

型号研制中实验室环境试验条件剪裁方法浅析

杨华, 张少宏, 封雷

(中国兵器工业第203研究所, 西安 710065)

摘要: 目的 分析某导弹环境条件的制定和试验流程, 总结在型号中如何制定环境试验条件和方法。方法 从环境工程的角度出发, 对产品的特性及服役环境进行分析。结果 根据项目自身的特点和需要制定相应的环境试验要求。结论 将环境条件和试验方法在某型武器装备产品中得到了成功应用。

关键词: 导弹; 环境条件; 环境试验

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2015.02.008

中图分类号: TJ760 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2015)02-0035-04

Analysis on a Method to Set Laboratory Environment Test Conditions for Prototype Development

YANG Hua, ZHANG Shao-hong, FENG Lei

(No.203 Research Institute of China Ordnance Industries, Xi'an 710065, China)

ABSTRACT: Objective To analyze the development and test process of environmental conditions for a missile, and sum up the setting of environment test conditions and methods for prototype development. **Methods** From the perspective of environmental engineering, analyzes the characteristics of product and the service environment. **Results** The corresponding environment test requirements were established according to the characteristics and needs of the project. **Conclusion** The associated environment conditions and test method were successfully applied in a type of weaponry product.

KEY WORDS: missile; environment condition; environment test

某空地导弹是一种一次使用战术导弹, 空地导弹在使用过程中需要经历各种严酷复杂的环境, 环境作用所产生的各种类型故障和失效是制约产品可靠性、影响发射成功率的主要因素。为了保证发射成功, 必须通过各种试验使得设计、制造中的缺陷得到尽早暴露并予以消除, 从而将各种隐患消灭在飞行试验之前。环境试验的作用就是保证空地导弹在经过地面试验后能够充分暴露并消除潜在的, 由设计、材料和制造工艺缺陷所造成的故障^[1], 从而保证空地导弹能

够在严酷复杂的使用环境中正常工作, 提高发射和飞行的成功率。武器系统的环境工程就是研究环境因素、环境因素的严酷度、环境因素效应、环境防护设计及环境试验的工程^[2]。

某空地导弹的零部件以及分系统均要经过恶劣环境试验考核后方能用于导弹上, 整个导弹武器系统经过一系列研制与鉴定试验达到预定性能指标后, 方能交付部队使用。因此, 导弹及部件的环境试验工作是某空地导弹研制和鉴定过程的重要环节。

收稿日期: 2014-12-26; 修订日期: 2015-01-13

Received: 2014-12-26; Revised: 2015-01-13

作者简介: 杨华(1962—), 男, 河南获加人, 高级工程师, 主要研究方向为可靠性及环境工程。

Biography: YANG Hua(1962—), Male, from Huojia, Henan, Senior engineer, Research focus: reliability and environment engineering.

某空地导弹的试验分为三类^[3]:地面试验,包括环境试验、仿真试验、联试通电试验、可靠性试验等;模拟导弹动态环境的火箭撬试验;飞行试验。文中主要叙述地面试验中的环境试验。

1 环境适应性和环境试验的方法

1.1 环境工程

某空地导弹是配装在武装直升机上的,主要用于对地攻击和对地面部队直接火力支援。具有良好的作战性能、生存力强、可靠性高等优点^[4]。这些优点的发挥离不开某空地导弹武器系统环境适应性的支持,因此对于某空地导弹武器系统的环境适应性设计,环境试验的要求更多、更高、更严。环境工程师必须依据某空地导弹武器系统的特点,对其使用环境、性能、材料等进行综合分析,并提出相应的环境试验要求和环境工程管理要求,以保证高质量完成空地导弹武器系统的设计^[5]。

环境工程是为了使产品具有一定的环境适应能力而开展的一系列分析、设计、试验和管理活动,包括分析和确定预期的环境和环境条件,耐环境设计、研制,环境试验和环境管理等活动^[6]。在某空地导弹研制中,环境工程的工作重点是根据使用部门提出的任务剖面,产品执行任务的环境条件,来确定设计和试验用的环境条件,然后根据这一环境条件开展环境设计、环境防护和环境试验方面的工作,进行环境管理,以保证某空地导弹具有一定的环境适应能力。

环境适应性是产品的固有属性,直接对产品的效能产生影响,因此在研制某空地导弹时,对环境适应性非常重视^[7]。我国对环境试验的研究做了很多工作,制定了GJB 150,并在型号研制中得到了应用。由于GJB 150是一个通用的标准,对于某空地导弹型号的研制,它的使用剖面 and 气候剖面是不一样的,这样就要在GJB 150的基础上制定新的环境条件^[8]。

1.2 环境技术工作分析

对于某型号的环境适应性的要求,环境专业人员要开展以下工作:收集、分析、统计以往型号的环境试验数据和我国地面气象资料;有关专业设计人员协商、调研,了解产品的环境要求;研究产品的环境特点;结合产品的具体情况合理裁剪GJB 150^[8],编写某型号的环境试验条件。

1.3 环境适应性分析工作控制体系^[9]

某型号设计单位环境工作控制体系如图1所示,该体系在设计师系统统一管理下,由各分系统设计人员和环境专业人员组成。由图1可知,总体环境专业人员制定出总的管理文件及环境试验要求,指导各分系统设计人员制定环境试验大纲,对环境试验大纲提出剪裁意见,并进行会签,会签后报设计师系统总师批准后执行。

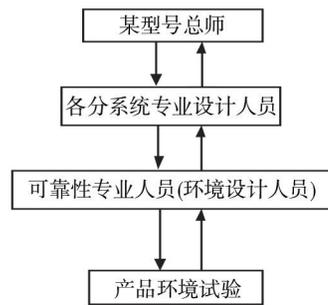


图1 环境工作控制体系

Fig.1 Control system of environment work

1.4 制定环境适应性要求

1.4.1 某型号的环境适应性要求

环境适应性要求是产品设计和试验设计必不可少的依据。这里所指的环境适应性要求包括两方面:一是产品在未来使用中会遇到的最严酷的环境;二是产品在未来使用中经常遇到的最典型的环境。前者实际上是指极端环境条件,是产品设计人员对产品进行耐环境设计的依据,也是环境试验专家设计各环境试验项目中环境试验的基础;后者实际上是指产品寿命期中遇到的环境时间谱的主体。为了获得准确的环境适应性,应完成以下工作:根据产品设计任务书和战术技术指标等原始资料确定产品寿命期环境剖面;根据产品的任务剖面确定任务环境;制定设计和试验用的环境条件。

1.4.2 制定型号的环境试验条件

如在研制某空地导弹时,需要编制《某空地导弹武器系统环境试验条件(方案阶段)》。基于这份文件,环境专业人员要对空地导弹武器系统的使用剖面、贮存剖面开展一系列分析、计算、设计工作^[10]。

1) 高低温度的制定。我国幅员辽阔,地形复杂,自然气候条件比较多样化。我国西南有高山阻挡,北部受西伯利亚寒风影响较明显,中部地区四季分明,南方的夏季温度高,北方的冬季有比较严酷的低温,

西部地区为高原,西北地区很干燥。自然环境差异非常大,最冷地区的最低气温达 $-48\text{ }^{\circ}\text{C}$,最热地区的最高气温达 $+47.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。因此在温度试验项目上应根据具体情况适当调整,如空地导弹的贮存试验标准为高温 $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、低温 $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$,修改为高温 $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、低温 $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

2) 振动的制定。按GJB 150直升机外挂设备的振动试验量值标准,功率谱密度为 $0.03\text{ g}^2/\text{Hz}$ 。通过对国内某型直升机给出的实际测量数值,并对设计的外挂设备进行模态分析和试验验证,认为GJB 150直升机外挂设备的振动试验量值标准比较保守。因此功率谱密度修改为 $0.01\text{ g}^2/\text{Hz}$,还有GJB 150中给出的战术导弹自由飞状态的振动量值不符合空地导弹的实际情况,通过对空地导弹振动测量,并对测量数据进行分析处理,整理出空地导弹自由飞状态的振动量值^[11-12]。通过地面环境试验证明,测量数据满足空地导弹自由飞状态的振动,把上述数据编入《某空地导弹武器系统环境试验条件》^[13]。

这样制定的空地导弹环境试验条件,能够充分对空地导弹的环境适应性进行考核。最终确定适宜的空地导弹环境条件和试验方法。

1.4.3 型号环境适应性工作控制流程

在工程实践中,可采用如图2所示的工作流程。在产品初期,将环境工程管理和环境试验纳入某型号研制工作计划。

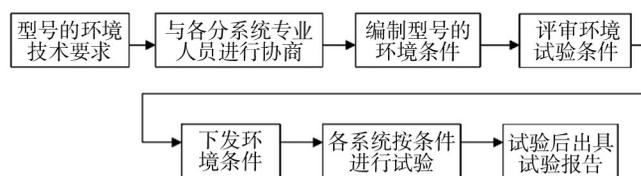


图2 型号研制环境工作控制流程

Fig.2 Control flowchart of prototype development environment work

2 环境适应性和环境试验工作控制结果

1) 空地导弹武器系统环境工程工作控制措施。对于某空地导弹武器系统,采用大量新研部件,需要做大量的环境试验及环境工程工作。根据经验,编制好环境试验条件是环境工程控制的首要一关,除此之外,还要采取以下的控制措施。

2) 把好上弹产品的环境试验关。某空地导弹武器系统的上弹部件和地面控制部件在进行外场飞行试验前,所有上弹的部件和地面控制部件必须通过环

境试验的考核,考核合格后,方能装配。

3) 环境应力筛选。某空地导弹和弹上部件必须进行100%的环境应力筛选。

4) 环境考核试验。某空地导弹武器系统各部件在设计转段时都要按要求进行环境考核试验,试验合格后出具试验报告,才能设计转段。

5) 分阶段完成环境试验。对某空地导弹的弹上部件在飞行试验前必须做高温、低温、振动、冲击试验,而对飞行无重大影响的环境试验则可依据研制实际情况,按进度分阶段完成,如沙尘、淋雨、霉菌、湿热等试验。

3 对实施环境工程管理的几点建议

3.1 制订环境工程顶层标准和管理文件

要将环境工程的各项工作纳入主要设计工作流程,作为流程中一个重要环节,必须要有相应的顶层标准和管理文件。对型号研制阶段环境工程的监督与控制、设计与评价、试验与产品验收等方面提出通用要求和工作项目,从而在制定环境工作计划时有章可循,有法可依^[14]。

3.2 加强工程研制阶段的环境试验

目前,有些设计人员对环境工程要求或多或少地抱消极态度,对环境试验持侥幸过关的态度,期望尽量少做环境试验或降低要求,所以要加强对环境试验的重视。

在型号的研制过程中,尽早引入环境工程工作是保证质量、缩短研制周期、节约经费、避免重新设计、重复试验的关键之一。MIL-STD-810C的背景资料中指出:环境试验应尽早用于产品研制阶段,用得越早越省成本。在MIL-STD-810D/E514节工程研制试验中指出:“工程研制试验能尽快地暴露设计和构造上的不足,并且为以后如何修改设计作评价。这项工作在实际研制阶段中应尽早开展,作为一项进一步使设计成熟的工作。”^[15]

4 结语

加强环境试验标准的研究和管理,环境标准的选用、剪裁、实施是环境技术工作的重点,现在遇到的问题是剪裁难度大。特别是有的试验项目标准有要求,但不具备试验条件,或对标准理解不一,难以操作。

有些标准里还缺乏一些产品对应的环境试验的项目,如全弹的自由飞振动试验。

中国兵器工业第203研究所一直研究的是地面反坦克导弹,对于空地导弹的研制是一项新的技术突破,对空地导弹而言它的使用环境和气候环境与地面使用的导弹是不一样的。GJB 150制定的试验方法标准,相当一部分典型环境试验条件并不完全适应于导弹武器系统,导弹武器系统分为多个型号系列,各型号系列之间在使用条件、寿命剖面、任务剖面等方面存在较大差异。因此为了便于型号的研制,应根据自身的特点和需要制定相应的环境试验要求,制定相应型号系列的行业标准。

参考文献:

[1] 蔡建平. 环境工程与可靠性工程的关系初探[J]. 装备环境工程, 2013, 10(1): 66—69.
CAI Jian-ping. The Preliminary Study of the Relation of Environmental Engineering and Reliability Engineering[J]. Equipment Environment Engineering, 2013, 10(1): 66—69.

[2] 金其明. 防空导弹工程[M]. 北京: 中国宇航出版社, 2004.
JING Qi-ming. Air-defense Engineering[M]. Beijing, China Astronautics Press, 2004.

[3] GJB 3895—1999, 地空导弹武器系统环境试验要求[S].
GJB 3895—1999, Environmental Test Requirements of Ground-to-Air Missile[S].

[4] MIL-STD-810F, 环境工程考虑和实验室试验[S].
MIL-STD-810F, Environmental Considerations and Laboratory Test[S].

[5] GJB3 49.32, 常规兵器定型试验方法反坦克导弹系统环境试验[S].
GJB 349.32, Conventional Weapon Approval Test Method Anti-tank Missile Systems Environmental Test[S].

[6] 蔡道济, 赵景曾. 战术导弹试验与鉴定[M]. 北京: 国防工业出版社, 1992.
CAI Dao-ji, ZHAO Jing-zeng. Test and Evaluation of the Tactical Missile[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 1992.

[7] 宋振铎. 反坦克制导兵器论证与试验[M]. 北京: 国防工业出版社, 2003.

SONG Zhen-duo. Demonstration and Test for Anti-tank Guided Weapon[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2003.

[8] GJB 150A—2009, 军用装备实验室环境试验方法[S].
GJB 150A—2009, Laboratory Environmental Test Methods for Military Material[S].

[9] GJB 150, 军用设备环境试验方法实施指南[S].
GJB 150, The Implementation Guide of Laboratory Environmental Test Methods for Military Material[S].

[10] 洪亮, 胡小国, 崔旭涛. 海军导弹环境适应性试验条件建设方案研究[J]. 装备环境工程, 2012, 9(6): 103—105.
HONG Liang, HU Xiao-guo, CUI Xu-tao. Construction Scheme of Environmental Worthiness Test Condition for Navy Missile Development[J]. Equipment Environment Engineering, 2012, 9(6): 103—105.

[11] 《力学环境试验技术》编著委员会. 力学环境试验技术[M]. 西安: 西北工业大学出版社, 2003.
The Compilation Committee of Mechanics Environment Test Technology. Mechanics Environment Test Technology[M]. Xi'an: Northwestern Poly-technical University Press, 2003.

[12] 汪凤泉. 电子设备振动与冲击手册[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
WANG Feng-quan. Electronic Equipment Vibration and Shock Handbook[M]. Beijing: Science Press, 1998.

[13] 胡志强, 法庆衍, 洪宝林, 等. 随机振动试验应用技术[M]. 北京: 中国计量出版社, 1996.
HU Zhi-qiang, FA Qing-yan, HONG Bao-lin, et al. The Application Technology of Random Vibration Test[M]. Beijing: China Metrology Press, 1996.

[14] 电工电子产品环境技术标准化技术委员会. 环境试验条件预试验环境试验应用指南[M]. 北京: 中国标准出版社, 1990.
Environmental Technical Standardization Committee for Electric and Electronic Products. The Applied Handbook of Environmental Trial Test Conditions[M]. Beijing: China Standards Press, 1990.

[15] 杨喜存. 环境试验过程控制和试验后恢复中的问题分析[J]. 装备环境工程, 2013, 10(1): 98—101.
YNAG Xi-cun. Environmental Test Process Control and Analysis of the Problem in the Test[J]. Equipment Environment Engineering, 2013, 10(1): 98—101.

(上接第14页)

ence Spectra[J]. China Rubber Industry, 1998, 45(8): 494—497.

[11] 杨伟. 固体核磁共振在聚合物材料分析中的应用[D]. 天

津: 天津大学, 2006.

YANG Wei. The Application of Solid-state NMR in the Analysis of Polymer Materials[D]. Tianjin: Tianjin University, 2006.