

应怀樵 “中国虚拟仪器之父”

王镜榕/文

“虚拟仪器之父”是怎样炼成的

1941 年 7 月，应怀樵出生于浙江绍兴，这里人文底蕴深厚，而无论是早年受笃信佛教的母亲的熏陶，还是得益于蔡元培曾担任校长的小学优良的教学传统，都使他从小树立了为民族崛起而读书的远大理想。

1959 年，应怀樵就读浙江大学理论物理专业，后应国家需要全班调整为应用力学专业。1964 年，大学毕业后，他被分配到中国铁道科学院，致力于高速列车风洞课题研究，并到清华学习风洞测试分析技术。1965 年，他参与我国核爆炸防护工程研究，接触到震动噪声和频谱分析，开始了虚拟仪器科研生涯，而早年五次转换专业，则练就他扎实的学术功底和多学科交叉研究课题的优势。更重要的是，科技水平对国家命运的深刻影响更使他深感责任重大。成为世界一流的科学家，为国争光成为他深埋心中的梦想。而他也毫不讳言对诺奖的钟情，在他看来，诺奖不仅是一种崇高的荣誉，更是激励创新、造福人类的精神源泉。

在他看来，以“四大发明”为标志，中华民族曾为人类科技进步作出重要贡献，然而近代以来却落伍了，应怀樵认为，伴随中华民族的伟大复兴，中国科学家理应在高科技领域取得原创的重大突破，向诺奖冲刺。这不仅是一个科学家的荣誉，更是中华民族屹立世界民族之林的时代要求。

正是怀着这样一份强烈的使命感和荣誉感，应怀樵走过了一条不平凡的科研探索之路。要成为世界一流的科学家，首先要有敏锐、超前发现重大课题的科研能力。应怀樵介绍说，所谓“‘虚拟仪器’其实并非传统的仪器，它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制造仪器”。

事实上，1965 年他参加国防核爆炸防护工程课题——地下铁道核爆炸震动噪声与动力学测试分析的研究，当他遇到地铁道床的下沉残余位移(OH₂)用硬件无法获得的难题时，就萌生了虚拟仪器的大胆构想——“用数字算法和软件取代硬件”。

1973 年他尝试用数字计算机的软件数字积分取代传统硬件模拟积分的方法解决上述难题，1979 年获得成功，成为虚拟仪器的最早成功范例。

同年于杭州召开的国防科委核试验全国防护工程学术会上，他提出虚拟仪器的核心概念——“软件制造仪器”，获得主持会议的中科院力学所所长郑哲敏院士、清华大学副校长张维院士、同济大学校长李国豪院士的赞扬和支持，比美国 NI 公司“软件是仪器”的概念提出早 7 年。

成为世界一流科学家，还要有瞄准国际前沿，不断自我超越的创新意志。据了解，科学仪器与实验技术发展至今已走过模拟式、数字式、智能式三个阶段，从 1983 年~1986 年，开始出现第四代仪器即虚拟仪器(简称 VI)。而应怀樵的研究始终走在国际前列。

1979 年，他编撰的具有该领域应用成果的国内首部专著《振动测试和分析》出版发行，并不断自我超越；1982 年《CZ 测震仪与测振技术》出版发行，1983 年出版了具有中国虚拟仪器早期构思实例框图的《波形和频谱分析与随机数据处理》。

1985 年他自筹资金创建东方振动和噪声技术研究所(简称东方所)，开始系统从事虚拟仪器库、移动实验室技术研究，提出“把实验室拎着走”的目标，正式立题“DASP 虚拟仪器库—振动噪声、模态分析移动实验室技术”研究。

为此，他自立课题、自筹资金开始研究“PC 卡泰”(PCCATAI)—微机卡式自动采集测试分析仪器。他还是国内外最早提出“用软件制造仪器”、“用软硬件相结合”来取代传统仪器的学者。此后，依靠持续创新，他带领团队突破了虚拟仪器的核心技术，开发出适合便携机和笔记本使用的小型数采卡和大容量数据采集分析(LCAS)软件，研制成功台式和笔记本式大容量智能数据采集和信号处理系统以及 DASP“达世普”虚拟仪器库系统。这是



5 月 24 日，北京东方振动和噪声技术研究所名誉所长应怀樵在第十五届北京科博会“2012 中国战略性新兴产业发展论坛”上，作题为《云智慧时代第三次工业革命正在走来——“从软件制造仪器”到“软件制造一切”》的主题演讲。

企业家小传

现任北京东方振动和噪声技术研究所名誉所长、科技委主任，北京应用科学研究院副院长，研究员、教授。主要从事振动噪声控制、信号信息处理、测控技术、故障诊断、模态分析以及数采与信号分析仪器(虚拟仪器)研究开发工作。2009 年度科学人物，是中国最早提出“虚拟仪器”构想、最早提出和实现“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，是中国虚拟仪器的创始人和奠基者。

我国最早研制成功的虚拟仪器产品，实现“把实验室拎着走”的目标。

1988 年 9 月 16 日，中国虚拟仪器应用于火箭激振钱塘江大桥模态实验圆满成功。

1993 年 3 月，该仪器参加北京新技术展览会，并远赴加拿大参展获一致好评。

1995 年用于“长三捆”火箭全箭模态实验。

1996 年用于神舟载人飞船移动发射平台模态实验。

2004 年用于航天员超重训练设备臂架系统模态分析。

2007 年，在第二届全国虚拟仪器学术交流大会上，东方所的卓越贡献受到高度评价，应怀樵被誉为“中国虚拟仪器之父”。

让 DASP 虚拟仪器库运行在每个实验台

伴随经济全球化及信息时代的来临，如何在世界高科技领域拥有一席之地，如何将中国的高科技产品行销全世界，正成为中华民族是否真正崛起的重要标志。

数十载春秋，对十大世界性难题原创性的解决让其成为具有中华民族自主知识产权关键技术的历史为应怀樵平添几分豪迈与自信。

一是基于平台式设计的 VI 库技术。用软件制造仪器，软硬件结合取代传统仪器，这一具有里程碑式划时代意义的新路线对仪器制造业和测试技术界产生巨大影响，代表了我国在 VI 研发方面的最高水平。

二是变时基(VTB)传递函数(导纳)测量分析方法。达到国际领先水平，获国家发明专利。已完成神舟飞船 750 吨移动发射平台、“长三捆”大型运载火箭、航天员超重训练机模态实验等数十项国家重点项目，效果优良。

三是高精度频率、幅值、相位和阻尼测量技术。东方所原创的高精度频率计和幅值计，比国外常规方法提高精度 100 万倍，具有重大国际影响力。

四是超低频信号快速测量技术，达到国际领先水平。

五是原创倒频富、倒频富、倒频富等三种倒频谱分析方法，达到倒谱分析的国

际领先水平。

六是 FFT/DFT 分析方法，成为目前频谱细化主要方法之一，达到国际领先。

七是振动全息 AVD“一人三出”实时测试分析新技术，原创性地提出了全程微积分方法，实现 AVD“一人三出”振动全息实时动态连续测量，达到国际领先。

八是自动化模态分析方法。一般人员通过简单操作即可获得专家级的模态分析结果。

九是 24 位“双核”变幅基 A/D 高精度超量程 160dB 数采仪技术达到国内首创，国际领先。

十是突破传递函数的测试及实时控制和反演关键技术为提高仪器测量精度和范围开辟新途径。此技术是一项世界难题，可极大扩展仪器的频率测试范围，提高测试精度，极具国际竞争力。

仅仅拥有一流的成果还远远不够，在应怀樵眼里，诺贝尔不仅是一位杰出的科学家，还是一代企业家，对科学及人类进步事业的热爱，和凭借巨额财富设立的诺贝尔奖，使他成功激励了一代又一代热爱科学与进步的杰出人物，为人类文明的进步作出不可磨灭的贡献。

为此，当虚拟仪器技术攀上科学顶峰的时候，应怀樵直面 7 次与死神擦肩而过的生命危机，依然没有停止探索与奋进的脚步，开始积极思考中国虚拟仪器的产业化之路，树立起“让 INV 系统走进每一个实验室，让 DASP 软件运行在每个实验台上”的宏大目标。

为此目标，他在建所之初就提出“勤奋、创新、坚持、自强、和谐”的十字座右铭和完全自由的判断与讨论的“玻尔所”精神和“六要三不要”的处事准则等基础上，发展成为涵盖精神追求、道德情操的 18 条共 336 字法则及幸福六大原则的企业文化，加强了东方所的文化凝聚力。

以此为纽带，东方所不断加强人才队伍建设，一方面加强与全国重点高校合作，为国家培养出大批专业急需人才，以及行业高端人才，该所研究团队也扩大到 40 余人，拥有博士、硕士数十名，成为虚拟仪器领域一支重要力量。同时他还成功组织和主持了 23 届全国振动与噪声高技术学术会议，1997 年至今主编《现代振动与噪声技术》九卷等十多部专著及《倒频谱研究》等 150 多篇论文报告。

同时，不断创新软硬件研发，推出 CPCI 式 INV3020 和 LAN 以太网式 INV3060、USB 式 INV3018 系列新产品，无线 INV9500、手持式 INV3080 等硬件新产品和 DASP 的最新软件版本，积极推动产品市场化。

“软件制造仪器，软硬件结合取代传统仪器”能省掉大量昂贵和笨重的硬件材料和人力物力、设备、厂房和能源，便于生产和携带。这是一条划时代的新途径，是科学仪器和测试领域的一次突破和革命，是 21 世纪的仪器的重要发展方向，是中华民族原创的具有自主知识产权的重大发明之一。中国虚拟仪器 DASP 软件和 INV 移动实验室系统是与美国 NI 同步并行研发的，其中自主创新 112 项新技术，其中 20 多项达国际领先水平，是研发最早且核心技术搞得最好的科研成果。

截至目前，该成果产品累计销往 2000 多家用户，经济效益超过 1 亿元，打破了此类仪器长期依赖进口的局面，为国家节省外汇数亿美元。目前，已广泛用于国防军工、航天航空等许多部门，参与完成上百项国家重大工程项目测试。

若在国内全面推广，其经济价值按我国 2007 年仪器产值估算，按软件取代硬件 30%到一半计算，将产生 600 亿元到 1000 亿元/年的巨大价值，为促进技术变革和推动新兴产业形成，造福国计民生发挥重大作用。

面对激烈的国际竞争与广阔的国际市场，应怀樵认为中国虚拟仪器产业化之路任重道远，“达到世界普及”，这是一个目标，更是一种信念！以领先的科技与执著的信念支撑，应怀樵和他的虚拟仪器产业化之路必将迎来胜利曙光！

而作为科学家，应怀樵瞄准国际前沿的战略思考从未停止，随着“云计算”和“物联网”时代的到来，他又在国内率先提出实验室网络云时代——“云智慧仪器实验室”与“云智慧故障诊断中心”和“智慧仪器”的构想，提议国家尽快开展相关研究。

正如诺奖的创立者曾经践行的，科学精神与产业之路的生命熔铸将带给人类更加美好的未来！或许，这正是以不竭的生命激情与创新意志跋涉于科学与产业化之路的“中国虚拟仪器之父”应怀樵教授所真正钟情的。

『编者按』

就在党的十八大胜利召开前夕，中国作家莫言喜获诺贝尔文学奖。这对经过三十余载改革开放，物质财富获得极大发展，并致力于进一步提升国家文化软实力，实现中华民族伟大复兴的国人来说无疑是一个积极的信号。

党的十八大报告指出：“科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑，必须摆在国家发展全局的核心位置。”鼓励中国科学家以强烈的民族自豪感与荣誉感，积极赶超世界科学发展的前沿阵地，在一个甚至多个领域取得具有国际水准的革命性成果，填补我国科学领域的诺贝尔奖空白无疑是令人期待并意义深远的。

“中国虚拟仪器之父”应怀樵正是这方面的优秀代表，他对“传递函数的测试及实时控制和反演关键技术”的成功突破，被认为“可与‘光纤之父’诺奖得主高锟教授的‘光纤通信’成果相提并论”，使中美两国同步创造的虚拟仪器达到可问鼎诺贝尔物理学奖的，具有世界性重大意义的成果。编发此文，希望对我国奋进于科技产业化领域并有志为民族增光的科学家、企业家有所借鉴。

科学无国界，而科学家是有国界的，这句话在“中国虚拟仪器之父”应怀樵身上，就是近半个世纪的岁月里，他始终以“砍柴樵夫”般的坚韧与顽强，跋涉在为中华崛起而奋斗的科学高峰上，即使古稀之年，面对“3 次中风、4 次心梗、7 次至阎王殿”的生命挑战，依然以超人的毅力、坚定的信念，战胜病魔，执著奋进在创世界一流“虚拟仪器”科研阵地上。

而支撑他的则是中国科学界应为人类文明进步作出更大贡献的使命感和荣誉感！正是怀着振兴中华、造福人类的理想追求，他数十年如一日，呕心沥血，将全部精力投入虚拟仪器(VI)科学研究之中，自主创新 112 项新技术，攻克十大世界性难题并填补国内空白，特别是对“传递函数的测试及实时控制和反演关键技术”的成功突破，为提高虚拟仪器测量精度和范围开创新途径，被认为“可与‘光纤之父’诺奖得主高锟教授的‘光纤通信’成果相提并论”，使中美两国同步创造的虚拟仪器达到可问鼎诺贝尔物理学奖的，具有世界性重大意义的成果，是中华民族继四大发明之后，对人类文明有重要意义和影响的现代发明之一。