

熔喷聚丙烯纤维滤芯的特点及工作条件

李毅¹, 叶斯奕²

(1. 天津天龙纸业有限责任公司 天津 300220; 2. 天津凡海股份有限公司 天津 300381)

摘要: 分析了熔喷聚丙烯纤维滤芯的特点, 并在实验基础上对其过滤与反洗的工作条件进行了初探。

关键词: 熔喷; 滤芯; 深层过滤; 特点; 工作

中图分类号: TQ050.4

文献标识码: B

文章编号: 1005-8265(2001)01-0038-03

1 概述

熔喷聚丙烯纤维滤芯(下称滤芯)是近年发展起来的一种新型微孔过滤介质, 其滤层具有按一定孔径梯度分布的孔隙, 将深层过滤功能与机械筛滤功能集于一体的特征, 特别适用于各种低浓悬浮液的精密过滤, 与其它类用于深沉过滤滤芯比, 表现了过滤精度可靠、过滤速度快、纳污能力大、过滤周期长、容易反洗、运行费用低、本体密度小以及更换滤芯便捷的优点。

本文将分析熔喷聚丙烯纤维滤芯的特点, 并对其过滤与反洗的工作条件进行初探, 以期为不同场合下合理应用熔喷聚丙烯纤维滤芯提供指导。

2 结构

熔喷聚丙烯纤维滤芯, 是采用特殊的熔喷工艺从一可拆换喷丝头喷出聚丙烯纤维束, 经高热空气流载送成扇形状纤维瀑布喷射, 并由接收装置上的接收辊连续不断地缠绕而成型, 其过滤层上的纤维为相反螺旋方向隔层交叉, 以表面熔体接触固体焊接, 构成迷宫式过滤孔, 高热空气流不仅对纤维起载送和保温作用, 而且对到达接收辊的纤维丝起压紧作用, 保证隔层纤维结点处有良好熔焊。

滤芯外形为一中空管体, 工作是悬液从外圆表面进入, 滤液从内圆表面流入中心集液腔而引至机外, 参见图1。

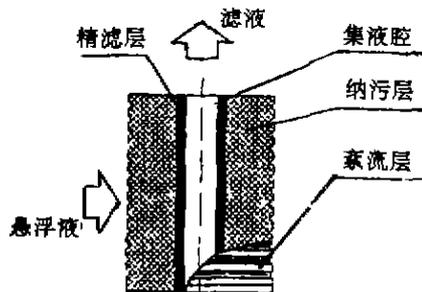


图1 熔喷聚丙烯纤维滤芯剖视图

滤芯管壁厚度即是过滤层厚度, 过滤层可分为精滤层、纳污层、紊流面三个主要层次。精滤层的孔径按能起机构筛滤作用设计, 被称为公称孔径, 用以表示滤芯的精度, 大于公称孔径的悬浮颗粒将被精滤层筛滤截留, 达到保证滤液质量的目的。粘度较大的悬浮液在进入滤层时, 悬浮颗粒容易在滤芯外表面堆积成滤饼, 紊流面是在滤芯外表面设置沟纹结构, 创建悬液在沟纹阶梯处发生涡流紊动的水力条件, 破坏滤饼的形成。纳污层的纤维对悬浮颗粒的粘附和沉积, 起到减轻精滤层负荷、延长滤芯过滤周期的作用, 纳污层内的迷宫式过滤孔道的孔径按多层次梯度分布, 自内层向外层逐渐增大。

滤芯的主要参数有精度、孔隙率、孔径梯度和纤维丝径、改变喷丝头孔径、纤维喷出速度、喷丝头与接收辊的距离、高热空气流的温度和压力、接收辊的三维运动频率, 都会改变滤芯参数, 通用工业滤芯外径为65 cm, 内径为30 cm, 长度最长为100 cm, 参数和外形尺寸均可根据实际要求进行设定, 计算过滤面积应以精滤层内圆表面积来度量。

滤芯一般为无体骨架结构, 在精滤层内圆增设多栅孔管状骨架, 可以适应在较大过滤压差下工作的要求, 骨架由聚丙烯工艺注射而成, 预套入接收辊, 与纤维熔喷成一体。

3 特性

3.1 机构性能

聚丙烯有很好的耐热性, 熔点约164℃~170℃, 可在100℃~120℃范围内长期使用^[1], 100℃时, 滤芯在一定的压力场中不变形, 轴向耐压应力可达1.2 MPa以上, 周向耐过滤压差应力可达0.4 MPa以上, 滤芯整体还具有一定的弹性, 在两端面受压预紧状态下, 温度变化仍能保持满意的密封效果。

3.2 孔隙率

收稿日期: 2000-09-07

作者简介: 李毅(1965-), 男, 工程师, 从事造纸机械的开发应用, 联系电话: (022)38341736。

精度为 $0.5\ \mu\text{m}$ 的通用工业滤芯,孔隙率达78%~80%,高的孔隙率使得滤芯具有纳污能力大和过滤周期长的特点,决定孔隙率的因素有纤维丝径、公称孔径和孔径梯度,当纤维丝径和公称孔径一定时,增大孔径梯度;当公称孔径和孔径梯度一定时,减小丝径;当纤维丝径和孔径梯度一定时,增大公称孔径;均能提高孔隙率。

3.3 过滤能力

新的精度为 $0.5\ \mu\text{m}$ 的通用工业滤芯,在 $0.1\ \text{MP}$ 压差下,自来水过滤流量为 $6.5\ \text{m}^3/\text{m}^2$,可比能力是纺织线缠绕滤芯的3倍。这是由于熔喷聚丙烯纤维滤芯的孔隙率高,滤层中纤维单丝比较光滑,在过滤压差下,不会出现滤层压紧或织物绒毛堵塞过滤孔道使得滤层压头损失增加的问题。

3.4 反洗功能

滤芯的反洗是使洗涤液从滤芯的内层向外层流动,较内层的流速较大,滤渣首先被冲刷脱落并推向外层,引起较外层孔径减小而流速提高,增强剥离滤渣的能力,从而使滤渣由最外层排出,滤层中由内层向外层递增的孔径,特别有利于滤芯反洗时排除滤渣。

3.5 过滤精度

过滤精度表明了液中允许存在的最大悬浮颗粒粒径,由精滤层提供保证,大于公称孔径的悬颗粒一旦到达精滤层,便被筛滤截留,使滤液质量安全可靠,而且滤芯由连续纤维丝熔喷而成,不存在有细小纤维从精滤层内表面掉入滤液的可能性。

3.6 通用性

聚丙烯化学稳定性极强,仅能被低分子量的脂肪烃、芳香烃和氯化烃软化和溶胀^[2],可适用于大多数溶剂及酸、碱、盐液体环境中,虽然氧化性酸、卤族元素及强化紫外线对聚丙烯有侵蚀老化作用,但不影响滤芯的使用寿命。此外,滤芯安装便捷,精度、孔径梯度、外形尺寸可以进行无级选配,长度还可以进行现场截改,可在使用其它滤芯的通过滤器中安装,互换性良好。

4 工作条件

4.1 过滤

研究深过滤机理可知,其过滤的实质是悬浮颗粒向滤料表面迁移和粘附的结果,流体剪力或滤层孔径越小,过滤效果就越好^[3]。由于滤芯的孔径尺寸和孔隙率均是由外层至内层递减,因而在整个过滤周期中,悬浮液进入滤层表面的流速必须满足有正确的初始值和能够随孔隙率的降低而有规律递增的条件,才能充分发挥滤芯的有效纳污能力,实际表明,如果流速不递增或递增的过慢,不利于悬浮颗粒向内层移动,容易形成外层筛滤而终止过滤,内层的纳污作用远没有得到

发挥,流速递增的太快,在过滤初期,就会有大量的悬浮颗粒被推入同层,出现内层堵塞,过滤周期过短。合理的过滤工艺,是希望悬浮颗粒首先被滤芯外层粘附并沉积起来,随着过滤时间的延长,逐渐提高悬浮液进入滤层孔隙的流速,在部分悬浮颗粒继续沉积于较外层的同时,另一部分在流体剪力的作用下向较内层推移,使得纳污由外层向内层进展。

采用不同的过滤方式,在整个过滤周期中,悬浮液进入滤层表面的流速变化规律有以下三种表现:恒压过滤方式,即要保持流体流过滤层的压头损失不变,流速发生递减;恒量过滤方式,即要保持流体进入滤层的流量不变,流速递增太快,流体剪切力影响大;增压减量过滤方式,过滤压差为递增,流量为递减,而流速为递增。显然,恒压过滤方式和恒量过滤方式,不利于滤芯纳污能力的发挥,而增压减量过滤方式,能使流速的递增与滤芯孔隙率的递减到合理的匹配,增速减量过滤方式,是通过对流体的连续输送泵的运行控制,在整个过滤周期中有规律地改变泵出口流量来实现。

过滤领域中常用的流体连续输送泵有离心泵和旋转泵。未进行运行控制的情况下,采用离心泵时,泵出口流量与压力的关系,完全遵循泵本身的流量—扬程曲线。对离心泵的特性曲线进行选择或串联操作,虽然可在特定过滤场合中基本满足过滤和滤芯纳污能力的发挥,但泵大部分时间在低效率点工作,运行不经济,同时不适应于滤芯参数、悬浮液性质、工况温度以及过滤背压的变化,而采用旋转泵输送悬浮液时,成恒量过滤方式。

对流体连续输送泵运行的运态控制,是设定过滤压差与泵出口流量的关系曲线,实时监测过滤压差值,采用可编程控制器^[4],改变泵的转速来达到增压减量过滤效果。

对于不同参数的滤芯和不同性质的悬浮液,应进行模拟过滤试验,在过滤周期结束时,观察滤芯横截面颜色变化情况,判断滤层纳污发挥程度,对照过滤压差变化规律,以便确定出最佳的过滤压差与流量参数。

4.2 反冲洗

过滤周期结束后,可以通过反冲洗来再生滤芯,经逐个过滤—反冲洗的循环,滤芯内仍有部分滤渣未被排出,形成“基础杂质”的积累^[5],使滤芯的孔隙率逐渐减少,以至最终不能以反冲洗进行再生。研究认为,“基础杂质”的积累速度,主要取决于悬浮液中颗粒的形态、硬度和反冲洗效果的影响,在良好的反冲洗条件下,一般是随过滤—反冲洗的循环次数的增加而降低。因操作不当造成反冲洗强度不够,容易出现滤层上的一部分孔隙处的滤渣先排出,另一部分的滤渣不能有

效排出的局部短路现象,使滤芯的过滤孔隙大大减小。改善反冲洗效果的途径可以有以下几个措施:提高反冲洗初始压差,产生“爆发”式反冲洗,进行反复间歇操作;适当提高反冲洗液温度;利用再生机进行单根滤芯反冲洗;酸浴浸泡后反冲洗。

4.3 铁架桥问题

用于水的过滤时,水中的含铁量对滤芯的使用寿命有较大的影响。洁净滤芯虽然不能有效地截留二价铁离子,但当滤芯纤维表面吸附有三价铁悬浮颗粒后,所形成的铁质氧化物滤料膜,便开始对二价铁起接触催化作用,水流中的二价铁离子被溶解氧加速氧化并沉积下来^[6],在滤芯孔隙中逐渐胀大而产生架桥,成为难移动的铁锈块,滤芯纤维表面包覆的铁质氧化物越厚,截留铁的效果越好,被铁质氧化物架桥堵塞的滤芯,难以进行水力反冲洗再生,往往造成滤芯的早期失败。

过滤高含铁的水,应采用两道以上串联过滤的措施,最后一道精滤滤芯的公称孔径是按滤液质量的要求确定,较前道的滤芯用于除铁。除铁用的滤芯,公称孔径应当适当放宽,以增大被截留铁的容量,减缓铁架桥堵塞的过程,起到保护精滤滤芯的作用。

5 结语

(1)滤芯的精滤层较薄,纳污层较厚,一般可见有清晰的分界,要获得正常铁过滤周期,就是要设法最大限度的利用纳污层的纳污能力。精滤层在起筛滤作用的同时,还对小于公称孔径的悬浮颗粒起纳污作用,但当每个过滤周期结束时不希望出现有明显的纳污,在过滤周期内,过早发生纳污,筛滤作用即被强化,会降低纳污层的利用率,使滤芯的过滤周期缩短。

(2)对于确定性质的悬浮液,影响滤芯纳污效果的因素主要来自于滤芯的孔径梯度和过滤工艺控制两个

方面。孔径梯度应通过分析悬浮颗粒分布来选择,使两者得以适当的匹配。

(3)滤芯反冲洗压差应大于过滤压差,在脉冲压力下,更有利于滤渣从纤维剥离下来,随反冲洗液排出,用压缩空气反冲洗,会出现滤渣在孔隙内夯实现象,使“基础杂质”增加。

(4)优良的通用特性,决定了熔喷聚丙烯纤维滤芯能容易地替代各种粒料烧结,纺纱线缠绕以及纤维毡制成的滤芯,获得理想的互换效果。

(5)聚丙烯对紫外线特别敏感,滤芯使用后不能回收利用时,置于自然环境中,在较短的时间内即可发生降解,纤维网状结构容易开裂最终出现粉化,从而能在一定程度上减轻环境负荷。

参考文献:

- [1] 倪汉昌. 合成树脂和塑料牌号手册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1992:161.
- [2] 一机部材料研究所. 工程塑料应用[M]. 上海:上海人民出版社,1971:136.
- [3] 唐受印. 废水处理工程[M]. 北京:化学工业出版社,1997:77-81.
- [4] 肖祥明. PLC与变频调速器用于搅拌设备的自动调速技术[J]. 化工装备技术,1997,18(5):10-12.
- [5] 王秀华,陈丙权. 聚丙烯纤维深层过滤器用于粘胶纤维废水和酸溶的过滤[J]. 人造纤维,1996,132(2):6-8.
- [6] 杨 钦,严照世. 给水处理[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1992:135-136.

责任编辑:邵耀良(0791-3701055)

The Characteristics and Operating Condition of Melt-blown Polypropylene Fibre Sieve-Core

LI Yi, YE Si-yi

1. Tianjin Tianlong Papermaking Industry Co., Ltd, Tianjin 300220, China;

2. Tianjin Danhai Stock Co., Ltd, Tianjin 300381, China)

Abstract: The characteristics of melt-spurt polypropylene fibre sieve-core was analyzed. The process condition of filtration and reverse-wash of sieve-core on base of experience was studied.

Keywords: Melt-spurt; Sieve-core; Deep bed filter; Characteristics; process condition