

工程设计与分析系列

FLUENT

流体分析工程案例精讲

朱红钧 林元华 谢龙汉 编著

视频教程



- ★ FLUENT——全球优秀流体分析软件
- ★ FLUENT——强大的流体分析、耦合场模拟
- ★ 功能图解——典型实例——综合应用

程视频讲解，轻松学习

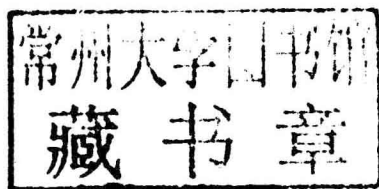


电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

工程设计与分析系列

FLUENT 流体分析 工程案例精讲

朱红钧 林元华 谢龙汉 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

TB 126 -38

内 容 简 介

本书以最新版本 FLUENT 14.0 为蓝本,以实例为主线,介绍流体分析的前处理几何建模、网格划分、模拟计算和后处理分析的全过程。重点介绍 FLUENT 14.0 各个模型功能及操作步骤,结合实例依次介绍流体分析前后处理软件和 FLUENT 计算软件界面及操作流程,以及复杂综合实例的演示。全书以“典型实例+视频讲解”的方式,通过大量的典型实例与重点知识相结合的方法全面介绍 FLUENT 14.0 的流动分析功能与操作步骤,具有专业性强、操作性强、指导性强的特点。

本书是理工院校土木、建筑、水利、石油、储运、机械、自动化、过程装备等相关专业高年级本科生、研究生和教师,以及从事核工业、石油化工、机械制造、能源、管道集输、造船、水利等领域研究和产品开发工程技术人员的参考书,也是 FLUENT 初学者入门和提高的学习宝典,还可作为各大中专院校教育、培训机构的 CFD 教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

FLUENT 流体分析工程案例精讲/朱红钧,林元华,谢龙汉编著. —北京:电子工业出版社,2013.8
(工程设计与分析系列)
ISBN 978-7-121-20898-0

I. ①F… II. ①朱… ②林… ③谢… III. ①流体力学—工程力学—计算机仿真—应用软件 IV. ①TB126-39
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 145991 号

策划编辑:许存权

责任编辑:许存权 特约编辑:刘丽丽 刘海霞

印 刷:北京天宇星印刷厂

装 订:三河市皇庄路通装订厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:23.25 字数:595 千字

印 次:2013 年 8 月第 1 次印刷

定 价:59.00 元(含 DVD 光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

FLUENT 一直是公认的、成熟的流体分析软件，可以对涉及流动、传热及化学反应等实际问题进行模拟仿真，得到的有效结果可以指导生产实践。FLUENT 具有丰富的物理模型、先进的数值方法，以及强大的前后处理功能。它针对各种复杂流动的物理现象，采用不同的离散格式和数值方法，在特定领域内使计算速度、稳定性和精度等方面达到最佳组合，从而高效率地解决各个领域复杂流动问题的计算。不断的完善与更新使得其作为设计工具在航空航天、石油天然气工程、土木工程、化学工程、环境工程、食品工程、海洋结构工程等领域发挥着巨大的作用。

FLUENT 公司被 ANSYS 公司收购后，目前已经推出了 FLUENT 14.0 版本，它集成在 ANSYS Workbench 平台中，计算模型和功能得到了进一步强化，计算稳定性也得到了提升，尤其是单向、双向流固耦合计算功能的实现使得复杂的流固耦合模拟计算成为现实。为了方便初学者学习 FLUENT 和帮助老版本用户掌握新版本的功能，作者结合自身的教学及工作经验，编写了这本《FLUENT 流体分析工程案例精讲》，本书在编写的过程中突出以下特点。

(1) 全书以图解实例的形式介绍典型实例操作，直观易懂，使用户能够在最短的时间内获取知识。

(2) 全书采用了操作界面、功能介绍和实例操作相结合的方法，互相补充，书中实例大多来源于生产实例，并且从用户的角度出发进行了简化和改进，同时在内容关键处给予有益的提示和指导，使用户在学完本书后能够快速地将知识应用于生产实践。

(3) 全书采用“功能—实例—视频”的循序渐进的讲解方法，一步步地提高用户的 FLUENT 流体分析能力，而且每个知识点和实例都做了尽可能详细的讲解，使用户学习起来轻松自如。

(4) 书中提供了所有实例的源文件，读者可以直接调用和观摩。

(5) 全书录制视频，将功能讲解、实例讲解、练习等全部内容按照上课教学的形式录制成多媒体视频，让读者如临教室，学习效果更好。读者甚至可以抛开书本，直接观看视频，学习起来比较轻松。

(6) 全书前 6 章主要介绍流体分析所涉及的所有软件的界面及功能，并配有实例。第 7~17 章则以综合实例的形式，帮助读者掌握 FLUENT 解决实际复杂问题的方法，每个综合实例均需调用至少两个以上的 FLUENT 模型，充分体现了问题的综合性。

本书共 17 章，依次介绍了 Gambit 几何建模、DesignModeler 几何建模、Gambit 网格划分、ANSYS Meshing 网格划分、FLUENT 14.0 模型应用、Tecplot 后处理及综合实例，包括气固两相绕钝体平板流动模拟、沙尘对汽车的冲刷模拟、管嘴自由出流模拟、泄洪坝挑射模拟、平台桩柱群绕流模拟、偏心环空非牛顿流体流动模拟、多孔介质渗流模拟、毕托管流固

耦合模拟、电子元件散热模拟、三通管热固耦合模拟、卧式分离器气液两相分离模拟。

第1章 Gambit 几何建模。介绍 Gambit 软件的操作界面及几何建模功能，通过 3D 后台阶流场几何模型的建立和 3D 室内空调散热场几何模型的建立实例，帮助读者掌握其几何建模的步骤和方法。

第2章 DesignModeler 几何建模。介绍 DesignModeler 软件的操作界面及几何建模功能，通过弯管几何模型的建立和十字交叉管几何模型的建立实例，帮助读者认识它与 Gambit 软件的区别，并熟悉其几何建模的操作流程。

第3章 Gambit 网格划分。介绍 Gambit 软件的网格划分流程，通过圆柱绕流场网格划分和 3D 变径管网格划分实例，帮助读者掌握 Gambit 软件网格划分的方法。

第4章 ANSYS Meshing 网格划分。介绍 ANSYS Meshing 软件的操作界面及网格划分功能，通过冷热水换热器网格划分和 2D 混合肘网格划分实例，帮助读者掌握 ANSYS 自带的 Meshing 网格划分流程及方法。

第5章 FLUENT 14.0 模型应用。介绍 FLUENT 14.0 的操作界面及模型功能，通过后台阶流动模拟、自然对流模拟、瞬态管流模拟、三通管气液两相流动模拟、管嘴气动喷砂模拟、液体燃料燃烧模拟、往复活塞腔内流动、液体蒸发模拟和弯管流固耦合模拟实例，帮助读者了解各模型的模拟功能及参数设置要求。

第6章 Tecplot 后处理。介绍 Tecplot 软件的操作界面及后处理功能，通过三通管气液两相流场后处理和管嘴气动喷砂流场后处理实例，帮助读者掌握 Tecplot 软件的后处理流程及方法。

第7~17章为综合实例，分别介绍气固两相绕钝体平板流动模拟、沙尘对汽车的冲刷模拟、管嘴自由出流模拟、泄洪坝挑射模拟、平台桩柱群绕流模拟、偏心环空非牛顿流体流动模拟、多孔介质渗流模拟、毕托管流固耦合模拟、电子元件散热模拟、三通管热固耦合模拟和卧式分离器气液两相分离模拟，每个实例均对问题进行了介绍，并详细说明了从几何建模、网格划分、模拟计算到后处理分析的整个流程。其中，每个实例均与实际贴近，并且有一定的难度，至少需要调用 FLUENT 两个以上模型，其中不乏三四个模型同时采用的情况。

本书由西南石油大学朱红钧编写并统稿。西南石油大学林元华教授对全书进行了审核，并在编写过程中提供了全面的技术支持和指导。华南理工大学谢龙汉博士对本书进行了校对和完善。另外，西南石油大学 CNPC“石油管工程”重点实验室的研究生张文丽、冯光、戚兴、杨晓露和韩青华参与了模拟操作和文档整理工作，为编写本书付出劳动的还有林伟、魏艳光、林木义、王悦阳、林伟洁、林树财、郑晓、吴苗、卢彩元、苏延全、蔡明京、王文娟、周金华、吕云峰、付应乾、唐长刚、王敏、杨峰、赵新宇、丁圆圆等。本书还得到了电子工业出版社的大力支持，在此一并致以深深的谢意！同时也非常感谢 SimWe 仿真科技论坛、工程流体网论坛、流体论坛广大网友的帮助和支持。

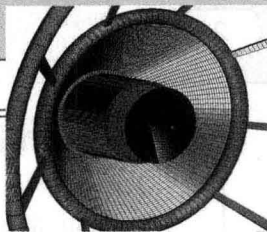
限于编著者水平，且时间仓促，书中难免有疏漏之处，望广大读者给予指正。读者可通过电子邮件 swputicky@126.com 与我们交流，不胜感谢！

编著者

目 录

第 1 章 Gambit 几何建模.....1	第 5 章 FLUENT 14.0 模型应用.....65
1.1 Gambit 操作界面.....2	5.1 FLUENT 14.0 的操作界面.....66
1.2 Gambit 的鼠标用法.....6	5.2 FLUENT 14.0 模型应用实例.....68
1.3 Gambit 几何建模.....9	实例 5-1 后台阶流动模拟.....68
1.4 与 CAD 软件的衔接.....14	实例 5-2 自然对流模拟.....77
1.5 Gambit 几何建模实例.....15	实例 5-3 瞬态管流模拟.....82
实例 1-1 3D 后台阶流场几何	实例 5-4 三通管气液两相流动模拟.....87
模型的建立.....15	实例 5-5 管嘴气动喷砂模拟.....95
实例 1-2 3D 室内空调散热场几何	实例 5-6 液体燃料燃烧模拟.....107
模型的建立.....18	实例 5-7 往复活塞腔内流动.....119
1.6 本章小结.....21	实例 5-8 液体蒸发模拟.....125
第 2 章 DesignModeler 几何建模.....22	实例 5-9 弯管流固耦合模拟.....138
2.1 DesignModeler 操作界面.....23	5.3 本章小结.....153
2.2 DesignModeler 几何建模实例.....27	第 6 章 Tecplot 后处理.....154
实例 2-1 弯管几何模型的建立.....27	6.1 Tecplot 界面.....155
实例 2-2 十字交叉管几何	6.2 实例操作.....157
模型的建立.....33	实例 6-1 三通管气液两相流场
2.3 本章小结.....40	后处理.....157
第 3 章 Gambit 网格划分.....41	实例 6-2 管嘴气动喷砂流场后处理.....161
3.1 Gambit 网格划分.....42	6.3 本章小结.....166
3.2 Gambit 网格划分实例.....46	第 7 章 气固两相绕钝体平板流动模拟.....167
实例 3-1 圆柱绕流场网格划分.....46	7.1 实例概述.....168
实例 3-2 3D 变径管网格划分.....50	7.2 几何模型建立.....168
3.3 本章小结.....52	7.3 网格划分.....170
第 4 章 ANSYS Meshing 网格划分.....53	7.4 模型计算设置.....172
4.1 ANSYS Meshing 操作界面.....54	7.5 结果后处理.....184
4.2 ANSYS Meshing 网格划分实例.....56	7.6 本章小结.....186
实例 4-1 冷热水换热器网格划分.....56	第 8 章 沙尘对汽车的冲蚀模拟.....187
实例 4-2 2D 混合肘网格划分.....60	8.1 实例概述.....188
4.3 本章小结.....64	8.2 几何模型建立.....188

8.3 网格划分.....	198	13.3 网格划分.....	268
8.4 模型计算设置.....	199	13.4 模型计算设置.....	270
8.5 结果后处理.....	206	13.5 结果后处理.....	274
8.6 本章小结.....	212	13.6 本章小结.....	281
第9章 管嘴自由出流模拟.....	213	第14章 毕托管流固耦合模拟.....	282
9.1 实例概述.....	214	14.1 实例概述.....	283
9.2 几何模型建立.....	214	14.2 几何模型建立.....	283
9.3 网格划分.....	215	14.3 网格划分.....	295
9.4 模型计算设置.....	216	14.4 模型计算设置.....	297
9.5 结果后处理.....	224	14.5 结果后处理.....	303
9.6 本章小结.....	225	14.6 本章小结.....	305
第10章 泄洪坝挑射模拟.....	226	第15章 电子元件散热模拟.....	306
10.1 实例概述.....	227	15.1 实例概述.....	307
10.2 几何模型建立.....	227	15.2 几何模型建立.....	307
10.3 网格划分.....	228	15.3 网格划分.....	308
10.4 模型计算设置.....	230	15.4 模型计算设置.....	309
10.5 结果后处理.....	238	15.5 结果后处理.....	315
10.6 本章小结.....	238	15.6 本章小结.....	316
第11章 平台桩柱群绕流模拟.....	239	第16章 三通管热固耦合模拟.....	317
11.1 实例概述.....	240	16.1 实例概述.....	318
11.2 模型计算设置.....	240	16.2 几何模型建立.....	318
11.3 结果后处理.....	247	16.3 网格划分.....	328
11.4 本章小结.....	249	16.4 模型计算设置.....	333
第12章 偏心环空非牛顿流体 流动模拟.....	250	16.5 结果后处理.....	338
12.1 实例概述.....	251	16.6 本章小结.....	344
12.2 几何模型建立.....	251	第17章 卧式分离器气液两 相分离模拟.....	345
12.3 网格划分.....	254	17.1 实例概述.....	346
12.4 模型计算设置.....	256	17.2 几何模型建立.....	346
12.5 结果后处理.....	262	17.3 网格划分.....	357
12.6 本章小结.....	263	17.4 模型计算设置.....	358
第13章 多孔介质渗流模拟.....	264	17.5 结果后处理.....	362
13.1 实例概述.....	265	17.6 本章小结.....	363
13.2 几何模型建立.....	265	参考文献.....	364



第 1 章 Gambit 几何建模

在运行 FLUENT 计算前，需要借助前处理软件完成模拟对象的几何模型建立与网格划分。目前，可用于 FLUENT 前处理网格生成的软件有 Gambit、ICEM-CFD、Gridgen 等。其中，Gambit 是面向 CFD 分析的高质量的前处理器，其主要功能包括几何建模和网格生成，可以直接进行点、线、面、体的模型建立及边界层、线、面、体的网格划分，也可以从其他 CAD/CAE 软件导入几何模型和网格。

尽管目前 Gambit 已无版本更新，但由于其本身功能强大，在 CFD 前处理软件中仍稳居上游。Gambit 可与 CAD 衔接，以实现复杂几何模型的处理，并能生成与多个 CFD 软件无缝转接的高质量网格。本章主要介绍 Gambit 软件的几何建模功能。需要注意的是，对于 Windows 操作系统，要运行 Gambit 软件，必须安装 HummingBird.Exceed 软件以完成系统的虚拟。



本章内容

- Gambit 操作界面
- Gambit 鼠标用法
- Gambit 几何建模工具栏
- 与 CAD 的衔接
- 模型建立的步骤
- 3D 模型的建立



本章案例

- 实例 1-1 3D 后台阶流场几何模型的建立
- 实例 1-2 3D 室内空调散热场几何模型的建立

1.1 Gambit 操作界面

Gambit 的操作界面可以分为菜单栏、视图窗口、命令显示窗口、命令输入窗口、命令解释窗口、操作面板和视图控制面板 7 个部分, 如图 1-1 所示。

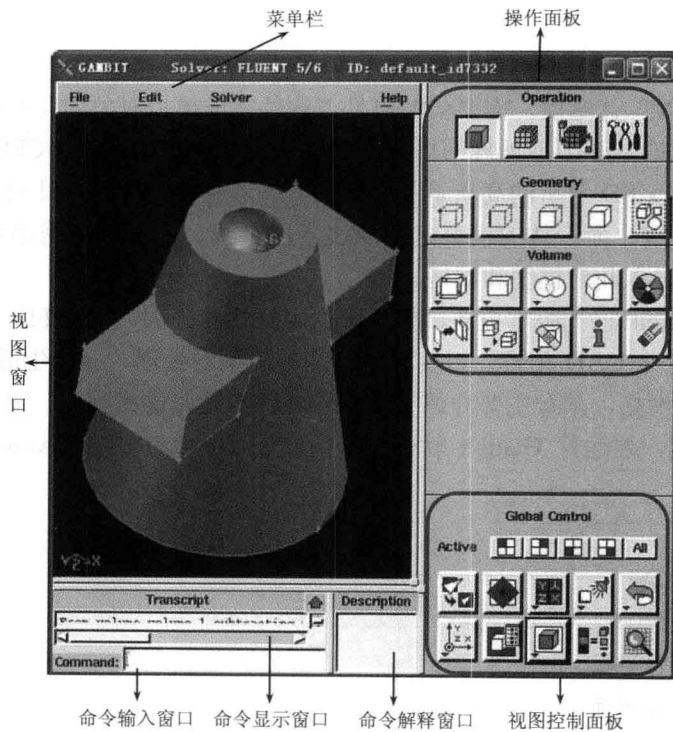


图 1-1 Gambit 基本界面

1) 菜单栏

菜单栏为标题栏下方的水平栏, 包含文件、编辑、对象软件和帮助 4 个菜单列表。图 1-2 所示为文件菜单列表, 可通过此菜单完成下列任务:

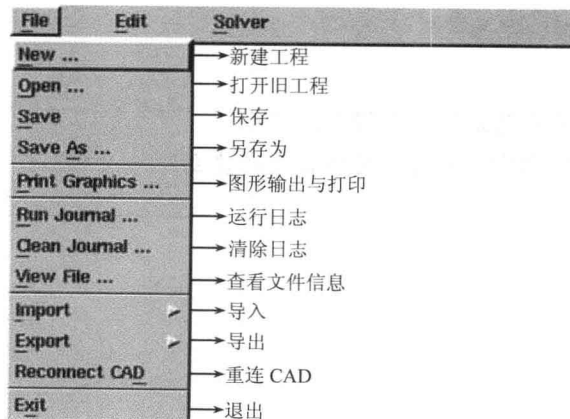


图 1-2 文件菜单列表

- (1) 新建工程或打开已有工程，其识别的文件后缀名为 .dbs。
- (2) 将当前工程进行保存或另存为操作，保存后在工作目录会生成三个文件，后缀名分别为 .jou、.trn、.dbs。
- (3) 将当前窗口的图形输出或打印。
- (4) 运行或清除日志，后缀名为 .jou。
- (5) 查看当前文件的相关信息。
- (6) 导入其他软件生成的几何模型或网格，或导出当前模型与网格，完成相关的数据交换，其导入、导出列表如图 1-3 所示，对于 FLUENT 而言，需要将 Gambit 建立好的模型及网格导出为后缀名为 .msh 的文件。

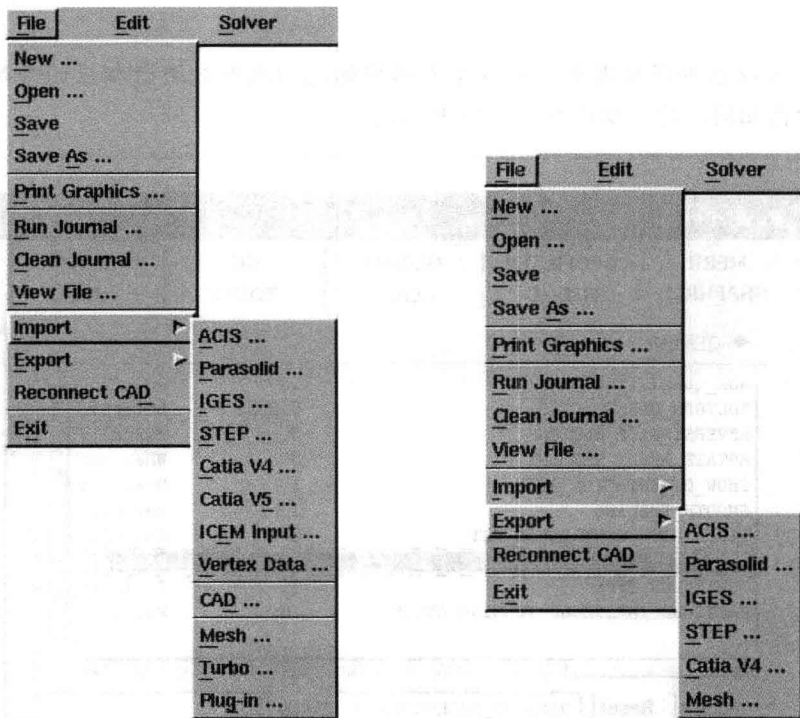


图 1-3 Gambit 文件菜单的导入与导出列表

- (7) 重新与 CAD 建立连接。
- (8) 退出当前工程。

图 1-4 所示为编辑菜单列表，通过此菜单的操作可以完成以下任务：

- (1) 编辑标题，即命名当前工程名称。
- (2) 编辑文件信息，如文件名、编者信息等。
- (3) 参数设置，设置相关参数的名称、类型及赋值。

(4) 查找或修改默认的环境设置，单击其弹出如图 1-5 所示的窗口，若想改变视图背景色，可选中默认参数窗口中的 GRAPHICS，再从下拉列表中选中 WINDOWS BACKGROUND COLOR 一项，其右下方的信息窗口显示当前窗口的背景色为 black，此时可以通过键盘删除 black 而输入 white，而后单击左边的 Modify 完成修改操作，最后单击最下方的 Close 关闭默认参数窗口，即完成了将背景黑色改为白色的设置。

- (5) 撤销或恢复当前操作步骤。

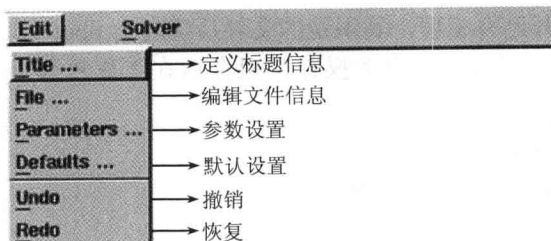


图 1-4 编辑菜单列表

i

读者还可以根据实际需要，对模型或网格的色彩及参数进行相应的修改，其操作与修改背景色相同，均在默认参数窗口中完成。

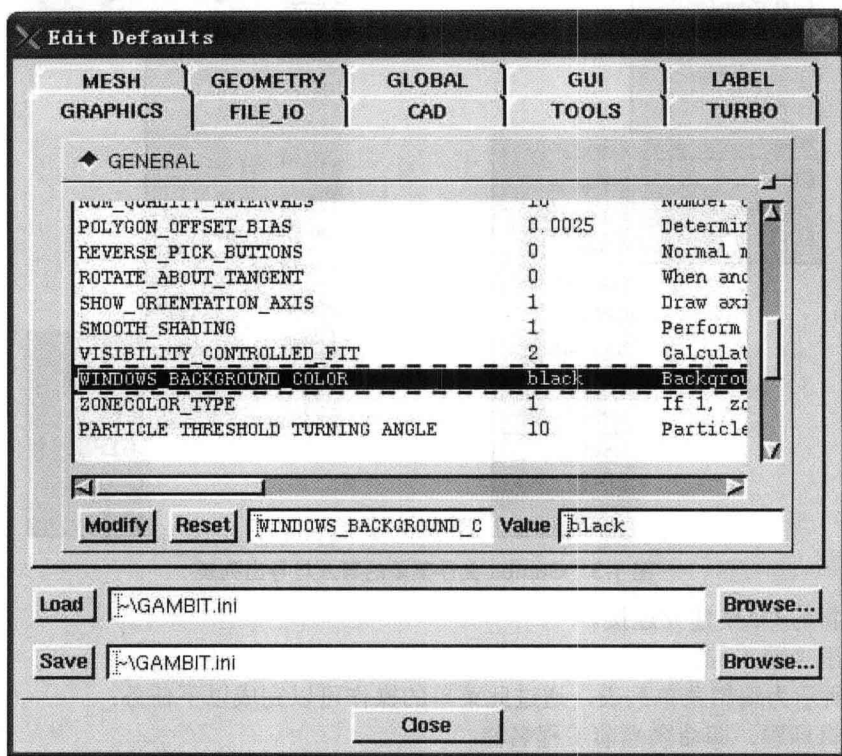


图 1-5 默认参数窗口

图 1-6 所示为对象软件列表，Gambit 可为 FLUENT、ANSYS、Polyflow 等主流软件建立模型与网格。在建模前可以首先选择欲连接使用的接口软件，使得工程处理更具针对性。

(2) 视图窗口

Gambit 可以显示 4 个视图窗口，如图 1-7 所示。通过拖拉图中的十字按钮，可以完成各个窗口的缩放，若将十字按钮移至左上、左下、右上或右下四角，即可恢复到如图 1-1 所示的一个视图窗口。在实际建模过程中，读者可根据需要选择单视图或多视图窗口显示。

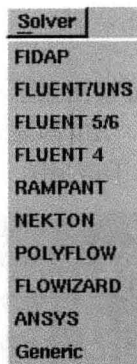


图 1-6 对象软件菜单列表

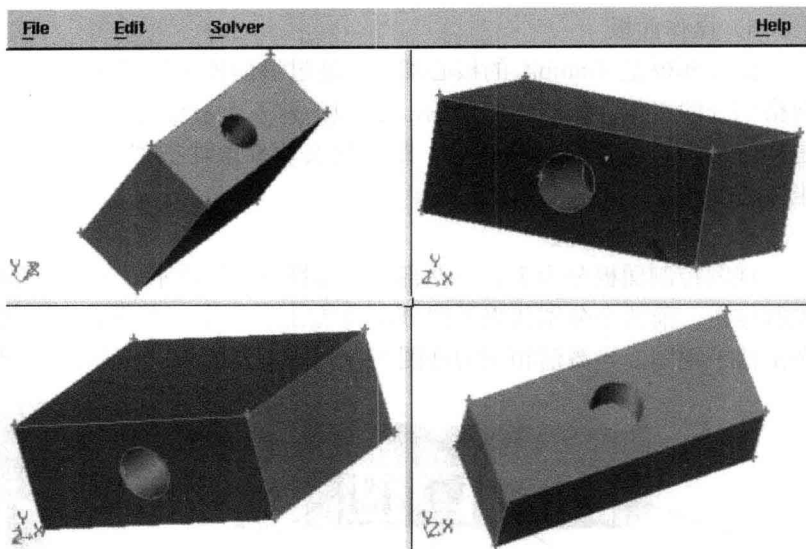


图 1-7 多视图窗口

3) 命令显示窗口

命令显示窗口位于视图窗口的左下方，如图 1-8 所示。从该窗口中可以及时查看到每一步操作的命令及结果，帮助用户明确已执行的操作和及时发现存在问题。

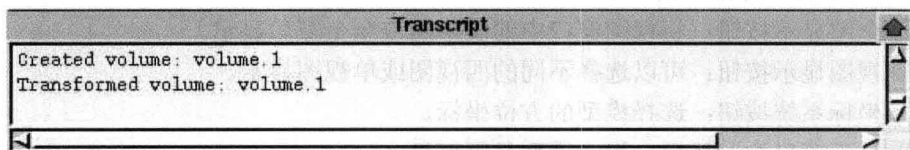


图 1-8 命令显示窗口

4) 命令输入窗口

图 1-9 所示为命令输入窗口，该窗口位于整个界面窗口的最下方，在 Command 后的输入栏中用户可以通过键盘输入相关命令，以实现相应的操作。

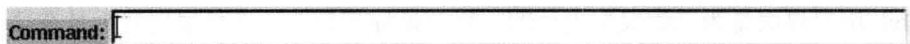


图 1-9 命令输入窗口

5) 命令解释窗口

命令解释窗口位于视图窗口的右下角，将鼠标移至视图窗口右侧任一操作面板或视图控制面板按钮上，该窗口都会实时出现按钮命令的解释，帮助初学者认识相关操作按钮的功能，如图 1-10 所示。

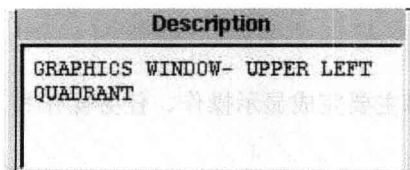


图 1-10 命令解释窗口

6) 操作面板

操作面板是 Gambit 的核心部分, 通过该面板上的图标按钮, 可以完成绝大部分建模和网格划分的工作, 如图 1-11 所示。面板的前三个按钮反映了 Gambit 的整个操作过程, 首先是建立模型, 其次是网格划分, 最后定义边界条件类型。第四个按钮是用来定义视图中的坐标系统的, 一般采用默认设置。

7) 视图控制面板

视图控制面板分为上、下两部分, 如图 1-12 所示。上面一排的图标是视图显示与否的控制按钮, 前四个分别代表了图 1-7 中左上、右上、左下、右下四个视图, All 即表示激活全部四个视图。当激活相应的视图图标时, 下方的 10 个控制按钮才会作用于该视图。

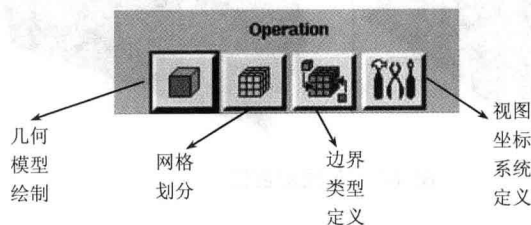


图 1-11 操作面板

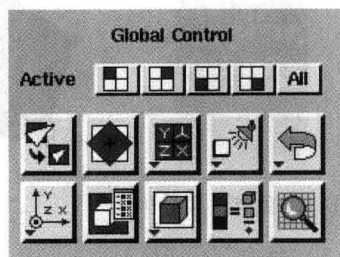


图 1-12 视图控制面板

视图控制面板下方常用的命令如下。

- ◆ 全图显示按钮: 将视图窗口中的图形缩放至全窗口显示。
- ◆ 视图显示按钮: 可以选择不同的四视图或单视图显示。
- ◆ 坐标系统按钮: 选择模型的方位坐标。
- ◆ 显示项目控制按钮: 指定模型是否可见。
- ◆ 外观显示按钮: 指定模型的外观显示, 包括线框方式、渲染方式和消隐方式等。

1.2 Gambit 的鼠标用法

Gambit 用户界面是为三维鼠标设计的。每个鼠标按钮的功能可根据鼠标是在菜单、表格上还是在视图窗口上的操作而有所不同。一些在视图窗口上的鼠标操作是和键盘同时进行的。

1. 菜单和表格上的使用

Gambit 菜单和表格的操作相对简便, 只要求使用鼠标左、右键而不涉及任何键盘操作, 其中大部分只需鼠标左键即可。鼠标右键通常是用来打开操作面板上命令按钮的下拉式列表菜单, 如图 1-13 所示。在一些表格上包含文本窗口, 鼠标右键还可以打开选项的隐藏菜单。

2. 视图窗口上的使用

在视图窗口上, 通过鼠标主要完成显示操作、任务操作和点的创建三类操作。

1) 显示操作

通过鼠标三个键及键盘的 Ctrl 键可以完成 Gambit 视图窗口中的显示操作, 见表 1-1。

表 1-1 鼠标完成的显示操作

鼠标/键盘按键	鼠标协同操作	描 述
左键单击	往任一方向拖动指针	旋转模型
中键单击	往任一方向拖动指针	移动模型
右键单击	往垂直方向拖动指针	缩放模型（向上缩小，向下放大）
右键单击	往水平方向拖动指针	使模型绕着图形窗口中心旋转
Ctrl+左键	指针对角移动	放大模型，保留模型比例。松开鼠标按钮后，显示了放大的模型
两次中键单击		在当前视角直接显示模型

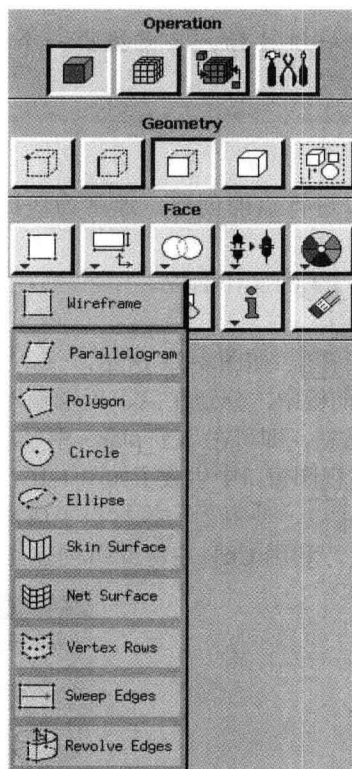


图 1-13 单击鼠标右键面生成按钮弹出的下拉式列表菜单

2) 任务操作

利用三个鼠标键和键盘上的 Shift 键可以帮助用户完成 Gambit 视图窗口的任务操作，包括选中实体和执行动作。

在 Gambit 建模和网格划分时通常要求用户指定一个或更多的实体操作，有两种方法可用于指定一个实体：

- ◆ 在指定表格中的列表框中输入实体名字或从列表中挑选一个。
- ◆ 用鼠标直接在视图窗口模型中选中实体。

当使用鼠标从显示在视图窗口的模型中选择一个实体时，Gambit 会把该实体的名字插入当前活动的列表中。

Gambit 实体选中操作有两种不同的类型，都用到了 Shift 键。两种选中实体的操作说明见表 1-2。

表 1-2 鼠标+键盘完成的任务操作

鼠标/键盘按键	鼠标协同操作	描述
Shift+左键	指针选择模型	选中模型或模型的几何元素
Shift+中键	指针选择模型	在给定类型的相邻实体间切换
Shift+右键	于当前窗口	执行动作操作, 等同于单击 Apply 按钮


i


Shift+左键可以同时选中一组目标, 只需拖出一个方框包围被选目标, 或按住 Shift, 逐个左键单击被选目标。

3) 点的创建




利用鼠标在视图窗口中可以进行点的创建, 通常为快捷创建已知坐标点, 其具体操作步骤如下:

(1) 打开视图坐标定义工具  的操作面板。

(2) 单击坐标系操作按钮 。

(3) 选择坐标网格显示按钮  , 如图 1-14 所示。

(4) 在弹出的坐标网格定义面板中, 分别在 X、Y 轴输入区间范围及坐标网格的间距, 如图 1-15 所示, 单击 Update list 按钮, 即可在 XY_plane 中显示定义好的坐标节点值, 最后单击 Apply 完成坐标网格的定义, 并在视图窗口中生成了如图 1-16 所示的坐标网格。

(5) 按次序单击  →  →  , 使得当前执行点生成操作。

(6) 在坐标网格的适当位置, 利用 Ctrl+右键即可创建点, 如图 1-17 所示。

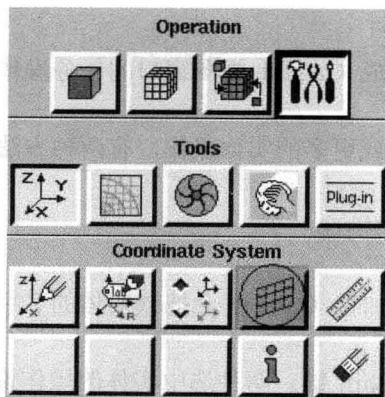


图 1-14 定义视图坐标系统工具的操作面板

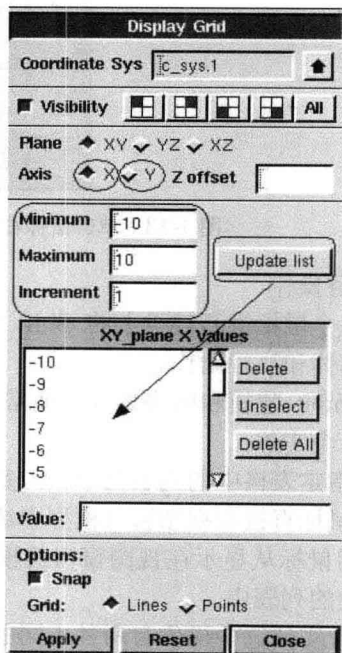


图 1-15 坐标网格定义面板

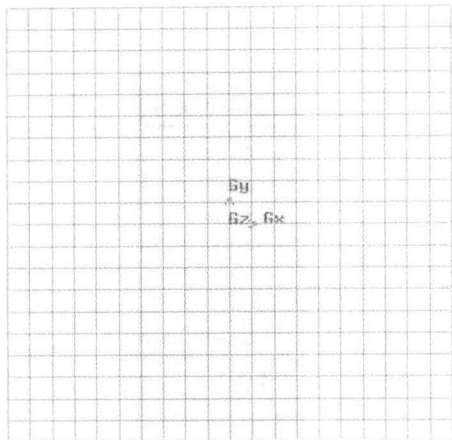


图 1-16 生成的坐标网格

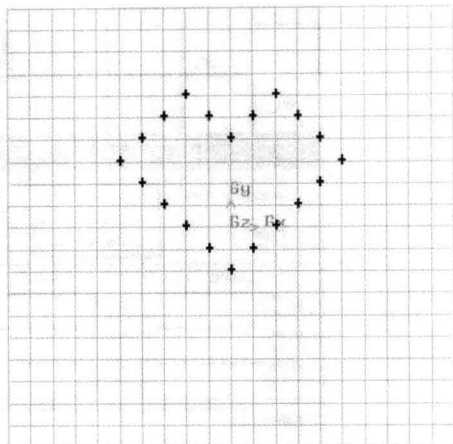



图 1-17 进行点创建后的坐标网格

1.3 Gambit 几何建模

几何模型建立通常为点→线→面→体的顺序，单击按钮，即可弹出如图 1-18 所示的几何建模工具面板，通过该面板的操作按钮可完成 Gambit 的建模任务。

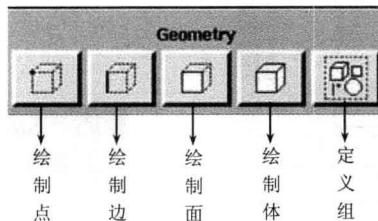





图 1-18 几何建模工具面板

1. 绘制点

单击按钮即弹出如图 1-19 所示的 Vertex 面板，用户只需在 Create Real Vertex 面板中输入点的三维坐标，单击 Apply 后即可在视图窗口中生成相应的点。对于一个复杂的几何模型，读者可先计算出全部点的坐标，然后依次通过此方法生成所有的点。

点的生成形式有 7 种，鼠标右键单击，可查看其列表，如图 1-20 所示。由上至下依次为：根据坐标生成点、在线上生成点、在面上生成点、在体上生成点、由交点生成点、由质心生成点和投影生成点，读者可根据实际需要选择相应的点生成方式。

在 Vertex 面板中还有几个常用的命令，如 Move/Copy 命令。单击弹出如图 1-21 所示的面板，单击 Vertices 右侧输入栏呈高亮黄色显示时，读者可以选取需要移动或复制的点，通过平移、旋转、映射等方法完成点的移动或复制。

Gambit 中除了“Shift+左键”单击可以选中对象外，还可以单击黄色输入栏右侧的向上箭头，在弹出的清单列表里选择待选对象，如图 1-22 所示。

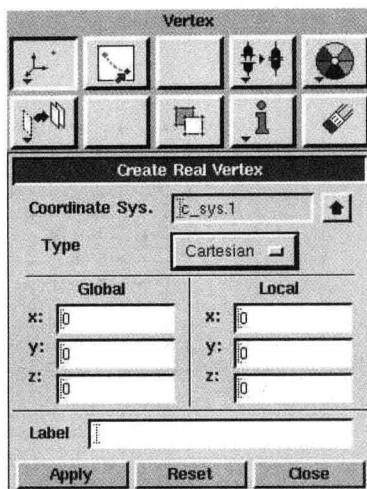


图 1-19 Vertex 面板

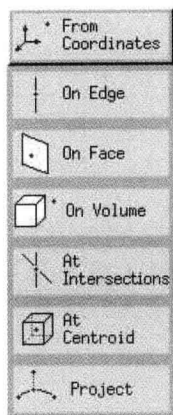


图 1-20 点生成方式列表

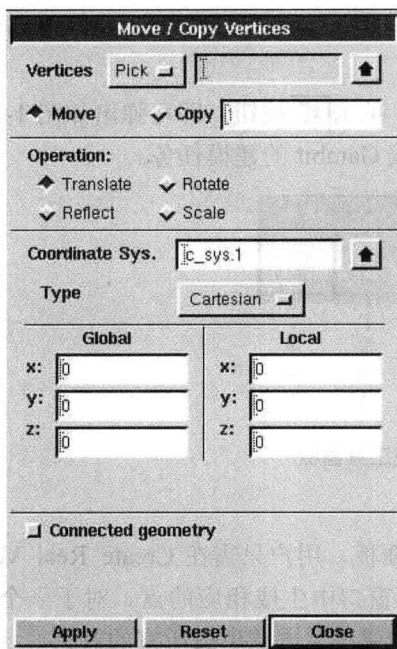


图 1-21 移动/复制点面板

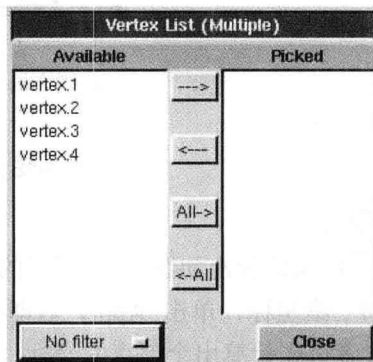




图 1-22 已生成点的清单

2. 绘制线

单击 Geometry 面板的第二个按钮 ，弹出如图 1-23 所示的 Edge 面板，读者可以在 Create Straight Edge 的黄色输入栏中选取需要连接成直线的两点，单击 Apply 就会在选择的两点间建立一条直线。

除直线外，还有很多其他形式的线可以被绘制，只需右键单击 ，则弹出如图 1-24 所示的线生成方式列表，有圆弧、圆、椭圆、倒角、二次曲线、样条曲线等。