

“老科学家学术成长资料采集工程”系列报道 (287)

“王元(1930—2021),数学家,中国科学院院士。他在解析数论、代数数论、数论方法应用上取得了卓越成就,是新中国数学事业的先行者之一;他对哥德巴赫猜想的研究使中国第一次站到了这一世界领域的前列;他与华罗庚一起开拓了高维数值积分的研究方向,并创造了“华—王方法”,在国际数学界享有盛誉……

5月14日,这位把毕生心血奉献给祖国科研和教育事业的科学家走完了自己的人生,享年91岁。在此,我们特刊发由王元学术成长资料采集小组成员撰写的纪念文章,重温他的学术历程和人格魅力,以表缅怀。



华罗庚(左)与王元

王元:驰骋在数学天地

■杨静

入国立英士大学数学系,这时他开始后悔没有集中全部精力在课业学习上。

1949年,国立英士大学大部分并入浙江大学,王元也因此进入浙大数学系。为了赶上学习进度,他逐渐放弃了所有的业余爱好,全身心地投入到数学的学习中。有一次,杭州放映《飘》,这曾是王元中学时很想看的一部电影,但此时的他对此已经没有丝毫兴趣了。

1952年,王元以优异成绩从浙大毕业,分配到中国科学院数学研究所工作。在这里,王元为华罗庚所看重,在华罗庚的指导下主攻数论。

青年成名

哥德巴赫猜想是德国人哥德巴赫在1742年写给大数学家欧拉的信中提出的:任何一个大于2的偶数都是两个素数之和。由于是两个素数之和,故此问题可简记为“1+1”,这成为简记哥德巴赫猜想的一个符号。

哥德巴赫猜想提出后,在170年间,尽管许多杰出数学家为证明这个猜想作出了许多努力,但没有找到任何有效的研究方法,没有任何实质性的进展。

直到20世纪,哥德巴赫猜想的研究终于有了突破——1919年,挪威数学家布朗证明了每个充分大的偶数都是两个正整数之和,其中每个整数的素因子个数都不超过9,可简记为“9+9”;1924年,德国数学家拉代马哈证明了“7+7”;1932年,英国数学家埃斯特曼证明了“6+6”;苏联数学家布赫夕塔布又于1938年与1940年分别证明了“5+5”与“4+4”。

这些数学家就像运动员一样,向彻底证明哥德巴赫猜想的终极目标冲刺,不断刷新着世界纪录。

华罗庚认为哥德巴赫猜想与解析数论中的所有重要方法都有联系,因此以哥德巴赫猜想为主题来学习,将会极大提升解析数论的研究高度。因此在1953年,华罗庚亲自领导了两个讨论班:“数论导引”讨论班与“哥德巴赫猜想”讨论班。

王元参加了这两个讨论班,潜心钻研,除了找不到布赫夕塔布的文章外,他很快就读完了哥德巴赫猜想讨论班计划中的全部必读文献。

1955年,波兰数学家库拉托斯基来北京访问,他带给华罗庚一些波兰数学家的论文单印本,其中有希尔宾斯基与辛菲尔关于数论函数的文章。王元读过文章后,想到可以用布朗筛法改进辛菲尔的结果,并撰写成文。于是,辛菲尔与王元合作完成了两篇文章,分别于1956年、1958年发表在波兰的学术期刊上。

1956年正值国家号召“向科学进军”,我国自己培养的年轻数学家能与外国数学家合作并在国外发表文章,被当成了一件大事,不少报纸纷纷报导,《中国青年报》用整版篇幅加以介绍,引起了轰动。

当时只有26岁的王元被树立为向科学进军的典型,成为全国的新闻人物。但王元清醒地知道,这只是一次“偶然”的小成功,对报纸的宣传并未放在心上。

“要做大问题”

在王元写出第一篇文章时,老师华罗庚很高兴。但当王元做出第二篇文章时,华罗庚却不高兴地说:“要有速度,还要有加速度!”所谓“速度”,就是要出成果,所谓“加速度”,就是成果的质量要不断提高。他严肃地告诫王元:“你要做大问题才行。”华罗庚的话引起了王元的深思。

王元开始把目光放在了哥德巴赫猜想这一世界著名难题上,尝试改进已有的结果。他迫切地想找到哥德巴赫猜想讨论班计划中唯一没读过的材料——布赫夕塔布的文章。

这时中科院的图书馆进口了一批旧的俄文杂志,王元听说后,马上跑去借来。这批杂志刚到,还没有编目,堆放在书库的地上。在王元的恳请下,图书管理员同意他在书库就地翻看。于是,王元花了一整天的时间,抄写了布赫夕塔布的两篇文章。

很快,他就弄懂了布赫夕塔布方法就是一个恒等式,也可以看作筛函数的一个递推公式,每

递推一次,筛函数的上、下界估计就可以得到一些改进。

当时王元对筛法技巧已经非常熟悉,“技巧已在指甲尖上,只要有一点刺激就会开花结果”。他把塞尔贝格的筛法和布赫夕塔布的方法结合起来,在1956年成功证明了“3+4”。同年,苏联数学家阿·维诺格拉多夫证明了“3+3”。1957年,王元又证明了“2+3”。这是中国学者第一次站到了这一世界著名数学难题研究领域的前列,其成果为国内外有关文献频繁引用,并因方法上的创新而对后续的研究产生了影响。

这一研究成果成为王元数学生涯中最闪亮的篇章,也奠定了中国数学家在哥德巴赫猜想上不断取得成果的坚实基础。

潜心中国数学事业

随后,王元将主攻方向转向了数论应用的研究。

王元与华罗庚合作,将数论方法应用于多重积分计算,创造了在国际上以“华—王方法”著称的数值积分方法。他们的专著《数论在数值分析中的应用》(英译本由德国斯普林格出版社出版),英、德、日、澳等十多个国家的14本数学杂志予以好评,认为“就抽象数学的应用而言,该书本身就是一个光彩夺目的例证”。

上世纪80年代,王元深入到纯粹数学的另一个前沿领域——代数数论。他在这一时期的工作,以专著《代数域上的丢番图方程与不等式》的出版而画上圆满句号,国外专家对此评价:“对哈代—利特伍德圆法有关的文献的有价值的贡献。”

此后,王元与同事方开泰合作,将数论方法应用于数理统计,创造了在工农业生产和国防部门有广泛应用的“均匀设计法”。这方面的工作受到钱学森、朱光亚等科学家的重视,专著《统计中的数论方法》被国际同行誉为“有高度思想挑战性的书”“应归入有价值的统计文库之中”。

在沉心于数学理论研究的同时,王元也十分重视数学发展的历史,他的《哥德巴赫猜想》对哥德巴赫猜想历史做了附有原始文献的系统梳理。他的传记作品《华罗庚》有极为广大的读者群,并获“吴大猷科学普及著作奖”金签奖,斯普林格出版社出版了英译版,是该出版社迄今为止出版过的唯一一部中国数学家传记。

除了个人的数学研究,王元为中国数学事业的全面发展付出了巨大心血。

1984年初,王元被任命为中科院数学研究所所长,在任期间他与杨乐共同倡导中国首个数学开放研究所。之后他出任中科院数学与系统科学研究院首届学术委员会主任等职位,为办好与国际接轨的高水平数学科研机构作出了重大贡献。

1987年,王元被推举为中国数学会理事长,直到1991年。在任期间他为团结全国数学界、促进中国数学的全面发展做了大量务实的工作。其间,他领导组建了数学会奥林匹克委员会并担任首任主任,还出任第31届国际奥林匹克数学竞赛委员会主席,为健康发展我国奥林匹克数学竞赛事业、提高我国青少年数学整体水平与国际地位发挥了积极作用。

王元在数学天地的多年耕耘使他赢得了众多奖励并享有国际声誉——他于1980年当选中国科学院学部委员(院士);先后荣获国家自然科学奖一等奖(1982)、何梁何利奖(1994)、华罗庚数学奖(1999)、陈嘉庚物质科学奖(2000)、吴大猷科学普及著作奖金签奖(2002)、国家自然科学奖二等奖(2008);在国际上,他被聘为世界科学出版社顾问、联邦德国《分析》杂志编委及斯普林格《图论与组合》杂志编委等。

王元一生为人低调、淡泊名利、待人谦和,“执玄德于心而化驰若神”,正是这高尚的品德使他能够自由地驰骋于数学天地。

大师远去,风范长存!
(作者系北京联合大学副教授、王元学术成长资料采集小组负责人)



王元

心无旁骛

青少年时代,王元最喜欢的科目是数学与英语。

数学理论的精确与逻辑的严谨令他着迷,尤其是平面几何中的“假设—求证—证明”的模式深深吸引了他。通过对题目进行细致分析,逐步深入求证,有时还要加上几条“辅助线”才能完成问题的证明——这种经过反复思考后才能找到解决问题线索的过程,激发了王元无穷的兴趣。每当经过一番努力将问题解决,总能给少年的他带来兴奋与满足。

上高中时,王元迷上了欧美文艺电影。《魂断蓝桥》《战地钟声》《居里夫人》《翠堤春晓》《王子复仇记》《煤气灯》等,以及一些根据狄更斯小说改编的电影,演员高超的演技与动人的故事情节都给他留下了深刻印象。

那时的王元兴趣非常广泛,课余时间除了喜欢看小说、电影、演出,也爱好下象棋、打桥牌、游泳。他后来在书画上的造诣,就是在那时打下的基础。

地理、历史、博物这些以记忆为主的功课对王元吸引力不大,他觉得自己看看课本就懂了,不愿意下更多功夫、花更多时间,所以他的综合考试成绩只在中等偏上。1948年,18岁的王元考

“中国成语说,不要班门弄斧;我的看法是:弄斧必到班门。”数学家华罗庚曾这样说。

在数学家、教育家张景中院士眼里,华罗庚即是中国现代数学界的鲁班。他把华罗庚“弄斧必到班门”的格言理解为,做学问要善于看看大科学家都在关心哪些问题,要善于站在巨人的肩膀上,这样才能思考得更深、看得更远。他不是华罗庚的弟子,但在他的学术成长生涯中,却有几件事情与华先生有关,使他终生受益和怀念。

一位“特殊读者”的来信

1955年暑假,在北京大学数学力学系读完一年级的张景中没有回家。除了游泳、打乒乓球之类的体育锻炼外,他把更多时间用来自学。

他买了一本由杨芳翻译、苏联人亚历山大罗夫著的《集与函数的泛论初阶》。通过自学,张景中掌握了书中关于无穷集合的知识。联想到刚刚学过的《解析几何》教科书上的一个命题:函数方程 $f(x+y)=f(x)+f(y)$ 的连续解只有 $f(x)=cx$,他进一步思考:假如不限制连续性会怎么样呢,是不是可以找到它的全部解?大胆假设、小心求证,张景中很快找到了确定这个函数方程全部解的方法,并写成论文寄给了《数学进展》杂志。

不久,张景中便收到了编辑部寄来的校样。论文最终发表在《数学进展》1955年第4期上。张景中那时候觉得,在上学期期间就能够独立发表文章,是多么令人高兴的事!

可是,没高兴多久,编辑部来信了。信中说:有读者提出询问,关于这个问题,前人已经做了哪些工作?因为之前没有查阅文献,既然编辑部来信询问了,张景中只得老老实实地去补做这项工作。

在图书馆查阅三周后,张景中心中伤心地发现,早在1920年德国的哈默尔就已经解决了这个问题,而且为了解决这个问题还专门提出了一个概念——“哈默尔基”。查清原委后,张景中给编辑

部回信,说明自己原先对文献不够了解,现在已经查出来了,有人已经做过这项工作了。编辑部也在杂志中特向读者发了致歉说明。

之后北大数学力学系四年级学长邵品琮告诉张景中,编辑部的信函是根据华罗庚的意思写的,信中的“读者”正是华罗庚。华罗庚当时是《数学进展》杂志主编,这期稿件刊发前,他因在国外没能看到。

文章刊发后,他回国才看到,“糟了,这工作怎么你们又登了?外国1920年就有过了……”编辑部同事告诉华罗庚,这是北大一年级的学生写的。即便如此,张景中也忘记了他感兴趣的数学。他随身带着几本书,其中最常翻看的是苏联维诺格拉多夫院士的《数论基础》。

有了这次深刻教训,张景中在后来的科研经历中,养成并始终保持着读文献着重读“摘要”和“展望”的习惯。

受教于《数论基础》序言

因被错划为“右派”,1958年2月,张景中到北京清河农场劳动教养。其间,张景中常常要从事繁重的体力劳动,白天上工,晚上开会学习。有时候为了赶工程进度,经常星期日也不能休息。即便如此,张景中也忘记了他感兴趣的数学。他随身带着几本书,其中最常翻看的是苏联维诺格拉多夫院士的《数论基础》。

这本书的中文版是裘光明翻译的,本来华罗庚也已经译出,但他回国后见裘光明已经翻译,就没有出版自己的翻译稿,而是为裘光明翻译稿的出版写了序。

序言中,华罗庚为该书作了指导性介绍,并强调,如果读这本书而不看不做书后的习题,就好像人宝山而空返,把这本书最重要的部分忽略了。

张景中牢牢记住了华先生的序言,在每天上工前就把习题中的一个记下,上工和下工的路上在脑子里做习题。

他一个一个习题做,有时候夜里睡在床上还在想这些习题。等到有笔和纸的时候,他再想把的过程写下来。能够一步一步写出来,就说明想对了;如果写不出来,就说明有些地方还没有想好,他就接着再想。

久而久之,这对提高他的思维能力和锻炼记忆力大有帮助,也使他逐渐养成了不用纸笔想问题的习惯。

获益于《积分的近似计算》

“文革”结束后,张景中被安排回新疆生产建设兵团农二师二十一团基建连养猪。1976年底,由于养猪养得好,于是大家推荐他当“学大寨积极分子”。此事报到团里,团里不批,降格为通报表扬。后来连里叫他当“上司”,负责管伙食账、卖饭票,到供应社领菜、领肉等。

这是个较为轻松的工作,张景中便有了更多时间去思考数学问题。他记得华罗庚曾在《积分的近似计算》一书中讲过巴芒(苏联数学家)计算台形体积的公式。这公式不便计算,并且对简单形体不能给出准确值。经过一番琢磨,张景中提出了另一个消除这些缺点的公式,并将结果整理成论文投给了《数学的实践与认识》杂志。

“上司”当了大概半年,张景中又被调回二十一团子女中学教书。一开始还有人反对,恰巧这时团里收到广东肇庆师范学院商调张景中的函,团领导认为,既然人家认为张景中可以教大学,那自然也是可以教中学的。于是对于商调一事,团里未批,但把张景中重新调回中学当代课教师。

1978年春,在中学讲台上的张景中收到了《数学的实践与认识》杂志的来函,信中函告《关

张景中:弄斧到班门

■彭晓伟



张景中

于台形体积的计算公式》一文已通过审稿,可以发表。但强调文章不能用作本人的名字发表,如何署名要与二十一团政治部商量。二十一团政治部领导经过研究之后,最终杂志编辑部采用的署名为“新疆巴州廿一团场子女中学数学组”。

这是张景中被错划为“右派”20年来发表的第一篇文章,恰与阅读华罗庚先生《积分的近似计算》一书有关。此前他也曾将自己思考的一些结果整理成文投稿,但都石沉大海。后来才知,“右派分子”的文章过不了政审关,是不能发表的。

《1978年全国中学数学竞赛题解》

前言的感召

全国科学大会后,中国科学技术大学广纳人才。在北大校友和老师推荐下,1978年12月,张景中受邀到中国科大作学术交流。从新疆抵达合肥的当天晚上,他正好读到了刚出版不久的《1978年全国中学数学竞赛题解》,很快便被此书的前言所吸引。前言的作者正是华罗庚。

在前言中,华罗庚提到了1978年全国中学数学竞赛命题工作中的一个插曲:本想将光折射不等式的证明作为一个题目,但由于没能找到使用中学数学知识的解法,才出了另一个与反射有关的题目。

张景中觉得,像华先生这样的大师,当时不

但亲自主持中学数学竞赛的命题工作,还自己参与设计题目;想到一个好题目但找不到用中学数学知识解题的适当方法,还把这情形公之于众。只有真正的大师才能如此热爱数学而关心后进,才能如此实事求是而虚怀若谷。

在华罗庚治学精神的感召下,张景中彻夜未眠,想出了光折射不等式的两个初等证明并整理成论文,投给了《数学通报》杂志。当时,《数学通报》杂志编辑部同时还收到了南京师范大学附中老师马明给出的四个证法。后来编辑部把提到华罗庚的内容删去,把马明的四个证法和张景中的两个证法加以综合,发表在了《数学通报》1979年第3期上。

在华罗庚所写的前言中,还提到了一道包含“射影几何基本原理”的题目:任意四边形ABCD的对边DA与CB延长后交于点K,AB与DC延长后交于点L,对角线AC与DB延长后分别与直线KL交于点G和点F,求证:KF/LF=KG/LG。此题没有给出什么明确条件,几条线相交,就要凭空证明一个比例式,实在引人入胜。

华罗庚提倡“小敌不侮”,在前言中使用完全初等的方法一丝不苟地给出了解答。在学习了华先生的证明后,张景中发现,华先生的证法构思巧妙,但由于所用工具限于初等,证明过程叙述起来较长,不易为中学生所掌握。而且证明过程中,华先生还用到了“同理”“同样可以得到”“类似地可以证明”等略述语,否则的话,证明过程会更长。

张景中想,能不能用更为简单的方法给出证明,以使中学生能够更容易掌握。经过反复思考,他终于用面积法给出了更简单更为初等的证明。后来他将这一结果写成论文,发表在《数学教师》杂志上。

经过此事,张景中再一次深深感受到了大师的学术风范,同时,也正是大师所关注的问题,促使他有了更进一步的思考。更为重要的是,题目虽然是小题目,连大数学家一时也难以提供十分简单的方法,而他用面积法却做到了。这使他再一次领略了面积法解题的威力,加深了对面积法的认识,并为他后来提出“教育数学”思想和在20世纪90年代以面积法为基础建立几何定理机器证明的消点算法,进一步打下了基础。

(作者系西南交通大学马克思主义学院副教授、张景中学术成长资料采集小组负责人)

本版组稿负责人:张佳静