



中国矿业大学
CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY

第五届全国大学生能源经济学术创意大 赛参赛作品

作品名称： 蓝天工程商业模式策划研究

作品类别： 调研报告类

作者团队： 任媛、李海峰、郭佳、叶景

中国矿业大学 硕研 2018 级

指导教师： 龙如银 中国矿业大学

目录

第 1 章 蓝天工程提出的背景 1

 1.1 煤炭资源主体地位.....1

 1.2 我国散煤利用现状.....2

 1.3 我国散煤治理现状.....6

第 2 章 蓝天工程的主要产品及技术优势 11

 2.1 蓝天工程简介..... 11

 2.2 蓝天工程的主要产品..... 11

 2.3 技术 21

第 3 章 商业模式研究综述 25

 3.1 商业模式的概念.....25

 3.2 商业模式的理论基础和要素分析.....26

 3.3 不同商业模式的比较.....29

第 4 章 蓝天工程商业模式设计 32

 4.1 兖矿实施“蓝天工程”的 SWOT 分析32

 4.2 商业模式设计.....35

第 5 章 蓝天工程商业模式的保障措施 38

 5.1 加强组织领导，建立工作协调机制.....38

 5.2 创新运营机制，提升核心竞争力.....38

 5.3 加强政策研究，争取最大支持.....38

 5.4 注重品牌塑造，提升品牌价值.....39

 5.5 强化风险防范， 建立风控机制.....39

第 1 章 蓝天工程提出的背景

1.1 煤炭资源主体地位

煤炭是我国重要的基础能源和工业原料，为保障经济社会快速健康发展作出了重要贡献。

从资源储量看，煤炭资源储量相对丰富。在我国已探明的化石能源储量中，煤炭占了 94.3%，石油、天然气仅占 5.7%。根据 2018 年国家统计局年鉴，煤炭占中国一次能源生产总量的 69.6%（表 1-1）、占消费总量的 60.4%（表 1-2），为支撑国家经济快速发展，满足能源需求做出了巨大贡献。根据《国务院办公厅关于印发能源发展战略行动计划（2014—2020 年）的通知》（国办发〔2014〕31 号），到 2020 年，我国能源消费总量将控制在 48 亿吨标准煤，煤炭消费量控制在 42 亿吨左右，煤炭消费比重控制在 62%以内。

从能源安全看，我国能源战略要坚持立足国内。2017 年我国一次能源对外依存度增加，其中，原油进口量达到 3.92 亿吨，同比增长 9.7%，我国石油对外依存度达到 67.2%；而随着天然气需求量远超国内供给量，其进口量也在不断增加，2017 年中国天然气对外依存度达到 39%。

表 1-1 2013-2017 中国能源生产结构

年份	占能源生产总量的比重（%）			
	原煤	原油	天然气	一次电力及其他能源
2013	75.4	8.4	4.4	11.8
2014	73.6	8.4	4.7	13.3
2015	72.2	8.5	4.8	14.5
2016	69.8	8.2	5.2	16.8
2017	69.6	7.6	5.4	17.4

数据来源：中国统计年鉴

从资源储量分布的情况来看，在相当长时期内，煤炭仍是我国最丰富可靠的能源资源，仍是支撑我国能源消费需求的主体。从能源安全方面考虑，继续以高价、远距离进口油气调节能源消费结构会过度降低中国的产品价格竞争力和增加人民的生活成本负担。我国“富煤少油缺气”的资源禀赋特点、生产力发展阶段以及煤炭资源的可靠性、廉价性、可清洁性，决定了煤炭在国家能源结构中的主体地位、基础地位。

表 1-2 2013-2017 中国能源消费结构

年份	占能源消费总量的比重			
	煤炭	石油	天然气	一次电力及其他能源
2013	67.4	17.1	5.3	10.2
2014	65.6	17.4	5.7	11.3
2015	63.7	18.3	5.9	12.1
2016	62.0	18.5	6.2	13.3
2017	60.4	18.8	7.0	13.8

数据来源：中国统计年鉴

1.2 我国散煤利用现状

1.2.1 散煤定义

散煤的定义尚没有统一的说法，一般来说，散煤是指与大型集中燃煤设施相对的燃煤，即非大型集中燃烧煤。

2014 年 9 月，六部委联合发布的《商品煤质量管理暂行办法》的第九条指出，“京津冀及周边地区、长三角、珠三角限制销售和使用灰分 $\geq 16\%$ 、硫分 $\geq 1\%$ 的散煤”。在此文件中，“散煤”虽然未被明确定义，但业内普遍认为“散煤”是与洁净型煤相对的“未经洗选或加工过的劣质原煤”。

环保部发布的相关政策文件中，“散煤”治理通常是针对民用散煤。根据 2016 年 3 月环保部公布的《农村散煤燃烧污染综合治理技术指南（试行）》，民用散煤（Civil bulk coal）是指未经成型加工的用于居民炊事、取暖等分散式使用的动力用煤。散煤特征如表 1-3 所示：

表 1-3 散煤特征

散煤特征	源头端：灰分和硫分含量高、煤质差
	使用端：单体体量小且分散使用，燃烧过程效率很低
	排放端：属于低矮面源，大多数为直燃直排，没有或缺少足够的脱硫、脱硝、除尘等处理设备或措施，污染物排放强度较高，对空气质量影响较大

1.2.2 散煤消费现状

据测算，我国燃煤中约有 20%~25%是散煤，包括工业散煤和民用散煤，每年消耗量在 6~7 亿吨。2016 年散煤消费细分表如表 1-4 所示：

民用散煤使用分布面广且高度不均衡，主要以华北、华东地区为主，涉及居民炊暖、农业生产、商业服务等多个行业，主要特点为单位用量小、分布散、季

节性强、治理难度大、价格承受能力低等。

民用散煤主要分布于广大的农村地区，农村散煤占民用散煤总量的 94%。农村生活燃煤主要用于采暖、炊事和热水燃煤，其中冬季采暖散烧煤约 2 亿吨，占民用生活散煤的 91%，约占散煤总量的 27%。北方农村采暖主要以散烧原煤为主，散煤使用量达到 80.6%，洁净型煤与其它成型燃料的使用率不足 15%。全国采暖炉具市场容量约 1.86 亿台，商品化采暖炉具市场保有量约 1.2 亿台，其中劣质采暖炉具占到了 77%左右的份额。

由此可见，民用散煤的消费存在明显的时间分布特性，消费的高峰期是冬季采暖期，且以北方农村地区为主。

表 1-4 2016 年散煤消费细分表

分类	数量(亿吨)	备注
民用生活燃煤	2.34	其中城镇生活燃煤 1361 万吨,农村生活燃煤约为 2.2 亿吨。农村生活燃煤主要用于采暖和炊事, 动机采暖散烧煤约 2 亿吨, 占比 90%左右。
小锅炉燃煤	2.2	包括工业领域、农业生产、商用及公共事业单位的小锅炉燃煤。其中, 农业生产用煤 2625 万; 住宿餐饮批发零售用煤 3864 万吨; 工业及其他锅炉燃煤 1.55 亿吨。 从锅炉容量来看, 初步估算, 20-35t/h 燃煤小锅炉煤耗量约 0.6 亿吨; 10-20t/h 燃煤小锅炉煤耗量约 0.6 亿吨; 10t/h 及以下燃煤小锅炉煤耗约 1 亿吨。
小窑炉燃煤	2.36	此处主要指的是建材行业, 其中建筑卫生陶瓷行业散烧煤 1630 万吨, 石灰行业散烧煤 1018 万吨, 砖瓦行业散烧煤约 2.1 亿吨(1.37 亿吨来自落后产能, 0.73 亿吨散烧煤用于隧道窑生产工艺, 这部分生产线可通过升级改造或采取脱硫除尘等环保措施实现达标排放), 目前砖瓦行业使用的主要燃料是煤矸石和劣质煤, 燃料热值非常低。 注: 工业小窑炉底数不清, 调查难度较大, 本报告现阶段只统计建材行业小窑炉散烧煤。
其他散煤	0.6	
合计	7.5	2015 年可估算的散煤消费量约为 6.9 亿吨, 其中农业生产用煤、商业及公共机构用煤、工业小窑炉的散煤消费量均为不完全统计, 预计全国散煤消费量应为 7.5 亿吨左右。

数据来源:《能源统计年鉴 2017》

1.2.3 散煤污染问题

以煤为主的能源生产消费结构不仅是我国能源的基本特征，也是我国国情的必然选择。但是，煤炭产业在支撑国民经济高速发展的同时，也带来了沉重的环境压力。据《中国气候公报》的统计数据（图 1-1），随着煤炭消费总量增加，大气污染导致的中国年均灰霾天数增加明显。煤炭高污染高碳的能源特性，使其在使用过程中排放大量的污染物，包括二氧化硫、氮氧化物、烟粉尘、一次 PM2.5 和汞等，这些物质都是大气污染物的主要来源。PM2.5 作为灰霾天气的罪魁祸首，来源包括各类污染源直接排放的一次 PM2.5，以及二氧化硫、氮氧化物在大气中化学转化形成的二次 PM2.5。根据 NRDC 发布的研究成果《煤炭使用对大气污染的“贡献”》，煤炭使用对 PM2.5 年均浓度的贡献约为 56%，而其中的六成来源于煤炭的直接燃烧，四成来自伴随煤炭使用的重点行业排放。

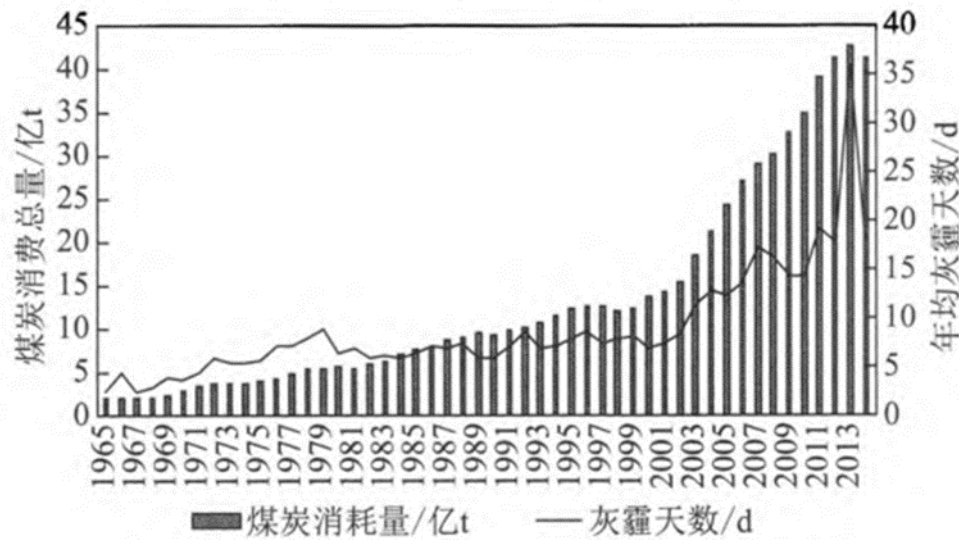


图 1-1 中国历史煤炭消费量与年均灰霾天数
(数据来源：能源统计年鉴、中国气候公报)

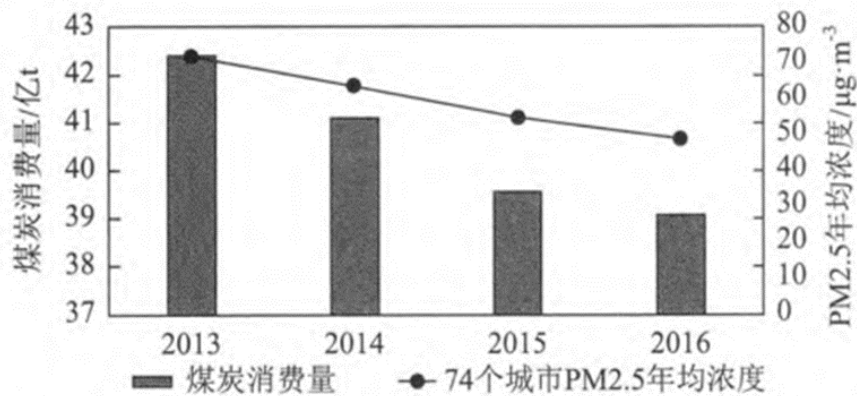


图 1-2 2013-2016 中国煤炭消费量与 PM2.5 平均浓度变化
(数据来源：中国能源统计年鉴、中国环境质量公报)

相对于集中燃煤，散煤点多面广，更加难以监管，劣质散煤直烧直排，污染物排放量是大型锅炉等量燃烧后的 10-20 倍。散煤常使用灰分、硫分含量高的劣质煤，燃烧后往往缺乏脱硫、脱销、除尘处理，煤炭散烧排放的主要污染物是氮氧化物（NO_x）、二氧化硫（SO₂）以及烟尘等，其在大气中经过化学转化又会形成 PM_{2.5}。据文献研究，我国民用散煤燃烧污染物排放形成的 PM_{2.5} 占有煤炭燃烧排放 PM_{2.5} 总量的 36% 以上。如图 1-3 所示，PM_{2.5} 的浓度在冬季增加明显，一定程度上是由冬季使用散煤取暖造成的。散煤的单位排放强度远高于集中燃煤，以单位排放最严重的农村生活领域为例，每吨农村生活散煤平均排放约 3.73kg PM_{2.5}，而由于目前中国煤电平均除尘效率已经达到 99.75% 以上，每吨电煤仅排放 0.48kg PM_{2.5}，散煤排放强度是电煤的约 8 倍。同时，散煤的 SO₂ 排放也比电煤高许多倍，而且通常在人口密集地区低空排放，相同排放下造成疾病和死亡的影响超过远郊的工业集中燃煤。如图 1-4 所示，民用散煤虽然只占煤炭消费量的 11%，但其带来的 PM_{2.5} 的排放量占 44%，带来的 SO₂ 排放量占 37%，带来的氮氧化物排放量占 7%。

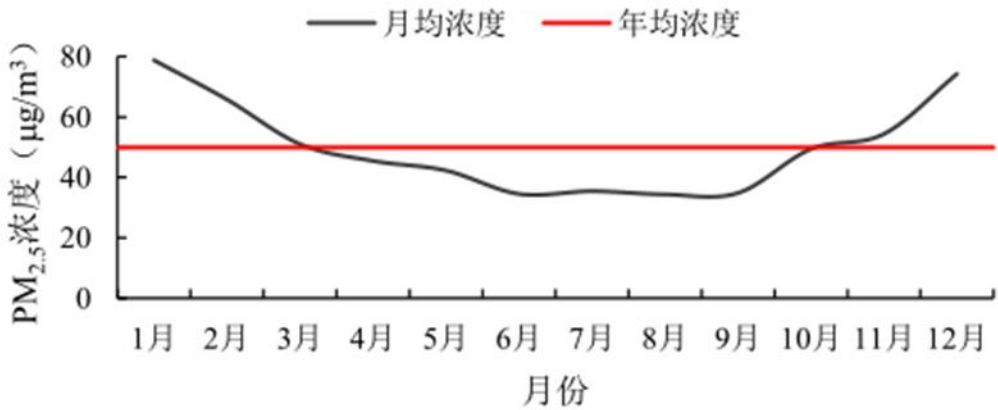
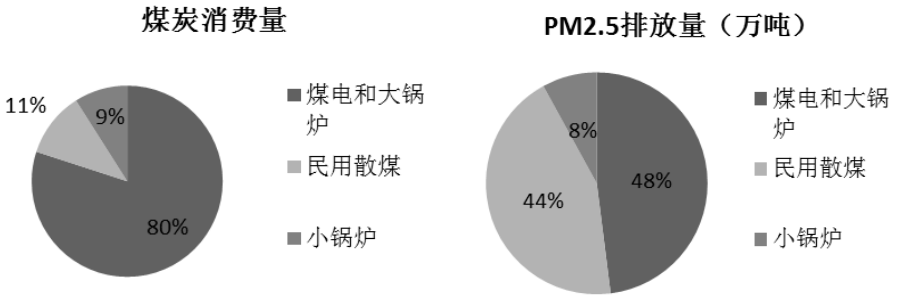


图 1-3 中国 PM_{2.5} 月均浓度变化



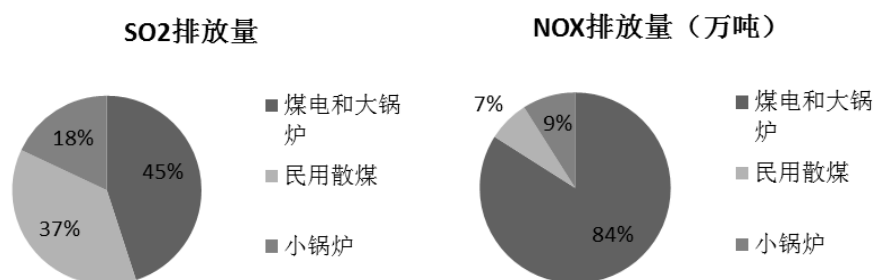


图 1-4 全国煤炭消费量占比及污染物（PM2.5、SO2、NOX）排放量占比

中国北方农村居民每年散烧煤约 2 亿吨，中国居民粗放式使用固体燃料造成的室内空气污染，导致呼吸系统疾病高发病率和高死亡率。儿童、女性和老年人是室内环境的易感群体，长期 PM2.5 暴露会削弱其免疫系统功能。此外，患有哮喘、心血管和肺部疾病的患者对室内空气污染更为敏感。

1.3 我国散煤治理现状

愈发恶劣的空气环境，迫使我国这个煤炭使用大国进入控煤阶段，尤其在京津冀等重点地区。之前颁布的《大气污染防治行动计划》以及《京津冀及周边地区落实大气污染防治行动计划实施细则》中，均提出了“全面淘汰燃煤小锅炉”的要求。

目前散煤治理的手段主要有集中供热，煤改气、煤改电等清洁能源替代，洁净煤产品替代烟煤，节能环保型燃煤采暖炉具的推广等。这些方法有各自的优点，也有其不足，如表 1-5 所示：

表 1-5 散煤治理措施对比

措施	资源	使用难易程度	成本	应用效果
煤改气	有限，燃气管网基础设施缺乏	易	前期投入成本大，使用成本高	差
煤改电	需大规模改造农村电网	易	前期投入成本大，使用成本高	差
优质无烟煤型煤替代	有限	难	使用成本高	差
兰炭替代	有限	点火难	使用成本高	差
生物质成型燃料	有限	易	使用成本高	差
其他能源（小风电、太阳能、液化气、沼气）	有限	易	使用成本高	差

1.3.1 “煤改气”“煤改电”问题

富煤、贫油、少气是我国能源的赋存特性，农民居住分散、收入较低是我国农村的基本特征。“煤改气”“煤改电”等措施存在严重的技术和经济等问题，主要包括以下几方面：

(1) 地方财政压力加大。如实施煤改电，用电负荷将大大增加，原有电网负荷将远远超标，必须大范围对电网进行改造，对电网进行扩容，一次性投资成本太大，大多数地方财政难以承担；“煤改气”同样也需要铺设管网，前期投入以及后续的维护都需要很多的财政支出，地方财政压力加大。

(2) 居民取暖成本提高。“煤改电”的技术路径主要包括空气源热泵、碳晶、发热电缆、电热膜、电暖气和空调等。不同技术路径的总体供热成本相差不大，年均成本在 40-45 元/m²之间。空调取暖成本受气候条件和居民生活习惯的影响比较大，空气源热泵总体成本略有优势，但初始或一次投入成本较高。而且“煤改电”的采暖成本约为散煤的 4 倍。“煤改气”的经济性要优于“煤改电”，燃气壁挂炉的总供暖成本早 35-40 元/m²。但支出仍是散煤费用支出的 3 倍左右。

进行煤改电、煤改气，用户需购置电能炉、壁挂炉等取暖设备，如用户自行承担，取暖成本必然增加，居民的支付意愿降低。而如果政府进行补贴，必然会加剧第一点所说的政府财政压力。

(3) 能源结构不均。中国能源结构就是“富煤贫油少气”，煤改气受到燃气资源有限、燃气管网基础设施缺乏的限制，同时其燃料成本也是燃煤的 6-13 倍，近年来天然气价格上涨，已出现不同程度的“气荒”，造成一是用不起，二是没气可用的局面。电的成本也达到煤的 8 倍。煤、气、电燃料成本如表 1-6 所示：

表 1-6 煤、气、电燃料成本对比

燃料	单价	热值单位	热效率	单位热值价格	比较
煤	600 元/吨	5500 千卡/公斤	75%	0.0073 分/千卡	1
天然气	3 元/立方米	8000 千卡/立方米	85%	0.0441 分/千卡	6
液化气	135 元/罐 (15kg)	11000 千卡/公斤	85%	0.0963 分/千卡	13
电	0.5 元/度	860 千卡/度	100%	0.0581 分/千卡	8

“煤改气”“煤改电”实行以后，煤到清洁能源的转变使得大气污染得到了改善，但也存在很多问题，下面是一些具体实例：

2017 年底，进入供暖季后，河北天然气全面告急，全省天然气供应进入橙色预警状态。在保定，由于资源持续紧张，11 月 28 日全市大范围居民无法正常用气，燃气管网面临瘫痪。

据陕西广播电视台的报道，在陕西农村的几所学校中，燃煤锅炉被拆除了，

学校既没有天然气管道接入，也没有能够承载全校空调供暖的大功率变压器，师生无法取暖，难以过冬。

2017 年禁煤的结果，到 11 月底液化天然气价格创下 9400 元/吨历史新高，比柴油还贵 3500 元/吨，自 9 月以来，LNG 累计涨幅已超过 100%。去年入冬前天然气的价格也就 3000 元/吨左右。

北京、天津、石家庄等地就煤改气规定了量化指标，可地方政府煤改气的数量早已超过了量化指标。仅 2017 年，河北省就增加了 200 万户左右的城乡冬季采暖用户。山东的煤改气增量却未在计划之内，一年中突然出现了 50 万户的煤改气新用户，供气方措手不及。而天然气的运输和存储都需要相当专业的设备，即使进口也难以短时间内筹措解决。很可能在个别地区个别时段，就造成了居民冬季无法取暖。

1.3.2 洁净煤的利用

采用洁净煤替代散煤是解决燃煤污染问题的主要途径，洁净煤技术在提高减排效率，根除污染排放源方面具备先天性技术优势。

洁净煤技术（cleancoal technology）传统意义上主要是煤炭的洗选、配煤、型煤以及粉煤灰的综合利用技术，目前意义上洁净煤技术主要是煤炭的气化、液化、煤炭高效燃烧与发电技术等。

我国洁净煤技术是从提高煤炭开发利用效率和减轻对环境污染方面进行研究和推广的。主要涉及四个领域：煤炭加工、煤炭高效洁净燃烧、煤炭转化、污染排放控制与废弃物处理。我国从 1958 年开始研究型煤。20 世纪 80 年代以来，无烟型煤技术的发展进入新的阶段，研究重点为化肥用优质防水气化型煤。“八五”期间及以后，免烘干无烟煤造气型煤技术取得一定进展。近年来，我国生物质型煤技术、环保固硫型煤、型煤黏结剂和和烟煤型煤技术等方面取得了巨大进展，有力促进了我国型煤技术的发展。目前我国淄博、济南和京津冀地区型煤主要是用优质无烟煤（低硫、低灰、高热值）加工的洁净型煤，其生产工艺流程主要是通过粉碎、添加粘合剂、压球、烘干工艺制成型煤。

目前国内外洁净煤技术，除洗选外，都是关于改变煤的应用过程以达到降低燃煤污染物排放的目的，而并没有从燃煤本身的性能和化学特性方面着手，改变煤的污染物生成特性，从源头控制污染物的生成和排放。民用散煤使用分布面广，直燃直排，治理难度大。

目前散煤治理的典型做法是用优质无烟煤或者兰炭替代散煤，虽然可减少 SO_2 等污染物排放，但没有从根本上解决 SO_2 、 NO_x 等污染排放问题，并且还均存在资源稀缺、成本价格高、上火慢、火力弱、不易点燃和不好使等缺点，百姓不喜欢使用。具体局限性如下

用优质无烟煤（低硫、低灰、高热值）加工的洁净型煤代替散煤。局限性包括以下几点：（1）低硫（全硫 $\leq 0.4\%$ ）、低灰（灰分 $\leq 24\%$ ）无烟煤属稀缺煤种，价格高（ >1000 元/吨）；（2）原煤低硫低灰不等于 SO_2 和烟尘的洁净排放，全硫 0.4% 的原煤燃烧 SO_2 浓度也在 $600\text{--}1000\text{mg/Nm}^3$ ，是电厂排放标准的 $6\sim 10$ 倍；（3）无烟煤不易点燃、上火慢、火焰小；（4）目前无烟型煤生产均采用低压湿法成型，需要粘结剂和烘干，过程复杂，生产能力小，成本高，质量难以保证；（5）政府配送炉具，与型煤燃烧特性不匹配，燃烧温度高（ $>1000^\circ\text{C}$ ）， NO_x 排放浓度高；已有固硫型煤固硫效果差（ $<60\%$ ）；6 政府为燃烧洁净型煤生产企业和用户进行财政补贴，造成地方财政很大压力

用兰炭替代散煤并配送专用炉具。局限性包括以下几点：（1）用低硫褐煤制取，需外地运入，价格昂贵，高于 1000 元/吨；（2）兰炭生产过程有二次污染，且消耗大量新鲜水资源，生产能力小，成本高，质量不稳定；（3）不易点燃、使用时有噼啪响声（水气化），活性太高而不耐烧，烟尘排放浓度高；（4）政府配送炉具，与兰炭燃烧特性不匹配，燃烧温度高（ $>1200^\circ\text{C}$ ），容易结焦（灰熔点 $\leq 1200^\circ\text{C}$ ）；（5）政府为用户进行财政补贴，造成地方财政很大压力。

反烧型环保炉具，虽然可以实现烟煤的无烟化燃烧，但存在燃烧温度高，造成氮氧化物排放浓度增高的问题。而且存在上火慢、火力弱，结焦，固硫率低，氮氧化物高。

1.3.3 “2+26”城市“无煤化”

2017 年 3 月公布的《京津冀及周边地区 2017 年大气污染防治工作方案》提出，将“2+26”城市列为北方地区冬季清洁取暖规划首批实施范围，北京、天津、廊坊、保定 10 月底前完成“禁煤区”建设任务。主要任务以改善区域环境空气质量为核心，以减少重污染天气为重点，多措施并举强化冬季大气污染防治，全面降低区域污染排放负荷。从“2+26”通道城市民用散煤治理基本思路是提高城镇集中供热率，具备条件的城中村、城郊和农村加快推进气代煤和电代煤，在不具备替代条件的其他农村及山区实施洁净煤替代散煤。

2018 年 7 月，国务院印发《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，对重点区域的划分有了新的调整，珠三角退出，汾渭平原加入，将散煤治理和有效推进北方地区冬季清洁取暖作为打赢蓝天保卫战重要措施予以部署，要求集中力量重点推进通道城市和汾渭平原的散煤治理。

“2+26”城是指京津冀大气污染传输通道所覆盖的城市，包括北京市，天津市，河北省石家庄、唐山、廊坊、保定、沧州、衡水、邢台、邯郸市，山西省太原、阳泉、长治、晋城市，山东省济南、淄博、济宁、德州、聊城、滨州、菏泽市，河南省郑州、开封、安阳、鹤壁、新乡、焦作、濮阳市（以下简称“2+26”城市）。

汾渭平原包含山西省晋中、运城、临汾、吕梁市，河南省洛阳、三门峡市，陕西省西安、铜川、宝鸡、咸阳、渭南市以及杨凌示范区等。

初步形成了城镇取暖集中化，农村取暖多样化的清洁供暖格局。在城镇提高集中供暖覆盖率；集中供暖覆盖不到区域，主推电代煤和气代煤，具备条件的地区，积极发展可再生能源供热；在清洁供暖无法覆盖的区域，包括农村和山区，推广洁净型煤和适配的节能环保炉具。

“2+26”城市大规模推进散煤的清洁能源替代和散乱污企业的整治工作，效果显著。据估算，2017年散煤消费量减少约6500万吨，散煤清洁替代对2017年京津冀地区PM_{2.5}平均浓度下降贡献了27%，而散乱污企业整治则贡献了21%。数据显示，2017年10-12月京津冀大气污染传输通道城市平均PM_{2.5}浓度为71μg/m³，同比下降34.3%。2018年上半年空气质量持续转好，其中，京津冀PM_{2.5}平均浓度为66μg/m³，同比下降14.3%。

民用散烧煤“清零”的最大难点在于现阶段清洁能源替代的成本与居民采暖的实际支付或承受能力存在较大差距，与此同时，项目对政府的补贴依赖性较大，地方财政负担加大。“禁煤区”除清洁能源替代所需的基础设施投入等投入以及一次性补贴成本外，每年还需支付相当可观的运营维护成本。

从目前的规划来看，“禁煤区”的范围或规模将逐步扩大，由此带来的成本也将逐年增加，财政的可持续性成为巨大挑战。

2017年冬季出现“气荒”现象。据中国石油集团经济技术研究院最新预测，2020年前，我国天然气市场需求仍较快增长，季节性供需矛盾更加突出。受经济和政策双重因素驱动，预计2018-2020年全国天然气消费量年增250-300亿方。北方LNG接收能力短期内难有较大提升，而受到南北管网互联互通的限制，南方投产的LNG接收站对于缓解北方季节供需矛盾作用有限。近期国家加快推进储气调峰设施建设，但是建设周期较长，从规划到投产需要三年以上。

由于政府采取“先用后补”的补贴方式，用户不敢敞开来用，因为担心补贴不到位。而且用户多为低收入的农村居民，取暖支付能力本就有限，使用费用高使得他们顾虑重重，难以放心使用。

我国散煤治理虽然存在很多问题，相对滞后，但也取得了显著的成效，潜力巨大，是中国煤炭消费总量控制、煤炭污染治理的潜力来源。以煤为主的能源生产消费结构不仅是我国能源的基本特征，也是我国国情的必然选择，但其所造成的污染严重，环保治理难度大。而大量实践证明，煤炭是可以清洁高效利用的，而且还在不断发展和提高。就我国的国情和经济社会长远发展而言，依靠科技创新，加大科技攻关力度，进行煤炭清洁高效利用，对国家而言是一项独特的历史任务，在未来很长一段时期内，煤炭仍可以承担主体能源的重任。

第2章 蓝天工程的主要产品及技术优势

2.1 蓝天工程简介

蓝天工程是兖矿集团积极响应党和国家关于“能源革命”的战略决策，围绕破解煤炭清洁利用及散煤治理难题而启动实施的，并以此作为企业履行社会责任、推进集团本部转型升级的“一号工程”。该工程针对当前我国民用燃煤洁净治理工作存在的优质无烟煤及兰炭资源稀缺、成本价格高，不好使等制约因素，以及煤改气，煤改电存在的基础设施不完善，使用价格太高的问题，并考虑到我国以煤、特别是烟煤为主的能源消费现状以及农村目前的经济状况，以亿万农民的实际需求、消费习惯和承受能力为导向，开发利用我国丰富且燃烧性能优良的烟煤资源，特别是劣质、价廉的末煤、高硫煤等为原料制作改性洁净型煤，并配套开发高效节能环保炉具和清洁高效燃烧技术，鼓励采用“好煤+好炉”的配套模式，推广洁净型煤及节能环保炉具，替代居民家中采暖、炊事用散煤及落后炉具，以实现烟煤无烟化燃烧、高硫煤低硫化燃烧和污染物达标排放，从而解决我国农村煤炭散烧污染问题和改善广大农民的生活。

该工程以打造洁净型煤的研发中心、生产中心、配送中心和洁净能源综合服务商“三个中心、一个综合服务商”为总目标，以“立足山东、辐射华东、面向全国”为方向指引，强化“核心技术、专家团队、转化应用、商业模式”四大支撑，着力推动“高碳能源低碳化、有烟煤炭无烟化、高硫煤炭低硫化、黑色煤炭绿色化、运营服务一体化”。“蓝天工程”立足于我国“富煤少油缺气”的资源禀赋，煤炭是我国优势资源，储量最丰富、性价比最高、生产能力最大、可以实现清洁高效利用。大力发展煤炭洁净技术，有利于降低全社会能源消费成本，提升国家能源安全保障能力，增强中国产品的价格优势和竞争力。

2.2 蓝天工程的主要产品

2.2.1 产品开发背景

根据中国社科院的预测，到2020年，我国石油对外依存度将超过64%，天然气50%需要进口。而可再生能源尽管发展快速，但是基数小、投资大，在未来较长一段时间内难以担当能源主力的重任，煤炭仍将担负保障国家能源安全的重任。相对于集中燃煤，散煤点多面广，难以监管，常使用灰分、硫分含量高的劣质煤，燃烧后往往缺乏脱硫、脱销、除尘处理。散煤的单位排放强度远高于集中燃煤，以单位排放最严重的农村生活领域为例，每吨农村生活散煤平均排放约

3.73kg PM_{2.5}，而由于目前中国煤电平均除尘效率已经达到 99.75% 以上，每吨电煤仅排放 0.48kg PM_{2.5}，散煤排放强度是电煤的约 8 倍。同时，散煤的 SO₂ 排放也比电煤高许多倍，而且通常在人口密集地区低空排放，相同排放下造成疾病和死亡的影响超过远郊的工业集中燃煤。采用洁净煤替代散煤是解决燃煤污染问题的主要途径。

据不完全统计，在我国 1.6 亿户农村居民家庭中，采取分散采暖模式的约有 9300 万户，其中燃煤采暖约 6600 万户。民用采暖炊事炉具近 80% 的为低效炉具，且燃用劣质散煤。这些劣质散煤直烧直排，污染物排放量是大型锅炉等量燃烧后的 10-20 倍。煤炭散烧排放的主要污染物是氮氧化物（NO_x）、二氧化硫（SO₂）以及烟尘等，是形成 PM_{2.5} 的重要前体物。据文献研究，我国民用散煤燃烧污染物排放形成的 PM_{2.5} 占有煤炭燃烧排放 PM_{2.5} 总量的 36% 以上。

我国燃煤工业锅炉整体能效水平较低，其实际运行效率比国际先进水平低 15 个百分点以上，具有很大的节能潜力。燃煤锅炉污染物排放强度较大，是重要污染源，10t/h 以下的燃煤锅炉大多未配置有效的除尘装置，基本无脱硫脱硝设施，排放超标严重。据统计，每年 10t/h 小型燃煤锅炉燃煤消耗量为 2.6 亿吨左右，PM_{2.5} 排放量为 18.2 万吨，约占燃煤排放总量的 8%；SO₂ 排放量约占燃煤排放总量的 18%；NO_x 排放约占燃煤排放总量的 9%。

所以，从源头治理散煤污染，必须有与之配套的节能环保炉具，从而降低散煤消耗量并且实现散煤的清洁化利用。我国农村炊事取暖主要以低效高污染燃煤炉具为主，环保炉具使用率仅 20% 左右。低效炉具的使用不仅造成煤耗量增加，资源浪费，并且低效炉具中由于煤炭的不完全燃烧造成的大气污染显著，颗粒污染物以及 SO₂、NO_x、CO、VOCs 等气态污染物排放量大，对大气污染严重。

针对上述情况，近年来开发出各种不同类型的炉具，将热效率由不到 10% 提高到了 50% 左右，即使如此，市面上的炉具质量依然参差不齐，并且大部分炉具需要配套使用成本昂贵的清洁燃料（无烟煤散煤、无烟煤型煤、兰炭、生物质燃料等）。这些燃料在使用过程中同样存在一些（如上火速度慢、火力强度弱、低渣含碳量高等）问题。多数情况下这些环保炉具燃用无烟煤，虽然可以实现无烟排放，但并未真正解决导致雾霾形成的 SO₂、NO_x 以及 CO 等污染物的排放浓度。所以，民用炉具的研发需要“以人为本”，在兼顾使用成本与习惯的条件下，通过技术创新，提升炉具燃烧效率、有效节能，同时有效降低烟尘、SO₂、NO_x 以及 CO 等多污染物的排放。

2.2.2 应用领域

兖矿集团洁净煤技术和产品的应用涵盖民用和工业燃煤利用领域，主要解决民用散煤、工业链条排炉、工业循环流化床锅炉污染物排放问题，实现高硫煤改

性和劣质煤提质清洁利用、燃煤转化过程副产物的无害化处理和资源化利用。其中“煤炉匹配”散煤治理技术主体思想为放弃城区、经济发达地区、天然气供应充足区域，定位于生活水平较低的偏远农村、城市郊区等。

2.2.3 性能特点及使用效果

(1) 复合化学添加剂

复合化学添加剂为兖矿洁净煤核心技术和产品。在兖矿集团洁净煤技术中添加剂不仅对燃煤进行改性，实现燃烧过程中污染物捕集，而且添加剂喷射进一步实现烟气净化。兖矿洁净煤研发团队对添加剂开展了大量研究和试验，实现了烟煤的无烟化，高硫煤燃烧低硫排放等（见图 2-1）。通过对不同煤种燃煤特性分析，重点研发适用于不同煤种和燃烧方式的民用炉具和工业燃煤锅炉用高效添加剂产品，并实现工业化应用。

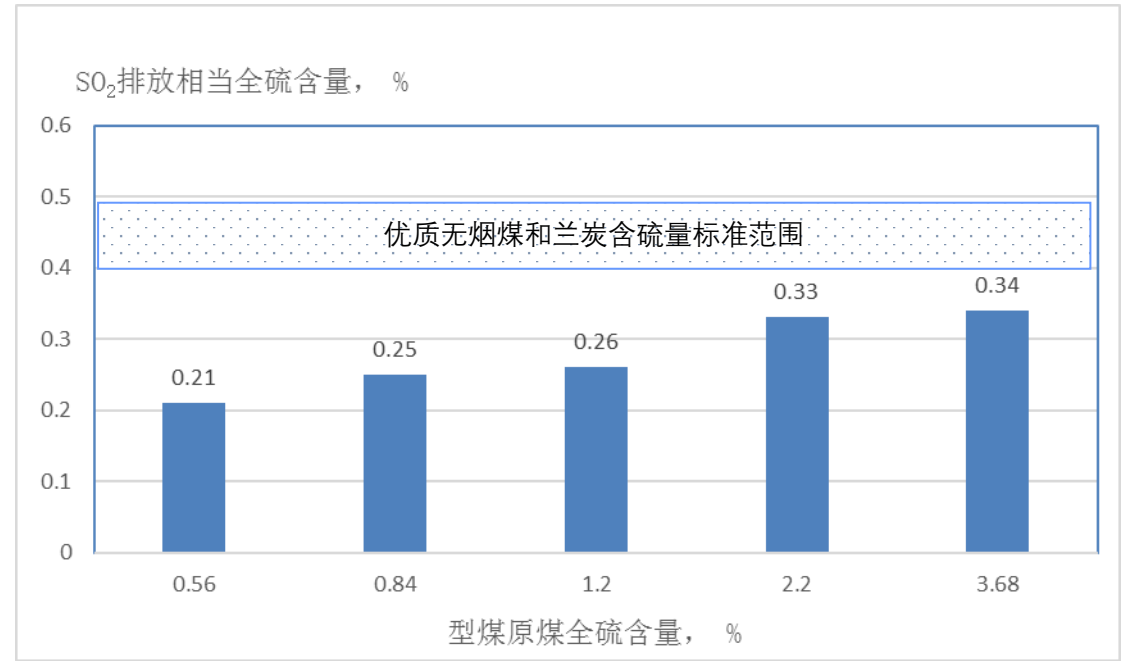


图 2-1 高效复合添加剂固硫效果图

从图 2-1 中可以看出型煤原煤全硫含量为 0.56% 的劣质煤，经过复合化学添加剂高效固硫后 SO₂ 排放相当全硫含量的 0.22%，即时型煤原煤全硫含量较高的 3.68% 的劣质煤，经过复合化学添加剂高效固硫后 SO₂ 排放也仅相当全硫含量的 0.35%，可以达到与优质无烟煤和兰炭（全硫含量≤0.4%）相同甚至更优的环保效果。

(2) 高效改性洁净民用型煤

高效改性洁净煤以低廉劣质煤（末煤、烟煤、高硫煤等）为原料，采用富有兖矿特色的干法无粘结剂，免烘干生产技术和先进的设备，降低型煤原料和生产成本。适用于各种反烧炉具，与蓝天炉匹配使用时效果最优。在燃烧过程中高效固硫，实现中高硫煤的低硫化燃烧和排放，且实现了烟尘浓度超低排放（见图 2-2）。

原料来源广、价格低、生产能力大、生产成本低、上火快、火力强度大、持续燃烧时间长(见图 2-3)。另外可集中规模化生产，储运，质量保证，便于监管，且易于推广应用。

从图 2-3 中可以看出，高效改性洁净型煤在稳定燃烧条件下，烟尘排放浓度 $<10\text{mg}/\text{Nm}^3$ （相当于安装了布袋除尘器），与散煤相比，烟尘排放浓度降低 95%以上，且兰炭烟尘排放浓度高。

从图 2-3 可以看出兖矿洁净型煤与优质无烟型煤和兰炭相比，点火容易，上火速度快，火力强度大。

(3)民用节能环保炉具

适用于经济欠发达、无集中供热区域冬季清洁取暖与炊事，采用资源丰富价廉的烟煤、高硫煤为燃料，利用复合添加剂采用无水干法无粘结剂无烘干工艺制备高效改性洁净型煤。配套研发高效环保炉具，合理设计换热面，控制炉温，提高固硫剂效率，采用“改性洁净煤+新型解耦环保炉具”技术路线，炉煤匹配使用，通过高效固硫、固尘和清洁低氮燃烧，实现居民家庭炊暖用煤高效燃烧、清洁排放。在燃烧过程中具有优异的消烟、固灰、固硫、降低氮氧化物和一氧化碳排放的特性，达到燃煤多污染物（烟尘、 SO_2 、 NO_x 、CO、汞等）协同控制，解决民用散煤污染问题（见图 2-4）。

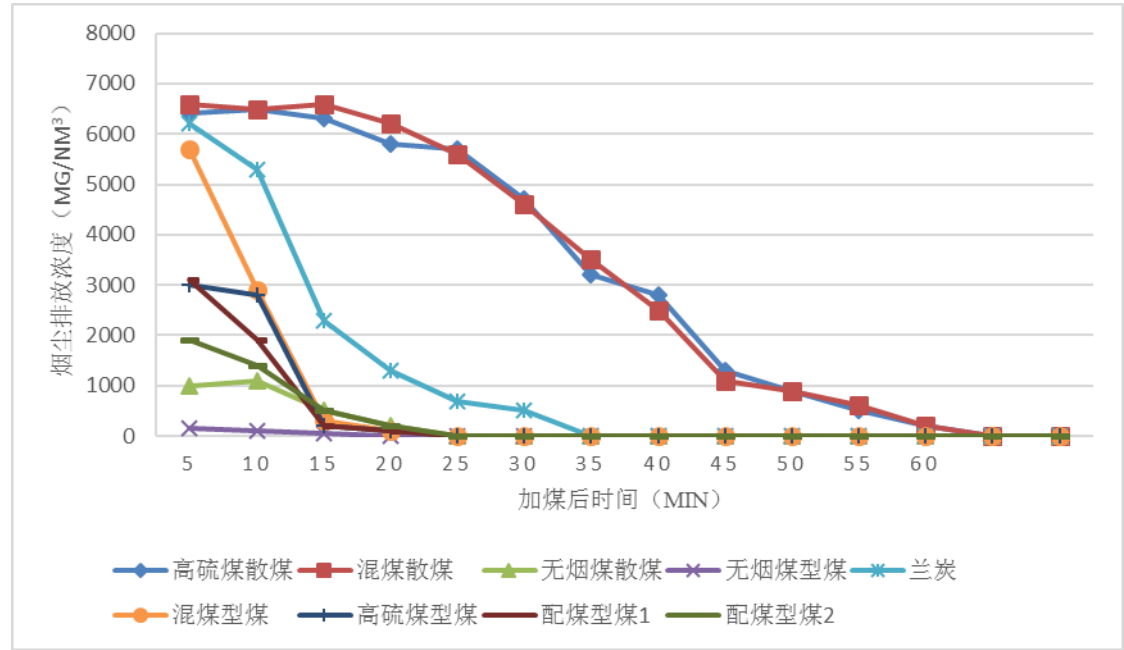


图 2-2 不同煤种燃烧烟尘排放浓度对比图

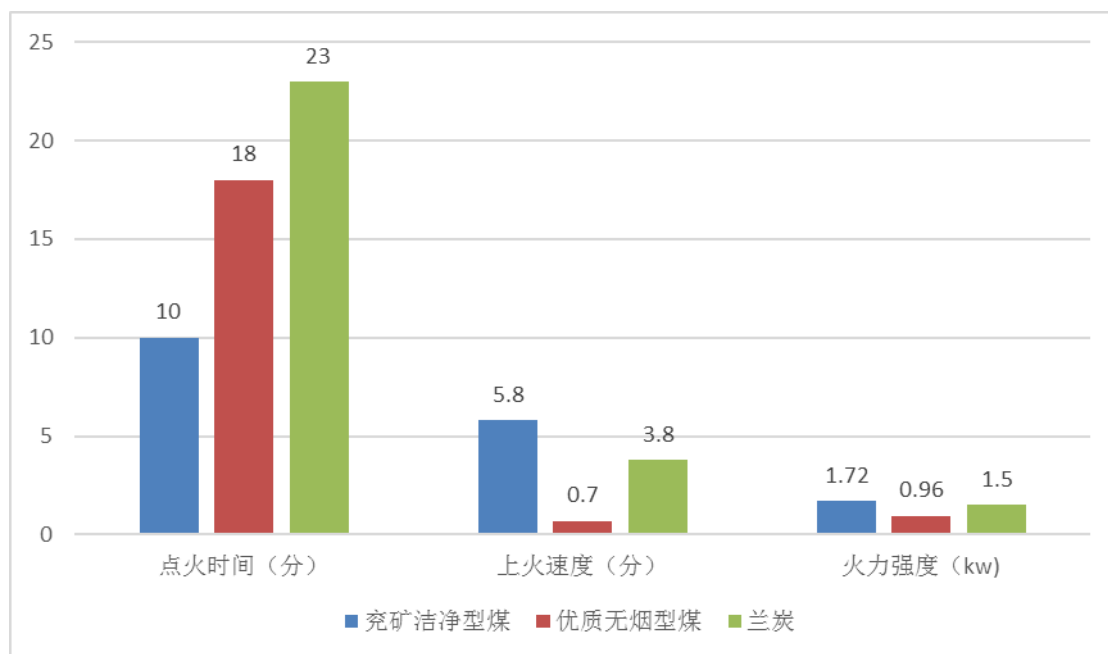


图 2-3 兖矿洁净型煤与无烟型煤及兰炭性能对比图

环保节能解耦炉具，通过优化炉膛结构将燃烧空间解耦为热解气化室和半焦燃烧室，将煤的燃烧分解为低温热解和高温燃烧两个过程并有效控制，煤先在热解气化室经过缺氧气氛下的低温热解，然后在半焦燃烧室经过高温富氧化条件下的高效燃烧，利用煤自身产生的热解气和半焦抑制燃烧过程中 NO_x 等污染物的生成和排放，从而有效降低煤燃烧过程中 NO_x 、 CO 和烟黑的排放，提高燃煤热效率。

与传统燃煤炉相比，解耦燃煤炉的 NO_x 排放可降低 30%-45%，节煤量可达 20%-30%，排烟林格曼黑度小于 1，实现烟煤无烟化燃烧和低污染排放，且具有上火快、火力强、炊暖两用、封炉时间长等优点。

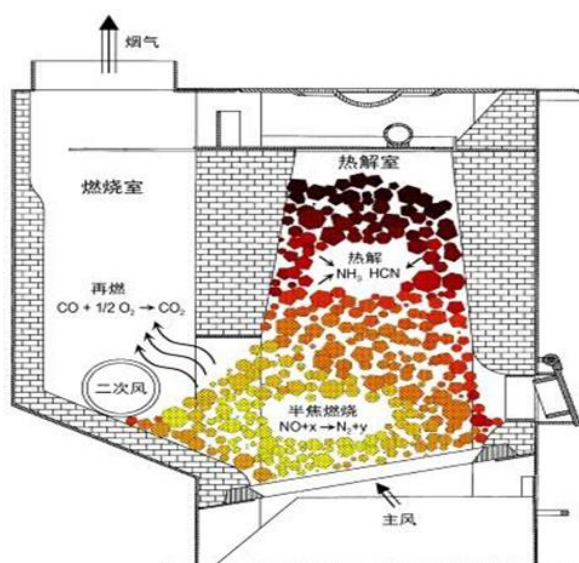


图 2-4 民用节能环保炉具原理图

(4)工业链条排炉

链条排炉是常用的工业燃煤锅炉，在供热、供暖、洗浴、食堂餐饮和工业制造过程等领域有着广泛的应用，存在热效率低（小于 65%）、污染严重等问题，完全用燃气取代或重建高效煤粉锅炉既不经济，也不现实。“兖矿蓝天”品牌工业链条排炉通过“改性洁净煤+预燃式下点火+炉内脱硫+低氮燃烧+干法烟气超净技术”一体化技术，使用适应链条炉燃烧工况的复合添加剂，配套炉内喷射复合添加剂技术和烟气再循环低氮燃烧技术，不需昂贵复杂的烟气脱硫脱硝设施，不需对现有锅炉进行大的改造，即可实现工业链条锅炉的污染物超低排放，并有效提高锅炉效率，实现节能目标。已在 20t 链条炉成功示范应用，锅炉热效率达到 82.1%。经山东省环境监测中心检测：折算污染物排放浓度中烟尘为 8.3 mg/Nm^3 、 SO_2 为 19 mg/Nm^3 、 NO_x 为 25 mg/Nm^3 ，均达到了超低排放标准。

(5)工业循环流化床锅炉

循环流化床锅炉也是常用的工业燃煤锅炉，在热电、供暖等领域有着广泛的应用。循环流化床锅炉煤种适应性强，可燃用矸石、煤泥等低热值燃料，炉膛燃烧温度低， NO_x 原始排放低。兖矿集团基于“源头治理为主，尾部净化为辅”的理念，根据循环流化床锅炉内气固两相特性以及燃烧工况特点，研发炉内高效脱硫添加剂，炉内干法脱硫达到 SO_2 超低排放目标。利用“低床压+流态重构技术”方案，通过优化锅炉操作，配合低氮燃烧和选择性非催化还原技术，实现炉内氮氧化物超低排放。通过简单的电除尘和尾部烟气静置式脱硫脱硝装置，稳定实现 SO_2 、 NO_x 和烟尘的超低排放。达到尾部脱硫脱硝装置的长周期、低成本、近零操作的目标，克服传统脱硫脱硝工艺设备烟气携带水汽可溶性物质及氨逃逸问题。

2.2.4 优势对比

(1)“兖矿蓝天”品牌洁净民用型煤与市场现有煤种对比

民用煤主要控制的指标有 4 个：硫分、挥发分、灰分和发热量。硫分是煤中的有机硫，由于 S 燃烧产生的 SO_2 是主要的空气污染物之一，需要严格控制，因此各标准都要求硫分不大于 1.0%；挥发分是指煤在规定条件下隔绝空气加热进行水分校正后的质量损失，挥发分高时，燃烧时会冒烟，污染空气，也是需要严格控制的指标；基本要求不大于 12%，只有国家标准中考虑到部分地区的实际情况，将标准分为 4 个等级，挥发分指标最高到 37%；发热量是指单位质量（或体积）的燃料完全燃烧时所放出的热量，发热量高有利于供热，但对环境无影响，因此大部分标准中对其没有设定值。从表 2-1 中可以看出，相较于其他品牌煤种，蓝天煤有显著的优势。兖矿根据煤种性质研发了高效固硫添加剂，使得全硫含量降低，并且 SO_2 排放量也显著低于其他煤种；灰分小于百分之十，属特级低灰煤；含水量少，有助于减少烟尘排放；发热量略微高于其他煤种；挥发分含量相对较高；

在污染物排放方面达到了多污染物的协同控制。

表 2-1 蓝天煤与市面煤种煤质数据

品牌	兖矿集团	神华集团	陕煤化集团	山西大同集团	山西晋城集团
全硫 St.d/%	<0.3%	0.4-0.6	≤0.6	1-1.8	<0.5
水分 Mt/%	2.5	<17	≤13	≤12	<6.0
灰分 Ad/%	7.01-8	<12	≤20	≤22	<16.0
挥发分 Vdaf/%	33.8	23-32	20-38	22-28	6.0-11.0
发热量 Qnet,ar/MJ • kg-1	23.84	23.00	≥22.16	≥23.00	>22.99
热稳定性 TS+6/%	-	-	-	-	96.0
灰熔点 ST/°C	-	1150	-	1250-1350	>1450
着火点/°C	<450	-	-	-	-
SO ₂ 排放浓度 mg/Nm ³	较低（可优于无烟型煤 和兰炭）	低	低	较高	较低
NO _x 排放浓度 mg/Nm ³	较低	低	低	较高	较低
烟尘排放浓度 mg/Nm ³	较低	较高	较高	低	较低

(2) “兖矿蓝天”品牌民用节能环保炉具与市场现有炉具对比

表 2-2 对比了不同炉具的燃烧方式和应用领域，以及燃烧时的上火速度、火力强度、热负荷、排烟温度、CO 排放浓度、燃烧效率、热负荷周期性等参数，由于鲁旺反烧炉采用了多回程设计以提高燃尽程度，火焰距离炉台远，火力弱，所以不宜用于炊事。从图 2-5 中可以看出，正烧类炉具的上火速度与火力强度略高于反烧类炉具及兖矿解耦燃烧炉具，但由于正烧炉具直燃直排的特点，每次加煤时均会有大量黑烟冒出，对环境造成极大危害。此外正烧类炉具还表现出较强的燃烧周期性，加煤频繁，导致负荷不易调节，造成热量释放过度，不利于节煤，并且燃烧过程中 CO 排放浓度高，不利于节能环保。正烧类炉具排烟热损失和未完全燃烧热损失较高，热效率低。反烧类与解耦燃烧类炉具的上火速度略低于正烧炉，但两种炉具的炉膛和烟道结构以及二次补燃风的合理设计，延长了型煤燃烧产生的烟气在烟道中的停留时间，使挥发分充分燃烧，实现了型煤的无烟化燃烧，有效降低 PM_{2.5} 与有机挥发性气体的排放。反烧类与解耦燃烧类炉具在采暖情况下均可稳定在炉具额定负荷的 50%左右并能长时间运行，且加煤间隔较长，炉具运行稳定。但加入中心筒的反烧类炉具由于型煤燃烧后期堵塞中心筒下方通风口，

导致进风不畅、型煤燃烧不充分，造成热负荷逐渐衰减，若想稳定热负荷则需进行大量排渣操作，这会使底渣含碳量增加，从而降低炉具热效率，并且 CO 排放浓度大幅上涨，导致燃烧效率急剧下降。反烧类炉具由于其贯穿炉膛的送风方式，导致炉膛均参与燃烧，容易烧穿料层(燃烧方式即变为正烧)，使烟囱冒出大量黑烟。相比之下兗矿蓝天解耦燃烧炉具的主燃区区域较小、体积热负荷较低，分级配风，燃烧区仅在煤层前端进行，所以不受加煤的影响，燃烧过程稳定，料层不易烧穿，且加煤间隔较长，炉具运行稳定，此外排烟温度较低，提升了炉具的热效率。兗矿蓝天解耦燃烧炉具、老万正烧炉以及鲁旺反烧炉具有较高的燃烧效率，主要是由于三种炉具使用过程中 CO 排放浓度较低，这得益于上述三种炉具的炉膛结构及二次补燃风设计，并且兗矿蓝天炉将空气分级燃烧的理念运用在炉具设计中，通过合理的配比一、二次风，使其燃烧过程中的 CO 排放浓度最低，燃烧最充分。

表 2-2 蓝天民用炉与市面炉具性能参数

品牌	齐昊	老万	鲁旺	多康	超能	多乐	兗矿
燃烧方式	正烧	正烧	反烧	反烧	反烧	反烧	解耦燃烧
应用领域	炊暖两用	炊暖两用	取暖	炊暖两用	炊暖两用	炊暖两用	炊暖两用
上火速度/(°C·min ⁻¹)	7.6	8.1	较慢	4.8	5.9	6.5	6.1
火力强度/kW	1.8	2.1	较弱	1.5	1.6	2.0	2.0
额定热负荷/kW	10	10	7	5	5	6	6
负荷加权排烟温度/°C	256.3	232.2	179.5	171.8	220.2	239.4	170.7
CO 排放浓度	较高	较低	较低	较高	较高	较高	较低
燃烧效率	较低	较高	较高	较低	较低	较低	较高
热负荷周期性	极强	极强	较稳定	较稳定	较稳定	较强	较弱
加煤次数	频繁	频繁	正常	正常	正常	正常	正常

(3) 兗矿洁净煤与解耦炉具匹配的突出优势

燃烧过程中高效固硫固灰，SO₂ 实际排放水平达到含硫量 0.3%以下优质煤炭排放水平，且实现高效固灰，固灰率达到 99%；

环保节能解耦炉具与洁净煤匹配“煤炉匹配”，有效抑制氮氧化物的排放，减排氮氧化物 35-45%，实现烟煤无烟化燃烧。

灰渣中未燃碳量低于 1%，燃烧效果好，燃烧效率高，与往年使用的煤炭和炉具相比，节炭达到 15-30%以上，且室内温度由往年的平均 10°C 左右提高 20°C 左右。

具有易点火、上火快、火力强、封炉时间长、火力易于控制等特点，特别是封炉时间长达 12 小时以上，且操作简便，不用频繁加炭，便于百姓使用(见表 2-3)。

充矿解耦炉具的热效率高于市面销售炉具，尤其是使用解耦炉具和充矿型煤时热效率最高（见表 2-4）

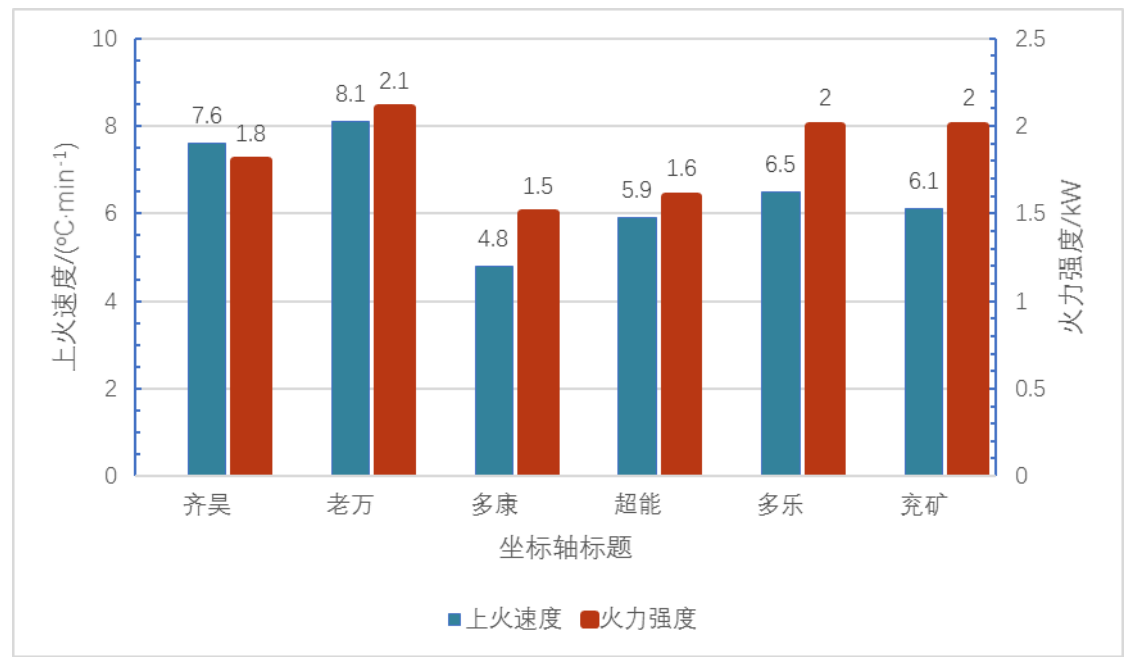


图 2-5 不同炉具上火速度与火力强度对比

表 2-3 煤炉匹配效果表

指标	参数
节能	15-30%
降低烟尘	>95%
降低 SO ₂ 排放	>85-95%
减少 NO _x 排放	>35-50%
上火速度	>1C/分钟
火力强度	>1kw
持续燃烧时间	>10h
烟味情况	无烟、无味
烟气黑度	<1

表 2-4 不同煤炉匹配情况热效率对比表

	额定热功率/kw	热效率/%
A10 解耦炉+兖矿型煤	11.07	74.13
A10 解耦炉+兰炭	13.04	65.48
B10-1 解耦炉+兖矿型煤	10.54	73.12
B10-1 解耦炉+兰炭	14.15	65.12
市面销售炉具+兖矿型煤	10.61	72.34
市面销售炉具+兰炭	14.72	63.37
传统炉具+散煤		30-40

2.2.5 产业化前景

(1) 洁净煤技术与产品市场规模较大

目前，我国每年民用散煤与工业散煤用量分别为我国每年消费 2.6 亿吨工业散煤、1.6 亿吨的民用散煤。全国采暖炉具市场容量约 1.86 亿台，商品化采暖炉具市场保有量约 1.2 亿台，其中劣质采暖炉具占到了 77%左右的份额。北方农村采暖用能主要以散烧原煤为主，散煤使用量达到 80.6%，洁净型煤与其它成型燃料的使用率不足 15%。

我国在用燃煤工业锅炉达 46.7 万台，年消耗原煤约 7 亿吨，其中 10 吨/小时及以下燃煤链条炉约占 60%，主要应用于供暖与热水供应，普通存在着运行效率低、烟气污染物排放量大、治污成本高等问题，为此国家启动了“煤改气”、“煤改电”工作。“煤改电”、“煤改气”面临着基础设施投入大、使用成本高、资源供给不足等实际困难。

(2) 具有突出的环保节能与成本优势

兖矿煤炭高效清洁利用技术具有显著的经济、社会、环保效益。兖矿洁净煤与工业锅炉超低排放成套技术，具有三个方面的显著优势。一是实现煤炭产品升级替代，促进了资源节约和高效利用。我国现有含硫量 0.8%以上的煤炭占煤炭资源总量的 70%以上，这部分煤炭直接燃烧，是造成大气污染的主要原因。兖矿洁净煤技术以丰富的烟煤资源为原料，为高硫煤资源清洁高效利用探索了路子，真正实现源头治理、清洁生产、绿色消费。二是实现清洁能源经济适用，产品成本比改油改气大幅降低。兖矿洁净煤产品生产实现坑口化、集中化、规模化，生产能力大，产品成本低。民用洁净煤与目前部分省市推广使用的无烟煤、兰炭相比，生产成本降低 30%—40%，且有效减少了运输环节成本，解决了我国无烟煤、兰炭资源稀缺的难题。工业锅炉超低排放配套技术，与煤改油、煤改气相比，产品成本大幅降低。以 20 吨工业锅炉为准测算，兖矿洁净煤燃料运行成本 1446 元/小时，为燃油锅炉的 40.58%，为天然气炉的 30.68%，经济实惠、技术可行，有效减少了

基础设施投入和政府财政补贴的压力。若在全国推广洁净煤和环保炉具，比煤改电、煤改气将节约财政支出 2686 亿元，户均采暖费减少 1366 元，实现百姓政府“双受益”。三是实现低碳环保绿色消费，能够有效解决大气污染问题。运用充矿煤炭高效清洁利用技术实施民用散煤和工业锅炉综合治理后，烟尘排放降低 90%，二氧化硫排放减少 68%，氮氧化物排放降低 27%，能够显著改善大气环境，有效治理雾霾问题。

(3)符合我国国情与政策导向

“蓝天工程”立足于我国资源禀赋，煤炭是我国优势资源，储量最丰富、性价比最高、生产能力最大、可以实现清洁高效利用。大力发展煤炭洁净技术，有利于降低全社会能源消费成本，提升国家能源安全保障能力，增强中国产品的价格优势和竞争力。

为提高我国煤炭清洁利用水平，国家相继发布《关于促进煤炭安全绿色开发和清洁高效利用的意见》（国能煤炭〔2014〕571 号）、《煤炭清洁高效利用行动计划》（2015-2020 年）（国能煤炭〔2015〕141 号）等政策文件，从煤炭提质加工、燃煤发电、煤化工、燃煤锅炉、煤炭分质分级利用、民用散煤治理、减少污染物排放等 7 个方面提出重点工作和到 2020 年的工作目标，“蓝天工程”洁净煤技术及产品，符合国家政策导向。

2.3 技术

2.3.1 技术思路

实施“从坑口到炉口再到烟口”系列高效环保治理方案，前端提质改性“管住坑口”，在坑口对原煤进行除矸、除灰、除汞、干燥、脱硫，确保煤炭清洁生产源头减排。中端过程控制“管住炉口”，确保煤炭清洁燃烧炉内达标。研发解耦燃烧和低氮燃烧技术，成功破解民用燃煤炉具高效燃烧和污染物生成问题，开发出居民取暖炉、小区域集中供暖炉等系列节能环保炉具产品。突破工业链条排炉、循环流化床锅炉超低排放技术，配合使用自主研发的高效复合添加剂，实现炉内清洁高效燃烧。后端超低排放“管住烟口”，确保烟气排放超净。突破干法烟气净化工艺关键材料制约，解决传统湿法、半干法烟气净化工艺存在的投资运行成本高和二次污染问题。研发出更加安全可靠、经济节能的干法烟气超净技术，低成本实现烟尘、SO₂、NO_x 等多污染物超净排放（见图 2-6）。

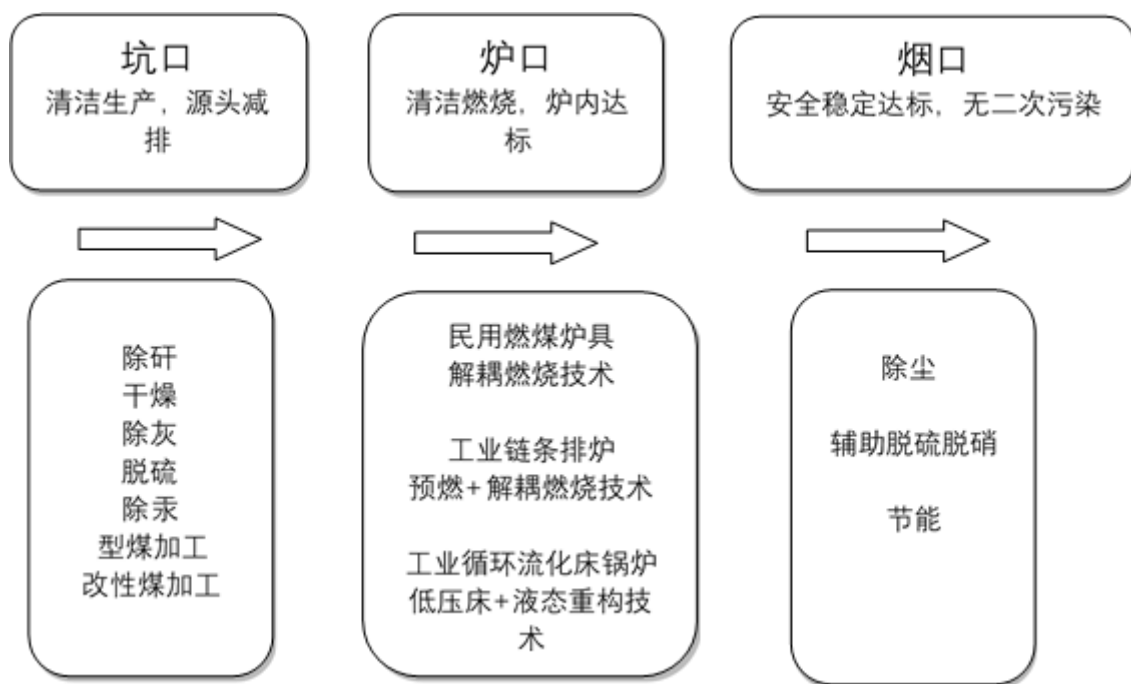


图 2-6 技术思路图

2.3.2 技术创新

(1) 洁净煤技术

传统洁净煤以优质低硫无烟煤或兰炭为原料，成本高、资源少、供应保障难。兖矿洁净煤是一项全新的洁净煤技术，该技术以普通烟煤（混煤、末煤、中高硫煤等劣质煤）为原料，研发与所用煤种和燃烧方式相适应的固硫、固氮复合添加剂，配套自主研发的中低压、无粘结剂干压成型工艺，实现高效改性洁净型煤的集中化、规模化、清洁化生产（见图 2-7）。配套先进的节能环保解耦燃烧炉具，实现烟煤无烟化燃烧，同时使 SO_2 、 NO_x 排放达到甚至低于优质无烟煤和兰炭相水平，烟尘排放浓度也降低 90% 以上。

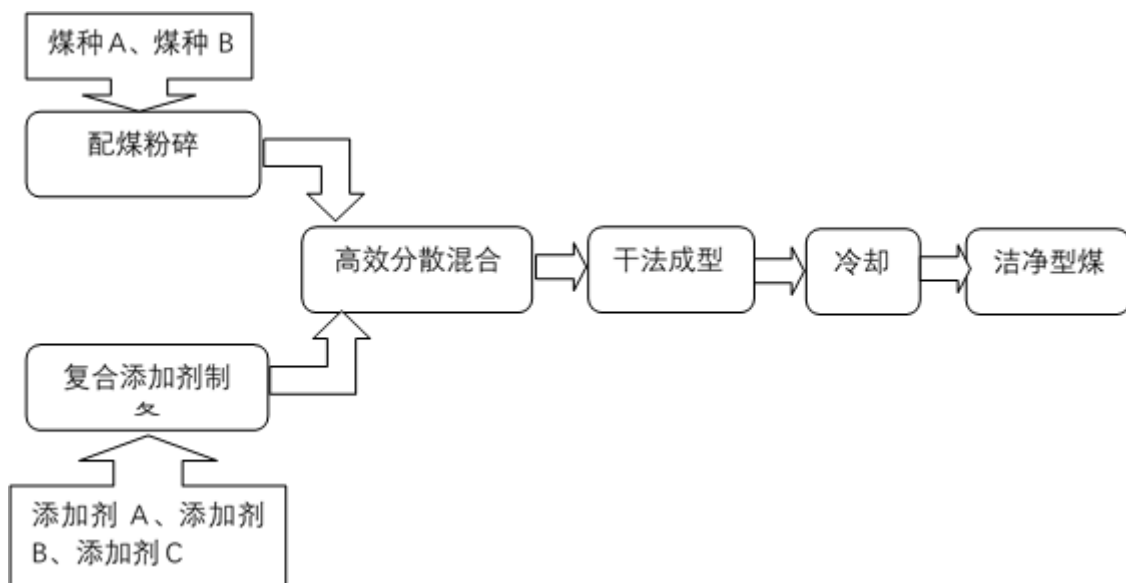


图 2-7 洁净煤技术原理图

(2) 高效改性洁净型煤干法成型技术

以粉体科学为指导，研发低堆密度细粉的流动、混合、排气、预压，均匀加料等关键技术；开发先进的干法、无粘结剂、免烘干、强度高、无二次污染的高压成型技术；实现洁净煤无粘结剂干法成型，型煤强度达到 600 N/个，超过 400N / 个的国家标准。

(3) 煤炭高效洁净燃烧技术

科学合理的设计炉内温度场与流场分布，解决低效传统锅炉燃烧过程中周期性、冒黑烟以及污染物排放浓度高等问题，实现烟煤无烟燃烧和多污染物协同控制。采用燃烧洁净型煤、优化锅炉操作、炉内喷射添加剂、预燃下点火、烟气再循环等一体化技术，在不更换锅炉、不对锅炉进行大的改造，不增加复杂的尾部烟气处理装置的情况下，可以低投资、低运行成本实现链条工业锅炉节能和超低排放的目标。

(4) 烟气污染物干法脱除技术

研发新型烟气净化脱除剂和静置式烟气净化装置，低成本实现烟尘、SO₂、NO_x 多污染物的超低排放。达到烟尘排放<5 mg/Nm³，SO₂ 排放<50 mg/Nm³，NO_x 排放<100 mg/Nm³ 的水平。

2.3.3 技术优势

- (1)以普通烟煤和末煤为原料，煤质稳定，资源丰富，价格相对低廉。
- (2)在原煤生产地（坑口），进行集中规模化生产加工，实现从坑口到炉口洁净型煤直接供应，大大降低生产成本，有效避免散煤运输造成的扬尘污染。
- (3)各种民用炉具和工业锅炉分别设计，实现“煤炉匹配”。
- (4)兖矿自主研发的高效改性洁净型煤与无烟型煤和兰炭相比，具备污染物排

放少、成本低、易点燃、上火快、火力旺、持续燃烧时间长等突出优点，居民容易接受，便于推广使用。

(5)兖矿新一代环保解耦燃烧系列炉具，燃烧效率高、环保性能好、容易使用，为高效改性洁净型煤的推广使用提供有利条件。

(6)兖矿提供的工业燃煤锅炉超低排放技术方案，在实现燃煤污染物的有效控制的基础上，不需对锅炉进行太大改造，不需昂贵、复杂的尾部烟气脱硫脱硝设施，投资少、运行成本低。

第3章 商业模式研究综述

3.1 商业模式的概念

1957年，Bellman 和 Clark 在其论文“论多阶段、多局中人商业博弈的构建”中最早引入了商业模式一词。但到目前为止，关于商业模式的定义与概念本质，学术界与实业界都尚未达成共识。

国外商业模式的定义总体上是从经济向运营、战略和整合递进的。经济类的定义仅仅将商业模式描述为企业的经济模式，其本质内涵为企业获取利润的逻辑。与此相关的变量包括收入来源、定价方法、成本结构、最优产量等；运营类定义把商业模式描述为企业的运营结构，重点在于说明企业通过何种内部流程和基本构造设计来创造价值。与此相关的变量包括产品/服务的交付方式、管理流程、资源流、知识管理和后勤流等；战略类定义把商业模式描述为对不同企业战略方向的总体考察，涉及市场主张、组织行为、增长机会、竞争优势和可持续性等。与此相关的变量包括利益相关者识别、价值创造、差异化、愿景、价值、网络和联盟等；整合类定义把商业模式看作企业组织的商业系统和要素集合，针对所有其他定义进行了整合提升。它多被用来说明企业如何通过创造顾客价值、建立内部结构，以及与利用关系网络来开拓市场、传递价值、创造关系资本、获得利润并维持现金流的商业本质。

国内一些学者也对商业模式的概念作出了自己的界定。翁君奕将商业模式定义为核心界面要素形态的有意义组合，核心界面包括客户界面，内部构造和伙伴界面。罗珉等则认为商业模式必须包括三个层面：(1) 任何组织的商业模式都隐含有一个假设成立的前提条件，这些条件构成了商业模式存在的合理性；(2) 商业模式是一个结构或体系，包括组织内部结构和组织与外界要素的关系结构，这些结构的各组成部分存在内在联系，它们相互作用形成了模式的各种运动；(3) 商业模式本身就是一种战略创新或变革，是组织能够获得长期优势的制度结构的连续体。商业模式是一个组织在明确外部假设条件、内部资源和能力的前提下，用于整合组织本身、顾客、供应链伙伴、员工、股东或利益相关者来获取超额利润的一种战略创新意图和可实现的结构体系以及制度安排的集合。因此，商业模式是一个企业建立以及运作的那些基础假设条件和经营行为、手段和措施。总之，商业模式在企业规划与运作中起到在概念上连接企业战略和其实施的作用，其基本定义都强调企业如何赚钱。

3.2 商业模式的理论基础和要素分析

3.2.1 理论基础

目前国内外学术界对商业模式的研究主要基于价值理论、扎根理论、战略管理理论和经济租金理论。

（1）价值理论

价值理论是商业模式研究中最常用的理论基础，其核心内涵是商业模式描述了企业如何创造和传递给顾客价值的逻辑，包括价值创造和传递的收入、成本以及利润结构。从国内外相关文献看，价值理论的发展经历了关注企业的盈利性、关注企业价值创造和关注所有利益相关者三个阶段：在第一阶段，学者主要关注商业模式的盈利性，研究其获取利润的逻辑；在第二阶段，学者们开始从关注盈利性转向关注价值，从关注利润结构转向关注价值网络，从而使研究逐渐集中于价值创造；在第三阶段，商业模式的研究突破了企业个体，关注价值链（网）上所有利益相关者。

（2）扎根理论

扎根理论是近几年在文献研究和案例研究中被广泛采用的理论和方法。扎根理论强调通过对调研资料进行系统深入分析，并从中提取理论框架，是一个不断归纳、自下而上对资料进行浓缩提炼的过程。程愚和孙建国运用扎根研究方法，深入案例调研企业获得一手原始数据，抽象出了商业模式所包含的基本要素，并揭示了其内在的理论联系机制，发展了商业模式一般性理论模型。马凤岭和陈颖借助扎根理论的方法开展探索性研究，构建了科技企业孵化器商业模式演进的理论模型，分析了商业模式演进的内在动力机制。项国鹏等基于扎根理论的思想对商业模式研究文献进行了系统的编码和提炼，提出包括价值三维度、商业模式设计主题、商业模式治理、价值网络和价值创造动机等五个研究主题在内的商业模式综合研究框架。

（3）战略管理理论

廉志端指出商业模式的创新是企业战略管理的核心内容。企业对商业模式进行的变革和创新是涉及组织整体运作的系统性行为，将会对组织的战略发展方向产生重要的影响。因此，需要采用战略管理的视角来看待商业模式的发展。郭蕊和吴贵生也认为，商业模式研究的基础是三种主要的战略管理理论：价值链理论、资源基础理论和价值网络理论。价值链和价值网络可以统一归为价值理论的讨论范畴。而资源作为商业模式的核心构成要素已经被学者广泛接受，由于企业的核心资源可以产生竞争优势，具备价值、稀缺、不易模仿和不易被替代等特征，因此也更易促进企业商业模式的变革和创新以及价值的创造。

（4）经济租金理论

商业模式创新目的是为了获取超额利润以及企业利润的最大化。商业模式创新的核心动力在于企业对经济租金和超额利润的追求，特别是对创新租金的诉求。因此，商业模式创新的相关组织活动可以采用经济租金理论的框架和视角来解释。Penrose 首先提出了“企业经济租金”的概念，并进行了系统的理论阐述。他通过对单个企业成长过程的系统分析，突破了传统的经济理论将企业看作是“黑箱”的局限，揭开了企业成长的内在机制。他指出企业的成长需要获取能够为其拓展生产的知识、资源、能力和经验，以此获取经济租金。企业为了获取经济租金，一方面通过为产品市场设置较高的进入壁垒，从而使得潜在的进入者无法或很难进入，企业因此占据竞争优势和地位；另一方面是企业构建独特的市场细分，进而创造出不同于其他企业的产品，为客户带来新颖的价值享受，从而获得竞争优势，并获取超额利润。然而，企业在实施商业模式创新活动的过程中，企业经济租金的获得不仅仅是依靠垄断地位和生产要素，而是需要企业通过敏锐地识别市场潜在的需求，创造出满足客户群体的产品和服务，构建顾客的忠诚度，进而获得超额回报。

3.2.2 要素分析

商业模式概念的不统一导致了商业模式的构成要素也众说纷纭。Jonas Hedman 等认为一个普遍的商业模式应包括以下相关要素：顾客、竞争者、供给品、活动和组织、资源、产品投入和要素的供给、纵向的过程要素、各期间的商业模式动态、认知和文化限制，并总结了权威学者对商业模式组成要素的阐述。加里·哈默尔关于商业模式及其要素组合得到了较为广泛的应用，他将商业模式分为客户界面、核心战略、战略资源和价值网络四个组成部分，其中客户界面包括回应处理与支持、信息与洞察力、联系动态和定价结构；核心战略包括经营宗旨、产品/市场范围和差异化基础；战略资源包括核心竞争力、战略资产和核心流程；价值网络包括供应商、伙伴关系和联合。Applegate 基于 I/O 原理，指出一个商业模式的框架包括三个要素：概念、能力和价值，即商业模式的概念定义了一项交易的市场机会、产品和服务、竞争动态、维持市场地位的战略和演进商业的战略选择；能力则是通过人员、伙伴、组织结构、文化、运作模型、营销和销售模型、管理模型、发展模型和基础结构模型来建立和传递；价值是给所有利益相关者的回报，包括组织的回报，市场占有率，品牌，名誉和财务绩效。

尽管对商业模式组成要素的表述不尽相同，但是可以看出，商业模式的要素基本上是围绕着价值创造体系和价值获取体系，以及与这两个体系有关的价值网络所组成的。国内商业模式要素研究情况如表 3-1 所示，国外商业模式要素研究情况如表 3-2 所示：

表 3-1：国内商业模式要素研究情况

研究学者（年）	商业模式构成要素
罗峰（2014）	价值主张、价值生产、价值提交、价值回收、价值维护
云乐鑫，杨俊，张玉利（2014）	价值主张、资源整合、利益分配
吴瑶，葛殊（2014）	目标市场、竞争战略、价值主张、价值链、价值网络
刘伟，黄紫微，丁志慧（2014）	客户价值主张、赢利模式、关键资源、关键流程
程愚，孙建国（2013）	价值成果、资源和能力、决策
李文莲，夏健明（2013）	客户细分、价值主张、客户关系、核心资源、关键业务、重要合作、渠道通路、收入来源和成本结构
魏炜，朱武祥，林桂平（2012）	交易主体、交易内容、交易方式、交易定价
李红，吕本富，申爱华（2012）	用户、市场、企业运营资源、盈利模式
魏江，刘洋，应瑛（2012）	价值主张、价值创造、价值获取、价值网、战略抉择
荆浩，贾建锋（2011）	客户、价值主张、价值网络、创收逻辑
王鑫鑫，王宗军，涂静（2010）	企业价值主张、产品与服务、目标客户、资源配置、伙伴网络、渠道、收入模式
张敬伟，王迎军（2010）	经营系统、盈利模式、价值主张
原磊（2007）	目标顾客、价值内容、网络形态、业务定位、伙伴关系、隔绝机制、收入模式、成本管理

表 3-2：国外商业模式要素研究情况

研究学者（年）	商业模式构成要素
Horowitz(1996)	价格、产品、分销、组织特征、技术
Timmers(1998)	产品/服务 /信息流结构、参与主体利益、收入来源
Markides(1999)	产品创新、顾客关系、基础设施管理、财务
Donath(1999)	顾客理解、市场战术、公司管理、内部网络化能力、外部网络化能力
Chesbrough 等 (2000)	价值主张、目标市场、内部价值链结构、成本结构和利润模式、价值网络、竞争战略
Gordijn 等(2001)	参与主体、价值目标、价值端口、价值创造、价值界面、价值交换、目标顾客
Hamel(2000)	核心战略、战略资源、价值网、顾客界面
Petrovic 等(2001)	价值模式、资源模式、生产模式、顾客关系模式、收入模式、资产模式、市场模式
Dubosson-Torbay 等(2001)	产品、顾客关系 、伙伴基础与网络、财务
Afuah 等(2001)	顾客价值、范围 、价格、收入、相关行为、实施能力、持续力
Applegate(2001)	概念、能力、价值

研究学者（年）	商业模式构成要素
Amit 等(2001)	交易内容、交易结构、交易治理
Alt 等(2001)	使命、结构、流程、收入、法律义务、技术
Rayport 等(2001)	价值流、市场空间提供物、资源系统、财务模式
Betz(2002)	资源、销售、利润、资产
Stähler(2002)	价值主张、产品 /服务、价值体系、收入模式
Forzi 等(2002)	产品设计、收入模式、产出模式、市场模式、财务模式、网络和信息模式
Gartner(2003)	市场提供物、能力、核心技术投资、概要
Osterwalder 等(2005)	价值主张、目标顾客、分销渠道、顾客关系、价值结构、核心能力、伙伴网络、成本结构、收入模式
Bouwman 等(2003)	业务、组织、财务、技术
Lambert (2003)	产品/服务/信息、收入、价值链及位置、合作网络、客户交互渠道
Joyce 等 (2004)	商业战略、组织形式与结构、业务流程、价值链、核心能力、财务结构
Morris 等 (2005)	价值主张、顾客、内部流程（能力）、外部定位、经济模式和个人（投资者）因素
Shafer (2005)	价值网络融入、战略选择、创造价值、瓜分价值
Johson 等 (2008)	顾客价值主张、盈利模式、关键资源、关键流程
Richardson (2008)	价值主张、价值创造和传递体系、价值获取体系
Teece (2010)	产品特征、产品收益、细分、收益模式、价值传递
Yunus 等 (2010)	价值主张、经济利润模式、社会利润模式、价值系（内部价值链、外部价值链）
Boons 等 (2013)	价值主张、供应链、顾客界面、财务模式
Bocken 等 (2014)	价值主张、价值创造和传递、价值获取

3.3 不同商业模式的比较

随着经济的不断发展，科技的不断进步，商业模式由传统的店铺模式逐步演变成形式多样的商业模式，通过分析不同商业模式的优缺点，为我们设计蓝天工程商业模式提供思路，不同商业模式的优缺点如表 3-3 所示：

表 3-3：不同商业模式的优缺点

商业模式类型	优点	缺点/面临的问题
传统店铺模式	1、有固定的场所，商品和服务可看、可听、可触、可感，同时店铺在一个地方固定不动； 2、买和卖在同一时间和地点完成	1、缺乏灵活性 2、需要加强与互联网的结合
微信平台小型零售店铺营销模式	1、线上服务带动线下销售； 2、利用朋友圈功能开辟口碑营销 3、LBS 位置功能拉动实体销售 4、一对一服务实现互动营销	1、传播中存在服务内容与消费者需求存在差异 2、平台不够完善 3、与用户互动不足
网红店铺模式	1、客户的庞大和高忠诚度 2、商品名称具有个性色彩 3、供应链柔性	1、消费粉丝红利的耗尽 2、非亲和力经营模式使粉丝经济失去粘性 3、模仿过多无法再吸引消费者
网络店铺模式	价格低、购买方便	1、网络购物者的数量低于传统购买者的数量 2、利润比实体店铺低 3、网络店铺存在假货、次货等情况
网络店铺开展实体店铺的经营方式	1、网站信誉优势。结合实体店铺，提高消费者信任度； 2、售后服务优势。通过实体店铺解决网络销售产生的产品质量问题	1、市场空间较小 2、顾客群体还需进一步扩大
无店铺模式	1、投资风险小； 2、满足网络时代购物需求； 3、网上支付方式快速； 4、优化库存管理； 5、能有效应用延迟化策略。	1、消费者受传统消费观念的束缚，在一定程度上，影响了无店铺业态的发展； 2、不少企业与个人为谋求短期利益,无商业道德,提供假冒伪劣商品，坑害消费者，信用全失。 3、网上支付问题有待进一步完善和提高。
ETCP 模式	ETCP 收费系统将单个室内停车场收费系统联网成跨平台跨地域的大收费系统，从而实现停车费不停车电子支付一卡通。	ETCP 的核心在于市场和运营，技术上不存在壁垒，停车场行业垄断明显，市场介入将是难点。

商业模式类型	优点	缺点/面临的问题
租车 O2O 模式	“移动+车辆自由”，基于移动互联网技术提供用车服务平台，将各种闲散的小微型出租车公司资源激活并为己所用。	车辆的调配系统直接影响到车辆能否准时出现，对下游租车公司的管控直接影响着消费者的体验。
C2B 电子商务模式	从用户需求出发，按照用户认可的设计、材质、数量和价位来生产和销售，消除了库存。	1、需要与社交网络实现有机整合； 2、从订单到交货的过程相对较长，交易过程对产品质量、物流等的控制也是个挑战
EMBT 模式	通过与保险公司合作的方式，让客户在“零成本”、“零风险”的情况下实现节能经济效益与社会效益，撬动了政府公共设施建设大市场。	以投资换市场，前期投入较大，可能造成资金链紧张。
P2P 网上小额借贷模式	方便快捷满足用户小额借贷需求	坏账风险和政策风险将一直困扰这一模式，面临法律法规缺失、政府监管空白、商家资质良莠不齐、容易引诱经济犯罪等问题。
电商导购模式	电商巨头的“导购员”，社区与电商的结合成就了一个新兴的没有仓储物流的轻电商大生意。	过度地依赖电商巨头，有沦为附庸的危险，很难做大做强。
PPP 模式	1、消除费用的超支； 2、有利于转换政府职能，减轻财政负担 3、促进了投资主体的多元化； 4、政府部门和民间部门可以取长补短，发挥政府公共机构和民营机构各自的优势，弥补对方身上的不足。	1、部分地方推广 PPP 项目没有针对性，部分项目超出 PPP 模式推广应用范围。 2、部分 PPP 项目融资难，项目难以运行。 3、PPP 项目两评流于形式，项目支出风险加大。

第 4 章 蓝天工程商业模式设计

4.1 兖矿实施“蓝天工程”的 SWOT 分析

煤炭清洁高效利用对于从源头上防治大气污染，促进传统能源产业转型升级，实现经济社会可持续发展具有重要意义。兖矿集团在煤炭清洁开采与加工利用领域，优势较为突出，作为负责的国家大型能源企业，应当更好的践行企业社会责任，推进传统能源企业转型升级，引导煤炭清洁高效利用发展方向。2016 年，兖矿集团启动实施了“蓝天工程”。对兖矿集团的“蓝天工程”项目内外部条件进行梳理，

4.1.1 优势（Strength）

（1）技术优势

高硫煤炭低硫化。研发高效复合添加剂固硫技术，使含硫量 $>0.4\%$ 的“高硫煤”燃烧后 SO_2 排放低于 0.4% 的“低硫煤”排放水平。

烟煤无烟化燃烧技术。将烟煤中的挥发分在低温贫氧状态下通过干馏热解释放出来，进入半焦燃烧区，燃烧消烟，实现“烟煤无烟化”；利用其还原性质有效降低氮氧化物生成，同时实现消烟、固尘及 SO_2 、 NO_x 、 CO 等多污染物的协同控制。

高效改性洁净型煤干法成型技术。以粉体科学为指导，研发低堆密度细粉的流动、混合、排气、预压，均匀加料等关键技术；开发先进的干法、无粘结剂、免烘干、强度高、无二次污染的高压成型技术；实现洁净煤无粘结剂干法成型，型煤强度达到 600 N/个 ，超过 400 N/个 的国家标准。

烟气污染物干法脱除剂。开发适合于中小锅炉的烟气干法净化新技术，实现烟气超低排放，烟尘排放 $<5 \text{ mg/Nm}^3$ ， SO_2 排放 $<50 \text{ mg/Nm}^3$ ， NO_x 排放： $<100 \text{ mg/Nm}^3$ 。

（2）产业优势

一是实现煤炭产品升级替代，促进了资源节约和高效利用；二是实现清洁能源经济适用，产品成本比改油改气大幅降低；三是实现低碳环保绿色消费，能够有效解决大气污染问题。

（3）市场优势

国内直接燃用煤炭总量 24 亿吨，民用和工业用散煤用总量 8 亿吨，污染严重，环保治理难度大。“煤改电”工作。“煤改电”、“煤改气”面临着基础设施投入大、使用成本高、资源供给不足等实际困难。采用洁净煤替代散煤是解决燃煤污染问题的主要途径。“兖矿蓝天”品牌，满足多层次客户需求，立足山东、辐射华东、拓展全国。

（4）适用范围广

适用于我国北方经济欠发达、无集中供热区域冬季清洁取暖与炊事；适用于农作物大棚与养殖业供热、商业及公共机构供热等；适用于不同容量等级的工业链条炉的环保节能改造；适用于电厂锅炉超低排放改造。

（5）成本优势

与油气相比，煤炭是我国最经济的能源。结构性、时段性、区域性“缺气”的现实，凸显了以现有的天然气进口、运输和处理能力及其体制难以满足需求的严峻现实。作为煤炭储量和生产大国，无论从什么角度看，中国“去煤化”都不是一个周全的选项。尤其是在世界清洁煤炭技术已达到相当高水平的前提下，中国完全可以引进、跟进、开发煤炭清洁技术，从而提升煤炭开采和利用效率，从整体上降低单位 GDP 的燃料成本和污染物排放量，提高经济效率和效益，提升国民生活品质。

4.1.2 劣势（Weakness）

（1）价格方面，相对以前的烟煤，价格较高，百姓使用意愿不强。清洁煤炭的原料和生产成本大幅上涨,即便有了补贴,仍然比劣质煤价格高,这导致了部分民众依然会使用劣质煤的情况。

（2）清洁煤的推广需要配套炉具的使用，增加了推广难度。

（3）对政策补贴的依赖程度比较高。由于技术研发投入、推广投入等，清洁煤的生产研发投入巨大，而且由于价格高于劣煤，用户接受度不高，前期对政策补贴依赖程度高。

（4）由于需求有很强的季节性，清洁煤的生产在冬季供不应求，其他季节又存在闲置情况。

（5）清洁煤在处理过程中某些技术还不是很成熟，也存在着污染问题。

（6）推广难：由于用户数量庞大、个体用量少等特点，清洁煤推广难度大。

4.1.3 机遇（Opportunity）

（1）民用散煤与工业散煤的环境污染问题，逐步受到政府、媒体、社会的高度关注

推进北方地区冬季清洁取暖，关系广大人民群众生活，是重大的民生工程、民心工程。是能源生产和消费革命、农村生活方式革命的重要内容 – 习近平，2016.12.21 中央财经领导小组第十四次会议

要坚决打好蓝天保卫战，加强煤炭清洁高效利用，减少散煤使用，加快解决燃煤污染问题。全面实施散煤综合治理，推进北方地区冬季清洁取暖 – 李克强，2017 年 3 月 5 日第十二届全国人大五次会议政府工作报告

（2）洁净煤技术与产品市场规模较大

我国每年消费 2.6 亿吨工业散煤、1.6 亿吨的民用散煤。全国采暖炉具市场容

量约 1.86 亿台，商品化采暖炉具市场保有量约 1.2 亿台，其中劣质采暖炉具占到了 77%左右的份额。北方农村采暖用能主要以散烧原煤为主，散煤使用量达到 80.6%，洁净型煤与其它成型燃料的使用率不足 15%。

我国在用燃煤工业锅炉达 46.7 万台，年消耗原煤约 7 亿吨，普遍存在着运行效率低、烟气污染物排放量大、治污成本高等问题，为此国家启动了“煤改气”、充矿洁净煤与工业锅炉超低排放成套技术，具有三个方面的显著优势。

（3）符合我国国情与政策导向

我国能源资源条件决定了“去煤”的不现实性。“十三五”期间，煤炭在我国能源消费结构中仍将占据主体地位，2020 年煤炭占一次能源消费比重仍在 60%以上。要保证 13 亿人口大国的能源安全，煤炭在相当长的一个时期仍然是我国最基础、最可靠、最安全、最廉价的能源。因此煤炭清洁化利用是必由之路。

“蓝天工程”立足于我国资源禀赋，煤炭是我国优势资源，储量最丰富、性价比最高、生产能力最大、可以实现清洁高效利用。

为提高我国煤炭清洁利用水平，国家相继发布《关于促进煤炭安全绿色开发和清洁高效利用的意见》（国能煤炭〔2014〕571 号）、《煤炭清洁高效利用行动计划》（2015-2020 年）（国能煤炭〔2015〕141 号）等。

4.1.4 威胁（Threat）

（1）洁净煤技术的推广受到资金投入的制约。先进燃煤技术一次性投资大，在竞争中处于非常不利位置。另外，洁净煤技术在发展初期往往风险较大，基本都靠国家投入。为某些技术应用成本高，经济性不足；约束型环保而非经济型环保的政策环境不利于企业主动性和积极性的发挥。

（2）洁净煤技术产业发展的政策标准尚不完善：我国尚没有细节性的、标准化的洁净煤技术产业发展政策，即整个洁净煤产业发展缺乏统一的、科学的指导。

（3）技术挑战：科学技术水平有待提高，当前洁净煤技术已得到长足发展，但发展空间还有待扩展。

（4）竞争挑战：可再生能源发展挤压洁净煤技术发展空间，太阳能、风能等可再生能源会对传统能源形成替代，可再生能源的发展自然会对煤炭能源利用的发展构成一定威胁。

（5）“煤改气”，“煤改电”的竞争压力：随着国家去煤化的呼声逐渐高涨，“煤改电”、“煤改气”由于更环保、更安全，对清洁煤的推广使用形成了很大挑战。

（6）社会认知度低：农民长期更偏好烟煤的易燃、起火快、火苗大，烟煤治理难度太大，目前还难以堵住烟煤销售，且烟煤推销方式灵活多样，难以从源头杜绝劣质煤。

4.2 商业模式设计

针对兖矿清洁型煤炭的特点，借鉴以往商业模式，提出以下几种可能使用的商业模式：

4.2.1 投资建设商业模式

可以探索与相关地方政府合作，引入具有较强竞争力的战略合作伙伴，因地制宜采用 EPC 建设模式、PPP 模式等多种投资建设方式，实现企业与政府、企业与社会、企业与合作伙伴的合作共赢。

4.2.2 经营运作商业模式

明确自身的核心能力及霸权资产，提出不同运营方式的适用条件、实施路径和运作流程，可对技术服务模式、产品销售模式、客户服务模式等进行综合分析。包括但不限于：

资源配置：包括产品资源、客户资源、品牌资源等运作方式；

市场开发：生产基地布局；目标市场选择，市场定位，一般客户及重点客户选择；定制化设计；

运营机制创新：深化混合所有制，采用合资、并购、参股等方式，实现合作共赢；

收益与风险评估：基于政策、经济、技术可行性分析，评估政策风险、经济风险、环境风险等；

产品策略：产品开发及产品定位方案的论证；引领型煤产品和炉具产品的质量标准；

渠道策略：物流运输方式（外包/自营）选择；仓储基地建设，配送体系建设；直销、分销、代理等销售方式选择，分销渠道与营销网络构建；

价格策略：对标竞争对手的定价策略，实现最优性价比；重点客户和一般客户的定价要求；

销售策略：促销及营业推广手段选择；售后服务及客户指导；

品牌建设：包括品牌定位、品牌塑造、品牌维护等，打造特色化“蓝天”品牌，提升市场竞争力；

电子商务：产品生产销售应用网络与信息化平台的具体措施建议。

4.2.3 组合商业模式

首先是进行科技的研发，以科学技术作为产业发展的根本推动力，进行清洁型煤炭产业链条的发展，不断加快清洁型产品的研发，延长产业链条，减少产品研发的资金投入，实现煤炭产业的整合与优化。

其次是进行政府采购，有政府作为企业发展的后盾，可以为企业提供更多的

政策支持。政府每年需要采购一批煤炭及用具，并且其大力提倡使用清洁型煤炭减少污染，因此可以与政府进行合作。

最后就是政策的支持，一些地区为了鼓励清洁型煤及燃煤用具的普及，会制定很多的优惠策，例如基于政策性的补助，这样就会降低清洁型煤及燃具的成本，有利于相关技术的开发与应用。

4.2.4 “互联网+” 商业模式

煤炭企业的“互联网+”是把计划、成本、生产、销售、用户有机的熔成一体形成新的商业模式平台。煤炭企业通过构建物联网信息平台支撑，建立自己的数据中心、应用中心“两个中心”和用户平台、协同管控平台、决策分析平台及移动管理平台“四个平台”，联通煤炭企业的用户、销售部门、计划预算部门、人力资源部门、财务核算部门、生产矿井、区队、班组、岗位业务管理流程，数据中心实现了从销售到生产经营各类“大数据”统一标准、采集、存储、共享；应用中心负责把煤炭企业的各种应用管理系统有机的结合起，统一数据接口，煤炭企业的各管理系统应实现真正意义上的联通，用户平台负责采集用户的页面浏览痕迹、停留时间、重复访问等各种用户数据；协同管控平台负责煤炭企业各管理系统及平台的协调合作，步调一致；决策分析平台负责对各应用管理系统及用户平台采集的信息进行分析，形成决策分析方案通过移动管理平台发到相关人员的移动终端，这样两个中心及四大平台形成一个完整的“互联网+”平台，它是煤炭企业建立“互联网+煤炭”新商业模式的坚实基础。利用大数据，对生产经营进行全面系统分析诊断，做到真正读懂市场、抢占市场。

4.2.5 “合同能源管理” 模式

针对工业锅炉、民用锅炉等锅炉用户实行“合同能源管理”模式。通过“合同能源管理”模式与用能单位以契约形式约定节能项目的节能目标，为实现节能目标向用能单位提供必要的技术服务，用能单位以节能效益支付公司的投入及其合理利润的节能服务机制。允许客户用未来的节能收益为工厂和设备升级，以降低运行成本；或者公司以承诺节能项目的节能效益、或承包整体能源费用的方式为客户提供节能服务。一是与客户协定先期提供产品与技术服务，为客户进行节能环保改造，最终从客户节约的成本中提取资金收益，可减少客户前期投入资金，降低客户运营成本压力。二是与客户协定先期免费试用兖矿洁净煤产品与技术服务，最终与客户共享运营收益，可减少客户的使用顾虑，提升公司整体盈利能力。

4.2.6 商业代理模式

针对农用散煤用户采取商业代理模式。针对某一区域居民用煤的分散性、季节性、监管成本高、燃煤经济性强等特点，与地方政府合作，进行政府补贴和典型示范，采用商业代理制度，由代理商将洁净型煤提供给终端居民用户。通过向

代理商提供技术标准和配送方案，成为居民的能源解决顾问。由代理商自建或采用其他方式建立仓储中心，在洁净煤需求淡季，由代理商进行储存“消化”，消除公司淡季储存压力。

第5章 蓝天工程商业模式的保障措施

集团公司各级组织必须充分认清“蓝天工程”项目的战略地位，牢牢把握当前稍纵即逝的历史机遇，创新体制机制，优化资源配置，确保“蓝天工程”各项措施落实到位。

5.1 加强组织领导，建立工作协调机制

充分认识“蓝天工程”项目的重要性和紧迫性，坚持“统一规划、统一设计、统一管理”原则，集中集团公司资金、人才、技术、营销等关键资源，加快推进“蓝天工程”建设，形成责任明确、任务具体、分工协作、配合密切的工作格局，确保各项任务落到实处、取得实效。一是集团公司和各有关单位成立推进领导专门机构，集中人员、集中办公，牢牢把握工程实施节点，实现工作协调推进。二是论证通过项目总体规划和各专业规划，完善技术转化、商业模式、营销方案等专项工作计划，在市场竞争中抢占先机。三是制定和完善配套政策措施，推动技术研发、设计施工、生产加工、营销推介、储备配送等各项工作的顺利实施。

5.2 创新运营机制，提升核心竞争力

采取集团公司技术入股、煤业公司作为投资主体和责任主体，积极探索引入战略投资者和员工持股，加快组建洁净煤公司，实行洁净煤和炉具专业化生产营销、技术服务和金融服务的一体化运营。把握全国推进煤炭清洁高效利用的有利时机，积极与各级地方政府开展合作，探索 EPC 工程总承包、合同能源管理等模式，为目标客户提供关键设备、运维服务、融资租赁、金融支持等，把技术优势、管理优势、渠道优势转化为效益优势。建立完善技术研发创新体系，紧密跟踪国内外洁净煤前沿技术，引进高端人才和先进生产线，保持技术持续领先。强化激励机制，构建全新的营销体制和销售体系，实现营销策略的战略转变和产品服务的价值增值。

5.3 加强政策研究，争取最大支持

深入研究国家能源发展战略方向和各省市相关政策，前瞻性把握产业发展趋势和机遇，科学布局，精准切入，保持产业发展的领先优势。坚持“把握分寸、内紧外松、只干不说”的原则，在严格做好保密工作的前提下，及时向各级党委政府汇报沟通，建立政企联席办公机制，协助制定散煤洁净化治理实施方案。努

力打造山东省洁净煤生产示范企业和高新技术企业，积极争取财政专项资金、信贷扶持、生产和储运土地使用、税费减免返还等相关配套政策支持。

5.4 注重品牌塑造，提升品牌价值

加快注册“兖矿蓝天”品牌，制定产品技术质量标准，丰富品牌内涵，树立品牌形象。适时召开高层论坛、产品推介发布会，邀请权威专家、目标客户和新闻媒体等，推广兖矿煤炭洁净利用理念，打响“兖矿蓝天”品牌知名度。强化舆论宣传，组建品牌形象推广专业团队，对兖矿洁净煤产品、技术、服务进行形象策划，在国内外新闻媒体、门户网站进行新闻宣传，提升行业与大众美誉度，将“兖矿蓝天”打造成为国内知名品牌。

5.5 强化风险防范， 建立风控机制

坚持“预测为先、防范为主，补救为辅”的方针，建立风险预防和控制机制，做好项目风险防控。一要防范项目泄密风险。高度重视核心技术培育和知识产权保护，各参与单位签订保密承诺，所有参与人员签订保密协议。二要制定风险防控预案。加强“蓝天工程”风险辨识，针对政策、市场、技术等风险因素制定风险防控预案，最大限度地降低风险危害，确保“蓝天工程”的稳步顺利实施。三要严控投资风险。科学测算“蓝天工程”投资收益，严格监控资金投入，降低投资成本，提升资金使用效率，确保“蓝天工程”成为效益工程。

