

# 新一代设计

全新的建模技术如何提高中小型企业的  
设计效率

LIFECYCLE

INSIGHTS

## 从此告别工程生产力下降的局面

如今，中小型企业工程师必须高度重视时间这一概念。确切地说，工程师有太多的工作需要去做，还肩负着所有设计职责。他们必须与客户、供应商及合作伙伴开展协作，还必须在制造车间花时间确定并解决存在的 product 问题。当然远不止这些。在工作期间，工程师必须保持高效。

工程师肩负的一个主要职责是构建设计的数字几何，用于检查外形和结构。其对分析起着至关重要的作用。它有助于生成驱动 CNC 机械的刀具路径，并用于设计工程图。设计几何体是许多下游活动的来源。

近来，设计几何体的生产效率大幅提高。通过参数化建模，工程师可以根据尺寸受控的特征细致地捕捉设计意图，从而加快进行智能的更改。通过直接建模，工程师可以快速、轻松地推拉和拖动设计几何体。这两种建模方法对工程师都很有用。

遗憾的是，某些设计活动并不具备先进的生产力。对于现有组件进行数字扫描并另存为网格几何体的逆向工程，仍然极度缺乏有效的支持。创成式设计利用计算机软件方法生成备选设计方案，然后输出网格几何体。同样依赖于网格几何体的 3D 打印活动也需要进行修改。所有这三个活动均利用镶嵌面数据，然而参数化建模和直接建模不适用于此类几何体。

但是，处理网格几何体所需的技术确实存在。通过小平面建模，工程师可以微调网格质量并添加或删除材料。直到最近，主要问题在于参数化建模、直接建模和小平面建模的组合仍未合并到一个计算机辅助设计应用程序中。因此，工程师必须在这些独立的软件工具之间来回移动几何体。这会导致转换错误的发生，用户也因此需要了解多个应用程序接口。因此，这些活动需要投入大量时间，工程师的生产效率也随之下降。

幸运的是，市场上涌现出了许多可弥补这一缺陷的新解决方案。现在，有些 CAD 应用程序已将参数化建模、直接建模和小平面建模集成到一个环境中。这些产品势必可提高中小型企业工程师的生产效率。

本电子书旨在更深入地探索这些主题。我们将概述中小型企业工程师当前面临的各种挑战、更多需要支持的设计活动、传统解决方案及其弊端以及革新解决方案及其优势的更多详细信息。

如今，工程师无法承受生产力下降的苦果。集成参数化建模、直接建模和小平面建模功能的 CAD 应用程序拥有巨大潜力，可恢复生产力。

## 责任太重，时间太少

中小型企业的每个成员几乎都须身兼多职，承担诸多职责。这些企业的工程师也不例外。

### 身兼数职的工程师

在大型企业中，许多工程师在设计和开发流程的某些方面专业化程度极高。例如，分析师一整天除了运行仿真外，可能很少做其他工作；又或者，工程师可能只负责测试。您会注意到一群工程师只负责开发新产品概念，而其他工程师可能需要管理供应商的设计及其与开发流程的集成。这些工程师通常都是技术娴熟的专业人士，有明确的设计职责。

中小型企业的工程师不可能这样奢侈。由于企业人数较少，因此工程师必须身兼数职。这就意味着他们不仅要扮演多重角色，还要应对五花八门的日程安排。今天，他们可能一直坐在办公桌前进行设计工作，但明天他们就会外出审查供应商的设计。第三天，他们可能会运行仿真，然后准备进行物理测试。这些工程师是全能的多面手，他们必须承担全部的设计职责。

由于小型企业的工程师必须身兼数职，因此他们使用所需的各种软件工具完成这些任务。因此，他们负责开发新设计，然后通过参数化建模配置旧设计、通过直接建模修改传统设计并通过小平面建模操控网格几何体。

由于这些工程师的日程排得很满，因此很难抽出时间学习和重学专业应用程序。CAD 软件应该是他们的一大助力而非障碍，所以包办一切的工程师只需一款可充分支持所有活动的工具。

### 整合 IT 职责

中小企业面临的另一个工程现实就是 IT 部门相对独立。在大型企业中，通常有一群经理负责集中安装、更新和维护 CAD 等软件应用程序。在小型企业中，工程师必须亲自处理这些任务。

考虑到其工作负载，软件安装和更新占用了用于产品设计和开发的时间。尽管通常是大型企业推崇合理调整软件应用程序，小型企业的工程师却从此类举措中获益最多。对于工程师而言，如果仅仅出于避免更多软件应用程序的 IT 管理之目的，使用一种技术达到两种或三种其他技术的效果，这就是胜利。这些工程师进行 IT 整合相当有必要。

## 依赖于网格几何体的设计方案

产品工程设计可能包括使用参数化建模开发许多新设计。此外，很多企业都在尝试大量采用直接建模，提高设计重用率。最后，第三类与网格几何体相关的工作利用小平面对建模。本节介绍需要处理网格几何体的情况。

### 逆向工程

作为最传统的开发实践之一，逆向工程是指从现有物理对象或产品中提取设计几何体的过程。目的在于开发新设计，改进现有组件，或者开发新组件，拟合现有组件。在任何情况下，如果不存在现有产品的设计表示，逆向工程就必不可少。例如，如果产品制造商不复存在，或者如果产品开发于数字时代之前，则设计可能不可用。无论需要逆向工程的原因如何，企业都必须从现有产品入手逆向思维，根据对象开发设计。

此类组件的逆向工程可能涉及对现有产品进行研究、物理测试和拆卸，从而了解其具体功能。最终，需要为传统下游开发活动（例如，采购、制造、质量等）生成某些数字 3D 表示。生成该数字表示通常涉及 3D 扫描。

扫描实物时，单个传感器对产品进行数千次扫描并生成点云。然后，建模软件在这些点之间创建平面，从而生成网格几何体。

逆向工程涉及许多排列，具体取决于最终目标。这些目标包括：

- **扫描 – 表面**：在这种情况下，工程师需要扫描实物并开发数字 3D 表面模型，目的也许是将其集成到使用参数化建模和直接建模创建的设计中。
- **扫描 – 打印**：在这种情况下，工程师需要扫描实物，然后使用 3D 打印生成物理副本。有趣的是，这种方式完全跳过了传统建模方法。
- **扫描 – 刀具路径**：在此用例中，工程师需要扫描实物并使用传统加工方法复制产品。

请注意，这些情况发生时，可能就需要进行修改。工程师可以扫描实物，且需要添加孔、加强筋或所需的其他几何体类型进行安装或连接。在此类情况下，在传统 CAD 应用程序中处理网格几何体便会脱节，因为这些应用程序未能提供正确的功能组合。

## 创成式设计

与逆向工程相反，创成式设计是一项最新的技术驱动进步。广义的概念是软件工具可以基于约束生产给定数量的备选设计方案。此功能利用拓扑优化等功能，拓扑优化运行结构仿真并删除不带载荷的材料。但是，创成式设计还模拟自然界中出现的行为，例如，复制菌落生长或骨架演化行为，以优化强重比。创成式设计应用此类行为自动生成其他设计可能性。当今的工程师日程繁忙，若可为其提供一款可提供备选方案的自主代理将大有裨益。

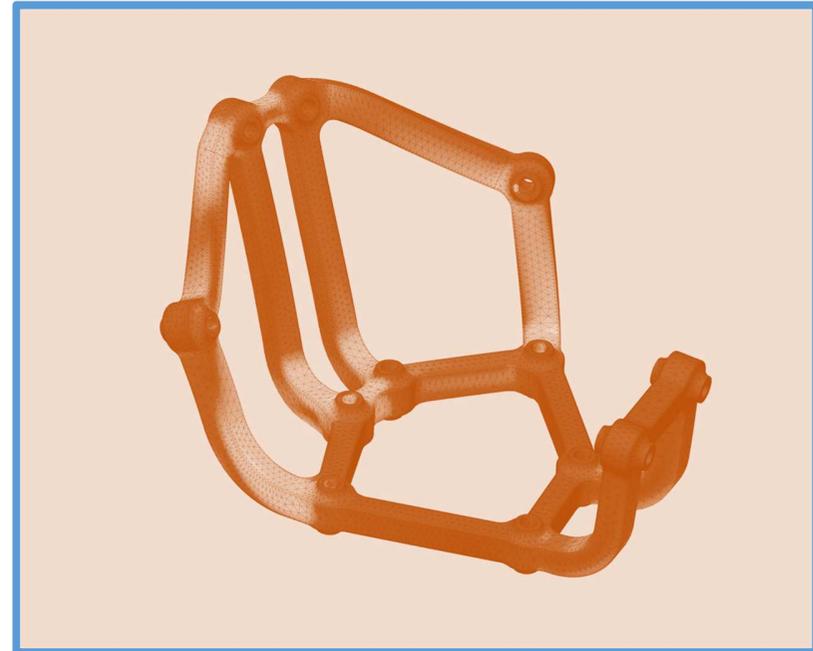
目前，创成式设计以有限元分析为基础，后者将设计分解为许多元素和顶点。删除材料时，软件实际上是在删除不带载荷的元素。与逆向工程非常类似，此设计研究最终输出网格几何体。

一旦工程师选择创成式设计生成的任一设计，他们需要将其用于开发流程的其余环节。其中一些用例包括：

- **网格 – 表面**：在此活动中，工程师需要根据网格几何体开发传统三维模型。如果工程师想要将创成式设计结果与使用参数化建模和直接建模功能创建的设计相集成，可能会发生这种情况。
- **网格 – 打印**：在这种情况下，工程师需要使用 3D 打印功能（而非加工方法）打印设计。

- **网格 – 刀具路径**：在这种情况下，工程师需要使用加工方法生成创成式设计工作的网格几何体。

与逆向工程一样，这些情况发生时，可能就需要进行修改。可能需要添加孔、型腔、加强筋等进行装配。其他特征可能需要删除。此外，通过这种方式开发的组件也可能会与装配中的边界表示模型并排放置。如同逆向工程一样，在传统 CAD 应用程序中处理网格几何体已脱节，因为它们未提供正确的应用程序组合。



## 3D 打印

3D 打印是指通过叠加应用众多薄层材料从三维模型创建实物的生产过程，这是近来设计领域最激动人心的进步之一。如今，工程师通过 3D 打印快速创建原型，某些制造商利用该过程制造生产组件。

3D 打印的输入是网格几何体。这意味着工程师必须导出其三维模型（无论模型是通过参数化建模、直接建模，甚至是小平面建模方法构建均如此），并将其导出为网格几何体。发生这种情况时，工程师可能需要通过提高网格质量或添加/删除孔和加强筋等几何项修改输出。同样，这是传统 CAD 应用程序的短板所在。它们不能轻松处理网格几何体。

## 与供应商交换设计

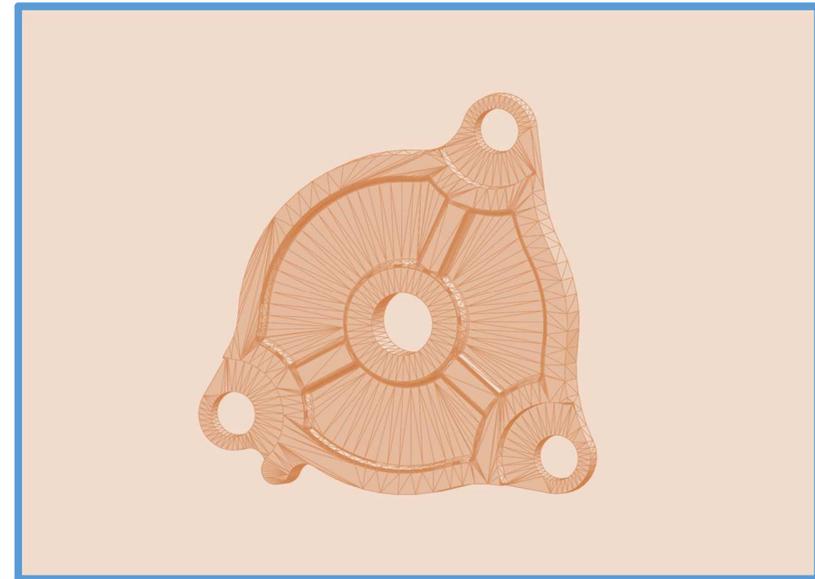
此外，当工程师与供应商或零件供应商网站交换设计数据时，更需要处理网格几何体。某些公司已经转向共享网格几何体模型，而不是共享本地 CAD 文件（有时这些文件包含设计智能知识产权）。这一点尤其适用于使用标准现成组件的装配。因此，工程师必须将该网格几何体融入其设计。

同样，工程师可能需要进行修改，将这些模型嵌入自己的设计。传统 CAD 应用程序无法做到这一点，因为它们不能处理网格几何体。

## 要点

总而言之，在 4 种不同的情况下，工程师均必须处理网格几何体。通过逆向工程，工程师可以扫描输入实物进行复制或作为开发新产品的基。创成式设计基于约束自主生成备选设计方案。通过 3D 打印，工程师可以快速、轻松地打印零件。某些供应商选择以网格几何体的形式提供数字模型。

在所有这些情况下，工程师不仅要能够导入此类网格模型，而且还必须能够对其进行修改。传统 CAD 应用程序缺乏此功能，迫使工程师采用会降低生产效率的专业应用程序。他们需要涵盖参数化建模、直接建模和小平面建模功能的 CAD 应用程序。



## 使用传统解决方案导致工作流程脱节

网格几何体正逐渐成为通过逆向工程、创成式设计、3D 打印以及供应商交换设计等方式进行设计的一个主流要素。当然，工程师可以采用一些传统技术处理这些类型的设计。不过，使用这些传统工具往往会导致工作流程脱节。

### 建模功能

如前所述，有两种一般形式的传统几何体建模。通过参数化建模，工程师可以使用参数化尺寸控制按特征构建模型。另一方面，通过直接建模，工程师可以通过推拉或拖动来修改现有几何体。这两种建模方法均可处理“边界表示”，其中几何体由平坦或平滑曲面表示。

与之相比，网格几何体包含点云，用于表示设计的外表面。某些 CAD 应用程序通过创建平面三角形或梯形并将它们一起缝合到“无间隙”实体中，将此点云转变为实心几何体。通过小平面建模，工程师可以调整生成的网格质量并通过添加或删除材料来修改此几何体。

用于构建三维模型和其他项目的传统 CAD 应用程序通常使用参数化建模和直接建模的某种组合，这两种建模方法均会生成边界表示。遗憾的是，很少有应用程序同时提供小平面建模和这些传统功能。

由于大多数 CAD 应用程序都无法处理网格几何体，因此工程师必须转而采用其他解决方案。某些独立的专业应用程序提供小平面建模。从理论上来说，工程师可以结合使用传统 CAD 应用程序与这些专业应用程序。但是，这种做法有很多缺点。

### 学习和重学应用程序

评估使用一种或多种技术的任何优缺点时，必须牢记背景。如前所述，中小型企业的工程师肩负着很多职责。甚至，他们并非总呆在办公桌前。如果需要完成一项任务，他们必须做到高效。否则，生产效率会因此降低。

使用两种独立的软件工具处理设计几何体的主要缺点在于，工程师必须了解如何使用这两种工具。这意味着前期需要投入大量时间。但事实上，他们可能只是偶尔需要处理网格几何体。如果工程师有三个月的时间没接触该专业应用程序，但突然要使用该应用程序完成任务，通常必须重学具体用法。他们必须再次经历学习过程。如果再过一个月，工程师必须重新使用该应用程序，可能需要付出同样的心血。对工程师而言，这不仅会降低生产效率，还会给开发项目带来重大挫折。

## 脱节的设计流程

---

无论工程师在开发期间使用多少设计工具，最终都是为买家、机械师、测试员等下游参与者提供单个模型。这意味着必须以某种方式合并传统 CAD 应用程序和专业应用程序中完成的任何工作。

如果您熟悉 CAD 应用程序之间的几何体交换，那么您也应该熟知存在的问题。将模型从一个软件系统移动到另一个软件系统通常会导致表面、线或点未对齐或丢失。这会“打破”模型，因为它无法再表示设计。因此，每次在不同类型的软件之间移动几何体时，工程师都必须解决这些问题。

在传统 CAD 应用程序和专业应用程序之间来回移动几何体没有区别。这种切换也存在同样的问题。结果导致工程师浪费更多时间，给开发项目带来重大挫折。

## 管理其他软件应用程序

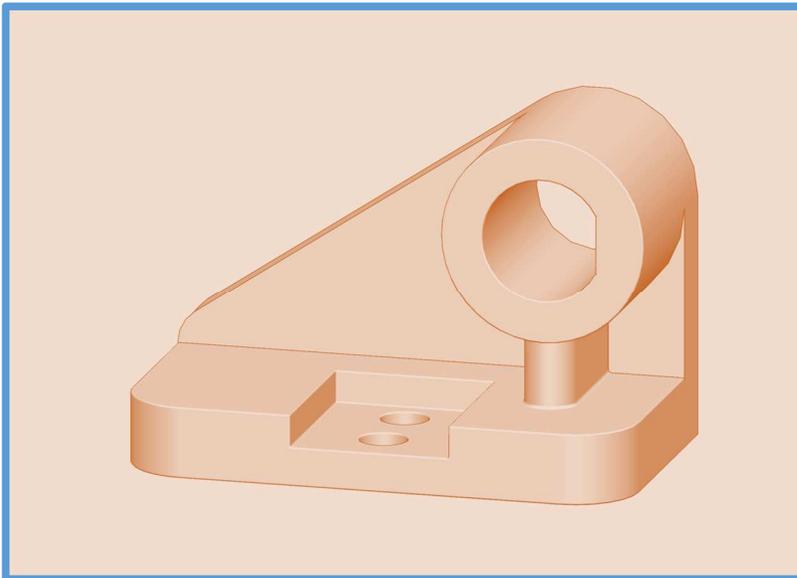
---

如前所述，在中小型企业中，工程师通常必须兼任自身的 IT 经理一职。在大型企业中，合理调整软件工具可为这些工程师带来无可比拟的益处。

从这一角度来看，安装、升级和维护专业软件应用程序会给原本已焦头烂额的工程师带来另一沉重负担。他们用于设计和开发的时间便随之减少。

## 要点

从理论上来说，工程师可以结合使用传统 CAD 应用程序（进行参数化建模和直接建模）与专业应用程序（进行小平面建模）。不过，使用这些工具会带来许多问题。工程师必须花时间学习和重学专业软件。他们需要在这些工具之间来回移动设计几何体。他们还要管理类似的软件工具。所有这一切将耗费更多的时间，降低其生产效率，导致开发进度延迟。



## 革新解决方案的集成工作流程

如果工程师被迫使用两个或多个应用程序处理网格几何体，其生产效率将大打折扣。可喜的是，某些 CAD 应用程序已经扩展其几何体功能，可提供一整套参数化建模、直接建模和小平面建模工具。通过这些工具，工程师可以根据任务需要混合搭配这些功能。它支持以下方案：

- **网格几何体与边界表示**：对于新的小平面建模功能，网格几何体不需要转变为边界表示几何体。相反，可以根据需要对其进行修改，并与通过参数化建模和直接建模生成的模型搭配使用。通过逆向工程和创成式设计生成的设计可以轻松嵌入传统模型。
- **将网格几何体投入生产**：过去，工程师必须先将网格几何体转变为边界表示，然后再进行修改、打印或加工。现在，工程师不需要采取额外步骤，可直接修改网格几何体，并根据需要添加或删除材料，然后将其用于 3D 打印或加工活动。这样一来，完全扭转了过去耗费大量时间的局面。

- **调整模型进行 3D 打印**：此类集成技术支持的另一种方案是调整或修改网格几何体，做好 3D 打印准备。在这种情况下，工程师可以修改模型，甚至是更改网格几何体的质量，然后将其发送到 3D 打印机。过去，必须先要将模型转变为边界表示。现在，此步骤可以省去。

利用单个 CAD 应用程序中的这些功能，中小型制造企业的工程师将获得显著收益。他们不必学习和重学其他软件应用程序，也不必安装和维护其他技术。他们可以自由地混合搭配最符合需求的建模功能，而不受任何影响。最重要的是，他们无需再牺牲生产效率。

如今，与大型企业的工程师相比，中小型企业的工程师职责范围涵盖设计、IT 以及其他诸多领域。即便如此，他们也面临着同样紧张的日程安排，因此生产效率对于工程师和企业都十分关键。

## 网格几何体设计方案

参数化建模和直接建模是非常强大的设计功能。但是，网格几何体正逐渐成为主流，因为工程师利用逆向工程创建现有设计的数字表示，并利用创成式设计生成更广泛的备选功能，从而打造更优质的产品。通过 3D 打印，可以更快速地创建原型，甚至是制造零件。供应商提供网格几何体模型的频率增加。所有这些方案都依赖于网格几何体。但是，将这些类型的模型与通过参数化建模和直接建模方法生成的边界表示几何体相集成同样重要。

## 脱节的传统工作流程

如今，大多数 CAD 应用程序仅提供参数化建模和直接建模功能。这意味着工程师必须改用专业应用程序才能处理网格几何体。这给工程师带来的挑战不小，一旦需要处理网格几何体，他们就必须学习、重学其他这些工具。在两个应用程序之间来回移动模型时，几何体频繁遭到打破，这也带来了不小的挑战。这同样意味着工程师必须安装、维护和升级其他软件应用程序。

## 集成的革新工作流程

可喜的是，某些 CAD 应用程序已将参数化建模、直接建模和小平面建模合并到一个集成环境中。这样，工程师便可处理网格集合体与边界表示几何体。此外，这还意味着他们无需将网格几何体转变为通过参数化建模和直接建模创建的传统类型。相反，他们可以直接操控网格几何体并将其用于生产或 3D 打印。此功能组合势必可帮助工程师摆脱如今许多浪费宝贵时间的情况，提高设计效率。

## 最终要点

一直以来，网格几何体始终被视为设计上的一个边缘案例。但是，它逐渐成为主流，工程师的生产效率却大打折扣。集成参数化建模、直接建模和小平面建模功能的 CAD 应用程序拥有巨大潜力，可通过采取渐进步骤提高生产效率。

© 2017 LC-Insights LLC



**Chad Jackson** 是 [Lifecycle Insights](#) 的一名分析师、研究员及博客作者，提供工程设计方面的深刻技术见解，涉猎领域包括 CAD、

## 总结和结论

CAE、PDM 和 PLM 等。

[chad.jackson@lifecycleinsights.com](mailto:chad.jackson@lifecycleinsights.com)