

科学研究动态监测快报

2017年5月15日 第10期（总第256期）

地球科学专辑

- ◇ 中亚油气资源分布格局与开发现状
- ◇ “一带一路”沿线国家自然灾害风险
- ◇ 中亚矿产资源分布格局与开发现状分析
- ◇ 美国智库 CSIS 评论中国石油净进口现状和应对政策
- ◇ 美国将制定新的海上油气开发五年计划
- ◇ 美国提出火山科学研究面临的三大突出挑战
- ◇ Nature: 逆冲断层快速开闭是东日本大地震破坏巨大的关键
- ◇ 废水注入速率或与俄克拉荷马州最大地震有关
- ◇ EGU 发布分辨率最高的极地海域地图集
- ◇ 美国部署新型海洋波动观测漂流器
- ◇ Nature: 撒哈拉沙漠增暖导致更多极端风暴
- ◇ 最新研究表明水是地壳形成的关键组分
- ◇ 研究指出压裂废水的意外泄漏对当地的地表水构成威胁

中国科学院兰州文献情报中心
中国科学院资源环境科学信息中心

中国科学院兰州文献情报中心
邮编: 730000 电话: 0931-8271552

地址: 甘肃兰州市天水中路 8 号
网址: <http://www.llas.ac.cn>

目 录

“一带一路”专稿

- 中亚油气资源分布格局与开发现状..... 1
“一带一路”沿线国家自然灾害风险..... 3
中亚矿产资源分布格局与开发现状分析..... 6

能源地球科学

- 美国智库 CSIS 评论中国石油净进口现状和应对政策..... 9
美国将制定新的海上油气开发五年计划..... 11

地震与火山学

- 美国提出火山科学研究面临的三大突出挑战..... 11
Nature: 逆冲断层快速开闭是东日本大地震破坏巨大的关键..... 13
废水注入速率或与俄克拉荷马州最大地震有关..... 14

前沿研究动态

- EGU 发布分辨率最高的极地海域地图集..... 14
美国部署新型海洋波动观测漂流器..... 15
Nature: 撒哈拉沙漠增温导致更多极端风暴..... 15
最新研究表明水是地壳形成的关键组分..... 16
研究指出压裂废水的意外泄漏对当地的地表水构成威胁..... 17

中亚油气资源分布格局与开发现状

油气资源合作是“一带一路”倡议的重要内容，“一带一路”沿线国家/地区是当前我国油气资源进口最主要的来源区。处于陆上“丝绸之路”经济带沿线的中亚地区，油气资源储量十分丰富，开发潜力巨大，与我国地理位置临近，交通运输便利，著名的第二亚欧大陆桥横贯该区。目前，中亚地区已成为我国能源安全体系的不可缺失的重要组成部分和举足轻重的一翼。

1 中亚油气资源分布

中亚地区的油气资源主要分布在西部的里海及其附近陆域。目前，里海海域已探明石油储量 $27.4 \times 10^8 \text{t}$ ，天然气储藏量约为 $7.89 \times 10^{12} \text{m}^3$ ，分别占世界石油和天然气总储量的 8% 和 4.3%。

从国家分布来看，中亚油气资源主要分布在哈萨克斯坦、土库曼斯坦和乌兹别克斯坦三国（表 1）。哈萨克斯坦以石油资源为主，探明储量高达 $39 \times 10^8 \text{t}$ ；土库曼斯坦则以天然气资源为主，探明储量达 $17.5 \times 10^{12} \text{m}^3$ 。乌兹别克斯坦油、气资源兼备，但在储量上不及上述两国。

表 1 中亚国家油气资源分布

国家	石油储量/ 10^8t	天然气储量/ 10^{12}m^3
哈萨克斯坦	39	1.5
土库曼斯坦	1	17.5
乌兹别克斯坦	1	1.1

2 中亚油气资源及勘探开发现状

哈萨克斯坦境内的油气田分布极不均匀，西哈萨克斯坦是油气聚集的中心地带，全国 90.4% 的原油和全部的天然气均产自该区。哈萨克斯坦有三大油气田：田吉兹（Tengiz）油田、卡沙甘（Kashagan）油田、卡拉恰干纳克（Karachaganak）油气田。

土库曼斯坦主要气田区块有：复兴气田区块、阿姆河右岸天然气区块、达夫列塔巴特区块（储量约 $2 \times 10^{12} \text{m}^3$ ，是土库曼斯坦目前最大的已开采气田）。乌兹别克斯坦约 75% 的石油储量集中在卡什卡达里亚州，主要在科克杜马拉克油田（近 70%），天然气主要集中在阿姆河（布哈拉—希瓦）区域。

中亚油气行业几乎被各国国有企业垄断（哈萨克斯坦国家油气公司、土库曼斯坦石油公司、土库曼斯坦天然气公司、土库曼斯坦地质公司、乌兹别克斯坦国家石油天然气公司），外国投资比重较小，但是，已有增加的趋势，主要的外部合作开发

者有意大利埃尼集团（ENI）、美国埃克森（Exxon）、法国道达尔（Tatol）、中国中石油（CNPC）和俄罗斯 ITERA 公司等。

3 中亚油气资源生产及消费

中亚地区丰富的油气资源储量带来的直接结果是充足的油气产量，而高产量的背后却是各国有限的消费能力（图 1、2），供大于求的格局使得该区域有大量的剩余油气资源可供出口，且油气资源的出口量在产量中所占比重高，2011 年分别达到 79.83%和 38.66%。

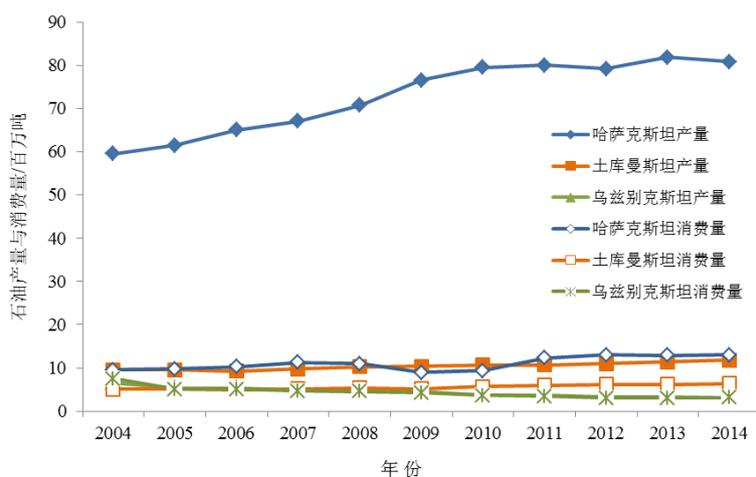


图 1 2004—2014 年中亚国家石油产量与消费量

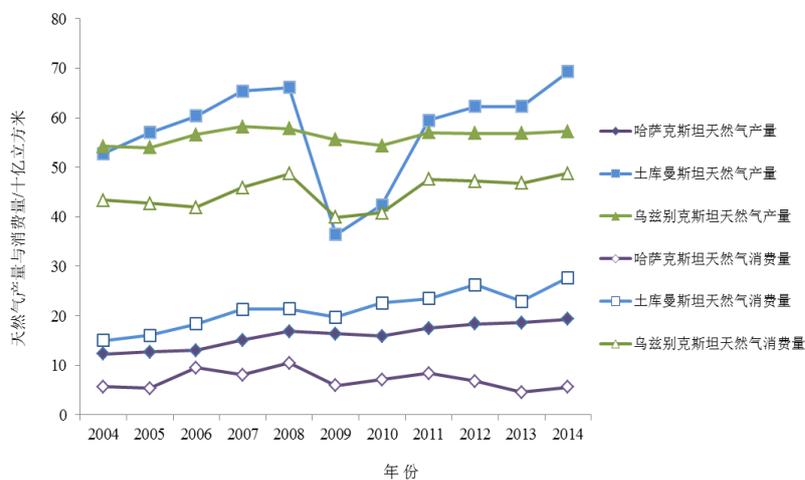


图 2 2004—2014 年中亚国家天然气产量与消费量

4 中亚油气资源开发的科技需求

(1) 含油气盆地基础地质研究

目前，中亚地区的盆地已获得可观的油气储量。但是，该区地质条件复杂，而苏联解体又大大削弱了各国的勘探开发能力，使得勘探开发难度进一步增大。滨里海盆地石油资源丰富，曾有西方大石油公司在该区的风险区块进行勘探，共钻井 17 口，但却无功而返。未来，相关基础地质研究（区域地质研究、含油气盆地分析、

油气层系分布、烃类运移聚集特征等)的加强将进一步推动油气资源的发现。

(2) 油气勘探开发技术研发及服务

2000年以来,全球最让人激动的两个大型油田发现之一即是哈萨克斯坦的卡沙甘(Kashagan)油田。但是,鉴于卡沙甘油田恶劣的自然地理条件、复杂的开采工艺(例如,高含硫化物、硫醇有毒天然气对距油田70 km以内的居民健康产生严重威胁,需要实施直接回注地层的工艺),油田开发需要使用高品质、现代化设备及材料,而目前哈萨克斯坦还无法生产这些设备和材料。此外,加之环保要求,油气田的技术服务标准进一步提升。

(3) 炼化工艺升级及改造

以哈萨克斯坦为例,其三大炼油厂由于设备陈旧,炼制不出足够的高标号汽油和航空煤油,无法满足其国内对成品油的需求(尤其是高标号汽车汽油),40%还需从俄罗斯进口。为进一步提高加工能力,需要对炼厂进行以提高石油加工深度为重点的升级改造。

(4) 能源基础设施建设及优化布局

俄罗斯与中亚地区油气贸易体系在前苏联时期就已经形成,原有的能源基础设施布局使俄罗斯与中亚地区油气资源的开采、运输、加工、使用等成为固定模式。近年来,随着中哈石油管道、中国—中亚油气管道的建设及使用,这一局面开始有所改变,但也引起了中亚油气资源利益相关各方的重视。

(中科院兰州文献情报中心战略情报研究部 郑军卫,赵纪东,刘文浩)

“一带一路”沿线国家自然灾害风险

“一带一路”沿线国家自然灾害易发、多发和频发,灾害类型多样,抗灾能力弱,严重威胁当地生命财产安全、通道安全、投资安全,制约经济社会发展。同时,“一带一路”倡议实施的公路、铁路、油气管线、水电工程等基础设施建设也面临着严重的灾害风险。灾害的发生还可能引起“一带一路”沿线国家之间社会、经济甚至政治的连锁反应,灾害风险已成为沿线国家所共同面临的重大现实问题,减灾需求迫切。

1 “一带一路”自然减灾风险严重

紧急灾难数据库(EM-DAT)自然灾害数据显示,1900—2015年“一带一路”欧、亚、非三大洲65个国家,近50年自然灾害发生数量急剧增长(图1),尽管因自然灾害死亡的人口有所减少(图2),但生活在灾难易发地区人口总量上升,仍导致经济损失逐年大幅递增(图3)。

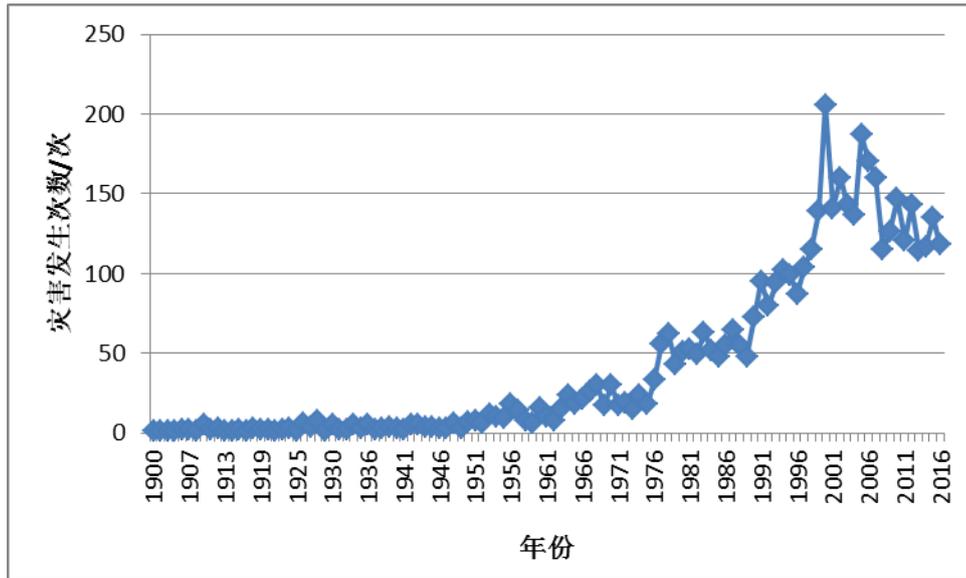


图1 1900—2016年“一带一路”沿线国家灾害发生次数

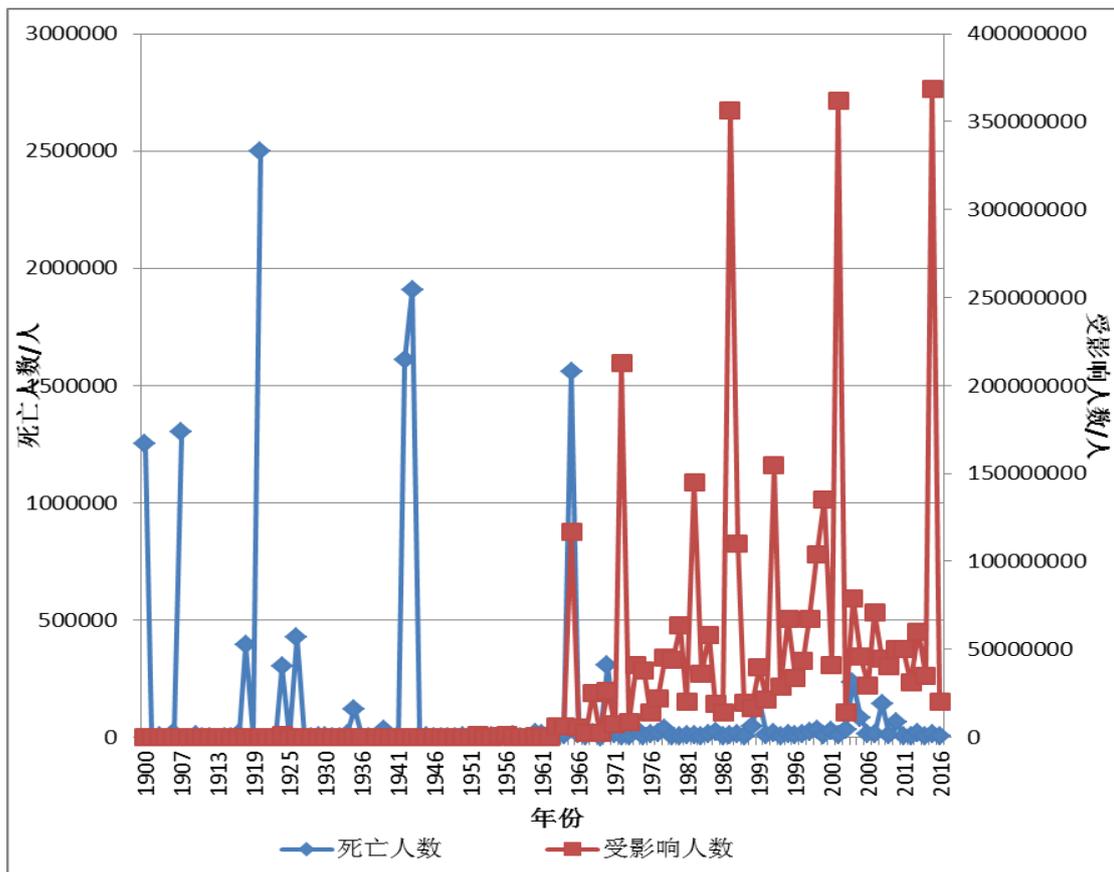


图2 1900—2016年“一带一路”沿线国家灾害死亡人数和受影响人数

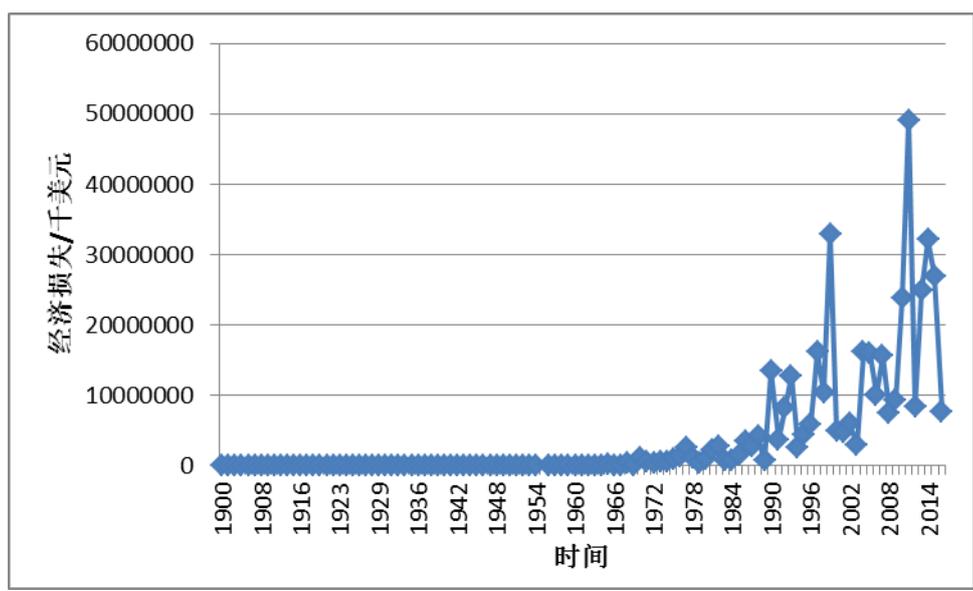


图3 1900—2016年“一带一路”沿线国家灾害经济损失（千美元）

非政府组织德国观察发布的《全球气候风险指数 2017》报告指出，1996—2015年，全球受极端天气事件影响排名前十的国家中，有6个是“一带一路”沿线国家（表1）。

表1 1996—2015年气候风险指数：受影响最严重的10个国家

排名 1996-2015 (1995-2014)	国家	气候风险指数得分
1 (1)	洪都拉斯	11.33
2 (2)	缅甸	14.17
3 (3)	海地	18.17
4 (4)	尼加拉瓜	19.17
4 (4)	菲律宾	21.33
6 (6)	孟加拉国	25.00
7 (8)	巴基斯坦	30.50
8 (7)	越南	31.33
9 (10)	危地马拉	33.83
10 (9)	泰国	34.83

由以上图表示例可以看出，“一带一路”沿线国家不仅是灾害风险很高，而且是灾害损失很严重的区域。这一情况又以中国、南亚和东南亚最为严重，中东欧尽管自然灾害总体数量不多，但仍然有一些重大的灾害。

2 “一带一路”防灾减灾的问题与挑战

“一带一路”沿线国家多为发展中国家，受经济发展水平限制，在防灾减灾和救灾方面经验不足、重视不够、投入不高，共同造成了自然灾害发生后的严重损失。自然灾害风险不能有效防控，势必将影响“一带一路”的实施效果和推进。因此，关注灾害防御与救灾合作，已经成为“一带一路”战略部署中不可或缺的重要环节¹。推进“一带一路”沿线国家防灾减灾国际合作面临诸多挑战：

¹ 新浪财经. “一带一路”防灾减灾亟待破题. <http://finance.sina.com.cn/roll/2016-06-06/doc-ifxsxvexw8511694.shtml>

(1) 防灾减灾任务繁重。自然灾害多发，受影响人数和经济损失逐年递增。

(2) 应灾能力总体较弱，制约防灾减灾有效实施。许多“一带一路”沿线国家经济体量较小，自然灾害对经济发展的冲击巨大。许多国家主要关注灾害发生以后的家园重建，对灾害预防的重视程度不够，缺乏必要的风险转移机制。

(3) 国际合作尚未达到集群效应。一方面许多沿线国没有参与到重要的区域间防灾减灾国际合作中，另一方面没有专门针对“一带一路”国家间防灾减灾合作的平台与框架。

3 “一带一路”防灾减灾的措施与建议

目前“一带一路”沿线国家面临严重灾害风险、防灾减灾能力与国际合作基础薄弱，需要推进地区间国际合作，增强“一带一路”防灾减灾能力，为“一带一路”建设保驾护航²。

(1) 构建针对“一带一路”的防灾减灾区域合作机制。充分利用现有的区域性多边外交平台，强化相关国家对防灾减灾问题的关注与合作，并构建面向政府间合作、面向公众的专属的合作机制。

(2) 加强科技对防灾减灾的支撑能力。利用大学能力，通过了解当地主要风险、降低灾难损失、进行培训和路线规划、向居民提供防灾减灾设备、提高居民公共意识等几个方面绘制灾情防范地图，帮助地方政府构建防灾社区。

(3) 将灾害预防理念融入“一带一路”重大工程项目中。对于在建的重大工程项目，需要充分评估可能面临的灾害风险，做好相应的灾害预防和防灾抗灾建设。对于尚未开展的各项建设，国际投资机构在能源、城市开发、交通等不同领域也要充分考虑相关的灾害管理，将防灾减灾理念纳入主流，降低自然灾害可能带来的损失，提高经济投资效益。

(4) 引入保险机制，为灾害发生提供稳定的资金保障。通过市场化的运作机制将自然灾害损失风险转移至资本市场，运用参数保险、再保险、巨灾债券等金融创新工具，管理“一带一路”自然灾害风险，保障灾后重建资金和有效控制灾害损失。

(中科院兰州文献情报中心战略情报研究部 裴惠娟 安培浚)

中亚矿产资源分布格局与开发现状分析

矿产资源领域合作是“一带一路”倡议的重要组成部分。一些沿线国家拥有丰富的矿产资源，是世界矿物原材料的主要供给基地，在全球经济和社会发展中的“举足轻重”。特别是我国紧缺的铜、锰、铬等矿产和战略性新兴矿产却是中亚国家的优势资源，因此，加强与中亚国家矿产资源领域的合作，对于缓解我国的资源压力，

² 许闲. “一带一路”防灾减灾合作：挑战与应对. 国际问题研究,2017,(1):33-44

保障资源安全具有重大意义。

1 中亚矿产资源潜力

中亚 5 国地处中亚成矿域，该区面积超过千万平方公里，是全球矿产资源潜力最大的区域之一，也是世界上最重要的以铜、金为代表的多金属成矿区之一。目前已查明了若干重要成矿带，如阿尔泰地区的铜、多金属、金矿带；蒙古南部的铜矿带；哈萨克斯坦北部的金、铀矿带；中哈萨克斯坦（环巴尔喀什湖地区）的铁—锰、铜、多金属和稀有金属成矿区；中天山南缘的金、铜、钼、钨矿带等。

2 中亚优势矿种分布

据美国地质调查局（USGS）最新数据显示（表 1）：中亚五国的黑色金属矿产以铬、锰和铁 3 种矿产为主，集中分布在哈萨克斯坦，储量分别位居世界第 1、第 8 和第 11 位。有色金属方面，钼、锌、锑等矿种的储量在世界上占有突出地位。金矿在中亚地区广泛的、成群带的分布，探明金矿储量达 4333t，占全球总量的 8.5%。其中乌兹别克斯坦的探明储量居世界第 7 位。

表 1 中亚国家优势矿产资源分布（USGS，2017）

国家	优势矿种	储量	世界排名
哈萨克斯坦	铁	25 亿 t	11
	锰	500 万 t	8
	铬	2.3 亿 t	1
	钼	13 万 t	10
	锌	1100 万 t	5
乌兹别克斯坦	金	1700t	7
	钼	6 万 t	12
吉尔吉斯斯坦	钼	10 万 t	11
塔吉克斯坦	锑	5 万 t	6

3 中亚矿产资源开发情况

中亚铜、铬、锰的开发程度较高，以哈萨克斯坦的欧亚自然资源集团（ENRC）为主（同时，该集团也是世界第三大铁铬合金生产商），阿尔马雷克采冶联合企业（Almalyk）是乌兹别克斯坦唯一开采铜矿的企业。2015 年哈萨克斯坦锰矿石产量 22.2 万 t，世界排名第 9 位；铬铁矿产量 549 万 t，世界排名第 2 位。在金矿的开发中，除土库曼斯坦外，中亚其余四国均生产黄金（图 1），乌兹别克斯坦是中亚最大的黄金生产国，该国黄金开采集中在克孜勒库姆中部地区，最重要的黄金生产商当属国有企业纳沃伊采冶联合公司（NMMC）。

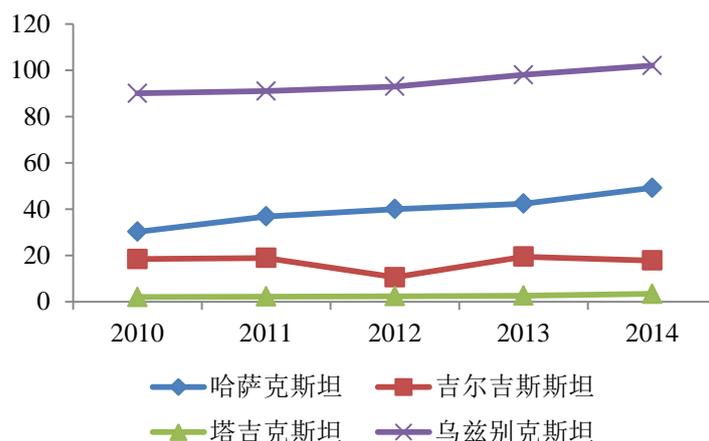


图1 2010—2014年中亚国家黄金产量(t) (据国研网)

4 中亚矿产资源开发的科技需求

(1) 成矿理论与机制研究

由于地质演化过程明显有别于环太平洋成矿域和特提斯成矿域，中亚成矿域具有一些特征鲜明的成矿作用。但是，目前还未形成具有广泛影响力的成矿模式、成矿理论。中亚成矿域的成矿类型繁多、机制多样、过程复杂，这远不能被已有的成矿模型所涵盖。因此，在理清地质演化过程的基础上，进一步查明成矿机制，揭示成矿模式，深化成矿理论研究将是其必由之路。

(2) 矿产资源勘查

中亚国家的矿产资源丰富，勘查开发潜力巨大，但就总体而言，由于各方面原因，其地质工作程度仍然相对较低，而地质环境又十分复杂，野外实地工作难度大，因此，需要探索并实践遥感技术，并结合野外工作进行验证。同时，要建立以数据驱动为基础，在数据驱动结果基础上，应用已获得理论对数据驱动结果进行修正的混合模型是目前较有前景的大型矿集区识别与预测方法。

(3) 矿产资源开发

基础设施建设滞后是制约中亚各国矿产资源开发的重要因素之一。中亚诸国的基础设施普遍是前苏联遗留下来的，非常薄弱，不少矿山距大城市较远。根据矿区距离中心城市的距离合理建设基地显得非常必要。近几年，中亚各国政府普遍要求国有企业引进国外先进的技术设备，提高找矿和冶炼效率，提高综合回收率，减少矿业开发对环境的破坏。

(中科院兰州文献情报中心战略情报研究部 刘学, 赵纪东)

美国智库 CSIS 评论中国石油净进口现状和应对政策

2017 年 4 月 10 日，美国智库战略与国际研究中心（CSIS）发表文章《能源事实与观点：中国石油净进口问题》（Energy Fact & Opinion: China's Net Oil Import Problem），分析了中国石油净进口的形势，对比了中美能源独立、安全危机和应对能源安全问题的政策异同，分析中国多项能源安全应对政策的特征，认为中国石油供应逆差将持续增长，或将面临巨大的能源安全危机和挑战。

1 主要事实

（1）美国向中国原油出口量近日创下历史新高，3 月占中国市场份额的 14%。中国是 2 月份从美国采购原油量最大的国家，同时也是 3 月份美国战略石油储备（SPR）首个出口方。

（2）美国、加拿大和巴西原油能够满足中国这个世界最大的石油需求市场的净进口量的持续增长。

（3）由于石油需求的持续增长与生产能力的下降，中国 2016 年原油净进口量增长了 0.7 mb/d，估计将在 2017 年继续增长 0.5 mb/d，2018 年增长 0.4 mb/d。2016 年中国石油和其他液体燃料的产量为 4.9 mb/d，比 2015 年下降了 0.3 mb/d。这个产量下降的趋势将持续，2017 年或将继续下降 0.2 mb/d，2018 年下降 0.1 mb/d。

（4）中国石油生产受到石油价格崩盘的打击尤为严重，即使政府支持，资本支出和生产水平也相对成熟，但是仍然受到了较高成本的遏制。

2 主要观点

（1）中国面临的能源独立危机与美国的经历相似

中国现在似乎正在重走美国在 1995 年至 2005 年期间的净石油进口增长的路子。1995 年，美国石油和其他液体燃料净进口量约为 8 mb/d，在随后的十年内增长超过了 4 mb/d，至 2005 年超过了 12 mb/d。之后的十年内又经历了大幅下降，在 2015 年约为 5 mb/d。因此，美国如何处理能源独立面临的挑战，并且扭转这一趋势，提高能源安全基础的经验做法值得中国关注。

（2）中美应对能源独立的政策差异

美国能源信息管理局（EIA）前任行政长官曾在《能源独立宣言》（*A Declaration of Energy Independence*）一书中确定了 7 项关键政策措施。这些政策措施包括建立一个非常大规模的战略石油储备、研究非石油依赖型的汽车、创造税收优惠、将替代燃料引入市场、确保电力的更多使用、执行能源税来改变能源消耗习惯、鼓励节

能措施等。目前，中国已经采取了许多指导限制石油消费的措施，并且也在建设 SPR，目标是在 2020 年达到 5 亿桶的总储量。2016 年 12 月，美国授权将其 SPR 近 50 多万桶出售给中国。

尽管美国的能源安全政策往往侧重需求管理，但是最近美国能源独立反过来又成为能源安全的成功经验，其更多是在对上游供应、国内石油和天然气生产的妥善处理。美国上游行业同中国最大的区别在于行业和矿产权是私有化的，这种模式代表了经济红利和具有竞争的前景，推动了美国页岩气革命，并持续的降低了运营成本。私营部门和国外对中国常规石油和天然气的合作只能是参与国家石油公司的相关生产。虽然非常规石油和天然气部门已经向私营部门开放，但是外国企业参与仍然限于与中国企业组建合资企业这样的形式。因此，与美国相比，中国国内生产运营成本相对较高，部分原因是私人资本水平有限，市场竞争有限。

（3）中国应对能源安全挑战的多种政策分析

中国正在采取措施鼓励勘探，并且提升生产部门的投资水平和竞争水平，中国国家发改委 2017 年 1 月发布的《能源发展“十三五”规划》将 2020 年石油生产水平定位为 2016 年的同期水平。同时，届时石油需求将比目前水平增长 8%。据国际能源署（IEA）的数据显示，2020 年中国石油进口依赖度将达 69%，而且这些预测似乎对于需求增长的估计还较为保守。中国政府也明确承认，净石油进口将持续增长，但是随着这种日益增长的依赖性和脆弱性，中国政府将会提出什么样的解决方案还未可知？

中国对净石油进口持续增长的反应是一直将能源安全政策重点放在确保供应安全上，这部分揭示了中国当今外交政策的几个方面：例如，中国已经通过向安哥拉、委内瑞拉、巴西、俄罗斯和哈萨克斯坦等国的石油换贷业务扩大了其他国家石油的进口量。此外，中国确保能源供应安全的政策在“一带一路”（OBOR）中也有体现，包括发展与俄罗斯、哈萨克斯坦和缅甸等地进行交易的各种管道。中国国家石油公司也在海外收购生产资产，并在海外签订了各种生产分成合同。

令人担忧的是，中国对生产国的投资可能会加剧净石油进口问题。因为大量的资本支出正在国外进行，最近开始向下游资产投资，而国内大部分行业仍然偏离私人 and 外国资本。在目前的价格环境下，中国国内生产增长的前景依然暗淡，目前中国政府似乎没有解决其面临的日益增长的能源独立挑战，没有明显增加国内生产能力或者明显减少能源需求的增长。因此，中国石油供应逆差将持续增长，而像巴西、加拿大和美国这样的稳定出口国则可能有助于填补这一空白。

（刘文浩 编译）

原文题目：Energy Fact & Opinion: China's Net Oil Import Problem

来源：<https://www.csis.org/analysis/energy-fact-opinion-chinas-net-oil-import-problem>

美国将制定新的海上油气开发五年计划

2017年5月1日，在2017年休斯顿海上技术会议（OTC）上，美国内政部部长 Ryan Zinke 签署了两项秘书令，旨在释放美国海上能源潜力，促进美国经济增长。第一项命令执行了2017年4月28日美国总统特朗普签署的行政命令——《美国优先海上能源战略》（America-first offshore energy strategy），指示美国海洋能源管理局（BOEM）制定新的近海能源勘探开发五年规划，并重新考虑相关行业规定。第二项命令是设立一个新的岗位——能源政策局局长顾问，协调内政部跨部门（9个部门10个局）的能源组合。

秘书长 Zinke 表示，此次签署的秘书令有助于巩固美国作为全球能源领导者的地位，促进能源独立和安全，确保能源发展的安全与环保。届时，将全面审查外大陆架（OCS）的油气勘探活动，并广泛听取利益相关国家和地方的意见。同时，也会对相关条例法规进行严格审查。该项秘书令指示美国海洋能源管理局立即制定一个新的外大陆架租赁五年计划，要充分考虑阿拉斯加外大陆架、大西洋中南部以及墨西哥湾地区。同时，加强美国海洋能源管理局与商务部国家海洋渔业局的合作，缩减对地震勘探的授权流程，特别是大西洋西南勘探区块提交或者重复提交的申请许可，发挥美国的能源潜力。Zinke 表示，届时将考虑每一个细节，确保制定的计划适用性广，而不是政府一厢情愿的想法。对于资源丰富，且能够支持能源开发的地区，可以随时加入到新的五年计划中。

（刘学 编译）

原文题目：Secretary Zinke Signs Orders Implementing America-First Offshore Energy Strategy

来源：<https://www.doi.gov/pressreleases/secretary-zinke-signs-orders-implementing-america-first-offshore-energy-strategy>

地震与火山学

美国提出火山科学研究面临的三大突出挑战

2017年4月19日，美国国家科学、工程和医学学院发布报告《火山爆发及其休眠、活动、前兆和时序》（*Volcanic Eruptions and Their Repose, Unrest, Precursors, and Timing*），提出火山如何喷发、火山喷发预报、火山喷发的影响等几个关键问题和研究重点，并基于这些研究重点，报告提出了推进火山科学和监测的三大突出挑战。

尽管人类对火山已经有了广泛的了解，但是，人类预测火山喷发的时间、持续时间、类型、规模和后果的能力还十分有限。火山监测对于预测火山爆发，减轻其危害风险至关重要，然而，很少有火山被充分的观察，甚至许多火山根本没有纳入到监测体系。例如，在美国的169个潜在活跃的火山中，只有不到一半的火山安装了地震仪来监测地下岩浆运动情况，也仅有3个火山开展了持续的气体测量，而这

种测量对于火山监测至关重要，因为岩浆中溶解气体的组成和数量会直接驱动火山的爆发。因此，报告称加强对火山过程的实验和数学模拟的结合将对提升火山爆发的理解及预测意义重大。

报告指出，与几十年前的火山现象相比，现在的火山现象相关概念和模型已经取得了很大的进步，然而火山科学界并没有为下一次大型的火山喷发时间做好充分的准备。要解决这一问题则需要跨学科的持续努力。通过努力应对这些挑战，火山科学界才能帮助准确量化全球火山爆发的影响范围，从而减轻火山灾害的影响，最终使得生活在火山周边的数百万人受益。在火山监测手段方法方面，报告认为，火山监测还需要利用卫星测量地面变形，监测瓦斯的排放，利用无人机进行观测，布设先进的地震监测系统，实时高速采集爆发期间的数据。此外，还需要加强破解岩浆历史的分析能力，以及认识岩浆和火山现象的概念和实验模型的新方法，从而为解释岩浆产生和爆发过程提供新的见解。

报告列出了火山喷发岩浆过程中的几个关键问题和研究重点，包括：爆发如何开始，演化和结束？火山怎么样喷发？火山爆发如何预报？火山爆发将对景观、海洋和大气产生怎么的影响？火山对地球表面变化产生怎样的影响？基于这些研究重点，报告提出了推进火山科学和监测的三大突出挑战：

第一，如何将观测结果结合到模型中来预测火山爆发的规模、持续时间和危害程度？

报告认为，目前的预测是基于识别监测数据的模式，这些方法虽然取得了成功，但是往往因为监测数据不能捕捉到火山的多样性或其随时间的演变。因此，基于物理和化学过程的模拟方法，结合监测数据，如天气的预报模式，将可以大大提高火山爆发预测的准确性。报告强调，这种方法需要整合来自多个学科的数据和方法。

第二，如何量化火山的生命周期，克服人类目前的理解偏差？

报告认为，目前对火山生命周期的理解存在一些偏差，因为目前只研究了少量的火山，此外人们的理解偏向于强调近几十年来用现代仪器的观察，其中大部分是经过深入研究的爆发小事件，这种爆发不会扩大到最大、最具破坏的程度。报告认为，从地面、海洋和空间不同维度进行的扩展监测可以克服一些观察的偏差。提升火山监测能力，扩大基础设施建设，确保火山监测的实时数据和历史数据的提供对于提高火山过程的认知，评估火山危险性至关重要。报告建议，美国每一个火山至少都要有一个地震仪来记录伴随研究运动的小地震。报告还提出，包括一些廉价的传感器、无人机和新型地球化学微量分析方法等新兴技术将为火山活动监测提供全新的条件。

第三，如何建立一个协调的火山科学界？

地球上每年都有近 100 个火山爆发，而火山爆发产生的后果也是全球性的。因

此，为了应对这个全球性的灾害，必须加强多学科的研究，加强不同国家的研究和监测的伙伴关系以及培训网络，最大限度的发挥世界各地的研究优势及最新研究成果。具体来说，需要支持更多跨学科研究和培训，包括社区合作及多层次水平的教育。此外，类如 NSF 的地球深部内部过程的跨学科合作以及联邦政府机构的减震学术合作伙伴关系，这些成功的跨学科组织案例都为人类更深入理解自然现象提供了支撑，值得火山科学界学习借鉴。

（刘文浩 编译）

原文题目：Volcanic Eruptions and Their Repose, Unrest, Precursors, and Timing

资料来源：<https://www.nap.edu/catalog/24650/volcanic-eruptions-and-their-repose-unrest-precursors-and-timing>

Nature：逆冲断层快速开闭是东日本大地震破坏巨大的关键

在以灾难为题材的电影中，经常会出现地震导致地面裂开大口，然后吞没人群和众多车辆的情景，地震学家曾一度认为，在现实世界中，这种情况并不会发生。但是，加州理工大学的一项模拟实验表明，逆冲断层发生地震时，能够使地表迅速出现短暂裂口，然后又快速闭合，该研究成果发表在 2017 年 5 月的 *Nature* 上。

逆冲断层是一些全球最大地震的原因，例如 2011 年的东日本大地震。通常情况下，当两个岩石板片相互挤压，并且压力超过能够使其保持原状态的摩擦阈值时，就会发生逆冲型地震。长期以来，科学家们认为，在地下浅部，板块之间会相对滑动一段较小的距离，而不会使地表裂开，并出现裂口。

加州理工学院和法国巴黎高等师范学院（ENS）的专家对东日本大地震进行实地调研之后发现，断层不仅在浅部发生了滑动，甚至在有些地方的滑动达到了 50 m，这远远超过了他们之前的预期。之后，由于断层在日本近海发生了这一长距离运动，从而导致了巨大海啸，引发了巨大损失。

借助加州理工学院一个被称作“地震学风洞”（Seismological Wind Tunnel）的设备，研究者采用与岩石特征类似的材料，对逆冲断层地震进行了模拟分析。结果表明，当破裂到达地表的时候，断层发生扭曲、裂开，然后又迅速闭合。之后，研究者在计算机模型中去除了与断层开裂有关的人为规则，修正后的模拟结果显示，在两个相互作用的板片中，其中一个板块可以相对另一个发生剧烈的扭转，而这与之前的“地震学风洞”模拟结果相同。

此外，研究还发现，这样一种机制不仅存在于陆上逆冲断层，也存在于海洋中的逆冲断层，这为更好认识海啸的发生提供了新的理论。

（赵纪东 编译）

原文题目：Experimental evidence that thrust earthquake ruptures might open faults

来源：<https://www.nature.com/nature/journal/vaop/ncurrent/full/nature22045.html#affil-auth>

废水注入速率或与俄克拉荷马州最大地震有关

近年来，有关水力压裂和地震触发的关系，一直是地震学家关注的一个问题。2017年5月，发表在美国地震学会 *Seismological Research Letters* 的一篇文章指出，处置井中的废水注入速率可能与2016年美国俄克拉荷马州发生的地震有关。

自2009年以来，俄克拉荷马州发生的很多地震都被认为与油气钻探所产生废水的回注有关。2016年9月3日，美国俄克拉荷马州 Pawnee 发生5.8级地震，这是该州自20世纪50年代以来所发生的最大地震，整个俄克拉荷马州都有震感。

Pawnee 地震的发生地有很多处于运行状态的废水处置井。美国地质调查局 (USGS) 的专家及其同事对 Osage 县附近的处置井的废水注入数据进行分析后，发现近几年来废水注入速率的明显上升可能引发了 Pawnee 地震的主震。这些处置井被分为两类，一类以稳定的速率注入废水，另一类则以变化的速率注入废水，但两种处置井的废水注入量相同。

另外，研究还发现，长期的废水注入会逐渐增加断层的载荷至破裂临界点，之后高速率的废水注入引发破裂，导致地震发生。但是，在没有以变化速率注入废水的情况下，这些断层可能最终还是会发生地震，只不过时间更晚一些而已。

(赵纪东 编译)

原文题目: Wastewater injection rates may have been key to Oklahoma's largest earthquake

来源: <https://www.seismosoc.org/news/ssa-press-releases/srl-wastewater-injection-rates-may-key-oklahomas-largest-earthquake/>

前沿研究动态

EGU 发布分辨率最高的极地海域地图集

2017年4月25日，在维也纳举行的欧洲地球科学联盟大会 (EGU) 上发布了最全面同时也是最高分辨率的极地海域地图集。来自世界各地约250多名海洋地质科学家和冰川学家历时4年，详细采集整理了海底和冰川地貌图像，最终形成了新的“海底冰川地貌图集”。这个新的图集将使研究人员能够解读地球大冰盖的历史，并更好了解环境变化如何对大陆形态产生影响。

为了精确获得极地海域的海底地貌，研究人员使用了最先进的声学方法，实现海底30米到几千米深度下地貌的精确图像采集，配合破冰研究船，从而实现整个海底图像的三维呈现。研究人员称，该图集首次汇集了典型的冰川、地貌案例，例如南极半岛海域的大型冰川线，东西伯利亚拉普泰夫海的多年冻土景观等。此外，地图集详细描述了35个以上单独的地貌特征，范围从东西伯利亚多年冻土区到槽口扇。科学家还详细讨论了由于气候变化造成的海底冰川及冰盖的进退记录。该图集涉及范围十分广泛，从而确保较好对比不同地区的地域差异，图集上呈现的个别冰

川地貌和地形组合完整涵盖了从东南极洲这个世界最冷的地方到智利和阿拉斯加等冰川曾经到达的最热地区的地域差异。图集中许多地貌是约 2000 年前最后一次冰川造成的，但是也包括一些来自数亿年前的古冰川地貌，例如利比亚 Murzuq 盆地发现的几公里长的冰川线是由 4.5 亿年前形成的，而分析发现这一现象则是由于南极冰盖在冰川寒冷时期的扩张造成。

研究人员表示，基于高分辨率地图集清晰掌握极地海域地貌情况将对于进一步了解地球大冰盖的历史过程，深入分析全球变化对地球大陆产生的影响，部署未来相关研究意义重大。

(刘文浩 编译)

原文题目：New atlas provides highest-resolution imagery of the Polar Regions seafloor

资料来源：<https://phys.org/news/2017-04-atlas-highest-resolution-imagery-polar-regions.html>

美国部署新型海洋波动观测漂流器

2017 年 4 月 25 日，美国斯克里普斯海洋学研究所（Scripps Institution of Oceanography, SIO）拉格朗日漂流实验室（Lagrangian Drifter Laboratory）部署了一种新型定向波光谱漂流器（Directional Wave Spectra Drifter），其能够使用全球定位系统（GPS）测量波动的方向属性，可用于验证卫星和天气预报的海表温度和海平面气压。

拉格朗日漂流实验室自 2005 年开始研究和测试新的漂流器，此次从夏威夷檀香山（Honolulu）到帕劳科罗尔（Koror）的热带太平洋上首批部署了共 42 个定向波光谱漂流器。测试表明，新型漂流器能够以高精度观测波浪高度、波动周期和波动方向，与此同时，新型漂流器具有低成本、多功能和易处理的特点，对于实施国家沿海浮标网络和沿海工程具有重大优势。

部署定向波光谱漂流器获取的观测数据将改善与大西洋和太平洋热带气旋相关的表面波动的预测，减缓极端事件对沿海地区造成的破坏性影响。新型漂流器将作为全球漂流浮标计划（Global Drifter Program, GDP）的一部分，在全球海洋观测系统（Global Ocean Observing System, GOOS）中发挥独特作用。

(刘燕飞 编译)

原文题目：New Type of Drifter Released: the Directional Wave Spectra Drifter

来源：<http://cpo.noaa.gov/AboutCPO/AllNews/TabId/315/ArtMID/668/ArticleID/762178/New-type-of-drifter-released-the-Directional-Wave-Spectra-Drifter-.aspx>

Nature：撒哈拉沙漠增温导致更多极端风暴

2017 年 4 月 26 日，英国生态与水文中心、利兹大学和法国国家科学研究中心等机构的研究人员在 *Nature* 发表题为《1982 年以来卫星观测中萨赫勒极端风暴增至三倍》（Frequency of Extreme Sahelian Storms Tripled Since 1982 in Satellite

Observations) 的文章, 指出 1982 年以来, 撒哈拉 (Sahara) 沙漠温度升高, 卫星观测表明, 这一增温导致了西非萨赫勒 (Sahel) 地区极端风暴的频发。

由于温度较高的空气可维持较高的湿度, 人们一般认为气候变暖将会提高极端降雨事件的发生频率, 但其中可能还有其它机制发挥着作用。该研究利用自 1982 年以来西非萨赫勒地区 35 年的卫星观测资料发现, 与 1982 年相比, 萨赫勒地区强中尺度对流系统的数量增加了 3~4 倍。由于强风暴造成该地区 90% 的降水, 所以如果该趋势持续, 将对该地区的农业和基础设施产生巨大影响。

研究表明, 萨赫勒地区强烈的中尺度对流系统的数量与全球陆地气温高度相关。由于萨赫勒地区的温度在过去几十年没有上升, 该地区中尺度对流系统数量的增加由撒哈拉沙漠增温所造成的温度梯度增加所引起。撒哈拉沙漠的增温使风切变和空气层变化增大, 从而加强了萨赫勒地区的对流活动。全球变暖的空间模式或将进一步提高温度梯度, 强化中尺度对流系统, 从而导致更多极端降雨事件发生。

(刘燕飞 编译)

原文题目: Frequency of Extreme Sahelian Storms Tripled Since 1982 in Satellite Observations

来源: <https://www.nature.com/nature/journal/v544/n7651/full/nature22069.html>

最新研究表明水是地壳形成的关键组分

2017 年 5 月 1 日, 由美国德克萨斯大学奥斯汀分校杰克逊地球科学学院科学家领衔的研究团队在 *Earth and Planetary Science Letters* 发表有关地球形成机理的最新研究成果, 证实水在地壳形成过程中发挥着重要作用, 该研究成果有助于破解长期以来有关地幔岩浆如何冷却形成深层地壳的争论。

尽管目前已知在洋中脊扩张区域来自深部地幔的岩浆上涌形成新的地壳, 但是对于这一过程的内在机理尚不清楚, 而且现有不同模型所确定的冷却机制条件差异显著。

为深入认识岩浆转化为结晶态岩石的特定条件, 研究人员对取自阿曼一个峡谷的形成于 100 万年前的地幔蛇绿岩样品进行分析 (之所以选择该峡谷作为目标研究区, 是因为在该峡谷可以直接获取深达 20km 的地幔岩石样品)。同时, 该研究采用了新的地质温度计“二辉石稀土元素温度计”。传统地质温度计通常只能指示冷却温度, 而非岩石的形成温度, 而新的地质温度计则记录了岩石在冷却之前所达到的最高温度, 因此能够用来分析冷却过程, 在以往这些信息是无法获取的。

分析显示, 深部地壳及最上层地幔几乎是立即冷却并固化的, 温度变化揭示了在此过程中水的循环路径, 即通过地壳及洋中脊扩张中心之下的最上层地幔, 其温度则因同相对更冷的上部岩石的接触而由深部地幔向上持续降低。

目前, 关于地壳形成, 有 2 种基本理论即“席状岩床”假说和“辉长岩冰川”假说, 前者认为, 循环海水在冷却深部地壳不同深度大量小型岩浆沉积体的同时, 也冷却了上部地幔; 后者则认为, 岩浆温度随其运移远离中心岩浆房而逐渐降低。该研究

结果同上述第一种理论相吻合，表明了热液循环在整个地壳形成过程中发挥了有效作用。

研究人员强调，认识地壳形成机理不仅是解读地球地质历史的核心所在，而且也能够揭示地球的未来发展。如该研究结果同时表明，由于洋中脊之下的水循环被有效限制于地壳区域，所以洋壳以下极大的地幔区域可以用来有效捕捉二氧化碳。

参考资料：

[1] Rock samples indicate water is key ingredient for crust formation.

<https://phys.org/news/2017-05-samples-key-ingredient-crust-formation.html>

[2] Spatial variations in cooling rate in the mantle section of the Samail ophiolite in Oman: Implications for formation of lithosphere at mid-ocean ridges. *Earth and Planetary Science Letters*, 2017, DOI: 10.1016/j.epsl.2017.02.038

(张树良 编译)

研究指出压裂废水的意外泄漏对当地的地表水构成威胁

2017年4月24日，《地球化学与宇宙化学学报》(*Geochimica et Cosmochimica Acta*)刊发题为《在非常规的页岩气开发领域，自然发生的甲烷和含盐地下水地球化学变化》(The geochemistry of naturally occurring methane and saline groundwater in an area of unconventional shale gas development)的文章指出，杜克大学利用同位素示踪发现西弗吉尼亚州西北部水力压裂生产虽未污染地下水，但却污染了地表水。

科学家们使用了一套广泛的地球化学和同位素示踪剂来对页岩气田附近的112个水井进行污染物的采样，其中包括在开裂前后采样的20口井，为后续比较提供基准。研究人员指出，根据综合测试的一致证据，没有发现3年的压裂导致地下水污染的迹象。然而，确实发现与破裂井及其废水相关的溢出水对页岩气开发区域的河流水质产生了影响。研究指出，对底部基线的评估显示，地下水到目前为止还没有受到影响，但由于溢出的频率，地表水更容易受到污染。研究测试了样品的大量污染物，包括盐、痕量金属和碳氢化合物，如甲烷、丙烷和乙烷。每个样本都使用一系列广泛的地球化学和同位素示踪剂系统进行系统分析，使研究人员能够确定水中的污染物和盐类是来自附近的页岩气生产，还是来自其他人类来源，或天然存在。

实验表明，钻井前和钻井后水井样本中都存在甲烷和盐水地下水，但是它们具有与甲烷和压裂液和页岩中所含的盐的同位素特征略有不同的化学物质。这表明它们自然发生在该地区的浅层含水层中，并不是最近页岩气开发的结果。通过使用杜克近年来开发的整合式示踪剂套件准确区分了这些微妙的差异。在西弗吉尼亚州的新研究中发现，与以前在宾夕法尼亚州和德克萨斯州东北部的研究中发现的不同。该研究显示，杜克大学是首次将这些各种地球化学技术在页岩气钻井和压裂前后的地下水污染研究中的广泛综合利用。

(王立伟 编译)

原文题目: The geochemistry of naturally occurring methane and saline groundwater in an area of unconventional shale gas development

来源: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016703717302004>

《科学研究动态监测快报》

《科学研究动态监测快报》（以下简称《监测快报》）是由中国科学院文献情报中心、中国科学院兰州文献情报中心、中国科学院成都文献情报中心、中国科学院武汉文献情报中心以及中国科学院上海生命科学信息中心分别编辑的主要科学创新研究领域的科学前沿研究进展动态监测报道类信息快报。按照“统筹规划、系统布局、分工负责、整体集成、长期积累、深度分析、协同服务、支撑决策”的发展思路，《监测快报》的不同专门学科领域专辑，分别聚焦特定的专门科学创新研究领域，介绍特定专门科学创新研究领域的前沿研究进展动态。《监测快报》的内容主要聚焦于报道各相应专门科学研究领域的科学前沿研究进展、科学研究热点方向、科学研究重大发现与突破等，以及相应专门科学领域的国际科技战略与规划、科技计划与预算、重大研发布局、重要科技政策与管理等方面的最新进展与发展动态。《监测快报》的重点服务对象，一是相应专门科学创新研究领域的科学家；二是相应专门科学创新研究领域的主要学科战略研究专家；三是关注相关科学创新研究领域前沿进展动态的科研管理与决策者。

《监测快报》主要有以下专门性科学领域专辑，分别为由中国科学院文献情报中心编辑的《空间光电科技专辑》等；由中国科学院兰州文献情报中心编辑的《资源环境科学专辑》、《地球科学专辑》、《气候变化科学专辑》；由中国科学院成都文献情报中心编辑的《信息技术专辑》、《生物科技专辑》；由中科院武汉文献情报中心编辑的《先进能源科技专辑》、《先进制造与新材料科技专辑》、《生物安全专辑》；由中国科学院上海生命科学信息中心编辑的《BioInsight》等。

《监测快报》是内部资料，不公开出版发行；除了其所报道的专题分析报告代表相应署名作者的观点外，其所刊载报道的中文翻译信息并不代表译者及其所在单位的观点。

版权及合理使用声明

《科学研究动态监测快报》（以下简称《监测快报》）是由中国科学院文献情报中心、中国科学院兰州文献情报中心、中国科学院成都文献情报中心、中国科学院武汉文献情报中心以及中国科学院上海生命科学信息中心按照主要科学研究领域分工编辑的科学研究进展动态监测报道类信息快报。

《监测快报》遵守国家知识产权法的规定，保护知识产权，保障著作权人的合法利益，并要求参阅人员及研究人员遵守中国版权法的有关规定，严禁将《监测快报》用于任何商业或其他营利性用途。读者在个人学习、研究目的中使用信息报道稿件，应注明版权信息和信息来源。未经编辑单位允许，有关单位和用户不能以任何方式全辑转载、链接或发布相关科学领域专辑《监测快报》内容。有关用户单位要链接、整期发布或转载相关学科领域专辑《监测快报》内容，应向具体编辑单位发送正式的需求函，说明其用途，征得同意，并与具体编辑单位签订服务协议。

欢迎对《科学研究动态监测快报》提出意见与建议。

地球科学专辑：

编辑出版：中国科学院兰州文献情报中心（中国科学院资源环境科学信息中心）

联系地址：兰州市天水中路8号（730000）

联系人：赵纪东 张树良 刘学 王立伟 刘文浩

电话：（0931）8271552、8270063

电子邮件：zhaojd@llas.ac.cn; zhangsl@llas.ac.cn; liuxue@llas.ac.cn; wanglw@llas.ac.cn; liuw@llas.ac.cn