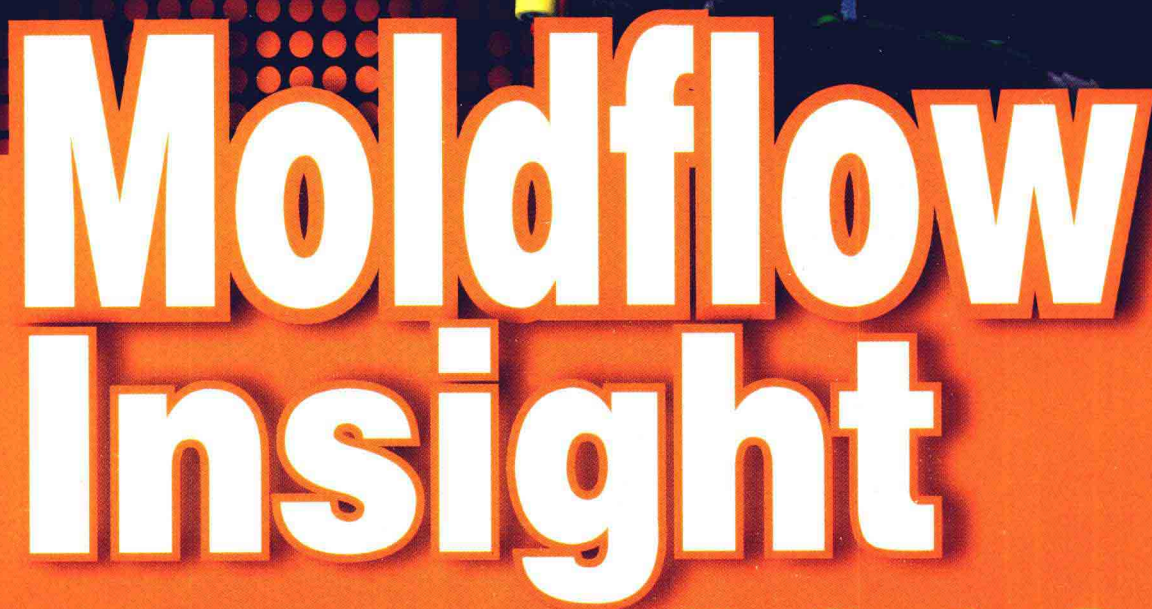




2020202020202020

注射成型分析基础

金杨福 钱欣 编著

66-39



 化学工业出版社

TQ320.66-39
J821

金杨福 钱欣 编著

Moldflow Insight

2010-06-02

2010

注射成型分析基础



化学工业出版社

· 北京 ·

TQ320.66-39
J821

Moldflow Insight 是著名的塑料注射成型分析软件, 在塑料成型分析领域享有很高的声誉, 并且在国内外有大量的用户。

本书是基于作者多年 Moldflow Insight 软件的教学经验, 以最新的 Autodesk Moldflow Insight 2010 软件为蓝本编写的, 内容包括软件操作基本流程、网格划分和处理、建模工具、材料选择、填充分析、流动分析、冷却分析、翘曲分析、成型工艺窗口分析、DOE 分析、工艺优化分析等 14 章。采用软件基本操作与典型范例相结合的讲解方式, 结构清晰, 内容全面, 图文并茂, 通俗易懂, 可以使读者轻松上手, 并配有一张光盘, 包含范例的模型文件和分析结果。

本书可作为 Moldflow Insight 软件初学者的自学教材和参考书, 也可作为大专院校高分子材料和模具专业的课程教材及相关培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

Moldflow Insight 2010 注射成型分析基础 / 金杨福,
钱欣编著. —北京: 化学工业出版社, 2010.1

ISBN 978-7-122-07213-9

I. M… II. ①金… ②钱… III. 注塑-塑料模
具-计算机辅助设计-应用软件, Moldflow Insight 2010
IV. TQ320.66-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 219020 号

责任编辑: 仇志刚

文字编辑: 冯国庆

责任校对: 战河红

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

720mm×1000mm 1/16 印张 14 字数 268 千字 2010 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.00 元 (附光盘)

版权所有 违者必究

前 言

利用注射成型 CAE 技术可以在设计阶段对制品设计和模具设计的方案进行评价, 预测制品可能产生的缺陷, 修改设计从而获得最优化的方案。本书中介绍的 Moldflow Insight 软件就是一种目前在注射成型软件市场占有率最高、应用最广泛的 CAE 分析软件。Moldflow Insight 软件是源于 1978 年澳大利亚皇家墨尔本技术学院的 Colin Austin 开发出的流动分析软件; 同一时期, 美国康乃尔大学 K. K. Wang (王国钦) 教授主持了 CIMP (Cornell Injection Molding Program) 项目, 并于 1986 年成立 Advanced CAE Technology Inc. 销售 C-Mold 软件。2000 年 Moldflow 公司与美国 Advanced CAE Technology Inc. 进行了战略性合并, 并在美国纳斯达克上市, 在技术上将两家公司的 Moldflow 软件与 C-Mold 软件全面融合, 在 2001 年推出 Moldflow Plastics Insight 3.0 版本, 使 Moldflow 在全球注射成型 CAE 软件市场占有率大于 80%, 成为领先全球注射成型 CAE 软件的公司。2008 年 Moldflow 公司并入全球最大的 PC 设计软件公司 Autodesk, 在 Moldflow Plastic Insight 6.2 版本基础上, 于 2009 年 7 月推出了最新的 Autodesk Moldflow Insight 2010 版本。

近年来 Moldflow Insight 软件在国内的许多科研单位和生产企业开始应用, 但目前国内介绍 Moldflow Insight 软件的中文教程还较少, 为此, 基于多年来的教学经验我们编写了本教材, 为 Moldflow Insight 软件学习感兴趣的读者提供参考。

本书以最新的 Moldflow Insight 2010 英文版为蓝本进行编写。内容涉及 Moldflow Insight 热塑性塑料成型分析中常用功能, 包括网格划分、网格诊断处理、模型建模、材料选择、浇注系统创建、填充分析、流动分析、冷却分析、翘曲分析、成型工艺窗口分析、工艺参数优化设计、实验设计、工艺优化、流道平衡以及分析报告制作等 14 章内容。根据作者的体会, 学习软件最有效的方法是动手操作, 以操作来熟悉命令。因此, 本书重点关注 Moldflow Insight 软件的常用操作和分析设置等方面的内容, 采用软件基本操作与典型范例相结合的讲解方式, 结构清晰, 图文并茂, 通俗易懂, 可以使读者轻松上手, 并配有一张光盘, 包含范例的模型文件和分析结果, 读者只要按书中的步骤一步一步地做, 就能做成、做会、做熟这些案例, 再经过消化领会, 就能精通 Moldflow Insight 2010 软件的基本操作和使用。

由于本书的写作较为匆忙，加之我们对软件的理解有限，书中难免存在不足之处，热忱希望读者提出宝贵意见，帮助我们不断完善。同时感谢化学工业出版社的编辑在本书立项和出版过程中给予我们的支持和帮助。

编者
2009年10月

目 录

第 1 章	Moldflow Insight 2010 软件介绍	1
1.1	Moldflow Insight 2010 软件	1
1.2	Moldflow Insight 2010 用户界面	1
1.3	Moldflow Insight 2010 功能介绍	3
1.4	Moldflow Insight 2010 热塑性注射成型子模块及功能	3
第 2 章	Moldflow Insight 2010 分析流程	6
2.1	新建工程项目	6
2.2	导入或新建 CAD 模型	6
2.3	划分网格	7
2.4	网格质量检查与修正	7
2.5	选择分析类型	8
2.6	选择成型材料	9
2.7	工艺参数	10
2.8	分析	10
2.9	查看分析结果	11
2.10	填充分析	11
2.11	工艺参数设置	12
2.12	分析	12
2.13	结果查看	12
第 3 章	网格划分和处理	16
3.1	概述	16
3.2	网格类型	16
3.3	3D 模型导入 Moldflow Insight 2010 前的处理	17
3.4	网格的划分	17
3.4.1	网格划分方法	17
3.4.2	网格划分实例	18
3.5	网格状态统计	19
3.6	网格缺陷诊断工具	22
3.7	网格处理工具	26

3.7.1	全局合并	26
3.7.2	自动修补	26
3.7.3	修理纵横比	27
3.7.4	插入节点	27
3.7.5	移动节点	27
3.7.6	排列节点	28
3.7.7	清除节点	28
3.7.8	合并节点	29
3.7.9	匹配节点	29
3.7.10	交换共用边	29
3.7.11	缝合自由边	30
3.7.12	补孔	30
3.7.13	区域重新划分网格	30
3.7.14	平滑节点	31
3.7.15	单元定向	32
3.7.16	全部单元重定向	32
3.8	网格修整新工具——Moldflow Cad Doctor	32
3.8.1	模型导入	32
3.8.2	模型诊断与修复	33
3.8.3	模型简化	34
3.8.4	模型输出	36
第4章	建模工具	38
4.1	创建元素	39
4.1.1	创建节点	39
4.1.2	创造曲线	41
4.1.3	创建面	43
4.1.4	创建孔	44
4.2	元素的编辑	45
4.3	实体属性查询	47
4.4	浇注系统创建	48
4.4.1	用向导创建浇注系统	48
4.4.2	用手工创建浇注系统	53
4.5	出现次数的运用	63
4.5.1	出现次数的设定	64
4.5.2	出现次数设定实例	64

第 5 章 材料选择	76
5.1 塑料材料的搜索方法	77
5.2 材料搜索实例	77
5.3 不同 Moldflow 版本材料数据库的调用	83
第 6 章 填充分析	88
6.1 填充分析的目的	88
6.2 填充分析工艺条件设置	88
6.3 填充分析结果	92
6.4 填充分析实例练习	92
第 7 章 填充保压分析	96
7.1 填充保压分析目的	96
7.2 填充保压分析工艺条件设置	96
7.3 保压曲线	99
7.4 填充保压分析结果	99
7.5 填充保压分析实例	99
第 8 章 Cool 分析	102
8.1 Cool 分析目的	102
8.2 Coll 分析工艺条件设置	102
8.3 冷却系统设计	103
8.3.1 概述	103
8.3.2 冷却管路	104
8.4 网格要求	106
8.5 冷却水路创建	107
8.5.1 使用向导创建冷却水路实例	107
8.5.2 使用线段命令创建冷却水路实例	109
8.5.3 使用柱体单元命令创建冷却水路实例	113
8.5.4 挡板式水路创建实例	117
8.5.5 喷泉式水路创建实例	119
8.6 冷却分析结果	122
8.6.1 冷却分析主要结果	123
8.6.2 冷却分析次要结果	124
8.7 冷却分析优化	126
8.7.1 引言	126
8.7.2 冷却分析解算器参数选项	126
8.7.3 冷却分析错误提示	127

8.7.4	冷却系统优化	128
8.7.5	冷却分析运行时机	128
8.8	冷却分析实例	128
8.8.1	冷却分析基础实例	128
8.8.2	冷却分析优化实例	134
第 9 章	翘曲分析	138
9.1	翘曲分析的目的	138
9.2	翘曲产生的原因	138
9.3	翘曲变形分析	140
9.3.1	翘曲的类型	140
9.3.2	翘曲分析序列	141
9.3.3	确定翘曲大小流程	141
9.3.4	中面模型的翘曲分析	142
9.3.5	双域模型的翘曲分析	144
9.3.6	3D 模型的翘曲分析	145
9.3.7	翘曲分析变形图的表示	145
9.4	翘曲分析实例	147
第 10 章	成型工艺窗口分析	153
10.1	成型工艺窗口分析目的	153
10.2	分析设置	153
10.3	分析实例	155
第 11 章	DOE 分析	166
11.1	概述	166
11.2	DOE 分析实例	167
11.2.1	DOE (Fill) 实例	167
11.2.2	DOE (Fill+Pack) 实例	173
第 12 章	工艺优化分析	177
12.1	Process Optimization (Fill) 分析实例	177
12.2	Process Optimization (Fill+Pack) 分析实例	180
第 13 章	流道平衡	184
13.1	概述	184
13.2	流道平衡	185
13.3	流道平衡分析实例	185
第 14 章	分析报告制作	203
14.1	报告生成向导	203

14.2 报告编辑	204
14.3 报告浏览	205
附录	206
附录 1 Moldflow Insight 2010 常用英汉命令对照表	206
附录 2 Moldflow Insight 2010 成型方法与分析类型	209
附录 3 图示显示分析结果	211
参考文献	213

第 1 章

Moldflow Insight 2010 软件介绍

1.1 Moldflow Insight 2010 软件

Moldflow Insight 2010 软件是一款专业性模流分析软件。它可以在计算机上对整个注射成型过程进行模拟分析,包括最佳浇口位置、填充、保压、冷却、翘曲、流道平衡、最佳成型工艺、纤维取向、结构应力和收缩分析等。运用 MPI 进行分析,在设计阶段就可以预测成型产品可能出现的缺陷,提高一次试模的成功率,以达到降低生产成本,缩短生产周期的目的。

1.2 Moldflow Insight 2010 用户界面

Moldflow Insight 2010 软件的操作界面主要由 10 个部分组成:标题栏、菜单栏、工具栏、项目视窗面板、任务视窗面板、图层面板、主窗口、日志窗口、状态栏和项目标签,如图 1-1 所示。

(1) 标题栏 标题栏位于窗口顶端,显示软件名称(Moldflow Insight 2010)和当前项目文件的名称。

(2) 菜单栏 Moldflow Insight 2010 的菜单栏包括 File(文件)、Edit(编辑)、View(视图)、Modeling(建模)、Mesh(网格)、Analysis(分析)、Results(结果)、Report(报告)、Tools(工具)、Window(窗口)和 Help(帮助)菜单项。

Moldflow Insight 2010 所有的可操作命令基本上都分布于这些菜单中,各菜单的说明如下。

File(文件):可以执行文件的新建、打开、导入、保存和系统参数设置等命令,其中绝大部分命令都以快捷命令的方式存在于窗口中的工具栏中。

Edit(编辑):可以执行撤消、保存图片、保存动画、赋予属性和移除多余属性等命令,其中绝大部分命令都以快捷命令的方式存在于窗口中的工具栏中。

View(视图):可以执行各个工具栏的打开/关闭和锁定/解锁视图等命令。其中

绝大部分命令都以快捷命令的方式存在于窗口中的工具栏中。

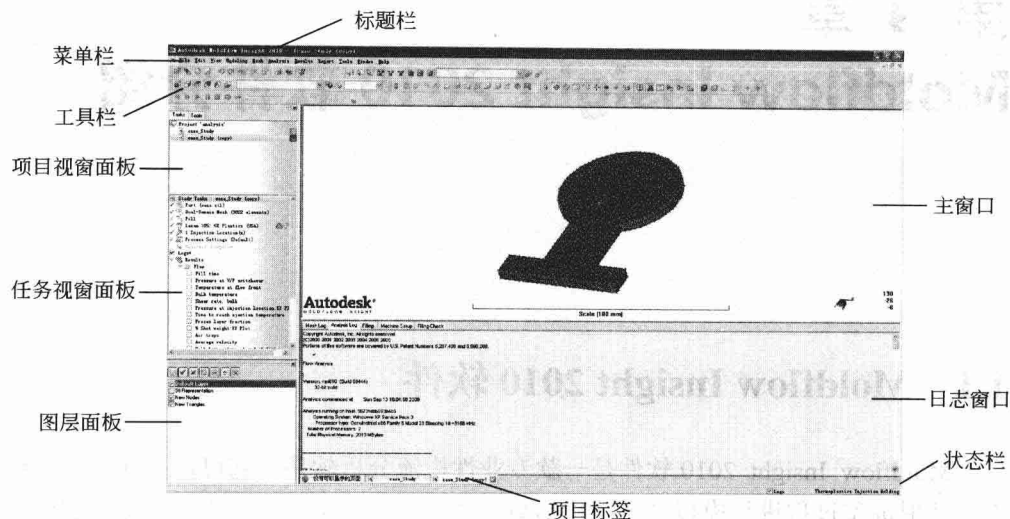


图 1-1 Moldflow Insight 2010 用户界面

Modeling (建模): 可以执行创建节点、曲线、区域、坐标系、模具嵌入块以及复制、移动、旋转和镜像等命令，其中绝大部分命令都以快捷命令的方式存在于窗口中的工具栏中。

Mesh (网格): 可以执行网格生成、各种网格缺陷诊断、网格修复和柱体单元创建等命令，其中绝大部分命令都以快捷命令的方式存在于窗口中的工具栏中。

Analysis (分析): 可以执行分析次序选择、材料选择、成型参数设置、设置浇口位置和设置冷却水入口等命令，其中绝大部分命令都以快捷命令的方式存在于窗口中的工具栏中。

Results (结果): 可以执行绘图新建、翘曲结果查看、绘图属性编辑和绘图结果查询等命令。

Report (报告): 可以执行分析结果报告自动生成等命令。

Tools (工具): 可以执行个人数据库创建和个人数据库编辑等命令。

Window (窗口): 可以执行新建窗口和分割窗口等命令。

Help (帮助): 可以执行帮助文件查看和快捷键命令查看等命令。

(3) **工具栏** 工具栏集中了绝大多数的菜单命令，使用这些工具栏命令，可以便捷地完成多项操作。

(4) **项目视窗面板** 项目视窗面板显示了当前的分析任务，方便用户在不同的任务间进行自由切换和管理。

(5) **任务视窗面板** 任务视窗面板集中了材料选择、浇口位置设定、成型参数

设置、执行分析和分析结果列示等功能,用户能够通过此面板方便地执行多个命令。

(6) 图层面板 图层面板用于新建和删除图层等操作,用于管理窗口中的元素对象。

(7) 主窗口 主窗口是主要的工作区,显示所有模型元素对象及分析的图示结果。

(8) 日志窗口 屏幕显示窗口显示分析中间过程、分析结果和分析时间等数值数据。

(9) 状态栏 状态栏用于显示当前的成型工艺类型。

(10) 项目标签 项目标签上显示已打开项目的名称,单击某个项目标签,主窗口和日志窗口就显示该项目的内容。

1.3 Moldflow Insight 2010 功能介绍

Moldflow Insight 2010 可以提供的分析功能包括热塑性注射成型分析及热固性反应成型分析两大类。具体分析种类包括:

- Thermoplastics Injection Molding (热塑性塑料注射成型);
- Thermoplastics Overmolding (热塑性塑料重叠注射成型);
- Gas-assisted Injection Molding (气体辅助成型);
- Co-injection Molding (夹心共注射成型);
- Injection-Compression Molding (注射压缩成型);
- Reactive Injection-Compression Molding (反应注射压缩成型);
- Microcellular Injection Molding (微孔发泡成型);
- Reactive Molding (反应成型);
- RTM or SRIM (树脂传递成型或结构反应注射成型);
- Microchip Encapsulation (微芯片封装);
- Underfill Encapsulation (底层覆晶封装);
- Multiple-Barrel Reactive Molding (多料筒反应成型)。

在未手动更改成型方式的情况下, Moldflow Insight 2010 默认的成型方式为 Thermoplastics Injection Molding (热塑性塑料注射成型)。

1.4 Moldflow Insight 2010 热塑性注射成型子模块及功能

- (1) Gate Location——浇口位置分析 系统自动分析出最佳浇口的位置。如果

模型需要设置多个浇口时,可以对模型进行多次浇口位置分析。当模型已经存在一个或者多个浇口时,可以进行浇口位置分析,系统会自动分析出附加浇口的最佳位置。

(2) Fill——填充分析 可以获得最佳浇注系统设计。主要用于查看制品的填充行为是否合理,填充是否平衡和能否完成对制品的完全填充等。它的分析结果包括填充时间、压力、流动前沿温度、分子趋向、剪切速率、气穴和熔接线等。分析结果有助于选择最佳浇口位置、浇口数目和最佳浇注系统布局。

(3) Fill+Pack——流动分析 模拟热塑性材料注射成型过程的填充和保压阶段,预测塑料熔体的流动行为,从而预测塑料的成型性。使用 MPI / Fill+Pack,可以帮助设计人员确定合理的浇口位置、流道形状与尺寸、平衡流道系统和评估工艺条件,以获得最佳保压阶段设置来提供一个可行的成型窗口,能够预测注射压力、锁模力和熔料流动前沿温度、熔接线和气穴可能出现的位置,以及填充时间、压力和温度分布,确定和更正潜在的制品收缩质量缺陷。

(4) Cool——冷却分析 提供对模具冷却回路、镶件和模板进行建模以及分析模具冷却系统效率的工具。可以优化模具及冷却回路设计,获得均匀的冷却效果,最小化注射成型周期,减小由于冷却因素而造成的产品翘曲缺陷。

(5) Warp——翘曲变形分析 帮助预测由成型材料、成型工艺和冷却水路布置引起的塑料产品的收缩和翘曲,确定翘曲原因,查看翘曲变形将会发生的区域以及翘曲变形趋势,并可以优化设计、材料选择和工艺参数以便在模具制造之前控制产品变形。

(6) Molding Window——成型窗口分析 帮助定义能够生产合格产品的成型工艺条件范围。如果位于这个范围,则可以生产出质量好的产品。

(7) Design of Experiments——实验设计法分析 可以改变初始指定参数,执行一系列自动化分析。例如,模具和熔体温度、注射时间、保压压力、保压时间和产品壁厚等。此模块分析出来的结果可以帮助优化工艺参数和最终成型的产品质量。结果可用于查看收缩率、注射压力、锁模力和熔料流动前沿温度,以及填充时间、压力和温度分布等。

(8) Runner Balance——流道平衡分析 可以帮助判断流道是否平衡,并给出平衡方案,对于一模多腔或者组合型腔的模具来说,熔体在浇注系统中流动的平衡性是十分重要的,如果塑料熔体能够同时到达并充满模具的各个型腔,则称此浇注系统是平衡的。平衡的浇注系统不仅可以保证良好的产品质量,而且可以保证不同型腔内产品质量的一致性。它可以保证各型腔的填充在时间上保持一致,保证均衡的保压,保持一个合理的型腔压力和优化流道的容积,以节省充模材料。

(9) Fiber——纤维分析 帮助预测由于含纤维塑料的流动而引起的纤维取向及塑料 / 纤维复合材料的合成机械强度;帮助判断和控制含纤维塑料内部的纤维取向,

可以减小成型产品上的收缩不均，从而减小或消除产品的翘曲。

(10) **Shrink**——收缩分析 基于工艺条件和具体的材料数据，能预测树脂收缩率，并且能正确地预测出独立于翘曲分析的线性收缩率，提供准确的收缩值并预测收缩变化情况，帮助确定产品主要尺寸合理的公差范围。

除以上介绍的分析类型外，也可以对同一个产品模型进行多个类型的综合分析。比如，当需要了解产品的流动及翘曲变形等情况时，通常会使用到 **Fill+Pack + Warp** 分析功能，此时 **Fill+Pack** 和 **Warp** 这两个分析功能就会同时进行。

第2章

Moldflow Insight 2010 分析流程

利用 Moldflow Insight 2010 软件进行一项分析时，其基本的操作流程为：新建工程项目→导入产品模型→划分网格→诊断并修复网格缺陷→选择分析项目→选择分析材料→设定成型工艺参数→开始分析→分析结果查看→分析结果报告制作。

2.1 新建工程项目

① 选择菜单“File → New Project”，弹出“创建新设计项目”对话框，如图 2-1 所示。

② 在“Project”栏中输入“analysis”，项目路径为默认。

③ 单击“OK”按钮，创建一个名为“analysis”的工程项目。

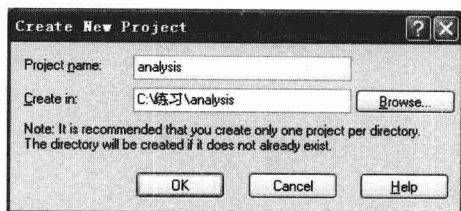


图 2-1 “创建新设计项目”对话框

2.2 导入或新建 CAD 模型

① 选择菜单“File → Import”，或在工具栏单击图标，弹出“Import”对话框，如图 2-2 所示。

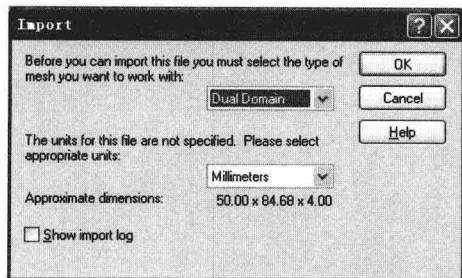


图 2-2 “CAD 模型输入”对话框

② 选择相关路径下的模型文件，将其导入 Moldflow 中进行分析。此例中，选择光盘下“训练文件\第 2 章\case.stl”，单击“OK”按钮。

③ 在下拉列表中，选择网格类型为“Dual Domain”，网格单位为“Millimeters”，单击“OK”按钮。

Moldflow Insight 2010 中可以导入的

CAD 模型文件格式有: STL 文件、由 ANSYS 或者 Pro/E 生成的*.ans 文件、由 Pro/E 或者 SDRG-Ideas 生成的*.unv 文件、STEP 文件、IGES 文件、由 CATIA 或者 Unigraphics 生成的*.ans 和*.bdf 文件、Parasolid 文件。

用户也可以在 Moldflow Insight 2010 中创建分析模型。由于 Moldflow Insight 2010 软件的造型功能不强, 因此推荐使用 Pro/E 或 UG 等软件进行三维造型。

2.3 划分网格

① 单击任务视窗面板中的图标  Create Mesh..., 弹出“网格划分设置”对话框, 如图 2-3 所示。

② 在“Global edge”中填入 6, 其余采用默认数值。

③ 单击“Mesh Now”按钮, 系统对模型进行网格划分。

网格划分后的模型如图 2-4 所示, 网格总数为 4218 个。

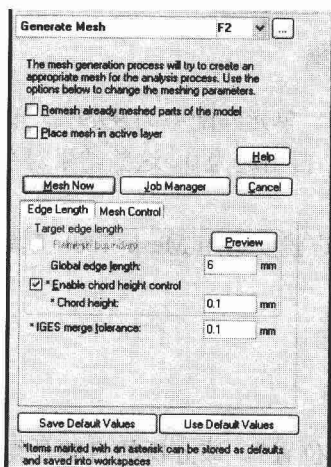


图 2-3 “网格划分设置”对话框

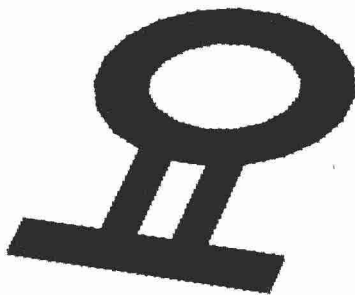


图 2-4 网格划分后的模型

通常制品的网格数目在几千到几万不等。随着模型的尺寸变大、复杂程度的加深和网格密度的增大, 网格的数目也相应增加。一般来说, 网格数目越多, 分析精度也越高, 但分析时间呈几何级数增加。

2.4 网格质量检查与修正

选择菜单“Mesh → Mesh Statistics”, 系统弹出“网络统计”对话框, 如图 2-5 所示。