

基于Autodesk Inventor的机电液多 专业的应用

李作鹏

山河智能装备股份有限公司



Li Zuopeng

关于讲师

研发信息化经理

熟悉企业信息化管理与控制体系；多年从事企业信息化
转型建设与推进工作；对企业信息化、智能制造及工业
互联网有深入研究。行业经验设计工程机械、汽车、电
子、家电。

主要内容

- 山河智能简介
- Autodesk Inventor设计作品展
- 设计流程
- 应用介绍
- 总结

山河智能装备集团简介



创立时间：1999年9月



集团总资产：150+亿



总部：湖南长沙



2006年12月深交所成功上市（代码：002097）



职工人数：5500+人

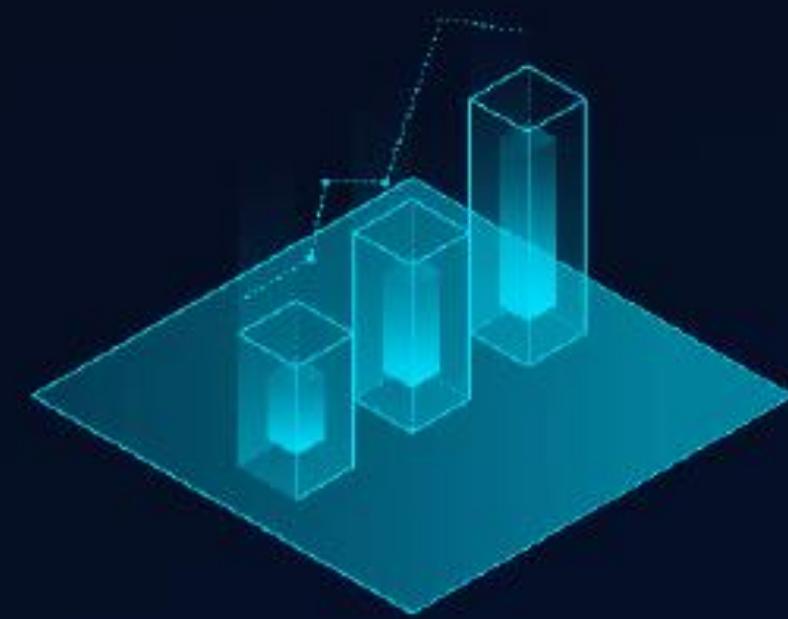


服务领域：工程装备、特种装备、航空装备

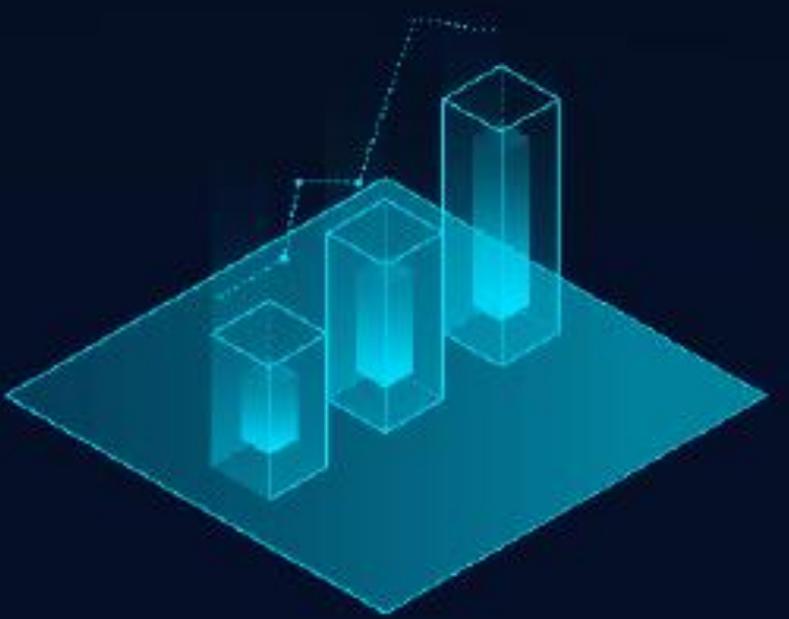
目前山河智能国际化市场有序开展，海外分支机构陆续建立。具备异地设计、多处制造、全球交货及售后的能力。



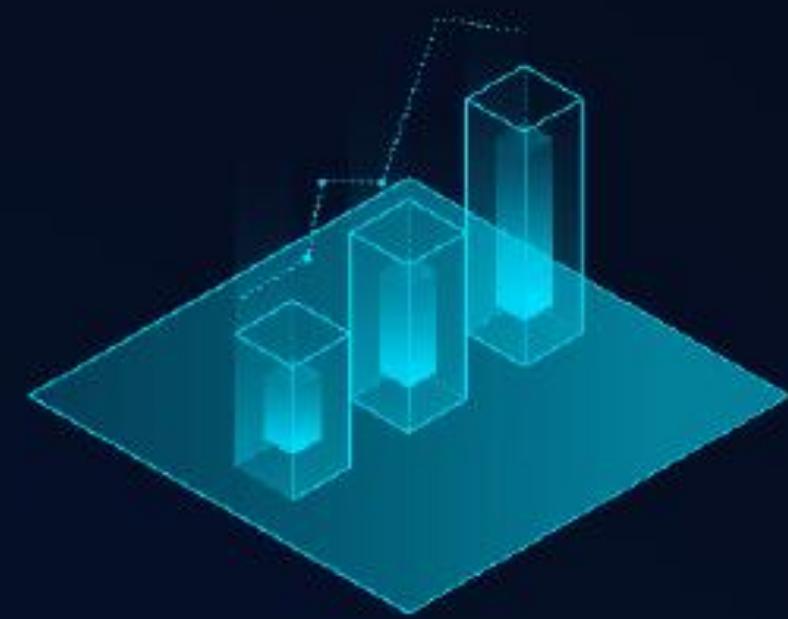
行业地位



全球地下工
程装备前3强



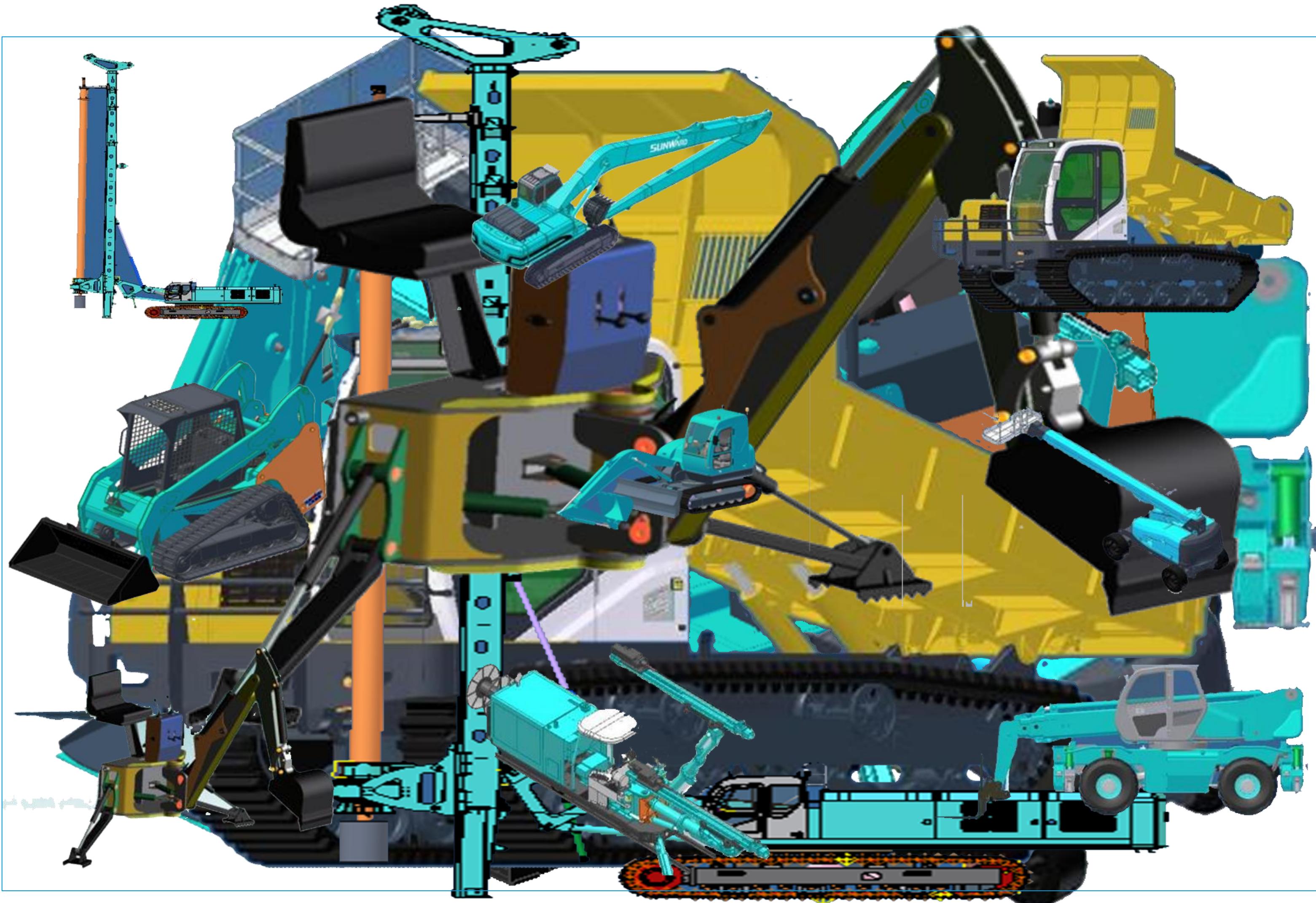
全球挖掘
机前10强



全球支线飞
机租赁前3强

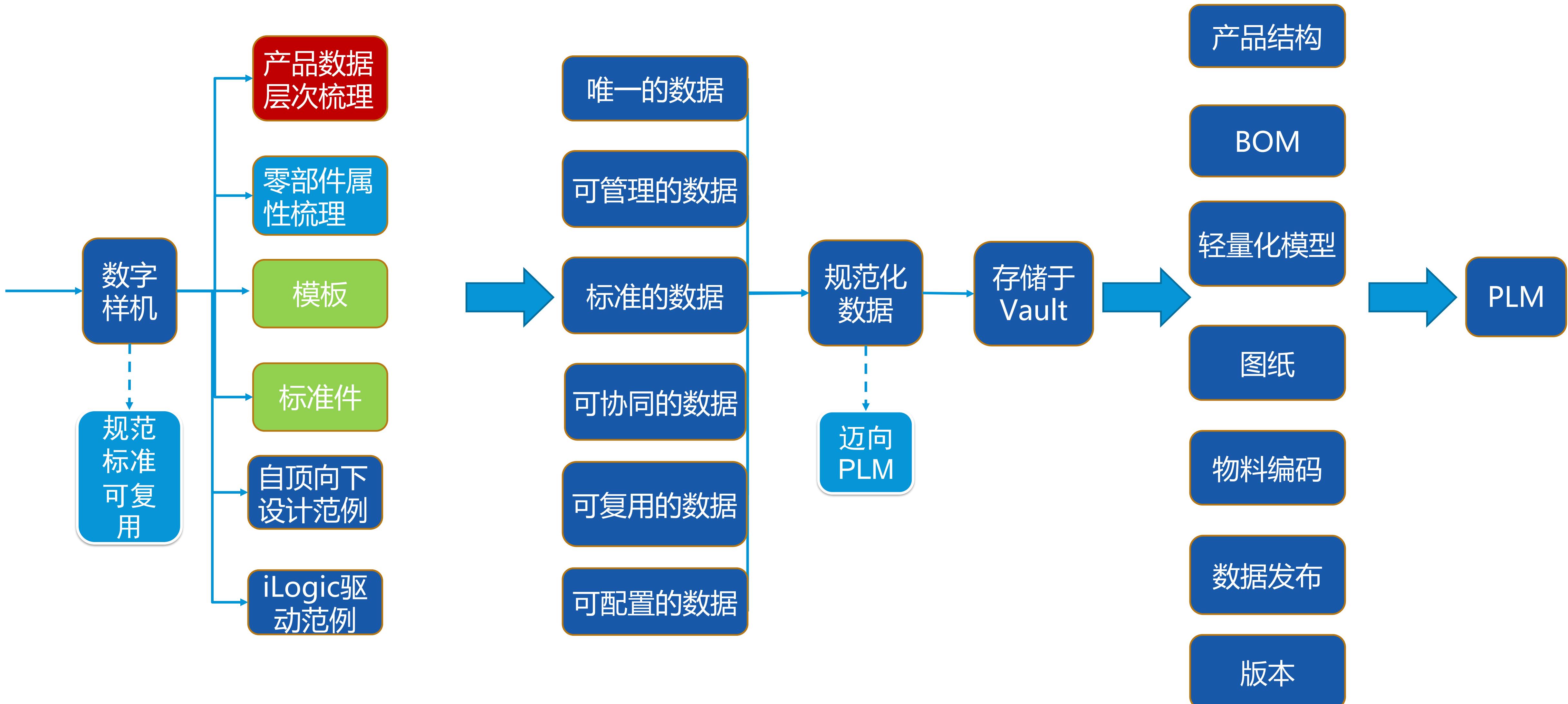


二、Autodesk Inventor设计作品展



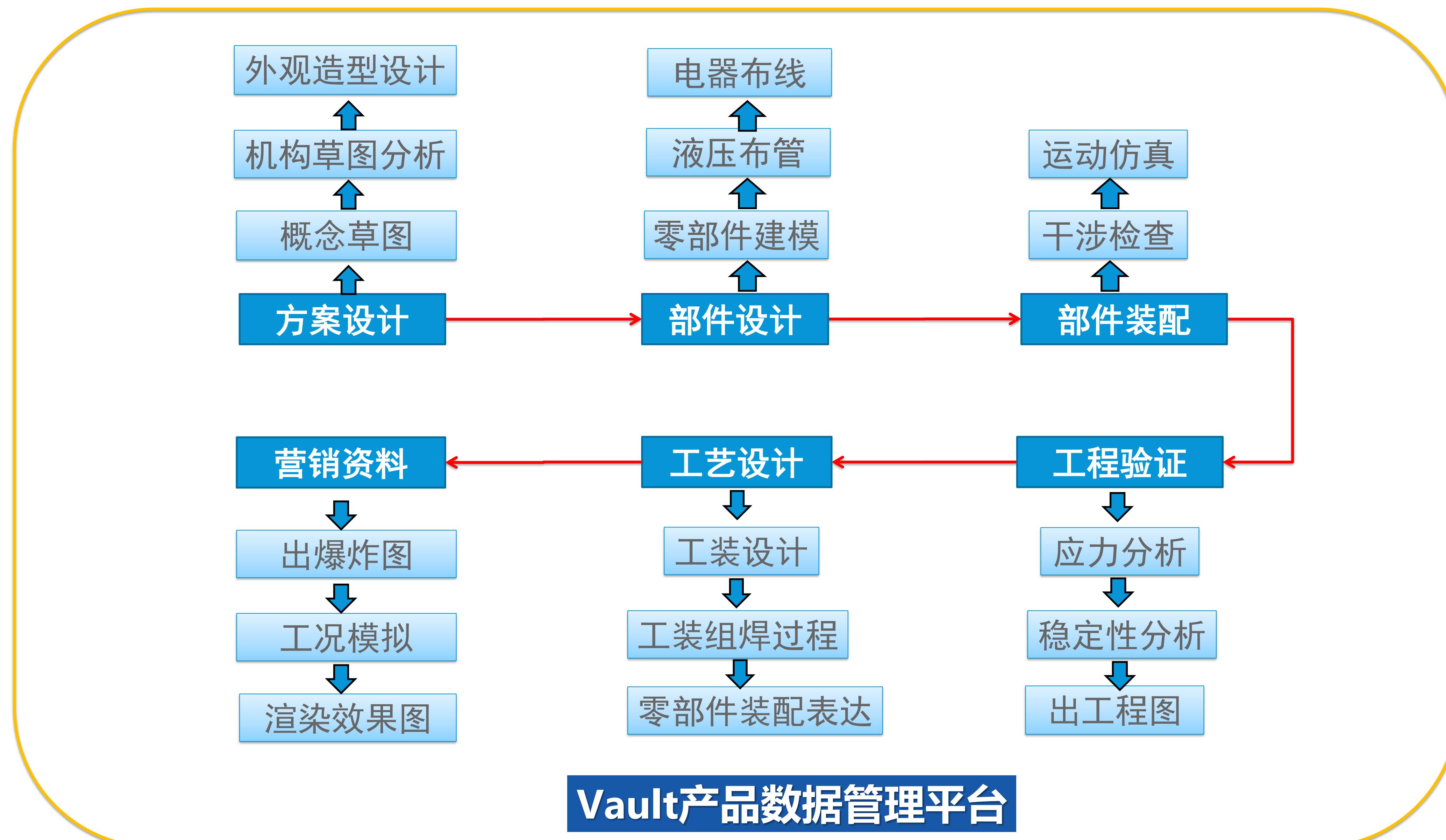
三、软件使用技术路线

3.1、数据交付技术路线



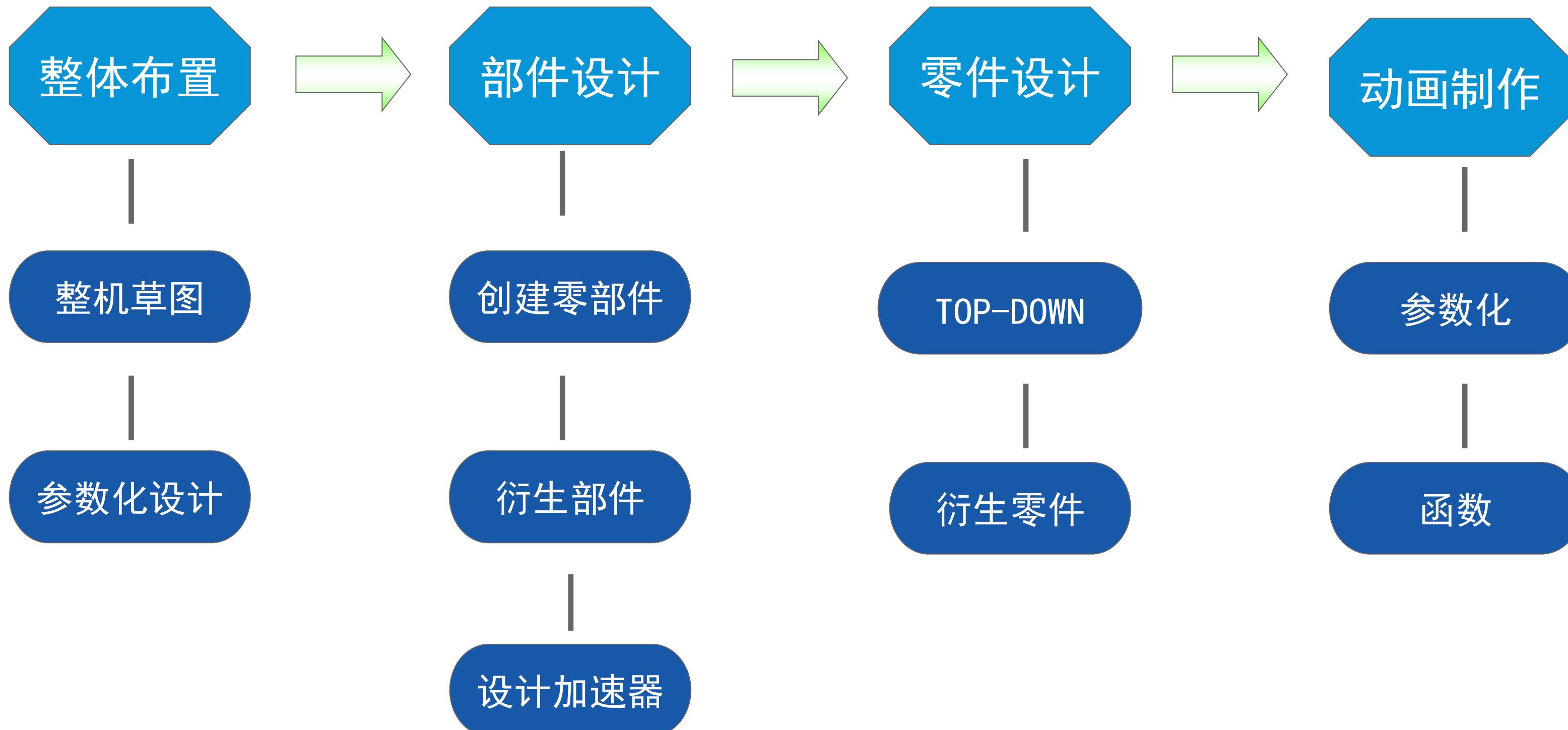
三、软件使用技术路线

3.2、项目导航技术路线



三、软件使用技术路线

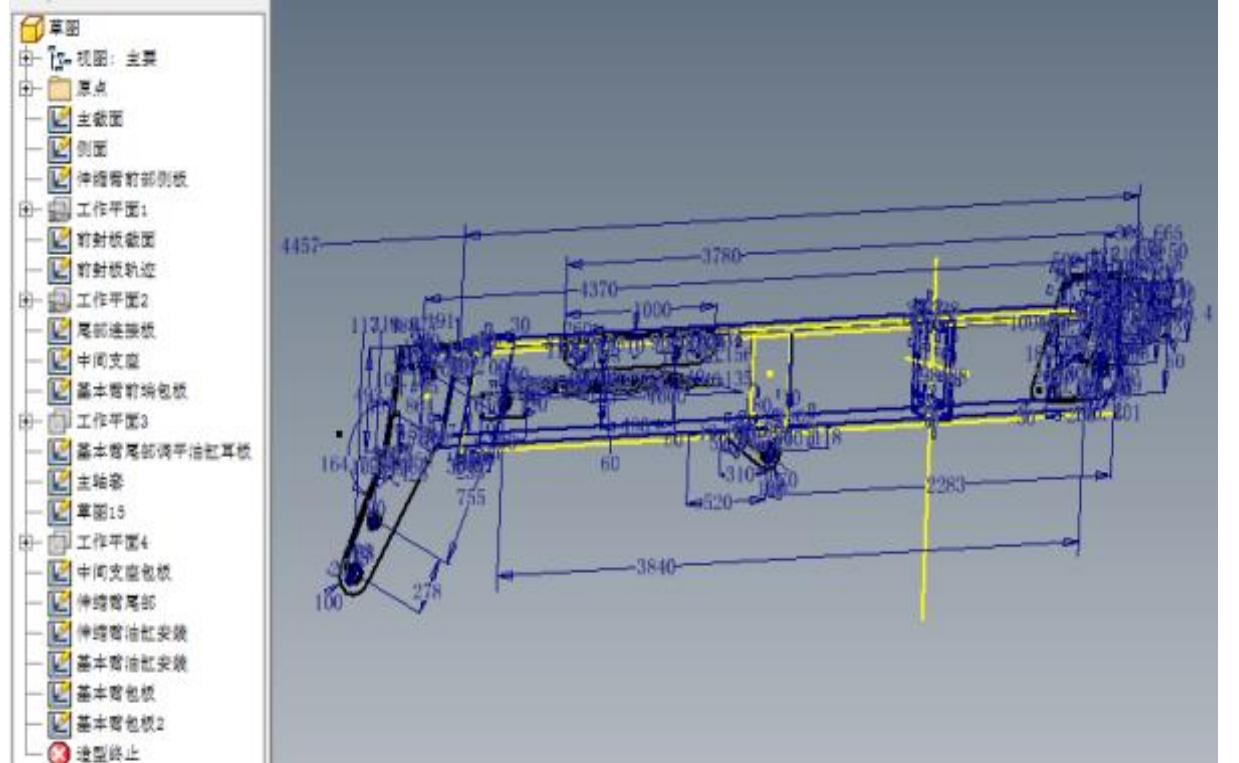
3.3、产品设计使用方法



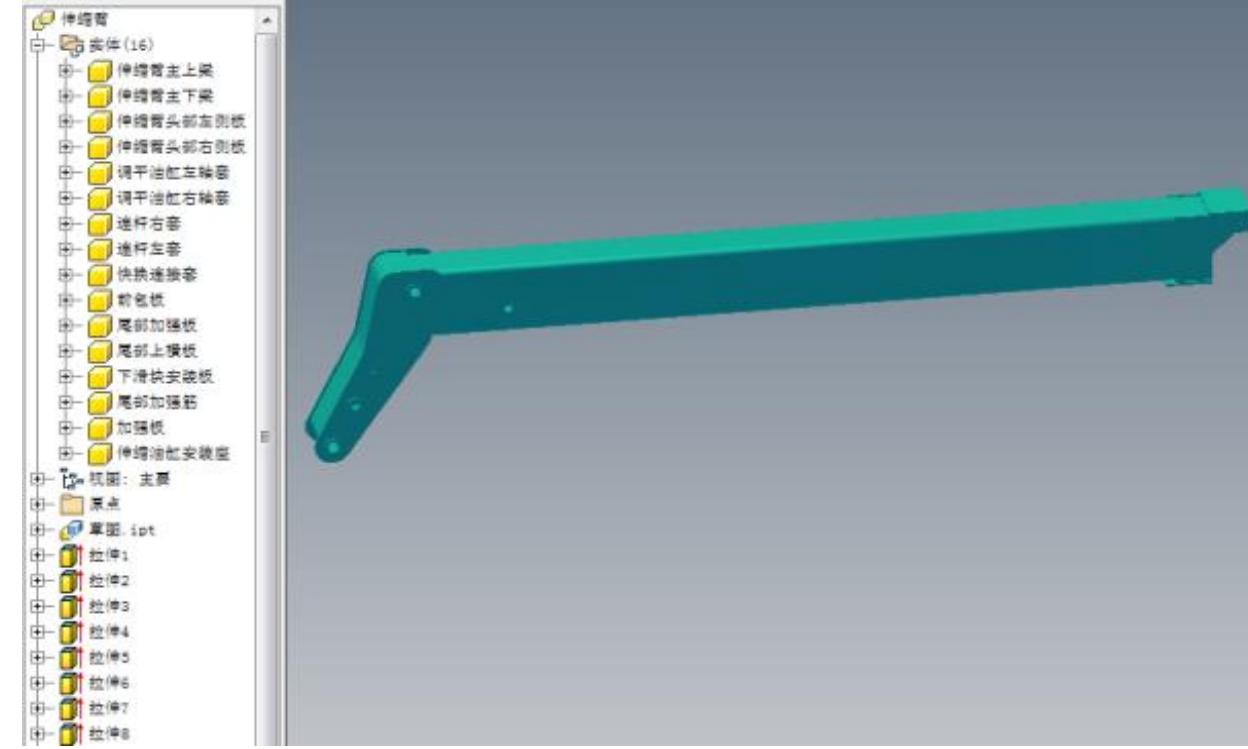
三、软件使用技术路线

3.4、产品设计典型方法——TOP-DOWN 使用

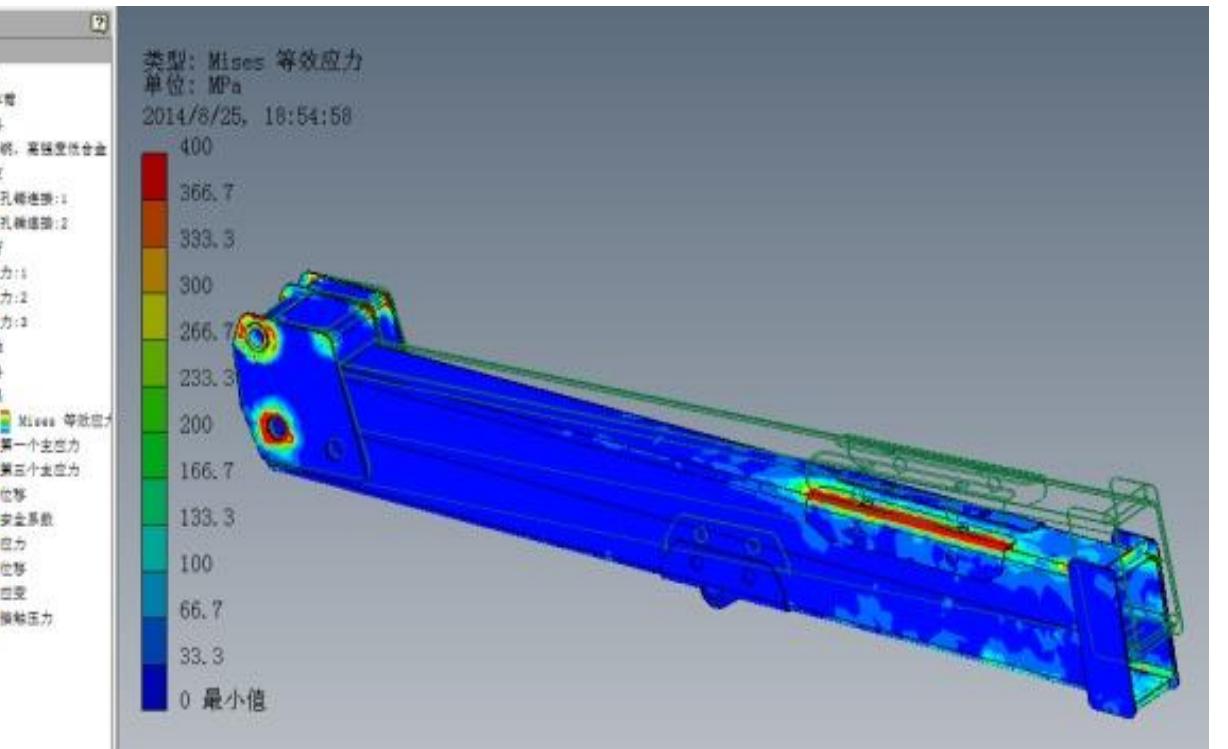
概念草图



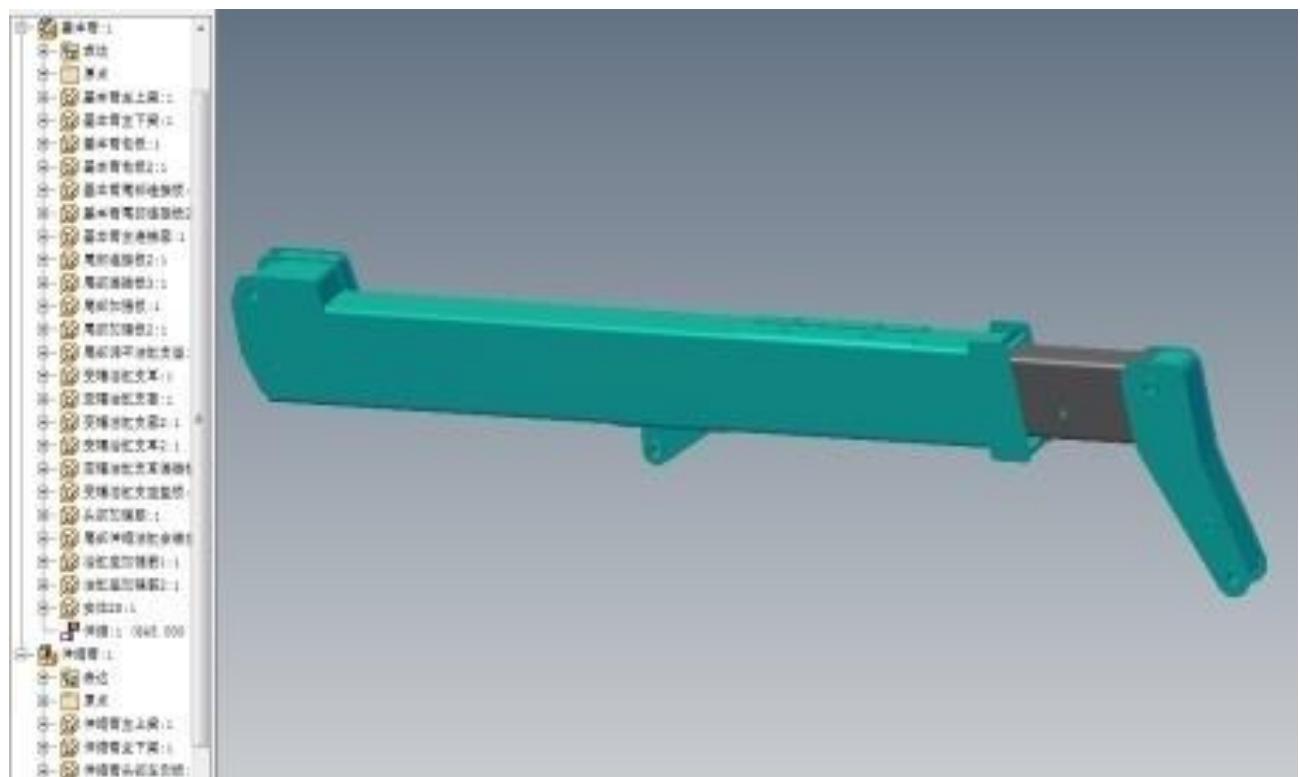
多实体



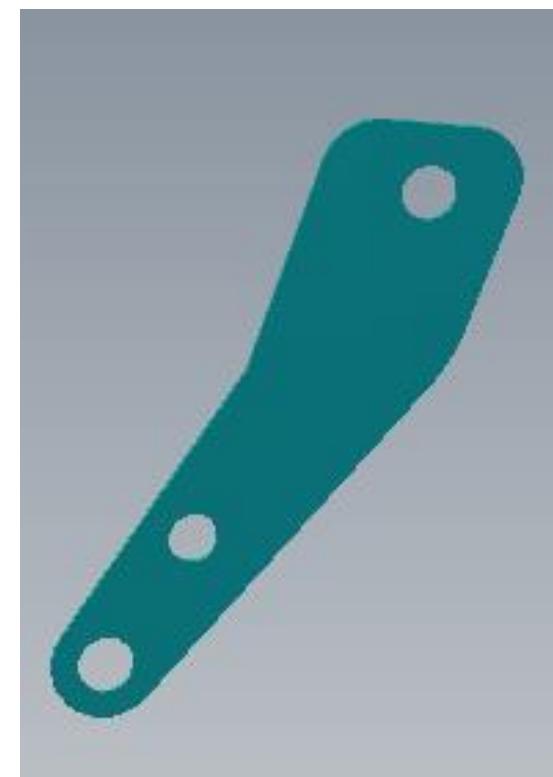
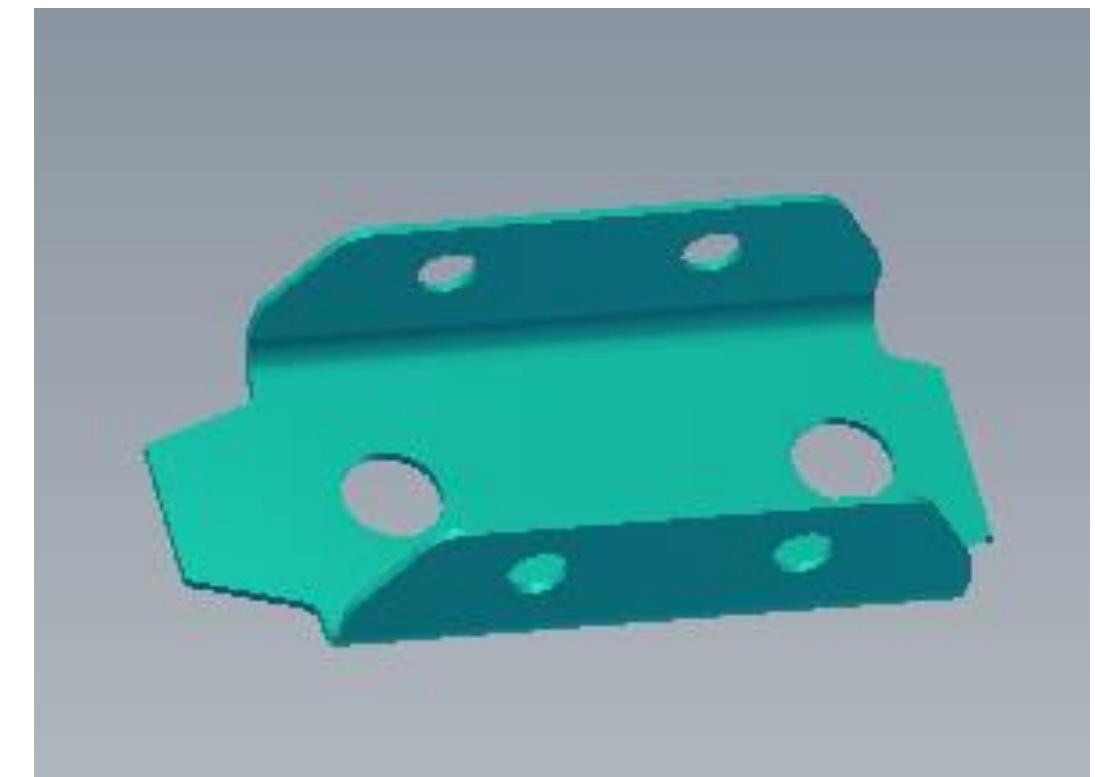
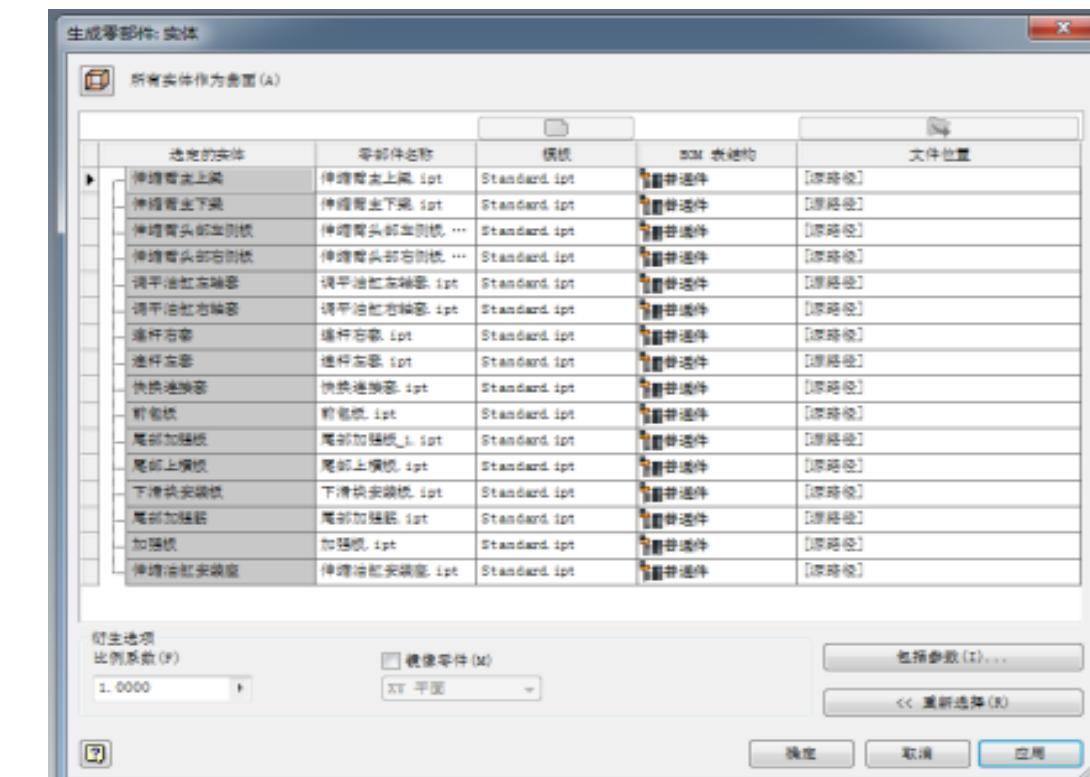
应力分析



总装配

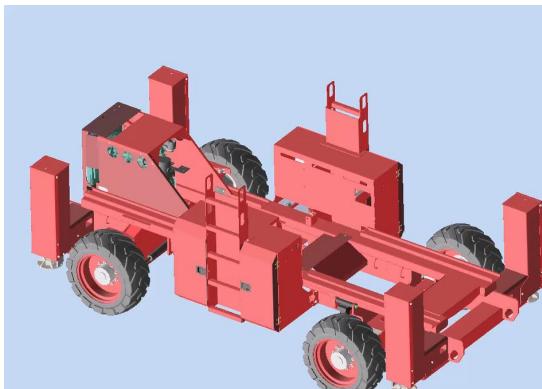
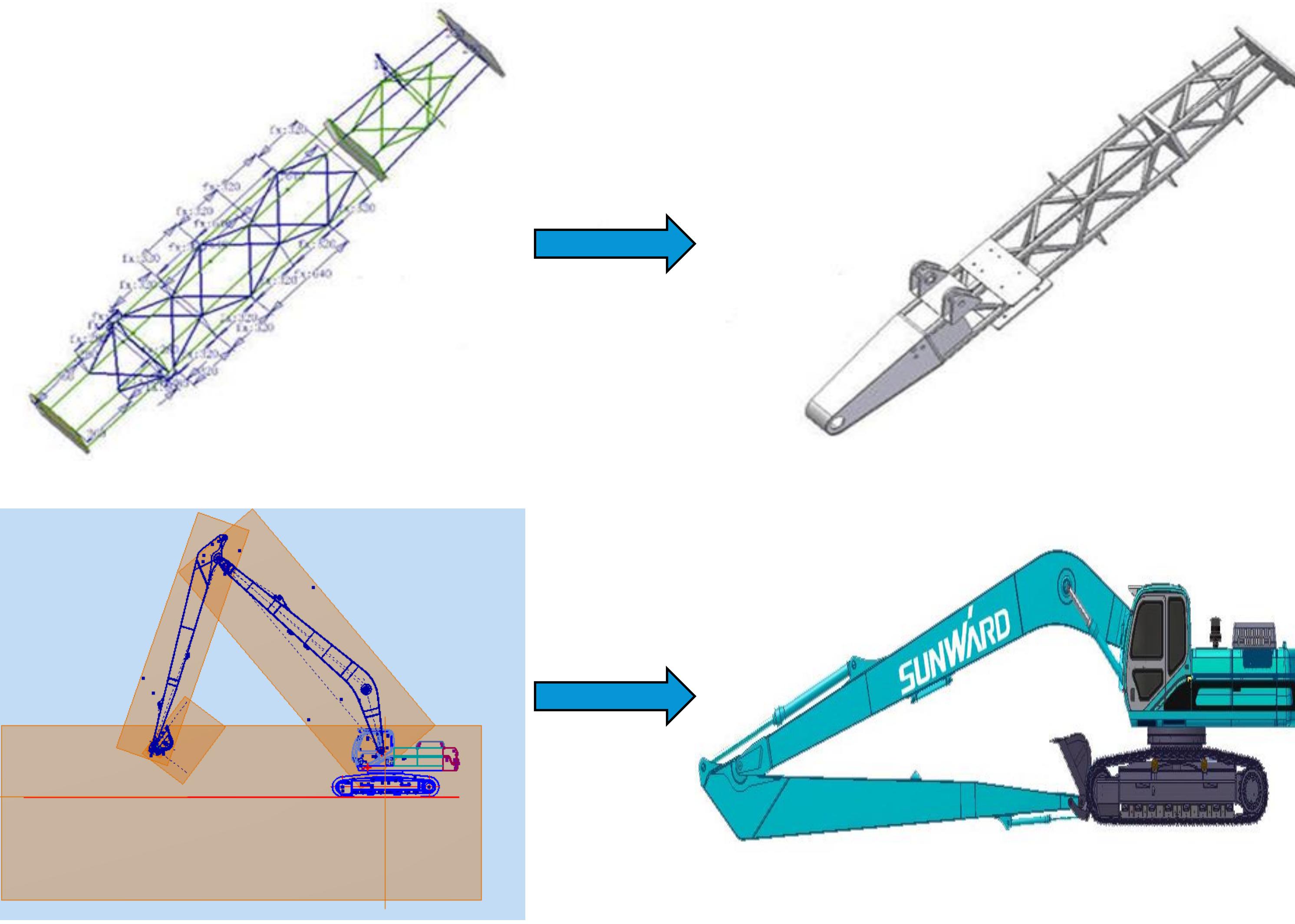


生成零部件



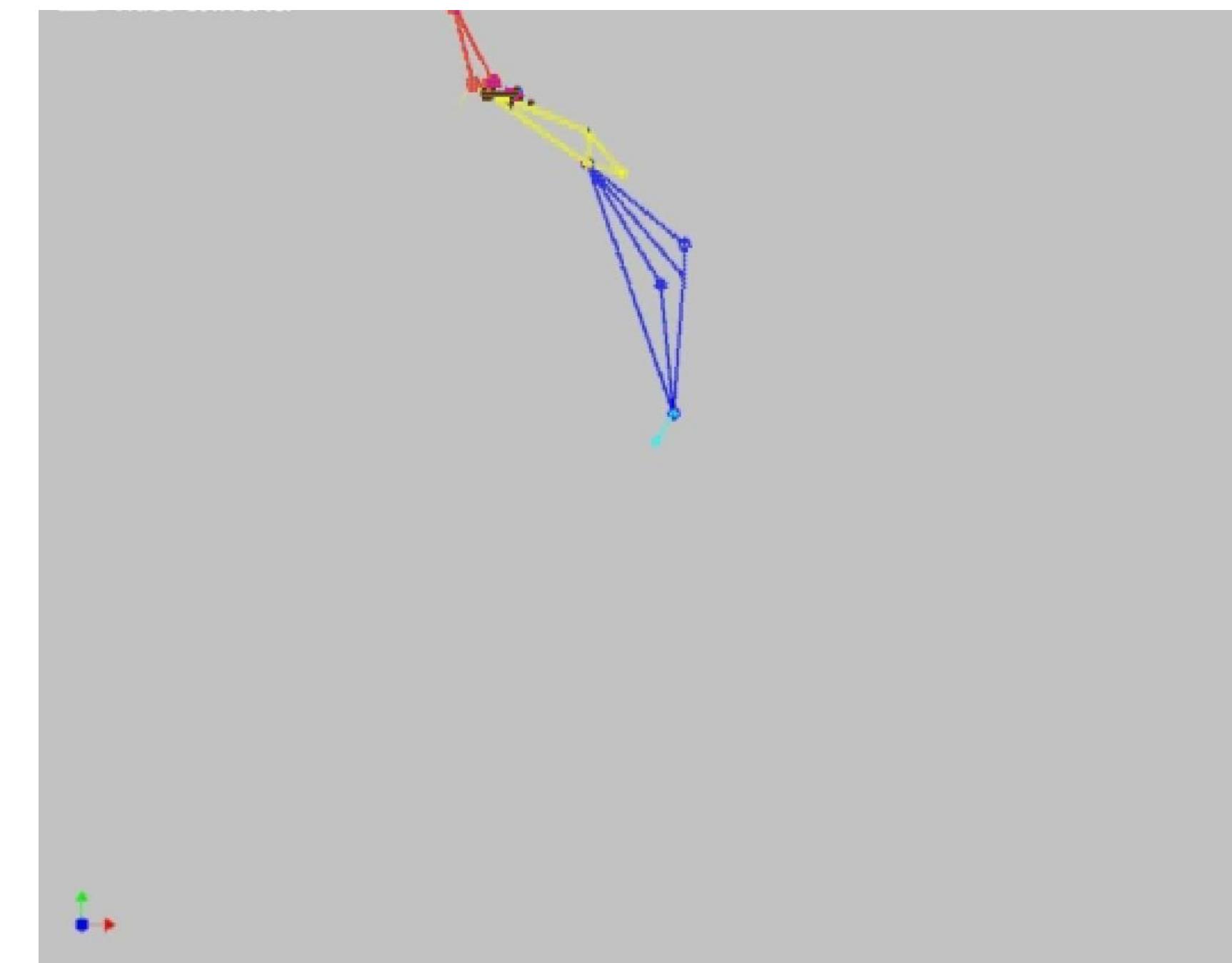
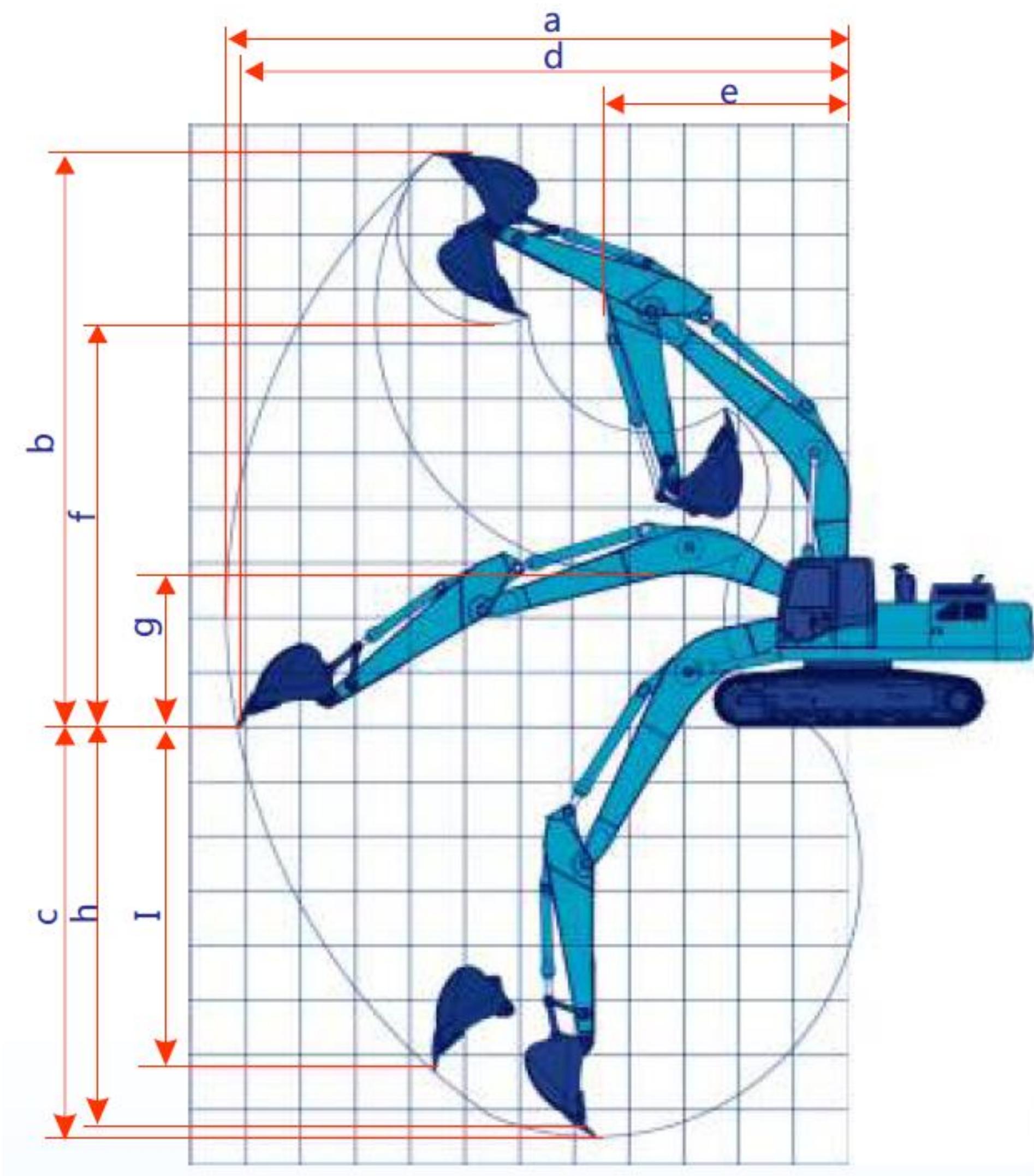
四、应用介绍

1、方案设计-----概念草图设计



四、应用介绍

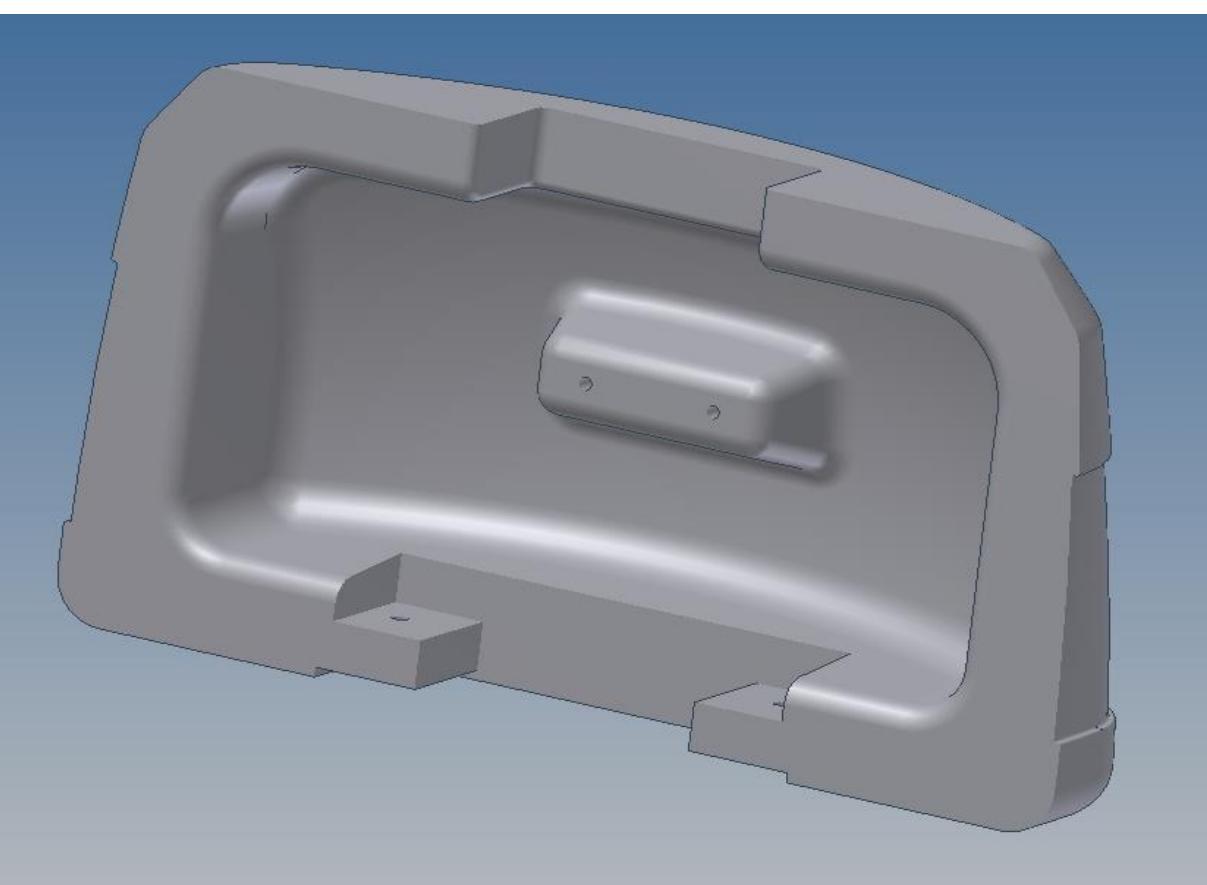
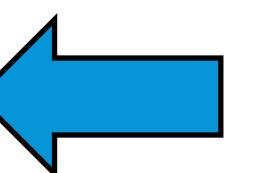
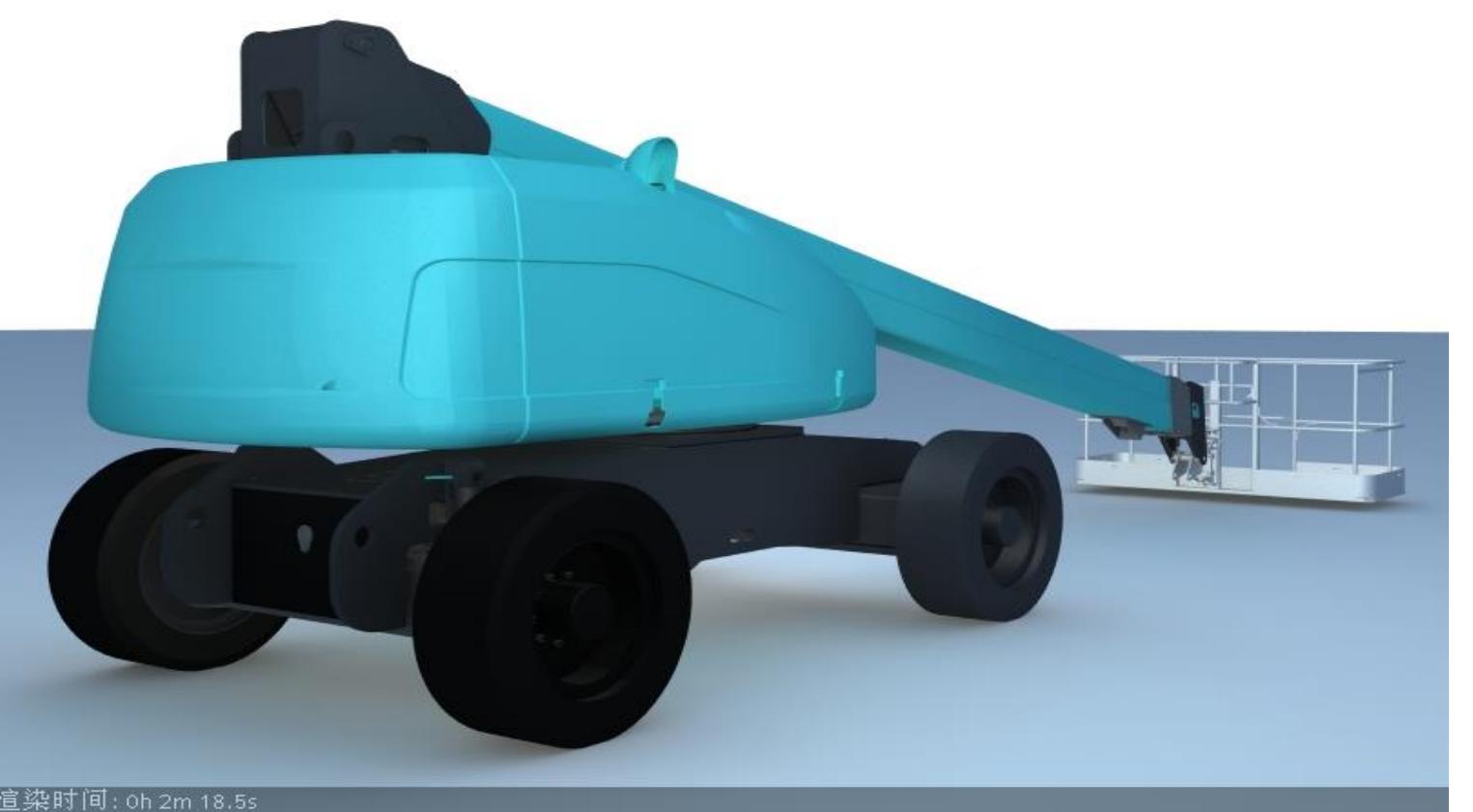
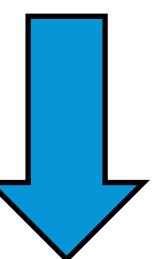
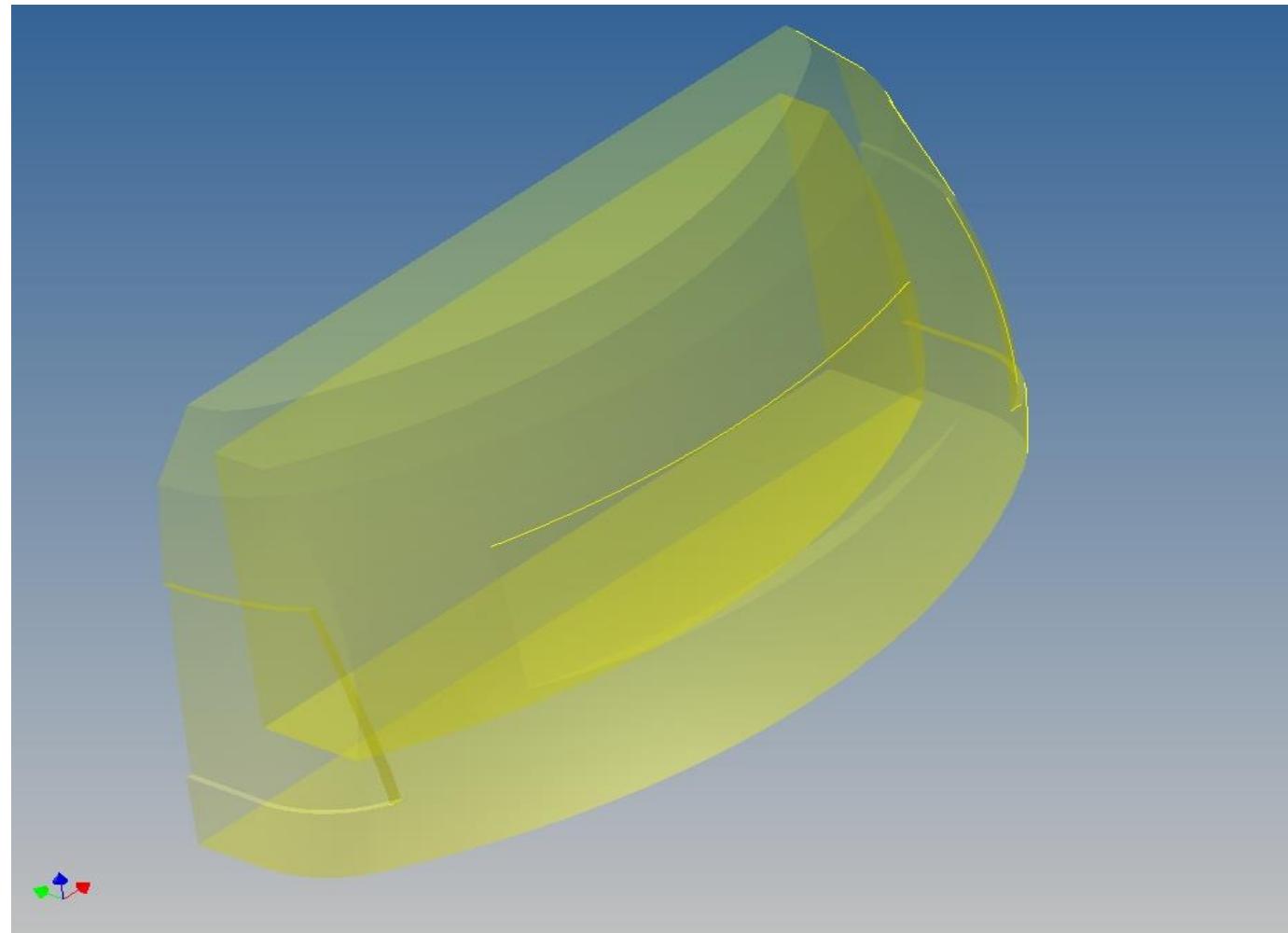
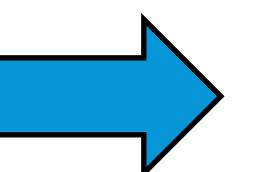
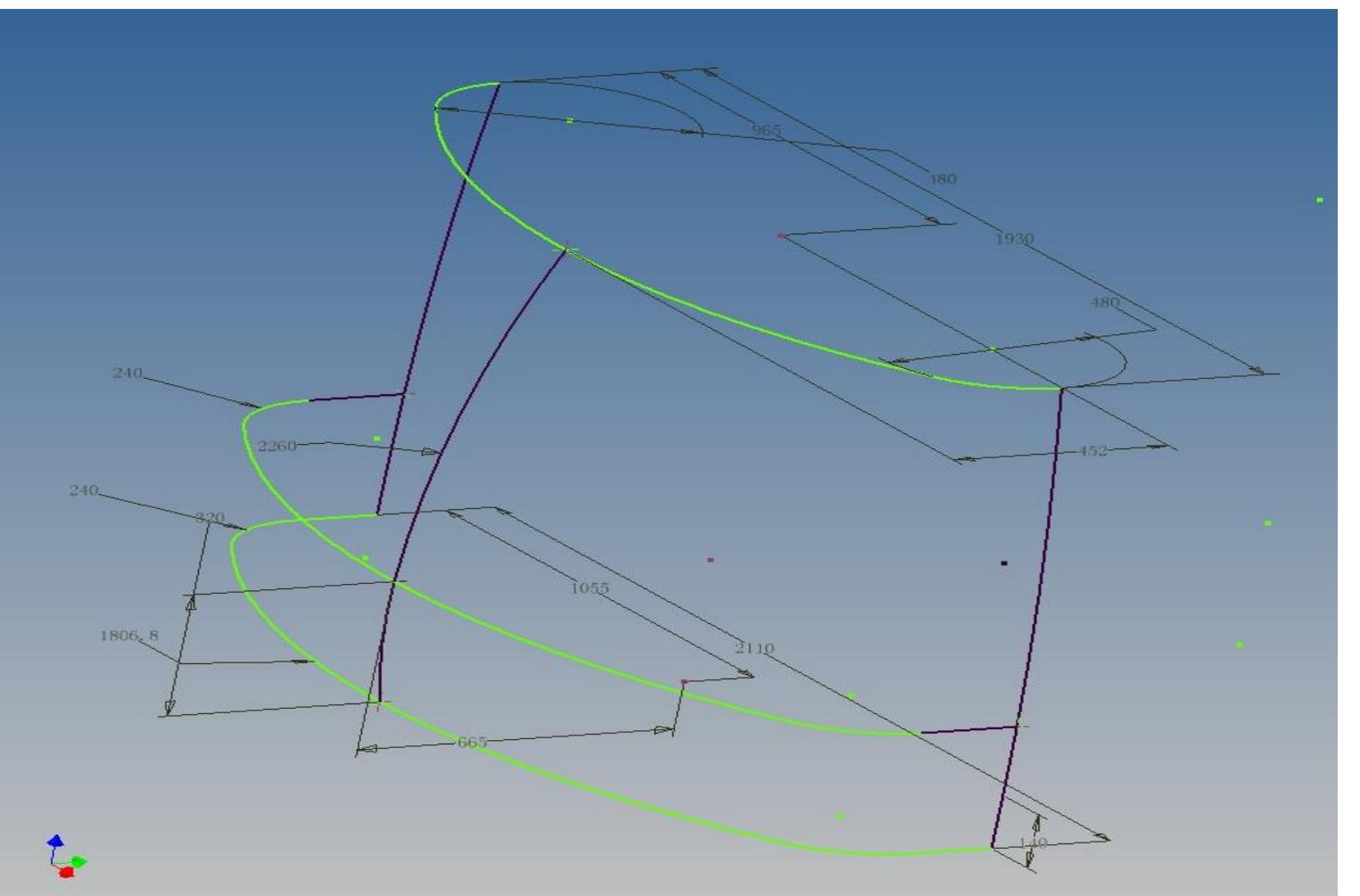
1、方案设计-----机构草图分析



挖掘机包络图求解模拟

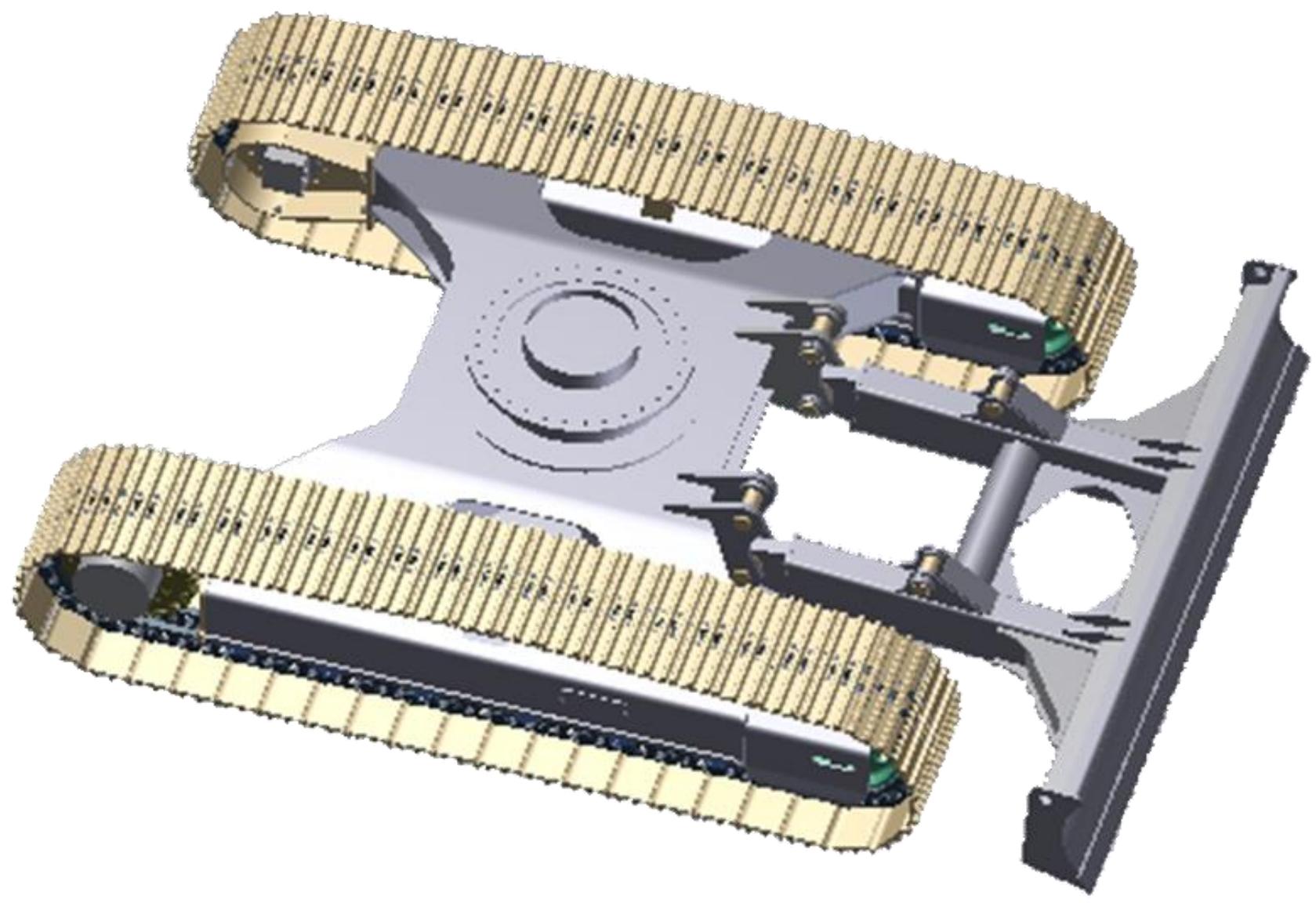
四、应用介绍

1、方案设计-----外观造型设计



四、应用介绍

2、部件设计-----零部件建模

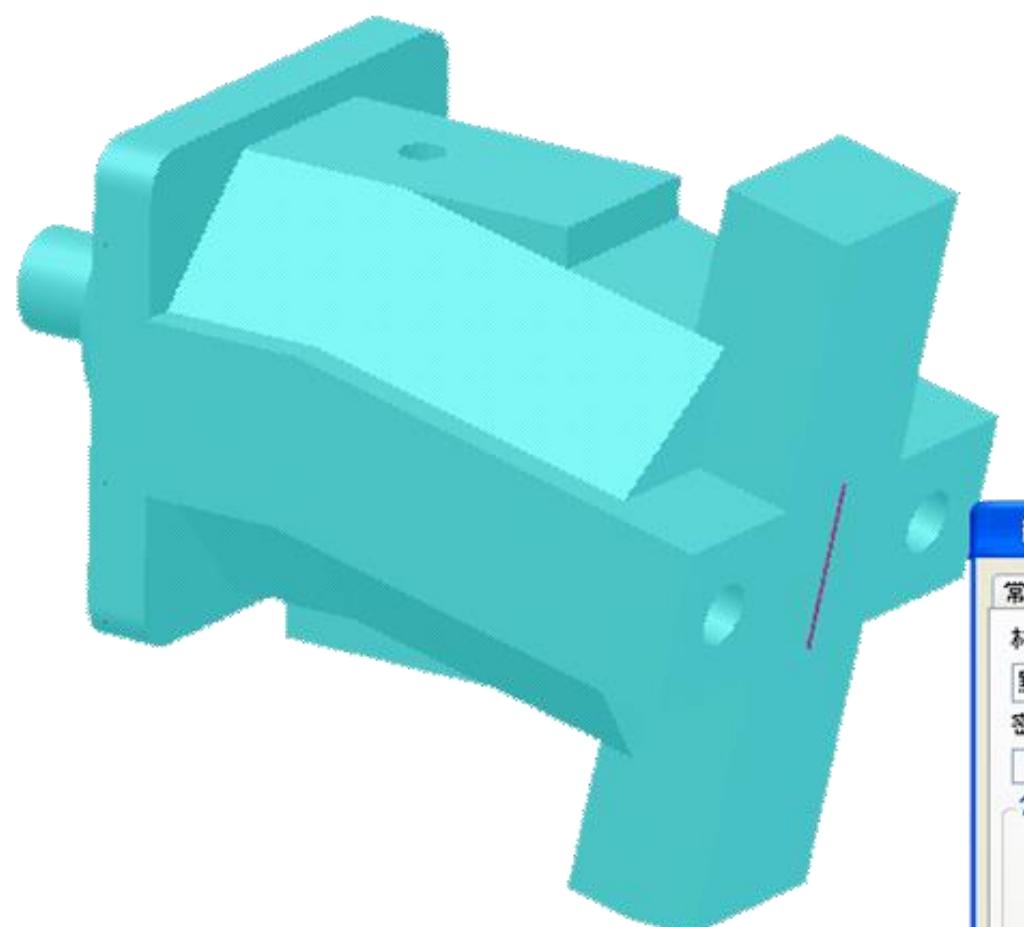


四、应用介绍

2、部件设计-----零部件建模

手动输入外购件重量

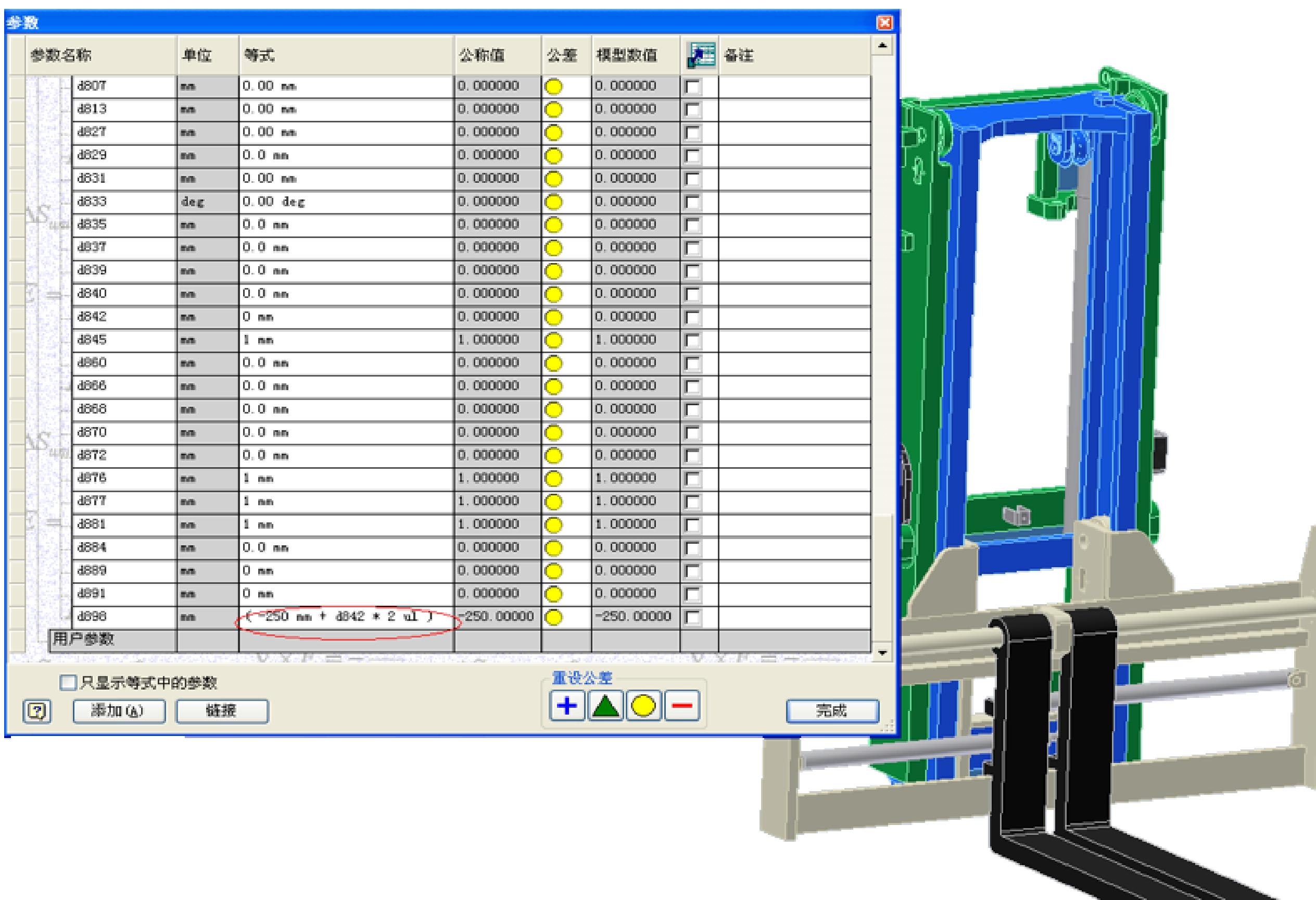
当一些外购零部件（油泵、马达、阀、发动机等）的内部结构无法表达，重量无法通过物理特性直接查取时，可通过手动方式更改零部件重量。



四、应用介绍

2、部件设计-----参数化设计

通过这种参数化的设计可以很方便的修改已设计的参数。特别是要修改的参数特别多的时候我们发现这种方法特别方便有效，这样大大的提高了我们工作效率，缩短了新产品开发周期。



四、应用介绍

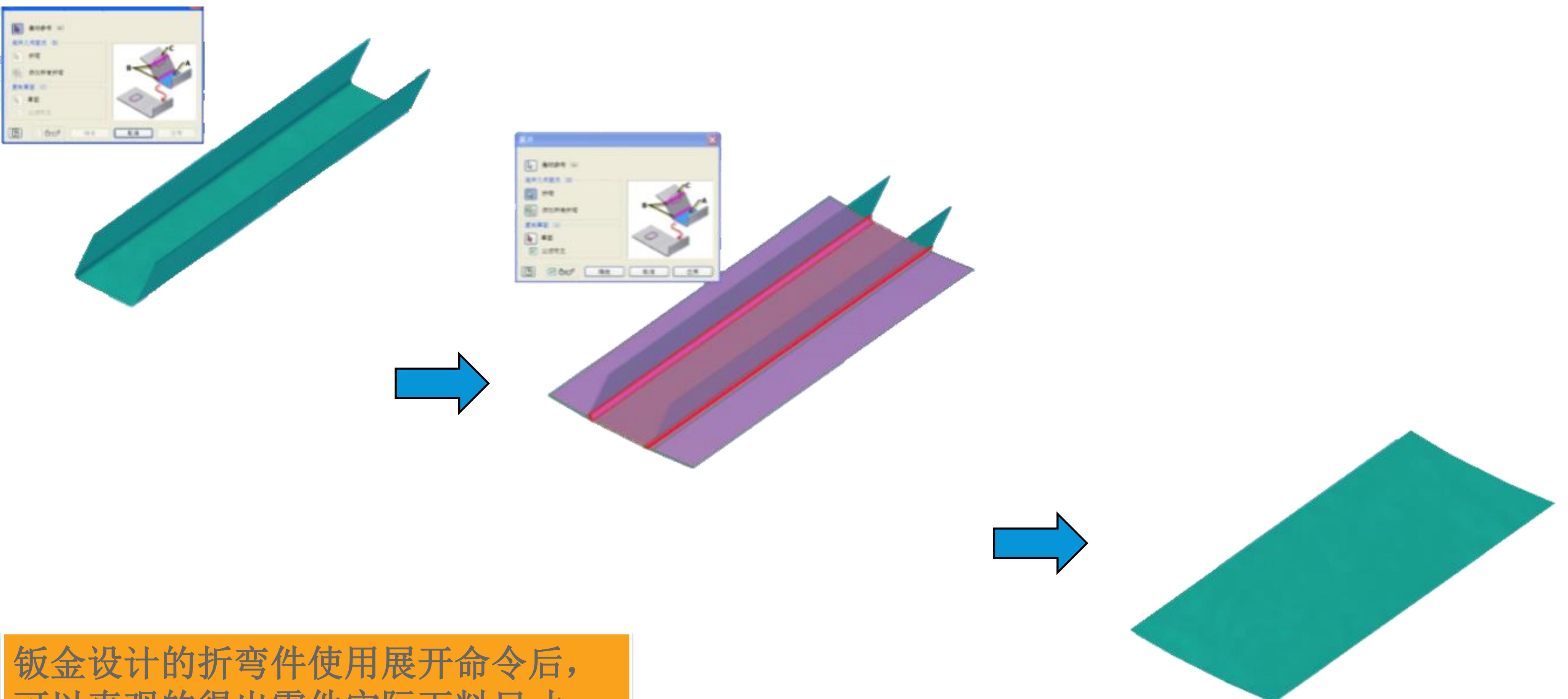
2、部件设计-----系列化设计



针对某种系列产品，只需设计一款基础模型，在基础模型之上进行参数调整与修改，变成新机型或模型，缩减了产品开发周期。

四、应用介绍

2、部件设计-----钣金设计



钣金设计的折弯件使用展开命令后，
可以直观的得出零件实际下料尺寸，
简化了下料材料的计算过程，提高了
工作效率

四、应用介绍

2、部件设计-----电器设计应用

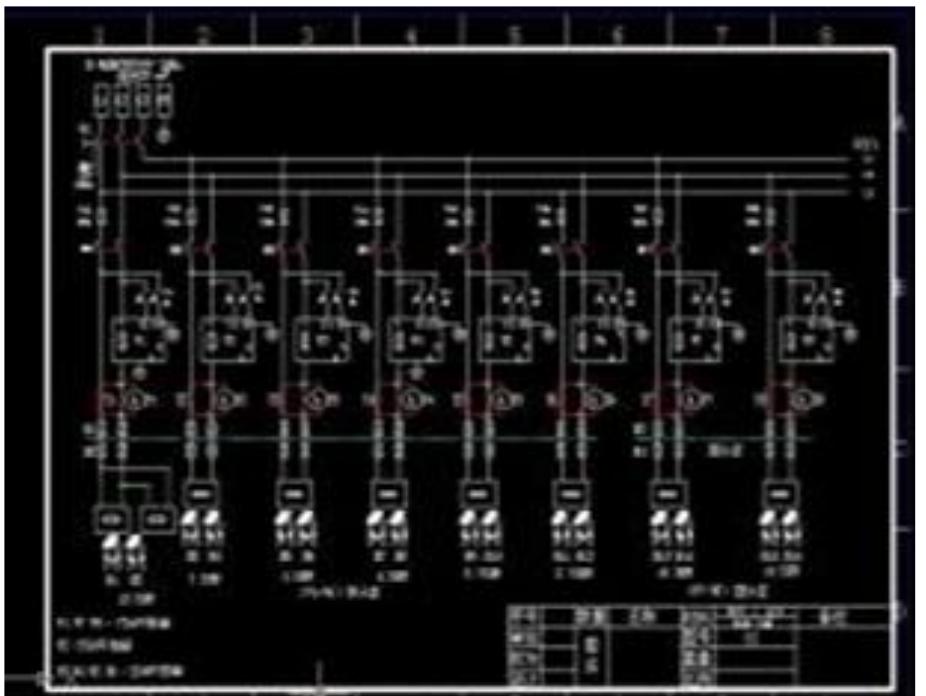
- 利用Autodesk Inventor三维软件完成电器元件的三维绘制（或者可以将其他三维软件绘制的元件导入该软件使用）；
- 完成电器元件的布置和相应安装支架的设计；
- 通过Autodesk Inventor提供的三维布线环境完成机器线束布局和优化（重点）；
- 辅助完成电器系统主线束设计和二维图绘制

通过使用Autodesk Inventor中三维布线的模块进行电器系统的设计即能够满足我们设计中的电器元件布置和定位，又能够布置和设计连接线束，大大提高了我们的设计效率和产品开发周期，解决了新产品开发过程中线束不能提前确定走向的瓶颈

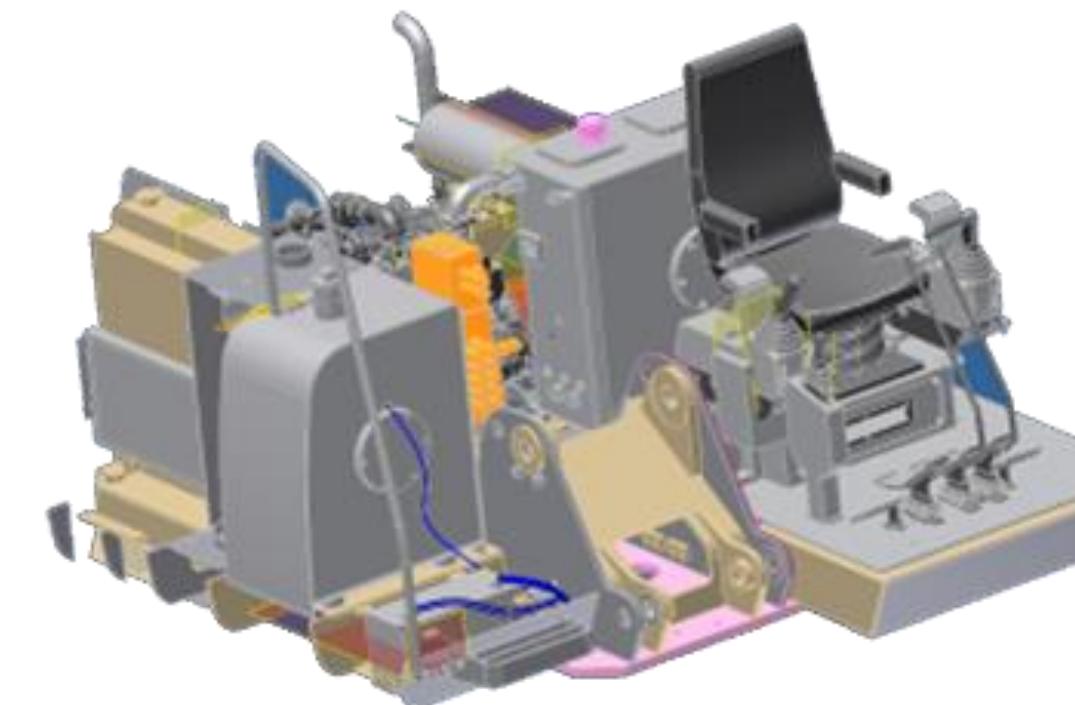
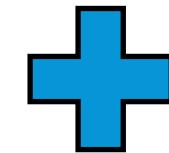
四、应用介绍

2、部件设计-----电器设计应用

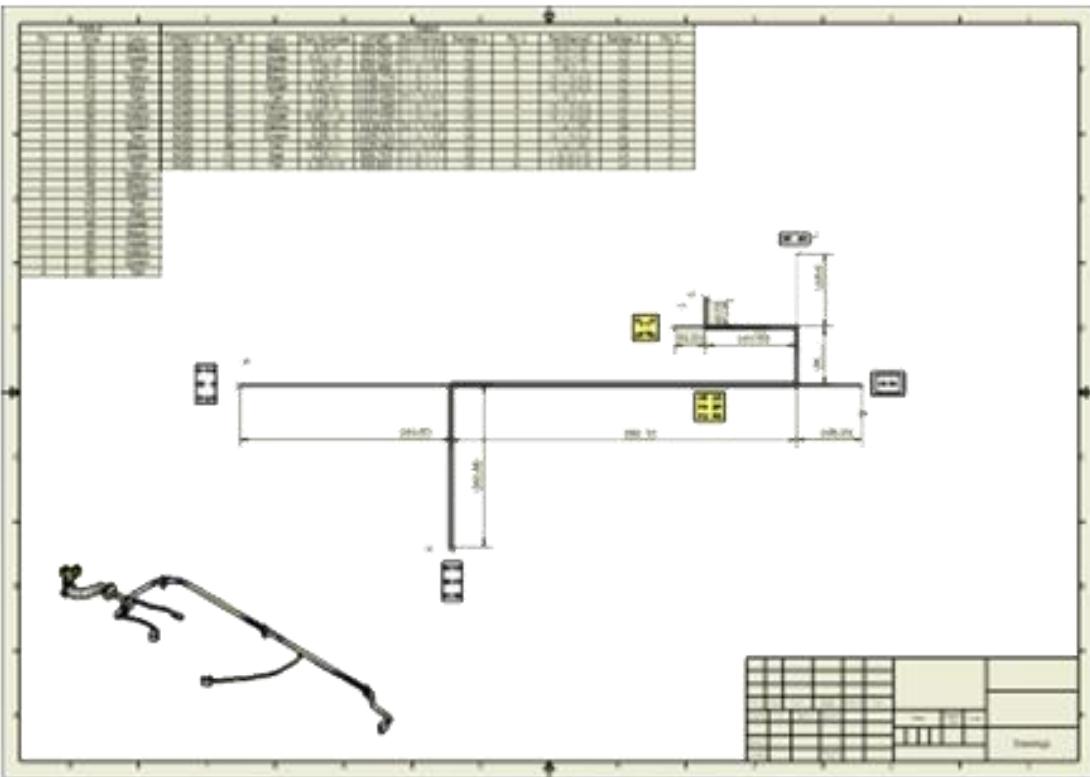
基于软件集Autodesk Inventor + Electrical完成电器系统三维布线



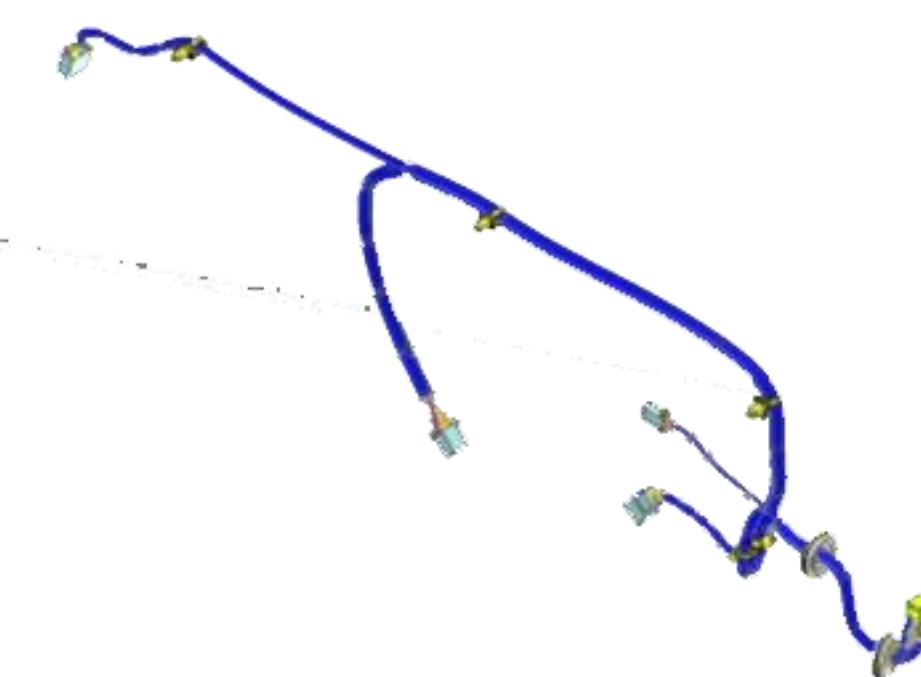
电气原理



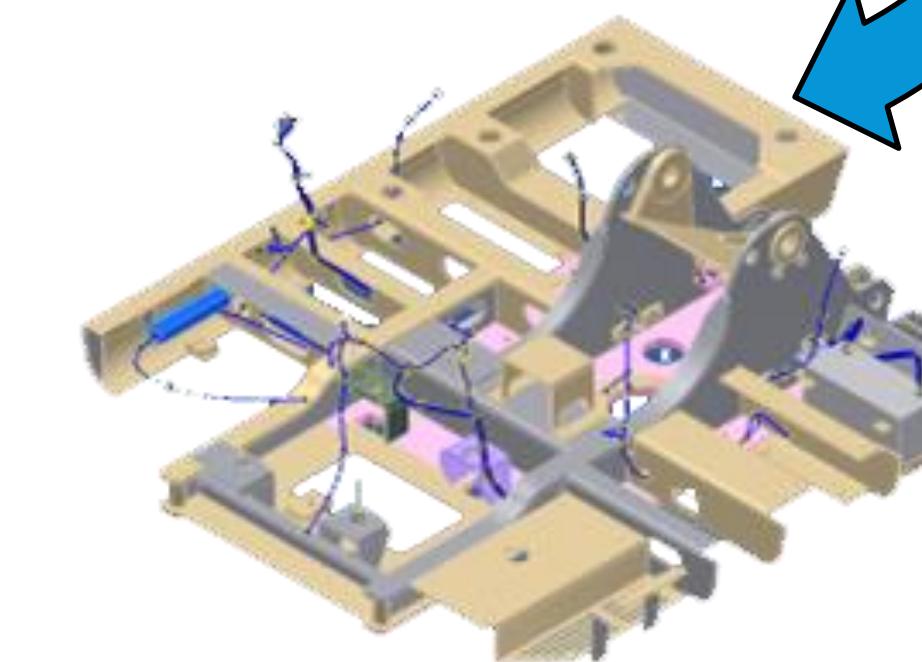
机械设计



线束生产图



线束

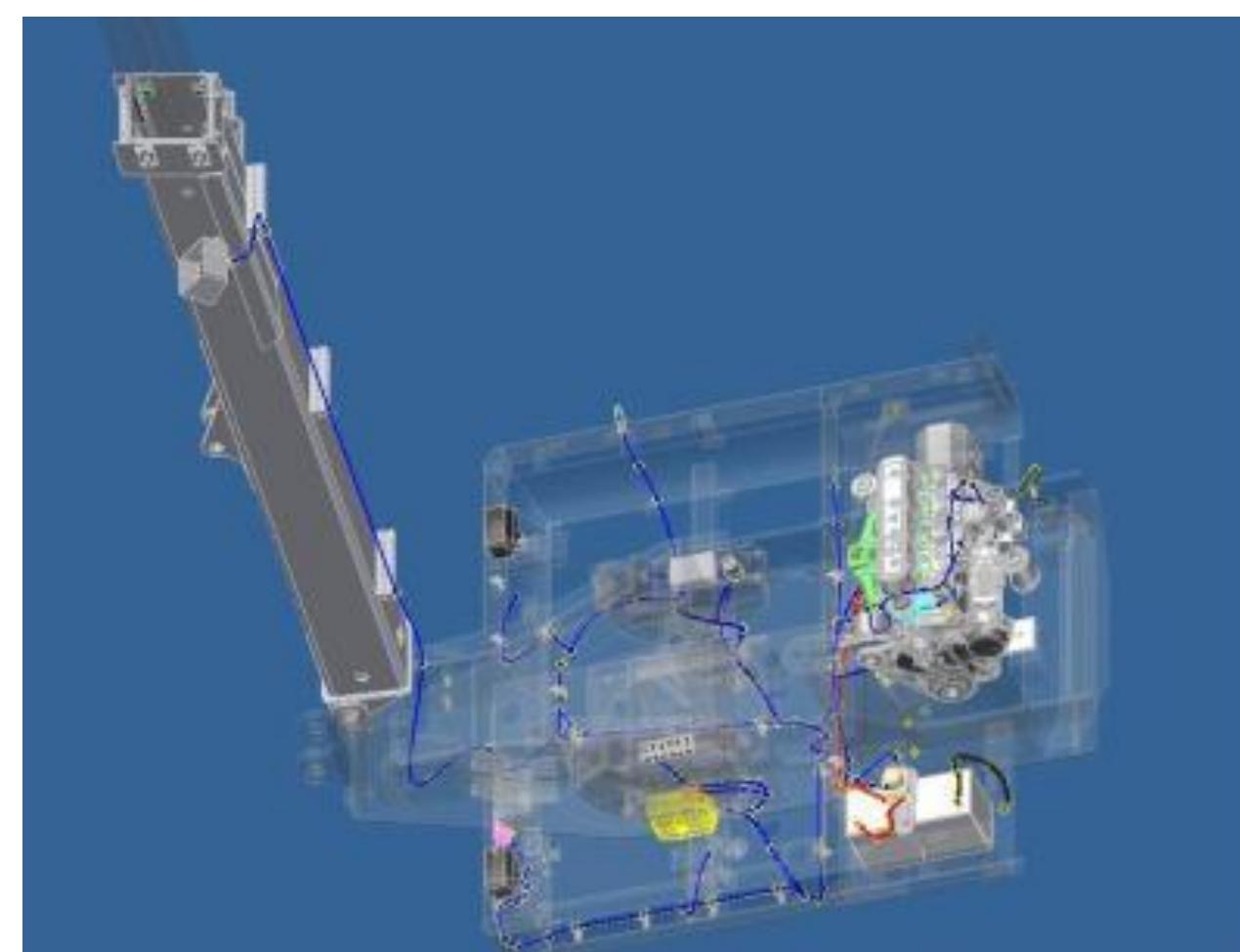
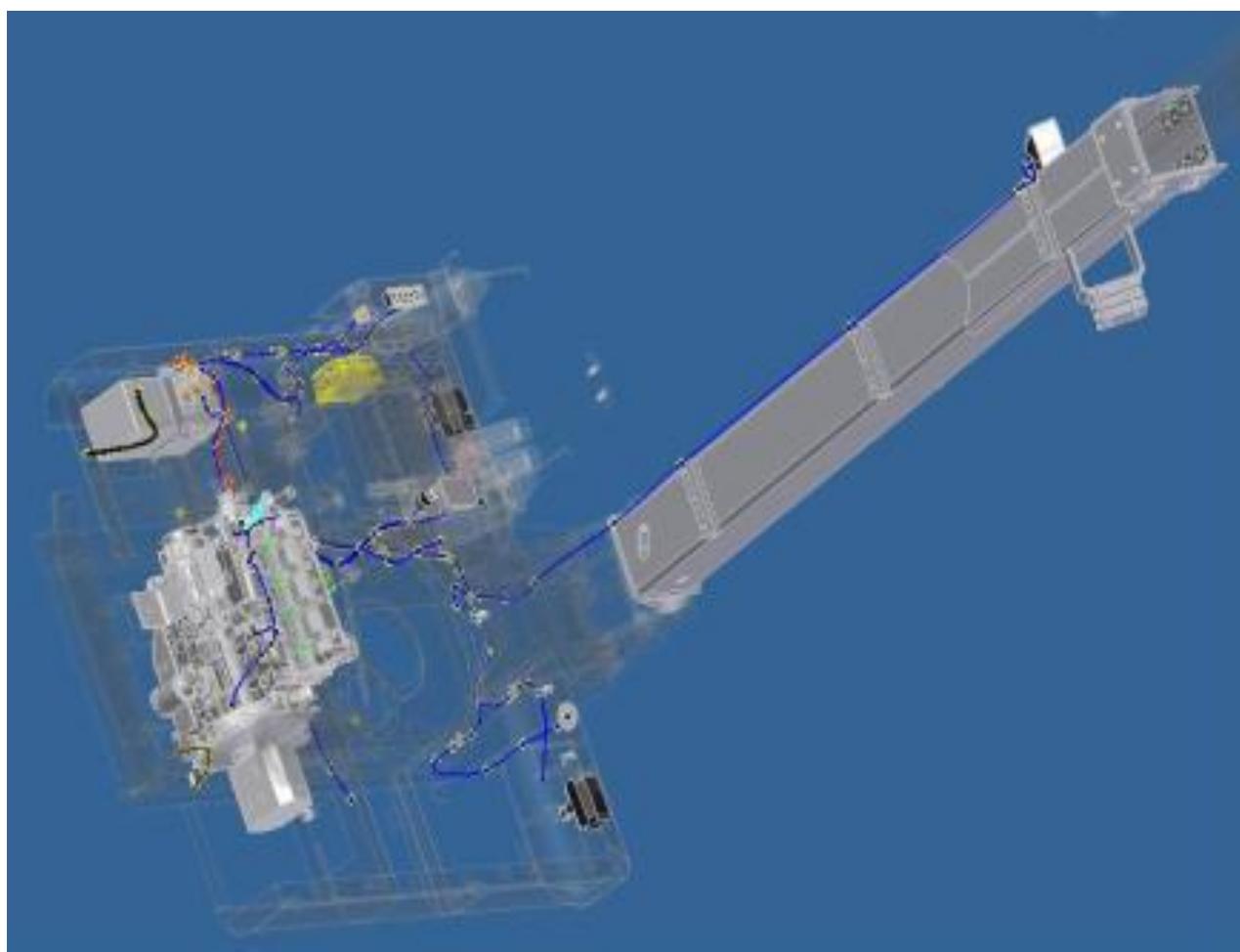
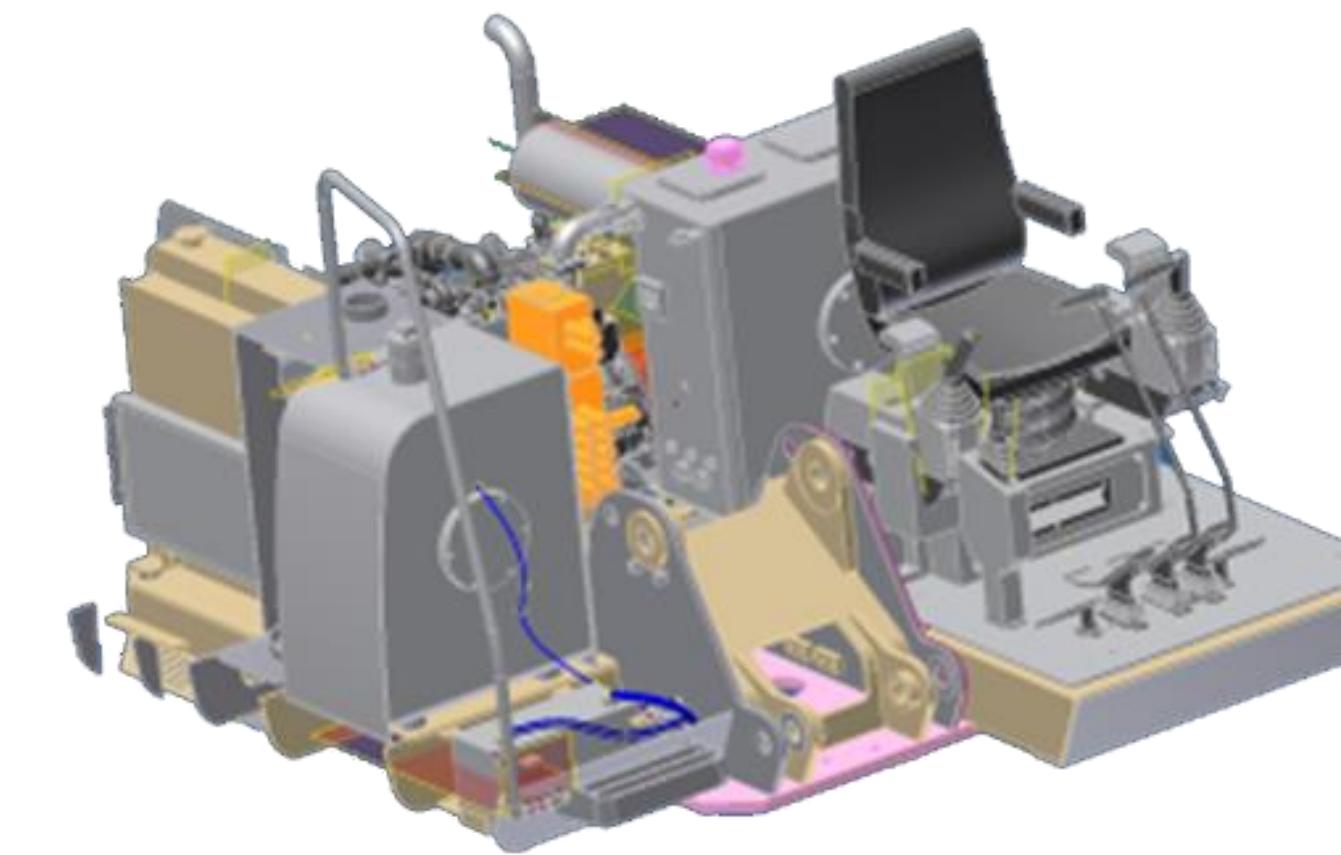
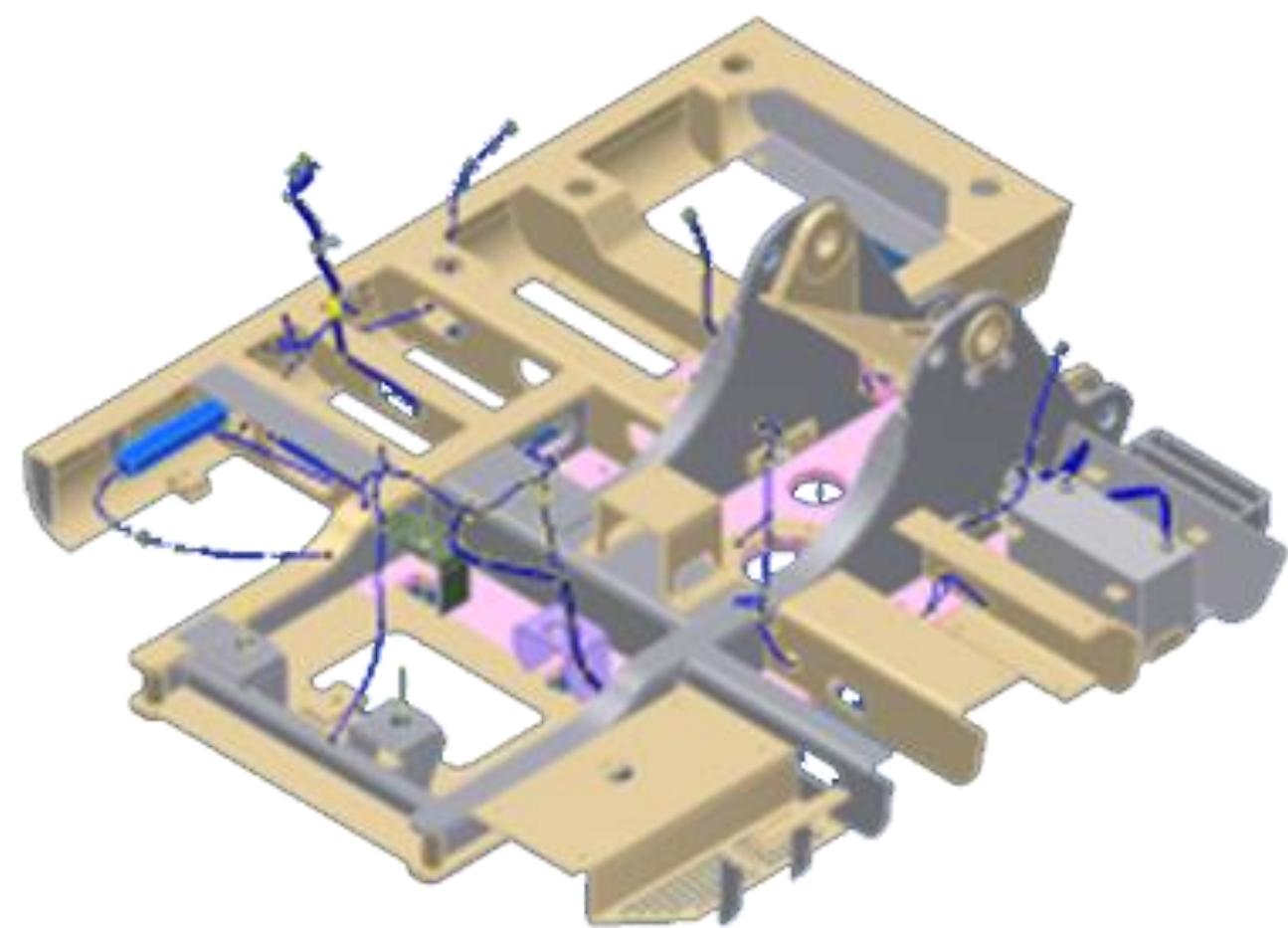


布线

四、应用介绍

2、部件设计-----电器设计应用

元件布置的可视化

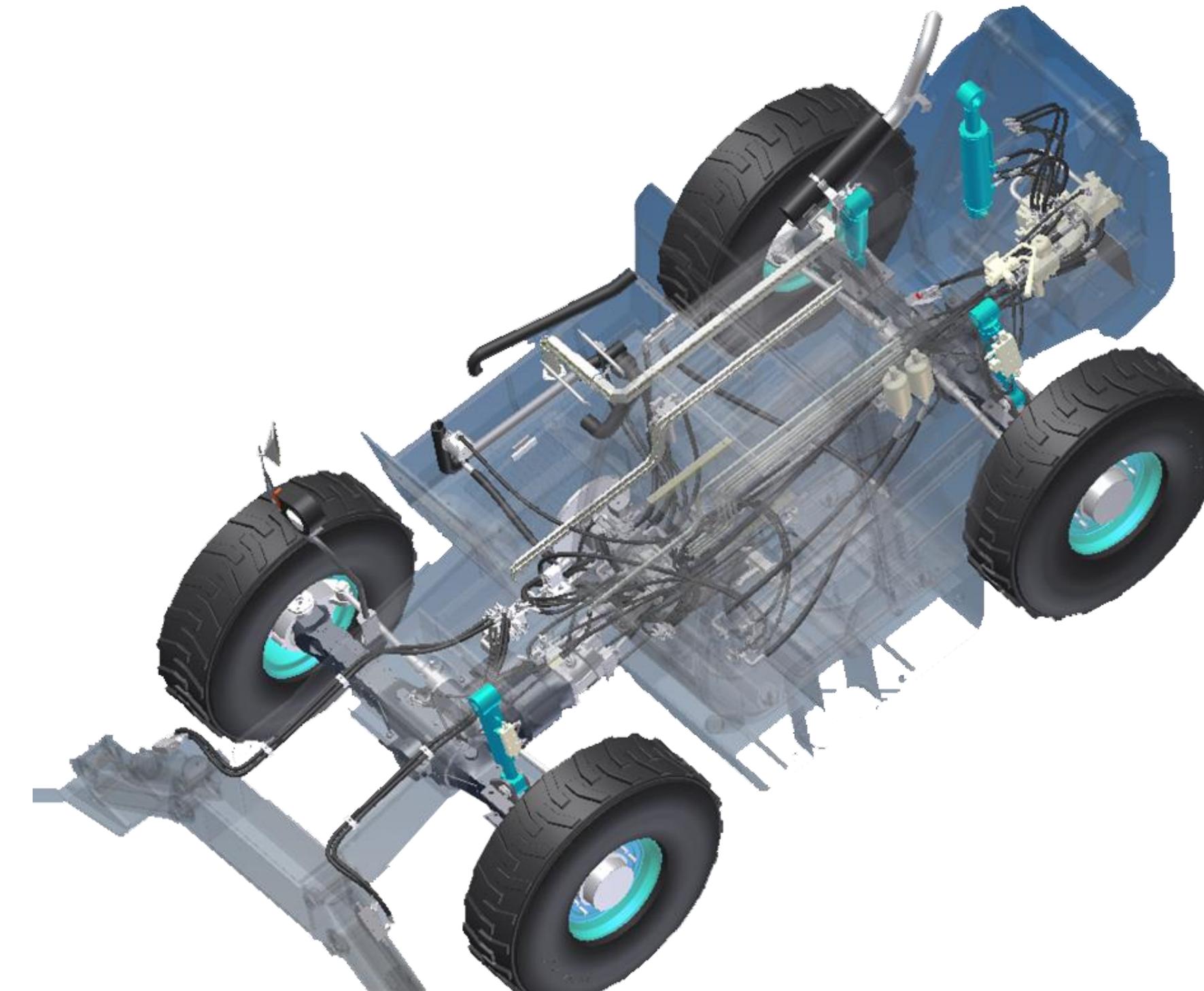


四、应用介绍

2、部件设计-----三维布管设计

三维布管是Autodesk Inventor部件环境中的一个重要的设计模块，可大大提高硬管、弯管、柔性软管等铺设工作的效率，让软件更大程度服务于设计，让设计更全面服务于生产。

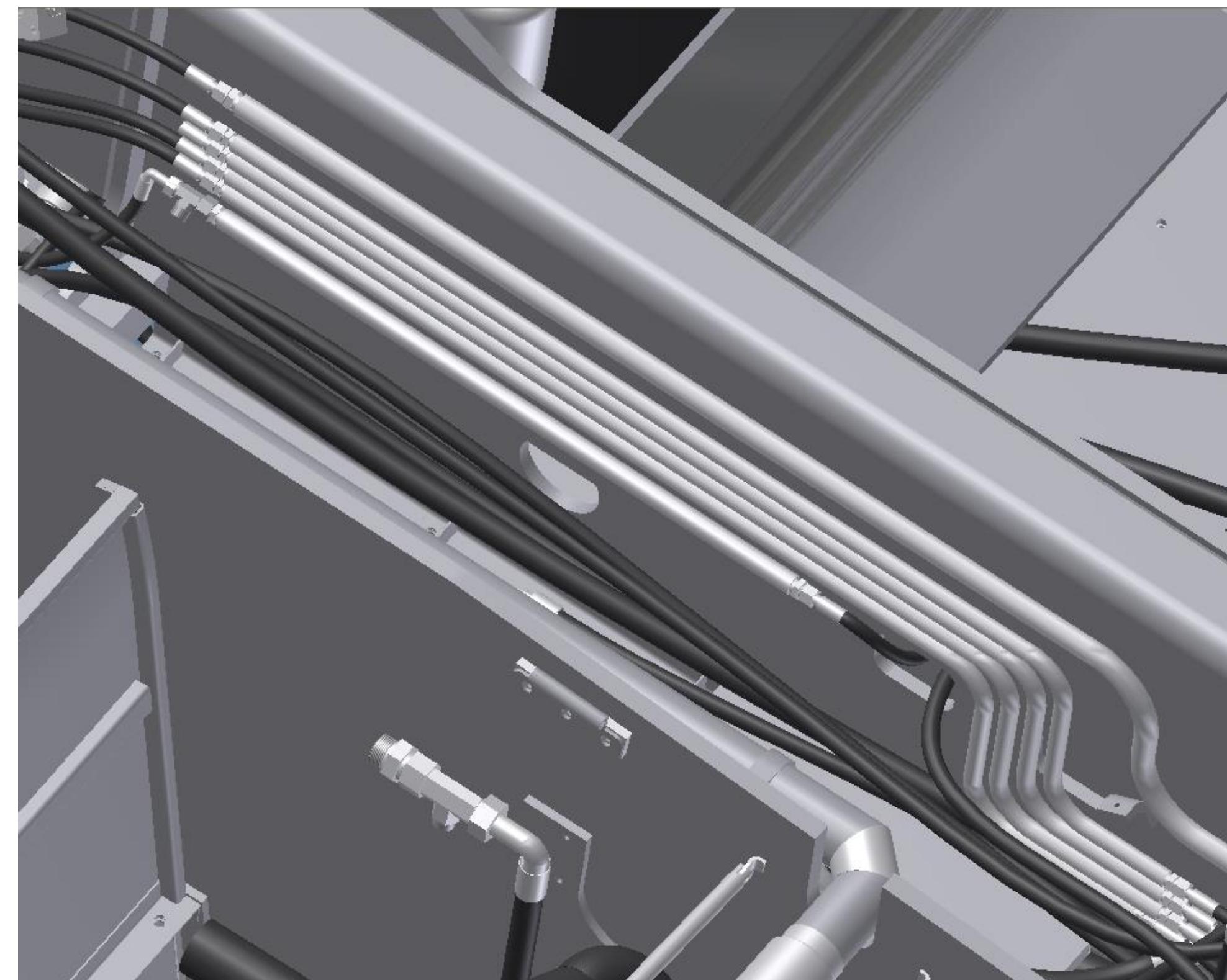
三维布管对提高
样机在试制阶段液
压系统的装配效率
和标准化作业有着
显著的作用。



四、应用介绍

2、部件设计-----三维布管设计

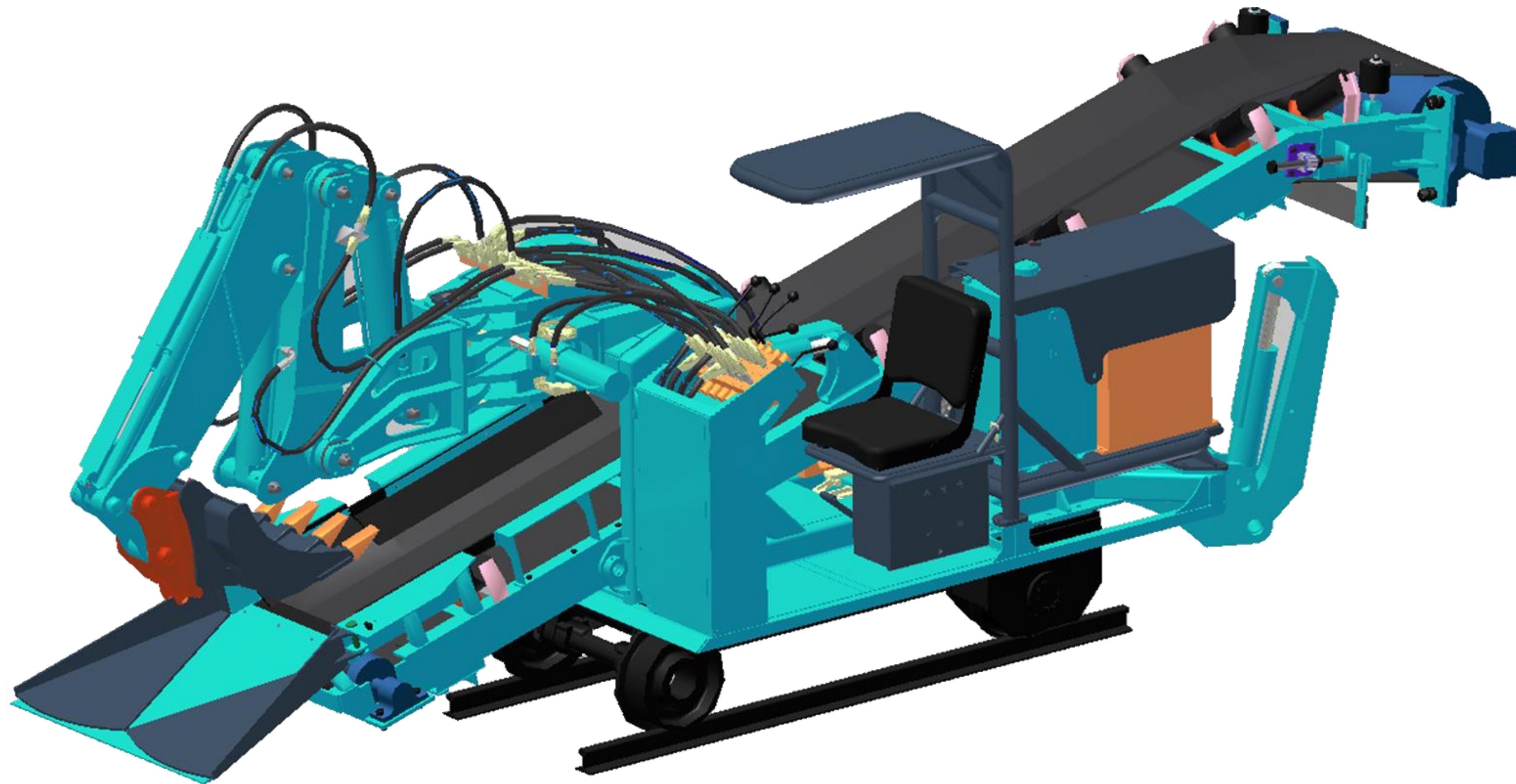
使用“旋转捕捉”工具，通过将“三维正交管线”工具的方向轴捕捉到可用的边和表面，可以有助于控制布线的方向。



利用“点捕捉”和“旋转捕捉”手段绘制的硬管图

四、应用介绍

2、部件设计-----三维布管设计



四、应用介绍

2、部件设计-----三维布管设计

胶管清单

SWTC16 胶管清单

1. 左手柄 P、T 口: F481CECF080804—1350—90° 2 根
2. 右手柄 P、T 口: F481CECF080804—1250—270° 2 根
3. 脚踏阀 P、T 口: F481CACF080804—380 2 根
4. 多路阀:

a 1: F481CECF080804—2070—0°
b 1: F481CECF080804—1900—180°
a 2: F481CECF080804—1850—270°
b 2: F481CECF080804—1850—180°
a 3: F481CECF080804—2130—0°
b 3: F481CECF080804—2130—180°
a 4: F481CECF080804—2130—180°
b 4: F481CECF080804—1850—180°
P1: F7311C19251612—3900—45°
P2: F7311C91C251612—2700
T: F481CACF282816—600

卷扬 A4: F3711C6N251612—980—180°
B4: F3711C6N251612—940—200°

伸缩 A3: F3711C1C202010—1900—270°
B3: F3711C1C202010—1800—270°

变幅 A2: F3711CC9202010—2600
B2: F3711CC9202010—3060

回转 A1: F3711C0C202010—1300—345
B1: F3711C0C202010—1700—180

5. 行走阀:
X2: F481CFCF080804—2500—180°
Y2: F481CFCF080804—2850—180°
X1: F481CFCF080804—2650—180°
Y1: F481CFCF080804—2500—180°

P: F7311C96N251612—2400
F7311C96N251612—2700

B3: F3711CC9252512—2650
B4: F3711CC9252512—2200

A3: F3711CC9252512—2700

A4: F3711CC9252512—2350

6. 先导阀块—集油块 P: F481CACF080804—1650
集油块 T: F481CACF080804—2000
7. 先导阀块 T: F481CACF151508—1900
8. 卷扬 T: F371CACF151508—2300
9. 回转 T: F481CFCF151508—1600—180°
10. 中央 T: F481CFCF151508—1800—180°
11. 中央 G—先导油源块: F481CECF080804—2160—90°
12. 回转平衡阀 T: F481CACF080804—2100
13. 先导油源块—主泵 X: F481CECF080804—3100—0°
14. 齿轮泵—滤芯: F481CACF101005—700
滤芯—先导油源块: F481CECF101005—2700—0°
15. 主泵吸油: F481CACF222212—640
16. 主泵回油: F481CACF222212—1650
17. 行走马达: (借用)
A3、A4: F3711C919251612—2700 2 根
B3、B4: F3711C919251612—2500 2 根
双速: F481CFCF080804—3000—90°
F481CFCF080804—3000—270°

马达泄油: F481CACF151508—2300

18. 回转平衡 A1': F3711C1C202010—570—270
B1': F3711C1C202010—490—90°

19. 卷扬先导: F481CACF101005—310
F481CACF101005—270

卷扬先导回油: F481CACF101005—1950
回转先导: F481CACF101005—250 2 根

伸缩先导: F481CFCF080804—340—0°

20. 粗胶管: 481—32—1080
481—32—680
481—32—220
481—32—240

(以上未注数量均为 1 根)

(由于下车液压系统为借用, 所以此处为列出)

四、应用介绍

2、部件设计-----三维布管设计

端直通接头清单

SWTC16 端直通、接头清单

1. 主泵:

- P1、P2 口: 法兰直角接头 WFS64/25SOMDA3C (730102000052) 2 个
T 口: 端直通 GE22LM22X1.5EDOMDA3C (730101000127) 1 个
X 口: 端直通 GE08SMEDOMDA3C (730101000072) 1 个
齿轮泵: P1、P2 口: SAE 法兰片 FHS34A3CX (730199000050) 4 个
配: O 形圈 32.92X3.53 2-219 N552-90 (730603000073) 2 个
吸油接头: 端直通 GE22LMEDOMDA3C (730101000033) 1 个
方形法兰接头: 方形法兰直角接头 BFW22L/LK40OMDA3C (730102000057) 1 个
小方形法兰接头: 方形法兰 BFG10L/LK35OMDA3C (739807000002) 1 个
先导滤芯进出油口: 端直通 GE10LREDOMDA3C (730101000010) 2 个

2. 多路阀:

- A1、A2、A3 口: 端直通 GE20SMEDOMDA3C (730101000041) 3 个
B1、B2、B3 口: 加长端直通 GE20SMEDOMD/37A3C (730101000367) 3 个
A4、B4 口、P1 口: 端直通 GE25SM30X2EDOMDA3C (730101000342) 3 个
P2 口: 端直通 GE25SM36X2EDOMDA3C (730101000343) 1 个
T 口: 端直通 GE28LM36X2EDOMDA3C (730101000344) 1 个
a1—a4、b1—b4 口: 端直通 GE08LM14X1.5EDOMDA3C (730101000130) 8 个

3. 行走阀:

- 工作油口: 法兰直角接头 WFS63/25SOMDA3C (730102000027) 4 个
进油口: SAE 法兰片 FHS64A3CX (730199000035) 4 个
配: O 形圈 32.92X3.53 2-219 N552-90 (730603000073) 2 个
回油块: 端直通 GE28LMEDOMDA3C (730101000030) 1 个
堵头: VSTI33X2EDA3C (739806000037) 1 个
先导油口: 端直通 GE08LREDOMDA3C (730101000079) 4 个

4. 先导油源块:

- P 口: 端直通 GE10LR3/8EDOMDA3C (730101000160) 1 个
T 口: 端直通 GE15LR3/8EDOMDA3C (730101000009) 1 个
A、B、C 口: 端直通 GE08LREDOMDA3C (730101000079) 3 个
堵头: VSTI/4EDA3C (739806000001) 1 个

5. 卷扬机构:

- 主油口: SAE 法兰片 FHS64A3CX (730199000035) 4 个
配: O 形圈 32.92X3.53 2-219 N552-90 (730603000073) 2 个

X、L 口: 端直通 GE08LREDOMDA3C (730101000079) 2 个

卷扬机先导油口: 端直通 GE10LMEDOMDA3C (730101000005) 1 个

延时阀两端口: 端直通 GE10LR3/8EDOMDA3C (730101000160) 2 个

卷扬马达 T 口: 端直通 GE15LREDOMDA3C/40 (730101000229) 1 个

6. 司机室工作台:

- 手柄、脚踏阀: 端直通 GEO08LROMDA3C (730101000080) 18 个
集油块: 端直通 GE08LREDOMDA3C (730101000079) 8 个
堵头: VSTI/4EDA3C (739806000001) 2 个

6. 油箱:

- 端直通 GE15LREDOMDA3C (730101000083) 1 个
端直通 GE15LR3/8EDOMDA3C (730101000009) 1 个
端直通 GE08LREDOMDA3C (730101000079) 3 个
端直通 GE22LREDOMDA3C (730101000100) 1 个
三通接头 EL15LOMDA3C (730104000022) 2 个

7. 中央回转接头 (上车部分):

- 法兰口: 法兰接头体 GFS34/25LOMDA3C (730101000269) 4 个
T 口: 端直通 GEO15LROMDA3C (730101000084) 1 个
双速口: 端直通 GEO08LROMDA3C (730101000080) 1 个

8. 回转机构:

- 回转马达主油口: 法兰接头体 GFS63/20SOMDA3C (730101000294) 2 个
T 口: 端直通 GE15LMEDOMDA3C (730101000004) 1 个
回转机构先导油口: 端直通 GE10LM12X1.5EDOMDA3C (730101000202) 1 个
延时阀两端口: 端直通 GE10LR3/8EDOMDA3C (730101000160) 2 个

9. 变幅平衡阀:

- 接头 EW20SOMDA3C (730102000012) 2 个
端直通 GE20SMEDOMDA3C (730101000041) 2 个

10. 伸缩平衡阀:

- 端直通 GE20SMEDOMDA3C (730101000041) 2 个
测压接头 JT-ELCY 20S (730104000049) 1 个
端直通 GE08LMEDOMDA3C (730101000055) 1 个
端直通 GE08LREDOMDA3C (730101000079) 1 个

10. 回转平衡阀:

- 端直通 GE20SREDOMDA3C (730101000024) 4 个
端直通 GE10LR3/8EDOMDA3C (730101000160) 1 个
端直通 GE08LRI/2EDOMDA3C (730101000192) 1 个

(由于下车减压为借用, 所以此处未列出下车减压接头)

四、应用介绍

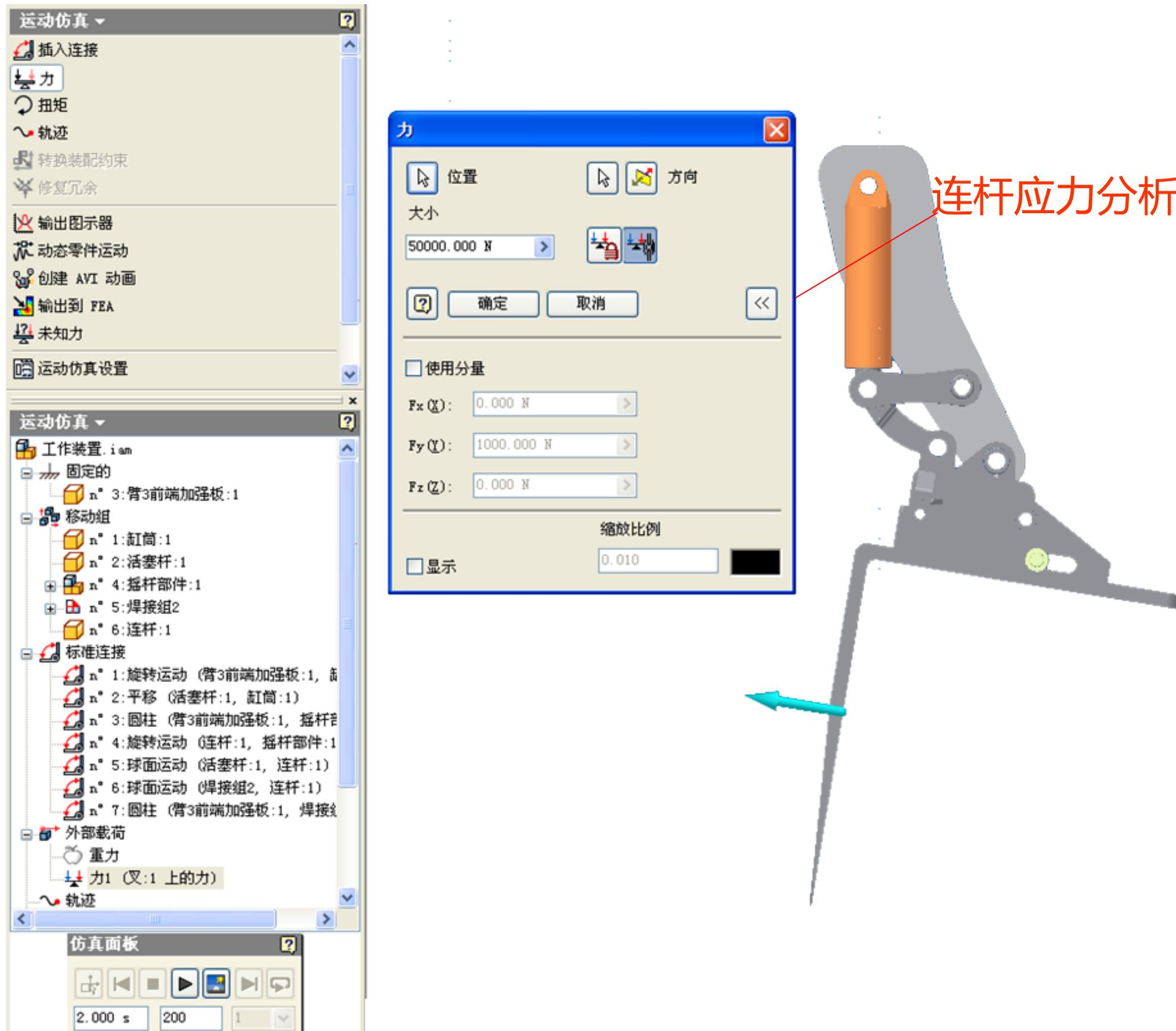
3、部件装配-----干涉检查



四、应用介绍

3、部件装配-----运动仿真

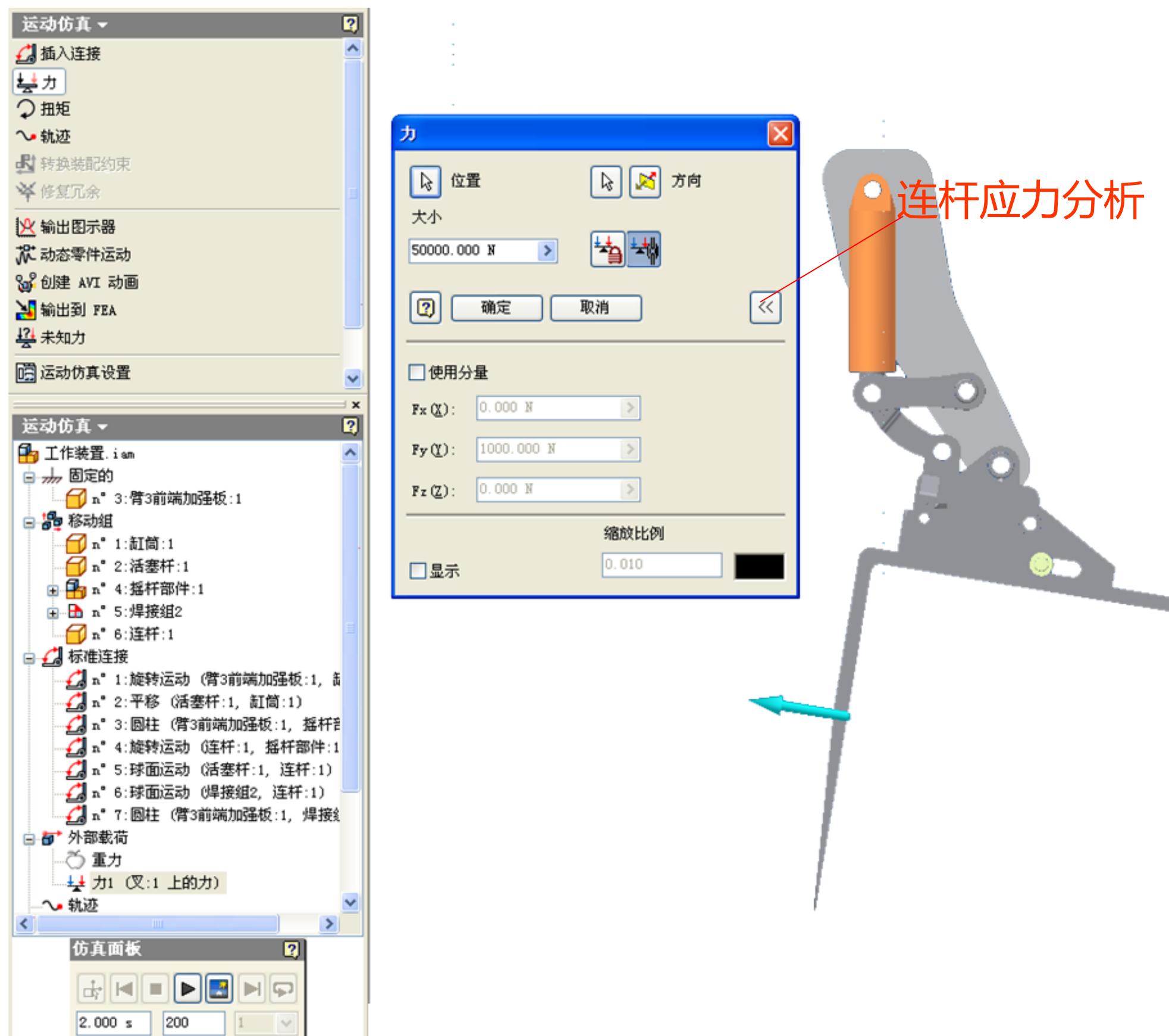
Autodesk Inventor出色的三维建模能力，以及在此基础上的工程计算、运动学/动力学仿真分析功能是机械工程从绘图向设计转变的动力和基础。从而减少了设计失误，提高了设计的准确性。



四、应用介绍

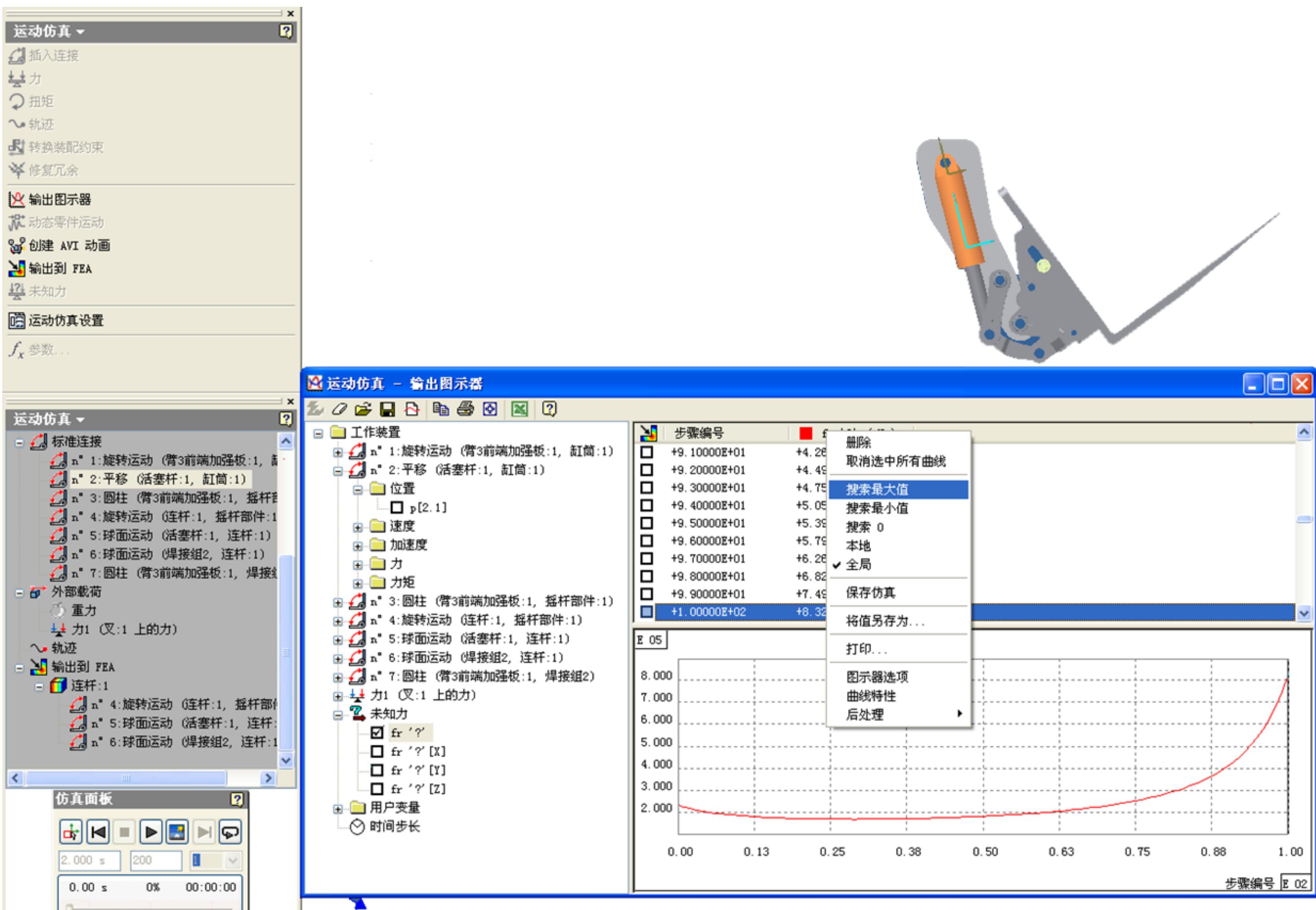
3、部件装配-----运动仿真

Autodesk Inventor出色的三维建模能力，以及在此基础上的工程计算、运动学/动力学仿真分析功能是机械工程从绘图向设计转变的动力和基础。从而减少了设计失误，提高了设计的准确性。



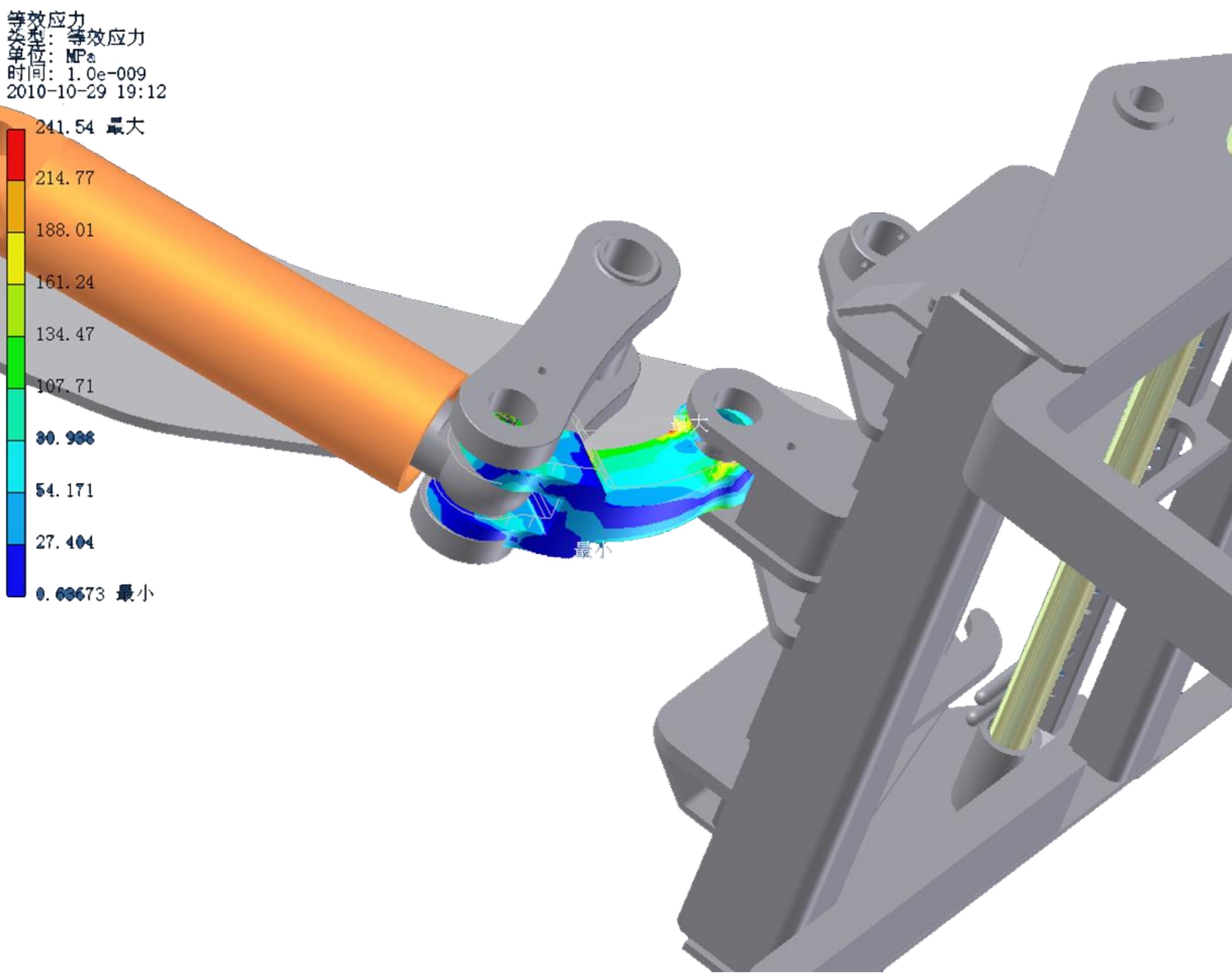
四、应用介绍

3、部件装配-----求运动载荷



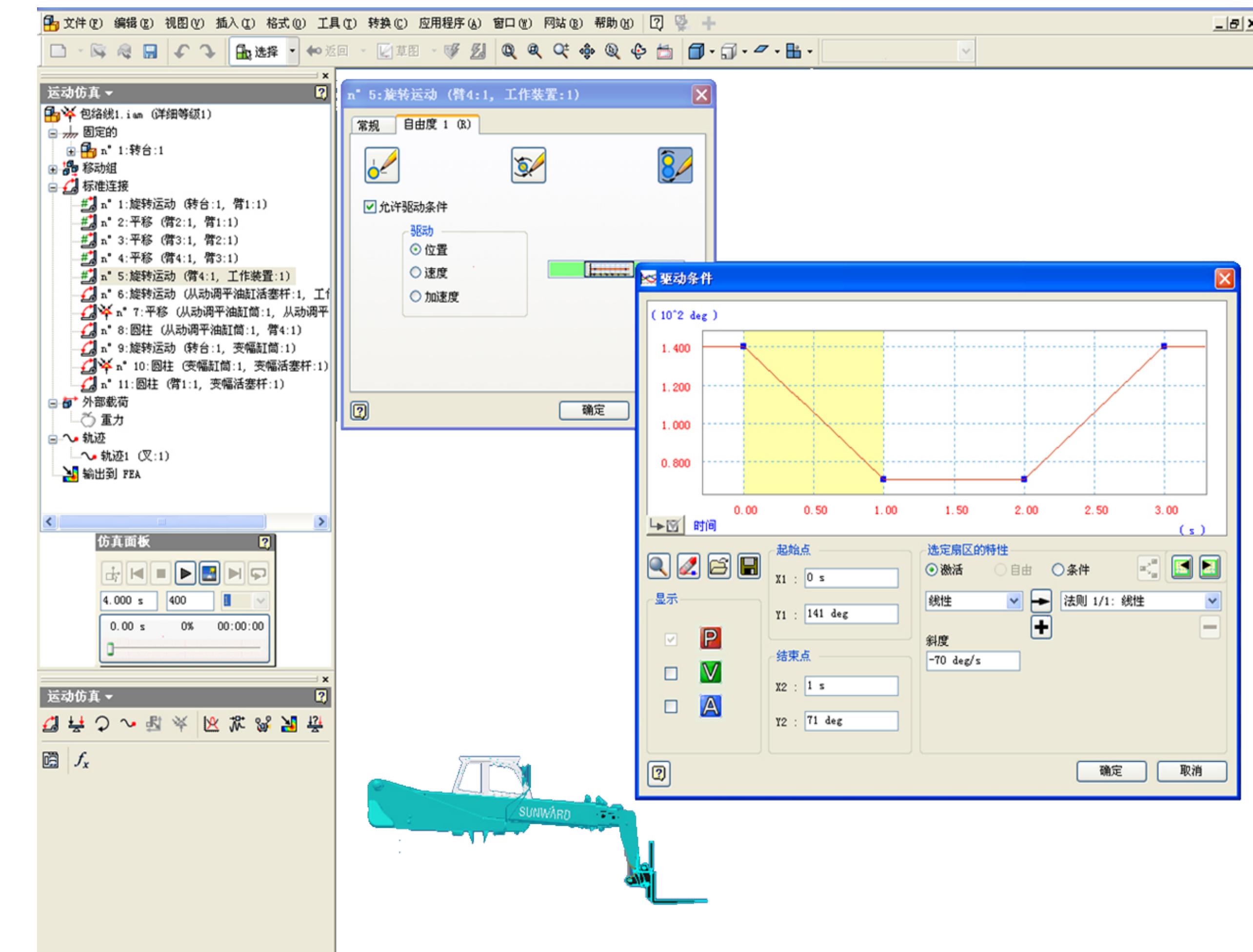
四、应用介绍

3、部件装配-----求运动载荷



四、应用介绍

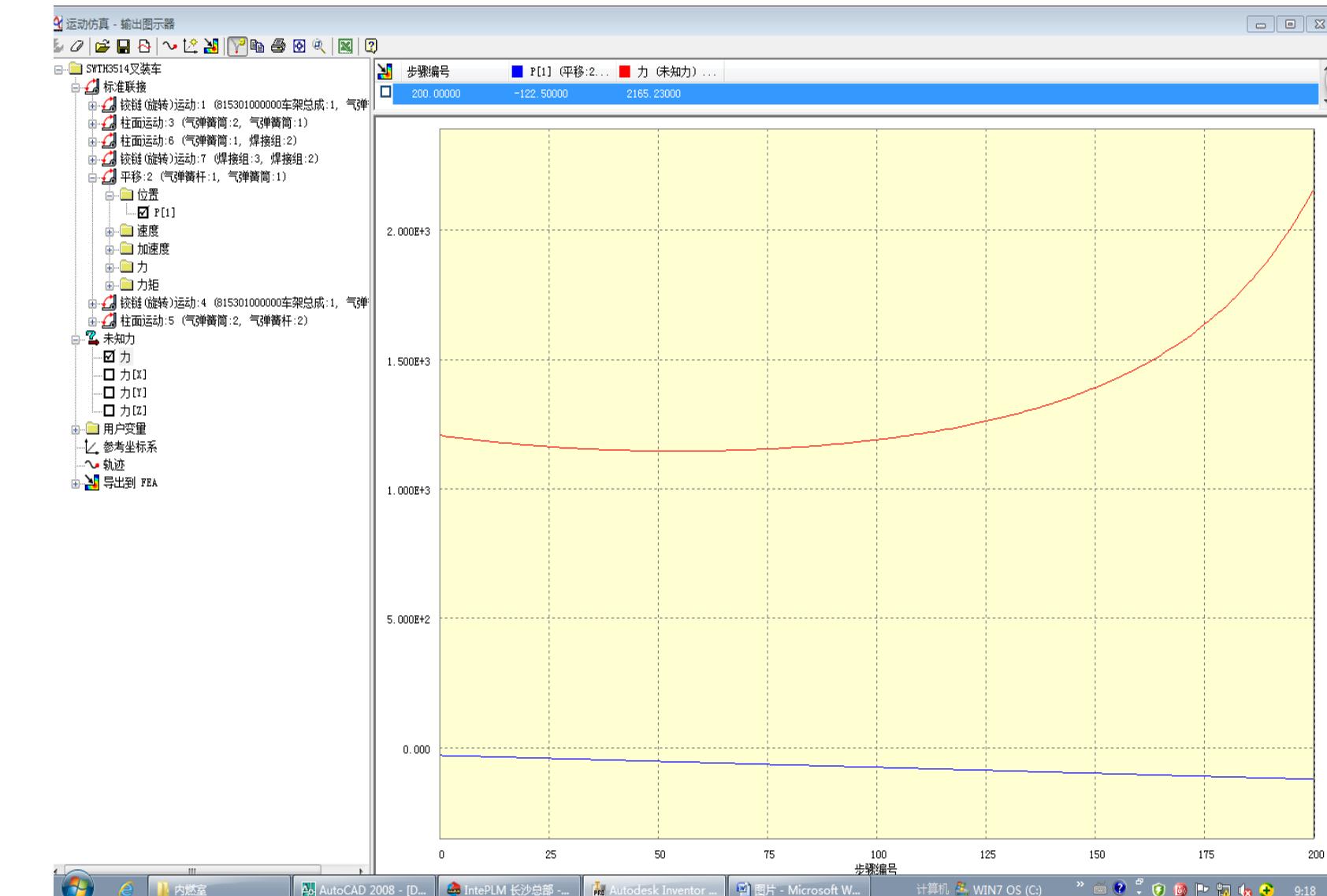
3、部件装配-----模型仿真



使用“轨迹”功能求解工作范围

四、应用介绍

3、部件装配-----通过运动仿真---求气弹簧的选型



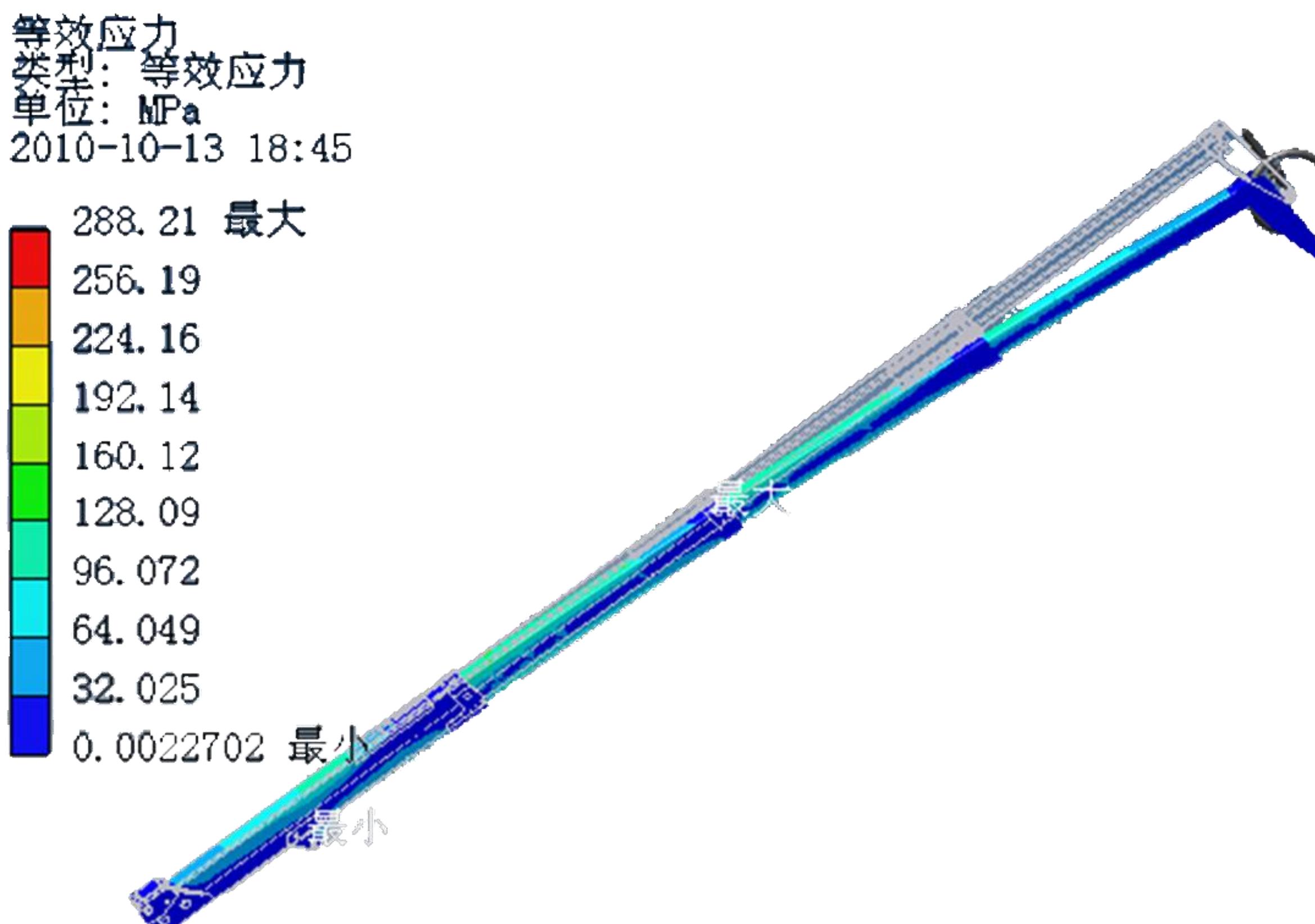
调整好三维，抑制约束，设置重力的方向，设置未知力，行程，然后仿真，通过仿真的结果可以得出气弹簧所受力的最大值（2165.23N）及受力情况，从而选择合适的气弹簧

四、应用介绍

4、工程验证-----应力分析

臂应力分析

通过应力分析可知臂梁哪些地方需要加强，为设计提供依据。

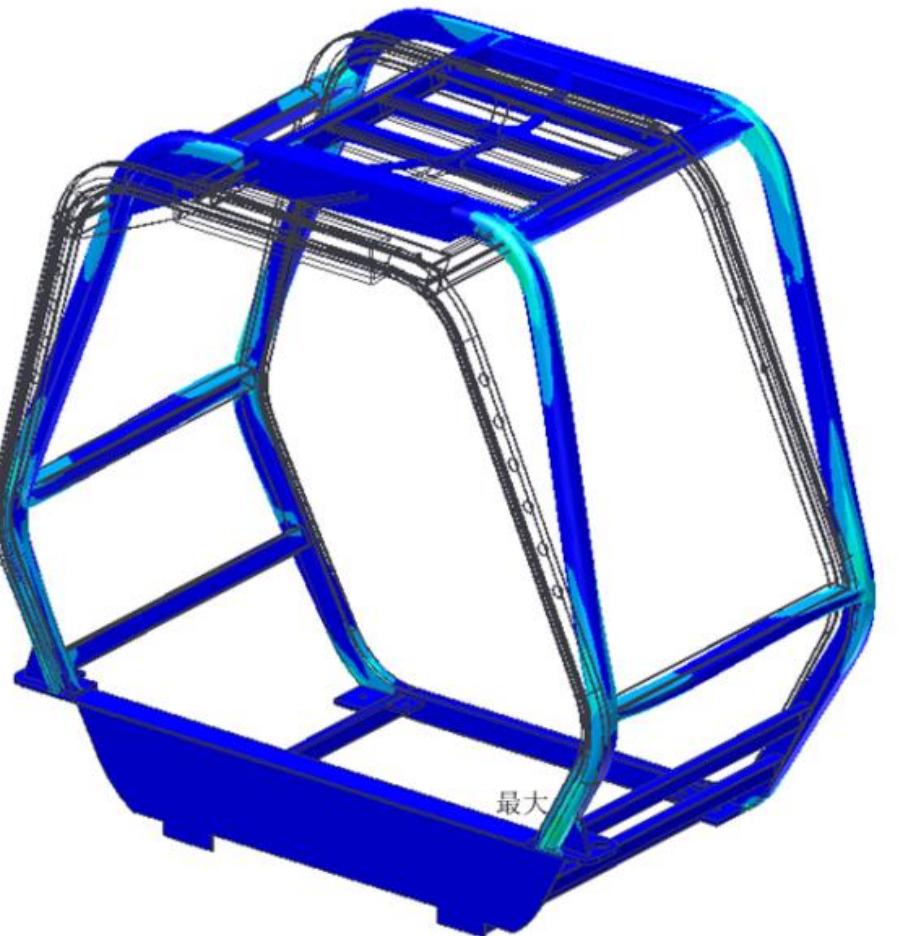
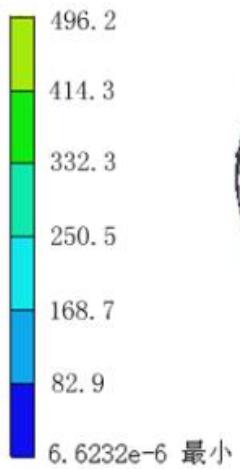


四、应用介绍

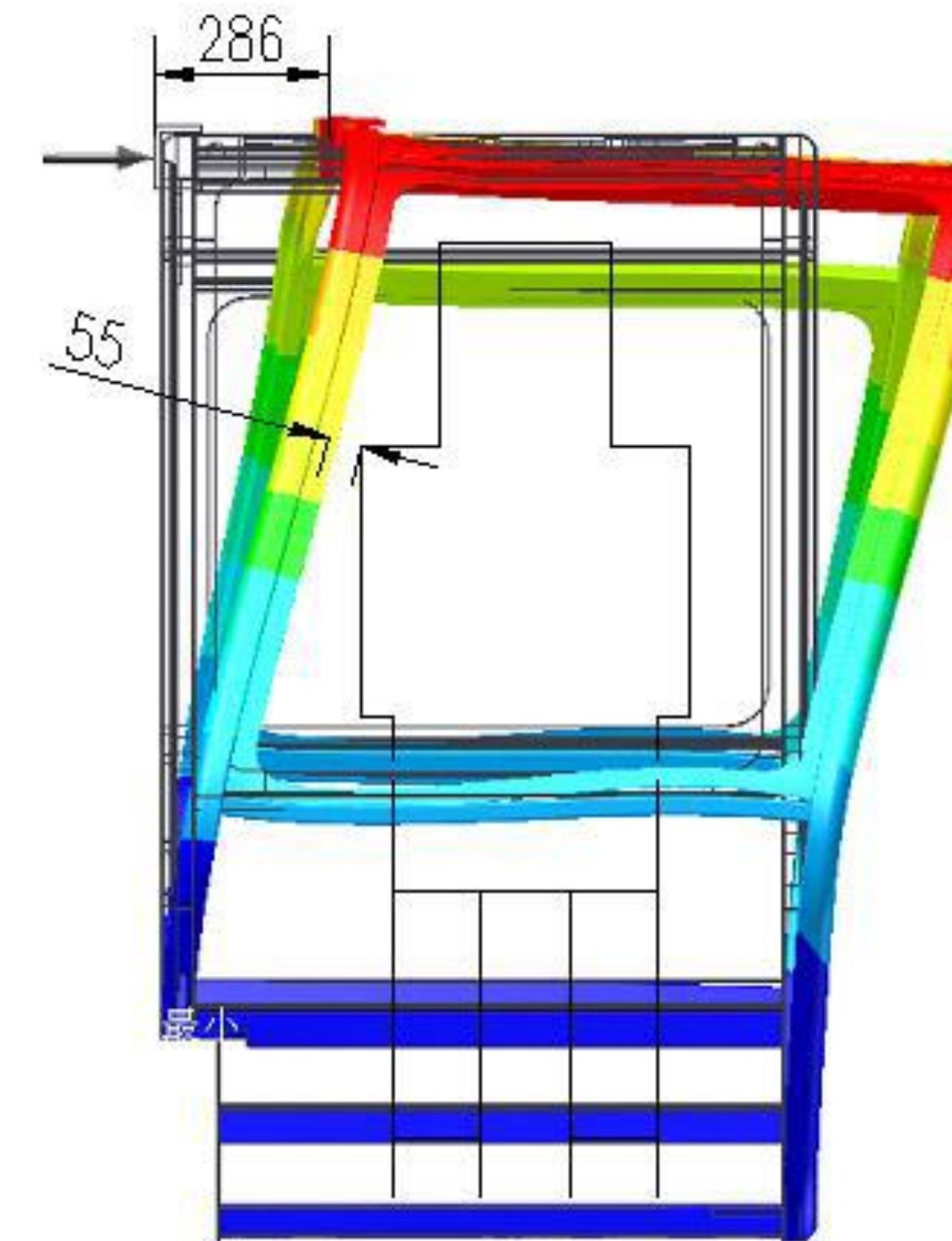
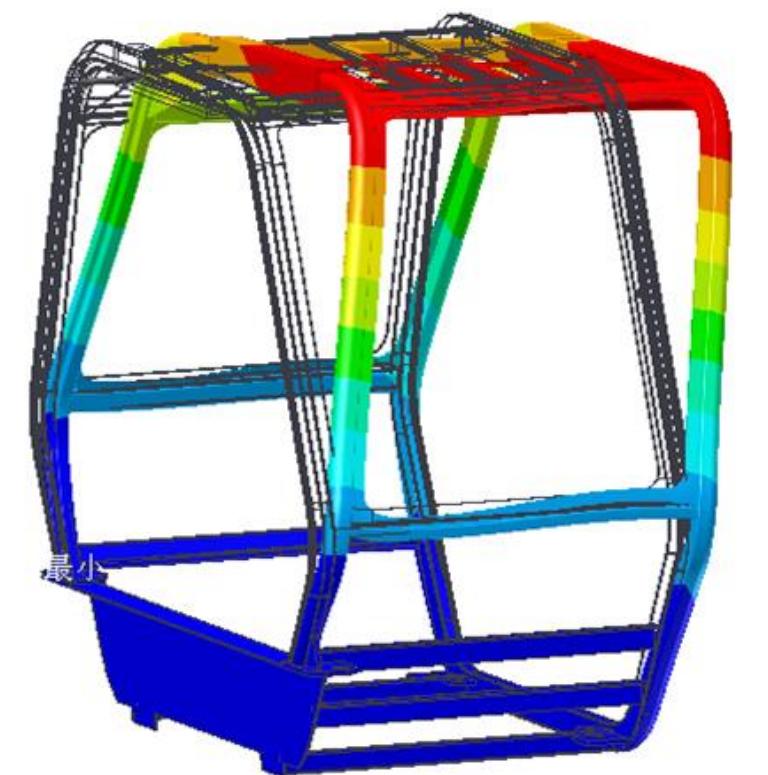
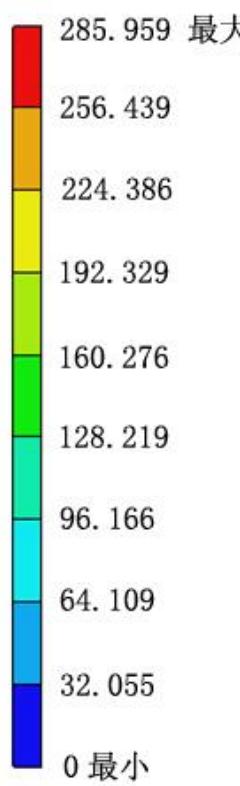
4、工程验证-----应力分析

司机室FOPS、ROPS应力分析

等效应力
类型: 等效应力
单位: MPa
2013-8-23 17:56



变形
类型: 变形
单位: mm
2013-8-23 11:24

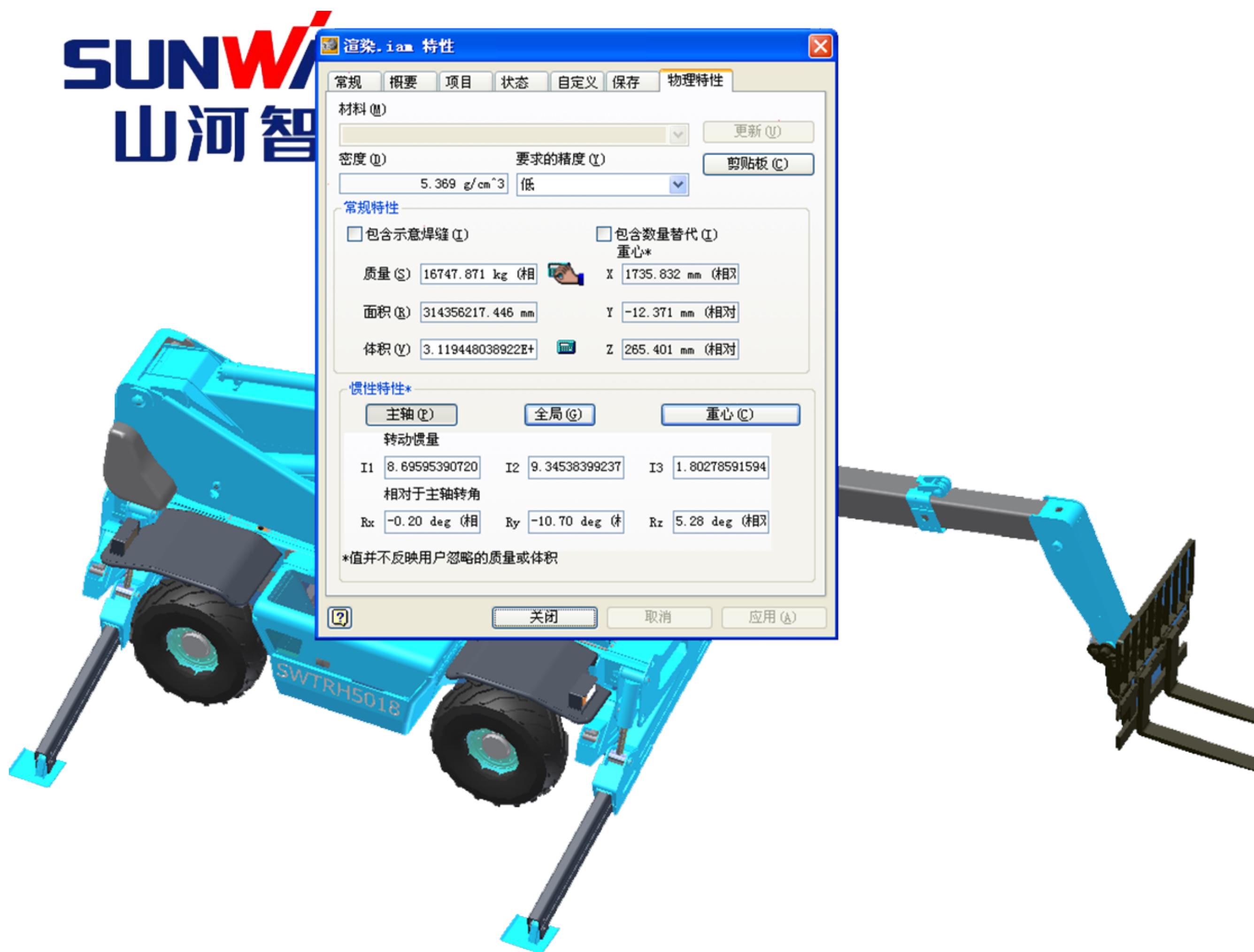


生成分析报告

四、应用介绍

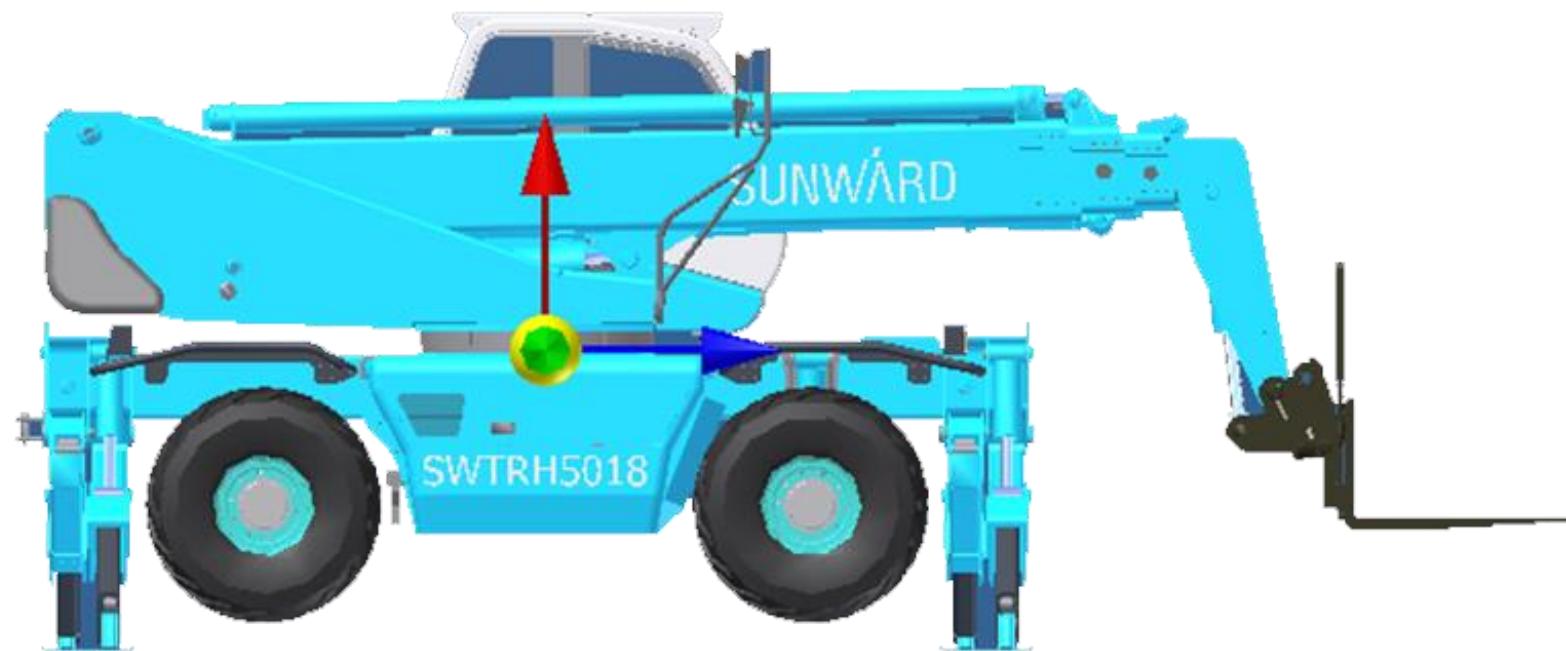
4、工程验证-----机器稳定性分析

确信总重量及重心

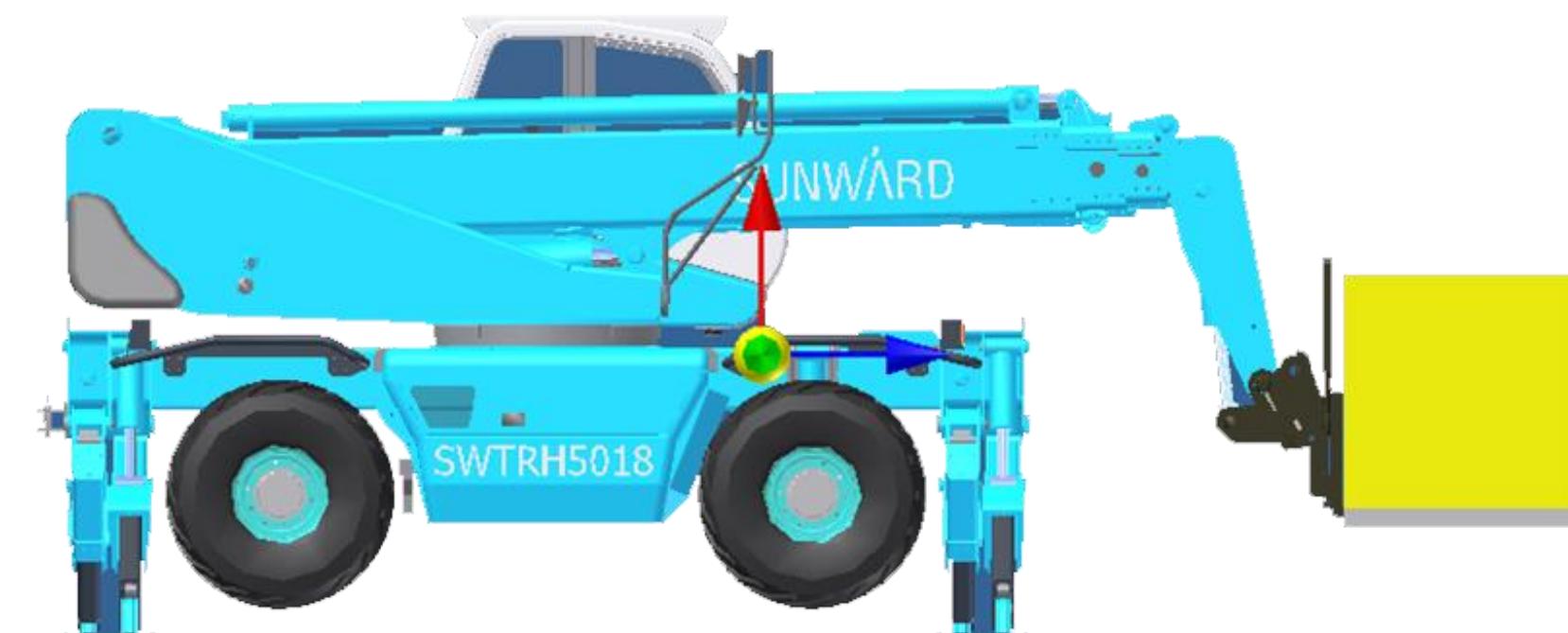


四、应用介绍

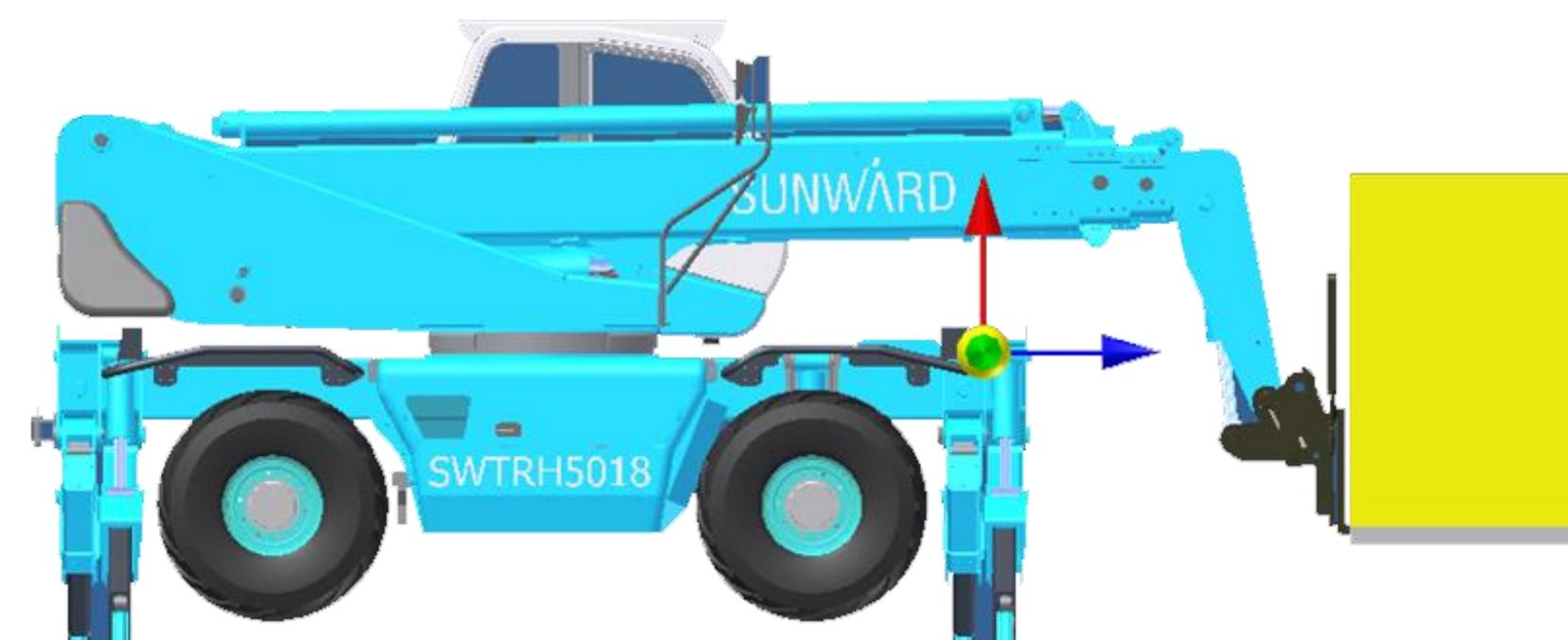
4、工程验证-----机器稳定性分析



空载



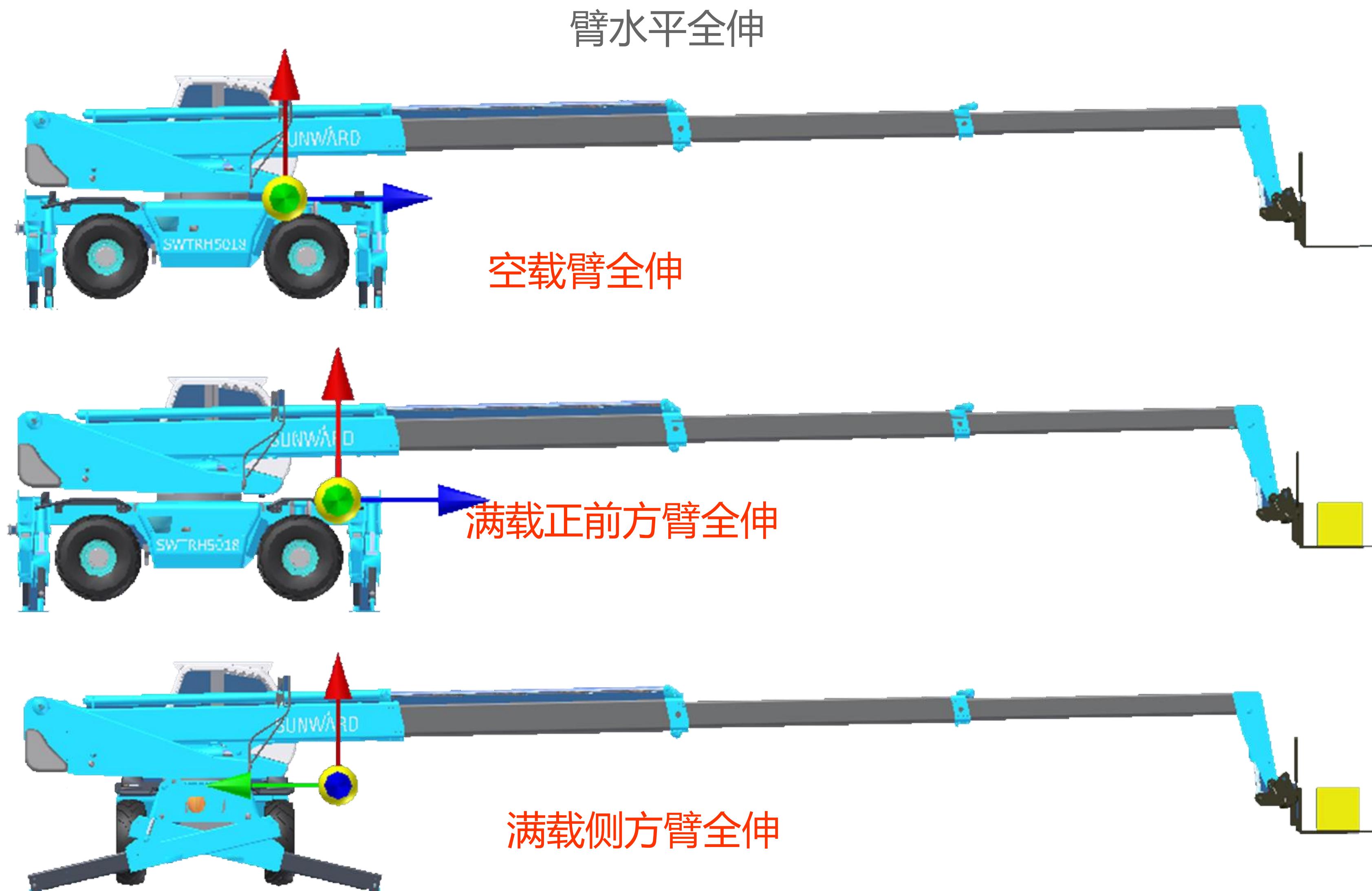
额定载荷



倾翻载荷

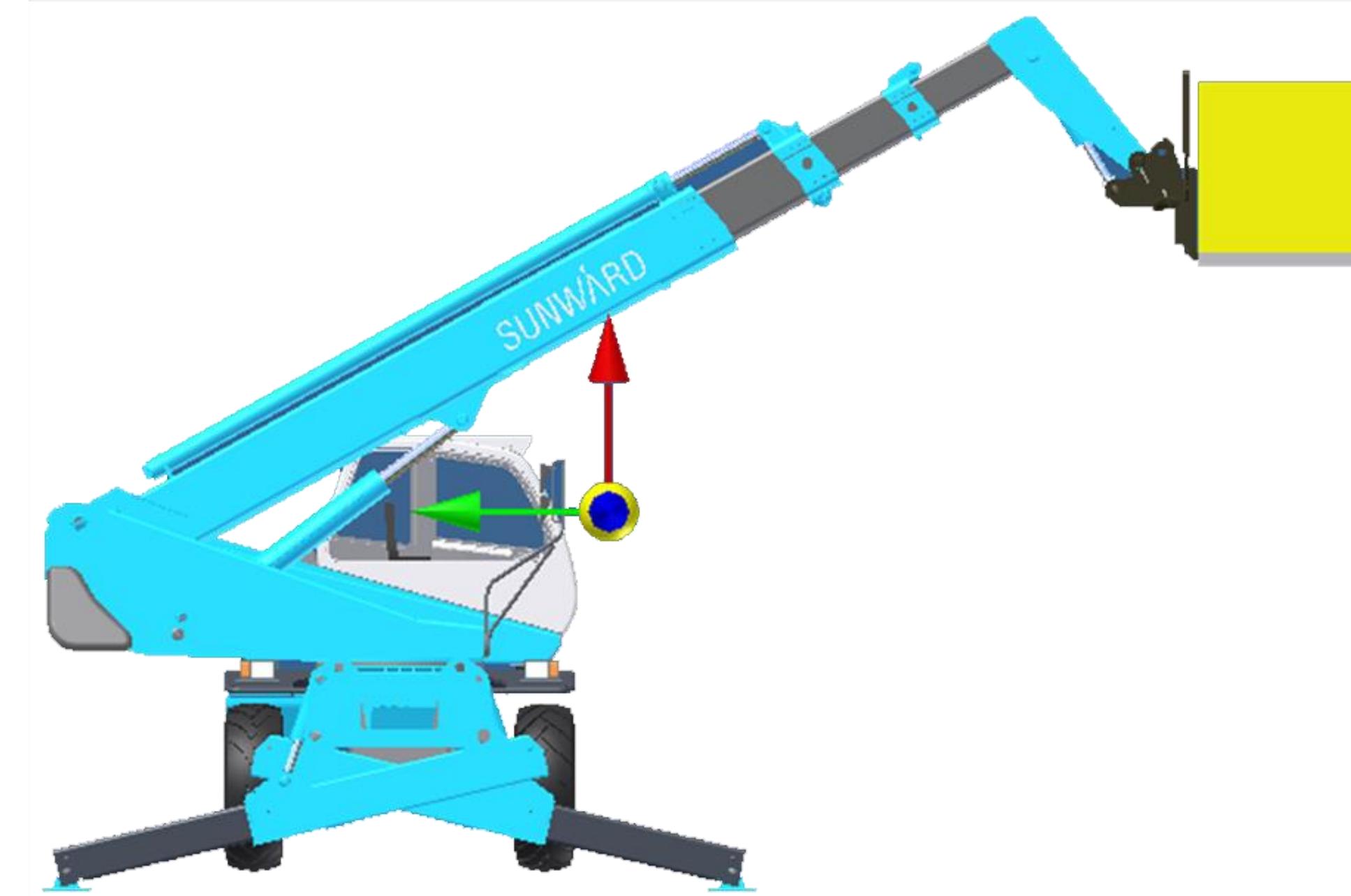
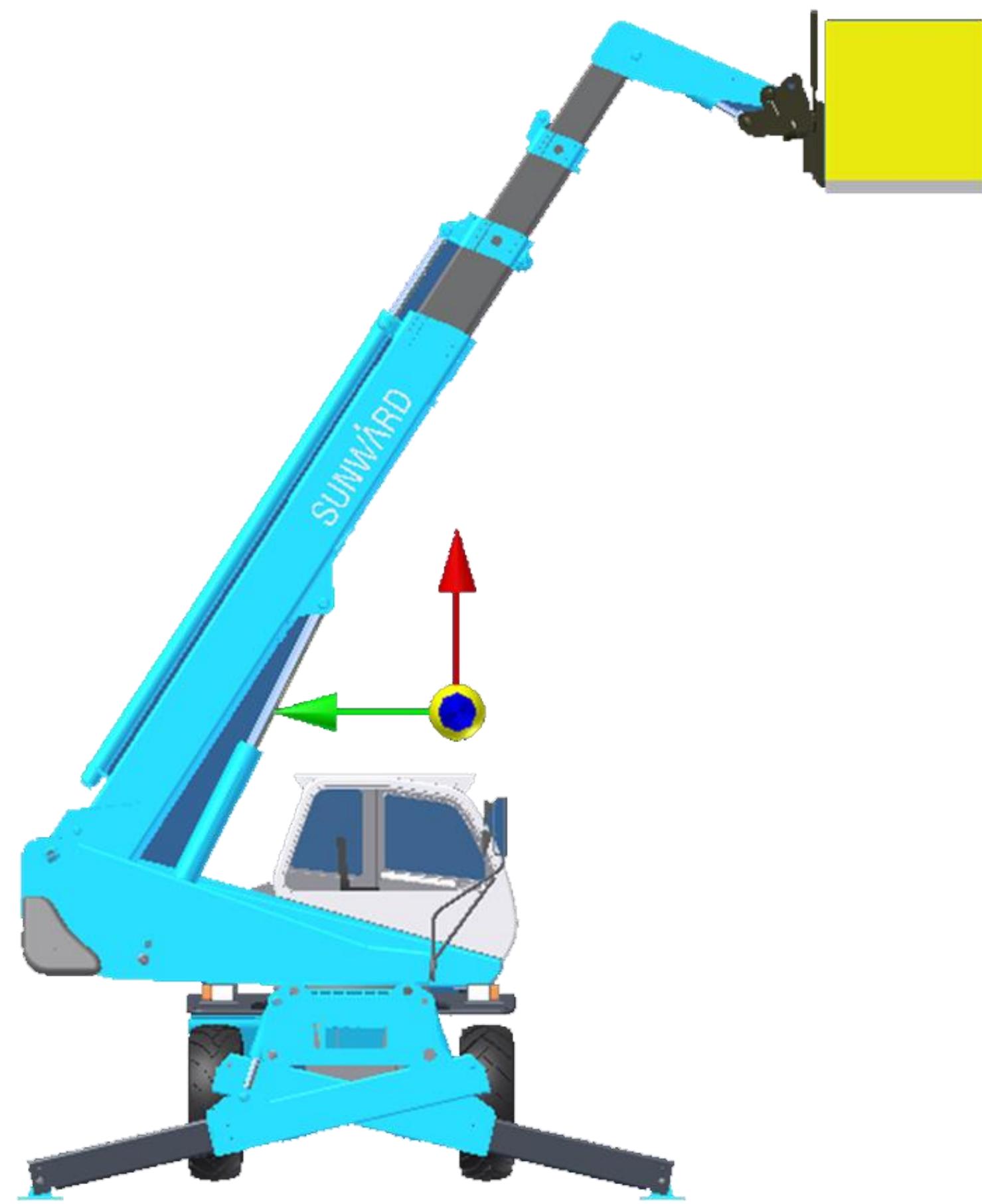
四、应用介绍

4、工程验证-----机器稳定性分析



四、应用介绍

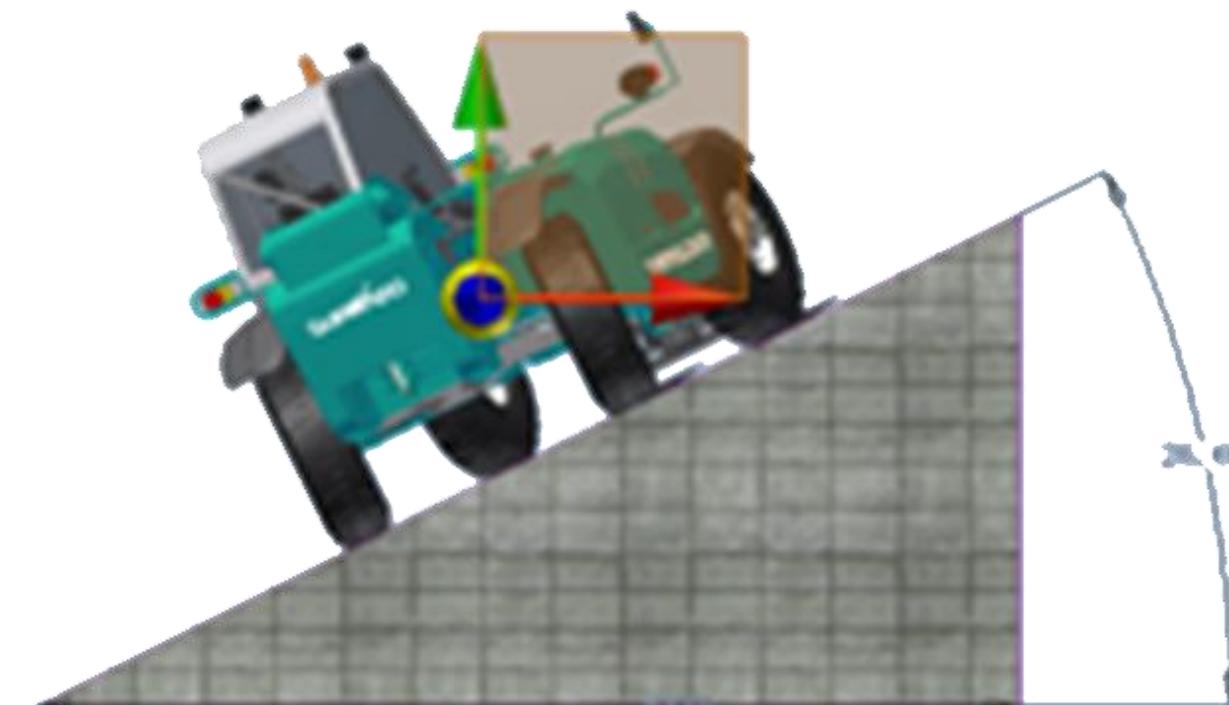
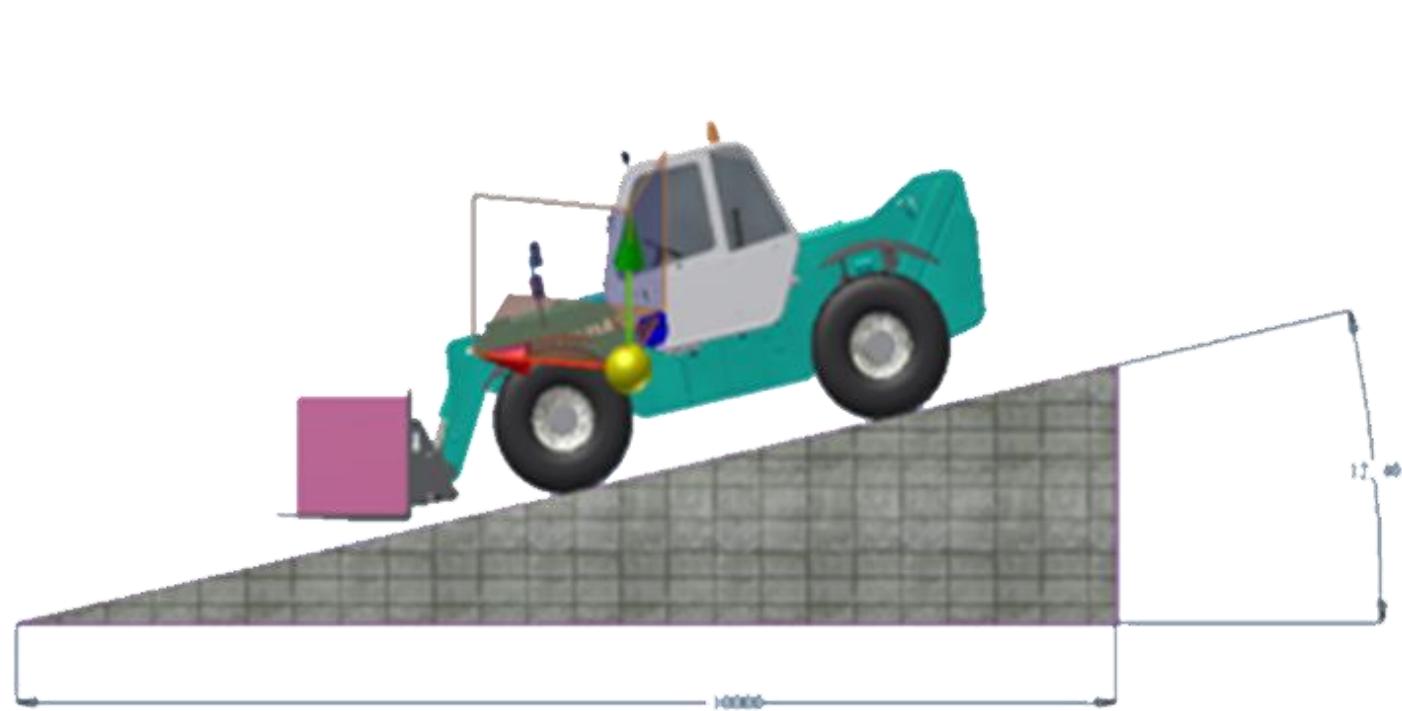
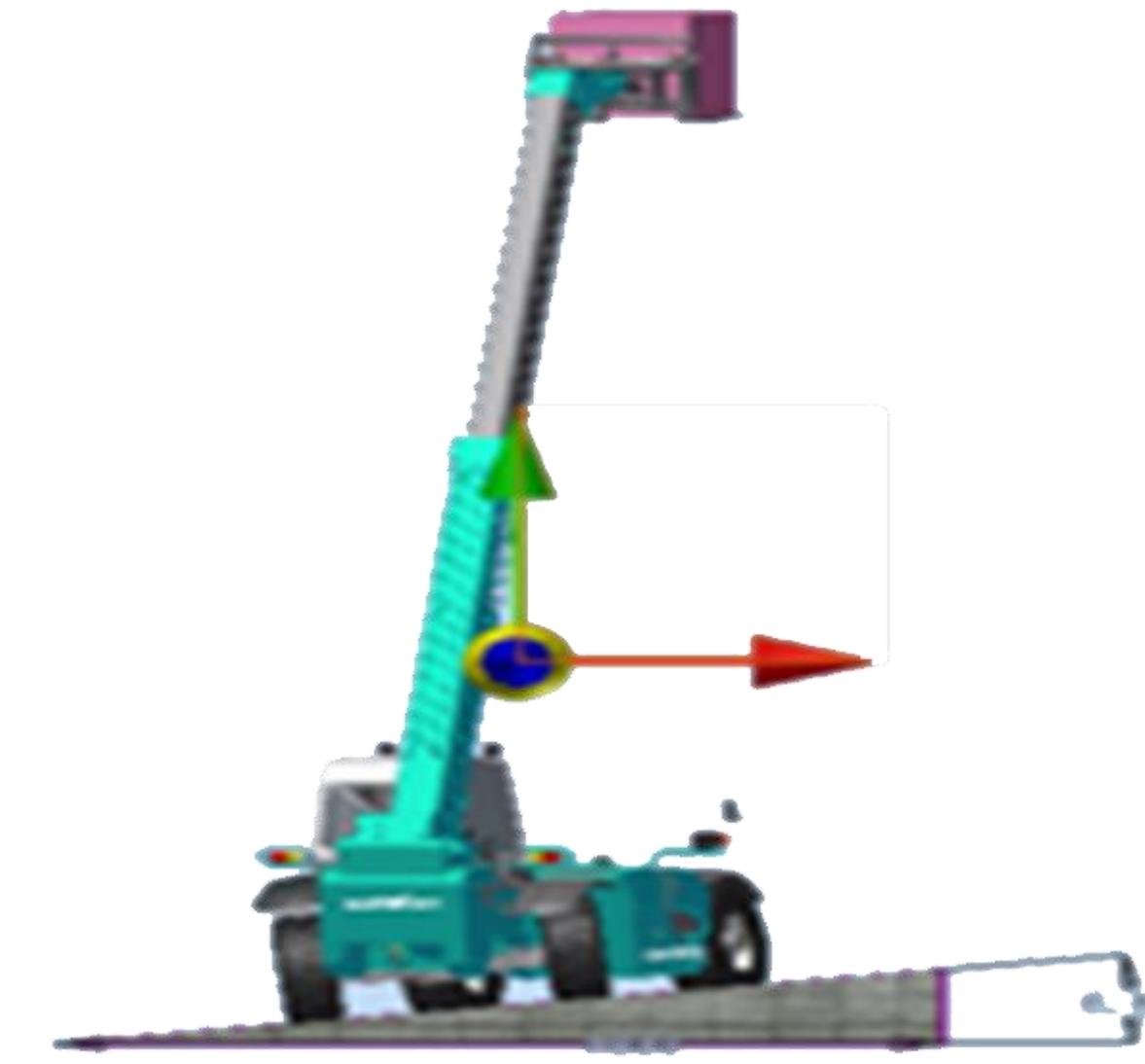
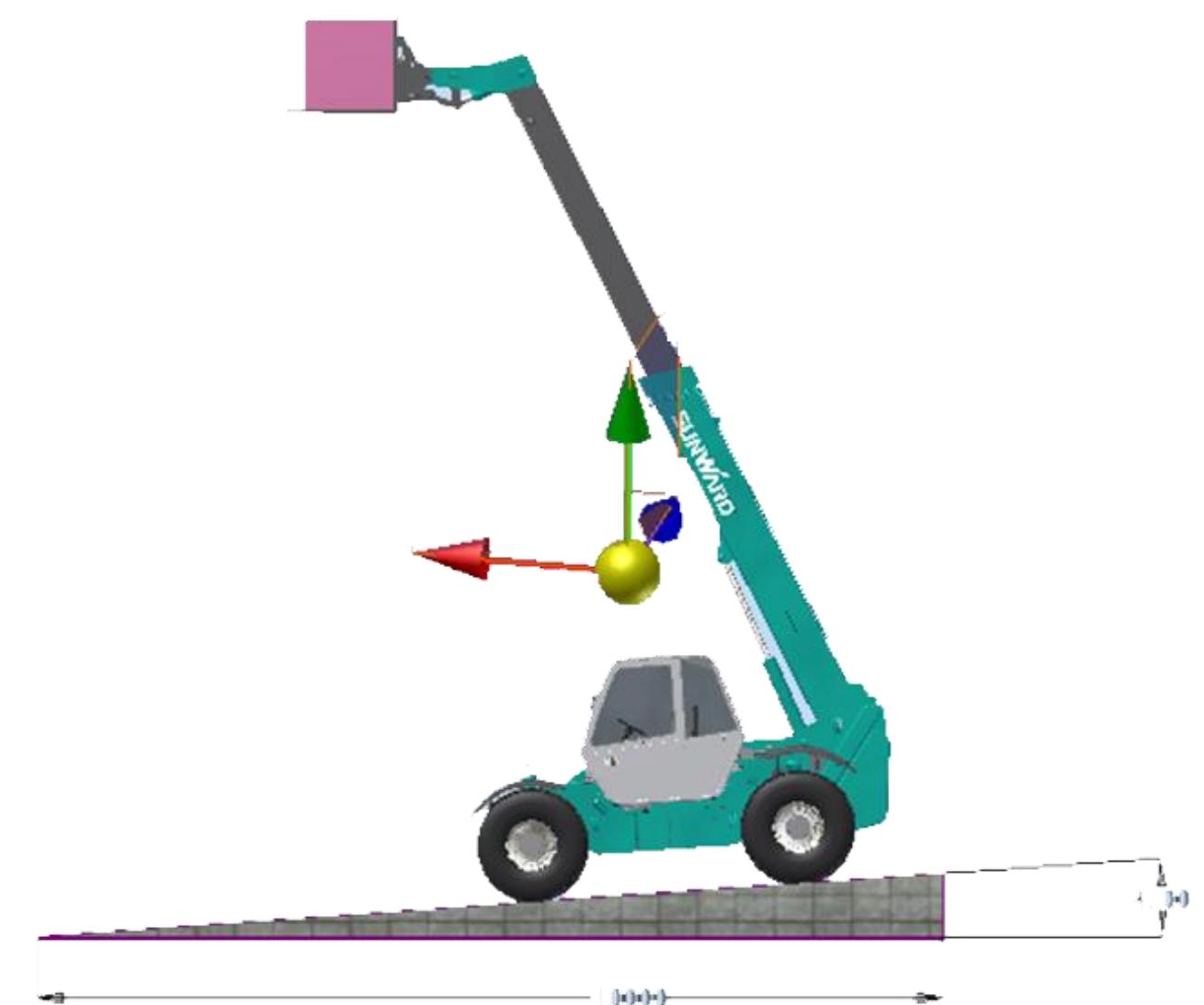
4、工程验证-----机器稳定性分析



四、应用介绍

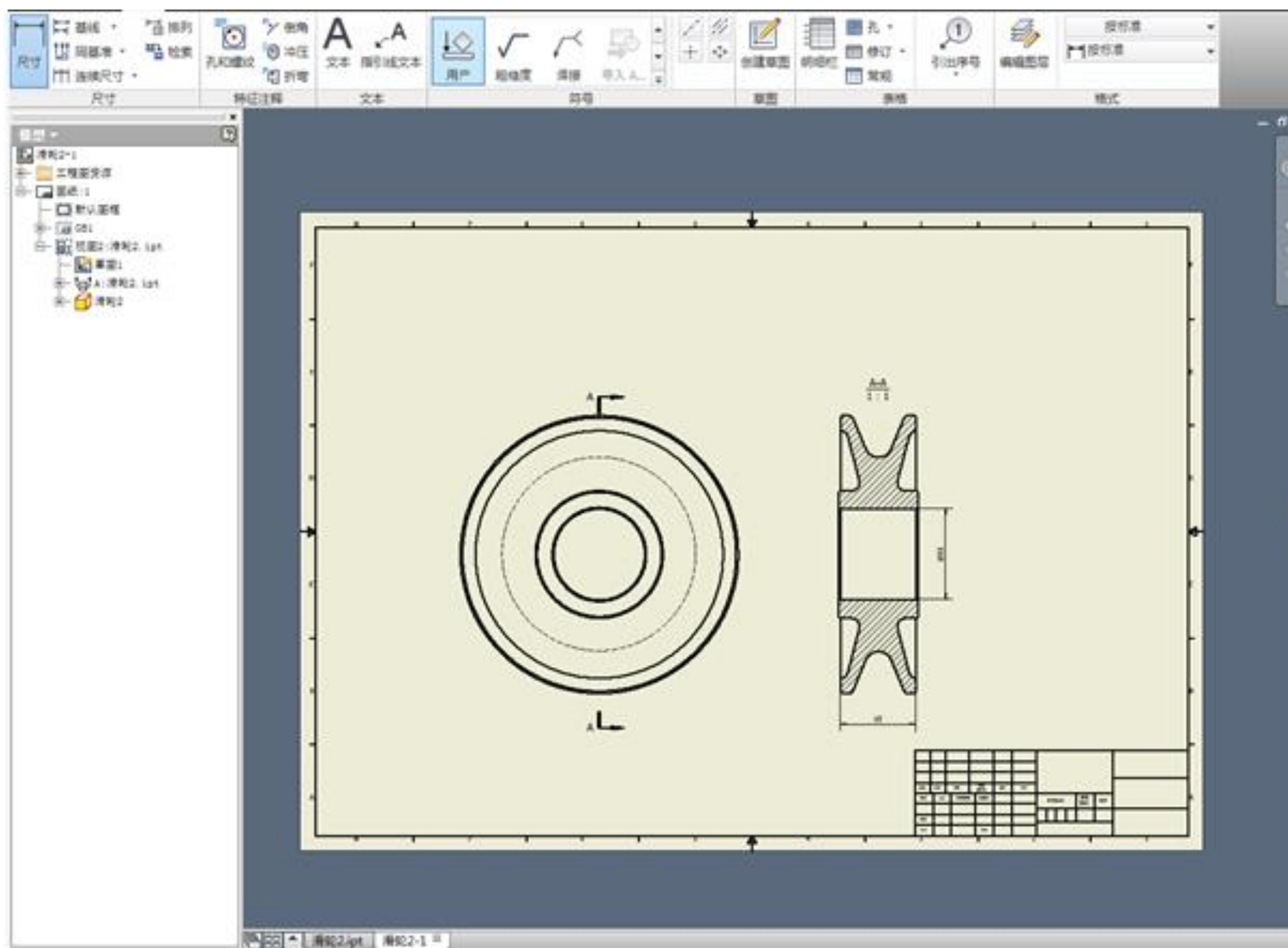
4、工程验证-----机器稳定性分析

整车稳定性分析-坡道稳定性



四、应用介绍

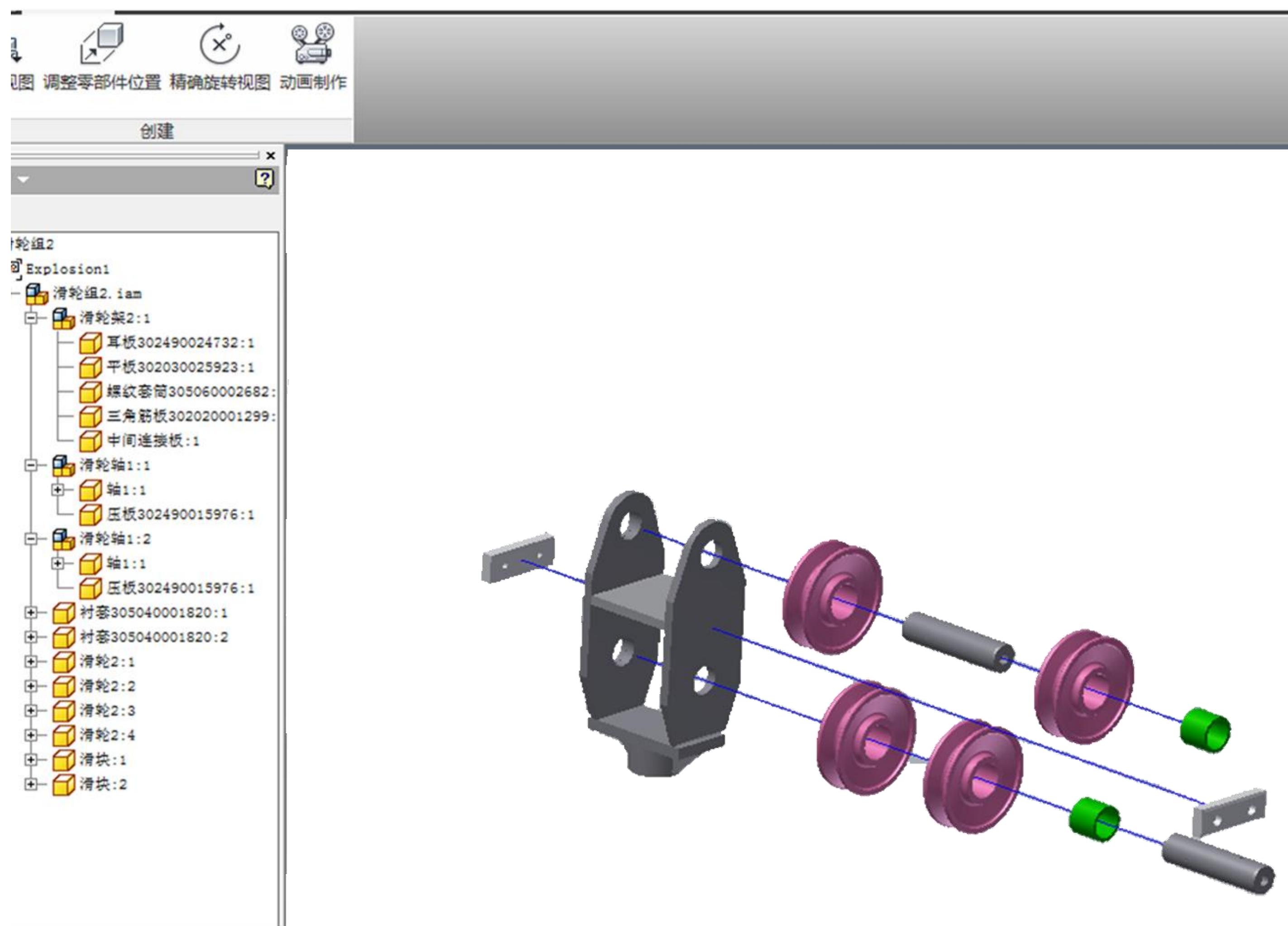
4、工程验证-----出工程图



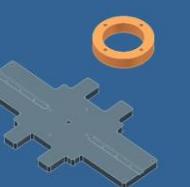
生产用图

四、应用介绍

4、工艺设计-----出爆炸图

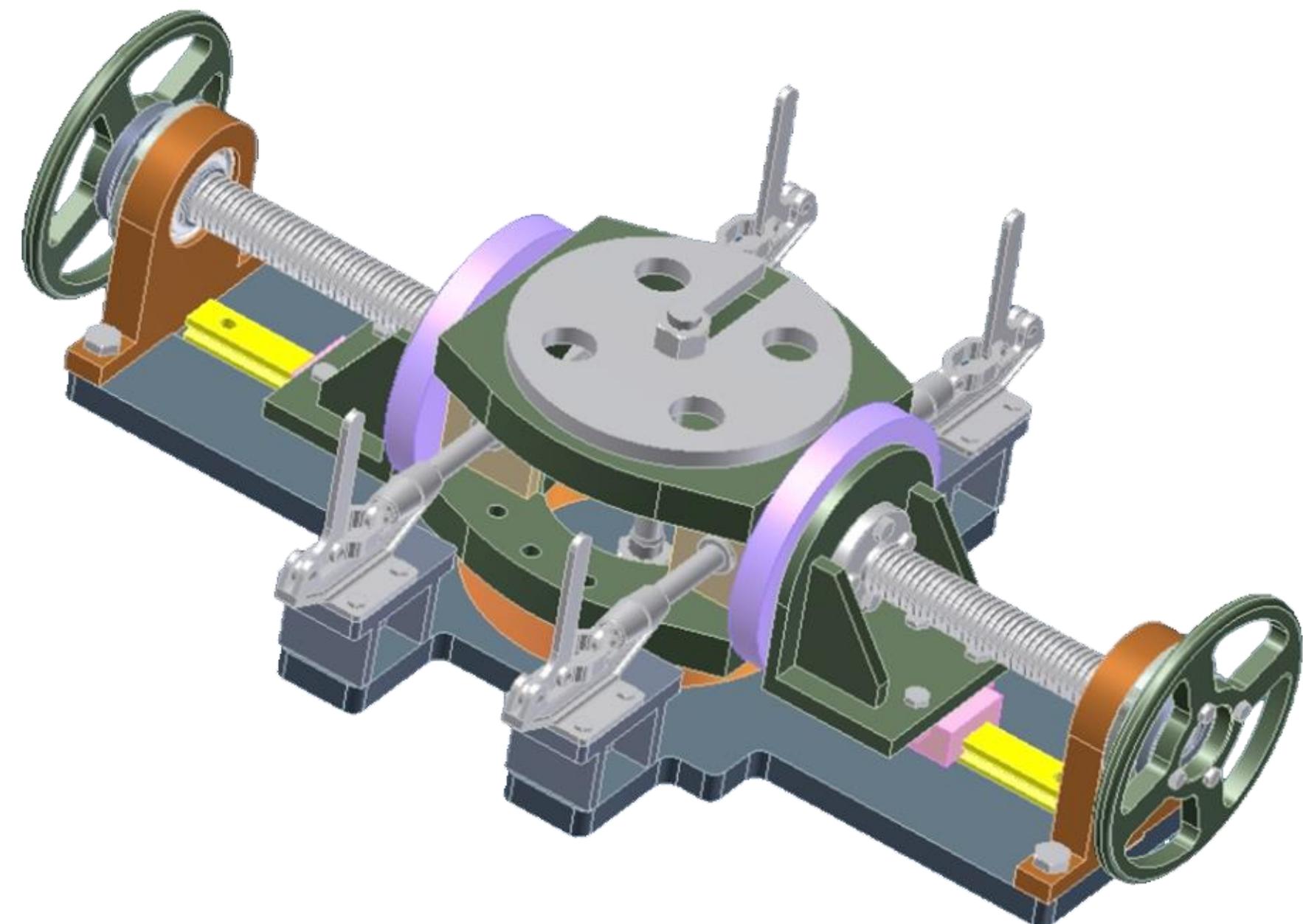
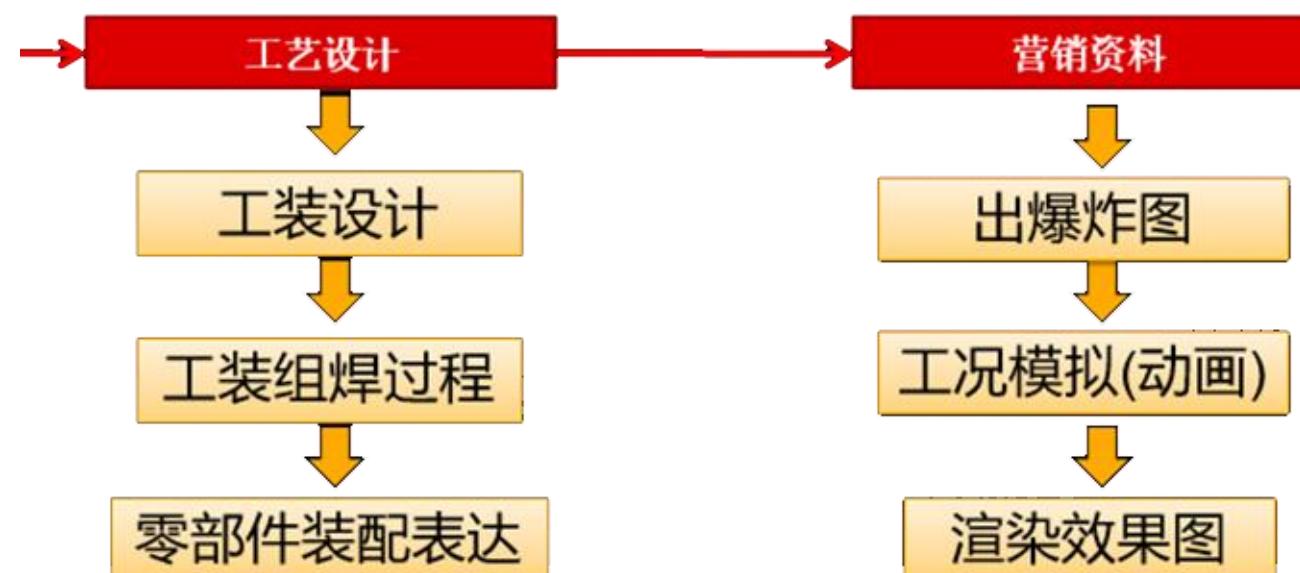


售后服务资料：零件图册



五、工装设计应用

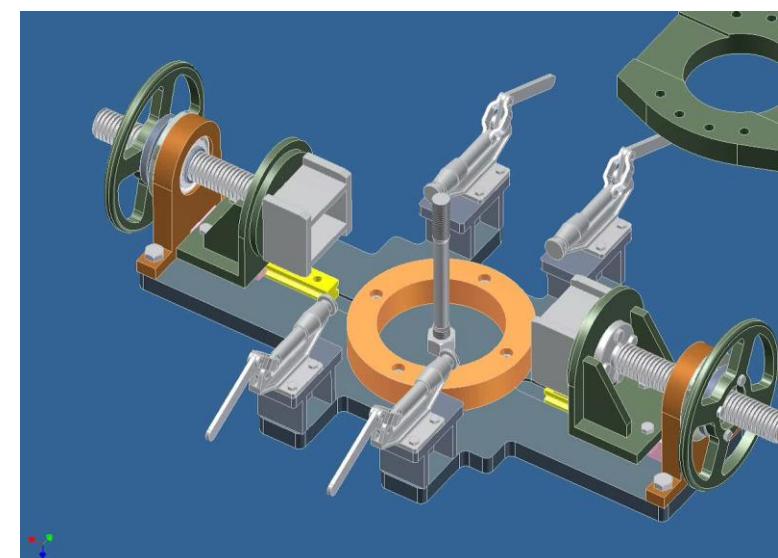
我们可以完整地建立特大型机械模型，在制造原型前在三维环境中校验设计方案——这对有兴趣转换到三维设计的机械工程师具有巨大价值，这对公司也具有巨大价值，使 Autodesk Inventor 处理大型装配比其他系统更为简便。



卸杆器体取消焊后加工的组焊工装

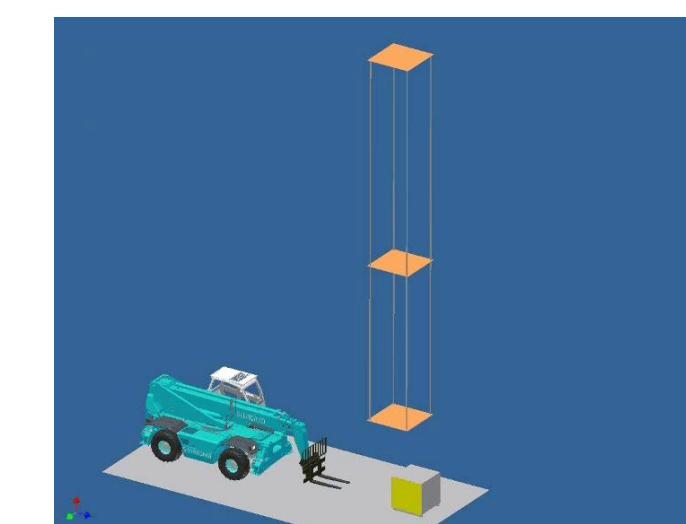
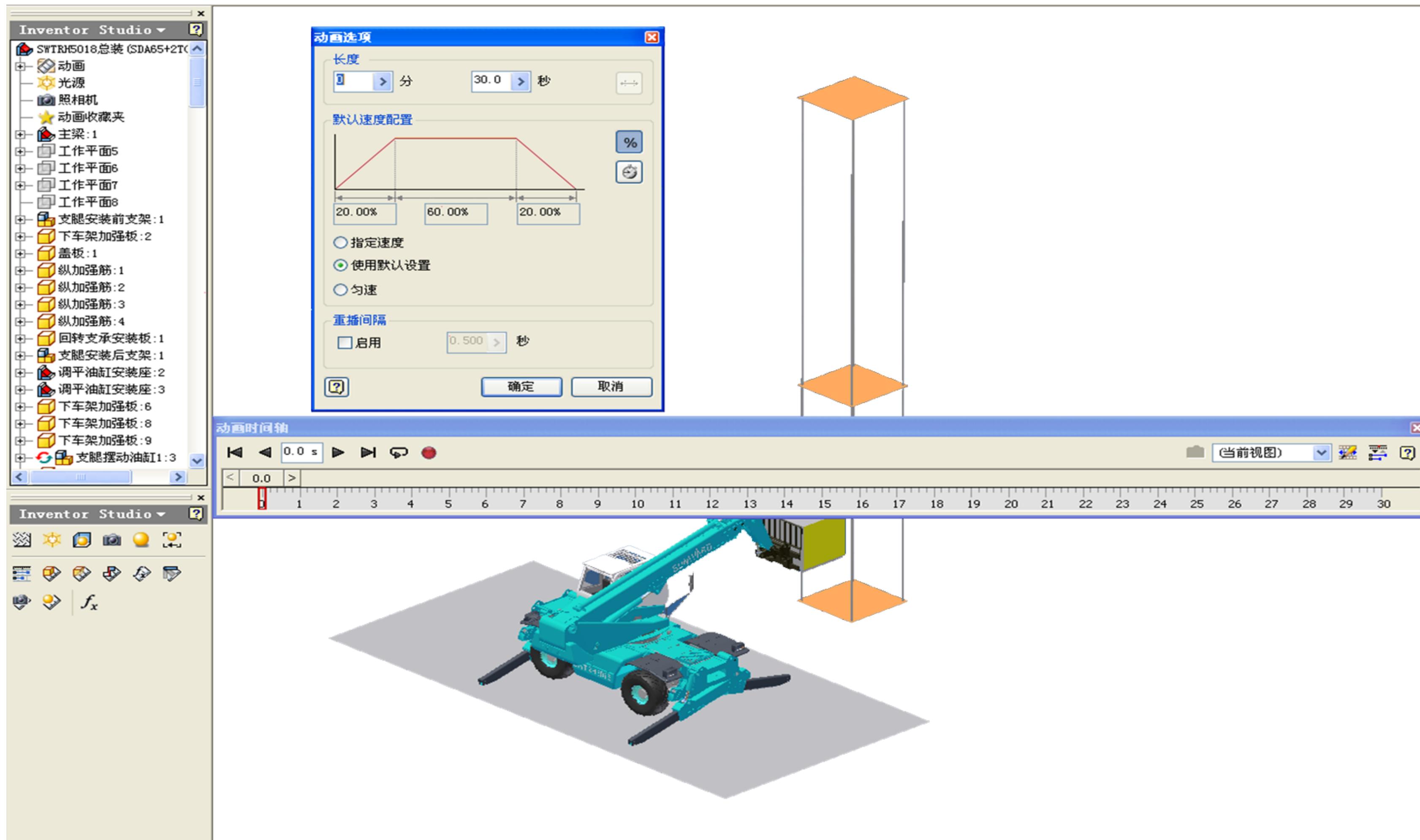
组焊过程

组装过程

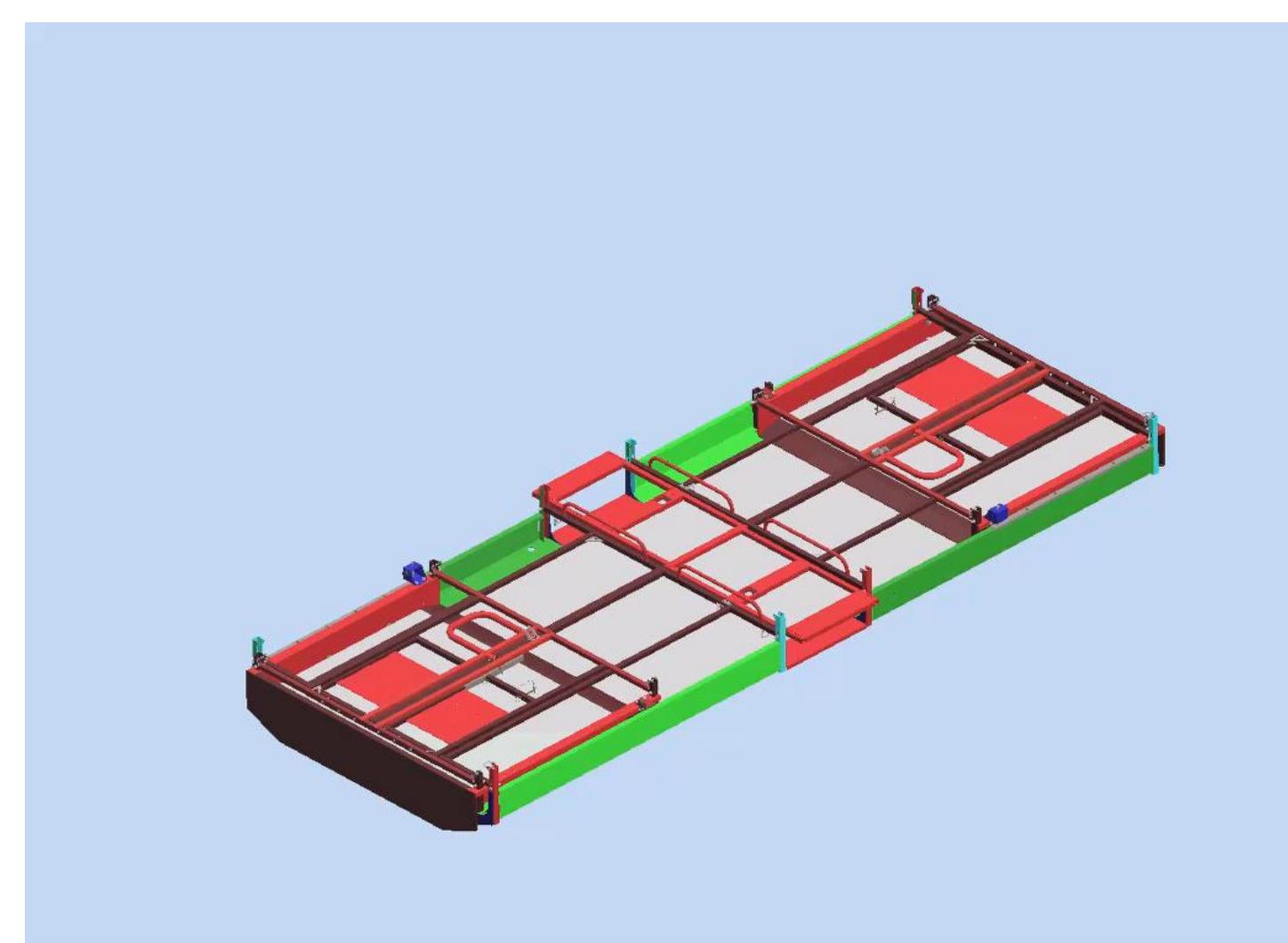
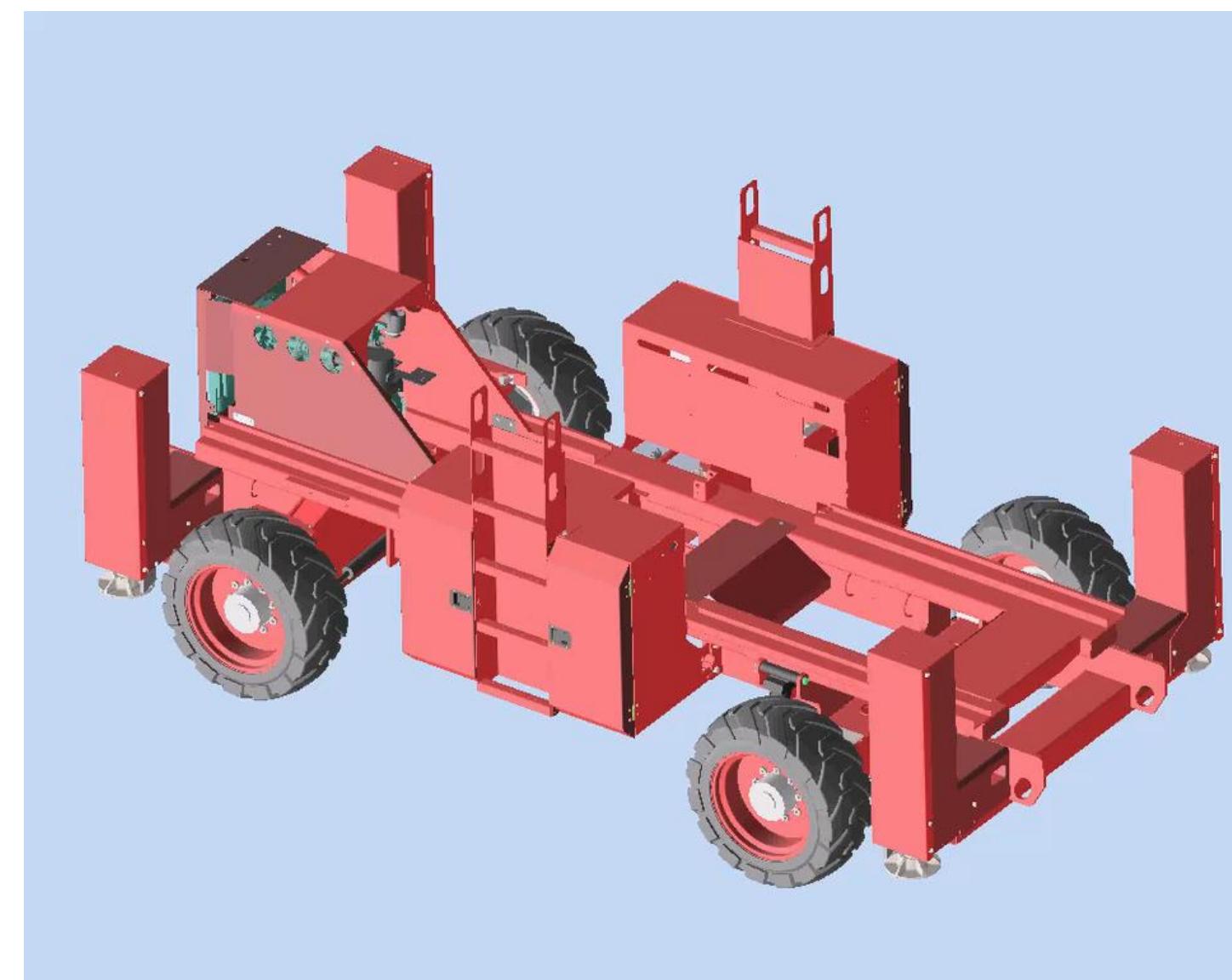


六、营销资料--工况模拟（动画）

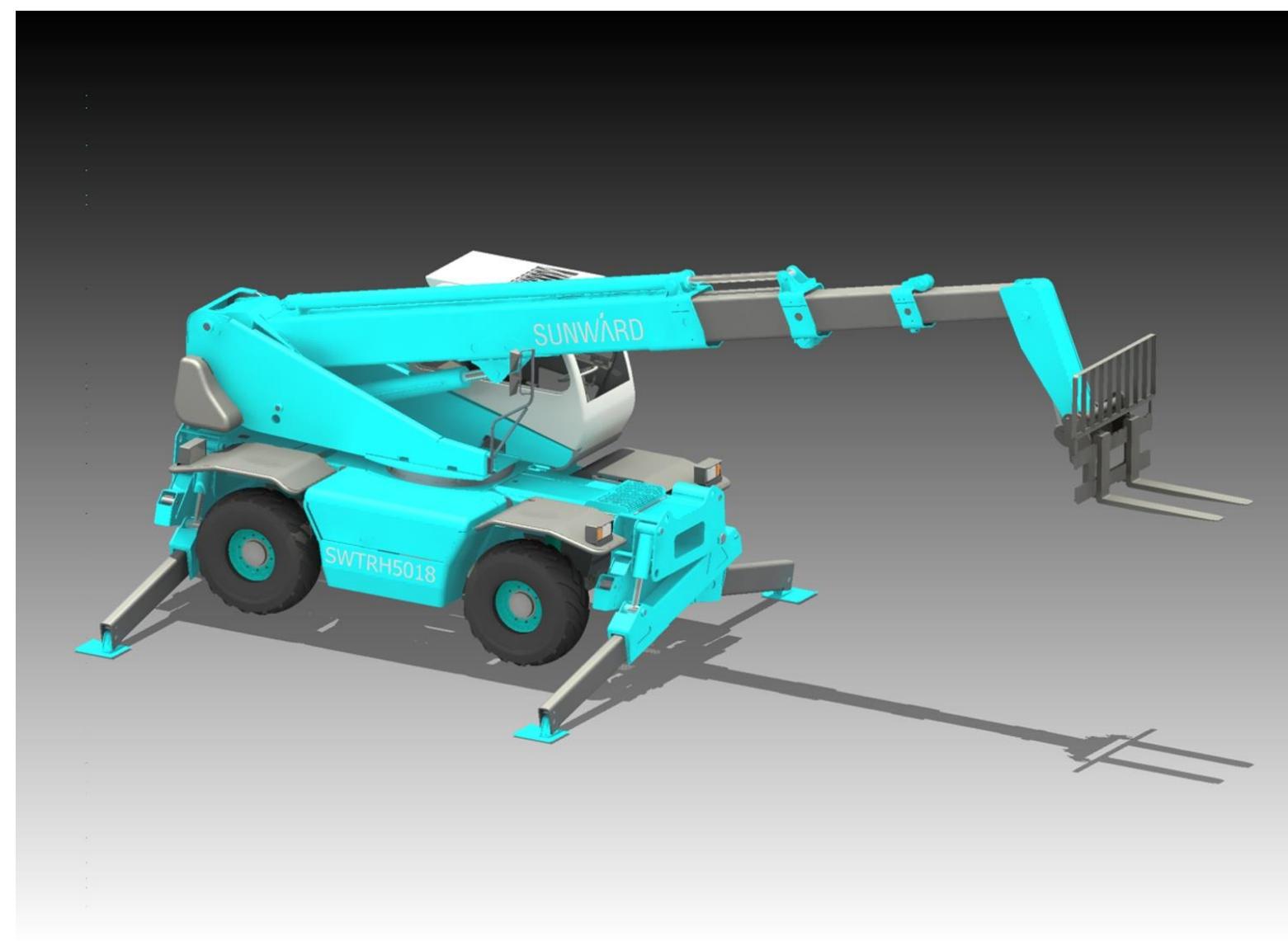
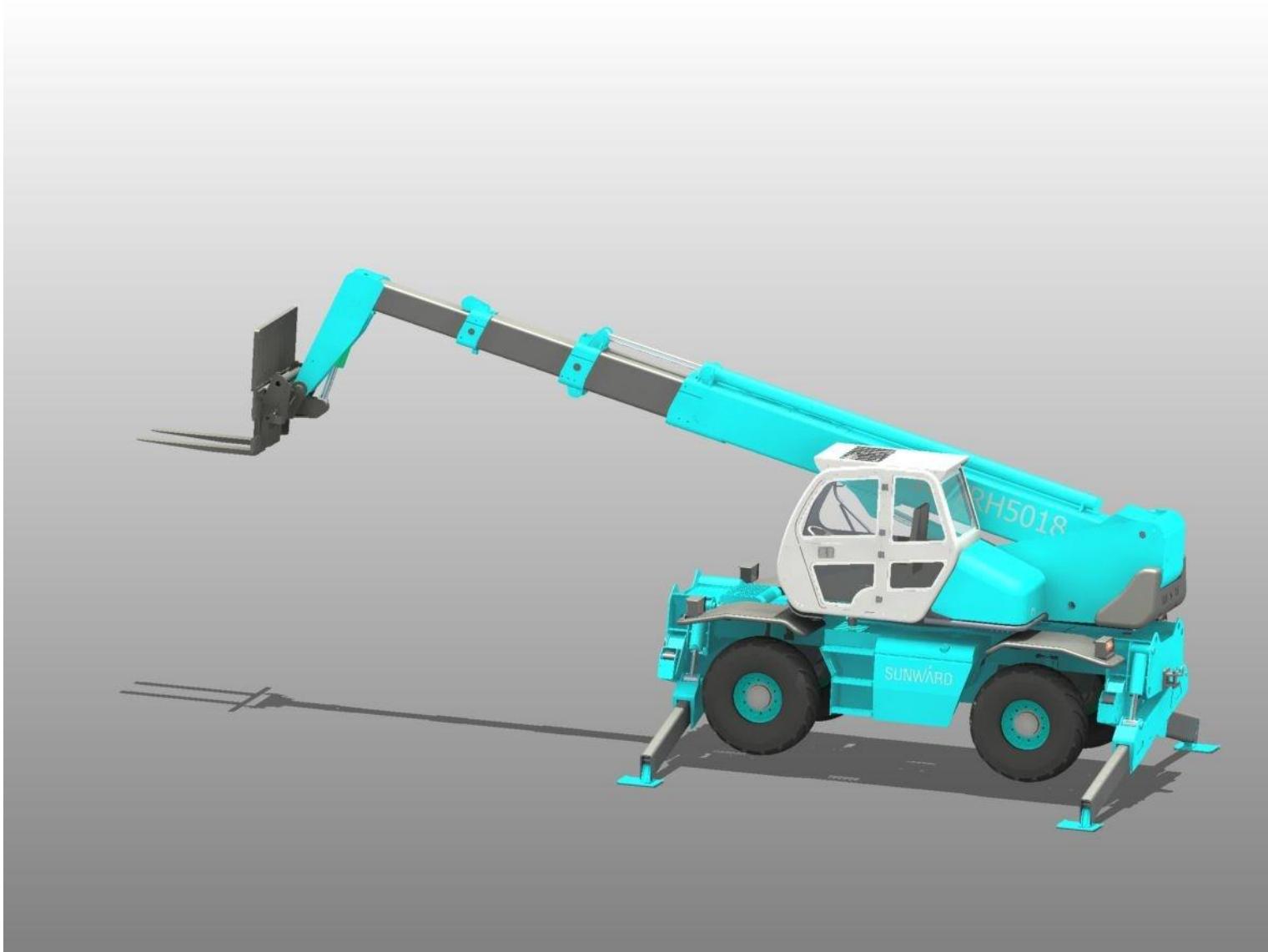
使用Autodesk Inventor Studio 的动画功能制作叉装作
业动画



六、营销资料--整机模拟



六、营销资料—渲染效果图



六、营销资料—渲染效果图

真实场景模拟作品



总结

产品设计和研发是制造企业的生命之源。山河智能研发平台的核心任务之一就是建立数字化的设计研发平台，进而实现设计研发的信息化。“创新一直是山河智能重要的竞争筹码。不仅是自己的创新，我们同时看重合作伙伴的创新，以及怎么把对方的创新变成自己的生产力”。随着生产规模的扩大和相关单位的技术发展，利用**Autodesk Inventor**我们解决了不少问题：

- 1.完成3D模型减少设计失误：**我们采用**Autodesk Inventor**软件，3D模型可以直观得反映产品的轮廓及空间特征，防止不必要的空间干涉，减少设计失误，同时也生成渲染效果极强的效果图，产品进入市场时间加快40%；
- 2.工作效率的提高：**我公司不断地有新产品出现，为了跟上客户的变化，采用**Autodesk Inventor**软件进行设计。利用其自适应功能和良好的DWG格式的兼容性，工作效率提高30%，DWG格式文件的继承达85%；
- 3.组焊件的处理：**我们利用**Autodesk Inventor**自有的焊接模块对产品中大量的组焊件进行计算，如：强度校核、应力校核、焊缝重量统计等。计算的速度提高90%以上，在准确性方面也提高近20%，从而减少了大量的设计失误；
- 4.快捷、准确地出BOM：**在**Autodesk Inventor**中可以方便地进行BOM的处理，可以直接将**Autodesk Inventor**里面所生成的BOM数据转到Excel中进行编辑和使用。从而让工程师头疼的问题变得如此的轻松，在BOM表的处理上提高工作效率85%以上，减少失误15%以上；

总结

5. **有限元分析：**操作简单，加上很实用的运动仿真功能，对产品的优化起到至关重要的作用，工程机械的执行机构基本上都包含连杆机构，不借助软件运动分析较难，使用普通软件需模型转化，还须考虑兼容性，但使用Autodesk Inventor运动仿真能够准确地分析各受力点速度、力及加速度的变化值。
6. **改变工程师精神状态：**因为采用了Autodesk Inventor进行设计，使原来繁重的设计工作变得如此轻松简单，工程师也就有了更多的时间应用到设计的构思中去，即告别了无休无止的加班，又赢得了公司领导的好评，现在山河智能技术中心的员工在精神面貌上可谓是焕然一新。

三维设计平台是国际一流的制造业企业的不二选择，山河智能选择三维设计平台也进行了充分调研。“因为工程机械既有复杂机械机构、而且装配零部件复杂，而欧特克公司Autodesk Inventor简洁的操作可以充分满足我们对于三维设计的需求，另外它能实现与AutoCAD的无缝集成，在后续实现数据无缝连接、数据转换等方面具有得天独厚的优势。我们的工程师也比较习惯它的用户界面。”

三维设计不仅是创建三维模型和产生二维工程图，更重要的是，它对设计的三维模型进行渲染、动画制作、应力分析，稳定性分析以及运动仿真成为可能，从而实现制作“数字样机”的设计理念。



谢谢!
Thank you!

Autodesk 和 Autodesk 标识是 Autodesk, Inc. 和/或其子公司和/或其关联公司在美国和/或其他国家或地区的注册商标或商标。所有其他品牌名称、产品名称或者商标均属于其各自的所有者。Autodesk 保留随时调整产品和服务、产品规格以及建议零售价的权利，恕不另行通知，同时 Autodesk 对于此文档中可能出现的文字印刷或图形错误不承担任何责任。

© 2020 Autodesk, Inc. 保留所有权利 (All rights reserved)。

