

煤层气(煤矿瓦斯)开发利用“十一五”规划

前 言

煤层气(煤矿瓦斯)属非常规天然气,是优质能源和化工原料。

国家高度重视煤层气开发和煤矿瓦斯防治工作。国务院领导同志要求加大煤层气科研、勘探、开发的力度,并制定规划和措施。国办发[2005]35号文件将研究、编制煤层气开发利用规划列为2005、2006年能源工作重点之一。在充分调研、广泛吸取各方面意见和建议的基础上,国家发展改革委完成了《煤层气(煤矿瓦斯)开发利用“十一五”规划》(以下简称《规划》)编制工作,并按照《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》进行了修改完善。

《规划》地域范围包括煤层气(煤矿瓦斯)开发利用的省、自治区、直辖市,产业范围包括煤层气(煤矿瓦斯)的勘探、地面开发、井下抽采、输送和利用等。规划的限期为2006—2010年,规划编制的基准年为2005年。

《规划》介绍了煤层气(煤矿瓦斯)开发利用现状,分析了面临的形势,按照保障煤矿生产安全、构建资源节约型、环境友好型和社会主义和谐社会的总要求,明确了指导思想、发展原则和目标,描绘了未来五年我国煤层气(煤矿瓦斯)开发利用的蓝图,提出了开发布局 and 主要任务,进行了环境影响评价,提出了保障措施。

未来五年,我国煤层气(煤矿瓦斯)开发利用要以邓小平理论、“三个代表”重要思想和科学发展观为指导,坚持“安全第一、预防为主、综合治理”的方针,牢固树立保护生命、节约资源、保护环境的理念,依靠市场引导、政策驱动、自主创新,加强煤矿瓦斯抽采与利用,加快煤层气产业发展,保障煤矿安全生产,增加清洁能源供应,减少生态环境污染,促进煤炭工业可持续发展。

《规划》是指导我国煤层气(煤矿瓦斯)开发利用、引导社会资源配置、决策重大项目及安排政府投资的重要依据。

第一章 开发利用现状

一、资源状况

(一)资源分布

我国煤层气资源丰富。据煤层气资源评价,我国埋深2000m以浅煤层气地质资源量约36万亿立方米,主要分布在华北和西北地区。其中,华北地区、西北地区、南方地区和东北地区赋存的煤层气地质资源量分别占全国煤层气地质资源总量的56.3%、28.1%、14.3%、1.3%。1000m以浅、1000~1500m和1500~2000m的煤层气地质资源量,分别占全国煤层气资源地质总量的38.8%、28.8%和32.4%。全国大于5000亿立方米的含煤层气盆地(群)共有14个,其中含气量在5000~10000亿立方米之间的有川南黔北、豫西、川渝、三塘湖、徐淮等盆地,含气量大于10000亿立方米的有鄂尔多斯盆地东缘、沁水盆地、准噶尔盆地、滇东黔西盆地群、二连盆地、吐哈盆地、塔里木盆地、天山盆地群、海拉尔盆地。

我国煤层气可采资源总量约10万亿立方米,其中大于1000亿立方米的盆地(群)有15个:二连、鄂尔多斯盆地东缘、滇东黔西、沁水、准噶尔、塔里木、天山、海拉尔、吐哈、川南黔北、四川、三塘湖、豫西、宁武等。二连盆地煤层气可采资源



量最多,约2万亿立方米;鄂尔多斯盆地东缘、沁水盆地的可采资源量在1万亿立方米以上,准噶尔盆地可采资源量约为8000亿立方米。

(二)赋存条件

1、地质构造

我国煤田地质构造复杂,部分含煤盆地后期改造较强,构造形态多样,煤层及煤层气资源赋存条件在鄂尔多斯等大中型盆地较为简单,在中小盆地较为复杂。

东北赋煤区:部分上覆地层厚度较大或煤层气封盖条件较好,有利于煤层气开发。华北赋煤区:吕梁山以西的鄂尔多斯盆地东缘及吕梁山与太行山之间的山西断隆(包括沁水盆地),构造条件有利于煤层气开发;太行山以东华北盆地,煤层气开发困难。西北赋煤区:西北塔里木陆块、准噶尔及伊犁盆地,煤层气开发条件较好。华南赋煤区:煤层气资源开发条件较复杂。滇藏赋煤区:煤层气保存的构造条件差。

2、含气性

我国煤层大多含气量较高。据对全国105个煤矿区调查,平均含气量10立方米/吨以上的矿区43个,占41%;平均含气量8~10立方米/吨的矿区29个,占28%;平均含气量6~8立方米/吨的矿区19个,占18%;平均含气量4~6立方米/吨的矿区14个,占13%。

3、储层压力

我国以欠压煤储层为主,部分煤储层压力较高,储层压力梯度最低为2.24千帕/米,最高达17.28千帕/米。

4、煤层渗透率

我国煤层渗透率较低,平均在0.002~16.17毫达西。其中,渗透率小于0.10毫达西的占35%;0.1~1.0毫达西的占37%;大于1.0毫达西的占28%;大于10毫达西的较少。

5、聚气带规模

我国煤层气聚气带规模相差很大,小到几十平方公里,大到上万平方公里,资源丰度为0.15~7.22亿立方米/平方公里。

二、资源勘查

新中国成立后,国家投资对全国煤田进行了普查,重点地区进行了详查和精查。同时,对煤层瓦斯含量进行测定,初步探明了煤层瓦斯的富集程度、含量和分布规律,为以后煤层气资源评价、勘探和开发奠定了基础。

上个世纪90年代以来,煤层气资源勘探逐步进入产业化阶段,先后在山西沁水盆地、河东煤田,安徽淮南和淮北煤田,辽宁阜新、铁法、抚顺、沈北矿区,河北开滦、大城、峰峰矿区,陕西韩城矿区,河南安阳、焦作、平顶山、荥巩煤田,江西丰城矿区,湖南涟邵、白沙矿区,新疆吐哈盆地等地区,开展了煤层气勘探和开发试验工作。

目前,经国家认定的煤层气探明地质储量约为1000亿立方米,煤层气可采储量约470亿立方米,主要集中在沁水盆地南部,铁法和阳泉矿区。

三、资源开发情况

(一)地面开发

煤层气地面开发始于上个世纪70年代末,原煤炭科学研究院抚顺研究所曾在抚顺、阳泉、焦作、白沙、包头等矿区,以解决煤矿瓦斯突出为主要目的,施工了20余口地面瓦斯抽排试验井。但由于技术、设备等条件限制,试验未达到预期效果。

上个世纪90年代,煤层气开发出现热潮,在不同地区开展了煤层气开发试验。经过十余年发展,取得了重大突破。据统计,截止2005年底,全国共施工先导性试



验井组 8 个, 各类煤层气井 615 口, 其中多分支水平井 7 口。2005 年, 地面煤层气抽采不足 1 亿立方米。

主要项目有: 山西沁水枣园井组煤层气开发试验项目, 生产试验井 15 口; 辽宁阜新刘家井组煤层气开发项目, 钻井 8 口, 单井日均产气 3000 立方米以上; 山西晋城潘庄煤层气地面开发项目, 施工了 175 口煤层气井, 日产气约 10 万立方米; 山西沁南潘河先导性试验工程, 计划施工 900 口煤层气井, 到 2005 年底完成钻井 100 口, 日产气约 8 万立方米。

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。参与合作勘探开发煤层气的国外企业主要有美国格瑞克公司、远东能源公司等。

(二)井下抽采

煤矿井下瓦斯抽采始于上个世纪 50 年代初。经过五十年的发展, 煤矿井下瓦斯抽采, 已由最初为保障煤矿安全生产到安全能源环保综合开发型抽采; 抽采技术由早期的对高透气性煤层进行本煤层抽采和采空区抽采单一技术, 逐渐发展到针对各类条件适合于不同开采方法的瓦斯综合抽采技术。

据统计, 截止去年上半年, 全国煤矿高瓦斯矿井 4462 处, 煤与瓦斯突出矿井 911 处。在 615 对国有重点矿井中, 煤与瓦斯突出矿井近 200 对, 高瓦斯矿井 152 对, 装备地面固定瓦斯抽采系统 308 套。2005 年, 全国井下抽采煤矿瓦斯近 23 亿立方米, 阳泉、晋城、淮南、松藻、盘江、水城、抚顺等 7 个矿区年抽采量超过 1 亿立方米。

四、煤层气(煤矿瓦斯)利用现状

我国煤层气(煤矿瓦斯)利用进展缓慢。2005 年, 全国利用量约 10 亿立方米。煤矿瓦斯利用主要集中在抽采量高的国有重点矿区。地面钻井抽采利用, 主要集中在山西沁水枣园井组、辽宁阜新刘家井组、晋城潘庄、山西沁南潘河项目等, 采取管汇车运输销售, 供周边地区使用。

目前, 煤层气主要用于民用和工业用燃料、发电、汽车燃料、生产炭黑等。其中, 瓦斯发电发展较快, 至 2005 年底, 全国瓦斯发电装机容量约 20 万千瓦。生产瓦斯燃气发电机组的国内主要生产厂家有: 山东胜利油田动力机械设备厂、济南柴油机厂、江苏南通宝驹集团等。工业瓦斯锅炉的国内生产厂家有: 广东迪森、上海新业、青岛四方、太原绿威等。

五、存在的主要问题

(一)缺乏有力的扶持政策

地面开发煤层气初期投入高、产出周期长、投资回收慢。由于缺乏煤层气产业扶持政策, 致使资源勘探投入不足, 资源评价不适应开发需求; 煤层气开发企业在产业发展初期积极性不高; 煤矿企业利用瓦斯处于亏损状态, 重抽采轻利用, 矿井平均瓦斯利用率仅在 30%左右。

(二)基础理论研究和技术创新不够

我国煤田地质条件复杂, 治理和利用瓦斯难度大, 从理论和技术方面都存在许多关键性难题, 如对煤与瓦斯突出机理还没有根本认识, 一些公益性、前瞻性、基础性、共性关键技术与装备等安全技术研究, 从人才、基础设施到资金都缺乏必要的支撑, 特别是社会公益性研究被大大削弱, 瓦斯治理和利用等方面的技术研究和创新进展缓慢。

(三)煤矿瓦斯抽采难度增大

我国高瓦斯矿井多, 尤其在安徽、河南、山西、江西、湖南、贵州、四川、重庆



等省市，煤层瓦斯含量高、压力大、透气性差、抽采难度大。目前，国有重点煤矿矿井平均开采深度约 420 米，开采深度超过 1000 米的有开滦赵各庄、新汶孙村和华丰矿、攀枝花小宝鼎和大宝鼎等 10 余处。随着矿井开采深度加大，地应力和瓦斯压力增加，瓦斯抽采难度进一步增大。

(四)煤层气和煤炭矿业权重叠

煤层气和煤炭是同一储层的共生矿产资源。目前，由于部门之间、企业之间不协调，造成煤层气开采权和煤炭开采权设置重叠，一些地方煤层气抽采与煤炭开采不协调，既不利于调动各方面参与煤层气开发利用的积极性，也影响了煤炭产业的发展。

(五)煤层气(煤矿瓦斯)利用受限制

目前，煤层气(煤矿瓦斯)利用受到诸多因素制约。主要有：在煤层气开发区域，没有与之相配套的长输管线，致使开发与市场脱节，出现“点天灯”现象；缺乏低浓度瓦斯的安全输送和利用技术，大量低浓度瓦斯只能稀释后排空；瓦斯发电上网难、入网价格低，发电企业无利可图，限制了矿井瓦斯抽采利用；煤层气综合利用缺乏安全管理规范、行业标准和监管法规，影响了煤层气产业健康有序发展。

(六)煤矿瓦斯直接排空对环境的影响较大

煤层气(煤矿瓦斯)的主要成分是甲烷，其温室效应约为二氧化碳的 21 倍。煤炭甲烷释放源有 3 个方面：一是井工开采过程中的释放；二是露天开采过程中的释放；三是煤炭的洗选、储存、运输及燃烧前粉碎等过程中的释放。据测算，我国煤炭开采、加工、运输过程中每年释放瓦斯约 150 亿立方米，对环境的影响较大。

第二章 开发利用面临的形势

一、开发利用环境趋好

我国煤炭资源丰富。节约优先、立足国内、煤为基础、多元发展是我国能源发展战略方针。在未来一段时期内，煤炭在一次能源生产和消费结构中的比重仍然占据主导地位。与煤共生的煤层气资源储量丰富，随着煤炭工业快速发展，其开发前景十分广阔。国家高度重视能源安全、煤矿安全生产、节约资源和保护环境，煤炭作为主体能源的地位进一步增强。随着市场经济体制逐步完善，宏观调控手段日趋成熟，市场配置资源的基础性作用明显加强，煤炭经营的法律、政策环境进一步改善，为促进煤层气产业发展提供了良好的外部环境。

二、市场需求大

煤层气可以与天然气同输同用，为煤层气产业发展提供了巨大空间。据预测，2010 年我国天然气需求量将超过 1000 亿立方米，市场供应缺口较大。环渤海地区、东南沿海地区、长江三角洲地区、中部地区及东北地区的天然气市场需求均超过 120 亿立方米/年，是我国天然气消费的重点地区。中部地区及长江三角洲地区，是未来煤层气的主要消费市场。“十一五”期间，煤层气的首选市场主要在山西、北京、天津、河南、河北等省市。在满足中部地区煤层气资源需求的前提下，富余的煤层气还可并入西气东输管网，输往长江三角洲地区。

井下煤矿瓦斯利用市场潜力也很大。我国煤矿大多分布在偏远地区，广泛采用煤矿瓦斯作为居民生活燃料、发电和工业锅炉燃料，对保障矿区和周边地区的能源供给，改善消费结构具有重要意义。

三、资源和管网条件有利于大规模开发

我国煤层气资源丰富，特别是华北赋煤区煤层气地质构造简单、含气量高、含气

质量好、含气饱和度高、资源丰度大，且毗邻东部经济发达地区，开发潜力大。

西气东输管线经过新疆塔北煤田、淮南煤田、鄂尔多斯盆地、沁水盆地、豫西煤田和两淮矿区等 6 个主要煤层气富集区，在山西八角、河南郑州、安徽两淮留有分输口。陕京管线则从北部经过了山西河东煤田、沁水盆地北侧，在柳林留有分输口。西气东输管线和陕京管线为开发利用煤层气富集区资源提供了良好的输送条件。

四、开发利用技术有较大发展

地面煤层气开发技术有了长足发展。空气钻进技术广泛采用，多分支水平井技术积极推广，压裂裂缝监测技术、测井技术、绳索取芯技术较快发展。“十五”期间，推广应用大地电位测量、同位素示踪、微地震、地球物理测井等技术，提高了对煤层含气量、水分、灰分、孔裂隙系统发育程度解释的准确率。

煤矿瓦斯抽采利用技术有了较大发展。广泛采用本煤层抽采、邻近层抽采和采空区抽采等技术，形成比较适用的瓦斯抽采技术体系。6%~25%的井下煤矿低浓度瓦斯输送及安全发电技术研究科技成果通过专家鉴定，为大规模利用瓦斯积累了经验。

第三章 指导思想、发展原则和目标

一、指导思想

以邓小平理论、“三个代表”重要思想和科学发展观为指导，牢固树立保护生命、节约资源、保护环境的理念，坚持“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，依靠市场引导、政策驱动、自主创新，加大煤矿瓦斯抽采与利用力度，加快煤层气产业发展，保障煤矿生产安全，增加清洁能源供应，减少对生态环境的污染，促进煤炭工业可持续发展。

二、发展原则

- (一)地面抽采与井下抽采相结合；
- (二)自主开发与对外合作相结合；
- (三)就近利用与余气外输相结合；
- (四)居民利用与工业应用相结合；
- (五)企业开发与国家扶持相结合。

三、发展目标

2010 年，全国煤层气(煤矿瓦斯)产量达 100 亿立方米，其中，地面抽采煤层气 50 亿立方米，利用率 100%；井下抽采瓦斯 50 亿立方米，利用率 60%以上。新增煤层气探明地质储量 3000 亿立方米，逐步建立煤层气和煤矿瓦斯开发利用产业体系。

第四章 规划布局 and 主要任务

一、煤层气勘查

煤层气勘查以山西、陕西、新疆、内蒙古等省(区)为重点，以山西沁南、三交，陕西韩城，新疆昌吉、大井，内蒙古二连盆地等煤层气勘探项目为依托，到 2010 年，累计新增探明地质储量 3000 亿立方米(表 4-1)。

表 4-1 “十一五”煤层气新增探明储量规划 单位：亿m³

省(区)	2007 年		2008 年		2009 年		2010 年	
	当年	累计	当年	累计	当年	累计	当年	累计

山西	850	850	400	1250	250	1500	600	2100
陕西	100	100	0	100	0	100	200	300
新疆							400	400
内蒙古							200	200
合计	950	950	400	1350	250	1600	1400	3000

二、地面煤层气开发

“十一五”期间，煤层气开发以现有探明储量为基础，以市场为导向，以技术进步为手段，加大投入，重点突破，实现跨越发展。2010 年，全国建成煤层气生产能力 70 亿立方米，产量达到 50 亿立方米(表 4-2)。

表 4-2 “十一五”煤层气地面开发规划 单位：亿m³

省(区、市)	2006 年		2007 年		2008 年		2009 年		2010 年	
	产能	产量	产能	产量	产能	产量	产能	产量	产能	产量
山西	3.3	2.3	12.3	8.3	24.6	18.2	38.8	29.1	53.5	39.5
辽宁	0.1	0.1	0.2	0.2	0.5	0.3	0.9	0.4	1	0.5
黑龙江					0.2	0.1	0.3	0.2	0.5	0.2
安徽					0.2	0.1	0.7	0.3	1	0.3
河南					0.2	0.1	0.7	0.2	1	0.3
重庆			0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5	0.5
四川							0.1	0.1	0.2	0.2
贵州					0.3	0.2	0.5	0.3	1	0.5
云南					0.1	0.1	0.3	0.2	0.5	0.2
陕西	0.1	0.1	0.4	0.4	0.7	0.7	2.5	2	4	2
新疆					1	0.5	3	2	5	4
其它					1	0.5	1	1	2	2
合计	3.5	2.5	13	9	29	21	49.1	36.1	70.2	50.2

“十一五”期间，地面煤层气开发的重点是建设沁水盆地和鄂尔多斯盆地东缘两大煤层气产业化基地。

(一)沁水盆地煤层气产业化生产基地

沁水盆地煤层埋深适中(300~1000 米)、厚度大、含气量高(19~26 立方米/吨)，具备良好的煤层气资源条件；地层产状平缓，断层少，煤层割理发育(530~580 条/米)和渗透率较高(0.5~1.0 毫达西)，具备良好的煤层气开发地质条件。力争 2010 年，建成产能 39.5 亿立方米，产量 30.5 亿立方米，累计新增探明地质储量 1500 亿立方米。主要规划项目有：沁南、樊庄、晋城矿区、柿庄、寿阳、潘庄、大宁、端氏。

1、沁南国家高技术产业化示范工程。该项目由国家 2004 年批准立项，设计钻井 900 口，分三期完成。第一期完成钻井 150 口，2006 年完成，建成年产能 1 亿立方米规模；第二期计划施工 400 口，产能达 4 亿立方米/年；第三期计划施工 350 口，产能达到 7 亿立方米/年。“十一五”期间，建成我国煤层气地面直井开发的示范性工程。

2、端氏煤层气战略选区示范工程。该项目计划施工 5 口多分支水平井、17 个单分支水平井，建成年产能 1 亿立方米规模。目前，第一口井已完工。“十一五”期间，建成我国煤层气地面多分支水平井开发的示范性工程。

3、大宁先采气、后采煤示范工程。该项目是我国成功实施的第一口多分支水平井，现稳定日产量 2 万立方米。“十一五”期间，施工 2~5 口多分支水平井，建成先采气、后采煤的示范性工程。

(二)鄂尔多斯盆地东缘煤层气产业化生产基地

鄂尔多斯盆地东缘煤层埋深适中(500~1500m)，原始渗透率较高(一般达到 1 毫达西)，煤层厚(单层厚度 3~8 米，累计厚度 8~13m)，含气量高(12~23 立方米/吨)，以肥、焦煤为主，有少量贫、瘦煤，具有适合煤层气开发的优越地质条件。“十一五”期间，建成产能 16 亿立方米，产量 11 亿立方米，累计新增探明地质储量 900 亿立方米。

三、煤矿瓦斯抽采利用

“十一五”期间，煤矿瓦斯抽采以保障煤矿安全生产为重点，建立健全瓦斯抽采法规标准体系，组织科技攻关和示范工程建设，逐步提高煤矿瓦斯抽采率和利用率。2010 年，全国瓦斯抽采量达到 50 亿立方米以上，抽采率 40%以上；瓦斯利用量达到 30 亿立方米以上，利用率 60%以上。规划抽采规模较大的省(区、市)有：山西、辽宁、安徽、河南、重庆、四川、贵州、陕西、宁夏等(表 4-3)。

表 4-3 “十一五”全国煤矿瓦斯抽采及利用量规划 单位：万 m³

省(区、市)	2006 年		2007 年		2008 年		2009 年		2010 年	
	抽采量	利用量	抽采量	利用量	抽采量	利用量	抽采量	利用量	抽采量	利用量
河北	4219	2310	4961	2860	5511	3520	5951	4070	6061	4180
山西	59820	34562	104880	71748	107995	76204	127840	80112	151570	120111
内蒙古	2827	1200	3135	1200	3300	1500	3410	1500	3410	1500
辽宁	24497	13510	32517	24878	31133	26171	31846	26384	37770	27339
吉林	1705	330	2184	845	2294	880	2679	1386	3119	1584
黑龙江	6356	2642	8056	3830	9346	4449	10676	5132	10986	5267
江苏	273	150	273	150	273	150	220	150	220	150
安徽	29480	10398	35860	15364	41360	19120	45540	25186	49500	26682
江西	2640	396	3166	475	3960	594	5146	772	6946	1042
河南	11000	2387	15000	12718	22000	27298	30000	39365	35000	48670
湖南	3000	1000	3500	2000	4500	3000	6000	4500	8000	6000
重庆	20632	3536	22492	4097	24551	4645	26856	5560	29601	6704
四川	5926	3792	7586	5656	15055	10401	21237	15822	22774	17054
贵州	68618	14520	78408	16786	87272	20268	93238	19918	104956	21384
陕西	9031	1300	11318	2947	11648	7260	26754	8162	32692	11264
甘肃	2607	1100	2860	1500	3608	3190	4290	3960	4290	3850
宁夏	9020	7216	10395	8835	13200	11880	16500	15675	21500	17300
合计	261651	100349	346591	175889	387006	220530	458183	257654	528395	320081

“十一五”期间，重点建设以下煤矿瓦斯治理与利用示范工程：

1、高瓦斯、高地温、高地压条件下煤层群开采矿井瓦斯抽采与利用示范工程。选择开采煤层群、突出危险性比较严重的矿区，建设安全高效开采的瓦斯综合治理与利用示范工程。开发煤矿瓦斯综合抽采与利用技术，瓦斯抽采率达到 60%以上，瓦斯抽采量达到 5 亿立方米以上；瓦斯利用量达到 4.5 亿立方米，瓦斯发电装机容量达到 10 万千瓦以上；基本控制瓦斯灾害，实现采煤工作面年产原煤 300 万吨以上。

2、无保护层开采条件的严重突出矿井瓦斯抽采与利用示范工程。在无保护层开采条件的严重突出矿区选择示范点，开发煤与瓦斯突出综合防治技术、煤矿瓦斯抽采与民用、发电利用技术。2010 年达到有效控制煤与瓦斯突出灾害，形成一套无保护层开采条件下瓦斯综合治理与利用的技术和管理体系，示范矿区瓦斯抽采量达到 1.5 亿立方米，发电和民用瓦斯利用率 80%以上。

3、自燃发火严重高瓦斯矿井瓦斯抽采与利用示范工程。选择开采厚煤层、自燃发火严重的高瓦斯矿区进行示范，开发顺煤层长钻孔瓦斯抽采技术、采空区瓦斯抽采并有效控制采空区自燃发火的技术、瓦斯民用和发电技术。瓦斯抽采量达到 1.5 亿立方米以上，抽采率达到 60%以上，瓦斯利用率 80%以上，基本控制采空区煤层自燃发火。

4、建设煤矿瓦斯地面、井下综合抽采与利用示范工程。选择高含气量中厚煤层的矿区，示范先抽采煤层气、后采煤炭，井下抽采和地面抽采相结合的开发技术，以及集成、集输、化工等中下游利用技术。实现采煤工作面年产原煤 300 万吨以上，有效控制瓦斯事故，建成年开采煤层气 10 亿立方米的生产能力，瓦斯发电装机容量达到 12 万千瓦。

5、瓦斯抽采与利用的技术研发与装备制造示范工程。选择具有煤矿瓦斯抽采与利用研发制造能力的国内一流企业，建设瓦斯抽采与利用的技术研发与装备制造示范工程。重点开发突出松软煤层瓦斯抽采与治理关键技术、高产工作面瓦斯事故预警系统关键技术、矿井瓦斯高效抽采关键技术和装备等，达到国际先进水平。

四、综合治理煤与瓦斯突出区域

依据全国瓦斯地质图及相关资料，对于受构造挤压、剪切作用极为强烈，Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ类构造煤普遍发育，且厚度占煤层厚度一半以上或成层发育的突出煤层的构造单元，划定为煤与瓦斯严重突出区。如荣巩、登封等煤田(矿区)的突出煤层(表 4-4)。除此之外的煤田(矿区)突出煤层，划定为煤与瓦斯突出区。如阳泉、晋城等煤田(矿区)(表 4-5)。

表 4-4 煤与瓦斯严重突出矿区

	重点区域	平均瓦斯含量(m^3/t)	构造复杂程度	构造煤发育情况	煤层群或单一煤层开采
1	荣巩煤田突出煤层区	8.0 以上	极为复杂	普遍发育	单一煤层为主
2	登封煤田突出煤层区	8.0 以上	极为复杂	普遍发育	单一煤层为主
3	新密煤田突出煤层区	8.0 以上	极为复杂	普遍发育	单一煤层为主
4	涟邵煤田突出煤层区	11.0 以上	极为复杂	普遍发育	煤层群
5	白沙矿区突出煤层区	10.0 以上	极为复杂	普遍发育	煤层群
6	梅田矿区突出煤层区	10.0 以上	极为复杂	普遍发育	煤层群

7	南桐矿区突出煤层区	10.0 以上	极为复杂	普遍发育	煤层群
8	天府矿区突出煤层区	10.0 以上	极为复杂	普遍发育	煤层群
9	中梁山矿区突出煤层区	10.0 以上	极为复杂	普遍发育	煤层群
10	松藻矿区突出煤层区	10.0 以上	极为复杂	普遍发育	煤层群
11	芙蓉矿区突出煤层区	10.0 以上	极为复杂	普遍发育	煤层群
12	乐平矿区突出煤层区	10.0 以上	极为复杂	普遍发育	煤层群
13	英岗岭矿区突出煤层区	10.0 以上	极为复杂	普遍发育	煤层群
14	丰城矿区突出煤层区	10.0 以上	极为复杂	普遍发育	煤层群
15	赣南矿区突出煤层区	10.0 以上	极为复杂	普遍发育	煤层群
16	六枝矿区突出煤层区	13.0 以上	极为复杂	普遍发育	煤层群
17	水城矿区突出煤层区	12.0 以上	极为复杂	普遍发育	煤层群
18	织金矿区突出煤层区	13.0 以上	极为复杂	普遍发育	煤层群
19	桐梓矿区突出煤层区	10.0 以上	极为复杂	普遍发育	煤层群
20	林东矿区突出煤层区	10.0 以上	极为复杂	普遍发育	煤层群
21	淮南矿区突出煤层区	10.0 以上	极为复杂	普遍发育	煤层群
22	焦作矿区突出煤层区	10.0 以上	极为复杂	发育	单一煤层为主
23	宿县矿区东部突出煤层区	10.0 以上	极为复杂	普遍发育	煤层群
24	北票矿区突出煤层区	10.0 以上	极为复杂	普遍发育	煤层群

表 4-5 煤与瓦斯突出矿区

	重点区域	平均瓦斯含量 (m ³ /t)	构造复 杂程度	构造煤发 育情况	煤层群或单 一煤层开采
1	阳泉矿区突出煤层区	10.0 以上	较复杂	较发育	煤层群
2	晋城矿区突出煤层区	10.0 以上	一般	一般	单一煤层为主
3	沁水煤田中的突出矿井	10.0 以上	一般	一般	单一煤层为主
4	宿县矿区西部突出煤层区	10.0 以上	复杂	发育	煤层群
5	临涣矿区突出煤层区	10.0 以上	复杂	发育	煤层群
6	平顶山矿区突出煤层区	10.0 以上	复杂	发育	煤层群
7	安阳—鹤壁矿区突出煤层区	9.0 以上	复杂	发育	单一煤层为主
8	开滦矿区突出煤层区	9.0 以上	复杂	发育	煤层群
9	峰峰矿区突出煤层区	9.0 以上	复杂	发育	单一煤层为主
10	邯郸矿区突出煤层区	9.0 以上	复杂	发育	单一煤层为主
11	下花园矿区突出煤层区	8.0 以上	复杂	发育	煤层群
12	承德矿区突出煤层区	8.0 以上	复杂	发育	煤层群
13	包头矿区突出煤层区	8.0 以上	复杂	发育	煤层群
14	韩城矿区突出煤层区	11.0 以上	复杂	较发育	单一煤层为主
15	铜川-焦坪煤油气共生区	8.0 以上	较复杂	一般	煤层群
16	彬长矿区煤油气共生区	8.0 以上	较复杂	一般	煤层群
17	黄陵矿区煤油气共生区	8.0 以上	较复杂	一般	煤层群
18	石炭井矿区突出煤层区	8.0 以上	较复杂	较发育	单一煤层为主

19	石嘴山矿区突出煤层区	8.0 以上	较复杂	较发育	单一煤层为主
20	乌海矿区突出煤层区	9.0 以上	较复杂	较发育	煤层群
21	桌子山矿区突出煤层区	9.0 以上	较复杂	较发育	煤层群
22	靖远矿区突出煤层区	9.0 以上	较复杂	较发育	煤层群
23	通化矿区突出煤层区	9.0 以上	复杂	发育	单一煤层为主
24	红阳矿区突出煤层区	9.0 以上	复杂	发育	单一煤层为主
25	阜新矿区突出煤层区	9.0 以上	复杂	发育	煤层群
26	抚顺矿区突出煤层区	9.0 以上	复杂	发育	煤层群
27	鸡西矿区突出煤层区	9.0 以上	复杂	发育	煤层群
28	鹤岗矿区突出煤层区	8.0 以上	复杂	发育	煤层群
29	七台河矿区突出煤层区	9.0 以上	复杂	发育	煤层群
30	萍乡矿区突出煤层区	9.0 以上	复杂	发育	煤层群
31	盘江矿区突出煤层区	10.0 以上	复杂	发育	煤层群
32	攀枝花矿区突出煤层区	9.0 以上	复杂	发育	煤层群
33	红茂矿区突出煤层区	9.0 以上	复杂	发育	煤层群
34	恩洪矿区突出煤层区	10.0 以上	复杂	发育	煤层群

煤与瓦斯严重突出区内的生产和在建矿井，必须建立健全瓦斯抽采系统，地面煤层气抽采和井下瓦斯抽采相结合，按照《防治煤与瓦斯突出细则》强化防突措施，将煤层瓦斯压力降到 0.74 兆帕以下，各项指标达到煤层无突出危险后，方可生产。煤与瓦斯突出区内的生产和在建矿井，必须建立健全瓦斯抽采系统，地面煤层气抽采和井下瓦斯抽采相结合，采取合理的防突措施，使突出煤层工作面瓦斯抽采率及各项指标符合《防治煤与瓦斯突出细则》规定的煤层无突出危险后，方可生产。严格执行《产业结构调整指导目录》，在煤与瓦斯突出区域内，严禁新建小煤矿，对不具备条件的现有小煤矿予以清理整顿，依托有瓦斯治理经验、技术和管理基础的大型煤炭企业，实施资源整合、联合改造或委托其管理，提高矿井抗灾能力。

五、推进自主创新

(一)加强基础理论研究和科技攻关

1、开展煤层气高渗富集理论及高渗富集区预测技术研究。主要内容是：煤层的有机质热演化史及煤层气生成机理,煤层的储集机理和煤层储集特征及其演化历史,煤层气的保存历程与保存条件,煤层气赋存与富集机理,煤层气高渗富集规律,煤层气高渗富集区预测理论与预测技术等。

2、煤矿瓦斯赋存流动基本参数的测定原理与方法研究。主要内容是：煤层原始瓦斯压力、瓦斯含量、透气性、节理裂隙发育情况，煤层含水状态，地下水运移对瓦斯抽采的影响，煤层强度对钻进影响等主要参数，对测定的方法、技术和装备进行比较分析。

3、煤矿瓦斯灾害的基础研究项目。主要内容是：煤矿重大灾害事故致因机理及动力学演化过程,采动裂隙场时空演化与瓦斯流动场耦合效应，煤矿瓦斯动力灾害演化机制及地球物理响应规律，瓦斯煤尘爆炸动力学演化及预防机制等。

4、开展先采气、后采煤理论与配套技术研究。主要内容是：煤炭资源与煤层气资源开采的时空配置关系；煤层气地面开发与井下抽采的相互作用；煤层气地面开发与井下抽采的配套技术；先采气、后采煤最佳开发模式；煤与瓦斯共采技术，包括低透气性煤层采动煤岩移动卸压抽采瓦斯技术、原始煤层强化抽采瓦斯技术、采

空区瓦斯抽采技术。

5、开展瓦斯钻采、煤层气钻采工艺与增产技术研究。主要内容是：井下履带行走式大直径长钻孔机及定向钻进工艺；构造发育的软煤层和顶板软岩层的瓦斯抽采钻机及钻进护孔技术；煤层气水平井增产机理与数学模型；煤层气水平井钻进过程中的地质导向设备研发及测量技术；煤层气多分支水平井钻采工艺；煤层气水平井增产技术等。

6、矿井瓦斯灾害预警与控制技术研究。主要内容是：以煤与瓦斯突出、瓦斯爆炸为主的瓦斯灾害预警智能化系统及相关技术研究；瓦斯灾害预测预报新技术与装备研究；矿井高可靠性宽带快速传输综合监控关键技术与装备研究；瓦斯灾害防治技术与装备研究；煤矿应急救援技术与装备研究等。

7.瓦斯利用技术与装备的研发。主要内容是：煤层气高效储运技术研究，主要研究常温中低压瓦斯液化技术、高效 ANG 技术、甲烷水化物储运技术；热电冷联供与矿井降温技术，主要研究热电冷联供瓦斯发电配套技术及设备国产化；低浓度瓦斯与煤混燃发电技术；低浓度瓦斯安全输送与利用技术和装备的研发；矿井风排瓦斯的工业锅炉助燃技术；瓦斯提纯技术和煤层气化工技术等研究。

(二)重点推广应用的技术和装备

1、地面抽采。主要有：多分支水平井钻进技术，欠平衡钻井技术，地面垂直井压裂增高煤层渗透率和扩大高渗透率面积的技术、排水抽采技术、煤层气井压裂裂缝监测技术、煤层气测井技术、煤层气绳索取芯技术等。

2、井下抽采。主要有：原始煤层的顺煤层长钻孔施工、深孔控制预裂爆破提高煤层渗透性技术、石门揭煤预抽煤层瓦斯技术、全液压钻机和大功率移动泵等；采动卸压区抽采瓦斯技术、开采保护层区域治理瓦斯技术；采空区抽采技术，岩石水平长钻孔施工技术。

3、瓦斯利用。主要有：民用瓦斯燃气技术与器具；中低压供气热水和蒸汽瓦斯锅炉应用技术与装备；燃气发电机组发电技术与装备等。

六、建设煤层气长输管网

统筹规划煤层气管线和天然气管网建设。“十一五”期间，规划建设的主要煤层气输气管道 10 条，线路全长 1441 公里，设计总输气能力 65 亿立方米(表 4-6)。

表 4-6 长输管道建设规划

编号	规划管线(起点-终点)	管径(mm)	长度(Km)	压力(MPa)	输气能力(亿 m ³)	投资(亿元)	建设时间
1	沁水—晋城	508	51	4	8	1.4	2006 年
2	端氏-晋城-博爱-(接豫北支线)	426	120	6	10	2.88	2006 年
3	端氏-长治-林州-安阳-邯郸	426	245	6	10	5.88	*
4	松藻-重庆	400	175	1.47	2.3	2.1	2006 年
5	韩城-侯马-临汾	325	180	4	5	3.96	*
6	大宁-吉县-临汾-霍州	325	240	4	5	5.28	*
7	宁武-原平-大盂-太原-寿阳-阳泉	325	300	4	5	6.6	*
8	三交-陕京 2 线	219	70	11	5	1.4	2007 年
9	端氏-八甲口(接西气东输管	426	40	15	10	0.96	2008 年

	线)						
10	保德-陕京线	325	20	7	5	0.44	2008 年
	合计		1441		65.3	30.9	

*：视煤层气开发利用情况进一步论证

第五章 环境影响分析与对策

一、可能对环境的影响

(一)地面抽采

煤层气井、集输站场等施工期间，污染主要来自噪声、扬尘、污水和固体废弃物对周围环境的影响。施工车辆、机械和人员活动产生的噪声对周围的影响是暂时的，施工结束后就会消失。场地平整、管沟开挖、施工机械车辆、人员活动等会造成土壤扰动和植被破坏。工程废水和生活污水对周围环境也会产生一定影响。固体废弃物产生数量不大，经过妥善处理，不会对土壤、植被等环境因素产生破坏性影响。施工结束后及时恢复植被。

煤层气抽采期间，大气污染主要来自于站场排放的烟气，清管作业及放空燃烧产生的烟气，主要污染物有二氧化碳；水污染物来自站场排放的少量废水和生活污水。根据煤层气生产试验井所产出的废水化验资料，COD42.34 毫克/升，悬浮物 30 毫克/升，硫化物 0.10 毫克/升，PH 值 8.64，氨氮 1.419 毫克/升，生产废水各项指标浓度均低于 GB8978-1996《污水综合排放标准》。生活废水中的主要污染物为 NH₃—N 和细菌。站场部分设备运转会产生震动和噪声。

(二)井下抽采

煤层气(煤矿瓦斯)井下抽采装置、地面煤层气(煤矿瓦斯)处理场站及储气等配套设施的建设期间，施工时也会产生一定量的扬尘、污水、噪声和固体废弃物，对生态环境也会产生一定的影响。

煤矿区的煤层气(煤矿瓦斯)井下抽采将会大大降低煤矿内的甲烷含量，减少瓦斯事故发生，提高煤矿安全生产水平，有利于保护矿工的生命安全。但集输场站与地面煤层气集输场站一样，也存在一定的环境影响。

(三)管线输送

煤层气(煤矿瓦斯)输送管线施工期间的环境影响最主要的是生态环境影响。其中包括噪声、污水、扬尘、固体废弃物对土壤、植被、生物及生态系统造成的扰乱。管线建成后，管道、沿途气站会对沿线地区的敏感目标也存在一定的安全隐患和环境风险。

(四)煤层气利用

每年因煤炭开采而向大气排放的煤层气(主要含甲烷)约 150 亿立方米，煤层气(煤矿瓦斯)利用将会大大减少甲烷等温室气体的排放，改善大气环境。

煤层气(煤矿瓦斯)燃烧利用过程中虽然会产生一定量的 NO_x，少量 SO₂ 和微量烟尘，但煤层气替代煤炭的燃烧利用可以大大削减大气污染物排放总量，每年可节约煤炭 2000 万吨，二氧化硫排放减少 75.6 万吨(约占目前排放总量的 3%)，烟尘排放减少 186 万吨，同时还减少了煤灰占地产生的环境问题，避免了煤炭加工、运输时产生的扬尘等大气污染，有利于大气环境的改善。

二、环境保护措施

(一)环境保护



1、煤层气(煤矿瓦斯)开发企业安排专人,负责监测环保指标,监督环境保护措施的落实,协调解决有关问题。同时,加强对职工的环保教育,规范职工行为。

2、对规划建设的项目依法开展环境影响评价,严格执行“三同时”制度。

3、提高管道的焊接质量,减少泄漏事故。对清管作业及站场异常排放的煤层气,应使用火炬燃烧后排放。

4、在选场选站选线过程中必须避开生活饮用水水源地。站场产生的生产、生活污水要经过污水处理系统处理。

5、选用低噪声设备,必要时进行降噪隔声处理。站场周围进行绿化,以控制噪声、吸收大气中的有害气体、阻滞大气中颗粒物扩散。

6、在选场、选站、选线过程中必须避开自然保护区、名胜古迹、林区、经济作物种植区,尽量不占良田,尽量避绕水域、沼泽地。合理规划已有道路至施工现场之间的连接道路,禁止随意开辟道路。管道施工后,尽快进行平整,恢复地貌。

(二)环境监测

1、项目建设前,必须系统监测区域环境质量状况,以便对比分析。

2、应选择一定数量的煤层气井,监测其在钻井、压裂、排采等作业过程对井场及周边生态环境、声学环境、地表水及地下水的影响。

3、应对管道沟两侧 1 米内,以及集输站周围的生态环境进行监测;对压缩站、发电站厂界外 1 公里范围内的声学环境影响进行监测;并对管线两侧各 40 米范围内和压气站场四周 50 米范围内环境风险评价。

4、对煤层气开采井网分布范围内的地下水影响进行评价,并对排污口上游 100 米至排污口下游 4 公里范围内的地表水影响进行评价。

第六章 保障措施

一、加强对煤层气(煤矿瓦斯)开发利用的监管

建立健全煤层气(煤矿瓦斯)开发利用的监管体系,明确政府各有关部门的监管职责,完善立法和制定有关政策,严格勘探开发煤层气企业的技术、资金、管理和人才准入标准,加强对项目核准、价格、质量、安全、环保、信息、标准和公共利益等方面的宏观调控和管理。坚持国家统一规划、总体开发,稳步推进煤层气开发和利用,避免项目一哄而上,防止资源和资金浪费。

二、分类别分步骤推进煤层气产业发展

加大煤层气勘探开发工作力度,开展煤层气资源预测与综合评价研究。具备地面抽采条件的,要尽快实行“先采气、后采煤”,优先在煤与瓦斯突出区域、煤矿安全生产接续区域和开发条件好的煤层气资源富集区域进行地面抽采。制定煤层气含气量安全控制标准,完善以抽定产、以风定产为主要内容的煤矿瓦斯治理行业标准和采煤采气一体化的具体规定。优先支持 45 户重点监控企业建设瓦斯抽采系统;重点扶持瓦斯抽采率低于 40%的矿井改造抽采系统;适当支持重点煤矿新建或改造抽采系统,保障煤矿安全生产,推进煤层气产业健康发展。

三、健全煤层气(煤矿瓦斯)产业发展扶持政策

为促进煤层气产业发展和煤矿瓦斯抽采利用,积极争取出台有关政策:

煤层气开发和煤矿瓦斯抽采利用项目建设用地,按国家有关规定予以优先安排;

对地面直接从事煤层气(煤矿瓦斯)勘查开采的企业,2020 年前可按国家有关规定申请减免探矿权使用费和采矿权使用费;

对煤层气(煤矿瓦斯)抽采利用技术改造项目所需进口的设备、仪器、零附件及专用工具, 实行进口税收优惠政策;

煤层气(煤矿瓦斯)抽采利用设备可在基准年限基础上实行加速折旧, 折旧资金在企业成本中列支;

抽采利用煤层气(煤矿瓦斯)作主要原料生产的产品, 2020 年前实行增值税即征即退;

抽采煤矿瓦斯并利用其作主要原料生产产品的所得, 自获利年度起免征所得税五年。允许企业按当年实际发生的技术开发费用的 150%抵扣当年应纳税所得额;

煤矿企业利用煤矿瓦斯发电, 可自发自用; 多余电量需要上网的, 由电网企业优先安排上网销售, 上网电价执行国家批准的上网电价或执行当地火电脱硫机组标杆电价。

四、建立健全煤层气产业技术支撑体系

逐步建立健全以企业为主体、市场为导向、产学研相结合、适合我国煤层气勘探开发、抽采利用的技术体系。加强国家认定企业技术中心建设, 通过政策鼓励和自主创新激励机制, 推进企业开展煤层气(煤矿瓦斯)开发利用技术创新, 攻克技术难关。加快建设煤矿瓦斯治理国家工程研究中心和煤层气开发利用国家工程研究中心, 实施煤矿瓦斯治理与利用工程实验室计划, 形成自主创新网络体系和集成系统, 坚持技术引进和自主开发相结合, 加强对引进技术的消化吸收和再创新。

五、深化煤层气开发利用体制和机制改革

强调资源国家所有, 改革煤层气开发体制和机制, 吸引各类投资者参与煤层气开发利用, 最大限度地调动各方面的人力、财力和物力, 推动煤层气产业发展。建立煤层气开发利用的利益协调机制, 调动地方的积极性。鼓励大型企业参与煤层气的勘探开发和利用。适当引入竞争机制, 鼓励外商投资煤层气资源的风险勘探、煤矿瓦斯抽采利用、煤层气技术合作及基础设施建设等项目。制定对外合作监管办法, 健全并严格执行退出机制, 对投资不足的合同及时终止执行。

六、建立煤层气开发利用人才培养和学术交流基地

鼓励高校与国家级研发基地相结合, 在国家和用人单位共同投入的机制下, 建立高层次研发人才培养、继续教育、学术交流基地, 为促进煤层气产业发展提供人才支撑。

七、统筹规划天然气和煤层气(煤矿瓦斯)管网建设

根据资源分布和市场需求, 统筹规划煤层气和天然气管网建设, 兼顾两种资源管输要求和未来区域资源输出需要。国家制定煤层气质量标准, 鼓励煤层气接入天然气管网, 扩大煤层气消费范围。按照就近利用与余气外输相结合的原则, 支持地方和企业加快煤层气专用网管建设。

八、促进煤层气和煤炭资源协调开发

坚持采煤采气一体化, 依法清理并妥善解决煤炭和煤层气矿业权交叉问题。凡新设探矿权, 必须对煤炭、煤层气资源综合勘查、评价和储量认定。凡煤层气含量高于国家规定标准并具备地面开发条件的, 必须统一编制煤炭和煤层气开发利用方案, 优先选择进行地面煤层气抽采, 促进煤层气和煤炭资源协调开发。

名词解释

煤层气: 赋存在煤层中以甲烷为主要成分、以吸附在煤基质颗粒表面为主、部分游离于煤孔隙中或溶解于煤层水中的烃类气体。

煤矿瓦斯：从井下煤、岩体内涌出的、以甲烷为主的有害气体总称。煤矿瓦斯的成份比较复杂，除甲烷(占 80~90%)外，还含有重烃类(乙烷、丙烷)、二氧化碳、氮气和一些稀有气体，个别矿井还含有氢气，一氧化碳或硫化氢。

煤层气可采资源量：在特定的时间估算的已经探明(包括已经采出)和尚未探明的、在未来可预见的经济技术条件下可以采出的煤层气资源总量。煤矿区煤层气可采资源量包括抽采消耗资源量和剩余可采资源量。

煤层气探明地质储量：查明了煤层气藏的地质特征、储层、及其含气性的展布规律和开采技术条件(包括储层物性、压力系统和气体流动能力等)；通过实施小井网和/或单井试验或开发井网证实了勘探范围内的煤层气资源及可采性。煤层气资源的可靠程度很高，储量的可信系数为 0.7~0.9。

煤层含气性：一般指煤层中含有甲烷等气体的特性，常用含气量、甲烷浓度、资源丰度和含气饱和度四个基本要素加以评价，它是煤层气资源评价的首要基础。

煤层含气量：煤层在地层条件下所含的煤层气的总量，包括逸散量(样品放入解吸罐前释放出的气体体积)、解吸量(样品从解吸罐释放出的气体体积)和残余量(解吸终止时仍残留在煤样中的气体体积)。

储层压力：是指作用于煤孔隙-裂隙空间内的流体压力，故又称为孔隙流体压力。

渗透性：裂隙系统在一定压力差下，允许流体(水、气、油)通过的性质，渗透性的大小用渗透率表示。煤的渗透性是对煤层气勘探开发项目成败影响最大的储层特征参数之一。

毫达西：渗透率常用单位，符号为 mD。 $1\text{mD}=0.987\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$ (平方微米)。

煤层气资源丰度：对于特定的地质单元，单位面积内的煤层气的地质资源量，单位一般采用 $108\text{m}^3/\text{km}^2$ 。

含气盆地(群)：含煤层气盆地(群)的简称，是煤层气区划的二级单元。含气盆地是煤层气形成与赋存的基本地质构造单元，包括有明显边界的原型盆地和边界不易确定的残余盆地(群)。其中，原型盆地指在稳定的大地构造环境中形成，长期持续下沉，较少受到后期改造作用的盆地；残余盆地群，指形成早，在其后的地质历史中受到强烈剥蚀、变形并且叠加、深埋等改造作用的盆地(群)。