

第二十一届测试与故障诊断技术研讨会在南昌市举办

为了进一步推进测试、预测与健康管理技术在军工装备测试中的应用,由中国计算机自动测量与控制技术协会主办,北京航天测控技术有限公司、安捷伦科技公司和《计算机测量与控制》杂志社协办的“第二十一届测试与故障诊断技术研讨会”于5月16-19在南昌市举办,来自航天、航空、兵器、船舶、二炮、各军兵种、科研院所、大专院校100多名代表参加研讨会。

来自全国各地从事试验、测试、预测与健康管理、故障诊断技术的专家、教授和科技工作者又一次相聚在一起,交流思想、交流情感,交流科研成果,探讨未来发展,对进一步思考、研究和探讨专业技术的发展具有重要意义,对于落实“十二五”国防科技工业试验测试技术发展规划,开展相关课题立项、研发具有帮助和引导作用。

本届论坛以先进的测试、诊断与故障预测技术为研讨主题,视野开阔,信息量大,报告内容丰富,报告精彩,演讲有技术深度,有自己的独到见解。提出的技术路线、观点和建议操作性强,有些技术观点具有导向性和前瞻性,使与会代表收获了知识,开阔了视野,使我们普遍得到了一次技术的升华和技术营养的储备。

自动测试年会是国际电子和电气工程师(IEEE)主办的全球自动测试领域规模最大、水平最高、影响最广的年会,王学奇教授作的“2011年国际自动测试年会热点追踪”的报告,分析了2011年自动测试年会全部论文中的内容,凝练出了故障预测与健康管理技术(PHM)、自动测试标记语言(ATML)、测试优化问题和测试标准化问题等热点技术和部分创新点追踪,提出了国内在自动化测试领域开展相关技术研究的建议,使我们开阔了国际视野,了解了国外的发展方向,使我们有针对性的开展相关技术研究,整体提高自动测试领域的研究水平具有一定的指导性,也看到了我们的差距,近年来,我国测试领域紧跟国外发展趋势,结合自身特点开展研究,产生了一批研究成果,但与国外还有一定的差距。国内自动测试领域的研究在仪器研发、系统集成等方面较以前有了长足的进步,但在测试系统信息化、标准化、低成本化等方面的顶层设计和考虑不够,测试领域的思想活跃,但重量级的研究成果较少。



空军工程大学教授 王学奇

PHM技术研究在国内起步较早,但发展缓慢。现有的研究主要集中于发动机、旋转机械、机体结构等机械系统,但电子系统的PHM研究成果较少,主要的研究成果集中于数据处理算法方面,真正应用的实例还较为少见。虽然国内电子系统PHM技术与国外先进水平还存在一定差距,但由于PHM技术的研究具有通用性,相关技术的研究可以部分借鉴机械系统已有的成功经验,此外,国外电子系统PHM技术研究的成功经验也可以为国内电子系统PHM技术研究提供重要借鉴。

在国内,自动测试领域的成本及优化问题显然没有得到国内从业人员的充分重视,主要集中在系统级,例如寻求通过通用化减少测试成本。随着自动测试技术在国内的发展,研究的重点将逐步从实现测试功能到优化测试设计转变,成本及优化课题必定会引起业内人士的极大关注,作者认为国外自动测试领域成本及优化问题研究已经较为成熟,国内相关研究人员可充分借鉴国外已有成果,从而缩短在此领域与国外先进水平的差距。

另外,ATML发展条件不成熟,在国外开发人员尚且面临开发工具和缺乏和厂商支持不足等问题。在国内,这一问题就更加明显,甚至还缺乏相关的国家技术标准;ATML技术的应用要求开发人员对XML语言有一定的应用经



第一飞机设计研究院研究员 支超



中国飞行试验研究院副总师研究员 杨廷梧



航天科技集团五院总体部研究员 孙波



航天测控技术有限公司工程师 熊龙



航天科技集团12所主任设计师 余力凡

验，而在国内具有XML语言开发经历的从业人员主要集中于软件开发行业。为解决这一问题，应该从两个方面入手，其一尽快制定ATML国家技术标准；成立专门ATML标准推行组织，结合测试需求及国内自动测试领域语言应用习惯，开发出自己的ATML语言开发环境。

同时应该注意到，国内测试领域所采用的标准基本是直接借用国际标准，国内在标准原创性及国外先进标准适应性改造方面还有大量的问题有待研究。只要我们虚心借鉴国外先进的测试思想，充分吸收国外测试技术研究成果，做好测试技术发展顶层设计，结合我国测试领域的具体情况，有针对性地开展研究，就一定能迎头赶上，整体提高自动测试领域的研究水平，将促进我国民用和军用测试的发展，并产生较大的效益。

支超有博士在“现代新型飞机集成试验与测试技术综述”的报告中，就新型飞机集成试验中，面临着参数种类多，数据信息量大，数据处理和信号分析复杂的试验测试工作，介绍了现代最新飞机系统集成试验与测试技术的现状和发展趋势，分析了系统集成试验与测试技术的开放分布式、智能信息化模块柔性组合化的特点，详细阐述了开放式分布式测试混合总线集成、同步控制、实时数据交换和数据管理等关键技术，对实现重大工程的试验与测试起到了示范作用。

杨廷梧副总工程师作的“新型飞行试验网络机载测试架构研究”的报告，以空客A300、A380飞机的测试参数为例，阐述了新型飞行试验网络化机载测试的国内外现状、发展趋势，应用总线技术和网络结构的分析，提出了解决网络化机载测试的基本思路，测试参数由50-60年代的几十个参数，到目前已突破2万个测试参数，这给测试系统带来了巨大的挑战，以太网技术的优势为飞行试验遥测系统提供了发展机遇，现场总线与以太网将在一定时间内并存，工业以太网必将逐步取代现场总线，以太网技术的空地一体化遥测体制将逐步替代传统方式，开展新的遥测设备关键技术研究抢占先机。

孙波研究员作的“航天器综合测试系统体系结构设计”的报告，介绍了航天器测试系统体系结构框架，测试系统研制的标准规范体系和测试系统体系结构设计，定义了整个测试系统的体系结构和接口标准框架，目前已在多数航天器地面测试中得到实际应用。

熊龙工程师“特种车辆健康状态管理”的报告，介绍了国外相关研究和产品，指出了特种车辆的特点及维修保养方面存在的问题，开展健康状态管理的重要意义，提出了开展特种车辆健康状态管理研究的实施思路和设计中的关键技术，对于尽快将车辆健康状态管理系统进入实用化、规模化具有十分重要的作用。

余力凡高级工程师作的“箭地一体数字化测发控系



航天测控技术有限公司工程师 李洋

统”的报告，回顾了运载火箭测试发射控制技术发展阶段，技术现状，阐述了火箭测发控系统的组成，功能设计，指出了测发控系统技术发展方向，随着现场控制总线 and 智能仪器在新一代运载火箭中广泛应用与技术积累，未来的运载火箭飞行控制系统与测发控系统必将融为一体，极大的简化了测发控系统，增强测发控系统的小型化、自动化和智能化水平。

李洋工程师作的“边界扫描技术及其应用”的报告，介绍了边界扫描技术的研究背景、板级电路现状及发展趋势，板级电路测试需求，讲述了边界扫描、可测试性设计的设计方法和工具，在边界扫描重要应用方面，不需要任何夹具就可以完成整个测试诊断过程，产品出厂后，边界扫描系统可以用来进行固件升级，维修过程中边界扫描系统可以用来测试分析并帮助故障定位，并例举实际应用案例，说明边界扫描技术在故障定位中的应用，具有一定的推广价值。



安捷伦科技公司高级应用工程师 董斌

安捷伦科技有限公司作为电子测量仪器行业的国际知名商，进入PXIe和AXIe模块化领域已经多年，各种产品和测试测量解决方案不断推陈出新。董斌博士作的“尖端测量技术结合模块化方案为国防电子提供崭新的测试测量手段”的报告。针对国防电子应用领域，重点介绍基于PXIe平台的多通道相参接收机系统和基于AXIe平台的高性能大量通道采集系统。多通道相参接收机系统是基于PXIe总线的模块化解决方案。它由一组业界最先进的PXIe模块组成，4通道宽带相参下变频器、4通道中频信号调理模块、本振模块和高性能中频数字化仪模块，配合射频衰减模块实现多通道射频信号相参测量和分析。它的频率范围直接覆盖到26.5GHz，分析带宽达到每通道780MHz，12bit的中频数字化仪提供最高达84dBc的无杂散动态范围。配合高性能的频谱仪N9030A，频率范围可扩展到50GHz的毫米波。该多通道相参接收机系统还具备信号流盘功能，它可以对微波/毫米波信号进行长时间不间断的信号流盘。流盘信号带宽最大100MHz，流盘时间长达13小时（100MHz信号带宽）。安捷伦同时提供功能强大的流盘数据回放和分析软件。该系统可广泛地应用于航空航天和国防，覆盖雷达、电子战和卫星通讯等应用领域。



船舶系统工程部高级工程师 黄雅琳

黄雅琳高级工程师作的“舰船综合状态评估与健康管理系统”的报告。提出了船舶综合状态评估与健康管理体系的实现方法，该系统在船舶自动化的基础上，构建了一体化分布式综合状态评估与健康管理体系，其中船上部分包含“全船级-系统级-设备级-部件级-信息采集层”五层结构，实现了健康状态监测、综合故障诊断、健康状态评估和健康管理体系四大主要功能，形成了船舶设备智能评估和用户活动智能决策两大核心能力，可为船舶的运营、维护和管理提供决策所需的数据、信息和建议，提高了船舶的故障诊断、健康状态评估，快速维修保障的核心能力。



北京临近空间飞行器系统工程研究所研究员 王超杰



中国核动力研究设计院研究员 刘才学



总装备部军械技术研究所博士 张西山



船舶重工集团705所工程师 陈晓明

王超杰研究员“动态实时在线测量大气密度的研究”报告，提出了利用激光雷达原理实时在线测量大气密度，介绍了大气密度测量设备的工作原理、组成，作用以及需要解决的实际问题，以满足飞行器气动辨识需求，实时在线测量飞行器周围的大气密度。

刘才学研究员作的“核动力系统故障诊断方法研究”的报告，对核动力装置的故障诊断策略进行了探索，提出了设备及故障诊断确定故障源设备和具体设备的故障源诊断两步走策略，并根据设备具体情况和不同数学物理原理提出了系统的故障诊断方法，将故障诊断技术推广到核领域的实际应用做了大量的开拓性工作。

张西山博士作的“复杂电子装备测试性验证关键技术分析”的报告，针对复杂电子装备测试性验证手段缺乏，相关技术标准不健全等问题，从电子装备全寿命周期过程中的测试性设计入手，对测试性建模、故障注入等关键技术进行了研究，并构建了电子装备测试性验证与评估系统以求提高测试性验证的工程化水平，不仅可以提高测试性评估工作的实用性、权威性以及确保测试性设计与实现的正确性，而且对贯彻现有测试标准、建立测试性验证与评估体系，全面提升武器装备测试与诊断水平都具有重要意义。

陈晓明工程师作的“自动测试系统平台软件及其研究”的报告，通过简要分析对比当今国内外几个具有代表性的测试软件开发环境，提出了以ATML、IVI-MSS等为关键技术的一套开放的软件架构，以及在此架构之上所实现的通用平台软件。该软件的实现改善了传统软件在代码可重用、可移植性、系统扩展性等方面的不足，提高了开发效率，为自动测试系统的软件开发提供了新的解决方案。

本届研讨会的另一个收获就是结交了一批同行和新朋友，希望代表们会后相互学习，交流信息，促进共同发展。同时，把了解学习到的知识理念运用到实际工作中去。

本届研讨会录用会议论文94篇，印刷装帧精美，这些论文基本反应了一年来在预测与健康管理工作、试验与测试技术、故障诊断技术领域里的成果和应用，论文质量普遍较好。对于展示成果、沟通信息、探索合作和

未来发展起到了积极推动作用。因大会报告时间受限，专家报告只起到穿针引线的作用，要进一步了解技术的发展和运用，请各位代表会后阅读会议论文集。

代表们认为：中国计算机自动测量与控制技术协会举办的测试技术年会，使我们共享学术成果和新技术，不仅使我们了解试验与测试，预测与健康管理工作、故障诊断技术，最新总线技术的发展方向，而且了解了一年来自动化测试领域的新进展和取得的成果，为我们的科研方向提供了思路。

与会专家认为：预测与健康管理工作技术，是测试与故障诊断中的先进测试技术，逐步应用到武器装备、航天器、特种车辆等国防军工领域和民用领域，对于提高武器装备的故障预测与健康管理工作，提升装备的核心能力建设具有十分重要意义。（苟永明）