

doi:10.3969/j.issn.1007-3701.2018.02.012

宜昌页岩气揭开神秘面纱

蔡全升, 刘安, 张保民, 张森, 李培军

(中国地质调查局武汉地质调查中心, 武汉 430205)

中图分类号: P618.13

文献标识码: E

文章编号: 1007-3701(2018)02-184-004

为保障国家能源安全、贯彻绿色发展理念, 中国地质调查局武汉地质调查中心近年来在宜昌地区积极部署实施页岩气勘查工作, 先后在距今 5.3 亿年的下寒武统水井沱组和距今 4.4 亿年的下志留统龙马溪组页岩地层中钻获页岩气工业气流, 实现了南方页岩气勘探由盆地内向盆地外扩展的战略突破。宜昌有望成为我国继重庆焦石、四川长宁-威远之后第三个页岩气能源基地, 从而为长江经济带建设提供有力支撑。

页岩气-能源新贵

页岩气(shale gas)是指从页岩地层中开采出来的天然气, 是一种清洁、高效的非常规油气资源, 主要用于居民燃气、城市供热、发电、汽车燃料等, 用途广泛。与常规天然气相比, 页岩气具有原地富集成藏和面积连续分布的特征(图 1), 通过对储集

层压裂改造, 单井生产周期一般可达 30 ~50 年, 具有极高的工业经济价值。专家预测, 随着社会经济条件的发展, 在未来 100 年页岩气将在全球天然气消费格局中占据主导地位。

据统计, 全球页岩气资源量约为 636.28 万亿立方米, 相当于煤层气和致密砂岩气的总和, 主要分布在北美、中亚、中国、中东、北非、拉丁美洲和俄罗斯等地区。作为储量庞大的高效、清洁新能源, 页岩气的勘查与开发引起了世界各国政府的高度重视。但受制于经济、地质条件和开采技术, 到目前为止仅少数几个国家实现了页岩气的大规模商业化开采。

美国作为最早实现页岩气规模化勘探开发的国家, 拥有世界领先的勘探开发技术, 目前已经在国内各大盆地中均实现了页岩气的商业化开采。迅

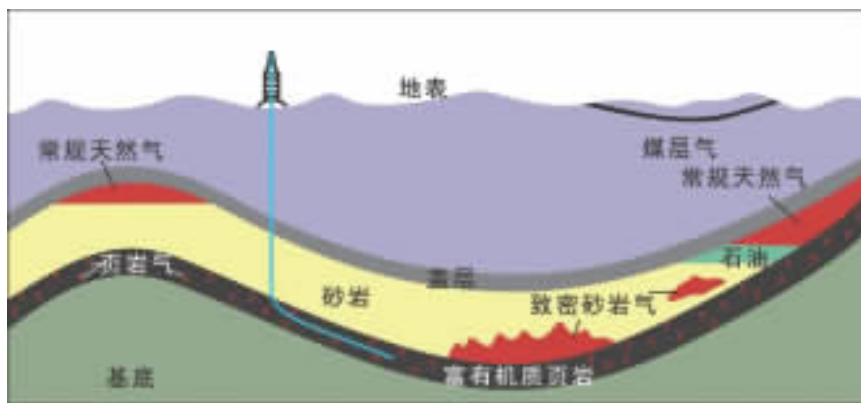


图1 页岩气分布及特征

基金项目: 本文由中国地质调查局项目(编号: DD20179615)、国家重大科技专项(编号: 2016ZX05034-001-2)和湖北省自然科学基金(2018CFB330)联合资助。

第一作者: 蔡全升(1988—), 男, 博士, 工程师, 主要从事沉积地质与页岩气基础地质调查研究, E-mail: cqsh0713@163.com.

猛增加的页岩气产量不仅优化了其国内的能源结构,也极大的缓解了能源压力,并使得美国从天然气进口大国变为天然气出口国。美国页岩气开采的成功,激发了世界各国开采页岩气的信心,一场轰轰烈烈的“页岩气革命”正在全球范围内展开。

我国页岩气资源及南方勘探形势

作为拥有 14 亿人口的发展中大国,中国对天然气需求量极大,目前已经成为了全球最大的天然气进口国。为保障国家能源安全,优化能源结构,促进绿色发展,加快页岩气的开发利用已经为国家重要的能源政策。自然资源部于 2012 年率先完成了全国页岩气资源潜力评价工作,结果显示我国陆地(不含青藏地区)页岩气地质资源量约为 134.4 万亿立方米,技术可采资源量为 25.08 万亿立方米,可采量与美国页岩气相当。

根据最新评价结果,中国南方长江流域页岩气资源最为集中,其可采资源量达 8.82 万亿立方米,南方地区也因此成为了我国页岩气勘探的重点区域。目前,中国石油与中国石化分别在长江上游的四川、重庆等地取得重大突破,相继建成了两个页岩气生产基地图(图 2),使得中国成为继美国、加拿大之后的第三个成功进行页岩气商业化开采的国家。然而,由于南方地区山高林密、地质条件复杂,除上述地区获得突破之外,其它地区的页岩气

勘探均未取得重大进展。

为了寻找新的突破点,进一步夯实南方页岩气资源,提振全国人民对页岩气的信心,中国地质调查局武汉地质调查中心积极响应国家部委和局党组指示,成立了由李四光学者陈孝红研究员为首的页岩气勘查科技攻关团队,针对南方地区页岩气实施战略调查。科研人员通过详细的地质研究并反复比对,将宜昌地区锁定为长江上游以外南方地区页岩气最有利的勘查开发基地,宜昌地区页岩气勘探正式拉开帷幕(图 2)。

宜昌-页岩气的新宝地

宜昌地区位于长江上游与中游的结合部,是鄂西山区向江汉平原的过渡地带,同时也是南方构造相对稳定的区域,世界闻名的三峡大坝也因而建立在此。

事实上,自 1958 年以来,地质人员就一直在宜昌地区进行油气地质调查研究。1958 年至 1970 年,科研人员在宜昌南部宜都地区实施的“宜都大会战”,开展了大量的地表调查和钻探工作,发现油气苗和油气显示数十处,并确定了区内地层的基本石油地质条件,但未获得突破;1970 年至 1985 年,又在宜昌东侧实施了“当阳会战”,先后部署了 4 口钻井,但仍未获得油气显示或工业气流;1986 年以后,中国石化和中国石油加强了技术与理论研究,



图2 长江流域页岩气勘探形势

取得了一系列重要认识,首次明确宜昌稳定带是最有利的油气勘探区带之一,并同时实施了3口页岩气井,然而均未获得实质突破。经过长达半个多世纪的勘查,宜昌页岩气仍然“犹抱琵琶半遮面”。

为了尽快摸清地下页岩气地质条件,取得页岩气的勘探突破,科研人员在总结前人研究的基础上,结合先进的技术手段,对宜昌地区进行了综合会诊。以陈孝红为首的项目组成员冒严寒、斗酷暑,用脚丈量了宜昌及周缘的每一寸土地(图3),用人工地震对深埋岩石做CT扫描,利用钻孔取出地下的岩石进行分析化验……,宜昌页岩气的基本地质情况才终于逐渐清晰。

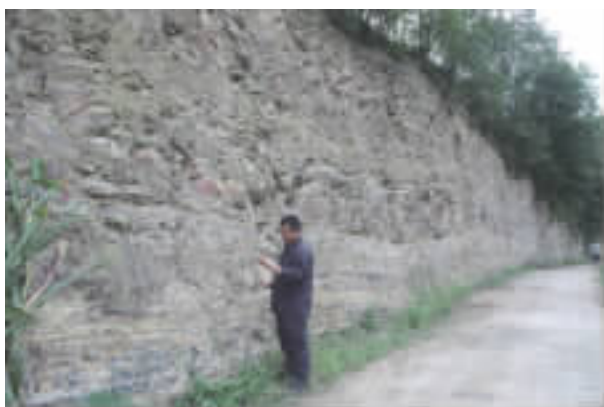


图3 陈孝红研究员带领科研人员开展页岩气野外地质调查

原来,宜昌地区在数亿年前曾是一片汪洋大海,大量的生物死亡后和泥土在此堆积,形成了大量富有机质页岩,部分地区厚度可达100 m。这些死亡的有机生物在埋藏过程中,在压力和温度的作用下,逐渐演化变质产生页岩气并直接存储在页岩孔



隙中,从而构成了现今页岩气形成的基本物质条件。

比这些页岩更久远、更古老的底下刚性岩石基底,则为页岩气形成提供了一个稳定可靠的安身之所。同时,刚性基底的持续抬升,也避免了漫长的地质演化历史过程中页岩气被深埋和破坏。测量数据显示,宜昌地区大部分页岩气地层埋藏在1500~3500 m的深度,这也是页岩气开采最经济、最容易的深度。

页岩气的保存也是勘探中不可忽视的问题,一旦页岩地层发育断裂或者暴露到地表,这些储存在页岩孔隙中的页岩气就会统统溜走或散逸。宜昌地区正如前面所述,是南方地区构造稳定区,断裂较少发育,并且在恐龙时代,该地区形成了一套厚层岩石,覆盖在富有机质页岩之上,就如同给页岩气捂上了一层厚厚的被子,得以让页岩气保存到今天。

用陈孝红研究员的话说,丰富的物质基础、良好的刚性基底与厚厚的沉积盖层使宜昌成为了页岩气富集的有利地区。

历史性突破,意义深远

为了揭开宜昌页岩气的面纱,在各级领导的支持下,陈孝红领衔的科研人员于2017年在宜昌车溪与龙泉两地部署实施两口页岩气参数井,鄂宜页1井与鄂宜页2井(图4),分别对距今5.3亿年和4.4亿年的页岩地层实施页岩气钻探。在钻探工程人员与地质科技人员的通力协作之下,两口页岩气井均获得的历史性突破:鄂宜页1井在距今5.3亿年的水井沱组页岩层获得日产6.02万立方米、无阻流量12.38万立方米的高产页岩气流(图5),并首次在形成于距今约6亿年前震旦系陡山沱组发现页岩气藏;鄂宜页2井在距今4.4亿年的龙马溪



图4 鄂宜页1井、鄂宜页2井钻井现场



图5 鄂宜页1井、鄂宜页2井页岩气放喷点火成功

组页岩层获得日产 3.15 万立方米的页岩气流。

钻探的成功证实了科研人员的预测,同时也极大的鼓舞了人们对于南方页岩气勘探的信心。在鄂宜页1井页岩气调查重大突破成果研讨会上,康玉柱、李阳等9位院士、专家一致认为,该井页岩气的突破是历史性、开拓性、导向性、里程碑式的,填补了中南地区古老地层页岩气勘探的空白,并且实现了我国页岩气勘查从长江上游向长江中游的战略拓展,对广大南方复杂构造区的油气勘探具有示范引导作用,对形成南方页岩气勘查开发新格局,支撑长江经济带战略意义重大。

面对这项历史性的重大突破,武汉中心油气地质研究人员没有停止前进的步伐。根据局党组指

示,为进一步扩大战果,落实宜昌地区页岩气资源量,全面支撑宜昌页岩气勘查示范区建设,他们在陈孝红研究员的带领下,依据页岩的厚度、含气性、埋藏深度、地表条件等诸多参数对宜昌地区页岩气勘探潜力进行了综合评价。结果显示宜昌地区页岩气有利区超过 1500 平方公里,页岩气资源量超过 1 万亿立方米,勘探开发前景极为广阔,具备形成新的页岩气资源基地的条件。

至此,宜昌这座拥有丰富水利资源和旅游资源的城市才显露出她的真容—地底下还拥有储量如此庞大的页岩气资源。或许过不了多久,宜昌这座曾因为三峡大坝而闻名的城市将因为页岩气而再次响亮全国。