



# 纳米白炭黑（ $\text{SiO}_2$ ）干燥 及捕料收集系统

（年产能 600 吨/单台）

## 方 案 书



## 常州市普兰达干燥设备有限公司

地址：常州市天宁区郑陆镇焦溪武澄工业园区 联系电话：18001505653 0519-86055853

## 气相白炭黑 (SiO<sub>2</sub>) 纳米级干燥及捕料收集系统

本设备为我公司与纳米白炭黑生产企业共同合作后研发形成的一套高效成套生产线，解决了纳米材料在量产时碰到的分散、干燥、收集等一系列难题，取得了一系列的成果。

### 一、 设备设计条件：

#### 1、料液条件

物料名称：	气相白炭黑 (SiO <sub>2</sub> ) 纳米级
物料特性：	液体物料 (经湿法研磨处理)
初水份：	95%(湿基)
含固量：	5%
终水份：	0.2%(干粒)
干品产量：	100 Kg/h
颗粒等级：	≤500nm (检测结果)
干品比表面积：	163.6~212.0 m <sup>2</sup> /g (检测结果)
干品堆积比重：	0.05g/cm <sup>3</sup>
料液粘性：	弱
料液比重：	~1.0 g/cm <sup>3</sup>
料液温度：	20℃
PH 值：	7

#### 2、 试验过程及结果：

经过我公司 8 月 15 日 (初次)、9 月 18 日至 9 月 20 日 (第二次)、10 月 18 日至 10 月 19 日 (第三次)、11 月 10 日至 13 日 (第四次) 针对客户单位提供白炭黑固态凝胶样料进行反复多次湿法研磨后干燥试验，最终成品经过权威单位试验检测，结果数据如下：

第一次：

研磨时间 40 分钟 湿料中粒度：472.0nm

40 分钟喷雾干料 未检测 料少未收到料

第二次：（见证）

研磨时间 40 分钟（断续无冷却装置） 湿料中粒度：491.0nm

40 分钟喷雾干料 1 干料中粒度：1553 nm 比表面积：171.02m<sup>2</sup>/g

40 分钟喷雾干料 2 干料中粒度：536nm 比表面积：252.3m<sup>2</sup>/g

第三次：

研磨时间 40 分钟 湿料中粒度：359.8 nm

40 分钟喷雾干料 干料中粒度：519.6nm 比表面积：217.0m<sup>2</sup>/g

40 分钟喷雾干料 干料中粒度：714.0nm 比表面积：171.47m<sup>2</sup>/g

第四次：（见证）

研磨时间 30 分钟 湿料中粒度：391.3 nm

研磨时间 40 分钟 湿料中粒度：263.1nm

40 分钟喷雾干料 干料中粒度：452.0nm 比表面积：212.0m<sup>2</sup>/g

40 分钟喷雾干料 2 干料中粒度：655.2nm 比表面积：163.6m<sup>2</sup>/g

### 3、设备选型：

根据以上试验结果，我公司针对生产流水线进行计算和调整。优先考虑选用以下整套流水线生产设备组。

1、三合一乳化机及搅拌罐组 1 套

2、研磨机组：湿法研磨机及搅拌罐组 1 套。

3、液体过滤机组：液体过滤装置。（拦截过滤要求 300-500nm 以上大颗粒）2 组

4、供热热源：400 万大卡间隔式燃煤热风炉 1 台（双段式环保

级)

5、一级干燥系统：BLG-2000 型自动化变频高速离心喷雾干燥系统 1 组

6、二级干燥系统：XLQ-300 型自动化变频脉冲式气流干燥系统 1 组

7、捕料收集系统：自动可调式脉冲纳米粒子捕料收集器 2 台、纳米粒子分级器 1 台（进口纳米级覆膜防静电耐高温布滤筒，过滤面积 1200 平方）

8、除尘器：水膜除尘设备 1 台

9、包装系统：气固分离、定量包装

#### 4、工艺条件

雾化方式：自动变频高速离心式

雾滴与热空气接触方式：同向并流式

热源和加热方式：间接式燃煤热风炉

进风温度：450℃

排风温度：140~170℃

收料方式：脉冲式纳米捕料收集装置

除尘方式：水膜除尘、0 废料及微尘排放

系统材质要求：物料接触处 316 不锈钢，其余 A3，

#### 3、公共工程

压缩空气压力：0.6 Mpa

电源：380V 50HZ 三相四线

气象条件：760mmHg 20℃  $\phi=80\%$  H0=0.0118Kg/kg

控制系统：西门子 PLC 控制系统

安全防爆措施： 禁明火指示、阶段式防爆泄压分散孔设计

环境要求： 净化车间、防尘处理、0 废料及微尘排放

## 二. 工艺计算：

### I. 物料衡算：

1、干品产量：  $G_{干}=100\text{kg/h}$

2、水份蒸发量：  $W_{水}=1840 \text{ kg/h}$

3、湿处理量：  $G_{湿}=1940\text{kg/h}$

### II. 热量衡算：

蒸发水份所需热量：

$$Q_1=1176496\text{kcal/h}$$

1. 产品升温所需热量：

$$Q_2=4800\text{kcal/h}$$

2. 干燥塔外围护热损失：

$$Q_3=177194\text{kcal/h}$$

验算：一般干燥设备外围护热损失控制在  $60\sim 100 \text{ Kcal/kg 水}$ ，现在  $177194\div 1840=96.3 \text{ kcal/kg(水)}$ ，在控制范围中。

3. 干燥所需的热风流量：

$$L=21035\text{kg/h}$$

4. 干燥所需热量：

$$Q=2261263\text{kcal/h}$$

5. 干燥塔排风含湿量验算：

$$D_2=0.099 \text{ kg/kg}$$

查湿空气焓湿图可知，与排风温度和含湿量相对应的湿球温度为  $t_{w2}\approx 57^\circ\text{C}$ ，则  $t_2-t_{w2}=120-57=63^\circ\text{C}$ ，可保证布袋滤筒收集器不结露、

物料无结块。

7、尾气的湿比容：

$$v_2=1.36\text{m}^3/\text{kg}$$

8、尾气排放量：

$$V_{\text{排}}=28608\text{ m}^3/\text{h}$$

9、热风的湿比容：

$$V_1=2.086\text{ m}^3/\text{kg}$$

平均湿比容：

$$V=1.752\text{m}^3/\text{kg}$$

10、平均风量：

$$V_{\text{平均}}=36853\text{m}^3/\text{h}$$

11、冷风进风量：

$$V_{\text{冷}}=17880\text{ m}^3/\text{h}$$

**根据要求选用 JDK400 间接式燃煤热风炉（单段或双段式）1 台**

**III 喷雾塔计算：**

1. 雾化器的选用：

初步选用 LPG-1200 型自动变频式高速离心雾化器，雾化盘直径为 0.21 m，转速为 15000 r/min，

**根据要求选用 BLG-2000 型自动化变频高速离心喷雾干燥系统 1 组**

喷雾干燥是液体工艺成形和干燥工业中最广泛应用的工艺。最适用于从溶液、乳液、悬浮液和糊状液体原料中生成粉状、颗粒状固体产品。因此，当成品的颗粒大小分布、残留水份含量、堆积密

度和颗粒形状必须符合精确的标准时，喷雾干燥是一道十分理想的工艺。

#### 产品简介：

喷雾干燥是液体工艺成形和干燥工业中最广泛应用的工艺。最适用于从溶液、乳液、悬浮液和糊状液体原料中生成粉状、颗粒状固体产品。因此，当成品的颗粒大小分布、残留水份含量、堆积密度和颗粒形状必须符合精确的标准时，喷雾干燥是一道十分理想的工艺。

#### 产品详情：

##### BLG 系列高速离心喷雾干燥机产品介绍：

喷雾干燥机是液体工艺成形和干燥工业中最广泛应用的工艺。最适用于从溶液、乳液、悬浮液和糊状液体原料中生成粉状、颗粒状固体产品。因此，当成品的颗粒大小分布、残留水份含量、堆积密度和颗粒形状必须符合精确的标准时，喷雾干燥机是一道十分理想的工艺。

#### 工作原理：

空气经过滤和加热，进入喷雾干燥机顶部空气分配器，热空气呈螺旋状均匀地进入干燥室。料液经塔体顶部的高速离心雾化器，(旋转)喷雾成极细微的雾状液珠，与热空气并流接触在极短的

时间内可干燥为成品。成品连续地由干燥塔底部和旋风分离器中输出，废气由风机排空。

性能特点：

◎喷雾干燥机干燥速度快，料液经雾化后表面积大大增加，在热风气流中，瞬间就可蒸发 95%–98% 的水份，完成干燥时间仅需数秒钟，特别适用于热敏性物料的干燥。

◎喷雾干燥机具有良好的均匀度、流动性和溶解性，产品纯度高，质量好。

◎生产过程简化，操作控制方便。对于含湿量 40–60% (特殊物料可达 90%) 的液体能一次干燥成粉粒产品，干燥后不需粉碎和筛选，减少生产工序，提高产品纯度。对产品粒径，松密度，水份，在一定范围内可通过改变操作条件进行调整，控制和管理都很方便。

### 三. 设备的主要参数：

一级喷雾干燥出料水份 2%，二次干燥将水分降至 0.1~1%.

一级干燥系统： BLG-2000 型自动化变频高速离心喷雾干燥系统 1 组

1、塔体有效内径：  $\Phi 8000\text{mm}$

- 2、塔体外径：  $\Phi 8200\text{mm}$
- 3、用风量： 21035kg/h
- 4、进风温度： 450℃； 出风温度： 140℃~170℃；
- 5、水份蒸发量： 1148 Kg/h
- 6、干粉含水率： 2%（一级干燥）
- 7、干燥用热量： 2261263kcal/h。
- 8、燃煤热风炉： JDK400 型间接式燃煤热风炉 1 台 400 万大卡 送风机 75KW 烟气迎风机 75KW 两段式（环保）煤气发生装置。燃料：煤气，热值 1400-2600 大卡，额定燃料消耗量： 400KG/h。
- 9、收集器：自动可调式脉冲纳米粒子捕料收集器 1 台（进口纳米级覆膜防静电耐高温布滤筒 过滤面积 1200 平方）
- 10、鼓风机  
型号： 4-72-8C 功率： 30KW 1 台（变频、PLC 控制）
- 11、引风机  
型号： 9-26-14D 功率： 90KW 1 台（变频、PLC 控制）
- 12、螺杆泵：  
型号： G40-1 功率： 4KW 压力： 0.6Mpa  
流量： 1-2m<sup>3</sup>/h （变频、PLC 控制）
- 13、雾化器： 型号： R-XH-1200 型 功率： 18.5KW  
转速： 12000-15000 转/分（变频、PLC 控制）
- 14、配套仪器仪表\防爆泄压孔

## 二级干燥系统：XLQ-300 型自动化变频脉冲式气流干燥系统 1 组

- 1、上料：真空上料机 ZKL400 型 1 台
- 2、二次干燥：XLQ-300 型自动化变频脉冲式气流
- 3、二次收料分级过滤：纳米粒子分级器 1 台
- 4、收集器：自动可调式脉冲纳米粒子捕料收集器 1 台（进口纳米级覆膜防静电耐高温布滤筒 过滤面积 1200 平方）
- 5、配套仪器仪表\防爆泄压孔

## 四. 设备机构性能阐述

1. 供料系统：螺杆泵采用了变频调速，有效控制进料量。
2. 介质循环系统：由送风机、引风机、调风蝶阀、风管等组成。送、引风机均为优质厂家供应，合作多年，品质稳定；本系统风量、风压、风速的匹配是关键，根据多年经验，现已成熟。
3. 空气加热净化系统：由初效空气过滤器、风机等组成。热源为间接式燃煤热风炉（双段式环保型），另配备空气除湿机。
4. 干燥塔系统：由搅拌储料罐、液料输送泵、液体过滤装置、搅拌储料罐、干燥主塔、热风分配器、雾化器、观察人孔、塔内照明装置、一级气流旋风、收料装置（进口）、脉冲气动锤、水沫除尘装置、防爆泄压孔、PLC 控制系统等组成。本系统为主要系统。
  - (1) 结合试验级经验，我们在主塔的设计过程中：
    - ①严格计算出雾化器雾化喷距，并将主塔直径做合理的放大，以防止物料在预干燥过程中发生粘壁现象；

②设计了合理的主塔直筒体的高径比，以保证物料足够的停留时间，保证喷雾干燥效果

③调整了塔锥体的锥度，由常规的夹角  $60^\circ$  调至  $55^\circ$ ，充分考虑物料在锥体下料时的顺畅。

(2) 雾化器采用了变频器调节雾化器的转速以达到最佳雾化效果。将雾化器底座降低，加大雾化器的雾化盘与塔顶的距离，使得雾化液滴在风的旋压下无法返顶，以保证系统的正常运行，采用高转速电机驱动，主轴经齿轮箱增速至  $15000\sim 16000\text{rpm}$ ，使得雾化盘线速度高达  $130\text{m/min}$ ，确保雾化效果。带油压数字自动检测安全保护装置，主轴配有水冷油冷装置，保证主轴不受高温而变形。根据成品颗粒细度要求，雾化盘的孔形可选用圆形孔、方形孔或菱形孔。

(3) 气动敲击锤，采用了日本清新技术的新产品，既能确保振击效果，降低了敲击时产品的噪音，而且做到了分布合理。

(4) 设计了塔内多套照明装置及 3 个观察清洗门、人孔及 3 个防爆泄压孔。

(5) 主塔的热风涡壳采用了加速式的结构，使得热风在入塔时有效的压住物料，有序的旋流下降。而热风分配器也结合了该技术的特点及要求，做到分配器的两边均有导风机构，并可任意调节角度，以控制热风入塔时的切向角度。

## 5. 收料系统：

干燥机组的收料系统由进口脉冲耐高耐腐蚀防静电布滤筒回收装置，确保达到收集纳米材料要求。

6. 其他辅助系统：均为知名厂家供应，性能可靠；部分管道考虑了一定的角度设计，采用压制光洁不锈钢管，避免了结料、堵料，和局部阻力过大影响物料输送的现象。

7. 控制系统：控制柜集中控制，所有电器元件均为国内知名品牌，PLC 系统控制。

### 五、一级干燥系统：BLG-2000 自动变频离心喷雾干燥系统：

序号	名称	型号	数量	材质	备注
供料系统					
1	螺杆泵	G40-1	1 台	组件	4 kw 变频
2	进料管道、阀门		1 套	316	
3	压力式液体过滤器		2 套	聚丙烯，纳米级	过滤 500nm 以上粒子
介质循环系统					
1	送风机	4-72-8C	1 台	304	30kw 变频
2	调风蝶阀		1 台	304	
3	引风机	9-26-14D	1 台	A3	90kw 变频
4	调风蝶阀		1 台	A3	
5	热风管道		1 套	316	岩棉保温
6	热风管外封		1 套	A3	
7	排风管道		1 套	A3	
空气加热净化系统					
1	初效空气过滤器		1 套	外框 304	多层微孔网
2	燃煤热风炉	JDK400 耗煤量：654 公斤/小时	1 套	组件	双段式，列管换热器：1 套，304, 20G
3	烟气旋风	XZD	1 套	A3	
	烟气引风机		1 套	A3	变频
4	出风变径		1 套	304	外保温
干燥主机及物料收料系统					

1	喷雾干燥	内 $\phi$ 8000mm, 内壁 $\delta$ 2.5mm304, 外壁 $\delta$ 0.6mm 彩 钢板	1 套	内 316, 外 A3	塔顶花纹碳钢板 $\delta$ 3mm 塔体内壁 满焊处理。
2	进风蜗壳	$\delta$ 2.0mm	1 套	316	对数螺旋线式
3	热风分配器	$\delta$ 2.0mm	1 套	316	双向导风式
4	离心雾化器	XH-2000	1 套	雾化盘 316	18.5kw 带油冷水 冷系统, 变频
5	照明装置	100W	2 套	组合件	
6	观察人孔	610x510	3 套	316/A3	
7	保温	厚 100mm	1 套	岩棉	
8	气动敲击锤	SK60	24 件	AL	
9	纳米捕料收集器	MC-1000	1 套	316, 进口日本 东丽	带多个快装清理 口, 滤筒过滤面 积 1200 平方, 主 机箱体 3mm316 不锈钢
10	出料螺旋	$\phi$ 300	2 套	316	2.2KW
11	关风器	TFGY9L	2 套	316	1.1kw
12	热风空气除湿器		1 套		
13	除尘	水膜除尘	1 套		
控制系统					
1	操作柜	弱电	1 套		西门子 PLC
2	温度模块		1 套		西门子 PLC
3	变频器	螺杆泵	1 套		微能
4	接触器元器件		1 套		正泰
5	降压启动柜	引风机	1 套		正泰
6	防爆孔	泄压防爆孔	若干		
7	清洗系统		1 套		
<p>1、压力显示：干燥塔上下压差在控制柜上显示；雾化器油压等在线仪表显示。2、温度显示：进风温度、干燥塔内温度、出风温度在控制柜上显示；料液温度（加料泵出口）在线仪表显示。3. 出风温度与进料连锁，送引风机连锁。</p>					

## 六、二级干燥系统：XLQ-300 型自动化变频脉冲式气流干燥系统：

序号	名称	型号	数量	材质	备注
供料系统					
1	真空上料机	G40-1	1 台	组件	4 kw 变频
2	进料管道、阀门		1 套	316	
介质循环系统					
1	送风机	4-72-8C	1 台	304	30kw 变频
2	调风蝶阀		1 台	304	
3	引风机	9-26-14D	1 台	A3	90kw 变频
4	调风蝶阀		1 台	A3	
5	热风管道		1 套	316	岩棉保温
6	热风管外封		1 套	A3	
7	排风管道		1 套	A3	
空气加热净化系统（利用原有热风炉）					
1	初效空气过滤器				
2	燃煤热风炉				
3	烟气旋风				
	烟气引风机				
4	出风变径				
干燥主机及物料收料系统					
1	变频气流脉冲干燥	XLQ-300	1 套	内 316, 外 A3	多段分级
2	进风蜗壳	δ 2.0mm	1 套	316	对数螺旋线式
3	热风分配器	δ 2.0mm	1 套	316	双向导风式
4	二次干燥反应塔		1 套	内 316, 外 A3	同向并流式
5	照明装置	100W	2 套	组合件	
6	观察人孔	610x510	3 套	316/A3	
7	保温	厚 100mm	1 套	岩棉	
8	气动敲击锤	SK60	48 件	AL	
9	纳米捕料收集器	MC-1000	1 套	316, 进口日本东丽	带多个快装清理口, 滤筒过滤面积 1200 平方, 主机箱体 3mm316 不锈钢
10	出料螺旋	φ 300	2 套	316	2.2KW
11	关风器	TFGY9L	2 套	316	1.1kw

12	纳米粒子分级器		1套	316	进口材料、500nm 以上分级，主机箱体 3mm316 不锈钢
13	除尘装置	0 排放系统	1套	316	0 排放系统
控制系统					
1	操作柜	弱电	1套		西门子 PLC
2	温度模块		1套		西门子 PLC
3	变频器	螺杆泵	1套		微能
4	接触器元器件		1套		正泰
5	降压启动柜	引风机	1套		正泰
6	防爆孔	泄压防爆孔	若干		
7	清洗系统		1套		
<p>2、压力显示：二次干燥塔上下压差在控制柜上显示。2、温度显示：进风温度、干燥塔内温度、出风温度在控制柜上显示；料液温度（加料泵出口）在线仪表显示。3. 出风温度与进料连锁，送引风机连锁。</p>					