

科学的传统与创新

——何泽慧先生百年诞辰纪念

刘晓[†]

(中国科学院自然科学史研究所 北京 100190)

The innovation and tradition of science: centennial of academician Ho Zah-Wei

LIU Xiao[†]

(The Institute for the History of Natural Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

2014-10-02收到

[†] email: liuxiao@ihns.ac.cn

DOI: 10.7693/wl20141207

摘要 本文从几个不同方面回顾了何泽慧先生的学术成长经历。她继承了蔡元培等老一辈学者科学救国的理念, 接受了前沿的科学教育和训练, 在国际交流与合作中做出创新工作, 并参与创建我国核科学事业, 汇聚和培养了大批人才。科学的创新离不开优良的传统, 我们纪念何泽慧先生百年诞辰, 既缅怀她的创新成就和对科学事业的贡献, 也要发扬她的科学精神和传统。

关键词 何泽慧, 钱三强, 蔡元培, 核物理, 国际合作

Abstract This article reviews Mrs. Ho Zah-Wei's academic experiences in several different aspects. She inherited the idea of "Saving the Nation by Science" from older scholars such as Cai Yuanpei. Receiving advanced scientific education and discipline, she made the important innovation through international communication and collaboration. After returned to China, She took part in the foundation of the Chinese nuclear science, assembled and trained many prominent scientists. To commemorate her centennial, we should not only cherish her scientific innovation and undertaking, but also develop her scientific spirit and tradition.

Keywords Ho Zah-Wei, Tsien San-Tsiang, Cai Yuanpei, nuclear physics, international cooperation

1 蔡元培与吴越两家族

钱三强与何泽慧是一对令人羡慕的科学伴侣, 他们的研究密切结合, 他们的事业相互辉映, 他们的命运沉浮与共。两个名字始终联系在一起, 有时甚至难以分开。两人

都出生于名门望族, 一个祖籍是

“越文化”中心的绍兴, 一个来自“吴文化”中心的苏州, “吴越”结合, 为我国的科学事业贡献了毕生的力量。在这美满的“姻缘”背后, 不得不提及中国现代教育与科学事业的奠基者蔡元培先生(1868—1940)与“吴越”这两个家族的深厚

渊源。

故事还要从钱三强的祖父钱振常(1825—1898)讲起。他是同治十年(1871)的进士, 辞官南归后曾执掌绍兴龙山书院, 指导过少年的蔡元培。蔡氏在《自写年谱》中写道: “我的八股文是用经、子中古字义古句法凑成的, 钱先生很赏识。”^[1] 钱振常在龙山书院还教过另外一个学生徐尔谷, 即钱三强的外祖父。

* 中国科学院自然科学史研究所重点培育方向项目(批准号: Y250013010)

徐尔谷的父亲，为著名的藏书家徐树兰先生(1838—1902)。由于这层世交，1906年，钱玄同娶了徐尔谷的女儿徐娟贞^[2]，钱三强是他们的第三个儿子。

1981年，钱三强在《写给故乡的话》一文中谈到：“我还清楚地记得孩提时代父母讲的一个个发生在故乡的感人肺腑的故事……蔡元培在我曾外祖父的藏书楼里刻苦读书的故事，至今还在脑海中留下深刻的印象”^[3]。“曾外祖父”即徐树兰，他是个具有维新思想的人物，光绪二年(1876)的举人，家中藏书甚富，且喜校书印书。蔡元培的六叔蔡铭恩当时任徐家塾师，因此也邀请蔡元培到徐家，为其校订所刻图书。蔡元培“自1886年至1889年，均在徐家读书校书，遂得以博览群书，学乃大进”^[4]。后来，徐树兰捐资白银三万余两，在绍兴府城古贡院创办了古越藏书楼，成为我国第一所具有公共图书馆性质的藏书楼。徐树兰的另一功绩是创办了一所新式学校——绍兴中西学堂。1898年，回到绍兴的蔡元培被聘为该学堂总理(即校长)，从此实践其教育救国理念。

蔡元培中举(1889)后次年进京参加会试，当时的房官正是苏州王颂蔚(1848—1895，何泽慧的外祖父)，据说蔡元培会试的成功来源于王颂蔚的赏识。但得中贡士的蔡元培前往谢师时，王颂蔚却劝他放弃这次殿试，练好书法。到1892年，蔡元培再经殿试中进士，并被点为翰林院庶吉士。蔡元培对师恩感铭不忘，王颂蔚去世后，夫人王谢长达带领几个未成年的子女，回到苏州，创办了振华女校。学校得到了蔡元培的鼎力支持，1934年王谢长达去世，蔡元培参加追悼会并

发表演说，高度赞扬了王谢长达为振兴中华教育尤其是争取女性权利方面作出的贡献^[5]。为表纪念，蔡元培还为该校亲笔题词：“长达图书馆”。

蔡元培与何澄(何泽慧父亲)则均为同盟会元老。1905年，蔡元培及其领导的光复会并入同盟会，何澄也在日本经黄兴介绍加入同盟会，并跻身于孙中山领导的秘密组织“丈夫团”。1921年，振华女校成立校董事会，两人都名列其中。何澄定居苏州后，极为重视子女的科学教育，其理念与蔡元培不谋而合。

辛亥革命胜利后，蔡元培担任教育总长、北京大学校长等职，并与李石曾等成立中法大学、中央研究院、北平研究院等机构。钱三强自幼就读孔德学校(属中法大学)，何泽慧就读振华女校，二人共同考入清华大学物理系。他们都选择了科学事业，留学海外并自然地结合在一起，姻缘千里，也许并非偶然。

2 与大师同行的求学道路

1932年，何泽慧和她在振华女校的两个姐妹(戴中宸和蒋宪端)同时考入了清华大学物理系。当时清华大学的女生寥寥可数，一般各系只有一两名，而物理系这一届入学的28人中，一下子就来了5名女生，这也许是系主任叶企孙下决心赶走女生的原因之一。叶企孙的主张当然遭到何泽慧等人的强烈反对：“你越不让我来，我越要来；你们不让我念，我偏念。”系里无奈只好妥协。

1930年代初的清华大学物理系正值全盛时期，拥有叶企孙、吴有训、萨本栋、周培源、赵忠尧、

任之恭等著名教授，师资在全国首屈一指。培养的学生中有王淦昌、赵九章、彭桓武等一批共和国的科学骨干。仅何泽慧所在的第八届毕业生中，就有钱三强、王大珩和于光远3名1955年的学部委员。清华大学物理系的师生在后来我国“两弹一星”研制中发挥了领军作用，何泽慧就是这一群体中的重要一员。

何泽慧大学毕业时最迫切的愿望是打败日本侵略者。当年几名振华女校考入清华大学的女生，如戴中宸(后改名黄葳)、蒋宪端(后改名蒋金涛)，以及被誉为“中国的贞德”的陆瑾(原名陆掌珠)，纷纷加入进步组织，上街宣传抗日救国，独独何泽慧不为所动。因为她早已只有一个念头——打击日本侵略者。她在一份手稿中写道：“日本帝国主义侵略我国最疯狂的时期，那时我在清华物理系四年级念书，总想只有抓紧时间念好书才能救国，只知道到系图书馆里去看书。”毕业时，何泽慧得到祖籍山西政府的资助，留学德国学习兵工。在柏林，她住在德国著名光谱学教授帕邢(Friedrich Paschen, 1865—1947)的家中，帕邢待她如亲孙女一样。

20世纪30年代，德国的军工技术和理工科教育在全世界堪称首屈一指。何泽慧曾说过：“我自己去找那德国军事专家的老祖宗去!”德国弹道学权威克兰茨教授(Carl Cranz, 1858—1945)曾于1935年来华，参与了我国兵工署弹道研究所的筹建。1937年返回柏林，任柏林高等工业学院技术物理系主任。一心想学习实验弹道学的何泽慧找到克兰茨教授，请求进入这个专业。起初克兰茨教授不接受，何泽慧就对他说道，你可以到我们中国来当我们军



图1 1990年7月20日，何泽慧在柏林高等工业学院接受补发的博士学位证

工署的顾问，帮我们打日本侵略者。我为了打日本侵略者，到这里来学习这个专业，你为什么不收我呢？克兰茨教授被问得哑口无言，也很同情中国遭受日本侵略，就破例接收了她在那儿学习。

当时克兰茨已近80高龄，真正指导何泽慧实验的是以发明盖革计数器而闻名的汉斯·盖革(Hans Geiger, 1882—1945)。盖革曾进入英国曼彻斯特大学，成为“近代原子核物理学之父”卢瑟福(E. Rutherford)的得力助手。指导何泽慧时，他开始成为德国“铀俱乐部”的成员，与博特教授等人成为德国原子能计划的中坚力量。

何泽慧的博士论文题目为《一种新的精确简便测量子弹飞行速度的方法》。论文的研究工作是基于多频振荡器理论，通过两个光电管控制的多频示波器来测定弹道子弹的速度。那时候光电管刚刚出现，电路没有惯性，因此适用于测量极短的时间。由此可能设计出相应的设备，用来测定在一个短测量段内的弹道子弹的平均速度。1940年5月博士论文获得通过(见图1)。

拿到博士学位的何泽慧，第一件事想做的事就是赶快回国，为抗击日本侵略效力，她甚至想好自己要到了南京兵工署去。然而，第二次世界大战爆发，德国已把边境封锁，不许任何人离开德国。

1940年8月，何泽慧进入柏林西门子电机厂的物理研究室(弱电流实验室)研究磁性材料，参加了研究制造当时世界上最灵敏的电流计的工作，这样每月能有二三百马克的收入。在那里，她还结识了一位重要的朋友——拉贝(John Rabe, 1882—1950)先生。他让何泽慧看了他的日记及保存的南京大屠杀的照片，讲述了他所目睹的南京大屠杀的惨状。

1943年，盟军旨在“消灭和瓦解德国的军事工业和经济体系”，为此对德国进行大规模空袭，柏林遭到了猛烈轰炸。在帕邢和盖革的推荐下，何泽慧前往海德堡威廉皇帝研究院，在博特教授(W. Bothe, 1891—1957)的指导下从事原子物理研究。博特教授是普朗克的学生，在德国X射线和核物理领域是首屈一指的实验物理学家。

在博特的实验室，何泽慧与梅尔-莱布尼茨(Maier-Leibnitz)一起建造了第二个带磁场的云室，她利用这一云室研究正负电子的碰撞，从上千张照片中注意到一种近似于S形状的奇特径迹，这是国际上首次观察到正负电子的弹性碰撞过程。1945年，何泽慧将研究结果和照片寄给当时在英国的钱三强分享。

3 科学的国际合作

二战后，英法科学界恢复交流，1945年9月25—27日，英法宇宙线会议在布里斯托尔(Bristol)大学召开，以约里奥-居里夫妇为首的16人法国代表团参会，钱三强也名列其中。布里斯托尔大学物理实验室(H. H. Wills Physical Laboratory)是战后英国物理学的重要重镇。鲍威尔(C. F. Powell)教授在战时研制成功了探测粒子的新方法——核乳胶照相技术。这一技术以其明显的优势在核物理领域获得广泛的应用，鲍威尔利用气球载核乳胶探测宇宙线，于1947年发现了 π 介子。其合作者奥恰利尼(G. Occhialini)同时还是一名登山家，他将核乳胶放置到法国南部比利牛斯山顶上的实验室，观测宇宙线。

鲍威尔教授是英国左翼科学家，积极倡导科学的国际合作，他和约里奥一样，都是世界科学工作者协会和帕格沃什运动等国际组织的重要参与者，1957年他接替约里奥出任世界科学工作者协会的主席。在这次会上，约里奥做了首场报告，题目是《原子核的稳定性》，随后钱三强作了题为《 γ 射线的结构》的报告。钱三强在报告中展示了何泽慧发现的正负电子弹性碰撞

照片。何泽慧的发现受到与会者的重视与好评, *Nature*(《自然》)杂志报道了这次会议, 文中提到“钱先生还展示了由中国年轻的科学工作者何博士通过云室照片发现的一项科学珍闻(scientific curiosity)”^[6]。1945年夏, 钱三强受约里奥-居里夫妇派遣, 来到布里斯托尔学习核乳胶技术, 从此与鲍威尔和奥恰利尼开始了交往。我们知道, 钱三强后来忙于原子能事业的组织, 而何泽慧领导了我国核乳胶技术的研制, 以及高山乳胶室、高空气球等宇宙线探测研究。

1946年春天, 何泽慧结束德国的工作, 到巴黎与钱三强结婚。同年7月15—19日, 为庆祝牛顿(1643—1727)诞辰300周年(本应1943年举行, 因战争推迟), 英国皇家学会邀请了世界上36个国家的100多个科学团体到伦敦出席纪念会。接着, 由英国物理学会和卡文迪许实验室联合举办的国际基本粒子与低温会议(International Conference on Fundamental Particles and Low Temperatures)在剑桥大学卡文迪许实验室举行。这是国际物理学界在战后举行的首次大型会议, 有300名学者参加, 其中包括来自美国、苏联、中国、印度、巴西等100名外籍学者。中国政府派出了由物理学家吴大猷和周培源等组成的代表团, 钱三强与何泽慧也从法国赶来参加会议, 和来自美国的胡宁及在英国留学的彭桓武、胡济民、梅镇岳等朋友相聚。这是当时中国在海外物理学家的难得聚首, 8人在剑桥合影留念(见图2)。

此次参会, 何泽慧关于正负电子弹性碰撞的研究报告获准在会上宣读, 并被作为唯一的一篇中国学者的论文载入会议报告文集^[7], 论

文的题目是《正负电子的弹性碰撞及正电子的湮灭》。而为了表示对科学的共同追求, 她再次请钱三强代为宣读。大家看了钱三强投影的照片和作的介绍, 对所记录的正电子与负电子相遇而不湮没的现象, 都感觉到新奇。

就在这次会议上, 由剑桥大学卡文迪许实验室费瑟(N. Feather)教授指导做博士论文的李弗西(D. L. Livesey), 报告了他和格林(L. L. Green)用核乳胶板研究原子核裂变的工作。他们改进了一种依尔福(Ilford)核乳胶板, 将溴化银浓度提高到X光底片的近4倍(是普通照相乳胶的8倍以上), 从而能够得到较为连续的带点粒子径迹。他们先将乳胶板在乙酸铀酰溶液中浸泡, 干燥后用回旋加速器的中子轰击1—3个小时, 然后经处理就可以在显微镜下观察裂变的径迹。报告中投影展示了裂变碎片在乳胶里留下径迹的一些照片。裂变的两个碎片方向相反, 径迹呈一直线。中间部分黑而浓密, 两个末端的银颗粒比较稀。由于核乳胶

板能够同时记录大量的裂变径迹, 因此能够从中发现一些稀有现象。报告在最后展示了产生3个带电粒子的裂变, 即三叉形状的径迹, 其中一个质量较轻, 报告人认为这是一个裂变碎片发射出的 α 粒子。报告称, 约在400例裂变中会有一个这样的现象。

1947年, 鲍威尔和奥恰利尼出版的《照片中的核物理——照相乳胶中的带电粒子径迹》一书中收入了李弗西的这张照片, 并在说明中认为, 照片中的细长径迹是二次分裂, 与第一次无关, 并且很可能是 α 粒子。^[8]

鲍威尔还把李弗西的这张照片给了钱三强。钱三强在给鲍威尔的信中表达了不同的观点:“经过分析推理, 我认为解释为三分裂要比‘二次分裂’更为确切。”细长径迹也不一定必然是 α 粒子。钱三强同时介绍了何泽慧发现的四分裂事例:“在进行三分裂工作的期间, 我们还发现了三例四分裂事例。首例是我的夫人发现的, 当时我正出席世界科学工作者联合会的会议。我



图2 1946年7月, 中国物理学家在剑桥合影(左起胡济民、梅镇岳、胡宁、彭桓武、周培源、何泽慧、钱三强、吴大猷)

附寄给您一张首例四分裂的照片，仅此聊表我极其诚挚的感谢，感谢您在布里斯托尔实验室的热情接待。没有那次惬意的访学，我们关于三分裂和四分裂的工作不可能开展”¹⁾。正如约里奥在对记者谈话中说，多分裂的发现，“是由两位中国青年科学家和两位法国青年研究人员共同完成的，是国际合作的产物”^[9]。同样，何泽慧在德国受到的科学训练，以及钱三强从英国借鉴到研究方法和研究题目，都充分体现了现代科学的国际合作特征。

4 核科学中心的建立与发展

二战以来，世界各国纷纷投入巨大的人力物力发展以原子能为代表的尖端科技，中国作为落后国家，科研水平和工业基础十分薄弱，但为了维护国家安全和保障经济建设，也必须大力发展核科学。因此，在国家的支持下，改变过去核物理研究人力分散、设备重复的局面，集中力量建成核科学研究中

心，是当时条件下的必然选择。钱三强与何泽慧在这一过程中做出了突出的贡献。

早在1948年两人准备回国之际，钱三强就致信清华大学校长梅贻琦，建议联合北平研究院、北京大学及中央研究院、中央大学，建立原子物理研究中心，希望使教学研究合而为一。回国后，钱三强担任了清华大学物理系教授，同时兼任北平研究院新成立的原子学研究所所长。何泽慧则成为原子学研究所唯一的专任研究员。钱三强本较为看重清华大学健全的物理系，但当1949年新政权决定成立中国科学院时，钱三强参与了筹建，并以原子学研究所为基础成立近代物理研究所(即现在的中国原子能科学研究院)，在短短几年中将其发展成为我国核科学的研究中心。

钱三强与何泽慧采取了三条措施网罗人才，一是吸收海外回国的科学家，二是请国内科学家来所工作或兼职，三是选拔优秀青年培训。1949年12月，钱三强与何泽慧

联名给浙江大学教授王淦昌写信，邀请他到北京一起共同筹划核科学的研究计划并从事核物理学方面的研究工作^[10]。王淦昌收信后立即到北京，在中国科学院第一宿舍见到了钱三强与何泽慧。

1952年，英国原子弹研制成功，打破了美苏超级大国的核垄断。英国是第一个承认新中国的西方国家，留学生回国没有阻碍，因此早期吸收的海外科学家主要来自英国。钱三强与何泽慧对英国科学界有过接触，加之清华大学校友关系，除了先前回国的彭桓武，还有朱洪元、杨澄中、戴传曾、梅镇岳等都来到研究所。陈芳允和程开甲也曾来研究所任职或承担课题。而钱三强与何泽慧的同学王大珩，也应邀来到中国科学院。

培养年轻人才一直是研究所工作的重心之一。如果说钱三强知人善任，为科研组织调兵遣将的话，那么何泽慧更多的是在具体工作中培养骨干。黄祖洽就是最早在钱三强和何泽慧的共同指导下，制出对铀核裂变径迹灵敏的核乳胶^[11](见图3)。为了让年轻人尽快成长起来担负工作，何泽慧的特点是敢让年轻人去负责，放手让他们工作。何泽慧要求他们在完成国家任务的同时，还要出成果、出人才。每一项工作完成后，她都要求作报告、写文章，不涉密的，经她修改后送出去发表。虽然她对每一篇文章都认真审阅并提出修改意见，但从不挂名。

近代物理研究所经历了多次名称和体制变化，但钱三强一直担任所长到1978年，何泽慧则始终在关键的研究岗位上。研究所成立初期，她负责“云室与照相板组”，不久便负责研究所四大方向之一——“原子



图3 王淦昌(左)、何泽慧、黄祖洽(右)参加1981年5月学部会议

1) 引自钱三强写给C.F.Powell(鲍威尔)的信(此信由布里斯托尔大学图书馆收藏)

核物理组”，而核物理研究是研究所的中心。一年后，原子核物理组扩大，她协助赵忠尧老师共同领导，并具体负责下设的“核乳胶与云室组”，亲手研制核乳胶。研究所重点转向原子能后，苏联援建反应堆和加速器，何泽慧在赴苏联的“热工实习团”中，负责在关键的加速器及反应堆上进行核物理实验研究工作。1956年，研究所合并到坩里新建的科研基地，成立8个研究室，钱三强任室主任的“中子物理研究室”（二室）实际由何泽慧领导，反应堆和加速器两个工程技术单位的负责人在二室担任副主任。作为研

究所核心部门的二室扩张很快，先后分出多个研究室，还为核武器研究所代培人员。1961年后，何泽慧负责研究所四线一片中的“物理线”。1964年后担任副所长。1973年高能物理研究所成立，何泽慧任分管宇宙线的副所长，在很长一段时间内是研究所唯一能够开展实验研究的领域。在何泽慧的领导下，成长起来数代研究人员。

5 结束语

科学崇尚创新，同时科学的传

统和科学家的精神也需要代代传承。从外祖母王谢长达以及蔡元培、何澄等父辈们那里，何泽慧继承了教育救国、科学救国的理念；从盖革、约里奥-居里夫妇等著名科学家那里，何泽慧不仅接受了严格的科学训练，也学习到一流科学家的精神品质。常规立足定新奇^[12]，在科学的国际交流与合作中，何泽慧与钱三强一起做出了新发现。为开创中国的原子能科学事业，何泽慧坚持工作在一线，致力人才培养。随着事业的蓬勃发展，造就了一代代优秀的核科学人才，这些科学传统和创新精神也必将发扬光大。

参考文献

- [1] 葛能全. 钱三强年谱长编. 北京: 科学出版社, 2013.3
- [2] 鲁先进, 张玲琳. 图书馆研究与工作, 2013, (1): 69
- [3] 钱三强. 写给故乡的话. 见: 1981年1月18日浙江日报
- [4] 高平叔. 蔡元培年谱. 北京: 中华书局, 1980.3—4
- [5] 蔡元培. 在王谢长达先生追悼会上的演说. 见: 徐思源主编. 百年讲坛——名人演讲录. 苏州: 古吴轩出版社, 2006. 45
- [6] Cosmic Rays: Anglo-French Conference in Bristol. *Nature*, 1945, 156: 543
- [7] Ho Zah-Wei. Elastic Collisions Between Positrons and Electrons and Annihilation of Positrons. Report of an International Conference on Fundamental Particles and Low Temperatures. held at the Cavendish Laboratory, Cambridge, on 22—27 July 1946
- [8] Powell C F, Occhialini G. *Nuclear Physics in Photographs: Tracks of Charged Particles in Photographic Emulsions*. Oxford: Clarendon Press, 1947. 76
- [9] 钱三强. 重原子核三分裂与四分裂的发现. 北京: 科学技术文献出版社, 1989. 74
- [10] 吴水清主编. 追求卓越——王淦昌年表. 北京: 经济科学出版社, 1999.57
- [11] 黄祖洽. 清华园的四年. 见2011年4月1日科学时报, A2版
- [12] 黄胜年. 黄胜年诗文集. 北京: 原子能出版社, 2007.69

表面等离子元诱导的非线性非弹性电子散射



电子与样品的非弹性散射过程是电子能谱技术的基础。然而非弹性散射电子通常只占极少的比例，大多数电子是没有能量损失的弹性散射电子。最新的实验研究发现，银纳米结构激发出的局域等离子元场可以导致非线性的电子散射现象，使得非弹性电子的强度显著增强。这一新的发现未来可以用于研究吸附在金属纳米结构上的原子、分子，非线性电子散射过程会大大提高信号与噪声比，从而实现固体表面纳米空间分辨的原子分子谱学测量。图中所示为非线性电子散射概念图(王国燕、周荣庭制图)，其中白色“小山”代表银纳米结构，蓝色网代表等离子元场，反弹的深红色小球代表弹性散射电子，反弹的浅红色小球代表非弹性散射电子。详细信息参见 *Nature Physics*, 2014, 10: 753–757。

(中国科学技术大学 徐春凯、陈向军供稿)