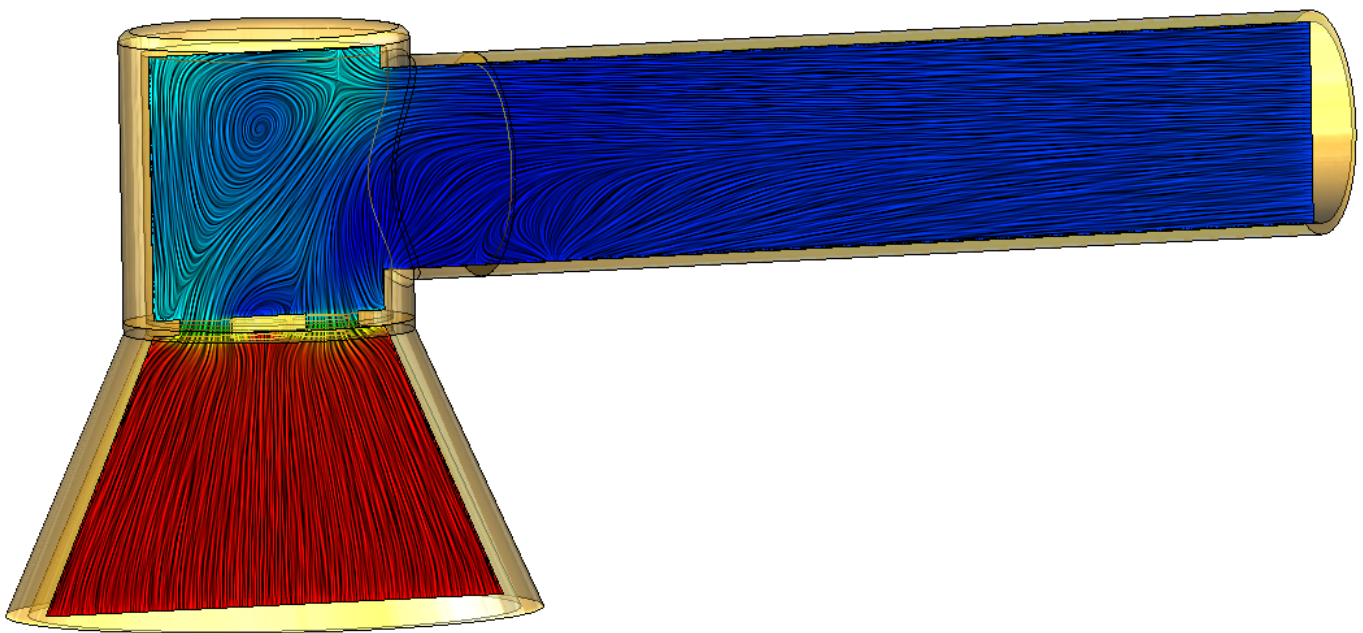




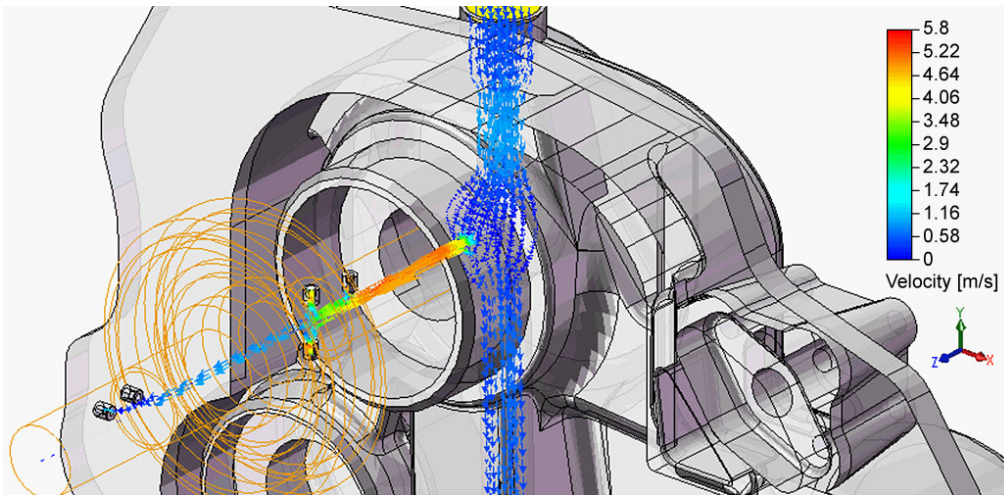
JOINWIN TECH
众智共成

工程学院不会教你的 3D 压降分析

白皮书



计算流体力学 (CFD) 分析不再是受过高级培训的从业者所专用。事实证明,新一类的 CFD 分析软件(称为“并行 CFD”)可非常有效地执行压降分析,同时可使机械工程师更快地在其工作站上制定关键决策,而无需 CFD 专家。此直观流程嵌入到 3D CAD 环境中,它允许设计师在设计阶段优化产品,同时降低各种机械设计和系统的制造成本。



直到最近，可用的 CFD 商业软件依然主要面向专家，这限制了其广泛使用。除了昂贵，这些工具使用起来很难、很麻烦或是费时。因此，压降等应用的工程分析一直是由分析部门的专家执行，这些部门独立于主流设计和开发部门，或者仅为一些重要产品制造昂贵的物理原型。

要测试或验证其设计，机械工程师必须依赖于创建物理原型并在工作台或测试台上对其进行测试。但是此耗费人力的方法通常会导致不完整的结果，无法查看不同位置的读数，同时难以深入了解并描述潜在流动情况的特性。

幸运的是，出现的新工具将包括压降仿真在内的完整的流体和传热分析嵌入到 SOLIDWORKS® 设计软件等主流 3D CAD 工具集中。SOLIDWORKS Flow Simulation CFD 分析技术专为机械设计工程师而设计。有了 SOLIDWORKS Flow Simulation，无需再雇佣或培训 CFD 专家，无需将分析外包给咨询顾问，也无需在昂贵的多个物理原型上进行测试。

相反，任何规模的公司中受过标准培训的设计工程师均可在现今熟悉的 3D CAD 环境 SOLIDWORKS 内使用其现有知识成功执行压降分析。SOLIDWORKS Flow Simulation 可以提高设计效率并且可以大幅减少所需物理原型的数量。同样重要的是，它鼓励工程师探索更多假设情形，以完善其设计。

当然始终会存在几个要求非常高的应用，它们需要更高级的 CFD 知识来调整网格划分和解算器设置，以便收敛于某个解。但借助 SOLIDWORKS Flow Simulation，CFD 已不再为专家专用，并进入主流部门。让未经过 CFD 特殊培训的产品工程师可以对 80% 到 90% 的案例进行问题分析，这意味着设计效率实现了根本性突破。

3D CAD 环境下的压降分析

SOLIDWORKS Flow Simulation CFD 仿真软件将压降分析的所有阶段整合为一个软件包，从使用 SOLIDWORKS CAD 进行实体建模到问题设置、运行、结果可视化、验证和报告。经典压降应用包含经过阀门、歧管、热交换器、过滤系统、电子设备外壳和管道的流动。事实上，任何旨在减少能源用量的系统都需要移动流体或最大限度增加其容量。

使用 SOLIDWORKS Flow Simulation，设计师可以详细关注分析气流或液流为什么高于或低于技术规范中所允许的压力。他们可以运行假设情形，然后在 SOLIDWORKS 中优化其设计的几何体，设计师需要了解的只是 3D CAD 系统知识和产品物理特性。安装 SOLIDWORKS Flow Simulation 后，运行完整 CFD 流体分析所需的所有菜单和命令都创建在 SOLIDWORKS 菜单系统中。3D CAD 系统和 SOLIDWORKS Flow Simulation 之间的这种完全集成使其极为易用，事实上，多数设计师在接受不到八小时的培训后就可以使用 SOLIDWORKS Flow Simulation。

流体应用最常见的工程任务是在流体从点 A 流动到点 B 时最大限度减少系统中的压力损失，基本工程问题是最大程度增加给定压降的流速或者降低给定流速的压降。如果流体由泵或风扇驱动，那么了解压降有助于设计师优化风扇或泵的大小。

任何流体分析的基础都是要清晰描述机械系统的几何体。SOLIDWORKS Flow Simulation 允许设计师充分利用现有 CAD 模型进行分析，而不必导出或导入其他数据，这可以节约大量时间和精力。无需为流体区域创建单独模型，这是传统 CFD 工具中一个繁琐的流程。基于设计师已放置边界条件的实体模型中的真空内部空间，SOLIDWORKS Flow Simulation 可识别适当的流体区域。

SOLIDWORKS Flow Simulation 还可以分析一系列流体，包括气体（从亚音速型态、跨音速到超音速流动）、液体、非牛顿流体（如塑料流动）以及食品处理应用领域的流动。

模型创建后需要进行网格化，开发网格是之前区分 CFD 专家与机械工程师的技能之一。使用 SOLIDWORKS Flow Simulation 只需几分钟就可自动创建基础网格，无需数个小时繁琐的划分区域和单元。SOLIDWORKS Flow Simulation 实际上创建了可增加单元密度（增加分析的分辨率）的自适应网格，以确保模型重要流体区域的仿真结果更准确，如图 1 所示。

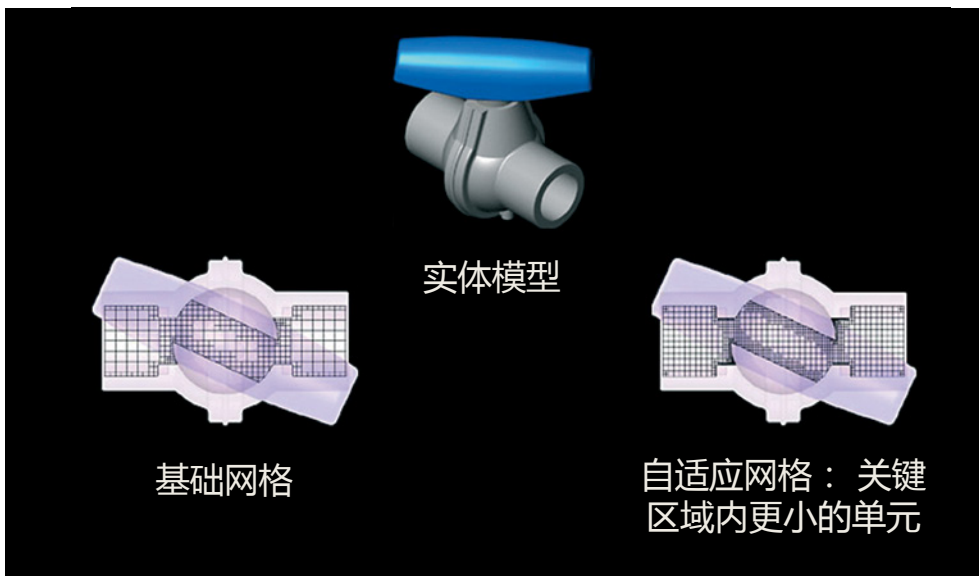


图 1：使用矩形自适应网格，SOLIDWORKS Flow Simulation 并行 CFD 工具可以自动调整单元大小，以在任何需要的地方提供更好的分辨率。

并行 CFD 的优势

并行 CFD 是一项突破性技术，通过该技术，设计工程师可以在整个产品生命周期过程中提前进行流体分析。使用熟悉的 3D CAD 界面 SOLIDWORKS，并行 CFD 与传统方法和产品相比可缩减几个数量级的设计时间并减少 65% 到 75% 的仿真时间。借助该技术，用户还可优化产品性能，同时减少物理原型和开发成本，不会对时间或材料造成影响。

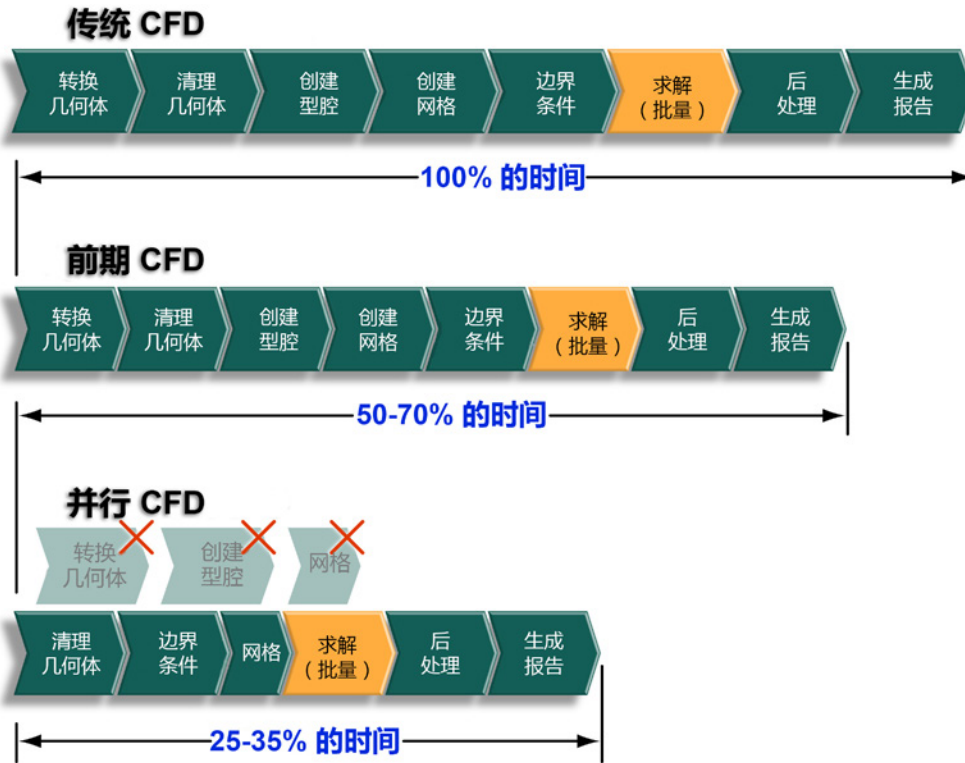


图 2：流体仿真流程的比较。并行 CFD 可自动运行那些费时且需专业知识的步骤，和耗费人力的传统 CFD 和前期 CFD 流程相比，可节省多达 75% 的时间。（为了保证可读性，此图未按比例绘制。）

传统 CFD 中，模型几何体首先从 CAD 系统中导出，然后，几何体需要再次导入至用户的 CFD 工具中，同时要网格化、求解、后处理结果，最终报告给设计团队。此项工作通常由专家分析团队进行，或者外包出去，因此设计团队需要说明要做的事情。当结果出来时，分析模型已“过时”，因为此时设计团队通常已经进入下一流程，这样便难以按照结果采取行动。

前期 CFD 试图通过简化 CAD 和 CFD 工具之间的接口来改善这种情形。尽管这使得几何体可更干净地导入，但分析仍在 CAD 系统外部进行。从 CAD 和 CFD 软件的频繁传递可以导致信息的退化。

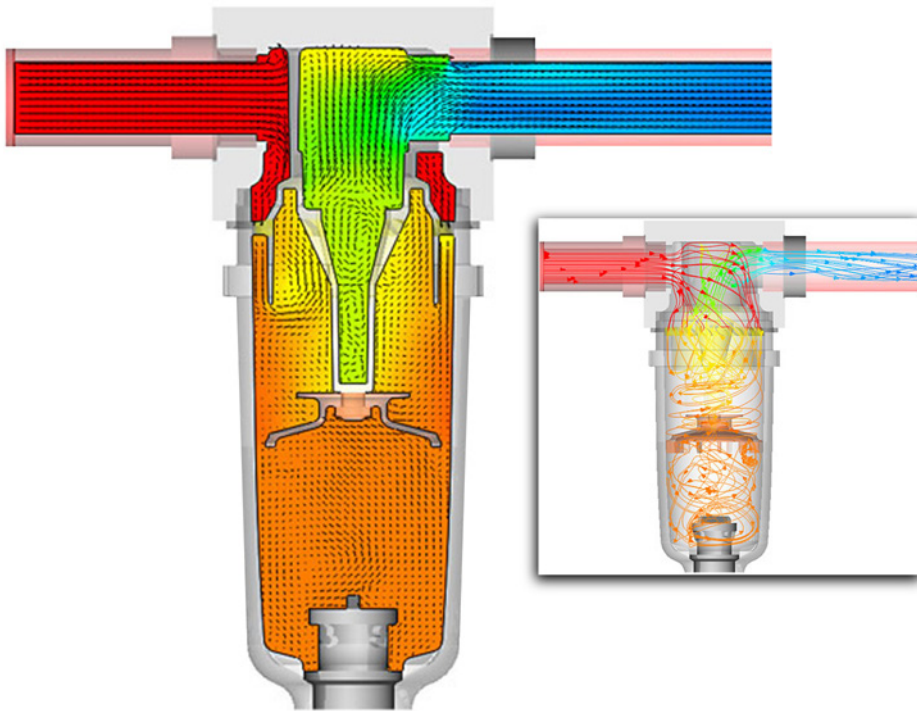
另外，这些方法都需要创建一个“型腔”以表示流体空间。大多数传统 CFD 网格划分工具是将实体网格化，因此不存在真空空间。要围绕此限制开展工作，设计师必须创建一个可表示流体空间的实体对象，然后使用布尔减从封装实体中移除笨重的模型。这通常由 CAD 系统执行，并且此反转流体区域随后将传递至 CFD 系统以进行网格化。很显然，此流程耗费人力且很容易在设计和分析中造成错误。

并行 CFD 的运行方式非常不同。它是 CAD 嵌入式 CFD，因此该操作在设计师熟悉的 MCAD 环境中进行。可直接在 MCAD 模型上进行实现所需产品性能所必要的设计变更，因此设计始终与分析保持最新。使用 SOLIDWORKS Flow Simulation 可轻松准备要进行分析的模型。不同于需要用户创建附加实体零件以表示流体（真空）区域的传统 CFD 程序，SOLIDWORKS Flow Simulation 可自动区分内部和外部流体的 MCAD 几何体并自动创建流体域。因此，工程师可以集中关注他们的项目，而不用在其 CAD 系统中创建多余几何体，这样可最大限度的减少混淆并节省时间和精力。

解决高级压降问题

SOLIDWORKS Flow Simulation 提供了大量的功能可视地展现设计的流动情形，这为工程师带来了可指导设计决策的宝贵洞察力。可视化功能允许用户更彻底的察看设计和展现流场。

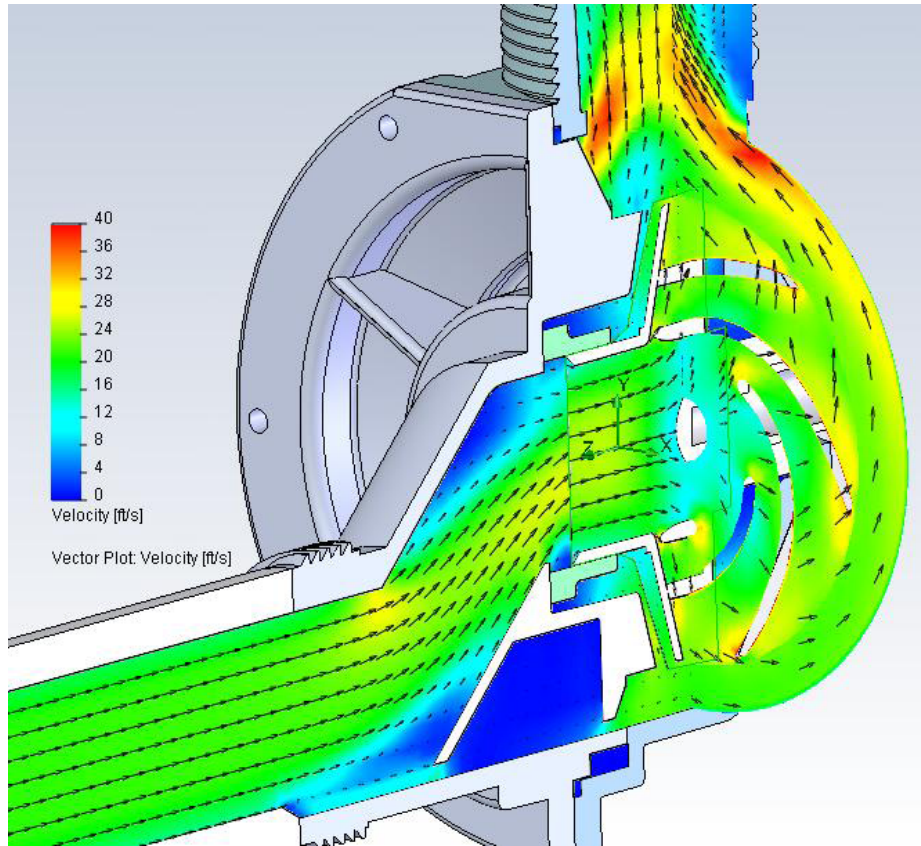
例如，分析压降时通常存在许多比该设备的主体小很多的流道。例如，阀门设计可能包含带有多个小孔的镶座，流体必须流经这些小孔。如果使用传统 CFD 工具捕捉此有些复杂的几何体并在随后设计迭代之间重新对其网格化，这将是一项繁琐的任务并且需要高深的网格划分知识。相比之下，使用 SOLIDWORKS Flow Simulation 的自动网格划分器，设计师可以轻松输入穿孔的大小以指导网格划分器生成正确大小的流道。软件将自动生成可给出准确答案的高品质网格，这样设计师可以有效评估系统整体性能受到的影响。



SOLIDWORKS Flow Simulation 使用多个过滤器建模选项、复杂过滤器外壳和全面的 3D 可视化来处理富有挑战性的过滤器仿真。

检查 SOLIDWORKS Flow Simulation 中流体区域的一种二维方法是使用剖面图，剖面图描绘了一个穿过模型的平面上的流动。结果剖面图可使用任何结果参数进行显示，并且可创建轮廓图、ISO 线或向量等表示，也可以速度量和速度向量的组合进行创建。除剖面图外，3D 曲面图可轻松显示任何特殊的面，也可自动显示整个流体域。

SOLIDWORKS Flow Simulation 还为检查压降分析中其他感兴趣参数提供了强大的方法：总压力。在真实粘性流体中，流体流经设计轮廓时总压力会有损失。总压力梯度是指存在无法恢复的能源粘性损失的地方。使用 SOLIDWORKS Flow Simulation，设计师可以轻松定位这些部分并集中精力改进它们，以优化设计的总体流动。



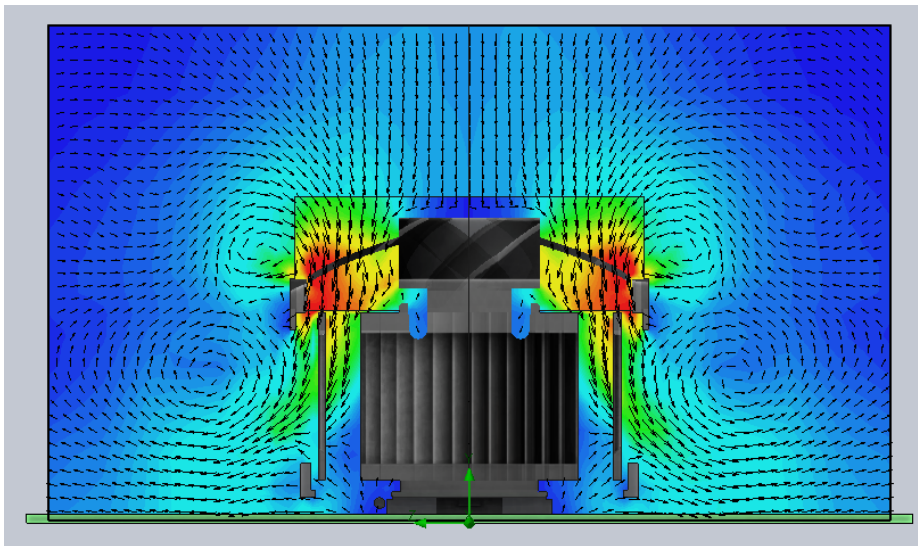
SOLIDWORKS Flow Simulation 可用于确定泵效率并优化零部件设计，如外壳、叶轮、入口和出口部分。

求解这些压力流动问题是一个反复迭代的过程。查看初始分析结果后，大多数设计师想要修改其模型以探索不同情形，看看是否可以优化流动。SOLIDWORKS Flow Simulation 让这些假设分析变得轻松。在详细设计或物理原型创建之前，设计师可以探索设计备选方案、发现设计缺陷并优化产品性能。

这可以使设计工程师快速且轻松确定哪些设计有望成功、哪些设计不可能成功。

要检查备选方案，设计师只需在 SOLIDWORKS Flow Simulation 中创建实体模型的多个复制品，这些复制品将自动保留所有分析数据，如载荷和边界条件。修改实体模型时，工程师可以立即对其进行分析，而不必重新应用载荷、边界条件和材料属性。

使用传统 CFD 软件，每次几何体变更后有必要重新创建网格，该过程通常需要耗时的手动干预。相比之下，SOLIDWORKS Flow Simulation 软件可在修改的几何体上立即运行，同时创建新网格并使用之前定义的边界条件。因此，从变更几何体到运行解算器和检查结果步骤大大加速。



通过其多个精密参考框架模型，SOLIDWORKS Flow Simulation 可以模拟复杂风扇特性、描绘风扇设备周围的流场和压力场并确定需改进能源效率和噪声输出的潜在区域。

该软件还有助于参数研究，例如，运行各种壁厚情形的算例，以确定最佳厚度。通过以上方法，SOLIDWORKS Flow Simulation 可加速迭代设计流程，同时允许工程师快速且轻松将从分析中所获知识纳入到改进的设计中。

验证与确认

SOLIDWORKS Flow Simulation 提供可验证设计的可靠的确认功能。发布 SOLIDWORKS Flow Simulation 新版本前，研发工程师使用 300 项测试来验证该版本。基于这一严格的确认套件，SOLIDWORKS Flow Simulation 提供立即可用的 26 个辅导性基准示例。例如，设计师可以使用这些基准示例来验证带有双向/单向扩展和平行壁的 2D 通道中的流动。或者，他们可以确认 CFD 的经典压降基准：3D 正方形管道 90 度弯曲中的流动。

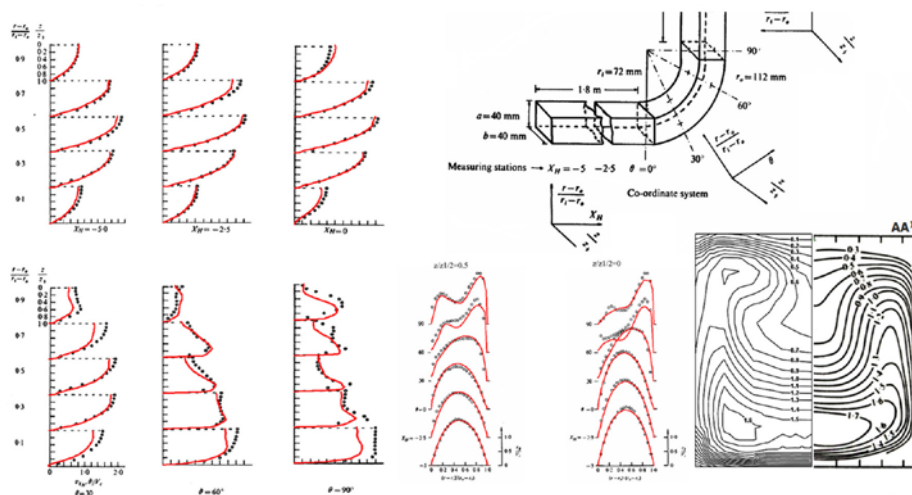


图 3：不同经度平面上不同横截面的速度分布。此示例中 SOLIDWORKS Flow Simulation 验证与试验结果相当一致，它显示了 3D 正方形管线 90 度弯曲的流动。

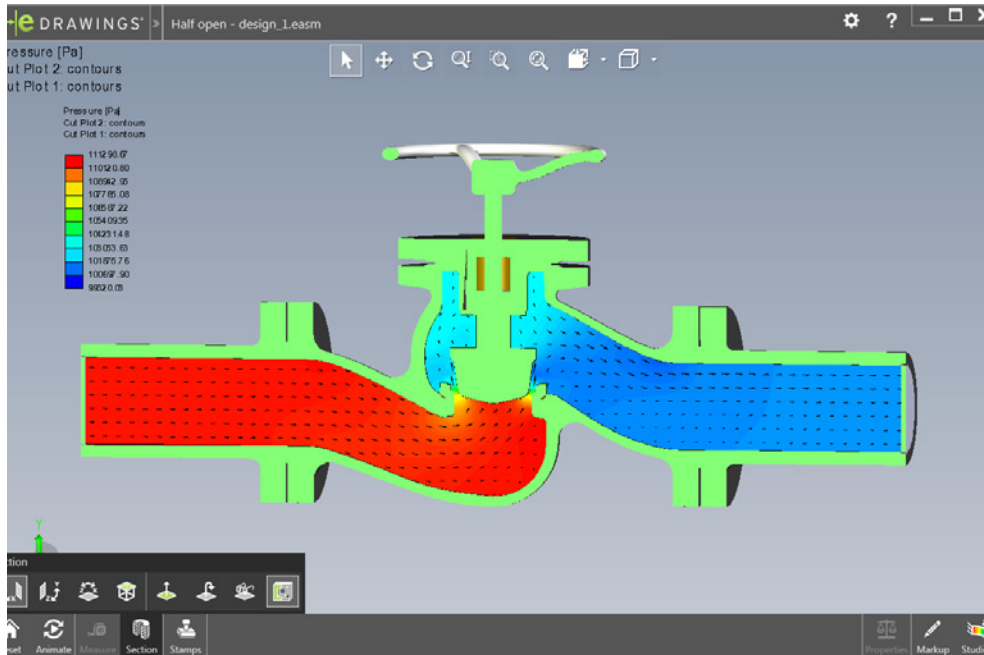
图 3 高亮显示了此类设计中次级湍流流场活动的 SOLIDWORKS Flow Simulation 确认结果与试验数据之间的强相关。

交流

一旦结果可用，产品工程师需要向其他人报告其结果。SOLIDWORKS Flow Simulation 与 Microsoft® Word® 和 Excel® 完全集成，这使工程师可以创建报告文档并从任何 SOLIDWORKS Flow Simulation 项目的图解中收集重要数据。另外，它将自动创建总结分析结果的 Excel 电子表格。

通过使用 SOLIDWORKS Flow Simulation，产品工程师可以创建自定义报告，包括边界条件、材料属性、网格定义和结果图解，该报告将自动保存在 word 文档中。该报告是有价值的项目资产且通常由您的数据管理系统存档。

更高一级的交流将能够以 3D 形式交流仿真结果，因此对于所有相关人员和同事来讲更加直观。以 3D 形式交流结果的最佳方式是通过 eDrawings —— SOLIDWORKS 的 3D 交流工具。产品工程师可以 3D 形式保存其 CFD 结果，这样其同事便可在任何设备上进行检查。



eDrawings 中的 CFD 结果交流

现实设计师

使用 SOLIDWORKS Flow Simulation，设计师可以专注于改善产品性能和功能，而无需成为全职的流体力学专家。通过过去几年的积累，以下现实示例展示了 SOLIDWORKS Flow Simulation 在帮助设计师满足紧张交付期限、获得更高质量和/或最大化降低成本方面的作用。

使用 SOLIDWORKS Flow Simulation 消除调节阀开发的压力

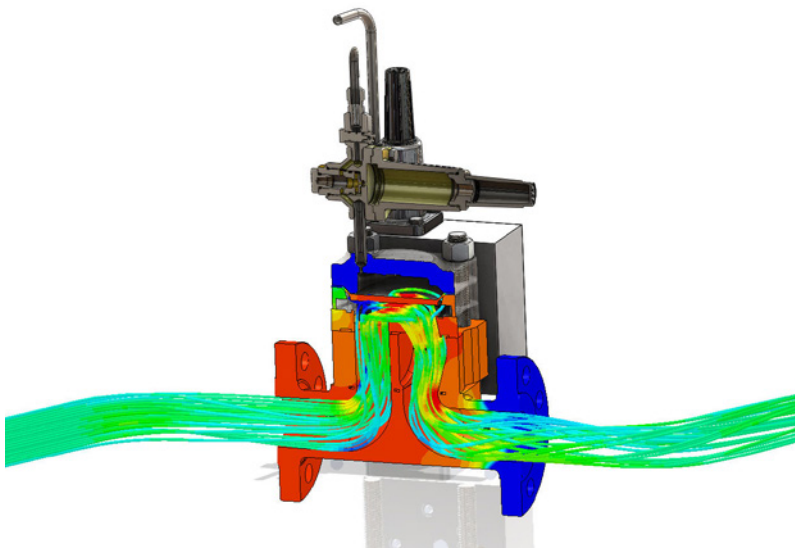
无论是水、天然气、原油或腐蚀性化学物质，只要是液体或气体通过管道系统进行传输时，就可以通过增压泵活动对其施加压力。自来水、石油天然气和化学公司依赖各种安全阀和调节器来调整压力、避免管道破裂和停止流体输送。为了试图防止紧急情况，应购买有经验的制造商提供的压力调节器。

这就是许多能源公司和公共事业部门选择 Dresser, Inc. 作为其压力调节器供应商的原因。Dresser, Inc. 创建于 1880 年，已服务能源行业超过一个世纪。2005 年，该集团决定重新评估其 3D 设计工具，以加速开发。其特别需要利用集成仿真功能，使用流体仿真以更好地了解流体在其调节器内部的流体运动和流动对产品性能的影响。如此实施后，该公司缩短了其开发周期、实施了更有效的原型技术，并充分利用了仿真技术。例如，Dresser 能够将其全新 1 英寸快闭气体安全阀的开发周期缩短 50%。

利用 SOLIDWORKS Flow Simulation，该公司的设计师使用流体仿真结果来优化设计。这不仅提高了产品性能，也减少了与长期原型制作和测试要求有关的时间和成本。

“借助 SOLIDWORKS Flow Simulation 软件，我们可以深入洞察压力容器内的情况。” Dresser 压力调节组的 3D 设计师、CAD 管理员兼 PDM/PLM 管理员 Ben Bailey 强调说，“我们的一些水击泄压阀相当大，有三辆小汽车那么重，并且要处理巨大的压力。相比之下，其它产品相当小，例如我们的 1 英寸快闭阀。在限制液体和气体流动方面我们拥有丰富的专业知识。SOLIDWORKS Flow Simulation 使我们可以确切了解将流经某个阀门的气体量以及设计更改对流动的影响。”

“我们可以在大约 15 分钟内运行流体仿真，与在实验室花费半天时间获取的结果信息并无差异。” Bailey 补充道，“我们仍进行测试以强化分析结果的准确性；但是通过此功能，我们所需测试的数量已大大减少。”



使用 SOLIDWORKS Flow Simulation，Dresser 的工程师可快速了解设计更改对气体和液体流动的影响，不必承担测试费用。

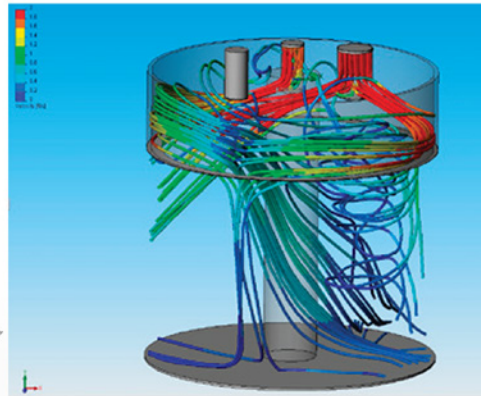
使用集成式 CFD 解决方案的先进水处理技术

当 ClearStream Environmental, Inc. 于 2002 年进入水处理市场时，该公司以多种方式逆行业潮流而上。ClearStream 并非采用其竞争对手几十年来所使用的发展方法，而是拥抱创新理念并致力于使用 3D 设计和仿真工具。水处理系统开发人员不仅仅希望现有设备用于自来水、废水和工业处理领域，还试图通过提升传统设备的效率以及实现顶尖水处理系统设计最终达到增长业务的目的。

集成式 CFD 解决方案不仅能够使 ClearStream Environmental 实现其目标并增长业务，还可使该公司对既定行业标准进行改进。使用 SOLIDWORKS Flow Simulation 软件，工程师 Travis Kenworthy 展示了水沉积系统的历史流量孔大小和间距是如何效率低下。

“行业设计标准的基础是有缺陷的方程式。” Kenworthy 指出，“利用 SOLIDWORKS Flow Simulation 软件，我们能够对一些有关沉积系统设计的基础理念进行测试并能大幅提高性能，同时可以将水/污泥分离效率提高 25%。我们不是仅仅假设最佳方法的常见习惯做法，相反，我们能够使用 SOLIDWORKS Flow Simulation 进行详细仿真，以显示该流程实际是如何工作的。”

“因为更好地了解了所涉及的物理特性，所以我们开发了更高效的系统。” Kenworthy 补充道，“仿真功能可带来巨大的利益且使我们真正具有竞争优势。”



利用 SOLIDWORKS Flow Simulation 软件，ClearStream Environmental 能够对一些有关沉积系统设计的基础构思进行测试，这大幅提高了流程中的性能。

面向所有产品工程师的 CFD

对于流体流经产品内部的系统，压降是需要了解的重要特性。不幸的是，传统技术是通过耗费大量时间和金钱的物理原型测试来测量压降，且仅凭经验或估算。

SOLIDWORKS Flow Simulation 采用并行工程方法，以此摆脱传统束缚。通过并行工程，产品工程师能够准确分析复杂系统和零部件压力，以确保产品最终完成前的可靠性。例如，使用此方法并在各种流动型态上使用假设情形便可探索出与压力相关的参数。

凭借 20 年的历史沉淀，SOLIDWORKS Flow Simulation 使得每位产品工程师能够评估其设计在真实条件下是如何工作的，并在设计时执行分析，使您信心十足地做出重要设计决策。

我们的 **3DEXPERIENCE** 平台为我们服务于 12 个行业领域的品牌应用程序提供了技术驱动，同时提供了一系列丰富的行业解决方案经验。

3DEXPERIENCE® 公司达索系统为企业和用户提供了可持续构想创新产品的虚拟空间。本公司全球领先的解决方案转变了产品的设计、生产和支持方式。达索系统协作解决方案促进社会创新，实现了更多通过虚拟世界改善现实世界的可能性。本集团为 140 多个国家/地区、各行各业、不同规模的 190000 多家客户带来价值。更多信息，请访问 www.3ds.com/zh。



亚太地区

Dassault Systèmes
ThinkPark Tower
2-1-1 Osaki, Shinagawa-ku
东京 141-6020
日本

美洲

Dassault Systèmes
SolidWorks Corporation
175 Wyman Street
Waltham, MA 02451 美国
+1 781 810 5011
generalinfo@solidworks.com

Dassault Systèmes
(Shanghai) Information
Technology Co., Ltd.

+86 400-818-0016
infochina@solidworks.com