

论文复现结果

实验一：problem4 without no-subsurface flight constraint.

初始条件：

$$r = [1.5, 0, 2]^T \text{ km},$$

$$\dot{r}_0 = [-75, 0, 100]^T \text{ m/s}$$

仿真结果：

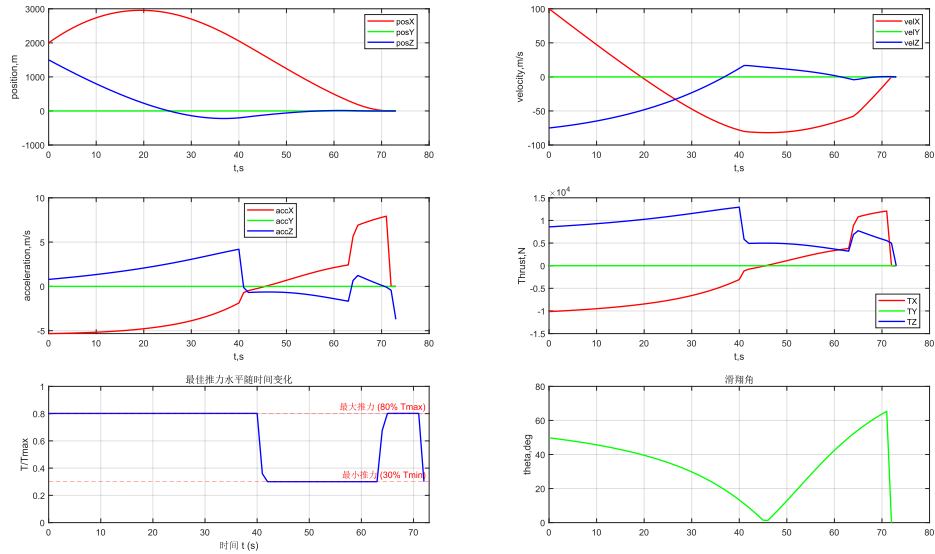


fig1.1 fuel usage=390.61kg $t_f=73s$

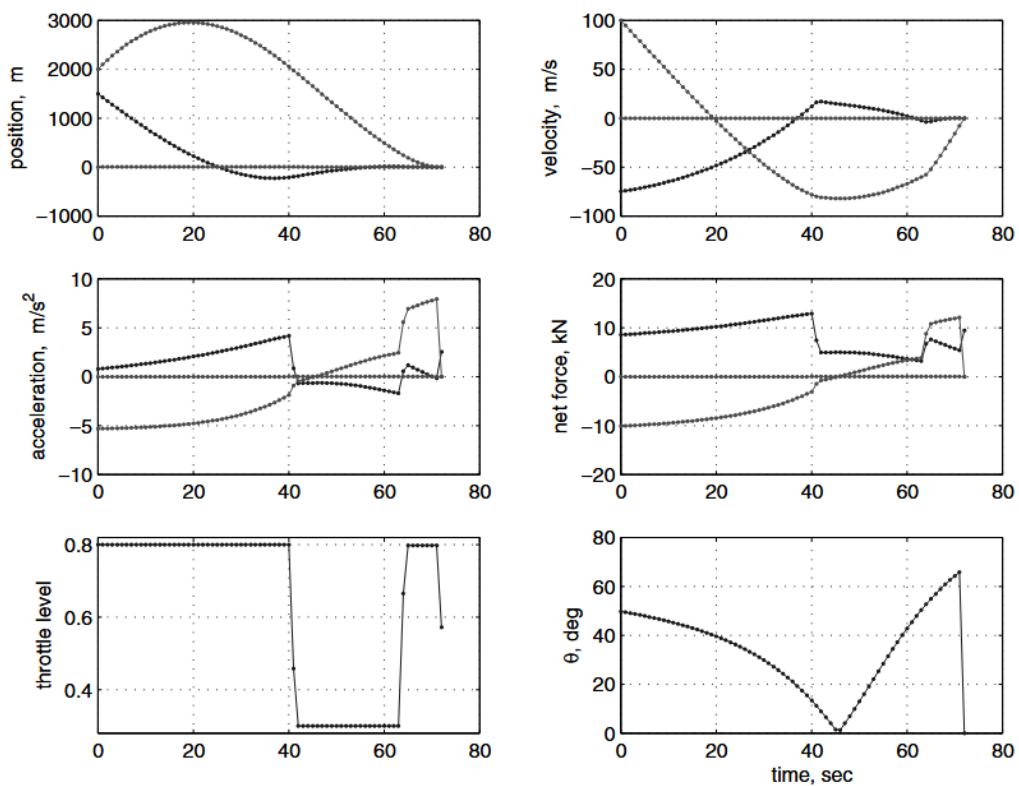


fig1.2 fuel usage=387.9kg tf=72s

- 复刻结果与论文基本相同，推力曲线都呈现Bang-Bang曲线，速度，加速度和位置变化趋势基本一致
- 不足：
 1. 论文中，最优燃料消耗为387.9kg，但是我的最优结果是390.61kg
 2. 论文中，最佳tf=72s，但是我的仿真结果为tf=73s
 3. 论文中，t=tf时，推力水平在58%左右，但是我的结果中，t=tf时推力水平为30%

实验二：problem4 with no-subsurface flight constraint.

初始条件：

$$r = [1.5, 0, 2]^T \text{ km},$$

$$\dot{r}_0 = [-75, 0, 100]^T \text{ m/s}$$

增加约束：

$$r(1) \geq 0$$

仿真结果：

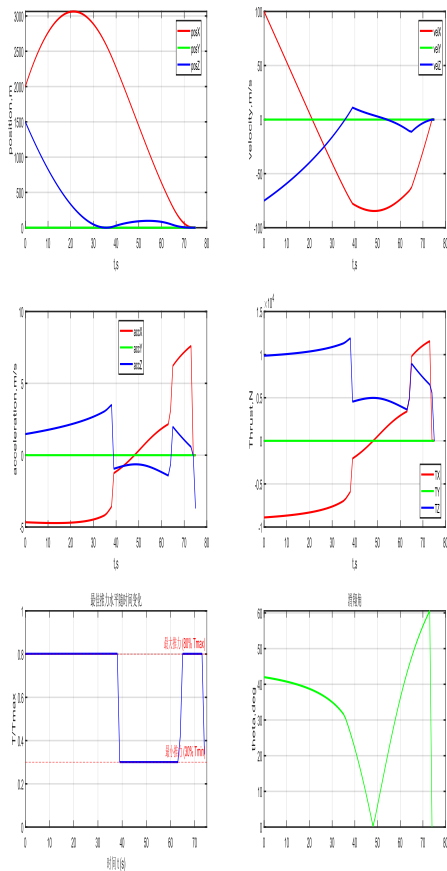


fig2.1 fuel usage=393.26kg tf=75s

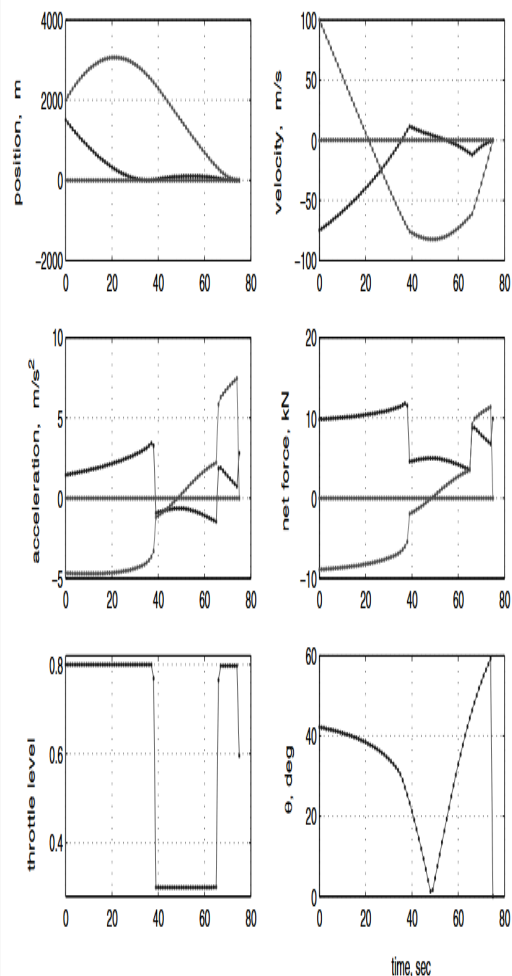


fig2.2 fuel usage=390.4kg tf=75s

- 不足：

1. 论文中, 最优燃料消耗为390.4kg, 但是我的最优结果是393.26kg

2. 论文中, $t=t_f$ 时, 推力水平在60%左右, 但是我的结果中, $t=t_f$ 时推力水平为33%

实验三: problem4 without glide slope constraint.

初始条件:

$$r = [1.5, 0, 2]^T \text{ km},$$

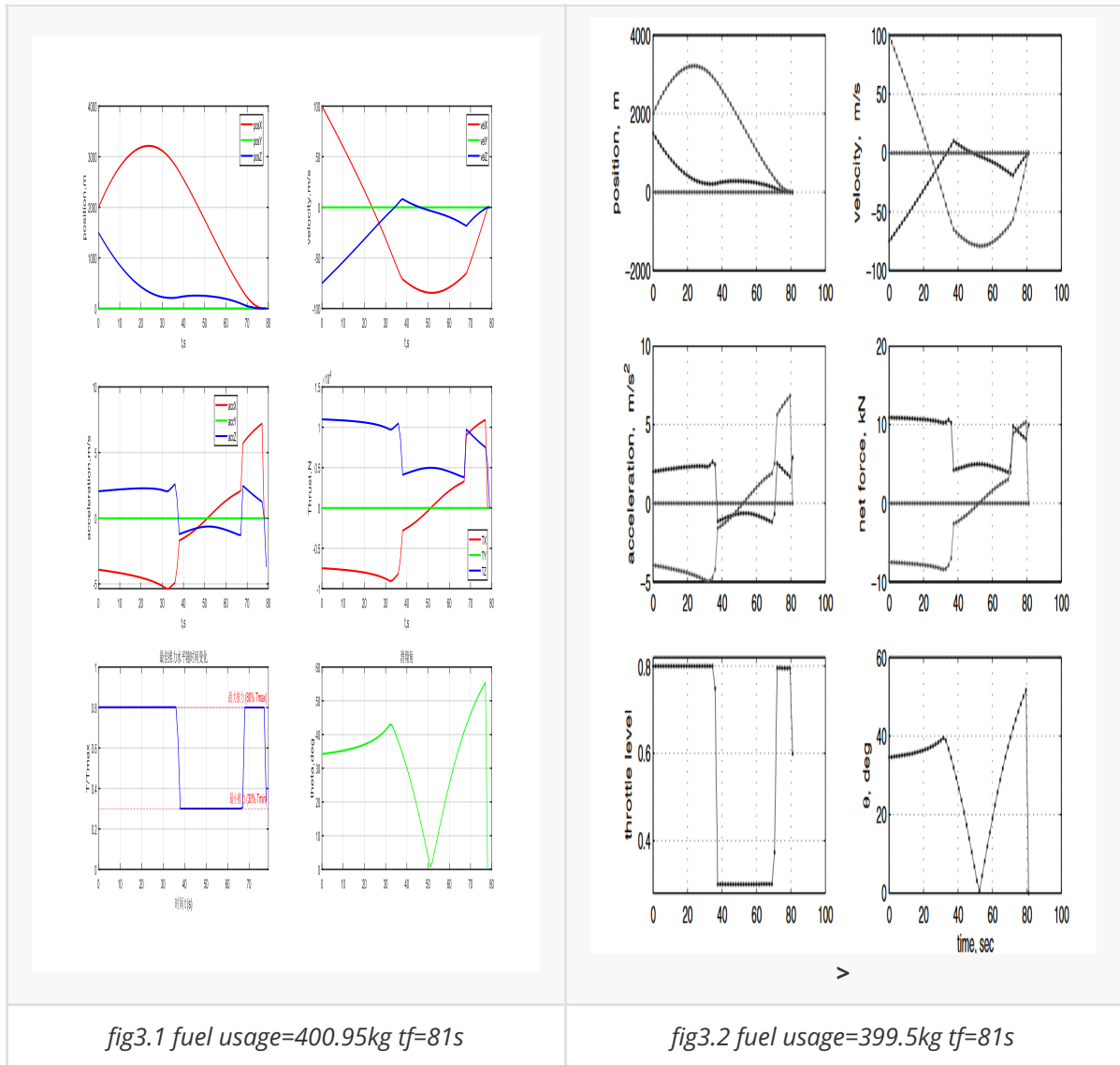
$$\dot{r}_0 = [-75, 0, 100]^T \text{ m/s}$$

增加约束:

$$r(1) \geq 0$$

$$\theta_{alt} \leq 86 \text{ deg}$$

仿真结果:



• 不足:

1. 论文中, 最优燃料消耗为399.5kg, 但是我的最优结果是400.95kg, 已经超过了fuel=400kg的预设

2. 论文中, $t=t_f$ 时, 推力水平在60%左右, 但是我的结果中, $t=t_f$ 时推力水平仍为33%

实验四：problem4 without thrust pointing constraint.

初始条件：

$$r = [5, 0, 0]^T \text{ km},$$

$$\dot{r}_0 = [0, 0, 0]^T \text{ m/s}$$

增加约束：

$$r(1) \geq 0$$

$$\theta_{alt} \leq 86 \text{ deg}$$

仿真结果：

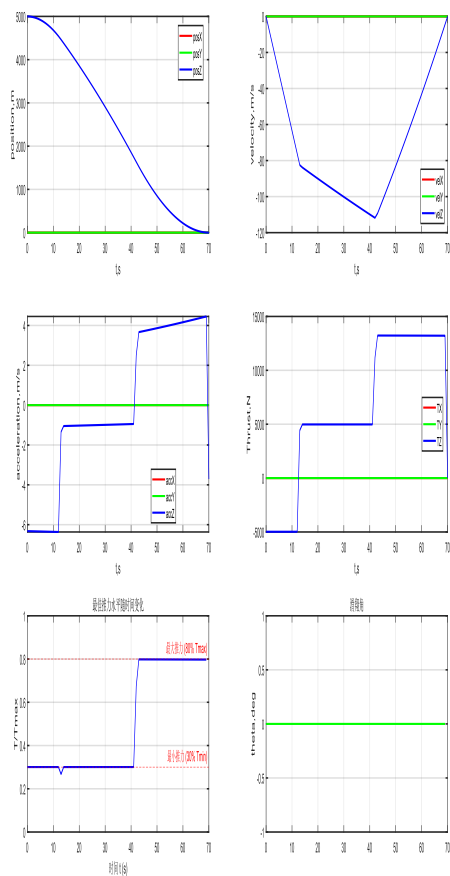


fig4.1 fuel usage=293.19kg tf=70s

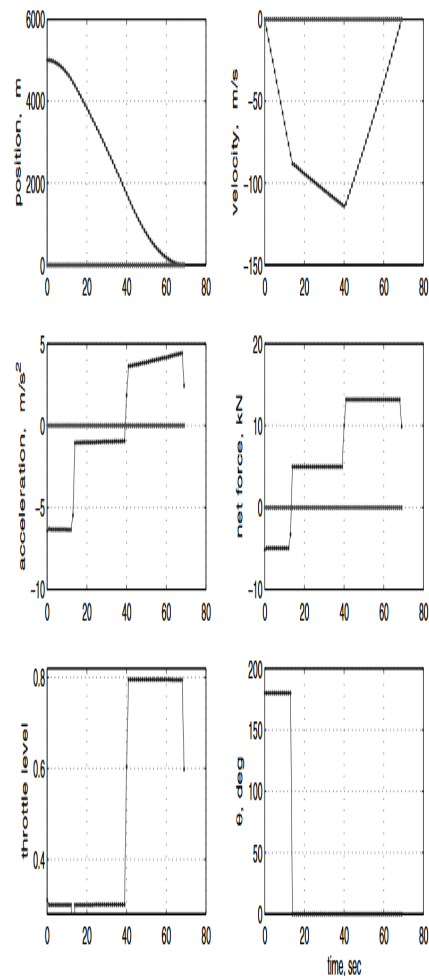


fig4.2 fuel usage=293.6kg tf=69s

• 不足：

1. 论文中，最优燃料消耗为293.6kg，但是我的最优结果是293.19kg
2. 论文中，tf=69s,但是我的仿真结果为最优tf=70s

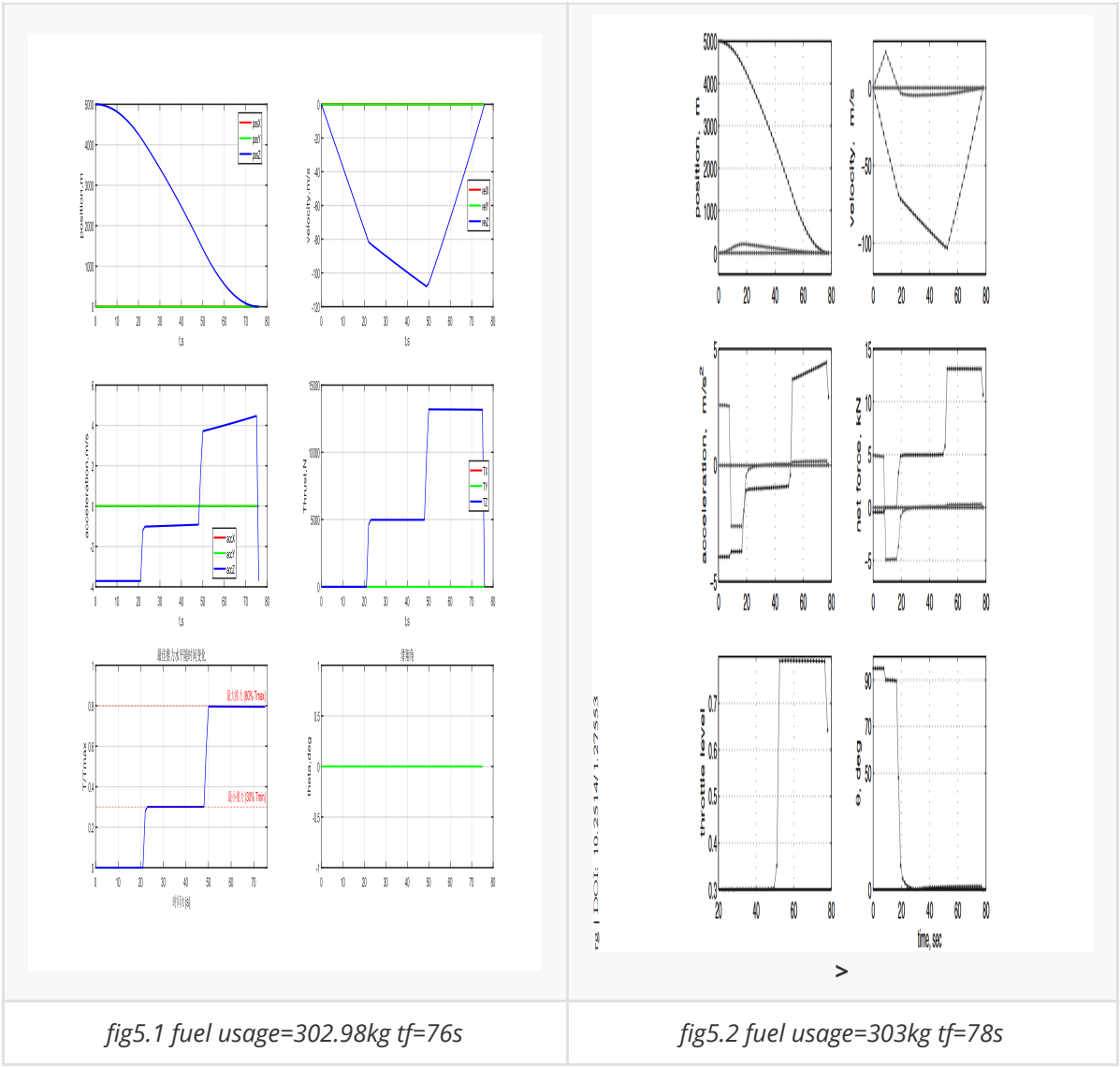
疑问：无论是文献还是我的仿真，都出现了在10-20s曲线内的一个异常值点，超出了推力30%最低限制，不太清楚背后的原因是什么

实验五： problem4 with thrust pointing constraint.

初始条件：
 $r = [5, 0, 0]^T \text{ km}$,
 $\dot{r}_0 = [20, 0, 0]^T \text{ m/s}$

增加约束：
 $r(1) \geq 0$
 $\theta_{alt} \leq 86 \text{ deg}$
 $v^T u(t) \geq \gamma * \sigma(t), \gamma = 0, v^T = [1, 0, 0]$

仿真结果：



- 不足：
 - 论文给出的数据中存在一个水平的推力变化，没能理解这背后的原因，我的结果也没有这个变化，这也直接导致了滑翔角的图像完全不同。
 - 我的仿真结果在0-20s左右的时间内的推力是0，与论文差别很大，目前排查的结果是 $\sigma(t)$ d是正常的，原因来自求解器给出的 $u(t)$ 在0-20s的值为0，但是论文给出的公式约束是 $\|u(t)\| \leq \sigma(t)$,理论上这是允许发生的。

总结思考与下一步规划

- 我的仿真结果在实验一到四都大致相同，小的差别很可能来自于末端推力约束处理问题，将在下一步解决这个问题；实验五结果完全不一致，我对VI部分 Trajectory Optimization with Thrust Pointing Constraints 半知半解，对论文的结果有以下疑问：

论文中给的初始条件为 $r = [5, 0, 0]^T \text{km}$,

$\dot{r}_0 = [20, 0, 0]^T \text{m/s}$, 这应该是不需要水平方向上的推力纠偏的，但是论文的结果却有水平方向上的分量