

问题探讨

# 浅论煤矿矿区煤层气的开发与综合利用

杨志如

(山西潞安矿业(集团)有限责任公司,山西 襄垣 046204)

**摘要:**煤层气是与煤炭伴生的非常规天然气,既是资源又是温室气体,煤矿矿区如果能够高效安全地开发利用煤层气,能产生可观的经济效益和环境效益。本文介绍了两种煤层气抽采方式,比较了国内外的煤层气开发技术,分析了国内外的煤层气综合利用现状,指出了我国煤层气在开采技术和综合利用中存在的问题,并且介绍了潞安集团煤层气的综合利用现状。

**关键词:**煤层气;开采;综合利用

中图分类号:TD98

文献标识码:B

文章编号:1006-8759(2015)03-0051-03

## DISCUSSING ABOUT THE COMPREHENSIVE EXPLOITATION AND UTILIZATION OF COALBED METHANE IN COAL MINING AREAS

YANG Zhi-ru

(Shanxi Luan Minging Bloc Co., Ltd, Xiangyuan, 046204 Shanxi)

**Abstract:** Coalbed methane (CBM) is a nonconventional kind of natural gas accompanied by coal. It is not only resources but also greenhouse gases. If the coal mining could exploit and utilize CBM efficiently and safely, we would get considerable economic and environmental benefits. This paper introduced two kinds of CBM extraction methods, compared CBM exploitation technology of domestic and international, analyzed the comprehensive utilization at home and abroad, and pointed out the problems of exploitation technology and utilization of CBM in our country. This paper also introduced the utilization of CBM in Lu'an Group.

**Key words:** Coalbed methane; Exploitation; Comprehensive utilization

煤层气俗称“瓦斯”,与煤炭伴生、以吸附状态储存于煤层内的非常规天然气,其主要成分是 $\text{CH}_4$ (甲烷)热值是通用煤的 2-5 倍。1 立方米纯煤层气的热值相当于 1.13 kg 汽油、1.21 kg 标准煤,其热值与天然气相当,可以与天然气混输混用,而且燃烧后很洁净,几乎不产生任何废气,是上好的工业、化工、发电和居民生活燃料。

但是煤层气在煤炭开采过程中容易产生安全隐患,煤层气空气浓度达到 5%~16% 时,遇明火就会爆炸,这是煤矿瓦斯爆炸事故的根源。另外,煤层气的主要成分  $\text{CH}_4$ (甲烷)是强烈温室效应气

体,其温室效应约为二氧化碳的 21 倍,直接排放到大气中对生态环境破坏性极强。在采煤之前如果先开采煤层气,煤矿瓦斯爆炸率将降低 70%~85%,煤层气的开发利用具有一举多得的功效:提高瓦斯事故防范水平,具有安全效应;有效减排温室气体,产生良好的环保效应;作为一种高效、洁净能源,产生巨大的经济效益。

### 1 煤矿矿区煤层气减少外排的开发方式

开发方式主要可分为利用地面井开采和煤矿区煤层气井下抽采两类。

#### 1.1 地面井开采

煤层气地面钻井开采是在常规天然气开采技术的基础上,根据煤层的岩石力学特性、煤层气储存特点和产出规律发展起来的煤层气开采技术。先在地面钻井后再进行完井。根据地质构造和煤质不同,分别采用压裂制造空隙和制造洞穴方法完井。

这种开采方式规模大,产量稳定,煤层气甲烷含量高。煤层气略经处理后可输入天然气管道系统供远方用户采用,因而可以替补天然气在缺额期间的使用。

### 1.2 井下抽采

井下抽采主要是为煤炭企业生产安全服务。其抽采方式主要有三种。首先是采煤前预抽,方法为在工作面圈定前顺煤层布置钻孔进行预抽放,以降低煤层气量及压力;其次为边掘边抽,即在采煤巷道掘进过程中在掘进工作面端头钻孔抽放;第三为采空区抽放,即在井下密闭采空区置管再用专用抽采泵站抽放。一般井下抽采所得煤层气的甲烷含量较低,约为30%~60%,采空区抽采的煤层气甲烷含量则只有15%~25%。井下抽取的煤层气虽然甲烷含量和热值比地面井开采的煤层气少,但仍不失为一种有相当热值可利用的能源。

井下抽采得到的煤层气必须经过提纯和升压后才能注入天然气管道系统。由于提纯成本高,所以一般不将其注入天然气管道。

## 2 国内煤层气开采需借鉴的国外技术

煤层气的开发技术直接影响了煤层气的开采难易程度以及开采出的煤层气的质量,在对国内外煤层气的开采技术进行对比研究的基础上,总结出我国在煤层气的开采上需要借鉴的国外的先进开采技术。

2.1 目前国内开采煤层气的钻井技术主要有常规井、丛式井和多分支水平井。钻井液循环介质主要有水基钻井液和油基钻井液。近几年随着国内外煤层气产业化发展以及开发领域的逐渐扩大,应运而生的新技术主要有定向羽状分支水平井技术和空气欠平衡水平钻井技术。目前这两项技术在我国部分地区都有应用,并且取得了较好的效果,但只适合在特定的地质条件下使用。

2.2 目前国内外完井技术主要有裸眼完井、套管完井、套管裸眼完井、裸眼洞穴完井和水平井衬托完井五种。其中以裸眼洞穴和套管射孔压力为主。由于国内裸眼洞穴完井方式的使用限制,目

前国内基本上不使用此方法完井;而98%的煤层气井采用套管射孔压力完井。

2.3 目前国内外煤层气井排采技术主要有有杆抽油泵、螺杆泵以及潜油电泵。我国对于潜油电泵的应用还处于初级认识阶段,如果搬用国外的全套设备,一是成本高,二是适用性差。因此,提高潜油电泵的经济性和适用性是未来发展的重要课题。

## 3 综合国内外研究现状,我国在煤层气的基础研究还有很多方面有待加强和深化。

3.1 提高我国煤层气的抽放率和利用率。近年来美国的煤层气开发已形成了一个新兴工业体系,瓦斯年抽放量接近300亿立方米,我国目前的年抽放量仅为9亿立方米左右,显然有待挖掘的潜力很大。例如四川芙蓉矿务局平均抽放率不到15%,抽放最好的白皎矿也只有28%,主要原因是抽放水平不高,因此,我国有必要根据特殊的煤炭地质勘探环境,开发适合我国地质条件的先进生产工艺技术,主要包括:定向羽状分支水平井技术、低成本空气钻井、洞穴完井技术、压裂技术、煤储层保护技术等。

3.2 我国应该学习国外发达国家,形成从钻井、完井、生产到集输一体化的开采模式。有些矿区的井完钻了,也排气了,但由于集输设备不配套,只有就地烧掉,既浪费资源又污染环境。因此我国煤层气的生产应配备相应齐全的设备,实现资源的充分利用以及对环境的保护。

3.3 目前,我国中央政府和地方政府各自为政,资料和技术互不共享,存在重复性研究,设备利用率低,资源浪费严重。因此,本报告建议我国除了2007年9月26日成立的中联煤层气国家工程研究中心,各地方也应该设立相应的煤层气设备研究中心,国家级的中联煤层气国家工程研究中心应该起到带头统筹管理的作用,并利用信息系统功能实现各研究中心之间信息和设备的及时共享。

## 4 我国煤矿矿区煤层气综合利用的内容

4.1 替代天然气能源。我国很多煤矿企业已将井下抽采的煤层气部分通过专用管道输送到职工家中作为民用燃气使用。煤层气作为工业燃料使用时,可以省去煤的洗选、运输、粉碎、消烟、除尘、排渣等投资费用,而且运输方便、保护效益好、普通的燃煤锅炉稍做改造就可使用煤层气。并且

对于某些行业,如玻璃工业、陶磁建材行业,煤层气燃烧充分,窑炉温度高,比用煤炭为燃料烧制的产品质量更好,成品率更高。阳泉、抚顺矿区利用规模较大,年利用量在 6 000 万  $\text{m}^3$  以上;淮南矿区已具备同时向 10 万户居民供气的储配能力。

4.2 煤层气发电是近些年来新兴的煤层气利用项目,可以使用直接燃用煤层气的往复式发动机和燃气轮机,也可用煤层气作为锅炉燃料,利用蒸汽发电。此外,煤层气也已试验性的应用于汽车燃料。贵州盘江煤电集团公司土城矿苏家营瓦斯发电厂就是利用井下抽放的煤层气作为燃料发电,装机容量为 5 700 kW,每年发电 1 400 多万 kWh,还充分利用余热为矿区供暖和提供热水。淮南谢一矿低浓度瓦斯发电站,该矿利用甲烷浓度为 6%~23% 的煤矿井下含瓦斯气体为原料,于 2005 年 9 月底从胜动集团引进 6 台 500 kW 低浓度瓦斯发电机组,装机容量为 3 000 kW。同年 11 月 1 日机组正式运行。该机组的成功运行,标志着我国解决了 6% 以上低浓度瓦斯抽排放空问题,不仅拓展了瓦斯综合利用空间,而且对促进煤矿安全生产,减少温室气体排放有重大意义。

4.3 化工原料。煤层气还可用做化工原料生产一系列化工产品,如合成氨、甲醇、乙炔和炭黑等。和煤炭、天然气等传统化工原料相比,煤层气的生产成本更加低廉。据统计,煤层气生产成本为 0.037 美元/ $\text{m}^3$ ,仅是煤制煤气生产成本 0.194 美元/ $\text{m}^3$  的 19%,是天然气生产成本 0.132 美元/ $\text{m}^3$  的 28%。

## 5 潞安矿区煤层气开采利用现状

潞安矿区位于山西省东南部,沁水煤田的东部中段,属于我国 13 个大型煤炭基地,晋东基地范围内共有生产矿井 13 个,生产能力 30.00 Mt/a,在建矿井 3 个,生产能力 12.00Mt/a。潞安矿区煤层气为低透气、强吸附、难抽采,潞安矿区各矿井一直在煤层瓦斯高效抽采技术方面进行研究探索,建立了上下结合、动静配合的立体抽采体系,进行地面抽采、井下抽放,严格落实煤矿安全规程瓦斯治理的规定要求,坚持采前预抽、边采边抽、采空区抽采、裂隙带抽采等综合抽采技术,以瓦斯抽采保证安全生产,再把瓦斯作为一种资源进行综合利用。

5.1 井下抽采低浓度瓦斯进行发电。潞安矿区目前井下抽采的瓦斯浓度在 5%~20% 之间,潞安矿区从 2003 年就探索进行低浓度瓦斯的利

用,先后在五阳煤矿、屯留煤矿成功采用胜动的低浓度瓦斯机组,进行了低浓度瓦斯发电技术的开发与应用,目前装机 11 台,总装机 5 500 KW。

5.2 地面抽采进行液化天然气、并入全省燃气管网。在矿区各矿井井田范围打钻进行地面抽采,共打抽采井 1600 多口,将地面抽采的高浓度瓦斯收集,建立压缩天然气系统,用于机动车燃料;结合山西省全省瓦斯管网的建设,将抽采瓦斯并入全省的天然气管网,用作工业、民用气源。

5.3 乏风氧化利用余热发电。潞安集团在高河矿井采用德国杜尔公司的技术,将煤矿乏风和井下抽采的低浓度瓦斯进行配风,建设 12 套乏风氧化系统,将余热进行发电,发电装机 3 万千瓦,目前项目已经建设完成,正在试运行;在五阳矿井和中国矿大进行了具有自主知识产权的乏风氧化利用自主研究,研究进展顺利。

5.4 拟作为原料进行煤制油。潞安集团拥有国内第一条煤基合成油示范厂项目,2008 年投产以来,已连续稳定运行多年;2012 年,潞安集团又在国内上马了生产能力 180 万吨/年的高硫煤油化电热一体化项目,目前项目在建设中;2013 年又在焦炉煤气合成甲醇项目的基础上,进行技术提升,采用钴基固定床合成油品,目前项目已经投产。为提高产品的附加值和优化产品结构,降低生产成本,潞安集团将探索利用煤层气用做化工原料来生产油品等高端化学品,可以大大节约生产成本,提高企业经济效益。

## 6 我国煤矿矿区煤层气综合利用存在的问题

6.1 加强煤层气开采企业的综合利用意识,国家也应该出台相应激励措施鼓励煤层气的综合利用。目前我国煤层气开采企业抽放的重点是考虑抽放而不是综合利用,造成目前全国大多数矿井瓦斯的利用范围较窄,一般均以民用为主。大多数局、矿以解决本单位职工家属生活用气为主,少数局、矿发展了向当地城镇居民供气,也有个别局、矿(如抚顺局、芙蓉局)开发了瓦斯发电、替代汽油作汽车燃料等项目,但瓦斯总的利用量都不大。

6.2 目前大多数矿井抽放瓦斯主要用作民用燃料和工业锅炉燃料,少量用于发电和生产化工产品,利用形式比较单一。因此,我国可借鉴国外煤层气的综合利用方式实现煤层气利用的多元化。