



未来20年欧洲固体地球科学路线图展望*

中图分类号: P; 文献标识码: A; doi: 10.3969/j.issn.0235-4975.2013.06.001

引言

2012年10月,英国地质调查局(BGS)、瑞士联邦理工学院(ETH)、德国地球科学研究中心(GFZ)等多家单位在巴黎举行“欧洲固体地球科学路线图展望”(A Forward Look to a Roadmap for Solid Earth Science in Europe)会议,旨在对未来欧洲固体地球科学发展提出设想。此次会议后,经广泛讨论,于2013年1月形成咨询建议报告“2013—2033年欧洲固体地球科学路线图展望”(A Forward Look to a Roadmap for Solid Earth Science in Europe for 2013—33 (and beyond))。该报告围绕固体地球科学的关键研究问题、基础设施和联合项目展开,本文就其主要内容作一简单介绍。

1 未来20年欧洲固体地球科学研究的 关键问题

1.1 如何降低自然灾害造成的危害,并且 让社会可以更从容应对灾害?

在气候变化过程中,极端天气事件(例如暴雨和干旱事件)将会变得更加普遍。暴雨将造成洪水和物质坡移(mass wasting)而形成灾害。有关气候变化对这些事件的发生频率和规模的影响,现在还不是很清楚。对气候变化的研究可以更好地理解这些事件的触发过程,从而开发一些预测工具以量化对社会的影响。

1.2 在模拟和理解气候敏感性时,如何整合 不同种类的代用指标和样品类型?

在海洋和陆地沉积物、冰芯、化学沉积物和其他代用指标中,都记录着地球系统对气候变化的响应和敏感性。研究过去事件和地球历史对于我们了解过去以及未来地球对气候的响应非常关键。最大的挑战则是,这些来自不同代替指标的信息如何整合在一起。

1.3 在过去和未来气候变化引起的水文过程 和物质坡移过程中,我们如何评估它们对地球的影响,以及生态系统和 我们人类文明对其做出的响应?

全新世拥有地球最完整的气候和环境变化记录。早期人类文明的研究发现,外在因素如气候变化和人类自身因素如农业和畜牧业的兴起,导致土壤退化和水的流失,这些都为我们关于生态系统和人类对环境压力的响应提供了经验教训。社会必须对由气候变化造成的水资源时空分布的不断变化做出响应。农业方法、电力生产和其他活动如何适应这种新的气候状态,将是未来数十年的最主要的研究挑战。

1.4 应对地震、滑坡、海啸和其他自然灾 害时,如何建立更好的物理基础设施?

最近数十年自然灾害造成的死亡事故绝大多数都是由地球过程有关的灾害造成,如地震和火山。加深对这些灾害的促发过程的了解非常关键,可以提升我们预测灾害的发生概率。

* 收稿日期: 2013-05-15。

1.5 如何做到最好的风险沟通,使灾害对社会的影响降到最低?

灾害发生的风险和灾害的暴露度与脆弱性是自然科学和社会科学研究的关键领域。提升建模能力和加强风险沟通以减轻灾害对社会的影响是一个主要挑战。

1.6 如何建立更好的方法体系来评估天然资源的规模、储存条件和安全开发的方法,包括可再生和非可再生资源、水、金属、废弃物处理等?

在欧洲乃至全世界,各种天然资源的供应和消费都面临挑战。可再生能源将会发挥越来越大的作用。使用替代能源如页岩气等需要开发可靠的、安全的回收方法。未来数十年,南欧的许多地方和各主要城市,大量清洁水的供应将会变得越来越困难。保护地下水和地表水、防止过度开采和污染将是一个重大的科学和技术挑战。为缓解欧洲当前几乎完全依赖进口金属的局面,则需要先进的现代技术,并且还可能需大量欧洲国家的采矿业的复兴。关键的挑战领域包括:地下资源及废物埋藏(如水、CCS、放射性废物);能源原位开采(如地热、煤和页岩气);采矿业的新兴技术和基础设施(如稀土矿产、生物矿床、矿物集合体);提高资源的采收率(如石油/天然气开采、矿物回收利用、非常规油气资源)等。

1.7 地球是如何起源的?地核、地幔、地壳、大气和海洋是如何演化的,生命又是如何起源的呢?

生命的起源——我们为什么在这里?可以说是地球科学最引人注目的问题。过去十年地球科学在该领域已经取得了重大进步,但是关键细节仍尚不清楚。形成地球的无数种要素是如何达到平衡的?原始地球的深部都经历了怎样的过程,在这个适宜生存的星球演变过程中,他们又起了什么作用?为什么地球如此独特,金星则没有板块构造、没有水、没有磁场以及没有生命?这是涉及多

学科的问题,从野外地质学的地球化学、生物地球化学、行星科学,到实验调查以及无数次的地核形成、地幔结晶以及早期地球形成模拟等。我们应该如何理解类似后增薄层假说等范式,以及他们对地球系统的影响。解决这些困惑可以为我们提供模型的初始和边界条件,试图量化并确定那些自地球形成以来深部地球、海洋和大气共同演化出生命的过程,我们可以明确地球历史中生命的起源和演化。欧洲地球科学家当前正位于该研究的最前沿,并获得大量的设备以推进在该领域的新发现。

1.8 深部地球过程如何控制地球的演化?

地球内部对流和散热过程中,深部地球物质的动力学过程起着非常重要的作用。对流的类型和强度控制着地壳的生长和地幔的挥发物质传送到海洋和大气。地幔物质的亏损和再循环,特别是水,对于地幔流变和对流都有非常大的影响。因为这些过程控制着物质进入和离开地表从而使地球保持适宜的表面,该领域依然是当前地球科学的巨大挑战之一。随着实验岩石学、矿物物理学、实验研究、数值模拟和地球化学等的进步,我们现在可以在该领域取得重大进步。

1.9 深部地球动力、地表过程、水文和气候是如何相互联系的?

多尺度理解板块构造和板块模型,结合多学科和基础设施,研究地球深部和地表过程。模拟地球系统历史以及演化对理解气候和元素周期必不可少。

2 基础设施

为了方便研究,对新的和现有的基础设施的投资非常必要。虽然在国家层面必要的设施都已存在,但是还需要加强合作和增加欧洲的成员/区域,并且发展共享输出的必要设施(基本数据、导出数据、模型等)。急需的基础设施清单如下:①多参数的观测和研究中心(链接地球物理、地球化学、水

文、气象、环境参数等),可以提供永久性综合监控超级站点;②多参数设备工具,以提高特定区域的分辨率;③大型野外实验的移动设备;④用于地球科学监测的卫星飞行任务;⑤用于海底、断裂带、冰下的钻井设备;⑥钻孔观测网络;⑦海底电缆网络;⑧已有的冰芯和沉积物数据与海洋和大陆基础设施的连接设备等。

3 联合项目

必须清楚认识到需要长期开展的多学科的国际项目,在欧洲地球科学的一些大型计划中可以找到相应的项目,以下是来自“地平线2020”(Horizon2020)科研和创新计划下面的协同研究(CR)或基础设施项目(RI)和联合项目行动(JPI)的清单:①地球资源(包括化石燃料、可再生能源和矿产)(JPI3;

CR);②地球科学与社会——影响及通讯(CR);③地缘安全(包括大城市)(CR);④极端事件和风险(自然的和人为的)(CR);⑤气候敏感性、影响和适应性(CR);⑥地球深部和地表的相互作用(包括气候)(CR);⑦生命、地球以及其他星球等的起源(CR);⑧地质微生物(CR);⑨欧洲钻井(RI);⑩数据共享(RI);等。

资料来源: <http://www.bgs.ac.uk/earth-ScienceEurope/downloads/ESERoadmapConsultation.pdf>

原文题目: A forward look to a roadmap for solid earth science in Europe for 2013-33 (and beyond)

(中国科学院国家科学图书馆兰州分馆/中国科学院资源环境科学信息中心 刘学 编译)

(编译者电子信箱, 刘学: liuxue@llas.ac.cn)

Nature Geoscience: 地球内核中的铁质并非坚若磐石*

中图分类号: P541; 文献标识码: A; doi: 10.3969/j.issn.0235-4975.2013.06.002

5月12日, Nature Geoscience发表了题为“Strength of iron at core pressures and evidence for a weak Earth's inner core”的文章,指出地球内核中的铁的硬度仅为之前认为的40%。

以往的研究表明地震波到达内核的各个方向的时间并非一致,也就是说内核本身并不均匀。随着时间推移和承受着巨大压力,内核已经是由熔融的铁原子组成,并成纵向平行排列。内核铁原子变形排列的强度和速度可以影响早期地球的演化和地磁场的发展。但研究人员表示,内核的这种变化在一定程度上影响地磁场,但是至于其如何影响及影响的程度,目前还不得而知。研究人员利用钻石铁砧单元的独特实验装置挤压铁,

使铁所受压力达300万个大气压,从而再造了地球内核的条件。实验得出,地球内核中的铁的硬度仅为之前认为的40%。在这种极端压力下铁的塑性是如此弱让人非常吃惊,研究人员表示这种强度的测量可以帮助理解在长时间尺度下地核的变形,从而影响我们对于地球和行星演化的传统思考方式。因此该发现对地球以及地核的演化理论具有重大意义。

资料来源: Nature Geoscience, 2013. doi:10.1038/ngeo1808

原文题目: Strength of iron at core pressures and evidence for a weak Earth's inner core

(中国科学院国家科学图书馆兰州分馆/中国科学院资源环境科学信息中心 刘学 编译)

(编译者电子信箱, 刘学: liuxue@llas.ac.cn)

* 收稿日期: 2013-06-09。