

·学科进展与展望·

走向“地球系统”的科学： 地球系统科学的学科雏形及我们的机遇

刘东生*

(中国科学院地质与地球物理研究所 北京 100029)

[摘 要] 地球系统科学(Earth System Science)提出将近 20 年过去了,现在我们对于地球系统科学有了什么样的理解?地球系统科学有没有比较明确的学术或学科框架?我们应该怎样应对地球系统科学发展的机会和挑战?这是本文想探讨的问题。

[关键词] 地球系统科学,全球变化, Gaia 假说,人类世

引言:从几本“地球系统科学”专著谈起

自从 20 世纪 80 年代中后期“地球系统科学(Earth System Science)”提出以来,国际上相关的学术研究和出版物就接连不断。那么将近 20 年过去了,到现在我们对于地球系统科学有了什么样的理解?地球系统科学有没有比较明确的学术或学科框架?

我们先看看最近出版的有关地球系统科学方面的专著。手头现有多本相关的书籍。R. W. Christopherson 的 *Geosystems*^[1]是一本有关自然地理的教科书, W. K. Hamblin & E. H. Christiansen 的 *Earth's Dynamic Systems*^[2]是自然地质学的教科书。这两本书和 W. G. Ernst 主编的 *Earth Systems*^[3], F. T. Mackenzie 的 *Our Changing Planet: An Introduction to Earth System Science and Global Environmental Change*^[4]有相似的编排风格,虽然侧重点不完全相同,但大多包含自然过程(分圈层或分过程叙述)和人口、资源及人类活动对环境的影响等两大部分内容。S. M. Stanley 的 *Earth System History*^[5]显然是一本地史教科书,但与以往相同主题的教科书相比,作者更强调“过程”,对不同地质时期论述时特别关注生命演化的构造、环境演化背景,体现了“系统”性。L. R. Kump 等人的 *The Earth System*^[6]和 M. C. Jacobson 等人的 *Earth System Sci-*

ence: From Biogeochemical Cycles to Global Change^[7]则特别强调地球系统的“演化和过程”,如碳循环、各圈层相互作用和风化侵蚀问题等,以及从地球早期演化到现代大气成分变化等一系列全球变化问题。W. F. Ruddiman 的著作 *Earth's Climate: Past and Future*^[8]虽然重点是谈地球气候演化的,但是全书从构造时间尺度谈到千年尺度和人类活动影响,构造演化、冰冻圈、季风、大洋深水和碳循环等主题贯穿始终,不同圈层相互作用的机制成为解释地球气候演化的核心逻辑。

从这几本地球系统科学著作看,大家对地球系统科学的理解还是有明显差异的,地球系统科学的学科与学术框架基本上处于模糊的状态。但是,重视地球系统的演化和各圈层相互作用过程,关注人类活动对地球环境的影响,显然又说明大家在这个问题上有趋同的认识。如何理解地球系统科学,地球系统科学会朝什么方向发展,这是我们共同面临的重大问题。在此,我们拟谈谈对这个问题的一些思考,作为引玉之砖。不妨先回顾一下地球科学从地质学发展到地球系统科学的历程。

1 历史回顾

如果对地球科学的发展历史作一个简单回顾,我们本着“厚今薄古”的原则由远而近可以将它划分为三个时期,即地球科学的系统、系统的地球科学和

* 中国科学院资深院士。

本文于 2006 年 6 月 27 日收到。

地球系统的科学三个阶段。

第一个阶段,我们称之为“地球科学的系统”形成时期,大体上从18世纪末算起,到20世纪60年代初结束。这个阶段是地球科学(最开始是地质学)从作为一门科学的诞生,到学科系统基本形成的时期。虽然人类对地质现象的观察和记录比这早得多,但是地质学成为一门科学,稳妥的时间可以放到18世纪末。当时 Abraham Gottlob Werner(1750—1817)发展了水成说(Neptunist theory, 1777), James Hutton(1726—1797)出版了他的著作“*Theory of the Earth*”(1795)。到了19世纪30年代,地质学的发展到了一个重要的时期,标志性的事件就是1830—1833年 Charles Lyell(1797—1875)出版了他的3卷本巨著“*Principles of Geology*”, 1835年世界上第一个接受政府财政直接资助的国家地质调查所在英格兰和威尔士成立。1845年,法国化学家和矿山工程师 Jacques J. Ebelmen(1814—1852)发表了关于化学风化与碳循环的先驱性论文。1899年美国科学家 T. C. Chamberlin^[9]发表了有关大气 CO₂ 变化与冰期成因的论文,将碳循环与地球气候变化联系起来。到了20世纪早期,地球科学的许多分支得到发展,岩石学、地球化学、地层学和沉积学、古生物学、构造地质学、地貌学、冰川学以及勘探地球物理学、石油地质学等都有深入的发展,到1944年 Arthur Holmes 出版他的经典著作 *Principles of Physical Geology* 时,地球科学的学科系统已经在书中明晰显示了。20世纪早期虽然是所谓的地球科学“停顿”时期,但是一些重要的发现和理论铺垫仍然使它光彩炫目。比如,1903年放射性的地质意义被确认,1906、1907年对地壳的识别,1909年 Moho 不连续面的发现,1926年地核流体外核的确认,1936年固体内核的确认,1912年发表的 Alfred Wegener(1880—1930)的革命性论文“*Die Entstehung der Kontinente*(*The Origin of Continents*)”等等。古气候方面, M. Milankovitch 于1913—1941年间发表了一系列论文,阐述轨道因素是如何通过影响太阳辐射的时空分布来驱动地球气候变化的。这一阶段地质学与其他学科的结合产生了一系列重大成果,突出的有地质学与生物学的结合催生了达尔文的生物进化理论,通过地质学与化学的结合,克拉克奠定了地壳元素丰度和地球化学研究的基础等。

第二个阶段,我们称之为“系统的地球科学”时期,从20世纪60年代初算起,以“板块构造”学说带来的地学革命为标志。这一时期的地质学与物理学

的结合成果最为突出。从1960到1968年,板块构造学说从萌芽到成形,其中,海底扩张的认识,洋中脊磁条带的发现,磁场反转的放射性测年,海底转换断层的研究等都是标志性的工作。板块构造学说对于地球科学的意义在于,第一,它首次真正意义上将地球当作一个整体来研究,第二,首次从资料上、逻辑上将全球构造、沉积、古生物、古气候变化以及地球物理和地球化学等方面的研究统一在一个认识框架之内,使得地球科学真正成为一个相互关联的“系统”的科学。大约在同一时期,对于地球气候演化过程和机制的研究进展也具革命性,和 Wegener 大陆漂移学说得到验证和发展相似, Milankovitch 的冰期天文成因学说也得到来自海洋沉积氧同位素记录和海平面变化记录的验证,包括中国黄土研究成果等都成为支持 Milankovitch 学说的重要证据,使得 Milankovitch 学说成为迄今第四纪和古气候研究领域最为成熟的理论。

从20世纪80年代中后期开始,我们认为,地球科学进入了发展的第三个阶段,就是“地球系统的科学”时期。这个时期开始的标志就是“地球系统科学”的提出和作为大规模研究计划的实施,特点就是地球科学内部及地球科学与其他学科之间的深层次结合。地球系统科学(Earth System Science)作为一个名词最早出现在1986年美国国家航空和宇航管理局(NASA)的一份初步报告中(Earth System Sciences Committee)^[10]。而在此之前的1983年11月,美国国家航空和宇航管理局顾问委员会就任命了一个地球系统科学委员会(Earth System Sciences Committee, ESSC)来考虑国家航空和宇航管理局的地球科学计划,强调把地球科学作为各个部分相互作用的一个系统加以统筹考虑。1988年,出版了名为“*Earth System Science: A Closer View*”的详细报告。国际科联(ICSU)1995年出版的报告在“地球系统科学”标题下则包含了4项计划,它们是:世界气候研究(WCRP)、国际地圈生物圈计划(IGBP)、全球环境变化人文领域(IHDP)和生物多样性(DIVERSITAS)。这些计划的最大特点是重视综合和多学科的研究,强调把地球当作一个系统来考虑其中的各种过程。从时间尺度上看,针对全球变化进行的地球系统科学研究着重关注几千年至几百万年和几十年至几百年两类时间尺度的过程,而将古气候研究定位在长短时间尺度间的联系上。与这些研究计划对应,还发展了一系列的观测系统,如:地球观测系统(EOS)、全球气候观测系统(GCOS)、全球海洋

观测系统(GOOS)、全球陆地观测系统(GTOS)和全球环境监测系统(GEMS)等。2001年7月,由IGBP、WCRP、IHDP和DIVERSITAS等4个研究计划联合形成了一个新的研究伙伴,即“地球系统科学研究伙伴(Earth System Science Partnership)”,以开展不同学科之间的合作研究、地球系统分析和模拟以及区域研究合作等。2004年,IGBP秘书处编辑出版了“Global Change and the Earth System, A Planet Under Pressure”报告^[11],对近20年来有关地球系统和全球变化研究的新认识作了概括。

2 问题的核心

那么,作为一个学科系统,或者一个新的认识框架,“地球系统科学”的核心问题是什么?我们认为,下面几个问题是无法回避的。

第一,什么是“地球系统”?

强调“地球系统”科学,我们就应该了解什么是“地球系统”,地球系统区别于其他行星系统的特征是什么,为什么会有这些特征和区别。我们理解,地球系统与其他行星比较,最大的特征就是“她”是一个构造上“活”的行星,同时又是一个“生命支持系统”,有着生物地球化学过程的负反馈机制,维持生物圈的生存和发展,也维持着人类社会的生存发展。但是,为什么地球系统会有这些特征?地球与其他行星“人猿相揖别”的分叉口在什么地方?

第二,“地球”什么时候、如何成为一个“系统”?

地球作为一个行星,它是如何演化成为生命支持系统的“地球系统”的?

从固体圈层看,地核和地幔的分异大约在地球形成的最初100 Ma(Ma:百万年)内就已完成,而地壳和地幔的分异则可能要晚得多,大约在地球形成后1800 Ma,岩石圈才固化,形成类似现代的板块^[12]。这些过程既与地表圈层过程有关,又对地表圈层的分异和演化影响很大,但是学术界对此认识还很不足,大多处于猜测状态。地球什么时候、如何形成了适合生物圈存在的具负反馈(生物反馈、化学反馈)功能的表层系统,也远没有明确的认识。

第三,“地球系统”的行为机制如何?是否可预测?在多大程度上可调控?

我们认为,地球系统科学是通过对地球系统各个组成部分及其相互作用的深层次综合研究,认识地球系统的行为机制,据以评估、预测各种自然、人为干扰对地球系统的影响及地球系统的可能响应,并探索趋利避害、合理适度的调控策略,以达到人和

地球环境的和谐、可持续发展的科学体系。要实现地球系统科学的目标,我们就需要知道,从地球历史上看,地球系统是如何演化的?在不同时期地球系统对各种干扰是如何响应的?地球系统的变化幅度(如气候变化)是如何限定的?什么过程是关键?什么负反馈机制起到平抑波动的作用?导致地球系统发生突变的不同驱动的“阈值”如何确定?从未来预测方面看,我们也要了解,地球系统在不同尺度上的变化有何特征?地球系统对于人类活动的干扰有多大的承受力和敏感度?不同区域的响应有什么共同点和差异?人类干扰下的地球系统行为是否在可控范围之内?

3 学科与学术思想端倪

围绕着这些核心问题,目前我们对于地球系统科学能清晰或隐约看到的图景有哪些?下面是我们一些不成熟的看法和不完整的例证。

可能的核心学科系统:

(1) 固体地球系统演化。这一学科系统应该是融合了地球物理、地球化学、构造地质学、地层学、地质年代学、岩石矿物学等多种学科,以岩石圈为重心,以地球内部各圈层相互作用的过程和历史为研究对象,目的是了解固体地球系统的演化过程、特征和机制。

(2) 地球气候-生物-环境系统演化。这一学科系统以岩石圈演化为背景,以天文因素和构造因素为外部驱动机制,研究大气圈、水圈、生物圈演化的过程及相互作用,重点是地球气候-环境系统的负反馈机制的形成、生物因素和物理化学因素在其中的作用以及负反馈机制在地球环境变化中的意义等。

(3) 全球生物地球化学循环。这一学科系统研究的重点是过程,尤其是对生命支持系统起关键作用的碳循环等过程的影响因素、变化机制和可调控性等问题。这方面的研究联系过去和未来,既重视机制研究又关注预测研究,既是理论,也是指向对地球环境进行科学意义上调控的工程性探索。

初露端倪的学术思想(假说)举例:

(1) Gaia 假说

Gaia 假说由英国独立科学家 James E. Lovelock 于 1972 年首次提出^[12],并经多次完善改进。这个假说认为地球就像一个超级有机体,生物演化与环境变化是耦合的过程,生物通过反馈对气候和环境进行调控,造就适合自身生存的环境。Gaia 假说强调生物在地球系统演化中的关键作用,提出之初并

没有得到学术界的重视和肯定。但是,这一假说将微观过程和宏观过程统一起来考虑,其思想具有很强的启发性,并且,这一假说提出了多个有待检验的预测,这使得它在相当程度上区别于那些没有证伪机会的非科学命题。

(2) 雪球假说(Snowball Earth Hypothesis)

雪球假说是美国科学家 Joseph L. Kirschvink 1992^[13]年最早提出,用来解释新元古代全球性的大规模冰川活动成因的。雪球假说认为,由于新元古代太阳常数比现在低约6%,加上大气CO₂浓度相对较低,使得地球变冷,冰川广布,而由于冰川表面对太阳辐射的反射率极高,形成失控的反射率—气候变冷的正反馈,直到将地球带进雪球环境。雪球假说对新元古代地层中的铁矿条带(Banded Iron Formation, BIFs)、碳酸盐帽(Cap Carbonates)和碳同位素漂移(Carbon Isotope Excursions, CIE)等现象比较合理的解释^[14],使得这一假说很有吸引力。同时,雪球假说也为研究地球系统演化的极端性划定了一个“冰室”环境的边界。

(3) 抬升-风化假说(Uplift-Weathering Hypothesis)

抬升-风化假说是美国科学家 M. E. Raymo 和 W. F. Ruddiman 针对新生代全球气候变冷机制于20世纪80年代末提出的^[15],这一假说的核心是强调青藏高原等在新生代的抬升造成地形起伏,使得地貌的不稳定性增加,而抬高的地形也有利于冰川发育,加上因季风加强导致迎风面降水大量增加,从而加大侵蚀量和新鲜岩石的暴露,加强硅酸盐岩的化学风化和随之而来的碳酸盐沉积,进而降低大气CO₂浓度,使得全球气候变冷,最终导致北半球高纬大范围的冰川活动。这一假说秉承 T. C. Chamberlin(1899)的冰期理论,发展了BLAG假说^[16]中有关碳酸盐岩-硅酸盐岩化学风化在地球气候演化中的反馈作用的思想,将岩石圈构造演化与地球气候演化进行了机制联系。与Gaia假说不同的是,风化假说认为化学风化中非生物反馈机制本身就可以起到稳定地球气候的作用。当然,生物活动加速化学风化,对地球气候演化到底有什么影响,还没有明确认识。

(4) 人类世(Anthropocene)思想

人类作为地球上对环境影响最大的生物体,其活动范围和力度已经使地球主要温室气体开始经历50万年以来最强的扰动。地球环境能否经受住如此快速的扰动?这一扰动会让地球环境向什么方向

发展?基于这些忧虑,诺贝尔化学奖获得者 P. J. Crutzen 等人于2000年提出了人类世(Anthropocene)的思想^[17],认为地球环境从18世纪末工业革命开始,因人类活动的强烈影响,已经偏离自然演化的状态,进入了人类世。古气候学家 W. F. Ruddiman^[18]则认为,人类活动对环境的显著影响可以追溯到上万年前,因森林砍伐、稻作农业和动物饲养,人类活动早在8000—5000年前,就已对温室气体变化产生重要影响,并进而对地球气候变化产生重要影响。Ruddiman进一步推断,如果没有历史时期人类活动对温室气体增加的贡献,地球气候可能已经开始进入到下一个冰期了。

与以往的学说,比如板块构造学说、Milankovitch学说等相比较,上述几个假说最大的特点就是,这些假说都试图通过联系大气圈、水圈、生物圈和岩石圈中的多个圈层或人类活动与地表各圈层的相互作用,来解释地球系统行为,而以往的学说往往偏重解释单一圈层的过程、响应和变化。应该指出,对这些假说或思想目前学术界还都存在争论,但是,这些假说或思想的提出和接受质疑、检验的过程已经为我们深入理解地球系统行为机制及人类活动对地球系统行为的影响、建构地球系统科学的学术框架提供了前所未有的机会。

4 一些重大难题、机遇和对策

上述讨论表明,地球系统科学的学科和学术构架还没有清晰呈现,如何发展地球系统科学,是一个有待讨论的重大课题。我们的想法是,可以从目前面临的一些学术难题入手,通过深入研究问题,达到对地球系统的更深了解和对地球系统科学的渐趋完整的认识。

一些重大难题举例:

(1) 固体地球演化与地球气候-生物-环境系统演化的关系

地球固体圈层演化和地表各圈层演化之间到底有什么关系?地球气候和生物演化在多大程度上受控于固体地球的变动?这是研究地球系统科学不得不面临的重大问题。具体说,比如,地史上地幔柱事件——超大陆分裂对地球气候有什么影响、板块开闾对生物演化又有什么意义等等问题都是极具综合性和挑战性的。

(2) 生物反馈和非生物反馈,谁是平抑地球气候极端变化的主因

Gaia假说认为生物反馈造就了适合自身生存的

环境,风化假说则强调化学风化的负反馈作用可使地球环境-气候波动不会走向失控的极端状态。证实或完善这些假说,需要从地史的证据和实验、数值模拟等多方面来进行。

(3) 温室—冰室气候形成转换机制

地球气候演化其实就是冰室—温室不断转换的历史,但是,每一个冰室或温室状态的形成机制可能不完全相同。研究温室和冰室状态的持续时间长短、转换快慢过程及其机制,是研究地球系统过程的重要内容。最近的温室—冰室转换过程就发生在新生代晚期约 3 Ma 前后,在海洋和陆地(黄土)都有详细的记录,这为我们研究地球温室—冰室转换过程机制提供了非常好的机会。

(4) 生命系统对气候-环境系统变化的韧性

地球系统作为生命支持系统,其气候-环境变化对生物生存和演化具有重大意义。我们需要明了地质历史上,对于地球气候-环境的极端和突然变化,生命系统具有多大的韧性和适应性?生物灭绝和存活的主控因素是什么?在当今人类活动对自然环境和气候产生重大影响的时期,生物生存、灭绝的机制是什么?

(5) 人类活动对地球气候-环境系统的影响

人类活动已经成为影响地球气候-环境系统的重要营力,这一点已被学术界普遍接受。但是,人类活动是从什么时候开始对地球环境产生重要影响的?最近几千年来的地球环境,如温室气体的变化主要是自然变化还是人类活动引起的?人类活动对地球气候-环境系统的总体影响如何度量?这些问题涉及气候-环境变化的理论和人类活动影响的评估,对我们的环境决策也关系重大,而我国在这些方面又有丰富的地质、生物记录和考古材料,值得重视和深入研究。

上述重大难题举例难免挂一漏万,即便如此,我们也可以看到,地球系统科学的思想 and 学术难题为我们提供了重要的研究机遇。面对这个机遇,我们应该采取什么对策?在此我们想谈几点不成熟的看法:

(1) 研究与学科布局

我们认为,国家(尤其是国家自然科学基金委员会)应该敏感意识到地球系统科学发展的脉络和进程,组织和支持研究力量,积极进行学科布局,就一些地球系统科学重大问题及时跟踪和深入研究,以作出我们应有的贡献。

(2) 学科之间的合作与综合

地质学和物理学、化学的结合造就了地球物理

学(Geophysics)和地球化学(Geochemistry),地球化学和生物学的结合形成了生物地球化学(Biogeochemistry),这些交叉学科都已经发展成为极具生命力的学科。可以预见的是地学和生物学的进一步结合,如 Geobiology,地学和考古学等的结合,如 Anthropocene 研究等,地学和工程科学的结合,如 Earth System Control 研究等,将成为未来富有活力和创造力的新兴学科。对此我们要有敏感的认识,积极引导和鼓励学科之间深层次的合作交流与综合。

(3) 评估体系与鼓励假说和创新

应该看到,我国在地球科学领域的创新性假说或理论方面是一个弱项,我们的学术环境、评估体系如何鼓励创新,如何鼓励提出假说,值得认真考虑。学术史上新思想、假说的提出需要长期学术积累和创造性思维的突破,其最初境遇往往比较艰难,也未必有“立竿见影”的成果呈现。我们应该在政策和措施上形成一个相对宽松的学术环境,鼓励自由探索,允许不同学术观点的提出和争论,同时加强大学和研究生阶段的创新教育,鼓励青年学者在学术前沿大胆探索,真正形成创新性的研究氛围,培育创新性思想得以发芽、生长的土壤,使我国学者能为地球系统科学的形成和发展贡献更多富有原创性的思想和成果。

参 考 文 献

- [1] Christopherson R W. Geosystems: An Introduction to Physical Geography (3rd ed.). Prentice-Hall, 1997. 656.
- [2] Hamblin W K, Christiansen E H. Earth's Dynamic Systems (10th ed.). Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, 2004. 759.
- [3] Ernst W G (ed.). Earth Systems. Cambridge University Press, Cambridge, 2000. 566.
- [4] Mackenzie F T. Our Changing Planet: An Introduction to Earth System Science and Global Environmental Change (3rd ed.). Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, 2003. 580.
- [5] Stanley S M. Earth System History. W H Freeman and Company, New York, 1999. 615.
- [6] Kump L R, Kasting J F, Crane RG (eds.). The Earth System (2nd ed.). Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, 2004. 419.
- [7] Jacobson M C, Charlson R J, Rodhe H et al (eds.). Earth System Science: From Biogeochemical Cycles to Global Change. Academic Press, San Diego, 2000. 523.
- [8] Ruddiman W F, Earth's Climate: Past and Future. W H Freeman and Company, New York. 2001. 465.

[9] Chamberlin T C. An attempt to frame a working hypothesis of the cause of glacial periods on an atmospheric basis. The Journal of Geology , 1899 ,(7) : 545—584 , 667—685 , 751—787.

[10] Earth System Science Committee of the NASA Advisory Council , Earth System Science : Overview. Washington D C , National Aeronautics and Space Administration , 1986. 48.

[11] Steffen W , Sanderson A , Tyson P D et al. Global Change and the Earth System , A Planet Under Pressure. Springer-Verlag , Berlin , 2004. 335.

[12] Lovelock J E. Gaia as seen through the atmosphere. Atmospheric Environment , 1972 , 6 : 579—580.

[13] Kirschvink J L. Late Proterozoic low-latitude global glaciation : the snowball Earth. In : Schopf J W and Klein (eds.). The Proterozoic Biosphere , A Multidisciplinary Study. Cambridge University Press , Cambridge , 1992. 51—52.

[14] Hoffman P F , and Schrag D P. The snowball Earth hypothesis : testing the limits of global change. Terra Nova , 2002 , 14 : 129—155.

[15] Raymo M E , Ruddiman W F , Froelich P N. Influence of late Cenozoic mountain building on ocean geochemical cycles. Geology , 1988 , 16 : 649—653.

[16] Berner R A , Lasaga A C , Garrels R M. The carbonate-silicate geochemical cycle and its effect on atmospheric carbon dioxide over the past 100 million years. American Journal of Science , 1983 , 283 : 641—683.

[17] Crutzen P J , Stoermer E F. “ The Anthropocene ”. IGBP Global Change Newsletter , 2000 , 41 : 17—18.

[18] Ruddiman W F. The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago. Climatic Change , 2003 , 61 : 261—293.

STEP INTO EARTH SYSTEM SCIENCE :
RUDIMENT EARTH SYSTEM SCIENCE AND OUR OPPORTUNITIES

Liu Dongsheng

(Institute of Geology and Geophysics , Chinese Academy of Sciences , Beijing 100029)

Abstract The concept of Earth System Science has been proposed for a couple of decades. In the following text , we majorly discussed the new ideas and academic architects , and new developing challenges as well as opportunities of this rudiment academic subject.

Key words earth system science , global change , gaia hypothesis , anthropocene era

· 资料 · 信息 ·

首届中美计算机科学高峰论坛在京举行

在中国国家自然科学基金委员会(NSFC)和美国国家科学基金会(NSF)的共同倡导和组织下 ,中美首届计算机科学高峰论坛(US-China Computer Science Leadership Summit)于 2006 年 5 月 23 日在北京航空航天大学举行 ,来自美国的 15 位大学计算机系主任、中国的 30 位大学计算机学院院长(或系主任)和一些资深专家参加了高峰论坛。

此次高峰论坛是中美双方在计算机科学技术领域第一次高层次、大范围的交流活动 ,主题是“ 合作、友谊、创新 ”,旨在促进中美双方的交流与合作 ,共同探讨计算机科学技术研究与教育的现状、关键问题和发展方向。与会代表进行了充分而热烈的讨论 ,内容涉及计算机科研与教育的总体状况、计算机学

科的师资队伍建设、计算机专业博士生培养机制、计算机科学技术的创新机制、计算机科学的基金管理机构与研究承担机构建设、中美在计算机科学技术领域的未来合作等。

在建设创新型国家的进程中 ,提高我国计算机科学技术的研究水平、自主创新能力和高层次人才培养质量是科学研究与高等教育面临的严峻挑战 ,此次论坛有利地推动了中美双方在计算机科学研究与教育方面的交流和对话 ,为今后的合作打下了良好基础。

(信息科学部 供稿)