

核心
阅读

中原储气大“粮仓” 滚滚“蓝金”暖华北

建设永不枯竭的“大气田”

中国石化今年在中原油田建成4座储气库、11.88亿立方米储气能力,“十四五”期间将建成14座储气库,新增储气能力103亿立方米

本报讯 记者于银花报道:11月29日,中原油田文13西储气库建成注气,华北地区最大的天然气储气库群——中原储气库群再度扩容。

文13西储气库设计工作气量3.32亿立方米,库容气量5.69亿立方米,用气高峰可形成500万立方米/日的采气规模,能满足1000万户家庭的日用气需求。

至此,包括文96、文23、卫11等储气库,华北地区储气库增至4座,工作气量总计达51.88亿立方米,库容气量总计达105.99亿立方米,为储气调峰增添了“底气”。储气库被誉为天然气的“地下粮仓”,夏季天然气富余时注入,冬季天然气短缺时采出,一座座储气库如同一个个永不枯竭的“大气田”。

党中央、国务院高度重视储气能力建设。今年初,中国石化启动2021年储气能力建设,以央企担当坚决扛稳政治责任、服务国计民生,要求中原油田今年建成4座储气库。

中原油田工程技术管理部副经理牛保伦说:“中原油田今年承担了集团公司近60%的储气库建设任务,这是地质、技术、市场等多方面的优势条件决定的。”地质方面,40多年来,中原油田形成了多个枯竭式油气藏区块,储层孔隙度大、渗透率高,能够“注得进”;气藏具有较好的封闭性,能够“存得住”;单井产能高,能够“采得出”。

技术方面,自2012年以来,中原油田先后参与建成中国石化第一座储气库文96储气库,以及我国中东部地区最大的储气库文23储气库(一期),积累了形成气藏型储气库系列建库关键技术,培育了一大批储气库运行维护专业化人才。

市场方面,中原腹地四通八达,济青管道分支线、鄂安沧管道濮阳支线、中开线、濮阳台管道等国家管网主干线在此穿过,山东管网南干线与中原储气库群联络线正规划建设,管网密度持续增大,市场供应范围可辐射整个华北地区。再有几天,清溪、白9两座储气库也将注气投运,中原油田将建成11.88亿立方米储气能力。

2022年,中原油田还将建设6个储气库。“十四五”期间,中国石化将在中原油田建成拥有14座储气库的规模宏大的储气库群,新增储气能力103亿立方米,不但将使中原油田成为华北地区规模最大的地下储气库季节调峰及应急供气中心,而且百亿立方米的天然气经营量将为老油田转型发展注入不竭动力。

工程 确保钻得顺、建得牢、储得住

□本报记者 杨 君

从中国石化第一座盐穴储气库金坛盐穴储气库,到中国石化第一座枯竭层储气库文96储气库;从中国石油难度最大的储气库呼图壁储气库,到华北地区最大储气库文23储气库(一期),再到今年顺利钻穿的卫11、清溪、文13西、白9等中原储气库群,中原石油工程迄今完成的109口储气库井施工任务,全部达到设计要求。

“经过多年磨练和创新,我们攻克解决了地层压力系统复杂、断层发育、固井质量和储层保护要求高等难题,打造了较完整的储气库钻井技术链条,形成了复杂断块储气库钻井专有技术,确保钻得顺、建得牢、储得住。”中原石油工程负责人说。

钻得顺:复杂压力系统防漏堵岩技术

4年前,在文23储气库随8-5井钻开,共发生6次失返性漏失,特别是最后一次位于断层叠加处,钻井液漏失量大,仅堵漏就用了8天。

“必须攻克防漏堵岩技术。”中原石油工程技术部负责人介绍,中原油田地质复杂,压力系统紊乱,受注采井影响大,且盐层顶部需要高密度钻井液支撑,给钻井施工带来极大挑战。

在困难中掌握克服难题的本领,中原石油工程技术人员树立“预防为主、防患于堵”的理念,深入研究地层漏失特性及堵漏原理,研发了刚性架桥材料、柔性拉筋材料、填充剂等适用性强且效果显著的防漏配方。

同时,他们针对上部产层亏空的特征,研究形成了“微裂缝随钻堵漏剂”,挤入地层后可形成致密高承压低渗透屏障,预防微裂缝继续致漏。

随着封堵层强度和承压能力提升,井漏风险大大降低,为又快钻井创造了良好条件。

建得牢:

盐盖层及枯竭气藏固井技术

“固井质量影响储气库寿命。”中原石油工程负责人介绍,储气库运行周期在30-50年,生产套餐的固井质量及井筒完整性必须能够承受多周期强注强采的考验。

但是,中原储气库巨厚的盐盖层,给固井带来很大挑战。如文23储气库,就利用文23盐层作为储气库盖层,盖层固井质量必须达到连续优质封固25米和累计优质封固50米的要求。

针对这些挑战,中原石油工程自主研发了抗盐脱水剂、缓凝剂等韧性材料,研发出了球形膨胀剂、早强剂、增韧剂等固井工作液体系,发明并优化了抗盐韧性固井工作液体系,应用后,显著提升了固井质量,保证了井筒完整性,固井优质封固段由1434.33米增至5277.39米。

在文23储气库(一期)工程中,产层固井质量优良率达93.93%;文96储气库两口调驱井,优质封固率达100%。今年,卫11储气库新井优质封固率达100%。

储得住:

枯竭气藏储层保护技术

“枯竭气藏储层保护面临极大考验。”中原石油工程技术部负责人介绍,受长期注采及酸化压裂等作业影响,储层地层不稳定,加剧防堵、防漏的难度。

为保护好枯竭气藏储层,中原石油工程自主研发了以阴离子型黏弹性表面活性剂和泡沫增强剂为核心的微泡钻井液体系,使储层承压能力达到15兆帕以上,钻井液不易漏失,静态岩芯渗透率恢复值可达81.9%,储层保护效果优于常规水基钻井液体系。

中原石油工程还自主研发自降解微米封堵材料、无荧光屏蔽封堵材料和自降解纳米级酸,相互配合,形成了多元储层保护技术,应用后岩芯渗透率恢复值由43.9%提高至95.6%。

上述技术还表现出良好的防漏性能,已完钻储气库注采井漏失发生率为10.6%,今年施工的19口井均未发生漏失。

应用储层保护技术,文23储气库(一期)已注气并单井平均气量达到50万立方米/日,注气效率比预测提高1.5-2倍。



文13西储气库注采井钻井施工现场。 冯洪山 摄

品牌 “百亿气田”中原制造

□本报记者 杨 君

2021年对中原油田来说,可谓“储气库年”。中原油田负责人介绍,新的储气库陆续建成,让东濮老气藏再次焕发生机,一个新的百亿美元级别的“人工气田”正快步走来。

“中原速度”

2月9日,集团公司天然气储气能力建设推进会召开。2月10日,中原油田召开储气能力建设启动会,掀起4座储气库的建设高潮。

为确保按时高质量建成4座储气库,中原油田成立储气能力建设项目组,下设总部对接组、方案组、运行组、实施组等项目组,吹响了冲锋号。

2月11日,除夕。各项目组迅速抽调精兵强将,把任务分解到人,责任落实到人,统筹运行节点,细化工作流程,分析风险因素,明确应对措施,以天为单位挂图作战,工作做在前面,办法想在前面,分秒必争推进储气库建设。



中原油田员工在承建的卫11储气库站外管道进行管口焊接作业。 赵要松 摄

2月19日,大年初八,储气库老井封堵工作全面启动。3月2日,经过7个小时的审核,卫11储气库工程环境影响评价顺利通过。

兵马未动,粮草先行。3月7日,中原储气能力建设首批物资按计划准时到货。

串行变并行,多路齐推进。从油田领导班子到各路一线人员,都使出了“洪荒之力”。

从2月10日启动到10月18日卫11储气库率先建成投产,只用了251天。

“中原合力”

储气库建设是系统工程,需多方合作、协同共进,只有一条心、一家人、一股劲,才能实现工程目标。

新井,即注采井,事关储气库达产达产。中原油田和中原石油工程深度合作,推动新井钻完井施工优质高效运行。

文13西储气库新井二开井眼尺寸大、施工负荷高,易出现卡钻、井漏等井下故障,是制约工程进度的“卡脖子”环节。油、服双方密切配合,根据实钻情况及及时调整钻井液密度和关键钻井参数,实现安全高效钻进。

老井封堵,事关储气库密封性。中原油田从采油气工程服务中抽调38支作业队伍,全力保障147口老井的封堵施工。

针对卫11储气库老井封堵难题,中原油田集结专家、技术骨干力量,采用磨铣解卡、套磨铣等高效修井技术,优质完成复杂老井套管整形、落物打捞。

卫11储气库封隔层最深3000多米,温度超过130摄氏度,中原油田工程技术人员在堵剂中添入刚性颗粒、柔性颗粒和网架结构形成剂,增加胶结强度,确保保

剂挤得进、撑得久。

最终,卫11储气库老井封堵成功率达100%。储气库地面工程建设就像搭积木,是对管线、设备、工艺模块等“积木”的排列组合。中原油田加大关键建设物资储备运力,避免“人等料”,确保建设不间断。

压缩机是储气库核心设备。中原油田制订压缩机到货计划,派专人盯在制造厂家。中原储气库所需压缩机全部按期到货。

注采气工程是储气库投产的“临门一脚”。早在5月,中原油田就把注采气工程提上议事日程。所有新井所需采气树,控制柜全部按时到货。

“中原质量”

方案高质量决定工程建设高质量。方案组研究人员精细钻研,将有利目标区锁定在渗透率高、连通性好、离断层和水层较远的位置,全力提升新井部署质量。

方案节约是最大节约。中原油田地质、钻井、注采、地面、经济评价等领域的专家权威把关,持续优化新钻井数、井网井距、井位井距,力求少井、高注采能力,力争用最投资价值实现最大效益。

卫11储气库方案历经多次优化,最终决定多建1座丛式井场,将原定20口新钻注采井优化为10口,对11口老井修井再利用,仅此一项就减压投资27%、降低储气费43.7%,提升工作气量8.3%。

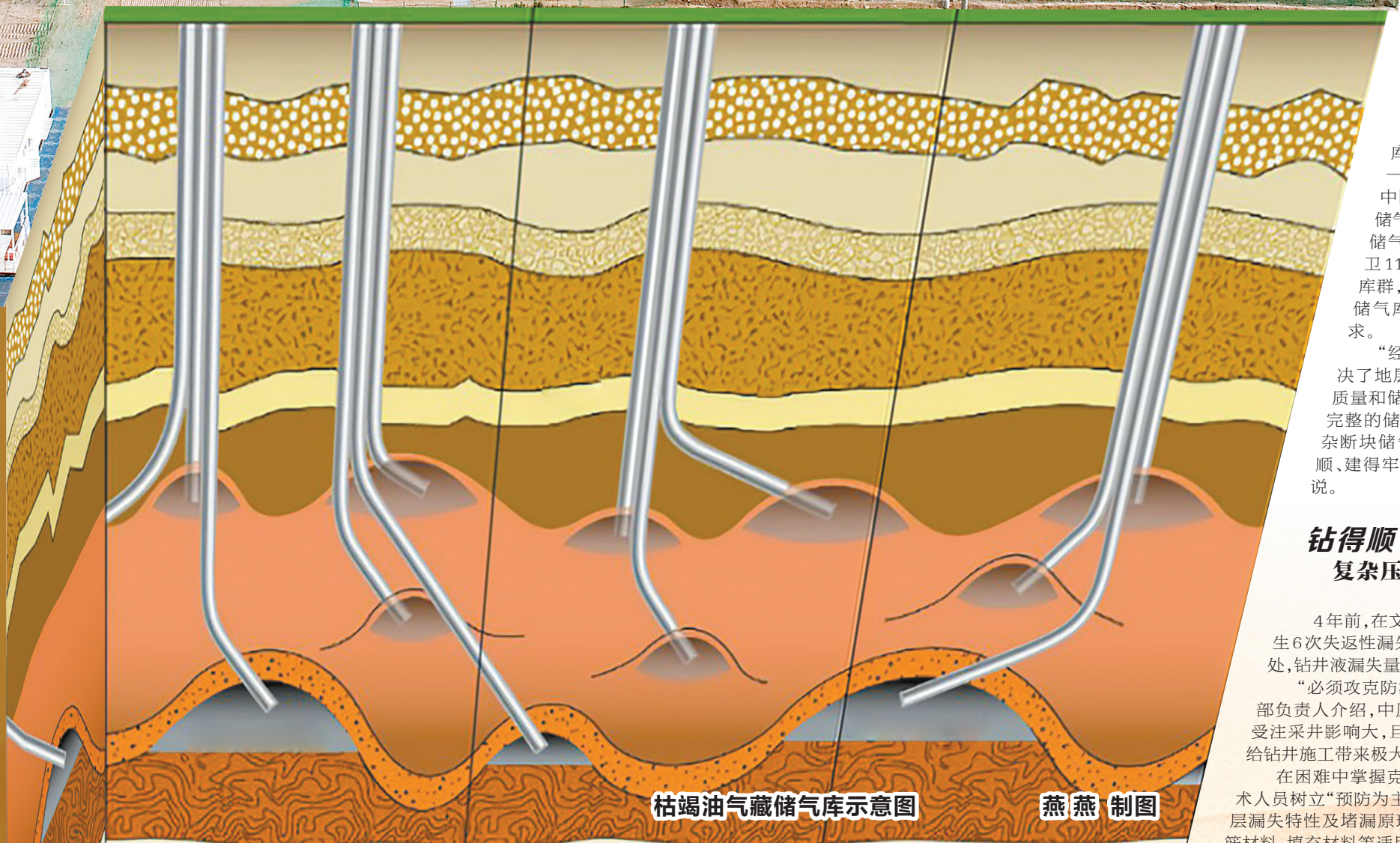
气源是储气库的生命之源。中原油田多次与国家管网、天然气分公司深入对接,以最快的速度确定气源接入方案。

今年4座储气库高质量建成投运,为中原油田打造百亿美元储气库运营商写下了亮丽开篇。

中原储气群

单位:亿立方米

名 称	设计库容	工作气量	建成时间	隶 属
文 96	5.88	2.95	2012年	天然气分公司
文23(一期)	84.31	32.67	2019年	国家管网90%、中原油田10%
卫 11	10.09	5.08	2021年	中原油田
文13西	5.69	3.32	2021年	中原油田
白 9	3.59	1.54	2021年	中原油田



枯竭油气藏储气库示意图

燕燕 制图

运维 精心守护“国之重器”

□本报记者 张松才

入冬以来,韩涛和员工一天3遍巡检。

韩涛是中原油田天然气产销厂文96储气库项目部3号井场站长。他带领5名员工,轮班照着5口注采井。站场里有560个监测点,他们验一遍得花一个半小时。

手摸验漏盖,胸测可燃气体报警仪,风雨无阻巡检,是文96储气库注采站9年不变的风貌。注采站是储气库的心脏,防止天然气泄漏是安全工作的重中之重。每天,小班员工对注采站的设备、管线、阀门、法兰巡检3遍,项目部技术人员对分管设备巡检一遍,项目部值班领导到全站巡检一遍。

文96储气库共有6座注采井场,16口注采井。为确保注入地下的天然气能顺利采出,项目部监控室人员日夜监控采气压力,巡检班员工每两小时就到注采井场察看一次采气压力。技术

人员每周对每口注采井的地层水样进行化验,对产气量下降异常的注采井加以化验。

文96储气库有47口封堵老井,巡检班员工每月巡检一遍,察看井口装置完好状况,通过井口仪表了解井中压力变化,预防地下高压气体顶破封堵层上窜。

高压注气对压缩机冲击很大。注气季,项目部员工每月检测一次压缩机润滑油情况,每周对压缩机的电机轴承注润滑油,每天测量一次压缩机润滑油温度,并清洗压缩机。运行中,压缩机振动剧烈,螺栓容易松动,员工随时紧固。项目部规定:压缩机运行超过两万小时,必须大修。今年秋季,他们花了半个月,更换了两台压缩机的易损部件。

自2012年8月投产以来,文96储气库累计注气14.87亿立方米,采气10.04亿立方米,注采设备保持完好。

文23储气库的运行也是由中原油田天然气产销厂承担。这座

储气库共有8座丛式井场,66口注采井,拥有84亿立方米的“肚量”和32亿立方米的“工作气量”,每小时的“肺活量”高达1200万立方米。

入冬前,文23储气库项目部员工为井口和井场、注采站的管线全部裹上厚实的保温棉,以免发生冻堵。储气库内一条70多米的排污管线,原本没有保温设计,今年秋季,项目部员工为管线加装了电伴热和保温层,避免污水冻堵。

文23储气库注气压力超过34兆帕,采出气压力大、含砂多,对井中管性和地面管线冲击力强。项目部严格控制注采井的产气量,两个巡回班30名员工,每4小时对井场巡检一次,确保采气安全运行。

11月23日,文23储气库进入第3个采气季。“截至11月22日,我们今年注气22.22亿立方米,累计总注气81亿立方米。”文23储气库项目部副经理范猛介绍,“今冬明春,我们计划日采气1200万立方米,累计采气17亿立方米。”

A Q

储气库大咖谈

Q1: 国家为什么要大力建设储气库?

国家储气储量评审专家 郑得文:

首先,加快储气库建设是党中央、国务院关注的重大战略工程,事关国计民生。

其次,加快储气库建设是完善天然气产业链、加快天然气工业高质量发展的需要。储气库是产供储销体系中的重要环节,可使上游多产气、管道多输气、下游多卖气。国际上储气库调峰能力占消费量的比重一般在12%,我国只有5%。同时,我国天然气对外依存度已达43%,一旦出现极寒天气,进口气减供或管道中断,天然气供应安全就没有保障,人民群众就无法温暖过冬。

最后,储气库建设一般都选择枯竭油气藏,像中原油田这样的老工业基地,把废弃油气藏建成储气库,对老工业基地战略转型和相关行业快速发展具有重要意义。

Q2: 中国石化储气库现状如何?

未来怎样规划?

中国石化油田勘探开发事业部高级专家 孙 伟:

中国石化深入贯彻国家产供储销体系建设的战略部署,持续加快储气库能力建设,到2020年底,共建成文96、文23(一期)和金坛3座储气库。2021年能够建成9座储气库,其中7座枯竭油气藏储气库,两座盐穴型储气库。中国石化规划,未来将形成大华北地区、长江经济带两个调峰中心,以及西北、东北两个调峰站。在中原地区,中国石化规划建设5个储气库区,最终形成百立方米储气能力。

Q3: 地下储气库有何优势?

中国石化石油勘探技术研究院党委书记、副院长 徐旭辉:

世界上约有560座储气库,主要是地下储气库。我国自2000年至今也建成了20多座地下储气库。对北地面储气设施,地下储气库有四大优点。

一是存储空间大。以卫11储气库为例,库容为10.09亿立方米,如果在地面用等量容器储气,一个标准储气库常压下容量为200立方米,大约需要500万个储气罐,基本是不可行的。

二是安全系数高。油气田经过几十年的开发,证实了其封闭性和安全性。

三是用气调峰峰。地下储气库是目前世界上最主要的天然气储气调峰手段。

四是经济效益好。地下储气库利用枯竭油气田作为存储空间,使用年限在30-50年或者更长,而地面储罐使用年限在20-30年。

Q4: 什么样的地质构造适合建设储气库?

中国石化石油勘探技术研究院党委书记、副院长 徐旭辉:

目前主要有三类储气库:枯竭油气藏储气库、含水层储气库和盐穴储气库,前两种是天然的,第三种是人工造的。具体地说,对枯竭油气藏储气库的要求是顶面密封性好,断层不发育,内部渗透率高,储气层埋深适中,一般在500-2500米为宜。含水层储气库,要求有背斜构造、顶面密封性好,水层岩性良好,渗透率高、构造较陡,埋深适中,并且与生活、工业水源不连通。盐穴储气库,一般要求顶底面密封性好,盐层有足够的厚度和良好的均质性,可溶性要好,一般埋深在2000米以上,并且附近有充足的淡水资源供建库使用。

Q5: 注入地下的天然气都能采出来吗?

中国石化石油勘探技术研究院党委书记、副院长 徐旭辉:

通常地下储气库都需要有一定的盐层厚度,才能确保较高的压力。一般枯竭油气藏储气库和含水层储气库的盐层气量需40%-60%,而盐穴储气库的盐层气量需20%-50%。储气库正常使用,盐层气量是不采出来的。储气库废弃时,枯竭油气藏储气库和含水层储气库会采到废弃压力,剩余15%-30%的天然气是不经济的,而盐穴储气库的气几乎可以完全采出来。

Q6: 天然气注入储气库会跑掉吗?

中国石化高级专家 郑得文:

大家都关心储气库的安全性。拿卫11储气库来说,它的地质构造大约是3000万年前形成的,千万年以来,经历了很多剧烈的地质活动,这些地质活动的能量是我们难以想象的,在这种情况下,这个储气库也没有遭到什么破坏,说明千万年以来都没有发生过泄漏。

我们对卫11储气库进行了全方位的封闭性评价。它的顶部有个分布范围非常广、密封性非常好的盐岩层盖层,厚度在100米左右,面积达到了300平方公里。它东边边界是卫32断块,断距在150-300米,断层两侧是不连通的。它的西边有一个断距在150-250米的断层,南边是断距50米的卫127断层。它与邻块是完全隔开的。它的底部也有一套10米厚的泥岩层,所以整个封闭性是非常好的。

此外,卫11气藏开发25年,生产过程中地层压力从27兆帕降到2.7兆帕,也没有发生任何泄漏,说明气藏的密闭保存条件非常好,天然气是不会跑掉的。



中原油田天然气产销厂卫11储气库项目部员工精心维护压缩机。 赵要松 摄