

# 排风过滤器组合装置

## 实验总结

1976年3月

## 一、前言

随着我们事业的发展，防止大气污染已受到我们党和国家的充分重视。特别是对于地处山区，人口稠密的三线工厂来说，如何更有效的解决排气净化，保证人民的身体健康，就显得更为突出。

我院所负责设计的一些工厂，有些工艺物料为粉末状，操作大部为开放式。因此，局部排风量较大，有些系统排出空气中所含有害微尘的浓度较低，颗粒度较小。

以前我们曾用过的泡沫洗涤塔对于小颗粒、低浓度的微尘净化效率是很低的。也曾用过玻璃纤维中效过滤口，虽然过滤效率有所提高，但仍存在着过滤口更换不方便，和过滤口用后处理困难等问题。为了改变这种状况并进一步提高过滤效率，我们根据工艺生产的特点，研制了排风过滤口组合装置。

我们除对排风过滤口组合装置进行了实验外，为了使中、高效过滤口能与本装置配套使用，我们也对泡沫塑料中效过滤口的结构作了实验。高效过滤口因国内各兄弟单位作了大量工作，我们只对外形尺寸加以修改以符合本装置的尺寸要求。同时，根据过滤口用后处理的要求，我们也对一些滤料作了焚烧实验。但是，由于人力少，时间紧，实验条件差，加之我们水平所限，仅针对工程上的使用要求作了一些测定工作，难免存在一些问题，有待在使用中进一步实验和改进。

在实验过程中我们曾得到河南省环境保护研究所、北京西城区半导体材料厂、蚌埠绝缘材料厂等兄弟单位的大力支持与协助，特表感谢。

## 二、排风过滤器组合装置

一个过滤器对粉尘净化效率的高低不仅取决于所选用滤材的性能，同时取决于它在加工制造时的密封性。实践证明，还必须注意到过滤器在使用系统中的安装密封性。如果过滤器本身效率很高，但过滤器装置与过滤器之间密封性不好，使含尘空气从过滤器与装置不密封处逸漏，则将大为降低过滤效率。因此，解决好过滤器安装的密封性，是一个很重要的问题。

过滤器更换方便，使操作人员不直接接触有害物，以保护人员健康，亦是装置应具备的特点。

### 1. 装置的构造：

实验用过滤装置是四台过滤器的组合装置，材料为碳钢，结构为图1所示。更换过滤器时，将密封门(2)打开，将过滤器托架(5)插入托架环(4)中，再用紫口塑料袋套在密封门框(3)上，松开压紧装置(1)，然后隔着塑料袋将过滤器拉出，使过滤器通过滑轨进入塑料袋内，并托在托架(5)上。然后再将塑料袋由门框上取下，扎好袋口同过滤器一起运走。再将新的过滤器装入装置内，用压紧装置将过滤器压紧，关闭密封门。在更换过滤器时为使未过滤的空气通过，可将装置的进风管密闭成死角，装置的排风管密闭成死角，这样可使装置密封门开启时造成箱内负压，不致使有害物外溢。

装置的过滤器前后箱壁上分别装有短管，以便测定过滤器阻力变化和剂易取样。

实验装置的密封面是用角钢对焊成 $570 \times 570$ 框面。在过滤器的边板端面贴上 $\delta = 5\text{mm}$ 的乳胶海绵圈，用压紧装置将边板端面与框面压紧以达密封的目的。加工中由于焊接应力使方形框面变形约 $1 \sim 3\text{mm}$ ，我们用环氧树脂加长石粉做成腻子涂于框

面上，用厚平钢板将腻子压制成平面。

2. 装置密封性实验：

过滤口在过滤装置内安装的密封性实验，我们采用了两种方法，其结果见表1、表2。

压降与时间关系

表1

时间秒 压降mm水柱	起始压 降mm 水柱	400	350	300	250	200	150	125	100	75	备注
50		30	35	60	85	160					
25							180	165	320	450	

光电检测仪测定示值

表2

过滤器号	测点位置	无烟压力 mm水柱	发烟浓度 光电示值	漏烟光电 示值(格)	密封面漏 漏率%	备注
1	上压紧面	100	7000	1.0	0.02	
	外压紧面	100	7000	1.0	0.02	
	内压紧面	100	7000	2.0	0.03	
	下压紧面	100	7000	1.0	0.02	
2	上压紧面	100	7000	2.0	0.03	
	下压紧面	100	7000	2.0	0.03	
	外压紧面	200	7000	0.5	0.01	

表1所测得压降，是箱体壁板铆合处不密闭的漏压及过滤口端面压紧处的泻压两部分。因此，用所测得的压降持续时间数值来衡量压紧面的漏压状况是偏安全的。再者，表1中压力值在75mm水柱时，压力降较慢，故考虑到过滤口在装置内工作时，前后最大压差为高效过滤口初阻力的2倍，一般在75mm水柱以下，

故在  $>5 \text{ mm}$  水柱下的压降持续时间是可以用来估价压紧面的密封性的。

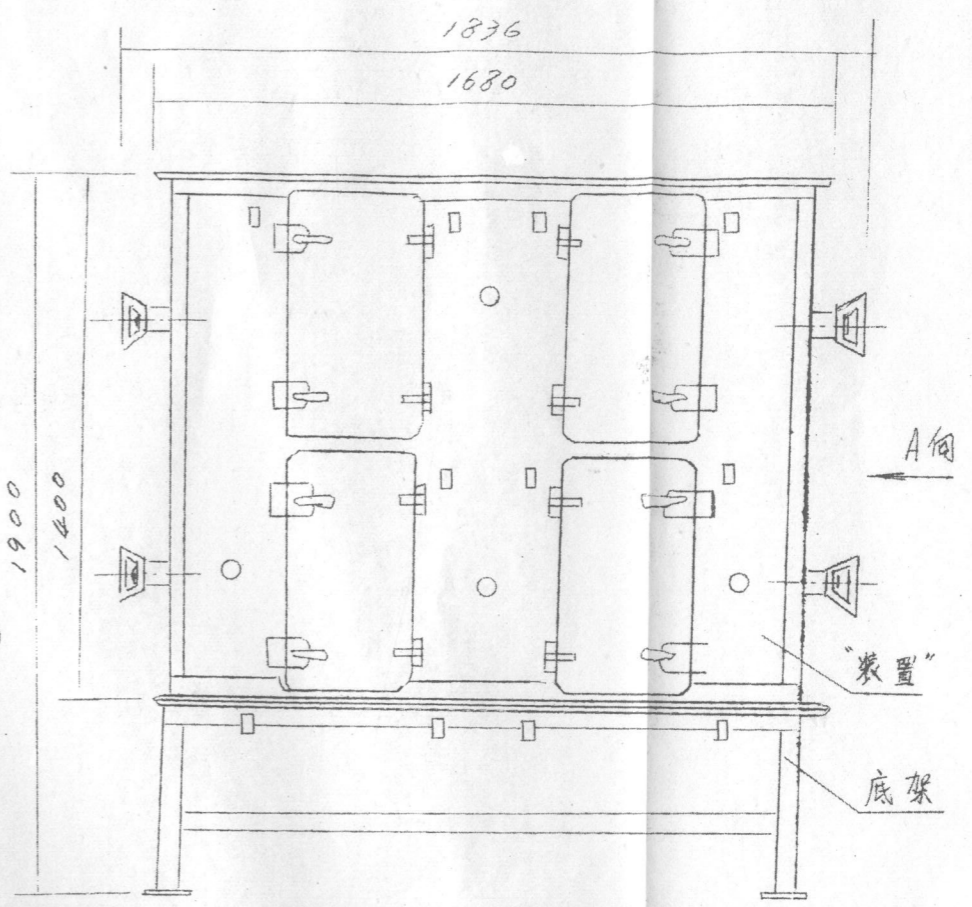
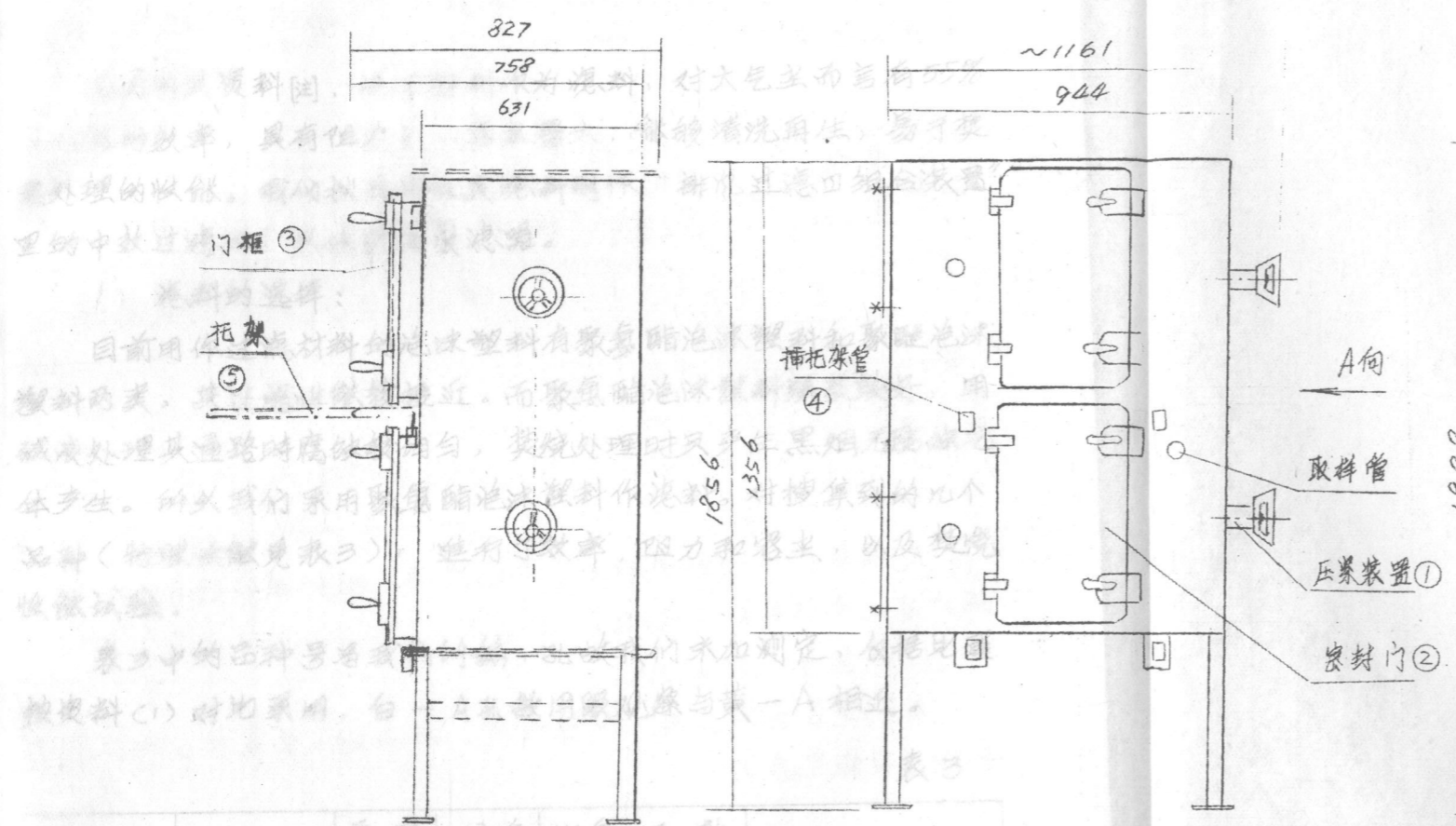
表 2 中用 J-674 型尘埃快速测定仪所测得过滤口压紧面四周的漏烟光电示值，也是包括漏烟和本底灰尘两部分，它也不能真实反映出漏烟情况，但此值也是偏于安全的。从密封面泄漏率看密封性还是较好的。

### 3. 已设计的排风过滤装置：

在实验基础上设计的过滤装置分为  $2000 \text{ m}^3/\text{时}$ 、 $4000 \text{ m}^3/\text{时}$ 、 $8000 \text{ m}^3/\text{时}$  三种，阻力分别为  $10 \sim 15 \text{ mm}$  水柱， $15 \sim 20 \text{ mm}$  水柱， $20 \sim 25 \text{ mm}$  水柱。 $2000 \text{ m}^3/\text{时}$  的装置过滤口为单面安装， $4000 \text{ m}^3/\text{时}$  和  $8000 \text{ m}^3/\text{时}$  的装置过滤口为两面安装。每种形式都是两级过滤<sup>一级中效泡沫塑料过滤口，一级高效过滤口。</sup>所用两级过滤口外形尺寸皆为  $600 \times 600 \times 300$ 。要求过滤口  $600 \times 600$  断面边板上（在空气进入过滤口之一端）粘上乳胶海绵垫圈，这样既可保证过滤口装入装置后的密封，又可随过滤口一同更换，避免粘在装置压紧面上经长期使用发生老化和脱落的缺点。装置也适用于不同结构和不同滤料的过滤，只要边框外形尺寸符合  $600 \times 600 \times 300$  即可。

本装置对过滤口的安装和更换都较方便，更换时可避免工作人员直接接触污染的过滤口。在工程设计时布置灵活，选用方便，大风量集中过滤时，可多台装置并联使用，占地面积小。

三、泡沫塑料过滤器



品种号	类型	原重 (kg)	比重 (g/cm³)	孔数 (%)	备注
白—A	聚氨酯	14			七零六厂
黄—A	"	15		180	义整六厂
红—A	"	14		400	义整六厂

A向示图

2000米³/时风量“装置”

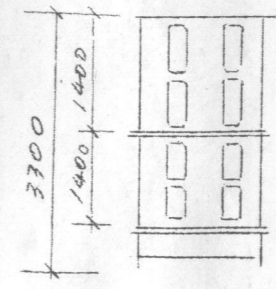
\* 虚线所示为4000“装置”A向示图所见不全于2000“装置”的部份。

资料来源为冶金部设计院《泡沫塑料过滤器研制报告》  
1967年。

图1 排风过滤组合装置

400米³/时风量“装置”

说明：8000米³/时风量“装置”为两个4000米³/时风量“装置”串联而成。



8000米³/时风量“装置”组合系统



### 三、泡沫塑料过滤器

查阅有关资料<sup>①</sup>，泡沫塑料作为滤料，对大气尘而言有55%~72%的效率，具有阻力小、容尘量大、能够清洗再生，易于焚烧处理的性能。我们拟选用此类滤料制作“排风过滤器组合装置”里的中效过滤器，以保护高效过滤器。

#### 1. 滤料的选择：

目前用作过滤材料的泡沫塑料有聚氨酯泡沫塑料和聚醚泡沫塑料两类，其过滤性能较接近。而聚氨酯泡沫塑料强度较好，用碱液处理其通路时腐蚀较均匀，焚烧处理时只产生黑烟无腐蚀气体产生。所以我们采用聚氨酯泡沫塑料作滤料。对搜集到的几个品种（物理性能见表3），进行了效率，阻力和容尘，以及焚烧性能试验。

表3中的品种号为我们的编，孔数我们未加测定，仅据比重按资料(1)对比采用，白-A孔数用眼观察与黄-A相近。

表3

品种号	类型	厚度(毫米)	米 <sup>2</sup> 重(克/米 <sup>2</sup> )	比重(克/厘米 <sup>3</sup> )	孔数(孔/厘米 <sup>2</sup> )	备注
白—A	聚氨酯	14	525	37		北京产
黄—A	"	15	660	44	1180	上塑六厂
粗—A	"	14	540	38	400	上塑六厂

① 该资料为冶金部建研院《M型泡沫塑料过滤器研制报告》1967年。



<1> 滤料处理:

为了使滤料透气性均匀, 滤料以5%碱液进行腐蚀处理, 其结果见表4.

表4

品种号	性能 初阻力	处理后 阻力	滤速 (米/秒)	碱液 温度	室温	处理 时间	备 注
白-A				40°C	5°C	5分	仅清洗
黄-A	14.4	9.4	1	20°C	30°C	13小时	
粗-A	4.8	4.1	1	20°C	30°C	9小时	

处理后阻力均在资料(1)介绍范围, 阻力单位为mm水柱, 阻力是几个试样的平均值.

(2) 阻力和容尘试验:

为了使试验接近现场实际情况, 本试验以氧化铁红作试验土, 其物理性能见表5

表5

粒径 ( $\mu$ )	<2	2~5	5~10	>10	合计
计数 (%)	81.5	10.8	5.8	1.9	100%
容重	3.86克/厘米 <sup>3</sup>				

根据泡沫塑料过滤器将来使用的滤速, 在试验时滤速取0.12米/秒. 阻力与容尘量试验在图2装置中进行. 结果见表6.

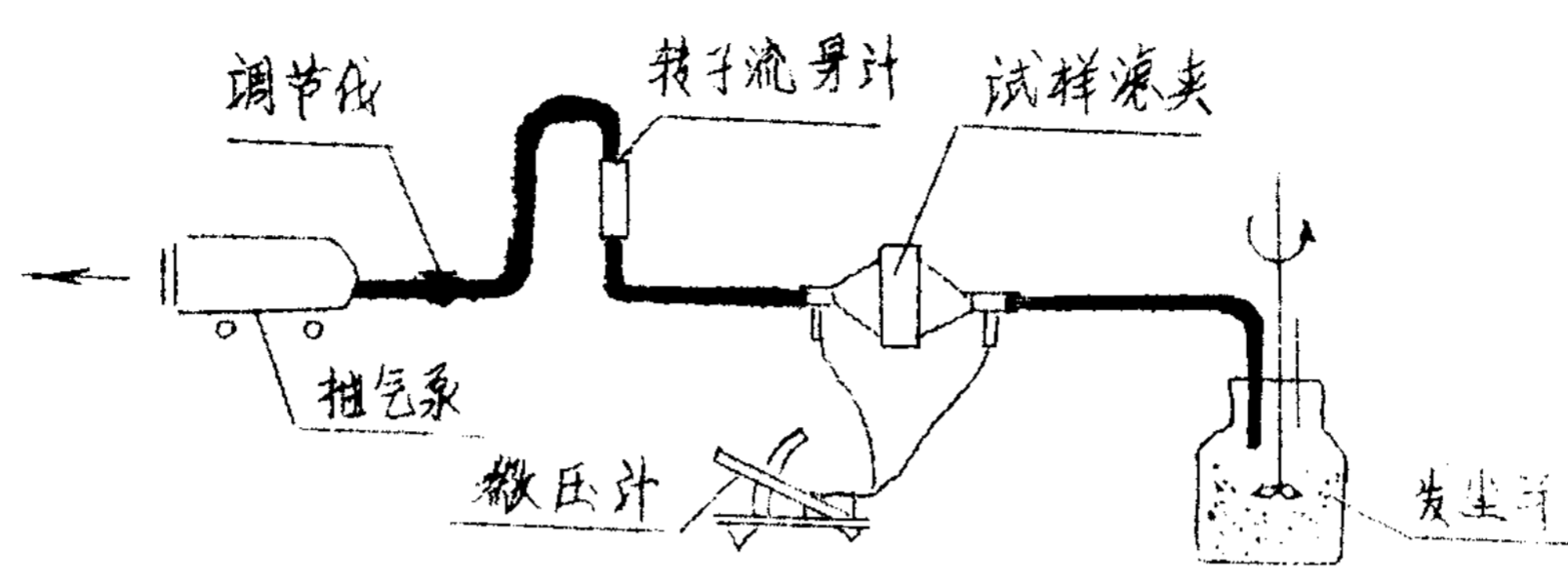


图2 阻力与容尘试验系统

表6

项目 滤料 编号	流速 米/秒	初阻力 (毫米水柱)	终阻力 (毫米水柱)	初重 (克)	终重 (克)	增重 (克)	容尘量 (克/米 <sup>2</sup> )	备注
白-A-1	0.18	4.6	9.2	5.2	6.3	1.1	220	
白-A-2	"	6.6	20.0	4.7	6.3	1.6	320	
黄-A-1	"	4.4	15.1	6.1	7.85	1.75	350	
黄-A-2	"	4.4	13.1	6.4	7.7	1.3	260	
粗-A-1	"	1.0	1.0	5.1	5.4	0.3	60	
粗-A-2	"	1.0	1.0	5.25	5.8	0.55	110	

粗-A 由于不易容尘，故均连续作 15 分钟，结果阻力无变化。粗-A-2 由于发尘浓度增大，故容尘量较粗-A-1 高。

(3) 净化效率试验：

以氧化铁红作为试验尘，效率试验系统见图五。抽气泵抽取



表 7

项目 滤料 编号	流速 (升/秒)	滤前 (微安)	滤后 (微安)	效率 (%)	资料效率 (%)	备 注
白-A-1	0.18	813	412	49.3	计数 81	资料效率为大气尘
白-A-2	"	970	530	45.4	" 81	"
黄-A-1	"	582	389	33.2	计重 72	"
黄-A-2	"	1318	762	42.2	" 72	"
粗-A-1	"	2855	2285	20	" 55	"
粗-A-2	"	935	653	30	" 55	"

表 8

温度	原重(毫克)	灰重(毫克)	灰份%	情 况
300°C	1682	443.8	26.2	炭化、灰份呈黑色
400°C	2032.5	225.5	11	" "
500°C	1962	97.0	4.9	" "
600°C	1312.5	20.3	1.6	灰化、灰份呈白灰色
火柴点燃	/	/	/	可燃烧、滴油、灰少、黑烟、微味

②粗-A 阻力小，但效率低，不易容尘，不宜作中效过滤器。  
黄-A，容尘较好，阻力在常用范围，但效率不如白-A，也不  
适作中效滤料。

③白-A 比上述两种滤料均有较好的性能。

## 2. 泡沫塑料过滤器制作和试验

### (1) 过滤器制作：

本过滤器作为“排风过滤器组合装置”的芯体，和高效滤口的  
风量、尺寸相同，以期有通用性和互换性。依据“装置”设计  
尺寸滤口应为  $600 \times 600 \times 300$ ，风量为  $2000 \text{ 米}^3/\text{时}$ 。

泡沫塑料过滤器结构尺寸如图4。为了便于用后焚烧，滤器  
是由木框架、支撑杆（做毛笔杆的竹杆）和缠绕在支撑杆上的滤  
料组成。由于搜集到的粗-A 量大，其余两种很少，故只以粗-A  
作成试验用滤口，以确定滤口的阻力性能。滤料缠绕面积为  $32$   
 $\text{米}^2$ ，流速为  $0.18 \text{ 米}^3/\text{时}$ 。

制作过程：对大面积粗-A 滤料，以处理小样时相同条件进  
行腐蚀处理备料，需要连接处接缝以乳胶清洗粘结。将木框对应  
的两块边板钻孔  $\phi 5$  毫米，以穿插固定支撑杆（如图5），支撑  
杆要平直光滑。支撑杆从一边板钻透的孔穿过，插入对面边板的  
不透孔内（孔内先涂乳胶泥）依次缠绕滤料，滤料不得松弛，也  
不宜有拉伸现象，最后以乳胶泥粘结滤料与边板接触处的缝，以  
达到密封要求。

### (2) 滤口阻力性能试验：

阻力在图6所示的试验台中进行。

在测系统空阻力时将被测滤口换成一  $600 \times 600$  长  $300$  的短管  
即可。过滤器阻力性能曲线见图7。

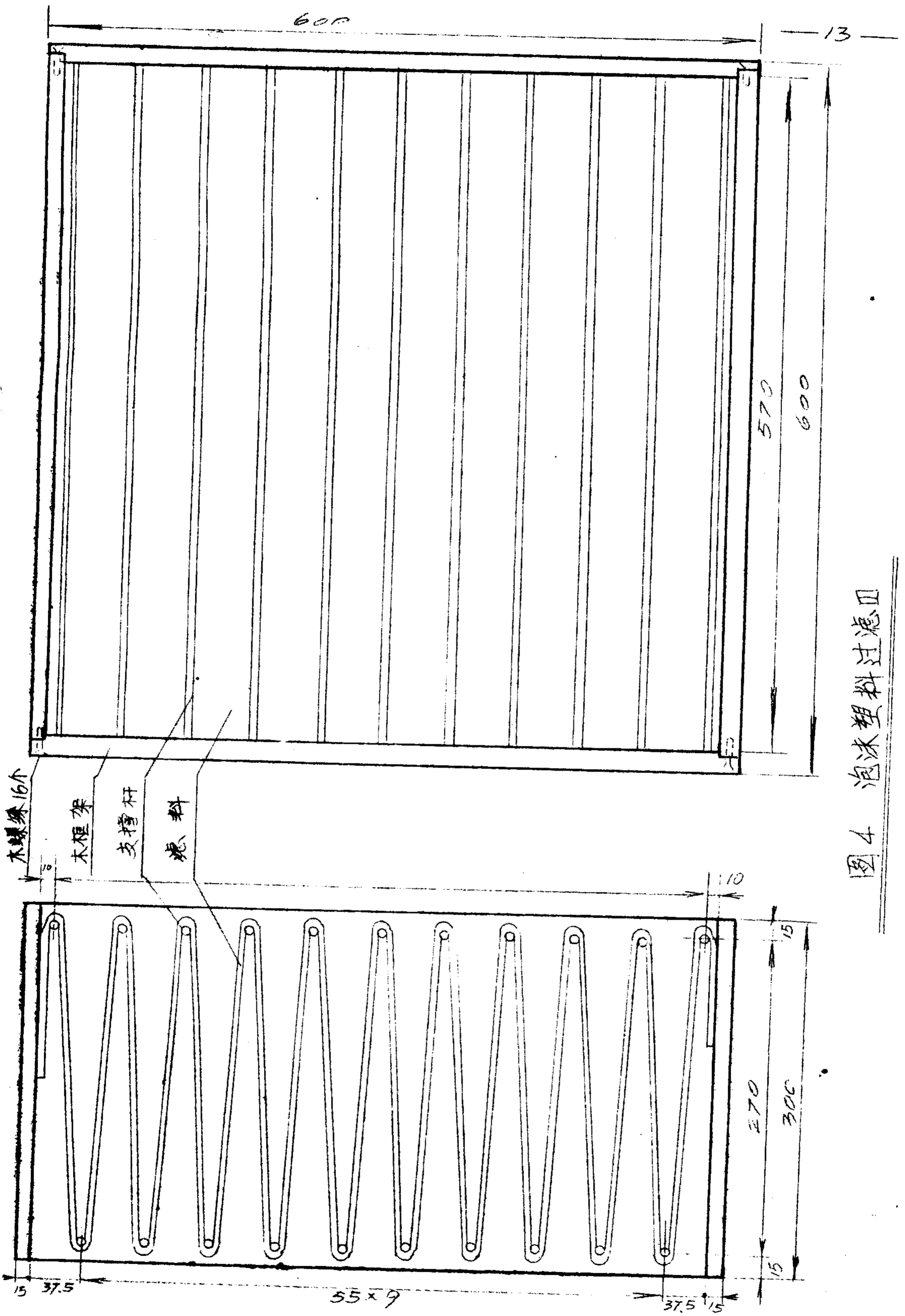


图4 泡沫塑料过滤器

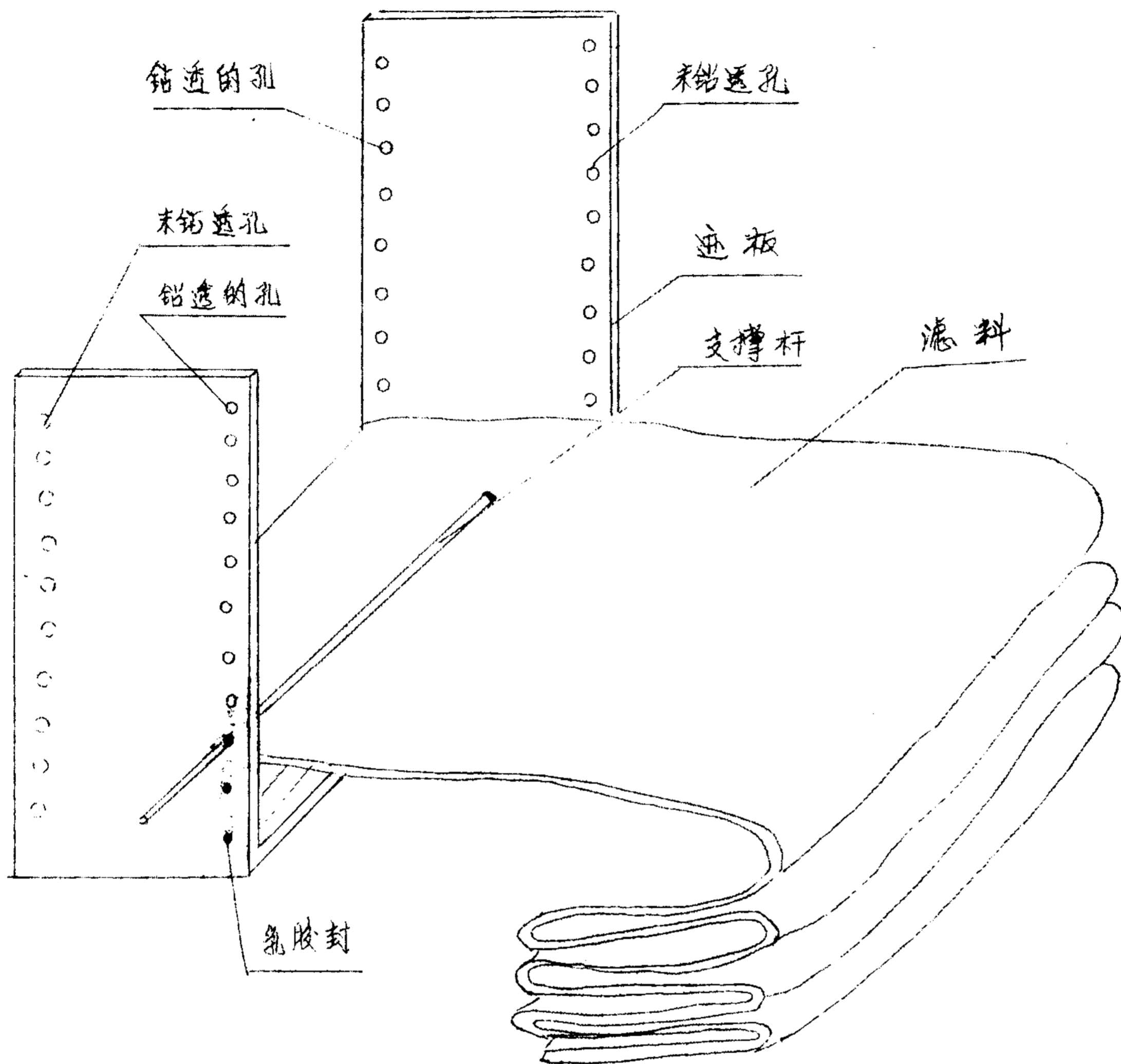


图5 泡沫塑料过滤口制作

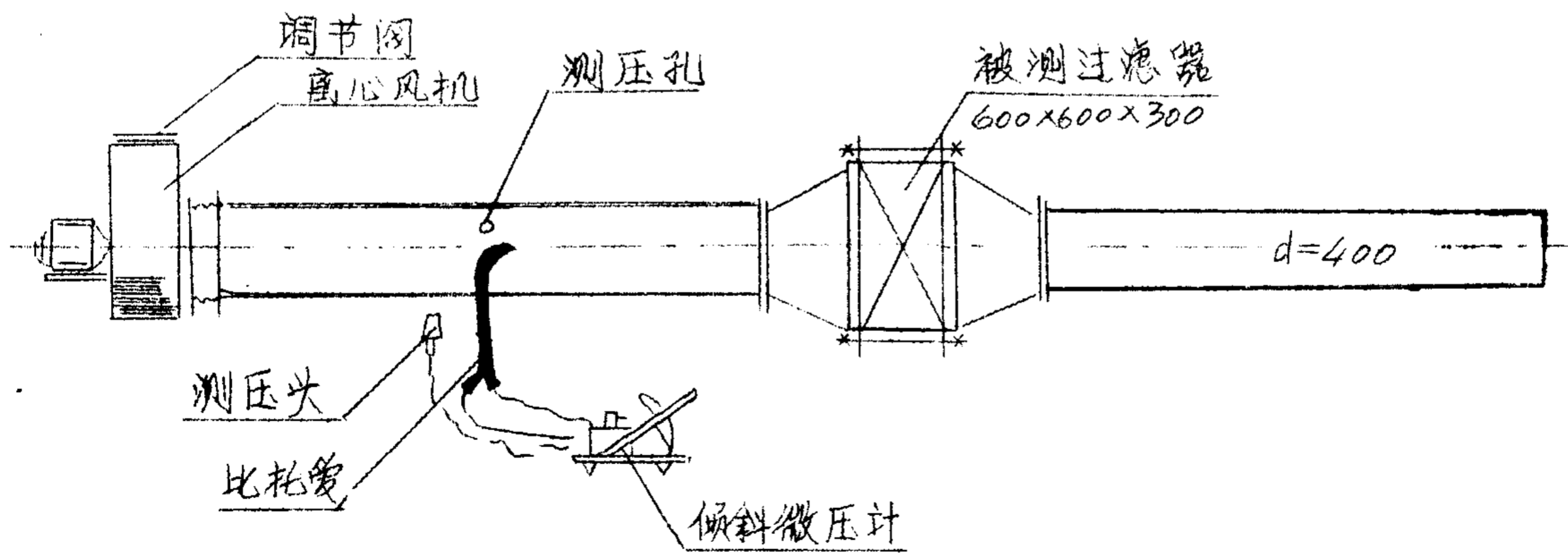
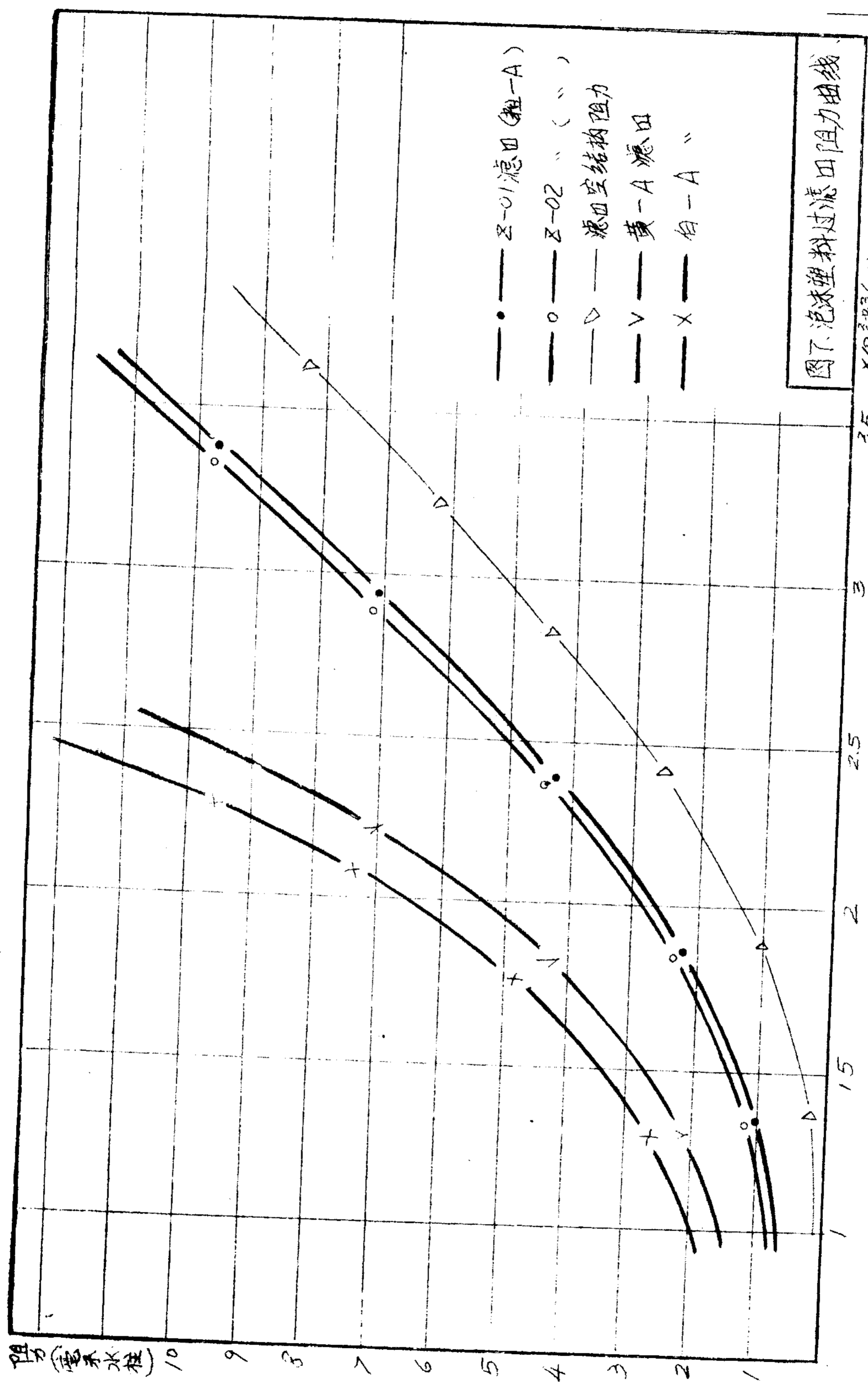


图6 过滤口阻力性能试验台



流量

流量

图7. 泡沫塑料过滤口阻力曲线



如果我们在过滤口 (Z-02) 阻力上减去每种风号下滤料 (粗-A) 的阻力, 可近似得到过滤口空结构阻力曲线, 如果再把每种风号下另外两种滤料 (白-A, 黄-A) 的阻力加在过滤口空结构阻力上, 就可得到这两种滤料过滤口的近似阻力曲线。

(3) 泡沫塑料滤口技术性能, 见表 9。

表 9

性能 过滤 器号	外形尺寸 (毫米) 高×宽×深	阻力 (毫米水柱)		过滤 面积 (米 <sup>2</sup> )	风量 (米 <sup>3</sup> /时)	滤速 (米/秒)	铁红容 尘量 (克)	铁红老 电效率 %	备注
		初阻	终阻						
Z-02 (粗-A)	600×600×300	3	3	3.2	2000	0.18	>350	>30	重量5公斤
黄-A	600×600×300	5.7	15	"	"	"	>330	>40	"
白-A	600×600×300	6.9	18	"	"	"	>360	>49	"

表 9 为依据滤料小样试验结果计算及图 7 的阻力曲线图。

3. 结论: 以白-A 滤口作“排风过滤口组合装置”中的中效滤口最为合适。

#### 四 滤料焚烧试验

通过对滤料的焚烧试验, 为设计过滤口选用滤料时提供焚烧性能方面的依据。

##### 1. 火柴点燃试验