

约翰逊网与编织网的流体阻力降计算值之比较

李世杰¹, 陶 军², 常恕安², 李文涛³,

(1 中国石油吉林石化分公司供销公司, 吉林 吉林 132002 2 中国石油吉林石化分公司聚乙烯厂, 吉林 吉林 132002
3 辽宁裕通石化机械仪表有限公司, 辽宁 沈阳 110168)

摘 要: 石油化工等行业, 在流体输送过程中, 滤网被普遍采用。近些年来, 约翰逊网越来越多的取代了传统的编织网和孔板, 这主要是由约翰逊网独特的结构以及诸多优点所决定的。在一定的孔隙范围内, 约翰逊网的流体阻力降明显小于编织网和孔板结构的阻力降。在设计选用滤网材料时先进行阻力降的计算比较, 对于选用滤网有着重要的指导意义。

关 键 词: 约翰逊网; 编织网; 阻力降

中图分类号: TQ 015 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0935(2007)12-0842-04

化工管道过滤器的滤芯, 反应器、干燥器等的格栅, 均需采用筛网。当流体通过筛网时即会产生阻力降。阻力降的大小, 不仅涉及到能耗、生产成本, 而且直接影响到工艺系统的状况, 从而影响生产效率和产品质量。所以, 在不影响设备结构的情况下, 减小滤网的阻力降, 不仅可降低能耗、降低生产成本, 而且对于提高生产效率和产品质量都有着重要的意义。

1 编织网的特点

在国内, 工业上应用较多的是由金属丝编织的滤网加多孔板的复合结构, 由于固体颗粒(催化剂、分子筛或各种滤料)与丝网的接触面积大, 颗粒易堵塞或卡在金属丝网或多孔板的孔隙中造成压力降增大, 折曲变形后造成昂贵的媒介物损耗, 甚至使装置无法操作, 维修也较为困难。

2 约翰逊网的特点

约翰逊网是将外型近似于 V 字型的金属丝采用电阻焊方式焊接在垂直排列的支撑杆上, 形成连续均匀的缝隙, 过滤物与滤网表面仅有两点接触。其结构形式见图 1。

由约翰逊网独特的结构形式, 决定它具备了許多编织网所未有的特点:

(1) 金属丝与支持杆的每个交叉点都焊接, 精确度高, 缝隙准确。

(2) 强度高, 耐用性强。

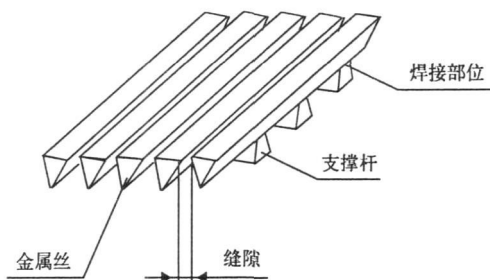


图 1 约翰逊网结构

(3) 开孔范围增大, 开孔率提高, 有效流通面积增加。

(4) 缝隙连续而且网表面光滑, 使催化剂流动平滑, 磨损较少, 颗粒不易粉碎。

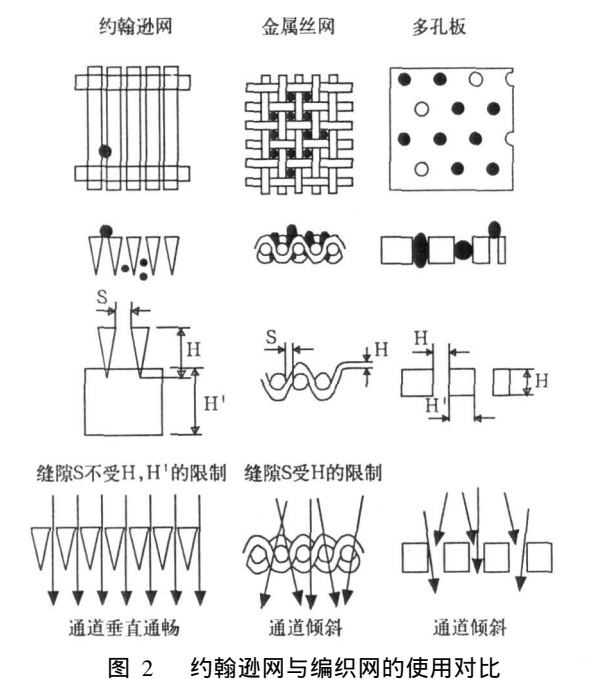
(5) 防阻塞。

(6) 抗磨损。

3 约翰逊网与编织网的使用对比

约翰逊网与编织网在实际工作中的使用对比见图 2。

收稿日期: 2007-08-22
作者简介: 李世杰(1973-), 工程师。



由图 2 可见,两种滤网的抗堵塞性能有着明显差异。并且编织网的强度较低,在使用过程中,一般需与多孔板结合使用。所以这种复合结构的开孔率就为编织网和多孔板的开孔率的乘积,开孔率大大降低。根据 GB10612 - 89 GB/T5330 1- 2000 当编织网和多孔板的开孔率分别取较大值 60% 和 60%,其乘积值仅为 36%。由于两种滤网的结构不同,即使不考虑堵塞等因素,在一定的孔隙范围内,流体通过两种滤网产生的阻力降也有较大的差异。

4 流体阻力降的计算公式

根据《Perry's 化学工程手册》(《Perry's Chemical Engineer's Handbook》),其中第五章提出的关于微孔板的质量流率计算公式:

$$\omega = C A_f \gamma \sqrt{\frac{2 g_c \rho \Delta P}{1 - \left(\frac{A_f}{A_p} \right)^2}}$$

对该公式整理后,导出阻力降计算公式:

$$\Delta P = \frac{\omega^2}{2 g_c \rho (C A_f \gamma)^2} \times \left[1 - \left(\frac{A_f}{A_p} \right)^2 \right]$$

符号说明:
 ΔP —流体的阻力降;
 ω —质量流率, kg/s;
 C —微孔系数, 无因次;
 A_f —液体有效流通面积 m^2 ;
 A_p —液体流通面积 m^2 ;

Y —膨胀因子, 气体为 0.92 液体为 1, 无因次;
 g —9.8 m/s^2 , 有因次常数;
 ρ —流入前段压力和温度下流体的密度;
 N_R —以孔径为准的雷诺数, 无因次;
 P —孔的间距(中心至中心的距离) m ;
 t —滤网有效厚度, m ;
 D —孔径, m ;
 μ —板厚流体粘度, $kg \cdot s/m^2$ 。

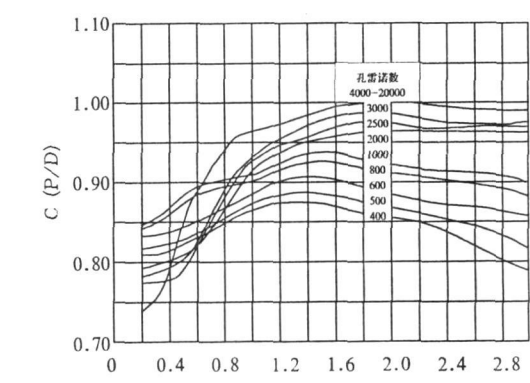


图 3 微孔系数对应孔雷诺数的查询表

5 约翰逊网与编织网的流体阻力降计算值之比较

下面对两种滤网在无堵塞情况下的流体阻力降进行计算比较。

现以国内某乙烯厂扩建项目中的一套蓝式过滤器为例,对编织网加多孔板的复合结构阻力降及约翰逊网的阻力降进行计算比较。该蓝式过滤器的技术参数及结构尺寸见表 1。

表 1 蓝式过滤器技术参数表			
口径 / inch	32	设计压力 / MPa	3.3
孔隙 / mm	3.15	密度 / (kg·m ⁻³)	475
动力粘度 / Pa·s	78.67 × 10 ⁻⁶	材料	ASIM A 671 CC65
流量 / (kg·h ⁻¹)	1 003 852	壳体	SS304
设计温度 / °C	60	滤芯	SS304

蓝式过滤器结构尺寸表

口径 / inch	D / mm	D 1 / mm	D 2 / mm	D / mm	D 1 / mm	D 2 / mm
32	1 220	1 000	8130	2 620	1 400	960

5.1 采用编织网加多孔板结构的阻力降值计算

由技术参数表提供的,滤筒内径为 1 000 mm,滤筒高度为 960 mm。

$$A_p = 3.14 \times (1/2)^2 + 3.14 \times 1 \times 0.96 = 3.799 \text{ m}^2$$

考虑到网丝、孔板等相关因素,由技术参数表提供的,过滤精度为 3.15 mm,根据 GB10612-89 GB/T5330 1- 2000 查表计算得出液体流通面积系数取值为 30%。

$A_f = 3\,799 \times 30\% = 1\,14\text{ m}^2$

由技术参数表提供的,

$\omega = 10\,03852\,14\text{ kg/h}$ $D = 3\,15\text{ mm}$,
 $\mu = 78\,67 \times 10^{-6}\text{ Pa}$

统一单位后:

$\omega = 1003\,852\,14\text{ kg/h} = 100\,3852\,14/3\,600 = 278\,85\text{ kg/s}$
 $D = 3\,15\text{ mm} = 0.00315\text{ m}$
 $1\text{ Pa} = 0.102\text{ kg/m}^2$
 $\mu = 78\,67 \times 10^{-6}\text{ Pa} = 78\,67 \times 10^{-6} \times 0.102 = 8.02 \times 10^{-6}\text{ kg}$

$\cdot\text{ s/m}^2$
 $N_R = \frac{\omega D}{A_f \mu} = \frac{278.85 \times 0.00315}{1.14 \times 8.02 \times 10^{-6}} = 96\,073.14$

根据选择的网丝厚度 $t = 0.0035\text{ m}$,

$t/D = 0.0035/0.00315 = 1.11$

查表得出: $C = 0.96$

又膨胀因子 $Y = 1$

$$\Delta P = \frac{\omega^2}{2g_c \rho (CA_f Y)^2} \times \left[1 - \left(\frac{A_f}{A_p} \right)^2 \right]$$
$$= \frac{278.85^2}{2 \times 9.8 \times 475.11 \times (0.96 \times 1.14)^2} \times \left[1 - \left(\frac{1.14}{3.799} \right)^2 \right]$$
$$= 6.197\text{ kg/m}^2$$
$$\Delta P = 6.197 \times 0.098/10\,000 = 6 \times 10^{-5}\text{ MPa}$$

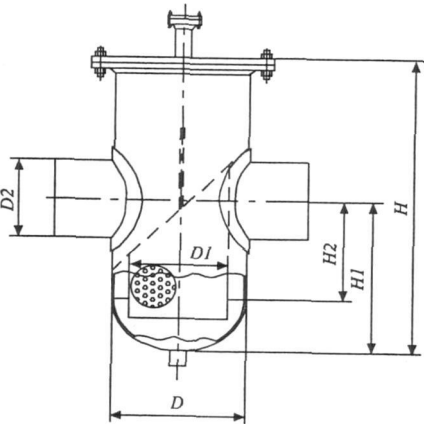


图 4 蓝式过滤器结构图

5.2 采用约翰逊网的阻力降值计算

由技术参数表提供的, 滤筒内径为 $1\,000\text{ mm}$, 滤筒高度为 960 mm .

$A_p = 3.14 \times (1/2)^2 + 3.14 \times 1 \times 0.96 = 3.799\text{ m}^2$

约翰逊网的开孔率计算为:

开孔率 = $\frac{\text{缝隙宽度} \times 100}{\text{缝隙宽度} + \text{线宽}}$

选用标准的 90[#]网丝, 其参数为:

线宽 = 2.26 mm , 高度 = 3.5 mm , 离隙角 = 13° .

所以, 开孔率 = $\frac{3.15 \times 100}{3.15 + 2.26} = 58.2\%$

$A_f = 3.799 \times 58.2\% = 2.21\text{ m}^2$

由技术参数表提供的

$\omega = 1\,003\,852\,14\text{ kg/h}$, $D = 3.15\text{ m}$, $\mu = 78.67 \times 10^{-6}\text{ Pa}$

统一单位后,

$\omega = 1\,003\,852.14\text{ kg/h} = 1\,003\,852.14/3\,600 = 278.85\text{ kg/s}$
 $D = 3.15\text{ mm} = 0.00315\text{ m}$, $1\text{ Pa} = 0.102\text{ kg/m}^2$
 $\mu = 78.67 \times 10^{-6}\text{ Pa} = 78.67 \times 10^{-6} \times 0.102 = 8.02 \times 10^{-6}\text{ kg}$
 $\cdot\text{ s/m}^2$
 $N_R = \frac{\omega D}{A_f \mu} = \frac{278.85 \times 0.00315}{2.21 \times 8.02 \times 10^{-6}} = 986\,073.14$

由于约翰逊网网丝近似于 V 字型, 所以约翰逊网丝与编织网网丝相比较的实际厚度 $t = 0.001\text{ m}$.

$t/D = 0.001/0.00315 = 0.032$

查表得出 $C = 0.74$

又膨胀因子 $Y = 1$

$$\Delta P = \frac{\omega^2}{2g_c \rho (CA_f Y)^2} \times \left[1 - \left(\frac{A_f}{A_p} \right)^2 \right]$$
$$= \frac{278.85^2}{2 \times 9.8 \times 475.11 \times (0.74 \times 2.21)^2} \times \left[1 - \left(\frac{2.21}{3.799} \right)^2 \right]$$
$$= 2.06\text{ kg/m}^2$$
$$\Delta P = 2.06 \times 0.098/10\,000 = 2 \times 10^{-5}\text{ MPa}$$

通过对两种过滤网的阻力降计算比较:

$\Delta P_{\text{编织网}} = 6 \times 10^{-5}\text{ MPa} > \Delta P_{\text{约翰逊网}} = 2 \times 10^{-5}\text{ MPa}$

可以看出, 使用约翰逊网的阻力降明显小于使用编织网的阻力降。所以, 在不影响设备结构的情况下, 使用约翰逊网即降低能耗、又降低生产成本, 而且在提高生产效率和产品质量等方面都比编织网有着明显优势。

参 考 文 献

[1] Peny P H. PERRY 化学工程手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1992
[2] 钱小燕. 国产约翰逊网在固定床反应器中的应用. 化工设备与管道, 2006, 43 (02): 20- 23
[3] 郑其祥. 约翰逊滤网简介 [J]. 炼油设计, 1999, 29 (2): 56- 57

(下转第 848 页)

(4) 不产生“二次污染”, 副产的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 NH_4Cl 可回收利用。

(5) 有流程短、成本相对较低的优势。

5.2 缺 点

(1) 该工艺以 BB 酸母液为主要原料, 限制了该法规模推广应用; 适用于合成蒽醌生产企业或临近厂家采用。

(2) 洗涤压滤 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 凝胶时, 使用普通板框压滤机的劳动强度大、设备维护困难、生产效率低; 使用自动板框压滤机克服上述问题, 但一次性设备投资相对较大。

参 考 文 献

[1] 李俊梅. 化工环保, 1998(1): 7-10

- [2] 李风亭, 张善发, 赵燕. 混凝剂与絮凝剂. 北京: 化学工业出版社, 42-57.
- [3] 王延吉. 有机化工原料. 北京: 化学工业出版社, 2004 484-485.
- [4] 常青. 水处理絮凝剂. 北京: 化学工业出版社, 2003 91-92
- [5] 严瑞璋. 水处理剂应用手册. 北京: 化学工业出版社, 2000 197-199
- [6] 中华人民共和国国家标准. 水处理剂 聚合氯化铝. GB 15892-1995

Study on Synthesis Process of High-purity Polyaluminum Chloride and Polyaluminum Sulfate Chloride by O-benzoylbenzoic Acid Mother Liquor in the Production of Synthetic-anthraquinone

SUN Hui-guo

(Zibo Technical College, Zibo Shandong 255000 China)

Abstract In this paper a production process of high-purity polyaluminum (sulfate) chloride synthesized from o-benzoylbenzoic acid mother liquor, ammonia water and hydrochloric acid is introduced. It has been proved by practical application that the process has distinguished feature of high-purity and good application result and the products made by it are especially applicable to drinking water, food cosmetic, pharmaceutical industry. Moreover, the process is a new environmental protected green one possessing the characteristics of short flow and no secondary pollution.

Key words Synthetic-anthraquinone; O-benzoylbenzoic acid mother liquor; High-purity polyaluminum (sulfate) chloride; Polymeric and aging reactions; Aluminum hydroxide gel; Iron content

(上接第 844 页)

The Comparison between the Fluid Resistance Drop Calculation Value of Johnson Screen and Wire-cloth

LI Shi-jie¹, TAO Jun², CHANG Shu-an², LI Wen-tao³

(1. Petro China Jilin Petrochemical Company Supply and Marketing Company jilin jilin 132002 China

2. Petro China Jilin Petrochemical Company polyethylene factory jilin jilin 132002 China

3. Liaoning yu tong petrochemical machine and instrument company shenyang liaoning 110168 China)

Abstract The filter screen has been widely adopted in the process of fluid conveying of petrochemical processing industry. In the latest few years, Johnson screen gradually replaced the traditional wire-cloth and orifice plate due to its unique structure and some other advantages. Fluid resistance drop of Johnson screen is apparently lower than the one of wire-cloth and orifice plate within some certain range of pore space. It is more guidable to implement the calculative comparison of resistance drop before designing and selecting the filter screen materials.

Key words Johnson Screen; Wire-cloth; Resistance Drop