

# 环境试验研究

信息产业部电子第五研究所环境工程研究中心

**摘要：**简要地回顾了信息产业部电子第五研究所从事环境试验研究的历史、能力和成果应用。

**关键词：**环境试验；成果；应用

**中图分类号：**TB24

**文献标识码：**A

**文章编号：**1672-5468(2005)S0-0009-04

## 1 引言

试验在电子装备研制生产过程中是一项不可或缺的工作，试验项目包括环境试验、可靠性试验、性能试验等。环境试验提供了一种确定的、验证环境影响的手段，目的在于发现产品在结构设计、元器件、材料选择以及工艺方面的缺陷，以便采取适当的措施，改进产品预期使用环境的适应性；其次是鉴定、考核产品的环境适应性，验证是否满足标准、技术规范或用户的要求，并作为投产或批生产接收或拒收决策的依据；再者就是为使用、维修和后勤保障提供有用的数据信息。本文仅就我所开展环境试验研究情况作些简要的介绍。

## 2 发展历程

### 2.1 概况

环境不仅和人类的生活息息相关，对电子设备、元器件、材料的使用寿命和工作稳定性也产生重要的影响。引起人们对电子设备和环境条件关系的关注，改善和提高电子设备环境适应性具有极大的经济效益和社会效益，产品环境技术的发展程度已经成为衡量一个国家工业发达水平和产品质量的重要标志之一。

20世纪50年代中期，电子工业部门为了解决无线电器材的防潮、防霉、防盐雾等环境适应性问题，在广州建立了中国亚热带电信器材研究所，

对元器件、材料、通信器材进行环境试验和防护工艺研究。先后在榆林、万宁、广州、上海、舟山、西北地区设立了天然曝露试验站，为匈牙利试验的样品包括自动交换机、载波机、晶体管、阻容元件、扬声器、继电器、包装材料等20大类，共14000件，苏联样品2万余件。

60年代中期，主要为国内提供试验评价服务，每年试验样品达2万余件。与此同时，实测了典型气候区域环境因素的特征，统计分析这些因素对电子设备的影响，研究提出了我国无线电产品气候分区。制订了一系列环境试验考核方法，并纳入部颁标准。组织开展了塑料、橡胶、油漆、电镀、灌封等材料的三防工艺和防护技术研究，开发了防潮、防霉性能较好的绝缘材料，加强电镀、涂料和涂装工艺的应用研究。对提高我国电子产品环境适应性起到积极作用。

80年代以来，环境适应性技术领域日益扩大，从基础理论到工程管理，从防护技术到试验都发生了重大的变化。1996年我所设置了专业机构，面向重点型号，加强装备环境工程应用研究，评价优选新材料、新工艺，探索环境试验新技术、新方法，研制新装置，开拓市场，积极推广环境技术在保证电子产品质量和可靠性方面的应用。

### 1.2 试验与研究领域

从1955年建所开始即从事电子产品环境适应性试验研究工作，始终保持着了一支稳定的环境工程技术队伍。90年代设立了环境工程研究中心，

专门从事电子装备环境工程技术基础研究、预先研究和应用研究工作，主要承担以下任务：

- 1) 电子装备天然气候试验、评价及其相关技术研究；
- 2) 典型气候环境对电子装备与材料的影响规律研究；
- 3) 电子元器件长期贮存试验研究；
- 4) 环境适应性工艺及试验评价技术研究；
- 5) 环境工程管理应用研究；
- 6) 环境适应性数据信息的管理与服务；
- 7) 气候环境条件与试验标准的制定与修订；
- 8) 环境试验设备研制；
- 9) 环境因子监测仪器研制。

### 2.3 承担和管理的归口业务

- 1) 全国电工电子产品环境技术标准化委员会副主任委员单位；
- 2) 环标委力学环境分会主任委员单位；
- 3) 环标委气候环境分会副主任委员单位；
- 4) 中国表面工程协会常务理事单位；
- 5) 中国电子学会化学工艺技术部副主任单位；
- 6) 电子工业环境评估与监测中心；
- 7) 广州天然环境试验站；
- 8) 海南天然环境试验站；
- 9) 西沙天然环境试验站。

## 3 试验研究及成果

20 世纪 50-60 年代，五所的环境试验研究工作，主要对匈牙利、前苏联和国产无线电元器件和通信器材进行天然气候曝露试验，探索电子产品在湿热条件下的环境适应性，通过天然曝露试验积累的试验数据为无线电产品的生产企业和使用部门提供了产品在亚热带气候环境下性能变化的重要信息，也为五所其它研究工作如三防工艺研究、环境试验设备研制和通信器材总技术条件的修订提供了科学的依据。1966 年在海南吊罗山对电台、干电池等通讯装备器材进行热带丛林环境适应性试验研究，通过对 13 种 170 件样品的现场环境试验与验证，分析评价了产品性能、质量、使用寿命预测结果，修订了产品战术技术指标，提出了许多改进措施和对通讯装备产品新的考核、试验和评价方法。试验取得了很大的成效，对提

高通讯装备质量和环境适应性做出了直接的贡献。

70 年代及 80 年代初期，五所负责编制的环境试验方法标准，主要有 GJB-83《舰船电子设备环境试验》、GJB 150-86《军用设备环境试验方法》、GJB 360-87《电子及电气元件试验方法》等。

“七五”、“八五”期间，五所在环境工程技术方面承担多项科研重点项目，取得了一批重大科研成果。某电子设备三防性能评价项目是航空电子设备研制史上首次进行的三防性能评价，通过“试验-发现问题-分析原因-提出改进措施-提高三防性能”的方式，从设计、工艺、材料与元器件的选用等环节改进，使原电子部承制的多项设备的三防试验合格率从 20% 上升到 100%，从而满足了海上使用环境的基本要求。对原电子部承制的五项机载电子设备进行三防试验评价，协助承制厂所改进产品质量，使研制设备的三防试验合格率从原来的 40% 上升到 100%，保证了某电子设备的三防性能满足了预期环境的基本要求。电子装备三防性能检测技术及手册汇编课题，通过对国内 30 多个厂所提供的数万件材料与工艺样品进行三防性能检测、试验、研究，制定的金属镀覆、天线与机箱涂覆、印制板涂覆、部件灌封等材料和工艺的三防性能检测条件、优选原则以及所优选出来的三防材料与工艺为研制专用电子设备直接选用，该成果的应用使国产电子装备的三防性能上一个台阶，对提高其在恶劣环境下使用的可靠性，延长使用寿命，降低维修费用有显著的作用。组织编制的《电子设备三防技术手册》为国内首次出现，比较系统地总结了电子行业三防技术成果和经验，具有鲜明的行业特色和可操作性，是指导电子设备设计、工艺、试验人员实用的工具书。电子新材料三防试验应用研究课题中的“电子新材料三防性能评价方法”成果，是我国首次制订的金属镀层、化学与电化学处理层、有机涂层的三防性能评价方法，为新材料的优胜劣汰提供了急需的技术依据，已直接应用于重点工程，对提高电子装备的抗恶劣环境能力具有重大的意义，该成果获得 1997 年度电子部科技进步二等奖。

“九五”、“十五”期间，在典型气候环境条件下的试验技术研究、电子装备环境适应性基础性研究、环境工程管理应用研究、环境适应性信息数据库等方面做了大量的工作。在完善和建立

典型自然环境试验条件的基础上,加强有关电子装备、元器件、材料工艺的自然环境试验技术、评价技术、试验方法研究,先后承担了“电子材料三防技术及三防试验研究”、“关键元器件长期储存试验”、“南海海区舰船环境应力测试研究”、“舰船电子装备用三防材料工艺优选研究”、“黑箱体加速大气曝露试验方法与应用研究”、“西沙热带海洋大气环境对雷达天线的影晌研究”、“紫外线辐照环境模拟技术研究”、“电子装备常用材料沙漠自然环境试验与评价技术研究”、“电子设备环境平台数据库建设”、“自然环境试验场站环境因子自动监测技术研究”、“舰载天线南海环境曝露试验研究”等项目。取得的成果为承制单位改进电子装备的耐环境设计,提高电子装备环境适应性提供基础性数据和强有力的技术支持。

“十五”期间,我所还根据工程要求,按照 GJB 4-83《舰船电子设备环境试验》和 GJB150-86《军用电子设备环境试验方法》标准,对相关工程使用的 97 种装备进行了人工加速环境试验与评价。其中,20 种进行了盐雾试验、37 种进行了霉菌试验、4 种进行了恒定湿热试验;36 种设备进行了高温、高湿、气体腐蚀、沙尘、噪声和耐爆炸等环境试验项目的考核,获得了大量、有价值的信息,为制定宏观质量政策提供了决策依据。

## 4 环境试验手段

### 4.1 人工模拟加速试验项目齐全,分析手段先进

我所拥有 200 多台/套的气候和力学环境试验设备,种类齐全,技术先进,能按 IEC、MIL、ISO、GB、GJB 等标准或用户要求进行高温、低温、温度冲击、温度循环、温度-高度、温度-湿度-高度、恒定湿热、交变湿热、高压蒸煮、沙尘、长霉、盐雾、淋雨、光老化、工业气体、爆炸、随机振动、跌落、冲击、碰撞、离心加速度、运输温度-湿度-振动综合试验等 20 多项试验,满足电子元器件、组件、家用电器、电子装备的环境试验要求。

在材料分析与检测方面,拥有雄厚的技术力量和先进的分析检测设备,其中有美国 PE 公司的电感耦合等离子体质谱仪 (ICP-MS)、紫外-可见分光光度仪 (UV-Vis)、戴安公司的离子色谱仪

(DX-500) 和美国安捷伦高效液相色谱仪 (HP1100)、原子荧光仪 (AFS-230)、英国菲尼根公司的气相色谱质谱联用仪 (GC-MS)、德国布鲁克公司的傅立叶红外光谱仪和激光精度分布仪、荷兰飞利浦能谱仪等,能开展电子材料、金属、高分子材料、清洗剂等物理性能测试及化学成份分析。

### 4.2 天然曝露试验站

目前,我所有广州、海南、西沙 3 个试验站,可为各种产品、材料提供海洋、城市及乡村 3 种典型气候环境试验。技术服务项目包括电子产品、零部件、材料、工艺样品的天然曝露试验;舰载、机载、地面雷达天线的曝露试验;家用电器、汽车等产品的曝露试验;元器件长期贮存试验;装备在高温、高湿、高盐雾环境下的适应能力评价及改进措施研究;南海地区气候特点及产品劣化规律研究。

#### a) 广州试验站

广州试验站建于 20 世纪 50 年代。地处北纬 23°00', 东经 113°06', 年平均温度 21.8℃, 极端最高 37.8℃, 极端最低 1.2℃, 年平均相对湿度 78%, 最高为 100%, 最小为 4%, 年日照时间 1 900 h, 年降雨量 2 000 mm 左右, 年平均风速 2.4 m/s, 大气腐蚀成份有 SO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、NO<sub>2</sub> 和 NH<sub>3</sub>, 属典型的亚热带城郊气候,是各种涂镀层、材料、汽车零部件理想的试验场所。

#### b) 海南试验站

海南试验站位于海南省万宁市城郊乡村,北纬 18°02', 东经 110°02', 海拔高度 8.3 m, 距海 4 km, 年平均气温 23.4℃, 年平均相对湿度 83%, 年日照 2 300 h, 年降雨 2 100 mm 左右, 年平均风速为 2.8 m/s。大气主要成份有 Cl<sup>-</sup>、SO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S 和 NH<sub>3</sub>, 属典型的亚热带乡村气候。试验站设有露天、库房、棚下 3 种试验条件,是考核涂镀层以及产品耐湿抗腐性能的一个理想试验场地。

#### c) 西沙试验站

西沙试验站建在西沙群岛中的永兴岛,距广州 800 km, 距海南三亚 330 km, 海拔高度 4.9 m, 位于北纬 16°05', 东经 112°02'。年平均气温 27.2℃, 年平均相对湿度 83%, 年日照时间 2 800 h, 年平均风速 4.5 m/s, 是我国典型的高温、高湿、高盐雾、高辐射地区,属中热带海洋气候。



西沙试验站于 1997 年 12 月建成投试，有露天、库房、棚下 3 种试验条件，另外开辟了一千多平方米的雷达天线部件曝露试验场。西沙试验站是开展装备环境试验的一个极好的试验平台。

几年来已有数十个研制单位提供 6 千多件样品在西沙进行天然曝露试验。通过试验来考核、评价和提高装备的抗恶劣环境的适应能力，试验样品包括大型天线、部件、金属及高分子材料、工艺样品等。

## 5 特种环境试验设备研制

我所已有 40 年开展特种环境试验设备技术研究的历史，建有完整的设计、调试和安装实验室，拥有一批从事特种环境试验设备、试验系统研制生产的专业技术人员与熟练工人，是部属可靠性与环境试验设备项目研制基地和主要承担部门，也是国内最具盛名的生产各种标准、非标准的特种环境试验设备与技术服务的单位。从 20 世纪 90 年代起，先后完成了“四综合试验温度、湿度、气压、振动模拟系统”、“吹尘试验箱”、“两液槽温度冲击箱”、“单机循环小型环保高低温箱”、“大型淋雨试验室”、“大型复合盐雾试验室”、“电子设备可靠性信息采集专用厚膜电路研制”、“电子产品曝露试验环境参数自动采集分析系统”、“太阳辐射加速天然曝露试验装置研制”等研究项目，所有研制的设备已顺利地应用于试验之中，为深入开展人工加速试验和天然环境试验提供了良好的硬件基础。其中“四综合试验温度、湿度、气压、振动模拟系统”是我国首次自行研制的四综合试验系统，并获 2001 年国防科技进步二等奖。

本中心通过掌握先进技术，服务于企业；本着技术先进、质量可靠、精心制造、持续创新的宗旨，能够按照企业的要求生产各种特殊规格的

特种环境试验设备，产品遍及电子、机械、航空航天、交通、汽车、通讯等行业。其中，在 2004 年建成了国内第一台带摇摆台的大型汽车淋雨试验室，它具有倾斜角度试验台、污水处理装置、负压装置、雨量采集系统、喷水系统等，能够达到检测汽车在规定的人工淋雨试验条件下，关闭全部门窗和盖时，防止雨水进入车厢的能力。它是科研成果成功转化的典范。

## 6 结束语

环境试验是装备环境工程工作重要的组成部分，贯穿于装备设计、研制、生产和采购各个阶段，已经成为提高装备环境适应性、可靠性、安全性和维修性的重要手段。为适应装备建设发展，需要为新研装备提供环境基础数据和环境适应性设计技术，对环境工程及其环境试验技术提出了更高更新的要求，试验及评价技术将发挥越来越重要的作用，环境试验及评价技术更具广阔的发展前景。

“十一五”期间，电子装备环境适应性工作的发展，将实施“抓两头，带中间”的发展思路。通过建立共性技术平台和信息平台，开展环境条件分析方法、环境寿命剖面生成技术、环境试验剪裁技术、环境条件及武器平台环境对电子装备的影响、综合气候环境试验方法、自然与实验室环境试验结果的相关性、环境试验考核评价体系、环境试验信息化技术，各类数据信息采集分析处理技术，建立数据库等方面的研究与应用，为电子装备全寿命周期的环境工程工作提供技术支撑。通过抓环境适应性指标、环境试验与评价，促进环境适应性设计、环境分析、环境工程管理在型号研制生产中的应用，促进电子装备环境适应性水平的不断提高。