**472617**

课程 **Inventor** 助力 **BIM** 解决方案

邵纳
Autodesk

学习目标

1. 在 **BIM** 不同场景中灵活运用 **Inventor**
2. 定制不同细节等级的 **Inventor** 模型
3. 掌握常用的 **Inventor** 和 **Revit** 交互流程

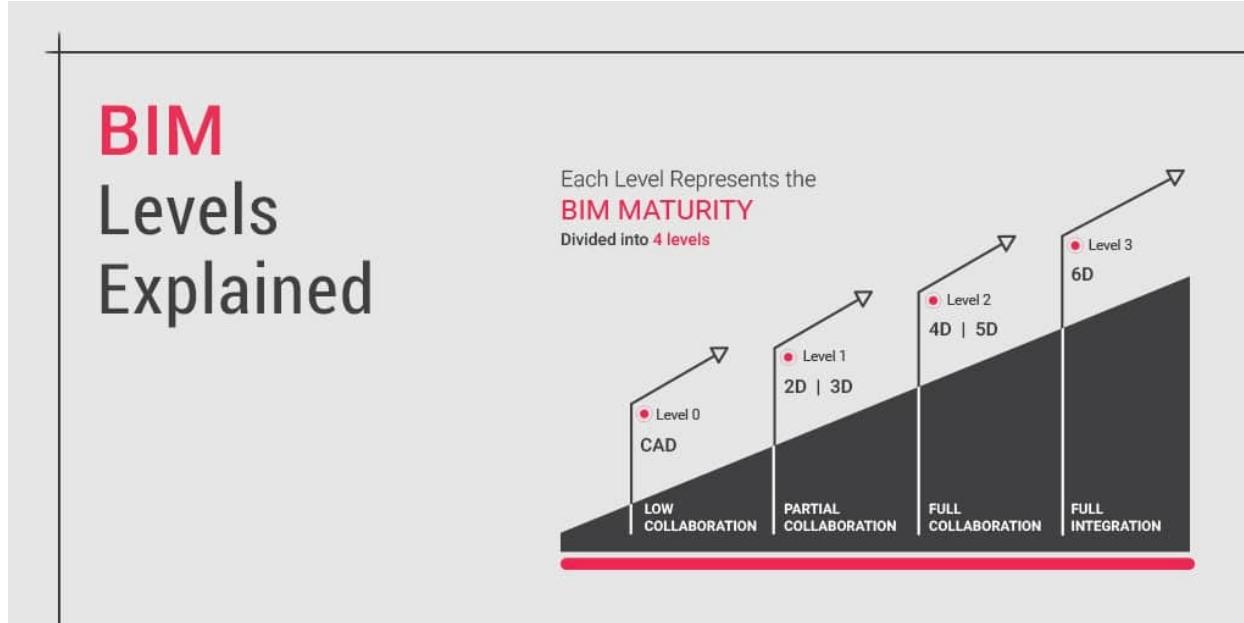
描述

在工程建设行业, 随着 **BIM** 技术的广泛应用, 对数字化模型的需求也越来越大。在项目的各个阶段, 都涉及到跟不同专业的协同合作。其中跟制造业的沟通更是重中之重, 比如设备定制、机电安装、预制加工等领域。制造业步入全 **3D** 数字样机的时间更早一些, 如何有效的依托制造业现有的成熟的 **3D** 技术, 为 **BIM** 工程助力是本课程要介绍的重点。如机械设备定制, 除去纯书面文字的沟通, 现有的协同可使用中间格式(**igs/stp** 等)将不同设计阶段的 **BIM** 建筑模型从 **Revit** 导出, 然后导入 **Inventor** 等机械设计类软件中为机械设备设计做设计参考; 但是一旦 **Revit** 模型发生变更则需要重新导出建筑模型, 然后再重新导入到下游设计, 中间的关联更新很难保证, 造成了大量的时间和精力上的浪费。反过来也是一样, **Inventor** 中设计的机电设备导入到 **Revit** 中, 进行机电安装工程布局设计和干涉检测等, 机电设备一旦发生设计变更, 也需要重新导入模型, 并进行手动的更新, 这些一直是两个行业间模型沟通的最大壁垒。**Inventor** 近年来专注于解决 **Inventor** 和 **Revit** 之间模型互转并保持关联更新, 新方案的应用可以极大的降低成本, 提高协同效率。

讲师

邵纳毕业于同济大学, 机械设计与制造研究生学历, 2006 年加入汉略信息科技有限公司, 于 2008 年并购入 Autodesk; 入职职务为产品设计师, 后更名为用户体验设计师, 目前为高级资深用户体验设计师。邵纳及团队立志于为用户打造最满意的产品和解决方案, 在解决专业问题的基础上, 提供最优质的用户体验. 她参与的项目包含, 模具设计模块、**AEC/BIM** 交互方案、设计简化、**T-spline** 自由造型、钣金多实体方案、**DWG** 导入与参照、草图/建模/装配易用性项目、**Inventor** 现代化方案等。邵纳及团队在产品开发过程中, 大量的进行用户调研和方案验证, 在各种线上线下活动中, 跟全球的客户保持密切的交流和沟通, 加速设计方案迭代, 跟用户共同打造更优质的解决方案。同时, 利用大数据, 进行多维度分析, 作出更精准的方案决策。

1. 协同式设计在 BIM 大背景下的重要性



当前全球的工程建设行业都在积极的推进 BIM 规范的实施和升级。以英国的 BIM 成熟等级规范为例，在 BIM2.0 的规范中，高效的协同合作、各参与方和系统间的数据传输的无缝衔接是该级别的一个特点；虽然 BIM3.0 还没有一个严格的最终定义，但是它的雏形要求所有的项目参与方都要高度协调工作在同一模型上，保证数据的准确性和降低数据冲突。



建筑业雇佣了世界劳动年龄人口的 7%，是世界经济中最大的部分之一，每年在与建筑相关的商品和服务上花费 10 万亿美元。但是，这个行业有一个棘手的生产力问题，根据麦肯锡全球研究所的一份报告中指出，因为生产力低下，带来了每年 1.6 万亿美元的损失。在 Autodesk 和道奇（Dodge）的一项关于建筑生产效率的联合研究中，承包商强调，他们认为建筑劳动生产力下降的主要因素，是项目团队之间的协同合作和交流。因此而带来的工程返工和安全隐患，会造成巨大的损失。

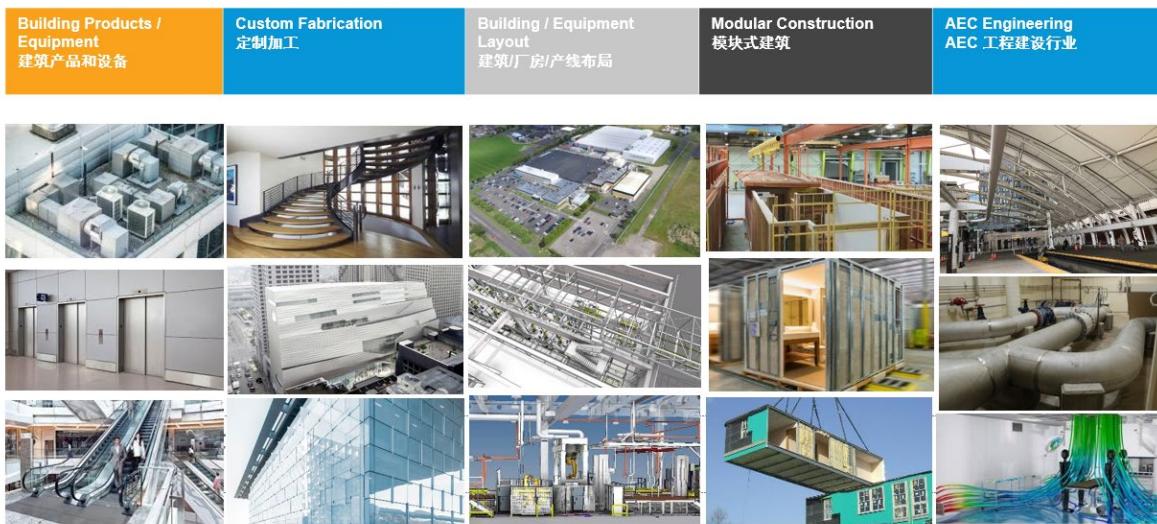


因此，我们今天就来讲一下，借助可协作的数字技术，Inventor 与 Revit 之间的无缝数据交流，来提升劳动生产力。也会提到 Inventor 在基础设施项目中的运用。

从 Inventor2010 开始，Inventor 和 Revit 团队就开始探索如何在两个产品间做数据传输。从最早的 ADSK 数据格式的支持（Inventor2010），到 RFA 格式的导出（Inventor 2014），到 IFC 文件的支持（Inventor2016R3），到云端配置（Inventor2017R），再到最近的在 Inventor 中关联性打开 Revit 项目文件（Inventor2020）。我们逐渐探索出行之有效的方案，达到数据的闭环传输，以满足在不同使用场景中的需求。

2. Inventor 与 Revit 数据交互应用场景

Inventor / Revit 数据交互专注的5个领域



Inventor/Revit 数据交互可以用在 5 个领域

- ✓ 建筑产品和设备。主要指需要集成到建筑中的标准的制造单元，比如门、窗、电梯、空调等设备。**Inventor** 主要用于帮助设备制造商，提供简化模型到建筑中去。
- ✓ 定制加工。主要指需要基于单个建筑的特殊要求定制设计并完成制造，比如楼梯、幕墙，他们需要基于 **Revit** 模型做参照，在 **Inventor** 中完成深化设计和最后的加工，细节模型可以重新组装回 **Revit**，呈现完整的 **BIM** 模型。
- ✓ 建筑、厂房、产线布局。主要应用于厂房设计，需要基于厂房定制设备，也需要基于设备调整厂房设计。两者之间互相影响。一般使用 **Revit** 做布局设计，然后导入 **Inventor** 做基准参考，完成设备设计，最后整合到 **Navisworks** 做干涉检测和厂房施工模拟。
- ✓ 模块式建筑。是以每个房间作为一个模块单元，均在工厂中进行预制生产，完成后运输至现场并通过可靠的连接方式组装成为建筑整体。**Inventor** 可以在每个单元模块的深化设计和制造中发挥作用。
- ✓ AEC 工程建设行业，比如水暖电的铺设，它需要基于建筑完成布局，再到 **Inventor** 中做深化设计和制造。

总结一下，**Inventor** 在建筑项目中的运用非常广泛：

- ✓ 建筑设计 (**BIM Content**)
- ✓ 工程建设 (水、暖通、电)
- ✓ 施工 (模块式建筑、预制加工)
- ✓ 分包商 (定制设计和加工)
- ✓ 建筑产品制造 (HVAC 标准设备)
- ✓ 工程机械制造 (定制机械)
- ✓ 产线设计和工程 (厂房设计)

3. Inventor 在基础设施设计项目中的应用

Inventor 在基础设施设计项目中的运用



I INVENTOR®

pier, girder,
abutment, deck,
foundation, or
tunnel cross-section
支座，桥墩，塔
柱，隧道截面

I AUTODESK® INFRAWORKS®

Inventor 在基础设施设计项目中，主要是发挥其强大的 3D 建模和参数化配置能力。在一些形状比较复杂和异性结构的设计上，比较有优势，比如桥梁支座、桥墩、塔柱、隧道截面等。并且强大的参数化建模可以灵活配置不同尺寸和系列的模型。

在这个流程中，主要使用了 Inventor 的核心建模功能，包含草图、建模等，完成模型设计之后，可以通过一个 Inventor 插件（Infrastructure Part Shape Utilities tools）发布模型，在 InfraWorks 中使用和进行参数化配置和驱动。

Stephane Balmain, Vincent Fredon, AU 2018, The New Workflow for Bridge Design with InfraWorks, Inventor, Civil 3D, and Revit.

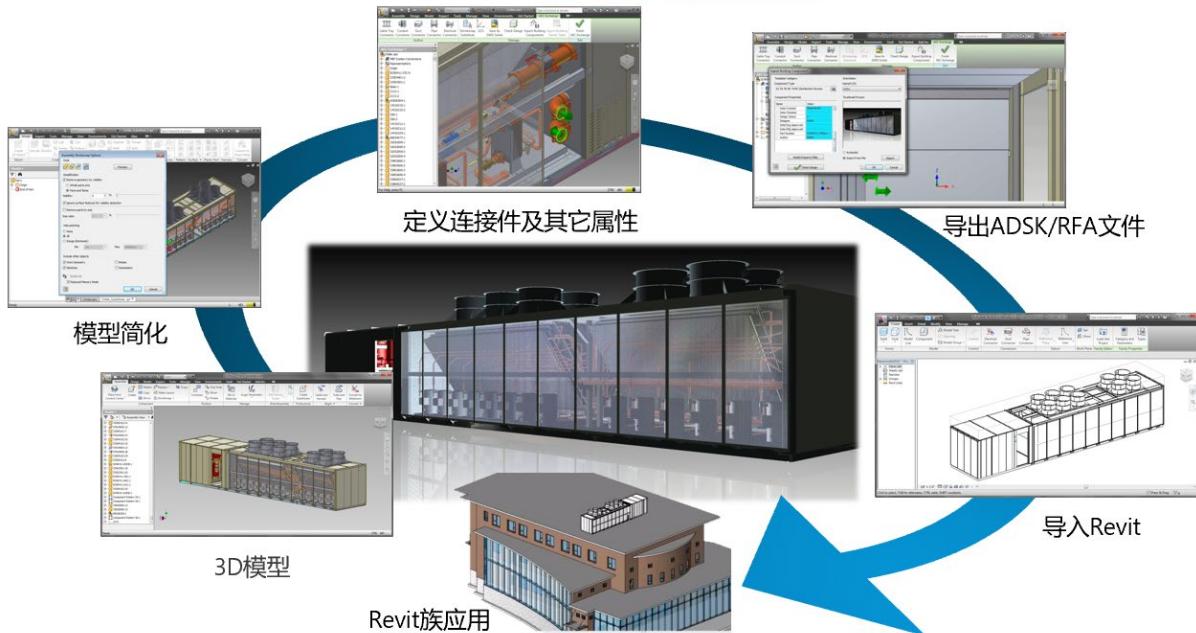
他们在课程中详细介绍了 Inventor 在桥梁设计中的运用和工具。细节大家可以点击[课程链接](#)，也可以通过[在线帮助](#)进行学习。

4. 需要熟知的关键功能和工具

现在，我们进入本次课程的第二部分，我将为大家介绍所有在上述应用场景中需要使用的关键功能和工具。我分三个部分来讲，包含 Inventor 到 Revit 的数据传输流程，Revit 到 Inventor 的数据传输流程，以及 Inventor 的参数化配置功能。

5. Inventor 到 Revit 的数据导出流程

Inventor → Revit 数据传输流程



流程如图所示：

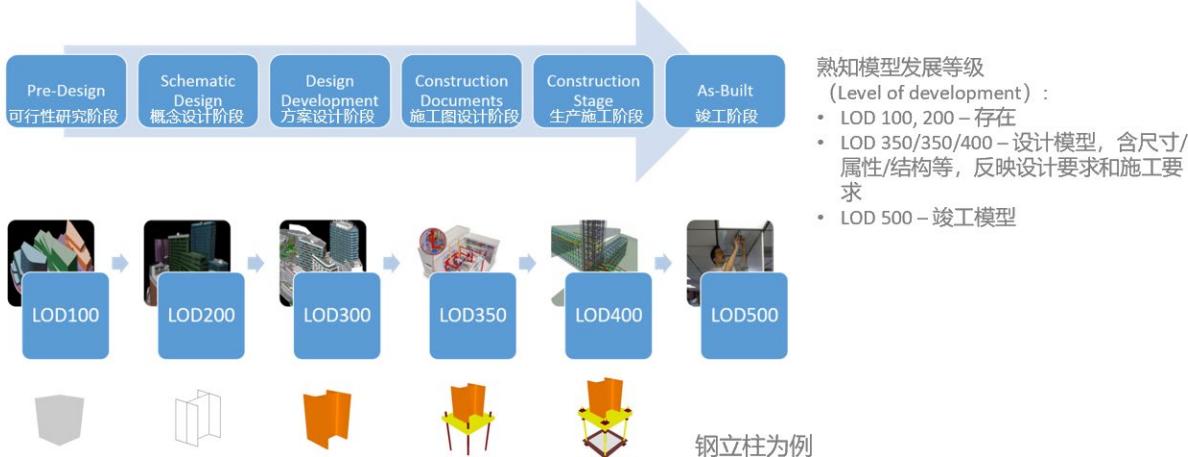
- ✓ 在 Inventor 中完成设备设计
- ✓ 基于模型发展等级对设备进行简化
- ✓ 在设备上定义连接件以及其他需要共享的属性，这一步跟简化可以不分先后
- ✓ 基于简化模型导出 ADSK 或者 RFA 文件，我们推荐使用 RFA 格式
- ✓ 在 Revit 中打开 RFA 或 ADSK 文件
- ✓ 然后应用在建筑设计模型中

在该流程中，我们需要重点理解简化需求和功能。

6. Inventor 简化功能和流程

在 Inventor 到 Revit 数据传输中，简化非常的重要，Inventor 中侧重在细节设计，Revit 的体量要大的多，并不注重毫米等级的表达。我们做模型简化，主要目的是满足不同阶段设计需求、保护知识产权从容分享模型、降低大尺寸文件消耗提升性能。

如何在实际使用情况中准确的表达模型？



<https://bimforum.org/LOD>

<http://www.cmcs.co/can-building-information-modelling-bim-project-information-management-pim-create-smart-project-sites/>

我们需要花些时间了解，如何在实际使用情况中准确的表达模型，理解使用标准是什么。我们可以参考 AIA（美国建筑师协会 American Institute of Architects）在《建筑工程设计信息模型交付标准》中对 LOD 的描述。LOD 叫做模型发展等级，主要对在设计各阶段对模型发展等级有不同的需求。等级包含：

- ✓ LOD100 对应勘察和概念化设计阶段，模型可用于：项目可行性研究，项目用地许可等。该等级等同于概念设计，此阶段的模型通常为表现建筑整体类型分析的建筑体量，分析包括体积，建筑朝向，每平方造价等等。
- ✓ LOD200 对应方案设计阶段，模型可用于：项目规划评审报批、建筑方案评审报批、设计概算。该等级等同于方案设计或扩初设计，此阶段的模型包含了普遍性系统包括的大致数量、大小、形状、位置以及方向等信息。
- ✓ LOD300 对应深化设计和施工图设计阶段，模型可用于：专项评审报批、节能初步评估、建筑造价估算、建筑工程施工许可、施工准备、施工招投标计划、施工图招标控制。该等级等同于传统施工图和深化施工图层次。此阶段模型应当包括业主在 BIM 提交标准里规定的构件属性和参数等信息，模型已经能够很好地用于成本估算以及施工协调(包括碰撞检查、施工进度计划以及可视化)。
- ✓ LOD400 对应虚拟建造、产品预制、采购、验收和交付阶段，这个阶段模型可用于：施工预演、产品选用、集中采购、施工阶段造价控制。此阶段的模型可以用于模型单元的加工和安装,如被专门的承包商和制造商用于加工和制造项目构件。
- ✓ LOD500 对应竣工阶段，模型可用于竣工结算，以及作为中心数据库整合到建筑运维系统。该阶段的模型表现了项目竣工的情形。模型将包含业主 BIM 提交说明里制定的完整的构件参数和属性。模型将作为中心数据库整合到建筑运营和维护系统中去。

以图中钢立柱为例，在 LOD100 中可以只是一个方块，然后在 LOD200 和 300 中体现具体形状，在 LOD400 中加入螺栓等安装要素，LOD500 则体现最终竣工状态。

简化工具

- 包覆面提取/包覆面提取替代表达
- 简化插件
- 或者，重新搭建简易模型



Inventor 都提供了哪些简化工具呢？

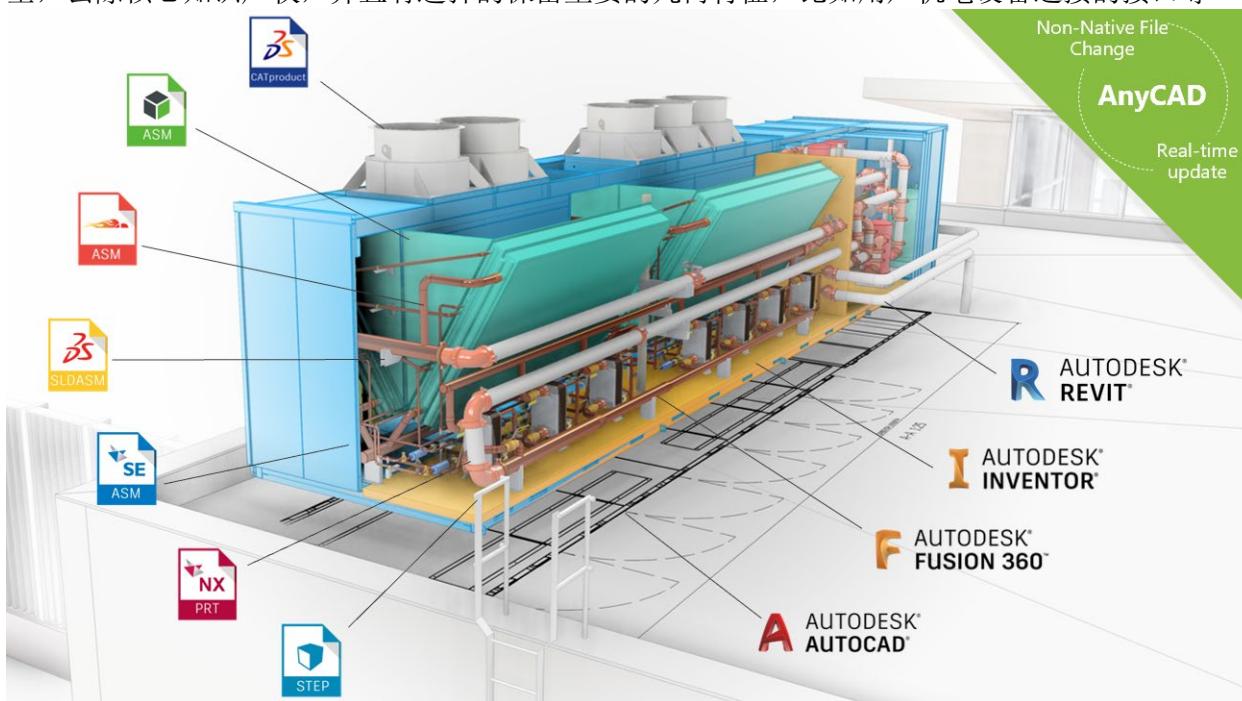
- ✓ 首先是包覆面提取功能，以及包覆面提取替代表达。这个是一站式解决方案，在一个功能中完成对一套装配的简化操作。
- ✓ 其次是简化插件，在装配和零件中提供了一个工具包，可以更加灵活的针对模型特点选择不同的工具。
- ✓ 再次就是利用 Inventor 的建模功能，手动重新搭建简化模型。当简化工具无法满足要求时，可以考虑这种方式。

简化 – 包覆面提取

Subtitle if needed

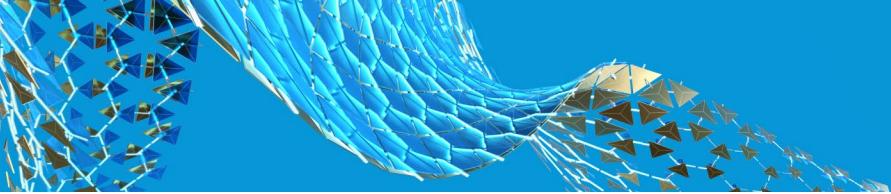
- 使用包覆面提取，定制当前装配文件的细节表达
- 目标：
 - 为Revit提供合理的模型发展等级 (LOD 300/350/400)
 - 保护知识产权 (intellectual property)
 - 保留连接件接口，比如机电设备连接件
- 无差别支持导入文件和Inventor本地文件的简化
 - 使用Inventor AnyCAD技术导入STEP, CATIA, Solidworks, NX, SolidEdge, Creo, AutoCAD
 - 基于导入文件做包覆面提取

首先我们来介绍包覆面提取功能，通过一站式服务，用户可以通过该功能，获得合理的等级模型，去除核心知识产权，并且有选择的保留重要的几何特征，比如用户机电设备连接的接口等



另外，包覆面提取功能可以简化任意第三方导入数据，依托 Inventor 强大的 AnyCAD 能力，可以在同一套模型中融合多种格式的数据，并保持跟原数据的关联更新。

接下来我们介绍下包覆面提取都提供了那些功能。



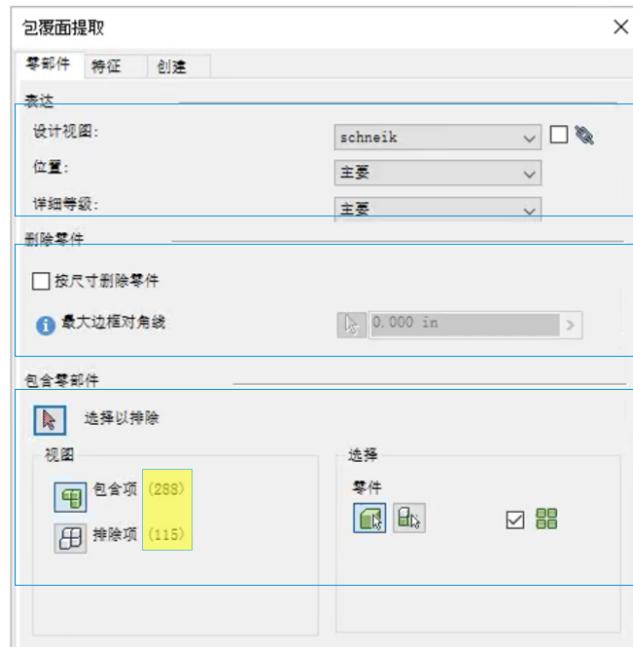
部件页面 (Components Tab)

第一步：删减零部件

- 选取合适的模型表达作为简化基础:
 - 视图表达
 - 位置表达
 - 细节表达

- 删减小尺寸零件
 - 基准：零件边界盒对角线尺寸

- 选择零部件
 - 在图形区点选零部件 删减或增加
 - 切换视图，包含的零部件/删减的零部件
 - 零部件数量
 - 高亮手动点选的零部件



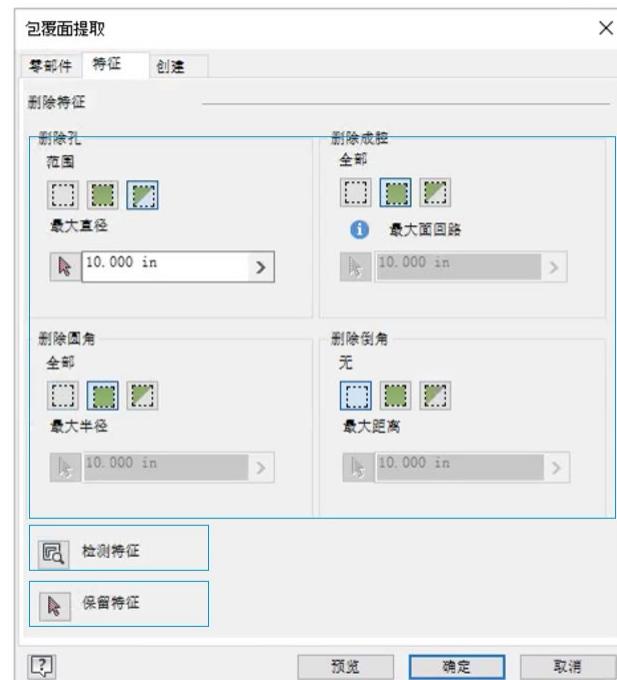
特征界面 (Features Tab)

第二步：删减细节特征

- 删减特征类型
 - 孔/腔体
 - 圆角 / 倒角
 - 去除全部或者规定尺寸细节

- 搜索特征- 在图形区高亮待删减特征

- 保留细节特征 – 如果搜索到的特征不需要被删除，支持在图形区选择保留



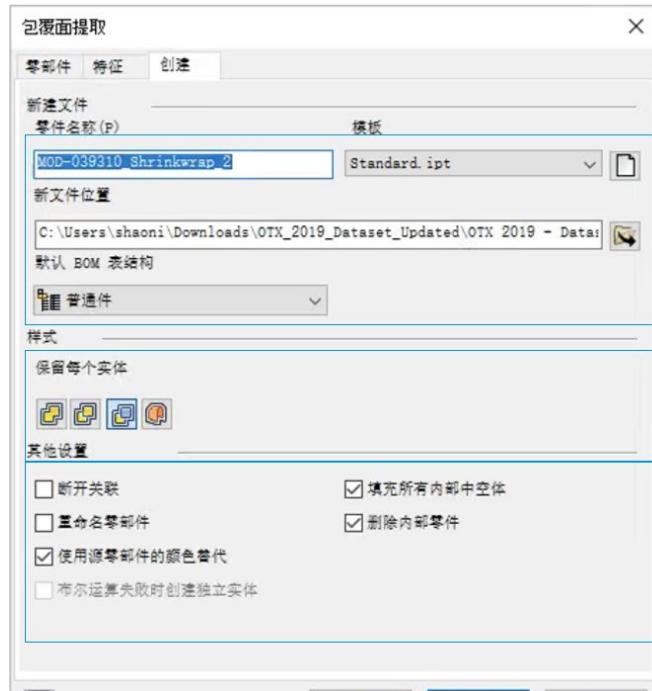
创建页面 (Create Tab)

第三步：设置创建选项

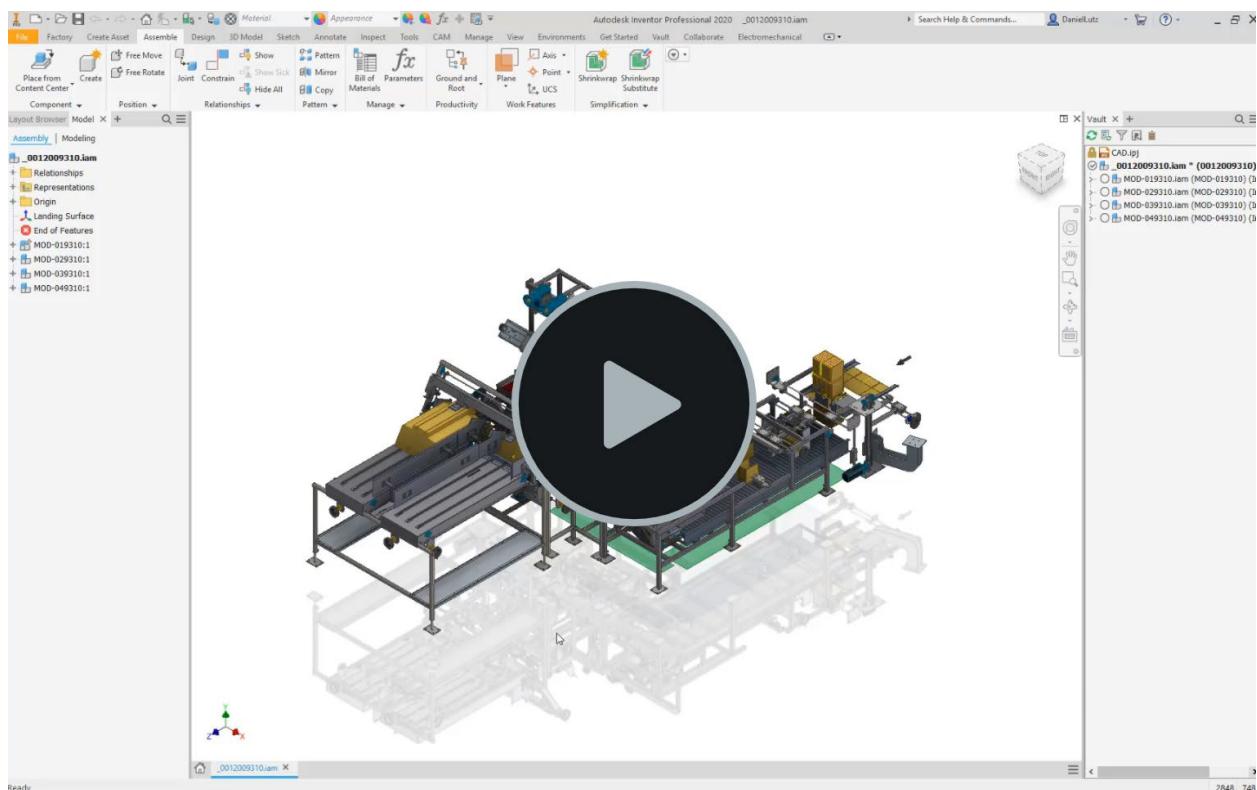
- 新文件设定
 - 名称、模板、路径、BOM结构

- 格式
 - 单实体、多实体、曲面

- 其他设定：
 - 产权保护: 填充内部空腔
 - 产权保护: 删除内部零件
 - 产权保护: 重命名零部件



介绍完界面功能，我们看一个视频，来了解一下在具体案例中的应用。

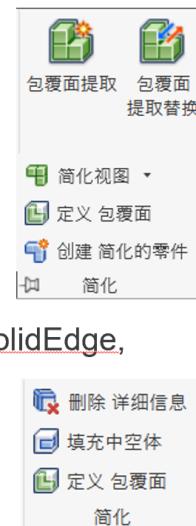


接下来，我们来了解一下简化插件的功能。

简化 – BIM简化插件

Subtitle if needed

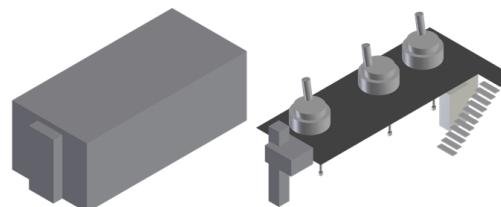
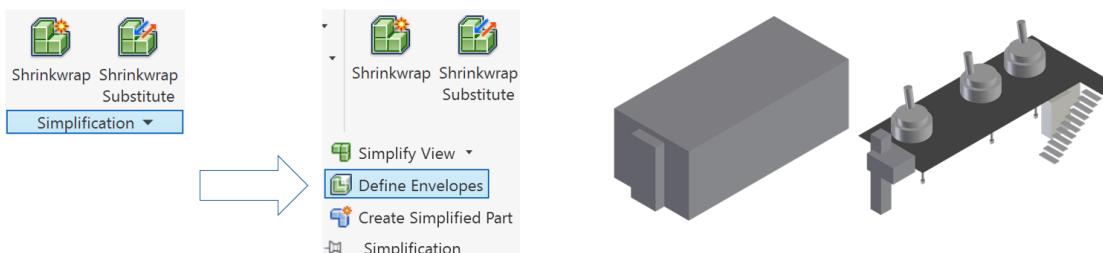
- 使用BIM简化插件，定制当前装配文件的简化表达
- 目标：
 - 为Revit提供合理的模型发展等级 (LOD 100/200/300/350/400)
 - 保护知识产权 (intellectual property)
 - 保留连接件接口，比如机电设备连接件
- 无差别支持导入文件和Inventor本地文件的简化
 - 使用Inventor AnyCAD技术导入STEP, CATIA, Solidworks, NX, SolidEdge, Creo, AutoCAD
 - 基于导入文件做简化



其中，我们重点介绍下包覆体功能。

简化 – 包覆体 (Envelopes)

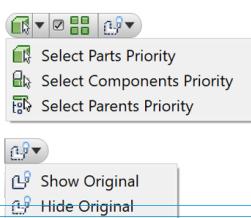
- LOD 100 – 200
- 空间占位, 近似几何, 产权保护
- 在Inventor 2021及之前的版本, 包覆体 (Envelope) 与包覆面提取 (Shrinkwrap) 分属不同的流程, 不可合并使用。



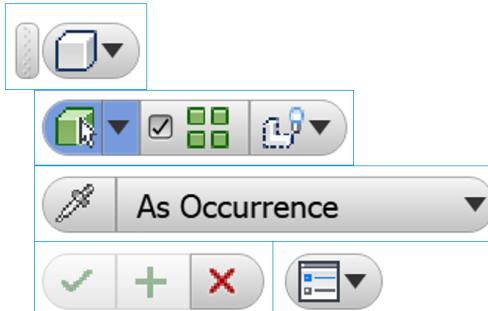
简化 – 包覆体 (Envelopes)

Subtitle if needed

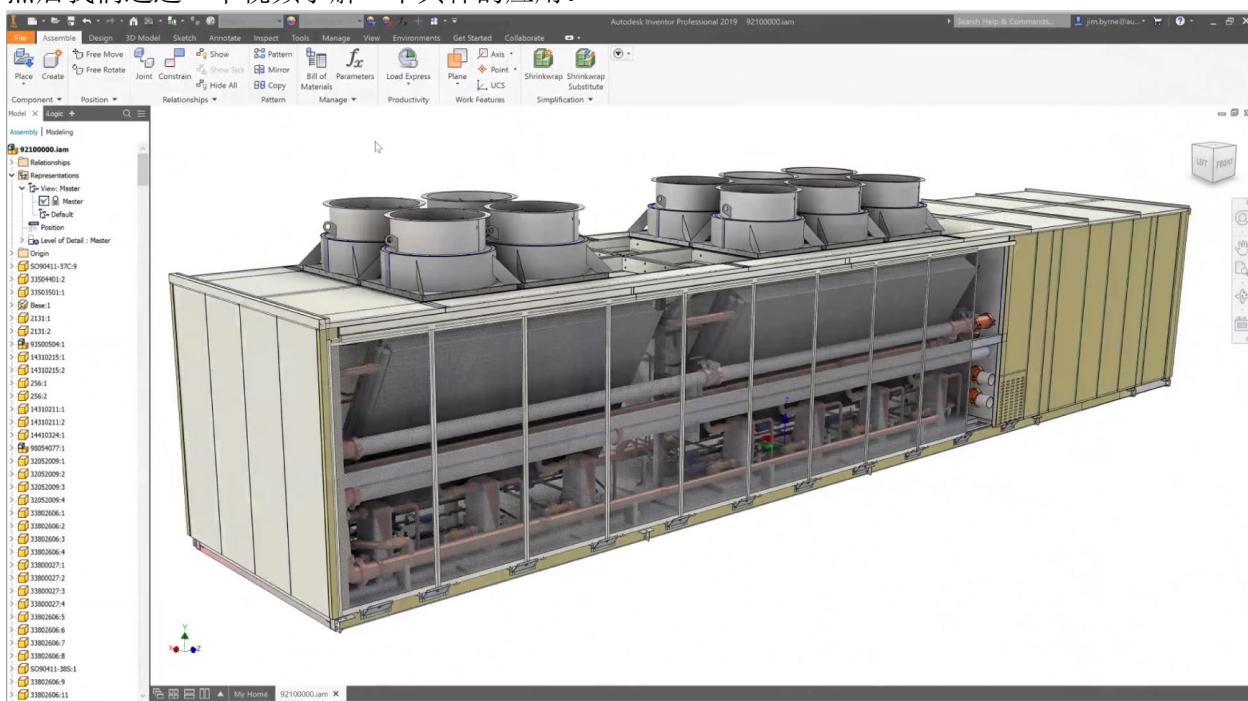
- 边界盒 (长方体或者圆柱)
 - 通过拖拽箭头进行尺寸调整



- 定义模型颜色



然后我们通过一个视频了解一下具体的应用。

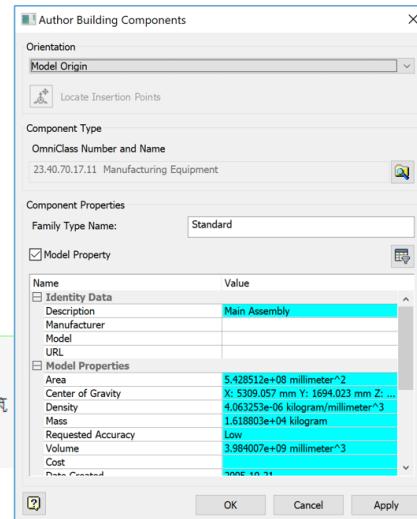
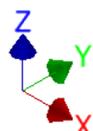


接下来我们了解一下建筑模型属性配置和模型导出。

建筑模型属性配置

BIM Content 环境

- 方位 – Z轴向上!
- OmniClass/Revit 类别
- 族类型名称Family Type Name – 仅支持单类型族
- 模型属性-列表选择
- MEP 连接头



建筑模型导出

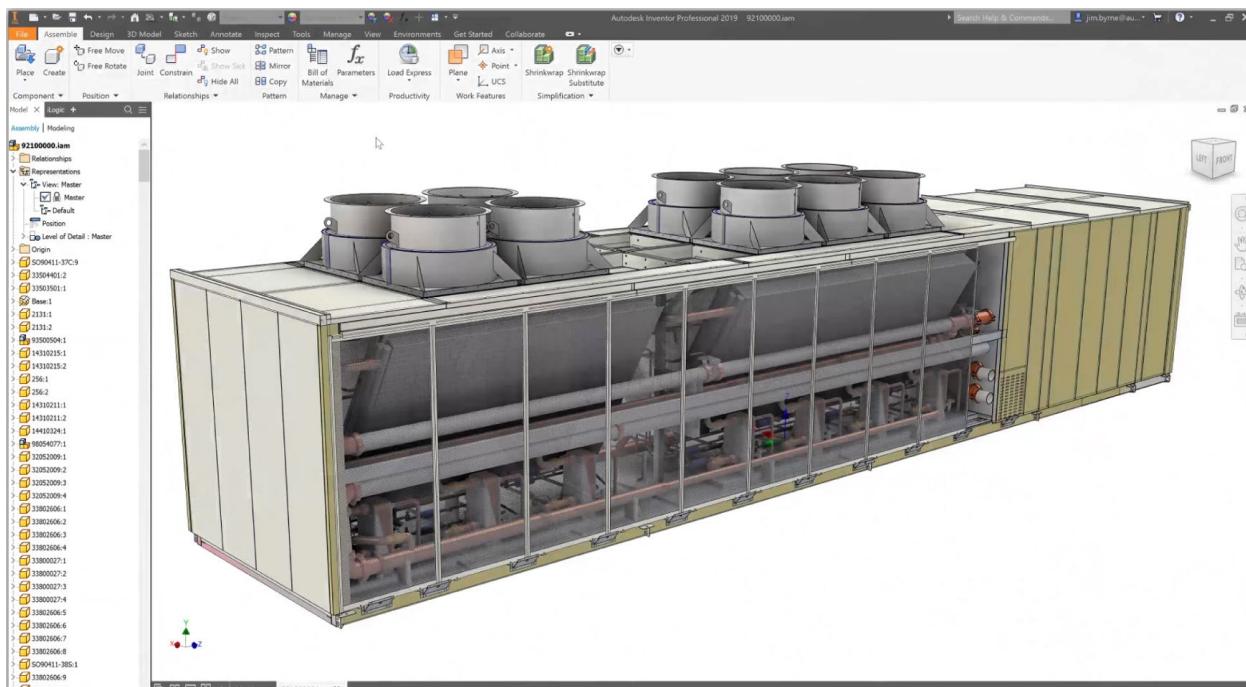
- 单一文件单类型导出: ADSK/RFA / IFC /SAT
- RFA不支持嵌套族，需要单个零部件导出，然后在Revit内组装



ADSK 文件
For Revit and
AutoCAD
Architecture/MEP



同样的，我们看一个视频。



7. Revit 到 Inventor 的数据导出流程

讲完了 Inventor 到 Revit 的数据传输，接下来我们来了解一下 Revit 到 Inventor 的数据传输。这个流程的关键在于，Revit 模型导入 Inventor 作为场景支撑和位置参照，可以保证模型一直在正确的位置和正确的约束条件。同时，Revit 模型的变更可以直接通知到 Inventor，一键更新后，保证下游的设计都在健康的状态，避免了返工和重复劳动。

导入Revit模型 (RVT)



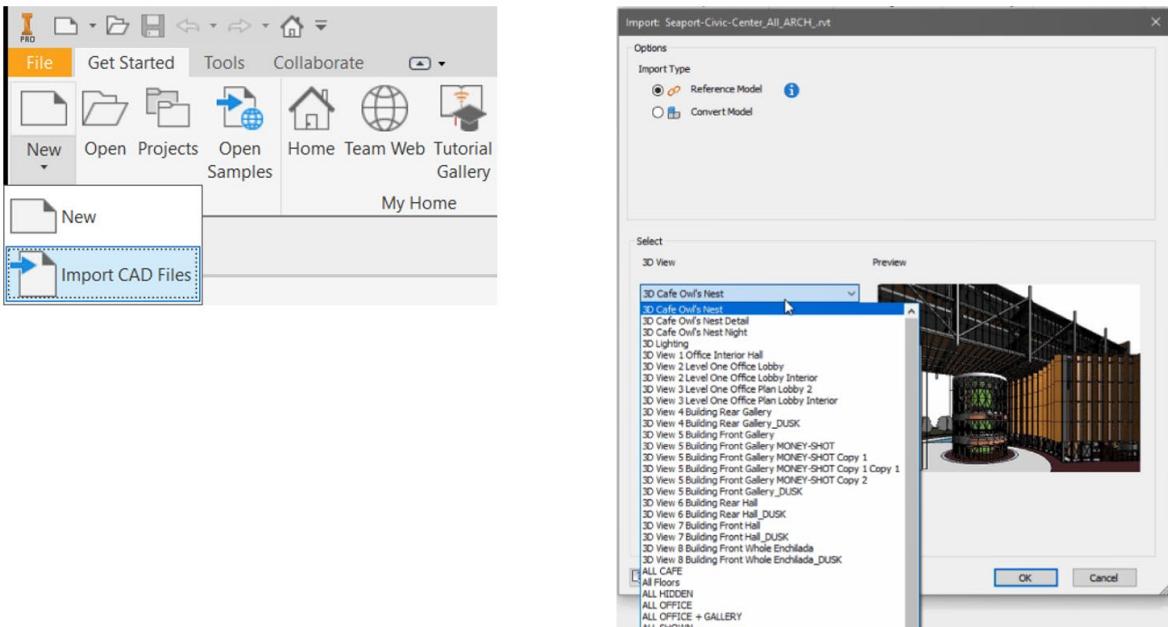
Revit: Building Context

首先来看一下这个功能的界面。

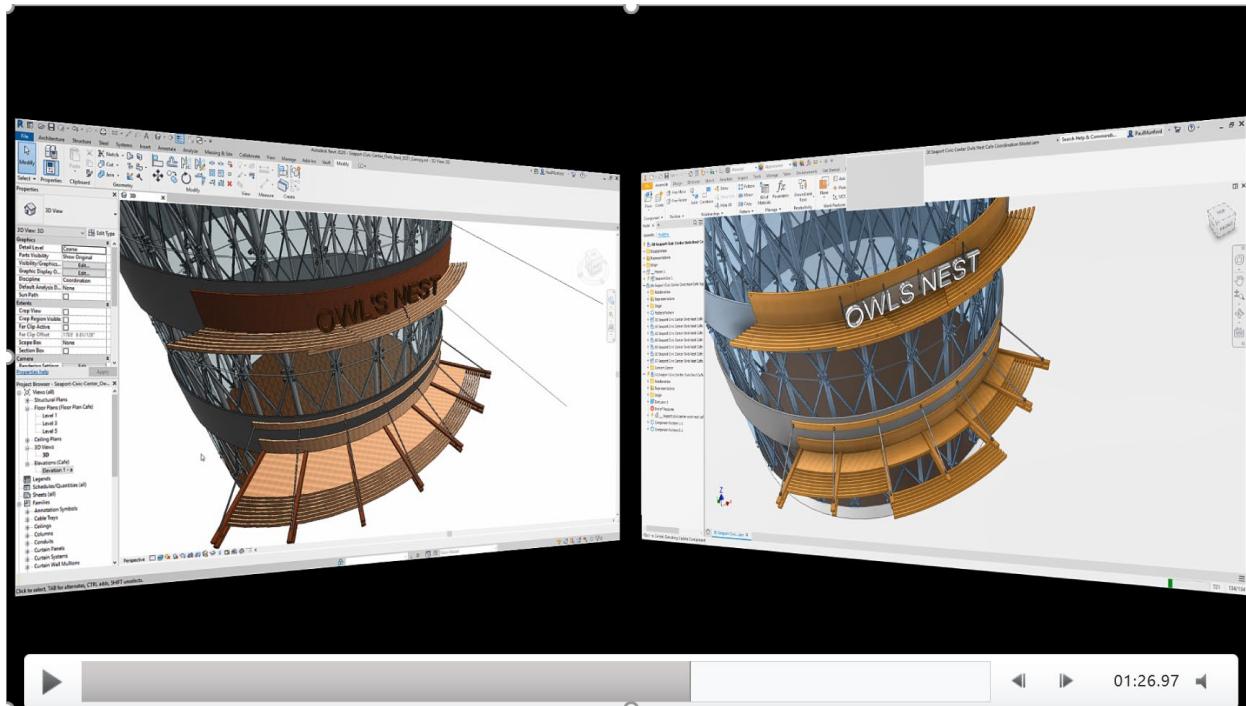


Inventor: System of Products

导入文件 – Revit 模型 (RVT)



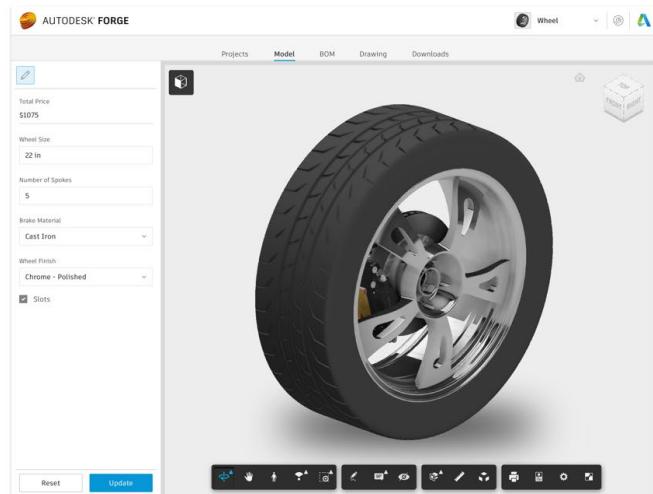
接下来我们看一个完整的视频，从 Revit 导入 Inventor 做设计参考，到 Inventor 模型导入到 Revit 做 BIM 整合。



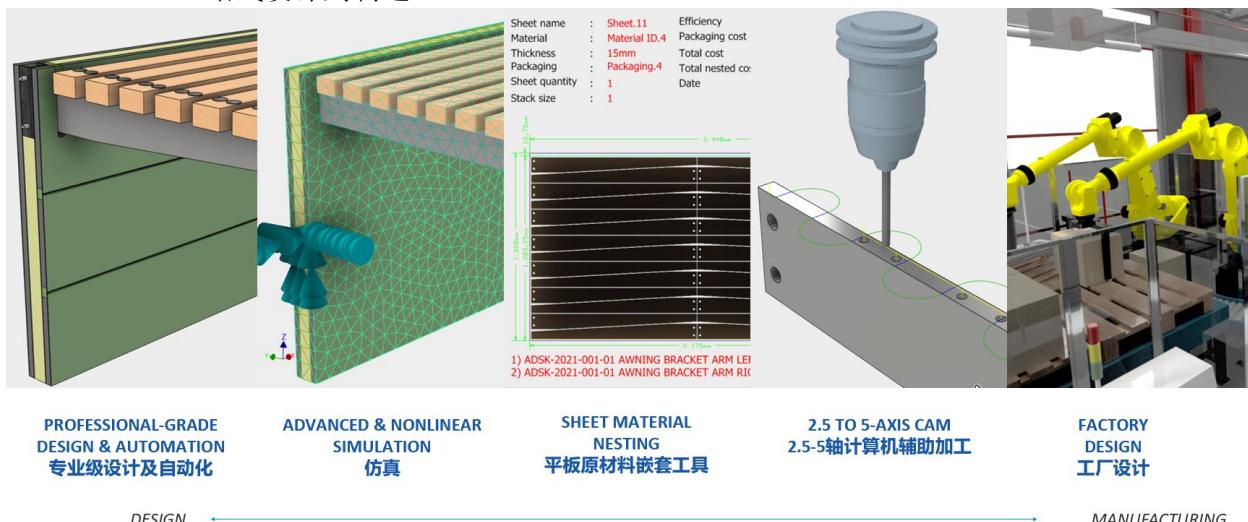
8. Inventor 的参数化配置模型解决方案

参数化配置

- 在Inventor内对模型进行参数化配置
 - iPart/iAssembly/iLogic/iCopy
- Forge Automation
 - 样例: <http://inventor-config-demo.autodesk.io/>
 - 云端产品配置样例
 - Inventor iLogic/Inventor API/Inventor IO/Forge Viewer
 - 代码分享
 - Github: <https://github.com/Autodesk-Forge/forge-configurator-inventor>



9. Inventor 一站式设计到制造



AUTODESK INVENTOR 从设计到制造一站式流程

10. 参考资料

- ✓ AU 课程 Inventor/Revit 交互流程最佳实践: <https://www.autodesk.com/autodesk-university/class/Best-Practices-Inventor-and-Revit-Workflows-2019#presentation>
- ✓ <https://www.autodesk.com/autodesk-university/class/New-Workflow-Bridge-Design-InfraWorks-Inventor-Civil-3D-and-Revit-2018>
- ✓ <http://www.wbdg.org/resources/site-and-modular-construction-explained>
- ✓ <https://bimforum.org/LOD>

- ✓ <https://www.united-bim.com/bim-maturity-levels-explained-level-0-1-2-3/>
- ✓ 在线教程创建 BIM 模型: <https://www.autodesk.com/solutions/create-bim-content>
- ✓ 在线教程 BIM 服务制造:
<https://customersuccess.autodesk.com/disciplines/mechanical/challenges/bim-for-manufacturing>