

页岩气有新发现，煤层气单月产量创新高

非常规油气产量稳中有增

■本报记者 梁沛然

近期，国内页岩气和煤层气呈现较强增产势头。页岩气产量方面，中国石化涪陵气田累计产量突破650亿立方米，按照一个家庭日消耗0.5立方米天然气计算，可满足约1.3亿个家庭使用一年。而位于四川盆地的两口页岩气探井近日也接连获高产工业气流，具备规模增加储量潜力，对推动我国页岩气勘探开发和保障国家能源安全意义重大。

此外，山西正加大煤层气增产保供力度，今年6月煤层气产量13.7亿立方米，同比增加49.4%，创单月煤层气产量历史新高。

国家能源局此前发布的《中国天然气发展报告(2024)》显示，2023年，全国天然气产量2324亿立方米，非常规天然气产量去年突破960亿立方米，占天然气总产量的43%，成为增储上产重要增长极。其中，致密气全年产量超600亿立方米，页岩气全年产量250亿立方米，煤层气全年产量117.7亿立方米。

国信证券相关研报显示，2016年开始，受低油价冲击，国内油气勘探开发投资持续下降，天然气对外依存度快速攀升。2019年，国家能源局正式实施油气行业增储上产“七年行动计划”，国内石油企业加大勘探开发资金和科技投入力度，上游勘探成果密集显现。2018—2023年，非常规天然气产量快速增长，成为天然气产量重要增长极。未来，随着勘探开发不断拓展和工程技术进步，非常规天然气的产量和经济性有望继续提升，成为未来我国天然气供应的重要组成部分。

长期从事煤层气开采的企业人士表示，近年来，非常规天然气的勘探开发理论与技术、工程技术与装备创新取得新突破，



为我国油气增储上产提供了有力保障。随着勘探开发不断拓展和工程技术不断进步，非常规天然气产量和经济性有望继续提升。“中国非常规天然气资源十分丰富，在非常规天然气钻井技术、压力技术、完井技术、增产改造和智能化技术等综合应用和推动下，未来产量的占比将有望超过50%。”

从技术攻关看，目前陆上勘探开发形成非常规、深层超深层、超深高压气藏等重大理论与技术体系，实现3500米以深页岩气及2000米以深煤层气开发技术突破；工程技术形成水平井快速钻井技术、深井超深井钻井技术、升级体积压

裂工艺等关键核心技术，自主研发的特深井钻机建造成功并投入使用。

海上围绕深水深层、稠油低渗透、高温高压等新领域，构建了海洋能源自主技术和装备体系；首条旋转向导钻井和随钻测井“璇玑”系统智能化生产线建成投产；建造“深海一号”等一批深水超大型海洋平

台，工程建设能力实现从300米水深到1500米水深的重大跨越。

从管理模式看，我国目前正在不断尝试打破传统石油“接力式”勘探开发模式，以适应非常规油气开发需求。参与建设的各方正逐渐形成全产业链的系统管理模式，助力非常规天然气产业的可持续发展。

中国科学院院士贾承造认为，形成新一代适应深层、深水、非常规油气勘探开发的理论、技术、装备与高效的施工作业队伍，是目前实现油气高效益、低成本开发的关键。

中国石油工程技术研究院高级专家何爱国此前公开表示，未来，非常规油气规模化发展还须从四方面进行突破：一是以降低非常规油气开发成本为目标，提升工程技术自主创新能力，创新建立非常规油气效益开发模式、集约布井方式、高产压裂机理、高效驱油/采气机理、低熟页岩油原位转化机理等开发理论技术体系，形成中国特色非常规油气工程理论体系。同时，加快攻关并推广一批制约非常规油气高效动用的工程技术，推动非常规油气规模效益开发；二是积极实行“全产业链”“一体化”管理模式，按照“多层次、立体式、大井丛、工厂化”思路推进非常规油气示范区建设，建立工厂化“批压批采”模式施工技术标准，提高非常规油气钻井压裂效率；三是加快数字化转型和智能化发展，全面提升非常规油气工程作业智能化水平、风险管控能力、工程质量及运行效率，提高非常规油气产业链现代化水平；四是有效推进市场化运作与社会化支持，合理制定非常规油气开发的支持政策。

黄河上游“水光”协奏

■本报记者 朱学蕊



图为黄河上游“龙头”电站——龙羊峡水电站。朱学蕊/摄

蓝天碧水，铁塔流云，高峡平湖，风光无限。初秋时节，走进黄河上游，如同走进一幅“水光”协奏的绿动画卷。

置身“万里黄河第一坝”——龙羊峡水利枢纽观景平台，黄河上游龙青段首座大型梯级水电站的壮丽尽收眼底——巨大的水库波光粼粼，黄河水经大坝能量转换，缓缓流向峡谷深处；330千伏输电线路横越大坝，连接两岸的高压铁塔，“嗡嗡”低鸣，跨向远方。

龙羊峡水电站位于青海省海南藏族自治州共和县与贵德县之间的黄河干流上，是我国自行设计、施工的大型水利枢纽，于1976年1月开工，1987年首台机组投产发电，1989年6月4台机组全部投产发电，代表了上世纪80年代中国水电工程的最高水平。其中，电站2号机组投产发电标志着中国电力装机突破1亿千瓦。

镌刻着历史印记的龙羊峡水电站，30多年来日夜拥抱黄河水，将其转化为源源不断的清洁电能，点亮千家万户。

据国家电投黄河公司龙羊峡发电分公司副总经理朱钢介绍，龙羊峡水电站单机容量32万千瓦，总装机容量128万千瓦，年平均发电量60亿千瓦时，库容247亿立方米，是黄河上库容最大、调节性能优良的多年调节水库。“同时，作为西北电网的主力电厂，龙羊峡水电站还承担着主要调频和调峰任务。”

“看，水库那边闪闪发光的，就是全球装机容量最大的共和光伏产业园。”顺着朱钢手指的方向，《中国能源报》记者向北远眺，只见深蓝色的巨型“方阵”点缀于水天交接处。

离开龙羊峡水电站，驱车40多分钟，进入共和县一望无际的塔拉滩。

戈壁打底，远山为框，羊群点缀，一块块光伏板构成的“蓝色海洋”铺展于天地间，以光伏发电，借光聚能。位于共和光伏产业园中的龙羊峡水光互补项目，更是创下了全球最大装机容量水光互补电站的世界纪录。

据了解，龙羊峡水光互补项目总装机容量850兆瓦，设计年均发电量14.94亿千瓦时，一期320兆瓦项目于2013年12月投产发电，二期530兆瓦项目于2014年投产发电。项目不仅填补了国内大规模水光互补关键技术的空白，还为后续联合开展大规模风、水、光黄河流域联合协调控制技术及应用奠定了坚实基础。

共和光伏产业园内，还有一个特殊“成员”——总装机143兆瓦的太阳能发电实证基地。在这里，148种光伏主流技术及产品同台“竞技”，接受温度、日照和风雨的检验。

国家电投黄河公司海南分公司产业园项目部一班副班长曹军几乎每天穿梭于“光伏海洋”中，黝黑的皮肤是他长时间接受“日光浴”的证明。据他介绍，太阳能发电实证基地设有组件对比、逆变器对比、支架对比、设计对比、综合对比、储能对比6个试验区，以及组件、逆变器2个室外测试平台，同时预留了后续新技术、新产品的试验区。

“实证基地设备囊括了国内外光伏知名制造商生产的组件、逆变器等，涵盖国内外多种最先进的技术，选用26种组件，21种逆变器，17种支架，展示30种设计理念、15种新设备、30种新材料以及4种电池的储能技术。”曹军坦言，实证基地为全球光伏行业设计、施工、设备制造、研发、规范编制、投资效

益分析等提供实测数据，为光伏产业高质量发展提供技术支撑和行业标准。

离开共和县，沿着黄河干流往下游行驶，2小时车程达到海南藏族自治州贵德县的拉西瓦镇。“天下黄河贵德清”，在黄河上游龙羊峡至青铜峡河段规划中的第二座大型梯级电站——拉西瓦水电站，得到了印证。

“峡谷陡峭，河水清澈。”国家电投黄河公司拉西瓦发电分公司副总经理朱发兰用简短的八个字，概述了拉西瓦水电站的独特之处。

穿越近8公里的山体隧道，走进隐藏在深谷中的拉西瓦水电站，两岸峭壁高耸，如斧劈刀削，一座大坝横亘其间，尽显巍峨。峡谷底部，一泓碧水蜿蜒流淌，如绿色绸带挽系于高山峡谷间。

“拉西瓦水电站总装机容量420万千瓦，单台装机容量70万千瓦，最大坝高250米，是黄河流域大坝最高、装机容量最大、发电量最多的水电站，也是西北电网750千伏网架的重要支撑电源。”朱发兰介绍，此外，拉西瓦水电站还肩负着水电领域智慧化、数字化转型创新的重任。

朱发兰透露，拉西瓦发电分公司有望在2026年前将基于大数据和人工智能技术的机组状态评价及故障诊断技术、可视化智能五合一运维管控系统等相融合，并利用5G、人工智能、大数据运算等技术，完成基于大数据的数字化智能安全管控平台建设，形成厂级安全管控“驾驶舱”。“不久的将来，拉西瓦水电站将成为一座集现代先进传感测量技术、通讯技术、信息技术、计算机技术和控制技术于一体的智慧化水电站。”

本报讯 7月份，±800千伏白鹤滩—浙江、宁夏灵州—浙江绍兴、溪洛渡—浙江金华三大“西电入浙”特高压直流输电工程输送电量达134.8亿千瓦时，同比增长38%，创单月送电量新高。

7月4日出梅后，浙江历经多轮高温过程，全省平均气温30.7℃，比常年同期偏高2℃，排历史第二高。数据显示，7月浙江全社会用电量达719亿千瓦时，同比增长9.6%。期间，西南地区总体来水偏丰，大型梯级电站满发运行。国家电网用足跨区直流通道能力，三大“西电入浙”特高压工程同时进入较长时段大负荷甚至满功率运行阶段，在足额执行中长期电力交易合同的基础上，增送电力430万千瓦，送电量约占浙江全社会用电量的20%。

进入8月，受副热带高压控制，杭州、金华多地打破历史最高气温纪录，三大“西电入浙”特高压工程日送电量超5亿千瓦时。8月4日，“西电入浙”工程刷新单日送电量历史记录，日输电量达5.39亿千瓦时，可满足超2000万台家用空调同时运行24小时。

±800千伏钱塘江换流站，是白鹤滩清洁水电高速入浙的第一站。设备运维人员通过数字换流站平台，实时监视满功率输送期间换流站设备温度、气体压力、油位等数据，智能分析设备健康状态，并针对性开展设备GIS在线监测、红外测温等。截至8月6日，白浙特高压工程首次连续8天保持800万千瓦满功率运行。

“三大‘西电入浙’特高压工程送电量占浙江区外来电超50%，确保三大通道安全可靠运行，对保障西南水电大规模送出和浙江电力稳定供应至关重要。”国网浙江超高压公司特高压换流站运行技术负责人高子杰介绍，满功率运行期间，电力巡检人员每日增加2次设备特巡，确保区外来电安全稳定送至浙江。

浙江用电需求约1/3需从省外调入，迎峰度夏期间，浙江电网滚动开展电力电量平衡分析，利用各区资源分布和负荷特性差异，通过错峰、置换、互济等多种措施千方百计争取外来电，确保浙江用电所需。7月以来，浙江开辟从南网购电新通道最大增送电力140万千瓦，积极申购省间现货，7月累计成交18.5亿千瓦时，约占全国成交量的60%，外来电最大规模达到4436万千瓦，全力保障用电高峰期电力安全稳定供应。

(张悦 吴米佳)

► 图为8月2日，钱塘江换流站满功率运行期间，国网浙江超高压公司检修人员开展避雷器阻性电流检测工作。吴米佳/摄



▲ 图为±800千伏钱塘江换流站俯瞰图。吴米佳/摄

『西电入浙』月度规模创历史新高

三大特高压直流工程送电量同比增长38%