

# 制药厂废气治理方案

## 一、项目概述

### 1、企业基本情况简介

某市某某制药有限公司位于某工业区内。占地面积 57700 平方米的厂区内拥有 9 个专业化生产基地,其中原料药生产车间已经通过了中国 SFDA 和 GMP 认证,拥有 300℃ 高温反应和零下 70 度的低温反应能力, 60 帕德高压反应容器, 1630 千伏安的电力备份。制剂生产车间通过了中国 SFDA, MCC (南非) 的 GMP 认证,片剂胶囊和冲剂两种类型的药品年产 20 亿粒, 被列为国家抗艾滋病药物定点生产企业, 并在全球范围内寻找抗艾滋病和其他产品的合作伙伴。

### 2、企业环保状况

某市某某制药有限公司所在的新阳片区,是位于某市海沧区北部的中心城区,该区域以发展高档滨水居住生活、新兴工业和高科技研发为主,拥有生态景观良好的马銮湾和新阳工业区。作为三类工业企业的某某制药,实际上位于一、二类工业用地的范围内,因此,环保的压力是非常大的,企业除了必须加强污染源的控制外,尤其需要解决无组织有机气体的排放问题,加强有机废气排放的收集与治理。削减污染排放的总量,采取真正有效的措施,逐步改善本区域的环境质量。

近年来,某某制药有限公司以“勇于创新、开拓进取、创造财富、追求卓越”的企业文化精神,不论何时何地都没有忘记企业肩负的社会责任。在环境保护方面投入了大量的资金和技术,进行了卓有成效的工作。公司现有专职环保人员数人,并已编制《环境污染事故应急预案》、《污水站操作规程》、《固废管理规定》、《环境保护工作条例》、《控制污染管理方法》等一系列环保制度,逐步建立了一套完整的环境管理体系。但是,由于企业及产品的不断发展,以及相关环保技术力量的限制,在制药车间有机废气治理方面,还存在诸多急待解决的问题。

某市某某制药有限公司共有八个制药车间及一个污水处理站,各个车间废气的成分及排放状况不尽相同。

以较具代表性的原料药车间为例,其生产过程主要有四个步骤,基本为间歇式投料,24 小时生产,在排出的废气中含有诸如甲苯 ( $C_6H_5CH_3$ )、乙酸乙酯 ( $C_4H_8O_2$ )、甲醇 ( $CH_3OH$ )、二氧六环 ( $C_4H_8O_2$ )、三乙胺 ( $C_6H_{15}N$  即二乙基乙胺 ( $CH_3CH_2$ )<sub>3</sub>N)、DMSO (三甲基亚砷 ( $CH_3$ )<sub>2</sub>SO) 等多种较为复杂的有机物成分,现部分车间已对废气用 PVC 管和 PVC 收集罩收集后输送到简易水洗塔经过水洗后排放。排放的废气中有机物的总浓度平均值约为 1500 mg/m<sup>3</sup> 左右,对厂区及周边环境造成了较大的污染,环境需要进行有效的治理,以达到国家规定的排放标准。

### 3、污染物处理的规模

根据现有资料分析测算，在假设密闭的离心机作业过程中废气基本排向地缸（离心机和地缸用收集罩加盖），且投料采用封闭式而不是开放或半开放式等前提下，采用科学、精巧的收集方式处理后，本方案制定时将某市某某相关制药车间需要集中治理排放的有机废气总量暂定为 25920 m<sup>3</sup>/h。

#### 4、本初步设计方案的制定

##### ①、本初步设计方案制定的依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（1989 年 12 月）
- (2) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2004 年 4 月修订）
- (3) 国发（1996）31 号《国务院关于环境保护若干问题的决定》
- (4) 中华人民共和国主席令第 72 号《中华人民共和国清洁生产促进法》
- (5) 《国家环境保护“十五”计划》
- (6) 《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）
- (7) 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）
- (8) 《大气环境质量标准》（GB3095-1996）
- (9) 某省及某市市有关环境保护的法规及条例
- (10) 低压配电设计规范》（GB5005495）
- (11) 《工业与民用电装置的接地设计规范》（GBJ65-83）
- (12) 《建筑物防雷设计规范》（GB50057-94 2000 年版）
- (13) 《通用用电设备配电设计规范》（GB50055-95）
- (14) 某市某某制药有限公司提供的工程基础资料和数据

##### ②、本方案制定的原则

(1) 依据国家和某市市有关环保法律、法规及产业政策要求对工业污染进行治理，充分发挥建设项目的社会效益、环境效益和经济效益。

(2) 积极稳妥地采用新技术、新设备，结合企业的现状和管理水平采用先进、可靠的改造技术和污染治理工艺处理工艺，力求运行稳定、费用低、管理方便、维护容易，从而达到治理污染、保护环境的目的。

(3) 妥善解决项目建设及运行过程中产生的污染物，避免二次污染。

(4) 严格执行现行的防火、安全、卫生、环境保护等国家和地方颁布的规范、法规与标准。

(5) 选择新型、高效、低噪设备、注意节能降耗。

##### ③、本方案治理的基本目标

鉴于某市某某制药车间废气中有机因子成分十分复杂，根据国家相关规定应首先考虑按《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）进行治理效果的综合监测验收，达到国家二级排放标准的要求，其评价标准如下：

恶臭污染物排放国标二级

监测项目

执行标准

评价依据

臭气浓度

有组织（15m 排气筒）

2000（无量纲）

《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）

无组织（周边浓度）

30（无量纲）

同时，对部分有代表性的有机因子，也可参照《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）作为参考性数据，进行监测验收。

GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》二级标准

污染物

最高允许排放浓度（mg/m<sup>3</sup>）

最高允许排放速率（kg/h）

无组织排放监控

排气筒

速率

监控点

浓度（mg/m<sup>3</sup>）

甲 苯

40

15

3.1

周界外浓度最高点

2.4

二甲苯

70

15

1.0

周界外浓度最高点

1.2

## 二、项目治理方案

### 1、废气治理技术的选择

对治理工业废气中大量存在的有机化合物，现在应用较普遍的活性炭、活性炭纤维、纯硅分子筛以及催化燃烧法等，虽有一定效果，但不仅存在耗用大量吸附材料或燃料，还存在工艺落后、成本高、二次污染较严重等问题，特别是对于大流量、低浓度的有机废气，更是存在不少未能解决的问题。实际上，采用这些

技术方案后，往往给政府环保部门的监管，以及产生和治理污染的企业运行，都会带来很大的困扰。

#### A、吸附脱附处理

活性炭对于某些特定 VOCs 因子具有良好的吸附作用，且可脱附再生，虽然存在实际运行费用较高，二次处理麻烦，效果难于随时监控等问题，但仍在有机废气的传统处理工艺上，占有重要地位。

不过，通过对某市某某制药车间废气情况进行分析，结论是采用活性炭吸附脱附方式处理却并不合适，这是因为：

①一般认为，硫化氢、胺类、醛类（如某某制药车间废气因子中的硫化氢（ $H_2S$ ）、三乙胺（ $C_6H_{15}N$ ）、甲醛（ $HCHO$ ）等）本身就是不适合活性炭吸附的物质。

②分子量低于 45 的高挥发性物质，如某某制药车间废气因子中甲醇（ $CH_3OH$ ，分子量 32.04）、硫化氢（ $H_2S$ ，分子量 34.08）、乙醇（ $C_2H_5OH$ ，分子量 46.07）、乙硼烷（ $B_2H_6$ ，分子量 27.67）、甲醛（ $HCHO$ ，分子量 30.03）、氨气（ $NH_3$ ，分子量 17.03）等，基本上不被活性炭稳定吸附。

③高分子量化学物具有低挥发性、虽与活性炭有很强吸附力，但再生脱附非常困难，因此，一般认为分子量大于 130 的化合物（如某某制药车间废气因子中氯甲酸苯酯  $C_7H_5ClO_2$ ），不适于吸附脱附的处理方式。

④某某制药车间各种有机废气因子沸点差距太大，如 DMSOL（三甲基亚砜，沸点  $197.5^{\circ}C$ ）、氯甲酸苯酯（沸点  $187^{\circ}C$ ）、乙二醇二甲醚（沸点  $197.5^{\circ}C$ ）、二氯丙酮（沸点  $173.4^{\circ}C$ ）等沸点很高，与低沸点的因子硫化氢（沸点  $-60.4^{\circ}C$ ）、乙硼烷（沸点  $-92.6^{\circ}C$ ）、甲醛（沸点  $-19.5^{\circ}C$ ）等相差太大，非常不利于活性炭吸附脱附处理。

⑤某某制药车间废气因子中由于存在多种不能共存因子混合，可能在活性炭床中造成放热反应及氧化、聚合反应。

⑥特别需要提出的是，某某制药采用活性炭吸附加冷凝处理，会带来大量冷凝液，存在二次污染及需要麻烦的再处理的问题。

#### B、催化燃烧

由于某市某某制药车间废气中 VOC 浓度一般均在  $2000mg/m^3$  以下，且很不稳定，所以燃烧时需要补充消耗大量能源，这不仅增加运行成本，也与节能降耗的环境治理目标相去甚远。采用“催化燃烧法”不仅会大大增加大气中  $CO_2$  的排放量，特别是还有部分废气因子（如氯甲酸苯酯，1,3-二氯丙酮粉尘等）燃烧后会产生剧毒的二恶英（国家大气排放标准中微量即超标，控制十分严格）等二次污染。因此，催化燃烧的方式对于某某制药车间有机废气治理也并不适用。

实际上，采用催化燃烧方式也会使管道工程量变得很大。

为此，美国、日本、俄罗斯等国在研究和应用领域采用介质阻挡放电（Dielectric Barrier Discharge）DBD 产生的非平衡态等离子体治理大流量工

业废气，进行了大量工作，日本等国还在利用光催化降解有机废气方面取得了快速发展，以求得对工业有机废气更先进，更有效，和经济运行的可靠方式。

在中国，近年来对等离子体和光催化技术的研究和应用也十分活跃，不少著名高校和科研院所都投入了专门力量。（中日合资）重庆金帕环境科学有限公司自成立之初即对相关技术一直给予特别关注，光触媒技术及产品、工程的应用和研究都处于国内外相当先进的水平，特别是我们的以双介质阻挡放电及先进的光催化技术为核心的“JKJ-V 低温等离子+复合光催化工业废气净化器”在治理大规模工业废气方面已取得显著的成效，得到了国家有关方面及大型化工企业等用户的高度评价和认可，填补了我国在工业大流量有机废气治理方面的技术空白。该机的中国国家专利受理号为 200820098255.6，科技成果登记号为渝科成登字 2008Y280。实践证明低温等离子+复合光催化是一种真正高效低能耗的先进治理技术。

目前，我们的“JKJ-V 低温等离子+复合光催化工业废气净化器”机组正在国家大型企业的生产线上，长期持续地正常工作，显示出其治理大流量工业复杂有机废气方面，比其他传统技术具有更明显的技术优势及更佳的环境、经济效益。

## 2、低温等离子+复合光催化

在本项目中使用的“低温等离子+复合光催化”是根据化工、医药等行业在生产中产生的大流量、低浓度有机废气特点独创的具有国际先进水平的降解技术，其核心是首先用低温等离子体产生高能量电子，直接分解废气因子中的有害气体，使其迅速形成小分子碎片，降解生成 CO<sub>2</sub>，H<sub>2</sub>O 等，再利用光触媒的作用，降解尚未完成降解的各类有害气体，从而达到对车间生产废气较为满意的综合降解效果。

### 1) 低温等离子体技术简介

所谓等离子体是继固体、气体、液体三态后，列为物质的第四态，由正离子、负离子、电子和中性离子组成，因体系中正负电荷总数相等，故称为“等离子体”。等离子体按粒子温度可分为平衡态（电子温度=离子温度）与非平衡态（电子温度>>离子温度）两类。

非平衡态等离子体电子温度可上万度，离子及中性离子可低至室温，即体系表现温度仍很低，故称“低温等离子体”，一般由气体放电产生。

气体放电有多种形式，其中工业上使用的主要是电晕放电（在去除废气中的油尘上应用已相当成熟）和介质阻挡放电（用于废气中难降解物质的去除）两种。

低温等离子体技术是近年发展起来的废气处理新技术，低温等离子体处理废气的原理为：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物。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，以达到降解污染物的目的。



产生高能电子，轰击分解废气中的恶臭、有毒的气体分子。具有安全可靠、操作简单、运行费用低、治理效率高、技术先进等特点。

## 2) 光触媒技术简介

“光触媒”（也称为“光催化剂”）的主要成分是纳米级锐钛型二氧化钛（TiO<sub>2</sub>），作为一种新的光催化半导体材料，日本已将其列为本世纪重点发展的新技术，被誉为当今世界上最先进的空气净化新技术，近年来在中国也得到较广泛应用。

在室温下，当波长在 380nm 以下的紫外光照射到纳米级二氧化钛颗粒上时，在价带的电子被紫外光所激发，跃迁到导带形成自由电子，而在价带形成一个带正电的空穴，这样就形成电子—空穴对。利用所产生的空穴的氧化及自由电子的还原能力，二氧化钛和表面接触的 H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub> 发生反应，产生氧化力极强的自由基，这些自由基可分解几乎所有有机物质，将其所含的氢（H）和碳（C）变成水和二氧化碳。

泡沫镍既有金属镍耐高温、抗腐蚀、化学性质稳定的特征，又具有泡沫独特的三维网状结构，以它为基体，附载纳米二氧化钛开发而成的复合光催化抗菌泡沫金属滤网继承了泡沫镍的所有优点，超过 95% 的孔隙率保证了良好的空气通透性，而在其包面分布均匀的光触媒材料比表面积大，表面覆盖率高，最大限度增大了与空气和紫外线的接触面，加之泡沫金属的三维特性，使得光催化‘反应腔’饱满，保证了其光催化效率。

在紫外光照射下，当空气旋流进入滤网，即进入光催化反应腔时，高能“电子—空穴”对迅即与毒有害的有机物直接进行化学反应，氧化、分解为无污染的水和二氧化碳等。

## 3) 废气中有害因子在“低温等离子+复合光催化”作用下的降解反应以苯在

“低温等离子+复合光催化”作用下可能的降解历程为例：

实际上，这种解析和离解，将高分子降解为低分子，将有害因子降解为无害因子，正是工业上真正实现有机废气无害化的有效途径。

## 4) 现场小试实际效果

2008 年 11 月 20 日在某市某某制药公司生产现场，采用“低温等离子+复合光催化”小试装置对现场实地采取的有机废气进行了治理效果验证性小试，并由某市市环境监测中心站对测试结果进行检测，主要数据如下：

监测点位

监测结果（mg/m<sup>3</sup>）

苯

甲苯

二甲苯

非甲烷总烃

“低温等离子+复合光催化”小试装置进口

3.66×10<sup>3</sup>

1.24×10<sup>3</sup>

94.8

9.34×10<sup>3</sup>

“低温等离子+复合光催化”小试装置出口

73.2

52.1

10.5

295

降解率

98%

95.8%

88.9%

96.8%

实地证实了“低温等离子+复合光催化”技术对治理某某制药有机废气的有效性。

### 3、废气治理主要工艺流程说明

#### ①、PM 水气分离器

经集中收集的复杂的有机废气经过阀门进入 PM 水气分离器后，在特制挡板及温差冷凝作用下去除部分废气中的水分，以保证等离子体放电稳定。

#### ②、JKJ-V 净空居等离子+光催化工业废气净化器

基本规格为 1250m<sup>3</sup>/h，每套机组由上下两条同等的处理线组成，规格为 1250m<sup>3</sup>/h×2（每套机组总处理量为 2500~3000 m<sup>3</sup>/h），由低温等离子分离器以及采用介质阻挡放电方式的低温等离子发生器（DBD）及光触媒作用室组成，JKJ-V 为治理废气最主要和最核心的设备。输入电压为三相 380V/50HZ 交流电，每/台套的功率 4.5KW。按某市某某制药三车间废气产生量为 10000—11000 m<sup>3</sup>/h 计，需 4 台（套）1250 m<sup>3</sup>/h×2 的机组（若以日平均值 3720m<sup>3</sup>/h 考虑，则只需 2 台（套）机组即足足有余）。

#### A、等离子分离器

采用辉光及极板方式放电，作为预处理装置，主要对进入机组废气进行初步降解处理，并进一步去除油腻、水分、尘埃等，以提高净化效率。

#### B、DBD 发生器

采用介质阻挡放电方式的低温等离子发生器。由优质石英、不锈钢、钼以及特质的高性能工业陶瓷等制成，脉冲发生器由数质显示控制，将市电（380V 交流电）经振荡升压获得高频脉冲电场，产生高能量电子，在进行剧烈弹性和非弹性碰撞中，直接轰击分解废气因子中甲苯等有害气体，使其迅速降解并生成 CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O 等。

### C、光触媒作用室

采用纳米级的银离子及直径为 7nm 的二氧化钛，用喷涂及高速射入的方式嵌入在用发泡方式制成的金属镍网上，在特制紫外光源照射下，使进入特制光催化腔内有害气体与光催化产生的“空穴—电子”对及氢氧根自由基等产生物理—化学反应，氧化、分解经低温等离子作用后尚未完全降解的各类有害气体。

#### ③、风机

每组 JKJ-V 机组后与烟囱间提供抽排动力的风机，风机做防护处理，电机采用防爆型。

#### ④、进出口管道及排气筒

机组编号	并联合（套）数	废气产生车间	总进出口管道及排气筒的直径尺寸
第一组	2	一车间、二车间	φ 500
第二组	2	三车间	φ 500
第三组	1	四车间	φ 400
第四组	3	五车间	φ 620
第五组	2	七车间	φ 500
合计	10		

### 三、治理工艺初步设计

#### 1、制药车间废气收集

为了达到良好的治理效果，废气的收集是一个重要的过程，现对相关车间的相关设备以及产生废气的状况列表如下：

#### 2、废气收集量的分析

计算废气收集量时，可按如下考虑：

离心机放料及甩干过程排气量=溶媒总投入量-产品湿重×干燥失重-母液

烘干设备排气量=湿重-干重

如果所有车间均按现在二车间进行整改后的方式进行废气收集，即所有离心机和地缸都用收集罩加盖。所有投料罐均可视为真空抽料（只考虑真空池废气收集）。考虑到由于反应罐上的冷凝器排出废气量应很少（太大会抽走溶剂），而抽滤器采用真空抽料，废气量更少，所以，实际上废气收集是以离心机，真空池和真空泵等地方为主。

按照以上的方式，根据已有资料进行测算，需要进入 JKJ-V 系统处理的废气量为：一车间为 940 m<sup>3</sup>/h，二车间为 3210 m<sup>3</sup>/h，三车间为 4720 m<sup>3</sup>/h，四车间为 2660 m<sup>3</sup>/h，五车间为 8450 m<sup>3</sup>/h，七车间为 5940m<sup>3</sup>/h。因此，集中排放的废气总量应在 25920m<sup>3</sup>/h 左右。

以上废气量测算时假设密闭的离心机作业过程中废气基本排向地缸（离心机和地缸用收集罩加盖），且投料采用封闭式而不是开放或半开放式，否则，考虑到收集罩与设备之间接口、距离、集气时废气量会增加很多。

此外，相关车间应考虑适当进行室内外空气交换抽排，车间工作空间内产生的废气除通过集中收集外，能及时引入室外新鲜空气，以改善工作环境。

### 3、废气进入 JKJ-V 的前处理

管道收集汇总的废气经水洗塔、水气分离器后可直接进入 JKJ-V 进行处理，对于废气因子复杂的五车间，投放氨基钠的罐或 1, 3 二氯丙酮的罐应该要设收集罩进行预处理后，再进入排气总管，乙硼烷要单独处理后再进入排气总管：

### 4、JKJ-V 机组的布置

每台(套)JKJ-V 机组处理废气的标准量为 2500 m<sup>3</sup>/h(最大处理量 3000 m<sup>3</sup>/h)根据经济、高效、适用、安全、节能的原则，并充分考虑场地条件，JKJ-V 机组拟按以下 4 组分布安置：

机组编号	并联合（套）数	废气产生车间	总废气量（m <sup>3</sup> /h）
第一组	2	一车间、二车间	4150
第二组	2	三车间	4720
第三组	1	四车间	2660
第四组	3	五车间	8450
第五组	2	七车间	5940
合计	10		25920

## 四、关于二次污染等相关问题

某市某某制药有限公司制药车间产生的有机废气在采用“低温等离子+复合光催化”法治理过程中，不使用和更换吸附物，也不会出现冷凝水再处理等问题，其废气因子降解的最终产物，主要为二氧化碳和水，因此，没有处理二次污染的麻烦问题。当然，废气处理过程中，也可能伴生少量的氯化氢、固体或油状颗粒物等。

### 1、关于氯化氢的排放

根据监测以及产品的投料量和物料衡算等结果，某某制药车间工艺废气中氯化氢的浓度最高为 45 mg/m<sup>3</sup>（四车间），小于《大气污染综合排放标准》

（GB16297-1996）最高允许排放浓度标准值 150 mg/m<sup>3</sup>，且通过计算后可知，排放的速率也小于国家二级标准（15m 排气筒），因此，采用“低温等离子+复合光催化”工艺治理后，可保证氯化氢达标排放。

### 2、关于管道及设备的腐蚀问题

JKJ-V 机组主要部分均采用耐腐蚀性很高的材料（如不锈钢、石英、高级陶瓷等），对水气分离设备及管道阀门、电机等需要进行防腐处理的部分，采用日本原产 PM 机能性防护涂料进行处理。

（日本产帕玛(バーマシールド)机能性涂料，是一种特殊变形聚酯重合树脂，具有非常复杂的多重线状结构和超过 100 万的分子量。

日本产帕玛(バーマシールド)机能性涂料对水分、盐分具有不透性及良好的抗酸、碱性腐蚀作用和耐候性、难燃性等多种优异性能,将其涂刷在管道及相关设备表面,可有效的防止二氧化碳、氯化物等的腐蚀作用)。

### 3、治理过程中可能伴生的少量固体或油状颗粒物等

在 JKJ-V 中,由专门设置于等离子体 DBD 发生器和复合光催化装置之前的等离子油尘分离器分离出来。但根据实际投料量及废气中可能抽排的量,以及经过处理后可能残存为固体颗粒的量进行物料衡算,这部分的量应该是非常小的,不会造成处理上的问题。

由于采用“低温等离子+复合光催化”法为干法,没有污水等需要再处理的二次污染物,治理后有机废气的主要产物主要为 CO<sub>2</sub> 及 H<sub>2</sub>O 等,且不需要任何吸附物,不存在后续的脱附工艺等,所以,从根本上杜绝了二次污染的产生。

## 五、系统的安全问题

由于某市某某制药有限公司制药车间生产现场属于甲级防爆区域,所以必须采取绝对保险的安全措施。首先,对生产尾气存在燃爆危险的因子浓度进行严格的理论推算,现场监测,必要时通过电极焚烧等方式进行检验。

JKJ-V 系统充分考虑了必须保证其能在危险和恶劣的环境中安全运行。已建成的 JKJ-V 系统大型机组实际上正在甲类防火防爆区长期 24 小时不间断运行,非常安全稳定,从未出过任何安全事故。这是因为:

1、JKJ-V 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 5-10m/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。

2、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,废气经旁通管道由烟囱顺利地排出。

3、机组前设有油、气分离器装置,有效防止 DBD 发生器工作时因水分过高等因素异常放电。

4、整个系统按照《低压配电设计规范》(GB5005495)、《工业与民用电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。

5、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、钼、高级绝缘陶瓷、金属镍泡沫、聚四氟乙烯等高等级的阻燃或绝缘性材料。

6、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》(GB50055-95)的要求。

7、除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。

8、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。

经分析，某市某某制药有限公司制药车间废气因子的主要成分：甲苯（ $C_6H_5CH_3$ ）、乙酸乙酯（ $C_4H_8O_2$ ）、甲醇（ $CH_3OH$ ）、二氧六环（ $C_4H_8O_2$ ）、三乙胺（ $C_6H_{15}N$  即二乙基乙胺（ $CH_3CH_2$ ） $_3N$ ）、DMSO（三甲基亚砷（ $CH_3$ ） $_2SO$ ）等，除了DMSO外，其余因子都具有较低的闪点和易燃易爆的特性，相关有机物因子与空气中混合的爆炸极限（体积）分别为甲苯 1.2~7.0%（分子量 92.14）、乙酸乙酯 2.0~11.5%（分子量 88.1）、甲醇 6~36.5（分子量 32.04）、二氧六环 2~22%（分子量 88.106）、三乙胺 1.2~8.0%（分子量 101.19），以上因子的相对含量均大大低于极限范围，具有数量级的安全性。在制定本治理方案时，对相关废气因子的安全性，均进行专门的分析，以确保治理工艺过程的绝对安全。对于五车间存在的氨基钠、1,3 二氯丙酮以及乙硼烷等收集后单独进行预处理，再通过总管道进入 JKJ-V 系统。

（如某某制药车间现提供数据为总有机物浓度（VOCS）一般在 1500~2000mg/m<sup>3</sup> 左右，即使达到 3000 mg/m<sup>3</sup>、6000 mg/m<sup>3</sup> 或更高一些，也具有数量级的安全性。）

9、从温度因素考虑，由于 JKJ-V 系统中低温等离子体介质阻挡放电属于低温（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℃。

10、JKJ-V 严格按照《建筑设计防火规范》及《化工企业静电接地设计技术规程》等规程进行系统的设计，并特别注意充分满足消防要求。

11、JKJ-V 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 JKJ-V 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运行也是安全可靠的结论。

## 六、运行费用及能耗

由于 JKJ-V 系统自动化程度很高，整个过程除开关机外，不需要人工操作，只需要定时进行巡视，故人工费用很低。

设备的主要耗费为电能，为了提高处理系统的激活、电离、裂解工业废气的效率，JKJ-V 低温等离子体空气净化设备的电源采用“差分输出低温等离子脉冲电源”的技术后，可使得工业废气处理系统在保持反应器放电的同时，能耗大为降低。脉冲电源的重复周期快，峰值功率密度大，调节范围宽，输出的脉冲功率峰值调节范围可以从 0~6kw 的宽范围连续调整。为最佳能耗的确定提供了极大的便利。

采用本技术后，不仅使净化装置的整体性和集成度大为提高，等离子部分实现了数字化控制，使运行操作变得更加简单易行。同时，在电极板有效长度及降解放电效率比原方案有一定提高的前提下，电耗却仅为国际上对 DBD 放电装置公认能耗的 30%左右，同时，整个系统运行的可靠性大为提高。由于 DBD 发生器采用了最先进的差分馈脉冲供电及数字显示控制技术，实际每台套机组(含风机等)平均运行功率的消耗仅为 4.5KW 左右。

系统总平均能耗如下表所示：

机组编号	并联台(套)数	平均能耗(千瓦)	处理废气量(m <sup>3</sup> /h)
第一组	2	9.0	4150
第二组	2	9.0	4720
第三组	1	4.5	2660
第四组	3	13.5	8450
第五组	2	9.0	5940
合计		45.0	25920

系统的清洗维护工作相对也比较简单，零配件损耗率很低，没有需要经常更换的材料，项目实施企业承诺对设备免费维护一年，并长期负责维修。

## 七、工程概算

### 1、工程概算编制说明

根据甲方提供的图纸资料及本项目设计方案及相关文件进行编制。

### 2、工程概算根据

- (1) 《福建省建筑安装工程费用定额》（2003 版）
- (2) 《福建省建筑安装工程费用定额》（2003 版）利润率的通知（闽建筑[2005]15 号）
- (3) 福建省建设厅关于调整《福建省建筑安装工程费用定额》（2003 版）
- (4) 建筑工程企业管理费率的通知（闽建筑[2005]25 号）
- (5) 《建设工程工程量清单计价规范》（GB50500~2003）
- (6) 《全国统一安装工程预算定额福建省综合单价表》（2002 版）
- (7) 《福建省建筑安装工程费用定额》（2003 版）
- (8) 某市市建设与管理局关于执行《福建省建筑安装工程费用定额》（2003 版）的通知（厦建建[2004]17 号）；
- (9) 某市市建设与管理局关于颁布实施《某市市（建设工程工程量清单计价规范）实施细则（试行）》的通知（厦建建[2004]16 号）；
- (10) 福建省建设厅关于调整《福建省建筑安装工程费用定额》（2003 版）利润率的通知（闽建筑[2005]15 号）；
- (11) 福建省建设厅关于调整《福建省建筑安装工程费用定额》（2003 版）建筑工程企业管理费率的通知（闽建筑[2005]25 号）

(12) 某市市建设与管理局关于转发《福建省建设厅关于调整建设工程人工预算单价的通知》〈厦建建[2007]67号〉

(13) 有关原材料及设备生产厂家最新报价资料

(14) 类似工程造价统计资料

### 3、工程概算及报价

见“某市某某制药有限公司制药车间废气治理初步设计概算”表

### 4、工程量清单项目价格分析表

见“工程量清单项目价格分析表”

### 5、分车间（机组）统计的主要工程量清单（主要设备及部分辅助材料）

见“车间收集部分及机组、室外部分造价表”

### 6、工程投资总报价

（大写）人民币：肆佰肆拾玖万肆仟柒佰捌拾元正（RMB:4494780元）

## 八、项目的建设

### 1、项目的业主

本项目建设的业主为某市某某制药有限公司

### 2、项目建设实施企业

（中日合资）重庆金帕环境科学有限公司

### 3、项目建设的进度

从签订项目正式合同到项目全部建设完成总用时 70~90 天。

### 4、项目建设实施组织

本项目建设过程中，应尽量减少对环境和车间现场生产秩序的影响，主要设备的生产均由实施单位在厂外进行。车间建筑物加固、基础及管道、电路等需在生产现场开展的工程，应精心设计、合理安排，精心组织施工管理，安装、调试过程应密切配合，整个项目建设实施过程中，应统一指挥调度，做到安全有序、准确高效。

## 九、污水处理站的废气问题

现某市某某制药污水处理站有关处理池已基本完善加盖封闭，问题是厌氧处理阶段效果较差，无法降解有机恶臭气体，且封闭的可燃性气体也造成一定的安全隐患。本方案考虑以引进更强的兼性厌氧菌种，并辅以化学处理的方式，在提高出水质量，消减有机污泥的同时使恶臭气体产生量在微生物温和的反应中降解，相较于对目前的恶臭直接进行降解处理，无疑是一种更经济、有效、合理的方式。

微生物具有体积小、表面积大、繁殖力惊人等特点，能不断与周围环境快速进行物质交换，降解和利用有害物质，降低污水处理过程中恶臭的产生。问题的关键是使用经过良好技术驯化的微生物制剂，在现有污水处理系统中好氧菌群与厌氧菌群共同组成一个良好的微生物生态体系，各种微生物在污水处理过程中协同发挥作用。

“消净微生物污水污泥处理剂”为中日两国相关科研机构和企业，通过自日本引进世界最先进的新株微生物菌种(性质优良的兼性厌氧菌)，进行精心培育。并在进行大量应用性试验的过程中，调制定型生产的新一代环保生物制品。从我公司送往某市某某制药污水站的“消净”生物制品样品与污(泥)水作用观察，接种是成功的，可以适应现有环境。

### 1、消净微生物污水污泥处理剂的主要作用机理

“消净微生物污水污泥处理剂”对有机物水解及磷的释放作用机理如下：微生物吸收利用污水中的有机物，通过异养菌分泌的外酶，促使淀粉、碳水化合物、纤维、烃类水解，将大分子有机物变成小分子有机物(主要是有机酸)，有机物水解过程及主要产物如下：

在有机物水解的第一阶段主要产物是有机酸，所以这一阶段又称为水解产酸阶段。水解的第二阶段是蛋白质和脂肪等含氮化合物的水解：细胞原生质中，含胆碱的磷酸酯，在芽胞杆菌假胞杆菌和某些霉菌的作用下，分泌出卵磷脂类酶，通过水解作用生成甘油、脂肪酸、磷酸和胆碱，再进一步水解放出 NH<sub>3</sub>、有机酸等：

核酸是蛋白质组成的重要组分。它是许多单核苷酸的多聚物，核苷酸由嘌呤碱或嘧啶碱与核酸和磷酸分子组成。在微生物产生的核酸酶的作用下水解成核苷和磷酸，核苷再经核苷酸水解成嘧啶、嘌呤和核糖。

生成的嘌呤或嘧啶在脱氨酶的作用下继续水解放出氨：

在没有溶解氧和硝态氮存在的厌氧条件下，专性厌氧和兼性厌氧异养菌通过水解作用将有机物转化为低分子有机酸(主要是乙酸和乳酸或其它有机酸)的同时，其中聚磷菌利用来自污染源污水中水解转化的有机酸(利用率最高的是乙酸)，将其输送到细胞内，同化成胞内碳素营养和能源储存物(ATP、ADP)，所需的能量来源于聚磷菌通过水解作用以及细胞内糖的酵解，并导致磷酸盐的释放。

发酵阶段的产物在微生物菌的作用下转化为：CH<sub>3</sub>COOH、H<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>，并进一步在产甲烷菌的作用下发生如下反应：



通过上述一系列反应，在大大消减污水污泥中的有机物的同时，恶臭气味得以明显下降，同时，改善了出水水质。

### 2、化学处理的辅助强化作用

由于某市某某制药公司现有污水处理设施中厌氧池 PH 值偏酸，不利于“消净”中兼性厌氧菌群的生产，故拟加入石灰或氢氧化钙等，适当提高厌氧池的 PH 值(到 8 左右)，并与前段加入的聚铝、聚铁等沉淀剂强化除磷脱臭的效果。

这两个沉淀过程都伴随碱度的减少，即 pH 值的下降。在采用铝盐或铁盐作沉淀剂时，若适当加入石灰(或氢氧化钙)将提高沉淀效果，得到

$C_aKMe_m(H_3PO_4)_f(OH)_h(HCO_3)_c$  的不定产物和副产物  $Me_x(OH)_y(HCO_3)_z$ 。沉淀过程包括沉淀反应、凝聚作用和絮凝作用。

### 3、处理工艺

厌氧池前加入石灰或氢氧化钙，其加入量和间隔以 PH 值为 8 左右及现场实际确定。

“消净“微生物污水污泥处理剂的加入和调整在现场进行，一般从接种到培育成功需 15 天~25 天。）

（具体技术方案另订）

### 4、废气的处理

通过强化微生物+化学处理的方式，进行有效的处理，污水处理站的恶臭气味将明显降解，废气中产生的甲烷等可燃气体，是否利用、燃烧或仍采用“低温等离子+复合光催化”方式降解，应在进行微生物+化学方式强化处理后根据气体中相关成分及其数量的变化来确认。

