

综 述

环境试验数据资源建设的思考

唐平, 黄晓霞

(中国兵器工业第五九研究所, 重庆 400039)

摘 要: 从环境试验数据的内涵着手, 阐述了环境试验数据的类型及资源建设的范围。分析了环境试验数据的作用及资源建设的重大意义, 并进一步对环境试验数据资源建设的国内外现状进行了分析研究, 通过国内外对比分析, 找出了我国在环境试验数据资源建设方面存在的差距和问题, 提出了我国今后在环境试验数据资源建设方面的目标和发展方向。

关键词: 环境试验数据; 武器装备; 环境适应性数据; 资源建设

DOI:10.7643/issn.1672-9242.2014.06.024

中图分类号: TJ01 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2014)06-0140-09

Consideration of Environment Test Data Resource Construction

TANG Ping, HUANG Xiao-xia

(No.59 Research Institute of China Ordnance Industry, Chongqing 400039, China)

ABSTRACT: Starting from the connotation of environment test data, the type of environment test data and the scope of resource construction were clarified. The role of environment test data and the significance of resource construction were analyzed, and the status of environment test data resource construction in China and foreign countries was further studied. Through comparative analysis in China and foreign countries, the gap and problems in our environment test data resource construction were found, and the goal and development direction of our environment test data resource construction in the future were proposed.

KEY WORDS: environment test data; weaponry; environment adaptability data; resource construction

环境试验数据资源建设是一项长期的基础工作, 也是我国国防发展壮大的基石, 是军队战斗力可靠生成的重要基础。环境适应性的提高, 需要以装备用材料、部组件等在不同极端环境下的实测数据为论证、设计选材的依据。通过参考环境试验数据

资源, 开展武器装备的环境适应性设计、环境防护和控制等, 能够有效降低环境因素对装备性能的影响。因此, 在环境数据资源建设是提高环境试验效率和管理水平的前提下, 有必要对环境数据资源的建设进行探讨和研究。

收稿日期: 2014-08-28; 修订日期: 2014-10-14

Received: 2014-08-28; Revised: 2014-10-14

作者简介: 唐平(1970—), 女, 重庆璧山人, 高级工程师, 主要研究方向为情报与知识产权研究。

Biography: TANG Ping(1970—), Female, from Bishan, Chongqing, Senior engineer, Research focus: intelligence and intellectual property research.

1 环境试验数据资源的内涵

1.1 类型

环境试验数据主要包括环境因素数据和装备产品环境适应性数据两大类(如图 1 所示),是材料、构件、部组件以及整机等装备产品在典型或极端自然环境条件下进行环境适应性试验采集积累的数据。它反映了产品在预期服役环境中的环境适应性,具有典型性、真实性和不可替代性^[1]。

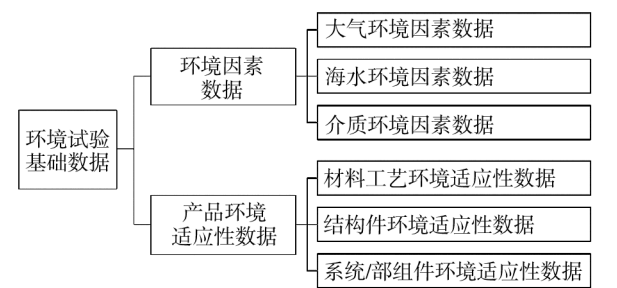


图 1 数据资源组成
Fig. 1 Composition of data resources

装备产品环境适应性数据包括材料、构件、装备及其部组件在自然环境中外观、力学、热、电、磁以及电化学等性能与功能特性参数的变化值,另外还包括试验时间、试验方式、环境类型、基本信息等内容。数据形式有数值、曲线、图片、文字描述等。

材料与工艺、构件与部组件、装备与产品等组成为样品系列;寒冷、高原、沙漠、大气、海水、暴露、贮存、盐雾、热老化等组成为环境系列;外观形貌、物理、化学、力学等性能组成为性能系列;不同的试验检测周期组成为时间系列。样品系列、环境系列、性能系列、时间 4 个系列共同构成了环境适应性数据资源体系^[1]。

1.2 范围

环境试验数据资源主要包括环境数据及环境适应性数据的采集积累、规律分析和挖掘、数据规范与管理、数据服务和应用等。

环境试验数据资源建设主要以关键材料、通用零部件、核心元器件等军工基础产品为对象,系统积累它们在各种环境中的环境因素及环境适应性数

据。研究其与这些环境相互作用、性能演变及失效机理,为环境严酷度评估、装备产品环境适应性评价、实验室加速试验方法研究、环境试验标准制定、数据共享等提供技术支撑和服务^[2]。

1.3 构建的重大意义

原始性能数据是产品研制单位设计出合格初始产品需要的最基本数据,环境适应性数据的重要作用是为了保证在服役环境下,一定寿命周期内产品仍能满足设计性能要求^[4]。数据的主要作用是:新耐蚀材料研究开发的重要依据;为装备设计提供材料选用、防护措施确定、封存包装和保管方法等依据;材料服役性能的工程分析计算;为预估装备产品寿命提供修正和验证;修正实验室加速试验的量值、范围、变化率与持续时间,建立快速试验方法、完善试验手段。

当今武器装备的使用环境复杂多变,战备值班、训练、演习、运输及储存环境对装备与产品的服役性能和使用寿命的影响很大。据统计,由于材料的环境腐蚀产生的故障与事故占 50% 以上^[5]。

我国将材料环境适应性数据积累作为一项长期国策,主要是为了解决材料的服役性能和使用寿命问题,这也是目前我国材料领域的薄弱环节。由于基础设施建设、重大工程建设、国防建设的质量和可持续发展的迫切需要,国家科技部从“十五”期间就建议,对环境适应性研究与数据积累予以重点扶植和长期稳定支持,不断提升原始创新能力。《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)》指出,对面向国家重大战略需求的基础研究,要重点研究材料服役与环境的相互作用、性能演变、失效机制及寿命预测原理等。因此,材料与产品的环境适应性数据资源建设,既是我国的国情数据和宝贵资源,也是国防科技工业新一代武器装备研制需要预先掌握、优先开展的工作。

数据资源建设的重要意义主要体现在以下方面。

1) 专业数据资源建设是环境试验不断发展的要求。环境试验是一个需要长期积累基础数据,并不断总结并从基础数据中发现规律的专业,只有持续不断地积累和深入分析基础数据,才会不断地提高环境试验的研究水平。

2) 数据资源建设和利用是提高环境试验应用

水平的必然要求。要使大量的环境试验基础数据得到应用,必须建立有关的数据资源平台,缺乏有关的数据资源平台将大大影响环境试验的应用。

3) 数据资源建设是提高环境试验的效率和管理水平的要求。只有在共同的数据平台上积累环境试验数据才能够提高环境试验的效率和管理水平。

4) 建设和利用基础数据资源是满足型号迫切需求的要求。在未来新一代武器型号的研制过程中,迫切需要数据充分、表征规范、分析深入的基础数据,基础数据资源的不完善,会大大影响环境试验在有关型号中的应用^[6]。

2 环境试验数据资源建设的现状

2.1 国外的情况

1) 有计划地持续积累各类材料环境适应性数据,材料环境试验更加注重系统性、长期性规律研究。国外环境试验起步很早,到目前已经形成了数据采集、试验评价、建立标准规范、数据成果推广应用的成熟体系。美国已将环境适应性数据充分纳入到武器装备设计、研制、生产和采办的各个阶段,并形成了有效的质量管理体系,在武器装备的全寿命期内发挥着重要的作用,大大推动了高新武器装备的发展^[7]。日本也十分重视自然环境适应性数据的积累。日本曾与美国、英国、比利时、法国、瑞典、德国和南非等国合作,在工业、农村和海洋环境,对 Cor-TenA 钢、Cor-TenB 钢、含铜轴承钢和碳素钢等分别以不同朝向和角度放置,考验其在不同国家 3 种环境条件下的性能,自然曝露试验时间长达 16 年^[7]。国际标准化组织在 1986 年开展了 4 种典型金属材料在世界 64 个试验站的大气环境试验,掌握大气环境对材料的腐蚀影响。欧洲经济组织从 1985 年起在欧洲、北美的 39 个大气试验站进行了材料暴露试验,研究大气污染物对材料腐蚀的影响^[8]。欧洲腐蚀联盟(EFC)于 1992 年在 8 个国家的 11 个试验站进行了海水腐蚀试验,研究欧洲海水对不锈钢的腐蚀性。目前国外工业发达国家都制定有自己的材料和产品环境试验计划,在试验对象上重点安排了一些材料和产品进行系统的研究,力求做到全面掌握部分材料和产品的环境适应性,为产品设计选材提供深度服务。另外由于基础材料研制水平的提高、产品使用要求的提高,环境

试验也越来越重视长期数据采集和规律研究。因此当前发达国家已经把基础产品的环境适应性数据积累,作为一项支撑材料开发、产品设计、装备服役寿命提高的共性关键技术。如 1992 年发布的《美国国防部核心技术计划》中,把环境影响研究列为 11 项核心技术领域之一^[9]。

2) 武器装备的环境适应性规律研究,逐步从材料试验扩展到零部件、元器件和产品。第二次世界大战中暴露出军用装备大量的环境适应性问题,促使大规模、系统性的环境试验开始。美国海军武器中心在寒带、热带、沙漠地区等各种环境条件下进行了长达 15 年的武器装备的贮存和暴露试验。美国海军土木工程试验室、海军应用科研试验室和海军研究实验室从 20 世纪 60 年代末到 70 年代末在太平洋表层海水和不同深度进行了 475 余种合金,20 000 余个试样暴露 3 个月到 3 年时间的环境试验。同时还在全球范围内 11 个海水试验站对碳钢及低合金钢、不锈钢、镍基合金、铜合金、钛合金、铝合金、复合材料、阴极保护材料等材料进行了长达 16 年的环境试验。另外,还先后进行了多种非金属材料、电子元件、火药和炸药在海水中的环境试验,通过研究取得了大量环境适应性规律^[8]。美陆军在 20 世纪 50 年代,开展了包装防护后枪械在各种自然环境条件下的长期贮存试验^[9]。为了验证气相缓蚀剂包装防护工艺的自然环境适应性,美军组织了大规模的、为期达 14 年之久的枪、炮等军械长贮试验。美军武器装备环境适应性研究的过程是:从材料、工艺到零部件、元器件,再到整个产品。

3) 在环境适应性数据资源利用方面开展了大量的研究工作,在环境试验中引入先进的数据分析处理技术。在环境试验中,目前对基础数据的分析处理手段主要有环境影响分析技术、寿命预测技术、相关性分析技术、专家系统等。其中寿命预测技术和专家系统是近年研究的热点。寿命预测技术主要是采用人工神经网络技术、模糊数学、回归分析等技术对基础数据进行分析,建立数学模型实现预测。

4) 实现了从数据积累向工程应用的转化。发达国家非常重视各种试验数据的管理和应用,形成了数据库、数据手册、标准规范等,为研究、设计和技术改进提供了科学依据,避免了设计的盲目性。依托长期系统的环境适应性数据积累,美国出版了腐蚀手册,开发了新的耐候材料和产品,并制定了大量

的材料生产、产品设计、工程设计等一系列标准和规范。美国制定的各类环境试验方法标准,为世界各国普遍采用,其中不少已成为国际标准。美国腐蚀工程协会在1985年出版了腐蚀数据手册,美国金属学会于1995年出版了腐蚀数据手册第二版^[5]。美国海军通过对金属、高分子材料、复合材料、电子元件、火药和炸药等长期的、多种环境条件下的环境试验,积累了大量的系统试验数据,出版了《海水腐蚀手册》,指导海军装备的设计选材。

2.2 国内的情况

经初步统计,目前国防科技工业自然环境试验研究中心采集积累的各类材料及产品环境适应性数据约有37万个^[10]。

从“十五”开始,环境适应性数据资源建设已经步入了良性发展轨道。目前,在数据生产基地建设、数据资源整合、规范采集与积累、质量保证、数据处理、数据库研究、数据手册编制等方面取得了长足进步,主要有以下内容。

1) 军工材料环境适应性数据生产基地已经建成。主要包括7个大气环境和3个海水环境试验站、自然环境试验研究中心以及军工行业部门的环境试验机构,它们承担着数据采集、试验检测与分析,即“数据生产”的任务,目前的基地条件基本能满足数据积累的需要。

2) 数据资源初步得到整合。有关单位强化了统一管理,通过跨行业重点项目的积极带动,出现了国防工业相关单位发挥优势、资源互补、联合攻关的好势头。将兵器、航空、船舶等环境试验单位各自积累的部分军工材料环境适应性数据进行了集中收集,并形成相应的数据手册,进一步使数据资源得到整合,使专业整体能力得到了加强^[10]。

3) 统筹规划,统一规范数据积累的局面已经形成。在主管机关组织下,由相关单位牵头开展了数据资源建设专题研究等,对数据资源建设的专题研究方向等进行了顶层设计^[11]。在重点科研项目组织实施期间,完成了军工材料与构件环境试验与检测规程编制、环境因素监检测系列方法与标准制定。通过在各试验站推广使用,提高了试验数据、环境数据采集积累的规范性与可比性,提高了数据资源的利用价值和作用。

4) 环境适应性数据处理与评价方法研究取得

了重要进展。在利用环境适应性数据和环境因素数据评价材料的环境适应能力、分析环境因素对材料及产品的影响、研究材料在环境中的腐蚀行为、建立性能演变数学模型和预测贮存寿命等方面,进行了比较系统和深入的研究,解决了材料性能模糊综合评价、环境聚类分析、模式识别、性能衰变灰色预测模型建立、不同试验方式与方法之间的相关性研究、材料与产品贮存寿命预测等多项技术难题,研究深度不断加强。

5) 针对环境适应性数据的复杂特点,开展了数据库构建。在系统收集、试验采集数据基础上,认真研究了多材料品种、环境、性能项目、定性定量和半定量数据的信息特点,研究了数据的规范化和要求,设计了环境适应性数据库的基本结构,初步具备了环境适应性数据库各项查询和使用的功能,为构建数据资源信息平台奠定了基础。

3 环境试验数据资源建设目标及发展方向

针对《中国军工材料体系》中的关键材料与优选材料、零部件目前开展过环境试验的比例还很低的现状,结合装备研制急需,系统开展军工关键材料及零部件自然环境适应性数据积累和环境演变规律的研究。重点采集复合材料、铝合金、涂层等关键材料及零部件在大气和海水中的试验数据,编制环境适应性数据手册、指南等,以满足装备研制需要^[11]。

3.1 环境试验数据资源建设目标

环境适应性数据资源建设,以解决国防工业可持续发展中武器装备和材料的服役性能和使用寿命为根本任务,构建与完善数据资源平台,通过“抓共性基础、促相关技术、重型号应用”,增强数据成果对专业壮大的基础作用,提高专业在武器装备研发中的显示度^[12]。

1) 抓共性基础:做好环境及环境适应性数据采集,确保数据质量,加强基础理论研究,加快数据服务平台建设。

2) 促相关技术:深化在典型环境中的行为规律研究、环境适应性评价、材料环境失效诊断与寿命预测、推动腐蚀防护新技术发展。

3) 重型号应用:以需求为牵引,提高数据使用

价值,强化数据应用技术研究,围绕环境演变规律、选材手册与指南、验收标准与方法、防护工作建议等开展工作。

3.2 环境数据资源建设的发展方向

1) 研究对象多元化、成体系,由单一材料、工艺、结构向材料、工艺、结构相结合的组合件、受力件、元器件和通用零部件转变。未来 5 年或 10 年,研究对象将按照通用性、共用性和基础性原则,在关键材料、工艺基础上,加强了样品系统性设计,增加零部件、元器件,使关键材料、防护工艺、零部件、元器件形成比较科学的体系,从而使研究对象得到提升、研究内容向纵深发展。研究对象的多元化,能提高装备设计选材、评价、数据资源利用的综合效率,对装备研发能发挥更大作用。

2) 数据积累系统和实用,突出重点,由注重数据的广度向广度与深度相结合转变,做到数据积累同规律研究、机理分析、试验评价研究相结合。材料及零部件种类多,新材料、新产品开发日新月异,工作全面铺开跟不上产品开发脚步。未来在数据积累研究方面,将更加注重系统性要求,对重点材料与产品可提供环境适应性解决方案的深度服务。在满足重点型号研发的前提下,优先安排复合材料、铝合金、涂层等关键材料及零部件问题多、研究价值高的基础产品开展系统性研究,提高试验的品种、牌号在军工材料与零部件中的覆盖率,形成数据采集、试验评价、方法装置、数据应用等系列成果,增强基础产品寿命预测、防护改进、质量管理的支撑基础,扩大专业服务的影响力。

3) 加强数据成果的应用和推广,推动数据资源向工程应用转化。环境适应性演变规律及数据应用研究,将突出装备研制急需的应力腐蚀、疲劳、断裂等性能,突出组合件、受力件和通用零部件的性能与功能变化。形成的方法、装置可用于设计选材与产品研发,编写的环境适应性数据手册能为产品设计提供实用性指导。通过持续数据积累,逐步编制完成各类军工材料的系列数据手册,填补我国没有环境适应性专业数据手册的空白,探索专业数据的积累形成、管理、定向发布、咨询和共享的机制和途径。为装备设计、生产、使用与维修人员提供深层次的选材服务,扩大数据应用范围,在国防建设和国家经济

建设中发挥更大作用^[12]。

4) 加强平台建设。在未来 5 年或 10 年要继续发挥数据资源建设对专业发展的带动与引领作用,组织利用好国防科技工业环境试验资源,在关键材料、零部件等军工基础产品环境适应性研究领域发挥重要作用。搭建与新型装备研发同步或预先服务应用的平台。通过数据资源建设及相关技术研究,解决装备设计选材中遇到的数据缺乏问题,持续建设好数据应用平台^[13]。建立集智创新、联合攻关的研发平台。组织国内与国防科技工业相关单位开展联合研究,能够较好地发挥各行业及各单位的专业特长,合理利用优势资源。形成强有力的联合攻关能力、沟通协调机制、管理模式的联合研发平台,将为专业技术创新、高水平队伍人才培养奠定坚实基础。持续的数据资源建设,将会不断丰富和持续完善我国军工材料的环境适应性数据体系,指导装备设计选材,提高装备全寿命周期环境适应性水平。还将对技术基础专业形成强有力的技术推动,使环境试验与评价、数据服务能力处于国际一流水平。

4 存在的问题及建议

为了实现专业的发展壮大,进一步体现出对国防工业的技术推动作用和贡献率,数据资源建设面临着艰巨任务。当前数据资源与成果仍不能满足国防工业发展和武器装备应用的需要,差距较大需要加强。

1) 基础理论研究不足。武器装备与材料在自然环境中的性能演变和失效,相对于使用与工作状态是弱环境应力下的缓慢累积效应,环境影响因素较多,出现的问题最多。当前型号研制中也存在重视工作状态与诱发环境影响而忽视环境缓慢作用的短期行为,原因之一是缺少环境缓慢作用的基本知识与危害性认识。作为专业人员,应加强自然环境影响的基础理论研究,改变研究相对薄弱的现状,提高认知度,解决重要及普遍问题的困扰。

2) 数据积累的目的性需要加强。不断解决工作中存在的数据与型号需求不对口、实用性差、代表性不强、完整和系统性不够等诸多问题。通过强化需求调研,与型号设计研制单位的沟通、学习与交流等,使专业人员对型号、产品、工艺和制造等各个环节的认识得到加强,提高数据成果输入设计、输出状态的工作质量。

3) 数据资源规模未能满足型号需求。基础数据资源是开展专业研究工作的重要基础,只有在大量积累数据的基础上分析测试数据,才能为型号环境分析、环境试验与评价等工作提供有力保障。目前专业积累的基础数据规模尚小,未能满足型号需求。

4) 数据深度采集不到位,深度加工不够,研究水平需要提高。试验检查、测试、实验室分析的配套数据较少,环境、材料、结构、机理的相互作用研究明显不足,研究问题的角度比较单一、问题的原因不太明确,通过研究找出解决问题的具体措施才能取得用户的高度认可,才能不断扭转制约数据资源服务广度与深度不够的局面。

5) 应用研究不足。数据资源建设未能从专业技术发展、型号设计、质量管理、部队使用与维修等多种情况出发,对数据可衍生出来的环境演变规律、选材手册与指南、验收标准与方法、防护工作建议等进行深入总结和提炼,使数据成果的技术支撑作用没有最大限度发挥。

6) 型号质量管理中,自然环境适应性要求不够具体和明确,没有形成量化考核指标,未完全纳入管理体系。一些研制和生产单位存在环境试验主动性不高的现实情况,不利于数据资源效能发挥。

5 结语

我国数据资源建设已经步入了良性发展轨道,但仍然要认清当前形势,缩小与发达国家的差距,在促进关键技术的基础上,不断丰富和完善我国军工材料的环境适应性数据体系,进一步深化由数据积累延伸出的共性支撑技术。不断扭转制约数据资源服务广度与深度不够的局面,为国防科技工业环境试验创新能力平台建设做出贡献。

参考文献:

- [1] 汪学华. 自然环境试验技术[M]. 北京:航空工业出版社,2003.
WANG xue-hua. Technical of Natural Environment Test [M]. Beijing: Aviation Industry Press, 2003.
- [2] 宣卫芳,杨晓然. 国内外军工材料环境试验现状与发展趋势[J]. 装备环境工程,2004,1(1):675—682.
XUAN Wei-fang, YANG Xiao-ran. The Present Situation and Developing Trend of Environmental Test of Military Material In The world[J]. Equipment Environmental En-

gineering,2004,1(1):675—682.

- [3] 熊中敏,黄冬梅,孙杰. 海洋环境数据库的数据依赖识别方法[J]. 海洋环境科学,2011,30(5):731—734.
XIONG Zhong-min, HUANG Dong-mei, SUN Jie. A New Method to Find Data Dependencies in Marine Environment Database[J]. Marine Environmental Science, 2011, 30(5):731—734.
- [4] 杨晓然,朱蕾,苏艳. 自然环境试验信息及其应用[J]. 环境技术,2001,19(5):533—539.
YANG Xiao-ran, ZHU Lei, SU Yan. Natural Environmental Test Information and Its Application[J]. Environmental Technology, 2001, 19(5):533—539.
- [5] ZIMMERMAN A A S. Data Sharing and Secondary Use of Scientific Data: Experiences of Ecologists[D]. Michigan: Information and Library Studies in The University of Michigan, 2003.
- [6] 材料环境腐蚀国家野外科学观测研究试验站网数据共享与管理办法(试行)[K].
National Environmental Corrosion Data Network Experimental Observation and Study on the Field Scientific Stations Sharing and Management Measures[K].
- [7] 张三平. 美、日环境腐蚀研究技术考察[J]. 材料保护, 1991(11):273—279.
ZHANG San-ping. Study on the Corrosion Research Technology Beauty the United States, Japan[J]. Material Protection, 1991(11):273—279.
- [8] NUNZIA C. Innovation Processes within Geographical Clusters: A Cognitive Approach[J]. Technovation, 2004, 24:17—18.
- [9] KINNEY A J, KREBBERS E, VOLLMER S J. Publications from Industry, Personal and Corporate Incentives [J]. Plant Physiology, 2004, 134:11—15.
- [10] 李晓刚,董超芳,高瑾,等. 中国钢铁材料大气腐蚀科学研究和数据共享网络建设[J]. 金属世界,2010(4):1—5.
LI Xiao-gang, DONG Cao-fang, GAO Jin, et al. The Scientific Research And Data-Sharing Network of Steels Atmosphere Corrosion in China[J]. Metal World, 2010(4):1—5.
- [11] 孙丽卿,王行仁. 综合自然环境数据库开发的研究系统[J]. 仿真学报,2007,19(16):3688—3692.
SUN Li-qing, WANG Xing-ren. Research on Development of Synthetic Natural Environment Database[J]. Journal of System Simulation, 2007, 19(16):3688—3692.
- [12] 李晓刚,高瑾,肖葵,等. 国家材料环境腐蚀(老化)数据共享服务网构建与进展[J]. 中国建材科技,2010(S1):112—117.
LI Xiao-gang, GAO Jin, XIAO Kui, et al. The Advantage of National Scientific Data Sharing and Service Network

- on Material Environmental Corrosion (Aging) [J]. China Building Materials Science & Technology, 2010 (S1): 112—117.
- [13] 廖顺宝. 科学数据共享及其在互联网上实现的技术途径 [J]. 科技导报, 2002 (1): 531—534.
- LIAO Shui-bao. Sharing and Technical Ways to Realize the Scientific Data on the Internet [J]. Science and Technology Review, 2002 (1): 531—534.
- [14] 万军, 王冬, 孙立敏. 非金属材料自然环境贮存特性数据库设计 [J]. 环境技术, 2012 (8): 23—27.
- WAN Jun, WANG Dong, SUN Li-min. Design of Storage Characteristics Database of the Non-metallic Material Natural Environment [J]. Environment Technology, 2012 (8): 23—27.
- [15] 王琦, 王洁, 杨美华. 环境工程标准与共享数据库的建立 [J]. 装备环境工程, 2011, 8 (1): 82—85.
- WANG Qi, WANG Jie, YANG Mei-hua. Environmental Engineering Standards and Establishment of Public Database [J]. Equipment Environmental Engineering, 2011, 8 (1): 82—85.
- [16] 韩晓健, 罗成, 李宁, 等. 动力学环境试验数据采集系统结构及性能分析 [J]. 航天器环境工程, 2010, 27 (3): 339—345.
- HAN Xiao-jian, LUO Cheng, LI Ling, et al. Dynamics Environment Test Data Acquisition System, Structure and Performance Analysis [J]. Spacecraft Environment Engineering, 2010, 27 (3): 339—345.
- [17] CLAUDIAW, SUMA A. Marshall's Disciples: Knowledge and Innovation Driving Regional Economic Development and Growth [J]. Journal of Evolutionary Economics, 2004, 14 (5): 505—523.
- [18] 黄心正. 基于 Web 的科学数据库数据共享现状分析与共享机制建立 [J]. 现代情报, 2004 (10): 339—345.
- HUANG Xin-zheng. Present Situation of Building Analysis and Data sharing Mechanism of Scientific Database Sharing Based on Web [J]. The Modern Intelligence, 2004 (10): 339—345.
- [19] KINNEY A J, KREBBERS E, VOLLMER S J. Publications from Industry, Personal and Corporate Incentives [J]. Plant Physiology, 2004, 134: 11—15.
- [20] 洪东跑, 马小兵, 赵宇. 利用变环境试验数据的可靠性灵敏度分析 [J]. 兵工学报, 2011, 32 (3): 343—347.
- HONG Dong-pao, MA Xiao-bing, ZHAO Yu. Reliability Sensitivity Analysis Using Variable Environment Test Data [J]. Acta Armamentaria, 2011, 32 (3): 343—347.
- [21] FLOURIS M D, BILAS A. Clotho: Transparent Data Versioning at the Block I/O Level [J/OL]. In IEEE Symposium on Mass Storage Systems, 2004: 321—326 [2010-11-13]. <http://www.ics.forth.gr/~bilas/pdffiles/clotho-masst04.pdf>.
- [22] ZIMMERMAN A S. Data Sharing and Secondary Use of Scientific Data: Experiences of Ecologists [D]. Michigan: Information and Library Studies in The University of Michigan, 2003.
- [23] 吴晓煜. 适用于环境保护领域的数据采集系统设计 [J]. 工业安全与环保, 2008, 34 (3): 60—63.
- WU Xiao-yu. Design of Data Acquisition System Based on VGDL [J]. Industrial Safety and Environmental Protection, 2008, 34 (3): 60—63.
- [24] 张敏. 利用美国 FLUCK 数据采集器检定环境试验温度设备的便利 [J]. 计量与测试技术, 2012 (2): 33—35.
- ZHANG Min. Using the USA FLUCK Data Acquisition Test Environmental Temperature Test Equipment Facilities [J]. Metrology & Measurement Technique, 2012 (2): 33—35.
- [25] 刘畅, 詹海洋, 王宇, 等. 基于实时数据库技术的空间环境模拟器数据管理平台 [J]. 航天器环境工程, 2010, 27 (6): 715—719.
- LIU Chang, ZHAN Hai-yang, WANG Yu, et al. The Real-time Database Technology for Space Environment Simulator Data Management Platform Based On [J]. Spacecraft Environment Engineering, 2010, 27 (6): 715—719.
- [26] 刘东升, 高健, 王树逵. 基于可靠性试验的飞机振动环境测试与数据处理 [J]. 兰州理工大学学报, 2005, 31 (5): 43—46.
- LIU Dong-sheng, GAO Jian, WANG Shu-kui. Reliability Test-based Measurement and Data Processing of Aircraft Vibration Environment [J]. Journal of Lanzhou University of Technology, 2005, 31 (5): 43—46.
- [27] 王晓飞, 李岩, 刘旺开, 等. 基于 LabVIEW 的环境模拟试验数据采集系统 [J]. 兵工自动化, 2009, 28 (2): 76—78.
- WANG Xiao-fei, LI Yan, LIU Wang-kai, et al. Data Acquisition System for Environmental Simulation Test Based on LabVIEW [J]. Ordnance Industry Automation, 2009, 28 (2): 76—78.
- [28] 李顺, 徐富春, 王利强. 国家环境数据共享与服务体系研究 [J]. 中国环境管理, 2011 (2): 11—17.
- LI Shui, XU Fu-chun, WANG Li-qiang. Research on National Environmental Data Sharing and Service System [J]. China Environmental Management, 2011 (2): 11—17.
- [29] 范若素. Access 数据库安全保护方案 [J]. 吉林工程技术师范学院学报, 2010, 26 (2): 75—77.
- FAN Ruo-su. Access Database Security Mechanisms and Protection Programs [J]. Journal of Jilin Teachers Institute of Engineering and Technology, 2010, 26 (2): 75—77.
- [30] 白婷, 陈敬, 史录文. TRIPS 协议中药品种数据保护制度分析 [J]. 中国新药杂志, 2009, 18 (19): 1823—1825.

- BAI Ting, CHEN Jing, SHI Lu-wen. Analysis of the Protection Tomarketing Approval Data under the TRIPS Agreement[J]. Chinese Journal of New Drugs, 2009, 18(19):1823—1825.
- [31] 马民虎,冯立杨. 德国联邦数据保护法的发展趋势[J]. 图书与情报, 2009(1):103—107.
- MA Min-hu, FENG Li-yang. The Trends of the German federal Data Protecting Act[J]. Book and Intelligence, 2009(1):103—107.
- [32] 李军,汪海航. 高机密性数据安全存储与访问系统设计[J]. 计算机工程与设计, 2010, 31(2):252—255.
- LI Jun, WANG Hai-hang. System Design for Security Storage and Accessing Confidential Data[J]. Computer Engineering and Design, 2010, 31(2):252—255.
- [33] 刘正伟,张华忠,文中领. 海量数据持续数据保护技术研究及实现[J]. 计算机研究与发展, 2012, 49(1):37—42.
- LIU Zheng-wei, ZHANG Hua-zhong, WEN Zhong-ling. Massive Data Continuous Data Protection Technology Research and Implementation[J]. Journal of Computer Research and Development, 2012, 49(1):37—42.
- [34] 薛琴. 基于 ARP 协议攻击的数据保护防范措施研究与探讨[J]. 专题研究, 2009(6):40—42.
- XUE Qin. Research and Study on Data Protection Countermeasures Based on ARP Protocol Attacking[J]. Monographic Study, 2009(6):40—42.
- [35] 陈立定,章慧锋,梁联冠. 无线环境数据监控系统的设计与开发[J]. 自动化仪表, 2009(10):12—15.
- CHEN Li-ding, ZHANG Hui-feng, LIANG Lian-guan. Design and Development of Wireless Environmental Data Monitoring System[J]. Process Automation Instrumentation, 2009(10):12—15.
- [36] 潘宇. 美、日等国大气暴露试验现状和发展动向[J]. 电子产品可靠性与环境试验, 1994(5):32—35.
- PAN Yu. The United States, Japan and Other Countries The Status Quo and Development Trends of Atmospheric Exposure Test[J]. Electronic Product Reliability and Environment Test, 1994(5):32—35.
- [37] 唐禹,邓兆祥,李沛然. 汽车试验数据管理系统的安全性研究[J]. 现代制造工程, 2009(12):20—23.
- TANG Yu, DENG Zhao-xiang, LI Pei-ran. Research on Security of Auto Motive Test Data Management[J]. Modern Engineering Manufacture, 2009(12):20—23.
- [38] 樊金健. 数据保护技术研究与应用[J]. 中国制造业信息化, 2012, 41(1):17—20.
- FAN Jin-jian. Research and Apply on Data Protection Technology[J]. Manufacture Formational of China, 2012, 41(1):17—20.
- [39] 陈伟大,孙成权,吴新年. 数据库的知识产权保护问题探究[J]. 图书馆论坛, 2007, 27(3):76—78.
- CHEN Wei-da, SUN Cheng-quan, WU Xin-nian. Inquiry into the Problem of The Intellectual Property Protection of Database[J]. Library Forum, 2007, 27(3):76—78.
- [40] 金可音. 数据库系统的完整性及其应用[J]. 株洲工学院学报, 1995, 9(3):84—89.
- JIN Ke-yin. The Integrity of the Database System and Its Application[J]. Journal of Zhuzhou Institute of Technology, 1995, 9(3):84—89.
- [41] 李宇耀. 中小型企业保护重要数据面临的困难及对策建议[J]. 数据库与信息, 2005, (3):3—5.
- LI Yu-yao. Difficulties of Critical Data Protection in Small and Midsized Businesses and Countermeasure[J]. Management of Database and formation, 2005, (3):3—5.
- [42] 方世林,陈顺平,汤飞球. 主动防御技术在权限控制中的应用研究[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(11):150—157.
- FANG Shi-lin, CHEN Shun-ping, TANG Fei-qiu. Applied Research of Active Defense Technology in Access Control[J]. Computer Technology and Development, 2010, 20(11):150—157.
- [43] 朱雪忠,徐先东. 浅析我国科学数据共享与知识产权保护的冲突与协调[J]. 管理学报, 2007, 4(4):477—482.
- ZHU Xue-zhong, XUE Xian-dong. The Conflicts between Scientific Data Sharing and Intellectual Property Protection and Their Coordination[J]. Chinese Journal of Management, 2007, 4(4):477—482.
- [44] 毛亚斌,范玉强. 国内、国际知识产权管理规则概览[J]. 特别报道, 2007, (4):48—49.
- MAO Ya-bin, FAN Yu-qiang. The Domestic International Intellectual Property Rules Overview[J]. Special Report, 2007, (4):48—49.
- [45] 徐冠华. 实施科学数据共享增强国家科技竞争力[J]. 中国基础科学, 2003(1):7—11.
- XU Guan-hua. The Implementation of Scientific Data Sharing, Enhancement of National Science and Technology Competitiveness[J]. China Basic Science, 2003(1):7—11.
- [46] 丛文胜. 完善国防知识产权法规体系建设是提高国防实力的重要保障[J]. 国防和军队建设战略问题研究, 2011(1):113—114.
- CHONG Wen-sheng. We Will Improve the National Defense Intellectual Property Laws and Regulations System Construction is the Important Guarantee to Improve National Defense Strength[J]. National Defense and Army Building Strategic Problem Research, 2011(1):113—114.
- [47] 张明龙,张琼妮. 完善知识产权保护制度的对策研究[J]. 经济纵横, 2009(12):43—46.

快速、准确的估计能见度。

参考文献:

- [1] 朱福海,周立佳,邵利民,等. 军事航海气象[M]. 北京:海潮出版社,2002.
ZHU Fu-hai, ZHOU Li-jia, SHAO Li-min, et al. Military Navigation Meteorology [M]. Beijing: Ocean Press, 2002.
- [2] 侍茂崇,高郭平,鲍献文. 海洋调查方法导论[M]. 青岛:中国海洋大学出版社,2008.
SHI Mao-chong, GAO Guo-ping, BAO Xian-wen. Introduction to Marine Survey Method [M]. Qingdao: China Ocean University Press, 2008.
- [3] RAFAEL C GONZALEZ, RICHARD E WOODS. Digital Image Processing [M]. Third Edition. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2012.
- [4] DUMONT E, CAVALLO V. Extended Photometric Model of Fog Effects on Road Vision [J]. Transportation Research Records: Journal of the Transportation Research Board, 2004, 1862: 77—81.
- [5] 安明伟,陈启美,郭宗良. 基于路况视频的气象能见度检测方法 with 系统设 [J]. 仪器仪表学报, 2010, 31 (5): 1148—1153.
AN Ming-wei, CHEN Qi-mei, GUO Zong-liang. Visibility Detection Method And System Design Based on Traffic Video [J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2010, 31 (5): 1148—1153.
- [6] QX/T 114—2010, 能见度等级和预报 [S].
QX/T 114—2010, Visibility Grade and Forecast [S].
- [7] 周立佳. 航海气象 [M]. 北京: 解放军出版社, 2005.
ZHOU Li-jia. Nautical Meteorology [M]. Beijing: The People's Liberation Army Press, 2005.
- [8] 孙学金, 王晓蕾, 李浩, 等. 大气探测学 [M]. 北京: 气象出版社, 2009.
SUN Xue-jin, WANG Xiao-lei, LI Hao, et al. Atmospheric Observation [M]. Beijing: China Meteorological Press, 2009.
- [9] KOSCHMIEDER H. Theorie Der Horizontalen Sichtweite [J]. Beitr Phys Frei Atmos, 1924 (12): 171—181.
- [10] 李佳, 葛嘉琦, 陈启美. 路况视频能见度检测算法 [J]. 计算机工程, 2009, 35 (16): 175—177.
LI Jia, GE Jia-qi, CHEN Qi-mei. Visibility Detection Algorithm for Road Video [J]. Computer Engineering, 2009, 35 (16): 175—177.
- [11] 史倩义. 能见度/天气现象监视技术研究 [D]. 石家庄: 河北工业大学, 2007.
SHI Qian-yi. Visibility/Weather Phenomenon Monitor Technology Research [D]. Shijiazhuang: Hebei University of Technology, 2007.
- [12] 蒲江平, 胡宗刚, 魏阳春, 等. 能见度自动观测系统性能对比及分析 [J]. 气象科学, 2002, 22 (1): 60—71.
PU Jiang-ping, HU Zong-gang, WEI Yang-chun, et al. Comparison and Analysis Of Property of Visibility Automatic Observation Instruments [J]. Scientia Meteorologica Sinica, 2002, 22 (1): 60—71.
- [13] 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.
- [14] 谢兴生, 陶善昌, 周秀骥. 数字摄像法测量气象能见度 [J]. 科学通报, 1999, 44 (1): 97—100.
XIE Xing-sheng, TAO Shan-chang, ZHOU Xiu-ji. Digital Camera Measurement for Meteorological Visibility [J]. Chinese Science Bulletin, 1999, 44 (1): 97—100.
- [15] 张海华, 刘春. 顾及粗差的混合最小二乘平差实验分析 [J]. 现代测绘, 2010, 33 (5): 8—12.
ZHANG Hai-hua, LIU Chun. Mixed Total Least Squares and Least Squares Adjustment Experimental Analysis With Gross Error Considered [J]. Modern Surveying and Mapping, 2010, 33 (5): 8—12.

(上接第 147 页)

- ZHANG Ming-long, ZHANG Qiong-ni. Research on Countermeasures to Improve the Protection System of Intellectual Property Rights [J]. Economic Aspect, 2009 (12): 43—46.
- [48] 余晖. 知识产权法律冲突及其价值因素 [J]. 合作经济与科技, 2009 (1): 124—125
YU Hui. The Conflict of Intellectual Property and the value of The Factors [J]. The Cooperation of Economy and Technology, 2009 (1): 124—125.
- [49] 盛亚, 孔莎莎, 孙津. 知识产权政策以及法规中利益相关者权利分析 [J]. 浙江树人大学学报, 2012, 12 (1): 27—30.
SHENG Ya, KONG Sa-sa, SUN jin. Analysis of Intellectual Property Policy and Regulations of Stakeholders' Rights [J]. Journal of Zhejiang Shuren University, 2012, 12 (1): 27—30.
- [50] 权彦敏. 知识产权作为执行标的之法治现况与对策 [J]. 甘肃社会科学, 2011 (5): 190—192.
QUAN Yan-min. Intellectual Property Rights as the Status of Implementation of the Subject of the Regulations and Countermeasure [J]. Gansu Social Sciences, 2011 (5): 190—192.