

卢瑟福科学教育思想与实践: 创新能力培养为先
Rutherford's Educational Thoughts and Practices of Science: Giving Priority to the Innovation Ability

睦 平
(嘉应学院, 副教授 广东 514071)

“卢瑟福将不仅因为他个人的贡献,而且还因为他作为教师这个字眼最高意义上的一个教师,而被铭记在科学史上。在他的周围,不仅聚集了向他学习研究的原理和方法的人们,而且还形成了一个向他学习作为科学家主要需要的毅力和创造性的一个最大的和最成功的研究者集体。”^[1]
——费米

这是世界著名科学家费米对卢瑟福科教一生的真实写照。

厄内斯特·卢瑟福 (Ernest Rutherford, 1871~ 1937), 世界著名科学家, 1908 年因物质放射性理论研究而荣获诺贝尔化学奖, 被科学界称为物理学之父。然而, 更让科学界敬佩的是, 在他担任剑桥大学卡文迪什实验室第四任主任的 18 年中, 以他卓越的科研组织才能和科学教育思想, 不仅使这个实验室在科学研究中硕果累累, 而且培养了一大批在各自研究领域里取得优异成绩的科学家, 其中诺贝尔科学奖获得者就达 13 人, 他们是索第、奥托·玻尔、亥威西、查德威克、阿斯顿、阿波莱顿、布莱凯特、考克饶夫、瓦尔顿、狄拉克、鲍威尔和卡皮查。这在科学史上也是罕见的, 他可谓是“培养高科技人才的巨匠”。那么, 卢瑟福是怎样培养高科技人才的呢? 当我们深入分析卢瑟福几十年的科学与教育活动时, 不难发现卢瑟福的科学教育指导思想突出地表现在以下方面。

1. 个性发展是培养创造性的重要因素

科学研究的目的是为了发现, 科学教育的目的是为了培育优秀的人才, 而最优秀的人才应该是具有创新能力的人, 那么为了最大限度地实现这个目的, 科学教育就必须消除一切偏见, 以创新能力培养为先。卢瑟福在科学教育活动中, 特别注意观察每个学生在研究中所表现出来的创造性研究能力, 并鼓励个性发展。他宁愿让一个人按他自己的想法去工作, 而不愿把他们的思想强置于自己指导之下, 当他一旦发现了学生的某一种创造性研究能力, 他就会做各种事情来将它极大地发挥出来。他

曾着重强调: “教育的方向应当能使一个人找到并追求他为自己制定的目的。他在自己的工作中十分愉快, 除去他自己一个人之外, 没有哪一个人能做出使他得到满足的工作选择。……在进行这种将来的发现中, 我们只能用竭力保证真正有才能的科学家们继续他们工作路线的方法, 起我们的作用。他们的工作路线通常显现出对现有知识作出重要增长的前景。”^[2]

卢瑟福在指导学生选择研究方向过程中, 一贯坚持在尊重学生个性发展的基础上利用自己宽广的知识面启发和帮助学生选好课题, 一旦学生自己认定了研究课题, 他就给他们创造条件、极力扶助。如他每次来到实验室, 就仔细观察学生的实验情况和了解他们在阅读和实验中有什么新想法, 不管对否, 他都像倾听最大权威的意见那样认真, 常常为学生们花费很多心血, 对他们的发现像对待自己的发现一样高兴, 但在成果发表时却从没有加上他自己的名字。作为一个导师, 他喜欢并擅长了解学生和助手的长处和短处, 从不说哪一个学生不行。他认为每个人都有优点, 有的学生有困难或能力不足, 他就给予指导和帮助。卢瑟福的科教思想和人品吸引了广大有志科学的青年学生。他们说: “卢瑟福是那么地关心帮助学生、尊重个性发展, 即使是一个平凡的人在这里学习、研究几年后, 也会找到自己的科研目标, 并成长为一流的科学家。”^[3]

在卢瑟福看来, 学生的个性发展是培养创造性的重要因素; 只有个性得到充分发展, 学生的潜能才能得到充分的挖掘与发挥、探索求知的欲望才能得以调动与满足, 才有可能在今后的科研活动中发现新问题, 并孕育出真正的科学创造。为此, 他认为科学教育要树立多样性的思想、创造良好的氛围, 为学生个性发展和创造性的发挥提供适宜的土壤与环境; 而作为教师, 在科教指导中, 首先应尊重学生自己的科学研究方向和志趣, 并在这个前提下, 用自己的知识和能力为学生创造条件, 帮助他们尽快地达到目的。

2. 学生参与科学起源性研究是强化科学创新意识和能力的重要环节

始终关注着科学发展的情况和动向、始终站在科学发展的前沿、不断发展起源性的创新研究,这是卢瑟福科学研究和科研组织的立足点。然而,他更极力主张科学研究要不断吸收相当数量的优秀学生,让他们熟悉科学研究的方法和动向。这样,随着青年一代的培养和成长,不仅会使新鲜血液和新鲜思想不断注入到科学研究之中,引起大家从新的角度来考虑问题;而且会使青年人的科学创新能力也得到最大强度的提高。卢瑟福认为:“任何科学部门对于大学和国家责任,不应以给学生例行的教育为终点。并且,没有一个大学实验室会满足于抱住过去的知识不放,而应当成为一个开起源性的研究获得新知识的中心、一个活跃的中心。在大学实验室里,不用它自己的能力为促进起源性的研究做一些事情,就不配称得起大学这个名字……。然而,研究的机会不应只局限于教师,而更应该在任何时候都尽可能给予表现出具有起源性研究能力前景的先进学生们。一个大学实验室采用这个方法,就会使一个沉闷的高等学校,变成一个生气勃勃的机构。”^[14]

卢瑟福强调大学应当进行起源性的科学研究,而且这种研究还应当从教师扩大到有才能的优秀学生。这是一个极有见地的科学教育主张。可以让学生身临其境地真实感受到科学的创造,了解科学发展动态和科学创造过程,唤醒他们的创造潜能,激活他们的思想,从而强化他们的科学创造意识及创造能力。倘若我们的教育只重视传统知识的传授,而忽视科学创造能力的培养,那么,科学教育就会缺乏生气,也难以培养出优秀的科学创造人才。历史早已告诉我们,一个在科研和科教上有生气的大学比只用传统知识培养学生的大学要更胜一筹。

为保证研究人员和学生及时了解新的科学思想,始终保持思想活跃,卢瑟福不把自己培养的研究生留在自己的实验室工作,必要时,在外面工作几年以后再回来。在卡文迪什实验室时期,卢瑟福实验室的研究人员通过对外学术交流的方法定期进行流动,基本上保持16人左右,而学生也是不断地流动换新。更重要的是,卢瑟福极力提倡的学生参与科学起源性研究的主张,不仅使学生了解到新的科学动态和科学思想,而且培养了学生们的科学创造能力,为日后的科学创造活动打下了坚实的基础。

3. 科学创新教育中方法重于知识本身

卢瑟福科研成果之所以硕果累累,并不是偶然的。时代背景、机遇、个人的天赋和勤奋、不懈的努力固然起了一定的作用,但是他注重采取正确和较为正确的科学方法,也起了不可忽视的重大作用。玻尔曾4次强调过卢瑟福追求简单性方法的特点:“如果能用一个词描绘这样有活力和多方面的人的个性,

那肯定会是‘简单性’。的确,他的生活的各个方面都是以像他主张类似自然那样的一种简单性为特征的,这就是他能在别人之前成为发现者的原因。正是他的简单性和忘我精神,使他能以最好的方法应用他的工作模式谋求发展。”^[15]对于科学方法的重要性,卢瑟福曾多次说过:“在关注物理潮流迅速发展的过程中,我已经变得越来越对扩大我们自然知识的科学方法的力量留下深刻印象。……在过去几年中,我们的知识增长得这样快,在很大程度上是由于研究这个普遍性的新而有力的方法所引起的。”^[16]

基于以上认识,卢瑟福在科研组织和科学教育过程中,一直把科学方法的训练摆在中心地位上。他认为,科研机构的领导人和导师,不但本人应当有卓越的科学研究能力,而且要经受科学方法的训练,善于组织并激发研究人员和学生沿着易于取得成果的路线进行研究。因为科学创造是需要正确的科学方法作为桥梁的,因此科学教育特别要强调科学方法的培养。特别是高层次科技创新人才的培养中,科学方法的教育比知识本身更加重要。为此,他不仅要求实验室上下要重视科学方法的开发和运用,而且,他自己一旦认识到一种科学观或科学方法的优越性,就身体力行,并以此影响(或要求)他的助手和学生,使他自己和他的研究人员不断沿着较正确的思路与方法发展下去。如他不仅身体力行,还极力向学生传授的扎实的实验、深邃的洞察、敏锐的直觉、追求科学简单性等方法,都给学生后来的科学创造活动带来了很大的影响。也正是这种以准确的实验为基础、密切注视科学观点、极力培养科学方法的科教活动,使卡文迪什实验室出现了大批具有创新素质的高科技人才。

4. 青年科学工作者要具有科学的历史观

卢瑟福认为科学是在过去取得成就的基础上展开的,不重视科学的历史,就很难深刻理解科学概念和进行科学创新。他曾针对青年学者缺乏科学历史观而撰文道:“在科学工作者中,对于他们研究课题的历史的兴趣随着年龄而奇怪地变化。作为一个规律,年轻的研究人员对他从事的学科中的科学观念的起源没有多大兴趣。只是在后来,当他从可靠的治学路径中获得了某种个人经验,并且新的发展与过去有联系时,他才开始对他的学科的历史和伟大先驱者们的成就与品德发生兴趣。”^[17]

因此,在科研组织和科教活动中,卢瑟福十分重视青年科学家的科学历史观的教育和培养。他强调指出:科学历史在科学学习和科学研究中具有重要性,青年科学工作者要学会正确评价科学史上的科学家和科学成果。为了对不同科学家及他们的科学工作的相对重要性形成一种公正的思想,不仅应估价他们个人成就的内在价值,而且也要考虑在所考察的时期内,在他们的学科中流行的观念和实验技术的

状况,更要分析他们的科学思想和科学方法,并尽可能提出自己的看法。他还举例说道:时常有人说爱因斯坦的相对论已经推翻了牛顿在引力上的工作,而事实上,他们的工作是难以相比的,因为他们处理的是不同的研究领域;就爱因斯坦工作与牛顿工作的相互关系而言,简单地说,前者是在后者基础上的普遍化和推广,实际上是数学和物理学发展的一种典型情况。总之,一个伟大的原理并不是被抛弃,而是加以修改,以使它处于更广泛而可靠的基础之上。^[8]

卢瑟福常告诫自己的学生,要重视科学的历史,要树立科学的历史观。只有了解了科学的历史,才能更好地理解、掌握科学的理论和概念,才能有的放矢地评价科学思想、提出科学问题、选择科研方向、创新科学成果、提高科研效率。卢瑟福这些金玉良言的科教思想,即使在今天,对于我们的科研组织和科教实践仍然有着很重要的参考价值。

5. 学科交叉与学术交流是培养科学创新人才的有效途径

卢瑟福一生的科学生涯中,经常与各类人才进行学术交流。他与数学家、理论物理学家、化学家等进行真诚的交流,以补偿自己的不足;他与青年科学工作者交流,以活跃思想,使自己与时代气息相通。他根据自己的成长经历总结出:科学的创新、创新人才的培养,都必须走出狭窄的学科领域,开展广泛的学科交叉;应突破传统的学术权威,开展广泛民主的学术交流,这是科学成果出新和科学创新人才成长的有效途径。因此,他在保证实验室主要研究方向上取得发展的同时,极力倡导并非常支持在其他学科上表现出卓越才能和兴趣的青年人,开展交叉科学的研究和广泛的学术交流。他经常告诫实验室的研究人员和学生:“科学研究必须广泛交流,那种只见树木不见森林的狭隘态度,是发展科学的严重障碍。再没有比那些只顾自己鼻子底下一点事情的人更可悲的了。”^[9]

为了给学生创设开展学术交流、学科交叉的良好环境,卢瑟福组织了各种不拘形式的独具风格的学术交流活动。如每天下午 5 时的茶时漫谈会,各学科领域的教授、研究人员、学生都以平等的地位参加,卢瑟福更是每天照例出席,大家都以活跃的情绪讨论各学科的新旧问题,互相帮助解决研究中的困难,并无私地交流各自的最近研究成果和新发

现。卢瑟福甚至邀请人们去他的实验室演示他当天第一次发现的东西。这些不同年龄、不同学科、不同层次的科学工作者们在相聚交谈之中、在悠闲的思想交流之中常常会迸发出智慧的火光,有时自发出现的思想,刚好被另一个人的手头工作用上。这种活动形式被认为是卡文迪什实验室一天中“最好的时刻”,它对活跃学术思想、交流科研情况起了很大的作用,尤其对青年学生更是受益匪浅。有许多外国学者为了参加茶时漫谈会专门来到卡文迪什实验室,学习活跃学术思想的方法。

卢瑟福认为,在科学教育活动中,广泛开展学术交流和学术交叉是有利于高素质创新人才成长的。因为广泛的学术交流和学科交叉,能使学生开阔视野、启发思维;能突破传统学科领域的界限;能博采众长、兼收并蓄其他学科或领域的观点和方法,并在比较、交叉、融合过程中找到新的突破点,从而导致对传统知识体系或学科分类提出新的挑战。所以,为科学教育创造一个良好的学术交流和学科交叉的教育环境,对科学人才的创新能力培养是极有益处的。

总之,在卢瑟福的科教思想与实践中,突出体现出的一个要点就是以创新能力培养为先。无论是他强调的扶持学生个性发展、培养学生的科学方法和科学历史观,还是他倡导的学生参与科学起源性研究、开展学科交叉和学术交流,都是为了培养学生的创造素质和创新能力。他在科教活动中体现出来的民主学风、教风和不拘形式地激发和培养青年科学工作者的积极性、创造性的教育思想和实践,无论是在过去还是现在、将来,都值得作为楷模、值得我们认真学习。

参考文献

[1][3] 阎康年. 卢瑟福与现代科学的发展. 科学文献出版社, 1987
[2][4] D. Wilson. Rutherford: Simplest Genius. 1983, 475, 271
[5][8] A. S. Eve. Rutherford. 1939, 362, 296
[6] E. Rutherford. The Newer Alchemy. 1937, P. v
[7] E. Rutherford. Nature. Vol. 132, No. 3332, 1933, 367
[9] 约翰·罗兰·厄内斯特·卢瑟福——杰出的原子物理学家. 原子能出版社, 1978

(责任编辑 肖庆山)

(上接第 49 页)

作为近期发展目标,因为在这方面有国外先进经验可借鉴。快中子堆技术的开发应用,可作为 21 世纪中期发展目标。加速器驱动亚临界系统可作为中远期研究目标。受控核聚变研究方面,我国应积极参与国际合作研究,这是投入少而可共享成果的好途径。

开发时序可考虑:2000~2020 年重点开发先进核反应堆技术;2020~2030 年重点开发快中子堆技

术;2030~2040 年重点开发加速器驱动亚临界系统;2040~2050 年重点开发受控核聚变技术。按目前规划,2005 年全国核电装机容量预计为 870 万千瓦,2020 年可达到 4 000 万千瓦;2020 年以后不确定因素较多,如核燃料立足国内,则可发展快中子堆和热中子堆核电站,核电装机可达 1.2~2.4 亿千瓦。
(责任编辑 王宏章)