

基于故障树的某型舰炮转弹阻铁 不解脱故障分析与处理

白颖¹, 李峻年²

(1. 92941 部队 94 分队, 辽宁 葫芦岛 125001; 2. 海军驻葫芦岛 431 军代室, 辽宁 葫芦岛 125001)

摘要:针对某型舰炮转弹阻铁不解脱故障现象,在对转弹阻铁机构组件的组成和原理分析的基础上,建立了层次故障树模型,进行定性分析和针对性排查试验,快速确定了该故障发生的原因,有效地排除了故障,大大节省了排查时间。

关键词:舰炮;转弹机;阻铁;故障树

本文引用格式:白颖,李峻年.基于故障树的某型舰炮转弹阻铁不解脱故障分析与处理[J].四川兵工学报,2014(1):28-30.

中图分类号:TJ391

文献标识码:A

文章编号:1006-0707(2014)01-0028-04

Failure Analysis and Processing of a Naval Gun System Projectiles Rotating Resistance Iron Can't Release Based on Fault Tree

BAI Ying¹, LI Jun-nian²

(1. 92941 Unit 94 Element, PLA, Huludao 125001, China;

2. Navy Representative Office in 431 Plant, Huludao 125001, China)

Abstract: Aiming at a naval gun system fault phenomenon of projectiles rotating resistance iron can't release, this paper set up the layer fault tree model based on the composition and principle analysis of the projectiles rotating resistance iron mechanism, and made a qualitative analysis and specific troubleshooting tests. It identified the cause of the fault quickly at last. The fault was eliminated effectively, and troubleshooting time was saved greatly.

Key words: naval gun system; projectiles rotating mechanism; resistance iron; fault tree

Citation format: BAI Ying, LI Jun-nian. Failure Analysis and Processing of a Naval Gun System Projectiles Rotating Resistance Iron Can't Release Based on Fault Tree [J]. Journal of Sichuan Ordnance, 2014 (1): 28-30.

随着海军武器装备的不断发展,舰炮射击试验可靠性要求也不断提高^[1]。而大中口径舰炮的补供弹及发射系统都是十分复杂又特殊的机电结构,有的还包括液压结构,具有使用频率高、不便于保养等特点,使其成为舰炮中故障发生率较高的子系统。

在某型新型舰炮陆上试验射击中,出现了转弹机转弹阻铁不解脱,舰炮停射的故障。现场进行检查分析,发现转弹机停在转弹阻铁位,针对这一问题进行排查。排查前期,采

用直接经验方法,排查思路不明确,解决故障用时比较长。后期,在对发射系统这一部分的结构、工作机理进行分析的基础上,通过建立故障树模型,进行针对性的排查试验,最终明确了故障发生的具体位置、原因以及机理^[2]。在采取针对性维修措施后,装弹进行武器逻辑性能检查,系统满足使用要求,从而为后续射击试验的顺利进行提供了保障。与直接经验方法相比,其逻辑性强,不易遗漏可能故障原因,尤其对复杂系统的故障分析更为适用。

1 转弹阻铁机构组件的结构组成和工作原理

发生故障的转弹机是发射系统的重要部件,隶属舰炮的俯仰部分。主要功能是将摆弹机摆上来的弹药转至输弹位。从而输弹进膛,关门,击发。转弹阻铁机构组件安装在摇架上,摇架是发射系统重要的连接和支承组件,它通过耳轴安装在托架上并通过高低齿弧与高低机连接。转弹阻铁机构组件主要由转弹机阻铁解脱油缸、阻铁机构组成,如图1所示。转弹阻铁解脱油缸主要由壳体、活塞杆和杠杆组成。阻铁机构主要由保险器和缓冲装置组成,保险器主要由壳体1、复位簧、转换轴、导向轴、阻铁1和阻铁2组成,缓冲装置主要由壳体2碟簧和缓冲杆组成。

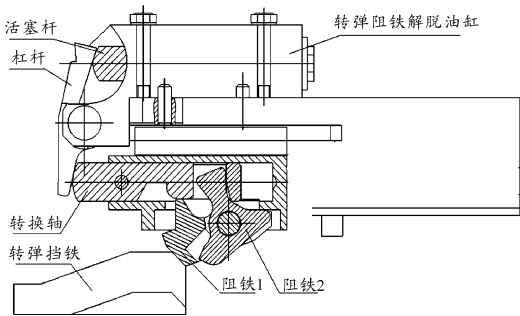


图1 转弹阻铁结构组件示意图

承载弹药的转弹机模板(如图2所示)与转弹机动力筒的弹簧连接,转弹挡铁安装在转弹机模板上。阻铁机构安装在摇架上,在弹药击发后,舰炮后座时,炮尾推动转弹机模板前端,转弹机模板压缩转弹机动力筒里的弹簧,为转弹机储存能量,舰炮后座结束后炮尾在复进机的作用下向前运动,转弹机模板上的转弹挡铁被阻铁机构的阻铁1挡住,停在转弹阻铁上,保险器在缓冲装置的壳体2上滑动压缩缓冲器碟簧,阻铁机构切断了动力,使舰炮转弹机处于待转状态。此时如果满足后坐部分复进到位和转弹机同步位抱爪伸出的2个条件,则送出转弹阻铁解脱信号,那么转弹阻铁电磁换向阀将接通,液压油推动转弹阻铁油缸的活塞杆,活塞杆伸出,活塞杆推动杠杆运动,在杠杆作用下,转换轴收缩,当转换轴的空位让开阻铁1的定位面后,阻铁1在阻铁2的作用下旋转,解脱转弹挡铁,复进到位后完成转弹动作,将该位置的弹药转至输弹位,下面的弹药转至该位置。

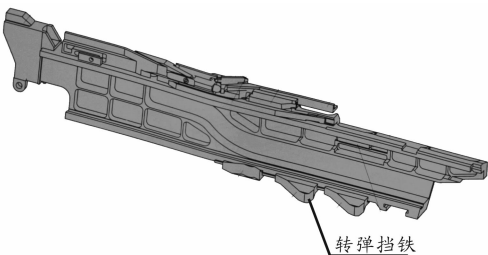


图2 转弹机模板

2 基于故障树的转弹阻铁不解脱故障原因分析

转弹机由于结构繁琐、情况复杂,所以故障原因较多。以传统的手段对其进行检测和定位,往往难以很快给出相应的故障判断,造成排故时间的拖延。而且该型舰炮为新研制炮型,其各故障底事件的发生概率估算不够全面,定量分析也不一定准确。据此,根据该炮的前期使用情况,应用故障树分析方法对转弹机转弹阻铁不解脱的故障进行定性分析。通过分析和判断找出薄弱环节,进行验证,从而找到故障原因所在。

2.1 转弹阻铁不解脱因素的故障树模型建立

该转弹机在转弹过程中的故障现象,主要表现为转弹阻铁不解脱,转弹机停在转弹阻铁位,根据对该转弹系统的功能与结构分析,这种故障模式主要是由机械系统中的转弹机及附属部件、电气系统以及液压系统故障造成。因此,以转弹阻铁不解脱故障为顶事件,建立层次故障树如图3所示。分析顶事件发生的直接的、必要的和充分的原因,得出3个次级定顶事件,即中间事件。在3个中间层事件里,电气部分包括线路、控制板、电磁阀等方面原因;液压部分包括活塞杆、油缸等方面原因;机械部分包括杠杆、阻铁、挡铁、保险器、转换轴、缓冲装置、转弹机动力筒等方面原因。通过层层分析到达故障树分解极限,最后将故障树分解为17个底事件^[3-5]。由于系统组成构件众多,不可能对所有的构件进行分析,因此故障树中仅考虑影响安全性、使用性的事件,不考虑发生概率极小且无严重后果的事件^[6]。

2.2 转弹机转弹阻铁不解脱原因分析

基于转弹阻铁不解脱故障树,对其不解脱原因进行定性分析。阻铁机构的解脱是由转弹阻铁油缸的活塞杆伸出来完成的,从故障树模型可看出,影响其解脱的因素与电气系统、液压系统及机械系统3个方面有关。

2.2.1 电气系统因素

电气系统通过控制电路判断解脱条件,满足则送出控制信号,控制电磁阀动作,转弹阻铁正常解脱。电气系统线路接触不良、信号干扰、控制板性能下降、电磁阀性能下降等则可能会影响转弹阻铁解脱动作或行程,使解脱力变小。

2.2.2 液压系统因素

液压系统是转弹阻铁解脱的动力来源,液压系统故障会使转弹阻铁解脱行程变短和解脱力变小。液压系统故障可能原因是活塞杆伸出受外限制、液压系统的压力小、转弹阻铁解脱油缸漏油、油缸卡滞及电气故障等。活塞杆伸出受外限制或油缸卡滞将会影响转弹阻铁解脱行程,液压系统压力减小及油缸漏油则会使转弹阻铁油缸的活塞杆的解脱力变小。

2.2.3 机械系统因素

1) 杠杆因素

转弹阻铁解脱油缸上的活塞杆伸出的力是通过杠杆传递给转换轴的,杠杆变形或者杠杆磨损严重都会引起转弹阻

铁不解脱故障。

2) 保险器因素

与杠杆接触转换轴面磨损严重、转换轴卡滞、阻铁与转换轴作用面卡滞、阻铁与转弹挡铁作用面磨损等都能引起转弹阻铁不解脱。

3) 缓冲装置因素

转弹机模板冲击阻铁1,阻铁机构是通过缓冲装置里的碟簧实现缓冲的,碟簧力变小可能会引起挡铁压缩保险器行程变大,从而活塞杆的解脱行程变大,活塞杆的行程是固定的,所以碟簧力变小将会引起转弹阻铁不解脱。

4) 转弹挡铁因素

与阻铁1作用面如磨损,将会增加阻铁1与挡铁解脱时

滑动摩擦系数,增大滑动摩擦阻力,使转弹阻铁不解脱。

5) 转弹机动力筒因素

转弹机动力筒如动力过大,会使解脱转弹阻铁机构力变大,导致转弹阻铁不解脱。

通过对该故障树定性分析,确定最小割集和定性重要程度,定性重要度则说明了各个最小割集对系统和设备故障贡献大小^[7]。结合实际现场运行和操作情况,依据工程经验及前期试验情况,沿着故障树干向树梢逐项分析,对顶事件影响较大的重要底事件进行重点关注^[8-9],可分析出杠杆接触转换轴面磨损、杠杆变形、碟簧力变小、转弹机动力筒动力过大、电磁阀性能下降等底事件,故障概率相对较高,定性重要度较大。

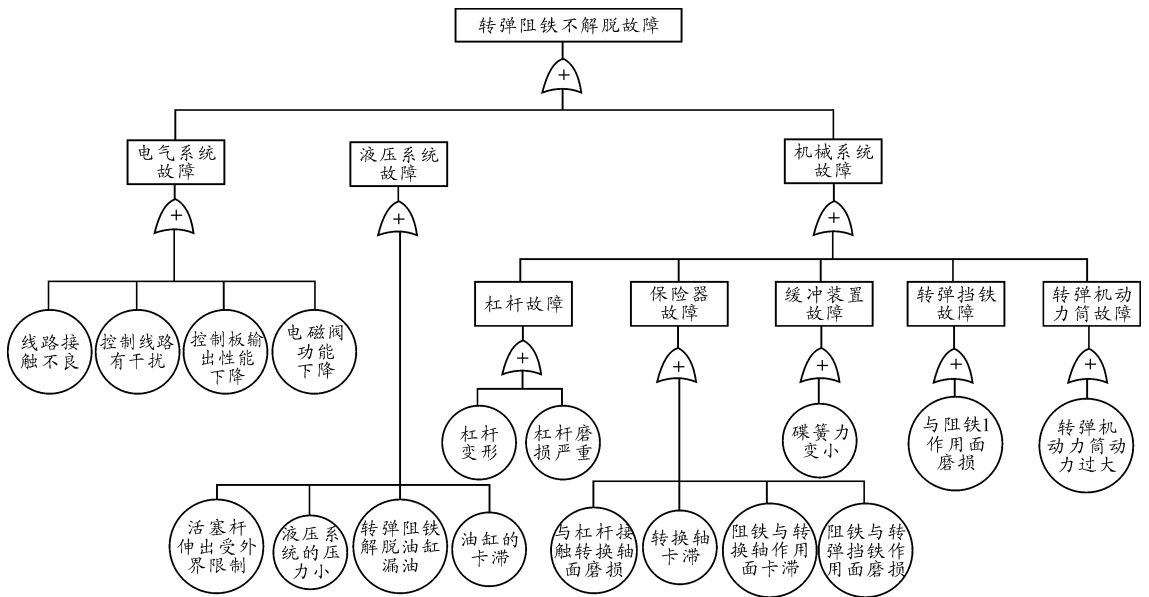


图3 转弹阻铁不解脱故障

之沙尘雨水入侵等因素,加大了部分零部件的磨损。

3 故障定位及验证

从故障概率相对较高的重要底事件入手,先对该处电磁阀进行更换,装弹后进行武器逻辑性能检查,发现故障依旧。

拆下阻铁机构,检查杠杆接触转换轴面、转弹挡铁面,发现与转弹挡铁面接触的阻铁1磨损严重,阻铁1和阻铁2配套使用且是寿命件,在发生转弹阻铁不解脱故障时,阻铁1与阻铁2已达到使用寿命,按照维修手册更换阻铁1与阻铁2。更换后,通过电磁阀模拟进行转弹阻铁动作,没有出现转弹阻铁不解脱现象,装弹后进行武器逻辑性能检查,系统满足使用要求,没有出现该故障现象。在后续的近百发实弹射击试验中,转弹阻铁不解脱故障也未再次发生,说明故障定位准确,得到了有效排除。

归纳分析造成转弹阻铁不解脱故障发生的原因,一方面是由于系统结构复杂,维护保养操作不便不及时;另一方面是由于发射系统使用环境恶劣,频繁承受剧烈冲击振动,加

4 结束语

转弹阻铁不解脱故障是一个多途径的复合式故障。在试验现场时间安排较紧的情况下,排除转弹阻铁不解脱故障的前期,由于对故障原因分析的思路不明确,影响了排查效率,拖后了试验节点。排查后期,通过建立故障树进行定性分析,迅速地找到了故障部位并排除^[10],缩短了故障排查和检修时间。验证试验证明转弹阻铁不解脱的故障树模型及原因定位是准确的。在交付部队使用后,应该对该型舰炮可能发生的故障建立故障树,依据前期试验统计数据及工程经验估算各底事件的发生概率,从而在发生故障时可以进行定性及定量分析,这将大大提高故障诊断率,有效地节省了排查时间,提高武器效能。

降低反舰导弹的生存能力。针对这一现象,本文重点研究了掠海飞行高度对反舰导弹突防能力的影响。通过仿真分析,得到了在反舰导弹被拦截次数不变的掠海飞行高度范围内,提高飞行高度能够增大单枚导弹的突防概率这一结论。该结论对反舰导弹的作战使用具有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 彭汉国,王永洁,赵阳杨. 超声速反舰导弹蛇形机动突防舰空导弹建模仿真[J]. 战术导弹技术,2008(5):78-83.
- [2] 马良,姜青山,汪浩,等. 反舰导弹对舰空导弹的机动突防模型研究[J]. 海军航空工程学院学报,2008,23(2):185-188.
- [3] 任义广,沙基昌,荆涛. 舰空导弹反导作战拦截次数的建模与仿真[J]. 火力与指挥控制,2009,34(10):108-110.
- [4] 宋贵宝,孔丽,李红亮,等. 密集阵反导系统拦截反舰导弹模型研究[J]. 系统仿真学报,2004,16(10):2128-2130.
- [5] 秦志强,王明海,湛必胜. 巡航导弹海上生存能力模型研究[J]. 火箭与制导学报,2006,26(3):71-73.
- [6] 朱璘,王航宇. 掠海飞行反舰导弹攻击效果仿真研究[J]. 微计算机信息,2008,24(1):246-247.
- [7] 雷小龙,关世义,常伯浚. 掠海飞行导弹击水概率的仿真研究[J]. 宇航学报,1990(3):19-22.
- [8] 张金春,叶振北. 海浪引起的反舰导弹坠海概率分析[J]. 战术导弹技术,2010(6):29-32.
- [9] 方有培,汪立萍,赵霜. 反舰导弹突防技术研究[J]. 航天电子对抗,2004(6):40-44.
- [10] 曾家有,姜青山,张道伟. 提高反舰导弹突防能力的几点对策[J]. 飞航导弹,2006(11):22-25.
- [11] 李勇,马良,郭巍. 超音速反舰导弹蛇形机动的突防方案设计[J]. 舰船电子工程,2009(10):40-43.
- [12] 魏仲英. 防空导弹射击指挥仪设计[M]. 北京:宇航出版社,1993.
- [13] 张书宇,张金春,李雪梅. 多方向饱和攻击时反舰导弹航路规划方法[J]. 兵工自动化,2012(11):6-9.
- [14] 于德新,武志东,张平. 基于“效率”的反舰导弹作战效能评估方法[J]. 四川兵工学报,2012(2):20-22.

(责任编辑 周江川)

(上接第30页)

参考文献:

- [1] 国防科工委军标出版发行部. 国家军用标准 可靠性(I)[Z]. 国防科工委军标出版发行部,1992:15-21.
- [2] 蔡志刚,郭群山. 基于故障树分析法的某型导弹抗干扰试验失败分析[J]. 仪表技术,2009(10):103-105.
- [3] 冒天诚. 故障树与船舶自动控制系统的故障诊断[M]. 大连:大连海事大学出版社,2000:33-39.
- [4] 谢宏,何怡刚,吴杰. 高炮电气随动系统神经智能故障诊断系统的设计与实现[J]. 湖南大学学报,2001(2):17-19.
- [5] 何庆廷,王汉功,陈小虎. 故障树分析法在汽车起重机液压系统故障诊断中的应用[J]. 机床与液压,2008(6):66-67.
- [6] 王家序,周青华. 不完全共因失效系统动态故障树模型分析方法[J]. 系统工程与电子技术,2012(5):124-126.
- [7] 刘正春,赵霞. 某防空武器系统综合电气故障诊断专家系统设计方法[J]. 火力与指挥控制,2011(6):45-47.
- [8] 刁明,刘刚,邹鸿雁. 故障树分析法在汽车故障诊断中的应用[J]. 仪器仪表用户,2010(17):93-94.
- [9] 杜海峰,王娜,张进华. 基于复杂网络的故障诊断策略[J]. 机械工程学报,2010,46(3):34-36.
- [10] 朱芳仪. 故障树分析法在工控故障诊断中的应用[J]. 现代电子技术,2012,35(8):95-97.
- [11] 牟明磊,盖力康,郭智威,等. 基于有限元分析的轴系裂纹故障缓解初步研究[J]. 武汉理工大学学报,2013,35(10):130-134.

(责任编辑 杨继森)