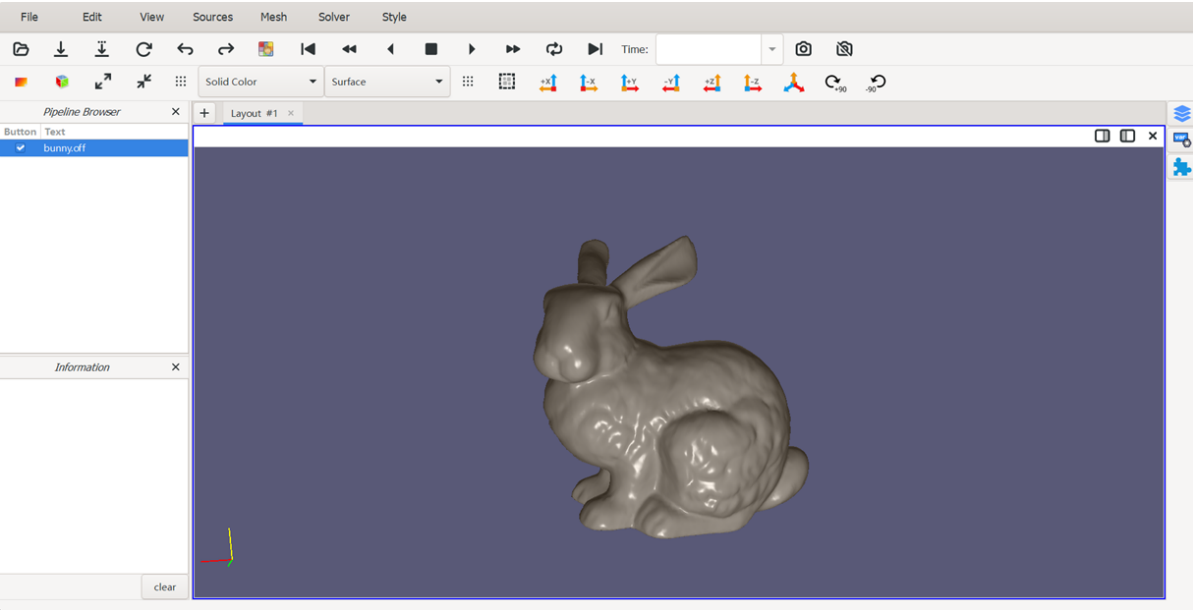


有限元/边界元数据可视化平台

概述

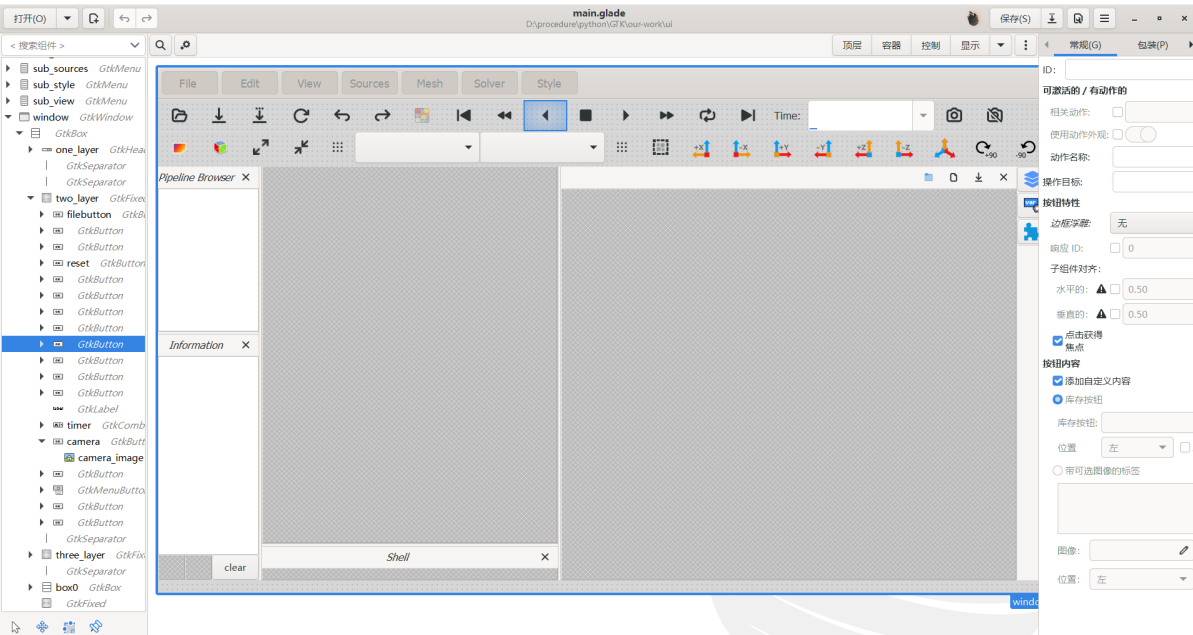
本项目基于现代计算可视化技术，旨在开发高性能、实时交互、纯自主研发的有限元/边界元（FEM/BEM）数据可视化平台，主要用于科学计算、工程仿真结果的实时渲染，在计算流体力学（CFD）、结构力学、电磁场、热传导等多物理场仿真领域提供计算-可视化一体化解决方案。



平台/软件样式与功能

UI部分

本项目的 UI 采用第三方 GUI 软件包 **GTK** 进行部署，不仅确保了在 **Windows** 系统上的稳定运行，同时也具备良好的跨平台适配能力，能够兼容 **Linux**。这样既保证了软件的可移植性，又提升了用户在不同操作系统下的使用体验。

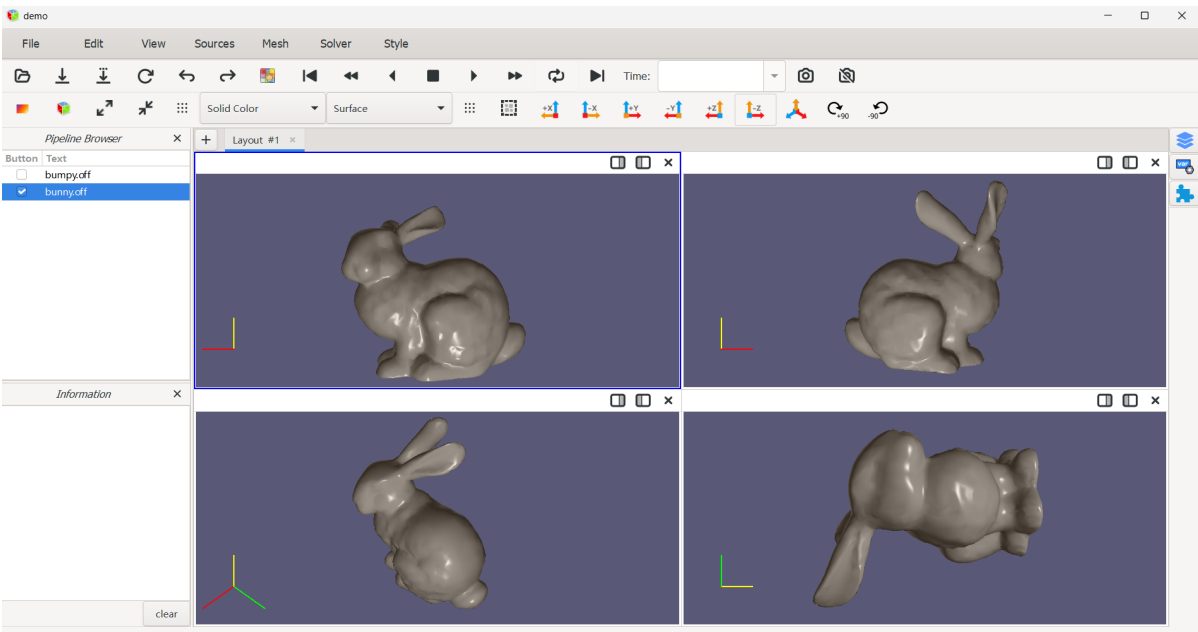
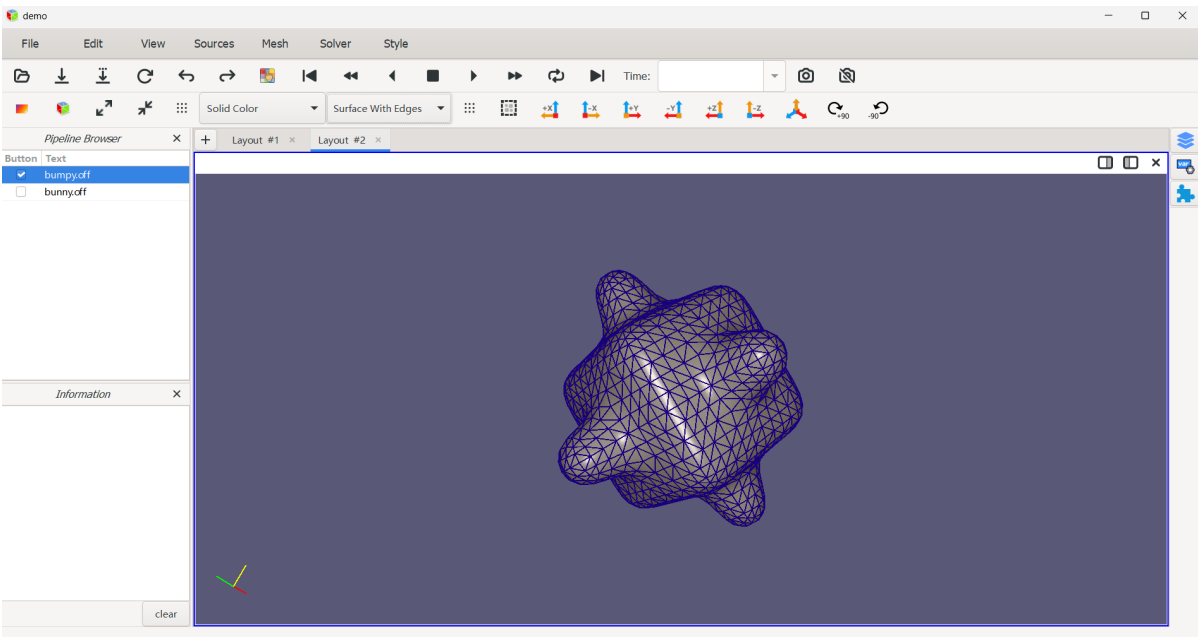


可视化引擎部分（后处理）

本项目不依赖开源可视化框架（如 VTK），采用 **OpenGL** 直接开发可视化引擎，提供更高效的数据渲染能力。这种**自主可控**的架构，使其比 ParaView、Tecplot 更具灵活性，能够针对不同应用场景进行**深度优化**。

关键技术点：

- **GPU 渲染**，避免 CPU 瓶颈，提高数据处理能力。
- **LOD自适应渲染**，根据用户视角动态调整网格精度，提高交互流畅度。
- 提供**多视角联动**和**多窗口同步操作**，适合复杂场景对比分析。

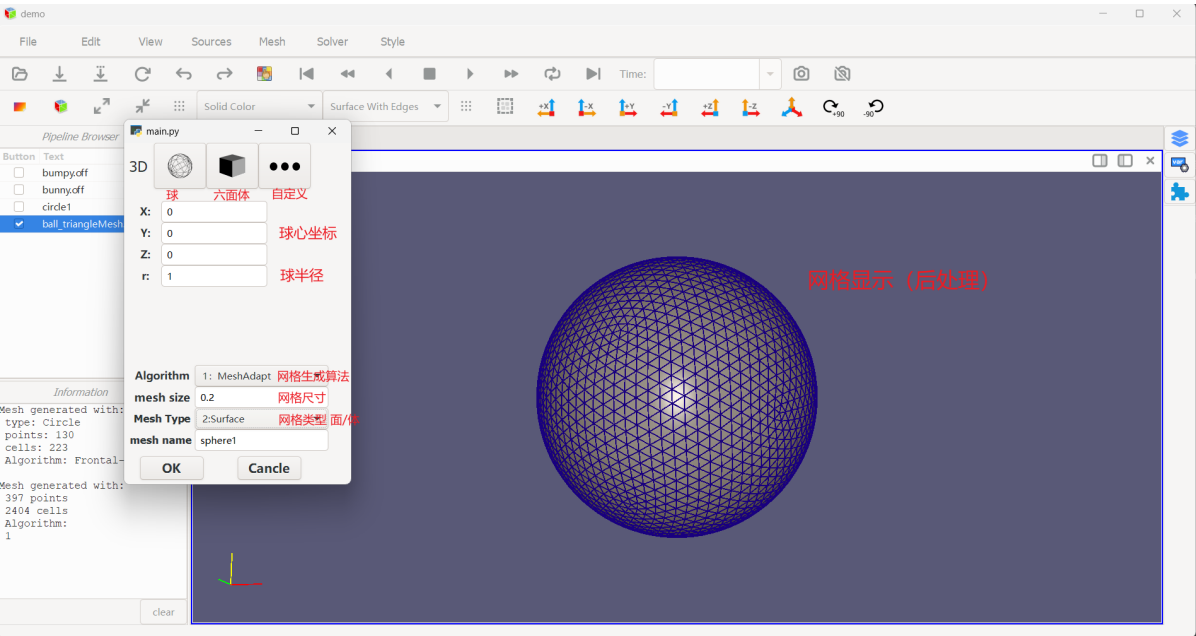
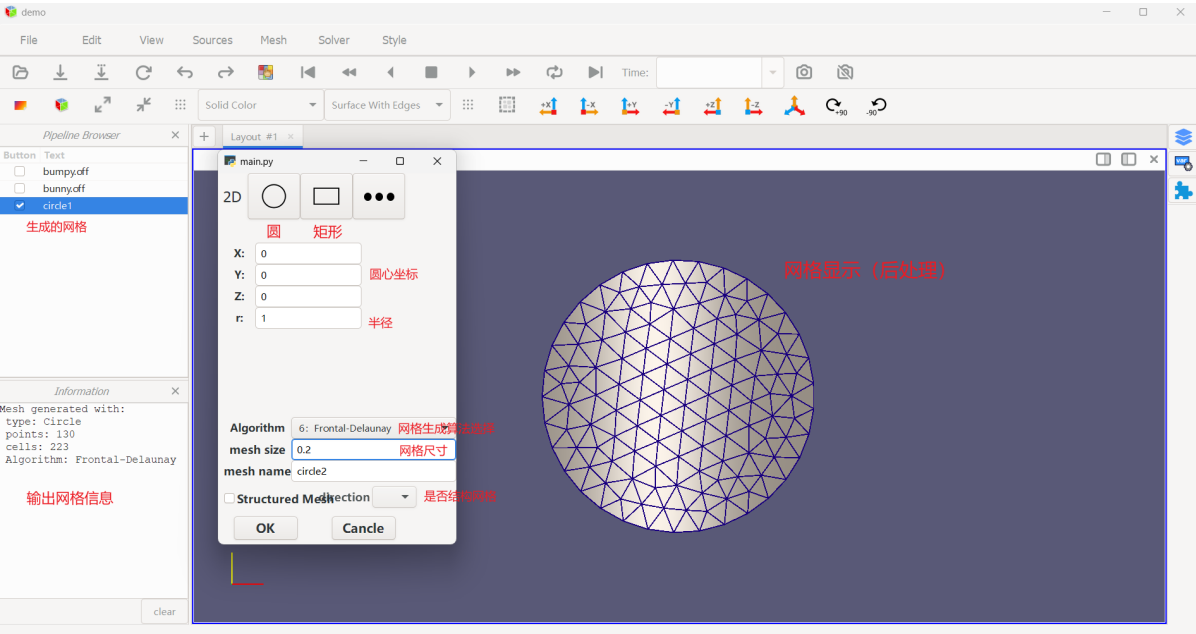


网格生成部分（前处理）

本项目采用开源软件包 **Gmsh** 提供的高效算法进行网格生成，能够与该平台无缝对接，实现从**几何建模**到**网格划分**的完整流程。支持生成高质量的**二维**和**三维**网格，适用于有限元分析、计算流体力学等多个领域，确保网格的**精度与计算稳定性**。

关键技术点：

- **算法融合与优化**，深度整合 Gmsh 开源软件包算法，针对不同几何模型特征进行适应性优化。
- **多领域自适应网格生成**，广泛适用于有限元分析、计算流体力学等多领域，满足不同领域的专业需求。



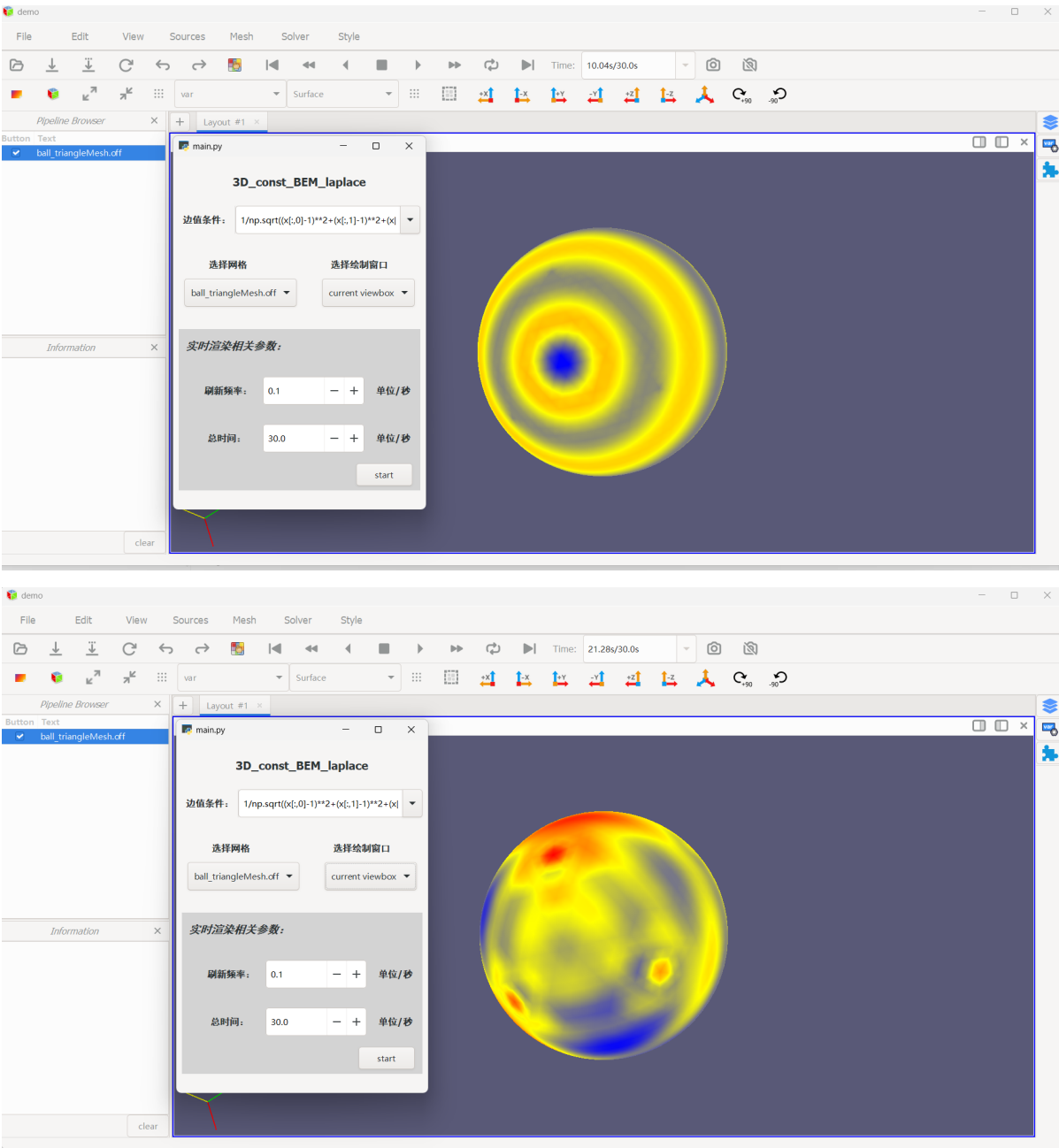
对接自研求解器部分

传统软件（如 ParaView、Tecplot）采用**后处理模式**，即计算完成后再导出数据进行可视化，导致仿真过程难以动态调整参数，且依赖成熟的商业软件（如ANSYS，OpenFOAM）。本项目采用**计算-可视化同步机制**，实现仿真过程的**实时可视化**且能无缝对接**自研求解器**，支持用户在计算过程中调整参数，提高模拟效率，非常适合科研人员使用。

关键技术点：

- **共享内存技术**，计算程序直接传输数据至渲染引擎，无需中间数据转换。
- 通过**帧缓冲同步**和**时间步管理**，确保计算数据流与可视化数据流的一致性。
- **对接自研求解器**，本项目提供简洁的用户接口，方便科研人员将编写的求解器接入该平台实现同步渲染。

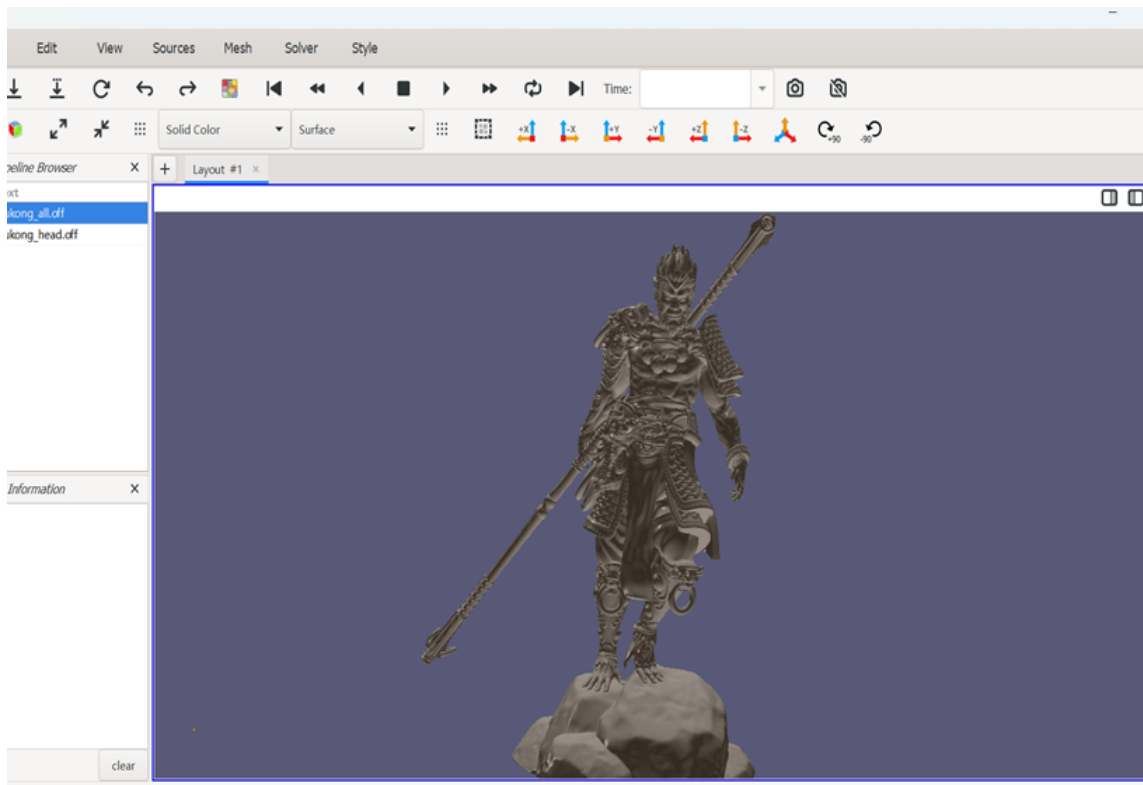
（下面是一个自研的**边界元**求解器接入平台后**等值面**的渲染效果）



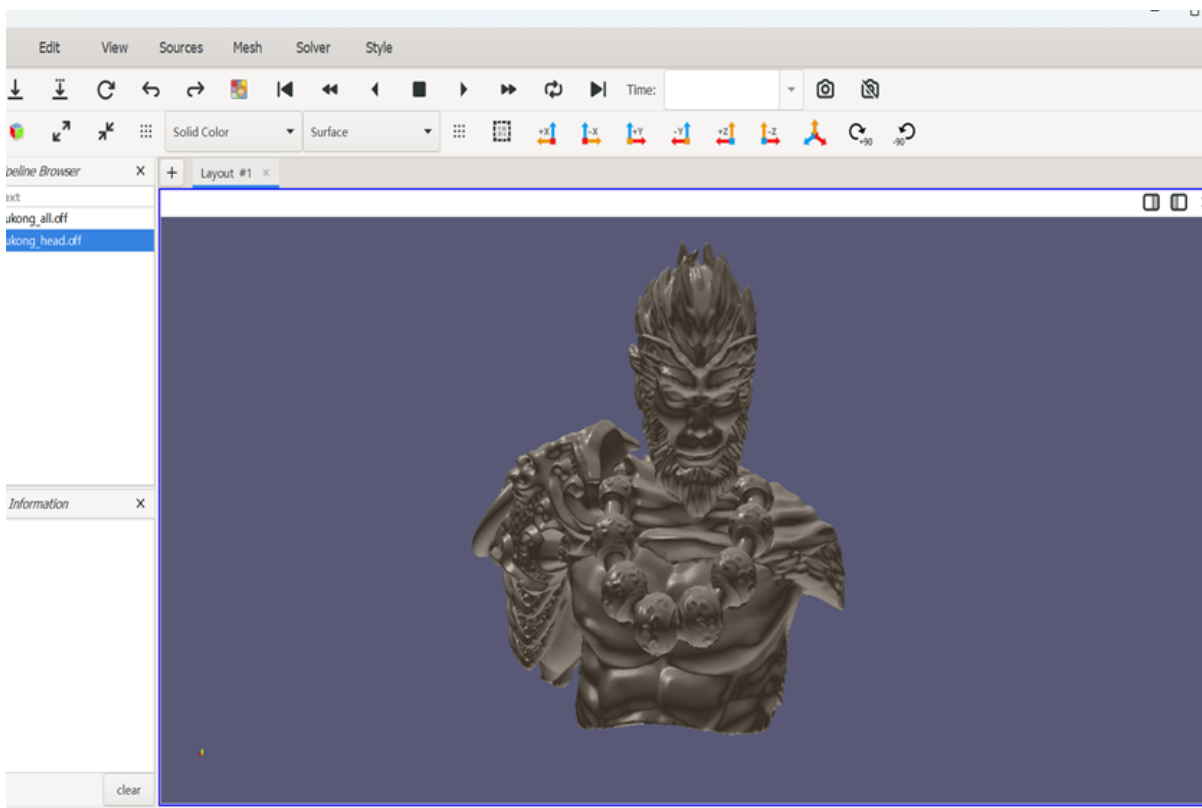
测试结果与分析

自主研发高性能渲染引擎：流畅渲染百万级网格的复杂 3D 游戏模型。

- 黑悟空全身模型网格 (百万网格)

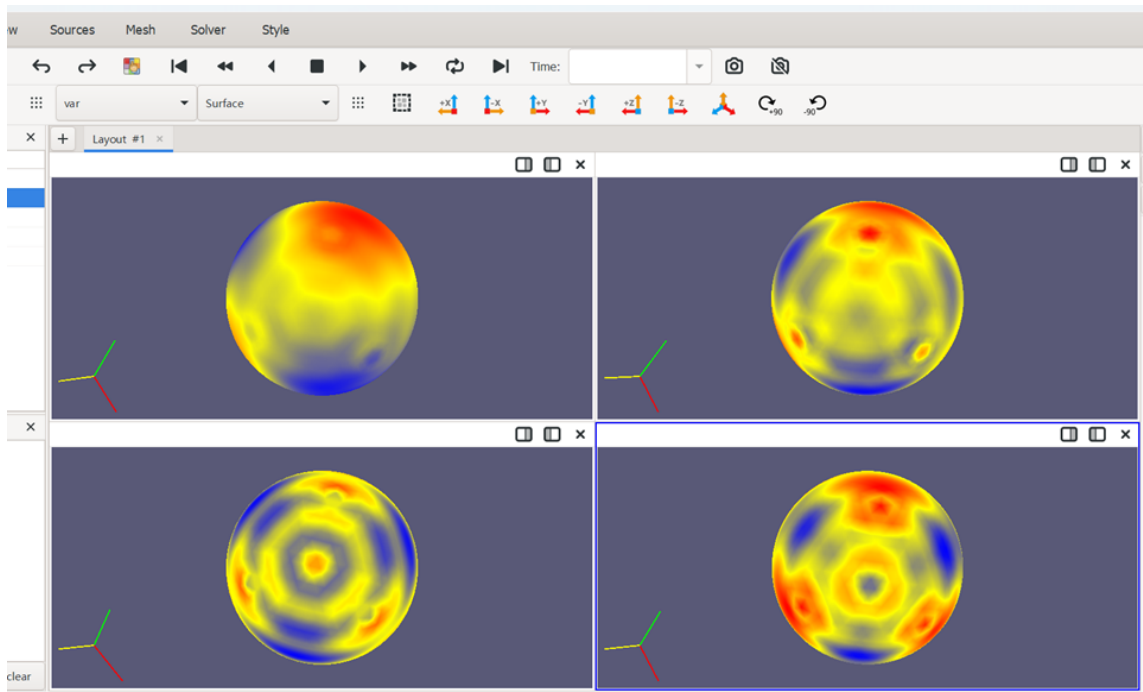


- 黑悟空上身模型网格 (十万网格)

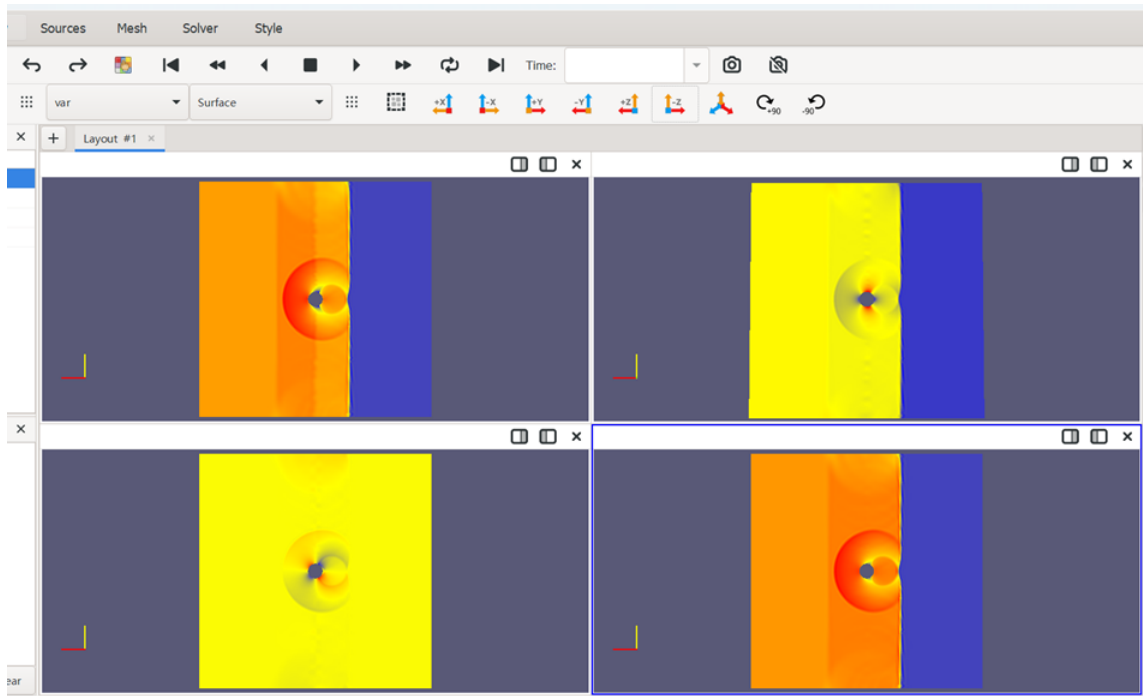


多物理场渲染：高效渲染各种物理场，适用于流场演化、电磁场模拟等应用。

- 静电场计算结果可视化

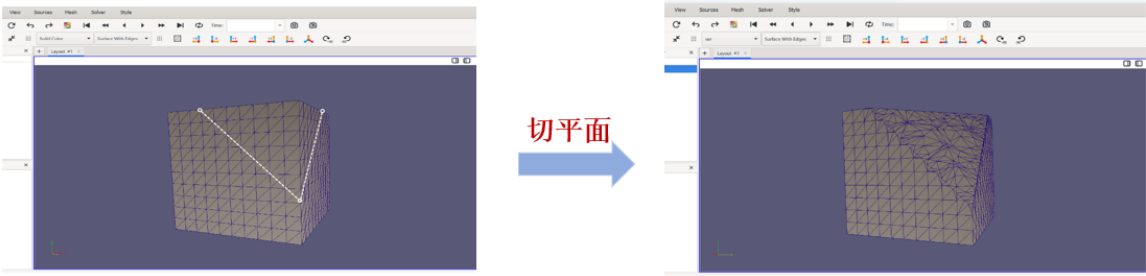


- 可压缩N-S方程计算结果可视化



支持体渲染与切平面操作：可渲染三维体网格并进行平面切制，插值展示内部物理场变化，满足科学计算与精细化仿真分析需求。

• 四面体网格的体渲染与切面



• 切平面插值

