

丹心竭力促发展 立足西部育英才

——追忆我国著名力学学者叶开沅教授

周又和

兰州大学土木工程与力学学院院长

教育部西部灾害与环境力学重点实验室主任

叶开沅(1926—2007)，浙江衢州人，兰州大学力学系教授，固体力学家、力学教育家。1951年清华大学电机系毕业后，在北京大学师从著名力学家钱伟长先生攻读研究生，针对非线性力学前沿热点领域之一的柔韧薄板大挠度问题开展研究。研究生毕业后留北京大学数学力学系任教。在此期间，他在著名力学家周培源先生的带领下参与创建我国第一个力学专业，成为北京大学力学专业5位创办人之一。1959年随我国著名教育家江隆基同志来兰州大学工作，并创建了兰州大学力学专业。



1980年，他与钱伟长先生共同创办了学术期刊《应用数学和力学》（中英文版），并担任副主编；1985-1990年任中国力学学会理性力学和力学中的数学方法专业委员会副主任。1982年，他发起成立了甘肃省力学学会，历任首届副理事长、第二届理事长、名誉理事长。1983年起，先后当选中国力学学会理事、常务理事，兼任美国机械工程师协会主办的《应用力学评论（Reviews on Applied Mechanics）》期刊评论员。在他的推动和倡导下，兰州大学力学系于1986年成立，他出任首任系主任，1991年任名誉系主任。1984年他与戏曲史大师赵景深先生共同创办了研究中国戏曲史的学术刊物《戏曲论丛》，先后担任副主编、主编。1986年，他当选为中国戏曲协会常务理事。

叶开沅先生将一生奉献给了科学与教育事业，无论受到多大挫折也未能改变他的这一坚定信念与追求。他青年成名，中年多难，老年奋进，成果丰硕。作为

国内外知名的固体力学家，他在板壳非线性弯曲与稳定性、非均匀结构优化等研究领域取得了突出成就。作为力学教育家，叶开沅先生在艰苦地区与环境下，长期倡导和实践了教学与科研相结合的办学理念，以宽广的胸怀、无私的奉献精神、高度的责任感和使命感，发现、培养、举荐了一批优秀的后学，使他们成为我国力学领域的骨干，在高水平创新人才培养方面取得了骄人的业绩，培养出的后学中已有 3 人当选为院士。

一、人生跌宕 奋斗终生

叶开沅 1926 年 5 月 19 日出生于浙江省衢州市。其父累试不第，改业为吏，曾任衢州农会会长及县参议员，中年后去职，家道中落。1938 年，叶开沅考入省立衢州中学学习，由于学业优秀，成为该校高中部的公费生。日军侵华时，衢州成为战场，他随全家避难于寺庙。当时衣食无着，更无法求学。1944 年他只身来到北平灯市口育英中学学习¹，颇得该校数学教师杨仲兰的喜爱，杨老师对他培养有加，从而为他以后的成长打下了良好的基础。

1945 年高中毕业时，恰逢抗日战争胜利，叶开沅进入北京大学土木工程系学习，随后转入燕京大学数学系。1946 年，他又考入国立唐山工学院（即原唐山交通大学）。1947 年，他以大学二年级学生身份考入清华大学电机系学习。1948 年，他在浙江大学电机工程系就读半年后又重返清华大学电机系学习至毕业。由于他对力学研究产生浓厚的兴趣，在 1951 年大学毕业后投入著名力学家、时任清华大学教务长的钱伟长教授门下就读研究生。1952 年院系调整，叶开沅转到北京大学数学力学系，导师仍为钱伟长教授。1953 年研究生毕业后，叶开沅留在北京大学数学力学系任讲师。自 1945 年到 1953 年，叶开沅有幸在北京大学、清华大学等多所著名学府的多学科学习，在名师指导下得到了良好的训练和培养，使他具备了宽广深厚的知识基础、博采不同专业流派之长的研究风格，为他日后的教学和科学研究起到了决定性的作用。

在 1957 年“反右”运动中，叶开沅因维护知名科学家钱伟长的学术声誉而被内定为“中右”，继而于 1958 年下放到门头沟斋堂公社劳动锻炼，1959 年才被安排回校讲授《材料力学》课程。1959 年初，江隆基同志从北京大学调任兰州大学

¹ 北平即现在的北京。在 1949 年 9 月 27 日新中国作出定都于此的决定后，就将北平改回其历史上的名称北京。

党委书记兼校长，当时正值苏联卫星上天之后，力学被认为是与新技术联系比较紧密的专业。再加上 1957 年“反右”前《人民日报》曾以《我国力学界的新人》为题报道了胡海昌与叶开沅两位年轻学者的业绩，所以江校长希望北京大学支援兰州大学一两位教员，并点名要叶开沅随行。北京大学经过研究后，同意调叶开沅到兰州大学工作。于是，叶开沅于 1959 年来到兰州大学数学系任教，并随后将其新婚妻子葛诒禔女士也调到兰州大学附中任教。上世纪五六十年代的兰州，无论是生活条件还是工作条件，相比于北京都要艰苦得多。蔬菜几乎常年是土豆、大白菜，主食以粗粮为主，每月供应大米仅 1 斤。加之随后的“三年自然灾害”，生活条件更加艰苦。这对于出生于南方的叶开沅和在十分优越的生活环境中长大的妻子来说，的确是个不小的挑战。而更让叶开沅始料未及的是伴随于他的非正常工作环境：“只专不红的学术权威”帽子使他精神上备受压抑，工作中不时受到冲击更让他难以承受。1966 年“文革”前夕，叶开沅被派往甘肃的榆中县马坡公社上庄大队参加社会主义教育运动，即“四清”运动。在作为工作队成员进驻生产队后，他按要求与当地农民同吃、同住、同劳动，开展清账目、清仓库、清财物、清工分的“四清”工作。像送粪、耕地、拉犁，锄草、拔麦子、打场等苦活、重活，他都干过，这对于从未干过农活的叶开沅来说的确是一种磨练。然而，对他更为严酷的打击接踵而来。“文革”之初，在兰州大学附中任教的妻子因海外关系及其出身背景而横遭批斗，终不堪忍受屈辱而自杀身亡。随后，他又因所谓的参加中国共产党非常委员会活动，获莫须有的“现行反革命罪”而遭逮捕，在狱中度过了七年半的铁窗生涯，期间差一点被判处死刑。具有讽刺意味的是，当得知他是一位力学专家时，监狱领导让他设计一所新的监舍，在新监舍建成后，便将这位设计者关押在内。在叶开沅遭受不白之冤期间，他的两个年少的儿子几近失怙，时而在其外婆家过一段时间，时而在其舅公、舅婆家过一段时间，生活颠沛，学业近乎荒芜。

生活中的不幸和不公正的待遇未能使叶开沅灰心，更没有让他屈服。对高等教育和科学研究的热爱，使他不屈不挠，顽强地在兰州大学坚持下来，在兰州大学力学专业的创办与发展过程中始终起着业务主导作用。在 1977 年 7 月出狱后，他被以“临时工”名义安排在兰州大学数学力学系资料室工作。他利用这一机会，以坚定的信念和顽强的毅力，重新展开了资料的查阅和研究工作。1978 年底，叶开沅的冤案在“拨乱反正”的大势之下得到了彻底平反，从此他又开始在他热爱的力学教学科研岗位上拼搏。

1981 年，叶开沅从讲师破格晋升为教授。1985 年起，他以无党派人士身份担任了甘肃省政协常委，为我国的科学、教育与建设等建言献策。1990 年后，叶开沅赴加拿大进行学术访问，继续推动兰州大学力学学科与国际力学界的学术交流。2000 年，退休后定居加拿大。2007 年 10 月 20 日，在北京突发心血管疾病，经抢救无效，不幸逝世，时年 82 岁。

二、科学研究 成就突出

自 1910 年国际著名力学家 von Kármán 建立了著名的薄板结构几何非线性大挠度方程组——被学术界称之为 von Kármán 板方程起，伴随着非线性科学的产生和发展以及航天、航空、仪表元件等近现代新兴工业的兴起，有关柔韧结构非线性力学的定量求解研究成为上世纪 40 年代至 80 年代广为关注的一个基础性研究课题。1951 年，叶开沅以其对科学研究的敏感性，毅然从电机专业转到 von Kármán 的弟子及合作者之一的钱伟长先生门下作为研究生从事力学研究。在此之前，钱伟长在拖带坐标系中用张量方法建立了板壳统一内禀理论，他按照统一的简化与分类方法得到的板壳非线性方程已被国际学术界称为“钱伟长方程”，他提出的以中心挠度为摄动参数的求解圆薄板大挠度方程的摄动法被学术界称为“钱氏摄动法”。叶开沅十分仰慕钱伟长先生的学术造诣及其在国际学术界的影响力，跟随钱伟长开展柔性薄板非线性力学行为的研究。他以深厚的数学和力学功底以及全身心的投入，很快就在学术上取得系列成果。他完成的第一篇学术论文《边缘载荷下环形薄板的大挠度问题》于 1953 年在国内顶级学术期刊《物理学报》和《中国科学》上发表，他的研究生毕业论文《矩形板的大挠度问题》中的主要成果被 1956 年召开的最高级别国际力学学术会议——第九届国际应用力学大会² (IUTAM) 录取并在全体会议上报告。他与钱伟长等人合著的专著《弹性圆薄板大挠度问题》于 1954 年由中国科学院出版后不久，就被译成俄文在苏联出版。随后不久，他们一道撰写的另一部专著《弹性柱体的扭转问题》于 1956 年由科学出版社出版。正是这些代表当时我国力学前沿水平的研究成果，使他与钱伟长、胡海昌一道完成的“关于弹性圆薄板大挠度问题”科研成果于 1956 年获首届国家自然科学奖二等奖，这是当时除钱学森先生的《工程控制论》获一等奖外，力学学科唯一获得的一项二等

² 这一最高国际力学组织后来更名为“国际理论与应用力学联合会”，即 International Union of Theoretical and Applied Mechanics，缩写为 IUTAM，其力学大会每四年召开一次。由于这是同一国际组织，前后均采用 IUTAM 这一缩写。

奖，而且这也是当时仅授的全部 5 项二等奖之一。正是这些高水平的学术成果奠定了年仅 30 岁的叶开沅在力学界的学术地位，其事迹在 1956 年科技大进军的高潮中被作为优秀青年科学工作者在主要报刊上报道，成为当时年轻学子们学习的榜样。

1959 年到兰州大学工作后，叶开沅仍时时不忘开展科学研究，抓紧业余时间继续着板壳非线性力学领域的研究。针对“钱氏摄动法”在扁球壳非线性稳定性研究中遇到的困难，1965 年叶开沅与他的学生刘人怀一起提出了“修正迭代法”，从而成功地为板壳非线性稳定性研究，进而为板壳非线性弯曲的求解提供了一种高精度的有效分析方法。这一研究成果于 1965 年发表在当时国内顶级学术期刊《科学通报》上，在非线性薄壁结构研究领域被公认为是一种有效方法，并被用于求解波纹板、扁壳板等各类仪表弹性元件的非线性力学特性分析中。进入上世纪 80 年代，随着计算技术的快速发展，针对当时圆（环）板非线性大挠度问题求解的近似解析方法在手工推演到高阶解时计算量显著增加的问题，他与其学生及合作者一起提出了计算机推演计算摄动解与迭代解的“解析电算法”，这也是机器求解非线性问题的早期实践。随后，叶开沅与其博士研究生郑晓静、周又和对圆薄板大挠度问题的精确解及各类解析方法的收敛性证明这些棘手难题展开研究，其成果于 1992 年获甘肃省科技进步二等奖³。对于壳体的非线性弯曲与稳定性问题，叶开沅与其合作者一道，还开展了锥壳、锥壳与圆柱壳的组合结构弯曲的力学特性研究，获得了一些新结果。这些工作为板壳大挠度理论的基础研究及在弹性元件仪表工业上的应用做出了有价值的贡献。

叶开沅先生在开展板壳非线性力学研究的同时，另一类力学问题，即非均匀弹性力学，也一直困扰着他。相对于已有的均匀材料的结构力学问题而言，非均匀材料意味着力学方程中的有些系数不再是常数而是随位置变化的函数，由此构成的变系数微分方程初、边值问题的求解给其力学特性的理论分析带来很大难度。现实中存在着大量非均匀力学问题，如近几年来，属于非均匀力学范畴的功能梯度材料力学问题在航天工程需求的驱动下已成为当前的热点研究课题之一。在上世纪 60 年代，这类研究工作极少，叶开沅是我国这一领域研究的早期开拓者之一。他在那时就在思考如何寻找这一问题的解决方法，开始致力于非均匀弹塑性力学

³ 在 2000 年以前，甘肃省没有设立基础研究的自然科学奖，有关这类成果仍放在科技进步奖内，而科技进步一等奖往往只授予应用类。本文中提到的甘肃省科技进步奖均属于基础类。

的研究。1965 年，他提出了用分段局部均匀化的近似方法来逼近非均匀体的阶梯折算法，利用每段上的弹性解和不同段在交界处的位移与力的连续条件及边界条件，就可以给出非均匀弹性构件力学问题的解的基本代数方程组，进而可以获得问题的解。在此基础上，他完成了一系列论文，给出了非均匀柱、梁、板的变形、振动、稳定性等力学问题的解的解析表达式。这些结果因“文革”的原因未能及时发表，直到他平反后，才得以在《兰州大学学报（自然科学版）》上汇集发表。随后，鉴于非均匀弹性力学的解析解已得到，他开始推动将这一研究成果应用于结构优化的力学研究中。他与合作者俞焕然共同给出了工程结构优化设计问题的一种解析表达方式，由此得到了由其它数值方法难以得到的一类经典问题的优化结果。这一结构优化方法改变了全部用数值计算求解优化问题的困境，提高了结构优化的计算速度和精度，为结构优化设计开辟了一条新的途径。他与合作者在非均匀力学及结构优化方面的研究成果于 1987 年获甘肃省科技进步二等奖。

三、学科建设 身先士卒

叶开沅在开展科学研究工作的同时，也一直高度重视力学学科的建设工作。在新中国建立之初，国家建设急需力学专门人才。在此大背景下，1952 年国家决定在北京大学组建力学专业，叶开沅有幸成为这一力学专业的 5 位创办人之一。在北京大学工作期间，他为创办这一专业参与了大量的建设性工作，包括制订专业规划、培养目标、教学计划和课程教学大纲，并承担了繁重的教学任务，为数学力学系学生主讲过《弹性薄板理论》（1953 级）、《弹性力学》（1954 级）和《材料力学》（1956 级）等。1958 年下放门头沟斋堂公社劳动锻炼后，于 1959 年回校讲授材料力学课程。

1959 年，叶开沅到兰州大学后，作为学科带头人立即投入到创建兰州大学力学专业的各项工作中。当时面临的困难是，既没有基本的力学实验设备，也缺少力学方面的图书资料，师资力量更为薄弱，加之国内开办力学专业的高校很少，没有多少成熟的办学经验可以借鉴。为了解决师资问题，临时从数学专业选调了几位教师并选留了几名与力学相关专业的大学毕业生。江隆基到任兰州大学校长后，出台了一系列政策，其中最为重要的是加强教师队伍建设、加强教学规范与管理。叶开沅积极响应并参与其中，在考虑兰州大学实际情况的基础上，借鉴他

在北京大学参与创办力学专业的经历，参照北京大学经验领衔制定了力学专业发展规划和教学计划，编写了课程教学大纲，筹组教学实验与图书资料，组织教师培训班讲座等。与此同时，他还带头为力学专业学生讲课、写讲义。他还专门指导年轻教师的备课、讲课及科研工作，要求年轻教师听课，尽快提升讲课水平。他组织的讨论班，学生和教师都踊跃参加。他在各种场合鼓励教师和学生努力学习与开展科学研究，大大激发了学生和老师们学习与研究力学的激情。这些为兰州大学的力学教学与科研工作奠定了坚实的基础，使力学教师队伍得以茁壮成长。

从“文革”开始直到他的冤案得到彻底平反这一期间，他的教学与科研工作均不能正常开展。随着改革开放的春风，国内科研与教学工作很快恢复正常，他的作用又得以正常发挥。1981年，随着国家恢复和建立健全学位教育制度，他领衔申报获批的固体力学博士点成为兰州大学首批6个博士学科点之一，他也被批准为这一博士点的唯一博士生指导教师。自此，兰州大学力学学科开始了高层次人才培养的新时代。叶开沅在这一期间，以极大的热忱投入到本科生与研究生的教学活动中，编写讲义并主讲了大量的专业课，包括《材料力学》、《弹性力学》、《板壳理论》、《变分法》、《高等弹性力学》、《非线性弹性力学》和《柔韧杆件的大挠度理论》等。1986年兰州大学决定成立力学系，叶开沅被任命为第一任系主任，从而使他的办学理念能得到有效的贯彻和执行。他所倡导并身体力行的学科带头人为大学本科生讲课的传统，直至今日，在兰州大学力学专业的教学中仍然坚持着。1991年，在卸任系主任后，他仍然时刻关注着他精心创立的兰州大学力学学科的发展。每当他从国外返回兰州，其学生与年轻老师去看望他时，他总是以极大的热忱介绍国外力学研究的一些最新动态与他自己的思考，这种对于科学研究的执著追求一直感染着年轻一代投身于力学事业之中。同时，他对当时系里的年轻学术带头人悉心呵护，宽容大度，从不以学术权威自居，不干涉系上的行政事务与学术活动，不提任何特殊要求，为这些年轻学者的学术发展和力学学科建设创造了十分宽松的氛围。

叶开沅始终认为，一流的教学与人才培养需要高水平的科研支撑，教学与科研应相互促进而不是相互排斥；没有一流的科研，再好的教学工作其效果也是有限的，而好的教学工作又的确离不开从事一流科研的教师的参与。他不仅将这一先进的教学理念贯彻在教学各环节中，积极倡导教授上讲台，而且他本人从北京

大学开始就亲力亲为，坚持为本科生授课。与此同时，他还积极参与教材建设，将高水平教材建设作为推动人才培养的重要环节。早在北京大学期间，他结合所承担的力学专业的重要专业基础课程《弹性力学》，在当时国内没有教材的情形下，与钱伟长先生一道编写讲义。在此基础上，他与钱伟长先生合著《弹性力学》教材，于1956年由科学出版社出版。该书前6章完整地讲述了弹性力学的基础理论，后7章则分别讲述了扭转、弯曲、平面问题、薄板、接触、球体和弹性波等7个弹性力学应用的专门问题。在弹性理论基础方面，概述不仅十分详细，有根有据，而且还把1927年Love的《数学弹性理论》专著、1934年出版的Timoshenko的《弹性理论》等经典著作在该方面的奠基性成就合成一个严谨的系统，是理论的“集大成”性的工作。在专门问题的讲述中，从问题的提出到数学公式的形成，再到数学的最终解释，层次井然。书中的许多理论和定理都有说明和详细的文献附列。该书既具备较高的数学理论水平，又具备解决工程实际应用的价值，是便于读者进入相关研究的启蒙之作。该书不仅是我国的第一本弹性力学经典著作，而且比起Love和Timoshenko的书有明显的独到之处。直到现在，这一经典教材仍是国内学习固体力学的首选参考书之一。

1981年，为解决恢复高考以后教材严重缺乏的状况，全国理科力学专业教材工作会议决定，由北京大学、复旦大学、兰州大学等高校共同承担理科力学基础课程的教材建设，并由兰州大学负责《材料力学》教材的编写。为此，叶开沅以他在北京大学和兰州大学多次讲授并反复修改的《材料力学》讲义为基础，吸收了北京大学董铁宝、邓成光、沈力等老师的生前意见，在兰州大学冯燕伟老师的协助下完成了《材料力学》教材的编写，于1989年由高等教育出版社出版。这是一部内容精炼、特色鲜明、适于理科力学专业的材料力学教材，教材不仅保留了材料力学课程的主要内容，而且给出了学生能接受的严谨理论推理，并吸纳了他自己的一些与教材内容相关的科研成果。该书的出版改变了长期没有理科力学专业所适用的《材料力学》教材的局面，并得到理科力学专业的应用。

四、学术交流 活跃前沿

叶开沅以其丰富的科研成果积极参加国内外学术交流活动，活跃在学术前沿。他多次应邀在国内外学术会议上作报告，并邀请国际一流学者讲学等，有力

地推动了国内研究水平及其国际学术影响力的提升。

早在 1956 年，叶开沅就因其薄板大挠度方面的研究成果而一举成名，其论文被国际应用力学大会（IUTAM）录取。后因他维护已成“大右派”的钱伟长先生之学术声誉，被内定为“中右”进而被控制使用。这样，他的学术交流活动被迫中断，尤其在国际交流方面更无可能。直到彻底平反，他才得以自由参加国内外学术交流活动。在他刚恢复工作不久的 1980 年及此后的 1984 年，他的 2 篇论文又分别被在加拿大和丹麦召开的连续两届 IUTAM 大会接受，他出席会议报告他的研究成果，重新活跃在国际学术舞台上，随之，他在结构优化方面的研究成果亦被国际同行认可。1985 年，他应邀在国际非线性力学大会的开幕式上作大会报告，介绍了包括他自己在内的国内学者在非线性板壳力学方面的研究成果。1987 年，他的多篇论文在新加坡召开的国际优化理论与应用会议上报告。1988 年，他应结构优化研究的国际同行之邀请，出席了在澳大利亚召开的 IUTAM 结构优化研讨会这一小型高级别国际学术会议，并以“Recent Investigations of Structural Optimization by Analytic Methods”为题报告他的成果（国内仅 2 人获邀参加）。

除了被邀请到国内一些高校讲学外，他还邀请了一大批国内外知名学者来兰州大学讲学，以促进兰州大学学术水平的提升和研究视野的拓展。其中包括非线性动力学家徐皆苏、应用数学家谢定裕、宇航力学家 Fred P. J. Rimrott 等一批国际知名学者。1978 年，刚刚恢复工作的叶开沅就敏锐地意识到理性力学从宏观上把握力学知识体系的重要性。当年 8 月，他与程昌钧等人共同筹办了“全国理性力学讲习班”。1979 年，叶开沅参与发起并筹备成立了中国力学学会“理性力学和力学中的数学方法专业组”（1985 年改成专业委员会，叶开沅任副主任）。这一专业组（专业委员会）的成立极大地推动了理性力学在我国的传播和发展，促进了力学与其他学科的交叉，加强了现代数学与力学的有机结合。1980 年 8 月，叶开沅邀请理性力学国际知名学者、美国普林斯顿大学 A. C. Eringen(艾林根)教授来兰州大学讲学，内容涵盖了“微极连续统的理论和应用”、“连续统的局部与非局部理论和应用”、“液晶理论”和“波的传播”等当时的前沿研究专题。随后，他安排程昌钧和俞焕然等教师翻译了艾林根的经典专著《连续统力学》，并推荐在科学出版社出版。此后，这一专著（英文版与后来的中文版）长期作为兰州大学力学专业研究生的教材使用。他还与俞焕然等人一道将加拿大多伦多大学机械工程系 Fred P. J.

Rimrott 教授的著作《轨道动力学引论》(Introductory Orbit Dynamics)译成中文出版(1993)。与此同时,他主编的《应用力学进展(Progress in Applied Mechanics)》一书于 1987 年由 Martinus Nijhoff Publishers 出版。

五、人才培养 效果卓著

高水平人才培养不仅是高校各专业办学所追求的目标,而且也是检验办学效果的重要依据。叶开沅离开科研氛围浓厚的北京大学来到几乎一张白纸的兰州大学创办力学专业,面对比他还要年轻的刚毕业教师与从数学专业转过来从事力学教学的教师队伍,如何提升他们的水平是培养高质量人才的关键。为此,他将教师参与科研工作作为突破口,并在后来的研究生培养中倡导以科学研究来带动高水平人才的培养与成长。众所周知,直至上世纪 80 年代初,我国的大学一直是以教学工作为主,科学研究工作很少。叶开沅不顾学科创建任务的艰巨、教学工作的繁重,一直没有间断科学研究。如在上世纪 60 年代,在教学之余,他在求解板壳非线性变形的过程中,为了确定近似解析解的系数,一边不停地手摇计算机,一边输入数据。他的这种教学与科研并重的办学理念一直传承至今,他的言传身教也同时激励着一届又一届兰州大学力学专业的学生。从 1962 年到 1967 年,兰州大学力学专业一共培养了 6 届毕业生,每当毕业生回想起叶开沅当年为他们讲授的每一门课程时,都感慨不已,认为受益匪浅,都感谢叶开沅先生为他们提供了优良的知识传授与科研指点。1964 年,针对叶开沅先生当年主讲的《板壳理论》课程,一位学生在庆贺新年的对联上写道:“熟读板壳一本经,红专大道修前程”,从中可以看出叶开沅在兰州大学力学专业的学生培养过程中,就已经播下了科学研究的种子,为兰州大学的力学人才培养质量在国内赢得了良好的声誉。

1963 年,兰州大学固体力学专业毕业生刘人怀的本科毕业论文以及他毕业后留校工作期间一直得到叶开沅的指导。在所从事的扁球壳非线性稳定性的理论研究中,他们合作提出了求解板壳非线性问题的“修正迭代法”,该方法能更为有效地获得扁球壳非线性稳定的临界失稳载荷。这一研究成果于 1965 年发表在《科学通报》上,是年轻学子刘人怀的成名之作。也由此极大地激发了刘人怀的科研激情,养成了他良好的科研素质和能力,使他走上了科学研究的道路。在“文革”结束后不久,刘人怀以其在这一领域的系列研究工作,成为由前西德挑选的我国首批获得

洪堡奖学金赴德留学的学者。洪堡奖学金将博士学位列为申报的必要条件，当时的西德考虑到在中国有“文革”的冲击，对刘人怀虽然放弃了这一条件，但研究水平的要求却不降低。30多年后的1999年，刘人怀当选为中国工程院院士，成为兰州大学毕业生中的第一位院士，而“修正迭代法”正是他当选为中国工程院院士的重要成果之一。

1981年，叶开沅被批准为首批博士生导师后，他的主要精力开始移向研究生高层次人才培养。自1982年到1990年，叶开沅亲自指导获博士学位的研究生共有9人。他以极大的科研热忱鼓励学生创新，支持学生在选题方面超越他自己的思考。每当他听到学生汇报研究工作获得进展时，他就喜形于色，在多加鼓励的同时，就细节问题展开讨论，指出其研究进展在科学研究上的意义。当年，叶开沅已经是力学界名闻遐迩的知名教授，很多年轻学子既仰慕他又害怕难以接近他，往往在心理上产生距离感。而叶开沅先生总是主动邀请学生到他家中畅谈（因当时没有现在的教师办公室与研究生学习室），简单轻松的寒暄之后，紧接着就是学术话题的讨论。他经常告诫年轻学子做人要正直，要有追求和抱负，这也是他一生的写照。对于他发现有培养前途的学子，他往往主动出击与之联系，鼓励他们来到兰州大学在他的门下攻读博士学位，并对他们取得的成果给予举荐。

1982年，叶开沅应华中工学院（现华中科技大学）之邀在其力学系任兼职研究生导师，郑晓静在大学毕业后就这样成为他在华中工学院的硕士研究生。叶开沅为郑晓静的硕士论文选择了一研究主题——中心集中力作用的圆薄板大挠度非线性问题级数求解的定量计算。由于该问题具有奇异性，无法采用均布载荷情形的幂级数求解，且各种解的收敛性问题一直没有在理论上得到解决。于是，郑晓静决定在完成叶开沅先生交给工作的基础上，来开展收敛性证明这一棘手问题的研究。在当时，对这类非线性问题的解极少有收敛性的研究。叶开沅先生在得知郑晓静要开展这一研究后，因知道其难度太大既没有予以鼓励也没有阻止，而是放手让她去试。1984年4月，郑晓静的硕士论文既完成了叶开沅先生交给的定量计算任务，又在收敛性的研究方面取得了突破性进展。叶开沅先生在详细审查推导和证明过程后，为了慎重起见，仍邀请兰州大学、武汉大学等国内数学界学者审查，以确保严谨性。在郑晓静硕士毕业留华中工学院任教后，叶开沅又极力鼓励她到兰州大学攻读博士学位，以解决该领域的其它一些遗留问题。他亲自找到

时任华中工学院院长朱九思同志，请他支持。就这样，郑晓静于1985年3月来到兰州大学成为叶开沅的博士研究生。此后，郑晓静在叶开沅先生的指导下，对各类圆（环）薄板大挠度问题解析求解的主要方法，如摄动法、迭代法和幂级数法的解的函数集表征、收敛性和定量求解等进行了全面的研究，实现了级数解、高阶摄动解和迭代解等近似解析解的计算机求解；通过提出一种新的内插迭代法来解决薄板非线性问题从小挠度情形的线性解出发经非线性解到达接近薄膜解的所谓“过渡问题”等。在这些研究获得阶段性进展时，叶开沅作为《中国科学》和《科学通报》编委，推荐郑晓静的研究论文（他没有署名）在《中国科学》上发表，并专门邀请钱伟长先生来兰州大学主持郑晓静的博士学位论文答辩。答辩委员会评价这一工作是“国内外少见的优秀工作”，“已处国内外领先地位，是五十年来该课题最完备的一项研究”。之后，叶开沅又作为常务理事向中国力学学会推荐郑晓静参选“中国青年科技奖”。1988年，经中国力学学会向中国科学技术协会推荐，郑晓静获首届“中国青年科技奖”。在此之前，叶开沅对此事只字未提，郑晓静直到被通知获奖，才得知为叶开沅先生所举荐。1992年，郑晓静还因这一博士学位论文成果被国家教委与国务院学位委员会联合授予“做出突出贡献的中国博士学位获得者”称号，叶开沅也被甘肃省授予“优秀博士生指导教师”称号。叶开沅的指导和支持，使得郑晓静的研究能力得以快速提升，为她日后转入电磁固体力学、风沙环境力学这些学科跨度较大的研究领域做出重要研究工作奠定了坚实基础。1997年，郑晓静成为兰州大学首位“国家杰出青年科学基金”获得者，2009年当选为中国科学院数理学部院士，2010年又当选为发展中国家科学院工程领域的院士（即原第三世界科学院院士）。

1986年，叶开沅在应邀主持了西安冶金建筑学院黄义教授指导的研究生孙博华的硕士论文答辩后，对于该生的研究激情和能力给予了充分肯定，并鼓励他到兰州大学在其名下攻读博士学位。孙博华硕士毕业后来到兰州大学，在叶开沅先生的指导下继续从事锥壳和组合壳的力学分析研究，其研究能力得到了很大提升。在博士研究生期间，孙博华组建了兰州大学研究生会，任首届研究生会主席；于1987年自筹经费组织了在兰州召开的全国青年力学学术会议，并任会议主席。叶开沅先生对这些都给予了热忱鼓励与支持。孙博华博士毕业后，叶开沅推荐他赴清华大学从事博士后研究，在获得洪堡奖学金后赴德国等国家留学。目前，孙博华是南非开普半岛理工大学机械系教授，2010年当选为南非科学院院士。

叶开沅先生亲自系统指导的最后一位博士生周又和，也是应叶开沅先生之邀并怀着对叶开沅先生的仰慕投奔其门下攻读博士学位的。1986 年暑假，叶开沅专门找到时任华中工学院力学系讲师的周又和，希望他来兰州大学攻读博士学位。周又和为叶开沅先生的这一举动所感动，于次年 9 月来到叶开沅先生门下就读博士生。叶开沅先生针对当时航空仪表弹性元器件研制中所涉及的谐振式弹性元件的载荷-频率特征关系这一基础问题，让周又和作为博士论文的研究主题。这是一涉及到非线性柔性板结构静、动态力学行为分析的力学课题。周又和在叶开沅先生的指导下，首先将问题分解为非线性静态部分与动态部分，在证明静态解对动态解存在影响——即确认了谐振弹性元件设计的理论基础后，在静态解可以精确得到的情形下，对于静态变形附近的小振幅自由振动的本征值问题采用级数解展开，将其转化为无穷阶代数特征值问题。再通过引入关于有限独立变量的一组数学变换将无穷阶代数特征值问题转化为仅与边界条件数目相同的有限阶代数特征值问题，从而获得了高精度的载荷-频率特征关系。最后，针对大振幅非线性自由振动问题中振幅对频率的影响问题，采用非线性振动分析中的 PLK 摄动法进行了讨论。由此，解决了振膜式谐振弹性元件、振弦式谐振弹性元件的载荷-频率特征关系的高精度计算问题，并在圆板受压的屈曲与后屈曲研究中也取得成功。叶开沅先生对这一研究结果非常满意，邀请清华大学龙驭球教授与天津大学陈予恕教授（他们后来均成为中国工程院院士）等学者组成博士学位论文答辩委员会。答辩委员会对这一研究工作给予了充分肯定。相关研究成果在国内外学术期刊上发表后，于 1996 年获甘肃省科技进步二等奖。迅速提升的科学研究能力为周又和后来在压电智能结构动力控制、铁磁和超导材料及结构的多场耦合非线性力学研究中取得突出成绩奠定了基础。周又和于 1999 年被批准为第二批教育部“长江学者奖励计划”特聘教授，2000 年获得“国家杰出青年科学基金”，2006 年他领衔的力学科研团队入选为教育部“新世纪长江学者创新团队”，2008 年获“国家教学名师奖”和“国家自然科学奖”二等奖，2009 年他作为第一完成人获得“国家教学成果奖”二等奖。

六、文理兼备 多才多艺

叶开沅的戏曲史研究，几乎与力学研究同时进行。他的父亲从事过婺剧，哥哥从事越剧，他自幼出入剧院，对周信芳、小杨月楼、高雪樵、王桂清等戏曲名

家印象深刻，深深迷上了祖国的传统艺术，并随之渐渐关注起戏曲研究。他很熟悉其家乡流传的婺剧，深感婺剧好则好矣，却没有一位专家能指出它的来龙去脉。还在北京读书期间，他利用暑假回老家收集资料、遍访老艺人、一遍一遍地看婺剧。他把史书中的零散资料 and 老艺人提供的活材料，分门别类、整理成卡，合纵连横、比较研究。终于发现，许多婺剧底本与宋朝以来的南戏剧本有惊人的相似。这证明了他自己当初的大胆设想：南戏的发展有民间艺人和文人学士两流。这一发现为资料匮乏的南戏研究开辟了新径。

经过 10 余个寒暑，数易其稿，在“文革”之前就以他为主写出了长达 30 万字的《婺剧高腔考》。在初稿完成后，叶开沅将初稿送交有关部门，希望引起重视。对于这一叶来路不明的小舟，想驶入艺术的汪洋大海，谈何容易。就在叶开沅受阻不久，著名戏曲史家、时任复旦大学教授的赵景深和《戏剧报》副主编戴不凡向他伸出了热情之手。他们认真读了他的全部手稿，频频通信探讨，提出修改意见，并向浙江省文化局推荐。然而，“文革”的到来，这一书稿也成了叶开沅的一大罪状，连支持过他的赵景深先生也因此大吃苦头。直到叶开沅彻底平反后，由他爱人葛诒提抄写的字迹隽秀的手稿，才从他的“反革命”档案中找回。1981 年《婺剧高腔考》一书由日本东京龙溪书舍出版后，2004 年又由中国戏剧出版社出版。由他撰写的《叶开沅戏曲论文集》也被中国戏剧出版社出版。这奠定了叶开沅在戏曲史研究方面的地位，他被人誉为中国戏曲史学家。

为了推动戏曲史的研究与学术交流，1984 年叶开沅与赵景深等人一道发起创办了中国戏曲史研究的学术刊物《戏曲论丛》，叶开沅出任副主编。在赵先生逝世后，他出任主编。由于他在戏曲史研究方面的成就，1986 年他当选为中国戏曲协会常务理事。为振兴中华戏曲艺术，叶开沅还两次自己出资举办京剧演唱会，并在国内外多次作有关戏曲史方面的学术报告。他作为兰州大学中文系的兼职研究生导师，还指导学生从事戏曲史方面的研究。在自然科学家中，像他这样在戏曲艺术方面如此执着，又有相当成就者是极为少见的。

叶开沅不仅对戏曲史有很深的研究，而且也是一位高级京剧戏迷和票友。紧张工作之余，他会哼上一曲京剧来缓解压力。他对京剧的一招一式、唱腔与吐字，都有极高的鉴赏力。在移居加拿大后，他还参加华人的定期京剧票友演唱活动，而一旦回到兰州，又与兰州的票友们聚在一起演唱，使他的晚年生活丰富多彩。

七、虚怀若谷 海纳百川

叶开沅先生在“文革”期间作为“反动学术权威”频遭批斗，受到过一些皮肉之苦，并蒙受不白之冤遭受牢狱之灾长达7年有余。其间家庭受到严重冲击，妻子被迫害，自杀身亡，小孩失去受教育的机会，他的科研与教学中断。然而，在他平反恢复工作后，他首先想到的是开展工作、提升水平，发展兰州大学力学学科。对于自己的不幸遭遇极少抱怨，更没有去责怪参与批斗他的一些当事人，显示出一位科学家与长者虚怀若谷、海纳百川的宽广胸怀。

在“文革”结束后，我国教育事业百废待兴，师资队伍의规模和水平都亟待提高。为了培养年轻人，让年轻教师更好更快地成长起来，叶开沅不仅帮助年轻教师开展科学研究工作，包括遴选科研方向、修改研究论文等，而且还积极推荐他们到国外大学交流访问。为此，他不计前嫌，对那些在“文革”期间错误地批斗过他的年轻教师，只要他们还有意愿并具备一定能力从事教学与科研工作，他都一视同仁地给予热情相助，在业务与行政两方面都与其他人一样给予同等机会，使他们一道为学科的发展发挥作用。当年，出国进修是教师提升能力、扩大视野的一种有效途径，他同样为这些教师出国留学进修写推荐信。在组成的第一届力学系的行政班子中， he 可以与持各种不同观点的人共事，包括曾经批斗过他的人，有时甚至还对那些曾经反对过他的人委以重任。在上世纪80年代后期的一次正教授职称晋升过程中，力学系只有1个名额，却有3位教师申报，其中一位教师一直在国外。当学校征求叶开沅的意见时， he 为了吸引这位教师回国，不顾这位教师曾经在“文革”中批斗过他，并在他刚恢复工作时不同意安排他回到教师岗位等恩怨，毫不犹豫地举荐了这位教师并使其职称得到了晋升。由此也引起一些人对叶开沅的误解，认为 he 尽管敢于直言、敢作敢为、敢于担当，但在这些事上却有些善恶不辨。当然，今天看来，叶开沅先生当初的有些做法并没有达到他的预期目标。但对于叶开沅来讲， he 想到的只是如何共同把兰州大学力学学科办好。也正是叶开沅先生的这一良好愿望与宽广胸怀，在今天仍教育着、感染着、激励着兰州大学力学学科的学术带头人，为完成叶开沅的未竟事业——促进兰州大学力学学科的蒸蒸日上而坚守着、工作着、奋斗着。

后记

本文是应科学出版社《二十世纪中国知名科学家学术成就概览》（力学）的“叶开沅”条目之约请而写的，历经一年才终于得以完成。由于叶开沅先生生前很少提及他早年在北京大学直到后来在“文革”中的经历，这方面的信息是从他的档案、相关文献资料、他的同事或学生那里收集得到的。可能有些不全面或有失偏颇或评述失当，在此，恳请读者给予谅解并批评指正。值此叶开沅先生去世三周年之际，我们也希望以此文来纪念叶开沅先生为我国高等教育人才培养与科学研究所做出的贡献，发扬光大他所开创的事业。叶开沅先生作为我国自己培养的杰出人才，能在学术界成为国内外知名的学者，在人才培养方面取得如此卓著之成绩，其先进的办学理念、对科学事业的执著追求、正直的为人、不屈的意志及对人的博大胸怀等都是很值得我们加以认真总结和思考的。受学识水平所限，本文离这一目标还相差很远。值得欣慰或可以告慰叶开沅先生的是，今日之兰州大学力学学科，在兰州大学后学们的努力下，在国内外力学前辈与同仁们的关怀和支持下，已在学科建设、人才培养和科学研究等方面均取得了长足的进展。

致谢：文中很多资料来源于兰州大学俞焕然、暨南大学刘人怀、北京大学武际可、上海大学程昌钧等与叶开沅先生共事过的老师和他的学生撰写的文章或回忆，如武际可老师的《力学史》著作等。在撰写过程中，得到了刘人怀、俞焕然、武建军（兰州大学）、郑晓静（兰州大学）等人的帮助，文稿写成后得到刘人怀、程昌钧、俞焕然、郑晓静等人的审定与指正，郑晓静、赵社文（兰州大学）对最后的文稿进行了文字润色修改。在文稿定稿之际，北京大学武际可老师提供了叶先生早年在北大工作的一些信息。与此同时，学院很多老师对文稿的文字部分也提出了不少修改意见。在此，一并致以感谢！