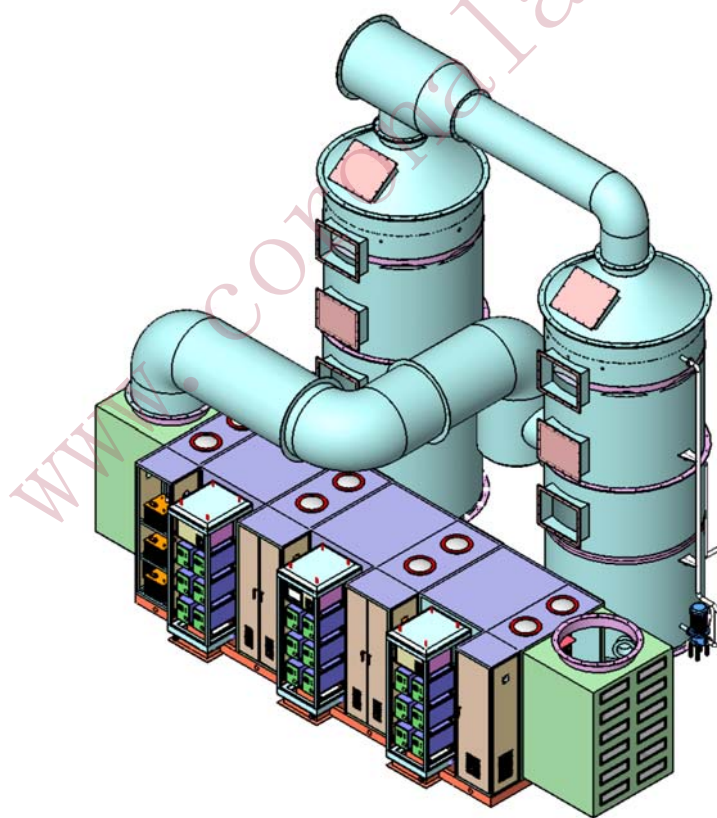


低温等离子体 工业废气处理系统说明

Coronalab
科罗纳实验室



南京苏曼电子有限公司
南京苏曼等离子科技有限公司

苏曼公司简介

苏曼公司始建于 1983 年。二十几年来一直致力于低温等离子体技术和理论的研究及低温等离子体工业应用产品的研发。苏曼公司成熟的掌握了直流、中频、射频、微波在低气压和大气压下以辉光放电、电晕放电、介质阻挡放电、电弧放电的方式产生低温等离子体的技术。并将谐振技术、频率合成技术、脉宽调制技术、微程序控制技术、模糊程序控制技术、数字信号处理技术、数字频率合成技术等现代先进技术融合在各类低温等离子体系列产品之中。使苏曼公司推出的相关 PLASMA 产品实现了电路数字化、软件模糊化、结构模块化、产品系列化。各种 PLASMA 和 CORONA 设备在技术、应用、体积、效率、功率、可靠性、外观、可操作性等方面都处于国内领先水平。尤其在系列化、价格和易用性方面更具中国特色。

苏曼公司创建的科罗纳实验室 (CORONA Lab.) 现在已经成为国内外最具技术实力和影响力的低温等离子体应用技术实验室, 是中国低温等离子体应用技术和相关设备的研发基地。科研成果和专利有 60 多项。已经推出了十几个系列的 Plasma、Corona 和 Ultrasonic 产品。这些设备已经广泛的应用于环境工程、汽车制造、光电子和消费电子制造领域。并在包装印刷、纺织生产、塑料制品、汽车配件制造、电子设备制造、家电制造、计算机制造、手机制造、生物材料、卫生材料、医疗器皿、杀菌消毒、环保设备、石油天然气管道、供暖管道、光电子、航空航天等行业中广泛使用。成功的推动了中国低温等离子体应用技术的发展。

另外, 科罗纳实验室为国内外 100 多所高等院校和科研院所研制、设计和提供了各种用于物理、化学、环保、生物、材料、航空、航天、无线电、微纳机械、能源、流体力学等科学技术领域的各种类型的常压或低气压下低温等离子体反应器, 反应堆和低温等离子体实验电源。并在等离子体尘埃、晶体、材料合成、表面处理、表面改性、医学生物、微米纳米、化工、环保、表面聚合、表面接枝、金属渗氮、冶金、表面催化、化学合成和气、液、固态物质的处理等技术中都有对应的低温等离子体设备、实验装置和系统方案。

科罗纳实验室目前正在开展大气压辉光放电技术、低温等离子体工业废气处理技术、低温等离子体工业废水处理技术、低温等离子杀菌消毒技术、低温等离子体小环境空气净化技术和低温等离子体催化技术的研究。其部分阶段性的成果已经在工业和国防相关领域获得应用。

苏曼公司在低温等离子体应用技术领域是中国规模最大, 实力最强, 技术涵盖面最宽, 应用研究最深的集团公司。苏曼公司低温等离子体应用技术研发中心的领地拥有 5500 平方米 (南京秦淮区友谊河路 3 号), 产品生产领地拥有 13000 平方米 (南京江宁滨江工业园)。苏曼的低温等离子体应用技术开放实验室欢迎国内外高等院校、科研院所和公司来参观、进行科学研究和实验, 并提供低温等离子体技术方面的技术咨询、实验方案和产品设计及科研和生产的完整解决方案。

一、低温等离子体处理工业废气的概述

随着全球经济的发展，环境污染问题日益突出，各种类型的环境污染层出不穷，严重危及了人类的健康与生存。为了人类自身的安危，治理环境问题迫在眉睫。

低温等离子体是继固态、液态、气态之后的物质的第四态，当外加电压达到气体的放电电压时，气体被击穿，产生包括电子、各种离子、原子和自由基在内的混合体。放电过程中虽然电子温度很高，但重粒子温度很低，整个体系呈现低温状态，所以称为低温等离子体。低温等离子体降解污染物是利用这些高能电子、自由基等活性粒子和废气中的污染物作用，使污染物分子在极短的时间内发生分解，并发生后续的各种反应以达到分解污染物的目的。

低温等离子体工业废气处理成套设备和技术作为一种新型的气态污染物的治理技术是一个集物理学、化学、生物学和环境科学于一体的交叉综合性电子化学技术，由于能很容易使污染物分子高效分解且处理能耗低等特点，是目前国内外大气污染治理中最富有前景、最行之有效的技术方法之一，其使用和推广前景广阔，为工业领域 VOC 类有机废气及恶臭气体的治理开辟了一条新的思路。

低温等离子体废气处理技术与其他废气治理方法优缺点对比如下表：

脱臭方法	脱臭原理	适用范围	优点	缺点
掩蔽法	采用更强烈的芳香气味与臭气掺和，以掩蔽臭气，使之能被人接收	适用于需立即、暂时地消除低浓度恶臭气体影响的场合，恶臭强度 2.5 左右，无组织排放源	可尽快消除恶臭影响，灵活性大，费用低	恶臭成分并没有被去除
稀释扩散法	将有臭味气体通过烟囱排至大气，或用无臭空气稀释，降低恶臭物质浓度以减少臭味	适用于处理中、低浓度的有组织排放的恶臭气体	费用低，设备简单	易受气象条件限制，恶臭物质依然存在
热力燃烧法	在高温下恶臭物质与燃料气充分混和，实现完全燃烧	适用于处理高浓度、小气量的可燃性气体	净化效率高，恶臭物质基本被氧化分解	设备易腐蚀，消耗燃料，处理成本高，易形成二次污染，催化剂易中毒
催化燃烧法				
水吸收法	利用臭气中某些物质易溶于水的特性，使臭气成分直接与水接触，从而溶解于水达到脱臭目的	水溶性、有组织排放源的恶臭气体	工艺简单，管理方便，设备运转费用低	产生二次污染，需对洗涤液进行处理；净化效率低，应与其他技术联合使用，对硫醇，脂肪酸等处理效果差

药液吸收法	利用臭气中某些物质和药液产生化学反应的特性，去除某些臭气成分	适用于处理大气量、高中浓度的臭气	能够有针对性处理某些臭气成分，工艺较成熟	净化效率不高，消耗吸收剂，易形成而二次污染
吸附法	利用吸附剂的吸附功能使恶臭物质由气相转移至固相	适用于处理低浓度，高净化要求的恶臭气体	净化效率很高，可以处理多组分恶臭气体	吸附剂费用昂贵，再生较困难，要求待处理的恶臭气体有较低的温度和含尘量
生物滤池式脱臭法	恶臭气体经过去尘增湿或降温等预处理工艺后，从滤床底部由下向上穿过由滤料组成的滤床，恶臭气体由气相转移至水—微生物混和相，通过固着于滤料上的微生物代谢作用而被分解掉	目前研究最多，工艺最成熟，在实际中也最常用的生物脱臭方法。又可细分为土壤脱臭法、堆肥脱臭法、泥炭脱臭法等。	处理费用低	占地面积大，填料需定期更换，脱臭过程不易控制，运行一段时间后容易出现問題，对疏水性和难生物降解物质的处理还存在较大难度。
生物滴滤池式	原理同生物滤池式类似，不过使用的滤料是诸如聚丙烯小球、陶瓷、木炭、塑料等不能提供营养物的惰性材料。	只有针对某些恶臭物质而降解的微生物附着在填料上，而不会出现生物滤池中混和微生物群同时消耗滤料有机质的情况	池内微生物数量大，能承受比生物滤池大的污染负荷，惰性滤料可以不用更换，造成压力损失小，而且操作条件极易控制	需不断投加营养物质，而且操作复杂，使得其应用受到限制
洗涤式活性污泥脱臭法	将恶臭物质和含悬浮物泥浆的混和液充分接触，使之在吸收器中从臭气中去除掉，洗涤液再送到反应器中，通过悬浮生长的微生物代谢活动降解溶解的恶臭物质	有较大的适用范围	可以处理大气量的臭气，同时操作条件易于控制，占地面积小	设备费用大，操作复杂而且需要投加营养物质
曝气式活性污泥脱臭法	将恶臭物质以曝气形式分散到含活性污泥的混和液中，通过悬浮生长的微生物降解恶臭物质	适用范围广，目前日本已用于粪便处理场、污水处理厂的臭气处理	活性污泥经过驯化后，对不超过极限负荷量的恶臭成分，去除率可达99.5%以上。	受到曝气强度的限制，该法的应用还有一定局限
三相多介质催化氧化工艺法	反应塔内装填特制的固态复合填料，填料内部复配多介质催化剂。当恶臭气体在引风机的作用下穿过填料层，与通过特制喷嘴呈发散雾状喷出的液相复配氧化剂在固相填料表面充分接触，并在多介质催化剂的催化作用下，恶臭气体中的污染因子被充分分解。	适用范围广，尤其适用于处理大气量、中高浓度的废气，对疏水性污染物质有很好的去除率。	占地小，投资低，运行成本低；管理方便，即开即用；耐冲击负荷，不易污染物浓度及温度变化影响。	需消耗一定量的药剂

低温等离子技术处理法	用介质阻挡放电或电晕放电过程中，等离子体内部产生富含极高化学活性的粒子，如电子、离子、自由基和激发态分子等。废气中的污染物质与这些具有较高能量的活性基团发生反应，最终转化为 CO、CO ₂ 、H ₂ O 或小分子等物质，从而达到净化废气的目的。	适用范围广、宽谱性、耐高温、净化效率比较高、流量范围宽，尤其适用于其它方法难以处理的多组分恶臭气体，如化工、医药、污水、香精香料生产等行业。	电子能量高，几乎可以和所有的恶臭气体分子作用；运行费用低；反应快，设备启动、停止十分迅速，随用随开。	一次性投资较高。
------------	--	--	--	----------

低温等离子体技术在气态污染物治理方面优势显著。其基本原理是在电场的加速作用下，产生高能电子，当电子平均能量超过目标治理物分子化学键能时，分子键断裂，达到消除气态污染物的目的。1980 年代，日本东京大学 S. Masuda 教授提出的高压脉冲电晕放电法是常温常压下得到低温等离子体的最简单、最有效的方法。它已成为目前的研究前沿，也正越来越多的用于气态污染物的治理。

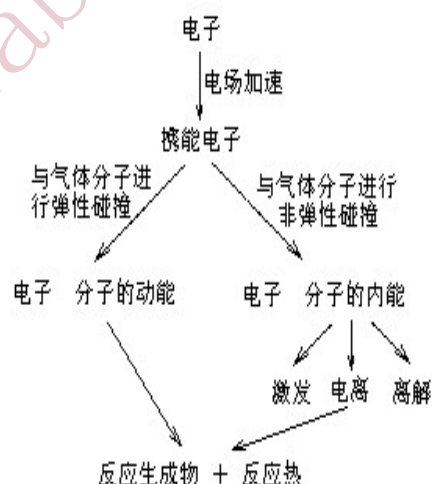
二、低温等离子体去除污染物的机理

等离子体化学反应过程中，等离子体传递化学能量的反应过程中能量的传递大致如下（如右图）：

- (1) 电场+电子→高能电子
- (2) 高能电子+分子(或原子)→(受激原子、受激基团、游离基团) 活性基团
- (3) 活性基团+分子(原子)→生成物+热
- (4) 活性基团+活性基团→生成物+热

从以上过程可以看出，电子首先从电场获得能量，通过激发或电离将能量转移到分子或原子中去，获得能量的分子或原子被激发，同时有部分分子被电离，从而成为活性基团；之后这些活性基团与分子或原子、活性基团与活性基团之间相互碰撞后生成稳定产物和热。另外，高能电子也能被卤素和氧气等电子亲和力较强的物质俘获，成为负离子。这类负离子具有很好的化学活性，在化学反应中起着重要的作用。

低温等离子体技术处理污染物的原理过程为在外加电场的作用下，介质放电产生的大量携能电子轰击污染物分子，使其电离、解离和激发，然后便引发了一系列复杂的物理、化学反应，使复杂大分子污染物转变为简单小分子安全物质，或使有毒有害物质转



变成无毒无害或低毒低害的物质，从而使污染物得以降解去除。因其电离后产生的电子平均能量在 10ev，适当控制反应条件可以实现一般情况下难以实现或速度很慢的化学反应变得十分快速。作为环境污染处理领域中的一项具有极强潜在优势的高新技术，低温等离子体受到了国内外相关学科界的高度关注。

三、低温等离子体废气处理技术适用对象和应用行业

1、低温等离子体废气处理技术适用对象和应用行业

低温等离子体的电子能量高、自由基密度大，因此绝大部分异味分子均能被分解，且处理对象广泛，可对以下物质进行有效净化：

- ◆ 含硫的化合物，如硫化氢、硫醇类、二甲基硫、硫醚类及含硫的杂环化合物等；
- ◆ 含氮的化合物，如氨、胺类、腈类、硝基化合物及含氮杂环化合物等；碳、氢或碳、氢、氧组成的化合物（低级醇、醛、酯等）；
- ◆ 苯系物，如苯乙烯、苯、甲苯、二甲苯等；含卤素化合物，如氟利昂、氯仿、四氯化碳、二氯甲烷等；
- ◆ 脂类；如乙酸甲酯、乙酸乙酯、乙酸丁酯、丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯等；
- ◆ 因蒸煮、发酵产生的超饱和含异味的湿气，主要应用领域；味精、医药化工、污泥干化等行业；
- ◆ 相对封闭、透气性很差的空间内的空气净化处理；
- ◆ 对《国家恶臭污染控制标准》中规定的八大恶臭物质硫化氢、氨、三甲胺、甲硫醇、甲硫醚、二硫化碳、苯乙烯、二甲二硫均能有效去除。

低温等离子体技术在废气处理中的应用随着工业经济的发展，化工、石油、制药、橡胶、油漆、制革、印刷、烟草、香精香料、污水处理和涂料等行业产生的挥发性有机和无机废气也日渐增多，这些废气不仅会在大气中停留较长的时间，还会扩散和漂移到较远的地方，给环境带来严重的污染，这些废气吸入人体，直接对人体的健康产生极大的危害；另外工业烟气的无控制排放使全球性的大气环境日益恶化，酸雨的危害引起了各国的重视。由于大气受污染而酸化，导致了生态环境的破坏，重大灾难频繁发生，给人类造成了巨大损失。因此选择一种经济、可行性强的处理方法势在必行。

降解挥发性有机污染物(VOCs)传统的处理方法如吸收、吸附、冷凝和燃烧等，对于低浓度的 VOCs 很难实现，而光催化降解 VOCs 又存在催化剂容易失活的问题，利用低温

等离子体处理 VOCs 可以不受上述条件的限制，具有潜在的优势。但由于等离子体是一门包含放电物理学、放电化学、化学反应工程学、电子技术及材料科学等基础学科之上的交叉学科。因此，目前能成熟的掌握该技术的单位非常之少。大部分宣传采用低温等离子技术处理废气的宣传都不是真正意义上的低温等离子废气处理技术。

2、各种成分废气低温等离子体处理效果

硫化物		羰基化合物	
硫化氢	+++++	甲醛	+++++
二甲基二硫	+++++	乙醛	+++++
二硫化碳	+++++	丙醛	+++++
甲硫醇	+++++	丙烯醛	+++++
硫酸二甲酯	+++	丁醛	++++
丁硫醇	+++++	异丁醛	++++
异戊硫醇	+++++	戊醛	++++
异二丙硫醇	+++++	异戊醛	++++
丁基己基硫醚	+++	2-甲基丙醛	++++
异丁硫醚	+++	3-甲基丁醛	++++
		乙基甲基酮	++++
		二乙基酮	+++++
		丙酮	+++++
芳烃		低级脂肪酸	
苯	+++	甲酸	+++++
甲苯	++++	乙酸	+++++
对二甲苯	++++	丙酸	++++
间二甲苯	++++	正丁酸	+++
邻二甲苯	++++	异丁酸	+++
乙苯	++++	正戊酸	++
丙苯	++++	异戊酸	+++
苯乙烯	+++++	2-甲基丙酸	++
		3-甲基丁酸	++

胺类		酚类	
甲胺	+++++	苯酚	+++++
二甲胺	+++++	邻-甲酚	++++
三甲胺	++++	对-甲酚	+++
乙胺	+++++	邻-乙酚	++++
二乙胺	+++++	对-乙酚	+++
三乙胺	++++	2, 6-二甲酚	+++++
丙胺	+++++	2, 5-二甲酚	+++++
异丙胺	+++++	2, 3-二甲酚	+++++
异二丙胺	+++++	3, 5-二甲酚	+++++
正丁胺	+++++	3, 4-二甲酚	+++++
异丁胺	+++++		
正戊胺	+++++		
异戊胺	+++++		

醇类		吡啶	
甲醇	+++++	吡啶	++++
乙醇	+++++	1,2-二甲基吡啶	+++
正丙醇	+++++	2-甲基吡啶	+++
异丙醇	++++	3-甲基吡啶	+++
正丁醇	++++	5-甲基吡啶	+++
异丁醇	++++	2,3-甲基吡啶	+++
正戊醇	++++	2,5-二甲基吡啶	+++
异戊醇	++++		

说明：+越多表明处理效率越高。

四、是否是低温等离子体处理技术的简单判断方法

现在，各传媒上宣传低温等离子废气处理的产品和技术很多，可这些产品的宣传大部分都是在热炒低温等离子体概念。如何判断是否是真正意义上的低温等离子体技术？可以用下面两个简单的规则来判断，即使你不懂低温等离子体技术也能判断出真伪。

- (1) 在废气处理的通道上必须充满分布了低温等离子体。这条规则判断很简单，只要用眼睛观察一下处理通道是否充满紫蓝色的放电就可以直观的了解是否是低温等离子体了（需要注意的是不要将各种颜色的灯光当作等离子体放电）。如果在废气

处理的通道上只零星的分布若干的放电点，则处理的效果是非常有限的，因为，大部分的(VOCs)气体没有经过低温等离子体处理区域；

- (2) 低温等离子体处理系统必须要有一定的放电处理功率。处理能量通常需要在 $2\sim 5\text{WH/m}^3$ 。即处理 $1000\sim 2000\text{m}^3/\text{H}$ 的风量需要处理的电功率为 $2\text{KW}\sim 5\text{KW}$ 。如果号称 $1000\sim 2000\text{m}^3/\text{时}$ 的风量只需要几十或几百瓦的电功率，则最多也就是静电(除尘)处理或局部处理而已。要想分解 VOCs 没有一定的能量在理论上也是不可信的。

五、苏曼公司低温等离子体处理设备的特点

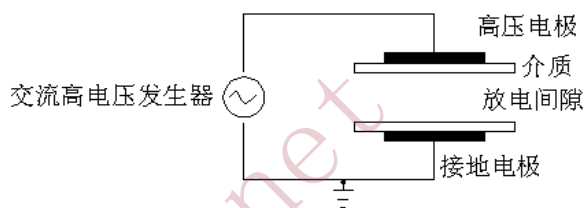
- (1) 工艺简洁：低温等离子体设备, 操作简单, 方便. 无需专人看管, 遇故障自动停机报警；
- (2) 节能：低温等离子体处理烟气能耗低, 运行费用低廉, $2\sim 5$ 瓦时/米³；
- (3) 适应范围广：在 $-40^{\circ}\text{C}\sim +60^{\circ}\text{C}$ 的环境内均可正常运转, 特别是在含有焦油成分, 潮湿, 甚至空气湿度饱和的环境下仍可正常运行。处理气体的温度范围在 $-60^{\circ}\text{C}\sim +450^{\circ}\text{C}$ ；
- (4) 设备使用寿命长：设备由不锈钢材, 石英、钼等材料组成, 抗氧化性强, 在酸性气体中耐腐蚀；
- (5) 组合性强：低温等离子体处理设备可以串并联混合应用；
- (6) $500\sim 5000\text{m}^3/\text{H}$ 为一个低温等离子体处理装置单元, 一个单元用一个脉冲电源激励驱动；
- (7) 反应堆便于维护。

六、苏曼公司低温等离子体工业废气处理技术介绍

低温等离子体是继固态、液态、气态之后的物质第四态，当外加电压达到气体的放电电压时，气体被击穿，产生包括电子、各种离子、原子和自由基在内的混合体。放电过程中虽然电子温度很高，但重粒子温度很低，整个体系呈现低温状态，所以称为低温等离子体。低温等离子体降解污染物是利用这些高能电子、自由基等活性粒子和废气中的污染物作用，使污染物分子在极短的时间内发生分解，并发生后续的各种反应以达到降解污染物的目的。低温等离子体的产生途径很多，苏曼公司所开发的低温等离子体工业废气处理技术采用的放电形式为双介质阻挡放电 (Dielectric Barrier Discharge, 简称 DBD) 或线筒式电晕放电方式。该技术已获国家专利五项 (ZL200720035097. 5; ZL200720037956. 4; ZL200620074948. 2; ZL200620078036. 2; ZL200610096470. 8)，已申请专利二项。发明：2012105100308；实用新型：2012206565149。下面是双介质阻挡放电和线筒式电晕放电废气处理技术简介。

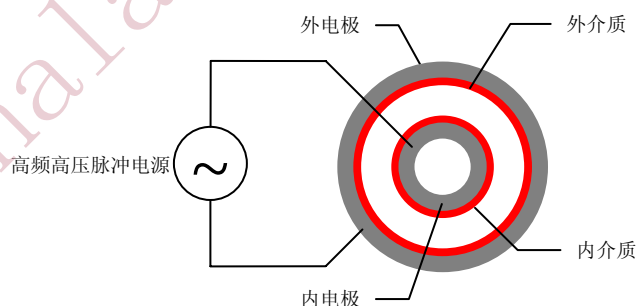
(1) 双介质阻挡放电废气处理技术简介

介质阻挡放电是一种获得高气压下低温等离子体的放电方法，这种放电产生于两个电极之间。介质阻挡放电可以在 $0.001 \sim 10 \times 10^5 \text{Pa}$ 的气压下进行，具有辉光放电的大空间均匀放电和电晕放电的高气压运行的特点。整个放电是由许多在空间和时间上随机分布的微放电构成，这些微放电的持续时间很短，一般在 10ns 量级。介质层对此类放电有两个主要作用：一是限制微放电中带电粒子的运动，使微放电成为一个个短促的脉冲；二是让微放电均匀稳定地分布在整個面状电极之间，防止火花放电。因此，双介质阻挡放电具有放电温度低，不容易点燃易燃易爆的气体。另外介质阻挡放电由于电极不直接与放电气体发生接触，从而避免了电极的腐蚀问题。



但双介质阻挡放电的电极结构怕水和焦油污染。在被处理的废气中如果存在液态水或含量比较高的焦油工况下，需要采取其它的相应措施滤除水和焦油。

为提高设备的安全可靠性和工艺性，在双介质阻挡放电的低温等离子体废气处理设备中常规的电极结构采用同轴式蜂窝结构，每组同轴式结构如右图所示。

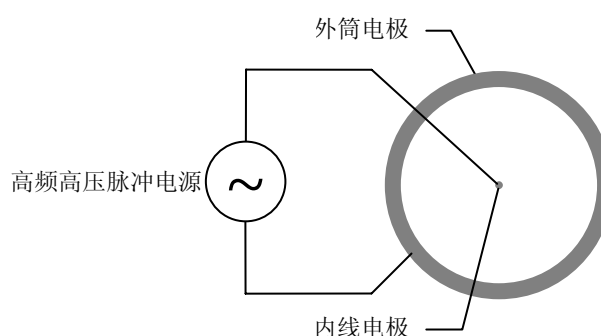


(2) 线筒式电晕放电废气处理技术简介

线筒式电晕放电也是一种获得高气压下低温等离子体的放电方法，这种放电产生于两个电极中曲率半径非常小的那个电极上。线筒式电晕放电可以在 $0.001 \sim 10 \times 10^5 \text{Pa}$ 的气压下进行，具有电晕放电的高气压运行的特点。整个放电是分布在尖端或曲率半径非常小的（如线）电极周围由许多在空间和时间上随机分布的微放电构成，这些微放电的持续时间很短，一般在 10ns 量级。由于线筒式电晕放电的两个电极之间没有介质层，因而两电极之间的放电范围就受到空气击穿电压的限制，电晕放电的范围只局限于在尖端或曲率半径非常小的线电极周围。因此，线筒式电晕放电适合处理流速比较慢的气体和燃爆气体的浓度比较低的废气。另外，线筒式电晕放电由于电极直接与放电气体发生接触，有电极的腐蚀问题。

但线筒式电晕放电的电极结构简单，运行可靠，风阻小，不怕水和焦油污染。在处理低浓度，高湿度和焦油含量比较高的环境中被广泛使用。

为提高设备的安全可靠性和工艺性，在线筒式电晕放电的电极结构设备中常规采用同轴式蜂窝结构，每组同轴式结构如右图所示。



(3) 苏曼公司在低温等离子体工业废气处理中的理论创新

在 DBD 低温等离子体放电系统中，一般只能一路电源驱动一个 DBD 电极。这主要是 DBD 放电特性是负阻抗特性，在多组 DBD 电极并联时，若用一路电源驱动多组 DBD 电极则不能同时产生均匀放电，即在并联的多组电极中只有少量的电极能产生低温等离子体。因此，在目前已应用的低温等离子体工业废气处理系统中 DBD 电极的驱动方式都是一个电源驱动一个 DBD 电极。由于工业废气的处理量都很大，都在每小时几千立方到十几万立方。若采用一组电源驱动一组 DBD 电极，则处理系统非常复杂与庞大。例如，一组 DBD 电极的气体处理量一般为几个立方到十几个立方，如果要处理几万立方的气体，则电源需要几百个至几千个，这在实际应用中实现起来非常困难，而在恶劣与复杂的工业环境中，庞大而复杂的系统其可靠性是难于保证的。应此，多 DBD 电极并联单电源驱动产生低温等离子体技术是目前制约低温等离子体大流量工业废气治理应用的技术瓶颈。

苏曼公司经过几年的探索和研究，用脉冲饱和驱动技术实现了低温等离子体多 DBD 电极并联单电源驱动并产生均匀放电，解决了制约低温等离子体在大流量工业废气治理技术中的技术瓶颈难题，为大流量宽谱型低温等离子体工业废气处理系统的大规模应用，提供了理论依据和实现这项技术的应用方案。

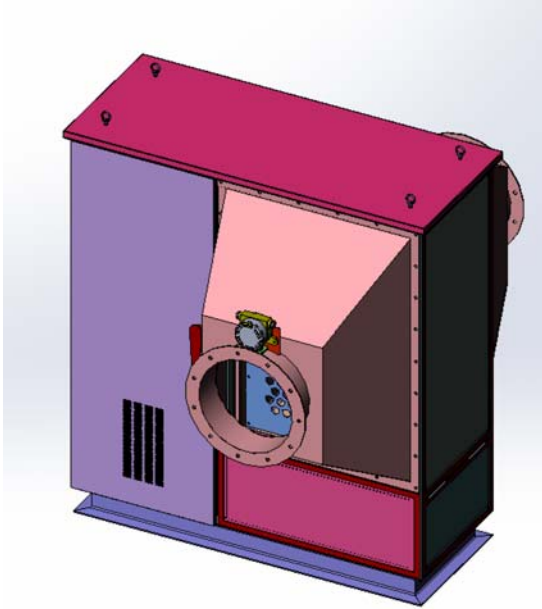
七、苏曼公司的低温等离子体工业废气处理设备的介绍

1、双介质阻挡放电电源的主要技术指标

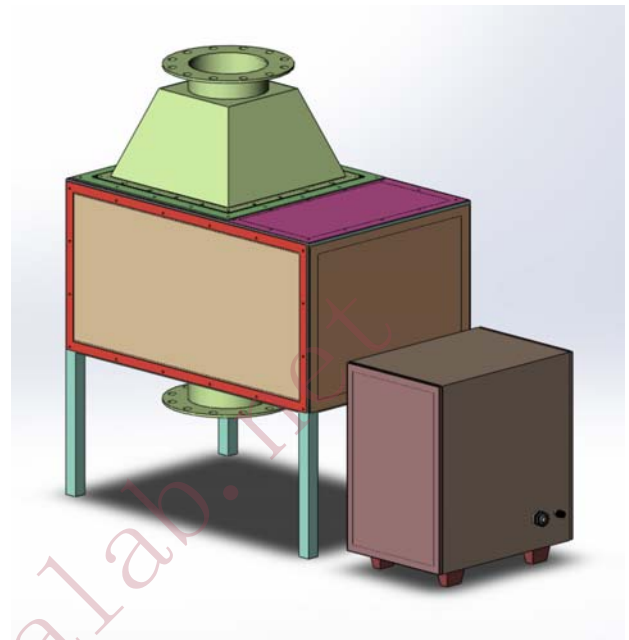
- 1) 输入电压：AC380V（ $\pm 10\%$ ）
- 2) 平均功率：2~8KW（脉冲功率：10 KW）；
- 3) 主机重量：10KG；变压器重量：35Kg；
- 4) 主机和变压器之间的连线：<50m；
- 5) 主机尺寸：250(W) $\times$ 200(H) $\times$ 360(D)mm³
- 6) 变压器尺寸：340(W) $\times$ 340(D) $\times$ 350(H)mm³
- 7) 工作环境：

温度： $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
相对湿度： 20%~93%（不结露）
大气压力： 86Kpa~106Kpa

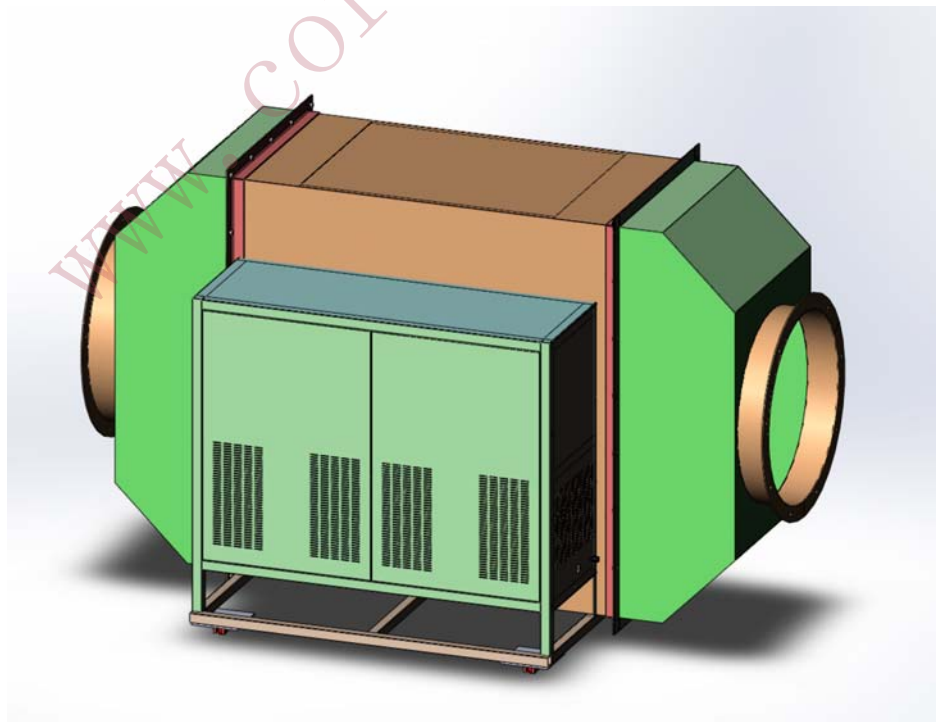
2、双介质阻挡放电低温等离子体设备外形图



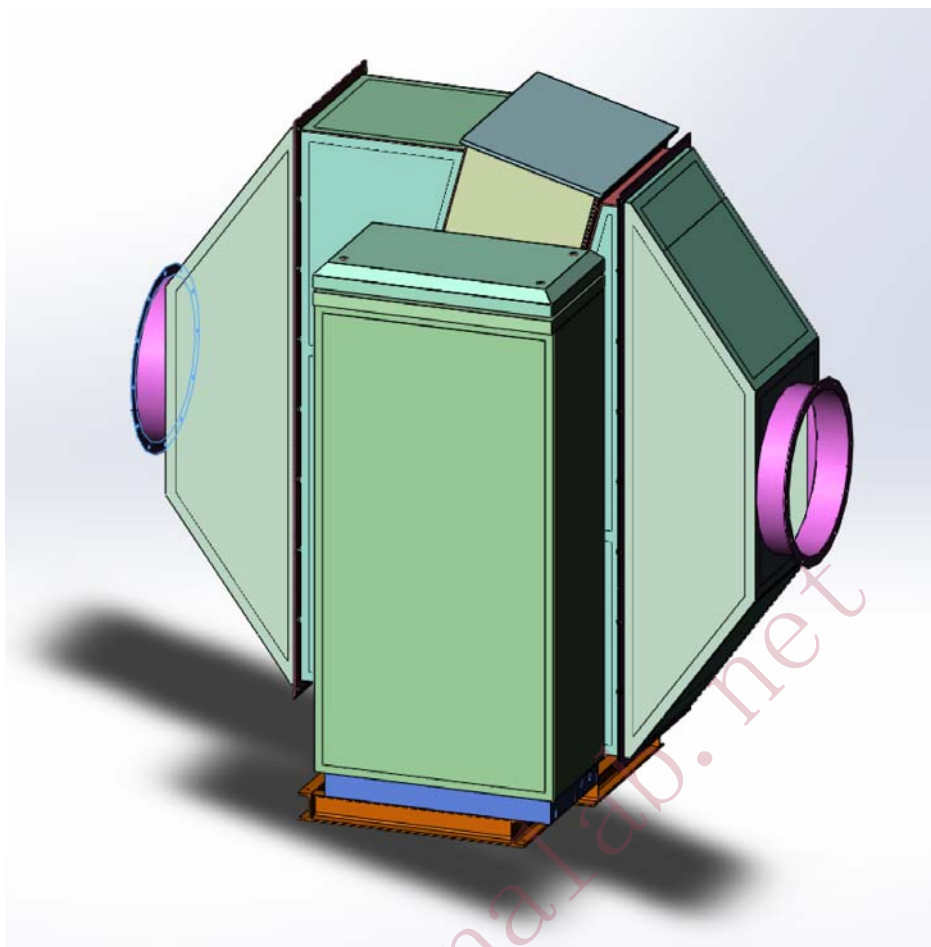
1000~2000m³/H 处理量 DBD
低温等离子体废气处理系统



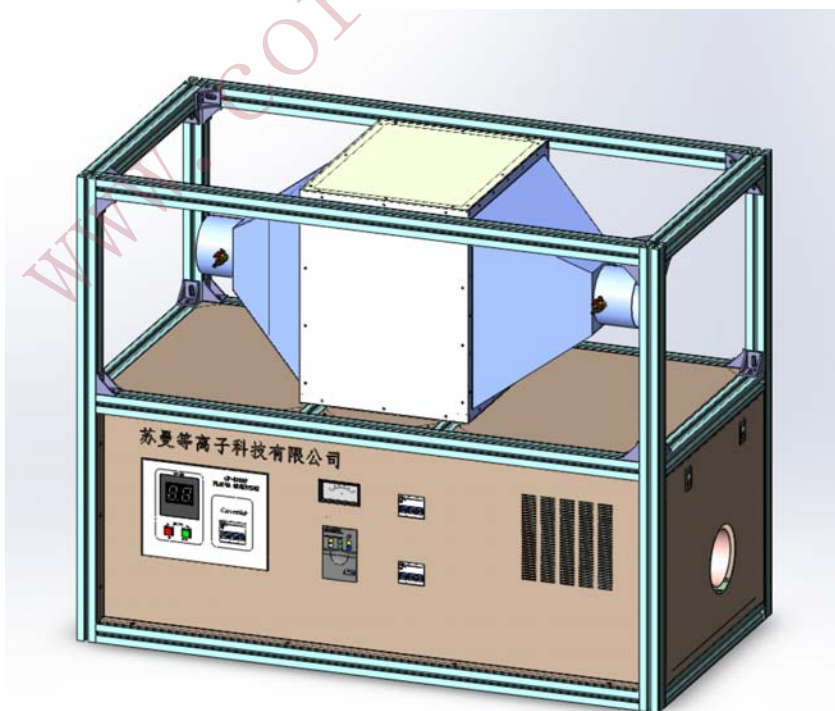
500~1000m³/H 处理量 DBD 废气处理系统
(用于处理污水处理产生的恶臭气体)



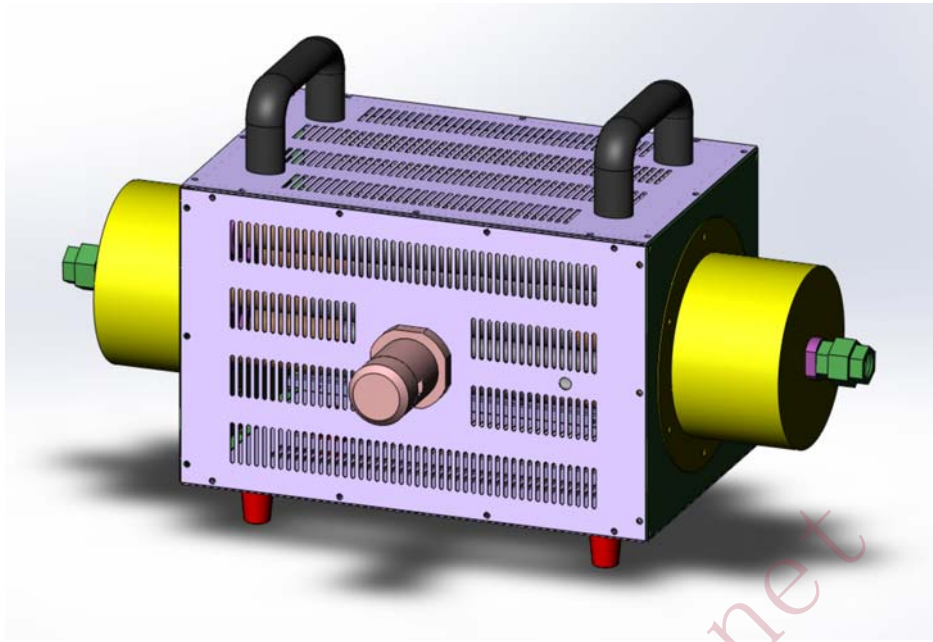
2000~3000m³/H 处理量 DBD 低温等离子体废气处理系统



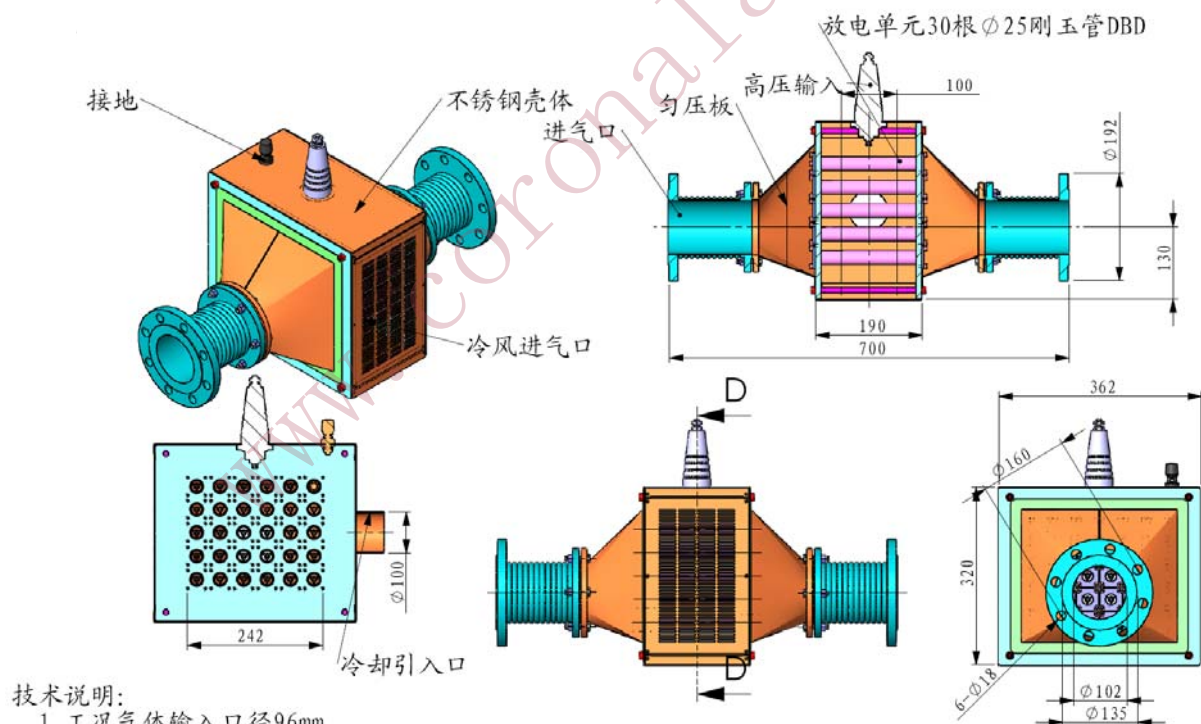
3000~4000m³/H 处理量 DBD 废气处理系统



100~300M³/H 处理量双介质 DBD 实验室用或现场测试用废气处理系统



30~60m³/H 处理量实验室用低温等离子双介质或单介质 DBD 放电反应器



技术说明:

1. 工况气体输入口径96mm.
2. DBD单元放电介质选用刚玉管直径25mmX直径20mm, 放电行程100mm.
3. 反应器设计有气流冷却, 可长期工作.
4. 排气管内径为96mm, 连接为金属波纹管. 如左边不用, 可不装配.
5. 刚玉管组合可单根分解.

南京苏曼电子有限公司技术部

天然气、柴油发动机尾气处理低温等离子体 DBD 反应堆

3、CORONA 放电电源的主要技术指标

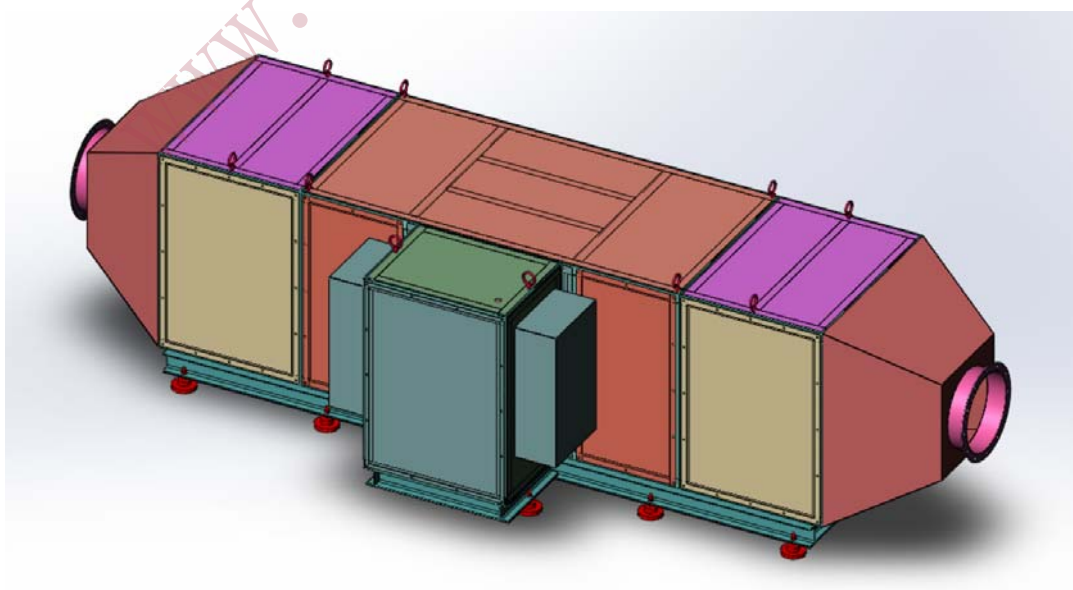
- 1) 输入电压: AC380V ($\pm 10\%$)
- 2) 平均功率: 2~10KW;
- 3) 主机重量: 10KG; 变压器重量: 35Kg;
- 4) 主机和变压器之间的连线: <45m;
- 5) 主机尺寸: 250(W) $\times$ 200(H) $\times$ 360(D)mm³
- 6) 变压器尺寸: 340(W) $\times$ 340(D) $\times$ 350(H)mm³
- 7) 工作环境:

温度: $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
相对湿度: 20%~93% (不结露)
大气压力: 86Kpa~106Kpa

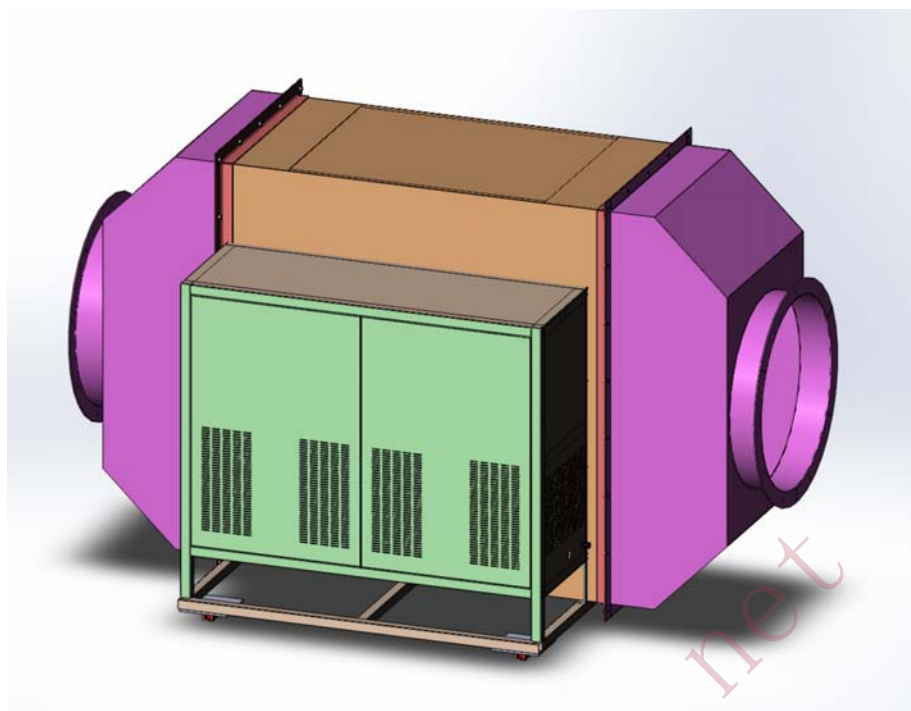
4、CORONA 放电低温等离子体设备外形图



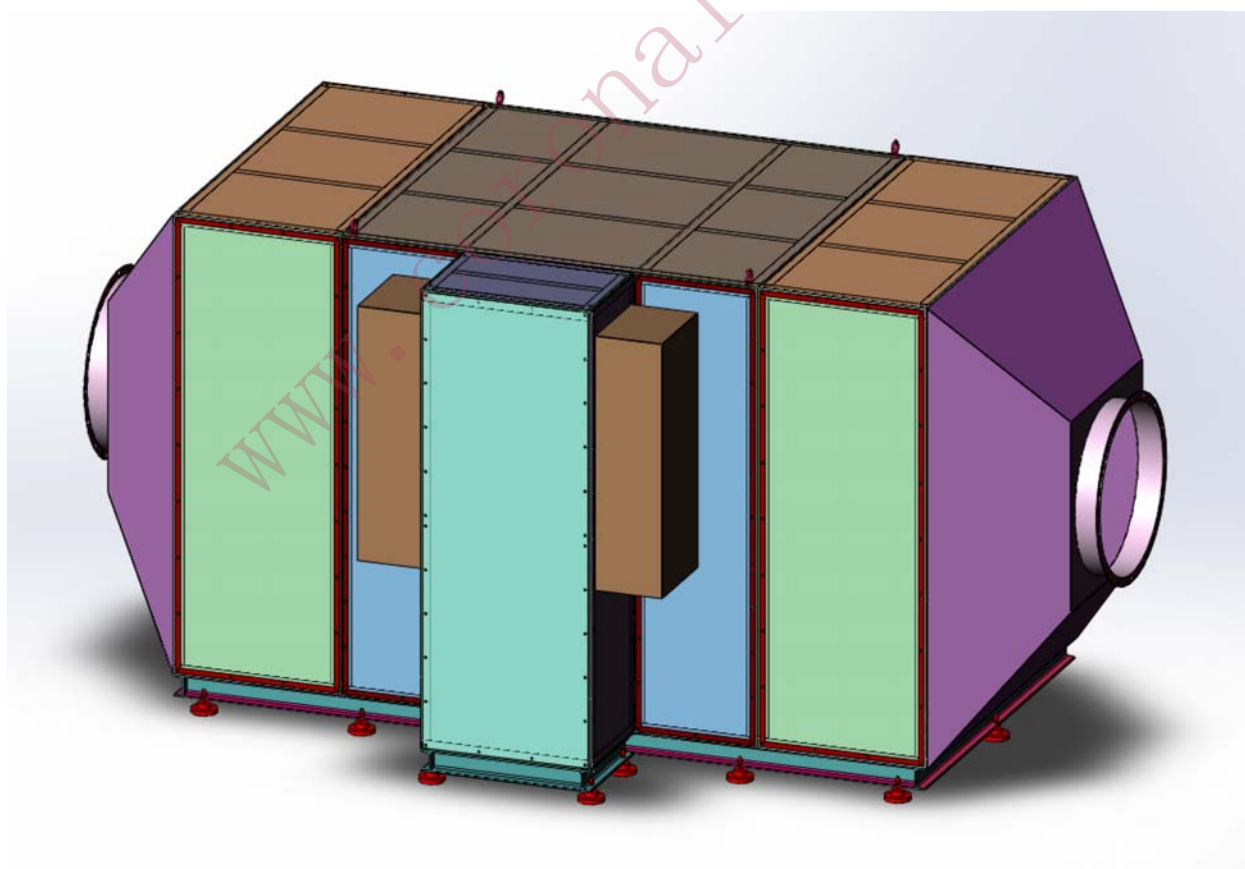
DBD 和 CORONA 放电低温等离子体处理系统中的电源



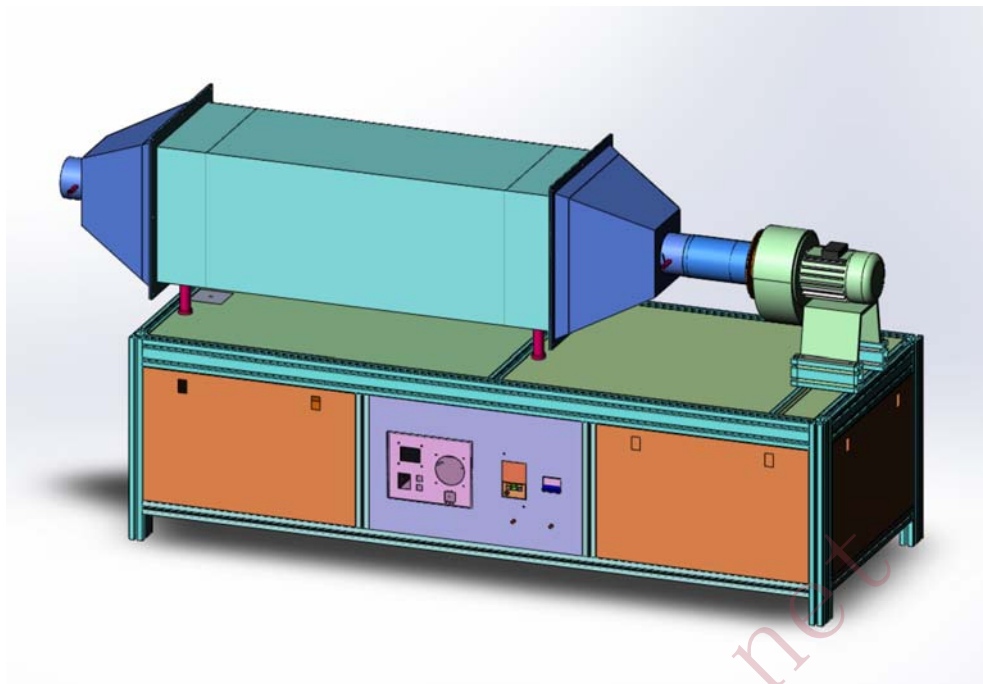
1000~3000m³/H 处理量 CORONA 放电低温等离子体废气处理系统



1000~3000m³/H 处理量 CORONA 放电低温等离子体废气处理系统



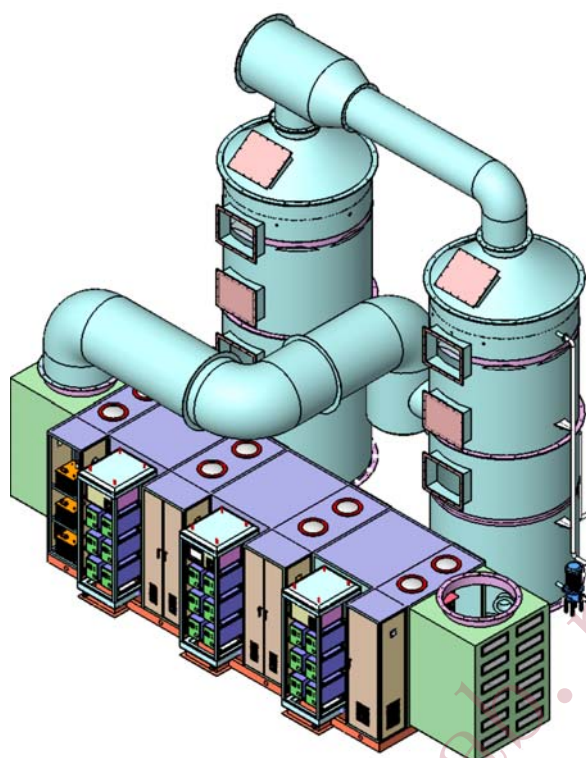
4000~10000m³/H 处理量 CORONA 放电低温等离子体废气处理系统



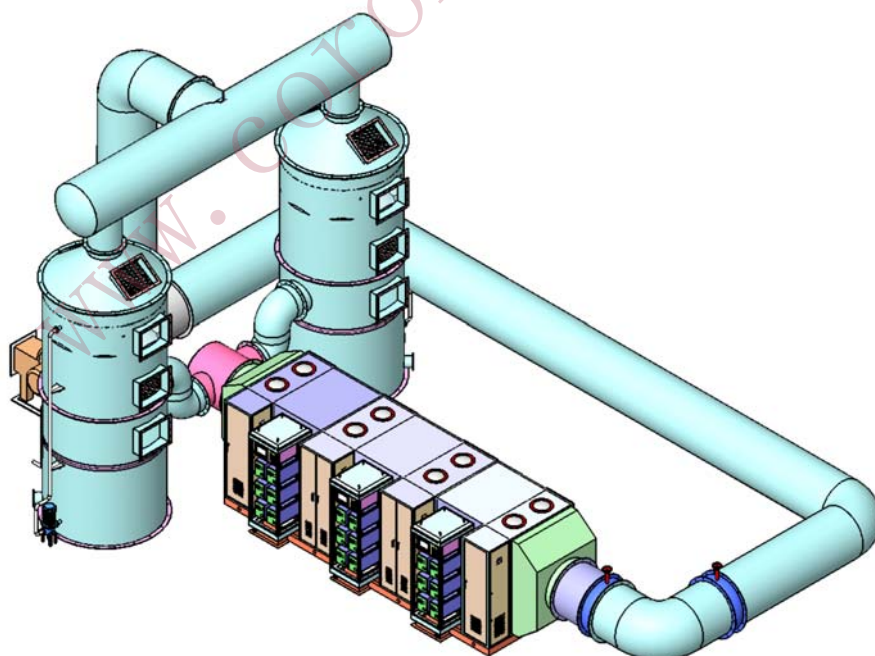
100~500m³/H 处理量实验室用 CORONA 放电低温等离子体废气处理系统



5000~10000m³/H 处理量 DBD+CORONA 复合放电式低温等离子体废气处理系统



2 万~5 万 m^3/H 处理量 CORONA 放电低温等离子体废气处理系统



1 万~5 万 m^3/H 处理量 DBD+CORONA+直流荷电式复合低温等离子体废气处理系统

DBD+CORONA+直流荷电的复合式低温等离子体废气处理系统可以高效的消除各种有机 Vocs、无机工业污染气体和灰尘、气溶胶及 PM2.5 等颗粒性污染物。

八、系统的安全问题

在使用低温等离子体处理系统处理 VOC 废气时必须充分考虑和保证其能在危险和恶劣的环境中安全运行。苏曼公司已建成的低温等离子体处理系统大型机组已经在甲类防火防爆区长期 24 小时不间断运行，非常安全稳定可靠，从未出过任何安全事故。这是因为：

1、在等离子体处理系统之前已有喷淋系统，不仅使废气浓度被降到远远低于燃爆下限，即使下一级处理系统中如有燃爆隐患，喷淋塔的水可以进行有效地阻燃和防止管道回燃，起到重要的缓冲保护作用。

2、等离子体处理系统分别前后配有停机控制装置，燃爆控制与风量控制，达到燃爆点或风量过小时都能够中断等离子体放电，大大增强了整个废气处理系统的安全自动控制能力。

3、低温等离子体处理系统设计时，采用后抽风式，即风机在机组与烟囱之间（出口管道内风速一般在 1~10m/s），气流任何时候均不会往废气源方向回流，且机组气流通道内没有任何相对封闭的空间。

4、系统中机组前后均设置安全阀门及旁通管道，确保停机或出现异常情况时，产生的废气经旁通管道由烟囱顺利地排出。

5、整个系统按照《低压配电设计规范》（GB50054-95）、《工业与民用电力装置的接地设计规范》（GBJ65-83）、《建筑物防雷设计规范》（GB50057-94 2000 年版），设置有完备的防过载保护、防漏电保护及防雷电（接地）保护，在工作异常时能瞬间自动断电停机。

6、系统内所有设备全部采用阻燃防火材料制作，设备的主要部分更是采用优质石英、不锈钢、聚四氟乙烯等高等级的阻燃或绝缘性材料。

7、系统内的电器（包括风机及开关等）全部采用防爆器件，并符合《通用用电设备配电设计规范》（GB50055-93）的要求。

8、除了系统内每个单元体外壳具有阻燃隔爆性能外，整个机组也全部装置在具有阻燃隔爆性能的金属（钢结构）外壳内。

9、系统进行用户设计时，对废气的温度、压力及每一个因子的可能浓度均进行仔细分析，特别是对有燃爆可能的因子的物理化学特性，如闪点及燃爆极限等仔细分析，在相对固定的合适的排放风量中，确保废气因子的相对含量在数量级上大大低于其燃爆极限，以确保系统运行的绝对安全。

10、从温度因素考虑，由于低温等离子体属于低温（常温）反应，废气进、出系统的温度几乎没有变化，最大升温不会超过 10℃。

11、低温等离子体处理系统严格按照《建筑设计防火规范》(GB50016-2006)及《化工企业静电接地设计技术规程》(HG-T20675-90)等规程进行系统的设计,并特别注意充分满足消防要求。

12、低温等离子体处理系统通过较长时期的运行实践,已制订出较为严谨适用的《安全操作规程》、《维护维修规程》等一整套切实可行的安全操作制度。

总之,通过对低温等离子体处理系统的安全性以“科学、求实”的态度,严谨地进行分析,以及系统在生产线上实际运行的结果,均可得出该系统即使在甲类防火防爆区内运行也是安全可靠的结论。



www.coronalab.net

公司名称：南京苏曼电子有限公司 南京苏曼等离子科技有限公司

研发中心：科罗纳实验室 (Corona Lab.)

公司地址：南京市秦淮区友谊河路 3 号

邮政编码：210007

电 话：025-86592881 025-86624855 025-86624955

传 真：025-86592891

网 址：<http://www.coronalab.net> <http://www.coronalab.com>

电子邮箱：coronalab@163.net

论 坛：<http://bbs.coronalab.com>