论文标题

摘要

问题背景

问题重述

符号说明

模型假设

模型建立＆模型求解

灵敏度分析

模型评价以及改进

# 问题重述

## 问题背景

随着现代战争中精准制导武器等技术的发展，解决如何保护高价值固定目标的问题成为了迫切的需求。烟幕干扰弹是一种低成本、高效费比的解决方案。它凭借化学燃烧或爆炸快速生成烟幕、气溶胶云团，在目标前方特定空域构建遮蔽屏障，能够有效干扰敌方制导武器的探测与追踪，为己方部队提供掩护和战术优势[1]。目前随着相关技术的进步，烟幕干扰弹的预定位置能在发射前被精确控制，并且在时间引信时序的作用下,起爆时间也可以被控制。因为具备这些独特的优势,烟幕干扰弹成为解决高价值固定目标保护问题的关键技术。

本文旨在解决在搭载烟雾干扰弹的情景下，应对多个来袭导弹，长续航无人机投放烟幕干扰弹以对己方重要固定目标进行有效遮蔽的策略优化问题。

## 问题重述和分析

### 问题1

**问题重述**：

有一高10米、半径7米的圆柱体假目标位于坐标原点。水平面是xy平面。设置该假目标的目的是为了掩护下底面圆心位于坐标（0，200，0）处的真目标。

此时有三个时速为300m/s的空地导弹M1、M2、M3直指假目标来袭，被警戒雷达检测到，获知他们的坐标分别为(20000, 0, 2000)、(19000, 600, 2100)、(18000, −600, 1900)。在目标附近有五架无人机（代号附坐标）分别是FY1(17800, 0, 1800)、FY2(12000, 1400, 1400)、FY3(6000, −3000, 700)、FY4(11000, 2000, 1800)、FY5(13000, −2000, 1300)，各自负载着若干烟幕干扰弹。警戒雷达发现来袭导弹后同时控制中心向他们发出指令，无人机接收到指令后将通过投送烟幕干扰弹的方式完成对真目标的掩护任务。

这些无人机有这样的**特性：**首先他们可以根据需要对于飞行方向进行瞬时调整。

其次，他们可以在70到140m/s的速度下**等高度匀速**飞行。而且不同的无人机之间的航向和速度可以各不相同，但是一旦确定之后就不能再更改。每架无人机各自装载一定量的烟幕干扰弹。这些干扰弹必须至少间隔1s投放，他们被起爆瞬时形成球状云团，在云团中心10 m范围内为目标提供20s内有效遮蔽，并且随着起爆后以3m/s的速度**匀速**下沉。当前情境限定下，不同烟幕干扰弹的遮蔽可不连续。

以上是对于各个待求解问题的总体要求。针对这些条件，为了获得更有效的烟幕干扰效果，实现对真目标尽可能长的有效遮蔽，我们需要对于包括无人机飞行方向、飞行速度、烟幕干扰弹投放点、烟幕干扰弹起爆点等这些烟幕干扰弹的投放策略进行合理的设计。

**问题1**要求我们考虑使用无人机FY1投放1枚烟幕干扰弹对M1实施干扰的特定情境。此时FY1以120 m/s的速度朝向假目标方向飞行。FY1在接收到指令后1.5s投射一枚烟幕干扰弹，并于3.6s之后将其引爆。需要进行求解得到该干扰弹对于导弹M1的有效遮蔽时长。

**问题分析：**

解决该问题需要定义什么情况下是实现了有效遮蔽。实际上只需要干扰弹爆破产生的球状云团能将真目标的上下底面完全遮挡，使得从导弹的视角无法观察到真目标，这时候的遮蔽就是有效的。我们要计算的是这段时间的长度。

### 问题2

**问题重述**：

同问题1，依旧是利用无人机FY1投放1枚烟幕干扰对M1实施干扰。问题的核心在于如何确定无人机的飞行方向、速度以及各干扰弹的投放与起爆位置，即合理的投放方案，使得形成的烟幕云团能够在导弹飞行过程中尽可能长时间地对真目标提供有效遮蔽

**问题分析**：

### 问题3

**问题重述**：

在仅使用FY1的条件下，投放3枚烟幕干扰弹对M1进行干扰。问题的核心是确定FY1烟幕干扰弹合理的投放策略。

**问题分析**：

### 问题4

**问题重述**：

在仅使用三架无人机（FY1、FY2、FY3）并且每架仅能投放一枚干扰弹的条件下，需要针对来袭导弹M1制定合理的投放方案。需要确定三架无人机更合理有效的烟幕干扰弹投放策略。

**问题分析**：

### 问题5

**问题重述：**

使用（FY1、FY2、FY3、FY4、FY5）5架无人机并且每架无人机至多投放 3 枚烟幕干扰弹的条件下，实施对M1、M2、M3全部共3枚来袭导弹的干扰。问题要求我们求解得到无人机合理的烟幕干扰弹的投放策略，以获得尽可能长的有效遮蔽时间对真目标进行掩护。

**问题分析：**

表1：符号说明

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 符号 | 说明 | 单位 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

## 行间公式模板

视频提供了功能强大的方法帮助您证明您的观点。当您单击联机视频时，可以在想要添加的视频的嵌入代码中进行粘贴。您也可以键入一个关键字以联机搜索最适合您的文档的视频。

为使您的文档具有专业外观，Word 提供了页眉、页脚、封面和文本框设计，这些设计可互为补充。例 如，您可以添加匹配的封面、页眉和提要栏。单击“插入”，然后从不同库中选择所需元素。

|  |  |
| --- | --- |
|  | () |

主题和样式也有助于文档保持协调。当您单击设计并选择新的主题时，图片、图表或 SmartArt 图形将会更改以匹配新的主题。当应用样式时，您的标题会进行更改以匹配新的主题。

使用在需要位置出现的新按钮在 Word 中保存时间。若要更改图片适应文档的方式，请单击该图片，图片旁边将会显示布局选项按钮。当处理表格时，单击要添加行或列的位置，然后单击加号。

|  |  |
| --- | --- |
|  | () |

|  |  |
| --- | --- |
|  | () |

|  |  |
| --- | --- |
|  | () |

# 模型假设

1. 我们认为
2. 其次

# 符号说明

# 模型建立与求解

# 模型评价和推广

# 参考文献

1. 黄娜,牛兴林,骆正友,等.特种弹药中烟雾干扰弹的制造与性能优化研究[J].中国军转民,2025,(09):22-23.

所有引用他人或者是公开资料的成果必须要找科技论文的规范列出参考文献，并在正文中予以标注。

手动设置参考文献就可以。

百度学术 知网 so on

选择一种引用格式。

设置正文后小四或者是五号。

定义新的编号格式。

引用新的网页内容：作者，资源标题，网址。访问时间

# 附录

**附录清单**

附录A:支撑材料清单

附录B:

附录C:

**附录正文**

|  |  |
| --- | --- |
| 附录A |  |
| 介绍：支撑材料清单 |  |
| 文件名 | 介绍 |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

|  |
| --- |
| 附录B |
| 介绍： |
|  |