

# 冯康的科学生涯

## ——我的回忆

□ 冯端

今年9月9日是已故中国科学院院士冯康先生诞辰70周年纪念日，在征得他的弟弟——中国科学院资深院士的同意之后，本版发表冯端院士在冯康先生逝世五周年之际撰写的纪念文章。该文从一个侧面反映了冯康院士的思想品格，读来令人感到十分亲切。

冯康逝世到现在已整整五年了，在这里对冯康不加任何头衔，因为一切头衔仅对生者有意义，逝去的科学家则只有以他的工作来面对世界，其他毫无意义。正如我们提到牛顿与爱因斯坦无需加任何头衔一样。冯康的逝世，一代科学大师的殒没，当时仅在我国新闻报道中引起一丝波瀾，和他的科学业绩极不相称。甚至有些他的友好（数学界以外）对他过世竟毫不知晓，许久之后方始获悉他已不在人世了。国内只有计算数学界（多数是他的弟子辈）对于他为我国计算数学事业所做的贡献给予充分的评价，但知晓者几乎全部限于行内。耐人寻味的是，美国科学院院士Lax教授得悉冯康逝世的噩耗后，立即发表悼文，对冯康的科学生涯和业绩作出了全面而中肯的评价，并着重指出“他的声望是国际性的”，惜乎并未广为人知。应该说在1993年冯康虽已“盖棺”，但尚未得到“论定”。不仅如此，对他的飞短流长，亦有所闻。

实践是检验真理的唯一标准。令人欣慰的是，随着时间的推移，冯康的科学业绩愈来愈为人们所认识，其巨大的贡献在众多领域中凸现出来。1997年春菲尔兹奖得主、中国科学院外籍院士丘成桐教授在清华大学所作题为“中国数学发展之我见”的报告中（见中国科学院《科学发展报告1997》），亦见1998年3月11日《中国科学报》）提到，“中国近代数学能够超越西方或与之并驾齐驱的主要原因有三个。当然我不是说其他工作不存在，主要是讲能够在数学历史上很出名的有三个：一个是陈省身

教授在示性类方面的工作，一个是华罗庚在多复变函数方面的工作，一个是冯康在有限元计算方面的工作。”这种对冯康作为数学家（不仅是计算数学家）的高度评价，令人耳目一新。为此，许多人奔走相告产生强烈共鸣，虽则其说法很可能出乎某些人的意料之外。随后1997年底国家自然科学基金一等奖授予冯康的另一项工作“哈密尔顿系统辛几何算法”，这是一项迟到的安慰奖，也是对他的科学业绩进一步的肯定。我以为这些迹象表明了对冯康的科学贡献作“论定”的时机已来到；在过去我一直回避对冯康的科学生涯和贡献发表意见或写文章，因为作为他的亲人难免有偏袒之嫌，相信历史自有公论。现在好在客观的评价已由著名数学家和权威机构给出，再加上我年事已高，有些话不讲出来，也许再没有机会讲了。所以我也避嫌地而且毫无保留地将我对冯康的科学生涯所知道的事实以及我个人的见解，和盘托出，以表达我对冯康的深深地怀念之情，寄托我们的哀思。

### 深厚的文化素养

科学家当然不是天上掉下来的星宿，而是在人间的凡人，通过家庭、学校和社会的培养和锻炼，逐渐成长起来的。作为冯康的亲人，我正好有机会得以就近观察一位杰出的科学家的成长过程，特别是从小学到大学这一阶段。目前素质教育得到社会的大力提倡，冯康的事例对此也有启发。冯康深厚的文化素质要归功于中学教育，他的母校，有名的苏州中学显然起了很大的作用。从家庭角度来说，主要是

提供了宽松的学习环境，一种氛围。“宽松”这一点至关重要，它和当今的情况形成了鲜明的对比。我们的父母亲对子女的教育过程从不横加干涉或插手其间，更不施加任何压力。兄弟姐妹之间，虽有切磋之乐，却从不包办代替。记得冯康刚进初中时，英语遇到困难，由于他在小学一点英语也未学过，而其他同学大多学过英语。问题之解决完全靠他自己的努力，很快就跟上了班，不仅如此，还跃居班上的前列。整个这段时期之内，他是轻松愉快地进行学习，而不是中国传统教育强调的苦学，从来不开夜车（这和他后来的情况完全不同），即使考试时期，亦是如此。当时的中学教育强调“英、国、算”作为基础，这里稍加介绍。

苏州中学是省立中学，英语限于课堂教学，毫无口语的训练。他课堂英语学得不错，而且还注意到课堂外的自学，在高三期间，常将《高中英语选》上的一些文学作品译成中文。我记得一篇幽默文章“闰训”曾发表于杂志“逸经”，另有一篇剧作“月起”，则未发表。抗战初期学校图书馆被炸，他曾在断瓦残垣之间、灰烬之中拾得一本英语残书——《世界伟大的中篇小说集》，他就津津有味地阅读其中的一些篇章，这是他阅读英文书刊的开始。英文报纸和电影也成为他学习英语的辅助手段。后来他曾在许多国际会议上用流利的英语作报告并和外国学者交流。据我所知，他从来没有受过正规的英语口语训练，靠的是中学课堂教学的底子，以及后来的多看多用。至于其它外语，他的俄语受过专门训练，又在苏联住过几年；德语是大学里学的第二外语，可以顺利读书刊；法语是自学的，文革后期还用一套唱片学法语会话。总的来说，他的外语素养是非常突出的，不仅能看狭义的科学文献，而且可以在广泛领域来阅读与科学有关联的著作，涉猎极广，如科学家的回忆录、传记、史料与评述等，使他广阔视野，眼界开阔，因而对科学的见解高

超过人。另一方面，文化的滋润也给他坎坷的生涯中带来了慰藉和乐趣。记得在1944年他卧床不起，前途渺茫之际，他从阅读莎士比亚的“哈姆莱特”的原文中得到了安慰，他大段朗诵其中的诗句与独白，我至今仍忘不了他在重庆沙坪坝的斗室之中深有感触地用英语朗诵，“让受伤的鹿去哭泣哀号，无羞的野兔嬉闹耍玩：有的该守夜，有的该睡觉，——世道就是如此运转。”他从英文中读莎士比亚与吉朋，从俄文中读托尔斯泰，从德文中读茨威格，从法文中读波德莱尔，原汁原汤，当别有滋味。由此涤荡心胸，陶冶情操，开拓视野，使他在最艰难的岁月里，仍然屹然挺立。

谈到中文，他也根底良好。在中学里文言和白话都教，但以文言为主。他能用浅近的文言来写作。记得在文革后期，无书可读，他就买了一套四史（史记、汉书、后汉书、三国志）来消遣。很显然，他的语文素养也在日后的工作发挥了很好的作用。冯康的科学报告，乃至讲课，均因语言生动精炼，逻辑性强，深受听众欢迎。他的文章和讲义，也都反映了这一特点。

至于数学，不仅课堂学习成绩优异，他还参考原版的范氏大代数等国外教本进行学习和解题，应该说他中学数学根底非常扎实。还有值得一提的是，有一本科普著作对他产生的深远影响。在高三时期，他仔细阅读了朱言钧著的“数理丛谈”。朱言钧（朱公谨）是我国前辈数学家，曾在哥廷根大学留学，回国后在上海交大任教。这本书是通过学者和商人的对话来介绍什么是现代数学（其中也提到费马大定理、哥德巴赫等问题），这本书有很强的感染力，使冯康眼界大开，首次窥见了现代数学的神奇世界，深深为之入迷。据我观察，这也许是冯康献身数学立志成为数学家的一个契机。当然，道路并不是笔直的。

（待续）

（作者单位：南京大学物理系、固体微结构物理国家重点实验室）

# 冯康的科学生涯

(之二)

冯端

(接上期)

## 宽广的专业基础

冯康的大学生涯一波三折,受到人们的关注。正如 Lax 教授所述“冯康的早年教育为电机工程、物理学与数学,这一背景微妙地形成他后来的兴趣。”点出了相当关键的问题。作为应用数学家而言,工程和物理学的基础是至关重要的。冯康的经历可以说是培养应用数学家的最理想的方式,虽然这并不是有意识的选择与安排,而是在无意中碰上的。1938 年秋他随家迁至福建,有半年在家中自学,读的是萨本栋的《普通物理学》。1939 年春去僻处闽西北邵武的协和学院数理系就读。1939 年夏又考上了中央大学电机系。这可能和当时的时代潮流有关。电机工程被认为是最有用的,又是出路最好的。当时学子趋之若鹜,成为竞争最激烈最难考的系科。他也有青年好胜心,越是难考的,越想要试一试。另外,大哥冯焕(他是中央大学电机系毕业生)的影响也可能是一个因素。这样他就以第一名的成绩考入中大电机系。入学之后逐渐感觉到工科似乎还不够味,不能满足他在智力上的饥渴感。于是就想从工科转理科,目标定为物理系。由于提出的时间过迟,到二年级尚未转成,就造成并读

两系的局面,同时修习电机系与物理系的主课。结果是负担奇重,对身体产生不利影响,此时脊柱结核已初见征兆。从有益方面来看,这样一来他的工科训练就比较齐备了。在三、四年级,他几乎将物理系和数学系的全部主要课程读完。在此过程中,他的兴趣又从物理转到数学上去了。值得注意的是 40 年代正当数学抽象化的高潮(以 Bourbaki 学派为其代表),这股潮流也波及中国大学中有志数理科学的莘莘学子,他们存在不切实际的知识上的“势利眼”,理科高于工科,数学在理科中地位最高,而数学本身也是愈抽象愈好。冯康之由工转理,从物理转数学,而且在数学中倾向于纯粹数学,正是这种思潮的体现。他在学科上兜了一个圈子,对他以后向应用数学方向发展,确有极大的好处。试想当初如果直接进数学系,虽然也要必修一些物理课程,由于上述的心理障碍,必然收效甚微,物理如此,更何况工程了。当前拓宽大学专业的呼声又甚嚣尘上,冯康的事例对此可以给予一些启迪。

冯康在大学读完不久,以脊柱结核发病,由于无钱住院治疗,就卧病在家。1944 年 5 月到 1945 年 9 月这是他一生中最困难的时期。在病床上他仍孜孜不倦地学习现代数学的经典著作,由我亲自经手向中大图书馆借阅 Springer 出版的黄皮

书,数量不少,十几本,就我记忆所及,有 Hausdorff 的集合论, Artin 的代数学等,此外还有市面买得到的影印书,如 Weyl 的“经典群”, Pontryagin 的“拓扑群”等。冯康昼夜沉溺其中,乐此而不疲,使他忘却了切身的病痛和周围险恶的环境。这种数学上的 Liberal education,既进一步巩固基础,并和当代的新发展前沿衔接起来了,使他对现代数学的领悟又上了一个台阶。1946 年夏,伤口居然奇迹般地愈合,能站起来了,随后他到复旦大学任教,他仍坚持不懈地自学。

## 一个数学家成长的道路

从 1947-1957 年这相当于一一般人的研究生和博士后的阶段。1947 年初,冯康到清华大学任教之后,就不再是一个人的自学了,参与了数学的讨论班,先后受到陈省身、华罗庚等名家的教诲。1951 年到苏联 Steklov 研究所进修,他的导师是世界知名的数学家 Pontryagin。受到这么多数学大师的亲自指点,确实是极其难得的机会。这段时期内冯康也发表一些论文,“最小几乎周期拓扑群”等,表明他具备进行数学研究的能力。留苏回来后,又将注意力集中在广义函数理论上,因为物理学家习用德耳塔函数,电机工程师习用运算微积分,虽然行之有

效,但缺乏巩固的数学基础。Schwartz 的分布论一出,就弥补了这一缺陷,广义函数论,应运而生。Schwartz 的工作得到冯康的赞赏,随即写出长篇综述文章,并开始在这一领域工作。到 1957 年,冯康已经是一个成熟的数学家。研究工作已牛刀小试,更加突出的是他对数学具有非凡的 taste,即眼光,或鉴赏能力。但应当承认,在纯粹数学中冯康尚未充分发挥其所长,成果尚不够丰富和突出,给人以厚积薄发的印象。

1957 年由于工作需要,将他调去搞计算数学,进入这一全新的领域,对他来说,既是挑战又是机遇。这样一来,他的优势,深通物理和工程就能够充分发挥出来了,而纯粹数学的素养又使他有别于其他应用数学家。还有,这是一门全新的交叉科学,完全向能力开放,没有任何碍事的“权威”,像一张白纸,可以不受任何限制地画出最新最美的图画。显然开拓新的领域,既需要过硬的工作能力又需要具有高度的识别能力,这两者冯康都具备,终于使他成为“眼高手亦高”的大师。当然这需要艰辛的工作;不但自己要学习,还要练兵和带兵,训练出一支过硬的研究工作的队伍。

(待续)

(作者单位:南京大学物理系,固体微结构物理国家重点实验室)

# 冯康的科学生涯 (之三)

□ 冯 端

(上接 8月12日第2版)

## 两次重大的科学突破

在科学上做出重大突破,往往是可遇而不可求的。眼光、能力和机遇,三者缺一不可。冯康在一生中实现了科学上的两次重大突破,是非常难能可贵的,值得大书一笔。一是1964—1965年间独立地开创有限元方法并奠定其数学基础;二是在1984年以后创建的哈密尔顿系统的辛几何算法及其发展。当前科学上创新的问题成为议论的焦点,不妨以冯康这两次突破作为科学上创新的案例,特别值得强调的是,这两次突破都是在中国土地上由中国科学家发现的。对之进行认真的案例分析,尚有待于行家来进行。我只能围绕这一课题,谈些外行话。

值得注意,这两次突破之所以能实现,不仅是得力于冯康的数学造诣,还和他精通经典物理学和通晓工程技术密切相关。科学上的突破常具有跨学科的特征。另一点需要强调的是在突破之前存在有长达数年的孕育期。需要厚积而发,急功近利的做法并不可取。开创有限元方法的契机来自国家的一项攻关任务,即刘家峡大坝设计中包括的计算问题。面对这样一个具体问题,冯康以敏锐的眼光发现了一个基础问题。他考虑到按常规来做,处

理数学物理离散计算方法要分四步来进行:即(1)明确物理机制,(2)写出数学表述,(3)采用离散模型,(4)设计算法。但对几何和物理条件复杂的问题,常规的方法不一定奏效。因而他考虑是否可以越出常规,并不先写下描述物理现象的微分方程,而是从物理上的守恒定律或变分原理出发,直接和恰当的离散模型联系起来。在过去 Euler、Rayleigh、Ritz、Polya 等大师曾经考虑过这种做法,但这些都是电子计算机出现之前。结合电子计算机计算的特点,将变分原理和差分格式直接联系起来,就形成了有限元方法,它具有广泛的适应性,特别适合处理几何物理条件复杂的工程计算问题。这一方法的实施始于1964年,解决了具体的实际问题。1965年冯康发表了论文“基于变分原理的差分格式”,这篇论文是国际学术界承认我国独立发展有限元方法的主要依据。但是十分遗憾的是,对冯康这项重大贡献的评价姗姗来迟,而且不够充分。在70年代有限元方法重新从国外移植进来,有人公开在会议上大肆讥笑地说“居然有这样的奇谈怪论,说有限元方法是中国人发明的。”会上冯康只得喋口无语,这个事实是冯康亲自告诉我的。后来国际交往逐渐多起来了,来访的法国数学家 Lions 和美国数学家 Lax 都异口同声地承认冯康独

立于国外发展有限元方法的功绩,坚冰总算打破了。但这项工作仅获得1982年国家自然科学二等奖。冯康得悉这一消息后非常难过,这是可以理解的,因为他对科学成果的估价具敏锐的眼光,曾打算将申请撤回,由于种种原因而未果。

文革以后,他虽然继续在和有限元有关的领域进行工作,也不乏出色的成果,例如间断有限元与边界归化方法等,但他也就开始在搜寻探索下一次突破的关口。他关注并进行了解处在数学与物理边界区域中的新动向,阅读了大量文献资料。有两篇介绍性的综述文章可以作为这一搜索过程的见证:“现代数学中的一些非线性问题”与“数学物理中的反问题”。文革后期一直到80年代中他经常和我谈论这方面的问题:诸如 Thom 的突变论,Prigogine 的耗散结构,孤子, Radon 变换等。这种搜索过程,有点像老鹰在空中盘旋,搜索目标,也可以比拟为“独上高楼,望尽天涯路”。70年代 Arnold 的“经典力学的数学问题”问世,阐述了哈密顿方程的辛几何结构,给他很大的启发,使他找到了突破口。他在计算数学中的长期实践,使他深深领悟到同一物理定律的不同的数学表述,尽管在物理上是等价的,但在计算上是不等价的(他的学生称之为冯氏大定理),这样经典力学的牛顿方程、

拉格朗日方程和哈密顿方程,在计算上表现出不同的格局,由于哈密顿方程具有辛几何结构,他敏锐地察觉到如果在算法中能够保持辛几何的对称性,将可避免人为耗散性这类算法的缺陷,成为具有高保真性的算法。这样他就开拓了处理哈密顿系统计算问题的康庄大道,他戏称为哈密顿大道(The Hamiltonian way),在天体力学的轨道计算,粒子加速器中的轨道计算和分子动力学计算中得到广泛的应用。这项成果在1991年国家自然科学奖评议中评为二等奖,冯康获悉后撤回申请。直到1997年底,在冯康去世四年之后,终于授予了国家自然科学一等奖。

我在此提到冯康的成果评奖问题,并不是要非难评奖的机构或评委,而是强调对创新成果进行正确评价是一件极其困难的事情。我个人也多次参与国家自然科学奖的评议工作,也深体会到评议者的难处。值得注意的是即使是享有盛誉的诺贝尔奖,也遭受许多人的议论。而时间也是一个重要因素,经过时间的淘洗,问题就看得清楚了;昔日曾获高奖的项目,今天看来,有些尚保留其价值,有些已有昨日黄花之感。“岁寒而知松柏之后凋也”,信然。

(待续)

(作者单位:南京大学物理系,固体微结构物理国家重点实验室)