

冲压式快速类空投试验研究

齐明思¹, 刘守君¹, 陈晓锦², 赵奇¹, 张纪平¹

(1. 中北大学, 太原 030051; 2. 空军驻山西地区军事代表室, 太原 030024)

摘要: **目的** 通过类空投试验, 对比研究冲压式快速空投气囊和传统缓冲气囊的着陆过程和着陆缓冲效果。 **方法** 以冲压式快速空投气囊为研究对象, 建立气囊模型, 制作类空投气囊和降落伞模型; 在高约23 m处, 分别进行不使用任何缓冲、采用传统缓冲气囊、采用冲压式快速空投气囊的类空投试验。 **结果** 采用传统缓冲气囊进行类空投时, 装满水的玻璃瓶和矿泉水瓶损坏概率分别为22.2%和11.1%; 采用冲压式快速空投气囊进行类空投时, 损坏概率均为0。 **结论** 冲压式快速空投气囊的类空投效果远远好于传统缓冲气囊, 为深入研究冲压式快速空投气囊打下了基础。

关键词: 冲压式; 空投气囊; 类空投试验; 缓冲

中图分类号: TB485.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)19-0076-03

Punching Quick Simulated Airdrop Test

QI Ming-si¹, LIU Shou-jun¹, CHEN Xiao-jin², ZHAO Qi¹, ZHANG Ji-ping¹

(1. North University of China, Taiyuan 030051, China;

2. Military Representative Chamber of the Air Force Stationed in Shanxi Area, Taiyuan 030024, China)

ABSTRACT: The aim of this study was to compare the landing process and the landing cushioning effect of the punching quick airdrop airbag and the traditional cushioning airbag through simulated airdrop tests. This paper took the punching quick airdrop airbag as the research object to establish the airbag model, and prepared the simulated airdrop airbag model and the parachute test model. At a height of 23 meters, three simulated airdrop tests were conducted, without any cushioning, with the traditional airbag and with the punching quick airdrop airbag, respectively. When the traditional airdrop airbag was adopted, the damage probability of the glass bottles filled with water was 22.2%, and that of the mineral water bottles filled with water was 11.1%. When the punching quick airdrop airbag was adopted, the damage probabilities of the glass bottles and the mineral water bottles were both zero. In conclusion, the simulated airdrop tests showed that the cushioning effect of the punching quick airdrop airbag was much better than that of the traditional airbag.

KEY WORDS: punching; airdrop airbag; simulated airdrop test; cushion

在紧急救护、救灾或军事演练时, 食品、生活用品、医药、军事设备等必需品的运输是至关重要的, 空降空投方式以其快捷方便的特点而得到广泛的应用^[1-3]。物资空投到地面时, 会受到比较强烈的冲击, 如果不采用适当的保护措施, 就会使物资受到损坏。气囊缓冲技术是最常用的着陆缓冲技术之一, 气囊缓冲装置已

经广泛应用在航天器着陆和回收、无人机降落、设备空投、深空探测器着落等领域^[4-8]。目前, 国内外学者在该领域的研究大多以仿真研究为主^[9-13], 这里以冲压式快速空投气囊为研究对象, 对比研究了冲压式快速空投气囊和传统缓冲气囊的着陆过程和着陆缓冲效果。

收稿日期: 2015-02-04

基金项目: 国家自然科学基金-青年基金(51205373)

作者简介: 齐明思(1979—), 男, 河南周口太康人, 博士, 中北大学副教授、硕导, 主要研究方向为缓冲技术、机械系统动态测试与分析等。

1 气囊模型建立和制作

气囊模型参考杨卫、齐明思等人建立的模型数据^[14-15],其中,空投运输机为C-130,空投质量为227~907 kg,托盘容积为0.5~3.0 m³。试验中气囊材料选择为牛津布D900,它是一种涤纶织物,具有强度高、弹性好、耐热性好、回潮率很小、耐磨性好、耐光性好和耐腐蚀好等特点。

1.1 类空投气囊制作

利用牛津布制作降落伞,伞面积8 m²左右。制作4个大小为350 mm×350 mm×500 mm的小气囊,将4个小气囊两两用细绳系住相接触的棱边,使气囊结合在一起,变成700 mm×700 mm×500 mm的气囊。4个350 mm×350 mm×500 mm的长方体气囊见图1。在气囊上开集气孔和排气孔后,将4个小的气囊组合在一起,见图2。其中,单个小气囊的4个面都开有排气孔,底部开1个集气孔,气孔半径为80 mm,两两结合在一起时气孔彼此相通。



图1 制作的4个小气囊

Fig.1 Finished four airdrop airbags



图2 组合成的空投气囊

Fig.2 Airdrop airbag composed by four small airbags

1.2 降落伞制作

将材料裁切、缝合成3200 mm×3200 mm的正方形,对折2次成1600 mm×1600 mm的正方形,然后切出1/4个圆的圆弧,最后对裁完的圆8等分,在圆周上标出等分点,在等分点上系上长为2.5 m的绳子。至此,降落伞制作完成。

2 类空投试验及结果

2.1 试验目的

通过类空投试验,验证冲压式快速空投气囊相对

于传统气囊的空投着陆缓冲效果。

2.2 试验物品

试验物品:降落伞1个;冲压式缓冲气囊(合并后)1个;塑料瓶和玻璃酒瓶各若干;绳子;摄像机、数码相机和秒表等。

2.3 试验地点

中北大学学生公寓21号楼7层,类空投高度23 m左右。

2.4 试验过程

1) 第1次类空投试验。采用冲压式快速空投气囊,在6个矿泉水瓶里充满水,用袋子包装起来,用绳子系牢,使它们成为一个整体。在空投过程中,1名同学负责向外抛出物品,2名同学负责展开和抛出降落伞,以免降落伞出现不能打开、绳子打结等意外情况。同时,在楼下1人负责用摄像机拍摄视频,1人照相,1人计时。在空投过程中降落伞安全打开,物品正常着陆,见图3a。第1次类空投试验数据及结果:空投物品为66瓶矿泉水,质量约5 kg;降落时间为9.63 s;缓冲时间为1.76 s;风力较大。物品落地后无损坏。



a 第1次

b 第2次

c 第3次

图3 类空投后的物品

Fig.3 The goods after the simulated airdrop test

2) 第2次类空投试验。采用传统气囊,未开进气孔和排气孔。空投过程与第1次类空投试验相同。在空投过程中,降落伞安全打开,物品正常着陆,见图3b。第2次类空投试验数据及结果:空投物品为装满水的9个矿泉水瓶和9个啤酒瓶,质量约为11 kg;降落时间为5.6 s;缓冲时间为1.1 s;风力小。落地后损坏2个玻璃瓶(损坏概率为22.2%),损坏1个矿泉水瓶(损坏概率为11.1%)。

3) 不使用任何缓冲空投物品。直接从7层楼抛出1个装满水的矿泉水瓶,矿泉水瓶摔得粉碎,见图3c。

3 结语

3次类空投试验结果表明:从高约23 m,不使用

任何缓冲空投时,空投物品很容易损坏;采用传统缓冲气囊进行类空投时,装满水的玻璃瓶和矿泉水瓶损坏概率分别为22%和11.1%;采用冲压式快速空投气囊进行类空投时,空投物品损坏概率均为0。因此,冲压式快速空投气囊的类空投效果远远好于传统缓冲气囊。

参考文献:

- [1] 唐晓慧,钱林方,石海军. 车载炮重装空投着陆缓冲底盘强度分析[J]. 火炮发射与控制学报,2014,35(1):35—39.
TANG Xiao-hui, QIAN Lin-fang, SHI Hai-jun. Classis Strength Analysis of Vehicle-mounted Gun for Heavy Cargo Airdrop during Soft Landing Buffer[J]. Journal of Gun Launch & Control,2014,35(1):35—39.
- [2] 常允刚,孙秀霞,李大东,等. 空投时运输机的实时仿真平台[J]. 电光与控制,2014,21(7):56—60.
CHANG Yun-gang, SUN Xiu-xia, LI Da-dong, et al. A Real-Time Simulation Platform for Airdrop of the Transport Aircrafts[J]. Electronics Optics & Control,2014,21(7):56—60.
- [3] 辛琪,史忠科. 运输机超低空重装空投抗侧风三维非线性控制律设计[J]. 航空学报,2014,35(7):1941—1955.
XIN Qi, SHI Zhong-ke. Design of three Dimensional Nonlinear Controller for Transport Aircraft Airdropping Heavy Car Gos at Extremely Low-altitude under Crosswind[J]. Aeronautica et Astronautica Sinica,2014,35(7):1941—1955.
- [4] 齐明思,于丽娜,殷强,等. 基于ANSYS的冲压式快速空投硬式气囊应力分析[J]. 包装工程,2010,31(15):69—72.
QI Ming-si, YU Li-na, YIN Qiang, et al. Stress Analysis on Ram Rigid Airbag for Quick Airdrop Based on ANSYS[J]. Packaging Engineering,2010,31(15):69—72.
- [5] 王新春,马大为,马合林,等. 某空投转塔着陆冲击过程分析与改进[J]. 计算机仿真,2013,30(12):74—77.
WANG Xin-chun, MA Da-wei, MA He-Lin, et al. Landing Impact Analysis and Improvement of Airdropping Turret[J]. Computer Simulation,2013,30(12):74—77.
- [6] 刘彬,谷京朝,陈湘平,等. 重物空投着陆过程系统分析与仿真[J]. 空军雷达学院学报,2008,22(2):136—138.
LIU Bin, GU Jing-zhao, CHEN Xiang-ping, et al. Soft-fault Diagnosis of Nonlinear Resistance Network With Dynamic Excitation[J]. Journal of Air Force Radar Academy,2008,22(2):136—138.
- [7] 王新春,马大为,庄文许,等. 某空投装备在不同缓冲装置下的冲击响应分析[J]. 包装工程,2013,34(13):47—51.
WANG Xin-chun, MA Da-wei, ZHUANG Wen-xu, et al. Impact Response Analysis of Airdrop Equipment with Different Buffer Device[J]. Packaging Engineering,2013,34(13):47—51.
- [8] 郝贵祥,王红岩,洪煌杰. 空降车着陆缓冲过程仿真研究[J]. 机械科学与技术,2012,31(2):340—344.
HAO Gui-xiang, WANG Hong-yan, HONG Huang-jie. Numerical Simulation of Landing Cushion Process for Airborne Vehicle[J]. Mechanical Science and Technology for Aerospace Engineering,2012,31(2):340—344.
- [9] WEN Jin-Peng, LI Bin, YANG Zhi-chun. Study on Cushioning Characteristics of Soft Landing Airbag with Elastic Fabric[J]. International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics,2010,33(3-4):1535—1545.
- [10] EWING, BRUCE L C. Precision Parachute Capabilities and their Potential Employment in the Land Force[J]. Canadian Army Journal,2005,8(3):83—92.
- [11] CHEN Jie, SHI Zhong-ke. Flight Controller Design of Transport Airdrop[J]. Chinese Journal of Aeronautics,2011,24(5):600—606.
- [12] DESABRAIS, RILEY K J, SADECK J, et al. Low-Cost High-Altitude Low-Opening Cargo Airdrop Systems[J]. Journal of Aircraft,2012,49(1):349—354.
- [13] LIU Xin, ZHANG Zhi-yong, ZHAO Zi-heng. The Uncertain Optimisation of Buffering Characteristics of Landing Airbag in Manned Airdrop[J]. International Journal of Crashworthiness,2013,18(3):225—236.
- [14] 杨卫,齐明思,张皎. 冲压式快速空投硬式气囊缓冲技术研究[J]. 包装工程,2010,31(5):106—108.
YANG Wei, QI Ming-si, ZHANG Jiao. Research on Punched Quick Airdrop Cushion[J]. Packaging Engineering,2010,31(5):106—108.
- [15] 齐明思,刘守君,赵奇,等. 缓冲气囊着陆过程仿真研究[J]. 包装工程,2013,34(23):5—8.
QI Ming-si, LIU Shou-jun, ZHAO Qi, et al. Simulation Research on Landing Process of Cushioning Airbag[J]. Packaging Engineering,2013,34(23):5—8.

(上接第72页)

- [15] 付龙海,李蒙. 基于PID神经网络解耦控制的变风量空调系统[J]. 西南交通大学学报,2005(1):13—17.
FU Long-hai, LI Meng. Variable-air-volume Air-conditioning System Based on PID-ANN Decoupling Control Technology[J]. Journal of Southwest Jiao Tong University,2005(1):13—17.
- [16] 文生平,赵国平,瞿金平. 聚合物动态挤出过程多变量数学模型研究[J]. 机械制造,2007,45(517):19—22.
WEN Sheng-ping, ZHAO Guo-ping, QU Jin-ping. On the Multivariable Dynamic Mathematical Model of Polymer Extrusion Process[J]. Machinery,2007,45(517):19—22.