

# 焦化生化酚氰废水除臭专家

## 1 公司简介

杭州英力环保设备有限公司是一家专业从事“三废”处置新技术新工艺研究开发、工程设计、环保设备制造与集成、工程施工安装服务等环境综合治理的高科技企业，致力于提供全方位废气、废液、固废解决方案的环保科技公司。

公司位于杭州市江干区笕丁路赛博创业工场内，注册资金 2000 万元人民币。公司秉持“卓越品质、誉满天下”的勇气和担当，以领先的技术、可靠的产品和优质的服务，为用户解决环境治理难题，为国家的碧水蓝天作出应有贡献。

公司非常重视自主研发及创新工作，拥有一支优秀的研发团队，通过与国家重点实验室和国内高校等开展长期技术研发合作，开发了脉冲放电等离子体、等离子炬、高温等离子焚烧技术等多项专利技术。

公司成立后，凭借自身在研发上的优势，加之浙江大学环境工程专业相关人员的配合与支持下，不断投入加大研发力度，反复尝试与努力改进，终于成功研发出一种脉冲放电等离子技术。目前，该技术已趋于成熟，并成功应用于环境治理领域，经过多次工程应用，取得不菲的成效，得到众多企业的一致好评。该技术已成为我司的核心技术之一，并得到国家环保部门的认可，逐步成为一种主流新技术。该技术可用于生化污水站加盖除臭及 VOCS 治理，焚烧炉尾气二噁英治理、脱汞及重金属治理技术，半导体 PFC 气体治理，高浓度有机废水治理，危废高温等离子熔融处理等。

目前公司主营产品：

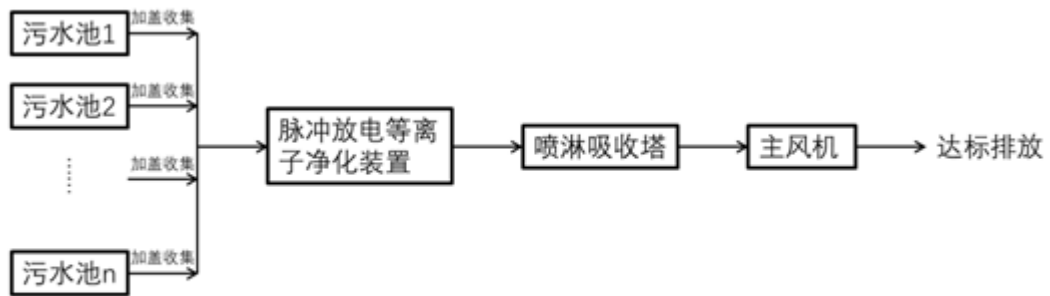
- 纳秒脉冲放电等离子
- 大功率高频等离子炬电源
- 特种环保高频电源
- 智能环保——管、控、治一体化智能平台

## 2 除臭处理规模

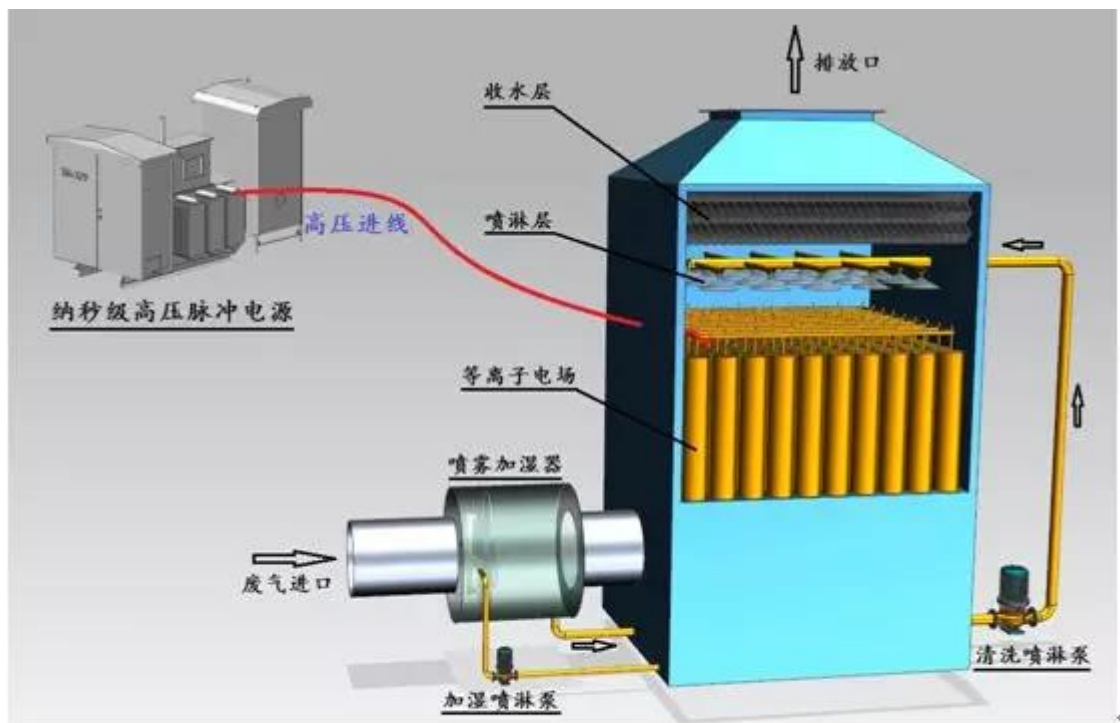
针对焦化生化酚氰污水除臭治理，我司生产的脉冲放电等离子为模块化组合结构，可根据风量自由组合。本次工艺介绍以单模块处理废气规模为 30000m<sup>3</sup>/h 为例。

## 3 工艺流程

工艺流程：池体加盖收集→主管道→脉冲放电等离子→喷淋吸收塔→风机→烟囱排放。



净化工艺流程图



脉冲放电等离子体主体净化装置示意图

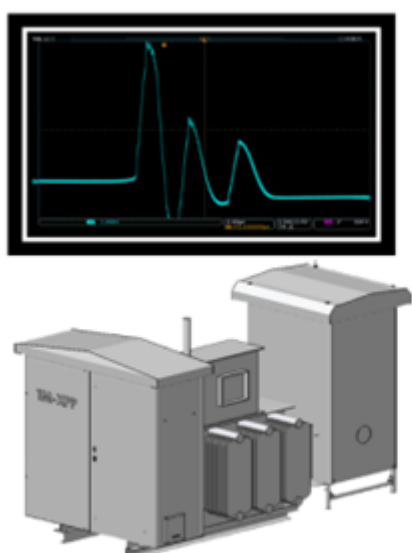
#### 4 净化原理

脉冲放电等离子体技术是通过本公司自主研发的大功率纳秒级窄脉冲电源在等离子体反应器内放电来进行。脉冲电源以高压窄脉冲形式输入到等离子体反应器中，在放电电极上施加几万伏的纳秒级窄脉冲高电压，在曲率半径较小的电极周围，气体被电离，电子被加速，产生大量的高能电子和正负离子。在两端强电场作用下，电子加速获得高达  $5\sim 10\text{eV}$  的能量，碰撞气体分子后将废气中的氧气和水汽等分解产生具有强氧化能力的羟基自

由基（OH）、超氧化氢（HO<sub>2</sub>）等活性物质。这些活性物种与废气中的有机物发生氧化反应，生成 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O，其中 H<sub>2</sub>S 被氧化成硫酸和亚硫酸，NH<sub>3</sub> 被电离分解后氧化生成硝酸和亚硝酸而溶解于水中，废气达到净化的目的。

脉冲放电是最早的低温等离子处理工业废气应用放电形式之一，也是国家环保推荐的污水处理和废气治理两种方法之一。国内最早的低温等离子用于工业废气治理就是脉冲放电处理燃煤电厂的 NO<sub>x</sub> 和 SO<sub>2</sub> 废气，由于电厂燃煤烟气流量大，早期脉冲电晕放电设备功耗大设备制造难度大等因素，使该技术的工业应用受到了一定的限制。近年来随着纳秒级窄脉冲电源开发成功，单位废气处理的功耗已明显下降，废气处理效率也明显提高，由于其放电通道较大，可处理大风量废气，且对废气中水蒸气和粉尘无明显限制要求，可有效避免 DBD 放电过程怕水、怕尘的缺陷，因此，脉冲放电等离子废气处理技术已成为目前市场低温等离子应用的主流新技术。

国内目前众多电晕放电等离子采用的均是直流电源供电技术，因电压限制电场强度不够，不足以产生大量等离子体，其效果只是目前除尘技术和油烟净化技术的嫁接，只能解决粉尘颗粒物的收集去除无法去除分解气态的 VOCs 气体。因此，采用自主研发的大功率纳秒级窄脉冲电源放电等离子体技术处理企业污水产生的废气，利用放电产生的高能电子将废气中的随恶臭气体和有机污染物分解、氧化成水溶性较强的含氧小分子物质，再经由喷淋吸收处理的方案较为合理。

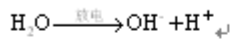
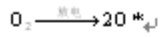


参数	DRT-VPP1.0
平均功率	50kW
最大功率	10MW
输出电压 (峰值)	50kV
电流峰值	2kA
脉冲宽度	800ns
上升时间 (10%-90%)	<400ns
脉冲能量	125J
脉冲频率	500PPS
效率	>80%
反应器极间距	100mm
反应器电容	10nF

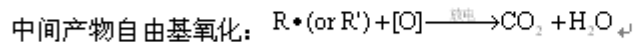
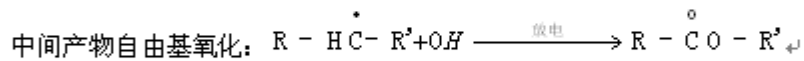
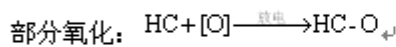
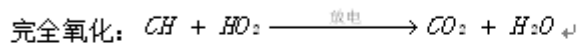
大功率纳秒级窄脉冲电源及反应器匹配参数

整个过程发生的主要化学反应有：↵

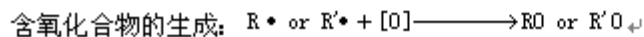
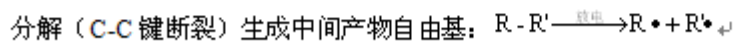
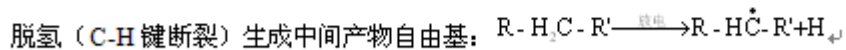
1) 活性氧[O]生成：↵



2) 有机物 HC 的氧化反应↵



3) 有机物的分解↵



4) 硫化物的分解↵

## 5 技术优点分析

1) 等离子体产生采用大功率纳秒级窄脉冲高压脉冲电源，能量高，瞬时功率达百兆瓦级，能量注入时间短，放电效果明显，对污染物的处理能力强、效率高、范围广。与传统直流式高压电源放电效果截然不同，对比如下图所示。



纳秒级窄脉冲电源放电效果



传统直流高频高压电源放电效果

2) 采用线筒式电晕放电，放电间隙大，且处于相对湿式的工作环境，装置内部设有自动清洗系统，可对电场内部的水蒸气凝结和气溶胶颗粒聚集现象得到很好的控制，因此本装置具有不怕尘、不怕水和阻力小等特点。

**3) 能耗低，根据不同成分污染物和浓度差异，单位能耗 1-3W/Nm<sup>3</sup> 气体。**

## 6 技术适用性

脉冲放电等离子体技术是第三代等离子技术，是处理环境污染问题的一种高新技术，是目前国内外研究的热点。英力环保公司自主研发的脉冲放电等离子体技术处于行业领先地位，其主要的应用领域包括：

**(1)恶臭的消除，如工业市政污水处理厂、堆肥厂、污泥处理、烟草工业、食品工业、塑料工业、生物发酵等地方产生的臭气；**

**(2)空气净化，如空调或其他场合的应用；**

**(3)废气中低浓度溶剂的去除，如油漆、印刷等工业；**

**(4)净化有毒物质。**

在特定的场合该设备处理效果好，而且能耗低(1~3Wh/m<sup>3</sup> 废气)，投资少，因此该产品具有良好的商业应用前景。由于等离子体对污染物进行净化的过程中，会有大量的中间产物生成，部分被彻底氧化成 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O，部分未被完全氧化，需要与其他的吸收工艺相结合，保证废气的净化效果，比如等离子体-催化工艺和等离子体-吸附（吸收）工艺。

## 7 安全性论证

我司生产的等离子体净化设备以其独特的安全设计和结构，使其在运行过程中有着很高的安全性。随着我司对脉冲放电等离子技术的大力推广应用，工艺越来越成熟，净化设备已成功应用于多个焦化污水除臭现场，赢得了良好客户口碑，其安全性也得到了可靠验证。

- 应用场合

脉冲放电等离子体技术适用于低浓度 VOCs 气体治理，其浓度一般低于 300mg/m<sup>3</sup> 以下，其有机物成分的浓度均远低于燃烧和爆炸下限。低温等离子装置内不产生热量，始终保持较低温度（<40℃），在大风量、高湿度和持续引风的情况下，气体无法积聚热量，无法满足燃烧乃至爆炸的条件。

- 供电控制方式

采用纳秒级间歇性窄脉冲供电方式，由于脉冲宽度极窄可有效提高放电击穿电压，采用智能软件控制算法使其运行在无火花状态，即使工况恶劣变化，偶尔火花也能迅速控制熄弧，自动保护。提高安全性增加浓度检测仪、风机、喷淋等各种联锁控制功能。

- 反应器结构

等离子体反应器采用宽极距放电，放电极距是 DBD 放电的 10 倍以上，电子密度稍低，安全系数高；在大极距、大通量结构下高湿度气体和积灰对放电几乎无影响；本体自带增湿和清洗功能，不积炭、不起燃。高湿环境下放电产生大量 OH 自由基，抑制 O 自由基和 O<sub>3</sub> 的产生。

## 8 除臭效果

根据我司唐山某焦化污水生化恶臭气体工程项目的检测结果分析如下：该项目工艺主要基于脉冲放电等离子体技术将废气中的恶臭气体和有机污染物分解、氧化成水溶性较强的含氧小分子物质，再经由碱性洗涤塔将恶臭气体中的水溶性及酸性物质（H<sub>2</sub>S、有机酸等）喷淋吸收处理。以下为唐山某生化污水除臭项目的检测数据统计及结果分析：

工况编号	风机频率(Hz)	脉冲放电等离子		喷淋塔	臭气浓度(无量纲)	去除效率(%)
		频率(Hz)	电压(kV)			
1	30	300	45	开	550	0.92
2	30	300	0	开	3090	0.57
3	30	500	45	开	229	0.97
4	30	300	45	关	1318	0.82
5	30	300	25	开	724	0.90
6	50	500	45	开	72	0.99

经第三方检测数据证明，在等离子设备与喷淋吸收的复合工艺下，该项目恶臭去除效率最高可达 99%，完全能够达到恶臭排放标准的要求。在单独开启等离子和单独开启喷淋吸收的情况下，恶臭去除率都只有 80%和 60%。在复合工艺全部开启的情况下，逐步提高等离子放电电压和工作频率，恶臭去除效率逐步提高，从 90%、97%，直至最高状态下超过 99%的去除效率。这一方面验证了等离子复合吸收工艺在处理生化污水恶臭气体方面的良好效果，另一方面该工艺方案的参数可调节性，便于使用方根据恶臭气体来

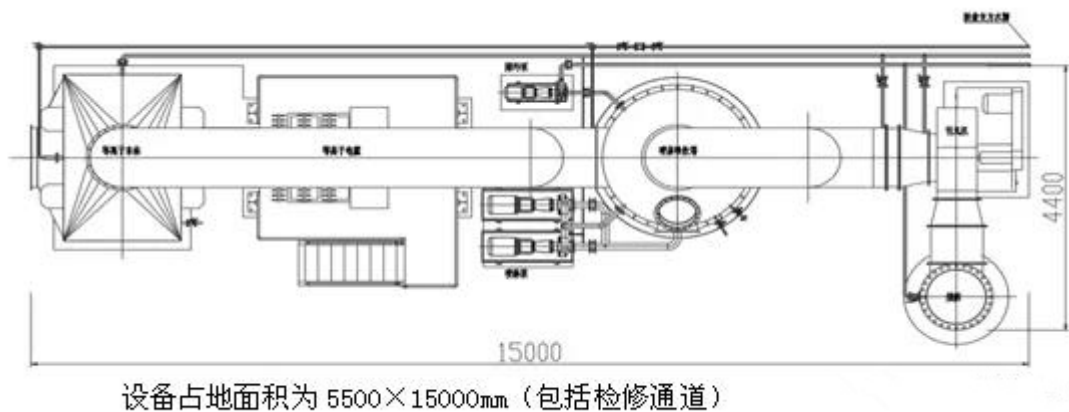
源的变化、天气扩散条件变化、排放标准的变化等因素，合理的调整运行参数，达到治理效果与经济型的完美结合。

## 9 用电负荷及运行费用

总装机容量为 73.5kW；平均运行功率为 40kW；最大小时使用量为 66kW，其中动力 63kW，自控、照明 3kW。

每天总运行费用为 413 元/d（电费按 0.7 元/度，日工作时长 24 小时，平均使用率 0.6 计）。其中电费 403 元/d；材料费用 10 元/d。

## 10 总平面布置示意图



## 11 公司工程业绩表

序号	企业	项目名	工艺	建设时间
1	唐山 XX 焦化厂	一期二期生化污水除臭工程	脉冲等离子体复合吸收工艺	2017.10
2	唐山 XX 钢铁	酚氰生化系统除臭工程	脉冲等离子体复合吸收工艺	2018.05
3	唐山 XX 炼焦制气	生化污水除臭工程	脉冲等离子体复合吸收工艺	2018.08
4	山西 XX 煤化	一厂、二厂生化污水除臭工程	脉冲等离子体复合吸收工艺	2018.09
5	山西 XX 煤焦化	一期、二期生化污水除臭工程	脉冲等离子体复合吸收工艺	2018.10
6	唐山 XX 特钢	二期焦化污水除臭工程	脉冲等离子体复合吸收工艺	2018.10
7	河北 XX 实业集团	焦化厂生化污水除臭工程	脉冲等离子体复合吸收工艺	2018.10
8	临汾 XX 焦化	池体封闭及 VOCs 处理工程	脉冲等离子体复合吸收工艺	2019.01

9	唐山 XXX 炼焦	池体封闭及 VOCs 处理工程	脉冲等离子体复合吸收工艺	2019.05
10	广西 XX 冶金	一区、二区生化污水除臭工程	脉冲等离子体复合吸收工艺	2019.05
11	东义煤电 XX 煤化工	池体封闭及 VOCs 处理工程	脉冲等离子体复合吸收工艺	2019.06
12	平遥 XX 焦化	池体封闭及 VOCs 处理工程	脉冲等离子体复合吸收工艺	2019.07
13	吕梁 XX 实业	池体封闭及 VOCs 处理工程	脉冲等离子体复合吸收工艺	2019.09
14	金岩 XX 能源	池体封闭及 VOCs 处理工程	脉冲等离子体复合吸收工艺	2019.10
15	东义 XXX 焦化	池体封闭及 VOCs 处理工程	脉冲等离子体复合吸收工艺	2019.10
16	襄矿沁县 XX 焦化	池体封闭及 VOCs 处理工程	脉冲等离子体复合吸收工艺	2019.10

## 12 典型工程案例图：

