

doi: 10.7690/bgzd.2013.08.022

某车载驱动器的抗振设计

刘玲¹, 郝云刚², 王新科¹

(1. 中国兵器工业第五八研究所数控技术部, 四川 绵阳 621000;

2. 中国兵器工业第五八研究所投资管理处, 四川 绵阳 621000)

摘要: 为确保某驱动器箱体内电子设备在车载环境下稳定、可靠地工作, 对该驱动器进行抗振设计。阐述抗振设计的定义和必要性, 通过车载驱动器的实例分析驱动器的振动形式, 给出抗振设计的步骤和要点, 对箱体抗振设计进行具体分析, 并进行箱体试验验证。试验结果表明: 经 20 min 的振动, 箱体内部零部件不会松动或脱落, 电子元器件没有脱焊或性能不稳定, 箱体材料无损, 外观也无严重受损。

关键词: 振动; 设计; 隔振**中图分类号:** TJ810.3 **文献标志码:** A

Anti-Vibration Design of Certain Type Vehicular Drive

Liu Ling¹, Hao Yungang², Wang Xinke¹

(1. Department of CNC Technology, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China;

2. Management Office of Investment, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China)

Abstract: Carry out anti-vibration design for driver to ensure the stable and reliable running of electronic equipment in certain type vehicular environment. Introduce the definition and necessity of anti-vibration design. Through analyzing drive vibration form by vehicular drive example, put forwards the anti-vibration design steps and main points, carry out concrete analysis for cabinet anti-vibration design and verify it by cabinet test. The test result show that, via 20 min vibration, all part and assembly in cabinet don't appear it include coming adrift and breaking off, in addition of no sealing off and no instability about electric capability. It says no any breakage in cabinet and the appearance of cabinet has any deep breakage.

Key words: vibration; design; anti-vibration

0 引言

随着车载电子设备的应用越来越普遍, 电子设备频繁地受到振动冲击等机械环境的损害, 从而对车载电子设备的抗振性要求也越来越高^[1]。为了确保某驱动器箱体内电子设备在车载环境下稳定、可靠地工作, 笔者分析设备受振动和冲击的情况, 设计隔振缓冲系统, 以保证电子设备的性能指标。

1 抗振设计

振动系统在周期性的外力作用下发生的振动称为强迫振动, 这个周期性的外力被称为“激振力”。当物体的强迫振动达到稳定状态时, 其振动的频率与激振频率相同, 而与物体的固有频率无关。

该车载驱动器所受振动为强迫振动中的位移激振, 激振力没有直接作用在振动系统上, 而是由于系统支撑体的运动, 通过弹簧和阻尼间接作用在系统上, 引起系统做强迫振动。

根据该车载驱动器的振动频率找出振源, 可采取以下措施来消除振动影响: 减少激振力, 调整振源频率, 提高工艺系统的刚度和阻尼, 采取减振装

置等。具体的抗振缓冲设计包括:

1) 结构刚性化。为使设备和元件的固有频率远离共振区, 对驱动器上的薄弱环节进行加固, 提高设备的固有频率, 保证电子设备的正常工作。

2) 采用抗振缓冲系统。对驱动器进行抗振缓冲设计, 使外部激励通过隔振缓冲减弱后, 传递给设备的实际振动小于设备的许用值。

1.1 结构刚性化

1) 提高箱体牢固性。

由于增加壁厚可成倍提高抗弯刚度, 有效提高其固有频率。该驱动器箱体材料选择铸铝 ZL101 开模而成, 箱体壁厚为 8 mm, 真空铸造, 箱体的刚性与强度都较好, 能满足振动对于箱体刚度的要求。

2) 驱动器箱体内的导线应尽可能地编扎在一起, 并用线夹分段固定在箱体内壁上。

3) 安装在印制电路板上的电阻电容集成电路模块尽量多采用无引线元器件焊接, 必须采用带引线的元器件也应最大限度地缩短引线, 以提高刚度。

4) 安装在印制电路板上的元器件须紧贴印制

收稿日期: 2013-02-23; 修回日期: 2013-03-21

作者简介: 刘玲(1983—), 女, 安徽人, 本科, 工程师, 从事电子设备结构设计研究。

板，用环氧树脂粘牢，如图 1。

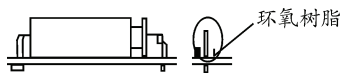


图 1 涂抹环氧树脂

5) 安装在箱体内的元器件，除了安装紧固螺钉外，设计一个固定夹将其固定，防止冲击，如图 2。

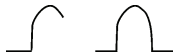


图 2 固定元器件的固定夹

6) 对于插入式元器件，设计压板螺钉或特制支架将其固定，如图 3。

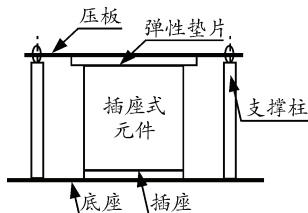


图 3 固定插入式元件

1.2 隔振缓冲设计

在箱体结构设计时，往往只采用一种装置来隔离振动和冲击的影响，这种既能减振又能缓冲的机械结构称之为“减振器”。

当激振频率很高时，用提高结构刚度的方法避开共振会使设备笨重，成本提高。可在设备和基础之间安装减振器，以减少振动和冲击对设备的危害。

在设计减振器时应注意以下几点：

- 1) 根据安装空间设计其形状，要便于拆装。
- 2) 各减振器所承载力求均匀，以便采用相同的减振器。当各减振器的载荷不均匀时，需采用不同的减振器，并使各减振器的静压缩量相等。

减振器用的弹簧种类多，按提供弹性恢复力的材料划分，有橡胶弹簧、金属弹簧、空气弹簧、泡沫材料、软木、毛毯等。比较而言，橡胶和金属弹簧减振器的结构紧凑，工艺成熟，生产成本低，适用性强，可靠性高，被广泛应用于电子设备的振动、冲击隔离。本驱动器选用橡胶减振器，以橡胶作为减振器的弹性元件，以金属作为支撑骨架，如图 4。

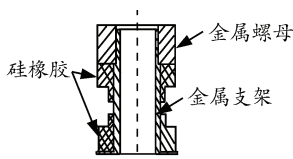


图 4 橡胶减振器

- 1) 硬度。
减振器上的橡胶邵氏硬度范围为 40~60，材料

是硅混炼胶，含塑炼、混炼、压延、压出、成型和硫化 6 个基本工序。橡胶的疲劳现象不明显，实验结果表明，经 20 min 振动后，其弹性模量几乎没有变化。

- 2) 温度。

橡胶材料对温度比较敏感，在不同的温度下，橡胶的弹性模量会发生变化，需要根据材料受温度影响的程度，判断其是否适应设备在不同环境中的使用要求。在本驱动箱体中，使用环境的极限温度为 -45~70℃，而硅橡胶的使用温度可提高到 115℃。笔者选用硅橡胶开模制成橡胶减振器。

- 3) 减振器的安装方式。

通常在设计减振器时，将箱体看作不变形的刚体，都有 3 个主惯性轴。在忽略阻尼的情况下，减振装置布置时应以箱体的 3 个中心惯量主轴作为参考坐标系，对称于中心惯量主轴布置减振装置，以消除各自由度间的耦合振动。该箱体的元器件都安装于箱体内部中间的隔板上，重心居中，减振器的安装布置可参考图 5^[2]，布置效果如图 6，减振器对称的布置于箱体的凸缘上，且箱体的安装螺钉在安装时也穿过减振器，其物理模型就是一根减振弹簧。

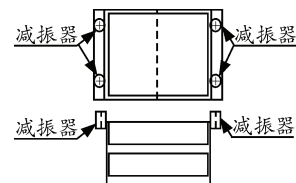


图 5 减振器的安装形式

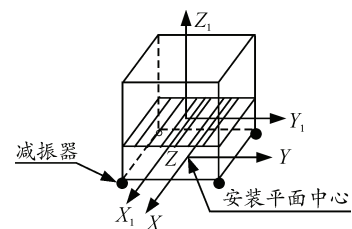


图 6 驱动箱体减振器的安装形式

2 试验验证

该驱动箱体装配完毕后，按照有关振动和冲击试验要求 (GJB150.16A) 进行试验，冲击脉冲波形为半正弦波，峰值加速度：30g，持续时间 11 ms；试验次数：±X，±Y，±Z 3 个方向各 3 次，振动按 GJB150.16A 第 2、3、10 条中规定的谱图 (如图 7) 试验不小于 20 min，箱体试验结论为箱体内部元器件零部件不会松动或脱落，电子元器件没有脱焊，接触不良或性能不稳定，箱体材料无损坏断裂，箱体外观无严重受损。

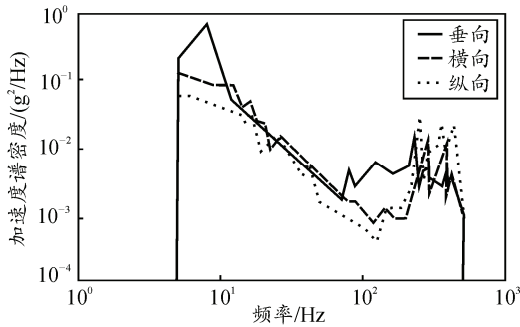


图 7 组合轮式车辆振动环境

3 结束语

笔者分析了驱动器的振动形式，阐述了抗振设计的步骤和要点，最终通过了抗振实验的验证。在文中的抗振设计中，笔者得出了一些抗振设计中于机械结构中的一点经验，然而车载设备中的振动形式多样复杂，还需要总结归纳出更多的力学模型与振动模型，还需要通过学习相关分析软件来分析力

(上接第 70 页)

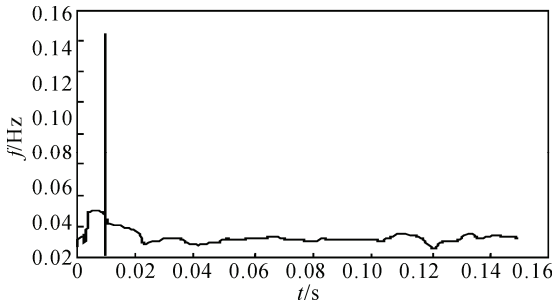


图 5 IMF4 的瞬时频率

从图 5 可以明显看出：电路在 10 ms 处出现故障，表明在电路更换不同参数的整流二极管后，系统工作 10 ms 左右即开始表现出故障征兆。同时，从图 3 的故障电压信号也可以看出，输入整流滤波电路虽然能够工作，但并不能输出开关电源要求的 DC 输入；因此，通过 HHT 方法对雷达发射机进行故障特征提取，可以及时准确地发现系统故障，从而能够采取相应措施排除故障，保证系统正常工作。

3 结束语

HHT 方法能实现非线性、非平稳数据的特征提取，克服了小波变换自适应性不强及变换过程中能量泄露的不足，其改进算法 EEMD 克服了原有 HHT 在对非纯白噪声信号分析中的混频现象。将 HHT 方法运用于一些普通故障信号提取中，通过对瞬时频率和瞬时幅值的分析，就能够对故障进行定位和检测，但对于一些复杂系统，可将 HHT 同支持向

和振动，以及丰富和完善更多的抗振设计方法来满足更多的车载设备的需求。

参考文献：

- [1] 张世毓, 何永, 何庆国. 某车载多管火炮降低后坐力结构分析[J]. 兵工自动化, 2012, 31(10): 12-13.
- [2] 周旭. 现代电子设备设计制造手册[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008: 194-214.
- [3] 电子工业专用设备设计手册编写组. 电子工业专用设备设计手册[S]. 北京: 国防工业出版社, 1980.
- [4] 施荣明. 国军标 GJB150.16A/18A-2009 军用设备环境试验方法[S]. 中国人民解放军总装备部电子信息基础部.
- [5] 夏秀梅. 车载电子设备的抗振设计[M]. 吉林: 黑龙江科技信息, 2008.
- [6] 温浩. 车内电子设备的隔振设计[M]. 山西: 设计、研究, 2005.
- [7] 成大先. 机械设计手册[S]. 5 卷. 北京: 化学工业出版社, 2002.

量机、神经网络、模糊推理等智能故障诊断技术结合，达到对系统故障更加有效地诊断和预测。

参考文献：

- [1] Huang N E, Zheng Shen, Long S R, et al. The empirical mode decomposition and Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis[J]. Proceedings of the Royal Society, 1998, 454(1971): 903-995.
- [2] Huang N E, Zheng Shen, Long S R. A new view of nonlinear waves: the Hilbert spectrum[J]. Annual Review of Fluid Mechanics, 1999, 31: 417-457.
- [3] 胡小林. Hilbert-Huang 变换的改进及其在机械故障特征提取中的应用[D]. 重庆: 重庆大学, 2010: 3-4.
- [4] 张小丽. 基于希尔伯特-黄变换的输电线路故障行波定位于保护方法[D]. 湖南: 长沙理工大学, 2008: 20-21.
- [5] 杨啸天, 冯金富, 钟麟等. 不确定信息下雷达系统效能评估方法[J]. 兵工自动化, 2012, 31(10): 40-43.
- [6] 胡广书. 数字信号处理理论、算法与实现[D]. 2 版. 北京: 清华大学出版社, 2003: 156-161.
- [7] 范德功. 基于希尔伯特-黄变换机械故障诊断的研究[D]. 河北: 华北电力大学, 2006: 14-15.
- [8] 刘晓娟. 基于希尔伯特-黄变换和支持向量机的齿轮箱故障诊断研究[D]. 山西: 中北大学, 2011: 25-26.
- [9] 宋飞. 基于希尔伯特-黄变换的齿轮箱故障特征提取与消噪技术研究[D]. 山西: 中北大学, 2010: 29-31.
- [10] Wu Z H, Huang N E. Ensemble empirical mode decomposition: a noise-assisted data analysis method[J]. Advances in Adaptive Data Analysis, 2009, 1(1): 1-41.
- [11] 杨丽娜, 周敏. 改进希尔伯特-黄变换理论在配电网故障选线中的应用研究[J]. 东北电力大学学报, 2011(2): 44-48.