

使用小平面建模充分发挥 3D 打印优势

LIFECYCLE

INSIGHTS

设计周期的钟摆向后摆动…

过去十年，设计周期的钟摆向虚拟工具猛烈摆动。考虑到整体环境，这种趋势也在情理之中。数字化原型制作提供了一种快速检查设计外形、大小和功能的方法。相较于费时费力的物理原型构建，其优势不言而喻。此外，在开发流程早期，设计性能的虚拟检查可以加快迭代速度，从而加快设计周期。

然而，过去几年中，新兴技术表现出来的优势已使得设计周期的钟摆开始朝其他方向倾斜。3D 打印，即通过铺设材料层构建物理组件，已经越来越迅速、便宜和易用。这项技术被誉为重大的创新性突破，确实可以在几分钟或几小时内构建完成一个零件。

虽然 3D 打印在许多行业都有应用，但其对工程和产品开发特别有利。3D 打印可以用来补充虚拟原型制作工具，甚至可以直接作为低技术的替代方案。但 3D 打印对概念设计、详细设计以及原型制作和测试都有重大影响。

许多工程组织正在采用 3D 打印。但是，其中也不乏一些值得深思的问题。这项新技术需要由网格几何体组成的模型，这种模型使用小平面来近似精确几何体，作为输入。不过，传统的参数化和直接建模功能无法操作这种几何体，因此需要小平面建模功能。

大多数传统 CAD 应用程序只提供参数化和直接建模，迫使组织使用提供小平面建模的另一种建模工具来回转换模型。这种妥协往往需要极大工作量来修复转换过程中损坏的几何体。幸运的是，一种崭新的 CAD 程序在单一应用中提供了参数化、直接和小平面建模的组合，从而消除了上述大多数问题。

本电子书旨在提供关于这些主题和其他主题的深刻见解。您可以通过本书进一步了解有关 3D 打印及其在开发中的应用的详细

信息。其中还有使用两种 CAD 应用程序而非单一应用程序的相关信息。这些信息可帮助您将 3D 打印集成到您的开发流程。

多年来，虚拟工具已为工程组织带来巨大收益。现在，3D 打印通过构建快速、简单、低成本的物理原型制作，增强了这些虚拟功能。

开发流程中的 3D 打印

围绕 3D 打印的宣传可谓铺天盖地，它也确实不负众望。3D 打印在开发周期中具有巨大潜力。但在讨论用于准备打印模型的技术细节之前，首先要了解它在流程中的用法。本节将定义 3D 打印，解释利用 3D 打印时需要考虑的技术问题，并探讨其在概念设计、详细设计和原型制作阶段中的用法。

3D 打印：什么是 3D 打印？

3D 打印是一种使用增材制造方法构建物理组件的硬件技术。单个材料层依次铺设，逐层叠加，最终形成一个完整零件。3D 打印可以使用多种材料，其中包括塑料和金属。

材料的 3D 打印使工程师摆脱了传统加工工序的束缚，开辟了一种全新设计手段。举例来说，这意味着工程师可以设计出铣削或车削加工方法无法生产的中空或网格状组件。此外，融合增材和传统减材的新方法也在开发当中。人们当前正在研究材料在空间上不断变化的属性，让工程师不仅能够设计产品，还能够设计材料。

3D 打印的另一大优势是速度和易用性。3D 打印机可以像传统打印机一样放置在工程办公室中。不仅如此，一个零件只要几小时即可完成打印，提供了快速的原型制作方法。

需要注意的是，增材制造方法并非新鲜事物。然而，安全使用方面的限制、传统的高成本和材料限制都让这一技术无法成为设计主流。过去几年的进步已经克服了其中许多挑战。

技术考虑

从建模角度来看，工程师必须将其 3D 模型转换为 3D 打印硬件接受的输出，通常为 STL 文件。这些模型格式以及用于 3D 打印的其他模型格式由小平面模型组成。

小平面模型的平面近似于参数化和直接建模方法创建的精确几何体，这两种方法广泛应用于设计流程。所产生的网格几何体是参数化或直接建模功能无法操控、修改或编辑的。而被称为小平面建模的特殊技术可以对这种几何体进行更改。

将设计流程创建的精确建模几何体过渡到 3D 打印所需的网格几何体，是实现这项全新技术的必要步骤。此外，工程师有时必须在使用 3D 打印生产之前修改 3D 扫描产生的网格几何体。这可能是为了移动、添加、甚至移除孔、槽和其他几何体。

概念设计中的 3D 打印

在概念设计中，工程师形成一系列可能满足手头外形、大小和功能要求的构思。起初，他们只是想要寻找一种能够满足这些要求的设计。随后，工程师根据设计在更大范围产品或系统中发挥的作用，探索更多备选方案或转向其他设计。

3D 打印在概念设计中的应用充满潜力。这项技术让工程师和其他产品开发人员能够与仍然完全虚拟的设计进行物理交互。虽然工程师可能拥有良好的空间可视化功能，但概念设计中的其他重要人员可能没有。打印零件并让这些人员进行物理交互，比在屏幕上展示更有效。

从设计角度来看，也存在有价值的应用。打印多个预期概念，可以使工程师在物理设计研究中进行比较。完全使用条纹图颜色打印结构仿真的结果，可以更准确地可视化结果。此外，打印出整个系统的缩小模型并用易于解读的颜色编码，即可打造一个中央协同资源。它甚至可以随着时间的推移用新打印的零件更新，以确保准确性。

这些设计的数字化几何表示千变万化。其中一些使用自上而下的设计方法围住特定组件的体和空间。其他人则使用曲线、直线、曲面和其他简单几何体形成的 2D 或 3D 草图充实这些构思。但是，在此阶段，这些几何表示并非总是完全详细的 3D 模型。详细模型是在详细设计过程中创建的。

在概念设计中使用小平面建模是实现 3D 打印的关键。概念几何体导出为适合 3D 打印的格式后，工程师可能需要添加、移除或更改这些设计。他们还可能需要改进网格几何体的质量。小平面建模提供了这些功能。

总而言之，使用 3D 打印为工程部门和开发流程中的其他人员制作物理组件在很多方面都非常实用。



详细设计中的 3D 打印

在开发的这一阶段，工程师的设计概念经过审查并完全细化可供设计发布，从而确认设计完全可以满足外形、大小和功能要求。这需要工程师探索设计不同方面的选择，从而不断改进性能。对于那些试图寻求诸如重量、结构载荷、成本和固有频率之类互相冲突的要求的工程师而言尤其如此。

许多年前，要验证详细设计的外形、大小和功能，很大程度上依赖于原型和样机，而这些原型和样机的开发既昂贵又耗时。最近，工程组织已经广泛采用虚拟原型来实现许多相同的验证目标。而随着 3D 打印的普及，工程组织也得以同时利用虚拟原型制作和快速、低成本的 3D 打印。

有趣的是，3D 打印提供了一种检查许多产品特性的方法，这是虚拟原型所做不到的。在某些行业，产品质量必须通过其重量和手握时的平衡性来判断。美观和手感同样难以虚拟评估。有些产品的特色在于特定质感或手感。如果没有 3D 打印，这类物理检查很难实现。

在其他功能领域，3D 打印是比虚拟原型制作更容易实现的验证手段。毫无疑问，产品几乎可以通过任何可行的方式进行虚拟测试。您可以利用仿真来检查产品在某些负载下是否会破裂，是否容易受到激发或是否过热。但这些分析需要仿真应用、软件知识和领域专业知识才能成功完成。在 3D 打印组件上检查这些度量，需要的技术知识要少得多。对一些工程组织来说，3D 打印其实更合适。

在此阶段，设计的数字化几何表示是一种完全详细的 3D 模型。这些模型通常使用参数化和直接建模功能构建，产生的几何体光滑圆滑。详细设计的一项关键功能是将此类模型转换为可以发送到 3D 打印机的网格几何体。当然，还需要其他功能。工

程师需要能够修改此类小平面模型，以添加、移除或修改代表设计更改或可打印性改进的几何体。

总体而言，3D 打印特别适用于详细设计。它是虚拟原型制作的良好补充，也能独立提供价值。使用小平面建模操控网格几何体可以为工程师提供一组在详细设计中实现 3D 打印的重要功能。

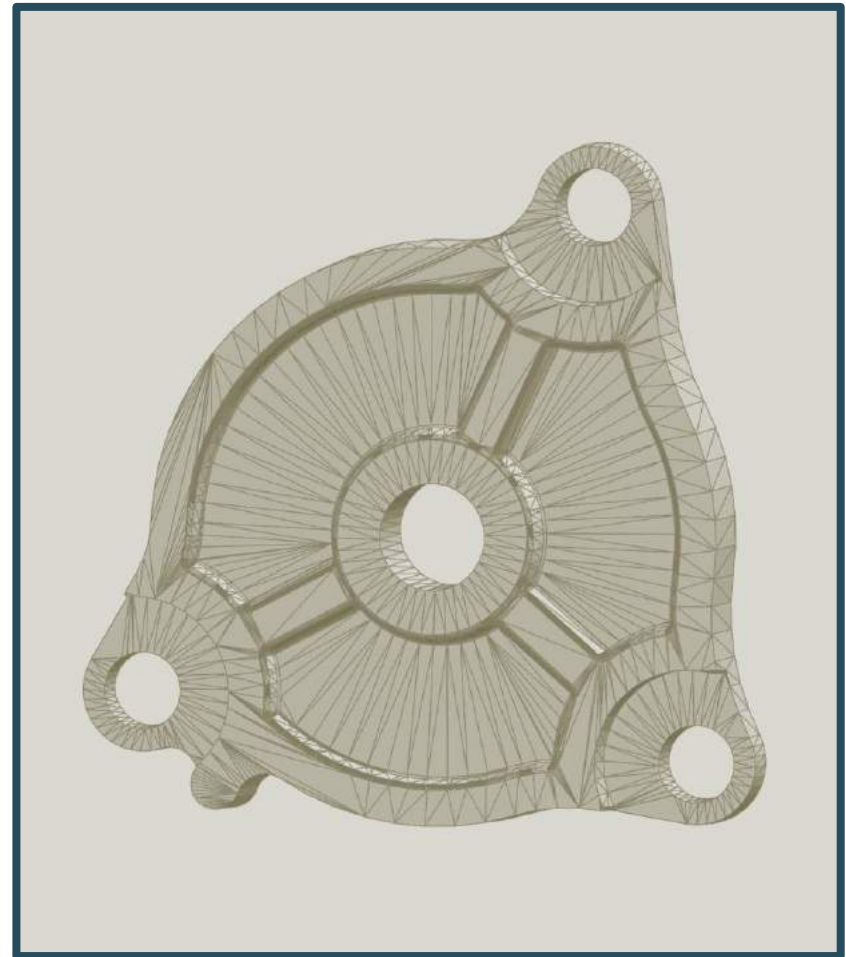
原型制作和测试中的 3D 打印

设计进入原型制作和测试阶段时，它会进行物理构建和测试。其目标是验证设计确实已经满足所有相关要求。此外，已经发布的设计如果出现故障可以重新进入此阶段。原型制作和测试可以用于在修改之前识别故障的根本原因。

3D 打印在原型制作和测试中具有广泛应用。随着生产材料（包括塑料和金属）打印能力的不断提高，3D 打印可用于创建适合此开发阶段的组件。事实上，与机械加工或其他制造方法相比，3D 打印是一种更快的零件开发手段。导出可打印的模型比生成 CNC 刀具路径更容易、更快捷。这可以进一步加快产品的总体开发速度。

然而，使用 3D 打印技术制作组件并不总是像按下按钮一样简单。在大多数情况下，3D 模型必须准备就绪。这可能包括对设计进行不会影响性能的轻微修改。还可能包括格点之类的支撑结构，以支撑组件中的悬挂材料。在这些情况下，个人需要有能力修改 3D 模型的网格几何体，进行添加、移除和更改。而这正是小平面建模的用武之地。这项技术可以实现此类更改，却无需在参数化、直接和小平面建模环境之间迂回迭代。事实上，这也是具有所有三种建模功能之单一环境的最重要优势之一。在一处即可实现更改，而不必在两个或多个应用之间跳转。

综上所述，3D 打印在原型制作和测试方面具有很大用途。它可以用来加快流程中的步骤。小平面建模也是一个重要的推动因素，因为它能够进行支持 3D 打印的修改。



包含两种应用程序的解决方案

在概念设计、详细设计以及原型制作和测试中，3D 打印代表了开发流程中的巨大机会。然而，使用多个未集成的软件应用（这在支持 3D 打印的过程中非常常见）会在数字工作流程中造成冲突。

两种几何体类型，三种建模类型

通常而言，传统几何建模采取以下两种形式中的一种：参数化或直接建模。参数化建模可使用参数化尺寸控件按特征创建模型。直接建模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，网格几何体包含大量用于表示设计外表面的点云。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增料或除料来修改此几何体。

如前所述，在某些情况下，工程师需要操控网格几何体，有时还涉及通过参数化和直接建模创建的几何体。在许多不同的开发阶段，工程师需要能够添加、移除和更改 3D 打印所用模型的几何体。

包含两种应用程序的解决方案

用于构建三维模型的传统 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。这种强劲的建模工具组合可以快速、轻松地用于制作物理组件，

以及开发设计概念或详细设计。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来完成工作。一些独立专业供应商，特别是那些提供激光扫描硬件的供应商，他们提供包括小平面建模在内的类似 CAD 应用程序。从理论上来说，工程师可以结合使用传统 CAD 应用程序与这些类似 CAD 的专业应用程序。但是，这种做法有很多缺点。

缺乏统一环境

在开发流程中，很多时候，工程师们都需要交替使用参数化、直接和小平面建模。例如，用户可以使用小平面数据，构建参数化特征，再次使用小平面建模之前，使用直接建模修改一些对象。如果这三种功能并不存在于同一软件应用程序中，那么设计师和工程师就无法完成这种工作流。相反，他们需要找到一种方式，在传统 CAD 应用程序与类似 CAD 的专业应用程序之间传递设计数据。

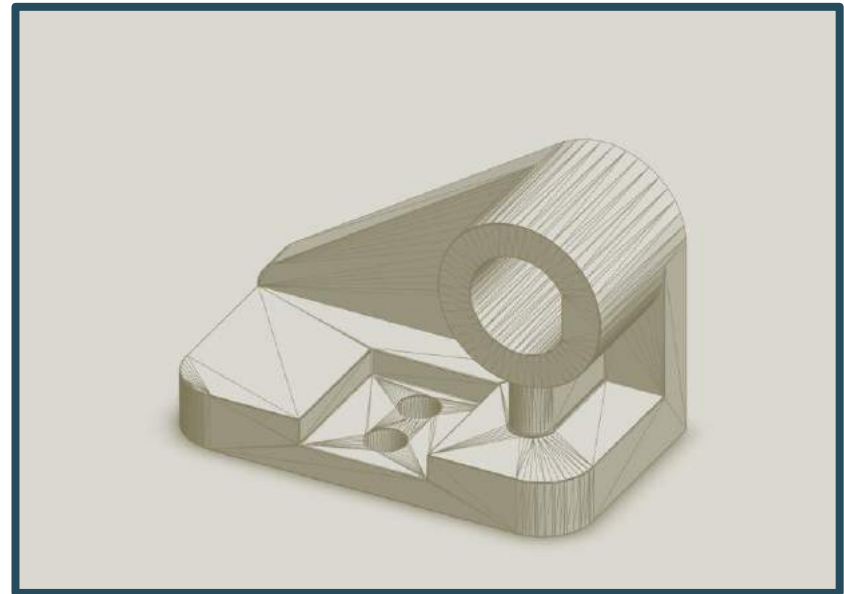
交换设计数据

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。将模型从一个软件应用程序移动到另一个应用程序通常会导致表面、线或点未对齐或丢失。这会在一定程度上破坏模型，因为它会与原始设计存在出入，并且每次在不同类型的软件之间传递几何体时，工程师都必须解决这些问题。

在传统 CAD 应用程序和类似 CAD 的专业应用程序之间来回传递几何体没有区别。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。

要点

工程师们也许可以结合使用传统 CAD 应用程序和类似 CAD 的专业应用程序进行 3D 打印设计，但不能保证数字化工作流程中不存在明显冲突。工程师们无法交替使用参数化、直接和小平面建模，这就限制了他们的设计自由。修复这两种软件应用程序之间交换的设计数据也会花费大量时间。虽然 3D 打印在开发方面具有大量优势，但其适用性会因使用两种独立的软件应用程序进行耗时且棘手的必要工作而有所减损。



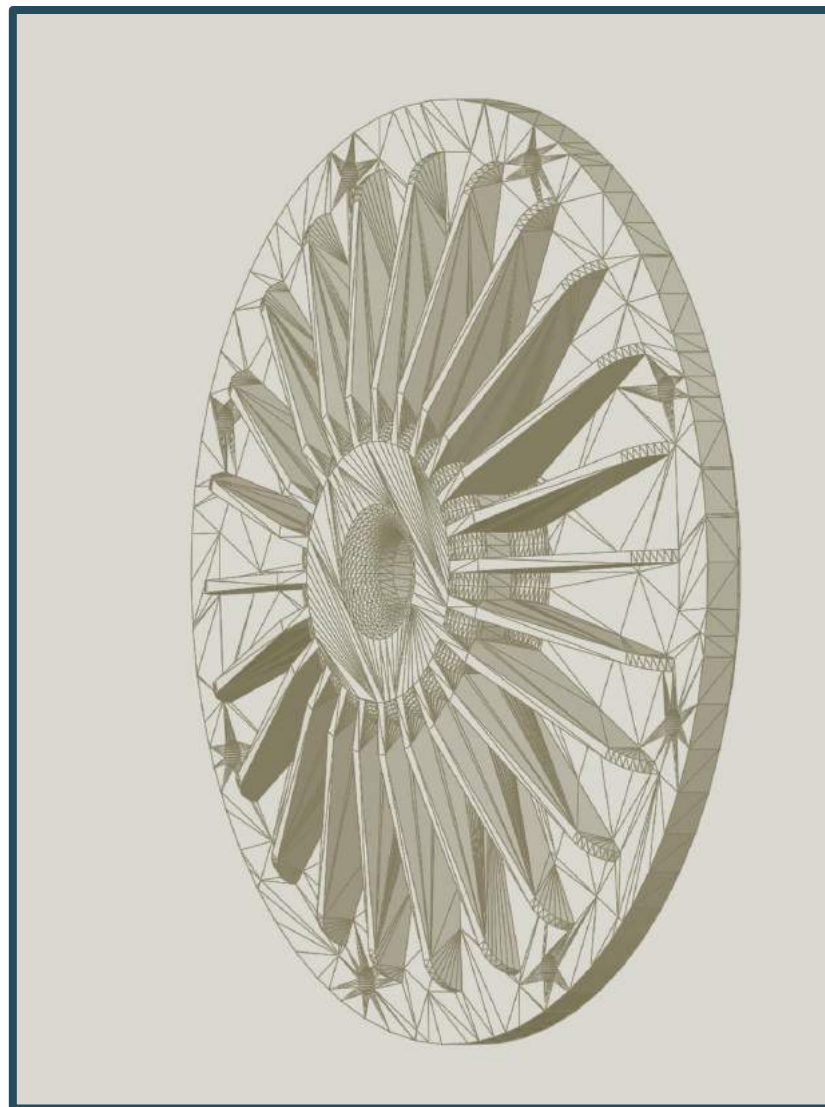
包含一种应用程序的解决方案

在过去的一年里，某些 CAD 应用程序已经扩展其功能，包括参数化建模、直接建模和小平面建模。3D 打印的关联因素很重要。

许多情况下，需要修改或调整设计才能进行 3D 打印。然而，具有网格几何体的模型可能是唯一可用的数据。过去，这一模型需要转换至 CAD 应用程序。完成转换后，用户便可使用直接或参数化建模方法修改模型，修改设计或添加支撑结构。然后，将此模型再次导出为适合 3D 打印的格式。使用包括参数化、直接和小平面建模的 CAD 应用程序，可以获得更改网格几何体需要的所有工具，从而省去了流程中的许多耗时步骤。

所有这些情况的一个要点就是，这种新型 CAD 应用程序的操作让工程师们可以避免：*交换设计数据*。由于所有这些功能都存在于同一环境中，因此无需在不同软件应用程序间转移 3D 数据、网格几何体或边界表示。所有这些工作都可以在同一环境中完成。工程师得以专注于设计，无需浪费时间修正几何体。

总而言之，将小平面建模融入参数化和直接建模，对于工程师利用 3D 打印处理开发流程相当有用。它避免了工作流中的大量数字化冲突，让工程师们可以专注于设计。



总结和结论

如今，3D 打印的机会是巨大的。它提供了快速制作物理原型的方法。它与用于虚拟原型制作的仿真工具一同构成了在开发中检查外形、大小和功能的有效方法。

开发中的 3D 打印

3D 打印是一种使用增材制造方法构建物理组件的硬件技术。单个材料层依次铺设，逐层叠加，最终形成一个完整零件。3D 打印可使用多种材料，其中包括塑料和金属。

从建模角度来看，工程师需要将其 3D 模型转换为 3D 打印硬件接受的输出，通常为 STL 文件。这些模型格式以及用于 3D 打印的其他模型格式称为小平面模型。

在整个开发过程中使用 3D 打印都能获得显著优势。在概念设计和详细设计阶段，它可以为通过比较进行权衡研究制作物理组件，获得无法用数字测量的特性，如纹理、平衡性和美感。在原型制作和测试阶段，它可用于快速生成物理组件，加快整个开发流程。所有这些应用都是对使用虚拟方法来测试设计外形、大小和功能的补充。

技术解决方案

用于构建 3D 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，这当中缺少小平面建模。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具有小平面建模功能的独立专用应用程序。工程师可以搭配使用这两款应用程序，但无法交换使用，而且必须要解决数据转换问题。

或者，某些 CAD 应用程序已经扩展其功能，将参数化建模、直接建模和小平面建模整合到同一环境。这些解决方案可以让工程师避免与双应用程序方法相关的问题。

最终要点

3D 打印提供了一种快速、简便且低成本的物理零件生产方法。不过，使用两种应用程序进行建模会招致种种问题，并可能因此削弱此方法带来的机会。幸运的是，提供了参数化、直接和小平面建模功能的 CAD 应用程序可以让工程师发挥 3D 打印的全部潜力。

© 2017 LC-Insights LLC



查德·杰克逊 (Chad Jackson) 是 [Lifecycle Insights](#) 的一名分析师、研究员兼博客撰写人，他时常分享工程设计方面的深刻技术见解，涉猎的领域包括 CAD、CAE、PDM 和 PLM 等。
chad.jackson@lifecycleinsights.com.