

doi: 10.7690/bgzd.2019.12.020

基于小口径报废炮弹拆卸系统的研究

朱 贺, 赖利国, 张欲立, 杨 浩, 张宏光, 高 君, 李健白, 母佳庆, 李 京
(中国兵器工业集团第五五研究所, 长春 130012)

摘要: 为安全拆卸销毁弹药, 以小口径报废炮弹为对象, 对其拆卸系统进行研究。根据弹药拆卸的基本信息, 按照弹药生产装配的逆顺序, 分析弹药拆卸装置的主要技术问题, 确定弹药零部件拆卸模式, 为解决旋卸引信系统“打滑”发射药系统倒残药和控制系统的问題, 提出处理底火的方式以及对中央控制系统的要求。该研究解决了待处理炮弹大量积压的问题, 提高了工作效率, 且生产工作安全性高。

关键词: 报废弹药; 拆卸系统; 安全性

中图分类号: TJ410.89 **文献标志码:** A

Research on Dismantling System Based on Small Caliber Scrapping Ammunition

Zhu He, Lai Ligu, Zhang Yuli, Yang Hao, Zhang Hongguang, Gao Jun, Li Jianbai, Mu Jiaqing, Li Jing
(No. 55 Research Institute of China Ordnance Industry Group, Changchun 130012, China)

Abstract: In order to disassemble and destroy ammunition safely, the disassembly system of small caliber discarded shells was studied. According to the basic information of ammunition disassembly, according to the reverse sequence of ammunition production and assembly, the main technical problems of ammunition disassembly device are analyzed, the disassembly mode of ammunition components is determined. In order to solve the problems of “slipping” in the spin-off fuse system, problems with the propellant system and the control system, propose the way to deal with the primer and the requirements of the central control system. The research solves the problem of the large backlog of to-be-processed projectiles, improves work efficiency, and has high safety in production work.

Keywords: scrapped ammunition; disassembly system; safety

0 引言

目前, 报废弹药的处理采用 2 种方法: 1) 炸毁, 这种方法对场地的要求很高, 污染大气, 会浪费一些可以利用的材料; 2) 人工拆卸, 当前空军报废炮弹的拆毁作业大都由人工使用简单夹具、扳手等进行操作, 劳动强度高, 效率低, 一旦出现失误, 轻则炸伤手脚, 重则弹毁人亡^[1]。为适应弹药装备管理的需要, 解决待处理炮弹大量积压的问题, 笔者从拆卸弹药的安全性及工作效率出发, 分析研究某种报废弹药拆分设备的适用性, 为部队小口径弹药拆卸设备的研制和改进提供理论参考。

1 弹药拆卸信息及安全要素

弹药分解拆卸过程信息指采用分解拆卸手段解除弹药零件结构间的约束时, 对弹药结构零件施加影响的信息^[2]。分解拆卸过程可能影响弹药安全, 其过程信息包括剧烈摩擦、高速转速、超过规定高度、超过规定强度和超过规定温度等。

1.1 弹药拆卸基本信息

弹药拆卸安全性评估信息来自弹药各组成零件

的基本属性, 弹体上每一个零件的固有安全性直接影响着弹药分解拆卸过程中的安全。对弹药组成部件进行安全性评估, 分析判断弹药各组成部件的危险度, 并对这些部件的危险度排序, 以此确定弹药分解拆卸顺序、分解拆卸深度、分解拆卸方法和安全防护方法等内容, 将有益于弹药分解拆卸销毁工作^[3]。拆卸零件安全信息如表 1 所示。

表 1 拆卸零件安全信息

序号	零件名称	零件基本信息
1	引信	电引信、机械引信、高膛压旋(非)转弹引信、低膛压旋(非)转弹引信
2	底火、基本药管	机械击发、电击发、电撞两用底火
3	电点火具、点火药	最低发火电流、可靠防护电流、小(中、大)粒黑药
4	发射药、推进药	小(中、大)粒状药、长(短)管状药、粗(细)管状药、片(粉)状药
5	弹丸炸药、传爆管	TNT、梯黑铝、特屈尔等

1.2 拆卸顺序

弹药分解拆卸通常按照弹药生产装配的逆顺序进行, 受弹药组成零件的结构关系、材料属性、拆卸方式影响。除此要求外, 从分解拆卸安全方面考虑, 弹药拆卸还应遵循以下顺序:

收稿日期: 2019-10-11; 修回日期: 2019-11-21

作者简介: 朱 贺(1985—), 男, 吉林人, 学士, 工程师, 从事弹药装药及拆分工艺设备研究。E-mail: ilbl1234@126.com。

1) 优先拆除敏感零件。弹药敏感零件受到撞击、摩擦、过度挤压、猛烈撞击、靠近高温热源等易于引发事故。一般情况下,同一分解层级先拆敏感零件(组件),如:战斗部引信、药筒底火;先拆卸点火具、点火药包、点火药盒等。

2) 优先拆除大威力零件。弹药中含能材料较多的大威力零件发生燃爆会造成较大破坏,属于危险部件,拆除弹药中大质量的危险零件可降低弹药发生意外爆炸事故时的破坏强度,所以应优先去除大威力组件。如:定装式炮弹先拔弹去除弹丸;火箭炮弹先旋卸下战斗部,减少工序中的存药量,降低风险;拆卸引信时先卸下引信传爆管,再拆其他的组件。

3) 优先拆卸发火电源组件。同一分解层级中,先拆除可能引起电火工品发火的电源组件。如火箭筒破甲弹引信头部机构的压电晶体,先拆除或切断电火工品点火电路,并将电点火头线端头短接,无法短接时可用绝缘胶布将端头保护起来,防止外界电能注入电路^[4]。

2 弹药拆卸装置的主要技术问题

2.1 拆除引信夹持所存在的问题

引信夹持时若夹得太紧,可能使引信形变,引发炮弹爆炸;若未夹牢,会产生切削打滑,摩擦生热而发生危险。为此必须研究的问题如下:

1) 夹具夹牢引信又不致使引信产生形变;

2) 在旋下引信的过程中,微机要实时监控“打滑”现象,限制“打滑”的最大持续时间,并立即使夹具快速后退^[5]。

2.2 炮弹的拔弹力问题

当战斗部与药筒是滚压法结合时,不同炮弹的拔弹力不一样(从 700~4 600 kg),对不同炮弹用力不同,需要从理论和实验上论证这个力多大最为合适。

2.3 从药筒内倒出发射药的问题

1) 紧塞盖为纸质,除有一定的强度外,还与药筒粘得很牢。

2) 由于有些报废炮弹发射药已经变质,颗粒不再疏松,不能自动流出来,必须加以解决^[6]。

2.4 中央控制系统的完善

中央控制系统应是一个功能完善、可靠性高、抗干扰能力强、对事故隐患随时做出正确处理的智

能化控制系统。

以上技术问题经过努力均得到很好地解决。笔者仅就其中主要问题的解决思路和方法给以论述。

3 某小口径报废炮弹拆卸装置

3.1 旋卸引信装置

旋卸引信系统的工作过程:炮弹放到定位位置,夹紧液压缸夹紧,升降缸推滑台上升到炮弹旋卸位置,旋卸动力头动作,引信松扣,此时扭矩传感器发信号,气缸杆下降,滑台靠自重下落,同时螺纹联接的引信产生轴向力推动滑台后退,缸杆与滑台间弹簧起缓冲作用,即使气缸动作延迟滑台也可下降。引信移出机械手气爪夹紧引信外圆,动力头夹爪松开,机械手下落,下降到位后回转,将引信放在指定位置,引信移出机械手回原位。

引信旋卸过程中,如任意一发炮弹在设定时间内超过设定扭矩值并且检测弹筒移位接近开关无感应,则证明该引信没被旋动,液压马达停止工作。旋卸引信系统如图 1、图 2。

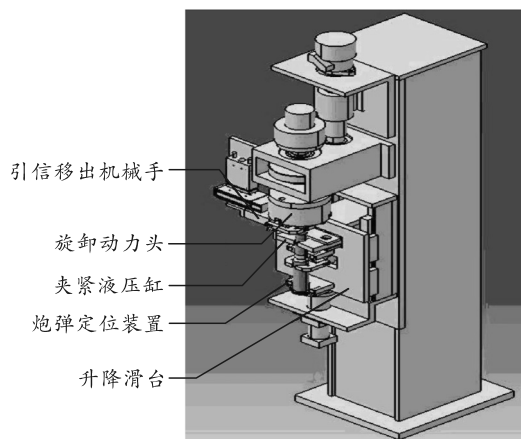


图 1 旋卸引信装置组成

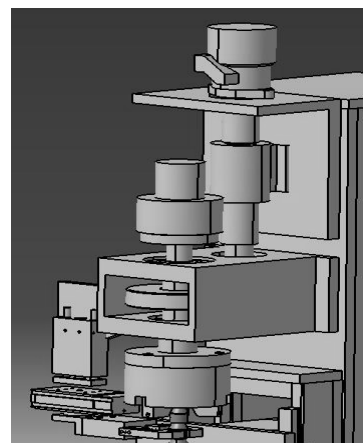


图 2 旋卸引信装置组成

“打滑”现象的检测及处理。旋引信可能产生

“打滑”的原因是：卡齿的尖端因长时间工作磨损后，卡齿与引信之间摩擦力下降，致使夹具夹不住引信而“打滑”；引信与战斗部之间的螺纹由于损坏，旋转引信时，两者的螺纹产生“打滑”；引信正常旋出时，旋卸引信的机构没有及时后退，引信和战斗部的端口发生摩擦，也会“打滑”。上述“打滑”现象必须迅速处理，以防危险。为此，笔者通过计算和实验确定引信“打滑”的时间上限，用以判定是否“打滑”。

设： f_a 为弹体与引信间单位面积上的摩擦力； N 为引信旋出时的相对转速，r/s； Q_M 为在旋出引信过程中，炸药不致爆炸所能吸收的最大热量，即引爆的临界热量； T 为打滑持续时间； S 为引信与战斗部间的最大接触面积， $S=\pi Da$ ，其中 D 是引信外径， a 是引信外螺纹的长度。已知热功当量 $J=4.18\text{ J/K}$ ，并设因摩擦所做的功全部转化为热能，且全部被炸药所吸收。

在 t 时间内，引信打滑部分所消耗的功为：

$$W=f_a S \Delta, \text{ 其中 } \Delta \text{ 为相对位移, } \Delta=Nt\pi D, \text{ 故}$$

$$W=f_a S N t \pi D=\pi^2 D^2 f_s N t.$$

这些功转化为热量： $Q=W/J=\pi^2 D^2 f_s N t/J$ ，为保

证安全，热量不能超过规定值 Q_0 ，即：

$$Q \leq Q_0, \pi^2 D^2 f_s N t / J \leq Q_0,$$

$$\therefore t \leq Q_0 J / \pi^2 D^2 f_s N.$$

对于确定类型的炮弹， D 、 a 、 Q_0 、 J 都是常量， N 是设计系统时确定的，单位面积所受的力 f_s 随之确定；因此，可以确定 t 的上限。在留有充分余量的前提下，经过多次实验，确定 $t=20\text{ ms}$ 。即计算机在 $10\sim 20\text{ ms}$ 内，没收到旋转编码器的脉冲信号时，要控制引信机构，使之快速后退。

3.2 弹体分离装置

弹体分离系统工作过程：卸下引信的炮弹放到定位夹具，弹筒夹紧三爪夹盘动作，将弹筒夹紧。拔弹缸带动夹紧头下移到战斗部夹压位置并夹紧，拔弹缸动作，夹紧头沿导轨上移，将战斗部(或带引信战斗部)拔出。战斗部移出机械手下降并回转，将战斗部放在指定位置运出。

如在规定时间内保持规定压力值，而检测战斗部拔出接近开关无感应，则证明战斗部不能拔出，拔弹缸停止工作，夹紧头松开。弹体分离系统如图3、图4。

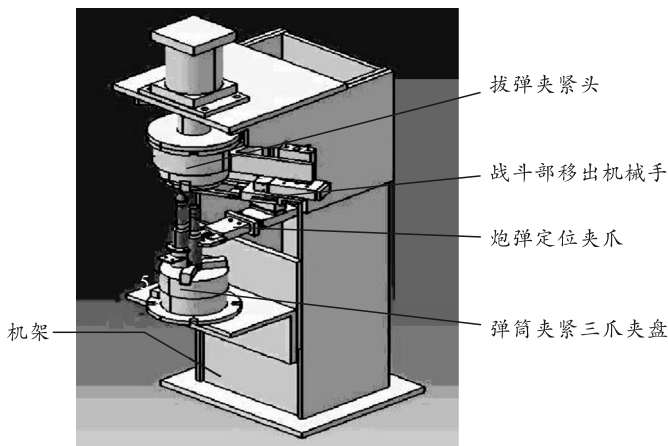


图 3 弹体分离装置组成

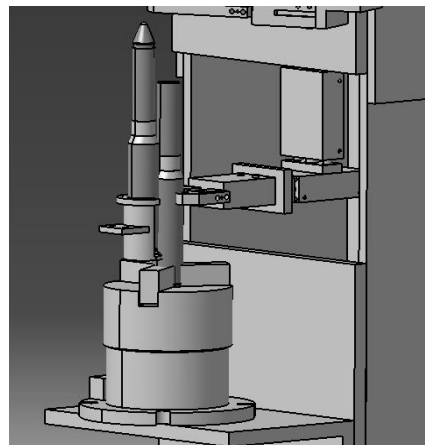


图 4 弹体分离装置组成

3.3 倒发射药装置

倒发射系统的工作过程：伸缩缸抓取药筒到接药位，回转气缸回转 150° ，药粉流出，此时气动振荡器动作，振动药筒，加速发射药落入接药盒中。在发射药转倒环节设有接药漏斗，漏斗内设置导电梳，导出因发射药倾倒过程药粒摩擦产生的静电。清药机械手下降旋转，利用毛刷将药筒壁上残留发射药刷落，倒药机械手将残留药倒入发射药接药盒中。倒残药系统如图5、图6。

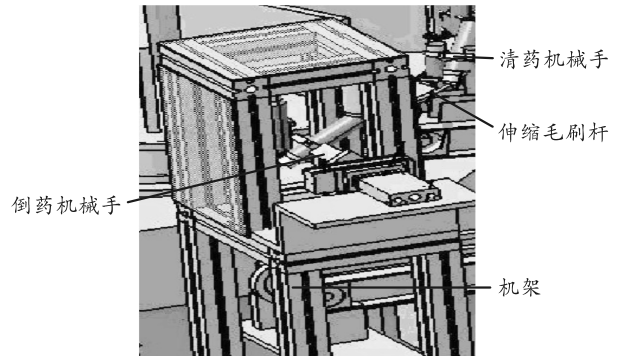


图 5 倒残药装置组成



图 6 倒残药装置组成

4 弹药拆卸控制系统

控制系统主要采用分布式 I/O 系统中的 PROFIBUS-DP 网络, 实现安全区控制室内操作人员远程控制模式^[7]。分布式 I/O 属于高度模块化 I/O 系统, 可使用 S7-300 可编程序控制器的信号模块、功能模块、通信模块进行扩展, 特别适用于高密度且复杂的自动化任务。采用分布式 I/O 系统可以简化线路铺设工作, 只需一根通信电缆即可, 每个站点单独控制, 接受中央总站的命令, 对于日后的维修维护工作非常方便。控制系统分成过程控制管理级、过程控制级两级控制。

4.1 过程控制管理级

过程控制管理级由 1 台操作站、1 台彩色打印机和上位机软件组成。系统运行平台采用操作系统为 Windows XP SP3, 组态软件为 Wincc V6.0、编程软件为 STEP7 V5.4 CN^[8]。在生产准备就绪的状态下, 操作人员在控制室内按下自动生产/结束生产按钮即可实现炮弹自动拆分工作。通过视频监控系統, 如果发现危险情况, 可随时按下急停按钮停止系统运行, 保证生产过程的安全性。操作人员还可以通过完善的上位机操作控制系统(WINCC 制作)来控制整条线的运行和通过动画演示监视生产线运行过程。生产过程中需求记录的数据可自动存储到数据库中, 操作人员依据实际需要进行查询、打印及归档。现场操作人员工作的地方均设有防爆急停按钮, 便于及时处理危险情况。控制程序设有自动、手动、点动 3 种运行模式, 3 种控制模式互相锁定。自动模式应用于生产准备就绪指示后, 按下启动按钮按预设工艺流程作业, 如果出现故障, 程序能够自动识别错误信息并报警停车, 数据库自动记录该条报警信息发生的时间日期及报警内容, 操作或维修人员可作为参考依据, 如发现不合理或者主观停止作业过程时, 可按下暂停按钮, 待问题处理成功后可

再次按下暂停按钮继续作业, 如有紧急情况可按下急停按钮, 关闭所有电源, 处理情况^[9]。手动模式应用于初步调试及自动生产过程中出现故障时的调整, 待问题解决后可切换回自动模式。手动模式不是安全的生产模式, 只有专业人员才可使用。点动模式用于测试动作或者检修时使用, 该种模式在系统全自动调试成功后处于锁定状态。

4.2 过程控制级

过程控制级由 SIEMENS S7-300 系列产品为核心的 PROFIBUS-DP 现场总线及传感器、变送器、执行机构组成^[10]。一个主站是由 SIEMENS S7-300 系列中的 CPU315-2DP 及扩展模块组成。从站分别是由 SIEMENS S7-300 系列中的 ET200M 组成, 控制炮弹自动拆分系统。

5 结束语

某小口径报废炮弹拆卸系统的研制和应用, 结束了报废弹药以人工拆卸为传统的传统方式, 解决待处理炮弹大量积压的问题, 降低了劳动强度, 提高了工作效率, 生产工作安全性高, 能为部队小口径弹药拆卸设备的研制和改进提供一定的参考。

参考文献:

- [1] 鲁宏伟, 熊跃进. 依靠科技创新实现报废弹药的全自动拆毁[Z]. 军械维修工程研究, 2001: 41-43.
- [2] 李金明, 王国栋, 张玉令, 等. 报废弹药拆卸销毁安全性探讨[J]. 工程爆破, 2016, 22(1): 46-48.
- [3] 王政, 邵喜春, 徐建国, 等. 某小口径报废弹药销毁适用性研究[J]. 固体力学学报, 2016(S1): 88-91.
- [4] 麻全士, 巩永校. 报废弹药处理安全问题研究[J]. 兵工安全技术, 1997(6): 20-21.
- [5] 董志刚, 李培. 民兵报废弹药销毁要牢牢抓住三个环节[J]. 国防, 2014(3): 44-45.
- [6] 曹宏安, 张怀智, 郭胜强, 等. 报废弹药处理本质安全化研究[J]. 四川兵工学报, 2011, 32(4): 44-46.
- [7] 杨青山, 郭建新, 郝云峰, 等. 战斗部装药热胀特性试验与分析[J]. 兵工自动化, 2018, 37(6): 92-96.
- [8] 曹海庆, 刘万波, 白冬龙, 等. 报废弹药销毁处理的安全防范措施[J]. 价值工程, 2012(28): 320-321.
- [9] 曹宏安, 张怀智, 黄鹏波, 等. 报废弹药销毁处理职业危害因素分析与控制[J]. 中国安全生产科学技术, 2001(7): 31-36.
- [10] 夏福君, 宋桂飞, 肖东胜, 等. 报废弹药绿色无害化处理技术发展思路探讨[J]. 兵工自动化, 2011, 30(5): 94-96.