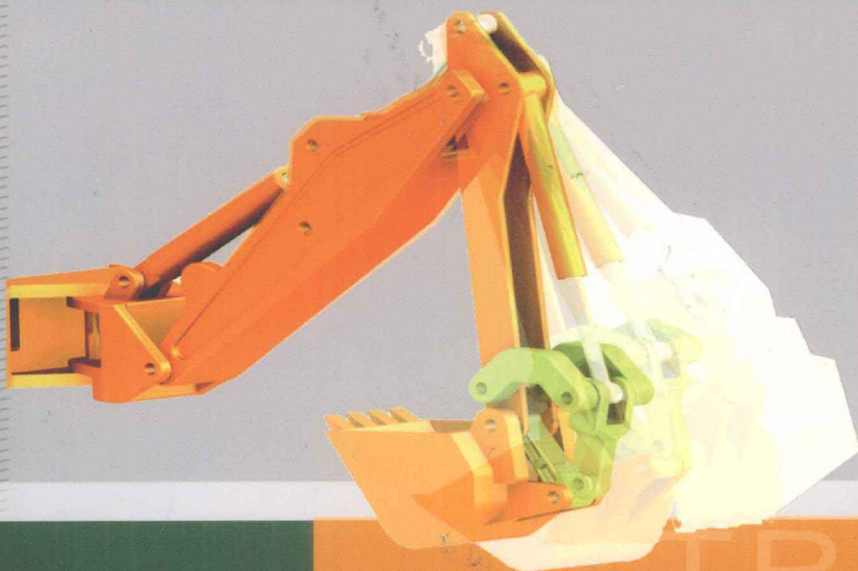




SolidWorks® 公司原版系列培训教程  
CSWP 全球专业认证考试培训教程



2011版

# SolidWorks® Flow Simulation 教程

(美) DS SolidWorks®公司

陈超祥 叶修梓 主编

杭州新迪数字工程系统有限公司 编译



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

配有实例、练习



SolidWorks® 公司原版系列培训教程  
CSWP 全球专业认证考试培训教程



2011版

# SolidWorks® Flow Simulation 教程

《SolidWorks® Flow Simulation 教程》(2011版)是根据 DS SolidWorks®公司发布的《SolidWorks® 2011; SolidWorks Flow Simulation》编译而成的。Flow Simulation 是一款计算流体力学(CFD)软件,该软件与 SolidWorks 紧密集成,使得 CAD 和 CFD 达到了无缝集成的效果。设计师在 SolidWorks 中设计的模型,可以直接用于流体仿真。

本教程全面介绍了 SolidWorks Flow Simulation 软件的界面和分析流程,并结合多个经典实例展现了软件的强大功能。本教程按照流体仿真的步骤进行编排,包括新建一个项目的大概流程、网格划分的细节、热分析、外流瞬态分析、共轭传热、EFD 缩放等实例。通过本教程的学习,读者能对该软件的功能有一个全面的理解,并能够举一反三地处理 CFD 的问题。

本套教程在保留了英文原版教程精华和风格的基础上,按照中国读者的阅读习惯进行编译,配套教学资料齐全,适于企业工程设计人员和大专院校、职业技术学院相关专业师生使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

SolidWorks® Flow Simulation 教程:2011 版/美国  
DS SolidWorks®公司著;陈超祥,叶修梓主编. —北京:  
机械工业出版社,2011.7

SolidWorks®公司原版系列培训教程  
CSWP 全球专业认证考试培训教程  
ISBN 978-7-111-35327-0

I. ①S… II. ①美…②陈…③叶… III. ①计算机  
辅助设计—应用软件, SolidWorks—技术培训—教材  
IV. ①TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 138651 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:郎峰 责任编辑:郎峰 张振勇

版式设计:霍永明 责任校对:姜婷

封面设计:饶薇 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2011 年 9 月第 2 版第 1 次印刷

210mm × 285mm · 11.5 印张 · 344 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-35327-0

ISBN 978-7-89433-051-2(光盘)

定价:38.00 元(含 1CD)

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

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

# 序



尊敬的中国地区 SolidWorks 用户：

DS SolidWorks®公司很高兴为您提供这套最新的 DS SolidWorks®公司中文原版系列培训教程。我们对中国市场有着长期的承诺，自从 1996 年以来，我们就一直保持与北美地区同步发布 SolidWorks 3D 设计软件的每一个中文版本。

我们感觉到 DS SolidWorks®公司与中国地区用户之间有着一种特殊的关系，因此也有着一份特殊的责任。这种关系是基于我们共同的价值观——创造性、创新性、卓越的技术，以及世界级的竞争能力。这些价值观一部分是由公司的共同创始人之一李向荣(Tommy Li)所建立的。李向荣是一位华裔工程师，他在定义并实施我们公司的关键性突破技术以及在指导我们的组织开发方面起到了很大的作用。

作为一家软件公司，DS SolidWorks®致力于带给用户世界一流水平的 3D 解决方案(包括设计、分析、产品数据管理、文档出版与发布)，以帮助设计师和工程师开发出更好的产品。我们很荣幸地看到中国用户的数量在不断增长，大量杰出的工程师每天使用我们的软件来开发高质量、有竞争力的产品。

目前，中国正在经历一个迅猛发展的时期，从制造服务型经济转向创新驱动型经济。为了继续取得成功，中国需要最佳的软件工具。

SolidWorks 2011 是我们最新版本的软件，它在产品设计过程自动化及改进产品质量方面又提高了一步，该版本提供了许多新的功能和更多提高生产率的工具，可帮助机械设计师和工程师开发出更好的产品。

现在，我们提供了这套中文原版培训教程，体现出我们对中国用户长期持续的承诺。这些教程可以有效地帮助您把 SolidWorks 2011 软件在驱动设计创新和工程技术应用方面的强大威力全部释放出来。

我们为 SolidWorks 能够帮助提升中国的产品设计和开发水平而感到自豪。现在您拥有了最好的软件工具以及配套教程，我们期待看到您用这些工具开发出创新的产品。

此致  
敬礼！

Jeff Ray  
DS SolidWorks®公司首席执行官  
2011 年 3 月





SolidWorks

陈超祥 先生

SolidWorks®公司亚太地区技术总监



SolidWorks

叶修梓 博士

SolidWorks®公司首席科学家

中国研发中心负责人

## 前言

DS SolidWorks®公司是一家专业从事三维机械设计、工程分析、产品数据管理软件研发和销售的国际性公司。SolidWorks 软件以其优异的性能、易用性和创新性，极大地提高了机械设计工程师的设计效率和质量，目前已成为主流3D CAD 软件市场的标准，在全球拥有超过100万的用户。DS SolidWorks®公司的宗旨是：To help customers design better products and be more successful——让您的设计更精彩。

“DS SolidWorks®公司原版系列培训教程”是根据 DS SolidWorks®公司最新发布的 SolidWorks 2011 软件的配套英文版培训教程编译而成的，也是 CSWP 全球专业认证考试培训教程。本套教程是 DS SolidWorks®公司唯一正式授权在中国大陆出版的原版培训教程，也是迄今为止出版的最为完整的 SolidWorks®公司原版系列培训教程，其中《SolidWorks Flow Simulation 教程》是第一次在中国出版发行。

本套教程详细介绍了 SolidWorks 2011 软件，以及使用该软件进行三维产品设计、工程分析的方法、思路、技巧和步骤。值得一提的是，SolidWorks 2011 不仅在功能上进行了300多项改进，更加突出的是它在技术上的巨大进步与创新，从而可以更好地满足工程师的设计需求，带给新老用户更大的实惠！

《SolidWorks® Flow Simulation 教程》(2011版)是根据 DS SolidWorks®公司发布的《SolidWorks®2011:SolidWorks Flow Simulation》编译而成的。本教程全面介绍了 SolidWorks Flow Simulation 软件的界面和分析流程，并结合多个经典实例展现了软件的强大功能。本教程按照流体仿真的步骤进行编排，包括新建一个项目的大概流程、网格划分的细节、热分析、外流瞬态分析、共轭传热、EFD 缩放等实例。通过本教程的学习，读者能对该软件的功能有一个全面的理解，并能够举一反三地处理 CFD 的问题。

本套教程在保留了原版教程精华和风格的基础上，按照中国读者的阅读习惯进行编译，使其变得直观、通俗，让初学者易上手，让高手的设计效率和质量更上一层楼！

本套教程由 DS SolidWorks® 公司亚太地区技术总监陈超祥先生和首席科学家叶修梓先生共同担任主编，由杭州新迪数字工程系统有限公司彭维、曹光明负责审校。承担编译、校对和录入工作的是杭州新迪数字工程系统有限公司的技术人员。杭州新迪数字工程系统有限公司是 DS SolidWorks® 公司的密切合作伙伴，拥有一支完整的软件研发队伍和技术支持队伍，长期承担着 SolidWorks 核心软件研发、客户技术支持、培训教程编译等方面的工作。在此，对参与本书编译工作人员的辛勤工作表示诚挚的感谢。

机械工业出版社技能教育分社的社长、编辑和 DS SolidWorks® 公司大中国区技术总监胡其登等为本套教程的出版提出了很好的建议和意见，付出了大量的劳动，在此一并表达深深的谢意！

由于时间仓促，书中难免存在着疏漏和不足，恳请读者和专家批评指正。

本书编译者的联系方式是：pengw@newdimchina.com, yexz@newdimchina.com。

陈超祥 叶修梓

2011年3月

# 本书使用说明

## 关于本书

本书的目的是让读者学习如何使用 SolidWorks Flow Simulation 标准版软件，包括安装、运行和查看流体流动或热传递的分析结果等。

由于篇幅的限制，本书不可能覆盖到 SolidWorks Flow Simulation 软件中的计算流体力学(CFD)问题的每一个细节，所以将重点向读者讲解成功运行 CFD 并进行分析所需的基本技能和概念。读者应该把本书看成系统文档和在线帮助的补充，而不是替代。如果读者已经很好地掌握了本书中介绍的内容，可以参考在线帮助获得不常用命令和选项的使用方法。

## 前提条件

读者在学习本书前，应该具备如下经验：

- 机械设计经验。
- 已经学习了《SolidWorks 零件与装配体教程》(2011 版)。
- 基本了解流体流动和热传递领域的知识。
- 使用 Windows 操作系统的经验。

## 本书编写原则

本书是基于过程或任务的方法而设计的培训教程，并不是专注于介绍单项特征和软件功能。本书强调的是，完成一项特定任务所应遵循的过程和步骤。通过对每一个应用实例的学习来演示这些过程和步骤，读者将学会为了完成一项特定的设计任务应采取的方法，以及所需要的命令、选项和菜单。

## 关于“知识卡片”

除了每章的研究实例和练习外，本书还提供了可供读者参考的“知识卡片”。这些“知识卡片”提供了软件使用工具的简单介绍和操作方法，可供读者随时查阅。

## 本书使用方法

本书的目的是希望读者在有 SolidWorks Flow Simulation 使用经验的教师指导下，在培训课中进行学习。希望通过教师现场演示本书所提供的实例，学生跟着练习，通过这种交互式的学习方法，使读者掌握软件的功能。

读者可以使用练习题来应用和练习书中讲解或教师演示的内容。本书设计的练习题是典型的流体流动或热传递案例，读者完全能够在课堂上完成。应该注意到，学生的学习效率是不同的，因此，书中所列出的练习题比一般读者能在课堂上完成的要多，这确保了学习效率最高的读者也有练习题可做。

## 关于配套光盘

本书的配套光盘中收录了课程中所需要的各种文件，包括课堂实例和练习题。这些文件按照章节进行编排。每章的文件放在相应章节的子文件夹下，例如，第 6 章的文件位于光盘的“Lesson06”文件夹中。

每章中的“Case Study”子文件夹包含了教师在课堂演示的实例，“Exercises”子文件夹包含了做练习题

所需要的参考文件。

读者也可以从 SolidWorks 官方网站下载本书的整套练习文件，网址是 [www.solidworks.com](http://www.solidworks.com)，进入后单击 Support，然后单击 Training，再单击 Training Files，这时你将会看到一个专门用于下载练习文件的链接，这些练习文件都是有标记并且可以自解压的文件包。




## Windows®7

本书所用的屏幕图片是 SolidWorks 2011 运行在 Windows® 7 时制作的。如果读者在不同版本的 Windows 中运行，菜单和窗口的外观可能有所不同，但这些不同并不影响软件的使用。

SolidWorks 的安装路径也会遵从 Windows® 7 的标准。如果用户使用的是 Windows® XP，安装的路径将会有所不同。

## 本书的格式约定

本书使用以下的格式约定：

约 定	含 义
【载荷/约束】，【力】	表示 Simulation 软件命令和选项。例如：“右键单击【载荷/约束】并选择【力】，表示鼠标右键单击位于 Simulation 管理器树目录中的【载荷/约束】图标并从弹出的菜单中选择【力】
	要点提示
	软件使用技巧
	软件使用时应注意的问题
操作步骤 步骤 1 步骤 2 步骤 3	表示课程中实例设计过程的各个步骤

## 关于色彩的问题

SolidWorks 2011 原版英文教程是采用彩色印刷的，而我们出版的中文教程则采用黑白印刷，所以本书对原版英文教程中出现的颜色信息做了一定的调整，尽可能地方便读者理解书中的内容。



# 目 录

序	
前言	
本书使用说明	
<b>第 1 章 新建一个 SolidWorks Flow Simulation 项目</b> .....	1
1.1 实例分析：歧管装配体 .....	1
1.2 项目描述 .....	1
1.3 模型准备 .....	2
1.3.1 内流分析 .....	2
1.3.2 外流分析 .....	2
1.3.3 歧管分析 .....	2
1.3.4 端盖 .....	2
1.3.5 端盖厚度 .....	3
1.3.6 手工创建端盖 .....	3
1.3.7 对零件添加端盖 .....	4
1.3.8 对装配体添加端盖 .....	4
1.3.9 检查几何体 .....	5
1.3.10 内流体积 .....	6
1.3.11 无效接触 .....	6
1.3.12 参考轴 .....	9
1.3.13 排除没有流动条件的空腔 .....	9
1.3.14 绝热壁 .....	10
1.3.15 粗糙度 .....	10
1.3.16 结果精细度 .....	12
1.3.17 计算域 .....	12
1.3.18 加载结果选项 .....	17
1.3.19 监视求解器 .....	17
1.3.20 目标图解窗口 .....	17
1.3.21 警告信息 .....	18
1.4 后处理 .....	20
1.5 讨论 .....	29
1.6 总结 .....	29
<b>第 2 章 网格划分</b> .....	30
2.1 实例分析：化工头罩 .....	30
2.2 项目描述 .....	30
2.3 Computational Mesh(计算网格) .....	33
2.4 Show Basic Mesh(显示基础网格) .....	33
2.5 Initial Mesh(初始网格) .....	33
2.6 Geometry Resolution(几何体精细度) .....	34
2.7 Optimize Thin Wall Resolution(优化薄壁精细度) .....	34
2.8 Result Resolution/Level of Initial Mesh (结果精细度/初始网格的级别) .....	37
2.8.1 关闭自动网格定义 .....	38
2.8.2 单元类型 .....	38
2.8.3 Basic Mesh(基础网格) .....	39
2.8.4 Solid/Fluid Interface(流固界面) .....	39
2.8.5 Refining Cells(细化单元) .....	39
2.8.6 Narrow Channels(细缝) .....	39
2.8.7 Advanced Narrow Channel Refinement (高级细缝细化) .....	39
2.9 Control Planes(控制基准面) .....	41
2.10 结果 .....	45
2.11 总结 .....	46
练习 2-1 方管 .....	46
练习 2-2 薄壁箱 .....	52
练习 2-3 散热器 .....	57
<b>第 3 章 热分析</b> .....	62
3.1 实例分析：电子外壳 .....	62
3.2 项目描述 .....	62
3.3 Fans(风扇) .....	67
3.4 Perforated Plates(穿孔板) .....	69
3.5 讨论 .....	71
3.6 总结 .....	72
练习 正交异性热传导材料 .....	72
<b>第 4 章 外流瞬态分析</b> .....	78
4.1 实例分析：圆柱绕流 .....	78
4.2 项目描述 .....	78

4.3 雷诺数 .....	79	7.6 总结 .....	124
4.4 外流 .....	79	练习 通道流 .....	124
4.5 瞬态分析 .....	80	<b>第8章 旋转参照系</b> .....	130
4.6 湍流强度 .....	80	8.1 概述 .....	130
4.7 求解自适应网格细化 .....	81	8.2 实例分析: 风扇装配体 .....	130
4.8 二维流动 .....	81	8.3 项目描述 .....	130
4.9 Computational Domain(计算域) .....	82	8.4 总结 .....	136
4.10 Calculation Control Options(计算控制选项) .....	82	<b>第9章 参数化分析</b> .....	137
4.10.1 Finish(结束) .....	82	9.1 实例分析: 活塞阀 .....	137
4.10.2 Refinement(细化) .....	82	9.2 项目描述 .....	137
4.10.3 Saving(保存) .....	82	9.3 参数化分析 .....	138
4.10.4 Advanced(高级) .....	82	9.4 稳态分析 .....	138
4.10.5 阻力方程 .....	83	9.4.1 四分之一模型 .....	139
4.10.6 不稳定漩涡脱离 .....	85	9.4.2 参数化研究 .....	140
4.11 时间动画 .....	86	9.5 总结 .....	143
4.12 讨论 .....	89	<b>第10章 气穴现象</b> .....	144
4.13 总结 .....	89	10.1 实例分析: 锥形阀 .....	144
练习 电子冷却 .....	89	10.2 项目描述 .....	144
<b>第5章 共轭传热</b> .....	98	10.3 气穴现象 .....	144
5.1 实例分析: 产热冷却板 .....	98	10.4 讨论 .....	148
5.2 项目描述 .....	98	10.5 总结 .....	148
5.3 共轭传热 .....	98	<b>第11章 相对湿度</b> .....	149
5.4 真实气体 .....	99	11.1 概述 .....	149
5.5 总结 .....	104	11.2 实例分析: 烹饪房 .....	149
练习 多流体热交换 .....	104	11.3 项目描述 .....	149
<b>第6章 EFD 缩放</b> .....	108	11.4 总结 .....	154
6.1 实例分析: 电子外壳 .....	108	<b>第12章 粒子轨迹</b> .....	155
6.2 项目描述 .....	108	12.1 实例分析: 飓风发生器 .....	155
6.3 EFD 缩放 .....	108	12.2 项目描述 .....	155
6.4 总结 .....	113	12.3 粒子轨迹概述 .....	155
<b>第7章 多孔介质</b> .....	115	12.3.1 粒子研究——壁面条件 .....	159
7.1 实例分析: 催化转换器 .....	115	12.3.2 粒子研究——物理设置 .....	159
7.2 项目描述 .....	115	12.4 总结 .....	160
7.3 Porous Media(多孔介质) .....	117	练习 均匀流体流动 .....	161
7.3.1 Porosity(孔隙率) .....	117	<b>第13章 超声速流动</b> .....	164
7.3.2 Permeability Type(渗透类型) .....	117	13.1 超声速流动 .....	164
7.3.3 Resistance(阻力) .....	117	13.2 实例分析: 圆锥体 .....	164
7.3.4 Dummy Bodies(虚设实体) .....	118		
7.4 Design Modification(设计变更) .....	121		
7.5 讨论 .....	124		

13.3 项目描述 .....	164	<b>第 14 章 FEA 载荷传递</b> .....	170
13.3.1 风阻系数 .....	164	14.1 实例分析: 广告牌 .....	170
13.3.2 激波 .....	167	14.2 项目描述 .....	170
13.4 讨论 .....	169	14.3 总结 .....	174
13.5 总结 .....	169		

# 第 1 章 新建一个 SolidWorks Flow Simulation 项目

## 学习目标



- 认识创建一个 SolidWorks Flow Simulation 项目的模型准备
- 创建一个简单端盖
- 检查无效接触的几何体
- 计算内部体积
- 使用项目向导新建一个 SolidWorks Flow Simulation 项目
- 加载流体边界条件
- 添加目标
- 运算一个分析
- 使用求解器监视窗口
- 查看结果

## 1.1 实例分析：歧管装配体

本章将学习如何使用向导来创建一个 SolidWorks Flow Simulation 项目。在设置项目之前，需要先学习如何正确准备用于分析的模型。之后将运算这个仿真项目并学习如何解释计算所得结果。此外，将看到在后处理这些结果时所接触到的大量选项。

## 1.2 项目描述

空气以  $0.05\text{m}^3/\text{s}$  的流量流入进气歧管装置的入口，并从六个开口中流出，如图 1-1 所示。进气歧管设计的根本目标是将活塞头附近的燃料混合得更加均匀。这能确保得到最佳的引擎效率。在分析这个进气歧管时，请时刻留意这个目标。

本章的目标是介绍如何在 SolidWorks 中完整地创建一个 SolidWorks Flow Simulation 项目，从模型准备开始一直到后处理，定义并讨论研究的目标。此外，还将讨论如何使用各种 SolidWorks Flow Simulation 选项来进行结果的后处理。

该项目的关键步骤如下：

(1) 准备用于分析的模型 在准备进行内部流动分析之前，使用【Lids(端盖)】工具来封闭模型。选择【Check Geometry(检查几何体)】命令，查看模型是否能够用于流体仿真。

(2) 设定流体仿真 使用向导来设置流体仿真项目。

(3) 加载边界条件 加载进口和出口的边界条件。

(4) 明确计算目标 一些特定的参数可以定义为分析目标，在完成分析后用户可以获取这些参数

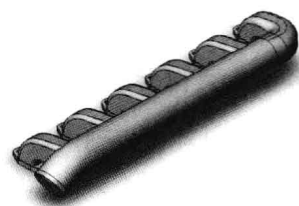


图 1-1 进气歧管装置

的信息。

(5) 运算分析

(6) 后处理结果 使用各种 SolidWorks Flow Simulation 的选项来进行结果的后处理。

### 操作步骤

**步骤 1 开启 SolidWorks**

**步骤 2 加载 SolidWorks Flow Simulation 插件**

安装完毕后, 用户可以从【工具】/【插件】菜单中激活 SolidWorks Flow Simulation。

勾选“SolidWorks Flow Simulation”后便可使用该插件。

单击【OK(确定)】。

**步骤 3 打开装配体文件**

在 Lesson01\Case Study 文件夹下打开文件“Coletor”。

## 1.3 模型准备

对多数的静态分析而言, 通常需要修改 SolidWorks 的几何体, 以适合仿真运算, 这也同样适用于流体仿真。SolidWorks Flow Simulation 将流体分析划分为两个独立的类型: 内流分析和外流分析。在开始模型准备之前, 用户需要明确到底要执行哪种分析。

### 1.3.1 内流分析

内流分析考虑的是流体在外围固体壁面内部的流动, 例如, 管道、油罐、暖通系统内部的流动等。内流被限定在 SolidWorks 几何体的内部。对于内流而言, 流体通过入口流入模型, 并从出口流出模型, 当然也必须排除某些自然对流问题中存在没有开口的情况。

在运算内流分析之前, 必须使用 lids(端盖)功能将 SolidWorks 模型完全封闭(无开口)。进入【SolidWorks Flow Simulation】/【Tools(工具)】/【Check Geometry(检查几何体)】, 可以检查模型是否完全封闭。

### 1.3.2 外流分析

外流分析考虑的是完全覆盖固体模型表面的流动, 例如, 飞行器、汽车、建筑物的外部流动等。流体的流动并不限于外部固壁, 而只以计算域的边界为限, 并且不需要使用端盖, 需要用到流源(例如风扇)的情况除外。

如果同时需要用到内流和外流, 例如, 当流体流经并流入一个建筑物时, SolidWorks Flow Simulation 将视其为外流分析。

### 1.3.3 歧管分析

既然已经认识到内流和外流的区别, 现在便能够轻松地将歧管分析归为内流。只研究歧管装配体内部的流动, 而不关注任何围绕该实体的流动。前面提到, 在运算一个内流分析之前, 必须使用端盖将 SolidWorks 封闭起来。

### 1.3.4 端盖



Lids(端盖)用于内流分析中。在这类分析中, 模型的所有开口都必须使用 SolidWorks 的“lids”特征进行覆盖。端盖的表面(与流体接触的一侧)常用于加载边界条件, 例如质量流量、体积流量、静/总压, 以及在一定流体体积内的风扇条件。





外流分析不需要使用端盖，外流主要关注流经物体的流动，例如：汽车、飞机、建筑物等。此外，自然对流问题也不需要使用端盖。

### 知识卡片

<b>Create Lids (创建端盖)</b>	使用【Create Lids(创建端盖)】，可以自动在模型的所选平面上的全部开口处生成端盖。该工具对零件和装配体都有效。在内流分析中(例如,流过球阀或管道)，生成端盖是必要的。
<b>操作方法</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>从【Flow Simulation】菜单中，选择【Tools(工具)】/【Create Lids(创建端盖)】。</li> <li>在 Flow Simulation 的主工具栏中，单击【Create Lids(创建端盖)】按钮 。</li> <li>在 Flow Simulation Command Manager 中，单击【Create Lids(创建端盖)】按钮 。</li> </ul>

#### 步骤4 在入口表面创建一个端盖

在【Flow Simulation】菜单下，选择【Tools(工具)】/【Create Lids(创建端盖)】。

选择入口处的环形平面，用于定义封盖来封闭该开口。在【Create Lids(创建端盖)】的 Property Manager 中，选择【Adjust Thickness(调节厚度)】并输入【1mm】作为【Thickness(厚度)】的大小，如图 1-2 所示。

单击【OK(确定)】。

你将发现在 Feature Manager 设计树中，新建了一个名为 LID1 的零件。这个新建的零件其实就是从所选平面以给定深度朝着开口内部拉伸一段距离，这段距离可以在【Thickness(厚度)】中指定。

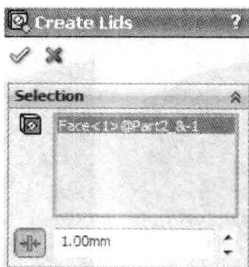


图 1-2 创建端盖



在使用【Create Lids(创建端盖)】工具时可以同时选择多个平面。如果用户处理的是一个装配体，则会创建出名为 LID1、LID2……的新零件。如果用户处理的是一单个零件，则会创建出名为 LID1、LID2……的特征。



当用户处理的是一个装配体，最好将生成的端盖零件重新命名。这可以避免在同一时间打开多个带有端盖的装配体时出现问题。

### 1.3.5 端盖厚度

如有必要，可以单击【Adjust Thickness(调节厚度)】来更改端盖厚度，并在【Thickness(厚度)】框中输入数值(前面的步骤中已有所阐述)。

对于内流分析而言，外部端盖的厚度通常不太重要。然而，端盖也不能太厚，以免在一定程度上影响到下游的流态。如果分析中同时包含外流和内流，创建一个太薄的端盖将会导致网格数量非常惊人。通常情况下，端盖的厚度可以采用创建与邻近壁面相同的厚度。

### 1.3.6 手工创建端盖

如果没有平面作为参考，就无法使用【Create Lids(创建端盖)】工具。在这种情况下，用户必须手工创建端盖零件或端盖特征。

### 1.3.7 对零件添加端盖

知识卡片

#### 对零件添加端盖

- 单击用户希望添加端盖的邻近表面，新建一幅草图。
- 选择内部边界，然后单击【草图工具】/【转换实体引用】。
- 单击【插入】/【凸台/基体】/【拉伸】，然后选择【两侧对称】选项。

提示

选择【两侧对称】选项是十分重要的。如果选择【给定深度】选项，则会在端盖和实体之间生成无效的接触(脱节的实体)。当存在无效接触时，SolidWorks Flow Simulation 就无法加载边界条件，如图 1-3 所示。

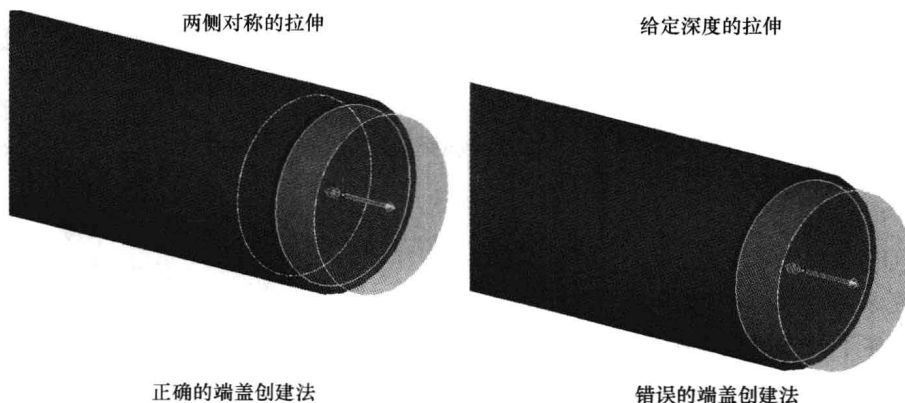


图 1-3 端盖创建方法

### 1.3.8 对装配体添加端盖

有几种方法可以在 SolidWorks 装配体文件中创建端盖。下面这些步骤列出了其中一种推荐的方式。

- 1) 在 SolidWorks 装配体模式下，单击【插入】/【零部件】/【新零件】。
- 2) 输入一个零件名称(多数用户习惯采用 Inlet lid 或 Outlet lid)，单击【OK(确定)】。
- 3) 选择用户想要添加端盖的邻近表面。
- 4) 选择内部边界，然后单击【草图工具】/【转换实体引用】。
- 5) 单击【插入】/【凸台/基体】/【拉伸】，然后选择【两侧对称】选项。

提示

在装配体中，通常建议将端盖生成为一个零件，特别是在分析中包含传热的情况。这些端盖随后可以指定不同的材料，如绝缘体，这样端盖就不会影响热传递分析。

#### 步骤 5 重命名端盖

采用上面介绍的手工创建端盖的方法，在余下的出口平面处生成端盖，使用【两侧对称】拉伸 2mm，如图 1-4 所示。

提示

也可以采用【Create Lids(创建端盖)】工具生成余下的端盖，但这种方法将封闭所选面上的所有开口，也就是说这会导致封闭螺栓孔，这显然是没有必要的。

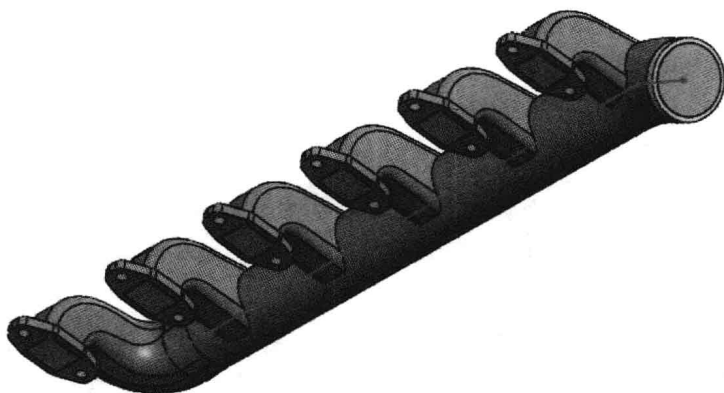


图 1-4 在各出口创建端盖

在分析之前生成端盖时，请记住它的两个目的：封闭所有开口，作为定义边界条件（例如：静压、质量流量等）的实体。在这个模型中，可以使用一个零件来封闭所有六个开口，如图 1-5 所示。如果用户想要对每个开口应用不同的边界条件，这样的端盖就显得不合适了。而且，不合理处还在于为了评价设计的好坏，需要得到流过每个开口的数据（注意，设计完美的歧管要求混合燃烧能够均匀分布）。如果采用这样的端盖，想要得到每个出口处的数据就显得相当困难了。

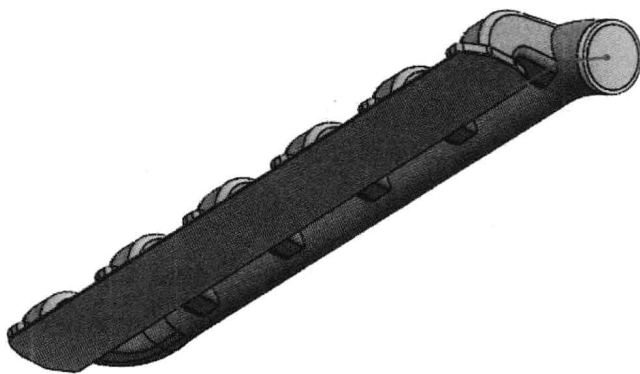


图 1-5 用一个零件来封闭开口

### 1.3.9 检查几何体

必须检查 SolidWorks 的模型，以查看是否存在几何体的问题，进而导致对实体和流体区域划分网格的隐患。

阻止对实体和流体区域划分网格的原因主要有如下两个：

- 1) 几何体上的开口会阻止 SolidWorks 定义一个完全封闭的内部体积。这只适用于内流分析。
- 2) 在装配体的零件之间存在无效接触（零件之间的线接触或点接触被定义为无效接触）。将在后面的章节讨论该问题。





无效接触同时适用于内流和外流分析。

知识卡片

#### Check Geometry (检查几何体)

SolidWorks Flow Simulation 有一个名为【Check Geometry(检查几何体)】的工具，允许用户检查 SolidWorks 的几何体。这个工具还可以让用户检查可能出现的几何问题（例如：相切接触），这些问题可能导致 SolidWorks Flow Simulation 生成不正确的网格。

#### 操作方法

- 从【Flow Simulation】菜单中，选择【Tools(工具)】/【Check Geometry(检查几何体)】。
- 在 Flow Simulation 的主工具栏中，单击【Check Geometry(检查几何体)】按钮 。
- 在 Flow Simulation Command Manager 中，单击【Check Geometry(检查几何体)】按钮 。

#### 步骤 6 查看无效的流体几何体

从【Flow Simulation】菜单中，选择【Tools(工具)】/【Check Geometry(检查几何体)】。

确保没有勾选【Exclude cavities without flow conditions(排除没有流动条件的空腔)】选项。

单击【Check(检查)】。

在文本区域将显示如下信息:

Analysis type: Internal

The fluid volume is 0.00347365603m<sup>3</sup>

The solid volume is 0.0106322214m<sup>3</sup>



【Check Geometry(检查几何体)】命令可以检查可能存在的无效接触,例如:相切、零厚度等。如果检测到问题存在,则会在文本区域显示无效接触。



当几何体确认可以真正用于分析时,最好养成将所有零部件设为固定的习惯,这可以确保在定义边界条件或其他操作时,没有零部件可以移动。

### 1.3.10 内流体积

SolidWorks Flow Simulation 还可以计算总的固体体积和总的流体体积。

对内流分析而言,内流体积必须大于0。如果在没有无效接触的情况下内流体积仍然为零,则要么存在小的间隙,要么在连接内外区域的地方有开口。当检测到小间隙或开口并加以纠正之后,还需要重新运行【Check Geometry(检查几何体)】工具,以确保内流体积大于0。

### 1.3.11 无效接触

如果存在无效接触, SolidWorks Flow Simulation 就无法计算内流体积(在计算域之内),即使模型是完全封闭并且没有开口或间隙,【Check Geometry(检查几何体)】工具也会显示内流体积为零。在进行流体分析之前,必须修正无效间隙。

修正无效间隙可以采用下面两种方法:将两个零件分开一个非常小的距离,使之不再接触在一起,或在两个零件之间建立过盈配合。

图 1-6 显示了一些常见的无效接触类型。

在给定的例子中,如果采用【给定深度】的拉伸,将会产生无效的线接触,如图 1-7 所示。

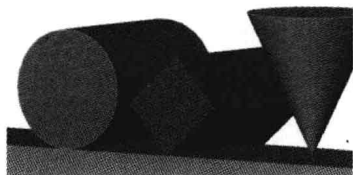


图 1-6 常见的无效接触类型

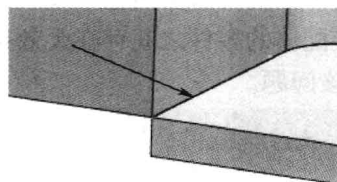


图 1-7 无效线接触



不是所有的相切接触都会导致无效接触。SolidWorks Flow Simulation 使用 SolidWorks API 的布尔操作来计算流体和固体部分。如果 SolidWorks 能够顺利创建最终的实体,即便还存在潜在的类似“线接触的”无效接触,则对分析而言 SolidWorks Flow Simulation 会将该实体视作有效的。

对某些模型而言,即使存在无效接触也可以加载边界条件并求解运算该分析。这类情况下,用户在尝试定义【Cut Plots(截面图解)】时,可能会收到错误信息“Failed to complete”。为了能够定义 Cut Plot 的图像,用户必须纠正无效的接触并重新运算这个分析。



对内流分析而言,在所有开口没有封闭之前不能加载边界条件。