

舰载导弹武器全寿命期环境剖面确定方法

蔡健平, 张萌, 赵婉

(中国航天标准化研究所, 北京 100071)

摘要: 目的 确定舰载导弹武器全寿命期环境剖面。方法 对一般舰载导弹武器型号在寿命剖面内所经历的环境事件进行分析, 提出舰载导弹武器型号环境剖面构建技术。结果 以典型舰载导弹武器型号为例, 证实了该技术可以构建其环境剖面, 并明确了舰载导弹武器型号环境条件。结论 环境剖面构建技术可为改善环境适应性设计, 开展环境试验, 提高舰载导弹武器的舰载环境适应能力提供依据。

关键词: 舰载导弹武器; 全寿命期环境剖面; 环境条件

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2014.05.018

中图分类号: TB114.3; X820.3 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2014)05-0092-05

Determination Method of Life Cycle Environmental Profile for Shipboard Missile Materiel

CAI Jian-ping, ZHANG Meng, ZHAO Wan

(China Institute of Astronautics Standardization, Beijing 10071, China)

ABSTRACT: **Objective** To determine the environmental profile for shipboard missile materiel. **Methods** The environmental events of general shipboard missile life cycle profile were analyzed, and the construction method of life cycle environmental profile for shipboard missile was suggested. **Results** The results showed that the life cycle environmental profile for the typical shipboard missile could be constructed, and the environmental conditions of shipboard missile were determined. **Conclusion** The construction method of life cycle environmental profile could be used as reference for supporting design, instructing environmental tests and improving shipboard missile environmental worthiness.

KEY WORDS: shipboard missile materiel; life cycle environmental profile; environmental conditions

收稿日期: 2014-08-13; 修订日期: 2014-08-29

Received: 2014-08-13; Revised: 2014-08-29

基金项目: 国防科工局技术基础项目

Fund: Supported by the Technology Base Funding from State Administration of Science, Technology and Industry for National Defense.

作者简介: 蔡健平(1969—), 男, 山西蒲县人, 博士, 高级工程师, 主要研究方向为导弹武器产品环境适应性、环境试验、表面工程等。

Biography: CAI Jian-ping(1969—), Male, from Puxian, Shanxi, Ph. D., Senior engineering. Research focus: environmental worthiness of missile materiel, environmental test, and surface engineering.

舰载导弹武器型号将长期承受海洋温度、湿度、盐雾、霉菌、辐射、腐蚀和冲击等各种恶劣海洋环境的影响。海洋环境对舰载武器装备具有很大的危害性,主要体现在经济损失、装备失效和军事失利等多个方面。另外,现代战争是现代化、全天候、全方位的复杂环境条件下的战争,这都对舰载武器装备的海洋环境适应性提出了很高的要求。

通过调研导弹实际使用情况,发现部分导弹在服役几年就发生了各种严重故障,造成了极大的影响。例如筒弹的密封筒剥裂、整弹的锈蚀、密封容器的积水等问题,已经直接影响到导弹武器寿命。分析其问题出现的原因,很多情况下是由于材料、防护工艺及结构设计不当所造成。进一步追查其深层次原因,主要是由于产品设计时,环境条件的要求不明确,甚至出现海洋环境型号产品仍按内陆使用产品环境要求设计的情况。

舰载导弹武器型号海洋环境剖面是指舰载导弹武器型号在寿命期内各种事件和对应的环境因素的时序及时间频度的描述,它是产品耐环境设计的前提和基础。因此,急需针对舰载导弹武器型号进行

环境剖面研究,并进一步明确其环境要求,通过设计来减缓或消除环境对产品性能的影响。文中以典型舰载导弹武器型号为示例,研究了舰载导弹武器型号环境剖面的构建方法,为舰载导弹武器型号产品环境适应性设计和开展环境试验工作提供技术支持,进而为提高舰载导弹武器型号环境适应性奠定基础。

1 舰载导弹武器型号寿命期剖面和环境剖面

根据 GJB 4239 中的定义^[1],产品自出厂到退役(包括报废)的过程中有关事件和条件的时间历程称为寿命期剖面。产品的寿命期应包括产品一生中将遇到的各个阶段,比如使用前的包装、装卸、运输和贮存;使用中的任务剖面;各任务之间的阶段如备份或贮存,出入修理站和换防;以及预期部署的各地理位置等。舰载导弹武器典型的寿命期剖面如图 1 所示。

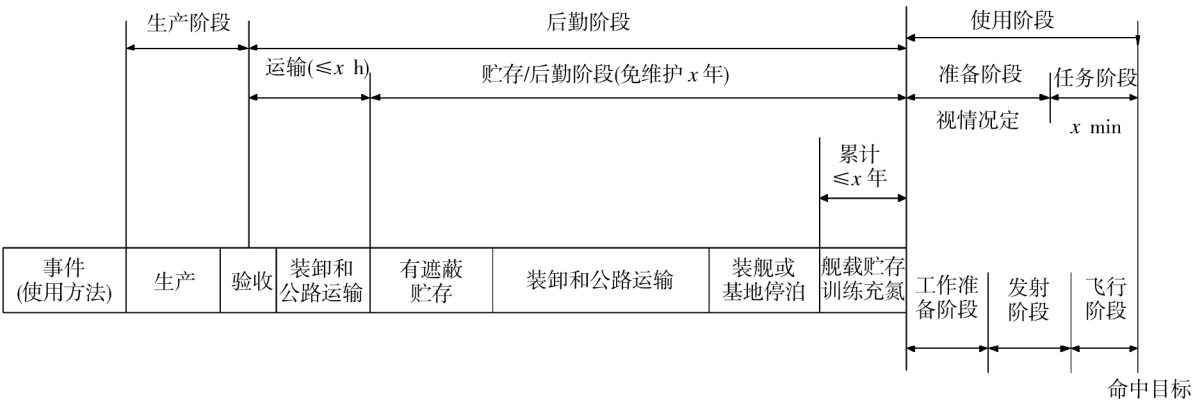


图 1 舰载导弹武器典型的寿命期剖面
Fig. 1 Typical life cycle profile of shipboard missile

2 环境条件分析方法

在舰载导弹武器的寿命期剖面中,导弹武器将经历一系列的环境事件,把寿命期剖面对应的环境种类、量值和持续时间按其时序的进行描述,就得到了寿命期环境剖面(简称 LCEP)^[2]。为了得到寿命期环境剖面,需要对寿命期环境事件中的环境条件进行分析^[3]。导弹产品寿命期环境剖面中环境条

件的分析方法如图 2 所示。
构建环境剖面时,不但需要确定剖面中的自然环境条件和诱发环境条件,还要确定其持续时间,主要采用下列途径进行分析。

1) 研制文件分析。一般情况下,研制文件中包含了一些导弹寿命期及其环境条件的信息,有些数据可以在环境剖面中应用。另外研制文件中还包含了一些隐含的信息,这些信息为进一步细化环境剖面提供了线索。例如为了获得环境因素的持续时

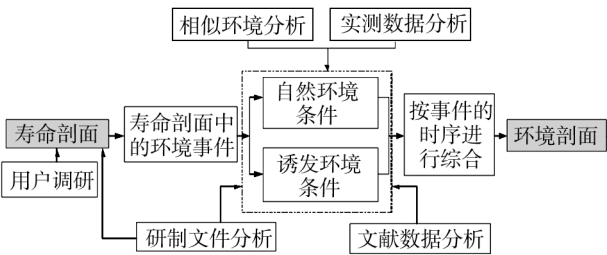


图 2 舰载导弹武器环境剖面中的环境条件分析
Fig.2 Environmental condition analysis of life cycle environmental profile for shipboard missile

间,就有必要对研制文件中关于任务的描述进行分析。

2) 相似环境分析。在寿命期环境剖面中,环境因素(应力)一般可以通过分析得到,但环境因素的具体数据一般情况下很难直接获得。当研制文件未提供数据,而实测又不可行时,可以在环境剖面中采用相近的环境数据。相近环境数据既可以来源于过去类似型号得到得数据,也可以直接采用自然或者诱发环境条件相似的数据。

3) 文献数据分析。如果缺少实测和相似环境数据,也可以搜集相关标准文献的历史数据,将其作为环境剖面中的数据。一般在没有特殊要求的、合理的情况下,可大量采用文献中的数据。

4) 实测数据。对与型号服役过程密切相关的一些特殊要求的环境条件,必要时需要进行一定的实测,获取实际的数据。

3 环境剖面构建示例

这里以典型舰载导弹型号的环境剖面构建过程作为示例,由于使用阶段中的准备、发射和飞行阶段的环境条件与具体型号密切相关,为通用起见,这里不对使用阶段中的准备、发射和飞行阶段的环境条件进行分析。

3.1 持续时间分析

一般舰载导弹型号寿命期剖面包括了运输阶段、贮存后勤阶段和使用阶段,各事件(使用方法)持续时间见表 1。

3.2 环境分析

根据典型导弹武器的全寿命期剖面的分析,导

表 1 舰载导弹武器寿命期各阶段持续时间
Table 1 Stage duration of life cycle profile for shipboard missile

阶段	事件	持续时间
运输阶段	卡车运输和装卸	$\leq x$ h
贮存后 勤阶段	有遮蔽贮存(专用库房)	免维护 $\leq x$ 年
	卡车运输和装卸	$\leq x$ h
	装舰和基地停泊	随任务而不同
使用阶段	舰载贮存	$\leq x$ 个月
	准备阶段(值班、开机)	
	发射阶段	x min
	飞行阶段	

弹武器在全寿命期剖面中环境事件主要有:运输/装卸、库房贮存、舰载贮存环境事件,可以对这三个环境事件中的环境条件分别分析。

3.2.1 运输阶段环境分析

运输阶段的环境因素主要包括了自然环境因素和诱导环境因素,如没有特殊要求,可根据国军标的规定确定自然环境因素^[4]。陆地运输的自然环境条件主要包括低温、高温、温度冲击、湿热、低气压、太阳辐射、降雨强度、风速等,所采用的量值要求见表 2。

表 2 陆地运输环境自然环境条件
Table 2 Natural environmental condition for land transportation

自然环境因素	量值要求
低温	最小极值
高温	最大极值
封闭舱室	最大极值
其他舱室	最小极值
温度冲击	典型温差
湿热	
温度	常用值
相对湿度	最大值
低气压	常用值
太阳辐射	最大值
降雨强度	最大值
风速	最大值

此外国军标中还规定陆地运输中诱发环境因素^[4],主要包括随机振动的力学环境。采用汽车运输导弹,振动将传给导弹。汽车的振动是由路面粗糙或不平以及由汽车动力传输旋转不平衡造成的。

振动的幅值取决于所用汽车的类型、汽车装载情况和驾驶员的技术。参照 GJB 540.3—1988^[5],汽车运输典型的振动包络线如图 3 所示。可以看出粗糙道路加速度最高可达 2g,出现在 2~20 Hz 频率范围,而平坦道路最高加速度达 0.3g,出现在 4 Hz 频率左右,总体来看,粗糙道路的加速度比平坦道路高出近 1 个数量级。因此需要根据导弹武器型号运输的具体路况选择适当的振动包络线。

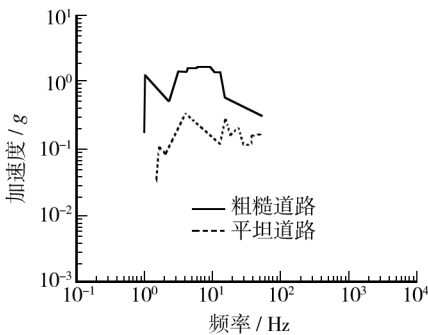


图 3 汽车典型振动包络线

Fig. 3 Typical vibration inclusive curve for vehicles

3.2.2 贮存后勤阶段环境分析

贮存后勤阶段环境大部分时间属于库房贮存环境,由 GJB 2770—1996 可知^[6],导弹、雷达及电子设备库房贮存环境等级为 I~II 级,其环境相对温和,且量值可控,环境因素量值见表 3。

表 3 导弹贮存环境条件

Table 3 Storage environmental conditions for missile

环境参数	量值要求
低温	温度范围
高温	温度范围
相对湿度	温度范围
太阳辐射	忽略
盐雾	忽略
静负荷	常用值

3.2.3 使用阶段环境分析

舰载导弹武器型号使用阶段的环境主要考虑导弹随舰值班时所遇的舰载海洋环境因素,主要包括自然环境因素和诱导环境因素。自然环境因素主要分为舰面及舱内环境因素,其中舰面自然环境因素量值的确定可依据相似环境分析法,采用海洋环境平台户外试验站实测相关数据进行替代。舱内环境因素量值则可参考 GJB 1060—1991 中相关规定的

数值^[7]。经分析可得出舰面及舱内贮存气候环境主要环境参数极值,见表 4。

表 4 舰面及舱内贮存气候环境主要环境参数项目

Table 4 Environmental factors of storage climate in shipboard and deckhouse

自然环境因素	舰面环境 量值要求	舱内环境 量值要求
高温	极值	
低温	极值	
温度冲击	典型温差	通风环境:
湿热		通风量,空气流速;
温度	典型值	空调环境:
相对湿度	最大值	温度范围,相对湿度范围,
风速	常用值	通风量,空气流速。
太阳辐射	最大值	
降雨强度	最大值	
盐雾沉降量	最大值	

此外,导弹舰载环境中另一个重要因素为诱导环境因素,主要包括振动、冲击和倾斜摇摆环境因素等。

其中导弹在舰面环境中,受到的振动摇摆环境是由舰船设备和船对海浪的响应造成。其振动环境幅值取决于船舶类型、紧急制动力的大小和船舶航行中的最大海浪高度,船舱地板振动的典型包络线如图 4 所示。可以看出,在有浪海面和平静海面最大振动加速度相差近 1 个数量级,有浪海面最大振动加速度接近于 1.0g,而平静海面最大振动加速度约为 0.1g。

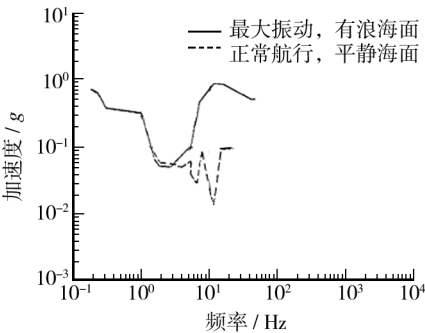


图 4 舰船振动包络线

Fig. 4 Typical vibration inclusive curve for ship

舰面的冲击环境主要由水雷和炸弹在水中的非接触爆炸、水雷和炸弹与船体的接触爆炸、航弹空中

爆炸和发射冲击、舰载机起飞和着舰而产生。按照 GJB 440.2《舰船设备环境参数分类及其严酷等级机械》,舰船的冲击环境一般采用半正弦波。

舰面倾斜和摇摆环境则可按照 GJB 440.2《舰船设备环境参数分类及其严酷等级 机械》中规定确定。采用横倾、纵倾、横摇的极值,以及横摇周期、纵摇周期等参数。

3.3 环境剖面的构建

综合上述环境因素的分析,得到典型导弹武器寿命期环境剖面及其环境因素的相关数据见表 5。

表 5 典型导弹武器寿命期环境剖面

Table 5 Life cycle environmental profile for typical shipboard missile

序号	环境事件	持续时间/频率	环境因素及量值要求
1	运输/装卸 (到库房)	≤x h/1 次	温度:温度范围 湿度:最大值; 风速:风速范围; 降雨:最大值; 运输振动:例子见图 4。
2	库房 贮存	≤(相同的库房贮存累积) x 年	温度:温度范围; 湿度:湿度范围。
3	运输/装卸	≤x h/1 次或多次	同序号 1
4	舰载 贮存	≤1 年	舰面环境 温度:温度范围; 湿度:最大值; 风速:最大值; 降雨:最大值; 太阳辐射:最大值 盐雾沉降:最大值
			舱内环境 通风环境:通风量,空气流速; 空调环境:温度范围,相对湿度范围,通风量,空气流速。
			诱导环境 振动环境:典型振动包络线如图 5; 舰船的冲击:半正弦波,峰值加速度和持续时间。 倾斜摇摆:横倾角度,纵倾角度,横摇角度,横摇周期,纵摇周期,纵摇周期周期。

4 结语

导弹武器型号的环境剖面阐明了导弹从出厂一直到寿命终结(报废或退出现役)为止所经历的与使用、贮存有关的各种事件和环境条件,它涉及环境类别、环境要素、环境量值、时序等。一个完整、精确的环境剖面,可明确环境要求,也可帮助研制人员制定出科学合理的环境试验与评估计划,从而确保设计出来的装备可以经受住全寿命期中可能遭遇到的所有环境考验,从而达到作战要求的战备完好性和任务成功性。

分析了一般舰载导弹武器型号在寿命剖面内所经历的环境事件,提出了舰载导弹武器型号环境条件分析方法,以典型舰载导弹武器型号为示例,构建了其环境剖面,并明确了舰载导弹武器型号环境条件。

参考文献:

[1] GJB 4239—2001,装备环境工程通用要求[S].
GJB 4239—2001, General Requirement of Materiel Environmental Engineering[S].

[2] MIL-STD-810F, 环境工程考虑和实验室试验(译文)[S].
MIL-STD-810F, Consideration of Environmental Engineering and Laboratory Test[S].

[3] 傅耘,祝耀昌,陈丹明. 装备环境要求及其确定方法 装备环境工程[J]. 2008, 5(6): 46—51.
FU Yun, ZHU Yao-chang, CHEN Dan-ming. Environmental Requirement of Materiel and Its Determination[J]. Equipment Environmental Engineering, 2008, 5(6): 46—51.

[4] GJB 3493—1998, 军用物资运输环境条件[S].
GJB 3493—1998, Environment Condition of Transportation for Military Materiel[S].

[5] GJB 540.3—1988, 飞航导弹强度和刚度规范 运输装卸载荷[S].
GJB 540.3—1988, Standard of Strength and Rigidity for Winged Missile, Load of Transportation and Handling [S].

[6] GJB 2770—1996, 军用物资贮存环境条件[S].
GJB 2770—1996, Storage Environment Condition for Military Supplies[S].

[7] GJB 1060—1991, 舰船环境条件要求[S]. GJB 1060—1991, Environment Condition Requirement for Ships[S].