

中国页岩气：从『一片空白』到『一抹亮色』

《中国知网》作为一项重要的国家知识基础设施，在实现全社会知识资源传播共享的同时，也从一个侧面忠实记录下中国在各领域的发展进步的轨迹。在页岩气领域就是如此，通过其文献搜索引擎按年度检索“页岩气”，我们会发现，1997年有一篇包含该关键词的中文文献，在此之前为空白。此后一直到2007年的10年间，一共有17篇，年均不到2篇。从2008年到2012年，文献每年环比呈现数倍的爆发式增长，从32篇激增到2345篇，之后两年平稳增长，到2014年达到2851篇，而后呈高位稳定状态，基本保持每年约2000篇的水平。从内容上来看，2008年之前的文献多是介绍外国特别是美国页岩气勘探开采方面的信息，总结可资借鉴的成功经验；2008年之后，聚焦国内页岩气成藏特点和勘探开采技术的文章比例逐渐升高，直至成为主流和主导。

文献是一面镜子，其数量和内容在最近20年的嬗变真切地折射出中国在页岩气领域从“一片空白”到“一抹亮色”的非凡历程。页岩气作为重要的非常规天然气资源，在这么短的时间内，在中国社会从连能源科技工作者都颇感陌生的词汇，发展到大规模商业化开采阶段，成为改革开放进程中最激动人心的“中国故事”之一，充分展现了中华民族勤于学习、勇于拼搏、敢于争先的踏实进取精神。

本报记者 张保淑

页岩气是指赋存于富有机质泥页岩及其夹层中，以吸附和游离状态为主要存在方式的非常规天然气。泥页岩是一种以黏土矿物为主的沉积岩，有的容易分离成薄片，即为页岩；有的比较均一，不容易分离成薄片，即为泥岩。泥页岩颜色多样，有红、紫、褐黄、灰绿、灰黑、黑色等，其中灰黑、黑色泥页岩一般为富有机质泥页岩，能生成大量天然气，就是我们常说的页岩气，其成分以甲烷为主，是清洁、高效的能源。

中国地质科学院地质力学研究所研究员、能源地质研究室主任王宗秀指出，页岩气具有4个特点：一是成藏时间早。富有机质泥页岩在一系列地质作用下生成大量烃类，聚集形成页岩气藏，其形成时间在所有类型的油气藏中是最早的。二是分布面积广。富有机质页岩具有分布面积广、单层厚度大、横向变化连续性强的特点，其形成的页岩气田规模也相应非常大。三是储集空间微小。组成泥页岩的粘土矿

与美国长达200年的页岩气开采历史相比，中国在此领域无疑显得太过年轻，是地道的新手。中国地质调查局地质文献中心田黔宁教授指出，中国从上世纪90年代开始研究页岩气，到进行商业化开采之前，大体上经历了3个阶段。

一是跟踪研究阶段。主要是针对北美页岩气开发的发展状况，进行动态跟踪与评价，在研究北美页岩气发展历程的基础上，总结页岩气赋存特征、北美页岩气地质特征、开采技术等要素。二是对国内页岩气基础研究阶段。在研究美国页岩气开发理论和技术的基础上，开展国内页岩气研究，初步评估中国页岩气资源潜力和有利区。对中国南方和大致相当于贵州川东的上扬子区开展了页岩气潜力评价，并进行了有利勘探开发目标选择；引进美国公司进行四川内江威远地区页岩气潜力评价。三是在有利区域页岩气先导试验区优选阶段，分层次地开展全国页岩气资源战略调查，确定重庆为页岩气资源战略调查先导试验区主体，为早日实现中国页岩气产业化创造条件。

在以上3个阶段，中国进行了一系列勘探研究。2008年11月26日，中国首口页岩气取



重庆涪陵页岩气开采现场

百度

页岩气革命风起云涌

物颗粒微小，其中的孔隙、裂缝就更小，为纳米级，导致孔隙、裂缝中的天然气不易开采。随着技术的进步，通过实施水平井及多井段压裂在页岩层中大规模制造人工裂缝，开采页岩气才具有商业价值。四是生产长期稳定。由于页岩气层分布范围广、厚度大，且普遍含气，使页岩气井能够长期稳定地生产，一般开采寿命为30年到50年。

页岩气与常规天然气的开采不同，后者通过钻探的气井，直接流出即可达到商业利用价值；而前者没有天然逸出通道，只有通过压裂等特殊人工手段，建成气流“高速路”才能获得高产。这使得页岩气的开采面临更大的技术难度和更高成本。美国是全球页岩气开采的先驱也是最成功的国家。早在1821年，美国纽约州弗里多尼亚天然气矿中首次开采出页岩气。在此后近200年开采历史中，美国进行了两项关键开采技术创新：一是上世纪30年代，把水平钻探技术应用于页岩气开采；二是从上

“涪陵速度”折射中国干劲

芯浅井在四川省宜宾市顺利完钻，获得大量岩矿样品、页岩吸附气样品。一年多后，中国第一口页岩气直井“威201井”在四川省威远县开钻。2010年7月，该井压裂改造成功获得工业气流，证实了威远地区页岩层富含天然气，表明以四川盆地威远地区为代表的中国南方下古生界页岩气具有广阔勘探开发前景，为页岩气实现规模效益开发提供了重要依据。2011年7月，在距离“威201井”2公里处，中国第一口页岩气水平井“威201—H1井”压裂成功，此次施工创造国内页岩气水平井压裂段数最多、泵注压力最高、施工排量最大、连续施工时间最长等多项纪录。2012年5月，另一口页岩气水平井在陕西延长石油集团页岩气工作现场压裂成功，此前，延长石油在鄂尔多斯盆地打成中国第一口陆相页岩气井并成功压裂产气，证实中国存在陆相页岩气。

2012年初，页岩气被列为单独矿种，大大推动了中国页岩气规模化、产业化进程。2012年11月，中石化在位于重庆涪陵的“焦页1HF井”钻获高产页岩气流。此后不到两个月，“焦页1HF井”正式投产外销，不仅实现了当年开发、当年投产、当年见效，而且成为中国

世纪四五十年代开始，把压裂改造增产技术特别是分段压裂和减阻水压裂等应用于页岩气开采，并成为该领域最经典、最常用的技术，推动美国页岩气开采量节节攀升，掀起了世界能源史上的美国“页岩气革命”。

据王宗秀介绍，1980年，美国页岩气年产量达到10亿立方米；2000年，超过236亿立方米；2015年，激增到4300亿立方米，占美国天然气总产量的比例超过56%。2017年，美国页岩气产量再创新高，约4620亿立方米。美国“页岩气革命”不仅深刻改变了国际能源格局而且向其他国家扩散，加拿大紧随美国之后，成为第二个商业开发页岩气的国家，2008年，产量为10亿立方米；2015年，大幅提升到350亿立方米。阿根廷近年来加大了本国页岩气开发力度，2012年该国乌内肯盆地页岩气日产量达到12.7万立方米。此外，澳大利亚、墨西哥等国也进行了页岩气勘探并进行了小规模开采。

第一口实现商业开发的页岩气井，拉开了涪陵页岩气田和中国页岩气商业开发的序幕。2013年9月，国家批准设立重庆涪陵国家级页岩气示范区。2014年5月，示范区已开钻页岩气井82口，完钻47口，成功投产27口，平均单井日产气11万立方米以上。自2015年起，涪陵—王场输气管道与川气东送管道实现互联互通，涪陵页岩气通过川气东送管道，输往华中、华东等地，为长江经济带发展提供清洁能源，惠及沿线6省2亿多居民。

今年3月26日，涪陵页岩气田如期建成100亿立方米年产能，成为全球除北美之外最大的页岩气田，相当于建成一个千万吨级的大油田。短短几年间，涪陵就发展成为举足轻重的国家能源基地，跑出了举世瞩目的页岩气“涪陵速度”。

可以预期，今年中国页岩气产量将在2017年91亿立方米基础上获得大幅增长，继续保持第三名位置。而从储量来看，根据自然资源部近期发布的信息，中国页岩气累计探明地质储量已超1万亿立方米；根据联合国贸易和发展会议发布的一份报告，中国页岩气总储量高达31.6万亿立方米，居全球第一。

自主创新催生能源变革

虽然开采量与美国、加拿大的相比还有很大距离，但是中国页岩气已经在短时间内实现了巨大跨越，而背后的支撑因素在很大程度上就是科技创新。

就页岩气自然禀赋而言，中国虽然总储量很大，但是开采难度更高，这就决定了中国页岩气开采不可能复制美国和加拿大模式，必须坚定地走自主创新之路。

北美地区地质背景好，页岩气藏构造条件较为简单，结构平缓、储层面积大、厚度大且连续分布。储层地表主要以平原为主，交通运输、钻探开采、设备安装都十分方便。中国地质条件复杂得多，页岩大多分布在年代更老的地层，断层和褶皱构造相对活跃，页岩气聚集规律更为复杂、储层厚度不大。而中国页岩气资源多分布在川、黔、渝等地区，人口稠密，地势较高，地质灾害多发，交通运输、设备安装和钻探开采都极为困难。

面对困难，中国多年来持续加大科技攻关力度。在国家层面，设立了国家能源页岩气研发（实验）中心，在“大型油气田及煤层气开发”国家科技重大专项中设立“页岩气勘探开发关键技术”研究项目，在国家重点基础研究发展计划（“973”计划）中设立“南方古生界页岩气赋存富集机理和资源潜力评价”和“南海相页岩气高效开发的基础研究”等项目，广泛开展各领域技术探索。

在开发企业层面，中国石化、中国石油等加强多层次联合攻关，在山地小型井工厂、优快钻完井、压裂改造等方面进行技术创新，并研制了3000型压裂车等一批具有自主知识产权的装备，不仅完成了关键开发装备的进口替代，而且打入国际市场。到“十二五”结束，中国已基本掌握3500米以内浅海相页岩气勘探开发主体技术，有效支撑了页岩气产业健康快速发展。

根据2016年9月国家能源局印发的页岩气发展规划（2016—2020年），到2020年，力争实现页岩气产量300亿立方米；到2030年，实现页岩气产量800亿—1000亿立方米。要完成上述宏大的目标必须继续推进页岩气科技创新。“十三五”开局以来，中国在页岩气领域又实现了一系列关键创新。例如在压裂方面，国产4500马力电驱压裂泵系统研制成功并在实践中接受考验。

今年初，4500马力电驱压裂泵系统取代传统3000型压裂车投入实战，该系统采用了交直交变频传动系统和全数字变频多相控制技术，并将目前最先进的通讯网络技术与之结合，实现了远程操作与智能化控制，不仅将压裂效率提升至1.5倍，而且使用寿命更长、过载能力更强，标志着中国页岩气开采核心技术装备在电动化、绿色智能方面再次实现跨越。这为突破页岩气开发国外技术壁垒，有效降低单井开发成本，进一步推动商业化进程开辟了道路。

本报北京7月25日电（记者张保淑）记者25日从教育部了解到，教育部基础教育质量监测中心发布我国首份《中国义务教育质量监测报告》，对我国义务教育阶段学生德智体美和学校教育教学等状况作出呈现并提出相关建议。

据介绍，2015年至2017年，教育部基础教育质量监测中心组织实施了第一期国家义务教育质量监测，监测以四年级、八年级学生为对象，分年度开展德育、语文、数学、科学、体育与健康、艺术六个学科监测工作，并对各学科的课程开设、条件保障、教师配备、学科教学以及学校管理等相关因素进行调查。

报告指出，监测数据表明：我国义务教育阶段学生人生价值取向积极，具有良好的行为规范；学生学业表现良好，综合应用能力相对薄弱；学生心肺功能、速度素质达标率较高，但肥胖、近视和睡眠不足问题较为突出；学生演唱表现较好，但音乐听辨能力与赏析能力、美术基础知识与赏析能力均有待提高；义务教育阶段学生家庭作业时间过长，参加校外学业类辅导班比例较高，学习压力较大；学生对课程的喜欢程度高，但部分课程的课时设置和内容安排欠合理；教师受学生喜欢程度高，但部分教师探究教学能力和专业素养有待提升；学校文化氛围浓厚，育人环境较好；学校教学资源配备较为充足，资源使用率有待提高；家长普遍关注孩子的学习情况，在亲子沟通、教育方式上有待改进。

以学生课业负担为例，监测发现，四年级学生数学、语文单科平均每天作业时间在60分钟以上的比例分别为14.7%、21.5%，在2小时以上的比例分别为4.4%、8.7%；八年级学生数学、语文单科平均每天作业时间在60分钟以上的比例分别为19.2%、15.1%，在2小时以上的比例分别为4.6%、3.4%。四年级学生参加数学和语文校外辅导班的比例分别为43.8%、37.4%，八年级学生参加数学和语文校外辅导班的比例分别为23.4%、17.1%。

基于监测结果，报告从健全德育工作机制、补齐体育和美育短板、深化教育教学改革、减轻学生过重的课业负担、加强教师队伍建设、提高教学资源使用率、完善家庭教育指导体系等方面提出了建议。

江西落实民办教师同等待遇

新华社南昌电（记者吴隽昊）记者从江西省教育厅获悉，为稳固和提升民办学校师资队伍，江西省日前明确，民办学校教师享有与公办学校教师同等的法律地位，各级政府和民办学校要把教师队伍建设作为提高教育教学质量的重要任务，各地要将民办学校教师队伍建设纳入教师队伍整体规划。

江西省规定，民办学校教师在资格认定、职称评审、课题申报、进修培训、评先评优、国际交流等方面享受与公办学校教师同等权利。任何单位和个人不得限制民办学校教师合理流动，合理流动教师的教龄连续计算。民办学校教师在不同养老保险制度间养老保险关系转移接续的，其缴费年限可按规定合并计算。

江西省规定，非营利性民办学校教师可享受当地公办学校同等的人才引进政策。鼓励民办学校不断改善教职工的工作和生活条件，不断提高教职工工资和福利待遇。

在社保养老等方面，江西省规定，各地要建立和完善学校、个人、政府合理分担的民办学校教职工社会保障机制。民办学校应依法组织教职工参加养老、医疗、失业、工伤、生育保险和重大疾病，按规定足额缴纳社会保险费和住房公积金。

留学生体验中国传统文化



7月26日，河北省秦皇岛市海港区文化路街道碧海云天社区联合燕山大学国际教育学院组织开展“体验中国传统文化”活动。社区工作人员指导来自非洲国家的留学生学习体验香道和剪窗花，让留学生在活动中感受中华传统文化的魅力。图为海港区碧海云天社区工作人员为外国留学生讲解香道知识。曹建雄摄

位于四川省威远县的一口页岩气井。图为工人在现场作业。 百度