

# 新型高效丝网除雾器的研究与应用

王宝华<sup>1</sup> 张泽廷<sup>2</sup> 李群生<sup>2</sup>

(1. 北京中医药大学中药学院, 北京 100029; 2. 北京化工大学化学工程学院, 北京 100029)

**摘要:** 分析了新型高效丝网除雾器的除雾机理、影响因素, 介绍了设计方法及其应用。采用 0.1 ~ 0.4 mm 的金属或工程塑料扁丝, 按特殊的经纬方式编织而成的这种除雾器, 可以很方便地将气体中夹带的液体雾滴脱除, 对于 1 μm 以上的雾滴, 去除率可达 99% 以上, 可广泛应用于工业生产中。

**关键词:** 丝网除雾器; 除雾; 雾滴

中图分类号: TQ051

文献标识码: A

文章编号: 0253 - 4320(2004)05 - 0050 - 02

## Research and application of a new type of high efficient mesh mist eliminator

WANG Bao-hua<sup>1</sup>, ZHANG Ze-ting<sup>2</sup>, LI Qun-sheng<sup>2</sup>

(1. Chinese Pharmacy College, Beijing University of Chinese Traditional Medicine and Pharmacy, Beijing 100029 China;

2. College of Chemical Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

**Abstract:** The mechanism and affecting factors of a new type of high efficient mesh mist eliminator were analyzed, and the designing scheme and application were studied. This kind of mist eliminator is weaved by the special longitude and woof form using flat wire or plastic thread of 0.1 ~ 0.4 mm. It can eliminate the mist carried by gas conveniently, especially to the mist diameter exceeding 1 μm, the eliminating ratio can reach to 99%, and may be used in industries extensively.

**Key words:** mesh mist eliminator; mist elimination; mist

在化工、石化、制药及精细化工等的生产中, 经常遇到输送的气体中夹带一些微小的液相雾滴, 而这些雾滴是生产中的有害物质, 需要设法将其除去。但是, 由于雾滴粒径有大有小, 对于大的雾滴, 可以采用加填料或旋流板等方式脱除, 而对于较小的液体雾滴, 如直径小于 100 μm 或 10 μm 以下, 常规方法很难将其完全脱除, 因而给生产带来困难, 笔者研制的新型高效丝网除雾器可以很好地完成这一任务。

## 1 丝网除雾器的技术原理

丝网除雾器是用来将气体中夹带的雾沫(雾滴)除去, 回收昂贵的雾滴(贵重物料), 或净化气体减少气体中的杂质。北京化工大学研制开发的新型高效丝网除雾器是将细小的金属扁丝采用特殊的经纬方式编织而成, 也可根据物料易腐蚀情况选用聚四氟乙烯等工程塑料材质, 扁丝的丝径小至 0.1 ~ 0.4 mm, 其作用机理为: 夹带在气相中的细小液体雾滴经过高效丝网除雾器的丝网时, 雾滴碰到除雾扁丝上, 被粘附或吸附下来, 经过多次反复吸附, 极小的雾滴聚结成为大的液滴, 液滴在重力的作用下, 沿着

扁丝的丝径向下运动, 同时继续吸附气体中夹带的雾滴, 长大的雾滴流到除雾器的底部, 变成液滴滴落下来。实际上, 在吸收过程中, 由于整个丝网除雾器的内部充满了吸附下来的雾滴, 故增强了单独金属或工程塑料扁丝的吸附能力, 使得正常工作时, 除雾丝网的除雾率大幅度提高, 能够将极小的雾滴有效地吸附与脱除下来。

## 2 丝网除雾器除雾的设计

### 2.1 直径的设计

一般丝网除雾器选用的高效除雾丝网, 其允许气流通过速率  $\mu$  需要根据试验测定, 在此基础上合理选用除雾器丝网型式、规格, 按试验得到的许用速率设计除雾器直径,

$$D = \sqrt{\frac{4V}{3.14 \mu}}$$

其中,  $D$  为除雾器直径, mm;  $V$  为需要处理的气体流量,  $m^3/h$ ;  $\mu$  为除雾器的允许气流通过流速,  $m/s$ 。

### 2.2 丝网高度

丝网除雾器的高度需要根据所除雾滴直径、雾

收稿日期: 2004 - 02 - 11

作者简介: 王宝华(1965 - ), 女, 大学, 副教授, 主要从事化工单元操作研究工作, 010 - 64711199; 李群生(1963 - ), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 长期从事传质与分离工程领域研究与应用工作, 通讯联系人, 010 - 64449695, liqunsheng@263.net。

滴性质和允许压降来确定,一般为几百毫米。除雾丝网的结构及丝网除雾器的结构分别见图1、图2。

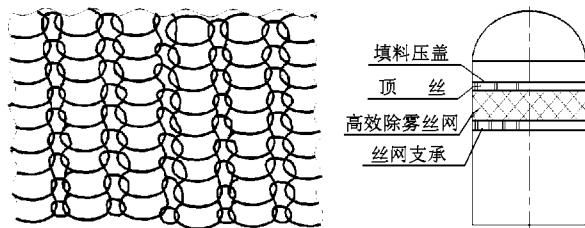


图1 除雾丝网结构 图2 丝网除雾器结构

试验及工业应用表明,这种丝网除雾器具有压降低、通量大、除雾效率高的特点。对于直径在 $1\ \mu\text{m}$ 以上的雾滴,其脱除效率可达到99%以上。目前在工业中已应用于数十座塔,包括发酵气体中含有的淡酒精回收、合成气体进反应器前脱水(减少副反应)、酸性雾滴脱除(避免后续设备腐蚀)、产品气相侧采脱除杂质、塔器设备顶部脱除雾沫以及气液分离器的除雾等。

### 3 新型高效丝网除雾器的应用

#### 3.1 反应气体除雾

云南云维股份有限公司的合成反应器将乙炔气体与醋酸气体经气相反应生成醋酸乙烯,进一步精馏得到醋酸乙烯精品。反应过程由表面附有醋酸锌活性物质的活性炭,在进反应器之前,乙炔由电石经乙炔发生器得到,然后经过脱硫、脱磷、水洗后,去合成反应器与醋酸气体进行反应。由于乙炔气体流量很大,一般为 $3\ 000\sim 5\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$ ,故在水洗时易夹带部分水的雾滴。在合成反应过程中,这种水容易引起副反应,生成少量的乙醛、丁烯醛、乙烯基乙炔、二乙烯基乙炔等物质,这些物质是醋酸乙烯产品中有害的杂质,需要在后续的精馏工段除去,同时,由于副反应的产生,降低了反应收率,进而降低了生产的经济效益。

采用笔者研究开发的高效丝网除雾器,用于乙炔气体的除雾,仅在原水洗塔的顶部加接一段除雾丝网,不用另添设备,即可将水的雾滴除去,脱除率达到99%。经生产考核,应用丝网除雾器前后,反应产物中副产物乙醛减少了1个百分点,丁烯醛减少了0.5个百分点,其他副反应产物均有大幅度的减少,从而提高了目标产物的得率,减少了杂质后续精馏工段处理的难度和消耗。

应用该高效丝网除雾器的单位还有广西维尼纶

集团有限公司、兰州维尼纶(集团)有限公司、湖南湘维有限公司、贵州水晶有机化工集团公司、江西江维高科股份有限公司等多家单位,最长应用时间已有7年,均取得了显著的经济效益。

#### 3.2 生产中间过程除雾

江西江维高科股份有限公司的次氯酸钠综合洗涤塔,是对粗乙炔气体经次氯酸钠洗涤,脱除其中的硫化氢、磷化氢等杂质。生产中由于乙炔流速较高,常常夹带部分次氯酸钠液滴至生产过程中,次氯酸钠是强氧化剂,腐蚀性极强。被乙炔夹带出来的次氯酸钠使得沿途的管道、缓冲罐和鼓风机受到极大腐蚀,如输送管道和缓冲罐被腐蚀后,常常发生泄漏现象,致使现场有很大的乙炔气味,严重时需停车检修,给生产带来很大的安全隐患,同时泄漏的乙炔和带走的次氯酸钠均造成物料损失,影响了经济效益。

采用高效丝网除雾器,仅在原次氯酸钠洗涤塔顶部加上一段高效除雾丝网,即可将带出的次氯酸钠雾滴捕集下来,解决了原来困扰生产的问题。

#### 3.3 气相采出产品除雾

在化工生产中,常常有通过精馏在气相采出产品的过程,而当采出产品的位置离塔釜很近时,采出的高速气体容易夹带一部分塔釜高沸物,影响产品的纯度和色度,进而导致产品不合格。采用本项技术可很好地解决了这类问题。

山东天宇化工有限公司的丙炔醇精馏塔是在精馏塔的下部往上约第5块塔板处,气相侧线采出丙炔醇产品的。经对该装置进行技术分析与研究发现,该公司产品在纯度和色度上均有问题。技术改造采用强化精馏塔的分馏操作,加接高效填料的方式,同时在气相侧采出口处加装高效丝网除雾器,将气体夹带出的微量雾滴彻底脱除。分析结果表明,改造后的产品在纯度和色度上都优于进口产品,使得该公司迅速扭转了销售被动的局面,恢复并进一步扩大了产品销售市场。整个技术改造过程仅用一个月,给该公司带来了年增120万元以上的经济效益。

贵州水晶有机化工集团公司的醋酸精馏塔,也是醋酸产品从精馏塔的下部侧线气相采出的。由于采出位置在距塔釜仅2层塔板,气体中夹带部分高沸物,致使产品质量受到影响,醋酸活度和纯度较差。采用高效丝网除雾器,在产品侧线采出处安装1个高效除雾装置,将夹带出来的高沸物雾滴彻底脱除,从而解决了产品质量问题。

(下转第53页)

生产实际情况的分析,笔者认为选择125Y型板波纹填料作为醛塔和酒塔的填料较为合适。

## 2 板波纹填料塔的工艺计算

对填料塔进行工艺计算,主要是确定填料层高度 $Z$ 、塔径 $D$ 及压力降 $\Delta P$ 。

### 2.1 填料层高度 $Z$ 的确定

全塔所需的理论板数(NTP)是由规定的分离任务而确定的,与塔的类型及填料品种基本无关,可根据常规的方法进行计算。求出NTP后,根据文献[3]中125Y型填料的每米理论板数随气体负荷的变化图,查出设计气体负荷 $F$ 因子下所对应的每米填料所具有的理论板数NTP,从而可计算出所需填料的总高度 $Z$ 。

### 2.2 塔径 $D$ 的计算

按文献[3]的方法,得到气体负荷因子 $C_{\max}$ ,取 $C_{\max}$ 的75%~80%作为设计计算的 $C$ 值,再由式(2)计算出气体负荷 $g$ ,最后计算出塔的截面积 $A$ 和塔径 $D$ ,即:

$$A = \frac{G}{g} = \frac{G}{3600 \cdot C \cdot [\rho_g(\rho_l - \rho_g)]^{0.5}} \quad (3)$$

$$D = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot A}$$

### 2.3 填料层压力降 $\Delta P$ 的计算

根据 $F$ 因子的大小,可直接从文献[3]中125Y型填料的每米压降随气体负荷的变化图查出每米填料的压力降。

## 3 醛塔及酒塔的设计和應用

### 3.1 醛塔及酒塔的设计<sup>[3-5]</sup>

该化工厂原有1套设计能力为2000 t/a的乙醛装置与1套4000 t/a的季戊四醇装置相配套。由于原设计的乙醛装置达不到设计能力,从而不能满足生产季戊四醇所需的乙醛量。因此,就必须对乙醛生产装置进行技术改造。

在技术改造设计过程中,笔者主要是对醛塔及酒塔进行了改造,采用了不锈钢的板波纹填料塔代替了原设计的浮阀塔。醛塔与酒塔的填料均选用

JKB-125Y型不锈钢板波纹填料。其中醛塔的每层填料直径为580 mm,高为210 mm,塔内填料分2段,填料总高为9.24 m,填料总质量为267 kg;塔体采用0Cr17Ni13Mo2Ti的不锈钢板焊制,直径为600 mm,塔总高度为11.4 m;塔釜采用蒸汽直接加热,塔顶扑雾层为1层高为210 mm的JKB-125Y型不锈钢板波纹填料,稀醛进塔喷洒采用三线螺旋喷头。酒塔的每层填料直径为580 mm,高为210 mm,塔内填料分2段,每段20层,填料总高8.4 m,填料总质量为243 kg;塔体采用0Cr18Ni9Ti的不锈钢板焊制,直径为600 mm,塔总高11.0 m;塔釜采用蒸汽直接加热,塔顶扑雾层为1层高为210 mm的JKB-125Y型不锈钢板波纹填料,废酒进塔喷洒采用三线螺旋喷头。醛塔和酒塔的改造设计计算结果见表1。

表1 醛塔与酒塔的工艺设计计算结果

项目	醛塔		酒塔	
	计算值	设计值	计算值	设计值
$D/\text{mm}$	309	600	302	600
$Z/\text{mm}$	9240	9240	8400	8400
$\Delta P/\text{kPa}$	0.74		0.70	

### 3.2 实际生产运行情况

表2列出了该工厂乙醛工段改造前的实际生产数据与改造后2001年10~12月及2002年6~8月的实际生产数据。

表2 改造前后生产情况对比

项目	改造前 (平均值)	改造后	
		2001年	2002年
乙醛产量/ $\text{t} \cdot \text{d}^{-1}$	5.89	6.72	6.68
乙醛质量分数/%	98.90	99.20	98.90
回收酒精质量分数/%	81.00	84.00	82.00
废酒含醛质量分数/%	0.26	0.23	0.25
废水含酒质量分数/%	0.11	0.05	0.08
酒精消耗/ $\text{t}^{\text{①}}$	1.25	1.12	1.14
蒸汽消耗/ $\text{t}^{\text{①}}$	6.21	5.90	5.40

注:①表示生产1 t乙醛所消耗酒精和蒸汽的质量。

(上接第51页)

### 3.4 酒精生产淡酒除雾

在粮食发酵法生产食用酒精过程中,淀粉质经发酵生成酒精和 $\text{CO}_2$ , $\text{CO}_2$ 气体中夹带部分酒精液滴,约含1%左右。酒精被夹带走后,一方面降低了

酒精的得率和生产的经济效益,另一方面也降低了二氧化碳产品质量。

采用新型高效丝网除雾器,可将酒精雾滴彻底脱除,从而回收了大量酒精,年增经济效益150万~200万元。■