

# 冯康生平

## 目 录

1	冯康的科学生涯——我的回忆	2
1.1	深厚的文化素养	3
1.2	宽广的专业基础	4
1.3	一个数学家成长的道路	5
1.4	两次重大的科学突破	5
1.5	一个大写的人	7
2	冯康	9
2.1	生平事迹	9
2.2	学术成就	12
2.2.1	拓扑群和广义函数研究	12
2.2.2	有限元方法	13
2.2.3	Hamilton 系统的辛几何算法	14
2.2.4	自然边界归化思想	15
2.3	人才培养	16
2.4	冯康主要论著	18
3	纪念冯康先生	20

冯康是新中国第一流的数学家之一。关于他的生平介绍,网上已有不少,但多为扫描版,有的还模糊不清、不易辨认。这里选择了几篇有代表性的文章,进行OCR、录入以及校对后,汇成一小册,仅供个人学习参考(若有错漏,恳请来信指出)。关于冯康学术和生平的官方信息请参考[中科院网站](#)上的相关内容。

— 编者 (5070319@qq.com)

2020.01.03 — 2020.01.07

## 1 冯康的科学生涯——我的回忆<sup>1</sup>

# 冯康的科学生涯——我的回忆

冯端<sup>2</sup>

今年9月9日,是已故中国科学院院士冯康先生诞辰79周年纪念日,在征得他的弟弟,中国科学院冯端院士的同意之后,本版发表冯端院士在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。

— 本报编者

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粼,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主要的原因有三个,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”的时机业已来到。在过去我一直回避对冯康的科学生

<sup>1</sup>本文于 1999 年 8 月 11, 12, 16, 17 日共分四次连载于《科学日报》。

<sup>2</sup>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。

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。所以我也不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。

## 1.1 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”这一点关至重要,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。

苏州中学是省中立学,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“闺训”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、灰烬之中拾得中一本英语残书——《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,可顺利阅读书刊;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,使他广阅世面,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生涯中带来了慰藉和乐趣。记得在1944年他卧床不起、前途沙茫之际,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,无恙的野兔嬉闹耍玩: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,当然别有滋味。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,无可书读,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,也反映都了这一特点。

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。还有值得提一的是,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神奇的世界,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。

## 1.2 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。从有益的方面来看,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,由于上述的心里障碍,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,以脊椎结核发病,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,此外还有市面上买得到的影印书,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,他仍然坚持不懈地自学。

### 1.3 一个数学家成长的道路

从 1947-1957 年这相当于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如“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  $\delta$  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。研究工作已小试牛刀,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。这当然需要艰辛的工作,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。

### 1.4 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取可。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。面对这样一个具体实际问题,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、Pólya 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,特别适合于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。”会上冯康只得噤口无语,这个事实是冯康亲口告诉我的。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,这是可理解以的,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,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。有两篇介绍性综述的文章可以作为这一搜索过程的见证:“现代数理科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,孤立子,Radon 变换等。这种搜索过程,有点像老鹰在天空中盘旋,搜索目标,也可以比拟为“独上高楼,望尽天涯路”。70 年代 Arnold 的“经力学典的数学问题”问世,阐述了哈密尔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尔顿方程,在计算上表现出不同的格局,由于哈密尔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尔顿系统计算问题的康庄大道,他戏称为哈密尔顿大道 (**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。

## 1.5 一个大写的人

最后,我想将主题从科学转到人。冯康是一位杰出的科学家,也是一个大写的人。他的科学事业和他的人品密切相关。一个人的品格可以从不同侧面呈现来:在他的学生眼里,他是循循善诱,不畏艰辛带领他们攀登科学高峰的好导师;在他同事眼中,他是具有战略眼光同时能够实战的优秀学科带头人。熟悉他的人都知道,他工作起来废寝忘食,他卧室的灯光经常通宵不熄,是一心扑在科学研究上的人。在 Lax 教授眼中,他是“悍然独立,毫无畏怯,刚正不阿”的人。这个评语深获吾心,谈到了冯康人品中最本质的问题。我想引申为“独立之精神,自由之思想”(这是陈寅恪对王国维的评语)。和他近七十年的相处中,正是这一点给我印象最深;他不是唯唯诺诺,人云亦云,随波逐流之辈。对许多事情他都有自己的看法和见解,有许多是不同于流俗的。在关键的问题上,凛然有“三军可以夺帅,匹夫不可夺志”的气概。从科学工作到做人,都贯彻了这种精神。下面随便举几例子来阐述这一点。

冯康亲身受教于三位世界级的数学大师:陈省身、华罗庚和 Pontryagin。他们的风格和领域迥然不同。三人都有极其宽广的研究领域,只要从中选择一个角落从事研究的话,就能做出很出色的工作,成为优秀的数学家。冯康除了早期拓扑群的工作显示了 Pontryagin 的影响外,在他成熟时期的重要工作都是独来独往,完全是他自己独立发展起来的,真正体现了“独立之精神,自由之思想”。

疾恶如仇是冯康一贯的基本品格。他很早就接触到 Pontryagin 的工作,后来知道此人是全盲之人,更是充满景仰之情。到苏联之后拜之为师,体现了一种英雄崇拜的心情。关系一直不错,回国后冯康还译其著作为中文。在 80 年代初 Pontryagin 曾卷入苏联数学界反犹的风波,为人诟病,也导致冯康的不满。这充分体现了“我爱我师,更爱真理”这种大公无私的高贵品格。

在 80 年代中关于我国电子计算机事业如何发展引起了科学界的关

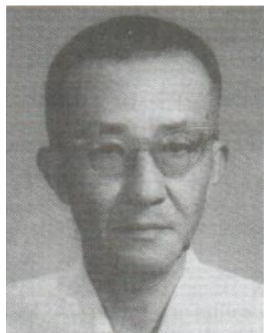
注,曾经就此展开了多次讨论。冯康总是旗帜鲜明地提出自己的观点。他认为微机问世之后,计算机发展的形势大变,未来肯定是微机的天下。我国应该看到这一发展趋势,及时采取适当的措施,集中力量重点来发展微机。这种得风气之先的观点,经过历史的检验,被证明是正确无误的了,也已成为大家共识。但当时他还为此得罪了很多。这类事例还很多,但无需一一列举了。

值此纪念冯康逝世五周年,诞生 78 周年之际,我认为特别值得宣扬和表彰的就在于冯康一生所体现的“独立之精神,自由之思想”。现在大家都在谈论科学创新的问题。科学创新需要人才来实现,是唯唯诺诺,人云亦云之人呢?还是具有“独立之精神,自由之思想”之人呢?结论是肯定的。科学创新要有浓厚的学术气氛,是“一言堂”,还是“群言堂”,能否容许“独立之精神,自由之思想”发扬光大又成为关键的问题。冯康离开人间已五年了,他的科学遗产为青年一代科学家所继承和发展,他的精神和思想仍然引起人们关注、思考和共鸣。他还活在人们的心中!



# 冯康

余德浩<sup>4</sup>



冯康 (1920~1993), 浙江绍兴人。数学家。中国计算数学与科学计算的奠基人和开拓者之一。1944 年毕业于重庆中央大学物理系, 先后到复旦大学、清华大学物理系及数学系任教。1951 年到中国科学院数学研究所工作, 不久被选送赴苏联留学, 1953 年因病提前回国。1957 年由数学研究所调入计算技术研究所, 由纯粹数学转向计算数学与应数学用研究。其主要学术贡献为独立于西方建立有限元方法和 Hamilton 系统的辛几何算法。曾任国务院学位委员会委员, 中国科学院计算中心主任, 中国计算数学会理事长, 国家攀登计划项目首席科学家,《计算数学》、*Journal of*

*Computational Mathematics* 等 4 刊主编及国内外多个学术刊物编委, 并获得国家自然科学一等奖等多项奖励。1980 年当选中国科学院学部委员 (院士)。

### 2.1 生平事迹

冯康, 1920 年 9 月 9 日出生于江苏南京。祖籍浙江绍兴, 祖上为“师爷”世家。父亲冯祖培曾任县知事、省厅局科长及秘书, 常年在外。母亲严素卿操持家务, 抚养子女。冯康有兄、姐、弟各一, 名冯焕、冯慧、冯端。冯康 6 岁迁居苏州, 在苏州中学读书成绩优异, 特别对数学和物理有浓厚兴趣。由于自幼受到苏州秀丽风光和深厚文化熏陶, 他对苏州有特殊的感情, 一谈起苏州便兴致勃勃, 如数家珍。苏州人文荟萃, “明多清状元, 当代出院士”, 他常自己以是苏州人而自豪。

冯康的大学时代是重庆在过度的。抗日战争开始不久, 他从沦陷区转到后方。1939 年考入由南京内迁的中央大学电机系, 后转物理系。他勤奋好学, 兼修电机、物理、数学三系主课, 成绩优异。当时环境恶劣, 条件艰苦, 更为不幸的是他在临近毕业时得了重病, 经诊断为脊椎结核, 需住院治疗。但此时他父亲已去世, 家境贫寒, 无钱住院, 只能回家养病。因恶疾

<sup>3</sup>本文摘自《20 世纪中国知名科学家学术成就概览·数学卷·第二分册》, 科学出版社, 2011。

<sup>4</sup>1945 年 4 月 8 日生于浙江宁波鄞县。计算数学家。1967 毕业于中国科学技术大学数学系。1978 年起师从冯康院士, 1984 年获理学博士学位。先后在中国科学院计算中心、计算数学与科学工程计算研究所、数学与系统科学研究院任研究员、博士生导师。曾获得国家自然科学二等奖, 以及“做出突出贡献的中国博士学位获得者”, 国家级“有突出贡献的中年专家”等称号, 享受政府特殊津贴。

缠身,伤口流脓,他卧床不起,非常痛苦,只有母亲在床边照顾。冯康意志坚强,求知欲极其旺盛,在患病期间仍让胞弟为他借书,其中包括施普林格出版社出版的许多艰深难读的数学专著。正是通过在病床上苦读“黄皮书”,他打下了深厚扎实的数学基础。一年后,冯康能够起床下地,但终究因未得到很好治疗,落下了严重的后遗症。

1944年冯康于中央大学物理系毕业。次年9月经中央大学介绍,病体初愈便到复旦大学物理系任助教,不久转清华大学物理系任助教,一年半后又转数学系任助教。1949年初北京解放,稳定的环境使他得以全身心地投入到基础数学的研究中。他解决了极小殆周期拓扑群的表征问题,发表了论文,崭露头角。1951年中国科学院组建数学研究所,他被选调到所任助理研究员,与关肇直、田方增同在泛函分析组。此后不久,他又被选为留苏研究生,赴莫斯科斯捷克洛夫数学研究所,师从著名数学家 Pontrjagin。但遗憾的是,不到一年,他旧病复发,住进了结核病院,然后在1953年底提前回国,继续在中国科学院数学研究所工作。在此期间他得到华罗庚所长启发指导,开展了当时国际上刚刚兴起的广义函数研究,先后发表了《广义函数论》、《广义函数的泛函对偶关系》和《广义梅林变换》三篇论文。这些工作现在已成为经典。

20世纪40年代中期电子计算机问世时,华罗庚正在美国,曾对此给予极大关注。1950年华罗庚回国,次年组建中国科学院数学研究所并任所长,随后即着手筹备计算机小组。1956年国家制定《1956~1967十二年科学技术发展规划》,计算机被列为六项重点之一,要采取紧急措施保证发展。当年成立了中国科学院计算技术研究所,肩负研制出我国第一台电子计算机和利用电子计算机完成国防建设与国民经济中亟待解决的重大问题两项任务。计算所下设三个研究室,一室、二室负责整机与元件研究;三室从事计算数学与科学工程计算研究。当时三室主任由北京大学徐献瑜兼任,张克明任副主任。

1957年是冯康术学生涯中的重要年份。他听从了华罗庚的建议,将研究方向由纯粹数学转向应用数学和计算数学,并于1957年初调到计算所三室工作,负责筹组并培训计算数学的研究队伍。由于既有物理工程背景,又有深厚的数学功底,他在新的研究领域中如鱼得水,充分发挥了聪明才智,完成了许多国家下达的计算任务,实现了计算方法的重要创新,培养了一大批青年科学计算人才。当1958年8月我国第一台电子计算机103机试制成功后,他立即组织人员编写程序上机算题。在各课题组解题过程中,冯康总是亲自讲解有关物理、力学知识和计算方法,亲自知道指定计算方案,帮助克服计算难点,与大家一起夜以继日地工作。到1959年底,冯康带领三室的研究人员共完成了82项计算任务,包括气象、水利、公路、桥梁、铁道、航运、建筑、冶金、石油、机械、航空、核能、大地测量、电子技术等部门提出的许多亟待解决的计算课题。

1961年冯康又建议在完成实际计算任务的同时要开展理论研究。这既是完成国家任务的客观要求,也是队伍建设的自身需要。三室成立了第七研究组,侧重于理论研究。冯康本人也深入到各课题组指导并带动各组在完成实际任务中开展理论研究工作。特别地,水坝任务组在冯康指导

下,在 20 世纪 50 年代末到 60 年代完成的几十个水坝应力计算任务的过程中,独立于西方创造了一整套解微分方程边问题的计算方法。1965 年冯康在《应用数学与计算数学》杂志上发表了题为《基于变分原理的差分格式》的著名论文,奠定了有限元方法的数学理论基础。在此期间,冯康也大力推广有限元方法的应用,为全国许多单位培养了近百名计算数学人才。

不幸的是,1966 年的“文革”动乱中断了冯康的研究工作。他受到了强烈冲击和不公正待遇,身陷“牛棚”不能参加科研,精神几近崩溃。于是他逃出“牛棚”,到了苏州,因难舍家乡秀丽风光,在苏州流连数日,恰好被单位里搞“外调”的年轻人发现,随后被“押送回京”。据说他在住“牛棚”时也曾被有心人“罚”他推导公式,解决难题,这正投其所好。

1978 年改革开放,迎来科学的春天。冯康精神焕发,宏图大展。他主持成立中国科学院计算中心,担任首届主任。他与其他几位老一辈专家一起组织了全国计算数学学会,先后任副理事长、理事长、名誉理事长;他创办了《计算数学》、《数值计算与计算机应用》、*Journal of Computational Mathematics* 及 *Chinese Journal of Numerical Mathematics and Applications* 四个学术刊物,亲自担任主编。1978 年我国恢复招收研究生,他亲自命题判卷,从大量考生中选拔研究生。1981 年国家成立国务院学位委员会,他连任三届委员,直至去世。他也是国务院学位委员会批准的首批博士生导师之一。

冯康非常关注中国计算数学和科学计算事业的发展。1986 年,在国家制定“七五”高科技发展规划时,他获悉规划初稿中没有列入发展科学计算相关的内容,便联合其他科学计算专家,于 4 月 22 日写了“紧急建议”,提交给国务院有关领导。他将美国著名数学家 P. Lax 等给美国总统写的报告中的重要内容翻译成中文,作为建议书的附件。冯康的报告引起了国务院领导的关注,李鹏副总理约见了冯康和周毓麟两位专家,采纳了上述建议。此后,冯康又与赵访能、周毓麟、应隆安建议建立国家科学计算实验室。这一建议后来也被采纳。1991 年,首批国家重点实验室成立并获得世界银行贷款支持,其中就有“科学与工程计算国家重点实验室”,冯康亲任学术委员会主任。同年,国家科委组织国家基础研究重大关键项目即“攀登计划”项目,在首批项目中,就有冯康建议的“大规模科学和工程计算的方法与理论”,他被任命为首席科学家。1997 年,该项目被列入国家“九五”、“攀登计划”预选项目,随后于 1999 年“大规模科学计算研究”被列入“国家重点基础研究发展规划”,即“973 计划”项目,这一项目在 2005 年又更名为“高性能科学计算研究”,继续得到支持。

冯康在一次短暂的婚姻后,长期独身,直到 1987 年才第二次结婚。他生活极其简单,研究工作是他的最大乐趣。1993 年 8 月 10 日是冯康繁忙而不幸的一天。为纪念有限元方法发展 50 年,国际上的一些著名专家请他提供 1965 年那篇以中文发表的著名论文的英文译文,他要校对已由留美青年学者翻译的文稿;他也要关注即将在北京香山召开的华人青年科学计算会议,亲自参与会议的组织安排;他又获悉世界工业与用应数学会已邀请他在 1995 年会议上作大会报告。因此他非常兴奋。在结束了一天的工作后,他准备沐浴休息。但非常不幸的是,当家属发他现倒在浴缸旁边

昏迷不醒,再请所里来人把他送到医院时,已经是后半夜了。此后他几乎一直处于昏迷状态。据当时任所长的崔俊芝回忆,住院期间冯康曾有过短时间的清醒,曾问起香山会议开幕的情况。由此可见他在弥留之际仍关注着科学计算青年人才的成长。

1993年8月17日,冯康住院一周,终因后脑蛛网膜大面积出血,抢救无效,不幸逝世,享年73岁。在获悉他去世的消息后,美国科学院院士 P. Lax 在美国《工业与应用数学新闻》(*SIAM News*, 1993)上发表了悼念文章,同时刊登了冯康在美国讲学的照片。在文章结尾他满怀深情地写道:“冯康的声望是国际性的,我们记得他瘦小的身材,散发着活力的智慧的眼睛,以及充满灵感的脸孔。整个数学界及他众多的朋友都将深深怀念他。”

## 2.2 学术成就

冯康的学术成就是多方面的。下面仅就四个方面作简要介绍。

### 2.2.1 拓扑群和广义函数研究

在1957年以前冯康主要从事基础数学研究,在拓扑群理论、广义函数论、广义 Mellin 变换等方向,都做出了重要的工作。冯康最早研究辛群的生成子和四维数代数基本定理的拓扑证明,接着研究殆周期拓扑群理论。这一理论是由 von Neumann 在1934年创始的。1936年 Freudenthal 和 Weil 解决了最大殆周期群问题。1940年 Neumann 和 Wigner 对于极小群的研究做出了重要贡献,但其表征问题一直没有解决。冯康在1950年发表了《最小殆周期拓扑群》一文,阐明其相当于根本不封闭和不可换群等特征,给出了单连通李群是最小殆周期群的充要条件,并得到对线性李群而言,最小殆周期性可由局部完全决定。该文还列举了若干最小殆周期群的实例,并应用最小殆周期性证明了一个关于复数李群的定理。

冯康对基础数学的另一个重要贡献是对广义函数的研究。广义函数理论最早由 Sobolev 建立(1936, 1950),然后 Schwartz 改进和发展了这一理论(1951),Gelfand 及 Shilov 又推广了这一理论(1953)。广义函数论一出现便引起世界科学界的极大重视,冯康则是最早注意到数学的这一重大发展的中国数学家之一。他于1954年投身于这一研究领域,于1955年发表了题为《广义函数论》的长篇综述论文,其中也介绍了他自己的部分最新研究成果。这一论文大大推动了我国学者对广义函数论的研究及应用。

1957年冯康发表了《广义函数的泛函对偶关系》一文,建立了广义函数中离散型函数(Dirac- $\delta$  函数及其导函数)与连续型函数之间的对偶定理。同年,在华罗庚建议下,建立了广义 Mellin 变换理论,发表了《广义梅林变换》一文。这一理论对于偏微分方程和解析函数论均有应用。国外迟至60年代才有类似工作。

### 2.2.2 有限元方法

20 世纪 50 年代末,冯康研究组承担了一系列大型水坝的计算任务。为了克服传统的差分方法难以处理几何与材料复杂性的困难,冯康、黄鸿慈等从 1960 年起开展了椭圆型方程计算方法的系统研究。在大量计算实践的基础上,通过系统的理论分析及总结,把变分原理与剖分逼近有机结合,把传统上对立而各具优点的差分法与能量法辩证统一,冯康等人创始了有限元方法,形成了标准的算法形态,编制了通用的计算程序,及时解决了当时我国最大的刘家峡水坝的应力分析问题。1965 年冯康发表了《基于变分原理的差分格式》一文,在极其广泛的条件下证明了方法的收敛性和稳定性,奠定了有限元方法的严格的数学基础,也为该方法的实际应用提供了可靠的理论保证。该文的发表是我国独立于西方创始了有限元方法的标志。

有限元方法是求解以偏微分方程描述的连续体问题的一种离散化方法。冯康将其要点归纳为“化整为零、截弯取直、以简驭繁、化难于易”,其基础为变分原理及剖分插值。一方面,它是传统的能量法的一种变形;另一方面,则又与差分方法有相通之处。这是两类方法相结合取长补短进一步发展的结果。它有很广的适应性,特别适合于几何、物理条件比较复杂的问题,且便于程序标准化。对固体力学和其他椭圆型方程计算问题,有限元方法在解题能力、计算效率和理论保证诸方面都超过了传统的方法。

尽管“文革”动乱一度中断了冯康的研究工作,但他的研究小组仍在那一时期应用有限元方法解决了国防建设和国民经济中数十个重大计算课题,并做了大量推广应用工作。从 1972 年起,,冯康小组举办了数十次报告会,听讲者达数千人。他们还承担了大量咨询服务,提供资料和程序,有力地推进了有限元方法的发展和应用。今天,几乎所有从事科学与工程计算的部门都在应用有限元方法,有限元方法已经成为一项生产力,并被写进理工科大学必修课程的教科书。

有限元方法的创始是当代计算方法进展的一个里程碑,意义重大,影响深远。中国学者对创始有限元的贡献也得到了国际公认和高度评价。1976 年美国科学院发表了由副院长 Maclane 率领的数学代表团的“访华报告书”,其中写道:“特别要提到的是,1965 年冯康独立发现有限元方法,这一项工作在西方被忽视了,大概因为它发表在一种从来没有被译成英文的比较新的杂志上的缘故。”1981 年法国数学家 J. L. Lions 也指出:“中国学者在对外隔绝的环境下独立创始了有限元方法,在世界上属最早之列。今天这一贡献已为全人类所共享。”美国数学家 P. Lax 则于 1993 年冯康去世后在 *SIAM News* 上写道:“冯康独立于西方平行地创造了有限元方法理论,在方法实现及创建理论基础两方面均有建树。”

冯康等人的这一研究成果获得了 1978 年全国科学大会重大成果奖和 1980 年国家自然科学二等奖。

### 2.2.3 Hamilton 系统的辛几何算法

早在 20 世纪 60 年代,冯康就曾说过:“我的计算数学研究不是从阅读别人的论文开始的,而是从工程或物理原理出发的。”他在成功地创始有限元、解决了椭圆型问题的数值方法以后,又开始考虑如何有效求解动态问题,特别是如何保证长时间计算的可靠性。他发现传统的算法除少数例外,几乎都不可避免地带有耗散性等歪曲体系特征的缺陷。针对 Hamilton 体系的计算方法仍是空白这一情况,他于 1984 年系统提出了辛几何算法,开辟了又一个有广阔应用前景的研究领域。

1991 年春,冯康应邀在中国物理学会年会上做了一个非常精彩的报告。针对物理学家关注的问题,他提出:“在遥远的未来,太阳系呈现什么景象? 行星将在什么轨道上运行? 地球会与其他星球相撞吗? 有人认为,只要利用牛顿定律,按现有方法编个程序,用超级计算机进行计算,花费足够多的时间,便可得到答案。但真能得到答案吗? 得到的答案可信吗? 实际上对这样复杂的计算,计算机往往得不出结果,或者得出完全错误的结果。每一步极小的误差积累可能会使计算结果面目全非! 这是计算方法问题,机器和程序员都无能为力。”这正是他要进行辛几何算法研究的原因。

动力系统问题完全不同于椭圆边值问题,已有的计算方法已不能很好解决此类问题。冯康在不断探索的过程中体会到,同一物理过程的各种等价的数学表述可能导致效果不同的计算方法。有限元对椭圆边值问题的成功是因为选择了适当的力学体系和数学形式。有限元不能很好解决动态问题则是因为 Lagrange 力学体系不能很好反映其本质特性。于是冯康回到了物理原理,想到了 Hamilton 力学体系。他发现,唯有这一力学体系才是可供选择的研究动态问题的最适当的力学体系。冯康以他特有的数学直觉抓住了设计 Hamilton 系统数值方法的突破口——辛几何方法,经过十余年坚持不懈的努力,取得了丰硕的成果。

冯康提出的这一新算法在保持体系结构、稳定性与长期跟踪能力上具有独特的优越性。他的开创性工作带动了国际上一系列研究,并在天体力学、分子动力学、大气海洋数值模拟等领域得到了成功应用。深入的理论分析和大量的数值实验令人信服地表明,辛算法解决了久悬未决的动力学长期预测计算问题。这一类新算法的出现甚至改变了某些学科方向的研究途径,也将在更多领域得到更广泛的应用。P. Lax 在 *SIAM News* 的悼念文章中这样评价这一成果:“冯康提出并发展了求解 Hamilton 型演化方程的辛算法,理论分析及计算实验表明,此方法对长时计算远优于标准方法。在临终前,他已把这一思想推广到其他结构。”

《Hamilton 系统的辛几何算法》<sup>5</sup>于 1990 年获得中科院自然科学一等奖。1997 年,即冯康去世 4 年后,这一成果又获得了国家自然科学一等奖。这是当年唯一的一项一等奖。

---

<sup>5</sup>编者注:该书于 2003 年由浙江科技出版社出版。2010 年,为了纪念冯康诞辰 90 周年,德国 Springer 出版社与浙江科技出版社联合出版了该书的英文版 *Symplectic Geometric Algorithms for Hamiltonian Systems*。英文版纠正了中文版中的一些错误和笔误,并增加了四章篇幅以反映该方向的最新进展。



#### 2.2.4 自然边界归化思想

有限元方法和有限差分法均离不开“有限”二字,它们适于求解有界区域问题。但许多实际问题涉及无界区域,应用上述方法求解时必然遇到本质性困难,为达到计算要求往往需要付出极大代价。冯康从“同一物理问题可以有不同的数学形式,它们在理论上等价,但在实践中未必等效”这一观点出发,既深刻地总结出对有界区域问题有限元方法成功的关键,又敏锐地感觉到对无界区域问题必须探索新的更适宜的数学形式并发展新的计算方法。20 世纪 70 年代后期,他将研究兴趣转向边界归化理论,指导研究生开展这一方向的研究工作。

对微分方程边值问题作边界归化的思想早在 19 世纪就已出现,但应用于数值计算却是从 20 世纪 60 年代开始的,这就是边界积分方程法。到 70 年代,这一方法又被称为边界元方法,在国际上形成了直接法和间接法两大流派。冯康根据椭圆边值问题的物理和数学特性,提出了一种新的边界归化思想。1980 年他发表了题为《论微分与积分方程以及有限与无限元》的短文,简要论述了这一思想。同年韩厚德与应隆安也发表了《大单元和局部有限元方法》,提出了类似的想法。1982 年冯康与余德浩联名在中法有限元会议上发表了论文《椭圆边值问题的正则积分方程及其数值解》,首次系统提出了正则边界归化方法,推导出一系列正则积分方程,并应用余德浩提出的积分核级数展开法,实现了超奇异积分方程的数值求解,给出了数值算例,创始了自然边界元方法。在 1983 年的国际数学家大会上,冯康做了题为《有限元方法与自然边界归化》的 45 分钟邀请报告,应用自然边界归化于 Helmholtz 方程,对其无穷远边界条件即 Sommerfeld 辐射条件给出了一系列人工边界条件。他在上述报告中引用了余德浩此前发表在《计算数学》与 *J. Comput. Math.* 上的两篇相关论文。这些工作是对经典的边界归化理论和无界区域问题的数值求解方法的重大发展,是对计算数学的重要贡献。

1983 年后冯康将研究方向完全转向了 Hamilton 系统的辛几何算法,他不再进行自然边界归化的研究,但仍然大力支持余德浩和韩厚德继续进行相关的工作。余和韩系统发展了求解各类问题的自然边界元方法,特别对椭圆型偏微分方程得到了相当完美的结果。他们发展了各类人工边界方法,给出了一系列高精度的人工边界条件,并应用于科学和工程计算的许多领域。他们提出了边界元与有限元的对称直接耦合法,这一方法后来被西方学者称为 DtN 方法并在科学和工程计算中获得了广泛的应用。余德浩于 1989 年获得中国科学院自然科学一等奖,1993 年及 2002 年先后出版中英文专著各一本。韩厚德也曾多次获得国家教委和北京市的一等及二等科技奖励。

自然边界元方法及其与有限元耦合法,即 DtN 方法,以及随后在此基础上发展的相关方法,已被国际公认是求解无界区域问题的最主要的数值方法。美国、德国、日本等国著名专家公开评述余和韩的工作是“边界元中国学派的标志”,指出“冯康、韩厚德、余德浩应作为 DtN 方法的创立者被提到”。前日本数学会会长 H. Fujita 在其专著中列专节介绍余的工作,并在给余的信中写道:“通过您的  $K$  算子将算子理论应用于边值问题,是位势

理论的现代版本。怀着对您的老师和我的朋友冯康教授的思念之情,我再次表达我对你们学派的思想和方法的尊敬。”西方 DtN 方法的代表人物 J. B. Keller 的合作者 D. Givoli 在公开书评中也承认他们随后发展的 DtN 方法“类似”自然边界元与有限元耦合法,但强调因为“中国学者的工作长期不为西方所知”,所以他们“在西方独立”发展了 DtN 方法。

冯康的开创性工作大都发表在国内刊物上,这些刊物并非国际“顶尖”刊物,但他的工作确实意义重大,影响深远,已经受了数十年时间的考验,并且在数学史上留下了很深的印记。著名数学家、Fields 奖获得者丘成桐 1998 年 3 月 11 日在《中国科学报》发表《中国数学发展之我见》一文,其中写道:“中国近代数学能超越西方或与之并驾齐驱的主要原因有三个,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。”

2002 年 5 月 28 日国家主席江泽民在两院院士大会上发表了重要讲话,其中说到:“中华民族是具有伟大创造精神的民族。中华民族曾经创造了世界最先进的生产力和最辉煌的科技成就,并将这种领先地位一直保持到 15 世纪。……在当代世界科技发展的史册上,我国科技工作者也书写了光辉的篇章。在数学领域创立的多复变函数的调和和分析,有限元方法和辛几何算法,示性类及示嵌类的研究和数学机械化与证明理论,关于哥德巴赫猜想的研究,在国际上都引起了强烈反响。”其中“有限元方法和辛几何算法”两项正是冯康院士的贡献。在这里,当年仅获得二等奖的有限元方法是和获得国家自然科学一等奖的其他项目完全并列的!

2006 年 3 月英国牛津大学教授 L. N. Trefethan 撰写了 *Numerical Analysis* (数值分析) 一文,列表对计算数学的发展历史做了千年回顾:“263 年,高斯消元法,刘徽, Lagrange, Gauss, Jacobi; ..... 1943 年,有限元法, Courant, 冯康, Argyris, Clough; .....”。在刘徽以后约 1700 年,出现的第二个中国人的名字是冯康,而其贡献也正是有限元法!

## 2.3 人才培养

冯康培养了大批人才,带出了一支队伍。他直接或间接培养的学生遍及国内外科学和工程计算广泛领域,他创立的计算数学“中国学派”即“冯康学派”,享誉国际。

早在 20 世纪 50 年代,冯康就组建并培训了我国第一支计算数学研究队伍;到六七十年代他创始并推广有限元方法,又为许多应用部门培养了大量科学计算人才。70 年代后期,改革开放刚刚拉开序幕,百废待兴,百业待举。多数研究人员不清楚哪些是重要的研究方向,研究工作应从哪里入手。冯康以其渊博的学识和敏锐的眼光,以其对国家需求和学科发展的深刻洞察力,高瞻远瞩,高屋建瓴,旁征博引,深入浅出,做了一系列报告。他展望计算数学和科学计算的发展前景,指出若干重要的研究方向,包括:间断与非协调有限元方法、组合弹性结构计算、数学物理中反问题计算、孤立子理论与非线性问题计算、无界区域问题的数值求解等,鼓励中青年科



研人员去做这些大有可为的研究工作。他的报告带动了一大批人从事这些方向的研究,取得了许许多多有意义的研究成果。其中有些方向的研究工作至今长盛不衰。余德浩和韩厚德也正是从那时开始研究求解无界区域问题的数值方法的。30年后,当他们的研究成果“人工边界方法与含微分方程数值解”得到国内外同行的充分表定,获得2008年国家自然科学二等奖(一等奖空缺)时,他们由衷感谢冯康当年给予他们的指导、鼓励和帮助。

目前国内科学计算界的石钟慈、林群、崔俊芝三位院士,以及黄鸿慈、张关泉、周天孝等已退休的知名专家都在早年曾得到冯康的指导。韩厚德至今仍清楚记得当年倾听冯康报告时的情景。虽然早在文革前冯康就已招收研究生,但那时毕业的研究生没有学位,还有的考上后就遇上“文革”没有机会获得导师指导。余德浩是他亲自培养的第一位硕士和博士。此后他培养的博士生还有汪道柳、葛忠、尚在久、唐贻发等人。余德浩于1989年获得中国科学院自然科学一等奖后,为感谢恩师培养,提议设立“冯康计算数学奖”并第一个捐款,得到当时石钟慈所长的支持。该奖项最初仅限于所内的年轻博士,获奖者有汪道柳和胡星标。在冯康去世后,该奖项改称“冯康科学计算奖”,奖励范围也扩大到全球华人青年学者。自1995年至今,已有舒其望、侯一钊、鄂维南等20余位海内外青年才俊获得了“冯康科学计算奖”。

冯康才华横溢,思想活跃,勤于探索,勇于创新,可惜去世过早,对中国计算数学的发展是难以挽回的巨大损失。他发表的论文数量不多,但影响广泛而深远。他的两卷文集收录了45篇论文,大多是在他本人创办并任主编的《计算数学》、*J. Comput. Math.*等国内刊物及国际会议文集发表的,在国外刊物发表的仅有2篇。在生前,他仅于1978年与多人合作编写了一本题为《数值计算方法》的教材,随后又与石钟慈合著了《弹性结构的数学理论》,于1981年由科学出版社出版。他已为撰写《哈密尔顿系统的辛几何算法》一书列出了提纲并写了若干章节,但他过早离世了,未能完成这一计划。直到他逝世10年之际,该书才由浙江科学技术出版社出版。他的胞弟冯端在该书的后记中写道:“值得庆幸的是他的学生与早期合作者秦孟兆教授,在冯先生遗稿的基础上,费5年心血,终于实现了冯康的遗愿,出色地完成了这一部著作。它不仅是对学科问题权威性的论述,更重要的是还可以从中窥见一位科学大师学术思想的脉络,从而认识到原创性科学发现如何在中国大地上萌生、开花和结果。”

1999年8月17日恰值冯康先生逝世6周年,他的胞弟冯端在《科学时报》发表了《冯康的科学生涯》一文,其第四部分的小标题是:“一个大写的人”。文中写道:“冯康是一位杰出的科学家,也是一个大写的人。他的科学事业和他的人品密切相关。一个人的品格可以从不同侧面来呈现:在他的学生眼里,他是循循善诱、不畏艰辛带领他们攀登科学高峰的好老师;在他同事眼中,他是具有战略眼光同时能够实战的优秀学科带头人。熟悉他的人都知道,他工作起来废寝忘食,他卧室的灯光经常通宵不熄,是一心扑在科学研究上的人。在Lax教授眼中,他是‘悍然独立,毫无畏惧,刚正不阿’的人。这个评语深获吾心,谈到了冯康人品中最本质的问题。他不是唯

唯诺诺,人云亦云,随波逐流之辈。在关键的问题上,凛然有‘三军可以夺帅,匹夫不可夺志’的气概。”

冯康逝世至今已有 17 年了,“但他的科学遗产仍为青年一代所继承和发展,他的科学精神和思想仍然引起人们关注、思考和共鸣。他还活在人们的心中!”(见冯端 1999)

## 2.4 冯康主要论著

- Feng K. 1950. On the minimally almost periodic topological groups. *Science Record*, 3(2): 161-166.
- 冯康. 1955. 广义函数论. *数学进展*, 1(3): 405-590.
- 冯康. 1957. 广义函数的泛函对偶关系. *数学进展*, 3(2): 201-208.
- 冯康, 1957. 广义梅林变换. *数学学报*, 7(2): 242-267.
- 冯康. 1965. 基于变分原理的差分格式. *应用数学与计算数学*, 2(4): 238-262.
- 冯康. 1978. 有限元方法, 国防工业出版社: 569-607.
- 冯康. 1979. 组合流形上的椭圆方程与组合弹性结构. *计算数学*, 1(3): 199-208.
- 冯康. 1979. 论间断有限元的理论. *计算数学*, 1(4): 378-385.
- 冯康. 1980. 论微分与积分方程以及有限与无限元. *计算数学*, 2(1): 100-105.
- Feng K, Yu D H. 1983. Canonical integral equations of elliptic boundary-value problems and their numerical solutions. *Proc of China-France Symposium on Finite Element Methods (Beijing, 1982)*, Beijing: Science Press: 211-252.
- Feng K. 1983. Finite element method and natural boundary reduction. *Proc of Inter Cong of Math (Warszawa)*: 1439-1453.
- Feng K. 1984. Asymptotic radiation conditions for reduced wave equation. *J Comput Math*, 2(2): 130-138.
- Feng K. 1984. On difference schemes and symplectic geometry. *Proc of 1984 Beijing Symp On Diff Geometry and Diff Equations*: 42-58.
- Feng K. 1986. Difference schemes for Hamiltonian formalism and symplectic geometry. *J Comput Math*, 4(3): 279-289.
- Feng K, Ge Z. 1988. On the approximation of linear Hamiltonian systems. *J Comput Math*, 6(1): 88-97.

- Feng K, Wu H M, Qin M Z, et al. 1989. Construction of canonical difference schemes for Hamiltonian formalism via generating functions. *J Comput Math*, 7(1): 71-96.
- 冯康. 1994. 冯康文集. 第一卷. 北京: 国防工业出版社.
- 冯康. 1995. 冯康文集. 第二卷. 北京: 国防工业出版社.
- Feng K, Shang Z J. 1995. Volume-preserving algorithms for Source-free dynamical systems, *Numer Math*, 71: 451-463.
- 冯康, 秦孟兆. 2003. 哈密尔顿系统的辛几何算法. 杭州: 浙江科技出版社.

#### 主要参考文献

- Lax P. 1993. Feng Kang. *SIAM News*, 26: 11.
- 冯端. 1999-8-11,12,16,17. 冯康的科学生涯 —— 我的回忆. 科学时报.
- 丘成桐. 1998-3-11, 中国数学发展之我见. 中国科学报.
- 徐福臻, 余德浩. 1998. 冯康传. 程民德主编. 中国现代数学家传. 第三卷. 南京: 江苏教育出版社.
- 余德浩. 2005. 冯康院士与科学计算. 数学通报, 44(9): 6-9; 44(10): 4-7.

### 3 纪念冯康先生<sup>6</sup>

## 纪念冯康先生

Peter Lax<sup>7</sup>

Feng Kang, China's leading applied mathematician, died suddenly on August 17, in his 73rd year, after a long and distinguished career that had shown no sign of slowing.

Feng's early education was in electrical engineering, physics, and mathematics, a background that subtly shaped his later interests. He spent the early 1950s at the Steklov Institute in Moscow. Under the influence of Pontryagin, he began by working on problems of topological groups and Lie groups. On his return to China, he was among the first to popularize the theory of distributions.

In the late 1950s, Feng turned his attention to applied mathematics, where his most important contributions lie. Independently of parallel developments in the West, he created a theory of the finite element method. He was instrumental in both the implementation of the method and the creation of its theoretical foundation using estimates in Sobolev spaces. He showed how to combine boundary and domain finite elements effectively, taking advantage of integral relations satisfied by solutions of partial differential equations. In particular, he showed how radiation conditions can be satisfied in this way. He oversaw the application of the method to problems in elasticity as they occur in structural problems of engineering.

In the late 1980s, Feng proposed and developed so-called symplectic algorithms for solving evolution equations in Hamiltonian form. Combining theoretical analysis and computer experimentation, he showed that such methods, over long times, are much superior to standard methods. At the time of his death, he was at work on extensions of this idea to other structures.

Feng's significance for the scientific development of China cannot be exaggerated. He not only put China on the map of applied and computational mathematics, through his own research and that of his students, but he also saw to it that the needed resources were made available. After the collapse of the Cultural Revolution, he was ready to able to help the country build again from the ashes of this self-inflicted conflagration. Visitors to China were deeply impressed by his familiarity with new developments everywhere.

---

<sup>6</sup>本文于1993年发表于 *SIAM News* 第26卷第11期。由于目前网上未找到该杂志原件，内容来着中科院网站版本 <http://lsec.cc.ac.cn/fengkangprize/article2.pdf>。

<sup>7</sup>匈牙利裔美国数学家，Courant 数学研究所退休教授，美国科学院院士，原美国总统科学顾问，原美国数学会主席，原 Courant 数学研究所所长，曾获得美国国家科学奖章 (1986)、Wolf 数学奖 (1987)、Abel 奖 (2005) 等重要奖项。

Throughout his life, Feng was fiercely independent, utterly courageous, and unwilling to knuckle under authority. That such a person did survive and thrive shows that even in the darkest days, the authorities were aware of how valuable and irreplaceable he was.

In Feng's maturity the well-deserved honors were bestowed upon him—membership in the Academia Sinica, the directorship of the Computing Center, the editorship of important journals, and other honors galore.

By that time his reputation had become international. Many remember his small figure at international conferences, his eyes and mobile face radiating energy and intelligence. He will be greatly missed by the mathematical sciences and by his numerous friends.

— Peter Lax

Courant Institute of Mathematical Sciences

New York University