

以浸没式超滤膜为核心的短流程净水工艺的应用与思考

何寿平¹ 张国宇²

(1 中国水网,北京 100086; 2 北京金泽环境能源技术研究有限公司,北京 100101)

摘要 以浸没式超滤膜为核心的短流程净水工艺自问世以来受到业界的广泛关注。这一工艺为净水厂建设和改造提出了一条将预处理、超滤、浓水回收、污泥浓缩、排泥等工序集合在一个构筑物中运行的全新技术路线,有着广阔的应用前景。从这一工艺各个环节的特点出发,进行从设计到运行的多角度思考,提出了一些自己的理解,抛砖引玉与大家共同探讨。

关键词 短流程净水工艺 预处理 浸没式超滤膜 浓水回收 系统布置 设计和运行

Application and reflection on the submerged-ultrafiltration-membrane centric shortened-water-process

He Shouping¹, Zhang Guoyu²

(1. *www.h2o-china.com*, Beijing 100086, China; 2. *Beijing JinZe Environmental Energy Technology Research Co., Ltd.*, Beijing 100101, China)

Abstract: The submerged-ultrafiltration-membrane centric shortened-water-process has been a hot topic in water industry ever since its creation. This process offers a new technical route to combine the pre-treatment, ultrafiltration, concentrated water reusing, sludge thickening, and sludge drainage into a structure, which has a broad application potential. According to the characteristics of every steps in this process, this paper brought forward some understandings from the multiple angles of design and operation, in the hope of touching off a discussion and throwing a minnow to catch a whale.

Keywords: Shortened-water-process; Pre-treatment; Submerged-ultrafiltration-membrane; Concentrated water reusing; System lay out; Design and operation

随着《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)规定的 106 项水质检测指标全面执行日期的临近,如何对原有的净水厂处理工艺进行强化管理和升级改造成为业界所关心的重要课题。

超滤膜分离技术被认为是 21 世纪最具产业发展前景的高新技术之一。超滤膜分离技术因其常温低压操作、能耗低等显著特点,在各地水厂的净水工艺中将会逐步得到应用。

以浸没式超滤膜为核心的短流程净水工艺(简称短流程)即是在这一过程中研发出来的一种全新的净水工艺技术路线,这无疑对新建或改造

原有净水厂有了更多的选择。所谓短流程,就是相对于传统净水工艺而言,其处理流程明显缩短,原水经过适当预处理(例如氧化、吸附、生化、絮凝)之后直接进入浸没式超滤膜进行膜过滤,同时在膜池内完成浓水回收和污泥浓缩,滤后水加入少量消毒剂(避免二次污染)进入清水池(见图 1),与传统工艺流程相比,短流程工艺弱化了沉淀功能,处

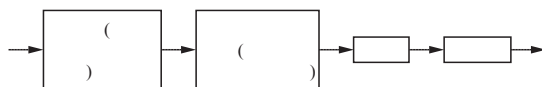


图 1 以超滤膜为核心的短流程工艺流程示意

理工艺明显缩短,占地面积明显缩小,方便了净水厂运行管理。

1 短流程净水工艺的出现

超滤膜净水技术有以下一些特点:

(1) 超滤膜是一种基于物理筛滤原理的分离技术,只要比膜孔径大的颗粒即能被截留。因此对被处理水的浊度有着较大范围的适应性。

(2) 由于超滤膜孔径微小,因而能够有效地拦截细菌、隐孢子虫、贾第鞭毛虫等,大大提高了出水的生物安全性。

(3) 现今的超滤膜能够在较低跨膜压差下运行,对改造原有净水厂工艺有着较好的适用性。

(4) 浸没式超滤膜与压力式超滤膜(包括内压式和外压式)相比,有着良好纳污能力,有利于在净水构筑物内采用。

(5) 我国具有自主知识产权的PVC合金超滤膜具有良好的过滤特性、良好的抗污性能和价格优势,并有多个应用实例,为应用超滤膜技术净水工艺提供了可靠的技术支撑。

为在水厂净水工艺中应用超滤膜技术,针对超滤膜的特点进行专项试验研究,取得以下认识:

(1) 由于超滤膜处理技术对浊度有着良好的适应性,可以在同一构筑物内分膜单元进行物理清洗,并在工艺系统内自行回收利用反洗水,节约水资源。

(2) 研究中发现,絮凝水直接进行超滤比沉淀后、砂滤后再进行超滤的运行周期长,且膜表面的泥饼易于脱落、沉降、浓缩。

(3) 改造原有净水工艺中的沉淀池比改造滤池有利,超滤可以充分利用沉淀池常水位与清水池最高水位之间的高差运行,不用或者不常用另设的抽吸泵提升工作水头,节省能耗。

(4) 超滤膜仅是一种物理筛滤过程,对于原水中的小分子有机物和溶解性物质的去除有一定的局限,因此进入超滤前的预处理是必要的(为了提高超滤膜的抗污性能,可将絮凝纳入预处理范围)。

经试验探索,一种集预处理、超滤、浓水回收、污泥浓缩、排泥于一身的以浸没式超滤膜为核心的短流程净水工艺应运而生。

2 短流程工艺的特点

(1) 短流程首先需要有一个良好抗污性能的超

滤膜。有着较长的物理清洗周期,以及较长的维护性化学清洗和恢复性化学清洗的周期,以方便水厂的运行管理和节省运行费用。

(2) 经过预处理(可以包括针对超滤特性的氧化、吸附、絮凝等)的水直接进入超滤,弱化了一般净水工艺中的沉淀功能。沉淀的作用仅仅体现在超滤膜物理清洗后,从膜表面脱落下来的污泥依靠重力作用下沉、浓缩及排出。完成了工艺系统内必须的固液分离和平衡。

(3) 预处理(絮凝)后的水直接进入超滤膜,提高了超滤膜的抗污染能力。沉后或者是砂滤后水仍然存在细微的颗粒,在膜表面形成的泥饼较为密实,而絮凝水的凝絮绒体要比没有经过沉淀或者是砂滤后水的颗粒大得多,这样在超滤过程中膜表面形成的泥饼层比较松散,透水性和易脱落性比那些小颗粒形成的泥饼层要好。在超滤膜过滤的过程中,除了膜本身的抗污性能外,再加上凝絮绒体在膜表面具有一定的化学和物理的活性,使超滤膜的物理清洗周期比常规超滤工艺要长。

(4) 为适应原有水厂净水工艺的条件(主要是可利用的工作水头),采用低通量、低跨膜压差运行方式。较低的跨膜压差是为了在水厂改造过程中充分利用原有的工作水头,尽可能不用抽吸泵来增加工艺流程中的水头。针对超滤膜的特性(各厂商超滤膜的特性各异),经计算,采用 $30\text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 的膜通量可以在大部分时段内满足不增设抽吸泵运行的要求。如经济技术条件许可,再适当降低膜通量,即使冬季水温很低的时候,水黏度增加了,也可以不用抽吸泵来提高运行水头,就此优化工艺设备的配置,大大节约运行能耗。而且采用低跨膜压差,对膜的渗透压相应较低,有利于降低膜表面泥饼层的密实度和减轻膜的深层污染。

(5) 短流程采用在同一池内的膜分单元并列运行,类似于移动冲洗罩滤池分成多格的运行方式。它将所有膜单元置于同一跨膜压差之下,均分冲洗周期,形成在同一跨膜压差下的变通量运行。在一个冲洗周期内,刚刚清洗过的膜单元比较干净,在同一工作水头下通量会高于其他膜单元。随着时间的推移膜表面泥饼层增厚阻力加大,通量逐步下降,是一个典型的变通量运行方式,有利于减轻膜的深层

污染。

(6) 物理清洗废水通过运行中的膜单元加以回收,即被正在运行的膜单元消纳。由于其他膜单元的膜表面已经形成了一个由凝絮绒体形成的泥饼层,具有一定的化学和物理活性,所以并不会加重膜的深层污染。正是采用了这样的方式实现了在自身工艺系统框架内自行回收冲洗水,不需要另外设置回收反洗水的装置,节省了投资和运行费用。实际运行数据表明,短流程工艺的产水率达到 99% 以上。这里排泥的 1% 左右的水量,相当于常规工艺中沉淀池的排泥量。若扣除这一水量,超滤本身的产水率可以认为达到了 100%,大大降低了净水厂自用水率。

(7) 短流程缩短了工艺流程,节省了建设和改造费用。其建设投资和运行费用与常规工艺接近,处理水质得到了提升。

(8) 净水厂改造应用短流程,可以在沉淀构筑物中进行,省却了常规工艺中的砂滤池,节省了占地,解决了原有水厂改造无空地地块可用的问题。如原有的沉淀构筑物改造成预处理和突发性水质应急处理装置,原有砂滤池改造成短流程工艺,这将使整个净水工艺方案更为完善。

这里应该注意到,如果砂滤池改为膜池,存在着可利用的水头进一步降低的问题,如果将沉淀池改为膜池,砂滤池改为应急处理构筑物,则需改造水路,并增加砂滤池高度或者采取其他工程措施。

短流程工艺与常规工艺比较见表 1。

3 短流程工艺的应用要点

短流程具有在一个构筑物(综合膜池)内完成多项工序的功能,工序之间相互交织在一起,出现了有别于其他类型净水构筑物的设计和运行理念。在此,根据短流程的特点,提出一些针对性的问题加以思考,以求短流程的设计和运行趋于完善。

3.1 预处理

超滤以物理筛滤方式去除水体中一定尺寸的颗粒物,难以去除溶解性的物质和小分子的有机物,因此有必要针对不同的原水采用不同的预处理技术。特别是对于遭到微污染的水源,更应采取针对超滤膜过滤难以去除溶解性物质这一局限性的活性炭吸附技术、氧化技术或生物处理技术。以下的叙述仅

表 1 常规工艺与短流程工艺的比较

项目	常规工艺	短流程工艺
工艺流程	较长	缩短并紧凑
微污染水处理	需进行深度处理	需进行预处理
沉淀处理	根据原水水质设置	弱化
过滤处理	砂滤	超滤
消毒处理	必须	为防止二次污染,适当投加消毒剂
原水浊度		适应性好 浊度低,可以保持在 0.05 NTU 以下;细菌、两虫、病毒基本去除;生物安全性大大提高
出水水质		
构筑物	根据工艺要求独立配置	集中在一个构筑物内
回收冲洗水	另行设置	自行消纳
占地	较大	小
建设费用		综合经济技术比较,与常规工艺相当或略省
运行费用		略高,增加了膜的更换分摊费用

围绕符合国家生活饮用水水源水质二级标准的情况下,“絮凝”预处理对超滤膜的影响。

3.1.1 混凝剂的选择

超滤不同于沉淀,因此没有必要套用传统沉淀的概念要求絮体具有良好的沉淀效果,超滤只需要絮凝充分,絮体尺寸大于膜孔尺寸即可。所以需要针对超滤运行的特性来研究絮凝或其他预处理方式。例如,根据各个膜供应商不同的膜性能,充分了解各种膜的化学、物理特性,观察膜表面所带电荷性质,膜污染的机理,针对性地选择相匹配的混凝剂、助凝剂、阻垢剂等。正常情况下药剂的选择应该通过现场试验决定。

3.1.2 絮凝效果

由于超滤属于物理筛滤方式,所以,絮凝的形成只要絮体与水的界面清晰即可,不必拘泥于絮体尺寸的大小。

3.1.3 絮凝后过渡区的设置

絮凝池与膜池之间应设有过渡区,以利于水流的均匀分布。同时让原水中较重的颗粒和一部分絮体直接沉入膜池内的污泥浓缩区,减轻超滤膜运行的负担。

3.2 短流程系统布置

3.2.1 总体布置

短流程工艺采取低流速进水,同一跨膜压差下的分膜单元运行,并将膜单元进行相对独立分格(见图2),以便实现分格的在线维护性化学清洗和恢复性化学清洗,减少离线化学清洗拆卸超滤组件(单元)的工作量。

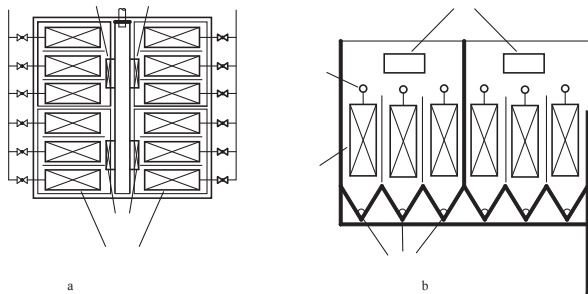


图2 流程分单元、分格布置

所谓分格,即将若干个膜单元分成不小于4格相对独立的单体,每格内设置相同数量的膜单元,其进水则与其他分格相通,相互连接的进水管(槽或管)必须以低流速(0.1 m/s左右,以不破碎絮体为准)进水,这是为了实现膜单元物理清洗短时间上升的流量(清洗时该单元自身的流量加上反冲洗的水量)能够通过渠(槽或管)均匀分配到其他分格的膜单元。

分格进水设小阻力提板阀,关闭后可对该分格内的膜单元进行在线维护性化学清洗或恢复性化学清洗。

分格内膜单元与其他分格膜单元统一分配运行周期进行轮流物理清洗。

底部设排泥装置,根据原水浊度定时排泥。

3.2.2 进水除污格栅

为防止原水中的漂浮物进入膜单元,应在进水前端设置除污格栅。但短流程没有必要按常规超滤工艺采用“自清洗过滤器”。这既简化了格栅的设置,节约投资,且减少采用自清洗过滤器所产生的常年能源消耗。

格栅的孔眼大小应以不破坏絮体颗粒为好。

3.2.3 短流程进水

水应从膜组件上方或上方侧向进入膜单元,这样有利于膜表面泥饼层脱落后的沉降。当水从上方进入膜组件,向下的水流速度将有利于提高膜丝之

间污泥下沉速度。随着超滤运行沿程出水,膜丝间水流的速度将逐步降低,膜间的水流速度趋于0。膜丝间水流速度(v)沿膜丝长度(L)方向变化如图3所示。

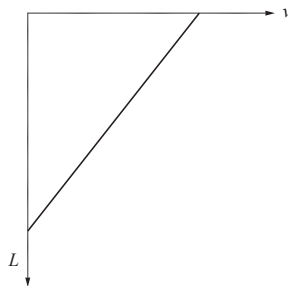


图3 膜丝间水流速度沿膜丝长度变化

若进水从膜单元下方进入,所产生的上升流速将导致泥饼脱落后下沉受阻,甚至当膜丝间水流向上的速度大于污泥沉淀速度时,会出现污泥悬浮或者上浮的现象,致使污泥在膜间富集,跨膜压差增长较快,影响超滤膜的正常运行。

3.2.4 适当提高构筑物的干弦

提高干弦,保持膜上方有一定的保护水深。这是为了当某膜单元进行物理清洗时的产水和反冲洗浓水通过进水管(进水槽或进水管)由其他膜单元分摊处理,其他膜单元的通量则会短时间上升(见图4),跨膜压差亦会有所提高,所以池内留有水位上升的空间十分必要。

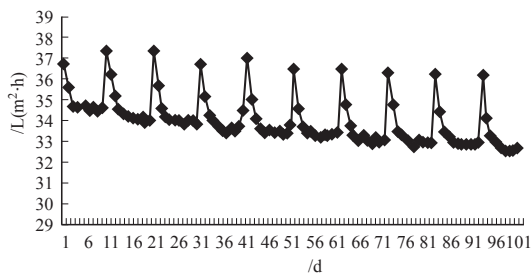


图4 一个化学清洗周期内膜单元的通量变化

短流程构筑物的干弦比常规设计要大些(可根据处理水量、膜单元数、运行通量、反洗强度计算)。

3.2.5 优化工作水头节约能耗

根据超滤运行的特点,优化系统高差,以节省能耗。

(1) 改造净水厂时必须充分利用原有的工艺条件,在选取超滤膜运行的最大跨膜压差时,不得超过原有工作水头,并留有一定的富余量。否则应增设

水泵提高工作水头。

(2) 为减少全工艺系统运行中不必要的水头损失,尽量减少每个工作节点的局部和沿程水头损失。可以将管路系统的流速设得低一些(如 0.5 m/s)。虽然这样的设计,增加了一点建设费用,但设计方案中可以不用设置抽吸泵,加上常年节省的电耗,将节约可观的费用。

(3) 为保证超滤在夏冬季运行时均能达到设计负荷,其跨膜压差会有一些幅度的变化,若以冬季低水温时的跨膜压差进行设计,势必在正常水温时将浪费一部分的工作水头。

可以采取以下措施节约能耗:

(1) 城市净水厂不同季节供水负荷有着较大变化,可以取其时令季节的平均日变化系数来调整超滤膜系统的在那个季节的运行通量,既能适应当时需水量的要求,又可充分利用相对富余的跨膜压差,节省能耗。

(2) 设计清水池时可适当增加水池的深度,正常水温下超滤膜跨膜压差低,清水池可在高水位下运行,从而降低出厂二级泵的电耗。低水温跨膜压差增大时,可采用降低清水池水位来保证超滤膜在设计负荷下运行。

3.3 超滤膜单元

3.3.1 膜通量及跨膜压差的选择

短流程采用低通量、低跨膜压差的设计理念,减轻膜的深层污染,减少运行能耗。为保证在低温条件下能够正常运行,应充分考虑水粘度增加膜通量下降的因素,在不得已的情况下才需增设超滤抽吸泵。

3.3.1.1 膜通量选择

短流程的运行参数会因各地水质差异而有所变化,因此有关设计参数的确定应通过现场试验,取得可靠数据后予以确认。

一般情况下为了适应水厂改造,充分利用原有工作水头,超滤膜的运行通量控制在 30 L/(m² · h) 左右。

膜通量的选择应充分考虑在最不利的条件下能够保证正常运行。若有可能,尽量不采用抽吸泵来提高超滤的跨膜压差,这样,可以减少机械设备的配置(泵、电气设备、管道及配件等),节约建设费用,减少日常维护管理的工作量。

某膜单元反冲洗时将引起其他膜单元通量的瞬

时上升,此时的瞬时膜通量:

$$q_c = q + [(C + q)/(n - 1)] \quad (1)$$

式中 q_c ——反冲洗时的瞬时膜通量, L/(m² · h);

C ——反冲洗强度, L/(m² · h);

q ——正常运行时的膜通量, L/(m² · h);

n ——膜单元数。

3.3.1.2 跨膜压差设计

考虑超滤膜有可能在最不利(低水温、可能出现的最大通量等)的条件下运行,应计算出最大跨膜压差。水厂改造项目,经经济技术分析比较,当原有工作水头不能满足运行要求时,则应设置抽吸泵。

3.3.2 膜单元的基本构造

膜单元由膜组件组成。应根据膜厂商提供的膜组件技术参数和外形尺寸,结合处理水量、运行方式和安装、维护的要求进行设计。可以根据产水量由多个组件构成单元。

3.3.3 膜单元数量

3.3.3.1 最低膜单元数

$$n_{\min} = \frac{Q + \sqrt{Q^2 - 4qC}}{2q} + 1 \quad (2)$$

式中 $n_{\min}$ ——最低单元数;

q ——正常运行时的膜通量, L/(m² · h);

Q ——允许最大的运行通量, L/(m² · h);

C ——反冲洗强度, L/(m² · h)。

3.3.3.2 最大膜单元数

$$n_{\max} = h_{\min} \times 60 / (h_{qx} + h_{jg}) \quad (3)$$

式中 $n_{\max}$ ——最大单元数;

$h_{\min}$ ——最小物理清洗周期, min;

h_{qx} ——最大清洗历时, s;

h_{jg} ——膜单元清洗间隔时间, s。

设计中宜采用较多单元数,减少膜单元物理清洗时对其他膜单元的冲击负荷。

3.3.4 超滤膜单元布置

3.3.4.1 平面布置

对于膜单元的平面布置,应有利于均匀布水。方便膜组件的安装、拆卸。最好选取能够将需更换或维修的膜组件单独取出的设计方案,减少维护、维修工作量。

有条件的话,保持膜单元之间适当宽松,保证布水均匀和泥颗粒的下沉。

3.3.4.2 竖向布置

膜组件上方水深应不小于 300 mm。膜组件下方应考虑反冲洗出流和曝气时不会扰动已经下沉的污泥。

3.5 管路系统及附件的布置

(1) 膜出水管路的设计应注意管路简洁顺畅,采用较低流速(如 0.5 m/s),避免和减少不必要的水头损失,并为今后挖潜提高产水量留有适当的空间。

(2) 由于超滤膜的物理清洗较常规砂滤周期短,设备、阀门动作频繁,为减少反冲洗泵的开闭次数,建议采用水塔(水箱)进行反冲洗,以降低反冲洗泵的装机容量,减轻设备的维护工作量。对于反冲洗水管路(包括维护性清洗管路)需注意防止杂物通过管道进入超滤膜。必要时,可增设过滤器。

(3) 物理清洗加空气辅助清洗,建议空气管路及膜组件分离设置。空气管路可在构筑物内对应独立布置。这样有利于简化膜组件的构造,便于膜组件的安装、运行、拆卸和维护管理。

(4) 总出水管(槽)应设有控制池内膜上水位的调节装置(可设调节阀或调节堰),以保证运行中根据进水量的大小来调整跨膜压差,防止超滤膜被暴露在空中。

(5) 管路系统的材质要求。如果短流程采用膜单元离线化学清洗,拆卸、吊装比较麻烦。因此尽可能选用在线清洗的方式。为此对整个管路系统的材质有着严格的耐酸碱要求,对管路系统和相应配件、阀门亦有防酸碱的要求。一般情况下,为防止外界因素对超滤膜及运行系统的影响,整个构筑物及系统应置于室内。此时采用耐酸碱性能良好、价格低廉的 PCV-U 管材、管件,不失为价廉物美的选择。

3.6 污泥浓缩排泥区

(1) 高度设置。保有足够的空间使沉泥得以浓缩,并不受水流的扰动。

(2) 刮泥设施的设置。根据池型决定采用何种适合的刮泥机品种和型号,若采用在线化学清洗,刮泥机械必须具有良好的抗腐蚀性能。否则,亦可采用构造简单的排泥槽或排泥斗。

4 短流程的运行

净水工艺确定、设计、建成后,运行的调整、优化显得尤为必要。

4.1 预处理

结合超滤膜深层污染的机理,根据现场试验结果采取不同的预处理十分重要。应选择相适应的混凝剂、助凝剂,确认是否需要投加针对超滤膜的助滤剂。需根据原水水质确定是否采用氧化技术、生物处理技术、活性炭吸附技术等。

4.2 运行方式

短流程采取低通量运行,可以控制跨膜压差在工艺系统所能承受的范围,无需使用抽气泵。另外,膜通量低,物理性清洗、维护性清洗和化学清洗周期均可延长,从净水厂运行的角度来说,亦可减少维护、维修和管理的工作量。

各家膜供应商的膜由于材质、膜形态尺寸、生产工艺等的不同,以及采用单位原水水质的不同,会出现不一样的运行参数,所以短流程必须通过现场试验取得各种运行数据,作为设计和实际生产运行的依据。为运行稳定可靠,实际运行应对试验数据给予一定的安全系数。

4.3 超滤膜的清洗

经过较长时间的运行,会有极细微的颗粒和小分子的有机物对膜造成深层污染,当物理清洗无法处理时(一般情况下,当物理清洗后膜通量恢复不到初始的 90%),则需进行维护性化学清洗,若维护性化学清洗也不能恢复原始通量时,则需进行恢复性化学清洗,通过化学药剂将深层污染物去除,将膜恢复到初始通量,继续保持良好的运行状态。

恢复性化学清洗过程比较麻烦,高浓度的清洗药液对膜有一定的伤害,所以采取必要的措施延长恢复性化学清洗周期,定期在线维护性清洗是一个有效的方法。

4.3.1 物理清洗

短流程则是人为根据运行情况预先设定运行周期,根据膜单元数量均分周期,分单元间隔轮流进行物理清洗。

4.3.1.1 水反冲洗强度

膜供应商应提供相关数据。一般情况下,可以考虑控制在 $60 \sim 100 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

建议采用变强度清洗方式以有利于提高清洗效果。即初始强度较低($30\sim 40\text{ L}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$),使膜表面泥饼脱落,时间控制在 $5\sim 10\text{ s}$,然后再用正常强度完成反冲洗。

4.3.1.2 气冲洗强度

膜外壁通过辅助曝气的方式,气泡在上升过程中挤擦周围水体和超滤膜丝,促使膜表面的泥饼在其波动的影响下更易从膜表面脱落,一般气的强度采用 $60\sim 90\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

4.3.1.3 清洗周期

运行周期应根据原水水质、预处理效果、膜性能决定。设计前应在现场进行的模型试验以取得相关参数,并在构筑物运行后根据实际运行情况加以调整。

短流程必需采用均分冲洗周期的方式运行,其膜单元之间的冲洗间隔时间:

$$J_s = Z_q / n \quad (4)$$

式中 J_s ——膜单元之间的冲洗间隔时间, min;

Z_q ——运行周期, min;

n ——膜单元数。

4.3.2 化学清洗

维护性清洗与恢复性化学清洗区别在于清洗液的种类、浓度、浸泡时间的高低、多少。

物理清洗已不能去除膜污染时,采用维护性清洗,在维护性清洗无法恢复超滤膜通量时,则需进行恢复性化学清洗。

若原水预处理效果较好时,能够大大延缓化学清洗周期。

4.4 反洗水的回收

短流程采用了超滤系统直接回收反冲洗浓水的技术,由于反洗下来的浓水仍保有一定活性的颗粒,所以通过运行中的膜单元回收时,与膜表面上的泥饼层产生二次絮凝,保证了回收效果。正是这样,超滤膜运行的物理筛分作用,加上短流程采用絮凝水过滤,絮凝附着在膜表面形成的“泥饼”截留了这些颗粒物,通过短流程采用了同一膜池内分单元运行的方式,当某个单元进行物理清洗时,则可以通过其他正在运行的膜单元得以直接回收,实现了同一膜池中不同膜单元产水的自动平衡,减缓了膜单元的污染,大大提高了产水率,保证系统的稳定运行。

4.5 排泥

排泥周期由进水浊度、进水量、沉泥浓缩状况等因素决定。

4.6 不同季节的优化运行

由于采取了低通量、低跨膜压差超的设计,针对季节变化按最不利的情况设计跨膜压差。在这样的情况下,为节约运行能耗,考虑到超滤膜运行通量有着较大的弹性,可以根据出厂需水量的要求,随时调节原水的进水量(变化幅度根据水温、与最大允许跨膜压差相应的运行通量调节),控制净水构筑物的产水量,保证清水池经常处于高水位运行。这样可以根据实际超滤的运行需要,相应地调整清水池水位,既保证了超滤的正常运行,又大大节约了能耗。

当跨膜压差调到最小仍出现膜上水位继续下降时,应自动加大进水量,亦可逐个停止膜单元的运行,直至全部停止运行为止。当跨膜压差已调到最大,构筑物内的水位仍在上升,则应自动减少进水量,直至停止进水。

5 结语

短流程是一种全新的净水工艺,尚有改进的空间。需要采用时,建议通过现场试验取得可靠的参数后制定符合实际的设计方案。

超滤膜仅是物理筛滤,对生物安全性有着可靠的保障,但存在难以处理小分子有机物和溶解性物质的问题,所以应该与其他处理方法(如氧化技术、生物处理技术、活性炭吸附技术等)配套使用。这些处理方法应该针对超滤技术,并与其有机结合才能收到更好的处理效果。

短流程优化运行的影响因素很多,应该根据实际情况及时予以调整,使之不断完善,取得良好的运行效果。

相信短流程有着很好的工艺适用性和处理效果,在新建或改造净水厂方面,将会发挥出应有的作用。

○ E-mail: heshouping@gsegc.com

收稿日期: 2010-10-29

修回日期: 2010-11-02