

无组织排放标准下 废气收集系统设计

主讲人：李 磊

邮 箱： 13601667687@139.com

单 位：上海市机电设计研究院有限公司

目 录

一、公司简介

二、挥发性有机物无组织排放控制标准

三、废气捕集方式及控制风速要求

四、废气捕集注意事项

五、提高废气捕集效率的方法

六、风机及风管的特点



一、公司简介



➤上海市机电设计研究院有限公司成立于**1953**年，位于上海市北京西路1287号。

➤环保安全所成立于**1976**年，技术团队包括废气、废水、噪声、环评、职业卫生等。



一、公司简介



1953

一机部第二设计分局



1961

上海市机电产品设计院



2004

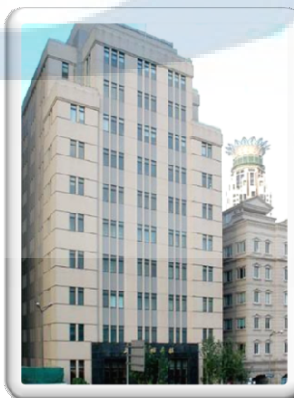
上海市机电设计研究院有限公司



一机部第二设计院
1958



上海市机电设计研究院
1970



二、挥发性有机物无组织排放控制标准

《挥发性有机物无组织排放控制标准》 **GB 37822-2019**

10.2.2废气收集系统要求如下：

1

- 废气收集系统排放罩（集气罩）的设置应符合GB/T 16758的规定。

2

- 采用外部排风罩的，应按GB/T 16758、AQ/T 4274-2016规定的方法测量控制风速。

3

- 测量点应选取在距排风罩开口最远处的无组织排放位置，控制风速不低于0.3m/s。

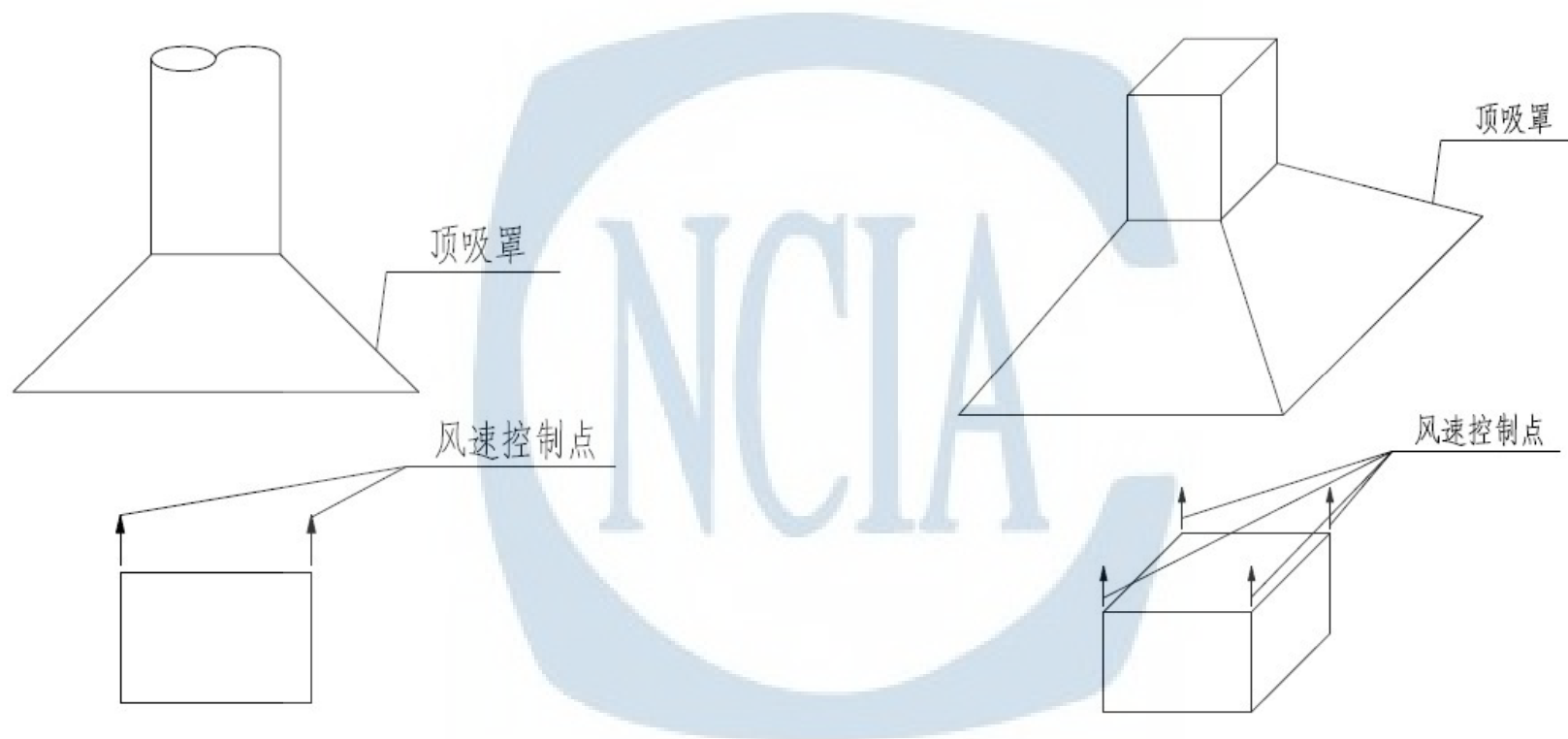
二、挥发性有机物无组织排放控制标准

现行标准：《排风罩的分类及技术条件》**GB/T 16758-2008**中**3.7**、**3.9**如下：

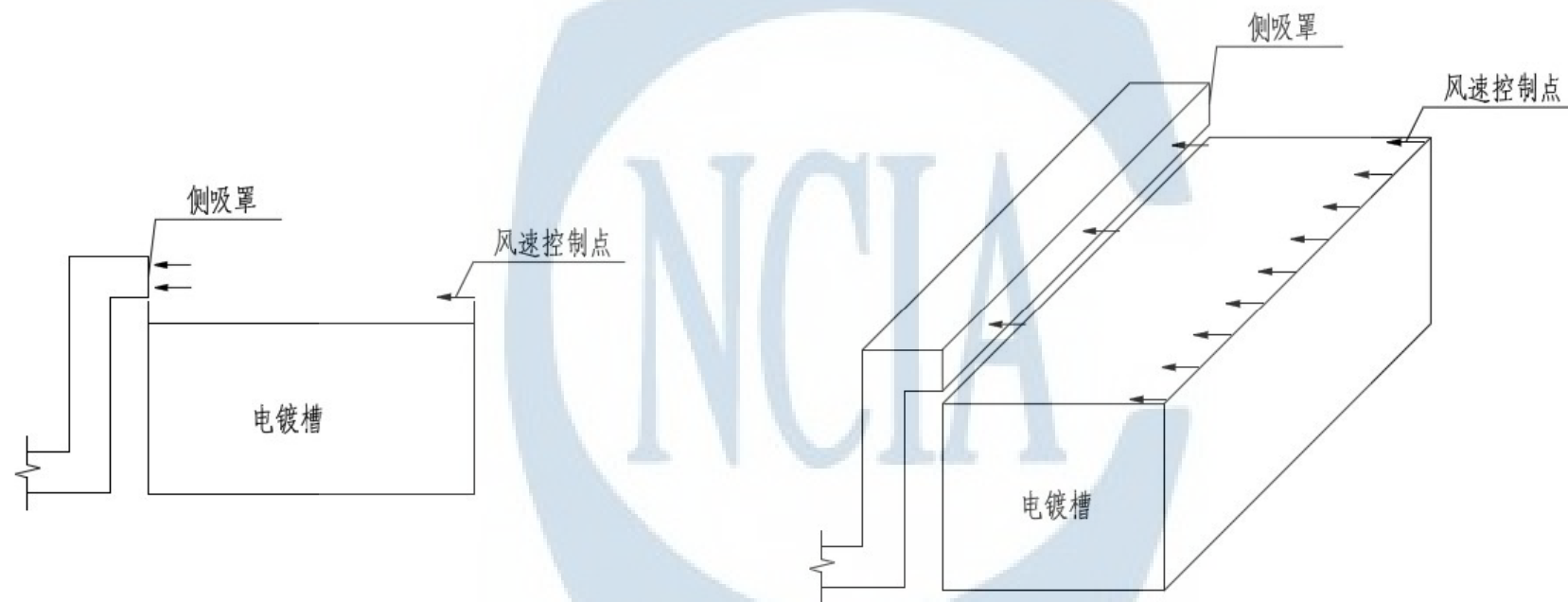
3.7 控制点：有害物放散直到耗尽最初能量，放散速度降低到环境中无规则气流速度大小时的位置。

3.9 控制风速：将控制点处的有害物质吸入罩内所需要的最小风速。

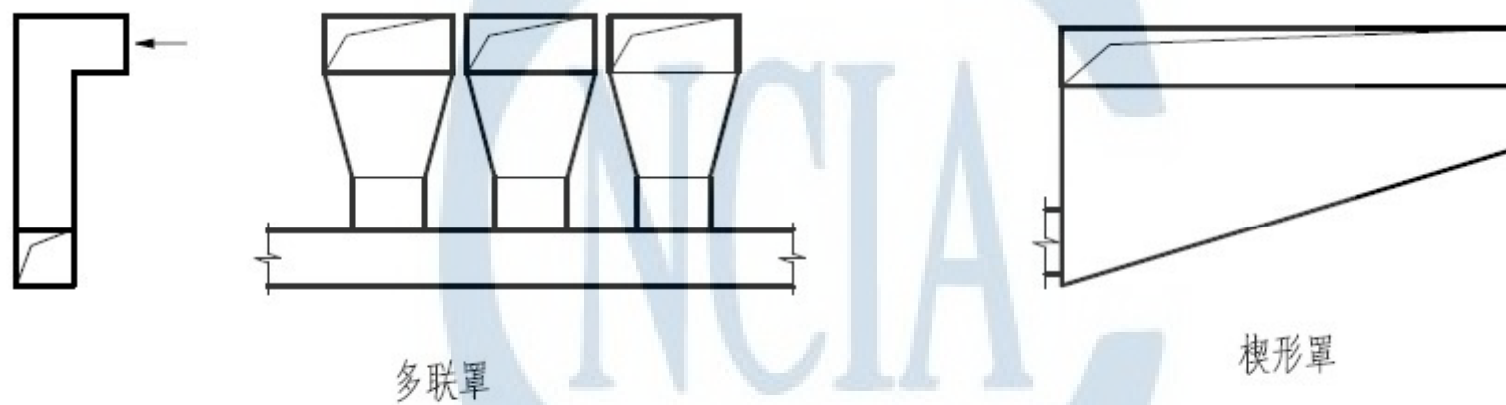
二、挥发性有机物无组织排放控制标准



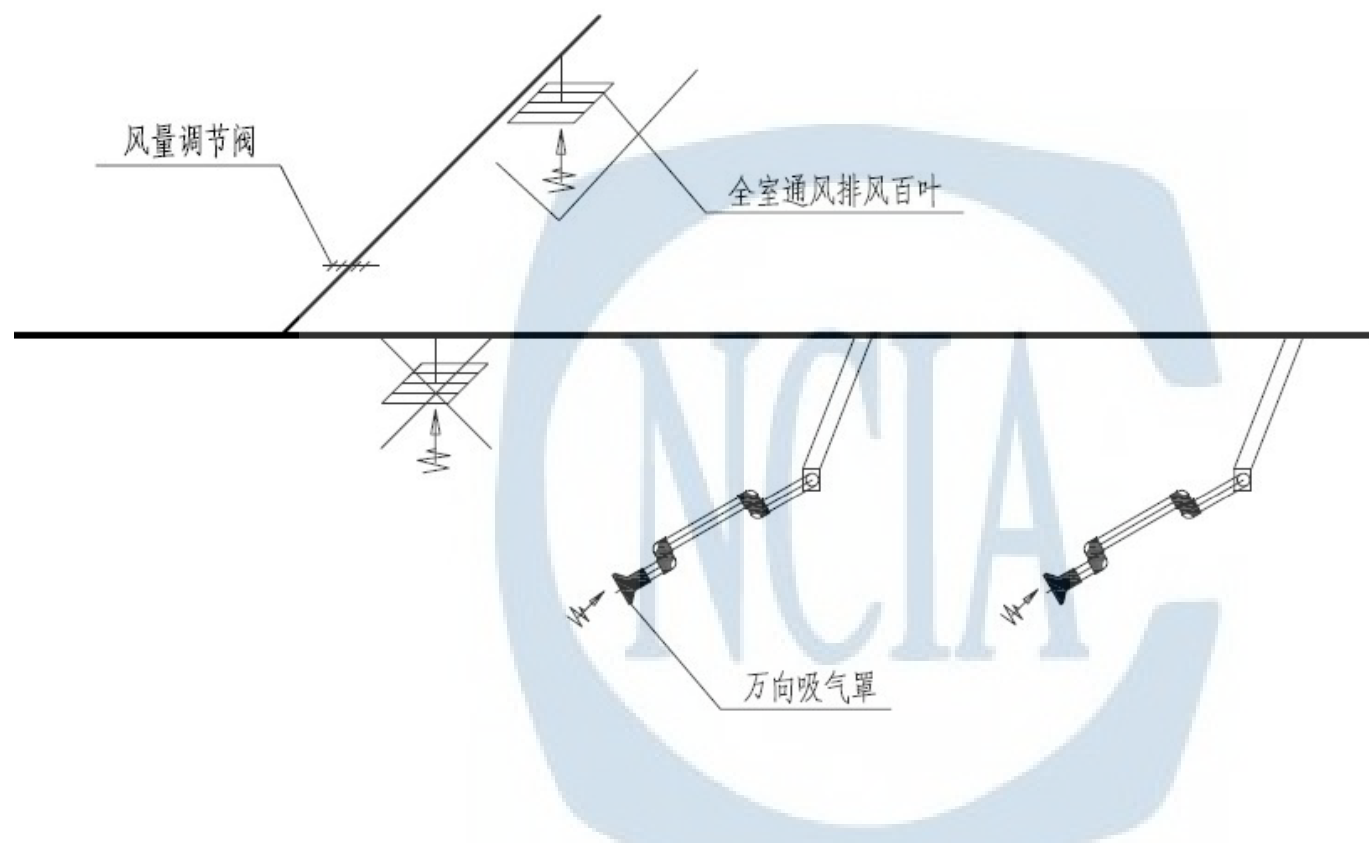
二、挥发性有机物无组织排放控制标准



二、挥发性有机物无组织排放控制标准



二、挥发性有机物无组织排放控制标准



排风管道系统内全室通风用的排风百叶不应与万向吸气罩等单独的排风口设置在同一支风管内，百叶风口大量排风会影响万向吸气罩的排风能力。排风百叶应设在单独的支风管上，并设置风量调节阀，可控制百叶的排风量。

三、废气捕集方式及控制风速要求

侧吸罩——《实用供热空调设计手册》：

周围气流情况	吸入速度	
	吸入速度(m/s)	
	危害性小时	危害性大时
无气流或容易安装挡板的地方	0.20~0.25	0.25~0.30
中等程度气流的地方	0.25~0.30	0.30~0.35
较强气流的地方或不安挡板的地方	0.35~0.40	0.38~0.50
强气流的地方	0.5	
非常强气流的地方	1.0	

表 9.2-2

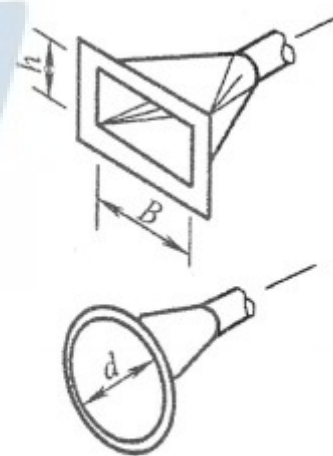


图 9.2-1 侧吸罩

三、废气捕集方式及控制风速要求

顶吸罩：

顶吸罩宜与有害物散发源形状相似，并完全覆盖散发源。顶吸罩应设裙边，当边长较长时，可分段设置。顶吸罩的风量按下式计算：

$$L_1 = v_0 \times F \times 3600$$

式中： L_1 ——顶吸罩的计算风量， m^3/h ；

v_0 ——罩口平均风速， m/s 。可取0.5~1.25，应根据控制点风速调节；

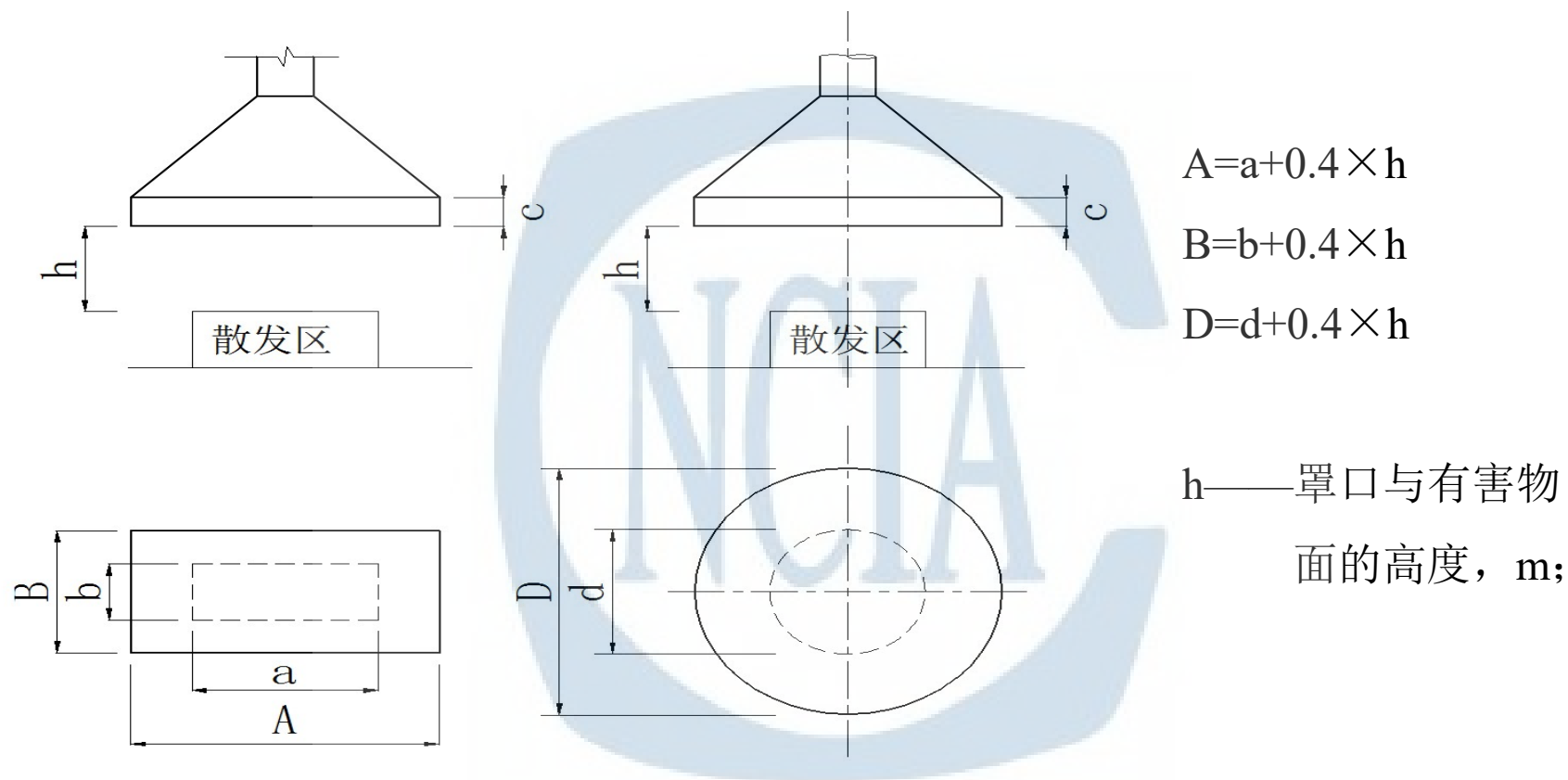
F ——罩口面积， m^2 ，裙边高度 $c=0.25$ ；

表C.1 罩口平均风速取值表

顶吸罩敞开 情况	收集罩敞开 情况	一边敞开	两边敞开	三边敞开	四边敞开
V_0	V_0 取值	0.5~0.7	0.75~0.9	0.9~1.05	1.05~1.25

三、废气捕集方式及控制风速要求

顶吸罩： 矩形顶吸罩\ 圆形顶吸罩



矩形顶吸罩： $F = A \times B$

圆形顶吸罩： $F = 0.25 \times \pi \times D^2$

A 、 B ——矩形顶吸罩两边，m;

D ——圆形顶吸罩直径，m;

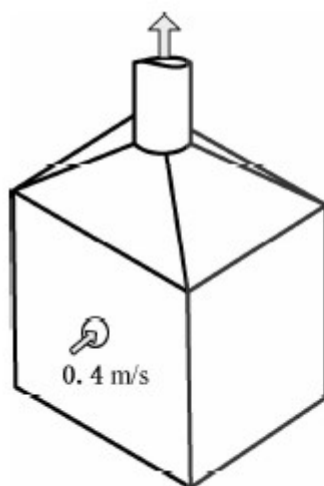
a 、 b ——有害物散发矩形平面两边，m;

d ——有害物散发圆形平面直径，m;

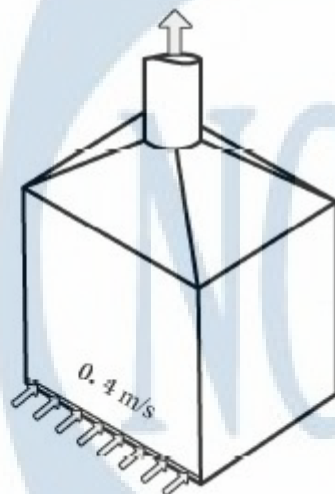
三、废气捕集方式及控制风速要求

密闭罩：

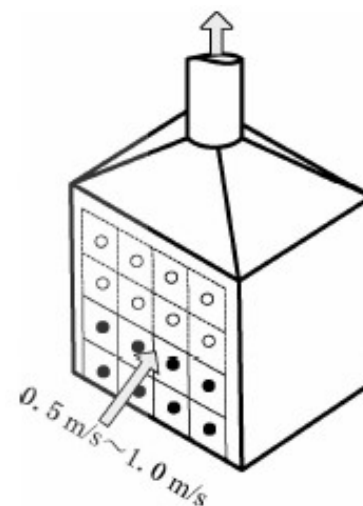
01



密闭罩控制风速：
有毒气体0.4m/s； 粉尘0.4m/s



02



控制柜控制风速：
有毒气体0.5m/s； 粉尘1.0m/s
(0.4~0.6m/s)

三、废气捕集方式及控制风速要求

通风柜：——《实用供热空调设计手册》

通风柜操作口推荐的吸风风速 表 9.2-7

散发有害物种类	平均风速 $v(\text{m/s})$
无毒有害物	0.25~0.375
有毒或有危险的有害物	0.4~0.5
极毒物或少量放射性有害物	0.5~0.6

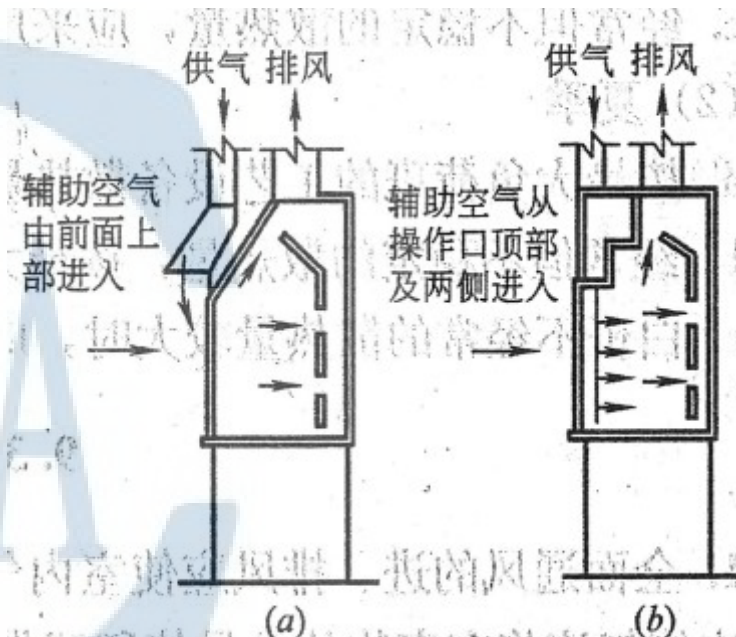


图 9.2-9 供气式通风柜

一般半封闭式推荐吸风风速：0.4~0.6m/s

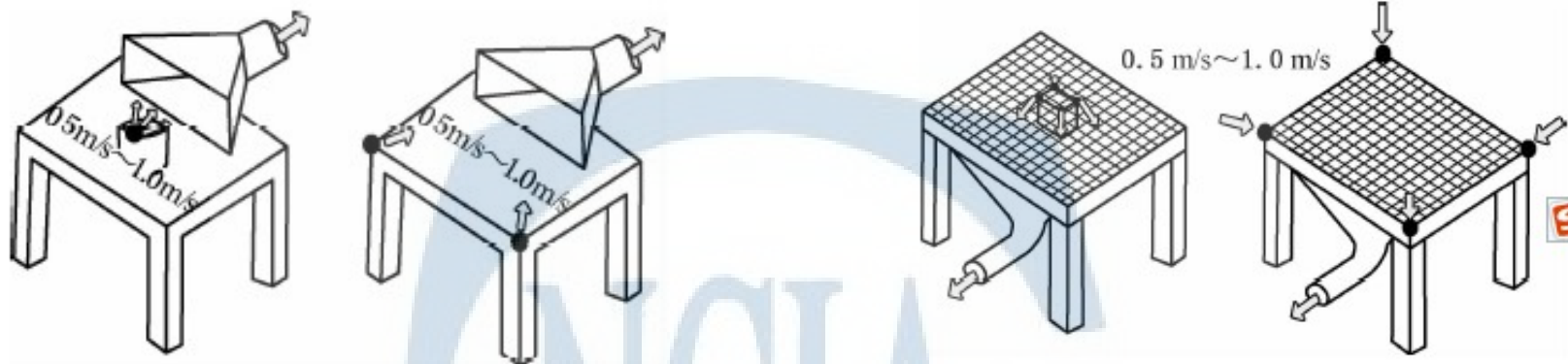
三、废气捕集方式及控制风速要求

通风柜：



三、废气捕集方式及控制风速要求

——《局部排风设施控制风速检测与评估技术规范（AQ/T 4274-2016）》：

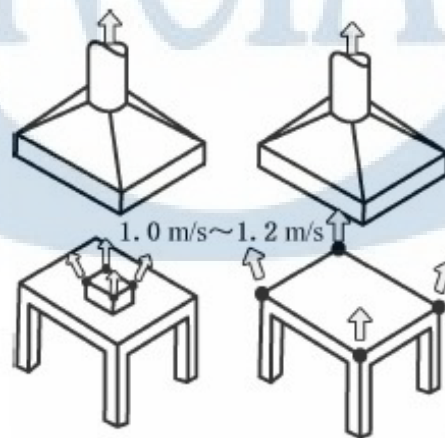


侧吸式控制风速：

有毒气体0.5m/s；粉尘1.0m/s

下吸式控制风速：

有毒气体0.5m/s；粉尘1.0m/s



上吸式控制风速：

有毒气体0.5m/s；粉尘1.2m/s

三、废气捕集方式及控制风速要求

外部吸风罩控制风速——《实用供热空调设计手册》

三、外部吸气罩

外部吸气罩是利用排风罩的抽吸作用，在有害物发生地点（控制点）造成一定的气流运动，将有害物吸入罩内，加以捕集。控制点上必需的气流速度称为控制风速。控制风速的大小与工艺操作、有害物毒性、周围干扰气流运动状况等多种因素有关，设计时可参照表 5-3 和表 5-4 确定。

控制点的控制风速 v_c 表 5-3

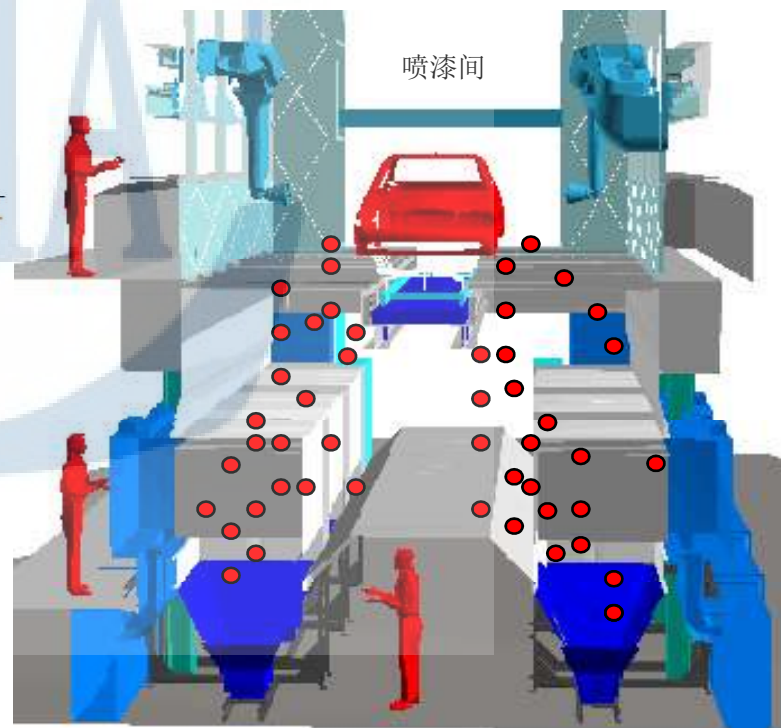
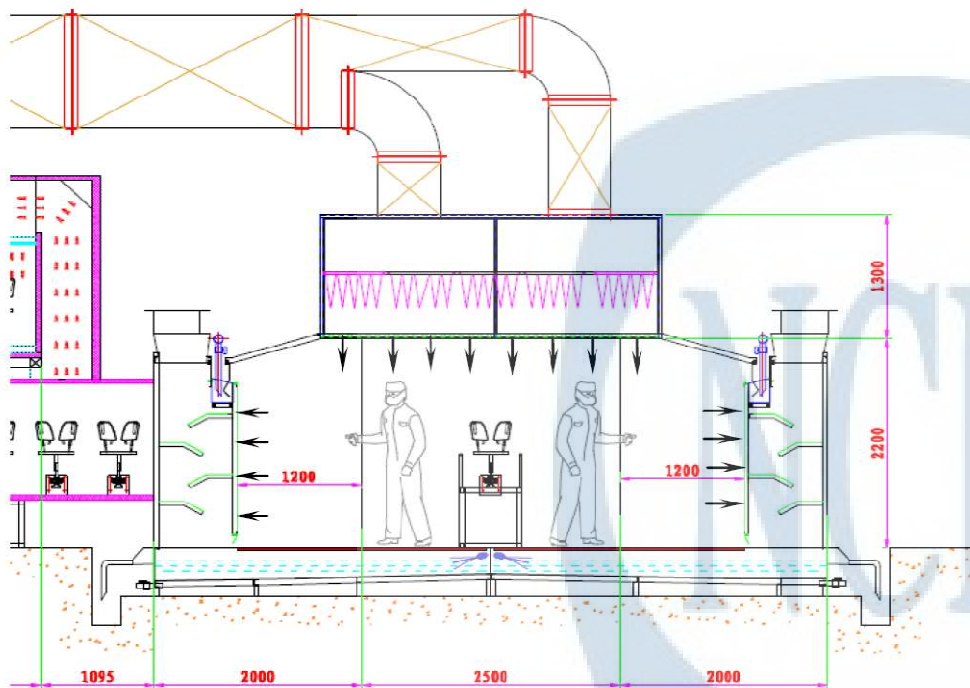
污 染 物 放 散 情 况	最小控制风速 (m/s)	举 例
以轻微的速度放散到相当平静的空气中	0.25~0.5	槽内液体的蒸发；气体或烟从敞口容器中 外逸
以较低的初速放散到尚属平静的空气中	0.5~1.0	喷漆室内喷漆；断续地倾倒有尘屑的干物 料到容器中；焊接
以相当大的速度放散出来，或是放散到空 气运动迅速的区域	1~2.5	在小喷漆室内用高压力喷漆；快速装袋或 装桶；往运输器上給料
以高速放散出来，或是放散到空气运动很 迅速的区域	2.5~10	磨削；重破碎；滚筒清理

表 5-4

范 围 下 限	范 围 上 限	范 围 下 限	范 围 上 限
室内空气流动小或有利于捕集	室内有扰动气流	间歇生产产量低	连续生产产量高
有害物毒性低	有害物毒性高	大罩子大风量	小罩子局部控制

三、废气捕集方式及控制风速要求

涂装喷漆室废气收集上送下排式：



三、废气捕集方式及控制风速要求

流平室、烘干室的风量计算（仅针对通过式）：

1、以进出口的断面控制风速计算排风量，得出L1（流量1）

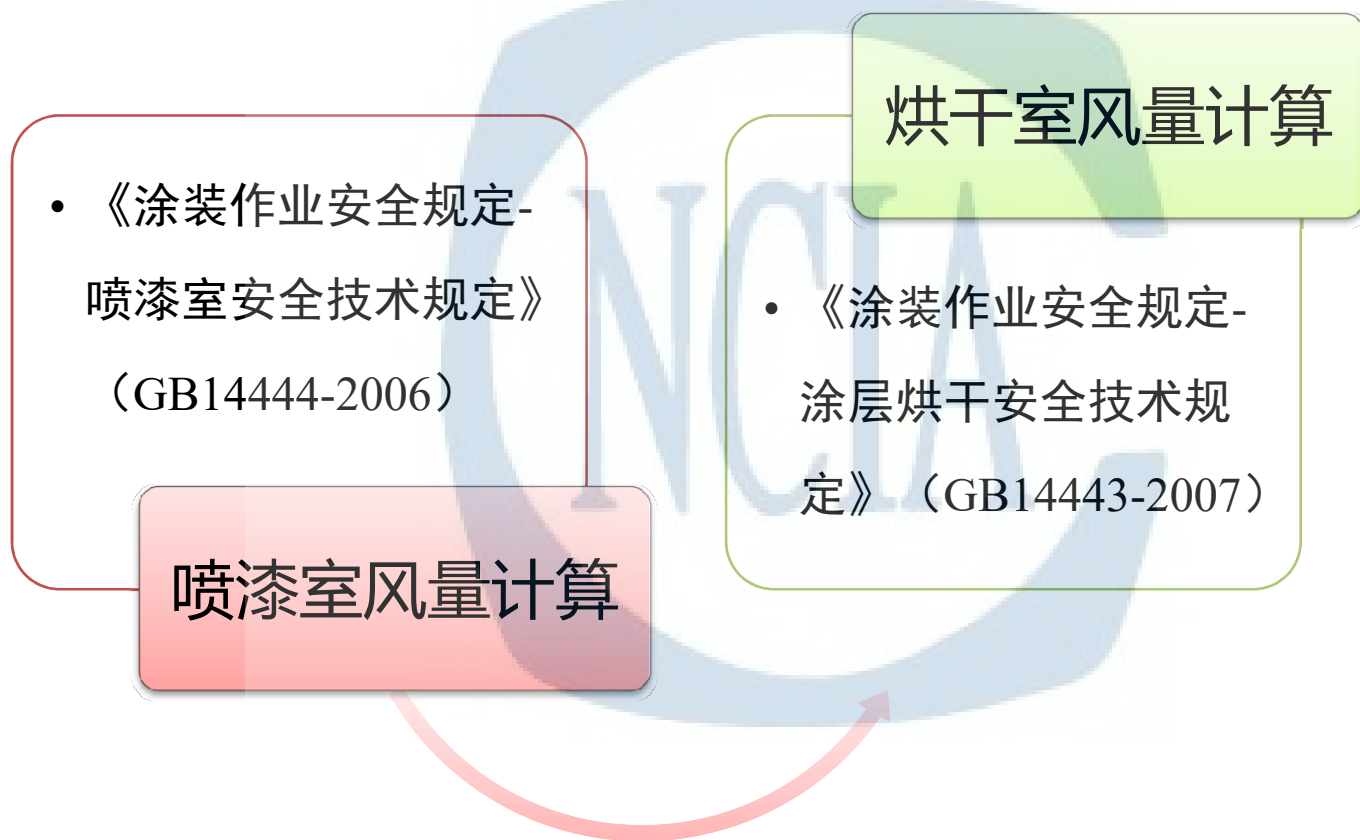
- $L1 = [S1 \text{（进口面积）} + S2 \text{（出口面积）}] \times V \text{（控制风速）} \times 3600$

2、以稀释至爆炸下限的1/4的VOCs浓度值计算排风量，得出L2（流量2）

- $L2 = G \text{（VOCs散发量）} / C \text{（爆炸下限1/4的浓度值）}$

3、排风量取二者的大值 MAX（L1，L2）

三、废气捕集方式及控制风速要求



三、废气捕集方式及控制风速要求

截取自《涂装作业安全规定-喷漆室安全技术规定》（GB14444-2006）

操作条件（工件完全在室内）	干扰气流 m/s	类型	控制风速	
			设计值	范围
静电喷漆或自动无空气喷漆 （室内无人）	忽略不计	大型喷漆室	0.25	0.25~0.38
		中小型喷漆室	0.50	0.38~0.67
手动喷漆	≤0.25	大型喷漆室	0.50	0.38~0.67
		中小型喷漆室	0.75	0.67~0.89
手动喷漆	≤0.50	大型喷漆室	0.75	0.67~0.89
		中小型喷漆室	1.00	0.77~1.30

三、废气捕集方式及控制风速要求

喷漆室控制风速要求：

断面控制风速：0.4~0.6m/s（手工）

断面控制风速：0.2~0.4m/s（机器人）

罩口控制风速：0.5~2m/s（调漆吸罩）

四、废气捕集注意事项

1、废气风管不应同时包含局部排风系统与整体收集系统。

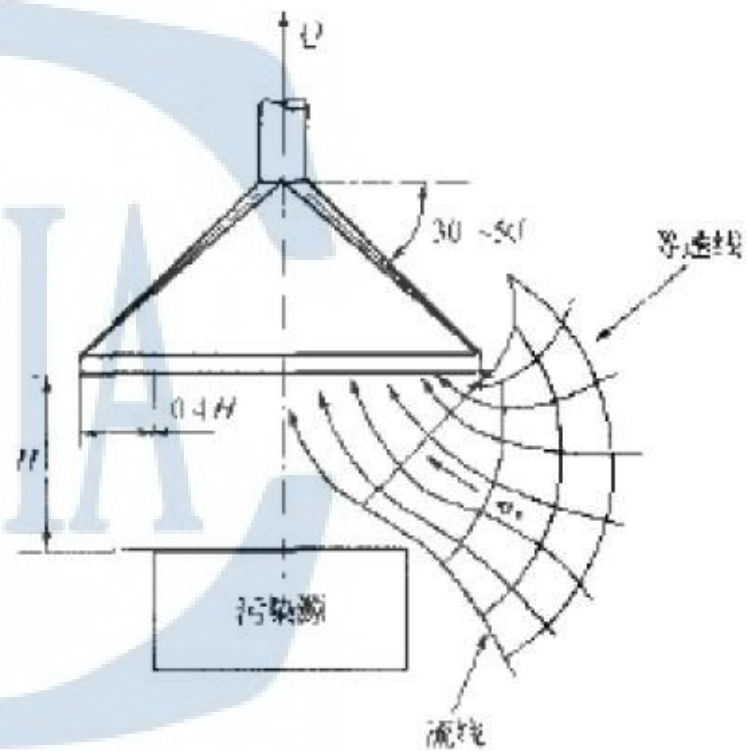
2、设置有采暖和空调的车间，废气宜优先采用局部收集措施。

3、废气收集的管路系统应设置用于风量平衡调试阀门。

4、废气收集系统应避免横向气流干扰。

五、提高废气捕集效率的方法

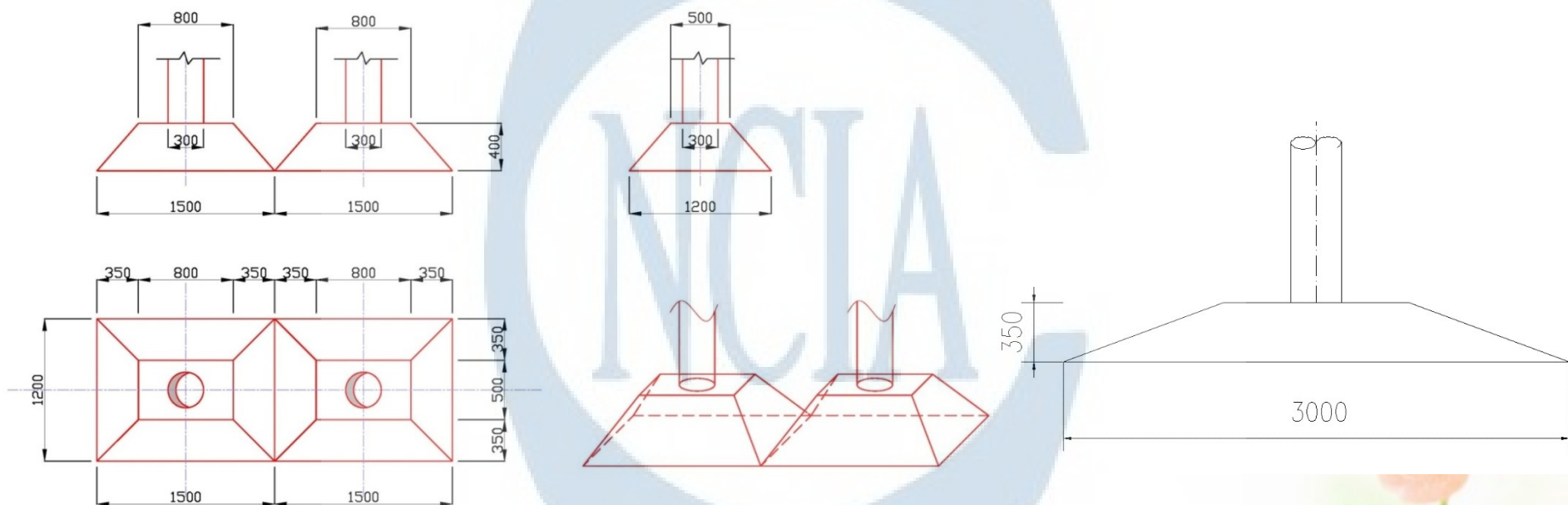
在现有风量下如何提高捕集效率、提高风罩的有效性：



顶吸罩

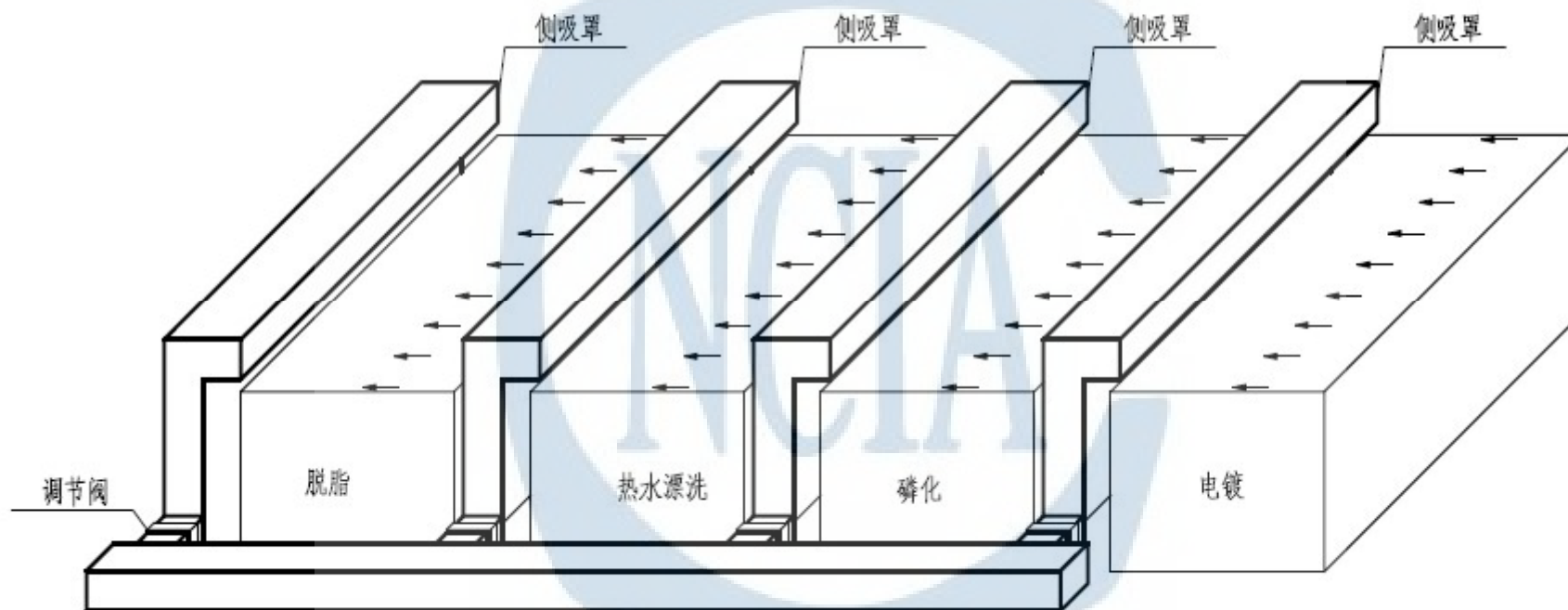
五、提高废气捕集效率的方法

在同等风量下如何提高捕集效率、提高风罩的有效性：



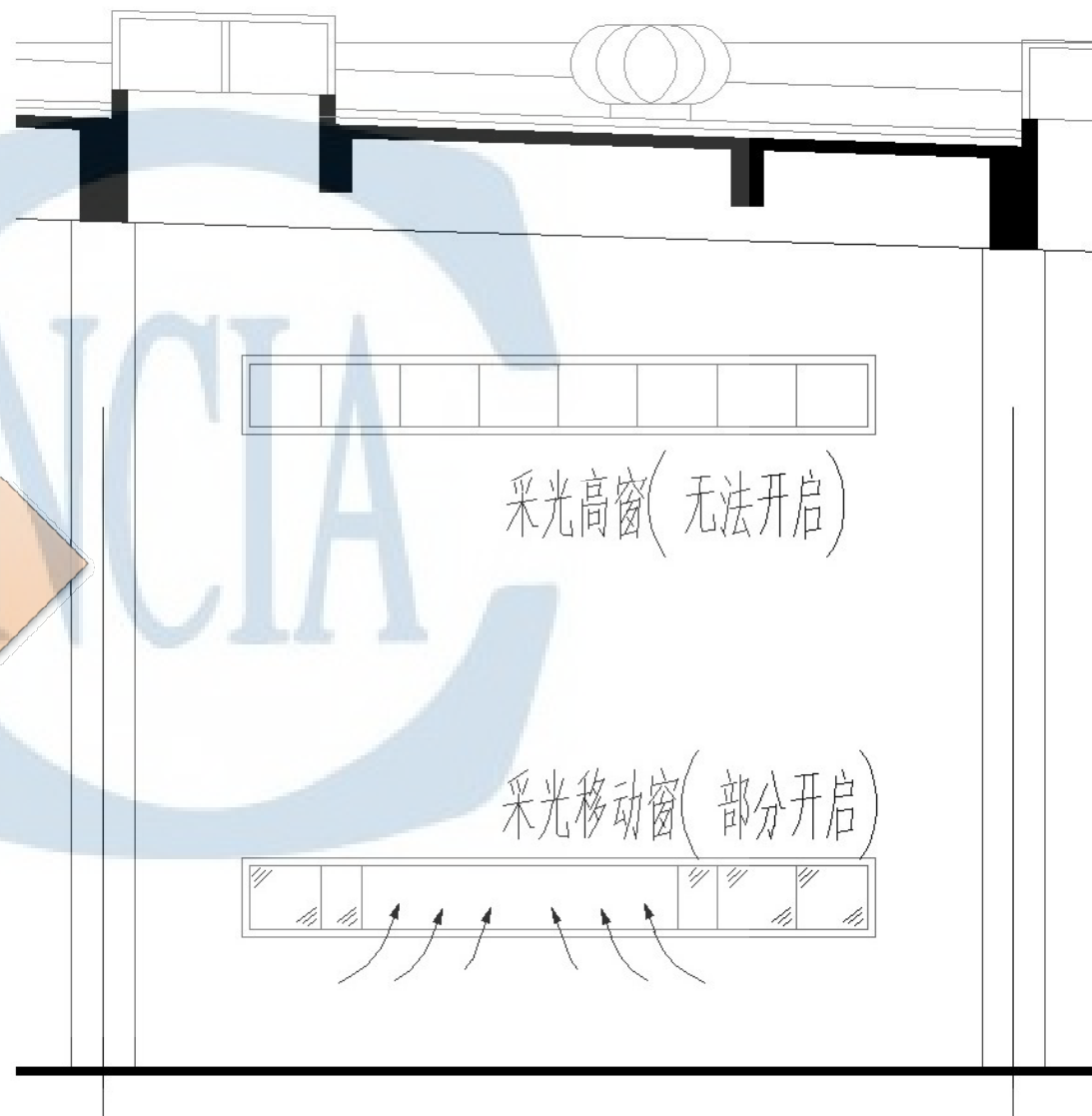
顶吸罩

五、提高废气捕集效率的方法



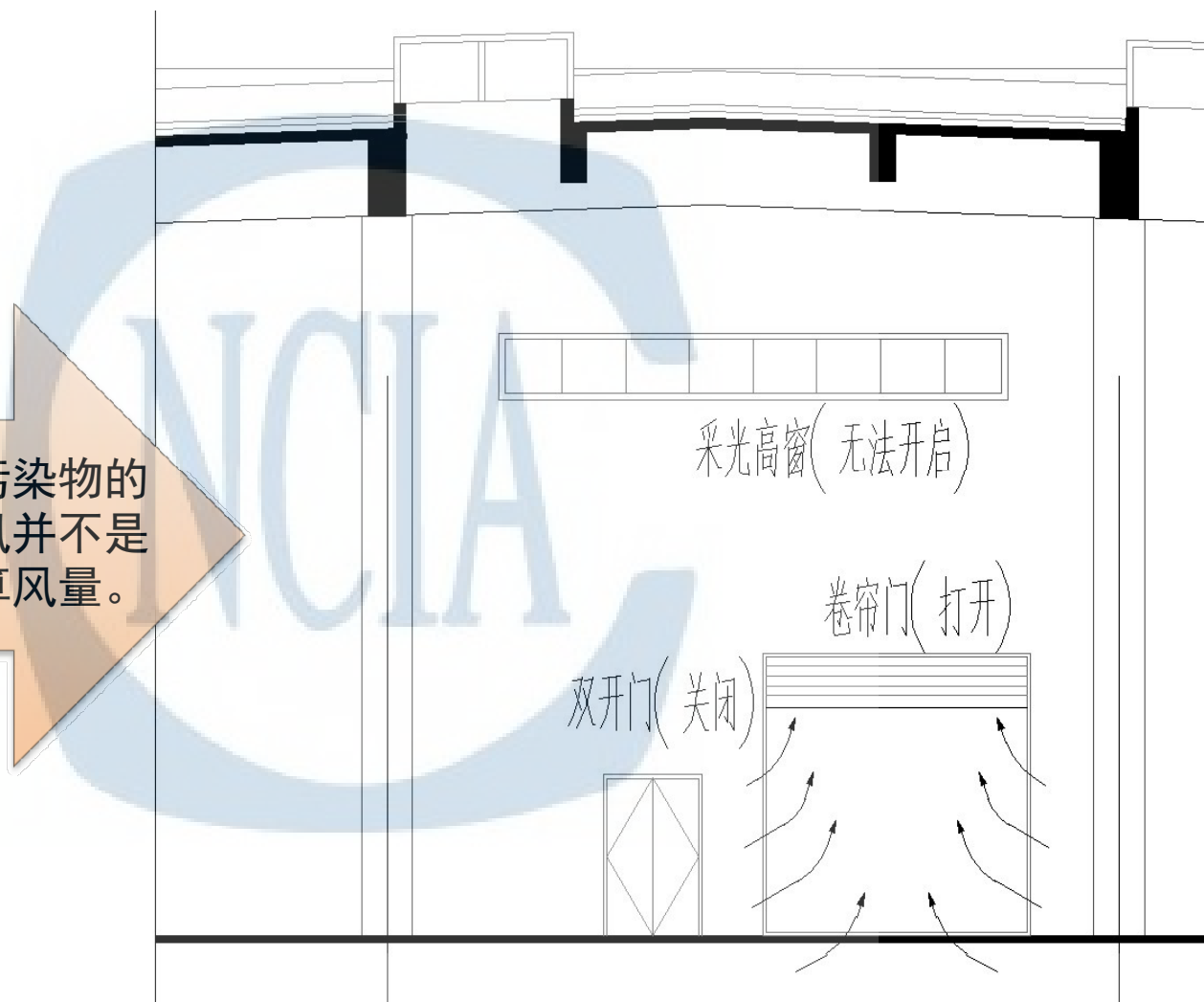
五、提高废气捕集效率的方法

如何用全室通风控制污染物的无组织排放，全室通风并不是按照全室换气次数计算风量。

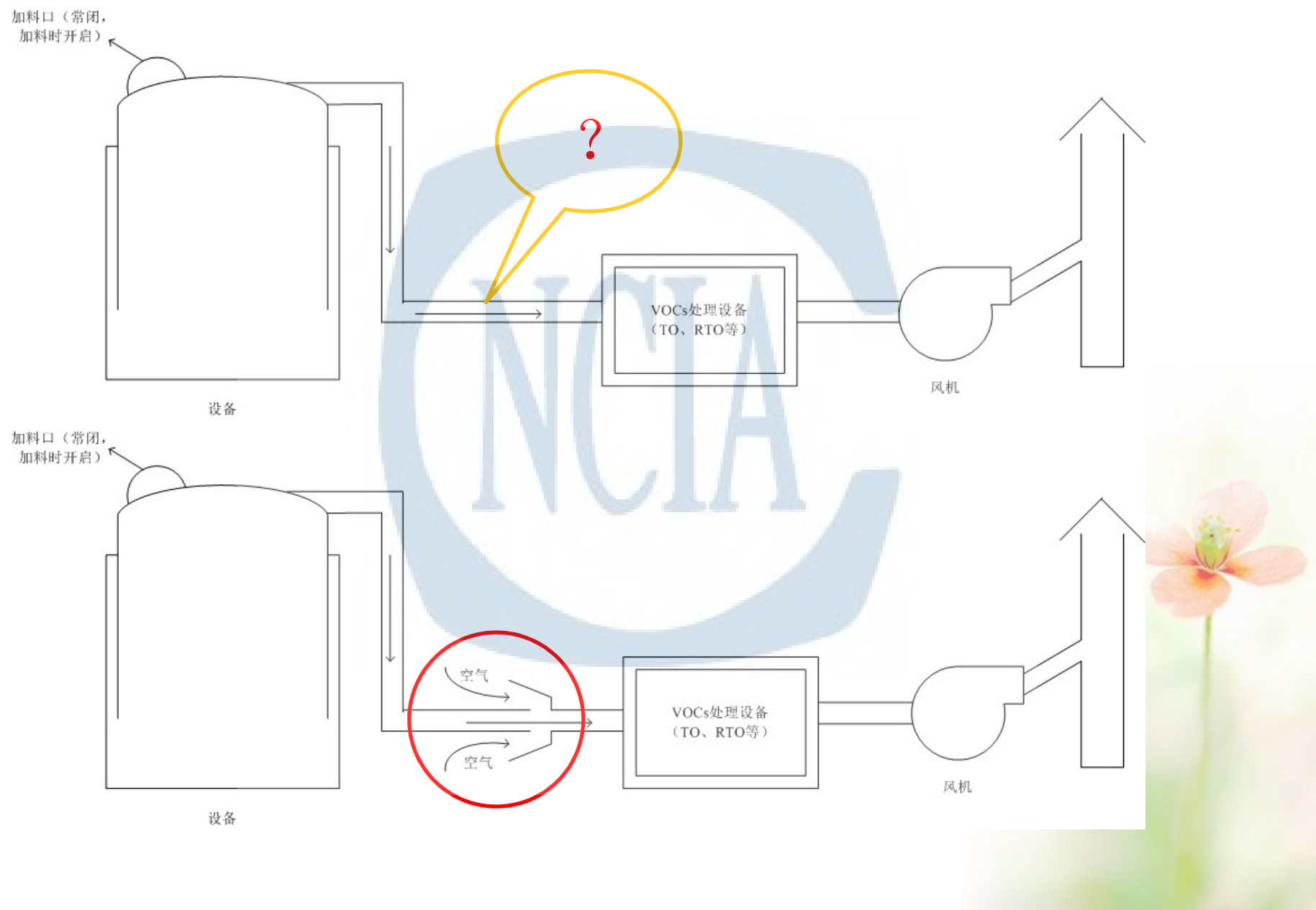


五、提高废气捕集效率的方法

如何用全室通风控制污染物的无组织排放，全室通风并不是按照全室换气次数计算风量。



五、提高废气捕集效率的方法



六、风机及风管的特点

风管的推荐风速：

支管风速：5~6m/s

总管风速：8~12m/s

除尘风管风速：14~22m/s

六、风机及风管的特点

风管的壁厚的选择：

类别	通风系统的性质	材料	圆形风管的直径—D 矩形风管的长边—A D(或A) (mm)	材料厚度 (mm)	油漆要求	系统编号
I	一般通风系统 (风管内空气温度不大于70℃)	不锈钢板	80~320	0.5		沸石转轮+RTO系统
			340~450	0.6		
			480~1000	0.8		
			1120~1250	1.0		
			1320~2000	1.2		
II ✓	高温通风系统 (风管内空气温度高于70℃)	薄钢板	80~1000	1.0	内外表面各涂耐热漆二遍。	
			1120~2000	1.2		
III	除尘系统	薄钢板	80~450	1.5	内外表面涂防锈底漆各一遍。外表面再涂面漆二遍。	
			480~1250	2.0		
			1320~2000	3.0		
IV	酸、碱等腐蚀性系统	聚氯乙稀硬塑板或玻璃钢	D 100~320	3 (2.5)		
			A 120~320			
			D 360~630	4 (3.2)		
			A 400~500			
			D 700~1000	5 (4.0)		
			A 630~800			
			D 1120~2000	6 (4.8)		
			A 1000~1250			
			括号内厚度适用于玻璃钢			

D——圆形风管的直径

A——矩形风管的长边

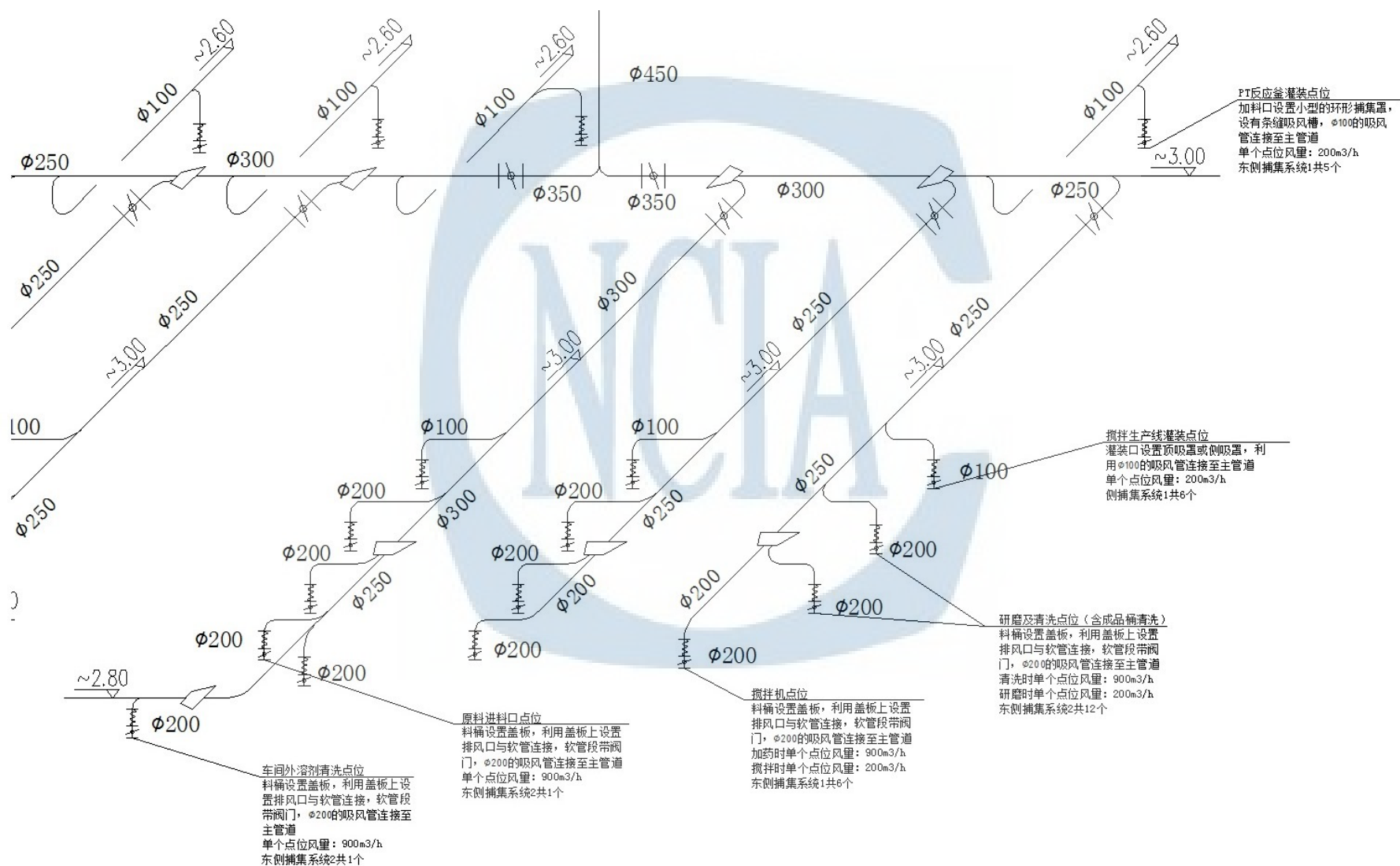
六、风机及风管的特点

系统风管的注意事项：

- 应设置调节装置对系统中各风罩之间的风量调试与平衡，调节装置(多叶阀、蝶阀、插板阀等)，应安装在便于操作的部位
- 一般除尘系统中，在主要弯头和三通连接处，以及在较长的水平管段上，每隔5～8 m应设密闭检查孔
- 系统支管与干管连接三通的夹角应不大于 30° ，并避免从干管的底部接出。弯头的曲率半径应不小于1.5倍风管直径
- 风管必须有良好的接地措施。
- 安装在湿式处理装置后的离心通风机，应在其机壳下部装设排污管，并接至厂区污水处理管网。

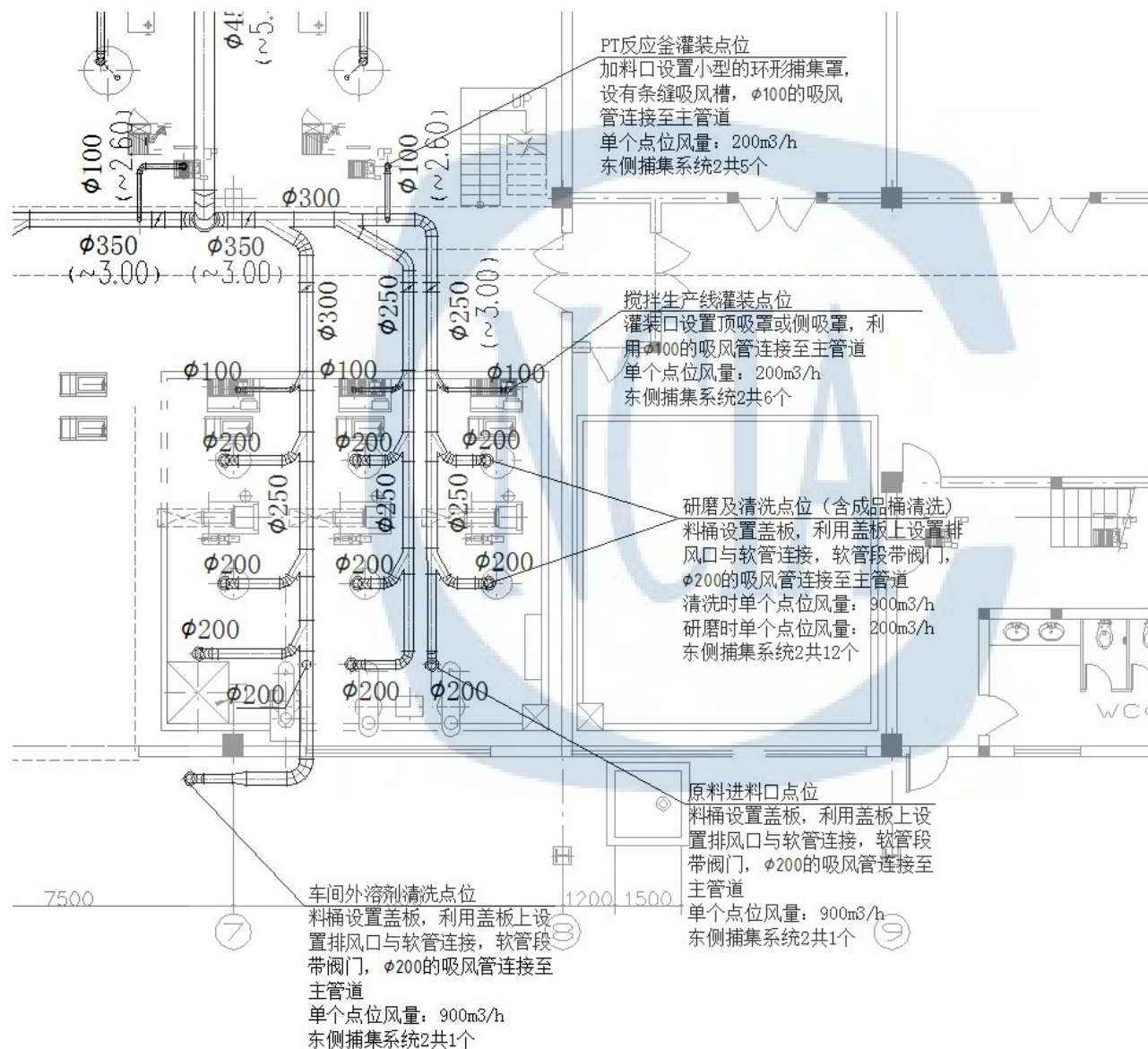
六、风机及风管的特点

捕集管线系统图



六、风机及风管的特点

捕集系统平面图



六、风机及风管的特点

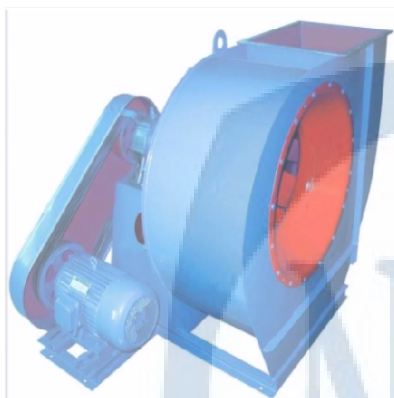
风机的选型：

1	2	3
• 风机风量选择：捕集系统控制风量 $\times 1.1 \sim 1.2$	• 风机风压选择：捕集系统控制风量 $\times 1.2$	• 风机型号选择：离心风机\防爆高温

六、风机及风管的特点

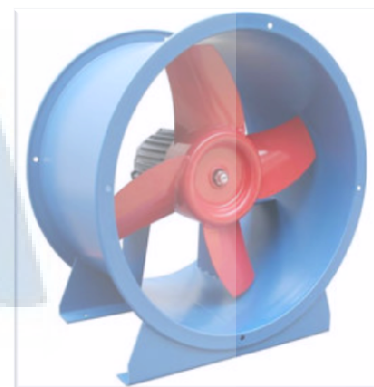
风机常用类型

离心风机



- 1 改变风管内介质的流向
- 2 风量、风压较大
- 3 安装复杂
- 4 电机与风机一般通过轴连接
- 5 叶轮一般多叶前倾式或后倾式

轴流风机



- 1 不改变风管内介质的流向
- 2 风量、风压较小
- 3 安装简单
- 4 电机一般在风机内
- 5 叶轮多为四叶式或六叶式

六、风机及风管的特点

风机关键参数及单位换算：

1、风量单位：

CMH：立方米/小时；CMM：立方米/分钟；CMS：立方米/秒；

CFM：立方英尺/分钟；CFS：立方英尺/秒；

$3600 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (CMH)} = 60 \text{ m}^3/\text{min} \text{ (CMM)} = 1 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (CMS)}$

$1 \text{ CFM} = 0.028 \text{ CMM} = 1.68 \text{ CMH}$

2、风压单位：

Pa：帕斯卡， $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N}/\text{m}^2$ ；bar：巴， $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ ；

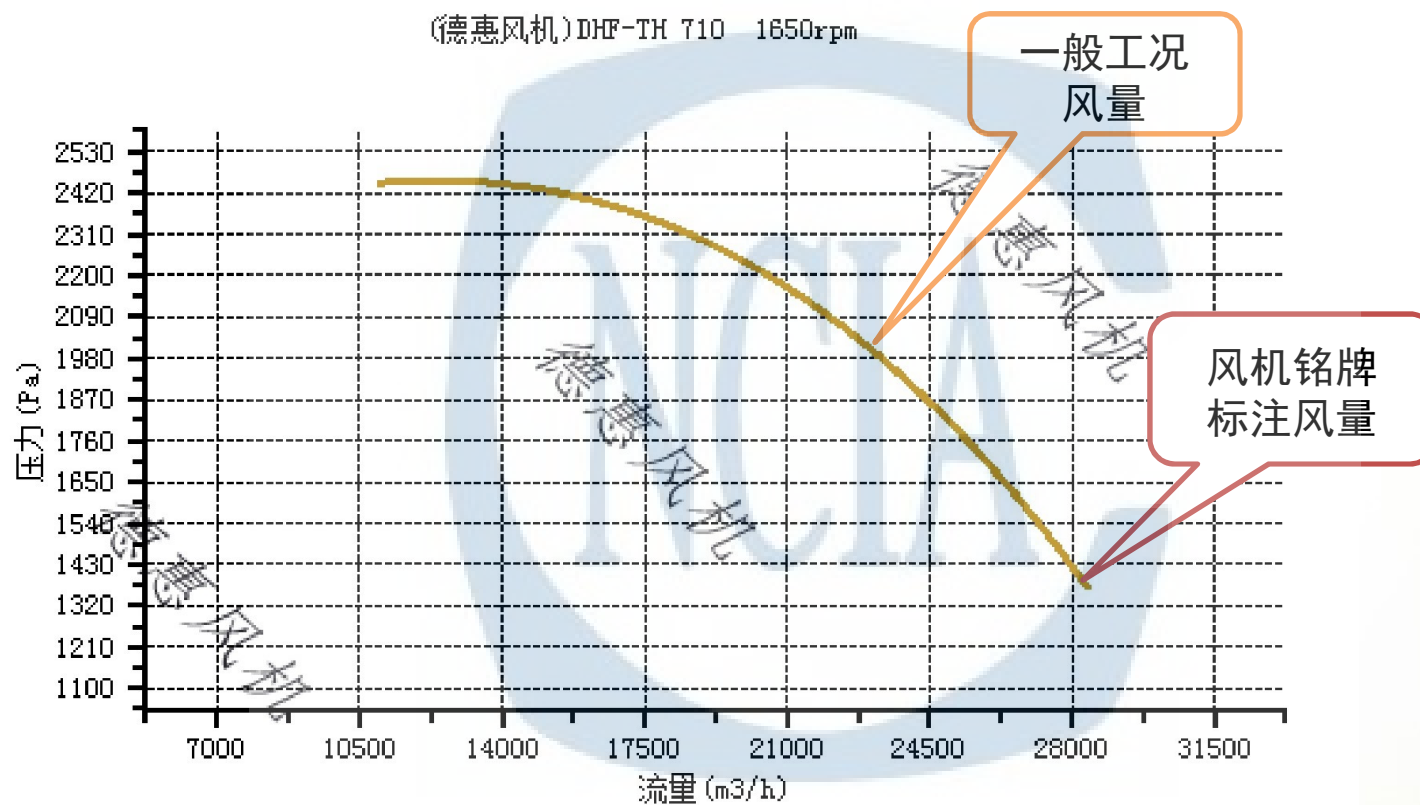
mmAq：毫米水柱， $1 \text{ mmAq} = 9.8 \text{ Pa}$ ；

mmHg：毫米汞柱， $1 \text{ mmHg} = 133.3 \text{ Pa}$ ；

3、转速单位：同等叶轮直径，风机转速越高，噪声越高

rpm：转/分，也标示为r/min；rps：转/秒， $1 \text{ rps} = 60 \text{ rpm}$ ；

六、风机及风管的特点



六、风机及风管的特点

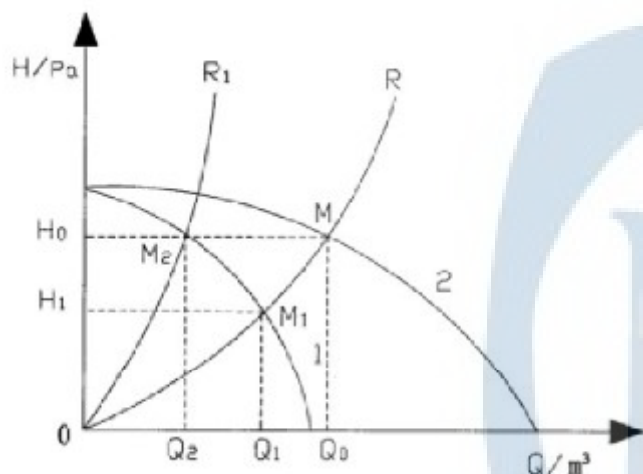
1、风机铭牌上的风量不一定代表正确的设备排风量

2、风量或监测风量应该以计算风量为准，监测风量取用时应该准备判断监测的可信度，包括监测口位置、工况或标况的转换等

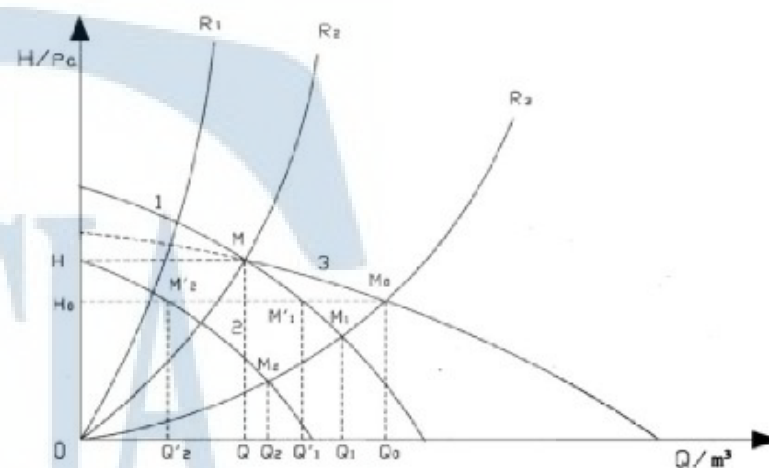


六、风机及风管的特点

并联目的：在同一风压下获得较大的风量。



两台工作能力相同的离心式通风机并联工作曲线
1、曲线1为单台离心通风机单独运行时的工作曲线
2、曲线2为两个相同风机集中并联合的工作曲线
3、曲线R为矿井通风阻力曲线

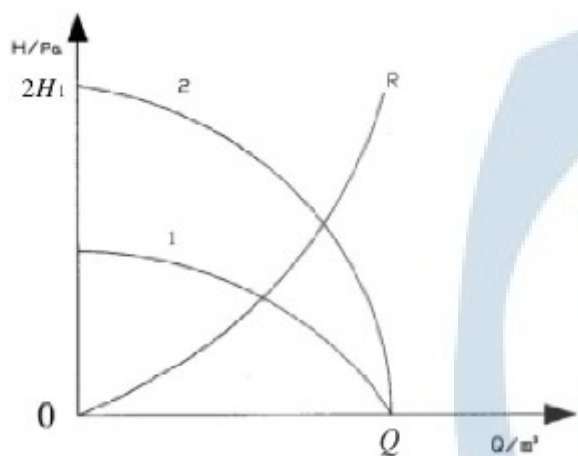


两台工作能力不同的离心式通风机并联工作曲线
1、曲线1为工作能力较大离心通风机单独运行时的
工作曲线
2、曲线2为工作能力较小离心通风机单独运行时的
工作曲线
3、曲线32为两个风机集中并联合的工作曲线

一般来讲，风机并联同型号，可增大流量；并联工况下的风量、风压按照风机性能叠加曲线和管网阻力曲线的交点确定，一般风量不是两台风机风量之和，若管网阻力特性曲线过陡，则风量增加很少。

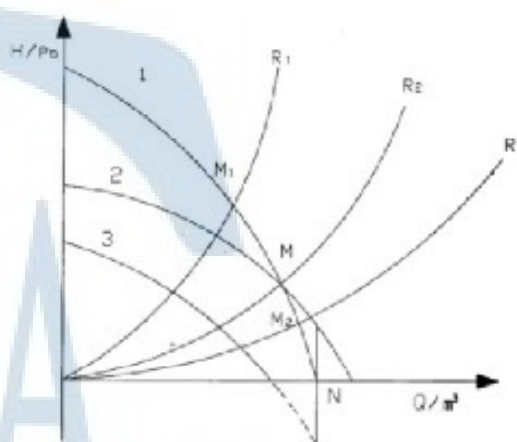
六、风机及风管的特点

串联目的：在同一风量下获得较大的风压。



两台工作能力相同的离心式通风机串联工作曲线

- 1、曲线1为单台通风机单独运行时的工作曲线
- 2、曲线2为串联运行后的工作曲线
- 3、曲线R为矿井通风阻力曲线



两台工作能力不同的离心式通风机串联工作曲线

- 1、曲线2为大风机的风压特性曲线
- 2、曲线3为小风机的风压特性曲线
- 3、曲线1绘制原则“风量相等、风压相加”

一般来讲，风机串联同型号，可增大风压，流量不增加；不同型号风机串联，大风前置，风量不会增加，风压因小风机制约，风压有所降低；大风机串联在后，风量和风压不变，因此不同型号风机，不建议串联。

六、风机及风管的特点



并联风机的风量并非是两个风机风量的叠加

串联风机的全压并非是两个风机全压的叠加



七、废气治理

1、活性炭

颗粒活性炭空速 v ：0.3~0.5m/s

蜂窝活性炭空速 v ：0.8~1.2m/s

活性炭厚度 δ ：400mm~600mm

装填量 (m^3) = $L/3600(\text{m}^3/\text{a}) \div v(\text{m/s}) \times \delta(\text{m})$

可换频次核算=活性炭年消耗量 $\div$ 活性炭装填量

七、废气治理

1、除尘

除尘器过滤面积计算方式：

$$S = F \div V \div 60$$

S —— 过滤面积，单位：m²；

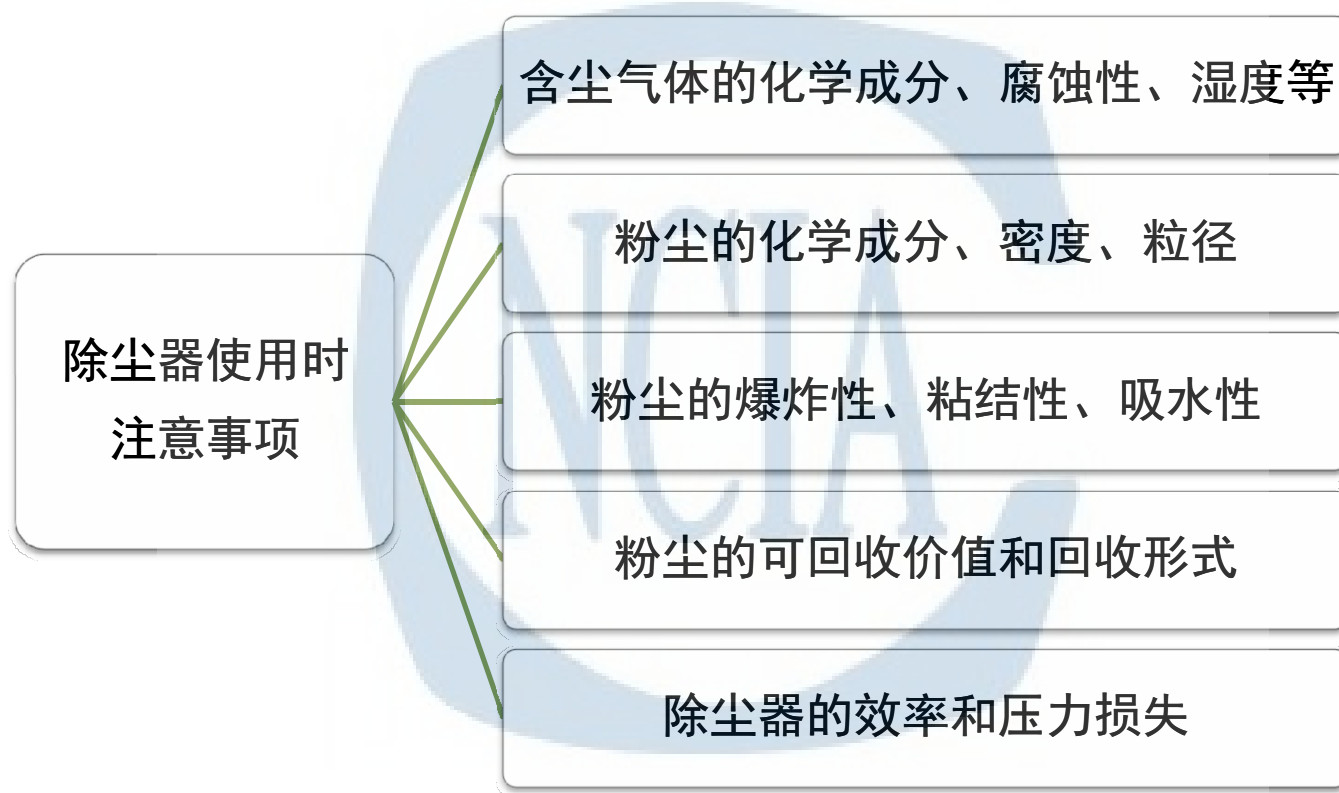
F —— 除尘系统风量，单位：m³/h；

V —— 过滤风速，单位：m/min，

一般取0.8~1 m/min；

七、废气治理

1.2、除尘器使用时的注意事项



七、废气治理

1.3、除尘器的分类

除尘器分类：

旋风除尘

布袋除尘

滤筒除尘

湿式除尘

电除尘

七、废气治理

1.4、除尘设备



旋风除尘



布袋除尘



滤筒除尘



湿式除尘

七、废气治理

1、活性炭

抛弃法使用的活性炭用量计算方式：

按照上海的估算方法：

活性炭的饱和吸附量按20%~40%计取

动态吸附量按饱和吸附量的40%，即8%~16%

一般按10%计取，1吨活性炭可吸附100kgVOCs
(按非甲烷总烃计)

七、废气治理

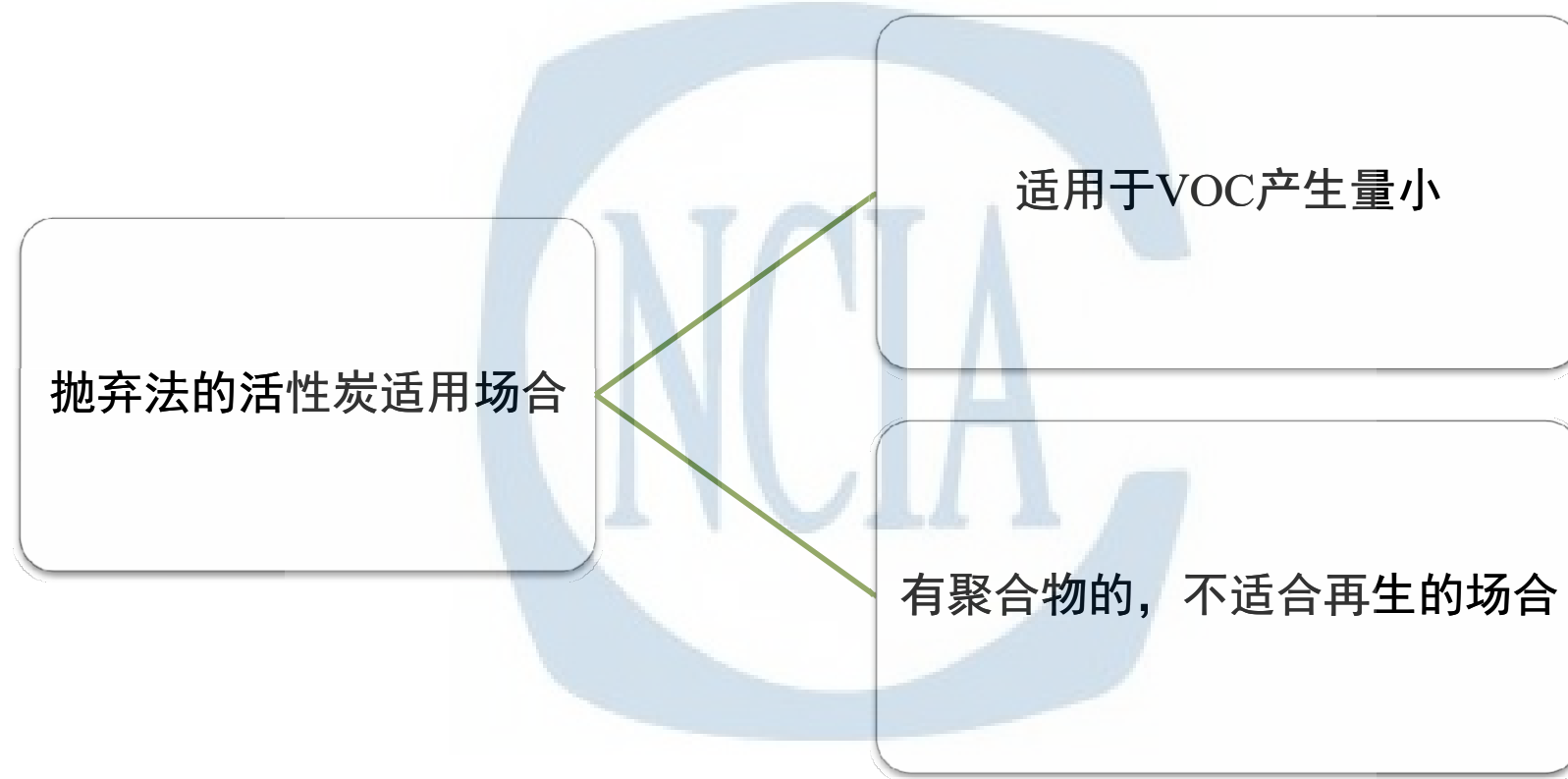
1.1、活性炭案例

例：

- 年产生VOCs100吨，捕集效率90%，剩余90吨，净化效率90%，截留在活性炭上的VOCs为81吨，产生废活性炭810吨/年。
- 活性炭运转成本：活性炭购入+危险废物处置+辅助费用

七、废气治理

1.2、抛弃法还是再生活性炭的选择



七、废气治理

1.2、抛弃法还是再生活性炭的选择



七、废气治理

1.2、抛弃法还是再生活性炭的选择

再生法活性要不合适以下场合：

有丁酮、丙酮的溶剂
热脱附时易产生燃烧

有环己酮的溶剂
热脱附时产生交联

聚合物
聚合物不能脱附，使吸附体失效

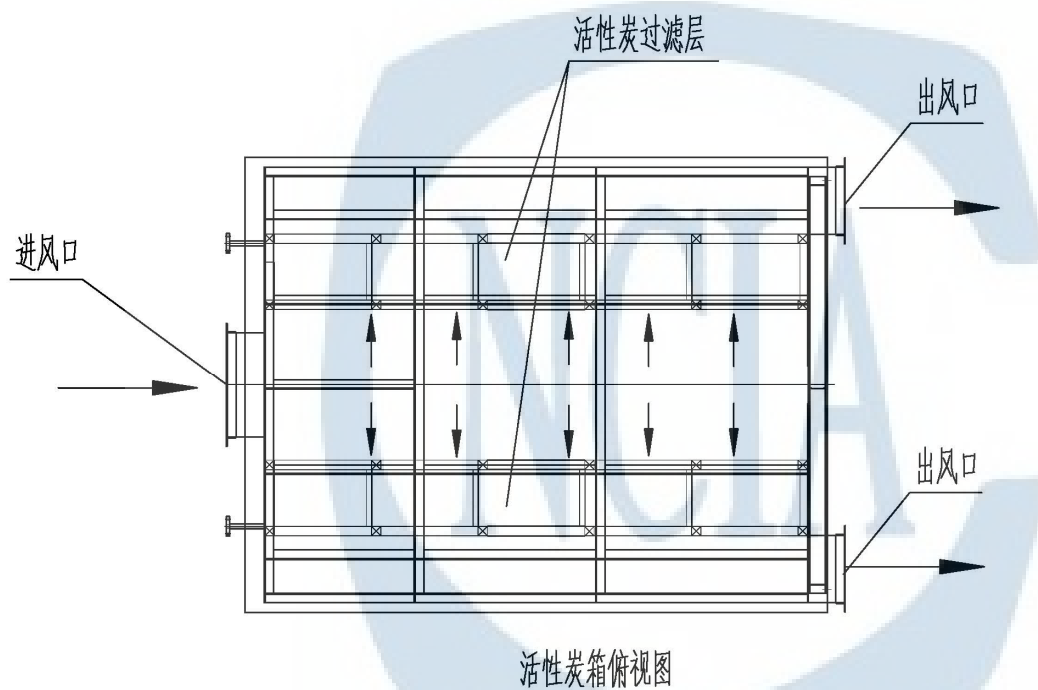
七、废气治理

1.3、如何防止活性炭燃烧



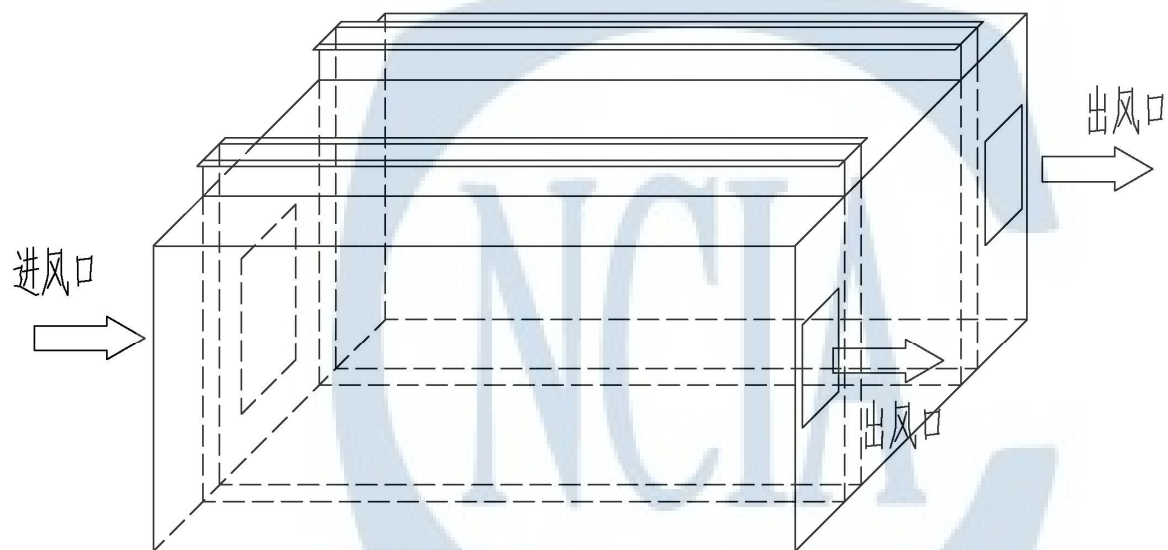
七、废气治理

1.3、如何防止活性炭燃烧



七、废气治理

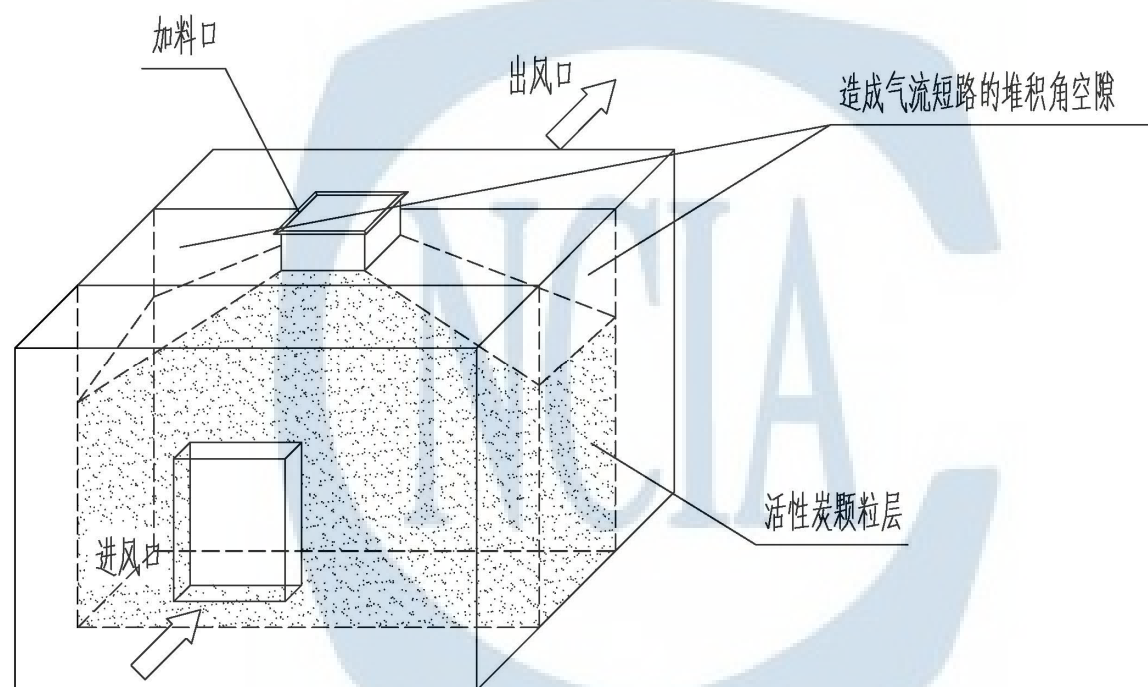
1.4、结构合理分析



活性炭箱立体图

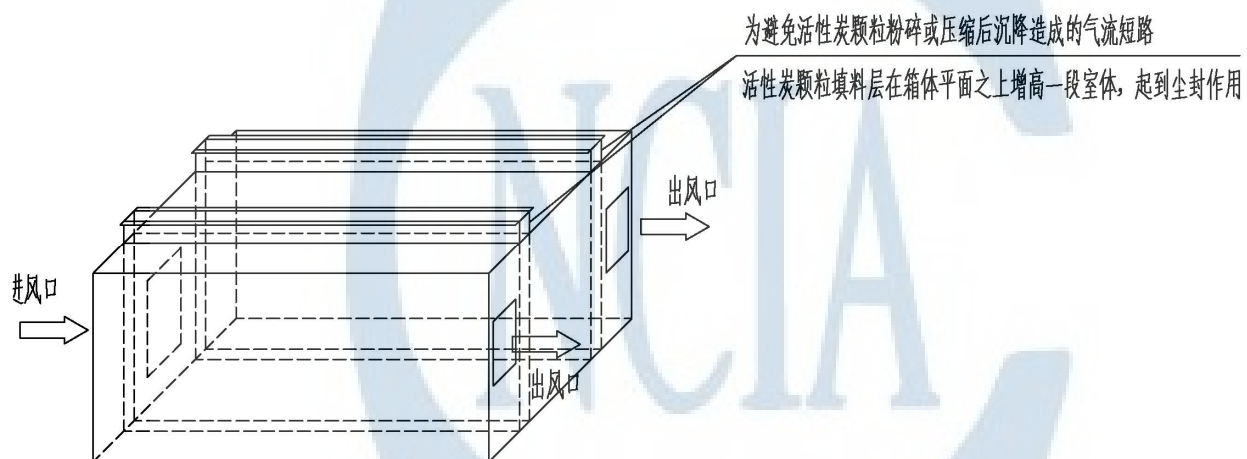
七、废气治理

1.4、结构合理分析



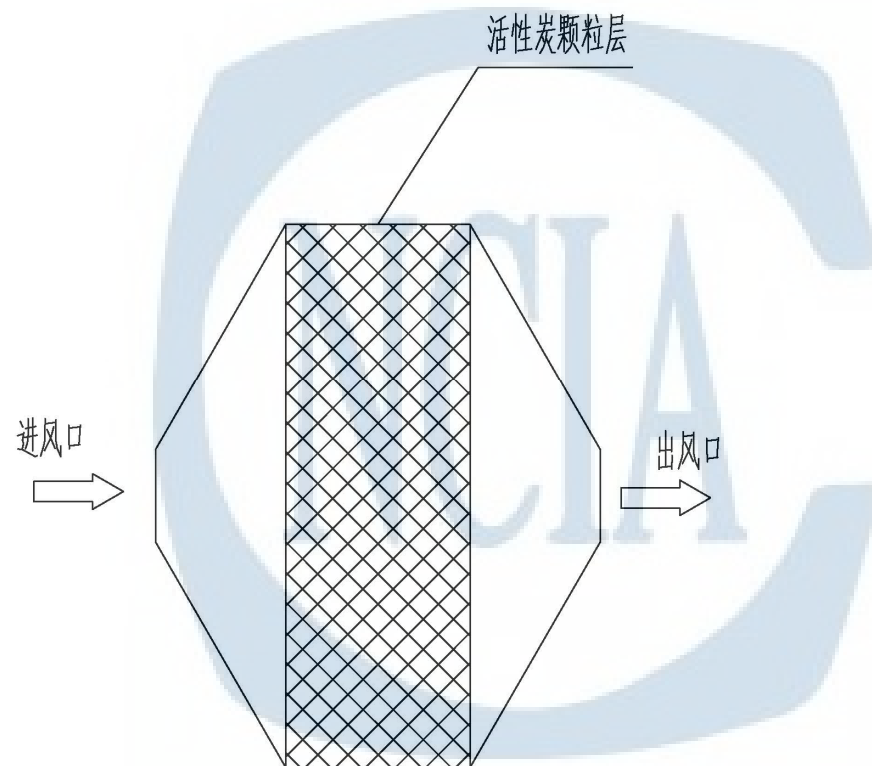
七、废气治理

1.4、结构合理分析



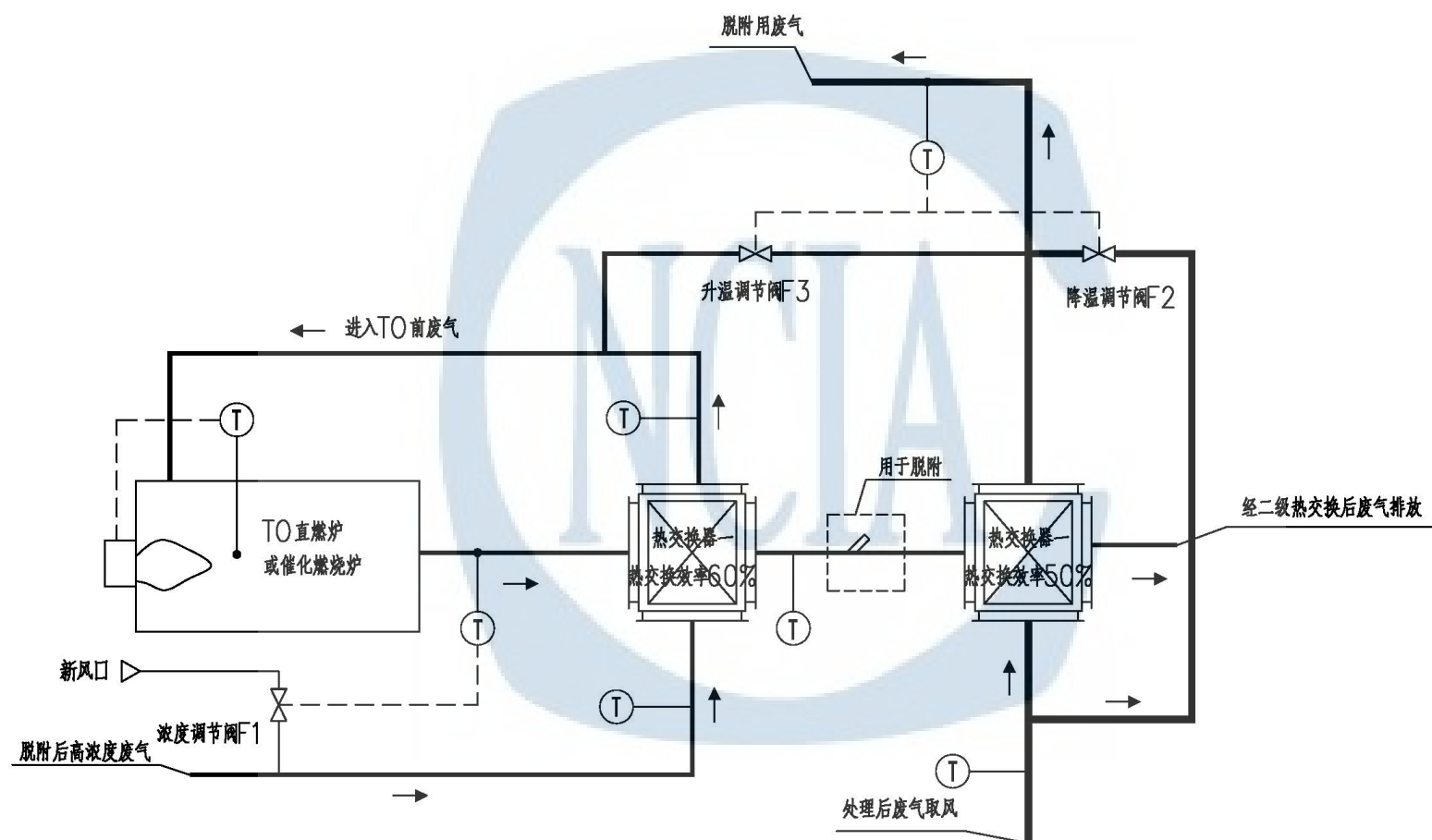
七、废气治理

1.4、结构合理分析



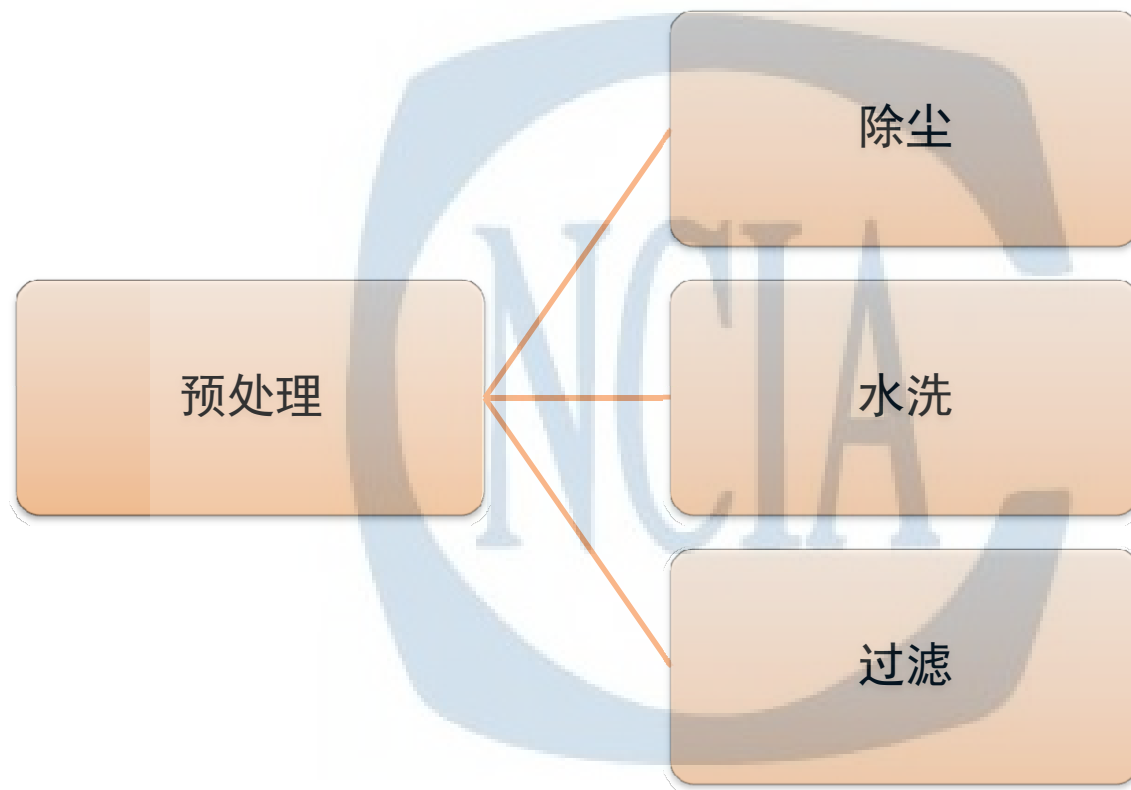
七、废气治理

1.4、结构合理分析



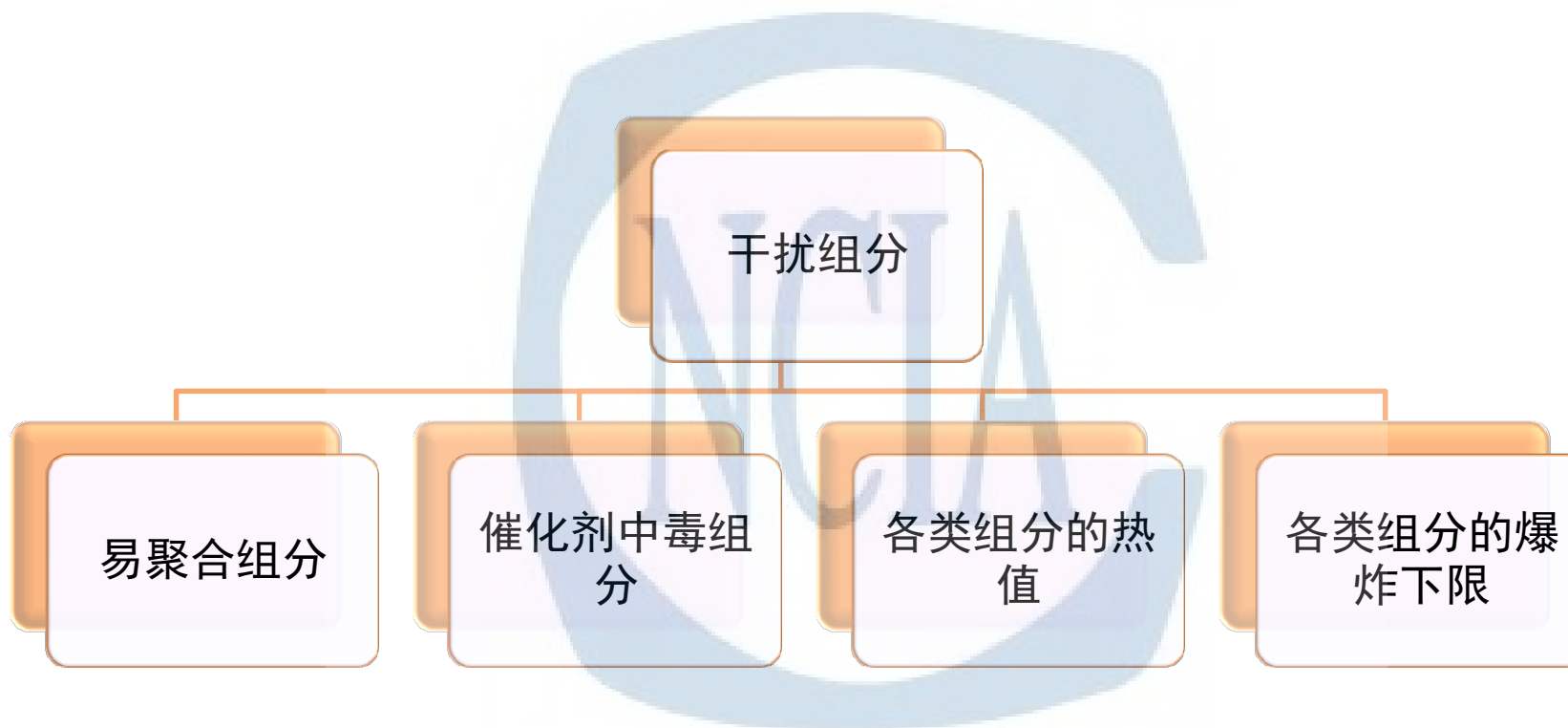
七、废气治理

1.5、如何提高效率



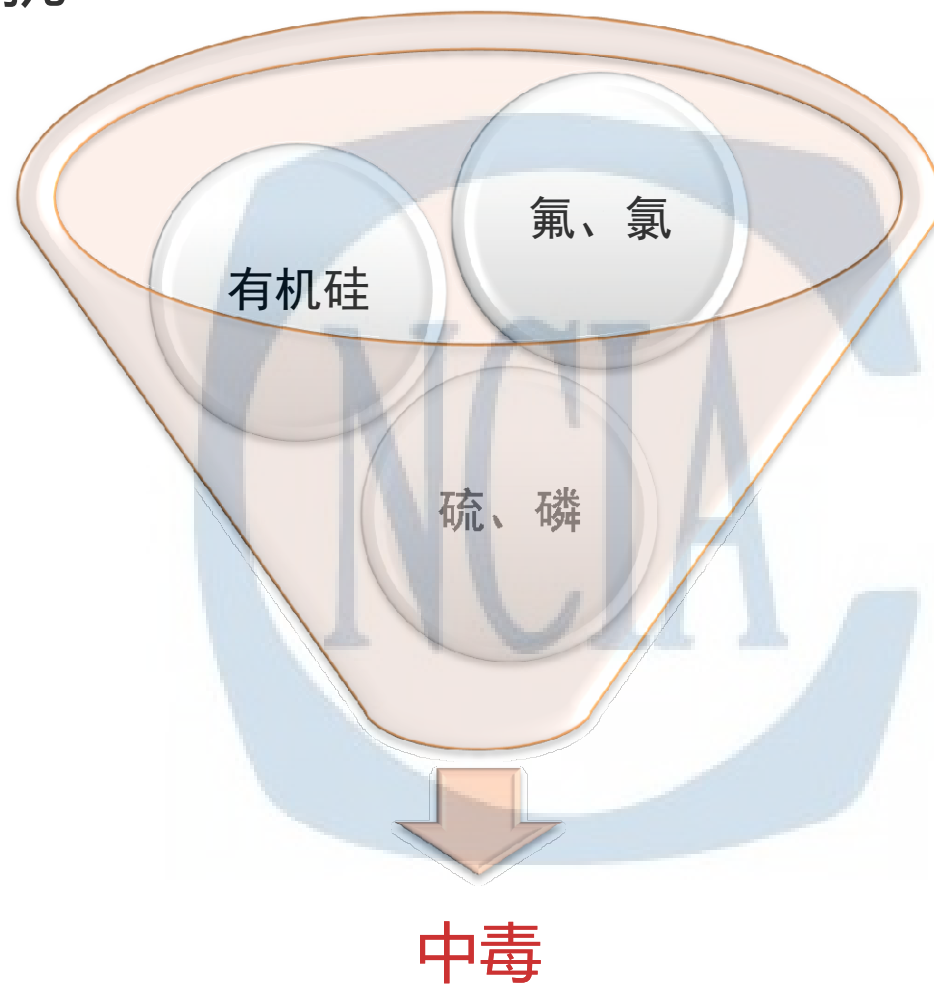
七、废气治理

1.6、防止干扰



七、废气治理

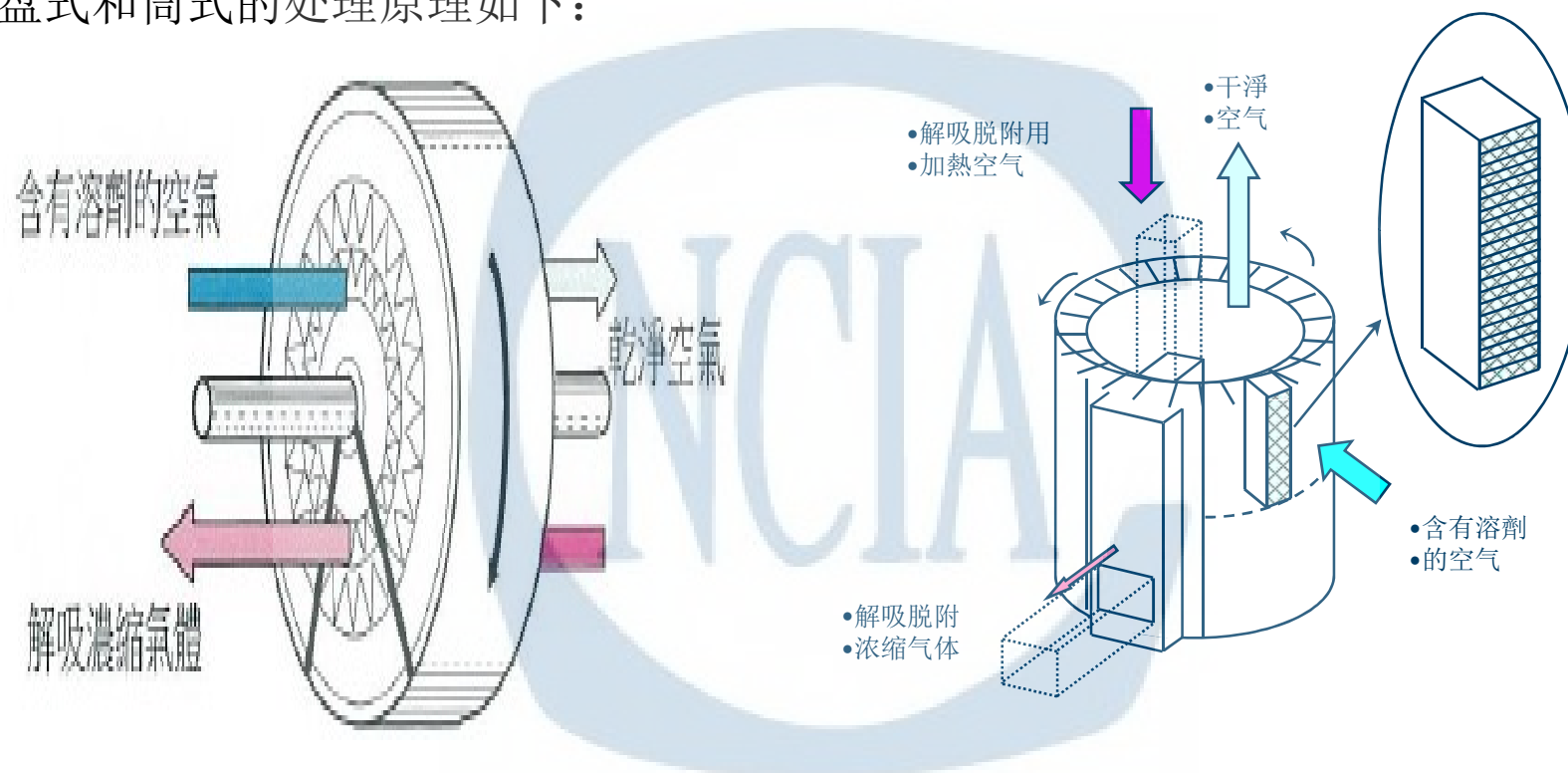
1.6、防止干扰



七、废气治理

2、沸石吸附

盘式和筒式的处理原理如下：



其中，转盘式历史较长，使用较广泛，在中国的占有率较高。目前主要的设备供应商有西部技研（日本）、霓佳斯NICHIAS（日本）、Munters（美国）。

转筒式转轮历史较短，由日本东洋纺TOYOBO开发，目前已进入中国市场。

七、废气治理

2.1、沸石吸附

沸石吸附空速 v : 2.0~3.0m/s

沸石材料厚度 δ : 250mm~600mm

吸附净化效率: >90%

吸附浓缩比: 15~25倍

七、废气治理

2. 1、沸石吸附的问题

沸石吸附不合适以下场合：

废气中含有强酸、强碱物质

易聚物质

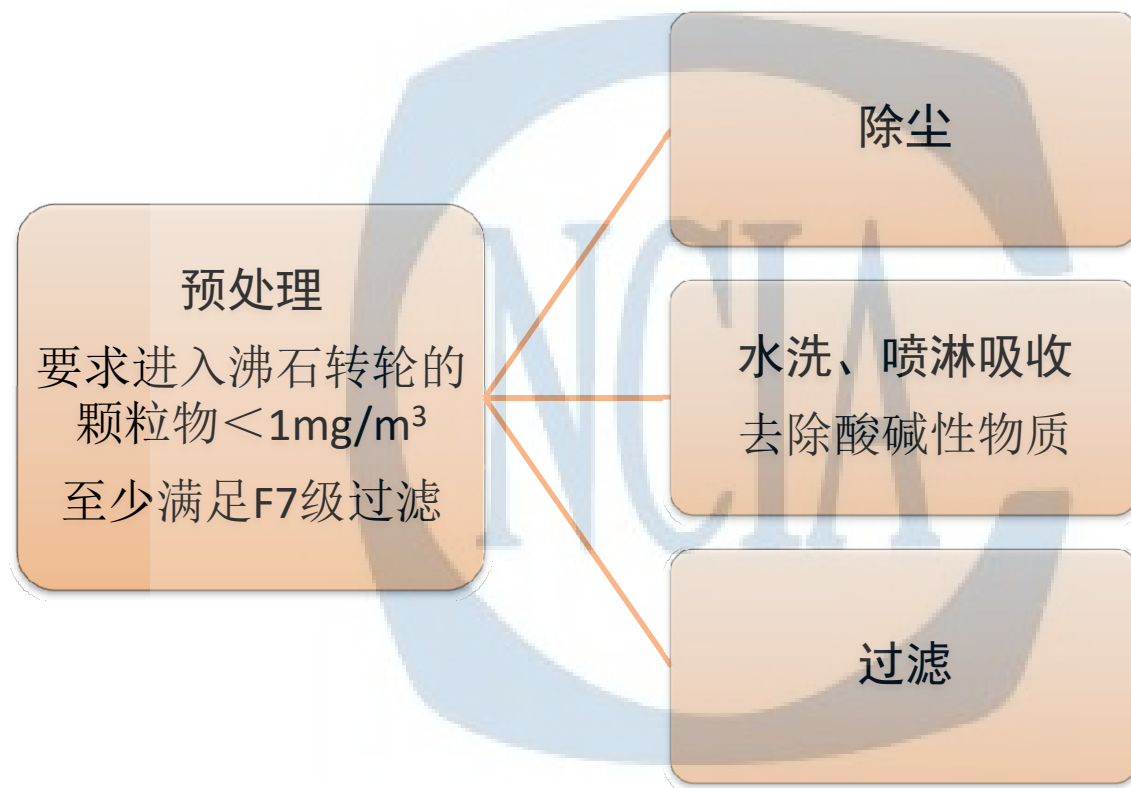
小分子物质低蒸汽压物质

高沸点物质（沸点 $\geq 200^{\circ}\text{C}$ ）

低沸点物质

七、废气治理

2.2、沸石吸附预处理要求



七、废气治理

2.2、沸石吸附预处理要求



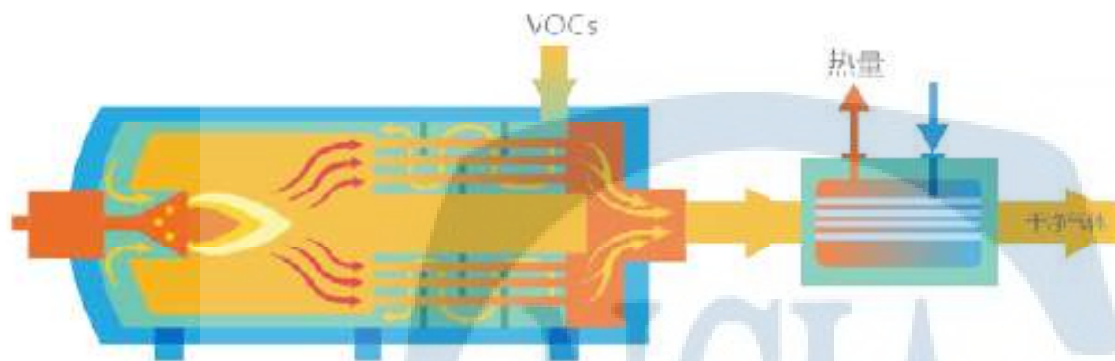
袋式过滤器



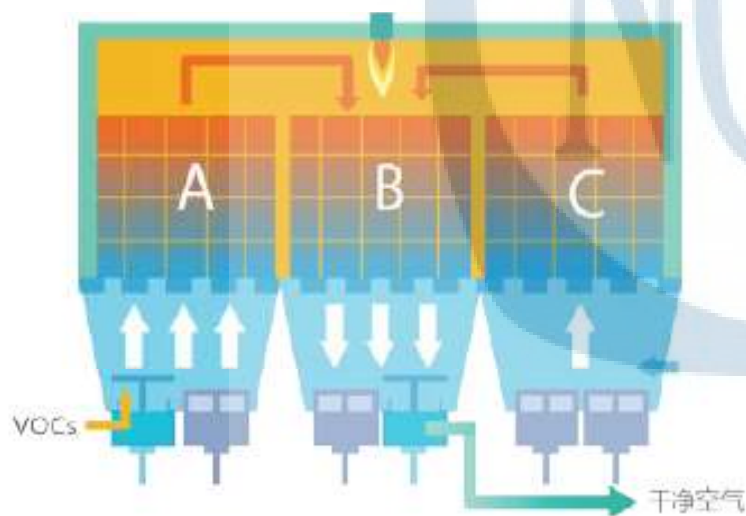
新型DPA过滤器

七、废气治理

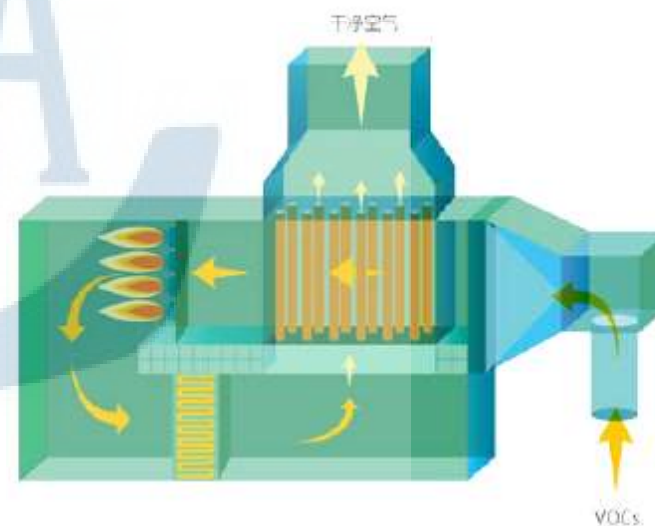
3、烟气焚烧治理技术



直燃式热氧化炉 (TO)



蓄热式热氧化炉 (RTO)



催化氧化反应器 (CO)

七、废气治理

3、烟气焚烧治理技术



蓄热式热氧化炉（RTO）工程实例



七、废气治理

3、烟气焚烧治理技术



活性炭吸附+催化燃烧（CO）工程实例

七、废气治理

4、其它治理技术在VOC中的应用

1

- UV理论上可分为 光解 光催化 UV聚合

2

- 如何使用光催化，考虑光催化剂的出路

3

- 上海对UV净化装置（进口设备）做过测试，最高净化效率58%，最低效率为负数，大部分情况没有效率。

4

- UV使用的时候要考虑A波段、B波段、C波段混合使用，使用B波段、C波段可能会有臭氧产生，随着环保标准的收严，建议考虑臭氧的危害影响

5

- 在使用UV净化技术的时候建议使用UV与活性炭串联

The End
The End

