

辽宁煤层气资源赋存特征及开发利用

王秀茹¹ 王 勇²

(1.东北煤田地质局一〇七勘探队 2.辽宁有色勘察研究院)

王秀茹等.辽宁煤层气资源赋存特征及开发利用.天然气工业,2007,27(5):142-144.

摘 要 伴随全球性的能源紧缺及环境问题,煤层气开发利用将作为新能源产业支持辽宁产业结构调整,其对于寻找新能源、改善大气环境质量、煤矿安全生产、实现辽宁可持续发展战略都具有深远的意义。为此,依据辽宁省铁法、阜新等五个地区的煤炭、煤层气地质报告,分析了辽宁煤层气赋存特征、煤储层特征及区内煤层气资源状况,并对辽宁省主要煤田煤层气赋存特征及开发利用现状和开发潜力进行了研究评价,同时对辽宁省煤层气市场与煤层气开发效益进行了分析,进而提出了重点目标区和开发利用建议。结论指出:辽宁中部煤田煤矿区有较丰富的煤层气资源,应以多种方式进行开发(包括地面钻探、矿山井下抽放、利用报废矿井抽放等方法)。

主题词 煤成气 资源 赋存 特征 开发 利用 辽宁

辽宁省是我国开展煤层气开发利用较早的省份之一。辽宁中部的煤层气赋存资源量为 $500 \times 10^8 \text{ m}^3$ ^[1]。

一、资源赋存特征

辽宁省主要煤田煤层气资源量见表 1。

表 1 辽宁省煤层气资源量统计表 10^8 m^3

煤田	煤层气资源总量	可供地面钻井开发量	开发建议
阜新	114.6	86.6	地面钻井开发主要应以刘家、王营井田为目标
铁法	187.22	100	地面钻井开发主要以大兴井田、大隆井田深部为开发目标区
抚顺	89.6	64	地面钻井开发主要应以城市压煤为目标区
红阳	71.9		煤层气开发应借鉴美国 CDX 钻井技术工艺
沈北	40		低价煤层气开发应借鉴美国粉河煤田煤层气开发经验
合计	503.32	250.6	

1. 阜新煤田

阜新煤田面积 600 km^2 。其下白垩统阜新组和沙海组是煤田内主要含煤地层^[2],煤类主要为长焰煤和气煤。阜新矿务局现有 8 对井工煤矿和一个露

天煤矿,井工矿全部为高沼气矿井。阜新盆地煤层气找矿及资源开发评价报告预测^[3]:煤层气含量为 $7.12 \sim 12.6 \text{ m}^3/\text{t}$,煤田煤层气资源总量为 $114.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。其中可供地面钻井开采的煤层气资源量为 $86.61 \times 10^8 \text{ m}^3$ ^[4-6]。

2. 铁法煤田

铁法煤田面积 513.3 km^2 。目前有大兴、大隆等 7 对生产矿井。阜新组为一套陆相含煤岩系,含煤厚度 $30 \sim 40 \text{ m}$,最厚可达 80 m 。该组主要有上、下两个含煤段,各含煤 10 层。煤类主要为长焰煤、气煤、不粘煤和局部天然焦,变化规律具有随深度增加变质程度增高的趋势,反映铁法煤田具有生成甲烷所需要的足够成熟度。煤层顶底板中砾岩、粗砂岩在横向上不稳定,多相变为细砂岩或泥岩,裂隙不发育,孔隙度小于 2% ,不利于煤层气逸散。煤储层渗透率为 $(0.1 \sim 1.507) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。铁法矿区煤层气资源评价报告^[7],各煤层平均煤层气含量为 $11.4 \sim 16.5 \text{ m}^3/\text{t}$ 。铁法煤田煤层气资源量为 $187.22 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。另据东北煤田地质局预测^[4],可供地面钻井开发的煤层气资源量为 $100 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

3. 抚顺煤田

抚顺煤田面积 36 km^2 ,现有龙凤、老虎台 2 对生产矿井和 1 个西露天矿。主要含煤地层为下第三系始新统古城子组,含煤一层。煤层厚度变化较大,在西露天浅部煤层厚度最大达 130 m ,向东在老虎台

作者简介:王秀茹,女,1960 年生,高级工程师;毕业于郑州工业大学,1987 年至今一直从事煤田地质工作。地址:(123000)辽宁省阜新市细河区工业街 14 号。电话:13514180918。E-mail:wangxiuru6653@163.com

矿厚度为 43~75 m,在龙凤矿为 0.61~51.30 m。煤类为长焰煤和气煤。煤顶板为厚层油母页岩,底板多为泥岩、砂页岩或凝灰岩,为煤层气的保存提供了非常有利的条件。根据煤炭储量及煤层气含量确定的煤层气资源量为 $89.6 \times 10^8 \text{ m}^3$,其中可供地面钻井开发的煤层气资源量为 $64 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

4. 红阳煤田

红阳煤田面积 135 km^2 ,有林盛、红菱、红阳和西马 4 对生产矿井。含煤地层为二叠系山西组和太原组,共含煤 14 层,平均总厚度 7.53 m。煤田内煤的变质程度由北向南逐渐增高,依次为焦煤、瘦煤、贫煤和无烟煤。据对红阳矿区的测定分析,各井田煤层的煤层气含量为 $9.4 \sim 20.0 \text{ m}^3/\text{t}$,煤层气资源量为 $71.9 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

5. 沈北煤田

沈北煤田面积 384 km^2 ,有浦河、清水、前屯 3 对生产矿井。煤田含煤段为下第三系,厚度为 3~44 m,煤层顶部标志层为厚层泥岩,其煤质为低阶褐煤,由于煤变质程度低,区内煤层气含气量一般为 $3 \sim 7 \text{ m}^3/\text{t}$,预测煤田煤层气资源量为 $40 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

二、开发利用现状与产业开发潜力

辽宁煤矿区煤层气开发目前主要以矿井瓦斯抽放为主(表 2)。

表 2 辽宁煤矿区煤层气抽放与利用统计表

煤矿	煤层气抽放量(m^3/a)				利用量 (10^4 m^3)	利用率 (%)
	1990	1995	1998	2000		
阜新	—	—	1040	2080	208	10
抚顺	10963	12231	12685	12856	10928	85
铁法	1017	2211	3599	4448	1344	30
红阳	17	174	514	950	237	25
沈北	—	—	—	—	—	—
合计				20334	12717	63

据 2000 年度的统计,全国煤层气抽放总量为 $91793 \times 10^4 \text{ m}^3$,其中辽宁省占全国煤层气总抽放量的 22.1%;全国煤层气抽放利用率为 38%,而辽宁省煤层气抽放利用率为 63%。从以上数据不难看出,辽宁省的煤层气抽放与利用均居全国前列。

1. 阜新矿区

阜新盆地煤层气的地质研究工作开展较早。1983 年至 1995 年先后在辽河油田、阜新煤田、阜新盆地东梁区,进行了煤层气、油气开发条件及资源评价的科研,并且施工了部分钻井^[6,8,9]。近年来东北

煤田一〇七勘探队和阜新市对该区进行了大量的煤层气地面勘探和开发工作,取得了令人满意的成果。1999 年至今施工了 11 口煤层气地面开发井,单井产气量均达到了工业气流,产气量为 $1000 \sim 8500 \text{ m}^3/\text{d}$ 。该区于 2002 年 10 月开始商业运行,日供气量为 $16000 \sim 25000 \text{ m}^3$ 。

阜新矿区的矿井煤层气抽放规模目前已达到年抽放 $2200 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ 的能力,其抽放煤层气与地面钻井开采的煤层气经混合后供应给阜新市 6.5 万户市民燃用,于 2003 年 3 月 1 日正式向市民供气。阜新矿区煤层气的开发利用已成为我国首例地面钻井煤层气实现产业化利用的范例。

2. 铁法矿区

铁法矿区从 1981 年开始进行煤层气井下抽放,近年来有实质性的进展。2000 年煤层气抽放量达 $4448 \times 10^4 \text{ m}^3$,井下抽放方式主要有两种:上邻近层卸压抽放和采空区抽放。目前矿井煤层气抽放率为 23%~25%。矿区内煤层气用户 2.4 万户,年用气量 $780 \times 10^4 \text{ m}^3$,铁法矿区供铁岭市煤层气输配工程已于 2000 年末完成,向铁岭市供气规模 $1500 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ 。

铁法煤田大兴井田是我国煤层气地面开发试验效果较好的目标区之一。DT3 井从 1997 年 4 月开始排水采气,累计采气 15 个月实现产气 $150 \times 10^4 \text{ m}^3$,单井最高产气量为 $1.0350 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,平均产气量达 $3000 \text{ m}^3/\text{d}$ 以上。

铁法煤田煤层气开发按照煤层气井下抽放与原始煤层地面钻井开发和采空区地面钻井抽放相结合的方式进行。实现矿区现存的 7 对矿井,10 个抽放系统的联网,最大限度的利用现有矿井抽放系统的抽放能力来抽放煤层气。在大兴、大隆、小青、小南 4 个矿区的未采区范围(14.09 km^2)布置 150 口煤层气地面钻井,分三期开发。其用户市场除供铁岭市用气外,还可开发沈阳市的用气市场。

3. 抚顺矿区

抚顺矿区是我国最早进行煤层气抽放的矿区之一。抚顺矿区年抽放量 1983 年以来一直在 $1 \times 10^8 \text{ m}^3$ 以上,2000 年仅老虎台矿的煤层气抽放量就达 $12856 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

抚顺矿区及市区已经建立了煤层气利用系统。1998 年煤层气利用量达 $7750.8 \times 10^4 \text{ m}^3$,矿井采用采前预抽、边采边抽、采空区抽放三种抽放方式,抽放率为 60%~65%,抽放煤层气平均浓度为 52%,根据 1998 年来的储量统计,老虎台矿尚可开采 20 年。

抚顺煤田煤储层具有含气量高、渗透率较高的

特点。建议采用美国CDX羽状钻井技术,开发城市压煤区的煤层气资源。其特点一是可以减少城市的征占土地,二是结合抚顺煤田煤层较厚的特点最大范围的控制采气半径,以获得单井高产。

抚顺矿区煤层气开发宜采用原始煤层煤层气地面钻井开发与矿井井下抽放相结合的方式。根据煤储层条件,在 9.61 km^2 的城市区,预测产量达到 $12.8\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}(100\%\text{ CH}_4)$ 。目前抚顺顺阳煤层气有限公司从胜利储配站至沈阳马官桥的 33.5 km 输气管道已经开始运行,2001年实现向沈阳市供气 $1700\times 10^4\text{ m}^3$,2002年供气 $2000\times 10^4\text{ m}^3$,该输气管线具备年输送煤层气 $1\times 10^8\text{ m}^3$ 的能力。

4. 红阳矿区

从1992年开始相继建立了煤层气抽放系统,煤层气开采亦可采用井下抽放与地面钻井相结合的方式。抽放原始煤层的煤层气,并优化矿井抽放方式,提高抽放率,两种气源混合后的浓度为 81.5% ,开发规模 $10\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$,可为辽阳市及沈阳市苏家屯区供气。

5. 沈北矿区

1992年,沈阳市煤气总公司曾在矿区蒲河矿南菜家屯施工煤层气地面开发试验井4口,对其中3口井进行了排水采气试验。与美国粉河煤盆地低阶含气量 $0.85\sim 3\text{ m}^3/\text{t}$ 比较,沈北煤田具有低阶煤、低含气量、高渗透、易解吸的特点。因此,只要采取相应的完井措施,在低阶煤煤层气产业开发上尚具一定潜力。中联煤层气有限公司已经在该区进行了勘查登记,2002年10月开始工作。沈阳市至新城子煤气输送管线经过该矿区,因此对煤层气的利用市场前景非常有利。

三、辽宁煤层气开发效益分析

辽宁煤矿区的煤层气资源均具“小而肥”的特点^[5],且具有煤矿区距大中城市较近的市场环境,已经和正在引起国内外石油及企业界的高度重视。煤矿区除具有相当的矿井煤层气抽放经验外,在煤层气地质、煤储层条件研究、煤层气可采性综合分析、煤层气煤储层改造工艺实践等多方面的科学研究均取得了理论与实践的突破。

辽宁是煤炭和石油消耗的大省。1999年全省共消耗煤炭 $9732\times 10^4\text{ t}$ 。省内产煤炭仅 $4734\times 10^4\text{ t}$,缺口近 $5000\times 10^4\text{ t}$;消耗原油 $3334\times 10^4\text{ t}$,辽河油田生产仅 $1430\times 10^4\text{ t}$,外购 $1904\times 10^4\text{ t}$ 。随着辽宁煤炭资源和石油天然气资源的枯竭,寻找和开发新的

能源已迫在眉睫。因此辽宁煤层气利用市场应该是广阔的。

辽宁省的煤层气开发应采取重点突破,滚动发展的原则。重点突破的目标区,首先应选择铁法矿区、阜新矿区、抚顺矿区,其次为红阳矿区,沈北矿区。煤层气的生产规模决定了煤层气开发的经济效益,按煤层气每立方米井口价格 $0.8\sim 1.2$ 元估算,单井产气量达到 $2000\text{ m}^3/\text{d}$ 以上,单井产量 $70\times 10^4\text{ m}^3/\text{a}$ 以上、单井服务年限 10 a 以上(单井服务年限一般为 $10\sim 20\text{ a}$),每口井估算产值可达700万元,而钻井成本则在250万元/井以下。可以看出用地面钻井开发煤层气可以取得明显的经济效益。

四、结论与建议

(1)辽宁中部煤田煤矿区煤层气资源丰富。适时合理开发辽宁省洁净能源将有利于调整辽宁能源结构,提高煤矿安全生产水平,改善大气质量。

(2)辽宁中部的煤层气开发,应以多种方式进行。即用地面钻井的方法开发原始煤层的煤层气(CBM),用矿山井下抽放的方法开发煤层气(CMM),利用报废矿井抽放煤层气方法开发煤层气(AMM)。用地面钻井的方法开发煤层气首先要在开采工艺上有所突破,针对煤储层特征开发和引进CDX羽状水平钻井技术、 CO_2 置换技术、欠平衡钻井技术、优化水力携砂压裂技术。

(3)矿井煤层气抽放应变矿山安全生产性抽放为安全效益型抽放,重点提高煤层气的抽放效率及抽放浓度水平。对于报废矿井的煤层气抽放,英国等欧洲国家均有成熟经验,值得借鉴。

(4)煤层气开发是高投入、高风险、高效益的产业开发,因此必须依靠科技进步做好前期的资源评价、储层评价、煤层气可采性分析、市场预测、经济效益评估,以降低投资风险。

(5)目前辽宁省尚有矿区抽放煤层气近 $5000\times 10^4\text{ m}^3/\text{a}$ 。放空排放,既浪费了资源又污染了环境,建议以综合发电及制取甲醇为突破口,尽快加以利用。低浓度煤层气,建议以变压吸附方式进行处理提纯以提高煤层气的浓度水平。

本文承蒙教授级高级工程师曹立刚、路爱平的指导,在此表示感谢!

参 考 文 献

[1] 曹立刚,等.辽宁中部煤层气赋存条件研究报告[R].

- 1997.
- [2] 朱志敏,闫剑飞,沈冰,等.从“构造热事件”分析阜新盆地多能源矿产共存成藏[J].地球科学进展,2007,22(5):29-40.
- [3] 王秀茹,等.阜新盆地煤层气找矿及资源开发评价报告[R].2001.
- [4] 安震.刘家勘探区煤储层特征及煤层气开发条件研究[J].中国矿业大学学报,2003,32(2):183-185.
- [5] 赵明鹏,路爱平,周立岱,等.阜新煤田煤层气开发选区研究[J].煤田地质与勘探,2000,28(1):28-31.
- [6] 朱志敏,沈冰,路爱平,等.阜新盆地白垩系阜新组煤层气系统[J].石油勘探与开发,2007,34(2):181-186.
- [7] 胡兴龙,等.铁法矿区煤层气资源评价[R].1998.
- [8] 王伟锋,陆诗阔,谢向阳,等.阜新盆地的油气保存条件[J].新疆石油地质,1998,19(3):202-206.
- [9] 李翰忠,等.阜新煤田煤成气赋存规律及资源评价[R].1986.
- (修改回稿日期 2007-04-26 编辑 居维清)