

# 改善混凝沉淀效能的探讨(下)

上海市自来水公司 吴今明 唐意祥  
张亚杰

【摘要】 下篇探讨改善絮凝、沉淀和澄清效能的基本方法。

主题词 絮凝 沉淀 澄清

## 3.2 改善絮凝效能的基本方法

水处理中的絮凝工艺过程是已脱稳的颗粒依靠持续的降速搅拌,使其随着水流相互接触凝聚,成为大而坚实的絮凝体,以便从水体中分离出来。

絮凝工艺控制条件一般也是用速度梯度(G值)和时间(T)为指标,它的控制精度要求远高于混合工艺。混合几乎无需考虑搅拌强度过大,达到快速混合目的。絮凝则不同,完成混合后的颗粒和水解聚合物已形成絮凝体,并在逐步增大。这时,水流的剪刀作用也增大了,大的絮凝体有可能破裂成小的絮凝体。根据阿格曼(Argaman)和考夫曼(Kaufman)所研究的絮凝体破裂问题,提出了机械搅拌絮凝模式:

$$\frac{n_o}{n} = \frac{1 + K_A GT}{1 + K_B G^2 T} \quad (1)$$

式中:

$n_o$ —原水颗粒数量浓度 个/cm<sup>3</sup>  
 $n$ —絮凝池出水颗粒数量浓度 个/cm<sup>3</sup>  
 $K_A$ —絮凝系数  
 $K_B$ —絮凝体破坏系数 s  
 $G$ —絮凝体速度梯度 s<sup>-1</sup>

式(1)不同于其它絮凝数学模式,它把速度梯度对絮凝体的成长和破裂作用同时考虑,综合反映了絮凝效果。如果  $K_A=5.14 \times 10^{-5} s$ ,  $K_B=1.08 \times 10^{-7} s$ ,按式(1)绘制絮凝特性曲线图,见图4。

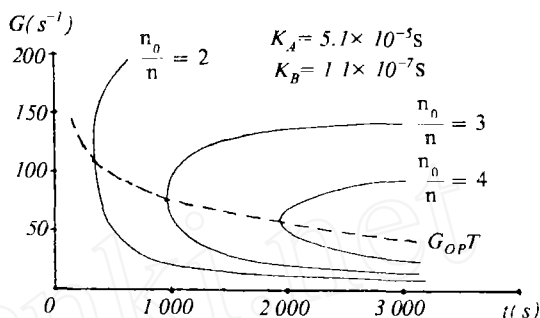


图4 絮凝特性曲线图

图4精辟地说明整个混凝过程的变化规律和高效絮凝的控制因素,并可得出指导絮凝控制的几点理论性结论:

① 要达到某一絮凝状态,对应有无数组GT值,并对应存在一组最佳 $G_{op}T$ 。如果G值大于或小于最佳 $G_{op}$ 值,所需絮凝时间就较长,运行就不经济。

② 随着絮凝体增大,絮凝时间也随之延长,速度梯度也逐步降低,从理论上证明了持续降速絮凝在提高絮凝工艺效能上的重要意义。

③ 图4只是从理论上说明了絮凝工艺按照最佳G、T组合递变控制。那么,絮凝时间可以最少,运行效能也是最高的。

④ 实际絮凝工艺GT值是不可能按最佳GT曲线变化控制的。因此,选择合理的GT值阶梯是关系到絮凝池是否能高效运行,并指导提高絮凝效能的依据。

接触碰撞的重要条件是絮凝体不能遭到破坏,因此就必须遵循渐变递减的细心搅拌规律,即要求有一个适当的G值或GT值来加以控制,并作为设计和控制絮凝设备的依据。

根据我国水处理研究人员大量的试验和国外同行的经验,结合许多水厂的实际运行参数,在絮凝工艺中,G值宜采用100s<sup>-1</sup>(或70s<sup>-1</sup>)逐渐降至10s<sup>-1</sup>(或20s<sup>-1</sup>),絮凝时间一般为20~30min。如原水浊度高,则絮凝时间可短一些,如原水浊度低,则反之。根据上海市自来水公司的试验数据和Kawamura

实验表明,采用铝盐作为混凝剂时,GT 值为  $4.5 \sim 6.0 \times 10^4$ ,通常可得出较满意的结果。

70 年代初以来,开始出现一种新的理论,以采用 GTC(无因次)值作为衡量絮凝效果的指标,C 值为颗粒的体积百分浓度,亦即颗粒体积与水的体积之比值。若采用 GTC 值,则当水中颗粒浓度 C 较高时,GT 值相应可小些,反之当 C 较小时,则 GT 值应提高。GTC 值将颗粒浓度考虑进去,显然比采用 GT 值在理论上更加合理,但迄今未能获得 GTC 值适当的数据。据国外有关专家通过实验建议,GTC 值一般为 2~10。

检验絮凝效果可用烧杯搅拌对比试验,先取相同原水,投加相同混凝剂,用最佳搅拌试验条件得出沉淀后水的残余浊度。同时取絮凝池出口处水样,静止沉降,得出沉淀后水的残余浊度。如两种残余浊度结果基本相同或接近,说明该组絮凝池 GT 值布置比较合理,反之,就应检查其不合理之处,采取必要的措施,加以改造。

为了客观地检验水厂絮凝效能,各水厂应根据本厂的原水条件摸索出一套符合本厂生产运行的搅拌试验条件,用于指导实际生产运行,并提高和改善絮凝效能。

此外,还可以实测 GT 值的分布,直接发现不合理之处,如某局部 GT 值过大或水流短等问题,便于改进。

### 3.3 改善沉淀效能的基本方法

沉淀工艺是将形成的絮凝体,通过重力分离出水体。影响沉淀效能的因素有表面负荷、出水堰负荷、停留时间、进出水均匀性和排泥条件等,其中最主要的是停留时间,也是目前大多数水厂的主要问题。要充分发挥沉淀效能,除了强化混凝工艺外,还必须有合理的沉淀时间,保证有效地沉淀,停留时间一般要求不小于 2h。

其次是进出口水的均匀性,可以定期测定沉淀池水平流速分布或投加示踪剂(氯化钠或其它药剂),测定示踪剂浓度确定实际停留时间。其结果与该沉淀池理论停留时间比较,如基本相等可以认为该沉淀池运行正常。反之,说明该沉淀池存在短流或异重流以及积泥严重异常情况。

除此以外,沉淀池的排泥管理也应该予以足够的重视,应经常检查池中积泥情况。根据

原水情况安排合理的排泥时间是提高沉淀池效能的措施之一。

斜管(板)沉淀池是在不断总结平流式沉淀池的实践经验基础上,在浅层沉淀理论的指导和应用中发展起来的。斜管(板)沉淀池大大增加了沉淀面积,改善了水力条件,因此大幅度地提高制水生产能力,是提高沉淀效能和改善沉淀池出水的有力措施之一。

澄清池是集絮凝、沉淀于一体的固液分离澄清装置,泥渣层是澄清池正常运行的关键,其浓度一般应控制在  $2\ 500 \sim 5\ 000\text{mg/L}$ 。

泥渣悬浮型澄清池还应控制泥渣层厚度一般为 1.5~2.0m,清水区上升流速一般为  $0.9 \sim 1.2\text{mm/s}$ ,高度为 1.5~2.0m。脉冲澄清池的冲放比为 4:1 或 3:1。

泥渣循环型澄清池还需控制泥渣层回流比,一般为设计流量的 3~5 倍。此外,应该测定泥渣层的沉降比以控制排泥;高浊度原水沉降比为 10%~15%;低浊度原水沉降比可大于 15%。

## 4 结论

4.1 通过上述讨论应认识到混凝沉淀工艺在净水处理过程中的重要性和必要性,充分发挥混凝沉淀的除浊功能,是提供优质饮用水和提高整个水厂安全稳定运行的保证。

4.2 提高混凝工艺效能的重要措施是快速、均匀的混合与持续降速搅拌。水厂可以通过烧杯搅拌试验和 G、T 值测定,判别混凝工艺中,G、T 值分布合理性,并调整至最佳运行状态。

4.3 在水处理的沉淀工艺中,要足够重视停留时间,配水均匀性和合理的排泥周期,对超负荷运行的沉淀池可加装斜管(板)等,以提高沉淀效能。

4.4 改善混凝沉淀效能的对策中,特别要强调快速并充分的混合、完善的絮凝和良好的沉淀,这是提高目前水厂运行管理水平的重要手段,也是实现提高供水水质、提高供水安全可靠性和降低药耗的有效途径之一。(本文作者:吴今明系上海市自来水公司副总经理,高级工程师;唐意祥系同公司科室工程师;张亚杰系同公司技术顾问委员会顾问、教授级高级工程师)