



## Wiegand® 气体洗涤装置 用于工艺和环境技术

工艺废气和焚烧尾气的洗涤，  
颗粒分离，气体冷却

# 气体洗涤装置 用于工艺和环境技术



GEA Wiegand作为工艺技术的世界领导企业之一。为客户提供气体洗涤装置，基于喷射泵技术的真空系统，蒸发，蒸馏和膜过滤装置。

我们的研发中心，拥有数十台实验设施和中试装置，用于测试和分析发酵，蒸发和蒸馏过程。蒸汽喷射泵在实验测试台完成性能测试。

根据客户的不同需求，我们的产品和服务范围从工程设计到整套装置的供货和调试。

公司以其高品质的服务和客户的信任度，通过了完善的体系认证，例如DIN ISO 9001和ASME U Stamp。

我们的销售网络遍布全球，超过80个国家拥有专业的技术人员，随时为您服务。

## 气体洗涤装置，用于工艺和环境技术

我们专业设计喷射洗涤器和文丘里洗涤器，成功将其应用于工艺和环境技术领域，用于尾气清洗和除尘，有害气体吸收，气溶胶分离和气体冷却。

我们提供一系列类型的标准洗涤器，根据应用还可以将各种洗涤器组合：

- 喷射洗涤器类型I和II
- 热气体洗涤器（急冷）/烟气洗涤器
- 填料塔
- 文丘里洗涤器

气体处理量从 $0.05\text{m}^3/\text{h}$ 到 $100,000\text{m}^3/\text{h}$ ，处理尾气的温度高达 $1,300^\circ\text{C}$ 。

喷射洗涤器尤其适合处理易爆气体混合物，含尘量高的气体和易腐蚀气体。

洗涤器也能方便地安装在现有的装置中。

我们已经开发了紧凑型气体洗涤器用于气体流量达到2,000m<sup>3</sup>/h:

- 实验室气体洗涤器LGW40, LGW50和LGW80
- 紧凑型气体洗涤器KGW

我们设计和制造气体洗涤器, 已超过40年, 应用于多个领域, 提供从单个部件到包括控制系统的整套尾气处理系统。在实验室中, 移动测试设备和必要的分析测量仪器, 帮助我们选择最优的设备设计。

## 本小册将介绍最重要应用:

### 燃烧尾气清洗

污泥焚烧后产生的尾气, 生产单元和废物处理公司的废料, 化工过程的有害物质: 重金属盐类, 卤素, 卤化氢, 含卤素有机物。

### 工艺气体清洗

有害物质: 卤素 (F<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>, J<sub>2</sub>), 卤化氢 (HF, HCl, HBr, HI), 硫化物 (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S), 氨气 (NH<sub>3</sub>), 低分子醇类, 碳酸类, 胺类。

### 采用喷射洗涤器或者文丘里洗涤器分离粉尘

燃烧气体, 石灰焚化炉, 燃烧气, 有害物质: 粉尘颗粒 ≥ 0.5μm。

### 气体冷却

来自焚化炉的粉尘气体, 来自炼钢的高碳含量粉尘气体以及压缩工段的中间和预冷却工艺。

### 含氯气体吸收

制氯过程, 含氯气体生产工艺以及作为安全装置用于含氯气体的泄漏, 储存, 填充和计量站中。

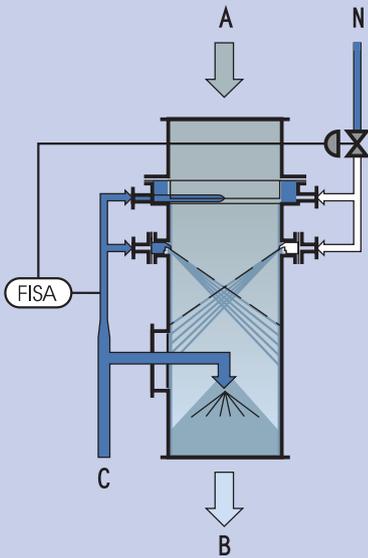
### 作为紧急单元的洗涤器

在卤素, 氯化氢, 氨类的储存, 计量站以及运输中作为安全单元。

### 紧凑型洗涤器, 处理气体流量可达2,000m<sup>3</sup>/h

用于实验室或者中试装置, 在生产工艺以及容器的排放, 清洗和装填过程中。

# 燃烧尾气的清洗



左图:热气体急冷段

右图:尾气处理系统,包括急冷段,喷射洗涤器,以及下游的填料塔  
尾气入口温度为 $1,300^{\circ}\text{C}$ ,  
处理量:  $14,900\text{ m}^3/\text{h}$

来自化工工艺和产品装置的废物和污泥经常通过焚烧的方式处理。燃烧排出的废气中包含卤化氢, 重金属及其他物质, 温度高达 $1,300^{\circ}\text{C}$ 。这意味着焚烧后的尾气需要清洗以达到允许排放标准。

多年来, GEA Wiegand 已成功提供多套喷射气体洗涤装置, 安装有特殊的热气体急冷段, 对此温度范围内的尾气有足够的清洗能力。

急冷段直接安装在喷射洗涤器之前。高温气体先经过急冷段中洗涤液的喷淋, 温度降至 $100^{\circ}\text{C}$ 以下, 然后进入喷射洗涤器, 其中的有害物质被吸收, 粉尘也得到粗分离。

喷射洗涤器下游配备离心分离器, 气相和液相在此得到分离。分离器中配置填料塔和液滴分离器, 确保排出气体的有害物质降至排放标准, 同时防止洗涤液的夹带。

将装置设计用于降低卤素, 卤化物和硫化物的含量至排放标准。在工艺过程中低浓度的碱性洗涤液进行循环。

如果燃烧尾气中氯化氢的含量很高, 可设计成带有氯化氢回收系统的装置。这些装置还可以增加文丘里洗涤器, 用于分离细小灰尘和气溶胶, 增加催化装置去除氮气, 以及增加活性炭吸附器分离重金属。

## GEA Wiegand的尾气洗涤器优点:

- 燃烧尾气的安全急冷允许采用防腐化和成本较低的材料, 例如橡胶衬里材料, 热塑性塑料或玻璃钢。
- 在热尾气和急冷段的过渡段, 避免使用金属材料, 降低气体对设备的腐蚀
- 装置的压力损失小 (通常小于 $10\text{ mbar}$ )
- 变负荷的响应好 (负荷改变 $20\%$ 以内, 不减少吸收量)

# 工艺废气的清洗

GEA Wiegand 喷射洗涤装置适合清洗来自化学反应过程，建筑物，容器脱气和储罐清空过程的废气。

与所有的湿式洗涤单元相同，喷射洗涤装置对洗涤液进行循环。然而，由于根据喷射器原理操作，喷射洗涤器无压力损失，相反，它会在气流中产生一个压力，避免采用额外的风机。

在洗涤器的分离器中安装了填料或者塔板，作为逆流塔用于细致清洗。对特殊的应用，喷射洗涤器设计成多效洗涤或者结合文丘里喷射器和气溶胶分离器。

使用纯水，稀酸碱液作为洗涤介质。洗涤器适用于吸收卤素 ( $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$ )，卤化氢 ( $HF$ ,  $HCl$ ,  $HBr$ ,  $HJ$ )，含硫化物 ( $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $H_2S$ ) 氨气，小分子醇类，碳酸和胺类。

如果废气中仅含有一种高浓度的有害气体，可以将其回收：

- 盐酸回收
- 氨溶液生产
- 亚硫酸氢钠生产
- 氯气漂白生产

考虑化学品的性质，装置可以采用金属材料，涂层钢，热塑性或玻璃钢强化塑料。



喷射洗涤装置类型 II  
用于酸性和碱性废气



喷射洗涤器带有氧化反应器  
用空气中的氧气将  $Na_2SO_3$   
氧化成  $Na_2SO_4$

# 喷射洗涤器和文丘里洗涤器分离粉尘

除了有害物质外，所需处理的废气中常常含有固体颗粒，这些颗粒同样要被清洗至可排放规定。为了选择合适的设备就必须知道粒径的分布范围。

对于粒径大于 $4.0\mu\text{m}$ 的颗粒，喷射洗涤器能达到的分离率大于98%。与其他分离系统相比，喷射洗涤器不仅没有压力损失而且由于喷射器原理（压缩）通常能产生压力。

## 喷射洗涤器除尘应用于：

- 清洗压缩机上游的石灰炉气体（糖业，苏打产品）
- 清洗压缩机上游的火炬气和热解气（石化工业）

漆雾分离器是喷射洗涤器的一种特殊类型，用于分离漆雾粉尘。在喷漆工厂，它抽吸多余的油漆喷雾（过度喷撒），同时清洗排出气体使之达到排放规定。在多数大型油漆厂，气体设备通常在地下室，因此这些洗涤器的高度较低，抽吸室要根据建造条件设计成正确的角度与其对接。GEA Wiegand 为飞机喷漆工厂设计过气体量为 $80,000\text{ m}^3/\text{h}$ 的装置。

当颗粒粒径 $\geq 1.0\mu\text{m}$ 时，文丘里洗涤器是最佳选择。为了达到最优颗粒分离效果，要考虑与颗粒粒径分布相应的压力损失。在不同负荷下，保证恒定的压力损失和恒定的分离效率，文丘里洗涤器配备可调的控制系统。

如果气体经过相应预处理（通过水蒸气的部分冷凝或者依靠高压或双重喷嘴的水喷射），粒径 $\geq 0.5\mu\text{m}$ 颗粒能被分离。



单效连续可调文丘里  
洗涤装置U型  
用于冲洗粉尘  
吸入量:  $30,000\text{ m}^3/\text{h}$   
压力损失:  $20\text{ mbar}$



喷射洗涤器，用于  
商务机油漆工厂的油雾分离  
材料：不锈钢 1.4571

# 气体冷却

喷射洗涤器类似喷雾冷却器，因此非常适用于大量高温粉尘气体的冷却。

两种装置都不含易结垢部件，联合操作，无压力损失，适用于负荷波动大的工况。

## GEA Wiegand 提供喷射洗涤器作为气体冷却器

- 用于压缩单元的预冷和中间冷却
- 用于同时急冷和吸收大量有害气体

2效气体洗涤装置，  
用于冷却和清洗火炬气  
流量：7,220 Nm<sup>3</sup>/h  
装置已保温，随时可连接，  
安装在底座上，整套交付



通过喷射洗涤器和喷淋冷却器的组合，如有需要，气体能被降至低于排出冷却液温度。这样的气体冷却器提供长而稳的操作周期，并且易清洗，广泛适用于多种操作条件。

此类喷射洗涤器能用多种材料制造，因此对于变化多样的工艺条件也能找到最经济的解决方案。

两台喷射器，类型 II  
采用不锈钢制造  
用于冷却125,000 m<sup>3</sup>/h的  
工艺气体  
气体中含有高碳含量的粉尘  
用于澳大利亚某钢厂



# 氯气吸收



左图: 氯气吸收装置用于清洗来自氯碱电解工艺和氯气漂白生产的废气

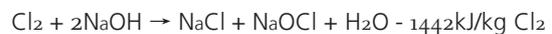
右图: 交钥匙工程-喷射洗涤装置, 采用钛和玻璃钢强化环氧树脂制造, 吸收氯气 $25,000 \text{ kg/h}$ , 吸收率 $98\%$

在氯气生产过程中, 所有的排放物包括可能泄漏的物质都必须进行收集, 然后送入气体清洗系统。因此, 吸收装置是标准设备必不可少的。

一般来说, 我们可以把它们分成四种排放类型:

- 正常操作时, 任何持续发生的泄漏, 都要被排出, 例如, 在填充装置时
- 当一组电解槽启动时, 所有氯气要被抽尽并吸收直至抽出的气体实际上不含氯
- 如果氯气压缩机或者氯化物后处理装置有损, 所有含氯气体都要进入吸收装置
- 当储罐有泄漏或者管子管件不够密封, 吸收装置可以作为应急装置来操作

氯气工厂作为一种副产物的稀碱液, 可用作洗涤装置的洗涤液。转化过程如以下反应方程式:



一个吸收装置用于清洗上述四种情况下的废气以使其满足法定排放要求。同时它也必须最大程度的保证操作安全。GEA Wiegand为此开发了三效氯气吸收装置。前两效由喷射洗涤器组成, 第三效则为逆流塔。在废气到达逆流塔进行清洗之前, 喷射洗涤器能降低氯气的浓度。另外, 喷射洗涤器通过喷射效应, 在不用任何机械风机的情况下, 克服设备和管道中流体的压降, 抽吸废气。

吸收过程产生的热量随着洗涤液经过板式换热器而被转移。

为了应对氯气存储区域, 计量站和氯气运输中的事故, GEA Wiegand 提供专属的应急吸收装置。

# 洗涤器作为应急单元

为了防止氯气贮存容器或者计量装置发生泄漏事故，GEA Wiegand 开发了氯气应急吸收装置，根据喷射洗涤器的原理进行操作。在发生事故时，应急装置能够在不使用机械风机的情况下吸收环境中被污染的空气，利用洗涤液（通常为氢氧化钠）对氯气进行化学吸收后，将干净的空气返回环境。

用于室内大气吸收，有5种氯气吸收能力为50-1000kg的标准尺寸，可随时连接，装置的大小取决于气体吸收量和气体输送量。装置储罐中的洗涤液分别适用于各尺寸的装置，能在任何紧急状态下使用。只要开启循环泵，就能启动整个装置。

移动式氯气紧急吸收单元是全球唯一的特殊用途的装置，在氯气运输过程中（比如铁路槽罐车）发生泄漏事故时，装置与一个集装箱的大小相同，在最短的时间内，用卡车，火车或者直升机运至事故发生地。

此装置由GEA Wiegand 公司开发，在位于路德维希港的TUIS（运输-事故-信息和协助系统）的国家应急反应中心随时待命。

整套单元包括一个2效的喷射洗涤器，能将1000 m<sup>3</sup>/h，含有150 kg氯气的污染空气，净化至氯气含量小于10 ppm的气体。

这些装置也能用于吸收其他气体，例如溴化氢，二氧化硫或氯化氢。



操作中的移动式  
氯气紧急单元



氯气紧急装置 DN200  
可吸收100 kg的氯气

# 紧凑型气体洗涤器，用于处理流量达到 $2,000 \text{ m}^3/\text{h}$ 的气体

紧凑型气体洗涤器包括一个喷射洗涤器和下游的一个吸收塔。根据喷射器原理操作，在气流中不产生任何压力损失；相反，还能产生压力。因此，一般来说，不需要使用机械通风设备抽吸或输送气体。洗涤液可作为动力介质。气体和液体的混合物在下游的离心分离器中被分离。这样设计大大减少了泡沫的形成。洗涤液通过循环泵进行循环使用。气体流经下游的逆流洗涤塔，塔内的洗涤液，甚至，需要时可采用新鲜的洗涤液，由循环泵引入。

可根据需要选择安装填料塔，板式塔或者规整填料塔。在气体排出前，夹带的液滴将在下游的除雾器中分离。

在洗涤过程中产生的溶剂或者反应热，通过连续的新鲜液体或者额外的冷却器移去。

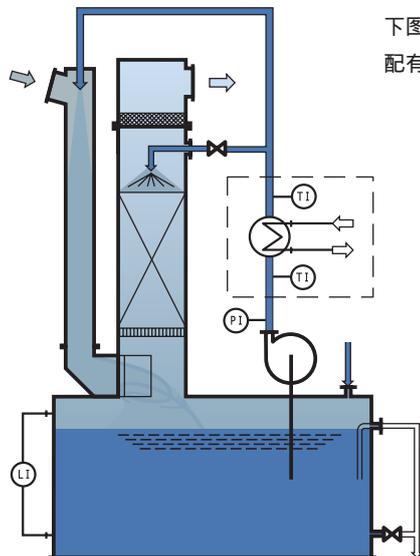
紧凑型洗涤器有四种标准尺寸和两种设计（带或不带加热器）：

## ■ 实验室气体洗涤器DN40

气体吸入流量达到  $2.3 \text{ m}^3/\text{h}$ 。用于化学实验室中测试和填充，清空或者清洗装置时的气体洗涤。

## ■ 实验室气体洗涤器DN50

气体吸入流量达到  $5-50 \text{ m}^3/\text{h}$ 。用于化学实验室和中试装置测试中的气体洗涤。



## ■ 实验室气体洗涤器DN80

气体吸入流量达到  $5-80 \text{ m}^3/\text{h}$ 。用于测试，生产过程中，填充，清空，清洗设备时，故障和整修时清洗气体。

## ■ 实验室气体洗涤器KGW

气体吸入流量达到  $50-2,000 \text{ m}^3/\text{h}$ 。广泛应用于需要紧凑设计的情况。紧凑型洗涤器易被扩展，适应现有的操作条件，例如增加第二个喷射洗涤器，用于冷却热气体的急冷段，或气溶胶分离器。

所有紧凑型气体洗涤器都能选择最合适的材料制造。



上图：实验室气体洗涤器DN 40

中图：紧凑型气体洗涤器

下图：2效紧凑型气体洗涤器

配有填料塔和气提塔



# 类型和组件

## 喷射洗涤器类型I

喷射洗涤器根据喷射器原理操作，理论上是唯一气体流中无压力损失的气体洗涤器，而且实际上会产生压力升高。这意味着无需使用机械风机用以排气或者输送气体。

在基本型设计中，喷射洗涤器类型I是由带有液体分布器和动力喷嘴的洗涤管和分离储罐组成。所有的部件易被采用，并且最大程度的发挥各自功能。

喷射洗涤器类型I能根据要求选择合适的材料。

特性：应用范围广，自动吸入能力，无压力损失，连续负荷，局部载荷响应快，灵活，能被结合和扩大，不易结垢，操作安全高，维护少。

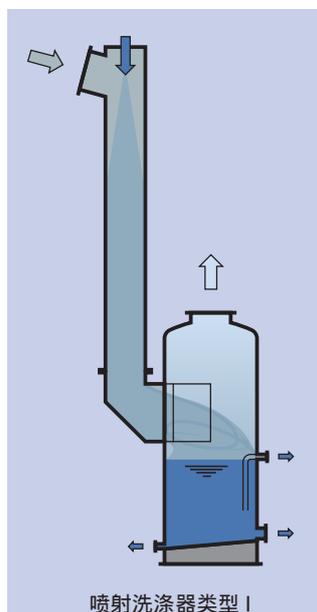
## 喷射洗涤器类型II

在结构上，喷射洗涤器类型II是类型I的变形。在类型II的设计中，洗涤管被整合在分离罐中。分离罐中气体的空间增加，为液滴分离器提供了最佳的流入条件，并且能用多种方法提高分离能力，例如通过安装逆向喷嘴或者填料。采用这种方法，喷射洗涤器类型II结合了喷射洗涤器的优点和同一单元中实现逆流喷射器的可能性。

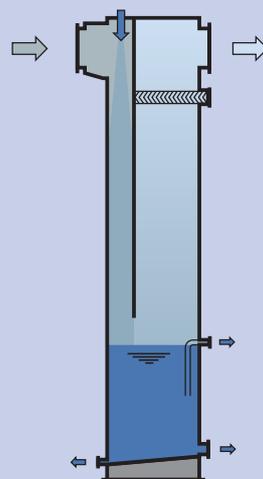
特性：与类型I相同，但是设备高度低，节省空间，尺寸扩大等优点使得它的特性更加鲜明。

## 文丘里洗涤器

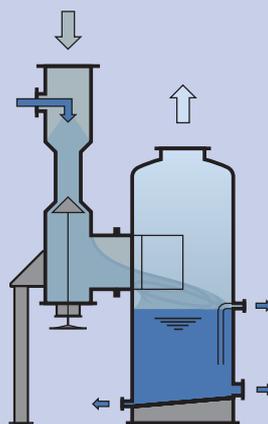
文丘里洗涤器是高性能的分离器，尤其适合气体中气溶胶和粉尘的分离。优良的分选速率取决于设备最狭隘界面的含尘气流和洗涤液之间的相对速度。此截面须考虑相应的气体流量，以达到变负荷时相同的分离效率。为此，我们开发了文丘里洗涤器U型，并配备可变的规则椎体。控制范围在10%和100%载荷之间，具有相同的分离效率。



喷射洗涤器类型 I



喷射洗涤器类型 II



文丘里洗涤器

特性：对于每一种任务选用适合的材料，可调压差（手动或自动），负荷波动时稳定的压降，不易结垢，能够与其他单元组合。



我们奉行自己的价值观。

卓越·激情·诚信·责任·GEA精神

GEA Group是一家全球性的机械工程集团公司，年销售额达数十亿欧元，业务经营遍布全球50多个国家。公司创立于1881年，是全球最大的创新设备和工艺技术供应商之一。GEA Group现已列入STOXX欧洲600指数。

## GEA Process Engineering

基伊埃工程技术（中国）有限公司

上海市闵行区鹤翔路99号，201109  
电话：+86-21-2408 2288 传真：+86-21-2408 2222  
www.gea.com

北京分公司

北京市朝阳区建国门外大街19号  
北京国际大厦A座1405室，100004  
电话：+86-10-8526 2025 / 26 传真：+86-10-8526 2031