

创建 3D 模型模块使用教程

一、功能介绍与使用场景

三维建模模块是吊装助理软件的核心功能之一，专门用于在软件内部直接创建三维模型并进行重心计算。该模块提供了完整的参数化草图绘制、几何约束、实体建模和材质渲染能力，使用户无需依赖外部三维设计软件即可完成从概念设计到重心分析的全流程工作。

本模块基于专业的二维约束求解器构建，其核心功能架构与主流 CAD 软件一致，主要包括：

- **参数化草图绘制**：支持点、直线、圆弧、圆、椭圆、矩形、多边形、槽、样条曲线等基本图元的绘制，所有图元均受约束系统驱动。
- **几何与尺寸约束系统**：提供固定、重合、共线、相切、平行、垂直、等长、等半径、水平、竖直等几何约束，以及长度、角度、半径/直径、点-点距离、线-线距离、点-线距离等尺寸约束。
- **三维实体建模**：基于封闭草图，提供**拉伸（Extrude）**、**旋转（Revolve）**、**扫掠（Sweep）**三种核心实体创建工具，支持新建、合并、相减、相交四种布尔运算模式。
- **材质与渲染**：可为模型赋予材质纹理，支持立方体、平板、球体、圆柱体四种纹理映射方式，并支持线框、阴影、渲染、隐藏线、平滑五种显示模式。
- **自动重心求解**：模型创建完成后，可自动计算并显示模型的重心位置与总重量。
- **重心图示生成**：计算完成后，可快速生成带重心标注的二维施工图纸。
- **模型导入导出**：兼容 IFC、STEP、IGES、DWG、DXF、OBJ、STL、

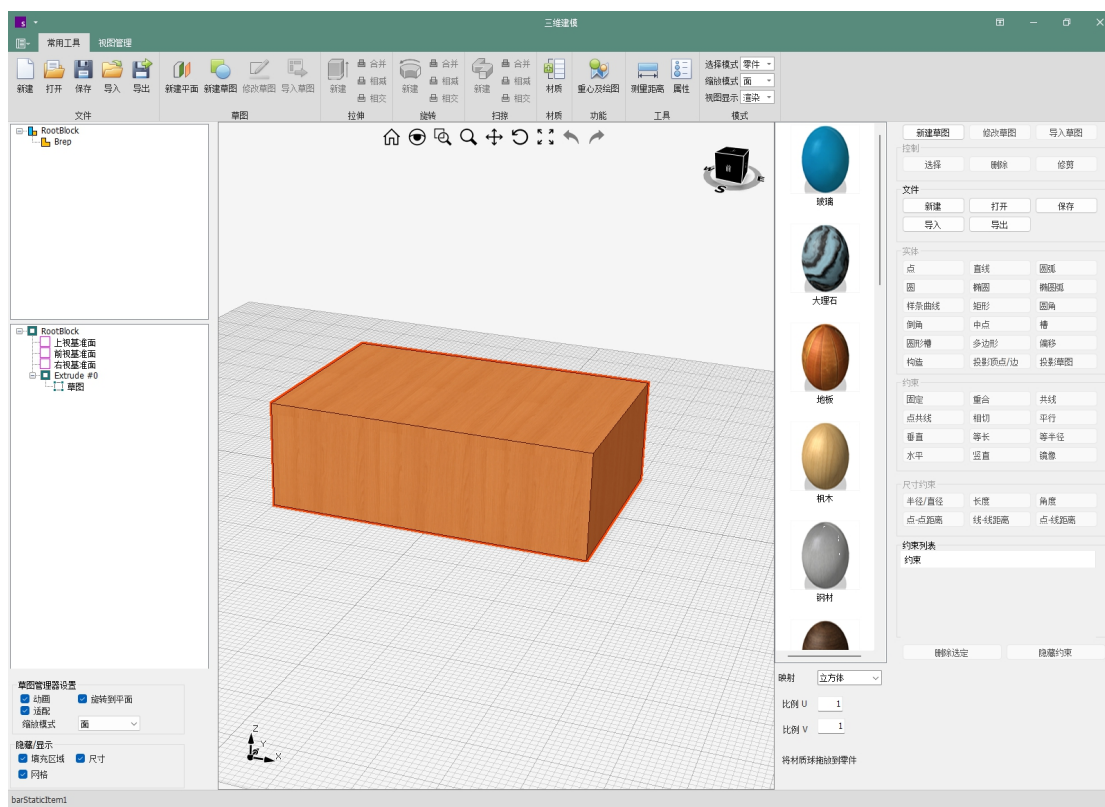
JT、LAS 等多种主流三维格式的导入，支持导出 STEP、IGES、OBJ、STL、HTML (WebGL) 等格式。

主要使用场景

- **异形构件重心计算：**对于封头、弯头、任意截面等标准模块无法覆盖的异形构件，可在本模块中直接建模并计算重心。
- **吊装工装设计：**快速创建平衡梁、吊耳、吊盖等吊装工装的三维模型，并进行重心分析。
- **方案验证与优化：**在设计阶段快速验证不同方案的重心位置，优化吊点布置。
- **施工图纸输出：**生成带重心标注的 CAD 图纸，用于施工交底。
- **模型数据交换：**将建好的模型导出为 STEP/IGES 等通用格式，供其他 CAD 软件使用。

二、工作界面介绍

进入三维建模模块后，主界面由以下几个核心区域组成：



界面布局示意

1. 顶部工具栏

包含全部功能命令，按用途分组排列：

- **常用工具**页面：文件操作（新建、打开、保存、导入、导出）、草图（新建平面、新建草图、修改草图、导入草图）、拉伸/旋转/扫掠特征、材质、重心及绘图、测量、属性、模式切换等。
- **草图**页面：在草图编辑模式下自动切换显示，包含绘图工具、特性编辑、约束、尺寸约束等。
- **视图管理**页面：控制独立窗体、树形浏览、快捷菜单、填充区域、尺寸、网格等显示选项。

2. 左侧面板

装配树/特征树：以树形结构展示当前模型的所有组成部分。顶层为“RootBlock”，其下显示三个默认基准面（上视基准面、前视基准面、右视基准

面），以及用户创建的草图、特征（拉伸/旋转/扫掠）和新建的基准面等。选择树中的任意节点可快速定位对应的几何元素。

3. 中央三维视图区

模型的显示与交互操作区域。在此区域中可以进行旋转、平移、缩放等视图操作，也可直接点击选择图元、进行绘图和约束添加。

4. 右侧面板

- **草图工具面板**（草图模式下显示）：包含控制、文件、实体、约束、尺寸约束、约束列表等分组，提供与工具栏互补的快捷操作。
- **材质面板**（材质模式下显示）：以缩略图列表显示可用材质，并提供映射方式和UV比例调节控件。
- **约束列表**：显示当前草图中所有已添加的约束，便于查看、编辑和删除。

5. 底部状态栏

显示当前操作提示、自由度数量、约束状态等信息。其中“自由度”数值为0时表示草图已完全约束。

三、操作流程

第1步：进入模块

打开吊装助理软件，在主界面中点击“三维建模”功能按钮，进入三维建模工作界面。

第2步：新建草图

三维建模的第一步是创建二维草图，草图是后续三维特征的基础。

选择草图平面

在新建草图之前，首先需要确定草图所在的平面。软件提供了三种默认基

准面：

- 上视基准面 (XY 平面)
- 前视基准面 (XZ 平面)
- 右视基准面 (YZ 平面)

此外，用户还可以创建自定义平面：

点击工具栏“常用工具”页面中的 **“新建平面”** 按钮。在弹出的对话框中选择参考平面（可以是已有基准面或模型上的平面），输入偏移距离，即可生成平行于参考平面的新平面。

新建草图操作

1. 在左侧装配树中单击选中目标平面（例如“上视基准面”），被选中的平面会高亮显示。
2. 点击 Ribbon 工具栏中的 **“新建草图”** 按钮（位于“常用工具”页面的“草图”分组）。
3. 软件将自动进入草图编辑模式，视图旋转至所选平面方向，并显示草图网格和坐标系。
4. 在草图模式下，Ribbon 工具栏将自动切换至 **“草图”** 页面，显示所有绘图和约束工具。

注意：如果在未选中任何平面的情况下点击“新建草图”，软件会使用默认的 XY 平面（上视基准面）。

第 3 步：绘制草图图元

在草图模式下，使用绘图工具绘制二维轮廓。所有草图图元都支持参数化约束，确保几何关系的精确可控。

基本绘图工具

（位于 Ribbon“草图”页面的“绘图”分组）

工具	功能说明
点	在草图平面上创建点
直线	通过两点创建直线段
圆弧	通过三点创建圆弧
圆	通过圆心和半径创建圆
椭圆	通过中心和长短轴创建椭圆
椭圆弧	通过中心和长短轴及角度范围创建椭圆弧
样条曲线	通过控制点创建样条曲线
矩形	通过对角点创建矩形
槽	创建直线槽（腰形孔）
圆形槽	创建圆弧形槽
多边形	通过中心和顶点数创建正多边形

绘图操作示例（绘制矩形）

1. 在 Ribbon“草图”页面中，点击“**矩形**”按钮。
2. 在三维视图区中点击第一个角点位置。
3. 再次点击对角位置，完成矩形绘制。
4. 矩形的四条边将自动显示为蓝色（表示未完全约束），可通过约束工具进行定位和尺寸定义。

辅助绘图工具

（位于“草图”页面的“特性编辑”分组）

- **圆角**：在两曲线相交处创建圆弧过渡。

- **倒角**：在两曲线相交处创建直线倒角。
- **中点**：快速创建线段的中点。
- **偏移**：将已有曲线按指定距离偏移生成新曲线。
- **构造**：将选中的图元转换为构造线（虚线），不参与三维特征生成，仅用于辅助定位。
- **投影顶点/边**：将 3D 模型的顶点或边投影到当前草图平面。
- **投影草图**：将其他草图中的曲线投影到当前草图。

第 4 步：添加约束

约束是参数化建模的核心。通过约束可以精确控制草图图元之间的几何关系和尺寸。

几何约束

（位于 Ribbon“草图”页面的“特性约束”分组）

约束	功能说明	使用方法
固定	将点或曲线固定在当前位置	选择要固定的图元
重合	使两个点重合	依次选择两个点
共线	使两条直线共线	依次选择两条直线
点共线	使点位于直线上	依次选择点和直线
相切	使两图元相切	依次选择两个图元
平行	使两条直线平行	依次选择两条直线
垂直	使两条直线垂直	依次选择两条直线
等长	使两条线段等长	依次选择两条线段

等半径	使两个圆弧等半径	依次选择两个圆弧
水平	使直线或两点水平	选择直线或两个点
竖直	使直线或两点竖直	选择直线或两个点
镜像	创建图元的镜像副本	选择要镜像的图元和镜像轴

尺寸约束

(位于 Ribbon“草图”页面的“尺寸约束”分组)

约束	功能说明	使用方法
长度	标注线段长度	选择一条直线
角度	标注两直线夹角	依次选择两条直线
半径/直径	标注圆弧或圆的半径/直径	选择一个圆弧或圆
点-点距离	标注两点间距离	依次选择两个点
线-线距离	标注两平行线间距离	依次选择两条平行线
点-线距离	标注点到直线的距离	依次选择点和直线

约束操作提示

- 添加约束后，草图将自动求解。底部状态栏的“**自由度**”标签会显示当前草图的剩余自由度数量。
- 当自由度为 0 时，草图完全约束（图元显示为黑色），此时所有图元的位置和尺寸都已确定。
- 如果出现“过约束”提示，表示添加了多余的约束，需要删除冗余约束。右侧的“约束列表”中会以红色高亮显示冗余约束。
- 所有已添加的约束会显示在右侧的“**约束列表**”中，可在此查看、选择和删

除约束。约束名称已全部汉化（如“FixConstraint”显示为“固定”），方便识别。

- 双击约束列表中的尺寸约束项，可修改其数值。

第 5 步：创建三维特征

完成封闭草图的绘制和约束后，即可基于草图创建三维实体。重要：在执行拉伸、旋转或扫掠操作之前，必须先 在装配树或三维视图中选中已完成的草图（单击草图节点，草图会高亮显示）。

拉伸（Extrude）——将草图沿垂直方向延伸为实体

位于 Ribbon“常用工具”页面的“拉伸”分组：

按钮	功能说明
新建	基于当前草图创建新的拉伸实体
合并	在当前实体上添加新的拉伸体（布尔并集）
相减	从当前实体中减去拉伸体（布尔差集）
相交	保留当前实体与拉伸体的公共部分（布尔交集）

操作方法：

1. 在装配树或三维视图中单击选中一个已完成的封闭草图（草图必须封闭且完全约束）。
2. 点击对应的拉伸按钮（如“新建”）。
3. 在弹出的对话框中输入拉伸高度（正值向上拉伸，负值向下拉伸）。
4. 点击确定，三维实体即生成。

旋转（Revolve）——将草图绕指定轴旋转生成实体

位于 Ribbon“常用工具”页面的“旋转”分组：

按钮	功能说明
新建	基于当前草图创建新的旋转实体
合并	在当前实体上添加旋转体
相减	从当前实体中减去旋转体
相交	保留当前实体与旋转体的公共部分

操作方法：

1. 选中一个封闭草图。
2. 点击对应的旋转按钮。
3. 在弹出的对话框中设置旋转轴（通常选择草图中的一条直线或基准轴）和旋转角度（默认 360°）。
4. 点击确定生成实体。

扫掠（Sweep）——将草图沿路径曲线扫掠生成实体

位于 Ribbon“常用工具”页面的“扫掠”分组：

按钮	功能说明
新建	基于当前草图和路径创建新的扫掠实体
合并	在当前实体上添加扫掠体
相减	从当前实体中减去扫掠体
相交	保留当前实体与扫掠体的公共部分

操作方法：

1. 准备一个封闭的轮廓草图和一个路径曲线（路径可以是直线、圆弧或样条曲线，需事先绘制好）。
2. 在装配树中先选中轮廓草图。

3. 点击对应的扫掠按钮。
4. 在弹出的对话框中选择路径曲线（点击选择三维视图中的路径）。
5. 点击确定生成实体。

提示：布尔运算（合并/相减/相交）需要在场景中已存在至少一个实体对象时才可用。首次创建请使用“新建”模式。

第 6 步：赋予材质

为模型赋予材质可以提升视觉效果，并影响重心计算的准确性（材质密度影响重量计算）。

进入材质模式

点击 Ribbon“常用工具”页面“材质”分组中的“材质”按钮。

材质面板（位于界面右侧）

- **材质列表：**以缩略图形式显示所有可用材质，包括钢材、玻璃、混凝土、陶瓷、橡胶、铝材、铜材、木材、大理石等。
- **映射方式：**选择纹理在模型表面的映射方式：
 - ✓ 立方体：适用于规则形状
 - ✓ 平板/板状物：适用于扁平零件
 - ✓ 球体：适用于球形或曲面零件
 - ✓ 圆柱体：适用于回转体零件
- **比例 U/V：**调整纹理在 U 和 V 方向上的缩放比例。

应用材质的方法

- **拖放法（推荐）：**从材质列表中按住一个材质缩略图，拖拽到三维视图中的目标零件上，松开鼠标即可应用。

显示模式切换

点击 Ribbon“常用工具”页面“模式”分组中的“视图显示”下拉菜单：

模式	说明
线框	仅显示模型的边缘线
阴影	显示带有光照效果的表面
渲染	显示材质纹理和光照效果（查看材质效果时推荐）
隐藏线	显示线框并隐藏背面线条
平滑	显示平滑着色效果

第 7 步：计算重心

模型创建完成并赋予材质后，即可进行重心计算。

操作方法

1. 点击 Ribbon“常用工具”页面“工具”分组中的“**重心及绘图**”按钮。
2. 按模型的重心及绘图教程进行重心求解和显示。：

第 8 步：生成重心图示与图纸

确认重心计算结果后，按模型的重心及绘图教程可生成带重心标注的施工图纸。

操作方法

1. 在 Ribbon 工具栏中选择“图纸或材料清单”页面（或通过右键菜单）。
2. 软件将自动生成带重心标注的二维施工图纸。
3. 可通过调整比例、添加和删除视图、调整尺寸标注等方式优化图纸显示效果。
4. **导出 CAD 图纸**：在绘图区通过右键菜单或功能按钮，将图纸导出为 DWG/DXF 格式。

5. **导出三维模型**：通过“导出”按钮将模型导出为 STEP、IGES、OBJ、STL 或 HTML (WebGL) 格式。

第 9 步：保存项目

使用主工具栏上的“**保存**”按钮，将当前模型数据、草图、约束、材质设置及重心计算结果保存为工程文件，方便后续修改或调用。

四、命令速查表

4.1 文件操作

命令	功能	说明
新建	清空当前场景，创建新项目	-
打开	打开已有的工程文件或模型文件	-
保存	保存当前工程	-
导入	导入外部模型文件（支持多种格式）	-
导出	导出当前模型为其他格式	-

4.2 草图绘图命令

命令	功能	说明
点	创建点	点击放置
直线	创建直线段	点击起点和终点
圆弧	创建圆弧	三点定义圆弧
圆	创建圆	圆心+半径

椭圆	创建椭圆	中心+长短轴
椭圆弧	创建椭圆弧	中心+长短轴+角度范围
样条曲线	创建样条曲线	通过控制点生成
矩形	创建矩形	对角点定义
槽	创建直线槽	两点定义中心线+宽度
圆形槽	创建圆弧槽	三点定义圆弧+宽度
多边形	创建正多边形	中心+顶点数
圆角	在两曲线间创建圆角	选择两条曲线
倒角	在两曲线间创建倒角	选择两条曲线
中点	创建线段中点	选择线段
偏移	偏移曲线	选择曲线+距离
构造	将图元转换为构造线	选择图元
投影顶点/边	将 3D 顶点/边投影到草图平面	选择 3D 几何
投影草图	将其他草图的曲线投影到当前草图	选择草图曲线

4.3 编辑命令

命令	功能	快捷键
选择	切换到选择模式，可选择和拖动图元	ESC
删除	删除选中的图元或实体	Delete

修剪	修剪相交的曲线	-
撤销	撤销上一步操作	Ctrl+Z
重做	重做已撤销的操作	Ctrl+Y

4.4 几何约束命令

命令	功能
固定	固定图元位置
重合	两点重合
共线	两直线共线
点共线	点在直线上
相切	两图元相切
平行	两直线平行
垂直	两直线垂直
等长	两线段等长
等半径	两圆弧等半径
水平	直线水平或两点水平
竖直	直线竖直或两点竖直
镜像	创建镜像副本

4.5 尺寸约束命令

命令	功能
长度	标注线段长度
角度	标注两直线夹角
半径/直径	标注圆弧或圆的半径/直径
点-点距离	标注两点间距离
线-线距离	标注两平行线间距离
点-线距离	标注点到直线的距离

4.6 特征建模命令

本节汇总拉伸、旋转、扫掠三大核心特征建模命令，包含各子命令功能及适用场景，可满足零件基础建模、特征组合、结构裁剪等各类建模需求。

命令类型	子命令	命令功能	适用场景
拉伸	拉伸-新建	基于草图创建全新的拉伸实体	首次创建零件主体结构
	拉伸-合并	在已有实体基础上叠加新增拉伸体	多个独立特征组合成型、叠加零件结构
	拉伸-相减	从当前实体中剔除拉伸轮廓对应的实体部分	创建零件孔位、凹槽、缺口等镂空结构
	拉伸-相交	仅保留原有实体与拉伸实体的公共重叠部分	复杂异形结构裁剪、精准拟合造型设计
旋转	旋转-新建	基于草图轮廓绕轴旋转，创建全新旋转实体	轴类、盘类、筒体等回转体零件建模
	旋转-合并	在当前已有实体上叠加旋	回转结构与基础实体组合

		转生成的实体结构	成型
	旋转-相减	从当前实体中剔除旋转体对应的实体部分	回转式凹槽、环形槽、轴类倒角镂空设计
	旋转-相交	保留原有实体与旋转体的公共重叠部分	复杂回转复合结构精准裁剪成型
扫掠	扫掠-新建	以草图为截面、指定路径为轨迹，创建全新扫掠实体	管道、弯曲导轨、异形走线类连续结构建模
	扫掠-合并	在当前实体上叠加扫掠生成的实体结构	弯曲异形结构与基础实体拼接组合
	扫掠-相减	从当前实体中剔除扫掠体对应的实体部分	异形弯曲槽、不规则镂空结构制作
	扫掠-相交	保留原有实体与扫掠体的公共重叠部分	复杂轨迹复合结构裁剪、精准造型优化

4.7 视图与显示命令

本部分命令用于设置建模视图模式、显示内容、操作界面，可优化绘图视野、提升选择精度、适配不同建模操作需求。

命令名称	命令功能说明
选择模式	自定义选择过滤类型，可精准筛选顶点、边、面、零件、轮廓等操作对象，避免误选
缩放模式	设置草图缩放适配规则，支持按面、体、当前块三种模式缩放视图
视图显示	切换模型显示样式，包含线框、阴影、渲染、隐藏线、平滑五种模式，适配查看、编辑、渲染不同场景
填充区域	控制草图填充区域的显示与隐藏，方便查看草图轮廓及封闭区域

尺寸显示	一键显示或隐藏所有草图、模型的尺寸标注，整洁视图或核对参数
网格	控制草图网格的显示与隐藏，辅助草图定位、对齐与等距绘制
约束	控制约束及约束标签的显示与隐藏，便于检查、修改草图约束关系
独立窗体	将当前建模窗口切换为独立窗体，可多窗口并行操作，提升建模效率
树形浏览	显示或隐藏左侧装配树，快速查看、选中、编辑模型所有特征与零件
快捷菜单	启用或禁用右键快捷菜单，适配个人操作习惯，避免误触操作

五、操作技巧与建议

汇总建模全流程实用技巧，规范操作流程、规避常见失误，有效提升建模精度与效率，适配各类零件建模场景。

1. 草图创建规范

先选平面再建草图：新建草图前，必须在左侧装配树选中基准面（上视、前视、右视）或自定义平面，确保草图方向、位置符合设计预期，避免草图错位、朝向错误。

利用自定义平面：默认基准面无法满足复杂建模需求时，可通过“新建平面”功能，创建偏移平面或依托模型表面生成自定义平面，为复杂模型的多层、异形特征建模提供支撑。

草图优先完全约束：执行拉伸、旋转、扫掠等三维特征操作前，需保证草图完全约束（自由度为 0），可有效避免后续参数修改、特征编辑时出现模型变形、参数错乱问题。

选中草图再执行特征：调用拉伸、旋转、扫掠命令时，需先在装配树或视图中选中目标草图（草图高亮即为选中成功），否则特征命令按钮会处于禁用状态，无法操作。

2. 草图绘制辅助技巧

善用构造线：辅助定位、对齐的线条，可通过“构造”工具转为虚线构造线。构造线不参与三维特征生成，仅作为约束、定位参考，精简有效草图轮廓，避免线条冗余。

利用投影功能：绘制新草图时，可使用“投影顶点/边”“投影草图”功能，直接引用已有 3D 模型的顶点、边线轮廓，无需重复绘制，大幅提升复杂草图绘制效率和轮廓匹配精度。

3. 模型与材质设置技巧

材质影响重心计算：赋予模型材质时，需匹配实际构件材质类型。材质密度直接决定模型重量、重心坐标的计算精度，材质选型错误会导致力学参数测算偏差。

显示模式按需切换：材质渲染、效果预览时，切换为“渲染”模式；精准选边、选面、编辑内部结构时，切换为“线框”或“隐藏线”模式，清晰观察模型内部构造，提升操作精准度。

4. 约束与参数管理技巧

利用约束列表管理约束：通过右侧约束列表可查看草图全部约束，双击约束可修改参数数值，选中冗余、错误约束后按 **Delete** 键即可删除。系统会红色标注冗余约束，便于快速排查优化。

5. 快捷键高效操作

熟练使用快捷键可大幅简化操作、提升建模速度，常用快捷键如下：

- **Ctrl+Z：**撤销上一步草图操作
- **Ctrl+Y：**重做已撤销的草图操作
- **ESC：**退出当前工具命令，返回默认选择状态
- **Delete：**删除选中的草图图元、模型实体、约束等内容

6. 模型构建与输出技巧

复杂模型分步构建：异形、多结构复杂模型，建议拆分多个特征逐步搭建，一个特征对应一张独立草图。分层建模可降低出错概率，且便于后续局部修改、特征管理与参数调整。

导出 HTML 用于汇报沟通：将三维模型导出为 HTML (WebGL) 格式，无需安装专用三维软件，可直接通过浏览器打开、旋转、查看模型细节，适用于方案汇报、团队对接、成果展示等场景。

六、常见问题解答 (FAQ)

汇总建模过程中高频故障、操作疑问，提供精准排查方法和解决方案，快速解决建模难题。

Q1：为什么我的草图显示为蓝色而不是黑色？

A1：草图蓝色代表**未完全约束**（自由度 > 0），存在可活动、可变形的参数空间。需补充几何约束（平行、垂直、重合等）和尺寸约束（长度、半径、间距等），直至草图自由度为 0，颜色变为纯黑色，即为完全约束状态。

Q2：拉伸操作按钮是灰色的，无法点击怎么办？

A2：拉伸命令禁用核心原因是不满足操作前置条件，逐一排查以下三点即可解决：1. 确认已在装配树或视图中选中目标草图（草图高亮）；2. 检查草图轮廓完整封闭，无开口、断线、交叉重叠问题；3. 确认草图已完全约束，自由度为 0。

Q3：拉伸时提示“草图不封闭”是什么原因？

A3：拉伸操作仅支持**封闭轮廓草图**，所有曲线需首尾相连形成完整闭合区域。报错后需排查草图：是否存在断线、开口缺口、线条重叠、曲线交叉等问题，使用修剪、延伸、约束工具修正轮廓，确保无缺口、无冗余线条即可正常拉伸。

Q4：如何修改已创建特征参数（如拉伸高度）？

A4: 在左侧装配树或特征树中, 找到对应特征节点 (如“**Extrude #0**”拉伸特征), 双击该节点进入参数编辑界面, 修改高度、角度、距离等目标参数后, 确认保存即可重新生成模型特征。

Q5: 导入外部模型后无法计算重心, 怎么办?

A5: 1. 材质排查: STL 等通用导入格式不自带材质信息, 需手动进入材质模式为各零件匹配对应材质; 2. 原点排查: 模型原点位置偏移会导致重心计算异常, 可使用“原点移至几何中心”功能校准原点, 重新测算重心。

Q6: 如何导出模型用于其他 CAD 软件?

A6: 点击软件导出按钮, 选择 **STEP 或 IGES 格式** 即可。这两种格式通用性极强, 适配绝大多数 CAD 设计软件, 可完整保留模型几何结构、尺寸参数及装配关系, 无数据丢失。

Q7: 草图编辑模式下, 如何退出草图?

A7: 两种退出方式: 1. 完成编辑: 点击顶部 Ribbon“草图”页面的【完成】按钮, 保存所有草图修改并退出编辑模式; 2. 放弃编辑: 点击【取消】按钮, 作废本次草图修改, 退出编辑模式。

Q8: 模型的重心标记如何显示?

A8: 打开模型属性面板查看重心坐标时, 三维视图会自动展示重心标记点。若标记未显示, 需将视图显示模式切换为**渲染或阴影模式**, 线框模式下无法显示重心标记。

Q9: 材质应用后模型没有变化, 是什么原因?

A9: 材质纹理、颜色效果仅在**渲染模式**下可见。线框、隐藏线模式仅展示模型结构轮廓, 不加载材质效果。在“视图显示”下拉菜单中切换至渲染模式, 即可正常查看材质应用效果。

Q10: 本模块和“吊物重心”下的其他子模块（封头、弯头、任意截面）有什么区别?

A10: 封头、弯头、任意截面等子模块为**专用参数化模块**, 仅针对固定类型构

件，通过直接输入参数快速完成重心计算，适配标准化构件；本模块支持**全流程参数化三维建模**，可搭建结构复杂、形状不规则的自定义构件，同时具备三维可视化预览、材质渲染、完整图纸输出功能。两类模块互为补充，标准化构件用专用子模块，复杂异形构件用本建模模块。

Q11：如何新建自定义平面？

A11：1. 点击工具栏“新建平面”按钮，弹出设置对话框；2. 选择参考基准，可选用默认基准面或模型已有平面；3. 输入偏移距离（正值沿基准面法线方向偏移，负值反向偏移）；4. 确认参数后，新建平面会同步显示在左侧装配树中，可直接选中该平面创建草图。