科学通报 2018 年 第 63 卷 第 36 期: 3883 ~ 3884
专题: 深地生物圈 编者按
《中国科学》杂志社
SCIENCE CHINA PRESS

中国深部地下生物圈亟待研究



殷鸿福

中国科学院院士, 中国地质大学(武汉)教授. 曾任中国地质大学(武汉)校长、教育部地球科学教学指导委员会主任. 主要从事地层学及古生物学研究, 创导地球生物学新方向, 并领导了古、中生代界线的全球层型(金钉子)建立工作, 使之设在中国浙江长兴.

习近平主席在 2016 年全国科技创新大会报告中指出: “向地球深部进军是我们必须解决的战略科技问题”. 在我国一批地球科学领域专家的建议下, “中国地球深部探测计划”被列入国家重大科技项目议程. 深部地下生物圈是地球深部圈层的一部分, 也是实现“深地”科技战略的重要内容之一. 我国正在组织一批大陆科学深钻研究, 其中就包括深地生物圈的探测和研究. 另一方面, 2016 年国家自然科学基金委员会启动了水圈微生物重大研究计划. 2017 年科技部将微生物组计划列入日程. 国际上, 2016 年美国国家微生物组计划启动. 国际大洋钻探计划(IODP)、国际大陆钻探计划(ICDP)、深部碳观察(DCO)等对深地生物圈的国际研究方兴未艾. 在深地战略和地质微生物研究双重推动下, 我们向中国科学院地学部提出“中国地下深部生物圈”(简称深地生物圈)学科发展战略研究项目的申请, 并得到批准, 作为 2017~2018 年的学科发展战略研究项目立项.

深地生物圈是指陆地及海底表面以下, 不依赖阳光为能量来源的生物圈. 目前我国的城市地下空间开发一般仅 30~50 m, 至多 100 m, 远不能满足城市发展和备战的需要. 从支撑深地资源空间来说, 要求形成 3000 m 以浅矿产资源勘探成套技术能力、2000 m 以浅深部矿产资源开采成套技术能力, 储备一批 5000 m 以深资源勘查前沿技术, 油气勘查技术能力扩展到 6500~10000 m; 另外, “透明地球”技术体系建设, 也要求达到 4000 m 深度. 上述各方面的要求, 大部分都在深地生物圈范围之内, 也就是说深地生物圈是地球深部的重要组成部分. 而我们目前对其知之甚少, 深地生物圈像是个正、负面影响未知的潘朵拉宝盒, 因此在实行深地科技战略时, 对深地生物圈的研究就显得十分必要和迫切.

深地生物圈还代表着地球最早期及球外星体等极端环境下的生命, 对于生命起源及火星等球外星体的生命探索有重大意义. 它们生物量巨大, 种类繁多, 代谢途径多样, 对油气及矿产资源的形成、元素地球化学循环与气候变化过程起着重要的调控作用. 同时它们也是潜在的微生物资源, 有望在地下空间开发、能源资源、医学、环保等领域发挥重要作用. 因此对深地生物圈的研究将大大提高我们对地球生命-环境-资源相互作用的认识, 是地球系统科学不可缺少的组成部分, 也是实现向地球深部进军的“深地”科技战略的重要内容之一.

深地生物圈研究又是生命科学和地球科学的重要交叉学科. 它不仅涉及微生物学、生物化学、基因组学及生态、进化、生物多样性(系统发育、生物分类和功能)、生物地理学等生命科学学科, 又涉及地质学、地球化学和地球物理学, 以至生物地球化学循环和气候变化等地球科学学科. 在技术上它要采用野外观测、深地样品获取、分离培养、原位实验室系统与深部地下实验室等手段. 所以深地生物圈研究必将大大推动地球科学、生物学、技术和信息科学的交叉融合和加速发展, 成为地球系统科学中联系地球深部和表层, 阐述圈层之间相互依存关系的重要内容.

两年来, 项目组分别在北京、上海、武汉等地召开了 5 次会议, 组织或参与组织了 3 次国际学术会议、1 次国内学术会议和 1 次野外考察. “中国地下深部生

© 2018《中国科学》杂志社

物圈”学科发展战略研究报告已基本完成. 该报告不仅从研究历史、现状与展望, 基本概念与特征, 能量来源与物质循环, 开发与利用, 平台与技术等多角度, 全方位地介绍深地生物圈研究, 而且力图从中提炼出中国深地生物圈研究的中、近期目标, 及主要科学和技术问题, 从而明确今后突破的方向. 项目组基本上囊括了国内深地生物圈研究的知名专家, 应该说两年来的活动推动了国内深地生物圈研究的学术交流. 在 2018 年 6 月召开的第十九次院士大会地学部工作报告中亦对本项目进展作了肯定. 这两年间, 还先后成立了中国微生物学会地质微生物分会, 中国深部地下生物圈观测研究委员会(DSB). 国内深地生物圈研究势头前所未有, 可以期待深地微生物的研究在中国科学院、科学技术部和国家自然科学基金委员会的联合支持下, 将有一个迅猛发展的未来, 可为我国科技和社会发展作出更大的贡献.

2018 年 3 月 17~18 日, 在北京召开了“中国深部地下生物圈”科学与技术前沿论坛. 中国科学院殷鸿福、周忠和、赵国屏、邓子新、沈树忠、潘永信院士、中国工程院谢和平院士等及来自 38 个院校和研究机构的 200 多位国内外专家、学者和研究生参加了此次论坛的学术交流和讨论. 本期“深地生物圈”专题的 5 篇文章展示了本次论坛和其他学术会议部分成果. 董海良[1]撰文对深地生物圈作了全面系统的评述, 介绍了深地生物圈的研究进展、关键科学问题以及主要研究内容. 文章资料丰富, 内容新鲜及时, 论述有据. 邵宗泽[2]对深海热液区黑暗能量生态系统中化能自养微生物的多样性、起源演化与环境作用进行了全面阐述, 指出这类深海微生物通过氧化热液中的还原性物质获得能量, 形成热液生态系统初级生产力. 其演化过程、多样性分布特征与影响因素、与热液环境的相互作用、及热液生物共生机制, 是目前重要研究内容. 陈虹等人[3]提出了一个重要问题, 即在深地生物圈研究中不应忽略数量 10 倍于细菌的病毒这个“全球尺度过程的纳米尺度推动者”的研究. 评述了深部生物圈病毒的分布规律和环境调控因素、多样性和群落结构、生活方式和活性、与宿主相互作用、生态效应和生物地球化学意义, 在此基础上对深部生物圈病毒的研究方向提出了建议. 蒋永光和石良[4]通过对页岩气开采、核废料安全处置和 CO_2 深地封存等活动的影响, 阐述了人类如何改变深地的物理、化学环境, 从而改变了微生物群落的结构及功能, 而后者又如何反过来作用于环境和人类活动. 该文对于今后的深地开发有重要的借鉴作用. 云媛等人[5]对陆地深地生物圈中的洞穴生物圈进行研究. 洞穴滴水微生物代谢功能的季节性变化显示了洞穴滴水是连接洞穴内部和外部环境的桥梁. 这类微生物可作为联系地球深部和表层相互作用的纽带.

谨呈此专题以飨读者, 希望它能起到抛砖引玉的作用.



中国地质大学(武汉)

参考文献

1 董海良. 深地生物圈的最新研究进展以及发展趋势. 科学通报, 2018, 63: 3885–3901
2 邵宗泽. 深海热液区化能自养微生物多样性、代谢特征与环境作用. 科学通报, 2018, 63: 3902–3910
3 陈虹, 蔡兰兰, 焦念志, 等. 深部生物圈病毒研究进展与展望. 科学通报, 2018, 63: 3911–3919
4 蒋永光, 石良. 人类活动对深地微生物的影响. 科学通报, 2018, 63: 3920–3931
5 云媛, 程晓钰, 王纬琦, 等. 喀斯特洞穴滴水细菌群落组成及其代谢功能的季节性变化. 科学通报, 2018, 63: 3932–3944