

论“当代小科学”

On “the Junior Contemporary Science”

赵红州

(中国管理科学研究所, 研究员 北京 100044)

“当代小科学”是大科学时代的“小科学”,即“非规划”的、渗透着集体主义精神的较小规模的基础性研究。中国的“大科学”科研体制,由于科研生产关系的超前,致使“当代小科学”很不发达,因而社会的科学能力由于缺乏“当代小科学”的创造活力而落后于世界发达国家。笔者认为,这是中国大陆 46 年没有实现诺贝尔科学奖“零”的突破的体制问题之关键。

一、“当代小科学”是大科学时代的“小科学”

美国大物理学家温伯格曾经指出,“当代大科学中的‘小科学’与以往的‘小科学’有所不同,这不仅表现在各种常规的仪器、设备、试剂和实验动物都来自成批生产的商业性公司,从而与当年科学家各自制造仪器和饲养动物的情况大不相同,而且还表现在这种‘小科学’的全部活动也是通过信息网络与整个大科学系统息息相通的”。^[1]这就是说,在大科学时代,“小科学”并没有消亡,而是以另一种形式存在着。她的“灵魂”已经得到集体主义的升华,而不再是“表现学术精神气质的极端个人主义”。^[2]因此,它可以叫做“当代小科学”。^[3]

那么,“当代小科学”是怎样产生的呢?这还要从“小科学”的历史说起。

17 世纪,是“小科学”的全盛时期。自由选题,自我资助,知识私有,三位一体。英国皇家学会正是“小科学”的典型代表。^[4]

我在拙作《大科学观》一书中曾经列举 11 个具体方面,借以区别“小科学”与“大科学”的差异,其中有 5 个指标是界定 17 世纪“小科学”最重要的特征:“小科学”选题来源于个人兴趣,而非社会的需求;“小科学”研究是个人自由研究,而非多人的合作;“小科学”研究的目的在于增长知识而不讲究实际应用;“小科学”的经费是个人资助,而非社团资助和国家支持;“小科学”领域人与人的关系是一种特殊的精神关系,而非特殊的生产关系。

但是,“小科学”经过 19 世纪“恩主制”资助方式的影响,早已丧失了“只求知识,不讲应用”的特性。尤其是 20 世纪科学大规模地变成直接生产力,国家资助方式的出现,不仅使一部分与国家防务有关的应用研究,变成“大科学”项目,而且也使绝大部分“小科学”项目获得新的性状,这集中表现在美国国家基金会对“小科学”现代化的影响,即“小科学”向“当代小科学”的演化。

众所周知,发生在 50 年代美国两派政治科学家关于国家基金会的论战,是美国“小科学”发生历史性变化的关键时期,主张把战时“大科学”体制在和平时期“嫁接到小科学体制上”的布什,在其报告《科学——无止境的领域》中说:“在将来的一代……借助别国供应基础科学知识的国家,在革新的竞争中将会处于极端不利的地位。”因此,他主张改变“小科学”不接受国家资助的绝对自由倾向,但同时又要实现“当和平要来的时候……将独立最大限度地归还给我们的科学机构和科学家。”而论战的另一方是美国科学院院长吉威特教授。“他仍坚持他的圣战,以保护他的科学家同行们,不会被他们视为联邦政府的赏赐(资助)而束缚自己的自由。”^[5]吉威特是当代“小科学主义”的典型代表。

美国国家基金会的成立,标志着论战双方的相互妥协,标志着“大科学”与“小科学”的相互谅解。一方面,“小科学”被迫接受国家资助与政策导向;另一方面,“大科学”也不得不在某些基础研究领域局部放弃其科学规划性。这样一来,在美国的大学和科研机构里,便产生出一大批非规划性的小规模的科研项目,这就是“当代小科学”。

“当代小科学”作为“小科学”进化的产物,具备许多“小科学”和“大科学”的中介特性:

(1)“当代小科学”仍然“自由选题”,但是又要在一定程度上,受制于国家基金会等组织的“课题指南”和“同行评议”的导向,从而带有某种“规划科学”的性质。

(2)“当代小科学”虽是课题负责人主宰的研究,但是,它已具有较小的规模,带有合作研究的性

质。

(3)“当代小科学”保留了祖先的“认识世界”的基础研究特性,同时,又吸收了以未来应用为目的的“发展研究”,从而带有某种意义上的产业性质。

(4)“当代小科学”可以是私人基金会资助的“相对自由”的研究,也可以是国家基金会资助的合作研究,从而带有一定程度的集体主义性质。

(5)“当代小科学”所使用的实验技术装备是社会的商品,它所使用的科学资料皆来源于社会的信息网络系统,因而,“当代小科学”不仅反映了科研领域人与人之间的精神关系,同时也反映了局部的生产关系,即“再版的工场手工业”的生产关系。

总而言之,“小科学”在纳入“大科学”体制之时,“大科学”机制强烈地改造了“小科学”,使其多了一些集体主义精神,并且向社会敞开了大门。用韦伯的话来讲,就是 20 世纪的“小科学”已经实现了由“礼俗社会向法理社会”的转化。“当代小科学”规模虽然比以前扩大,技术装备虽然较从前复杂,但是,它仍是“非规划的科学”,它仍然属于“小科学”的范畴。因此,我们有充分理由认为,“当代小科学”乃是大科学时代的“小科学”。

二、“当代小科学”在科学地图上的位置

从科学计量学的角度来看,区分“大科学”与“小科学”有两个重要参数,就是资助强度(M)和规划程度(P),如果将这两个参数看成模糊数学中的隶属度函数 $\mu(M)$ 和 $\mu(P)$ 的自变量的话,我们会得到下列 5 个档次的“大科学隶属度” $\mu(x)$:

$\mu(x)$	-2	-1	0	+1	+2
参量					
资助强度(M)	万元	十万元	百万元	千万元	亿万元
规划强度(P)	自由选题	在指南内选题	有政策导向的选题	指导性国家计划	指令性国家规划

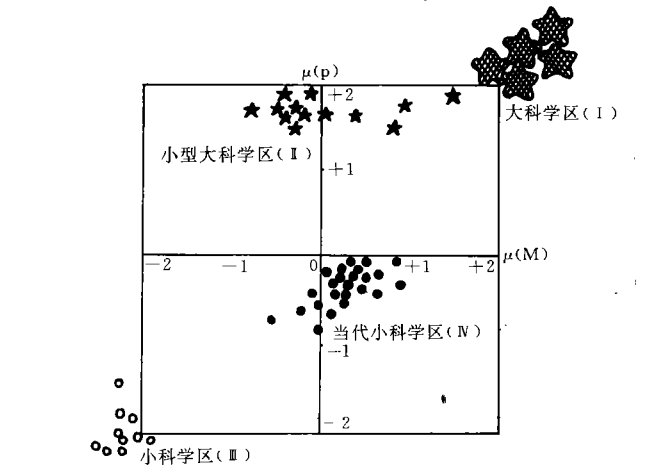


图 1 “当代小科学”在科学地图上的位置

由“资助强度——规划程度”两个参数为自变量所构成的模糊相平面,我们可以区别出“当代小科学”与“小科学”的结构形态,同时,也可以区别出不同国家的大科学体制的有机构成。

	资助隶属度 $\mu(M)$	规划隶属度 $\mu(P)$
大科学	极大($\mu > +2$)	极高($\mu > +2$)
小型大科学	较小($+2 > \mu > -1$)	较高($+2 > \mu > +1$)
小科学	极小($\mu < -1$)	极低($\mu < -2$)
当代小科学	较大($-1 < \mu < +1$)	较低($-1 < \mu < 0$)

由表 1 及 表 2 可见,“当代小科学”实质上是“大型的小科学”,即规划性较小而投资较大的科研项目。在美国 60 年代,国会有人把“当代小科学”投资上限定为 100 万美元。这正好是资助强度的第三档次(其大科学隶属度为 0)。在美国,还有一种科研项目,它的资助强度虽然亦在 100 万美元以下,但是,由于它的规划程度极高,甚至是国家控制的秘密性研究,因此,它不属于“小科学”,而应叫做“小型大科学”。这种“小型大科学”,在美国数量不多,但在前苏联却大量存在。在现今,美国“原来意义上”的小科学已经变成社会的潜科学研究,我们只能在美国私人科学基金会或社团基金会那里找到这种潜在“小科学”的影子。

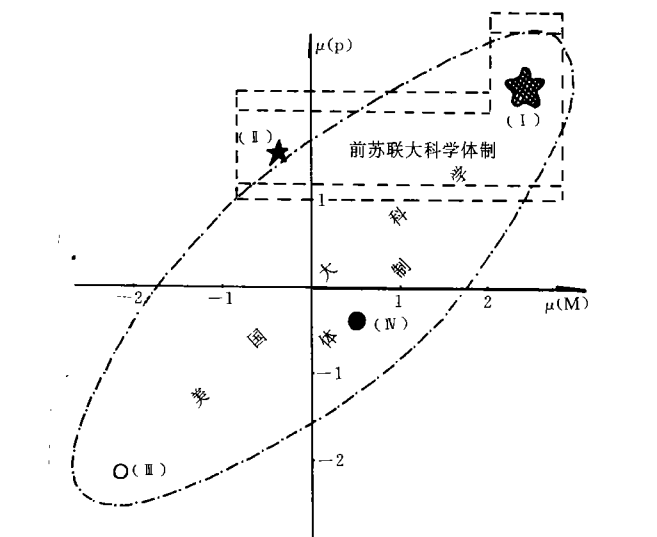


图 2 东西方两种大科学体制的比较

当代各国的大科学体制,都是以大科学项目为核心,以“当代小科学”项目为外围软组织所构成的科学生态系统。由于各国生产力水平不同和各国科学能力的差别,因此,各国大科学体制的有机构成也不相同。象美国的大科学体制,包括 I、IV、Ⅲ区的各种类型的科学项目,因而是刚柔相济的大科学体制。而前苏联的大科学体制只包括 I、Ⅱ区的科学项目,因而它是纯粹大科学的“大科学体制”。

由此可见,“大科学”体制的有效程度,取决于这个科学生态系统中“当代小科学”的有机构成,也取决于“当代小科学”的进化程度。因此,识别各国“小科学”的现代化程度,几乎成了判断各国大科学体制发展水平高低的敏感参量。重视或轻视“当代小科学”,也成了各国基础科学能否跻身于世界科学前沿的最重要的政策导向,尤其是冷战时期结束以后,更加如此。

三、“当代小科学”的社会功能

20 世纪中后期的美国科学史表明,基础科学里重大的科学成就,75%都来自“当代小科学”。而诺贝尔科学奖的得主,大都来自“当代小科学”的项目主持人。科学计量学研究也表明,科学前沿(即科学地图上经常引证的活文献具有 10 年“厚度”的扩张层),90%的文献出自“当代小科学”所形成的“无形学院”和科学共同体。“当代小科学”是当代基础科学研究最活跃的科学前沿,也是基础科学领域最具有创造力的科学组织形式。

那么,“当代小科学”为什么能成为基础科学的最活跃的前沿呢?这与它的社会功能有关。

1. 相对的“非规划性”保护科学家的个人创造力

众所周知,基础科学研究是所有科学劳动中最需要创造力的领域。在这个领域里,“没有创造,就等于死亡”。而科学家创造力又往往与个人的兴趣和热情有关。诚如爱因斯坦所说,世界上从事科学研究的人,其动机有三种:一是把科学当成“特殊的娱乐”;二是把科学当成挣钱的手段;三是把科学当成人生的挚着的追求。这三种人当中最有希望成功的是第三种人。这种人“每天的努力,并非出自深思熟虑的意向和计划,而是直接来自激情”。这种科学的兴趣和激情,常常是为科学献身的精神力量。

首先是正确的选题。“正确的选题是成功的一半”(爱因斯坦语)。迪拉克电子方程就是个人强烈兴趣和激情的产物。当时,迪拉克正在做研究生,他将这种兴趣告诉导师,导师告诫他,电子方程(非线性)已经由克莱因·高登做出了。但是,迪拉克不信,迪拉克硬是在 3 个月之内连续奋战,发现了电子方程的线性表达式(即划时代的迪拉克方程),并由此方程,成功地预测了正电子的存在。

其次是正确的技术路线。正确的技术路线往往也是科学家激情的产物。在第一次世界大战期间,研究恒星物理学大都应用光学望远镜,但是马丁·赖尔却异想天开,他想走射电天文望远镜的技术路线,结果遭到同行们强烈的反对,人们戏言他是“疯子”。但是,赖尔的工作得到布拉格教授的支持,使他后来以综合孔径射电天文望远镜获得了诺贝尔

科学奖。

其三是灵活的交流方式。灵活的科学交流方式,是保证科学家的激情和兴趣得以反馈放大的有效手段。双螺旋结构的发现,乃是 20 世纪遗传学中最伟大的成就。据沃森称,他和克拉克的发现,多亏了他的“伦敦之行”,正是由于“非正式交流渠道”,使他有幸参观了弗兰克林的实验室,从中悟出了双螺旋结构的思路,尽管弗兰克林已经非常接近成功,但是她的惰性(或者说,英国科研机构的惰性)使其没有能够把自己的激情,在灵活的交流网络中反馈放大,最终与命运女神失之交臂。

由此可见,“当代小科学”所以能在基础科学领域成就甚丰,重要原因在于它相对的“非规划性”给科学家提供了更多的个人创造力借以发挥的机会。与此相比,“大科学”项目就有点逊色了。尤其那些缺乏民主管理程序的“大科学”项目,其僵硬的规划性很可能变成扼杀科学家个人创造力的巨大社会力量。道理很简单,“大科学”项目必须是经过常规科学的“专家评议”,经过功利主义的“技术方案”和经过国家主义的“行政审批”等道道“关卡”批准后才能上马的社会工程。“那些从事大科学研究的科学家是一种有忍耐力的人……考虑宏伟规划的科学家到实现他们的梦想的时候,往往可能已经去世或退休。年轻的科学家企图根据发表的著作在竞争中取胜则显得更加困难(丁·马道克斯语)。这样一来,“大科学”项目成了成果周期最长、经济成本最高的基础研究。有人曾对西欧联合核子研究所的成果周期做过分析,发现 20 世纪中后期为 8~9 年,而 19 世纪时周期为几个月。拿 1955 年与 1935 年相比,原子物理学的相互引证的积累值大大下降。

2. “当代小科学”管理崇尚集体主义精神

18 和 19 世纪,“小科学”盛行一种专业性研究机构(研究所或学院),这对充分利用“一次性”仪器和专业人才,提供了最佳的科学劳动的社会结构。但是,20 世纪中期,科学发展的主流由分化转向综合。交叉学科、边缘学科和综合性研究的兴起,迫使专业研究机构不得不变革为综合性研究中心(其中包括国家实验室、工业实验室等),借以适应课题的不断更迭和人才的合理流动。在这种研究中心里,实验技术装备是供几十个或几百个科学家轮流使用的,研究项目是由一群或一组科学家共同进行的。科学论文的署名,也由单一作者向双作者或群体作者方向发展。这样的科研形式不仅大大促进了不同学科、不同层次、不同年龄区和不同国度的科学家智力互补、创造力放大和科研效率的大幅度提高,而且也推动“当代小科学”冲破了“将科学共同体视为个人得到承认的科学共和国寡头政治”的传统,第一次在“最纯粹”的学术研究中,引进了协调和管理,从而把协调与管理当成“科学研究的不可

分割的有机部分”，纳入现代管理思想。这是“当代小科学”的一个了不起的历史进步，也是“当代小科学”在大科学时代没有完全被“大科学”取代的根本原因。

“当代小科学”在管理方面，鼓励个人创新，也崇尚集体主义精神，因为集体主义精神是把个人创造力变为集团创造力最有效的推动力。这一点，不仅补充了“大科学”的缺点，而且也克服了“小科学”的极端个人主义弱点；正是这种弱点曾经使科学家变成“封闭的人”、“古怪的人”和“与社会生产完全脱节的人”。“小科学”的个人奋斗，虽然也缔造了牛顿时代的科学巨子，但是，“小科学”的个人奋斗，同样也扼杀过许许多多诸如勒让提那样的科学天才。

“当代小科学”鼓励合作研究，尤其鼓励不同学科的科学家协作研究。在这种合作（或协作）研究中，集体主义精神变成事业成功的重要因素。比如吉耶曼和沙利所领导的两个合作研究小组，如果没有集体主义精神，他们绝不可能经历 21 年的坎坷，解剖 27 万只羊脑，获得 1 毫克促甲状腺释放因子（TRF）的样品，最终发现下丘脑激素。他们每个人都在研究过程中遇到经费、人事和学术关系方面的麻烦，只要他们只顾个人成名，就可能断送“恩主”的资助合同。但是，他们的又竞争、又合作的关系，在集体主义精神鼓舞下坚持到最后，终于共同获得科学的最高奖励。

值得注意的是，直到现在西方仍然有人站在“小科学主义”的立场上，非难“当代小科学”所崇尚的集体主义精神，认为它是“破坏科学家自由创造的可怕因素”。这也可以看作“大科学”时代的遗老遗少吧？

3. “当代小科学”作为“大科学”的外围科研机构，能够充分利用“大科学”的物质、能量和信息资源，提高“大科学”的科研效率和经济效益。

欧洲同步辐射站是西方有名的“大科学”项目，从 1994 年运转以来，供养了一大批“当代小科学”课题。因为它是世界上最亮的 X 射线源，其能量是医用 X 射线的 10 亿倍。高亮度、聚焦点小的 40 多条射线，作为“超级显微镜”，可做许多方面的研究，如 X 射线图谱分析，制作“分子电影”，拍摄心脏微血管造影，研究微小样品和薄膜的物理属性等等。为此，它每年吸收上千名物理学、化学、生物学、材料科学、地质科学、环境科学等领域的学者来站工作。一个“大科学”项目能带动几十个“当代小科学”项目，使数千名科学家找到自己的兴趣专业，让数十亿美元的经费得到充分利用，真可谓“物尽其用”！与此同时，众多的“当代小科学”项目，也为“大科学”提供了大量可供选择的新的技术储备和研究方向，从而避免“大科学”因缺乏技术方案和研究方向的选择机会而陷入方向性的错误。

四、中国缺乏“当代小科学”

70 年代，英国科学家马凯说过：“大凡属于大科学范畴的科研项目，社会主义国家均有一定的优势，但是基础科学的成就，则很少与社会主义国家有缘。因为在那里缺乏活跃的小科学机制”。此话虽然苛刻，却也不无道理。社会主义国家（无论前苏联也好，还是改革前的中国也好），其“大科学”体制都是建立在单一的全民所有制基础上的。这种所有制关系所造成的科研生产关系超前，是排斥“当代小科学”的基本原因。

第一、作为“再版的机器大工业”的“大科学”生产关系，要求科学规划；而“规划科学”只资助国家认可的项目，无论大到几百亿投资的项目，小到几万元的项目，都排除了“非规划”的自由选题，从而也排斥了“当代小科学”，后者乃是“再版的工场手工业”生产关系。

第二、国家控制了所有的科学劳动资料（其中包括实验技术装备和图书情报资料），使科学家的“活劳动”同他们的科学生涯赖以生存的“死劳动”完全分离。这种机制如果管理不善，很容易造成行政官僚主义和学术权威主义，同时也会形成科学选择中的巨大盲区，由于缺少科学劳动资料，“当代小科学”不但在国家科研机构里难以发展，即便在民间也无法生存。

第三、缺少国家科学基金会（尤其是民间基金会）多元化的集资渠道，从而使常规科学不能认可的“比较大胆、比较先进的研究”窒息在摇篮里。

第四、国家科学技术奖不颁发给民间科学家，使其失去科学研究中本应享有的激励机制。

一句话，单一的全民所有制在科研领域造成了生产关系超前半个世纪的巨大惰性力，使“当代小科学”淹没在社会革命过后所留下的冲积泥沙深处。

马克思曾指出，科学研究是“一种生产的特殊方式，并且服从生产的一般规律”。科学实验作为特殊的生产方式，乃是社会的科学能力与科研生产关系的对立统一过程。科学能力是科研生产关系的物质基础，科研生产关系是科学能力的保护力量。有什么样的科学能力，便有什么样的科研关系与之相适应。同时，不同的科研生产关系对具体水平的科学能力也会形成种种促进或促退的社会功能。适应的生产关系可以促进科学能力的发挥，推动科学技术的巨大进步；而不相适应的科研生产关系（不论是落后的，还是超前的）都会破坏社会的科学能力，阻碍科学技术的发展。

值得指出的是，科研领域的生产关系的具体形式同物质生产领域的生产关系并不是同步发展的。

由于物质生产是科学实验的基础,科学领域的生产关系的形成,往往滞后于物质生产的生产关系的具体阶段。比如当简单协作的资本关系出现 200 多年之后,科研领域的简单协作关系才在英国皇家学会那里,找到自己“再版”的社会条件。而当 19 世纪末和 20 世纪初,资本关系已经由工场手工业向机器大工业大规模地过渡时,人们仅在德国的专业研究机构里,找到“再版”的工场手工业的苗子。在 20 世纪中期,“大科学”作为科研领域“机器大工业”第一次出现的时候,整个世界(包括美国的大部分科研领域)仍然保持着习惯的“工场手工业科研关系”。贝尔纳在描写这种科研生产关系时说,科学家在实验室里,是工场手工业劳动,“一半种主人的地,一半种自留地”。这里贝尔纳所说的科研方式正是温伯格所谓的“当代小科学”的生产关系。这种“当代小科学”生产关系非常适合基础研究领域的科学能力水平,正象“大科学”在宇航和高能物理领域完全适合“再版的机器大工业”生产关系一样。这样一来,在美国的当代科研体制,便以一种“大科学”为核心,以“当代小科学”为外围组织的刚柔相济的多元化结构,成为西方科研体制的楷模。

有趣的是,社会主义革命对科研生产关系的冲击,“十月革命”为列宁的“规划科学”思想找到一种“东方大科学”的模式。当时,人们对科研领域生产关系的特殊性认识不足。列宁曾经指出,革命在把一切物质生产资料所有制都要变成全民所有的同时,也应将“技术的一切奇迹,文化的一切成就都成为全民所有”。列宁在这里说的,显然包括了科学知识、实验技术装备和图书情报资料等一切科学劳动资料。实际上,“十月革命”早期有人企图用“红色科学院”代替俄国科学院的作法,就是建立在这种一切“知识国有”的认识基础上的。那些无产阶级文化派更为偏颇。他们在处理以大脑为载体的知识问题时,导致对科学家的错误政策。无产阶级文化派理所当然地受到列宁的严厉批评。直到 1924 年,苏联科学院的正式成立,方才结束“十月革命”早期科学政策上的“左倾幼稚病”。苏联 20 年代后半期的科学政策正确处理了科研领域生产关系的特殊性,并且随着党对科技知识分子政策的相对成功,苏联在 20 世纪中期已基本建成现代大科学的科研体制,并且卓有成效地实现科学技术的现代化,提供了战胜法西斯侵略与建设社会主义庞大经济的科学技术力量。

新中国的科研体制,基本上是苏联“大科学”体制的移植。这种体制,由于党对老一代科学家政策的落实,不仅完成了“十二年科学远景规划”,而且也把“两弹一星”等大科学成就展示在世人面前;1965 年,中国科学家完成了世界第一例人工胰岛素的合成。这些都标志着中国大科学体制的基本成

功。但是,新中国的大科学体制与前苏联一样,带有一个毋庸置疑的弱点,那就是科研领域生产关系的超前对“当代小科学”所造成的不利影响。

众所周知,推动现代科学技术发展的动力是社会的科学能力,而科学能力的头等要素是科学家,是科学家队伍的社会创造力。在新中国,一切重要的中央文件里,找不到对科学技术轻视的字眼。但是,直到 90 年代,科学家(或者说,科技知识分子)在经济生活中,还没有使“第一生产力”获得所应当拥有的东西,甚至没有足够的钱,去实现“有学识劳动力”的再生产。这样,在科学劳动资料单一的全民所有制条件下,科学家同科学劳动资料的分离,只能给有限的科学精英提供“活劳动抓住死劳动”(马克思语)的机会,而广大的科技知识分子,则很难有条件从事自己那怕是极有创见的科研课题。在中国科学史上有一个很有前途的学科,就是因为单一全民所有制的科研生产关系拖了后腿的。这就是微电子学。据科学史家的调查,早在 50 年代末,我国学者就建议过微电子学的研究。但是,微电子学是跨学科研究,它涉及电子学和半导体学两个学科,电子学的实验装备是物理研究所管辖,半导体的仪器是属于半导体研究所所有。两个研究所的常规科学都把微电子学研究视为“不务正业的工作”。因此,微电子学研究一直没有列入国家的科研规划中去。有能力推动微电子学研究的科学家,却没有科研条件“上马”,而有条件开展研究的科学家,则迫于“不务正业”的舆论压力不敢在这个领域里冒险。时至今日,中国在微电子学研究方面的落后状态,不怪任何人,只能怪我们的科研体制,怪我们大为超前的单一全民所有制科研生产关系。这种科研生产关系,严重阻碍中国“当代小科学”的发展。

1981 年,中国科学院首次实行科学基金制。1986 年,中国国家自然科学基金委的正式成立,标志着中国大科学体制的一次重大改革。它为中国“当代小科学”的蓬勃发展创造了条件。其中最具代表性的例子,乃是赵忠贤教授等突破科学规划的框框,自发地在最有价值的凝聚态物理的前沿选题,随后得到国家基金会的 10 万元资助,凭借集体主义精神和有效的科研管理,终于创造了高临界温度超导研究的世界水平。这是中国一项继人工合成胰岛素之后又一次基础研究领域的重大科学成就,也是具有诺贝尔奖水准的中国科学成就。它的成功说明,改革我国科研领域的生产关系,消除单一全民所有制对科学发展的超前负效应,是何等重要。同时也说明,只要我国能大力发展“当代小科学”,作为“大科学”的外围软组织,中国定能建成刚柔相济的、适合中国国情的现代大科学体制。在这种意义上讲,中国国家自然科学基金委的成立乃是我国现代科学史上的重大事件,也是我国基础科学领域科

研体制改革当中,最重要、最有历史意义的举措。

五、几点愚见

从马克思主义观点看,我国科研体制的改革仍未根本触动超前的科研生产关系。按照马克思主义观点,所谓“科研体制的改革”,就是调整科研领域生产关系(亦称科研关系),使其适应科学能力(即科学的生产力)的发展水平,借以达到科学能力的极大程度的解放和科学技术事业的繁荣昌盛。因此,科研体制改革的过程,亦是不断调整科研关系的过程,这就是我国科技政策的理论基础。

应当承认,我国缺乏“当代小科学”,而“当代小科学”又恰恰是最适合中国基础科学能力水平的生产关系。基础科学领域的体制改革,应当抓住这个要害,不这样,中国基础科学很难起飞,实现诺贝尔科学奖“零”的突破也会大为推迟。为此,国家除了加强对自然科学基金投资外,下列几个措施应是当务之急:

第一、为了使更多的优秀的中青年科学家有更多的机会掌握科学劳动资料,选择最有前途的研究课题,国家基金会应当利用有限的财力,资助更多的“当代小科学”项目。不仅资助科研经费,而且资助项目带头人“有学识劳动力”的再生产费用。如有可能,逐步将研究项目变成基金会代管的国家实验室或新的科研中心;正象美国的许多国家实验室由非盈利机构代管一样。

第二、国家鼓励更多的人才去开拓民间(或社团)科研机构,就象玻尔研究所一样,国家基金会也要资助民间科研项目,尤其在非国家纳税人的成分增大的历史条件下,更应如此,这样有助于打破“单一全民所有制”僵硬的科研体制。

第三、国家采取税收政策(如累进税制、遗产税制等),把社会大量游资导入科学基金渠道,成立更多的民间科学基金会,资助社会的潜科学研究和新生学科的培养。

一句话,当中国的“大科学”体制真正构建了“当代小科学”的软组织时,中国基础科学定然会在刚柔相济的社会主义“大科学”体制上起飞。中国的“大科学”也会在巨大的“当代小科学”的技术储备基础上,大大推进中国科学技术的现代化历程。到那时,诺贝尔科学奖的桂冠自然会落到中国大陆科学家的头上。

参考资料

- [1]莱·哈里斯:《科学研究的模式》,美国社会学学会出版,1975年
- [2]约·齐曼:《元科学导论》,刘珺珺等译,湖南人民出版社,1988年版,p.199.
- [3]阿·温伯格:《关于大科学的看法》,麻省理工学院出版社,1967年版
- [4]E·N·C·Andrade, A Brief history of the Royal society, London, 1960
- [5]M. Lomask. A Minor miracle 1975.

(责任编辑 蔡德诚)

科技动态

美国研制太空微型“机器虫部队”

据英国《新科学家》周刊1996年3月23日报道,美国得克萨斯休斯敦约翰逊航天中心正在试验一种由马克·蒂尔登创制的称为“pixelsat”的实验性机器昆虫。这种机器虫仿效昆虫的动作和行为。他制作的最复杂的机器虫仅用12个晶体管来执行任务。蒂尔登在1996年3月中旬在格拉斯哥自豪地展示了他的杰作。

这种机器虫单个只有50便士的钱币那么大,它们不久就可能作为一群微型卫星绕地球飞行。这种廉价而容易更换的成群的“机器虫部队”用很简单的控制系统就能执行复杂的任务。例如测量地球磁场,深入到太空或帮助较大的卫星彼此通信。

现在,一个很结实的设计模型正在休斯敦的一间真空室中进行试验,一旦证明它可以经受往太空的苛刻条件(例如各种射线的辐照),蒂尔登就开始制作不同类型的机器虫。

因为机器虫太小,不可能携带大量仪器。因此,每个机器虫都必须分工担负某一种工作,它们有些可能是一个大的红外线测量系统的一部分,而另一些则可能在无线电通信卫星之间传递数据。为了克服它们尺寸太小的局限性,微型机器虫一般只传递少量的数据。这些数据

可以用一种波形穿过微型卫星群再传到较大的卫星,然后发回到地球。

成群的机器虫有许多优点优于它们较大的“兄弟”和“姐妹”卫星。现在绕地球的空间轨道上有大量的太空垃圾(空间碎片),对卫星构成威胁。由于这些机器虫数量多,即使有许多昆虫式的微型卫星被太空碎片破坏,剩下的大批昆虫式微型卫星仍然可以起作用。不像一个较大的卫星,被碎片撞毁后就“全军覆灭”了。这叫“虫海战术”。

蒂尔登制造这种机器虫微型卫星是用一些计算机上回收的零件作材料的,所以很便宜,据他声称,每个才20美元。

不过,美国航空航天局(NASA)的机器虫微型卫星可能要采用可靠性高的黄金插接件、陶瓷和定做的电子元件。但这样一来,成本就会高些,成群的机器虫微型卫星的成本可能仍然会是现在一代卫星的几分之一。但尽管如此,一颗传统的卫星的费用足可以发射几千个机器虫微型卫星。

蒂尔登还在设计一种太阳能蝴蝶。这种蝴蝶式的机器虫有2米的翼展,它依靠太阳风的能量足可以飞行到其他星系。这种星际间的蝴蝶将依靠它的两翼记录下它“拜访”的宇宙星系。

(刘先曙)