

现代测试思想与方法的讨论

甄蜀春

(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

摘要:测试是认识世界和改造世界的重要工具。从测试观念的拓展、现代与传统测试思想及方法的对比、测试技术的变革等方面对现代测试思想与方法进行了深入的研讨,为信息、电子科学与技术等学科的测量与实验课程教学内容和方法的改革,以及相关科研、学术研究的选题,学位论文工作的开展等方面提供信息。

关键词:现代测试思想与方法;测试理念;测试技术变革

中图分类号:N34 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2002)03-0091-04

随着高新技术特别是计算机技术、计算数学、网络化技术的迅猛发展,以及测试仪器产业市场的需求涌动和冲击,要求测试领域从测试思想、测试方法、测试技术到测试仪器等方面,都要经历一场全面的变革。面对全球测试领域变革的大好形势,我们必须以内视需求,外跟趋势的策略,认真对传统测试思想方法进行总结、反思,积极研讨现代测试思想与方法的发展趋势和趋势的变化。

1 一般的测试理念

1) 测量(measurement)。我国《国防计量通用术语》对测量的定义是:测量(measurement)是以确定量值为目的的一组操作(所谓量值是指物理量的定性、定量性质)。日本标准 JISZ9001《抽样检测通则》中对测量(measurement)定义为:“按某种方法用量来表示其性质的一种操作”。

为了确定某一物理量的大小,就要进行比较,因此,又将测量定义为:“测量是实验比较过程,即用同性质的标准量与被测量进行比较,并确定被测量对标准量的倍数”,即 $g = x/V$ 式中 g 是比值, x 是被测量, V 是标准量。

2) 测试(test and measurement)。它是测量和试验的合称。有时又把比较复杂的测量称为测试。国际 GB6583《质量—术语》中对试验(test)的定义是:“对产品、过程或服务的特性进行的实验和测定。”

3) 检测(check and measurement)。人们常把检验和测量结合在一起,统称为检测。而检验是指在生产过程中,用以分辨产品参数所在的某一范围。

4) 测试的基本任务。测试的基本任务是获得有用信息和计量。计量是为保证量值的统一和准确的一种测量。计量有三个主要特征:统一性、准确性和法制性。计量工作主要是把未知量与经过准确确定并经国家计量部门认可的基准或标准相比较来加以测定。这就是说通过建立基准、工作基准,进行量值传递。

5) 测试过程。手工操作的测试过程可归纳为对比、示差、平衡、读数四个基本动作。测试过程应是借助于测试仪器设备、系统,通过适当的实验方法,由测得的信号经过分析处理后,求取与研究对象有用信息量值的过程,最后是对其结果进行评定和表述。

6) 测试仪器的三大功能:①信号的采集与控制②信号的分析 and 处理③结果的评定与表述

因为信号是信息的实际载体,信号只有通过分析处理后,获得的有用部分才是能表征被测物属性与运动状态的有用特征信息。由此我们可知测试就是为了获得有用信息,并取得表征被测物运动状态特征与属性的量值。

收稿日期:2001-05-17

作者简介:甄蜀春(1940-),男,四川盐亭人,教授,博士生导师,IEEE会员,主要从事防空武器系统微波技术与微波智能检测研究。

2 现代测试思想与方法的讨论

2.1 测试观念的拓展——“广义的测试”理念

测试由用单个仪器测出单个物理量值发展为对被测物特征与属性的全面测定,使测试成为分析,测试系统成为分析系统。要求测试仪器与系统中的信号获取、信号调理、数据采集、分析处理、计算控制、结果评定和输出表述融为一体。要求测试实现现场化、远地化、网络化。要求测试诊断、维护修理、分析处理、控制管理一体化。

人类的测试能力是测试硬件的效率与测试软件效率的乘积。这表明测试硬件和测试软件对于测试能力的同等重要性,纠正了提高测试能力全靠测试硬件的片面观念。

以电磁现象及其规律的测试手段扩展到几乎所有非电磁的领域,如非电量微波检测已经成为无损检测技术(NDT)中的一支新秀。在计算机技术的强劲推动下,人们对具有不确定性、时变性、非线性问题的探索和征服欲望增强了,出现了定量加文字符号定性表征的符号化测量。

利用数学模型进行测量的模型化测量技术在受到现代控制论一个分支——系统辨识方法和技术的发展影响下,得到了激励和发展。具有启发方法和不精确推理的智能测试,将逻辑和感觉连接起来的模糊逻辑、神经网络技术(大脑的功能是推理与感觉的结合)将成为一种跨学科的信息处理工具。

由于测试是为了获得有用信息,而现今被人们认识的信息有三种:其一是确定性信息,指的是人们可以据此总结出确定型因果关系的信息。这种确定型因果关系,也就是一一对应关系;其二是随机信息,指的是人们据此可以总结出统计规律的信息;其三是模糊信息,指的是给人们提供一种模糊依据,使人们根据这些信息对其进行相应的必然型或统计型的规律进行模糊识别。模糊信息又可说成是与模糊事物有关的信息。模糊事物是人们阶段认识能力不足,还不能确切认知的客观事物。

实际上在自然界中,模糊信息是人们能够得到的一种最多的信息。所谓确定性信息和随机信息都是相应的模糊信息在一定水平上可以忽略模糊性或进行精确化处理提炼出来的。模糊信息不能用某一量值绝对地和它等同起来。所以从信息的分类来看,人们要对大量的模糊信息进行提取、划分、判断、推理、决策和控制使之成为有用信息也必须将测试观念进行拓展。

2.2 现代测试思想方法与传统测试思想方法的一个对比^[1]

如果把微波网络的待测量 Γ (复反射系数) 视为测试系统的输入,用矢量 \vec{x} 表示;把测试系统的检测量 V (检测电压) 看作是测试系统的输出,用 \vec{y} 表示。则传统测试框图如图 1 所示,现代测试框图如图 2 所示。



图 1 传统测试思想框图

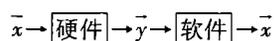


图 2 现代测试思想框图

可见,现代测试思想方法和传统测试思想方法的根本区别在于由 \vec{y} 恢复到 \vec{x} 时,一个是用硬件,一个是用软件,思想不同,决定了方法的不同。在传统的测试思想中存在的主要弱点是依靠选配理想硬件来提升测试精度。现代测试思想方法中,由于由 \vec{y} 反演到 \vec{x} 时用软件技术来实现,就可以处理复杂的系统模型,可以辨识系统参数,因而可以使从 \vec{x} 到 \vec{y} 的硬件大大简化,并允许系统参数具有任意性。

这种现代模式化测试技术可以表述如下:

1) 对于一个测量系统,根据某些先验知识建立待测量和检测量之间的数学关系,如 $\vec{y} = f(\vec{x}, \vec{c})$, 其中 \vec{c} 表示网络给定测量系统确定的量,即系统常数。

2) 对于接在输入端的一些已知的 \vec{x} , 由系统的输入可以得到一些对应的 \vec{y} , 于是,可根据这些 \vec{x} 和 \vec{y} , 利用系统辨识和参数估计理论来确定系统常数 \vec{c} , 即进行校准。

3) 根据未知的 \vec{x} 产生的输出 \vec{y} 及由校准可得 \vec{c} , 可反演求解出(或估计出) \vec{x}

可见,现代测试技术与传统测试技术相比,实际上是用复杂的软件取代了复杂的硬件,它把硬件加工的非理想性所造成的误差,变成了计算机采集的量化误差和计算时的舍入误差,其精度明显得到提高。

2.3 测试数据处理的现代与传统思想方法的一个对比^[1]

测试数据的处理,广义来说,是对某种目标的反演。

传统的数据处理是以三大误差作为讨论的核心内容,传统的误差理论的主要工作是寻求测量时的系统

误差、随机误差和过失误差。现代误差理论,研讨的核心是测量不确定性原理及应用;常见误差源的性质及分布、误差修正技术研究及应用;动态测量不确定度的分析和评定,把误差分析和处理推上了一个新台阶。在对测试结果的评定上,国内外现在大都主张用“测量不确定度”,它的含义是:表征被测量的真值所处的量值范围的评定。它与极限测量误差概念基本一致,但与误差不同,“误差”是“有差别”,“不符”的意思,而不确定度则意味着“有疑义,不明确”,它表示测量值对真值可能的偏离大小。不确定度它表示测量结果的不能肯定的程度或它是表征测量结果分散性的一个参数。是用于说明测量结果准确度高低的一个可量化的表示值。有了这个值,人们才可能评价测量结果的可信程度或进行相互比较。否则,评价与比较因缺少量化值而无法进行。不确定度和准确度所描述的物理本质是相同的,都是衡量测量结果的可靠性参数。但它们的区别也是很明显的。准确度因为涉及到“真值”,所以它是一个定性的概念,是不能量化表示的。而不确定度的评定只涉及到可知量,所以它是一个定量的概念,是可量化表示的。

现代测试数据处理在思想方法上力求简单、对称、和谐。在实际操作上把数据处理紧密与计算机技术相结合,具有平等性和简洁性、正常性和约束性四个特点。近年来,关于模糊反演和不完全信息反演对数据处理的内涵和外延进行了扩展,对测试数据处理产生了深刻的影响。

2.4 测试技术的变革

2.4.1 测试仪器的的发展。随着计算机技术、微电子技术、数字信号处理技术、软件技术、网络技术、通信技术的飞跃发展和在电测技术中的应用,现代电测技术的发展趋势是:集成仪器、测试系统的体系结构、测试软件、人工智能测试技术等方面^[2-3]。

测试仪器的的发展进程是:

第一代测试仪器是以电磁感应基本定律为基础的模拟指针式仪表;

50年代出现电子管,60年代出现晶体管,产生了以电子管和晶体管为基础的第二代测试仪器——分立元件式仪表;

60、70年代出现了集成电路,产生了以集成电路芯片为基础的第三代仪器——数字式仪表;

70、80年代以微处理器为中心的第四代仪器——智能式仪表迅速普及,出现了个人仪器。

如今测试技术与计算机深层次结合,导致了新一代仪器——虚拟仪器的出现,进而产生集成仪器,并由单台仪器子系统向多台仪器所组成的自动测试系统发展。

传统的测试技术用模拟指针式仪表、分立元件式仪表、数字式仪表,主要靠人工测量、记录、处理的老办法已经不能满足用户的需要。测试仪器与接口和计算机结合,构成了各种各样的自动测试系统。接口和计算机是自动测试系统中的两个关键性组成部分,两者的重大变革导致了新一代自动测试系统的诞生:

60、70年代将传统的测试仪器通过各公司研制的非标准专用接口与台式计算机联用,构成了第一代自动测试系统。其代表性产品有自动网络分析仪、自动频谱分析仪和集成电路分析仪等,这类仪器中,计算机是在仪器外部作为控制器使用。

70、80年代,在一些仪器内部引入了微处理器,从而使单个仪器智能化,并成为智能化仪器,与此同时还出现了IEEE-488(GPIB)与CAMAC标准接口,使接口标准化,通过IEEE-488将单个仪器连接起来,由外部计算机做控制器组成了第二代自动测试系统。

第三阶段是在80年代出现了个人仪器系统。所谓个人仪器由个人计算机来控制多个“仪器”,与传统仪器概念不同,不带机箱和显示装置,以插件板(卡)形式作为个人计算机附件,通过计算机的内部接口电路把计算机与仪器插件板(卡)连接起来,构成自动测试系统。个人仪器是由个人计算机如IBM-PC等所衍生出来的。它利用一台通用机承担起每个仪器插件中应有的全部微处理器的任务,并同时承担主控机角色。

虚拟仪器是80年代末出现的测量仪器专用术语,这一术语的出现是测量仪器技术不断改造和进步的结果。这种新构思的仪器新框架的最大特点是把计算机技术与仪器技术结合起来,把传统仪器的三大功能块放到计算机上来实现。在计算机上插数据采集卡,用软件在屏幕上生成仪器面板,用软件进行信号的分析处理和完成结果表达输出,甚至可以利用计算机图形,创造出一个虚拟现实环境或物体,测量者可进入这个环境进行观察和实验。目前,这种新颖的虚拟现实技术引起了人们广泛的兴趣。现在已经产生了全新的仪器结构概念,出现了许多种时尚说法:“计算机就是仪器”,“VXI总线就是仪器”,“软件就是仪器”,“网络就是仪器”等等。其中以通用集成仪器平台的构成技术与数据采集,数字信号分析处理的软件技术成为决定现代测试仪器系统性能与功能的两大关键技术。一般说来,将数据采集卡插入计算机定槽中,利用软件在屏幕上生成虚拟面板,在软件引导下进行信号采集、运算、分析、处理,实现仪器功能并完成测试的全过程,这就是

所谓的虚拟仪器。虚拟仪器是信息处理机械的一个分支,它已经经历了如下进程:基于 GPIB 接口的自动测试系统;个人计算机器、模块自动测试设备 MATE、模块化个人仪器系统;总线标准的 VXI 总线虚拟仪器、PCXI 总线的虚拟仪器。

2.4.2 现代测量仪器的主要技术特征。从测量仪器结构、测量信号处理方式和获得测量结果方式的演变过程来看现代仪器的主要技术特征:

测量仪器结构发展路线。从单一功能的硬件结构——多功能硬件结构——以硬件软化为特征的与计算机相结合的软硬件结构——以专用芯片为特征的软件硬化结构——硬件模块化、软件面向对象的软硬件结构。测量仪器结构的变化伴随着性价比提高和体积功耗下降。

测量信息处理方式发展路线。从被测信号的转换和提纯等简单数据处理——以数据模型为主的数据处理——以人类经验和知识为基础的知识处理——数学模型和知识模型组合处理。在这种演变中,软件的作用变得越来越重要。

获得测量结果方式的发展路线。直接获得方式——采用被测量与标准量进行比较获得——间接获得测量结果——基于定性或定量描述被测对象的符号获得的模型化测量结果。模型化测量方法很大程度上依赖于数学模型与知识模型,而模型化测试的实现取决于测试仪器应用软件。

由上面的讨论可以得出如下看法:

- 1) 现代测量仪器是信息处理机械;
- 2) MACCCI(计算数学、人工智能、计算机、控制、通信、集成电路)是现代测量仪器设计的重要技术基础;
- 3) 计算机结构决定了测试仪器的核心结构,不仅要发展冯·诺依曼的数字式计算机,还要发展模糊与神经网络计算机(智能型计算机);
- 4) 测试系统软件和应用软件是测量学科的关键,“软件就是仪器”;
- 5) 测试能力是测试硬件效率与测试软件效率的乘积,提高测试能力不是全靠测试硬件,着重提高测试软件效率应是我们的主攻方向;
- 6) 现代测量仪器变得规范、标准和统一,软件丰富、强大和灵活。模块化硬件、丰富强大的软件和具有通信功能是现代测量仪器的最大技术特征。

参考文献:

- [1] 甄蜀春. 现代微波网络分析技术[M]. 三原:空军导弹学院,1998.
- [2] Masi C G. Test& measurement. IEEE SPECTRUM. 1999;92-98.
- [3] Masi C G. Test& measurement. IEEE SPECTRUM. 1998;79-83.

(编辑:田新华)

The Discussion on Modern Measurement Thoughts and Methods

ZHEN Shu - chun

(The Missile Institute, Air force Engineering University, Sanyuan 713800, China)

Abstract: Measurement is an important tool for people to understand and change the world. Modern measurement thoughts and methods are discussed on many aspects such as the development of measurement standpoint, the contrast between the modern and the traditional measurement thoughts and methods, the transform of measurement technique and etc., thus the research information is offered to the measurement of information, electro science and technique subject, and to the reform of teaching contents and methods of experiment subject. The information is also offered to the choice of scientific research theme and the work of degree dissertation.

Key Words: modern measurement thoughts and methods; measurement theory; transform of measurement technique