

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.10.010

简易控制火箭子母弹战场损伤分析技术

周建平¹, 张鹏飞¹, 曹银²

(1. 解放军炮兵学院 1 系, 安徽 合肥 230031; 2. 中国人民解放军 73146 部队 装备部, 福建 泉州 362321)

摘要: 为满足火箭子母弹未来战场技术保障的需求, 提高战场技术保障能力, 对简易控制火箭子母弹战场损伤分析技术进行研究。综合利用基本功能项目分析、损伤模式及影响分析、损伤树分析及损伤定位分析方法进行火箭子母弹战场损伤分析, 获取了火箭子母弹战场损伤的信息。结果表明, 该技术能较为准确地预测火箭子母弹战场损伤情况, 为火箭子母弹战场损伤评估奠定基础。

关键词: 火箭子母弹; 战场损伤评估; 战场损伤分析

中图分类号: TJ415 **文献标识码:** A

Battlefield Damage Analytical Technique of Rocket Cargo Projectile

Zhou Jianping¹, Zhang Pengfei¹, Cao Yin²

(1. No. 1 Department, Artillery Academy of PLA, Hefei 230031, China;

2. Department of Equipment, No. 73146 Unit of PLA, Quanzhou 362321, China)

Abstract: Battlefield damage analytical technique of rocket cargo projectile is studied to meet future battlefield technical support demand of rocket cargo projectile and improve battlefield technical support ability. Battlefield damage analysis of rocket cargo projectile has been carried out by means of BFIA, DMEA, DTA and DL, which obtains battlefield damage data of rocket cargo projectile. It proves that battlefield damage situation could be calculated with accuracy by this technology, which lays a foundation for battlefield damage assessment of rocket cargo projectile.

Keywords: rocket cargo projectile; battlefield damage assessment; battlefield damage analysis

0 引言

简易控制火箭子母弹是远程火箭炮主要配用的弹药, 用于精确打击敌战役、战术纵深内的各种集群目标和面积目标, 该火箭弹集微电子技术、控制技术、微机电技术等高新技术于一体, 结构复杂, 技术含量高, 维修保障难度大。由于现行维修保障组织体系不够完善、研制部门与部队维修使用存在脱节现象, 部队火箭子母弹技术保障能力还比较弱。一方面, 简易控制火箭子母弹结构复杂, 维修保障涉及信息、机械及控制技术等多种领域; 另一方面, 装备保障部门收集掌握的火箭子母弹战场损伤信息有限, 目前国内的研究比较少, 因此战时火箭子母弹技术保障难度大。

战场损伤分析是预测装备在战场上发生的可能损伤模式和事件的分析技术, 是为战场抢修特别是战场损伤评估 (Battlefield Damage Assessment, BDA) 所作的预先准备工作。利用战场损伤分析技术对装备进行战场损伤分析, 是获取装备损伤信息 (如损伤模式、损伤原因、损伤影响、修复方法、资源等) 的重要手段。故利用战场损伤分析对简易控制火箭子母弹可能故障进行研究, 以满足火箭子

母弹未来战场技术保障的需求, 提高战场技术保障能力。

1 火箭子母弹战场损伤分析过程

战场损伤分析研究的内容主要包括: 基本功能项目分析 (Basic Function Item Analysis, BFIA)、损伤模式及影响分析 (Damage Mode and Effect Analysis, DMEA)、损伤树分析 (Damage Tree Analysis, DTA)、损伤定位分析 (Damage Location Analysis, DLA) 等。火箭子母弹战场损伤分析过程为: 运用 BFIA 研究并提出 DMEA 的分析对象; 经 DMEA 分析确定基本功能项目 BFI 的损伤模式、损伤原因、修复方法及上一级影响、最终影响; 以最终影响为顶事件、以产生这个影响的所有基本功能项目为底事件, 研究其间的损伤组合及传递关系并形成损伤树; 以损伤树为理论根据, 结合专家所提供的领域知识作为判断根据, 从顶事件开始逐级地向下进行判断, 直至找出最终的底事件。图 1 为火箭子母弹战场损伤分析过程框图^[1]。

2 火箭子母弹基本功能项目分析

基本功能项目分析是在明确火箭子母弹系统为

收稿日期: 2010-04-16; 修回日期: 2010-06-15

作者简介: 周建平 (1961-), 男, 江苏人, 兵器科学与技术专业博士, 炮兵学院硕士生导师, 从事装备技术保障研究。

完成规定作战任务所需实现的基本功能的前提下, 区分并确定基本功能项目, 进行层次分析, 绘制基

本功能项目树, 确定最低约定层次的过程, 也称基本项目分析。

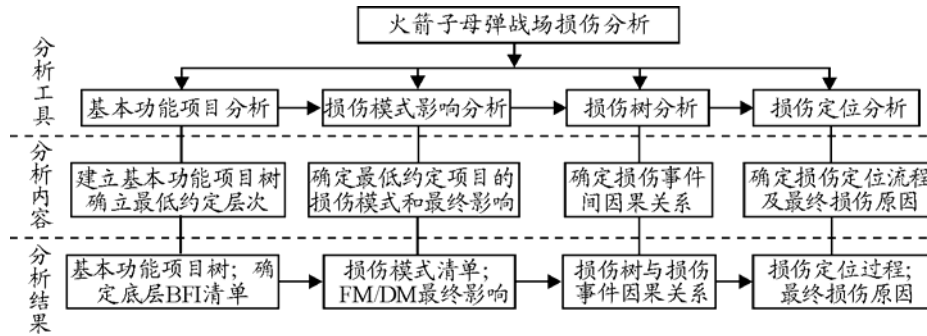


图 1 火箭子母弹战场损伤分析过程框图

基本功能项目是指那些受到损伤将导致对作战任务、安全产生直接致使性影响的项目。确定基本功能项目, 实际上就是确定哪些项目需要做进一步分析, 找出 BDAR 决策的对象即基本功能项目。基本功能项目是战场抢修及评估的对象, 也是战场损伤分析的对象。在装备战场抢修研究中, DMEA 是分析研究战场上装备的抢修问题的有效工具。DMEA 并不针对装备的所有功能、所有部件, 而只需针对作战任务和安全有直接影响的基本功能项目。确定基本功能项目之前, 首先应根据火箭子母弹的作战任务要求, 利用系统功能分析的结果, 确定系统完成作战任务所需实现的基本功能。确定火箭子母弹基本功能项目时应遵循以下原则:

1) 基本功能项目的损伤是直接导致任务不能完成而不是某种程度的减弱(例如降低发射速度或毁伤效果较差), 或只对自身或较低产品层次功能发生破坏的项目;

2) 基本功能项目是指完成作战任务必不可少的项目, 各种备用项目、冗余系统均不属于此列;

3) 基本功能项目不仅包括零部件还应包括其部分位置, 如管路, 电路的连接部分。

依据上述原则, 确定简易控制火箭子母弹基本功能项目分为 4 部分, 并对火箭弹各基本功能项目进行详细的划分, 在进行火箭子母弹 BFI 分析基础上建立基本功能项目结构树, 如图 2。

3 火箭子母弹损伤模式分析

DMEA 是分析确定由于战斗损伤造成的损伤形式和程度的过程或技术, 为战场损伤评估及抢修提供依据。在建立火箭子母弹基本功能项目结构树的基础上, 即可针对各个基本功能项目进行 DMEA。对于每个基本功能部件, 确定由各种威胁机理引起的损伤模式及其对武器系统基本功能的影响(即最终影响), 除此之外还包括某一任务阶段下项目的所有功能、每一功能的所有损伤模式、每一模式的所有损伤原因、每一模式所造成的各级损伤影响(包括项目损伤后对本身的影响即局部影响、对上级项目的影响即高一层影响、对装备系统的影响即最终影响)、严酷度等内容。DMEA 应包括所有重要的分系统及其部件, 应确定可能遇到的损伤种类及每个部件可能产生的主要和次要影响。确定 DMEA 后所得的 DMEA 表格中的信息都可以支持损伤分析, 表 1 为简易控制火箭弹 DMEA 表^[2], 从中可以看出基本功能项目受到损伤后对装备完成基本任务功能的影响。

4 火箭子母弹损伤树分析

DTA 是以损伤树为工具, 用来描述装备系统的特定损伤模式与它的各个子系统损伤模式之间的关联与因果逻辑关系的倒立树状逻辑图, 分析装备系统发生损伤的各种途径的过程。其目的是寻找到指定时间发生的原因事件或原因事件组合, 即识别导致项事件发生的所有损伤模式。在已经完成 BFIA 和 DMEA 的前提下, 建立损伤树时以 DMEA 表中

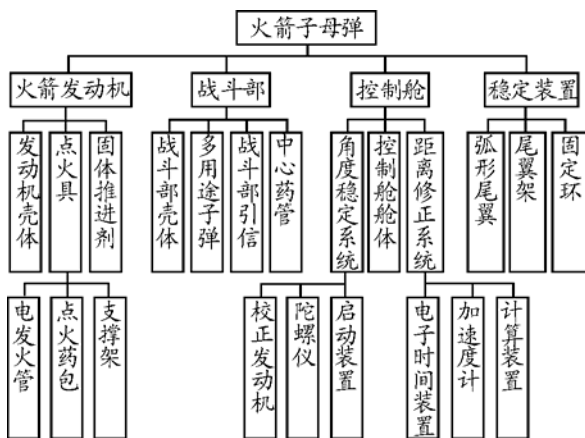


图 2 火箭子母弹基本功能项目结构树图

的某个最终影响为顶事件, 后续的关键工作是逐层详细分析可能引起此损伤的各个原因, 直到判断出

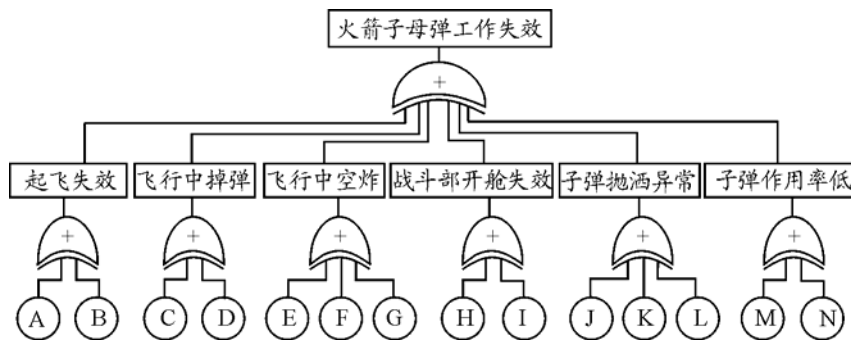
底事件即造成损伤的根本原因。图 3 为简化的火箭子母弹工作失效的损伤树示意图^[2]。

表 1 火箭子母弹损伤模式分析表

基本功能项目	功能	故障模式	故障原因	任务阶段与工作方式	故障影响			故障检测方法	严酷度
					局部影响	高一次影响	最终影响		
发动机	为火箭弹飞行提供动力	点火具不工作	点火回路断路	发射阶段	发动机不能起动	起飞失效	任务失败	检测电阻	III
		发动机壳体破裂	材料工艺缺陷	任务全过程	发动机不能正常工作	弹道异常	任务失败	探伤检查	III
			运输中损坏	任务全过程	发动机不能正常工作	弹道异常	任务失败	探伤检查	III
			内压过高	飞行阶段	发动机停止工作	飞行中掉弹	任务失败	探伤检查	II
		发动机装药断裂	固化残余应力	飞行阶段	发动机停止工作	飞行中掉弹	任务失败	探伤检查	II
战斗部	摧毁和杀伤敌目标	引信早炸	保险机构失效	飞行阶段	飞行中空炸	弹道异常	任务失败	引信检测	II
		引信失效	工艺质量差	飞行末段	战斗部不爆炸	开舱失效	任务失败	引信检测	III
		子弹引信失效	工艺质量差	子弹着地阶段	子弹不起爆	子弹作用率低	任务失败	抽检子弹	III
稳定装置	保证飞行稳定	尾翼变形或折断	工艺质量差	飞行阶段	飞行不稳	飞行中掉弹	任务失败	静态检查	III

由火箭子母弹工作失效的损伤树示意图可知, 火箭子母弹工作失效为顶事件 (即分析的起始事件, 指战场损伤对火箭子母弹造成的最终影响), 圆圈内的为底事件 (即造成装备战场损伤的根本

原), 其余方框内的为中间事件, 线条中间的盾牌形图形为逻辑异或门符号 (表示输入事件中任何一个发生都可引起输出事件发生, 但输入事件不能同时发生)。



- A: 点火头失效; B: 点火回路断路; C: 尾翼损坏; D: 弹体强度降低; E: 引信安全保险解脱;
- F: 发动机壳体破裂; G: 推进剂断裂; H: 引信失效; I: 开舱装置失效; J: 开舱装置工作异常;
- K: 子弹稳定装置失效; L: 子弹引信保险解脱; M: 子弹引信失效; N: 子弹自毁失效。

图 3 火箭子母弹损伤树

5 火箭子母弹损伤定位分析

损伤树分析仅能获得各损伤事件间的组合传递情况或上下级损伤事件间的因果关系, 不能判定引起某个顶事件或中间事件的底事件的信息, 即仅根

据损伤树不能判断导致某个损伤事件的根本原因。战场损伤评估的第一步就是要准确的损伤定位, 必须提供进行损伤定位的有关信息。故在火箭子母弹损伤树的基础上进行损伤定位分析。 (下转第 41 页)

Video Technology, 2004.

[2] U Gargi, R Kasturi, S H Strayer. Performance Characterization of Video-Shot-Change Detection methods[J]. IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, 2000, 10(1): 1-13.

[3] 章毓晋. 基于内容的视觉信息检索[M]. 北京: 科学出版社, 2003.

[4] 薛模根. 数字图像处理及其军事应用[M]. 北京: 解放军出版社, 2005.

[5] 周明全. 基于内容的图像检索技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007.

[6] 艾海舟, 武勃. 图像处理分析与机器视觉[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.

[7] 郭忠伟, 张中廷, 等. 一种战场图像目标角点提取方法[J]. 兵工自动化, 2009, 28(8).

(上接第 34 页)

损伤定位就是通过检查、检测、判断等手段确定引起损伤事件的损伤原因。战场损伤定位分析是针对损伤事件, 自上而下进行检查分析、查找与判断损伤原因的过程。损伤定位流程图分析指在战场损伤评估过程中, 在损伤模式影响分析和损伤树分析的基础上, 采用流程框图的形式, 对战场上的损伤事件进行损伤定位分析的方法, 是进行战场损伤分析的主要手段。建立火箭子母弹损伤定位流程图时应遵照以下原则^[3]: 1) 对应损伤树原则: 进行损伤定位分析时, 每一流程图对应一棵损伤树, 同一定位流程图上不能出现不同损伤树上的事件; 2) 唯一

通路原则: 由顶事件到每个底事件都应当有唯一的通路。若有多个通路到达同一底事件, 就表明损伤树分析或流程定位分析过程中出现了逻辑错误; 3) 判断次序先后原则: 对同一事件的子事件进行分析判断时, 先后顺序的选择应符合快速、准确的原则。一般来说, 先进行容易判断的、损伤概率大的、对装备影响大的损伤事件, 后进行判断复杂、不易确定、损伤概率小、对装备影响小的损伤事件。

根据以上建立损伤定位流程图原则及 DMEA 表中的信息, 可绘制损伤报告事件为“火箭子母弹工作失效”的定位流程图(图 4)。根据图中提供的信息进行判断, 最后可确定引起顶事件的底事件。

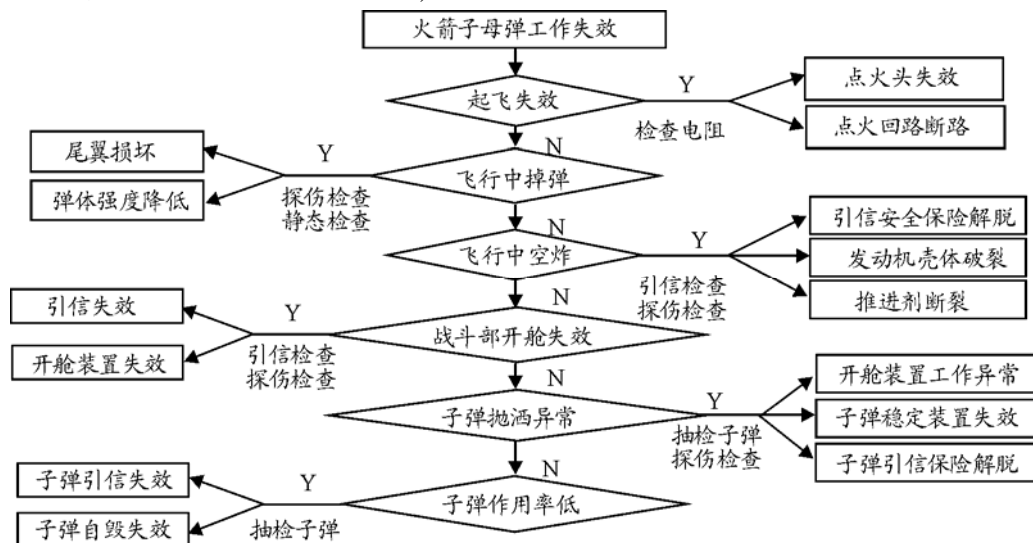


图 4 火箭子母弹损伤定位流程图

6 结束语

该研究能较为准确地预测该火箭子母弹战场损伤情况, 为其 BDAR 分析、战斗恢复力预计与设计、战时备件研究、战时维修保障以及装备的技术改进等提供依据, 可为提高远程火箭炮武器系统战场技术保障能力, 保持装备持续战斗力提供参考。

参考文献:

[1] 唐雪梅, 张金槐, 等. 武器装备小子样试验分析与评

[M]. 北京: 国防工业出版社, 2001.

[2] 唐卫丰. 远程火箭炮战场损伤分析研究[D]. 合肥: 炮兵学院, 2009.

[3] 孙栋, 张春润, 等. 基于损伤树的车辆装备战场损伤分析过程研究[J]. 军事交通学院学报, 2008(3): 38-40.

[4] 王润生, 贾希胜, 等. 战场损伤分析过程及存在问题研究[J]. 兵工学报, 2004(2): 139-142.

[5] 余先兴, 李华. 子母弹对单目标射击任务可靠性分析[J]. 四川兵工学报, 2009(11): 113-114.