

中远程舰空导弹协同制导飞行试验安控方案设计

张艳, 张凯

(中国人民解放军 92941 部队, 辽宁 葫芦岛 125001)

摘要: 针对中远程舰空导弹协同制导飞行试验的实施安全性问题, 对舰空导弹协同制导作战过程和舰空导弹安全控制措施进行了分析, 提出了中远程舰空导弹协同制导飞行试验安控基本方案; 重点对安控系统组成、安全管道设置及导弹自毁残骸落点估算、安控工作流程、安控软件方案等关键内容进行了研究; 该方案设计基于单舰制导导弹飞行试验安全控制实践经验, 紧贴试验工程实际, 对于中远程舰空导弹协同制导飞行试验的安全实施具有较好的实用价值和参考意义。

关键词: 中远程舰空导弹; 协同制导; 飞行试验; 安控方案

Design on Safety Control Program of Mid-Long Range Ship-to-Air Missile in the Mode of Collaborative Guidance

Zhang Yan, Zhang Kai

(Unit 92941 of PLA, Huludao 125001, China)

Abstract: In view of the safety control program of mid-long range ship-to-air missile in the mode of collaborative guidance, the collaborative guidance process and safety control measures of mid-long range ship-to-air missile are studied, and the flight test safety control program is present. Research emphases on the composed of safety control program, tube layout and missile self-destruction wreckage estimate, work flow and software scheme of safety control are proposed as well. The design based on practice experience of the naval guided missile flight test is closed to engineering practice, and it will have a high practical value and significance for the safety implement on mid-long range ship-to-air missile in the mode of collaborative guidance.

Keywords: mid-long range ship-to-air missile; collaborative guidance; flight test; safety control program

0 引言

随着武器装备技术与战术的发展, 防区外空袭已占主导, 为了提高编队对空中威胁目标防御作战的主动性, 提出了新型中远程舰空导弹武器系统能够实现超视距作战的要求, 即利用多种平台完成视距外目标的信息获取, 进而完成导弹发射, 同时还能够实现中远程舰空导弹的多平台协同制导^[1]。在中远程舰空导弹飞行试验中, 安全性是首要考虑的问题, 通常根据中远程舰空导弹制导控制特点, 采取安控策略对中远程舰空导弹进行安全控制。中远程舰空导弹协同制导飞行试验涉及多个导弹制导平台, 中远程舰空导弹安全控制问题较为复杂, 如何立足中远程舰空导弹协同制导作战过程, 对中远程舰空导弹安控方案进行设计, 是开展中远程舰空导弹协同制导飞行试验亟待解决的问题。

1 舰空导弹协同制导作战过程

为了提高舰艇编队的反导纵深, 充分发挥中远程舰空导弹的射程优势, 面临的主要问题是协同制导作战模式下对目标的探测跟踪和导弹的制导。所谓协同制导, 是指导弹在飞行过程中, 为克服雷达视距限制, 制导信息通过不同的制导站接力发送给导弹, 从而实现对目标的超视距拦截, 扩大舰空导弹武器系统的作战空域。在多个舰艇平台协同制导作战过程中, 由于整个战场信息是共享的, 每艘舰艇平台都知道其他舰艇的位置及制导能力^[2]。

舰空导弹协同制导作战平台按照任务划分可以分为协同探测平台、导弹发射平台和协同制导平台。首先, 由协同探测平台上的对空传感器对目标进行探测及精确跟踪, 稳定跟踪后, 通过数据链将目标精确跟踪数据传送给导弹发射平台, 导弹发射平台的武器控制系统根据目标精确数据实时完成拦截可行性判断、射击诸元解算、导弹装订参数计算、发射控制等。导弹发射后, 进入初制导阶段, 舰空导弹在指定空域达到预定姿态后转入中制导阶段, 导弹发射平台实时对本平台制导情况进行监视, 判断导弹是否需要其它舰艇平台进行协同制导, 如果确定需要, 则向协同制导平台发出制导交班请求, 协同制导平台根据导弹发射平台提供的导弹引导信息对导弹进行截获, 并实现对导弹的稳定跟踪, 至此完成导弹制导交接, 由协同制导平台上的制导雷达接力对导弹进行中制导。当弹目相对距离达到规定值时, 导弹转入末制导控制, 引导导弹飞向目标, 当弹目接近到适当时机, 引信开机, 适时引爆战斗部杀伤目标^[3-5]。协同制导作战过程如图 1 所示。

协同制导平台根据导弹发射平台提供的导弹引导信息对导弹进行截获, 并实现对导弹的稳定跟踪, 至此完成导弹制导交接, 由协同制导平台上的制导雷达接力对导弹进行中制导。当弹目相对距离达到规定值时, 导弹转入末制导控制, 引导导弹飞向目标, 当弹目接近到适当时机, 引信开机, 适时引爆战斗部杀伤目标^[3-5]。协同制导作战过程如图 1 所示。

2 中远程舰空导弹安全控制措施

中远程舰空导弹安全控制措施包括舰面被动安控和弹上自主安控^[6]。

收稿日期: 2018-05-17; 修回日期: 2018-05-31。

作者简介: 张艳(1981-), 女, 山东胶州人, 工程师, 主要从事战术导弹武器系统试验总体工作方向的研究。

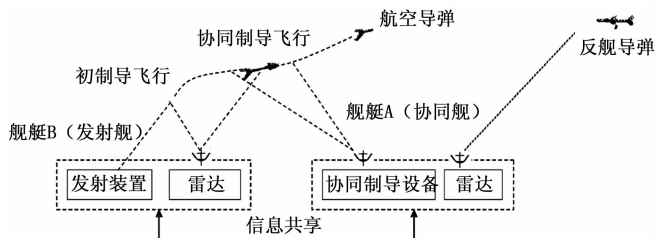


图 1 协同制导作战过程

1) 舰面被动安控。

舰面被动安控是由放置在舰面的安控计算机对导弹残骸落点进行实时预测, 当导弹飞行轨迹异常时, 由指令发送系统向弹上发送自毁指令。具体工作流程如下:

试验前设置安全管道, 导弹发射后, 安控计算机实时接收导弹探测系统提供的导弹位置、速度参数, 并实时进行导弹安控判断。当导弹在安全管道内飞行时认为导弹飞行正常, 当飞离安全管道后, 安控计算机实时计算并显示导弹此刻自毁时残骸落点的散布位置, 当判断导弹残骸落点飞离安全试验航区并影响被保护目标安全时, 由武控系统操作人员按下自毁按钮, 由指令发送系统向弹上发送自毁指令。导弹在接收到自毁指令后, 将引爆命令通过引信传递到战斗部, 战斗部即刻启爆, 启爆后形成的残骸将落入设定的安全试验航区之内。射向坐标系下的导弹安全试验航区及安全管道示意图如图 2 所示。

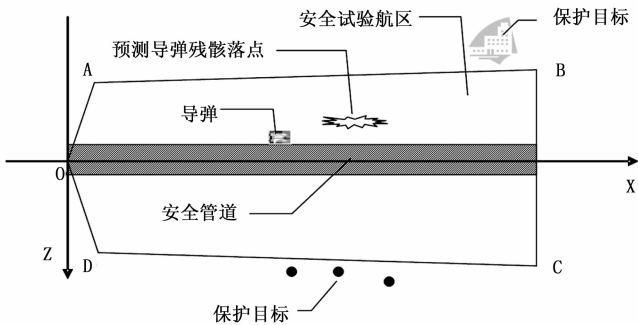


图 2 试验航区及安全管道示意图

2) 弹上自主安控。

弹上自主安控主要是在导弹出现后向飞行和飞过理论遭遇点两种情况下实施, 因此, 弹上自主安控在整个安控实施中只起辅助作用。弹上自主安控可根据导弹工作特点设置不同的安控判断依据, 例如可将弹目相对速度改变符号作为判别条件, 再由弹上计算机判别是否对导弹实施自毁, 条件满足后 3~5 s 发自毁指令。

3 安控基本方案

在中远程舰空导弹协同制导飞行试验中, 需要由两个以上舰艇平台参与对导弹的制导工作, 每个舰艇平台上的安控系统必须进行信息交互, 确保导弹飞行的全程可监控。考虑到弹上自主安控与导弹是否协同制导飞行无关, 因此, 主要针对中远程舰空导弹被动安控基本方案进行设计。

3.1 被动安控系统组成

被动安控系统主要由导弹外弹道信息采集系统、指令发送系统、武控系统、发射舰安控计算机、协同制导舰安控计算机、弹上相关设备、以及相应的通信链路组成, 如图 3 所示。

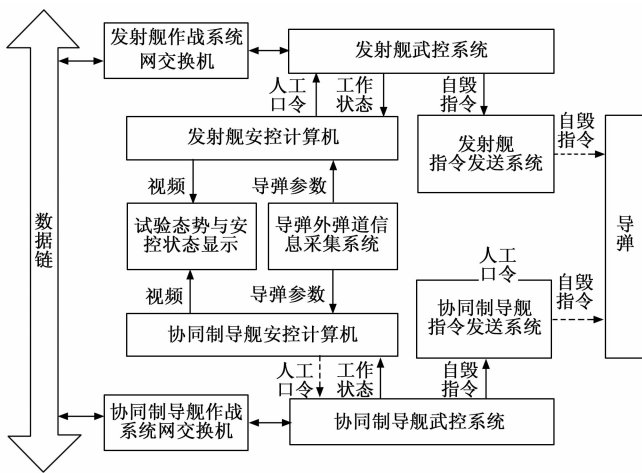


图 3 被动安控系统组成图

其中, 导弹外弹道信息采集系统实时提供导弹的位置、速度参数^[7]; 安控计算机为运行安控软件的计算机, 安控软件承担处理安控相关数据并进行导弹自毁判断的任务, 安控计算机需要分别放置在导弹发射平台和导弹协同制导舰上。

3.2 安全管道设置及导弹自毁残骸落点估算

安全管道即导弹在正常工作情况下飞行的区域。正常情况下, 弹道水平面投影约为发射点与命中点之间的一条直线, 取理论弹道水平投影为基准, 根据具体试验弹道确定安全管道长度; 综合考虑目标速度起伏、导弹初始姿态扰动、导弹飞行高度等因素确定安全管道的宽度; 将相对 0 至最大飞行高度的一个空间区域作为安全管道的高度。

当导弹在空中自毁后, 弹体结构分解, 形成总数不定、大小不等的碎片。由于碎片无规则的气动外形, 其气动阻力系数与完整弹体相比有很大增加, 其自由飞散区域将大为缩小, 要准确估算碎片的飞散距离非常困难, 可根据陆上飞行试验导弹残骸落点分布数据, 使用保守估计的气动阻力系数对残骸落点进行估算^[8], 即假设导弹自毁后断裂为两段, 前段还保留有较为完整的气动外型, 在此基础上估计其气动阻力系数, 可以认为这样估算得到的导弹碎片飞行距离大于实际飞行距离。

3.3 被动安控工作流程

实施协同制导飞行试验, 参试的两舰之间具备实时宽带数据传输能力是必要条件。安控系统可借助舰间数据传输能力实现安控信息接力。此时安控基本方案为: 在导弹发射平台和导弹协同制导舰上分别布置 1 套安控计算机, 与舰上相应信息源建立连接。导弹发射后至协同制导之前, 由发射平台安控计算机执行安控判断, 如需自毁由发射平台指令发送系统发送自毁指令; 启动协同制导时, 接力舰安控计算机从接力舰武控系统网或作战信息网获取弹动时

刻、发射点位置、实际射向以及制导雷达跟踪数据；接力之后，由接力舰安控计算机执行安控判断，如需自毁由接力舰制导雷达发送自毁指令。具体工作流程如下：

- 1) 发射平台武器系统收到目标跟踪数据后，发射平台安控计算机通过专用数据链路从武控系统网获取目标信息；
- 2) 发射时刻，发射平台安控计算机从武控系统网上获取弹动时刻、发射点位置及实际射向，形成导弹飞行安全管道（安全管道以弹动时刻导弹经纬度为起点，指向导弹实际射向）；
- 3) 发射平台安控计算机协同制导舰实时接收导弹外弹道测量数据，对导弹飞行轨迹进行实时监测；
- 4) 导弹发射后，协同制导舰安控计算机实时接收导弹外弹道测量数据，对导弹飞行轨迹进行实时显示；
- 5) 启动导弹协同制导时，导弹弹动时刻、发射点位置及实际射向等信息通过舰间数据链传送至协同制导舰武控系统网，导弹协同制导舰安控计算机从武控系统网上获取弹动时刻、发射点位置及实际射向，形成导弹飞行安全管道；
- 6) 当发射平台与协同制导舰的导弹制导工作交接完成后，导弹被动安控工作交由协同制导舰继续执行，协同制导舰安控计算机显示界面与发射平台安控计算机一致，安全管道均以弹动时刻导弹经纬度为起点，指向导弹实际射向；
- 7) 此时，发射平台安控计算机仍然可以接收导弹外弹道测量数据进行安控判断和显示，只是仅供发射平台上了解协同制导后导弹的飞行情况，如需自毁由协同制导舰完成；
- 8) 在导弹飞行试验过程中，当导弹飞行轨迹偏出安全管道时，由当前制导实施舰的安控计算机发出“危险”提示，同时开始计算导弹自毁残骸散布区域，当实时计算的残骸散布区域到达规定的安全区边界时，安控计算机给出“自毁”提示，提醒指挥员及时采取自毁措施。

3.4 安控软件方案

安控软件运行在安控计算机上，是导弹安控的具体实现单元，它具有初始化功能、数据接收及处理功能、导弹残骸落点预测功能、自毁判断功能、人机界面显示功能、模拟显示与数据回放功能等。

1) 初始化功能。

用户可在软件人机界面上对以下参数进行设置：

- ① 装订试验方案；
- ② 装订安全管道特征点、重点保护目标坐标等；
- ③ 雷达的数据输出坐标系原点与射向坐标系原点的相对位置。

2) 数据接收及处理功能。

数据接收及处理功能如下：

- ① 接收雷达跟踪目标数据；
- ② 接收导弹外弹道数据；
- ③ 接收发射平台导航数据；
- ④ 对接收数据进行有效性判断；
- ⑤ 坐标变化，将输入数据统一转换到射向坐标系中进行处理。

3) 导弹残骸落点预测功能。

预测导弹残骸的落点位置、散布范围。

4) 自毁判断功能。

给出导弹是否需要自毁的判断结果。

5) 人机界面显示内容。

- ① 显示试验航区电子海图，电子海图为矢量图并具备编辑功能；
 - ② 实时显示导弹武器系统工作状态；
 - ③ 显示安全管道位置，安全管道可根据发射点位置实时变化；
 - ④ 实时显示导弹、发射平台的位置、速度以及时间等参数数据；
 - ⑤ 实时显示导弹残骸的预测落点位置；
 - ⑥ 显示外弹道测量数据传输状态、数据是否有效标志；
 - ⑦ 显示导弹自毁告警、自毁判断等标志。
- 6) 模拟演示与数据回放设计。
- ① 能够脱机模拟导弹正常飞行和故障飞行情况、自毁报警、实时安控；
 - ② 可事后回放。
- 7) 数据处理流程。

安控软件数据处理流程如图 4 所示。

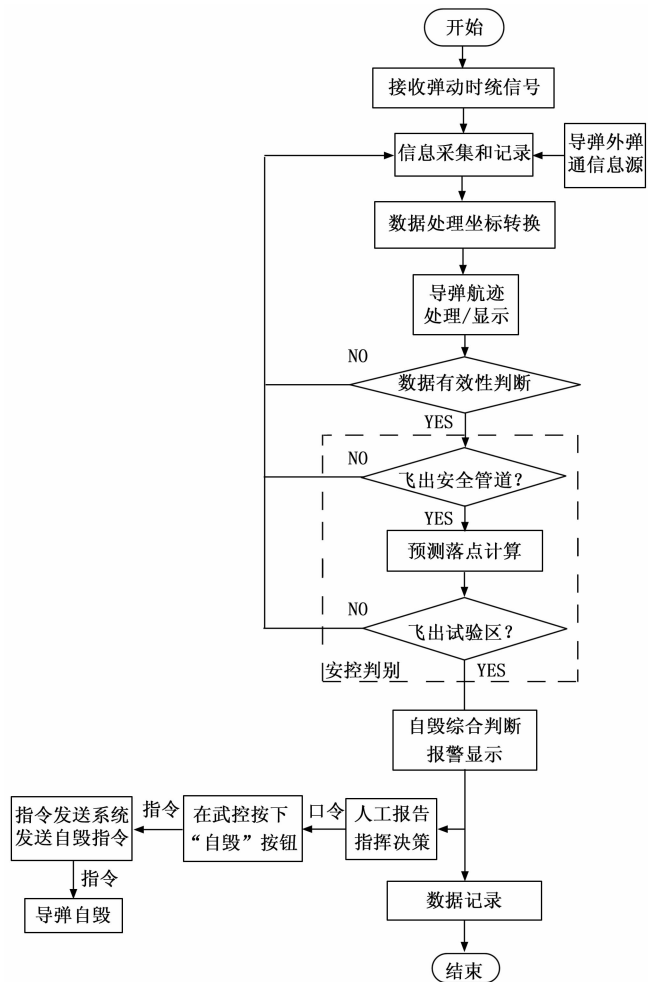


图 4 安控软件数据处理流程

(下转第 179 页)