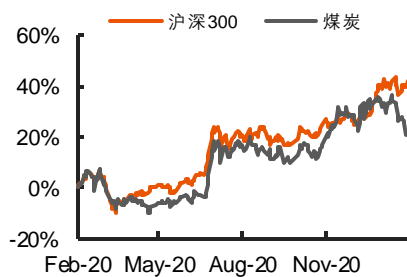


## 行业深度报告

## 矿井水资源化空间广阔，煤层气碳减排效益显著

## 中性（维持）

## 行情走势图



## 相关研究报告

《行业年度策略报告\*煤炭\*量价温和上涨，业绩逐季改善》 2020-12-11  
 《行业半年度策略报告\*煤炭\*供改收官，关注龙头和转型》 2020-07-02  
 《行业深度报告\*煤炭\*新基建助力矿山升级，智慧矿山时代到来》 2020-05-27  
 《行业动态跟踪报告\*煤炭\*供给收缩，需求好转，价格筑底回升》 2020-05-20  
 《行业深度报告\*煤炭\*煤层气——伴生清洁能源，增多多补助力增产》 2020-03-16

## 证券分析师

樊金璐 投资咨询资格编号  
 S1060520060001  
 010-56800134  
 fanjinlu749@pingan.com.cn



- **绿色低碳是煤炭高质量发展核心：**煤炭是我国的基础能源，其生产和消费过程带来了水固气污染等环境问题。大型煤炭基地多分布在黄河流域，煤炭生产过程产生大量碳排放，在黄河生态保护和碳中和战略下，煤炭行业的绿色低碳发展成为必然选择。
- **煤炭行业废水将从无害化到资源化：**煤炭行业废水主要产生在开采和煤化工转化环节。开采环节每年产生约 80 亿吨矿井水，主要含有悬浮物、盐类、油类及有毒物质，目前实际综合利用率仅 35%。假设到 2025 年矿井水综合利用率提升至 80%，矿井水处理增量市场空间超过 590 亿元。焦化废水含有高浓度的氨氮和有机物，每年排放 2.73 亿吨废水，预计焦化废水零排放工程市场规模约 50 亿元。现代煤化工废水深度处理及回用是煤化工产业升级示范的重点内容，按照“十四五”规划规模推测，新建项目水处理投资规模约 57 亿元。
- **煤炭产业固废应优先实现减量化：**煤炭开采加工环节产生煤矸石，燃煤发电环节产生粉煤灰、炉渣和脱硫石膏，煤化工环节产生炉渣、杂盐危废等。国家政策鼓励大宗工业固废综合利用。从产生量来看，煤矸石和粉煤灰产生量和存量规模较大，特别是煤矸石存量超过 500 亿吨，煤矸石可用于井下充填、循环流化床发电和热电联产、生产建筑材料等，在实现减量化同时提升经济性是发展趋势。
- **碳中和目标下需加大煤层气开发利用：**2017 年，煤炭生产和消费产生碳排放量约 68.63 亿吨二氧化碳，占我国 CO<sub>2</sub> 排放总量约 73.5%。碳减排对煤炭生产及利用提出更高要求，甲烷气体的温室效应是二氧化碳的 21 倍，加强煤层气（甲烷）的抽采利用是碳减排的现实途径。每年约百亿立方米煤层气排放到大气中，如果将煤层气全部利用将减少 1.5 亿吨碳排放，按照当前国内 20 元/吨碳价估算，可以产生 30 亿元的碳收益。
- **投资建议：**在黄河生态保护和碳中和的战略下，煤炭行业绿色低碳发展成为必然选择。在废水方面，每年产生 80 亿吨矿井水、近 3 亿吨焦化废水，增量水处理工程市场空间分别为 590 亿元、50 亿元；煤化工新建项目水处理工程投资约为 57 亿元。在固废方面，煤矸石和粉煤灰产生量和存量规模较大，实现减量化同时提升经济性是发展趋势。在碳排放方面，加强煤层气（甲烷）的抽采利用是碳减排的现实途径，如果将煤层气全部利用将减少 1.5 亿吨碳排放，产生 30 亿元的碳收益。建议关注工业水处理公司万德斯和煤层气公司蓝焰控股。
- **风险提示：**1) 政策实施不及预期，环保政策执行力度不及预期将对环保工程推广产生不利影响；2) 煤矿、煤化工废水处理行业竞争激烈，存在新项目拓展不及预期风险；3) 煤炭、化工等周期行业波动较大，工程及设备类公司可能出现应收账款难以回收；4) 技术发展不及预期的风险。

# 正文目录

<b>一、绿色低碳是煤炭高质量发展核心</b> .....	<b>4</b>
<b>二、煤炭行业废水将从无害化到资源化</b> .....	<b>6</b>
2.1 矿井水：膜法脱盐成为达标排放选择.....	7
2.2 煤化工：废水零排放是项目准入要求.....	10
<b>三、煤炭产业固废应优先实现减量化</b> .....	<b>15</b>
3.1 煤炭固废存量规模大，利用率低.....	17
3.2 煤矿固废综合利用有待提升.....	18
<b>四、碳中和目标下需加大煤层气开发利用</b> .....	<b>20</b>
4.1 煤炭开发碳排放主要来自甲烷排放.....	20
4.2 煤层气开发利用减碳效应明显.....	21
<b>五、投资建议</b> .....	<b>22</b>
<b>六、风险提示</b> .....	<b>22</b>

## 图表目录

图表 1	煤炭行业环保政策.....	4
图表 2	全国 14 个大型煤炭生产基地布局.....	5
图表 3	煤炭产业废水概况.....	6
图表 4	煤炭产业废水特点一览.....	6
图表 5	矿井水相关政策或标准.....	7
图表 6	矿井水水质特点及处理技术.....	8
图表 7	矿井水处理工艺流程.....	8
图表 8	矿井水资源化利用途径.....	9
图表 9	宁东矿区矿井水处理案例.....	9
图表 10	矿井水处理项目.....	10
图表 11	煤化工废水相关政策.....	11
图表 12	焦化废水处理工艺流程.....	11
图表 13	焦化废水处理项目.....	12
图表 14	煤化工废水处理工艺流程.....	12
图表 15	煤化工废水零排放技术经济指标.....	13
图表 16	宁东矿区煤化工废水处理案例.....	14
图表 17	煤化工废水处理项目.....	14
图表 18	煤化工废水处理市场空间.....	15
图表 19	一般工业固废产量情况.....	15
图表 20	2015 年一般工业固废产生量种类占比.....	16
图表 22	煤炭产业固废概况.....	16
图表 23	煤炭产业固废特点及综合利用途径.....	17
图表 24	大宗工业固废综合利用政策.....	18
图表 25	煤矸石综合利用技术.....	18
图表 26	粉煤灰高附加值利用途径.....	19
图表 27	煤炭产业碳排放概况.....	20
图表 28	煤炭产业减少碳排放方法.....	20
图表 29	井下煤层气利用率一直维持 40%左右（亿立方米）.....	21
图表 30	煤层气综合利用途径.....	21

## 一、绿色低碳是煤炭高质量发展核心

### (1) 国家高度重视煤炭行业绿色发展

煤炭是我国的基础能源，生产和消费占比均居主导地位。2019年，全国原煤产量占全国一次能源生产总量的68.6%，煤炭消费占能源消费总量的57.7%，其在生产和消费过程中产生大量的污染物，包括煤矸石、矿井水、瓦斯等固液气等污染物和温室气体，还会引起地表沉陷和水土流失问题。

近些年，随着国家对环境保护的重视，我国明确了煤炭安全绿色开发和清洁高效利用的发展方向，政府出台了《关于促进煤炭安全绿色开发和清洁高效利用的意见》《煤炭清洁高效利用行动计划（2015—2020年）》等一系列政策支持煤炭行业绿色发展。

2020年12月21日，国务院新闻办公室发布《新时代的中国能源发展》白皮书，提出“推进煤炭安全智能绿色开发利用。努力建设集约、安全、高效、清洁的煤炭工业体系。推进大型煤炭基地绿色化开采和改造，发展煤炭洗选加工，发展矿区循环经济，加强矿区生态环境治理，建成一批绿色矿山，资源综合利用水平全面提升。”

2020年11月3日，中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议发布，提出“十四五”时期经济社会发展主要目标之一是“生态文明建设实现新进步。国土空间开发保护格局得到优化，生产生活方式绿色转型成效显著，能源资源配置更加合理、利用效率大幅提高，主要污染物排放总量持续减少，生态环境持续改善，生态安全屏障更加牢固，城乡人居环境明显改善。”“到二〇三五年基本实现社会主义现代化远景目标。广泛形成绿色生产生活方式，碳排放达峰后稳中有降，生态环境根本好转，美丽中国建设目标基本实现”。

图表1 煤炭行业环保政策

时间	政策文件	主要内容
2014.9	《煤电节能减排升级与改造行动计划（2014-2020年）》	有序发展低热值煤发电，根据煤矸石、煤泥和洗中煤等低热值煤资源的利用价值，选择最佳途径实现综合利用，用于发电的煤矸石热值不低于5020千焦/千克。
2014.10	《关于实施煤炭资源税改革的通知》	改为从价计征，清理相关收费基金，其中对充填开采置换出来的煤炭资源税减征50%，促进资源合理开采利用。
2014.11	《关于印发能源发展战略行动计划（2014-2020年）的通知》	积极推进煤炭分级分质梯级利用，加大煤炭洗选比重，鼓励煤矸石等低热值煤和劣质煤就地清洁转化利用。
2014.12	《关于促进煤炭安全绿色开发和清洁高效利用的意见》	深入发展矿区循环经济：按照减量化、资源化、再利用的原则，科学利用矿井水、煤矸石、煤泥、粉煤灰等副产品；鼓励利用矸石、灰渣等对沉陷区进行立体生态整治和土地复垦。
2015.2	《关于促进煤炭工业科学发展的指导意见》	有序发展低热值煤发电等资源综合利用项目，加大与煤共生资源和矿井水的利用力度，发展矿区循环经济。
2015.4	《煤炭清洁高效利用行动计划（2015-2020年）》	加大煤矸石、煤泥、煤矿瓦斯、矿井水等资源化利用的力度。到2020年，煤矸石综合利用率不低于80%；煤矿瓦斯抽采利用率达到60%，在水资源短缺矿区、一般水资源矿区、水资源丰富矿区，矿井水或露天矿矿坑水利用率分别不低于95%、80%、75%；煤矿塌陷土地治理率达到80%以上，排矸场和露天矿排土场复垦率达到90%以上；煤炭地下气化技术取得突破。
2020.10	《关于进一步加强煤炭资源开发环境	鼓励对煤矸石进行井下充填、发电、生产建筑材料等多途径综合利用，因地制宜选择合理的综合利用方式，提高煤矸石综合利用率。提高煤矿瓦斯利用率，控制

影响评价管理的通知》

温室气体排放。针对矿井水的特点，从源头减少和有效防治高盐、酸性、高氟化物、放射性等矿井水，优先用于项目建设及生产，并鼓励多途径利用多余矿井水。

资料来源：政府官网，平安证券研究所

## (2) 黄河流域生态保护对煤炭行业环保要求进一步提高

2020年8月，中共中央政治局召开会议审议了《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》，会议指出，黄河流域生态保护和高质量发展是事关中华民族伟大复兴的千秋大计，要综合治理、系统治理、源头治理，改善黄河流域生态环境，优化水资源配置，促进全流域高质量发展。黄河流域生态保护与高质量发展已上升为国家战略，与京津冀协同发展、长江经济带发展、粤港澳大湾区建设、长三角一体化发展齐头并进，标志着推进黄河流域高质量发展进入了新的历史阶段。

我国14个大型煤炭生产基地有9个分布在黄河流域，煤炭年产量约占全国总产量的70%，黄河流域面积约80万平方公里，其中含煤面积超过35.9万平方公里。2019年，晋陕蒙甘宁五省煤炭产量达27.49亿吨、占全国产量73.39%，而水资源量仅占全国4.81%。我国四大现代煤化工产业示范区（内蒙古鄂尔多斯、陕西榆林、宁夏宁东、新疆准东）也有3个分布在黄河流域。黄河流域中上游处于干旱半干旱地区，生态环境脆弱；下游常出现阶段性断流，水资源匮乏。

根据《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》相关要求，煤化工项目、煤矿项目环评审批将更加严格；另一方面，由于用水指标有限和水价较高，煤炭及煤化工企业加强废水深度处理循环利用补充企业用水将成为必然选择。

图表2 全国14个大型煤炭生产基地布局



资料来源：自然资源部，平安证券研究所

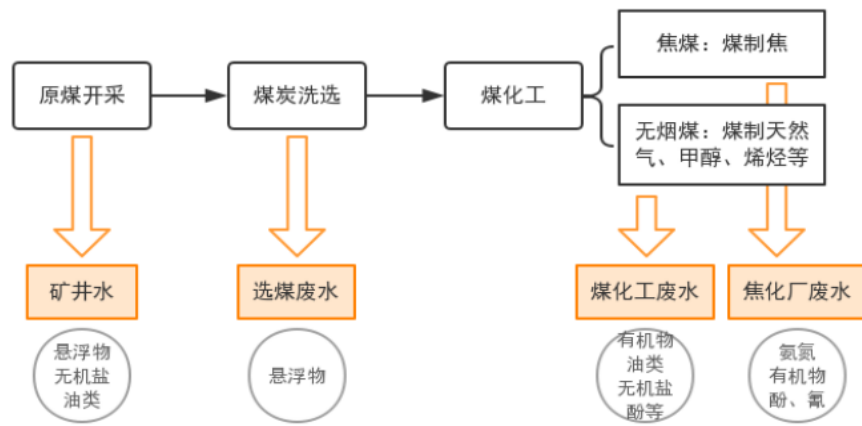
## 二、煤炭行业废水将从无害化到资源化

煤炭产业涉及到煤炭开采和洗选、煤炭深加工与利用。煤炭开采环节产生大量矿井水，洗选环节产生选煤废水（循环利用，基本无外排）；在煤炭应用方面，煤化工环节产生煤化工废水。

**煤矿废水：**煤炭开采矿井水产生量大，按照吨煤产生 2 吨水、40 亿吨煤炭年产量估算，每年产生约 80 亿吨矿井水。矿井水含有悬浮物、盐类、油类及有毒物质，所含悬浮物的粒度小、比重轻、沉降速度慢、混凝效果差。

**煤化工废水：**煤化工企业用水量、废水排放量均很大，废水含有大量酚、氰、油、氨氮等有毒有害物质。综合废水中 COD<sub>Cr</sub> 一般约在 5000mg/L、氨氮在 200-500mg/L，废水所含有机污染物包括酚类、多环芳香族化合物及含氮、氧、硫的杂环化合物等，是典型的含有难降解的有机化合物废水。

图表3 煤炭产业废水概况



资料来源：中国煤炭加工利用协会，平安证券研究所

图表4 煤炭产业废水特点一览

产业	来源	类别	水量	水质特点
煤炭	煤炭开采	矿井水	开采 1 吨煤炭约产生 2 吨矿井水	开采含硫煤层时产生酸性矿井水；含有煤炭生产带来的废机油、乳化油等，含有氟、铁、锰、铜、锌、铅及放射性元素铀、镭等有毒有害物质；西北及北方缺水地区往往排出高矿化度矿井水含有大量的钙、镁、钾、硫酸根、碳酸氢根等离子，含盐量大多数为 1000-10000mg/L，大多数水质呈中性或偏碱性。
	煤炭洗选	选煤废水	吨煤用水量为 2-8 吨，循环利用	主要污染物有悬浮物、油类物质和有机药剂。
煤化工 废水	煤焦化	焦化废水	生产 1 吨焦炭约产生 0.58 吨废水	成分极其复杂，污染物浓度高，色度高，水质变化波动大，COD 浓度高，氨氮含量较高，有机物污染种类多，含有酚、酯、氰、吡啶、吡啶、长链烷烃等大量难降解有机污染物等。
	煤气化 其他煤转 化工艺	煤气化废水、 煤液化废水、 煤制甲醇、烯 烃废水等	千标立方米天然气外排废水 1-5 吨、吨油品外排废水量 1-8 吨	煤气化废水：主要污染物有氨氮、氰化物、硫化物等。 煤液化废水：含有硫、酚、多环芳烃、苯等且浓度较高，含油量及悬浮物浓度较低，COD 浓度、色度、乳化度较高。

资料来源：中国煤炭加工利用协会，平安证券研究所



## 2.1 矿井水：膜法脱盐成为达标排放选择

矿井水是指在矿山建设和矿产开采过程中，由地下水涌水、地表水渗透、生产排水汇集所产生的废水。矿井水水质特点与矿井地域和开采工艺等有关，一般含有悬浮物、废机油、乳化油、氟、铁、锰、铜、锌、铅及放射性元素铀、镭等；开采含硫煤层时产生酸性矿井水；西北及北方缺水地区往往产生高矿化度矿井水，含有大量的钙、镁、钾、硫酸根、碳酸氢根等离子，含盐量大多数为 1000-10000mg/L，大多数水质呈中性或偏碱性。

### （1）矿井水综合利用不足，处理标准提升

随着我国煤炭产业技术水平的提升，我国矿井水处理利用技术与装备也经历了近 20 年的高速发展，由最早的简单沉淀处理发展到深度处理，近期成功应用“零排放”技术。但目前我国矿井水利用率明显偏低，根据国家能源集团数据，矿井水平均利用率仅为 35%。影响煤矿矿井水利用率的主要因素是利用渠道不畅、处理成本高、处理后的水质与用户需求不匹配。

2015 年，国务院“水十条”明确，推进矿井水综合利用，煤炭矿区的补充用水、周边地区和生态用水应优先使用矿井水。2020 年，生态环境部、国家发改委、国家能源局联合印发《关于进一步加强煤炭资源开发环境影响评价管理的通知》，为控制高矿化度矿井水排放可能引发的土壤盐渍化等问题，明确提出外排矿井水全盐量不超过 1000mg/L。山西、陕西、内蒙古等省份的煤炭主产区开始要求将矿井水外排标准根据受纳水体环境功能区划规定提高到 GB3838—2002《地表水环境质量标准》Ⅲ类标准及以上。例如，《山西省水污染防治 2018 年行动计划》，明确煤矿外排矿井水化学需氧量、氨氮、总磷三项主要污染物达地表水环境质量Ⅲ类标准，已于 2021 年开始实施。

图表5 矿井水相关政策或标准

时间	政策/标准	主要内容
2017 年 1 月	《节水型社会建设“十三五”规划》	大力发展非常规水资源开发利用，将矿井水纳入国家水资源统一配置。
2019 年 6 月	《高矿化度矿井水处理与回用技术导则》 《酸性矿井水处理与回用技术导则》	规定了高矿化度矿井水和酸性矿井水的定义等，提供了两者处理、回用、排放的技术依据。
2020 年 7 月	《中华人民共和国煤炭法（修订草案）》	征求意见稿第六十六条明确指出煤矿企业应当依法回收、处理和综合利用矿井水、工业废水和生活污水。国家引导和鼓励矿井水利用产业化发展，完善配套政策措施，提高技术装备水平，降低处理成本。
2020 年 10 月	《关于进一步加强煤炭资源开发环境影响评价管理的指导意见》	明确提出矿井水应优先用于项目建设及生产，并鼓励多途径利用多余矿井水；可以利用的矿井水未得到合理、充分利用的，不得开采及使用其他地表水和地下水水源作为生产水源，并不得擅自外排；矿井水在充分利用后仍有剩余且确需外排的，经处理后拟外排的，除应符合相关法律法规政策外，其相关水质因子值还应满足或优于受纳水体环境功能区划规定的地表水环境质量对应值，含盐量不得超过 1000 毫克/升，且不得影响上下游相关河段水功能需求。

资料来源：政府官网，平安证券研究所

### （2）矿井水减量化和资源化处理是长期方向

矿井水关键处理方法与矿井水具体水质特点有关。高悬浮物矿井水主要采用澄清处理，煤矿地下水库净化技术的发展和运用，实现了矿井水的大规模低成本自净化。高矿化度矿井水处理主要分为预处理（通常采用混凝沉淀和软化工艺对高矿化度矿井水进行预处理）、脱盐浓缩（主要有膜法和热法两大技术类别）和蒸发结晶（主要有蒸汽机械再压缩、多效蒸发和蒸发塘）3 个工艺段。

井下减量处理是矿井水处理技术的主要发展趋势之一。井下处理包括保水采煤技术、地下水库净化技术、注浆封堵技术。相比传统井上处理，大部分矿井水井下处理后直接井下利用无需升井，降低了水泵提升费、管路费等，并减少了地面建筑费用和占地。

资源化处理是矿井水处理技术的长期方向。矿井水处理目标是提升资源化水平，以“清污分流、分级处理和分质利用”为原则，工艺流程应根据资源化用途合理设计、对矿井水适度处理；同时矿井水外排标准有所提升，虽然矿井水不要求做到零排放，但矿井水外排脱盐处理必不可少。

矿井水利用主要包括井下生产利用，矿区地面生产、生活、生态利用，矿区周边生产生活利用（外部供水、矿区周边电厂、煤化工企业等用水、水务公司集中收集统一利用）等。

图表6 矿井水水质特点及处理技术

分类	定义及特点	关键处理方法
洁净矿井水	水质较好、pH值为中性、低矿化度	消毒
高矿化度矿井水	溶解性总固体不低于 1000mg/L 的矿井水	蒸馏、电渗析、反渗透等除盐技术
含悬浮物矿井水	含有较多悬浮物，主要是煤粉	混凝、沉淀、过滤、消毒
酸性矿井水	pH 值小于 6.0 的矿井水	中和、生物处理法、人工湿地、粉煤灰吸附法
含有毒有害元素矿井水	含氟及放射性元素铀、镭的矿井水	吸附法

资料来源：国家标准委员会，平安证券研究所

图表7 矿井水处理工艺流程



资料来源：中国煤炭加工利用协会，平安证券研究所



图表8 矿井水资源化利用途径

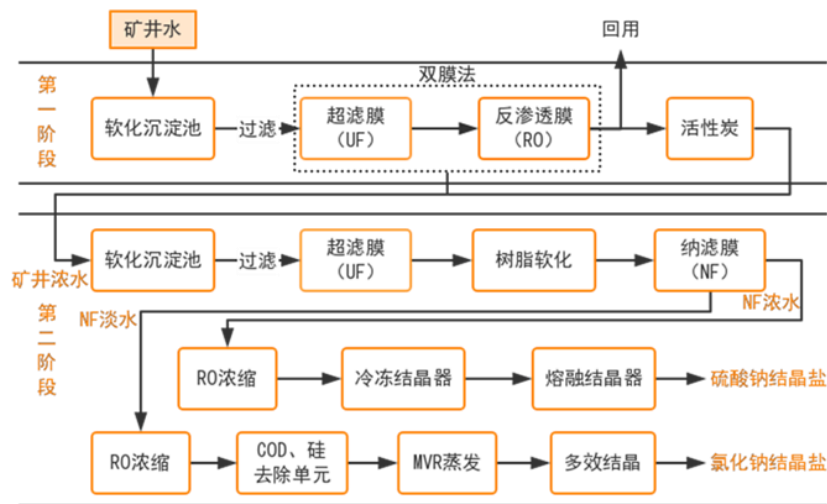


资料来源：国家能源集团，平安证券研究所

(3) 矿井水处理典型案例

宁东矿区矿井水及煤化工废水处理利用项目是国家能源集团旗下宁夏煤业集团的环保 1 号工程，第一阶段的目标是实施预处理及膜脱盐单元处理、产品水回用、实现达标外排，第二阶段的目标是实施浓盐水分盐及分质结晶装置、实现废水零排放；处理后的产品水达到初级再生水水质标准（TDS < 500mg/L）后回用于园区化工项目，作为循环冷却水补充水。流程简图如下：

图表9 宁东矿区矿井水处理案例



资料来源：中国煤炭加工利用协会，平安证券研究所

图表10 矿井水处理项目

项目名称	公司	模式	处理能力 (m <sup>3</sup> /h)	处理规模 <sup>①</sup> (万吨/年)	合同金额 (万元)	单位处理规模合同金额 (万元/(万吨/年))
第001标段宁东矿区矿井水及煤化工废水处理利用项目第一阶段工艺包及工艺设备采购(矿井尾水浓盐水浓缩、分盐及结晶)	万邦达	采购	1500	1188	19389.00	16.32
宁东矿区矿井水及煤化工废水处理利用项目第二阶段工艺包及工艺设备采购(矿井尾水浓盐水浓缩、分盐及结晶)	博天环境	采购	1500	1188	23490.56	19.76
营盘壕煤矿矿井水深度处理工程(一期)	万德斯	工程+运营	2000	1584	24895.53 <sup>②</sup>	15.72
单位处理规模合同金额均值(万元/(万吨/年))						17.26

资料来源：政府官网，平安证券研究所注：①处理规模按照每天24小时、每年处理天数330天计算 ②该合同金额不包含运营

#### (4) 矿井水综合利用水平提升带来市场空间

目前，矿井水综合利用率仅为35%，假设未来煤炭年产量保持在38.4亿吨左右、到2025年矿井水综合利用率提升至80%（参考《煤炭工业发展“十三五”规划》），处理能力将提升35亿吨/年，按照案例单位处理规模合同金额计算，未来矿井水处理工程增量市场空间超过590亿元，同时随着专业化运营发展，运营市场也将具有较大空间。

## 2.2 煤化工：废水零排放是项目准入要求

煤化工废水包括以焦化废水为代表的传统煤化工废水（焦化）和现代煤化工废水（煤制油气和煤制化工品）。**焦化废水**来源包括蒸氨工段产生的蒸氨废水、各类水封水、煤气净化过程中冷凝液、冲洗水、初期雨水、循环冷却水排污等，以蒸氨废水为主，含有高浓度的氨氮、酚类、氰化物、硫化物、苯等多环芳烃、烃类。

现代煤化工产生的废水具有化学需氧量和氨氮浓度高的特点；循环水系统排污水、除盐水处理站排污水、工艺废水处理系统排水以及锅炉排水等，具有溶解性总固体和悬浮固体含量高的特点。

### (1) 新建煤化工项目要求零排放

**废水零排放是新建煤化工废水处理的发展方向。**2017年2月，现代煤化工行业第一个国家级专项规划《煤炭深加工产业示范“十三五”规划》正式发布，现代煤化工产业发展定位于“升级示范”，废水深度处理及回用是煤化工产业升级示范的重点内容。2020年11月11日，《煤化工废水处理与回用技术规范》国家标准启动会在京召开。国家将进一步规划煤化工产业废水处理要求，加强煤化工废水处理及回用，推动煤化工行业用水效率的提升，通过技术规范和标准化推动废水回用发展。

焦化废水是传统煤化工中高浓废水代表之一，国家对焦化废水的处理要求逐步提升：一是焦化废水排放达到《炼焦化学工业污染物排放标准》；二是焦化废水源头减量，“到2025年焦化废水产生量减少30%”；三是提升焦化园区循环经济水平，“通过园区产业之间的生产耦合，使物料、能量、产品在园区内产业之间进行循环，从而实现园区的污染‘零排放’，加快构建全国焦化产业整体布局合理的资源循环利用体系”。随着落后焦化项目淘汰、新建项目建成，一些存量项目改造和新建项目废水处理工程需求将增长。

图表11 煤化工废水相关政策

时间	政策	主要内容
2015.12	《现代煤化工建设项目环境准入条件(试行)》	在具备纳污水体的区域建设现代煤化工项目,废水(包括含盐废水)排放应满足相关污染物排放标准要求,并确保地表水体满足下游用水功能要求;在缺乏纳污水体的区域建设现代煤化工项目,应对高含盐废水采取有效处置措施,不得污染地下水、大气、土壤等。
2016.01	《焦化行业“十三五”发展规划纲要》	“十三五”时期,焦化行业将淘汰全部落后产能,产能满足准入标准的比达70%以上;共需要化解过剩焦化产能5000万吨。要求焦化准入企业污染物排放基本达到《炼焦化学工业污染物排放标准》。
2017.02	《煤炭深加工产业示范“十三五”规划》	无纳污水体的项目应通过结晶分盐等技术,将高含盐废水资源化利用,实现污水不外排;预期到2020年绝大部分项目废水不外排,少数项目废水达标排放。
2020.06	《焦化行业规范条件》	常规焦炉想申请成为规范企业须配套建设初期雨水收集装置、酚氰生产废水处理设施和事故储槽(池)等;鼓励企业开展清洁生产审核及技术改造,不断提升清洁生产水平;注重资源综合利用,常规焦炉吨焦取水量 $\leq 1.4m^3$ 。
2021.01	《焦化行业“十四五”发展规划纲要》	提高水循环利用;焦化生产企业全部达到《焦化行业规范条件》要求;开展清洁生产,源头控制污染物产生,到2025年焦化废水产生量减少30%;充分发挥焦化园区、集聚区循环经济优势,实现园区的污染“零排放”。

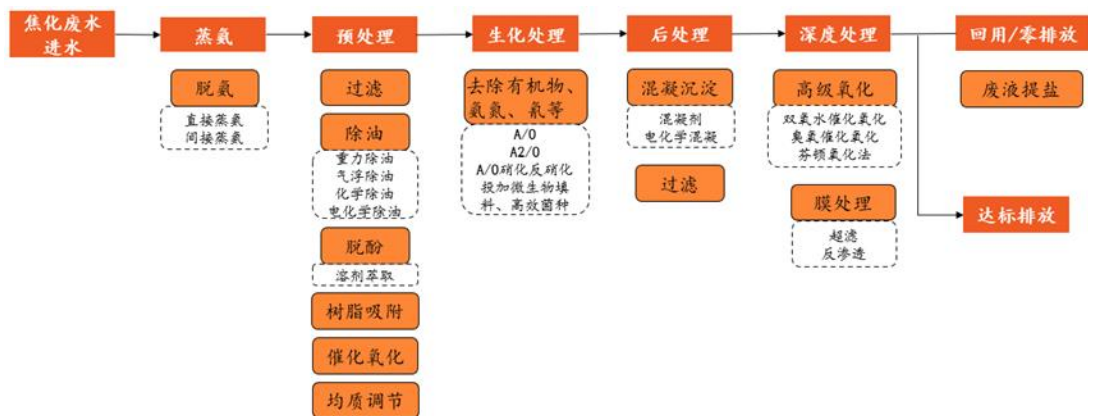
资料来源:政府官网,平安证券研究所

(2) 焦化废水处理减量及零排放将普及

随着环保要求提升,焦化废水处理需要关注减量技术、深度处理及零排放技术。实现焦化废水的减量化需要采用干法熄焦等清洁的炼焦生产工艺、通过管道改造实现部分废水回用以及采用清浊分流措施等。目前,焦化废水处理已形成了“预处理+生化处理+后处理+深度处理”的工艺流程,作为焦化废水主要来源,由于剩余氨水含有高浓度氨氮,大部分焦化厂都设有蒸氨装置以回收氨水,经蒸氨后的废水统称为蒸氨废水,再与其它废水混合后进入焦化厂废水处理系统。

虽然目前焦化废水处理技术较为成熟,但深度处理及零排放技术尚未普及,随着政策不断严格,焦化废水深度处理过程中高级氧化技术、超滤、反渗透等膜技术应用将越来越广泛。

图表12 焦化废水处理工艺流程



资料来源:国家标准委,平安证券研究所

焦化废水处理案例:

山西孝义经济开发区污水处理厂项目:设计规模4万吨/日(折算年处理量1320万吨/年),是目前全国最大的焦化污水深度处理项目。项目由中国化学工程集团公司旗下的中化工程集团环保公司和赛鼎工程有限公司共同投资,以BOT的模式建设和运营,项目总投资4.7亿元,折合35.6万元/(万吨

年)。工艺核心是超滤+DJM 树脂吸附+反渗透，它将各个企业经过预处理的工业污水进入生化处理系统、中水处理系统跟浓盐水处理系统后，大概产水率 97%的脱盐水返回到各个企业，作为循环水的补水 and 一次水；高浓盐水进行蒸发结晶、分盐，分解出高纯度的氯化钠、硫酸钠。

**山东钢铁集团日照有限公司焦化废水处理项目：**该项目是新建焦炉工程的配套水处理系统，出水水质达到《城市污水再生利用工业用水水质标准》中的敞开式循环冷却水系统补充水标准。主体工艺采用“预处理+AA101-A202 两段生物脱氮工艺+生物流化床+混凝沉淀+臭氧紫外接触氧化+超滤+反渗透”。该焦化废水处理系统出水水质回用于循环冷却水系统，废水回用率达到 70%以上；通过强化生化处理，实现了零稀释水的添加，从而更进一步降低了废水处理总量，达到了废水减量的目的。

**焦化废水零排放工程市场规模约 50 亿元。**根据焦化行业产排污系数，每生产一吨焦炭产生 0.58 吨废水（年排放废水 2.73 亿吨）。假设较为落后的 4.3m 及以下焦炉（现占比约 40%）完全被新产能替代，将有约 2.2 亿吨新产能投产（现有焦炉产能 5.5 亿吨），需新建零排放废水处理工程 12760 万吨/年，约需要投资 46 亿元。如果考虑现有其他产能改造需求，市场空间更大。

在运营方面，根据中国煤炭加工利用协会统计，焦化废水处理采用托管运营模式的比例约为 50%，参考山钢日照焦化废水运行成本和 2020 年焦炭 4.71 亿吨产量计算，焦化废水深度处理及零排放处理托管运营空间超过 50 亿元。

图表 13 焦化废水处理项目

项目	公司	模式	处理能力	处理规模 (万吨/年)	金额	单位处理规模 投资/运营成本
山西孝义经济开发区焦化污水处理厂	中化工程集团环保公司、赛鼎工程有限公司	BOT	4 万吨/天	1320	总投资 4.7 亿	35.6 万元/(万吨/年)
山东钢铁集团日照钢铁精品基地项目焦化工程焦化废水处理系统	中冶焦耐、赛诺水务等	EPC	140 吨/小时	110.88	运行成本 28-33 元/吨	30 元/吨

资料来源：中国膜工业协会，平安证券研究所

### (3) 煤化工零排放技术已成为行业必选

煤化工废水处理遵循“预处理+生化处理+深度处理+零排放处理”的路径。

**预处理：**采用隔油、气浮除油，采用溶剂萃取法脱酚，采用蒸氨组合工艺除氨。

**生化处理：**对于预处理后的煤化工废水，国内外一般采用缺氧、好氧生物法处理，但由于煤化工废水采用好氧生物法处理后，出水的化学需氧量指标难以稳定达标，因此还需采用厌氧生物处理法进一步降低氨氮浓度。

**深度处理：**煤化工废水经生化处理后，出水仍需进一步深度处理，方法主要有混凝沉淀、固定化生物技术、吸附法、催化氧化法及反渗透等膜处理技术。

**零排放技术：**高盐废水富含氯化钠、硫酸钠、硝酸钠、氯化钾等有价值无机盐成分，最大程度回收才是实现高盐废水减量化、无害化、资源化的解决办法，包括软化沉淀、膜浓缩和蒸发结晶，关键是正渗透、反渗透、电渗析等减量化技术。

图表 14 煤化工废水处理工艺流程





资料来源：北极星环保网，平安证券研究所

浓缩结晶技术主要包括浓缩工艺-膜法结晶分盐、蒸发工艺-热法结晶分盐技术。以直接蒸发结晶和纳滤-低温结晶两种工艺为例，采用膜法与热法结晶工艺结合相比单独采用热法分盐结晶，资源回收效果更好，虽然投资费用较高，但在杂盐固废处置成本较高时具备经济性优势。（根据熊日华等的《高盐水分盐结晶工艺及其技术经济分析》，以某煤化工高盐废水为例，其性质为：流量为 30m<sup>3</sup>/h，其中氯化钠和硫酸钠的含量分别为 14000mg/L 和 42000mg/L，约含有 4000mg/L 的其他无机盐，其含有的硬度、硅和有机物等通过预处理已经实现大部分去除）

图表15 煤化工废水零排放技术经济指标

工艺方法	技术指标				产品回收率	投资成本 (万元)	运营成本 (元/吨)
	初始结晶盐产品	纯度	白度	白度			
热法	无水硫酸钠，即元明粉产品，市场价值更高	硫酸钠 93%-96%	低	低	硫酸钠：63.5% 结晶盐综合回收率：44.4%	2000	43.0
纳滤+热法	十水硫酸钠，即芒硝产品	硫酸钠 99%以上 氯化钠 98%-99%	高	高	硫酸钠：89.6% 氯化钠：83.3% 结晶盐综合回收率：82.2%	2600	30.1

资料来源：《高盐水分盐结晶工艺及其技术经济分析》，平安证券研究所

**煤化工零排放案例：**

宁东矿区矿井水及煤化工废水处理利用项目是国家能源集团旗下宁夏煤业集团的环保 1 号工程，煤化工废水来自于万邦达 BOT 污水厂反渗透浓水、煤制烯烃厂双膜回用装置外排浓盐水和化工厂的清净废水。

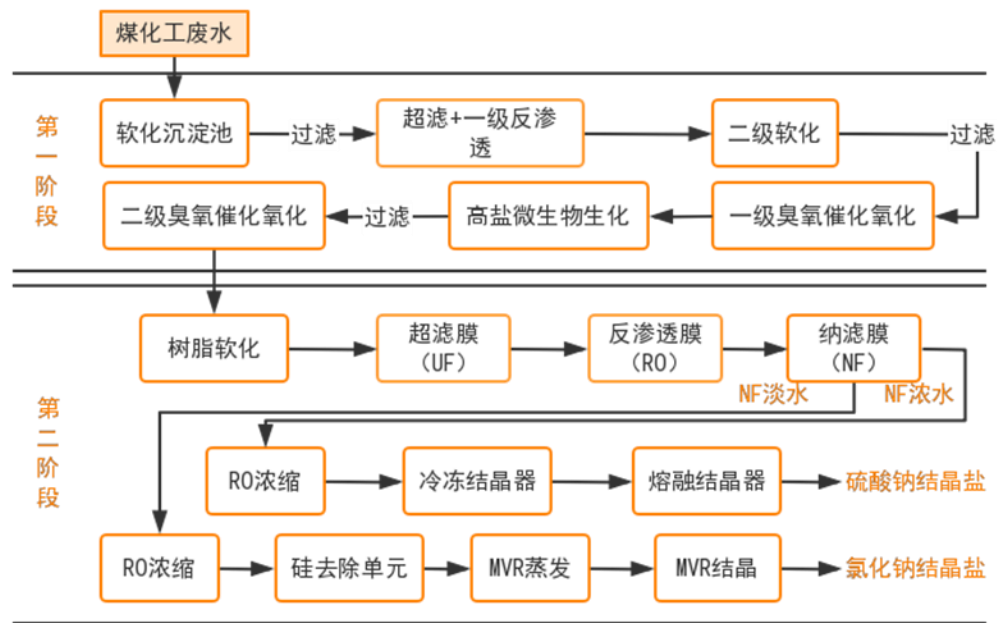
**第一阶段：**利用软化沉淀设施，在沉淀池内进行絮凝沉淀、软化处理，去除大部分硬度、碱度、氟、硅和悬浮物等，然后利用双膜法去除水中大部分盐，产品水全厂统一收集回用。反渗透浓水进一步



软化，并经高级氧化+生化单元去除 COD 和氨氮、过滤器去除悬浮物、超滤去除浊度后进入分盐及分质结晶工段继续处理。

**第二阶段：**收集膜脱盐装置产水，经软化、过滤、浓缩后，进入膜分盐装置将一价盐和二价盐分开，淡水侧再经反渗透膜继续浓缩减量后进蒸发结晶系统，得到合格的氯化钠；浓水侧 COD 富集，设置有机物去除单元控制进入结晶单元的 COD，经高压反渗透浓缩后进硫酸钠冷冻结晶系统，产出芒硝，再经熔融结晶得到无水硫酸钠产品，无法回收的杂质通过杂盐结晶器产出杂盐。

图表 16 宁东矿区煤化工废水处理案例



资料来源：中国煤炭加工利用协会，平安证券研究所

(4) 煤化工废水处理市场空间巨大

截至 2019 年年底，煤制油产能 921 万吨/年，煤制天然气产能 51 亿立方米/年，煤经甲醇制烯烃产能 1362 万吨/年（其中煤制烯烃产能 932 万吨/年），煤制乙二醇产能 478 万吨/年。根据《煤炭工业“十四五”现代煤化工发展指导意见（征求意见稿）》，到“十四五”末，将建成煤制气产能 150 亿立方米、煤制油产能 1200 万吨，煤制烯烃产能 1500 万吨，煤制乙二醇产能 800 万吨等，转化煤量达到 2 亿吨标煤左右。根据北极星节能环保网统计以及榆能乙二醇等项目，环保投资一般占总投资的 10%，其中水处理投资至少占环保投资的 30%，那么水处理投资约占项目总额的 3%。经测算，“十四五”时期，新建现代煤化工废水处理投资规模约 57 亿元。

图表 17 煤化工废水处理项目

项目	公司	模式	处理能力	合同金额 (亿元)
阳煤平定化工有限公司年产 20 万吨煤制乙二醇项目（一期）水处理系统项目	国祯环保	EPC+O	污水处理站 130m³/h, 回用水站 400m³/h; 3120m³/d	
伊泰伊犁能源有限公司 100 万吨/年煤制油示范项目化学水处理装置	博天环境	EPC		1.12

陕西未来能源化工有限公司兖矿榆林 100 万吨/年煤间接液化示范项目污水处理场及回用水处理工程	博天环境	EPC		1.95
中煤集团旗下煤化工 60 万吨聚烯烃污水处理、回用水及零排放项目	国祯环保	EPC+O	550m <sup>3</sup> /h	
蒲城清洁能源化工 70 万吨/年煤制烯烃项目水处理装置	博天环境	EPC		5.09

资料来源：公司公告，平安证券研究所

图表 18 煤化工废水处理市场空间

项目	2019 年底产能	2025 年目标产能	增量产能	项目单位投资	项目总投资 (亿元)	水处理总投资 (亿元)
煤制气 (亿立方米/年)	51	150	99	0.6 万元/千立方米	594	17.8
煤制油 (万吨/年)	921	1200	279	1.5 万元/吨	418.5	12.6
煤制烯烃 (万吨/年)	1362	1500	138	2.8 万元/吨	386.4	11.6
煤制乙二醇 (万吨/年)	478	800	322	1.5 万元/吨	483	14.5
小计						56.5

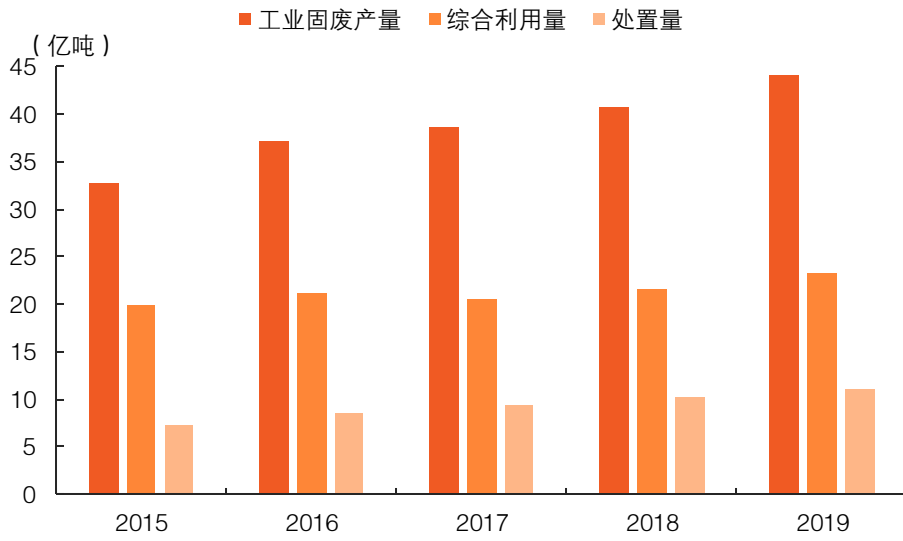
资料来源：中国煤炭加工利用协会，北极星节能环保网，平安证券研究所

### 三、煤炭产业固废应优先实现减量化

根据全国生态环境统计公报，我国工业固体废物的产量逐年上升，2019 年产量约为 44.1 亿吨，处置量和综合利用量分别为 11 亿吨和 23.2 亿吨，综合利用率约为 52.61%，而《中国制造 2025》提出了到 2025 年工业固体废物综合利用率达到 79% 的目标，工业固废综合利用总体有待提升。从占比看，煤炭产业固废是我国工业固废产生的主要来源之一，2015 年煤炭开采和洗选业固废占比约 13%，另外电力、热力生产和供应业固废占比约为 19%，两者加起来约占 32%。

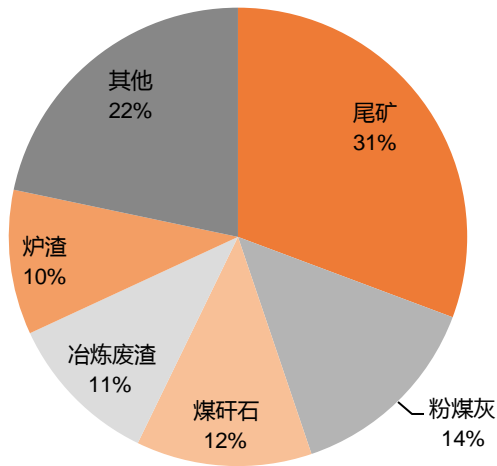
煤炭产业固废主要包括煤矸石、粉煤灰、炉渣和脱硫石膏。煤炭开采加工环节产生煤矸石，燃煤发电环节产生粉煤灰、炉渣和脱硫石膏，煤化工环节产生炉渣、杂盐危废等。

图表 19 一般工业固废产量情况



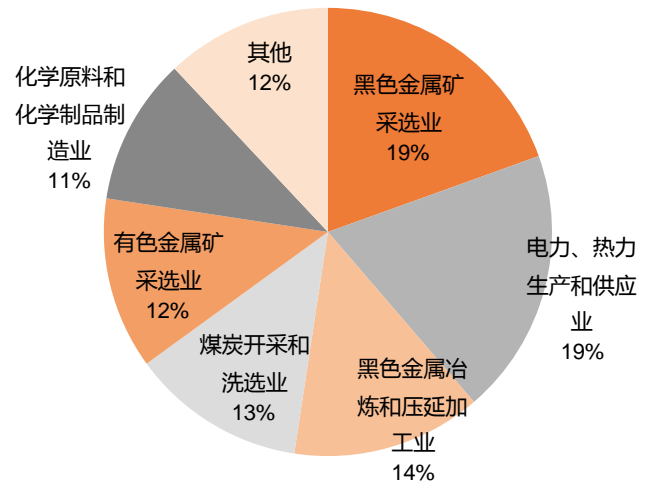
资料来源：生态环境统计公报，平安证券研究所

图表20 2015年一般工业固废产生量种类占比



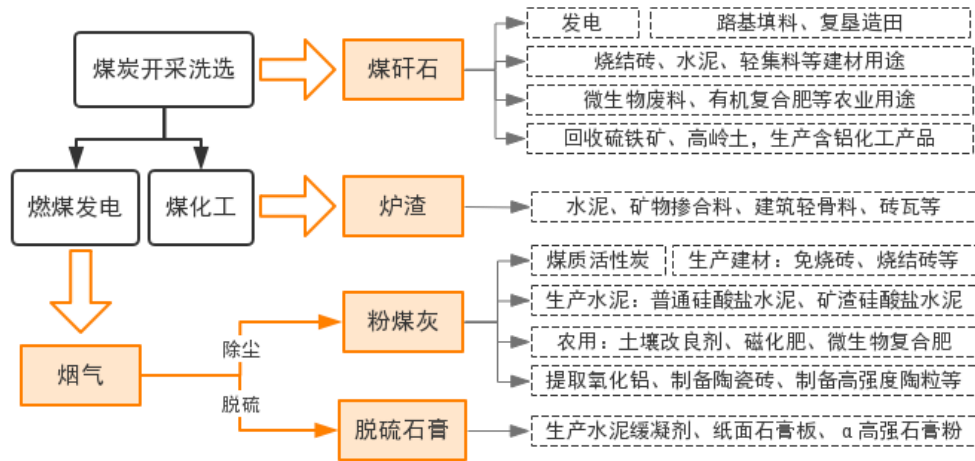
资料来源：生态环境统计公报，平安证券研究所

图表21 2015年一般工业固废产生量行业构成



资料来源：生态环境统计公报，平安证券研究所

图表22 煤炭产业固废概况



资料来源：平安证券研究所

### 3.1 煤炭固废存量规模大，利用率低

煤矸石是煤炭开采和加工过程中产生的主要固体废弃物。我国煤矸石产出量很大，其排放量约占煤矿原煤产量的 15%。2019 年，重点调查工业企业的煤矸石产生量为 4.8 亿吨，综合利用量为 2.9 亿吨（其中利用往年贮存量 525.7 万吨），综合利用率为 58.9%。

粉煤灰是指从煤燃烧后的烟气中收捕下来的细灰，是燃煤电厂排出的主要固体废弃物。2019 年，重点发表调查工业企业的粉煤灰产生量 5.4 亿吨，综合利用量为 4.1 亿吨（其中利用往年贮存量为 213.0 万吨），综合利用率为 74.7%。

炉渣，指企业燃烧设备从炉膛排出的灰渣，不包括燃料燃烧过程中产生的烟尘。2019 年，重点发表调查工业企业的炉渣产生量为 3.2 亿吨，综合利用量为 2.3 亿吨（其中利用往年贮存量 121.4 万吨），综合利用率为 72.7%。

脱硫石膏，指废气脱硫的湿式石灰石/石膏法工艺中，吸收剂与烟气中二氧化硫等反应后生成的副产物。2019 年，重点发表调查工业企业的脱硫石膏产生量为 1.3 亿吨，综合利用量为 9617.4 万吨（其中利用往年贮存量 75.9 万吨），综合利用率为 71.3%。

国家政策鼓励大宗工业固废综合利用，绿色发展理念为煤炭工业固废综合利用带来广阔市场，而高值化、规模化利用是主要发展趋势。

图表 23 煤炭产业固废特点及综合利用途径

种类	产生环节	主要成分	综合利用途径	2019 年综合利用率
煤矸石	煤炭开采洗选	泥岩、页岩、粉砂岩、砂岩等	制备烧结砖、水泥、微生物肥料，路基填料，回收有益矿产生产等	58.90%
粉煤灰	燃煤烟气	SiO <sub>2</sub> 、Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、FeO、Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、CaO、TiO <sub>2</sub> 、MgO、K <sub>2</sub> O、Na <sub>2</sub> O、SO <sub>3</sub> 、MnO <sub>2</sub> 、P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 等	生产普通硅酸盐水泥、粉煤灰水泥及混凝土、活性炭、粉煤灰陶瓷砖、粉煤灰陶粒、提取氧化铝、空心微珠等	74.70%
炉渣	燃煤设备炉膛排出	二氧化硅、三氧化二铝、三氧化二铁、氧化钙及少量镁、硫、碳等	生产水泥、筑路等	72.70%
脱硫石膏	燃煤废弃脱硫	二水硫酸钙，含量≥93%	水泥调凝剂、石膏制品、土壤改良等	71.30%

资料来源：生态环境部，平安证券研究所

图表24 大宗工业固废综合利用政策

时间	政策文件	主要内容
2015.05	《中国制造 2025》	到 2020 年，全国工业固体废物综合利用率提高到 73%；到 2025 年，全国工业固体废物综合利用率提高到 79%。
2016.06	《工业绿色发展规划（2016-2020 年）》	到 2020 年，大宗工业固体废物综合利用量达到 21 亿吨，磷石膏利用率 40%，粉煤灰利用率 75%。
2016.09	《建材工业发展规划（2016-2020 年）》	促进绿色建材的生产和应用，到 2020 年，新建建筑中绿色建材应用比例达到 40% 以上。
2016.12	《“十三五”生态环境保护规划》	到 2020 年，全国工业固体废物综合利用率提高到 73%。
2016.12	《中华人民共和国环境保护税法》	直接向环境排放煤矸石、尾矿、危险废物、粉煤灰及炉渣等固废的分别按照 5 元/吨、15 元/吨、1000 元/吨、25 元/吨征税，固体废物综合利用且符合国家和地方环境保护标准的免税。
2017.04	《“十三五”环境领域科技创新专项规划》	提出进行废物综合管控和绿色循环利用，对典型工业固废源头减量与清洁利用技术提出指导意见。
2018.05	《工业固体废物资源综合利用评价管理暂行办法》、 《国家工业固体废物资源综合利用产品目录》	《办法》建立了工业固体废物资源综合利用评价管理机制，《目录》界定了包括煤矸石、尾矿、冶炼渣、粉煤灰、炉渣和部分其他固体废物等六类工业固体废物种类、80 余种综合利用产品大品类。
2019.01	《关于推进大宗固体废弃物综合利用产业集聚发展的通知》	到 2020 年我国将建设 50 个大宗固体废弃物综合利用基地、50 个工业资源综合利用基地，基地废弃物综合利用率达到 75%。
2020.07	《京津冀及周边地区工业资源综合利用产业协同转型提升计划（2020-2022 年）》	到 2022 年，区域年综合利用工业固废量要达 8 亿吨，主要再生资源回收利用量达 1.5 亿吨，产业总产值突破 9000 亿元，形成 30 个特色鲜明的产业集聚区，建设 50 个产业创新中心，培育 100 家创新型骨干企业。以山西、内蒙古、河北等地为重点，开展工业副产石膏、粉煤灰、煤矸石、尾矿、热渣渣制备新型建材等高值化产品推广应用，新增工业固废高值化利用能力 1000 万吨/年。
2020.09	《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》	强化产生者责任。增加“国家鼓励采取先进工艺对尾矿、煤矸石、废石等矿业固体废物进行综合利用”的要求，并提出“县级以上地方人民政府组织建设工业固体废物集中处置等设施”。

资料来源：政府官网，平安证券研究所

### 3.2 煤矿固废综合利用有待提升

#### （1）煤矸石利用途径要因材而用、因地制宜

煤矸石主要的综合利用技术如下。根据《煤矸石综合利用管理办法》，国家鼓励煤矸石井下充填、循环流化床发电和热电联产、生产建筑材料、回收矿产品、煤矸石土地复垦及矸石山生态环境恢复等大宗、高附加值利用方式，但具体到不同地区需要根据煤矸石性质、区域产业特点等来确定经济合理的用途。

图表25 煤矸石综合利用技术

利用途径	相关技术
发电	循环流化床技术

请通过合法途径获取本公司研究报告，如经由未经许可的渠道获得研究报告，请慎重使用并注意阅读研究报告尾页的声明内容。



井下填充	充填开采技术
筑路基料	“红矸石”(燃烧过的煤矸石), 混合铝土矿物可以制成防滑路面
制作有机肥	处理粒度+化学活化法
制作微生物肥料	以煤矸石和磷矿粉为原料基质, 外加添加剂等
制铝系产品	铝盐制备或者直接提铝, 预脱硅碱石灰烧结法提取氧化铝
制水玻璃	高温制硫酸铵、酸浸、混合烧碱、蒸汽、加工等
制硅铝合金	拜尔-电热法等
合成碳化硅	用高硅煤矸石与烟煤作原料, 用 Acheson 工艺合成
制砖瓦	以煤矸石、黏土和砂等为原料, 粉碎、成型和焙烧; 先进技术可不额外投加任何燃料制取空心砖、免烧砖等
制轻质建筑材料	煤矸石与绿页岩按照 1:2 的比例混合, 经破碎、搅拌、焙烧得煨烧轻集料; 自燃煤矸石筛分得自燃轻集料
制陶瓷	碳热还原氮化煤矸石技术等
制陶粒	高温煨烧、软化膨胀、冷却, 包括回转窑法、烧结机法、喷射炉法
生产普通硅酸盐水泥、特种水泥和无熟料水泥	替代黏土, 破碎、配料、磨细制成生料, 水泥窑煨烧, 加适量石膏等磨细。包括干法水泥生产线与湿法水泥生产线。

资料来源: 中国煤炭加工利用协会, 平安证券研究所

(2) 部分粉煤灰具备高附加值利用条件

粉煤灰堆积会带来环境污染, 发挥粉煤灰的资源属性是其处理处置的方向。粉煤灰可应用于建材、农业、化工等领域, 生产陶砂陶粒、空心砌砖等新型建筑材料, 用作水泥、混凝土的掺合料, 提取铝、硅、锂、镓等有用金属, 分选出漂珠、炭粒、磁珠等材料。

目前, 我国粉煤灰综合利用主要集中在建材行业, 且多数是低值化利用, 而道路、回填以及高附加值利用方式的应用率偏低, 高附加值利用技术仍有提升空间。同时区域发展不平衡问题仍旧存在: 煤炭资源和火电厂较为集中的山西、陕西、内蒙古、宁夏等中西部地区, 粉煤灰产量大, 受地域偏远、产品市场需求不足和技术经济条件落后等因素限制, 粉煤灰综合利用水平和规模远低于全国水平; 东部沿海地区工业固废产生量小, 由于经济发达、市场需求高, 综合利用率普遍较高。粉煤灰根据其性质可以用于合成沸石分子筛、提取氧化铝、提取微珠以及其他有价值元素等高附加值利用。

图表26 粉煤灰高附加值利用途径

利用途径	重要意义	主要技术
合成沸石分子筛	沸石分子筛是具有均匀微孔, 主要由硅、铝、氧及其它一些金属离子构成的多孔材料, 具有优良的离子交换、催化和吸附性能, 常用作吸附剂、干燥剂、洗涤剂 and 催化剂, 广泛应用于石油化工、精细化工、农业、环境保护等领域。	微波辅助碱熔-水热合成法合成 NaA 型沸石分子筛、煤矸石碱熔法制备 NaX 型沸石分子筛等
提取氧化铝	铝及其合金具有性能优异、价格较低、回收率较高的特点, 在建筑、交通、电子、机械、日常耐用消费品、包装材料等领域应用广泛, 粉煤灰提取氧化铝有利于化解国内铝土矿供需矛盾。	酸法、碱法(预脱硅碱石灰烧结法等)、酸碱联合法
提取微珠	煤基固废中蕴藏着超细粉体材料, 可制备微珠。有些微珠具有较强的磁性, 含有特殊的微孔结构, 具有活性高、质轻、热稳定性高和抗压等优点, 在污水处理、替代水泥熟料、制作复合材料和催化等方面应用广泛。	脱碳、磁法分选、湿法分选等
提取有价值元素	金属镓在航天、医疗、军事、电子等领域有着广泛的应用; 金属锂在新能源领域起着重要的作用。	吸附法、萃取法、络合沉降法

资料来源: 《煤基固废高值化利用研究》, 平安证券研究所

## 四、碳中和目标下需加大煤层气开发利用

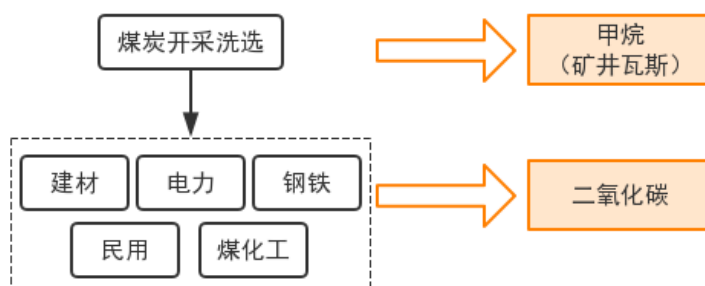
我国政府已经向全世界承诺了温室气体减排目标：到 2020 年，单位国内生产总值(GDP)CO<sub>2</sub>排放比 2005 年下降 40%-45%；到 2030 年，碳排放强度将进一步下降到 60%-65%，这对控制温室气体排放提出了更高要求。国家主席习近平在 2020 年 9 月 22 日召开的联合国大会上表示：“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，争取在 2060 年前实现碳中和。”

### 4.1 煤炭开发碳排放主要来自甲烷排放

根据中国碳核算数据库，2017 年因开发利用煤炭产生的碳排放量约为 68.63 亿吨二氧化碳，占我国 CO<sub>2</sub> 排放总量约 73.5%，碳减排对煤炭生产及利用提出更高要求。煤炭开采和洗选环节碳排放主要来自甲烷排放，煤炭燃烧发电、钢铁、建材环节碳排放主要是二氧化碳，煤化工环节在化工转化过程排放二氧化碳。

为实现碳中和的长远目标，一方面要加大矿井瓦斯开发利用，另一方面要控制煤炭消费、清洁高效利用煤炭。加强煤层气的抽采利用、提高发电效率、提高煤化工工艺的煤炭转化效率以及采用碳捕获、利用与封存（CCUS）等碳减排技术是降低碳排放的方式。考虑到技术经济性，煤层气抽采和利用是目前较为现实有效的降低碳排放方式。

图表 27 煤炭产业碳排放概况



资料来源：平安证券研究所

图表 28 煤炭产业减少碳排放方法

环节	措施	依据	技术
煤炭开采和洗选	加强煤层气的抽采利用	将抽采利用率提高到 90%，可以减少碳排放 1 亿吨以上，通过提高抽采量和抽采利用率可以减少碳排放 2 亿-3 亿吨。	煤层气综合抽采技术、低浓度瓦斯发电技术
燃煤发电	提高发电效率	发电效率每提高 1 个百分点，可降低 0.5 亿吨碳排放。	整体煤气化联合循环发电(IGCC)、碳捕获、利用与封存技术（CCUS）、富氧燃烧等新型燃煤发电技术
现代煤化工	提高煤炭转化效率、采用合适的煤化工工艺	例如，煤制甲醇应用膜分离技术进行氢气回收与循环利用，避免形成更多二氧化碳。	碳捕获、利用与封存技术（CCUS）

资料来源：《我国煤炭行业全生命周期碳排放与碳流通图》，《煤化工工艺二氧化碳减排技术研究》，平安证券研究所

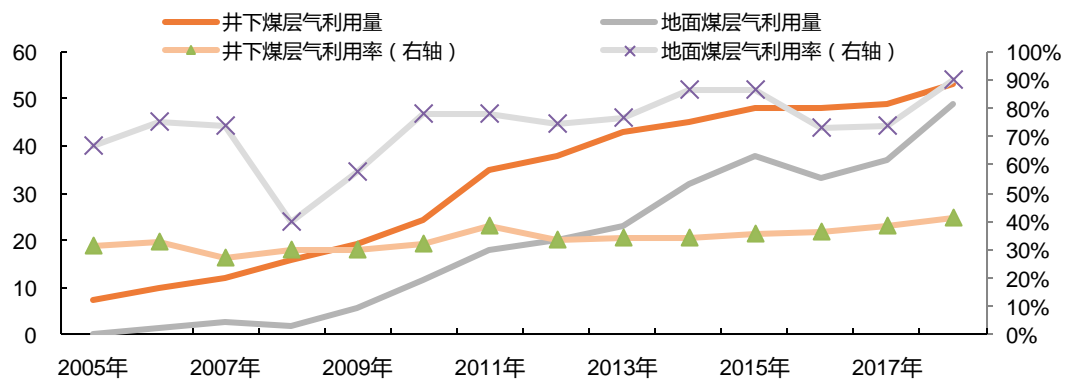
## 4.2 煤层气开发利用减碳效应明显

煤矿开采中释放的矿井瓦斯不但会引起我国煤矿的瓦斯泄漏灾害，由于其温室效应是二氧化碳的 21 倍，也是引起全球大气变暖的主要气体之一，而提高煤矿瓦斯利用率有助于减少碳排放。张国铎等在《浅谈煤层气发电技术及应用前景》中指出，“煤层气发电的 CO<sub>2</sub>排放量约为燃煤电厂的 42%，氮氧化物排放量则不到燃煤电厂的 20%”；杨晋明在《碳资产管理与煤矿瓦斯开发利用研究》中指出，“每利用 1 亿 m<sup>3</sup> 纯甲烷，相当于减排 150 万吨 CO<sub>2</sub>”。

《煤层气（煤矿瓦斯）开发利用“十三五”规划》提出了到 2020 年实现“煤矿瓦斯抽采 140 亿立方米，利用率 50% 以上，煤矿瓦斯发电装机容量 280 万千瓦，民用超过 168 万户”的目标。目前煤矿瓦斯利用率基本维持在 40% 左右，需进一步提升煤矿瓦斯利用率，进一步发展管道气、压缩天然气（CNG）、液化天然气（LNG）、低浓度瓦斯及乏风发电等利用途径。

2018 年，我国煤层气产量 199 亿 m<sup>3</sup>，其中井下抽采 128 亿 m<sup>3</sup>，地面抽采 51 亿 m<sup>3</sup>，利用煤层气 93 亿 m<sup>3</sup>，整个利用率不足 50%，主要为难以利用的低浓度煤层气。每年约百亿立方米煤层气排放到大气中，如果将煤层气全部利用将减少 1.5 亿吨碳排放，按照当前国内 20 元/吨碳价估算，可以产生 30 亿元的碳收益。

图表 29 井下煤层气利用率一直维持 40% 左右（亿立方米）



资料来源：煤炭科学研究总院，平安证券研究所

图表 30 煤层气综合利用途径

种类	利用途径	甲烷体积分数适用范围
地面煤层气	汽车燃料	≥90%
	化工原料：合成氨、合成甲醇、合成金刚石、合成油和制氢气	≥50%
	民用、工业用气	≥30%
	发电	≥8%
煤矿瓦斯	民用、瓦斯锅炉、工业用气	≥30%
	高浓度瓦斯提纯、制压缩天然气、液化天然气或并入天然气管网	≥30%
	低浓度瓦斯提纯	≥13%
	瓦斯发电	≥8%
风排瓦斯	氧化发电	≤8% 与空气或乏风掺混至甲烷体积分数 1%-1.2%
	氧化供热	≥0.3%
	燃烧空气	-

资料来源：《我国煤层气开发利用现状及综合利用途径分析》，平安证券研究所

### 山西晋城寺河 120MW 煤层气发电 CDM 项目：

晋城煤层气发电项目是由业主单位晋城无烟煤矿业集团有限责任公司负责开发，地点位于晋城寺河矿。电厂于 2006 年 9 月正式开工建设，2008 年 10 月进入试运行，2009 年 7 月 5 日正式投运。项目占地面积 54628m<sup>2</sup>，发电厂总装机容量 120MW，利用寺河矿井下抽采的浓度在 30%-50% 煤层气为燃料，采用联合循环发电方式，由 60 台单机容量为 1.8MW 的燃气发动机发电机组，配备 12 台国产余热锅炉和 4 台 3MW 蒸汽轮机组成。每年消耗井下抽放瓦斯 3.85 亿 m<sup>3</sup>，年利用煤矿瓦斯 1.8 亿立方米（折纯）。

该项目是目前世界上装机容量最大的煤层气发电厂之一，项目总投资为 87471 万元。该项目年发电量约为 8.4 亿 kWh，年耗气量折合纯瓦斯 1.84 亿 m<sup>3</sup>，年产生 CO<sub>2</sub> 减排当量约 300 万 t，产生收益约 2790 万美元。项目于 2009 年 4 月 22 日在联合国 CDM 执行理事会获得成功注册，到 2012 年底，项目在第一个减排承诺期（2008-2012 年）内，共可向买方出售项目产生的 CO<sub>2</sub> 减排当量约 1050 万 t，创造收益约 1 亿美元。

## 五、投资建议

在黄河生态保护和碳中和的战略下，煤炭行业绿色低碳发展成为必然选择。在废水方面，每年产生 80 亿吨矿井水、近 3 亿吨焦化废水，增量水处理工程市场空间分别为 580 亿元、50 亿元；煤化工新建项目水处理工程投资约为 57 亿元。在固废方面，煤矸石和粉煤灰产生量和存量规模较大，特别是粉煤灰存量超过 500 亿吨，在实现减量化同时提升经济性是发展趋势。在碳排放方面，因开发利用煤炭产生的碳排放量约占全国排放总量的 73.5%，加强煤层气（甲烷）的抽采利用是碳减排的现实途径，每年约百亿立方米煤层气排放到大气中，如果将煤层气全部利用将减少 1.5 亿吨碳排放，按照当前国内 20 元/吨碳价估算，可以产生 30 亿的碳收益。建议关注工业水处理公司万德斯和煤层气公司蓝焰控股。

万德斯相继中标鄂尔多斯市营盘壕煤炭有限公司营盘壕煤矿矿井水深度处理工程 EPC 总承包项目（2400 万 m<sup>3</sup>/年）和兖州煤业股份有限公司济三矿区高盐废水综合处理工程总承包（PC）+运营（合同金额 1.65 亿元），为继续开拓煤矿废水市场奠定了基础。

蓝焰控股作为煤层气行业龙头企业，形成了煤层气勘探、抽采、输送、销售等完整产业链，掌握了具有独立自主知识产权且较为完善煤层气地面抽采技术。公司煤层气产能集中在资源丰富的山西省。2019 年，公司煤层气产量和利用量分别占全国的 25.05% 和 21.05%。

## 六、风险提示

### （1）政策实施不及预期

环保政策的实施需要依靠地方政府强力执行，如执行力度不及预期将对煤炭行业环保工程推广产生不利影响。

### （2）项目拓展不及预期

煤矿、煤化工废水处理中小企业较多，行业竞争激烈，存在新项目拓展不及预期风险。

### （3）应收账款未能及时回收

煤炭、化工等周期行业波动较大，工程及设备类公司可能出现应收账款难以回收，造成公司计提损失较大。

（4）技术发展不及预期的风险

环保标准的提升使对处理技术和工艺的要求更高，新技术和新工艺研发或不及预期。



## 平安证券研究所投资评级：

### 股票投资评级：

- 强烈推荐（预计 6 个月内，股价表现强于沪深 300 指数 20% 以上）
- 推 荐（预计 6 个月内，股价表现强于沪深 300 指数 10% 至 20% 之间）
- 中 性（预计 6 个月内，股价表现相对沪深 300 指数在  $\pm 10\%$  之间）
- 回 避（预计 6 个月内，股价表现弱于沪深 300 指数 10% 以上）

### 行业投资评级：

- 强于大市（预计 6 个月内，行业指数表现强于沪深 300 指数 5% 以上）
- 中 性（预计 6 个月内，行业指数表现相对沪深 300 指数在  $\pm 5\%$  之间）
- 弱于大市（预计 6 个月内，行业指数表现弱于沪深 300 指数 5% 以上）

### 公司声明及风险提示：

负责撰写此报告的分析师（一人或多人）就本研究报告确认：本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格。

平安证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格。本公司研究报告是针对与公司签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本公司研究报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。未经书面授权刊载或者转发的，本公司将采取维权措施追究其侵权责任。

证券市场是一个风险无时不在的市场。您在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。请您务必对此有清醒的认识，认真考虑是否进行证券交易。

市场有风险，投资需谨慎。

### 免责条款：

此报告旨在发给平安证券股份有限公司（以下简称“平安证券”）的特定客户及其他专业人士。未经平安证券事先书面明文批准，不得更改或以任何方式传送、复印或派发此报告的材料、内容及其复印本予任何其他人。

此报告所载资料的来源及观点的出处皆被平安证券认为可靠，但平安证券不能担保其准确性或完整性，报告中的信息或所表达观点不构成所述证券买卖的出价或询价，报告内容仅供参考。平安证券不对因使用此报告的材料而引致的损失而负上任何责任，除非法律法规有明确规定。客户并不能仅依靠此报告而取代行使独立判断。

平安证券可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告反映编写分析员的不同设想、见解及分析方法。报告所载资料、意见及推测仅反映分析员于发出此报告日期当日的判断，可随时更改。此报告所指的证券价格、价值及收入可跌可升。为免生疑问，此报告所载观点并不代表平安证券的立场。

平安证券在法律许可的情况下可能参与此报告所提及的发行商的投资银行业务或投资其发行的证券。

平安证券股份有限公司 2021 版权所有。保留一切权利。

## 平安证券

### 平安证券研究所

电话：4008866338

#### 深圳

深圳市福田区福田街道益田路 5023 号平安金融中心 B 座 25 层  
邮编：518033

#### 上海

上海市陆家嘴环路 1333 号平安金融大厦 26 楼  
邮编：200120  
传真：( 021 ) 33830395

#### 北京

北京市西城区金融大街甲 9 号金融街中心北楼 15 层  
邮编：100033