关于地球系统科学学科建设的几点意见

徐冠华

中华人民共和国科学技术部, 北京 100862

E-mail: xugh@tsinghua.edu.cn

大学的宗旨是培养有知识创造和传播能力的人和未来各行各业的领导者, 其第一要务是教育. 在知识爆炸的今天, 教育不可能面面俱到, 所以要有所侧重地按照不同学科专业进行知识传授. 学科的发展也随研究对象的发展变化而兴衰. 因此, 不断调整学科, 推动新兴学科的建设具有重要意义.

20世纪末, 随着科学技术的进步和全球变化问题日益突出, 国际上诞生了地球系统科学这一新兴学科. 近年来, 随着我国全球变化研究的深入, 从事地球系统科学研究的队伍也不断发展壮大. 因此, 有必要对地球系统科学的学科建设进行规划和设计.

本文从课程设置、教学组织、教材编写、招生与教学等方面提出作者的一些考虑, 供学科建设时参考.

1 课程设置

学科建设中课程设置问题涉及诸多因素, 其中四个方面的问题突出, 需要引起注意.

(1) 以需求为导向, 兼顾学术研究和面向应用两类人才培养. 人才培养如果不从需求考虑, 就很难有吸引力. 国家可持续发展的战略需求和学生未来的就业问题是地球系统科学学科建设的首要问题.

对于本科生教育, 建议开设一门全球变化和地球系统科学概述性的课作为公共课程. 从长远的发展来看, 它有可能变成一门很重要的面向全校的公共课. 由于可持续发展问题已经成为国家乃至全球共同关注的问题, 将来必然成为大学教育的重要内容. 因此, 有必要开展全球变化和地球系统科学的本科生通识课程教育.

对于研究生教育, 从需求上讲, 一部分学生将来要从事科学研究工作, 另外一部分学生要走向环保、健康、能源、金融、保险等各行各业, 运用自己在全球变化与地球系统科学领域的专业知识服务于社会. 这方面人才的培养, 要兼顾两个方面的需求.

对于将来从事科研工作的研究生, 应当学习各交叉学科的基础课程, 但不可能都要精读, 要重点培养他们向与地球系统科学相关学科提出问题的能力, 这是一个很高的要求, 也是最基本的要求.

徐冠华 中国科学院院士.

1994~1995 年任中国科学院副院长. 1995 年后任国家科学技术委员会副主任、党组副书记. 1998 年任科学技术部副部长、党组副书记. 2001 年 2 月任科学技术部部长、党组书记. 2008 年 3 月任第十一届全国政协常委、教科文卫体委员会主任.

对于将来服务于各行各业的研究生, 应当考虑培养学生具有行业延伸的能力. 学生在学校不可能把所有的行业知识都学到、学好, 但是他学到的知识可以支持他延伸到相应的行业应用. 比如经济学领域, 具备全球变化与地球系统科学这方面专业知识的人才, 是比单纯经济学家知识更全面的人才. 在社会科学和自然科学交叉领域, 比如金融、保险、灾害甚至外交领域, 都需要全球变化领域的人才. 这些都应在课程设置方面有所体现. 总之, 课程设置应当以需求为导向, 从研究和应用两个角度考虑.

(2) 课程设置除了考虑培养目标外, 还要考虑北京师范大学/清华大学等学校的优势和特色. 我们选定了四个研究方向(全球变化研究中的地球观测数据同化与应用、地球系统模式、人类活动和全球变化的相互影响机制、全球变化经济学), 一个大学很难把这四个方面都做全. 需要认真总结学校的优势, 明确主攻方向, 这是课程设置的基础.

(3) 课程设置还要善于体现多学科交叉的特点和特色. 在基础课程的设置方面, 可以从地球科学各个有关学科和物理学、化学、数学、计算机科学等学科提炼出必要的基础性且体现学科交叉的内容, 比如大气科学中是哪几个方面对全球变化研究起到支撑作用. 同样, 从地理、海洋、生态学甚至社会科学也提炼出相关的内容放在基础课程中. 在保持系统性、可衔接的前提下突出上述重点. 要避免在“大跃进”时期教材编写中只叙述定义、定理, 知其然, 而不知其所以然的失败教训. 专业课的设置, 可以从四个方向(对地观测、机制、模拟、经济学)分别考虑必要的课程. 这些专业课应当立足于不同方向的选修课, 而不一定都设为必修课, 即应强调打牢基础, 专业课不一定上那么多. 总

的来讲,就是让学生具有研究的能力,尽量开拓知识面.让学生有举一反三的能力,能够通过基础训练真正锻炼出解决问题的能力.

(4) 本科生课程设置注重阶段性,理论基础与实践应用课程相融通.对于本科生的培养,在不同阶段其课程的设置侧重点不同.在低年级阶段(大一),重点学习通识性教育课程,培养学生的科学与人文素养,并设置一些地球系统学科相关的研讨课,使学生对本领域有初步的了解.进入中间阶段后(大二、大三),重点加强专业基础与实践应用课程学习,尤其是计算机方面的知识需要重点加强,并通过课程设置强化实践.学生不论是以后从事科学研究工作,还是直接就业,编程能力都起着重要的作用.

在高年级阶段(大三下学期到大四),课程的设置可以研讨课为主.在此阶段,学生对未来的发展大概明确了.因此可以设置两方面的课程,一类开设学科前沿课程,帮助高年级本科生进入学术前沿领域,自主提出问题、分析问题和解决问题,培养敢于质疑、善于质疑的创新性人才;另一类则开设与其他学科相交叉的应用性的研讨性课程.加强地球系统科学与各校相关优势学科领域的交叉,使毕业生可以在更广泛的领域里就业.

2 教学组织

教学组织应考虑三个方面的问题:

(1) 教学与科研之间的关系需要正确处理.本质上,教学与科研是可以相融的.一方面,优秀的科研成果可用于补充和修改教学内容;另一方面,在教学过程中,教师可以发现新的科研问题.地球系统科学有很多值得研究的问题.承担教学任务的教师多承担着一定的科研任务,这是正常的,但是也普遍存在高等学校重科研、轻教学的现象.评价机制的导向导致他们将更多精力放在科研方面,不能保证教学质量,这是必须认真解决的问题.

设置教研室是一个很好的途径,可为各门课建立一个交流和提高的平台,是回归以教学为中心的体现.这样,科研项目组织方式和教研室的组织方式互相促进.有利于加强学科内教师的交流;有利于提高教学质量,改善教学效果.当然,现在就全面设置教研室,可能为时尚早.但是就一个研究方向而言,成熟一个就可以设置一个.

(2) 教学应当坚持开放的原则.有些课程应该迈出学校大门.比如,计算机科学方面的课程,北京师范大学学生可以到清华大学去上,反过来,清华大学的学生也可以到北京师范大学上地学课程;经济学的课则可到北京大学或者中国人民大学去上.

(3) 要特别注重科学精神的培养.全球变化研究中仍有诸多不确定性问题,地球系统科学是蓬勃发展的学科,要鼓励大家发表各种观点,包括不同意见,鼓励宽松和包容.教材编制和授课过程中,要鼓励各个学科的教师共同讨论,

鼓励学生参与,不断提高基础理论和技术课程的水平.

3 教材建设

一所大学要对中国地球系统科学领域有所贡献,就一定要编出几本最好的教材.在课程规划的基础上,尽管不能面面俱到,但教材的建设必须要逐步做起来.

(1) 构建一支高素质的教材编写队伍.地球系统科学领域的教材应该调动多所大学一起做,要联合相关院校、研究单位共同编出一套教材来.编写教材是学科建设的基础,也是一个长期的建设过程,所以需要建立一支高水平的专业队伍,形成合力.编著教材不求快,但是必须不断地推进.

(2) 教材的编写需要总体规划设计.地球系统科学领域涵盖的面很广,在规划教材编写时需要考虑到这些情况,不能面面俱到.一方面,需要考虑到地球系统科学领域通用基础性的教材;另一方面,需要结合各校优势研究方向,编写一些有特色并且高水平的专门教材.

除了组织人员编写教材以外,还应引入一些国外经典的书籍作为学生教材.教材不在于多,有些经典教材宜做精读材料.

(3) 教材形式的多样化.可以考虑由文字教材发展到集文字、音像以及多媒体为一体的多样化教材.可以借鉴当前一些比较好的在线课程平台,例如 MOOC(慕课),将一些好的教材放到互联网上,使更多的人更方便地了解地球系统科学学科.

(4) 建立激励机制.高水平教材是教学研究的重要成果之一,可以作为教师评聘、晋职的重要依据.对一些获得奖励的教材的主编和副主编,学校应制定办法给予奖励.

(5) 教材建设保障方面.为有效地推进教材建设,可设立教材专项基金以支持教师编写优秀教材.也可以通过减轻教师工作量和列入重要成果贡献等方式支持教师完成教材编写工作.通过多种形式更好地提高教师队伍编写教材的积极性.

4 招生与培养

关于学生招生与培养的问题,应通过设计有吸引力的专业和加强宣传,想方设法将最优秀的人招收到地球系统科学学科学习.首先要让学生感到未来有为国家服务和个人发展的空间.如体育界只培养世界冠军就很难招到人了,现在多是独生子女,谁都不愿意去做金字塔的塔基,如果没有高校特长生的优惠政策,不少家长不愿意把孩子送到体校去学体操或学乒乓球了.同样地,我们也面临类似问题,必须有出口,要给想进入这一行的学生一种可期待的远景,而不是让学生们觉得除了科研将来无事可做.事实

上,地球系统科学学科有很广阔的空间,可以培养出面向社会很多重要领域的人才。所以,招生的问题一定要抓住,核心就是把需求前景研究透,我们不能哄骗家长和学生,要多调研把这个问题搞清楚。

此外,要建立好的机制,争取一批有志于在全球变化领域研究的优秀本科生,尤其是数学、物理、化学和生命科学系的本科生,在本科四年级的时候就到地球系统科学学科学习。在教学机制创新方面,解放思想,吸引多学科的本科生。深圳华大基因,作为一家企业,他们既搞基础研究又搞高技术产业的发展,已经在 *Nature* 和 *Science* 等刊物发表了多篇论文,而这些论文的作者就有在校大学生,甚至是高中生。

建设地球系统科学学科也是一样,要把有理想和专业优异的人不惜代价招进来;现在各校都重金招聘院士,我看真正重要的是不拘一格,采取各种政策措施吸引优秀的青年人才。有最优秀的人,才能做最出色的事,才能建设成一流学科,这是地球系统科学学科建设的根本。

在研究生培养方面,发挥导师对研究生的学科前沿和科研方法的指导。同时,也应当考虑如何完善导师激励机制,把培养研究生的质量作为激励导师的依据,把研究生获得优秀学位论文、获得研究生国家奖学金、发表高水平学术论文等能够体现研究生培养质量的指标,作为评价导师的重要标准。

在研究生培养过程中,应加强与国外地球系统科学领

域知名大学的联合培养,例如地球观测方面,美国马里兰大学较为领先,地球系统模式发展方面普林斯顿大学有优势,全球变化与人类活动机制方面哥伦比亚大学和加州大学有优势,极地方面北欧国家的大学较先进,我们应该加强与这些学校之间的合作。

5 总结与展望

学科建设不可能一蹴而就,在不同的阶段重点做哪几件事,要有一个分阶段的实施方案,和一个相应的组织保障,这样就可以稳步推进。前一段工作,我们重点抓了科研,目前取得良好进展。虽然短期内未必能出大成果,但我们的科学研究已经步入正轨,形成了一个良性循环的机制,相信在三年、五年、十年以后,一定会做出很好的成果。基于此,现在抓学科建设,已是当务之急。这也是当前国家开展一流学科和一流大学建设的时代要求。我们前一段不是没有抓,我们研究生的 37 门课程都已开课。但当前,我们要花出精力来做一个全面的规划,把学科建设搞起来,形成大家的共识,一步一步地往前推进。

每所学校的历史都是由各位同仁创造出来的,我相信中国的地球系统科学也可以在各校创造历史。中国全球变化与地球系统科学研究院还不多,我们不能仅仅满足做国内一流,而是要努力成为国际一流。我们应当有这样的信心,我也有这样的信心,通过共同的努力做成这件事。

注 本文为 2010 年 11 月作者在北京师范大学地球系统科学学科建设研讨会上的讲话。发表前清华大学官鹏、北京师范大学程晓、北京林业大学黄季夏和作者本人作了补充和修改。

Summary for “关于地球系统科学学科建设的几点意见”

On the development and education of the discipline of Earth system science

XU GuanHua

Ministry of Science and Technology, Beijing 100862, China
E-mail: xugh@tsinghua.edu.cn

Near the end of the 20th century, as the science and technology advance and the prominence of issues related to global change, Earth system science emerged as a new science addressing global change problems for sustainable development. Several institutions in China have established educational and research programs on Earth system science. Although there has been a well-formed framework, how to develop this new science in China and to promote higher education in Chinese universities requires careful organization and planning.

First, how to develop the curriculum of Earth system science? Education of Earth system science needs to face with the demands of the society, to cover both the academic and application aspects. Meeting the nation's sustainable development requirements and enabling future employments of students should be considered as the top priority. For undergraduate education, Earth system science should include an introduction level common course open to the entire university. Sustainable development is such an important subject to the nation and to global governance, it should become a major component in the curriculum of Earth system science for university-wide instruction. Students at the graduate level should be divided into two groups. Those with academic interests should focus on strengthening basic knowledge in various interdisciplinary subjects. Emphasis on Earth system science training should be placed on the ability of students in raising critical questions in cross-disciplinary fields. On the practical aspects, Earth system science training should pay attention to the extension capability of students in applying learned knowledge to such fields as environmental protection, health, energy, finance, insurance and others where Earth system science skills are highly demanded. Since Earth system science is highly interdisciplinary, not a single program can cover every aspect. For example, we proposed four major directions on global change and Earth system science, i.e., Earth observation and data assimilation in global change studies, Earth system modeling, the interaction mechanism between human activities and global change, and global change economics. Different universities should have different emphases based on their own strengths. In summary, curriculum designed should be based on societal needs and the disciplinary strengths of individual universities.

Second, how to organize instruction on Earth system science? Instruction groups should be formed to organize instructors better investigate and exchange ideas for effective teaching. Students should also be allowed to take classes from multiple universities. Cultivating students with excellent scientific spirits should be encouraged. This is particularly important at a time when there are a large amount of uncertainties in global change research.

Third, how to develop a set of textbooks? Textbooks on Earth system science should integrate specialists from multiple universities. Tasks should be assigned based on strength of each individual instructor according to overall planning and design. Textbook materials should take advantage of the different forms of instructions including internet-based platforms. Textbook writing and editing should be better rewarded in the evaluation system of an institution.

Fourth, how to recruit and educate students? Curriculum should be designed attractive to students from high schools to colleges. Recruitment efforts should be made through proper propaganda. Effective communication should be made so that potential students can easily become aware of the good opportunities in future employment and growth potential of the Earth system science discipline. Multiple pathways towards gaining Earth system science knowledge should be designed so that college students at various level could choose to enter into our program. Proper international collaboration with first-class programs in the world should be established to allow those distinguished students with international educational needs to be met.

Earth system science, disciplinary development, university education

doi: 10.1360/N972017-00799