

中国煤矿区煤层气开发及其技术途径

樊振丽^{1,2}, 申宝宏³, 胡炳南^{1,2}, 雷毅³

(1. 天地科技股份有限公司 开采设计事业部, 北京 100013; 2. 煤炭科学研究总院 开采设计研究分院, 北京 100013;

3. 中国煤炭科工集团有限公司, 北京 100013)

摘要:在介绍我国及重点煤矿区煤层气资源量分布利用情况以及煤矿区煤层气开发原则的基础上, 分析了煤矿区煤与煤层气一体化开发的时空协调关系及煤气共采实现的技术途径。从煤层采动引起的岩层移动时空规律、煤层采动对煤层气钻井(孔)布设的影响和采煤活动对煤矿区煤层气开发的促进作用 3 个方面分析了煤炭开采对煤层气开发的影响; 从煤层气开发对煤炭开采顺序和效率的影响、煤层气抽采对煤矿瓦斯治理的促进作用以及煤层气地面开发存在的安全隐患 3 个方面, 分析了煤层气开发对煤炭开采的影响。最后介绍了煤矿区煤层气开发的效果, 指出煤与煤层气一体化协调开发是开发和利用煤矿区 2 种资源, 预防和治理煤矿瓦斯事故的有效途径。

关键词:煤层气开发; 开发模式; 时空关系; 煤气共采

中图分类号: P618

文献标志码: A

文章编号: 0253-2336(2014)01-0044-06

Coalbed Methane Development and Technical

Access in China Coal Mining Area

FAN Zhen-li^{1,2}, SHEN Bao-hong³, HU Bing-nan^{1,2}, LEI Yi³

(1. Coal Mining and Designing Department, Tiandi Science & Technology Co., Ltd., Beijing 100013, China; 2. Coal Mining and Designing Branch, China Coal Research Institute, Beijing 100013, China; 3. China Coal Technology & Engineering Group, Beijing 100013, China)

Abstract: Based on the introduction on the condition of the coalbed methane resources distribution and utilization in China and the key mining areas and the coalbed methane development principle of the mining area, the paper analyzed the time and space coordinated relationship of the coal and coalbed methane integrated development and the technical access of the coal and gas simultaneous mining in the coal mining area. From the time and space law of strata movement caused by seam mining, the seam mining affected to the layout of the coalbed methane well (borehole) and the promotion role of the coal mining operation to coalbed methane development, the paper analyzed the coal mining affected to the coalbed methane development. From the coalbed methane development affected to the coal mining sequence and efficiency, the promotion role of coalbed methane drainage to mine gas control and the safety hidden danger left by coalbed methane surface development, the paper analyzed the coalbed methane development affected to coal mining. The paper introduced the coalbed methane development effect in the coal mining area and pointed out that the coal and gas integrated coordinative development would be the effective access to develop and utilize the two resources in coal mining area and to prevent and control mine gas accident.

Key words: coalbed methane development; development mode; time and space relationship; coal and gas simultaneous mining

0 引 言

随着我国经济社会的快速发展, 能源需求量大增, 对煤层气、页岩气、致密砂岩气和天然气水合物等非常规天然气的开发日趋紧迫。煤矿区煤层

气的开发利用是保障煤炭这一主体能源安全生产和国家能源安全的重要措施。目前, 在我国 105 个煤矿区中, 有 58 个高瓦斯突出矿区, 占 55%, 储存着我国 60% 以上的煤层气资源, 承担着国家 70% 以上的煤炭生产任务, 但瓦斯灾害也比较严重。截至目前,

收稿日期: 2013-07-15; 责任编辑: 王晓珍 DOI: 10.13199/j.cnki.est.2014.01.012

基金项目: 国家科技重大专项资助项目(2011ZX05064)

作者简介: 樊振丽(1983—), 男, 河南郑州人, 助理研究员, 博士。Tel: 18911123077, E-mail: fanzhenli@qq.com

引用格式: 樊振丽, 申宝宏, 胡炳南, 等. 中国煤矿区煤层气开发及其技术途径[J]. 煤炭科学技术, 2014, 42(1): 44-49, 75.

FAN Zhen-li, SHEN Bao-hong, HU Bing-nan, et al. Coalbed Methane Development and Technical Access in China Coal Mining Area[J]. Coal Science and Technology, 2014, 42(1): 44-49, 75.

我国共发生煤与瓦斯突出 18 000 余次,占全世界的 40%以上,煤矿瓦斯事故死亡人数一直居高不下,我国年均煤矿瓦斯爆炸造成的直接经济损失多达 500 亿元。随着我国煤矿开采范围的扩大、开采强度和深度的增加,高瓦斯矿井越来越多,瓦斯对煤矿安全生产的威胁也越来越大,严重制约着煤矿的安全生产和煤炭工业的安全发展^[1]。因此,煤矿区煤层气开发已成为国家急需解决的战略问题。煤矿区实现煤与煤层气的协调一体化开发,既是防治煤矿瓦斯灾害的根本途径,又是实现煤矿区煤层气资源利用,保障国家能源安全的必由之路。

1 我国大型煤炭基地煤层气资源量的分布

国土资源部 2006 年关于我国新一轮煤层气资源普查结果查明,全国埋深 2 000 m 以浅的煤层气资源量为 36.81 万亿 m³,其中可采资源量为 10.9 万亿 m³。据国家 973 计划关于煤层气资源量的最新评价结果,我国陆上煤田埋深 1 500 m 以浅的煤层气原地资源量(GIP)为 20.25 万亿 m³,技术可采资源量(GTR)9.40 万亿 m³;我国 13 个大型煤炭基地埋藏深度 1 500 m 以浅,煤层气原地资源量为 9.97 万亿 m³,技术可采资源量为 4.64 万亿 m³,分别占全国相同埋藏深度范围内煤层气原地资源量和技术可采资源量的 49.2%和 49.4%。

在 13 个大型煤炭基地中,云贵煤炭基地煤层气资源量最多,为 21 370.66 亿 m³;鲁西煤炭基地最少,只有 1 251.516 亿 m³。煤层气原地资源量大于 10 000 亿 m³的有晋中、晋东、神东和云贵等 4 个煤炭基地(图 1),这 4 个大型煤炭基地应是我国煤矿区煤层气资源开发重点布局的区域。

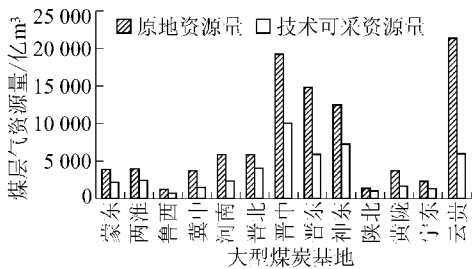


图1 我国13个大型煤炭基地的煤层气资源量分布

我国 2012 年煤层气抽采量(包括地面和井下)为 141 亿 m³。随着煤矿区煤层气抽采量的增加,按 200 亿 m³/a 的抽采量推算,13 个大型煤炭基地煤矿区埋藏深度 1 500 m 以浅 46 350.94 亿 m³的煤层气技术可采资源量,可满足 230 多年的煤层气抽采需

求。另外,13 个大型煤炭基地均位于贺兰山-六盘水-龙门山以东的广大地区,这一地区是我国经济比较发达、人口相对密集的地带,能源需求量非常大,区位优势明显,未来煤层气市场十分广阔。

2 煤矿区煤层气的开发原则

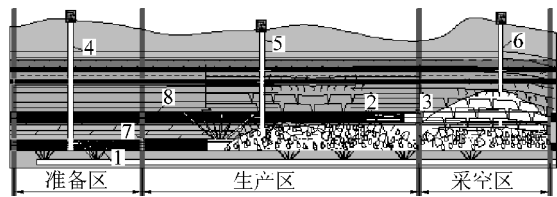
煤层气与煤炭的伴生成因关系和煤层气与煤炭的同位同体赋存关系,决定了煤层气开发与煤炭开采、煤层气开发与煤矿瓦斯抽采存在密不可分的联系^[2]。20 世纪 90 年代以来,我国成功应用了美国地面开发煤层气技术,使煤矿瓦斯地面抽采技术逐步进入了产业化勘探、开发和利用的轨道。《关于加快煤层气(煤矿瓦斯)抽采利用的若干意见》(国办发[2006]47 号),明确提出“先采气、后采煤、采煤采气一体化煤层气开发原则”。同时要求,“必须坚持先抽后采、治理与利用并举的方针,采取各种鼓励和扶持措施,防范煤矿瓦斯事故,充分利用能源资源,有效保护生态环境。”

3 煤矿区煤与煤层气一体化开发模式

晋城、两淮和松藻矿分别代表了我国较高渗透中硬煤层条件、低渗突出软煤层群条件及复杂地质条件下煤与煤层气协调开发模式。经过 3 个矿区长期的工程实践和研究,初步形成了煤与煤层气协调开发的时间顺序、空间衔接和开发技术途径。

3.1 煤与煤层气一体化开发时空协调^[3-10]

各矿区为了实现煤与煤层气一体化开发,达到“抽、掘、采”的协调,在时间和空间上将矿区分为准备区(远景区)、生产区和采空区。以两淮矿区为例,如图 2 所示,矿井须依据各自不同的地质采矿条件,提前 6~10 年制定煤与煤层气共采和煤层气抽采规划,制定矿井开拓、掘进和回采接替计划,以及配套的煤层气抽采技术方案。



1—穿层钻孔;2—顺层钻孔;3—采空区埋(插)管;4—地面压裂井;5—地面采动区井;6—地面采空区井;7—首采区;8—卸压层

图2 两淮矿区煤与煤层气协调开发布置

1)准备区(远景区)。根据煤与煤层气一体化开发原则,采用先抽后采模式,先采气后采煤,以采

气促采煤。在适宜煤层气地面开发的矿区首先利用煤层气地面直井或水平井等开发技术进行瓦斯预抽。以晋城矿区为例,煤层气含量大于 $16\text{ m}^3/\text{t}$ 的区域,需5~10年的预抽期;煤层气含量为 $8\sim 16\text{ m}^3/\text{t}$ 的区域,需3~5年的预抽期,并同时进行井下瓦斯预抽。在地表地形条件复杂,不适合进行地面煤层气开发的矿区,应主要采取井下预抽来开发煤层气。以松藻矿区为例,采掘准备区不同条件巷道的超前预抽时间一般为2~6个月,不同厚度和开采方法的煤层超前预抽距离为300~1 000 m。

2) 生产区。煤炭生产区一般采取以井下抽采为主、地面抽采相结合的方式开发煤层气,井下煤层气预抽超前煤炭开采,保护层开采超前被保护层开采,保证井下瓦斯压力小于 0.74 MPa 、瓦斯含量小于 $8\text{ m}^3/\text{t}$,工作面瓦斯抽采不低于《煤矿瓦斯抽采基本指标》的要求。

3) 采空区。一般采用地面钻井和采空区埋管抽采采空区瓦斯。采空区瓦斯抽采可有效控制或消除瓦斯涌入工作面或落煤造成的瓦斯超限。以松藻矿区为例,有采空区抽采的工作面瓦斯超限率可下降95%以上。

3.2 煤与煤层气一体化开发技术途径

我国大型煤炭基地煤层气藏类型多,从低变质的褐煤层气藏到高变质的煤层气藏均有发育,可采取不同的煤层气开发方式。煤矿区常采用地面煤层气开发技术、井下抽采技术和煤层卸压增透技术等开发技术或其技术组合(井上下联合抽采)开发煤层气资源。

1) 地面煤层气开发技术。地面煤层气开发技术包括垂直井、多分支水平井、丛式井和U型井(V型井)、“一井三(多)用”技术等。在我国现有的煤层气开发活动中,多分支水平井几乎全部采用裸眼洞穴完井,多数直井采用套管完井方式,裸眼洞穴完井技术对煤储层条件要求较高,实践成功较少^[11]。

2) 煤层气井下抽采技术。井下抽采技术主要有模块化区域递进式抽采技术、分源双系统抽采技术、保护层抽采技术、卸压层抽采技术和采空区抽采技术等^[12]。煤矿区根据不同的地质采矿条件探索出不同的抽采方式,将本煤层抽采、煤层顶底板抽采和采空区抽采方法有机组合或创新,形成多种多样的立体的煤层气井下抽采体系。

3) 煤层卸压增透技术。对于煤层渗透率低和

含气饱和度低的矿区须探索应用煤层卸压增透技术,提高煤层气抽采率。此类技术主要包括保护层开采卸压增透技术、深孔预裂爆破技术、深穿透射孔技术、高能气体压裂技术和高压水力增透技术等。

未来煤矿区煤层气抽采技术应注重依托矿井钻孔将地面井组压裂区贯通,增强井下孔的导流能力,提高煤层气抽采率,实现地面抽采与矿井抽采的有机结合以及煤层气的立体抽采;发展井下水平长钻孔钻进技术与装备,提高煤层气的抽采率,缩短达到采煤要求的周期;发展高负压、大管路矿井抽采技术,利用压力差的作用提高煤层气矿井抽采率。

煤层气与煤炭资源的同源同体的伴生性决定了这2种资源的开发必然有密不可分的内在关联。煤矿区煤炭资源的开采引起矿区岩层移动的时空关系,影响着煤层气资源开发的钻井(孔)的布设、采气方法的选择和抽采效果等多个方面,同时,煤层气的开发对煤炭开采顺序、开采进度和煤矿安全等方面有正反两方面的影响。

4 煤炭资源开发对煤层气开发的影响

4.1 煤层采动影响的时空规律^[13-15]

4.1.1 空间关系

地下煤炭采出后,煤层顶板上覆岩层发生断裂和破碎,支撑体系遭到破坏,应力状态发生改变,形成垮落带、裂缝带和弯曲下沉带,地表产生移动变形;煤柱区底板因支承压力的压缩,采空区因卸压而发生剪胀,最终形成煤层底板的采动破坏带。煤层采动影响空间关系分区如图3所示。

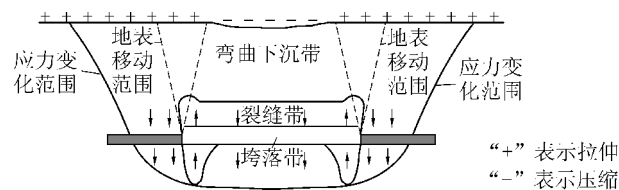


图3 煤层采动影响的空间关系分区

1) 地表移动变形空间规律。

采动面积:在相同的地质、采矿条件下,采动影响程度与煤炭开采尺寸密切相关,随着开采面积的增大,采动充分性逐渐经历非充分开采、临界开采和充分开采3个阶段,地表移动变形量随采动充分性的增大而增大。一般地,中硬覆岩采宽采深比等于1.2时达到临界开采状态,地表下沉值达到最大;采宽采深比大于1.2时为充分采动状态,最大下沉和

变形量不再增大。采煤工作面推进过程中的地表移动变形为动态变形,最大变形发生在工作面临时性开采边界上方的地表下沉盆地边缘区,且地表移动变形位置随采煤工作面推进位置的不同而不断变化;工作面开采结束且采动影响达到稳定后的地表移动变形为静态变形,充分采动时地表下沉盆地拐点外边缘为拉伸变形区,地表下沉盆地拐点内边缘为压缩变形区,盆地中部为无变形区。

煤层顶底板覆岩类型:覆岩力学性质对地表移动变形的影响较大,采动影响与岩层坚硬程度呈反比。覆岩越硬,弹性模量大,引起的地表变形量较小,相反,覆岩越软,弹性模量小,层间不易产生离层,地表下沉大于坚硬覆岩。

开采高度与开采深度:煤层采高越大,垂向采掘空间就越大,覆岩破坏越剧烈,地表移动变形量就越大,地表移动变形量与采高成正比。随着采深的增加,地表移动范围增大,但是地表下沉量变化不大,地表移动盆地较平缓,地表各项变形量减小,因此,地表移动变形量与采深成反比。一般常用深厚比衡量地表沉陷影响,深厚比越大,地表移动变形量越小,移动和变形就越平缓,反之就越剧烈。

2) 煤层顶底板岩层内部破坏空间规律。

煤层顶板覆岩破坏规律:①覆岩破坏高度上,坚硬脆性岩层覆岩破坏高度较大,一般为采高的18~28倍;软弱塑性岩层覆岩破坏高度较小,一般为采高的9~12倍;中硬覆岩的破坏高度一般介于坚硬和软弱覆岩破坏高度之间。覆岩破坏高度一般与采高呈正比,随采高增大而增加。当采用单一长壁全部垮落采煤法时,导水裂缝带在回采工作面第1次放顶或基本顶周期来压或地表出现最大下沉速度时出现,此时采空区走向长度对于中硬顶板为20~60 m,当覆岩破坏达到最大值时就不再随采空区走向长度的增加而增大了。②在覆岩破坏形态上,缓倾斜($0^{\circ}\sim 35^{\circ}$)煤层覆岩破坏范围的最终形态类似于马鞍形,采空区四周边界上方破坏范围高于采空区中央,其最高点边界位于采空区边界以内或以外的数米内;大倾斜($36^{\circ}\sim 54^{\circ}$)煤层覆岩走向剖面上导水裂缝带仍为马鞍形,采空区倾斜剖面上覆岩破坏范围的最终形态呈上大下小的抛物线拱形形态;急倾斜($55^{\circ}\sim 90^{\circ}$)煤层,由于垮落岩块在采空区底部堆积,或受覆岩整体滑动、煤层抽冒的影响,覆岩破坏范围呈现出各种不同的类似于拱形的形态。

煤层底板岩层破坏规律:煤层开采后,煤层底板沿煤层至采空区的水平方向上,依支撑压力的变化分为应力增加区、卸压区(应力降低区)和应力恢复区,以岩层受力变化分为压缩区、膨胀区和压实区。应力和位移变化剧烈区一般在工作面前后几十米范围内,前支撑压力最大峰值一般深入煤体2~10 m,影响范围可达工作面前方90~100 m^[16]。

垂直方向上,在压缩区和膨胀区的临界区域易发生剪胀破坏,在工作面推进过程中形成了动态的采动矿压破坏带。煤层底板岩层位移和应力变化频率和幅度随埋深的增加而减小,即越接近煤层底板受采动影响越剧烈。根据实测资料,采动破坏带深度一般为6~27 m,有些矿井甚至更大,主要与采掘空间尺寸相关^[17]。

4.1.2 时间关系

1) 地表移动的周期性。当工作面开采宽度达到一定数值时,岩层移动波及地表且逐渐展开,直至回采结束一段时间后采动影响才趋于稳定。地表移动延续时间过程可分为初始期、活跃期和衰退期。地表移动时间与采深关系密切,无实测资料时,地表移动周期为2.5倍平均采深。不同地质采矿条件,地表移动周期不同,以淮北矿区为例,地表移动初始期为10~30 d,活跃期为100~240 d,衰退期为30~90 d,总移动期为150~300 d。

2) 煤层覆岩破坏的时间特性。在导水裂缝带达到最大值之前,其高度随时间增加而增长。对于中硬覆岩,一般是工作面回采后1~2个月,导水裂隙带达到最大值。相比较而言,坚硬覆岩的导水裂隙带达到最大值的时间长一些,软弱覆岩较短。

4.2 煤层采动对煤层气钻井(孔)布置的影响

1) 岩层移动规律指导煤层气地面和井下抽采井(孔)的布置。空间上,煤矿采动区煤层气地面钻井适宜布置在受工作面采动影响较小的区域内,当地面钻井的变形破坏以剪切破坏为主时,根据地面钻井剪切破坏的空间分布规律,宜将钻井布置在采场沉降拐点和采场中线之间,并尽可能靠近采场中间;当地面钻井的变形破坏以离层拉伸破坏为主时,根据地面钻井离层拉伸破坏的空间分布规律,宜将钻井布置在靠近采场两帮处;考虑到采场上覆岩层埋藏深度越深,其沉降拐点一般越靠近煤壁,因此,宜将钻井布置在采场中线与采区回风巷的中部,且偏向地表沉降拐点所在区域内,具体位置可通过地

面钻井的变形破坏和安全性的计算分析后确定^[2]。在时间上应避免在地表移动初始期和活跃期进行钻井(孔)施工,最好在地表移动稳定后进行。井下煤层顶底板瓦斯抽采岩巷或钻孔的布设,应避免采场应力集中区,尽量接近裂缝带施工,既有利于工程实施和巷道等的维护,又能提高煤层气抽采率。

2) 煤炭开采引起的岩层移动导致煤层气井变形破坏^[2]。在采动影响下,采场上覆岩层发生离层、挤压和层间滑移,使得地面瓦斯抽采钻井在岩层移动的影响下发生变形甚至破坏。但是,由于岩层移动条件的复杂性,采场上部将形成一定数量的岩层(组),在岩层(组)内部的层界面处将只发生岩层的层间滑移,在岩层(组)的单一岩层内将只发生岩层的挤压变形,在2个岩层(组)交界面上,将同时发生离层和岩层层间滑移。

采动影响下地面钻井的拉剪综合应变在采场倾向方向上的分布规律与离层位移的大小关系密切。基于剪切变形和拉剪综合变形的受力模式属于对地面钻井套管的强度要求,是地面钻井变形破坏的主要因素;基于挤压变形的受力模式属于对地面钻井套管的刚度要求,是地面钻井变形破坏的次要因素。

充分采动时两组合关键层界面处的离层拉伸应力在采场倾向上的分布规律如图4所示。从图4中可以看到,采场中间的离层拉伸位移最大,因而离层拉伸应力最大,由采场中部向采场两端,离层拉伸应力随着离层拉伸位移的减小而逐渐减小,在采动影响边界处减小为零。

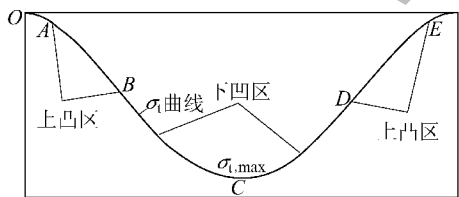


图4 充分采动时采场倾向上离层拉伸应力 σ_1 分布

由于组合关键层界面处拉剪综合应力以离层拉伸为主,因此,在离层位移大的层位其拉伸应力一般较大,地面钻井套管在相同位置处的拉剪安全系数与拉剪综合应力的分布规律正好相反,拉剪综合应力越大的套管位置,其安全系数越小。

4.3 采煤活动对煤矿区煤层气开发的促进^[1-2]

采煤活动对煤层气开发有积极影响,采煤活动形成的“三带”能增加储层透气性系数,煤层开采后引起工作面周围应力重新分布,围岩卸压膨胀,岩层

在一定范围内失去整体性,透气性系数增大几十倍到几百倍,垮落带、裂缝带的出现,使处于卸压范围内的邻近层,将通过采动裂隙网络与开采层的采空区相连通,在邻近层与开采层的采空区之间形成了一个瓦斯压力梯度场,使得邻近层的瓦斯在压差作用下通过贯穿裂隙以扩散或渗透形式涌向回采工作面,而采空区则成为煤层气汇聚、高导流区,有利于煤层气的抽采,如图5所示。

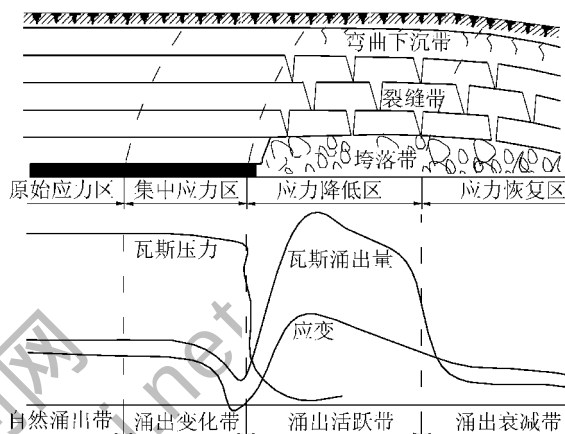


图5 围岩应力分区与瓦斯涌出分带的时空关系示意

以淮南某矿为例,卸压层范围内13-1煤层瓦斯压力大幅降低,由2~4 MPa下降到0.4~0.7 MPa;透气性系数大幅提高,增加了890~2 880倍。

5 煤层气开发对煤炭开采的影响

1) 煤层气开发对煤矿瓦斯灾害治理的促进作用显著。煤层气的开发不仅降低了煤层瓦斯含量,而且释放了煤层瓦斯压力,达到消突和降低瓦斯突出危险的目的。煤层气地面开发直井的压裂裂缝,不仅使直井生产增产,同时也提高了后期煤矿井下顺层长钻孔区域瓦斯抽采率;地下煤层气开发可以弥补地面开发的不足,更有效抽采煤层及围岩中的瓦斯,煤层气地面开发和井下抽采互相补充,在空间上形成立体抽采架构,在时间上协调配合,对煤矿瓦斯灾害的治理促进作用显著。

2) 煤层气开发影响煤炭开采顺序及效率。煤层气丰富矿井,开采进入生产区前,煤炭生产区域需进行长时间的煤层气地面和井下预抽,使采掘工作空间瓦斯含量符合安全生产标准,矿井采区接续时优先选择煤层气预抽达标的区域进行煤炭开采;煤层群开采条件下,需要进行保护层卸压开采,需先选择开采安全有利的保护层煤层,再开采被保护层,这样相比煤炭资源的单一开采,煤气共采时煤炭开采

的顺序必须做出调整,煤炭开采效率相应降低。

3)煤层气前期地面开发给后续煤炭开采带来了一定的安全隐患。地面钻采破坏了煤层的原生地质条件;钻孔处置不当,可能导通含水层;遗留的金属套管在采煤过程中可能损害采煤机,甚至引起瓦斯爆炸;地面煤层气井的压裂增产措施会破坏煤层顶板稳定性,可能导致冒顶等事故的发生^[1-2]。

6 煤矿区煤层气开发效果

近年来,在“先采气后采煤”方针的指导下,在地面和井下联合立体抽采技术的支撑下,通过煤矿区煤层气的开发,变中~高瓦斯矿井为低瓦斯矿井,煤矿瓦斯灾害大幅度减少,在全国煤炭产量逐年大幅增加的情况下,瓦斯事故起数和伤亡人数均大幅降低。从2005年到2012年,全国煤炭产量由21.1亿t增加到36.5亿t,矿井瓦斯抽采量由23亿m³增加到141亿m³,死亡人数由2171人减少到350人,百万吨死亡率由2.84降至0.385^[11]。

通过大型油气田和煤层气开发国家重大专项的实施,煤矿区煤与煤层气一体化协调开发取得了显著效果,煤层气开采降低了煤层中的瓦斯含量,为安全高效开采创造了有利条件,示范矿区井下瓦斯超限次数显著降低。煤层气抽采也在一定程度上促进了产量的增加和百万吨死亡率的下降。2010年,晋城、松藻和两淮等3个示范矿区的煤层气年抽采量达24.68亿m³,占全国煤层气抽采总量的27.12%,比2007年增加了1.38倍。同时,煤炭产量达1.5亿t,比2007年增长了59%;百万吨死亡率下降了33.65%,瓦斯超限次数降低了93.99%。因此,通过煤矿区煤层气的开发,不仅解放了大量的煤炭资源,有效开发利用了煤层气资源,而且创造了多重效益。

7 结 论

1)我国大型煤矿区煤层气资源丰富,13个大型煤炭基地煤矿区埋藏深度1500m以浅,煤层气原地资源量为9.97万亿m³,煤层气技术可采资源量为4.64万亿m³;从煤层气资源规模看,晋中、晋东、神东和云贵这4个大型煤炭基地应是我国煤矿区煤层气资源开发重点布局的区域;煤层气富集区是我国经济比较发达、人口相对密集的地带,煤矿区煤层气开发区位优势突出,市场十分广阔。

2)明确煤矿区煤层气的开发应坚持“先采气、

后采煤、采煤采气一体化煤层气开发原则”、坚持地面抽采和井下抽采相结合的抽采方式,实现煤矿区的立体化抽采。

3)初步阐述了煤矿区煤与煤层气一体化协调开发的模式,提出煤矿区应提前6~10年制定准备区、生产区和采空区的煤与煤层气共采和煤层气抽采规划,制定矿井开拓、掘进和回采接替计划,以及配套的煤层气抽采技术方案。提出煤层气地面抽采应持续5~10年,井下瓦斯预抽应持续2~6个月,工作面瓦斯抽采不低于《煤矿瓦斯抽采基本指标》的要求,并要进行采空区瓦斯抽采和多区域联抽。

4)探讨了煤层气开发与煤炭开采的相互影响关系。一方面,在分析煤层采动影响的时空规律的基础上,指出了岩层移动规律对煤层气抽采钻井(孔)布设的影响,并分析了采煤活动对煤层气开发的促进作用。另一方面,分析了煤层气开发对煤炭瓦斯灾害治理的正面作用,并阐述了煤层气抽采对煤炭开采顺序、效率、安全三方面的负面作用。

5)分析了全国煤层气抽采、煤和煤层气一体化协调开发示范矿区煤层气开发效果。煤矿区煤层气开发不仅有效促进了煤炭和煤层气2种资源的开发利用,而且有效扭转了煤矿安全生产形式,并创造了多重效益。

实践证明,只有坚持煤层气开发原则,坚持地面、井下“两条腿”开发方式,有效运用采矿和煤层气开发科学规律,才能实现煤层气开发利用的安全、能源、环境、节能、社会等多重效益。

参考文献:

- [1] 申宝宏,杨志远,晋香兰,等.煤矿区煤层气与煤炭一体化协调开发[R].北京:煤炭科学研究总院,2011.
- [2] 都新建,何辉,张遂安,等.山西晋城矿区采气采煤一体化煤层气开发示范工程[R].晋城:山西晋城无烟煤矿业集团有限责任公司,2011.
- [3] 袁亮,李伟,李平,等.两淮矿区煤层群开采条件下煤层气抽采示范工程[R].淮南:淮南矿业(集团)有限责任公司,2011.
- [4] 雷毅,申宝宏,刘见中.煤矿区煤层气与煤炭协调开发模式初探[J].煤矿开采,2012,17(3):1-4.
- [5] 秦勇,袁亮,胡千庭,等.我国煤层气勘探与开发技术现状及发展方向[J].煤炭科学技术,2012,40(10):1-6.
- [6] 袁亮,薛俊华,张农,等.煤层气抽采和煤与瓦斯共采关键技术现状与展望[J].煤炭科学技术,2013,41(9):1-6.

(下转第75页)