

中件空投平台缓冲材料及技术

董新东, 王宏, 林浩, 姜照君

(空军空降兵学院, 桂林 541003)

摘要: **目的** 改进中件空投平台结构设计及主体材料, 以改善空投物资着陆缓冲效果, 提高空投可靠性。**方法** 以中件空投平台结构、材料为研究对象, 借助空投实验, 完成缓冲包装材料的合理选择和空投平台结构的优化设计。**结果** 设计了上、中、下 3 层的缓冲结构, 并合理确定了各层材料选择, 改进后的中件空投平台空投可靠性得到了大幅提高。**结论** 通过改进空投平台结构设计及平台缓冲材料, 可满足中件物资空投的要求, 确保了空投着陆后物资的完好和正常使用, 提高了空投平台结构的稳定性和抗冲击力。

关键词: 中件; 空投平台; 缓冲包装

中图分类号: TB485.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)17-0030-04

Cushioning Materials and Technology of Middle-sized Pack Airdrop Platform

DONG Xin-dong, WANG Hong, LIN Hao, JIANG Zhao-jun

(Air Force Academy, Guilin 541003, China)

ABSTRACT: It aims to improve the airdrop structure design and the main materials, thus to improve airdrop landing buffering effect and upgrade the reliability of the drop. With airdrop platform structure and material as the research object, cushioning packing materials were selected reasonably and the design of airdrop platform structure was optimized by the airdrop experiment. The three-layer buffer structure (upper, middle and lower) was worked out and materials for each layer were properly determined. The improved airdrop platform had greatly upgraded reliability. In conclusion, the improvement of airdrop platform structure design and cushioning materials can meet the requirements on middle-sized pack airdrop, guarantee the intact and normal use of airdrop supplies and improve the stability and impact resistance of airdrop platform structure.

KEY WORDS: middle-sized pack; airdrop platform; cushioning packaging

空投是用航空器将要输送的装备和物资从空中投送到指定地点的行动, 不仅是军队作战时期输送武器装备和物资器材的重要手段^[1], 也是和平时期的抢险救灾及其他应急救援行动物资保障的重要手段。在汶川大地震时, 就采用了空投的方式, 向灾区投送了大量的救援物资, 为灾区居民提供了必需的生活和医疗保障用品。

中件空投一般指单件空投质量在 300 ~ 500 kg 的空投。目前军队装备的中件空投平台自身基本不

具备缓冲能力, 主要靠投物伞的阻力稳定下降速度来减小着陆冲击力, 避免空投物资受损, 这种被动的缓冲措施, 难以应对巨大的着陆冲击力。文中针对中件空投平台的结构特点, 深入研究缓冲包装材料性能特点, 甄选适合用于空投平台的缓冲包装材料, 科学设计中件空投平台结构方式, 实现减小中件空投平台着陆冲击力的目的, 保证空投物资或武器装备不受损坏, 对进一步提高空投保障能力具有重要意义。

收稿日期: 2016-06-05

作者简介: 董新东 (1974—), 男, 河南濮阳人, 硕士, 空军空降兵学院讲师, 主要研究方向为空投与机降。

1 总体设计思路

中件空投件（有伞空投）在 800 m 的高空空投后，以大约 9 m/s 的速度降落，由于地心引力的作用，空投件会以逐渐递增的速度下降，着陆瞬间，空投件会产生巨大的着陆冲击力。平台着陆瞬间主要受到 2 个冲击力，一个是空投物资对空投平台的张力，另外一个是对平台的反作用力，空投平台在这 2 种力的作用下，极易产生损坏。

通过对空投平台着陆瞬间受到的着陆冲击力分析和多次空投实验，结果表明，中件空投物资空投成功的关键在于中件空投平台缓冲性能是否完好。中件空投平台如果采用具有良好缓冲性能，具有能够在着陆时吸收并转化能量的包装材料，就可以大幅减小中件空投平台着陆时所受到的着陆冲击力。

原有的中件空投平台仅为一块由尼龙 6 树脂材料制作的平板结构，基本不具备缓冲功能。文中基于中件空投平台的结构特性、功能需求、操作的便利性等方面，通过结构的优化改进和材料的合理选择，在原中件空投平台的基础上，增加缓冲功能。改进后的中件空投平台结构分 3 层，上下层板采用足够强度的材料，起固定和连接作用，中间夹层采用具有缓冲性能强的材料，主要产生缓冲着陆冲击力，也是用来抵抗着陆冲击力的主体部分。该设计方案既有利于空投物质的装卸、搬运，更重要的是能较好地缓冲中件空投平台着陆时的冲击力，避免空投物资遭到损坏。

2 中件空投平台结构优化设计

将中件空投平台原来的单层平板结构改为上面板、下面板、中间层（缓冲材料）以及加固装置组成。中件空投平台面板结构的总体构成见图 1。

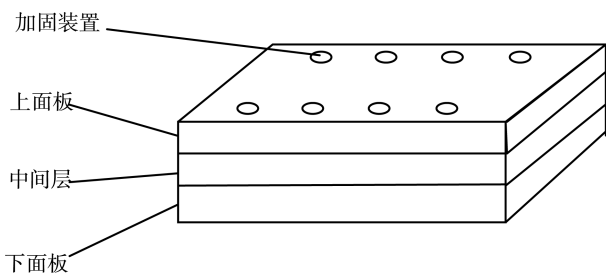


图 1 中件空投平台面板结构的总体构成
Fig.1 The general composition of the middle-sized pack airdrop platform panel structure

上、下面板主要是增强空投平台结构的强度和稳定性，中间层（缓冲材料）主要起产生缓冲着陆冲击力的作用，加固装置便于面板的连接和固定。

3 中件空投平台主体材料的选择

在结构设计的过程中，缓冲包装材料的各项性能是设计缓冲包装件的重要依据^[2]。根据中件空投平台既要具备平台自身结构的高稳定性又要具备一定的着陆抗冲击性能要求，在材料选择上要根据上、下面板和中间层功能需求进行，同时还要考虑材料的成本。

3.1 中间层缓冲材料

空投物资包装由于其操作实现方式的特殊性，不同于常规物资储藏转运的包装，中间层是中件空投平台的缓冲主体部分，对材料要求极高，除了具备缓冲功能外，还要具有一定的强度和弹性。通过对具备此类性能的包装材料进行分析论证、比较计算以及多次实验，这里确定使用蜂窝纸板（抽芯结构）作为空投平台中间层的缓冲材料。采用相同面积的再生纸（定量 100 g/m²）制作的蜂窝状、方筒状、圆筒状和瓦楞状 4 种芯层结构的抗压实验结果见表 1，显然其中蜂窝结构的抗压能力最好。

表 1 4 种纸板结构的抗压实验结果
Tab.1 Compression test results of 4 kinds of paperboard structures

结构	总质量/g	抗压能力/g	变形情况
蜂窝状	0.1762	1500	不变形
方筒状	0.1744	300	不变形
圆筒状	0.1715	300	不变形
瓦楞状	0.1742	20	不变形

蜂窝纸板是一种粘弹性缓冲包装材料，具有优良的缓冲防震性能，质量轻、强度高、承重大等特点^[3-4]，目前国内对蜂窝纸板的研究主要集中在其承载与缓冲性能的实验研究^[5-10]，由于结构、材料的差异，会导致性能上的不同^[11-15]。为了选择适合中件空投平台中间层的包装材料，这里在实验中选取了从 15 ~ 40 mm 抽芯结构的蜂窝纸板，从不同高度进行跌落实验，主要对材料的抗冲击性和缓冲功能进行测试。结果表明，材料的厚度与弹性成正比，而且蜂窝纸板材料随着厚度的增加材料成本也成倍增加。经过对材料性能和性价比等因素的比

照分析,确定将厚度为 30 mm 的蜂窝纸板作为中件空投平台的中间层缓冲材料。中件空投平台中间层蜂窝纸板结构见图 2。

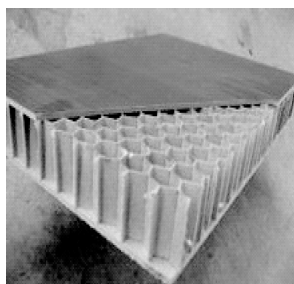


图2 中件空投平台中间层蜂窝纸板结构

Fig.2 The middle layer honeycomb paperboard structure of the middle-sized pack airdrop platform

3.2 上、下面板材料

针对着陆冲击力可能的破坏方式,上、下面板采用另外一种高强度的非弹性或弹性远小于蜂窝纸板(抽芯结构)的材料对整个面板结构进行加强,通过分担着陆时的部分冲击力,以减轻中间层蜂窝纸板材料承受的冲击力,并协助抵抗空投物资的局部冲击。同时增强空投平台的整体稳定性且确保中间缓冲层的受力均匀。

中件空投平台上、下面板的主要作用是增强平台结构的稳定性和强度值,辅助中间层(缓冲)增强抗着陆冲击的能力,对其弹性要求不是很高,强度是主要因素,因此中间层可供选择材料的范围相对较广,可以选择强度大、性价比高的材料。在考虑性价比的基础上,通过多次的计算比较和实验,确定选用改性尼龙 6 树脂材料。尼龙 6 又称聚己内酰胺,具有较好的物理、力学性能,例如具有抗冲击韧性好、拉伸强度高、耐磨性优异、耐化学药品和耐油性等优点。

原来中件空投平台由厚度为 80 mm 的单面板组成,改进后空投平台为 3 层结构设计,上、下面板的厚度设计为 30 mm,见图 3。

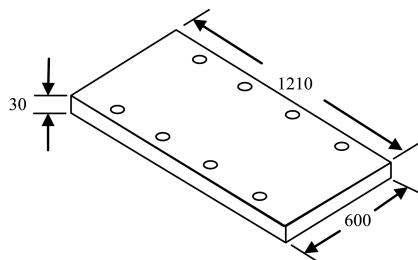


图3 中件空投平台上、下面板结构

Fig.3 The upper and lower panel structure of the middle-sized pack airdrop platform

4 跌落实验

按设计方案制作 3 组中件空投平台,平台中间层蜂窝纸板材料厚度分别采用 20, 30, 40 mm。空投物资为 4 袋大米,每袋 100 kg,共计 400 kg。

将采用厚度为 20, 30, 40 mm 蜂窝纸板材料制作的中件空投平台分别编号为 01, 02, 03 号。用吊车分别将捆绑好空投物资的中件平台升高至 40 m 空中,脱离连接,使其自由坠落,下降速度约为 9 m/s,与从高空物资带伞中件空投平台下降速度相当。

通过对 3 种不同厚度的中件空投平台的跌落实验,重点从平台材料和空投物资的受损情况进行比较。结果表明,3 种情况下空投物资均保持完好,但空投平台受损情况不同。采用 20 mm 厚度蜂窝纸板材料的空投平台蜂窝纸板材料发生变形,采用 40 mm 厚度蜂窝纸板材料的空投平台蜂窝纸板材料发生膨胀,只有采用 30 mm 厚度蜂窝纸板材料的空投平台蜂窝纸板材料状态良好。可见,20 mm 厚度的蜂窝纸板材料抗冲击能力较好,但弹性较差。厚度为 40 mm 的蜂窝纸板材料,虽然弹性增大,但强度变差,抗冲击效果同样不好。厚度为 30 mm 的蜂窝纸板材料缓冲效果最好。

5 结语

从中件空投平台的操作性、经济性和空投可靠性等方面综合考虑,通过对中件空投平台的结构优化设计和主体材料及技术性能的系统研究,确定了上、中、下 3 层缓冲结构,并根据功能需求确定了各层的材料选择。实验表明,改进后的中件空投平台空投可靠性大幅提高,并具有较好的可操作性和经济性,充分验证了利用缓冲材料制作中件空投平台的可行性。

参考文献:

- [1] 赵西友. 空投与机降[M]. 北京: 蓝天出版社, 2010. ZHAO Xi-you. Airdrop and Airland[M]. Beijing: Lan-tian Press, 2010.
- [2] 郭彦峰, 许文才, 王梅. 蜂窝纸板缓冲性能的实验研究[J]. 包装工程, 1999, 20(2): 12—15. GUO Yan-feng, XU Wen-cai, WANG Mei. Experimental Study on Cushioning Properties of Honeycomb Paperboard[J]. Packaging Engineering, 1999, 20(2): 12—15.

- 15.
- [3] 郭彦峰, 张景绘, 许文才, 等. 蜂窝纸板及其衬垫缓冲特性研究[J]. 包装工程, 2002, 23(5): 110—112.
GUO Yan-feng, ZHANG Jing-hui, XU Wen-cai, et al. Study on Cushioning Properties of Honeycomb Paperboard and Its Liner[J]. Packaging Engineering, 2002, 23(5): 110—112.
- [4] 彭国勋. 运输包装[M]. 北京: 印刷工业出版社, 1999.
PENG Guo-xun. Transport Packaging[M]. Beijing: Printing Industry Press, 1999.
- [5] 张改梅. 蜂窝纸板缓冲性能的研究[J]. 包装工程, 2001, 22(5): 7—9.
ZHANG Gai-mei. Study on Cushioning Properties of Honeycomb Paperboard[J]. Packaging Engineering, 2001, 22(5): 7—9.
- [6] 计宏伟, 徐革玲, 李均趁, 等. 蜂窝纸板测压强度实验研究[J]. 包装工程, 2006, 27(6): 90—92.
JI Hong-wei, XU Ge-ling, LI Jun-chen, et al. Experimental Study on the Pressure Strength of Honeycomb Paperboard[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(6): 90—92.
- [7] 平幼梅, 余本农, 邵文泉. 蜂窝纸板平压实验的研究[J]. 包装工程, 2002, 23(3): 18—20.
PING You-mei, YU Ben-nong, SHAO Wen-quan. Study on the Flat Pressing Test of Honeycomb Paperboard[J]. Packaging Engineering, 2002, 23(3): 18—20.
- [8] 王冬梅. 蜂窝纸板破坏机理研究[J]. 包装工程, 2005, 26(5): 115—117.
WANG Dong-mei. Study on the Failure Mechanism of Honeycomb Paperboard[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(5): 115—117.
- [9] 王冬梅, 廖强华. 蜂窝纸板静态压缩力学性能建模[J]. 包装工程, 2002, 23(3): 18—20.
WANG Dong-mei, LIAO Qiang-hua. Mechanical Properties of Honeycomb Paperboard for Static Compression[J]. Packaging Engineering, 2002, 23(3): 18—20.
- [10] 张媛, 傅程. 蜂窝纸板的静态特性研究[J]. 包装工程, 2005, 26(3): 12—13.
ZHANG Yuan, FU Cheng. Study on Static Characteristics of Honeycomb Paperboard[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(3): 12—13.
- [11] 崔振宇. 外军空投装备发展现状[J]. 军交运输科技信息, 2011(6): 5—7.
CUI Zhen-yu. The Current Situation of the Development of Foreign Military Airdrop Equipment[J]. Military Transportation Technology Information, 2011(6): 5—7.
- [12] 马庆恒. 空投缓冲的三种方式[J]. 兵工科技, 2009(1): 72.
MA Qing-heng. Three Ways of Dropping Buffer[J]. Ordnance Industry Science Technology, 2009(1): 72.
- [13] 韩艳铎, 陆宇平. 重装空投动力学分析与控制方案研究[J]. 飞行力学, 2011(3): 28—31.
HAN Yan-hua, LU Yu-ping. Analysis and Research on Control Scheme of Heavy Equipment Airdrop Dynamics[J]. Flight Mechanics, 2011(3): 28—31.
- [14] 王冬梅, 王志伟. 纸质结构包装材料缓冲性能研究进展[J]. 材料导报, 2007, 21(6): 43—45.
WANG Dong-mei, WANG Zhi-wei. Research Progress on Buffering Performance of Paper Structure Packing Material[J]. Materials Review, 2007, 21(6): 43—45.
- [15] 张改梅, 胡玉玲. 不同规格蜂窝纸板缓冲性能的研究[J]. 包装工程, 2008, 29(10): 77—78.
ZHANG Gai-mei, HU Yu-ling. Study on Cushioning Properties of Honeycomb Paperboard with Different Specifications[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(10): 77—78.