



山东省泰和水处理有限公司

<http://www.thwater.com>

您现在的位置是: 首页 >> 技术专栏 >> 技术文章

常规混凝沉淀给水处理工艺的强化

王鹤立 肖树宏 赫俊国 徐立群

提要:通过机理分析和工程实例总结,介绍了强化常规混凝沉淀工艺的"涡旋混凝低脉动沉淀给水处理技术"。

关键词 给水常规处理 强化 涡旋混凝 低脉动沉淀 除浊

1 强化常规处理工艺的必要性及对策

1.1 强化常规处理工艺的必要性

水资源匮乏、分布不均,原水污染严重,构成了我国给水处理的基本背景。据统计[1],全国600多座城市中,有300多座城市缺水,108座城市严重缺水,日均缺水1600万m³;按建设部计划[2],“八五”期间平均每年供水量将递增515万m³/d,“九五”规划平均每年将递增710万m³/d。大规模地新建水厂投资巨大、周期较长、负担沉重,因而如何强化现有处理工艺,充分发挥已有资源、设施的潜力是一个重要课题。

与此同时,有限的水资源还不断受到水质恶化及水生态系统被破坏的严重威胁,因城市污水排放而污染的水源已占我国水资源总量的8.5%~11.1%,已有1/3的河段,90%的城市水域受到污染[1]。因而,很多现有工艺需加强完善,以适应原水水质的变化。

另外,随着工业的进步和人民生活水平的提高,对水质的要求也越来越高。《城市供水行业2000年技术进步发展规划》要求一类水司执行88项指标[2],浊度指标值为1NTU;二类水司执行51项指标,浊度指标值为2NTU。现有大多数水厂工艺参数不是按照此要求设计的,因而有必要采取强化措施,以达到国家标准。

针对上述状况,我国水厂建设一般向以下几个方面发展:①长距离引水、多点输配;②合理使用高效药剂;③水厂自动化、管理的最优化;④常规处理基础上增加预处理及深度处理;⑤加强常规处理。

结合当前我国经济实力,要求普遍增加深度处理是不现实的,还是应该在常规处理上多想点办法,某水司的生产试验表明[3]:①水中浊度与有机物关系十分密切。将水中浊度降低至0.5NTU,则有机物可减少80%;②加强常规处理,降低出水浊度,改进加氯点及加氯量,不仅有效地将出厂水中挥发性有机物降低50%,对半挥发性有机物也能降低30%~70%,卫生毒理学方面Ames试验致突变活性下降42%~47%,致温血动物细胞染色体畸变活性下降27%~40%。

上述结果说明[3],为降低有机物减少其危害,当前采取加强常规处理的对策,既是有效的也是现实的。

1.2 强化常规处理工艺的对策

"涡旋混凝低脉动沉淀给水处理技术",是常规处理工艺的强化技术之一。工程实践证明:此项技术用于新建水厂,构筑物基建投资可节省20%~30%;用于旧水厂技术改造,可使处理水量增加75%~100%,而其改造投资仅为与净增水量同等规模新建水厂投资的30%~50%。采用此项技术可使沉淀池出水浊度低于3NTU,滤后水接近ONTU,可节省滤池反冲洗水量50%,节省药剂投加量20%~30%,大大降低了运行费用和制水成本。

2 "涡旋混凝低脉动沉淀给水处理技术"的机理

"涡旋混凝低脉动沉淀给水处理技术"涉及了给水处理中混合、絮凝、沉淀三大主要工艺环节。

2.1 对混合工艺的强化

从理论上指出传统意义上的宏观扩散应分为宏观扩散与亚微观扩散两个不同的物理过程[4],而在水处理反应中亚微观扩散是起决定性作用的动力学因素。亚微观扩散究其实质是层流扩散,其扩散规律与用Fick定律描写的宏观扩散规律完全不同,在湍动水流中亚微观传质主要是由惯性效应导致的物质迁移造成的,特别是湍流微涡旋的离心惯性效应。

根据这一理论发明的管式微涡初级混凝设备和立管串联式初级混凝设备,就是利用高比例高强度微涡旋的离心惯性效应来克服亚微观传质阻力,增加亚微观传质速率,可在很短的时间内实现药剂的充分扩散,使混凝剂水解产物迅速到达水体每一细部而得以充分的利用。生产使用证明,这两种设备效率高、占地少、效果好,混合时间仅为3s~30s,不仅比传统的静态混合器大幅度提高处理能力,而且一般较传统工艺节省药剂投加量20%~30%。

2.2 对絮凝工艺的强化

在理论上从湍流微结构的尺度即亚微观尺度对混凝的动力学问题进行了深入的研究,提出絮凝的动力学致因是"惯性效应"[4],湍流剪切力是絮凝反应中决定性的动力学因素,并由此建立了絮凝的动力学相似准则。

根据这一理论发明了小孔眼网格絮凝设备。在絮凝反应池中增设小孔眼网格之后有如下作用:(1)水流通过网格的区段是速度激烈变化的区段,也是惯性效应最强、颗粒碰撞几率最高的区段;(2)小孔眼网格之后湍流的涡旋尺度大幅度减小,微涡旋比例增强,涡旋的离心惯性效应增加,有效地增加了颗粒碰撞次数;(3)由于过网水流的惯性作用,矾花产生强烈的变形,使矾花中吸附能级低的部分,由于其变形揉动作用达到高吸附能级,这样就使得通过网格之后矾花变得更密实;(4)可以通过在水流通道中科学地布设小孔眼网格,控制湍流剪切梯度,使其通过合理的有效碰撞,形成均匀密实、易于沉淀的矾花。

因为大幅度地提高了反应效率,絮凝时间可缩短至5min~10min。

2.3 对沉淀工艺的强化

沉淀设备是水处理工艺中泥水分离的重要环节,其运行状况直接影响出水水质。传统的平流沉淀池优点是构造简单易操作,工作比较安全可靠,因此要求的运行管理水平较低;缺点是占地面积大,处理效率低,要想降低滤前水的浊度就要较大地增加沉淀池的长度。浅池理论的出现使沉淀技术有了长足的进步。70年代以后,我国各地水厂普遍使用了斜管沉淀池,沉淀效率得到了大幅度提高。但经过几十年应用,其可靠性远不如平流池。这主要是斜管沉淀设备自身结构的不合理性造成的。

传统沉淀理论认为斜板、斜管沉淀池中水流处于层流状态。其实不然,实际上在斜管沉淀池中水流是有脉动的[4],这是因为当斜管中大的矾花颗粒在沉淀中与水产生相对运动,会在矾花颗粒后面产生小旋涡,这些旋涡的产生与运动造成了水流的脉动。这些脉动对于大的矾花颗粒的沉淀没有什么影响,对于反应不完全小颗粒的沉淀起到顶托作用,故此也就影响了出水水质。

为了克服这一现象,抑制水流的脉动,而发明了小间距斜板沉淀设备。这一设备还有下面一些优点:(1)沉淀面积与排泥面积相等,消除了侧向约束。对普通斜管来说排泥面积只占其沉淀面积的一半,在特殊时期如高浊期、低温低浊期或加药失误时期污泥沉降性能、特别是排泥性能明显变坏,在

斜管排泥面的边缘处由沉积数量与斜面上滑落下来的污泥数量大于排走的数量，造成了污泥的堆积。一旦在斜管的角落处产生污泥的堆积，既使过水断面减少，上升流速增加，增加了污泥下滑的顶托力，又进一步增加污泥堆积，产生了污泥堆积的恶性循环。这种作用开始时由于斜管上升流速的增加，沉淀效果变坏，沉后水浊度增高，当污泥堆积到一定程度时，由于上升流速的提高，可以把已积沉在斜管上的污泥卷起，使水质严重恶化。正是这一原因才使得南方很多地区又由斜管沉淀池改为平流沉淀池。而小间距斜板沉淀池其总排泥面积是普通斜管的4倍多，单位面积排泥负荷尚不到斜管的1/4，故在任何时期排泥均无障碍；(2)由于间距明显减少，矾花沉淀距离也明显变短，使更多小颗粒可以沉淀下来，而小矾花是否沉淀下来是决定沉淀池最终出水水质的关键因素；(3)由于间距减少，水力阻力增大，使之成为水流在沉淀池中水力阻力的主要部分，这样可使沉淀池中流量分布更均匀，基本消除了池头池尾的差别，与斜管相比明显地改善了沉淀条件。

生产使用证明，小间距斜板沉淀池上升流速按3.0mm/s~3.5mm/s设计时尚有很大潜力，因此占地面积大幅度减少而抗冲击负荷较强，沉淀池出水水质稳定，沉后水浊度一般不超过3NTU，滤后水浊度接近0NTU。

2.4 对过滤工艺的强化

传统给水处理工艺一般沉后水浊度较高，所以滤池负担较重，水质较难保障，反洗水消耗浪费较大。而“涡旋混凝低脉动沉淀给水处理技术”把浊度解决在滤前，滤池只用来把关，因此滤池的滤速可得到较大提高，而反冲洗水量则可节省50%以上。

3 工程实践

“涡旋混凝低脉动沉淀给水处理技术”在秦皇岛、大庆、抚顺、宾县等地进行了应用实践。

3.1 秦皇岛市海港水厂改造工程

秦皇岛市海港水厂原回转反应、斜管沉淀池设计能力5万m³/d，但由于设计参数选用过高，实际净水能力还不到2.5万m³/d，为解决城市缺水状况，要求水量提高到10万m³/d，并改善水质。

采用以下方案改造：(1)在絮凝池前端增设立管串联式初级混凝设备，取代原管式静态混合器，混合时间30s；(2)采取隔板式反应池取代原回转反应池，廊道中垂直布置小孔眼网格，反应时间7min较原工艺缩短了13min，因而可节省一些面积给沉淀池；(3)用小间距斜板取代斜管，沉淀池上升流速3.5mm/s。

1996年1月至7月，对原工艺进行了改造。在原构筑物容积不变的情况下，使反应效率大幅度提高，处理水量提高到10万m³/d，且沉后水浊度可保持在3NTU以下。与新建水厂比较，基建投资节省几千万元。实际运行2年表明：新工艺在水质水量稳定的同时，药剂投加量节省30%；滤池反冲洗水量改造前约4000m³/d，改造后降到仅1000m³/d。

3.2 抚顺市东州水厂扩建工程

东州水厂设计能力为2万m³/d，原处理工艺流程为：原水→一级泵站→虹吸滤池→清水池→管网。该水厂原水取自大伙房水库，1994年以前水质浊度常年在20NTU以内，因此一直未建滤前处理设施。1995年“七·二九”特大洪水之后，水库水质发生显著变化，该水厂持续几个月出水水质不达标，对此用户反映极为强烈，因此公司决定完善处理工艺，增加反应沉淀工艺。

东州净水厂反应沉淀池扩建工程于1996年5月开始施工，7月27日竣工。混合采用管式微涡初级混凝设备，混合时间3s；反应采用小孔眼网格絮凝设备，反应时间为10min；沉淀池采用小间距斜板，上升流速2.5mm/s。7月28日，突降暴雨，原水浊度达500NTU以上，该设备在此情况下开始启动，经2h调试运行以后，沉后水浊度达到3NTU以下，确保了水厂的正常运行。

从2年多的运行情况来看，该项技术有以下优点：

(1)经济效益显著。由于反应时间短，沉淀池上升流速高，大大节省了反应沉淀池面积，从而节省基建投资达30%以上；

(2)处理水质好，沉后水浊度可稳定在3NTU以下；

(3)启动方便，抗冲击负荷强，运行操作简单；

(4)日常运行费用低，由于采用了管式微涡初级混合设备，节省投药量30%左右，同时由于沉后水水质好，节约了反冲洗水量，延长了滤料的更换周期。

3.3 大庆市中引水厂改造工程

大庆中引水厂25万m³/d一期工程采用比较成熟的传统工艺设计，即静态混合器-普通网格反应池-三层侧向流斜板。平时运行效果基本满足水质要求。在低温低浊时处理能力可达20万m³/d左右，但在春季开湖时出现少见的低温高浊水质现象，且pH高达8.9以上。传统处理技术无法处理这种恶劣水质，仅能处理不到12万m³/d的水量，严重影响生产和生活用水。

1997年9月始，对原工艺进行了改造：用管式微涡初级混凝设备取代原静态混合器；在孔室反应池中拆除原普通网格，重新计算并布设小孔眼网格；拆除沉淀池中三层侧向流斜板，换以逆向流小间距斜板；为使过渡段布水均匀，采用了“网格过渡段”及“同程同阻尾端集水技术”，实现了短边布水，且省去表面集水槽。

改造后，不但使处理能力达到了设计要求，而且明显改善了水质，取得了令人满意的效果。故中引水厂二期25万m³/d新建工程亦已采用这项技术设计施工。

3.4 宾县水厂新建工程

宾县自来水公司新建2万m³/d水厂采用“涡旋混凝低脉动沉淀给水处理技术”设计。1994年8月竣工通水，已安全运行4年多，取得了令人满意的效果：

(1)总基建投资节省约100万元。(2)两个1万m³系列，其混合、絮凝部分同样采用新技术，而沉淀池内一套安装小间距斜板沉淀设备，另一套安装传统的普通斜管沉淀设备。运行中，小间距斜板沉淀池出水始终保持在3NTU以下，而普通斜管沉淀池出水始终在5NTU以上，反差鲜明。(3)经长期运行统计计算，采用新技术投药量还可节省30%，且节省滤池反冲洗水量，使制水成本大幅度降低。

4 结论

总之，这项新技术具有投资省、占地少，处理效率高、水质好，工期短、见效快，制水成本低、适应广泛等特点，不仅对低温低浊、汛期高浊水处理效果好，同时对其它特殊原水也具有较好的处理效果。

参考文献 1 龙腾锐，等.水科学工程学科的出现是社会发展的必然结果.给水排水，1998，24

(4)

2 汪光焘，等.城市供水行业2000年技术进步发展规划.北京：中国建筑工业出版社，1993

3 沈大年.中国城市供水中有关系取水处理概况.中国给水排水，1998，14(3)

4 王绍文.惯性效应在混凝中的动力学作用.中国给水排水，1998，14(2)

○作者通讯处：王鹤立 赫俊国 徐立群

150008 哈尔滨建筑大学多相工艺研究中心 电话：(0451)6282109

肖树宏 130041长春市大经路67号长春市自来水公司

【关闭窗口】

版权说明：本站部分文章来自互联网，如有侵权，请与信息处联系



豫ICP备05007743号