

关于我国煤矿区煤层气开发的战略性思考

张 群

煤炭科学研究总院西安分院，710054

摘要：本文针对我国煤层气地质条件、煤储层特点，提出在当前和今后一段时期内，我国煤层气开发宜采用两条腿走路的策略，即煤矿区煤层气开发和煤矿边远区煤层气开发。煤矿区煤层气开发，应采用地面井下相结合，地面预采、采动开采和井下抽采的多种方式，在有限时间内最大程度地提高煤层气的采出量和采收率。各煤矿区的煤层气开发，必须针对各自具体的地质构造条件和煤储层特征，因地制宜地选择适用有效的开发技术。国家要加大对煤层气开发新技术及装备研发与产业发展政策的支持力度。

煤层气是生于煤层并主要以吸附状态储集于煤层中的一种非常规天然气，在煤矿俗称为瓦斯，其主要成分是甲烷。一方面，俗称瓦斯的煤层气是造成煤矿瓦斯爆炸、煤岩体突出的灾害性气体和引起全球气候变暖的强烈温室性气体；另一方面，它也是一种洁净的新能源。

我国地质构造条件复杂，高瓦斯矿井和煤与瓦斯突出矿井众多，仅在国有重点煤矿中就占 45%，每年因瓦斯爆炸死亡约 2000 人，尤其是近几年发生的大平、陈家山和孙家沟煤矿三次重特大瓦斯爆炸事故，给人民生命财产造成极为严重的损失。随着矿井不断向深部延伸采和开采规模的加大，瓦斯灾害更加严重。显然，瓦斯已成为威胁我国煤炭安全高效生产的关键因素。此外，我国石油天然气资源短缺，但是煤层气资源非常丰富，资源总量高达 31.46 万亿立方米，居世界第二位，与我国陆上常规天然气资源量相当。作为世界上最大的煤炭生产国家，我国每年煤矿向大气中释放的煤层甲烷量高达 100 亿立方米以上，占全球同样来源的 46%，不仅浪费了巨大的能源，也造成全球大气环境污染。

因此，加快我国煤层气开发利用步伐，对于防治煤矿瓦斯灾害、利用洁净能源、保护大气环境具有重要意义。

在此，针对我国地质条件与煤层气储层特征，根据作者多年来从事煤层气研究工作的经验和体会，就如何加快我国煤层气开发尤其是煤矿区煤层气开发工作，谈谈自己的看法和建议，以飨读者。

1 我国煤层气开发的策略

从安全、能源、环保需求三个方面考虑，本着远近结合、目标各有侧重的原则，认为在当前和今后一段时期内，我国煤层气开发利用工作应实行两条腿走路：一是要加快煤矿区煤层气开发利用工作，二是继续开展煤矿边远区的煤层气勘探开发利用工作。

煤矿区煤层气开发，侧重短期内尽快改善煤矿生产安全条件为目的，即围绕煤矿生产，采取一切可以采取的措施手段，先抽气后采煤，在采煤前在尽可能短的时间内快速有效地降低煤层和围岩中瓦斯含量，使原本高瓦斯的矿井转变为低瓦斯的矿井，建立本质安全型煤矿，防治瓦斯灾害，保障煤炭安全高效生产。

煤矿边远区的煤层气勘探开发，侧重能源开发，以规模化长期稳定生产煤层气、实现商业利益为目的，即通过勘探选区寻找到煤储层条件较好、有煤层气开发潜力的有利区块，进行地面大规模勘探开发，建成商业化煤层气生产基地，通过售气获取直接经济效益。

2 煤矿区煤层气开发的方式和技术

煤矿区的煤层气开发，应改变单一的井下瓦斯抽采方式，采用地面井下相结合，地面预采、采动开采和井下瓦斯抽采三种方式并举的立体开发模式，来提高煤层气的开采强度和采收率，在掘进采煤前最大程度地降低煤层的煤层气含量，实现煤气共采。

井下瓦斯预抽，由于受巷道或回采工作面的空间和“抽、掘、采”生产接续决定的抽采时间限制，难以达到设计的抽采程度，煤体瓦斯含量也难能降到安全开采指标以下。显然，仅靠单一井下抽采方式是不够的，应该引进煤层气地面开发方式和技术。

煤矿区煤层气地面开发，可分为两种开发方式。一是地面预采方式，现有地面垂直压裂井、垂直裸眼洞穴井、分支水平井、羽状水平井四种开发技术。其优点是能在采煤前提前很早时间长时间预抽目标煤层的煤层气，降低煤层的原始煤层气含量。二是地面采动开采方式，有地面采动区井开发技术。其优点是能在采煤中利用采动形成的“竖三带”中裂隙带产生的高渗透率，让上覆邻近煤层和围岩层中解吸释放出的煤层气，以及采空区集聚的煤层气，通过采动区井中开采出来，从而大大减少工作面的瓦斯涌入量，缓解通风系统排放瓦斯的压力。这种技术对于随着开采深度和生产强度加大、瓦斯涌出量日益增加、风排瓦斯能力有限的煤矿来说，尤为重要。当然，不同开发方式和技术都有一定的适用性和局限性。

3 适用有效开发方式和开发技术的选择

煤矿区煤层气开发，必须针对各矿区具体的地质构造条件和煤储层特征，因地制宜地选择适用对路的开发方式和技术，才能取得预期的开发效果。

我国地质构造条件复杂，成煤时代多，煤矿区分布广，煤储层特征差异大。简单起见，划分为正常煤体结构的硬煤层和构造煤发育的软煤层两种典型类型。显然，前者比后者的采抽性好。煤矿区煤层气开发不能像煤矿边远区煤层气开发那样，专门寻找采抽性好的构造煤不发育的硬煤层进行开发。它不论是硬煤层还是软煤层，采抽性好还是不好，为了安全生产都必须想法设法开采煤层气，没有选择余地，面临的问题更复杂，解决难度更大。当然，不同的煤储层类型，选用的开发模式是不同的，预期的产能和效果也不一样。

在正常煤体结构的硬煤层的煤矿区，如山西省沁水煤田内的晋城、阳泉、沁源矿区，河东煤田柳离矿区，辽宁省铁法煤田，陕西省黄陇煤田焦坪矿区（内有陈家山矿）、黄陵矿区、彬长矿区，甘肃省华亭矿区等等，可采用采煤前地面预采、采煤中采动区开采和井下瓦斯抽采的立体开发模式。

一是在地面，采用与煤矿边远区相同的开发技术，即垂直压裂井、分支水平井和羽状水平井进行采前煤层气开发。在煤储层渗透率高的矿区，可直接采用地面垂直裸眼洞穴井开发方式，这种方式在美国的粉河盆地（Powder river

basin) 普遍使用, 单井日气产量 2000m³ 左右。我国北侏罗纪和东北白垩纪、第三纪煤田, 煤层厚度大, 成煤后构造变形小, 地质构造简单, 裂隙网络保存较好, 煤储层渗透率可能较大, 地质条件和煤储层特征与美国粉河盆地的相类似, 可尝试地面垂直裸眼洞穴井开发方式。

二是在采煤过程中, 利用在地面预先施工好的采动区井开采煤层气。

三是在井下, 除了常规的瓦斯抽采技术外, 采用大直径长距离水平钻孔抽采技术, 实现本煤层和顶板高位孔的高效瓦斯抽采。

在重庆直辖市松藻, 江西省丰城, 安徽省淮南、淮北, 河南省平顶山、焦作、鹤壁, 陕西省韩城等软煤层发育的矿区, 煤储层渗透率低, 可采性差, 若在采煤前预先采用地面垂直压裂井、分支水平井和羽状水平井进行本煤层的煤层气开发, 打钻成孔困难, 采抽效果不好。因此, 不宜采用地面预采的开发方式, 而适宜采用地面采动区井开发和井下瓦斯抽采方式, 后者应提倡推广顶板高位大直径长距离水平孔抽采技术, 鼓励尝试顶板高位水平分支孔抽采技术。

4 开展专项科技攻关, 解决制约煤矿区煤层气高效开采的关键技术难题

要加大科技投入力度, 加快研究和推广先进实用的煤层气开发新技术新装备, 进一步提高煤层气(瓦斯)的开发效率。

当前, 我国煤层气(瓦斯)开采存在的主要问题是: 正常煤体结构的硬煤层的高效开采和构造煤发育的软煤层的有效开采。急待重点研究的内容: 一是地面水平井技术与装备, 包括分支水平井和定向羽状水平井技术与装备的研究; 二是井下履带行走式大直径长钻孔钻机及定向钻进工艺研究; 三是构造煤发育的软煤层和顶板软岩层的瓦斯抽采钻孔机及钻进护孔技术研究。

美国近几年来在煤层气开发技术方面取得新进展的主要标志之一是, 开发了适合低渗透率煤储层特点的煤层气地面水平井开发技术及专用装备, 在勇士盆地、圣胡安盆地和 Cherokee 盆地等相继得到成功应用, 取得了很好的效果。尤其是 CDX 公司开发的煤层气定向羽状水平井开发技术, 受到广泛关注。该项技术的特点是, 能在较短时间内, 使煤层的气含量和储层压力快速下降, 煤

层气采收率高，三年采出控制区内 75%以上煤层气；最大限度地沟通裂缝通道，泄气面积大，单井产气量高，在 West Virginia 的低渗透煤层高达 3.40 ~ 5.66 万 m³/d；开发井数少，综合钻井成本低；投资回收期短、效益好，投产后 10 ~ 12 个月即可收回成本；占用土地少，有利于环境保护。由此可见，定向羽状水平井技术，在地质构造条件简单、正常煤体结构的硬煤层，是采煤前预先地面高效开采煤层气、大范围快速降低煤层气含量、治理瓦斯灾害的新手段，与采用射孔完井和水力压裂增产的常规垂直井相比具有明显优越性。建议国家尽早组织开展煤层气定向羽状水平井开发技术和装备研究，在地质条件和煤储层特征合适的矿区推广使用。

在构造煤发育的软煤层中施工瓦斯开采钻孔一直是个难题。因地应力大、瓦斯压力大、煤层松软，顺煤层打钻时出现塌孔、卡钻和抱死现象，钻孔打不深，一般 30~80m，成孔率低，瓦斯抽采效率低，抽采效果差。我国地质构造条件复杂，构造煤发育的软煤层在华南地区、西南地区和华北大部地区的石炭-二叠纪煤矿区普遍存在，这些煤矿区的瓦斯抽采问题突出，严重影响到煤矿的安全高效生产。因此，需要组织科研单位，专门研究软煤层瓦斯抽采的专用钻机和施工工艺。

5 加大政策支持力度，鼓励煤层气（瓦斯）开发和利用

借鉴国外开发煤层气的成功经验，制定相关经济鼓励政策，调动企业和社会开发和利用煤层气（瓦斯）的积极性，如对煤层气（瓦斯）开发免征资源税、所得税、增值税等，提供低息贷款；对煤层气(瓦斯)生产每立方米给予一定的资金补贴；对煤层气（瓦斯）发电以类似开发风能的价格进行优惠优价收购；用国债支持企业投资建设输配管网；按市场化交易原则建立甲烷减排激励机制等。

6 结论

我国煤层气开发宜采用两条腿走路的策略，即煤矿区煤层气开发和煤矿边远区煤层气开发，目标各有侧重，分类指导管理。

煤矿区煤层气开发，应采用地面井下相结合，地面预采、采动开采和井下

抽采的多种方式，最大程度地提高煤层气的采出量和采收率，确保煤炭安全高效生产，实现采煤采气一体化。

各煤矿区的煤层气开发，必须针对各自具体的地质构造条件和煤储层特征，因地制宜地选择适用对路的开发技术，才能取得好的开发效果。

国家要加大煤层气开发新技术装备研发和产业发展政策的支持力度。

参考文献

- [1] 张 群,冯三利,杨锡禄.试论我国煤层气的基本储层特点及开发策略.煤炭学报,2001,26(3):30-235.
- [2] 胡少韵,唐胜利.煤矿钻探设备与工艺研究的新成果及发展方向.煤田地质与可持续发展——中国煤炭学会、中国地质学会煤田地质专业委员会2001年学术年会论文集,西安,2001年.
- [3] Thomson, Scott. The role of directional drilling for safety in coal mining. Proceedings of the 11th Turkish Coal Congress, June 10-12,1998, Bartin-Amasra, Turkey.
- [4] Doug Wight. Horizontal drilling adds value in coalbed gas. The American Oil & Gas Reporter. May 2004.

作者简介 张 群(1958-),男,安徽巢湖人,博士,研究员,博士生导师。主要从事煤层气地质与勘探开发、煤田地质和煤岩学研究工作。任中国地质学会-中国煤炭学会煤田地质专业委员会主任委员、中国煤炭学会煤层气专业委员会副主任委员。