

为我国核科学献身的无名英雄

——访我国核科学领域计算数学的开拓者金星南研究员



4月3日,一个暖意融融的春日,笔者如约来到中国原子能科学研究院家属区,轻轻敲开了我国核科学领域计算数学的开拓者金星南先生的家门。虽然已是88岁的耄耋老人,金星南先生依然精神矍铄,一副老式眼镜,更显儒雅。客厅书柜里摆满的各类书籍,见证着知识渊博的主人的好学不倦。

生于乱世 立志报国

金星南研究员祖籍江苏青浦县(今上海市青浦区),出身于书香世家,他5岁入私塾读书,1929年进入上海育才中学时年方10岁,1937年考入大同大学数学系。此时的中国已经受到日本帝国主义的全面侵略,全国全面抗战如火如荼。耳闻目睹国人倍受日寇的欺凌,金先生一边埋头苦读,一边暗暗发誓要致力于科学救国。大学期间金先生除了数学专业各科成绩出类拔萃外,他还对物理产生了浓厚兴趣,选修了电磁学、光学、热力学、近代物理学等课程。1941年,金星南大学毕业,血气方刚的金先生在继承中学任教期间,还积极参与一些爱国活动,时常与教师们谈论国内形势和欧洲战场局势,不断坚定报效祖国、为中华民族争气的信念。

1945年8月,美国用原子弹轰炸日本长崎、广岛的事件使金星南极为震惊,他再度深刻体会到了物理学对国家强大的重大意义。他开始利用课余和假期的时间,自学A. J. W. 索末菲(Sommerfeld)的“原子结构及原子光谱”、P. A. M. 狄拉克(Dirac)的“量子力学原理”、G. 伽莫夫(Gamow)的“原子核结构与核蜕变”等著作。

1946年,金星南先生顺利考取了赴法公费留学。为圆强国之梦,他别妻离子,孤身远度重洋,前往法国斯特拉斯堡(Strasbourg)大学攻读博士学位,师从著名理论物理学家J. 伊奉(Yvon)。(伊奉在统

计物理学中曾做出了重要贡献,非平衡统计力学著名的BBGKY方程链的建立中,伊奉的贡献最早¹⁾。)

在法国留学期间,金星南一方面专心致志、刻苦求学,一如既往地严于律己,另一方面还是念念不忘仍处于水深火热之中的同胞们。他多次乘火车去巴黎参加“旅法科学工作者协会”组织的活动,并由此结识了钱三强等一批留法的物理学家。

聊到当时情形,金星南老先生依然是那么激动和兴奋。笔者问金先生:“在法国时,您与钱三强谈过以后打算干什么了吗?”金先生说:“那时候大家心里想的都是同一个问题:凡是中国人,学物理的就得做核研究,这不言而喻。”

1948年末,金星南的导师伊奉调到法国新成立的萨克莱(Saclay)核研究中心工作,他安排金星南继续留在大学,准备博士论文。1949年,金星南顺利获得了博士学位。他在法国进行的核物质理论研究,部分成果发表在法国科学院科学研究报告上。当时,该大学正在筹建一个核研究中心,即后来的CERN(欧洲联合核子中心),核物理学家格洛杰茨基(Gorodetsky)挽留金星南在核研究中心工作。

然而,此时此刻,中华人民共和国诞生了,金星南归国之心愈加迫切。

卧薪尝胆 共铸利剑

归心似箭的金星南不顾法国优厚的待遇和良好的研究条件,怀着满腔报国热情,从法国马赛乘船到香港,又由香港坐一条英国船辗转回到天津,1949年底终于抵达了北京。

顾不上回家与阔别三载的妻儿相见,金星南直接找到了先期回国的钱三强。钱三强高兴地告诉他,中国科学院成立了,正在筹建中国科学院近代物理研究所(中国原子能科学研究院的前身),最后钱三强对他说:“你就去那儿工作吧。”

不久,金星南又见到了彭桓武。他向彭桓武了解

1) BBGKY方程链是统计物理理论的基本方程系列,这个方程链由导出它的五位物理学家的姓氏首字命名,他们分别是N. Bogoliubov(1946),M. Born与H. Green(1949),J. Kirkwood(1935)

了当时国内正在开展的核物理研究领域以及今后的研究计划。一切安排好后,金星南才回上海与家人短暂团聚。1950年2月1日,金星南进入正在筹建的近代物理研究所,并在当天成立了理论物理研究组。当时全组只有3人:彭桓武、金星南和张继恒。作为我国较早涉足核物理理论研究领域的学者之一,金星南在彭桓武的领导下,对氘(2H)、氚(3H),氦(3He 、 4He)等轻核的结合能展开了研究,计算了锂-6和锂-7的结合能。锂-6和锂-7的研究成果均发表在1950年的《中国物理学报》上,这是建国后的我国物理工作者取得的首批研究成果之一,填补了国内空白。金星南还研究了电子-正电子散射以及高能电子与原子核散射问题,这两方面的研究虽然是初步的,但在国内却是开拓性的^[1]。

随着研究所的不断发展扩大,国内外科技人员陆续聚集。王淦昌先生从浙江大学调来,与从美国回来的肖健一起筹建宇宙线实验室。从国外回来的还有邓稼先、郭挺章、朱洪元、黄祖洽、于敏等大学毕业后,也先后调到了该研究所。因为近代物理所与北京大学很近,所以北京大学的胡宁经常来研究所,和朱洪元一起研究有关粒子物理方面的问题。后来北京大学物理系的杨立铭、周光召也经常来近代物理研究所做学术报告。

研究人员多了,当然会有不同的看法。当时大家认为近代物理研究所的理论研究应以理论核物理为主(因为当时我国的主要目标是发展核能事业),这是一致承认的,但是在研究方法上却出现了分歧。有人认为必须以每个人现有的研究工作为重点,从工作中发展。但也有人认为,必须先对世界核物理的发展作全面的调查,然后按当时的发展,再选择课题。因为当时对后一观点没有尝试过,所以大家决定作些尝试。可是半年多的时间过去了,也没有选择到合适的课题。最后,大家商量,还是各人作原来的工作。研究粒子物理的还是研究粒子物理,研究核理论的还是按原来的课题做下去。谈起这段往事,金先生笑着说:“全面调查的工作是不可取的,这是我们失败的经验。不过后来大家在核物理与粒子物理研究上的努力,在理论核物理与粒子物理的研究,填补了我国这两个领域的空白。”

笔者问金先生:“你们当时做原子核物理研究有文献可查吗?”金先生说:“当时核理论与粒子物理公开的期刊有Physical Review, Review of Modern Physics, Nuclear Physics等可查阅,关于核能的文献是不多的。”当时的理论物理研究室经常开会,所有

的疑问、难题都会在讨论会上提出来,大家畅所欲言,谁说的对就听谁的。笔者问金先生:“当遇到无法解决的问题时,会怎么办?”金先生笑着说:“当时的工作是边干边学,摸索前进。工作是有些艰苦,但是这难不倒我们的。”研究所的办公室里都有一块大黑板,大家在一起相互切磋,反复讨论,从不同的意见中发现每一点有价值的东西。

艰苦创业 发展计算数学

1956年,为适应发展我国核工业的需要,所长钱三强决定将理论物理研究室分成4个研究组,即粒子物理理论组、原子核物理理论组、核反应堆理论组和计算数学与计算机组。金星南以全局为重,服从组织安排,担起了筹建计算数学与计算机组的重任。

50年代中期,我国的大学里还没有设立计算数学专业。1956年,所里招收了一批数学系毕业的大学生,金星南整天往图书馆跑,查阅文献,编写讲义,并到中国科学院计算技术研究所学习程序设计(当时全国只有他们一家有计算机,到了80年代,中国原子能科学院才买进一台计算机)。多年的科学知识的积累和刻苦的钻研,使金星南很快地进入了计算数学的研究角色,并开拓了中国核工业的计算数学领域。金星南带领着他的计算数学组的成员开展了输运方程、常微分方程和偏微分方程数值计算方法的研究,对核反应堆工程、同位素分离理论,核反应和核结构理论进行了计算。

核科学涉及物理学的多个分支,定量描述这些分支运动规律的数学问题中,不乏复杂的联立非线性偏微分方程组以及当时文献和资料上查找不到的公式。为了根据实际条件,求解这些问题,他们每天都进行着大量的计算,与繁冗的数据打交道。程序设计好之后,必须要到中科院计算技术研究所进行计算工作。金星南深知大家为计算每一个参数所付出的努力,所以他格外珍惜在计算机上进行工作的机会。由于计算机用户很多,机器计算速度又比较慢,金星南他们的用机时间长,所以常常被安排在夜间上机操作,于是,他们计算数学组就分兵作战,各自攻克自己面对的堡垒。遇到难题时,就聚在一起讨论,计算数学组的办公室的黑板上,一个个公式写上后又擦掉,一个个计算结果算出来又被否定。

计算数学组的研究人员在金星南的领导下,从1956年到1965年的10年间,为核反应堆工程、核潜艇的研制,氢弹理论探索、同位素分离和核试验测

试(与该基地派来的工作人员一起做的)等国防军工任务承担了大量理论计算工作.他们在计算方法方面也取得许多研究成果,这些成果为完成以上任务起了重要作用.特别是蒙特卡罗方法应用于核工业方面,在国内尚属首创.由于他们的努力,这个方法在核工业中得到了广泛的推广和应用.此外,根据他们辛劳工作编写出来并正式以中、英文出版的《克累布施-郭尔登系数表》^[2],成为国内外核理论工作者查阅的重要工具书.

金星南几十年如一日默默无闻地耕耘着,计算数学与计算机组从无到有,从几个人发展到几十人,不断扩展着新的研究领域,金星南为这一学科的发展付出了全部的心血和精力.同时,他为其核工业部门的许多单位,如九院、中国核动力研究设计院,核工业西南物理研究院(前称585所),培养输送了一批又一批的理论计算人才.核工业系统的很多计算人员都是由计算数学与计算机组培养的,为我国核事业的建立和国防尖端科学技术的发展做出了重要贡献.

同位素分离建功 核理论研究创新

金星南在中国原子能科学研究院一干就是40年.他不计个人得失,不求名利地位,一心只考虑国家需要.

1962年的初冬,金星南突然接到了当时是二机部副部长钱三强的电话,钱三强说:“外地的同位素分离厂遇到了一些困难,部领导商定,由你前去支援.”

众所周知,同位素锂6是一种聚变核燃料,是制造氢弹的重要核装料.天然锂包括锂6和锂7两种同位素,锂6仅占7.5%.要制造氢弹,首先要把锂6分离出来,所以核工业部在外地建立了锂同位素分离的车间.

金星南在原子能研究院见到从同位素分离厂来的周修铭,周修铭本来在原子能研究院工作的,后与原子能所核化学室主任刘允斌²⁾一起被分配到同位素厂从事锂同位素分离的工作.

据周修铭说,在同位素分离的级联方程中的非线性项存在着系数 $\alpha - 1 = \sqrt{\frac{\text{元素中重同位素}}{\text{元素中轻同位素}}} - 1$, 对铀来讲这系数为0.006,而对锂为0.080,二者差310倍以上,因此当时唯一能参考的Cohen著的“铀同位素分离”^[3]一书的一些近似方法不能用于锂同

位素分离.

几天之后,金星南去了同位素分离厂,向在那里工作的刘允斌等了解了情况.回京后,金星南在原子能院理论物理室(当时叫四室)成立了锂同位素分离组.金星南从同位素分离厂请来了四位科技人员,又在清华大学招了三位毕业生,作为一小组.计算工作由严柏龄和杨应辉承担.同位素分离的级联方程是非线性微分方程,又由于加原料,取产品等一系列操作边界条件十分复杂.为了找到最佳运行方案,金星南首先深入研究了这种非线性级联理论,经过反复的求解和验证,提出了求解级联方程的方法.首先把级联方程化成差分方程,然后用叠代方法以增加解的精确度.与此同时,严柏龄又加进了计算的追赶方法,以增加计算速度.他们建立的这种求解同位素分离级联方程的方法,称为“叠代追赶法”.这种方法在当时国际公开文献上是没的,完全是金星南小组在同位素分离理论上的一个新创造.经过一年多的计算,1964年,金星南小组完成了计算任务.所得结果指导了生产车间的运行(锂同位素分离,必须由理论作先导,以保证生产上不发生问题),使锂6同位素分离投入了生产.这项工作获得了1978年全国科学大会奖.

金星南等建立的非线性级联理论和方法当时还被应用于我国铀同位素分离.铀-235是制造原子弹的原料,铀同位素分离研究单位的理论计算都是在金星南小组的工作基础上进行的.

值得一提的是,按照当时的保密规定,凡上级交办的军工任务,只应当事人知道,其他人均不得过问.所以金星南接受这个重要任务,很少有人知道.然而我国核科学的奠基人钱三强先生对金星南的这一功绩始终牢记在心,唯恐被人遗忘.终于在他的晚年将此事告诉了挚友彭桓武先生.彭先生在他纪念钱先生的一篇文章中,特别记载了这件事^[4].

1972年,金星南考虑到当时没有具体的应用任务,于是他又回到已中断多年的原子核的基础理论研究上来.他采用 6Li 集团模型对8MeV的 $6\text{Li}(d, dd)\alpha$ 和100MeV及156MeV的 $6\text{Li}(p, pd)\alpha$ 反应进行统一的描述,这一结果第一次于1978年在日本召开的直接核反应机制的国际会议上做了报告,会上人们认为该模型能在较宽的能量范围对两种不同

2) 刘允斌(1925-1967),已故国家主席刘少奇长子,放射化学家,1952年毕业于莫斯科大学化学系,1954年获该校放射化学副博士学位.1957年回国后在原子能所工作,1960年调到同位素分离厂从事同位素分离,1967年11月,因受文化大革命迫害而不幸去世.

的核反应实验结果同时得到很好的符合,是一个成功的模型.后来,金星南又进一步将此模型推广应用于更高能区.金星南参加了于1980年在美国伯克利召开的国际核物理会议、1983年在德国卡尔斯鲁厄召开的国际核少体问题的会议和在意大利佛罗伦萨召开的国际核物理会议;1985年参加在广西南宁召开的国际核少体会议以及在原子能院召开的串列加速器会议;1989年去日本京都参加了国际原子核集团模型会议.在这些会议上,金星南报告了自己的研究结果,结识了很多国际同行并与他们建立了友谊.其中外国学者有 A. Bohr³⁾, 有马朗人(A. Arima)⁴⁾, V. Weisskopf⁵⁾, G. Temmer, K. Wildermuth 等,海外华人学者则有唐尧千,郭子斯等.

与这些朋友的交往中,金先生印象最深的是他与日本理论物理学家有马朗人教授的友谊.有马教授因用群论方法建立了原子核波色子相互作用模型(Intaracting Boson Model,简称 IBM)而闻名于国际物理学界,1982年金星南曾请他来我国讲学.有马教授在原子能院讲了一周课,又去北京大学,江苏苏州大学去讲学.有马不仅是理论物理学家还是诗人,对中国文化十分感兴趣.到了苏州,尽览“家家尽枕河”、“水港小桥多”的绮丽风景,又去安阳参观我国三四千年前的殷墟.临回日本时,有马想买一本王羲之的《兰亭集序》和《李太白诗集》.金星南手头有《兰亭集序》,当即赠送给他.《李太白诗集》一时未能买到,金星南就送了他一部《杜甫全集》.有马临别时还请金星南为他写几句赠送之词,金遵嘱照书.与有马临别前一天,金星南曾诚恳地请教他核理论应在哪方面进行研究,根据当时国际核理论发展趋势,有马建议他可以在超核方面作些研究.于是,金星南开始了超核领域的研究工作,直到离休为止.

襟怀坦荡 赤诚可鉴

金星南先生一生钟爱科学研究,即使70岁离休之后,仍继续开展用超球谐函数对四体问题的研究,编写了“群论讲义”并在核工业部研究生部为研究生讲授泛函分析和群论两门课程.直到心脏病日益严重,在医生的再三劝阻下,才离开讲台.40年来,金星南共发表学术论文80余篇,著、译书5种,培养硕士生和博士生10人.^[1]

笔者问金先生,除了钟情科学研究之外,还有什么其他爱好?金先生笑笑说,从小酷爱文学,从历代的古典文学作品到当代鲁迅、巴金等人的文集,他都

会收集,而且是手不释卷、嗜书如命.现如今虽然已是88岁高龄,仍然每天翻阅李白、杜甫的诗集.

在与金先生交谈的近3个小时中,笔者深切感受到了金先生的谦和、直爽和厚道,以及坦荡的胸怀.每每叙及往事,先生总不时地发出憨厚的笑声;言及名利等相关事情,先生总淡淡一笑,从不考虑工资、住房等问题,一副知足常乐的神气;可说到科学事业、国防事业,金先生神情又是那么庄重、严肃,自始至终,先生那强烈的爱国之情都深深地感染着笔者.

在采访接近尾声时,金先生一改慈祥面孔,神情凝重地对笔者说,他还有两件事情很是牵挂.一是目前核工业总公司对基础研究的经费投入太少了.基础研究是非常重要的,如果不重视基础研究,一个国家的应用发展就会停止不前.短时间内可能看不出效果,5-10年之后,我们与国际水平的差距就会非常明显.金先生说,我们每年真正用到串列加速器的投资才300万,而国家请一个女子足球外籍主教练,一年就要花费25万美元.金先生说,关于经费的投入,核工业总公司恐也无法解决,希望国家领导来关注.先生惦记的第二件事是以前从苏联进口的一些老的设备,比如稳定同位素电磁分离器,如果还有价值,就请有关部门支持,充分利用起来;如果没有应用价值,就决定停止运行.这些从苏联购进的仪器耗电量大,不要白白浪费国家的电力.

核弹动地,卫星惊天.这是一项千百万人参加,有人甚至为此付出生命的英雄事业.这些为国家富强无私奉献的人们的不朽功绩,已成为共和国历史的光辉一页,长传后世.在采访中,金先生反复强调,在这个伟大的集体事业中,他只不过做了很小的一部分,只是一片“绿叶”,报效祖国义不容辞.是的,在那个特殊年代,许多学者义无反顾地投身到国防事业中.他们中有些人被评为中科院院士,有些人

3) A. Bohr (1922 -) 丹麦理论物理学家,因提出原子核集体模型而与 B. Motterson 等共获 1975 年诺贝尔物理学奖

4) 有马朗人(1930 -)日本理论物理学家,他于 1960 年代前后所提出的相互作用波色子模型理论是原子核结构理论的重要基础,曾任日本东京大学校长,理化学研究所理事长、日本文部大臣,日本科学基金主席和科学技术馆馆长.

5) V. Weisskopf (1908 - 2002) 奥地利裔美国理论物理学家,早年师从玻尔、海森堡、薛定谔、泡里等名家,对核理论早期发展有重要贡献.1935 年赴美,曾参与美国曼哈顿计划,是 H. Bethe 主持的原子弹研究理论部的主要理论物理学家.战后积极提倡原子能的和平利用,反对核战争.后长期任欧洲核子研究中心主任,对该中心发展起了重要作用.

