

新汶矿区煤炭地下气化技术的成功实践与启示

于洪军 王 成
(山东新汶矿业集团公司·新汶 271233)

SUCCESSFUL PRACTICE OF UNDERGROUND GASIFICATION OF COAL OF XINWEN COAL FIELD

Yu Hongjun Wang Cheng
(Xinwen Mining Co. 271233)

1888 年,俄国化学家门捷列夫曾说:我有一个梦想,那就是让煤在地下燃烧而变成可燃用气体。一个多世纪以来,世界各国为解决传统煤炭生产和利用方式造成的资源浪费及环境破坏而苦苦探索。英国早在 1908 年就进行了第一次地下气化试验;前苏联于 1932~1935 年间建立了煤炭气化试验区,1941 年获取重大进展;美国于 1946 年开始煤炭地下气化研究,1987 年试验获得成功。我国在 50 年代末期开始进行地下气化研究,先后在新汶、枣庄、大同、皖南等矿区进行了气化试验,其中新汶孙村矿是我国最早进行煤炭地下气化试验的煤矿,但由于种种原因未能坚持下来。伴随着改革开放的发展脚步,一度中断的煤炭地下气化试验重新走向正规。1984 年,中国矿业大学余力教授在认真分析研究国内外煤炭地下气化经验教训的基础上,结合我国煤炭资源开发的现状,创造性地提出了“长通道、大断面、两阶段”有井式地下气化新工艺,并在徐州新河矿、唐山刘庄矿进行了工业性试验,积累了宝贵的经验。作为我国煤炭地下气化发源地的新汶孙村矿,决心承企业改革创新东风,依靠科技进步,承前启后,发展推广煤炭地下气化技术,大力实施矿区煤炭地下气化工程,为我国煤炭资源利用开辟一条新路。

1 课题的提出

煤炭地下气化就是将处于地下的煤炭进行有控制的燃烧,通过对煤的热化学作用产生可燃用气体的过程。该技术集建井、采煤、气化三大工艺为一体,抛弃了庞大笨重的井下采煤设备和地面辅助设施,实现了井下无人无设备生产煤气,变传统的物理采煤为化学采煤,是多学科开发清洁能源的高新技术,具有安全性好、投资少、无污染等优点,被

誉为“第二代采煤方法”。

实施煤炭地下气化工程,对于煤炭企业调整产业结构,实现产品升级换代具有十分重要的现实意义,特别是对有上百年开采历史的新汶矿业集团来说更为迫切。

(1) 新汶矿区由于长期超强度开采,后备资源严重不足,部分矿井衰老报废。现有生产矿井开采难度愈来愈大,成本愈来愈高,如孙村矿开采深度已达 1100m,成为全国最深的矿井之一,深部开采面临着越来越突出的安全隐患。深部煤层采用地下气化技术开发利用,不仅解决了安全难题,而且大大提高了煤炭资源回收率。每个生产及报废矿井,都有大量呆滞、遗留煤柱或不经济开采的边角煤,合计储量约 1 亿 t,采用地下气化的方法可以加以充分利用,从而延长矿井寿命。

(2) 新汶矿区建筑物下、桥下、河下压煤近 2 亿 t,如不能采出,矿井就会缩短寿命。而煤炭地下气化燃烧后灰渣全部留在地下,将大大减少气化后留下的空间与地面的下沉量,从而减轻对地面的破坏影响,可使大量的“三下”压煤得到解放。

(3) 新汶矿区现有煤炭地质储量 8.26 亿 t,可采储量 3.78 亿 t,其中高硫煤约占可采储量的 40%,根据国家环保政策属限采煤层,将限制企业市场空间。近 2 亿 t 的高硫煤量使得许多矿井面临停产关闭的困境。而采用地下气化技术可以把煤气中的硫分离出来,并可进行综合利用,使之变废为宝。同时,高硫煤也转化为洁净能源。

(4) 新汶矿区由于开采历史长,不仅工业、民用燃煤造成严重大气污染,而且大量煤矸石堆放地面,地表塌陷严重。煤炭地下气化可使所有灰渣留于井下,解决了矿山开采破坏环境的老大难问题。

经初步测算。仅矿区所在地莱芜、泰安市及所属新泰市区居民变燃煤为燃气, 每年即可减少废气排放量 36.87 亿 m^3 、 SO_2 22.52 万 t、烟尘 7.35 万 t、灰渣 26.25 万 t, 从根本上改善空气质量。同时, 大大减少矿区采煤引起的地表塌陷。

2 工程的实施

1999 年下半年以来, 集团公司抽调精兵强将, 成立了专门工作机构和科研小组, 与中国矿业大学、济南煤炭设计院合作, 由主要领导牵头组织, 精心调查研究、设计方案, 高速度、高质量地组织施工, 取得了一个又一个阶段性成果。1 个月完成了可行性报告; 2 个月修复了 1500m 废旧巷道; 3 个月安装了 4000m 输气管道和 20 多台套大型设备及大量土建工程; 4 月掘进了 1200m 巷道, 5 个月将地下气化炉构筑完毕。从项目论证到正式生产只用了不到 1 年的时间, 从试验到投产只用了 1 个月的时间, 创造了我国地下气化项目中速度最快、测控全面、净化齐全、系统完整、应用广泛的新纪录, 为我国的煤炭地下气化做出了显著贡献。

该项目采用“长通道、大断面、两阶段”煤炭地下气化和“U”型双炉并联运转方式, 同时采取双炉交替运行、正反向燃烧气化、压抽相结合等保障措施, 构成较完备的生产工艺体系, 以保证在多变条件下, 稳定生产煤气。

地下气化炉结构采取“长通道、大断面”, 是有井式和无井式气化炉合二为一的混合气化炉形式。它主要由进气孔、排气孔、气流通道、气化通道四部分组成。进、排气孔由地面打钻施工, 而气流通道、气化通道则利用井工开采原有巷道在井下施工, 气化通道断面可达 4m^2 左右, 通道长度可视煤层赋存条件而定。气化通道断面加大以后, 供风阻力降低, 电耗降低, 单炉产量增大, 同时反应面积增大, 单炉服务时间延长, 单位时间内燃烧的煤量较多, 热稳定性较好。因此“长通道、大断面”有利于气化过程的稳定。

煤炭地下气化工序采取“两阶段”, 是为了循环生产空气煤气和水煤气。每个循环由两阶段组成: 第一阶段为鼓空气燃烧蓄热, 生产空气煤气; 第二阶段利用炉内蒸汽或喷淋水产生的蒸汽生产热解煤气和水煤气。第一阶段在生产空气煤气的同时, 产生了大量的反应热积累在煤层中, 第二阶段鼓入水蒸汽, 在高温煤层中发生分解, 形成水煤气, 经过干馏干燥区还将产生热解煤气, 从而得到 H_2 和 CO 含量较高的煤气。由于水蒸汽分解反应的吸热, 使炉温下降, 当炉温低于 650°C 时, 第二

阶段结束, 又将重新鼓入空气, 提高煤层温度, 进入下一循环。

经过测试, 目前生产的空气煤气热值达到 $3.34\sim 4.18\text{MJ}/\text{m}^3$, 地下半水煤气达到 $4.18\sim 8.36\text{MJ}/\text{m}^3$ 、地下水煤气热值可达到 $8.36\sim 13.0\text{MJ}/\text{m}^3$ 。煤气成功用于锅炉燃烧和居民生活用气, 各项指标合格, 达到了设计要求。

矿区煤炭地下气工程设计总投资 9700 万元, 一期工程投入 1700 万元。目前可日产水煤气 4 万 m^3 , 热值 3000~4000 大卡, 已有 1 万户居民和部分工业锅炉使用。根据用户需要, 日产气可扩大至 10 万 m^3 , 也可远距离输送到用户。后期工程计划投资 8000 万元, 利用燃气发电、发展煤炭化工, 以拓宽产业化应用范围。

一期工程竣工后, 该项目投资收益情况良好。经测算生产的地下气化水煤气成本 $0.1982\text{元}/\text{m}^3$ 。调查显示, 水煤气市场价格约 $0.45\text{元}/\text{m}^3$ 通过计算, 该项目在正常情况年利润可达 305.44 万元, 投资收益率为 25.37%。实现了投资少、工期短、见效快、效益好的目标。

3 项目的鉴定

来自国家部委和大专院校的 20 多位专家于 2000 年 9 月 8 日听取了该项目的研究报告、工作报告、试验报告及应用报告等, 考察了气化站的各个系统和民用设施、工业锅炉的现场, 审查了有关图纸和资料, 通过对这一项目的技术鉴定。专家们一致认为: 利用“长通道、大断面、两阶段”气化技术在我国缓倾斜、2m 以下煤层中属首次试验成功; 采用“净化水回炉生产水煤气”工艺, 既杜绝了污染, 又使废水得到充分利用; 创造了“脉动两阶段生产地下水煤气”工艺; 采用“上固定下伸缩补偿技术”, 解决了孔管热胀冷缩的技术难题; 为万户居民和蒸汽锅炉连续提供燃气, 实现了地下气化从试验应用的新突破; 造气成本在幅度降低, 具有较高的经济效益。

鉴于该项目是在以往工业性试验研究的基础上进行的, 专家们认为该成果在工业化试验研究的有深度、系统性和规范性方面取得突破性进展, 是一项从造气到应用的、成功的产业化示范工程, 达到国际先进水平, 具有广泛的推广应用前景。

4 推广的规划

在一期工程竣工投产的基础上, 新汶矿业集团将进一步与中国矿业大学合作, 在新汶矿区研究推广煤炭地下气化技术。

一是将孙村矿气化工厂建成全国煤炭地下气化的

研究基地。进一步完善地下气化工工艺监控、喷淋、鼓引风、净化系统，并在煤气的储存、输送方面完善技术措施。针对矿区煤种多、储量大的特点进行多种试验，根据各煤层地质变化情况，确定在不同条件下地下气化炉的最佳参数。通过多种观测数据的对比，总结经验、找出规律，为全国煤炭地下气化工作提供有价值的资料。

二是全国推广应用煤炭地下气化。在孙村矿试验成功并应用的基础上，计划先后在鄂庄煤矿、华丰煤矿、协庄煤矿进行煤炭地下气化推广。鄂庄矿距莱芜市区不到 2km，居民 20 多万人，现用气户数约 2 万户，有市场潜力，该矿煤炭气化后可近距离向莱芜市供气。

三是积极发展燃气发电和煤化工产业。利用煤气发展化工产品，如甲醇、氢气、煤变油等。研究利用气化变油技术，将煤气间接液化燃料代替石油，使新汶矿区不仅成为我国煤炭地下气化试验基地，同时争取成为煤化工研究试验基地。在利用煤气发电方面，计划首先建设一座 6000kW 的发电机组，根据实验情况逐步扩大煤气发电能力。

5 有益的启示

发展应用煤炭地下气化技术不仅对于新汶这样的老矿区调整经济结构，尽快走出困境至关重要，而且对所有煤炭企业来说都有重要的示范意义。

(1) 煤炭工业要走可持续发展之路。我国是以煤炭为主要能源的国家，煤炭在我国一次性能源消费结构中占 70% 左右。传统的煤炭生产和利用方式所造成的资源浪费和生态环境破坏是非常严重的。由于受开采方式和技术水平限制，国有重点煤矿资源开采回收率约有 50%，而乡镇煤矿只有 20% 左右；因煤炭开采全国约有 30 万 ha 土地塌陷，矸石等废弃物积存 30 亿 t，占地 1.2 万 ha；因燃用煤炭每年排放的烟尘达 1500 万 t、SO₂ 2000 万 t，对生态环境的危害越来越大。发展洁净煤技术、推广煤炭地下气化势在必行。煤炭地下气化所避免的经济损失和能够取得的经济效益、环境效益、社会效益是非常可观的，是促进我国煤炭工业

可持续发展的战略选择。

(2) 从根本上改善煤炭工业技术面貌，必须积极调整产业结构。随着我国工业化进程中产业结构的升级，煤炭在我国能源消费结构中的比例逐步降低，市场竞争日趋激烈，大批国有煤炭企业步履艰难。优化产业结构，促进产品升级换代，寻求新的经济增长点，成为煤炭工业的必然选择。煤炭地下气化是煤炭开采和利用技术中成本最低的一项技术，吨煤产值大大增加，其产品用途十分广泛，此项可使大批煤炭企业重获生机。由于煤炭地下气化减少了许多中间环节的投资，煤气成本相对较低，使得以此为原料和燃料的下游产品成本相应降低，为发电、化工、汽车运输等相关产业提高经济效益提供了保证，并促进这些行业的技术进步，从而带动国家重点产业的结构升级，形成新的经济增长点。

(3) 煤炭企业必须坚定不移地推进技术创新。科学技术日新月异，产品生命周期越来越短。随着全球经济一体化的加快和我国即将加入 WTO，我国企业正被推向国际大市场，面临的是更加激烈的市场竞争。从煤炭企业的现实情况来看，用人多、效率低、效益差、负担重的状况没有得到根本改观，产品技术含量低，市场竞争能力不强。大力推进技术创新是促进产业结构调整和产品升级，提高市场竞争能力的必由之路。新汶矿区煤炭地下气化尽管刚刚开始，还只是传统采煤方法的补充，从全国来看占的比例也很小，但它已经显示了强大的生命力，展示了广阔的发展前景。由于它实现了“无人、无设备”工作面的开采，是对传统采煤方式的根本性变革，这种变革将大幅度降低生产成本，大大减少安全事故，提高了产品的科技含量，是煤炭工业发展的方向。特别是对老矿区来说，实施技术创新、促进产品升级不仅是企业适应市场、实现扭亏脱困的需要，也是加快实施科技兴企战略、进行二次创业的需要，应当坚定不移地加以推动。

(收稿日期：2000 年 10 月 9 日)