在图 1-7 中选择的是定制安装，则会出现图 1-8 所示的选择安装组件的页面，在该页面中，选择需要安装的组件后单击“下一步”按钮。

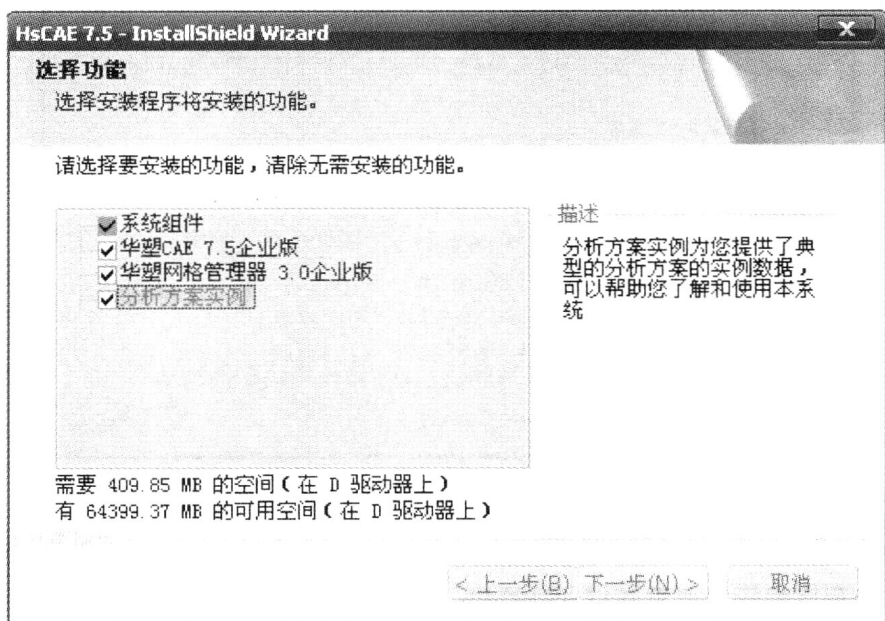


图 1-8 安装组件选择

(9) 在出现图 1-9 所示的开始安装页面中，单击“安装”按钮，便进行华塑 CAE 系统的安装。在安装过程中，将会出现如图 1-10 所示的安装进度页面。

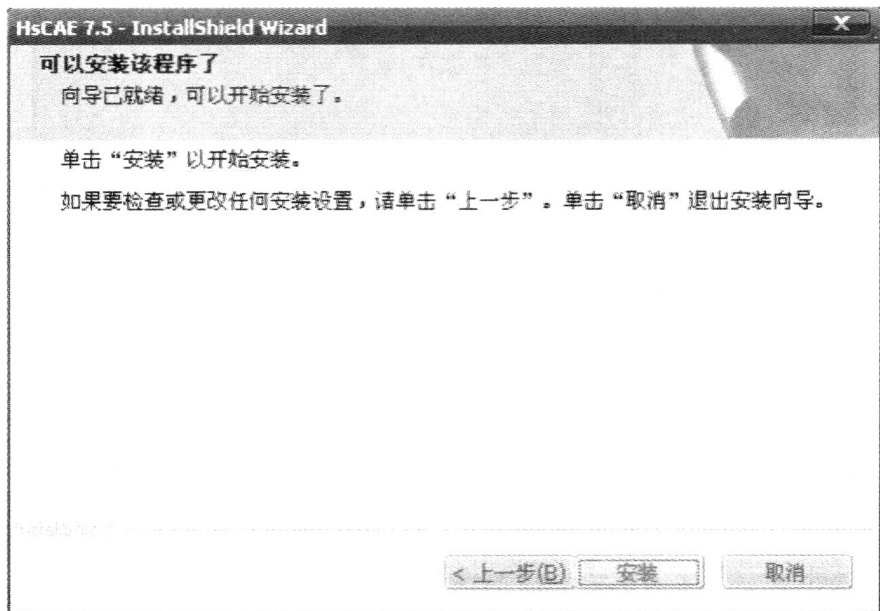


图 1-9 开始安装

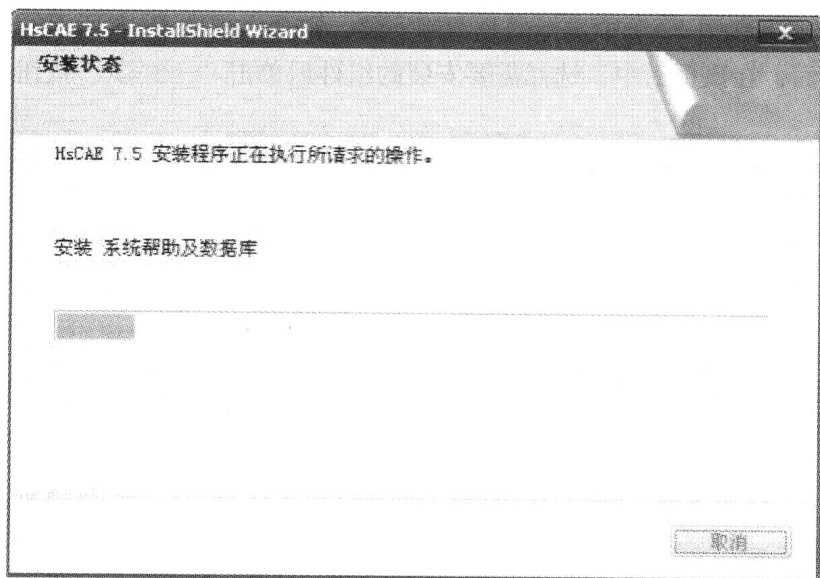


图 1-10 安装进度

(10) 在安装完成后，系统将提示安装完成，出现如图 1-11 所示的页面。如果安装程序提示需要重新启动计算机，请重新启动计算机。

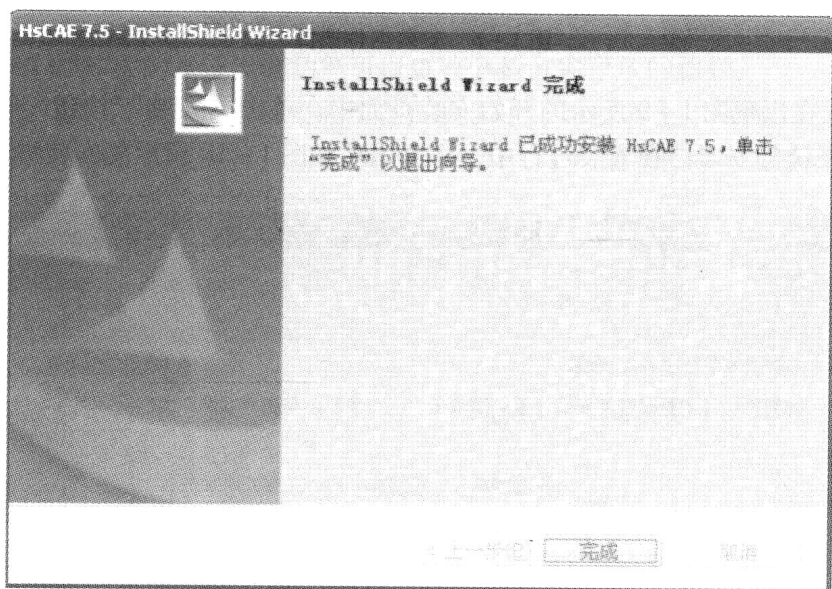


图 1-11 安装完成

6. 华塑加密狗服务器程序的安装

加密狗服务器程序安装在使用华塑 CAE 软件的计算机所在的局域网内的任意一台计算机上，用于为华塑 CAE 软件提供使用许可协议认证。

需要安装华塑加密狗服务器程序的情况有购买的是多节点的华塑 CAE 和在安装华塑 CAE 主程序时选择的是网络加密狗的认证方式。

(1) 将华塑 CAE 系统安装光盘插入光驱后, 将出现如图 1-12 所示的欢迎界面。

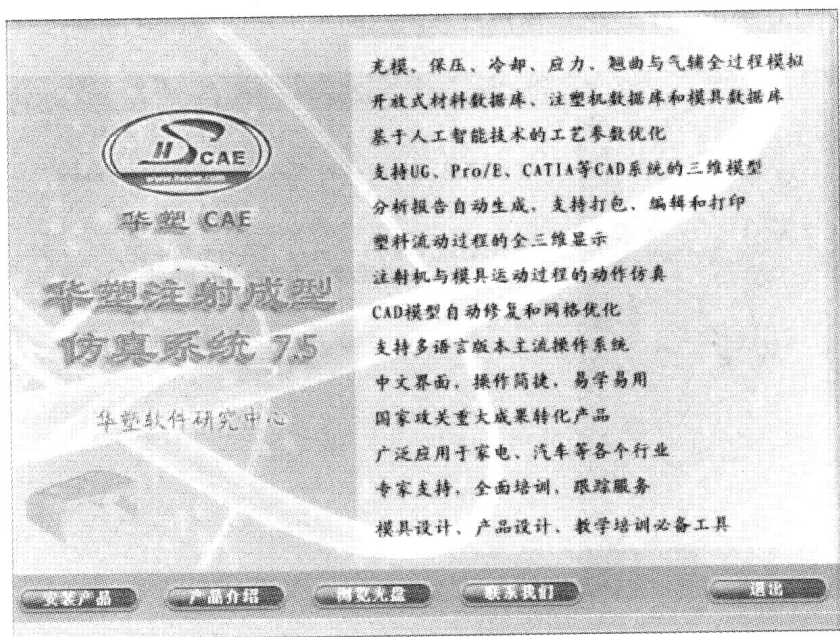


图 1-12 欢迎界面

注意: 如果图 1-12 中的欢迎界面没有出现, 则可以打开光盘, 双击打开 autorun.exe 程序。

(2) 选择图 1-12 中的“安装产品”按钮后, 出现如图 1-13 所示的界面, 在“加密狗驱动程序”项下单击“安装”。



图 1-13 安装产品界面