引信安全系统再保险功能初探

朱　珊，李豪杰

（南京理工大学机械工程学院，南京　210094）

摘要：从提高安全性和减少误毁伤出发，研究在弹药攻击出现异常的情况下，以隔爆机构为核心实现引信由待发状态回复至安全状态的再保险功能。详细论述引信安全系统再保险功能及其作用原理，并提出引信安全系统再保险功能的实现方案。方案中的隔爆机构采用滑块式隔爆机构，由一体化结构实现。最后对提出的方案进行可行性分析，理论分析方案可行。

关键词：机械设计原理与方法；引信；安全系统；再保险功能；滑块式隔爆机构

中图分类号：TJ43　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1674-2850(2011)02-0287-6

Preliminary study on re-safety function of fuze's safety system

ZHU Shan, LI Haojie

(*School of Mechanical Engineering, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing* 210094, *China*)

Abstract: For the needs of higher safety and less misdamage, the re-safety function that makes the fuzes change from armed state into safety state through the slider interrupter mechanism under abnormal conditions is studied. The re-safety function and its principle are discussed, and the implement scheme is proposed, too. The slider interrupter mechanism is used in the design; it is an integrated structural design. Finally, the feasibility analysis is conducted on the proposals, and theoretical analysis shows that it's feasible.

Key words: mechanical design principles and methods; fuze; safety system; re-safety function; slider interrupter mechanism

0　引言

引信是控制弹药适时起爆的系统，在对目标作用前完成解除保险动作进入待发状态，但引信在攻击出现异常的情况下一般不能够由待发状态回复至安全状态。随着科学技术的发展，作战形式逐渐从单一部队作战发展成多种部队联合作战，这就使得作战环境变得十分复杂[1]。若弹药落在非敌方区域内起爆战斗部，将会造成严重的损失。如伊拉克战争中，英军“旋风”战斗机遭到了美军“爱国者”导弹的拦截，造成机毁人亡[2]。遇到上述情况时，由于引信安全系统仅有单向转换功能，无法完成自待发状态回复至安全状态的转换，从而带来难以挽回的损失。

目前，用于提高引信安全性的相关措施有很多，如故障保险、时序保险、时间窗口等。美军广域地雷即采用了故障保险措施，它在引信没有按规定次序移开时，转子将被闭锁在安全位置，形成哑弹，从而有效保障了自方阵地的安全。时序保险措施则是在引信没有按规定时序解除保险时，隔爆机构将被闭锁在安全位置而不能运动到位。这些措施能够使引信在传爆序列未完全对正时回复至安全状态，却无法实现自待发状态回复至安全状态的功能。因此，以减小附加伤害为目的，研究在攻击出现异常的条件下使引信能够由待发状态回复至安全状态的技术。

作者简介：朱珊（1986—），女，硕士研究生，主要研究方向：引信技术、智能检测与控制技术

通信联系人：李豪杰，副教授，主要研究方向：引信技术、智能检测与控制技术. E-mail：haojieli@mail.njust.edu.cn

1 引信再保险功能及工作原理

1.1 一般引信的功能与作用原理

一般引信的功能是利用环境信息和目标信息，或指令信息，在相对于目标最佳位置或时刻起爆或引燃弹药（战斗部）装药。引信的基本组成如图 1 所示[3]。

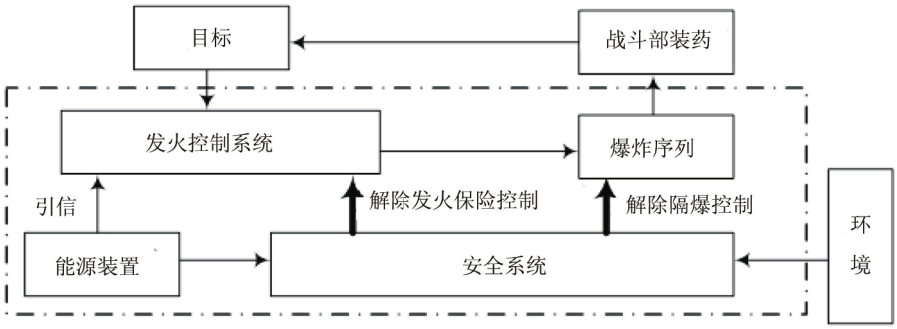


图 1 引信的基本组成

Fig. 1 Basic elements of fuze

引信勤务处理及使用过程中的安全性由安全系统保证——爆炸序列处于隔爆状态、隔爆机构和发火控制系统均处于保险状态。发射后，引信保险机构解除保险，隔爆机构运动到位，爆炸序列对正。此时，引信进入待发状态。碰到目标时，发火装置引爆雷管，进一步引爆导爆药和传爆药，从而引爆弹体装药。由此可知，一般引信只具有安全系统单向转换的功能，即由安全状态转变为待发状态，而并不具备自待发状态回复至安全状态的功能。

1.2 具有再保险技术的引信功能与作用原理

伴随新军事变革的需求，增程弹、末制导炮弹、精确制导弹药等高价值弹药不断问世，有力地提升了我军的作战能力[4]。这类高技术含量、高价值产品具有智能化程度高和爆轰威力大等特点，一旦发生误伤误炸现象，将会造成重大损失。当弹药攻击出现异常时，如在弹药接近末端终点时发现目标是己方目标，但由于此时已无法改变引信的待发状态，势必将造成重大损失。另外，高价值弹药及武器系统的智能化发展为引信功能的完善提供了相关可用信息。

具有再保险功能的引信工作原理如图 2 所示。战场网络将目标信息以网络信息的方式传给作战指挥平台，作战指挥平台把信息初始化后传递给武器系统进行弹药发射，箭头方向如图 2 中的①所示。引信发射瞬间，处于安全状态。当引信敏感到发射、飞行等使用环境后，引信保险机构解除保险，隔爆机构解除隔爆，爆炸序列对正。此时，引信进入可作用的待发状态。碰目标时，引信作用。

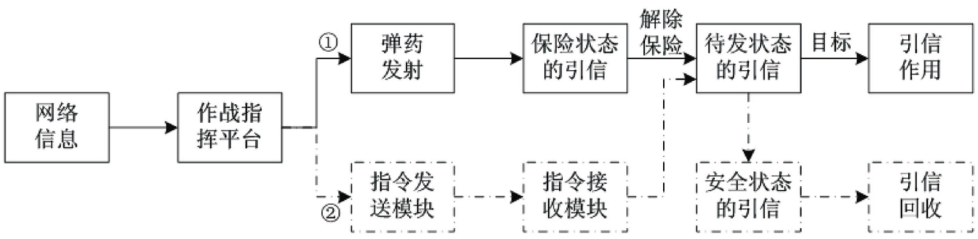


图 2 工作原理框图

Fig. 2 Working principle diagram

随着弹药与武器系统信息化的发展，利用基于传感器、激光或雷达的敌我识别技术，可得到对目标属性的最大准确估计，并利用网络信息将其反馈给作战指挥平台。当作战指挥平台或弹药本身检测到被攻击目标为非敌方目标时，作战指挥平台利用无线方式进行信息交联，发出恢复指令，指令接收

模块接收该指令并对其进行信号处理，译出正确指令。该指令控制执行机构动作，推动解除保险后运动到位的隔爆机构再次运动：一是使发火控制系统恢复至安全状态，如通过引信中移动零件的运动，改变电开关触点的位置，从而实现引信电保险的短路；二是使爆炸序列由对正状态恢复至隔爆状态，如通过使隔爆机构继续运动实现爆轰通路的阻断（引信动作过程如图 3 所示），由此使处于待发状态的引信恢复至安全状态，这种具有逆向运动控制的功能称为引信安全系统再保险功能。至此，引信处于安全状态，可避免误伤害，并可以安全回收，箭头方向如图 2 中的②所示。

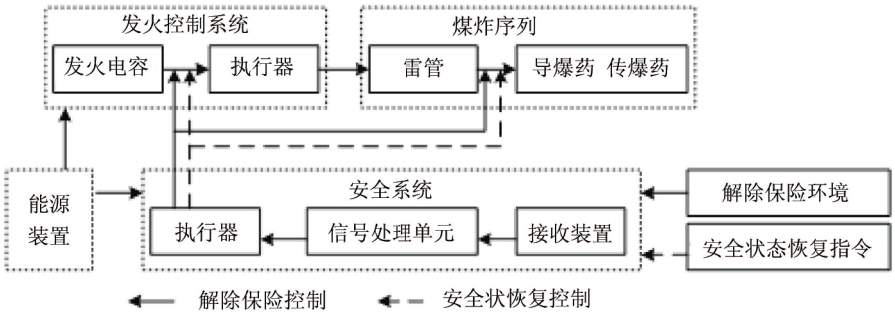


图 3 引信动作原理框图

Fig. 3 Working principle diagram of fuze action

2 系统设计方案

再保险系统主要由信号接收处理模块和执行机构等组成。

2.1 信号接收处理模块设计

研究利用无线电通信方式进行指令传输[5]，即通过战场网络的指挥平台发送安全状态恢复指令，通过引信指令接收处理模块及安全与解除保险装置的联合作用实现引信的安全状态恢复功能，即实现引信由待发状态向安全状态的状态转变，其通讯原理如图 4 所示。

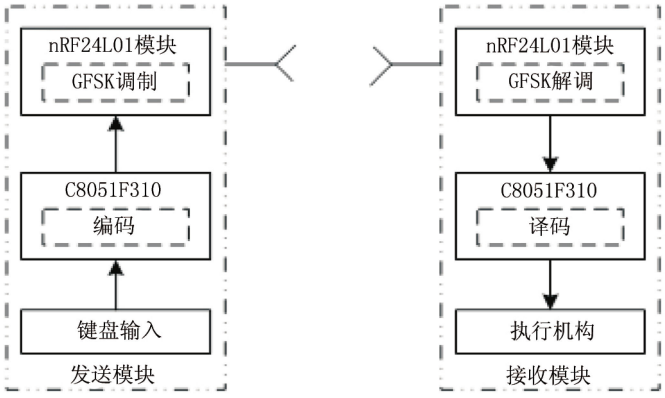


图 4 通讯原理框图

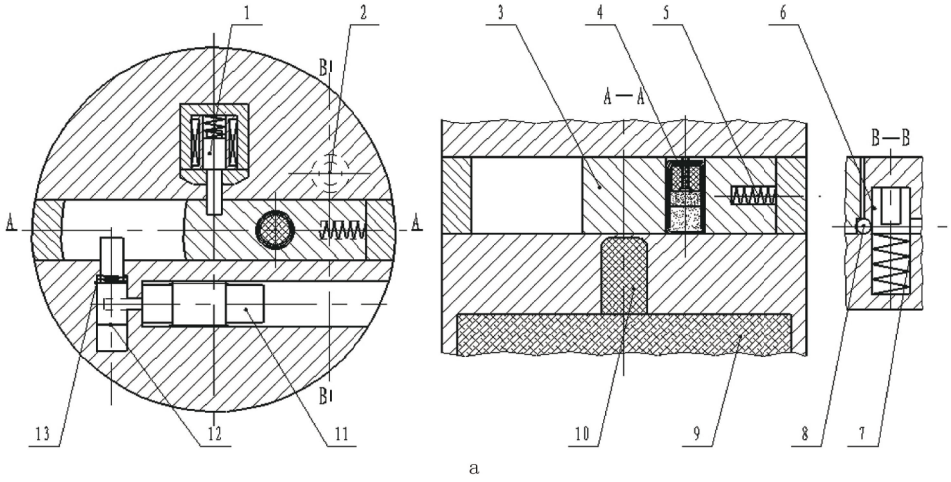
Fig. 4 Communication principle diagram

2.2 再保险技术的实现

2.2.1 机构设计

方案一：使引信由待发状态回复至安全状态。

如图 5a 所示，以被电磁保险机构（1）和惯性保险机构（2）锁住的滑块隔爆机构为例进行设计。发射后，惯性筒（6）在后坐力作用下压迫惯性筒簧（7），当惯性筒下降到一定位置时，释放钢珠（8），引信第一道保险解除；出炮口一定时间后，电磁保险机构解除引信第二道保险，释放雷管座。雷管座（3）在滑块簧（5）作用下左移，抵在再保险杆（12）的端部。此时，导爆药（10）上与雷管（4）对正、下与传爆药（9）对正，爆炸序列处于对正状态，引信处于待发状态，引信状态如图 5b 所示。当弹药落入非敌方区域时，引信信号接收处理模块解译出指令信号，在信号控制作用下引燃拔销器（11），拔销器回缩从而释放再保险杆，再保险杆在再保险杆簧（13）作用下下移，释放雷管座。雷管座再次在滑块簧作用下左移。此时，雷管与导爆药不对正，爆炸序列处于隔爆状态，引信处于安全状态。引信状态如图 5c 所示。



注：1—电磁保险机构； 2—惯性保险机构； 3—雷管座； 4—雷管； 5—滑块簧； 6—惯性筒； 7—惯性筒簧；
8—钢珠； 9—传爆药； 10—导爆药； 11—拔销器； 12—再保险杆； 13—再保险杆簧

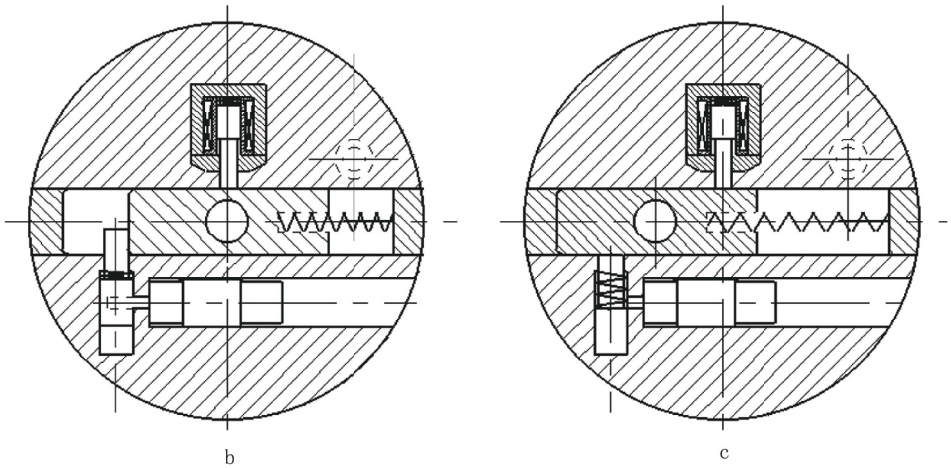


图 5　方案一原理图
Fig. 5　Schematic diagram of program one
a—安全状态；b—待发状态；c—再保险状态
a-Safety condition；b-Armed condition；c-Re-safety condition

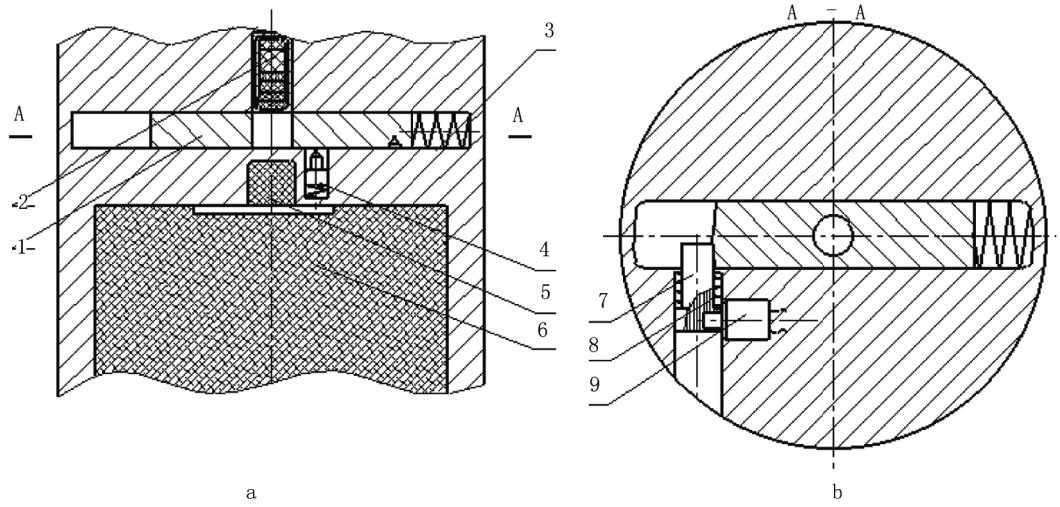
由拔销器（11）、再保险杆（12）、再保险杆簧（13）组成的再保险辅助机构可以由其他指令保险机构代替。

方案二：使传爆序列不能可靠作用。

在雷管和导爆管之间添加一再保险模块，阻断该引信的传爆序列使引信不能可靠作用。如图 6 所示，以由再保险杆（7）、拔销器（9）、隔板（1）和弹簧（3）等组成的机构为例。解除保险后，导爆药（5）上与雷管（2）对正、下与传爆药（6）对正，爆炸序列处于对正状态，引信处于待发状态。当弹药落入非敌方区域时，引信信号接收处理模块解译出的指令信号，在信号控制作用下引燃拔销器，拔销器回缩从而释放再保险杆，再保险杆在弹簧（8）作用下下移，释放隔板。当隔板运动到位时，闭锁销在弹簧的推动作用下插入隔板的孔内将其固定。此时，引信位于隔爆位置，处于安全状态。

2.2.2　电路设计

在机电式引信中，电保险机构有时与机械保险机构或机械隔爆机构同时作用，通过引信中移动零件的移动，改变电开关触点的位置，从而实现引信电保险的控制。引信从安全状态转换为待发状态时，



注：1—隔板；2—雷管；3—弹簧；4—弹簧闭锁销；5—导爆药；6—传爆药；7—再保险杆；8—弹簧；9—拔销器

图 6 方案二原理图

Fig. 6 Schematic diagram of program two

a—主视图；b—剖视图

a-Main View; b-Sectional View

电雷管接通导电垫，使电雷管接入电源回路。引信再次恢复为安全状态时，通过隔爆机构的继续运动，电雷管离开导电垫，再次接通短路套，构成了电雷管的短路。

对于全电子式引信，一般采用通过晶闸管控制端高低电平的转换实现保险的解除。控制对象包括：对引信发火电容的充电控制、引信保险电做功元件的控制等。对于平时短路的电火工品，短路打开后即解除了电保险；对于平时断开的电保险，电开关接通即意味着保险的解除。可通过释放发火能量，同时增加逆向运动控制的电保险开关，控制引信实现安全状态可恢复功能。

可设计一个电能量泄漏电路，当弹药攻击出现异常时，引信信号接收处理模块解译出安全状态恢复指令，在指令控制作用下接通泄露电路，让发火能量在瞬间泄露完毕。还可以设计一个发火电容短路开关，当控制短路开关闭合时，发火失效。只要电源无电流输出，引信中用于引爆火工品的电能将不足以引爆火工品，实现瞎火安全。可以方便地将以上设计应用到其他隔爆机构上去。

3 方案优选

为保证足够的起始偏心距，要求引信的径向尺寸较大，故方案一多用于大中口径弹中；方案二则是在原有引信的基础上增加了再保险模块，适用于大部分机械引信，不受旋转弹或非旋转弹的限制，更好地体现了引信“三化”中的模块化原则。上述闭锁机构体积小、重量轻，容易跟各类引信兼容，具有很好的通用性。通过电路实现时，即使电源失效或发火元件失效，雷管仍有可能在碰撞等冲击作用下引爆，弹药仍有爆炸的危险性，只能在某种程度上提高引信的安全[6]。

上述方法各有利弊，应依情况而使用。

4 结论

分析了现代引信的基本功能，在现有基础上对其进行了改进。为实现引信在特殊情况下自待发状态回复至安全状态的功能，在其基础上增加一再保险模块以实现此功能。研究给出了引信增加的新功能的作用原理和实现此新功能的几种方案，并逐一做了比较。理论分析表明上述方案是可行的。引信再保险功能在具体设计中要根据弹药的使用环境进行选择取舍与具体设计，并注意不能以牺牲引信原

有性能为代价。

[参考文献] (References)

[1] 姜世栋. 激光敌我识别系统中询问机的研究与设计[D]. 成都：电子科技大学，2005.
JIANG S D. The research and design of laser IFF system interrogator[D]. Chengdu：University of Electronic Science and Technology of China，2005. (in Chinese)

[2] 叶玉丹，邹振宁，裴泽霖. 敌我识别系统及其电子对抗能力分析[J]. 舰船电子对抗，2005，28 (6)：3-7.
YE Y D，ZOU Z N，PEI Z L. IFF system and its ECM capability analysis[J]. Shipboard Electronic Countermeasure，2005，28(6)：3-7. (in Chinese)

[3] 张合，李豪杰. 引信机构学[M]. 北京：北京理工大学出版社，2007.
ZHANG H，LI H J. Fuze mechanism[M]. Beijing：Beijing Institute of Technology Press，2007. (in Chinese)

[4] 张晓东，陈红，陈愚. 高价值弹药防潮控湿包装设计[J]. 包装工程，2008，29 (6)：104-105，109.
ZHANG X D，CHEN H，CHEN Y. Moistureproof and control humidity packaging design for high-value ammunition[J]. Packaging Engineering，2008，29(6)：104-105，109. (in Chinese)

[5] 曹成茂，张河. 引信信息遥控装定设计[J]. 测控技术，2005，24 (4)：64-66.
CAO C M，ZHANG H. Design of remote setting for fuze data[J]. Measurement & Control Technology，2005，24(4)：64-66. (in Chinese)

[6] 李豪杰，张河. 引信安全系统及其功能范畴探讨[J]. 探测与控制学报，2006，28 (5)：4-7.
LI H J，ZHANG H. Discussion on fuze safety system and its function category[J]. Journal of Detection & Control，2006，28(5)：4-7. (in Chinese)