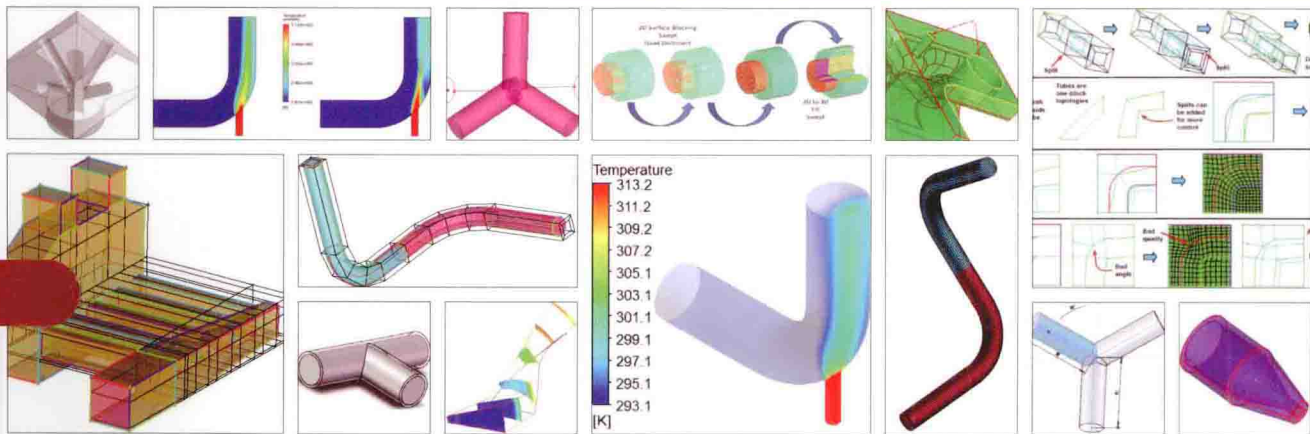


ANSYS ICEM CFD 工程实例 详解

© 胡坤 李振北 编著



- 第一本原汁原味的科研与工程一线 CFD 案例图书
- 第一本 ANSYS ICEM CFD 操作流程标准化教程
- 第一本流体仿真分析全流程实例图书
- 第一本真正零基础学计算流体力学的图书



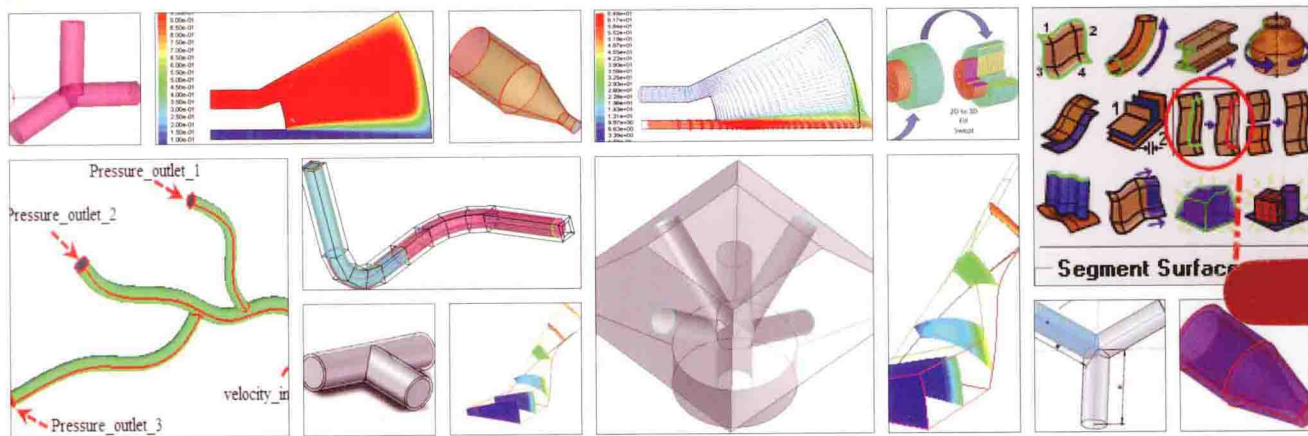
- 196 个源文件 ● 41 集有声教学视频
- 图书 + 视频 + 微信订阅号 = 可沟通交流的生态
系统教程

微信 (ICAX) 立体化阅读支持

CAE分析大系

ANSYS ICEM CFD

工程实例 详解



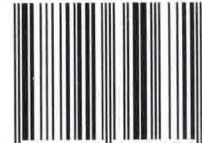
售后服务

微信 (iCAX) 立体化阅读支持
与本书相关技术问题可通过以下方式
获得帮助

微信订阅号: ICAX
SimWe 论坛: www.simwe.com



ISBN 978-7-115-35067-1



9 787115 350671 >

封面设计: 董志桢

分类建议: 计算机 / 辅助设计 / CAE
人民邮电出版社网址: www.ptpress.com.cn

ISBN 978-7-115-35067-1

定价: 59.80 元 (附光盘)

CAE分析大系

ANSYS ICEM CFD 工程实例 详解

© 胡坤 李振北 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

ANSYS ICEM CFD工程实例详解 / 胡坤, 李振北编著

— 北京: 人民邮电出版社, 2014. 8

(CAE分析大系)

ISBN 978-7-115-35067-1

I. ①A… II. ①胡… ②李… III. ①有限元分析—应用软件 IV. ①0241.82-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第109910号

内 容 提 要

本书以计算流体力学(CFD)的分析流程为主线,全书涉及内容有:CFD工程应用基础,包括CFD的基本概念和CFD工程应用一般流程;计算前处理,主要通过实例讲解ANSYS ICEM CFD的应用技巧;求解器,包括ANSYS FLUENT各通用计算模块应用的实例讲解;计算后处理,包括后处理结果处理软件ANSYS CFD-POST的使用技巧以及ANSYS工程优化模块Design Explorer的使用。

本书有配套相关案例模型文件,并专门配备了视频讲解。此外,读者还可以通过微信公众平台iCAX与作者进行互动,解答问题。

全书可作为初学者的入门教程,也可作为中高级使用者的参考资料。本书章节间没有紧密的联系,因此既适合全书阅读,也适合分章节进行阅读。

◆ 编 著 胡 坤 李振北

责任编辑 杨 璐

责任印制 程彦红

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

三河市海波印务有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 26.25

字数: 948千字

2014年8月第1版

印数: 1-3500册

2014年8月河北第1次印刷

定价: 59.80元(附光盘)

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号

前 言

计算流体动力学 (Computational Fluid Dynamic, CFD) 主要用于解决流动、传热、化学反应等问题, 在现代工业领域应用非常广泛。利用 CFD 方法进行产品研发, 可以缩短产品设计周期、减少样机试验数量、快速更改产品结构, CFD 已成为企业降低成本, 提高核心竞争力的有效手段。

CFD 是混合了计算机技术、流体力学、数据可视化等众多学科的一门技术。ANSYS CFD 更是 CFD 技术的领跑者, 其包含了处于行业领先地位的网格划分软件 ANSYS ICEM CFD, 求解器软件 ANSYS FLUENT, 以及后处理软件 CFD-POST, 形成了完整的 CFD 求解计算方案。同时 ANSYS Workbench 还包含有尺寸优化模块 Design Exploration, 利用该模块配合 CFD 求解计算, 可以很方便地实现仿真驱动产品设计。

现实世界纷繁复杂, 如何将现实世界复杂的物理现象进行抽象描述, 解读为计算机可以识别的物理数学模型, 是对仿真人员的一大考验。同时, 如何利用计算的数据, 将其反馈到工程设计中, 也是工程人员必须考虑的问题。本书正是基于以上两点而编写的, 首先介绍 CFD 的基础知识, 其次以一系列工程案例介绍 CFD 工程仿真的一般过程, 最后介绍如何利用 CFD 计算数据指导工程设计。

目前市面上关于 CFD 理论知识的书籍很多, 因此本书未对此方面进行详细描述, 本书的特色在于: 尽可能以最快的速度使工程人员能够利用现有的工程计算软件指导工程设计。因此, 本书更多地偏重于软件使用技巧而非软件背后的深层理论, 相关理论内容将会在相应的位置给出相关参考, 以方便读者查阅。

本书以 CFD 计算流程为主线, 涉及 4 个主要部分: 工程应用基础, 包括 CFD 的基本概念和 CFD 工程应用一般流程; 计算前处理, 主要包括 ANSYS ICEM CFD 的应用技巧; 求解器, 包括 ANSYS FLUENT 各通用计算模块的应用介绍及实例; 计算后处理, 包括后处理结果处理软件 CFD-POST 的使用技巧以及 ANSYS 工程优化模块 Design Explorer 的使用。全书可作为初学者的入门教程, 也可作为中高级使用者的参考资料。本书章节间没有紧密的联系, 因此既适合全书阅读, 也适合分章节进行阅读。

为了方便读者的阅读学习, 我们还专门建立了微信公众交流平台 iCAX, 读者在阅读过程中如果遇到问题, 可以通过该平台来进行交流。

创作是一件辛苦的工作, 非常感谢家人和朋友的理解与支持。虽然我们追求尽善尽美的作品, 但是难免挂一漏万, 如果有任何纰漏, 欢迎读者指正。

目 录

第一部分 CFD 工程应用基础

第 1 章 概述	10
1.1 什么是 CFD	10
1.2 CFD 发展概况	11
1.3 CFD 工程应用领域	12
1.4 什么时候使用 CFD 软件	13
1.5 通用流体计算软件的利与弊	13
1.6 本书读者定位	14
1.7 本书特点	14
第 2 章 ANSYS CFD 软件简介	16
2.1 CFD 工程应用一般流程	16
2.1.1 计算前处理	16
2.1.2 计算求解器	16
2.1.3 计算后处理	17
2.2 ANSYS CFD 软件族简介	17
2.2.1 前处理软件: ICEM CFD	17
2.2.2 CFD 求解器: Fluent	18
2.2.3 CFD 求解器: CFX	19
2.2.4 后处理模块: CFD-POST	21

第二部分 计算前处理

第 3 章 流体计算域	24
3.1 计算域模型	24
3.1.1 内流计算域	24
3.1.2 外流计算域	25
3.1.3 混合计算域	25
3.2 计算域生成方法	25
3.2.1 直接建模	25
3.2.2 几何抽取	25
3.3 计算域简化	26
3.4 多区域计算模型	26
3.4.1 Interface	27
3.4.2 Interior	27
3.5 计算域创建工具 ANSYS DesignModeler	27

3.5.1 Fill 功能	28
3.5.2 Enclosure 功能	29
3.6 计算域创建实例	29
3.6.1 【实例 3-1】直接创建计算域	29
3.6.2 【实例 3-2】Fills 方式创建计算域模型	32
3.6.3 【实例 3-3】Enclosure 方式创建计算域模型	34
3.6.4 【实例 3-4】创建混合计算域	35
3.7 本章小结	37
第 4 章 流体网格	38
4.1 流体网格基础概念	38
4.1.1 网格术语	38
4.1.2 网格形状	38
4.1.3 结构网格与非结构网格	39
4.2 网格的度量	39
4.2.1 网格数量	39
4.2.2 网格质量	40
4.3 流体网格划分软件: ICEM CFD 简介	40
4.3.1 ICEM CFD 主要特点	41
4.3.2 ICEM CFD 中的文件类型	41
4.3.3 ICEM CFD 操作界面	41
4.3.4 ICEM CFD 操作键	47
4.3.5 ICEM CFD 的启动	47
4.3.6 ICEM CFD 网格划分基本流程	48
4.4 本章小结	49
第 5 章 ICEM CFD 几何操作	50
5.1 ICEM CFD 中的几何组织形式	50
5.2 基本几何创建	50
5.2.1 点的创建	50
5.2.2 线的创建	52
5.2.3 面操作	54
5.2.4 Body 创建	55
5.3 几何修补	56
5.3.1 几何拓扑构建	56
5.3.2 几何检查	57
5.3.3 封闭孔洞与去除孔洞	58
5.3.4 边匹配	58

5.3.5 特征检测	58	7.2 全局网格参数设置	134
5.4 辅助几何	59	7.2.1 全局网格尺寸设置	135
5.5 几何操作实例	59	7.2.2 壳网格参数	136
5.5.1 【实例 5-1】快速流道抽取	59	7.2.3 体网格参数设置	139
5.5.2 【实例 5-2】几何建模	62	7.2.4 棱柱网格设置	139
5.5.3 【实例 5-3】几何修补	68	7.2.5 周期网格设置	141
5.6 本章小结	71	7.3 Part 网格设置	141
第 6 章 ICEM CFD 六面体网格划分	72	7.4 面网格参数设置	143
6.1 块基本概念	72	7.5 线网格参数设置	144
6.1.1 块的层次结构	72	7.6 密度盒	144
6.1.2 初始块的创建	72	7.7 网格生成	145
6.1.3 块的关联操作	75	7.8 【实例 7-1】分支管非结构网格划分	146
6.2 自顶向下构建块	79	7.9 【实例 7-2】活塞阀装配体网格划分	148
6.2.1 常规切分	79	第 8 章 ICEM CFD 常用技巧	151
6.2.2 O 型切分	80	8.1 ICEM CFD 快捷键	151
6.2.3 Y 型切分	87	8.1.1 Geometry 快捷键	151
6.2.4 【实例 6-1】2D 块切割实例	91	8.1.2 Edit Mesh 快捷键	152
6.2.5 【实例 6-2】3D 块切割实例	96	8.1.3 Blocking 快捷键	153
6.3 自底向上构建块	98	8.1.4 选择模式快捷键	154
6.3.1 From Vertices/Faces	99	8.2 创建多区域网格	156
6.3.2 Extrude Faces	100	8.2.1 Interface 与 Interior	156
6.3.3 由 2D 块形成 3D 块	101	8.2.2 【实例 8-1】非结构网格多计算域模型	156
6.3.4 【实例 6-3】弹簧网格划分	102	8.2.3 【实例 8-2】结构网格多计算域模型	160
6.4 常见分块策略	104	8.2.4 【实例 8-3】网格模型组装	162
6.5 块变换操作	110	8.3 创建周期网格	164
6.5.1 块平移	110	8.3.1 指定几何周期	164
6.5.2 块旋转	110	8.3.2 周期顶点定义	165
6.5.3 块镜像	111	8.3.3 【实例 8-4】2D 旋转周期网格	165
6.5.4 块缩放	111	8.3.4 【实例 8-5】2D 平移周期网格	173
6.5.5 周期块复制	111	8.3.5 【实例 8-6】3D 旋转周期网格	175
6.5.6 【实例 6-4】块平移操作	111	第三部分 求解器	
6.5.7 【实例 6-5】块旋转操作	115	第 9 章 FLUENT 用户界面	180
6.6 Edge 网格参数设置	119	9.1 FLUENT 的启动	180
6.6.1 参数设置对话框及各参数含义	119	9.1.1 启动方式	180
6.6.2 节点分布律	121	9.1.2 FLUENT 启动界面	181
6.6.3 边界层网格	123	9.2 软件界面	183
6.6.4 【实例 6-6】分叉管网格划分	124	9.2.1 Meshing 模式界面	183
6.6.5 【实例 6-7】外流场边界层网格	127	9.2.2 Solution 模式界面	184
6.7 【实例 6-8】排烟风道网格划分	129		
6.8 本章小结	133		
第 7 章 ICEM CFD 非结构网格划分	134		
7.1 非结构网格生成	134		

9.3 FLUENT 操作流程	191	13.2.2 FLUENT 前处理设置	241
第 10 章 FLUENT Meshing 模式	192	13.2.3 结果后处理	245
10.1 【实例 10-1】Tet 网格划分	192	第 14 章 动区域计算模型	246
10.2 【实例 10-2】分区混合网格划分	196	14.1 运动区域计算概述	246
第 11 章 FLUENT 前处理基础	199	14.2 单运动参考系模型	247
11.1 FLUENT 前处理流程	199	14.2.1 SRF 模型中的网格模型	247
11.2 网格控制	200	14.2.2 在 FLUENT 中使用 SRF 模型	248
11.2.1 网格缩放	200	14.2.3 SRF 模型求解策略	250
11.2.2 网格检查	201	14.3 多运动参考系模型	250
11.2.3 网格显示	201	14.3.1 多参考系模型	250
11.3 求解设置中的一些基本概念	202	14.3.2 混合面模型	252
11.3.1 压力基与密度基求解器	202	14.3.3 滑移网格模型	253
11.3.2 稳态与瞬态计算	203	14.4 【实例 14-1】离心压缩机仿真计算 (SRF 模型)	253
11.3.3 FLUENT 中的压力	205	14.4.1 问题描述	253
11.4 湍流模型	207	14.4.2 FLUENT 前处理设置	253
11.4.1 湍流和层流判断	207	14.4.3 后处理分析	260
11.4.2 湍流求解方法	207	14.5 【实例 14-2】垂直轴风力机流场 计算 (MRF)	263
11.4.3 FLUENT 中的湍流模型	208	14.5.1 问题描述	263
11.4.4 y^+ 的基本概念	210	14.5.2 FLUENT 前处理设置	264
11.4.5 壁面函数	212	14.5.3 后处理分析	268
11.4.6 边界湍流设置	212	14.6 【实例 14-3】垂直轴风力机流场 计算 (滑移网格)	270
11.5 边界条件	214	14.6.1 模型描述	270
11.5.1 边界条件分类	214	14.6.2 UDF 定义	270
11.5.2 边界条件设置	215	14.6.3 FLUENT 前处理设置	271
第 12 章 FLUENT 后处理基础	216	14.6.4 后处理分析	274
12.1 后处理概述	216	第 15 章 动网格模型	276
12.2 FLUENT 后处理操作	216	15.1 FLUENT 中使用动网格	276
12.2.1 创建特征位置	216	15.2 网格更新方法	276
12.2.2 流场可视化	220	15.2.1 Smoothing	276
12.2.3 Graphics and Animations	220	15.2.2 Layering	279
12.2.4 动画创建	223	15.2.3 Remeshing	280
12.2.5 图形设置选项	225	15.3 运动指定	281
12.2.6 Plot	227	15.3.1 瞬态 Profile	281
12.2.7 Reports	228	15.3.2 动网格中的 UDF	283
第 13 章 基本流动问题计算	231	15.4 运动区域定义	284
13.1 【实例 13-1】翼型计算 (可压流动)	231	15.4.1 静止部件 (Stationary)	285
13.1.1 问题描述	231	15.4.2 刚体 (Rigid Body)	285
13.1.2 FLUENT 前处理设置	231	15.4.3 变形体 (Deforming)	285
13.1.3 结果后处理	237	15.4.4 其他类型	286
13.2 【实例 13-2】卡门涡街计算 (瞬态计算)	239	15.5 网格预览	286
13.2.1 问题描述	240		

15.6 【实例 15-1】齿轮泵仿真.....287	17.2.2 有限反应速率模型.....345
15.6.1 问题描述.....287	17.3 【实例 17-1】引擎着火导致气体扩散...345
15.6.2 FLUENT 前处理设置.....288	17.3.1 问题描述.....345
15.6.3 计算后处理.....296	17.3.2 FLUENT 前处理操作.....346
15.7 【实例 15-2】利用 6DOF 计算船舶 行驶情况.....296	17.3.3 计算后处理.....351
15.7.1 问题描述.....297	17.4 【实例 17-2】锥形燃烧器燃烧模拟 (有限速率模型).....353
15.7.2 FLUENT 前处理设置.....297	17.4.1 实例简介.....353
15.7.3 计算后处理.....305	17.4.2 问题描述.....353
15.8 【实例 15-3】止回阀流场计算.....307	17.4.3 FLUENT 前处理设置.....353
15.8.1 问题描述.....307	17.4.4 计算后处理.....357
15.8.2 FLUENT 前处理设置.....308	17.5 【实例 17-3】锥形燃烧器燃烧模拟 (zimount 预混模型).....358
15.8.3 计算后处理.....312	17.5.1 实例概述.....358
第 16 章 多相流模型.....313	17.5.2 FLUENT 前处理设置.....359
16.1 多相流概述.....313	17.5.3 计算后处理.....362
16.1.1 多相流定义.....313	第四部分 计算后处理及工程应用
16.1.2 多相流形态.....313	第 18 章 流体计算后处理.....366
16.2 FLUENT 中的多相流模型.....314	18.1 流体计算后处理概述.....366
16.2.1 多相流模型的选择.....315	18.2 常用的流体计算后处理工具.....366
16.2.2 FLUENT 多相流模拟步骤.....316	18.3 CFD-POST 计算后处理一般流程.....366
16.2.3 VOF 模型设置.....317	第 19 章 CFD-POST 应用.....360
16.2.4 Mixture 模型设置.....318	19.1 CFD-POST 的启动方式.....368
16.2.5 Eulerian 模型设置.....319	19.1.1 直接启动 CFD-POST.....368
16.3 【实例 16-1】空化现象仿真 计算 (Mixture 模型).....320	19.1.2 从 Workbench 中启动 CFD-POST.....369
16.3.1 物理现象描述.....320	19.1.3 从计算软件中启动 CFD-POST.....369
16.3.2 几何模型.....320	19.2 CFD-POST 软件工作界面.....369
16.3.3 建立模型并划分网格.....321	19.2.1 CFD-POST 的菜单项.....370
16.3.4 FLUENT 前处理设置.....323	19.2.2 工具栏按钮.....371
16.3.5 后处理分析.....328	19.3 CFD-POST 后处理功能.....371
16.4 【实例 16-2】溃坝模拟 (VOF 模型) ..329	19.3.1 创建后处理位置.....371
16.4.1 问题描述.....330	19.3.2 生成后处理对象.....378
16.4.2 建立模型及划分网格.....330	19.3.3 数据操作.....383
16.4.3 FLUENT 前处理设置.....330	19.3.4 其他工具.....387
16.4.4 后处理分析.....334	19.4 【实例 19-1】CFD-POST 基本操作.....387
16.5 【实例 16-3】鼓泡塔仿真计算 (Eulerian 模型).....336	19.5 【实例 19-2】定量后处理.....394
16.5.1 问题描述.....336	19.6 【实例 19-3】比较多个 CASE.....397
16.5.2 几何模型.....336	19.7 【实例 19-4】瞬态后处理.....399
16.5.3 FLUENT 前处理设置.....336	第 20 章 CFD-POST 高级功能.....402
16.5.4 后处理分析.....340	20.1 CEL 基础.....402
第 17 章 组分输运及反应流模型.....342	20.1.1 运算符.....402
17.1 FLUENT 中的组分输运及反应流模型.....342	
17.2 组分输运模型前处理.....343	
17.2.1 无反应组分输运模型.....343	

20.1.2 常量	403	20.3.3 【实例 20-1】定义后处理模板	411
20.1.3 标准函数	403	第 21 章 Design Xplorer 优化设计	415
20.1.4 基本变量	404	21.1 数值优化概述	415
20.1.5 CFD-POST 函数	405	21.2 Design Xplorer 概述	415
20.2 CCL 基础	406	21.3 Design Xplorer 优化基础	416
20.2.1 CCL 基本结构	406	21.3.1 基本概念	416
20.2.2 CCL 语法细节	407	21.3.2 ANSYS Design Xplorer 基本设置	417
20.3 CFD-POST 自动化	408	21.3.3 目标驱动优化设计	420
20.3.1 报告模板定义	409		
20.3.2 模板操作	410		

CAE分析大系

ANSYS ICEM CFD 工程实例 详解

© 胡坤 李振北 编著

人民邮电出版社

北京

试读结果：需要全本请在线购头：www.ertongbook.com

图书在版编目 (C I P) 数据

ANSYS ICEM CFD工程实例详解 / 胡坤, 李振北编著

— 北京: 人民邮电出版社, 2014.8

(CAE分析大系)

ISBN 978-7-115-35067-1

I. ①A… II. ①胡… ②李… III. ①有限元分析—应用软件 IV. ①0241.82-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第109910号

内 容 提 要

本书以计算流体动力学 (CFD) 的分析流程为主线, 全书涉及内容有: CFD 工程应用基础, 包括 CFD 的基本概念和 CFD 工程应用一般流程; 计算前处理, 主要通过实例讲解 ANSYS ICEM CFD 的应用技巧; 求解器, 包括 ANSYS FLUENT 各通用计算模块应用的实例讲解; 计算后处理, 包括后处理结果处理软件 ANSYS CFD-POST 的使用技巧以及 ANSYS 工程优化模块 Design Explorer 的使用。

本书有配套相关案例模型文件, 并专门配备了视频讲解。此外, 读者还可以通过微信公众平台 iCAX 与作者进行互动, 解答问题。

全书可作为初学者的入门教程, 也可作为中高级使用者的参考资料。本书章节间没有紧密的联系, 因此既适合全书阅读, 也适合分章节进行阅读。

-
- ◆ 编 著 胡 坤 李振北
责任编辑 杨 璐
责任印制 程彦红
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市海波印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 26.25
字数: 948 千字 2014 年 8 月第 1 版
印数: 1-3 500 册 2014 年 8 月河北第 1 次印刷
-

定价: 59.80 元 (附光盘)

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

前 言

计算流体动力学 (Computational Fluid Dynamic, CFD) 主要用于解决流动、传热、化学反应等问题, 在现代工业领域应用非常广泛。利用 CFD 方法进行产品研发, 可以缩短产品设计周期、减少样机试验数量、快速更改产品结构, CFD 已成为企业降低成本, 提高核心竞争力的有效手段。

CFD 是混合了计算机技术、流体力学、数据可视化等众多学科的一门技术。ANSYS CFD 更是 CFD 技术的领跑者, 其包含了处于行业领先地位的网格划分软件 ANSYS ICEM CFD, 求解器软件 ANSYS FLUENT, 以及后处理软件 CFD-POST, 形成了完整的 CFD 求解计算方案。同时 ANSYS Workbench 还包含有尺寸优化模块 Design Exploration, 利用该模块配合 CFD 求解计算, 可以很方便地实现仿真驱动产品设计。

现实世界纷繁复杂, 如何将现实世界复杂的物理现象进行抽象描述, 解读为计算机可以识别的物理数学模型, 是对仿真人员的一大考验。同时, 如何利用计算的数据, 将其反馈到工程设计中, 也是工程人员必须考虑的问题。本书正是基于以上两点而编写的, 首先介绍 CFD 的基础知识, 其次以一系列工程案例介绍 CFD 工程仿真的一般过程, 最后介绍如何利用 CFD 计算数据指导工程设计。

目前市面上关于 CFD 理论知识的书籍很多, 因此本书未对此方面进行详细描述, 本书的特色在于: 尽可能以最快的速度使工程人员能够利用现有的工程计算软件指导工程设计。因此, 本书更多地偏重于软件使用技巧而非软件背后的深层理论, 相关理论内容将会在相应的位置给出相关参考, 以方便读者查阅。

本书以 CFD 计算流程为主线, 涉及 4 个主要部分: 工程应用基础, 包括 CFD 的基本概念和 CFD 工程应用一般流程; 计算前处理, 主要包括 ANSYS ICEM CFD 的应用技巧; 求解器, 包括 ANSYS FLUENT 各通用计算模块的应用介绍及实例; 计算后处理, 包括后处理结果处理软件 CFD-POST 的使用技巧以及 ANSYS 工程优化模块 Design Explorer 的使用。全书可作为初学者的入门教程, 也可作为中高级使用者的参考资料。本书章节间没有紧密的联系, 因此既适合全书阅读, 也适合分章节进行阅读。

为了方便读者的阅读学习, 我们还专门建立了微信公众平台 iCAX, 读者在阅读过程中如果遇到问题, 可以通过该平台来进行交流。

创作是一件辛苦的工作, 非常感谢家人和朋友的理解与支持。虽然我们追求尽善尽美的作品, 但是难免挂一漏万, 如果有任何纰漏, 欢迎读者指正。

目 录

第一部分 CFD 工程应用基础

第 1 章 概述	10
1.1 什么是 CFD	10
1.2 CFD 发展概况	11
1.3 CFD 工程应用领域	12
1.4 什么时候使用 CFD 软件	13
1.5 通用流体计算软件的利与弊	13
1.6 本书读者定位	14
1.7 本书特点	14
第 2 章 ANSYS CFD 软件简介	16
2.1 CFD 工程应用一般流程	16
2.1.1 计算前处理	16
2.1.2 计算求解器	16
2.1.3 计算后处理	17
2.2 ANSYS CFD 软件族简介	17
2.2.1 前处理软件: ICEM CFD	17
2.2.2 CFD 求解器: Fluent	18
2.2.3 CFD 求解器: CFX	19
2.2.4 后处理模块: CFD-POST	21

第二部分 计算前处理

第 3 章 流体计算域	24
3.1 计算域模型	24
3.1.1 内流计算域	24
3.1.2 外流计算域	25
3.1.3 混合计算域	25
3.2 计算域生成方法	25
3.2.1 直接建模	25
3.2.2 几何抽取	25
3.3 计算域简化	26
3.4 多区域计算模型	26
3.4.1 Interface	27
3.4.2 Interior	27
3.5 计算域创建工具 ANSYS DesignModeler	27

3.5.1 Fill 功能	28
3.5.2 Enclosure 功能	29
3.6 计算域创建实例	29
3.6.1 【实例 3-1】直接创建计算域	29
3.6.2 【实例 3-2】Fills 方式创建计算域模型	32
3.6.3 【实例 3-3】Enclosure 方式创建计算域模型	34
3.6.4 【实例 3-4】创建混合计算域	35
3.7 本章小结	37
第 4 章 流体网格	38
4.1 流体网格基础概念	38
4.1.1 网格术语	38
4.1.2 网格形状	38
4.1.3 结构网格与非结构网格	39
4.2 网格的度量	39
4.2.1 网格数量	39
4.2.2 网格质量	40
4.3 流体网格划分软件: ICEM CFD 简介	40
4.3.1 ICEM CFD 主要特点	41
4.3.2 ICEM CFD 中的文件类型	41
4.3.3 ICEM CFD 操作界面	41
4.3.4 ICEM CFD 操作键	47
4.3.5 ICEM CFD 的启动	47
4.3.6 ICEM CFD 网格划分基本流程	48
4.4 本章小结	49
第 5 章 ICEM CFD 几何操作	50
5.1 ICEM CFD 中的几何组织形式	50
5.2 基本几何创建	50
5.2.1 点的创建	50
5.2.2 线的创建	52
5.2.3 面操作	54
5.2.4 Body 创建	55
5.3 几何修补	56
5.3.1 几何拓扑构建	56
5.3.2 几何检查	57
5.3.3 封闭孔洞与去除孔洞	58
5.3.4 边匹配	58

5.3.5 特征检测	58	7.2 全局网格参数设置	134
5.4 辅助几何	59	7.2.1 全局网格尺寸设置	135
5.5 几何操作实例	59	7.2.2 壳网格参数	136
5.5.1 【实例 5-1】快速流道抽取	59	7.2.3 体网格参数设置	139
5.5.2 【实例 5-2】几何建模	62	7.2.4 棱柱网格设置	139
5.5.3 【实例 5-3】几何修补	68	7.2.5 周期网格设置	141
5.6 本章小结	71	7.3 Part 网格设置	141
第 6 章 ICEM CFD 六面体网格划分	72	7.4 面网格参数设置	143
6.1 块基本概念	72	7.5 线网格参数设置	144
6.1.1 块的层次结构	72	7.6 密度盒	144
6.1.2 初始块的创建	72	7.7 网格生成	145
6.1.3 块的关联操作	75	7.8 【实例 7-1】分支管非结构网格划分	146
6.2 自顶向下构建块	79	7.9 【实例 7-2】活塞阀装配体网格划分	148
6.2.1 常规切分	79	第 8 章 ICEM CFD 常用技巧	151
6.2.2 O 型切分	80	8.1 ICEM CFD 快捷键	151
6.2.3 Y 型切分	87	8.1.1 Geometry 快捷键	151
6.2.4 【实例 6-1】2D 块切割实例	91	8.1.2 Edit Mesh 快捷键	152
6.2.5 【实例 6-2】3D 块切割实例	96	8.1.3 Blocking 快捷键	153
6.3 自底向上构建块	98	8.1.4 选择模式快捷键	154
6.3.1 From Vertices/Faces	99	8.2 创建多区域网格	156
6.3.2 Extrude Faces	100	8.2.1 Interface 与 Interior	156
6.3.3 由 2D 块形成 3D 块	101	8.2.2 【实例 8-1】非结构网格多计算域模型	156
6.3.4 【实例 6-3】弹簧网格划分	102	8.2.3 【实例 8-2】结构网格多计算域模型	160
6.4 常见分块策略	104	8.2.4 【实例 8-3】网格模型组装	162
6.5 块变换操作	110	8.3 创建周期网格	164
6.5.1 块平移	110	8.3.1 指定几何周期	164
6.5.2 块旋转	110	8.3.2 周期顶点定义	165
6.5.3 块镜像	111	8.3.3 【实例 8-4】2D 旋转周期网格	165
6.5.4 块缩放	111	8.3.4 【实例 8-5】2D 平移周期网格	173
6.5.5 周期块复制	111	8.3.5 【实例 8-6】3D 旋转周期网格	175
6.5.6 【实例 6-4】块平移操作	111	第三部分 求解器	
6.5.7 【实例 6-5】块旋转操作	115	第 9 章 FLUENT 用户界面	180
6.6 Edge 网格参数设置	119	9.1 FLUENT 的启动	180
6.6.1 参数设置对话框及各参数含义	119	9.1.1 启动方式	180
6.6.2 节点分布律	121	9.1.2 FLUENT 启动界面	181
6.6.3 边界层网格	123	9.2 软件界面	183
6.6.4 【实例 6-6】分叉管网格划分	124	9.2.1 Meshing 模式界面	183
6.6.5 【实例 6-7】外流场边界层网格	127	9.2.2 Solution 模式界面	184
6.7 【实例 6-8】排烟风道网格划分	129		
6.8 本章小结	133		
第 7 章 ICEM CFD 非结构网格划分	134		
7.1 非结构网格生成	134		

9.3 FLUENT 操作流程	191	13.2.2 FLUENT 前处理设置	241
第 10 章 FLUENT Meshing 模式	192	13.2.3 结果后处理	245
10.1 【实例 10-1】Tet 网格划分	192	第 14 章 动区域计算模型	246
10.2 【实例 10-2】分区混合网格划分	196	14.1 运动区域计算概述	246
第 11 章 FLUENT 前处理基础	199	14.2 单运动参考系模型	247
11.1 FLUENT 前处理流程	199	14.2.1 SRF 模型中的网格模型	247
11.2 网格控制	200	14.2.2 在 FLUENT 中使用 SRF 模型	248
11.2.1 网格缩放	200	14.2.3 SRF 模型求解策略	250
11.2.2 网格检查	201	14.3 多运动参考系模型	250
11.2.3 网格显示	201	14.3.1 多参考系模型	250
11.3 求解设置中的一些基本概念	202	14.3.2 混合面模型	252
11.3.1 压力基与密度基求解器	202	14.3.3 滑移网格模型	253
11.3.2 稳态与瞬态计算	203	14.4 【实例 14-1】离心压缩机仿真计算 (SRF 模型)	253
11.3.3 FLUENT 中的压力	205	14.4.1 问题描述	253
11.4 湍流模型	207	14.4.2 FLUENT 前处理设置	253
11.4.1 湍流和层流判断	207	14.4.3 后处理分析	260
11.4.2 湍流求解方法	207	14.5 【实例 14-2】垂直轴风力机流场 计算 (MRF)	263
11.4.3 FLUENT 中的湍流模型	208	14.5.1 问题描述	263
11.4.4 y^+ 的基本概念	210	14.5.2 FLUENT 前处理设置	264
11.4.5 壁面函数	212	14.5.3 后处理分析	268
11.4.6 边界湍流设置	212	14.6 【实例 14-3】垂直轴风力机流场 计算 (滑移网格)	270
11.5 边界条件	214	14.6.1 模型描述	270
11.5.1 边界条件分类	214	14.6.2 UDF 定义	270
11.5.2 边界条件设置	215	14.6.3 FLUENT 前处理设置	271
第 12 章 FLUENT 后处理基础	216	14.6.4 后处理分析	274
12.1 后处理概述	216	第 15 章 动网格模型	276
12.2 FLUENT 后处理操作	216	15.1 FLUENT 中使用动网格	276
12.2.1 创建特征位置	216	15.2 网格更新方法	276
12.2.2 流场可视化	220	15.2.1 Smoothing	276
12.2.3 Graphics and Animations	220	15.2.2 Layering	279
12.2.4 动画创建	223	15.2.3 Remeshing	280
12.2.5 图形设置选项	225	15.3 运动指定	281
12.2.6 Plot	227	15.3.1 瞬态 Profile	281
12.2.7 Reports	228	15.3.2 动网格中的 UDF	283
第 13 章 基本流动问题计算	231	15.4 运动区域定义	284
13.1 【实例 13-1】翼型计算 (可压流动)	231	15.4.1 静止部件 (Stationary)	285
13.1.1 问题描述	231	15.4.2 刚体 (Rigid Body)	285
13.1.2 FLUENT 前处理设置	231	15.4.3 变形体 (Deforming)	285
13.1.3 结果后处理	237	15.4.4 其他类型	286
13.2 【实例 13-2】卡门涡街计算 (瞬态计算)	239	15.5 网格预览	286
13.2.1 问题描述	240		

15.6 【实例 15-1】齿轮泵仿真	287	17.2.2 有限反应速率模型	345
15.6.1 问题描述	287	17.3 【实例 17-1】引擎着火导致气体扩散	345
15.6.2 FLUENT 前处理设置	288	17.3.1 问题描述	345
15.6.3 计算后处理	296	17.3.2 FLUENT 前处理操作	346
15.7 【实例 15-2】利用 6DOF 计算船舶 行驶情况	296	17.3.3 计算后处理	351
15.7.1 问题描述	297	17.4 【实例 17-2】锥形燃烧器燃烧模拟 (有限速率模型)	353
15.7.2 FLUENT 前处理设置	297	17.4.1 实例简介	353
15.7.3 计算后处理	305	17.4.2 问题描述	353
15.8 【实例 15-3】止回阀流场计算	307	17.4.3 FLUENT 前处理设置	353
15.8.1 问题描述	307	17.4.4 计算后处理	357
15.8.2 FLUENT 前处理设置	308	17.5 【实例 17-3】锥形燃烧器燃烧模拟 (zimount 预混模型)	358
15.8.3 计算后处理	312	17.5.1 实例概述	358
第 16 章 多相流模型	313	17.5.2 FLUENT 前处理设置	359
16.1 多相流概述	313	17.5.3 计算后处理	362
16.1.1 多相流定义	313	第四部分 计算后处理及工程应用	
16.1.2 多相流形态	313	第 18 章 流体计算后处理	366
16.2 FLUENT 中的多相流模型	314	18.1 流体计算后处理概述	366
16.2.1 多相流模型的选择	315	18.2 常用的流体计算后处理工具	366
16.2.2 FLUENT 多相流模拟步骤	316	18.3 CFD-POST 计算后处理一般流程	366
16.2.3 VOF 模型设置	317	第 19 章 CFD-POST 应用	360
16.2.4 Mixture 模型设置	318	19.1 CFD-POST 的启动方式	368
16.2.5 Eulerian 模型设置	319	19.1.1 直接启动 CFD-POST	368
16.3 【实例 16-1】空化现象仿真 计算 (Mixture 模型)	320	19.1.2 从 Workbench 中启动 CFD-POST	369
16.3.1 物理现象描述	320	19.1.3 从计算软件中启动 CFD-POST	369
16.3.2 几何模型	320	19.2 CFD-POST 软件工作界面	369
16.3.3 建立模型并划分网格	321	19.2.1 CFD-POST 的菜单项	370
16.3.4 FLUENT 前处理设置	323	19.2.2 工具栏按钮	371
16.3.5 后处理分析	328	19.3 CFD-POST 后处理功能	371
16.4 【实例 16-2】溃坝模拟 (VOF 模型)	329	19.3.1 创建后处理位置	371
16.4.1 问题描述	330	19.3.2 生成后处理对象	378
16.4.2 建立模型及划分网格	330	19.3.3 数据操作	383
16.4.3 FLUENT 前处理设置	330	19.3.4 其他工具	387
16.4.4 后处理分析	334	19.4 【实例 19-1】CFD-POST 基本操作	387
16.5 【实例 16-3】鼓泡塔仿真计算 (Eulerian 模型)	336	19.5 【实例 19-2】定量后处理	394
16.5.1 问题描述	336	19.6 【实例 19-3】比较多个 CASE	397
16.5.2 几何模型	336	19.7 【实例 19-4】瞬态后处理	399
16.5.3 FLUENT 前处理设置	336	第 20 章 CFD-POST 高级功能	402
16.5.4 后处理分析	340	20.1 CEL 基础	402
第 17 章 组分输运及反应流模型	342	20.1.1 运算符	402
17.1 FLUENT 中的组分输运及反应流模型	342		
17.2 组分输运模型前处理	343		
17.2.1 无反应组分输运模型	343		