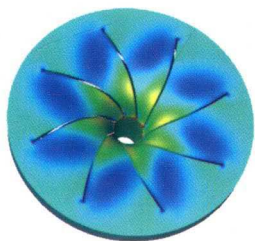


ANSYS 技术丛书

CAE大神
★流沙★
倾情之作

ANSYS Fluent

实例详解



汇集作者十余年的经验分享

知识拓展、难点解析、技巧应用全面荟萃

涵盖流、热、化学、燃烧、动网格、耦合等大量标准案例



扫码享增值福利

胡坤 胡婷婷 马海峰 等编著

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



ANSYS Fluent 实例详解

胡 坤 胡婷婷 马海峰 顾中浩 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书以大量实例详细描述了ANSYS Fluent软件在工程流体仿真计算中的应用过程,内容涵盖常规流动计算、传热计算、边界运动模拟、多相流计算、反应流与燃烧计算以及流固热耦合计算等方面。通过详尽的仿真实例操作描述,帮助读者快速掌握Fluent软件应用于工程问题的一般流程。书中实例操作中一些关键参数设置大多都提供了细节描述,读者在学习过程中不仅可以了解如何设置参数,还可以了解参数设置背后的意义。本书配套有相关实例模型文件,读者可以通过前言中提供的链接下载使用,此外,读者还可以通过书中提供的交流平台与编者进行互动。本书可以作为Fluent初学者快速入门的参考书,同时也可以为Fluent的中高级使用者提供参考和借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

ANSYS Fluent 实例详解 / 胡坤等编著. —北京:机械工业出版社, 2018.11

(ANSYS 技术丛书)

ISBN 978-7-111-61201-8

I. ①A… II. ①胡… III. ①工程力学—流体力学—有限元分析—应用软件 IV. ①TB126-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 243674 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:徐 强 责任编辑:徐 强

责任校对:杜雨霏 张 薇 封面设计:鞠 杨

责任印制:孙 炜

保定市中华美凯印刷有限公司印刷

2019 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·20 印张·509 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-61201-8

定价:75.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066 机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294 机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203 金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

前言

ANSYS Fluent 是一款通用流体计算软件，其提供了包含流体流动、传热、多相流、化学反应及燃烧、动网格等众多计算模型，目前被广泛地应用于工业领域。

作为一款通用软件，Fluent 在提供强大功能的同时，其复杂的软件操作也对使用者提出了更高的要求。在产品开发周期越来越短的今天，过长的软件学习周期对于产品开发人员来讲无疑是难以接受的，如何快速地将 Fluent 应用于工程中，同时尽可能短地缩短其学习周期，对于工程技术人员来讲是至关重要的。

“工欲善其事必先利其器”，想要快速地应用工具而不被工具所累，使用者必须要做到了解工具、熟悉工具的使用原则，之后才能更有效地使用工具。然而在实际工程应用中，人们对 Fluent 的功能需求往往只是其中很少的一部分，确实没有必要为了在某一领域使用 Fluent 而去全面学习软件的内部原理以及所有的使用操作。那么应该怎么做呢？

一个比较好的方法是做大量的标准实例，在做实例的过程中熟悉软件的工作原理，熟悉利用 Fluent 解决行业问题时的标准做法。本书基于此思路而写，书中将物理问题进行分类，并针对每一类问题选择多个有代表性的实例，每一个实例均包含了前后处理以及计算参数调整，同时对每一类问题均给出推荐的计算流程，相信经过大量此类实例的练习，读者能够在尽可能短的时间内掌握 Fluent 的基本使用流程，并真正将其应用于工程中。

本书的主要读者对象为企业产品研发人员、拥有流体力学背景的科研人员，以及对流体仿真感兴趣的人员。

本书中的实例文件保存在网盘中（链接：https://pan.baidu.com/s/1edEr_0wtihV1LfRAhPEyHQ 密码：e8dl），读者可自行下载。同时也欢迎读者加入 QQ 群（831446063）对本书中的内容进行交流和探讨。



目 录

前 言

第 1 章 ANSYS Fluent 基础

1.1 ANSYS Fluent 简介	1
1.2 Fluent 基本使用流程	3
1.3 Fluent 操作流程示例	4
1.3.1 实例描述	4
1.3.2 Fluent 前处理	5
1.3.3 计算后处理	12

第 2 章 流动问题计算

2.1 【实例 1】层流圆管流动	16
2.1.1 实例描述	16
2.1.2 几何创建	16
2.1.3 网格划分	19
2.1.4 Fluent 设置	22
2.1.5 计算后处理	27
2.1.6 计算结果验证	33
2.1.7 湍流计算	34
2.1.8 实例小结	37
2.2 【实例 2】NACA0012 翼型风洞模型计算	37
2.2.1 实例描述	37
2.2.2 几何创建	38
2.2.3 网格划分	41
2.2.4 Fluent 设置	44
2.2.5 计算后处理	46
2.2.6 计算结果验证	50
2.3 【实例 3】三维机翼跨音速流动计算	51
2.3.1 问题描述	51
2.3.2 几何模型	51
2.3.3 网格划分	54
2.3.4 Fluent 设置	56
2.3.5 计算后处理	60
2.4 【实例 4】转捩流动	60
2.4.1 问题描述	60
2.4.2 Fluent 设置	60
2.4.3 计算后处理	67
2.5 【实例 5】血管内血液流动	70
2.5.1 问题描述	70
2.5.2 几何模型	71

2.5.3 划分网格	72
2.5.4 Fluent 设置	75
2.5.5 计算后处理	79
2.6 【实例 6】多孔介质流动计算	82
2.6.1 问题描述	82
2.6.2 Fluent 设置	84
2.6.3 计算后处理	87

第 3 章 传热计算

3.1 【实例 1】固体热传导计算实例	89
3.1.1 几何模型	89
3.1.2 网格划分	90
3.1.3 Fluent 设置	91
3.1.4 后处理	94
3.2 【实例 2】管内自然对流换热	96
3.2.1 实例描述	96
3.2.2 几何建模	97
3.2.3 网格划分	98
3.2.4 Fluent 设置	99
3.2.5 计算后处理	102
3.3 【实例 3】空腔自然对流换热	104
3.3.1 问题描述	104
3.3.2 建模及网格	104
3.3.3 Fluent 设置	105
3.3.4 计算后处理	109
3.4 【实例 4】管式换热器强制对流换热	109
3.4.1 实例描述	109
3.4.2 创建几何	110
3.4.3 划分网格	114
3.4.4 Fluent 设置	118
3.4.5 计算后处理	120
3.5 【实例 5】散热器	121
3.5.1 实例描述	121
3.5.2 Fluent 设置	122
3.5.3 计算后处理	128
3.5.4 修改模型	129
3.5.5 总结	130
3.6 【实例 6】热辐射	130

3.6.1	简介	130
3.6.2	实例描述	131
3.6.3	Fluent 设置	131
3.6.4	计算结果	143

第 4 章 运动部件计算

4.1	【实例 1】垂直轴风力机	144
4.1.1	问题描述	144
4.1.2	几何与网格	144
4.1.3	Fluent 设置	145
4.1.4	计算后处理	153
4.2	【实例 2】滑移网格模型实例	155
4.3	【实例 3】动网格模型实例	159
4.3.1	几何模型	160
4.3.2	网格划分	160
4.3.3	UDF 准备	161
4.3.4	Fluent 设置	161
4.3.5	计算后处理	168
4.4	【实例 4】重叠网格实例	168
4.4.1	实例描述	168
4.4.2	几何准备	168
4.4.3	网格划分	171
4.4.4	定义区域运动	172
4.4.5	Fluent 设置	172
4.4.6	计算后处理	178

第 5 章 多相流计算

5.1	【实例 1】波浪模拟	179
5.1.1	模型描述	179
5.1.2	几何模型	179
5.1.3	网格划分	180
5.1.4	Fluent 设置	181
5.2	【实例 2】抽水马桶	188
5.2.1	实例描述	188
5.2.2	几何模型	189
5.2.3	网格划分	191
5.2.4	Fluent 设置	193
5.3	【实例 3】离心泵空化计算	201
5.3.1	实例描述	201
5.3.2	Fluent 设置	201
5.3.3	计算后处理	209
5.4	【实例 4】冲蚀	211
5.4.1	简介	211

5.4.2	问题描述	212
5.4.3	Fluent 设置	212
5.4.4	计算后处理	221
5.5	【实例 5】流化床	224
5.5.1	引言	224
5.5.2	问题描述	224
5.5.3	前期准备	225
5.5.4	Fluent 前处理	225

第 6 章 反应流计算

6.1	【实例 1】引擎着火导致气体扩散	233
6.1.1	问题描述	233
6.1.2	Fluent 前处理	234
6.1.3	计算后处理	242
6.2	【实例 2】锥形燃烧器燃烧模拟 (有限速率模型)	245
6.2.1	实例简介	245
6.2.2	问题描述	245
6.2.3	Fluent 前处理	245
6.2.4	计算后处理	251
6.3	【实例 3】锥形燃烧器燃烧模拟 (Zimount 预混模型)	252
6.3.1	实例概述	252
6.3.2	Fluent 前处理	253
6.3.3	计算后处理	257

第 7 章 耦合场计算

7.1	【实例 1】流体域中挡板受力计算	259
7.1.1	实例描述	259
7.1.2	几何模型	259
7.1.3	流体模块设置	260
7.1.4	固体模块设置	265
7.2	【实例 2】流体域中柔性挡板受力	271
7.2.1	计算流程	272
7.2.2	几何模型	272
7.2.3	流体网格生成	272
7.2.4	Fluent 设置	274
7.2.5	固体模块设置	280
7.2.6	System Coupling 设置	284
7.2.7	计算后处理	285
7.3	【实例 3】流致振动计算	286
7.3.1	实例描述	286
7.3.2	几何模型	287

7.3.3	网格划分	289	7.4.1	实例描述	302
7.3.4	Fluent 设置	290	7.4.2	导入几何	303
7.3.5	Mechanical 模块设置	297	7.4.3	划分网格	303
7.3.6	System Coupling 模块设置	299	7.4.4	Fluent 设置	305
7.3.7	计算后处理	300	7.4.5	计算后处理	314
7.4	【实例 4】共轭传热计算	302			

1.1 ANSYS Fluent 简介

Fluent 是 ANSYS CFD 的核心求解器，其拥有广泛的用户群。ANSYS Fluent 的主要特点及优势包括以下几个方面。

1. 湍流和噪声模型

Fluent 的湍流模型一直处于商业 CFD (Computational Fluid Dynamics, 计算流体力学) 软件的前沿，它提供的丰富的湍流模型中有经常使用到的湍流模型、针对强旋流和各相异性流的雷诺应力模型等，随着计算机能力的显著提高，Fluent 已经将大涡模拟 (LES) 纳入其标准模块，并且开发了更加高效的分离涡模型 (DES)，Fluent 提供的壁面函数和加强壁面处理的方法可以很好地处理壁面附近的流动问题。

气动声学在很多工业领域中备受关注，模拟起来却相当困难，如今，使用 Fluent 可以有多种方法计算由非稳态压力脉动引起的噪声。瞬态大涡模拟 (LES) 预测的表面压力可以使用 Fluent 内嵌的快速傅立叶变换 (FFT) 工具转换成频谱。Fflow-Williams&Hawkings 声学模型可以用于模拟从非流线型实体到旋转风机叶片等各式各样的噪声源的传播，宽带噪声源模型允许在稳态结果的基础上进行模拟，这是一个快速评估设计是否需要改进的非常实用的工具。

2. 动网格和运动网格

内燃机、阀门、弹体投放和火箭发射都是含有运动部件的例子，Fluent 提供的动网格 (moving mesh) 模型可以满足这些具有挑战性的应用需求。它提供了几种网格重构方案，根据需要用于同一模型中的不同运动部件仅需要定义初始网格和边界运动。动网格与 Fluent 提供的其他模型如雾化模型、燃烧模型、多相流模型、自由表面预测模型和可压缩流模型相兼容。搅拌槽、泵、涡轮机械中的周期性运动可以使用 Fluent 中的动网格模型进行模拟，滑移网格和多参考坐标系模型被证实非常可靠，并和其他相关模型如 LES 模型、化学反应模型和多相流模型等有很好的兼容性。

3. 传热、相变、辐射模型

许多流体流动伴随传热现象，Fluent 提供了一系列应用广泛的对流、热传导及辐射模型。对于热辐射，P1 和 Rossland 模型适用于介质光学厚度较大的环境，基于角系数的 surface to surface 模型适用于介质不参与辐射的情况，DO 模型 (Discrete Ordinates) 适用于包括玻璃的任何介质。DRTM 模型 (Discrete Ray Tracing Module) 也同样适用。太阳辐射模型使用了光线追踪算法，包含了一个光照计算器，它允许光照和阴影面积的可视化，这使得气候控制的模拟更加有意义。

其他与传热紧密相关的模型有汽蚀模型、可压缩流体模型、热交换器模型、壳导热模型、真实气体模型和湿蒸汽模型。相变模型可以追踪分析流体的融化和凝固。离散相模型 (DPM)

可用于液滴和湿粒子的蒸发及煤的液化。易懂的附加源项和完备的热边界条件使得 Fluent 的传热模型成为满足各种模拟需要的成熟可靠的工具。

4. 化学反应模型

化学反应模型，尤其是湍流状态下的化学反应模型自 Fluent 软件诞生以来一直占据着重要的地位。多年来，Fluent 强大的化学反应模拟能力帮助工程师完成了对各种复杂燃烧过程的模拟。涡耗散概念、PDF 转换以及有限速率化学模型已经加入到 Fluent 的主要模型中。预测 NO_x 生成的模型也被广泛地应用与定制。

许多工业应用中涉及发生在固体表面的化学反应。Fluent 表面反应模型可以用来分析气体和表面组分之间的化学反应及不同表面组分之间的化学反应，以确保表面沉积和蚀刻现象被准确预测。催化转化、气体重整、污染物控制装置及半导体制造等的模拟都受益于这一技术。

Fluent 的化学反应模型可以和大涡模拟及分离涡湍流模型联合使用，这些非稳态湍流模型耦合到化学反应模型中，人们才有可能预测火焰的稳定性及燃尽特性。

5. 多相流模型

多相流混合物广泛应用于工业中，Fluent 软件是多相流建模方面的领导者，其丰富的模拟能力可以帮助工程师洞察设备内那些难以探测的现象。Eulerian 多相流模型通过分别求解各相流动方程的方法分析相互渗透的各种流体或各相流体，对于颗粒相流体采用特殊的物理模型进行模拟。很多情况下，占用资源较少的混合模型也用来模拟颗粒相与非颗粒相的混合。Fluent 可用来模拟三相混合流（液、颗粒、气），如泥浆气泡柱和喷淋床的模拟。可以模拟相间传热和相间传质的流动，使得对均相及非均相的模拟成为可能。

Fluent 标准模块中还包括许多其他的多相流模型，对于其他的一些多相流流动，如喷雾干燥器、煤粉高炉、液体燃料喷雾，可以使用离散相模型。射入的粒子、泡沫及液滴与背景流之间进行发生热、质量及动量的交换。

VOF 模型（Volume of Fluid）可以用于对界面的预测比较感兴趣的自由表面流动，如海浪。汽蚀模型已被证实可以很好地应用到水翼艇、泵及燃料喷雾器的模拟。沸腾现象可以很容易地通过用户自定义函数实现。

6. 前处理和后处理

Fluent 提供了专门的工具来生成几何模型及网格创建。GAMBIT 允许用户使用基本的几何构建工具创建几何，它也可用来导入 CAD 文件，然后修正几何以便于 CFD 分析，为了方便灵活地生成网格，Fluent 还提供了 TGrid，这是一种采用最新技术的体网格生成工具。这两款软件都具有自动划分网格及通过边界层技术、非均匀网格尺寸函数，以及以六面体为核心的网格技术快速生成混合网格的功能。对于涡轮机械，可以使用 G/Turbo，熟悉的术语及参数化的模板可以帮助用户快速地完成几何的创建和网格的划分。

Fluent 的后处理可以生成有实际意义的图片、动画、报告，这使得 CFD 的结果可以非常容易被转换成工程师和其他人员可以理解的图形，表面渲染、迹线追踪仅是该工具的几个特征，却使 Fluent 的后处理功能独树一帜。Fluent 的数据结果还可以导入到第三方的图形处理软件或者 CAE 软件进行进一步的分析。

7. 定制工具

用户自定义函数在用户定制 Fluent 时很受欢迎。功能强大的资料库和大量的指南提供了全方位的技术支持。Fluent 的全球咨询网络可以提供或帮助创建任何类型装备设施的平台，如旋

风分离器、汽车 HVAC 系统和锅炉等。另外，一些附加应用模块，如质子交换膜（PEM）、固体氧化物燃料电池、磁流体、连续光纤拉制等模块也已经投入使用。

8. 子模块

（1）FloWizard 为产品设计提供快速流动模拟。FloWizard 软件是以设计产品或工艺为目的的快速流体建模软件。该计算流体动力学软件是专门为那些需要了解所设计产品流体动力学特性的设计工程师和工艺工程师研制的。设计者不再需要是流体模拟方面的专家就可以非常成功地使用 FloWizard。因为它易学易用。在产品设计周期的初期，工程师就可以用快速流动模拟对产品方案进行流动分析，这就提高了设计的性能，缩短了产品到达市场的时间。另外，FloWizard 能够执行多个流体动力学设计任务。

（2）Fluent for CATIA V5 PLM 的快速流动模型应用。Fluent for CATIA V5 将流体流动和换热分析带入 CATIA V5 的产品生命周期管理（PLM）环境。它将 Fluent 的快速流动模拟技术完全集成到 V5 的 PLM 过程，所有的操作完全基于 CATIA V5 的数据结构。Fluent for CATIA V5 在用于制造的几何模型和流动分析模型之间提供了完全的创成关系。它减少了 CFD 分析周期的 60% 的时间甚至更多，它提供了基于模拟的设计方法。设计、分析和优化完全在 CATIA V5 PLM 的单一工作流之内完成。

（3）Icepak 电子产品散热分析软件。Icepak 能够对电子产品的传热、流动进行模拟。Icepak 采用的是 Fluent 求解器，该软件基于 Fluent 的行业定制软件，嵌入的各类电子器件子模型能大大加快仿真人员的建模过程，自动化的网格划分以及高效的求解器能够满足电子散热仿真的需求。

（4）Airpak HVAC 领域工程师的专业人工环境系统分析软件。Airpak 可以精确地模拟所研究对象内的空气流动、传热和污染等物理现象，并依照 ISO 7730 标准提供舒适度、PMV、PPD 等衡量室内空气质量（IAQ）的技术指标。从而减少设计成本，降低设计风险，缩短设计周期。Airpak 软件的应用包括建筑、汽车、楼宇、化学、环境、加工、采矿、造纸、石油、制药、电站、办公场所、半导体、通信、运输等领域。

1.2 Fluent 基本使用流程

利用 Fluent 进行工程问题求解，一般采用以下工作流程。

1. 物理问题抽象

这一步主要解决的问题是决定计算的目的。在对物理现象进行充分认识后，确定要计算的物理量，同时决定计算过程中需要关注的细节问题。对于初学者来讲，这一步常常被忽略，其实这一步工作是至关重要的。

2. 计算域确定

在决定了计算内容之后，紧接着要做的工作是确定计算空间。这部分工作主要体现在几何建模上。在几何建模的过程中，若模型中存在一些细小特征，则需要评估这些细小特征在计算时是否需要考虑，是否需要移除这些特征。

3. 划分计算网格

当确定计算域之后，则需要对计算域几何模型进行网格划分。当前有很多网格生成程序均支持输出为 Fluent 网格类型，如 ICEM CFD、TGrid、Pointwise、ANSA、Hypermesh 等。Fluent 对网格生成器并不感兴趣，其感兴趣的是网格质量，因此在生成网格之后，需要检查网

格的质量。

另一个与网格相关的问题是边界层网格划分。在划分边界层网格时,需要根据外部流动条件估算第一层网格与壁面间距,同时需要确定边界厚度或边界层层数。

4. 选择物理模型

对于不同的物理现象, Fluent 提供了非常多的物理模型进行模拟。在第一步工作中确定了需要模拟的物理现象,在此需要选择相对应的物理模型。例如,若考虑传热,则需要选择能量模型;若考虑湍流,则需要选择湍流模型;若考虑多相流,则需要选择多相流模型等。

5. 确定边界条件

确定计算域实际上是确定了边界位置。在这一步工作中,需要确定边界位置上物理量的分布,通常需要考虑边界类型、物理量的指定。Fluent 中存在多种边界类型,不同的边界类型组合对于收敛性有着重要影响。无论采用何种边界组合,都要求边界信息是物理真实的,一般要求试验获取。

6. 设置求解参数

在上面的工作均进行完之后,则需要设定求解参数,包括一些监控物理量设定、收敛标准设定、求解精度控制等。若为瞬态计算,则可能还涉及自动保存、动画设定等。不同的物理问题,需要设定的求解参数也存在差异。

7. 初始化并迭代计算

在进行迭代计算之前,往往需要进行初始化。Fluent 提供了两种初始化方式:常规的全域初始化及 hybrid 初始化。对于稳态计算,选择合适的初始值有助于加快收敛,初始值的设定不会影响到最终的计算结果。而对于瞬态计算,则需要根据实际情况设定初始值,因为初始值会影响到后续时间点上的计算结果。

8. 计算后处理

计算完毕后,通常需要进行数据后处理,将计算结果以图形图表的方式展现出来,从而方便进行问题分析。Fluent 本身包含后处理功能,但也可以将 Fluent 结果导入到更专业的后处理软件中,从而获取更加美观的图形。后处理一般包括:表面或截面上物理量云图显示、线上曲线图显示、计算结果输出、动画生成等。

9. 模型的校核与修正

在后处理过程中,往往需要对计算结果进行评估,一般情况下是与试验值进行比较。评估的内容包括:网格独立性、收敛性、计算模型、计算结果有效性与误差等。在评估的过程中通常需要不断地调整模型,最终使模型计算结果贴近于实验值,以方便后续的研究工作。

1.3 Fluent 操作流程示例

以一个简单的实例来描述 Fluent 的工作流程。

1.3.1 实例描述

本实例来自于丹麦海事研究所。流动计算域模型如图 1-1 所示,包含入口、出口及壁面。实例采用 2D 模型计算。计算域流体介质为空气(标准大气压,温度 293K),来流速度 1.17m/s。雷诺数基于障碍物高度(实例为 40mm),本实例雷诺数为 3115,入口位置湍动能及湍流耗散率分别为 $0.024\text{m}^2/\text{s}^2$ 及 $0.07\text{m}^2/\text{s}^3$ 。流动过程为等温、湍流及不可压缩流动。

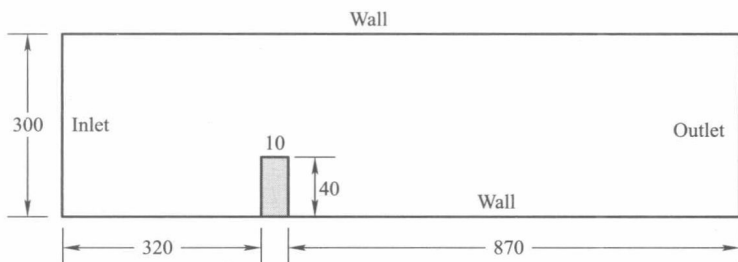


图 1-1 几何模型 (长度单位为 mm)

1.3.2 Fluent 前处理

Step 1: 启动 Fluent

从开始菜单中选择 Fluent，启动界面参数设置。

- ❖ 设置 Dimension 为 2D。
- ❖ 设置 Working Directory 为当前工作路径，如图 1-2 所示。



提示：根据所要计算的模型维度选择 2D 或 3D。若维度选择错误，在后续导入网格过程中软件会报错。

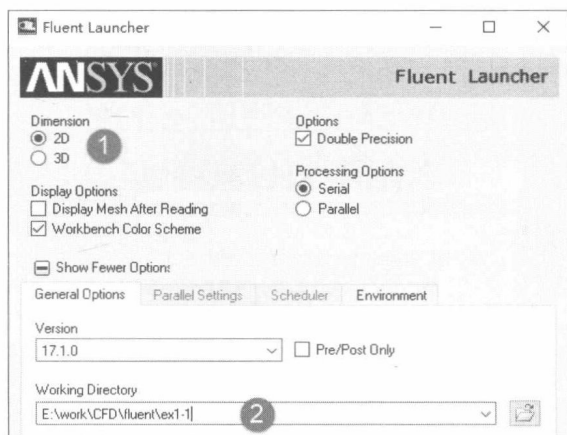


图 1-2 启动面板

Step 2: 读取网格

读取计算网格文件。

- ❖ 利用菜单【File】>【Read】>【Mesh】读取网格文件 ex1-1\EX1-1.msh。
- ❖ 利用 Setting Up Domain 标签页下工具栏按钮 Display 显示网格。



提示：本书中涉及的实例文件均保存在网盘中，读者可以按照前言中提供的下载方式自行下载使用。

生成的计算网格如图 1-3 所示。

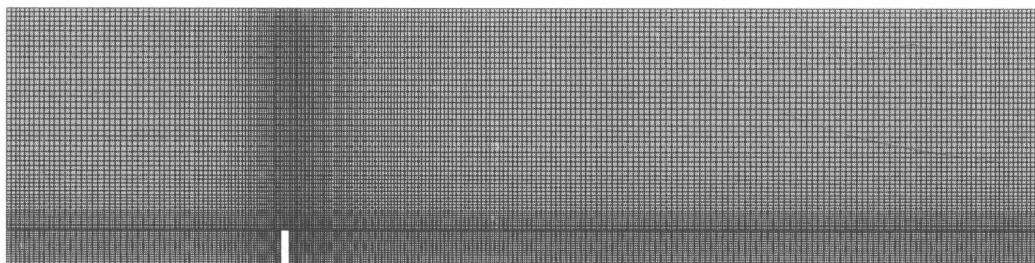


图 1-3 计算网格

Step 3: General 设置

双击模型树节点 General，弹出 General 参数面板，如图 1-4 所示。

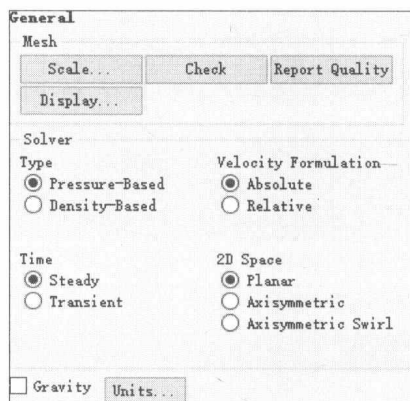


图 1-4 General 参数面板

对参数面板进行如下设置。

1.Scale...

单击参数面板中的 Scale... 按钮。弹出的 Scale Mesh 对话框如图 1-5 所示。

- ❖ 设置 Mesh Was Created In 项为 mm。
- ❖ 单击 Scale 按钮缩放计算域网格尺寸。
- ❖ 单击 Close 按钮关闭对话框。

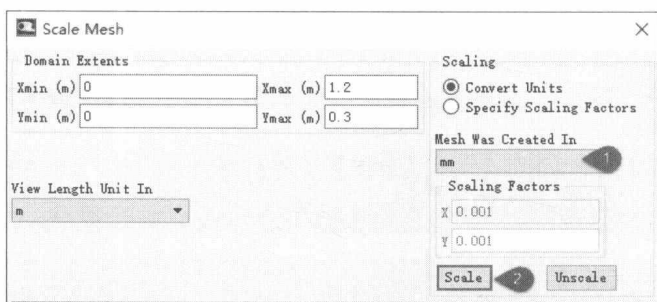


图 1-5 Scale Mesh 对话框

确保计算域尺寸与实际要计算的尺寸一致。

2. Check

单击 Check 按钮, 输出网格信息如图 1-6 所示。确保网格最小体积 (minimum volume) 为正值。

```
Domain Extents:
  x-coordinate: min (m) = 0.000000e+00, max (m) = 1.200000e+00
  y-coordinate: min (m) = 0.000000e+00, max (m) = 3.000000e-01
Volume statistics:
  minimum volume (m3): 3.999999e-06
  maximum volume (m3): 4.486165e-05
  total volume (m3): 3.596000e-01
Face area statistics:
  minimum face area (m2): 2.000000e-03
  maximum face area (m2): 6.775917e-03
Checking mesh.....
Done.
```

图 1-6 网格检查信息



说明: 若计算域中存在负体积网格单元, 软件会给出错误提示。

3. Gravity

激活选项 Gravity, 设置重力加速度为 Y 方向 -9.81m/s^2 , 如图 1-7 所示。

☒ Gravity	Units...
Gravitational Acceleration	
X (m/s ²)	0 P
Y (m/s ²)	-9.81 P
Z (m/s ²)	0 P

图 1-7 设置重力加速度

其他参数保持默认。

Step 4: Models

双击模型树节点 Models, 在右侧 Models 列表项中双击 Viscous-Laminar, 弹出湍流模型设置对话框, 如图 1-8 所示。

- ❖ 选择 Model 为 k-epsilon (2 eqn)。
- ❖ 选择 k-epsilon Model 为 Realizable。
- ❖ 选择 Near-Wall Treatment 为 Scalable Wall Functions。
- ❖ 单击 OK 按钮关闭对话框。



提示: 大多数流动问题都可以采用 Realizable k-epsilon 湍流模型。

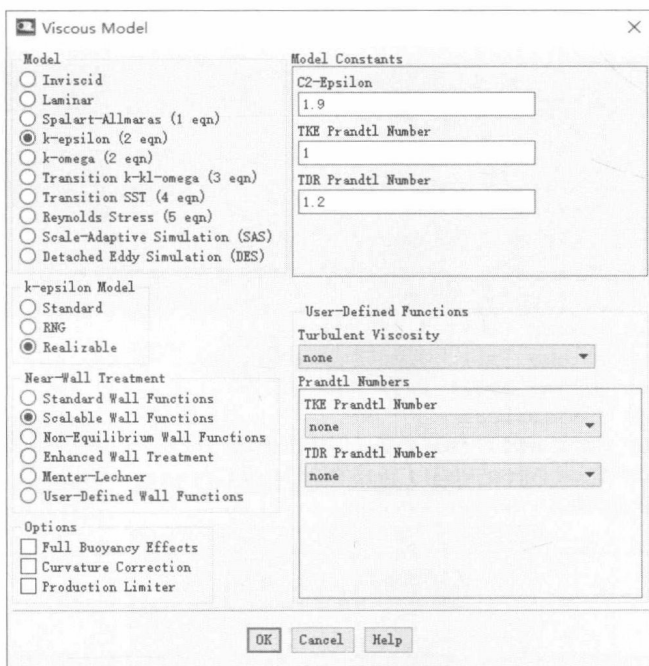


图 1-8 湍流模型设置

其他模型保持默认。

Step 5: Materials

本实例材料介质为空气，可采用默认参数。

Step 6: Cell Zone Conditions

保持默认即可。

Step 7: Boundary Conditions

双击模型树节点 Boundary Conditions，弹出相应参数面板如图 1-9 所示。

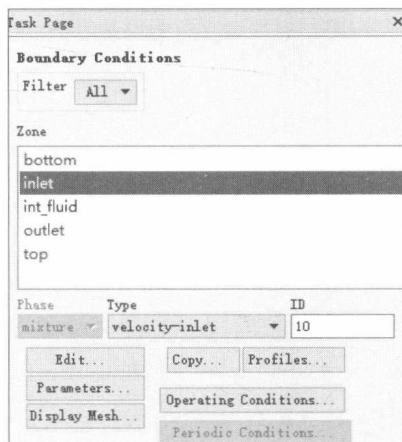


图 1-9 边界条件设置

1.Inlet 边界设置

双击 inlet 列表项，弹出边界条件设置对话框，如图 1-10 所示。

- ❖ 设置 Velocity Magnitude 为 1.17m/s。
- ❖ 设置 Specification Method 为 K and Epsilon。
- ❖ 设置 Turbulent Kinetic Energy 为 0.024。
- ❖ 设置 Turbulent Dissipation Rate 为 0.07。
- ❖ 单击 OK 按钮关闭对话框。

2.Outlet 设置

- ❖ 选中 outlet 项，设置 Type 为 Outflow，其他参数保持默认。

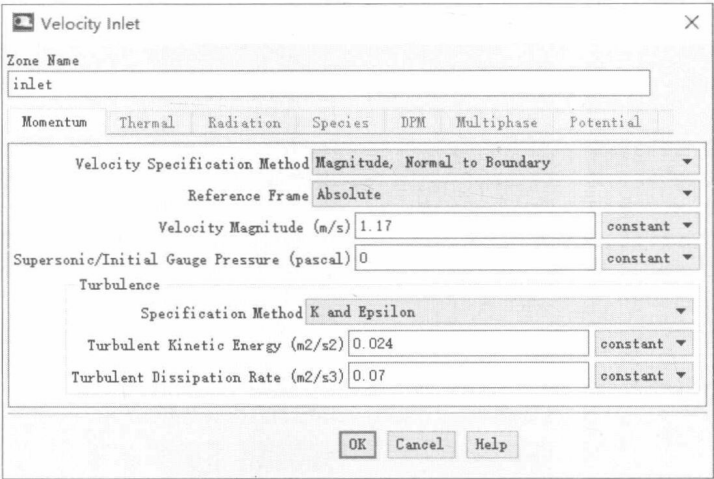


图 1-10 inlet 边界设置

Step 8: Dynamic Mesh

本实例不涉及动网格，因此无须设置。

Step 9: Reference Values

本实例不涉及系数计算，可不用设置参考值。若要设置的话，可按图 1-11 所示进行设置。

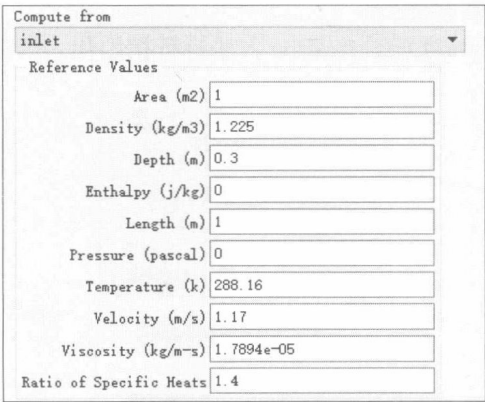


图 1-11 参考值设置

Step 10: Solution Methods

双击模型树节点 Solution → Methods, 如图 1-12 所示, 在右侧面板中设置参数。

- ❖ 设置 Pressure-Velocity Coupling Scheme 为 Coupled。
- ❖ 设置 Turbulent Kinetic Energy 为 Second Order Upwind。
- ❖ 设置 Turbulent Dissipation Rate 为 Second Order Upwind。

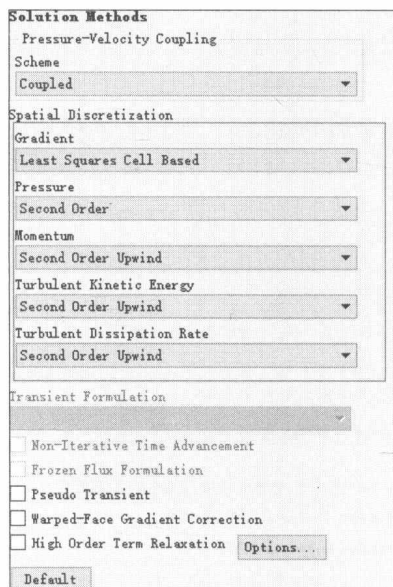


图 1-12 Solution Methods 设置

其他参数保持默认。

Step 11: Solution Controls

保持默认参数。

Step 12: Monitors

保持默认参数。

Step 13: Solution Initialization

如图 1-13 所示, 采用 Hybrid Initialization 方法进行初始化, 单击 Initialize 按钮进行初始化。

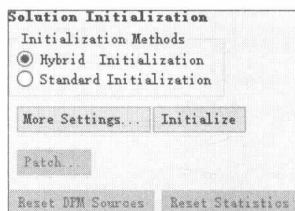


图 1-13 初始化

Step 14: Calculation Activities

采用默认设置。