

奠基智能制造 为数字经济聚势赋能

人类社会正在进入以数字化生产力为主要标志的新阶段,应及时建立国家级和世界级别的数字治理和监管工作机构与团队,造福人民



应怀樵 北京东方振动和噪声技术研究所名誉所长,浙江绍兴人,教授、研究员。我国较早提出“虚拟仪器”构想以及提出和实现“用软件制造仪器”“用软硬件相结合”来取代传统的主要由硬件组成的模拟式仪器的学者。曾先后获得“全国优秀科技工作者”“科学中国人2009年度人物”等荣誉称号。

应怀樵曾经过三次中风、四次心梗的生死考验,面对陡峭的科技高峰,依然执着地奋斗在创世界一流的“虚拟仪器”的科研阵地上。他的理想是,生命不息、奋斗不止,让INV系统走进每一个实验室,让DASP软件运行在每一个实验平台上。他数十年如一日坚持科研创新,在建所之初就提出“勤奋、创新、坚持、自强、和谐”的座右铭;提倡“高、大、深、快、善良、务实”的“玻尔所”精神以及“坚持真理、自由讨论、互相尊重和实事求是”的科学精神,极大增强了所在研究所的文化凝聚力。

科研路上几多跋涉,应怀樵从未有过怨言。当虚拟仪器技术攀上科学顶峰的时候,他仍然没有止步,而是将目光投向了更远处。他看好虚拟仪器的发展前景,要尽全力推动虚拟仪器技术达到世界普及的产业化水平。

□ 应怀樵 文/图

当前,全球经济越来越呈现数字化特征,人类社会正在进入以数字化生产力为主要标志的新阶段。习近平总书记高度重视数字经济发展,多次作出重要指示,强调要大力发展数字经济,培育新增长点,形成新动能。

随着我国改革开放的深入,以及第四次工业革命和数字经济、智能世界AI+的迅猛发展,国内外出现了数字化、云计算、云智慧、大数据、数字制造、数字经济、数字治理、数字时代、软件制造一切、“互联网+”、区块链、5G、新基建、智能制造等众多新名词概念,它们以其独特的形式和生产力影响着世界经济。

笔者认为,我国自1978年以来诞生了两个自主原始创新的重要理论概念。第一个是社会科学理论“中国特色社会主义道路”的提出,经过40多年渐进式发展,已使我国发生了翻天覆地的变化,国家GDP跃居世界第二。第二个是自然科学理论概念从“软件制造仪器SMI”到“软件制造一切SME”的渐进式自主原始创新发展,也就是智能数字制造,它开创了我国数字制造、数字经济以及数字时代的先河,促进了北京东方振动和噪声技术研究所(以下简称“东方所”)以及相关信号处理专家的成长。在未来,SME将推动我国和世界的数字制造、数字经济以及智能数字时代的到来,成为第四次工业革命的中国引擎。曾有专家指出:“理论概念的创新是科学殿堂上的圣杯,是极其重要的。”本文将重点回顾从SMI到SME渐进式发展的相关大事及里程碑事件,并对当前数字制造,数字经济和智能制造以及数字管理、治理的发展提出几点建议,供专家同行参考。

里程碑事件:见证从SMI到SME发展自主原创

1965年10月,笔者从中国铁道科学院高速列车风洞课题组调入国防课题5998专题组,进行地下铁道在核爆炸原子弹、氢弹作用下的振动、噪声、压力和应变等动力学参量的安全性与可靠性研究。在遇到零赫兹的地铁下沉残余位移、没有仪器可用于测量的难题时,经过反复思考,忽然想到用数字积分取代硬件的模拟积分,并用离散傅里叶变换DFT取代频谱分析仪的方法思路。这是数字算法和软件计算取代硬件仪器的测量方法的萌芽,也是中国数字制造,中国式VI和AI思路的自主原始创新概念的诞生。

这个新概念的诞生,得益于笔者

就读浙江大学时学习的理论物理和数学力学等相关知识。笔者从清华大学工程力学系学习的风洞测试和数据处理,也在此次研究中发挥了效用。

在这之后,笔者利用业余时间专注探索数字分析处理计算方法,包括对波形分析,频谱分析和随机信号处理。在计算方面,开始用手摇计算机和计算尺计算,但效果都不太理想,直到1967年~1969年开始学习数字计算机,情况才有所好转。1970年,笔者到中科院计算所学习109乙机计算时,取得了初步成功。

1978年1月,在云南昆明,中国力学学会主持召开全国第一次土岩爆破学术会议。笔者在会议报告中发表论文《地下结构爆炸振动加速度的测试和分析》,文中给出了数字算法和软件取代硬件的成功案例,使用数字电子计算机进行计算分析,由软件取代了硬件测量的结果,给出了无法用常规仪器测量的地铁结构的下沉(0Hz)残余位移和用DFT离散傅里叶变换进行的地铁震动信号的频谱分析结果,这是我国数字化、数字制造分析早期成功的里程碑,也是中国式数字制造和数字经济的国内外VI和AI发展史的重要节点。

“中国导弹之父”钱学森在会议论文集《土岩爆破文集》前言中写道,“这些成果只是科技进步中的一小步骤,却关系如何高速度把我国建设成为社会主义现代强国的深远历史意义。”

1979年11月,国防科委在杭州召开核试验防护工程学术交流会7911会议。笔者发表论文《频谱分析在抗爆结构动力学参量分析中的应用》,它是在全国第一次土岩爆破学术会议基础上补充传函计算和压力、应变等分析和计算公式等保密内容外,笔者在大会报告胶片,提出使用算法和软件可取代硬件制造仪器的概念思路。

这是虚拟仪器核心概念的正式提出。在会上,笔者受到我国爆炸力学的奠基人和开拓者之一、著名力学家郑哲敏院士的表扬,同时受到时任清华大学副校长张维院士和时任同济大学校长李国豪院士等三位专家的关注和支持。会后,张维专门找到笔者讨论这种方法的误差和可靠性,并建议回京后做补充实验研究。后来,笔者经验证试验计算,误差被控制在5%~10%以内,具备使用价值。

2009年11月,在桂林召开的全国第三次虚拟仪器大会上,笔者提出了“云智慧仪器=互联网+云计算+大数据+虚拟仪器VI+人脑工

程+嵌入式软硬件”“云智慧测试时代=互联网+云计算+大数据+测试”的新概念,并将其转换为现实。

大事记:映照中国数字制造VI和AI发展脉络

1959年9月,笔者考入浙江大学工程物理系理论物理专业,3年后,因国家发展需要,全班转入数学力学系应用力学专业进行流体力学专门化学习。笔者的毕业论文为《风洞的空气动力学研究》。1964年毕业后,笔者分配到中国铁道科学院车辆所高速列车风洞课题组工作。

从1964年~1973年,笔者的工作轨迹如下:到清华大学工程力学系流体力学专业风洞实验室实习;调入铁建所国防课题5998专题组,研究地下铁道在核爆炸原子弹和氢弹作用下的振动噪声及压力、应变等动力学参量的安全性、可靠性;在我国第一颗氢弹试验成功时,笔者亲临罗布泊试验场测得地铁床振动加速度波形数据,圆满完成任务;到中科院计算所学习109乙机,用BCY语言展开数字积分的计算,取得了初步成果;在铁建所进口日本自动化工业展览会的ECC555小型计算机上,用FortronIV语言进行了数字积分和DFT的频谱分析计算,取得较好成绩。

1975年,邓小平对核试验“两个十”(十年和十次核试)进行总结,笔者有幸参加了总结组,向领导提出自己有计算地铁残余位移和频谱分析计算的方法。领导批准一段时间把ECC555计算机归本人计算为主,数字制造、软件制造技术,用数字积分DFT分析和压力、应变、振动的传函计算由此取得显著进展和成功。

1978年3月,在全国科学大会上,笔者负责完成的CZ-S测震传感器、CZ-F测震放大器以及参与的核效设计参数(包括震动加速度,速度、位移与压力的五个振动计算公式),获三项全国科学大会奖。前两项包括创新的电动、电感两用式新型拾震传感器,全部集成电路的微积分放大器,硬件组成新型传统仪器;第三项包括部分数字制造、计算分析结果的公式内容。

1979年11月,在杭州国防科委全国核试验防护工程学术交流会上,笔者提出软件制造仪器的创新理念。同年11月,由笔者编著的《振动测试和分析》一书,由中国铁道出版社发行,书中有参量变换计算的数据、图表,因为是用核试验测试数据的实际结果,经保密处理,去掉核试验和地铁内容文字后才进行公开发表。

20世纪80年代,笔者调入抗震研究室,先后担任课题组副组长

和组长,研究铁道工程抗震试验及测试分析问题。在此期间,编著了《CZ测振仪与测振技术》,由中国铁道出版社出版发行,该书是全国科学大会获奖的两项成果。此外,还编著了《波形和频谱分析与随机数据处理》一书,书中包含不少数字制造和核试验的实测数据计算结果,经保密处理后发表。曾在《宇航计测技术》署名发表《信号处理技术与结构系统识别和模态分析》,在《力学学报》署名发表《最大熵法新倒频谱——倒熵谱研究》,这是对数字算法的自主创新研究。在《固体力学学报》署名发表《快速傅里叶变换窗函数最大信息量修正的研究》,文中提出了Y-1,Y-2和可变指数窗等三种新窗函数。

由于受到使用磁带机和信号分析仪的困扰,笔者于1983年1月发起筹建中国震动技术咨询部,得到了胡海昌院士和时任全国政协副主席、中国科协副主席茅以升院士的支持和帮助。同年9月1日,在向中国科协咨询中心申请时,已有48个单位,69位专家教授参加。

1984年6月,中国科协正式批准中国科协咨询中心震动技术咨询部成立。8月31日,在北京西苑饭店召开成立大会,有106人参加大会,清华大学力学系教授杜庆华任理事长,笔者任总经理,茅以升首席顾问,胡海昌、马大猷、郑哲敏、王仁等院士任顾问,办公地点设在北京安外小黄庄中国建筑科学研究院工程抗震所。

东方所于1985年4月获批准成立,隶属中国科协咨询中心,同年10月11日在北京大都饭店召开成立大会。胡海昌、侯朝焕等45位专家教授出席会议,胡海昌任名誉所长,侯朝焕任副所长,并主持会议,笔者任所长并做工作报告,提出研究DASP软件和虚拟仪器PC卡泰以及“把实验室拎着走”的设想,办公地点设在长城无线电厂6971厂内。

东方所的上级单位,于1986年4月变更为国家科委人才中心。同年10月,中国振动工程学会由国家科委批准成立。中国振动学会筹委会常委会,于1987年2月12日~14日由东方所主持承办,为学会正式成立奠定基础。1987年5月,中国振动学会在南京航空航天大学召开成立大会,胡海昌任理事长,笔者任副秘书长兼咨询委员会主任。

1988年3月,东方所再次变更上级主管单位,由北京市科委批准成立北京自然应用科学研究院,东方所隶属北京应用科学研究院和北京市科委领导,笔者任副院长兼院学委会常务副主任。

1988年9月16日~17日,笔者主持和组织了我国第一次用小型火箭激振钱塘大桥模态试验,INV-306智能数据采集和处理系统用于大型工程试验取得圆满成功,并在央视《新闻联播》中报道播出,这是中国VI成功应用的一个里程碑。

1993年,中国虚拟仪器INV-306和DASP系统在加拿大多伦多市北京新技术展览会上展出,东方所被安排在进门的第一个展台,并在此次展览会中,获得第一名的好成绩。

2007年,在全国第二届虚拟仪器大会上,东方所被授予“中国虚拟仪器之父”的荣誉称号。

2010年,东方所研制的达世普DASP虚拟仪器、振动、噪声、模态分析移动实验室系统获北京市科学技术二等奖。2012年,东方所研制的双核24位变幅基超量程160dB数据采集仪获得北京市科学技术三等奖。

2012年5月,在北京十五届国际科博会暨2012年新兴战略性新兴产业发展论坛上,笔者提出“从软件制造仪器到软件制造一切”的概念,《新浪财经》栏目对此做了《应怀樵——软件可以制造一切》的新闻报道,成为当时科技领域的热门话题。《中国高校科技》《中国科学报》《香港文汇报》等媒体对此进行了相关报道。

近年来,多家中央级媒体以《应怀樵:第四次工业革命的两大发动机——云智慧与软件制造》《应怀樵:人工智能与软件制造一切会带

来什么,解读第四次工业革命的两大大关键词》《35载耕耘,只为引领科技智造——应怀樵AI理念,软件制造一切概念的创新》《忠诚点亮复兴之路——访中国虚拟仪器之父应怀樵》等为题,报道了应怀樵的事迹。

责任驱动:为建设世界数字经济高地发声

当前,数字治理和监管工作紧迫,笔者建议研究建立“数字联合国”。随着数字化、数字革命、智能数字制造、数字经济的不断发展,智能数字时代正在来临,它是第四次工业革命的核心所在,也是人类发展的一个重要高级阶段。“AI+时代”在今后布局全世界中将会起到重要作用,其中的区别是:你是引领者还是跟随者,抑或者是被淘汰者。随着数字化向实体经济的渗透融合,智能制造高速发展,特别是随着数字化向金融业的深度发展以及智能数字制造向军事工业的日益渗透,数字治理、数字监管工作日趋重要。

众所周知,计算机病毒对人们的影响很大,而目前网络广告插入的乱象更是使人们哭笑不得。往深处想,数字经济的命脉和人工智能的核心技术,一旦被少数坏人或者极端自私有缺陷的人掌握和主宰,那么对全世界将是一种灾难。这并不是意味着AI本身可怕,而是像马斯克和霍金呼吁的,我们要迅速着手研究AI的安全性。

因此,笔者呼吁国家和联合国尽快建立各种制度和规范,把数字王国合理地治理和管理起来,及时建立国家级和世界级别的数字治理和监管工作机构与团队。甚至需要未雨绸缪建立“数字的维和部队”和“数字联合国”,当然还要注意创新和病毒的区别。

此外,还要尽快开展全数据(大数据)综合数字算法的研究。随着大数据和人工智能研究的深入,不少专家发现AI算法似乎已碰到天花板。AI的发展历史中曾经历过1980年和2000年两次寒冬,随着卷积神经网络和深度学习算法上的突破,终于在2017年引起了AI大爆发,目前算法又遇上瓶颈了吗?笔者认为研究全(大小)数据的综合算法是解决这个难题的方向捷径之一,笔者历经数十年研究的将时域、频域、幅域相结合的综合算法,突破了数据处理中的十大难题,取得高精度频率、幅值、相位、阻尼比和传递函数的计算成功。

笔者建议国家尽快建立“云智慧医疗中心”和“云智慧医药中心”,造福人民。随着疫情的暴发,用数字技术和人工智能开展对药物和疫苗的研究成为当务之急。

总之,把智能数字制造和AI技术尽快向工业、医疗、农业、教育和交通等方面普及推广,这是一个造福人类的方向,希望国家机构和相关部门予以重视。

相关链接

人工智能成为经济发展的新引擎。人工智能作为新一轮产业变革的核心驱动力,将进一步释放历次科技革命和产业变革积蓄的巨大能量,并创造新的强大引擎,重构生产、分配、交换、消费等经济活动各环节,形成从宏观到微观各领域的智能化新需求,催生新技术、新产品、新产业、新业态、新模式,引发经济结构重大变革,深刻改变人类生产生活方式和思维模式,实现社会生产力的整体跃升。我国经济发展进入新常态,深化供给侧结构性改革任务非常艰巨,必须加快人工智能深度应用,培育壮大人工智能产业,为我国经济发展注入新动能。

——摘自《新一代人工智能发展规划》(国发[2017]35号)

数字经济的蓬勃发展,给经济社会带来了颠覆性影响。无论是从生产组织形式,还是从生产要素等方面来看,数字经济都是一种与农业经济、工业经济截然不同的经济形态。尤其是数字经济的数据化、智能化、平台化、生态化等特征,深度重塑了经济社会形态,引发了数字经济治理的根本性变革。传统的治理理念、治理工具等,均面临前所未有的挑战,而且这些挑战是全球数字经济治理面临的共同难题。在此背景之下,寻找数字经济治理的准确定位,构建适应全球数字经济发展趋势的治理体系,具有极大的紧迫性与必要性。

——摘自中国信通院《数字经济治理白皮书(2019)》