

美国科学研究与研究生培养一体化给我国的启示

Enlightenment of the Combination of US Scientific Research and Post – Graduate Education

肖广岭

(清华大学人文社会科学学院科技与研究研究所, 副教授 北京 100084)

进入 20 世纪以来, 特别是第二次世界大战结束以来, 美国不仅在科学上越来越领先于其他主要发达国家(德国、法国、英国、日本), 而且在研究生培养方面, 特别是博士生培养, 不仅在规模上, 而且在质量上也大大高于其他主要发达国家^[1]。在一个既没有国家科学技术部, 又没有国家教育部, 也没有国家科学院(美国科学院类似中国工程院, 只是荣誉性机构)的国度, 科学研究和研究生培养却能取得如此巨大的成就, 其条件、体制、机制和政策值得研究, 特别是其科学研究与研究生培养一体化能给我们很多启示。

一、美国科技体制和研究生培养及其特点

美国的总体科技布局大体分为 4 个部分: 一是大学, 被定义为科学之家, 主要从事基础研究和应用研究, 1990 年的 R&D(研究与发展)经费为 220 亿美元(包括大学管理的联邦实验室, 其经费为 50 亿美元); 二是工业界, 主要进行发展研究, 1990 年的 R&D 经费为 1 080 亿美元; 三是政府的科研机构, 主要是联邦实验室, 主要从事指令性(mandated)研究, 也有一些相关的基础研究和应用研究, 1990 年的 R&D 经费为 160 亿美元, 但在其大约 700 个联邦实验室中有 500 个是在大学的校园里并由大学管理; 四是独立的、非营利的科研机构, 从事公益性研究和其他各种研究, 1990 年经费为 50 亿美元^[2]。

与其他发达国家相比, 美国的显著特点是基础研究及相关的应用研究(大学的这些研究常常被称

为学科性的 disciplinary 研究, 与指令性的 mandated 研究相对应)主要由大学来承担。而其他国家, 如德国的此类研究除了由大学来承担外, 普朗克研究院也进行此类研究, 并且规模较大; 法国此类研究除了大学承担外, 大学之外的国家科学研究中心也进行此类研究, 并且规模也较大。

在研究生培养方面, 美国的显著特点是教学和研究并重、科学研究和研究生培养一体化, 并且大学研究生的规模巨大。以博士生为例, 美国的博士生要花大约两年的时间修完课程, 还要经过相关考试; 而英国、法国和德国没有严格的课程要求, 大学本科毕业后跟教授做几年(一般为 3 年)的研究工作, 完成博士论文就能获博士学位。在科学研究和研究生培养一体化方面, 美国的优势在于, 大学教授掌握更多的研究经费, 而研究生是课题组的主要成员。与美国相比, 其他主要发达国家的大学及其教授的研究经费要少得多。例如, 德国和法国的同类研究经费有相当大的部分流到了大学以外的研究院或研究中心, 这就使得大学及教授的研究经费较少。尽管这两个国家的大学与大学之外研究机构实行一些联合培养研究生的方案, 但与美国的科学研究与研究生培养一体化相比还相差很远。

在研究生规模方面, 美国很多研究型大学的研究生占在校生总数的 1/2 以上, 例如, 1991 年哥伦比亚大学的研究生比例为 66.2%, 芝加哥大学为 62.9%, 哈佛大学为 61.8%, 等等。美国很多研究型大学研究生的数量超过 1 万人, 例如, 1991 年哥伦比亚大学研究生人数 11 389 人, 哈佛大学为 11 399 人, 密执根大学为 13 102 人, 等等^[2]。美国大学如此之大的研究生规模远远大于其他主要发达国家的

[9] Honik K. Approximation Capabilities of Multilayer Feedforward Networks. Neural Networks, 1991, (4) : 551 - 557

[10] 董聪. 多层前向网络的逼近与泛化机制. 控制与决策, 1998, 13(增刊): 413 - 417

[11] Popper K. Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge. Harper & Row, Publishers, New York and Evanston, 1968

[12] Brooks R. Intelligence without Reason. IJCAI - 91, 1991

[13] Chuchland P S, Sejnowski T J. The Computational Brain. MIT Press, 1992

[14] 董聪. 大脑、知觉模型和计算机模拟. 科技导报, 1997(7): 7 - 10.

[15] Shatz C J. 发育中的大脑. 科学, 1993, (1): 11 - 19

[16] 董聪. 多层前向网络的逼近机理与拓扑结构学习方法. 通讯学报, 1998, 19(3): 29 - 34

[17] 董聪. 前向网络全局最优化问题研究. 中国科学基金, 1997, (1): 23 - 29

[18] Selkoe D J. 大脑衰老, 智力减退. 科学, 1993, (1): 69 - 76

[19] 董聪, 刘西拉. 广义 BP 算法及网络容错性和泛化能力的研究. 控制与决策, 1998, 13(2): 120 - 124

[20] Kirkpatrick S. Optimization by Simulated Annealing: Quantitative Studies. J. Statist. Phys., 1984, 34: 975 - 986

(责任编辑 肖庆山)

大学。如果说美国的大学是科学之家的话,那么更确切地说应该是美国大学的研究生院是科学之家。德国著名科学家和教育家洪堡在19世纪初所倡导的,大学教育与科学研究相统一的思想,在20世纪的美演化为科学研究与研究生培养一体化。

那么,美国的科学研究与研究生培养一体化是怎样变为现实的?如果对其进行系统分析,大致需要从国家、大学、系和研究组4个层次进行。

二、美国国家支持科学研究与研究生培养一体化的条件和政策措施

到1940年美国的大学生占同年龄组的比例已达15%,是世界上第一个实现从精英教育向大众高等教育转变的国家^[1]。但面对巨大的学生规模,洪堡的大学教育与科学研究相统一的思想,既不可能在所有的高校,更不可能在所有的学生中实施,只可能主要在一些研究型大学和研究生中实施。这需要在国家层次上从4个方面利用和创造条件:一是促使高等院校的分化,从而产生和保护一些研究型大学;二是使这些研究型大学及其下属组成单位之间形成竞争性的相互作用模式;三是继承和发展洪堡的思想并作为大学研究生院的正统观念;四是利用国家各类基金直接或间接地支持科学研究与研究生培养一体化。

首先,美国的大学由于各自建立的时间和创建者不同,其声誉和类型本来就有很大的不同。通过政府的计划与非计划的演化及市场的力量,100多所研究型大学逐渐从3000多所高等院校中分化出来,成为美国基础研究和学科性研究的中心。同时这些研究型大学都有规模较大的研究生院,成为研究生培养的基地。科学研究和研究生培养既是这些研究型大学的主要工作,又是区别于其他高校的显著标志。从国家层次看,这些研究型大学的出现,为实现科学研究与研究生培养一体化,提供了可能的条件。否则,如果所有的高等院校都要实行科学研究与大学教育一体化,由于所需费用太大而不可能实现。

第二,美国大学的分化和研究型大学的出现是在竞争中实现和维持的。这促使各类大学,特别是研究型大学为各自的声誉而不断努力。如果说企业之间的竞争主要是为了获得利润,那么大学及其下属单位之间的竞争主要是为了获得声誉。正像科尔(Clark Kerr)所指出:“声誉一旦形成就是高等院校独一无二的最大资源”。这种竞争的必要条件是分散控制和高校是办学主体。美国的公立高校在一定程度上由50个州分别控制,而私立高校则实行自我既定的控制,但所有高校都是办学主体。克拉克(Burton R. Clark)把美国高校的竞争机制概括为:“分散控制导致高校的竞争;竞争的焦点是获得相对的声誉;声誉依赖于国内和国际上承认的多产的学术人才;吸引和保留这样人才的能力依赖于提供他们所希望的工作条件;有利的条件和有能力的人才导致多产的研究并使得这类高校成为吸引有才

能的学生来此接受研究生培养之地”。

促使美国高校之间,特别是研究型大学之间竞争的另一个重要特征是大学毕业后进入研究生院的高度流动性。各个大学研究生院及各个系研究生培养的声誉越高,越能吸引最有才能的学生。

美国国家和州对大学双重支持的结构也促进了竞争。为了获得国家的研究基金,各个州就要大力支持自己州的大学,使其在全国范围具有竞争力。而美国私立大学所固有的竞争性随着它们想进入研究型大学的行列及研究所能带来利益的增加而不断增强。

另外,大学之间的竞争早就超越了国界,特别是近些年来各种各样的有关大学及其专业的国际排名研究促使了大学之间竞争的国际化。大学的研究和研究生培养的声誉成为美国各个大学在国际范围内吸引优秀人才的第一张王牌。这不仅加剧了美国大学之间的竞争,而且促使了世界各国大学之间的竞争,特别是对其他国家留住优秀人才产生了压力。

美国大学竞争的本质是吸引优秀教师从事研究和教学,吸引有才能的学生接受培养,而实施和加强科学研究与研究生培养一体化,会提高其竞争力。

第三,经过长期的争论,总结历史经验,特别是吸收大学教学和研究分离的教训,包括法国、德国、日本等国在这方面的教训,美国已经把科学研究和研究生培养一体化作为一种正统的观念,作为一种信仰来指导其行动。正像若森兹委格(Robert Rosenzweig)明确指出的,美国大学“已经建立在研究与研究生培养一体化的前提基础上了,因为两者能相互促进。因此,两者被同一些人在同一地方最好地进行着。这个系统就是这样运行的”^[3]。在美国这种信仰不仅被认为能带来福份,而且本身也是逻辑的产物。另外,经济合作与发展组织(OECD)在80年代发表的大学研究纵览里,也强调这种信仰应成为一种正统观念。

第四,美国各种各样的基金强化了科学研究与研究生培养的一体化。在美国大学资金的来源有3类渠道:第一类是各个州政府的一般大学基金,这类基金的发放尽管往往以在校生人数为基础,但得到此基金的大学可以用此进行科研基础设施建设,支持科学研究和研究生培养的一体化。第二类是国家的各类研究资金,有国防部、原子能委员会、航空航天局、能源部、农业部等政府职能部门的研究资金,主要支持应用研究;还有国家科学基金(NSF)和国家健康研究基金(NIH),主要支持基础研究。这些研究资金往往要通过在全国范围内的竞争获得,而且往往明文规定支持有关研究和研究培训。这类资金特别有利于科学研究与研究生培养一体化。第三类是各种各样的非政府资助,包括学费、捐赠、私人基金、各种服务收入、从工业界获得的各种资金,等等。私立高校由于很少或没有第一类资金渠道,主要靠第二类和第三类资金。另外,从各种基金和合同中获得研究附加费(overhead,大约是研究经费的25~50%),对研究型大学来说也是一笔可观的收入。第三类资金有相当大的部分可以被用来支持科

学研究与研究生培养的一体化。

美国大学资金来源的多样化和资金数额的不断增长成为维持和增强科学研究与研究生培养一体化的关键因素。

三、美国大学支持科学研究与研究生培养一体化的条件和政策措施

综上所述,美国国家层次从4个方面为美国大学,主要是研究型大学实施科学研究与研究生培养一体化创造了宏观条件,但要把这种一体化变为现实,还需要大学层次提供形成条件。概括起来,包括3方面的内容:一是建立研究生院,并把研究生培养与本科教育区别开来;二是大学本身有支持研究和研究培训的能力,主要表现为教学资助研究和本科教育资助研究生培养;三是在竞争中获得有利于科学研究与研究生培养一体化的建制规模。

第一,在本科教育的基础上分化出的日益强大的研究生院是美国大学能力结构的核心。研究生培养和本科教育有基本不同的定位。本科生是进入学院而不是进入系里接受一般教育,然后选择一个主修专业,很少参加实际的科学研究。而研究生则是各个系工作的核心内容,学校的研究生院仅提供入学和学位要求的一般框架,而各个系直接对待每个研究生。研究生参加实际科学研究并承担大学的大部分研究工作,成为宝贵的研究人力资源。美国大学的教授也特别愿意承担研究生的课程,因为这不仅完成教学工作量,而且有利于学术进展。总之,美国大学本科教育和研究生培养分化的组织结构框架,有利于科学研究与研究生培养的一体化。

第二,美国大学内教学资助科研和本科教育支持研究生培养是一种普遍的现象。这一现象在研究型大学表现得更突出。这种跨领域的资助主要表现在资金和教授的时间两个方面。资金资助往往是隐蔽进行的。大学把各种来源的资金放在一起,在最能给大学带来声誉的研究和研究生培养方面多花钱。教授往往把一半或更多的时间用于研究,剩下用于教学的时间有一半用于研究生课程。这样,教授用于科学研究和研究生教育的时间大大多于用于本科生教学的时间。尽管外界不断传来加强本科教育的呼声,但毕竟科研成果和研究生培养更能给学校和教授带来声誉,而声誉的提高就能获得更多的研究经费和吸引更有才能的学生。因此,美国大学实际存在的跨领域的资助也有力地支持了科学研究与研究生培养的一体化。

第三,美国大学作为“多产品的非营利组织”也有一个规模效益问题,特别是随着交叉学科越来越成为新知识的增长点,以及综合型大学比单科型学院更能进行跨领域资助并且更能获得声誉,美国大学的规模,尤其是研究生的规模不断扩大。但由于现代知识的爆炸性增长,任何大学都不可能包括所有的知识领域,而必须有所选择,同时,受地域和管理能力等条件的限制也不能无限扩大。美国在分散控制和大学之间激烈竞争的情况下形成的适度规

模为:许多州立大学在校生人数为20 000~50 000人,一流私立大学的在校生大约15 000人。研究型大学的研究生人数5 000人以上,甚至10 000人以上,每个系有50名左右的教职员、30名左右的全职教授,系下有5个以上的学科分支。这样的规模对科学研究合作攻关和研究生集体培养也是很重要的。这也有利于科学研究与研究生培养一体化。值得注意的是,这种适度规模是在分散控制和竞争中逐渐形成的,很少用高校合并的方式来扩大规模,而且美国人认为并不是高校越大就越好或越有效益。

四、美国大学里的系是科学研究与研究生培养一体化的教学实施单位

美国国家的条件和政策措施为科学研究与研究生培养一体化提供了可能的条件,美国大学的条件和政策措施为此提供了形成条件,但要把科学研究与研究生培养一体化落到实处,还要从教学和科研两个方面具体实施,并使两者相互促进。美国大学里的系具体组织全系的研究生教学工作。与本科阶段的课程相比,研究生阶段的课程专业性更强,注重为科学研究,特别是学位论文的研究工作服务,课程讲授与各个教授的实际研究经验密切结合,注重隐性知识(如提出问题的方式、解决问题的技巧、对待已有知识的批评态度、对问题意义和前景的估价,等等)的传授。有些课程还要求研究生在不同的实验室进行短期轮流实验工作。这些课程不仅扩展了知识视野,而且从各个教授那里得到许多科研经验。这在教学层次上推进了科学研究与研究生培养的一体化。这种比较完善的研究生教学体系是美国研究生质量,特别是博士生质量往往高于其他发达国家的重要原因。

值得注意的是,自80年代后期以来,德国、法国、英国和日本等发达国家已经认识到美国这种教学和科研两个方面密切配合培养研究生,尤其是博士生的优越性,并试图向美国的体制靠拢^[4]。

五、美国大学里以教授为核心的研究组是科学研究与研究生培养一体化的科研实施单位,也是美国科学研究领先于其他国家的关键的基层组织

在美国国家所创造的宏观可能条件、大学所创造的中观形成条件、系所创造的具体教学条件的基础上,以教授(导师)为核心的研究课题组从科研方面把科学研究与研究生培养一体化真正变为现实。在教授的指导下,研究生实际参加教授组织的科研课题,成为研究组的主要成员,是研究生培养,特别是博士生培养的关键,因为研究生质量的高低不仅取决于其显性知识(通常所说的理论知识和经验知识)的广度和深度,而且取决于其隐性知识的多寡。尽管有针对性的教学可以获得一些隐性知识,但要真正获得科研所需要的隐性知识及理解和

运用隐性知识必须通过实际的科学研究工作。

美国大学里以教授为核心的研究课题组作为科学研究与研究生培养一体化的科研实施单位不仅能保障和提高研究生的质量,而且也是美国科学能远远领先于其他发达国家的关键的基层科研组织形式。这种基层科研组织的运行机制可以简单地概括为:在学校和系各种有利条件的支持下,教授以竞争的方式获得国家、社会组织和企业等的科研课题,有些科研课题在申请时就以同时培养若干硕士生或博士生作为申请条件。教授获得科研课题后,可以根据课题经费和完成时间等决定招收硕士生、博士生、博士后和雇佣科研辅助人员。教授作为导师根据科研课题制定研究框架,研究生在教授的研究框架下选定学位论文的科研内容,并在教授的指导下进行科研工作。研究生本人科研工作的直接目的是完成学位论文,同时也在一定意义上受雇于教授,因为教授用课题经费资助研究生。因此,研究生也常常把自己的导师称为“老板”。博士后则直接受雇于教授,参加教授的科研课题。这种以教授为核心的研究组把研究生和博士后的培养与完成教授所得到的科研课题统一起来。

这种研究组既是很经济和很有效率的,又是很**有活力和很合理的科研组织形式**。

之所以这种科研组织形式是很经济和很有效率的,一是因为它把科学研究的劳务费和研究生培养费统一为一种费,从而大大提高了经费的使用效率,即使有些研究生得到各种各样的奖学金,往往也要在教授的研究框架下进行学位论文的研究工作,实际上也是两种费统一为一种费;二是因为研究生往往希望在较短的时间内完成学位论文,而博士后往往也希望在一二年内出研究成果,因此,他们往往不分昼夜地工作。美国大学的许多实验室实行每天24小时开放,主要就是为了适应他们的这种工作方式。他们的这种科研工作强度是不能用其所获得的经济收入来衡量的。如果用经济术语“雇佣”来表达,在美国教授“雇佣”一个研究生所需费用大约只有“雇佣”一个正常研究人员的1/3~1/6;“雇佣”一个博士后所需费用大约只有“雇佣”一个正常研究人员的1/2~2/3;而且即使“雇佣”到正常研究人员也很难做到像研究生那样不分昼夜地工作。

之所以说这种科研组织形式是很有活力和很合理的,一是因为这种研究组中的研究生和博士后作为完成科研课题的主要成员,年龄在20多岁到30多岁之间,是人生中精力最旺盛、创造性的高峰时期,再加上获得学位或取得学术成绩的吸引和压力,这为科研向前推进提供了不竭的动力。他们的不足是缺乏科研经验,而教授(导师)的科研经验恰好能弥补他们的不足。二是因为在这种研究组中,教授与研究生、博士后和科研辅助人员处于不同的层次。教授作为课题组织者,制定研究框架和研究策略,研究生和博士后则在教授的指导下进行具体的研究工作。这里往往存在一种和谐的师徒关系而不是竞争关系。这种科研组织形式是有序的、和谐的,有利于研究课题的顺利进展。三是在这种研究组里存在一种自然的新陈代谢机制,同时又能保持科研的连续性。研究生和博士后进入研究组里进行

科研攻关,获得所希望的学位和取得科研成果后就去其他单位,而新的研究生和博士后又会进来。这就像战场上所采用的轮番进攻战术一样,使这种研究组经常保持在科研攻关的状态。然而,教授作为研究组的核心则长期留在这里,从而保持科研的持续性和长期不断地向前推进。研究组的大小和消长是由其在美国国家和大学所提供的竞争环境中所具有的竞争力所决定的。课题完成得越好,科研成果越多,则研究组往往越大;反之亦然。

如今在美国大学里存在大小不等的以教授为核心的很多研究组,这些研究组构成了美国科学的基石。在美国一所研究型大学里往往有几十个“大教授”,其门下研究生、博士后和科研辅助人员经常保持几十人。这些“大教授”所领导的研究组往往保持其在专业研究领域的国际前沿地位。这些大研究组不仅培养了高质量的研究生,而且也使教授本人成为世界一流的科学家。

总之,美国科学研究与研究生培养一体化的体制和政策不仅促进了美国科学的发达,而且也提高了研究生的质量,扩大了研究生的规模,特别是为美国未来发展提供了强大的科学基础和人才保障。

六、美国科学研究与研究生培养一体化给我国的启示

美国科学研究与研究生培养一体化的成功经验,为我国进行科技体制改革和科研布局,为我国高等教育体制改革和研究生培养提供了很多有益的启示。结合我国的国情,借鉴美国的成功经验,能使我国少走弯路。

1、我国的基础研究和应用基础研究或学科性研究应该向大学,主要是研究型大学集中;中国科学院和部委研究院所主要从事指令性研究和对国家安全和发展有重大意义的规模巨大(如国土资源考查)或投资巨大(如大型高能加速器)等研究;企业主要从事发展研究;同时支持各种非政府的独立的科研机构从事各种科研和技术服务。

2、我国研究生的规模已有大约20万人,今后还应不断扩大。要把这些研究生不仅作为正在培养的学生,而且同时作为我国科学研究,特别是学科性研究的基本力量和无价的研究人力资源。从国家、大学、系和研究组4个层次促进科学研究与研究生培养一体化。

3、结合我国“211工程”的实施,并注意发挥竞争机制的作用,使我国高校形成不同的层次和定位,促使我国逐渐出现几十所至上百所研究型大学,使其成为我国学科性研究和研究生培养的主要基地。

4、推进我国高校的国家宏观管理体制的改革。国家除直接管理极少数研究型大学外,绝大部分高校由各个省(自治区、直辖市)管理。要建立双重支持体系,即国家根据整体发展战略的需要并在全范围内竞争的基础上,支持科学研究与研究生培养的一体化,而各个省为了本省的大学在全国范围内有竞争力而加大支持力度。

5、国家政府部门的有关科研资金和国家自然科学基金的申请条件和成果评定要把研究生培养作为一个重要内容；而国家有关研究生培养经费要变成奖学金，奖学金获得者要在导师的科研框架或指导下，进行有意义的科学研究。这样既能促进科学研究与研究生培养的一体化，又会更有效地使用资金，起到一箭双雕的作用。

6、国家应支持有关职能部门或非政府机构建立公正合理的高校及专业评价体系，并定期对各类高校进行评价并公布“得分”或“排名”结果。国家还要为各类高校的公平和有序竞争创造必要的政策和法律条件。从而使各类高校，特别是研究型大学在竞争中不断提高办学质量和效益，逐渐形成适度规模，推进科学研究与研究生培养的一体化。

7、我国高校，特别是研究型大学的适度规模主要应该在国家政策和竞争中自然形成，而不应该主要采用行政合并手段实现。因为，第一，从我国宏观状况来看，我国各类高校在校生人数占同年龄组的比例大体只达到美国 1900 年的水平（4%），今后发展的潜力和高校扩大规模的潜力是非常大的；第二，高校在国家政策下通过竞争逐渐形成的规模是一种和谐的和有效益的适度规模，而人为的合并不仅往往缺乏这种自然和谐性，而且也不一定能真正提高质量和增加效益。1968 年前法国巴黎大学的在校生人数达到 20 万人，但其质量和效益仍无法与其规模小得多的美国前 10 名的一流大学相比。

8、扩展高校，特别是研究型大学的资金渠道。除了增加政府对高校的直接财政支持外，还应根据大学所承担的科技项目和合同，向大学增拨科研附加费；要适度提高学费标准和健全贷学金制度；要制定相关的法律和政策鼓励企业和个人向大学捐赠（美国一些研究型大学每年所获捐赠高达 1 亿美元以上）。大学可以集中使用各类资金支持科学研究与研究生培养一体化。

9、应加强以系为基本单位的研究生课程体系建设，把一些研究生课程真正变为研讨性的课程，除了扩展显性知识的视野外，要特别注意科研经验和隐性知识的传授，从而提高研究生的科研能力。

10、允许教授（或副教授）根据自己承担的科研课题和经费支持能力决定招收硕士生、博士生、博士后的数量和雇佣科研辅助人员，逐渐在大学里形成以教授为核心的研究组，并让这些研究组的规模在竞争中维持和消长。这样就会逐渐出现一些拥有一二十名研究生的大研究组。

我们应该充分认识美国大学里以教授为核心，以研究生和博士后为主要成员的研究组机制，不仅对美国研究生培养质量和规模所具有的根本性意义，而且也是美国能在众多的科学领域获得和维持世界领先地位的关键。正是这种研究组机制造就了美国众多的世界一流科学家，包揽了 2/3 以上的诺贝尔科学奖奖牌。

对照美国的这种研究组机制，思考我国近些年来在高校和科研院所实施的各种旨在促进科学研究和高层次人才培养的计划，不难发现两者有一个关键的不同点：美国的机制对“事”，而我国的计划对“人”。我国的这些对“人”的计划肯定会在近期内对吸引和鼓励一些优秀人才起一定的积极作用，但

如果不能建立一种规范性的、公平竞争的机制，这些计划的消极作用就会逐渐显露出来。也就是说，美国大学的研究组机制可能具有长期的和根本性的意义。

总之，科学研究与研究生培养一体化是包括国家、大学、系和研究组 4 个层次的系统工程，需要多方和长期的努力才能在我国真正变为现实。但正如我国经过 10 多年的探索，认识到社会主义市场经济体制对我国发展的重要性后而肯花大力气克服重重困难进行经济体制改革一样，认识到科学研究与研究生培养一体化对我国科学发展和研究生质量提高和规模扩大所具有的根本意义，并肯花大力气进行科技体制、高等教育体制以及相关的各种改革，必将为我国经济发展和社会进步提供强大的科学基础和人才保障，使我国在 21 世纪成为科学大国和研究生培养大国。

参考文献和注释

- [1] 关于国家科学研究水平、大学研究和研究生培养能力有很多国际比较研究，其中通过科学文献及引证计量所获得的结果被比较普遍地采用。例如，A.Schubert, W.Glanzel 和 T.Braun 对世界 96 个国家 1981~1985 年所有主要领域的 2 649 种科学文献的统计结果为：美国人论文占总论文数的 36.8%，而英国、德国、法国和日本 4 国人发表的论文数之和占总论文数的 26.6%；美国人论文的被引证数占总被引证数的 50.8%，而英、法、德、日 4 国人论文被引证数之和占总被引证数的 25.4%。（A.schubert, W.Glanzel, and T.Braun, "Scientometrics Data Files: A Comprehensive Set of Indicators on 2 649 Journals and 96 Countries in All Major Science Fields and Sub-fields, 1981-1985," *Scientometrics* 16, nos. 1-6 (1989): 3-478）

美国的科学研究水平最突出地表现为大学的科研实力。目前处于美国前 10 名的研究型大学的科研实力，甚至英国老牌的牛津大学和剑桥大学及受到日本政府特殊重点支持的东京大学都不能与其相比。例如，对化学 4 个分支学科的引证分析表明：在世界前 25 名大学中有 18~20 个是美国大学或在世界前 10 名大学中有 8~9 个是美国大学。再如，在电气工程领域在世界前 25 名大学中有 20 个是美国大学（Institute for Scientific Information (ISI), "Lastest Citation Statistics," Sep. 1992. 8. "Chemistry That Counts," 1-2, 7-8; "Electrical Engineering Nifty 50" 7）。另外，根据英国经济学家 Richard Portes 运用其研究生产率的一组指标，表明在世界前 25 名大学的经济系中有 21 个是美国大学的经济系（Richard Portes, "Economics in Europe," *European Economoc Review* 31 (1987): 1329-1340）。

著名美国观察家，美国哈佛大学艺术与科学学院前院长 Henry Rosovsky 认为，到 20 世纪 80 年代后期，世界一流大学的 2/3 到 3/4 在美国（Henry Rosovsky, *The University: An Owner's Manual*. New York: W.W.Norton, 1990）

- [2] Burton R. Clark, *Places of Inquiry: Research and Advanced Education in Modern Universities*, Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1995, Page 151
- [3] Robert M. Rosenzweig, "Grant Financing: PI Salaries" *Science* 247 (March 23, 1990): "Letters"
- [4] OECD Report 1987, "Post-Graduate Education in the 1980s" (78)

（删去 5 篇英文参考文献）（责任编辑 肖庆山）