



中国研究生创新实践系列大赛  
“华为杯”第十八届中国研究生  
数学建模竞赛

学 校 华中科技大学

---

参赛队号 No.21104870023

---

队员姓名	1. 张智璐
	2. 钱以骞
	3. 周鑫宜

---

# 中国研究生创新实践系列大赛

## “华为杯”第十八届中国研究生

### 数学建模竞赛

题 目 中国研究生数学建模竞赛论文标题

---

#### 摘 要:

第一段: 针对自己选择的题目, 说明自己用了什么方法来解决的(这类题属于哪种典型的问题), 其中利用了哪些关键的算法, 再说出自己的所建模型的创新点。没有创新点, 也可以说自己所建的模型相比较于其它的是一个很好的方案。

第二段: 问题一中, 针对具体问题, 进行分析和求解, 几句话介绍自己是怎么解决的, 有数字结果的也可以直接贴结果。

第三段: 问题二中, 类比于第二段。

第四段: 问题三中, 类比于第三段。

第五段: 问题四中, 类比于第四段。

第六段: 如果有问题五, 类比于第五段, 没有就结束, 也可以写一下团队的想法。

随便加点东西

关键字: 针对具体的问题列一到两个关键字 建模算法列出

## 目录

1. 问题重述 .....	2
1.1 问题背景 .....	2
1.2 问题提出 .....	3
2. 模型假设 .....	5
3. 符号说明 .....	6
4. 问题的分析 .....	6
4.1 问题一的分析与求解 .....	6
4.1.1 问题一的描述与分析 .....	6
4.1.2 问题一的求解 .....	7
4.2 问题二 xxx .....	7
4.2.1 问题描述和分析 .....	7
4.2.2 模型建立与求解 .....	8
4.3 问题三 xxx .....	8
4.3.1 问题描述和分析 .....	8
4.3.2 模型建立与求解 .....	8
4.4 问题四 xxx .....	8
4.4.1 问题描述和分析 .....	8
4.4.2 模型建立与求解 .....	9
5. 模型的评价 .....	9
5.1 模型的优点 .....	9
5.2 模型的缺点 .....	9
6. 写作参考格式 .....	9
7. 参考文献 .....	9
附录 A 程序代码 .....	10

## 1. 问题重述

### 1.1 问题背景

环境空气污染能够对人类、动植物及产生较大的影响和危害。建立空气质量预报模型，提前预报大气污染状况能够支撑政府制定防治策略，提醒公众提前防范，减少自身暴露，减轻污染。

WRF-CMAQ 模拟体系（以下简称 WRF-CMAQ 模型）是在“一个大气”理论的指导下，以 WRF 中尺度数值天气预报系统为依托，充分考虑了大气污染过程中水平传输、垂直传输、扩散过程、源排放、化学反应和去除过程等对污染物浓度的影响，将复杂空气污染状况进行综合处理<sup>[1]</sup>。WRF 和 CMAQ 的结构如图1-1和图1-2所示。

CMAQ 是一种三维欧拉大气化学与传输模拟系统，经由对污染物变化过程的模拟得到具体时间点或时间段的预报结果，但由于模拟的气象场和排放清单的不确定性，同时还存在包括臭氧在内生成机理不完全明晰的污染物的存在，WRF-CMAQ 预报模型的结果并不理想。为提高预报准确性，一种可行办法是在

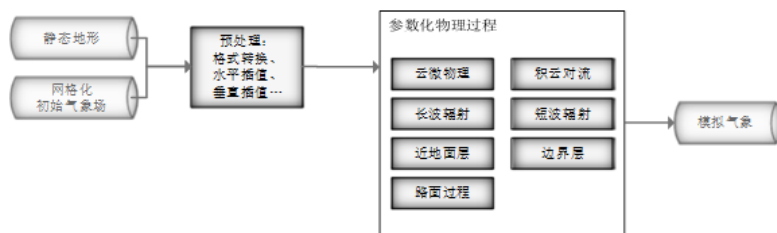


图 1-1 中尺度数值天气预报系统 WRF 结构<sup>[2]</sup>

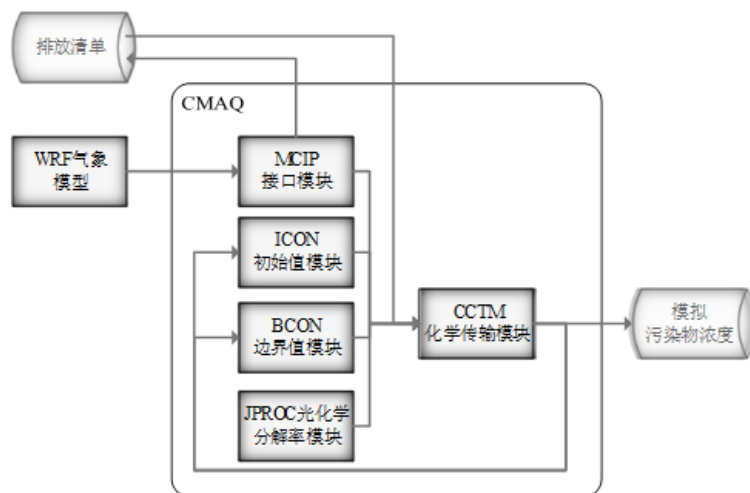


图 1-2 空气质量预测与评估系统 CMAQ 结构<sup>[3]</sup>

WRF-CMAQ 等一次模型模拟结果的基础上，结合更多的数据源进行二次建模。二次模型与 WRF-CMAQ 模型关系如图1-3所示。其中，由于气象条件对空气质量影响很大（例如湿度降低有利于臭氧的生成），且污染物浓度实测数据的变化情况对空气质量预报具有一定参考价值，因此实测数据源参考空气质量监测点获得的气象数据。



图 1-3 空气质量预测与评估系统 CMAQ 结构

## 1.2 问题提出

**问题 1** 使用附件 1 数据，计算监测点 A 从 2020 年 8 月 25 日到 8 月 28 日每天实测的 AQI 和首要污染物。

**问题 2** 使用附件 1 中的数据，根据对污染物浓度的影响程度，对气象条件进行合理分类，并阐述各类气象条件的特征。

**问题 3** 使用附件 1 和 2 的数据，建立适用 3 个监测点（忽略彼此影响）的二次预报数学模型，预测未来 3 天 6 种污染物浓度，要求预测结果 AQI 最大相对

误差尽量小，首要污染物预测准确度尽量高。并用该模型预测 ABC 的 2021 年 7 月 13 到 7 月 15 的污染物浓度，计算 AQI 和首要污染物。

**问题 4** 使用附件 1 和 3 数据建立区域协同预报模型，包含 A,A1,A2,A3 四个监测点。要求预测结果 AQI 最大相对误差尽量小，首要污染物预测准确度尽量高。使用该协同预报模型预测监测点 A、A1、A2、A3 在 2021 年 7 月 13 日至 7 月 15 日的污染物浓度，计算 AQI 和首要污染物，并且讨论协同预报模型是否能提升准确度。

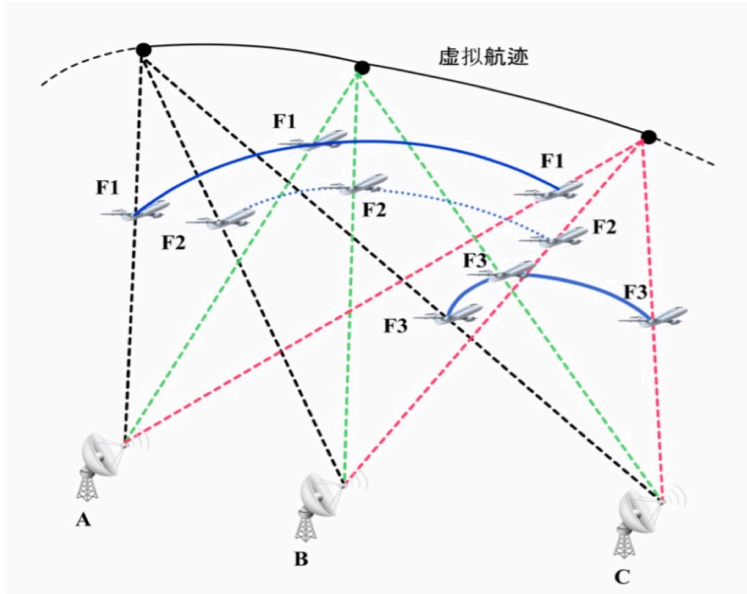


图 1-4 对雷达实施距离多假目标欺骗干扰示意图

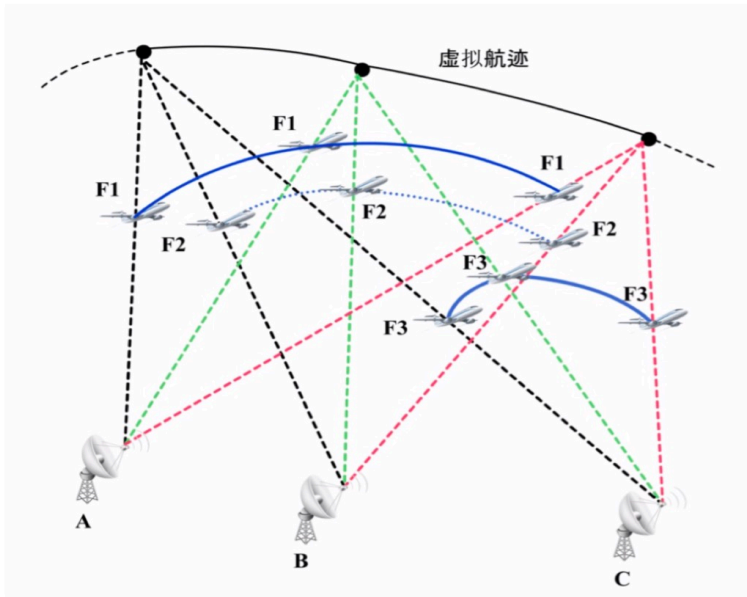


图 1-5 对雷达实施距离多假目标欺骗干扰示意图

## 2. 模型假设

模型假设模型假设模型假设模型假设模型假设模型假设模型假设模型假设模型假设  
模型假设模型假设模型假设模型假设模型假设模型假设模型假设模型假设模型假设  
模型假设。

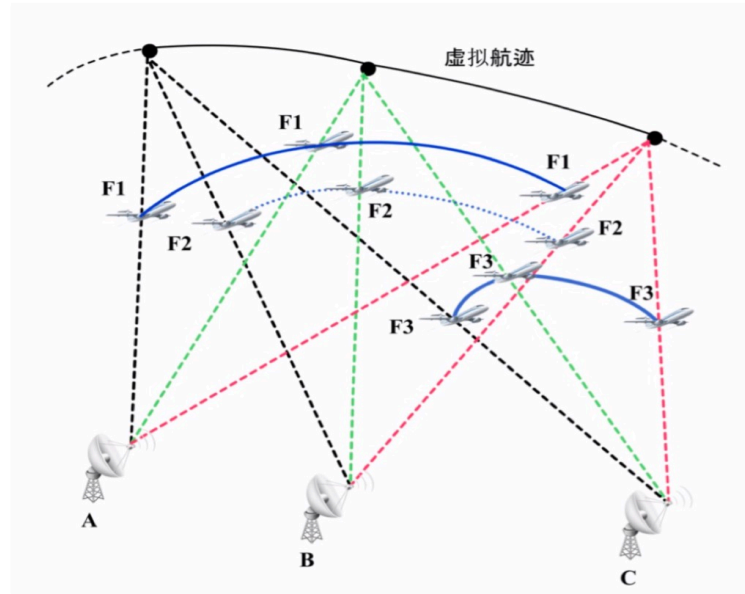


图 2-1 对雷达实施距离多假目标欺骗干扰示意图

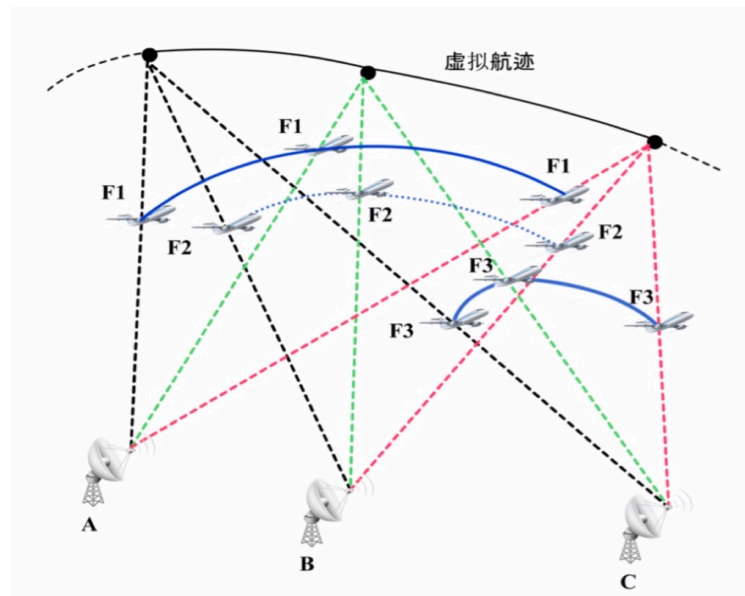


图 2-2 对雷达实施距离多假目标欺骗干扰示意图











## 附录 A 程序代码

```
kk=2; [mdd, ndd]=size(dd);
while ~isempty(V)
    [tmpd, j]=min(W(i, V)); tmpj=V(j);
    for k=2:ndd
        [tmp1, jj]=min(dd(1, k)+W(dd(2, k), V));
        tmp2=V(jj); tt(k-1, :)= [tmp1, tmp2, jj];
    end
    tmp=[tmpd, tmpj, j; tt]; [tmp3, tmp4]=min(tmp(:, 1));
    if tmp3==tmpd, ss(1:2, kk)=[i; tmp(tmp4, 2)];
    else, tmp5=find(ss(:, tmp4)~=0); tmp6=length(tmp5);
    if dd(2, tmp4)==ss(tmp6, tmp4)
        ss(1:tmp6+1, kk)=[ss(tmp5, tmp4); tmp(tmp4, 2)];
    else, ss(1:3, kk)=[i; dd(2, tmp4); tmp(tmp4, 2)];
    end; end
    dd=[dd, [tmp3; tmp(tmp4, 2)]]; V(tmp(tmp4, 3))=[];
    [mdd, ndd]=size(dd); kk=kk+1;
end; S=ss; D=dd(1, :);
```