

LLY 高效过滤器的滤层特征及过滤效能研究

广州飞特水处理工程有限公司 王建军 罗炳清 刘凡清

摘要 论述了 LLY 高效过滤器变孔隙滤层的形成机理及其与石英砂过滤器在过滤效能方面的差别。

1 概述

以软填料纤维代替传统的颗粒状滤料(石英砂、无烟煤等)是水的净化技术上的一种新方法,其中由我国东北电力学院研制的纤维(以下简称 LLY)高效过滤器采用纤维束为滤料,在纤维滤层内设置柔性的加压室,通过加压室调节纤维滤层的堆积密度,从而方便地实现了过滤器的过滤运行和反洗再生。

2 变孔隙滤层的形成

附图所示为 LLY 高效过滤器的过滤层态。设 p_{1a} 、 p_{1b} 分别为 a、b 两点处加压室侧水的静压; p_{1a} 、 p_{1b} 分别为 a、b 两点处过滤室侧水的静压; p'_{1a} 、 p'_{1b} 分别为 a、b 两点处过滤室侧纤维的支撑压。由于加压室壁是柔软而松弛的,那么 $(p_{1a}-p_{1a})$ 、 $(p_{1b}-p_{1a})$ 分别为加压室对 a、b 两点处纤维的挤压力。

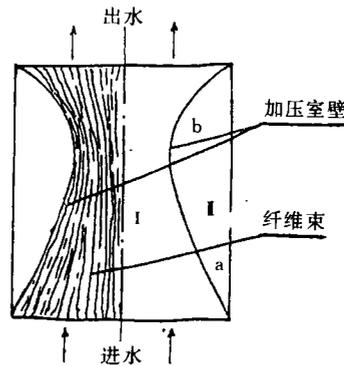
在加压室压缩纤维时, $p_{1a}-p_{1a} > p'_{1a}$; $p_{1b}-p_{1b} > p'_{1b}$, 纤维支撑压 p'_{1a} 、 p'_{1b} 逐渐增大,一定时间后, $p_{1a}-p_{1a} = p'_{1a}$; $p_{1b}-p_{1b} = p'_{1b}$, 即达到平衡。

根据实际流体的动力学方程式,可推导出如下关系式:

$$(p_{1b}-p_{1b})-(p_{1a}-p_{1a})=\gamma h_{ab}+\frac{(v_b^2-v_a^2)\gamma}{2g} \quad (1)$$

式中, h_{ab} 为水在过滤室从 a 流到 b 的压力降; v_b 、 v_a 分别为 b、a 两点处的水流速度。

过滤室内水流速度很小,一般小于 0.1 m/s,公式(1)的动压头项 $\frac{(v_b^2-v_a^2)\gamma}{2g}$ 相对压头降项 γh_{ab} 可忽略,则



附图 LLY 高效过滤器的过滤层态
I—过滤室 II—加压室

$$(p_{1b}-p_{1b})-(p_{1a}-p_{1a})\approx\gamma h_{ab}>0 \quad (2)$$

公式(2)表明,加压室对纤维的挤压力沿水流方向逐渐增大,这样在平衡时,沿水流方向纤维堆积密度逐渐增大,滤层孔隙直径和孔隙率逐渐减小,即形成变孔隙滤层,这正是深层过滤所需要的理想层态。

随着运行时间的延长,滤层截污量增加,孔隙率减小, h_{ab} 增大,由式(2)可知,加压室对纤维的挤压力 b 点较 a 点差距随之增大,由于加压室内水的体积一定,只能是加压室上部逐渐有所膨胀,下部逐渐有所收缩,整体滤层的压实程度不会变化。

3 过滤器效能比较

为了研究纤维过滤器与石英砂过滤器在综合过滤效率方面的差别以及差别程度,笔者曾在某厂化学水处理车间针对两台同样规格($\Phi 3\ 000\text{ mm}$)的 LLY 高效过滤器与石英砂过滤器进行了为期两个月的数据跟

附表 两种过滤器运行数据比较

取样 时间	浊度			压差(MPa)	
	滤前	滤后		纤维	石英砂
		纤维	石英砂		
18:00	9.09	0.07	0.13	0.02	0.02
22:00	9.09	0.03	1.06	0.02	0.03
2:00	10.32	0.04	2.34	0.02	0.06
6:00	16.06	0.08	3.97	0.03	0.04
10:00	5.55	-0.07	4.15	0.03	0.05
14:00	5.60	-0.08	4.86	0.03	0.07
18:00	5.97	0.01	5.33	0.02	0.07
22:00	7.47	0.13		0.02	
2:00	5.60	0.26		0.02	
6:00	4.10	0.03		0.01	
10:00	4.20	0.40		0.01	
14:00	4.20	0.58		0.01	
18:00	4.30	0.75		0.01	
0:00	13.30	1.21		0.02	

注:周期制水量石英砂过滤器为 1 560 m³, LLY 过滤器为 9 400 m³。

踪。附表摘自某一周期两台设备的运行数据。

为说明问题,本文引入了“过滤能力指数(filterability number)”这一概念,它能较好地反映综合过滤效率,其值越小,周期内过滤效能越高:

$$TN = \frac{H \cdot C_c}{C_i \cdot V \cdot T \cdot Q}$$

式中 H —过滤器水头损失,(m);

V —滤速(m/h);

T —过滤周期,(h);

C_c —出水浊度,(FTU);

C_i —进水浊度,(FTU);

Q —周期制水量,(m³)。

根据表中数据计算出平均浊度:

a. LLY 高效过滤器

$C_i = 7.49$ FTU; $C_c = 0.26$ FTU; $H = 2$ m; $Q = 9\ 400$ m³; $V = 25$ m/h; $T = 54$ h(以滤后水浊度不小于 1.0 FTU 为失效终点)。

$$\text{则 } FN_{LLY} = \frac{2 \times 0.26}{1.49 \times 25 \times 54 \times 9\ 400} = 5.0 \times 10^{-9}$$

b. 石英砂过滤器

$C_i = 7.49$ FTU; $C_c = 3.12$ FTU; $H = 4.9$ m; $Q = 1\ 560$ m³; $V = 10$ m/h; $T = 24$ h(以滤后水浊度不小于 5.0 FTU 为失效终点)。

$$\text{则 } FN_{\text{石英砂}} = \frac{4.9 \times 3.12}{7.49 \times 10 \times 24 \times 1\ 560} = 5.5 \times 10^{-6}$$

$$\text{可见 } \frac{FN_{\text{石英砂}}}{FN_{\text{纤维}}} = \frac{5.5 \times 10^{-6}}{5.0 \times 10^{-9}} = 1.1 \times 10^3$$

也就是说 LLY 高效过滤器的过滤能力指数是石英砂过滤器的 1100 倍。

4 小结

在我国,纤维过滤技术的出现尽管只有短短几年的历史,然而以其过滤效率高、速度快、截污容量大、阻力小等优点取得了令人耳目一新的处理效果。纤维过滤不仅在生活饮用水处理、纯水、超纯水制备、污水处理、循环水处理和污水深度处理等技术领域里有着广阔的应用前景,而且在电力、石油、化工、轻工、食品、造纸、煤炭等行业的固液分离、浓缩、净化等工艺过程中,也具有广泛的应用市场。

(收稿日期:1996-08-22)

我国电网规模进一步扩大

全国电网规模进一步扩大和加强,到 1995 年底,全国 35kV 及以上线路达到 566 707km,变电设备容量 628 210MVA,比 1987 年分别增长了 43.7%和 116%。其中 500kV 线路 13 052km,变电容量 45 070MVA,比 1987 年分别增长 191.5%和 236.5%。华北、东北、华东、华中和南方联营等 5 大跨省区电网装机容量都超过 25GW,其中华东电网装机容量达到 37.029GW,是全国最大的电网,广东、山东、江苏、四川、河北、辽宁、浙江、河南、湖北等省级电网都超过 10GW,而广东电网装机容量已达 22.7175GW,名列省级电网之首。现在大电网已覆盖全国的全部城市和大部分农村。随着电网规模的扩大和联系的增强,电网调度自动化系统的整体应用水平也有很大的提高。目前,全国 5 大跨省电网及省级调度自动化系统通过实用化验收的单位已达到 27 个,电力工业已经形成了一个完整的、初步现代化的工业体系。

(摘自《中国电力》1996 年 11 期)