

中国煤层气开发利用现状及发展趋势

黄盛初 刘文革 赵国泉

(国家安全生产监督管理总局信息研究院, 北京市朝阳区芍药居 35 号, 100029)

摘 要 总结了最近几年中国煤层气(瓦斯)的抽采及利用现状, 阐述了中国目前煤层气抽采、利用技术及煤层气 CDM 项目的进展。针对现在正在研究的技术指出, 未来中国煤层气进一步发展的方向是大力开发煤层气发电、低浓度瓦斯利用、VAM 利用及煤层气液化。

关键词 煤层气 煤层气抽采 煤层气利用 CDM

中图分类号 TD712.67 **文献标识码** A

Coalbed methane development and utilization in China : Status and future development

Huang Shengchu, Liu Wenge, Zhao Guoquan

(China Coal Information Institute, 35, Shaoyaoju, Chaoyang District, Beijing 100029, China)

Abstract Summing up the status - quo of coalbed methane (mine gas) extraction and utilization in this country over the recent years, this article elaborates on the current state of the coalbed methane extraction technology, utilization technology and coalbed methane CDM project in this country. With emphasis laid on the technologies under development, the article points out that the future development of coalbed methane in this country is surely towards the direction of coalbed methane fired electric power generation, the utilization of low concentration mine gas, the utilization of VAM and the liquefaction of coalbed methane.

Key words coalbed methane, coalbed methane extraction, coalbed methane utilization, CDM

中国明确提出加大煤层气的开发利用力度, 以便从根本上解决煤矿安全问题, 把煤层气作为第二煤炭资源进行开发, 发展煤层气产业。根据国家发展和改革委员会制定的“煤层气(煤矿瓦斯)开发利用‘十一五’规划”, 到 2010 年, 中国煤层气(煤矿瓦斯)产量将达到 100 亿 m^3 , 其中地面抽采煤层气 50 亿 m^3 , 利用率 100%, 井下抽采瓦斯 50 亿 m^3 , 利用率 60% 以上, 同时, 新增煤层气探明地质储量 3000 亿 m^3 。2007 年, 全国煤层气抽采量达到 47 亿 m^3 , 地面抽采煤层气量为 3.2 亿 m^3 , 煤层气利用量为 14.46 亿 m^3 。今后将逐步建立煤层气和煤矿瓦斯开发利用产业体系。在煤层气抽采量增幅加大, 进一步发展原有煤层气利用技术的同中国煤层气开发利用现状及发展趋势

时, 必须加强对新型技术的研究, 将技术用于煤层气的利用, 切实提高煤层气利用率。

1 中国煤层气资源量

中国有 13 个地区煤层气资源丰富, 其中 10 个地区(除了准格尔、吐鲁番和伊犁盆地)有着大量的煤层气储层, 占中国全部储层的 68%。较好开采的煤层气资源位于中国的中部、东部、西部、西南、西北以及东南地区。

据最近一轮煤层气资源评价结果, 中国埋深 2000 m 以浅的煤层气资源总量为 36.81 万亿 m^3 , 相当于 520 亿 t 标煤, 与陆上常规天然气资源量相当, 位列世界前 3 位, 占世界前 12 个国家煤层气

资源总量的 13 %。截至 2007 年, 经国家认定的煤层气探明地质储量约 1340 亿 m^3 , 可采储量约 470 亿 m^3 。在已经获取资料的 115 个煤层气目标地区中, 平均吨煤含气量为 9.76 m^3/t , 甲烷浓度为 90.6 %, 平均资源密度为 1.15 亿 m^3/km^2 , 平均饱和度为 41 %。

2 中国煤层气抽采

2.1 中国煤层气排放量

在井下煤矿中, 为了确保采矿安全, 随矿井通风排出的瓦斯浓度极低, 受目前技术的限制尚不能利用, 只能排放到大气中, 在污染环境的同时也浪费了煤层气资源。煤层气抽采分为井下抽采和地面抽采, 抽采的煤层气浓度较高, 可用作民用燃气和发电。但目前利用率较低, 大多直接排放。从图 1 可以看出, 排放量从 2000 年的 88 亿 m^3 到 2007 年的 180 亿 m^3 , 中国煤层气的排放量平均以每年 13 亿 m^3 的速度增加, 造成资源的巨大浪费。

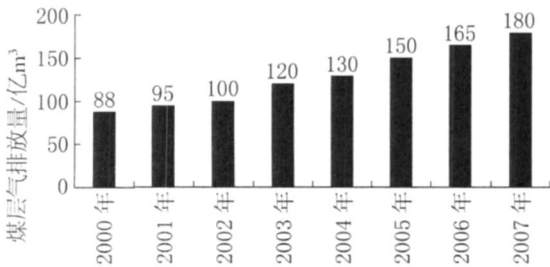


图 1 2000 - 2007 年中国煤层气排放量

2.2 中国煤层气抽采

抽采煤层气为煤矿瓦斯治理的重要措施。即通过钻孔方式, 利用负压抽取煤层中的瓦斯, 通过管道输送到地面并集中储存、利用。

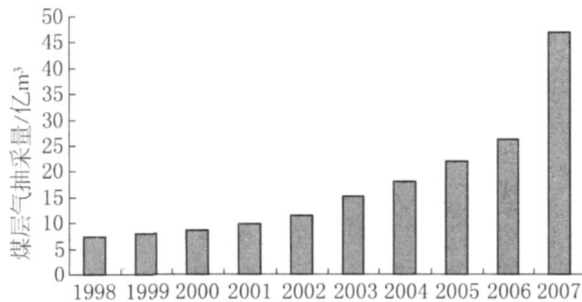


图 2 1998 - 2007 年中国煤层气抽采量

从图 2 可以看出, 2000 年抽采煤层气量为 8.67 亿 m^3 , 2007 年抽采量达到 47 亿 m^3 , 接近 2000 年的 6 倍。之所以取得这样快的发展, 主要是政府重视煤矿安全工作, 政府和煤炭企业投入大

量资金用于煤层气抽采系统、煤矿通风系统等安全改造项目, 极大促进了煤层气抽采量的增加。目前中国的煤层气抽采量仅次于美国, 居世界第 2 位。

2.2.1 井下抽采

中国瓦斯抽采的历史可追溯到 1637 年以前, 《天工开物》一书记载了利用竹管引排煤中瓦斯的方法。20 世纪 50 年代在抚顺、阳泉、天府和北票局开展矿井抽采瓦斯。60 年代又相继在中梁山、焦作、淮南、包头、松藻、峰峰等局的矿井开展了抽采瓦斯工作。70 年代至 90 年代中期, 抽采矿井数和抽采量都稳步增加。近 10 年来, 随着煤炭工业的发展, 矿井数量及煤炭产量迅速增加, 矿井向深部延伸过程中, 一些低瓦斯矿井变为高瓦斯矿井和突出矿井, 因此需要抽采瓦斯的矿井越来越多, 由此带动了中国煤矿瓦斯抽采技术的迅速发展, 见图 3。2007 年, 山西、辽宁、安徽、河南、贵州、重庆 6 个省(市) 抽采量分别超过 2 亿 m^3 , 其中, 山西省抽采量超过 20 亿 m^3 , 占全国抽采量的 43.97 %。

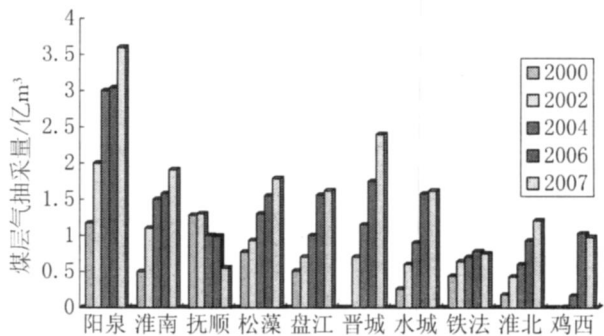


图 3 国有重点煤矿煤层气抽采量最大的 10 个矿区

瓦斯抽采技术主要包括本煤层、邻近层、采空区多种抽采方法, 如穿层钻孔、平行钻孔、交叉布孔等本煤层瓦斯抽采方法; 顶(底)板穿层钻孔、顶板水平长钻孔等邻近层瓦斯抽采。目前中国已经进入综合抽采瓦斯阶段, 即把开采煤层瓦斯采前预抽、卸压邻近层瓦斯边采边抽及采空区瓦斯采后抽等多种方法在一个采区内综合使用, 使瓦斯抽采量及抽采率达到最高。特别是淮南矿业集团公司 Y 型通风和抽采技术取得重大突破。

2.2.2 地面抽采

由于煤层的透气性是影响煤层气抽采的主要因素, 按美国地面煤层气开发标准, 煤层渗透率在 $(3 \sim 4) \times 10^{-3} \text{ mD}$ 最佳, 但不能低于 $1 \times 10^{-3} \text{ mD}$, 且要求煤层内生裂隙发育良好。而中国 70 % 以上

的高瓦斯和突出矿井所开采的煤层大多属于低透气性煤层, 透气性系数大都在 $(0.001 \sim 0.1) \times 10^{-3}$ mD, 煤层气预抽难度非常大。针对这种困难情况, 采取了多种煤层气地面开发技术, 其中包括地面垂直井、采动区井、多分支水平井等。1995 - 2004 年, 全国大约钻了 400 口煤层气井。近几年, 地面抽采得到迅猛的发展, 2005 - 2007 年中国共钻探各类煤层气井超过 2100 口, 形成地面煤层气产能 10 亿 m^3 , 见图 4。2007 年煤层气产量达到 3.2 亿 m^3 。

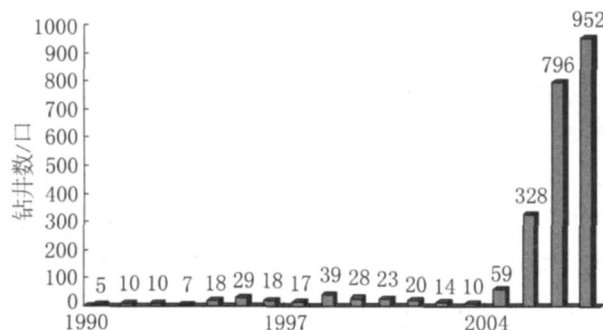


图 4 地面煤层气钻井数

山西沁水盆地南部、陕西鄂尔多斯盆地东缘地区为煤层气开发重点地区。晋城煤业集团 1995 年开始施工第一口钻井, 2005 年 11 月 1 日, 山西沁南煤层气开发利用高技术产业化示范工程 - 潘河煤层气项目一期工程阶段性竣工暨商业售气剪彩仪式在潘河煤层气加气站举行, 标志着中国煤层气地面开发开始进入商业化运营阶段。该项目一期工程计划钻井 100 口, 预计年产气 1 亿 m^3 , 总投资 3.6 亿元。截至 2008 年 9 月, 地面煤层气开发总井数已达 1200 口, 其中投入运行的 480 口, 日产气 120 万 m^3 以上。预计 2008 年底将形成 1500 口煤层气井, 日产气 150 ~ 180 万 m^3 。

陕西省境内煤层气资源相当丰富, 从 1995 - 1996 年完成的《陕西省煤层气资源评价报告》可以看出: 关中以北煤层埋深 2000 m 以浅煤层气资源量约 1.3 万亿 m^3 , 估算资源量约 26 亿 m^3 , 位于全国第 3 位。单层可采煤层甲烷含量大于或等于 4 m^3/t 煤, 主要分布在渭北石炭二叠纪煤田及陕北石炭二叠纪煤田。1996 年在韩城矿区南区成功施工了第 1 口煤层气实验井, 初期日产气约 3000 m^3 , 截至 2007 年稳定日产气约 800 ~ 1000 m^3 。陕西省计划在“十一五”期间, 投资 10 亿元, 新增煤层气探明地质储量 560 亿 m^3 , 煤层气产量 5.6 亿 m^3 , 利用率 35% 的目标。该省最大的煤炭生产和煤层气开发企业——陕西煤业化工集团继 2005 年 7 月在铜川矿务局下石节煤矿建成全省第 1 个瓦斯发电厂, 年利用瓦斯 140 万 m^3 后, 计划到 2010 年, 每年瓦斯抽采量达到 5.12 亿 m^3 , 再建 6 个瓦斯发电站, 瓦斯发电装机容量 3.2 万 kW。

3 中国煤层气发展方向

3.1 煤层气利用现状

随着煤层气开发和煤矿瓦斯抽采事业的发展, 煤层气开发和煤炭开采的关系越来越被煤炭工业界和煤层气产业界关注。从近年来中国煤层气的利用量 (图 5) 可以看出, 2000 年利用 5 亿 m^3 , 2007 年已利用 14.46 亿 m^3 。目前国内的煤层气利用主要集中在甲烷浓度大于或等于 30% 的这部分, 一是供居民使用, 二是进行瓦斯发电。

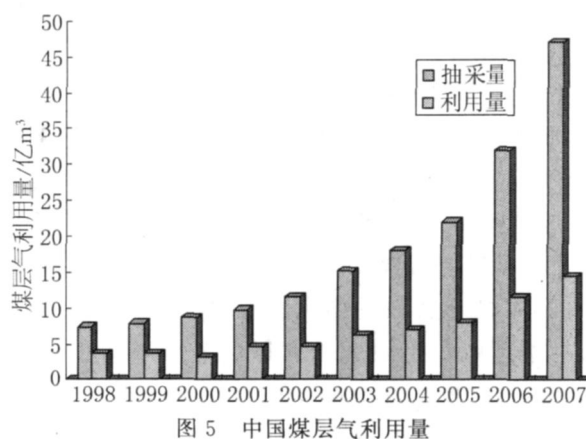


图 5 中国煤层气利用量

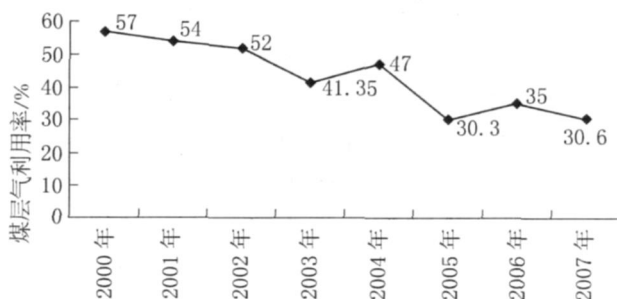


图 6 2000—2007 年中国煤层气利用率

尽管中国最近几年对煤层气的利用力度加大, 但煤层气的利用率 (利用量与抽采量比值) 却出现下降趋势 (图 6)。一个原因是由于中国煤矿抽采出来的瓦斯中大部分为低浓度瓦斯, 低于 30%, 按照目前的国家规定, 只能排空而不能利用。另一

个原因是抽采规模小而分散, 不便于集中利用。如何在增加瓦斯抽采量的同时, 大幅度增加瓦斯的利用率, 是当前亟待解决的问题。可采用 2 种途径: 一是改进瓦斯抽采技术, 提高抽采瓦斯的浓度; 二是开发低浓度瓦斯利用技术。

3.2 煤层气发电

近年来, 随着煤层气(煤矿瓦斯)抽采利用政策的出台和完善, 国内企业利用煤层气(煤矿瓦斯)发电的积极性高涨, 瓦斯发电装机规模逐年上升, 技术研发和装备制造水平不断提高。

截至 2008 年 4 月底, 全国瓦斯发电机组已有 1104 台, 总装机容量约 71 万 kW, 与 2005 年底相比, 分别增加 513 台、41 万 kW, 增长 87%、137%。其中, 山东胜利油田动力机械集团(以下简称胜动集团)生产的发电机组 896 台, 总装机容量 45.2 万 kW, 占全国瓦斯发电总装机容量的 64%; 济南柴油机厂、启东宝驹和淄博柴油机厂等国内其他厂家生产的瓦斯发电机组 92 台, 总装机容量 5.1 万 kW; 进口瓦斯发电机组 116 台, 总装机容量 21.1 万 kW。

世界最大规模、总装机容量 12 万 kW 的山西晋城煤业集团公司寺河瓦斯发电厂, 年发电量达 8.4 亿 kWh, 年利用煤矿瓦斯 1.8 亿 m^3 (折纯), 总投资 8.75 亿元, 该电厂装机容量为 60 台单机 1.8 MW 的卡特彼勒内燃发电机组, 共分 4 个单元, 每个单元 15 台机组, 每个单元配 3 台 6 t/h 的余热锅炉和 1 台 3 MW 的汽轮发电机组, 同时机组的缸套冷却水经热交换给寺河煤矿集中供热, 目前已经投入试运行。

截至 2007 年底, 淮南矿业集团公司煤层气发电建成总规模 24032 kW, 2007 年完成发电量 4765 万 kWh。其中国产机组规模 10800 kW, 国外进口机组 13232 kW, 包括德国道依茨、奥地利颜巴赫、美国卡特彼勒机组, 占总规模的 50.9%。

3.3 低浓度瓦斯利用

如前所述, 抽采瓦斯中含有大量的低浓度瓦斯, 而在目前情况下还不能直接利用, 只能排空, 大大降低了抽采瓦斯的利用率。中国每年直接排空的低浓度瓦斯中约含 15 亿 m^3 的纯甲烷, 相当于 180 万 t 标准煤, 如将其用来发电, 每年可发电 40 亿 kWh、节约电费 20 亿元。而中国煤矿瓦斯对空排放量占全部工业生产排放甲烷量的 1/3, 如果全部实现清洁排放, 减排量将是中国年总温室气体排

放量的近 5%, 环保效益十分明显。另外, 5%~25% 的低浓度瓦斯极容易爆炸, 如果及时抽采用于发电, 将很大程度地消除这一煤矿安全生产隐患。

胜动集团与淮南矿业集团联合开发的“低浓度瓦斯细水雾输送系统及瓦斯发电技术”于 2005 年 12 月 25 日通过了国家鉴定。目前, 全国共有 13 个产煤省 70 多座瓦斯发电站使用该项技术, 日发电量达到 350 万 kWh, 年利用瓦斯 4 亿 m^3 , 可节约标准煤 50 万 t。贵州水城大湾煤矿低浓度瓦斯发电装机容量 8000 kW, 瓦斯浓度达 8% 以上即可发电。

目前, 在美国环保局的支持下, 中国煤炭信息研究院正在进行低浓度瓦斯发电的示范工程研究, 本项目受“国际甲烷市场化合作计划”资助。2007 年 11 月正式启动, 至 2008 年 4 月, 收集了 6 个矿区的数据资料, 经对比分析后, 选定淮南矿区作为项目实施地点, 2008 年 6 月, 与淮南矿业集团签署了合作协议。下一步, 将对淮南矿业集团 4 个候选矿点进行综合分析, 尽快确定具体项目实施地点。通过对胜动集团、济南柴油机厂、南通宝驹气体发动机厂、河南柴油机重工生产的低浓度瓦斯发电机组进行对比分析, 确定合适的低浓度瓦斯发电机组; 对细水雾低浓度瓦斯输送系统和气水二相流低浓度瓦斯输送系统进行分析, 确定安全可靠的瓦斯输送技术; 针对选定的项目实施地点、瓦斯发电机组和瓦斯输送技术, 进行可行性研究。

3.4 通风瓦斯利用

煤矿开采中, 瓦斯排出量的 70% 以上是通过矿井通风排出的, 造成了巨大的污染和能源浪费。

矿井通风瓦斯的利用之一就是作为抽采煤层气的辅助燃料, 也就是直接将通风瓦斯混入高浓度的抽采瓦斯中。例如在著名澳大利亚煤层气发电项目, 1995 年 5 月, 澳大利亚开始建造 2 座发电厂, 每座电厂有 1 组 1MW 燃气发动机, 其中陶尔矿设计安装 40 台, 阿平矿设计安装 54 台, 电厂总输出功率达 94 MW, 这些电将被售给能源总公司, 阿平矿和陶尔矿的甲烷抽采站分别为各矿的煤层气发电厂提供了主要的燃料来源。同时, 阿平矿利用一部分矿井回风空气中的低浓度甲烷作为本矿发电机燃料的补充, 所有这些供给发电机组的空气都由阿平矿矿井回风提供, 回风中一般含有 0.5%~1.0% 浓度的甲烷, 这种低浓度甲烷的利用为该矿发电厂电力输出额提供了大约 8 MW 的电能。对

于煤矿来说，这是第一次把利用矿井回风发电这种想法应用于实践。此外，EESTECH 公司混合煤矿的燃气涡轮技术与此类似，混合煤燃气涡轮技术（HCGT）作为一个封闭式炉运行，消耗掉原本要排放到大气中的通风煤层气（VAM）和煤矿瓦斯（CMM）。HCGT 的主要实体组件是旋转炉。燃料（主要是 VAM 与 CMM，混合少量热值低于 12.54 MJ/kg 的废煤）被加入旋转炉内，在高温下燃烧产生热能。

另外，为数不多的几家国外研制单位进行了煤矿瓦斯氧化技术的研究和装置开发，对低浓度通风瓦斯进行甲烷的氧化进而获取能量。其装置从原理上分为 2 种：逆流式煤矿瓦斯热氧化装置和逆流式煤矿瓦斯催化氧化装置。

热氧化装置以麦克泰克（MEGTEC）公司的 VOCSIDIZER 技术最为典型，属于比较成熟的技术，在矿井通风瓦斯中已经有过几个应用的先例。其工作原理为：先用电将陶瓷床中心部分加热到 1000℃，然后矿井通风瓦斯通过陶瓷床。当矿井通风瓦斯通过陶瓷床中部的高温区时甲烷迅速氧化，通过热交换，氧化能量被传递到陶瓷床材料的周围。热交换的效率很高，在一个平衡系统中，入口处和出口处气体的温差只有大约 40℃。为了维持床中央的高温区域，气流的方向必须在自上而下和自下而上之间来回调换。

麦克泰克（MEGTEC）公司的 VOCSIDIZER 技术于 1994 年在英国进行试验，并取得成功。澳大利亚 BHP 公司 2001 - 2002 年在阿平煤矿安装了 1 套试验装置，见图 7。2006 年在澳大利亚西克里夫（WESTCLIFF）煤矿建成正式商业运作的乏风发电项目，该风井乏风量为 250000 m³/h，甲烷浓度 0.9%，氧化装置仅仅利用矿井通风瓦斯 20% 的流量，使用 1 台 6 MW 汽轮机。2007 年在美国文瑟（Windsor）煤矿建成第 4 个煤矿示范项目，可处理 50000 m³/h 的通风瓦斯，自 2007 年 5 月起一直在全自动运行，该项目装置可通过混合不同浓度的抽采瓦斯来测量设备的运行效率。催化氧化装置中，加拿大矿物与能源技术中心在 1995 年开发出专门处理 VAM 的催化逆流反应器（CH4MIN）技术。催化逆流的基本原理是在催化剂的作用下，将甲烷的自然温度降低到几百摄氏度以下（低于 350℃）。在这种过程中放热化学反应产生的热量被反应器中间部分的吸热系统吸收。

中国煤层气开发利用现状及发展趋势

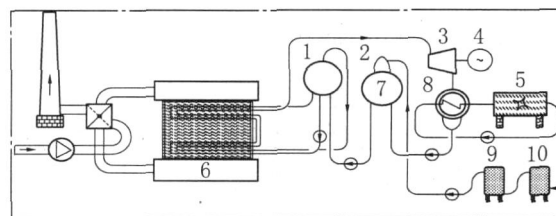


图 7 VOCSIDIZER 构成与工作原理

- 1—蒸汽筒；2—去气机；3—汽轮机；4—发电机；5—气冷；
6—VOCSIDIZER™；7—FW 罐；8—冷凝器；
9—FW 处理装置；10—工厂 FW 处理装置

中国煤矿开采中，每年通过通风瓦斯排出的纯甲烷在 100 ~ 150 亿 m³，与西气东输的 120 亿 m³ 天然气量相当。这就好比每年有 1000 ~ 1500 万 t 原油或 2000 ~ 3000 万 t 煤炭被白白浪费掉，其数量差不多是 1 个 350 ~ 500 万 kW 的超大型火力发电厂 1 年的用煤量。

3.5 煤层气液化

煤层气液化是指将其中的甲烷等可燃性气体从瓦斯中分离出来，并生产出液化煤层气。提纯的煤层气液化后，体积将缩小 600 倍，甲烷浓度将从 35% ~ 50% 提高到 99.8%。体积的减小大大降低了运输成本，使用 LNG（液化天然气）运输车运送，可以随气源和用户的改变而改变运输路线，甚至可以作为现有天然气管道调峰资源来使用。经初步经济估算，年产量为 2 万 t 液化煤层气时，年消耗约 2650 万 m³ 纯瓦斯，投资约 9000 万元。按专家测算，实现产业化后，液化天然气产品的出厂成本约为 1.5 元/m³，而目前中国各大城市民用天然气价格大多在 2 元/m³ 以上，效益比较可观。

目前阳泉煤业集团正在石港矿进行液化示范项目的建设，规模为 2 万 t/a，每年将实现 0.27 亿 m³ 纯甲烷气的减排。预计项目 2009 年即可投产，待示范项目成功后，按照规划将会陆续开展液化项目的建设，见图 8。

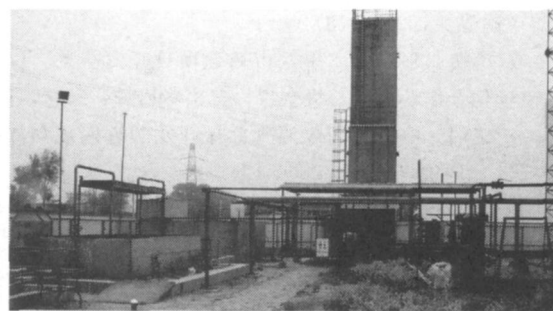


图 8 建设中的阳泉煤层气液化化工厂

4 煤层气 CDM 项目进展

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，并以回收利用煤层气为主。

截止 2008 年 10 月 8 日，我国已有国家发展和

改革委员会批准的煤层气领域的清洁发展机制项目 56 个。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。截至 2008 年 11 月 28 日，已经有 11 个煤层气利用项目在执行理事会（EB）注册成功，还有 11 个项目正在修改中。见表 1。

表 1 在 EB 注册的煤层气 CDM 项目（截止 2008 年 11 月 28 日）

	项目名称	项目业主	注册时间
1	吉林辽源矿业（集团）梅河煤矿煤层气发电项目	吉林辽源（矿业）集团	2008. 09. 12
2	河南平煤集团煤矿瓦斯综合利用项目	河南平顶山煤业（集团）有限责任公司	2008. 08. 22
3	河南省义马煤业（集团）有限责任公司煤矿瓦斯综合利用项目	河南省义马煤业（集团）有限责任公司	2008. 08. 02
4	山西省煤炭运销总公司阳泉分公司煤矿瓦斯利用项目	山西省煤炭运销总公司阳泉分公司	2008. 02. 22
5	山西阳城县煤矿瓦斯综合利用项目	阳城县民生燃气有限责任公司	2007. 12. 11
6	山西柳林煤矿瓦斯利用项目	柳林县晋鼎煤层气有限公司	2007. 10. 06
7	江西丰城矿务局煤矿瓦斯利用项目	丰城矿务局	2007. 09. 24
8	阳泉煤业（集团）有限责任公司 9 万 kW 瓦斯发电项目	阳泉煤业（集团）有限公司	2007. 05. 22
9	阳泉煤业（集团）有限责任公司煤层气在氧化铝焙烧炉中的利用项目	阳泉煤业（集团）有限公司	2007. 04. 07
10	潘三矿抽采煤矿区煤层气（CMM）的利用和销毁项目	淮南矿业集团	2007. 03. 31
11	安徽淮北海孜、芦岭煤矿瓦斯利用项目	安徽淮北矿业（集团）有限责任公司	2007. 02. 18

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

[2] 黄盛初, 周心权. 煤矿区煤层气抽采经济评价模型[J]. 中国煤炭, 2005 (8)

[3] 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[J]. 中国煤层气, 2004 (7)

[5] Karl Schultz. CDM 机制对中国煤矿区煤层气产业的影响[J]. 中国煤层气, 2004 (1)

[6] 刘文革等. 中国煤矿区甲烷零排放. 中国煤层气, 2004 (4)

[7] 马晓钟. 煤矿瓦斯综合利用技术的探究与实践[J]. 中国煤层气, 2007 (3)

[8] 孙万禄. 我国煤层气资源开发前景及对策[J]. 天然气工业, 1999 (5)

[9] 袁亮等. 淮南矿区瓦斯抽放技术的新进展和减排方案[J]. 中国煤层气, 2004 (1)

[10] 蔚远江, 杨起, 刘大锰, 黄文辉. 我国煤层气储层研究现状及发展趋势[J]. 地质科技情报, 2001

作者简介：黄盛初（1958 - ），男，博士，研究员，国家级有突出贡献中青年专家，享受政府特殊津贴。国家安全生产监督管理总局信息研究院（煤炭信息研究院）院长，联合国环境署“政府间气候变化专门委员会”IPCC 专家组成员，“国际甲烷市场化合作计划”煤炭委员会副主席，世界银行和亚洲开发银行国际项目专家。

（责任编辑 康淑云）

中国煤炭第 35 卷第 1 期 2009 年 1 月