

页岩油气资源

页岩油气是赋存于富有机质页岩中的非常规油气，分页岩气（甲烷为主）与页岩油（重质原油），核心特征是自生自储、纳米级孔隙、需人工压裂开采，是全球能源安全与中国能源转型的关键资源。

一、核心定义（区别常规油气）

- 页岩气：富有机质泥页岩中，以吸附（颗粒表面）+游离（纳米孔隙）存在的天然气，主要成分甲烷（ CH_4 ），清洁高效。
- 页岩油：页岩层系中未运移/短距离运移的石油，石蜡基、高凝点、含氮高，接近天然原油。
- 与常规油气本质差异：
 - 常规：异地运移、圈闭聚集（砂岩/碳酸盐岩孔隙）；
 - 页岩油气：自生自储、连续大面积分布、纳米级孔喉，单井无自然产能。

二、形成条件（“甜点区”六大关键）

- 物质基础：富有机质页岩，TOC（总有机碳） $>2\%$ ，干酪根类型好（I/II型）。
- 成熟度：页岩气 $R_o > 1.3\%$ （高成熟）；页岩油 $R_o = 0.7\% - 1.3\%$ （成熟生油窗）。
- 储集空间：纳米级孔隙+微裂缝（有机质孔、粒间孔、粒内孔），渗透率极低。
- 厚度与埋深：页岩厚度 $>10\text{m}$ ；埋深 3000–5000m（中国超深层为主）。
- 保存条件：稳定构造、良好盖层、压力系数 >1.2 ，避免油气散失。
- 沉积环境：深水湖相/海相，还原性强，利于有机质保存。

三、全球与中国分布

1. 全球格局

- 页岩气：美国（第一大产国）、加拿大、中国、阿根廷、阿尔及利亚。
- 页岩油：全球可采 700–800 亿吨，北美最富集，美国占全球产量 35%。

2. 中国分布（陆相为主，区别北美海相）

- 页岩气：四川盆地（涪陵、资阳千亿方级）、鄂尔多斯、贵州、重庆，可采储量 21.8 万亿立方米，全球第一。
- 页岩油：鄂尔多斯、松辽、准噶尔、四川、渤海湾 5 大盆地，及柴达木、江汉等 8 个中小型盆地。

四、开采核心技术（水平井+水力压裂）

1. 水平井技术：垂直钻井至页岩层后转向水平，增大井筒与页岩接触面积，提高产能。
2. 水力压裂（体积压裂）：高压注入水+压裂液+支撑剂，压碎页岩形成人工裂缝网络，释放油气。
3. 平台式开发：一个钻井平台打多口水平井，降本增效。

五、战略意义

1. 能源安全

- 中国富煤、贫油、少气，页岩油气可降低对外依存度，保障能源自主可控。

2. 经济与产业

- 带动高端装备、化工、工程服务等产业，推动新质生产力发展。
- 页岩气清洁高效，碳排放为煤炭 50%，助力“双碳”目标。

3. 区域发展

- 川渝、鄂尔多斯等产区资源优势转经济优势，带动基础设施与就业。

六、挑战与限制

1. 地质复杂：中国以陆相页岩为主，非均质性强、埋深大（超 5000m）、压裂难度高。
2. 成本高：单井投资大、回报周期长，中小企业难以承担。
3. 环境风险：耗水量大、压裂液可能污染地下水、诱发小型地震、地表生态破坏。
4. 技术瓶颈：超深层压裂、环保压裂液、智能化开采等核心技术需突破。