

企业家日报

ENTREPRENEURS' DAILY

今日 8 版 第 016 期 总第 10326 期 企业家日报社出版 值班副总编辑:肖方林 责编:袁志彬 版式:黄健 全年定价:450 元 零售价:2.00 元

2022 年 1 月 19 日 星期三 辛丑年 十二月十七

以中国核心智慧领跑智能数字制造新时代

——中国虚拟仪器之父应怀樵访谈

■ 王镜铭 / 文

致力民族复兴 勇攀科学高峰

“作为一名与共和国同行,新中国培养起来的科学家,我非常荣幸地参与并见证了中国科技与世界发达国家追随、并跑甚至领跑的伟大征程。”应怀樵在接受采访时感言,多年勇攀科学高峰,尽管身体经历了“5 次中风、4 次心梗”的极限生命挑战,但始终无怨无悔,并很庆幸能够与东方所同仁一路披荆斩棘,始终奋战在中国高科领域前沿。

1941 年,应怀樵出生于在历史文化名城浙江绍兴,小学就读于蔡元培曾担任校长的学校,浓郁的人文底蕴与家国情怀使他从小树立了“为中华之崛起而读书”的高远志向。18 岁就读浙江大学工程物理系理论物理专业,因为国家发展需要,被调整到数学力学系应用力学专业流体物理学专门化。5 年后,毕业分配到中国铁道科学院,致力于高速列车风洞课题研究,并到清华大学工程力学系流体物理学专业实习,学习风洞测试分析技术。

1965 年参与我国在罗布泊的核试验基地原子弹和氢弹的核爆炸防护工程研究,学习原子弹爆炸测试技术,接触了振动噪声和频谱分析。此后,又学习了数字计算机和信号处理分析,专业涉及到振动和频谱分析。记得在参加核爆炸防护工程课题——地下铁道核爆炸振动噪声与动力学测试分析时,遇到了一大难题,即地铁道床的下沉残余位移(OHz)用硬件无法获得时,便萌生了虚拟仪器的大胆构想——“用数字算法和软件取代硬件”。自此开始尝试使用加速度数字积分取代硬件模拟积分,用离散傅里叶变换 DFT 取代硬件频谱分析的方法,这也成为中国数字制造和虚拟仪器的早期萌芽,也是中国 AI 概念的早期萌芽。

然而,当时只有计算尺和手摇计算机,研究结果与预计大相径庭。1970 年,到中科院计算所用 109 乙机和 BCY 语言完成计算,才取得了初步成功。3 年之后,铁建所引进日本工业展览会的 ECC555 小型计算机,开始尝试用数字计算机的软件数字积分和数字谱 DFT 分析取代传统硬件模拟积分和硬件滤波的方法破解难题。

1975 年邓小平同志提出两个“十”的核试验总结,即十次成功核试验和十年核爆炸总结,应怀樵参加总结并并提出,有方法可计算出用于地核爆炸试验,取得了数字积分,DFT 频谱分析和传递函数的计算成功。1978 年 1 月,相关论文在昆明中国力学学会土岩爆破会议上发表。

1979 年 11 月国防科委在浙江杭州召开核试验防护工程学术交流会,应怀樵在会上总结提出使用算法和软件取代硬件制造仪器的概念思路。这是虚拟仪器(VI)概念的正式提出。需要特别说明的,所谓虚拟仪器,并非传统仪器,而是指集数据采集和信号调理器、信号处理技术与 PC 机技术于一体的软件为主的制造仪器。由于当时属于机密级会议,未能宣传报道,但会上受到力学所所长郑哲敏院士表扬,说应怀樵同志做了一个很好的报告,同时受到清华大学副校长张维院士和同济大学校长李国豪院士等三位专家的表扬。虚拟仪器概念的提出,比美国 NI 公司提出的“软件是仪器”概念整整早 7 年。同年《振动测试和分析》一书出版,书中就有用算法和软件代替仪器的振动参量变换用计算机计算的成功实例内容。

1980 年,应怀樵调入抗震研究室,3 年的研究受困于没有磁带机和信号分析仪,决心筹建中国东方研究所,研究中国的虚拟仪器。

“这里面经历了无数艰苦创业的困难和曲折,其中 1985 年发表《最大熵法新倒频谱——倒频谱研究》一文,发表于《力学学报》和美国 ASME 辛辛拿提国际会议。1986 年发表《快速傅里叶变换窗函数最大信息量修正的研究》发表于《固体力学学报》和英国格拉斯哥国际信号处理会议。特别是,许多年后,我对我国第一台虚拟仪器成功应用于杭州钱塘江大桥的火箭激励模态试验的记忆犹新,依然能够回味到当时苦尽甘来的创造滋味。”多年后,应怀樵回忆道,对于铁路桥梁,特别是像钱塘江大桥这样的铁路公路双层大型桥梁,随着它们使用年限的增

人物档案

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“虚拟仪器数字制造”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。当智能数字制造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。他看好数字制造的发展前景,要尽全力推动智能数字制造技术达到世界普及的产业化水平。

长,以及火车提速等要求,怎样检测它们的性能参数成为一个越来越紧迫的任务,当时我们采用的一种比较先进的办法就是实桥模态分析,通过模态实验和分析,可以得到桥梁各阶模态的频率、阻尼、振型、模态质量和模态刚度。

杭州钱塘江大桥试验采用可测量的朝天喷的小型火箭作为激励力,试验是在 1988 年 9 月 16 日晚至 17 日凌晨进行,天气晴好,现场风速越小对试验越有利,火箭发射前 10 分钟,公路交通完全停止,利用火车经过间隙发射火箭,历时 10 个小时,共发射了 14 枚小型火箭,每枚火箭产生大小为 1 吨,持续时间为 100 毫秒的方波形状的推力,分为垂直激励和水平激励两种方式,垂直激励点选在跨中,水平激励点选在四分之一跨的位置。

试验时,火箭发射必须间隔最近通过的一列火车 5 分钟以上,以便使火车经过引起的余振得到足够的衰减。而这次试验也是中国首次采用小型火箭激励铁路和公路两用双层大桥进行模态试验分析,并取得了圆满成功。试验成功的新闻由浙江电视台和中央电视台新闻联播播出,为桥梁等大型土木结构的模态试验开创了一种用小型火箭进行激励的新方法,也是中国虚拟仪器在大型工程上的首获成功。

“虚拟仪器”省去大量昂贵和笨重的硬件材料和人力物力、设备、厂房及能源,便于生产、携带,随后广泛应用于我国国防军工、航空航天等多个部门,先后参与完成火箭、神舟飞船、港珠澳大桥、高铁、地铁及大型建筑和设备等上百项国家重大工程项目的测试,为促进技术变革和推动新兴产业形成提供了基础,创造了极其重大的经济和社会价值。

引领智能数字制造 时代新潮

回顾中国虚拟仪器之父应怀樵和东方所的科学跋涉之路,就可以发现,上世纪中叶至今,中国科学家正在实现从与国际前沿跟跑并跑甚至领跑的顽强拼搏过程。

1956 年,美国人在达特茅斯提出了人工智能 AI 的理念;1965 年,应怀樵在北京提出用数字积分取代硬件仪器的模拟积分,和用 DFT 计算取代频谱分析仪的方法的概念,这是中国式智能数字制造的萌芽,后经过 10 多年的努力终于成功;1978 年 1 月,在昆明中国力学学会召开的土岩爆破学术会议上发表论文《地下结构爆炸震动加速度的测试和分析》,该文发表在土岩爆破文集中,文内提出和证明用软件制造仪器 SMI 获得成功;1979 年 11 月,应怀樵在杭州国防科委召开的全国

防护工程学术会上发表论文《频谱分析在抗爆结构动力学分析中的应用》一文,提出用软件计算取代硬件仪器的概念,这是软件制造仪器的(SMI)虚拟仪器。1979 年 11 月,应怀樵编著的《振动测试和分析》一书由中国铁道出版社出版发行,书中参量变换一节中提出用数字积分和 DFT 频谱分析的用数字制造取代传统硬件仪器的内容。

20 世纪 80 年代-90 年代,应怀樵编著的《波形和频谱分析与随机数据处理》一书由中国铁道出版社公开出版发行,刊登出波形积分和瞬态波形 DFT 频谱分析等智能数字制造内容与实例。在第八届全国振动技术交流会发表《微机智能自动化动态测试分析技术的研究》一文,论述智能数字制造的关键意义与“PC 卡泰”的前景。在北京第十二届全国振动与噪声高技术会议上,应怀樵发表论文《科技展望-“大振动”与“微机卡泰时代”》,讨论了智能数字制造问题。

1993 年中国虚拟仪器走出国门,前往加拿大多伦多市北京新技术展览会,是展会进大门的第一个展台,获得主办方的表扬和好评,后来又获得两项北京市科学技术奖。

2007 年,在北京召开的全国第二届虚拟仪器大会上,COINV 东方所被会议纪要命名为中国虚拟仪器之父。会议同时命名美国 NI 公司为全球虚拟仪器创始人,引起与会人员的热烈反响。

回首来路,10 年前,当很多人对云智慧还相当朦胧的时候,应怀樵和东方所团队就不断以研究成果向学术界和全社会作出“云智慧科普”。

10 年来,一场关于云智慧、席卷全球的变革浪潮,倾注着应怀樵与东方所同仁的智慧耕耘与热情召唤正向人们涌来。

1、2009 年我国 COINV 创始人应怀樵在桂林第三届全国虚拟仪器大会上提出“云智慧仪器和智慧测试与大脑工程时代”的概念。

2、2012 年我国 COINV 创始人应怀樵在北京第十五届国际科博会上提出了云智慧时代正在走来,从软件制造仪器 SMI 到软件制造一切 SME 的创新概念。

3、2012 年美国和美国的人工智能 AI 算法研究在卷积神经网络 CNN 和深度学习 DL 算法获得突破。

4、2012 年美国通用公司 GE 提出工业互联网的概念。

5、2013 年德国提出工业 4.0 的概念。

6、2014 年美国工业互联网国际联盟 IIC 成立。

7、2015 年国务院印发中国制造 2025(国家行动纲领)。

8、2015 年第十二届人大三次会议,李克强总理提出人工智能技术将会对互联网和移动互联网等领域的创新应用提供核心基础。

9、2015 年 7 月,在北京召开了 2015 年中国人工智能大会,发表了中国人工智能白皮书。

10、2016 年中国工业互联网产业联盟在北京成立。

11、2016 年 4 月,由中国人工智能学会发起,联合 20 多家一级学会在北京召开 2016 全球人工智能大会暨人工智能 60 周年。

12、2016 年谷歌 Alpha GO 与韩国围棋世界冠军李世石“世纪人机大战”。

13、2017 年 7 月 8 日,国务院印发《新一代人工智能发展规划》。

14、2017 年《中国改革报》发表应怀樵《人工智能和软件制造一切将带来什么》一文,解读第四次工业革命的两大关键词。

15、2021 年 2 月《企业家日报》和人民日报市场报网、人民政协网等发表《应怀樵:打造数字中国战略新引擎,领跑世界数字治理新未来》一文。第四次工业革命以来,产生了中国式的“智能数字制造”和“云智慧数字时代及智慧数字社会”等重要新概念。

面对新的时代机遇,我国也做出一系列“大动作”。2015 年,国务院印发《中国制造 2025 国家行动纲领》,2017 年 7 月 8 日,国务院印发《新一代人工智能发展规划》。在北京召开了 2015 年中国人工智能大会,发表了中国人工智能白皮书。此外,随着 2016 年中国工业互联网产业联盟在北京成立,2016 年 4 月由中国人工智能学会发起,联合 20 多家一级学会,在北京召开 2016 全球人工智能大会,让人工智能进一步深入人心。

56 年持续创新,2021 年 10 月 20 日,应怀樵和东方所团队完成并发表《我国智能数字制造(IDM)原创持续发展 56 周年与智能数字时代 IDT 展望》文章,为推动智能数字时代再续新篇。

加强全球数字治理监管 厚植民族复兴创新基因

作为一位耄耋老人,应怀樵依然每天和他的团队不懈耕耘在高科前沿,关注每一个新发展,新成果,新趋势。

在最近和团队完成的一篇论文中,他写道:“人类社会经过第一次蒸汽机的工业革命,进入了工业化时代;经过第二次工业革命进入了电气化时代;经过第三次工业革命进入信息化时代。第四次工业革命和智能数字制造 IDM、人工智能 AI 革命正在到来,在 IDM 和 AI 的推动下,人类社会将渐进式地进入数

字经济和云智慧的智能数字时代高级阶段。”

智能数字制造 IDM 和人工智能 AI 革命正在推动第四次工业革命(简称:“四革”)的到来,它们是未来科技发展的主要方向,是“四革”的主要引擎。由于种种原因,我国错过了第一次和第二次工业革命,目前正在补课并赶上世界先进水平,变成制造业强国。可喜的是我国正好赶上第三次工业革命的末期和“四革”的萌芽期。特别有幸的是在中、美、德、英等四国的“四革”创新潮流中,我国是发起者和引领者之一。

当前,人类社会正在进入以数字化生产力为主要标志的新发展阶段,国内外出现了数字化、云计算、云智慧、人工智能 AI、新基建、云智慧数字时代(CIDT)等新概念。我们认为智能数字制造 IDM 概念发展,经历了软件制造仪器 SMI、虚拟仪器 VI、云智慧仪器 CII、软件制造一切 SME、智能数字制造 IDM 及云智慧数字时代(CIDT)的发展历程,是“中国式的科学概念”,其精简全面地包括了人工智能 AI、软件制造一切 SME、智能制造、数字制造、虚拟仪器 VI、工业互联网等新名词和概念的内在坚持。

智能数字制造 IDM 是第四次工业革命的“核心发动机”,是与人工智能 AI 最为相似的中国式科学名词,而云智慧数字时代是人类社会未来发展的高级阶段,是未来人类社会发展的方向。可以看到,云智慧的智能数字制造正在改变我们的生产能力和生活方式,推动数字经济、数字社会、智能(智慧)数字时代的到来。未来智能机器人将取代人类的多种体力和脑力劳动,渐进式应用在工业、医疗、农业、教育、交通和商业、金融、军事科学、法律、政府管理等领域和岗位,把人类从大量繁冗重复的劳动中解放出来。

不难看到,数字式生产力将颠覆性的改变人类社会的传统生产力,从土地、人力、机器、能源、资金等向云智慧的创造力、数字算法、新概念、新方法、智能的软件过渡。当实体经济与数字经济深度融合时,智能数字制造的软件制造一切,定义一切,管理一切的时代正在到来。

由此可见,智能数字制造 IDM 是实现攀登高水平科技,实现自立自强的重要引擎,推动跨入全球(云智慧)智能数字时代 CIDT。在云智慧数字时代阶段,谁创造了、掌握了新的概念和方法、算法和软件,谁就能引领人类的进步,引领世界发展。

眺望未来,充满诱惑的机遇背后人类也面临复杂性挑战。当前,数字治理和监管工作紧迫,结合东方所自主创新成果和经验,应怀樵建议建立“数字联合国”。众所周知,计算机病毒对人类的影响巨大,恶劣的“弹窗广告”应尽快禁止,它是破坏人类正常工作的信息的严重污染,是破坏人类生产力的毒瘤之一。大量的垃圾广告、游戏广告使广大青少年学子深受其害,不少学生家长呼吁:救救孩子们吧!急需研究开发拉黑弹窗广告和垃圾广告源头的技术,可以采取拉黑垃圾电话一样的有效措施,这一定会受到互联网用户的热烈欢迎。

同时,随着计算机病毒不断发展,黑客事件不断发生,脸书和推特等网站封禁“某某账号”事件的发生,说明了“数字王国”和网络需要法律和行为规范,需要胸怀天下,智慧向善,建立不以盈利为目的国家级的杀毒软件开发机构与团队。亟待建立国家级和世界级别的数字监控和治理机构。

古往今来,创新都是一个民族进步的灵魂,一个国家兴旺发达的不竭动力,而这正是中华民族最深沉的民族禀赋。多年来,应怀樵一直在呼吁尽快设立国家创新节,这也是引领、培植和激发我国青少年从内心深处建立创新心和好奇心,把创新作为心灵内在禀赋的捷径。通过设立国家创新节,提倡创新,形成社会声势和惯性,就抓住了社会发展的发动机的方向盘。应怀樵建议把国家传统二十四节气之一的惊蛰节(3 月 5 日和 6 日)设立为国家创新节,而目前国际上还没有创新节,这也是推动我国在自主创新道路上行稳致远,朝着建设科技强国阔步迈进的关键之举。

应怀樵认为,在未来世界百年未有之大变局中,有两大法宝,一个是数字化的“智能数字制造 IDM”,另一个是创新。抓牢抓好这两个发动机,中国人民必然能够早日实现民族伟大复兴的中国梦,我国也必将在百年未有大变局中赢得更多的主导地位和话语权。