

装备防护

机载焰弹发射装置弹药储运防护设计

晏军, 李斌

(新疆维吾尔自治区人工影响天气办公室, 乌鲁木齐 830002)

摘要: **目的** 为了近一步加强和提高人工影响天气行业机载焰弹发射装置弹药的安全储运和防护问题。**方法** 依据焰弹的贮运要求和对现有机载催化作业设备的材料、技术指标、性能要求、结构原理和加工工艺等方面进行分析和研究。**结果** 该装置由发射器、电路控制器和 AgI 焰剂构成。经试验和初步应用证明, 该发射装置具有手自一体 2 种发射模式, 携弹量为 400 枚, 可连续作业达 4 h 以上, 与目前所使用的相关机载焰弹发射装置相比, 在作业方式、作业效率和弹药安全防护等方面都有了极大的改善和提升。**结论** 新型机载焰弹发射装置的成功研发有效地弥补了机载焰弹设备在弹药携行方面的不足和缺陷, 并为其他类似的产品设计提供参考。

关键词: 人工影响天气; 机载焰弹; 储运防护; 设计

中图分类号: TB485.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)09-0233-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.09.039

Design of Ammunition Storage, Transportation and Protection for Airborne Flame Projectile Launcher

YAN Jun, LI Bin

(Weather Modification Office of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830002, China)

ABSTRACT: The work aims to further strengthen and improve the safe storage, transportation and protection of the ammunition of the airborne flame projectile launcher in the weather modification industry. According to the requirements of the storage and transportation of flame projectile, the materials, technical indicators, performance requirements, structural principles and processing technologies, etc. of the existing airborne catalytic operation equipment were analyzed and studied. The device was composed of a launcher, a circuit controller and an AgI flame agent. It was proven by experiment and preliminary application that the launcher had two AMT modes, with 400 missiles and a continuous operation of more than 4 h. Compared with the current related airborne flame projectile launchers, the operation mode, operation efficiency and ammunition safety protection were greatly improved and promoted. The successful research and development of the new airborne flame projectile launcher has effectively made up for and improved the shortcomings and defects of airborne flame projectile equipment in carrying ammunition, and provides reference for the design of other similar products.

KEY WORDS: weather modification; airborne flame projectile; storage and transportation protection; design

人工影响天气(以下简称“人影”)主要是通过科学的技术手段和先进的作业设备,达到预防或者减轻气象灾害,合理利用气候资源,而实现的增雨雪、防雹、消雨、消雾、防霜等目的的活动。人影技术不仅应用在气象方面,同时还在社会、经济和军事等领域有着十分广泛的应用和贡献。通过对当前国内外人影

现状和世界气象组织的统计研究表明^[1],近几十年来全球平均每年有关人影技术方面的相关研究和试验就多达 100 多项,其中美国、俄罗斯、中国、以色列等国家起步较早,在技术和规模上均走在了世界的前列。目前人影作业火器的弹药均来自军工技术,因此属半军半民的火工产品^[2]。近年来由于科技的不断进

收稿日期: 2018-01-05

基金项目: 新疆人工影响天气科学技术研究开放基金(20170329)

作者简介: 晏军(1978—),男,工程师,主要研究方向为人工影响天气。

步,作业弹药种类已由原先的液态催化剂和“37 mm 人影炮弹”被当前高效、便捷的火箭弹和机载焰弹、烟条等固态弹药所逐渐所替代^[3]。通过对目前所使用的人影机载焰弹发射装置的研究和使用发现,不同型号的机载播撒设备都有着各自的优点^[4],由于现有装备在设计时主要考虑的是发射功能,对于弹药在安全防护和携行储运等方面考虑的并不周全,尽管弹药通过蜡封也具备着一定的密封和防潮能力,但由于长时间暴露在外,仍受风吹、日晒、雨雪、风霜以及振动与冲击等多种外界因素的影响^[5-6],从而直接或间接地导致携行弹药的发射成功率、安全性和使用寿命等因素受到影响^[7]。通过对现有的机载焰弹发射装置携行弹药的环境进行分析,并对作业弹药采取进一步的包装与防护措施显得尤为重要。

1 机载焰弹设备弹药携行环境分析

目前机载发射装置弹药裸露在外(见图1),主要影响因素来自空中飞行和机坪长时间露天停放的环境因素(如风沙、雨雪、低温、水汽和霜冻等),但需要补充说明的是,地面存放与空中携行还存在着不同的因素差别,由于空中携行时还需充分考虑到飞行过程中弹药受到的风阻影响、飞机起降和飞行过程中所受到的振动与冲击力等外界因素^[8-10]而导致裸露的弹药出现松动或脱落等现象,鉴于以上情况,这就需要机载携行弹药具有一定的包装和安全防护能力。

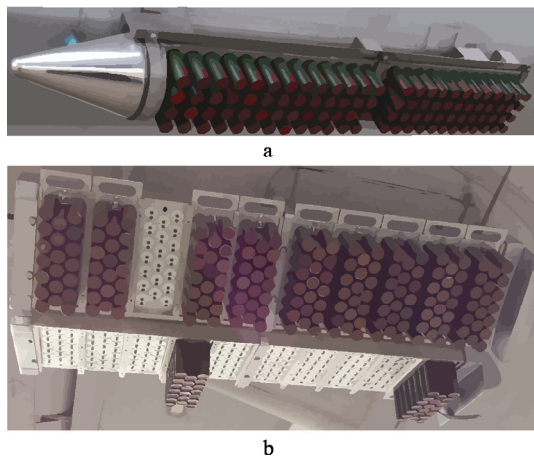


图1 无安弹药全防护包装功能的焰弹发射装置

Fig.1 Flame projectile launcher without safe protective package for ammunition

2 发射装置的整体结构设计

在充分考虑到机载弹药携行和选材要求^[11-12]以及架体的内部结构^[13]等特点,决定将发射装置弹药采用内置式弹舱设计结构(见图2),优点在于作业弹药在地面存放和空中携行时可以很好地被弹舱进行

二次包装和防护,从而降低了因环境因素和人为因素所产生的影响,近一步提高了机载弹药的携行安全和存储防护能力。发射装置尺寸规格为2005 mm×1120 mm×235 mm,整体质量不大于200 kg。装置主要由挂架、架体、导流罩、发射器、插弹板和弹药防护装置等部分组成,防护舱由28 V机载电源,通过机械联动机构带动舱门进行启闭运动,从而对弹药进行二次的防护与包装,发射装置除受力部位和连接螺栓采用的是不锈钢材料之外,其余部件则选用的是强度高、质量轻和耐蚀性好的合金材料设计制作而成,具有质量轻、强度高、耐锈蚀和坚固耐用的特点。

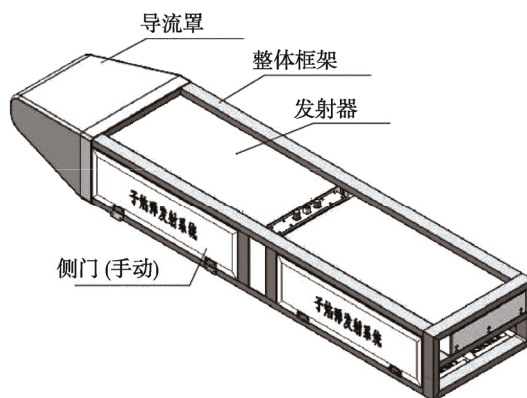


图2 焰弹防护包装

Fig.2 Protective package for flame projectile

2.1 挂架

挂架主要是用于连接和固定发射装置与机身的调整与连接,分别由2根长度为1640 mm×462 mm×5 mm规格的方形钢管焊接而成(见图3),其强度可达45#钢材标准(抗拉强度 ≥ 600 MPa,屈服强度 ≥ 355 MPa,伸长率 $\geq 16\%$,断面收缩率为 $\geq 40\%$,冲击功为 ≥ 39 J)。在充分考虑到架体自身重量及飞行过程中架体所受到的振动与冲击力等额外因素后,特选取了2组Q235材质的 $\phi M12$ mm螺栓作为架体与机身之间的连接部件。根据螺栓承载力公式为:

$$F = \sigma \times A \quad (1)$$

式中: F 为承载力(N); σ 为材料抗拉强度(N/mm²); A 为有效面积(mm²)。已知材料抗拉强度为170 N/mm²,有效横截面积为84.3 mm²,将其代入式(1)计算得出: $F=14\,331$ N。通过GB/T 3098.1—2000紧固件机械性能标准^[14]查表可知,4.6级M12螺栓最大荷载力可达19 kN/mm²,因此远远超出了当前挂架所需的承载力。

在挂架的中部,设计有一根 $\phi 16$ mm,长度为200 mm的可调式电镀防锈丝杠,用来负责调整挂架与架体之间的角度,使其可在0~45°范围内进行任意角度的微调,这也是当前其他发射装置所没有的独特之处,它很好地解决了当前发射装置在不同作业机型

上的安装局限性和弹药安全发射角度受限的难题,有效地提升弹药在发射时的安全性和在多种作业机型上的安装通用性^[15]。

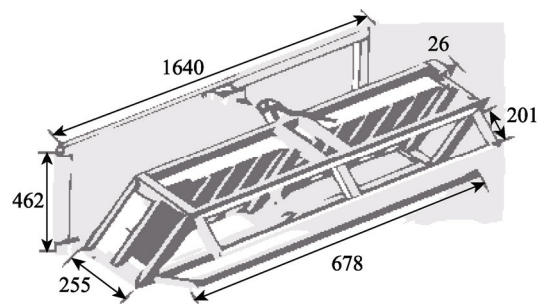


图 3 发射装置框架结构
Fig.3 Frame structure of a launcher

2.2 架体

架体及舱门分别由方管、圆管、扁管和网状板等轻便、坚固材料拼接焊接而成。分别由 4 根长 1640 mm、8 根长 255 mm 和 6 根高为 462 mm、宽度为 26 mm，厚度为 3 mm 的角铁焊接而成，架体结构也呈长方体设计，整体规格比挂架略有缩小，在架体上部的正中位置焊有与挂架调整拉杆相连接固定的限位座，在架体下部的两端位置设计有活动挂耳，用于发射架的角度调节。在架体的左右两翼分别设计有 2 组规格为 678 mm×201 mm×255 mm 的侧翼挡板，侧挡板主要用于平时在地面上弹药的检查与更换，以及弹药的包装与防护作用。

2.3 发射器

发射器主要用于点火发射和发射线路及弹药的安装，主要由一块 780 mm×360 mm×88 mm 的长方体合金板车制而成，发射板被分别分割成 10 组规格为 150 mm×360 mm×10 mm 的弹药卡槽（见图 4），而每组卡槽可同时安装 20 枚焰弹；点火极柱由长度为 15 mm， $\phi 0.5$ mm，导电性能良好的 H65 型铜棒制作而成，其绝缘部位则选用的是防水绝缘胶木。发射器每组弹舱卡槽的顶端设计有限位固定自锁装置，用于插弹板进入弹舱后进行固定与定位，有效地解决和

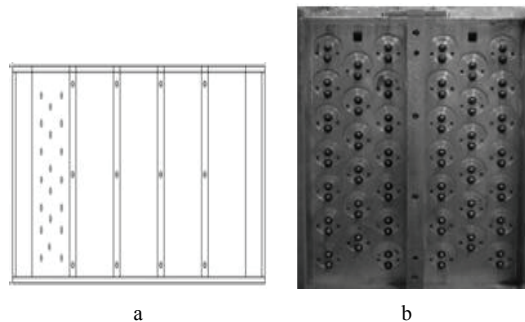


图 4 发射器结构
Fig.4 Launcher structure

避免了因振动和冲击力所产生的插弹板松动和脱落现象。

2.4 导流罩

导流罩规格为 448 mm×470 mm×264 mm，选用的是密度高、质量轻、耐腐蚀好的合金材质，导流罩整体上采用了扁平的夹角式流线设计，而最前端则为小圆弧形导角设计（见图 5），导流罩位于发射装置的前端，在保证播撒装置整体美观的前提下与架体成为一体，有效地降低了架体的风阻系数，避免了因外挂设备所造成的飞机动力和燃料等方面的损耗。

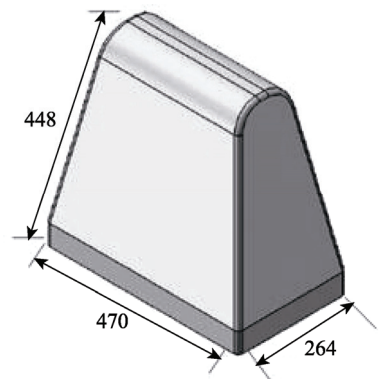


图 5 导流罩结构
Fig.5 Structure of a guide cover

2.5 插弹板

插弹板由规格为 400 mm×150 mm×10 mm 的长方形合金板车制而成并采用抽拉式结构设计（见图 6），通过 T 型槽与发射器连接在一起，可快速实现大批量的弹药拆装，每个弹夹板的顶部都带有自锁装置，用

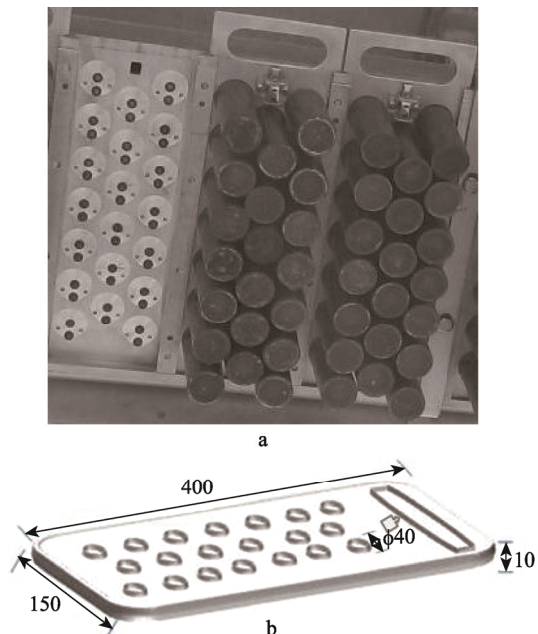


图 6 插弹板结构
Fig.6 Structure of a projectile-insertion plate

以防止插弹板的其松动和脱落。每套播撒器设计有10组插弹板,而每组插弹板上均开有20个 $\phi 40$ mm的圆形弹药孔用于弹药的安装,单侧播撒器可携带200枚作业焰弹,双侧可同时携带400枚作业焰弹,这种设计具有结构简单、坚固耐用、携弹量大、整体性好、便于弹药快速更换等优点,完全能够满足当前人影作业机型的续航时间要求,从而近一步提高了飞行作业效率,使投入与产出比达到最佳。

2.6 弹药防护装置

防护舱主要是用来对作业焰弹起到保护作用。主要通过28 V直流伺服电机带动 $\phi 16$ mm的丝杠进行动力传动,弹舱分别由侧舱门和底舱门构成。舱门提升装置安装于子焰弹发射系统的中部和发射系统框架之间,通过固定螺栓相连接^[15]。防护机构主要由导柱、丝杠、丝杠螺母、活动板、活动连杆座、连杆、防护门连杆座、固定连接板、伺服电机和导套等部件组成(见图7)。伺服电机和导柱通过螺栓安装固定在连接板上,固定连接板通过螺栓安装于发射架上固定不动,伺服电机和丝杠由联轴器连接,通过电机自带的编码器反馈信号给驱动器,再由驱动器根据反馈值与目标值进行比较,来控制 and 调整转速与方向。

滑动丝杠通过丝杠螺母机构和螺栓与活动板连接在一起进行上下同步运动,由于螺母本身具有一定的支承和自锁作用,因此消除了丝杠轴承可能产生的附加轴向窜动,但该传动形式需要限制螺母的转动,故需导向机构。导向机构由活动板、活动连杆座、导套等部件与舱门通过销轴和螺栓连接,活动板与导柱形成滑动配合,通过连杆来控制提升滑台从而带动防护舱门的启闭运动^[16-17]。为了便于在地面上的安装与维护,专门还设计有丝杠手摇臂传动装置,主要用来在电机断电的情况下对防护舱进行人工启闭操作。

另外考虑到高空风会对防护舱门的启闭过程造成风阻,并对电机造成额外的负载^[18-19],因此在设计时选用了轻便、坚固和耐锈蚀性好的合金材料作为防护舱门的主体框架,在确保其坚固耐用的前提下,防护舱门部位采用了金属网格设计,从而有效地减小了舱门对电机的负载,并增强了弹舱的通透性。

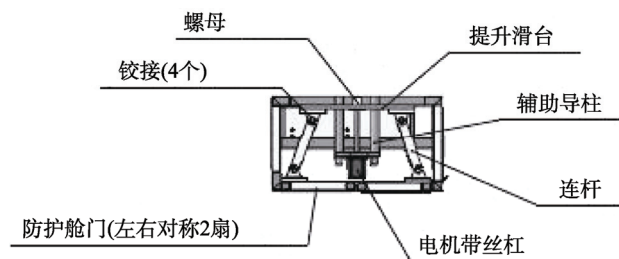


图7 弹药防护装置联动机构
Fig.7 Linkage mechanism of the
ammunition protection device

3 结语

新型机载焰弹发射装置的成功研制达到了预期的设计目的,通过试验表明,该设计能够有效地提高和弥补当前人影机载焰弹设备在弹药携行和安全储运等方面的缺陷和不足,极大地提高了作业焰弹的包装与安全防护能力,并具有着一定的实用性(实用新型专利号:ZL 2017207469565)。新焰弹发射装置的成功研制和投入使用,必将会对提高今后人影安全飞行作业和机载弹药携行、储运能力等方面,起到积极而现实的业务价值和社会效益。

参考文献:

- [1] 李大山. 人工影响天气现状与展望[M]. 北京: 气象出版社, 2002.
LI Da-shan. The Situation and Prospect of Artificial Weather Influence[M]. Beijing: Meteorological Publishing House, 2002.
- [2] 陈光学, 王铮. 人工影响天气作业方法及设备[M]. 北京: 中国宇航出版社, 2002.
CHEN Guang-xue, WANG Zheng. Method and Equipment for Weather Modification[M]. Beijing: China Astronautic Publishing House, 2002.
- [3] 邹春根, 王雪霖, 罗喜平. 新型固态碘化银烟条及播撒装置的研发与应用[J]. 现代制造技术与装备, 2016(12): 52—53.
ZOU Chun-gen, WANG Xue-lin, LUO Xi-ping. Research and Application of New Type of Solid Silver Iodide Smoke and Seeding Device[J]. Modern Manufacturing Technology and Equipment, 2016(12): 52—53.
- [4] GRANT L O, STEELE R L. The Calibration of Silver Iodide Generators[J]. Bull Amer Meteor Soc, 1966, 11: 713—717.
- [5] 赵世宜, 田润良, 李勤真, 等. 军用物资集装箱运输机械环境条件及防护要求[J]. 装备环境工程, 2005, 2(3): 19—21.
ZHAO Shi-yi, TIAN Run-liang, LI Qin-zhen, et al. Mechanical Environmental Condition and Protection Demands of Military Materials in Container Conveyance[J]. Equipment Environmental Engineering, 2005, 2(3): 19—21.
- [6] 罗天园, 吴波, 但渝霞. 弹药环境适应性设计需要考虑的几个问题[J]. 装备环境工程, 2007, 4(1): 63—66.
LUO Tian-yuan, WU Bo, DAN Yu-xia. Problems Needed to be Considered in Ammunition Environmental Worthiness Design[J]. Equipment Environmental Engineering, 2007, 4(1): 63—66.
- [7] 李彦斌, 姜东, 吴邵庆, 等. 运输荷载下弹体典型连接疲劳寿命评估[J]. 固体火箭技术, 2013, 36(3): 419—422.
LI Yan-bin, JIANG Dong, WU Shao-qing, et al. Fatigue Life Assessment on Rivet Connection of a Mis-

- siles under Transportation Environment[J]. Journal of Solid Rocket Technology, 2013, 36(3): 419—422.
- [8] 高欣宝, 祁立雷. 弹药储运管理[M]. 北京: 解放军出版社, 2003.
- GAO Xin-bao, QI Li-lei. Manage and Stock Ammunition[M]. Beijing: Publishing House of PLA, 2003.
- [9] RONG Zhi-yang, ZHI Li, MENG Kang, et al. Analysis on Influence of Humiture upon Ammunition Storage and Countermeasure[J]. Proceedings of the 15th International Conference on Man-machine-environment System Engineering, 2015, 356: 786—794.
- [10] GJB 3493—98, 军用物资运输环境条件[S].
GJB 3493—98, Military Goods Transport Conditions[S].
- [11] WJ 20336—2016, 携行炮弹包装设计 requirements[S].
WJ 20336—2016, Design Requirements of Packaging for Portable Shells[S].
- [12] 白焘, 詹永富, 罗俊杰, 等. 浅析弹药包装结构与材料选用要求[C]// 第四届军品防护与包装发展论坛暨成果展示论文集, 2015: 113—114.
- BAI Tao, ZHAN Yong-fu, LUO Jun-jie, et al. Packaging Structure Design and Material Selection Requirements[J]. The Fourth Military Protection & Packaging Development Forum and Exhibition, 2015: 113—114.
- [13] 安振涛, 高欣宝, 祁立雷. 弹药储存与环境控制[M]. 北京: 国防工业出版社, 2013.
- AN Zhen-tao, GAO Xin-bao, QI Li-lei. Ammunition Storage and Environment Control[M]. Beijing: National Defence Industry Press, 2013.
- [14] GB/T 3098.1—2000, 紧固件机械性能螺栓螺钉和螺柱[S].
GB/T 3098.1—2000, Fasteners Mechanical Properties Bolt Screws and Stud[S].
- [15] 黄强, 康冰冰, 卞光荣, 等. 弹药包装储运一体化研究[J]. 包装工程, 2016, 37(1): 158—160.
- HUANG Qiang, KANG Bing-bing, BIAN Guang-rong, et al. PIntegration between Storage and Transportation of Ammunition Packaging[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(1): 158—160.
- [16] 徐锦锦, 聂宏, 魏小辉, 等. 飞机起落架舱门收放联动机构气密性分析[J]. 机械设计与制造, 2016(12): 5—8.
- XU Jin-jin, NIE Hong, WEI Xiao-hui, et al. Air Tightness Analysis of the Linkage Mechanism of the Landing Gear Hatch of the Aircraft[J]. Mechanical Design and Manufacture, 2016(12): 5—8.
- [17] 罗阿妮, 邓宗全, 刘荣强, 等. 伸展臂根部锁定机构的设计与运动分析[J]. 机械设计, 2011, 28(1): 56—59.
- LUO A-ni, DENG Zong-quan, LIU Rong-qiang, et al. Design and Motion Analysis of the Locking Mechanism In the Root of the Extensional Arm[J]. Mechanical Design, 2011, 28(1): 56—59.
- [18] 刘志群, 周红, 刘伟, 等. 某型飞机舱门锁机构卡滞可靠性分析[J]. 机械设计, 2012, 29(12): 39—42.
- LIU Zhi-qun, ZHOU Hong, LIU Wei, et al. Reliability Analysis of Lock Mechanism of a Certain Type of Aircraft Cabin Lock[J]. Mechanical Design, 2012, 29(12): 39—42.
- [19] 李田因, 王小锋, 宁晓东. 飞机起落架收放机构与锁机构的集成运动仿真[J]. 机电工程技术, 2010, 39(5): 61—63.
- LI Tian-nan, WANG Xiao-feng, NING Xiao-dong. Integrated Motion Simulation of the Landing Gear and Lock Mechanism of an Aircraft Landing Gear[J]. Mechanical and Electrical Engineering Technology, 2010, 39(5): 61—63.