

万哲先*

李福安 刘木兰 中国科学院数学与系统科学研究院



万哲先 (1927—), 山东淄川人。代数学家。1948 年从清华大学数学系毕业, 获学士学位并留校任助教。1950 年被选入中国科学院数学研究所筹备处工作, 此后在数学研究所工作了 30 余年, 于 1978 年晋升为研究员。1984 年调入中国科学院系统科学研究所, 曾任所学术委员会主任。1991 年当选为中国科学院院士。现任中国科学院数学与系统科学研究院研究员, *Algebra Colloquium* 主编及多个国际学术刊物编委, 并被清华大学、南开大学、中国科学技术大学、苏州大学、山东理工大学等校聘为兼职教授。研究领域

为代数学和组合理论, 包括典型群、矩阵几何、有限域、有限几何、编码理论和密码学、区组设计、图论、格论等。发表研究论文 140 余篇, 出版书 22 本 (其中学术专著 18 部)。1978 年获 3 项全国科学大会重大科研成果奖, 1986 年获中国科学院科技进步奖一等奖, 1987 年获国家自然科学基金三等奖, 1995 年获华罗庚数学奖, 1996 年获光华科技成果奖一等奖, 1997 年获中国科学院自然科学奖一等奖。

一、简 历

万哲先祖籍湖北沔阳 (今湖北仙桃)。父万承珪 1913 年毕业于北京大学土木系 (科), 终身在国内铁路系统任工程师。母周维金。父母亲对子女的教育极为重视, 自 3 岁起万哲先即由母亲授识字和算术, 不满 5 岁即被胶济铁路张店小学录取。由于父亲工作不断调动, 他读过多所小学和中学, 父母亲总是选尽可能好的学校让他去报考。因抗日战争, 他小学少读了一学期。1938 年夏以同等学力考入迁到贵阳的中央大学实验中学。1942 年进入在昆明的西南联合大学附属中学, 并在那里度过了

* 转载自《20 世纪中国知名科学家学术成就概览》数学卷第二分册。总主编钱伟长。本卷主编王元。北京: 科学出版社, 2011。

中学的最后两年。在西南联大附中，他各科成绩一直优异。毕业考试时成绩名列全年级第一，也是云南省会考第一名。西南联大规定，附中毕业考试前五名可免去联大入学考试的初试。他参加了复试并被西南联大录取。入学后云南省会考才发榜，云南省教育厅规定前三名可以保送云南省任何一所大学。但此时他已进入西南联大，因而没有利用这个保送机会。由于家庭的影响，万哲先一直打算学工程，但进入西南联大附中后，受到西南联大学术气氛的熏陶，对数学产生了浓厚的兴趣，后来又受到数学老师龙季和先生的引导，便选择了数学作为他的志愿。

自 1944 年起，万哲先先后在西南联大和清华大学数学系学习。在大学学习期间，他有机会听了许多名家开设的课程，充实了知识，开阔了眼界。当时教过他课的有陈省身、许宝騄、程毓淮、申又枨、庄圻泰、赵访熊、蒋硕民、段学复、王湘浩、孙树本等先生。在清华大学学习时，他特别选修了段学复先生开设的多门代数课，从而打下了很好的代数基础。1948 年他在清华大学毕业，获理学学士学位，留校任助教。

1950 年，万哲先被选入中国科学院数学研究所筹备处工作，当时数学所的研究人员不足 10 人。他在数学所工作了 30 余年，其间于 1978 年晋升为研究员。1984 年调入中国科学院系统科学研究所，曾任所学术委员会主任。1991 年当选为中国科学院院士。现任中国科学院数学与系统科学研究院研究员，学术刊物 *Algebra Colloquium* 主编及 *Finite Fields and Their Applications*, *Annals of Combinatorics* 和 *Journal of Combinatorics, Information and System Sciences* 等多个国际学术刊物的编委，曾任《中国科学》《科学通报》《数学通报》和 *Discrete Applied Mathematics* 等刊物编委，还被清华大学、南开大学、中国科学技术大学、苏州大学和山东理工大学等校聘为兼职教授。

1957 年万哲先与王世贤女士结婚，他们有两个女儿。王世贤毕业于北京师范大学教育系，一直从事教育工作。她全力支持万哲先的事业，承担了全部家务和照顾丈夫的责任，从而使万哲先几十年来能够专心致志地从事数学研究。

二、学术成就

万哲先教授的研究领域为代数学和组合理论，研究兴趣包括典型群、矩阵几何、有限域、有限几何、编码理论和密码学、区组设计、图论、格论等。他是继华罗庚、段学复之后我国代数界公认的当之无愧的领导人。半个多世纪以来，他在典型群、有限几何、矩阵几何、编码与密码等领域做出了杰出的贡献，在国际上有重要影响。

1950 年初, 华罗庚先生从美国归来, 在清华大学任教并创建中国科学院数学研究所。万哲先在华罗庚的指导下从事典型群的研究。典型群是线性群、辛群、正交群、酉群、伪辛群及其子群和商群的总称, 是几何学和物理学的重要研究对象。华罗庚选择典型群这一领域, 是为了更好、更快地培养年轻的科研工作者。典型群需要的预备知识少, 可以从简单处、具体处着手, 而发展前途又不小, 可以在研究过程中熟悉代数学、几何学的不少分支。华罗庚对学生要求非常严格, 对研究工作要求很高, 强调要有扎实的基本功, 做到“拳不离手, 曲不离口”, 要有自己的想法, 要创造而不要依样画葫芦。从华罗庚那里, 万哲先受到了极好的研究工作的训练。

几十年来万哲先对研究工作始终兢兢业业, 严肃认真, 取得了丰硕的研究成果。在国内外著名学术刊物上发表研究论文 140 余篇, 出版书 22 本 (其中学术专著 18 部), 还有 20 余篇介绍数学知识的通俗文章。特别值得一提的是, 其中有 90 多篇学术论文和 16 本书是在他年逾花甲后的 20 年间完成的。如此高龄, 如此丰硕的成果, 其中的辛劳是可想而知的。其坚实的功底, 广博的知识, 成熟的技巧, 以及许多开创性的工作令人十分敬佩。万哲先教授不但是基础数学专业的博士生导师, 同时也是应用数学专业的博士生导师, 培养了数十位硕士和博士研究生。

万哲先的学术贡献主要有以下几个方面:

1. 典型群

华罗庚于 1950 年初到 1951 年夏, 1951 年秋到 1952 年初, 1956 年秋到 1957 年春, 三次在清华大学和中国科学院数学研究所主持典型群讨论班, 万哲先是唯一自始至终参加这个讨论班的成员。1960 年到 1961 年, 万哲先主持了第四次典型群讨论班, 并在 1963 年与华罗庚合著了《典型群》一书。

华罗庚和万哲先等人关于典型群的工作被法国 Bourbaki 学派创始人之一、国际著名数学家 J. Dieudonné 在《典型群的几何学》(*La Géométrie des Groupes Classiques*) 一书中多次引用。国外称之为典型群的中国学派。无疑, 万哲先是继华罗庚以后这一学派的领袖, 并领导该学派大大拓广了研究领域, 取得了很大的国际影响。这一学派被国外典型群专家誉为世界上该领域最有活力的研究群体之一。

万哲先解决了典型群结构和自同构方面的一系列问题, 包括低维线性群的自同构和同构 (与华罗庚合作), 特征 2 的域上辛群的自同构 (与王仰贤合作), 正交群和酉群的换位子群的刻画及其商群结构等。1975 年访华的美国数学家代表团, 在 1977 年以“中华人民共和国的纯粹数学和应用数学 (Pure and Applied Mathematics in the People's Republic of China)”为标题发表的访华报告中, 将典型群方面的工作列为中国数学的五项重要成就之一, 并指出该领域的工作以华罗庚和万哲先为

代表。

在“文化大革命”以后，万哲先继续从事典型群的研究工作，虽然此项工作已被迫停顿了十几年，但他很快进入前沿，于1980年到1981年主持了第五次典型群讨论班。当时西方在该领域的发展很快，域和体上典型群的研究已经比较完善，剩下的都是难题。1986年，他和他的学生任宏硕、武小龙证明，任意体上2阶射影特殊线性群的自同构都是标准型的，体上2阶射影特殊线性群之间的同构除了一个例外，其他都是标准型的，从而使体上线性群的自同构和同构问题得到彻底解决。这是华罗庚和迪厄多内长期关心的、国际上公认为极其困难的问题。此工作得到国外同行的高度评价。美国典型群专家 O. T. O'Meara 闻讯后专门来信表示祝贺。万哲先为发展华罗庚开创的国际上公认的典型群的中国学派做出了巨大贡献。20世纪80年代以后，典型群的中国学派更多地关注环上典型群以及与之相关的代数 K 理论的研究。

华罗庚和万哲先合著的《典型群》一书获得1978年全国科学大会重大科研成果奖。万哲先和他的学生任宏硕、李尊贤、李福安、武小龙关于典型群的同构理论的工作获得1987年国家自然科学奖三等奖。

2. 矩阵几何

矩阵几何的研究是20世纪40年代中期由华罗庚先生开创的。和他关于多元复变函数论的研究相关联，华罗庚开始研究的是复数域上的长方阵几何、对称阵几何、斜对称阵几何和埃尔米特阵几何，主要目的是用尽可能少的不变量来刻画这些几何的运动群，他称之为这些几何的基本定理。1950年前后，他把他关于对称阵几何和长方阵几何的基本定理分别推广到特征2的任意域和元素个数大于2的任意除环上，并指出只需要“粘切”这一不变量就可以刻画运动群，还把它们应用到代数和几何中的某些问题上。1962年万哲先和王仰贤补证了元素个数等于2的域上长方阵几何的基本定理。1965年刘木兰在万哲先的指导下，将斜对称阵几何的基本定理推广到任意特征的域上的交错阵几何。

从20世纪90年代起，万哲先又发表了一系列论文，系统地研究了对称阵几何、埃尔米特阵几何和斜埃尔米特阵几何，把射影几何的基本定理分别推广到任意域和任意具有对合的除环上的这些矩阵几何，并发现了一些例外情形，使矩阵几何的理论日臻完备，还给出了它们对图论的应用。

为纪念华罗庚先生逝世十周年，万哲先撰写了英文专著《矩阵几何》(*Geometry of Matrices*)，该书的副标题是“怀念华罗庚教授”，1996年由新加坡世界科学出版社出版。

万哲先曾多次在国际学术会议上作邀请演讲,介绍他在矩阵几何方面的工作,例如,1993 年在日本福岡举行的国际代数组合会议,1996 年在意大利阿西西 (Assisi) 举办的纪念意大利著名数学家 G. Tallini 的组合理论国际会议,1997 年在香港举办的国际代数和组合理论会议等。

3. 有限几何

我国有限几何及其应用的研究是由万哲先开创的。典型群的中国学派以矩阵方法为其特点,但有深刻的几何背景,要懂得典型群中国学派的精髓,必须懂得它的几何背景。所以他从 20 世纪 60 年代起对有限域上典型群的几何学进行了深入系统的研究。

有限域上典型群的几何学的主要内容和基本问题是研究有限域上向量空间的子空间在每一类典型群的作用下:① 分成怎样的一些轨道?② 轨道的条数是多少?③ 如何计算每条轨道的长度?④ 一条轨道里有多少个子空间包含于一个给定的子空间?为了研究这些问题,万哲先创立并发展了一套新方法,使这些问题得到完满的解决。他确定了在各种有限典型群作用下向量空间的子空间所分成的轨道条数以及每一条轨道中的子空间的个数,并研究了各轨道生成的格(部分工作由他和他的学生共同完成)。

1966 年科学出版社出版了他和他的学生戴宗铎、冯绪宁、阳本傅合作的专著《有限几何与不完全区组设计的一些研究》。1993 年瑞典的学者文献出版社 (Studentlitteratur) 和英国的 Chatwell-Bratt 出版社合作出版了他的英文专著《有限域上典型群的几何学》(*Geometry of Classical Groups over Finite Fields*),其中包含了大量新的研究成果。1997 年科学出版社出版了他与霍元极合作的专著《有限典型群子空间轨道生成的格》。他关于有限域上典型群的几何学的研究是中国典型群学派工作的继续和发展。

万哲先关于有限几何研究的一大特点是有着明显的应用目的性,将它应用到组合设计、信息安全、纠错码、有限典型群子空间格、强正则图等领域的诸多重要问题。例如,20 世纪 60 年代,他利用有限几何构造了一些多个结合类的结合方案和 PBIB 设计。90 年代初,他利用有限几何构造了许多认证码,有很好的性能(通信中采用认证码是解决认证问题的重要方法)。他和霍元极确定了子空间轨道生成的各个格的包含关系,刻画了格中元素,计算了这些格的特征多项式。他用有限域上典型群的几何学来计算有限域上一个给定的二次型表示另一个二次型的个数,并给出计数公式(前人研究这一问题用的是数论方法,对域的特征加了限制,而且没有得到明确的计数公式)。他和他的学生唐忠明、周凯、顾振华用有限域上典型

群的几何构造了一些强正则图，计算了它们的参数，并确定了它们的自同构群。

万哲先关于有限几何的研究工作，在国内外有很大影响并有许多追随者。他的著作已成为该研究领域的经典文献。几乎所有关于有限几何的书都提到或引用过他和他的学生的工作。在国内，在他的带领下已形成一支有相当实力的研究有限几何及其应用的队伍。

万哲先曾多次在国际学术会议上作邀请演讲，介绍他在这方面的的工作，例如，1989年印度加尔各答统计研究所纪念印度著名数学家、统计学家 R. C. Bose 的学术会议，1992年日本京都数学解析研究所举办的代数组合论会议，1994年在意大利罗马和蒙梯西瓦诺 (Montisilvano) 举行的关联几何和组合结构国际会议，1996年天津南开数学研究所举办的国际组合论会议等。每次演讲他都有新的内容。

万哲先关于有限域上典型群的几何学及其应用的工作于1997年获得中国科学院自然科学奖一等奖。

4. 编码学和密码学

万哲先是我国最早从事编码学和密码学研究的数学家之一，对我国的国防安全做出了重要贡献。20世纪70年代初，他和北京大学的段学复独立地解决了有关单位委托的关于移位寄存器序列的一个问题，他们为代数找到了实际应用而感到十分兴奋。于是从1972年初开始，万哲先在中国科学院数学研究所主持了编码讨论班，并多次组织编码和密码讲座，由他和他的学生戴宗铎、刘木兰、冯绪宁等介绍编码和密码知识以及他们的研究成果。这些讨论班和讲座都有油印讲义，赠送给国内有关单位，为我国普及编码和密码知识做出了贡献，国内不少从事编码和密码研究的著名学者都是从这些讨论班和讲座的油印讲义起步的。他在密码学领域的研究工作和开展的学术活动对于数学工作者在应用方面的研究起了很大的推动作用。

1976年他的《代数和编码》一书由科学出版社出版（2007年由高等教育出版社出了第3版）。1978年他和戴宗铎、刘木兰、冯绪宁合作的专著《非线性移位寄存器》由科学出版社出版。这两本书已成为国内编码、密码和信息安全领域的经典文献。他们关于伪随机码和移位寄存器序列的研究成果分别获得1978年全国科学大会重大科研成果奖和1986年中国科学院科技进步奖一等奖。

20世纪90年代万哲先将有限几何用于构造验证码的新成果得到国际同行的重视，他曾被邀于1990年在荷兰召开的IEEE信息论专题讨论会上作学术讲演。他还用有限几何来计算某些射影码的广义Hamming重量和重量谱。广义Hamming重量是码的重要数字参数，但是只有很少数几个码的广义Hamming重量被完全算

出。万哲先利用一类射影码的几何结构，完全算出了它的广义 Hamming 重量。

1997 年他的英文专著《四元码》(*Quaternary Codes*) 一书由新加坡世界科学出版社出版，这本书是关于四元码的第一本综述性著作。

他还与瑞典学者 R. Johannesson 合作，在卷积码的代数结构上取得了若干重要成果。例如，卷积码的极小编码矩阵有两个定义，20 世纪 70 年代以来一直被认为是等价的。1993 年他们举例指出这两个定义是不等价的，并引进了极小基本编码矩阵这一概念，从而澄清了长达 20 余年的一个混淆。他们还得到极小编码矩阵的几个充分必要条件。他又在码和格的关联方面进行研究，取得了一些有意义的结果。

5. 其他领域

万哲先教授的研究领域相当宽广。除了上述四个主要方面，他在图论、李 (Lie) 代数，Kac-Moody 代数、有限域等方面都有贡献。在图论研究方面，他曾对我国粮食部门创造的制订最优粮食调运计划的一种行之有效的图上作业法给出了严格的理论证明，并进行了推广应用。此项工作获得 1978 年全国科学大会重大科研成果奖。1964 年科学出版社出版了他的《李代数》一书，该书的英文版 1975 年由英国 Pergamon 出版社出版 (当时国内学者在国外出版专著是十分罕见的)。他的英文专著 *Introduction to Kac-Moody Algebra* 于 1991 年由新加坡世界科学出版社出版，*Introduction to Abstract and Linear Algebra* 于 1992 年由瑞典学者文献出版社 (Studentlitteratur) 和英国 Chatwell-Bratt 出版社合作出版。有限域对子域的最优正规基有两种类型，II 型的是自对偶的，确定 I 型的对偶基并计算它的复杂度是一个公开问题。2007 年万哲先和他的学生周凯解决了这个问题。

1995 年，万哲先由于在代数学和组合理论方面杰出的研究与贡献，获华罗庚数学奖。

三、学术风格

开放、严谨、勤奋、创新是万哲先教授的学术风格。外表颇为儒雅的万先生非常善于和同行们进行学术交往。不管寒暑，他的办公室的门总是开得大大的，无论谁进去跟他谈论与数学有关的问题，他总是津津乐道，有问必答。万哲先教授在国内和国际的学术活动中十分活跃，每年都被邀请参加国内外的多个学术会议并应邀作大会报告或邀请报告。每次出国访问回来之后，必在他的研究所和有关院校作学术报告，讲他最新的研究成果。同时，万哲先教授还身兼国内和国外多个学术

刊物的主编或编委，与国际上的代数学家、组合学家、信息论专家有着广泛的联系。2007年初，他提议恢复了北京代数界“文化大革命”前的好传统，不定期地举行聚会，促进互相交流和沟通，他率先在第一次聚会时作了学术演讲。

万哲先教授非常关注当今国际上数学与应用数学以及相关领域的发展，关注新的重要科研成果，并及时地向国内介绍。他在国外访问期间，看到关于费马大定理证明的宣布及有关的研究结果，马上告知国内同行，还亲自写了介绍该问题的文章，以使年轻人能了解这项工作的意义，以及懂得只有具有广博的基础知识并能融会贯通，且具有创造性才能做出深刻的、出类拔萃的研究成果。

万哲先教授几十年如一日，坚持严谨的研究作风。他写的论文或书稿，总要验算、修改多次，使叙述更加准确，并把证明不断地简化。他认为，应该把最好的东西奉献给读者。国外常有读者向他索要论文的抽印本，并由衷地称赞他的论著写得清晰、简洁，对他如此高龄仍活跃在学术前沿表示钦佩。万哲先教授读别人的论文或专著，也往往要亲自算一遍。Leech 格是 1967 年由 J. Leech 引进的。Leech 格的唯一性于 1969 年由 J. H. Conway 证明，1978 年俄罗斯数学家 B. B. Venkov 给了一个简单的证明。凡可夫的证明被收进 J. H. Conway 和 N. J. Sloane 1988 年出版的巨著《堆球，格和群》(*Sphere Packings, Lattices and Groups*) 以及其他一些书里，已经被学术界广泛认同。1995 年万哲先教授在阅读这本书时，感觉凡可夫的证明有模糊不清之处，经过仔细验算，发现这个证明有错误，于是利用他群论和编码学的深厚功底，给出了一个巧妙简洁的证明。1996 年初他写成论文，投稿后仅一个月就收到编辑部转来的审稿意见，审稿人说这个结果“正确、有趣、重要”。该文在《欧洲组合杂志》(*European J. Combinatorics*) 上发表，只有短短的 5 页。

做研究工作几乎是万哲先教授的全部生活内容。他在数学领域辛勤耕耘了近 60 年，对数学的热爱和迷恋达到了常人难以企及的程度，数学是他生命中最重要的一部分。他夫人和他说话，他常常心不在焉，没有听进去，答非所问，回答的是某个他正感兴趣的数学问题。可对于找他谈数学的人，不管是他的朋友还是学生抑或是其他人，万先生都十分欢迎。有些年轻人写信向他请教数学问题，他都非常认真地一一给予回答。

万哲先教授的敬业精神非常感人。例如，1996 年暑期他在中国科学院系统科学研究所作不变量的系列演讲。当时正值酷暑季节，他不顾年近古稀，坚持每周作三次长篇报告。这期间，有一次在下班候车时被自行车撞倒受伤，引起身体不适，大家都劝他少作两次报告，但他还是坚持把全部内容讲完。

2003 年“非典”期间，他利用被困在山东的时间，完成了长达 350 多页的《代数导引》一书，很快由科学出版社出版。“老骥伏枥，志在千里”，直到现在，已达

耄耋之年的他仍坚持每周一次的讨论班，还在撰写新著。他的严谨学风和一丝不苟的敬业精神给年轻人树立了良好的榜样。

四、教 书 育 人

万哲先教授对中国的教育事业非常热心，以培养数学人才为己任。从 20 世纪 50 年代起，他就应邀在一些大中学校向学生作通俗数学演讲。60 年代他开始带领学生一起做研究，“文化大革命”后培养了数十名硕士和博士研究生，更多的人从他组织的讨论班或与他的交谈中受益。

改革开放初期，万哲先教授利用在国外访问的机会，不顾疲劳，经常参加各种学术会议，了解国际最新进展和动态，并为学生寻找出访进修的机会。一位台湾数学家说，他当时很奇怪万先生参加那么多的学术会议，现在明白了，因为大陆封闭了多年，这是万先生为自己同时也为学生寻找最合适的有意义的研究领域和方向。

万哲先教授十分注意培养学生严肃认真、一丝不苟的治学态度。他讲课非常严谨，条理清楚，他的板书总是那么清晰漂亮，他的讲稿稍加整理就是一部很好的书稿，他的书和论文总是写得深入浅出，可读性强，文笔优美，简洁流畅。数学在他手里，变成了一种艺术。在课堂上他作矩阵计算时，学生们看他用右手向左下方比画几下，再向右下方比画几下，两个复杂的 3 阶或 4 阶矩阵的乘积就算出来了。学生们惊叹于他炉火纯青的计算技巧，他却总是告诫学生要多做练习。从他身上，学生们懂得了什么叫做治学，什么叫做严谨。他经常和学生谈科研工作的体会，说一定要读名家的原著，然后抓住一个问题锲而不舍，并以华罗庚和陈省身作为例子来教育学生。“学而不厌，诲人不倦”，是他的真实写照。

对学生来说，他既是要求严格的老师，又是亲切慈祥的长辈。他亲自给学生修改和订正课堂笔记，帮助学生修改论文中的英语表述，生活上也体贴入微。他指导学生选择有意义的研究方向，积极推荐和鼓励学生参与国际学术交流。对于不是自己学生的年轻人，他同样给予热情的关心、爱护、指导和提携。大家从他身上，学到的不仅是知识、研究方法和技巧，还有他的为人之道。很多学生说，自己在学术上的每一点进步，都离不开万老师的关心和指引。在他的培养和熏陶下，他的学生绝大多数已成为科研和教育方面的骨干，许多人已是很有成就的教授。他的学生都以有这样的导师而感到幸运，不是他学生但同样得到过他帮助的年轻人则说“下辈子一定要当万老师正式的学生”。

万哲先教授突出的优秀品质是为人正直，作风正派，乐于助人，与人为善，尊重前辈，提携后学。他看到同行（特别是年轻人）在科研中做出成绩，总是感到由

衷的高兴。他很重视学术界的团结，认为数学研究和其他学科一样，也需要合作和团队精神。中国代数界之所以非常团结，正是由于段学复先生和万哲先教授以及其他老一辈代数学家的身体力行给年轻人做出了榜样。

万哲先教授还十分关心青少年的成长，为他们写了许多通俗读物，如《配方》《谈谈密码》《孙子定理和大衍求一术》《偏序集上的 Möbius 反演》等。1997 年河北科学技术出版社出版了由他写的部分通俗读物汇编成的《万哲先数学科普文选》。