

试析中国自然科学基金的困扰

Difficulties in China's Natural Science Fund

刘洪海

(国家自然科学基金委员会 北京 100083)

对自然科学的基础性(含纯基础和应用基础)研究实行基金制,是我国科技体制改革的重大成果。

从1982年国家正式设立面向全国的自然科学基金,1986年成立国家自然科学基金委员会至今,自然科学基金面临的最大困扰是什么?一言以蔽之:钱太少。资助面窄,资助强度低,资助时间短似都源于此。但是,说钱少,又不仅仅是钱的问题。透过表面,更深层次的原因是什么?

先回答一个问题:基金建立后短短11年,国家自然科学基金从0.3亿元到3亿元,翻了三番还要多,钱还少吗?

这个问题回避不了,更不应回避。请看国家自然科学基金历年数额:1982年0.3亿元,1986年0.8亿元,1987年1.05亿元,1988年1.19亿元,1989年1.37亿元,1990年1.54亿元,1991年1.76亿元,1992年2.3亿元,1993年3亿元。

从0.3亿元到3亿元,是一个大跨越,是量级上的突破。为什么仍然喊钱少?总要说个道理来。

首先,通货膨胀因素使基金的相对数额减少。11年来的物价上涨,大家都有切实感受。需要指出的是,物价对基金的压力远甚于其他方面。基金由财政部按季度拨款,每年度的基金一般要到年底方能基本到位,这种滞后使使用者几乎没有回旋的余地。基金投向的是科学前沿、科学空白。开拓创新的研究自然需要独特的、现实并不具备的条件,物价飞涨对从事创新、探索的科学家们打击最大。

其次,在科技体制改革中,国家对基础性研究院、所的整体性财政支持出现空档,于是产生了怪现象:以往获得基金是代表水平的标志,获得者所在单位均主动给予资金匹配,有的甚至几倍于基金数额。至少工资、福利、水电、设备等是由所在单位无偿提供的。而现在,得到自然科学基金当然仍是

水平的标志,但所在单位却已无力予以匹配,甚至连科研人员的工资、福利、设备等一切费用均要从课题经费列支。中国科学院平均每个研究人员要向研究所交纳人头费4000~5000元。上海某研究所,研究员每年交纳15000元,其他人员7000元。这不能责怪研究所,他们是迫不得已。以中国科学院物理所为例,该所在基础研究上名声赫赫。据国际检索,该所1991年在国外发表的论文数及其被引用率居全国第二,仅次于北京大学。1985年,该所基本事业费642万元,1991年620万元,其它年份除1986年外均低于600万元。基本事业费分为行政经费、科研条件费、科研费。行政经费(包括在职和离、退休人员工资、补助工资、福利、公务费、行政设备、房屋修缮、医疗补贴、奖金、集体福利等)由1985年的208万元上升为1991年的510万元,而科研条件费(包括水电、日常开支、外事、基建、实验室、建房、设备、图书资料、专利、刊物等)则由1985年的212.7万元降到1991年的130.5万元,科研费由1985年的221.3万元降到1991年的20.5万元。巧妇难为无米之炊,院长、所长们何来回天之力?严峻的现实造成一种形势,即申请自然科学基金的人员越来越多,而能资助本单位基金获得者的院所则越来越少。

第三,随着现代科学、技术的一体化发展,两者在时间、空间上的距离大大缩短,基础科学与技术科学相互融合,许多基础研究都要借助于大、高、精、特、优、新的技术手段。整个基础性研究费用呈几何级数增长。与此客观趋势相悖,我国自然科学基金对项目的资助强度却向下浮动。仅以自然科学基金项目基本类型(包括自由申请项目、青年项目、高技术探索项目和地区的面上项目)的资助强度为例。1982~1984年为4.9万元,1986年为2.77万元,1987年为2.94万元,1988年为3.27万元,1989年为3.34万元,1990年为3.49万元,1991年为3.82万元。

1992年、1993年基金数额虽有较大增长(分别

比上年增拨 0.5 亿元和 0.7 亿元),但主要用于重大项目和重点项目,面上项目的强度很难顾及。国家自然科学基金委员会为此很伤脑筋。反复权衡比较后下决心从 1992 年起将面上项目单项资助额度增至 5 万元。经过 10 年努力,才终于争回 10 年前的“强度”,而 10 年后的 5 万元与 10 年前的 5 万元相比,含金量又怎么算呢?

我国作为发展中国家,资金匮乏势将长期存在。难道这真能成为忽略基金投入的理由吗?据国家科委统计,我国 1992 年用于基础性研究的投入大约 14 亿元,其中国家自然科学基金占 16%,按计划今后三年的连续增拨,比例将略有增大。遗憾的是这点钱对于 10 万名科学工作者,对于拥有 11 亿人的、以奉行科学技术为第一生产力的大国而言,实在是“多乎哉?不多也。”

描述一个目标:国家自然科学基金到底需要多少钱?

国家自然科学基金应达到什么额度,是一个非常复杂的命题,涉及国家的科学发展战略、基础性研究的布局和国家调控财政收支的能力。

发达国家虽然经济体制、经济实力、科技水平各不相同,但在科技投入上有一个共同点:慷慨解囊,不惜血本。从 50 年代中期到 80 年代中期,日本和原西德的 R&D(基础研究、应用研究、试验发展)经费增长速度均高于经济增长速度。1955 年至 1970 年,日本科技经费年均增长率 21.8%,80 年代仍以 10%的速度递增。1973 年,日本 R&D 经费占 GNP 比例达 1.9%,1984 年达 2.6%,1990 年达 3%。1983 年,原西德的 R&D 经费 425 亿马克,与 1971 年(165 亿马克)相比,年增 8%。1990 年两德合并,原东德正大量吸纳西部各类资金,尽管如此,德国的 R&D 经费仍占 GNP 的 2.8%。1981 年至 1984 年,美国政府 R&D 拨款平均年增 4.3%(扣除通货膨胀因素)。1985 年,美国 R&D 经费 1 066 亿美元,占当年 GNP 的 2.7%;1986 年 1 194 亿美元,占当年 GNP 的 2.8%;1990 年 R&D 占 GNP 比例仍保持 2.8%。

日本政府的 R&D 经费中,近 40%用于基础研究和应用基础研究。如 1984 年,日本 R&D 经费折合 500 多亿美元,用于基础研究的占 13.6%,用于应用基础研究的占 25.1%,两者相加是 38.7%。美国注重基础、应用、试验发展三方面的资金配置,1982 年三者比例分别为 12.3%、23%、64.7%。1987 年,美国 R&D 预算中基础研究经费约占 14%。

发达国家为推动基础研究,普遍重视科学基金方式。实施科学基金制最成功、最完善的首推美国。

美国国家科学基金建立于 1950 年。1952 年联邦政府拨款 350 万美元,1962 年拨款 1.5 亿美元,10 年平均年增 45.6%;1980 年 9 亿美元,1985 年 15 亿美元,1990 年 23 亿美元,1993 年 29.4 亿美元。美国发展基础科学还有国防、能源、卫生等多条渠道集资,它们的数额往往大于科学基金。

和发达国家相比,我们在 R&D、基础性研究、自然科学基金三方面的投入都明显偏低,在发展中国家中也处于中等偏下水平。1987~1992 年我国 R&D 支出及与当年 GNP 的比值:1987 年为 90.18 亿元和 0.97%,1988 年为 99.74 亿元和 0.71%,1989 年为 112.31 亿元和 0.70%,1990 年为 125.43 亿元和 0.71%,1991 年为 142.30 亿元和 0.72%,1992 年为 170.40 亿元和 0.71%。

要真正加大国家在 R&D、基础性研究和自然科学基金上的投入,必须走出两个认识上的误区。

误区之一:我国现在还很穷,国家没有必要把有限的财力投入 R&D。统计资料表明,国家愈落后,其 R&D 来自政府拨款的份额越大。发达国家政府拨款占 R&D 的份额一般不超过 50%,中等发达国家则约为 60~70%,不发达国家则高达 90%以上。以穷为理由拒绝为科技创新助燃,客观上等于自甘落后,自取其辱。

误区之二:许多分析家喜欢援引日本的例子,借以说明后起国家可以免费搭车,借发达国家的科学成果脱贫致富。这种看法相当幼稚。李政道对日本科技投入情况深入考察后有一个惊人的结论,日本 R&D 经费占 GNP 的比例实际是 6%,比公布的数字高 1 倍。根据李政道的结论,我们就没有理由讲日本是“蹭车族”。

综上所述,参照美、日等国的经验,我们急需大幅度增加 R&D、基础性研究和自然科学基金的投入,保证 1995 年 R&D 经费占到 GNP 的 1%,2000 年达到 1.5%;基础性研究投入占 R&D 投入的 10%以上(国家科委提出的指标是 2000 年达到 10%,考虑到我国基础性研究与国外口径不同,包括一部分应用研究,那么 10%的指标似明显偏低,合理的指标应是 12%,能争取 15%最佳)。我国著名的科技管理专家袁海波经过精心测算,提出 1993 年至 2000 年 R&D、基础性研究投入和国家自然科学基金应是如下的盘子。从 1993 年起,GNP 的增长,以 1992 年的 24 000 亿元为起点,“八五”后三年每年递增 10%，“九五”每年递增 8%，R&D 经费占 GNP 的比例每年增加 0.1%，其结果见表 1。

由表 1 可见,“八五”后三年国家对科技的投入总额应为 791 亿元,“九五”的总投入应为 2659 亿元。

国家对基础性研究投入占 R&D 投入的比值,“八五”末达到 10%，“九五”末达到 12%，见表 2。

表 1

年度	GNP(亿元)	R&D/GNP(%)	R&D(亿元)
1993	26 381	0.80	211
1994	29 019	0.90	261
1995	31 921	1.00	319
1996	34 475	1.10	379
1997	37 233	1.20	446
1998	40 211	1.30	523
1999	43 428	1.40	608
2000	46 902	1.50	703

表 2

年度	基础性研究投入 R&D 投入 (%)	基础性研究投入(亿元)
1993	8.0	16.8
1994	9.0	23.5
1995	10.0	31.9
1996	10.4	39.4
1997	10.8	48.2
1998	11.2	58.6
1999	11.6	70.5
2000	12.0	84.3

由表 2 可见,“八五”后三年国家对基础性研究的总投入应为 72.2 亿元,“九五”投入总额应为 301.0 亿元。

国家对自然科学基金的投入应有较大幅度的增长,应保持占国家对基础性研究投入的 25~30%。据此,可有两个方案(见表 3)。

方案一:以 25%计,“八五”后三年自然科学基金总额应为 18.05 亿元(比原计划“八五”总额 15 亿元增加 3.05 亿元,或比原计划八五后 3 年增 7.05 亿);“九五”自然科学基金总额应为 75.25 亿元。

方案二:以 30%计,“八五”后三年自然科学基金总额应为 21.66 亿元(比原计划需增加 10.68 亿元);“九五”总额应为 90.3 亿元。

表 3

年度	基础性研究投入 (亿元)	自然科学基金投入(亿元)	
		第一方案	第二方案
1993	16.8	4.2	5.04
1994	23.5	5.9	7.05
1995	31.9	8.0	9.57
1996	39.4	9.8	11.82
1997	48.2	12.1	14.46
1998	58.6	14.6	17.58
1999	70.5	17.6	21.15
2000	84.3	21.0	25.29

上述袁氏方案并无异想天开之处。截至 1992 年的统计,发达国家的纯基础研究投入一般占 R&D 经费的 15~20%,新兴工业化国家和地区约占 10~13%。90 年代后 8 年,这个趋势肯定保持下去。我们既然希望尽快赶超先进水平,用同等的速度和力度是永远不能成功的。一个球推不到一定的高度,便会成为弗弗西斯手下的滚石。必须达到临界,达到势垒。袁海波方案正是临界,正是势垒。

袁氏方案若能实施,科学幸甚!

探讨加大国家自然科学基金投入的 新思路:增智减盲、增量减蚀、 增容减压、增效减耗

这里提出“四增四减”,意思很清楚:解放思想,减少盲目性;政府多给,取消各级截流;拓宽渠道,减少各种貌似合理实则非法的摊派;强化管理,杜绝跑冒滴漏。概括一下就是向观念要钱,向财政要钱,向社会要钱,向管理要钱。说到底,是向改革要钱。下面提出八项具体措施:

1. 硬件是银,软件是金

讲投入先要讲新观念、新思想的投入。长期的计划经济体制延伸出一套与之相适应的自然科学研究的模式和章法。要触动它有很大的难度。建立国家自然科学基金会当时就争论十分激烈。

加大国家自然科学基金的投入是现代科学的必然要求,是科学、技术、经济一体化的必然要求。大家至今仍津津乐道地谈论科学技术向生产力的转化,殊不知“转化”已经是落伍的概念。科学技术作为经济的内在机制和生长基因维系着经济的生命力。当代高技术及其产业发展,科学、技术、经济更是高度融合的。高技术基于科学,靠科学才有希望。自然科学基金制通过同行评议、公平竞争、择优支持,实现科技资源的优化配置,是基础性研究最有效的方式之一。自然科学基金制的公平竞争确立了科学家的主体地位,确立了科学的尊严,科学不再是权力的附庸。假若我们上上下下都能从这样的意义认识加大自然科学基金的重要性,大家就有了共同的心愿,共同的语言。

2. 凡事从今天做起

在国际科技较量中,起步早或起步迟,结果大相径庭。科学界的共识是,21 世纪产业技术革命的性质取决于未来几年内基础研究的新发现。与这种共识相适应,国际上出现值得注意的动向:基础领域的保密趋势和民族主义色彩日益增强,谁也不要幻想不播种只收获,得渔翁之利。毫不夸张地讲,我们 2000 年实现小康,21 世纪中叶达到中等发达国家水平的战略,其支点之一就是基础性研究。以美、

日在半导体芯片和高清晰度电视领域的竞争为例。80年代,日本在这两个领域领先美国,领先程度不很大。由于美国科学实力远远超过日本,伴随高技术产业的结构调整,计算机产品由注重硬件向注重软件开发转变。这样美国电子工业巨大创造性的潜在优势——软件技术、数字技术独领风骚。1992年,美国半导体设备业收入达55亿美元,占世界该产业销售额的53%。日本同类公司的收入39亿美元,下降13%,占世界该产业销售额的38%。美国英特尔公司成为世界最大的半导体集成电路供应商。美国的高清晰度电视后发制人,采用数字化技术,将日本一度领先的模拟制式赶出赛场。美、日竞争中的兴衰浮沉对我们很有启发。急功近利、迟疑不决是科学的两个大忌。扶植国家自然科学基金,让其长得更快、长得更壮,是每一个参与决策者的责任。希望在明天,明天从今天起步,这应成为每位改革者的座右铭。

3. 政策向自然科学基金倾斜

政策产生于决策之后,没有政策保证,决策也难以贯彻到底。政策倾斜包括两个方面:一是幅度要大,二是跨度要长。比如,“八五”后3年国家连续每年增拨0.7亿元,使“八五”期间达到15亿元,比“七五”期间增长9亿元,增幅不可谓不大,问题在于起点太低,强度远远不足,加上“九五”期间的增长尚无保证,自然科学基金仍然是捉襟见肘,心中无数。权威部门要对“稳定基础性研究”的方针做出积极、全面的政策解释。稳定要以增大投入为前提。国家要对加大R&D、基础性研究、自然科学基金提出切实的、立足于改革的路数,并尽快以立法形式予以明确。

4. 国家财政要为自然科学基金保驾

财政部门要“换脑筋”,挣脱传统体制的束缚,破茧化蝶,探索新的用财之路。我们常说“财政兴科学”,严格一点,应该是改革的财政兴科学。台湾70年代初期,科研人员的待遇很低,助理研究员的月薪平均100美元,无法维持稍稍体面一些的生活,致使人才大批外流。后来台湾当局和它的“中央研究院”避开原来的搞法,建立类似国家自然科学基金会的“国科会”,搞基础研究的科学工作者可以申请,得到资助的人员薪金可以加倍。台湾的做法值得借鉴。能不能跳出仅仅在存量、增量上做文章的局限,在充分利用现有渠道的同时,建立自然科学基金稳定增长的新机制?如深化税制改革,让地方各级政府承担起扶植自然科学基金的任务;鼓励行业、地方扩大其面向全国的基金;引导社会力量把消费转向自然科学基金,让因各种说得清或说不清的原因骤然先富起来的同胞把目光转向科学。

5. 人才无价,人才是最大的资本

中华民族地灵人杰,世界公认华人智商超群。

美最杰出的科学家,华人占三分之一;阿波罗登月计划的科学家,华人占三分之一;美国一流大学的系主任、教研室主任中,华人占三分之一。改革开放以来,大批中国才俊赴美,相当一部分进入科学前沿。在生命科学领域,我们的青年学者是最有活力、最有前途的群体。人才如何回收,曾经有过各种争论。我们终于明白,人才国际化是科学发展的规律。有一批高水平的科学家在国际上流动本身就是中国有信心的标志。这批人才利用国际优越的科研条件,做出世界一流的成果,对国内科研是有力的推动。我们要在吸引人才回国的同时,千方百计使他们与国外科研机构保持联系,鼓励他们在国外建立自己的科研基地,帮助科学家(包括留在国内的)争取国外的科研经费和进修资助。科学家的跨国流动,对经费短缺的发展中国家是培养人才的捷径。短期内的人才外流,与其说是对外开放的结果,莫若说是对闭关锁国迟到的惩罚。我们要有两个最基本的估计:一是要相信十几万留学生,绝大多数是爱国的;二是要重视留学生在基础性研究方面的作用,他们中间,将产生大批跨世纪的学术带头人。我们设计自然科学基金投入的时候,一定要从这两个现实出发。基金导向要把回收人才与人才国际化结合起来。二者看似矛盾,其实是统一的。我们要的是人才,人才一旦与外界隔绝还成什么人才!况且在封闭条件下根本无法真正发现人才,真正的人才必然出在国际竞争的摔打中。

6. 大胆引进国外资金

科研能否利用国外资金?自然科学研究是人类共同的事业,我们应理直气壮地做好这篇大文章。十几年来科学界积累了丰富的经验,当务之急是要总结经验,明确方针,形成气候。国际上有那么多面向世界的各类各样的、实力雄厚的自然科学基金组织。要让世界走向中国,不妨先来中国走向世界。国内一些基金(如天元数学基金)能不能敞开国门,向国际数学界发出邀请,给世界一点不大不小的轰动呢?美国总统科技顾问讲过一段颇耐人寻味的話,美中两国的科技合作不可能没有基础研究的合作,不可能没有两国科学基金会的合作。诚哉斯言。中美两国高层关系的恢复恰恰是从中国国务委员兼国家科委主任宋健访美开始的。此前,两国关系一度僵持,但两国科学基金会却一直保持友好畅通的合作。看来,把外国资金引入我们科研领域的条件正在水到渠成。

7. 管理出效益

中国自然科学基金的管理独具特色,大概是世界上效益最高的。自1986年国家自然科学基金会成立到1992年底的7年,用10亿元支持8万多名科技工作者开展2万多个研究项目,激活原有的科

(下转第37页)

果将其接种于有免疫力的小鼠,则观察到迥然相异的结果:凡是引入 B_7 和 E_7 基因的肿瘤细胞,接种后均不能形成肿瘤,原来的肿瘤细胞均退化;凡是只引入 B_7 基因或 E_7 基因者,最终都长出肿瘤。这表明,肿瘤细胞必须同时具备第一信号和第二信号才能被免疫系统所杀灭。实验还表明,这种杀灭作用具有三种特性:(1)特异性。如果将 E_7 换成 E_6 (人乳头状瘤病毒的另一种表面抗原),则被 E_7+B_7 激活的T细胞不能杀灭它,原因就是第一信号改变了。(2)能杀灭远端肿瘤。(3)能杀灭和抑制转移性肿瘤。

最近,艾利森(Allison)研究小组的工作又进了一步。该小组也以黑色素瘤细胞株作为研究对象,只是在做法上与林斯利小组不同。艾利森小组认为,肿瘤细胞本身存在特异性抗原,因而无须另外引入第一信号,只须引入第二信号即可。所以该小组只将 B_7 基因引入肿瘤细胞。在动物整体实验中发现,这样处理同样可获得免疫排斥作用,与林斯利小组的结果完全一致。更令人振奋的是,带有 B_7 的肿瘤细胞还可作为疫苗预防黑色素瘤的生长,在上述实验中有89%的受试动物获得了肿瘤预防效

果。

第二信号通过什么途径达到激活T淋巴细胞呢?如果用T淋巴细胞的活性因子CD4、CD8、CD28和CTLA-4等的单克隆抗体分别封闭这些因子,发现除CD4外,其余3种因子与第二信号 B_7 发生的结合作用都受到了抑制,肿瘤免疫排斥作用也随之消失,这清楚地说明,第二信号介导的肿瘤免疫排斥作用是通过其与CD8、CD28或CTLA-4等淋巴因子的结合引发出来的。至于更深入的机理目前尚不知道。

3. 结语

双信号模型的提出及其在动物肿瘤基因治疗应用中的成功,使其成为基因治疗的最新策略和途径,它为人类肿瘤的基因治疗提供了最新的借鉴,起到了很大的鼓舞作用。我们相信,对人类癌症进行类似的实验性临床研究具有广阔的前景,有可能取得某些新的突破。本文介绍的内容也提示,从新的思路、新的原理和新的角度探讨基因治疗的新途径、新方法和新技术仍然大有可为。

(责任编辑 蔡德诚)

(上接第44页)

研实力,促成4000多项科研成果,其中获省、部级以上奖励2700多项,获国家自然科学基金116项,发表论文10万多篇,出版专著2000多部。投入之少。产出之多,举世罕见。白璧未必无瑕,美中仍有不足。根据国内几年的探索和国外经验,今后自然科学基金会要突出重点领域,突出战略课题。我们对本国实力要有清醒的认识,不要企图在所有学科称雄,只能争取在最重要,最有把握,最能带动整个科技、经济发展的局部领域拔尖。中国最有实力的是数学、物理和生命科学。这三个领域又恰恰是21世纪的带头学科。资金要向这里转移。中国基础研究队伍面临新老交替的关键时期,“八五”末到“九五”期间,十年动乱前毕业的大学生陆续进入退休年龄。十年动乱造成的断层是无法弥补的。科研的重担历史地落在80年代成长起来的中青年科学家肩上。国家自然科学基金要把培养中青年人才作为最根本的战略,为青年人开“特快专列”。凡青年能胜任的项目优先安排。智睿的老科学家是乐于提携新

生力量的,为青年作“人梯”是老年最伟大的功绩,最宝贵的贡献。“落花不是无情物”,“新松恨不高千尺”。青年人才决定未来。青年智则国智,青年强则国强。自然科学基金正培育出一批批风华正茂的后来者,其功在国家,利在千秋,德莫大焉。

8. 创造自由开放的学术环境、学术气氛

基础性研究是探索未知的,它要求研究者精神上的高度松弛、解放和聚精会神,要求不同见解友好、平等地交换和碰撞,要求超脱庸碌的世俗。这种环境、气氛的形成需要钱,但不要很多的钱,一旦形成又能代替许许多多的钱。士为知己者用,是中国知识分子的优良传统。马克思的《资本论》曾举例,一个叫摩尔的英国人带着几百工人和若干机器,满怀信心地到澳大利亚创业,几年后黯然回归。摩尔不明白自己带去了企业需要的一切,为什么赔得干干净净。马克思笑谈摩尔的失着:只忘记一样东西——英国的社会关系。马克思的揶揄适合于摩尔,也适合于科学事业。

(责任编辑 冷远猷)