

# 中国煤层气开发利用最新进展及项目机会

黄盛初 刘文革 赵国泉 刘馨 孙庆刚

国家安全生产监督管理局信息研究院，北京 100029

**摘要：**煤层气是与煤炭共生的绿色能源，中国煤层气资源量达 31 万亿  $m^3$ 。全国煤矿每年向大气排放的煤层气（瓦斯）多达 150 亿  $m^3$  以上，开发利用煤层气具有良好的经济效益和社会效益。近年来，中国政府和煤炭行业重视煤矿煤层气的抽采和利用，政府出台了多项鼓励政策，促使中国煤层气开发利用。同时，煤层气开发利用技术较为成熟，已有一批项目已初步进入了商业化开发阶段。本文介绍了目前中国煤层气抽采和利用技术最新进展和激励政策，展示了煤层气开发利用项目投资机会。中国的煤层气开发与利用具有广阔的前景。

**关键词：**煤层气 资源量 抽采 利用

## 前言

随着中国能源需求量的增长，全国煤炭产量由2005年的21.9亿t上升到2006年的23.8亿t。中国国有煤矿中高瓦斯矿和突出矿井占49.8%。2006年，全国煤矿共发生事故死亡4584人。为解决煤矿瓦斯安全问题，开发利用煤层气(煤矿瓦斯)能源，必须加大井下抽放和地面抽采力度，2006年抽采量为32.4亿 $m^3$ 。煤层气可以用做民用、工业用燃气、发电燃料等。开发利用煤层气资源，将有利于改善煤矿安全生产条件，同时对有效缓解中国能源日趋紧张状况有着极其重要的深远意义。

## 1 中国煤层气资源

中国煤层气资源十分丰富，根据 2002 年资源评估结果，埋深 2000 米以浅的煤层气资源量达 31.46 万亿  $m^3$ ，其中埋藏深度 1000-2000m 范围内煤层气资源量占 71%。

从地域分布角度看，中国的煤层气资源广泛分布于 24 个省、市、自治区。晋陕蒙含气区煤层气资源量最大，为  $17.25 \times 10^{12} \text{m}^3$ ，占全国煤层气总资源量的 54.83%；其次是北疆区，煤层气资源量为  $6.88 \times 10^{12} \text{m}^3$ ，占全国总量的 21.86%；冀豫皖含气区煤层气资源量为  $2.89 \times 10^{12} \text{m}^3$ ，占全国总量的 9.18%；云贵川渝含气区煤层气资源量为  $2.83 \times 10^{12} \text{m}^3$ ，占全国总量的 8.99%。

在上述含气区内，又集中分布在为数不多的几个含气带。主要有鄂尔多斯盆地北部 ( $55825.61 \times 10^8 \text{m}^3$ )、沁水 ( $55157.77 \times 10^8 \text{m}^3$ )、吐-哈 ( $26258.98 \times 10^8 \text{m}^3$ )、鄂尔多斯盆地东缘 ( $19962.27 \times 10^8 \text{m}^3$ )、六盘水 ( $15094.34 \times 10^8 \text{m}^3$ )、准东 ( $14532.17 \times 10^8 \text{m}^3$ )、鄂尔多斯盆地西部 ( $12732.0 \times 10^8 \text{m}^3$ ) 等含气带。

## 2 矿井瓦斯及瓦斯（煤层气）排放量

煤炭生产中排出的瓦斯是煤矿安全的主要威胁。《煤矿安全规程》规定，矿井瓦斯等级划分如下：

- (1)低瓦斯矿井：矿井相对瓦斯涌出量小于或等于  $10 \text{ m}^3 / \text{t}$ 。
- (2)高瓦斯矿井：矿井相对瓦斯涌出量大于  $10 \text{ m}^3 / \text{t}$ 。
- (3)煤(岩)与瓦斯(二氧化碳)突出矿井。

按 2004 年的调查，国有重点煤矿中，有高瓦斯矿井 152 处、煤与瓦斯突出矿井 154 处，高瓦斯、突出矿井数量约占 49.8%，煤炭产量约占 42%，主要分布在安徽、四川、重庆、贵州、江西、湖南、河南、山西、辽宁、黑龙江等省区。

煤矿瓦斯排放是仅次于  $\text{CO}_2$  的第二大温室气体排放源。中国每年由于煤炭生产而排放到大气中的瓦斯高达 150 亿  $\text{m}^3$  以上。

## 3 中国煤矿瓦斯地下抽采

### 3.1 煤矿瓦斯地下抽采现状

据统计，截止 2006 年，全国煤矿装备瓦斯抽采系统 308 套。2006 年中国煤炭产量为 23.8 亿 t，抽采量为 32.4 亿  $\text{m}^3$ ，其中国有重点煤矿煤层气抽放量 26.14 亿  $\text{m}^3$ ，阳泉、晋城、淮南、松藻、盘江、水城、鸡西、淮北、宁煤、抚顺等 10

个矿区年抽采量超过 1 亿  $m^3$ 。

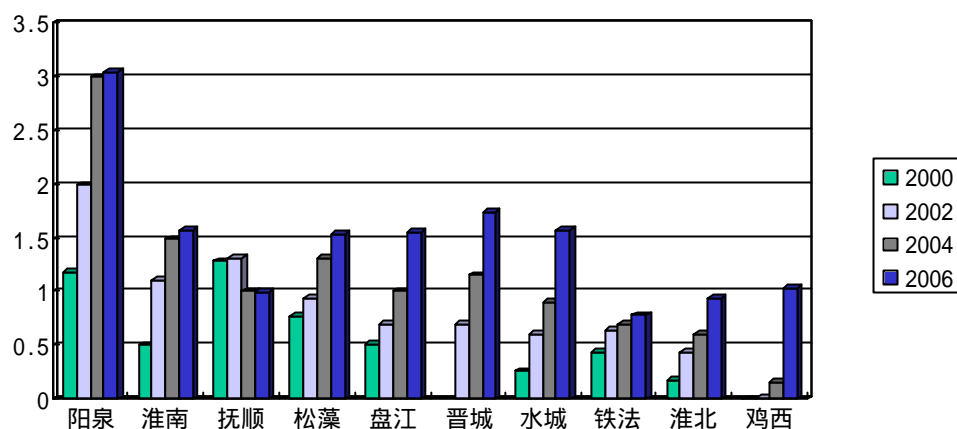


图 1 国有重点煤矿煤层气抽放量最大的十个矿区 (亿  $m^3$ )

### 3.2 瓦斯地下抽采技术

自 50 年代起中国煤矿开始采用井下瓦斯抽放以来，煤矿井下瓦斯抽采技术已较为成熟，煤矿瓦斯抽放量居世界第一位。根据瓦斯抽采与煤炭开采时间顺序的不同，煤矿井下瓦斯抽采可分为采前预抽、边掘边抽、边采边抽、采后抽采法；根据抽采对象的不同，可分为开采层抽采、临近层抽采、围岩抽采、采空区抽采法；根据抽采方法的不同，可分为钻孔法抽采、巷道法抽采、保护层抽采及混合法抽采法。

以淮南矿区为例，该矿区瓦斯储量达到 5928 亿  $m^3$ ，井下瓦斯抽采技术主要分为两大类：卸压抽采瓦斯技术、原始煤层强化抽采瓦斯技术。1997 年到 2006 年，瓦斯抽放量由 1045 万  $m^3$  提高到 1.72 亿  $m^3$ ，矿井瓦斯抽放率由 5.6% 提高到 44.3%。

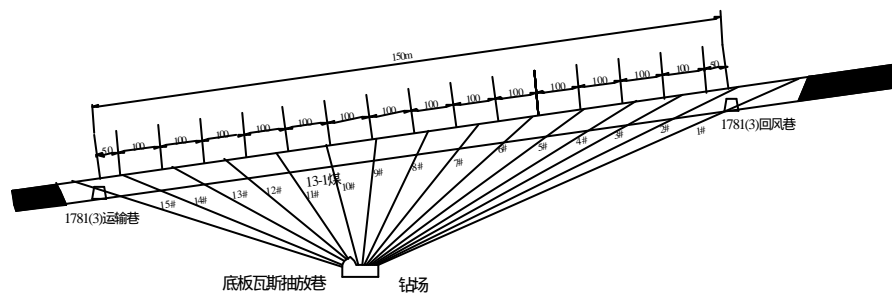


图 2 工作面卸压区底抽巷、穿层瓦斯抽采钻孔位置

### (1) 卸压抽采瓦斯技术

淮南矿区可采煤层 9-18 层，根据层间距的大小自下而上分为 A、B、C、D、E 五组，以瓦斯含量较小、突出危险性低、具备卸压条件的煤层优先开采，形成卸压，同时增加临近煤层的透气性。研究试验表明，在层间距 70m 条件下，煤层透气性最大可增大 2592 倍。

### (2) 原始煤层强化抽采瓦斯技术

原始煤层强化抽采瓦斯主要包括：区域煤层钻孔抽采瓦斯技术、掘进巷道边抽边掘技术和深孔控制预裂爆破增透抽采瓦斯技术。区域煤层钻孔抽采瓦斯技术包括顺层平行钻孔、顺层交叉钻孔和穿层钻孔。边抽边掘技术在掘进巷道两帮分别施工钻场，从钻场内施工沿掘进方向的长钻孔抽采瓦斯，同时在掘进迎头施工短钻孔抽采，长钻孔的单孔瓦斯抽采量可达  $0.5\text{m}^3/\text{min}$ ，掘进面的瓦斯抽采率达到 25% 以上。

### (3) 试验结果

在采用远距离下卸压层开采并结合被卸压层瓦斯抽采后，试验面月产量达 130kt，瓦斯涌出量  $13\text{m}^3/\text{min}$ ，月进度 130m；同一试验面采用顺层长钻孔等边抽边采措施时月产量平均 90kt，瓦斯涌出量  $43.5\text{m}^3/\text{min}$ ，月进度 105m；而没有采取卸压层或强化抽采措施的综合工作面月产量平均不到 50kt，月进度 60m。由此可见，开采远距离下卸压层，可极大促进安全高效生产。

## 4 中国煤层气地面抽采

煤层气地面钻井抽采技术在国外已经得到广泛使用，上世纪 90 年代，中国开始引进煤层气地面开发技术。地面煤层气开发规模较大的国内企业主要有中联煤层气公司、中石油煤层气勘探开发公司、晋城煤业集团蓝焰煤层气公司等，有美国、澳大利亚、加拿大等国公司参与中国煤层气开发，中国煤层气地面开发取得了重大进展。

截止 2006 年底，全国共施工各类煤层气井 796 口（比 2005 年底累计钻井数 615 口增加了 181 口），形成 6 亿  $\text{m}^3$  产能规模。2006 年地面煤层气抽采达到了 1.3 亿  $\text{m}^3$ 。



图 3 焦作位村井网煤层气排采点火成功

多分支水平井具有单井产量高的特点，能实现短时期提升煤层气开发项目产能的目的。根据每口井的具体条件分为单翼、双翼、三翼、四翼等各种类型多分支水平井。目前共打 21 口多分支水平井，单井产量最高的日产气 3.5 万  $\text{m}^3$ 。

晋城煤业集团 1995 年开始施工第一口钻井，截至 2006 年底，地面煤层气开发利用项目新增 317 口气井，总井数已达 482 口，产能突破 2 亿  $\text{m}^3$  / 年，建成投运了 20 万  $\text{m}^3$  / 天的潘庄压缩站，形成了 36 万  $\text{m}^3$  / 天的压缩能力。截至 2007 年 9 月，晋城煤业集团已经累计建成 626 口地面煤层气井，形成了 2 亿  $\text{m}^3$  以上的产气规模，同时在井下也形成了 3 亿  $\text{m}^3$  的产气能力。

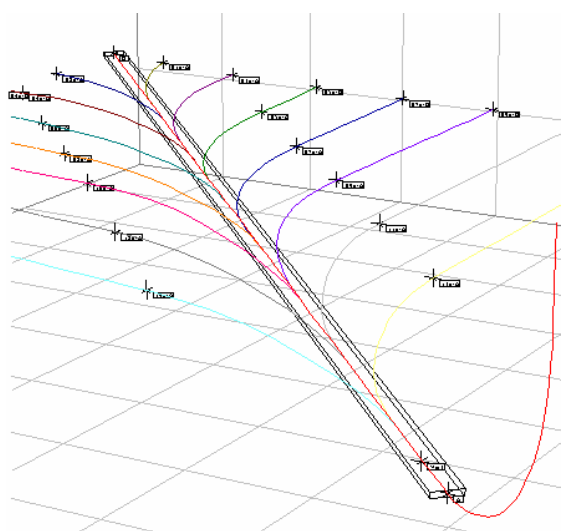


图 4 多分支水平井井身结构图

2004 年中国石油在山西沁水盆地南部大宁试验区，钻探了中国第一口定向多分支水平井(DNP02)，共 13 个分支，煤层中总进尺 7686m。DNP02 并于 2004 年 11 月 28 日正式排采，于第二日获得气流。随着井底压力的降低，气体产量达到 15000 m<sup>3</sup>/d，并且气体流量持续上涨，最高达 21000m<sup>3</sup>/d。

## 5 中国煤层气利用现状

2005 年抽采量为 23 亿 m<sup>3</sup>，利用量为 9 亿 m<sup>3</sup>，利用率为 42.6%，2006 年抽采量为 32.4 亿 m<sup>3</sup>，利用量为 11.5 亿 m<sup>3</sup>，利用率为 35.5%。

抽出来瓦斯利用量超过 1000 万 m<sup>3</sup> 的煤矿企业有 16 家，瓦斯利用率最高的是为辽宁抚顺矿业集团，累计利用量达到 9988.24 万 m<sup>3</sup>，利用率达 100%；其次为重庆松藻煤电公司，累计利用量达到 7617.2 万 m<sup>3</sup>，利用率 49.15%；居第 3 位的是神华宁煤集团，为 5499.1 万 m<sup>3</sup>，利用率 54.67%，铁法集团位列第 4，为 5236.6 万 m<sup>3</sup>，利用率 66.89%。抽采出来的瓦斯利用率超过 80%的企业有 3 家，分别为辽宁抚顺矿业集团(100%)、甘肃靖远煤业集团(96.19%)和黑龙江鹤岗煤业集团(80.18%)。

目前，煤层气主要用于民用和工业用燃料、发电和燃气汽车等。

### 5.1 发电



图 5 晋城 120MW 煤层气电厂示意图

1989年抚顺在老虎台煤矿建成中国第一座1500kw的煤层气电厂，此后，在重庆、山西等省份的瓦斯突出矿及高瓦斯矿井陆续建起了瓦斯发电厂，主要机组有中国山东胜动燃气发电机组和引进国外扬巴赫、卡特彼勒和道依茨燃气发电机组。目前全国煤矿总装机容量已达400MW。

山西晋城煤业集团120MW煤层气电厂预计在今年底投入运行。年消耗井下煤层气约为1.8-2.1亿 $m^3$ ，年发电量7.2-8.4亿kWh。该项目建成后，将成为中国第一也是世界最大的煤层气电厂。

## 5.2 煤层气液化利用

由于中国缺乏煤层气远距离运输管道，制约煤层气大规模开发，煤层气液化的方式可以解决这一问题。低温液化后的煤层气体积缩小625倍，一台35 $m^3$ 的标准液化气槽车可运输21000标方煤层气。2000年以来，随着低温深冷技术的成熟和发展，美国等西方发达国家针对煤层气的特点也相继研发了小型液化系统，综合开发和利用煤矿区煤层气。美国近两年已经研制成功液化气量在1000~10000加仑/d的天然气液化系统，并大力推广这项新技术。

日前，阳泉煤业集团在液化技术上与中国科学院理化技术研究所低温系统关键技术组提出了一个采用低温分离的方法将这种煤层气中的甲烷等可燃性气体从混合气中分离、并液化的方案，设计了两种具体的分离、液化流程。阳泉煤业集团于2007年7月建成双塔实验装置，可使液体甲烷的浓度稳定地达到99%以上。标志着中国煤层气提纯和液化技术达到国际先进水平。

## 6 中国政府近期出台的煤层气鼓励政策

自2006年以来，中国政府颁布了多项煤层气开发利用鼓励政策，促进了煤层气开发利用。主要包括：

(1) 2006年6月5日国家发改委出台《煤层气(煤矿瓦斯)开发利用“十一五”规划》。计划到2010年全国煤层气产量达到100亿 $m^3$ 。

(2) 2006年6月15日国务院出台《国务院办公厅关于加快煤层气(煤矿瓦斯)抽采利用的若干意见》。规定了项目核准、项目认定、勘查开采、瓦斯发电并网程序及支持条件。

(3) 2006年10月25日财政部、国家税务总局、中国海关出台《关于煤层气勘探开发项目进口物资免征进口税收的规定》。进口煤层气相关设备时免征进口关税和进口环节增值税。

(4) 2007年2月7日财政部、国家税务总局出台《关于加快煤层气抽采有关税收政策问题的通知》。自2007年1月1日起，对煤层气抽采企业的增值税一般纳税人抽采销售煤层气实行增值税先征后退政策。

(5) 2007年4月2日国家发改委出台《关于利用煤层气(煤矿瓦斯)发电工作的实施意见》。煤层气(煤矿瓦斯)电厂上网电价，比照国家发展改革委制定的《可再生能源发电价格和费用分摊管理试行办法》中生物质发电项目上网电价(执行当地2005年脱硫燃煤机组标杆上网电价加补贴电价)，上网电价比正常价格高0.15元/kwh。

(6) 2007年4月17日国土资源部出台《关于加强煤炭和煤层气资源综合勘查开采管理的通知》。支持鼓励煤炭矿业权人综合勘查开采煤层气。

(7) 2007年4月20日财政部出台《财政部关于煤层气(瓦斯)开发利用补贴的实施意见》。中央财政按0.2元/m<sup>3</sup>煤层气(折纯)进行补贴。

(8) 2007年9月24日，国务院出台了关于修改《中华人民共和国对外合作开采陆上石油资源条例》的决定(以下简称《条例》)，将原《条例》第三十条修改为：“对外合作开采煤层气资源由中联煤层气有限责任公司、国务院指定的其他公司实施专营，并参照本条例执行。”此修改意味着中联煤层气有限责任公司从此不再独家享有专营权。

## 7 中国煤层气国际合作

### 7.1 煤层气信息中心的建立

1994年7月，美国环保局提供援助，在中国建立煤层气信息中心，设在煤炭信息研究院。煤层气信息中心的作用是：1) 提高决策者和采矿官员对中国煤层气前景的认识，研究提出鼓励煤层气开发和对外合作的政策建议；2) 通过收集和传播煤层气信息，调研，安排考察和洽谈，以及举办国际研讨会等多种形式为对中国煤层气开发项目感兴趣的美国公司提供信息支持。煤炭信息研究院

还和中联煤层气公司合作出版《中国煤层气》杂志。

煤层气信息中心出色地为中国政府提供煤层气开发技术和政策研究报告，并成功地为多家国际组织机构和国外公司提供煤层气项目投资机会和项目咨询，包括亚洲开发银行、世界开发银行等，促进了中国煤层气领域国际间的技术合作，推动了中国煤层气产业的形成和发展。

### 7.2 晋城 120MW 煤层气电厂项目

2001 年，煤层气信息中心向亚行推荐晋城煤业集团煤层气开发利用项目，2001 年国家计委将其列为申报亚行贷款 2002--2004 年度备选项目。2003 年获得国家发改委批准。其中的寺河煤矿 120MW 煤层气电厂建成后将会是世界上最大的煤层气发电厂。同时，美国贸易开发署为该项目提供 50 万美元援助，世界银行购买该项目减排指标 1980 万美元。

### 7.3 鹤壁煤层气开发项目

2007 年 1 月，由河南省煤炭工业管理局牵头并代河南省政府出资，平煤集团、义煤集团、郑煤集团、焦煤集团、鹤煤集团、永城煤电集团等 11 家股东共同出资组建河南省煤层气公司，主要经营煤层气（煤矿瓦斯）资源的勘探抽采、开发利用。2007 年 8 月，煤炭信息研究院和河南煤层气公司共同向世界银行推荐煤层气开发利用和循环经济项目。目前，煤层气信息中心正抓紧完成项目可行性研究报告，并开始申请世行项目贷款。

### 7.4 CDM 项目

2005 年 10 月国家发改委颁布了《清洁发展机制项目运行管理办法》，规定在中国开展清洁发展机制项目的重点领域是以提高能源效率、开发利用新能源和可再生能源以及回收利用甲烷和煤层气为主。

表 1 中国煤矿区煤层气 CDM 项目

序号	项目	估计年减排量 (tCO <sub>2</sub> e)
1	江西丰城矿务局煤矿瓦斯利用	161,505
2	宁夏石嘴山煤矿 4.0MW 瓦斯发电	160,863
3	贵州水城大湾、中岭煤矿瓦斯利用	713,381
4	阳泉煤业(集团)有限责任公司煤层气在氧化铝焙烧炉利用	1,066,039

5	阳泉煤业（集团）有限责任公司 9 万千瓦瓦斯发电	2,149,828
6	辽宁阜新煤矿区 CMM/CBM 利用	978,840
7	潘三矿抽放煤矿区煤层气（CMM）的利用和销毁	115,703
8	山西晋煤集团 120MW 煤层气电厂	3,000,000
9	安徽淮北海孜、芦岭煤矿瓦斯利用	291,765
10	松藻煤电有限责任公司煤层气综合利用发电	541,067
11	铁法矿区煤层气利用	873,553
12	山西柳林煤矿瓦斯利用	316,910
13	山西阳城县煤矿瓦斯综合利用	562,372
14	安徽淮南潘一、谢桥煤矿瓦斯利用	624,706
15	河南安阳鑫龙煤业（集团）有限责任公司瓦斯发电利用	84,575
16	河南登封市金岭煤矿瓦斯发电	61,586
17	河南焦作市焦作煤业集团煤矿甲烷气发电	278,870
18	山西省煤炭运销总公司阳泉分公司煤矿瓦斯利用项	658,081
19	河南郑煤集团煤矿瓦斯综合利用	350,000
20	河南平煤集团煤矿瓦斯综合利用	820,812
21	吉林辽源矿业（集团）梅河煤矿瓦斯自备发电项目	57,414
22	贵州黔西青龙煤矿瓦斯利用项目	99,694
23	重庆中梁山煤矿煤层气利用项目	404,865
24	重庆南桐煤层气利用项目	325,082
25	重庆天府煤层气综合利用项目	852,810
合计		15,550,321

截止 2007 年 6 月 12 日，我国已由国家发展和改革委员会批准的煤层气领域的清洁发展机制项目共 25 个，如上表所列。其中淮北矿业集团海孜、芦岭瓦斯发电项目，2007 年 2 月 18 日通过联合国网上公示，得到正式批准并注册，成为中国首个注册成功的煤层气(矿井瓦斯)CDM 项目。

## 8 结论和建议

(1) 中国煤层气资源丰富，发展潜力巨大。

(2) 经过多年的实践探索，中国井下抽放和地面开发利用已有部分成功范例，中国煤层气产业及项目进入了商业性开发阶段。

(3) 中国煤层气开发利用发展前景看好，为国内外投资者和公司提供了项目机会。

(4) 国家出台煤层气开发利用鼓励政策，必将加快煤层气开发利用产业化

步伐。

## 参考文献

- [1] 黄盛初等, 中国煤矿区煤层气减排优选项目, 第三届国际甲烷与氧化亚氮减排技术大会, 2003: P13-20
- [2] 黄盛初等, 利用甲烷市场化机制发展煤矿区煤层气项目, 中国煤层气, Vol. 2 No. 1, Jan. 2004: P3-7
- [3] 黄盛初, 周心权, 煤矿区煤层气抽采经济评价模型, 中国煤炭, 8(8) 2005: 5-8  
黄盛初, 中国煤矿甲烷市场化项目开发前景, 国际甲烷市场化合作计划部长级会议, 美国, 华盛顿: 2004, 11
- [4] 接铭训, 中联公司煤层气勘探开发的近期规划战略思路, 中国煤层气, Vol. 1 No. 1, July 2004.: P7-9
- [5] Karl Schultz. CDM 机制对中国煤矿区煤层气产业的影响, 中国煤层气, Vol. 2 No. 1, Jan. 2004: P8-13
- [6] 刘文革等, 中国煤矿区甲烷零排放, 中国煤层气, Vol. 2 No. 2, Apr. 2004: P6-9
- [7] 袁亮等, 淮南矿区瓦斯抽放技术的新进展和减排利用方案, 中国煤层气, Vol. 1 No. 1, July 2004: P39-42
- [8] 张遂安, 采煤采气一体化理论与实践, 中国煤层气, Vol. 3 No. 4, Nov. 2006: P14-16