



南京创能
NANJINGCHUANGNENG

有机催化烟气综合清洁技术 (脱硫、脱硝、脱汞三效合一) 等离子无油点火节能减排系统

- 多效合一烟气综合治理系统
- 脱硫效率超过99%，对燃料含硫量没有要求
- 可实现低温脱硝
- 脱硫脱硝脱汞一次完成
- 无二次污染，可产生优质的复合化肥副产品



GREEN

Green issues and political movements relate to or are concerned with the protection of the environment.

目录

前言

一、公司简介

二、有机催化烟气清洁技术

三、低温等离子无油点火节能减排系统

四、炉内深度分级低 NOX 燃烧技术

五、资质证书





前言

节能减排是中国的一项基本国策，是利国利民的大事。新的《火电厂大气污染物排放标准》已经于 2012 年 1 月 1 日起执行，新标准大幅提升了污染物排放标准，强制性污染物排放指标增加到 4 个，分别是二氧化碳、烟尘、氮氧化物以及汞，成为世界上最严格的标准。在国家对排污指标要求越来越严格，要求治理的污染物越来越多的宏观政策环境下，只有企业自觉自愿地积极履行减排义务，中国的整体环境才能得到真正改善。而推动企业履行减排义务最有效的原动力还是企业可以从减排中获得收益。

我们价值理念是，节能减排不仅对国家和环境有利，其过程也应该经济可行，不给企业带来额外的成本负担。我们的减排方案以节省初期投资成本，一次投入解决多项减排问题，避免减排过程中的二次污染，产生具有经济价值的副产品，为企业的长期运行带来收益为宗旨。

本公司主推的“有机催化烟气综合清洁技术”，已在欧盟及美国取得相应的专利证书，在中国的专利申请正在受理和审批中。此技术已在罗马尼亚雅西电厂脱硫项目成功运行三年，经国际权威机构 ICPET 检测，脱硫指标优异，同时具有良好的脱硝、脱重金属和二次除尘的效果，脱硫副产品为有价值的化肥，能够为业主带来一定的运行收益。该技术在中国的工业锅炉、钢厂、电厂、化工厂、水泥厂等也已有成功案例。有机催化烟气综合清洁利用技术被誉为二十一世纪烟气净化技术的一个重大推进。

本公司是在中国推广和确售有机催化烟气综合清洁利用技术，并为最终用户提供长期售后服务和技术支持的独家授权有效平台。公司以“诚信为基、创新为力，追求卓越，愿与广大客户共创美好蓝天”！

二、公司简介

南京创能电力科技开发有限公司成立于 2000 年，是集科研、设计、制造和经营为一体的股份制高新技术企业，以国家重点高校和



科研机构的高科技成果为导向，主要从事电力、石化、冶金、新材料、节能、环保等高新技术领域，特别在电站锅炉控制、燃烧设备、锅炉辅机和节能环保设备的开发和制造方面有良好的业绩及先进的技术。


公司以开发创新为中心、以人才建设为基础、以优质服务为宗旨。

公司拥有一支高素质的人才队伍，其中工程技术人员占 90%，他们经验丰富、技术精湛，敬业于研究、设计、制造、销售和现场



服务等各个岗位，能够按照用户的需要设计、制造有关产品并随时提供完善、周到的现场服务。

公司专业从事电站燃烧领域的节能、环保技术的研究开发、设计制造、技术服务、技术咨询等业务，提供给用户最合适的产品解



决方案。公司产品解决方案包括低温等离子无油点火系统、炉内深度分级低NO_x燃烧技术、燃烧优化系统等。公司的低温等离子体炉内深度分级低NO_x燃烧技术已达到国际最先进水平。

公司以著名的高等院校、电力设计院、专业研究所为技术依托，依靠人才优势与雄厚的科技实力和良好的信誉，积极为我国的经济建设服务。

南京创能电力科技开发有限公司具有高效率的管理体制和完善的质量控制系统，公司拥有贯穿各个部门和环节的 ISO9001 质量保证体系，有效地保证了设计、制造、营硝和售后服务等工作的顺利完成。

公司采用“以人为本”的管理模式，全面激励和调动科研开发、营硝服务及最终用户的积极性，力争做好设计、制造、安装、调试、培训一条龙服务工作，已“可持续发展”保护生态环境为己任，积极参加国际国内的先进技术交流、技术合作等活动，让人类的天更蓝、水更绿、环境更美好，真正在国内外用户心目中建立起全新的企业形象。公司将本着“守信、优质、互利”的原则，为我国电力、石化、冶金等行业的发展作出应有的贡献。

工艺技术简介

有机催化烟气综合清洁利用技术，是来自以色列的一种废烟气清洁新工艺技术，已获得欧盟和美国的专利。其核心是采用了 Lextran 公司专利生产的有机催化剂，该有机催化的基体是专利生产的一种含有硫氧基团 ($>S=O$) 的复杂化合物，将这种富含硫氧基团的有机物按一定比例与水混合，而得到一种稳定的乳化液——有机催化剂，利用其高效脱除酸性气体的优越性能，结合在世界范围已得到广泛使用的成熟的石灰石——石膏湿法空塔喷淋工艺（或其他如鼓泡塔、填料塔工艺），产生了世界领先的“多效合一”（具有脱硫、脱硝、脱重金属、二次除尘的功能）的新一代湿法烟气综合清洁利用技术。

该专利技术，适用于治理电厂和其它工业装置所排放的烟气污染物。在美国得克萨斯州实验室对 Lextran 有机催化剂进行了检测，充分肯定了其处理效果。

该技术已获欧盟及美国专利：

已获专利：EU#1225967； US#6, 881, 243

EU#10/596, 400； USA#04806657. 5

有机催化技术在罗马尼亚电厂应用的案例成功后，LEXTRAN 公司与罗马尼亚的 200MW 电厂和一个锌加工厂、南非 ESCOM 电力集团旗下的 100MW 的电厂以及美国工业联盟旗下 200MW 电厂开始了项目合作。

该技术已经得到了政府、国内外知名媒体、业界充分肯定。

环保部——中国环境报，科技部——科技日报，商务部，国家发改委国际合作中心，教育部科技以发展中心；以色列驻华使馆商务处，中国驻以色列大使馆；凤凰网，路透社，耶路撒冷邮报，雅虎，商业周刊；华电集团，全国节能监测管理中心，化工报，冶金报等。

一、有机催化烟气综合清洁技术

有机催化技术来源

- 以色列 Lextran 开发了一种独特的烟气处理专利技术，用于治理电厂和其它工业装置所排放的烟气污染物，我们称之为有机催化烟气综合清洁利用技术。该技术已获欧盟及美国专利。
- 创能是在中国包括香港地区推广和零售 Lextran 技术的独家授权有效平台。
- 经过近三年的本地化适应，创能更深入地理解了有机催化烟气综合清洁利用技术的精髓，为其在中国的本地化应用奠定了良好的基础。

世界领先的脱硫、脱硝、脱汞三效合一系统

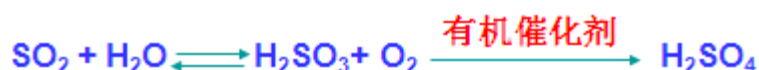
- 目前在世界范围内，有不少单一完成脱硫，脱硝，或脱汞技术；
- Lextran 的有机催化技术是当前世界范围内唯一已经成功商用的，在同一脱硫塔内能同时完成脱硫、脱硝、脱汞的三效合一烟气减排系统；
- 有机催化三效合一技术的核心是采用了有机催化剂——一种专利生产的含有亚硫酰基 ($>S=O$) 官能团的一类非常稳定的乳状液有机化合物。

有机催化法烟气综合清洁利用技术优势

- 脱硫效果显著，可将烟气出口的SO₂平均含量控制在很低的排放（如烟气出口SO₂平均值<50mg/m³）；
- 同时具有多效减排效果，适应国家日益严格的环保要求；
- 脱氮效率 <100mg/m³ 脱汞效率 90%；
- 系统无二次污染，将二氧化硫、氮氧化物等污染物转变为有销售价值的硫铵硝铵复合化肥；
- 对燃煤含硫量波动适应能力强，保证煤源变化时仍能达标排放；
- 催化剂循环使用，降低运行成本，符合国家节能政策；
- 脱硫脱硝效率稳定，保证系统长周期稳定达标运行。

有机催化法脱硫基本原理

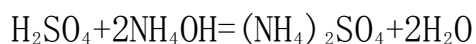
- 脱硫的基本反应原理



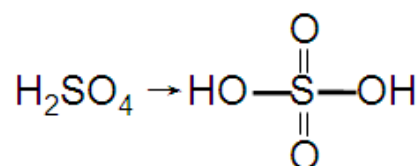
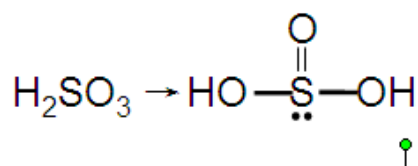
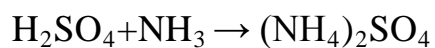
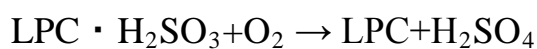
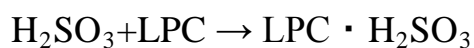
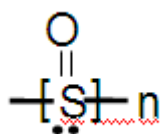
当SO₂转变成亚硫酸（H₂SO₃）时，有机催化剂与之结合成稳定共价化合物，它们被持续氧化成硫酸，然后催化剂与之分离。



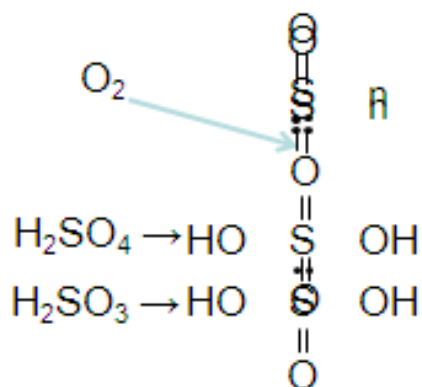
有机催化烟气综合清洁技术完美地实现了上述反应，并通过加入碱性中和剂（氨水），制成高品质的硫酸铵化肥。



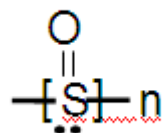
催化剂有效分子片段



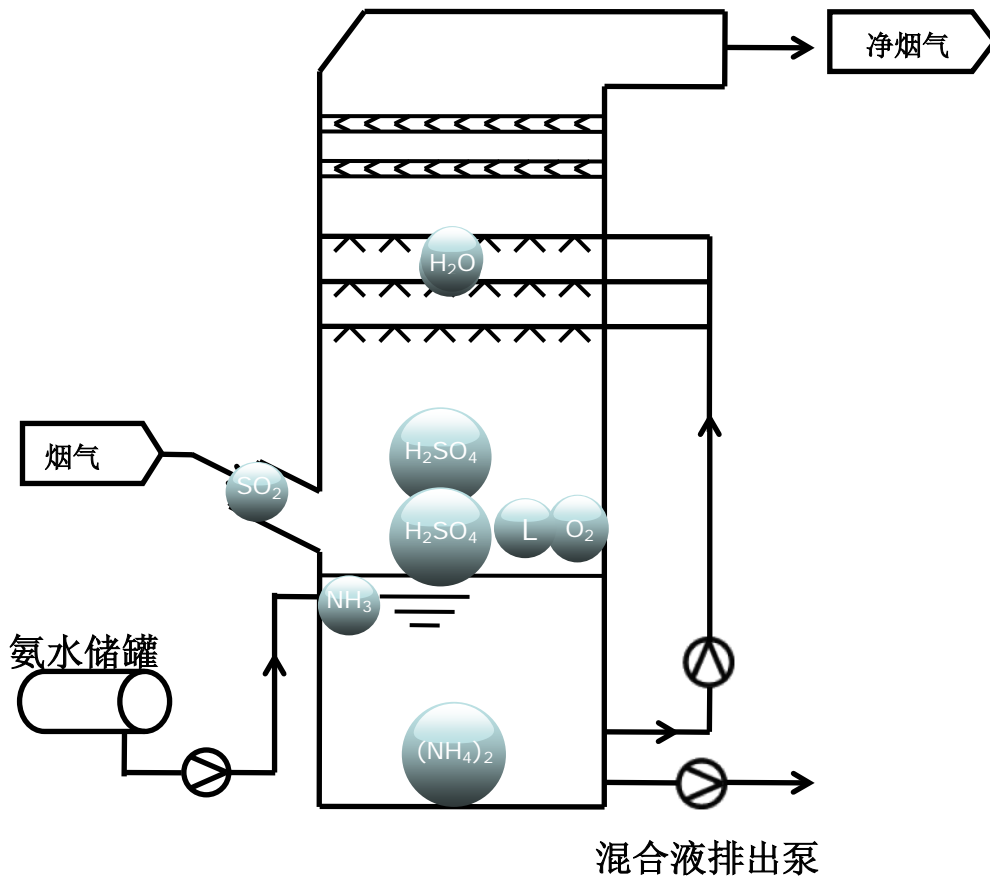
有机催化法的硫酸氨化肥是通过酸碱中和产生的，反应速度比较快，工艺流程与工业生产化肥基本一致。



催化剂有效分子片段:



有机催化烟气综合清洁技术基本原理



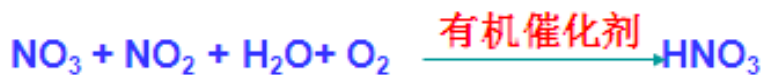
塔型—空塔（等同石灰石/石膏法用塔）

1. $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$
2. $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{L} \rightarrow \text{L} \cdot \text{H}_2\text{SO}_3$
3. $\text{L} \cdot \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{L} + \text{H}_2\text{SO}_4$
4. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NH}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

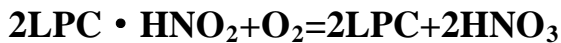
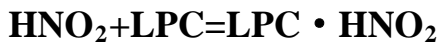
有机催化法脱硝基本原理

- 脱硝的基本反应原理（氧化法）

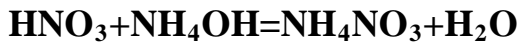
一氧化氮（NO）难溶于水，需要先被氧化，才能在水溶液中被吸收。



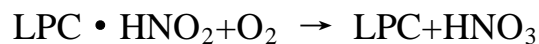
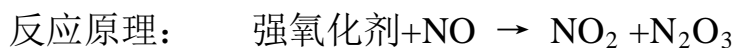
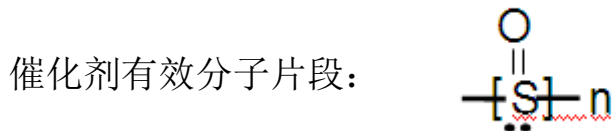
当 NO_x 转变成亚硝酸（ HNO_2 ）时，有机催化剂与之结合成稳定络合物，它们被持续氧化成硝酸。

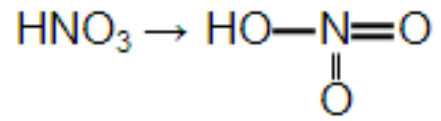
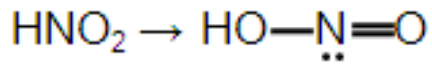
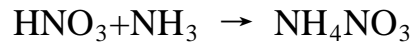


有机催化烟气综合清洁技术完美地实现了上述反应，并通过加入碱性中和剂（氨水），制成硝酸铵化肥。



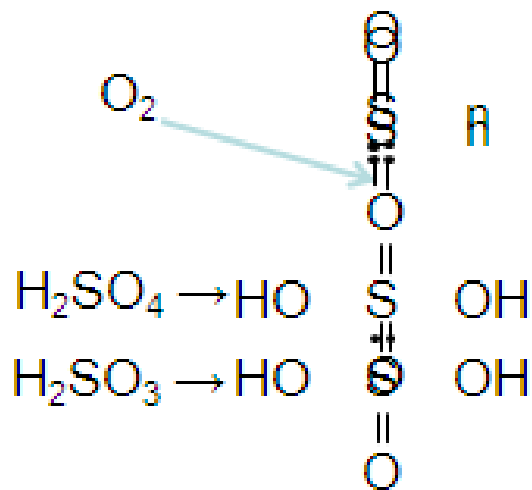
有机催化法技术原理



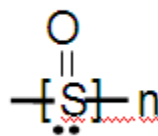


有机催化法的硝酸氨化肥是通过酸碱中和产生的，反应速度比较快，工艺流程与工业生产化肥基本一致。

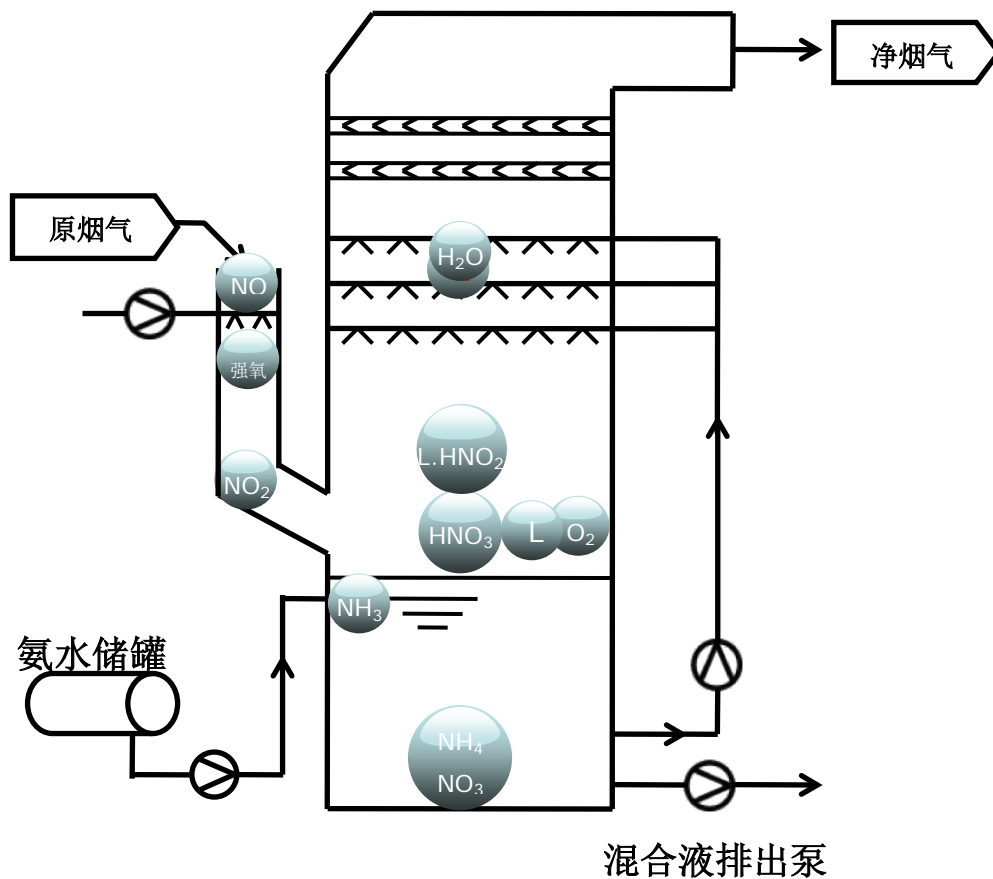
有机催化法分子片段



催化剂有效分子片段：



有机催化烟气综合清洁技术基本原理



塔型—空塔（等同石灰石/石膏法用塔）

1. 强氧化剂+NO → H₂O+NO₂
2. NO₂+H₂O → HNO₂
3. HNO₂+LPC → LPC • HNO₂
4. LPC • HNO₂+O₂ → LPC+HNO₃
5. HNO₃+NH₃ → NH₄NO₃

有机催化烟气综合清洁技术基本原理

脱除汞和其它重金属原理

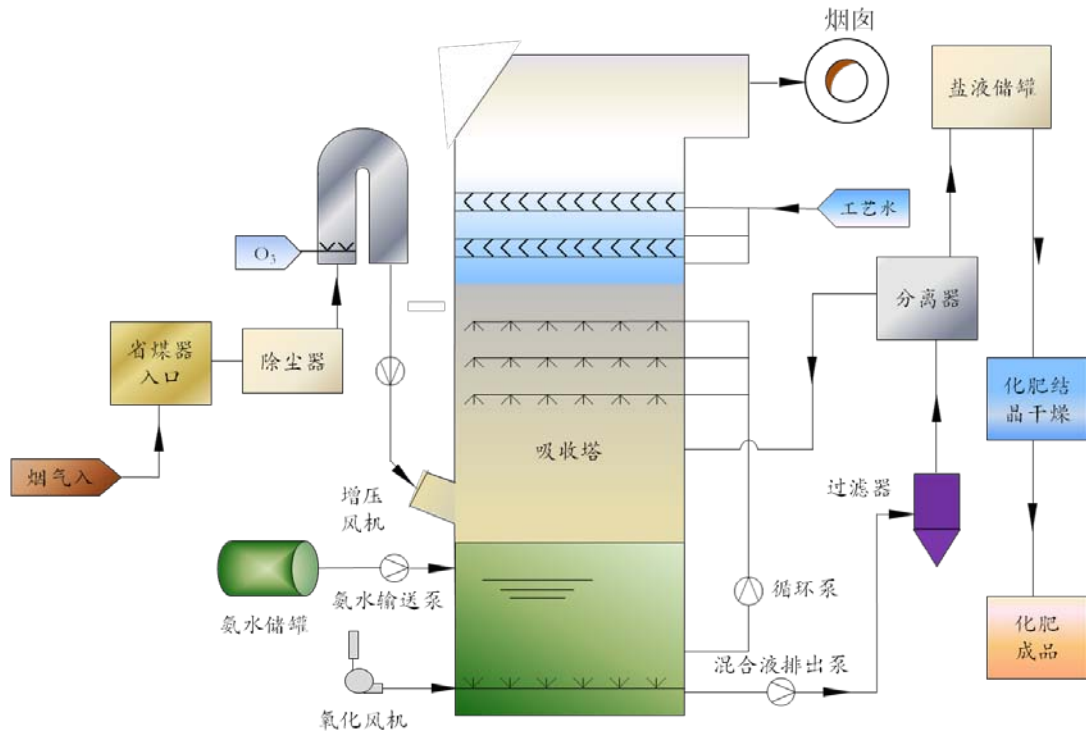
- Lextran 有机催化剂对汞等重金属有极强的物理溶解吸附效果，催化剂为非常稳定的中性有机物，不与重金属发生化学反应；
- 有机催化剂可以持续地对废气中的含量很少的汞进行吸附、收集，当催化剂吸收重金属饱和后(约 16000 小时以上)，再进行清洗分离，催化剂重新具有捕获汞的能力；
- 有机催化剂萃取汞和其他重金属的功能，（无论吸附是否饱和）并不影响脱硫和脱氮工艺的正常进行；

有机催化脱重金属对比表

脱硫系统运行前后脱除汞和其它重金属对比表：

parameter	mg/kg	parameter	mg/kg
Ag	<0.08	P	<0.066
Al	3.4	Pb	16.3
As	<0.24	S	10200
B	1.44	Sb	<0.36
Ba	0.106	Se	<0.11
Ca	64	Si	3.91
Cd	1.92	Sn	<0.20
Co	<0.027	Sr	0.38
Cr	0.565	Ti	<0.07
Cu	7	Tl	<0.03
Fe	1220	V	55
Hg	<0.05	Zn	<0.066
K	112		
Li	<0.002		
Mg	14.3		
Mn	8.6		
Mo	<0.02		
Na	11.8		
Ni	1.1		

有机催化烟气脱硫工艺流程图



有机催化系统的对外排放分析

对外排放点一：


经脱硫、脱重金属和二次除尘后符合排放标准的烟气；

对外排放点二：

过滤后排出的烟尘滤渣饼，在脱硫过程中没有参与化学反应，不产生二次污染；可与炉渣一并处理；

对外排放点三：

硫酸铵化肥盐液经干燥结晶后，可用于销售；盐液中的水分以蒸气方式排出。



结论：有机催化脱硫系统不产生二次污染！

有机催化工艺系统特点

- 湿法脱硫塔成熟工艺与催化剂的完美结合，克服了传统湿法工艺中脱硫效率不高、运行不稳定、容易堵塞结垢、副产品没有利用价值等问题；
- 整个工艺系统流程非常简单，没有涉及任何温度变化；运行可靠，维护简便；
- 催化剂在整个流程中不发生化学形状的变化，可长期循环使用；
- 工艺流程中无二次污染，真正做到以环保方式解决环保问题。

副产品品质更优

- 酸碱中和得到的副产品品质更稳定；
- 经过液态除尘系统去除杂质，使副产品品质更纯净；
- 如果同时脱硫脱硝，因硝酸铵的含氮量更高，提升了副产品的整体含氮量，带来更高的副产品收益。

副产品硫酸铵化肥的主要销路

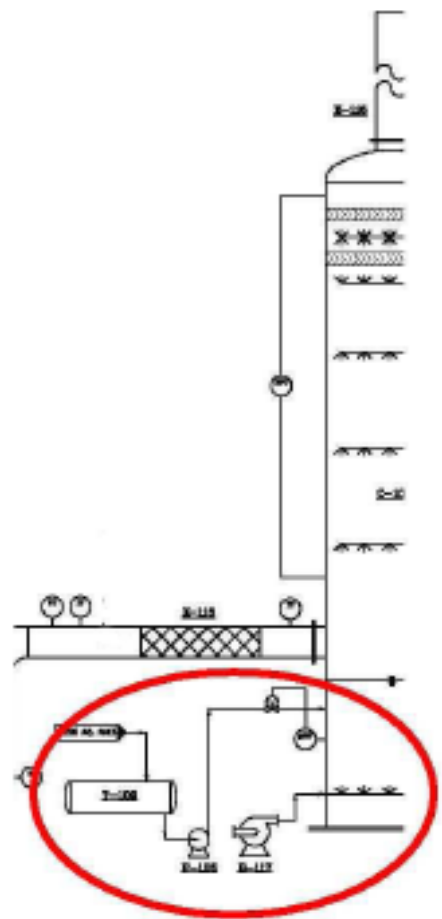
- 做为复合化肥的生产原料；
- 直接做为农用化肥进行销售；
- 做为稀土提炼原料进行销售。

有机催化烟气综合清洁技术工艺特点

生产有价值的副产品，无废物排放

利用氨水作为中和剂制取硫酸铵（硝酸铵）化肥

- 将氨水加入脱硫塔里下部的混合液中，通过循环泵使氨水尽可能和塔中的酸液充分混合，最终得到稳定的硫酸铵（硝酸铵）混合盐液；配备蒸发结晶系统，可以制成化肥干粉直接销售，水则回用（无废水排放）；
- 允许使用稀氨水，提高废物利用效益；
- 系统可以有效抑制氨的逃逸发生；
- 可以从多种碱性材料中选用用户适意的原料对酸液进行中和，并制取有价值的副产品。例如：可以使用 KOH 等碱性材料做中和剂，产生硫酸钾化肥。



有机催化烟气综合清洁技术工艺特点

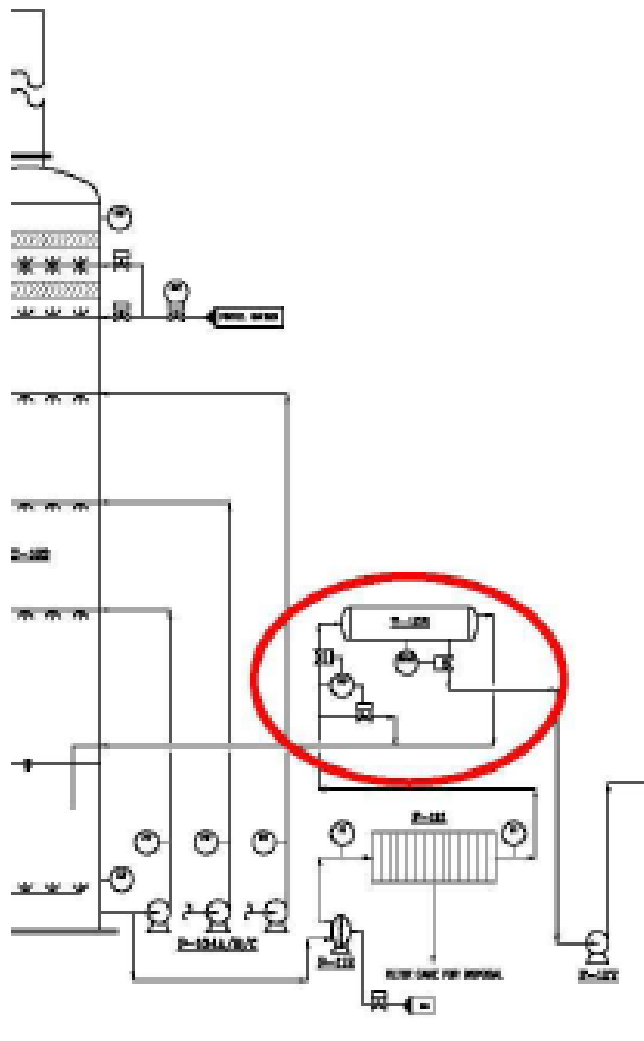
催化剂循环使用

催化剂（比重小于 1）在塔内工作，在塔外与混合液（比重大于 1.2）

进行物理式分离

分离后的催化剂被送回脱硫塔，循环使用。

有效降低了运行成本；





催化剂的循环使用写真



罗马尼亚项目现场写真



有机催化技术在中国市场的现状

- 环保部相关部门已将有机催化技术列为环保重点跟进技术，并将顺义 160t 供热锅炉脱硫脱硝一体化项目列为全国先进示范项目。
- 已赢得大唐集团旗下重庆石柱电厂 2×35 万高硫煤机组脱硫项目，项目设计进行中；
- 在钢铁行业的烧结机脱硫示范项目正在实施中-----泰山钢铁 265m²烧结机脱硫系统已于 2012 年 6 月中旬投运；
- 已与国电清新等大型知名环保技术公司、中国安防投资公司等建立战略合作伙伴关系。

典型工程案例：

天利有机催化脱硫系统



液态除尘及控制室



天利有机催化脱硫系统



氨水储罐化肥
结晶造粒系统

天利有机催化脱硫系统数据

- 烟气出口SO₂ 含量: 0-10mg/m³
- 烟气波动适应范围: 20%-110%
- 氨水逃逸值: <3ppm
- PH 值范围: 5-6.5



天利有机催化脱硫脱硝系统



天利有机催化脱硫系统数据

环保检测单位	检测项目	数值	单位	报告日期
顺义区环境保护局 环境监测站	SO ₂ 入口浓度	249	mg/m ³	2011年12月31日
	NO _x 入口浓度	176	mg/m ³	
	SO ₂ 出口浓度	3	mg/m ³	
	NO _x 出口浓度	25	mg/m ³	
谱尼国际检测机构	Hg 入口浓度	0.075	ug/m ³	2011年11月29日
	Hg 出口浓度	未检出	ug/m ³	
谱尼国际检测机构	烟尘入口浓度	11.6	mg/m ³	2011年11月29日
	烟尘出口浓度	9.9	mg/m ³	

天利有机催化脱硫副产品

根据硫酸铵国家标准 GB 535-1995

	优等品	一等品	合格品	检测样品
外观 氮含量（以干基计） \geq	白色晶体，无可见机械杂质 21.0	无可见机械杂质 21.0	无可见机械杂质 20.5	白色晶体，无可见机械杂质 20.92
水分(H ₂ O) \leq	0.2	0.3	1	1.04
游离酸(H ₂ SO ₄)含量 \leq	0.03	0.05	0.20	0.043

泰钢烧结脱硫项目介绍



序号	项目名称	单位	数值	备注
1	烧结机规格	m ²	265	
2	装机数量	台	1	
3	烟气含湿量	%	10	
4	标况湿烟气量	Nm ³ /h	104.55×104	全烟气
5	排烟温度	℃	150	
6	烟气含氧量	%	15	
7	入口烟尘浓度	mg/Nm ³	≤ 100	
8	入口SO ₂ 浓度	mg/Nm ³	800	
9	出口SO ₂ 浓度	mg/Nm ³	≤ 100	
10	主系统 年运行时间	h	8000	



当前的中国环保政策宏观形势

国家越来越重视环境保护问题:

- 环保减排指标越来越严格

SO₂ <100mg/m³

NO_x <100mg/m³

- 从要求单效减排转变成要求多效减排

除要求脱硫脱硝外, 还要求脱汞和除尘

其中要求 汞 <0.03ug/m³

PM2.5 也开始提上日程

与石灰石/石膏湿法(FGD)的比较

	石灰石/石膏湿法	有机催化法
占用场地	大	小
吸收剂预处理系统	需要	不需要
耗电量	较高	较低
磨损、结垢及腐蚀	严重	较轻
系统配置	比较复杂	相对简单
排放CO ₂	脱硫同时排放CO ₂	无
脱硫副产品	石膏(不易销售,造成二次污染)	化肥(易销售, 农用化肥)
是否同时脱硝脱汞	不能	同一系统中完成



有机催化脱硝与 SCR 脱硝的比较

	SCR 法	有机催化法
催化剂中毒	易与碱金属反应，易失效中毒	不易与碱金属反应，不产生中毒现象
催化剂安装方式	支架安装，烟道改动大，空预器易堵塞	加入吸收塔，不影响空预器
引风机改造	增加阻力，需改造引风机	不增加阻力，无需改造
锅炉改造	需要改动锅炉	不需改动锅炉
影响锅炉运行	需长时间停运锅炉	不需要
副产品回收	无法回收	可回收有价值副产品
氨逃逸	产生氨逃逸腐蚀下游设备	不产生氨逃逸
脱硝效率	开始较高逐渐劣化	较高，保持稳定

创能用户服务理念

- 以用户需求为导向，建立本地化的服务机构或运营团队；
- 保证质量，控制运行成本；
- 良好的操作规程和运行维护指导；
- 做好常规运行和应急故障处理培训；
- 定期技术巡检，对系统进行实时诊断，减少潜在故障可能性。



石化电厂燃煤 410 吨锅炉（NO_x按 400mg计）

有机催化综合烟气综合清洁项目烟气参数及出口浓度

名称	单位	处理前烟气	烟气出口标准	拓展能力
烟气量	Nm ³ /h	470000		
粉尘浓度	mg/Nm ³	150		
温度	℃	130		
NO _x 浓度	mg/Nm ³	400	<100	<50
SO ₂ 浓度	mg/Nm ³	2000	<50	<30
汞排放浓度（ug/Nm ³ ）			<0.03	

注：1、二氧化硫浓度按照 2000mg/Nm³考虑，

2、氮氧化物按照 400mg/Nm³考虑，

3、年操作时间按 8000 小时考虑。

石化电厂燃煤 410 吨锅炉（NO_x按 400mg计）

有机催化综合烟气综合清洁项目物料消耗

序号	名称	单位	数量
1	液氨	t/a	4534
		t/h	0.57
2	年水耗	t/a	184000
		t/h	23
3	年耗电量	104kW.h/a	1648
		Kw	2060
4	蒸汽耗量	t/a	24113
		t/h	3
5	氮肥产量	t/a	18130
		t/h	2.27
6	脱除量SO ₂	kg/h	916
7	脱除量NO _x	kg/h	141



8	年总运行时间	h	8000
---	--------	---	------

石化电厂燃煤 410 吨锅炉 (NO_x按 400mg计)

有机催化综合烟气综合清洁项目物料消耗分析

序号	名称	单位	数量	费用 (万元)	单价	
1	液氨	t/a	4534	1360	3000	元/吨
2	年水耗	t/a	184000	82	4.5	元/t
3	年耗电量	104kW.h/a	1648	923	0.56	元/度
4	蒸汽耗量	t/a	24113	193	80	元/吨
5	氮肥产量	t/a	18130	1813	1000	元/吨
6	环保减排费 (未计)	kg/h	8460000	533	0.63	元/kg
7	年总运行费用	万元/年		745		
8	单位运行费用	元/kg		0.88(元/kg)		

注：1、每年脱硫脱硝总体运行物料消耗仅 745 万元，尚未计入节约的减排费。

石化电厂燃煤 410 吨锅炉 (NO_x按 200mg计)

有机催化综合烟气综合清洁项目烟气参数及出口浓度

名称	单位	处理前烟气	烟气出口标准	拓展能力
烟气量	Nm ³ /h	470000		
粉尘浓度	mg/Nm ³	150		
温度	℃	130		
NO _x 浓度	mg/Nm ³	200	<100	<50
SO ₂ 浓度	mg/Nm ³	2000	<50	<30
汞排放浓度 (ug/Nm ³)			<0.03	

注：1、二氧化硫浓度按照 2000mg/Nm³考虑，

- 2、氮氧化物按照 200mg/Nm³考虑,
- 3、年操作时间按 8000 小时考虑。

石化电厂燃煤 410 吨锅炉 (NO_x按 200mg计)

有机催化综合烟气综合清洁项目物料消耗

序号	名称	单位	数量
1	液氨	t/a	4108
		t/h	0.5
2	年水耗	t/a	184000
		t/h	23
3	年耗电量	104kW.h/a	1464
		Kw	1830
4	蒸汽耗量	t/a	21446
		t/h	2.68
5	氮肥产量	t/a	16125
		t/h	2.1
6	脱除量SO ₂	kg/h	916
7	脱除量NO _x	kg/h	47
8	年总运行时间	h	8000

石化电厂燃煤 410 吨锅炉 (NO_x按 200mg计)

有机催化综合烟气综合清洁项目物料消耗分析

序号	名称	单位	数量	费用 (万元)	单价	
1	液氨	t/a	4108	1232	3000	元/吨
2	年水耗	t/a	184000	82.8	4.5	元/t
3	年耗电量	104kW.h/a	1464	819	0.56	元/度
4	蒸汽耗量	t/a	21446	172	80	元/吨
5	氮肥产量	t/a	16125	1613	1000	元/吨
6	环保减排费 (未计)	kg/h	7708000	0.00		元/kg
7	年总运行费用	万元/年		694		



8	单位运行费用	元/kg		0.9		
---	--------	------	--	-----	--	--

注：1、每年脱硫脱硝总体运行物料消耗仅 694 万元，尚未计入节约的减排费。

石化电厂燃煤 220 吨锅炉（NO_x按 200mg计）

有机催化综合烟气综合清洁项目烟气参数及出口浓度

名称	单位	处理前烟气	烟气出口标准	拓展能力
烟气量	Nm ³ /h	265000		
粉尘浓度	mg/Nm ³	150		
温度	℃	130		
NO _x 浓度	mg/Nm ³	200	<100	<50
SO ₂ 浓度	mg/Nm ³	2000	<50	<30
汞排放浓度（ug/Nm ³ ）			<0.03	

注：1、二氧化硫浓度按照 2000mg/Nm³考虑，

2、氮氧化物按照 200mg/Nm³考虑，

3、年操作时间按 8000 小时考虑。

石化电厂燃煤 220 吨锅炉（NO_x按 200mg计）

有机催化综合烟气综合清洁项目物料消耗

序号	名称	单位	数量
1	液氨	t/a	2316
		t/h	0.29
2	年水耗	t/a	80000
		t/h	10
3	年耗电量	104kW.h/a	1104
		Kw/h	1380
4	蒸汽耗量	t/a	12091
		t/h	1.5
5	氮肥产量	t/a	9091
		t/h	1.14
6	脱除量SO ₂	kg/h	516



7	脱除量NO _x	kg/h	26
8	年总运行时间	h	8000

石化电厂燃煤 220 吨锅炉 (NO_x按 200mg计)

有机催化综合烟气综合清洁项目物料消耗分析

序号	名称	单位	数量	费用	单价	
1	液氨	t/a	2316	695	3000	元/吨
2	年水耗	t/a	160000	36	4.5	元/t
3	年耗电量	104kW.h/a	1104	618	0.56	元/度
4	蒸汽耗量	t/a	12092	97	80	元/吨
5	氮肥产量	t/a	9092	909	1000	元/吨
6	环保减排费 (未计)	kg/h	4346000	274	0.63	元/kg
7	年总运行费用	万元/年		537		
8	单位运行费用	元/kg		1.23		

注：1、每年脱硫脱硝总体运行物料消耗仅 537 万元，尚未计入节约的减排费。

石化电厂燃煤 220 吨锅炉 (NO_x按 400mg计)

有机催化综合烟气综合清洁项目烟气参数及出口浓度

名称	单位	处理前烟气	烟气出口标准	拓展能力
烟气量	Nm ³ /h	265000		
粉尘浓度	mg/Nm ³	150		
温度	℃	130		
NO _x 浓度	mg/Nm ³	400	<100	<50
SO ₂ 浓度	mg/Nm ³	2000	<50	<30
汞排放浓度 (ug/Nm ³)			<0.03	

注：1、二氧化硫浓度按照 2000mg/Nm³考虑，

- 2、氮氧化物按照 400mg/Nm³考虑，
- 3、年操作时间按 8000 小时考虑。

石化电厂燃煤 220 吨锅炉（NO_x按 400mg计）

有机催化综合烟气综合清洁项目物料消耗

序号	名称	单位	数量
1	液氨	t/a	2556
		t/h	0.3
2	年水耗	t/a	80000
		t/h	10
3	年耗电量	104kW.h/a	1344
		Kw/h	1680
4	蒸汽耗量	t/a	13595
		t/h	1.7
5	氮肥产量	t/a	10222
		t/h	1.3
6	脱除量SO ₂	kg/h	516
7	脱除量NO _x	kg/h	79
8	年总运行时间	h	8000

石化电厂燃煤 220 吨锅炉（NO_x按 400mg计）

有机催化综合烟气综合清洁项目物料消耗分析

序号	名称	单位	数量	费用	单价	
1	液氨	t/a	2557	767	3000	元/吨
2	年水耗	t/a	80000	36	4.5	元/t
3	年耗电量	104kW.h/a	1344	752	0.56	元/度
4	蒸汽耗量	t/a	13596	109	80	元/吨
5	氮肥产量	t/a	10222	1022	1000	元/吨
6	环保减排费	kg/h	4770000	301	0.63	元/kg



7	年总运行费用	万元/年		642		
8	单位运行费用	元/kg		1.35		

注：1、每年脱硫脱硝总体运行物料消耗仅 642 万元，尚未计入节约的减排费。



南京创能
NANJINGCHUANGNENG

低温等离子 无油点火节能减排系统



南京创能电力科技开发有限公司

低温等离子无油点火项目意义

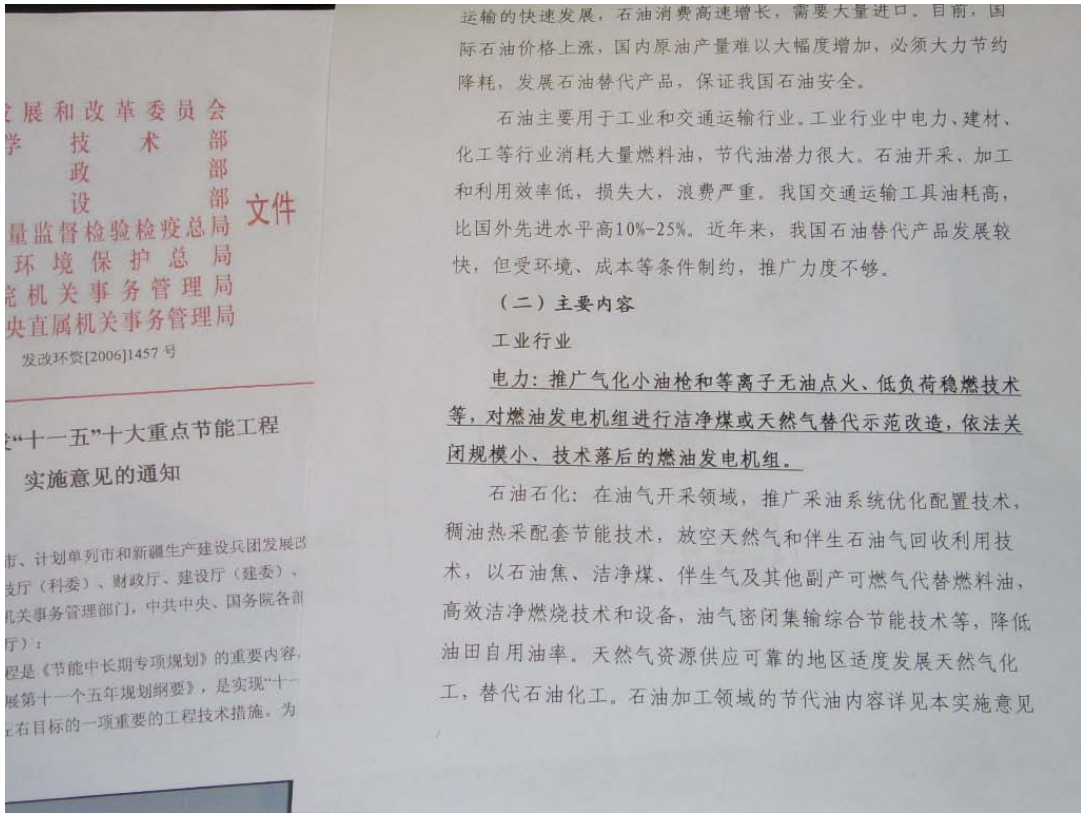
低温等离子无油点火技术是对传统的燃油点火及稳燃的革命性突破。

节能：低温等离子点火是一种完全不同于与油、气点火的方式，可以实现锅炉等离子无油点火与稳燃。对于新建机组，吹管至 168 小时结束，运行期间若使用该装置，可节省的全部数千吨燃油，可以一次性收回投资。完全符合国家能源战略。

环保：煤粉与等离子流之间的热化学反应可以降低锅炉 NO_x 的排放量，成功解决锅炉启动、投油运行期间不能使用电除尘设备的难题，有利于环境保护。

提高经济效益：该技术实现锅炉冷态启动不用一滴油，从而缓解我国用油紧张问题，为国家节省大量外汇，有益于经济可持续发展。比如对于新建机组投产后的运行成本也只是不到 10% 的燃油运行成本。因此既简化了电厂设计，又产生了巨大的经济效益。

国家发改委推荐的环保节能技术



工作团队



首席科学家 - 卡尔宾科 E. I 先生：

- 俄罗斯国家科学院院士
- 国际动力工程科学院院士
- 国际信息化科学院院士
- 俄罗斯联邦工业生态科学院院士
- 俄罗斯联邦社会科学院院士
- 高等学校科学院西伯利亚分院通讯院士

工作经历:


- 1972 年到 1998 年任俄罗斯布里亚特共和国鹅湖市鹅湖电厂总经理
- 1994 年起至今任俄罗斯联邦东西伯利亚热电站办公室主任
- 2008 年起至今任俄罗斯科学院西伯利亚分院物理材料学院等离子技术研究实验室主任
- 现任俄罗斯科学院西伯利亚分院乌兰乌德市热物理学研究所所长
- 现任俄罗斯动力行业等离子技术研发中心有限公司董事长兼总经理

主要成果: 卡尔宾科 E. I 先生一直致力于等离子技术的研究，公开发表学术论文 80 余篇，其中包括专著 5 部，在热能及等离子固体燃料使用技术领域的发明专利 18 项以及 15 项针对于不同领域所研究的等离子应用技术。

首席科学家 - 米谢尔列 V. E 先生

- 国际动力科学院院士
- 为国际信息科学院院士
- 哈萨克斯坦民族科学委员会副会长
- 国际燃烧鉴定委员会委员（美国）



- 
- 哈萨克斯坦共和国纳米科学及纳米技术方面规划指导师

工作经历：

- 任隶属俄罗斯科学院燃烧和爆炸科学委员会的燃烧问题学院
《燃烧和等离子化学》刊物副主编
- 俄罗斯乌兰乌德市东西伯利亚国立理工大学博士论文评审委员会副会长
- 哈萨克斯坦“阿里法拉比”民族大学热物理学专业、热力工程理论学专业、热电站专业及流体、等离子体力学专业的博士论文答辩委员会评审委员
- 哈萨克斯坦“阿里法拉比”民族大学开放式民族纳米技术实验室纳米物理和物理纳米材料部主任
- 俄罗斯动力行业等离子技术研发中心有限公司副董事长兼总经理

主要成果：米谢尔列 V. E 先生长期以来一直致力于等离子技术的研究，至今为止培养出 15 名副博士及博士；拥有 514 个出版著作，包括 15 个专著以及有关新能源技术领域和高温热物等离子化学领域的发明专利 25 项；在俄罗斯、哈萨克斯坦、乌克兰、中国、德国、希腊及其他国家获得的发明专利共计 60 项。



首席科学家卡尔宾科 E. I 院士与创能刘飞总经理
在试验基地前交流



首席科学家卡尔宾科 E. I 院士与电厂专家、江苏省科技厅领导、江苏省电力设计院、江苏省电科院、东南大学教授、南京工程学院教授及创能技术团队共同研讨低温等离子无油点火系统。



2010 年南京创能电力科技开发有限公司总经理刘飞先生与俄罗斯动力行业等离子技术研发中心有限公司总经理卡尔宾科 E. I 先生 签署创办南京卡尔宾科等离子动力技术研究有限公司协议以及共同合作开发煤粉锅炉等离子无油点火系统项目协议。



工作中的卡尔宾科 E. I 院士



俄方专家团队

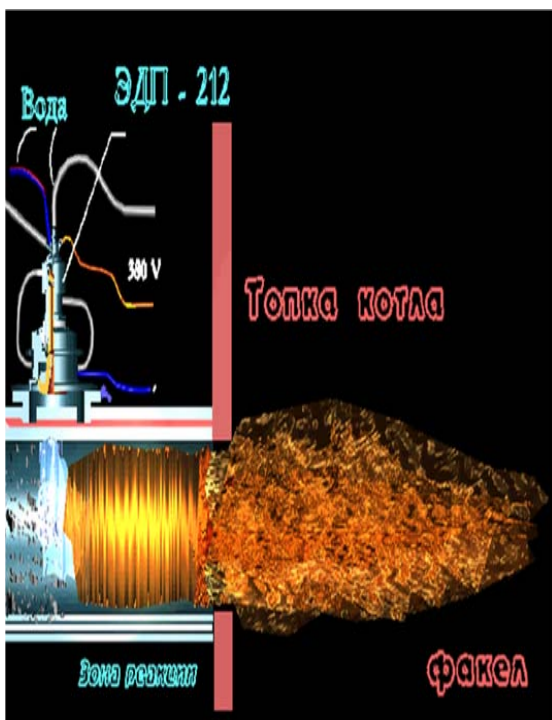


南京创能技术研发团队



刘飞总经理与卡尔宾科 E. I 院士及其成员博士们
在俄罗斯布里亚特共和国乌兰乌德市会面

四、项目优势



低温等离子全无油点火系统：

全无油低温等离子体

较强的煤种适应性(挥发份可低至 4%) 阴极超长使用寿命(3000 小时以上)

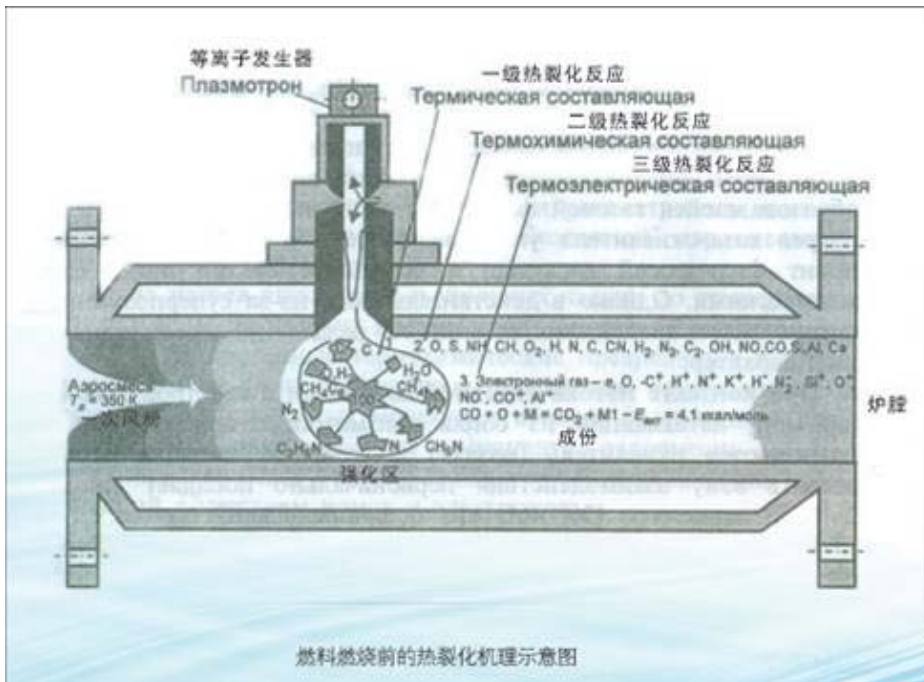
低NO_x燃烧 600MW机组 1: 1 燃烧热态演示/试验平台

性能保证

- 等离子点火及稳燃装置适用锅炉设计及校核煤种。

- 等离子点火器功率可用调节范围 50~350 KW
- 可更换阴极使用寿命 ≥ 3000 h
- 阳极使用寿命 ≥ 10000 h
- 燃烧器设计额定出力范围 2~10 t/h，做为主燃烧器额定出力范围：2~10t/h。
- 燃烧器使用寿命 ≥ 80000 h
- 从等离子启动指令发出到拉弧成功时间 ≤ 1.5 s。
- 冷态启动稳定着火时间 ≤ 60 s
- 在锅炉 BMCR 工况下，等离子燃烧器作为主燃烧器运行 NO_x 排放浓度不大于锅炉 BMCR 工况下其它燃烧器投运时 NO_x 排放浓度。
- 在 BMCR 工况下，等离子燃烧器作为主燃烧器运行锅炉保证热效率不低于 BMCR 工况下其它燃烧器投运时锅炉保证热效率。
- 在 BMCR 工况下，等离子燃烧器作为主燃烧器运行，等离子燃烧器阻力特性不影响锅炉正常燃烧及锅炉结焦特性。
- 在等离子燃烧器设计范围内，等离子点火装置投入时，燃烧器及所对的锅炉水冷壁不结焦、结渣。

五、系统原理



运用煤气化机理取代油完成点火是当今世界独一无二的，对

实现全无油煤粉点火，特别是对劣质煤粉点火是个重要贡献。

系统主要工作机理是：基于低温等离子体热裂化处理的煤制气。

低温等离子无油点火系统基于等离子体煤气化原理，通过低温等离子体的煤气化作用生成 800-1200K 温度的双组份燃料（大于 30%的煤气+碳芯）送入炉膛，极大地提高了燃烧效率，并建立稳定可靠的火焰，实现全无油点火。

煤气化过程主要变现在如下方面：

- 1、煤粉的热裂解气化作用，催化固相可燃气体的逸出。
- 2、燃料中氧原子在加速热裂解反应速度中的作用，促进可燃气体逸出。
- 3、燃料的异体-自身热裂化反应。

➤ 北京工业出版社出版的《煤化工发展与规划》一书，出版号 ISBN7-5025-7548-0，由中国工程院院士、煤化学工程专家、太原理工大学校长、教授、博导谢克昌先生编写，谢院士基于对俄罗斯等离子体煤气化应用的研究在本书第二十章等离子体在煤气化中的应用指出：



一方面由于煤炭特点是能源资源的主要提供者，另一方面因为技术落后又是环境生态的主要污染源，煤炭对中国而言无疑是一种两难选择，发展煤化工、开发和推广洁净煤技术是唯一出路。
谢克昌

➤ 等离子体能量利用高，单位体积高的能量强度是的设备结构紧凑，对于原料没有特定的要求，可以用劣质煤来进行气化，极大地降低了生产成本，提高了资源利用率。等离子煤气化是一种对环境友好、技术经济可行的工艺路线。

六、系统组成

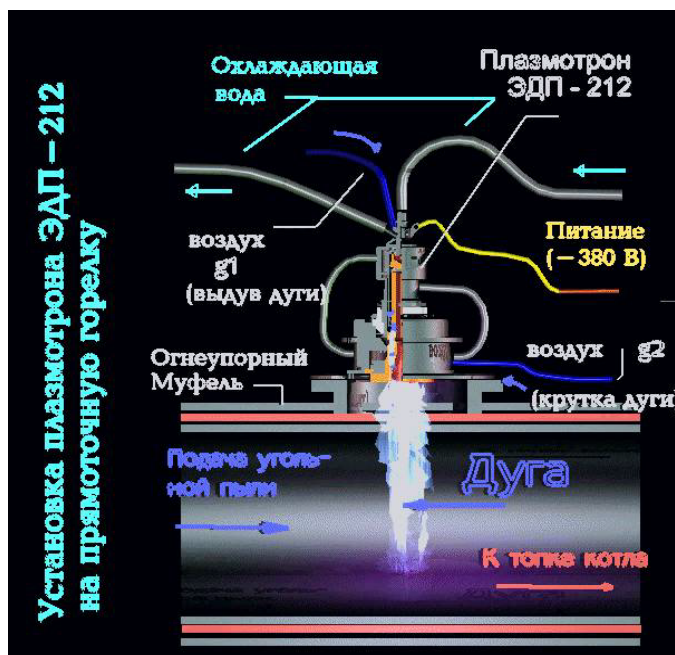


低温等离子全无油点火系统组成:

- 等离子发生器
- 热裂化室
- 电源系统
- 冷却水及压缩空气系统
- 安全保护系统
- 控制系统
- 冷炉加热系统（直吹式）

七、设备介绍

● 等离子发生器：



低温等离子无油点火技术的核心理念为在燃烧过程前加入物理反应,使得煤粉颗粒被最大程度地气化,经过等离子体气化后的混合燃料可燃气体成分数倍生成,实现低温热裂解的煤制气。

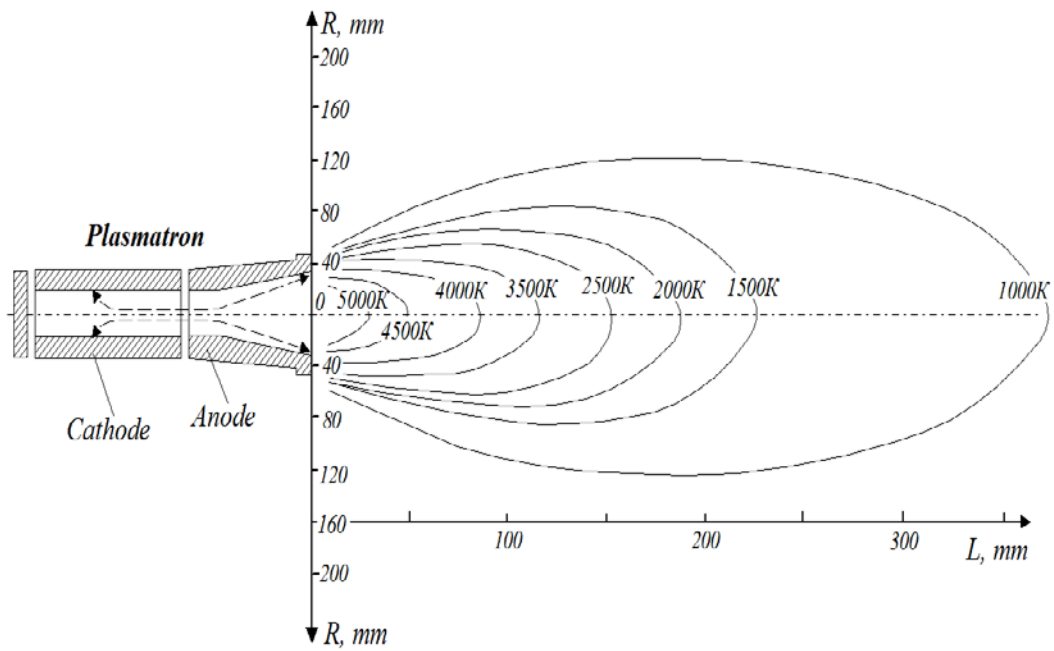
创能低温等离子基于煤气化的原理与管式电极设计上的突破,

成功解决了原有等离子电极使用寿命极短、电极磨损污染严重的隐患；解决了因为等离子弧温弧长无法控制造成燃烧器结焦烧损的问题；解决了等离子弧不稳定、经常断弧致使煤粉无法着火而威胁锅炉安全运行的缺陷。

等离子发生器具备以下特点：

- 1) 等离子发生器的电极采用优质合金制成，冷却条件好，放电面积大，阴极使用寿命长达3000小时以上。
- 2) 等离子电弧采用旋流形式，不会出现断弧现象。
- 3) 系统电源先进。
- 4) 等离子发生器体积小，重量轻，拆卸简便。
- 5) 等离子发生器功率50-350KW可调。



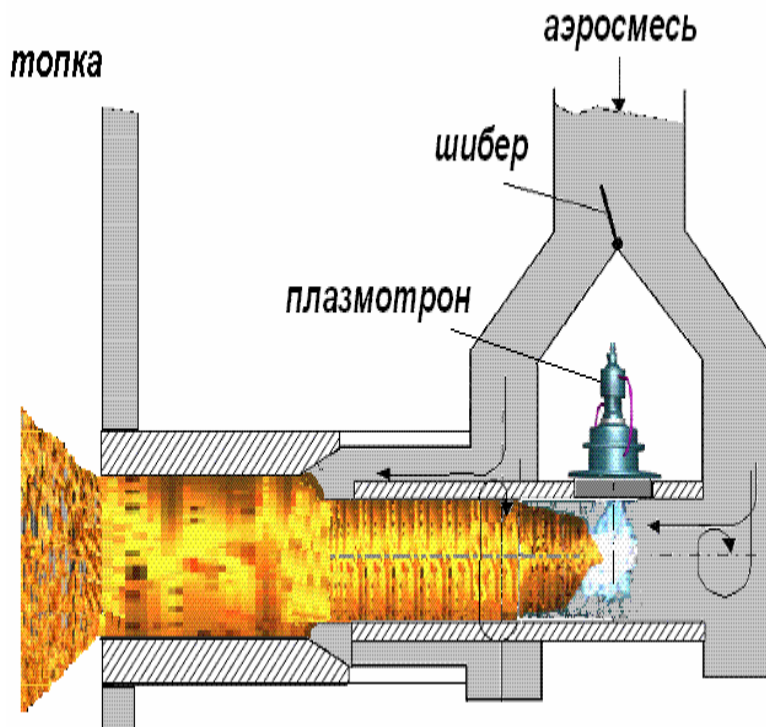


150KW 等离子弧等温线示例

等离子发生器等离子弧等温线：

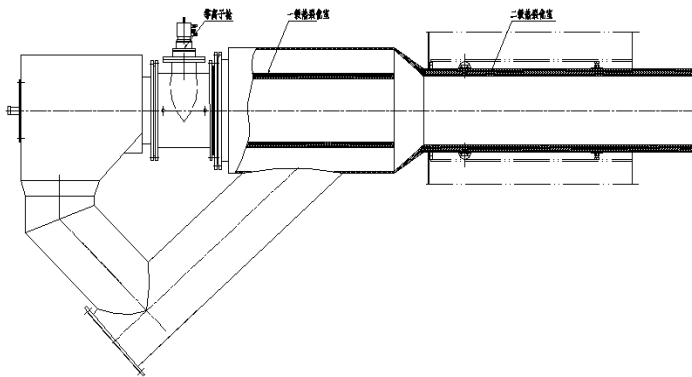


等离子弧有效的工作温度控制在 3500K, 与传统意义上的等离子点火有着很大的区别。低温等离子发生器的特性就决定了其自身设备的节能性。



等离子热裂化室作为系统的关键部件，采用了多级热裂解气化技术，热裂化室具有等离子无油点火和低负荷稳燃功能；在锅炉正常运行时，该燃烧器具有主燃烧器功能。

● 热裂化室：



热裂化室出口保证 值：

- ✓ 煤粉气化率 > 30%
- ✓ 出口温度 < 结焦温度
- ✓ 出口温度 > 燃烧温度
- ✓ O_2 趋于 0，严格控制在无氧状态

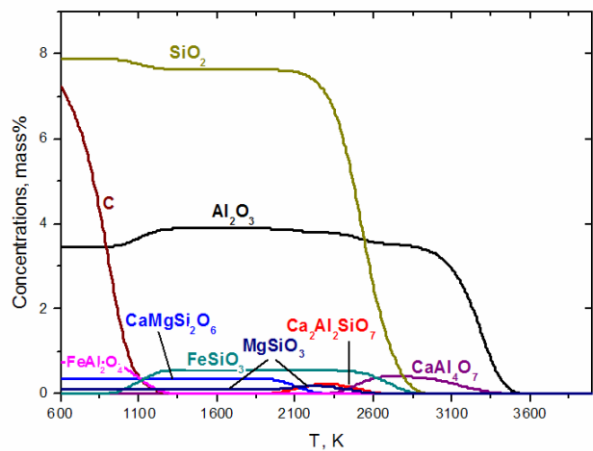
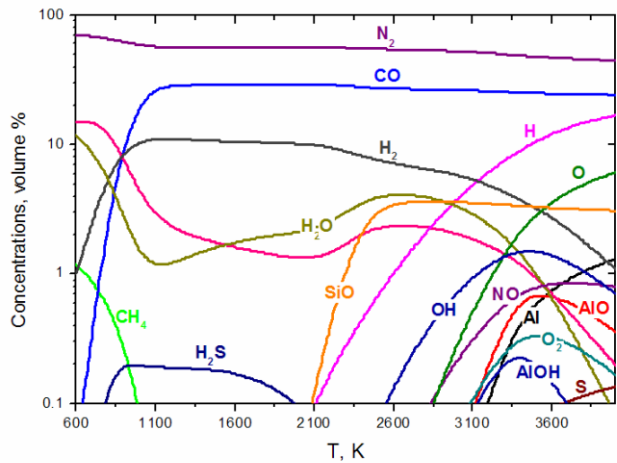
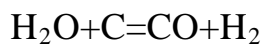
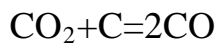
本图经过长期经验数据收集以及热裂化理论计算总结得出，从图中可以看出：

1、燃气组分浓度 ($CO+H_2+CH_4$) 随着过程温度的增加而升高，约在 $T=900-1200K$ 区间气相快速升高；当 $T > 1200K$ 后温度的继续上升不会导致气化程度的提高。

2、风粉混合物里的碳芯浓度明显下降，按反应式 $C+0.5O_2=CO$ 向气相转换。

3、风粉混合物中的氮气在低温等离子作用下，依然表现为分子氮 N_2 。

4、燃料中的S不生成 SO_x ，而是生成燃气相成为 H_2S 。
热裂化室中，燃煤热裂化（煤气化）时异体-自身热裂化主要反应式为：



低温等离子体低氮燃烧技术的机理：

- 1、经等离子热裂化反应后，燃料中含氮组分发生破裂，同时生成氨基类或氰类含氮原子团(NH₃, CN, HCN)，由于该反应后期在还原介质中进行(剩余空气系数<0.4)，那么不稳定原子团多数转化成分子氮(N₂)，而不转化成NO_x。
- 2、经热裂化处理后，大大提高煤的反应性能，从而提高了燃烧过程的稳定性及其强度；降低了NO_x的生成。
- 3、严格计算并控制的热裂化室反应温度，降低了NO_x的生成。
- 4、结合最新的低氮球型燃烧器喷嘴+两段SOFA技术，可以实现NO_x排放的大幅降低。

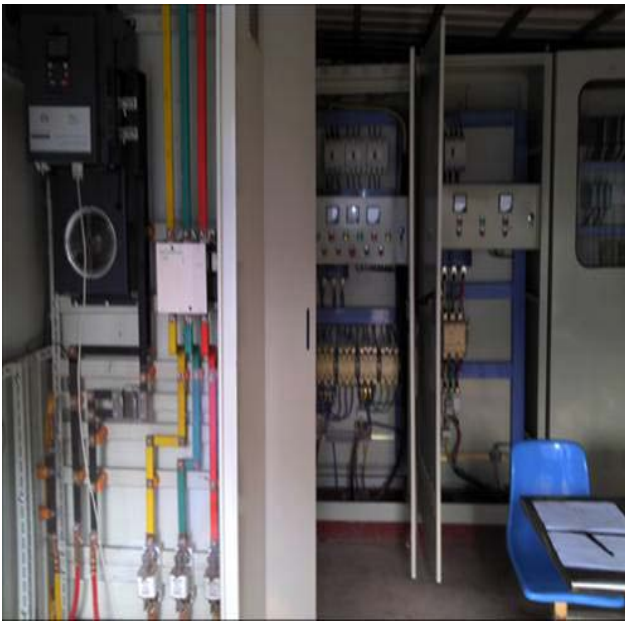


热态演示平台



使用实例

- 电源系统:



采用 6kV 供电, 高压开关柜, 6k/380V 的干式变和等离子电源柜, 转变为直流, 作为等离子电源。

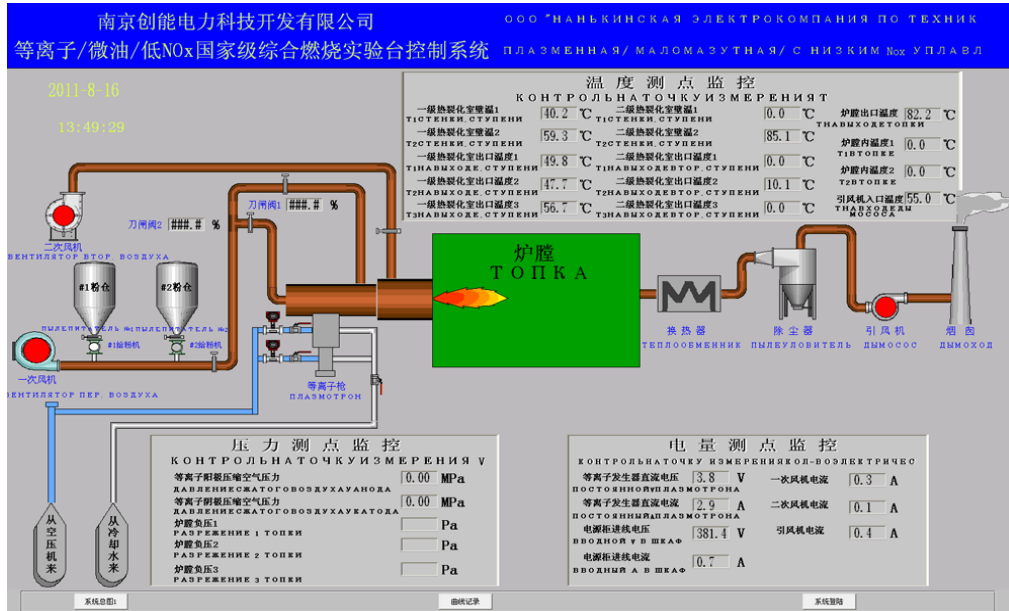
- 热态演示/试验平台



南京市科学技术委员会宁科[2010]128 号文件正式批复南京电力科技开发有限公司电站无油点火燃烧工程技术研究中心为南京市级工程技术研究中心, 目前正进一步申报省级、国家级电站无油点火燃烧工程技术研究中心。

● 工业化演示

第一阶段：拉弧演示



第二阶段：设备就绪



热态演示/试验台已安装完毕的等离子发生器与热裂化室



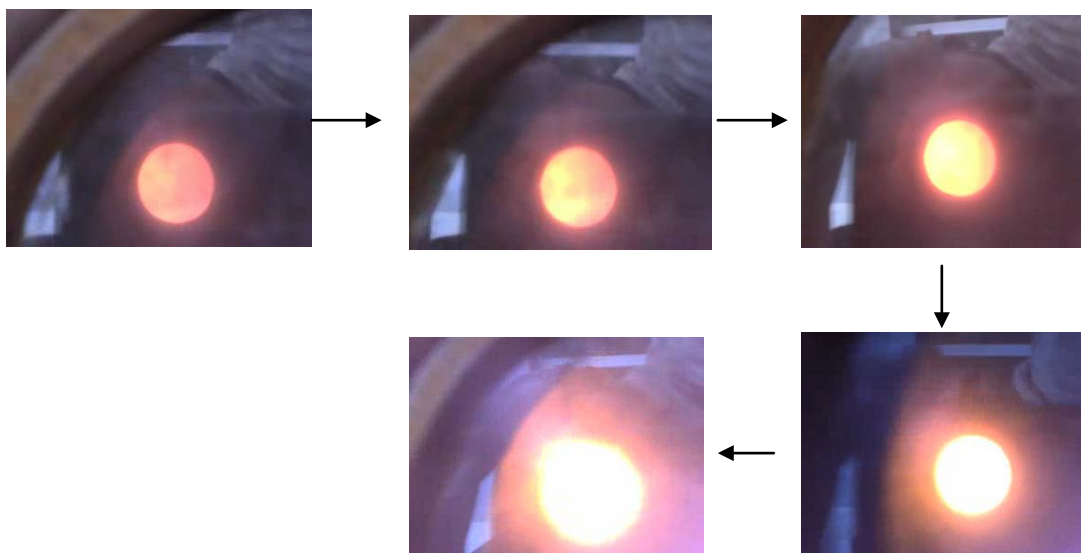
专家指导

第三阶段：热态投粉



等离子在热裂化室中启弧的状态
(旋流形式电弧保证了等离子发生器的稳定运行)

第三阶段：热态投粉（观火孔拍摄）



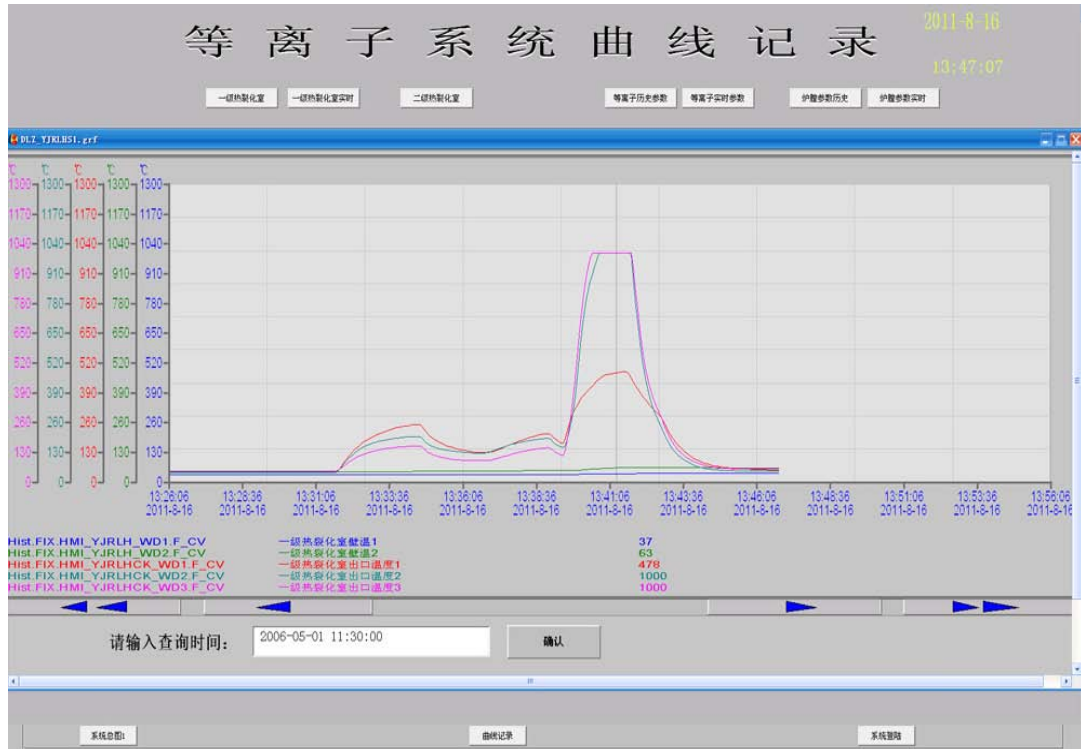
煤粉火焰建立至充分燃烧仅 1 分多钟，气化后的混合燃料极大地提高了煤粉的燃尽率，保证了运行的安全性。

第三阶段：热态投粉（图像火检拍摄）



八、工业化演示

第三阶段：热态投粉



热裂化室温度曲线

九、技术性能指标比较

类别	同类企业	南京创能电力科技开发有限公司
技术来源	在国外早期产品基础上研发	基于俄罗斯国家等离子技术研究中心最先进的煤气化原理低温等离子技术，结合目前电站实际运行工况升级开发。
燃烧形式	等离子直接作为点火源点燃煤粉	热裂化室中低温等离子体煤气化设计，最大程度避免了燃烧器结焦、烧损，极大提高了煤粉燃烬率。
启弧特点	阴、阳极接触引弧后，迅速分开，依靠步进电机检测、维持阴阳极间的距离，阴极顶端固定灼烧逐渐消耗，直到更换，功率越大，阴极损耗越快。	双路载体风，阴极固定可调，管式阴极内腔电弧旋流式游动变化，避免电极固定灼烧，大幅度延长阴极使用寿命。
可以点燃的煤种	只可以点燃优质烟煤烟煤（低挥发份>25%）	采用了热裂化机理，可以点燃烟煤、褐煤、劣质煤、无烟煤（挥发份>4%即可），对于灰分 46-56%的煤也成功点燃
功率调节范围	60—120KW	50—350KW
阴极使用寿命	50 小时左右	3000 小时以上
维护工作量	较大	免维护



十、应用业绩

大唐塔山发电厂#1炉600MW机组

大唐塔山发电厂#2炉600MW机组

托克托发电厂#12*300MW机组

托克托发电厂#11*300MW机组

江苏丰源热电有限公司

博汇集团(江苏)自备电厂

鹅湖电厂(鹅湖市) 贫煤

涅留格里电厂(涅留格里市)

游击队电厂(游击队市)

乌兰乌德电厂(乌兰乌德市)

哈巴电厂(哈巴市)

新西比利亚二号热电厂贫煤 $V_{daf}=12.1\%$

古拉霍夫电厂(古拉霍夫市)

阿尔玛达电厂(阿尔玛达市)

石山电厂(石山市)

乌兰巴托电厂(乌兰巴托市) 褐煤 $W_{ar}=38\%$

埃尔特电厂(埃尔特市) 褐煤

东平壤电厂(平壤市) 无烟煤

瓦雅内第三电厂(瓦雅内市) 无烟煤 $V_{daf}=7.44\%$

十一、社会效益

- 降低电站燃油的依赖性，节约石油资源，有利于国民经济可持续发展；
- 减少电站对环境的污染，符合国家“节能减排”政策；
- 压缩电站的运行成本，提高经济效益。
- 替代传统的点火方式，有利于电站技术进步和发展。

十二、经济效益

示例：600MW 机组全无油电厂经济效益分析

新建机组在试运期间要经过锅炉吹管、整定安全阀、汽机冲转、机组并网、电气试验、锅炉洗硅运行、机组带大负荷运行等许多阶段，随着机组整体设计、制造、安装和调试水平的提高，燃油调试用油也逐年下降，国家规定新建 600MW 机组调试期间用油为 4500-6000 吨。基建调试过程中等离子基本可以做到 100% 的节油率。

示例：600MW 机组全无油电厂经济效益分析

按常规方法试运所需燃油耗费计算：

燃油消耗：5000 吨

燃油价格：8000 元/吨（#0 柴油目前市价）



燃油耗费： $5000 \times 8000 = 4000$ 万元

原煤耗费：燃油的低位发热量为 41.8MJ/kg，神华煤低位发热量 20.9MJ/kg (5000kcal/kg)，原煤价格按 500 元/吨，按发热量相等的原则：

神华煤发热量：20.9MJ/kg

原煤消耗： $5000 \times 41.8 / 20.9 = 10000$ 吨

所需的原煤费用为： $10000 \times 500 = 500$ 万元。

制粉单耗：20 kWh/t；

等离子燃烧器耗电：20kWh/t；

电价格为 0.4 元/kWh

耗电费用： $10000 \times (20+20) \times 0.4 = 16$ 万元

燃煤的总成本为 $500 + 16 = 516$ 万元

节省费用：

$4000 - 516 = 3784$ 万元

示例：600MW 机组全无油电厂经济效益分析

经济效益综述：

- 1、基建调试期间节约燃油约 5000T/台，综合节能费用折算 3784 万元；
- 2、节约油系统占地，并减少设备投入 400 万元（全无油示范电厂）；
- 3、机组正常投运后每年节油约 600T/台；
- 4、调峰机组低负荷稳燃时的节约将成倍增加。

十三、政府支持



等离子全无油点火装置获国家发改委资源节约和环境保护项目2010年中央预算内投资资金批复。国家发改委办公厅文件编号：发改办环资【2009】2151号。

上图为南京市发改委组织的《等离子无油点火项目可行性报告专家评审



南京创能
NANJINGCHUANGNENG

炉内深度分级 低 NO_x 燃烧技术



南京创能电力科技开发有限公司

前言

1. 氮氧化物（NO_x）是燃煤电厂烟气排放三大有害物（SO₂，NO_x及总悬浮颗粒物）之一。
2. 我国的火力发电是NO_x排放的最大来源，如果按燃煤电厂目前的排放情况，2010年以后的5-10年NO_x排放总量将会超过SO₂，成为电力行业的第一大酸性气体排放物。
3. 我国火力发电锅炉目前执行《GB13223-2011火电厂大气污染物排放标准》已经出台。
4. 国家环境保护部环发[2010]10号文件《火电厂氮氧化物防治技术政策》提出低氮燃烧技术应作为燃煤电厂氮氧化物控制的首选技术。《GB13223-2011火电厂大气污染物排放标准》已经出台。根据GB13223-2011《火电厂大气污染物排放标准》
5. 污染物排放控制要求
5. 自2014年1月1日起，现有火力发电锅炉及燃气轮机组执行表1规定的大气污染物排放限值。

表1 火力发电锅炉及燃气轮机组大气污染物排放限值

单位：mg/m³

序号	燃料和热能转化设施类型	污染物项目	适用条件	限值	污染物排
1	燃煤锅炉	氮氧化物（以NO ₂ 计）	全部	100	烟囱或烟道



国家环境保护部环发[2010]10号文件

《火电厂氮氧化物防治技术政策》

防治技术路线

- 倡导合理使用燃料与污染控制技术相结合、燃烧控制技术和烟气脱硝技术相结合的综合防治措施,以减少燃煤电厂氮氧化物的排放。
- 燃煤电厂氮氧化物控制技术的选择应因地制宜、因煤制宜、因炉制宜,依据技术上成熟、经济上合理及便于操作来确定。
- 低氮燃烧技术应作为燃煤电厂氮氧化物控制的首选技术。当采用低氮燃烧技术后,氮氧化物排放浓度不达标或不满足总量控制要求时,应建设烟气脱硝设施。

低氮燃烧技术

- 发电锅炉制造厂及其他单位在设计、生产发电锅炉时,应配置高效的低氮燃烧技术和装置,以减少氮氧化物的产生和排放。
- 新建、改建、扩建的燃煤电厂,应选用装配有高效低氮燃烧技术和装置的发电锅炉。
- 在役燃煤机组氮氧化物排放浓度不达标或不满足总量控制要求的电厂,应进行低氮燃烧技术改造。

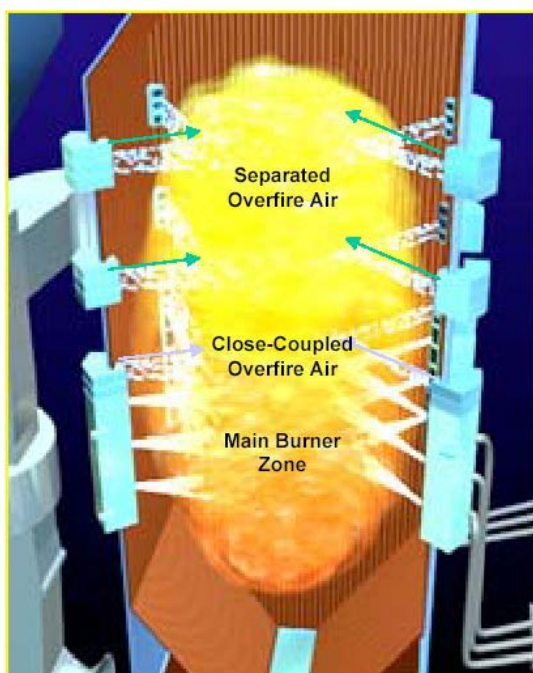
一、技术背景

实现指标：

采用本技术可实现NO_x放排量的大幅降低，其中燃用烟煤机组NO_x排放可降低60%以上，燃用低挥发份燃煤机组NO_x排放可降低35%以上；

通过低温等离子技术与炉内深度分级低NO_x燃烧技术的完美嫁接，可实现炉内深度脱氮，NO_x排放值可以实现200mg/m³以下的目标。

二、技术介绍



炉内深度分级低NO_x燃烧技术主要表现为建立早期稳定着火和空气分段燃烧技术实现NO_x排放值得大幅降低。

NO_x生成机理

烟气中的NO_x，NO占90%以上，NO₂占5%~10%，产生机理一般分为如下三种：

(a) 热力型，占~15%

燃烧时，空气中氮在高温下氧化产生的。当 $T < 1500^{\circ}\text{C}$ 时，NO的生成量很少，而当

$T > 1500^{\circ}\text{C}$ 时， T 每增加 100°C ，反应速率增大6~7倍。

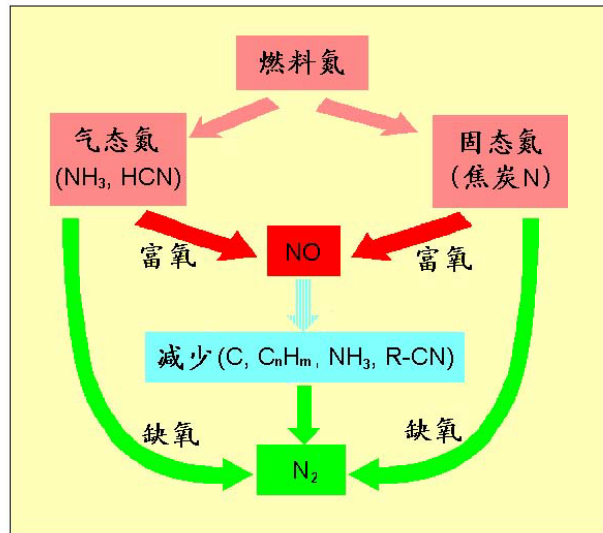
(b) 快速型，占~5%

燃烧时空气中的氮和燃料中的碳氢离子团如CH等反应生成的NO_x。

(c) 燃料型NO_x，占~80%

燃料中含有的氮氧化物在燃烧过程中热分解而又接着氧化而成的NO_x。由于煤的燃烧过程由挥发份燃烧和焦炭燃烧两个阶段组成，故燃料型NO_x的形成也由气相氮的氧化（挥发份）和焦炭中固相氮的氧化（焦炭）两部分组成，前者大，后者小。

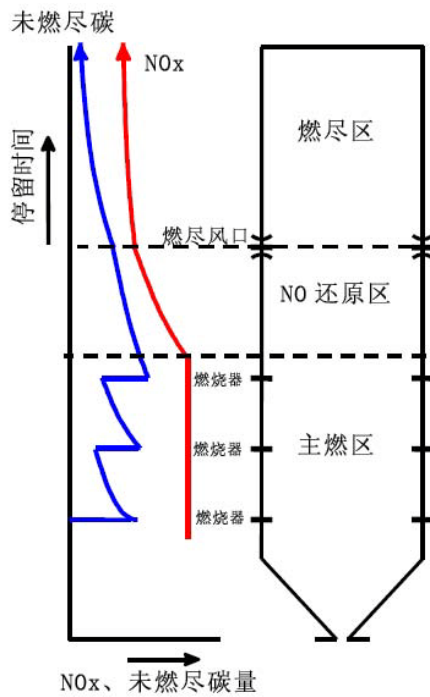
挥发份氮转化成NO_x的生成率又与燃烧器区域和炉膛平均氧浓度关系很大，当过量空气系数 α 在0.6~0.7时，燃料型NO_x的生成率最低。



低NO_x燃烧技术发展历程：

普通型	初级分级型低NO _x	深度分级低NO _x
		H-SOFA
	SOFA	L-SOFA
OFA	OFA	CCOFA
AIR	AIR	AIR
COAL	COAL	COAL
CFS AIR	CFS AIR	CFS AIR
COAL	COAL	COAL
CFS AIR	CFSTMAIR	CFS AIR
COAL	COAL	COAL
CFS AIR	CFS AIR	CFS AIR
COALCFS	COALCFS	COALCFS
AIRCOALCFS AIRCOAL	AIRCOALCFS AIRCOAL	AIRCOALCFS AIRCOAL
AIR	AIR	AIR

低NO_x燃烧技术是一种能够有效降低NO_x排放的炉内燃烧技术，随着技术的发展在一段空气分段技术的基础上发展的两段式空气分段低NO_x燃烧技术，可以在有效降低燃煤电站锅炉的NO_x排放同时尽量降低飞灰含碳量，以平衡环保效益与经济效益，



分级低 NO_x 燃烧技术把炉膛沿其高度分成了三个燃烧反应的三个功能区，在兼顾煤粉燃尽的情况下实现 NO_x 大幅度减排：

主燃区：主燃烧器所在炉膛区域

还原区：主燃烧器上部到燃尽风喷口之间的区域，实现主燃

区已生成的 NO 和 HCN 、 CHi 和 NH_3 及未燃烧煤焦等还原介质的还原，
燃尽区：燃尽风喷口到炉膛上部屏底区域，由燃尽风实现分级燃烧，使主燃烧区未完全燃烧产物实现燃尽。

炉内深度分级低 NO_x 燃烧技术：

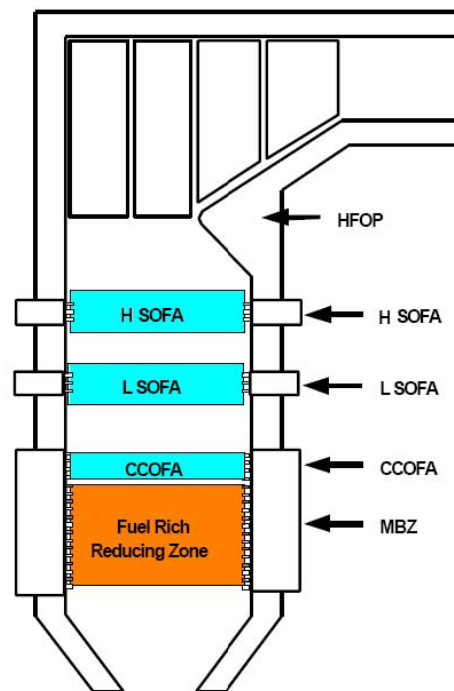
主要表现为两段式空气分段将炉膛

划分为四个区域：主燃区

还原区

燃尽区 I (L-SOFA)

燃尽区 II (H-SOFA)

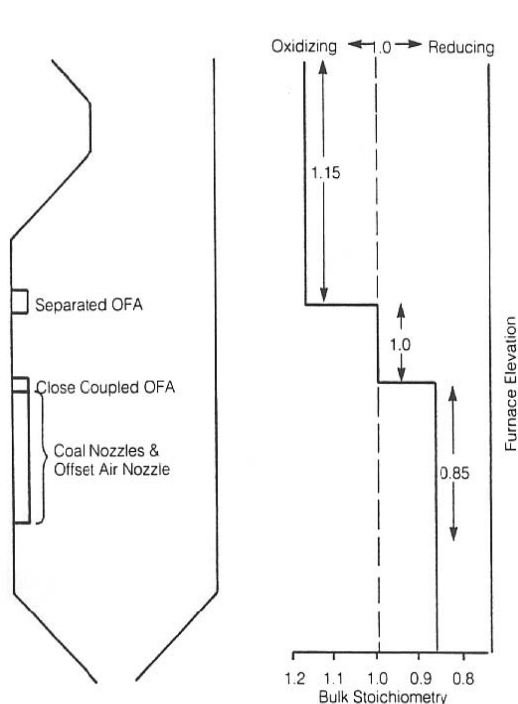


各功能区分析:

- 主燃区: 煤粉燃烧的主要区域, 整个炉膛的大部分热量在该区被释放出来, 煤粉在主燃区着火、燃烧, 释放出煤粉中大部分的 NO_x , 随后 NO_x 随燃烧产物离开该区进入还原区。
- 还原区: 主燃烧器上部到燃尽风喷口之间的区域, 实现主燃区已生成的 NO 和 HCN 、 CH_i 和 NH_3 及未燃烧煤焦等还原介质的还原。
- 燃尽区 I: 部分燃尽风喷射进入炉膛, 促进煤粉的进一步燃烧。
- 燃尽区 II: 剩余的燃尽风喷入炉膛, 并在该区造成富氧状态, 以促进所有剩余煤粉的燃尽。从两段式空气分段技术最大的特点是新增了一段燃尽区, 有效降低燃煤电站锅炉的 NO_x 排放同时尽量降低飞灰含碳量。

空气分段燃烧技术概念:

- 两段式空气分段在炉膛竖直方向形成空气分段, 使锅炉主燃区过量空气系数低于 1.0, 产生 NO_x 还原区; 优化每个区域的过量空气系数可有效降低 NO_x 的排放。
- 与一段式空气分段相比, 增加了一段燃尽区, 在加大降



低氮氧化物排放力度的同时，提高了煤粉的燃尽度，提高锅炉燃烧效率。

- 燃烧器前端的火焰回流区促进了挥发分的挥发，提高了该区域温度水平，稳定了煤粉的着火，同时使挥发分中N基的氧化时间缩短，提前了NO_x的还原过程。

1. 四角切圆锅炉

燃尽风系统

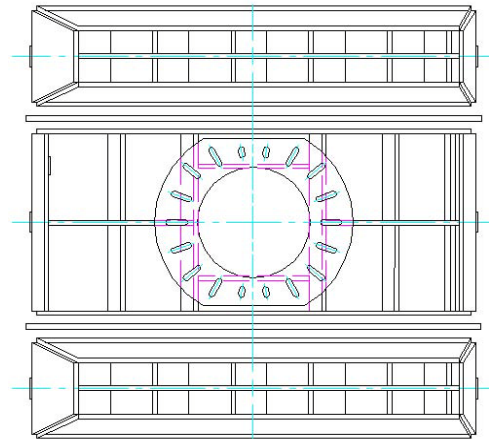
设计提高燃尽风的穿透深度和扰动，在燃烧后期提高风粉混合速度，在降低NO_x排放的同时提高燃烧效率

- 水平摆动的低位分离燃尽风（L-SOFA），作为调整烟温偏差的有效手段；
- 垂直摆动高位位分离燃尽风（H-SOFA），以便控制燃烧中心。





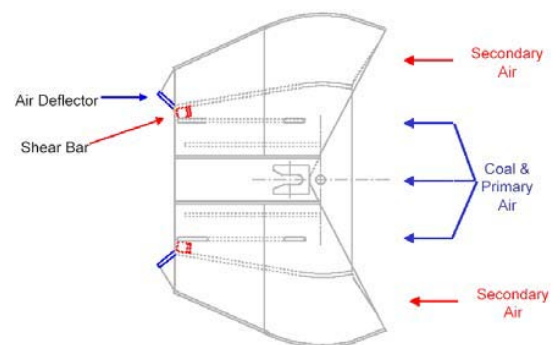
预置水平偏角辅助风喷嘴（CFS）设计



- 偏置周界风具有风屏保护作用，能提高炉膛水冷壁处氧化性气氛，而氧化性气氛使得煤灰粒子的软化温度相对升高，进一步弱化了结焦倾向，有利于防止结焦。
- 水平方向空气分级，进一步降低 NO_x 生成量。

新型低 NO_x 煤粉喷嘴设计

新型低 NO_x 煤粉喷嘴能使火焰稳定在喷嘴出口一定距离内，使挥发份在富燃料的气氛下快速着火，保持火焰稳定，从而有效降低 NO_x 的生成，延长焦炭的燃烧时间，具有良好的煤种适应性。



2. 对冲锅炉

新型低NO_x旋流燃烧器

CNLNR型低NO_x燃烧器结构独特，具有合理的结构和低NO_x性能。

在火焰内形成还原性气氛，并依靠此气氛将煤粉着火前期产生的NO_x在火焰内实现还原是目前实验和工程验证有效的一种降低NO_x的技术方案。而实现该方案主要是

依靠一些特定结构将二次风和一次风在煤粉着火后适当分离并延迟二次风和煤粉的混合。同时依靠空气动力的特性，实现煤粉和空气的逐渐混合，到达适时送风的目的。

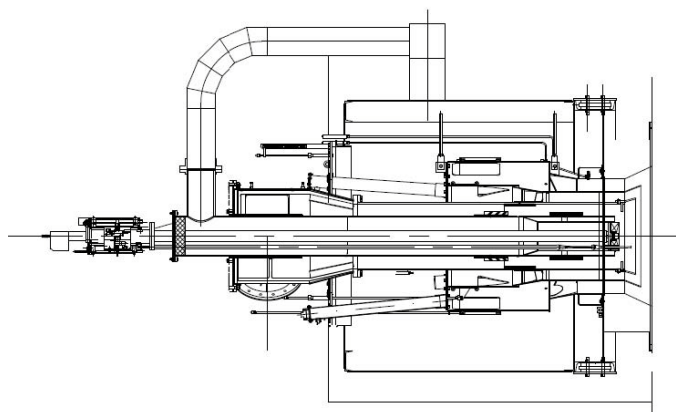


- a) 旋流外二次风和内二次风之间的分隔筒采用扩锥来实现旋流二次风的适当的分离；
- b) 内二次风和一次风之间的直筒采用扩锥形式，使一次风和内二次风的适当的分离、延迟混合。
- c) 在一次风筒内增加一煤粉分离器，增强煤粉气流的扰动，配合由

于一次风与内二次风之间的扩锥结构而形成的高温烟气回流区，使扩锥附近形成高浓度、高温区域，促进煤粉在高温下的着火燃烧并形成着火初期的还原性气氛。

- d) 优化设计火焰稳定器，在其靠近喷口炉内侧形成扩锥结构，在此区域能形成高温烟气的卷吸，从而实现煤粉的高效和稳定的燃烧。
- e) 在一次风通道内布置煤粉导向块，既能实现煤粉沿周向分布的均匀性，同时有可以实现径向高浓度的区域，达到浓淡燃烧的目的。
- f) 在靠近一次风外壁处布置一挡块，可以有效的降低煤粉气流对外壁的磨损。

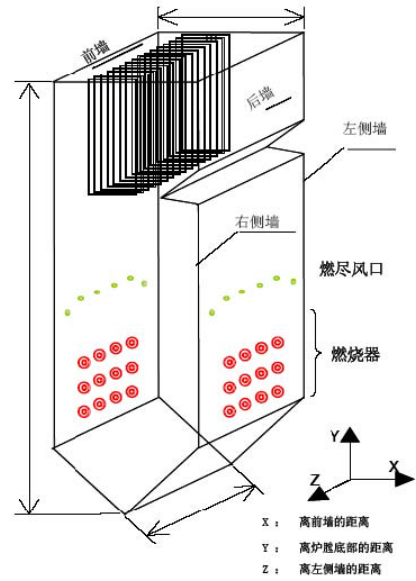
燃烧器（风箱部分未示）



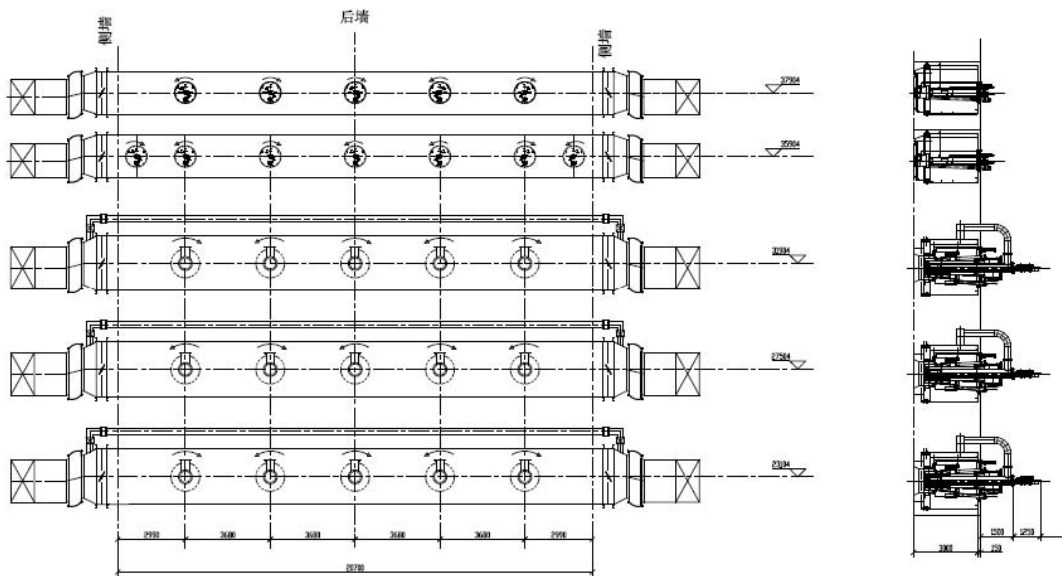
3. 燃尽风

分离燃尽风：提高燃尽风的穿透深度和扰动，在燃烧后期提高风粉混合速度，在降低 NO_x 排放的同时提高燃烧效率，作为调整烟温偏差的有效手段。

贴壁燃尽风：提高炉膛水冷壁处氧化性气氛，有利于防止结焦



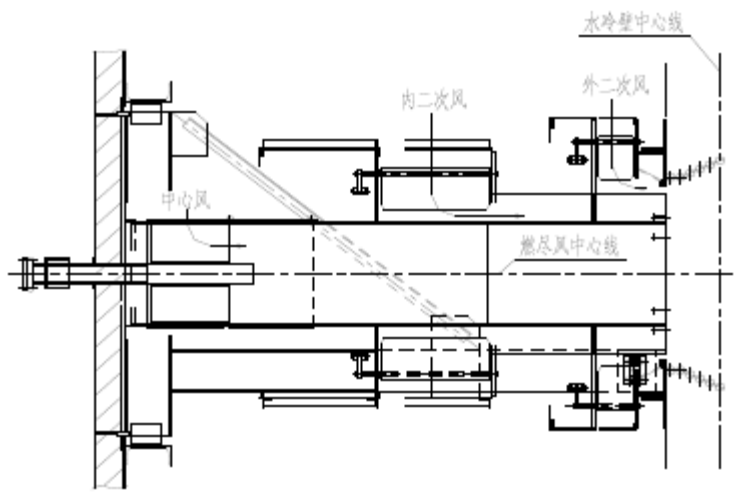
燃尽风改造方案



分离燃尽风

分离燃尽风主要由中心风，内二次风，外二次风，调风器及壳体等组成。

中心风为直流风，内、外二次风为旋

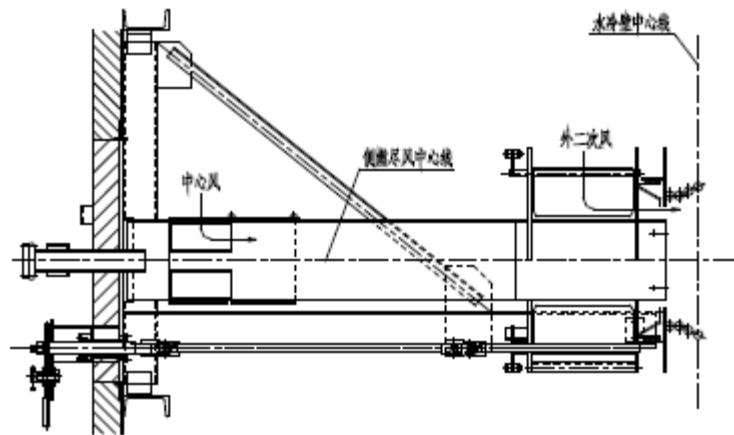


流风。其中中心风通过手柄调节套筒位置来进行风量的调节；内、外二次风通过调节挡板、调风器（其开度通过手动调节机构来调节）实现风量的调节。

贴壁燃尽风

贴壁燃尽风主要由中心风，外二次风调风器及壳体等组成。

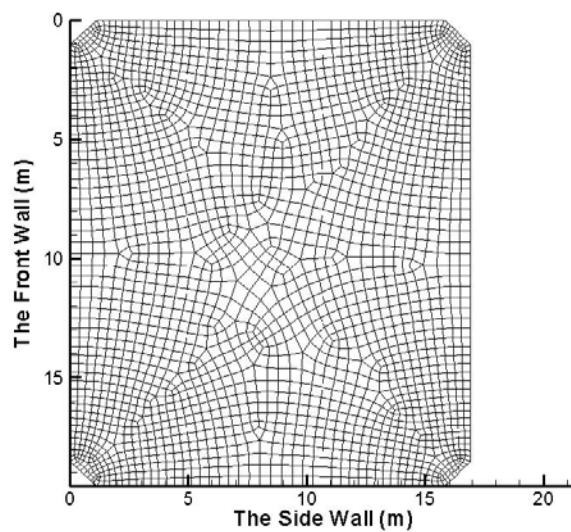
中心风为直流风，外二次风为旋流风。其中中心风通过手柄



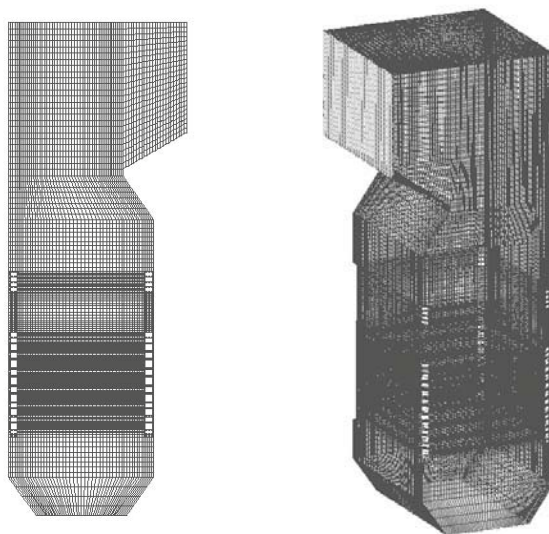
调节套筒位置来进行风量的调节；外二次风通过调节挡板、调风器（其开度通过手动调节结构来调节）实现风量的调节。

4. 数值模拟计算

大型电站燃煤锅炉实际尺寸比较大，长宽都超过10米，高度方向超过50米，所以根据实际参数的建模所得到的体积所需要的网格数目也比较大，计算模型完全参照实际参数，全部使用六面体网格，网格数目约为200万个。



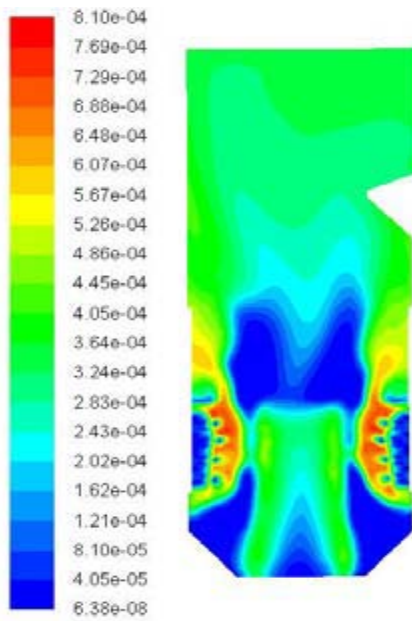
燃烧器横截面计算网格



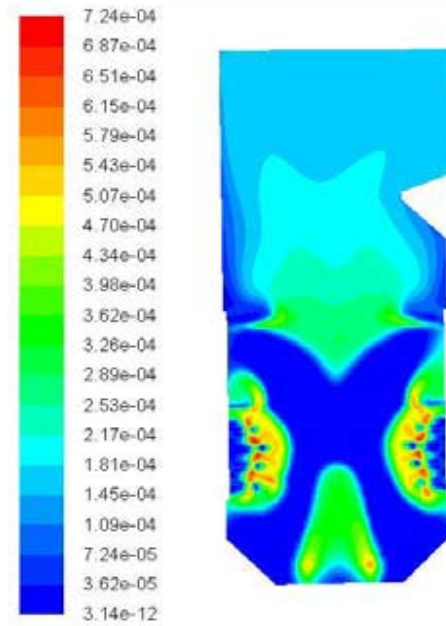
锅炉计算网格



改造前后NO_x沿炉膛高度分布图



改造后



改造前

三、技术特点

技术特点：

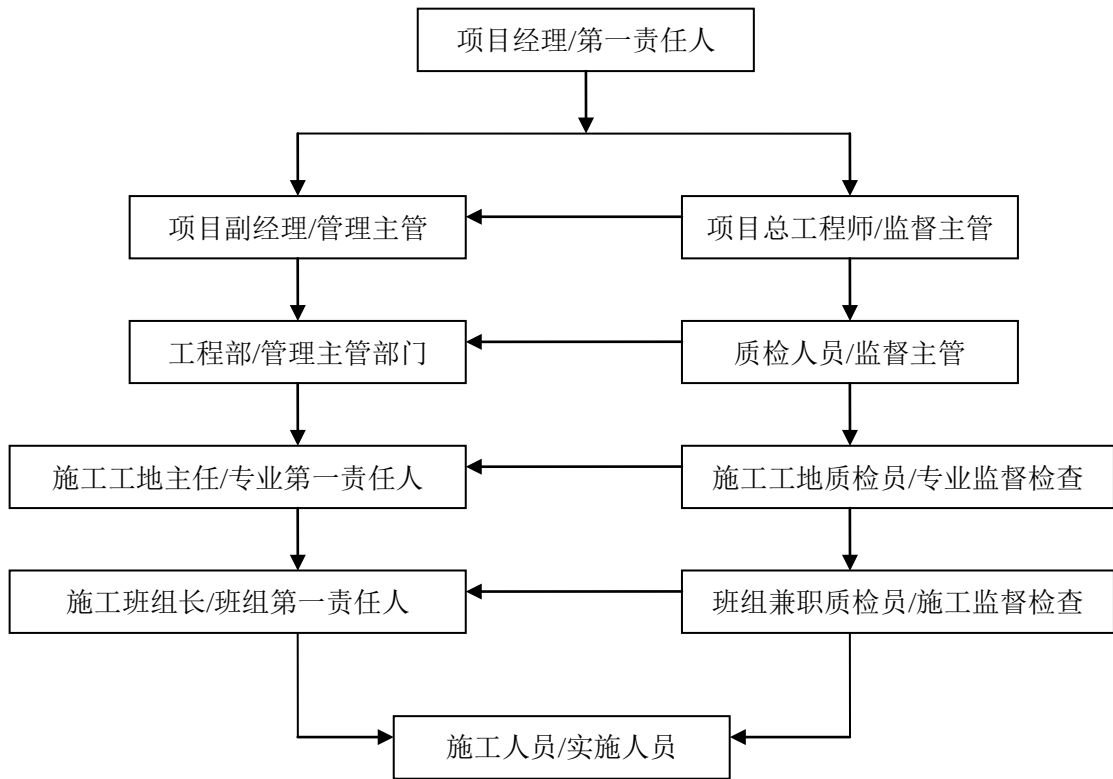
1. 在保证锅炉效率的不降低的前提下，低温等离子体炉内深度分级燃烧技术大幅降低 NO_x 排放量
2. 两段式空气分段技术，有效降低燃煤电站锅炉的 NO_x 排放同时尽量降低飞灰含碳量
3. 新型低 NO_x 煤粉燃烧器在具备较好煤种适应性的同时又具备高效、稳定、低氮燃烧的功能
4. 有效防止炉内结渣和高温腐蚀
5. 在降低炉膛出口烟温偏差方面具有独特的效果
6. 设备简单，安装、改造工作量小，工期短
7. 低温等离子体的煤气化作用极大提高了煤粉燃烬率，节约锅炉用油。

四、工程组织

燃烧系统改造工程进度计划

序号	项目名称	具备过渡的时间
1	收资、边界条件评估	合同生效后天内
2	方案设计、计算	合同生效后天内
3	设计联络会	合同生效后天内
4	施工方案制定	合同生效后天内
5	设备交付	停炉前天
6	现场施工组织	
	施工队伍进场	根据用户停炉计划提前天进场
	拆除风管弯头、拆除燃烧器	总施工工期天
	水冷壁划线拆除、SOFA 燃烧器安装	
	刚性梁、人孔等调整	
	风道安装、燃烧器安装	
	执行机构安装、风量测量安装、电缆铺设	
	一次风管弯头安装、护板保温安装、平台楼梯安装、杂项	
7	冷态动力场试验	根据用户工程节点计划
8	热态调试	根据用户工程节点计划
9	性能考核	锅炉启动后天内

组织管理体系：





五、技术应用

应用范围：

四角布置切圆燃烧煤粉锅炉

前墙布置或前后墙对冲布置煤粉锅炉

煤种适应性：

烟煤、褐煤、贫煤、无烟煤

典型应用业绩：

大唐塔山发电厂#1炉600MW机组

大唐塔山发电厂#2炉600MW机组

托克托发电厂#11炉300MW机组

托克托发电厂#12炉300MW机组

常熟发电厂#1炉600MW机组（旋流）

常熟发电厂#2炉600MW机组（旋流）

常熟发电厂#3炉600MW机组（旋流）

吉电松花江电厂#1炉135MW机组

吉电松花江电厂#2炉135MW机组

大唐天津南港发电厂140T/H锅炉

江苏丰源热电有限公司135MW机组

等等

案例分析

大唐塔山发电有限责任公司2×600MW机组锅炉由哈尔滨锅炉有限责任公司制造的HG—2080/17.5—YM型锅炉。为亚临界参数、控制循环、四角切向燃烧方式、一次中间再热、单炉膛平衡通风、固态排渣、紧身封闭、全钢构架的Π型汽包炉。锅炉采用四角切圆燃烧方式，过热蒸汽温度采用二级喷水调节，再热蒸汽温度调温方式采用摆动燃烧器调节。煤粉细度R90=23—30%。目前NOX排放超过600mg/m³。

矿区项目	运输方式	煤质情况				
		Vdaf	St, d	Qnet, ar		
-----	(%)	(%)	(%)	(%)	(MJ/kg)	
塔山煤矿	皮带	6.1	38.54	36.56	0.33	17.48
同煤集团	汽车(参烧煤)	8.5	22.38	31.52	0.76	23.25

改造方案:

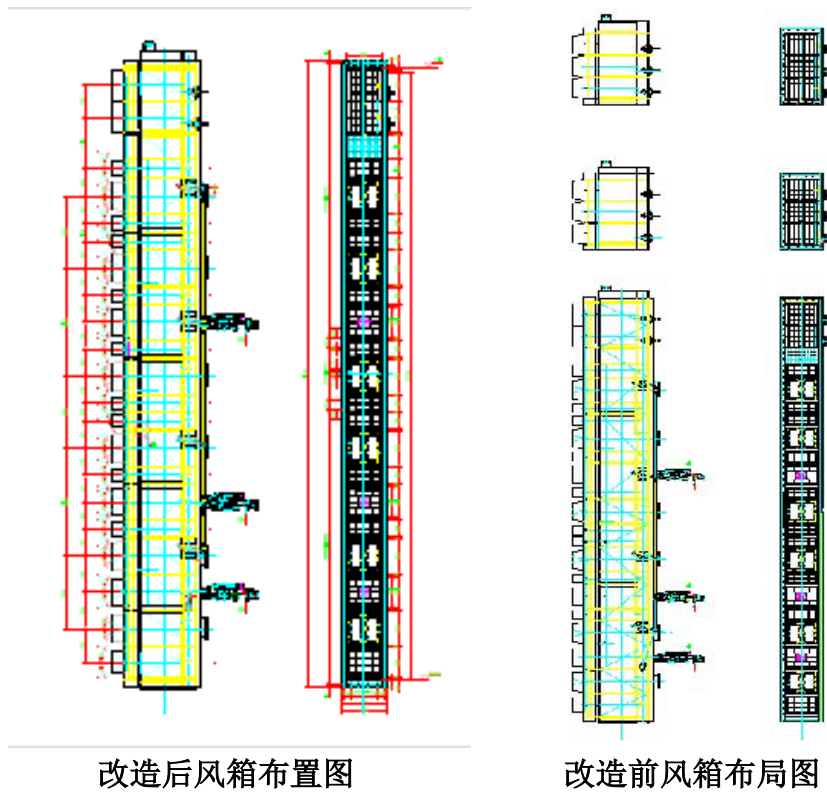
功能保留及设备利旧部分:

- 切圆形式不变，燃烧器标高不变。
- 保留主燃烧器水平浓淡功能。
- 一次风率基本不变。
- 点火油枪、火检、二次风门执行机构等装置均利旧。
- 一次风喷嘴可上下摆动各20°，二次风喷嘴可作上下各摆动30°，该设计不变。

改造方案：

新增或改造部分：

- A层改为等离子点火。
- 煤粉燃烧器采用炉内深度分级低NO_x燃烧器布置，主风箱设有5层新型低NO_x煤粉喷嘴，在煤粉喷嘴四周布置有周界风。
- 在主风箱上部设有2层紧凑燃尽风（CCOFA）。
- 低位燃尽风（L-SOFA）中心线距离上排一次风为约6.0米，设3层可水平摆动的分离燃尽风喷嘴，风量占锅炉燃烧总风量的18%，燃尽风速按48m/s 设计，充分考虑燃尽风动量。水平摆动左右各12°。
- 高位燃尽风（H-SOFA）中心线距离上排一次风为约9.0米 设3层可上下摆动的分离燃尽风喷嘴，风量占锅炉燃烧总风量的18%，燃尽风速按48m/s 设计，充分考虑燃尽风动量。垂直摆动角度上下各摆动30°。
- 更换全部二次风喷嘴，设计CFS。
- 燃尽风箱采用侧墙大风箱设计，风速约12-15m/s，充分考虑二次风阻力因素。
- 新增风量测量装置8套，新增燃尽风风门执行机构24套，摆动型执行机构4套，DCS组态等。



改造后实现目标:

氮排放浓度低于 $260\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

锅炉效率不小于 93.92% ，未燃碳热损失低于 0.8% 。

烟气中的CO浓度低于 $100\ \mu\text{L}/\text{L}$ 。

锅炉最低不投油稳燃负荷低于 $30\% \text{BMCR}$ 。

不大幅度增加减温水与吹灰器的吹扫频率，且不发生炉膛结渣与高温烟气腐蚀。

整套燃烧系统的可用率保证 100% 。

燃烧器易磨损部件的使用寿命不低于10万小时。

防腐材料的使用寿命不少于15年。

膨胀节的使用寿命不少于10年。

所有保温层表面的最大温度 $<50^\circ\text{C}$ （厂址区域环境条件下）

。三、资质证书



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2230991

**СПОСОБ РОЗЖИГА И/ИЛИ СТАБИЛИЗАЦИИ
ГОРЕНИЯ ПЫЛЕУГОЛЬНОГО ФАКЕЛА
В КОТЛОАГРЕГАТАХ**

Патентообладатель(и): *Карпенко Евгений Иванович (RU),
Мессерле Владимир Ефремович (KZ),
Перегудов Валентин Сергеевич (RU)*

Автор(ы): *с.м. на обороте*

Заявка № 2000130146

Приоритет изобретения 27 октября 2000 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Российской Федерации 20 июня 2004 г.

Срок действия патента истекает 04 декабря 2020 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной
собственности, патентам и товарным знакам



Б.Н. Симонов

证书号第 1803087 号



实用新型专利证书

实用新型名称：一种低温等离子旋速煤粉点火燃烧器

发明人：刘飞

专利号：ZL 2010 2 0274479.5

专利申请日：2010 年 07 月 28 日

专利权人：南京创能电力科技开发有限公司

授权公告日：2011 年 05 月 25 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 07 月 28 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者名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长

田力普



第 1 页 (共 1 页)

证书号第 2259595 号



实用新型专利证书

实用新型名称：低温等离子发生器的阴极接线柱

发明人：刘飞；耿荐；华伟

专利号：ZL 2011 2 0379329.5

专利申请日：2011 年 09 月 28 日

专利权人：南京创能电力科技开发有限公司

授权公告日：2012 年 06 月 27 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 09 月 28 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



第 1 页 (共 1 页)

证书号第2280382号



实用新型专利证书

实用新型名称：多功能煤粉燃烧演示综合试验台

发明人：刘飞；耿荐；王伟；苏林；李宁建；黄清臣；高森；唐武强
师为东

专利号：ZL 2011 2 0378882.7

专利申请日：2011年09月28日

专利权人：南京创能电力科技开发有限公司

授权公告日：2012年07月04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09月28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



第1页（共1页）

证书号第 2258975 号



实用新型专利证书

实用新型名称：等离子发生器阴阳极的绝缘连接装置

发明人：刘飞；耿荐；苏林

专利号：ZL 2011 2 0374818.1

专利申请日：2011 年 09 月 28 日

专利权人：南京创能电力科技开发有限公司

授权公告日：2012 年 06 月 27 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 09 月 28 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

田力善



第 1 页 (共 1 页)

证书号第 2254165 号



实用新型专利证书

实用新型名称：低温等离子体直流煤粉炉炉内深度分级低 NOx 燃烧系统

发 明 人：刘飞;耿荐;李宁建

专 利 号：ZL 2011 2 0374875. X

专利申请日：2011 年 09 月 28 日

专 利 权 人：南京创能电力科技开发有限公司

授权公告日：2012 年 06 月 20 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 09 月 28 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

田力善



第 1 页 (共 1 页)



北京航协认证中心
质量管理体系认证证书

南京创能电力科技开发有限公司

注册地址：中国江苏省南京市沿江工业开发区新华路 148 号-226 邮编：211100

审核地址：中国江苏省南京市江宁高新技术开发区水阁路 28 号

质量管理体系符合

GB/T 19001-2008 (ISO 9001:2008)

本证书覆盖下述产品范围

电站锅炉燃烧控制系统及辅机控制系统的设计、生产和服务

注册号：03410Q10538R0M

证书有效期：2010 年 03 月 29 日—2013 年 03 月 28 日

第一次监督审核	第二次监督审核	第三次监督审核

本证书颁发 12 个月后将与年度监督审核标志一并使用方可生效。具体信息可查询：www.bhxcc.com.cn

中心主任：吉世强



体系认证
CNAS C034-Q



地址：北京市朝阳区京顺路七号



BEIJING HANGXIE CERTIFICATION CENTER
**QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFICATION**

Nanjing Chuangneng Power Technology Development Co., Ltd.

Registration Address: Industrial Development Zone, Nanjing City, Jiangsu Province, Along Xinhualu 148-226, China P.C 211100

Audition Address: Nanjing Jiangning High-Tech Development Zone Jiangsu Province Shuige Road 28, China

is in conformity with

GB/T 19001-2008 (ISO 9001:2008)

This certificate is covering the following product scope

**Boiler Combustion Control System, Auxiliary Control System Design,
Productin and Service**

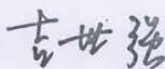
Registration No. 03410Q10538ROM

The Duration of Validity :Mar. 29. 2010—Mar. 28, 2013

First supervision audit	second supervision audit	third supervision audit

Twelve months later since the issue of the certificate, it should be used with annually supervision audit stamp.

Specific information could be inquired on: www.bhxcc.com.cn

Director: 

BEIJING HANGXIE
CERTIFICATION CENTER



MANAGEMENT SYSTEM
CNAS C034-Q



Address : NO.7 Jingshun Road,Chaoyang District,Beijing,China.



环境管理体系认证证书

证书编号: 05506E10124ROM

兹证明

南京创能电力科技开发有限公司

地址: 江苏省南京市江宁经济技术开发区水阁路28号 邮编: 211106

建立的环境管理体系符合标准:

GB/T24001:2004 idt ISO14001:2004

通过认证范围如下:

位于江苏省南京市江宁经济技术开发区水阁路28号的南京创能电力科技开发有限公司燃烧器、等离子点火设备的生产。

认证机构: 中环联合(北京)认证中心有限公司

发证日期: 二00七年五月二十六日

机构地址: 北京市朝阳区智慧南路1号

换证日期: 二00九年九月二十九日

有效期至: 二0一二年十月二十八日

签发人:

陈益平

本证书使用满一年后与年度确认标识同时使用方有效

第一次监督 第二次监督 第三次监督

年度确认
防伪标识



体系认证
CNAS C055-E



中联认证中心

职业健康安全管理体系认证证书

注册号：01409S10052R1M

兹证明

南京创能电力科技开发有限公司

江苏省南京市江宁经济技术开发区水阁路28号 邮编：211106

**职业健康安全管理体系符合：
GB/T28001-2001**

(本标准覆盖了 OHSAS 18001 : 1999 标准的所有技术内容)
通过认证范围如下：

DCS、等离子无油点火系统、微油点火系统、燃烧控制系统、锅炉炉膛安全监控系统（FSSS系统）、低NOx煤粉燃烧器、水力除灰系统、气力飞灰输送系统、电站锅炉空气预热器监控系统、电站锅炉燃烧在线监测系统、空气预热器辅控系统、陆地及海上放散火炬系统的生产和相关管理活动。

颁证日期：2009年9月30日

有效期至：2012年9月29日

获证组织在证书有效期内须按期接受监督审核，监督审核合格后此证书方为有效。

中心主任（签字）：



应在2010年8月15日
前通过监督

应在2011年8月15日
前通过监督

体系认证
CNAS C014-S

地址：北京市海淀区首体南路2号

邮编：100044



高新技术企业认定证书

企业名称: 南京创能电力科技开发有限公司

统一编号: 2007-049N

有效期: 贰年

南京市科学技术局

二〇〇七年十月



高新技术企业认定证书

企业名称: 南京创能电力科技开发有限公司

统一编号: 0732001A4149

(有效期二年)

江苏省科学技术厅

二〇〇七年十一月五日



环保让世界更美好!

单位：南京创能电力科技开发有限公司

电话：025-86645500 86647700

传真：025-84400761

邮箱：chuangneng@263.net

网址：www.cnchuangneng.com

地址：南京市江宁经济技术开发区水阁路 28 号

邮编：211106