

均质滤床气水反冲洗工艺参数优选

潘建仲¹, 刘绪宗², 于超英², 朱月海³, 朱凤慧⁴, 韩永福⁵

(1. 江苏淮安市建设局, 江苏 淮安 223002; 2. 中国市政工程华北设计研究院, 天津 300074; 3. 同济大学 环境科学与工程学院, 上海 200092; 4. 山西省第二建筑设计院, 山西 长治 046000; 5. 山西省长治市供水总公司, 山西 长治 046000)

摘要: 结合三段式气水联合反冲洗的机理和特性, 介绍了为实现高效均质过滤而进行的均质滤床气水联合反冲洗试验及气水同时冲洗强度和单水漂洗强度的优选方法。

关键词: 均质滤床; 气水反冲洗; 工艺参数优选

中图分类号: TU991.24 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-460X(2002)08-0062-02

Fair 等人在研究常规水冲洗法时认为滤料颗粒之间的擦洗很重要, 并且在滤床刚开始被托起阶段滤料颗粒之间碰撞摩擦几率最大, 当膨胀率再增大时碰撞次数反而减少。在此基础上提出了最佳反冲洗强度公式^[1], 据此式计算, 粒径为 0.6~0.8 mm 和 0.8~1.0 mm 的两组石英砂滤料在 20℃ 时的最佳反冲洗强度分别为 12、15 L/(m²·s), 此值比 Camp 等人提出的以水流剪力为主要作用因素的理论计算值要小得多, 而与实际工程中的使用值相比则略为偏小。

由于气流的湍动和涡旋卷带作用, 气水同时反冲洗对滤料的搅动比单水冲洗要剧烈得多, 在水流速度较低、滤床还没有显著膨胀之前即可形成全床的脉动和液化, 使滤料翻卷、迁移而进行有效清洗。因此, Fair 的最佳冲洗强度对气水同时冲洗来说显然偏大, 而且因气水同时冲洗时流态复杂而难以寻求理想的数学模型, 所以要得到滤池的最佳气水冲洗工艺参数则必须针对不同滤料进行气水冲洗试验研究。

1 工艺参数优选

所谓气水联合反冲洗是三段式冲洗方法, 即首先空气预冲洗, 然后气水同时反冲洗, 再单水漂洗。它应满足基本要求: ①将吸附于滤料颗粒上的污物剥落并漂洗滤床, 以使清洗过的滤床过滤时的初始水头与新滤池相同; ②使滤床中滤料充分混合, 无分级, 全床均质化; ③使滤床实现均质滤池特有的膨胀过滤^[2]; ④反冲洗水量少, 滤料流失量少, 能耗低; ⑤

承托层不能受扰动。

要达到上述要求, 二段的气水同时冲洗和三段的单水漂洗强度的取值非常重要, 强度偏小滤床清洗不干净, 难以形成高效膨胀过滤, 强度偏大则不仅导致滤料流失严重、能耗大、易造成承托层扰动, 而且使滤床出现水力分级, 从而破坏均质过滤特性。

1.1 气水同时冲洗强度

空气预冲洗将表面板结层打碎后再进行气水同时冲洗, 当滤床达基本膨胀点时全床呈现脉冲式湍动, 滤料开始全床循环迁移, 这是使滤床得到彻底清洗的前提, 也是水流剪力和碰撞摩擦作用充分发挥的开始。当滤床达基本流化点时滤床开始膨胀, 此时不仅全床滤料脉冲式湍动幅度加大, 而且循环迁移速度加快, 滤床到达流化点正是擦洗作用最佳阶段, 同时由于水冲洗强度较低而使滤床基本处于稳定膨胀状态(膨胀率≤10%)并充分发挥了水流剪切作用。

对粒径为 0.6~0.8 mm、0.8~1.0 mm 的两组均质石英砂滤料进行了气水同时反冲洗强度试验, 其脉动和液化试验结果见图 1。

从图 1 可见, 每组滤料均存在全床脉动线和全床液化线, 而试验中所选定的气水同时反冲洗强度范围应位于脉动线之右并紧邻脉动线, 同时液化线应贯穿该区域。否则, 如位于脉动线之左则强度不够, 滤床不能得到很好清洗, 如超出液化线则强度偏

大 得出的最佳冲洗参数组合不当会造成浪费并对承托层稳定性构成威胁。故在全床脉动线与稳定膨胀线(膨胀率为 10%)限度内,气水同时冲洗强度取值范围可以有多种组合。

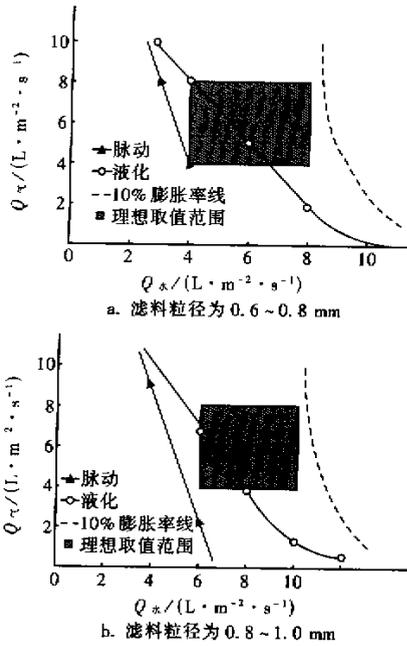


图 1 气水同时反冲洗时的滤床脉动和液化曲线

经单项试验后确定的理想取值范围:对于粒径为 0.6~0.8 mm 的滤料,同时气冲洗强度为 4~8 L/(m²·s),同时水冲洗强度为 4~8 L/(m²·s);对于粒径为 0.8~1.0 mm 的滤料,同时气冲洗强度为 4~8 L/(m²·s),同时水冲洗强度为 6~10 L/(m²·s)。

1.2 单水漂洗强度优选

在气水联合反冲洗中第三段单水漂洗目的是将前两段剥落下来的污物从滤床中漂洗出去,因此不需要使滤床过分膨胀、流化,同时又要使滤床达到稳定膨胀,以便排残残余气泡形成均质膨胀过滤,但膨胀率又不宜超过 10%,否则又将导致滤床级化,破坏均质过滤特性。

日本水道协会推荐的计算砂滤料的单水漂洗强度和膨胀率的公式为:

$$V = 0.139 d_s^{3/2} \cdot (1 + 0.06e_s)(9t + 310) \cdot c_s^{2/3} \quad (1)$$

式中 V ——反冲洗速度 cm/min
 d_s ——砂的有效粒径 mm
 c_s ——砂的均匀系数

e_s ——砂的膨胀率, %
 t ——水温, °C

在单水漂洗试验中,以从滤床流化到 10% 的膨胀率这一稳定膨胀段的水强度作为进一步寻求气水联合反冲洗最佳参数组合的试验范围(试验结果见图 2)。图 2 中的虚线分别为两组滤床达 10% 膨胀率时的膨胀高度和单水冲洗强度(滤料粒径为 0.6~0.8 mm,滤床厚为 70 cm;滤料粒径为 0.8~1.0 mm,滤床厚为 86 cm)。

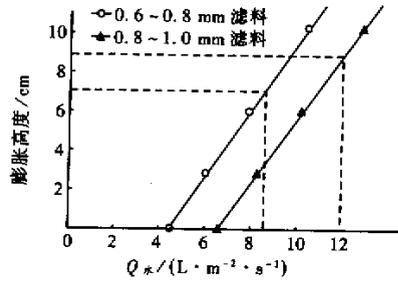


图 2 单水反冲洗强度与膨胀高度的关系 (T = 20 °C)

试验中达到相应膨胀率时所需反冲洗强度略高于式(1)的计算值。控制滤床从流化到膨胀率 10% 的单水漂洗强度取值范围:对粒径为 0.6~0.8 mm 的滤料为 4.4~8.6 L/(m²·s),对粒径为 0.8~1.00 mm 的滤料为 6.3~11.0 L/(m²·s)。

2 结论

在试验基础上,综合考虑滤床冲洗时的清洁度、膨胀率、砂流失量、耗水量等诸因素而优选出的节能又有效的气水同时冲洗强度和单水漂洗强度范围:对于粒径为 0.6~0.8 mm 的滤料,同时水冲洗强度为 4~8 L/(m²·s),相应的同时气冲洗强度为 4~8 L/(m²·s),单水漂洗强度为 4~8 L/(m²·s);对于粒径为 0.8~1.0 mm 的滤料,同时水冲洗强度为 6~10 L/(m²·s),相应的同时气冲洗强度为 4~8 L/(m²·s),单水漂洗强度为 6~10 L/(m²·s)。

参考文献:

[1] Fair. Water supply and wastewater disposal[M]. New York: JohnWiley and sons, Inc, 1956.
 [2] 潘轶雄,朱月海.气水反冲洗均质过滤特性研究[J].给水排水,1996,22(1):5-9.

电话 (0517) 5237011
 收稿日期 2001-11-20