

实验 7：数字钢琴——模型 CAD 入门

介绍与目标:在本实验室中，您将学习使用计算机辅助设计（CAD）设计模型的基本原理、流程和技巧。您将为上一次实验中绘制的数码钢琴印刷电路板（PCB）设计一个外壳。该外壳将在下一个实验室中通过激光切割进行制作。通过实践，您应掌握 3D CAD 的基本技能。

1 简介

在这个实验室里，我们将探索三维计算机辅助设计（3D CAD）的基础知识，并学习如何将您的设计构想变为现实。本实验室将为您提供在数字设计领域脱颖而出所需的工具和知识。最终，您将能够专业地创建机械装配的三维模型，以便进行进一步的加工，例如激光切割和 3D 打印。

2 什么是计算机辅助设计（CAD）？

计算机辅助设计（CAD）是利用计算机软件来创建、修改、分析和优化各种应用的设计。CAD 已经彻底改变了我们设计和制造产品的方式，使工程师和设计师能够创建复杂、详细且精确的模型，这些模型易于共享、修改和测试。从机械零件和建筑结构到消费品和电子产品，CAD 是现代工程和设计中的不可或缺的工具。三维 CAD 让您能够创建三维模型，从而提供设计在现实世界中的逼真呈现。与二维图纸不同，三维模型能更直观、更全面地展示产品在现实世界中的外观和功能。使用三维 CAD，您可以从任何角度可视化设计，模拟现实世界中的条件，如应力、运动和热效应，生成用于制造的技术图纸和文档，并快速制作原型和迭代设计。

3 基于参数化特征的计算机辅助设计

基于参数特征的 CAD 利用参数和特征来创建和修改三维模型。这种 CAD 依赖于参数化设计，通过定义尺寸、形状和诸如长度、角度、平行度或相切等关系的参数来驱动模型。调整参数会自动更新模型，确保一致性并减少手动返工。基于特征的建模意味着它使用特征作为三维模型的构建模块，代表几何形状或操作，如拉伸、孔和圆角。按顺序创建的特征形成一个“特征树”，记录建模步骤，使设计人员能够轻松修改之前的阶段。特征通常是参数化的，其尺寸和属性可以调整。

在参数化计算机辅助设计（CAD）中，工作流程始于创建带有约束条件的尺寸标注二维草图，然后通过拉伸、旋转或放样操作将其转换为三维特征。设计师设定参数和关系以实现精确的几何控制。通过调整这些参数或特征，可以对模型进行细化。系统从三维模型生成二维图纸、物料清单（BOM）或模拟，从而简化文档编制。



图 1：一份认证证书的示例。

基于参数特征的 CAD 通过嵌入关系和约束来捕捉设计意图，确保变更的逻辑传播。这种关联性会在发生修改时自动更新相关组件，如图纸或装配体，从而提高灵活性。参数化模型还具有可重用性，通过修改参数即可轻松适应类似项目，节省时间和精力。总之，参数化 CAD 是一种灵活的三维设计方法，将参数化建模的灵活性与基于特征设计的结构相结合。在现代工程中至关重要，能够为当今的行业提供复杂、适应性强且精确的模型。

4 计算机辅助设计软件

在实验室中，我们将使用 Onshape 进行建模。Onshape 是一款基于特征的参数化 CAD 软件，它是一个现代的基于云的 CAD 平台，允许您完全在网页浏览器或移动设备上创建和管理 3D 模型。与传统 CAD 软件不同，Onshape 无需安装，也不需要强大的硬件，因为所有计算都在云端完成。这使其成为协作的理想工具，因为多个用户可以同时对同一设计进行操作，无论他们身处何地或使用何种设备。在 Onshape 中，您可以轻松跟踪更改并恢复到设计的先前版本。它是参数化建模，您可以创建通过更改参数即可轻松修改的模型。Onshape 中集成了多种工具，您可以使用内置工具进行模拟、渲染和数据管理。请在答题纸上列出另外两款 CAD 软件及其优势。

4.1 CAD 软件表格及其优势。

5 CAD 基础与 Onshape 学习

打开 Onshape 的官方网站 (<https://www.onshape.com/>)。使用您的 MUST 邮箱和姓名注册一个新账户。创建账户后，前往“CAD 基础知识”学习路径 (<https://learn.onshape.com/learning-paths/introduction-to-cad>)。完成以下列出的前三个课程/培训：

1. 基于参数特征的 CAD 简介
2. 零件工作室简介

3. 装配设计简介

完成课程/培训后，您应学会如何使用草图构建零件以及如何装配零件。完成每门课程/培训后，您应获得如图 1 所示的数字证书。请将所有三个证书都张贴在答题纸上。

5.1 Onshape 课程/培训的三项认证。

6 数字钢琴的建模案例

现在我们应当为上一次实验中制作的数码钢琴的 PCB 电路板设计外壳。图 2 展示了一个示例。您可以参考网络视频 <https://youtu.be/dPR1oUVL8Y4> 进行外壳建模。首先，从 Moodle 导入 PCB 的 3D 模型到 Onshape 中。通过参照 PCB 的尺寸绘制外壳底部的草图，然后将其拉伸 2 毫米厚。在底部钻两个 M2 孔（直径 2.2 毫米）和两个 M3 孔（直径 3.3 毫米），用于固定 PCB（用螺钉）和外壳（用螺柱），见图 2 中的插图。复制底部作为顶部的草图，然后移除顶部可能会阻挡 PCB 上电子元件（即 ESP32C6、按钮、LED 和蜂鸣器）的部分。设计外壳的背面和侧面（厚度为 2 毫米），以确保顶部和底部之间的间距为 6 毫米，以便安装 M3 螺柱。截取各部件的平面视图并将其上传至答题纸。

6.1 零件的截图。

将各部件组装成一个外壳，然后将数码钢琴的 3D 模型（包括印刷电路板和电气元件）放入外壳中。截取组装完成后的屏幕截图，并将其上传至答题纸。

6.2 装配图的截图。

对于激光切割，您应将外壳的顶面、底面、背面和侧面导出到图纸中。图纸中各部件的区域应限制在 200×100 毫米以内，这是所提供的亚克力板的尺寸。将图纸张贴到答题纸上。

6.3 激光切割图纸的截图。

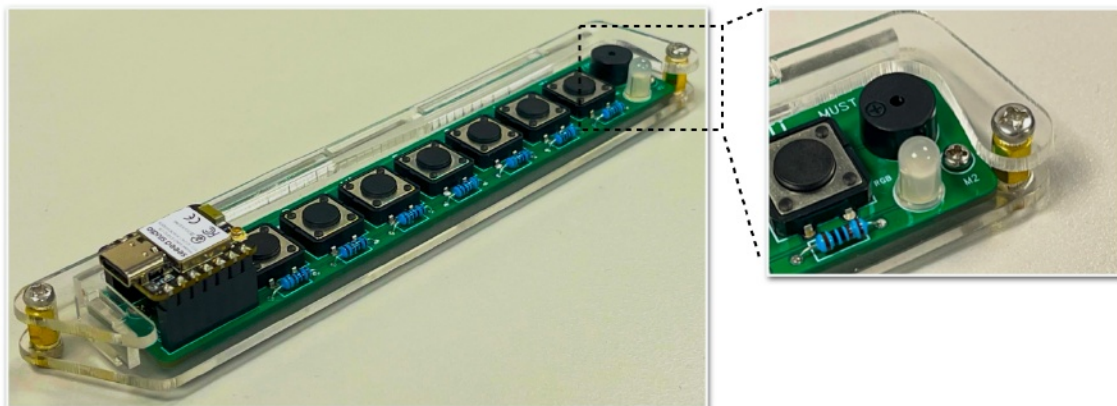


图 2：数字钢琴外壳的演示。

7 结论

在这个实验室里，您通过使用 Onshape 软件进行草图绘制、拉伸和装配，获得了数字钢琴外壳的 CAD 建模的实践经验。您还应通过网络课程和培训来提高对 CAD 的理解。数字钢琴外壳建模为未来物体设计奠定了坚实的基础。我们将在下一个实验室里制作这个外壳。