科学家谈“美丽中国”①

编者按 在新的一年里，我们如何建设“美丽中国”？在日前举行的中国科协热点问题学术报告会上，韩晓平、金相灿、郭继孚等几位专家分别从新能源利用、生态建设、大城市交通发展对策等方面畅谈“美丽中国”的建设前景与建议。我们将连续报道。

页岩气带来的革命

本报记者 佘惠敏

页岩气，是从页岩层中开采出来的天然气，是一种重要的非常规天然气资源。在能源紧张的今天，这种古老的能源正焕发青春，它所带来的变化被人称作“页岩气革命”。

页岩气改变世界能源秩序

“近几年，随着技术的进步，包括页岩气、页岩油在内，以前一些非常边缘的、人们认为不能开采的资源突然大幅度增加了，这带来了改变世界能源秩序的页岩气革命，也叫非常规油气革命。”

中国电机工程学会热电专委会委员，中国能源网首席信息官韩晓平教授介绍，世界能源重心以前在中东，未来能源中心有可能跑到美国、加拿大这样的国家，这是因为美、加等国通过技术革命降低成本，大量开采以前被认为很边缘的资源，使这些资源能跟传统油气竞争，由此重新勾勒出世界能源版图的新秩序。

韩晓平认为美国即将因此而实现能源独立。

“最近的数据说明，美国确实越来越多地依靠自己的能源，2017年美国能源进出口就会实现平衡，到了2030年，美国可能会作为石油出口国，这种变化将对全球的能源格局产生非常大的冲击。”

美国页岩气革命是市场化的结果，美国有6300家勘探开发天然气的企业，自2006年实现了水平井、水压力技术的突破后，页岩气产量开始快速增加。到2011年，美国页岩气总产量达到1800亿立方米，包括页岩气、煤层气等在内的非常规气供应量已经达到了3600亿立方米。而我国三大石油公司2011年共生产天然气1030亿立方米。

页岩气等非常规能源的开发，让美国的能源价格十分低廉。

美国在页岩气革命之后压低了油价，一桶油平均压低了20美金。从去年4月全世界的天然气价格来看，英国的价格是美国价格的3倍，而亚洲的价格是美国的8倍。

世界各地区页岩气资源量预测表 $10^{12}\ m^3$

地 区	页岩气	煤层气	致密砂岩气	合计
北美	108.7	85.4	38.8	232.9
拉丁美洲	59.9	1.1	36.6	97.6
中欧+ 西欧	15.5	7.7	12.2	35.4
前苏联	17.7	112.0	25.5	155.2
中东+非洲	79.9	1.1	45.5	126.5
中亚+ 中国	99.8	34.4	10.0	144.2
太平洋地区（经济合作组织）	65.5	13.3	20.0	98.8
其他亚太地区	8.9	1.1	21.0	31.0
全世界	455.9	256.1	209.6	921.6

资料来源：《中国页岩气资源前景与战略地位》，《天然气工业》，2009年5月 制图：郎冰

我国页岩气资源十分丰富

可采页岩气全球资源量约为187万亿立方米，其中美国约有19万亿立方米的可采储量。中国的页岩气可采储量更多。“国土资源部最近的评估认为我们的可采储量在25万亿立方米，石油经济研究院的报告认为有36万亿立方米。”韩晓平说，页岩气还有一个优势，就是其资源靠近我国东部原本最缺能源的地区，东部覆盖了环渤海、京津塘和辽宁、山东，南方则覆盖了长三角、珠三角、四川盆地、云贵高原。

不仅是页岩气，中国的煤层气资源也非常丰富，可采储量是10万亿立方米。“中国的非常规天然气资源非常丰富，这些资源未来可以支持中国上百年的文明。”韩晓平说，“可燃冰（天然气水合物）、页岩气、致密砂岩气、常规天然气、煤层气……目前我们已知的各种天然气资源储备，如果换算成标准油大概在3898亿吨标准油当量，而我国2011年消费的能源总量是26亿吨标准油当量。”

虽然资源丰富，但我国在页岩气开发方面比美国落后很多。从1997年到2011年，美国仅在得克萨斯州的巴奈特地区（一个主要的页岩气钻探区域）就打了40万口页岩气井；而我国到目前为止仅仅打了63口页岩气井。

页岩气开采并没有开创性的技术，而是在钻探石油和常规天然气中使用的技术。只不过过去钻探石油和常规天然气时，没有在页岩这种目标层进行钻探，所以页岩气技术更多的是一些实用技术，是经验的积累。“开发页岩气的关键就是经验。美国打了好几十万口井。如果你也打了好几十万口井也能摸索出相应的技术来。”韩晓平建议，把页岩气拿出来，变成一个新兴的矿种，让更多的企业进行勘探开发，来积累经验。

“美丽中国”需要清洁能源

包括页岩气在内的天然气能源，是一种清洁能源，燃烧产生的是水和二氧化碳。目前，中国71%的能源来自于煤炭，只有4%的能源来自于天然气。煤炭在燃烧过程中，不仅会产生二氧化碳，还会产生氮氧化物和硫化物。与煤炭相比，天然气燃烧不产生硫化物，产生的氮氧化物大幅度减少，大约是煤炭的20%-30%，同时产生的二氧化碳也大幅度减少。“从分子式上来说，煤是135个碳、96个氢，天然气是1个碳、4个氢，所以温室气体排放上，PM2.5的影响会大幅度减少。如果一年供应5000亿立方米的天然气，就可以减少一半的煤炭，我们的环境会得到彻底的改变。”

天然气能源的大规模开发，可以降低汽车尾气排放，减少空气中的PM2.5含量。在美国，越来越多的卡车使用液化天然气，比油价便宜一半。“现在美国到处在建加气站，以后会有越来越多的卡车会依赖天然气加气，还会有很多船舶也依赖天然气，因为天然气比油多很多。”

天然气能源还能以其灵活性大规模发展分布式能源。天然气非常灵巧，在分布式能源的基础上大规模发展，能弥补可再生能源较为被动的不足，增加可再生能源供应量。同时发展微电网技术，然后把微电网技术连在一起就组成了智能电网，为即插即拔的电动汽车和各种各样天然气汽车提供供应平台。在此基础上发展云计算，最后就能实现扁平化的能源系统和信息化的能源结构。

当然，环境保护问题是开发页岩气面临的重要课题，我们应当参考美、加等国的环境保护政策，在保护地下水、减少地面污染的情况下，使页岩气得到经济、有效的开发。

“美丽中国需要清洁能源。”韩晓平说，“页岩气的开发将在建设美丽中国的进程中起到重要作用。”

美国与页岩气相关的主要环境法规

法案缩写	中文名称	主要内容
SDWA	《安全饮用水法》	[illegible]
CWA	《清洁水法》	禁止未经许可向美国清洁水源排放污染物
CAA	《清洁空气法》	[illegible]
EPCRA	[illegible]	[illegible]
OSHA	《职业安全与健康法》	[illegible]
RCRA	[illegible]	[illegible]
CERCLA	[illegible]	[illegible]

资料来源：美国环境保护署（USEPA）

制图：钟云华

未雨绸缪 防治污染

□ 钟云华

如果没有做好生产过程污染防治，为了清洁能源、环境保护，大规模开发页岩气，反而可能酿成大规模的环境污染。

我国的页岩气开发刚刚起步。有报道说当前中国页岩气实验井的单井成本高达8000万元以上，相比美国每口井1700万元至2300万元的投资成本，高成本成为人们关注的一个话题。除此之外，我们还应关注的是环境风险。当前应该未雨绸缪，完善机制，防治污染。

页岩气开发目前无可替代的成熟技术是水力压裂技术，这需要将掺有沙石和化学物质的高压水注入平行井来冲破页岩层，释放出页岩气。每次液压破碎需要数百万吨水，压裂液中添加的化学药剂，由此注入深部地层，虽然不会对地下水造成直接污染，但长远看，会有潜在危害。此外，向页岩层大量注水，可能促使深层岩石滑动，引发地震的问题也备受关注。有专家指出，如果不把好环保关，大规模页岩气开采，可能是一场灾难。

在许多国家，公众普遍担心页岩气开采污染地下水源，引发反对热潮。2011年6月，法国甚至通过禁止应用水力压裂技术的法案，成为事实上第一个对页岩气开采明确说“不”的国家。至于美国，在页岩气开发初期，并未采取任何特别的环境监管措施，随着开采规模不断扩大，页岩气开采在很多地区产生了环境污染问题。从1996年美国国会通过了《安全饮用水法》（SDWA）修正案开始，美国颁发一系列法案，加强对页岩气开发环境监管。美国环境保护局目前仍在对页岩气开采造成的环境污染进行评估，结果将于2014年公布。

我国正加快页岩气勘查、开发攻关，当前应尽快在开发的各个环节，采取有针对性的措施，尽可能减少或杜绝可能产生的各种环境问题。

首先应鼓励工厂化作业尽量减少地表植被破坏。鼓励多采用丛式水平井群技术，一个井场可以向不同方向钻多口水平井，以此减少井场数量，解决占地多和地表植被破坏多的问题。其二应鼓励页岩气压裂液多口井循环重复利用，节约用水。其三应严格钻完井规程杜绝污染地下水。虽然页岩气层比地下饮用水层深很多，且中间夹有多层不可渗透岩层，压裂液直接污染地下水的可能性很小，但我们仍然要严格执行钻完井操作规程，保证套管和固井质量，杜绝水层污染，防止潜在危害。其四应加强环保监测，保证压裂液无害排放，防止土壤和地表水污染。

图说新知

应对雾霾天

绘图：郎冰

创新“新动力”系列谈①

编者按 去年底举行的中央经济工作会议明确指出，要着力增强创新驱动发展新动力，注重发挥企业家才能，加快科技创新，加强产品创新、品牌创新、产业组织创新、商业模式创新。我们将约请专家，就以上方面分别剖析，以飨读者。

企业家才能的首要指标

郭全中

当提到企业家才能，大家首先想到的是企业家经营企业的组织能力和管理能力。在当前第三次工业革命泛起、高度不确定的时代下，创新成为企业家的首要任务，创新能力成为衡量企业家才能的首要指标。正如著名经济学家熊彼特所说，企业家的本质就是创新，即进行“创造性破坏”。

当前环境巨变亟须我们创新应对。在互联网等技术的推动下，商业世界正在发生巨变，用户需求正从以前的统一化向个性化、定制化、人性化转变；节能环保、新一代信息技术、生物、高端装备制造、新能源、新材料和新能源汽车等产业成为国家重点支持的七大战略性新兴产业；文化业、传媒业、IT业和通信业正在融合成新的“信息服务业”，传统零售业、金融业正在向电子商务业和互联网金融业升级换代；企业战略正在从“静态模式”向“动态模式”转变；组织结构正在从“金字塔”形的集权式向扁平化的分权式转变；产品生产正在从大规模、批量式向大规模、个性化式转变；商业模式正在从关注自身向打造生态系统转变；而整合营销也正在日益和微博营销、公益营销有机结合。这些变化，都需要企业家去洞察趋势，发现新产业、新机遇，把创新当成核心驱动力和有效武器，并进行战略、商业模式、品牌等各方面的创新，才能趋利避害，取得可持续发展。

乔布斯的创新实践对我们不无启示。1997年乔布斯回到苹果任CEO，他的系统性创新体现在：以打造极致用户体验为核心，通过科技、人文和艺术的有机融合，极大地挖掘和激发了用户的潜在需求；通过“硬件和软件的有机结合”，即ipod、iphone、ipad与itunes的有机结合，互相促进，打造大型的平台和生态系统，创新了商业模式；根据环境变化，积极实施战略创新，2007年1月9日，“苹果电脑公司”更名为“苹果公司”，标志着其战略定位由电脑制造商转型为消费电子产品供应商；以精美、简约为理念进行产品创新，为客户创造独特价值；饥饿营销式的营销创新，时刻领先消费者需求半步；通过细节上无缝把控的供应链创新，仅仅依靠iphone一款手机产品，就占据了全球手机利润的73%。

乔布斯深刻把握行业融合的趋势，麦金塔引发了家用电脑革命和普及了图形用户界面；《玩具总动员》和其他皮克斯大片开创了数字影像的传奇；苹果零售店重新定义了商店在品牌定位中的作用；通过“ipod + itunes”颠覆了唱片业；通过“iphone + itunes”颠覆了平媒业；通过“ipad+itunes”颠覆了出版业。目前，苹果的App Store应用下载量已经突破400亿次，总活跃账户数达5亿，iTunes给苹果、应用开发者、唱片公司、电视和电影工作室每年带来的收入超过120亿美元。

从乔布斯的创新实践来看，我们可以归纳出哪些创新原则呢？一是采取市场为导向的创新思路，科学界定自身的目标消费群，并准确定位目标消费群的需求；二是密切关注新技术，并使新技术和新理念有机结合；三是以开放的心态不断学习，善于接受新事物和打破传统思维。

企业家的创新能力应如何培养？首先，创新要坚持市场和用户导向，创造出用户喜欢的伟大产品、服务和体验。这需要我们回答以下几个问题：我们的用户是谁？用户的潜在需求是什么？新市场在哪里？新产业机会在哪里？其次，打破思维的牢笼，避免思维定式。在思考和解决问题的时候，不妨从多个角度多换几种方式进行思考。当然这是极其困难的事情，但是无论经历什么样的煎熬也要从以前的经验桎梏中解放出来。第三，不断跨界，向其他领域和其他行业的人进行学习，充分借鉴和吸收其他领域和其他行业的创新。第四，尝试打破旧的规则和标准，而不能仅仅满足于成为一个追随者和模仿者，诚如乔布斯所说：领袖和跟风者的区别就在于是否创新！第五，不惧失败、勇于和敢于冒险。当面临一条人迹罕至的路而未来又茫不可期时，你还能坚持自己的选择吗？

允许和宽容失败是培养创新能力的良好土壤。无疑创新的收益是巨大的，苹果公司2012年的财报显示其净利润高达417亿美元，比微软、eBay、谷歌、雅虎、Facebook、亚马逊六家企业加在一起的净利润还要多70亿美元，也高于我国海南省2011年的GDP。可以看出，企业家的创新能力不仅对单个企业，而且对国家的整体发展和产业结构调整都起着重要作用。

收益和风险同生，成功和失败共存，即使神奇如乔布斯也有昔日兵败滑铁卢被赶出苹果公司的艰难，即使现在如日中天的腾讯公司也有2001年濒临倒闭的困境。既然创新对于企业和国家如此重要，我们又该如何营造有利于企业家创新能力成长的环境呢？这就要求我们培育鼓励创新、允许和宽容失败的土壤，要求支持和鼓励市场竞争，也要求政府部门在制定相关政策时注意鼓励创新。

（作者为国家行政学院社会和文化教研部高级经济师）

新野视

本版编辑 钟云华 郎 冰