



钱三强与铀核三分裂现象

怀英



物理学家钱先生在我们分别领导的实验室——巴黎铀学研究所和法兰西学院核化学实验室从事研究工作,时近十年,现将我们对他各方面的看法书写如下,以资佐证。

钱先生与我们共事期间,证实了他那些早已显露了的研究人员的特殊品格,他的著述目录已经很长,其中有些具有头等的重要性。他对科学事业满腔热忱,并且聪慧有创见。十年期间,在那些到我们实验室并由我们指导工作的同时代人当中,他最为优异。我们这样说,并非言过其实。在法兰西学院,我们两人之一曾多次委托他领导多名研究人员。这项艰难的任务,他完成得很出色,从而赢得了他那些法国与外国学生们的尊敬与爱戴。

我们的国家承认钱先生的才干,曾先后任命他担任国家科学研究中心研究员和研究导师的高职。他曾受到法兰西科学院的嘉奖。

钱先生还是一位优秀的组织工作者,在精神、科学与技术方面,他具备研究机构的领导者所应有的各种品德。

——约里奥·居里、伊莱娜·居里

记得在孩提时代,就知道中国有位科学家,他叫钱三强,是居里夫人的学生。他的名字曾激励好几代人,沿着他的足迹去登攀物理学高峰。他与其他著名科学家一样,对《现代物理知识》杂志和她的前身《高能物理》杂志,倾注了大量心血,成为我们的良师益友。谁曾料到,今年六月的一个凌晨,还未来得及为《现代物理知识》杂志创刊五周年题词,就悄悄地离开了我们,使我们这些终生受益于他的后辈后生们沉浸于无限悲痛之中……。

一、五十年后的回忆文章很少提到自己

凡是对中国物理学史略知一、二的人,自然了解五十多年前钱三强先生和他的夫人何泽慧女士在发现铀核三分裂变和四分裂变方面的突出贡献。他曾因此而荣获法国科学院亨利·德巴微物理学奖金。他的导师约里奥·居里当年曾将他们的成果在巴黎召开的世界科学工作者大会上宣布:

“在我们的实验室里,正在进行一项重要的工作,它本来是由英国的科学工作者开始,由我们的实验室做了更多的工作,已证明铀核分裂的新方式——三分裂和四分裂。对这个新发现,我们的研究人员做了顽强的细致的工作,我们将遵守科技界的准则和传统,立即发表研究论文。它的国际性,可以由作者的国籍来说明。它是由两个中国青年科学家钱

三强和何泽慧,两个法国青年科学研究人员沙斯戴勒和维聂隆共同努力取得的。我们反对某些国家把基础科学列入保密范围,这对世界科学发展是很不利的。”

约里奥·居里讲话的第二天,法国《人道报》、《人民报》、《时代》报,中国的《大公报》、《新民报》均作了详细报道。有家报纸的标题是:“中国的‘居里’夫妇,发现了原子核新分裂法”。副标题是:“为原子研究开辟新天地,物理学大师均誉不绝口”。

为了表彰钱三强在中法科技合作中的杰出贡献,法国总统密特朗于1985年亲自签署文件,授予钱三强博士荣誉军团军官勋章。

裂变现象发现五十年后,即1988年,钱三强在一篇《我对五十年前裂变现象发现后的一些回忆》文章中,谈到了卢瑟福的人工嬗变,查德维克发现中子,约里奥-居里夫妇发现人工放射,费米的中子打击原子核实验,迈特纳发现裂变现象,却很少谈到他与何泽慧女士的特殊贡献。在这篇约5000字文章中,真正提到自己工作的只有50来个字:

“在法国,一九三九年一月伊莱娜·居里教授要我和她合作一个实验,由她制备钷与铀受中子打击后产生的镉的放射源,我用云雾室作二者的 β 射线能谱,最后证明在实验误差内,二者 β 射线谱是等同的,间接支持了

最近出现的裂变概念。”

在一篇有史料价值的回忆文章中，很少提到自己已为世人所瞩目的成就，实属罕见。这足以说明钱三强的品德、为人和精神。其实，早在1948年回到上海时，当他看到一家报纸称他们为“中国的‘居里’夫妇”时，他就认为：“这有些过誉了。”想到他的导师约里奥·居里在世界科技大会上介绍自己学生的成果，是如此的坦诚、求实，不正是说明谦虚是有成就的物理学家的美德么。

二、1946年：钱三强、何泽慧发现铀核三分裂和四分裂现象

1937年，24岁的钱三强考取中法教育基金委员会公费，赴法国巴黎大学镭学研究所居里实验室作研究生，师从伊莱娜·居里。1939年，钱三强与导师合作，参加铀和钍受中子打击后产生镭同位素 β 射线能谱的研究工作。这年1月，约里奥用云室拍摄到铀裂变的照片，获得重核裂变直接实验证据。伊莱娜准备研究裂变碎片的 β 射线能谱，钱三强负责云室的操作与测量工作，他们很快得出结论：

“我们看到，在实验误差范围内，铀和钍受中子轰击后提炼出来的半衰期为3.5小时的放射性同位素的 β 射线谱是等同的，很可能它涉及到在两种情况下得到的同一种放射性同位素”。

1940年，钱三强在伊莱娜·居里指导下，完成了 α 粒子同质子碰撞的研究工作，并以此为题的博士论文获得通过，荣获博士学位。1945年，钱三强受导师之命，赴英国布利斯托大学学习核乳胶技术，师从C.F. 鲍威尔。这年冬天，钱三强学成回到巴黎，协助伊莱娜与约里奥的研究工作。1946年，钱三强、何泽慧赴英国剑桥大学参加基本粒子会议，两位年轻博士关于核乳胶记录中子打击铀核的报告引起他们的注意，特别是报告中所展示的图片，如分岔点上发出的细长、浅淡径迹令人百思不解。回到巴黎，钱三强取得约里奥-居里夫妇的积极支持，带领两位法国研究生和何泽慧一起，进行夜以继日地研究工作，终于从精确的统计数字中发现：在中子撞击铀原子核发生裂变时，每三百次出现一次这种新奇现象。1946年12月9日，经约里奥推荐，钱三强领导的科研小组在法国科学院《通报》上公布了三分裂变的研究结果，并附有历史意义的五张核乳胶照片，其中四张显示长度不同的第三条细长径迹。随后，何泽慧又发现其中有裂变为四个碎片的痕迹。经过大量实验，终于证明四分裂现象也有规律，大约一万个裂变中会出现一次。在约里奥指点下，在1946年12月23日首次公布四分裂照片，并附有详细的测量计算。他们经过努力，向人们展示裂变现象研究的新境界，那就是：原子核在中子打击下，不仅可以分裂为二，还可以分裂为三乃至为四。分裂为三的可能性，较分裂

为二者小三百倍。分裂为四之可能性，较分裂为二者小约一万倍。三分裂所放出的能量，较二分裂稍强，四分裂所放出之能量，较二分裂弱。

1947年，34岁的钱三强任法国国家科学研究中心研究导师。这年2月，钱三强、何泽慧在美国《物理评论》上发表论文，第一次对三分裂变和四分裂变作出明确结论，认为：“三分裂变对二分裂变之比为 0.003 ± 0.001 ”；“四分裂变对二分裂变的比率为 0.0003 ± 0.0002 ”。这年3月31日，钱三强应邀在法国科学院作了题为《论铀的三分裂机制》的报告。他针对当时的核物理权威费瑟的观点，巧妙地阐明了三分裂机制：

若是裂变前放出 α 粒子，根据玻尔与惠勒尔的液滴模型理论， α 粒子应该倾向于两个重碎片方向；若是裂变产物放出 α 粒子，则 α 粒子方向应该是对一个碎片来说是任意的；若是三分裂变，第三块小碎片不一定是 α 粒子，可能会有一质量谱，估计氘(^2H)或氦-6(^6He)有可能存在，因为它们包含较多的中子。

1947年4月9日，钱三强发表他的著名论文《论铀三分裂的机制》，在国际物理学界引起强烈反响。但要费瑟等权威确信，却是件困难的事。费瑟在22年之后，即1969年维也纳“裂变的物理和化学”国际会议上，才彻底抛弃原来的观点，同意钱三强关于三分裂机制的解释。而此时的钱三强，已经56岁了，却在二机部印刷厂劳动。这年冬天，又在二机部合阳干校参加农业劳动。

1960年以后，新型半导体粒子探测器问世。美国、前苏联7个实验室证明重元素的裂变都能放出氢、氦、锂、铍等轻原子核，其中氢4（即 α 粒子）约占90%左右；氢3、氦6、铍10等合计约占10%（其中氢3约占6%，氦6约占2%，与钱三强预料相符合）。费瑟认为放出 α 粒子，从现象上看基本上（90%）正确，但依其本质看，其机制属于三分裂范畴，不能用两阶段核作用来阐述。

今天，钱三强三分裂理论为世人公认，已成为裂变物理一个重要分支。他为中华民族争得无尚荣耀的划时代的研究成果，将人们对核分裂的认识向前推进了一大步，在国际物理学发展史上写下了极为光彩的一页。难怪钱三强的导师约里奥-居里认为：“铀核三分裂和四分裂”是第二次世界大战以来法国核物理界一个重要工作。

三、发现三分裂之后的46年间还在顽强拼搏

也许是功成名就，也许国内客观条件所限，许多国外归来的学者消声匿迹了。但钱三强先生，却是例外。他曾领导近代物理所，率领学者开展实验原子核物理、放射化学、宇宙线、理论物理、电子学等学科的研究；他曾率团考察苏联核技术，为建造我国重水型实验性反应堆和1.2米回旋加速器作出重要贡献；在他领导下，



编者按:

《现代物理知识》编委会主任、中国科学院高能物理研究所理论物理研究室主任黄涛研究员,应邀首次从北京直接到台湾为期一个月的学术访问。这是大陆物理学家第一次访问台湾,获得圆满成功。本刊记者采访了他,黄涛先生就读者关心的问题作了书面回答,特刊载如下,以飨读者。

问:黄涛教授,您是何时去台湾访问的?

答:我是今年4月8日晚经香港抵台湾桃园机场,5月7日晚离开桃园机场,结束了在台湾为期一月的学术访问。

问:听说您是第一位赴台正式访问的大陆物理学家?

答:是的。确切地说,我是应台湾物理学家邀请,从大陆直接赴台访问的第一位。当然在我之前还有探亲访的,还有从美国去访问的物理学家。

问:黄涛先生,能否谈谈此次赴台是如何成行的?

答:我是二月底接到台湾中央大学物理系和台湾“中研院”物理所通知,说已获台方有关部门批准可以赴台访问。三月中旬接国务院台办正式批件,同意我赴台学术访问,并在北京市公安局办理“往来港澳通行证”,经香港赴台湾。我于4月7日从深圳出境抵香港,于4月8日从香港机场乘飞机于当日晚8:30抵台桃园机场,顺利通过海关取行李就受到台湾中央大学物理系林育中副教授的热情接待。林开车直接送我到台

钱皋韵组织科学院和冶金部研究试制扩散分离膜,使我国成为世界上第四个拥有此项技术的国家;他曾组织我国理论工作者讨论并分头研究基本粒子理论,获得众多成果;他曾依据理论物理学家的讨论,建议强子内部的组成部分称为“层子”;他曾受命提出人选,着手筹备原子弹试验的靶场工作;他曾推荐王淦昌、彭桓武担任核武器研究所副所长,加强武器研究设计的领导力量;他曾委托王方定制备强中子源为原子弹的点火作准备;他曾组织以黄祖洽、于敏为首的研究小组,对热核材料性能和热核反应机理进行探索性研究,为研制氢弹进行重要的理论准备;他曾组织广州国际粒子讨论会,邀请包括杨振宁、李政道等五十位华裔学者参加,从此我国学术研究的大门打开;他精心编纂的

湾”中研院”专家招待所住下。

问:您在台一个月访问了哪些研究所和大学?

答:首先访问了物理所,与物理所的高能物理理论组和实验组的同行进行学术交流。后来又访问了台湾中央大学物理系、台湾大学物理系、成功大学物理系、清华大学物理系、台湾师大物理系。还参观了坐落在科学园的同步辐射实验室。

问:听说您在台的第二天,台湾著名物理学家吴大猷先生就接见了您,您能否介绍一下与吴先生交谈的内容?

答:是的。第一天在物理所与同行们见面后,物理所所长郑天佐研究员就安排了第二天上午10:30由吴院长接见我。吴先生每天上班两小时(上午10:00到12:00)。6月10日吴老在院长办公室接见了,一开始就对我能访问台湾表示欢迎,并说你是物理学界来台访问的第一位物理学家,以后会有更多的交流,下次来台湾访问时间长一点,可以有实质性的交流和合作,还说现在从美国获得博士学位的年青人回台湾的多了。可是廿五年前当时教授的工资只有几十美元,年青人去美国攻读博士就不回来,那时我叩头请人都请不回来,现在情况不一样了。后来我们又谈到吴老即将访问北京、天津,参加好几个国际会议,他期待着5月17日到大陆的访问。吴老已八十五岁高龄,他耽心他的身体。我向他表示,北京会对他热情接待、精心安排。在秘书的提醒下我们结束了交谈。在他的办公室合影留念吴老还送了我一套(六本)吴大猷文选,希望我能了解

“科坛漫话”、原子能发现史话”等书籍先后出版,为普及现代物理知识作出了特殊贡献;他曾多次率团出国考察,为促进中外文化交流进行了积极的努力;他曾与李昌、于光远等人向中央提出“关于深入改革农业和粮食管理体制的建议”,受到中央的重视;他曾经多次来中科院各研究所视察,广泛接触科技人员,倾听他们的呼声……。

1988年5月20日,钱三强为《现代物理知识》创刊号题词:“传播现代物理知识,为促进我国的社会主义现代化而服务”。他的题词、永远激励着我们,我们一定百倍努力,勤奋工作,为创办第一流杂志而奋斗!

中国杰出的物理学家钱三强教授永垂不朽!