

# 储气库“调节器”作用不断凸显

——访中国石油勘探开发研究院地下储库研究中心副主任完颜祺琪

■本报记者 梁沛然

作为重要储气设施,地下储气库是天然气供应链中的重要组成部分,在我国天然气调峰、安全保供中发挥着重要作用。据《中国能源报》记者了解,去冬今春供暖季,全国储气库新增储气能力38亿立方米,近20年来增量首次突破30亿立方米,不断为天然气保供增添“底气”。

“中国石油各储气库在刚刚结束的冬季保供期内调峰采气量144.7亿立方米,工作气量近200亿立方米,最大日采气能力达2.2亿立方米,相当于国产气一半的日产量,也可以说是一个西南油气田加塔里木油田的日产气量总和。”中国石油勘探开发研究院地下储库研究中心副主任完颜祺琪告诉《中国能源报》记者,储气库经受住温差达30摄氏度以上的波动天气考验,在极寒天气“大吞吐”完成保供任务,交上了一份可圈可点的答卷。

## 调峰能力不断增长

完颜祺琪给《中国能源报》记者的一份数据显示,截至3月17日,中国石油所有储气库已停采,周期采气132天,采气量同比增加17亿立方米。其中最大日采气量1.94亿立方米,同比增加3800万立方米。辽河油田储气库日采气量突破4000万立方米,成为国内首个“4000万俱乐部”成员,呼图壁储气库最大日采气量3850万立方米,并保持80天日采气量2000万立方米以上,相国寺储气库成为国内首个提压运行并达产的储气库。

与此同时,去冬今春采暖季期间,中国石油天然气销量1200亿立方米左右,储气库采气量占比12%,最大日采气量占日销量的22%左右,调峰能力不断增长。

谈及刚刚过去的供暖季,完颜祺琪也道出储气库面临的挑战——2023年12月,一场近年来最大的雨雪天气席卷我国北方及中西部地区,北京地区最低气温骤降至零下16摄氏度,天然气保供压力陡增。“中国石油储气库接到保供指令,300余口储气库气井开足马力,5天时间日采气量从9000万立方米增至近2亿立方米,创历史新高,进一步发挥了压舱石作用。”

盘点过去120天的采气周期,不仅气温一波三折,储气库供气量也经历了大起大落。“储气库经历三次寒流,两次大幅下降,不同日温差达到30摄氏度以上。按照以往经验,每1摄氏度的气温变化,将影响2000万—2500万立方米的日消费量。”完颜祺琪解释道,“由于气田生产的剧烈波动会造成部分气田出砂出水影响最终采收率,管道气的调减会影响照付不议的整体效益,此时承担天然气市场波动影响的重任就落在了储气库肩上。”

“最严重的是春节期间,全国气温普遍回升5—10摄氏度,储气库每日采气量又从1.3亿立方米左右降到2000万立方米。剧烈的气温变化,导致市场需求剧烈变化,给天然气生产和供应带来不小的难题。”完颜祺琪表示,虽然整个过程在艰难地爬坡过坎,但在产学研用全产业链齐心协力保供下,储气库作为天然气市场调节的作用不断凸显。

## 盘点规划好“家底”

在完颜祺琪看来,储气库能够出色完成上个采暖季的保供任务,与未雨绸缪、盘点规划好“家底”不无关系。

“一方面,我们针对采暖季的保供形势、市场需求等情况,制定储气库冬季采气方案。另一方面,我们在采暖季做好天气研判,建立日调度跟踪机制,跟踪分析各储气库每天的采气情况,建立库存—压力—调峰能力模型,根据市场变化,及时调整各储气库采气量,做到科学管理和注采。”完颜祺琪说。

完颜祺琪坦言,近年来,随着储气库数量不断增多,可调整余地变大,整个冬季保供压力缓解不少。

公开数据显示,截至2023年底,中国石油开展扩容达产、新建及评价储气库项目24个,采暖季前新投产温西一、南堡1号、华北文23、柯克亚4座储气库,调峰能力同比增加37亿立方米,增幅达23%。

据完颜祺琪介绍,今年是中国石油实现储气库“十四五”规划的关键一年,按照国家储气能力建设要求,2025年中国石油



图为我国最大储气库——中国石油呼图壁储气库。

规划建成储气库调峰能力280亿立方米,这就意味着未来两年储气库调峰能力年增量将达到40亿立方米以上。“以280亿立方米的储气能力为目标,预计日最大采气能力将突破3亿立方米,这将是一个里程碑时刻。我们还致力于打造东北、西北、西南、环渤海和中西部五大百亿方级储气中心,目前已初具雏形。今明两年还计划新建、续建储气库13座,开展先导试验工程8个,并全面启动新一轮的库址筛查和前期评价工作,为建设目标的实现做好库址接替。”

“两部制气价给储气库建设带来积极促进作用,同时,技术创新突破也能助力储气库建设和‘调节器’功能发挥。”完颜祺琪说。

《中国能源报》记者了解到,在技术创新领域,中国石油将在老库扩容达产、复杂类型储气库建库关键技术、油藏和盐穴储

气库建库关键技术方面进一步加大攻关力度。同时,正在前瞻性开展储氢、储能、水层及矿坑建库等关键技术研究,为储气库科学快速建设、油气和新能源业务融合发展积蓄力量。

## 变身多功能“充电宝”

在完颜祺琪看来,未来储气库角色将不再是单一的“天然气银行”,而是一个地下多功能储能空间。

未来,能源行业利用地下空间重点开展“气、油、氢、能、碳”安全高效存储,是落实能源安全新战略和“双碳”目标的具体举措,将增强油气保供能力,实现油气与新能源融合发展。其间,储气库将与地下空间统一规划发展,从“天然气银行”变为“气、油、氢、能、碳”地下综合能源库。

“能源转型和清洁利用是发展趋势,未来储气库的功能不会局限于储存天然气,而会向氢气、氦气、氨气等其他清洁能源气田拓展,同时我们也在前瞻性地探索利用储气库来压缩空气储能,目前在盐穴储气库上已经实现,未来要在枯竭的油气藏上开展压缩空气储能,借助我们国家中西部丰富的水电、风光等资源,实现资源的综合利用。”完颜祺琪进一步解释。

储气库资源综合利用,变身能源“充电宝”,还需要智慧赋能。完颜祺琪指出,目前,储气库信息化建设已较完善,但数字化、智能化技术领域还有诸多问题待解。“储气库和储气库相关数据不能像一座座孤岛各自为营,未来需要数字化和智能化赋能,将地下空间能源和资源协同耦合,互联互通实现最大化利用。”

## 超量放煤、违章操作、隐患排查不力等导致溃仓事故频发 新政剑指煤矿煤仓安全管理

■本报实习记者 杨沐岩

日前,山西吕梁中阳县桃园鑫隆煤业有限公司井下煤仓发生溃仓事故。2023年,国内多座煤矿皆有溃仓事故发生。为深刻吸取事故教训,切实加强煤仓安全管理,国家矿山安全监察局近日印发《关于进一步加强煤矿煤仓安全管理的通知》(以下简称《通知》),从压实煤矿安全责任、加快煤仓设计优化和机械化改造、加强煤仓施工管理等多个方面,提出加强煤仓安全管理与日常管理维护的一系列举措。分析人士认为,《通知》颁布有望从根本上改善煤仓安全状况。

### ●●溃仓事故多发

煤仓是煤矿生产、销售过程中负责中转、临时存储煤炭的重要装置,主要分为地面煤仓和井下煤仓两类。煤仓结构根据实际生产需要确定,一般呈竖直通筒状,煤流从煤仓上部进入,下部设置可控出煤口,将煤炭下放到皮带、矿车或火车上。

山西省应急管理厅、国家矿山安全监察局山西局此前发布的通报显示,山西吕梁中阳县桃园鑫隆煤业有限公司井下煤仓溃仓事故的直接原因在于,给煤机出煤不畅,矿方安排现场检修,在检修过程中煤仓内的煤泥突然涌出,造成事故。这是吕梁市继2023年12月13日山西焦煤集团晋焦煤沙曲一号煤矿较大煤仓事故后,发生的又一起煤仓溃仓事故。公开信息显示,2023年8月、10月,山西阳城皇城相府集团皇联煤业公司、国家能源集团乌海能源公司骆驼山煤矿均发生过溃仓事故。

是什么导致了溃仓?“由于煤仓中存储的煤混入大量水,形成具有较强流动性的水煤浆,放煤口突然打开或舱内堵塞放煤的‘疙瘩’突然贯通,水煤浆就会突然泄出到巷道中。”中国矿业大学(北京)火灾与消防工程研究所所长吴兵告诉《中国能源报》记者,假设泄出的煤水为500立方米,巷道断面面积为10平方米,下部就会有50米巷道被煤水填满。“当然,实际也有煤水冲击流动到更远距离的情况,这个过程与地面的泥石流相似,在出煤口附近作业的人员往往会被冲倒、掩埋。”

### ●●煤仓风险多样

溃仓事故成因往往具有共性,超量放煤、违章操作、隐患排查不力是主因。

通过分析几种风险类型,吴兵向《中国能源报》记者强调了危险源辨识的重要性:“井下光线不好,加之煤仓上口不做防护或防护不足,易发生人员坠落落仓

事故。此外,由于大块的煤、矸石或其它杂物进入煤仓,造成煤仓壁面破损,出煤口锈蚀、变形,会导致煤仓出煤不畅或堵塞。含水原煤进入煤仓会造成煤仓积水,突然放出,会在出煤口造成溃浆事故。另外,还可能发生因高瓦斯含量煤炭长期堆积,加之煤仓内通风不良,造成瓦斯积聚。煤仓缺少存煤,上下巷道贯穿,容易造成漏风。”

但吴兵也强调,连续运行的煤仓通常不会面临较大安全风险,事故通常发生在长期闲置下的首次启用,以及煤仓堵塞状况下的疏通作业,或其它检修、异常处置期间。“煤仓属于井下环境中的有限空间,突然变动或异常处置作业都需要辨识危险源,而煤仓的封闭性使得这一工作十分困难。因此,煤仓的疏通作业、检修作业往往从建造之初就缺乏安全可靠的功能设计,所以煤矿往往会冒险作业,从而引发事故。”

### ●●政策落地很关键

《通知》明确,从压实煤矿安全责任、加快煤仓设计优化和机械化改造、加强煤仓施工管理、加强日常管理维护、强化现场处置、严格监督检查六方面切实加强煤仓安全管理。

“井下煤仓并非煤矿的重大危险源,所以先前未针对此问题出台比较系统的法规和标准,《通知》颁布实施对同类事故的防范具有重要意义。”吴兵认为,要保障其落地实施、发挥作用,需要科研、设计、施工和运行部门共同参与、各尽所能。“矿山监察部门也要加强检查督促,进一步出台更详细的功能、质量要求。”

值得注意的是,《通知》创新性地提出利用多种数字化、智能化设备助力煤仓安全建设——煤仓周围应当安装视频、人员接近预警、红外热成像、一氧化碳传感器、甲烷传感器、煤位计等监测仪器设备,并与矿井调度系统联网,对积煤异常等情况及时报警。推广应用视频AI异物识别等技术,严防大块煤矸和铁器、木料等杂物进入煤仓。同时,加快研发应用无人化探仓、清仓、疏通技术装备。

“煤矿井下作业危险源众多,现行法规、标准、规定不可能事无巨细,全面覆盖。”吴兵表示,“企业是安全生产的主体责任,吸取事故教训,及时出台有针对性的管理规定十分必要,但如何协助煤炭企业系统构建风险管控和隐患排查整改体系,才是解决问题、提高煤矿安全的根本。”他建议,有关部门联合高校、科研机构、企业组建团队,对煤矿生产作业中所有危险源、危险作业进行风险辨识,构建风险管控、隐患排查方法,并将技术成果公开共享,切实提高煤矿企业安全生产水平。

油气泄漏感知监测模型与技术装备、无人机应急通信技术、大型储罐火灾溢流喷溅数值模拟技术……在日前举办的第四届中国石油石化安全生产与应急管理技术交流大会暨新技术成果展上,众多企业带来最新的石油石化安全管理检测技术产品以及应急管理预案信息平台建设新成果。

与会专家一致认为,当前,石油石化企业亟需借力安全管理新举措和应急预案新技术、新手段,保障安全生产运营。

今年初,国务院安委会印发《安全生产治本攻坚三年行动方案(2024—2026年)》,其中一项重要任务就是开展安全科技和工程治理行动,要求加快推动安全生产监管模式向事前预防数字化转型,推进人工智能、大数据、物联网等技术与安全生产融合发展,持续加大危化品、重大危险源、能源、油气储存、石油天然气开采等行业领域安全风险监测预防系统建设应用和升级改造力度。

中国石油学会副理事长兼秘书长徐凤银表示,随着国家不断健全法规标准体系和监管体制,不断加强对油气生产长输管道和化工园区的风险管控和隐患治理,我国石油石化行业安全生产形势整体向好。

徐凤银分享的一组数据显示,“十三五”期间,我国石油石化事故与死亡人数较“十二五”时期分别下降36.3%、23.9%。“但必须清醒地认识到,石油石化安全生产仍存在一些突出短板和弱项,油气泄漏和火灾、爆炸等重大风险始终伴随,高风险作业数量持续增长,高风险行业固有属性未改变,安全生产仍处于严格监管阶段的特征没有改变。2023年,石油和化工行业仍有重大事故发生,说明安全风险隐患仍然存在。”

徐凤银认为,目前石油天然气市场和供应链变化、能源保供压力、人员更新交替等因素叠加,多重压力持续向安全生产领域传导。新业务、新业态带来的新安全风险不断增加,安全生产形势依然严峻复杂。”

据《中国能源报》记者了解,一方面,当前我国油气资源开采向深层深水挺进,非常规油气资源比例逐步提升,长输油气管道里程增加,管径增大,炼化装置规模和油气储存规模日益增大,石油石化行业安全生产和事故应急还将面临新的挑战,安全生产形势仍然严峻复杂。“迫切需要进一步夯实安全生产工作基础,从根本上消除事故隐患,有效防范遏制重特大生产安全事故。”徐凤银指出。

另一方面,经过多年攻关,我国在石油石化安全设计、井控技术、复杂情况及事故处理、应急技术与装备等方面取得长足进步,但距离实现石油石化安全高效生产运行总体要求仍有明显差距。

中国石油学会理事长焦方正指出,石油和化工行业要实现安全生产管理、应急管理充分到位,既要有防范风险的先手,也要有应对和化解风险挑战的高招。

与会人士一致认为,一个关键的“高招”就是强化安全生产科技创新,推动数字智能技术赋能增效。

当前,云计算、物联网、大数据、数字孪生、人工智能等新一代数字化、智能化技术在疫情防控和灾害防治等社会治理领域的融合应用,极大提高了管理效率,潜能巨大。国际各大石油石化公司纷纷将数字化、智能化转型作为未来发展的重要战略方向之一,通过数字化、智能化支撑和引领转型发展,为安全生产和应急管理带来巨大变革。

“比如,bp自2012年起就开始部署传感设备,覆盖其近99%的油井和气井。此外,2018年与卡伦公司合作,将数字解决方案扩展到所有类型的油气井,大幅提高产能的同时,也大幅降低了运营成本,提高本质安全。”焦方正举例。

“下一步,我们要立足长远,坚持价值导向,强化安全科技创新,通过加强科研产业融合发展,重大风险防控技术攻关,加快数字智能技术应用等一系列措施,推动石油石化生产方式发生变革。”焦方正说,“特别要通过大数据、云计算、物联网、人工智能等科技创新手段赋能增效,推动石油石化行业高质量发展。”

徐凤银也建议,未来要加快石油石化安全生产智能化建设,特别是在加快发展新质生产力的过程中,将深度融合新一代信息技术、数字孪生技术、智能化装备,迫切需要大数据、云计算、物联网、人工智能等科技创新手段赋能增效。

## 数智赋能,筑牢石化行业安全“防火墙”

■本报记者 梁沛然