

改造科学仪器为教学仪器 引领科学教育方式创新

郑兰荪 本刊编辑部

编者按：2024年6月24日，全国两院院士大会在北京隆重召开。《中小学科学教育》期刊专家委员会委员郑兰荪院士参会。会间，本刊编辑部对郑兰荪院士进行了专题采访，请他分享自己从事科学研究、研制科学仪器和推动科学普及工作中的思考和感悟。郑兰荪院士长期从事原子团簇研究，是我国原子团簇科学研究的开拓者和学术带头人。早在20世纪80年代末至90年代初，就曾先后研制了激光等离子体源飞行时间质谱计、交叉分子-离子束串级质谱计、激光离子源射频离子阱质谱计等以激光产生和研究原子团簇的大型仪器。曾获国家自然科学基金二等奖、何梁何利基金科学与技术进步奖，获得国家自然科学基金首届青年科学基金和杰出青年科学基金等资助。

《中小学科学教育》：您从小是如何对化学产生兴趣的，可以分享一下您读书时的环境吗？

郑兰荪：我在小学时读过科普作家叶永烈先生关于化学的几篇科普文章，这些文章对我产生了深远的影响。其中，他写的一本叫《燃烧之谜》的书，给我的印象非常之深，让我对化学有了初步的了解和兴趣。所以我认为好的科普文章或科普书籍应当受到鼓励，一方面是鼓励作者进行科普创作，另一方面是鼓励学生们更多地阅读课外科普书籍。

我是“文革”后第一批参加高考的学生，当时我对高考不太了解，也不知道高考应该如何准备。当我得知恢复高考的消息时，我首先想到的是评估自己哪一门功课最差。当时我觉得物理最差，所以就花了一个月时间学物理，

补习物理。等到得知高考文科和理科分开考以后，我已经把前期的时间全部用于补习物理了，我觉得必须报考理科。

我接触化学还受到了家庭因素的影响，我母亲是厦门大学化学系的教师，因此我的化学基础相对较好。然而，当时报考化学专业并非出于兴趣，而是考虑到报考化学专业被录取的可能性更大。

《中小学科学教育》：您在美国莱斯大学（Rice University）读博士时，师从诺贝尔化学奖获得者理查德·斯莫利（Richard E. Smalley）教授，您最大的收获是什么？

郑兰荪：我的导师因为C₆₀的发现，于1996年获得诺贝尔化学奖。他发现C₆₀时，刚好是我在美国读他的研究生的时候。我的导师不但化学水平高，动手能力也非常突出，而

作者简介：郑兰荪，中国科学院院士，厦门大学化学系教授（厦门 361005）。

且是全方位的，不仅包括一般的化学实验操作，还包括机械、电子、编程、光学等各个方面，给我们的感觉就是他所做的任何一项需要动手的工作，几乎都能达到专业水平。这也是美国许多优秀学生共有的特点，什么都敢自己动手，都能自己去做。这同时也是我国和美国教育差距比较大的地方，这种情况在中小学阶段可能更突出，我国中小学生的动手能力普遍不高。

1982年，我在美国学习的时候，发现美国人居住的别墅（house）都配有车库，车库其实不仅用于停车，里面往往还是一个作坊，类似小型实验室，所以美国学生从小动手能力就比较强。我在美国留学的时候，在动手操作能力方面还是有优势的，因为我在读大学以前已经当了好几年机械工人。但是总的来说，我们国家的学生这方面能力是非常不足的。

《中小学科学教育》：您作为厦门市科学教育总顾问，您希望科学教育给孩子带来什么？能谈谈您在科学教育方面值得推广的经验吗？

郑兰荪：我担任福建省科协主席时，每年都参加福建省青少年科技创新大赛、机器人人大赛等活动，深深感受到科学教育的成效和意义。师生参与的积极性非常高，许多学生展现了对科学创新的浓厚兴趣。我在厦门看到了一些科学教育的优秀案例，有些学校在科技创新方面为学生提供了一些比较好的条件和机会。

我觉得我们在培养学生的科学研究兴趣和能力方面，还有很多事情可以做。我个人的技术专长是质谱仪器的研发，所以我对中国大学教育，特别是在教学方面，这几年做出的最大贡献就是把一些先进的科学仪器研制成了教学仪器。质谱仪是一种比较高端又比较常用的仪器，买一台较好的质谱仪大概需要两三百万元，我们现在制作的教学用质谱仪，一台只要

十多万元。据我了解，在北京大学、厦门大学等学校，大学生在做化学实验时可以接触到这类科学仪器并在教师的指导下进样，得到一组数据进行分析，但实际上学生们无法看到仪器的内部结构，也不了解仪器具体怎么工作，就是“打一针”的教学模式。而在大多数院校，学生连接仪器的机会都没有。现在，我们把质谱仪、光谱仪等高端科学仪器研制成专门适用于教学的仪器。教学仪器的主要特点是结构简单、透明，学生可以自己拆解、组装、调试和使用。这样一来，学生上完这门课后肯定印象很深刻，研究的兴趣和动手能力也会大大提升。我的想法就是把这些先进仪器做成大号的、高级的“玩具”，让学生在拆装过程中激发兴趣，而不是简单地记忆知识点。

这种教学仪器也可以面向中学，我们现在开始准备往中学推广，在中学的课程中如果讲到质谱仪，就完全可以用到了。有趣的是，学生本来以为质谱仪器是很复杂的，但是看了我们的教学仪器以后，学生会发现其实很简单，里面的结构没那么复杂，还可以自己动手拆装和调试。我觉得这种做法是对教学方法的创新，这方面我国已走在国际前列，因为国外都没有这样的教学仪器，而且国外很难把这些仪器的成本做得那么低，所以我们现在教学质谱仪做出来以后，国外对它的兴趣更高，因为这个概念是创新的。

《中小学科学教育》：结合您的教育经历和观察来看，我国的中小学科学教育，您认为还存在哪些主要的问题，还有哪些可以提高的地方？

郑兰荪：现阶段中小学对学生动手能力和创新能力的培养不够。希望科学教材在编写过程中能够更加注重激发学生的创新意识和培养他们对科学的兴趣。

我担心现在的中小學生为了应对考试和作

业，精力可能不够，没有太多时间阅读课外书籍，其实这对他们未来的发展是不利的。我希望中小学阶段的教育可以对学生进行全面的兴趣培养，在培养过程中逐步加深他们对专业的兴趣，特别是对科学的兴趣。

中国目前理工科学生普遍的问题就是考试能力强，但动手能力和创新能力较弱，跟国外学生相比差异还是比较明显的。所以中国学生到国外去读书时，优势就是擅长考试，劣势就是进实验室以后动手能力普遍较弱，这种现象在大学、中学都存在，在中学可能更突出，原因很简单：考试是不考实验操作的。对中學生来说，目前的各种考试不考实验操作，不考动手能力，所以这方面能力就被忽视了。我是大学化学专业的教师，对化学实验比较了解，由于化学实验本身需要花费一定科研经费，还可能存在安全问题，因此一般的中学里化学实验课程能省则省，在有些农村中学或条件比较差一点的中学，学生在动手操作能力方面的差距就更大了。

现在的大学教育有一点工科“理化”，把发表学术论文作为一个评价标准。而对于中学理科的教育，则存在着理科“文科化”的现象。科学教育应该是一种全面的教育，特别像化学课程，更应强调动手实践的能力，但是由于这方面的能力在各种考试中难以体现出来，因此创新的能力也难体现出来，这是我们的薄弱环节。未来，我们要特别注重培养学生的动手能力，因为动手操作的过程本身就是一个培养创新思维的重要途径。

《中小学科学教育》：对于中小学科学教师，您有什么期望？

郑兰荪：一位好的教师应该具备教学能力

和知识储备能力两个方面。不管是大学教师还是中学教师，都面临着知识更新的问题。对中学教师来说，一方面希望把教学内容跟学科前沿、学科交叉知识结合起来，尽可能开拓学生的知识面，另一方面又不希望学生的学业负担过重。在这种情况下，保证学生在掌握基本知识的前提下，让他们了解学科前沿的发展，拓宽学生的知识面，其实还是比较困难的。中学教师的教学虽然受到考试的束缚，但仍有一定的发挥空间。例如，教师可以通过引入最新的、前沿的知识内容来激发学生的兴趣，调动他们学习的积极性，包括一些动手操作的实验，尽管考试不会考实验操作，但是在实验教学的过程中激发了学生的兴趣，通过实验来教授学习知识，效果要好得多。

现在中小学一般都有很好的多媒体教室，大部分教师习惯用PPT讲课。PPT的好处就是有生动的图像和动画，能够吸引学生，信息量大，但是启发学生思维的效果不如板书，因为教师在板书过程中能展示思维的过程，当教师在黑板上书写时，学生可以同步记录并思考，从而加深对所学知识的理解，有助于知识的消化和吸收。

教学是一个需要不断研究的过程，如何在有限的学习时间里，使学生能够充分掌握这些知识，是一个重要课题。在化学教学的过程中，其实难的不是做加法，因为要增加一些知识还是比较容易的；难的是做减法，因为总的时间是有限的，学生学习的时间和教师上课的时间是有限的，所以要学会做减法，让学生自己去学习和掌握更多知识。

（责任编辑：汤梅）