

# 斜管沉淀工艺优化诸问题探讨

⑤  
24-28

廖足良

(重庆建筑大学城市建设学院 400045)

李肖

(重庆市自来水公司 400013)

TU991.23

刘荣光

(重庆建筑大学城市建设学院 400045)

**摘要** 论文提出饮用水标准提高后斜管沉淀工艺优化应在水厂设计优化的条件下进行。斜管沉淀工艺在新的条件下具有适应性。斜管沉淀工艺优化应充分考虑前后工艺的影响。斜管沉淀的设计负荷应适当降低;斜管区结构采用双(多)层斜管,充分发挥斜管体的沉淀能力;斜管断面形式应优选,采用缺角正方形斜管等性能优异的斜管。斜管沉淀优化还应考虑构筑物平面布置、斜管搁置方向、与絮凝池衔接方式,以及施工和运行管理。

**关键词** 斜管沉淀, 优化 给水 ~~处理~~

中图分类号 TU991.41

斜管沉淀工艺自六十年代出现以来迅速地在世界各地广泛采用。近十多年来,斜管沉淀工艺在我国得到深入研究和更广泛的应用,包括不断出现的新型断面斜管(如山形斜管、缺角正方形斜管、近菱形斜管、矩形斜管等)的沉淀性能研究、斜管沉淀工艺的广泛实践。然而,诸多研究及应用仍是建立在现行规范及六七十年代以来对斜管沉淀形成的传统做法上。近年来,给水净化水质标准不断提高,我国饮用水标准逐渐向国标标准及发达国家标准靠拢,过去的研究成果和应用的实际情况如何适应新的要求,如何从影响斜管沉淀的各因素全面考虑该工艺的适应性及其性能优化,成为十分现实的问题。

## 1 斜管沉淀工艺的适应性

欧美日等发达国家的给水净化目标从五六十年代去除胶体及悬浮杂质为主,到七八十年代逐渐发展到去除溶解性有机物,及九十年代去除无机阳离子的要求的提出,向现有水处理技术提出了更严峻的挑战。近几十年中,出现了以活性炭(粒炭和粉炭)去除有机物、以毫微技术和纳微技术为代表的九十年代膜分离技术,似乎预示着给水处理技术的一场技术变革。这是否意味着现有的传统工艺将退出技术舞台呢?笔者认为,这是不现实也不可能的。原因有三,其一,虽然生活标准日益提高,供水水源却由于被人类活动日益充分利用而难以回到优良的水质状态,与之适应的常规工艺仍将起重要作用。其二,常规工艺已完全渗透到

收稿日期:1997-03-10

廖足良,男,1965年生,副教授

生活生产的水处理工程中,未来的水自处理中完全摒弃现有常规工艺几乎是不可能的。其三,即使有一种技术能完全替代现有技术,然而,其高昂的建设和运行费用亦使之难以大规模推广。因此,斜管沉淀工艺作为现有常规工艺的重要组成部分仍会长期存在。问题是怎样使其优化。

斜管沉淀工艺优化不仅要考虑工艺本身,还要考虑前后工艺的要求,不仅要考虑设计,还要考虑运行管理。要将斜管沉淀工艺优化置于整个水厂设计优化及其对水质提高的要求来分析。优化可从以下几方面考虑。

1) 不断提高的饮用水标准对水处理工艺及斜管沉淀工艺的影响,特别是对设计负荷大小的影响。

2) 斜管沉淀工艺与过滤工艺的相互关系及其在水厂工艺优化中的地位。

3) 斜管沉淀工艺本身的优化(主要是斜管结构及斜管断面型式的优选)。

4) 斜管沉淀池平面布置及斜管搁置方向的选择。

5) 斜管沉淀池与絮凝池的相互衔接关系。

6) 斜管沉淀池的施工和运行管理。

## 2 饮用水标准对水处理工艺及斜管沉淀工艺优化的影响

饮用水标准是自来水行业遵循的技术法规。生活水平不断提高、科学技术不断进步、污染物对人身健康影响的研究日益深入等都推动着饮用水标准的不断提高。例如,美国在1912年至1992年的八十年间,饮用水标准经历了三次大的变革,这与美国在本世纪迅速崛起的经济和生活水平的提高相适应。日本在战后几十年中经济迅速发展,饮用水标准也不断提高,其中某些指标的允许值比美国的还低。西欧诸国经济发展较早,饮用水标准较早就达到了相当高的水平。我国在五十年代、八十年代先后颁布了相应的饮用水标准,后者较前者有大幅度提高。在供水行业2000年规划中提出Ⅰ类水司出厂水浊度标准为1 NTU,其它方面也有相应提高。这对以常规混凝沉淀工艺和过滤工艺为主的水厂提出了挑战。

本世纪初,美国多以滤池为主的过滤水厂,四五十年代后过滤到混凝沉淀过滤工艺的水厂,而到九十年代,则以强化混凝、过滤、吸附以达到更高的要求,并逐渐形成多种节能节水的技术(如气水反冲洗技术)。近十年来我国出现的大型水厂技术升级也表明了这点。

饮用水标准的提高对水自理工艺和斜管沉淀工艺有何影响呢?

饮用水标准的提高首先意味着出厂水浊度的降低,由过去的5 NTU至3 NTU,又降至1 NTU。因此,沉淀工艺出水浊度如维持不变,以10 NTU计,滤池的悬浮杂质负荷将大幅度提高。导致滤池过滤周期缩短,反冲洗水耗及能耗增加,以及运行管理和设备折旧等费用提高。如维持滤池悬浮杂质负荷不变,则沉淀工艺出水浊度将为6-8 NTU。因此,现有沉淀工艺的运行负荷应当降低,水厂的产水量下降;或者,增大沉淀面积,增大投资。所以,在保证出水量的前提下,要求将沉淀工艺的设计液面负荷降低,从现有规范值的 $9\sim 11\text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ,调整到较低的值,如 $6\sim 9\text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 。实际上,我国九十年代设计的大多数斜管池已做到了这一点。而欧美日等的设计负荷比我国的还低。

### 3 斜管沉淀工艺与过滤工艺的相互关系

水厂设计优化应全面考虑各工艺在优化中的贡献,优化的目的是以整体的小代价取得较大的收益。以去除水中胶体及悬浮杂质为主的沉淀工艺和过滤工艺分担着不同的任务。沉淀工艺以去除绝大部分悬浮固体,为过滤创造良好条件为主要任务,而过滤工艺以深度处理,达到优良的出水水质为任务。故沉淀工艺应尽量为过滤工艺创造条件。进水水质略有降低,对过滤工艺会有较大影响。例如,滤后水达到 1 NTU,而滤前水浊度由 10 NTU 增至 15 NTU,则过滤的悬浮杂质负荷将提高 5/9,使滤池运行周期缩短,运行的水耗、能耗及滤料损耗相应增加 5/9,较大地影响了水的处理成本。如沉淀出水浊度由 15 NTU 降至 10 NTU,对斜管沉淀工艺影响则不大。假定斜管沉淀进水浊度为 500 NTU,出水由 15 NTU 降至 10 NTU,斜管沉淀去除率由 97% 增至 98%,污泥量增加甚微,只需稍微降低液面负荷即可达到这一目标。所以,水厂设计优化应以降低沉淀出水浊度为条件,适当降低设计液面负荷,增大水厂承受冲击负荷的能力和充分发挥滤池的精处理能力。

### 4 斜管沉淀工艺的优化

斜管沉淀工艺在不改变设计负荷情况下提高去除率,有赖于斜管区结构和斜管断面型式的优化。

斜管沉淀池自出现以来,一直以斜管区中只有一种管径的斜管组成。从斜管中悬浮杂质的去除规律看,斜管前半段已去除杂质总量的 70% - 80%,后半段所起的作用却很小。这说明,单一管径的斜管区的一部分并非充分发挥作用。从对斜管沉淀的多年实践研究和沉淀规律分析表明,斜管区可用不同断面尺寸的斜管分层组成多层斜管,上层斜管的断面尺寸小而下层的尺寸大。这样,上层斜管断面尺寸小,可便好地发挥其去除细小絮体颗粒的能力,而下层大尺寸斜管去除大部分杂质,形成的这种多层斜管的沉淀工艺较单层斜管工艺可望降低出水浊度 2 - 3 NTU 以上,增强其对高浊度水的适应性。然而,多层斜管方式对造价影响较小,并可灵活组合,形成双层或三层以上的多层斜管,达到预定效果。

斜管断面型式的优化近年来多有研究。已出现的斜管断面型式有蜂窝形(正六边形)、山形、飞镖形、缺角正方形、近菱形、菱形和矩形等。品种繁多,性能不一,有必要进行优选。作者从影响斜管沉淀的几个方面找出了斜管沉淀的六项评价指标,即水力特性  $R(Fr$  及  $Re)$ ,单位液面的斜管沉淀面积  $A_s$ 、单位体积斜管材耗  $M_4$ 、粘接面积百分数  $P\%$ 、滑泥性能及斜管体整体强度,以全面评价各种斜管的性能,性能优良的斜管应具有  $R$  小、 $A_s$  大、 $M_4$  小、 $P\%$  较小、滑泥性能好(具有 V 形滑泥槽)和整体强度足够。经对比分析,缺角正方形断面的斜管较为优秀。这种斜管在降低斜管造价的前提下反而能提高沉淀性能。相同材耗的缺角正方形斜管较蜂窝形斜管的出水浊度低 2 - 3 NTU。

### 5 斜管沉淀池平面布置及斜管搁置方式

斜管沉淀池平面布置的传统做法是沿水流方向的池长比池宽小,其比值约 1/1.5。这

一作法源于长边配水均匀而流速较小的思路,同时,斜管的搁置方向为逆水流方向 $60^\circ$ 角。这样,斜管池的无效面积沿宽度方向布置,无效面积大,事实上造成斜管内上升流速较大的情况。

实际上,斜管沉淀池的长宽比不必作出规定。池宽应考虑与之衔接的絮凝池的布置与尺寸,一般应使斜管池宽与絮凝池一致,使絮凝池出水顺畅地导至斜管池的配水渠,不会引起絮体破碎。由于斜管本身的整流作用,能保证配水较均匀,影响斜管沉淀均匀性的主要是集水均匀问题。

由于配水区中水流速度小,斜管搁置方向主要应考虑使斜管池的无效面积最小。在斜管池长比宽小时,斜管搁置方向应是以垂直于水流的斜 $60^\circ$ 角。

## 6 斜管池与絮凝池的衔接

斜管池与絮凝池的衔接影响到絮体是否因水力作用而破碎,以及能否为沉淀提供良好的水流条件。池间采用管段衔接,必然会造成水流的强烈扰动,已形成的絮体易破碎。应采用两池共壁方式,形成的水流衔接,流程短扰动少。并应以对称方式进入沉淀池,保证进水均匀。

## 7 施工与运行管理的影响

斜管沉淀池施工时应确保斜管体倾角正确,没有空隙,不形成短流,没有异物堵塞孔道,斜管体上下端面水平,且基本上不出现卷曲扭卷现象,集水系统保证各槽及各进水孔在同一标高上。

管理上应注意防止斜管内积泥、斜管断面形状的改变,并按要求排泥。

## 8 结 论

1) 日益提高的饮用水标准对水厂的水处理工艺提出了新要求,斜管沉淀工艺的优化已十分现实,其优化应置于水厂工艺优化和运行管理等方面综合考虑。

2) 斜管沉淀工艺在新的条件下没有也不可能失去其适应性。相反,它在水厂设计优化中还起着重要作用,值得深入研究。

3) 斜管沉淀工艺优化应充分考虑其对过滤工艺的影响,要以较小的代价换取过滤工艺的较大收益。适当降低斜管沉淀的设计液面负荷十分必要。

4) 斜管沉淀工艺本身的优化对水厂设计优化起主要作用。从斜管区结构入手考虑用多层斜管沉淀方式和从斜管断面形状入手选择省材而性能优越的斜管品种(如缺角正方形斜管),均能达到投入少而效益高的目标。

5) 斜管池平面布置及斜管搁置方向也会影响沉淀性能。而斜管池与絮凝池的衔接则直接影响絮体颗粒的沉淀性能。

6) 精心施工和完善管理是确保斜管沉淀工艺达到设计要求的重要因素。

### 参 考 文 献

- 1 许保玖,安鼎年. 给水处理理论及设计. 北京:中国建筑工业出版社,1992
- 2 刘荣光,罗辉荣,廖足良,田伟博. 关于缺角正方形斜管的研究. 给水排水,1994(6)
- 3 廖足良,刘荣光,罗辉荣,田伟博. 斜管沉淀的评价指标. 水处理技术,1996(4)
- 4 廖足良,张 勤,刘荣光. 双(多)层斜管沉淀初探. 中国给水排水,1997(2)

## Discussion on Optimization of Tube Settling Process

*Liao Zuliang*

(Faculty of Urban Construction Engineering, Chongqing Jianzhu University 400045)

*Li Xiao*

(Chongqing Water Supply Company)

*Liu Rongguang*

(Faculty of Urban Construction Engineering, Chongqing Jianzhu University 400045)

**Abstract** The optimization of tube settling process should be confined within the optimization of whole water treatment plant design under the conditions of higher criteria on potable water. Tube settling process has a better suitability for the challenge of new regulation of drinking water quality. When optimizing tube settling process, the effects on which filtration, and flocculation processes have been exerted should be considered. The design surface load of tube settling should be lower than that in existing design codes. The configuration of tube module can be selected as two - or multi - layer module to make full use of the separation capacity of tube module. The suitable cross - section type of tube is also needed to be selected carefully, adopting an excellent one which is known as square cross - section type of tube. The layout of tube settler, the arrangement of tube module, the connection between tube settler and flocculator, and the construction and operation management of tube settling process are also factors for the optimization of tube settling process.

**Key Words** Tube settling process, optimization

(编辑:陈 蓉)