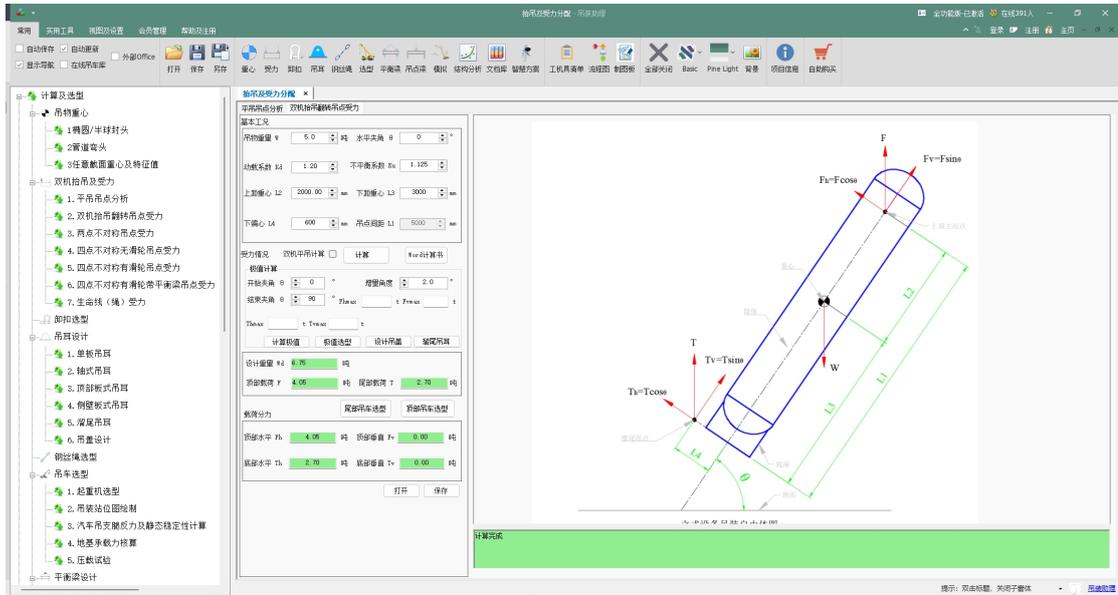
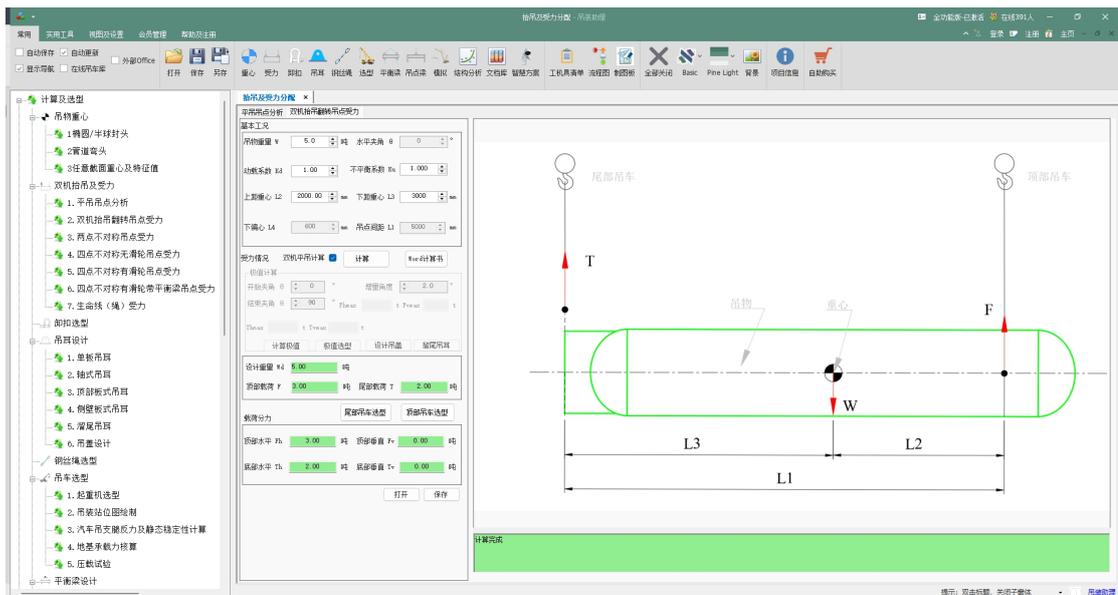


双机抬吊翻转吊点受力分析模块使用教程

一、功能介绍与使用场景



本模块是用于分析两台吊车协同进行设备“抬吊”与“空中翻转”作业的专业工具。它精确计算在翻转全过程中，主吊车（抬头部）与溜尾吊车（抬尾部）的载荷动态变化，并找出最危险工况，是编制大型设备竖立吊装方案的核心。



该模块的主要功能包括：

1. 生成图文并茂的计算书：一键生成包含示意图、公式、计算过程的 Word 格式计算书，用于方案报审。
2. 双工况分析：既可分析设备水平抬吊（平吊）时的两车受力分配，也可分析设备从水平翻转至竖直全过程的受力变化。
3. 极值计算：可指定翻转角度范围（如 0° 至 90° ），软件自动计算并找出主吊车和溜尾吊车受力的最大值，用于最保守的机具选型。
4. 结果无缝传递：计算得出的最大载荷可直接传递至“吊盖设计”、“溜尾吊耳设计”及“起重机选型”模块，实现连贯设计。

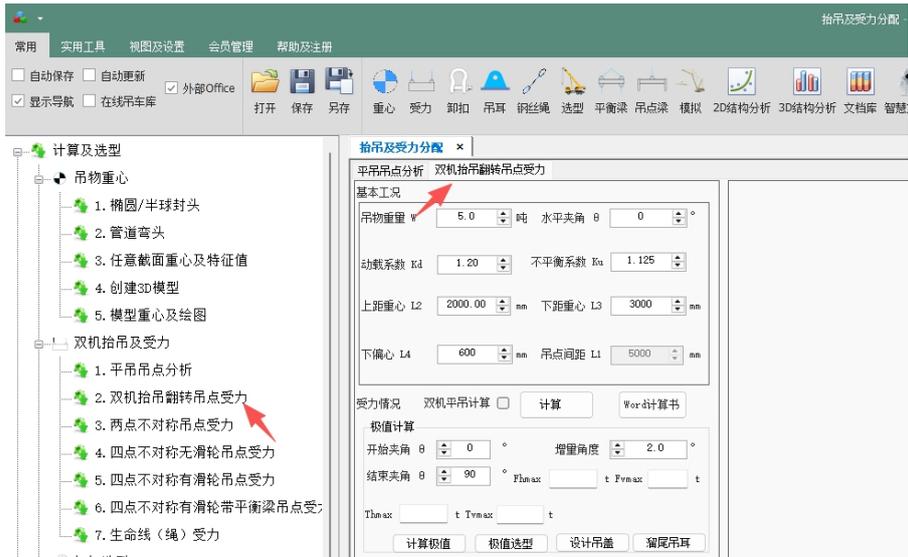
主要使用场景：

- 大型立式设备吊装：如反应器、塔器、烟囱等需要从平卧状态翻转竖立的吊装方案设计。
- 吊车选型与站位确定：为主吊车和溜尾吊车的吨位选择、以及合理站位（距离 L1, L2）提供精确的数据依据。
- 关键吊耳设计：为主吊吊耳和溜尾吊耳提供动态变化的设计载荷，确保其在最不利工况下的安全。
- 方案安全校核：通过极值计算，识别翻转过程中可能出现的、超过水平抬吊状态的危险受力点。

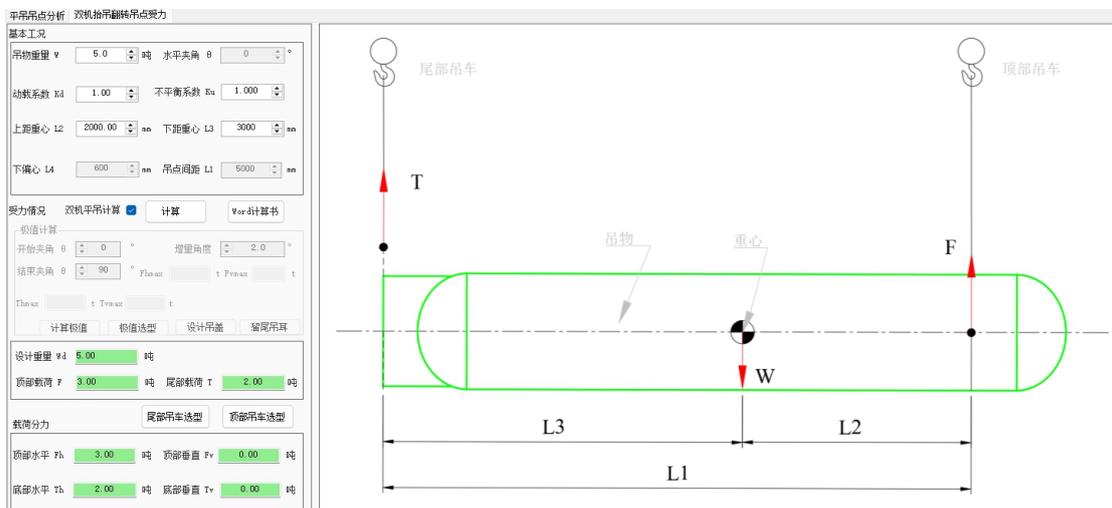
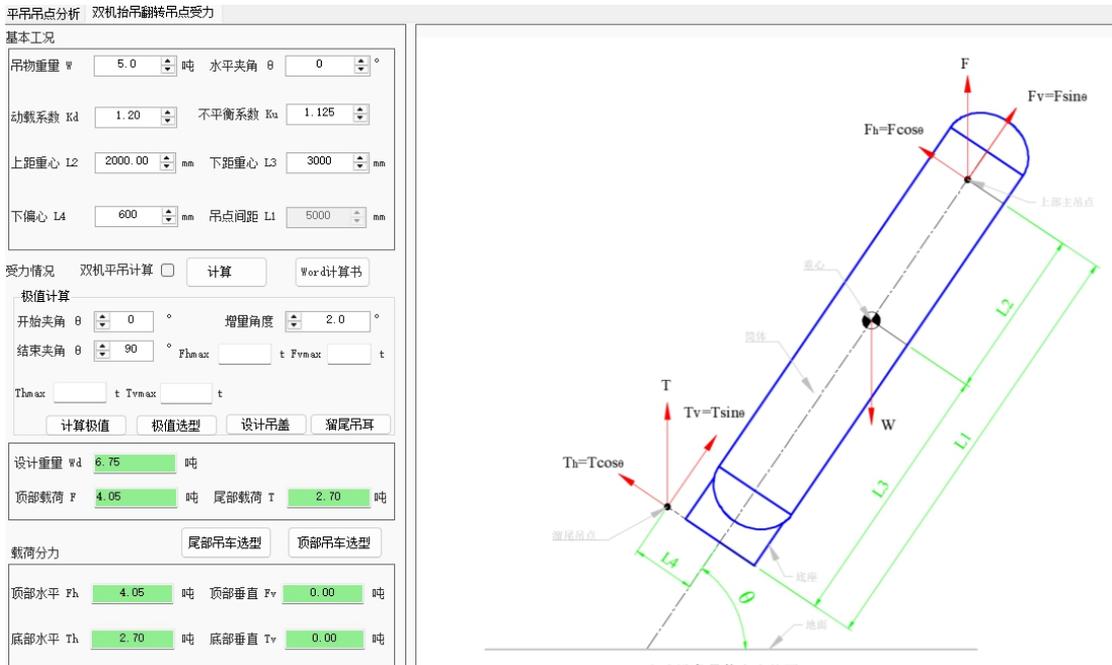
二、操作流程

第 1 步：进入模块与设定基本工况

1.1 在软件左侧导航栏，依次展开“计算及选型”->“双机抬吊及受力”，点击“双机抬吊翻转吊点受力”进入模块。



1.2 在中间“基本工况”参数区，输入设备与吊装环境的基本参数：



- 吊物重量 (W): 设备总重。
- 吊点间距 (L1): 主吊点与溜尾吊点之间的水平距离。
- 下垂心偏移 (L4): 设备重心距离溜尾吊点的水平距离。此值为关键参数，决定了翻转的难易程度。
- 主吊车距离 (L2) / 溜尾吊车距离 (L3): 吊车吊钩相对于设备的位置。
- 水平夹角 (θ): 初始时，主吊钢丝绳与水平面的夹角。平吊分析时设定此值；翻转分析时可设为起始角度。

第 2 步：执行计算与分析结果

2.1 平吊分析：勾选平吊，按平吊的参数进行输入。

基本工况

吊物重量 W 5.0 吨 水平夹角 θ 0 $^\circ$

动载系数 Kd 1.00 不平衡系数 Ku 1.000

上距重心 L2 2000.00 mm 下距重心 L3 3000 mm

下偏心 L4 600 mm 吊点间距 L1 5000 mm

受力情况 双机平吊计算 计算 Word计算书

2.2 翻转与极值分析：

- 设置“增量角度”（如 2.0° ）和“开始夹角”（如 0° ）和“结束角度”（如 90° ）。

极值计算

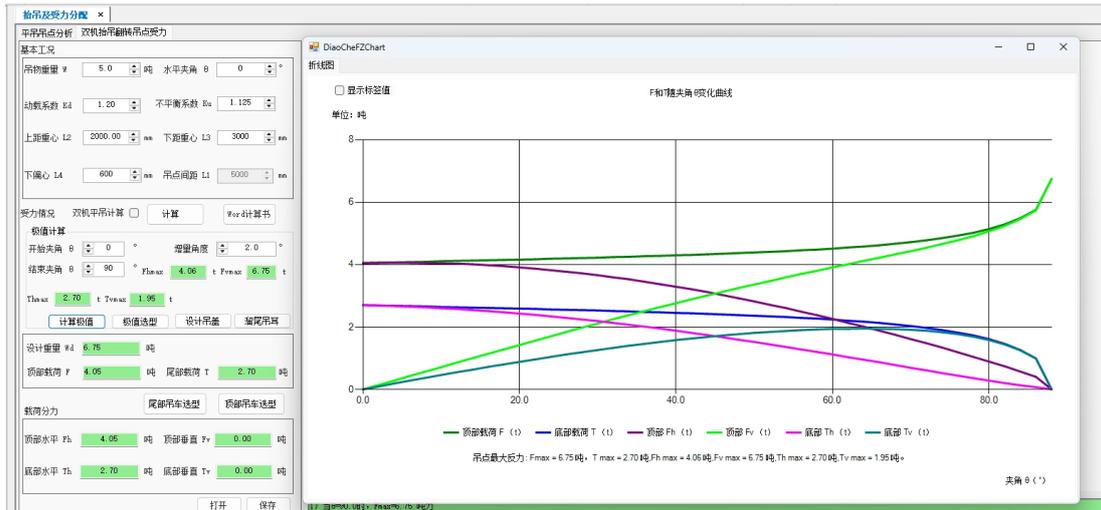
开始夹角 θ 0 $^\circ$ 增量角度 2.0 $^\circ$

结束夹角 θ 90 $^\circ$ F_{hmax} 4.06 t F_{vmax} 6.75 t

T_{hmax} 2.70 t T_{lmax} 1.95 t

计算极值 极值选型 设计吊盖 溜尾吊耳

- 点击“极值计算”按钮，软件将从起始角度开始，以设定的角度步长模拟整个翻转过程，自动找出主吊车最大受力 F_{max} 和溜尾吊车最大受力 T_{max} 。



2.3 查看“受力情况”结果区，重点关注：

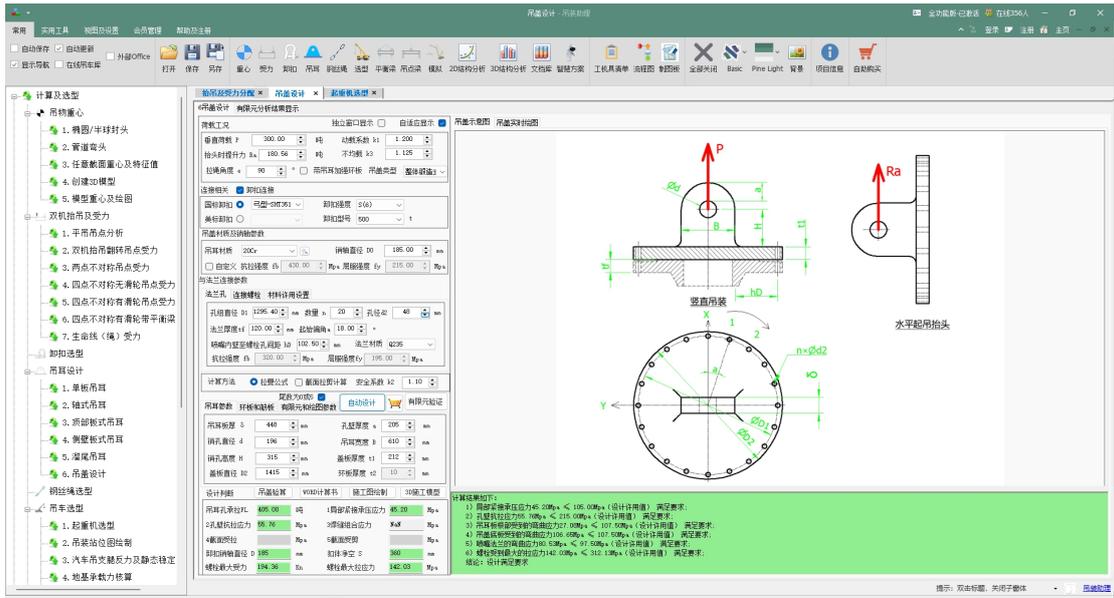
- 顶部载荷 (F) / 尾部载荷 (T)：主吊车和溜尾吊车承受的总载荷。
- 顶部垂直 (Fv) / 尾部垂直 (Tv)：载荷的垂直分力，用于计算吊车所需起重能力。
- 顶部水平 (Fh) / 尾部水平 (Th)：载荷的水平分力，对设备产生水平推力，是校核设备强度和稳定性的关键。

设计重量 w_d	6.75	吨
顶部载荷 F	4.05	吨
尾部载荷 T	2.70	吨

尾部吊车选型		顶部吊车选型			
顶部水平 F_h	4.05	吨	顶部垂直 F_v	0.00	吨
底部水平 T_h	2.70	吨	底部垂直 T_v	0.00	吨

第 3 步：结果应用

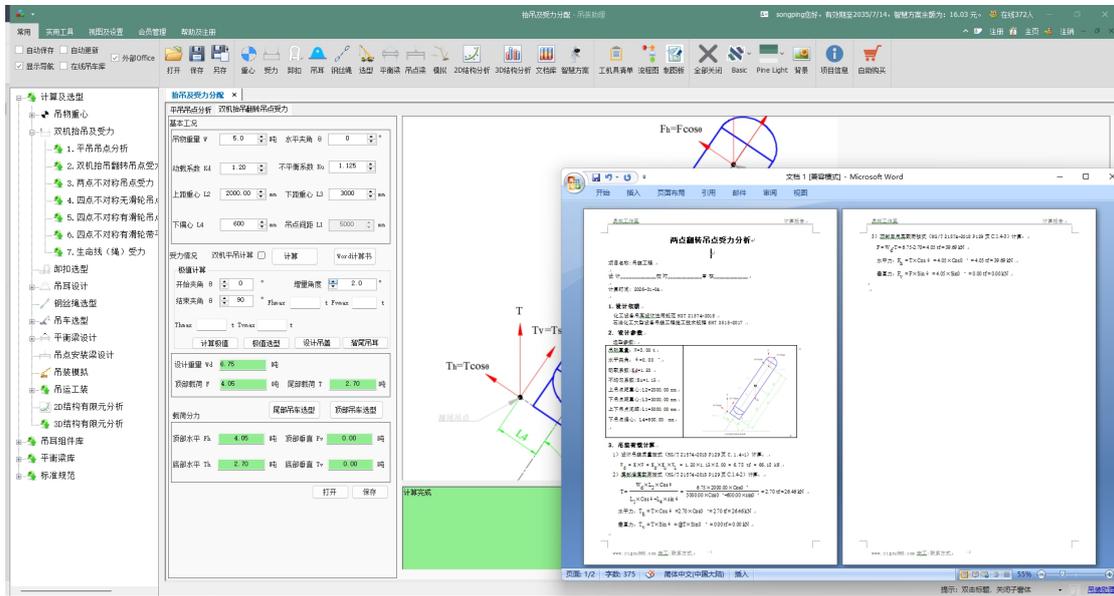
结果传递：计算完成后，可直接点击下方关联的“顶部吊车选型”、“尾部吊车选型”、“吊盖设计”、“溜尾吊耳”等按钮。软件将自动把计算出的极值载荷（如 F_{max} , T_{max} ）填入对应模块，进行下一步设计。



第 4 步：输出计算书与存档

4.1 点击“Word 计算书”按钮，生成包含输入参数、计算模型图、各角度受力详细列表

4.2 及极值结果的正式分析报告。



4.2 点击保存按钮，保存当前计算项目，便于方案调整时快速调用。

三、参数详解

1. 核心几何参数

参数	符号	含义与说明
吊点间距 (L1)	L1	设备上主吊点与溜尾吊点之间的直线距离。决定了吊车的协同工作范围。
下垂心偏移 (L4)	L4	设备溜尾吊点，距离设备重心水平线的垂直距离。
吊车距离 (L2, L3)	L2, L3	设备主吊点和溜尾吊点距离设备重心的水平距离。

2. 关键计算结果

参数	符号	含义与工程应用
顶部载荷 (F)	F	主吊车吊钩承受的合力。其最大值 F_{max} 是主吊车选型和主吊吊具（吊盖、索具）设计的依据。
尾部载荷 (T)	T	溜尾吊车吊钩承受的合力。其最大值 T_{max} 是溜尾吊车选型和溜尾吊耳设计的依据。注意： T_{max} 常出现在翻转起始或某个中间角度，而非设备水平时。
垂直分力 (F_v, T_v)	F_v, T_v	载荷平行与设备中心线的分量。
水平分力 (F_h, T_h)	F_h, T_h	载荷垂直于设备中心线的分量。

3. 分析模式说明

- 平吊分析：将设备视为刚体，计算 0° 水平状态，两台吊车的静态受力分配。用于确定吊车初始抬起的受力。
- 翻转极值分析：将翻转过程离散为多个角度位置，动态计算每个位置的两车受力，并自动筛选出整个过程中的最大值。这是确保吊装安全的核心步骤，因为最大受力点往往不在水平状态。

四、操作技巧与建议

- 必做“极值计算”：对于翻转作业，绝不能仅用水平状态（ 0° ）的受力进行机具选型。务必使用“极值计算”功能，扫描 0° 至目标角度（如 90° ）的全过程，找出真正的最大受力点。
- 利用结果传递优化 workflow：计算出 F_{max} 和 T_{max} 后，可点击“吊盖设计”和“溜尾吊耳”按钮。软件会自动带入载荷，可快速完成关键受力部件的设计，形成“分析-设计”闭环。
- 通过调整站位优化受力：如果计算出的 F_{max} 或 T_{max} 超出预定吊车能力，可返回调整 L2 或 L3（即调整吊车站位）。通常，增加主吊车距离 L2 可减小 F 但可能增大 T，需反复计算权衡，找到最优站位方案。
- 审阅水平分力：在查看结果时，除了关注垂直力选吊车，务必校核水平分力 (F_h , T_h) 是否在设备或吊耳设计允许的范围内。

五、常见问题解答 (FAQ)

Q1: 为什么溜尾吊车的最大受力 (T_{max}) 有时不是在设备平放 (0°) 的时候?

A1: 这是翻转过程的力学特性决定的。设备平放时，重量主要由两台吊车垂直分担。开始翻转后，重力力臂变化，可能导致溜尾吊车需要提供更大的上翘力来克服重力矩，尤其在重心靠近两吊点中间时，可能在某个中间角度（如 20° - 40° ）出现溜尾车受力的峰值。因此，必须进行全过程极值计算。

Q2: 极值计算中的“增量角度”设多少合适?

A2: “增量角度”决定了计算精度和速度。一般设为 1° 至 5° 为宜。对于常规方案， 2° 或 3° 是良好的平衡点。如果设备重心位置非常敏感或方案特别重要，可设置为 1° 以提高精度。

Q3: 计算出的主吊车载荷 F，是否可以直接用来选择吊车吨位?

A3: 不能直接使用。计算出的 F 是吊钩载荷。选择吊车时，还需考虑 吊车吊钩及索具的自重等因素。