

论钱伟长的治学理念和学术风格

戴世强

上海大学上海市应用数学和力学研究所, 上海 200072

E-mail: shqdai@yc.shu.edu.cn

K82 A

摘要 在庆贺钱伟长院士九秩华诞之际, 本文通过回顾他的治学生涯和学术成就、大量引述他的有关论述, 力图具体地探索他的学术思想和治学之道, 着重阐明: 钱伟长院士的爱国敬业、矢志不移的治学动力, 勤奋进取、锐意创新的治学精神, 面向实际、求真务实的治学态度, 广闻博览、融会贯通的治学方法, 群策群力、集思广益的治学谋略, 从而指出: 钱伟长院士 60 余年来在科学、教育领域叱咤风云、纵横捭阖、业绩辉煌并非偶然。分析表明, 纵贯他的治学经历的学术思想是: 立足于社会实践, 以高瞻远瞩、勇于探索的思路, 根据经济、科技发展的需要来发现、提炼问题, 经过充分调研, 以广泛扎实的知识基础和独辟蹊径的创造性劳动, 建立实际问题的数学模型, 用独创的或先进的方法加以巧妙处理, 将所得的成果经过实践的严格检验, 并上升到新的理论高度加以认识或系统地发展成新的理论, 事实证明, 这种思想指导下的科研实践是卓有成效的。文中还指出, 钱伟长院士创造性地继承了我国先哲深邃的学术思想和德国哥廷根学派优良的学术传统, 并结合当今的实际情况加以发扬光大, 他的探索所积累的经验是学术界的宝贵财富。

关键词 治学理念, 学术风格, 应用数学, 固体力学, 流体力学, 张量分析, 变分原理, 奇异摄动

1 引言

钱伟长院士已经走过了 90 年的漫漫人生长途, 作为遐迩闻名的力学家、应用数学家、教育家和社会活动家, 他历经了艰苦立业—事业辉煌—历经坎坷—再度辉煌的曲折过程, 如今虽已到了耄耋之年, 却壮心依旧、斗志不改, 坚守在他的教育和科研岗位上, 续写着灿烂的人生篇章。对略微知道他的成长背景和坎坷经历的人来说, 钱伟长这个名字多少带一点传奇色彩, 心中存在着各种各样的疑问: 他是怎样从一个普通的农家子弟成长为知名科学家的? 为什么他能历经逆境却依然忘我工作? 他为什么能在诸多科学领域中获得举世瞩目的成就? 他为什么能完成常人难以想象的工作量? 诀窍何在? 笔者认为, 所有这些问题可以归结为一个总问题: 钱伟长院士有什么样的人生理念和治学方略? 回答好这个问题对我们这样的学生后辈将大有裨益, 但又相当困难, 因为钱伟长院士的人生经历实在太丰富、著述实在太浩繁, 仅仅想弄通、弄懂它们, 也是穷毕生的精力而难

以如愿。笔者近 20 多年来, 有幸常受钱伟长院士耳提面命的教诲, 特别是最近的 18 年, 一直在他所领导的研究所工作, 经常聆听他的谆谆教导及发自肺腑的心声, 对上述问题或多或少有一些认识, 因此, 不揣浅陋草成此文。

笔者想从钱伟长院士的学术成就谈起, 列举种种实例, 论及他的治学动力、治学精神、治学态度、治学方法、治学谋略, 而这些又可以概括成: “爱国敬业、自强不息、锐意创新、求真务实、广闻博览、群策群力”这 24 个字。“爱国敬业”是钱伟长先生治学的根本动力, 也是他历尽磨难、无怨无悔、奋斗终生的精神支柱; “自强不息”见之于清华大学的校训, 也是上海大学的校训, 是钱伟长最珍爱的人生格言, 也是他身体力行、发奋治学的行动准则, 在十年前出版的《钱伟长文选》的扉页上, 就有他的自题词: “厚德载物, 自强不息, 为人民服务”; “锐意创新”是钱伟长先生治学的主要精神, 他尊重学术前辈而不盲从, 强调: “不要去咽别人的唾沫”, 遇到问题要独辟蹊径, 尽力用新观点、新方法去解决新问题; “求真务

实”是钱伟长先生治学态度之精髓所在，他力主科研要从实际需要出发，在实践中发现和提炼问题，所得到的研究成果必须经过实践的检验。与他稍有接触的人都知道，他的治学、为人之道讲究一个“实”字，他痛恨阳奉阴违、口是心非、弄虚作假，为人处世从来都是直言不讳、直来直往，虽因此吃亏而无怨无悔、禀性依旧，而做学术研究的人都知道，求真务实正是治学的一个基本原则，钱伟长先生是坚持这一原则的典范；“广闻博览”是钱伟长先生治学的基本方法和屡获成功的诀窍和基础，60多年来，他坚持“行万里路，读万卷书”，只要科研需要，他从来不耻下问，向内行求教，在实践中学习，也从来不吝惜精力，孜孜不倦地自学，因此总能以简洁、优美的方法解决种种难题；“群策群力”是钱伟长先生作为学术领路人，指导科研工作、培养学生和助手的谋略，他继承并光大了哥廷根学派的优秀传统，大力发扬学术民主，组织各种各样的学术活动，经过他的传道授业，数以千计的学子迅速成长，不少人成了我国科学技术事业新一代的中流砥柱。

笔者长期以来从事流体力学和应用数学研究，思想水平、理论水平不高，又受专业知识水平的局限，写这样的文章实在是勉为其难，因此，笔者在认真调查研究和细致阅读材料的基础上，坚持写实，大量引述钱伟长先生的原始论述，让足够的材料来说明问题，并尽可能作一些思索和分析，但囿于见识，难免取材挂一漏万、分析粗浅表面，间或有贻笑大方的错处，敬请专家和读者不吝指正。

2 学术成就：纵横驰骋，硕果累累

钱伟长先生从事科学研究已超过一个甲子，他在科研战场上纵横驰骋、广泛涉猎、成果颇丰，大部分成果及其产生背景和学术思想已在文献 [1~8] 中作了归纳和综述，本节只作非常扼要的概括。

钱伟长先生学术成果涉及方面之广，钻研功夫之深，影响范围之大，令人叹为观止。根据他的学术活动的大事年表，他从事过的学术研究主要有 [6,7]：

(1) 1934 至 1935 年，与清华大学物理系的同学顾汉章一起测定当时北平地区大气参数，并在 1935 年在青岛召开的全国物理学年会上作了报告。

(2) 1935 至 1939 年，在清华大学物理系吴有训教授指导下研究稀土元素的光谱分析和 X 射线衍射；在

清华大学化学系黄子卿教授指导下研究溶液理论；开始自行钻研弹性板壳理论。

(3) 1940 至 1942 年，在加拿大多伦多大学应用数学系与导师 J. L. Synge 教授合作探索弹性板壳的内禀理论，并完成以此为题的学位论文，获应用数学博士学位，这项研究备受国际学术界关注，产生了深远影响。

(4) 1941 至 1942 年，参加加拿大研究委员会应用数学组关于雷达天线的研究工作，给出雷达波导阻抗的计算理论与公式；与加拿大多伦多大学应用数学系的 A. Weinstein 合作研究固支受拉方板的振动。

(5) 1943 至 1946 年，在美国加州理工学院航空系及喷气推进研究所 (JPL)，在 Th. von Karman 教授领导下研究火箭弹道、火箭的气动及传热设计、气象火箭、人造卫星轨道、降落伞运动规律、火箭的飞行稳定性、对称超音速锥型流及回转体流场计算、圆柱体的变扭率扭转等问题，1940 至 1946 年是他的第一个学术丰收期。

(6) 1946 至 1957 年，这是他的第二个学术丰收期，在清华大学先后研究圆薄板大挠度弯曲问题的渐近解（摄动解和奇异摄动解）、流动润滑理论、超音速回转体绕流、构件的压延加工、连续梁特性、扭转问题、扁壳跳跃问题和方板大挠度问题，这些问题大多属于非线性力学的前沿领域，有关成果在力学界产生了广泛影响。

(7) 1958 至 1976 年，尽管他被剥夺了正常地从事科研活动和公开发表学术论文的权利，但他没有停止过对科学技术问题的探索，从事过以下诸项研究：飞机颤振、潜艇龙骨设计、化工管板设计、氧气顶吹转炉炉盖设计、大型电机零件设计、液压机设计和研制、高能锌空气电池研制、穿甲原理、三角级数求和、变分原理中的拉格朗日乘子法探索等等，这些成果有的见之于他人的著述中，有的在 1980 年以后陆续以论著形式问世。

(8) 1977 年至今，先后在清华大学、上海工业大学、上海大学研究环壳理论、广义变分原理、有限元理论、中文信息处理、薄板大挠度的合成展开法、波纹管和其它管板受力分析、穿甲力学和断裂力学、加筋壳分析、三角级数求和、板壳的非 Kirchhoff 理论、中国魔方的构造特性及数学原理等等，1980 年起的 15 年间，他平均每年出版一本专著，这段时间成为他的学术生涯中的第三个学术丰收期，也是最大的丰

收期。

迄今为止,钱伟长院士共发表学术论文 200 余篇(部分散佚,收录在案的 168 篇),出版学术专著 18 部,撰写报刊文章 500 余篇(其中直接与学术问题有关的约占 70%),担任过主编或编委的杂志、学术专著(或丛书)、辞典与百科全书 30 种,目前仍任《应用数学和力学》(中、英文版月刊)主编、《力学进展》(季刊)副主编以及三种国际学术刊物编委、多种国内刊物的编委或顾问编委(参看文献 [1~22])。由于他在弹性薄板大挠度理论和广义变分原理方面的出色工作,他于 1955 年和 1982 年两度荣获国家自然科学基金二等奖;由于他在学术上的卓越成就,1999 年获何梁何利科学技术成就奖。鉴于他对我国力学事业的有目共睹的杰出贡献,他与周培源、钱学森、郭永怀三位院士一起,被公认为中国现代力学的奠基人。

下面,我们试图简述钱伟长先生的主要学术贡献,有关的详细材料可参看文献: [1~24], [26~29], [35~42], [55]。

2.1 关于弹性板壳的内禀统一理论^[23,24,26]

弹性薄板薄壳内禀统一理论,是钱伟长先生的成名之作。

在 1940 年以前,弹性板壳理论的各种近似处理相当散乱。人们把薄板与薄壳分开处理,而各种不同形状的薄壳的近似处理又“各自为政”,总的看来,它们以板或壳的二维单元为基础,以宏观内力素的平衡方程为出发点,再根据 Kirchhoff 和 Love 的三项假设确定内力素和中面应变的关系,从而求出用三个中面位移分量为特定量的三个平衡方程。钱伟长先生深感这种近似理论的繁琐与不足,于 1939 年至 1940 年在昆明开始对这一问题进行研究,在仔细阅读 Love 及 Synge 的两本专著的基础上,经过深思熟虑,以三维微元体作为出发点,引进三维应力-应变关系,得到用应变分量表示的平衡方程;同时首次应用张量分析和微分几何为工具,得到了用板壳中面的拉伸应变和曲率变化 6 个分量表示的全部方程,建立了薄板薄壳的内禀统一理论,这是一种精确的理论,避免了一些纯经验的假设^[8]。

1940 年 9 月,钱伟长在第一次见到他的导师英国皇家学会会员 J.L.Synge 教授时,惊喜地得知教授也在研究板壳的统一理论,但用的是宏观平衡方法,而钱伟长用的是微元方法,却得出了同样的结果。Synge 教授提议把两种理论合在一起,写出一

篇论文,他们在 50 天时间里就大功告成。论文发表在冯·卡门教授 60 诞辰纪念文集中^[23],该文集有 26 位作者,除钱伟长是未到而立之年的年青学者以外,都是当时赫赫有名的学术权威(如爱因斯坦等)。这一事实使钱伟长大受鼓舞,树立了在科学道路上勇攀高峰的自信心(见文献 [6,7])。这篇文章发表后,立即受到学术界的重视,荷兰力学家 H.S. Rutten 教授^[25]推崇说:“Synge 和钱的工作继承了 19 世纪早期 A. Cauchy 和 S. D. Poisson 的工作,在西方文献中重新注入了新的生命力。”他还指出:“板壳理论由于成功地采用了先验的 Kirchhoff-Love 假设,人们已经长期没有研究板壳的三维理论了。……Synge 和钱的工作是三维理论的基本工作,仅用力学状态的内禀变量——应力和应变,严格地从三维理论中导出了任意形状的薄壳都适用的非线性方程,这里在各向同性的假定下,把应力和应变分量按厚度方向的坐标展开为 Taylor 级数。近似的二维方程只有 6 个基本待定量,3 个代表中面拉伸应变,另外 3 个代表中面弯曲变形分量,这是 Synge 和钱的工作最重要的特点。”这篇著名论文引发了上个世纪五六十年代不少有关三维板壳理论的工作,如著名学者 A.E. Green, E. Reissner, E.L. Reiss, P. Cicala, H.M. Mushtari 等的研究。

此后的一年中,钱伟长把上述理论的思想进一步展开,完成了他的应用数学博士学位论文,并于 1944 年在创刊不久的美国《应用数学季刊》上分 3 次连载发表^[24]。在该系列论文中,将上述理论进一步系统化和精确化,而且利用了板壳的厚度和曲率的量级来作各种近似,对板壳的全部问题作了系统详尽的分类,确定了 12 类薄板问题和 35 类薄壳问题,均用 6 个方程(3 个平衡方程、3 个协调方程)加以描述,这些方程涵盖了常见的小挠度方程以及一些已知的大挠度方程,而有些方程则是全新的,其中尤以扁壳(浅壳)SS12 型方程最为重要,因为扁壳是一个新概念,且有实用意义。1958 年 8 月,在美国斯坦福大学的海军结构力学研讨会上,冯元桢和 E.E. Sechler 在所宣读的《弹性薄壳的失稳》一文中,称扁壳方程为“钱伟长一般方程”,而称扁圆柱壳方程为“圆柱壳钱伟长方程”,此后两种方程统称为“钱伟长方程”。到上一世纪 80 年代,上述论文的引用率超过百次。1980 年,理性力学权威 A.C. Eringen 访问中国,特意到清华大学照澜院(钱先生当时的住

所) 探访钱伟长先生, 他说, 当年他花了几个月时间拜读钱伟长的板壳内禀理论的文章, 从而开始了在理性力学方面的开创性工作, 他把钱伟长认作自己的前辈. 1982 年在上海国际有限元学术会议上, 执行主席 R.H. Gallagher 向大会介绍钱伟长时说: “钱教授有关板壳统一内禀理论的论文曾是美国应用力学研究生在 (20 世纪)40~50 年代必读的材料, 他的贡献对以后的工作很有影响”. (详见文献 [7,8]).

在钱伟长先生的博士论文中还包括从三维微元平衡方程导出壳的应力内力素的宏观平衡方程的内容, 这样一来, 就把文献 [23] 中的宏观理论与微元理论统一起来了, 有关的论文 [26] 于 1948 年 12 月发表在《清华大学理科报告》上. 这篇论文曾引起一场著作权之争. 1949 年 7 月, 后来成为理性力学权威的 C. Truesdell 来信抱怨此文抄袭了他于 1948 年初发表的论文. 钱伟长先生回信说明, 由于中国国内战乱, 未见到 Truesdell 的论文, 并请他到多伦多大学查阅他的博士论文, 文献 [26] 为该学位论文的一部分. 后来, Truesdell 来信道歉, 并说, 其导师 H. Reissner 告诉他, 他在数学学会汇刊上登载的博士论文是钱伟长在回国的海轮上审查的, 所提出的近 50 条意见多被他接受, 他深表感谢. 从此, 这两位力学家成了终生的好友. (详见文献 [8]).

2.2 关于圆薄板大挠度问题的摄动解法 [27~29,10]

钱伟长先生回国后的第一个最重要的工作是创造性地提出了关于圆薄板大挠度问题的摄动解法.

1910 年, von Karman 建立了关于圆薄板大挠度的非线性微分方程, 但是长期找不到理想的求解方法. 1947 年, 钱伟长第一次用系统摄动法解决了这个问题 (见文献 [27]). 他用中心点的挠度与板厚的比值作为小参数来进行摄动展开 (渐近展开), 即把微分方程中的未知量按照摄动小参数的幂级数展开, 再代回微分方程, 方程按照该参数的幂次分解为一系列递推方程; 其最低幂次的方程就是该非线性方程的线性近似, 较易求解; 把低阶解依次代入较高阶方程, 就对线性解作出摄动性的修正, 从而得出更准确的渐近解. 由于钱伟长正确地选择了小参数, 当挠度较小时, 只需要摄动一次就得到很好的解, 即使对较大的挠度, 摄动两次就足够了; 所得结果与 McPherson、Rumberg 和 Levy 的实验 (1942) 非常符合. 这一近似解析法所达到的精确度及其构思的精妙令人赞叹, 在国际上被公认为逼近真实而又简捷的解

法, 苏联学者 A.S. Vol'mir 在其名著《板和壳的弯曲》中称之为“钱伟长摄动法” [30]. 1991 年, 笔者在仔细阅读此文时发现 [31], 钱伟长先生的方法实际上是采用了后来在专著中被命名为参数摄动法的渐近方法 (例如, 参看文献 [32]), 应该说, 钱伟长是在弹性力学领域最早应用此方法的学者之一, 而且其巧妙之处在于, 他选定了待求的中心挠度与厚度之比作为小参数, 而将已知的载荷与未知量一起关于此小参数展开, 并收到了奇效, 令人拍案叫绝!

钱伟长先生并未就此止步, 1948 年, 他进而考虑了固定圆薄板在很大均布载荷下的大挠度问题 [28]. 此前, 人们一般承认 Henkey 的薄膜解, 但此解只能满足位移边界条件, 自然存在较大的误差. 钱伟长敏锐地发现, 在圆板边界上一定存在着像流体力学绕流问题那样的边界层, 因此, 求渐近解时不能用正则摄动法, 于是他引进了经过放大的边界层坐标, 将渐近解取为常规坐标的函数和边界层坐标的函数之和, 同时进行摄动展开和逐项求解, 最后得到了与实验吻合的渐近解. 这个方法于上个世纪 70 年代被命名为“合成展开法”, 是奇异摄动法的一种. 周焕文 [33] 于 1981 年指出, 钱先生这一工作是合成展开法的先驱, 开创了摄动法的新领域, 国外直至 1956 年才由 E. Bromberg [34] 重复了钱的工作, 由于钱伟长的论文发表于《清华大学理科报告》, Bromberg 可能没有看到这篇论文. 1985, 钱伟长又与他的学生陈山林 [28] 改进了上述工作, 用中心最大无量纲位移取代无量纲载荷为摄动参数, 大大提高了收敛速度; 令所有边界条件在各级近似中跨级满足, 改进了结果的可靠性.

上个世纪 50 年代初, 钱伟长先生在清华大学举办了弹性薄板大挠度问题的研讨班, 并出版了论文集 [10], 他与他的学生叶开沅等计算了各种载荷和边界条件下的圆薄板、矩形薄板、椭圆薄板的大挠度问题, 此文集于 1957 年由莫斯科外国文献出版社译成俄文, 有关工作 1956 年在布鲁塞尔的第九届国际理论和应用力学大会上作了报告.

有关弹性薄板大挠度问题的工作在 1955 年获得国家自然科学二等奖.

2.3 关于圆环壳的一般理论 [35~38]

圆环壳是仪器仪表的弹性元件和其它壳体结构中的一种常见形式. 进入科学的春天后, 钱伟长先生根据生产实际的需要先后承担了两项国家攻关课

题,专门研究圆环壳的一般解及其在弹性元件和波纹管膨胀节研制中的应用.他与他的同事、学生先后发表了8篇有关论文,解决了一系列实际问题.

此前, F. Tolke(1937)、R.A. Clark(1950)和 V.V. Novozhilov(1951)先后提出3种不同的复变量方程, Clark给出了渐近解, Novozhilov求出了非齐次解,但不能满足不同的边界条件;钱伟长与他的同事在文[35, 36]中,统一了3种方程的推导过程和具体形式,找到了方程的齐次解并证明了级数解的收敛性,这个齐次解经与 Novozhilov 的非齐次解迭加,可满足各种边界条件,这是前所未有的.文献[36]还给出了细环壳(环截面半径远小于环半径的极限情形)的极限方程和相应的解.接着又将细环壳解应用于仪表元件和波纹管的实用问题,并证明理论结果与几十年来的实验结果相符[37,38].

这些成果为环壳理论及其应用奠定了基础,是很能反映钱伟长的学术风格的应用力学方面的工作.

2.4 关于广义变分原理和有限元理论 [39~42,15,18]

钱伟长先生的另一项享有盛誉的成就,是关于广义变分原理及其应用方面的研究成果.在20世纪60年代以前,人们在使用变分原理解决弹性力学问题的时候,大多是凑出来的.即分别以应变或应力为基本函数先写出积分泛函,再取驻值验证,所以每一个新原理的提出都是一项重要成果.随着当时有限元方法的崛起,变分原理作为其理论基础,显示出它的重要性.还处于逆境中的钱伟长先生敏感地抓住这一动向,试图克服变分原理的上述局限,找到系统而普遍的方法.他首先从最小位能原理和最小余能原理出发,利用拉格朗日乘子法把约束条件引入泛函,从而先放松条件,得到相应广义化的变分原理,在变分求泛函驻值过程中可以把待定的拉格朗日乘子唯一地确定下来.这无疑是对建立广义变分原理的泛函提出的极富创见的重要方法,可惜他将1964年写成的论文《关于弹性力学的广义变分原理及其在板壳问题上的应用》投给《力学学报》后,因审查者不甚理解拉格朗日乘子法而遭退稿.日本学者鹭津久一郎在1968年出版的《弹性和塑性力学中的变分法》一书中才较明确地应用了拉格朗日乘子法,但有些要点仍未点明,如没有提及通过泛函驻值条件来确定待定乘子等.直到1977年,在著名学者 O. C. Zienkiewicz 的著作《有限元法》中才有了完整的叙述.由此可见,钱伟长先生当时的新颖思想在国际上

领先了十几年.1979年,钱伟长先生结合有限元计算,发表了他的基本观点(见文献[39]),随后通过开设讲习班和系列讲座,讲解他发展的广义变分原理及其在有限元计算中的应用,听众逾3000人,从而大大推动了拉格朗日乘子法在变分原理中的应用,推动了有限元、杂交元和混合元方面的研究活动和广泛的工程应用.有关讲稿最后成了专著[15]和[18].

钱伟长先生还把广义变分原理推广到大位移和非线性弹性体,并用广义变分原理处理了非协调有限元理论,为有限元的广泛应用奠定了基础(详见文献[40~42]).1984年,钱伟长先生应邀为国际权威刊物《应用力学进展》写了专稿《非协调元和广义变分原理》,产生了较大的国际影响.

由于在广义变分原理方面的出色工作,钱伟长先生于1982年第二次获得了国家自然科学二等奖,与上次得奖时隔27年.据笔者见闻,我国两获国家自然科学二等奖的人并不多见.

2.5 其它方面的成就

钱伟长先生在其它诸多领域中也颇有建树,现概述于下.

在光谱分析方面,他早期在著名物理学家、清华大学理学院院长吴有训指导下从事稀土元素的光谱分析研究(1937年~1939年),其中硒的单游离光谱分析是稀土光谱的基础性工作,开了我国稀土元素研究的先河,受到国际物理学界的重视.

在流体力学方面,在20世纪40年代,他用一种巧妙的摄动展开法,给出高速空气动力学超音速锥流的渐近解,大大改进了 von Karman 和 N.B. Moore 给出的线性化近似解,对摄动法也是一项重大突破.1949年,他研究了润滑流体力学问题,基于轴承间隙黏性流体层很薄的情况,以无量纲流体厚度为小参数,进行摄动展开,仅用三个简化假设,从 Navier-Stokes 方程导出了润滑问题的高阶 Reynolds 型方程,建立了相应的变分表达式,使计算工作大为简化.1984年,钱伟长根据流体力学基本方程,对内流、外流等一般的黏性流动建立了普遍的变分原理,对可压缩和不可压缩流体分别建立了最大功率消耗原理;他还把固体力学中变分原理方法推广到黏性流体力学,奠定了流体力学有限元方法的基础.

在应用数学方面,钱伟长先生在“文革”期间研究了各种三角级数的求和问题,特别是研究了通过 Fourier 变换对有关三角级数进行求和的新方法,编

制了包含 10 000 多个三角级数的《傅氏级数之和》的大表,很有实用价值。

钱伟长还以深厚的国学功底,对汉字文字改革和汉字信息处理进行了研究,研制成新型中文打字机(1980)和汉字输入计算机的编码方案(“钱码”)(1984),该项成果曾多次受到褒奖和好评。

钱伟长对电机电磁场计算理论和大功率高性能电池的设计和研制都有独到的见解,在我国科学史研究上也很有造诣。

限于篇幅,有关论文不再一一列举,感兴趣的读者可参看文献[1~8]。

3 治学动力: 爱国敬业, 矢志不移

钱伟长先生历尽磨难,而对他所从事的教育、科研事业抱着始终不渝的热情,他的治学动力何在?笔者认为,动力来自他的矢志不移的爱国敬业精神。

钱伟长先生出生于乡间寒儒家庭,自幼饱受清贫之苦,在多方资助下方得勉强完成中学学业并进入大学学习。他刚进清华大学的第三天,就遇上了“九一八”事变,尽管他当时已经显示出文科方面的突出才能,而迫于成长环境,理科成绩很差,但在科学救国的热情驱使下,他坚决要求弃文学理^[2,6,7]。40多年后,他回顾道:“我是受国耻纪念日对我的灵魂上的冲击长大的,因此最后我从学文改学物理,因为当时我认为没有强大的国力是没有办法对付帝国主义的。……我们每个中国人应该自强不息。我们承认现在不如人家,可是我们不甘于永远这样承认下去,因此我们需要自强不息,就是在承认我们不如人家的基础上赶上去。人人如此,这个国家就强盛了。”(见文献[5], p.361)。正是这种爱国的信念指导了他的一辈子的学术活动。

大学毕业后,钱伟长先生怀着科学救国的决心,考取庚款公费出国留学,经过6年奋斗,学术上取得了很大成就,过上了相当安定舒适的生活。1946年,抗日战争的硝烟刚散,他就毅然放弃已有的一切,希冀立即回国报效祖国。由于他在科研中接触了大量军事机密,为了让美方顺利放行,他制造了短期回国探亲的假象:轻装简从,将大量书籍、资料留在了办公室,还在住所预付了半年房租。他在回忆这段经历时说:“中国知识分子有民族自尊心、民族自豪感,承认落后,不甘落后,要解决这个落后问题,宁愿牺

牲在国外的舒适生活。老实说,我在国外的生活是非常舒适的,我领导了庞大的工程师队伍,就是做‘洋官’的人,当然我是‘技术官’,可我不稀罕这个,我当时是为美国做事的,做出来的导弹火箭都是美国用的,我干吗,我要回来就回来了,……。”(见文献[5], p.136)。回国后的生活令他失望,为了维持生计,他奔波于北京的三所大学讲课,仍不得温饱,不得不向单身同事、老同学告贷度日。1948年友人捎信给他,告知美国加州理工学院喷气推进研究所工作进展较快,亟愿他回该所复职,携全家去定居并给予优厚待遇,于是他到美国领事馆申办签证,但在填写申请表时,发现最后一栏写有:“若中美交战时,你是否忠于美国?”他毅然决然地填上了“NO”,最后以拒绝赴美了事。当时,他积极地参加了爱国反美反蒋、迎接解放的活动,在解放前夕,他与同学一起主动骑车去与在北平郊外的解放军首长联系,回校后,又按地下党的布置,在持续不断的枪炮声中,镇定自若地为学生讲授“射击弹道计算”,在听课的同学中留下了终生难忘的印象。

解放以后,钱伟长先生以空前的热情投入了新中国的建设事业,积极参加和领导教学、科研活动,进入了他学术上的第二个丰收期;1956年,他参加制订我国12年科学发展规划,就在那时,他与钱学森、钱三强一起,被周恩来总理誉为我国的“三钱”。但是,1957年的噩梦打断了这一切,他的29个社会职务被剥夺到只剩下教授一职,而且从一级教授降为三级教授;他的独子尽管成绩优秀,却受牵连高考落榜;更有甚者,他被剥夺了公开进行科研、发表论著的权利。对于一位热诚的科学家,这是何等重大的打击!面对这样的局面,他没有灰心丧气,继续从事着力所能及的教学和科学咨询工作,据统计,从1958年到1966年,他完成了科学咨询、建议百余件,讲课12门,编写教材约600万字,为杂志审稿300余件,成了真正的“无名英雄”。在10年动乱中,钱伟长先生遭到更大的厄运,但是仍然痴心不改地进行着“地下”科研工作。就在清华武斗最激烈的时候,他家正处在两派的前沿阵地而又不准搬迁,在室外的混乱枪声中,他依然挑灯夜战,从事三角级数求和的研究工作;在首钢特殊钢厂劳动期间,他与工人亲密无间,与他们一起研制了水压机和热处理设备,并得到了工人的保护;稍后,他又根据国防需要,研制了轻质高性能电池,取得重大突破……。他为什么能身处

逆境而报国之心不动摇呢？他自己的回答是：“我不是党员，不过我还是拿党的事业作为我的终身事业。为了我们的民族，我们个人吃点亏不要后悔，不值得后悔。我们历史上有很多英雄人物靠这么点精神，为我们中华民族立了大功绩！这就是公而忘私，……我们的先哲对我们的教育是很多的，譬如像范仲淹那句‘先天下之忧而忧，后天下之乐而乐’的名言就是很精彩的！换句话说，就是我们要为天下着想，也就是为中华民族、为党的事业着想，……。”（见文献 [5], p.171）。

改革开放时期一开始，钱伟长先生迸发了新的活力。他欣然写道：“四害已除，重新获得了科学工作的权利，欣逢 1978 年党中央号召‘实现四个现代化’并召开全国科学大会，春风拂人，奋起之情油然而生，虽已年近七旬，还能为四化服务效力，感到无限幸福。”“……繁重的教学行政工作，丰富的政治社会活动，广阔的学术天地，使我的生活无限充沛而有意义，虽然岁月催人老，愿夜以继日地奋发工作，以补偿 26 年来失去的珍贵年华；愿以自己点滴汗水，汇入祖国社会主义波澜壮阔的奔腾洪流中去。”（见文献 [2], p.69, p.114）。这位老人爱国、报国的赤忱溢于言表，近 20 余年来，他一直是这样做的。

他不仅自己身体力行，而且一直将爱国作为教书育人的关键，他说：“我们培养学生首先应该是一个全面的人，是一个爱国者，一个辩证唯物主义者，一个有文化艺术修养、道德品质高尚、心灵美好的人；其次，才是一个拥有学科、专业知识的人，一个未来的工程师、专门家。”（见文献 [5] 首页）。在各种场合，他不断语重心长地教导学生、后辈，一定要把国家利益放在第一位，个人利益服从于国家利益（见文献 [5]）。

4 治学精神：勤奋进取，锐意创新

钱学森院士说过：“钱伟长同志是个多才多艺的人”^[43]。这是一个恰如其分的评价。认识钱伟长先生的人，无不赞叹他学识渊博、才思敏捷，也有不少人认为他是个天才。但钱伟长先生从未承认过这一点，相反，他说：“生而知之者是不存在的，‘天才’也是不存在的。人们的才能虽有差别，但主要来自于勤奋学习。……学习也是实践，不断的学习实践是人们才能的基础和源泉。没有学不会的东西，问题在于你

肯不肯学，敢不敢学。自幼养成勤奋学习的习惯，就比一般人早一些表现出有才能，……”（见文献 [3], p.212）；他还说过：“无论谁，也无论有什么样的条件，要想学得好，要想搞出成就，最先和最后必不可少的都是勤奋。这就是说，始终都必须不辞劳苦、勤奋努力，都必须有孜孜不倦、锲而不舍的顽强精神和踏踏实实的学习态度。……我从来不相信有什么所谓‘天才’，而只是相信人的才能是用艰苦劳动培植出来的，天才出自于勤奋。……可能有人说我这个钱伟长是有才能的，其实不然。我愿意不隐讳地告诉青年朋友们，如果我曾作出了一点成绩的话，那么这点成绩也确实确实是用艰苦学习、不懈努力取得的。……这几十年来，无论在国外还是在国内，也无论条件好坏、环境优劣，我都一直是尽力而为的。因为我清楚地知道，任何人，不管他的天资如何，成就多么大，只要停止了努力就不能继续进步。今天不努力，明天就落伍；长期不努力，那就必然完蛋！正因为我坚守这个信念，二十多年来虽然经受了各种各样的磨难，但我从未放弃过努力，所以我自信在专业上没有掉队。”（见文献 [3], p.215）。

钱伟长先生在许多不同的场合说过，每个人必须终生学习。可以说，“学到老，做到老，活到老”是他的口头禅，请注意，这里，他把这句常用语的次序颠倒了，目的是强调学习的自觉性和实践的重要性。他认为，只有不断地学习，知识才不会老化，人们才能跟上时代的步伐。他经常举自己的经历做例子：“我 36 岁学力学，44 岁学俄语，58 岁学电池知识。不要以为年纪大了不能学东西，我学计算机是在 64 岁以后，我现在也搞计算机了，当然不像年青人那么好，不过也吓不倒我。真理只有一条，国家需要你干，你就学。可有个基础，这个基础是靠你们在正规的教育里培养的，不要轻视了基础。没有我当时的物理、数学、化学的基础，我现在就什么也干不了，学什么东西都有困难。所以，我不是天才，我的学习是非常勤奋的，我发现很多东西我还不懂，需要，我就学。”（见文献 [5], p.143）。他还说：“到现在晚上八点以后是我的自学时间，一直到 12 点。晚上最安静，我可以安安静静地自学，获得我所不懂的东西。我毕竟是有经验，自学得很快，这是我长期锻炼出来的。我可以说，我没有懒过，我的知识没有老化。”（见文献 [5], p.36）。说来令人难以置信，钱伟长先生家里在他 70 岁以前没有电视机，原因是：他是个“体育迷”，

特别爱看足球、乒乓球比赛的转播,他生怕看电视耽误了他的自学和工作,后来在儿孙辈的强烈要求下才购置了彩电.在他珍藏的照片里,还能看到白发苍苍的他挑灯夜读的动人情景.10年前,笔者有一次问他:“钱先生,你还开夜车吗?”他答道:“还开呀,开了50多年夜车了,难改了.”

钱先生不仅强调发奋苦读,而且反复强调不能死读书,要“学而时习之”,且对学问有他的独到见解.他说:“我有很多20年前、40年前不懂的东西,现在还不懂,我有功夫再把它拿出来解决,有的解决了,我觉得就是很大贡献;有的没解决,有时晚上还经常在想,怎么这个问题到现在还没解决?不要紧,将来有人解决.学问就是这样,应该觉得自己不懂的东西很多,那你就是很有学问;你觉得什么东西都懂,你大概是没有学问的.”(见文献[5],p.215).

钱伟长先生认为,仅仅想读书、会读书是不够的,要做好科研工作,必须大胆怀疑、锐意创新.他对评定科研工作的优劣有一个简单易行的标准,即“评定一个科学工作,不外乎有几种情况:一种情况是,他有新的观点,用了新的办法,或者是理论上的,或者是实验上的,解决了一个新问题,从来没有人解决过,这是最好的工作.当然这个新观点要有普遍性,因为越有普遍性,这个工作就越好.……第二种,如果是新的观点,用旧的办法,解决了旧问题,可是观点是新的,这也不错.如果用了老观点,用了新办法,解决了新问题或旧问题,这是次好的,……还有一种,用的是旧观点、旧方法,就是用得好,用得恰当,解决了新问题,这也不错.最不好,是用老观点、老办法,解决了老问题.”(见文献[5],p.33).1997年,他又把这个标准简化为:“科研工作分为三类:第一类是用新方法解决新问题;第二类是用新方法解决老问题或用老方法解决新问题;第三类是用老方法解决老问题.第一类最优秀,第三类必须摒弃”^[28].这里,他特别强调了科研的推陈出新问题.他一针见血地指出:“一个人成功不成功,不看他是不是大学毕业,而是看他有没有创造性.”(见文献[5],p.206).接着,特别举了他在清华读书时亲眼见到的华罗庚先生的例子以说明问题.他还说:“我们科技工作者应该跟着时代的步伐前进,而且这个时代是我们创造的,我们要做前人没有做过的工作,要超越时代的水平.”(见文献[5],p.79);他希望把这种治学精神贯穿于教育过程之中:“要使教育培养出来的人都能带着满脑

子的问题进入社会,在工作中创新、改革.大批具有创新意识的人不断在时间中探索问题解决问题,国家就会兴旺,社会就会大步前进.”(“培养更多具有创新能力的人才”,1998,见文献[5],p.392,393).

为了撰写本文,笔者浏览了钱伟长先生的大部分著作,发现其中到处闪烁着创造性的闪光点.例如,为了建立板壳的内禀理论,他在读通经典著作的基础上,系统地钻研了张量分析和微分几何,并将其糅合进传统的板壳理论,独特地引进了拖带坐标系,对应力-应变关系用张量作简洁的描述,最终获得了成功;再如,在前面提到的关于超音速锥型流的渐近分析,他根据实际需要,在摄动的渐近序列中,引进了对数因子,简直妙得匪夷所思!要知道,这项工作完成于50多年前,摄动法还没有形成完整的理论!还有,在2.2节中我们述及钱伟长先生首创的合成展开法,其构思也是独创性的,此前,固体力学中还没有边界层理论,而流体力学中的边界层理论虽则出现于1904年,但其中的一贯做法是“匹配”,即对边界层区和势流区分区求解,再加以匹配,而将两个区域合起来统一地摄动求解,绝对是个大创造.1979年,钱伟长先生在上海主持召开全国首届奇异摄动理论研讨会时,我们有机会仔细学习钱先生的合成展开法,在会议休息时,我问钱先生:“你这样做的思路是从哪里来的?”他形象地回答道:“首先,边界层里变量的变化剧烈,那你就得用放大镜或显微镜来放大,也就是把坐标的尺度放开;其次,既然解只有一个,你得把放大后坐标的函数和原坐标的函数归置在一起,大家‘排排坐’,一道展开.”笔者听后豁然开朗,原来创造主要来自物理直观,当然也来自经验的积累.笔者后来用这个观点写了篇文章,对奇异摄动理论作科普介绍,发表于《文汇报》.纵观钱先生的所有工作,发现有这样的特点:一是对前人的工作了如指掌;二是不拘泥于成法,不受条条框框的束缚;三是既有物理学家的创新敏锐性,又有应用数学家的演绎严格性.如果按钱先生前面提出的标准来衡量一下,他的学术论文无不属于第一类的第一流的工作.

5 治学态度: 面向实际, 求真务实

钱伟长先生一贯强调,作为应用数学和力学工作者,应该时刻不要忘记,要为解决实际问题而工作.1984年,当他亲手创办上海市应用数学和力学研究所时,他提出了该所的办所宗旨:“为国民经济建设

服务,特别是为上海市的建设服务,在社会实践中提炼问题,上升到理论高度来认识,将所获得的成果回到实践中检验;在出优秀成果的同时,不拘一格地培养优秀人才;请进来,打出去,大力开展学术交流。”这里,他特别强调了办研究所必须面向实际。1990年,他在上海工业大学校庆30周年时提出:“一段时间以来,我们的改革重点是‘拆四堵墙’,它们是:(1)学校与社会之间的‘墙’;(2)教学与科研之间的‘墙’;(3)各系和各专业之间的‘墙’;(4)教学思想上的墙。”(见文献[5]首页),其中的一个重点是:办学、治学要面向实际,为社会服务。他经常用他的导师J.L. Synge的话来激励大家:“我们应该是解决实际问题的优秀的‘屠夫’,而不是制刀的‘刀匠’,更不是一辈子欣赏自己制造的刀多么锋利而不去解决实际问题的刀匠。”(见文献[2], 27-28)。他的学术兴趣十分广泛,在政治运动中有时受到讥讽,他说:“有人在‘文化大革命’中贴我大字报,写我是‘万能科学家’,因为我对什么都有点兴趣,都想干一番,都想提点意见,……。”其实,他也不是盲目乱干,最近,他对笔者说:“我做工作一切从实际出发;有需要,我就干;有不懂的,我就学;边干边学,摸着石头过河,只要对岸有果子要摘,再宽的河也要过。我敢于过河,不怕摔跟头,不怕呛水。”他在谈论应用数学时说:“数学领域是汪洋大海,人们的物质生产活动和社会活动也是汪洋大海。搞应用数学的人必须要有勇气面对这两个汪洋大海,有时还得有大智大勇敢于跳进这两个大海,才有可能勇敢搏斗,抵达彼岸。”(见文献[4], p.215)。

我们不妨回顾一下钱伟长先生对自己的研究课题的选择。综观他60年的科研方向,主要扣紧了非线性力学这一主题。关于非线性力学,他在1982年的全国非线性力学会议上有过精辟的论述(文载《力学进展》13卷2期,见文献[4], 208~213)。他指出,是钱学森的老师 von Karman 于1940年前后明确地强调力学中的非线性问题的。他说:“非线性力学的出现是有其工业背景和生产背景的。”接着指出,本构关系、结构大变形、高速飞行、航天轨道计算等等的非线性,迫使人们用新观点、新方法去认识它们、了解它们。因此,基于这一认识,他60多年前,就选定非线性力学问题作为一辈子的主攻研究方向,从弹性板壳的内禀理论,到薄板的大挠度(即大变形),到穿甲力学,到非线性弹性力学的广义变分原理,乃至

前不久,他以年近九旬的高龄,还在孜孜不倦地研究非 Kirchhoff 假设下的板壳力学问题,出了一批优秀成果。正因为如此,他成了当今仍健在的最高龄的非线性力学权威,在17年间主持召开了四届国际非线性力学会议,在国内外产生了深远影响。历史证明,钱伟长先生当年根据实际需要所把握的科研方向是正确的、卓有成效的。“文革”结束后,他敏感地发现,在仪器仪表工业、水利工程、化学工程中,需要更好地进行环壳受力情况的计算,对环壳理论进行攻关,取得了一批理论成果和实际成果,发起成立了中国力学学会管道力学专业委员会,挂靠在上海大学,目前,在他领导过的课题组里,已经承接完成了三峡工程中的一系列波纹管膨胀节的攻关项目。

他还强调,在选定问题之后,必须走向实际,深入调研。他说:“你要解决一个问题,就需要收集情况,也需要向已经写出的书本学习,要向许多庞杂的资料进行学习,还要到现场去看问题发生的情况,背景怎么样?这样才能弄清楚这个问题的本质,才能想出处理这个问题的方法,……”(见文献[5], p.25)。还在“文革”后期,在周恩来总理的支持下,根据军事需要,他承担了小体积高性能电池的研制任务,此前,他对电池一无所知,于是就下工厂、跑图书馆、找化学专家,从掌握第一手资料做起,3年中,他骑自行车跑遍了北京市的大小车间400多个,与国内100多个电池厂建立了联系,并自己动手翻译了300万字的资料,并加以整理,以清华大学锌空气电池研究组名义出版了《锌空气(氧)电池进展》^[13],还亲自动手操作试制极板、测量电学性能,经过1年多时间,研制出一种体积与普通电池相等而能量高出8倍的新电池,性能超出GE的同类产品40%,而且有防水性能,价廉物美,不少电池厂采用了这种电池的生产技术。几年下来,他居然成了电池专门家了。

钱伟长先生一贯认为,应用数学和力学工作者的科研成果必须经受实践的检验。他指出:“‘实践是检验真理的唯一标准’,这是马克思主义的一个科学原则。发展科学要实践,光靠幻想不行,直观的认定也不行,要实践来检验。我们既然承认检验真理的唯一标准是实践,就应该把这个原则真正用到科学上面去。”(“学科的融合将形成完整的科学体系”,光明日报,1998年6月16日,见文献[5], p.390)。他有一位极富创造性的师弟——著名应用数学家、美国科学院院士林家翘教授,他们俩的学术观点完全一

致,有一次钱先生访问 MIT,两人竟促膝长谈了五个小时;最近,林家翘教授受聘于清华大学,两人又在北京进行了五个小时的长谈。1978年,林家翘教授提出了应用数学过程,即实验观测—数学建模—分析求解—实践检验,认为所有理工类科研必须遵循这一路线,钱先生对此十分赞同。阅读他的科研著述可以发现,他也一直坚持这一路线,所有工作源自实践,事先充分掌握实验观测资料,演绎过程有充足的依据,所建立的模型经得起推敲,所得结果必定经过与实验或其它已知结果的细致比对。所以,他写的论文是无懈可击的。他的求真务实也表现在对弄虚作假现象的深恶痛绝上。他大声疾呼地反对和惩治考试舞弊,更反对在科研中弄虚作假。在他所领导的上海市应用数学和力学研究所里,有一次发现一名博士生的学位论文里所提供的计算程序没有可重复性,因此有“假算”的嫌疑。此后,他在各种场合经常举这个例子,要求坚决杜绝这类现象,并要求研究所建立研究生答辩前的程序考核制度。

6 治学方法: 广闻博览, 融会贯通

钱伟长先生经常告诫我们,治学一定要得法,一定要做到事半功倍。他说:“自学要有本事,第一是会找资料,你需要的资料。第二是自己会读这些资料,能很快从这些资料中找出最核心最有用的东西,并能整理得有条有理,跟原来学的东西挂上钩。第三是要有眼光,能够看到进一步发展的景象。有了这三个能力,你就永远不会落伍,一直到退休为止。”(见文献[5], p.36)。他经常对身边的研究人员和学生说,查资料要抓两头,一头是所关注的课题的经典著述,另一头是最新文献,这样就容易追本溯源,搞清问题的来龙去脉;他还把自己浏览文献的基本方法传授给大家:按顺序看题目、摘要、引言、结论,只对有价值的文献进行精读。他指出:“论文要常常看,而且要会看,因为论文涉及第一线问题,有的部分你看不懂,因为你没有学过这一方面的东西,怎么办?跳过去。大的东西理解了,小的东西自然会解决,你走路用不着等路上的小石头都捡完了再走,不需要的,跳过去,绕过去,爬过去就行了。总的你要掌握,不要一字一句都去抠,你没有那么多时间。念论文注意那么几条:要节省时间,抓它最重要的东西,抓这篇论文的特色;文中提出什么新观点,这你非要理解不可;用了什么新方法,老方法你不用看;得到了什么结论,

好的文章会讲还遗留了什么问题,也应注意。”(见文献[5], p.245)他还指出,科学的各个门类是相通的,因此,知识面要宽、阅读面要广,不要局限于本专业,更不要局限于自己的研究方向。他自己在大学时代,过了弃文从理关、在清华物理系站住脚后,就跑到化学系、数学系,修了他们的主要课程,因此,在以后的科研实践中能应付裕如。譬如,在搞高能电池时,他就充分运用了他在化学系学到的知识。在上海大学拆的“四堵墙”就包括了拆各学院、各专业中间的墙;在应用数学和力学研究所,他规定,学流体力学的必须学弹性力学,而学固体力学的必须学流体力学,的确收到了很好的效果。据北京大学的黄敦教授说,早在上个世纪40年代,他在清华大学指导研究生时就已经这样做了。

他经常强调:读书、做学问必须做到融会贯通。他指出:“在学习上懂得了‘勤奋’,做到了‘努力’,也还必须得法。这个法很简单,就是要‘弄通’,要‘理解’,切不要死记硬背。死记硬背的东西是没有用的,也是不可能记得牢的。”(见文献[3], p.215);“要勤于思考,多想问题,不要死记硬背。这样你一辈子才会是不断进步的,永远向上的。”(见文献[5], p.98)。他时常谈论融会贯通取得成效后所产生的愉悦感。他说:“搞科学技术要弄通(有关知识),不要熟读。……当你不通时是焦头烂额,一弄通,你就会非常愉快。从弄通事情里得到的愉快,是没有人能够想象的,比给你做个大官还舒服,我就是一天到晚在自我欣赏里过日子。我在不断地弄通我过去不懂的东西,弄通了,就变成我自己的了。……应该先弄懂全局,在全局中再挖掘细节,次要的细节就不要去管它。……要记住,学习要抓大节,抓大局,不要去抓细节,细节挡你,仍往前走,就像走路有坑不要紧,可以绕过去。”(见文献[5], p.37)。阅读钱先生的著述,我发现,他弄通的学问真不少,笔者经过思考,感到在应用数学和力学的研究中他至少有三大“法宝”:张量分析、渐近分析(摄动法和奇异摄动法)、变分原理(当然还有其它许多“法宝”),经过几十年的磨练,这些“法宝”已被运用到炉火纯青的地步。举例来说,建立板壳内禀理论的主要工具是传统的弹性理论加上张量分析和微分几何(曲面坐标);薄板大挠度理论是非线性微分方程的全新的摄动分析;而广义变分原理则在弹性力学的能量泛函变分中融合拉格朗日乘子法,加上一套新的演绎方法,令人感

有趣的是,当钱伟长先生论述电磁场理论时,也糅进了变分原理,而且收到了好效果(见文献[19,45]).值得一提的是钱先生与众不同的写书方式,一般人著书立说时,手头总是放着一大堆有关书籍,不时翻阅查看,以便“引经据典”.但是,据他当时的一位学生说,钱先生写专著^[19]时却另有一景:他的案头不放置任何“典籍”,全书1000多个公式,都是信马由缰,随手写来,有时在草稿纸上作些推导,可见他对有关知识早已融会贯通、成竹在胸,而书上的不少结果是出于他本人的创造(详见文献[45]).笔者联想当今学术界许多“剪刀浆糊”式或“电脑剪贴”式的文抄公,实在替他们为之汗颜.

7 治学谋略: 群策群力, 集思广益

1946年,钱伟长先生到高校从教,开始了他的传道授业的生涯.据笔者估计,听过他课的人数至少是几万名,他亲自传帮带的研究生大约为百名左右.他的教学方法是循循善诱的、启发式的,许多学生评论道:“听钱先生上课是一种艺术享受.”他一直把扶持、提携后进作为他义不容辞的责任,也深知,完成任何科研任务,必须发扬团队精神,50多年来,他在实践中带出了一大批科技精英和有用人才.这里想简单评述他作为学术带头人所采取的谋略,着重探讨他的群策群力、集思广益的做法.

钱伟长先生从 von Karman 处回来,带来了 von Karman 的学术民主作风和举办 seminar 的做法^[46].早在清华期间,他就主持了一系列研讨班,关于圆薄板大挠度问题研究的发展和完善工作,就是在那个由林鸿荪、胡海昌、叶开沅等研究生参加的研讨班上完成的.而真正将 seminar 制度化并使其大行其道的,是在他主持上海大学(及原上海工业大学)和上海市应用数学和力学研究所之后^[47].在上海市应用数学和力学研究所,遵循他的“请进来,打出去,加强学术交流”的办所宗旨,每周四雷打不动地召开 seminar,规定所有研究人员和研究生必须参加,并给研究生记学分,18年来,该所已经举办了512期 seminar,其中好几期 seminar 是钱先生亲自主讲的.主讲 seminar 的人员中,国外专家、国内专家和所内人员各约占三分之一.许多国内外知名学者登上过该所 seminar 的讲坛,其中包括几十位国内外科学院和工程院院士、国内不少力学系和应用数学系系主任.这些报告大多是报告人近期研究工作综述,使研究所

人员足不出户就知道了国内外的应用数学和力学的发展趋势.钱先生还要求参加 seminar 的人员必须踊跃发问、积极参与讨论,他经常对学生说:“你们应该有满脑子的问题,而 seminar 是提问题的好机会.记住:不存在愚蠢的问题,提问题永远是聪明的.”在这种做法带动下,所内各分支学科的带头人也纷纷在晚上举办小 seminar,因此所里每到晚间一定灯火辉煌,大家在更加无拘无束的氛围中细致地讨论问题,许多问题迎刃而解.这种做法使得大批年轻人得益非浅、迅速成长;一些离开研究所后出国深造的人员,很快就能适应国外的新的学术环境,纷纷感谢研究所对他们开放式的培养;很多从这个研究所毕业的学生,迅速地独当一面,成了学术骨干.

钱先生很能带动青年人与他共同攻克难关.一般他不是手把手地教,而经常在自由的讨论中发挥学生的能力,在所有学生开始做课题之前,他会安排一次恳谈,提出他的要求,有时指定一两篇文献,此后,做得最多的是倾听学生的研究进展报告,一针见血地指出存在问题,让学生在实践中磨练自己.在他的率领下,上海市应用数学和力学研究所不断地进步:18年来完成了几百项科研课题;已发表学术论文几千篇,人均论文数一直在校内首屈一指;培养了近200名博士、硕士,他们大多成了各自单位的业务骨干;目前该所在国内外已有一定的知名度,正如一位从事流体力学研究的院士所说:“这个研究所是国内从事力学研究的一块福地.”如今,seminar 制度已在上海大学推广,学校正在向应用研究型大学的方向前进.

钱伟长先生还把传业授道、学术交流活动推向了校外.为了加强应用数学和力学领域的成果交流,1980年,他以年近古稀的高龄创办了中英文版的《应用数学和力学》杂志,这是国内唯一实行编委推荐制的学术刊物,钱先生担任主编,他不拘一格,提携后进,办刊初期的60多位编委大部分是第一线较年青的学者,多数是崭露头角的副教授或讲师.杂志陆续发表了大量有先进学术观点的论文,很快在国内外学术界产生了一定的影响,中文版发行量曾达9000份,英文版发行量曾达800份.目前该刊为月刊,全部论文被《工程索引(EI)》摘引,部分论文为《科学引文索引(SCI)》收录,另外还被美国的《应用力学评论》和《数学评论》、俄国的《力学文摘》、德国的《数学文摘》等权威评论、文摘刊物摘评,据国

家科技情报部门统计,《应用数学和力学》是被 EI 摘录得最多的我国四种杂志之一。钱伟长先生对这份杂志爱护有加,不仅确定办刊的大计方针,而且至今他仍亲自审定所有稿件。由于钱先生知人善用,放手让年青人在实践中唱主角,大批年青学者迅速成长,据几年前的统计,编委中已有 7 人成为院士,绝大部分编委已升任教授或研究员,大部分成了新一代的博士生导师,有 15 人担任了大学校长、研究所所长和副省长,他们已经成长为新一代的学术骨干(见文献 [2])。《应用数学和力学》还组织了 50 期应用数学和力学讲座,由包括他本人在内的编委主讲,在全国各地举行,听众逾二万,对 20 世纪 80 年代我国的学术交流产生了积极的推动作用。在 1978 年后的近 20 年中,钱伟长先生不辞辛劳,在全国 14 个地点主讲了 6 种系列学术讲座(变分法和有限元、张量分析、奇异摄动理论、穿甲力学、广义变分原理、格林函数和变分法在电磁场和电磁波计算中的应用),听众逾 5 000 人;进行过的零星学术报告更是不计其数,在神州大地处处播撒了科学知识和学术交流的种子。

钱先生认为,组织召开各种学术会议是在科研中群策群力、集思广益的有效手段。1978 年,他发起组织了力学学会理性力学和力学中的数学方法专业组(后改成专业委员会),由他本人任组长,并频繁组织学术会议:理性力学研讨班(1978)、奇异摄动理论研讨会(1979)、非线性波学术会议(1981)、非线性力学学术会议(1982)、分叉、突变及非线性稳定性研讨会(1983),自 1986 年开始,他领导组织了现代数学和力学系列学术会议(即 MMM 会议,迄今已开过 8 届)和国际非线性力学会议(即 ICNM,迄今已开过 4 届),每届会议他都作了细致谋划,主编精致的文集,并亲临会场、参加活动。根据钱先生的主张,这些学术会议以大会报告为主,目的是让与会者更多地了解国内外科学研究的最新综合动态,因此,每次会议至少邀约 10 至 20 位知名学者作邀请报告,最近召开的第四届国际非线性力学会议上,大会报告多达 28 个。近几届 MMM 会议都有多于 6 位院士与会;每届 ICNM 会议有 10 余位国内外的院士参加。这些会议团结了国内外上千人的学者队伍,大大促进了我国应用数学和力学事业的发展。

8 学术思想溯源:先哲名师的影响和哥廷根学派的魅力

下面,笔者尝试着对钱伟长先生学术思想作一番

溯本探源,侧重探索先哲名师对他的影响以及哥廷根学派对他的学术思想形成的潜移默化的作用。

8.1 先哲名师的影响

钱伟长先生出生在一个贫穷的农村知识分子家庭,祖父和父叔都是乡村教师。正如他在《八十自述》^[2]中所说:“幼时平时生活虽然清苦,但每逢寒暑假,父亲和叔父们相继回家,就在琴棋书画的文化环境中享受到华夏文化的陶冶。父亲和四叔陶醉于中国文化和历史,用薪资节省下来的钱购藏了四部备要和二十四史,以及欧美名著译本,每年夏天三天的晒书活动我是最积极的参与者,从这些活动中,增长了我对祖国浩瀚文化的崇仰……。”由于父亲英年早逝,钱伟长受四叔钱穆的影响最大,钱穆先生仅上过中学,靠非凡的刻苦自学成才,学术上卓有成就,毕生著述甚丰,多达 76 部(本),经、史、子、集皆精通,香港学术界称他是“博通四部,著作等身”的国学大师(见文献 [5], p.415)。四叔不仅资助钱伟长完成中等教育,而且经常让其陪读,少年钱伟长跟着四叔博览群书,打下了深厚的国学根底,养成了良好的学习习惯和严谨的学风。投考高中时,由于数理基础差,钱伟长以末名进入四叔任教的苏州高中,在那里得到了钱穆、吕叔湘、陆侃舆等一代名师的指点,尤其是数学老师严晓凡让他每晚去教师宿舍为他额外补课,两人一起开夜车,从此钱伟长养成了开夜车的习惯,而且是“六十年一贯制”。钱伟长先生说:“在苏州高中老师们的引导下,使我走出了为解决个人生活而学习的小径,启迪了我追求真理、追求学术探索的无尽向往。”^[2]

由于钱伟长少年时代熟读古籍,尤其喜欢读司马迁的《史记》,对他后来的学术风格的形成有很大影响。本来钱伟长的家长们就有“游学”的传统,读了《史记》后,他更觉得应该像太史公那样,读万卷书,行万里路。因此,只要环境和身体允许,他每年有很长时间在中外各地做学术旅行,至今,国内除西藏自治区以外,他的足迹遍及大江南北、长城内外的所有省市自治区,国外到过几十个国家,总行程数以百万公里计。最近他对笔者说:“是司马迁老先生告诉我这样做的。”与一般文人骚客不同的是:每到一地,他并不放眼于山光水色,总是行装甫卸,或到工厂农村考察,或与人作学术交流,或做学术报告。凭借着他的深厚的学术功底,他会经常给东道主出“金点子”。这里仅述一二。1983 年,钱伟长先生应福

建省委书记项南同志的邀请访问福建,在参观闽江上的马尾港时发现,这个1975年耗资6亿元修建的军港,因港址选择不当(未考虑科氏力效应),已经严重淤塞,弃用已达7年之久,有人提出迁建新港。先生下现场仔细勘察之后,马上想起读过的古书中提到的“束水攻沙”之策,提议用乱石从闽江对岸向江中抛投造乱石堤,堤长约200m,用所造成的急流冲去泊位区的淤沙,不必营造钢筋混凝土大坝,用土法即可收“束水攻沙”之效。项南同志当即批准此议,只动用了闽江木船搬运抛投乱石,历时一个月,耗资仅百万,大功告成:即将报废的港口复活了,迄今未发生淤积问题。于是一时传为美谈,报刊上以“专家一席话,救活一军港”为题发表了专题报道。笔者撰写本文时,想探究这个“束水攻沙”的来历,在钱先生的早期文章《中国古代的科学创造》(原载《中国青年》57期,1951年1月7日,《人民日报》1951年2月1日转载,也可见文献[5],p.59~65)中找到了答案,文中写道:“黄河从上游带着大量的沙粒疾行而下,到了下游,人民都引河水灌田,使河流慢下来,以致入海的出口渐渐淤塞,于是一到水涨,就不时溢出,造成水患。这样的情形,一直到王莽时(公元9-22年)有位长安人张戎科学地提出了水流流速与沙淤的关系。这个科学的结论,为以后有名的水利工程师王景(汉明帝,公元69年)、贾鲁(金泰定,公元1351年)、潘季驯(明嘉靖,公元1565年)、靳辅(清康熙,公元1677年)等治河的基本原则。他们根据这个原则,创造了‘筑堤束水,藉水攻沙’的治水方法。这些工程师们在坚决地执行这个原则时,克服了不少工程上的困难,发动千百万的人民群众,完成了不少伟大的修渠筑堤工程。”原来先生早就有这样的知识积累!笔者从中懂得了什么是“厚积薄发”。出于好奇,笔者进一步查了《辞海》,找到了“束水攻沙”词条,其中解释道:“束水攻沙,我国自西汉以来治沙的一种主张。其方法是在宽浅河段筑堤束狭河槽,增加流速,利用水流本身力量以冲刷泥沙,防止淤积。西汉张戎指出:‘水长则疾,河疾则通’……潘季驯则加以运用发展,他在《河议辩惑》里说:‘水合则势猛,势猛则沙刷,沙刷则河深。’又说:‘筑堤束水,以水攻沙’……”原来先生的话都是有根有据的,没有深厚的国学根底,就不可能如此。钱先生告诉笔者,他是从《汉书》和《明史》等史书中读到这些的。后来他在访问山东省时,又发现了

黄河出海口的淤塞问题,他又提出了“束水攻沙”的建议,不过这次没有现成水流可用,于是他提议用机械设备来束水,于是,出现了大批消防车用高压水龙攻沙的壮观场面,收到了良好的效果。顺便提一下,上述文章及其姐妹篇《中国古代的三大发明》(见文献[5],p.68~74)是钱先生在参加赴朝鲜慰问志愿军的代表团时在火车上写成的,由于发表后反映热烈,先生在此两文的基础上,写了《中国历史上的科学发明》^[9],从中可以看到先生在国学与科技方面的深厚的知识积淀。再举一个例子:钱伟长先生于1986年因参加学术会议访问兰州,会见了省长贾志杰同志,谈到了甘肃的金川镍矿区和白银铜矿区的人才外流问题,省长很是头疼。钱先生从他的人生阅历里搬出了洛杉矶和巴库两个正反的例子,这两个城市在100多年前以开发石油起家,前者在开发石油的同时先后发展了电影、航空、纺织、电子等工业,迄今保留了重要城市的地位,而后者则单打一,随着石油资源枯竭,城市走向消亡。因此,赠送给省长一张“多种经营”的“方子”,省长认可并获中央批准后,马上干起来,现在两矿区成了新兴城市,再也没有令人头疼的“孔雀东南飞”现象了。

除了游学四方、博览群书这两点以外,我们还可以从钱先生治学思路和严谨性方面,看到国学传统对他的影响。钱先生幼时熟读《二十四史》,并看到他四叔钱穆先生的治学方式,养成了科学研究思考缜密、处理问题条分缕析的习惯。以板壳的内禀理论为例,板有圆板、方板,壳有球壳、锥壳、环壳、柱壳等等,形状各异、结构不同,想把它们归总,谈何容易,但他抓住了建立以中面为基础的拖带坐标系这个“牛鼻”,用张量分析这根“缰绳”,先使这条“牛”就范,然后用“庖丁解牛”的工夫细细解剖、理顺,将板分成12类,将壳分成35类,把人们过去的结果一一引来,“对号入座”,连 von Karman 于1910年建立的著名的薄板大挠度 von Karman 方程也成了其中的一个特例。想一想,这种工作不是与国学大师的做法有点相象吗?

8.2 哥廷根学派的魅力

钱伟长先生曾师从于哥廷根学派的传人 J.L. Synge 和 Th. von Karman 教授,哥廷根学派对他的学术思想和治学风格有着根深蒂固的影响。他在《八十自述》中写道:“在加拿大多伦多和美国加州

理工大学时,和 Synge、Infeld 教授交往很多,在加州理工学院也多次和 von Karman 教授接触,他们都是欧洲哥廷根学派的传人.哥廷根学派是应用数学的倡导者,他们都有很深的数学根底,有更好的对物理过程的理解,都强调对物理过程的本质认识是主要的,但在数学方法上从不吝惜使用,力求其用在刀口上,要用得漂亮,用得朴素简洁.为了解决一个实际问题不惜跳进数学这个海洋来寻找最合适的工具,甚至于创造新工具.他们都警告我们,数学在应用数学者说来,只是求解实际问题的工具. Synge 教授甚至说:你们应该有捏着鼻子跳进海洋的勇气,但应该懂得避免淹入海底,懂得在完成的任务后爬上来,寻找新的物质运动的主题.数学本身很美,不要被它迷了路,应用数学的任务是解决实际问题,…….”(见文献 [2], p.28,29).他还说:“Synge 教授的第一课就是阐明哥廷根是主张用数学来解决实际问题的,这和一般数学家的‘应用数学’不一样.数学家是在研究数学问题,从数学中找问题的,哥廷根学派是从物理、化学和一般技术之中找问题,而要用高明的数学办法去说明物理或技术问题.首先要弄清物理或具体技术问题的本质.其次是要用数学上现已通用的表达方式去表达它,然后按实际问题的需要来求得实际的定量或定性的答案.…… Synge 教授说,数学是汪洋大海,为了解决实际问题,我们应该以不怕淹死的精神,跳进这个汪洋大海,去寻找那最好的数学工具,用来解决实际问题.他力主不要怕数学,但也不能迷在数学中,……一定要在找到宝后,极早爬上岸来,用这个宝去解决实际问题.我们深受教育.我一生中解决过很多问题,也用很多宝,但从来没有迷恋过某一个数学问题.”(见文献 [47], p.7,8).我国另一位力学大师钱学森院士也非常重视传承哥廷根学派的学术传统.最近,谈庆明教授写道:“我们应当学习和发扬他(指钱学森院士)所继承和发扬的力学大师普朗特-冯·卡门的应用力学的优良传统.概括地说,应用力学家必须着眼于工程技术中带有普遍性的理论研究对象,通过艰苦细致的研究工作,提出新的科学创见,从而改进工程技术,形成新技术,产生新产业.”^[49]再来看看郑哲敏院士、李家春教授对郭永怀院士的评介,在介绍了哥廷根学派的风格和特点后,他们说:“在美国加州理工学院冯·卡门领导的研究集体使这种风格得到了充分的发展.由于郭永怀良好的数学物理基础和渊博的工程技术知识,他使

这种结合达到了十分完美的程度,并带到了中国,影响了我国力学学科和两弹一星事业的发展.”^[50]我国力学事业的三位奠基人不约而同地继承了哥廷根学派的传统,那么,这个学派的精髓与魅力何在?

这里我们对哥廷根学派作一简单介绍.先来看看 20 世纪的航空航天大师 von Karman 是怎样评价哥廷根学派的,他在 1967 年出版的自传中写道:“只要一提起哥廷根,我至今仍然感到激动不已.英王乔治二世于 1734 年创办的这所古老的普鲁士大学,有时候人们管它叫乔治亚·奥古斯都大教堂.后来哥廷根大学成了欧洲大陆的哲学、语言学和法学的发源地.我进哥廷根大学时,它又是全世界的一个主要的数学中心.高斯、韦伯、黎曼、普朗克、希尔伯特以及基础科学方面的众英才都是哥廷根大学出身.在学术研究和教学方面,素有‘德国大学王子’称号的哥廷根大学,以倡导自由、独创的学风闻名于世.这种治学精神终于使它成为培育 20 世纪科学巨匠的摇篮.正是哥廷根的一批学生,为原子弹和空间时代奠定了基础.”(见文献 [46], 中译本, p.40).他还说:

“(哥廷根学派创始人)克莱因认为,工科大学不仅要有坚实的理论基础,还应该真正懂得科学研究的方法.另一方面,数学家也需要具备一些工程技术基础知识.实际上,他就是推动哥廷根大学沿着这个方向前进的.克莱因的指导思想成了我在亚琛工学院和加州理工学院继续搞科学与技术相结合的动力源泉.……科学与技术密切结合是哥廷根大学的一大改革.此后几十年,它对全世界大学产生了极大的影响.”(见文献 [46], 中译本, p.63).

哥廷根大学有悠久的数学传统,由高斯、狄里克莱、黎曼先后担任学科带头人,但直到 1886 年克莱因(Felix Klein, 1849~1925)和 1894 年希尔伯特(D Hilbert, 1862~1943)的到来,才出现了辉煌的克莱因-希尔伯特时代.克莱因以他的非凡的创造天才和组织才能进行了一系列科学组织活动:大力罗致和提拔人才,引进了当时年仅 32 岁的青年数学家希尔伯特以及相对论专家闵可夫斯基(H Minkowsky),首次在德国大学设置应用数学教授席位,任用应用数学家龙格(C. Runge, 即 Runge-Kutta 法的提出者之一)占据此席位;创立数学研究所;1898 年创立哥廷根应用数学和技术促进协会,由科学家和经济界领导人(如奥托等)联合组成,这是科学史上第一个把

科学界与经济界联系起来的组织,协会成立了一系列科学技术研究所,例如航空和流体力学研究所(流体力学大师普朗特(L. Prandtl)为领导人)、应用电学研究所、地球物理研究所等等,在哥廷根大学设置应用力学系、应用物理系和应用数学系,这一切为科学与技术密切结合创造了条件;组织科学教育改革和科学普及活动,seminar和闻名于世的“数学散步”就此经常化。后来,经过希尔伯特的努力和众多物理学家的参加,哥廷根大学成了当时欧洲的学术中心(详见文献[51~54])。在克莱因的领导下,出色的学术成果不断涌现,如普朗特的边界层理论、海森堡的量子论和矩阵力学、卡门涡街等等。

正如文献[50]所指出的,哥廷根学派的主要特征是理论与实际、科学与技术、数学科学与应用科学的密切结合。钱伟长先生身体力行,在他的科研工作和科研教学领导工作中,充分实现了这种结合。通读他现存的168篇学术论文,都有明显而重要的实际应用背景,大多为了解决当时实践需要的重大问题(详见前文);笔者在与他讨论科研选题问题时,他说:“目光要远大一些,不要去搞那些没有应用背景的雕虫小技。”试看他为他的博士研究生所作的一些选题:板壳大变形;波纹管计算;穿甲力学计算;河口冲淤;河口风暴潮;冷却塔的流场计算及强度问题等等,这些问题都是实践中急需解决的又有一定理论难度的问题。最近,他满怀热情地向笔者谈起所里的一位突出的研究生——周文波同志,他现在是上海市隧道建设公司的领导人,上海市十大杰出青年之一,在上海的地铁和隧道建设中立下了汗马功劳。周文波在十几年前来到上海市应用数学和力学研究所,以软地基地下构造应力分析专家系统为题攻读硕士学位,选题直接与隧道建设有关,所开发的软件可应用于上海市或有类似地基结构的地下工程,他的这一研究为他日后工作奠定了坚实的基础;但他并不满足于现状,最近又开始在该所攻读在职博士学位。钱先生谈起周文波时,两眼放光,由衷的兴奋心情溢于言表。2001年,他召集应用数学和力学研究所的业务骨干会议,就谈一件事情:如何把握学科发展新动向,他拿出一堆近期的《应用力学评论》杂志,让大家进行阅读、调研,并考虑如何开展实际需要的重大课题研究。现在,这个研究所的年青人都以自己是哥廷根学派的第四、五代传人为荣,决心沿着钱伟长所长指引的方向走下去,将这个研究所办成世界一流的应用数学和

力学的研究中心。

哥廷根学派在治学上的特色是“自由、独创的学风”(von Karman语^[46]),von Karman还说:“在哥廷根,我出席了一个又一个的原子理论讨论会,为那些年青的物理学家所深深吸引,他们成群结队进出学校的各个课堂,一边走,一边谈;不是探讨新概念,就是为表面上互相矛盾的那些新发现寻求和谐统一的解释。在这种热烈的气氛下,我跟物理学家玻恩一起研讨原子理论就毫不奇怪了。”(见文献[46],中译本,P.79,80)。正如文[54]中所描述的:“哥廷根学派之所以能吸引人,是因为哥廷根有一个良好的学术交流环境,这个环境的形成是与哥廷根教授的工作作风密不可分的。F. Klein善于讲课,还组织讨论班,他认为讨论班可以激发学术研究。在讨论班上,他把自己那丰富多彩的思想以及处理问题的思路毫无保留地传授给学生。这种交流方式很快在德国得到普及。”该文也提到,D. Hilbert也是讨论班的热诚的组织者和参加者。von Karman把这种风气带到了加州理工学院,郑哲敏院士在中国力学学会的一次会议上曾绘声绘色地描述过von Karman的研讨会,它们通常在他住所的客厅里举行,助手和学生云集,提出各种各样的问题,大家热烈争辩,有时尚能心平气和,多数场合争得脸红耳赤;对难题实在没有计策时,von Karman就会说,看一看Whittaker的“菜单”吧!(指Whittaker的专著《现代分析》);讨论时间长了,大家感到饥肠辘辘时,就到冰箱里找东西吃,von Karman的妹妹经常为大家备有精美点心。许多举世瞩目的结果,就是在这个客厅里孕育出来的。在文[49]中有这样的描述:“von Karman每周主持一次工作会议和一次学术活动,周周都开,神圣不可侵犯,在工作会议上,希望每个人都报告自己的工作,不管是教授还是学生,讨论十分活跃,说错了也不要紧,von Karman的指导思想显然是:所有的人都参加这个集体所从事的工程科学的原始研究,每个人的研究都是重要的工作,希望每个人都能充分发挥自己的学识和经验,并对别人作出贡献,因此这种活动极其成功,深受欢迎。”钱学森院士把这个风气带到了中国科学院力学研究所,据蔡树棠、谈庆明教授回忆,该所一建成,就有了讨论班,最初的参加者仅16人,最早讨论的问题大多与高速空气动力学和物理力学有关。那时,钱学森先生拿到出版《星际航行概论》的稿费,就拿出一部分在自由讨论时请大家

用点心。郭永怀院士在中科院力学所的电磁流体力学研究室也组织了每周一次的研讨班,集中攻读留比莫夫的有关专著,并研讨相关的几个研究方向。笔者有幸参加了这个研讨班,讨论的气氛非常热烈,常常为一个有歧见的问题争吵得脸红脖子粗,结果总是郭先生的意见成为定论,大家常为郭永怀先生的许多真知灼见所折服。最近,黄敦教授告诉笔者,早在60多年前,周培源、王竹溪、彭桓武等教授就在清华大学组织了讨论班。所以说,钱伟长先生所提倡的 seminar 不是他发明的,而是对哥廷根学派的优良传统的继承和发扬,但是,在上海市应用数学和力学研究所18年一以贯之地坚持举办定期 seminar,而且使小 seminar 遍地开花,则反映了钱先生对这种发扬学术民主做法的执着和彻底认同,而这种制度和所造成的学术氛围也是使该所能跻身于强者如林的力学界、成为研究力学的“洞天福地”的原因之一。

9 结束语

在本文中,通过引述钱伟长院士的种种论述、简介他的学术成就并分析他的治学理念及学术风格,我们可以得到如下结论:

(1) 钱伟长先生的学术思想的精华在于:立足于社会实践,以高瞻远瞩、勇于探索的思路,根据经济、科技发展的需要来发现、提炼问题,经过充分调研,以广泛扎实的知识基础和独辟蹊径的创造性劳动,建立实际问题的数学模型,用独创的或先进的方法加以巧妙处理,将所得的成果经过实践的严格检验,并上升到新的理论高度加以认识或系统地发展成新的理论。事实证明,这种思想指导下的科研实践是无往不胜的;

(2) 钱伟长先生的治学风格的精髓在于:爱国敬业、自强不息、勤奋进取、锐意创新、面向实际、求真务实、广闻博览、群策群力。我们应该努力学习他的热爱祖国、热爱科学的高尚品格;脚踏实地、终生向学的治学态度;勇于创造、刻意求新的无畏气概;藐视困难、百折不回的奋斗精神;提携后进、传道授业的献身理念;发动群众、协力攻关的组织才干。

(3) 钱伟长先生的学术思想的渊源在于:努力吸收古今中外先贤先哲的治学理念,继承发扬哥廷根学派的优良传统,用辩证唯物主义理论武装自己,将理论与实际、科学与技术、数学科学与应用科学密切地

结合起来,发扬学术民主,大力开展学术讨论,努力组织学术刊物的出版和主办学术讲座,科学地调动一切积极性,在出一流成果的同时,造就一批有远见卓识和真才实学的人才。

使我们感到由衷的高兴的是:尽管钱伟长先生年事已高,但他依然头脑清晰、思维活跃,精神仍处于相当年青的状态。作为知名的民主人士,他始终以党的事业为己任,在他倾注全部心血和热情的教育、科学事业中,高举着邓小平理论的伟大旗帜,努力实践“三个代表”的重要思想,老骥伏枥,壮心未已,“桑榆匪晚,奔驰不息”^[2]。

在本文结束之际,谨向钱伟长先生表示我们共同的祝愿:愿先生继续书写人生的华丽篇章,带领我们继续在建设强大中华的漫漫征途上激流勇进!

致谢 本文的写作过程中,笔者曾得到钱伟长院士的具体指导,并经他仔细审阅、修改原稿;还受到笔者的老师李佩教授、学长谈庆明研究员和李家春研究员的种种启发;北京大学的武际可教授曾给笔者以点拨;北京大学的黄敦教授和笔者的助手乐嘉春博士对原稿提出不少宝贵意见;笔者的助手董力耘博士、学生卢东强、雷丽、安淑萍和本所资料室秦志强副馆员等曾帮助查找资料,谨此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 钱伟长. 钱伟长科学论文选集. 福州: 福建教育出版社, 1989
- 2 钱伟长. 八十自述. 深圳: 海天出版社, 1998
- 3 钱伟长. 钱伟长文选. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1992
- 4 钱伟长. 钱伟长学术论著自选集. 北京: 首都师范大学出版社, 1994
- 5 钱伟长. 教育和教学问题的思考. 上海: 上海大学出版社, 2000
- 6 周文斌, 孔祥瑞. 钱伟长传略. 见: 钱伟长. 钱伟长文选. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1992. 1~31
- 7 黄黔. 钱伟长. 见: 中国科学技术协会编. 中国科学技术专家传略: 工程技术编, 力学卷 1. 北京: 中国科学技术出版社, 1993, 166~195
- 8 钱伟长. 有代表性的科学论文简介. 见: 钱伟长. 钱伟长文选. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1992. 43~58
- 9 钱伟长. 中国历史上的科学发明. 北京: 中国青年出版社, 1953; 修订版, 重庆: 重庆出版社, 1989; 繁体字版, 香港: 南粤出版社, 1991
- 10 钱伟长, 林鸿荪, 胡海昌, 叶开沅. 弹性圆薄板大挠度问题. 北京: 科学出版社, 1954; 俄文版, 莫斯科: 外国文献出版社, 1957
- 11 钱伟长, 林鸿荪, 胡海昌, 叶开沅. 弹性柱体的扭转理论. 北京: 科学出版社, 1955(1957年重印)
- 12 钱伟长, 叶开沅. 弹性力学. 北京: 科学出版社, 1956(1980年重印)

- 13 钱伟长 (以清华大学锌空气电池研究组名义出版). 锌空气(氧) 电池进展. 北京: 科学出版社, 1975
- 14 钱伟长. 应用数学和力学论文集. 南京: 江苏科学技术出版社, 1980
- 15 钱伟长. 变分法和有限元 (上册). 北京: 科学出版社, 1980
- 16 钱伟长 (主编). 奇异摄动理论及其在力学中的应用. 北京: 科学出版社, 1981
- 17 钱伟长 (编著). 穿甲力学. 北京: 国防工业出版社, 1984
- 18 钱伟长. 广义变分原理. 上海: 知识出版社 (多学科讲座丛书), 1985
- 19 钱伟长. 格林函数和变分法在电磁场和电磁波计算中的应用. 上海: 上海科学技术出版社, 1989; 修订版, 上海: 上海大学出版社, 2000
- 20 钱伟长. 电机强度设计计算的理论基础. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1992
- 21 钱伟长. 应用数学. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1992
- 22 钱伟长. 微分方程的理论及其解法. 北京: 国防工业出版社, 1992
- 23 Synge J L, Chien W Z. The intrinsic theory of elastic shells and plates. in *Applied Mechanics - Theodore von Karman Anniversary Volume*, 1941. 103~120 (see also Ref.[1], 59~69)
- 24 Chien W Z. The intrinsic theory of elastic shells and plates. Part 1, 2, 3. *Quart Appl Math*, 1944, 1(4): 297~327; 2(1): 43~59; 2(2): 120~135 (see also Ref.[1], 79~138)
- 25 Rutten H S. *The Theory and Design of Shells on the Basis of Asymptotic Analysis*. Voorburg(Netherlands): Rutten & Cruisman, 1973. 2~3, 23
- 26 Chien W Z. Derivation of the equations of equilibrium of an elastic shell from the general theory of elasticity. *The Science Report of National Tsing Hua University, Ser. A*, 1948, 5: 71~86 (see also Ref.[1], 209~216)
- 27 Chien W Z. Large deflection of a circular clamped plate under uniform pressure. *Chinese J Phys*, 1947, 7(2): 102~113 (see also Ref.[1], 169~177)
- 28 Chien W Z. Asymptotic behavior of a thin clamped circular plate under uniform normal pressure at very large deflection, *The Science Reports of National Tsing Hua University*, 1948, 5(1): 71~94 (see also Ref.[1], 193~208)
- 29 Chien Weizang, Chen Shanglin. The solution of large deflection problem of thin circular plate by the method of composite expansion. *Appl Math & Mech*, 1985, 6(2): 103~120 (see also Ref.[1], 1283~1300)
- 30 Vol'mir A S. *Bending of plates and shells*. Moscow: Mir, 1956
- 31 戴世强. 关于圆薄板大挠度问题的正交条件解法. *应用数学和力学*, 1991, 12(7): 579~586
- 32 戴世强. PLK 方法. 北京: 科学出版社, 1981. 33~86
- 33 周煥文. 奇异摄动法在圆薄板大挠度问题中的应用. 北京: 科学出版社, 1981. 310~339
- 34 Bromberg E. Non-Linear bending of a circular plate under normal pressure. *Commun Pure & Appl Math*, 1956, 9: 633~659
- 35 钱伟长, 郑思梁. 轴对称圆环壳的复变量方程和轴对称细环壳的一般解. *清华大学学报*, 1979, 19(1): 27~47. 也可见文献 [1], 513~532
- 36 钱伟长, 郑思梁. 轴对称圆环壳的一般解. *应用数学和力学*, 1980, 1(3): 287~299. 也可见文献 [1], 709~727
- 37 钱伟长. 细环壳极限方程的非齐次解及其在仪器仪表上的应用. *仪器仪表学报*, 1980, 1(1): 89~112. 也可见文献 [1], 685~708
- 38 钱伟长. 半圆弧波纹管的计算 —— 细环壳理论的应用. *清华大学学报*, 1979, 19(1): 84~99. 也可见文献 [1], 567~581
- 39 钱伟长. 关于弹性力学的广义变分原理及其在有限元计算中的应用. *机械工程学报*, 1979, 12(2): 1~12
- 40 钱伟长. 高阶拉氏乘子法和弹性理论中更一般的广义变分原理. *应用数学和力学*, 1983, 4(2): 137~149
- 41 钱伟长. 大位移非线性弹性理论的变分原理和广义变分原理. *应用数学和力学*, 1988, 9(1): 1~10
- 42 Chien W Z. Incompatible elements and generalized variational principles. *Advan in Appl Mech*, 1984, 24: 93~153. See also Ref.[1], 1119~1163
- 43 钱学森. 写在《郭永怀文集》的后面. 见: 中国力学学会、中国科学院力学研究所编. 郭永怀文集. 北京: 科学出版社, 1982. 331
- 44 Chien W Z. Foreword. *J Shanghai University*, 1997, 1(1): 1
- 45 戴世强. 一本不可多得的应用数学专著——评介钱伟长院士的专著《格林函数和变分法在电磁场和电磁波计算中的应用》. *应用数学和力学*, 2001, 22(7): 771~772
- 46 von Karman Th, Edson L. *The Wind and Beyond, Th. Von Karman, Pioneer in Aviation and Pathfinder in Space*. Boston: Little, Brown and Company, 1967. 中译本: 冯·卡门——航空与航天时代的科学奇才, 曹开成译, 上海科学技术出版社, 1991
- 47 钱伟长. 怀念同窗益友郭永怀教授. 见: 郑哲敏主编. 郭永怀先生诞辰九十周年纪念文集北京: 气象出版社, 1999. 7~9. 也可见文献 [5], 394~397
- 48 徐梅英. 积极开展学术活动, 促进科学研究与人才培养. *高教研究*, 1989(2): 41~42
- 49 谈庆明. 钱学森对近代力学的发展所做的贡献. *力学进展*, 2001, 31(4): 500~508
- 50 郑哲敏, 李家春. 科学和技术结合的典范 —— 纪念郭永怀先生诞辰九十周年. 见: 郑哲敏主编. 郭永怀先生诞辰九十周年纪念文集. 北京: 气象出版社, 1999. 23~26
- 51 袁向东, 李文林. 格廷根的数学传统. *自然科学史研究*, 1982, 1(4): 339~348
- 52 高嵘, 李文林. 历史上的数学学派 —— 理论初探. *自然科学史研究*, 1998, 17(3): 218
- 53 王自华, 桂起权. 海森伯与慕尼黑 - 哥廷根 - 哥本哈根三个科学共同体. *华南师范大学学报*, 2000(3): 3~21
- 54 叶政. 从哥廷根学派的兴衰看近代中国数学发展缓慢的原因. *宁波师范学院学报*, 1991(6): 7~11
- 55 钱伟长. 跨越世纪. 上海: 上海大学出版社, 2002