

# 无过滤强化混凝技术 在农村分散供水中的应用

孙长贵<sup>1</sup>, 孙晓云<sup>1</sup>, 鄂学礼<sup>2</sup>

(1.北京太阳河环境技术有限公司, 100096, 北京; 2.中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所, 100050, 北京)

**摘要:**无过滤强化混凝技术是建立在循环混凝技术、滴加药/气技术和表面重复絮凝技术基础上的一种间歇式水处理净化技术, 辅以紫外线杀菌技术和现代电子控制技术, 实现了对原水适应性强、设备小型化、运行低成本化、处理工艺方便可调等优点。这种新技术对研发新农村建设中所需的农村家用自来水处理设备、小型救灾应急水处理设备具有重要的现实意义。

**关键词:**混凝技术; 净化; 分散供水; 应用

**Application of non-filter enhanced concrete technology in the rural dispersal water supply**//Sun Changgui, Sun Xiaoyun, E Xueli

**Abstract:** Non-filter enhanced concrete technology is a intermittent water treatment technology, based on cycle concrete technology, dropping drug / gas technology and surface repeat flocculation technology. In addition to UV disinfection technology and modern electronic control technology, it achieves the advantage of strange adaptive, small size, low cost operations, convenience for treatment. This technology has realistic mean for the rural tap water treatment equipment and small sized emergency water treatment equipment in the new rural construction.

**Key words:** concrete technology; purify; dispersal water supply; application

中图分类号: TQ028+S27

文献标识码: A

文章编号: 1000-1123(2010)19-0055-02

混凝技术是水处理中广泛使用的一项技术, 原水普适性强, 能去除水中的绝大多数颗粒。以混凝为基础形成的常规水处理技术为混凝—沉淀—过滤—杀菌, 其典型的水处理设备是涡流絮凝池。这种混凝方式和高负荷的过滤, 使得净水设备体积大, 重量大, 动力高, 成本高, 维护困难, 并且对原水有一定的局限性。

无过滤强化混凝技术对传统的混凝技术作了较大的改进和提高, 不仅较大地改善了出水水质, 而且较大地拓展了原水的适应性和针对性, 为以天然水为原水的净水设备的广谱化、小型化、可控化、低成本化开辟了途径。

## 一、混凝技术介绍

### 1. 循环混凝技术

混凝过程一般包括加药—混合—絮凝 3 个阶段。循环混凝技术是将絮凝再分为初絮凝和终絮凝两个阶段。在初絮凝阶段, 一部分大的颗粒在絮凝剂的作用下会迅速长大而沉淀; 但大部分絮核经过短时间的絮凝长大, 还没有达到可以沉淀的程度。循环混凝技术是将达到初絮凝阶

段的水再次加药—混合—初絮凝, 并循环多次(见图 1)。根据絮花成长规律, 絮花在初始阶段成长很慢, 但到了一定时期则会快速成长。根据分形理论和絮体的破碎试验, 只要将混合时间和强度控制在一定条件下, 多次短时间(10 秒左右)的高速混合并不会显著增加初絮凝体的分形维数, 破碎重组后的絮体尺寸也能恢复到初次絮凝尺寸的 80% 以上。因此, 将初絮凝阶段控制在絮花快速成长以前,

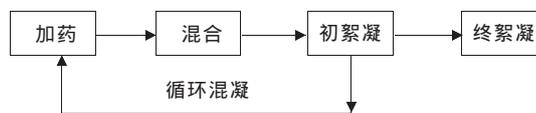


图 1 循环混凝技术示意图

收稿日期: 2010-05-28

作者简介: 孙长贵(1963—), 男, 高级经济师。

多次混凝的絮花尺寸虽然会有一定程度的降低,但强度和密度会增加,仍可以沉淀。与传统的一次混凝相比,循环混凝有以下明显的优点:

①循环混凝相当于使水流中的大小粒子混合后经过了多级涡流池,避免了一级长时间涡流混合时大小粒子分离,为大小粒子提供了更多的离心碰撞机会。②再次进入混合管中的是经过初絮凝的絮体,比第一次的大。根据混凝理论,粒子剪切碰撞的概率与粒子粒径的3次方成正比,离心碰撞机会与粒子粒径的3/2次方成正比,因此,可大大提高与微型颗粒的碰撞概率。③在每次重复混合前加药,相当于增加了混合的累计时间,促使更多的胶体粒子脱稳和凝聚。④与涡流搅拌池的整体搅拌相比,分段搅拌方式提高了混合的强度,降低了动力需求,有利于设备的小型化。

总之,循环混凝较大地提高了混合的质量,特别是对微小粒子的混合效果明显,有利于降低出水浊度和祛除各种微生物甚至病毒。当然,循环混凝会使絮花多次破碎重组,最后的絮花相对较小,分形维数较高,再长大成为更大絮花的速度要慢一些。因此,循环混凝提高了混合的质量,但却在一定程度上降低了絮凝的质量,使絮凝后的沉淀需要更长的时间。

### 2. 微型加药/气技术

微型加药/气技术又称“滴加药技术”。它可以在一边加药的同时,另一边同时加入空气,典型结构是双加入口的十字形射水器。其加药量以滴/s计量,可以方便人工计量和调整(一般药速在0.5~4滴/s之间时,肉眼可以清楚计量),结构简单,生产成本非常低。同时,因其加药量很低,可以在不增加水阻情况下,加药同时大量加入空气,有利于置换出水中的异味,降低化学需氧量(COD),特别是可以促进水中铁锰的氧化,为处理高含量的铁锰地下水创造了条件。

### 3. 表面重复混凝技术

化肥的大量使用使得农村水质富营养化,产生大量的藻类和微生物;有的地方,地下水还存在大量的油类物质。对这些水,采用传统的混凝技术会产生不稳定的中清液。常用的办法是在处理前先进行特别的处理,如加药祛除藻类等。

表面重复混凝技术是将经过混合的水不停地布洒在絮凝水体的表面,对上浮到表面的絮体进行重复扰动和混凝。循环混凝使得表面混凝可以重复进行,从而达到更好的效果。实践证明,采用表面重复混凝,处理较差水质也可以直接得到稳定的上清液。

## 二、无过滤强化混凝技术

无过滤强化混凝技术是在循环混凝技术、微型加药/气技术和表面重复混凝技术基础上综合形成的一种强化混凝技术。由于传统混凝一般分为加药—混合—絮凝3个阶段,而混合与絮凝一般可以理解为两级涡旋(Rotation)的方式,因此,传统混凝可以称为1A/2R混凝技术。无过滤强化混凝技术是在加入药剂的同时加入空气,并在传统两级旋转的基础上,增加循环混凝(Re-circle Treatment)和表面重复混凝(Surface Re-flocculation)。因此,无过滤强化混凝技术又可称之为2A/4R强化混凝技术。

与传统的混凝技术比较,无过滤强化混凝技术有以下优点:

①出水水质有了明显的提高。在不用过滤的情况下,就可以使出水水质达到2NTU左右,祛菌率达90%以上,为无过滤的水处理奠定了基础。②较大地拓展了适用原水的范围。增加表面重复絮凝技术和滴加药/气技术后,混凝也可以直接处理高铁锰地下水、藻类水、高微生物水以及部分微污染水。③增加了控制可调参数。与传统涡旋混凝池相比,2A/4R强化混凝技术增加了循环次数、各次循环时间、加药速度等可控参数,为不同

的水种和水质有针对性地进行设计和选择处理工艺提供了可能。④降低了对处理动力的需求,为设备小型化和低成本化创造了条件。⑤延长了设备的使用寿命。由于不用过滤,设备的使用寿命可以大大延长。

当然,无过滤强化混凝技术需要较复杂的控制技术,其混凝和后续沉淀都需要更长的时间,因此,更适合于间歇式的水处理方式。

## 三、无过滤强化混凝技术在农村分散供水中的应用

无过滤强化混凝技术为天然水处理设备的原水广谱化、小型化、低成本化、处理工艺方便可调创造了条件。这些技术优势,使其可以广泛应用到农村分散供水的水处理设备中。北京太阳河公司以此技术为基础,采用无过滤强化混凝—沉淀—紫外线杀菌的水处理流程,研发生产的杀菌净水设备和小型救灾应急水处理设备已经开始推向市场,其处理各种复杂天然地表水和地下高铁锰水的能力已经得到多个地方卫生疾控部门的检验证实。

一般肉眼可观察到的加药速度为0.5~4滴/s。因此,根据滴加药/气技术,无过滤强化混凝技术适用于产水量在10t/d以下的自来水处理设备,特别是1t/d以下的家用自来水处理设备。

### 1. 在浊度水处理中的应用

对含大颗粒物质的高浊度水,传统混凝技术都有很好的效果。但对低浊度水,传统混凝一般要求先加入高硅藻土等提高浊度,再进行混凝。无过滤强化混凝的前一轮混凝对后面混凝起到了浊化的作用,因此,也可以直接处理低浊度原水。对含微小颗粒较多的浊度水,无过滤强化混凝可以借助其多轮循环混凝,增加各种粒子的碰撞概率,因此出水效果更佳。

### 2. 在地下铁锰水处理中的应用

传统的混凝可以处理1.5mg/L以下低含量的铁锰地下水,但对高铁锰地下水则难以处理。(下转第59页)

处理工艺,为当地农村污水处理提供有力的技术支撑。

### 3. 污水再生利用

污水再生利用是污水回收、再生和利用的统称。再生水指污水经过适当处理后,达到一定的水质指标,可以满足使用要求的水。农村污水是农村稳定的潜在淡水资源,污水再生利用减轻了农村天然淡水需求的胁迫,消减了水体的污染负荷,减少了对水自然循环的人为干扰,是维持健康水循环不可缺少的措施。再生水可用于农、林、牧、渔业和乡镇企业,也可作为补充水源水及农村环境用水。利用符合农田灌溉水质标准的污水进行灌溉,是污水资源化 and 农业增产的有效途径。

### 4. 处理技术经济实用,运行操作简便

农村经济条件差,应尽量降低污水收集系统和处理设施的投资,选择造价低、无动力或微动力、运行维护费用少且适合当地农村实际的污水处理技术。

农村从事污水处理的专业人员少,技术水平和管理水平相对较低。因此,污水处理技术应选择简便易行、运行稳定、维护方便、管理简单的,以利于当地的处理设施能正常运行。

### 5. 近期与远景相结合

农村污水处理建设不仅要解决当前存在的现实问题,还要解决好今

后发展的潜在问题。所选择的处理技术,既要解决当前污水处理达标排放问题,又要充分考虑今后污水回用的需要;既要重视近期建设,又要适应农村远景发展,考虑分期实施方案。

## 四、结论及建议

①近年,在农村经济加快发展的同时,农村污染问题却越来越突出,环境污染对人体健康、饮水安全、工农业生产和生态环境等造成很大危害,同时加剧了供水紧张和短缺情况。

目前,我国农村饮水安全问题正在加快解决,但生活用水量和污水排放量(一般占用水量的60%~90%)大幅度增长,污水未经处理排放已成为农村水环境的重要污染源。因此,农村污水处理亟待解决,建议在现有供水和农村水利工作基础上进一步深化,将农村排水工程提到议事日程。

②根据我国农村经济社会发展水平和地区自然条件,采用自然生物处理、组合型处理等技术是符合实际的技术方案。不仅充分利用当地天然资源、发挥多种技术组合产生的综合效果,而且造价相对较低、维护管理较简单、易于操作,在有效管理下,能满足当地居民身体健康和水环境质量要求。

纵观国内外农村污水处理的进展情况,其处理技术日益成熟。一些发达国家在农村污水处理方面进行

积极探索,取得了明显的成效,这些为我国农村排水工程建设和管理提供了有益的借鉴。

③结合我国农村的实际情况,考虑目标人群的经济承受能力,在确保出水水质达标排放的前提下,应尽量降低污水收集系统和污水处理设施的投资,污水处理技术以能在当地持续长期运行的工程为出发点,同时应考虑维护简单、长效管理。建议在全国范围内,选择在农村水环境污染较严重的地区以及水污染治理重点流域,建设农村排水示范工程,开发出治理效能高、技术稳定、价格便宜的新型实用技术,通过示范工程总结经验,逐步推广。

④农村污水处理和环境治理能否进行的关键是资金。低造价污水处理工程虽然比常规污水处理的投资少,但仍要一定的建设资金,建议国家加大对农村排水工程项目的资金投入。

### 参考文献:

- [1] 水利部农村供水与环境卫生项目办公室,扬州大学.中国农村水环境污染现状及防治调查报告[R].2006.
- [2] 洪嘉年.农村水环境污染防治的认识和建议[J].给水排水,2006(1).
- [3] 张立强,等.农村污水处理技术[M].北京:中国农业科学技术出版社,2006.
- [4] 席北斗,等.农村生态环境保护与综合治理[M].北京:新时代出版社,2008.

责任编辑 李计初

(上接第56页)无过滤强化混凝技术在加药时自动加入了大量的空气,将空气与水进行了充分搅拌,并且可以采用分段强化的混凝工艺。如对一些地方出现的含H<sub>2</sub>S的地下水,可以采用先曝气再加药的方式。检测结果表明,无过滤强化混凝技术可以将含量为11.9 mg/L的地下水处理成0.11 mg/L。

### 3. 在微污染水处理中的应用

现在天然水多有一定的污染,包括COD、农药等。无过滤强化混凝技术通过氧化和混凝可以有效降低一定的

COD,并祛除水中的部分农药异味等,辅之以紫外线杀菌等广谱的杀菌技术,可以将微污染水直接处理成合格的生活饮用水。实际检测显示,可以将COD从6.6 mg/L降至2.4 mg/L以下。

### 4. 在藻类水处理中的应用

藻类是一种纤维状的菌类微生物,在我国南方地表水中普遍存在。采用传统混凝技术处理,容易生产不稳定的中清液,用膜过滤容易堵塞并且难以清洗。采用2A/4R强化混凝技术,通过表面重复混凝可以将原来絮凝的上浮部分直接混凝沉

淀,通过排污排除。当然,对藻类水,单靠自动冲排是不够的,必要时需要辅助以人工清洗。

### 参考文献:

- [1] 方永忠,沈顺东.微涡流混凝给水处理新工艺[J].铁道劳动安全卫生与环保,2004,31(5).
- [2] 于水利,孙凤鸣,李玉华,等.最优混凝搅拌条件的研究[J].哈尔滨建筑大学学报,1999(6).
- [3] 王东升.微污染原水强化混凝技术[M].北京:科学出版社,2009.

实习编辑 张瑜洪