**研究思路：**

现代战争得强度较大，空袭与防空资源种类较多，为帮助指挥员管理如此种类繁多、数量庞大的兵器并及时根据战场形势作出最优决策，需要充分利用现代科学技术如运筹优化的理论与方法，将目前已有的各种武器系统形成一个整体，力求整个作战体系在任何形势或环境条件下，都能及时有效地杀伤各种类型的目标，完成作战目标。

运筹优化旨在给定相关条件限制下（如杀伤网络中执行任务上限、武器攻击中目标权重约束、弹药后勤供应中服务水平限制等），分配相关资源并选取某种执行方案使目标达到全局最优（如最小化任务的费用、最小化战损总消耗、最小化弹药的总供应量等）或均衡多个目标实行多目标优化。

在作战体系中，**资源配置通常带有离散的属性**（如是否从给定的一个点到另一个点执行某种任务、是否使用某类武器打击某个目标、执行方案是否满足某个场景等），因而，我们面临的运筹优化问题通常带有整数变量，也就是**整数规划问题**。快速有效地求解这些整数规划问题，得到问题的全局最优解，是本项目得主要研究对象。然而，在理论上，整数规划具有NP困难性，这也给算法设计和分析带来了极大的挑战。**本项目旨在充分利用作战体系中的整数规划问题的特殊结构，针对整数规划模型的问题特性，从预处理算法、割平面算法、启发式算法等角度出发，研究分支定界算法框架下的加速求解技术。得到杀伤网资源资源优化的精确算法并进行集成与试验验证。**为根据战况及时动态调整并使整个作战体系效能达到实时全局最优提供保障，为指挥员及时有效判明战场形势并做出最优决策提供技术支持。

**研究方案：**

1. **构建防空反导体系中的杀伤链与杀伤网的数学建模。**

杀伤网问题可以归结为武器目标分配问题，其主要关注从常规机制的预警系统中预测到的敌方飞机或导弹飞向我方城市或军事目标时，根据飞来的时间、速度、距离、高度等数据预测若采用各种拦截决策时对敌方飞机或导弹的拦截效率和拦截后的拦截效果与战损估计。依此可以进行最近本的数学模型设计：

其中 代表第 个资源被运用于第个拦截任务， 表示该情况下预期的战损评估。目标函数最小化战损总消耗，第一个约束要求用在拦截 的策略的权重不超过给定阈值，后续拓展可以迭代改进该约数的条件。第二个约束要求每个资源最多用在一种任务上。该模型指出了杀伤网相对于每个具体的目标依次采用杀伤链能够更好地整合资源。后续的算法将依此模型进行迭代，尽可能达到更好的建模效果。

1. **设计杀伤网资源优化问题的整数规划算法。**

设计将针对模型具体分析问题的特殊结构，从预处理算法、割平面算法、启发式算法等角度出发，研究分支定界算法框架下的加速求解技术，得到杀伤网资源资源优化的精确算法，并给出算法理论最优性的数学证明。并依此算法的结果分析其他算法的效果，其中主要设计的方法包括：

1. 割平面方法。依据资源的具体结构，推导定制的割平面算法，改善模型质量，以加速问题的求解速度，通过数值实验，分析该问题中涉及的整数规划求解器，进行参数调优，确定割平面算法在每个分支定界节点的执行频率；在某一分支定界节点产生的割平面应用到其他节点的标准；在每个节点添加割平面的数量等参数，以最大化割平面方法效率的最大化。
2. 分支定界方法。根据问题分支过程中不同子问题的关系，提出强有效的分支策略，割掉不同子问题之间的可行域相交部分，减少搜索树的规模，提升问题的求解效率。通过大量数值实验反复论证，验证新的分支策略的有效性。
3. **形成关于杀伤网资源优化问题的整数规划算法的报告并开发软件模块。**

报告包括杀伤网模型构建，精确性算法文档；优化软件以保证软件模块计算出80个目标，300个资源求解场景下得到解析最优解时间不超过15分钟。