



编者按

当前,国际地缘政治形势持续复杂演变,液化天然气(LNG)资源的争夺日趋激烈,全球能源供应链的脆弱性进一步凸显。各国纷纷加快储气设施的规划布局、建设进度与能力提升,全力筑牢能源安全防线。2026年政府工作报告明确提出要提高能源资源供给保障能力,坚守能源安全底线的思维导向越发鲜明。集团公司工作会也着重强调,要实施资源保障战略,全面提升能源安全综合保障能力,并对加快地下储气库建设作出具体部署。在全球能源格局深度调整的时代背景下,作为能源保供的“压舱石”与调峰保供的核心基础设施,地下储气库的战略价值与重要性越发突出,已成为保障能源安全、稳定供应的关键支撑。

本版文字除署名外由中国石化石油勘探开发研究院卢雪梅提供



地缘博弈加剧 全球天然气“银行”扩容成战略刚需

图为中原油田白庙储气库。
于文君 刘婷婷 供图

全球天然气地下储气库发展现状

天然气从开采到送达终端用户,需历经处理、储存和运输等多个环节。其中储存方式主要分为地上和地下两类。

地上储存以液化天然气(LNG)为主,天然气经脱水、脱硫和脱轻净化处理后,在低温条件下被液化,随后存放于专用储罐中。液化后的天然气体积仅为原气态体积的1/625。此外,还有压缩气(CNG)储存方式,但这种方式仅适用于管网未覆盖且用量少的用户,规模上无法与LNG媲美。

地下储存则是将天然气存储在盐穴、枯竭的油气藏和含水层等地下地质构造中。

地上和地下储气各有优劣。地上储气设施主要用于天然气的短期和临时存放,优势在于天然气易获取,能快速满足应急需求。然而这种方式成本高昂,并且存在安全风险。地下储气则具有“量大管饱”的特点,使用年限可达30-50年或更长,但投入也不低,有时还需要垫底气,在取用上便利

性较差,还会受到地质条件、设施的泵送能力、现有产能利用率等因素影响。

近年来,新能源持续发展和地缘政治冲突导致的化石能源危机,使得天然气储存的重要性和必要性愈加凸显。原本就有储气设施的国家进一步加大了建设力度,而缺少相关设施的国家也纷纷加快发展步伐,推动全球储气能力攀升至新高度。

国际天然气联盟(IGU)2025年报告显示,全球天然气总工作气量达到4240亿立方米,分别存储在各国699个储气设施中,日均抽取量约7371万立方米。这些储气设施大部分位于枯竭气田。其中北美可存储1640亿立方米,位居全球之首;欧洲紧随其后,为1420亿立方米;俄罗斯及中亚国家为830亿立方米;亚洲及太平洋国家为260亿立方米;中东地区为90亿立方米;拉美地区仅为2亿立方米。其他地区因存储数量过小可忽略不计。

不同国家和地区地下储气库的发展存在显著差异,很大程度上反映了天然气基础设施发展的成熟度不同,而这种发展又与该地区的天然气需求变化密切相关。相关数据表明,发达国家地下储气库的发展似乎陷入停滞,或仅呈现小幅增长态势。这可能是由于监管框架、市场结构、地质条件和天然气项目整合等方面发生了变化,也说明地下储气库发展策略需要不断调整,以适应不断变化的能源市场。

北美洲:储气容量略有增加,但新项目开发进展缓慢。储气市场较为分散,以小型孔隙型地下储层为主,主要用于冬季天然气供需调节,是天然气基础设施的重要组成部分。

欧洲:储气容量较2020年~2022年的水平略有增加,这可能和欧洲地缘政治冲突有关。储气设施使用率较高,对能源系统至关重要。一些存储设施的扩建项目完工,弥补

了废弃站点的容量损失。然而,当前复杂的地缘政治局势对欧洲能源供应产生了巨大影响,使得存储设施项目的进展受到制约。如何明确储气设施在能源转型中的作用,是欧洲面临的一大挑战。

俄罗斯及中亚地区:主要依靠天然气存储实现季节性平衡的调节和出口。大部分储气场所为大型多孔储层,利用率较高。

亚洲及太平洋国家:目前全球唯一的储气容量增长强劲的地区,这主要得益于中国从煤炭转向天然气的战略政策转变。尽管如此,基础设施建设仍落后于该地区天然气消费量的增长速度。

拉丁美洲:发展相对滞后,仅有Pilar储气项目有所推进。

在全球范围内,有659亿立方米的大型天然气地下储气项目处于规划和开发的不同阶段。其中新项目约占42%,其余为现有设施的扩建。

中国

迎头赶上的储气库新秀

我国天然气存储能力建设起步较晚,曾长期落后于国际平均水平,直到20世纪90年代才正式启动建设。近年来,随着经济高速发展及能源安全需求的提升,国家层面密集出台政策推动储气库建设,包括2018年《关于促进天然气协调稳定发展的若干意见》、2019年《关于建立健全能源安全储备制度的指导意见》,以及2020年多部委联合发布的《关于加快推进天然气储备能力建设的实施意见》等,为行业发展提供了强有力的政策支撑。

1999年,我国建成首个地下储气库——大庆坨储气库,彻底结束了“有气无库”的历史。2022年,中国首批全数字化油气藏型储气库——天津驴河储气库正式投运,工作气量为3亿立方米。

2025年8月,我国中西部地区规模最大的天然气调峰储气库——榆37正式投运;同月,河南信阳的地下储气库开挖任务完成50%,标志着我国储能领域首个30万立方米量级的大型储气库建设取得关键阶段性进展。

中国石化在地下储气库建设方面取得显著进展。首个储气库是2012年在中原地区投运的文96储气库,首个盐穴储气库是2016年在江苏常州投运的金坛储气库,2018年后在河南濮阳地区持续建设了中原储气库群,2022年西南地区首个储气库——清溪储气库投运。中原油田储气库群依托数字化管控平台构建“人工巡检+智能监控+网格化值守”的立体保障体系,2025年入冬以来累计供气突破4.3亿立方米。

经多年持续攻坚,我国储气库建设取得了重要成果。国际天然气联盟最新数据显示,截至2025年,我国已建成地下储气库25个,工作气量为198.3亿立方米,比2024年增加60亿立方米,是全球地下储气库增幅最大的国家,工作气量在全球已位列第6。

美国 大力扩容盐穴储气库

地下储气库是美国能源基础设施的重要组成部分。根据国际天然气联盟的数据,截至2025年,美国共有403座地下储气设施,工作气量为1381亿立方米,在全球排名第一。

美国地下储气主要有三种形式,占比差异较大。其中,枯竭油气田储气占比最高,约为79%。得克萨斯州和路易斯安那州等传统油气生产州有大量废弃油气田,改造后可用于储气。其次是盐水层储气,占比约12%。盐水层由可渗透的岩石、沙子或砾石构成,能储存地下水。当其上伏地层为不渗透的盖层岩石时,就具备了优质储气层的条件,伊利诺伊州的含水层就是典型代表。占比最低的是盐穴储气,约为9%。盐穴是向盐丘(多位于墨西哥湾沿岸各州)钻探介于1000米~1600米的孔洞,注水溶盐后抽出盐水混合物形成的大型盐穴储气空间。虽然盐穴被认为是地下储气的最佳选择,但数量有限,因此成为近年来美国地下储气建设的重点发展方向。

项目进展

美国的能源公司早在1951年就开始在盐穴储存天然气,但真正的项目爆发期是近几年。随着LNG终端和替代能源产业的快速发展,美国地下储气需求持续攀升。一方面,页岩气革命推动美国天然气出口蓬勃发展,在将天然气超低温液化并运往海外前,需要大量的存储空间;另一方面,太阳能、风能等新能源发电受自然条件制约,存在间歇性和不确定性,天然气作为转型过渡燃料,被欧盟国家大量使用。在此背景下,美国原有储气能力已难以满足市场需求。

2024年,美国3家储气公司分别宣布了盐穴储气库建造或扩建计划,涉及密西西比州的Mount Olive、东得克萨斯州的Beaumont、西得克萨斯州的Pecos县,3个项目共计将新增580亿立方米(约合16.42亿立方米)的地下天然气储存容量,比美国目前盐穴储气总容量还高8%。

Mount Olive储气库扩建项目:恩斯特罗天然气公司位于密西西比州的Mount Olive储气设施现有3个地下盐穴储气库,可储存224亿立方米(约合6.34亿立方米)的天然气。该公司计划2028年~2031年新建3个盐穴储气库,将原有储气能力扩大一倍以上。新建储气库的存储容量为100

亿立方英尺(约合2.83亿立方米),此外还将对两个现有盐穴进行扩容,通过增设天然气压缩机设备、水井、盐水排放井和管道设备等,再增加35亿立方英尺(约合0.99亿立方米)的存储空间。

Beaumont储气库扩建项目:卡利切发展公司将得克萨斯州Beaumont面积为90英亩的金三角储气库进行扩建。该公司目前在此拥有两个盐穴储气库,总工作气量为140亿立方英尺(约合3.96亿立方米)。扩建项目包括新建两个地下盐穴,计划工期为2024年7月~2026年4月,建成后新增144亿立方英尺(约合4.08亿立方米)的储气容量。

瓦哈天然气存储设施扩建项目:怀特特中游公司2021年从恩斯特罗天然气公司手中收购了瓦哈储气中心,成立瓦哈储气有限公司,主要向附近的阿瓜布拉纳和惠斯勒管道供气。该中心原有6个盐穴储气库,此次计划新增5个盐穴储气库,目前已获得开发许可,但尚未动工。全部开发完成后,整个中心的储气容量将达到100亿立方英尺(约合2.83亿立方米)。

盐穴储气库的风险

虽然盐穴储气有诸多优势,但也存在一定安全风险。储气公司通过向合适的盐层钻孔、注液溶解形成储气的空腔,注入气体后,需要取用时常采用向内注水将气体上举的方式。有报告显示,将天然气储存在盐穴中存在泄漏爆炸的可能。

过去曾发生过多起盐穴储气库事故。2001年,堪萨斯州Hutchinson镇一处盐穴储气设施发生天然气泄漏,甲烷沿废弃的井道向上扩散至地表并引发爆炸,造成两人死亡,191户家庭被迫撤离。2004年,得克萨斯州Liberty县一处盐穴储气库发生事故,60亿立方英尺(约合1.7亿立方米)的甲烷泄漏并燃烧殆尽。2020年,密西西比州Petal盐穴储气库发生严重泄漏,释放出近5000吨甲烷,其温室效应相当于14万吨温室气体。

环保组织警告称,过度使用地下储气设施会增加泄漏和诱发事故的风险。部分运营公司可能为追求利益过度充填天然气,导致储气库内压力过高,进而引发泄漏和爆炸。因此,政府的有效监管对于保障盐穴储气库的安全运行至关重要。

德国 储气领域最具实力的天然气消费国

德国是欧盟成员国中的用气大户,对储气自然也很重视。该国存储方式与其他国家类似,分为地下存储和地面存储,且以地下存储为主。德国的储气库总储气能力超过200亿立方米,几乎达到德国天然气年消费量的1/4。

德国也建设了不少含水层储气库,其中第一座含水层储气库是1954年建设的Engelbostel,构造顶部埋深为200米,工作气量为0.55亿立方米,主要为汉诺威市供气。第二座含水层储气库是Reitbrook,构造顶

部埋深仅25米,工作气量为0.14亿立方米。目前德国仍在运营的含水层储气库共7座,总工作气量为11.53亿立方米,总气量为14.09亿立方米,配备注采井81口、观察井43口。这7座含水层储气库埋深分布在500米~2100米。

国际天然气联盟数据显示,截至2025年,德国共有44座地下储气库,总工作气量为224.9亿立方米,储气能力仅次于美国、俄罗斯、乌克兰和加拿大等能源国,是全球天然气消费国中储气实力最强的国家。

法国 含水层储气库的佼佼者

美国是全球最早开展含水层储气的国家,早在1946年就在肯塔基州和印第安纳州交界的杜茹安石灰岩地层存储天然气,但真正把含水层储气发扬光大的却是法国。

为缓解国内用气矛盾,法国1956年起在巴黎以西40公里处的Beynes地区建设了国内第一座含水层储气库,构造顶部埋深为405米。同年,法国还建设了第二座含水层储气库Lussagnet,构造顶部埋深为545米,工作气量为10.8亿立方米,总气量为13.2亿立方米。1968年,法国建成库容和工作气量仅次于俄罗斯卡西莫夫储气库的世界第二大含水层储气库——Chemery,库容高达70亿立方米,工作气量为35亿立方米,设有67口注采井和26口观察井。

法国的含水层储气库主要分布在巴黎盆地和阿基坦盆地,其他沉积盆地由于区域较小、地质复杂,没有发现合适的含水层建设储气库。目前,法国运营的含水层储气库共有12个,是全球含水层储气库占比最高的国家,工作气量占国内储气库总工作气量的比例也高达88%。

除了含水层储气库,法国还有很多小型盐穴储气库,分布在德拉姆的泰尔桑尼和勒格尔德塞,艾因的埃特雷斯和维里亚,普罗旺斯-阿尔卑斯省的马斯诺克等地,但规模难以与美国相比。

国际天然气联盟数据显示,截至2025年,法国共有14座地下储气库,工作气量为117.7亿立方米,在全球位列第9。

荷兰 稳固欧洲天然气枢纽地位的底气

作为欧洲重要的天然气枢纽,荷兰的储气库在全球能源市场上占据关键地位,是其稳固欧洲天然气枢纽地位的核心底气所在。荷兰的储气库建设始于20世纪60年代,最初仅为满足国内日益增长的天然气需求。随着欧洲能源市场的发展,荷兰储气库规模持续扩大,逐渐跻身世界大型天然气储气库之列,为其成为欧洲天然气枢纽奠定了坚实基础。

荷兰储气库主要分布于境内,其中规模最大的豪特沃特储气库。荷兰储气库主要分为天然储气库和人工储气库两类,前者利用地

下岩层或枯竭油气田进行储气,后者通过人工挖掘和建设储气设施进行储气。

数据显示,荷兰储气库存储的天然气约占欧洲天然气总存储量的30%,是欧洲天然气储备的重要组成部分;从全球范围看,其储量约占全球总存储量的5%。

国际天然气联盟数据显示,截至2025年,荷兰共有5个地下储气库,总工作气量达到137.4亿立方米,在全球储气库工作气量排名中位列第8,进一步彰显了其作为欧洲天然气枢纽的实力。

链接

亚洲 LNG 价格 飙升至3年来最高水平

本报讯 据油价网报道,受卡塔尔能源公司旗下的液化天然气(LNG)设施遇害影响,该公司被迫暂停生产,导致亚洲现货市场LNG价格飙升至3年来的最高位。

彭博社援引交易商消息称,亚洲LNG现货价格已翻倍,达到35.4美元/百万英热单位。如果卡塔尔LNG生产继续暂停,价格可能进一步上涨。卡塔尔能源公司是全球最大的LNG生产商,产能占全球总量的20%。

在卡塔尔能源公司宣布暂停LNG生产前,高盛分析师曾预测,如果霍尔木兹海峡的油轮运输中断持续一个月,亚洲LNG价格可能涨至25美元/百万英热单位,较当时价格上涨130%。然而,当前实际涨幅已远超这一预期水平。

卡塔尔能源公司在声明中表示,暂停生产是由于公司在拉斯拉凡工业城和麦赛义德工业城的运营设施遇害。受此消息影响,欧洲气价立即飙升40%,随后又上涨了30%,预计还将继续攀升。

目前,卡塔尔能源公司尚未公布复产时间表。虽然美国有LNG可供出口,但供应量不足以迅速填补巨大的市场缺口,难以遏制价格飙升态势。(李峻)