

# 龙源技术 (300105) \ 电力设备与新能源

## 火电“先立”助力燃烧龙头迎来业绩拐点

### 投资要点:

二十大奠定能源体系“先立后破”总基调，火电“先立”在低成本碳达峰中将发挥不可替代的作用，十余年下行周期或将结束。公司作为我国等离子体燃烧器领军企业，有望深度受益于新一轮火电新建和三改联动周期。

#### ➤ 精耕二十余年燃烧主业，服务锅炉改造核心环节

等离子体无油点火技术具备节能降碳与灵活性双重效益，是锅炉岛改造的关键环节。公司背靠国家能源投资集团，是三大锅炉厂之外少数具备锅炉综合改造能力的企业，公司混氨燃烧或将开辟火电降碳新路径。截至22年中报，公司EPC/EP在手订单已达约8亿元，相对历史订单低点已翻倍。

#### ➤ 新一轮火电新建周期开启，叠加“三改联动”助力低成本碳达峰

2020年火电投资仅553亿元，预计2024年火电新建投资可达3000亿元以上，4年CAGR约53%。按《全国煤电机组改造升级实施方案》，十四五期间节煤降耗改造不低于3.5亿kW、供热改造达到5000万kW，灵活性改造完成2亿kW并应改尽改。按调峰容量计算，火改成本仅0.1-1.6元/W，远低于电化学储能约4元/W的造价，我们预计未来八年火改总规模可达400-2000亿元。

#### ➤ 制度基础支撑“火改”经济性同时带来公司高业绩弹性

不同于过去，目前电力现货市场、全国碳排放交易市场、辅助服务市场、火电容量电价、新能源指标等制度基础正逐渐完善，预计将持续激励成本较低的火电三改保质保量完成。公司等离子体燃烧器占据90%市场份额，在火电投资中整体占比达0.25%-0.3%，同时锅炉综合改造能力较强，两项核心受益业务占22年中报收入67%，持续增长或带来很高的业绩弹性。

#### ➤ 盈利预测、估值与评级

我们预计公司2022-24年收入分别为7.82/13.65/23.33亿元，对应增速分别为44.27%/74.7%/70.88%，净利润分别为1.07/1.46/3.42亿元，对应增速分别为1698.21%/36.59%/133.68%，EPS分别为0.21/0.28/0.66元/股，2年CAGR为78.65%。DCF绝对估值法测得公司每股价值11.93元，鉴于公司业务集中在火电新周期的受益方向，综合绝对估值法和相对估值法，我们给予公司23年43倍PE，目标价12元，首次覆盖给予“买入”评级。

**风险提示:** 火电新建规模不及预期；火改经济性不及预期；市场竞争加剧；关联交易风险

投资评级:

行业:

投资建议:

当前价格:

目标价格:

电源设备

买入/ (首次评级)

8.08元

12元

### 基本数据

总股本/流通股本 (百万股)	519/513
流通A股市值 (百万元)	4,147
每股净资产 (元)	3.63
资产负债率 (%)	21.58
一年内最高/最低 (元)	8.99/4.11

### 股价相对走势



分析师: 贺朝晖

执业证书编号: S0590521100002

邮箱: hezh@glsc.com.cn

联系人: 袁澎

邮箱: yuanp@glsc.com.cn

### 相关报告

财务数据和估值	2020A	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入 (百万元)	458	542	782	1365	2333
增长率 (%)	-10.72%	18.22%	44.27%	74.70%	70.88%
EBITDA (百万元)	6	-7	105	153	375
归母净利润 (百万元)	10	6	107	146	341
增长率 (%)	-29.95%	-39.29%	1698.21%	36.59%	133.68%
EPS (元/股)	0.02	0.01	0.21	0.28	0.66
市盈率 (P/E)	428.1	705.1	39.2	28.7	12.3
市净率 (P/B)	2.3	2.3	2.2	2.1	1.8
EV/EBITDA	202.7	-337.5	27.9	18.3	6.8

数据来源: 公司公告、iFinD, 国联证券研究所预测; 股价为 2022 年 11 月 22 日收盘价

## 投资聚焦

### 核心逻辑

党的二十大报告对能源体系低碳转型的路径提出了“立足我国能源资源禀赋，坚持先立后破，有计划分步骤实施碳达峰行动”的纲领性要求，同时，加强煤炭清洁高效利用也是深入推进能源革命的优先举措。火力发电作为存量规模最大的机组，尚有较大的转型潜力可以挖掘。在经历长达十余年的行业低谷后，我国对于火电的态度和定位正在发生历史性转折。公司作为传统火电细分设备龙头公司，有望深度受益于行业转折趋势并在火电转型中发挥“龙源力量”。

### 不同于市场的观点

市场认为，火电改造因经济性可能会不及预期，并且担忧公司的订单情况。

我们认为，火电改造目标重点在于节能降碳和灵活运行。首先，灵活性改造是目前所有能够提供调峰容量的技术路线中边际成本最低的，其改造成本仅为0.1-1.6元/W，远低于电化学储能4元/W的初始投资成本，而火电自身降碳也是碳达峰路径中最有效的，“十四五”期间电-碳联动改革明显提速，诸多机制有望在2023年取得突破，经济性拐点呼之欲出，未来3-5年火电改革规模很可能超出市场预期。公司在火电燃烧环节具备较高的技术水平、丰富的工程经验，积累了较高的技术、品牌、业绩壁垒，或将充分受益于下游需求增长。

### 核心假设

2022-2024年，火电新建装机分别达20GW/40GW/80GW，火电三改装机分别达10GW/40GW/70GW。

### 盈利预测、估值与评级

我们预计公司2022-24年收入分别为7.82/13.65/23.33亿元，对应增速分别为44.27%/74.7%/70.88%，净利润分别为1.07/1.46/3.42亿元，对应增速分别为1700.78%/36.66%/133.42%，EPS分别为0.21/0.28/0.66元/股，3年CAGR为285.8%。DCF估值对应的目标价股价为11.92元。我们采用相对估值法，选取受益于火电新建周期的东方电气、青达环保、盛德鑫泰、西子洁能为可比公司，鉴于公司不仅受益于火电新建周期，也受益于火电改造周期，同时公司受益业务占比高达70%，因此，综合绝对估值法和相对估值法，我们给予公司23年43倍PE，目标价12元，首次覆盖给予“买入”评级。

### 投资看点

我们预计，火电改革的核心环节、增长的下游需求、优良的竞争格局、较低的业绩基数有望成为推动公司价值实现的重要因素，同时，未来电力市场、碳市场、电价政策等制度性进步将不断催化市场预期转向一致，该过程或将形成投资的好时光。

正文目录

1.	央企背景，技术标杆.....	6
1.1	专业团队深耕火电设备行业.....	6
1.2	行业初步回暖提振财务表现.....	8
2.	“先立”依靠火电新建及其改造.....	10
2.1	负荷高增与新能源消纳带来系统压力.....	10
2.2	项目核准增加带动火电投资反转.....	14
2.3	灵活性改造成本较低、效益将现.....	17
2.4	稳燃技术为锅炉低负荷运行核心.....	24
3.	乘风“火改”更上层楼.....	27
3.1	掌握核心技术，业务充分受益.....	27
3.2	等离子点火兼具灵活运行和节能降碳.....	29
3.3	锅炉综改与火电节能技术引领者.....	33
4.	盈利预测、估值与投资建议.....	38
4.1	盈利预测.....	38
4.2	估值与投资建议.....	39
5.	风险提示.....	41

图表目录

图表 1:	龙源技术发展历程.....	6
图表 2:	核心团队具有丰富行业经验.....	6
图表 3:	龙源电力股权穿透结构图（截至 2022 年 11 月）.....	7
图表 4:	研发团队高学历人才占比较高.....	8
图表 5:	龙源技术 2017-22Q3 营收及增速.....	8
图表 6:	龙源技术 2017-22Q3 归母净利润及增速.....	8
图表 7:	2017-21 公司毛利率及分业务毛利率.....	9
图表 8:	2022H1 公司各业务营收占比.....	9
图表 9:	公司成本管控合理.....	9
图表 10:	公司存货周转逐步好转.....	10
图表 11:	公司资产负债率变动 (%).....	10
图表 12:	2017-2022Q3 公司现金流变动.....	10
图表 13:	2018-2022 全国用电量（亿千瓦时）.....	11
图表 14:	2022 年夏季多地负荷创新高（万千瓦）.....	11
图表 15:	2010/2021 各省用电负荷与用电量快速增长.....	11
图表 16:	风电光伏出力难以满足日内双峰负荷.....	12
图表 17:	全国 70 米高度层年平均风功率密度.....	12
图表 18:	固定式光伏发电最佳斜面年总辐照量.....	12
图表 19:	新能源消纳各省不均衡，新能源装机大省面临消纳问题更严重.....	13
图表 20:	2001-2021 火电新增装机容量及增速.....	14
图表 21:	2005-2021 煤电新增装机容量及增速.....	14
图表 22:	以煤为主的火电仍将发挥电力安全“压舱石”作用.....	14
图表 23:	国家层面“火改”积极出台，地方火改政策持续推进.....	15

图表 24: 2016-2022 年 8 月我国煤电历年核准容量 (GW) .....	16
图表 25: 2021 年后火电投资回暖 (亿元), 2022 年火电投资同比快速提升 .....	17
图表 26: 电力系统调峰示意图 .....	17
图表 27: 改造后灵活性提升 .....	17
图表 28: 深度调峰区间下供电煤耗加快 .....	18
图表 29: 距离规划煤耗目标相差较大 .....	18
图表 30: 不同调峰深度下火电各项单位成本 .....	19
图表 31: 不同调峰深度下火电燃煤成本和发电成本 .....	19
图表 32: 不同程度灵活性改造方法 .....	20
图表 33: 火电厂关键灵活性参数 .....	20
图表 34: 三种灵活性参数详解 .....	20
图表 35: 电厂工艺流程图 .....	21
图表 36: 锅炉侧、汽机侧、控制运行系统改造技术路线 .....	21
图表 37: 汽轮高、低旁路供热技术 .....	22
图表 38: 热电解耦技术路线 .....	22
图表 39: 部分地区深度调峰有偿基准及报价区间 .....	23
图表 40: 部分地区火电灵活性改造机组给予新能源指标 .....	24
图表 41: 燃烧器中煤粉燃烧设计原理 .....	25
图表 42: 典型煤粉锅炉岛 .....	25
图表 43: 典型循环流化床锅炉岛 (CFB) .....	25
图表 44: 等离子体无油点火工作原理 .....	26
图表 45: 微油点火器结构示意图 .....	26
图表 46: 节油点火方式综合性比较 .....	26
图表 47: 国家能源集团旗下上市公司 .....	27
图表 48: 公司参与国内行业标准和 IEC 标准设计 .....	28
图表 49: 公司产品推广到十几个国家 .....	29
图表 50: 龙源技术主营业务 .....	29
图表 51: 公司等离子体无油点火及稳燃技术结构图 .....	30
图表 52: 切向直流燃烧器 .....	31
图表 53: 墙式燃烧旋流燃烧器 .....	31
图表 54: DLZ-HV-200 登陆央视新闻 .....	31
图表 55: DLZ-80 列入中央企业科技创新成果 .....	31
图表 56: 公司 LYZKG-500 电源柜操作简便, 功率调节范围更宽 .....	32
图表 57: 基建无油案例 .....	32
图表 58: 改造后无油案例 .....	32
图表 59: 公司节油业务与次年火电投资相关性很强 .....	33
图表 60: 燃烧器布置图 .....	34
图表 61: 燃烧器布置方案图 .....	34
图表 62: 制粉系统改造工程图 .....	34
图表 63: 汽水系统改造 .....	35
图表 64: 空气预热器改造 .....	35
图表 65: 二次风改造&烟气再循环改造 .....	36
图表 66: 旋风分离器&返料系统改造技术 .....	36
图表 67: 煤质适应性改造技术 .....	36
图表 68: 提出力改造可使欠出力锅炉恢复额定出力 .....	36
图表 69: Thinox2.0 低氮燃烧控制系统 .....	37
图表 70: 40MW 燃煤锅炉氨煤混合燃烧试验系统示意图 .....	37

图表 71: 公司营收测算汇总 (百万元) .....	38
图表 72: 基本假设关键参数 .....	39
图表 73: 现金流折现及估值表 .....	40
图表 74: 可比公司相对估值 .....	40
图表 75: 龙源技术财务和估值数据摘要 .....	41

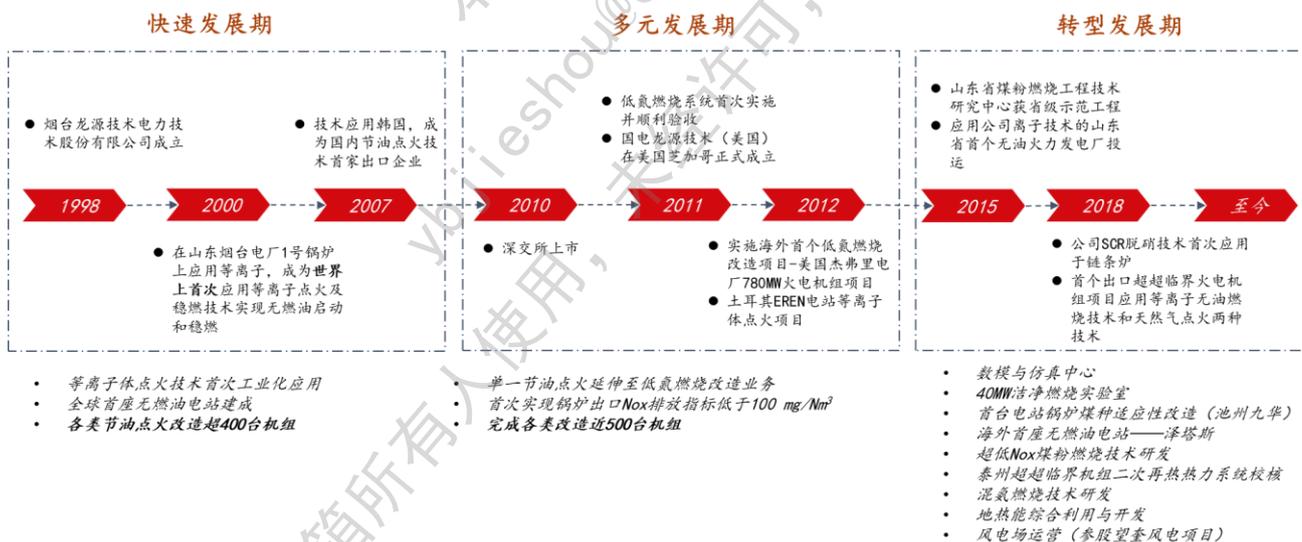
本报告仅供  
ybjieshou@eastmoney.com  
邮箱所有人使用, 未经许可, 不得外传。

## 1. 央企背景，技术标杆

### 1.1 专业团队深耕火电设备行业

**深耕火电燃烧控制，打造行业技术标杆企业。**龙源技术是火电燃烧控制领域老牌企业，以技术创新为轴，不断提高燃煤电站应用，拓展综合节能和环保领域，现已成为目前世界最大的电站节油点火技术服务及设备制造商。公司于1998年成立于山东烟台，2010年深交所创业板上市，在火电行业深耕廿载，立足煤粉燃烧和电站节能环保技术领域，公司历经快速发展、多元发展、转型发展阶段，形成节油点火业务、低氮改造业务、综合改造业务、燃烧控制优化多元一体的发展格局，公司作为传统火电细分设备龙头公司，将深度受益于行业转折趋势，并有望在火电转型中发挥龙源力量。

图表 1：龙源技术发展历程



来源：公司公告，公司官网，国联证券研究所

**高管行业背景扎实。**公司管理团队都曾在发电公司、电力集团、电力科学研究院等单位担任要职，有多年电力节能环保领域的从业经验，技术知识积淀深厚，行业前沿洞察颇深，公司董事长杨怀亮曾任山华电聊城发电厂总工程师兼生产技术部主任，副董事长杨志奇历任国电菏泽发电厂副总工程师，独立董事车得福为西安交通大学能源系锅炉教研室副主任，优质人才背景为公司技术创新注入了强劲动力。

图表 2：核心团队具有丰富行业经验

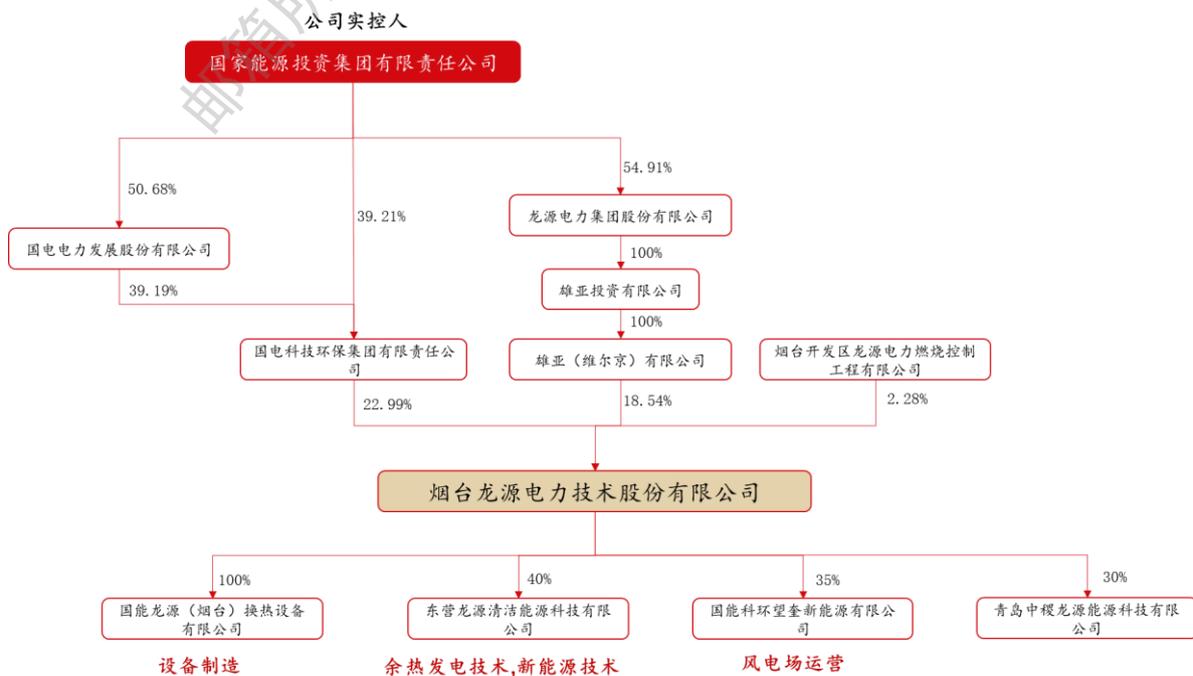
姓名	职位	学历	主要经历
杨怀亮	董事长	本科	历任山华电聊城发电厂副总工程师兼生产技术部主任、国电泰能热电(新泰发电厂)项目筹建处副主任、国电聊城发电有限公司(聊城发电厂)副总经理。
杨志奇	副董事长	本科	历任国电菏泽发电厂副总工程师、厂长助理，国电菏泽发电有限公司副总经理，国电费县发电有限公司副总经理
华冰璐	董事	本科	历任国电龙源电力技术工程有限责任公司经营管理部项目副经理、计划财务部经理兼任北京国电龙源杭锅蓝焓能源工程技术有限公司总会计师，国电宁夏太阳能有限公司总会计师

吴涌	董事	硕士	历任龙源电力集团公司投资经营部副经理、经营部副经理、工程建设部主任，龙源（北京）风电工程技术有限公司总经理，龙源电力集团股份有限公司计划经营部主任，总经理助理
张敏	董事	本科	历任龙源（张家口）风力发电有限公司副总工程师兼麒麟山风电场场长，河北龙源风力发电有限公司副总经理，龙源电力集团股份有限公司安全生产部副主任，安徽龙源风力发电有限公司党委书记、副总经理
车得福	独立董事	博士	历任西安交通大学能源系锅炉教研室副主任，科技处副处长，技术成果转移中心主任，热能工程系系主任，锅炉设计研究所所长，能源与动力工程学院副院长
刘松源	独立董事	EMBA	历任中国能源建设集团北京电力建设公司财务部会计、国投集团北京三吉利能源股份公司资金财务部副总经理、国投集团北京国利能源投资公司经营财务部副总经理
梁成永	总经理	本科	曾于烟台华鲁热电有限公司、烟台现代冰轮重工有限公司任职；历任公司市场部经理助理、济南办事处主任、副总经理。
牛涛	副总经理	本科	曾于华北电力科学研究院锅炉研究所、北京恒源信达电力技术有限公司任职；历任烟台龙源电力技术股份有限公司总经理助理。
杜永斌	副总经理	硕士	曾于山东电力建设第三工程公司就职。历任烟台龙源电力技术股份有限公司工程部助理、采购部助理、武汉分公司经理、成都分公司经理、电站综合节能业务事业部常务副总经理及经理职务。

来源：公司公告，国联证券研究所

**股权结构稳定清晰，股权激励提振骨干。**公司实控人为国家能源投资集团，确保公司经营的稳健性。子公司分别涉及设备制造、新能源技术、风电场运营等领域，形成传统业务与新兴业务同频共振的良好发展态势。公司于2020年起推行限制性股票激励计划，重点激励公司高管与核心业务骨干人员，形成利益捆绑和激励约束机制，有效激发关键岗位、核心人才干事积极性。

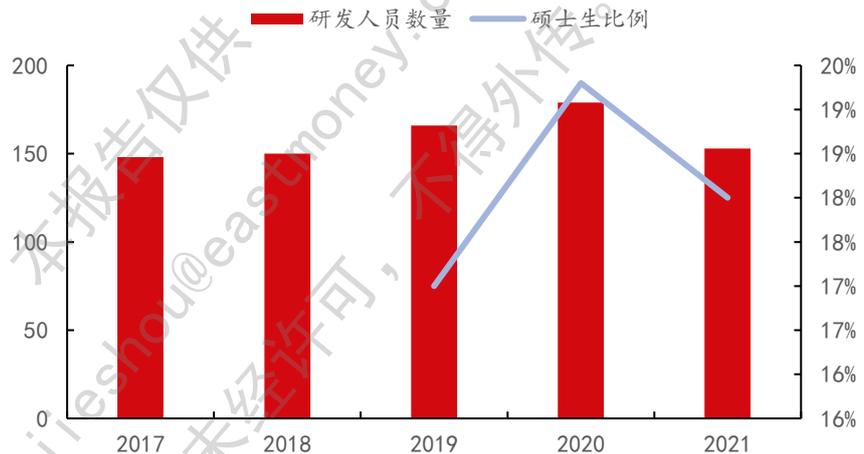
图表 3：龙源电力股权穿透结构图（截至 2022 年 9 月底）



来源：公司公告，国联证券研究所

人才培养体系健全，研发团队日益壮大。公司拥有若干支由多位电力节能环保行业专家及一批博士、硕士组成的研发团队，近5年来，公司研发团队不断扩大，人员数量稳步上升，人员结构不断优化，截至2022年6月，研发人员中硕士学历以上人才占比提升至18.17%；同时，公司积极开展专业技术序列“骨干层”专家评聘工作，探索共建校企人才培养平台，助推企业技术加速升级换代。

图表 4：研发团队高学历人才占比较高



来源：公司公告，国联证券研究所

## 1.2 行业初步回暖提振财务表现

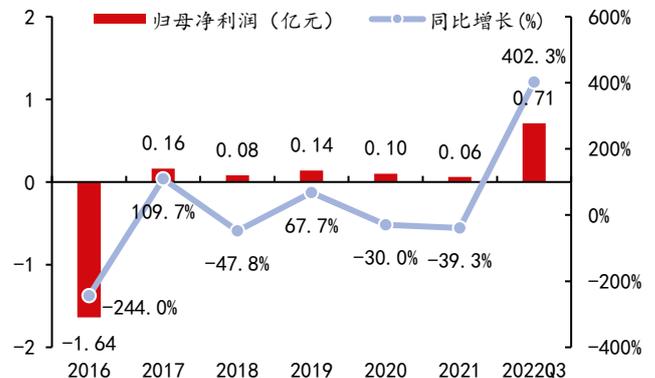
2022Q3 公司营收利润大幅增长，盈利能力显著增强。2017-2021 年公司营收、归母净利润受火电投资影响，2020 年以来，公司克服原材料价格上涨、煤价飙升导致火电经营困难以及疫情反复等不利影响，拓展节油业务，同时对接非电领域节能环保改造需求。受益于火电基建加速及灵活性改造市场需求，公司在 2022Q3 度实现营业收入 3.4 亿元，同比增长 59.4%，实现归母净利润 0.71 亿元，同比增长 402.3%。公司四季度营收偏高主要和火电检修周期有关，四季度为集中确收季。

图表 5：龙源技术 2017-22Q3 营收及增速



来源：公司公告，国联证券研究所

图表 6：龙源技术 2017-22Q3 归母净利润及增速



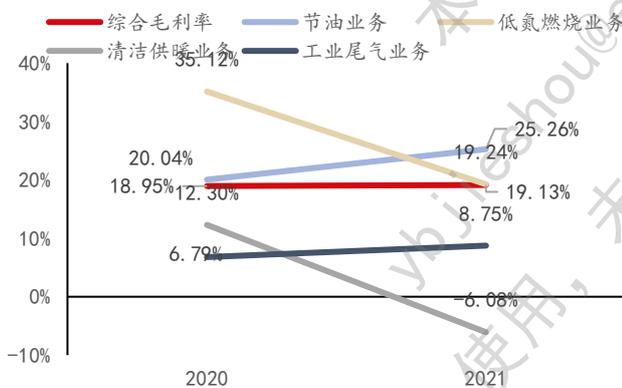
来源：公司公告，国联证券研究所

节能板块营收贡献超过 65%，核心业务成长稳健。2022H1 节油业务、省煤器产

品、低氮燃烧业务的营收占比分别为 35.1%、32.1%和 10.3%，是现阶段公司营收的主要来源。环保和新能源板块中的工业尾气治理、清洁供暖业务的营收之和占比为 11.2%，为公司提供了新的收入增长点。

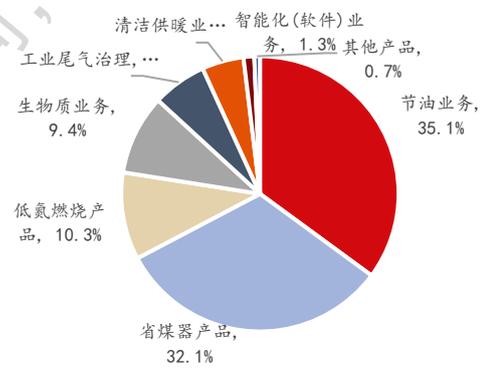
**各业务毛利水平稳步上涨，公司盈利趋势向好。**受火电需求增量和新产品推出影响，公司综合毛利率稳步提升，2019-21 年分别为 16.6%/18.95%/19.13%，21 年公司对业务板块重新划分，节油业务主要包括机组点火稳燃及火焰监测等业务，受益产品高市占率和新产品推出，毛利率稳定提升，2020-21 年由 20.04%提升为 25.26%，低氮燃烧业务由于政策红利消退，毛利率将为低位稳定状态，工业尾气业务毛利率由 6.79%提升至 8.75%主要系政策推动下公司打开非电烟气治理市场，公司未来不断推出高价值产品，毛利率有望进一步增强。

图表 7: 2017-21 公司毛利率及分业务毛利率



来源：公司公告，国联证券研究所

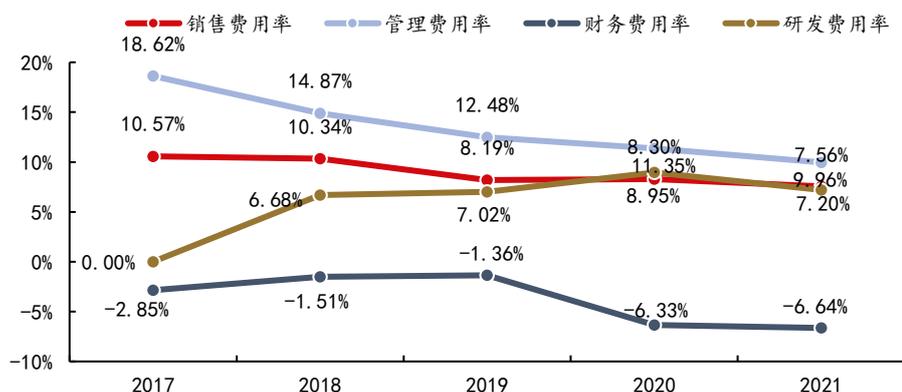
图表 8: 2022H1 公司各业务营收占比



来源：公司公告，国联证券研究所

**成本管控提质增效，研发投入维持高位。**得益于营收规模扩张和降本控费持续推进，公司近 5 年来三费比重持续下行，其中管理费用率降幅最为明显，从 2017 年的 18.62%降至 2021 年的 9.96%，销售费用率基本维稳。另一方面，公司高度重视研发体系建设，持续加大研发投入以稳固核心竞争力，2019-2021 年的研发投入均维持在 7%以上。

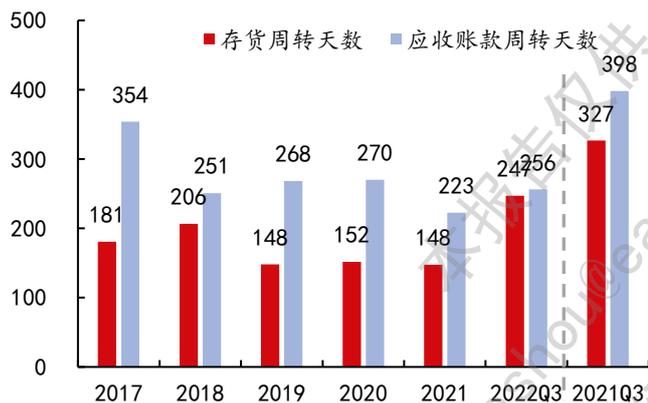
图表 9: 公司成本管控合理



来源：公司公告，国联证券研究所

资本结构维持平稳，营运能力显著增强。2022Q3 存货周转天数为 247 天，同比下降 24.38%，应收账款周转天数为 256 天，同比下降 35.65%；公司克服下游煤电企业生产经营困难导致的还款风险，加大款项清收力度并取得积极成果。资产负债率 19-21 年升高主要系项目款尚未结算所致，2022 年 Q3 公司资产负债率下降，公司营运能力提升。

图表 10：公司存货周转逐步好转



来源：公司公告，国联证券研究所

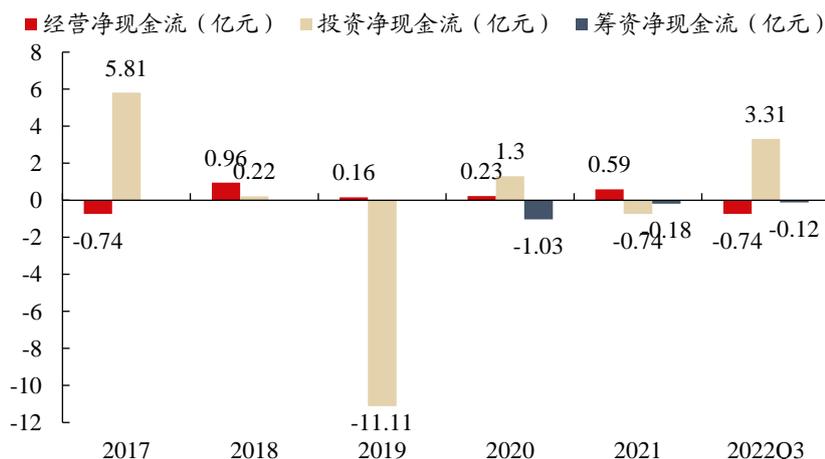
图表 11：公司资产负债率变动 (%)



来源：公司公告，国联证券研究所

2018-2021 经营性现金流持续为正，彰显经营稳健性，2019 年投资净现金流同比大幅下降，主要系公司用货币资金购买理财产品未到期所致，筹资净现金流量在近两年均为负值，系公司实施员工限制性股票激励计划、分配现金股利所致。

图表 12：2017-2022Q3 公司现金流变动



来源：公司公告，国联证券研究所

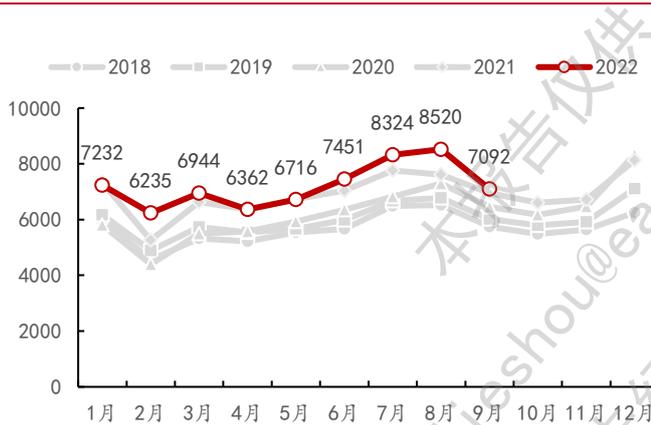
## 2. “先立”依靠火电新建及其改造

### 2.1 负荷高增与新能源消纳带来系统压力

► 新能源难以满足逐年增长的用电负荷

经济转好&极端气候推升用电量增加，最高用电负荷显著提升。随着疫情全面好转，稳增长政策落地显效，叠加今年夏季高温天气影响，用电量稳定提升，2022年1-9月全社会用电量累计64,931亿千瓦时，同比增长4.0%，夏季高温期间8月用电量8520亿千瓦时，同比增长12%，2022年夏季多个省市已出现最高负荷，电力保供形势严峻。

图表 13: 2018-2022 全国用电量 (亿千瓦时)



来源: 国家能源局, 国联证券研究所

图表 14: 2022 年夏季多地负荷创新高 (万千瓦)

区域	2022 时间	2022 年 峰值负荷	2021 年 峰值负荷	变动
湖北	2022/8/8	4846	4175.5	16.1%
山东	2022/8/3	10077.8	8862	13.7%
深圳	2022/7/25	2142.62	2038	5.1%
江苏	2022/7/12	12600	12040	4.7%
河北	2022/6/20	4276.8	4198.2	1.9%
河南	2022/6/20	7108	-	-
上海	2022/7/14	3500	3353	4.4%
浙江	2022/7/11	10190	10022	1.7%
广东	2022/7/25	14200	13500	5.2%

来源: 国际能源网, 北极星电力网, 国联证券研究所

负荷波动性加剧，用电负荷增速高于用电量增速。夏季高温天气使多个省级电网峰值负荷创历史新高，较2021年峰值提升明显。以新能源汽车、电采暖为代表的电力产品在用户终端占比不断提升，用电负荷波动性将进一步增大，随着“煤改气”“煤改电”等清洁取暖改造规模扩大，增加了冬季电网负担，影响用电负荷。在2010-2021年间，国内多个省市呈现用电负荷增速与用电量增速的剪刀差进一步扩大，我们认为未来用户侧与电网侧的交互越来越多，电动车充电站、轨道交通系统、楼宇变频通风系统等设施增多，均会持续对电网稳定性形成冲击。

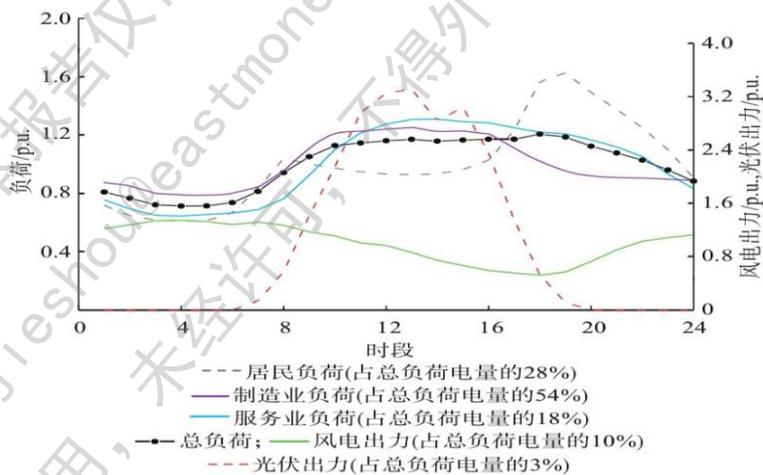
图表 15: 2010/2021 各省用电负荷与用电量快速增长

区域	用电负荷 (万千瓦)			用电量 (亿千瓦时)			负荷增速 与用电量 增速差值
	2010	2021	CAGR	2010	2021	CAGR	
广东	6543	13500	6.81%	4060	7866.6	6.20%	0.61%
江苏	6034	12040	6.48%	3864	7101	5.69%	0.79%
浙江	4183	10022	8.27%	2821	5514	6.28%	1.99%
四川	2091	5167	8.57%	1549	3275	7.04%	1.53%
安徽	1871	4740	8.82%	1078	2715	8.76%	0.06%
重庆	1025	2435	8.18%	626	1341	7.17%	1.01%
广西	1244	3042	8.47%	993	2236	7.66%	0.81%
河北	2300	4179	5.58%	2692	4294	4.34%	1.24%
辽宁	2078	3654	5.26%	1715	2576	3.77%	1.50%
山西	1869	3821	6.72%	1460	2608	5.42%	1.30%

来源: 中国统计年鉴, 国家能源局, 国家统计局, 国联证券研究所

风光发电间接性无法满足用电“双峰”灵活性调节。中长期内，我国可以大规模应用的成熟发电技术主要包括燃煤、燃气、水电、核电、风电、光伏等6种技术，其中风电、光伏、水电、核电是可以继续扩大规模的清洁低碳的发电方式。但该几种技术均无法满足系统对于灵活稳定的需要，我国用电需求有“日内双峰、夏冬双峰”的特点，而风光出力受光照、风力波动极大，而核电为保证安全运行，通常以及其稳定的出力带基荷运行，都无法去跟踪负荷的波动，因此系统对于灵活性的需求仍需火电、水电等常规电源支撑。

图表 16: 风电光伏出力难以满足日内双峰负荷

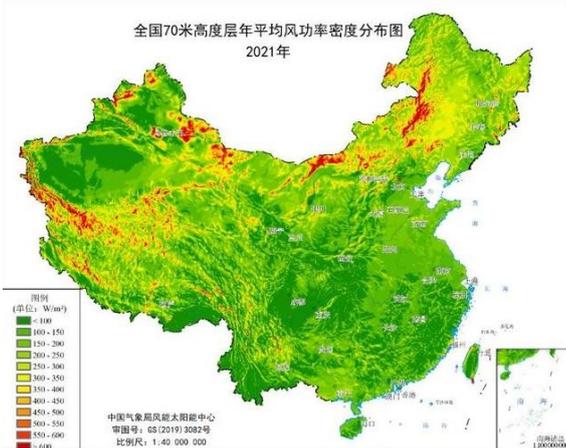


来源:《含高比例可再生能源电力系统的调峰成本量化与分摊模型》叶伦等, 国联证券研究所

➤ 新能源出力大省面临的消纳问题更严重

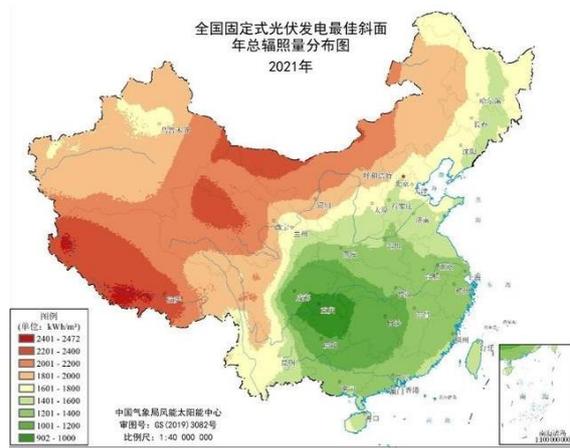
可再生资源全国分化不均。风能资源方面，2021 年我国东北地区 and 东北部、华北北部、内蒙古中东部、新疆北部和东部、西北地区西北部、西藏大部、华东东南部沿海等地高空 70 米高度（风力发电机常用安装高度）风能资源较好。在太阳能资源方面，2021 年国内地区性差异较大，总体水平面总辐照量西部地区大于中东部地区，北方较常年偏低、南方偏高。

图表 17: 全国 70 米高度层年平均风功率密度



来源:《2021 年中国风能太阳能资源年景公报》，国联证券研究所

图表 18: 固定式光伏发电最佳斜面年总辐照量



来源:《2021 年中国风能太阳能资源年景公报》，国联证券研究所

全国新能源消纳各省分布不均衡，西北地区弃风弃光现象严重。根据中电联数据，2022年前三季度光伏利用率为98.2%。从各省数据来看，前三季度，西藏弃光率最高达到19.5%，河北、陕西、山东、蒙西、甘肃、宁夏、新疆略低于全国平均利用率。前三季度风电利用率为96.5%，从各省数据来看，前三季度，蒙东弃风率达到10.5%，河北、蒙西、蒙东、吉林、山西、甘肃、青海、宁夏、新疆均低于全国平均，整体来看风光发电量大省普遍发电量占比20%左右，且大部分地区消纳能力增长有限，因此面临的消纳问题更加严峻。

**图表 19: 新能源消纳各省不均衡，新能源装机大省面临消纳问题更严重**

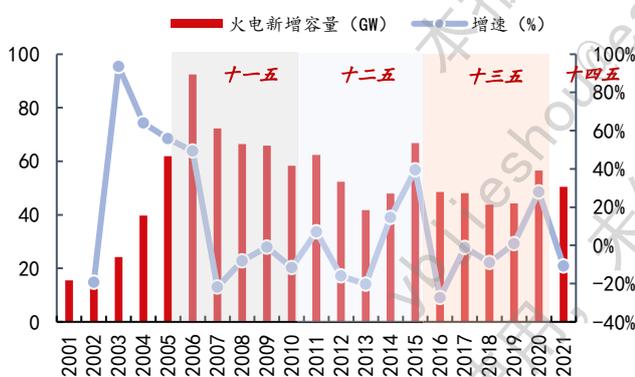
	2022年	2022年	2021年
	1-9月风电利用率	1-9月光伏利用率	风光发电量占比
全国	96.5%	98.2%	11.7%
北京	100.0%	100.0%	2.2%
天津	100.0%	100.0%	4.9%
河北	96.2%	98.0%	25.7%
山西	97.9%	99.4%	17.1%
山东	97.6%	98.3%	11.6%
蒙西	91.4%	97.3%	19.6%
蒙东	89.5%	98.6%	13.1%
辽宁	98.4%	99.3%	13.1%
吉林	94.7%	98.3%	19.3%
黑龙江	97.3%	98.6%	18.6%
上海	100.0%	100.0%	3.3%
江苏	100.0%	100.0%	10.4%
浙江	100.0%	100.0%	4.8%
安徽	100.0%	100.0%	8.6%
福建	100.0%	100.0%	6.0%
江西	99.9%	100.0%	11.3%
河南	98.4%	99.6%	15.8%
湖北	100.0%	100.0%	6.6%
湖南	96.5%	100.0%	10.7%
重庆	100.0%	100.0%	2.8%
四川	100.0%	100.0%	3.1%
陕西	95.5%	97.8%	11.4%
甘肃	92.5%	97.9%	22.7%
青海	93.1%	89.9%	34.4%
宁夏	98.7%	97.6%	23.3%
新疆	94.8%	97.8%	16.8%
西藏	100.0%	80.5%	15.4%
广东	99.8%	100.0%	3.9%
广西	100.0%	100.0%	9.4%
海南	100.0%	100.0%	5.4%
贵州	99.7%	99.3%	7.8%
云南	99.9%	99.7%	7.5%

来源：国家能源局，中电联，国联证券研究所

## 2.2 项目核准增加带动火电投资反转

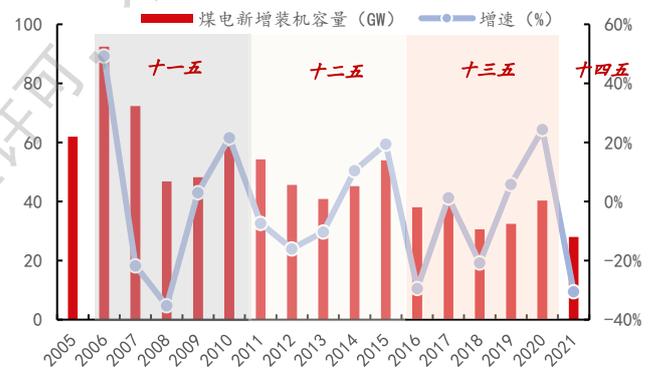
“十三五”期间煤电装机增速放缓导致近年部分地区用电紧张。“十三五”期间，受环保要求和产能过剩影响，国内煤电装机增速明显放缓，“十一五”到“十三五”我国煤电年均新增装机分别为 63.7/48.0/36.0GW，21 年中国提出严控煤电项目，企业与地方政府进一步收紧了新煤电项目的审批。2021 年全国新增煤电 28GW，为近 15 年来最低点。21 年底迎峰度冬期间，电煤供需阶段性失衡叠加天气原因影响新能源发电出力，造成电力供应缺口，部分省市“拉闸限电”，22 年迎峰度夏期间，极端高温天气造成长江水位为历史底部，四川、重庆等地区出现严重用电缺口，多能互补重要性明显提升，火电“兜底”作用凸显。

图表 20: 2001-2021 火电新增装机容量及增速



来源：国家统计局，中电联，国联证券研究所

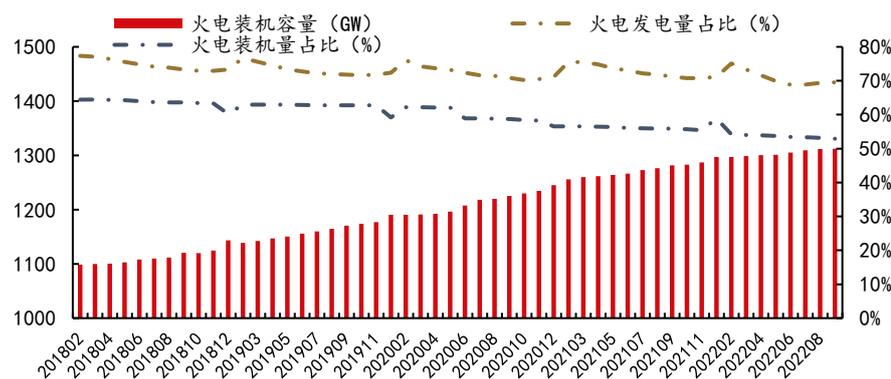
图表 21: 2005-2021 煤电新增装机容量及增速



来源：电规总院，国联证券研究所

二十大提出“先立后破”，能源安全促使火电“重启”。二十大报告提出“立足我国能源资源禀赋，坚持先立后破，有计划分步骤碳达峰行动”，我国资源禀赋为“富煤贫油少气”，当前我国能源结构仍然以煤炭消费为主，截至今年 9 月，全国火电装机 13.2 亿千瓦，占发电总装机容量的 52.9%，但发电量贡献 69.5%，煤电仍然为我国的主体电源，发挥能源电力安全“压舱石”作用。在基础和配套设施方面，布局和建设跨省跨区输电通道，有效增加电力系统灵活性措施。同时推进煤电的灵活性改造，重点是发挥煤电的容量支撑作用，同时降低煤电的电量出力。

图表 22: 以煤为主的火电仍将发挥电力安全“压舱石”作用



来源：国家统计局，国联证券研究所

**灵活性改造空间不断提升。**2021年11月，在《关于开展全国煤电机组改造升级的通知》中，明确“十四五”期间完成煤电机组灵活性改造2亿千瓦，增加系统调节能力3000-4000万千瓦；2022年3月，在《“十四五”现代能源体系规划》中，提及到2050年，灵活性电源占比达到24%左右，将为火电灵活性改造预留较大增长空间。

**图表 23：国家层面“火改”积极出台，地方火改政策持续推进**

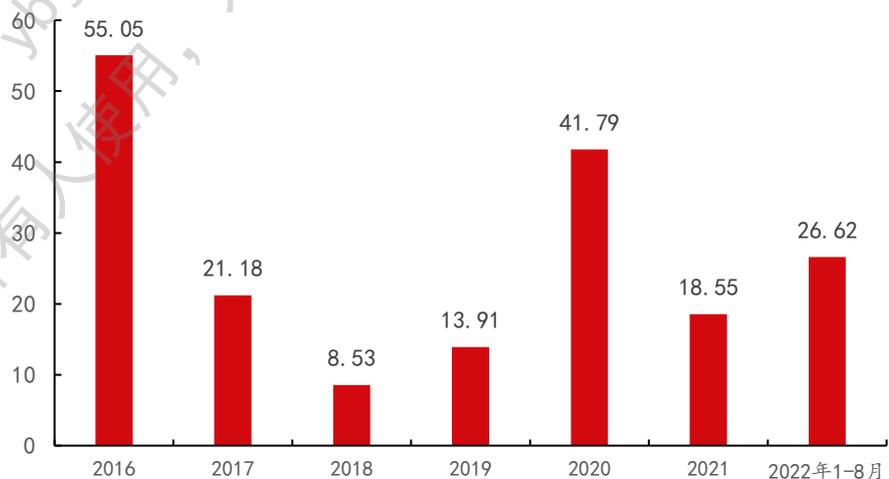
国家层面			
时间	部门	政策名称	主要内容
2021年2月	国家发改委	《关于推进电力源网荷储一体化和多能互补发展的指导意见》	风光火储一体化，对于存量煤电项目优先通过灵活性改造提升调节能力，结合送端近区新能源开发条件和出力特性、受端系统消纳空间，努力扩大就近打捆新能源电力规模
2021年4月	国家能源局	《2021年能源工作指导意见》	研究促进火电灵活性改造的政策措施和市场机制，加快推动对30万千瓦级和部分60万千瓦级燃煤机组灵活性改造
2021年11月	国家发改委	《全国煤电机组改造升级实施方案》	灵活性改造制造，存量煤电机组灵活性改造应改尽改，“十四五”期间完成2亿千瓦，增加系统调节能力3000-4000万千瓦，促进清洁能源消纳。“十四五”期间实现煤电机组灵活性制造规模1.5亿千瓦
2021年12月	国务院	《“十四五”节能减排综合工作方案》	推进存量煤电机组节能降耗改造、供热改造、灵活性改造“三改联动”，持续推动煤电机组超低排放改造
2022年1月	国务院	《要素市场化配置综合改革试点总体方案》	支持完善资源市场化交易机制，支持试点地区完善电力市场化交易机制，完善电力辅助服务市场
2022年8月	工业和信息化部	《加快电力装备绿色低碳创新发展行动计划的通知》	推进煤电装备节能降碳改造、灵活性改造、加快推进燃气轮机研究开发
地方政策			
时间	部门	政策名称	主要内容
2021.08	内蒙古自治区	《内蒙古自治区能源局推进火电灵活性改造促进市场化消纳新能源实施细则（试行）》	火电灵活性改造可有限获得新能源建设指标。新能源建设规模应与燃煤电厂新增调节能力相匹配，原则上不增加系统现有调峰能力；按一体化模式建设的，市场化并网新能源可由燃煤电厂全额自行建设。不具备一体化建设条件的，燃煤电厂自行建设的比例不低于50%，剩余部分可通过合建共享、购买调峰资源等方式建设。
2021.1	湖北省	《关于公布2021年平价新能源项目的通知》	规划新能源项目总容量12.28GW，其中规划的10个百万千瓦基地均位于火电厂附近。燃煤电厂机组灵活性改造用于配套基地的，其单个电厂所有新增灵活调节能力必须优先满足基地项目灵活调节配置要求。
2022.02	内蒙古包头市	《包头市2021年火电灵活性改造配套新能源项目竞争性配置公告》	共有2个标段同时招标：华电内蒙古能源有限公司包头发电分公司火电机组灵活性改造配套新能源项目和华电内蒙古有限公司土默特发电分公司火电机组灵活性改造配套新能源项目。2022年6月前项目投资占比不低于项目总投资的30%，2022年12月底前全容量并网。

2022. 03	湖北省	《关于落实相关政策推进风电、光伏发电开发建设有关事项》	给予四类新能源项目指标：对煤电企业组煤保电奖励 350 万千瓦；对新能源装备制造产业链建设奖励 60 万千瓦；对风光火互补百万千瓦基地后续指标安排 300 万千瓦；抽水蓄能项目配套新能源指标安排 28 万千瓦。
2022. 11	贵州省	《关于推动煤电新能源一体化发展的工作措施（征求意见稿）》	支持煤电一体化项目优先并网，对未纳入煤电新能源一体化、需参与市场化并网的新能源项目，按不低于新能源装机规模 10%（挂钩比例可根据实际动态调整）满足 2 小时运行要求自建或购买储能，以满足调峰需求；对新建未配储能的新能源项目，暂不考虑并网，以确保平稳供电。

来源：国家能源局，发改委，地方政府，国联证券研究所

**煤电机组核准量快速提升。**根据国际环保组织绿色和平发布的报告，2021 年中国新增核准煤电装机约 18.55GW，同比减少 57.66%。但 2021 年第四季度煤电核准开始加速，单季度核准超过 11GW。2022 年前 8 个月我国新增核准煤电装机 26.62GW，已超过 2021 年全年核准量。

图表 24：2016-2022 年 8 月我国煤电历年核准容量 (GW)



来源：华经产业研究院，国联证券研究所

**火电投资加速提升。**中电联 10 月披露《2022 年 1-9 月份电力工业运行简况》数据，火电投资 547 亿元，去年同期火电投资金额为 371 亿元，同比增长 47.5%，火电投资明显加快。今年受极端天气影响，同时水电二三季度枯水，电力紧缺时间贫乏，火电发电量占比提升，火电保供作用凸显，预计“十四五”期间，煤电新增装机将会明显反弹。

图表 25: 2021 年后火电投资回暖 (亿元), 2022 年火电投资同比快速提升

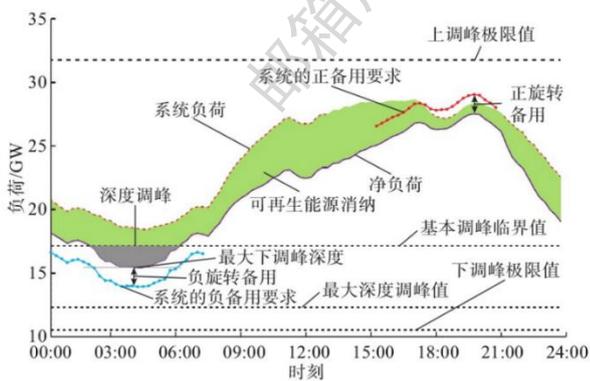


来源: 国家能源局, 国联证券研究所

### 2.3 灵活性改造成本较低、效益将现

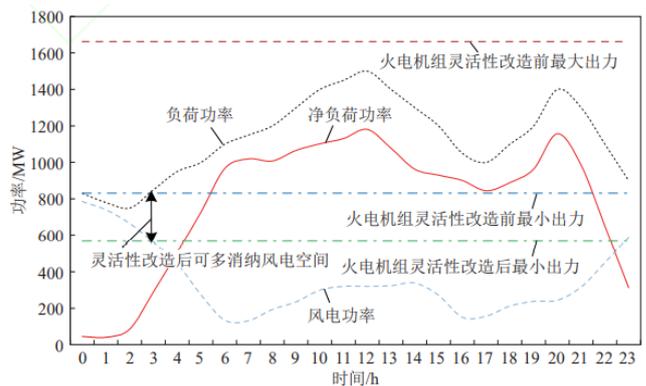
随着可再生能源的规模增大, 以及具有的波动性和反调峰特性, 其并网消纳对电力系统灵活性和安全稳定运行的要求不断提高, 根据目前节能发电调度政策, 不同能源的调度顺序通常为: 无调节能力的可再生能源→有调节能力的可再生能源→核电和燃气轮机→燃煤机组, 但由于我国电源结构以火电为主, 调度顺序高的灵活性能源占比较小, 因此, 对火电机组进行深度调峰改造, 可以提供充分灵活调节能力保障可再生能源消纳和电网安全运行。

图表 26: 电力系统调峰示意图



来源: 《含高比例可再生能源电力系统的调峰成本量化与分摊模型》叶伦

图表 27: 改造后灵活性提升



来源: 《基于火电灵活性改造的可再生能源消纳系统成本变化》赵振宇等,

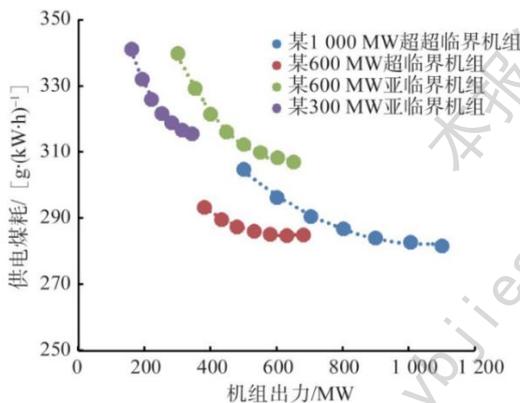
火电三改分为节能降耗改造、供热改造、灵活性改造。发改委文件《关于开展全国煤电机组改造升级的通知》(发改运行[2021]1519号)中对灵活性改造进行阐述, 旨在通过实施煤电机组改造升级, 进一步降低煤电机组能耗, 提升灵活调节能力和清洁高效水平。

节能降耗改造是为了让煤电机组“少吃煤、多发电”, 对供电煤耗在 300 克标准煤/千瓦时以上的煤电机组, 应加快创造条件实施节能改造, 对无法改造的机组逐步

淘汰关停，并视情况将具备条件的转为应急备用电源。“十四五”期间改造规模不低于3.5亿千瓦。

距离《全国煤电机组改造升级实施方案》相差较大，中电联2020年火电机组能效水平对标报告，300MW亚临界燃煤机组全国平均供电煤耗为322.79克标准煤/千瓦时，600MW亚临界燃煤机组全国平均供电煤耗为314.19克标准煤/千瓦时，目前国内在役未改造超临界等级机组普遍锅炉效率略低，机组供电煤耗略高（到2025年，全国火电平均供电煤耗降至300克标准煤/千瓦时以下）。

图表 28：深度调峰区间下供电煤耗加快



来源：《火电灵活性改造的现状、关键问题与发展前景》潘尔生等，国联

图表 29：距离规划煤耗目标相差较大



来源：《全国煤电机组改造升级实施方案》，国联证券研究所

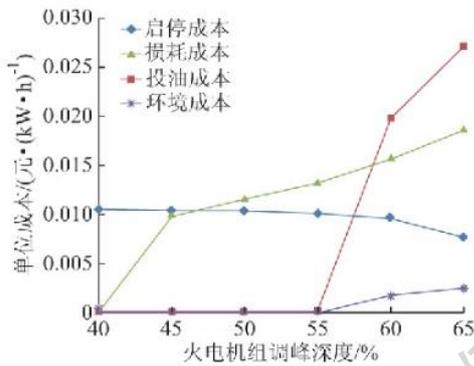
**供热改造**是对具备条件的纯凝机组进行改造，主要替代采暖和供气小锅炉，为周边工业企业和居民用户提供热能；鼓励现有燃煤发电机组替代供热，积极关停采暖和工业供汽小锅炉，对具备供热条件的纯凝机组开展供热改造，在落实热负荷需求的前提下，“十四五”期间改造规模力争达到5000万千瓦。

**灵活性改造**是为提升火电机组深度调峰能力，消纳新能源，需求高时多发电，需求低时少发电。存量煤电机组灵活性改造应改尽改，“十四五”期间完成2亿千瓦，增加系统调节能力3000—4000万千瓦，促进清洁能源消纳。“十四五”期间，实现煤电机组灵活制造规模1.5亿千瓦。

#### ➤ 火电灵活性改造成本相对较低

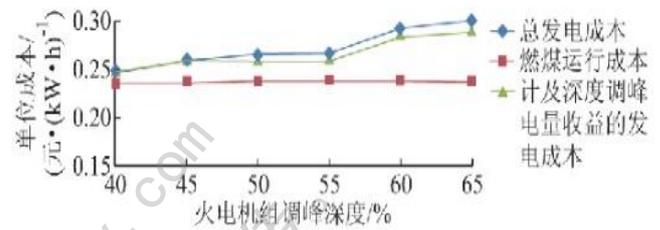
**调峰深度扩大火电企业发电成本**主要在于**投油和磨损（投油点火）**，火电机组深度调峰阶段能耗成本与自身煤耗成本、机组投油成本（投油点火）、机组损耗成本有关，还与环境成本等附加经济成本相关，调峰深度扩大，机组损耗成本、投油成本不断增加、但启停次数明显减少，启停成本降低，燃煤运行成本变化不大，因此总成本升高主要原因在于投油成本和磨损成本，因此根据新能源电力系统国家重点实验室测算，调峰深度分别为40%/50%/60%时，火电厂单位发电成本分别为0.236/0.251/0.275元/kWh。

图表 30：不同调峰深度下火电各项单位成本



来源：《规模风电并网条件下火电机组深度调峰的多角度经济性分析》林

图表 31：不同调峰深度下火电燃煤成本和发电成本



来源：《规模风电并网条件下火电机组深度调峰的多角度经济性分析》林

**火电机组灵活性改造成本相对较低。**电力系统灵活性的调节方式主要有火电（灵活性改造）、抽水蓄能、燃气轮机、电化学储能等方式。抽水蓄能建设周期一般为 6-8 年，投资较高建设周期长，电化学储能成本较高，使用寿命较短（10-15 年），燃气轮机发电灵活，但原料成本相对煤炭价格更高。经灵活性改造后的煤电机组最小出力能够降低至额定容量 30% 以下，并且适合中等时间尺度的灵活性。

根据部分改造案例，煤电机组改造建设成本在约 0.2 亿元/炉-1 亿元/炉之间不等，按 30-100 万千瓦装机改出 20% 调峰容量进行测算，单位调峰容量对应的建设成本为 0.1-1.6 元/W，低于电化学储能约 4 元/W 的建设成本。按我国现存 30 万千瓦以上机组约 2000 台需进行改造计算，未来八年改造总市场规模约为 400 亿元-2000 亿元。

➤ **发电厂灵活性关键为调峰幅度、爬坡速率和启停时间**

发电厂的灵活性可以被描述为其调整并入电网的净功率、其整体运行负荷范围和从静止启动到稳定运行所需的时间的能力。

灵活性改造调峰能力不同改造方式不同。

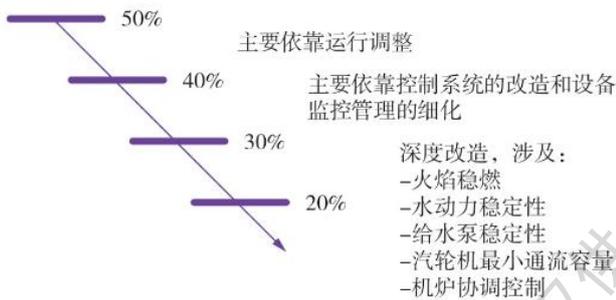
**50%-100%：** 机组运行调整。

**40%-50%：** 改造控制系统和细化设备管理。

**20%-40%：** 深度改造，包括稳燃，水动力稳定性，给水泵稳定性，汽轮机改造，机炉协调控制等。

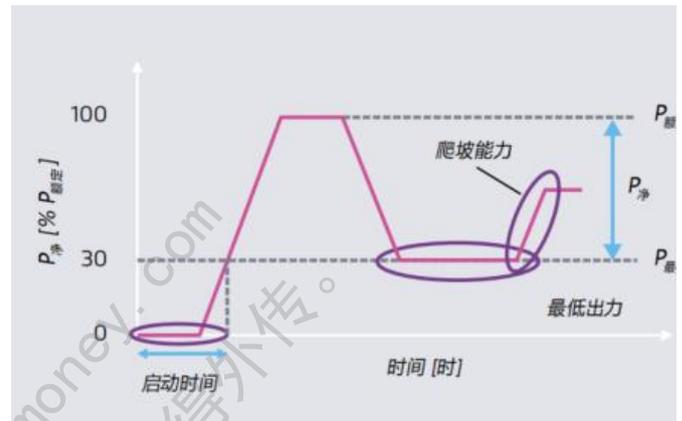
**火电灵活性改造三大灵活性指标：调峰幅度（最低出力）、爬坡速率及启停时间。**国内火电灵活性改造的核心目标是充分响应电力系统的波动性变化，实现降低最小出力、快速启停、快速升降负荷三大目标，其中降低最小出力（增加调峰能力是目前最为广泛和主要的改造目标）。

图表 32：不同程度灵活性改造方法



来源：《火电灵活性改造的现状、关键问题与发展前景》，国联证券研究所

图表 33：火电厂关键灵活性参数



来源：《Flexibility in thermal power plants》Agora Energiewende,

**最低出力：**发电厂在稳定运行条件下可提供的最低净功率，最小负荷越低，发电容量范围越大。

最低出力难点：最低负荷下，发电厂运行效率较低，同时不能保证稳定燃烧。

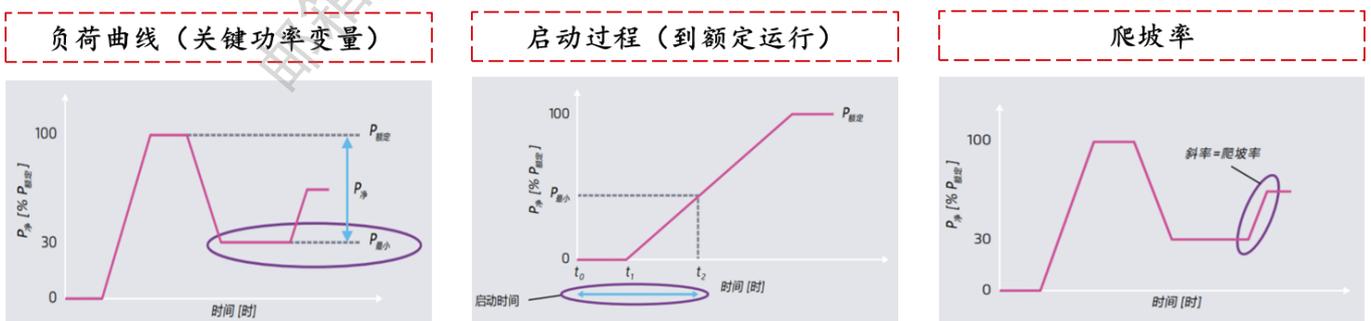
**启停时间：**从电厂开始运行直至达到最低负荷的时间。

启停时间难点：更快的启动会对发电厂部件造成更大的热应力，缩短寿命。

**爬坡速率：**发电厂在运行期间改变其净功率的速度。

爬坡速度难点：燃烧温度快速变化给电厂部件带来热应力。

图表 34：三种灵活性参数详解



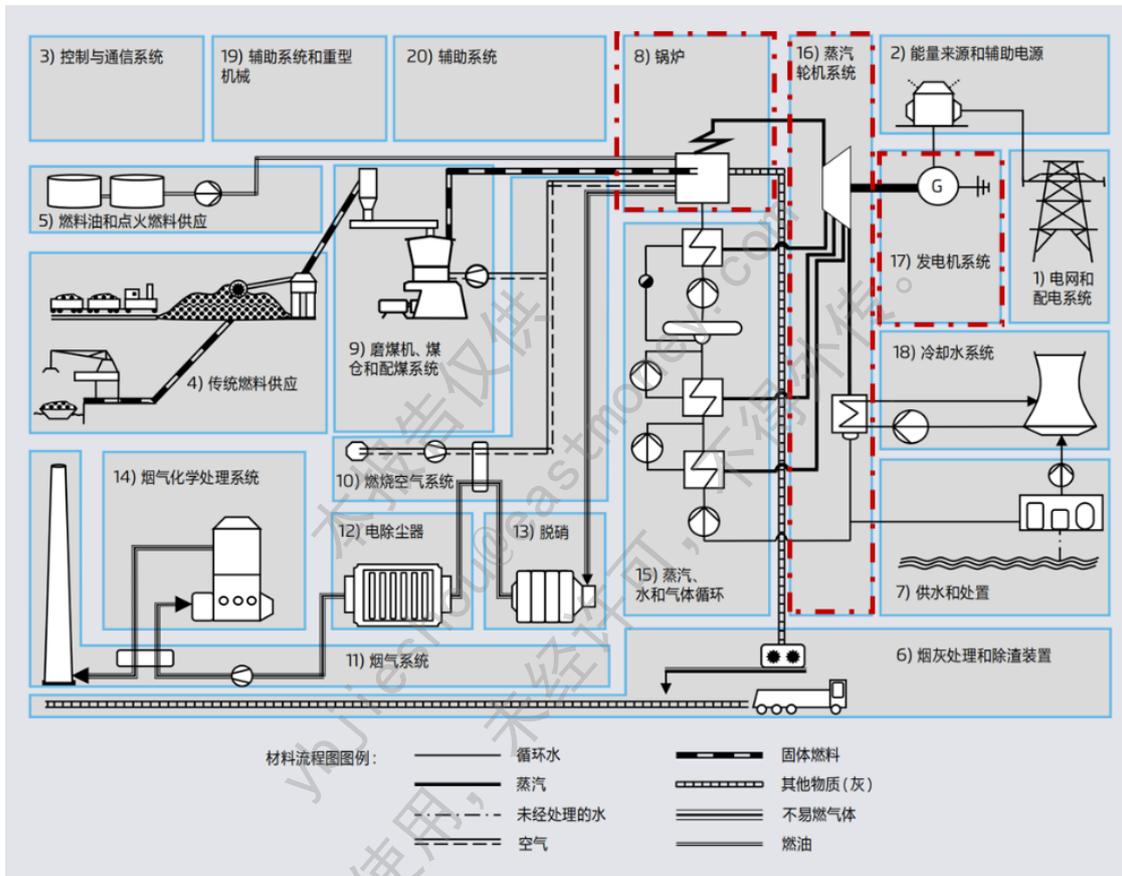
来源：《Flexibility in thermal power plants》Agora Energiewende, 国联证券研究所

从机组分类来看，火电机组类型主要包括热电联产机组及纯凝机组，热电联产机组“以热定电”方式限制机组出力，难以降低，严重限制调峰能力，在供热季节调峰困难，其改造关键为“热电解耦”改造。纯凝机组具有低负荷运行能力强，负荷调节灵活等优点。

➢ 火电厂灵活性改造核心位于锅炉、其次为汽轮机

火电厂装机结构可以分为锅炉、汽轮机、发电机、辅机系统、控制系统等。

图表 35: 电厂工艺流程图



来源:《Flexibility in thermal power plants》Agora Energiewende, 国联证券研究所

从技术路线来看, 可分为锅炉侧、汽机侧、控制系统及运行侧。

图表 36: 锅炉侧、汽机侧、控制运行系统改造技术路线



来源:《火电灵活性改造的现状、关键问题与发展前景》, 国联证券研究所

锅炉侧重点解决燃烧稳定性、制粉系统稳定性、换热水动力稳定性、受热面高温腐蚀与疲劳损伤、空预器低温腐蚀及泄漏、脱硝运行安全等问题。

1) 锅炉低负荷稳燃技术。为提高燃烧稳定性，通常采用的技术路径包括：低负荷精细化燃烧调整，主要针对燃烧器结构、磨投运方式、煤粉精度、一次风速、配风方式等内容。燃烧器、制粉系统优化改造，改造内容涉及燃烧器、磨煤机动态分离器、风粉在线监测装置等。其余还包括改善入炉煤质，储备调峰煤、掺烧生物质等。

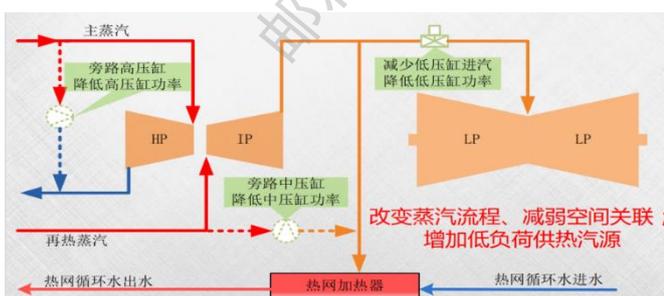
2) 宽负荷脱硝技术。当机组低负荷运行时，烟气温度的往往偏低，带来催化剂活性降低、还原剂结晶、空预器腐蚀等问题。为了保证 SCR 脱硝系统宽负荷运行，主要技术路线有 2 类：通过改造锅炉热力系统或烟气系统，提高低负荷阶段 SCR 反应器入口温度；选用宽温催化剂，在常规 V-W-TiO<sub>2</sub> 催化剂基础上，通过添加其他元素改进催化剂性能，提高低温下催化剂活性。

### 汽轮机侧重点解决汽轮机设备适应性以及供热机组以热定电问题。

1) 汽轮机通流设计与末级叶片性能优化技术。汽轮机在低负荷运行时，由于蒸汽流量减小，动叶片造成水蚀。同时蒸汽流量不足也将导致重热效应，转子、汽缸等部件由于叶片摩擦鼓风而被加热，受热不均将产生胀差。为改善汽轮机低负荷运行特性，通常采用的技术路径为强化末级叶片性能、优化通流设计参数、增加冷却方式控制等。

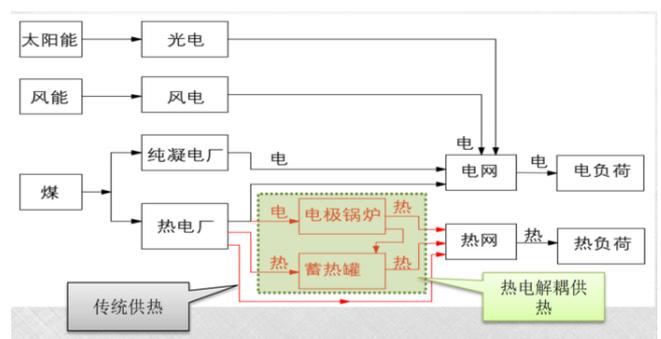
2) 供热机组热电解耦技术。热电联产机组调峰能力还受到供热负荷的制约，采取的改造技术有：切除低压缸供热，中压缸排汽绝大部分用于对外供热，仅保持少量的冷却蒸汽，使低压缸在高真空条件下“空转”运行。电热锅炉，在热源侧设置电热锅炉，实现热电解耦。储热罐，作为电网负荷较低时补充机组供热抽汽。其他技术包括吸收式热泵、电驱动热泵等技术实现热电解耦。

图表 37：汽轮机高、低旁路供热技术



来源：《火电灵活性改造的现状、关键问题与发展前景》，国联证券研究所

图表 38：热电解耦技术路线



来源：《火电灵活性改造的现状、关键问题与发展前景》，国联证券研究所

### 控制运行系统侧：

1) 提高负荷响应速率协调优化控制技术。目前常用的提高负荷相应速率的技术有自动发电控制（automatic generation control, AGC）协调系统优化控制技术、过热和再热汽温优化控制技术、变负荷和智能滑压优化控制技术、供热抽汽辅助负荷调节技术、给水旁路调节与高加抽汽调节技术等。

2) 水冷壁安全防护技术。实时监测水冷壁温度的变化以及汽包上下壁温及温差、

汽包与水冷壁温差等参数及其变化。另外，核算管间偏差、核算水循环安全性、设置必要的壁温测点也具有重要的作用。

### ► 灵活性改造后火电厂参与多种市场获取收益

火电参与现货市场可以择时高价发电。现货市场价格信号波动幅度较大，跟踪山西电力现货市场 2022 年 11 月数据，日内最高电价可达 1.2-1.5 元/kWh，相应最低电价仅仅为 0.3-0.5 元/kWh，同月广东日前电价价差区间达 0.9 元/kWh，电价价差区间扩大有利于火电机组灵活性改造变现，在低电价时刻，灵活性较好的火电机组选择停机或迅速降低出力，避免低电价造成大额亏损，同时，在高电价时快速启动或提升出力，多发电提高利润。

**辅助服务市场供给扩大，灵活性改造机组受益。** 2021 年 12 月发布修订版《电力并网运行管理规定》和《电力辅助服务管理办法》。随后各地能监局或能监办也开始陆续出台区域或省级“两个细则”，火电机组可以通过提供辅助服务获得补偿，充分发挥灵活性改造机组的“灵活”价值，为灵活性改造提供新的着力点，全面提高系统调节能力和新能源消纳能力，推动双碳目标实现。

辅助服务市场分为基本调峰服务与有偿调峰服务，有偿调峰辅助服务则包括实施深度调峰、应急启停、跨省调峰，火电进行灵活性改造后根据调峰深度不同可分阶段获取调峰补偿。火电机组有偿调峰基准及报价区间由各地区市场自主决定，分地区实时深度调峰交易有偿基准及报价区间情况。交易多采用“阶梯式”价格机制，每 15 分钟为一周期进行报价统计。东北、新疆区域市场从是否为供热期、热电/纯凝机组方面定义了更详细的有偿基准。

**图表 39：部分地区深度调峰有偿基准及报价区间**

地区	时期	报价档位	火电机组类型	火电厂负荷率	报价区间（元/kWh）
东北	非供热期	第一档	纯凝	40% < 负荷率 ≤ 50%	0~0.4
		第二档	热电	40% < 负荷率 ≤ 48%	0.4~1
	供热期	第一档	全部	负荷率 < 40%	0~0.4
		第二档	全部	负荷率 ≤ 40%	0.4~1
新疆	非供热期	第一档	纯凝	40% < 负荷率 < 50%	0~0.22
		第二档	热电	40% < 负荷率 < 45%	0.22~0.5
	供热期	第一档	全部	负荷率 ≤ 40%	0~0.22
		第二档	全部	负荷率 < 45%	0.22~0.5
宁夏	所有时期	第一档	全部	40% < 负荷率 < 50%	0~0.38
		第二档	全部	负荷率 ≤ 40%	0.38~0.95
甘肃	所有时期	第一档	全部	40% < 负荷率 < 50%	0~0.4
		第二档	全部	负荷率 < 40%	0.4~1

来源：各地方能源局网站，国联证券研究所

**容量市场增强火电灵活性改造意愿和收益。**2022年9月，甘肃省出台《甘肃电力辅助服务市场运营暂行规则》，文件指出火电机组灵活性改造成本按容量进行竞价获取补偿收益，在市场初期，火电机组50%以下调峰容量，按机组额定容量10%-5%分档纳入补偿，补偿标准分为非供热季补偿标准和供热季补偿标准。纯凝机组全年按照非供热季补偿上限执行，火电企业最大补偿范围不超过能源监管核定的调峰能力。**容量市场收益是火电机组获取电能量收益和辅助服务市场收益外的稳定收益，极大促进火电机组进行灵活性改造的意愿。**

**参与火电灵活性改造企业赋予新能源指标。**目前河南、内蒙古、山东、贵州均已出台火电灵活性改造给予新能源指标方面激励，我们认为未来该模式有望向全国推广，将刺激火电企业开展火电灵活性改造，积极获取新能源指标。随着新能源渗透率的提高，未来“风、光、火”协同发展，已经成为大趋势。“十四五”九大清洁能源基地，均为“风光火一体化”、“风光水一体化”大基地。

**图表 40: 部分地区火电灵活性改造机组给予新能源指标**

省份	政策	时间	内容
山东	《关于促进全省可再生能源高质量发展意见（征求意见稿）》	2021/6/7	煤电新增深度调峰能力的10%可作为所属企业新建可再生能源项目的配套储能容量
内蒙古	《关于实施火电灵活性改造促进新能源消纳工作的通知》	2021/4/29	火电灵活性改造按50%调峰增量配给火电企业新能源指标
河南	《关于2022年风电和集中式光伏风电项目建设有关事项的通知》	2022/9/5	煤电灵活性改造按照增加调峰能力的1.4倍配置新能源，总计8.8GW
贵州	关于推动煤电新能源一体化发展的工作措施（征求意见稿）	2022/11/2	存量煤电项目，按灵活性改造新增调峰容量的2倍配置新能源建设指标；新建煤电项目，在确保公共调节容量（50%）不被占用的前提下，按其设计调节容量减去公共调节容量后的2倍规模进行配置

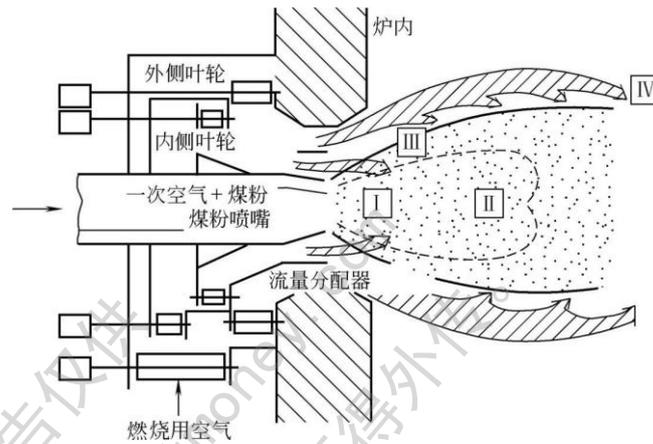
来源：各省能源局，国联证券研究所

## 2.4 稳燃技术为锅炉低负荷运行核心

### ➤ 燃烧不稳定会导致熄火和过热爆炸。

**煤粉为多项燃烧过程。**电站锅炉中煤粉的燃烧属于多相燃烧，反应是在燃料固体表面进行的。多相燃烧为两个反应即氧向燃料表面的扩散和在表面上进行的燃烧化学，所以煤粉迅速完全燃烧必须满足相当高的炉内温度、供应充足的空气量、燃料与空气的良好扰动和混合、足够的炉内停留时间。

图表 41: 燃烧器中煤粉燃烧设计原理



来源:《洁净煤技术》, 国联证券研究所

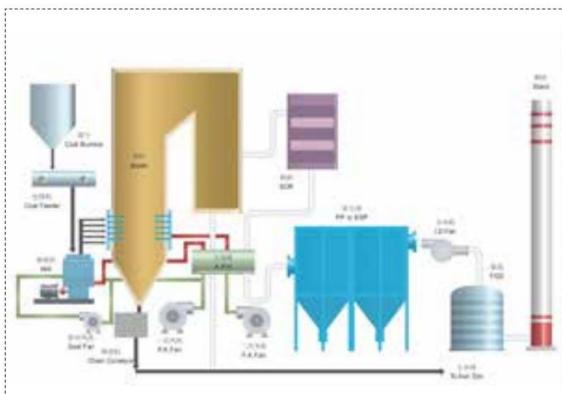
燃烧不稳定会造成熄火。锅炉在低负荷下运行时, 火焰在炉内的充满程度会比高负荷时差, 负荷降低到部分程度时, 由于炉内温度下降, 导致煤粉气流的着火距离增大, 同时火焰对炉壁辐射损失相对增加, 所以就容易出现燃烧的不稳定, 甚至锅炉熄火。

燃烧过程不稳定不但将引起蒸汽参数发生波动, 而且还将引起未燃烬可燃物在尾部受热面的沉积, 以致给尾部烟道带来再燃烧的威胁。炉膛温度过低不但影响燃料的着火和正常燃烧, 还容易造成炉膛熄火。炉膛温度过高、燃烧室内火焰充满程度差或火焰中心偏斜等, 将引起水冷壁局部结渣, 或由于热负荷分布不均匀而使水冷壁和过热器、再热器等受热面的热偏差增大, 严重时甚至造成局部管壁超温或过热器爆管事故。

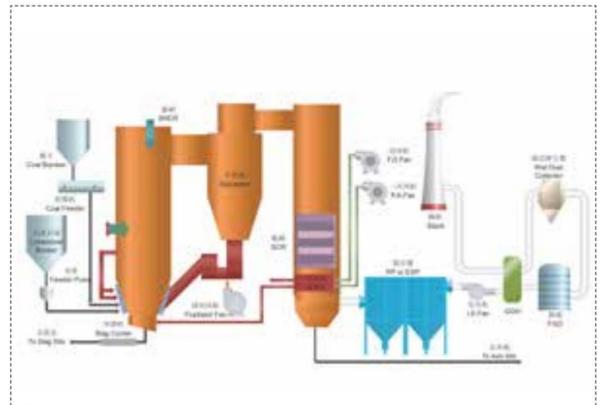
➤ 锅炉岛是火电核心环节

燃煤锅炉是燃煤发电系统的三大主要设备之一, 负责将煤炭进行高效燃烧, 并将释放的热量传递给汽水工质, 从而向汽轮机供应规定数量和质量蒸汽的功能。当前大型燃煤锅炉 (300 MW 及以上容量) 主要包括煤粉锅炉和循环流化床锅炉 2 种类型。其能源转化过程的效率是影响燃煤电站系统效率的关键。

图表 42: 典型煤粉锅炉岛



图表 43: 典型循环流化床锅炉岛 (CFB)



来源：上海电气官网、国联证券研究所

来源：上海电气官网、国联证券研究所

**两种锅炉岛燃料不同：**循环流化床锅炉可以燃用比煤粉锅炉更宽广的固态燃料，且特别适宜燃用污泥、矸石、泥煤、秸秆、油页岩等低热值燃料。

**两种锅炉岛污染物不同：**由于燃烧温度低，循环流化床锅炉的二氧化硫、三氧化硫、NO<sub>x</sub>、粉尘、汞等重金属排放浓度低于煤粉锅炉，但循环流化床锅炉的NO原始排放高于煤粉锅炉。

➤ **锅炉岛核心环节为燃烧系统**

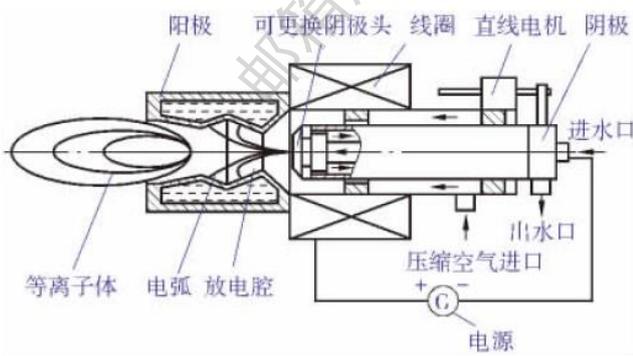
目前我国机组的燃烧点火方式主要有等离子体点火以及微油点火技术。

**等离子体点火装置**是利用高压、高频触发起火，并在强磁场控制下获得稳定功率的直流空气等离子体，该等离子体在专门设计的燃烧器中心燃烧筒中形成温度高于5000K且温度梯度极大的局部高温区，煤粉颗粒通过该等离子“火核”受到高温作用，并在10 ms内迅速释放出挥发物，使煤粉颗粒破裂粉碎，从而迅速燃烧。

反应是在气相中进行的，使混合物组分的粒级和成分发生变化，有助于加速煤粉的燃烧，减少点燃煤粉所需要的引燃能量。可以用很低的能量点燃部分煤粉，然后逐级放大将整个燃烧器的煤粉点燃，实现用等离子弧直接点火。

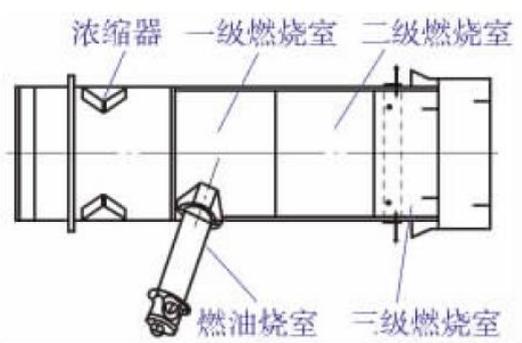
**气化微油点火燃烧器**首先利用压缩空气（蒸汽）的高速射流将燃油直接击碎，雾化成超细油滴进行燃烧，同时用燃烧产生的热量对燃料进行初期加热、扩容和后期加热，在极短的时间内完成油滴的蒸发气化，使油枪在正常燃烧过程中直接燃烧气体燃料，从而大大提高燃烧效率和火焰温度。

图表 44：等离子体无油点火工作原理



来源：《煤粉锅炉节油点火方式技术分析及应用》张兴春，国联证券研究

图表 45：微油点火器结构示意图



来源：《煤粉锅炉节油点火方式技术分析及应用》张兴春，国联证券研究

**传统点火方式：**大油枪点火，高耗油、高排放、启动费用高、电厂设置油库不安全，目前已逐渐改造为小油枪点火和微油点火装置。

图表 46：节油点火方式综合性比较

特征项	微油点火	等离子体点火
点火源	小油枪	等离子弧
点火源温度	1500~2000℃	5000℃以上

煤粉分级	分级点燃	分级点燃
点火性能	1) 火焰温度 1500~2000°C, 足够点燃烟煤和贫煤; 2) 有热冲击和气化点燃功能; 3) 点火风阻力会有所增加	1) 离子体温度高, 5000°C; 2) 有热冲击作用和电离反应; 3) 挥发分析出快
燃烧室冷却方法	气膜冷却	气膜冷却
点火源产生方法	高强度气化油枪或机械雾化油枪	等离子弧发生器
耗油量	依煤质可燃性单只微油枪耗油 30~300kg/h	无
点燃煤粉时间	产生油火焰后可投入煤粉	产生等离子弧可投入煤粉
对煤质适应性	烟煤、褐煤、贫煤、无烟煤	烟煤、褐煤、贫煤
超低负荷稳燃能力	好	好
满足锅炉启动要求	满足	满足
燃烧器阻力	大	小
环保设施影响	较小	小
投资费用	小	大
运行费用	较低	低

来源:《煤粉锅炉节油点火方式技术分析及应用》张兴春, 国联证券研究所

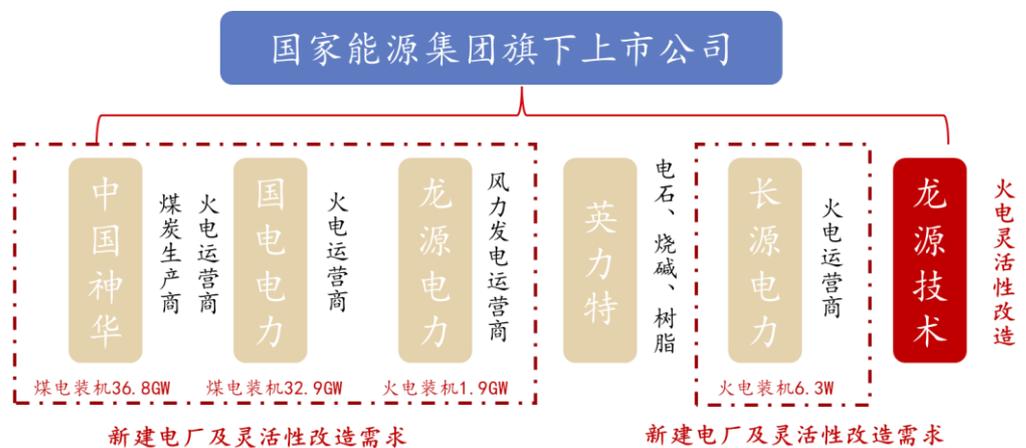
### 3. 乘风“火改”更上层楼

#### 3.1 掌握核心技术, 业务充分受益

##### ► 体系内老牌企业, 技术实力推动企业发展

国家能源集团旗下火炬计划高新技术企业, 集团内发电企业火改需求旺盛。公司第一、二大股东国电科技环保集团股份有限公司与雄亚(维尔京)有限公司实际控制人均为国家能源集团, 国家能源集团子公司业务覆盖煤炭生产、火力发电、风力发电和煤制油煤化工。集团鼓励公司实施科技示范项目, 同时集团内中国神华、国电电力等火电建设改造需求为公司提供稳定盈利点, 截至 2022 年 H1 公司向集团内销售商品、提供劳务的关联交易占同类交易金额比例为 69.46%, 公司关联交易定价遵循市场化原则, 定价公允, 我们认为公司的优势技术有望向集团火电机组推广。

图 47: 国家能源集团旗下上市公司



注: 装机容量为 2021 年年报数据

来源: 公司公告, 各上市公司年报, 国联证券研究所

**技术实力领先&承包资质认证，作为行业领导者参与标准制定。**公司为“山东省煤粉燃烧工程技术研究中心”，拥有“国家能源等离子体煤粉燃烧技术重点实验室”、“山东省煤粉燃烧技术工程实验室”等一系列高水平研发平台，公司拥有授权专利 341 项，其中国内发明专利 87 项，国外发明专利 20 项，国内实用新型专利 233 项，外观设计 1 项，组织制定了电力行业标准《等离子体点火系统设计及运行导则》，联合主导国际首个火焰检测器标准《火焰检测器技术规范》（IEC 标准）。获得了电力工程施工总承包与火电设备安装专业承包资质（三级）、特种设备制造许可证（A 级锅炉）等，通过了工业和信息化部组织的合同能源管理公司推荐评审，成为节能服务类型行业领先公司。

图表 48：公司参与国内行业标准和 IEC 标准设计



来源：国家能源局，IEC，国联证券研究所

**海外市场持续拓展，全球布局稳步推进。**在拓展国内市场的同时，公司积极布局海外业务，2007 年，公司成为国内节油点火技术首家出口企业，2010 年国电龙源技术（美国）有限公司成立，2012 年公司实施海外首个低氮燃烧项目。目前，公司的技术和产品已遍布中国大陆及中国台湾等地区，并在美国、韩国、印度、俄罗斯等国家建立了品牌影响力，各类产品应用于 21 个国家和地区。

**核心技术得到国外认证。**公司在国际上与美国能源部研究院、美国 smart-burn 公司、俄罗斯远东电力研究院、澳大利亚能源公司等国外科研机构和专业公司有广泛技术交流，公司拥有国外发明专利 20 项，等离子无油点火技术出口到俄罗斯、韩国、印尼等国家，在国际电力设备领域建立起知名度。低 NOx 燃烧技术成功出口应用到美国西星能源公司杰弗瑞电厂。2021 年公司顺利完成津巴布韦等离子体点火项目首台炉的出口及部分回款，积极采用线上推广加海外代理模式拓展业务拓宽海外市场。

图表 49: 公司产品推广到十几个国家

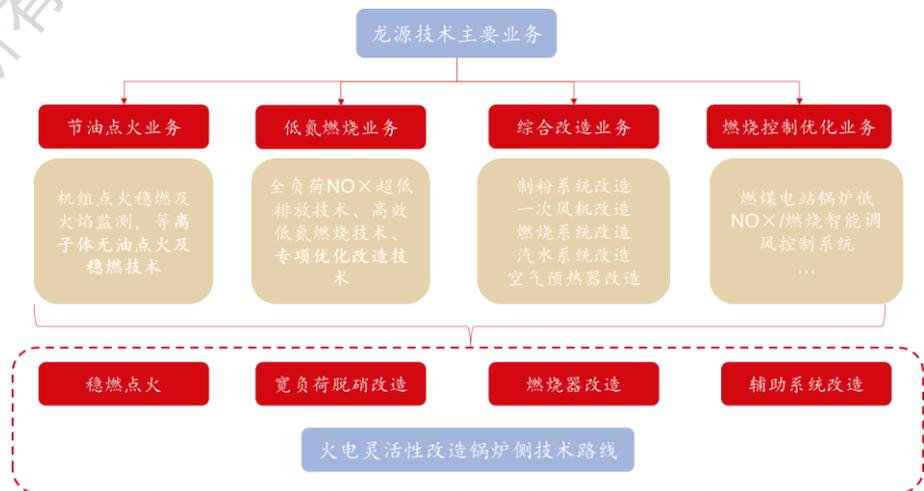


来源: 公司官网, 国联证券研究所

➤ 公司业务覆盖锅炉侧改造全环节, 充分受益火电新建和改造价值。

节能板块包括节油业务及综合节能改造业务, 其中节油业务包括机组点火稳燃及火焰监测等业务; 综合节能改造业务包括省煤器、余热利用、煤种适应性改造、旁路烟道、锅炉综合改造等业务; 环保板块包括低氮燃烧及工业尾气治理、软件及信息化等业务; 公司新能源板块包括清洁供暖、混氨燃烧等新能源领域业务。目前, 节油点火业务、低氮燃烧业务、综合改造业务、燃烧控制优化业务是公司的核心业务。

图表 50: 龙源技术主营业务



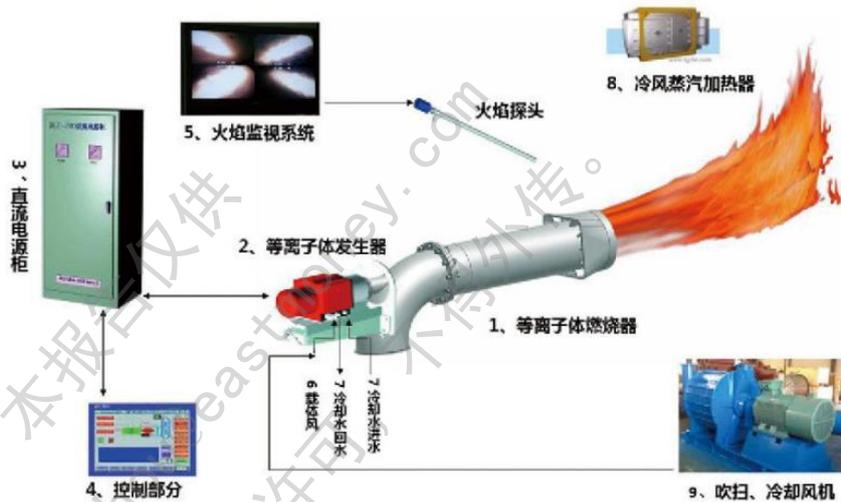
来源: 公司公告, 国联证券研究所

### 3.2 等离子点火兼具灵活运行和节能降碳

等离子点火及稳燃技术有节约高品位能源、低负荷稳燃性、安全性、环保性、经济性、适用性强等优点。传统电站锅炉启动、滑停、低负荷稳燃都要消耗大量燃油。新建机组基建期间取消油库、输油设备及炉前油系统, 降低工程造价和节省油库占地, 存量机组通过改造实现无油点火, 拆除油库、输油设备及炉前油系统, 实现单一燃料

运行，经济效益显著同时更加安全环保。当电厂负荷高时主要发挥节能作用，灵活性调峰需求主要为稳燃，因此兼具节能和灵活性。

图表 51：公司等离子体无油点火及稳燃技术结构图



来源：公司官网，国联证券研究所

**节约高品位能源：**可在煤粉锅炉启停和稳燃过程中用燃煤替代燃油。

**低负荷稳燃性能：**对于长时间低负荷稳燃的调峰机组，投运一层等离子体燃烧器（或几个等离子体燃烧器）即可以保证稳燃效果。

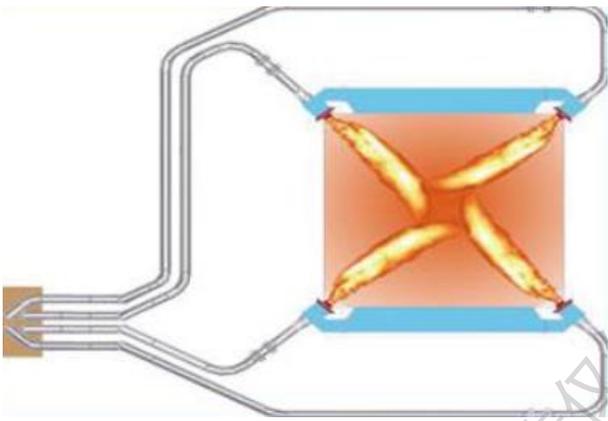
**安全性：**消除因使用燃油而可能引起火灾带来人身伤亡及设备烧损事故隐患。

**环保性：**使用等离子点火期间，可以投入电除尘，避免烟气粉尘直接排放污染环境。

**经济性：**启停和稳燃的运行成本仅为燃油点火方式运行成本 10-20%，对于新建机组可以节约上千万初投资和试运行费用。减少油品运输和储存环节，减少建造费用，同时可实现脱硫系统与锅炉同步启动，避免价格高昂的 SCR 催化剂被油污玷污与烧结而失效。

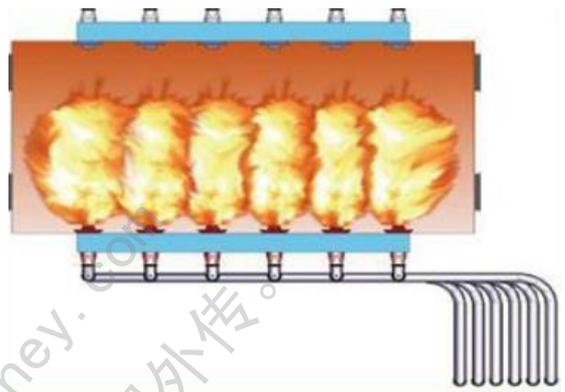
**适应性强：**该技术制粉系统类型包括钢球磨储仓式、双进双出钢球磨直吹式、中速磨直吹式制粉系统，燃用煤种适用于燃煤、贫煤、褐煤；机组容量等级涵盖 50MW~1000MW；燃烧方式包括切向燃烧直流燃烧器和墙式燃烧旋流燃烧器。基本涵盖了不同容量、不同炉型、不同燃烧方式和不同制粉方式的电站煤粉锅炉。

图表 52: 切向直流燃烧器



来源: 公司官网, 国联证券研究所

图表 53: 墙式燃烧旋流燃烧器

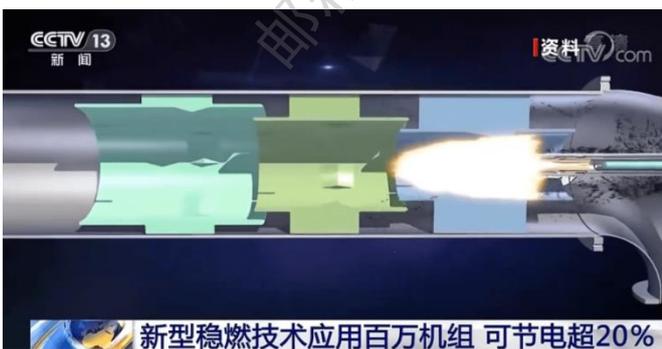


来源: 公司官网, 国联证券研究所

等离子体发生器不断更新换代, DLZ-HV-200 已为第四代。公司夯实研发技术, 不断推出高效轻量化产品, “DLZ-80 高效等离子体点火及稳燃技术” 列入《2020 年中央企业科技创新成果推荐目录》, 最新一代 DLZ-HV-200 高效等离子体点火及稳燃技术在国家能源集团江西神华九江发电公司 2 号机组成功运行, 并且登录央视新闻报道。

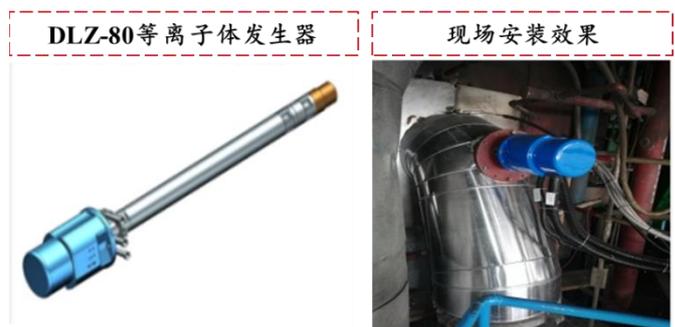
DLZ-80 高效等离子体点火及稳燃技术是公司研发的新一代等离子体点火技术, 具有阴、阳极寿命长, 阴极寿命可达 500h 以上 (相对 DLZ-200 寿命提升 3 倍), 维护便捷 (可依据条件直接替换旧产品), 减重 (等离子体发生器重量仅 35kg, 相对 DLZ-200 降低 80%), 节能高效, 可靠性高, 运行稳定等优点, 可将点火源功率降低 20-30%, 不仅可满足市场对于等离子体点火技术升级的需求, 也非常契合火电灵活性所需的稳燃系统低能耗、易维护的要求。

图表 54: DLZ-HV-200 登陆央视新闻



来源: 公司官网, 国联证券研究所

图表 55: DLZ-80 列入中央企业科技创新成果



来源: 《中央企业科技创新成果集中发布 (2020 年)》, 国联证券研究所

配套设备等离子体电源升级换代。设备投运使用周期延长, 等离子体系统整体使用要求提升, 旧配套设备已出现故障率升高, 检修维修困难等问题, 不能继续满足客户安全运行需要, 公司推出 LYZKG-500 系列电源应用三相桥式全控整流技术及专用等离子体电源控制技术, 可应用于 DLZ-80, DLZ-200, DLZ-300 等产品, 可提供全面的在线模拟量和开关量数据信息, 对公司等离子发生器产品适应性更强, 功率调节范围更宽。

图表 56: 公司 LYZKG-500 电源柜操作简便, 功率调节范围更宽



来源：公司官网，国联证券研究所

世界上首个提出燃煤电厂取消燃油系统的设计理念并成功实施。应用公司等离子体点火技术产品的电站锅炉已有 900 余台，容量超过 3.2 亿千瓦，占国内火电装机总容量的 1/3 以上，市场占有率达到 90% 以上，使用该技术的机组平均发电油耗可降低 90% 以上，累计节约燃油上千万吨。目前全国已建成无燃油电厂 60 座，其中已建成的辽宁国电康平电厂被国家发改委评定为等离子无燃油点火和助燃示范项目，该项目为国际上第一座采用等离子体点火及稳燃技术，并取消燃油系统的燃煤火电厂，该示范项目的整体技术达到国际领先水平。

图表 57: 基建无油案例

国电康平发电厂	
电厂名:	(发改委确定的无燃油系统示范工程)
机组台数×容量	2×600MW
机组状况	新建
锅炉制造商	哈尔滨锅炉厂
锅炉参数和型式	超临界，直流，变压，单炉膛，门型炉
燃烧方式	前、后墙对冲燃烧
等离子体燃烧器数量	1 号炉-3×5 台，2 号炉-2×5 台
等离子体燃烧器位置	1 号炉布置 3 层，2 号炉布置在前后墙最下层
燃油系统	设计为无燃油系统
制粉系统	6 台中速磨，直吹系统
燃煤品种	劣质烟煤
机组投运时间	2008 年 5 月 18 日
调试阶段节油	6000 吨
以后预计年节油	1000 吨
技术应用	锅炉点火和稳燃均使用等离子体点火系统

来源：公司官网，国联证券研究所

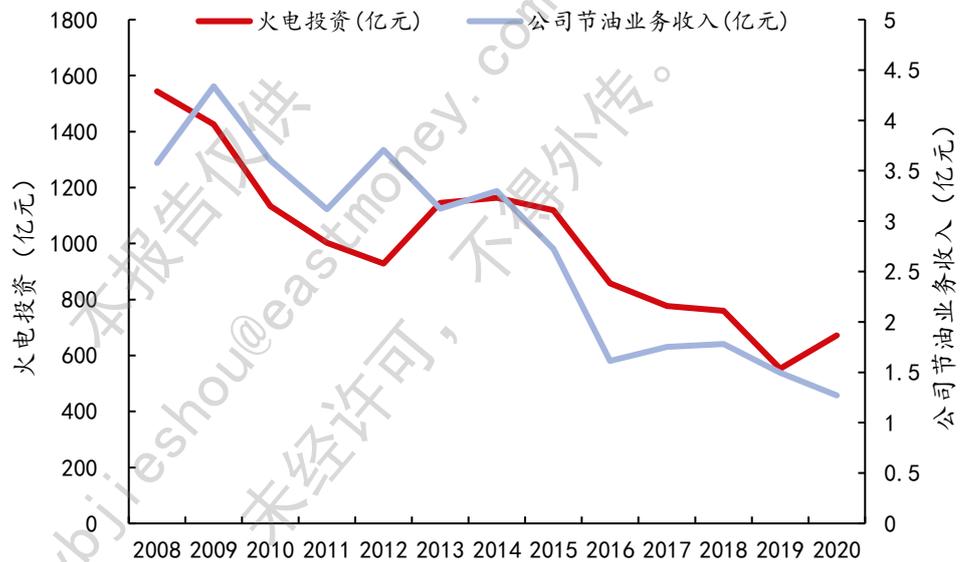
图表 58: 改造后无油案例

电厂名:	蓬莱电厂
机组台数×容量	2×330MW
机组状况	改造
锅炉制造商	哈尔滨锅炉厂
锅炉参数和型式	亚临界参数汽包炉，采用控制循环，一次中间再热，单炉膛，燃烧器摆动调温，平衡通风，固态排渣全钢架悬吊结构，露天布置燃煤锅炉
燃烧方式	直流燃烧器，四角切圆
等离子体燃烧器数量	#1×8 台；#2×12 台
等离子体燃烧器位置	#1: A\C; #2: A\B\C
燃油系统	取消
制粉系统	双进双出钢球磨
燃煤品种	烟煤
机组投运时间	#1 2010 年；#2 2010 年
以后预计年节油	1500 吨
技术应用	锅炉点火和稳燃均使用等离子体点火系统；双尺度低 Nox 燃烧技术

来源：公司官网，国联证券研究所

公司节油业务与火电投资相关性强,当年火电投资与公司节油业务相关性系数为 0.7853。次年火电投资与公司节油业务相关性系数为 0.8468。火电新建及改造行业呈现高景气度,火电投资或有底部反转的趋势。根据历史趋势,公司业绩与火电投资呈现高度相关性,预计公司业绩或将随火电新建及改造量的提升而出现业绩反转。

图表 59: 公司节油业务与次年火电投资相关性很强



来源: 中国电力统计年鉴, 公司公告, 国联证券研究所

### 3.3 锅炉综改与火电节能技术引领者

#### ➤ 煤电锅炉综合改造后可实现低负荷稳燃, 节能, 效率提升

公司具备锅炉综合改造能力, 覆盖锅炉侧改造各个环节。公司具备旁路烟道改造、宽负荷脱硝、煤种改造及锅炉综合改造等技术, 可为机组提供一厂一策的技术支持, 满足客户个性化需求。

承担我国首个亚临界变煤种 310g/kWh 综合节能减排改造项目, 公司在 2015 年 7 月和 2016 年 6 月完成了#1、#2 机组锅炉的综合节能减排改造及超净排放项目, 改造涉及范围包括制粉系统、燃烧系统、风烟系统、汽水系统等, 最终两台机组达到超低排放指标和供电煤耗低于 310g/kwh 的指标 (每台机组带约 20t/h 供热蒸汽), 煤种由淮北刘桥矿混煤改造后使用神华混煤。

#### 改造具体涉及范围:

**制粉系统:** 磨煤机、给煤机、煤粉仓、排粉风机、粗细粉分离器等

**燃烧系统:** 燃烧器、送粉管道、微油点火等

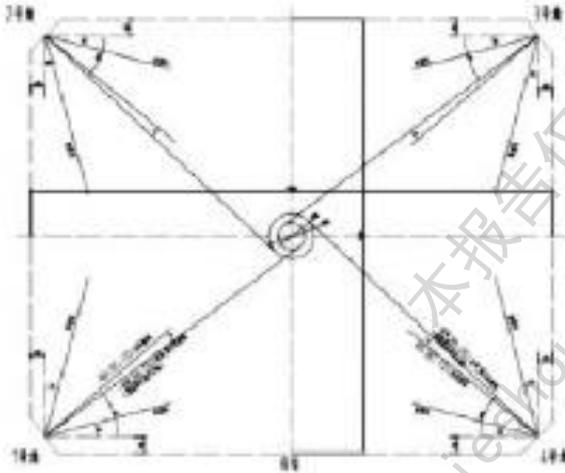
**风烟系统:** 一次风机系统、空气预热器、热二次风道优化等

**汽水系统:** 省煤器、给水管道

燃烧系统改造可实现低负荷稳燃。公司通过采用双尺度低 NOx 燃烧系统, 微油点

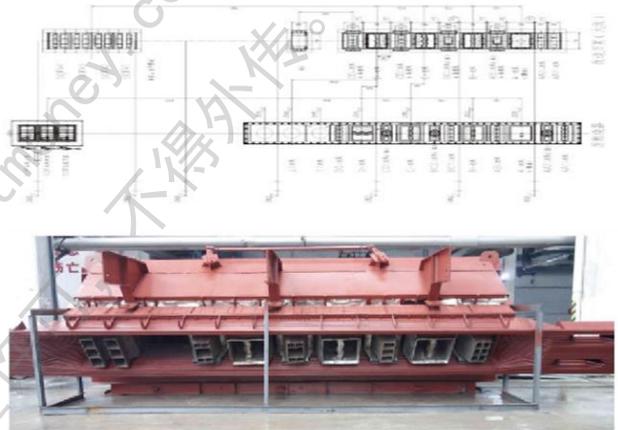
火燃烧器等改造，改造后可由淮北刘桥矿混煤实现 100%神华混煤燃烧，且锅炉无严重结焦现象，金属壁温无超温现象，各负荷工况下 NO<sub>x</sub> 排放由 320-360mg/Nm<sup>3</sup>降低到 180 mg/Nm<sup>3</sup>；最低稳燃负荷 <40%BMCR；锅炉效率由 94%提升到 92.5%，降低煤耗 4.5g/kWh。

图表 60：燃烧器布置图



来源：公司公告，国联证券研究所

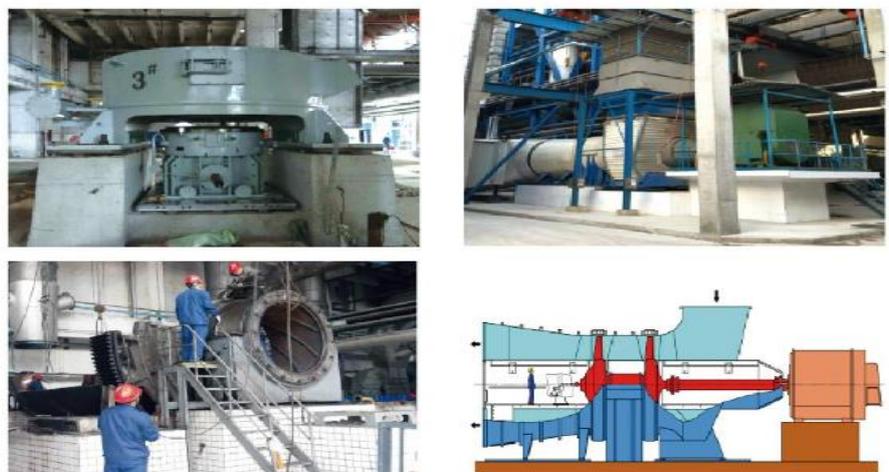
图表 61：燃烧器布置方案图



来源：公司公告，国联证券研究所

制粉系统改造后可降低用电率，降低煤耗，制粉系统由中储式制粉系统改造为中速磨煤机正压直吹式制粉系统，对一次风机进行改造，拆除粉风机、粉煤仓、一次风封箱、粗细粉分离器、输粉机等设备，改造后制粉系统综合电耗大幅降低，综合厂用电率降低 0.72%，降低煤耗 2.3g/KWh，按机组年利用 5000 小时计算，年节约标煤 3680t。

图表 62：制粉系统改造工程图



来源：公司官网，国联证券研究所

汽水系统及空气预热器改造可满足全负荷脱硝 SCR 投入需求，提升运行效率。根据全负荷脱硝需求，省煤器进行分级改造，在 SCR 出口烟道布置部分省煤器受热面，

给水管管道进行改造,对空气预热器进行反转改造和密封改造。改造后满足全负荷脱硝 SCR 投入需求,320MW 负荷下,SCR 入口烟气温度的 380°C,下级省煤器烟温降低 40°C,提高磨煤机出力,#1 炉磨煤机出口温度比#2 炉提高。

图表 63: 汽水系统改造



来源:公司公告,国联证券研究所

图表 64: 空气预热器改造



来源:公司官网,国联证券研究所

- **环保业务: 低氮技术储备丰富, 我国首台 NOx 排放小于 100mg/ Nm<sup>3</sup> 低氮改造机组**

公司的低 NOx 燃烧技术能在保证锅炉效率的前提下,达到环保指标要求,同时具有提高锅炉稳燃性能、防止锅炉结渣等优点。目前应用该技术产品的电站锅炉已有 670 余台,市场占有率 36%,处于行业领先地位。用户在利用该技术对锅炉的燃烧系统进行改造后,在锅炉运行安全性和经济性方面都得到了明显提高,仅直接经济效益,单台锅炉每年至少可节支 700 多万元。

降低 NOx 满足国家颁布的《火电厂大气污染物排放标准》,实现了环保效益与经济效益双赢。该技术还成功出口应用到美国西星能源公司杰弗瑞电厂。目前完成循环流化床(CFB)锅炉低氮和增容改造项目 20 余台,已全部实现氮氧化物的超低排放(NOx ≤ 50mg/Nm<sup>3</sup>),其中,通过炉内低氮燃烧改造可以使炉膛出口 NOx 初始排放由 570mg/Nm<sup>3</sup> 降至 130-150mg/Nm<sup>3</sup>,锅炉效率基本不变。

**全负荷 NOx 超低排放技术。**采用以炉内高效低氮燃烧为主,炉外 SNCR 脱硝为辅,通过优化炉内燃烧组织、合理物料循环控制、空气分级燃烧及烟气再循环相结合的方式实现超低排放,该技术可使炉膛出口烟气中 NOx 含量降至 120~180mg/Nm<sup>3</sup> 以下,结合尾部 SNCR 高效脱硝技术,实现 NOx 浓度小于 50mg/Nm<sup>3</sup> 的全负荷超低排放要求。

**高效低氮燃烧技术**主要有二次风系统改造技术、烟气再循环改造技术、旋风分离器提效技术、返料系统改造技术、炉膛布风板风帽改造技术。

图表 65: 二次风改造&烟气再循环改造

FC 二次风系统改造技术

依据原理: 深度空气分级燃烧  
实现手段: Fluent数值仿真计算辅助设计下, 二次风喷嘴沿炉膛高度和宽度方向上分区优化布置, 射流角度、射流深度的精确控制;  
达到效果: 实现合理空气分级下燃烧份额的再分配, 消除炉内大面积富氧高温区和显著缺氧区域, 提高温度场均匀性, 降低NOx初始排放。



FC 烟气再循环改造技术



依据原理: 利用锅炉烟气含氧量较低的特点, 兼顾物料流化条件下还原性气氛构建  
实现手段: 设置随不同锅炉负荷时将合理烟量引入一次风室的自动控制系统  
达到效果: 实现抑制床温的同时为二次风合理空气分级创造条件, 实现兼顾CFB锅炉高低负荷运行的低NOx初始排放。

来源: 公司公告, 国联证券研究所

图表 66: 旋风分离器&返料系统改造技术

FC 旋风分离器提效技术

依据原理: CFB锅炉的燃烧、传热都离不开大量循环灰的参与, 通过优化现有分离器结构尺寸, 提高分离效率, 增加循环灰量, 优化灰循环效率。  
实现手段: Fluent数值仿真计算辅助设计下, 对分离器进出口、中心筒等结构进行优化改造  
达到效果: 合理降低床温及提高炉膛出口温度, 提升锅炉带负荷能力, 间接降低锅炉NOx初始排放。



FC 返料系统改造技术



依据原理: 返料器正常工作是实现物料循环的关键, 循环灰量的多少决定锅炉带负荷的能力。  
实现手段: 优化返料立腿尺寸、返料风帽布置及结构; 调整返料风量及压力  
达到效果: 实现最佳物料平衡高度下的顺畅返料, 降低返料

来源: 公司公告, 国联证券研究所

专项优化改造技术主要有锅炉提出力改造技术、降床温及炉膛温差改造技术、布风均匀性改造技术、炉内喷钙改造技术等、煤质适应性改造技术、锅炉长周期运行技术、锅炉控制系统优化技术等。

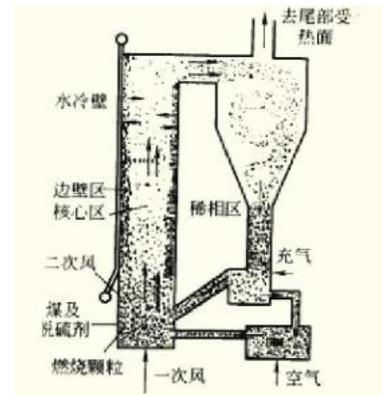
图表 67: 煤质适应性改造技术

通过锅炉系统优化改造, 配合深度燃烧调整技术, 大幅提高煤质适应性, 锅炉运行成本显著下降。  
兖矿济三电力项目改造后大比例掺烧煤泥至60%以上, 灰渣含碳量均低于4%, 新疆盖山屯河项目改造后在不掺烧高岭土的前提下, 高钠煤燃用量提至80%, 吨煤成本降低20%。

全水%	灰分%	挥发分%	全硫%	低位热值 cal/g	K2O+Na2O%	皮带名称	煤质名称	取料时间	水分		挥发分 vol%	全硫 ad%	灰熔点 Staff/°C	低位热值 MJ/Kg
									Nt	Nad				
17.0	13.0	26.3	0.14	4960.1	4.12	甲带	入炉							
17.7	10.0	26.6	0.14	5100.0	5.79	甲带	入炉							
12.7	14.9	23.9	1.58	5021.3	4.50	乙带	入炉	9:10	8.03	2.13	23.97	39.19	0.62	16.880
12.7	16.8	24.1	1.75	4775.7	3.58	乙带	入炉	13:30	7.87					
19.8	17.8	27.7	0.14	4445.9	3.57	煤源带	入炉							
17.0	13.0	26.3	0.14	4960.1	5.12	煤源带	入厂	8:50	7.35	2.54	27.51	31.04	0.58	18.305
21.8	7.6	27.6	0.21	4962.5	4.67	煤源带	入厂	8:30	24.08	2.19	26.33	35.25	0.65	14.268

来源: 公司公告, 国联证券研究所

图表 68: 提出力改造可使欠出力锅炉恢复额定出力



来源: 公司公告, 国联证券研究所

兼具软件实力, 提供电站燃烧与运行智能化解决方案

燃煤电站锅炉低 NOx/燃烧智能调风控制系统。Thinox2.0 低氮燃烧智能调风控制系统通过采用先进建模、优化算法和控制逻辑等相关技术, 构建了面向二次风、SOFA 风的控制系统, 实现锅炉煤质变化、负荷波动频繁等复杂工况下的智能调风、降低保持 NOx 低排放。

Thinox2.0 低氮燃烧智能调风控制系统已成功应用于国电泉州电厂 300MW 亚临界机组。优化控制系统投运后, SCR 入口 NOx 平均排放浓度降低 14.1mg/Nm3、飞灰含碳量下降 0.4%、每年节约标煤 1932 吨, 按每吨标煤价格 700 元计算, 则可节约燃料费 135.24 万元, 同时每年节省喷氨费用为 9.2 万元, 项目直接经济总收益为 145 万元, 一年即可收回成本。

图表 69: Thinox2.0 低氮燃烧控制系统



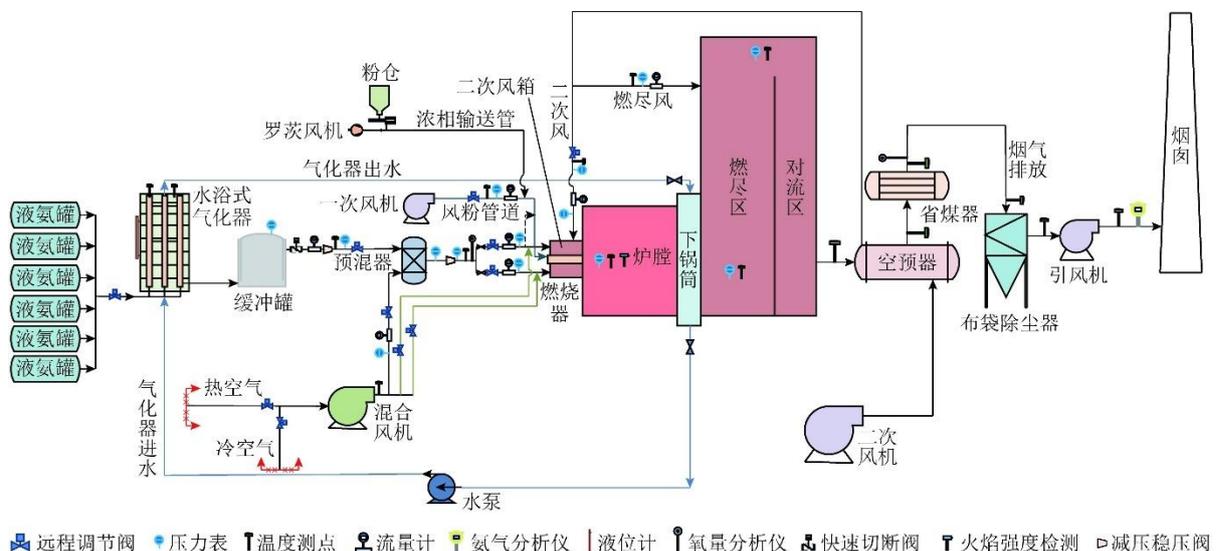
来源：公司官网，国联证券研究所

**AGC 协调及汽温优化控制系统。**AGOniC 通过有机融合预测控制技术、神经网络学习技术及自适应控制技术，提出了现代火电机组 AGC 控制的方案，实现机组 AGC 控制、一次调频控制功能、协调控制等。根据机组实际能力，可达到 2.0%/min 或更高的 AGC 运行速率和更好的负荷控制精度 0.3%，通过预测控制使燃料、给水等控制量的波动幅度减小 60%以上，减少机组设备磨损、延长金属管材寿命、减少爆管等。

➤ **新能源业务：公司混氨燃烧实现 40MW 燃煤锅炉氨混燃比 35%工业验证**

$\text{NH}_3$  是较好的能源载体和载氢低碳燃料， $\text{NH}_3$  与煤在锅炉中混合燃烧极具潜力。 $\text{H}_2$  在常温下液化压力为 70MPa，储存和运输难度大、成本高，短期内无法解决，与  $\text{H}_2$  相比  $\text{NH}_3$  体积能量密度高，常温下只需 0.7~0.8MPa 即可液化，方便储存和运输，也更加安全可靠。 $\text{NH}_3$  作为可大规模利用的零碳燃料，如在燃煤锅炉中作为煤的替代燃料直接利用，可大幅降低我国燃煤机组  $\text{CO}_2$  排放，以  $\text{NH}_3$  替代部分燃煤，采用  $\text{NH}_3$  与煤在锅炉中混合燃烧的方式，是现阶段降低燃煤机组  $\text{CO}_2$  排放更现实的技术。

图表 70: 40MW 燃煤锅炉氨煤混合燃烧试验系统示意图



来源：《燃煤锅炉氨煤混合燃烧工业尺度试验研究》牛涛等，国联证券研究所

公司自主研发的燃煤锅炉混氨燃烧技术取得实质性突破，在 40MW 燃煤锅上炉实现掺氨比例达 35% 的工业验证并通过科学技术成果评审，在燃煤混氨领域的技术水平达到国际领先行列，未来有望充分受益碳中和方向。

## 4. 盈利预测、估值与投资建议

### 4.1 盈利预测

#### 核心假设：

前提条件：2022-2024 年，火电新建装机分别达 20GW/40GW/80GW，火电三改装机分别达 10GW/40GW/70GW。

1) 节油业务：公司节油点火业务国内领先，该业务深度受益于火电新建及改造叠加周期。我们预计 2022-2024 年营收分别为 2.69/6.39/12.6 亿元，同比增长 28%/137.7%/97%。

2) 综合节能改造：公司锅炉侧综合改造业务可与三大锅炉厂直接竞争，深度受益于火电节能降碳改造和灵活性改造。我们预计 22-24 年营收分别为 1.69/3.23/5.6 亿元，同比增长 780%/91.44%/73.25%。

3) 低氮燃烧：公司低碳燃烧业务将继续受益于超低排放趋势。我们预计 22-24 年营收分别为 0.7/0.84/1.01 亿元，同比分别为-42.1%/20%/20%。

4) 混氨业务：混氨燃烧业务系基于公司自主研发的燃煤锅炉混氨燃烧技术，旨在降低火电行业燃煤锅炉碳排放，将提供火电降碳的全新路径。我们预计 22-24 年营收分别为 0.22/0.45/0.89 亿元，同比增长 50%/100%/100%。

5) 清洁供暖业务：该业务系在地热资源丰富的地区，采用中深层地热能+梯级利用技术为当地居民住宅提供供热服务。我们预计 22-24 年营收分别为 0.86/0.9/1.08 亿元，同比年均增长 20%/5%/20%。

6) 工业尾气治理：环保趋严的趋势下，非电烟气治理市场仍将稳步增长。我们预计 22-24 年营收分别为 0.76/0.8/0.96 亿元，同比年均增长 10%/5%/20%。

7) 生物质：主要系探索燃煤电站掺烧生物质燃料发电，探索多元固废耦合燃煤站发电技术，预计 22-24 年营收分别为 0.53/0.62/0.71 亿元，同比年均增长 0%/15%/15%。

图表 71：公司营收测算汇总（百万元）

	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入合计	541.77	781.62	1,365.45	2,333.25
YOY	18.22%	44.27%	74.70%	70.88%
节油业务				
收入	210.00	268.95	639.30	1,259.69
YOY	/	28.07%	137.70%	97.04%
综合节能改造				

	收入	19.19	168.84	323.23	560.00
	YOY	/	779.85%	91.44%	73.25%
<b>低氮燃烧</b>					
	收入	121.50	70.35	84.42	101.30
	YOY	34.78%	-42.10%	20.00%	20.00%
<b>混氮业务</b>					
	收入	14.91	22.37	44.73	89.46
	YOY	/	50.00%	100.00%	100.00%
<b>清洁供暖业务</b>					
	收入	71.53	85.84	90.13	108.15
	YOY	/	20.00%	5.00%	20.00%
<b>工业尾气治理</b>					
	收入	68.96	75.85	79.65	95.58
	YOY	/	10.00%	5.00%	20.00%
<b>生物质</b>					
	收入	/	53.55	61.58	70.82
	YOY	/	0.00%	15.00%	15.00%
<b>智能化软件</b>					
	收入	14.63	19.02	24.72	29.67
	YOY	/	30.00%	30.00%	20.00%
<b>其他</b>					
	收入	21.07	16.85	17.70	18.58
	YOY	-5.23%	-20.00%	5.00%	5.00%

来源：公司公告，国联证券研究所

## 4.2 估值与投资建议

### ➤ 绝对估值法

考虑到公司增长的前景，我们采取 DCF (FCFF) 方法进行估值。无风险收益率采用十年期国债收益率；假设第二阶段 2 年，增长率 50%；长期增长率 0.2%。根据以上关键参数，DCF 估值对应的目标价股价为 11.93 元。

图表 72：基本假设关键参数

估值假设	数值
无风险利率 Rf	2.86%
市场预期回报率 Rm	7.00%
第二阶段年数 (年)	2
第二阶段增长率	50.00%
长期增长率	0.20%
有效税率 Tx	10.00%
Ke	7.84%
Kd	5.85%
WACC	7.84%

来源：iFind，国联证券研究所测算，股价为 2022 年 11 月 22 日收盘价

**图表 73：现金流折现及估值表**

FCFF 估值	现金流折现值	价值百分比
第一阶段	305.37	4.93%
第二阶段	682.51	11.02%
第三阶段（终值）	5,205.95	84.05%
<b>企业价值 AEV</b>	<b>6,193.83</b>	
加：非核心资产	0.00	0.00%
减：带息债务（账面价值）	0.39	0.01%
减：少数股东权益	0.00	0.00%
<b>股权价值（百万元）</b>	<b>6,193.43</b>	<b>99.99%</b>
除：总股本（股）	518,980,440.00	
<b>每股价值（元）</b>	<b>11.93</b>	

来源：iFind，国联证券研究所测算，股价为 2022 年 11 月 22 日收盘价

### ➤ 相对估值法

**PE 估值法：**我们选取受益于火电新建周期的东方电气、青达环保、盛德鑫泰、西子洁能为可比公司，可比公司 2023 年平均 PE 为 20.2 倍，考虑到公司不仅受益于火电新建周期，也受益于火电改造周期，同时公司受益业务占比高达 70%，因此，我们给予公司 2023 年 43 倍 PE，目标股价 12 元。

**PEG 估值法：**在高业绩增速下，公司为火电周期高弹性龙头，PEG 显著低于行业平均，我们给予 2023 年 PEG 目标值 0.55，2023 和 2024 年的 CAGR 为 78.65%，即目标 PE 为 43 倍，对应 2023 年目标价格为 12 元。

**图表 74：可比公司相对估值**

股票 代码	证券 简称	市值 (亿元)	归母净利润 (亿元)			PE (X)			CAGR-2 (%)	PEG
			2022E	2023E	2024E	2022E	2023E	2024E		
600875.SH	东方电气	733.02	29.86	39.34	49.84	25.94	19.68	15.54	29.20%	0.67
688501.SH	青达环保	32.28	0.77	1.14	1.56	42.17	28.33	20.67	42.85%	0.66
300881.SZ	盛德鑫泰	40.99	0.67	1.25	1.73	61.18	32.70	23.74	60.53%	0.54
002534.SZ	西子洁能	123.00	3.02	6.02	8.28	40.69	20.44	14.85	65.51%	0.31
市值加权平均值			23.71	31.55	40.08	29.68	20.21	15.61	30.01%	0.67
300105.SZ	龙源技术	41.93	1.07	1.46	3.41	39.21	28.71	12.28	78.65%	0.36

来源：iFind，国联证券研究所测算，股价为 2022 年 11 月 22 日收盘价，可比公司预测来自 iFind 一致预期

我们预计公司 2022-24 年收入分别为 7.82/13.65/23.33 亿元，对应增速分别为 44.27%/74.7%/70.88%，归母净利润分别为 1.07/1.46/3.41 亿元，对应增速分别为 1698.21%/36.59%/133.68%，EPS 分别为 0.21/0.28/0.66 元/股，2 年 CAGR 为 78.65%。DCF 绝对估值法测得公司每股价值 11.93 元，鉴于公司业务集中在火电新周期的受益方向，综合绝对估值法和相对估值法，我们给予公司 23 年 43 倍 PE，目标价 12 元，首次覆盖给予“买入”评级。

**图表 75：龙源技术财务和估值数据摘要**

财务数据和估值	2020	2021	2022E	2023E	2024E
营业收入（百万元）	458	542	782	1365	2333
增长率（%）	-10.72%	18.22%	44.27%	74.70%	70.88%
EBITDA（百万元）	6	-7	105	153	375
归母净利润（百万元）	10	6	107	146	341
增长率（%）	-29.95%	-39.29%	1698.21%	36.59%	133.68%
EPS（元/股）	0.02	0.01	0.21	0.28	0.66
市盈率（P/E）	428.1	705.1	39.2	28.7	12.3
市净率（P/B）	2.3	2.3	2.2	2.1	1.8
EV/EBITDA	202.7	-337.5	27.9	18.3	6.8

来源：iFind，国联证券研究所测算，股价为 2022 年 11 月 22 日收盘价

## 5. 风险提示

### ➤ 火电新建规模不及预期

火电新建规模受到国家政策、发电集团意愿以及财务能力等多方面因素的影响，其中一环发生问题即可影响最终落地规模。同时能源保障供应的手段除火电外还有核电等其他发电方式，火电尽管在经济性和安全性上占优，但仍非唯一选择。如果火电新建规模不及预期，则最终将影响公司业绩预测的假设，从而使得业绩最终不及预期。

### ➤ 火改经济性不及预期

火电改造受各个发电厂自身意愿影响强烈，电厂层面往往以经济性为第一目标，如果各项制度改革和政策激励进展缓慢，则电厂层面仍看不见改造带来的确定性收益，则会放缓改造脚步，这样对公司改造业务影响较大，使得业绩不及预期。

### ➤ 市场竞争加剧

公司并非垄断供货，目前在等离子体燃烧器领域尚有雄安新动力、武汉天和等竞争对手。如果市场规模急剧扩张，则难免引起竞争对手加大市场开拓和竞争力度，尽管公司技术水平、过往业绩、工程经验等方面均处于领先地位，但可能受到产能产量的限制而丢失部分的市场份额，从而减少了预期的业绩。

### ➤ 关联交易风险

公司关联交易方为国家能源投资集团有限责任公司及内部所属单位，21 年公司向集团内销售商品、提供劳务的关联交易占同类交易金额比例为 40.75%，截至 2022 年 H1 为 69.46%，关联交易占比较高，存在定价不公允，回款不及时资金被占用风险。

**财务预测摘要**

资产负债表						利润表					
单位:百万元	2020A	2021A	2022E	2023E	2024E	单位:百万元	2020A	2021A	2022E	2023E	2024E
货币资金	1135	1211	1384	1613	2027	营业收入	458	542	782	1365	2333
应收账款+票据	578	517	557	729	959	营业成本	371	438	602	1031	1734
预付账款	34	61	75	112	160	税金及附加	5	6	8	15	25
存货	176	184	231	367	570	营业费用	38	41	45	53	62
其他	127	7	23	40	68	管理费用	93	93	102	121	143
<b>流动资产合计</b>	<b>2050</b>	<b>1980</b>	<b>2269</b>	<b>2861</b>	<b>3783</b>	财务费用	-29	-36	-36	-41	-50
长期股权投资	0	78	78	78	78	资产减值损失	-1	-4	-8	-11	-12
固定资产	121	141	128	115	102	公允价值变动收益	1	0	0	0	0
在建工程	15	0	0	0	0	投资净收益	18	2	0	0	0
无形资产	46	48	46	43	40	其他	10	8	66	-6	-7
其他非流动资产	27	83	39	17	14	<b>营业利润</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>118</b>	<b>171</b>	<b>401</b>
<b>非流动资产合计</b>	<b>208</b>	<b>351</b>	<b>291</b>	<b>253</b>	<b>234</b>	营业外净收益	2	1	1	1	1
<b>资产总计</b>	<b>2258</b>	<b>2330</b>	<b>2561</b>	<b>3114</b>	<b>4018</b>	<b>利润总额</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>119</b>	<b>172</b>	<b>402</b>
短期借款	0	0	0	0	0	所得税	0	0	12	26	60
应付账款+票据	302	331	379	537	760	<b>净利润</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>107</b>	<b>146</b>	<b>341</b>
其他	84	175	272	537	910	少数股东损益	0	0	0	0	0
<b>流动负债合计</b>	<b>387</b>	<b>505</b>	<b>652</b>	<b>1074</b>	<b>1670</b>	<b>归属于母公司净利润</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>107</b>	<b>146</b>	<b>341</b>
长期带息负债	0	0	0	0	0	<b>财务比率</b>					
长期应付款	0	0	0	0	0		2020A	2021A	2022E	2023E	2024E
其他	13	11	11	11	11	<b>成长能力</b>					
<b>非流动负债合计</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	营业收入	-10.72%	18.22%	44.27%	74.70%	70.88%
<b>负债合计</b>	<b>399</b>	<b>517</b>	<b>663</b>	<b>1085</b>	<b>1681</b>	EBIT	-362.28%	-61.38%	373.36%	57.10%	169.04%
少数股东权益	0	0	0	0	0	EBITDA	-84.44%	-228.24%	1554.50%	45.62%	144.36%
股本	513	522	519	519	519	归母净利润	-29.95%	-39.29%	1698.21%	36.59%	133.68%
资本公积	677	702	693	693	693	<b>获利能力</b>					
留存收益	669	590	686	817	1125	毛利率	18.95%	19.13%	22.97%	24.51%	25.68%
<b>股东权益合计</b>	<b>1859</b>	<b>1814</b>	<b>1898</b>	<b>2029</b>	<b>2336</b>	净利率	2.14%	1.10%	13.68%	10.70%	14.63%
<b>负债和股东权益总计</b>	<b>2258</b>	<b>2330</b>	<b>2561</b>	<b>3114</b>	<b>4018</b>	ROE	0.53%	0.33%	5.64%	7.20%	14.61%
						ROIC	-1.19%	-4.15%	1.77%	17.04%	45.93%
<b>现金流量表</b>						<b>偿债能力</b>					
单位:百万元	2020A	2021A	2022E	2023E	2024E	资产负债	17.69%	22.17%	25.89%	34.84%	41.85%
净利润	10	6	107	146	341	流动比率	5.3	3.9	3.5	2.7	2.3
折旧摊销	25	23	22	23	23	速动比率	4.6	3.4	3.0	2.2	1.8
财务费用	-29	-36	-36	-41	-50	<b>营运能力</b>					
存货减少	-38	-8	-47	-136	-203	应收账款周转率	1.1	1.3	1.8	2.6	3.7
营运资金变动	5	30	30	59	88	存货周转率	2.1	2.4	2.6	2.8	3.0
其它	51	44	28	157	204	总资产周转率	0.2	0.2	0.3	0.4	0.6
<b>经营活动现金流</b>	<b>23</b>	<b>59</b>	<b>104</b>	<b>208</b>	<b>404</b>	<b>每股指标(元)</b>					
资本支出	-26	-8	-5	-5	-5	每股收益	0.0	0.0	0.2	0.3	0.7
长期投资	1022	19	0	0	0	每股经营现金流	0.0	0.1	0.2	0.4	0.8
其他	-865	-85	61	-1	-1	每股净资产	3.6	3.5	3.7	3.9	4.5
<b>投资活动现金流</b>	<b>130</b>	<b>-74</b>	<b>57</b>	<b>-5</b>	<b>-5</b>	<b>估值比率</b>					
债权融资	0	0	0	0	0	市盈率	428.1	705.1	39.2	28.7	12.3
股权融资	0	9	-3	0	0	市净率	2.3	2.3	2.2	2.1	1.8
其他	-103	-27	16	27	16	EV/EBITDA	202.7	(337.5)	27.9	18.3	6.8
<b>筹资活动现金流</b>	<b>-103</b>	<b>-18</b>	<b>13</b>	<b>26</b>	<b>16</b>	EV/EBIT	(60.7)	(80.3)	35.4	21.5	7.3
<b>现金净增加额</b>	<b>50</b>	<b>-33</b>	<b>173</b>	<b>229</b>	<b>414</b>						

数据来源:公司公告、iFinD, 国联证券研究所预测; 股价为2022年11月22日收盘价

## 分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

## 评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后6到12个月内的相对市场表现，也即：以报告发布日后的6到12个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A股市场以沪深300指数为基准，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普500指数为基准；韩国市场以柯斯达克指数或韩国综合股价指数为基准。	股票评级	买入	相对同期相关证券市场代表指数涨幅20%以上
		增持	相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于5%~20%之间
		持有	相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于-10%~5%之间
		卖出	相对同期相关证券市场代表指数跌幅10%以上
	行业评级	强于大市	相对同期相关证券市场代表指数涨幅10%以上
		中性	相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于-10%~10%之间
		弱于大市	相对同期相关证券市场代表指数跌幅10%以上

## 一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属国联证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“国联证券”）。未经国联证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为国联证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，国联证券不因收件人收到本报告而视其为国联证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但国联证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，国联证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，国联证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

国联证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。国联证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。国联证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

## 特别声明

在法律许可的情况下，国联证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到国联证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

## 版权声明

未经国联证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、转载、刊登和引用。否则由此造成的一切不良后果及法律责任有私自翻版、复制、转载、刊登和引用者承担。

## 联系我们

**无锡：**江苏省无锡市太湖新城金融一街8号国联金融大厦9层

电话：0510-82833337

传真：0510-82833217

**北京：**北京市东城区安定门外大街208号中粮置地广场4层

电话：010-64285217

传真：010-64285805

**上海：**上海市浦东新区世纪大道1198号世纪汇广场1座37层

电话：021-38991500

传真：021-38571373

**深圳：**广东省深圳市福田区益田路6009号新世界中心29层

电话：0755-82775695