

三维杆系有限元软件第一版

开发者: 虞凯楠

本有限元软件是用 matlab 语言不依靠任何现有程序开发的。采用空间三次欧拉梁单元, 每个结点 6 个自由度, 可根据需要实现杆与杆之间的铰接和固接。可在全局坐标系内对每个杆的结点做 x,y,z 方向的平动约束和 x,y,z 方向的转动约束。载荷的施加方式支持在结点上施加集中力和力矩, 支持在单元上施加均匀分布力和力矩, 还支持在单元上施加线性分布的力和力矩。模型的输入方式采用数组输入。

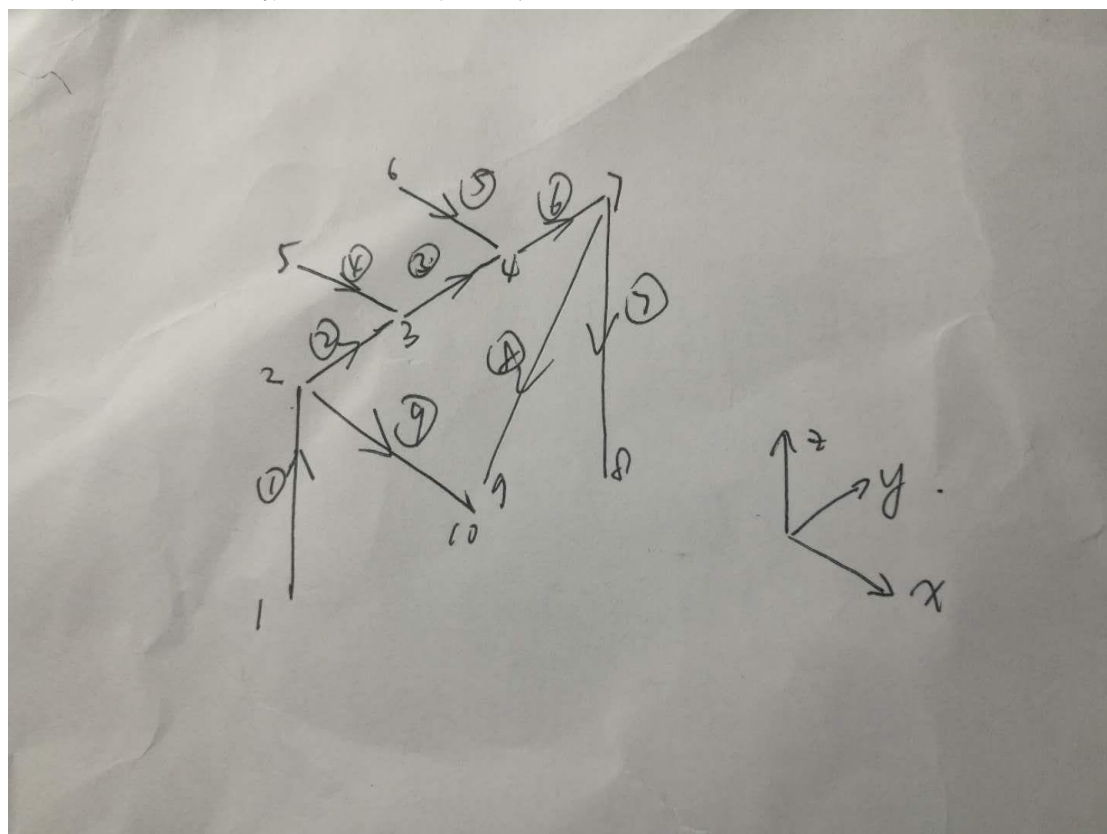
现以 方程式赛车尾翼 为模型建一个算例来说明本软件的操作方式。

一, 对尾翼进行模型简化, 单元编号, 结点编号:

一共 9 个单元, 10 个结点。

根据模型实际情况, 杆 1 杆 2, 杆 2 杆 3, 杆 3 杆 6, 杆 6 杆 7 之间固接, 其他杆与杆之间铰接。

5,6 结点与车身铰接, 1,8 结点与车身固接, 10 和 9 结点与车身铰接但限制 y 方向转动自由度。杆 4 和杆 5 限制 x 方向转动自由度。



二、向软件输入模型参数

1. 杆和结点数量：

```
rod_num=9;  
node_num=10;
```

2. 结点位置

```
node_position=[  
    0 , -327 , 0;%1  
    0 , -460 , 541;%2  
    0 , -171 , 541;%3  
    0 , 171 , 541;%4  
   -672 , -171 , 541;%5  
   -672 , 171 , 541;%6  
    0 , 460 , 541;%7  
    0 , 327 , 0;%8  
    0 , 10 , 0;%9  
    0 , -10 , 0];%10
```

3. 结点平动位移约束（-1 为无约束）

```
restrain_trans=[  
    0 , 0 , 0;%1  
   -1 , -1 , -1;%2  
   -1 , -1 , -1;%3  
   -1 , -1 , -1;%4  
    0 , 0 , 0;%5  
    0 , 0 , 0;%6  
   -1 , -1 , -1;%7  
    0 , 0 , 0;%8  
    0 , 0 , 0;%9  
    0 , 0 , 0];%10
```

4. 全局坐标系下每根杆两端的转动位移约束

```
% ksaix1 ksaiy1 ksiaz1 ksaix2 ksaiy2 ksiaz2
```

```

restrain_rot_general=[
    0, 0, 0, -1, -1, -1;%1
    -1, -1, -1, -1, -1, -1;%2
    -1, -1, -1, -1, -1, -1;%3
    0, -1, -1, -1, -1, -1;%4
    0, -1, -1, -1, -1, -1;%5
    -1, -1, -1, -1, -1, -1;%6
    -1, -1, -1, 0, 0, 0;%7
    -1, -1, -1, -1, 0, -1;%8
    -1, -1, -1, -1, 0, -1];%9

```

5. 每根杆两端的结点编号

```

rod_node=[
    1, 2;%1
    2, 3;%2
    3, 4;%3
    5, 3;%4
    6, 4;%5
    4, 7;%6
    7, 8;%7
    7, 9;%8
    2, 10];%9

```

6. 杆与杆之间的固接

```

clamp=[
    1, 2;
    2, 3;
    3, 6;
    6, 7];

```

7. 每个结点施加集中力(此处为在 2 号结点加一个集中的侧向力)

```

%Fx Fy Fz
node_F=[
    0 , 0 , 0;%1
    0 , 3e6 , 0;%2
    0 , 0 , 0;%3
    0 , 0 , 0;%4
    0 , 0 , 0;%5
    0 , 0 , 0;%6
    0 , 0 , 0;%7
    0 , 0 , 0;%8
    0 , 0 , 0;%9
    0 , 0 , 0];%10

```

8. 每根杆的两端施加集中弯矩

```

%Mx1 My1 Mz1 Mx2 My2 Mz2
M_node=[
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%1
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%2
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%3
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%4
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%5
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%6
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%7
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%8
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0];%9

```

9. 每根杆施加均布载荷

```

%fx mx fy my fz mz
f_const=[
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%1
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%2
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%3
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%4
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%5
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%6
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%7
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%8
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0];%9

```

10. 每根杆施加线性分布载荷

```

%fx2 mx2 fy2 my2 fz2 mz2
f_linear =[
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%1
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%2
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%3
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%4
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%5
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%6
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%7
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%8
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0];%9

```

11. 输入每根杆的单元属性(实际情况下通过数组分别输入。此处由于是演示，简单起见，假设所有杆的截面参数都相同)

```

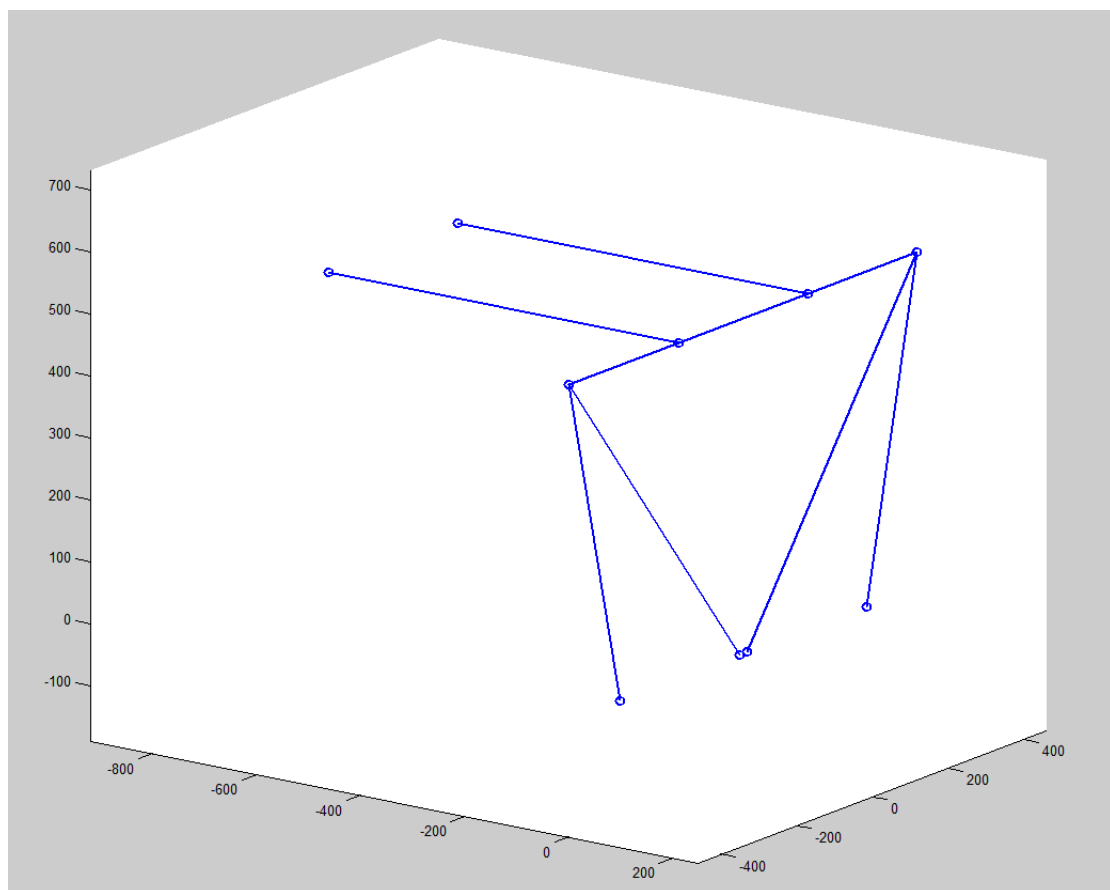
E_steel=200*10.^9;
mu_steel=0.3;
h=0.1;
b=0.01;
Iz=(b*h.^3)./12;
Iy=(h*b.^3)./12;
Iyz=0;
beta=0.312;
Ip=(2*h)*(2*b).^3*beta;
A=b*h;

for ii=1:rod_num
    rod_E(ii,1)=E_steel;
    rod_mu(ii,1)=mu_steel;
    rod_Iz(ii,1)=Iz;
    rod_Iy(ii,1)=Iy;
    rod_Iyz(ii,1)=Iyz;
    rod_Ip(ii,1)=Ip;
    rod_A(ii,1)=A;
end

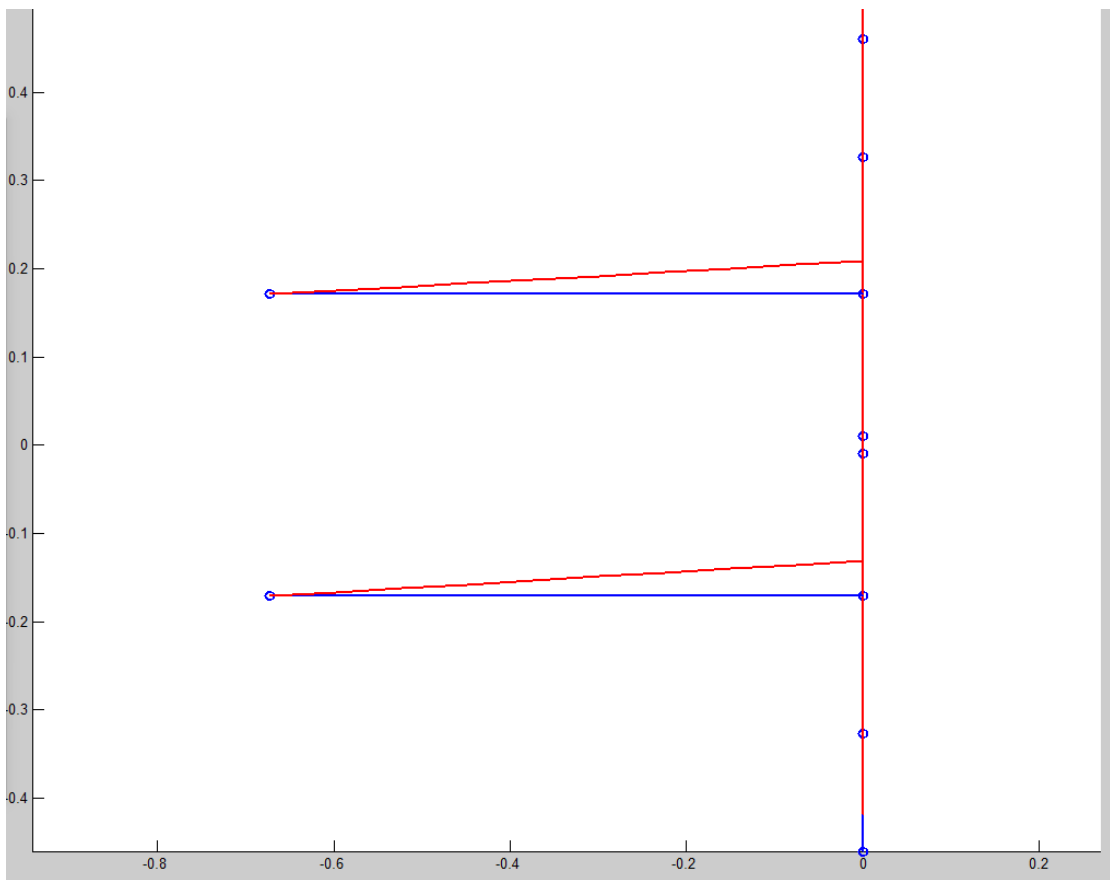
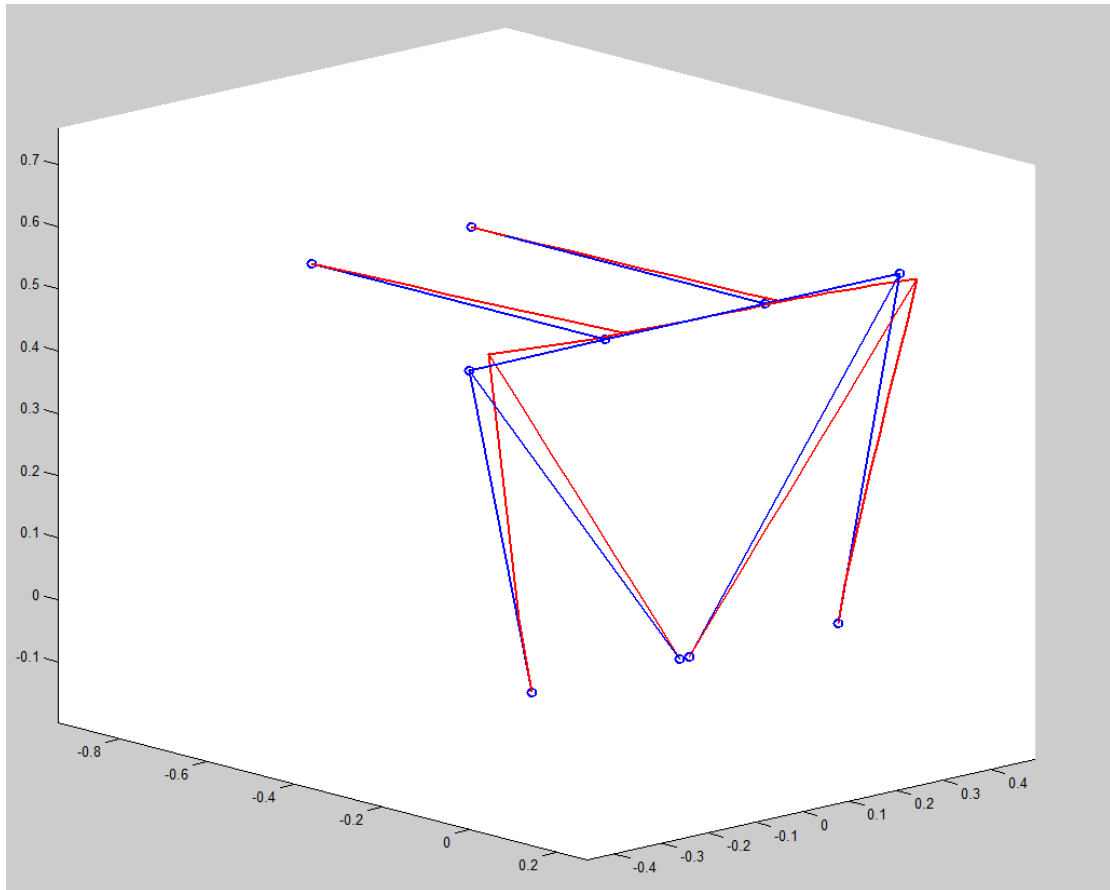
```

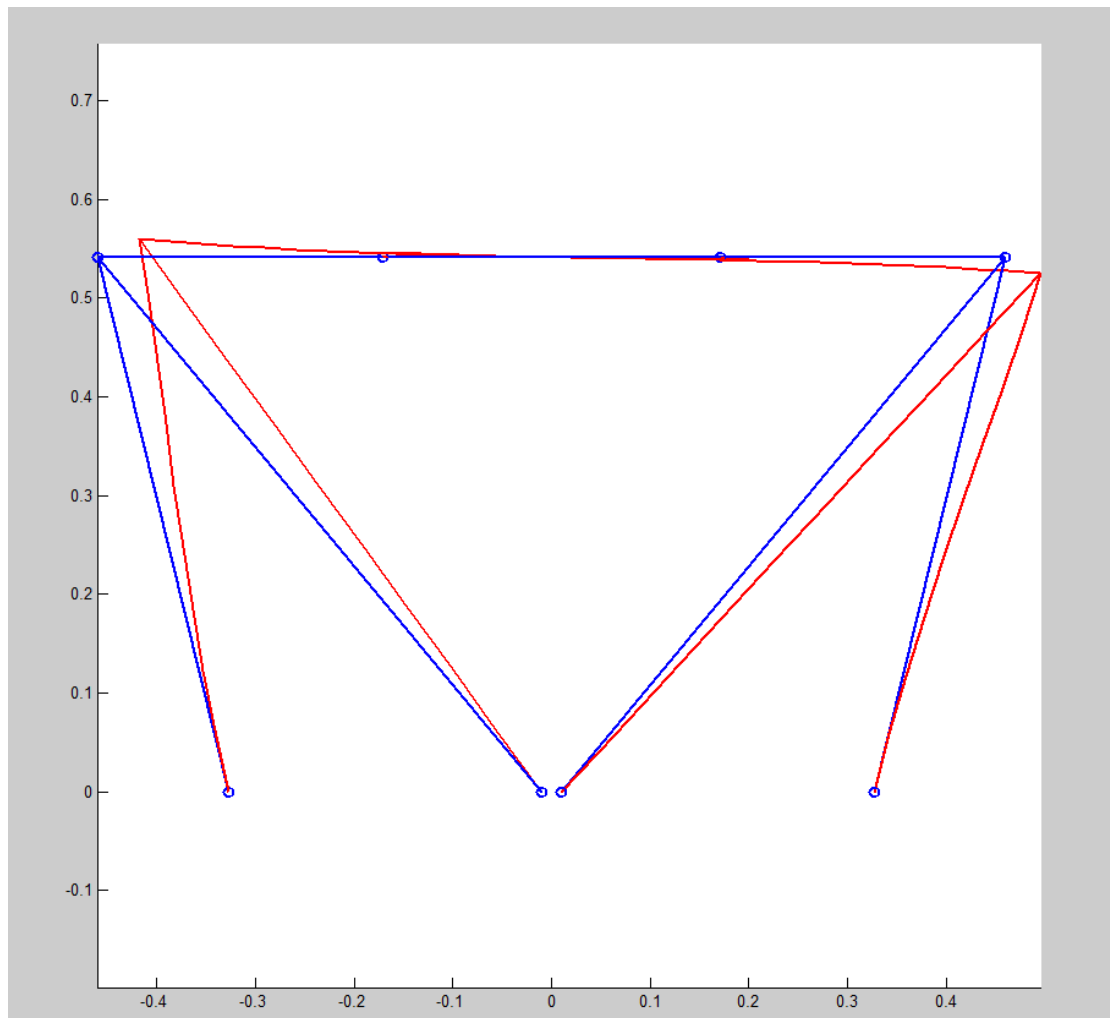
三、运行程序

1. 运行 prepare.m 显示模型



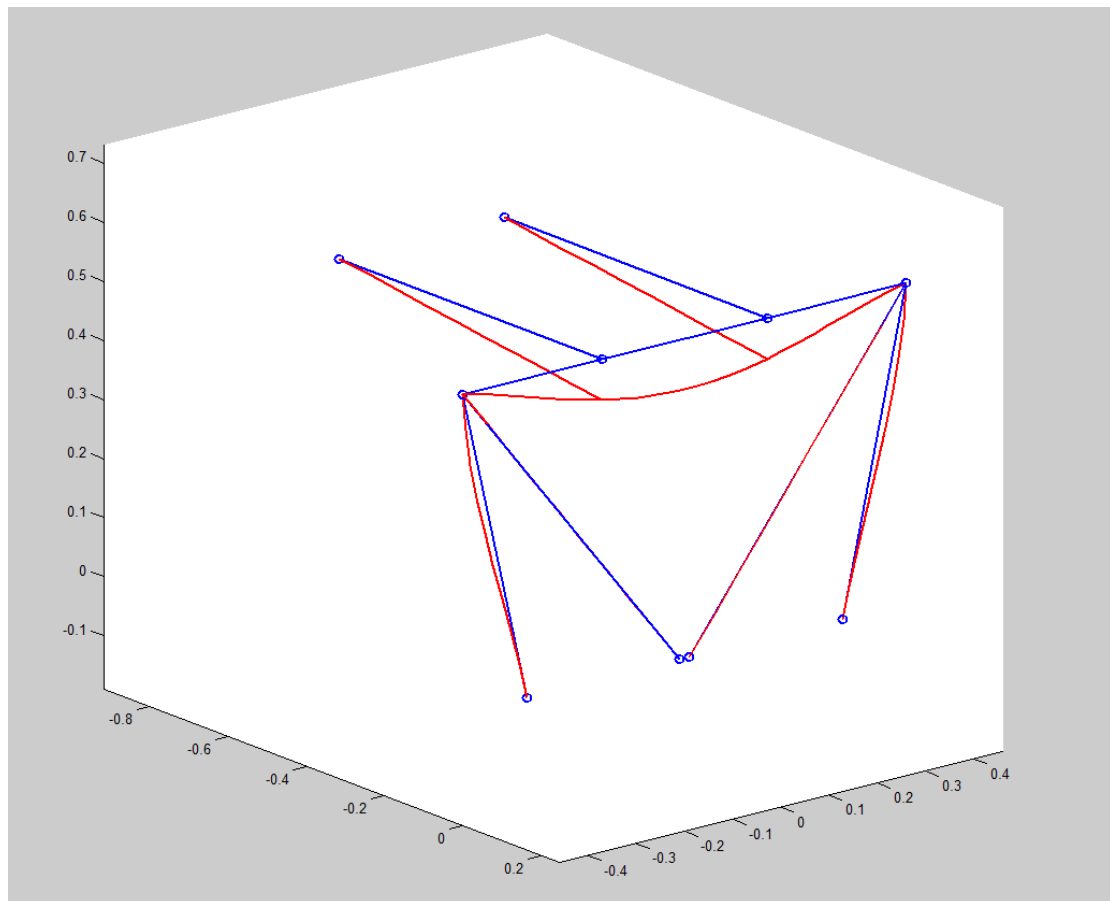
2. 运行 solve.m 显示位移





若将载荷改成作用于 杆 2, 杆 3, 杆 6 的 z 轴负向均布载荷

```
%fx mx fy my fz mz
f_const=[
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%1
    0 , 0 , 0 , 0 , -4e4 , 0;%2
    0 , 0 , 0 , 0 , -4e4 , 0;%3
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%4
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%5
    0 , 0 , 0 , 0 , -4e4 , 0;%6
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%7
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0;%8
    0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0];%9
```

若将载荷改成作用于结点 2 x 轴正向的集中力

```
%Fx Fy Fz
node_F=[
    0 , 0 , 0;%1
    1e6 , 0 , 0;%2
    0 , 0 , 0;%3
    0 , 0 , 0;%4
    0 , 0 , 0;%5
    0 , 0 , 0;%6
    0 , 0 , 0;%7
    0 , 0 , 0;%8
    0 , 0 , 0;%9
    0 , 0 , 0];%10
```

