

海军导弹环境试验标准体系研究

洪亮¹, 杨志宏², 崔旭涛¹

(1. 海军航空工程学院, 山东 烟台 264001; 2. 海军装备部, 北京 100841)

摘要: **目的** 为海军导弹环境试验标准体系建设提供参考。**方法** 研究海军导弹环境试验的应用, 分析环境试验标准的国内外现状。**结果** 提出了海军导弹环境试验标准体系建设建议, 该体系包括试验基础标准、试验管理标准和试验技术标准等。**结论** 对于针对海军导弹服役特点开展环境试验、提高海军导弹环境适应性具有重要意义。

关键词: 导弹; 环境试验; 标准体系

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2015.06.011

中图分类号: TJ760 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2015)06-0065-05

Study of Navy Missiles Environmental Test Standard System

HONG Liang¹, YANG Zhi-hong², CUI Xu-tao²

(1. Naval Aeronautical Engineering Institute, Yantai 264001, China;

2. Naval Equipment Department, Beijing 100841, China)

ABSTRACT: Objective To provide reference for the navy missiles environmental test standard system. **Methods** The application of navy missiles environmental test was introduced. The present situation of environmental test standards at home and abroad was analyzed. **Results** The suggestions on establishment of navy missiles environmental test standard system were presented. The main content of navy missiles environmental test standard system included basic standard of test, management standard of test and technical standard of test. **Conclusion** The research has important significance for carrying out environmental test according to the characteristics of navy missiles and improving the environmental suitability.

KEY WORDS: missiles; environmental test; standard system

随着海军舰艇执行出访、演习、打击海盗、人道主义救援等行动任务日益频繁,远海长航趋于常态化,海军导弹历经“三高”(高温、高湿、高盐雾),甚至超出设计使用环境条件的更长^[1]。这不仅要求导弹装备的可靠性高,而且对导弹在极限环境条件下 ze 常工作的能力(即环境适应性)提出了更高的要求^[2-6]。

环境试验作为海军导弹设计定型试验的重要组成部分,是海军导弹环境工程的主要任务^[7],是确保海军导弹环境适应性达到研制总要求和研制合同规定要求的重要手段之一。文中针对海军导弹环境试验中存在的标准体系不完善、试验工作依据性不强等问题开展系统研究,提出了建设标准体系的建议和具体

收稿日期: 2015-07-21; 修订日期: 2015-08-15

Received: 2015-07-21; Revised: 2015-08-15

作者简介: 洪亮(1978—),男,安徽淮南人,硕士,副研究员,主要从事可靠性与环境试验等方面的研究。

Biography: HONG Liang(1978—), Male, from Huainan, Anhui, Master, Associate researcher, Research focus: reliability & environmental test.

思路,对于针对海军导弹服役特点开展环境试验、提高海军导弹环境适应性具有重要意义。

1 海军导弹环境试验及应用

根据 GJB 4239《装备环境工程通用要求》,环境试验包括自然环境试验、使用环境试验和实验室环境试验。其中,实验室环境试验按其目的可分为环境适应性研制试验、环境鉴定试验、环境验收试验和环境例行试验^[8]。从装备环境工程出发,在海军导弹的论证、研制、生产和使用的全过程中都贯穿环境试验工作^[9]。一般来说,导弹方案和研制阶段的环境试验是重点,通过试验找出设计缺陷,以改进设计并对导弹贮存寿命等指标进行预估;在导弹定型阶段,通过环境鉴定等试验进行把关,防止环境适应性设计不合格的产品转入批生产;在导弹批生产阶段,通过环境验收试验和例行试验检查批生产质量的稳定性;在使用阶段,运用环境试验进行环境适应性评价。环境试验在导弹各寿命阶段的应用如图 1 所示。

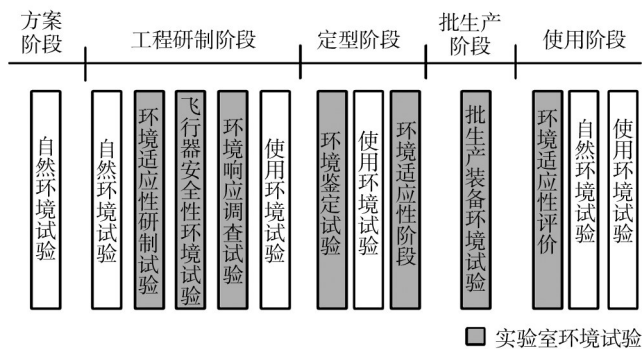


图1 环境试验在导弹各寿命阶段的应用

Fig.1 Environmental test during missile life period

在海军导弹不同的寿命阶段,各类环境试验的试验对象、试验目的各有不同^[10-11]。自然环境试验,试验对象为弹上各种材料和工艺涂层、镀层的试件以及一些结构件,通过试验确定自然环境各种因素综合作用对其的影响。实验室环境试验,试验对象为导弹的元器件、部组件、分系统、整机等。其中,环境适应性研制试验,是通过施加一定的环境应力和工作载荷,寻找设计缺陷和工艺缺陷,采取纠正措施,增强其环境适应性。环境鉴定试验,是验证其环境适应性设计是否达到了规定的要求。环境验收试验和环境例行试验,是检查批生产过程中工艺操作和质量控制过程的稳定性,验证其环境适应性是否仍然满足规定的要求。使用环境试验,试验对象为整机及整套装备,通

过试验确定导弹使用过程中自然环境、诱发环境和人为因素的综合影响,为改进环境适应性设计和评价环境适应性提供信息。

2 现状分析

2.1 国外现状

美、英、法、北约等西方国家的试验室环境试验设备条件完备,研究应用起步较早,已经形成了相对完善的标准体系^[12-13],例如美军标 MIL-STD-810 系列《环境试验军用标准》、北约 AECTP-600《气候环境试验标准》、英国防务标准 DEF-00-35《国防装备环境手册》、法国 GAM-EG-B 标准等。其中,以美军标 810 系列标准应用最为广泛,已成为装备环境工程领域最为权威的指导性文件,除对环境工程工作进行指导外,重点对实验室环境试验通用要求和 24 个试验项目的实验室试验方法进行了规范。其中,环境试验通用要求的内容包括试验大气条件、试验条件允差、仪器仪表、试验顺序、试验样品安装、试验数据、试验中断、试验控制等方面的通用要求;24 个试验项目包括低气压(高度)、高温、低温、温度冲击、液体污染、太阳辐射(日照)、淋雨、湿度、霉菌、盐雾、沙尘、爆炸性大气、浸渍、加速度、振动、噪声、冲击、爆炸分离冲击、酸性大气、炮击振动、温度-湿度-振动-高度、结冰/冻雨、弹道冲击、振声/温度^[14]。俄罗斯仍在沿用 20 世纪 80 年代的标准,其环境试验方法通用标准 Г О С Т 20.57-406-89《质量检验综合系统、电子技术产品、量子电子产品和电气产品试验方法》、Г О С Т 16962.1/16962.2《电气产品对外界气候作用/机械作用因素性试验方法》和 Г О С Т 15150-69《机器、仪表和其他工业产品》均规定了一系列的环境试验项目,比美国军用标准 MIL-STD-810G 中规定的更为详细和具体,操作性较强^[15]。根据现有研究成果和相关文献,只有国外进行装备野外暴露试验的零星报道,未见自然环境试验、使用环境试验方面的系统标准。

2.2 国内现状

我国从 20 世纪 50 年代开展电子材料与元器件的热带化环境试验开始,化工、邮电、航天、航空、冶金、铁路等行业逐步开展了环境试验的研究工作。20 世纪 80 年代,全国一些大中型企业建立了环境实验室,各行业相继建立了环境试验中心^[16-17],与环境试验相关的标准建设工作也逐步发展起来。

2001年总装备部批准颁布的GJB 4239《装备环境工程通用要求》,规定了各类环境试验的定义、工作项目及其在装备寿命期全过程的应用时机,是我国第一个以装备环境工程为基础设计的武器装备环境工作的顶层标准,也是环境试验工作的顶层标准。自然环境试验方面,20世纪90年代起航空、机械、兵器等结合本行业产品特点和需要,建立了一些自然环境试验方法标准^[8],例如:WJ 2020/WJ 2155-2156/WJ 2358-2360《兵器产品自然环境试验方法》、JB 7574《机械产品及元器件湿热环境大气暴露试验方法和导则》、JB 7575《机械产品及元器件寒冷环境大气暴露试验方法和导则》等。GJB 1172《军用设备气候极值》给出了各种自然环境条件的记录极值、全国分布情况等,为开展自然环境试验提供了基础数据支撑。实验室环境试验方面,2009年颁布的GJB 150A《军用装备实验室环境试验方法》等效采用美军标810F编写而成,是我国实验室环境试验的基本规范,对广大从事军用装备研发、设计、生产和试验的人员起到了很大的指导作用,提高了我国军用装备环境适应性、质量与可靠性水平,促进了我国国防工业环境试验室的建设和人才队伍的培养。使用环境试验方面,仅限于开展了一些试验方法和使用环境因素监测的相关研究,尚未形成试验指导标准。

3 建设思路

3.1 基本概念

军用标准体系是由若干个相互依存、相互制约的军用标准组成的具有特定功能的有机整体。一般而言,军用标准体系是根据特定标准化需求或目的而建立的有机整体。在这个体系内,标准不是简单的叠加,也不是孤立存在的,而是相互之间具有纵向和横向的联系,并具有其确定的位置,从而使标准体系具有其每项标准所不具有的整体结构、整体边界和整体功能。其中纵向关系是一种层次关系,是整体与部分或属与种的关系,是指导与控制、支撑与补充的关系;横向联系是协调和配套关系^[9]。

海军导弹环境试验标准体系是指,围绕海军导弹环境试验工作需求,结合海军导弹寿命阶段特点,覆盖海军导弹环境试验各项工作内容,以采用现有国家标准、国家军用标准和行业标准为主,新编国家军用标准为辅,构建而成的科学合理、层次清晰、整体协调、系统配套的标准体系。为海军导弹试验标准化建

设提供顶层规划设计,为环境试验的顺利实施提供技术指导 and 规范。

3.2 建设原则

1) 完备性。海军导弹环境试验标准体系的标准对象包括自然环境试验、使用环境试验和实验室环境试验的试验方法、试验大纲要求、试验结果评估分析,以及试验基础术语与环境数据等技术层面,还包括试验组织、程序、安全、可信性等管理层面,涵盖海军导弹环境试验的全过程、全方位、全系统。

2) 协调性。海军导弹装备作为武器装备的一种具体分类,其环境试验标准应遵循GJB 4239《装备环境工程通用要求》、GJB 150A《军用装备实验室环境试验方法》、GB 2423《电工电子产品环境试验规程》等顶层标准,以及兵器行业标准等。海军导弹环境试验标准体系自身,应该分类准确、名称规范、层次恰当、界面清晰,保证体系的合理与完整,避免内容的交叉与重复。

3) 开放性。海军导弹环境试验标准体系,充分采用环境试验相关的国家标准、军用标准,吸收借鉴机械标准、船舶标准、航天工业标准等行业标准,形成开放的标准体系,并对标准体系实施动态管理,根据海军导弹环境试验的发展变化,及时提出标准体系“废、改、立”的策略。

4) 可操作性。海军导弹环境试验标准体系,应适应我国国情、装备管理体制和海军导弹装备特点,特别是在环境条件标准和环境基础数据方面,应根据海军导弹服役环境实际情况,研究给出气候环境的影响、地理环境的影响、诱发环境的影响等,以保证各项标准在海军导弹环境试验的应用中具有较强的可操作性。

4 主要内容

4.1 总体框架

根据海军导弹环境试验特点,将海军导弹环境试验标准体系分为试验基础标准、试验管理标准和试验技术标准三大类。其中试验技术标准是标准体系的主体,根据环境试验分类可分为自然环境试验标准、使用环境试验标准和实验室环境试验标准。海军导弹环境试验标准体系结构框架如图2所示。

4.2 试验基础标准

试验基础标准是海军导弹环境试验中各系统和

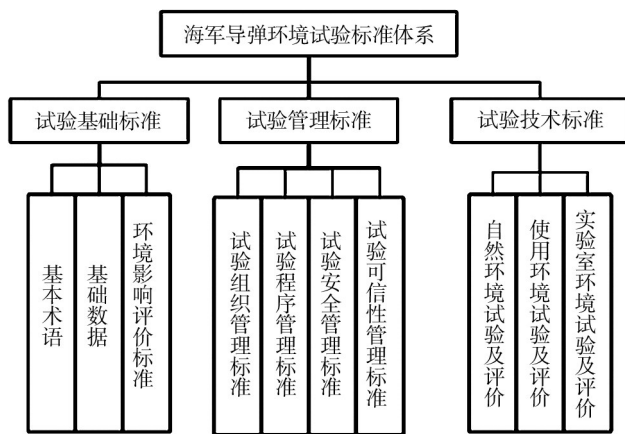


图2 海军导弹环境试验标准体系结构框架

Fig.2 The frame of navy missiles environmental test standard system

专业所要用到的基础性标准,主要从现有国家标准、国家军用标准和行业标准中选取。试验基础标准包括环境试验基本术语、环境基础数据以及环境影响评价等标准。其中,环境基础数据标准在采用现有标准的基础上,根据海军导弹服役环境特点,编制相应环境数据手册系列标准。环境影响评价标准目前处于空白,应根据海军导弹装备特点,编制海军导弹装备(含各分系统)典型环境影响和故障模式标准。试验基础标准内容见表1。

4.3 试验管理标准

试验管理标准是对海军导弹环境试验组织、程序、安全、可信性等进行有效管理的依据和根本保证。现有国家标准、国家军用标准和行业标准中对试

表1 试验基础标准内容

Table 1 Content of basic test standard

标准类别	标准名称	参考依据	备注
环境试验基本术语	GB 11804《电工电子产品环境条件术语》		采用
环境基础数据	海军导弹环境数据手册	CJB 1172《军用设备气候极值》、GJB 440《舰船设备环境参数及其严酷度等级》、GB/T 13952《移动式平台设施用电子产品环境条件参数分级》、GJB 1060《舰船环境条件要求》等	系列标准 新编
环境基础数据	海军导弹环境数据采集和处理方法	GB/T 10593《电工电子产品环境参数测量和处理方法》、GJB/Z 126《振动冲击环境测量数据归纳方法》、CB 1171《舰船设备环境测量和处理方法》等	系列标准 新编

验管理涉及不多,此类标准主要依据 GJB 4239《装备环境工程通用要求》等顶层标准^[20],结合海军导弹装备

研制寿命阶段特点进行编制。试验管理标准内容见表2。

表2 试验管理标准内容

Table 2 Content of test management standard

标准类别	标准名称	参考依据	备注
试验组织管理标准	海军导弹环境试验组织管理标准		新编
试验程序管理标准	海军导弹环境试验程序管理标准	GJB 4239《装备环境工程通用要求》	新编
试验安全管理标准	海军导弹环境试验安全管理标准		新编
试验可信性管理标准	海军导弹环境试验可信性管理标准		新编

4.4 试验技术标准

试验技术标准是海军导弹环境试验标准体系的主体,针对海军导弹自然环境试验标准、使用环境试验标准和实验室环境试验技术工作的特点,对环境试验方法、试验大纲要求、试验数据采集与处理方法、试验结果分析与评估方法进行指导和规范。试验技

术标准内容见表3。

5 结语

海军导弹环境试验标准体系是标准化技术在海军导弹环境试验中的综合运用。海军导弹环境试验标准体系,是国防科技工业、环境试验标准工作总体

表3 试验技术标准内容
Table 3 Content of technical test standard

标准类别	标准名称	参考依据	备注
自然环境试验及评价方法	海军导弹自然环境试验方法	WJ 2020/WJ 2155-2156/ WJ 2358-2360 《兵器产品自然环境试验方法》、JB 7574 《机械产品及元器件湿热环境大气暴露试验方法和导则》、JB 7575《机械产品及元器件寒冷环境大气暴露试验方法和导则》等	
自然环境试验及评价方法	海军导弹自然环境试验大纲要求	无	
自然环境试验及评价方法	海军导弹自然环境试验数据采集和处理方法	无	
自然环境试验及评价方法	海军导弹自然环境试验结果分析与评估方法	无	
使用环境试验及评价方法	海军导弹使用环境试验剖面设计方法	无	系列
使用环境试验及评价方法	海军导弹使用环境试验方法	无	标准
使用环境试验及评价方法	海军导弹使用环境试验大纲要求	无	新编
使用环境试验及评价方法	海军导弹使用环境试验数据采集和处理方法	无	
使用环境试验及评价方法	海军导弹使用环境试验结果分析与评估方法	无	
实验室环境试验及评价方法	海军导弹实验室环境试验方法	GJB 150A《军用装备实验室环境试验方法》、GJB 4《舰船电子设备环境试验》、GB 2423《电工电子产品环境试验规程》等	
实验室环境试验及评价方法	海军导弹实验室环境试验大纲要求	无	
实验室环境试验及评价方法	海军导弹实验室环境试验设备手册	GB/T 5170《电工电子产品环境试验设备基本参数检定方法》等	
实验室环境试验及评价方法	海军导弹实验室环境试验数据采集和处理方法	无	
实验室环境试验及评价方法	海军导弹实验室环境试验结果分析与评估方法	无	

发展规划的重要组成部分,将作为海军导弹环境试验标准化中长期规划的基本依据,为海军导弹环境试验主管部门决策标准化方向、制定标准化政策、确定标准化工作界面、实施标准化管理提供技术支撑,对于我国海军导弹环境工程的发展具有重要意义。

参考文献:

[1] 洪亮,张福光,崔旭涛. 海军导弹服役环境对导弹寿命的影响及防护包装对策的研究[J]. 包装工程, 2011, 32(23): 1—4.
HONG Liang, ZHANG Fu-guang, CUI Xu-tao. Research on Influence of Naval Missile Service Environment on Missile Life and Countermeasures of Protection Packaging[J]. Package Engineering, 2011, 32(23): 1—4.

[2] 翟波,蔡良续,祝耀昌. 实验室环境试验条件及其剪裁技术[J]. 装备环境工程, 2014, 11(5): 87—91.
ZHAI Bo, CAI Liang-xu, ZHU Yao-chang. The Conditions of Laboratory Environmental Tests and Its Tailoring Techniques [J]. Equipment Environmental Engineering, 2014, 11(5): 87—91.

[3] 赵保平,孙建亮,张韬,等. 产品定寿与延寿中的几个环境问题[J]. 装备环境工程, 2014, 11(4): 21—25.

ZHAO Bao-ping, SUN Jian-liang, ZHANG Tao, et al. Some Problems of Environment Engineering in Life Estimation and Prolongation of Products[J]. Equipment Environmental Engineering, 2014, 11(4): 21—25.

[4] 史光梅,王易君,罗群生,等. 浅析我国军工产品低气压(高度)试验方法标准[J]. 装备环境工程, 2013, 10(1): 91—93.
SHI Guang-mei, WANG Yi-jun, LUO Qun-sheng, et al. A Brief Analysis of Low Pressure (Altitude) Test Standard for Military Product[J]. Equipment Environmental Engineering, 2013, 10(1): 91—93.

[5] 杨喜存,单军勇. 环境试验过程控制和试后恢复中的问题分析[J]. 装备环境工程, 2013, 10(1): 98—101.
YANG Xi-cun, SHAN Jun-yong. On Process Control of Environmental Test and Problems in Restoration after Test[J]. Equipment Environmental Engineering, 2013, 10(1): 98—101.

[6] 李田科,李建华,刘炜,等. 一种基于测试数据的单枚导弹贮存寿命评估方法[J]. 装备环境工程, 2013, 10(6): 88—92.
LI Tian-ke, LI Jian-hua, LIU Wei, et al. A Test Data Based Analysis Method for Single Missile Storage Life Evaluation[J]. Equipment Environmental Engineering, 2013, 10(6): 88—92.

(下转第75页)

- Rubber Isolator Used in Aero-Engine[J]. *Acta Aeronautica et Astronautica Sinica*, 2004, 25(2): 140—142.
- [13] 任怀宇. 粘弹阻尼减振在导弹隔冲击结构中的应用[J]. *宇航学报*, 2007, 28(6): 1494—1499.
- REN Huai-yu. The Application of Viscoelastic Damping Vibration Suppression for Shock-Isolation Structure of Multi-stage Missile[J]. *Journal of Astronautics*, 2007, 28(6): 1494—1499.
- [14] 朱全忠. 飞航导弹上设备的阻尼减振技术[J]. *战术导弹技术*, 1997(3): 7—12.
- ZHU Quan-zhong. An Anti-vibration Damping Technique for Equipment on the Winged Missile[J]. *Journal of Astronautics*, 1997(3): 7—12.
- [15] 李晓颜, 王建月, 赵云峰, 等. 某电子设备的阻尼减振设计[J]. *宇航材料工艺*, 2013(1): 39—41.
- LI Xiao-yan, WANG Jian-yue, ZHAO Yun-feng, et al. Damping Design for Electric Equipment[J]. *Aerospace Materials & Technology*, 2013(1): 39—41.
- [16] 赵云峰. 高性能黏弹性阻尼材料及其应用[J]. *宇航材料工艺*, 2009(5): 1—6.
- ZHAO Yun-feng. Properties and Application of Advanced Viscoelastic Damping Materials[J]. *Aerospace Materials & Technology*, 2009(5): 1—6.

(上接第 69 页)

- [7] 蔡健平. 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—68.
- CAI Jian-ping. On Relation between Environmental Engineering and Reliability Engineering[J]. *Equipment Environmental Engineering*, 2013, 10(1): 66—68.
- [8] GJB 4239, 装备环境工程通用要求 [S].
- GJB 4239, General Requirements for Materiel Environmental Engineering[S].
- [9] 祝耀昌, 王涛. GJB 4239 介绍与分析[J]. *军用标准化*, 2002(1): 20—22.
- ZHU Yao-chang, WANG Tao. Analysis and Introduction of GJB 4239[J]. *Military Standardization*, 2002(1): 20—22.
- [10] 张仁群, 岳涛. 环境工程与试验技术发展动态综述[J]. *环境技术*, 2011(4): 38—40.
- ZHANG Ren-qun, YUE Tao. The Introduction for Developing Trends of Environment Engineering and Test Technology[J]. *Environmental Technology*, 2011(4): 38—40.
- [11] RAFAEL C, RICHARD E W. *Digital Image Processing*[M]. Third Edition. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2012.
- [12] 祝耀昌, 李明. 谈谈环境工程剪裁和环境试验剪裁[J]. *航天器环境工程*, 2012, 29(5): 479—485.
- ZHU Yao-chang, LI Ming. Environmental Engineering Tailoring and Environmental Test Tailoring[J]. *Spacecraft Environment Engineering*, 2012, 29(5): 479—485.
- [13] KOSCHMIEDER H. Theorie Der Horizontalen Sichtweite[J]. *Beitr Phys Frei Atmos*, 1924(12): 171—181.
- [14] MIL-STD-810G, Test Method Standard for Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests Test[S].
- [15] 沈卫东. 军事环境工程[M]. 重庆: 重庆通信学院出版社, 2006.
- SHEN Wei-dong. *Military Environmental Engineering*[M]. Chongqing: Chongqing School of Communication, 2006.
- [16] 邢天虎. 力学环境试验技术[M]. 西安: 西北工业大学出版社, 2003.
- XING Tian-hu. *The mechanical environment test*[M]. Xi'an: Northwestern Polytechnical University Publishing House, 2003.
- [17] AN Ming-wei, GUO Zong-liang, LI Ji-bin, et al. Visibility Detection Based on Traffic Camera Imagery[C]// 2010 Third International Conference on Information Science and Interaction Science(ICIS), Chendu: ICIS, 2010: 411—414.
- [18] 赵莹雪, 刘晖. 装备研制(改造)中加强环境试验与可靠性试验[J]. *装备环境工程*, 2013, 10(2): 75—78.
- ZHAO Ying-xue, LIU Hui. Intensifying Environmental Test and Reliability Test in Equipment Development[J]. *Equipment Environmental Engineering*, 2013, 10(2): 75—78.
- [19] 李春田. 标准化概论[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2010.
- LI Chun-Tian. *The Introduction to Standardization*[M]. Beijing: Renmin University of China Press, 2010.
- [20] 祝耀昌, 王丹. 武器装备环境适应性要求探讨[J]. *航天器环境工程*, 2008, 25(5): 416—422.
- ZHU Yao-chang, WANG Dan. The Environmental Worthiness Requirements with Respect to Weapon Materials[J]. *Spacecraft Environment Engineering*, 2008, 25(5): 416—422.