
基于无源定位的目标追踪仿真软件

设

计

说

明

书

一、引言

（一）编写目的

本软件旨在对基于 TDOA 技术和 CHAN 算法的无源定位问题，以及基于多步预测的目标追踪算法提供便捷的模拟仿真服务，绘制实时导弹坐标曲线、目标位置曲线，同时计算出导弹的实时速度、导弹与目标之间的方位角和仰角、导弹与目标之间的（最优距离），模拟实际耗时、脱靶量等实验信息，为多弹协同定位规划以及单弹目标追踪算法设计提供了一款操作简单，运行稳定的软件。

本软件通过读取输入的超参数信息（包括导弹的位置、导弹的速度等信息），根据追踪方接收到的角度信息，包括方向角、仰角，根据最小二乘优化思想，优化搜索实现导弹以少量的计算以及极高的精度定位出目标的实时坐标，在此基础上软件得以实现模拟（1）基于 TDOA 技术的无源定位过程（2）基于 CHAN 算法和多步预测的纯方位无源定位追踪过程的功能。整个软件具有很强的实时性，本软件所提供的代码负责读取超参数，并通过算法实现导弹的无源定位，模拟单弹追踪及多弹协同定位追踪这两种主流的导弹作战过程，在图窗动态地展现追踪过程，可以清晰地观察导弹的追踪过程，并同步记录导弹和目标的实时信息，支持模拟数据的导出和模拟图片的保存用于算法分析。

（二）软件运行环境

（1）硬件要求：

处理器主频：2GHZ 及以上；

内存：2G 及以上；

（2）软件要求

系统：windows10 64 位系统；

运行环境：MATLAB R2022a 及以上版本、

MATLAB Compiler 2.1 及以上版本。

二、软件总体设计

（一）、软件的技术特点：

本软件基于 MATLAB R2022a 开发，运用其中的 APP DESIGNER 功能编写出*.mlapp 文件，在此基础上使用 MATLAB Compile 将*.mlapp 文件编译输出可脱离 MATLAB 环境的能够独立执行的*.exe 文件，只要在安装 MATLAB Compiler（可独立安装，且文件很小）的电脑上都可以运行本软件，有效地降低本软件的运行环境要求，提高可移植性。本软件在用户界面上具有交互友好，操作简便，运行稳定的特点。软件打开后只需要用户点击需要的功能，就可以完成实时绘制出导弹的追踪过程，同时能够清晰看到导弹和目标的实时物理信息，软件运行基于输入参数驱动，运行占用内存小。软件基于面向对象程序设计方法设计，可移植性强，便于实现功能的扩展。

（二）、软件的主要功能：

（1）读取用户输入的导弹位置、目标位置、导弹速度、捕获时间阈值、模拟时间步长等超参数；

（2）根据输入参数进行实时快速解算，并可以实时绘制出（多枚）导弹对目标的追踪过程，同时能够清晰看到导弹和目标的实时物理信息；

（3）导出实验数据，含追踪过程图像文件（jpg/jpeg/png/tif/tiff）以及系统状态信息的输出文件（xlsx）。

（4）快速恢复 demo 数据，一键擦除输入的超参数，快速进入下一次追踪推演和图形绘制。

(三)、软件开发流程图

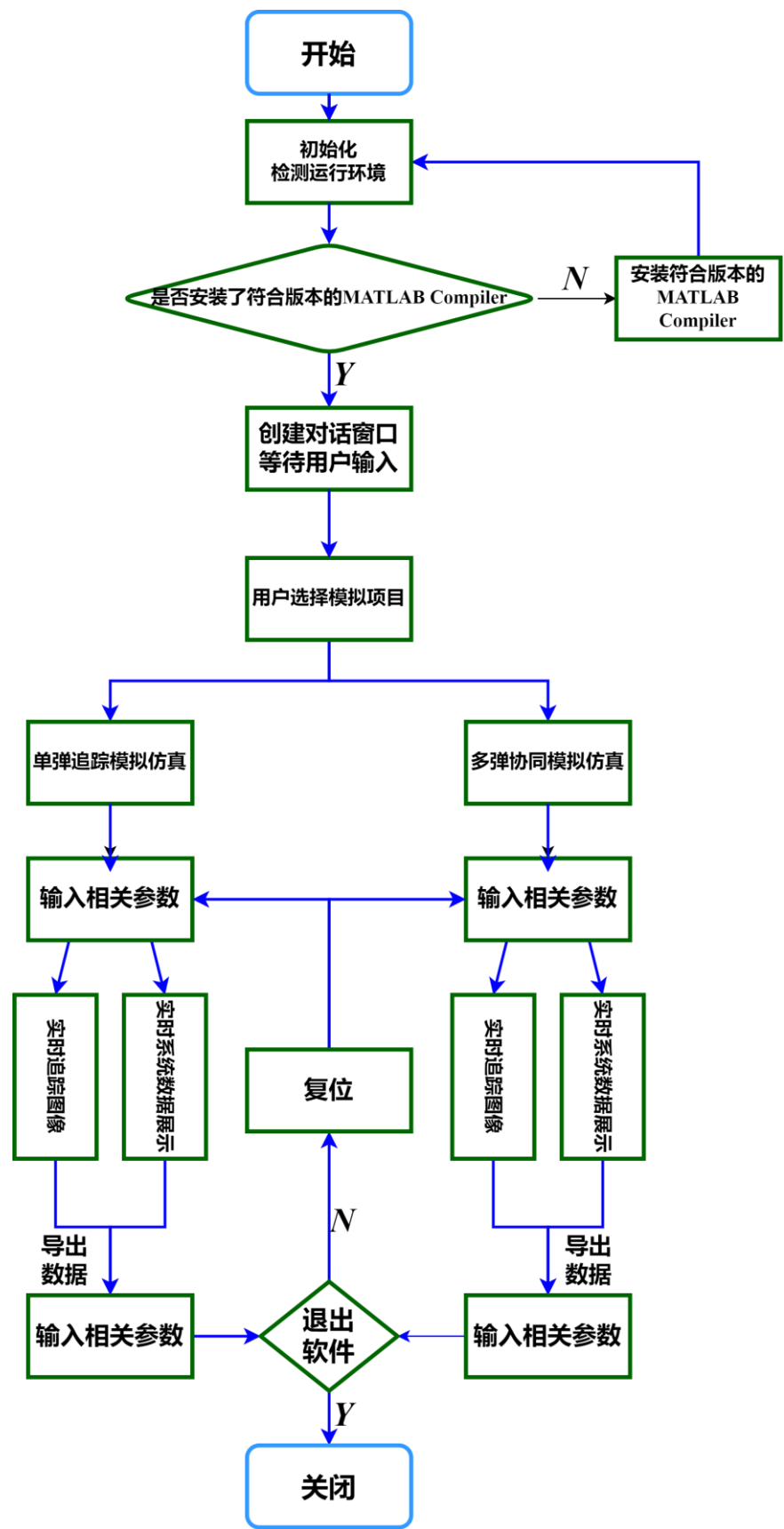


图 1-1 软件设计流程图

三、软件功能具体描述

3.1 配置计算机运行环境

本软件在打开之前需要安装 Matlab Compiler, 否则将无法运行软件。在已安装 Matlab Compiler 的计算机上只要点击打开 PassiveLocation.exe 即可运行本软件。

3.2 用户选择模拟项目

运行本软件后, 所弹出的页面由 4 个同级页面组成, 分别为“单弹追踪”页面、“使用手册 1”页面、“多弹协同”页面以及“使用手册 2”页面, 主页面默认为“单弹追踪”页面, 如需要熟悉操作, 和了解系统参数的物理信息, 用户可以选择“使用手册 1”和“使用手册 2”分别对“单弹追踪”页面的参数和“多弹协同”页面的参数进行快速查阅, 对其内涵进行熟悉; 如若要进行“单弹追踪”模拟仿真实验, 用户点击“单弹追踪”页面, 如若要进行“多弹协同”模拟仿真实验, 用户点击“多弹协同”页面。

3.3 读取用户参数输入功能

在用户选择模拟项目之后, 即“单弹追踪”或者“多弹协同”。用户首先观察到超参数面板中存在一组超参数值, 其为一组 demo 数值, 用户可以不修改, 直接进行 3.4。若用户选择“单弹追踪”页面, 那么用户在基站 1 坐标 BS1、基站 2 坐标 BS2、导弹初始坐标 MS、(导弹)速度 V、期待捕获时间 T、模拟时间间隔 dt 所对应的参数输入框内输入对应的参数信息, 对于速度 V 以及图片刷新率选项也可以扭动旋钮进行参数设置; 如若用户选择“多弹协同”页面, 那么用户在导弹 1 初始坐标 MS1、导弹 2 初始坐标 MS2、导弹 3 初始坐标 MS3、最长捕获时间 T、模拟时间间隔 dt、速度 V 等参数所对应的参数输入框内输入对应的参数值。

3.4 绘制实时导弹追踪图像并展示实时系统参数

在用户完成了所有参数的输入后, 如若用户选择了对“单弹追踪”进行模拟仿真实验, 那么用户点击“单弹追踪”页面下的“超参数设置”面板中的“开始模拟单弹追踪”按钮, 则待进度条结束(模拟推演完成), 图像和系统参数会分

别实时展示在左侧的图像框以及右下方的模拟状态信息面板中；如若用户选择了对“多弹协同”进行模拟仿真实验，那么用户点击“多弹协同”页面下的“超参数设置”面板中的“开始模拟多弹协同追踪”按钮，则待进度条结束（模拟推演完成），图像和系统参数会分别实时展示在右侧的图像框以及左下方的模拟状态信息面板中。

3.5 导出模拟数据

如若用户需要导出某次模拟实验数据用于分析，则用户在完成导弹追踪的实时图像的绘制以及系统信息的同步实时显示后，用户在“单弹追踪”页面和“多弹协同”页面均可点击“保存本次模拟数据”按钮，在弹出的窗口中输入追踪过程图像文件的名称和格式以及系统信息将被保存的 `xlsx` 文件名称，再点击保存即可，图像和表格文件会被保存在当前目录下。

3.6 复位

如若用户想快速进行下一次模拟仿真实验，可点击“复位”按钮，该操作会将图像框中的图像擦除，超参数中的所有参数（图像刷新率除外）复原为 `demo` 数据，以便用户快速调整超参数，迅速进行下一次模拟仿真实验。

3.7 退出

如若用户想推出软件，可直接点击软件右上方的叉号即可退出；或者若用户正在浏览“单弹追踪”或“多弹协同”页面，可点击“超参数控制”面板中的“退出”按钮，即可退出软件。

四、软件使用说明

双击运行 PassiveLocation.exe 文件，如若运行环境不符合要求，会自动引导安装合适版本的 MATLAB Compiler，在成功安装合适版本的 MATLAB Compiler 后，再次双击运行 PassiveLocation.exe 文件，在开始图片消失后（初始化完毕），软件即可成功运行。也可使用 MATLAB 打开，双击 PassiveLocation.mlapp 文件，会自动打开 MATLAB 并运行软件；也可以首先打开 MATLAB，然后在 MATLAB 中打开 PassiveLocation.mlapp 文件，会弹出 MATLAB APPDESIGNER 页面，点击运行也可运行软件。

(1) 进入软件

成功初始化和配置用户环境后，会显示软件界面，如图 4-1 所示。

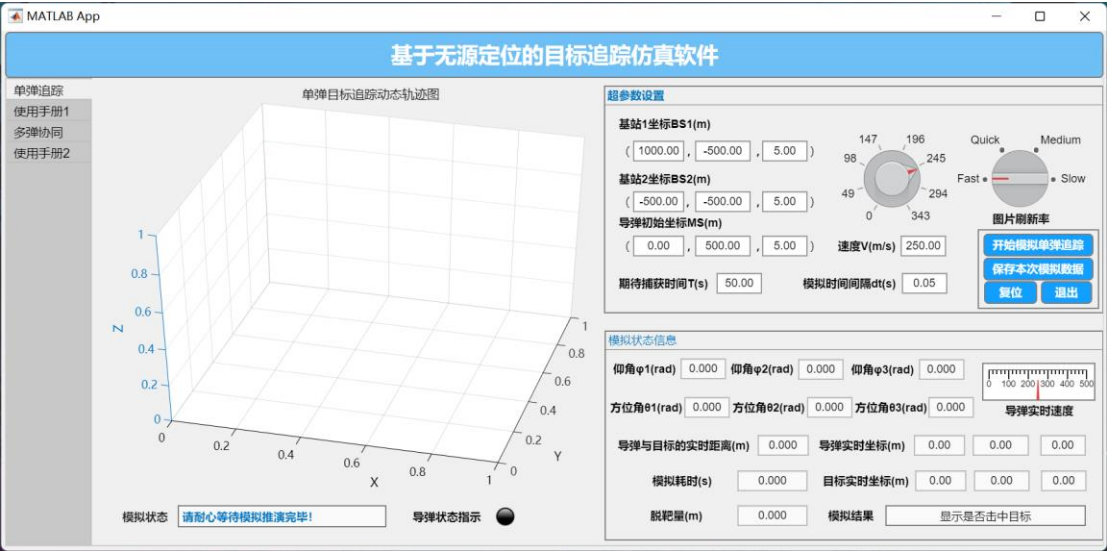



图 4-1 软件界面

(2) 模拟“单弹追踪”过程

用户选择“单弹追踪”模拟项目，页面如图 4-1 所示，输入两个基站的坐标、导弹的初始坐标，以上坐标均在对应标签下的数字编辑框内进行输入，例如基站 1 坐标 BS1 在 (1000.00 , -500.00 , 5.00) 中输入。期待捕获时间、模拟时间间隔在单个编辑框内进行输入，例如期待捕获时间在 50.00 中进行输入。导弹的额定速率有所不同，因为速度值较为模糊，因此设置了可以扭动旋钮进

行输入，注意旋钮和速度数值编辑框均会改变模拟实验中速度的值，他们是同步的，也就是说旋钮值改变，编辑框中的值会改变成旋钮的数值；同样编辑框中输入数值，也会使旋钮数值改变成编辑框中的数值。与使用旋钮输入速度类似，如

果用户想要调整展示实时追踪图像刷新的速率，可以拨动旋钮，调整值分别为“Fast”、“Quick”、“Medium”、“Slow”，其显示图像的刷新率依次降低。

在完成以上超参数的设置后，用户可以点击 **开始模拟单弹追踪** 按钮，进行追踪过程的动态展示，如图 4-2 所示。

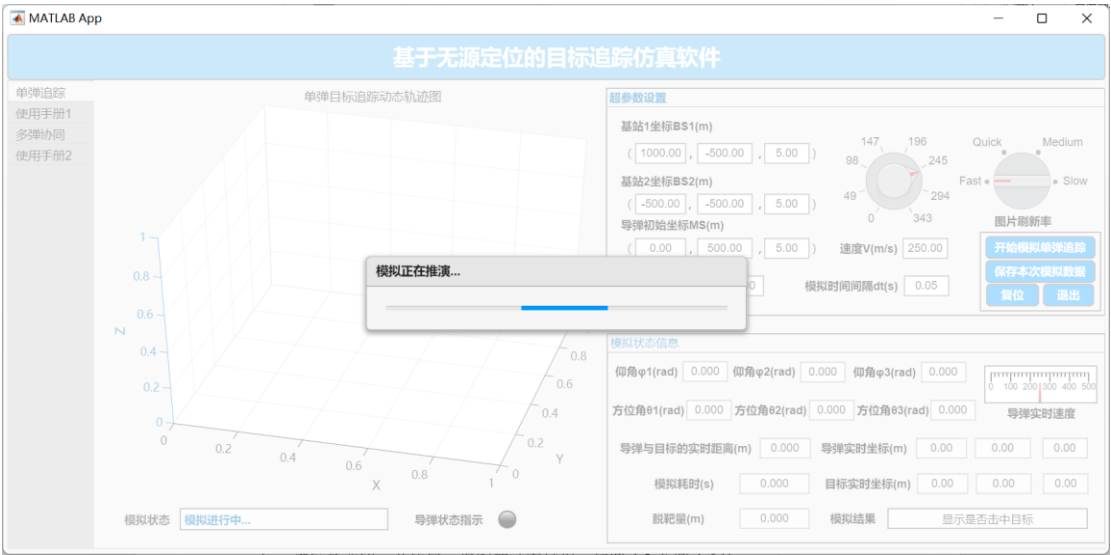


图 4-2 开始模拟单弹追踪页面

进度条代表用户计算机正在推演模拟的整个过程，当经过一段较短的事件后，进度条关闭，开始展示追踪的动态过程，如图 4-3 至图 4-6 所示。

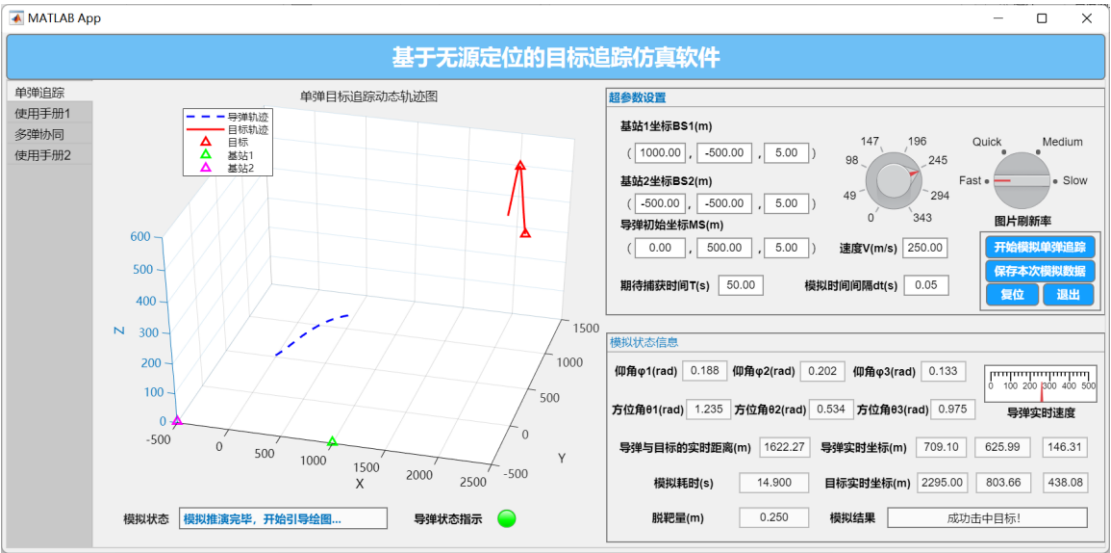


图 4-3 单弹追踪动态过程 1

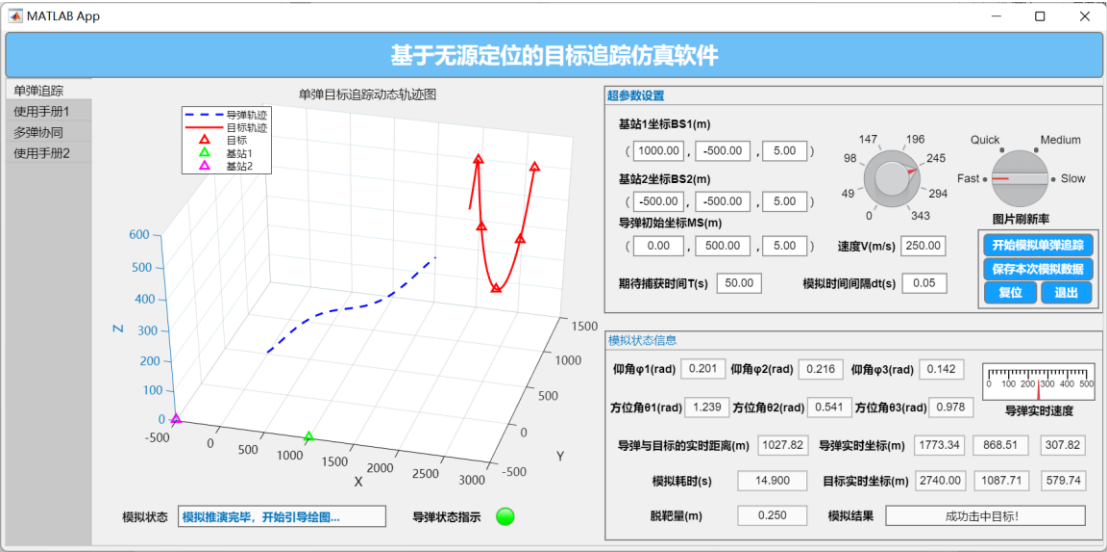


图 4-4 单弹追踪动态过程 2

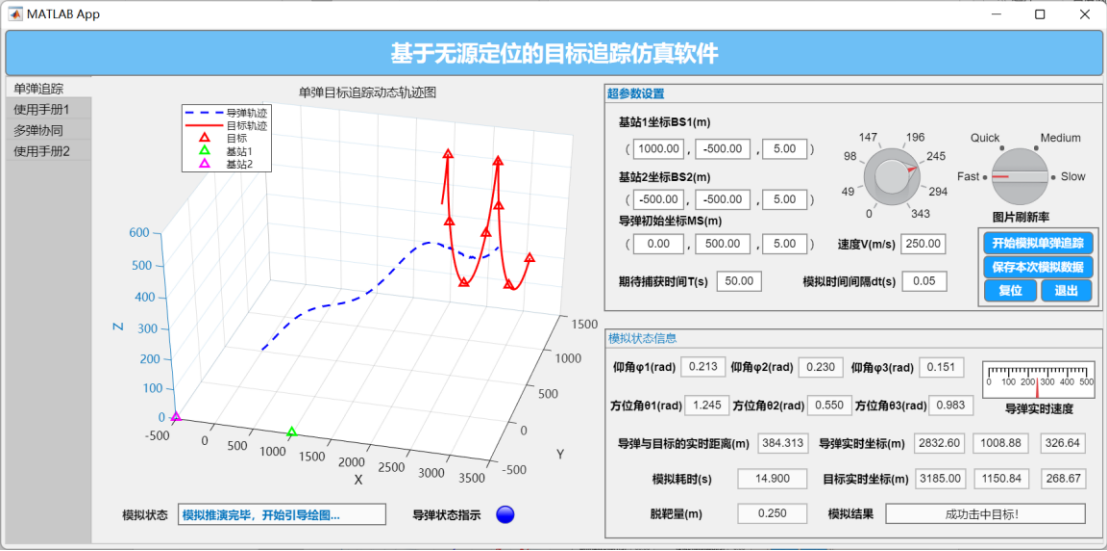


图 4-5 单弹追踪动态过程 3

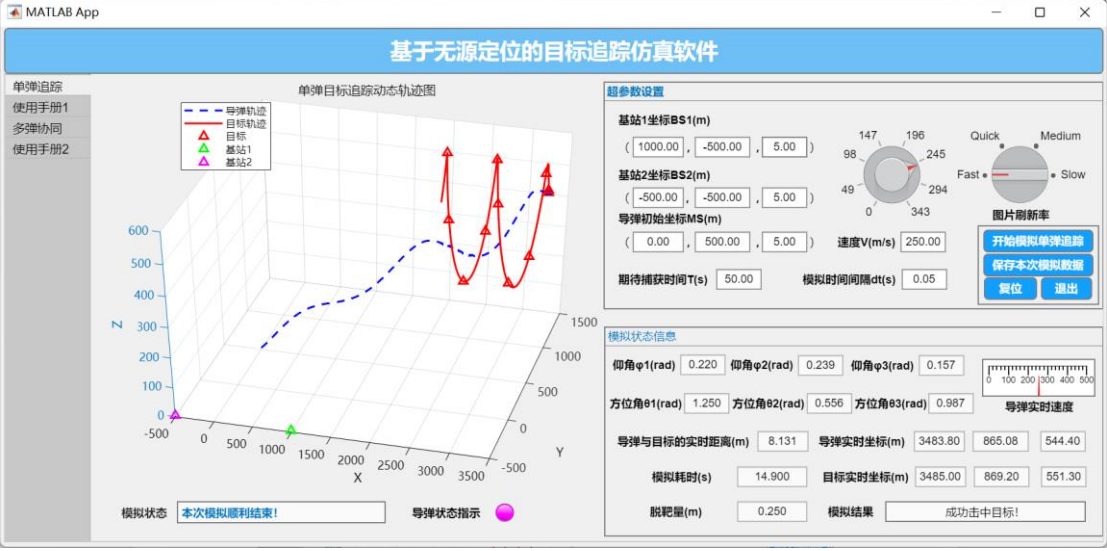







图 4-6 单弹追踪动态过程 4

用户等待模拟结束后，需要对追踪图像进行观察，可以将指针悬停在左侧图框中，待出现“三维旋转”按钮，长按左键并拉动图像即可切换图像视角，如图 4-7 所示，类似的，点击“平移按钮”，可拖动图像进行平移操作；点击“放大”按钮可对图像进行放大；点击“缩小”按钮可对图像进行缩小；点击“还原视图”按钮，可以恢复模拟结束时刻的视角。

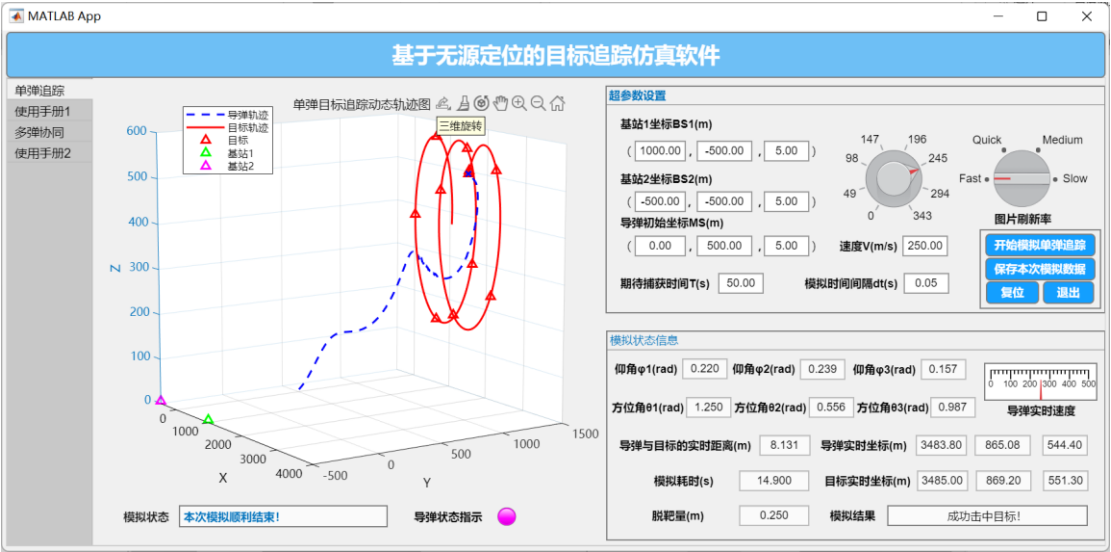



图 4-7 旋转图像视角

(3) 查阅使用手册 1

用户对模拟中的参数存在疑惑例如指示灯不同颜色的含义和脱靶量的物理意义，查阅“使用手册 1”，其中包含了对超参数物理含义的解释，以及系统状态信息含义的介绍，如图 4-7 至图 4-8 所示。

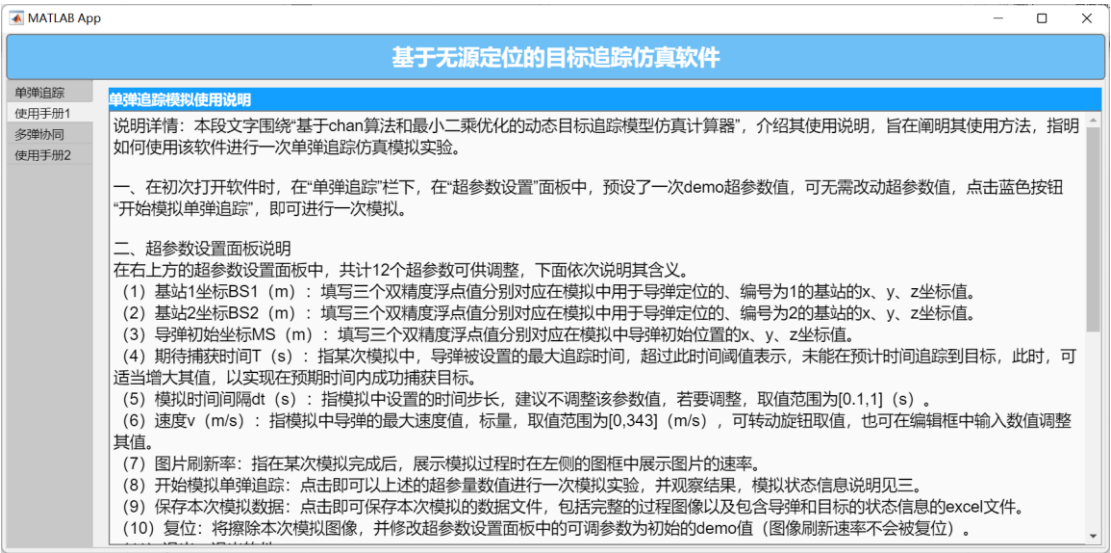


图 4-8 使用手册 1（上）

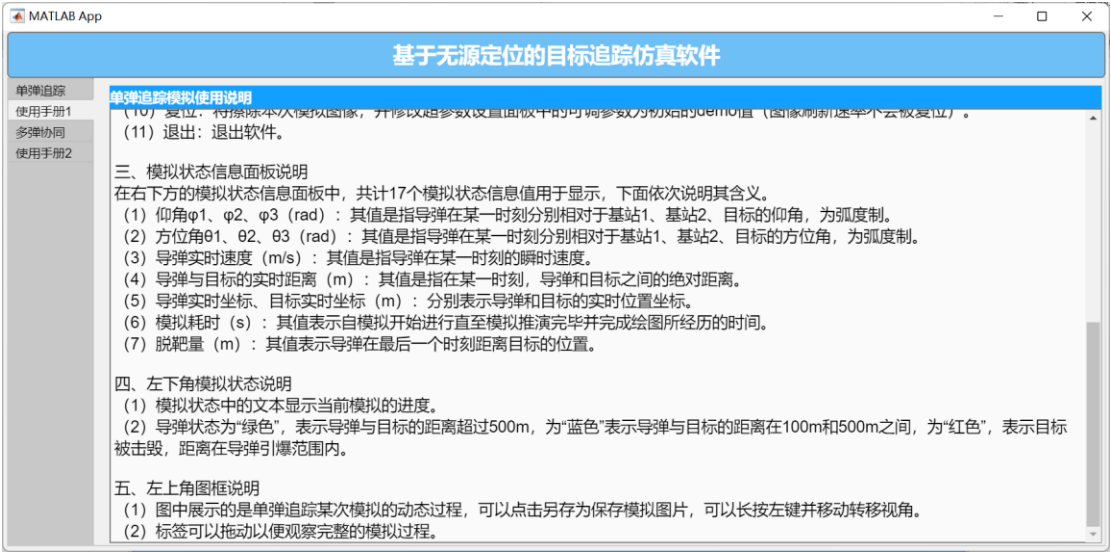


图 4-9 使用手册 1（下）

（4）模拟“多弹协同”追踪过程

如若用户想模拟多弹协同追踪过程，用户点击“多弹协同”页面，如图 4-10 所示。

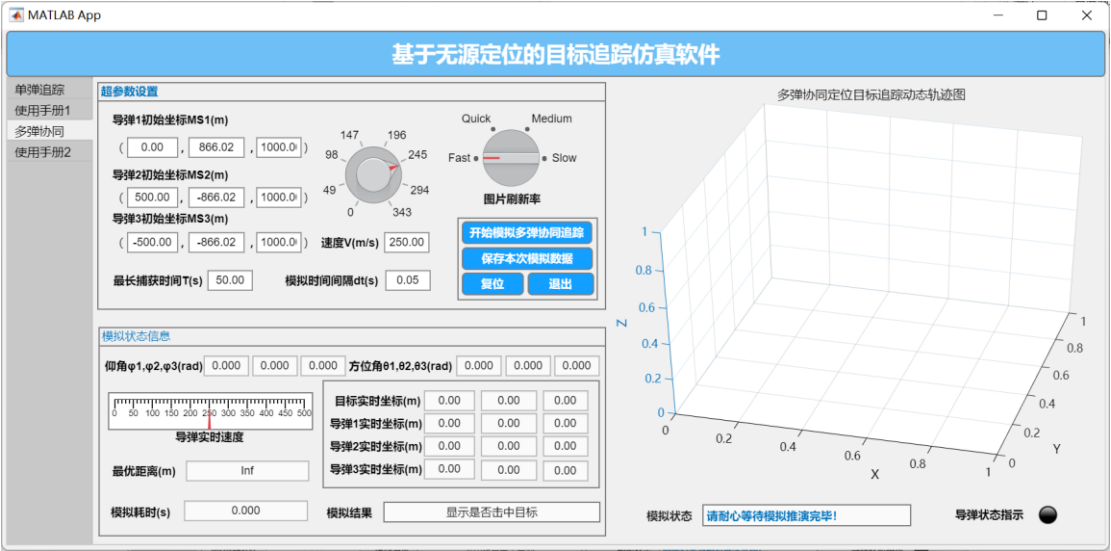


图 4-10 “多弹协同”页面

与“单弹追踪”模拟项目类似，在“多弹协同”页面左上方的“超参数控制”面板中输入超参数信息，不同的是，“多弹协同”中所输入的坐标为三枚导弹的初始坐标。在完成输入后，点击 **开始模拟多弹协同追踪** “开始模拟多弹协同追踪”按钮，则软件开始推演，如图 4-11 所示。

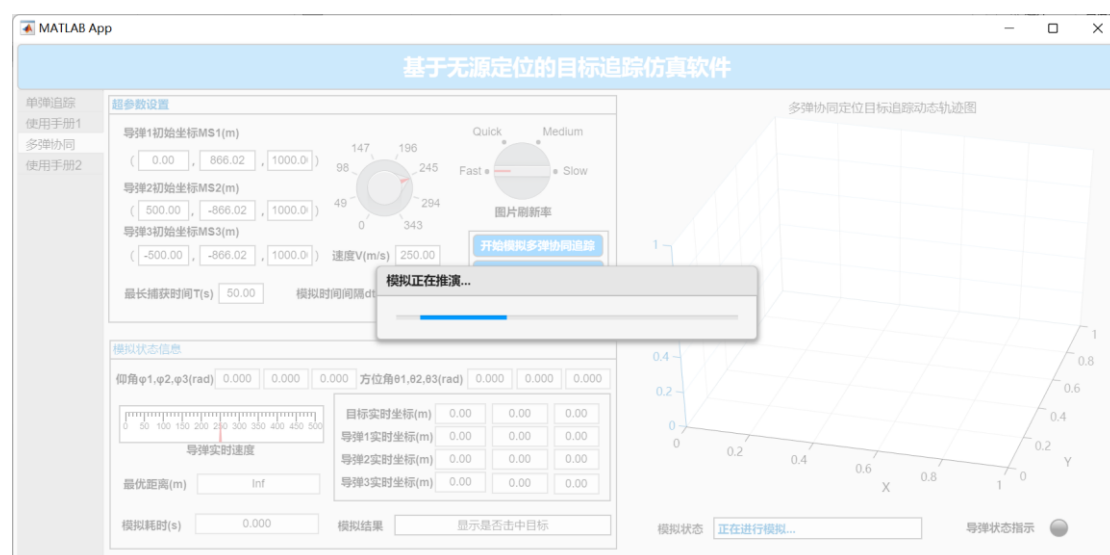


图 4-11 推演“多弹协同”进度条页面

待进度条结束，实时追踪图像和系统数据将分别在右侧的图框和左下方的“模拟状态信息”面板中显示，其过程如图 4-11 至图 4-13 所示。

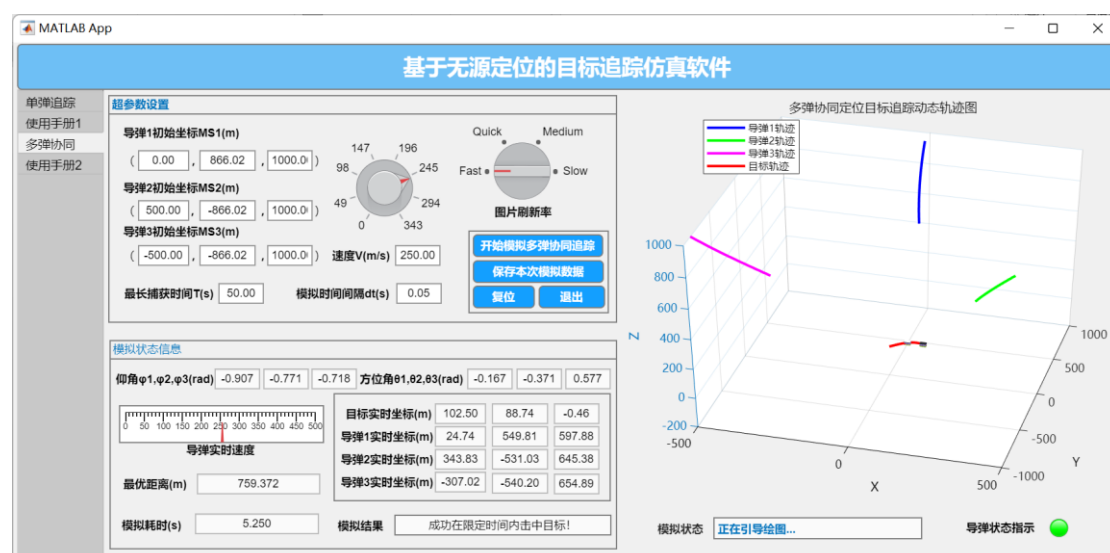


图 4-12 “多弹协同”动态过程 1

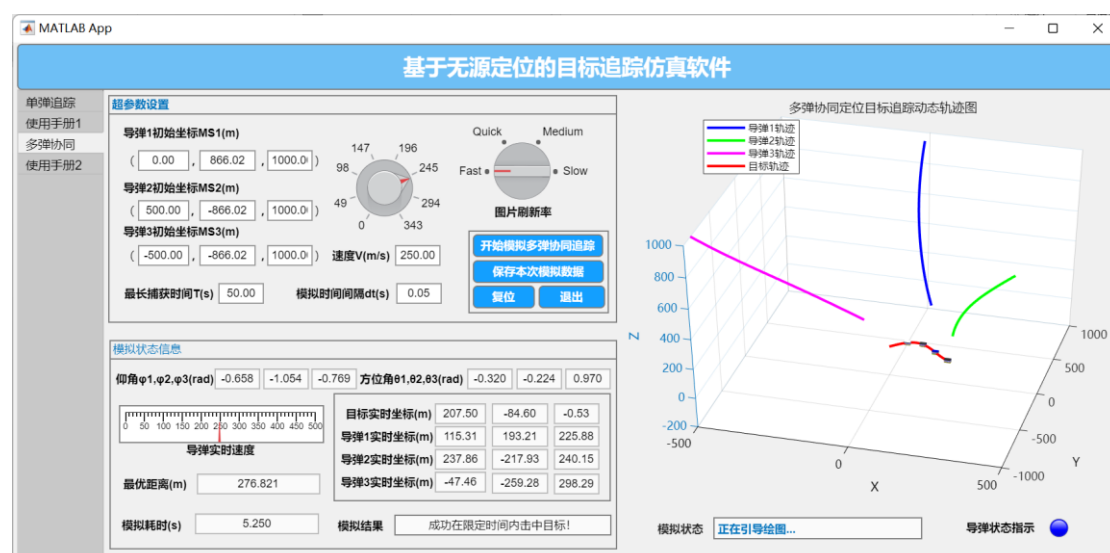


图 4-13 “多弹协同”动态过程 2

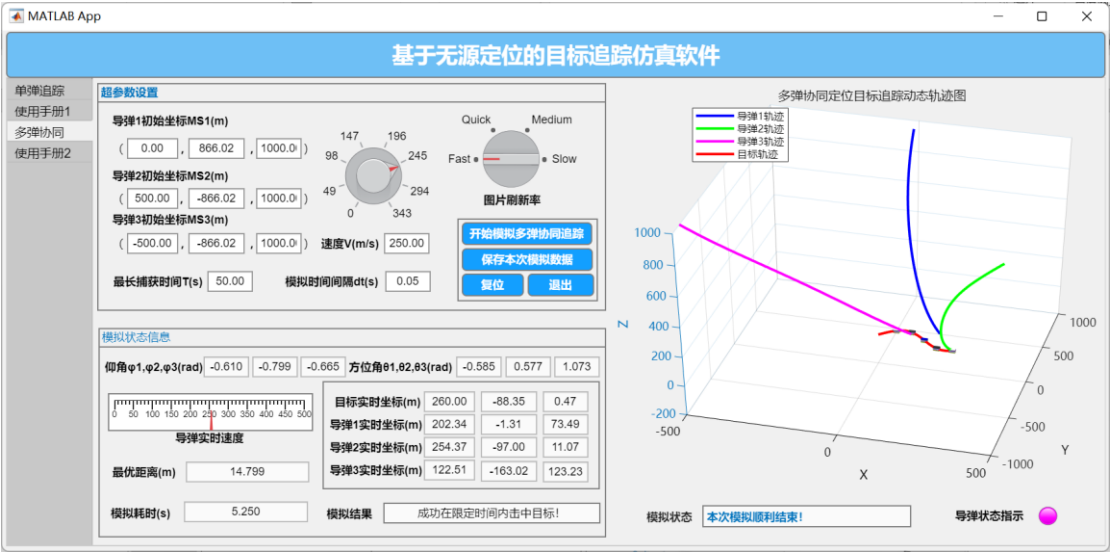


图 4-14 “多弹协同”动态过程 3

(5) 查阅使用手册 2

用户对“多弹协同”页面参数存在疑惑，可查阅“使用手册 2”尽心了解。如图 4-15 至 4-16 所示。

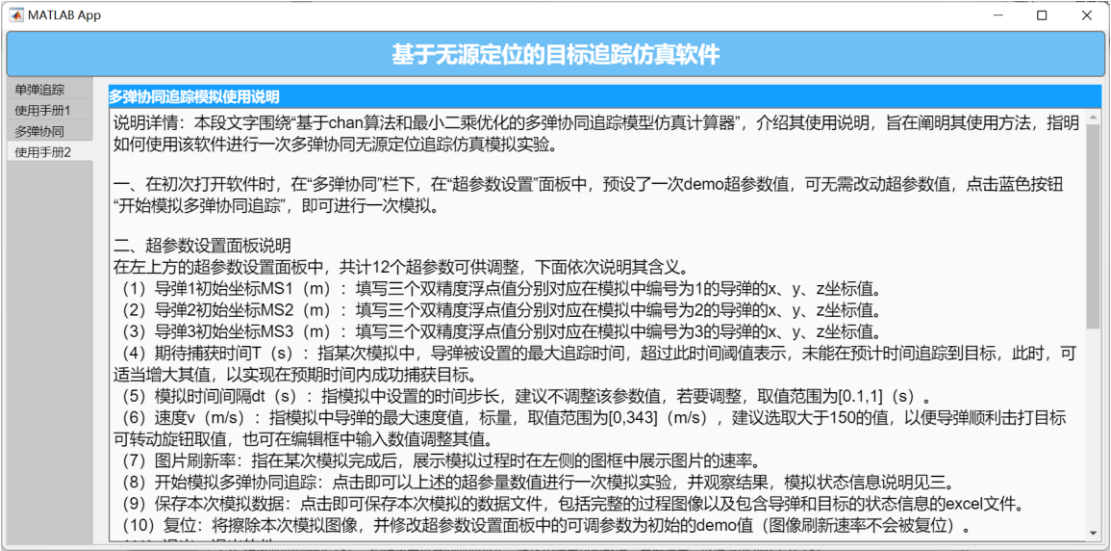


图 4-15 使用手册 2（上）

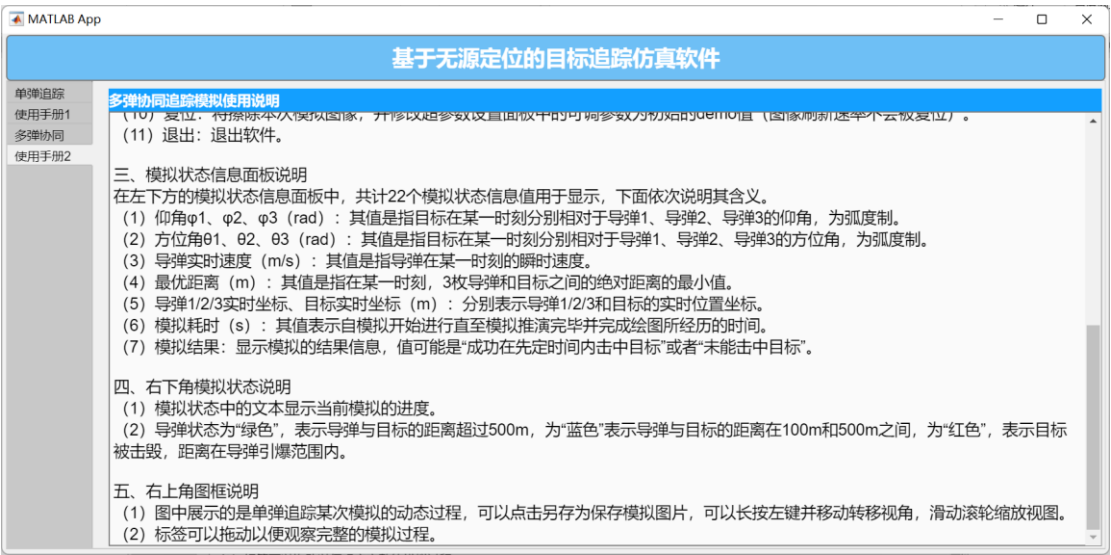


图 4-16 使用手册 2（下）

(6) 保存模拟数据

以“多弹协同”模拟为例，如若用户想要保存某次模拟的数据，可以点击“超参数控制”面板中的 **保存本次模拟数据** “保存本次模拟数据”按钮，如图 4-17 所示。

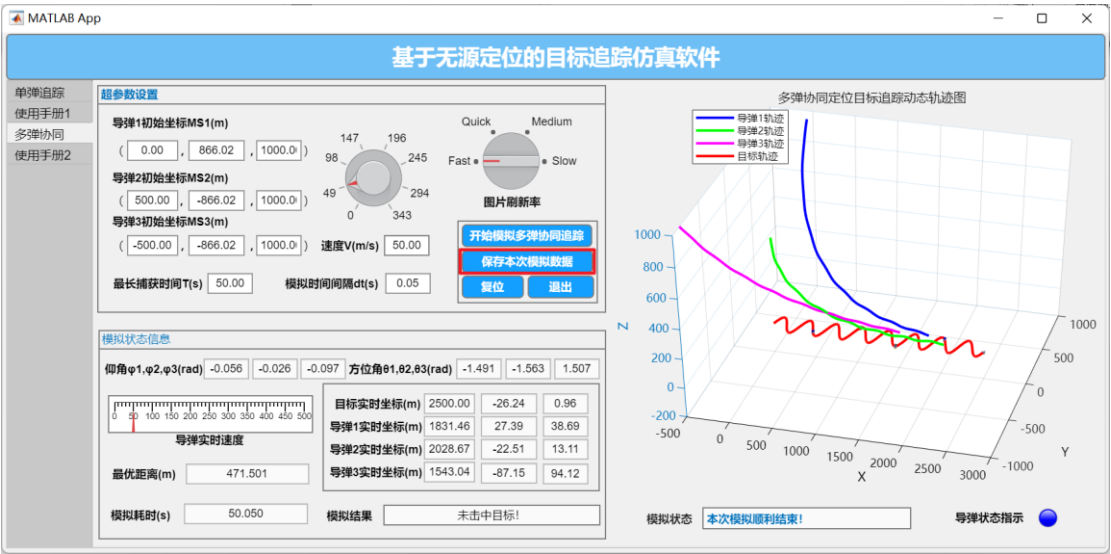


图 4-17 保存模拟数据

在弹出的窗口中，输入文件名称（支持中英文），图片格式（支持 .tif / .tiff/ .jpg/ .jpeg/ .png/ .pdf 类型），输出系统信息文件名称（支持中英文，xlsx 类型），如图 4-18 所示。

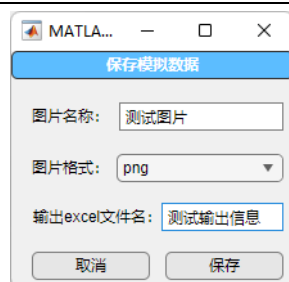


图 4-18 保存模拟数据弹出页面

输入图片名称、格式、excel 文件名称后，点击 **保存** “保存”按钮，即可保存本次模拟实验的全部实时数据，文件成功保存后，会在右下角的“模拟状态”框中输出提示信息，如图 4-19 所示。

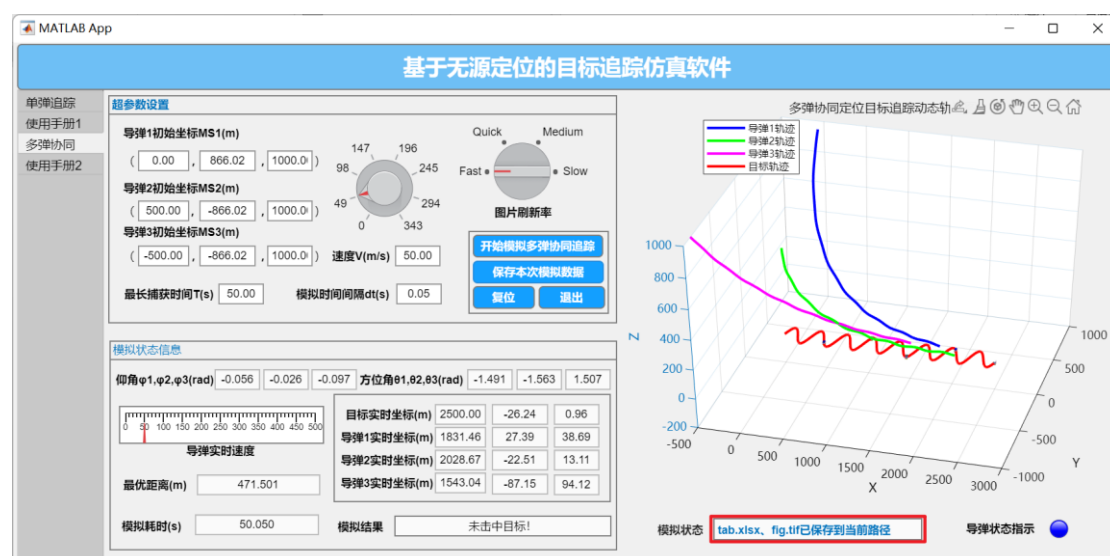


图 4-19 模拟数据保存成功提示信息

提示内容为“***.xlsx”、“***.png”顺利保存到当前目录下。


(7) 复位

用户若想快速进行下一次模拟实验，以“单弹追踪”为例，点击右上方“超参数设置”面板中的 **复位** “复位”按钮，则可立即将“超参数设置”面板中的数值更改为基准 demo 测试数据，便于用户快速调整参数，进行下一轮实验。

(8) 退出软件

用户若想退出软件，可点击“超参数设置”面板中的 **退出** “退出”按钮，即可退出软件；也可点击软件界面右上角的 **×** “关闭页面”按钮以退出软件。

（9）其他说明

图像图例可以拖动，按钮“”作为顶部标签，点击后在后台自动释放内存空间。