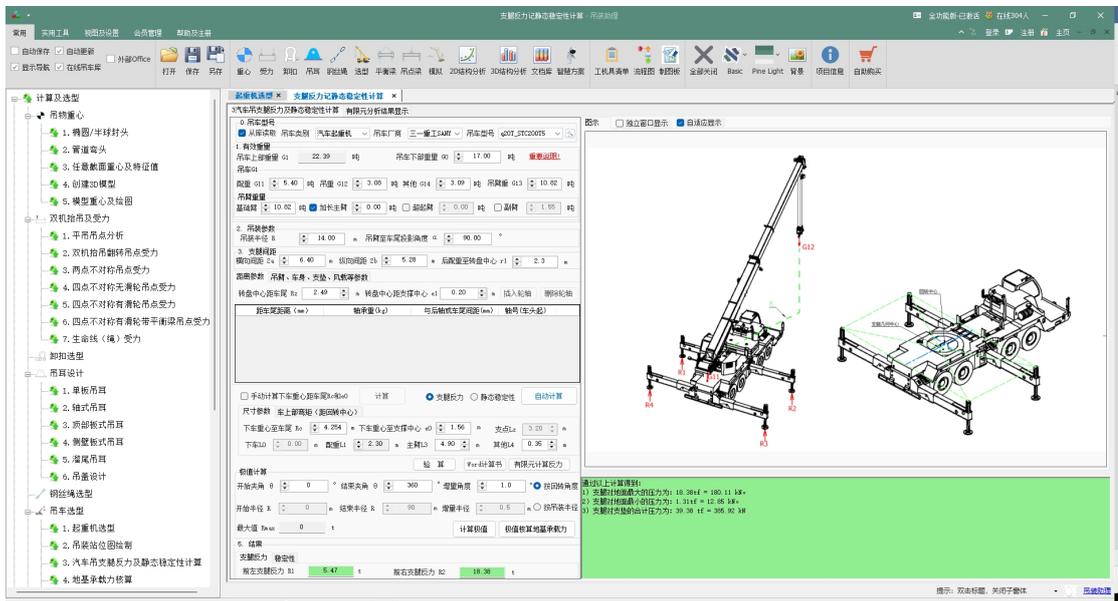


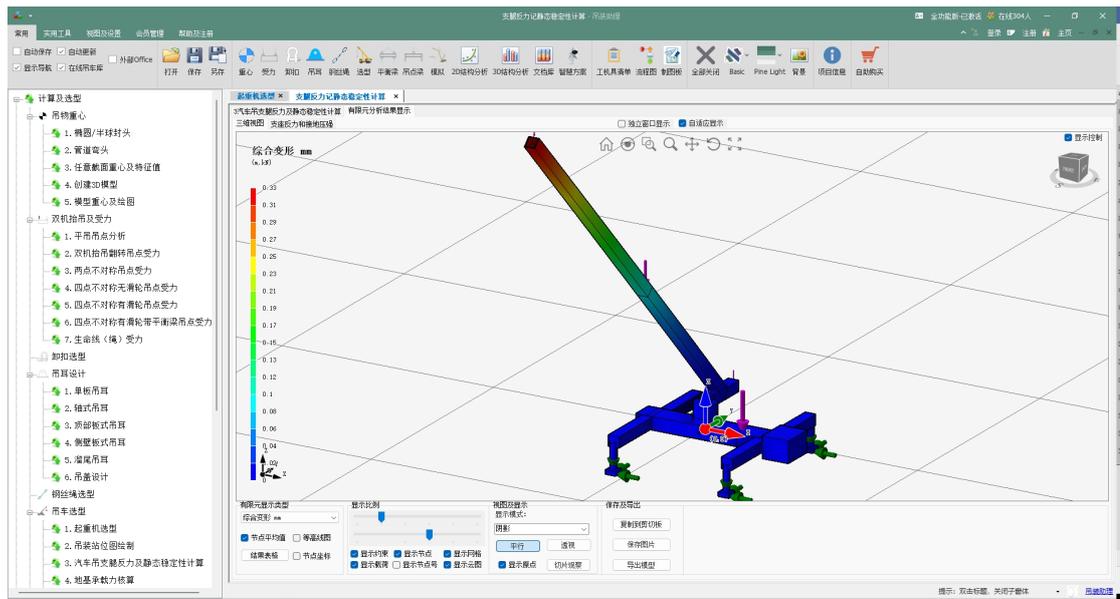
吊装助理支腿反力及静态稳定性计算模块使用教程

一、功能介绍与使用场景

1.1 模块定位



本模块是吊装工程方案设计中的核心力学验算环节，紧接起重机选型之后。它解决了在吊车初步选定后，必须确认其支腿反力是否超出地面承载力，以及吊车在作业过程中是否会倾覆的核心安全问题。模块内置了主流厂商近百台吊车的详细车身尺寸、重心位置等参数，实现了从几何参数输入 → 快速力学计算 → 三维有限元验证 → 全自动成果输出的一站式解决方案。



1.2 核心功能

- **快速调用吊车数据库：**可直接从选型模块或本模块内置数据库中，调用已选吊车的轴距、轮距、重心、支腿跨距等关键几何与重量参数，无需手动录入，大幅提升效率并避免输入错误。
- **精细化参数控制与极值计算：**支持输入吊重、配重、吊臂重量等详细载荷，并可设定吊臂在 0-360°全回转范围内、或指定吊装半径区间内自动扫描，快速计算出最大、最小支腿反力及其对应的危险工况。
- **三维有限元动态模拟：**内置简化的三维有限元计算引擎，可将平面力学计算模型转化为直观的三维模型。用户可动态旋转视角，查看吊车、吊臂、吊物的空间关系，并精确计算出各支腿的反力值及对地面的接地压强。
- **多模块数据联动：**本模块计算的支腿反力极值结果，可一键传递至“地基承载力核算”模块，进行复杂地质条件下的地基承载力验算，形成完整的安全校核闭环。

- **全自动成果输出：**一键生成规范的 Word 计算书，内含详细计算公式、计算过程、数据表格、结果分析，图文并茂，可直接用于内部审核或报审。

1.3 主要使用场景

- ✓ 选定吊车后，验证其在特定吊装工况下的支腿反力是否超出地面许用承载力。
- ✓ 对现场地质条件不明确或较差的工况，进行地基承载力安全评估。
- ✓ 复杂吊装环境（如支腿下方有管线、基坑边缘），需精确计算各支腿实际受力。
- ✓ 超大、超高、超重设备吊装前，进行整机抗倾覆稳定性校核。
- ✓ 编制吊装专项方案时，为地基处理设计提供依据。

二、主要设计流程

整体流程：



阶段 1：载入吊车数据

1. 选择吊车数据来源

在“0. 吊车型号”区域，可选择：

0. 吊车型号

从库读取 吊车类别 吊车厂商 吊车型号

- **从库读取：** 勾选此项，并从“吊车厂商”、“吊车类别”、“吊车型号”下拉列表中，选择您在选型阶段确定的吊车。系统将自动填充其结构参数。
- **手动输入：** 若不勾选，可手动在后续标签页中输入吊车的各项参数，适用于库外车型或自定义其他车辆。

阶段 2：设定核心计算参数

1. 输入有效重量

在“1.有效重量”区域，根据实际情况输入或核对：

1. 有效重量

吊车上部重量 G1 吨 吊车下部重量 G0 吨 **重要说明!**

吊车G1

配重 G11 吨 吊重 G12 吨 其他 G14 吨 吊臂重 G13 吨

吊臂重量

基础臂 吨 加长主臂 吨 超起臂 吨 副臂 吨

- **吊车上部重量 G1：** 通常由系统自动累加“配重 G11”、“吊重 G12”、“吊臂重 G13”、“其他 G14”得到。其中“吊臂重”可细分为主臂、加长臂、超起、副臂等。
- **吊车下部重量 G0：** 即底盘重量，通常从数据库自动读取。

2. 设定吊装几何参数

在“2.吊装参数”和“3.支腿间距”区域，输入或核对：

2. 吊装参数
 吊装半径 R m 吊臂至车尾投影角度 α °

3. 支腿间距
 横向间距 $2a$ m 纵向间距 $2b$ m 后配重至转盘中心 $r1$ m

距离参数 吊臂、车身、支垫、风载等参数

转盘中心距车尾 Rz m 转盘中心距支撑中心 $e1$ m

距车尾距离 (mm)	轴承重 (kg)	与后轴或车尾间距 (mm)	轴号 (车头起)

手动计算下车重心距车尾 Rc 和 $e0$ 支腿反力 静态稳定性

- 吊装半径 R ：吊物重心到回转中心的水平距离。
- 吊臂投影角度 α ：吊臂在水平面上的投影与车尾方向的夹角， 0° 通常指向车尾。
- 支腿横向间距 $2a$ / 纵向间距 $2b$ ：支腿跨距，通常从数据库自动读取。
- 后配重至转盘中心 $r1$ ：配重位置，影响力矩平衡。

3. 细化距离与结构参数

在“距离参数”和“吊臂、车身、支垫、风载等参数”标签页中，可以进一步精细化模型：

距离参数 吊臂、车身、支垫、风载等参数

主臂长度 L m 主臂宽度 W m 主臂水平夹角 $a1$ °

底铰距转轴 $L0$ m 底铰高度 E m

支腿高度 Hz m 支腿错位 m

垫块长 Ld m 垫块宽 Bd m 垫块厚度 td m

吊物受到的风载 F_{x1} kN F_{y1} kN

吊臂受到的风载 F_{x2} kN F_{y2} kN

- 转盘中心距车尾 R_z / 距支撑中心 e_1 ：确定回转中心位置。
- 主臂长度 L / 主臂水平夹角 a_1 / 底铰高度 E ：用于计算吊臂自重产生的力矩。
- 风载 F_{x1} / F_{x2} ：考虑风荷载对吊臂和吊物的影响（高级选项）。
- 垫块尺寸 L_d / B_d / t_d ：用于后续计算接地压强。

阶段 3：执行力学计算与极值分析

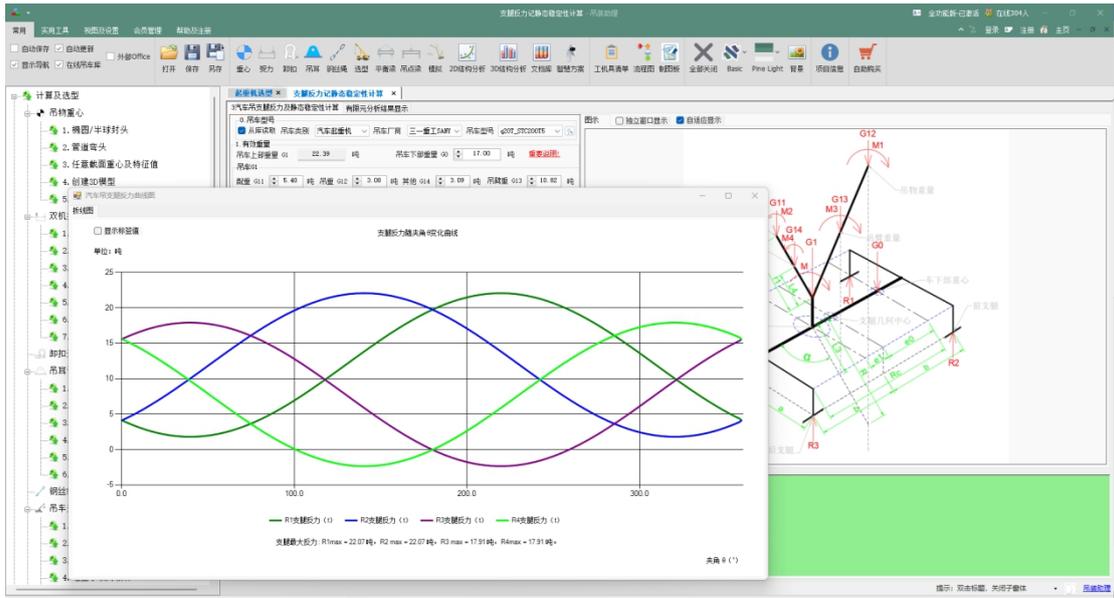
1. 选择计算模式

在“极值计算”区域，选择计算模式：

- **按回转角度**：设定一个起始角度、结束角度和增量角度，系统计算在此区间内各角度的支腿反力。
- **按吊装半径**：设定一个起始半径、结束半径和增量半径，系统计算在此区间内各半径下的支腿反力。

2. 执行计算

- 点击“自动计算”，系统会根据您设定的参数和极值范围，快速扫描并计算各工况。
- 点击“计算极值”，系统将筛选出最大支腿反力。



- 点击“极值核算地基承载力”，可将极值结果直接传递给地基承载力模块。

3. 查看初步结果

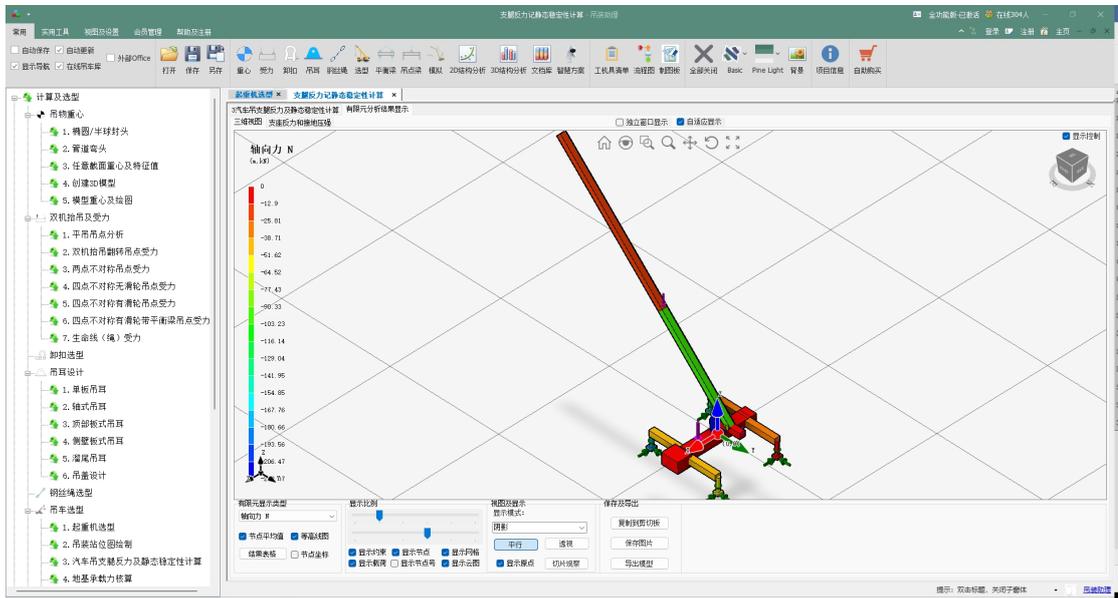
在“5.结果”区域的“支腿反力”标签页中，可以查看当前工况下四个支腿的反力值。在“稳定性”标签页中，可查看静态稳定性安全系数。



阶段 4：三维有限元验证

1. 切换至有限元视图

点击主界面下方的“有限元分析结果显示”标签页。

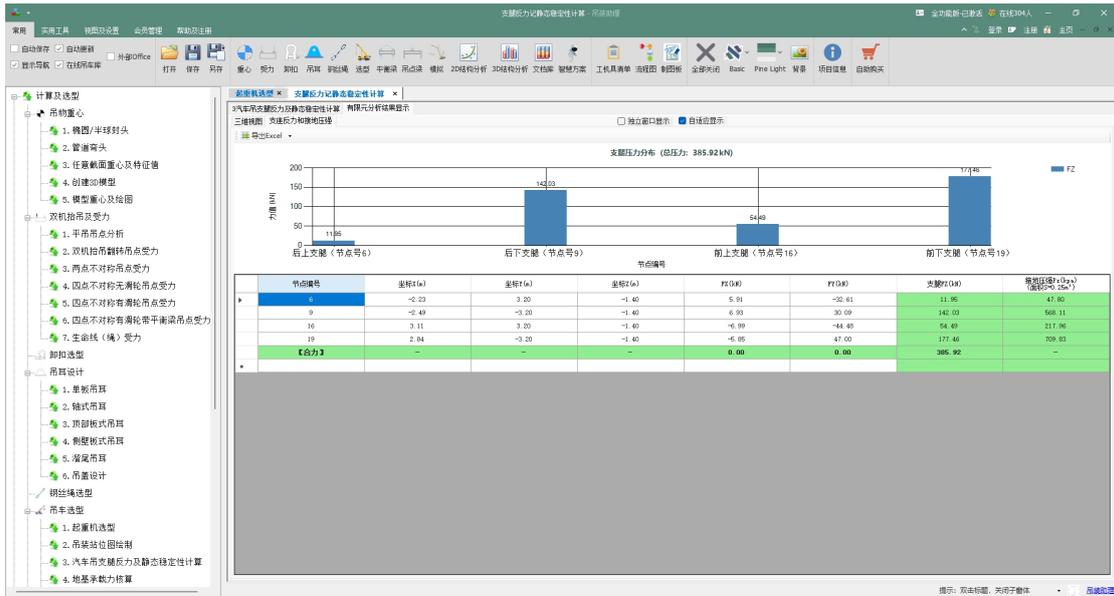


2. 查看三维模型

系统会自动根据输入的参数生成吊车、支腿、吊臂、吊物的简化三维模型。您可以使用鼠标自由旋转、缩放视角。

3. 分析反力与压强

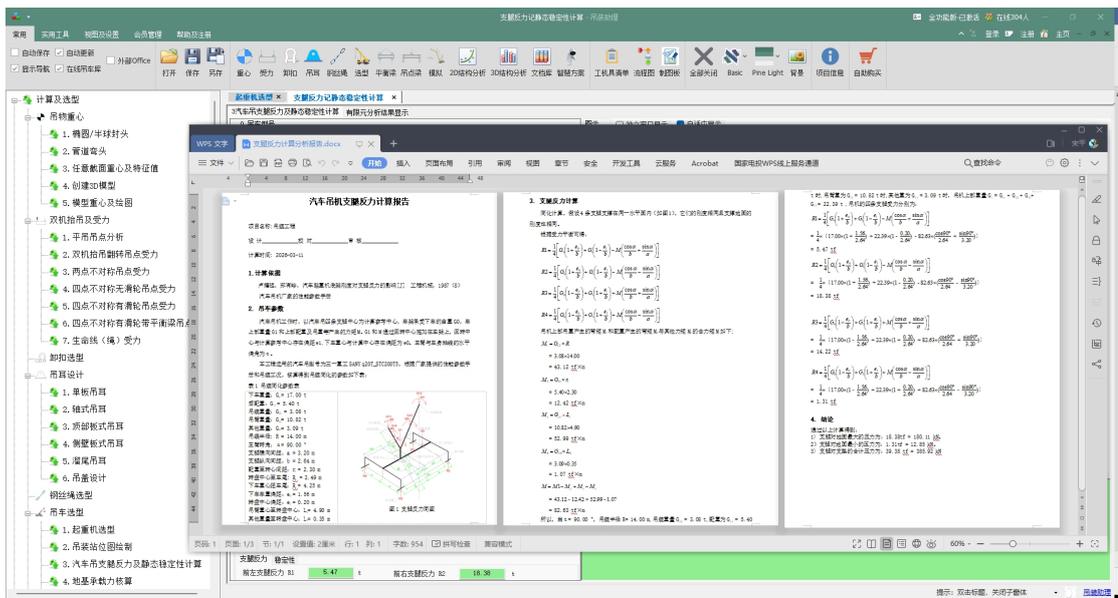
- ✓ 点击“有限元计算反力”按钮，系统将进行有限元求解。
- ✓ 求解完成后，可在右侧的“支座反力和接地压强”标签页中，通过数据表格和曲线图查看更为精确的支腿反力及接地压强分布。

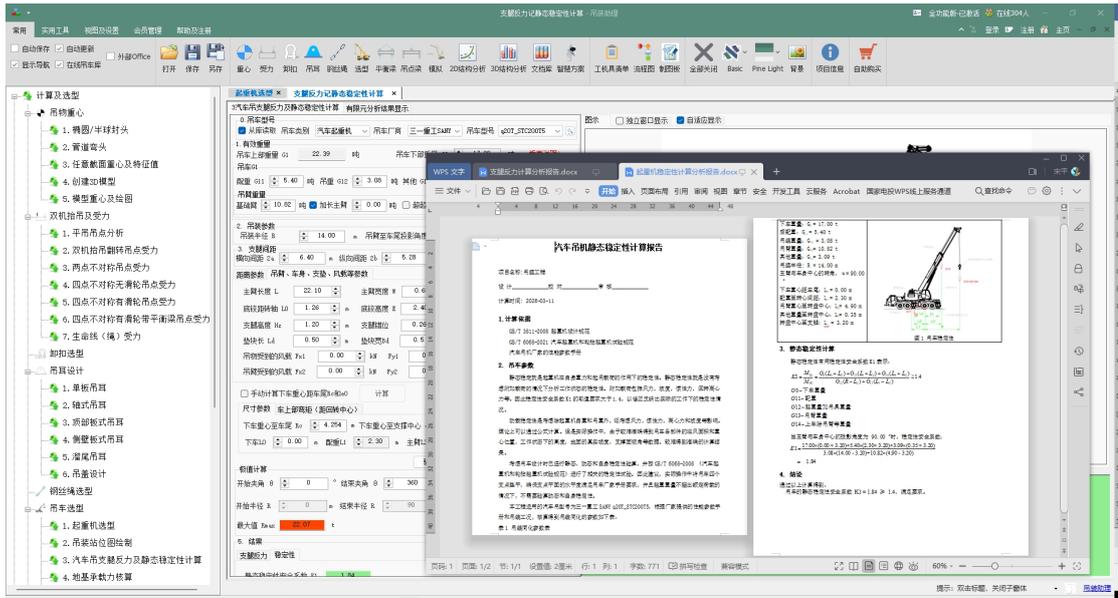


阶段 5：成果输出

1. Word 计算书

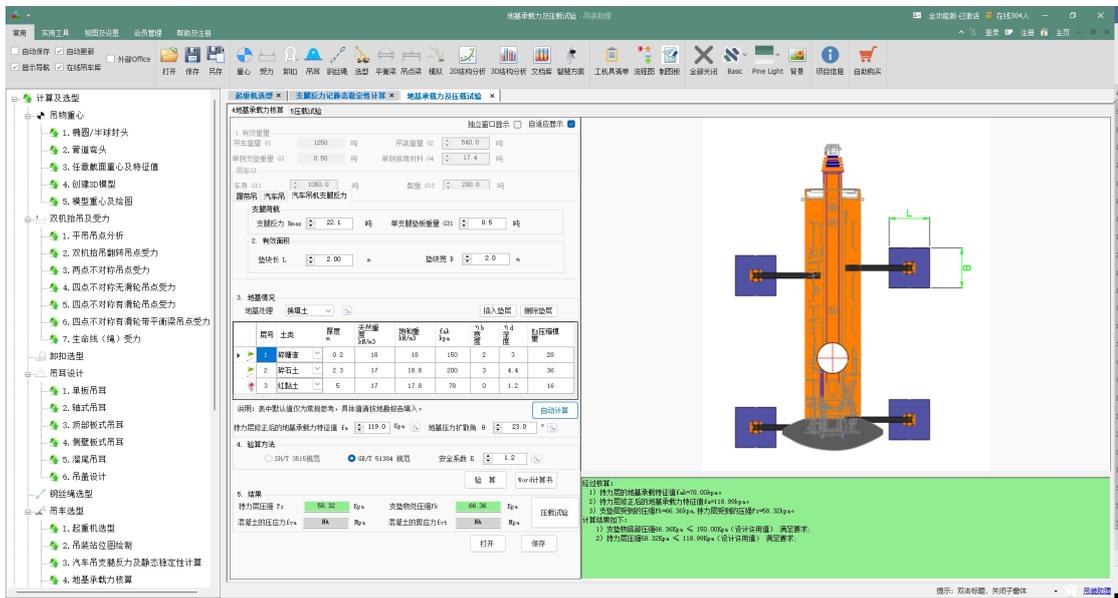
点击“**Word 计算书**”按钮，一键生成包含工程概况、计算依据、计算简图、详细计算公式、数据代入过程、结果表格及结论的完整计算书。





2. 数据联动

点击“地基承载力核算”按钮，可将本模块计算的支腿反力极值直接传递到下一模块，进行地基承载力的详细验算。



三、关键参数解释

3.1 设计核心参数

参数类别	关键参数	含义与设置要点
吊车数据	吊车型号/厂商/类别	确定吊车的基本结构尺寸和自重数据来源。
有效重量	吊车上部重量 G_1	包括配重、吊重、吊臂等所有回转部分以上的重量，是倾覆力矩的主要来源。
	吊车下部重量 G_0	底盘重量，是稳定力矩的主要来源。
吊装几何	吊装半径 R	决定倾覆力矩臂长，是影响支腿反力最敏感的参数。
	吊臂投影角度 α	决定吊臂方向，从而影响四个支腿的受力分配。
支腿参数	横向间距 $2a$ / 纵向间距 $2b$	支腿跨距，决定抗倾覆能力，跨距越大，稳定性越好，支腿反力越小。
结构参数	底铰高度 E	吊臂根部铰点的高度，影响吊臂自重产生的力矩。

3.2 计算结果关键参数

关键参数	意义	校核标准
支腿反力 R_1, R_2, R_3, R_4	四个支腿分别承受的压力。	最大值应小于 单个支腿下地基承载力特征值。
静态稳定性安全系数 K_1	稳定力矩之和与倾覆力矩之和的比值。	根据规范，通常要求 $K_1 \geq 1.15$ （或特定规范值）。

接地压强	支腿反力除以垫块面积。	应小于地基土层的许用承载力。
------	-------------	----------------

四、设计要点与操作技巧

4.1 设计核心要点

- **数据来源可靠：**吊车数据库的准确性是计算的基础。对于库外吊车，务必从厂家手册中准确录入其轴重、重心、支腿跨距等数据。
- **最不利工况扫描：**切勿仅计算单一角度。吊臂旋转一周，支腿反力变化巨大，必须通过“极值计算”功能扫描出最大值作为地基设计的依据。
- **重视垫块作用：**支腿反力通过垫块传递到地面。在“吊臂、车身、支垫、风载等参数”标签页中准确输入垫块尺寸，是计算真实接地压强的关键。
- **有限元验证的必要性：**对于复杂工况或重要吊装，建议进行三维有限元计算。它不仅能校核平面简化的结果，还能更直观地展示变形和受力趋势，提供更全面的安全评估。

4.2 实用操作技巧

- ✓ 先在“2.吊装参数”中输入您关心的吊装角度和半径，点击“自动计算”快速查看该点的反力。
- ✓ 在进行极值扫描前，务必在“极值计算”区域设置合理的增量。增量太大可能漏掉极值点，增量太小则计算耗时。

- ✓ 鼠标悬停在任意参数输入框上，通常会显示该参数的简要说明，帮助理解其含义。
- ✓ 三维有限元视图中，可以通过右侧的“显示控制”复选框，控制网格、约束、荷载等元素的显示，让视图更清晰。

五、常见问题处理

Q1：计算出的某个支腿反力为负值（或显示为 0）？

A：负值表示该支腿受拉，在实际工程中，这通常意味着支腿离地，吊车有倾覆风险。请立即检查：

- ✓ 吊装半径是否过大？
- ✓ 吊臂角度是否指向了支腿跨距最小的方向？
- ✓ 是否需要增加配重或改变吊装路径？

Q2：支腿反力结果很大，远超预期？

A：可以从以下方面排查：

- ✓ 核对“有效重量”是否输入正确，特别是吊重是否包含了索具等附加重量。
- ✓ 检查“支腿间距”是否与吊车实际支腿跨距一致，过小的间距会导致反力剧增。
- ✓ 确认“吊装半径”是否输入准确，R 值微小的变化对反力影响巨大。

Q3：如何将计算用于实际地基处理？

A: 取“极值计算”得到的最大支腿反力，结合您设定的垫块尺寸，得到最大接地压强。将此压强值传递给“地基承载力核算”模块，输入实际的地质勘察报告数据，软件会判断是否需要换填、夯实或采用桩基等处理措施。

六、注意事项

- ✓ 本模块计算结果为理论力学值，依赖于输入参数的准确性。请务必通过厂家手册或现场实测校核吊车结构尺寸与重量。
- ✓ 计算中未考虑吊车支腿结构本身的强度与稳定性，假定支腿和车架为刚体。
- ✓ 动态稳定性（如回转、起升、行走惯性力）需结合其他模块或规范另行校核。
- ✓ 重大吊装工程，软件计算结果必须由具备资质的工程师复核，并作为专家论证的技术支撑，不能替代最终的安全决策。