

加强学科交叉 提升创新能力

朱道本*

(国家自然科学基金委员会,北京 100085)

国家自然科学基金委员会化学科学部和中国科学院化学部联合举办“面向 21 世纪物理化学前沿与发展趋势研讨会”是一种很好的形式,既有学术报告,又有专题讨论,相信对学科发展有促进作用。现在我就学科交叉的问题,根据个人体会谈几个观点。

1 关于化学与其他学科的关系

我们看到目前化学面临一些重大问题。国内外的各种媒体的宣传,似乎把化学放在了一个不太合适的地位,显然这种情况有失偏颇。然而,我们反思一下,化学确实存在一些问题。之所以这样说,是因为化学不像物理学和数学在过去几百年中对其他学科有重大影响,化学学科本身的发展还没有对其他学科起到一个重大引导作用。例如,如果没有量子力学、数学与计算机的发展,我们的量子化学和化学理论工作可能就没有今天。所以,数学、物理和计算机的发展,对我们的理论化学发展产生过重大影响。60 年代激光发展也是这样,激光发现以后,在物理方面影响比较大,对化学也有显著影响。现在我们开始广泛应用激光技术,例如,分子反应动力学的研究就采用了很多激光技术,因此,不仅是激光化学靠着激光的发现而发展,化学的发展确实是受到其它学科的影响。但化学的重大进展对其他学科是否有重大影响?肯定有,但可能影响得还不够,我们化学工作者要认识到这一点。大家经常提到化学是一个中心学科,它可影响很多学科领域,但是,在世界科技界真正公认的、化学对其他学科起着指导或引导作用的实例说起来没有多少。而不合理的指责却不少,如污染的问题等等似乎都是化学造成的,很显然这是不公正的。化学与国民经济的关系十分密切,石油化工产业就是我国国民经济的支柱产业之一,化学科学的重要性是不言而喻的。在 21 世纪,如果化学界能够真正用自己的理论、自己的重大的进展

解决其他学科的一些科学问题,并对这些学科的发展能产生比较大的影响,我想化学的地位会产生变化,这是我的观点之一。

2 关于目前学科交叉的现状和存在的问题

从科学发展的趋势来看,学科交叉是一个很重要的问题,这个交叉不是指我们化学学科内部的交叉,而是一个扩大的学科交叉,是化学家与其他学科的科学家在一起解决其它学科的一些重大科学问题。这是一个我们现在应认真考虑的问题,如化学在材料、生命、能源和环境等领域做什么,怎么做?当然,化学内部的交叉也应该讨论,但更多的还是一个跨大学科的交叉问题。

这种跨大学科的交叉国际上有成功的例子,但也有很多不成功的地方,虽然可能比国内做得好一些,但也并不是解决得特别好。我举两个给我印象最深的例子说明成功的学科交叉。首先一个例子是我的亲身经历,我曾经在德国的海德堡住过很长一段时间,那里有一个欧洲的癌症研究中心,这个中心的主任不是搞生物的,也不是搞医学的,而是请了一位物理学家担任。他担当主任以后,又请了几个搞物理和化学的人。当时给我感觉很深刻的是他去了以后,很快与从事生物和癌症研究的人天天一起讨论,讨论一段时间以后,他们找到了一个学科交叉的切入点,就是用质谱技术来解决 DNA 的测序问题。这是学科交叉的一个典型事例。

第二个给我印象特别深刻的例子是由于在导电高分子方面的杰出贡献而获得 2000 年诺贝尔化学奖的 3 位科学家。其中黑格是从事物理、而且是偏重于理论物理研究的,麦可德米当时是从事材料研究的,白川英树是从事高分子化学研究的,他们的工作一开始就是合作的。发现导电高分子的起因是白川英树在实验室里面因一个失误,在做催化聚合时

* 中国科学院院士、国家自然科学基金委员会副主任。

本文为作者在 2001 年 8 月在“面向 21 世纪物理化学前沿与发展趋势研讨会”上的讲话摘要。

本文于 2001 年 9 月 13 日收到。

配方错了,才发现了这个现象。这件事正好与另外两位科学家有交流,大家都感兴趣,就开展了这方面的研究工作,马上就有很大突破。也就是从导电性聚乙烯开始,使导电高分子发展到今天并已经得到了广泛应用。所以我觉得,他们3位获得了诺贝尔奖,不仅是做出了突出的成绩,而另一方面,他们的学科交叉也给大家做出一个榜样。

从目前国内的现状看,学科交叉中存在着一些问题,使学科交叉至今仍比较困难。我认为有两个方面的原因造成学科交叉的障碍。一是科学家本身的问题,二是管理层面的问题。

2.1 科学家自身的问题

(1)沟通上的障碍。不同学科的科学家之间进行交流的语言是相互沟通最大的障碍。如果相互之间的语言不通,或者是稍微有所了解,可能是懂一点儿也懂得不多,就很难深入交谈。正像说外语一样,如果根本听不懂别人的话,或者确实懂得不多,也就是只能简单打招呼而已,这显然是不行的。要做到学科交叉,首先必须要过语言关,我这里讲的语言过关是指两个相互交流的科学家对对方学科的了解,要能听懂对方的科学论述,不仅仅指语言本身。举一个例子,如电性能的研究,实际上有很多是物理学概念,我们能不能同物理学家进行深入的探讨,我估计大概还不行。如对于导电高分子的理论解释,提出孤子(soliton)、极化子(polaron)、双极化子(bipolaron)3个不同的载流子,这是当时提出的导电高分子导电理论,是黑格最主要的理论贡献。如果不是大家互相理解,可以深入交流,恐怕也没有今天。所以我觉得语言障碍是与其他学科沟通与交流的主要问题。

(2)凝练科学问题。学科交叉难以成功的第二个障碍是我们不善于把其他学科问题转化为本学科的问题来进行研究和讨论。如物理或者生物领域的一些问题,怎样凝练成一个化学问题研究,同样,物理学家怎样把化学的问题抽象成一个物理的问题进行研究。我觉得还是不太善于在其他学科中凝练化学的科学问题,如果善于这种转变和凝练,自然有利于形成学科交叉。

(3)寻找切入点。不成功的学科交叉往往是找不到切入点。不同学科的科学家一起搞合作研究,有时并不成功,为什么?可能主要是大家的“热点”不在一个地方,追求的“目标”不同,这就很难达成共识,很难合作。再举个例子,从事理论物理研究的科学家往往喜欢把物理或化学的实验结果变成一个物

理模型,建立物理模型和表达式并想办法把它全解出来,这是他最感兴趣的地方。但是搞实验的科学家同他合作,希望他帮助解释实验现象和规律,一般来说热点不是完全在一起的,如果没有双方都感兴趣的共同点(切入点),交叉就难以成功。譬如我曾听过物理和数学家们讨论,他们喜欢把薛定谔方程全解出来,或者用什么方式能解出来,而搞实验科学的人希望你能解释我的问题,双方的基点就不容易在一起。因此我认为:不同学科的科研合作,如找不到一个共同感兴趣的目标,热点不在一起的话,就不易成功。

(4)研究模式。学科交叉困难的另外一个障碍是我们的研究模式问题。特别是国内科研的面比较广,一个实验室、一个所或一个学校有很多课题,比较喜欢一个教授(或研究员)带几个助手或研究生就在一个实验室做研究工作,最好这个实验室里什么都有,大小设备俱全,万事不求人,采用一种封闭式的研究模式。现在,利用别人之长的合作开放式研究模式还不是很普遍,而这种小封闭的模式比较多。所以我觉得科学家应该找出办法来克服这些问题,将封闭的研究模式变成开放模式才能有利于交叉,有利于创新,有利于培养新的学科生长点。

当然,我可能讲得不一定对,实际情况还有其他方面的问题。

2.2 管理层次上的问题

在管理层次上影响学科交叉和创新的问题有下面几个因素:

(1)评价体系问题。现在的评价体系不利于鼓励做交叉的工作。我不太赞成在大家讨论问题的时候,看发表文章你是否是第一作者,或者看是否你打星号。当然这是要商榷的,如果说不是交叉性研究工作,或者不是一个合作的工作,强调第一作者,或者是打星号的责任联系人是可以的,但如果是几方面不同学科的人一起完成的研究课题,单纯强调第一作者,那一开始合作就要打架,因为一开始谈,文章是谁第一,或者轮流第一,但是轮到对方时,好的结果就不提供了,这势必造成矛盾。所以,这种文章一定不能过分强调排名。在这个评价体系里,作者有排名问题,不同单位也有排名的问题,有时强调第一个署名的单位,而第二个署名的单位就不算数,或者分数要扣多少分等。这样的评价体系不利于鼓励大家进行学科交叉。

(2)基础研究的资助政策和交叉项目的组织问题。基础研究工作需要有稳定的投入,如果都是靠

申请项目的经费搞基础研究,将造成今天这个项目有钱就申请这个钱,明天有那个项目有钱,我就申请那个钱,后天鼓励交叉,就申请交叉的钱,而钱又都不够,要多方面申请。所以,基础研究单纯靠项目经费,而不是靠稳定的连续的经费支持,就不能保证基础研究的连续性。虽然这是体制上的问题,但也影响到学科交叉和创新的问题。现在好多项目,申请的时候把队伍已组织好了,我愿意与他合作就把他拉进来,某人如对我不利,即使他实力很强,我也不要他。另外,我需要交叉学科的人来参加工作,为了本单位的利益,就把本单位的包进来,尽管与外单位的水平相差很大也要维护小团体的利益。这样的项目也是交叉,但这是一个有相当问题的交叉。所以在组织、评审项目中还有很多不利于交叉的因素有待克服。

(3)教育制度的问题。现在我们的教育不是引导学生包括研究生向多学科的或者知识面较广的方向发展,而是朝比较单一的方向发展,这样就不太容易实现学科交叉。我很敬佩我在国外的一个叫 Staab 的导师,是德国的一个教授,曾经当过 8 年的马普协会主席,他原来是搞有机化学的,后来读一个生物学的博士,是双博士学位,但他写的一本书却是物理化学的教材,这本教材很长时间在德国大学里作为物理化学的教科书。在他的实验室中,我看有很多与生物的、物理的交叉课题,他的交叉倒不是因为政府或马普的政策,完全是科学家朋友之间进行的自由交流。他的朋友,有搞分子物理的,也有搞生物的,他们经常互相交流,工作上有很大的交叉。这种自然的交叉完全是通过兴趣结合的,这才是真正的交叉,结果也是成功的。我们现行的教育体制就很难培养出这样的交叉型人才。对于人才素质的培

养也是实现交叉的重要因素。

在国际上我也看到很多交叉不成功的例子,开始合作的一两项工作很成功,发表一篇或二篇有影响的文章,但以后就无声无息了,为什么?分家了。曾经有一个搞物理的和一个人搞化学的,开始合作是很漂亮,还另外成立了一个研究所,但到后来还是分开了。什么问题我不知道,我想可能是管理上的一些问题。所以总的来说,学科交叉中的问题,一个是科学家自身,一个是管理层次上问题。

3 大家要为学科交叉献计献策

我的感觉是交叉工作在国内要做好,可能还有一段相当长的路要走,但是我们今天讨论,确实是可以提出一些我们第一步或第二步做什么,跨出几步也是可能的,怎么去?

很高兴,我们国家自然科学基金委员会和中国科学院化学学部召开这个座谈会。如果讲交叉,可能物理化学底子好,我看物理化学本身也是交叉的结果,基础应该是最高的,更可以向其他方面交叉。周光召先生曾在大连开会时说过,化学要与生命科学交叉。他是高度重视交叉的问题,首先要求“973”顾问组考虑物理、化学能否同生物学界一起解决生物学界的重大科学问题,能否在一起开展讨论。有这样高的领导关心和支持学科交叉,这至少是一个很大的鼓励。今天,大家提出一些想法,理出一些方向和题目,提出怎么实现交叉的构思。希望大家回去以后,还有什么想法,可以马上提出来,我们化学科学部能做到的,化学科学部尽量做,我们国家自然科学基金委员会能发生影响的,我尽量去做,我想是可以有些作为的。但是也要看到这个路是比较难的,要做好这件事确实不太容易。

STRENGTHEN CROSS-DISCIPLINARY STUDY PROMOTE INNOVATIVE ABILITY

Zhu Daoben

(National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085)