影响天气火箭作业车弹药包装储运一体化

晏军
（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 为了提高人工影响天气流动火箭作业车在作业期间随车弹药的包装、运输、存储和安全防护等方面的业务和装备技术保障能力。**方法** 通过基层走访、文献查找和样机设计，分析人工影响天气流动火箭作业车在作业期间的储运特点、环境因素及易燃易爆危险品在包装、储运方面的发展和现状。**结果** 通过实际应用表明，人工影响天气火箭车弹药储运箱可以携带 WR-98 型、HJD-82 型、RYI-6300 型、BL-1 型人影火箭弹合计 15 枚，能够满足当前火箭作业车的实际需求，极大地提升了多弹型火箭发射装置的安全性能和作业效果。**结论** 有效地消除了人工影响天气火箭作业车在弹药存储、运输和安全等方面的隐患，提高了作业效率和弹药管理能力。

关键词：火箭弹包装；储运；一体化；设计
中图分类号：TB485.3 **文献标识码：**A **文章编号：**1001-3563(2017)17-0108-04

Weather Modification Rocket Sled with Integrated Storage and Transportation of Ammunition Packaging

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

ABSTRACT: The work aims to improve the professional ability and technical support capability of the accompanying ammunition during the operation of the weather modification mobile rocket sled in such aspects as the packaging, transportation, storage and safety protection. Through the visit at the grass-root level, literature search and prototype design, the storage and transportation characteristics, environmental factors and the development and current situation of inflammable and explosive articles regarding the packaging, storage and transportation during the operation of weather modification mobile rocket sled were analyzed. The practical application indicated that, the ammunition storage and transportation case of the weather modification rocket sled could carry fifteen WR-98, HJD-82, RYI-6300 and BL-1 weather modification rocket projectiles, which could meet the actual requirements of the current rocket sled and greatly improved the safety performance and operation effect of the multi-missile rocket launcher. The hidden dangers during the ammunition storage, transportation, safety and other aspects of the weather modification rocket sled are effectively eliminated, which improves the operation efficiency and ammunition management capability.

KEY WORDS: rocket projectile packaging; storage and transportation; integration; design

新疆是我国开展人工影响天气（以下简称人影）作业最早的省份之一。截止目前，全疆 15 个地区的 78 个县（市）都已开展了人工增水、防雹业务，全疆有作业点 1562 个，年均发射人影 37 mm 高炮弹 8 万余发、人影火箭弹 3 万余枚，其作业规模和投入力度均在全国人影行业前列。由于人影基层地面作业点通常布设在较为偏远的乡村和牧区，每个作业点根据作业性质，不同程度的配有 37 mm 高炮、流动式车载火箭发射装置和固定式火箭发射装置，由于车载式火箭发射装置具有机动、灵活、可持续作业时间长等特点[1—2]，因而深受当前广大基层人影作业队伍的青睐。在长期的流动作业过程中，人影火箭作业车也逐

收稿日期：2017-03-05
基金项目：国家科技支撑计划（2012BAC23BD01）
作者简介：晏军（1978—），男，工程师，主要研究方向为人工影响天气业务与装备技术保障服务工作。

渐暴露出了一些安全隐患问题。人影增水、防雹作业车辆经常在雨雪和风沙等恶略天气的野外、路况差等条件下随车带弹进行流动作业。由于当前的作业车辆尚无安全、正规的弹药存储设备，因此在携带弹药的过程中或多或少的出现了丢失、损坏、受潮和起火等现象，严重危及人民的生命和财产安全，严重影响了新疆社会稳定和人影行业安全生产作业的局势，对行业生产和社会稳定带来了一些不安定的因素。

近年来关于易燃、易爆等危险品方面的运输和存储研究，多以军事火工运输方面的设计研究[3—7]和民用化工、物流运输方面[8—12]的设计研究居多，对于人工影响天气行业中所使用的流动火箭作业车的弹药运输、存储方面的相关研究和报道并不多。人影火箭弹属于精密的火工产品[13]，如果包装和防护措施不得当，在运输过程中往往会受到震动、温度、湿度、雷电、雨雪、静电、沙尘和道路等外界环境因素的干扰和影响[14]，导致火箭弹受潮、变形和火箭发动机的使用寿命下降，严重时还会导致弹药的失效和着火，最终影响到人影安全作业生产和催化播撒作业的效果。为了解决新疆人影流动火箭车在作业过程中的弹药运输和临时存储方面的技术，确保作业弹药的完好率和准确率，有必要对人影火箭弹运输和存储包装方面进行系统的研究。这对弥补新疆人影业务技术，提高安全作业生产和新疆的社会稳定方面都将起到重要的意义，有着一定的实用价值和社会价值。

1　设计思路

目前新疆人影流动火箭作业车，主要是利用皮卡车平台，搭载着由新疆人影办自主研发的多种弹型人工增水、防雹火箭发射系统（见图 1）进行人工影响天气作业。其优点在于一套发射装置，可以兼容发射目前国内所生产的 4 种不同型号的人影火箭弹。在作业过程中，各地往往会根据天气条件的情况，选择不同型号和口径的火箭弹进行催化作业，由于目前国内人影行业尚无一个安全、高效、统一的制式标准化车载弹药包装储运设备，因此给弹药的储运和管理方面带来了极大的不便，时常引发一些作业安全事故发生。本着提高人影装备保障、管理能力、服务基层、满足国内人影火器业务发展的需求，设计并研发出了一款具有安全可靠、成本低廉、性价比高及易操作维护，能够集多种功效和弹型于一体的人影火箭车弹药包装储运箱，从而达到和满足了当前人工影响天气行业作业车辆弹药管理和安全储运方面的迫切需求。

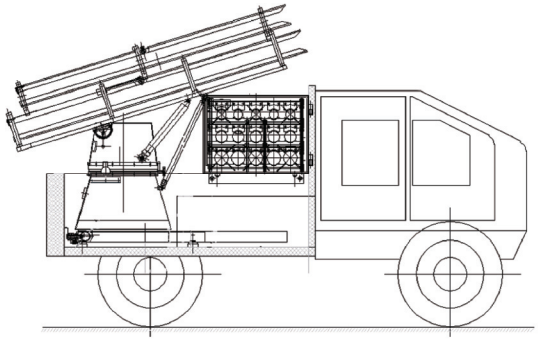

图 1　流动火箭作业车
Fig.1 A mobile rocket operating vehicle

2　结构设计

为了避免弹药在车辆运输过程中受到外界冲击力的影响，将弹药存储设备采用横装设计安装于车厢的最前端位置。这样设计安装的目的在于减小了车辆在紧急刹车时所受到的震动和冲击力，同时也节约了车厢空间，并给火箭发射装置留有一定的安装和安全发射间距。人影车载式火箭弹包装储运箱主要是由全封闭箱体、自动启闭式存储弹架和箱体安装托架 3 部分组成[15]。

2.1　箱体

箱体由箱门、门轴座、门轴、门锁、右箱门启闭装置、箱体安装固定板等组成，分别采用规格为：槽钢(6.3 mm)、角钢(40 mm×4 mm)、扁钢(30 mm×5 mm)和管钢(40 mm×20 mm×3 mm)等材质组合拼焊成体积为 1600 mm×500 mm×500 mm，容积为 3.15 m^2 的矩形框架结构，主要起到对内部存储弹药包装的安全和防护作用。箱体由 4 块 6 mm 厚的 Q235 型钢板拼焊成一个长方体框架，在箱体的两头和中间部位分别用 3 mm 厚的扁钢进行焊接密封，同时在箱体内侧贴装 2 mm 厚的铝塑防火板，用于防火、隔热。在左箱门位置上安装一把 938-G 型城堡牌双头机械联控锁，在右箱门处焊接一个卡板，通过箱内左侧的锁紧装置来实现机械锁的启闭功能。箱体结构实物见图 2—3。

2.1.1　门轴座

两门轴座分别由 2 根 Φ20 mm、长度 30 mm 的实心圆柱形钢管焊接安装于箱体部位的两端，用于安装和固定箱门。

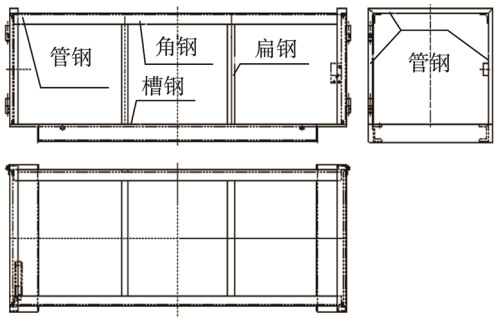

图 2　箱体框架结构设计
Fig.2 Box frame structure

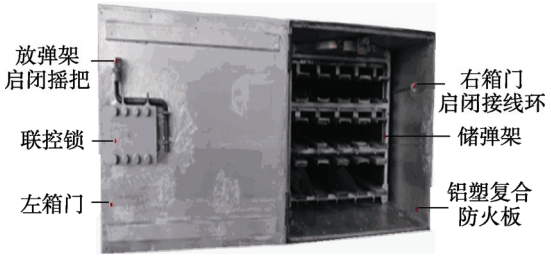

图 3　箱体右侧实物
Fig.3 The right side of the box

2.1.2　箱门

将体积相同的 2 块 6 mm 厚度钢板分别嵌入左右两侧的门轴座内，并在箱体的内侧加装 3 mm 厚的防火铝塑板起到防火的作用。在左箱门的外侧安装一套 938-G 型双头机械联控锁装置的同时，在右箱门的内侧处焊接一个闭锁卡环用来控制箱门的安全防护和启闭。

2.1.3　右箱门启闭装置

启闭装置由挂钩、扭簧、挂钩轴、挂钩轴座、钢丝拉线等组成。由于右箱门的外表面没有安装门锁，因此右箱门启闭装置安装在了靠近左箱门处的内侧位置。当左箱门关闭时启闭装置的挂钩会自动挂在右箱门上的闭锁卡环内，左右两侧箱门则同时闭锁。当开启右箱门时，由于右箱门的闭锁装置受到左侧箱门的控制，当拉动左箱门右侧内的钢丝连接线时，挂钩从环内自然松脱后右箱门则正常开启。

2.2　弹药存储支架

弹药储弹架主要由储弹支架、上下导轨和活动调整垫块等部件构成，支架和滑架分别采用 15 mm×15 mm×2 mm 的方型钢管焊接而成，轨道则采用铝合金一次成型、切割技术而成，不但减轻了架体的整体质量，而且美观和坚固耐用。支架顶层的水平长孔，用于安装和固定水平滑动支架，两侧的滑架分别连接在水平滑架和支架两头的竖撑部位从而便于架体的整体移动。

2.2.1　弹药存放设计

由于人影火箭弹目前常用的弹型分为大、中、小这 3 种弹型，其长度、质量和口径也并不尽相同，因此在保证节约存储空间和提升弹药存储量最大化的前提下，将弹药存储架设计成为 3 层共 15 组储弹滑轨结构，使箱体左右两侧同时以头尾相邻的交叉方式存放弹药。见图 4。

这种结构布局的好处在于，在充分利用不同型号火箭弹“头小尾大”的共有外观特性的前提下，使其在结构布局和存储方式上更为合理，可有效地提升弹药存储数量的最大化，并通过调整每一层储弹架的不同规格型号滑轨垫块的办法，有效解决了不同型号火箭弹同时存放的能力。利用储弹架启闭压紧装置和在两

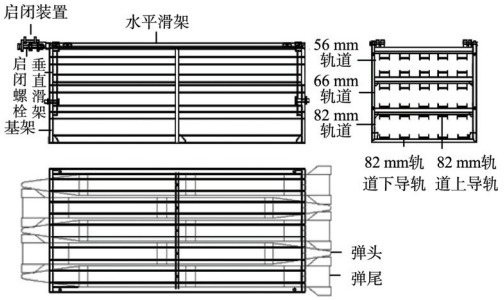

图 4　储弹架结构设计
Fig.4 Design of the cartridge structure

侧箱门内侧安装 5 cm 厚度的高密度、高弹性海绵，以及在导轨内侧粘贴有 3 mm 厚的减震、阻燃橡胶材料等技术手段，在箱门密闭的同时将火箭弹的弹体和尾翼同时压紧，有效解决了箱门的密封和不同弹型在储弹架内的减震与紧固作用。由于箱体的结构为左右两侧可同时对称存放弹药的布局，因此有效避免了因单侧存放弹药而带来的受力不均、重心偏移等弊端。不同弹型存放实物见图 5。

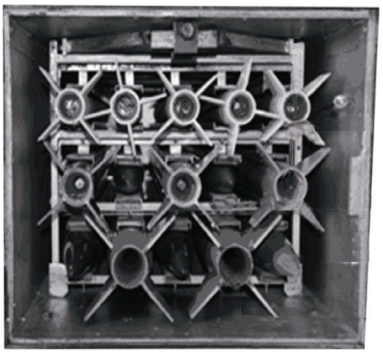

图 5　不同弹型存放实物
Fig.5 Different elastic type storage physical map

2.3　存储箱与车体的安装

箱车安装板的作用主要是起到将弹药储运箱与车辆箱体安装和紧固在一起的作用。安装板用 3 mm 厚小槽钢制作，并在箱体两端下部的位置处各开有 2 个 M10×35 规格的螺孔，并将安装板的高度与车厢板平齐扣焊在车厢前部两内侧处，然后通过固定螺栓进行连接和紧固，最终将箱体与车体牢靠的固定在车厢前端位置处。

箱车安装板的作用是将箱体固定在车厢板上，用小槽钢制作，车箱安装板要扣焊接在车厢前部两内侧的钢板上，其高度与车厢板平齐，然后将箱体压在车厢板表面，用螺栓连接槽钢两头的角钢和车箱安装板，将其固定于车厢板的两侧。

3　防护处理

弹药箱内部包括两内侧箱门处全部粘贴一层 3 mm 防火铝塑板，并每隔一段距离，就用 M5×8 沉头

螺钉紧固。两侧箱门的内侧加装高密度海绵，在箱门关闭时可以使火箭弹尾部被顶紧，起到了密封、紧固和减震的效果。储弹架内的上、下导轨的中部采用粘贴 3 mm 和 6 mm 厚的软橡胶层，对火箭弹起到减震和防静电的功效，有效避免了火箭弹与金属轨道直接摩擦接触导致静电引发的起火和电子元器件被击穿。选用符合国家标准的防静电漆，通过对弹药存储箱进行整体的防静电和防锈蚀的喷刷处理[16]，从而有效避免了由静电和自然因素所带来的各种隐患，同时也增加了弹药存储箱整体外观的美观度。

4　结语

人影车载火箭弹一体化包装储运箱的研制成功，很好地解决了新疆多种弹型火箭作业车在载弹运输作业时的种类、数量、包装和安全储运等方面的不足和薄弱环节，有效消除了火箭作业车在作业过程中所遇到的日照、雨雪、冰冻、风沙等自然环境因素的影响，具备了防火、防潮、防静电、防盗、减震等功效，极大地提高了人影流动火箭车在弹药包装安全储运方面的综合保障能力，能够满足当前我国人影火箭作业车在弹药安全、储运方面的需求。如果“车载火箭弹储运箱”与“多功能人影增水防雹火箭发射装置”组合使用作业效果会更加显著，具有着一定的社会价值与行业应用推广前景。

参考文献：

[1] 章澄昌, 许焕斌, 段英. 人工影响天气岗位培训教材[M]. 北京: 气象出版社, 2003.
ZHANG Cheng-chang, XU Huan-bi, DUAN Ying. Weather Modification Training Materials[M]. Beijing: China Meteorological Press, 2003.

[2] 安振涛. 弹药储存安全技术与管理[M]. 北京: 解放军出版社, 2003.
AN Zhen-tao. Ammunition Storage Safety Technology and Management[M]. Beijing: Chinese People's Liberation Army Press, 2003.

[3] 杨会军, 田润良, 赵世宜, 等. 汽车装运弹药的振动特性与安全可靠性研究[J]. 装备环境工程, 2009, 6(6): 24—27.
YANG Hui-jun, TIAN Run-liang, ZHAO Shi-yi, et al. The Vibration Characteristics and the Safety Reliability of the Auto Loading Ammunition Study[J]. Journal of Environmental Engineering Equipment, 2009, 6(6): 24—27.

[4] 安振涛, 李飞, 李金明, 等. 弹药公路运输安全影响因素分析及防护[J]. 工业安全与环保, 2011, 37(9): 21—23.
AN Zhen-tao, LI Fei, LI Jin-ming, et al. The Effect Factor Analysis and Defence of the Ammunition Transportation Safety[J]. Industrial Safety and Environmental Protection, 2011, 37(9): 21—23.

[5] 秦舒浩, 于杰, 罗筑, 等. 基于 CAE 的弹药包装箱结构分析[J]. 包装工程, 2004, 25(3): 48—50.
QIN Shu-Hao, YU Jie, LU Zhu, et al. Based on CAE of Ammunition Package Structure Analysis[J]. Journal of Packaging Engineering, 2004, 25(3): 48—50.

[6] 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.

[7] 潘文庚, 柯先锋, 王晓鸣, 等. 基于减小弹药运输振动的包装研究[J]. 包装工程, 2007, 28(3): 110—112.
PAN Wen-geng, KE Xian-feng, WANG Xiao-ming, et al. Packaging Research for Reducing Ammunition Transport Vibration[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(3): 110—112.

[8] 罗峰. 一种经济适用的铁包装箱[J]. 包装工程, 2010, 31(11): 132—134.
LUO Feng. An Economic Applicable Iron Cases[J]. Journal of Packaging Engineering, 2010, 31(11): 132—134.

[9] 张军, 梅仲豪. 基于物联网技术的物流包装及其应用研究[J]. 包装工程, 2014, 35(17): 135—139.
ZHANG Jun, MEI Zhong-hao. Logistics Packaging and Application Based on the Internet of Things Technology[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(17): 135—139.

[10] 黄世伟, 李亮, 石文. 运输车振动载荷的分析计算[J]. 装备制造技术, 2010, 22(2): 60—61.
HUANG Shi-wei, LI Liang, SHI Wen. Transport Vehicle Vibration Load Analysis and Calculation[J]. Journal of Equipment Manufacturing Technology, 2010, 22(2): 60—61.

[11] 丁吉超, 贺小华. 管束式集装箱框架结构改进[J]. 机械设计与制造, 2015, 8(8): 82—85.
DING Ji-chao, HE Xiao-hua. Structural Improvement for the Frame Structure of Tube Bundle Container[J]. Machinery Design & Manufacture, 2015, 8(8): 82—85.

[12] 卓雪艳, 诸葛琰, 陶顺育, 等. 制造业物流包装与设施布局油画研究[J]. 机械设计与制造, 2016, 1(1): 265—268.
ZHUO Xue-yan, ZHUGE Yan, TAO Shun-yu, et al. Research on Logistics Packaging and Layout Optimization of Manufacturing Enterprise[J]. Machinery Design & Manufacture, 2016, 1(1): 265—268.

[13] 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.

[14] 徐新琦, 袁书生. 固体发动机药柱公路运输随机振动响应分析[J]. 固体火箭技术, 2001, 24(4): 33—36.
XU Xin-qi, YUAN Shu-sheng. The Random Vibration Response Analysis of the Solid Rocket Engine Grain During Road Transportation[J]. Journal of Solid Rocket Technology, 2001, 24(4): 33—36.

[15] 吴琦, 陈新, 王少华, 等. 机械传动系统的组合方式研究[J]. 机械科学与技术, 1998, 17(5): 759—762.
WU Qi, CHEN Xin, WANG Shao-hua, et al. On Composition Mode of Mechanical Transmission System[J]. Mechanical Science and Technology, 1998, 17(5): 759—762.

[16] 丁毅. 电子产品防静电包装设计[J]. 包装工程, 2004, 25(1): 80—81.
DING Yi. Electronics Antistatic Packaging Design[J]. Journal of Packaging Engineering, 2004, 25(1): 80—81.