

# 我的回忆

● 赵忠尧 ●

## ——在美国留学时期（1927-1931年冬）

编者按：今年是中国著名物理学家赵忠尧先生90华诞。为了庆祝赵先生六十多年来为我国科研教育事业做出的卓越贡献，由中科院高能物理所负责编辑的《赵忠尧论文选集》已于五月出版。征得有关人士的同意，本刊特节选赵先生撰写的《我的回忆》一文，以表敬慕之情。

到美国后，我进入加州理工学院的研究生院，师从密立根（R. A. Millikan）教授，进行实验物理研究。

第一年念基础课程，我顺利通过了考试。由于导师密立根教授根据预试成绩给中华教育文化基金会的有力推荐，以后三年，我都申请到每年一千美元的科研补助金，便把原来清华大学的半费补助金转给了别的同学。

密立根教授起初给我一个利用光学干涉仪的论文题目，直接指导这项工作的研究员人很和气，他善意地告诉我：这个题目需要的仪器业已大部准备好，只需测量光学干涉仪上花纹的周年变化，两年内得出结果，就可以取得学位。我感到这样的研究过分顺利，恐怕不能学到很多东西。我所以远涉重洋，是想尽量多学些科学方法和技术，而学位是次要的。我准备把这个意思告诉密立根教授，问他能否换一个可以学到更多东西的题目。周围的人听说我要找导师换题目，都有些为我耽心。其实，密立根教授尽管感到意外，但还是给予照顾。过了一些日子，他给我换了一个“硬 $\gamma$ 射线通过物质时的吸收系数”的题目，并说：“这个题目你考虑一下。”说是这么说，这次实际上是不容我再考虑的。偏偏我过份老实，觉得测量吸收系数还嫌简单，竟回答说：“好，我考虑一下。”密立根教授一听，当场就发火了，说道：“这个题目很有意思，相当重要。我们看了你的成绩，觉得你做还比较合适。你要是不做，告诉我就是了，不必再考虑。”我连忙表示愿意接受这个题目，回想起来，密立根教授为我选择的这个题目，不仅能学到实验技术，物理上也是极有意义的。这一点，我在以后才逐渐有深刻体会。

到加州的第二年，我便开始作硬 $\gamma$ 射线吸收系数的测量。当时，人们认为 $\gamma$ 射线通过物质时的吸收主要是自由电子的康普顿（Compton）散射所引起的。用于计算吸收系数的克莱因-仁科（Klein-Nishina）公式当时刚刚问世，密立根教授让我通过实验测量，验证这一公式的正确性。我所用的 $\gamma$ 射线是 $\text{ThC}'$ 所放出的能

量为2.65MeV的硬 $\gamma$ 射线。实验室工作紧张时，我常常是上午上课，下午准备仪器，晚上乘夜深人静，通宵取数据。为保证半小时左右取一次数，不得不靠闹钟来提醒自己。

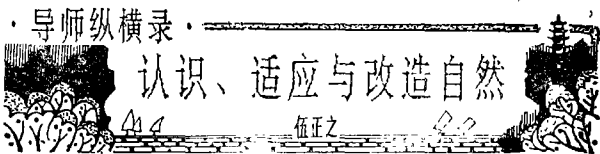
但是，当我将测量的结果与克莱因-仁科公式相比较时，发现硬 $\gamma$ 射线只有在轻元素上的散射才符合公式的预言。而当硬 $\gamma$ 射线通过重元素，比如铅时，测得的吸收系数比公式的结果大了约40%。1929年底，我将结果整理写成论文。但由于实验结果与密立根教授预期的不相符，他不甚相信。文章交他之后两三个月仍无回音，我心中甚为焦急。幸而替密立根教授代管研究生工作的鲍文（I. S. Bowen）教授十分了解该实验从仪器设计到结果分析的全过程，他向密立根教授保证了实验结果的可靠性，文章才得以于1930年5月在美国的《国家科学院院报》上发表。

当我在加州作硬 $\gamma$ 射线吸收系数测量时，英、德两国有几位物理学家也在进行这一测量。三处同时分别发现了硬 $\gamma$ 射线在重元素上的这种反常吸收，并都认为可能是原子核的作用所引起的。

吸收系数的测量结束后，我想进一步研究 $\gamma$ 射线与物质相互作用的机制，打算设计一个新的实验，观测重元素对硬 $\gamma$ 的散射现象。我与鲍文教授商量时，他说：“测量吸收系数，作为你的学位论文已经够了，结果也已经有了。不过，如果你要进一步研究，当然很好。”当时虽然离毕业只有大半年时间了，但由于有了第一个实验的经验，我还是决心一试。我于1930年春天开始用高气压电离室和真空静电计进行测量。没想到，一开始就遇到了问题：那时，德国的豪夫曼（Hofmann）教授发明了一种真空静电计，加州理工学院的工厂仿制了一批。这种静电计中有一根极细的白金丝，它是用包银的白金丝拉制后，再将外面的银用酸腐蚀掉制成的。白金丝的上端通过一个焊接点和电离室的中心电极相连，下端连接指针。可是，接通电源后静电计的指针甚至十几分钟后还达不到稳定点。密立根教授对我和另外两个使用这种静电计的学生说：“这种新产品我也没有用过，你们应设法解决这个问题。”起初，大家都以为是环境的振动引起指针的不稳定，想了各种办法防止振动，甚至把静电计的支架用弹簧拉住，放在四个钢球支撑的平板上，但都是枉然。后来我想到，指针达不到稳定值，可能是因为导电不良。于是我

编者按：

去年五月，编辑部向伍正之先生发去了一封征稿信，不过半个月，便收到先生的回信与稿件。由于所寄表格篇幅所限，伍老除认真填写外，还重新抄了一份。这种极端负责的精神和本文所体现的严于律己、宽于人的品德，都是我等后来诸君应当效仿的。本刊借刊发表先生文章之际，特向他表示深深地敬意。



中学低年级语文中有《理信与迷信》，地理中有天文、气象。高年级的同学说物理课就能解答这些问题。就这样，我在语文老师的启发下，为了认识自然、适应自然、改造自然、造福人民，积极学习物理。1927年离家乡考入成都大学预理科，拼补了与四川中学的差距。1929年入本科物理学系。校长张表方（张澜）教育我们，读书不忘救国。教授魏时珍、郑瞻轩（郑愈）想从理论上迎头赶西方，采用较深的教材。我生活剥未能好好消化，没顾及应用物理。1931年暑假回家探亲，四年

重见的母亲，处境不好。回校九、一八事件发生。家愁国难使我放弃争取留校做助教的奋斗，但仍未重视应用物理学。1933年川大毕业，回云南教书数十年，不外教物理和数学课，在母校昭一中的时间最长。解放前昭一中学生趋向进步，我很同情他们；支持掩护他们的活动。解放后任昭一中校长十余年仍教高中物理课。自教书以来我把国家民族的前途，寄托在青少年下一代。新中国高等教育空前发展，昭一中同学在京、津、沪、哈、武汉、株州、西安、西藏、内蒙、青岛……各地都有。他们在民主革命、社会主义革命和建设贡献力量，我也分享到桃李芬芳。

在焊接处滴了一些导电的碳制黑墨水，指针立即变得很灵活，总算解决了难题。这个实验一直忙到当年九月才算结束，准备好久的暑期旅行因此取消，可测得的结果如此有趣，足以补偿放弃休息的损失。我的这个实验结果首次发现，伴随着硬 $\gamma$ 射线在重元素中的反常吸收，还存在一种特殊辐射。并且，还测得了这种特殊辐射的能量大约等于一个电子的质量。它的角分布大致为各向同性。我将这一结果写成第二篇论文《硬 $\gamma$ 射线的散射》，于1930年10月发表于美国的《物理评论》杂志。

一个大。因为散射的强度很弱，测量时需要极大的耐心与细心，以致在我的论文发表后的一两年内，其他人重复这一实验所得的结果竟是矛盾与不确定的。这些相互矛盾的结果，一度引起人们认识上的混乱。至于论文本身，可惜写得太简单，与它所包含的内容不甚相称；加上勃莱克特（Blackett）与奥恰里尼（Occhialini）在他们的论述《电子对湮灭》的著名论文中引述我们的工作，发生了不应有的错误。由于这种种历史的原因，这些工作一直没有得到应有的重视。最近，杨振宁教授花了不少精力，收集整理资料，写成文章发表，帮助澄清了这段历史，并且同意将他的这篇文章作为附录收入这本文集。我十分感激杨先生为此所作的这许多努力。

说来有趣，一直到我的论文结束时，密立根教授还记得我挑论文题目的事。在评论论文时，还在教授们面前讲我的笑话，说：“这个人不知天高地厚，我那时给他这个题目，他还说要考虑考虑。”惹得同事们哈哈大笑。不过，他们对我的论文是满意的。后来，密立根教授在他1946年出版的专著《电子、质子、光子、中子、介子和宇宙线》中还多处引述了我论文中的结果。

在美国的这段生活中，还有一件值得一提的事情。我从小身体瘦弱，缺少锻炼，所以体力不足，双手操作不灵。自己感到，无论从科学实验的需要，或从健康的需要，都必须加强体力活动。适值在美国市场上，见到破旧汽车非常便宜，即以25美元的代价购得一辆破旧汽车，在课余时间学习简单的汽车修理和驾驶。对于一辆破旧的汽车，自然说不上需要和消遣，凡休息日，我常常满身油污，仰卧于汽车下面，拆拆装装。一些夫子式的中国同学总是袖手旁观；喜欢洋派的人更宁肯去散步游泳。我在修理汽车的过程中，不但锻炼了动手能力，还有在辛苦以后获得的欣慰。另一个意外的收获是，因此得到一个乐于助人的朋友豪义特（A. Hoyt）。我们从谈汽车开始，谈到风俗人情、科学研究。说这是我在美国除了关于论文所受的指导以外最大的收获，一点也不夸大。可惜在我回国之后不久，他因病去世。这是我莫大的遗憾。

反常吸收和特殊辐射揭示了一种新的相互作用机制。但是，当时还不能认识到这些现象的具体机理。与我同时在加州理工学院攻读博士的还有安德孙（C. D. Anderson），他对这些结果很感兴趣。我们也曾谈起，应当在云室中做一做这个实验，可惜后来这个想法未能实现。直到1932年，安德孙在宇宙线的云雾室照片中发现了正电子径迹，人们才逐步认识到：三个实验组同时发现的反常吸收是由于部分硬 $\gamma$ 射线经过原子核附近时转化为正负电子对；而我发现的特殊辐射则是一对正负电子湮灭，并转化为一对光子的湮灭辐射。

关于人们对我这部分工作的评价，还有一段曲折的经历。比较起来，我所作的第二个实验的难度比第