

## 附件 3

# 煤炭工业生态环境保护与污染防治技术政策 (征求意见稿) 编制说明

项目名称：煤炭工业生态环境保护与污染防治技术政策

项目统一编号： 1682

项目承担单位：中煤国际工程集团北京华宇工程有限公司  
中国矿业大学（北京）

编制组主要成员： 麦方代、何绪文、章丽萍、秦红正、王岁权、崔  
艳

项目管理负责单位及负责人：何连生

技术处项目负责人： 许丹宇

## 1. 项目背景

### 1.1 任务来源

中国是世界煤炭生产大国，煤炭工业是关系国家经济命脉和能源安全的重要基础产业。随着我国煤炭工业的快速发展，煤炭大规模的开采和利用对矿区生态、地下水资源的破坏和环境污染日趋严重，为有效防治煤炭开采和洗选加工过程造成的生态损害和环境污染，促进煤炭工业污染防治和生态保护的技术进步，环境保护部于 2009 年 6 月下达了编制《煤炭工业生态环境保护与污染防治技术政策》计划任务书（《2009 年国家环境标准计划任务书》项目统一编号 1682），委托中煤国际工程集团北京华宇工程有限公司承担编制任务。又于 2010 年 1 月下达了编制《煤炭开采和洗选业污染防治技术政策》计划任务书（《2010 年国家环境标准计划任务书》项目统一编号 xxx），委托中国矿业大学（北京）承担编制任务。

### 1.2 主要工作过程

计划任务书签订后，中煤国际工程集团北京华宇工程有限公司和中国矿业大学（北京）参照环境保护部（原国家环境保护总局）2006 年颁布的《国家环境保护标准制修订工作管理办法》的要求，分别开展了《技术政策》的编制工作。包括：对我国煤炭行业的发展状况和环境影响问题开展了全面的调研；分析了目前国内外煤炭行业相关政策、法规、标准、技术规范及技术政策的现状及发展趋势；重点结合国内已经发布实施的标准和技术政策，对我国煤炭行业污染防治工程设计、建设现状、设施运营管理现状，以及煤炭开采生态综合整治措施及其效果等进行了详细的调研。在以上调研和分析的基础上，编制完成了《技术政策》开题报告、初稿、征求意见稿，并召开了开题论证会、技术研讨会，反复征求了行业专家的意见。主要工作过程如下。

#### （1）现场调研考察

接受任务后，中煤国际工程集团北京华宇工程有限公司和中国矿业大学（北京）分别开展了现场调研考察工作。针对我国不同地区煤炭资源的禀赋、开发和环境影响特点，分别对我国东、中、西部若干大型煤炭生产矿井和露天矿的开采

情况、环境影响、污染治理技术和设施运行、管理等情况进行了广泛深入的调查研究。调查企业包括神华集团，中煤集团，山西潞安、晋城、阳泉、焦煤等集团，冀中能源集团，开滦矿业集团，淮南矿业集团，黑龙江龙煤集团等。

#### (2) 完成《技术政策》开题报告和初稿

中煤国际工程集团北京华宇工程有限公司于 2010 年 3 月编制完成了《煤炭工业生态环境保护与污染防治技术政策》的开题报告和初稿，2010 年 4 月 29 日，环境保护部科技标准司在北京组织召开了《煤炭工业生态环境保护与污染防治技术政策》开题报告专家论证会，参加会议的包括中国煤炭加工利用协会、中国国际咨询公司、中国矿业大学、环境保护部环境工程评估中心、中国神华集团、北京市环境科学研究院、内蒙古环境科学研究院等单位的代表和专家。会议期间，与会专家提出了许多具体修改意见，编制组对此给予了充分重视，并在后续的工作中逐一进行了落实。

中国矿业大学（北京）于 2010 年 12 月编制组完成了《煤炭开采和洗选业污染防治技术政策》的开题报告和初稿，2010 年 12 月 21 日，环境保护部科技标准司在北京组织召开了《煤炭开采和洗选业污染防治技术政策》开题报告专家论证会，参加会议的包括中国煤炭加工利用协会、中煤国际工程集团北京华宇工程有限公司、清华大学、中科院地理科学与资源研究所、煤炭科学研究总院煤化工分院、中国煤炭综合利用集团公司、汾西矿业集团、环境保护部环境工程评估中心等单位的代表和专家。会议期间，与会专家提出了许多具体修改意见，编制组对此给予了充分重视，并在后续的工作中逐一进行了落实。

#### (3) 召开技术研讨会、征求专家意见

2012 年 7 月 18 日，环境保护部科技标准司在北京组织召开了《煤炭开采和洗选业污染防治技术政策》中期研讨会，参加会议的包括中煤国际工程集团北京华宇工程有限公司、中国地质大学、中国煤炭综合利用集团公司、煤炭科学研究总院煤化工分院、北京矿业研究总院、中国神华集团等单位的代表和专家。会议期间，与会专家对《技术政策》征求意见稿有关内容提出了许多具体的修改意见。

#### (4) 召开编制单位协调统一会议

2012 年 11 月 27 日，环境保护部科技标准司在北京组织中煤国际工程集团北京华宇工程有限公司和中国矿业大学（北京）两家编制单位召开《技术政策》

编制协调统一，会议决定，将《煤炭工业生态环境保护与污染防治技术政策》和《煤炭开采和洗选业污染防治技术政策》合并为一部《技术政策》，名称确定为《煤炭工业生态环境保护与污染防治技术政策》，编制工作中煤国际工程集团北京华宇工程有限公司和中国矿业大学（北京）组成编制组共同完成。

#### （5）完成《技术政策》征求意见稿及编制说明

根据 2012 年 11 月环保部科技司协调会议精神，中煤国际工程集团北京华宇工程有限公司和中国矿业大学（北京）组成了编制组，召开了《技术政策》统一编制内容协调研讨会，会议对原两家编制的技术政策内容进行了逐条研究分析，在原编制内容的基础上，进一步开展了深入的修改完善工作，并重点补充完善了生态保护技术政策的有关内容，于 2013 年 12 月完成了《技术政策》（征求意见稿）及其编制说明。

## 2. 我国煤炭工业发展概况及主要环境影响

### 2.1 我国煤炭资源概况

根据全国第三次煤炭资源预测结果，我国埋深在 2000m 以浅的预测煤炭资源量为 55697 亿 t，截至 2012 年底，累计探明资源量 14200 亿 t，仅次于美国和俄罗斯，居世界第三位。从煤炭资源分布情况看，我国煤炭资源除上海以外其它各省区均有分布，但分布极不均衡，主要分布于昆仑-秦岭-大别山以北地区，大致以昆仑-秦岭-大别山一线以北的我国北方省区煤炭资源量之和为 51842.82 亿 t，占全国煤炭资源总量的 93.08%；其余各省煤炭资源量之和为 3854.67 亿 t，仅占全国煤炭资源总量的 6.98%。在昆仑-秦岭-大别山以北地区探明保有资源量占全国探明保有资源量的 90%以上；而这一线以南探明保有资源量不足全国探明保有资源量的 10%。显然，我国煤炭资源在地域分布上存在北多南少的特点。

在预测的煤炭资源储量中，褐煤资源量 3194.38 亿 t，占我国煤炭资源总量的 5.74%，主要分布于内蒙古东部、黑龙江东部和云南东部；低变质烟煤（长焰煤、不粘煤、弱粘煤）资源量 28535.85 亿 t，占全国煤炭资源总量的 51.23%，主要分布于我国新疆、陕西、内蒙古、宁夏等省区，甘肃、辽宁、河北、黑龙江、河南等省低变质烟煤资源也比较丰富，成煤时代以早、中侏罗世为主，其次是早白垩世、石炭二叠纪；中变质烟煤（气煤、肥煤、焦煤和瘦煤）资源量为 15993.22

亿 t，占全国煤炭资源总量的 28.71%，主要分布于华北石炭二叠纪和华南二叠纪含煤地层中；高变质煤资源量为 7967.73 亿 t，占我国煤炭资源总量的 14.31%，主要分布于山西、贵州和四川南部。

与国外主要采煤国家相比，我国煤炭资源开采条件属中等偏下水平，可供露天矿开采的资源极少，除晋陕蒙宁和新疆等省区部分煤田开采条件较好外，其他煤田开采条件较复杂。煤层构造具有明显的分区性。从分布面积和区域看，以中等和复杂构造为主，多数地区构造复杂，简单构造类型的煤矿主要分布在晋陕蒙宁和新甘青藏规划区。

## 2.2 我国煤炭工业发展现状

我国是世界最大的煤炭生产国和消费国，煤炭在我国一次能源生产和消费总量中所占的比例一直保持在 70%左右，而且在未来相当长的历史时期内，我国的能源结构仍将是煤为主。2012 年，我国煤炭产量为 36.5 亿 t，煤炭消费量 35.1 亿 t，占世界煤炭生产总量的 47.5%和消费总量的 50.2%。新中国成立以来到 2012 年的 63 年间，全国生产煤炭总量 576.56 亿 t，1990-2012 年的 22 年间生产煤炭量为 423.44 亿 t。

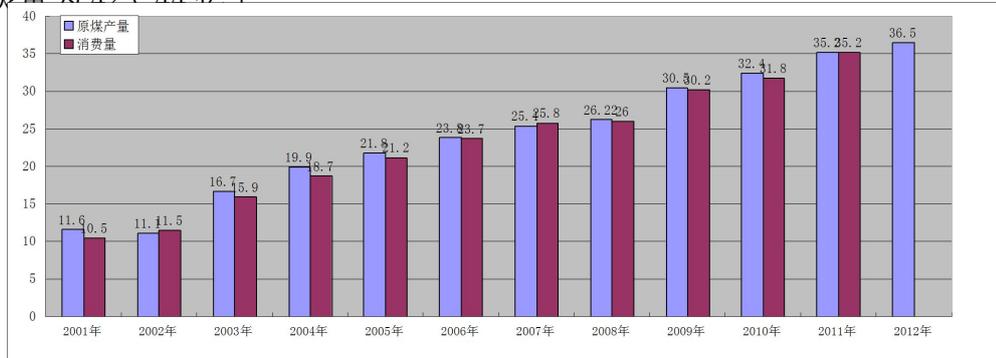


图 1 我国煤炭资源产量与消费量趋势图

据 2013 年初中国煤炭工业协会通报，目前全国规模以上煤炭企业数量降到 6200 家，同比减少 1500 家。山西煤矿企业减至 130 家，平均单井规模 100 万 t。与此同时，神华、中煤、同煤、山东能源、冀中集团、陕西煤业化工、山西焦煤

等 7 家企业原煤产量超过亿吨，总产量占全国的 28%。在淘汰落后产能方面，2012 年全国关闭小煤矿 628 处，技改提升小煤矿 662 处，兼并重组小煤矿 388 处，淘汰落后产能 9780 万 t。随之而来的是行业集中度不断提高。2012 年我国煤炭产量 36.5 亿 t，全国前 8 家煤炭企业产量占总产量的 30.2%，同比增加 3.2%。

根据《煤炭工业发展“十二五”规划》，到 2015 年，我国煤炭产能达到 41 亿 t，煤炭产量控制在 39 亿 t 以内；总体开发布局为控制东部、稳定中部、开发西部，东部煤炭产量控制在 5 亿 t 以内，中部煤炭产量占 35%，西部煤炭产量增量占 65%。重点是：大力推进煤矿企业兼并重组，淘汰落后产能，发展大型企业集团，提高产业集中度，提升安全保障能力，有序开发利用煤炭资源，有效保护矿区生态环境。通过兼并重组，全国煤矿企业数量控制在 4000 家以内，平均规模提高到 100 万 t/a 以上；加快陕北、黄陇、神东、蒙东、宁东、新疆煤炭基地建设，稳步推进晋北、晋中、晋东、云贵煤炭基地建设；形成 10 个亿 t 级、10 个 5000 万 t 级大型煤炭企业，煤炭产量占全国的 60%以上。采煤机械化程度达到 75%以上，安全高效煤矿产量 25 亿 t，占全国的 60%以上；原煤入洗率达到 65%以上。

## 2.3 我国煤炭工业发展中存在的主要问题

目前我国煤炭资源开发利用中的问题主要表现在以下几个方面：

(1) 资源支撑难以为继。我国煤炭人均可采储量少，仅为世界的三分之二；开发规模大，储采比不足世界平均水平的三分之一；资源回采率低，部分大矿采肥丢瘦、小矿乱采滥挖，资源破坏浪费严重；消费量大，约占世界的 48%。资源开发和利用方式难以支撑经济社会长远发展。

(2) 生产与消费布局矛盾加剧。东部煤炭资源日渐枯竭，产量萎缩；中部受资源与环境约束的矛盾加剧，煤炭净调入省增加；资源开发加速向生态环境脆弱的西部转移，不得不过早动用战略后备资源。北煤南运、西煤东调的压力增大，煤炭生产和运输成本上升。

(3) 整体生产力水平较低。采煤技术装备自动化、信息化、可靠性程度低，采煤机械化程度与产煤先进国家仍有较大差距。装备水平差、管理能力弱、职工素质低、作业环境差的小煤矿数量仍占全国的 80%。生产效率远低于产煤先进国

家水平。

(4) 安全生产形势依然严峻。煤矿地质条件复杂，瓦斯含量高，水害严重，开采难度大，开采深度超过 1000 米的矿井 39 对。占三分之一产能的煤矿亟需生产安全技术改造，占三分之一产能的煤矿需要逐步淘汰。重特大事故尚未得到有效遏制，煤矿安全生产问题突出。

(5) 煤炭开发利用对生态环境影响大。我国煤炭资源富集地区也是生态环境承载能力相对较低的地区。近 90% 的煤炭资源分布在大陆性干旱、半干旱气候带，这些地区植被覆盖率低，水土流失和土地荒漠化十分严重，生态环境十分脆弱。随着矿区开采强度的不断加大，大面积地表沉陷和挖损对矿区生态环境破坏、水资源破坏、瓦斯排放、煤矸石堆存等环境问题更加严重，煤炭利用排放大量二氧化碳等有害气体，应对气候变化压力大。

(6) 行业管理不到位。行业管理职能分散、交叉重叠，行政效率低。资源开发秩序乱，大型整装煤田被不合理分割，不少企业炒卖矿业权，部分地区片面强调以转化项目为条件配置资源，一些大型煤炭企业资源接续困难。准入门槛低，一些不具备技术和管理实力的企业投资办矿，存在安全保障程度低等问题。

## 2.4 煤炭开采与洗选加工主要环境影响

煤炭资源开采、洗选与利用过程中将不可避免的造成大气环境、水环境、声环境及固体废物污染，同时，煤炭地下开采会造成地表沉陷变形、露天开采直接挖损、占压土地，进而对生态环境、地下水资源造成影响；煤炭开采沉陷还会对地面构筑物、道路、铁路等基础设施造成破坏，引发不同程度的村庄搬迁，对当地居民的生产、生活造成一定影响。

### (1) 煤炭开采与洗选加工的主要环境影响

#### 1) 生态环境影响

我国煤炭开采以井工开采为主，井工开采的产量占全国煤炭产量的 95% 以上。井工煤矿开采生态环境影响主要诱发因素为地表沉陷，由于地表沉陷的渐进性，导致生态环境影响的累积性。在我国东部平原高潜水位地区煤炭开采地表沉陷将造成地表大面积整体沉陷，形成积水区，使耕地面积减少、景观格局改变，由于东部地区人口稠密、土地资源稀缺，该区生态环境影响对经济发展的主要制

约作用表现为建设用地与耕地面积减少，土地资源成为经济发展的主要瓶颈。我国中西部地区煤炭开采沉陷导致地形地貌改变、土壤侵蚀加剧，水土流失严重，土地生产力降低。尤其对于西部干旱半干旱生态脆弱矿区，地表沉陷改变植物立地条件，导致植被退化、土壤沙化，对我国西部生态可持续发展造成一定的威胁。据不完全统计，我国开采万吨原煤造成土地塌陷面积平均达 0.20~0.033 hm<sup>2</sup>，每年因采煤破坏的土地以 3~4 万 hm<sup>2</sup> 的速度递增。

## 2) 水环境污染

煤炭开采过程中将排出矿井水、矿坑水，煤炭洗选加工过程会排放煤泥水，煤矿工业场地会产生一定的生产废水和生活污水，这些废污水外排将对地表水环境造成影响。

矿井水是由于采矿活动造成采动区域及其周边区域水文地质系统与水文地质单元隔水构造的破坏，从而改变了地下水及地表水径流方向和途径，最终在采空区域采动场所汇集并在汇集过程中因物化作用与时间效应遭受污染交替性差的水体。煤矿矿井水的水质受到水文地质条件、水动力、地质化学、矿床地质构造条件和开采条件的影响。在采矿过程中，地下水与煤层、岩层接触，加上人类生产活动的影响，发生了一系列的物理、化学和生化反应，其水质与普通地表水的水质有明显的差异，具有显著的煤炭行业特征。按照污染物特征，可将矿井水分为含悬浮物矿井水、高矿化矿井水（又称矿井苦咸水）、酸性矿井水和特殊污染物矿井水 4 类。矿井水是煤炭生产过程中排放量最大的废水，2010 年全国煤炭产量达到 32.4 亿 t，煤矿矿井水排放量约 61 亿 m<sup>3</sup>，利用量 36 亿 m<sup>3</sup>，利用率提高到 59%。根据《煤炭工业发展“十二五”规划》，预计 2015 年，我国矿井水产生量 70.92 亿 m<sup>3</sup>，利用量 54 亿 m<sup>3</sup> 左右，利用率 75%。

## 3) 大气环境污染

煤炭行业大气环境影响主要发生于煤炭破碎、筛分和储运环节无组织煤尘扬散，露天矿采掘场、排土场扬尘，煤炭企业燃煤锅炉烟尘和二氧化硫大气污染物排放等。目前大型矿井的地面生产系统煤炭转载输送都是封闭的，但储煤场多数都是露天的，尤其是一些老煤矿井，在风力作用下，露天煤堆会产生大量的粉尘，对周围环境造成严重污染。

煤矿生产过程中要向空气中排放大量的瓦斯气体，瓦斯的主要成分为甲烷，

既是一种清洁能源又是典型的温室气体，所产生的温室效应是二氧化碳的 21 倍。煤矿瓦斯排放分为两种，一种是在煤矿生产过程中通过地面或井下抽采出的瓦斯，另一种是通过大量通风从风井排放的瓦斯（称为矿井乏风瓦斯），目前我国煤矿每年向大气排放瓦斯约 200 亿  $\text{m}^3$ ，占到了世界采煤瓦斯排放量的 45%，其中，150 多亿  $\text{m}^3$  通过煤矿乏风排入大气，既浪费了有限的不可再生资源，又对环境造成了很大破坏。

#### 4) 声环境污染

煤炭开采与洗选加工过程的噪声污染主要来自于各种机电设备噪声，根据噪声产生的地点不同，分为井下噪声和地面噪声。井下噪声源主要来自凿岩、放炮、采煤等所用的各种机电设备，由于煤矿井下工作场所狭小，噪声得不到有效扩散，再与岩壁、煤壁等反射的噪声叠加，致使统一机电设备井下作业噪声比地面高 5-6dB，采选声环境污染主要为地面设施运行噪声。地面噪声源主要集中在矿井通风机、提升机、鼓风机等。煤矿噪声具有强度大，连续声源多等特点。

#### 5) 固体废物污染影响

煤炭开采和洗选过程产生的固体废物主要为矿井掘进矸石、选煤厂洗选矸石、露天矿剥离土岩等。煤矸石是煤矿生产排放量最大的固体废物，也是我国工业固体废物中产生量和堆积量最大的固体废物，煤矸石每年排放量占当年煤炭产量的 10%-15%。近年来，我国平均每年排放煤矸石约 3.0 亿 t，压占土地面积 300-400 $\text{hm}^2$  以上。初步统计，我国现有煤矸石山 1600 余座，矸石堆积量已超过 60 亿 t，占地 70000 $\text{hm}^2$  以上，形势相当严峻。以山西省为例，煤矸石累计堆积量高达 10 多亿 t，形成了 300 多座矸石山，随着煤炭产量的高速增长，每年新增煤矸石约 8000 万 t。煤矸石堆积占用大量土地，侵蚀大片良田；风化后扬尘危及周边大气环境；矸石淋溶水经地面径流和下渗，所含的硫化物和重金属元素严重污染地表水体、土壤和地下水源；长期堆存时，经空气、水的综合作用，产生一系列物理、化学和生物变化，发生自燃而释放包括  $\text{SO}_2$  在内的大量有害有毒气体，污染大气环境。

### (2) 不同煤炭开发区域环境影响特点

由于环境特征存在较大差异，煤炭开发造成的生态影响也各具特点。

#### 1) 东部煤炭开发区

我国东部的重点煤炭开发区大部分位于冲积平原区，如河南、鲁西、两淮、冀中煤炭基地以及东北三江平原区等，这些地区地形平坦开阔，地下潜水位较高，耕地面积广阔，土地肥沃，以基本农田为主，且有相当数量的基本田保护区，村庄人口密集。煤炭开采突出的环境问题是造成大面积地表整体沉陷并形成积水区，使农田耕地丧失、水利设施破坏，粮食减产或绝产，村庄搬迁，人口迁移等，对农业生产和社会经济带来较大影响。

采用各种矸石充填井下采空区或地表沉陷区技术、土壤改良技术，在被破坏的土地上发展和建立生态经济良性循环、协调发展的现代集约型农业，结合社会主义新农村建设制定合理可行的被破坏村庄的搬迁和移民安置规划，妥善解决当地老百姓的生产生活问题，是东部煤炭开发区解决煤炭开采与耕地破坏之间矛盾的发展方向。

## 2) 西北部煤炭开发区

我国西北的大部分煤炭规划区（包括中部的晋北矿区）位于生态环境十分脆弱、水资源严重缺乏的地区，这些地区属半干旱大陆性气候的黄土高原或荒漠草原地貌。如陕北和蒙西地区，大部分地区沟壑纵横、梁峁起伏，地形复杂，植被稀少、土地沙化、大气降雨量稀少、气候干旱，是我国水土流失最严重的地区。煤炭开采带来的突出环境问题是地下水资源的严重破坏和流失。地下水位下降、水源枯竭，造成当地老百姓人畜用水困难，加剧水土流失和土地荒漠化程度，使原本极其脆弱的生态环境进一步恶化。又如甘肃、青海、新疆、宁东基地大部分位于荒漠草原地区，干旱、缺水，荒漠化趋势严重是该地区的主要环境特征，煤炭开采带来的主要环境问题是地下水资源的破坏，水土流失和沙丘活化、荒漠化程度加重等。

研究推广保水采煤技术，保护性开采西北地区的煤炭资源，坚持水土保持、防沙治沙与矿区建设方案同步规划、同步实施，工程措施和生物措施并举，推广矿井水的资源化处理和利用，缓解矿区缺水的严重状况，是促进该地区持续、稳定、健康发展的主要方向。

## 3) 西南部煤炭开发区

我国西南部云贵基地以喀斯特地貌为主，气候温和润湿、降雨量充沛。煤炭开采环境影响主要表现为采空区易诱发山体滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害，此

外该地区煤炭含硫量较高。

对于云贵开发区，应结合地质灾害预测结果提出重点沉陷影响预防区和防治措施，避免由于煤炭开采诱发山体滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害。此外，需限制高硫、高砷煤的开采和利用。

### 3. 《技术政策》制定的必要性分析

#### 3.1 国内相关技术政策研究

##### (1) 国内产业政策和技术政策研究进展

为贯彻落实《国务院关于促进煤炭工业健康发展的若干意见》（国发〔2005〕18号），严格产业准入，转变发展方式，推动产业结构优化升级，提高生产力水平，保障生产安全，提高资源利用率，加强环境保护，促进煤炭工业健康发展，国家发展和改革委员会制定了《煤炭产业政策》，于2007年11月23日发布。该产业政策发布以来，对调整煤炭产业结构、加快转变煤炭工业发展方式、推动煤炭工业健康发展发挥了积极作用。由于产业政策随煤炭开采、洗选与综合利用技术发展而发展的阶段性特征，为适应煤炭工业发展形势变化，进一步推进煤炭工业科学发展，保障国家能源安全，国家发展改革委、国家能源局组织编制了《煤炭产业政策》（修订稿）并于2013年初向社会公开征求意见。修订版煤炭产业政策相比2007版技术政策在环境保护与污染防治角度主要表现在以下几个方面：一是强调控制规模，控制东部开发强度，稳定中部生产规模，加强西部资源勘查开发。山西以整合煤矿升级改造为主，适度新建大矿；东部以建设接续煤矿为主，限制1000米以深新井建设；新疆基地实行保护性开发。二是制定了煤炭企业最低规模标准，山西、内蒙古、陕西北部等地区煤矿企业规模不低于300万t/a，福建、江西、湖北、湖南、广西、重庆、四川等省（自治区、直辖市）不低于30万t/a，其他地区不低于60万t/a。三是明确提出“控制大中型城市煤炭直接燃用量”。因地制宜实施井下洗选；推广实施矸石等充填开采工艺，减少采煤引起的地表沉陷；鼓励企业实施碳汇林工程；支持洁净煤技术与装备的研发与应用。

《煤炭工业发展“十二五”规划》单列“环境影响评价”一章，并提出预防和减轻环境影响的对策主要包括：依靠技术进步，采用井下充填、以矸换煤、保

水开采等新工艺和新技术，优化设计，减轻对地表水和地下水的破坏，减少煤矸石和矿井水产生量以及采煤引起的地表沉陷等。加强煤矸石、煤泥、煤层气（煤矿瓦斯）等综合利用发电，充分利用煤矸石和粉煤灰等生产新型建材，大力发展井下采空区和地面沉陷区煤矸石充填。加强矿井水综合利用和达标排放，选煤厂全部实现煤泥水闭路循环。

### （2）其他相关产业政策和技术政策

除此之外，我国煤炭行业发展相关技术政策主要集中在资源综合利用、清洁生产、污染防治等方面，散见于不同技术政策中，如《产业结构调整指导目录》（2011 本）、《国家能源局关于促进低热值煤发电产业健康发展的通知》（国能电[2011]396 号）、《特殊和稀缺煤类保护性开发利用暂行规定》、《国务院办公厅关于进一步加快煤层气（煤矿瓦斯）抽采利用的意见》（国办发[2013]93 号）、《煤矸石资源综合利用技术政策要点》、《中国资源综合利用技术政策大纲》、《煤层气产业政策》、《煤矿矸石山灾害防范与治理工作指导意见》、《煤矿充填工作开采指导意见》、《关于开展生态补偿试点工作的指导意见》、《国家鼓励发展的资源节约综合利用和环境保护技术》（国家发改委公告[2005]第 65 号）、《煤层气（煤矿瓦斯）开发利用“十二五”规划》、《页岩气发展规划（2011-2015 年）》、《煤炭工业发展“十二五”规划》、《国家发改委大宗固体废物综合利用实施方案》、《煤矿瓦斯抽采达标暂行规定》（安监总煤装〔2011〕163 号）等。

### （3）煤炭工业生态保护与污染防治技术政策研究进展

2005 年 9 月，环境保护总局、国土资源部、卫生部颁布了《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》，该技术政策对矿产资源开发规划与设计、矿山基建、采矿、选矿和废弃地复垦等阶段的生态环境保护与污染防治均提出了基本技术要求，从环境保护与污染防治角度对煤炭行业准入、结构调整、资源综合利用等起到了积极的促进作用。但由于该技术政策是基于固体矿产资源开发利用的综合性政策，对于煤炭行业污染防治与生态环境保护缺乏一定的针对性。到目前为止，我国还没有一部专门针对煤炭开采与洗选行业生态保护与污染防治的技术政策。

## 3.2 国外生态环境保护政策研究

能源问题是当今世界关注的焦点，各国各地区都在加紧制定各自的能源政

策以维护能源安全，能源政策对于各国具有特别重要的意义。满足国家能源需求，重视矿业的基础性地位。一些国家把煤炭列入战略性资源，实施优惠政策，确保煤炭工业健康发展；部分产煤国，对开采条件差、成本高的煤矿，给予高额的补贴。同时，建立了完善、健全的法制体系，各项政策、法制与体制建设相配套，规范煤炭的生产和建设，促进煤炭产业健康发展，效果明显。在产业和环境政策方面，国外十分重视煤矿安全和职业健康、重视矿山环境保护。对资源开发实行全过程动态管理，政策充分考虑了投产、达产、减产和衰老全过程不同阶段的特点。资源有偿使用和资产化管理，依法开采和实施环境保护，坚持谁破坏，谁治理。同时，对煤炭行业科技创新及转化给予大力支持，除对煤炭行业先进技术开发给予大力支持外，对洁净技术及煤的转化技术发展前景给予了极大的关注，并在经济方面给予了特殊的支持，把这些方向性的问题作为能源一次革命性的变革对待。

如美国、欧洲等国家实施严格的矿山生态恢复、改善环境的政策，取得了良好的效果。以美国为例，美国联邦政府根据法规对煤炭资源开采企业进行环保监督和管理。对煤炭资源开发和利用有较大影响的法规主要有：1977年颁布的《露天开采控制与复田法》、《1990年污染预防法》、《洁净空气法》、《水污染控制法》、《固体废物处理法》、《国家环境政策法》、《濒危物种法》、《联邦土地政策与管理法》和1990年颁布的《洁净空气法修正案》。其中《露天开采控制与复田法》和《洁净空气法修正案》是对美国煤炭资源开采影响最大的环保法规。《露天开采控制与复田法》对凡没有按法规要求编制复田设计的矿田不准开采作了严格规定。露天煤矿采后要恢复原来的地貌，如地形、表土层、水源、动植物生态环境等。对井工煤矿开采要求是：防止地面下沉；不再使用的井口要封闭；矸石尽量回填井下；矸石山保持稳定等。该法规还规定：煤矿主在开采前须交纳复田保证金，保证金数额须足以支付预计的全部复田费用，具体由州环保局确定。复田保证金待复田后按一定程序归还矿业主。对不按计划复田者给予罚款或刑事处罚。在煤炭利用方面，为加强对环境的保护，美国于1963年颁布实施了《洁净空气法》，后经1970年、1977年和1990年三次修改。前两次主要修改与燃煤电站及工业燃煤设备有关的煤炭燃烧方面的条文，第三次修订了现行以健康为依据的空气污染控制方针，增添了以技术为依据的各种有害物排放标准，制定了改善

环境空气质量的目標和時間表。為實施新法，美國每年需投入 50~70 億美元，逐步關閉生產高硫煤的煤礦。

### 3.2 制定《技術政策》的必要性

煤炭行業作為我國工業發展的重點行業，具有生態影響與環境污染的双重特征，該行業的污染防治技術政策是支撐國家煤炭產業政策，從環境保護角度參與煤炭行業宏觀決策，促進煤炭產業結構調整，指導行業准入和引導煤炭行業環保產業發展的政策性技術文件。尤其在我國污染防治與生態環境保護技術迅速發展的形勢下，技術政策制定對於推廣先進技術、淘汰落后技術，促進煤炭工業可持續發展具有重要意義。

當前，我國大氣污染形勢嚴峻，以可吸入顆粒物（PM<sub>10</sub>）、細顆粒物（PM<sub>2.5</sub>）為特征污染物的區域性大氣環境問題日益突出，損害人民群眾身體健康，影響社會和諧穩定。隨著我國工業化、城鎮化的深入推進，能源資源消耗持續增加，大氣污染防治壓力繼續加大。為切實改善空氣質量，2013 年 9 月，國務院發布了《大氣污染防治行動計劃》（簡稱“國十條”）。“國十條”明確提出了“控制煤炭消費總量。制定國家煤炭消費總量中長期控制目標，實行目標責任管理。到 2017 年，煤炭占能源消費總量比重降低到 65% 以下。京津冀、長三角、珠三角等區域力爭實現煤炭消費總量負增長”，“推進煤炭清潔利用。提高煤炭洗選比例，新建煤礦應同步建設煤炭洗選設施，現有煤礦要加快建設與改造；到 2017 年，原煤入選率達到 70% 以上”等一系列具體的控制目標。為貫徹落實“國十條”，加快煤炭產業結構的調整、提高煤炭行業清潔生產水平是重點。但由於在 2005 年環境保護總局、國土資源部、衛生部頒布的《礦山生態環境保護與污染防治技術政策》中，對於煤炭行業污染防治與生態保護缺乏針對性，到目前為止，我國沒有一部專門針對煤炭開采與洗選行業生態環境保護與污染防治的技術政策。因此，盡快制定並頒布《煤炭行業生態環境保護與污染防治技術政策》是十分必要、也是非常迫切的。

## 4. 煤炭工業生態保護與污染防治技術進展分析

從環境要素角度，可將其技術分為三大類：第一類為非污染生態環境與水資

源保护技术；第二类为污染控制技术；第三类为资源综合利用技术。其中，第一类技术主要包括为保护生态和地下水资源而研究推广的井工煤矿充填开采、保水开采等绿色开采技术；第二类包括地表水、地下水净化处理技术，大气、声环境污染控制与保护技术；第三类包括煤矸石、矿井水、瓦斯粉、煤灰等副产品以及煤炭共伴生矿产资源的综合开发利用技术。近年来，尤以第一类与第三类技术为主要研究内容，取得了长足进展，并具备了一定的实践经验，以下分别就近年来有关技术发展情况及应用实践进行综述。

## 4.1 生态环境与水资源保护技术

### (1) 充填开采技术

现代煤矿充填技术分类体系如下图 2 所示。其中，泵送高浓度胶结材料充填、巷道迎头抛竿机胶带充填、采空区架后刮板输送机漏矸充填、混凝土膏体材料充填沿空留巷是目前采空区充填的四项主要新技术。

泵送高浓度胶结充填是利用煤矸石、粉煤灰、胶结材料和水按一定比例混合、搅匀，用充填泵输送到井下充填采空区的过程。巷道迎头抛矸机胶带充填是利用岩巷掘进的矸石在井下破碎后由给料机、胶带运到充填巷直接充填，辅以浆液充填矸石缝隙及顶部空隙（工艺流程见图 3）。采空区架后刮板输送机漏矸充填工作面采用走向长壁后退式采煤法，采用双滚筒采煤机割煤、装煤，工作面矸石充填采用专用充填液压支架后悬 150 刮板输送机运矸，矸石通过溜槽卸载孔，自下而上进行采空区充填。混凝土膏体材料充填沿空留巷是选用膏体混凝土充填沿空留巷，其余采空区顶板自然垮落的充填技术。沿空留巷充填材料选用，其主要成份是：硅酸盐水泥、碎石、砂子、粉煤灰、添加剂及水拌和的膏体混凝土（工艺流程见图 4）。四项技术对缓解煤炭资源开采与土地及生态破坏之间的矛盾均具有重要意义。

以矸换煤的矸石充填技术既是减沉充填的主要技术，尤其适用于东部地区村庄、建筑物和河流湖泊较密集的矿区。基本原理是在煤矿井下对煤矸石进行分选，并回填至采煤工作面采空区，既控制“三下”采煤引起的地表急剧沉陷，又减少工业废弃物——煤矸石的排放及占用土地。该技术已在山东新汶矿业集团、河北金牛能源集团、山东淄博矿业集团、兖矿集团的 19 座煤矿进行了大规模推广应

用。新矿集团经过 8 年的探索和实践，在 14 个矿井，81 个工作面推广应用充填开采工艺，建成 5 个“井下洗选厂”，完成以矸换煤量 1000 万吨。近三年来，山东、河北等矿区应用此技术累计从“三下”呆滞煤柱资源中安全采出煤炭 549.48 万 t，减少向地面排矸 660.3 万 t，新增产值 30 多亿元，取得直接经济效益达 9.45 亿元。

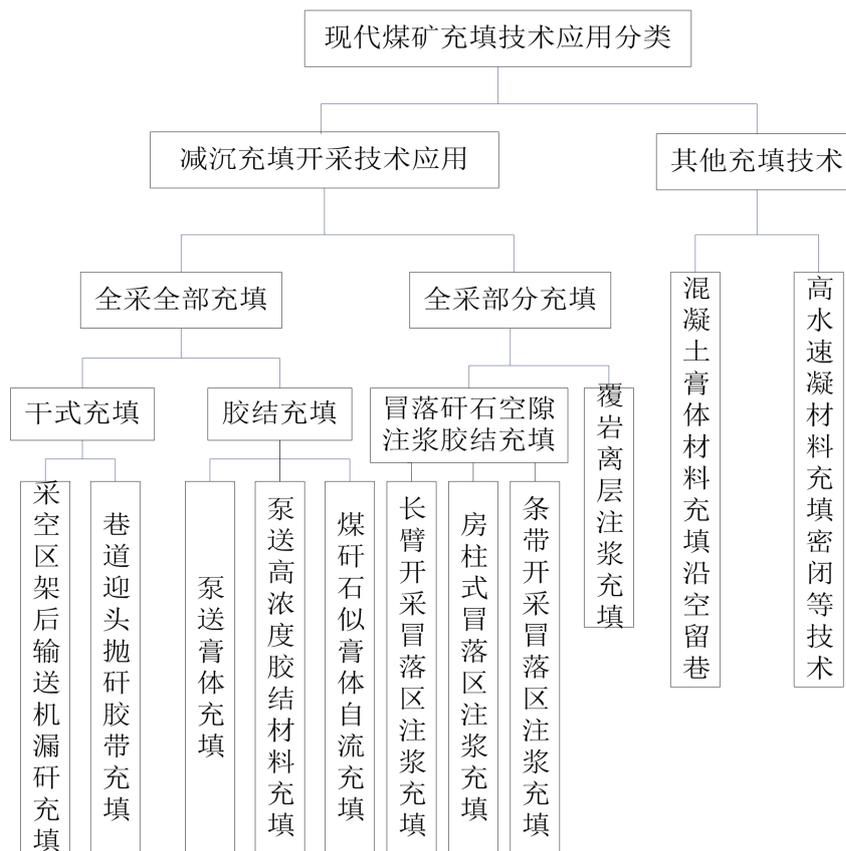


图2 我国现代煤矿充填技术应用分类

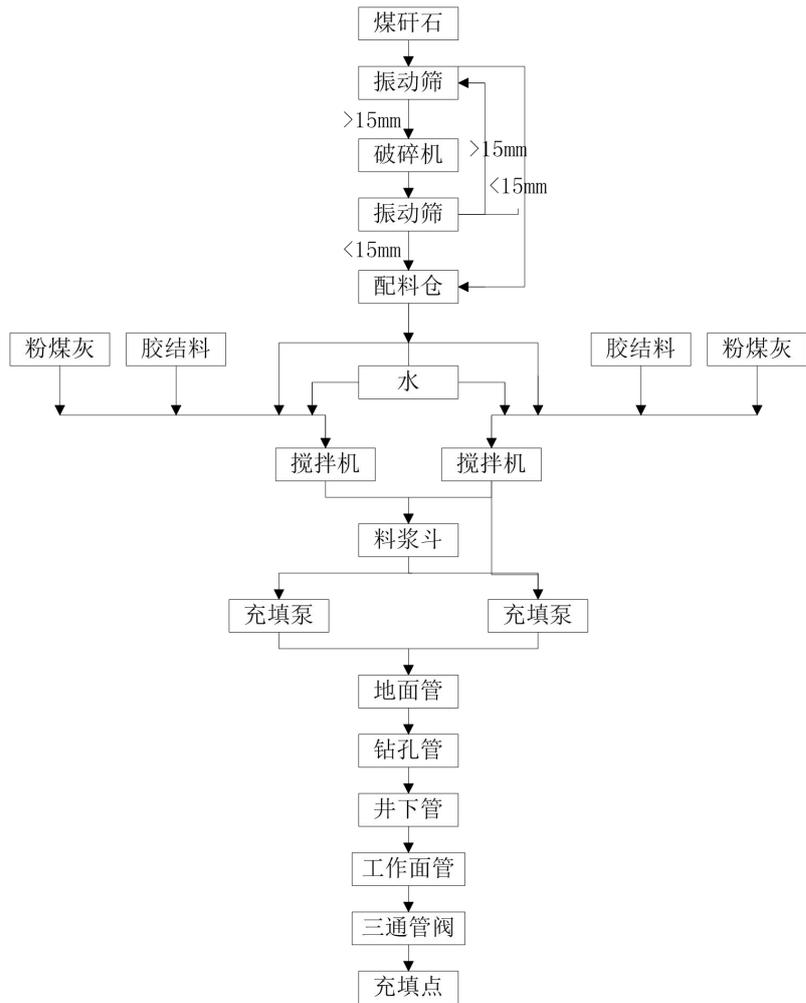


图3 泵送高浓度胶结材料充填系统工艺流程

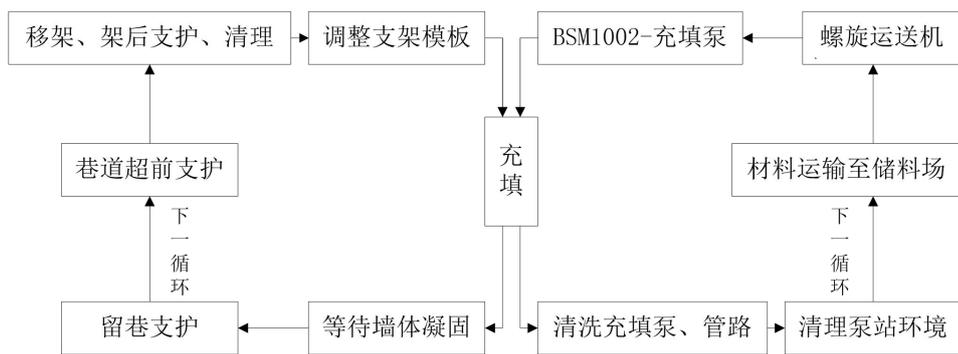


图4 沿空留巷工艺流程

## (2) 保水采煤技术

保水采煤技术的目的是有效预防和治理采动条件下顶板导水裂隙和通道的

形成，防止矿区浅部水资源破坏，或者将被开采煤层上部岩层中水体转移到下部储水层中。基本原理是采用直流电法、钻孔法、弹性波测井法等综合探测手段探查地层隔水层的结构，结合煤炭开采引发的覆岩破坏与移动规律，查明受结构关键层控制的覆岩导水裂隙通道高度及分布规律，建立隔水关键层的判别条件及流程，确定隔水关键层及位置分布，选择相应的保水采煤类型，确定具体的采煤方法、回采工艺和水资源保护措施。

保水采煤的关键在于根据水文地质分区，弱含水区、泉域水源区、烧变岩富水区、无隔水层区及有隔水层区五类分别采取相应的技术。其实施过程中的关键技术包括控制隔水关键层结构稳定及控制采动导水裂隙闭合局部区域充填支撑方法；利用采空区转移、存储顶板水技术；利用上下含水层压力差向下伏储水层转移顶板水技术。

目前，保水采煤技术已在陕西及内蒙古的神东矿区、万利矿区和金峰矿区推广应用，矿区水资源状况和生态环境得到显著改善。2005~2008年，神东矿区主要含水层地下水位恢复明显，采前采后水位差仅1~6m，保护矿区地下水资源39600万 $m^3$ ，累计利用矿井水9900万 $m^3$ ，保水开采技术扩大了煤炭开采区域，累计新增开采储量1.05亿t。同时，神东矿区应用隔水关键层保护技术，避免了采动裂隙通道沟通上覆强含水层，消除了矿井水害发生，改善了矿井安全条件。峰峰集团梧桐庄矿矿井水回灌工程于2009年12月顺利通过环保部验收，填补了国内保水开采、绿色开采的空白，使矿井水由传统的直接排放转向处理后回灌井下。回灌矿井水回灌系统处理车间矿井水质已达到国家颁布的工业用水标准。

我国西部地区煤炭资源开发与地区水资源、环境保护的矛盾突出，矿区生产、生活及生态环境保护都需要大量水资源，保护好矿区水资源是解决水资源短缺的重要途径。国家已规划在晋、陕、内蒙古地区再建一批千万吨级特大型矿井，远景规划产量将达到10亿t以上。保护矿区水资源势在必行，该技术推广应用前景广阔。

### (3) 露天矿剥离-开采-复垦一体化技术

露天开采对土地资源和生态破坏的类型包括挖损、压占，挖损是指露天采场对土地的直接破坏，压占主要针对排土场，是挖损过程中产生的废弃岩土堆置于原土地上造成原土地功能的丧失。露天开采破坏土地的复垦利用方式，可根据当

地自然、社会条件及生产发展方向确定，如复垦为耕地、林地、草地、建设用地、水利资源用地、地质公园等等。

露天矿剥离-开采-复垦一体化技术是将复垦工艺与剥离、开采工艺溶合为一体，采用条带剥离、强化采矿、条带复垦及循环道路等先进技术，使剥离、采矿、排土及复垦作业统一计划，同步进行，实现了“边开采，边复垦”。

#### 1) 浅采矿场复垦

采区表层土壤就近贮存并与底土分别堆放，以保持原有的土壤结构。为避免二次搬运，当几个采区交替进行剥离、开采、土地复垦时，可将一个采区剥离的表土直接覆盖于另一个已回填或部分回填废石的采空区。

#### 2) 倾斜或急倾斜矿复垦

开采矿体长的倾斜或急倾斜矿可采用内排法。其复垦工艺流程是：将矿体分为若干小矿田，对剥离系数最小的一块矿田进行强化开采，尽快将矿体采出以腾出空间；将剥离的表土暂时堆弃在该矿田周边，再开采另一块矿田并将剥离物填在已腾出空间的采空区上，将其周边的表土覆盖并整平。

#### 3) 排土场复垦

露天开采用条带排土和条带复垦，使复垦条带的排土量与剥离条带的开采量尽量相适应，这样使复垦工艺与开采工艺较好地结合，达到了边采边复的效果。排土场往往是岩石和土壤的混合，且排弃物中岩石多、土壤少，因此，排土场主要适用于林业复垦，少量用于农业复垦或其他用途。

排土场平台（平盘）复垦模式：“永久性林业用地”和“最终耕地+过渡性林灌（草）用地”两种。

排土场边坡复垦模式：边坡复垦系在坡面上先挖鱼鳞坑，再种植适宜的林、草。边坡复垦最终的利用方向只能是永久性林牧用地。

## 4.2 大气污染防治技术

### （1）瓦斯综合利用技术

瓦斯(煤层气)既是矿井有害气体也是洁净能源。我国是世界上煤层气最丰富的国家之一。煤层气资源在中国天然气资源中占有最重要地位，是比较接近现实的接替天然气的后备资源。近年来比较先进的瓦斯综合利用技术为矸石电厂及瓦

斯发电余热热电冷联控技术以及矿井乏风瓦斯利用技术。

### 1) 瓦斯发电余热热电冷联控技术

瓦斯发电余热热电冷联控技术基本原理是利用矸石电厂和瓦斯电站发电余热为动力，采用溴化锂吸收式制冷机、离心式电制冷机制出的低温冷水，由保温管输送至井下冷媒分配站，再由井下冷媒分配站将冷水分配到井下各采区采掘头面，经末端设备（空冷器）将冷水中冷量转换为冷风，以达到降温效果。其关键技术是溴化锂吸收式制冷技术；井下冷媒高低压交换、分配及控制技术等。其工艺流程为地面集中制冷系统：冷媒回水→蒸汽型溴化锂制冷机→离心式电制冷机→冷媒水循环泵→冷媒供水。井下供冷系统：地面冷媒水供水→三腔冷媒分配器→输冷供水管→采区分配站→空冷器→输冷回水管→二次循环水泵→三腔冷媒分配器→地面冷媒水回水。

目前，潘一矿井南风井热电冷集中降温项目选用溴化锂机组回收瓦斯发电机组余热，用于井下高温工作面制冷，设置余热锅炉，多余烟气进入余热锅炉制取蒸汽向潘一南风井工业广场供热。主要设备瓦斯发电机组、溴化锂制冷机组，螺杆压缩制冷机，离心制冷机，冷却及一、二级冷水循环泵，高低压热交换器，末端空冷器等。用时 2 年投资 21600 万元，产生资源效益：瓦斯发电 3912 万 KWh；年利用瓦斯 1057 万 m<sup>3</sup>；节约标煤量 0.756 万 t；年供冷量 44.2 万 KW。经济效益：瓦斯发电年所得税后利润 346 万元。丁集矿井热电冷集中降温项目选用溴化锂机组回收瓦斯发电机组余热用于井下高温工作面制冷，设置余热锅炉，多余烟气进入余热锅炉制取蒸汽向工业广场供热。瓦斯发电机组、溴化锂制冷机组，离心制冷机，冷却循环及一、二级冷水循环泵，高低压热交换器，末端空冷器等。用时一年投资 29128 万元，产生资源效益：瓦斯发电 2589 万 KWh；年利用瓦斯 700 万 m<sup>3</sup>；节约标煤量 0.5 万 t；年供冷量 126.44 万 KW。经济效益：瓦斯发电年所得税后利润 269 万元。

### 2) 煤矿矿井乏风瓦斯利用技术

矿井乏风瓦斯浓度低是制约其利用的主要难题，其技术也都是围绕如何规模化治理和利用低浓度的瓦斯开展的。目前利用方法主要有电站锅炉内混燃烧、浓缩富集技术、用于稀燃燃气轮机的燃料以及逆流氧化技术。

电站锅炉内混燃烧即以矿井乏风瓦斯作为辅助燃料，取代空气用于锅炉的进

风。超低浓度煤层气的主要成分为氧气、氮气和少量的可燃气体，可以作为辅助燃料在电站煤粉锅炉、循环流化床内混烧。澳大利亚新南威尔士州的 Va les Po int 电站实现了在煤粉锅炉上用超低浓度煤层气替代部分空气，证实了该技术的可行性。目前还没有在循环流化床锅炉中混烧超低浓度煤层气的实验研究，其技术可行性以及混烧超低浓度煤层气对流化床锅炉的影响有待于研究和证实。值得注意的是从矿井抽采出来的超低浓度煤层气的气体速率和浓度常是变化的，这就给锅炉燃烧的稳定性和电站操作条件带来了困难。同时，还要求电站建设离矿井较近，便于超低浓度煤层气的输送。

超低浓度煤层气的浓缩技术有流化床浓缩技术、变压吸附技术和膜分离技术。对于超低浓度煤层气，无论采用何种浓缩技术，其富集的气体浓度仍很低，通常只能作为逆流反应器或者贫燃气轮机的进气，且富集气体的运行费用超过了气体浓度提升后所产生的经济收益，工业应用受到了限制。因此，超低浓度煤层气的浓缩提纯技术还应在降低成本费用、提高成品气的浓度方面进一步努力。

用于稀燃燃气轮机的燃料：澳大利亚能源发展有限公司（EDL）开发的燃烧超低浓度煤层气的间壁回热式稀燃燃气轮机，利用从燃烧过程产生的热量来预热气体，使其达到自动点火的温度，然后用燃烧气驱动气轮机。据报道，这种气轮机在甲烷体积分数高于 116% 时，就可以把气体加热到 700e，从而使系统能够连续运行，但它需要在矿井通风气中另外增加一定的甲烷来达到要求的浓度。进气在预热腔内被加热到 450e，然后燃烧腔又把燃料-空气混合物加热到着火点，燃料和气体通过不锈钢管通入到燃烧区，燃烧气体在钢管外加热来气，然后驱动气轮机。其缺点是需要添加大量的甲烷。

利用逆流氧化技术实现甲烷的零排放与取热利用无论是电站锅炉内混燃烧、富集浓缩技术还是用于稀燃气轮机燃料，矿井乏风瓦斯都没能得到有效的规模化处理。目前有效的矿井乏风利用方法是采用逆流氧化技术。逆流氧化技术可分为热逆流反应和催化逆流反应两种。总部设在瑞典的 MEGTEC 公司是最早开展 TFRR 技术研发的公司。该公司最初开发 TFRR 技术主要用于处理低浓度工业挥发性有机化合物（VOC），在全球共销售了 600 余套装置。TFRR 在处理 VOC 时，需要补充添加天然气以维持运行。MEGTEC 公司后来将该技术改进用于处理矿井乏风瓦斯。该技术的关键是要将送入反应器中的气体不断变换流动方向，使气体在

蓄热氧化床中吸热升温，以保证氧化过程的自维持。TFRR 的工作原理：首先将蓄热陶瓷氧化床加热到甲烷氧化温度，煤矿乏风以一个方向流入氧化床，气体被蓄热陶瓷加热，温度不断提高，直至甲烷氧化、放热。氧化后的热气体继续向前移动，把热量传递给蓄热陶瓷而逐渐降温。随着乏风气体的不断进入，氧化床入口侧温度逐渐降低，出口侧温度逐渐升高，直至气体流动在控制系统控制下自动换向。催化逆流氧化技术在设计和运行上有着相似之处。与 TFRR 相比，在换热器和热交换介质之间加了催化剂层，其目的是使风流中甲烷的自然温度降低，使风流转向的周期延长。由于增加了催化剂层，也使得 CFRR 燃烧超低浓度煤层气的最低甲烷浓度有所降低。该技术的缺点是需要使用贵金属催化剂，增加了设备制造成本和维护费用。热逆流氧化与催化逆流氧化都是处理矿井乏风的有效方式，但是目前只有热逆流氧化技术得到了商业应用。

2006 年底，山东理工大学研制了处理能力为  $10000\text{m}^3/\text{h}$  的卧式乏风瓦斯热氧化装置，并在胜动集团进行了模拟矿井乏风瓦斯的氧化试验，可以生产饱和蒸汽。2007 年胜动集团将该装置安装在阜新煤矿，进行了煤矿现场试验。

## (2) 煤矿矿井乏风水源热泵利用技术

该技术基本原理是矿井总回风温度、湿度基本保持恒定，其中蕴藏大量低温热能，通过热泵技术回收总回风中的低温热能，满足工业广场地面建筑采暖、井筒防冻及洗浴热水的需求。回风热交换器换热的同时可降低主扇噪音，并使总回风流得到净化，实现煤矿不燃煤，取消燃煤锅炉，减少大气污染。

工艺流程为：矿井回风热交换器实现将矿井回风中所蕴含的大量低温热能通过喷淋换热方式转移到循环水里面，循环水作为热泵系统的低温热源。制热工况时，热泵系统提取循环水中的热量，循环水温度有所降低（一般  $5^{\circ}\text{C}$ ）；制冷工况时，热泵系统向循环水中放热，循环水温度有所提高（一般  $10^{\circ}\text{C}$ ）。经过热泵系统后的循环水再重新送入矿井回风热交换器进行热交换，循环往复。热泵系统制热工况时，制出热水（一般  $50^{\circ}\text{C}$  以上）作为供暖、井筒防冻、洗浴热水的热源。热泵系统制冷工况时，制出冷水（一般  $7^{\circ}\text{C}$ ）作为夏季空调的冷源。

该技术成果首先在河北金牛股份公司东庞矿得到应用，按照《煤炭工业矿井设计规范》（GB50215—2005），煤矿风井供暖空调、井筒防冻已不准许采用燃煤锅炉。东庞矿井总回风中蕴藏大量低温热能，北风井风量  $100\text{m}^3/\text{s}$ ；温度冬季  $18^{\circ}\text{C}$ ，

相对湿度为 95%；夏季 21℃，相对湿度为 95%，矿井回风中冬天可以提供的热量为 2298kW，夏季可以吸收热量 1777kW。采用矿井回风源热泵系统及配套技术能够有效提取这些热能，电力消费低于提取热量的 20%。近年来，逐步在河北金牛能源股份有限公司章村煤矿、葛泉煤矿、邢东煤矿，冀中能源邯郸矿业集团云驾岭煤矿、张煤集团康保煤矿，兖州矿业集团兴隆庄煤矿、赵楼煤矿，淄博矿业集团许厂煤矿，山西焦煤汾西集团曙光煤矿、新峪煤矿，肥城矿业集团杨营煤矿等应用并取得良好效果：实现工业广场建筑冬季供暖、夏季制冷，全年提供卫生热水功能，运行参数符合《煤炭工业矿井设计规范》（GB50215—2005）规定。矿井回风热交换器降低主扇噪音 33dB，同时使得扩散塔出口风流得到净化，仅增加的通风局部阻力 38Pa。经过井筒防冻散热器后进风混合温度 2℃ 以上；井筒防冻散热器噪音不超过 50dB。

### 4.3 矿井水处理技术

#### （1）不同类型矿井水处理技术

我国高悬浮物矿井水分布较广，大多数矿井排水均属此类型。悬浮物含量高主要是地下水受开采影响而带入的煤尘和岩粉，此类矿井水经井下水仓初沉后排至地面，采用混凝、沉淀、过滤和消毒工艺处理，达到复用或排放标准。

高矿化度矿井水也称含盐矿井水，主要含有  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{HCO}_3^-$ ；等离子可溶性固体总含量大于 1 000 mg/L，我国煤矿高矿化度矿井水的含盐量一般在 1000~3000 mg/L 之间，少量矿井达 4000 mg/L 以上。此类矿井水因含盐量高而不宜饮用。处理高矿化度矿井水时，除了要进行混凝、沉淀等预处理外，其关键步骤是脱盐。脱盐的方法包括离子交换法、蒸馏法、电渗析法和反渗透法等，其中反渗透是目前处理高矿化度矿井水较为成熟也较为经济的一种方法，是我国目前处理高矿化度矿井水的主要方法。

酸性矿井水的水质特征为 pH 值小于 5.5，一般 pH 值为 3.0 ~ 5.5，个别小于 3.0，总酸度高。当开采含硫煤层时，硫受到氧化与生化作用产生硫酸，酸性水易溶解煤及岩石中的金属元素，故铁、锰等金属元素以及无机盐类增加，使矿化度、硬度升高，矿井水呈现出明显的黄色。当酸性矿井水未经处理直接排出，进入地表水体以后，会造成水质恶化。由于  $\text{Fe}^{2+}$  的作用使得水体中氧的消耗量显

著增加，造成鱼类、浮游生物、藻类等大量死亡。酸性矿井水一般采用石灰石中和、生物化学、湿地工程等工艺处理。

### (2) 组合式（一体化）高效矿井水自动净化技术

该系列矿井水净化技术是集絮凝、反应、沉淀、过滤、排污、反冲、集水于一体矿井水净化技术。是在煤炭部资助项目“地面缺水地区矿井水综合利用和水资源保护研究”及山东省科委资助项目“组合式高效矿井水自动净化装置的研制”的基础上不断发展而来。该方法主要设备具有设计先进合理、结构紧凑、占地面积小、加工制造容易、造价低、操作管理方便、处理效果好，处理成本低、运行可靠等优点。

### (3) 矿井水井下处理技术

矿井水传统的处理方法是由井下水仓排出，在地面上修建各种处理构筑物，以达到回用水质要求，部分在地面利用，部分再返回到井下利用。此方法存在基建投资大、矿井水提升运行费用高、占地面积大等缺点，对于井深超过 400 m 时，还存在供水减压难度大的问题。矿井水井下处理就地复用可节约土地、节省投资，且运行费用低，具有良好的经济效益和环境效益。由于矿井井下空间环境的特殊性，使得矿井水井下处理难度远大于地面，需要解决和处理好诸多关键技术问题，包括井下空间利用、安全防爆技术、完善的自动控制技术、系统的模块化和可移动化设计等。

## 4.4 声环境污染防治技术

对煤矿噪声一般采取消声、吸声、隔声等多种手段进行综合治理。对采煤机割煤噪声采取注水软化煤体，减少切割噪声；局部通风机的噪声可在局部通风机的进出风口加消声器，并对机壳涂减振阻尼材料；对周围环境影响较大的主要通风机噪声，可建造隔声室或在风道内扩散器出口处加吸声、消声装置进行综合治理。另外，可采用新技术新设备，如采用对旋式局部通风机，不仅可以降低噪声，还可提高风机的效率。

## 4.5 固体废物污染防治技术

煤矸石可作为水泥掺合料原料，制煤矸石砖、煤矸石加气混凝土、釉面砖等

建筑材料制品。有的煤矸石有一定的发热量，可作为低热值燃料，供沸腾炉使用。大量矸石还可以直接作为充填材料，直接回填采空区和塌陷区。除此之外，从煤矸石中还可提取化工产品，如利用煤矸石中的常量和微量元素的优势，制备聚合氯化铝、碳化硅、石棉、分子筛、化肥，利用高硫煤矸石提取硫磺或制取硫酸。对于废弃的矸石山，在其堆积到一定程度后堆成平顶形，分层压实，再用泥浆覆盖，种植树木、花草，盖楼亭。不仅可变废为宝，还能降低矸石山的空隙率，防止矸石自燃而污染环境。对于自燃的煤矸石，可用石灰浆或氢氧化钠-石灰浆浇灌，中和二氧化硫等酸性物质，在矸石山表面形成覆盖层，把自燃的矸石和空气隔开，使自燃逐渐熄灭。

#### 4.6 煤系共伴生矿产资源开发利用技术

煤系共伴生矿产资源是指在煤系地层中与煤炭共生或伴生，在技术和经济上不具备单独开采价值，但在开采和加工煤炭时能同时合理的开采、提取和利用的其他矿产和元素。我国煤系共伴生矿产资源中，有开发利用价值的主要矿产有高岭土、耐火粘土、膨润土、硅藻土、铝土矿、硫铁矿、石墨、硅灰石、油页岩、石灰岩、大理石、花岗岩、石膏、石煤、煤矸石、煤层气、矿泉水，还有锆、镓、铀、钒、砷等有用元素，其中尤以高硅伴生矿物，如硅藻土、膨润土、高岭石等最为常见，且储量大、品位高、开采条件有利。我国主要煤系共伴生矿产资源赋存情况见下表。

我国主要煤系共伴生矿产资源赋存情况表

种类	赋存情况及概况
高岭土	我国煤系高岭土资源十分丰富，已探明储量为 16.73 亿 t，远景储量为 55.29 亿 t，预测储量为 166.15 亿 t，均为大、中型矿床，具有很高的开发价值。
耐火粘土	我国优质耐火粘土几乎全部产于煤系地层中，其保有储量 20.13 亿 t，其中：高铝粘土 8.26 亿 t，华北各煤田探明储量为 7.13 亿 t，占全国探明储量的 86.32%，且质量好，含铁量较低。
石墨	煤系共伴生的石墨不仅储量大，而且品位高，已探明的总储量为 1.36 亿 t。
膨润土	我国大型膨润土矿床中的 80% 以上位于煤系地层中，而且越是靠近煤层的膨润土，其品位越高于非煤系地层中的膨润土，且具有储量大、分布稳定和品位高的特点。
硅藻土	我国煤系中硅藻土探明储量为 1.90 亿 t，占硅藻土总探明储量的 71%。
硫铁矿	煤系硫铁矿已探明储量为 16.40 亿 t，约占全国储量 1/2 以上。
油页岩	与煤共伴生的矿物还有丰富的油页岩，含油率为 8%~15%，具有极高的开采利用价值。

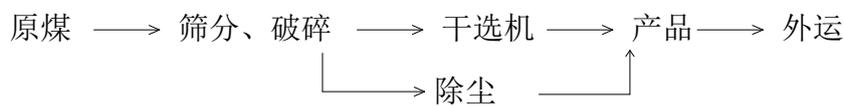
据测算我国目前煤炭资源共生、伴生矿的利用率只有 20%左右, 共伴生矿产资源在很多地方的综合开发利用的程度还很低, 在经过煤炭的采动破坏之后, 许多共伴生矿产资源已无法再进行开采利用。

我国煤系共伴生资源加工利用技术的发展大体上经历了三个阶段: 第一阶段是上世纪 80 年代, 以引进国外技术和设备为主, 如超细粉碎设备和技术。第二阶段是上世纪 80 年代末至 90 年代中期, 为引进国外技术、设备和国内仿制、开发同步进行的时期, 我国的超细粉碎设备和分级设备研发机构和制造厂商基本上是在这一阶段逐步形成、发展的。第三阶段是上世纪 90 年代中期至今, 为消化吸收基础上的自主开发和研制阶段。在此期间建立的加工企业大多立足于采用国产技术与设备, 主要引进必要的关键设备。以煤系高岭岩(土)的深加工、铝矾土以及膨润土的开发应用为代表, 加工设备的处理能力、耐磨性、工艺配套、自动控制、窑炉规模、改性技术、产品质量、单位产品能耗等综合性能有了明显改善和提高, 促进了共伴生矿产资源的开发利用。

## 4.6 煤炭清洁利用技术

### (1) 易选煤复合式干法选煤技术与工艺

该技术是煤炭洗选排矸脱硫以及节水新技术。基本原理是借助机械振动使分选物料在床面上做螺旋翻转运动, 料层上部低密度矿粒逐次被剥离, 形成精煤产品; 利用入选原煤中所含细粒煤作为自生介质, 与床面上升气流组成气-固两相混合悬浮体进行分选; 利用高密度矸石颗粒相互挤压碰撞产生的浮力效应强化煤矸分离; 利用析离和风力的综合作用进行分选; 物料通过床面上设置的平行格条及沟槽分选。



复合式干法选煤工艺流程

复合式干法选煤技术已在全国 26 个省、市、自治区推广, 应用 885 台(套)各型号的复合式干法选煤设备, 并向美国、俄罗斯、乌克兰、南非、土耳其、巴西、印尼、菲律宾、朝鲜、蒙古、越南等十几个国家出口设备。神华集团金锋公司韩家村选煤厂、开滦蔚州矿业单侯矿、朔州小峪煤矿等已采用该项技术, 并取

得显著成效。神华集团韩家村选厂建成年选煤 700 万 t 的风选车间，重点处理 50-0mm 的混煤，解决了风选室内布置粉尘污染与供暖问题。我国陕北、内蒙、宁夏等地区煤炭资源丰富，水资源缺乏、自然环境干燥少雨、煤产量巨大，而且随着主要煤产地的西移，复合式干法选煤技术与工艺有广阔的应用前景。

### （2）煤炭地下气化技术

煤炭地下气化是指将地下煤炭通过热化学反应在原地转化为可燃气体的技术。由气化原理可知，必须首先建造地下煤气发生炉，即生产车间。一般采用矿井式和无井式气化两种准备方法。煤炭地下气化技术不仅可以回收矿井遗弃的煤炭资源，而且还可以用于开采井工难以开采或开采经济性、安全性较差的薄煤层、深部煤层、“三下”压煤和高硫、高灰、高瓦斯煤层。煤层气能集中净化，分离后可得到洁净的能源—氢。上世纪 30 年代以来，美国、德国、原苏联等主要产煤国均大力投入这一领域的技术研究，取得了大量的科研成果，储备了煤炭地下气化的一些关键性技术。我国自 1958 年以来开始进行自然条件下煤炭地下气化试验，1980 年以后，在以中国矿业大学（北京）煤炭工业地下气化工程研究中心为主的科研单位带动下，先后在徐州、唐山、山东新汶、华亭等十余个矿区进行了试验，初步实现了地下气化从试验到应用的突破，但目前整体上仍处于工业试验阶段。

### （3）水煤浆技术

水煤浆是 20 世纪 70 年代兴起的煤基液态燃料，它是由煤粉、水和少量的化学添加剂组成。实施水煤浆技术以煤代油，是一项以节能、环境保护为目标，集科研、设计、生产建设、管理一体化跨行业多学科的系统工程，是世界能源工业的一项重大决策。水煤浆可以作为工业窑炉、工业锅炉和电站锅炉的燃料以替代燃料油，也可以作为轻工业和居民住宅的可用燃料。我国水煤浆从本世纪初开始迅速发展。开滦矿务局、六枝矿务局、双鸭山矿务局等在流化床锅炉上进行水煤浆燃烧，徐州、开滦矿务局在沸腾炉与链条炉上进行水煤浆燃烧均取得了较好的节能环保效应。

### （4）型煤技术

现代意义的型煤是指根据型煤用途的不同，以适当的工艺和设备，将具有一定粒度组成的粉煤加工成一定形状、尺寸、强度及理化特性（冷机械强度、热强

度、热稳定性、防水等)的人工块煤,既可提高燃烧效率,又可减少燃煤环境污染。相比粉煤,工业型煤节能率高达15%-25%,延长排放量减少约60%,烟气黑度可降低1/2林格曼级。我国从1990年开始以减少燃煤污染为目的的工业型煤设备技术与开发,近年来有了明显的进展,取得了较好的环境效益和节能效果。但与发达国家比较,尚有较大差距,这不仅反映在型煤质量和燃烧效果上,特别是在型煤设备的开发研究方面,存在着较大差距。

## 5. 《技术政策》制定的基本原则、技术路线及框架结构

### 5.1 基本原则

本技术政策的总原则是:立足我国煤炭行业的发展现状与趋势,针对现有环境问题,完善煤炭行业环境污染防治的相关法律法规;借鉴发达国家的成功经验和相关标准,鼓励结合煤炭行业开采、洗选工艺与污染防治与生态保护技术相结合,积极推行清洁生产及末端治理相结合的综合防治措施。

(1)遵循法律法规、符合行业发展趋势:技术政策制定过程须遵循国家有关法律法规和规划制度,综合考虑各相关的技术政策,同时符合煤炭行业产业结构调整与发展趋势,尤其是在污染防治与生态防护角度将源头控制与煤炭采选工艺发展紧密结合。

(2)全过程控制原则:从项目设计、施工、运行到闭矿进行全过程控制,遵循“减量化、再利用、资源化”原则,既注重末端治理,更注重源头控制。

(3)科学性和实用性相结合原则:对近年来研发的煤炭开采、洗选以及污染防治与生态恢复的清洁生产、污染防治新工艺与新装备进行全面调研,同时结合其经济可行性与市场可行性,推荐鼓励发展的新工艺与新装备。

(4)技术发展与完善相结合:对于污染防治与生态保护的技术应用,需建立在约束与激励机制下,明晰权责利,从企业层面到管理层面建立各级适应的管理制度与管理体系。

### 5.2 技术路线

本技术政策制定的主要技术路线见图5。

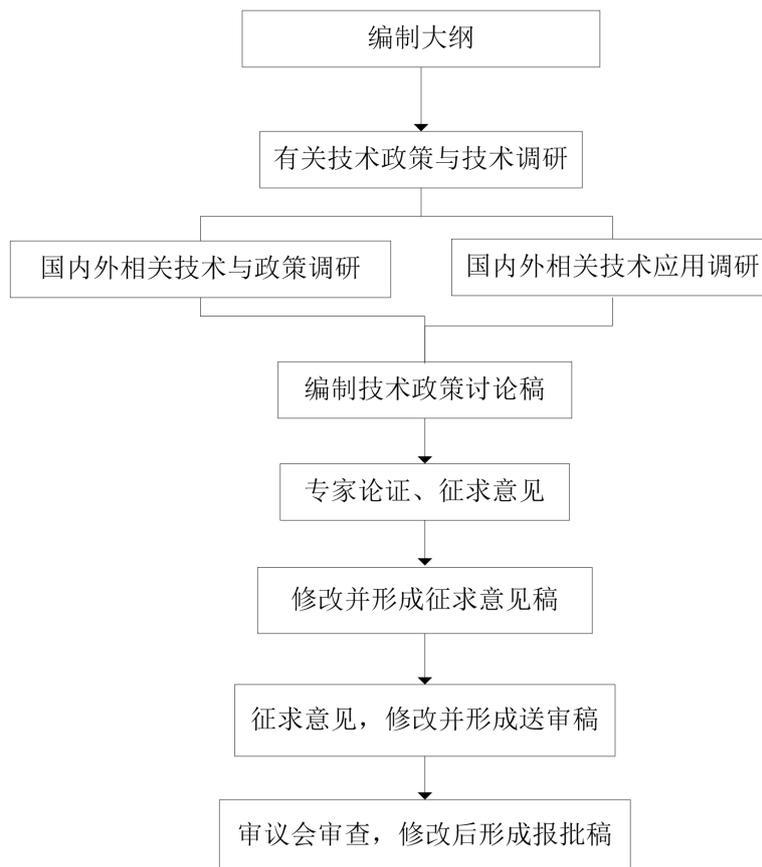


图5 技术路线图

### 5.3 框架结构

本《技术政策》分为8章，共51条。

第一章 总则，介绍《技术政策》的目的意义、法律依据和适用范围，阐明了煤炭工业生态环境保护与污染防治的基本原则和技术路线，制定了阶段性的控制目标。

第二章 清洁生产，从煤炭产业布局、煤炭开采、洗选加工、资源循环利用、等方面提出了煤炭工业发展应鼓励采用的清洁生产工艺技术与设备，明确了应淘汰落后工艺与装备，以实现从源头削减和控制环境污染与生态破坏、提高资源利用效率，促进行业清洁生产水平的提高。

第三章至第七章，分别针对生态保护、水污染防治、大气污染防治、噪声污染防治，固体废物处置及综合利用，从源头控制、末端治理、综合利用等方面，

提出了我国煤炭工业生态环境保护与污染防治的技术要求。

第八章 鼓励研发的新技术，根据煤炭工业发展的最新技术水平和产业政策要求，从生产技术工艺、装备、末端治理技术等方面提出了鼓励研究、开发、推广的新技术、新装备。主要鼓励包括绿色开采技术、洁净煤技术、资源综合利用技术、生态复垦技术等。

## 6. 《技术政策》主要技术内容的说明

### 6.1 总则

**第一条** 为贯彻《中华人民共和国环境保护法》等法律法规，防治污染，保护和改善生态环境，促进煤炭工业生态保护与污染防治技术进步，制定本技术政策。

**条文释义：**本技术政策制定的法律依据为《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国煤炭法》、《中华人民共和国清洁生产促进法》，其主要的行业政策导向为《煤炭产业政策》、《煤炭工业发展“十二五”规划》。本技术政策制定的最高目标是：“合理有序开发煤炭资源、防治煤炭开发过程中的环境污染与生态破坏、促进煤炭工业生产技术装备、生态保护与污染控制技术的进步”。

**第二条** 本技术政策为指导性文件，供各有关单位在环境保护相关工作中参照采用。本技术政策提出了煤炭工业生态环境保护和污染防治采取的技术路线和技术方法，包括清洁生产、生态保护、水污染防治、大气污染防治、声环境污染防治、固体废物处置及综合利用、新技术研发等方面的内容。

**条文释义：**本技术政策为指导性文件，适用于煤炭建设项目从设计到运行的全过程；既适用于实践与管理，又适用于科研。

**第三条** 本技术政策所称的煤炭工业是指煤炭开采和洗选行业，包括煤炭地下开采、露天开采和煤炭洗选加工。

**条文释义：**煤炭工业是从事资源勘探、煤田开发、煤矿生产、煤炭贮运、加工转换的产业。本技术政策主要针对煤炭开采和洗选加工提出。

**第四条** 合理规划煤炭产业布局，发展大型煤炭企业集团、提高产业集中度；建设大型现代化煤矿，加强现有大中型煤矿技术改造、淘汰落后产能；大

力发展煤炭洗选加工，促进资源清洁高效利用；提高煤矿瓦斯、矿井水、露天矿疏干水、煤矸石和低热值煤炭资源的综合利用率。

**条文释义：**煤炭工业是我国重要的基础产业，煤炭工业的可持续发展关系国民经济健康发展和国家能源安全，必须贯彻科学发展观，合理、有序开发煤炭资源，提高资源利用效率效益，推进矿区生态文明建设，促进煤炭工业健康发展。

《煤炭工业发展“十二五”规划》提出：“大力推进煤矿企业兼并重组，淘汰落后产能，发展大型企业集团，提高产业集中度，提升安全保障能力，有序开发利用煤炭资源，有效保护矿区生态环境”，因此，合理规划煤炭产业布局，发展大型煤炭企业集团、提高产业集中度，建设大型现代化煤矿，加强现有大中型煤矿技术改造、淘汰落后产能，大力发展煤炭洗选加工，促进资源清洁高效利用是煤炭工业绿色、安全、可持续发展的首要任务。

**第五条 煤炭工业应贯彻“开发与保护并重、污染防治与生态保护并举”的技术原则；推行清洁生产、发展循环经济，坚持“以提供洁净能源为主导，以煤炭采选全过程控制为手段，以先进的生产工艺、末端治理及副产资源综合利用技术装备为支撑”的技术路线。加强矿区环境风险防范，建立矿山生态保护与恢复补偿机制。**

**条文释义：**本条提出了煤炭工业生态保护与污染防治的基本原则和技术路线。煤炭工业的根本任务是保障国家能源的稳定供给，“十二五”乃至今后，是中国煤炭工业实现由量增长向质提升的转变时期，煤炭产业的集中度将进一步提高，兼并重组和国际化趋势将更加明显，绿色开采和低碳发展将成为煤炭工业发展的重要内容，为国家提供洁净能源是煤炭工业的发展方向。为此，煤炭工业应大力提高清洁生产水平、推广煤炭绿色开采技术、发展循环经济、扩大资源综合利用规模。在以上行业发展基本原则和发展方针的指导下，本技术政策提出的煤炭工业生态保护与污染防治技术路线是：“坚持以提供洁净能源为主导，以煤炭采选全过程控制为手段，以先进的生产工艺、末端治理及副产资源综合利用技术装备为支撑”的技术路线。同时，根据煤炭开采环境影响的特点，提出了加强矿区环境风险防范，建立矿区生态保护与恢复补偿机制的要求。

**第六条 到 2015 年末，水资源短缺矿区矿井水利用率达到 90%以上，水资源丰富矿区矿井水利用率达到 75%以上，水质复杂矿区矿井水利用率达到 60%以**

上；已建立地面永久瓦斯抽放系统的煤矿，瓦斯利用率达到当年瓦斯抽放量的80%以上；煤矸石综合利用率东部地区（含东北）达到85%以上，中、西部地区达到75%以上；历史遗留矿井开采沉陷损毁土地和露天矿排土场复垦率达到50%以上，新建煤矿应做到边开采、边复垦，破坏土地的复垦率达到80%以上。

**第七条** 到2020年末，矿井水利用率、瓦斯利用率、煤矸石利用率在2015年基础上分别提高5%；历史遗留矿井开采沉陷损毁土地和露天矿排土场复垦率达到70%以上，新建煤矿土地复垦率达到85%以上。

**条文释义：**以上两个条款分别针对煤炭资源开发副产品瓦斯、矿井水与煤矸石的综合利用，以及煤炭开采破坏土地的复垦制定了2015年末、2020年末两个阶段的总体控制目标。目标值的提出以现行法律法规、政策要求、行业规划为依据，并考虑未来科技的发展水平和环境保护要求，同时针对我国不同矿区自然环境、地质环境特征和煤炭开采环境影响特点，分水资源短缺矿区、水资源丰富矿区、水质复杂矿区分别提出了不同阶段的综合利用率指标；分东部地区（含东北）、西部地区分别提出了不同阶段的煤矸石综合利用率指标；分历史遗留煤矿、新建煤矿分别提出了不同阶段的土地复垦率指标。分区域提出控制目标，体现了分区分类指导的原则，指导煤炭企业采取不同的煤炭开采技术、因地制宜的资源综合利用措施和治理技术。

《煤炭工业发展“十二五”规划》分别提出了2015年全国和地区的环境治理预期效果：

（1）全国环境治理预期效果。2015年，全国煤矸石产生量8亿吨，利用量6.1亿吨，综合利用率75%以上；矿井水产生量70.92亿 $m^3$ ，利用量54亿 $m^3$ 左右，利用率75%，达标排放率100%；煤层气产量160亿 $m^3$ ，基本全部利用；煤矿瓦斯抽采量140亿 $m^3$ ，利用率60%；采煤沉陷面积7.8万 $hm^2$ ，复垦面积4.7万 $hm^2$ 。

（2）地区环境治理预期效果。东部（含东北）地区采取煤矸石发电、井下充填、土地复垦和立体开发等措施，煤矸石利用率85%以上，矿井水利用率80%，沉陷区土地复垦率超过80%，煤矿瓦斯利用率51%。中部地区采取煤矸石发电、井下充填、地表土地复垦和立体开发、植被绿化等措施，煤矸石利用率77%，矿井水利用率68%，沉陷土地复垦率超过65%，煤矿瓦斯利用率63%。西部地区采

取煤矸石发电、井下充填、地表土地复垦和立体开发、植被绿化、保水充填开采等措施，煤矸石利用率达到 70%，矿井水利用率达到 80%，沉陷土地复垦率超过 50%，煤矿瓦斯利用率超过 55%。

对于矿井水综合利用，本技术政策提出到 2015 年末，水资源短缺矿区矿井水利用率达到 90%以上，水资源丰富矿区矿井水利用率达到 75%以上，水质复杂矿区，考虑到受现有技术水平下的技术经济条件制约，矿井水利用率达到 60%以上。水资源短缺矿区和水资源丰富矿区矿井水利用率满足《清洁生产标准——煤炭采掘业》二级标准要求，水资源短缺矿区矿井水利用率超过《煤炭工业发展“十二五”规划》的最高要求。

对于瓦斯综合利用，本技术政策提出到 2015 年末，已建立地面永久瓦斯抽放系统的煤矿，瓦斯利用率达到当年瓦斯抽放量的 80%以上，超过《煤炭工业发展“十二五”规划》的要求。

对于煤矸石综合利用，本技术政策提出到 2015 年末东部地区（含东北）煤矸石综合利用率达 85%以上，中、西部地区煤矸石综合利用率达到 75%以上，煤矸石综合利用率过《煤炭工业发展“十二五”规划》的最高要求。

2011 年颁布《土地复垦条例》，对历史遗留损毁土地与生产建设项目损毁土地的复垦义务人进行了明确规定，并将土地复垦方案作为土地复垦义务人办理建设用地申请或者采矿权申请手续的必备要件，为土地复垦监管奠定了一定基础。本技术政策中对土地复垦的要求结合土地复垦条例以及近年来我国土地复垦进展确定，到 2015 年末历史遗留开采矿山破坏土地复垦率达 50%以上，新建矿山应做到边开采、边复垦，破坏土地复垦率达到 85%以上。

## 6.2 清洁生产

一直以来，我国煤炭工业总体存在结构不合理、技术装备落后、资源回采率和利用率低、原材料消耗高、煤炭开发利用对生态环境影响大、管理水平落后等问题。解决这一问题的根本途径是大力推行清洁生产。近年来，在国家促进煤炭工业健康发展的一系列政策措施指导下，煤炭行业坚持贯彻落实科学发展观，推广运用煤炭绿色开采技术，提高原煤入选（洗）率，推进煤炭的深加工转化，大力发展循环经济，扩大煤与共伴生、副产资源的综合利用率，为我国煤炭清洁生

产发展探索了一条有效的途径。

本技术政策根据《清洁生产标准 煤炭采选业》(HJ446-2008),针对煤炭开采工艺与装备、资源综合利用、煤炭产品、污染治理、废物回收利用、矿山生态保护、环境管理等提出煤炭工业清洁生产工艺与技术要求。

**第八条 煤炭企业应采用资源回收率高、污染物排放量少、生态影响小的煤炭开采工艺技术和设备。鼓励井工矿采用充填开采技术,露天矿采用半连续、连续和吊斗铲倒堆工艺,具备条件的露天矿应尽早实现内排土作业。**

**条文释义:**井工矿实施充填开采,是煤炭开采技术创新的重要内容,充填开采可以减少井下采空区水、瓦斯积聚空间,降低采空区突水、瓦斯爆炸、有害气体突出、浮煤自燃等事故发生可能性,抑制煤层及顶底板的动力现象,提高矿井安全保障程度;可以充分回收“三下”压煤和边角残煤,延长矿井服务年限;可以大量消化矸石,减轻煤炭开采对地表的影响,减少耕地占用和矿区村庄搬迁,保护和改善矿区生态环境,促进资源开发与生态环境协调发展。为推进煤炭生产方式变革,解决“三下”(建筑物下、铁路下、水体下等,下同)压煤和边角残煤等资源开采问题,提高煤炭资源开发利用水平,改善矿区环境,促进煤炭工业健康发展,建设和谐社会,2013年1月,国家能源局、财政部、国土资源部、环境保护部联合印发《煤矿充填开采工作指导意见》。

露天煤矿开采因对土地的挖损、外排土场占压将造成土地资源的彻底破坏,鼓励采用连续、半连续开采工艺,优化采区布置和排土计划,优先开采剥采比小的地段,可减少土地资源挖损的范围与程度、压缩剥离物排弃占地面积,实现剥离、排弃与占地的良性循环。

《煤炭产业政策》明确提出:“鼓励开展充填开采、保水开采、无人工作面智能化采煤、急倾斜特厚煤层综合机械化采煤技术和成本低、重量轻、强度大的支护材料及工艺研究。鼓励发展露天矿开采技术,推广使用半连续、连续和吊斗铲倒堆工艺”。

**第九条 大中型煤矿应配套建设选煤厂,鼓励在小型煤矿集中矿区建设群矿选煤厂,提高原煤洗选比例和洗选效率。选煤厂应采用高效节能设备,减少电耗、水耗和介质消耗。淘汰不能实现洗煤废水闭路循环的洗选工艺和不能实现粉尘达标排放的干法选煤设备。**

**条文释义：**提高原煤入洗率对降低煤炭运输与燃烧环节的环境污染尤其是大气污染具有十分重要的意义。原煤通过洗选，可降低灰分和硫分、提高发热量、提高产品品质，从而减少燃煤大气污染物排放量，提高煤炭利用效率、节约能源，减少无效运输等。《煤炭工业发展“十二五”规划》提出：“大中型煤矿要配套建设选煤厂，鼓励在小型煤矿集中矿区建设集矿选煤厂”；《煤炭产业政策》中提出：“新建大中型煤矿应当配套建设相应规模的选煤厂，鼓励在中小型煤矿集中矿区建设群矿选煤厂，提高原煤洗选比例和洗选效率”；国务院《大气污染防治行动计划》要求：“推进煤炭清洁利用。提高煤炭洗选比例，新建煤矿应同步建设煤炭洗选设施，现有煤矿要加快建设与改造；到2017年，原煤入选率达到70%以上”。

选煤厂节能、节水以及减少介质消耗应首先从设备选型角度入手，优先选用大中型节能设备。

**第十条 限制开采高硫（含硫大于3%）、高灰（灰分大于40%）的煤炭，禁止开采含放射性和砷等有毒有害物质超过规定标准的煤炭。高硫煤、高砷煤要采取洗选加工等措施降低含硫量、含砷量，集中利用、集中治理、达标排放。淘汰既无降硫措施，又无达标排放用户的高硫煤（含硫高于3%）生产矿井。**

**条文释义：**《中华人民共和国大气污染防治法》第二十四条规定：“国家推行煤炭洗选加工，降低煤的硫份和灰份，限制高硫份、高灰份煤炭的开采。新建的所采煤炭属于高硫份、高灰份的煤矿，必须建设配套的煤炭洗选设施，使煤炭中的含硫份、含灰份达到规定的标准。对已建成的所采煤炭属于高硫份、高灰份的煤矿，应当按照国务院批准的规划，限期建成配套的煤炭洗选设施。禁止开采含放射性和砷等有毒有害物质超过规定标准的煤炭”。

《产业结构调整指导目录》（2011年本）提出，国家明令淘汰下列两类生产矿井：（1）既无降硫措施，又无达标排放用户的高硫煤炭（含硫高于3%）生产矿井；（2）不能就地使用的高灰煤炭（灰分高于40%）生产矿井。《煤炭工业发展“十二五”规划》规定：“高硫煤、高砷煤要采取洗选加工等措施降低含硫量、含砷量，集中利用、集中治理、达标排放。”

本技术政策根据国家的法律法规和产业政策提出了本条款。

**第十一条 鼓励煤矿优化巷道布置、采煤方法和采掘工艺，减少井下矸石**

产出量。因地制宜实施井下毛煤预排矸或建设井下选煤系统，矸石直接在井下用于充填开采，降低提升能耗，减少无效运输。

**条文释义：**国家能源局、财政部、国土资源部、环境保护部关于印发《煤矿充填开采工作指导意见》的通知（国能煤炭〔2013〕19号）明确提出：“鼓励煤矿在井下进行毛煤预排矸或建设井下选煤系统，矸石直接在井下用于充填开采，减少提升能耗和无效运输。煤矿要根据年矸石固体废弃物排放总量，统筹安排煤柱留设、充填开采区域布置和采区接替，为实施充填开采创造有利条件”。

**第十二条 按照“减量化、再利用、资源化”的原则，综合开发利用与煤共、伴生的资源和副产资源，最大限度的提高资源综合利用率。**

**条文释义：**我国煤系共伴生矿物资源丰富、矿种齐全、分布面广、潜在经济价值高，主要矿种有高岭土、膨润土、耐火黏土、石膏、硫铁矿、油页岩、硅藻土、石灰石、石墨、天然焦等。加大加快共伴生矿物的开采、加工、利用和科研的投入，结合矿区资源特点，研发不同特色的产品，提高其深加工综合利用水平，对我国国民经济持续高速发展将发挥巨大作用。

**第十三条 高瓦斯矿井应先抽后采、以用促抽，提高抽放瓦斯利用率，鼓励高瓦斯矿井发展热电或热电冷联供技术。**

**条文释义：**我国煤矿瓦斯灾害严重，高瓦斯和煤与瓦斯突出矿井所占比例高，根据2012年全国煤矿瓦斯等级鉴定结果，煤与瓦斯突出矿井1191处，占全国矿井总数的9.7%，高瓦斯矿井2093处，占全国矿井总数的17%。高瓦斯和煤与瓦斯突出是制约煤矿安全生产的主要因素，加强煤矿瓦斯先抽后采、巩固煤矿安全生产管理水平是防止特重大瓦斯安全事故的根本措施。

煤层气（煤矿瓦斯）又是优质清洁能源，我国埋深在2000米以浅的煤层气地质资源量约为36.81万立方米，居世界第三位。由于我国煤层气赋存条件区域性差异大，多数地区呈低压力、低渗透、低饱和特点，除沁水盆地和鄂尔多斯盆地东缘外，其他地区目前实现规模化、产业化开发难度大。目前我国煤层气（煤矿瓦斯）开发利用基础研究薄弱，现有煤层气勘探开发技术不能适应复杂地质条件，钻井、压裂等技术装备水平较低，低阶煤和高应力区煤层气开发等关键技术有待研发。煤与瓦斯突出机理仍未完全掌握，深部低透气性煤层瓦斯抽采关键技术装备水平亟待提升。部分煤层气项目管道建设等配套工程滞后，下游市场不完

善，地面抽采的煤层气不能全部利用。煤矿瓦斯抽采项目规模小、浓度变化大、利用设施不健全，大量煤矿瓦斯未有效利用，2010 年利用率仅为 30.7%。国家高度重视煤层气开发利用和煤矿瓦斯防治工作，《煤层气（煤矿瓦斯）开发利用“十二五”规划》提出，“十二五”期间，全面推进煤矿瓦斯先抽后采、抽采达标，重点实施煤矿瓦斯抽采利用规模化矿区和瓦斯治理示范矿井建设，保障煤矿安全生产。2015 年，煤矿瓦斯抽采量达到 140 亿  $\text{m}^3$ 。煤层气（煤矿瓦斯）又是温室气体，其温室效应是二氧化碳的 21 倍，每利用 1 亿  $\text{m}^3$  相当于减排二氧化碳 150 万 t。加快煤层气（煤矿瓦斯）开发，不断提高利用率，可大幅度降低温室气体排放，保护生态环境。

本条款提出了煤矿瓦斯抽采利用的要求，同时鼓励高瓦斯矿井发展热电或热电冷联供技术。热电冷联供技术即以瓦斯电站发电余热为动力，采用溴化锂吸收式制冷机、离心式电制冷机制出的低温冷水，由保温管输送至井下冷媒分配站，再由井下冷媒分配站将冷水分配到井下各采区采掘头面，经末端设备（空冷器）将冷水中冷量转换为冷风，以达到降温效果的瓦斯综合利用技术。是瓦斯电站提高资源利用率的产业链进一步延伸。由于热电冷联供系统从原理上实现了对能源的梯级利用，因而，科学合理的联产系统配置与利用方式，相对传统的燃煤分产系统而言，将有较大的节能潜力。同时，系统能源利用效率的提高及瓦斯气清洁能源的应用，对降低二氧化碳及其它空气污染物排放有着积极作用。

### 6.3 生态保护

井工矿采煤沉陷或露天矿地表剥离、外排土场占压，将引起不同程度的地表变形、挖损、裂缝、滑坡和崩塌等地表形态变化，诱发地质灾害、改变土地の利用功能，破坏地表植被，对生态环境产生较大的直接或间接影响。我国煤炭开采以地下开采为主，占全国煤炭产量的 90%以上，有关资料表明，我国每开采万吨煤炭造成的土地塌陷面积达 0.267 $\text{hm}^2$ ，截至 2011 年底，全国井工矿采煤沉陷损毁土地面积已达 100 万  $\text{hm}^2$ ，这一数字每年还以 7 万  $\text{hm}^2$  的速度增加。采煤同时对地下水造成了巨大破坏，数据显示，我国每年因采煤破坏地下水资源超过 20 亿  $\text{m}^3$ 。在我国东部平原高潜水位矿区，采煤沉陷造成了大面积地表整体沉陷并形成积水区，使农田耕地彻底破坏，粮食减产甚至绝产；西部矿区煤炭开采造

成水土流失和土地荒漠化，使生态环境进一步恶化。煤炭开采造成的土地损毁和生态修复，是煤炭工业环境保护的重点工作。本技术政策根据煤炭地下开采、露天开采和洗选加工过程对生态环境造成的不同影响，提出生态环境保护的技术要求。

**第十四条 鼓励井工矿采用充填开采技术，因地制宜采用固体材料、膏体材料、高水材料等安全无害充填材料和充填工艺技术，有效控制地表沉陷，减轻煤炭开采对土地的损毁和生态破坏。**

**条文释义：**煤炭开采具有长期性、累积性的主要环境影响为生态环境影响与水资源影响。常规垮落法煤炭开采方式引发的地表沉陷是煤矿开采破坏土地资源、水资源，从而诱发生态环境退化的根本因素。煤矿充填开采，是指随着采煤工作面的推进，向采空区送入矸石、沙石、膏体等充填材料，并在充填体保护下进行采煤的技术。按充填工作面采煤方法，可分为巷采掘进刀柱开采充填、长壁普采充填和长壁综采充填法；按充填材料，可分为沙子、粉煤灰、矸石、建筑垃圾和高水材料充填法；按充填体中水的比例，可分为固体充填、膏体充填和高水充填等。通过实施充填开采，可将大量“三下”压煤安全高效地开采出来，资源回收率达90%以上，可最大限度地延长矿井服务年限。充填开采不仅能够做到矸石不升井、不上山，而且能大量消化地面矸石及城市建筑垃圾，节约大量土地，有效减轻地层变动和沉降。

当前，我国煤矿充填开采仍处于起步阶段。为科学实施煤矿充填开采，转变煤炭工业发展方式，实现煤炭工业健康可持续发展，能源局等四部委出台了《煤矿充填开采工作指导意见》，今后原则上新建煤矿不设立地面永久矸石山，既有煤矿当年排放的煤矸石要全部利用，优先用于充填开采。其中，东部地区开采历史悠久，衰老矿井多，煤炭资源逐步枯竭，应创造条件大力推广应用充填开采技术，延长矿井服务年限；中西部地区具备条件的煤矿也要积极推广应用充填开采技术。

**第十五条 在我国西北部干旱、半干旱，煤炭开采与水资源保护矛盾较为突出的矿区，应积极推广采用保水采煤技术。**

**条文释义：**保水采煤的基本思路是在尽可能多采煤的同时，保护地下水资源的含水结构不受破坏，地下水位不下降或下降幅度小，不足以引起环境的变异和

泉流量的衰减。通过采用保水采煤技术，有效预防和治理采动条件下顶板导水裂隙和通道的形成，防止矿区浅部水资源破坏，或者将被开采煤层上部岩层中水体转移到下部储水层中。保水采煤技术主要包括：控制隔水关键层结构稳定及控制采动导水裂隙闭合局部区域充填支撑方法；利用采空区转移、存储顶板水技术；利用上下含水层压力差向下伏储水层转移顶板水技术等。目前，保水采煤技术已在陕西及内蒙古的神东矿区、万利矿区和金峰矿区推广应用，矿区水资源状况和生态环境得到显著改善。

本技术政策提出鼓励采用充填开采、保水开采等绿色开采技术，实现矿区生态环境由被动治理向主动防治的重大转变。

**第十六条 受煤炭开采沉陷损毁的土地应进行复垦，复垦土地利用应根据损毁区原土地利用类型、损毁方式、损毁程度，综合考虑复垦经济技术可行性后确定，并应与土地利用总体规划相协调。**

**第十七条 复垦方向为耕地的沉陷区，应在恢复耕地用途的同时完善农田林网工程与灌排工程。**

**条文释义：**损毁土地复垦方向选择的基本原则是“因地制宜”，即根据损毁区原土地利用类型、损毁方式、损毁程度，综合考虑复垦经济技术可行性，与土地利用总体规划相协调，复垦方向可以是农用地中的耕地、林地、草地，也可以是建设用地中的居民点、工业用地，对于某些地表沉陷积水区等可复垦为鱼塘或水上娱乐用地等。不同复垦方向分别满足相应的土地复垦质量标准。

**第十八条 开采近水平、缓倾斜煤层或走向长度较大的急倾斜煤层的露天矿应尽早实现内排土作业。推广采用剥采-运输-排土-复垦一体化的生产工艺，减少对土地的占压和生态破坏。**

**条文释义：**排土是露天矿生产工艺的一个重要环节，内排土是将剥离物排放至露天采场内采空区，与将剥离物排放至外排土场相比，具有运输距离短、少占农田耕地、简化生产管理工作等优点。国外主要产煤大国均大力发展内排土。近年来，外排土与征地之间的矛盾日益突出，内排得到了国内采矿界的高度重视。

由于受煤层禀赋和开采条件的限制，并不是所有露天矿均能实现内排，根据露天矿的作业要求，开采近水平、缓倾斜煤层或走向长度较大的急倾斜煤层的露天矿可实现内排土作业。

剥采-运输-排土-复垦一体化的“采-排-覆”生产工艺是实现减少土地占压、压缩运输工程量、缩短复垦周期的多赢露天开采工艺，形成边开采、边复垦的良性循环工艺系统。

**第十九条** 露天矿剥离表土、次生表土宜分运、分排，单独堆放，后期用于排土场生态恢复，表土临时堆放场应采取水土流失控制措施。排土场应修筑截洪排水工程，进行边坡稳定性治理，防止水土流失。

**第二十条** 排土场应进行边坡稳定性治理，形成平台、边坡相间的规则地形，并修筑截洪排水工程，防止水土流失。

**第二十一条** 排土场应充分利用剥离表土进行覆盖，覆盖土层厚度根据植被恢复类型和场地用途确定。排土场植被恢复宜林则林、宜草则草、草灌优先，植被类型要与原有类型相似，与周边自然景观协调。

**条文释义：**排土场是露天矿土地复垦与生态恢复的主要对象，露天矿排土场复垦的主要内容包括地貌重塑、土壤重构与植被重建，三者环环相扣，共同决定重建生态系统质量。针对目前露天开采过程中弃土弃渣排弃的随意性导致二次倒运或占地面积扩大的问题，排土场要严格按设计要求进行弃土石堆放。同时，由于表土对于植被重建具有重要的意义，鼓励对耕地、林地、牧草地等表土进行单独剥离、单独保存、单独回覆，表土剥离可参照《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）》（HJ651-2013）。截洪排水工程与边坡治理是水土保持、土地复垦与生态建设的有效衔接，对于排土场生态环境整治具有重要意义。

**第二十二条** 干旱风沙区排土场不具备植被恢复条件的，应采用沙石等材料覆盖或草方格沙障等措施，防止风蚀。

**条文释义：**目前，我国煤炭开采逐渐向西部干旱荒漠地区转移，由于这些地区大气降水量极低，不具备植被恢复的自然条件，因此，本条款提出了采用沙石等材料覆盖、草方格沙障等措施，防止风蚀扬尘的要求。

**第二十三条** 煤矿建设施工期的取土场、弃土场应统一规划，并应采取控制水土流失的措施，施工结束后应及时进行生态恢复。

**条文释义：**建设施工期生态环境影响与水土流失的主要诱因为挖损、压占等建设活动，因此施工期的生态环境管理主要为取土场、弃土场等的合理规划、协调利用。

## 6.4 水污染防治

煤炭采选业水污染物主要包括煤炭开采过程中排出的矿井水、露天矿矿坑水、选煤厂煤泥水和工业场地生产生活污水等。应根据水质水质状况进行分质处理、分质利用。

**第二十四条 煤炭开采产生的矿井水、露天矿矿坑水及生活污水应净化处理后综合利用，可用于煤炭企业生产、绿化、降尘用水或周边企业的工业用水、农田灌溉用水等，外排水达标排放。**

**条文释义：**煤炭企业矿井水、露天矿矿坑水与生活污水应首先进行综合利用，对于在现有技术经济条件下确实无法综合利用的应达标排放。达标利用或达标排放的水处理工艺在满足技术经济可行、环境可接受的基础上根据水质、水量、回用途径以及受纳水体环境功能等选择。

矿井水、露天矿矿坑水、生活污水回用，其用户既可以是本煤炭企业，也可以是周边企业。用途可以是工业生产用水、农田灌溉用水、也可以是绿化等生态用水，同时还可以是煤矿企业降尘用水。总之，矿井水、露天矿矿坑水以及生活污水应尽量提高其回用率与重复利用率。

**第二十五条 鼓励采用清污分流，分采分排的矿井水收集、处理工艺。鼓励有条件的煤矿采用矿井水井下处理、就地复用工艺。**

**条文释义：**矿井水清污分流、分采分排有利于矿井水分质利用，提高其利用效率。特别是对洁净矿井水，只要在源头妥善截流，清污分流后，清水由井下单独布设的管路排出，经简单消毒处理后可作为生活饮用水。

矿井水传统的处理方法是由井下水仓排出，在地面上修建各种处理构筑物，以达到回用水质要求，部分在地面利用，部分再返回到井下利用。此方法存在基建投资大、矿井水提升运行费用高、占地面积大等缺点，对于井深超过 400 m 时，还存在供水减压难度大的问题。矿井水井下处理就地复用可节约土地、节省投资，且运行费用低，具有良好的经济效益和环境效益。由于矿井井下空间环境的特殊性，使得矿井水井下处理难度远大于地面，需要解决和处理好诸多关键技术问题，包括井下空间利用、安全防爆技术、完善的自动控制技术、系统的模块化和可移动化设计等。本技术政策鼓励有条件的煤矿采用矿井水井下处理技术。

**第二十六条 高悬浮物矿井水宜采用混凝、沉淀、过滤和消毒工艺处理；**

高矿化度矿井水宜采用反渗透工艺处理；酸性矿井水宜采用石灰石中和、生物化学、湿地工程等工艺处理。

**条文释义：**根据矿井水的不同类型和水质，应采用有针对性的处理工艺。

高悬浮物矿井水分布较广，全国大多数矿井排水均属此类型。悬浮物含量高主要是地下水受开采影响而带入的煤尘和岩粉，此类矿井水经井下水仓初沉后排至地面，采用混凝、沉淀、过滤和消毒工艺处理，即可得到复用或排放标准。

高矿化度矿井水也称含盐矿井水，主要含有  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{HCO}_3^-$ ；等离子可溶性固体总含量大于 1000 mg/L，我国煤矿高矿化度矿井水的含盐量一般在 1000~3000 mg/L 之间，少量矿井达 4000 mg/L 以上。此类矿井水因含盐量高而不宜饮用。处理高矿化度矿井水时，除了要进行混凝、沉淀等预处理外，其关键步骤是脱盐。脱盐的方法包括离子交换法、蒸馏法、电渗析法和反渗透法等，其中反渗透是目前处理高矿化度矿井水较为成熟也较为经济的一种方法，是我国目前处理高矿化度矿井水的主要方法。

酸性矿井水的水质特征为 pH 值小于 5.5，一般 pH 值为 3.0 ~ 5.5，个别小于 3.0，总酸度高。当开采含硫煤层时，硫受到氧化与生化作用产生硫酸，酸性水易溶解煤及岩石中的金属元素，故铁、锰等金属元素以及无机盐类增加，使矿化度、硬度升高，矿井水呈现出明显的黄色。当酸性矿井水未经处理直接排出，进入地表水体以后，会造成水质恶化。由于  $\text{Fe}^{2+}$  的作用使得水体中氧的消耗量显著增加，造成鱼类、浮游生物、藻类等大量死亡。酸性矿井水一般采用石灰石中和、生物化学、湿地工程等工艺处理。

**第二十七条 煤矿生活污水宜采用生物接触氧化、曝气生物滤池、 $\text{A}^2/\text{O}$  等工艺处理，经过滤-消毒后综合利用。**

**条文释义：**鼓励煤矿企业将工业场地生活污水深度处理后进行综合利用，一般可用于选煤厂生产补充水、冲厕、绿化和道路降尘洒水等。

**第二十八条 选煤厂应实现洗水一级闭路循环，选煤生产补充水量应控制在  $0.1\text{m}^3/\text{t}$ （入选原料煤）以下。选煤厂生产用水应优先采用露天矿疏干水、经处理后的矿井水和生活污水。**

**条文释义：**根据《选煤厂洗水闭路循环等级》，一级闭路循环共 5 项要求，分别是“洗水实现动态平衡，不向厂区外排放。水重复利用率在 90%以上，单位

补充水量小于  $0.15\text{m}^3/\text{t}$ （入选原料煤）”；“煤泥全部在室内由机械回收”；“设有缓冲水池或浓缩机（也可用煤泥沉淀池代替，贮存缓冲水或事故排放水），并有完备的回水系统。设备的冷却水自成闭路，少量可进入补水系统”；“洗水浓度小于  $50\text{g/L}$ ”；“年入选原料煤量达到核定能力的 70%以上”。《清洁生产标准 煤炭采选》（HJ446-2008）规定，选煤厂要达到清洁生产一、二级水平，则选煤补充水量需小于等于  $0.1\text{m}^3/\text{t}$ （入选原料煤）。因此本技术政策在一级闭路循环的基础上对洗选原煤清水消耗提出了更高的要求，控制在  $0.10\text{m}^3/\text{t}$ （入选原料煤）。

《煤炭洗选工程设计规范》（GB50359）规定：选煤厂生产用水应优先采用露天矿疏干水、经处理后的矿井地下水、生活污水和电厂冷却水。

**第二十九条 难浮煤、难沉降煤泥水鼓励采用煤泥两段浮选、浮选尾煤两段浓缩两段回收技术，提高选煤用水循环利用率。**

**条文释义：**煤泥水体系是一个极其复杂的系统，是由悬浮物、电解质和胶体组成的混合物，由于固体颗粒的组成大小不一，又是一个多分散系统，其组成及特性比较复杂。特别对于难浮煤、难沉降煤泥水体系，随着时间的延长，循环水中煤泥含量逐渐增大，当回收的煤泥量不足时，将影响作业效果，因而不得不从系统中排出多余的煤泥水，造成煤泥流失、污染环境。因此，应选择合适的煤泥水处理工艺，从而确保煤泥水实现一级闭路循环不外排。

## 6.5 大气污染防治

**第三十条 鼓励煤矿供热锅炉及热风炉采用煤层气（煤矿瓦斯）等清洁燃料，或采用热泵技术替代燃煤锅炉供热和制冷。**

**条文释义：**热泵技术是近年来在全世界倍受关注的新能源技术，是一种将低温热源的热能转移到高温热源的装置。对于煤矿，可充分利用矿井水和矿井回风的热源、冷源，冬季采暖及制取浴室热水可利用回收矿井回风和矿井排水的热能作为水源热泵机组的热源；夏季制冷则利用回收矿井回风的冷能为水源热泵机组的冷源。热泵技术在煤矿中应用可替代传统燃煤锅炉，从而减少煤炭消费量和大气污染物排放量，是一项绿色环保、高效节能的实用新技术，对建设现代化新型矿山有重要意义，应大力推广。

**第三十一条 原煤破碎、筛分、转载等产尘环节应设置喷淋洒水装置，并**

配置集尘罩和高效除尘设施，煤炭输送应采用封闭式皮带走廊，煤炭储存宜采用筒仓、封闭式储煤场或防风抑尘网，防治煤尘污染。

**条文释义：**煤炭筛分、破碎、转载与储存过程产生大量煤尘粉尘，是煤矿主要大气污染源。对煤炭筛分、破碎、转载点应配置高效除尘设施和喷淋洒水装置，煤炭储存方式应采取封闭式储煤仓（场）。

### **第三十二条 露天矿采、剥、排土作业区内道路应定期洒水或喷洒抑尘剂。**

**条文释义：**露天矿开采的大气污染影响主要为采掘场、排土场生产作业产生的无组织扬尘污染，《煤炭工业环境保护设计规范》（GB50821—2012）要求：“采汽车运输的露天矿，应配置洒水车或其它洒水设备。采剥、排土作业区内道路应定时洒水抑尘，必要时可添加抑尘剂”。

### **第三十三条 有自燃倾向的排矸场、露天矿排土场应采取注浆灭火、碾压覆盖灭火等技术进行治理。**

**条文释义：**注浆灭火、碾压覆盖灭火技术是目前采用较为普遍的排矸场、排土场灭火方法。《煤炭工业环境保护设计规范》（GB50821—2012）要求：“当矸石有自燃倾向是时，应采用分类堆放、覆盖黄土、碾压、浇灌石灰乳或喷洒抑尘剂等防治自燃措施”。

### **第三十四条 加强煤矿瓦斯抽采利用，减少温室气体排放。矿井抽排的高浓度瓦斯（甲烷体积分数 $\geq 30\%$ ）应进行综合利用，可用作居民和公共服务设施燃气、工业燃料、汽车燃料等；鼓励利用低浓度瓦斯发电。**

**条文释义：**《煤层气（煤矿瓦斯）排放标准》（暂行）（GB21522）明确规定：高浓度瓦斯（甲烷体积分数 $\geq 30\%$ ）禁止排放；对可直接利用的高浓度瓦斯，应建立瓦斯储气罐，配套建设瓦斯利用设施，可采取民用、发电、化工等方式加以利用。《煤炭产业政策》提出：支持煤层气（煤矿瓦斯）长输管线建设，鼓励煤层气（煤矿瓦斯）用作居民用气、公共服务设施用气、工业燃料、汽车燃料等。

目前，我国煤矿低浓度瓦斯利用技术主要有：① 低浓度瓦斯发电技术；② 低浓度瓦斯浓缩技术；③ 低浓度瓦斯燃（焚）烧技术；④ 矿井乏风瓦斯利用技术。瓦斯发电是煤矿低浓度瓦斯利用的最佳途径，目前瓦斯发电主要有3种方式：大功率燃气轮机发电、蒸汽轮机发电和往复式活塞式内燃机组发电。

## 6.6 噪声污染防治

**第三十五条** 在煤矿和选煤厂工业场地总平面设计中，应充分考虑高噪声源的分布和噪声传播途径、声敏感保护目标和防护距离要求，合理布局。

**条文释义：**从源头控制角度防治噪声污染，应在煤矿及选煤厂工业场地总平面设计阶段即考虑，充分考虑高噪声源分布、传播途径、声敏感目标分布与防护距离要求，根据《煤炭工业环境保护设计规范》2.2.5条的要求，合理进行工业场地总平面设计。

**第三十六条** 煤矿高噪声设备和车间应采取消声、隔声、吸声、减振等综合降噪措施；矿井通风机应避免露天布置，以降低对周围环境的影响。

**条文释义：**煤矿地面生产系统设备选型应选择低噪声设备，首先从声源上控制噪声污染。对高噪声设备和车间，在声源控制的基础上，应采取降噪、隔声、吸声等噪声控制措施。矿井通风机是井工煤矿地面高噪声设备，应尽量避免露天布置，以降低对周围环境的影响。

**第三十七条** 选煤厂溜槽宜敷设不同厚度黏弹性阻尼层进行减振降噪。

**条文释义：**选煤厂溜槽噪声主要由三部分构成：①煤块或矸石冲击溜槽入口底部钢板产生的撞击声；②煤块或矸石相互冲撞并与溜槽壁冲撞产生的噪声；③溜槽受冲击后所产生的振动噪声。治理这些噪声最有效的方法是在溜槽表面涂敷一层如橡胶沥青、环氧树脂等黏弹性阻尼层。

**第三十八条** 露天矿爆破作业宜采用中深孔微差爆破、控制一次起爆药量等减振爆破措施。

**条文释义：**根据《煤炭工业环境保护设计规范》（GB50821—2012）等有关规范提出本条款。

## 6.7 固体废物污染防治

**第三十九条** 煤矸石应进行综合利用，可利用煤矸石作低热值燃料、生产建材，也可用于铺路、填沟造地，充填井下采空区、废弃巷道、地面采煤沉陷区等。

**第四十条** 鼓励有条件的矿井实施煤矸石充填开采工艺，减少煤矸石外排堆存占压土地、污染环境。

**条文释义：**以上两个条款提出了煤矸石综合利用、减少外排、防治污染的技术要求。煤矸石是煤炭开采和洗选加工过程中产生的固体废弃物，占当年煤炭产量的18%左右。2010年，我国煤矸石产生量约5.94亿t，综合利用率约61.4%，年利用煤矸石近3.65亿t，主要利用方式为煤矸石发电、生产建材产品、筑基铺路、土地复垦、塌陷区治理和井下充填换煤等，煤矸石井下充填置换煤技术实现了矸石不升井、不占地。目前，受运输、市场环境、发电装机容量限制等因素影响，部分地区煤矸石综合利用率仍不高，相关优惠政策在个别地区难以得到落实。

《国家发改委大宗固体废物综合利用实施方案》提出：在大中型矿区，稳步推进煤矸石综合利用发电。扩大煤矸石制砖、水泥等新型建材和筑基铺路的利用规模。探索煤矸石生产增白和超细高岭土、膨润土、聚合氧化铝、陶粒、无机复合肥、特种硅铝铁合金等高附加值利用途径。加大煤矸石用于采空区回填、土地复垦、沉陷区治理力度。鼓励引导大型矿业集团研发适合不同地质条件和矿井开拓方式的井下充填置换煤技术并推广应用。

**第四十一条 达到利用品位的高硫洗矸应进行硫铁资源回收，暂不能利用的应进行安全处置，不得长期暴露堆存，避免发生自燃和污染环境。**

**条文释义：**高硫洗矸的硫铁资源回收利用，是落实《中国资源综合利用技术政策大纲》中“推进煤系硫铁矿资源综合利用技术的产业化”的内容之一。在目前技术经济水平下暂不能利用的洗选矸要进行安全处置，安全处置的要求满足本技术政策第四章第六条规定，且为防止自燃与环境污染不得长期露天堆存，可参照《煤矿矸石山灾害防范与治理工作指导意见》，在排放前喷洒适量石灰乳液或者添加适量黄土和石灰混合物，中和氧化产酸。经鉴定为高自燃倾向性的矸石应采取分层堆积方式。

**第四十二条 新建、改扩建煤矿不应设置永久排矸场，临时排矸场应构筑堤、坝、挡墙、排洪沟等设施，服务期满后应及时封场并进行生态恢复。**

**条文释义：**新建、改扩建项目不应设永久排矸场是对土地占用与土壤、地下水污染以及矸石自燃等次生环境影响的有效控制；临时排矸场或矸石周砖场的选址满足《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《中华人民共和国地质灾害防治条例》、《煤矿矸石山灾害防治与治理工作指导意见》、《一般工业固体废弃

物贮存、处置场污染控制要求》等要求，满足《煤炭工业环境保护设计规范》（GB 50821-2012）2.2.4 条规定。为保证排矸场稳定性，防止复垦排矸场的水土流失，应采取先拦后弃的方式设施拦渣设施和截排水设施，并在服务期满后及时进行生态恢复。

## 6.8 鼓励研发的新技术

### **第四十三条 综合机械化高效密实充填采煤技术与装备。**

**条文释义：**一直以来，充填采煤技术一直处在广泛的研究探索阶段。由于充填通道、空间和充实率有限，采煤产量低，充填成本高；充填后不能真正达到控制要求，因此，此前充填开采一直未达到规模化的工业应用。综合机械化固体废弃物密实充填采煤技术，是解决煤炭生产过程中存在的严重资源浪费和生态环境破坏问题的有效途径之一。它的应用可提高资源采出率，延长矿井服务年限，保护建筑物和土地、水体等资源及生态环境，利用矿区排放的矸石、粉煤灰等固体废弃物，消除矸石露天排放的占地和各种环境污染，可有效治理采空区水、火、瓦斯、冲击矿压等重大灾害，还可促进我国具有自主知识产权的煤机制造业的发展。

### **第四十四条 高矿化度矿井水反渗透浓盐水处理与利用技术。**

**条文释义：**高矿化度矿井水主要分布于甘肃、宁夏、内蒙古西部、新疆大部分矿区及陕西的中部和东部、河南西部等矿区。这些地区淡水资源缺乏，处理利用这部分矿井水，不但可以避免直接外排造成的环境污染，还可解决矿区用水紧张的问题。采用反渗透工艺处理高矿化度矿井水，其出水水质好、原水回收率高，具有广阔的运用前景。反渗透浓水中主要包括盐和 TDS，目前国内对反渗透浓水的处理技术主要包括提高回收率法、直接或间接排放、蒸发浓缩等。反渗透浓盐水的排放问题一直未得到较好解决，亟待研究开发高效经济的新技术、新工艺。

### **第四十五条 高地温地区矿井水水源热泵、余热回收利用技术。**

**条文释义：**高地温矿井热泵技术即利用高地温矿井的水源或风源热泵（热能置换装置），输入少量电能驱动机组运行，把低品质（低温位）热能置换到高品质（高温位）的技术，是一项绿色环保、高效节能的实用新技术，对建设现代化新型矿山有重要意义。

#### **第四十六条 矿井乏风超低浓度瓦斯利用技术。**

**条文释义：**矿井乏风瓦斯，是指在煤矿生产过程中随矿井通风排入大气中的瓦斯，由于  $\text{CH}_4$  浓度低 ( $\text{CH}_4$ ) < 0.75%)，采用传统技术无法利用。我国煤矿乏风瓦斯排放量巨大，目前每年排放量大约在 100 亿  $\text{m}^3$ ~150 亿  $\text{m}^3$ ，是严重危害环境的温室气体。研究利用煤矿乏风瓦斯、减少排空对全世界都具有重大意义。世界上许多国家都在开展矿井乏风瓦斯利用技术的研究。煤矿乏风瓦斯氧化技术的研究对象为煤矿回风井排出的浓度低于 1% 的乏风瓦斯，主要采用热逆流氧化反应器和催化热逆流氧化反应器，将氧化反应产生的热量通过高性能的蓄热材料蓄积，用于预热乏风瓦斯，形成交替循环自热氧化(初期需要预热)，多余的热量通过在反应器内植入换热管或在尾气排放管安设热交换器等方式取出，用于供热或发电等。我国在矿井乏风瓦斯转化领域的研究还处于起步阶段，山东理工大学和胜利动力机械集团有限公司等单位最早开展这方面的研究。矿井乏风瓦斯利用技术具有较好的发展前景，将成为今后较长一段时间的研究重点。

**第四十七条 深度降灰、脱硫选煤工艺技术， 效干法选煤技术， 适用于缺水地区的节水选煤技术。**

**条文释义：**选煤工艺中的脱硫、降灰工艺研发、推广将在很大程度上降低煤炭企业主要大气污染。而干法或省水选煤技术在干旱地区的推广一方面解除水资源匮乏对煤炭产业的发展约束，另一方面将促进煤炭资源就地转化或提高入洗率。

#### **第四十八条 矿井水井下处理利用关键技术。**

**条文释义：**由于矿井井下空间环境的特殊性，使得矿井水井下处理难度远大于地面，需要解决和处理好诸多的关键技术问题，包括井下空间利用、安全防爆技术、完善的自动控制技术、系统的模块化和可移动化设计等。

#### **第四十九条 煤炭地下气化技术。**

**条文释义：**煤炭地下气化是将处于地下的煤炭进行有控制地燃烧，通过对煤的热作用及化学作用产生可燃气体的过程，集建井、采煤、气化工工艺为一体的多学科开发洁净能源与化工原料的新技术，其实质是只提取煤中含能组分，变物理采煤为化学采煤，因而具有安全性好、投资少、效率高、污染少等优点，被誉为第二代采煤方法。煤炭地下气化技术不仅可以回收矿井遗弃的煤炭资源，而且还

可以用于开采井工难以开采或开采经济性、安全性较差的薄煤层、深部煤层、“三下”压煤和高硫、高灰、高瓦斯煤层。地下气化煤气不仅可作为燃气直接民用和发电，而且还可以用于提取纯氢或作为合成油、二甲醚、氨、甲醇的原料气。因此，煤炭地下气化技术具有较好的经济效益和环境效益，大大提高了煤炭资源的利用率和利用水平，是我国洁净煤技术的重要研究和发展方向。该技术的进一步研发、推广对于煤炭产业清洁生产与环境保护具有重要意义。

#### **第五十条 采煤沉陷区微生物复垦关键技术。**

**条文释义：**沉陷区的地表沉陷变形会导致植被根系断裂，造成植物根系的“硬伤”，特别是在神东矿区等黄土高原丘陵沟壑区与毛乌素沙漠过渡地带，是黄河上中游风蚀沙化和水土流失最为严重的地区之一，生态环境本身就很脆弱，再加上煤炭开发造成的不可避免的生态影响，这片区域愈加贫瘠和干旱。微生物复垦技术，即针对不同土壤中筛选出适宜的菌根，培养后接在植物根系上，使得菌根与植物形成一种共生的关系，从而扩大植物根系的养分水分的吸收面积和范围，给植物提供足够的养料。土壤加菌后，菌丝会慢慢连成菌丝网，像医学上所说的“心脏搭桥”一样，对植物的根系有保护和恢复的作用。

#### **第五十一条 采煤沉陷区雨洪利用与湿地生态景观修复技术。**

**条文释义：**针对我国东部平原地区煤炭开采沉陷积水区，研究以蓄水为主和湿地、景观等多种功能开发的模式，提出沉陷区之间及其与河道的沟通连接方式，对沉陷区特征蓄水位及可引水量、可供水量及蓄水可行性进行研究，并提出沉陷区作为湿地开发的三种构造模式，从而有效地利用雨洪资源，提高水资源供水保证程度和配置能力，同时可促进水生态修复和改善人居环境。