

双阀滤池改造成高效滤池的体会

上海梅山矿业有限公司自备水厂是一座 70 年代初建成的中小型水厂，取水取自长江，水厂现有双阀滤池两座，其前身是两座水力悬浮澄清池，后因工艺调整改造成双阀滤池，采用石英砂滤料单层滤料，其设计滤水能力 $300\text{m}^3/\text{h}$ ，由于设计及施工上的原因，改造之后的双阀滤池没有达到水质指标及水量要求，尤其是这几年更为严重。根据生产工艺和水厂发展，需要提高水量和出水水质，同时减少用地，经过比较采用了双阀滤池改造成高效滤池的方案，改造的核心是采用 DA863 彗星式纤维滤料取代石英砂滤料，实现单座滤池设计产水能力为 $1000\text{m}^3/\text{h}$ ，滤后水浊度小于 1NTU ，改造工程于 2005 年 5 月底完成并投入运行。

1、高效滤池的处理工艺

1.1 采用 DA863 彗星式纤维滤料

彗星式纤维滤料是一种和传统石英砂滤料有着很大区别的过滤介质。它是国家 863 科技成果、国家火炬项目、国家重点推荐新产品，它具有高效、广域、变速、自适应等特点，与石英砂滤料相比还具有以下优点：

(1) 过滤精度比砂滤高，砂过滤精度不高于 $10\mu\text{m}$ ，而 DA863 彗星式纤维滤料可以高于 $5\mu\text{m}$ ，滤后水浊度小于 1NTU 。

(2) 传统石英砂滤料每 2~3 年需更换一次，而 DA863 彗星式纤维滤料使用寿命可达 10 年。

(3) 过滤速度快，可以达到 $20\sim 30\text{m}/\text{h}$ 。

1.2 采用气水联合反冲洗

本次改造工程采用了较为先进的气水反冲洗方式。

反冲洗气冲强度选取为 $25\text{L}/\text{s}\cdot\text{m}^2$ 。根据流量 $(Q)=\text{冲洗强度}(q)\times\text{过滤面积}(S)$ ，已知过滤面积为 41m^2 ，根据计算结果，配有流量 $(Q)=31.9\text{m}^3/\text{min}$ 、升压 $(\Delta P)=39.2\text{Kpa}$ 、功率为 37KW 的罗茨鼓风机 2 台，由于罗茨鼓风机故障率较低，结合企业特点，不考虑备用。

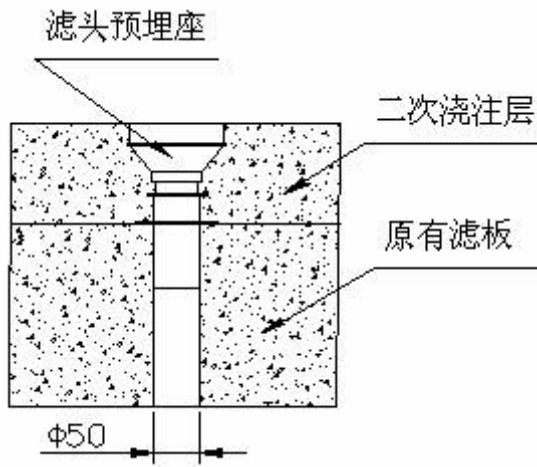
水冲强度取 $6.5\text{L}/\text{s}\cdot\text{m}^2$ ，根据公式流量 $(Q)=\text{冲洗强度}(q)\times\text{过滤面积}(S)$ ，已知过滤面积为 41m^2 ，通过计算得：水冲时流量为 $(Q)=16.0\text{m}^3/\text{min}$ ，水冲则没有配备反冲洗水泵，而是直接采用了沉淀水，利用水头高差作为动力进行反冲漂洗彗星式纤维滤料。水头高差 $h=1.5$ 米，而前端沉淀水处理水量恰好为 $1000\text{m}^3/\text{h}$ ，即 $16.7\text{m}^3/\text{min}$ ，刚好满足要求。

冲洗过程为：首先进行气冲，然后进行气水联合反冲，最后用水冲漂洗。

1.3 滤头的布置

配水布气系统采用小阻力配水布气系统，在滤板上均匀布置了 1500 个可调式长柄滤头，其滤杆可上下调节，范围在 $0\sim 5\text{mm}$ ，滤帽可更换不同缝隙面积的系列产品，从而可在同样的滤头配置下，调节开孔比。单个滤头缝隙总面积为 4cm^2 ，开孔比为 1.46% ，滤头缝宽选择 0.4mm 。从滤头的安装和滤池的实际运行效果分析来看，使用长柄可调式滤头还是成功的，

可调式长柄滤头安装在原有承托石英砂的滤板上，若要将原有滤板废除，重新制作滤板难度很大，故采用了钻孔二次浇注的方法来安装滤头。滤板二次浇注的水平误差 $\leq \pm 20\text{mm}$ ，通过灌水调试，使可调式滤头安装保证同一水平面误差 $\leq \pm 2\text{mm}$ ，从而简化了施工工艺，长柄滤头预埋座安装简图如下：



1.4 高效稀土瓷砂滤料的使用

在滤头所在的滤板上均匀地铺设了高效稀土瓷砂滤料，高效稀土瓷砂滤料实际是采用优质高岭土、粘结剂、成孔剂、稀土抗蚀剂，经高温烧制成外观白色，质地坚硬，表面光洁，颗粒均匀，微孔发达，孔隙率大，圆度饱满的新型滤料。改造中选用粒径为 $4\sim 8\text{mm}$ ，厚度为 150mm ，在其上面再均匀铺设彗星式纤维滤料，铺设高效稀土瓷砂滤料的作用有三：

- (1) 起到承托作用，取代厂家推荐的 PP 滤网板，防止彗星式纤维滤料的纤维部分堵塞滤头，减少施工难度。
- (2) 加强对彗星式纤维滤料的反冲洗效果，反冲洗时，彗星式纤维滤料与瓷砂滤料相互撞击，彗星式纤维滤料更易于膨胀，以此来增强反冲洗效果。
- (3) 高效稀土瓷砂滤料作为一种固体颗粒滤料，在过滤中还会起石英砂的作用，去除水中的铁、锰和一些有机污染物。

1.5 高效滤池的工艺操作过程

工艺操作分为“自动”控制和“手动”控制两种，整个滤池运行循环过程为：

“初滤”——“过滤”——“气冲”——“气水联合冲”——“水冲”——转回“初滤”

“自动”控制时，按照预先设定好的程序（人为设定各过程的时间）进行自动运行，整个过程不需要人为干预。其中反冲洗的控制信号为过滤时间和水头损失两个参量。

2、主要设施与设备

2.1 配套管路和阀门

由于改造之后的滤池的处理水量是原来的 3 倍多，故按照流量要求对原来滤池管路需重新布置，原来的 DN300 的进水管和 DN300 的出水管已经不能够使用，DN500 排污管可以利用，改造之后重新铺设的管路和阀门详见下表：

管路名称	进水管	出水管	排污管	初滤水管	反冲洗进水控制管	进风管	管径	DN700	DN700	DN500
	DN500	DN500	DN300	附属阀门	DN700 气动蝶阀	DN700 气动蝶阀	DN500 气动蝶阀	DN500 气动蝶阀	DN500 气动蝶阀	DN500 气动蝶阀
										DN500 气动蝶阀

2.2 风机房

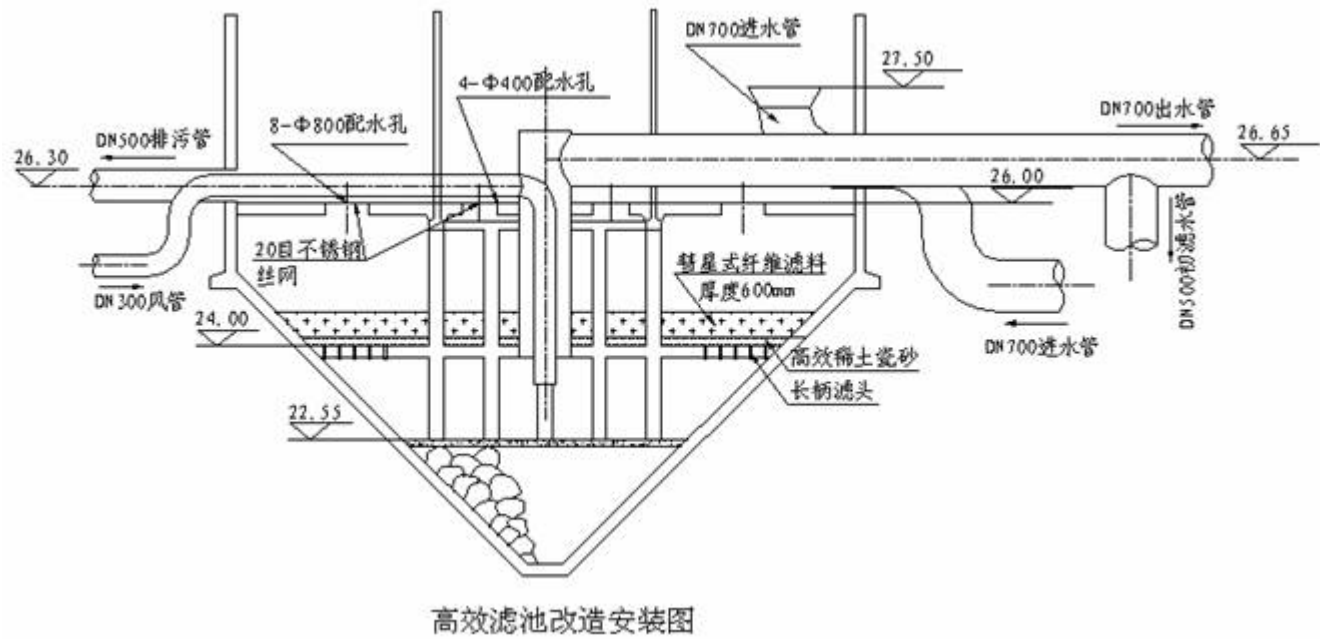
风机房内安装 2 台罗茨鼓风机，单台风机功率 37KW，1 用 1 备，单台风机出风管为 DN150，各安装 DN150 止回阀和柔性接头 1 只，两路 DN150 出风管在进入池内前合并成一根 DN300 总进风管，风机出风管最高点高于滤池正常过滤时水面高度，防止池内的水倒流入风机内，可免设总阀。为减少挖方，总进风管从总出水管中心到达池底。

0.3 PLC 柜和低压启动柜

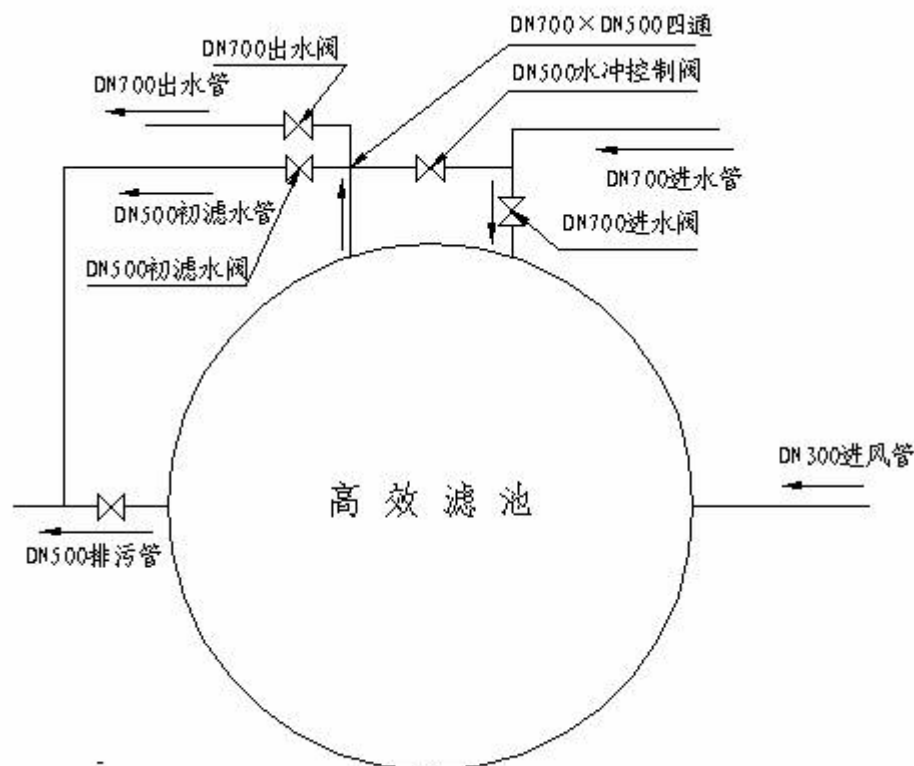
整个控制系统包括低压启动柜和 PLC 柜两部分，低压启动柜负责对两台风机的本地控制，采用 Y-Δ 启动方式。PLC 柜配有德国西门子 S7-200 可编程控制器，保证工作可靠，负责采集所有阀门的运行状态、风机状态、滤池运行状态等信息，并且根据预先设定好的程序进行自动控制或手动控制，操作面板采用了 E-VIEW MT506L 触摸屏，实现操作直观、简捷。

3、改造安装图

3.1 滤池内部改造安装图



3.1 滤池外部管路敷设安装示意图



高效滤池配套管路（池外部分）安装示意图

4 工艺调试与运行

双阀滤池改造成高效滤池建设工程的调试工作于 2005 年 5 月中旬开始, 6 月上旬完成调试进入正常运行。

4.1 处理水量与水质

经过消毒及三次反洗后, 初次过滤的高效滤池的处理水量达到了 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 以上, 滤后水的水质, 测得滤后水浊度在 1NTU 以下。因为前端沉淀池的处理水量正常负荷在 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 左右, 而从实际的运行情况来看, 高效滤池的处理水量能够达到 $1200\text{m}^3/\text{h}$ (有效过滤面积为 41m^2 , 经计算可知纤维滤料的滤速可以达到 $25\text{m}/\text{h}$, 最大可以达到 $30\text{m}/\text{h}$)。

4.2 滤池运行的各过程时间的控制和反冲洗耗水量

从运行的情况来看, 沉淀池出水浊度在 $4\sim 8\text{NTU}$ 的情况下, 根据运行调试的各项数据分析来看, 采用以下一组控制时间对滤池而言是最为经济实用的, 同时反冲洗效果是最好的。

沉淀水浊度在 $4\sim 8\text{NTU}$ 时高效滤池最佳控制时间

项目	初滤	过滤	气冲	气水冲	水冲	时间
	7~8 分钟	10~12 小时	6~7 分钟	8~9 分钟	6~7 分钟	

对比分析, 初滤时间比其他高效滤池初滤时间长, 一般高效滤池的初滤时间控制在 3 分钟左右, 而本次改造后的高效滤池的初滤时间一般为 7~8 分钟, 原因是没有像其他高效滤池反冲洗采用滤后水做为反冲

洗动力水，而是采用沉淀水作为反冲洗水，由于挖深过大未设放空管，作为反冲洗过后的滤池内会存有一部分沉淀水，从运行情况来分析，3 分钟时间是排不掉滤池内部的沉淀水的，考虑到稀释过程，初滤时间控制在 7~8 分钟是最佳的。之所以是采用沉淀水，一是考虑到现场反冲洗水泵安装空间条件所限，及增加设备带来的后续检修维护等问题，二是作为研究小试，从反冲洗后的纤维滤料的洁净程度来看，使用沉淀水进行反冲洗还是成功的。但以后还是应该采用滤后水反洗。

在沉淀水浊度在 4~8NTU 时高效滤池的反冲洗耗水量为：

耗水量=水冲流量×冲洗时间=水冲强度×(气水冲时间+水冲时间)

=16.0m³/min×15min=240m³。

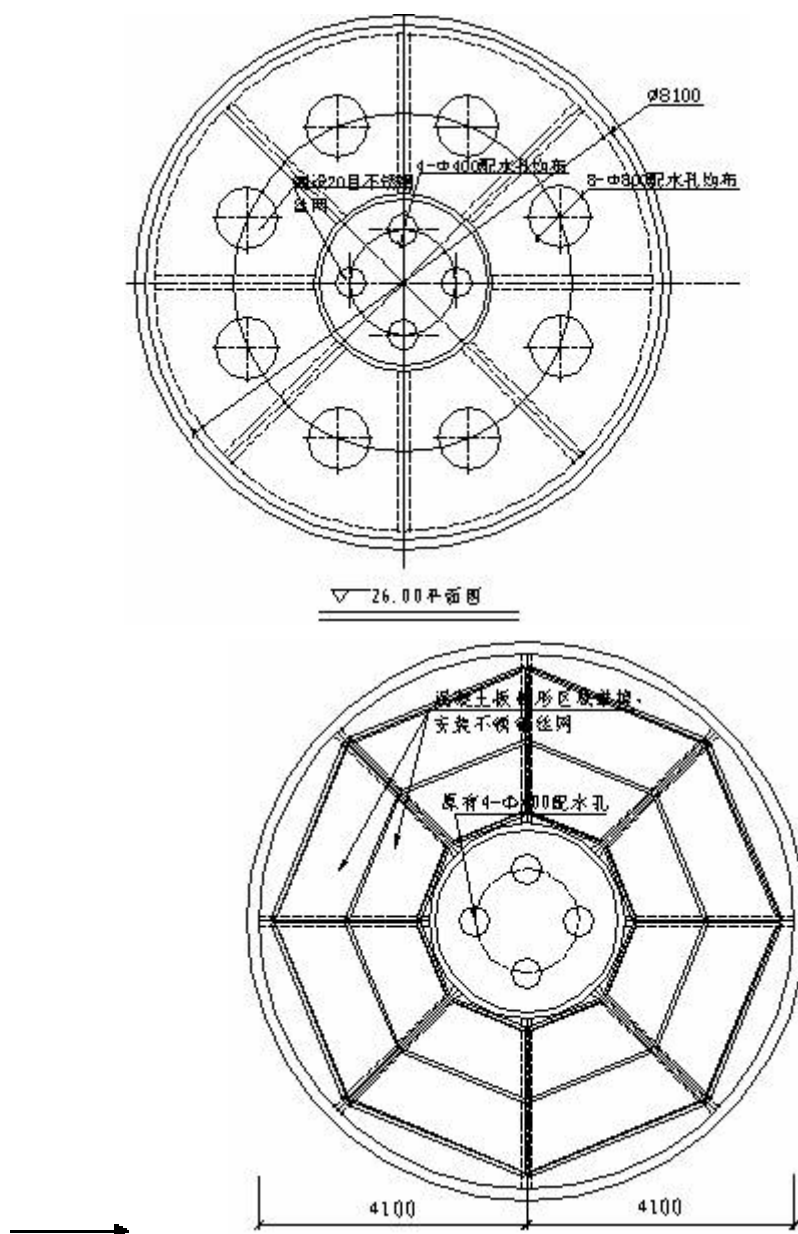
5 存在的工艺问题及改进措施

5.1 正常过滤之后的滤料不均匀问题

结合改造安装图，可以知道，在标高 26.0 的位置处是一层原滤池的结构板，这次改造考虑到结构的原因并没有对这层板进行完全拆除，而是在这层板上打了 12 个孔，其中 8 个 DN800 孔环形均布，4 个 DN400 孔环形均布。12 个圆形孔上面铺设 20 目不锈钢丝网，作用是防止反冲洗时滤料流失，进水没有单独配备配水机构，而是将这 12 个孔做为配水孔，由于高效滤

池的过滤速度很快，对滤料的冲击较大，特别是在反冲洗过后，初滤阶段开始的时候，由于进水管和带有 12 个配水孔的结构板有 1.5 米的高差，故对 12 个配水孔位置处的下方滤料的冲击很大，故而造成了滤料不均匀的情况出现。

改进措施：重新制作配水系统，保留原 12 个配水孔所在结构板的 8 根辐射状结构梁，其余结构板全部打掉，在梁上重新铺设 20 目不锈钢丝网，即将原来的配水过水面积增加到最大。如图



5.2 反冲洗后的污水不能完全排掉的问题

由于反冲洗时的 12 个进水配水孔做为反冲洗污水出水孔，飘浮的滤料积聚在孔口，导致了在有限的时间内，不能完全排出反冲洗产生的污水，初滤时间长。主要原因在于 12 个排污出水孔的面积不够大，反冲洗过后的滤料本身已经清洗干净，但是池内还留有 100 余立方米的反洗水，浊度较高。

改进措施：增加污水出水面积。实际上 5.1 中的解决进水配水不均的问题的同时也解决了这个问题。

5.3 气冲和气水冲时滤料运动不平稳的问题

反冲洗时造成了 12 个排污孔处的承受的冲击很大，而且由于总共 12 个排污孔总截面积不够，使得气冲和气水冲时滤料在动力风的作用下优先往 12 个排污孔处运动，由于滤料在 12 个排污孔处出现了“堆积”现象，在大风量的气冲和气水冲阶段造成了类似脉冲一样的冲击。导致了滤料运动不平稳。

改进措施：增加排污总出水出气面积。同 5.1。

6 结语

上海梅山矿业有限公司自备水厂的双阀滤池改造成高效滤池建设工程自 2005 年 6 月投入运行至今已经有 3 个多月的时间，水量达到了预期的设计能力 $1000\text{m}^3/\text{h}$ ，滤后水的浊度达到了 1NTU 以下，其余各项指标均达到了国家的要求，同时采用高效稀土瓷砂滤料做为承托层，也作了有益的尝试。采用 DA863 彗星式纤维滤料的高效滤池在双阀滤池的改造上达到了预期的目标。

参考文献

- [1] 阎冰，王夏，李振瑜．彗星核式滤料过滤器性能曲线．给水排水，2003．5：73～76
- [2] 游文书，杨日光．纤维束滤料在给水处理中的生产试验．给水排水，2001，2：27～30
- [3] 严煦世，范瑾初．《给水工程》（第四版）．中国建筑工业出版社，1999
- [4] 潘建仲，刘绪宗，于超英．均质滤床气水反冲洗工艺参数优选．中国给水排水，2002．8：62～63．