



科学活动的一「鸟」双翼

尹传红

全新改版的《科普时报》1月12日推出的“院士科普”版，刊出了与院士相关的三篇专稿：汪景琇院士的《观测太阳“打喷嚏”》，朱彤院士的《为地球寻找“体温计”》，以及由任声权撰写，缅怀著名天文学家、“校园科普活动”推动者王绶琯院士的文章《遇到几双“大手”才有幸走进科学》。

新一版“院士科普”今天亮相，新专栏《探秘古龙页岩油》也隆重登场。刘合院士撰写了栏目首篇文章《甲子大庆的古龙新传》，孙龙德院士提供了一幅精美的照片。两位院士还欣然应邀担任栏目顾问，令中国石油勘探开发研究院陆相页岩油地质工程一体化作者团队和《科普时报》编辑部同仁都感到深受鼓舞。

我不由地回想起，近些年来在工作中所见识到的院士科普。

2018年4月24日，我到三亚拜访袁隆平院士时，把新出的一期《科普时报》呈上，请他谈谈对科普的看法。他说：科普很重要啊，老百姓借助科普了解更多的科学知识，提高文化水平，不做“科盲”，就不会陷于迷信，也不容易上当受骗。我请袁老为《科普时报》题词，他提笔写下了这样一行字：“科技创新与科学普及比翼齐飞。”

20年前，我曾有幸参与王绶琯院士领衔的一个团队，共同策划、组织编撰了《科学家讲科学》丛书。王老写在《科学家讲科学》前言里的一段话，我非常赞赏：“科普的内容，归根结底是出自科学的具体实践者——科学家的工作，而科学家的科研工作正是针对着“一事一物”运用他的科学思想和科学方法的过程。因此，一个科学家，特别是精于本行、富有经验的科学家，对古今科研事例的体会，包括对自身科研经历的体验，只要梳理一下表达出来，就是对科学思想和科研方法的很好的普及。”

采访著名数学家张景中院士时，我听他也谈到了类似感悟。他说，他的主业虽然仍还是科研，但他的某些科研领域跟科普的关联度已越来越大。近的有微积分的初等化——也可以说是“校园科普”之一种，而早年他提出并亲身去实践的关于“智能知识平台”软件的设想，则是对科普工作新思路和新工具的一种有益探索。张院士坦言，他这样做也并不“吃亏”，因为科普工作促使他对相关科学内容作了更多的思考。随着科普创作实践的不断深入、丰富，他对科研工作也有了更充分的理解，更开阔的思路，两者形成了一种良性的循环互动。

我们欣喜地看到，越来越多的院士、科学家参与科普工作，不但为社会奉献了一批科普精品，而且还产生了不可低估的示范意义。我觉得，科学探索与科普创作相伴而行，实际上也是在专业和普及这两个层面上的沟通与融合，是科学活动的一“鸟”双翼。



图为古龙地貌。中国工程院院士 孙龙德 摄

开篇语 古老而又神秘的东北松辽盆地在亿万年前，历经了无数次造山运动和大古湖变迁。300多年前，古鲁驿站设立；65年前松基三井喷油，大庆油田横空出世，累计产油25亿吨。今天，古龙地区钻塔林立，古龙页岩油国家示范区落户这里，一场新时代夺油大战铺展开来。

页岩油来自哪里？地下有多少页岩油？如何高效开采这些页岩油？本报开辟专栏《探秘古龙页岩油》，带你揭秘古龙页岩油的前世今生，解剖页岩地层真容，认知页岩油的“金身”。

甲子大庆的古龙新传

刘合



图为刘合院士。苏健 摄

松嫩沃野，蕴亿年油脉，铸陆相生油理论，贫油帽子终抛弃；古龙惊雷，承甲子雄风，破陆相页岩关隘，百年大庆续辉煌。

2020年4月的一天，黑龙江大庆气温乍暖还寒，地面上水泡子都还结着冰，即将抵达大庆萨尔图机场的飞机朝东北方向飞行。随着飞机高度的下降，乘客可以从空中俯瞰松花江流域肇源县古龙镇。曲流河、水泡子、浅洼子、黑土地勾画的一幅图景吸引了中国工程院院士孙龙德，他急忙打开手机抓拍图片，端详一番后，越看越兴奋。眼前呈现出的神奇画面，看起来恰似一条舞动的巨龙，这正是古龙地区的地形新貌。

古龙页岩油源于亿万年前地质变迁

古龙地区注定是一块神奇的土地。古龙镇坐落在大庆市西南120公里处。古龙镇为清代古驿站，旧称古鲁站，后来发音逐渐演化为古龙。

神奇的古龙新貌是如何形成的呢？肥沃的土地、连片的大小湖泊又是怎么来的？我们得从松辽大地亿万年的地质变迁说开来。

沧海桑田，时间宛如一位魔术师。从地球演变上看，在松辽盆地出现之前，这里是中生代晚期形成的山系。侏罗纪末，大规模的造山运动开启，产生了一系列的大断裂。松辽盆地大面积下陷，盆地内形成了许多彼此分割的小断陷盆地，整个盆地的基底是古生代的变质岩和花岗岩。在盆地发展的第二个时期，盆地继续下降，一个较大的湖泊形成。第三个时期，地壳继续下沉，

湖盆继续扩大，湖水变深，气候温暖潮湿，生物大量繁殖，这是重要的生油期。到了第四个时期，湖盆继续下降，达到了全盛时期。

亿万年前，即松嫩大湖发展中期，湖边生长着高大的植物、居住着身体庞大的恐龙，湖里有大量的低等生物和微生物，还有介形虫、叶肢介、鱼、螺、蚌等。低等生物和微生物繁殖快、死亡率高，数量惊人，这些有机质沉积在湖底，形成了石油生成的物质条件。

经过亿万年的风吹、雨淋、日晒，湖泊四周高山上的岩石被风化大量泥沙，被雨水带到湖盆里并不断沉积下来，把大量低等生物和微生物掩埋起来。随着地壳不断沉降，有机质堆积越来越厚，形成上千米厚的地层，后来地壳再次抬升，最终湖水离场，油气开始埋藏聚集。经过漫长的地质年代，松嫩大古湖变成了今天的松嫩平原。松辽盆地晚白垩纪页岩的调查始于20世纪20年代。1929年，国民政府农商部地质调查所谭锡畴、王恒升提出命名“嫩江组”，这套岩层主要有青灰、灰、灰黑、黑色为主的泥岩、粉砂质泥岩、油页岩加细砂岩组成。

古龙页岩油勘探开发挑战性大

页岩油是指蕴藏在富有机质、页理与纹层发育、具有超低孔隙度和渗透率的页岩层系中的石油资源。页岩主要由粒度小于0.0039毫米的粘土矿物组成，经过亿万年的演化，其内部的有机质在高温高压条件下逐渐生成石油。

古龙页岩油为页岩型页岩油。古龙页岩油勘探与开发是一项科技含量高、挑战性大的工程。高精度三维地震和多参数测井评价等先进技术手段，可以更加精准地搞清楚页岩油的赋存位置和规模。开发主要通过水力压裂技术，即通过高压泵送混有支撑剂的压裂液进入井下页岩层，使岩石产生微裂缝，从而释放并采集出原本储存在岩石孔隙中的石油。同时，我国积极研发绿色低碳的开采工艺，以实现经济效益与环境效益的双赢。

古龙页岩油的开发不仅可以拓展我国的石油资源储备，也在一定程度上能缓解能源自给压力。未来，我们期待在科技创新的驱动下，持续提升古龙页岩油的勘探开发效率与环保性能，为推动经济社会发

展赋予“绿色动能”。

从页岩里“榨”油意义深远

1958年6月26日，《人民日报》发表新华社通讯《松辽平原有石油》，报道松辽盆地初步发现了厚达几十米的油层。1959年9月26日，松基三井喷出工业油流，这无异于一颗惊雷，石破天惊，自此引发了一场轰轰烈烈的石油大会战，最终使中国把“贫油”的帽子彻底甩进了太平洋，截至2023年底累计产油25亿吨。

1981年，松辽盆地古龙凹陷钻探的英12井，在青山口组泥页岩发现了工业油气流。也正是在这一年，美国在Barnett彭迪C.W.Slay#1井发现了页岩气，一场席卷全球的“页岩革命”序幕徐徐拉开，页岩开采在东西半球争相开始。2018年，大庆油田针对青一段油页岩优势甜点段部署了松页岩1HF和松页岩2HF两口水平井，均获得工业油流。2020年，大庆油田工作会议要求，“抓页岩油，力争规模‘透亮’”。同年4月，为探索古龙凹陷深部青山口组泥页岩油气富集规律而钻探的古页岩平1井试油，试油期间最高日产油30.52吨，日产气13032立方米，成为古龙凹陷陆相页岩油勘探的战略突破井。由于最先获得工业油气流的井在古龙凹陷，因此也就称为“古龙页岩油”。

2021年2月24日，中国地质学会发布2020年度十大地质科技进展，大庆油田提报的《松辽盆地北部古龙页岩油勘探取得重大发现》榜上有名，齐家—古龙凹陷资源量达到60.58亿吨。这是油田发展新的接替领域，也是大庆油田振兴发展的新希望、新起点。

古龙页岩油巨量资源是建设百年油田的重要依托。2021年6月，国家能源局批准正式设立大庆古龙陆相页岩油国家级示范区，这是大庆未来之梦想和希望，因此，古龙页岩油的成功开发具有里程碑意义，也将引领中国陆相页岩油革命。

(作者系中国工程院院士、能源与矿业工程管理专家)



栏目顾问：中国工程院院士 刘合 孙龙德