

# 吴健雄：于纷繁复杂中发现简单图景

■肖太桃



吴健雄

吴健雄敬佩居里夫人，但如同对任何先贤和前哲一样，并不盲目崇拜。她们都曾在科学的最前沿作重要的探索，也都取得了重大的成就。

自然科学有理论研究及实验研究两个方面。大多数科学家从理论研究入门，即便没有大学或者实验室支撑，也不妨碍有志者在这样的科学园地中耕耘(进入大科学时代以后，没有系统的科学训练，没有科学团队或实验设备的支持，已经很难再做这样的科学理论工作)。也有些科学家以“做实验”为乐，他们喜欢“眼见为实”。做实验是辛苦的，要出力，要流汗，要脏手，要排队等待使用实验设备，要熬夜值守观察实验进程，记录实验数据，等待实验结果。有些实验需在野外或者危险的环境中长时间工作，甚至要付出健康代价，冒生命危险。还有些实验，没有现成的设备和材料，制备实验的器具或材料，是研究工作中辛苦的“前菜”。

然而，实验成功的那一刻是极具诱惑力的。实验结果对理论的挑战、颠覆、确认、修正、定位，对新视野、新门径的开辟，都具有无可比拟的震撼力和权威性。因此，有些科学家终身为实验痴迷。吴健雄就是其中一位。

## 她把实验做到了同行中的极致

吴健雄是世界著名实验物理学家。她自述一生大约有15项重要的物理学贡献。其中有3项具有里程碑性质和划时代意义。最为人称道的是，1956年夏天至1957年1月，她最先以实验清楚地显示了宇称在核极化时的β衰变中的不守恒和电荷共轭不变性的破缺。

吴健雄从小就喜欢动手做东西，几岁时就跟着父亲学装矿石收音机。在少年的照片和前辈人的传说中，“她沉静慢语，眼睛里闪烁着聪慧，内心里充满了阳光，做事常常因专心而入迷”。在那个年代的中国，矿石收音机大概也是“高新科技”了。

1936年8月，24岁的吴健雄带着对实验的浓厚兴趣，赴美留学，进入加州大学伯克利分校攻读物理学。那个时候，正是物理学在原子核研究方面大放异彩的时代。接连不断的科学大发现，使得原子核物理成为当时最具吸引力也最具挑战性的科学领域。吴健雄原本打算到康奈尔大学读书，因看望先期到达的中国同学顺道访问伯克利。当她得知伯克利有劳伦斯(正在为粒子回旋加速器忙得不亦乐乎，1939年因此项贡献而获得诺贝尔物理学奖)，有最先进的实验设备，她毅然作出了新的选择，并通过自己的一再努力，说服了不相信女生能在辛苦的实验室做下去的劳伦斯。劳伦斯接受了她的入学申请，帮助她办妥了已经延误了的入学手续。

吴健雄做实验的起点非常高，是当时最前沿、最困难的。她所做的第一个原子核物理实验是“探究放射性铅因产生β衰变放出电子，而激发产生出两种型态X光的现象”。在劳伦斯的指导下，她在这个方面获得了相当清楚的实验数据和理论分析。在另一位老师塞格瑞(1959年诺贝尔奖得主)的指导下，吴健雄探究铀元素原子核分裂后的产生物，发现在这些产生物中，惰性气体氙

(Xenon)对铀原子核分裂连锁反应有关键的影响。她测定了它的半衰期、放射数量和同位素数量。这两项成就使吴健雄于1940年获得加州大学伯克利分校博士学位，同时也使她作为一名优秀的实验物理学家受到物理学界的关注。1941年4月26日，伯克利所在地奥克兰郡的《奥克兰论坛报》刊出一篇报道，标题是“娇小中国女生在原子撞击研究上出类拔萃”。这篇报道说：“在一个进行原子撞击科学研究的实验室中，一位娇小的中国女孩，和美国一些最高水准的科学家并肩工作。”

1944年3月，已在普林斯顿大学任教的吴健雄，应邀进入哥伦比亚大学，并以一个外国人的身份参与了极其机密的“曼哈顿计划”。她在该项研制原子弹的庞大系统工程中的主要任务是发展十分灵敏的γ射线探测器。她几年前在伯克利研究获得的一些关键且一直保密的数据，为解决核反应不能连续进行的困扰提供了思路和办法，从而对“曼哈顿计划”的顺利进行作出了重要的贡献。

吴健雄把实验做到了同行中的极致。原子核的β衰变是19世纪末以后物理学中十分重要的领域。1949年，吴健雄和一位合作者艾伯特(A. Albert)做了一个实验，验证β衰变理论和实验间的歧异。吴健雄想到，这些慢速电子由于对环境敏感，因此放射源本身的厚度和均匀性，一定也会造成影响，要提高实验的精确性，就得有既薄又分布均匀的放射源。她的“做法”可以简单地描述为：在一盆水中加入一滴清洁液之类的化学溶剂，由这滴溶液扩散形成一个薄膜，再用一个铜环由水中套出一圈薄膜，然后在这薄膜上滴上一小滴含放射性铜的溶液。简单的表面张力原理，使这些放射性铜均匀分布在薄膜上，等该溶液干了，便拿来作实验之用。

事情看起来就这么简单，吴健雄的实验结果和费米的理论完全吻合，她的结果一发表，便把多年来许多纷扰不休的争论完全澄清了。这和密立根用油滴法测量电子电荷从而结束了关于电子离散性的争论一样美妙。她也因此有了举世闻名、一流精确的实验物理学家的声誉。这个实验结果之所以得到如此的好评，不只因为它对物理学发展具有重要意义，还因为费米本人既是大理论物理学家，也是大实验物理学家，他自己也做实验，也和大家一样受到理论与实验不能相谐的困扰。要做到这样的实验，不仅要对此种非常困难的前沿课题和前沿状况有全面且深入的掌握，而且要有缜密的思维和独到的设计，心有灵犀，思维的逻辑与材料的逻辑相合，物性与人思呼应。自然界是简单的，真正的科学家能够在纷繁复杂的现象和众说纷纭的理论中发现简单的图景。

## 三项重大物理学实验

1957年，对全世界华人来说是具有特殊意义的一年。两位华人科学家——李政道、杨振宁以他们革命性的理论成

就得到了这一年的诺贝尔物理学奖。这是华人科学家首次获得这一奖励。

李政道、杨振宁针对当时物理学前沿的困难，经过查阅大量文献，反复的讨论和计算，发现弱相互作用中宇称守恒并没有得到确证，没有确切的理论证据或实验证据。他们认为，不应该把弱相互作用中的宇称守恒看作是天然合理的，而应该用实验来检测它。他们建议了几组可能的实验。所有身处前沿的物理学家，要么处于盲从状态，要么处于迷茫状态，没有人知道应该向什么方向去“找门”，李、杨提出了突破性的建议。不过，这个建议在得到实验支持之前，并没有被身居前沿的大科学家们所看好。

在为杨振宁、李政道论证构想提供参考意见的几次讨论后，吴健雄决定立即着手这方面的检测实验。几个月之后，1957年1月9日，实验得到了明确肯定的结果，从而探明了“宇称守恒”定律不适用的范围，促成了一场“对称性革命”。这个实验同时也证实了电荷共轭不守恒和中微子的二分量理论，得到了“一石三鸟”的结果。人类第一次见识了“弱作用中宇称不守恒”现象，整个世界为之轰动。

物理学是一门实验的科学。如果没有实验数据的支持就不能成为真理。杨振宁后来：“在那个时候，我并没有押宝在宇称不守恒上，李政道也没有，我也不知道有任何人押宝在宇称不守恒上。”如果没有吴健雄这样在弱相互作用实验方面具有顶尖水准、对这个问题的重要性有深刻的认识，坚持去弄清楚的决心的科学家，李政道、杨振宁的假说可能不会这么快就成为确凿的真理。年轻人眼尖手快，中年人才思敏捷，所以处于中青年时代的科学工作者最易出成绩，实验科学尤其如此。吴健雄却是少数到了老年还进实验室并作出大成果的实验科学家。

1957年，费曼和他在加州理工学院的同事葛尔曼一同写了一篇文章，根据当时由宇称不守恒而发展出中微子二分量理论和轻子守恒理论的科学结果，提出所谓“向量流守恒”的观念。稍后，葛尔曼又在《物理评论》上写了一篇文章，建议利用放射性的硼(B<sup>10</sup>)和氮(N<sup>14</sup>)衰变为碳的实验来检验“向量流守恒”理论。但是这种实验极端困难，原因是衰变谱中显现的效应非常微小。1958年，葛尔曼在加州大学伯克利的实验室和苏联杜布纳(Dubna)物理研究中心都进行过尝试，却没有成功。

葛尔曼知道在β衰变实验方面，吴健雄才是顶尖的专家。因此，1959年，他在麻省理工学院一个物理会议上，要求他去参加会议的吴健雄做这个实验。

在经过近一年的准备工作和几个月的实验，吴健雄和一位来自中国台湾的留学生莫玮，以及韩国籍学生李荣根，在1962年12月，成功证实了这个守恒定律。这个结果使得普遍适用的费米相互作用，有了一个更坚实的基础，也为1962年7月的一项高能物理实验得到两个中微子的说法，提供了强力的佐证。

“向量流守恒”实验是吴健雄在“宇称不守恒”之后，又一项重大的实验成就，对物理学有着很深远的影响。它首次由实验证实了电磁作用和弱相互作用有着密切的相关性。后来的几十年当中，结合电磁作用和弱相互作用的研究，成了物理学最重要的方向，理论上和实验上都获得了重大成果，先后有三批8人凭借此方向的贡献获得了诺贝尔物理学奖。李政道曾这样评论这项工作的意义：“他们建立起一个里程碑，后来使电磁作用和弱(相互)作用统一在一起，后者被称为‘电-弱力’。这与当初安培和法拉第把电和磁联系起来是有同样价值的。”

之后，吴健雄还完成了多项重要的高水平的物理实验。其中，1970年完成了一个有关量子力学基本哲学方面的实验——“爱因斯坦—波多尔斯基—罗森论证”。吴健雄的实验延续了她1950年的实验，而在1975年，她又进行了一个实验。这些实验都为量子力学的完备性增加了可靠的实验证据。穆斯堡尔效应被发现以后，吴健雄开始利用一种原子核物理新技术来探究血液中中铁原子的电子结构，从而了解造成镰形细胞贫血症的成因，把物理学与生物科学、医学在基础研究中成功地结合在一起。1990年，她时任东南大学校长的韦钰聘为东南大学校务委员会名誉主任。在她的支持下，1992年6月，东南大学与美国哥伦比亚大学物理研究所一起将韦钰筹建于1983年、成立于1985年的“分子与生物分子电子学实验室”命名为“吴健雄实验室”。在这个基础上发展起来的“生物科学与医学工程”方向，多年来，一直是东南大学的“王牌”专业之一，也是国内生物科学和医学工程顶级教学和研究发展中心之一。

吴健雄用自己的“手”，一次次推动了物理学的发展。特别是弱相互作用中宇称不守恒的发现，导致了关于物理世界基本结构认识上的思想解放，刺激了弱相互作用实验和理论研究的空前进步。吴健雄与李政道、杨振宁一起，促成了现代物理学上的一个重大革命，开辟了物理学的新境界，改变了人类对自然界的一个根本看法。

1958年，吴健雄被聘任为哥伦比亚大学教授，同年当选为美国科学院院士，1973年担任美国物理学会副会长，1975年担任会长，是美国物理学会自1899年成立以来的第一位女性会长，也是第一位不是白种人的会长。1975年，她获得美国国家科学奖。1978年，她成为沃尔夫奖物理学方向的第一位得奖人。她和居里夫人、莉丝·迈特纳一道，被物理学界公认为是20世纪最优秀的三位女性实验物理学家。由于她对物理学的杰出贡献和对女性参与科学与教育的有力推动，她被哈佛大学等20多所著名高校授予荣誉博士学位或聘为荣誉教授。

## 不喜欢被称为“中国的居里夫人”

在国内外，有不少以“中国的居里

夫人”为题写吴健雄的文章。可是，许多人不知道，吴健雄本人对这个称呼并不喜欢。照常理，一位华人女性科学家被称赞为“中国的居里夫人”，应该是无以复加的最高赞誉了，为什么吴健雄还不喜欢呢？

吴健雄和居里夫人从未见过面，当然也没有过节。1934年居里夫人去世时，22岁的吴健雄刚从“国立中央大学”毕业，还是一个物理学新手。相反，还可以说，吴健雄与居里夫人有某种意义上“的师承关系”。吴健雄在“国立中央大学”读书的最后一年里，物理学系主任施士元教授是居里夫人1929年至1933年的学生，在居里夫人的指导下获得了物理学博士学位后刚刚回国任教。那个时候，“国立中央大学”的本科教育是精英教育，比现在许多大学的博士教育还“精”，全物理系四年级只有12名学生。施士元和吴健雄虽然在学术上差不多是两代人，年龄上却相差无几，因此师生之间交流甚多。吴健雄毕业论文的题目《晶体中X射线布拉格衍射方程的验证》即为施士元所出。居里夫人名满世界，施士元不会不向学生介绍她的工作；吴健雄不仅对数学、物理学一往情深，对人文、社会也非常有兴趣，富有理想，胸怀远大，不会不向老师探求大师的为人和学问之道。

上世纪四五十年代在原子核衰变实验方面的杰出成就，使吴健雄有了“中国的居里夫人”或“东方居里夫人”的称号。她曾以仰慕的口吻谈起居里夫人，同学和同行们很自然地把这个称号送给了她。媒体也乐得以“居里夫人”这个已经众所周知的科学榜样来介绍她、评论她，从而省去了对她的那些远比居里夫人的工作更让人难懂的物理学工作的具体说明。

随着吴健雄在美国和欧洲科学界交流的扩大和深入，她对居里夫人的认识和了解自然也不断增加。她对居里夫人的敬仰依旧，却不再是一个青年学生对前辈的崇拜，而是大师与大师之间心灵平等的对话。

在作为科学大师的吴健雄看来，每一个从事原创性工作的物理学家，都有自己学术内容和风格的特质，这种特质是无法用别人的工作来说明的，甚至也是无法用别人的工作来比拟的。吴健雄曾说：“中国人总觉得，说我是中国居里夫人，好像对我了不得，对我恭维了，其实对我并没有恭维。”吴健雄敬佩居里夫人，但如同对任何先贤和前哲一样，并不盲目崇拜。她们都曾在科学的最前沿作重要的探索，也都取得了重大的成就。站在不断发展进步的科学新高峰上，吴健雄自然有理由，也有资格说，她站立的地方比居里夫人更高，见到的景色也更加美妙。居里夫人是历史的居里夫人，是全世界科学家的杰出代表。吴健雄也是历史的吴健雄，也是全世界科学家的杰出代表。

(作者系东南大学档案馆、吴健雄纪念馆研究员)

## 师者

# 金辉：你不快乐，学生就不快乐

■本报通讯员 谢凌燕 王琳 记者 韩天琪

“让我觉得最开心的两件事，一是上课，二是可以认真去写一篇文章。现在这两件事我都做到了。”金辉人如其名，阳光开朗熠熠生辉。她是学生心中的金牌讲师，是江苏科技大学“教学名师”“服务管理”“管理沟通”课程，并先后承担多门本科/硕士课程大纲编撰、资料建设、教学方法改革等工作。“人家经常对我说辛苦了，我说不辛苦，你那个‘辛’和我这个‘心’不一样，我是‘心’里的‘心’，我心不苦，我心可乐呢。”金辉笑容灿烂。

## 快乐教学

2007年至今任教于江苏科技大学经济管理学院的金辉，主讲“人力资源管理”“服务管理”“管理沟通”课程，并先后承担多门本科/硕士课程大纲编撰、资料建设、教学方法改革等工作。“人家经常对我说辛苦了，我说不辛苦，你那个‘辛’和我这个‘心’不一样，我是‘心’里的‘心’，我心不苦，我心可乐呢。”金辉笑容灿烂。

学管理教管理的金辉认为知识虽然很重要，但是让学生形成管理的思维更重要。以员工激励问题为例，她告诉学生，在企业里面，不同年纪、不同层级诉求完全不一样。如果没有“移情”，哪怕企业花了钱，用了一些方式方法，依然没有办法让员工有工作热情，甚至有可能起到反作用。她把在企业做横向课题遇到的问题设计成情境，让学生们

进行角色扮演，阐述不同的立场和观点，然后引导全班同学一起讨论。

金辉点评时告诉学生，一个乐观的人会用一种积极目光去看待问题，一个悲观的人看问题不是考虑成功率，更多考虑这个问题会出现失败和可能存在的各种风险。思维训练不是停留在课本上的一个概念，“从对方的角度来看待问题，这就是一种思维。真正的移情是不仅要站在对方的角度，而且要想对方有哪些知识，可能的内在特质是什么样，必须要由表及里地代入进去，才能真正体会到对方的想法”。

在同学们的阐述和讨论中，金辉发现“整个课堂的氛围很活跃，男生和女生说的不一样，台上台下说的也不一样，说着说着大家就笑了”。很多时候，她在备课设计中：“没有对学生有过高期望，但是他们的反应告诉我，他们很投入。所以我一定要全身心投入到课堂中。我认为：如果你不快乐，学生们就不快乐”。

## 上课也是一件很幸福的事

在教学过程中，金辉也不时接收到来自新生代的“有趣信息和价值观”，刷新她固有的认知；也有良好的建议，帮助她更好地去理解现在学生的状态。

有一次，金辉上课时告诉学生，企业现在看中的员工品质中包括忠诚，

“就是希望员工像一颗螺丝钉插在企业里，不要左顾右盼”。那节课间，就有学生找到金辉说：“人生就像一条河流，人的寿命相差无几，宽度却不同。你生命的河流不够宽，因为你毕业后就在学校工作，一直处于象牙塔中。而我们这一代人的价值观就是要把人生的河流拉宽，要不停地体验。”

对于两种思想理念的不同，金辉选择理解，并且思考用何种管理方式去匹配：“在企业做横向课题，也经常会遇到这样类似的理念冲突，他们有很强烈的自主能力，不太喜欢去听命令式的管控。历史的发展趋势一定是往前走的，要换一种方式去管理现在的年轻人，在认同的基础上尽可能迎合他，然后让他更好地认同你。”金辉会依据自己从学生身上的认知体验，以及现实管理问题，协助企业重新设计绩效方案、重新设计薪酬、重新优化流程等。

今年，金辉第一次给工商管理专业的留学生上课。“他们喜欢提问，平时上课就是在看听课，最多是在课堂上讨论。他们问我：为什么不能有一些行动？我觉得很好，然后我们一起坐下来，找了一家咖啡馆策划第二课堂该怎么做。”大家计划把一个班分成两个小组，利用周末中的一天进行一项商业策划。在镇江找一个景点，来自不同国家的留学生做不同的特色手工艺品，然后义卖做慈善，把钱捐给敬老院或者孤儿院。



金辉

人家经常对我说辛苦了，我说不辛苦，你那个“辛”跟我这个“心”不一样，我是“心”里的“心”，我心不苦，我心可乐呢。

点，这些都是商业设计流程必须考虑的。这样就能把学到的东西，在商业化过程中实践运用，以后学生毕业了，假如留在中国工作或者创业，就能清楚简单的流程、通识性的东西是怎样的。”金辉和学生用了一个晚上的时间去策划，准备把课程内容进行到百分之八九十的时候，就去实施。

“本来我上的是人力资源管理课，涉及管理学背景，正在讲人力资源，他们就有了商业策划的想法。很跳跃，就像遇到一个点，突然就闪电一样连接上了。其实也是他们在启发我，刷新我的一些知识和认知。所以，上课也是很幸福的一件事。”

## 值得投入生命和时间去做

管理的环境一直在变，对象也一直在变，金辉的课程也是常备常新：“我希望把每堂课都上好。光看理论是没办法运用的。毕业以后到企业，理论学不去运用，就没有用。我作为老师，就成为一个理论和实践的缓冲带，先启发学生企业是这么用的，将来走向工作岗位就知道怎么办，尽可能对接企业实践。”

企业都有一些共性的问题，比如考核、指标设计、薪酬发放的形式。金辉让学生就薪酬发放的保密、公开两种形式先展开辩论。“这个内容在企

业课堂我也做过，辩论方的观点包括坚持公开制制的国有企业派、坚持点保密制的外资企业派、坚持“坐山观虎斗”的民营企业派。辩论的过程中，就会有明显的历史和企业背景的痕迹。等他们辩论结束，我也会跟学生们解释，不同的企业会采取不同的薪酬发放方式，这与企业文化、背景有很大关系。但这些经验无法从书本中获得。”

这些知识来自金辉的企业课堂。一年下来，她大概会有一个月的时间参加各类干部能力提升班、中青干部班的培训，还会应邀给镇江、苏州、无锡等地企事业单位做人力资源培训。金辉认为，理论知识的更新相对比较慢，实践却是千变万化。“但是学生又没有实践场景，所以你必须在他现有的知识基础上，对接一个实用案例，然后让他参与进来，对知识体系形成形象的记忆。把企业的东西用到课堂当中，学生就会知道原来企业会遇到这样的问题。那将来去企业，脑子里就会显现出来，当时上课的时候老师讲过。”

金辉认为学习是一种本能，要用心琢磨、关键在应用。“我有的时候就是一个案例的搬运工，或者是知识的搬运工。始终伴随学生左右，做大家最坚强的后盾，和大家一起携手共进。这些值得投入生命和时间去做。”