



钻“岩”取“金” ——揭秘页岩气

文图 / 苗淼 高棚（中国地质调查局油气资源调查中心）

天然气，一种主要由甲烷组成的气态化石燃料，它与石油的“黑金”相对应，被誉为“蓝金”。天然气相对清洁，且开发、利用技术较为成熟，日益成为能源消费的“顶梁柱”。然而，它具有不可再生性。随着常规天然气资源的不断枯竭，以页岩气为代表的非常规天然气逐渐成为全球天然气开发的热门。

自“书页”中来

页岩气与常规天然气在成分上并无差异，它们的区别在于产层不同。常规天然气通常产自砂岩（主要由石英碎屑和填隙物组成）或碳酸岩（主要由碳酸盐矿物组成），而页岩气则产自页岩（黏土矿物经多种长期的固化作用后形成的沉积岩，具有明显的书页状层理，多呈灰黑色或黑色）。

页岩层杂质较多，露出地表的部分常位于地势低洼处或被植被覆盖，易遭受风化侵蚀，且它的孔隙和渗透条件较差，常被视为常规天然气的盖层（常规天然气藏通常需要兼具生气层、储层和盖层，生气层可产生天然气，储层具备储存和输出的双重要求，盖层则像一层盖在储层之上的厚厚的棉被，可以阻止天然气“逃脱”）。随着研究的进步，人们发现，页岩中含有大量直径仅有头发丝 1% 的纳米级孔隙，这些孔隙能同时让天然气“居住”和“出门”。在这一理念的指导下，页岩气被成功开发。

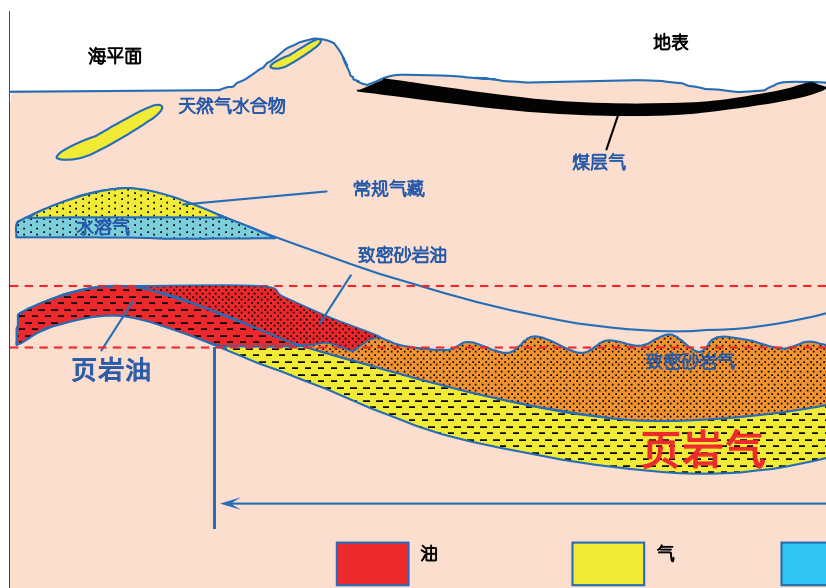


► 广西壮族自治区柳州市暴露在地表的页岩（供图 / 高棚）

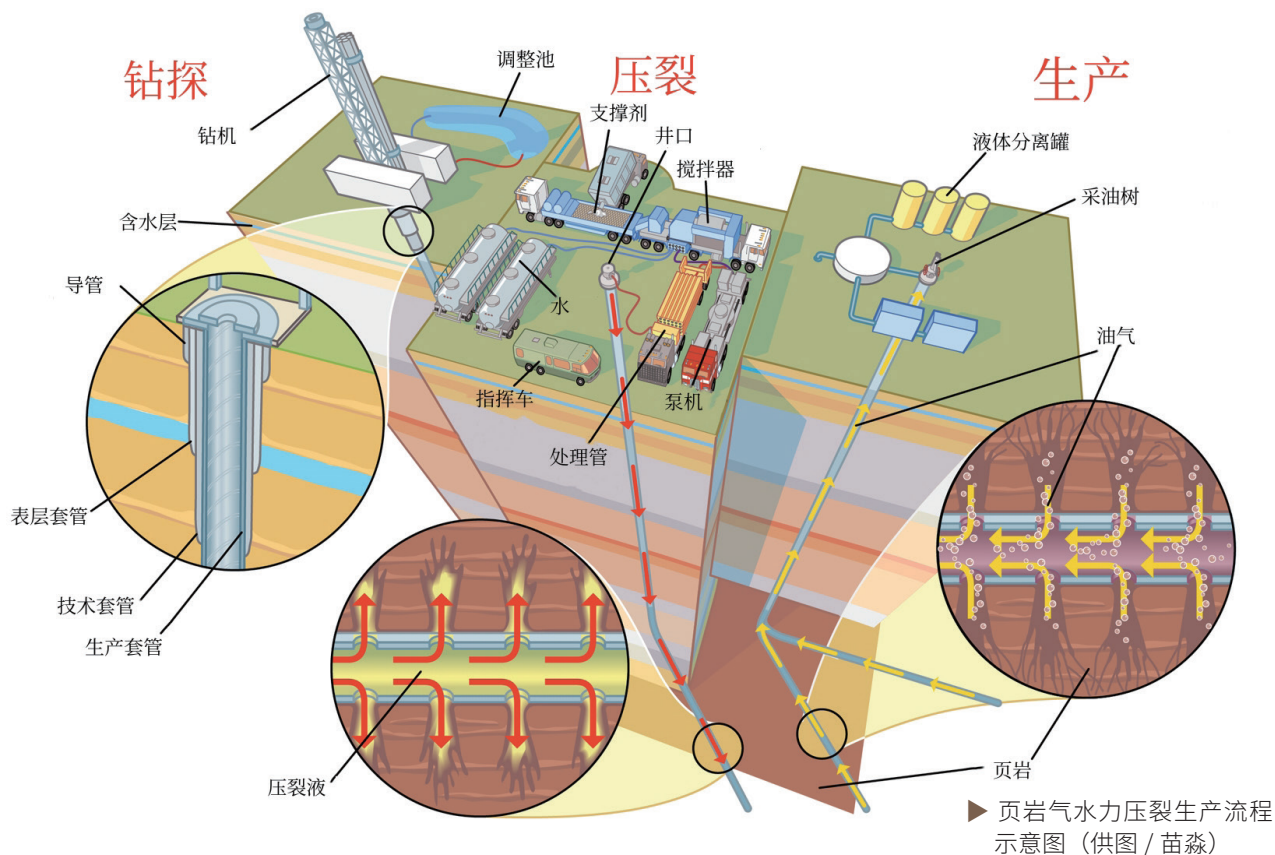
“出逃”的天然气

按成因，可将页岩气分为两种。一种为生物成因气，通常埋藏于较浅且温度较低的环境，由厌氧微生物对沉积的有机质分解而成，成分较为单一，以甲烷为主；另一种为热成因气，通常埋藏于较深且温度较高的环境，由有机物的裂解（在高温作用下，物质的分子发生断裂、聚合等反应，生成新的产物）或石油的二次裂解形成，成分较为复杂，包括甲烷等多种烃（tīng，仅由碳和氢两种元素组成的有机化合物）类物质。

与常规天然气“大哥”们喜欢在储层中过“集体生活”不同，刚刚“出生”的页岩气“宝宝”十分挑剔，



► 页岩气与其他油气资源关系对比图（供图 / 高棚）



既要住单间，又要足够深。它们会吸附在有机质的微纳米孔隙或矿物的表面，但这些物质的吸附能力有限，因此，有部分页岩气摆脱了吸附“生活”，逃逸到页岩的微裂缝中，成为“游离气”，为其开发、利用提供了可行性。但它们依然无法像常规天然气那样，通过钻井来

到地表，页岩气的“克星”——水力压裂技术应运而生。

水压石穿

水力压裂技术是一种将水、沙子和 / 或化学品注入井中，破坏地下基岩，释放岩石中储存的石油或天然气的技术，主要包括钻探、压裂和生产 3 大阶段。首先，垂直钻探一口井，钻到含有天然气的岩层后改为水平方向钻，并用钢材或水泥覆盖井壁。随后，将在地面上处理好的压裂液通过机械以极高的压力泵（bèng）入井中，击碎岩石，释放藏在岩石孔隙中的石油或天然气。这些物质会顺着裂缝逸出，通过生产井到达地表。

中国页岩气资源丰富，但主要位于四川、重庆等地的山地、丘陵地区，这些地区地形崎岖，人口稠密。不仅如此，这些地区位于板块

交会处，地质构造稳定性差，断层、褶皱等后期地质活动强烈，十分容易破坏页岩气藏。这些客观条件不仅增加了页岩气钻井的作业难度和成本，也限制了作业规模，因此，相关科研人员正在“对症下药”，因地制宜地探索开采技术。

2017 年，中国成为全球第三页岩气生产大国。目前，中国页岩气井水平段创下的最长记录为，2022 年重庆市涪（fú）陵页岩气田，4286 米；日进尺（钻探速度的衡量标准）创下的最快记录为，2024 年四川省宜宾市长宁页岩气田，1619 米。中国正在“钻得远”“钻得快”“钻得深”上比肩国际水平。

页岩气，藏在地下几千米的岩缝之中，是自纳米级孔隙中“挤压”出的“蓝金”。它正不断走进人们的生活，让这个世界变得更清洁、更环保。

（责任编辑 / 牛一名 美术编辑 / 周游）

