立足十五五：多喷嘴气化技术赋能煤炭高效利用与双碳战略落地

山东兖矿国拓科技工程股份有限公司

2026年10月

山东 烟台



目录 contents

01 公司简介

02 “十四五”技术进展与成果

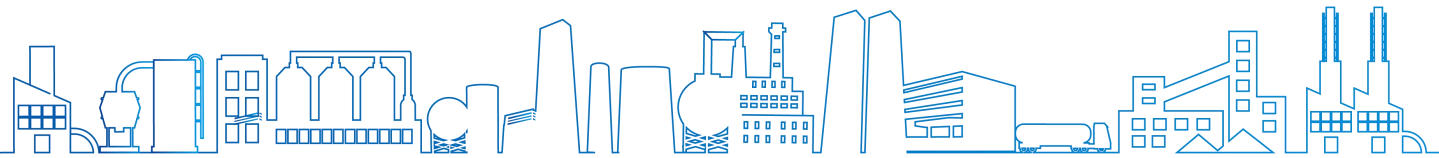
03 多喷嘴技术的优化与提升

04 “十五五”节能降碳技术发展规划

山东能源集团 SHANDONG ENERGY GROUP
国拓科技 GUOTUO SCIENCE

1

公司简介



山东能源集团

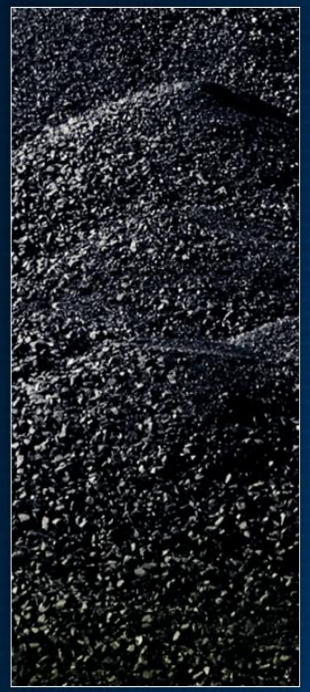


山东能源集团是山东省委、省政府于2020年7月联合重组原兖矿集团、原山东能源集团组建的大型能源企业集团，肩负保障能源安全、优化能源布局、优化能源结构的责任

山东能源集团

产业布局

INDUSTRIAL LAYOUT



煤炭



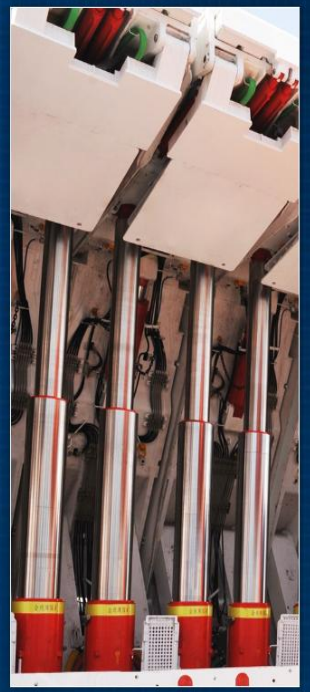
高端化工新材料



电力



新能源



高端装备制造

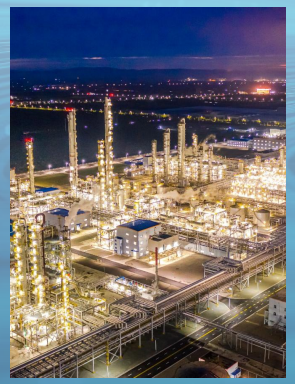


现代物流贸易

山东能源集团







2025年《财富》世界500强

山东能源年度营业收入1204.26亿美元

位列第82位

13 拥有13家上市公司

22 产业遍布国内22个省、自治区、直辖市

17 境外17个国家（地区）

20 从业人员20万人

山东兖矿国拓科技工程股份有限公司





公司简介

成立于2010年7月7日，2018年新三板挂牌（872810）；

山东能源集团子公司兖矿能源旗下专业煤气化技术服务商；

多喷嘴对置式煤气化技术独家许可实施单位。

01 专利技术许可

02 技术服务

03 专利专有设备销售

依托山东能源化工产业集群技术力量与专业人才储备，实现技术研发、工程服务与现场保运的深度协同

山东兖矿国拓科技工程股份有限公司

多喷嘴技术转让、工艺包编制、工程设计、开车保运全链条服务

业务覆盖国内 30 余个省份及美国、韩国等国际市场



84
技术实施许可合同

246
台/套气化炉

149
台/套
投入成功运行

技术转让

1. 可行性研究
2. 技术适配
3. 技术验证
4. 技术选型

工艺包编制

1. 基础设计输入确认
2. 工艺设计
3. 仪表与控制方案
4. 设备清单与规格书
5. 安全与环保分析
6. 操作与维护手册

工程设计

1. 可行性研究
2. 基础设计
3. 详细设计

开车保运

1. 装置预调试
2. 开车方案制定
3. 现场操作指导
4. 应急故障处理
5. 人员培训
6. 投料运行

公司资质

国拓科技
GUO TUO SCIENCE



山东省专精特新企业



高新技术企业





CMMI3软件能力成熟度



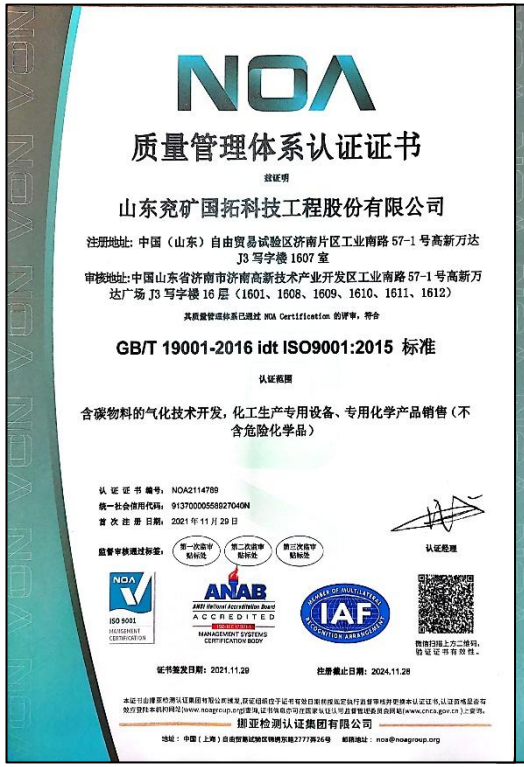
ITSS信息技术服务标准



济南市专精特新企业

公司资质

国拓科技
GUO TUO SCIENCE



质量管理体系



环境管理体系



职业健康安全体系



信息技术服务体系



信息安全管理体系

专利


证书号第1296929号

发明专利证书

发明名称：一种多喷嘴对置式煤气化炉在线切换装置及其方法

发明人：张涛;潘勇;李耀;许广宇;刘进波;张大晶

专利号：ZL 2012 1 0008854.5

专利申请日：2012年01月12日

专利权人：山东兖矿国拓科技工程有限公司

授权公告日：2013年09月04日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年01月12日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

局长 田力普

2012年09月04日

第1页（共1页）


证书号第1881691号

发明专利证书

发明名称：可燃、有毒气体无线智能监控系统

发明人：许广宇;祁曜光;臧武军;秦博;唐广军;刘进波

专利号：ZL 2013 1 0347840.0

专利申请日：2013年08月12日

专利权人：山东兖矿国拓科技工程有限公司

授权公告日：2015年12月23日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年08月12日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

局长 申长雨

2015年12月23日

第1页（共1页）


证书号第2231229号

发明专利证书

发明名称：一种新型水煤浆加压气化炉用喷嘴及其制造方法

发明人：张涛;刘进波;潘勇;李耀;宋成凯;纽卫娜;赵岐

专利号：ZL 2014 1 0747310.X

专利申请日：2014年12月10日

专利权人：山东兖矿国拓科技工程有限公司

授权公告日：2016年09月07日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年12月10日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

局长 申长雨

2016年09月07日

第1页（共1页）


证书号第6576535号

发明专利证书

发明名称：一种高温气体热量回收利用系统及方法

发明人：鲍卫娜;潘荣;李耀;宋成凯;赵矿生;赵岐;季思伟
唐广军;李琳;祝贺;李波;郭宝贵;许广宇;张涛;张俊先

专利号：ZL 2018 1 1546111.7

专利申请日：2018年12月18日

专利权人：山东兖矿国拓科技工程股份有限公司

地址：273500 山东省济宁市邹城市东滩路519号

授权公告日：2023年12月22日　　授权公告号：CN 109401799 B

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发发明专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为二十年，自申请日起算。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

局长 申长雨

2023年12月22日

第1页(共3页)

其他事项参见续页


证书号第6267225号

发明专利证书

发明名称：一种水煤浆工艺烧嘴

发明人：刘进波;秦晓阳;赵岐;杨荣;许广宇;李耀;宋成凯
曾进军;鲍卫娜

专利号：ZL 2023 1 0133519.6

专利申请日：2023年02月16日

专利权人：山东兖矿国拓科技工程股份有限公司

地址：250000 山东省济南市自由贸易试验区济南片区工业南路57-1号高新万达J3写字楼1607室

授权公告日：2023年08月25日　　授权公告号：CN 116064173 B

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发发明专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为二十年，自申请日起算。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

局长 申长雨

2023年08月25日

第1页(共2页)

其他事项参见续页


证书号第2350275号

实用新型专利证书

实用新型名称：气化炉预热口封堵砖

发明人：张涛;刘进波;张大晶;宋成凯;赵岐;赵矿生

专利号：ZL 2012 2 0009806.3

专利申请日：2012年01月11日

专利权人：山东兖矿国拓科技工程有限公司

授权公告日：2012年08月15日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年01月11日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

局长 田力普

2012年08月15日

第1页（共1页）


证书号第2356696号

实用新型专利证书

实用新型名称：内旋式混合器

发明人：刘进波;刘鹏;许广宇;潘荣;李耀;纽卫娜

专利号：ZL 2012 2 0009807.8

专利申请日：2012年01月11日

专利权人：山东兖矿国拓科技工程有限公司

授权公告日：2012年08月15日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年01月11日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

局长 田力普

2012年08月15日

第1页（共1页）


证书号第2359105号

实用新型专利证书

实用新型名称：一种多喷嘴对置式煤气化炉在线切换装置

发明人：张涛;潘勇;李耀;许广宇;刘进波;张大晶

专利号：ZL 2012 2 0012912.7

专利申请日：2012年01月12日

专利权人：山东兖矿国拓科技工程有限公司

授权公告日：2012年08月15日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

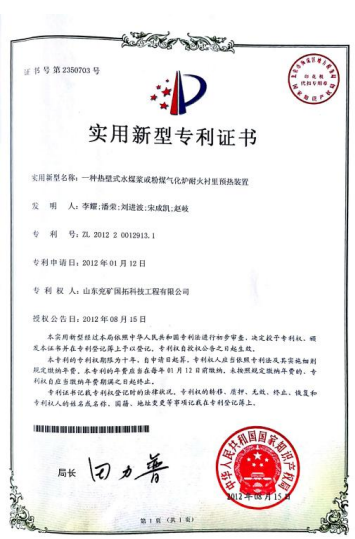
本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年01月12日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

局长 田力普

2012年08月15日

第1页（共1页）


证书号第2350703号

实用新型专利证书

实用新型名称：一种热壁式水煤浆或粉煤气化炉耐火衬里预热装置

发明人：李耀;潘荣;刘进波;宋成凯;赵岐

专利号：ZL 2012 2 0012913.1

专利申请日：2012年01月12日

专利权人：山东兖矿国拓科技工程有限公司

授权公告日：2012年08月15日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

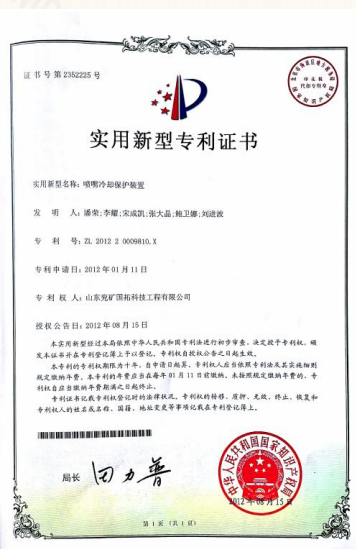
本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年01月12日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

局长 田力普

2012年08月15日

第1页（共1页）


证书号第2352225号

实用新型专利证书

实用新型名称：喷嘴冷却保护装置

发明人：潘荣;李耀;宋成凯;张大晶;鲍卫娜;刘进波

专利号：ZL 2012 2 0009810.X

专利申请日：2012年01月11日

专利权人：山东兖矿国拓科技工程有限公司

授权公告日：2012年08月15日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年01月11日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

局长 田力普

2012年08月15日

第1页（共1页）

山东能源集团 SHANDONG ENERGY GROUP
国拓科技 GUOTUO SCIENCE

2

“十四五”技术进展与成果

“十四五”技术进展与成果-总览

国拓科技
GUO TUO SCIENCE



2000吨级水煤浆废锅工业示范



4000吨级水煤浆激冷工业示范



浆态床油渣气化国产化示范



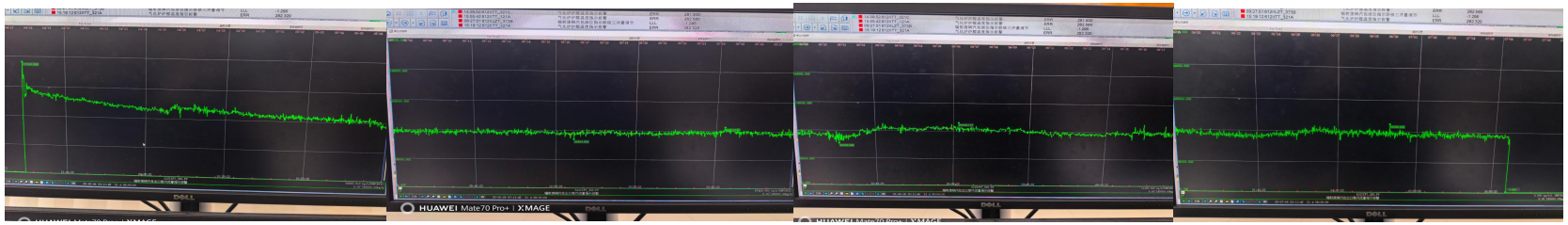
3000吨级粉煤工业示范

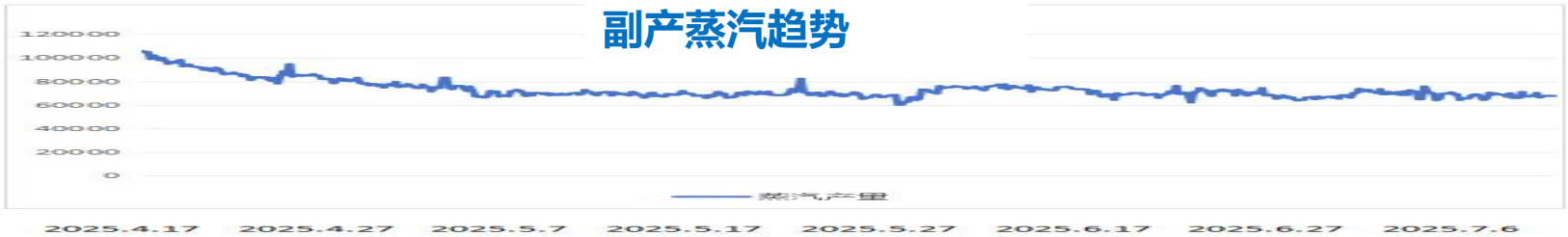
“十四五”技术进展与成果-总览

国拓科技
GUO TUO SCIENCE

2000吨级多喷嘴辐射废锅流程工业示范

- 气化炉数量：3台（2开1备）
- 操作压力: 6.5 MPaG
- 投产时间：2020年12月
- 项目地点：兖矿榆林能化









多喷嘴废锅流程工业示范

“十四五”技术进展与成果-总览

国拓科技
GUO TUO SCIENCE

4000吨级多喷嘴水煤浆气化装置工业示范







- 气化炉数量：3台
- 单炉规模：4000t/d
- 投料时间：2019.10
- 气化压力：6.5MPa
- 产品：甲醇、乙二醇等
- 项目地点：兖矿荣信化工

全球单炉最大水煤浆气化装置

浆态床油渣气化国产化工业示范

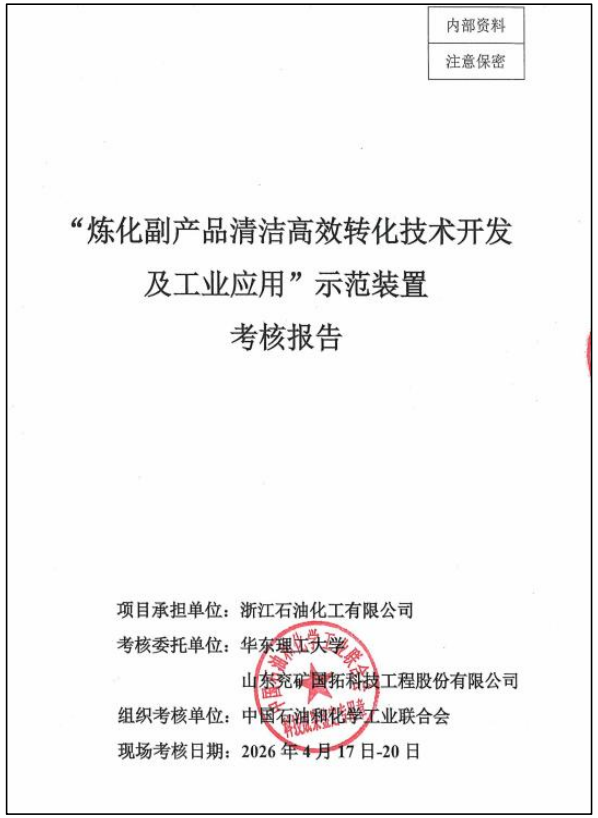




打破国外技术垄断，实现油渣资源化

- 原料： 浆态床油渣、乙烯焦油、催化油浆
- 系列：2开不备
- 工艺烧嘴：多通道
- 开车时间：2024年7月
- 项目地点：浙江石油化工有限公司

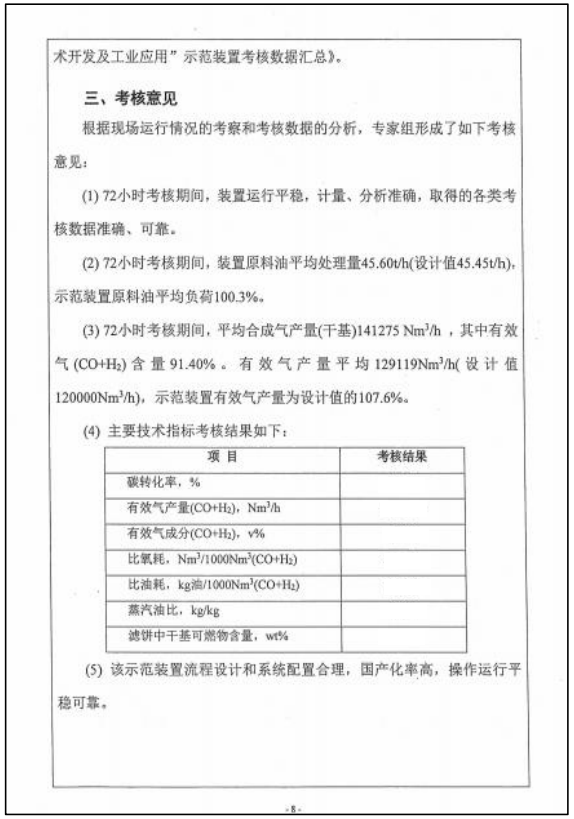
- **浙石化油渣气化性能考核：2026年4月17日-20日，完成了首台具有国产自主知识产权的油渣气化炉72小时连续运行考核，标志着首台套油渣气化炉在长周期稳定运行能力上取得了关键验证。**



内部资料
注意保密

“炼化副产品清洁高效转化技术开发及工业应用”示范装置
考核报告

项目承担单位：浙江石油化工有限公司
考核委托单位：华东理工大学
山东兖矿国拓科技工程股份有限公司
组织考核单位：中国石油和化学工业联合会
现场考核日期：2026 年 4 月 17 日-20 日



术开发及工业应用”示范装置考核数据汇总》。

三、考核意见

根据现场运行情况的考察和考核数据的分析，专家组形成了如下考核意见：

(1) 72小时考核期间，装置运行平稳，计量、分析准确，取得的各类考核数据准确、可靠。

(2) 72小时考核期间，装置原料油平均处理量45.60t/h(设计值45.45t/h)，示范装置原料油平均负荷100.3%。

(3) 72小时考核期间，平均合成气产量(干基)141275 Nm^3/h，其中有效气($CO+H_2$)含量91.40%。有效气产量平均129119Nm^3/h(设计值120000Nm^3/h)，示范装置有效气产量为设计值的107.6%。

(4) 主要技术指标考核结果如下：

项 目	考核结果
碳转化率，%	
有效气产量($CO+H_2$)，Nm^3/h	
有效气成分($CO+H_2$)，v%	
比氧耗，$Nm^3/1000Nm^3(CO+H_2)$	
比油耗，kg油/$1000Nm^3(CO+H_2)$	
蒸汽油比，kg/kg	
滤饼中干基可燃物含量，wt%	

(5) 该示范装置流程设计和系统配置合理，国产化率高，操作运行平稳可靠。



装置运行259天后的烧嘴状况

“十四五”技术进展与成果-总览

国拓科技
GUO TUO SCIENCE

3000吨级多喷嘴粉煤流程工业示范

- 有效气（CO+H2 ）含量：92%~95%
- 气化炉开车时间：2024年07月
- 气化压力：4.5MPa
- 项目地点：兖矿鲁南化工

已实现 > 350天满负荷连续运行





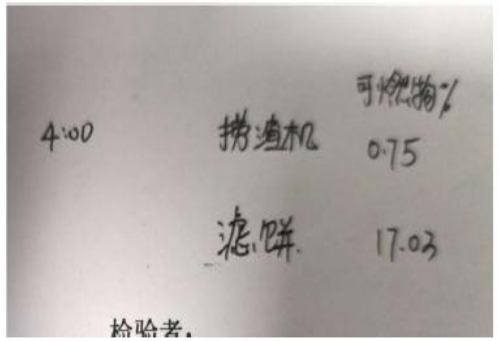


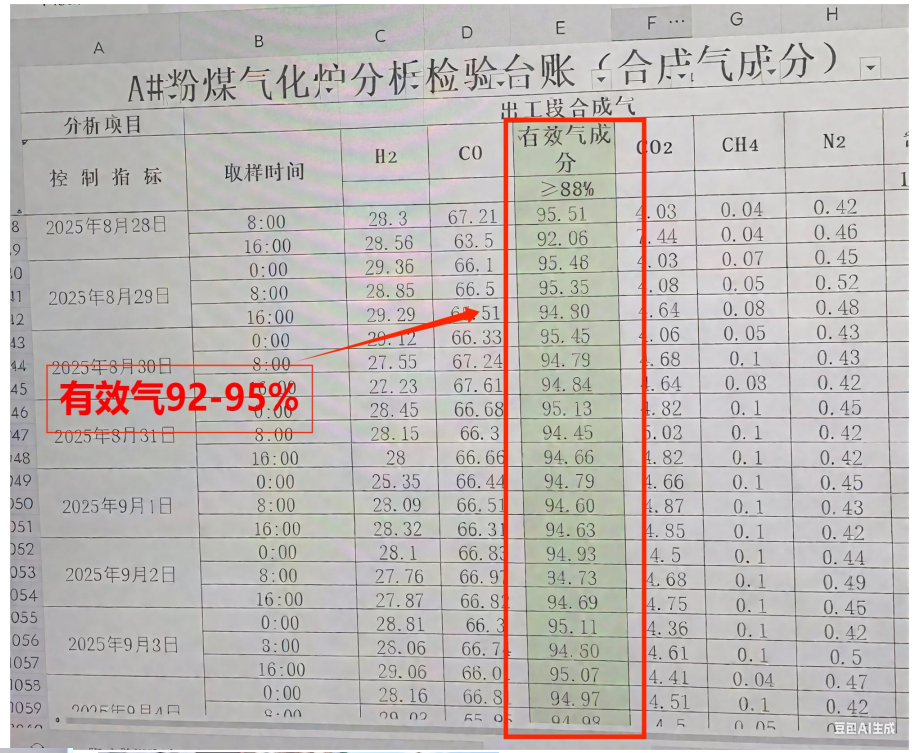


多喷嘴粉煤加压气化装置

鲁南化工多喷嘴粉煤运行指标

- 有效气平均含量：92~95%
- 粗渣可燃物平均~1%
- 滤饼可燃物平均~20%
- 碳转化率99.2%
- 2024年11月27日到25年11月14日连续稳定运行353天
- 2025.12.2~2026.9.6 连续运行280天（全厂大修，计划停车）





A#粉煤气化炉分析检验台账（合成气成分）

出工段合成气

控制指标	取样时间	H2	CO	有效气成分 ≥88%	CO2	CH4	N2
2025年8月28日	8:00	28.3	67.21	95.51	4.03	0.04	0.42
	16:00	28.56	63.5	92.06	7.44	0.04	0.46
	0:00	29.36	66.1	95.48	4.03	0.07	0.45
2025年8月29日	8:00	28.85	66.5	95.35	4.08	0.05	0.52
	16:00	29.29	65.51	94.80	4.64	0.08	0.48
	0:00	29.12	66.33	95.45	4.06	0.05	0.43
2025年8月30日	8:00	27.55	67.24	94.79	4.68	0.1	0.43
	16:00	22.23	67.61	94.84	4.64	0.03	0.42
	0:00	28.45	66.68	95.13	4.82	0.1	0.45
2025年8月31日	8:00	28.15	66.3	94.45	5.03	0.1	0.42
	16:00	28	66.66	94.66	4.82	0.1	0.42
	0:00	25.35	66.44	94.79	4.66	0.1	0.45
2025年9月1日	8:00	23.09	66.51	94.60	4.87	0.1	0.43
	16:00	28.32	66.31	94.63	4.85	0.1	0.42
	0:00	28.1	66.83	94.93	4.5	0.1	0.44
2025年9月2日	8:00	27.76	66.97	94.73	4.68	0.1	0.49
	16:00	27.87	66.82	94.69	4.75	0.1	0.45
	0:00	28.81	66.3	95.11	4.36	0.1	0.42
2025年9月3日	8:00	26.06	66.74	94.50	4.61	0.1	0.5
	16:00	29.06	66.0	95.07	4.41	0.04	0.47
	0:00	28.16	66.8	94.97	4.51	0.1	0.42

有效气92-95%

运行353天停车后的烧嘴端面状况





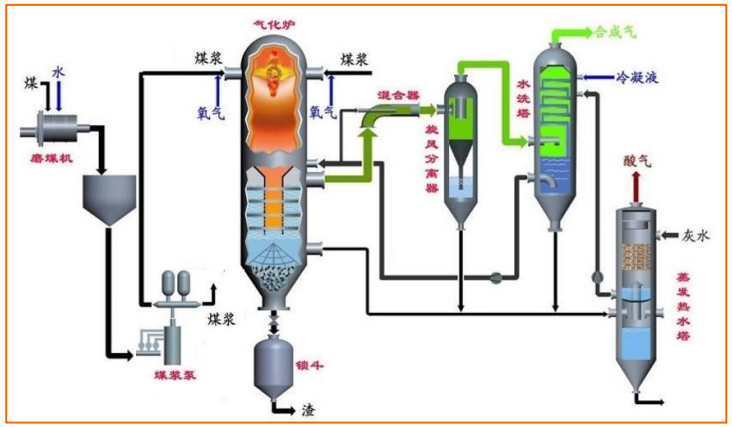




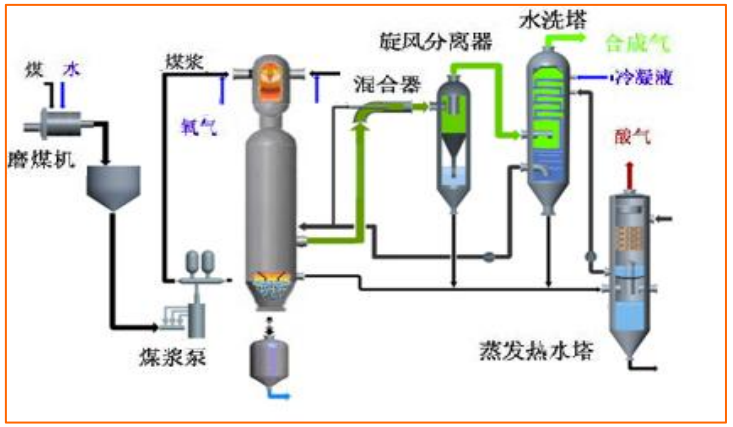
技术进展与成果-多喷嘴解决方案

国拓科技
GUO TUO SCIENCE

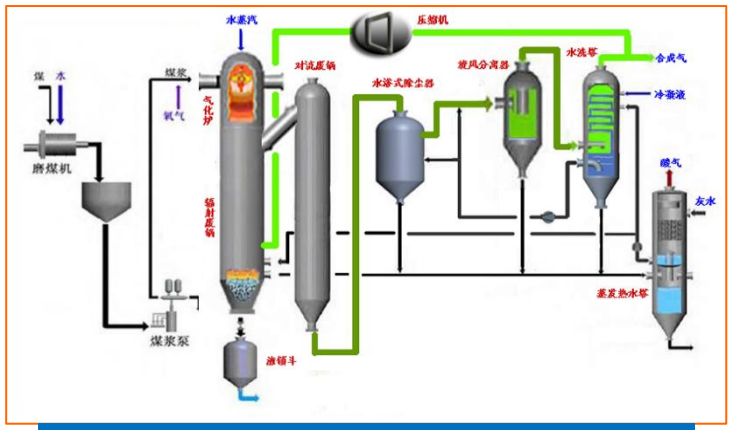
针对项目产品规划和煤种情况，选择适合的多喷嘴气化技术



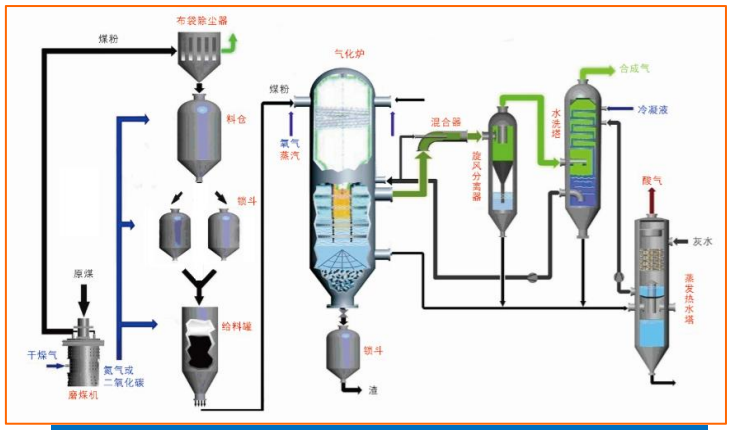
水煤浆激冷流程



多喷嘴辐射废锅流程



多喷嘴全废锅流程



粉煤激冷流程

进料：水煤浆
煤粉

燃烧室：耐火砖
水冷壁

热量回收：全激冷
半废锅
全废锅

多喷嘴业绩



成功签订84份技术实施许可合同，累计246台/套气化炉；现有55个项目149台/套气化炉投入成功运行。

3

多喷嘴技术的优化与提升

山东能源集团 SHANDONG ENERGY GROUP 国拓科技 GUOTUO SCIENCE

1. 烘炉系统的优化

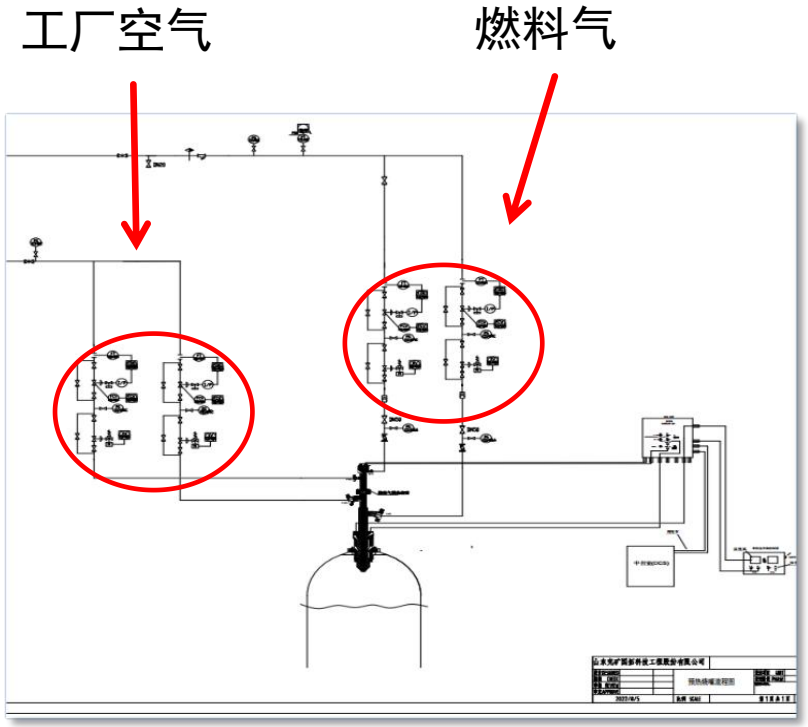
负压烘炉：操作评经验靠感觉 流程能用但不好用

正压烘炉：一键启停，安全节能可靠

- **预热烧嘴结构重新设计，保证火焰刚度，形成倒挂火炬。**
- **不需低压蒸汽、开工抽引器创造负压，**
- **燃料气、工厂空气精准控制，炉温稳定。**
- **升降温自动控制。**

●预热喷嘴协同处置废液/固/生物质等原料，拓宽原料路线。

应用情况：目前该技术已应用于浙石化油渣气化项目



2.夹套式工艺烧嘴的应用

●盘管冷却式烧嘴

盘管烧嘴头部冷却水分布不均，换热效果差，冷热态变换导致烧嘴头部龟裂

外氧管道暴露在高温恶劣环境，存在泄露风险

盘管与外氧喷头焊接热应力破坏泄露

安装拆卸困难，对耐火砖、冷却水盘管断裂二次损坏



●夹套冷却式烧嘴

改进端面冷却结构形式，增大冷却水的流通面积，提高换热效率

提高烧嘴外氧管的保护，避免氧气管线泄露

便于安装和拆卸，对烧嘴安装室耐火砖的损坏小。

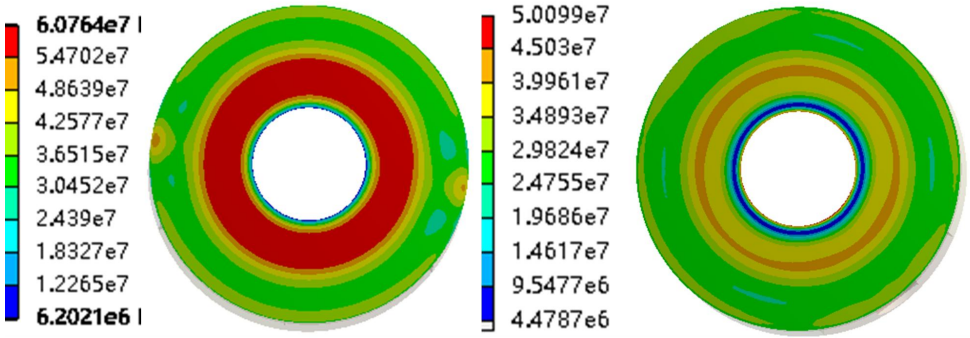


目前多数企业已相继完成夹套烧嘴改造，并广泛投入实际应用

3.烧嘴冷却水系统优化

冷却水系统优化

- **冷却水温度由低温脱盐水改为高温锅炉水保护，降低烧嘴头部内外温差，减小头部应力。**
- **冷却水压力由低于气化炉压力改为高于气化炉，避免了烧嘴损坏火焰喷出风险。**
- **调整烧嘴冷却水联锁控制方案，避免冷却水泄露对耐火砖的影响**



(a) 常温冷却水工况　(b) 高温冷却水工况
喷嘴端部热应力分布图

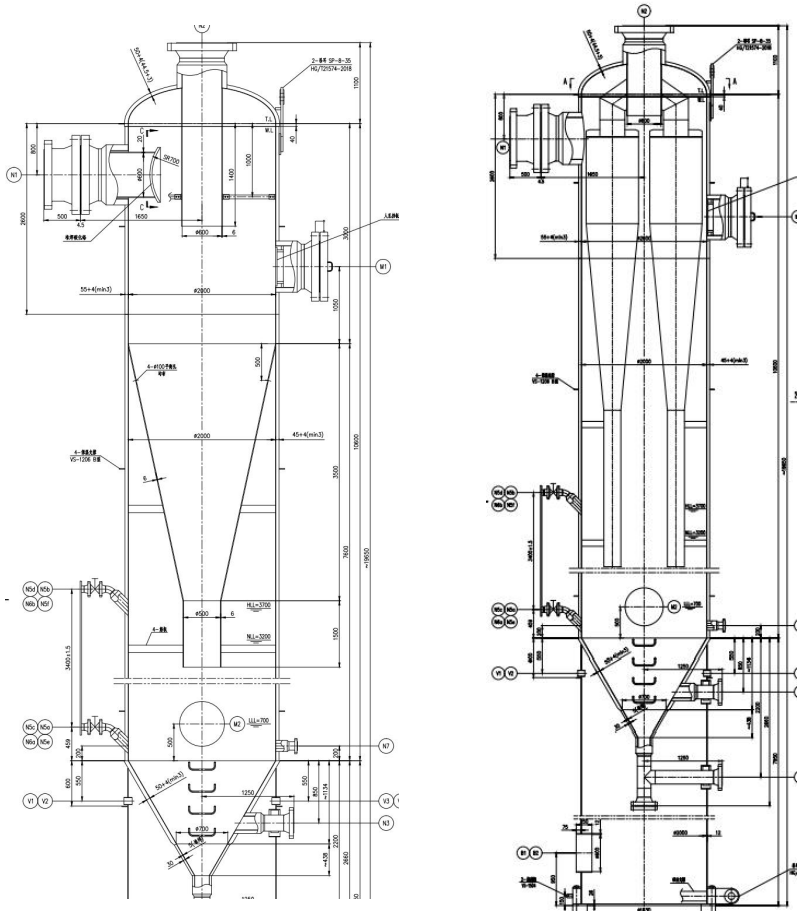
山东能源集团 SHANDONG ENERGY GROUP
国拓科技 GUOTUO SCIENCE

4.旋风分离器内件优化

旋风分离器内件升级改造（蜗壳造旋，强化分离效果）

关键性能指标对比

指标	传统切向旋风	国拓优化型	提升幅度
切割粒径 d_{50}	9.7 μm	7.2 μm（2.0版） 1.3 μm（双转子版）	↓26% ~ ↓87%
≥5 μm 颗粒效率	~90%	≥98%	↑8个百分点
1~3 μm 细颗粒效率	~30%	60~80%	↑30~50个百分点
设备压降	11.3 kPa	10.4 kPa	↓8%
离心分离因数	~56 g	56 ~ 158 g	最高提升2.8倍
设计寿命	~5年	20年	↑4倍



山东能源集团 SHANDONG ENERGY GROUP 国拓科技 GUOTUO SCIENCE

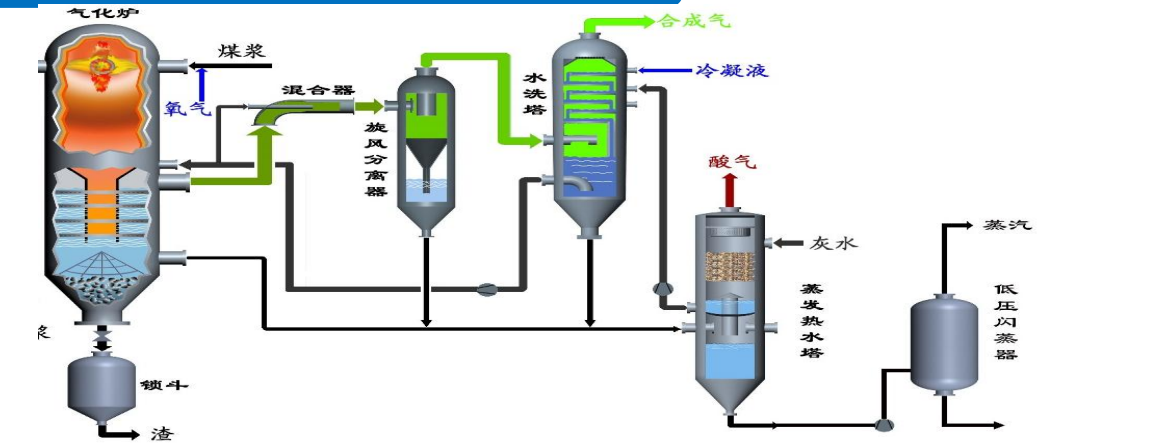
5.高温黑水循环及串联蒸发热水塔

●气化炉底部部分高温高压黑水直接回用降低气化系统能量损失。

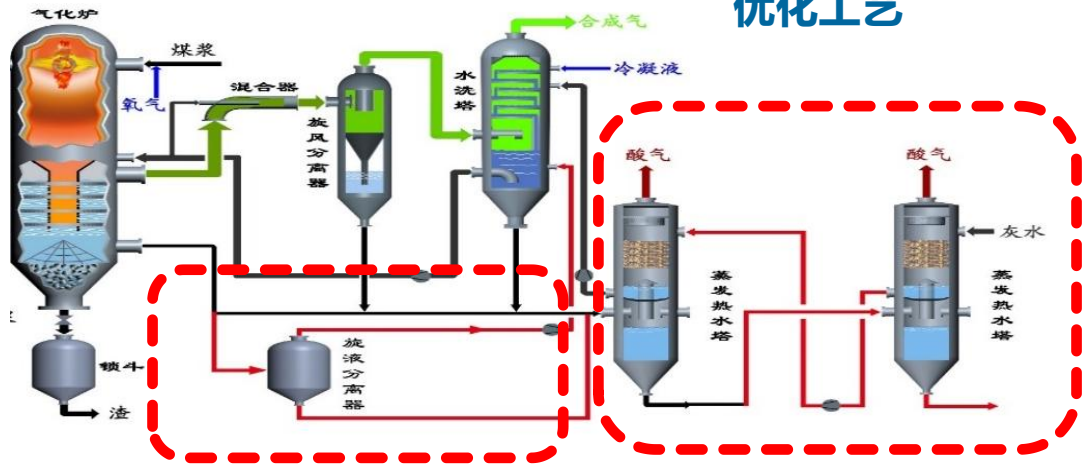
●采用高压蒸发热水塔和低压蒸发热水塔两级串联，使黑水闪蒸汽的能量更完全地回收，从而提高出水洗塔的合成气温度。

提高合成气水气比10%-20%

闪蒸系统循环水耗降低~50%



优化工艺



高温黑水直接循环　　串联蒸发热水塔

山东能源集团 SHANDONG ENERGY GROUP 国拓科技 GUOTUO SCIENCE

6.渣水系统四级闪蒸系统优化

- **原一级真空闪蒸改为两级真空闪蒸（一体化设计）**

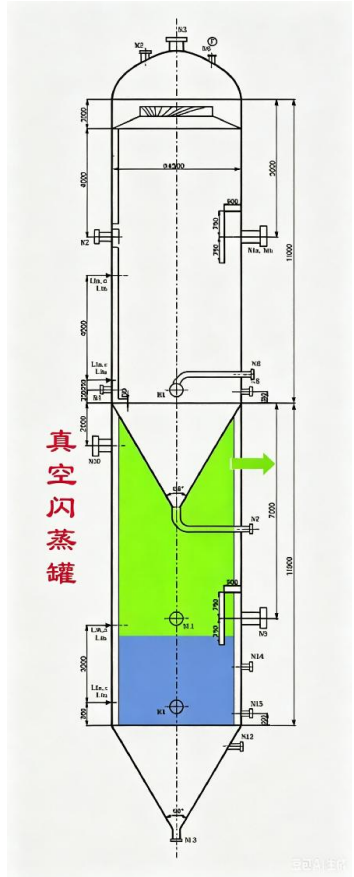
  传统闪蒸为三级闪蒸，真闪压力为-0.056MPa

  设置四级闪蒸，真闪为两级

- **一级真闪压力为-0.07MPa，二级真闪压力为-0.09MPa，灰水温度由78℃将至45℃。**

  灰水温度低，碳酸钙溶解度高，结垢倾向弱；

  通过两级真闪，将黑水中的CO_2大量解析出来，减少碳酸钙的形成，灰水系统结垢减弱；



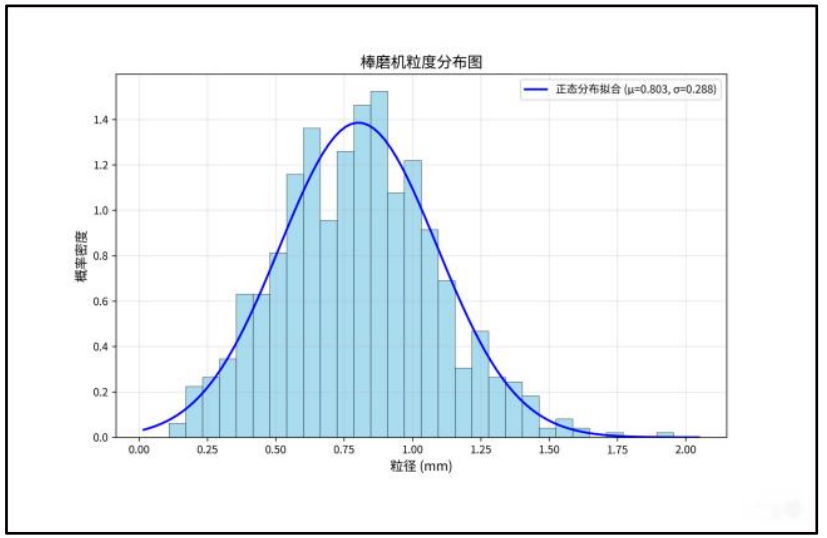
两级真空闪蒸

7.煤浆提浓技术应用

- 荣信化工一期采用棒磨机工艺，根据装置设计、原料煤等因素影响，卧式细磨提浓系统投用前水煤浆浓度在58%左右。煤浆浓度低导致气化效率较低，千标方有效气耗煤、耗氧偏高，不利于系统经济运行。

- 棒磨机产出的水煤浆粒度分布呈正态分布，存在一定缺陷。通俗讲“中间”颗粒过多，影响了级配关系，不能实现高密度堆积，成浆浓度不高。





示范装置煤浆 提浓前

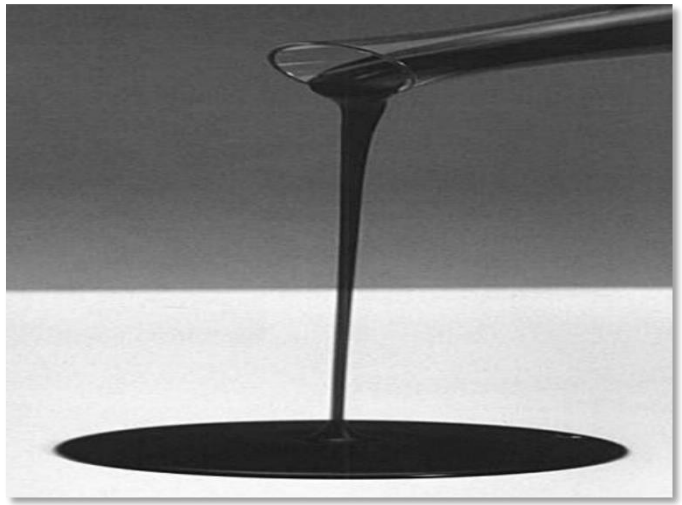
山东能源集团 SHANDONG ENERGY GROUP 国拓科技 GUOTUO SCIENCE

7.煤浆提浓技术应用

实施过程







一 2025年1月1日：完成项目可行性研究报告

二 2025年1月28日：图形审查完成100%

三 2025年3月30日：现场施工进度完成95%

四 2025年4月15日：管道吹扫、清洗、试压

五 2025年4月29日：煤浆提浓装置投料试车

六 2025年6月26日：煤浆提浓装置性能考核

山东能源集团 SHANDONG ENERGY GROUP 国拓科技 GUOTUO SCIENCE

7.煤浆提浓技术推广应用

性能指标

煤浆浓度：2.36%

有效气含量：1.39%

单方煤浆产气量：22.13Nm^3/m^3

比煤耗：3.47kg/kNm^3

比氧耗：4.09Nm^3/kNm^3

吨甲醇耗煤：73.41kg/t

提浓前后重要指标对比

分项指标	单位	性能考核前平均值	性能考核期间平均值	对比
煤浆浓度（一期）	%	58.14	60.50	2.36
有效气含量（一期）	%	80.58	81.97	1.39
单方煤浆产气量（总计）	Nm^3/m^3	1,310.91	1333.04	22.13
比煤耗（总计备煤皮带）	kg/kNm^3	563.69	554.26	-9.43
比氧耗（总计）	Nm^3/kNm^3	368.79	364.65	-4.17
吨甲醇耗煤（总计）	kg/t	1617.67	1544.25	-73.41

煤浆平均浓度为60.50%，最高为61.02%，较提浓前浓度提高2.36个百分点；有效气成份增加1.39%，同时比煤耗、比氧耗和吨甲醇耗煤同步降低，年约创效6000余万元。

国拓科技
GUOTUO SCIENCE
山东能源集团
SHANDONG ENERGY GROUP

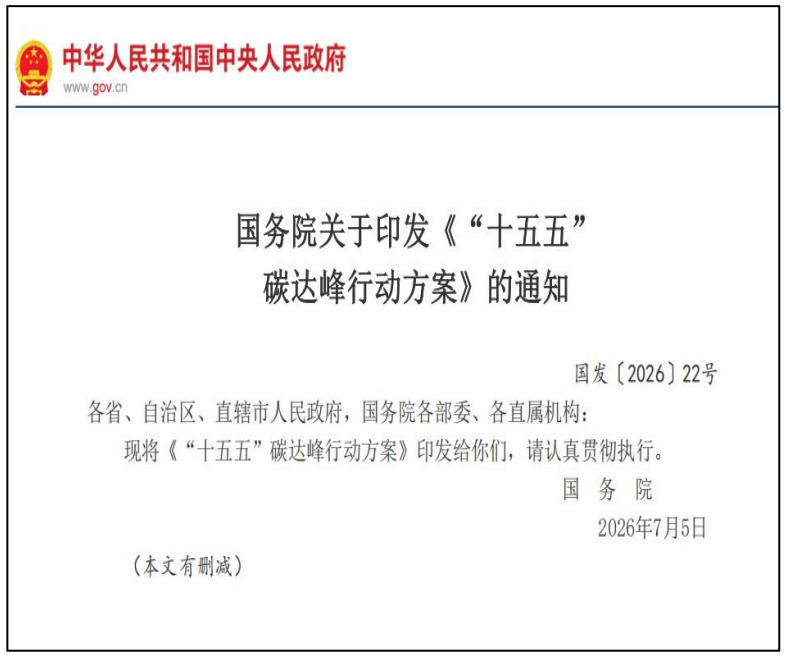
4

“十五五”技术发展与规划

规划一：含碳物料协同处置

相关国家政策

2027年处于国家“十五五”碳达峰关键攻坚阶段，依据《能源领域节能降碳行动计划（2026-2028年）》及现代煤化工产业相关管控政策，行业严格执行“严控增量、提质降碳、安全保供”总体要求。煤化工作为煤炭清洁高效利用及保障国内能源、基础化工原料供给的关键产业，同时属于两高重点管控领域，新建项目立项审批标准全面收紧。



中华人民共和国中央人民政府
www.gov.cn

国务院关于印发《“十五五”碳达峰行动方案》的通知

国发〔2026〕22号

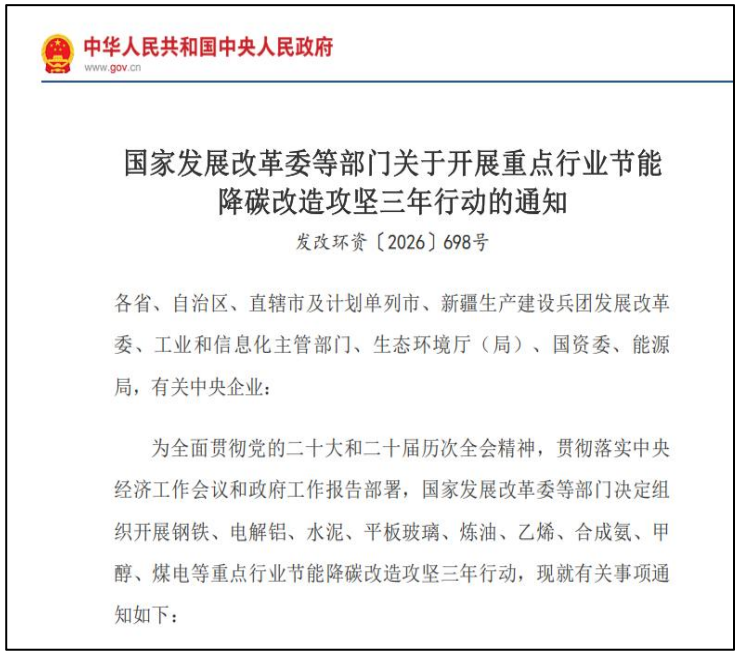
各省、自治区、直辖市人民政府，国务院各部委、各直属机构：

现将《“十五五”碳达峰行动方案》印发给你们，请认真贯彻执行。

国　务　院

2026年7月5日

（本文有删减）



中华人民共和国中央人民政府
www.gov.cn

国家发展改革委等部门关于开展重点行业节能降碳改造攻坚三年行动的通知

发改环资〔2026〕698号

各省、自治区、直辖市及计划单列市、新疆生产建设兵团发展改革委、工业和信息化主管部门、生态环境厅（局）、国资委、能源局，有关中央企业：

为全面贯彻党的二十大和二十届历次全会精神，贯彻落实中央经济工作会议和政府工作报告部署，国家发展改革委等部门决定组织开展钢铁、电解铝、水泥、平板玻璃、炼油、乙烯、合成氨、甲醇、煤电等重点行业节能降碳改造攻坚三年行动，现就有关事项通知如下：



中华人民共和国中央人民政府
www.gov.cn

国家能源局关于印发《能源领域节能降碳行动计划（2026—2028年）》的通知

国能发规划〔2026〕45号

各省（自治区、直辖市）能源局、有关省（自治区、直辖市）及新疆生产建设兵团发展改革委，北京市城管委，中核集团、中国石油、中国石化、中国海油、国家管网集团、国家电网、南方电网、中国华能、中国大唐、中国华电、国家电投、中国三峡集团、国家能源集团、国投、中煤集团、中国电建、中国能建、中广核：

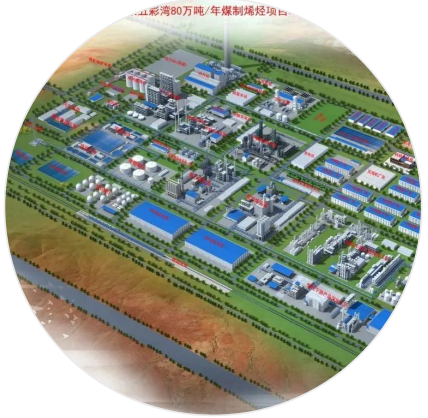
为支撑更高水平更高质量做好节能降碳工作，我们制定了《能源领域节能降碳行动计划（2026—2028年）》，现印发给你们，请结合实际抓好落实，确保各项任务取得实效。

国家能源局

2026年6月26日

“十五五”技术发展规划

国拓科技
GUO TUO SCIENCE



含碳物料协同

含碳物料协同处置



气化炉改造

单喷嘴改多喷嘴



水煤浆激冷流程

5000吨级
水煤浆激冷工业示范



粉煤废锅流程

多喷嘴粉煤
废锅/6.5MPa
工业示范

规划一：含碳物料协同处置

研究进展与基本情况

兖矿国宏依托现有甲醇生产装置，创新实施生物质与煤炭耦合掺烧生产绿色甲醇项目，项目以农林废弃物生物质替代部分化石原料，通过工艺优化、装置利旧、全流程管控，最大限度利用存量资产，实现“传统装置”向“绿色生产”柔性切换。截至今年3月份已完成1000吨绿甲生产，该批次绿色甲醇减碳70%以上，完全成本较新建绿甲装置降低30%，节能减碳效益突出。

工业分析（填报时注明基准，如干基、收到基）

单一矿点、配煤后混煤	掺烧配比比例	灰分（%）	挥发份（%）	固定碳（%）	灰熔点（℃）	发热量 kcal/kg	内水（%）	全水（%）	全硫 St,ad (wt%)
生物质炭:混合煤	0.5:9.5	9.02	32.98	55.36	1170	6234	2.57	10.49	1.57
生物质炭:混合煤	0.5:9.5	9.02	32.98	55.36	1170	6234	2.57	10.49	1.57
木质素:混合煤	0.5:9.5	9.13	32.98	55.46	1170	6189	2.24	10.48	1.83
木质素:混合煤	0.8:9.2	8.97	37.53	53.84	1168	6174	2.17	10.2	1.78
木质素:混合煤	0.8:9.2	9.69	35.47	52.75	1174	6031	2.08	10.88	1.29

- 气化炉炉型：水煤浆激冷型
- 单炉设计日处理煤量t/d：1500
- 气化设计操作压力MPa：6.5
- 渣水处理单元配置：四级闪蒸

规划一：含碳物料协同处置

技术优势与效益

技术优势：

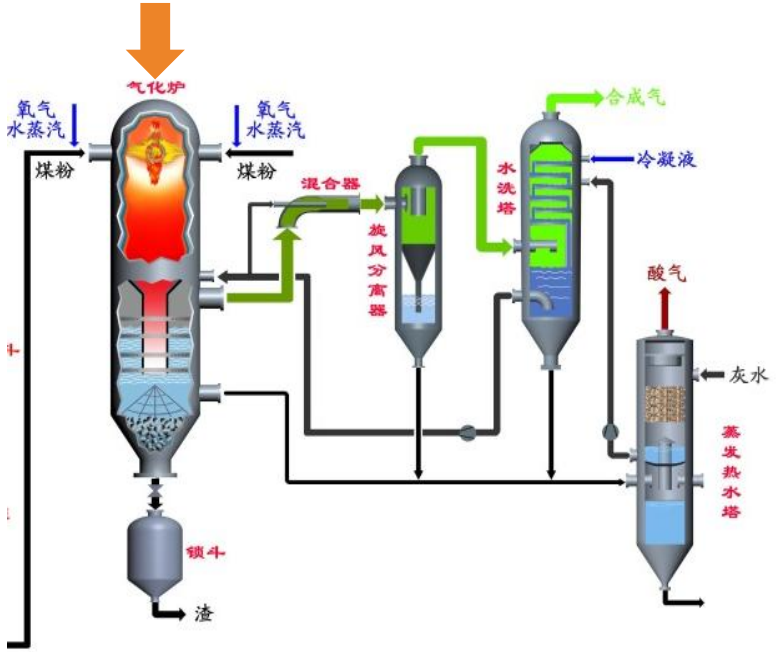
依托多喷嘴 “**多烧嘴布置**” 独特优势，通过气化炉顶部专用烧嘴精准调控进料速率与配比，与主喷嘴原料煤协同气化，不影响主反应稳定性

处置物料范围：

- 有机废液：煤化工装置产生的**有机废液**、**甲醇残液**等（COD 值≤150000mg/L）
- 固态含碳物料：**生化污泥**（含水率≤80%）、**生物质**（秸秆、木屑，破碎后粒径≤5mm）



生物质、有机废液、生化污泥



规划二：单喷嘴气化炉的改造



- **现状痛点：**国内煤气化装置存量大，单喷嘴装置能耗高、碳转化率偏低，节能降碳压力突出。
- **政策形势：**“双碳”政策持续推进，化工行业碳税预期落地。
- **改造思路：**保留原有装置主体框架，仅对燃烧室及进料系统实施改造，实现单喷嘴改多喷嘴，兼顾响应双碳战略与企业降本增效。

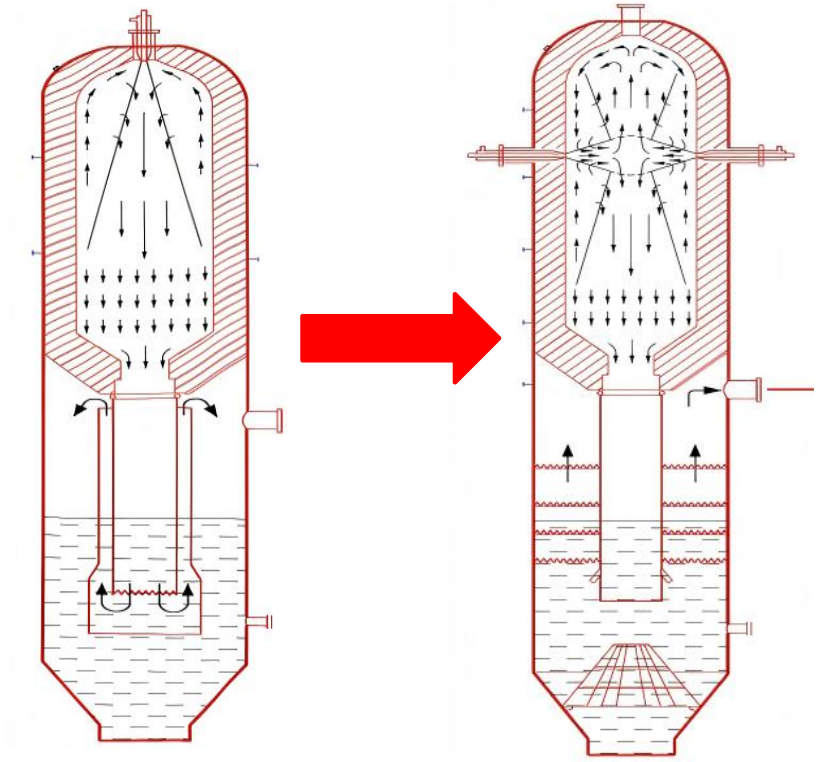
规划二：单喷嘴气化炉的改造

改造依据：

依托多喷嘴 “撞击流场” 核心优势 —— 碳转化率高（＞99%）、有效气成分高，改造后可快速提升装置能效与环保水平

改造原则：

- “保留主体 + 更换核心”
- 更换核心部件，多喷嘴燃烧系统（适配原有负荷尺寸）、气化炉燃烧室



规划二：单喷嘴气化炉的改造



- 示范项目：山东晋煤化工有限公司明升达年产40万吨合成氨60万吨尿素装置气化炉改造项目
- 关键技术指标：
- 气化压力：6.5MPa
- 最高负荷：单炉气量达100000Nm³/h

项目意义

- 多喷嘴对置气化技术在存量单喷嘴气化炉技改上的落地示范项目，形成标准化方案，为后续大量存量气化装置的节能降碳改造提供可复制的工程方案
- 打破原有应用边界，释放存量煤化工市场巨大空间

规划二：单喷嘴气化炉的改造

比煤耗3.47%

比氧耗4.09%

减少 CO_2 排放

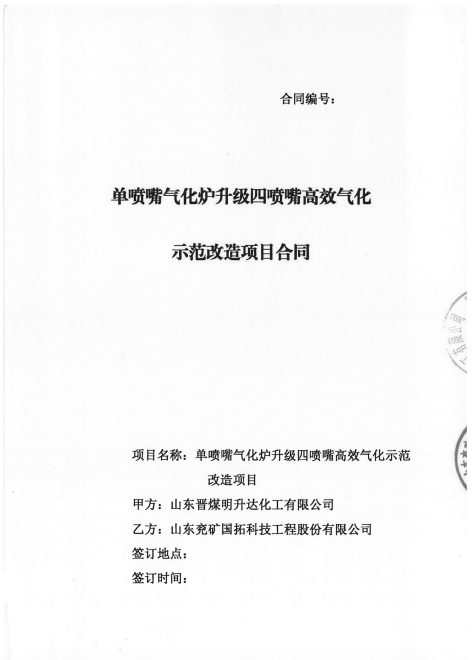
4.08万吨/年

节省碳税：300万

单炉年运行节约费用约

2000万

采用多喷嘴对置式煤气化技术，相比单喷嘴气化炉比煤耗降低3.47%比氧耗降低4.09%年节约用煤量1.53万吨煤，年节约氧气量1212万Nm3



合同编号：

单喷嘴气化炉升级四喷嘴高效气化

示范改造项目合同

项目名称：单喷嘴气化炉升级四喷嘴高效气化示范改造项目

甲方：山东晋煤明升达化工有限公司

乙方：山东兖矿国拓科技工程股份有限公司

签订地点：

签订时间：



（签字页）

甲方（签章）	山东晋煤明升达化工有限公司	乙方（签章）	山东兖矿国拓科技工程股份有限公司 合同专用章
法定代表人或委托代理人		法定代表人或委托代理人	
甲方联系人	徐英瑞/朱晓新	乙方联系人	赵矿生/赵岐
联系电话	15098789254 17861525560	联系电话	15866235827 13793728376
地 址	山东省泰安市宁阳县经济开发区灵山大道以西、堡头大街以北	地 址	中国（山东）自由贸易试验区济南片区工业南路57-1号高新万达J3写字楼
开户单位	山东晋煤明升达化工有限公司	开户单位	山东兖矿国拓科技工程股份有限公司
开户银行	建行宁阳支行	开户银行	平安银行济南分行
账 号	37001697008050149207	账 号	15000105723589
税务登记号	91370921689482598 2	税务登记号	91370000558927040N
时 间		时 间	

节煤：1.53万吨*930元/t≈1422.9万元

节氧：1212万*0.45元/Nm^3≈545.4万元

以年运行时间8000h计，装置年运行节约费用约1968.3万元

气化炉改造合作模式：BOT/EPC/EMC

规划三：5000吨级工业示范



- 示范项目：

  广西心连心化学工业有限公司绿色化工新材料项目

- 关键技术指标：

  气化压力：6.8MPa

项目意义

- 全球首套5000 吨级多喷嘴水煤浆气化工业示范装置，推动技术向超大型化突破，突破水煤浆气化单炉处理上限
- 夯实大规模煤化工项目经济性底座，降低单位产能投资与能耗

规划四：粉煤废锅工业示范



- **示范项目：**

  新疆山能化工准东五彩湾80万吨/年煤制烯烃项目

- **关键技术指标：**

  气化压力：5.2MPa

项目意义

- **3000 吨级多喷嘴粉煤废锅气化工业示范装置，推动技术向超大型化突破**
- **全球首套多喷嘴对置式粉煤废锅气化装置**
- **对新疆高氯高碱煤的升级利用具有非常重要的社会意义上**

规划五：6.5MPa多喷嘴粉煤工业化



- **示范项目：**

  国家能源哈密能源集成创新基地项目

- **关键技术指标：**

  气化压力：6.5MPa

项目意义

- **项目同步开展核心装备与智能安全控制验证，相关设备选型、在线监测及工况调控经验，能够支撑多喷嘴气化装备与控制系统迭代。**
- **高负荷下稳定运行，为多喷嘴粉煤气化路线向 4000t/d 及以上等级放大，提供关键工程对标数据。**
- **适配新疆区域煤炭资源特性，项目运行数据将作为新疆新建煤化工项目技术选型的权威参考。**

结语

通过 “大型化示范 + 智能控制 + 低碳应用”

巩固多喷嘴技术全球领先地位

助力煤化工行业实现 “碳达峰、碳中和” 目标！

