

钢丝绳隔振器及其在弹药方舱中的应用

宣兆龙¹, 赵瑾², 刘亚超¹

(1. 军械工程学院, 石家庄 050003; 2. 西安现代控制技术研究所, 西安 710065)

摘要: 钢丝绳隔振器是一种具有非线性特性和干摩擦阻尼的新型隔振器, 可提高集装弹药储运过程中的力学防护能力。以钢丝绳隔振器为主体结构部件, 设计了一种弹药方舱外装式缓冲防护结构。该结构可装设在方舱底部, 能有效减少弹药运输过程中受到的振动冲击。

关键词: 钢丝绳隔振器; 弹药; 方舱

中图分类号: TB535 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2012)04-0079-03

Application of Wire-rope Vibration Isolator in Ammunition Shelter

XUAN Zhao-long¹, ZHAO Jin², LIU Ya-chao¹

(1. Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003, China; 2. Institute of Modern Control Technology, Xi'an 710065, China)

Abstract: The wire-rope vibration isolator is a new type vibration isolator of excellent non-linear characteristic and dry friction damping performance with the purpose of improving mechanical protection capability of ammunition during storage and transportation. A kind of exterior cushioning device of ammunition shelter based on wire-rope vibration isolator which used as principal part was designed. The device can be installed under the shelter and reduce vibration when ammunition are transported.

Key words: wire-rope vibration isolator; ammunition; shelter

钢丝绳具有干摩擦特性, 广泛用于高压输送电缆减振的Stock防振锤。20世纪70年代末, 美国Aeroflex公司研制出钢丝绳隔振器, 用于控制Aeroflex稳定平台的振动。钢丝绳隔振器适用于振动冲击复杂的工况, 在高温和恶劣环境下能可靠地工作, 具有较宽的承载范围、较长的储存期和使用寿命, 可用于弹药方舱缓冲防护。

阻尼的新型隔振器, 它以多根钢丝绳按一定方向缠绕而成的钢丝绳作为弹性元件, 由上下两组刚性夹板夹紧, 结构如图1所示。



图1 钢丝绳隔振器结构示意图

Fig. 1 Sketch map of wire-rope vibration isolator

1 钢丝绳隔振器的原理及性能

钢丝绳隔振器是一种具有非线性特性和干摩擦

钢丝绳隔振器的刚度与阻尼取决于钢丝绳的直

收稿日期: 2012-04-26

作者简介: 宣兆龙(1976—), 男, 山东兖州人, 博士, 副教授, 主要研究方向为装备防护。

径、股数、圈数及缠绕方式和尺寸。阻尼是隔振器在负荷作用时,由于多根钢丝间发生相对移动与摩擦而产生的。当激振与冲击幅度足够大时,钢丝绳隔振器各股之间发生内摩擦,且方向与钢丝绳运动方向相反,从而消耗大量的能量,衰减摩擦,拧在一起而不产生相对滑移,使得隔振器表现出良好的线弹性,保持系统的稳定。

钢丝绳隔振器具有以下性能特点:

1) 非线性软特性。当位移较小时,钢丝绳各股之间不产生滑移,系统保持刚性,有力支撑荷载质量;随着位移的增加,软弹簧的作用得到发挥,充分吸收外加冲击能量;荷载消除后,钢丝绳的迟滞阻尼又能使余振很快消除。

2) 多向隔振,具有高阻尼比。钢丝绳隔振器在垂向、横向和纵向上均有一定的变形能力,动态稳定性好。钢丝绳变形过程中,丝与丝、丝与股、股与股之间的挤压和摩擦可以提供较大的阻尼,等效阻尼比可达0.1~0.2,耗能显著且散热条件好,抑制谐振能力强,适用于各种条件下的隔振。

3) 耐腐蚀、耐高低温。隔振器采用了耐腐蚀的不锈钢及铝合金材料,同时进行了防腐处理,加之结构形式简单、散热面积大,故具有耐潮湿、盐雾、酸碱、尘埃和有机溶剂腐蚀的特点,在-60~260℃的范围内能保持稳定的性能。

4) 结构紧凑、质量小。钢丝绳隔振器体积小、质量小,安装尺寸是同等许用荷载的钢弹簧隔振器的1/2左右,质量为其1/3~1/7。钢丝绳隔振器还具有安装方便、寿命长、通用性强等特点。

2 弹药方舱防护基本思路

弹药方舱是指将某种弹药进行集合封存,从而实现弹药基数储存、机动供应、综合防护的小型功能集装箱。缓冲防护能力是弹药方舱的重要性能指标之一,弹药方舱作为一种新型弹药储运保障单元,装载数量、承载结构、力学性能与传统弹药包装有很大不同,其缓冲防护问题应综合考虑各种因素。缓冲防护结构应具备良好的缓冲性能、一定的刚度和强度,还要考虑环境适应性、相容性、操作性、经济性等^[1-2]。

缓冲防护措施可考虑内部填充吸能材料,外部加设吸能装置^[3]。不过,吸能材料吸能后不能有效恢

复,占用空间较大,降低了方舱利用率;而吸能装置中,液压式缓冲吸能装置的结构复杂、维护困难,性价比不高且占用空间较大,不适用于弹药方舱防护。因此,笔者采用钢丝绳隔振器组成弹药方舱缓冲结构。

3 钢丝绳隔振器应用设计

3.1 选型

钢丝绳隔振器分为T型、G型和Q型。T型钢丝绳隔振器本身具有主承载方向、侧向剪切方向及45°压缩方向的可靠吸能性,G型和Q型隔振器都只有主承载方向的可靠吸能性。此外,若选择T型隔振器,可以在满足缓冲吸能性要求的情况下,减少钢丝绳隔振器的数量,并且可以简化结构;而若采用G型或Q型隔振器,为保证其吸能的可靠性,隔振器必须采用包围式安装。再则,根据GJB 6412—2008,T型钢丝绳隔振器的承载范围更大,适用于大载荷的应用环境。因此,笔者选择T型钢丝绳隔振器作为缓冲结构的吸能元件。

3.2 安装方向

钢丝绳隔振器的受力方式分为主承载方向受力、与主承载方向呈45°夹角受力、侧向剪切受力。为实现垂直方向及前后方向的可靠缓冲及减少钢丝绳隔振器的数量,钢丝绳隔振器采用45°安装,与垂直安装相比,其优点如下:

1) 钢丝绳隔振器的最大动变形更大,最大冲击力更小,吸能性优于主承载方向。

2) 钢丝绳隔振器不仅在重力方向上呈现45°受力,在前后方向上也是45°受力,均具有良好吸能性。

3) 存在一个动态平衡,如当向前的错位过大时,水平方向向后的合力可以使方舱向后运动,从而使方舱保持在相对固定的位置。

3.3 总体设计

以某榴炮弹药集装方舱为研究对象,该方舱为封闭式结构,体积1 m³左右,载质量在1 t左右,可以采用现有的叉车进行机械作业。为便于叉车进叉,方舱

底部需要有将方舱托起的支撑结构。因此可将支撑结构与缓冲结构设计为一体,即在弹药方舱底部安装以钢丝绳隔振器为主要受力元件的缓冲结构。

根据弹药规格,将方舱的缓冲结构尺寸设计为 $268\text{ mm} \times 200\text{ mm} \times 160\text{ mm}$,其高度太高,会造成方舱的重心过高,在汽车运输时不利于装载稳定,在仓库储存时不利于堆垛的稳固及充分利用库房空间。因此,以钢丝绳隔振器为主要受力元件的缓冲结构,主要安装在弹药方舱底部,并与支撑结构融为一体。为进一步充分利用空间,采用嵌入方舱的安装方式,缓冲结构安装于弹药方舱的4个角处,突出高度略大于钢丝绳隔振器的最大动变形,设为 $50\text{ mm}^{[4]}$ 。这一高度既能在满足缓冲结构充分吸能变形的情况下,方便叉车进叉;又不致于造成方舱的重心过高。缓冲结构在方舱上的安装如图2所示。



图2 支撑与缓冲结构示意图

Fig. 2 Sketch map of bolster and cushioning device of shelter

缓冲结构可以按需要调整为储存和运输两种状态。储存状态下为刚性支撑,运输状态下为钢丝绳隔振器受力,实现缓冲吸能。设计为两种工作状态

的原因在于:1) 在运输环境下,钢丝绳隔振器受力可以实现可靠缓冲;2) 储存状态下,为充分利用库房空间,方舱需叠放堆垛,刚性支撑可以防止下层方舱的缓冲元件因超负荷承重而导致结构破坏,避免影响堆垛稳固,给储存工作造成安全隐患;3) 我军弹药的储存年限很长,在长期储存过程中,若钢丝绳隔振器一直受压会导致其塑性变形,影响运输时缓冲的可靠性。

4 结语

基于钢丝绳隔振器的弹药方舱缓冲防护装置,其结构简单,性能良好,使用方便。在弹药方舱底部安装该缓冲结构,可方便实现储存状态和运输状态的调节,在储存时实现可靠堆垛,在运输时实现缓冲和隔振。通过改变钢丝绳隔振器的型号及数量,该缓冲结构还可应用于箱式包装及托盘的有效缓冲防护,在物流包装领域有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 宣兆龙,易建政. 装备环境工程[M]. 北京:国防工业出版社,2011:206.
- [2] 宣兆龙,李德鹏,段志强. 弹药包装功能化及相关技术分析[J]. 包装工程,2009,30(7):33—35.
- [3] 宣兆龙,陈亚旭,刘亚超. 基于信息化保障的弹药包装系统设计[J]. 包装工程,2011,32(23):40—43.
- [4] 刘亚超,宣兆龙,乐惠宁,等. 弹药集装单元储存静力学有限元分析[J]. 军械工程学院学报,2011,23(6):39—41.
- [5] 宣兆龙,李德鹏,段志强. 弹药包装功能化及相关技术分析[J]. 包装工程,2009,30(7):33—35.
- [6] 宣兆龙,陈亚旭,刘亚超. 基于信息化保障的弹药包装系统设计[J]. 包装工程,2011,32(23):40—43.
- [7] 刘亚超,宣兆龙,乐惠宁,等. 弹药集装单元储存静力学有限元分析[J]. 军械工程学院学报,2011,23(6):39—41.
- [8] 韩晶,黄建国,曹海旺. 海洋信道仿真软件HJRAY及其在水声通信中的应用[J]. 系统仿真学报,2007,19(1):35—37.
- [9] 高俊. 数字化战场基础设施建设[M]. 北京:解放军出版社,2004:131—154.
- [10] 薛建青,朱琳,孙浩亮. 某海域潜艇规避声纳浮标航行深度选择[J]. 四川兵工学报,2009(1):51—53.
- [11] 莫军,李博. 海洋环境对潜艇作战的影响效能[J]. 四川兵工学报,2011(9):1—3.