

化工采煤时代或将来临

我国地下煤层气化开采工艺获创新突破,该技术适用于高产高效综采的补充,变不可采资源为可采资源

写在前面 我国煤层地下气化关键技术产业化示范项目的成功,实现了煤炭的物理开采向化学开采的转变,把煤层气压裂开采变为热力共采,把煤炭发电、煤化工、煤制气变为一步到位的煤变气,从而促进煤炭清洁高效利用和产业转型升级,为国家能源安全战略提供新支撑。

□本报记者 王 志

地下煤炭不用“挪窝”,就能原地实现气化,摇身一变成了备受欢迎的清洁能源。这听起来有点匪夷所思的事情,却在我国煤层地下气化关键技术产业化示范项目上成为事实。不仅如此,地下气化技术还弥补了传统采煤的短板,使薄煤层、深部煤层和高硫、高灰、高瓦斯煤层得到再利用,让矿井遗弃煤炭资源“浴火重生”,走出一条资源高效利用的新路子。

开发我国煤层地下气化技术,究竟取得哪些突破性成果,具有怎样的技术特色和示范效应,其对能源生产和消费变革将带来哪些积极影响?带着这些问题,记者近期采访了中国矿业大学教授、博士生导师、煤炭气化项目总指挥王作棠。

自主创新 突破5大关键技术难题

2018年9月16日,我国具有完全自主知识产权的贵州盘江矿区山脚树矿煤层地下气化关键技术产业化示范项目点火成功,标志着我国煤层地下气化技术产业化运行取得历史性突破。

该项目首席科学家、中国矿业大学教授王作棠介绍:“煤层地下气化具有低成本高效益的特点,经济效益至少高出采煤的两倍。该技术适用于高产高效综采的补充,变不可采资源为可采资源,可将煤矿深部资源吃干榨尽。”

据了解,贵州省科技厅重大科技专项“盘江矿区山脚树矿煤层地下气化关键技术及产业化示范研究”项目,以贵州省六盘水市盘州市盘关镇山脚树煤矿为示范煤矿,由贵州盘江精煤股份有限公司、中国矿业大学、煤炭资源与安全开采国家重点实验室三家单位联合建设。项目于2015年11月23日破土动工。

“我国包括贵州在内的西南地区拥有丰富的煤炭资源,但煤层普遍具有厚度薄、倾角大、层数多、瓦斯压力大且含量高、煤质松软、煤层透气性低等特点,贵州盘江矿区井田则是其中之一。”王作棠说,该矿区面积706平方公里,储量丰富,远景资源储量383亿吨,探明煤炭储量95亿吨。因煤层多具有低渗透、极松软、高瓦斯、高地压、突出灾害严重、煤层赋存不稳定等特点,采用传统的方法开采存在技术难度大、成本高、产量低、资源浪费严重问题。如何充分开采这些难采煤资源,并使煤层中的瓦斯得以利用是煤炭资源综合开发的需要,同时也是煤矿安全亟待解决的难题。

煤炭气化项目是对原矿井采区内未采到的煤炭进行气化。4年多来,由王作棠教授领衔的科研团队,先后攻克了地下气化炉的新型结构和导向钻孔建炉新工艺、火焰工作面的定向推进燃烧导控新工艺及其组合装置、井上井下多目标追踪远程集中监控系统及装置、防火隔离密闭结构、充填气开采新工艺及新材料等五大关键技术难题,突破了煤层地下气采产业化的诸多技术瓶颈,形成了一套适应西南矿区类似地质条件的产业化技术体系,为实现我国煤层地

下气采产业化提供了技术支撑。

来自相关权威信息显示,山脚树矿煤炭气化项目计划投资8066万元,将建立贵州省首个年产6000万立方米的煤层地下气化产业示范基地。项目的实施,将从根本上解决贵州省及整个西南地区具有煤与瓦斯突出煤层资源开采的安全问题,实现煤炭资源的高效清洁开采和煤气产品的高效清洁利用,有效减少地质灾害、改善矿区生态环境。

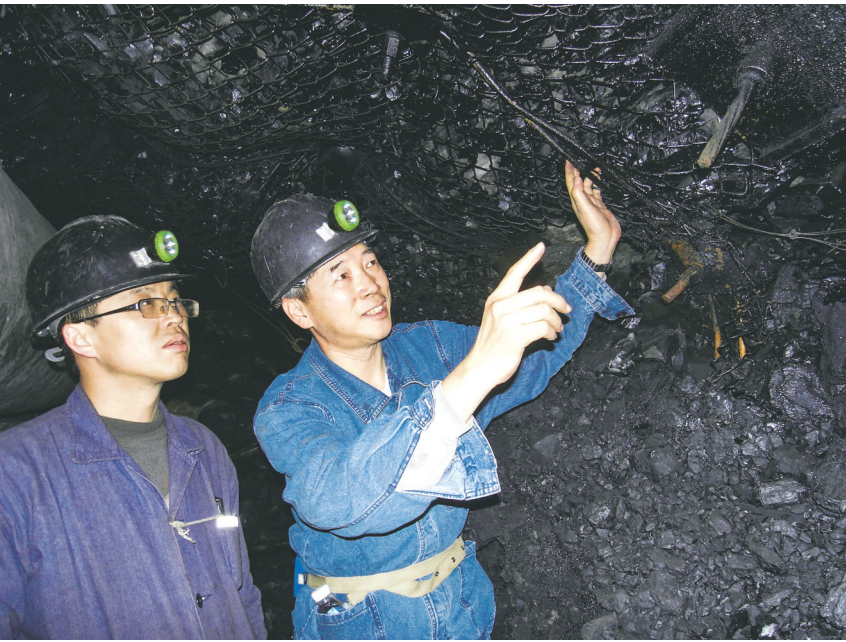
随着煤炭气化项目的成功,把煤炭的物理开采变为化学开采,把煤层气压裂开采变为热力共采,使煤炭发电、煤化工的煤制气变为一步到位的煤变气,有望推动煤炭资源开采技术革命及煤炭产业转型升级。

相关资料还显示,煤层地下气化是一种典型的化学开采方法。该方法集建井、采煤、地面气化三大工艺为一体,把煤的开采和转化相结合,变传统的物理采煤为化学采煤,省去了庞大的煤炭开采、运输、洗选、气化等工艺,因而具有安全性好、投资少、效益高、污染少等优点。

记者在采访中了解到,煤层地下气化主要技术变革涵盖广:包括难采煤层地下气化炉结构及构建技术,气化区围岩(顶板、底板及煤柱)采动裂隙变化规律、探测技术及装备,气化工作面综合探测技术,气化区顶板冒落及地下水防控技术,煤炭地下气化过程稳定控制工艺,污染物产生、迁移规律及控制、防治技术,煤炭地下气化过程模拟、评价系统及工艺包,气化区充填工艺及充填材料的技术创新等。这些综合方法的交叉运用,以及技术上的全新突破,展现出技术团队不懈攻关的韧劲和拼劲,演绎了“中国智慧”“中国创造”的能量。

“盘江矿区存有大量地质条件复杂的难采煤资源,仅以本项目示范工程建设地点为例,项目成功后,地下水煤气年产量6000万Nm³/a,年可实现直接经济效益3750万元,利税总额1203万元以上。从项目的全周期来看,大量的难采煤炭资源得到充分利用,经济效益十分可观。”王作棠告诉记者,从社会效益来看,本项目研究成果代表了煤炭地下气化发展方向,将整体提高国内有井式煤炭地下气化技术水平。本项目具有完整的自主知识产权,有很高的成果转化示度。实现规模化生产和产业化推广应用后,将推进煤炭化学开采与绿色煤电和煤化工的产业集群,推动煤炭安全绿色开采与清洁高效利用技术进步,延伸煤炭产业链,带动贵州省及西南地区的煤化工产业化发展,并逐步形成盘江矿区以及整个西南地区煤炭地下气化产业布局。

据了解,上述项目研究成果,实现煤炭地下气化地面远程导控,减少井下工作人员,提高了突出煤层开采的安全性,减小了工人劳动强度,改善了工作环境;实现了清洁生产和上覆岩层破坏的有效控制,减少采矿引起的采动损害和地质灾害。同时,煤炭地下气化作为一项洁净煤技术,对建设节能减排、低碳循环经济产业具有重要的推动作用;对实现煤炭清洁高效利用,对减轻我国煤烟型大气污染具有重要的示范意义。该项目建设完成后,可减排洗煤矸石约13,000t/a,减排煤气化



地下气化煤火定向蔓延导控系统的点火前检验

灰渣约11,500t/a。故与传统采煤方法相比,地下气化是一种环境友好型的采煤方法,具有显著的低环境成本优势。

复活资源 让矿井“延年益寿”

我国能源结构以煤为主,煤矿长期的粗放式、高强度的开采方式,不仅加快了矿井衰老、报废的进度,而且造成了极大的资源浪费。统计表明,我国的浅部剩余煤炭资源量达到1053.77亿t,且每年将以约18亿t/a的幅度增加。从我国煤炭开采的残留煤资源来看,由于煤层赋存条件复杂和开采工艺技术的限制,形成了煤炭资源回采率不足50%的现状,其中很多边角煤、薄层煤或埋藏很深的煤炭,传统技术下很难开采,每年造成新的残留煤资源达30亿吨以上。

此外,我国正大力推进煤矿企业兼并重组,淘汰落后产能,众多的产量小、开采周期长、生产方式落后的矿井将被迅速关闭,这将进一步扩大我国浅部剩余煤炭的资源量。煤炭是不可再生资源,提高煤炭资源回采率,最大限度地延长矿井开采寿命,具有对一次能源缺口补缺的特性,同时是关系到矿区长远发展和职工切身利益的大事,对煤矿科学发展具有重要意义。

王作棠谈到,剩余煤炭资源可分为“三下”呆滞煤炭资源、薄煤层呆滞煤炭资源、保护性煤柱呆滞煤炭资源、因条件复杂而无法开采的呆滞煤炭资源和采空区残留煤资源等五种类型。浅部剩余煤炭资源再开采方法,可分为物理开采和化学开采两大类。传统剩余煤炭资源再开采方法(即物理开采)主要包括长壁充填采煤法、刨煤机采煤法、螺旋钻采煤法、条带采煤法、房柱式采煤法和水力采煤法,这些再开采技术广泛运用,技术成熟,然而由于剩余煤炭资源的条件复杂,而传统再开采技术普遍存在效率低、工作环境差、劳动强度大以及安全性差等缺点,且由于经济性差,无法用于劣质煤(如褐煤、风氧化带)的回收,因此,急需一种新型的再开采技术。

在王作棠看来,煤炭地下气化开采方法,恰恰是传统浅部剩余煤炭资源再开采的技术变革。因为我国的煤炭地下气化技术主要分为“长通道、大断面”地下气化和条带充填式地下气化两类。我国浅部剩余煤炭资源量丰富、分布广泛、条件差异大,单靠一种采煤方法很难达到煤炭资源的高效回收,地下气化技术可以开发传统再开采技术无法回收的剩余煤炭资源,形成优势互补,可形成一套完整的剩余煤炭资源再开采技术体系,最终达到浅部剩余资源高效、

安全、绿色的开采和利用。

从煤炭地下气化技术市场分析来看,在环境容量限制范围内,我国煤炭资源最大可供开发量仅为28亿~35亿吨/年,石油最大产量只能达到1.8亿~2亿吨/年,如无重大突破,天然气最大产量也只能达到1200亿~1500亿立方米/年。到2020年,我国的能源消耗将达到35亿~40亿吨/年标准煤,石油天然气对外依存度需提高到40%~60%,我国一次能源的供需缺口将达到8亿~10亿吨标准煤及以上,急需寻求其它新的能源和资源进行补缺。并且,这么大的一次能源缺口,靠节能和一般的小型能源开发是难以补缺的。

“煤炭地下气化技术是适合残留煤炭资源再开采的高新技术,它将在传统工艺难以开采的残留煤资源广泛应用,技术市场广阔。”王作棠表示。

抢占技术高地 推动能源发展变革

作为全球最大的能源生产国和消费国,中国能源安全一定程度上陷入了受制于人的困局。不仅如此,中国能源进口来源过于单一、通道安全保障缺乏力度,也成为经济发展的掣肘之处。因此,加快推进能源生产和消费革命,增强我国能源自主保障能力,是重中之重。

煤炭作为我国能源结构的基石和主力,在改革开放40多年历程中,不断发生深刻变化。我国煤炭行业从煤炭加工洗选、资源综合利用起

步,到推进煤炭清洁化利用、矿区生态治理,走出了一条矿区资源开发与环境保护相协调、经济社会发展与生态效益相统一的发展路子,我国的煤炭安全绿色生产和清洁高效利用走在了世界的前列。

就煤炭气化来说,已历经了100多年的实践和探索。我国是国际上地下煤气化技术发展较为活跃的国家。上世纪50年代末,在安徽、山东、河南、辽宁、黑龙江等省多处开始进行地下煤气化的研究试验工作,取得一定的成绩和经验。60年代又在鹤岗、大同、皖南等6个矿区进行地下煤气化试验。

自1984年至今,中国矿业大学在煤炭地下气化的实验室和工业性试验基地建设、人才培养和科研开发方面取得了长足的发展,形成了具有我国自主知识产权的“长通道、大断面、两阶段”煤炭地下气化新工艺,其水平在国内处于领先地位。获得三项国家发明专利:矿井长通道大断面煤炭地下气化工艺,两阶段煤炭地下气化工艺,推进供风式煤炭地下气化炉。

1985年中国矿业大学针对我国矿井遗留煤炭资源多的特点,提出利用地下气化技术回收遗留煤炭资源的设想。迄今为止,我国已完成了不同煤层条件下有井式地下气化现场试验。煤种:褐煤、烟煤、无烟煤;厚度:1.15m~12m;倾角:5度~70度;埋深:80m~330m等,都取得了满意效果;实现了小规模工业化生产,有一定的经济效益和社会效益。因此,我国自主开发有井式煤炭地下化技术,已经完成工业性试验,特别适用于矿井遗留煤层的回收。

2005年,中国矿业大学王作棠教授煤炭地下气化团队在重庆中梁山北矿进行的煤炭地下气化试验首次实现了在高瓦斯矿井进行地下多煤层联合气化,这一试验的成功对今后煤炭开采过程的碳排放量控制具有重要意义。

2007年1月,新奥集团投资2亿美元组建乌兰察布新奥气化采煤技术有限公司,与中国矿业大学(北京)共同开展“无井式煤炭地下气化试验项目”研究,得到了内蒙古科技厅、乌兰察布市科技局的大力支持。同年10月24日,我国首套日产15万m³煤气的无井式煤炭地下气化试验系统和生产系统一次点火成功。到目前为止,现场试验运行400

多天,具备了供热、发电、生产化工原料的能力,取得了一批创新性研究成果,申报了9项专利。

2010年5月~11月,中国矿业大学王作棠教授煤炭地下气化团队与华亭煤业集团有限责任公司合作开发了“难采煤有井式综合导控法地下气化及低碳发电工业性试验项目”。项目于当年11月通过甘肃省科技厅的鉴定,鉴定委员会专家一致认为,该项目创新点突出,在地下煤层燃烧高效稳态蔓延导引控制技术达到国际领先水平。

有专家指出,国内近些年煤炭地下气化技术研发主要是由新奥气化采煤有限公司和中国矿业大学(北京)开展的无井式地下气化技术研究,基于对炉型及工艺的实践,已经基本掌握了无井式地下煤气化的建炉技术及运行工艺,能够根据产品需求及生产规模设计面采炉产量,根据煤田水文地质条件科学地进行炉型结构设计及优化。目前的技术能力,已基本具备了工业化生产的条件。

王作棠表示,尽管目前我国在煤层地下气化技术上取得一系列成果,但不得不说地下气化技术仍处于工业试验阶段,仍然有很多问题需要去研究和探索,需要尽快探索和发展新技术,才能有效解决煤地下气化存在的关键技术问题。

王作棠认为,在大规模工业化生产过程中,还要掌握以下技术:不同难采煤层赋存条件下稳定气化工艺参数;不同气化时期稳定气化控制技术;多炉联合调控技术;多燃空区控制与管理技术;测控与分析专家管理系统;大规模生产条件下气化过程对地下环境的影响;全生命周期评价体系;燃空区充填及CO₂减排技术等。

煤地下气化与其它清洁煤技术相结合,是实现减少温室气体排放和煤炭清洁利用的最有效方式之一。王作棠研究发现,近几年煤地下气化产业的发展已经出现以下趋势:煤地下气化与联合循环发电产业的结合(UCG-IGCC);煤地下气化与碳俘获、利用、储存产业的结合(UCG-CCS);煤地下气化与制氢产业的结合(UCG-HGC);煤地下气化与燃料电池发电产业的结合(UCG-ACF)。这是一个把化石燃料煤转化成相当清洁燃料的重要阶段。

当前,我国大力实施科技创新驱动战略,依靠科技创新,推动关键技术攻关、设备研制与新技术推广应用,煤炭地下气化技术的创新和示范实践,为煤炭清洁高效利用树立了一个风向标,有利于推动我国能源供给侧改革及新旧动能转换,为实现“两个一百年”奋斗目标和中华民族伟大复兴的中国梦,带来全新的动力和希望。

(本文配图由贵州盘江精煤股份公司山脚树矿提供)



贵州盘江示范工程优质、稳定运行产气20万方/天