

204F—Ⅱ型自静式空气悬浮消声装置

科 研 报 告

黑龙江省劳动保护科学技术
研 究 所

项目名称：SCAF-M1 型自清式空气滤清消声装置

任务来源：劳动人事部职业安全卫生监察局

项目完成单位：黑龙江省劳动保护科学技术研究所

承担人员：金人端 衣树元 李 华 李润午 王永平
张葛娃 卓凤余 张炳伟 刘振亭 周大志
王树斌

协作单位：天津造纸技术研究所
黑龙江省石油化学研究所

使用单位：大庆供电公司让胡路试验电站

鸡西铁路车场段

1. SCAF-M1 型自清式

空气滤清消声装置设计书

(用于大庆让胡路燃机热电站OT-4型燃机进气
滤清消声工程)

设计单位：黑龙江省劳动保护科学技术研究所

编 制：金人端

审 核：衣树元

一九八九年五月

总 目 录

- 1 • SCAF—M1 型自清式空气滤清消声装置设计书（用于大庆让胡路电站）
- 2 • 自清式空气过滤器的研制
- 3 • GT—01 型余尘滤纸的研制
- 4 • 过滤元件密封胶的研制及其性能和使用方法
- 5 • 脉冲清吹控制器的研制报告
- 6 • 脉冲清吹控制器使用说明
- 7 • SCAF—M1 型自清式空气滤清消声装置安装说明书
- 8 • SCAF—M1 型自清式空气滤清消声装置的运行和维修

目 录

一、设计参数和设计指标	1-1
1 • 主机设计参数;	1-1
2 • 电站环境参数;	1-1
3 • 设计指标。	1-3
二、设计原则	1-3
1 • 设计原理	1-3
2 • 装置的结构	1-5
(1)SCAF-M1 型自清式空气滤清消声装置的本体结构;	1-5
(2)过滤元件的结构和材料	1-7
(3)单元组台式净气室	1-8
(4)组装式框架构件	1-8
3 • 脉冲喷吹清灰系统;	1-9
4 • 防冰冻装置的设置	1-9
三、压力损失和消声量计算	1-10
1 • 压力损失	1-10
2 • 消声量计算	1-11

一、设计参数和设计指标:

1. 主机设计参数:

燃气轮机基本参数 (ISO 标准条件)

基本负荷: 8640 千瓦

尖峰负荷: 9410 千瓦

设计负荷: 9100 千瓦

空气流量: 64.2 公斤/秒

排气温度: 510℃

允许进气压力损失: 1120 Pa

允许排气压力损失: 2800 Pa

原机组 50 米处噪声声压级频谱 (实测值)

频率 (Hz): 63 125 250 500 1K 2K 4K 8K

声压级 (dB): 89 94 88 71 75 74 71 76

2. 电站环境参数 (大庆地区环境资料)

气温:

极限最高温度 37.4℃

极限最低温度 -40℃

7月平均最高温度 27.8℃

1月平均最低温度 -25.1℃

海拔高度: 150.0 米

主导风向:

冬季—西北风

夏季—西南或南风

风速:

平均风速 3.9 米/秒

最大风速 19 米/秒

绝对最大风速 29.9 米/秒

风载荷: 地面 10 米以上外设计风压为 5.5 公斤/米²

降雨量: 小时最大降雨量 79 毫米

日最大降雨量 115 毫米

全年最大降雨量 440 毫米

降雪量: 最大降雪深度 22 毫米

雪载荷: 55 公斤/米²

相对湿度: 累年月平均 (夏季) 75%

累年月平均 (冬季) 43%

气压: 冬季 1008.5 毫巴 (756.65 毫米汞柱)

夏季 983.5 毫巴 (737.89 毫米汞柱)

空气含尘量: (大庆石油设计院环保办提供)

大气中含尘量 0.58 毫克/米³

SO₂ 0.014 毫克/米³

地耐力: 15~18 吨/米²

冰冻线：地面以下2.18米

地震裂度：7度（麦卡里裂度）

3. 设计指标（由大庆供电公司提出）

- (1) 进气装置总压力损失不大于 1120Pa（包括滤清系统、消声系统和连接管道）；
- (2) 距进气口 50 米处的噪声级不大于 60dB(A)（排气噪声必须同时处理后的效果）；
- (3) 建议采用自清式过滤系统；
- (4) 利用厂区热源设置防冰冻装置；
- (5) 过滤元件更换周期大于 3 个月。

二、设计原则：

1. 设计原理：

自清式过滤装置是 80 年代，在高效（介质）过滤器基础上发展的一种自动清灰的超净化空气过滤器，它在造价和运行维护上优于具有惯性、前置过滤和介质过滤的三级过滤装置。

该装置将过滤介质（玻璃纤维、化学纤维、植物纤维的布或毡）做成筒形过滤元件，把一定数目的过滤元件布置在进气室内，与清吹系统组成不同过滤容器的自清式过滤装置，常用的过滤元件为圆筒形悬挂在过滤室的下方与大气环境相通，四面用钢板作成圆裙迫使气流由下方进入过滤元件表面进行净化，净化的空气汇集到密封的净气室。在净气室内布置与过滤元件数目相等的文丘里管，每

个文吐里管轴线与过滤元件的内筒轴线同心，确保净气室内配置的压缩气管的喷口在喷吹清灰时，使喷射气流通过文氏管加速均匀，从而吹掉附着在过滤元件外表的灰尘，获得理想的清吹效果。由于采用自下而上的脉冲喷吹清尘方式，使空气中大颗粒粉尘在自重和惯性的作用较容易脱离过滤元件表面，也减少了二次扬尘的可能。

净气室是由32~64个文氏管和其相应的清吹压缩管路连同电磁脉冲阀组成一个完整的独立封闭单元。可根据用户要求的净化空气流量组合成不同形式和不同规格的自清式过滤装置。

本装置中设有一蓄气室，它一面与主机（压气机）的进气总管相接，其余三面（或四周）与净气室各单元相通。即各单元净气室的净化的空气最后汇合到蓄气室，再由蓄气室通过导流片式消声器和管道吸进主机进气口，为燃气轮机的压气机提供被净化的空气。为尽可能减少过滤装置和通道的压力损失和提高过滤效率，选择过滤元件的气流表观速度为 $0.8 \sim 1.5$ 米/分，在通道中的平均风速不大于10米/秒，在消声器消声通道的风速不大于20米/秒，才能保证整个系统的压力损失不大于1120Pa（见系统阻力计算）。

在蓄气室内装有差压传感器，连续检测过滤器的压力损失，一旦过滤元件表面积尘过多，压差超过允许值（本设计为735Pa），差压传感器送出的信号，触发电子定时程序控制板，按编制的程序依次接通电磁脉冲阀， $0.45 \sim 0.7$ MPa的压缩空气通过气阀由位于文吐里管上部中心的压缩空气喷口经文氏管加速后喷射高速气流，

吹掉过滤元件外表面粘附的积尘，达到降低系统压差的目的，直至差压降到 490 Pa（本设计给定值）以下，电子清吹系统才自动停止工作，复位到差压监视运行状态。

在清吹期间，同一时间每个净气室仅 4 个过滤元件处于清吹状态，占总过滤元件总数 6%。清吹时间为 0.1 秒。间隔周期为 20 秒。而装置中的蓄气室容积为 48.8 M^3 ($3.84 \times 3.6 \times 4 - 2.4 \times 2.5 \times 0.12 \times 9$)，机组的容积流率为 $53.5 \text{ M}^3/\text{秒}$ ，可算得清吹期间的流率损失仅占蓄气室气体容积的 6.8%，所以对进入主机的空气流率影响可略而不计。

2. 装置的结构：

(1) SCAF—M1 型自清式空气滤清消声装置的主体结构：

本装置是与 OT-4 型内燃列车电站进气过滤消声系统相配套。主机空气流率为 64.2 公斤/秒，相应容积流率为 3210 米³/分。考虑获得较高的过滤效率和低的压力损失，选择过滤元件表面过滤速度为 1 米/分（通常是 0.8~1.5 米/分）。主体结构如图 1-1 所示。本装置是积木式组合结构。它由 32 个过滤元件组成的四个单元净气室和 64 个过滤元件组成的两个单元净气室围绕一个中心消声蓄气室组装而成的两层空气净化装置。

六个单元净气室和一个消声蓄气室由十根工字钢支柱来支撑，底层裙板距地平面高度为 4574 mm，确保列车由站在必要时能从底部通过。

单元净气室下部分别悬挂32和64个圆筒形过滤元件，过滤元件与净气室底部金属孔板上的导向螺母相连，净气室内装文氏喷管，喷管上方中心处有压缩空气管的喷口相对应，提供清吹用的压缩空气脉冲气流。正常运行时，外界空气由下向上流动，径向流入过滤元件内，沿轴向上流过金属孔板的孔口，通过文氏管进入蓄气室，经消声处理，送入燃气轮机进口管道，提供清洁的空气。

裸露在下方的过滤元件周围挂装结构裙板，这使外界空气从下方进入，以防止外来物体（雪雨）直接吸附过滤元件表面，降低过滤元件使用寿命

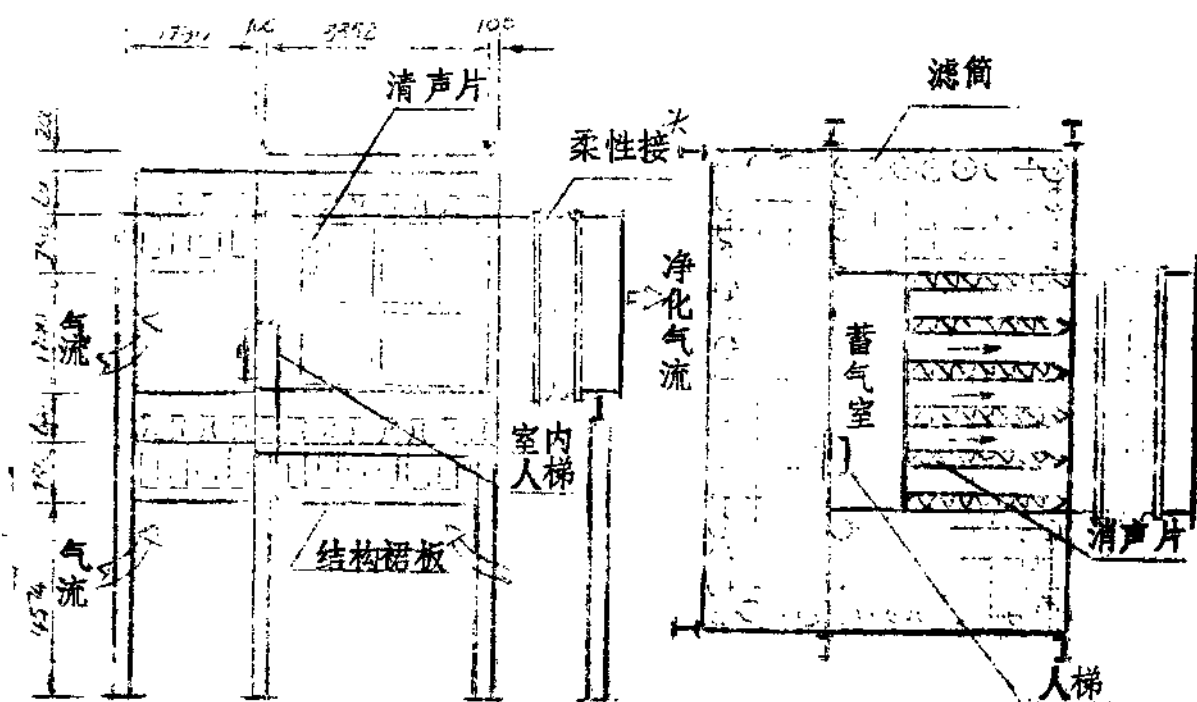


图 1-1

(2) 过滤元件的结构和数目

过滤元件为圆筒形，如图 1-2 所示：

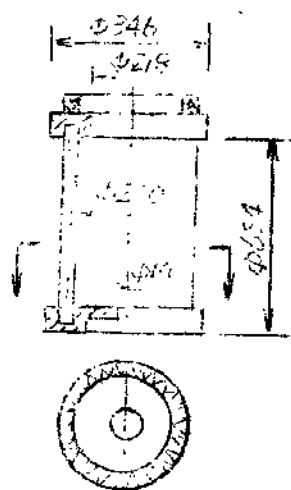


图 1-2 过滤元件

过滤元件内外表面用 $\phi 6$ 孔距 8 mm 穿孔率为 51% 的金属镀锌薄板（厚度 0.7 mm）护面，夹层内放置 50 毫米宽折叠呈星形的高强度波纹滤纸（过滤面积 20 m^2 ），上下端盖为 1 毫米的镀锌钢板冲压而成，采用 J-76 胶粘剂与筒体（包括滤纸端部）溶合粘接成一体。为了

定位和提高滤纸强度，在筒体内外表面、沿长度方向采用骨架胶，使穿孔板与内衬滤纸粘接成一体。每间隔长度 80 mm 粘接一圈，每个筒共粘接 7 圈。这样制成的过滤元件为一次性更换件。

按每个过滤元件的有效过滤面积为 20 m^2 计算，则本装置所需的过滤元件数是：

$$\begin{aligned}
 & \frac{\text{机组在标准大气条件下的容积流量}}{\text{单个过滤元件有效过滤面积} \times \text{表观过滤速度}} \\
 = & \frac{64 \cdot 2 \times 60}{1 \cdot 22 \times 20 \times 0 \cdot 7} = 226 (\text{个})
 \end{aligned}$$

现选定 256 个过滤元件，验算实际表观过滤速度为：

$$v = \frac{64 \cdot 3 \times 60}{1 \cdot 22 \times 20 \times 256} = 0 \cdot 62 \text{ 米/分}$$

(3)单元组合式净气室

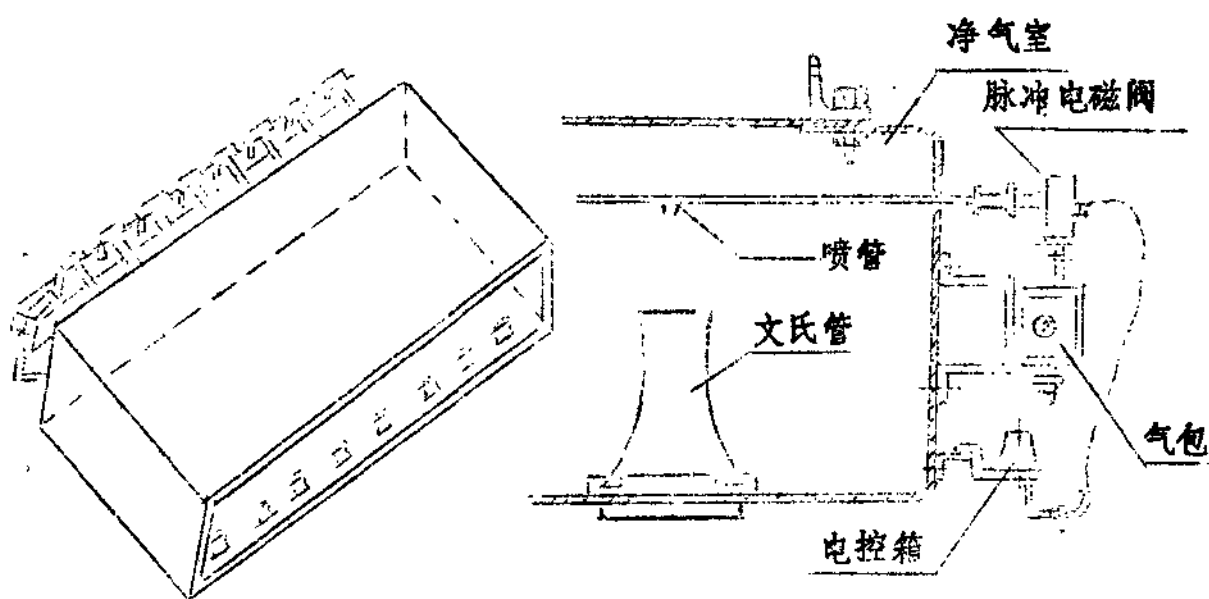


图 1 — 3 单元净气室

本装置共有 64 个过滤元件的净气室两组，32 个过滤元件的净气室四组，分成两层布置。单个净气室尺寸分别为 $7200 \times 1680 \times 630\text{mm}$ 和 $3600 \times 1680 \times 630\text{mm}$ 。室内均布文氏管、喷吹管，室外侧悬挂压缩气包，每个气包的容积为 0.065m^3 ，是供应 8 根喷管的压缩清吹气源，每根喷吹管由各自的脉冲电磁阀控制清吹的气量和清吹周期。

本单元采用 3.5 毫米镀锌钢板制作。为保证组件的装配精度，现场装御方便，气密性好，各部件均采用弯板机加工板料成形，尽量减少焊接工。

(4) 组装式框架构件

本装置全部采用框架式结构。装置的支承共有 12 根工字钢，

其中四根 250×118 支承蓄气室消声室，另 6 根 200×100 I 字钢支承两层布置的 6 组过滤组件单元。其余 2 根支承排气管路。全部采用螺栓固紧定位。装置在现场安装定位后，才允许局部焊接加固。

3. 脉冲喷吹清灰系统

本装置采用 64 路自清式脉冲清吹控制仪，选用计算机软程序实现装置的自动清吹功能和监测功能。由蓄气消声室内设置的二个压差信号检测器提供压差（阻力）信号，来控制电磁阀的开启和关断。当过滤组件的平均阻力超过 735 Pa 开始以 20 秒周期，0.1 秒通气脉冲依次进行清吹。清吹的次序按自控箱内预先编制的程序进行，直至蓄气消声室内的压差降到 490 Pa 以下，才自动停止清吹。当压差大于 1470 Pa 、自动给出报警信号，通告值班人员，阻力大于 2450 Pa ，自动发出停机信号，切断主机（燃气轮机）。

清吹的压缩气源由两台微型 2VF-2 型空压机提供。其中一台备用。实际计算清吹气量为 240 升/分 ，占本装置的总气量的 0.005% ，故需气量极微。考虑清吹压缩气的清洁度，空压机进气取自蓄气室内已经过滤洁净空气。压缩机及其附件油水分离器等自成独立系统，并做隔声、消声、保温处理，本系统布置在装置的下方。

4. 防冻装置的设置

考虑大庆地区的寒冬季节较长，防止过滤元件表面结冰，影响装置正常运行，特在本装置的排气面，安置热风幕。一旦因过滤元

件表面结冰，使系统阻力大于允许阻力后（压差信号和温度信号双重控制），自动投入热风装置，在进气面 50~100 毫米厚度内提供高于进气温度的 5~10℃ 的热风幕。其目的是降低进气的相对湿度，消除结冰。防冰冻的热源取自电站 100℃ 过热蒸气。通过蒸汽—空气热交换器由通风机送出热风至本系统的进气表面。防冰冻装置亦设计成独立系统，安置于本装置的两侧，通过管路与本装置相连（按用户意见，该设施暂未投入）。

三、压力损失和消声器计算：

压力损失和消声器是本装置除除尘效率外的两项主要指标。按设计要求，保证燃机电站原有的允许进气压力损失 $\leq 1120 \text{ Pa}$ ，消声器达到《城市区域环境噪声标准》GB3096-82 规定的要求，即交通干线两侧环境噪声为 70dB(A)。现分别计算如下：

1. 压力损失：（按“空气调节”1979 年清华大学计算）

阻力损失	损失 (Pa)	原因
过滤元件	250	穿透损失
过滤单元至蓄气室	95	三通损失
消声器	180	摩擦损失
消声器进口和出口连接段	142	局部阻力损失
蓄气室与排气管段	130	矩形弯头损失
管路长度 (10 米)	180	摩擦损失
总阻力损失	977 小于设计任务书给出的 1120Pa	

1980年 P232 - 235 计算)

消声原件	消 声 量						原 理
	125	250	500	1K	2K	3K	
片式消声器 (窄通道)	12	23	45	48	42	22	阻性
无规扩散	0	3	5	8	10	10	抗性
弯斗消声	2	3	4	5	6	8	反射
总消声量	14	29	54	61	58	40	

压气机典型噪声级计算 (“燃机噪声控制”汽轮机技术 1979

年 2 期)

压气机进气噪声功率级 (L_w)

$$L_w = 131 + 10 \lg G$$

$$= 131 + 10 \lg 64 \cdot 2$$

$$= 149 \text{ dB (ref } 10^{-12} \text{ 瓦)}$$

G 为压气机进气流量 (公斤/秒)

换算成声压级为:

频率 (Hz)	125	250	500	1K	2K	4K
修正值 $\Delta L_w (\text{dB})$	-23	-24	-24	-20	-16	-19
声压级 $L_f (\text{dB})$	128	125	125	129	133	130

距离衰减：（距离声源 50 m 处）

$$20 \lg \frac{r}{r_0} = 20 \lg 50$$

$$\cong 28 \text{ dB}$$

$$r_0 = 2 \text{ 米}$$

未消声处理在 50 米处的声压级：

频率 (Hz) 125 250 500 1K 2K 4K

声压级 (dB) 100 97 97 101 105 102

经消声后的声压级 (dB)：

频率 (Hz)	125	250	500	1K	2K	4K
未消声的声压级 (dB)	100	97	97	101	105	102
消声器消声量 (dB)	-15	-29	-54	-61	-58	-40
过滤元件消声量 (dB)	-11	-12	-17	-34	-36	-36
应传到环境噪声级 (dB)	74	56	26	6	11	26
气流再生噪声 (10 米/秒) (dB)	62	55	54	54	52	56
实际环境噪声级 (dB)	74	59	54	54	56	56
(A 计权修正值)	-16	-9	-3	0	+1	+1
(A 计权)	58	50	51	54	57	57

计算说明：噪声级为 60dB(A)，已达到设计指标。