

科学大家关于创新之问

厚宇德

山西大学科学技术史研究所,太原 030006

摘要 一些杰出的中国科学家,不仅取得了出色的科学成就,对中国的科技与教育发展也极为关切。在专业研究之外,在科学与社会之间,他们同样遗留下了丰富的思想遗产。以“科学大家关于创新之问”为视角,梳理了彭桓武、杨振宁、周光召、郝柏林、李政道、冯端等几位著名科学家围绕中国科技创新话题所做的深思与探索。

关键词 科技创新;科学文化;科技政策

优秀的科学家(尤其理论物理学家),都具备出色的洞察力,他们或能对纷繁的现象做出恰当的数学描述,或能在错综复杂的现象中感悟并洞察到内在规律。长期的职业生涯使他们在看待事物时,习惯性、本能地用这种敏锐的职业洞察力,透过表面现象发现关键问题,有时会对事物产生有别于常人的更加深刻的认识。面对复杂现象,明确提出关键问题是科学家探索工作的一个重要环节。以“科学大家之问”为视角,关注彭桓武、杨振宁、李政道、周光召、郝柏林、冯端等几位著名科学家,展示他们观察事物的方式;他们提出的具体问题,也值得我们温故知新、继续思考。

需要指出的是,“钱学森之问”虽然是中国科学界、教育界过去10年里广为关注的热点话题之一,但笔者经梳理文献认为,钱学森在当年的讲话中并未发问,而是“对症下药”,为中国教育开出了“药方”^[1],故下文不再提及。

1 彭桓武之问:科研创新问题是不是教育问题?

2005年2月4日,中国科学院院士彭桓武在接受《物理通报》工作人员访谈时提出了多个问题,其中就有关于教育和创新关系的问题^[2]。第一个问题来自于两类人给他的特殊印象。第一类人多是只读过中学的科学爱好者,常称自己做出了巨大科学贡献,如推翻了牛顿力学或爱因斯坦的相对论等重要理论,他们给相关领域的专家写信,介绍自己的发现,期待得到“伯乐”赏识。第二类引起彭桓武注意的是一些受过物理学高等教育的人,这些人有扎实的物理学专业基础,却缺乏研究和探索激情,“老是跟着别人走;别人做什么跟着添一笔、画一下,出篇文章就算了,不敢探索”。针对截然相反两种现象,彭桓武提出了问题:“有知识的不创新,没有知识的瞎创新。这个问题怎么解决?”关于为什么

收稿日期:2019-12-11;修回日期:2020-06-30

基金项目:教育部人文社科研究项目(20YJAZH036)

作者简介:厚宇德,教授,研究方向为物理学史与物理文化,电子信箱:hyd630418@sina.com

引用格式:厚宇德. 科学大家关于创新之问[J]. 科技导报, 2021, 39(17): 115-120; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2021.17.014

“有知识的不创新”这个问题,彭桓武表达了他的看法:“现在学生要学很多很多,学到后来把锐气都磨掉了……(所以)受正规训练的人,反而没有创新的能力了。”这揭示的是教学过程中存在只传授知识而不重视培养创新意识与能力的问题。而针对那些缺乏基础知识,却敢于挑战重要科学理论的人,彭桓武提出:这是不是教育出了问题?从后面的谈话中可以看出,对这个问题他是有肯定答案的,即他认为这是教学过程中存在缺失所导致的。他指出,在20世纪与21世纪物理学高度专业化的阶段,“没有读过研究生是很难做(物理学)研究的,总是要在大学毕业之后做研究生或是助教开始(接触和从事物理学研究工作)”。中学物理老师如果知道这个道理,并以适当的方式解释给学生,告诫他们在物理学领域要有所建树,打下坚实基础、继续深造是必须的,那么只具有中学学历却以推翻物理学基本理论为目标的那些人,就有可能避免走弯路而不贻误终生。中学生原则上不具备做高深的物理学研究的能力,但是对于物理学等自然科学研究工作的性质有所了解,是十分有必要的。彭桓武院士说:“物理学是精确科学,是定量科学,又是实验科学。这些都不碰,就在那里纸上谈兵,夸夸其谈,那根本就同物理毫无关系。”假如没有受过充分专业训练的物理学爱好者了解这些、明白个中道理,就不会在较低的层面闭门造车、花费很多时间和精力去尝试推翻重要的物理学理论。

物理界公认的重要理论都不是孤立的存在。它们都有科学实验以及应用这些理论的技术支撑。也就是说,即使这些理论还存在瑕疵、不完全正确,也不可否认它包含部分真理,这是不容置疑的。因此要全盘推翻这样的理论,就不仅是与这些理论,而且是与这些实实在在的实验事实以及技术应用相对抗,毫无胜算。这也是有必要向学生介绍的常识,用彭桓武的话说:“现在飞机造出来了、火车造出来了、火箭也造出来了,这些都是支持牛顿力学的可靠证据;而根据狭义相对论,原子弹造出来了、原子能发电站造出来了、高能加速器也造出来了,这个时候再去怀疑它就是很不理性的行为。”由于我们的教育缺少对这些理念性常识的科普,而致使

“不光是中学生,就算北大的物理系毕业生,个别的也有这么糊涂的,也在那里批评这、批判那”。

“彭桓武之问”反映出的核心问题之一是,在中学甚至大学阶段,只传授科学知识本身是不够的;很有必要向学生讲明白关于科学(具体的如物理学)是什么以及科学(如物理学)研究本身的一些基本常识,并正确培养和引导他们的创新意识与创新能力。“彭桓武之问”不是一个无足轻重的小问题,处理不好会使一些物理专业程度不够的学生甚至知识分子(如跨专业的)贻误终生。“彭桓武之问”所揭示的是:科研创新与科学教育息息相关,解决创新问题就要破解科学教育的一个老问题——如何向学生有效传授扎实的基础知识又能避免“填鸭式”教学,而使学生对科学研究仍保持浓厚的兴趣和研究的积极性。这个老问题在应试教育大环境下长期存在,而事实上却一直被忽视。其结果,正如丁肇中在1991年所说:“中国学生往往念功课成绩很好,考试都得近100分,但是面临着需要注意的研究工作时,就常常不知所措了。”^[1]杨振宁^[4]早在1982年也谈过类似的现象:有些中国留学生考试成绩极其出色,但是一到做研究阶段,却让人觉得“中国人的脑筋不能够做研究工作”。1995年,杨振宁^[5]更直接地表达了类似的观点:“中国现在的教学方法,同我在西南联大时仍是一样的……是一种‘填鸭式’的学习方法。”这样教出来的学生,听话、只会按照老师的要求去学,但不会质疑,甚至不能独立思考,用杨振宁先生的话说是“不能对整个物理学有更高超的看法”。彭桓武、杨振宁和丁肇中3位物理大家的共识不会是偶然的巧合。有理由相信,在相当长的时期内,“彭桓武之问”在教育界、科技界仍具有较强的现实意义,仍需深入探索破解它的可行办法。

2 周光召之问:决定科技创新的关键因素是什么?

曾任中国科学院院长、时任中国科协主席的中国科学院院士周光召^[6],在1999年10月8日召开的“跨世纪物理学前沿问题高级研讨会”上发问:中国

人要获得诺贝尔奖到底缺少什么?带着这个问题研读了20世纪初物理学的发展史后,周光召又提出了一个问题:为什么20世纪最重要的物理学发现会出现在德国?20世纪20年代,德国刚经受第一次世界大战的破坏,紧接着又出现经济危机,造成一系列严重的社会问题,最终导致希特勒上台。在这样特殊历史背景下,德国物理学却快速发展了起来,这一有些不可思议的事实引人深思。

将这两个问题结合起来,比较中国物理学家在20世纪末与德国物理学家在20世纪初的生活和工作条件,周光召得出了这样的结论——中国物理学家做不出诺贝尔奖级别的科研成就,不是因为生活和工作条件的限制使然:“那时候德国教授的生活水平肯定不如在座的各位,所以不能单说一定要达到美国的生活水平和工作条件才能做出像诺贝尔奖的工作(我并不是反对大家生活条件的改善)。”周光召认为,量子力学能够诞生在当时比美国、英国经济落后的德国有多条原因,总结起来主要有以下几个方面:“理论紧密地和实验结合在一起,非常强的数学传统和打破哲学上的机械论,对于德国能在这种(经济不利)环境下产生本世纪(20世纪)最伟大的科学发现起了决定性的作用。”研究德国物理界取得辉煌的原因,对于中国物理学乃至整个科技的发展,具有一定的启发与借鉴意义。

思考周光召之间的价值和意义是,让我们认识到优越的生活与工作条件虽然必要,但却并非是科学家做出重要科学贡献的唯一先决条件。中国科学院院士马大猷^[7]也独立得到了与此相类似的结论,他曾说:“基础研究工作的成功关键在人,不在设备。陈景润的工作是突出的例子。当年他日常生活都很困难,用纸也不充裕,但不妨碍他做出突出的成果。……获得国家最高科学技术奖的吴文俊、袁隆平、黄昆和王选院士等,在做出他们的主要贡献时,没有一位是靠重大设备的,用最简单的设备做出重大成果才是水平!关键在人,在于有科学修养、有独立见解和真知灼见的科学家!”

改革开放以来,包括科技人员在内的中国知识分子的生活水平与工作条件已经有了巨大的改善,讨论周光召之间的目的不在于论证在这一方面是

否还存在问题,而是要清醒意识到我们的科研软环境存在着严重不足;要面对科研资源分配中出现的新问题(例如如何让科研经费落在最需要的研究者身上、如何更好地发现和支持创新研究等),而要解决这类问题,很有必要了解郝柏林院士的观点。

3 郝柏林之问:创新从哪里来? 如何发现并怎样支持创新研究?

2002年,中国科学院院士郝柏林^[8]在一篇文章中,针对中国的基础科学研究现状,提出了多个问题,笔者认为其中最值得认真对待的问题是:现在各方面都在强调“原始创新”,原始创新从哪里来?

郝柏林对这个问题的回答简单、朴实而又十分客观:“科学家同工人、农民一样,每天都要老老实实地劳动。没有持续不断的刻苦钻研,何来创新灵感?”而科研人员要能够持续地从事基础研究,就要得到基本的、持续的科研资助。从大范围角度看,多数科研人员获得科研资助还是较为困难的,这一点在2002年如此,2020年还是如此;从科研经费管理机构的角度看,搞清楚哪个项目、哪个人最值得资助不是一件易事。郝柏林对此有独特看法:“自然科学基础研究的资助原则很简单:只要过去5~10年有国际同行承认的科学贡献(在重要刊物上发表论文和综述、在境外召开的国际会议上做邀请报告、用国际通用的语言发表专著等,这都是要基于本人的创新结果的),就可以继续支持5年而不问其下一步做什么。”

判断一项基础研究是否值得资助,需要眼力、魄力和耐力。基础研究要做出成绩需要有很长时间的积淀,科学家在此过程中判断研究选题的眼力得以增强;而科研资源管理者应该能够从科学家前期的研究成果中,产生足够的支持与否的魄力,当然这也需要眼力。一旦决定支持一个领域的研究,科研管理者还要具有足够的耐力。郝柏林以自己的工作为例说明,曾有管理干部肯定他在理论生命科学领域的研究,但是他从1997年开始全力以赴研究生物问题,那时才进入第5个年头,他说其实

还没有入门。基础研究回报周期较长,由此可见一斑。对于基础研究的资助,过于急功近利获得回报是不现实而且违背科研规律的。针对当时的一些项目管理规定,郝柏林发出质疑:“事实上,怎么能做到一旦‘国家目标’下达,三年之内就出成果呢?”张淑誉^[9](郝柏林的夫人)在著作中,提到郝柏林1985在美国与杨振宁曾长时间讨论过中国的科技政策。2018年9月18日,笔者向杨振宁先生请教当时他们讨论的细节。杨先生在回函中说:“我不记得与郝柏林讨论国家科技政策的事,但是我确实记得在欧洲核子中心曾和他有过长时间的讨论,他对物理学的理解给我留下了深刻印象。”郝柏林不仅是一位能力出众的理论物理学家,他对中国的科技与教育在发展过程中出现的问题,也有长期的关注与深入的研究。回顾“郝柏林之问”的意义在于,它明确指出,中国的基础科学研究要上层次,就必须沉住气、做实事:一方面科研管理部门要先为自己的工作职能正确定位,工作中要有魄力、有耐心;另一方面研究者要有实在肯干的科学精神,瞄准前沿,一步一个脚印;如此则总有引领潮流时。

4 李政道之问:创新始于问题,21世纪物理学的核心问题是什么?

1992年11月11日,李政道在复旦大学做报告时回顾了20世纪物理学发展史,指出19世纪末、20世纪初的物理学家们针对两个悬而未决的问题(即光速为何与地球转动无关,以及普朗克方程式有什么内在根据)展开了有效的研究工作,由此创造了20世纪的文明^[10]。李政道^[10]认为,新时期的物理学家应该借鉴19世纪末、20世纪初物理学家的成功经验,而这首先要做的就是找出足以推动21世纪物理学掀开新格局的关键问题:“当我们展望21世纪时,我们必须要了解当代科学的大问题,了解了这些大问题,才有可能突破。”

经过深思熟虑,李政道指出:20世纪末物理学的大问题,在宇宙学里有2个;在粒子物理学里也有2个。宇宙学中的2个问题:一个是类星体的能量来自哪里?另一个是暗物质的本质是什么?粒

子物理学的2个问题是:一切理论都是基于对称的,为什么世界上的对称数却不守恒?强子都是由夸克构成的,可为什么观察不到单独的夸克?基于对这4个问题的思考,李政道提出了破解这4个表面上彼此独立问题的一个设想:破解这4个问题很可能取决于一个共同的关键突破点——对真空的新探索与新认识。类星体、暗物质的巨大能量可能来自于真空相变,打破对称性的力也可能来自于真空相变,夸克不可观测则可能是真空某种作用的结果。李政道设想:“若我们真能激发真空的话,很可能我们对宇宙的了解要远远超过20世纪。将来的历史上会写上:是在我们这个时代,把微观世界与宏观世界用科学的方法连接起来了。”2017年,有研究者指出:“至今人类社会进入了科学发展的又一个新时代,真空科学在科技前沿发展中具有特殊作用。”^[11]该研究者指出在真空态、真空零点能、Casimir效应、负能量等概念基础上,即可考虑真空能的提取问题。这是当今真空科学的前沿,也是科技发展的生长点^[11]。由此可见,李政道的设想,已经成为科学界探索的领域,值得期待。

“李政道之问”始于历史方法,即从物理学发展史切入,基于对19世纪末、20世纪初物理学发展史的高度概括,总结出成功的关键是当时的物理学家准确聚焦并竭力破解了2个核心问题。而提炼出李政道之问所包含的4个问题,并提出破解这些问题取决于深入研究和洞察“真空”的设想,则是源自他对20世纪末物理学发展格局的高度凝练,以及对物理学前沿生长点的深刻洞察。无论李政道提出的问题是否完全准确,无论李政道提出的解决这4个问题的建议是否未来证明为真,在物理学发展的特殊阶段,李政道借鉴物理学家曾经有效的成功经验,极其具有大局观的研究理念,既应该肯定,也值得学习、借鉴。

5 冯端之问:物理学创新已经穷途末路了吗?

如果科学濒临穷途末路,那么科学创新将无从谈起。按照还原论观点,物理科学早已举步维艰。

1999年,中国科学院院士冯端^[12]在一篇文章中提出了几个问题,现选择其中2个:1) 顶夸克的发现对固体物理或凝聚态物理有没有可以观察到的影响呢?冯端的答案是:“没有,到现在为止,似乎一点影响也没有。”2) 原子核的壳结构对遗传有没有影响呢?冯端的答案是:“一般说来看不出太大的影响。”

冯端提出这类问题的目的是揭示科学上还原论观点的片面性。所谓还原论是这样一种信念:“将世界分成许多小的部分,每一部分研究清楚了,最后拼起来的问题就解决了”。物理学家和化学家中不缺乏还原论者。如17世纪的牛顿拥护还原论,20世纪著名的物理学家温伯格称自己是一个折中的还原论者^[13]。然而,正如冯端提出的2个问题所揭示的,还原论有明显的局限性:“尽管有许多物理学家抱有这类观点,但现在来看问题似乎不这么简单……”

科学的研究已经肯定:物质存在不同的结构层次,层次与层次之间有的是有关联、有耦合的。在这种情况下,理解一个层次的现象需要了解更深层次的一些规律。然而,有时层次与层次之间也存在脱耦现象。所谓脱耦就是下一个层次的现象与上一个层次之间没有重要的关联。在这种情况下了解更深一个层次的规律对于理解高于此层次的现象几乎没什么帮助。冯端认为,在还原论理念支配下的科学研究受阻的时期,也不意味着科学死胡同的出现或科研的终结。一旦突破还原论的思想束缚,科学研究领域就会立即海阔天空。认真阅读冯端的文章能让人清醒地意识到:在宇观、宏观与微观亚原子系统之间,还存在着凝聚态、等离子体、介观、生命现象等诸多物质层次,每个层次目前都有无数值得研究的重要问题。

物理学研究中的还原论与非还原论,直接触及的都是当下物理学该做什么的问题。杨振宁先生在这一方面的观点值得我们重温。他认为21世纪的物理学主体应该往技术与应用的方向发展。2017年在9月6日上午,杨振宁与山西大学师生座谈会上,有物理教授问及,由杨先生早年开创的物理学某一领域的理论研究未来前景如何,他本人对

这一领域极有兴趣。杨先生的回答十分干脆:继续开展这项理论研究,至少目前看来意义不大。杨先生再次强调,物理学在未来一段时期之内,应该是应用研究与技术开发的时代。他说,“未来一段时期内的物理学,朝着这种物理知识实际应用的方向做研究,大有可为”。

6 结论

本文涉及的“科学大家关于创新之问”主要包括以下内容:(1) 在向学生传授专业科学知识的同时有必要介绍关于科研的常识,应该积极探索使传授知识与培养创新能力二者之间相得益彰的有效方法(彭桓武);(2) 物质条件与科研成果之间并不存在必然的线性正比关系(周光召);(3) 以研究者前期研究成果为主要审核、评判标准,一定程度上能将复杂、有争议的科研经费分配办法有效简单化(郝柏林);(4) 在物理学的发展过程中还原论并非完全错误,但追求微观极致与终极理论并不是物理学发展的唯一向度(冯端),因此物理学研究没必要一味地陷入牛角尖之中而不能自拔;(5) 借鉴20世纪物理学发展的成功经验,21世纪的物理学家应该思索什么是新时期物理学需要重点攻坚的最核心、最关键的问题,并探讨解决它们的办法(李政道)。这些彼此关联的思考可能会帮助21世纪物理学家脱离迷茫、盲从和非理性的科研惯性。这一组“科学大家关于创新之问”涵盖了我国物理学(有些认识适用于整个中国科技领域)发展过程中,所面对并必须有效解决的重要的基本问题。在尝试解决这些问题时,这几位科学大家的观点仍值得我们充分重视。

参考文献(References)

- [1] 厚宇德. 十年前钱学森真的心存疑惑吗——纪念钱学森的谈话、反思“钱学森之问”的提法[J]. 科技导报, 2019, 36(24): 122-126.
- [2] 吴祖仁, 刘峰, 吴江滨. 科学研究与创新——彭桓武院士访谈录[J]. 物理通报, 2005(2): 1-3.
- [3] 戴友夫. 著名科学家演讲鉴赏[M]. 济南: 山东人民出版社

- 社, 1995: 299.
- [4] 杨振宁. 杨振宁文集(上)[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2000: 379.
- [5] 杨振宁. 杨振宁文集(下)[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2000: 839.
- [6] 周光召. 希望在中国产生诺贝尔奖获得者[J]. 物理, 2000, 29(1): 1-2.
- [7] 马大猷. 从纳米电子学的突破看科学基础研究[J]. 群言, 2002(5): 31.
- [8] 郝柏林. 20世纪我国自然科学基础研究的艰辛历程[J]. 自然辩证法研究, 2002, 18(8): 8-11.
- [9] 张淑誉. 郝柏林——科学游击战士[M]. 新加坡: 八方文化创作室, 2018: 195.
- [10] 李政道. 科学的发展: 从古代的中国到现在[J]. 世界科学, 1993(4): 3-7.
- [11] 薛增泉. 激发真空态[J]. 真空, 2017, 54(6): 1-6.
- [12] 冯端. 漫谈物理学的过去、现在与未来[J]. 物理, 1999, 28(9): 1-13.
- [13] 温伯格. 仰望苍穹——科学反击文化敌手[M]. 黄艳华, 江向东, 译. 上海: 上海科技教育出版社, 2004: 15.

The asks of great scientists about innovations

HOU Yude

The Institute for the History of Science and Technology, Shanxi University, Taiyuan 030006, China

Abstract In China, there have been a number of outstanding scientists who not only made scientific success but also had deep sense of social responsibility in such as the development of science, technology and education for the country and the nation. Beyond their professional researches, between science and society, they also left much rich intellectual heritage. From the perspective of "the asks of great scientists", the paper combs the thoughts and explorations on scientific and technological innovation of several famous scientists (Peng Huanwu, Yang Zhenning, Zhou Guangzhao, Hao Bailin, Tsung-Dao Lee and Feng Duan).

Keywords scientific and technological innovation; scientific culture; science and technology policies ●



(责任编辑 王丽娜)

勘误及致歉声明

由于编辑工作上的疏忽,《科技导报》2021年第16期86页《实现科技强国梦,青年科技工作者的使命担当》一文,将题目中的“担当”错写为“但当”。特此勘误,并向广大读者致以深切歉意。

《科技导报》编辑部