

能源与矿业工程学部



An Jigang

安继刚

核技术应用专家。1938年1月18日出生于上海市,原籍天津市武清县。1959年毕业于清华大学。清华大学核研院应用核技术所所长、研究员、博士生导师。国内充气电离室领域主要开创者,为反应堆及用核仪表发展做出贡献。在费米所研究“SQS室”,获重要成果。“八五”主持总体技术和发明阵列探测装置,研制成功中国首套加速器集装箱检测系统。“九五”发明钴-60集装箱检测系统,装备海关、码头并出口。“十五”发明集装箱CT检测系统,为公共安全提供更有效的检测手段。获国家技术发明奖二等奖,北京市及教委科技进步奖一等奖,中国专利金奖,香港国际发明展大奖和“九五”攻关重大成果奖等。获中国发明和国际专利12项。出版著作3部,发表论文60余篇。2005年当选为中国工程院院士。

做一名积极创新的科技战士

在我68岁生日的第二天,从徐匡迪院长手中接过了中国工程院院士证书。面对鲜花和掌声,感到幸福,更体会到新的责任和使命。回想近半个世纪来的工作,谈不上惊人业绩,也未实际担当过“室主任”以上的行政职务,只是尽到了一名基层科技工作者的责任。

1938年1月,我生于上海。父亲安绍芸是著名会计学教授,出身贫寒,20年代从清华学堂毕业留美。在旧社会,他不问政治,勤恳工作、为人正直、清白做人。1949年10月,时任上海财政局局长的顾准,专程登门拜访,邀请父亲作为会计专家赴东北参加政府工作。顾准本来担心父亲能否放弃上海的优裕生活条件,更不知他对共产党是否坚信不疑。谁知双方一见如故,当下拍板,订立协定,即日起程(《顾准传》第222页)。父亲带领杨纪琬等七名弟子和家属出发后,又接到中财委电报,转赴北京,遵照陈云同志意见组建财政部会计制度司,他当了第一任司长。我也就这样从上海转学到北京,在艺文中学(28中)和男六中完成了初、高中学业。

我1954年进清华,原想学汽车,却分到机械系压力加工专业。第二年清华成立工程物理系,从各系选调大二及大三学生,我被选中,改

学了实验核物理。当时中国原子能事业刚起步,备受重视,请了最好的老师教我们。夏学江先生教普通物理,孙念增先生教高等数学,徐亦庄先生教量子力学……又邀请北大虞福春教授等名家讲专业课。老师尽心教,大家努力学。我的业务课拿了全5分,获得三好学生奖学金。这几年学习打下坚实理论基础,使我终生受益。

1958年,“大跃进”浪潮席卷全国,我被提前调到教研组工作,投身“破除迷信、解放思想”洪流中。现在看来,当时确有许多不科学、不按客观规律办事的地方。但那种全民赶超世界水平的热忱,那种不迷信洋人权威、敢想、敢干、敢创新的精神,那种投身祖国建设、报效人民的忠诚和决心,想起来仍然令人激动。

不久,苏联对我国封锁禁运。他们撤专家、撕协议、不履行合同。1960年,我受命接手研制堆用硼电离室,要打破封锁,保障清华反应堆运行需要。原先电离室是使用碳钢材料和锡焊工艺的,几个月就漏气,不可能真在反应堆中使用,必须重新研制采用氩弧焊、金属—陶瓷熔封等工艺和不锈钢材料的正规产品。这首先要攻克多种尖端工艺难关,而我是学核物理的,不懂工艺,其困难可想而知。“自力更生、奋发图强”,在国家经济困难时期,不顾饥饿、浮肿,坚持奋斗,终于1964年研制成功我国第一批合格硼电离室产品,保证了清华反应堆运行。不久,二机部屈智潜总工把我找到部里,要求也为四〇四厂制造硼电离室,满足钚生产堆急需。我毫不犹豫地承应下来。时至今日,仍为当时能在研制核武器伟大事业中有所贡献而深感欣慰。硼电离室图纸、资料与工艺规范随后都无偿地转给了北京综合仪器厂。

“文革”期间,吕应中先生提出建设新型反应堆(820工程)设想,得到周总理的关怀与支持,科技工作又开展了起来。1970年,我从工物系调到核研院参加工程。首项任务是研制能在650℃高温下工作的脉冲裂变室。这又是工艺要求极高的课题。普通氧化铝瓷升温到三四

百度,电阻率便急剧下降,导致裂变室无法工作。我们一面接受着“批判”和“再教育”,一面努力钻研,找到纯度99.97%的“宝石瓷”,又摸索一套特殊熔封、焊接与充气工艺,终于完成任务。裂变室加热到暗红色($\geq 650^{\circ}\text{C}$),仍能正常工作,而且连续400小时高温运行,性能不变。高温裂变室的成功使我们探测器研制水平上了新台阶。

我同防化研究院的联系可追溯至1959年,当时参与了强 γ 本底下测量 β 射线的研究。1969年在越南缴获一种便携式充气电离室辐射级仪,防化院要求研制。我们为此专门试制了灵敏体积仅数十毫升的小型充气剂量电离室,并配以场效应管放大器及全密封仪表外壳。最终,三台样机全都通过了寒区与热区战术评价。后来又为他们研制与车用辐射仪配套的各类充气剂量电离室,并研究能量响应等问题。这些工作开拓了充气电离室在剂量测量方面的应用。后来研制的反应堆环境监测电离室及海军舰艇用电离室等,都由此发展而来。

“文革”后期,钢铁研究院请求研制X射线测厚仪电离室,说是日本东芝公司有此类产品,但严格对我国保密。经过反复试验,研制成功,用于上钢一厂。从此有了我国自己的工业核测控电离室,也为我们后来进入民用核技术领域打下了基础。

同许多科技人员一样,在“文革”浩劫中我和家庭都受到冲击。老父亲被定为“反动学术权威”。可怜他已半身不遂多年,还被造反派拉到部里去接受大会批斗。儿子出生刚两个月,妻子便让造反派关起来,不许回家,连给孩子喂奶都不准!我本人也受批判、去干校劳动、挖地窖、盖房子、下到几米深的化粪池底掏大粪……幸好,一家子都熬过来了。在老父亲全身瘫痪、只能靠张开或闭上眼睛表达意愿时,部里派人到病榻前对他宣读了平反决定,“文革”后还由吴波部长在八宝山革命公墓为他召开了隆重的追悼会。

打倒“四人帮”，人们再次获得了解放。但是，百废待兴，科技经费严重短缺。不同于大院大所，清华核研院几乎立刻就陷入必须自筹经费、寻求出路的局面。突然断奶，给工作带来很大困难，是坏事，但这促使我们及早“下海”，比一般研究所更早地面向国民经济、为企业服务，从中寻找课题和获得经费，又算一件好事。

那些年，我们去上海、奔武汉、上东北、跑四川……找项目、谈合同、要经费，初步学会了怎样在为国民经济服务中生存和发展。除为武钢等企业研制各种配套充气电离室，又研究、开发测厚仪、密度计、核子秤等民用核仪表，其中许多是国内首次研发的。

我 1985 年公派到费米研究所作访问学者，应邀延长一年，于 1987 年回国。这两年海外工作经历对我的科技人生很重要。首先是有机会直接参加国际一流的现代科学研究，学习最新科技，体验国外科学工作方法。同时，所研究的又是阵列探测器，同辐射成像密切相关。刚到芝加哥时，举目无亲，困难重重。我连续三个月不出校园，泡在实验室，终于熟悉工作并取得了发言权。经过两年努力，在自熄流光室性能研究中获得重要成果。诺贝尔物理奖得主 J. W. Cronin 教授的评价是：“安的工作已经成为典范……他的研究能够有效地更正许多关于这类探测器的虽然普遍相信但却错误的观念，这些测量结果将在此类装置的任何应用中发挥非常重要的指导作用。”

90 年代初，我了解到日益猖獗的走私活动、国外集装箱检测技术发展动向以及海关准备大量引进的情况，认为我国应该而且完全能够自主发展这项技术。我联络了工物系和物理系的教授于 1991 年 3 月共同向校长和其他领导写信，倡议研发集装箱检测系统。后来，经过百余次联系，撰写了各种申报材料，又通过三次论证答辩，终于争取到“八五”立项。国家科委对这项目非常重视，拿出核技术应用方面近半数经费给予支持。清华大学由核研院、工物系

和物理系联合承担攻关任务。我担任技术负责人，兼探测器专题和辐射屏蔽专题的专题组长。

“八五”攻关的一个最大难题就是研制阵列探测器。当时国内还属空白，而国外产品一种要价 250 万美元，一种不耐辐照，都不可行。出路只有一条：必须自主创新。我提出方案并领导完成了新探测器的研制工作，在国际上首创用高压阵列电离室探测加速器 X 射线分布。实践表明，这是很成功的创造，已得到中、美、俄、欧洲及我国香港地区的专利权，并荣获中国专利发明创造金奖和教委科技进步 1 等奖。在“八五”攻关验收会上，王淦昌院士也对此大加赞扬。

“八五”攻关成功，中国成了世界上第四个掌握此技术的国家。但是，在产业化进程中，在巨大利益面前，一些不讲道义与公正的权力干预出现了。最终，另外成立公司来接产“八五”成果，而核研院却被排除在外。验收会结束，总结都没做，便靠边站了，既无缘参与成果转化，又不给任何效益回报，连口头或文字承认都没有。我们申诉，但无效果。课题组陷入了任务断档、没人理睬的无奈境地。

在困境中没有屈服，想的是：人家可以拿走荣誉和效益，但不可能剥夺我们为人民服务、为国家打私斗争做贡献的权利！经认真研究，基于对“八五”研制加速器系统的深刻了解，我提出新方案——钴-60 集装箱检测系统。自主设计、申报专利，争取到中国节能投资公司资助，又列入国家“九五”攻关计划。靠科技攻关，将阵列电离室灵敏度提高四十余倍，并借助大张角、折线型探测器阵列布局及信号与图像处理新技术，尽管辐射水平比原先低数百倍，仍实现同领域最高档的检测性能，而且安全、可靠、价格低、占地小、易操作、好维护。只用十个月便研制成功 1:1 样机，在国际上第一次用钴-60 探伤机获得了集装箱数字图像。

新系统的成功挑战了原有技术，对其形成相当严峻的竞争威胁。课题组由此受到很大压

力,有人甚至指责是出卖了清华利益,要严整。这时,核技术界德高望重的老专家们伸出了援手。肖伦(86岁)、李德平、吴季兰、赖祖武等院士、教授亲赴远在昌平的核研院考察(毛用泽院士从医院写来书面意见),给予很高评价,认为:“是一项国际首创性的科技成果,具有重要意义……比较适合于普及推广……建议海关系统能尽早安装、试用。”这给了身处逆境的课题组极大的学术与道义支持,钴-60项目也终于生存、延续了下来。

尽管专家们确认新检测系统的性能价格比好,但在市场接受方面却又遇到严重障碍。1998年6月召开海关集装箱检测设备订货会议,它连入门卷都拿不到。新技术前途渺茫,面临夭折危险。我们坚信推广钴-60技术是符合国家利益的,坚持到各处反映、呼吁。最后,当时的国务委员吴仪亲自听了汇报并到清华视察,决定再单独为福州马尾港定购一套钴-60检测系统,打开了推广应用的大门。“革命加拼命”,只用了7个月零2天,提前完成任务。钴-60系统后来居上,成为我国最先投入运行的国产集装箱检测装备。

1999年以来,除装备我国海关8套系统外,又为交通部众多港口安装保障滚装船运输安全的货车查验系统,开辟了应用新领域。同时,克服重重困难开拓国际市场,已出口非洲、独联体及南亚等地,仅巴基斯坦就要了5套。科技部九五攻关验收结论:“该技术在国际上处于领先水平……是核技术领域中的优秀典型。”此项目有授权中国发明、美国、俄国及欧洲专利7项,获国家技术发明二等奖和北京市科技进步一等奖,评为“九五”攻关重大成果,并夺得2000香港国际发明展唯一大奖。

为满足“反恐”及社会安全需求,我们又提出集装箱CT新设想。2001年列为“十五”攻关课题,2003年建成此系统,又通过了专家评审及科技部验收。验收实验表明,它能获得集

装箱任何方向的透视图以及任选位置的断层(剖面)图。前者显著提高了设备的检测能力,后者则可依据灰度值来判断材料性质,其密度分辨率达到0.6%,能容易地区分水和汽油(酒精)、氟塑料和聚乙烯、铝和铁等不同材料。科技部专家组评审意见:“在国际上属首创……将为打私、反恐斗争提供有力的手段……具有十分重要的意义和非常广阔的应用前景。”中国发明和英国专利已获权,还得到2004中国国际发明展金奖,并被批准列为发改委高技术产业化重大专项。

针对手提行李,我和小组同志提出了箱包DR-CT系统新方案,现已得到中国发明专利授权,还申报了国际专利。目前1:1样机已建成并调试成功,也正在产业化进程中。

这些年,不时遇到非技术因素强大影响和不公平竞争问题。我常想,能否贯彻“双百方针”,能否允许、鼓励不同理论、技术或方案的存在与发展,对发扬创新精神是最为重要的。针对清华的两种集装箱检测技术,吴仪同志亲口对我说过:“要竞争,要公平竞争、友好竞争。”正因为贯彻了这样的竞争精神,才为国家节约了数以亿计的金钱。当然,如能进一步消除导致不公平竞争的种种因素,将带来更大技术进步和更丰厚的效益回报。

在清华工作,有相当多时间是搞教学、讲课、带实验、指导研究生。与学生相处,既教他们,也受很多启发,我们的科研成果中都包含有他们的贡献。

当选院士,长年的实际工作受到了国家和人民的肯定,心情激奋。但这首先要归功于培养教育我成长的清华大学,归功于我工作了数十年的清华核研院,归功于我的老师、战友和学生,归功于我们的产业合作伙伴。这些年,我们是艰难的,因为曾经遇到各种技术和非技术困难;我们又是幸运的,因为在受到最大压力时,有众多清华教工的同情和帮助,有老一辈科学家的援手,更得到了国务院领导的关怀与支持!

没有国家鼓励自主创新的大环境,没有清华核研院的科学氛围,单靠我们几个人是什么也做不成的。

随着全国科技大会的召开,中华民族迎来

又一个科学春天。面对祖国的召唤,心潮澎湃,我最想说的是:一定遵照党中央指示,振奋精神、开拓进取,努力帮助青年同志健康成长,当好一名积极创新的科技战士。