1. 有效遮蔽指的是烟雾弹爆开后形成的烟雾云团位于导弹视线上（未来的运动路径）。

所以判断是否遮蔽  
- 应该计算的是 导弹的视线（Line of Sight, LOS） 与 烟幕球体 是否相交。

- 具体来说，它将导弹当前位置与真实目标中心点相连，形成一条直线（视线），然后判断这条直线是否穿过烟幕球体。

- 这种方法更符合题目中“遮蔽”的物理含义，即烟幕需要挡在导弹和目标之间才能起到遮蔽作用。

-细节约束，向量余弦乘积应小于0

作为对比，

problem1\_corrected.m – 1.3915（圆柱+全遮蔽（有不遮蔽点就算不遮蔽））

problem1\_corrected\_2.m – 1.4812 （圆柱+有效遮蔽（有遮蔽点就算遮蔽））

problem1\_point\_target.m - 1.4101（点+全遮蔽）

烟幕弹对M1的有效遮蔽开始时间: 7.9668 秒

烟幕弹对M1的有效遮蔽结束时间: 9.4480 秒

有效遮蔽总时长: 1.4812 秒

完全遮蔽总时长: 1.3916 秒

遮蔽度统计（基于圆柱体表面采样点）:

总圆柱体表面采样点数: 144400722

被遮蔽的圆柱体表面采样点数: 10362981

遮蔽度: 0.0718 (7.18%)

关键参数分析:

烟雾半径: 10.0米

导弹到烟雾最近距离: 4.7米

单个时间点最大遮蔽比例: 100.00%

时间采样点数: 200001

每时间点表面采样点数: 722

关键位置信息:

烟幕弹投放点: (17620.0, 0.0, 1800.0)

烟幕弹起爆点: (17188.0, 0.0, 1736.5)

起爆时刻: 5.1000 秒

2. 遗传算法的约束

* 无人机飞行方向、飞行速度、烟幕干扰弹投放点、烟幕干扰弹起爆点  
    
  解释将这四个因素转化为飞行速度，飞行角度，投掷时刻，起爆延迟四个变量
* 飞行速度[70,140]，飞行角度[0,2pi]，投掷时刻不能高于目标导弹降到无人机高度的时间，起爆延迟不能高于烟雾弹落地时间。（后面其实还规定了起爆延迟下界0.1，避免自爆）
* 经过迭代后的上下界[80, 0, 0, 0.1] [120, 0.13rad, 2, 2]
* % GA参数
* population\_size = 100; % 种群大小（调试时减少）
* max\_generations = 50; % 最大代数（调试时减少）
* crossover\_rate = 0.8; % 交叉概率
* mutation\_rate = 0.8; % 变异概率
* elite\_count = 5; % 精英个体数量
* tournament\_size = 3; % 锦标赛选择大小
* num\_runs = 3; % 多次运行取最优（调试时减少）

解释遗传算法原理的时候顺便说一下参数值

3. 遗传算法的改进

缺陷，解空间维数增加时，整个种群都找不到非0适应度（随机性强）

那么就用网格搜索找粗略解（更广泛）

网格搜索：  
global\_lb = [70, 0, 0, 0.1]; % 全局下界

global\_ub = [140, 2\*pi, 10, 16.5]; % 全局上界

grid\_points = [10, 12, 12, 10]; % 每个维度的网格点数（70到140之间取10个点）

其实最后结果三问（8维）没用网格搜索，但可以这么写

解空间维数进一步增加时，网格搜索参数量过大，运行效率低。

在四问，采用分层优化。多架无人机干扰一个导弹，简化为一架无人机干扰一个导弹。（12维降成3个四维）套用二问做出一个可行解。三个可行解作为遗传算法的初始化。

在五问，大范围网格搜索（得到的适应度往往很低），之后pso（粒子群处理）得到一个可以代入遗传算法的初始解。最后遗传算法解决。