

舰用电磁炉灶抗冲击环境的设计与工程实践

施建荣¹, 吴华平², 王晓侠³, 邵华², 施诗⁴

(1. 海军装备研究院, 上海 200235; 2. 澳迪斯丹厨房设备公司, 宁波 315194;
3. 江南造船厂军事代表室, 上海 200011; 4. 上海工程技术大学, 上海 201600)

摘要: 为了将民用电磁炉灶应用于舰船环境, 尤其是水下近距离非接触爆炸的诱发冲击环境, 针对其环境适应性进行了重新设计。论述了舰用电磁炉灶抗冲击的设计要求, 提出了舰用电磁炉灶抗冲击设计方法, 并通过舰用电磁炉灶抗冲击试验验证了设计的合理性。

关键词: 舰船; 电磁炉灶; 抗冲击; 设计; 研制; 试验

中图分类号: U674.7⁺02; O352 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2011)03-0062-04

Design & Practice of Anti-shock Environment for Induction Cooker Applied to Navy Ships

SHI Jian-rong¹, WU Hua-ping², WANG Xiao-xia³, SHAO Hua², SHI Shi⁴

(1. Naval Equipment Academe, Shanghai 200235, China; 2. Hotelstar Kitchen Engineering CO., LTD, Ningbo 315194, China;
3. Jiang Nan Military Deputy Department, Shanghai 200011, China;
4. Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201600, China)

Abstract: How to apply the commercial induction cooker to navy ships and to adapt navy ships environment is a difficult problem for factory. The parameters of shock environment are displacement, velocity, acceleration, and continuance time. Integrated product and process development (IPPD) can transform the parameters into demand of design and manufacture. The anti-shock design demands of induction cooker were discussed. The anti-shock design methods were put forward, and the anti-shock test were carried out.

Key words: ship; induction cooker; anti-shock; design; manufacture; test

舰船冲击环境主要是核武器和常规武器在水下近距离非接触爆炸作用于船体形成的。水下近距离非接触爆炸是指炸药当量一定的核武器和常规武器

在距水面舰船或潜艇一定的距离和一定的深度发生的剧烈的但不至于造成舰艇毁灭的爆炸。爆炸产生冲击波和脉动气泡效应将使船体壳板永久变形(或

收稿日期: 2011-01-06

作者简介: 施建荣(1956—),男,上海人,高级工程师,主要研究方向为舰船装备环境适应性、完好性和信息数字化工程。

破裂)、装备发生故障(或失效)和人员受伤(或死亡)。它在物理上的传递特性是位移、速度、加速度和持续时间。舰用电磁炉灶抗冲击环境适应性设计、研制和试验的目的在于保障舰船指战员和主战装备系统效能的充分发挥,舰用电磁炉灶作为重要的保障装备必须满足 GJB 1060—1991《舰船环境条件要求 机械环境》和 GJB 4000—2000《舰船通用规范》界定的 A 级设备的抗冲击要求。

1 冲击环境效应

对舰用电磁炉灶进行抗冲击环境适应性设计、研制和试验的目的是保证在战时环境下舰用电磁炉灶承受核武器和常规武器产生的冲击载荷的能力。基于舰船的船体结构、舰用电磁炉灶的布置、基座、质量和重心以及在冲击环境下的多种冲击形式和模态耦合,在冲击的作用下舰用电磁炉灶中的控制设备、构件、部件、电缆、导线可以向任何方向产生位移,这种位移通过基座、结构支架传递到舰用电磁炉灶上,导致速度和加速度最终作用到舰用电磁炉灶上。减轻舰用电磁炉灶所受冲击的响应是在满足舰船战斗力的前提下保持舰用电磁炉灶使用可靠性的重要举措。

水下近距离非接触爆炸诱发的冲击涉及冲击波水动力学、脉动气泡水动力学、结构动力学和流体力学^[1]。冲击造成船体或舱面结构突然剧烈运动,导致正在运行的或静止的舰船装备加速。这是舰船装备需要承受的一个特殊环境,冲击环境对舰用电磁炉灶可能引起以下效应:

- 1) 舰用电磁炉灶零部件、元器件、螺栓的过应力引起永久变形或断裂;
- 2) 舰用电磁炉灶与船体构件的相对运动引起碰撞、挤压;
- 3) 舰用电磁炉灶内部电气构件原有作用力平衡被破坏;
- 4) 电路板、电子芯片故障与损伤导致的功能变化。

2 舰用电磁炉灶抗冲击要求

环境适应性设计要求奠定了舰用电磁炉灶的固

有环境适应性的特性,其抗冲击环境适应性设计输入、研制和试验要求依据 GJB 1060—1991《舰船环境条件要求 机械环境》和 GJB 150.18—1986《军用设备环境试验方法 冲击试验》的规定。详细要求如下^[2]。

2.1 抗冲击环境输入

根据舰用电磁炉灶质量(小于 180 kg)、安装位置(乙类安装)和在冲击载荷下的挠度(预计值小于 38 mm),需要承受的冲击环境输入分别为:

- 1) 垂直方向位移为 5.7 cm,速度为 7.5 m/s,加速度为 1 500g;
- 2) 左侧方向位移为 5.7 cm,速度为 4.5 m/s,加速度为 750g;
- 3) 右侧方向位移为 5.7 cm,速度为 4.5 m/s,加速度为 750g;
- 4) 脉冲宽度为 1 ms,并且只能碰撞 1 次。

2.2 抗冲击等级

舰用电磁炉灶抗冲击等级设定为 A 级,对舰船连续作战和安全必不可少。A 级要求舰用电磁炉灶的功能特性在冲击时和冲击后无显著变化,且不以其他方式对人员或其他周边装备产生危害。

2.3 抗冲击类别

舰用电磁炉灶抗冲击类别设定为 II 类,在冲击作用下要使用有关标准规定的减震器才能完成指定的功能。

2.4 抗冲击试验类型

舰用电磁炉灶抗冲击试验类型设定为整机试验,用于模拟最严酷的工作条件和舰船上可能使用的安装方法。整机试验时,组成舰用电磁炉灶的各设备不能用模拟件替代。

2.5 安装

舰用电磁炉灶的安装设定为乙类安装,安装位置为厨房内的平面安装。

2.6 试验顺序

舰用电磁炉灶抗冲击与振动试验顺序为:冲击试验—振动试验的组合顺序。

3 舰用电磁炉灶抗冲击设计

舰用电磁炉灶抗冲击环境适应性设计按照 GJB 1060—1991《舰船环境条件要求 机械环境》的规定作以下设计要求:

1) 使用的材料应具有 10% 以上的延伸率,工程塑料、不锈钢材应具备高抗冲击能力和高抗切口冲击能力,并应避免使用铸铁、铸铝、易冷态变形的脆性材料;

2) 结构设计方面应避开切口、尖角、横截面突变或应力集中,并应估算出在冲击作用下的最大偏移,防止其内部间的碰撞或与其他周边装备相碰撞;

3) 舰用电磁炉灶和内部构件的固定应采取可靠的紧固措施;

4) 舰用电磁炉灶的螺栓和螺栓孔之间的间隙按 GJB 1060—1991《舰船环境条件要求 机械环境》的规定,公称直径小于等于 19 mm 时螺栓公称直径加 0.8 mm,公称直径大于 19 mm 时螺栓公称直径加 1.6 mm;

5) 框架结构和主控制箱应合理放置,避免悬臂式、碰撞,相应的焊接点应远离高应力区,电气接线和布线应保证具有足够的松弛度。

4 舰用电磁炉灶减震器的选型

减震器是加固设计的一部分,其作用是提高舰用电磁炉灶整体的抗冲击能力。线性低频减震器刚度小、固有频率低,能满足隔振要求,但由于吸收能力低,易引起刚性碰撞。线性高频减震器由于刚度大、固有频率高,不易满足隔振要求,但由于吸收能力强,易满足缓冲要求。为了解决这个矛盾,在舰用电磁炉灶减震器的选用上采取了平衡配置,对一级减震,经估算选用了频率为 25 Hz、承重为 100 kg(4 只)的金属橡胶减震器。对二级减震(控制箱用),经估算选用了频率为 20 Hz、承重为 20 kg(4 只)的钢丝减震器。

5 舰用电磁炉灶抗冲击试验

舰用电磁炉灶由于质量小于 180 kg,因此采用

轻量级冲击机进行试验。试件安装在 2 号标准安装架(如图 1 所示)和过渡架(如图 2 所示)上。试验前按企业标准规定对试件进行外观检查和电性能、机械性能等的检测,检测结果正常,并拍摄照片存证。



图 1 2号标准安装架

Fig. 1 No. 2 standard mounting fixture



图 2 过渡架

Fig. 2 Transition mounting fixture

按 GJB 150.18—1986《军用设备环境试验方法 冲击试验》中的“试验十 舰船设备的冲击试验”的规定对试件进行考核。每种试验状态沿试件 3 个互相垂直的主轴方向各施加 3 次冲击,总共施加 9 次冲击。3 次冲击的落锤高度依次为 0.3, 0.9, 1.5 m, 摆锤角度依次为 37°, 66°, 90°(试件在冲击载荷下任何方向的挠度均小于 38 mm)。试验时试件处于通电运行状态,并在锅内盛水(如图 3 所示,盛水量约为锅体容积的 20%),模拟实际炊事状况。

试验后按标准规定对试件进行外观检查和电性能、机械性能等的检测,检测结果正常,并拍摄照片存证(如图 4, 5 所示)。

6 结语

电磁炉灶无明火、效率高、安全节能、绿色环保,但是作为民用产品转换为军用产品需要对环境适应性进行重新设计。由于舰用电磁炉灶严格按照国家



图3 锅内盛水

Fig. 3 Water in the boiler



图5 试验后完好无损的重要部件

Fig. 5 Important components in good condition after test



图4 试验后完好无损的关键部件

Fig. 4 Critical components in good condition after test

军用标准进行设计和研制,材料选用得当、结构布局合理,减震器频率预测科学,因此得到了冲击与振动组合试验考核一次性通过的最佳结果。

参考文献:

[1] 施建荣. 模拟水下近距非接触爆炸环境的中量级冲击试验[J]. 装备环境工程, 2010, 7(3): 6—9.

[2] GJB 1060—1991, 舰船环境条件要求 机械环境[S].

(上接第 61 页)

境预测技术,能为海上工作的雷达、通信等电子武器系统提供实时、高效、精确的性能评估。

参考文献:

[1] 任香凝,李文计. 海面蒸发波导微波超视距通信可行性分析[J]. 无线电通信技术, 2008, 34(2): 22—24.

[2] 戎华,曲晓飞,高东华. 大气波导对电子系统作战性能的影响[J]. 现代雷达, 2005, 27(2): 15—18.

[3] DOUGHERTY H T. Recent Progress in Duct Propagation Prediction[J]. IEEE Trans on Antenna and Propagation, 1979, 27(4): 542—548.

[4] 刘成国,中国低空大气波导出现概率和波导特征量的统计分析[J]. 电波科学学报, 1996, 11(2): 60—66.

[5] 刘成国,黄际英,江长荫. 我国对流层波导环境特性研究[J]. 西安电子科技大学学报, 2002, 29(1): 119—122.

[6] ROWLAND J R, MEYER J H, NEUES M R. Time Scale Refractive Index Measurements Within the Marine Evaporation Duct[C]//IGARSS'90. IEEE on Geoscience and Remote Sensing Symposium. 1990: 73.

[7] IVANOV V K, SHALYAPIN V N, LEVADNYI Y V. Determination of the Evaporation Duct Height from Standard Meteorological Data[J]. Izvestiya Atmospheric and Oceanic

Physics, 2007, 43(1): 36—44.

[8] HITNEY V H, VIETH R. Statistical Assessment of Evaporation Duct Propagation[J]. IEEE Trans on Antenna and Propagation, 1990, 38(6): 794—799.

[9] PHILLIPS D M, BAKER C P. Refractivity Profile Assimilation Model for the Atmospheric Boundary Layer[R]. Australia: DSTO Electronics and Surveillance Research Laboratory, 1999: 1—28.

[10] FAIRALL C W, WHITE A B. Integrated Shipboard Measurements of the Marine Boundary Layer[J]. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, 1997, 14: 338—359.

[11] ROGERS L T. Statistical Assessment of the Variability of Atmospheric Propagation Effects in the Southern California Coastal Area[C]//International Symposium on Geoscience and Remote Sensing. IGARSS '94, 1994: 389—393.

[12] GERSTOFT P. Estimation of Radio Refractivity Structure Using Matched-Field Array Processing[J]. IEEE Trans on Antenna and Propagation, 2000. 48(3): 345—356.

[13] GERSTOFT P, Refractivity-from-clutter using Global Environmental Parameters[J]. IEEE on Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2001: 2746—2748.

[14] GERSTOFT P, ROGERS L T, KROLIK J L. et al. Inversion for Refractivity Parameters from Radar Sea Clutter[J]. Radio Science, 2003, 38(3): 8053.