

·基金纵横·

谈谈科学研究中的创新思维

刘庆生

(中国地质大学,武汉 430074)

科技创新是一个国家和民族科学技术发展的基础。正如江泽民主席 1995 年 5 月在全国科学大会上的报告中讲到“创新是一个民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力”。国家自然科学基金项目是国家资助基础与应用基础科学理论研究的主要阵地,国家自然科学基金项目的主要特点是要求资助项目的成果为实现国家目标与科技创新服务。国家目标主要体现在成果必须为国民经济与科学技术及社会发展服务,而科技创新则体现在项目所具有的科学与技术水平应达到国际同行前列水平。树立创新的科技思维是达到这一目标的基本前提。创新思维是一种科学的理念,它是对科学工作者从事科学研究的指导,是获取创新成果的基础。在科学研究中,创新涉及许多方面,唯有创新的思维是带根本性,处于指导性的地位。为了讨论科技创新的理论意义与现实意义及其在我国国民经济和社会发展的作用,许多科学工作者结合自身的实践,发表了很多很好的见解,表明了目前我国科技人员对于科技创新意义的认识基本趋于共识。本文想就与此相关的几个问题谈点体会,并希望能就创新思维的基本理念、创新思维的标准、创新思维的自然科学与社会科学演绎、创新思维在自然科学研究中的指导作用等问题广泛开展讨论。

1 关于原始创新

原始创新(或称始创)是指对自然科学的发展起着一定推动作用的理论、观念、方法、发现、发明和技术等。原始创新具有第一原则,即它必须是首次提出,同时又是对自然科学(包括基础与应用)的发展起着较大的推动作用。理论基础创新必须遵循自然科学内在的发展规律,它们通常没有现成的研究思路与成果可以借鉴。如我国在世界上独具特色的三大地球科学问题研究成果的产生过程就充满了原始

创新的科学思维。这些成果的主要科学问题是青藏高原的隆升与地球深部动力学及亚洲乃至全球气候变化的相互关系;大别-苏鲁高压、超高压变质作用与地壳及岩石圈深部动力学过程的相互关系;黄土的地质、地球化学及地球物理(主要为磁学)特征与全球第四纪气候演化的相互关系等。这些重大科学问题的研究,如果没有原始创新的科学思维作指导,就不可能取得令世人瞩目的成果。而应用技术领域的创新思维则强调自然科学与经济发展规律的结合,它必须接受市场经济的检验,同时从检验的结果中不断获取修正(完善)创新思维的素材。大量实践表明,获取原始创新思维需要具有宽阔的自然科学与社会科学(如辩证思维,哲学思维,逻辑思维与形象思维等)的知识基础;具有雄厚的知识累积(自然科学研究的基础);对可能蕴含创新科研思维的现象有较高的洞察力与敏锐力;对科学问题具有丰富的想象力;具有强烈的求知欲和对科学技术浓厚的兴趣。

2 在跟踪同行的成果中获取创新思维

应当承认,目前我们获得的大多数成果是属于跟踪国际同行成果的水平,如某些填补国内空白的成果。事实上,同行的成果是他们辛勤劳动的结晶,尤其是国际同行的先进成果,他们是人类的共同财富。因此,在科学研究中必须紧密地跟踪同行的最新研究成果(包括科学研究的思维、方法及技术等)。然而仅有跟踪是不够的,它会使我们始终处于重复前人成果的水平。某些方法与技术可以通过专利引进,但科学研究的创新思维是无法引进的。况且,对于先进的技术(尤其对国家经济与防务具有重大意义的技术)通常是不可能引进,只有靠自己的创造性劳动获取。如何利用同行成果作为获取科学研究创新思维的基础,有几点值得注意:

本文于 1998 年 11 月 2 日收到。

(1)应用科学的创新思维方法,在同行单一学科的研究成果中寻找多学科理论(原理)在某一科学问题上的结合点、交叉点及生长点。现代科学研究的一个突出特点体现在学科理论的相互交叉与渗透,某些重大科学难题往往仅靠单一学科难以完成。因为这些科学问题本身就是由许多分支学科的基本原理交叉与渗透组成。以地球科学中的大陆动力学问题研究为例,它涉及到地球科学中的几乎所有学科,同时,在这一问题研究中的动态模拟过程也要用到数学、物理学等一级学科的理论。现代科学的发展已经将具有开放性的天、地、生学科与封闭性的数学、物理、化学等学科之间的界限模糊化。在寻找多学科理论的结合点上,首先要建立在对相关学科基本理论具有较深了解的基础之上,克服捆绑式的学科交叉和相关学科数据及资料之间的简单对应分析。

(2)寻找某一具体研究领域的薄弱点。影响科学技术发展的因素主要有科学思维与技术(或称手段)两类。这两类因素中,前者起着决定性作用,同时,它对后者也同样起着重要作用。如一种先进仪器的研制必须依赖创新的科学思维,通常情况下,当某一科学问题的研究进展遇到困难时,应该首先从科学的思维方法上寻找突破口。随着科学研究问题的不断深入,创新的科学思维将会得到不断完善(至少是这一科学问题中所涉及的创新科学思维)。

(3)应用科学的创新思维优化前人成果为我所用。当我们调研大量同行的某一领域的成果时,不仅要知道这些成果解决了什么科学问题及是如何解决问题的(即是通过什么途径解决问题的),更需要揣摩研究者在解决问题的过程中可能采用的思维方法(而这些内容通常在公开发表的论文中不可能直接表述,尤其是研究过程中所走的弯路),这往往比了解一项具体的科技成果更为重要。

3 科学研究与生产的关系

这是一个较老的且从概念上似乎已经解决的问题。科学研究属于创造性劳动(即科学研究的创造性原则),而生产属于重复性劳动(即生产的重复性特点)。因此,人们往往忽视从大量生产性的成果中寻找创新的科研思维。实际上,生产成果中蕴藏了丰富的科研思维、科研灵感、科研素材。尤其在地球科学领域的研究中,由于它的开放性特点(即任何地质现象之间只具有相似性,而不具有相同性)决定了这一领域的生产成果中通常含有丰富的创新科学思

维。简单说来,科学研究就是要求应用创新思维解决(或回答)生产成果中的难点或为什么。而对于生产性项目,通常不要求解决这些问题或难点,如地质填图生产中,主要按规范要求完成相关地质要素的实际测量并展示于图幅上。然而,作为科研人员在完成生产项目时,应该对遇到的许多按常规不能解释的地质现象作为创新科学思维的知识积累,为完成有关的科研课题奠定基础。

4 科学研究如何与国际接轨

一项具有较强创新思维的科研成果(尤其是基础理论成果)的重要特点之一就是它的国际化,而成果国际化的主要标准之一是国际同行的普遍认同(包括在公开刊物上的正面评述与引用等)。然而,要想获得这样的成果,作为科研人员及科研集体(或单位)首先要在日常的科学研究中注重与国际接轨。

(1)国际同行的了解与被了解程度。前者是指科研人员对自己研究领域中国际同行(尤其是代表性人物)的了解,包括同行的学术经历、研究动态,同行所在单位研究集体的情况、技术手段、代表性成果等;后者是指国际同行(尤其是权威人物)对科研人员及其所在机构的了解,实际上它反映了科研人员及单位所具有的国际影响程度。显然,前者只要我们利用各种信息手段,并不难获得,但是后者则需要科研人员的努力。如在国际著名刊物上发表论文、出席国际性学术会议并作重要发言及与国际同行进行合作研究等,都是科学研究与国际接轨的具体表现,它必将提高科技人员与所在单位的国际影响力。

(2)与国际同行进行文献资料交流。应该通过各种信息渠道主动与国际同行进行文献资料的交流与学术讨论(包括学术辩论),如利用 E-mail 或索要论文抽印本等。这样,一方面可以引起国际同行的关注,另一方面从中也可获得某些具体科研成果。一篇论文收到的索要论文抽印本的多少,在一定程度上反映了论文的社会效益,也是国际同行进行学术联谊活动的常用形式之一。

(3)国际信息与研究机构与刊物及出版机构的了解与被了解程度。前者是指科研人员对国际重要的信息机构(如美国科学信息研究所 ISI,英国科学信息所,日本信息中心等),研究机构(尤其是重要的国家级研究所与实验室)的了解,包括信息机构所能提供的科技信息(如 ISI 提供的 SCI 资料,美国工程协会提供的 EI,美国化学学会提供的化学文摘 CA,日本信息中心提供的日本科技速报,中国科技信息

所提供的 CSCI 等);科研机构的研究领域、方向、设施、水平、开展国际合作的情况;刊物对论文的要求(包括选题、论文格式,如著名刊物《Nature》要求发表的论文必须具有广泛的读者,要让非本专业的科学家感兴趣等)与出版机构对专著及专题的选题要求等。后者则反映了科研人员及所在单位的国际影响力。如收到刊物的审稿及评刊、信息机构免费提供的信息资料、国际同行及编辑部的赠刊与论文、被邀请出席重要会议并作大会报告;公开发表的学术论文获得同行的正面评价与引用及入选各种检索引(如 SCI, EI, CA, SA, 日本科技速报等),都表明了研究人员与单位的国际影响程度。试想如果一个科研人员长年不能收到国际同行及机构的任何资料与信件,发表的论文没有任何反响,很难说这样的研究人员会有多大的国际影响,当然其科研的思维方法与成果更谈不上与国际接轨。

5 如何定量评价科技成果的水平

改革开放以来,在引进国际上先进的科学技术的同时,先进的观念、思维方式及管理方法也随之被我国人民所接受。其中定量评价科研成果(尤其是基础科研成果)的水平就是重要的进步。由于我国目前处于社会主义初级阶段,法制建设正在不断的完善之中,因此,在评价研究人员与科研机构的学术水平时,缺乏合理的定量化标准,使得评价结果不尽合理(如非学术性因素占据较大成分),挫伤了科研人员的积极性,助长了不良风气,不利于科学技术的发展。

在如何定量评价基础科研成果水平方面,许多科学家已经发表了很好的意见(如邹承鲁等院士的文章:正确评价基础研究成果)。总结起来主要有以下几点:

(1)按照国际科学界的规定,任何一项科研成果的确立(尤其是基础科研成果),都必须以在公开学术刊物上发表为依据,而通过新闻宣传的成果(某些经过实践检验的应用与技术方面的成果除外)及某

些权威及有关领导的书面与口头表达的成果不应该得到承认。值得注意的是,在我国有许多省内登记的内部刊物也发表了许多科技成果,应该引起注意,国家有关部门应对这类期刊市场进行整顿。

(2)公开发表论文质量的评价是衡量科学成果水平的关键之一。然而论文质量的评价是一个复杂的问题,通行的一个标准是看论文发表刊物的水平及同行的正面反映。而刊物水平的评价也是一个复杂的问题,但有同行公认的标准,如国际上最著名的综合性学术刊物当属英国的《Nature》与美国的《Science》,其次是国际学术机构的刊物(包括一些发达国家的一级学会刊物,这些刊物实际上属于国际性质)。此外,美国 ISI(科学信息研究所)出版的 SCI 源刊是经过较为严格选择的学术刊物,它参考了许多合理因素(如刊物的国际化程度、代表性与影响力等),还有 EI(工程索引)、CA(化学文摘)、SA(科学文摘)、日本科技速报及 CSCI 等重要检索刊物选用的源刊,它们也包括了我国大部分优秀刊物,值得科研人员作为论文发表的首选刊物。

(3)我国科技人员发表的学术论文有几种情况需要加以区分:正刊论文,是指发表在期刊上每一期的论文(有的刊物称为综合期,它由体现刊物学术性质的若干个栏目组成);专辑论文,指发表在每一期中的只有一个栏目的论文;增刊论文,指刊物每年经过申请批准的正刊以外 1—2 期的论文;论文集上发表的论文,这类论文绝大多数属于某些学术会议上选出的部分论文,在期刊或出版社公开发表。在上述 4 种情况中,一般情况下正刊论文的评审比较严格和公证,其他几种论文的评审稍差,有时为了科研项目结题的需要,主要由项目组自己组织评审。而在国际刊物上,尽管也存在这几种情况的论文,但论文的评审均比较严格,如英国地质学会专报(Geological Society Special Publications)、大地构造物理(Tectonophysics)就经常以专辑(或专题)的形式发表论文。

DELIBERATION ABOUT BRINGING FORTH NEW IDEAS IN SCIENTIFIC RESEARCH

Liu Qingsheng

(China University of Geosciences, Wuhan 430074)