

战略科学家的有效培养方法

——以分析杰出战略科学家个人品质及学术道路为基础

厚宇德

山西大学科学技术史研究所, 太原 030006

摘要 战略科学家的重要作用使其培养工作变得极为重要。研究表明,核心科技管理者不能是只善于管理的科盲,而必须由管理能力突出的科学家即战略科学家担当。进而推论出培养战略科学家的基本原则:首先使之成为科学家;然后在科研实践中从年轻科学家里选拔管理能力突出者,作为战略科学家的培养对象。概括了杰出科学家的基本素质与能力——浓厚的科学兴趣与超常的天赋、扎实的专业基础及超强的科研能力、宽广的学术视野、强烈的创新意识、科研能打持久战的意志品质,强调指出战略科学家必须具有可靠的学术洞察力及超常的管理与交流能力。优秀素质并不能保障其拥有者必然成为战略科学家,他们的成长经历表明,在素质转变为能力的过程中,特殊的影响以及砥砺与磨炼不可或缺。归纳了培养战略科学家的必备环节,并探讨了战略科学家的培养方法和步骤,以期为具体的培养工作提供参考与借鉴素材。

关键词 战略科学家;素质与能力;学术道路

诺贝尔物理学奖得主卡皮查曾说:“国家对于科学事业的投入,随着科学研究的拓展而持续增长。包括建设加速器和反应堆以及外空间探索等在内的大型、复杂的科研项目,已经不是个人所能完成,而是必须由团队承担的集体事务。”^[1]卡皮查所描述的科学即是大科学。大科学要运作,就必须有人制定计划,并合理组织、协调相关的复杂事务,

因此大科学离不开管理。问题在于:科研管理工作由谁来承担?卡皮查的态度很鲜明:“科学需要组织和管理,但是这必须由科学家自己来做,而不是由不懂科技的专门管理者来执行。”^[1]为解释他的观点,卡皮查把科研管理者比喻成导演:“我们需要的是导演的什么能力?是他的创造性作用而不是组织管理作用。他必须懂剧本,必须理解将要和正在

收稿日期:2022-05-05;修回日期:2022-07-30

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. 战略科学家的有效培养方法——以分析杰出战略科学家个人品质及学术道路为基础[J]. 科技导报, 2022, 40(16): 27-37;

doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2022.16.004

创造什么,必须能够准确评估表演者,而将好的角色给予合适的优秀演员,并运筹得当。”^[1]在卡皮查看来,科研管理者不仅仅是管理者,更是保证集体大项目研究顺利进行的创造性中央控制器。在另外一位诺贝尔物理学奖得主塞格雷看来,大科学带来了传统科学家不得不接受的考验,新时期的科学家除了科研,不得不兼顾其他事务,要具有企业家和商业家的部分本领,而历史上像法拉第和伦琴那样孤立的研究者注定要消失。不难看出,塞格雷下意识认为,科研管理工作不可能由非科学家担当,而且每个科学家都需要担负科研管理工作^[2]。

在卡皮查和塞格雷的语境中,专业能力过硬又具备出色管理才能的科学家,就是具有战略科学家素质的科学家。科技后来的发展说明,正如卡皮查预言的那样,战略科学家在科技发展过程中发挥着决定性的作用^[1]。但是也并非如塞格雷所预见的那样,每位科学家都要成为战略科学家。多数科学家还是像玻恩、狄拉克、巴丁等那样,将主要精力用于具体的科学研究而几乎不涉足管理事务;只有小部分(也只需要少部分)杰出科学家,如卡皮查、贝尔纳、奥本海默、钱三强、钱学森等那样,具有出色的组织与管理才能和战略眼光,而成为战略科学家。战略科学家与非战略科学家之间的这种关系,决定了不存在单独培养战略科学家的模式,而多是在科研过程中,涌现出组织与管理能力突出的科学家,经过实践锻炼而成为战略科学家。在科研实践中对于已经体现出组织管理能力的年轻科学家,较早予以关注,并给予更多科研管理的机会,是“培养”战略科学家的有效措施与方法。正如《人民日报》文章所指出,中国科技界亟待大力培养并充分重用战略科学家^[3]。

1 “出将入相”:战略科学家的基本素质与能力分析

此处的“出将入相”与其一般含义有别——“出将”指的是战略科学家个人在科技工作中能过五关斩六将,具有攻克科研难题的出色能力;“入相”意指战略科学家如同国家或重要科技机构的“宰相”,

在关系国计民生的科技领域能够运筹帷幄、发挥关键作用,或统领重要科研机构在科技前沿攻城拔寨,取得辉煌业绩。出色的个人素质和能力是战略科学家“出将入相”的保障先决条件,对其深入了解能为遴选和培养战略科学家提供参考。

1.1 专业基础扎实、热爱科研,创新意识强、科研直觉敏锐

一流科学家对专业科学知识的掌握均有独到之处:有的学识渊博,如物理学家、“两弹一星”功勋奖章获得者、中国科学院院士彭桓武通晓物理学的多个领域,并具有常人不具备的高深数学知识^[4];有的更强调对知识的理解和运用,如著名物理学家、中国固体物理学和半导体物理学奠基人之一、中国科学院院士黄昆所说:“拓宽知识面是重要的,“但最重要的是提高驾驭和运用知识的能力”^[5]。高水平的科学研究必须基于坚实的专业基础,就如彭桓武所说:“没有读过研究生是很难做研究的,总是要在大学毕业之后做研究生或是助教开始。其他的都不太可能。”^[6]优秀科学家的专业知识出类拔萃,如黄昆留学时与周围学友比较后自我评价是,“这里虽然是现在英国最兴盛的理论学派,我相信我还算是年青人中优秀之一”^[7];彭桓武评估回国前的专业水准时说:“我回国的时候就已经看出来,无论留在哪儿,也不会从别人那儿再得到什么收获了,而主要得靠自己。就是已经到了那个阶段,不是老师的教学还能让你有什么收获,而是全靠自己本身了。”^[8]深厚的专业功力成为他们在理论研究与工程技术研发等多领域屡有建树的根本保障。

基础知识的积累对于科研创新是必要的,中国现代声学的重要开创者和奠基人、中国科学院院士马大猷说:“研究的前提,就是得先有充分的学习,得具备丰富的基础知识,又得比较全面地了解在某个领域里别人都做过了什么工作,有些什么结果……我到洛杉矶加利福尼亚大学去作研究生之前,就通读了7年来在美国声学杂志发表的文章,还做了笔记。”^[8]坚实的专业基础帮助马大猷留学期间在声学领域取得重要成果,他的这段话只提到了“研究”,而没有提创新,但在他看来,研究必有创新,无创新则算不得科学研究^[9]。

要成为科学大家,必须对科学有兴趣并热爱科学研究。国际著名数学家、哈佛大学教授丘成桐曾说,中国虽然有很多在国际数学奥林匹克竞赛中取得优异成绩的学生,之后却鲜有成为一流数学家者,原因在于学生只是为了考出好成绩而努力,却并不热爱数学。彭桓武承认不是所有科学家皆视科学和科研为挚爱,但是仍认为兴趣是他从事科学研究的重要动力之源:“个人前进的动力有大有小,也有各种各样的动力……而(我自己)在求学的时候,往往动力来自兴趣,来自对自然奥妙的追求探索。”^[9]如果一个人对科学研究兴趣浓厚,并热爱科学事业,那么他就更能全身心投入科学研究,像黄昆那样:“把物理研究看得比什么都重要”^[10]。

由于有兴趣、热爱并重视科学研究,大科学家往往更容易甚至很早就启动了创新意识。理论物理学家、中国核武器事业的开拓者之一、“两弹一星”功勋奖章获得者、中国科学院院士程开甲说他在初中学习物理和数学过程中就时有创新想法^[11],随着成长,愈发认识到创新对于科学研究的重要性,晚年他说“创新是科学的生命之源”^[11]。他认为中国能在核武器研制过程中取得成功,诀窍就是创新^[12]。核物理学家、中国核科学的奠基人和开拓者之一、“两弹一星”功勋奖章获得者、中国科学院院士王淦昌同样认为:“科学研究必须要创新,没有创新就没有科学研究。”^[13]具有创新意识,坚定、自信地追求创新,这是科学家不断探索的内在驱动力:“面对所遇到的每一个问题,首先要有科学的态度,决不能有束缚,不能跟着已有的跑,拿着现成的做些锦上添花的事。……只有创新,才能突破,才能发展,才能成功。”^[14]可以说,中国科技事业取得的所有长足的进步,皆源于科学家的创造性工作。

创新意识能否结出科研硕果则主要取决于研究者的科研天赋与能力。量子力学奠基人之一玻恩说彭桓武研究物理学的天赋和能力极为出色^[14];黄昆用1年半的时间就解决了导师莫特交给他的2个科学问题,并完成了博士论文的撰写,充分体现了他科研能力的出类拔萃^[5]。“直觉”是科学家科研能力的重要内容。直觉好的科学家更能找到解决问题的方法,对自己研究领域的重要问题或前沿生

长点有敏锐的感受和洞察。物理学泰斗杨振宁认为,一位物理学家对物理学发展问题的长、中甚至短距离的看法准确与否,决定着其科学贡献的大小^[15]。

那么,如何培养敏锐的学术判断力或直觉呢?马大猷认为多阅读前人的相关成果,可以提高学术判断力。王淦昌也持相似观点:“搞科学研究应该紧紧跟踪国际前沿课题”^[13]。他不仅自己这样做,还把经验传授给学生,程开甲就是一个受益者:“王(淦昌)先生的教诲对我日后从事科研起着重要作用,使我特别注意科学研究的前沿……”^[11]彭桓武总结出了培养直觉的一个方法——多接触自然现象、多接触科学实验,从中获得的大量感性经验有助于科研直觉的涌现:“物理直觉至为重要,需要从实验中培养,其关键在于与自然实际接触。”^[16]

1.2 不折不挠,具有持久攻坚的品质和耐力

有些问题可以短期破解,有些特殊的难题需要长期探索、多方尝试后才能攻克。在科技史上,科学家为了一项研究开展数年甚至数十年“持久战”的事例并不少见,如费根鲍姆潜心钻研6年才发现混沌理论、法拉第十年磨一剑发现电磁感应定律。还有时间更长的科研持久战:马大猷做声场起伏研究断断续续50年,这是他始料所不及的^[8];彭桓武博士毕业后,觉得与预期相比只完成了一半研究任务,81岁时他说,“前些时候我终于找到了可以计算关联能的框架。从1940年交博士论文到现在90年代,这个问题在我脑子里待了半个多世纪”^[9]。有的问题即使思考、研究几十年,结果也未必让人满意。爱因斯坦1905年为解释光电效应而提出了光量子假说,1951年他在写给朋友的信中说,“整整50年的自觉思考没有使我接近于解答‘光量子是什么’这个问题”^[16]。虽然不是每个人都认为不完美,但是他晚年仍认为光量子概念令他心里不踏实。

杨振宁将科研耐力看成科学家取得成功的3个要素之一^[15]。在高强度压力下长期攻坚,对研究者的身心都是巨大的考验和挑战。对一个问题做几年甚至几十年的持续研究,是一般人做不到的,但是有些研究的特殊性却要求科学家必须具有这

样的品质和耐力,因此年轻科学家需要有意识地培养自己抗挫折能力以及科研的耐力,这是科学家必须具备的品质。

1.3 学术视野宽广,研究领域不囿于一隅

战略科学家一般在多个研究领域均有造诣,而不是兴趣单一、视野狭窄的专家。在专业方面,他们对自己学科的各个研究方向以及超越学科局限对科技的整体发展,都有较为全面的了解;不仅如此,有的战略科学家还具有哲学头脑,其思想与知识世界已经不存在科技与人文之间的区分和阻隔。这样的知识结构与学术视野既体现为他们的科研战术,更展示出他们高瞻远瞩的眼光以及深邃的思想境界。

宽广的学术研究视野要在专业学习时即有意识培养。关于物理学专业学习,彭桓武有很好的经验性建议:“学习需要兼容并蓄”^[9],他认为这是一个系统问题,需要做好多方面的辩证把握,“要处理好学习的深度与广度、简单和繁杂、近期安排与远期目标之间的关系,以便彼此间相互配合,相得益彰”^[9]。养成对多个科学细分领域的兴趣点以拓宽学术视野是杨振宁长期坚持的科研战术:“听从费米的劝告,我尽力对物理学各个领域保持兴趣。”^[17]他解释过这样做的好处:有的问题“想了一两天,不成功,就应当换一个问题去想想”^[15]。具有多个兴趣点是施展这种研究领域随机“调换”战术的基础;一旦在某个领域遇到困难,可以暂停而去开展另一领域的研究,于是就可以避免出现科研整体停滞的局面。高产的科学大师多是对某个问题持之以恒与适时暂停,在这两种貌似矛盾的做法之间从容作出转换的高手,既不一味钻牛角尖也不蜻蜓点水。科研需要战略战术,也是一种微妙的艺术行为。

研究表明,只有专业视野宽广的科学家,才能成为以下两类战略科学家。第一类是突破学科局限的跨学科研究者,他们在交叉学科领域多有建树。彭桓武与王淦昌都属于这一类战略科学家。1993年,彭桓武将21世纪物理学的发展归结为两大趋势——“一点是物理科学与生物科学相结合;另一点是研究与开发相结合”^[18],完全突破了他理论物理研究的主领域。2001年,他进一步提出需

要优先发展的3个交叉学科——生物凝聚态的凝聚态物理学、生物化学的化学物理学以及生物信息的控制论,指出将这3门新交叉学科联合运用,才能对某类生物个体的“生命是什么”作出确切回答^[19]。无独有偶,王淦昌1993年也曾建议一家物理期刊多刊登关于光合作用、关于DNA及RNA研究进展方面的文章,表示出对生命科学的浓厚兴趣^[20-21]。第二类是在学术视野宽广、开展跨学科研究的基础上,纵观国际科技发展态势,为国家的科技发展提出有价值的建议和策略的战略科学家。系统科学家、工程控制论创始人之一、“两弹一星”功勋奖章获得者、中国工程院院士钱学森是这方面的杰出代表。根据中国科学院院士何祚庥的回忆,在国家制定《1956—1967年科学技术发展远景规划》过程中,钱学森起到了关键作用——他既能从国家、国防建设需要角度提出有价值的建议,还能根据所掌握的物理、化学等学科新成就,为一些提案锦上添花^[22]。钱学森的案例再次证实:扎实的科技知识、宽广的科技视野以及对科技发展趋势的准确预判能力,都是战略科学家所必须具备的。同时也说明,正确科技战略的制定,必须倚重战略科学家。王淦昌在科技战略方面的贡献也可圈可点。他于1986年3月与王大珩、陈芳允、杨家骅等几位著名科学家联名向中央提交了《关于跟踪研究国外战略性高技术发展的建议》,它就是“863”计划——《国家高技术研究发展计划》的缘起^[12]。王淦昌还针对中国的核电发展、核电设备引进、组建国家实验室、受控核聚变研究等国家科技发展重要议题数十次向国家进言献策,充分发挥了战略科学家的重要作用。

1.4 善于交流并发现他人的特长,重视并能组织合作

专业知识扎实、学术视野宽广、创新意识强烈、学术眼光独到、科研能力与耐力出类拔萃,这一切还都属于杰出科学家个人的素质和能力范畴。战略科学家首先必须是一流科学家,因为战略科学家所起的作用,很关键的部分是专业事务,这是科学外行管理者所难以承担和胜任的。但杰出战略科学家不仅是个人开展科学研究的能手,为相为帅时

还必须是出色的领袖。因此,战略科学家必须具备超强的与人交流、沟通的能力,而这是多数科学家所不擅长的。奥本海默是公认的一位科学领袖。费曼对主持原子弹研制时期奥本海默的回忆,全面揭示了一位战略科学家的基本素质和能力:他要善于与政府及军方等高层人士接触、交流并得到信任;他必须有号召力把一大批优秀科学家组织到一起;在专业方面他要既博又专;在讨论科学方案时,他能做到听懂每个人的意见,能从各种意见中作出合理的选择,并进一步使问题简化,还能说服其他人接受;他要不厌烦地和秘书一起处理很多棘手的琐事或要事;他要能做到对科研团队里的几乎每个人及其工作都了解;他还要有精力关心集体中每个成员科研之外的生活琐事,等^[23]。

笔者分析多位优秀战略科学家的人格特征和行为方式发现,他们具有与一般科学家的不同之处,而这正适合处理大科学管理中的非科学事务。多数科学家沉醉于研究工作时,无法容忍外界其他事务的打扰,因此若让他们处理大科学的管理事务,会令他们头疼心烦。而战略科学家不同,在心理和行为特征上属于拿得起、放得下的人物,他们的大脑空间仿佛有多个区块,每个区块负责一个事务,他们的注意力可以在不同区块间迅速转移,但不会因为需要处理不断随机出现的不同性质问题而失去耐心,也不会因为一件事尚在进行中而不得不去处理另外的事情手忙脚乱、忧虑重重。总之,战略科学家这种心理特征及与之相关的能力,使得他们能够游刃有余地处理大科学管理中出现的所有事务。

彭桓武将合作精神、选题和创新列入同等重要地位:“选题重要,创新重要,集体合作重要”^[9]。程开甲也强调科学事业中的团队精神:“核试验事业是一个尖端的事业,也是一个创新的事业,没有团队是不行的”^[13]。他还将科研过程中团队合作与植物的集体生长相类比:“植物界有这样一种现象:当单株植物生长时显得黯然、单调,缺乏生机,而当与众植物一起生长时它们却茂密、簇拥,生机盎然。植物界把这种现象称为‘共生效应’。我们核试验技术研究所就是这样一个人共生之地。”^[12]用植

物共生效应产生的勃勃生机作比喻,说明良好的合作团队能孕育并爆发出超越单人能力线性叠加所具有的创造力。

中国战略科学家在教导和关爱同事方面也有很多体现高风亮节、展示人格魅力的故事。参与研制“两弹”任务的李正顺教授曾向笔者讲过很多在“九院”(原国防科委第九研究院)耳闻目睹的故事。在2004年写给笔者的信中,他讲述了王淦昌向他们传授科研方法、科研经验的故事,还讲了王淦昌平时对团队中年轻人的体贴和关爱,如一个夏天在某地科研攻关时,“天气炎热,中午睡觉有时大家因为疲劳会睡过站。王老每一次去找我们,只要看到我们还在睡,就在门外等着,不让人打扰我们”。这种对年轻科学家的关爱在中国科技发展的特殊时期具有更加重要的意义,这从彭桓武的话中可见一斑:美国搞原子弹的大多是著名科学家和博士,而中国的核武器是少数成熟科学家与更多拿56块钱工资的年轻大学毕业生,一起创造的奇迹^[4]。

2 战略科学家标志性的学术里程碑

优秀的素质是一个人成为一流科学家、战略科学家的自身条件;但是由素质到能力,由素质优秀的人才成长为一流科学家、战略科学家,还需要经历较为漫长的教育培养与实践锻炼。这个过程一般有几个必经的标志性阶段,此即科学家的学术里程碑。笔者研究表明,标志性里程碑一般包括几个阶段:名师、学友与良好学术环境的影响,前沿学术氛围的磨砺与个性化学术特征的形成,经历重大科研实践的锻炼或有作为导师指导其他人从事科学研究工作的经历。新中国前辈战略科学家多有留学的经历,一般而言,在他们回国之前都经历了前3个阶段的洗礼;而只有少数人,如钱学森、钱三强和彭桓武等在国外具有作为导师或战略科学家的经历,因而经受了全部几个阶段的锻炼与考验。深入了解一流科学家及战略科学家学术历程的基本共性,对“钢铁是怎么炼成的”会有更深的感悟,这将为战略科学家培养提供有价值的参考与借鉴的素材。

2.1 名师、学友及良好学术环境的影响

多数一流科学家在学术道路上都有自己的良师益友。在快速成长阶段,与名师甚至科学大师接触,是拓展年轻科学人才学术眼界、提升其学术境界的最好方法。科学社会学家也高度肯定科学界师徒关系的重要性。美国社会学家朱克曼曾专门论述师徒关系对获得诺贝尔奖的重要性^[24]。卡尼格尔认为,师生关系构筑了科学“家族”这一精英实体,“科学上的伟大发现并不是由单个天才人物完成的,而是由科学‘家族’完成的”^[25]。

科学家们的回忆更是说明,他们就是与名师接触及合作过程中成长起来的。如彭桓武留学时,在玻恩指导下迅速步入理论物理学研究前沿,并认识到此前自己那种“瞎看瞎算根本不是做物理研究”^[9],从此有意识培养自己应用理论解决实际问题的能力^[4];在都柏林理论物理研究所工作期间,他从薛定谔身上学到了“分而制之”等处理问题的方法^[26];而在与海特勒合作过程中,他的“物理思维方法”更趋成熟^[9]。王淦昌留学期间,除了向导师迈特纳学习,他主动向更多科学大师学习知识和思想方法:“我听过许多物理大师如玻恩、海特勒、弗兰克、薛定谔和德拜等人的课程和演讲,吸收了许多新思想与新概念,不断地受到鼓舞与启迪”^[13]。程开甲在大学二年级时,从王淦昌主持的“物理讨论”中学到坚持一生的两个诀窍:“一条是紧跟前沿;另一条是抓住问题,扭住不放”^[11],留学期间他师从玻恩,不但学习前沿科研方法,还学到了科学精神:“不迷信权威,敢于‘离经叛道’、追求真理的精神,比物理成果和理论成就对人类的意义大得多。成就是有限的,而精神是永恒的”^[12]。黄昆留学时,用心领悟导师的科研风格——“他善于捉住问题的实质,采用简单中肯的物理模型,解决问题的风格给人以深刻影响”^[10],还用心观察、学习导师莫特战略科学家的工作方法——“(他)作自己的研究,帮助许多人作研究,组织各种实验室内、外不同的专门讨论,参加国家各种技术委员会,接待各种各式的工业视察以获得捐助;处理系内各种事务,还时时出国去演讲……就是像他这样的少数几个人支撑起了整个英国的科学研究”^[7]。导师们的风范及他们缔造的

良好学风,对青年学子的影响是终生的,钱学森在最后一次系统谈话中,仍念念不忘导师冯·卡门等教授在加州理工学院营造的鼓励创新的良好学术氛围,并建议树立这种学风,培养更多杰出科技人才^[27]。

除了名师们的影响,年轻学友和同事之间也能产生积极的学术影响。黄昆回忆在西南联合大学(简称西南联大)的研究生生涯时说:“在这期间,对我最有影响的事,是认识了杨振宁和张守廉。……对科学的追求,在他俩身上随时地都有体现。因与他俩交往甚密,我也受到了感染。总之,从上大学到当研究生,通过课外小组活动,通过自学,通过同学间的交往,培养了我对科学的爱好向往和追求,这对有志于科学研究的人来讲,是非常重要的。”^[15]在英国留学时,黄昆继续得益于与学友们的讨论和交流:“和别人讨论有两宗好处,一来我的自信心多少增加些……二来很仔细地讨论他们的问题,也增加了我自己的研究经验。”^[7]彭桓武回顾在清华读书的经历时,也将“良师鼓励”与“学友互助”视为清华大学标志性的良好学风^[9]。

除了导师和学友,良好的学习环境也是培养优秀人才所必须的。良好的环境包括藏书丰富的图书馆、一流的实验室以及幽静的校园或研究所。彭桓武多次回忆说,清华大学的图书馆让他产生了“海阔凭鱼跃”的感觉:“清华大学图书馆好比一个阔海,任凭青年之我在其中作各式的鱼跃。如鱼得水,是幸福,是享受,也是养育。”^[9]

2.2 前沿学术氛围的磨砺与个性化学术特征的形成

我们要培养的有作为的科学家将来所做的科研工作,只有在世界范围内出类拔萃、富有竞争力才真正有意义,因此他们的专业竞争对手处在国际前沿。正因为如此,培养科技人才不能闭门造车。仅仅让他们阅读世界其他地区一流科学家的研究论文是不够的,要尽早让科技人才更多地去熟悉、接触他们的主要竞争对手。事实上,很多科学大师都是这样培养人才的,而优秀的人才也对此心领神会。例如,这样的经历给程开甲留下了深深的烙印:“我十分珍惜导师安排我参加的每一次学术交

流的机会,我十分努力地参加交流做准备。参加会议中,我结识了许多真正的大师,如狄拉克、薛定谔、泡利、玻尔、海森堡、鲍威尔等诺贝尔奖得主和索末菲、缪勒、海特勒等教授,并在交流中不惧大师,努力阐述自己的观点,甚至去争论。”^[11]年轻的程开甲就在与高手“过招”的磨砺中取长补短、树立自信,快速成长起来。

然而,更加重要的是年轻科学家尽早形成自己擅长的个性化学术研究特征,而不是长期接受导师的指导或受年长合作者的影响甚至被同化。彭桓武与海特勒多年合作,一度研究风格打上了海特勒的烙印。著名物理学家罗森菲尔德曾提醒他“现在该‘去海特勒化了’”^[9]。彭桓武领悟到了罗森菲尔德的用意——“鼓励我不要被资深的合作者或权威师辈所束缚,要独立思考,实事求是,在继承中注意扬弃,培育自己的学术思想,才能更好地发挥创造性,推动科学作更大的发展”^[9]。

在杨振宁看来,一位物理学家自我学术特征主要体现为他的“第二种哲学”：“不管用什么字眼(此前杨振宁还曾称之为 style、taste),第二种哲学无非表示你的看法怎样,你注意什么问题。它对物理学有关键性、长期性影响。因为它决定了你喜欢提什么问题,不喜欢提什么问题;喜欢了解什么问题,不喜欢了解什么问题;一个问题来了,你喜欢用什么办法去解决它……(它)对一个人研究工作的长期性成就有决定性影响。……每一个人都应当注意到它对自己的工作有关键性作用,因此应当适当地去控制它。”^[15]简言之,在杨振宁看来,一位科学家自己学术风格的形成过程就是其“第二种哲学”的成熟过程。

一位年轻科学家形成自己独特研究风格的重要标志是,能按照自己的思路和方法创造性地解决重要的科学问题。王淦昌提出寻找中微子的设想就是一个很好的例子。1930年,物理学家泡利提出了中微子存在的可能性,其后物理学家虽然做了很多尝试,但是很长一段时间没法借助实验证实它的存在。王淦昌深入研究了这一问题,1941年,他在抗日战争的恶劣条件下,创造性地提出了用K电子俘获的方法寻找中微子的设想。杨振宁等指出:

“在确认中微子存在的物理工作中,是王淦昌先生一语道破了问题的关键。这是一篇极有创建性的文章,此后的10余年,陆续有实验物理学家按照这一建议做了许多实验,终于在50年代初成功地证实了中微子的存在。”^[28]这一创造性研究工作,标志着王淦昌此时已经是有自己研究风格的成熟物理学家,并已经跻身国际一流同行之列。

2.3 经历重大科研实践的锻炼与考验

战略科学家必须具有参加重大科研项目研究,甚至参与重大科研项目管理的实践经历,否则他就会成为没有用武之地的落寞英雄。参加、参与重大科研项目研究和管理,可以帮助年轻战略科学家发挥作用展示能力,又得以积累大科学研究与管理的经验,有助于他们形成关于大科学正确的实战思想与方法,茁壮成长成为成熟的战略科学家。

核物理学家、中国原子能科学事业的创始人、“两弹一星”功勋奖章获得者、中国科学院院士钱三强在留学回国前,已经是法国国家科学研究中心的研究员和研究生导师,并曾受到法兰西科学院的嘉奖。他在国外工作期间,科研能力以及科研组织能力都得到较好的锻炼,这为他后来成为中国核武器研究早期重要的组织者奠定了基础。约里奥·居里夫妇对钱三强有这样的评价:“在那些到我们实验室来并由我们指导的同一代科学家中,他最为优秀。在法兰西科学院,我们两人之一曾多次委托他领导多名研究人员,这项艰难的任务,他完成得很出色,从而赢得了他那些法国与外国学生们的尊敬和爱戴。”^[29]

钱学森在留学回国前,也已经经历了丰富的科研实践。他的导师美国著名的航天工程学家冯·卡门对他有极高的评价:“我的朋友钱学森是1945年我向美国空军科学顾问团推荐的专家之一,当时他已是美国顶尖的火箭专家之一了。钱是加州理工学院的火箭小组元老,第二次世界大战中为美国的火箭研制作出过重大贡献。他在36岁时已经是一位公认的天才,他的研究工作大大地推动了高速空气动力学和喷气推进技术的发展。”^[30]钱学森36岁已经成为麻省理工学院终身教授;在加州理工学院任教授时,他兼任古根海姆喷气推进研究中心主任

一职;1954年创立工程控制论。因此,他回国后,自然成为了新中国早期制定科技发展规划时的重要战略性专家。据何祚麻回忆,在中国《1956—1967年科学技术发展远景规划》制定过程中,钱学森起了举足轻重的作用:“在讨论过程中,钱学森同志除了从国家经济建设、国防建设的需要的角度来审定这些项目的指导思想以外,他总是从现代科学可能有的发展的前景的角度,向这些项目的倡议者或草拟者提请他们注意现代物理和化学的成就对解决这些重大科研任务的作用和影响。这就使得这些科学研究项目的制定能看到科学技术发展的未来。”^[22]在何祚麻院士看来,钱学森是这一时期科技政策成功制定的关键人物:“有了这样一位科技决策的大战略家来主持,这使得这一《纲要》的制定,既符合了我国的国情,又突出了时代精神。”^[21]

综上,大胆地为具有战略科学家素质的年轻人创造并提供展示其才能的实践机会,是关键中的关键,是成功培养战略科学家所不可缺少的核心环节。王淦昌院士对此有深刻的总结和建议:“优秀科技人才要让他们参与重大科技项目,要给他们委以重任。不承担重任,不参加科技实践,是培养不出优秀人才的。一些老的科学家就是在承担国家重大科研项目中成长起来的,例如在研制原子弹的过程中,就培养了一批优秀科技人才。”^[31]

3 战略科学家的培养方式与方法

战略科学家重要,中国需要更多优秀的战略科学家为国家科技发展大显身手。分析了战略科学家的素质与能力特征,了解了战略科学家学术道路的几个重要阶段,可归纳战略科学家培养模式的核心内容。

3.1 选拔有志向、有兴趣、有天赋的优秀人才

有志向、有兴趣、有天赋是包括战略科学家在内的优秀科学家年轻时的共性。所以,以志向、兴趣与天赋这3个参量作为选择可造人才的标尺,符合优秀科技人才培育的实践经验。为了“服务国家重大战略需求,加强拔尖创新人才选拔培养”,2020年教育部发布了《关于在部分高校开展基础学科招

生改革试点工作的意见》(简称“强基计划”)。这一举动说明教育部认识到,当下国内高等院校人才培养的普遍模式已经无法满足国家对高水准创新人才的需求。这是鼓舞人心的战略性决策。关于选才,“强基计划”指出“招收一批有志向、有兴趣、有天赋的青年学生进行专门培养,为国家重大战略领域输出后备人才。”^[32]通过多位科技人物的具体事例说明,中国前辈战略科学家对于科学与科研兴趣浓厚,他们每个人都具有超越常人的科研天赋,而近现代投身于科学事业的中国人除了个人要取得科学成就外,几乎都有一个共同的志向,那就是科技救国、科技强国。因此,“强基计划”的选材标准,与杰出科学家自身的品质是符合的,因而是极为可取的。值得强调的是,就天赋和能力而言,遴选优秀人才时可以大胆突破通常注重综合素质的评价标准,在某一科学门类或某一方面有突出特长而即使在其他领域有明显弱点的学生,也应该大胆纳入重点培养之列。因为在科技史上,仅就物理学而言,有些一流物理学家的天赋明显不具备全才特征。例如泡利、汤川秀树、海森堡、杨振宁等,他们的实验动手能力都可谓较差,但这没能阻止他们成为世界一流物理学家,因为他们或者数学天赋超常或者物理直觉超常。如果选材时过分强调综合素质而不注意那些虽非全才,但具有特殊天赋和某项超常能力的学生,很可能造成天才的埋没甚至被废弃。

3.2 采用“精英式教育”模式

与普及性教育相区分的培养一流科学家及战略科学家的教育,采取“精英式教育”模式最为合适。此处的“精英”简单地讲就是少而精,并不含有其他寓意。笔者所说的“精英式教育”,第一指的是类似于“强基”计划所期待的那样,招生要保质而不求量,录取的人才要天赋与能力极为出色,但人数不求多多益善。学生越少越利于因人施教,因而做到有针对性、更好地训练和培养学生的才能。第二,“精英式教育”还意味着,实施这种教育的教师应该具有较高科学建树又善于教学,最好由科研经验丰富而热爱培养人才的科学家担任教授和导师。第三,学校要拥有良好的有利于人才培养的硬件条

件与环境。

在中国近现代教育史上,西南联大物理系堪称实施精英教育的成功范例^[31]。1938—1946年,8年里该系只培养了130名本科生,最少一年只招10名学生,最多的一年也只招生22名,平均每年招生不到17人。平均年招生数远低于现在国内很多大学物理专业博士的年招生数,学生少而精由此可见一斑。该物理系有着强大的教师阵容,如饶毓泰、郑华炽、叶企孙、周培源、吴有训、赵忠尧、吴大猷、张文裕、王竹溪、虞福春、余瑞璜、霍炳权等,他们都是留学归来并已取得重要科研成果的物理学家。杨振宁、黄昆曾这样评价西南联大当时的教育效果,“他们在西南联大所受到的教育与国外著名大学比较,毫不逊色,西南联大物理系的教育已达到当时的国际水平”^[34]。这不是过誉,西南联大培养出的人才,到国外后不但不会觉得技不如人,反而具有某些优势。西南联大物理系的精英教育取得了傲人成绩,培养出了杨振宁、李政道、胡宁、应崇福、黄昆、李荫远、邓稼先、朱光亚、陈芳允、黄祖洽等一批优秀科学家。良好的学习条件与环境主要包括幽静的校园、一流的图书馆、一流的实验设备等。特殊时期的西南联大的办学硬件很差,但此前的清华大学、燕京大学等校都具备良好的学习环境。当年西南联大不具备的教育必需条件,今天我们很多大学都已经拥有。

3.3 营造利于创新的学习氛围

仅有一流的老师和一流的学生,历史证据表明并不能必然地培养出一流人才。彭桓武在不同场合多次提到20世纪法国物理学的发展问题。法国不缺乏一流物理学家也不缺乏优秀的学生,但是在20世纪理论物理学快速发展时期,法国的物理学却明显落后于德国、英国等国。法国和德国培养物理人才的不同之处是:在德国慕尼黑、哥廷根等多个物理学研究中心和学派,各学派间学生可以互相流动,一个明显的现象是索末菲在慕尼黑大学培养优秀本科生或博士,然后送他们去哥廷根大学物理系玻恩那里读博士或做博士后研究,由玻恩把他们培养成优秀的青年物理学家。而在法国,德布罗意是物理界的绝对权威,“学理论物理只能跟着他,

别人都不行,唯我独尊。结果培养不出人才”^[9]。德布罗意是一流理论物理学家,也堪称科学思想家;凭借他的影响力,吸引来较多有天赋的学生也很自然,但是因为他所主导的学术氛围不利于科学的良性竞争与创新,导致在物理学高速发展的时期,法国物理学发展整体上不令人满意。这也致使量子力学的矩阵与微分方程两种表述虽然都与德布罗意提出的物质波假设有关,然而这个假设带来的巨大成果却诞生于德语世界。

因此,要培养包括战略科学家在内的一流科学家,还必须营造鼓励创新、促进个性发展的学习氛围,师生之间、同学之间可以轻松愉快地交流,畅所欲言地探讨专业问题。科学家热爱科学研究的言行会逐渐影响学生们的价值观,帮助学生树立远大的学习目标。在此基础上,为学生搭建与其他院校师生之间专业交流的平台,让不同学派间互相激励、彼此借鉴学习,从而整体提高科技人才的培养质量。

在培养年轻科学家时,不仅注重传授扎实的专业知识,更要有意识地影响他们,使他们对科研的兴趣趋于稳定,而不是处于可以不知不觉消失的状态;不仅如此,通过有效影响,促使其科研兴趣在朴素的好奇基础上,向更高境界、更高层次升级,让他们拥有欣赏品味科研工作、科研成果的能力,使科学美成为其精神世界的重要内容。用杨振宁的话说,面对物理学重要的理论以及表达它们的方程等,能够感受到科学所独有的“崇高美、灵魂美、宗教美、最终极的美”^[15]。一旦达到这一境界,科学研究工作就是通向诸美的灵魂之旅。

3.4 为年轻人创造机会,使其研究工作与国际前沿接轨

慕尼黑大学、哥廷根大学等多个物理学研究中心和学派间允许学生互相流动,并允许自由选课或参加任何大学的学术活动,这样能让更多的学生有机会接受名师及良好学术环境的影响。在彭桓武看来,这种学术氛围是德国物理界在20世纪较长时期内成为世界物理研究中心的重要原因。因为在这样的条件下,有利于开阔学生的学术视野,从而为汲取众家之长提供了更多的可能;同样也有利

于形成各学派学生互相争鸣,从而一起更快成长。

对于培养包括战略科学家在内的一流科学家而言,比传授知识更重要的是培养学生的科研能力。教授们要结合难度适当的科研题目,有目的、讲方法、循序渐进地引导学生形成一种学术习惯,始终关注科学前沿的发展状况及问题,充分得到科研实践的锻炼与考验,从而逐渐培养学生们出色的科研能力。此外,还必须为学生创造能够提高其科研能力的更多机会。方法之一是创造机会让更多的拔尖学生,像中国老一代战略科学家当年那样,直接在国际同领域一流同行甚至大师指导下学习,以之为榜样,在与其交流、切磋中,充分经受前沿学术氛围的磨砺,并最终形成自己个性化的研究风格。另一方法是,进一步改善和提高国内的学术环境和整体水准,当我们与世界科技前沿不分伯仲时,就可以学习德国大学,像它们那样允许学生在国内各地的优秀大学间按照规定适当游学,允许学生在国内各高校间自由选课或参加学术活动,同样可以达到去世界一流大学留学的效果。

3.5 因材施教,变特长为专长

纵观科技史,几乎没有靠取长补短、以全面发展为目标而成功的科学大师;相反,力求使长处进一步发展的做法,具有诸多成功案例。例如实验能力欠缺的泡利、杨振宁等,因为及时地放弃了在实验领域的研究,而成为了一流理论物理学家;而卡文迪许、迈克尔逊等实验天赋出色,他们也几乎从不介入自己不擅长的科学理论研究工作。优秀的导师、科学教育家取得成功也往往是因为他们善于发现学生的特长,并引导他们发挥特长优势去开展科学研究^[35]。这些成功的案例对于我们今天培养优秀科学家及战略科学家都具有启发和借鉴意义。

前辈战略科学家有意识地在科研实践中观察、挑选有管理能力的年轻科学家,并将其作为战略科学家后备力量而重点培养,在不荒废或停止其科研能力发展的同时,让他们自觉学习管理学方面的基础知识,提供机会锻炼并有意识培养他们的人际交流能力、处理多种复杂事务的能力、洞察科技前沿生长点的能力,以及知人善任等组织能力。这是具备战略科学家素质的年轻科学家茁壮成长杰出

战略科学家的根本途径。

4 结论

有些科技天才无需培养,可以自学成才;但以往的科技教育实践表明,更多优秀科学家的出现是有效培养的结果;与自学相比,科学而合理的教育可以缩短成才所需要的时间。这些也适用于培养战略科学家。重视选材、精英培养,要传授知识,要传授能力,要培养其创新的精神,在科研实践中去发现具有成为战略科学家的年轻科学家,并提供给他发挥作用的机会,是本文的基本观点。

参考文献 (References)

- [1] Kapitza P L. The future of science[J]. Bulletin of the Atomic Scientists, 1962(4): 3.
- [2] 塞格雷. 从X射线到夸克——近代物理学家和他们的发现[M]. 夏孝勇, 杨庆华, 梁益庆, 译. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1984: 327.
- [3] 《人民日报》评论员. 加强建设国家战略人才力量——论学习贯彻习近平总书记中央人才工作会议重要讲话[N]. 人民日报, 2021-10-02(1).
- [4] 理论物理学家彭桓武[M]//薛继军. 大家2. 北京: 商务印书馆, 2005: 72.
- [5] 黄昆. 黄昆文集[M]. 北京: 北京大学出版社, 2004: 571.
- [6] 彭桓武. 科学研究与创新——彭桓武院士访谈录[J]. 物理通报, 2005(2): 2.
- [7] 朱邦芬. 读1947年4月黄昆给杨振宁的一封信有感[J]. 物理, 2009, 38(8): 578.
- [8] 张家骥, 刘克. 师生一席谈: 马大猷教授的治学育人观[J]. 群言, 1996(4): 20.
- [9] 彭桓武. 物理天工总是鲜——彭桓武诗文集[M]. 北京: 北京大学出版社, 2001: 92.
- [10] 芜茗. 学部委员黄昆教授答本刊记者问[J]. 现代物理知识, 1992(1): 2.
- [11] 程开甲. 创新是科学的生命之源[J]. 神剑, 2004(1): 6.
- [12] 熊杏林, 程漱玉, 王莹莹. 创新·拼搏·奉献——程开甲口述自传[M]. 长沙: 湖南教育出版社, 2016: 170.
- [13] 王淦昌. 王淦昌全集(1)[M]. 石家庄: 河北教育出版社, 2004: 281.
- [14] Born M. My life[M]. London and New York: Taylor and Francis Group, 2015: 289.

- [15] 杨振宁. 杨振宁文集(下)[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2000: 513.
- [16] 许良英, 赵中立, 张宣三. 爱因斯坦文集·第三卷[M]. 北京: 商务印书馆, 1979: 485.
- [17] 杨振宁. 六十八年心路[M]. 杨建邺, 杨建军, 译. 北京: 生活·读书·新知三联书店, 2014: 22.
- [18] 彭桓武. 对21世纪物理学的发展的一点猜想[J]. 物理, 1993, 22(3): 130.
- [19] 彭桓武. 关于量子场论、聚变能源、理论生物物理的一些想法[J]. 物理, 2001, 30(1): 2.
- [20] 王淦昌. 答《现代物理知识》杂志主编问[J]. 现代物理知识, 1993(3): 2.
- [21] 唐孝威. 王淦昌先生和生物学[J]. 现代物理知识, 1999(4): 43-44.
- [22] 何祚麻. 钱学森教授与发展科学技术的十二年规划[N]. 科学时报, 2011-9-11(B2).
- [23] 克里斯多夫·西克斯. 天才费曼: 科学与生活的探险家[M]. 潘恩典, 译. 台北: 商周出版社, 2000: 47-49.
- [24] Harriet Z. Scientific Elite[M]. London: Collier Macmillan Publishers, 1977: 96-143.
- [25] 罗伯特·卡尼格尔. 师从天才: 一个科学王朝的崛起[M]. 江载芬, 闫鲜宁, 张新颖, 译. 上海: 上海科技教育出版社, 2020: 180.
- [26] 彭桓武. 忆玻恩、海特勒、薛定谔与我的几段谈话[J]. 现代物理知识, 1993(6): 2.
- [27] 厚宇德. 十年前钱学森真的心存疑惑吗——几年钱学森的谈话、反思“钱学森之问”的提法[J]. 科技导报, 2019, 37(24): 122-126.
- [28] 李炳安, 杨振宁. 王淦昌先生与中微子的发现[J]. 物理, 1986, 15(12): 758.
- [29] 钱三强. 徜徉原子的空间[M]. 天津: 百花文艺出版社, 1999: 144.
- [30] 冯·卡门, 李·埃德森. 冯·卡门——航空与航天时代的科学奇才[M]. 曹开成, 译. 上海: 复旦大学出版社, 2019: 345.
- [31] 王淦昌. 要重视造就和培养跨世纪学术和技术带头人[J]. 中国科技论坛, 1994(6): 4.
- [32] 教育部. 关于在部分高校开展基础学科招生改革试点工作的意见[J]. 中华人民共和国教育部公报, 2020(Z1): 50-54.
- [33] 沈克琦. 国立西南联合大学物理系: 抗日战争时期中国物理学界的一支奇葩(I)[J]. 物理, 1995, 24(3): 179-187.
- [34] 朱邦芬. 一段值得深思的历史[J]. 物理, 2006, 35(5): 349.
- [35] 厚宇德. 玻恩如何培育物理英才?(下)[J]. 大学物理, 2015, 34(10): 60-65.

The effective way of training strategic scientists

HOU Yude

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

Abstract The training of strategic scientists is extremely important, because they play important role in the development of science and technology. It is pointed out that the administrators of science and technology should not be ignorant about science, and only good at administration, but must be themselves scientists with outstanding capabilities of administration, that is, they must be strategic scientists. To be strategic scientists: they must first be scientists; especially, young scientists, with outstanding ability of administration, and with scientific research practice. The paper shows that the basic qualities and abilities of outstanding scientists are as follows: strong scientific interest and extraordinary talent, solid professional foundation and strong scientific research ability, broad academic vision, strong sense of innovation, the ability of fighting protracted battles on research. In addition, it must be emphasized that strategic scientists must have reliable academic insight and extraordinary administration and communication skills. But excellent qualities alone cannot make strategic scientists. The growth experience of strategic scientists shows that for the qualities to be transformed into the abilities, special influence and hard work are indispensable. The paper discusses the necessary links of training strategic scientists, and the methods and steps of training strategic scientists.

Keywords strategic scientist; quality and ability; academic careers ●



(责任编辑 王丽娜)