

自来水厂排泥水的静沉及浓缩试验研究

陈 静¹, 陈士才¹, 许建华¹, 王 劲², 洪觉民²

(1. 同济大学 环境科学与工程学院, 上海 200092; 2. 杭州市自来水总公司, 浙江 杭州 310016)

摘 要: 对自来水厂排泥水分别进行了静沉和动态浓缩试验, 以便为高效斜板浓缩池的设计和运行提供依据和指导。结果表明, 慢速搅拌可显著提高泥水的静态沉降速度; 对于含固率 > 0.2% 的排泥水, 当固体负荷为 $3.2 \sim 3.4 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 时经浓缩后底泥的含固率 > 2.6%; 当浓缩池进泥含固率 < 0.17% 时浓缩效率会明显降低, 要达到 2% 的出泥含固率则固体负荷需降到 $1.9 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 以下。斜板浓缩池在以固体负荷为设计参数的同时, 还应采用水力负荷来校核, 以保证上清液的水质达到排放标准, 如要求上清液 $\text{SS} < 70 \text{ mg/L}$, 则水力负荷应控制在 $3.7 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 以下。

关键词: 自来水厂排泥水; 静沉; 斜板浓缩池

中图分类号: TU991.2 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2005)02-0040-04

Study on Static Settling and Thickening of Sludge Water from Water Works

CHEN Jing¹, CHEN Shi-cai¹, XU Jian-hua¹, WANG Jin², HONG Jue-min²

(1. School of Environmental Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. Hangzhou Water Supply Corporation, Hangzhou 310016, China)

Abstract: Experiment was carried out on the static settling and thickening of sludge water from water works, so as to provide basis and direction for the design of inclined plane thickener. The result shows that slow stirring can raise the static settling velocity. For the sludge water with solid content more than 0.2%, the solid content of thickened bottom sludge can be up to 2.6% at solid loading of $3.2 \sim 3.4 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$. When the solid content of feeding sludge in thickener is less than 0.17%, thickening efficiency will be reduced significantly. If the solid content of sludge out of thickener is desired to be 2%, solid loading must be lowered to $1.9 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$. When the solid loading is taken as the design parameter for inclined plane thickener, it shall be checked by hydraulic loading, to ensure the quality of supernatant up to discharge standard. If the supernatant SS is required to be less than 70 mg/L , hydraulic loading shall be controlled at lower than $3.7 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$.

Key words: sludge water from water works; static settling; inclined plane thickener

1 试验装置与方法

静态沉降试验采用直径为 300 mm、高为 2 500 mm 的沉降柱, 柱内设搅拌装置, 搅拌转速为 1 r/min。动态浓缩试验流程见图 1。

首先将南星水厂沉淀池排泥槽内的排泥水用潜污泵抽入调节池, 经均质均量后通过管道排污泵提升到斜板浓缩池内进行浓缩, 浓缩后的上清液由上部集水槽收集后排放, 泥水则由池底排泥管排出。

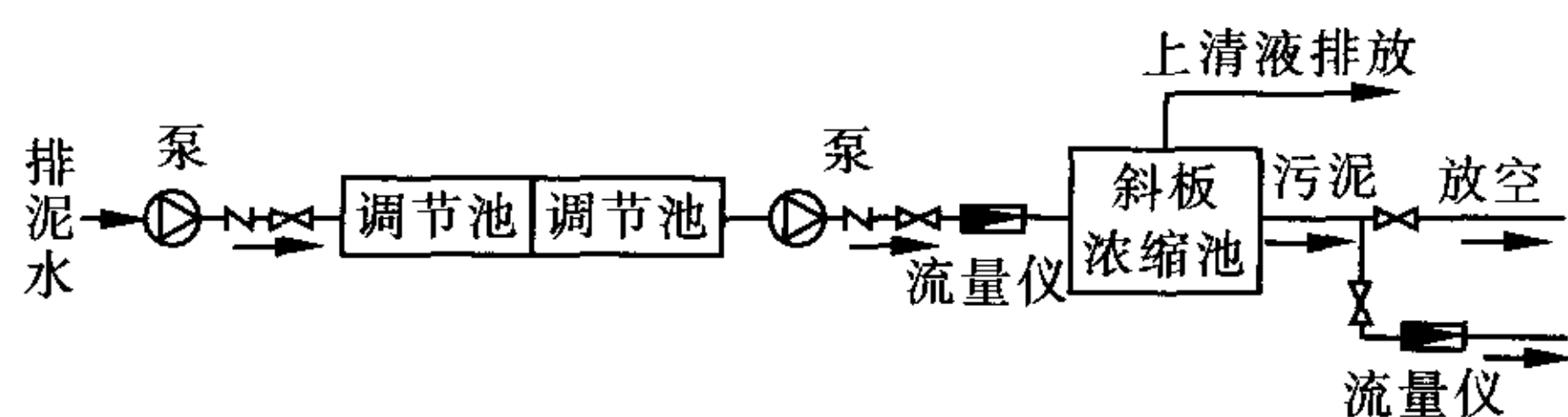


图1 浓缩试验工艺流程

Fig. 1 Flow chart of thickening process

调节池为两座钢制水池,每座尺寸为 $2.8\text{ m} \times 2.8\text{ m} \times 2\text{ m}$,有效水深为 1.8 m ,调节容积约为 14 m^3 。每座调节池内设搅拌机1台。浓缩池(构造见图2)池体采用普通钢板制造,上部斜板区的平面尺寸为 $4.65\text{ m} \times 2.55\text{ m}$,下部污泥浓缩区的平面尺寸

为 $2.55\text{ m} \times 2.55\text{ m}$,总高度为 5.3 m ,有效水深为 5.0 m ,其中斜板区高度为 2.25 m ,浓缩区深度为 2.75 m 。不锈钢斜板分两排布置,每排设34块,每块长为 2.7 m 、宽为 0.75 m 、厚为 1 mm ,安装倾角为 59° ,板间垂直距离为 6 cm 。每组斜板的两侧分别设有导水槽(分两层,上层为上清液集水槽,下层为排泥水配水槽),排泥水由配水槽的侧面、底部向斜板区均匀配水,经泥水分离后上清液从顶部溢流堰排出,浓缩泥水则从池底排出。浓缩区安装有带栅条的刮泥机1台,在刮泥的同时对污泥进行慢速搅拌,以促进浓缩。

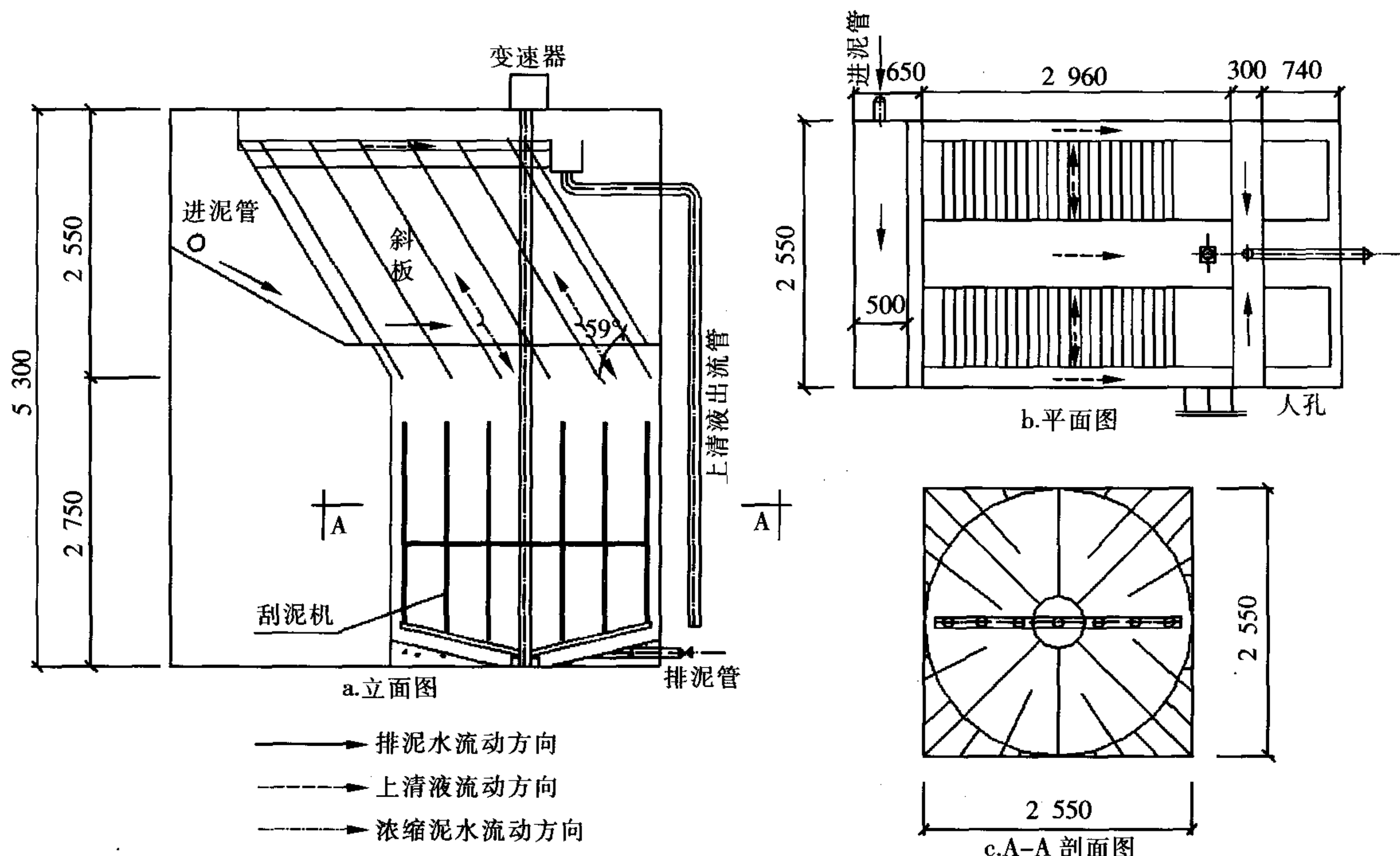


图2 斜板浓缩池的构造

Fig. 2 The structure of lamella thickener

静态沉降试验主要用于测定不同含固率时的静态沉降曲线,动态浓缩试验则分别考察了水力负荷、固体负荷、进泥浓度等对斜板浓缩池浓缩效果的影响。每隔 1 h 取样一次,测定的指标有水温、进泥浓度、出泥浓度、进水流量、排泥量、上清液的浊度和SS。

2 结果与讨论

2.1 排泥水中污泥的成分分析

排泥水中污泥的成分对其浓缩和脱水性能影响较大,为此对试验用排泥水的化学成分及污泥颗粒的粒径分布做了测定,结果分别见表1和表2。

表1 排泥水的化学成分

Tab. 1 Chemical composition of sludge water %

成分	灼减量	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	其他
含量	12.06	20.16	52.12	6.8	1.49	2.27	2.7	2.4

表2 排泥水污泥颗粒的粒径分布

Tab. 2 Dimension distribution of sludge particle

直径/ μm	<0.4	0.4~0.7	0.7~1	1~2	2~4	4~7	7~10	10~20	20~30	30~40	40~50
含量/%	9.7	8.5	5.4	13.9	15.5	18	2.4	8.4	4.2	9.7	4.3

从化学组成来看,排泥水中 SiO_2 占很大的比例,有机物含量相对较少,较易浓缩和脱水^[1];从粒

径分布看污泥粒径较小,基本为粘粒和粉粒,且粒径 $<5\ \mu\text{m}$ 的粘粒所占比例较高,排泥水的浓缩和脱水相对困难。

2.2 静态沉降试验

不同含固率时的静态沉降曲线见图3。当含固率较低时泥水沉降速度快,随着泥水含固率的升高则沉速降低,起始阶段的等速沉降越来越不明显。这是因为随着含固率的增加则颗粒间的空隙减小,相互阻碍作用增大,限制了某些颗粒的快速沉降,从而表现出整个泥水界面的沉速减小。

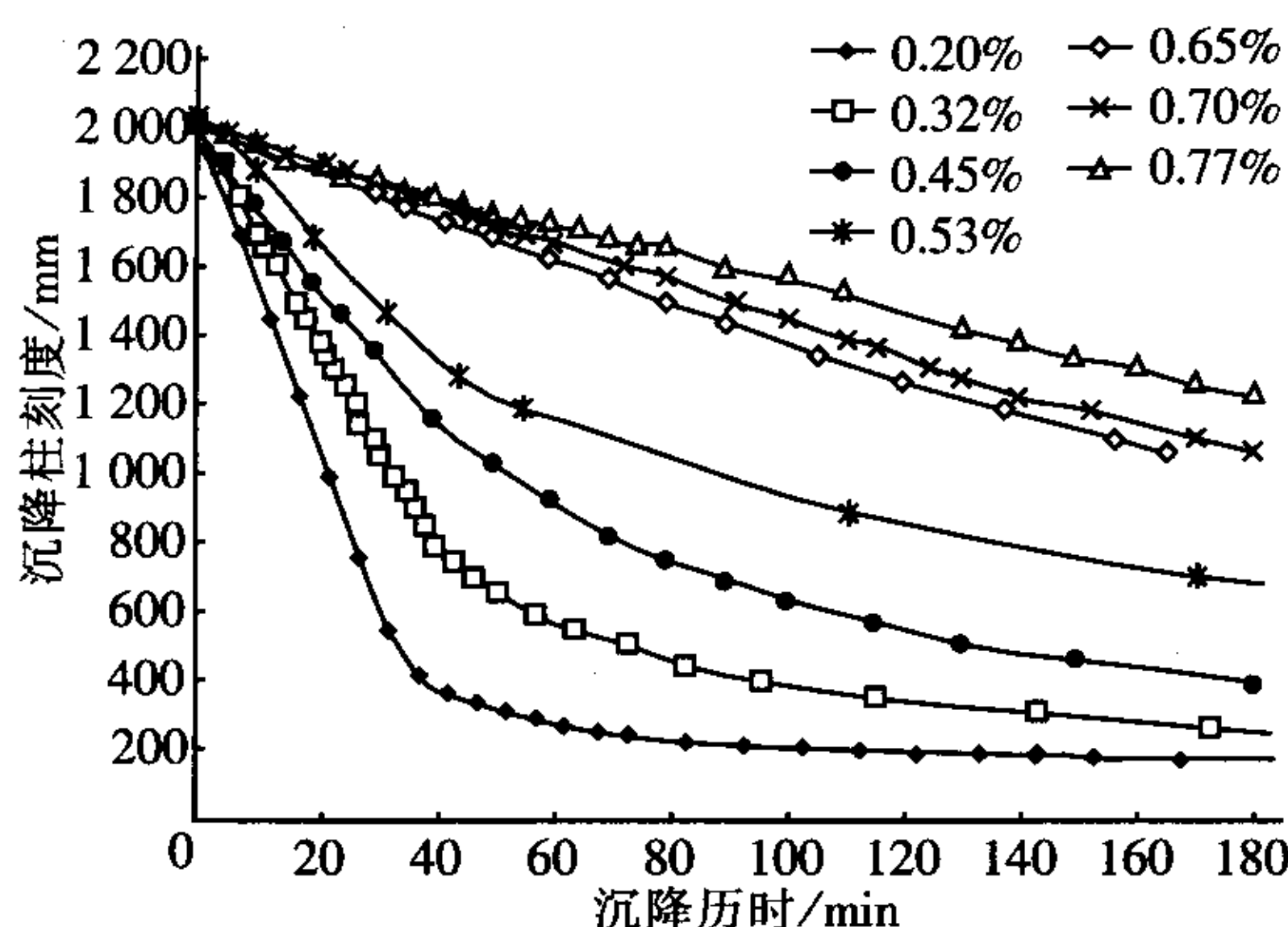


图3 静态沉降曲线

Fig.3 The curve of static settlement

应用 Talmage - Fitch 法^[2]对含固率分别为0.32%和0.53%的排泥水进行浓缩时所需最小浓缩池面积进行了估算(排泥浓度取2.6%),得浓缩池最小面积应分别为 $6.0\ \text{m}^2$ 和 $7.5\ \text{m}^2$ 。试验用斜板浓缩池污泥浓缩区的实际横截面积为 $6.5\ \text{m}^2$,与采用 Talmage - Fitch 法计算得到的面积相近。

图4显示了慢速搅拌(1 r/min)对排泥水静态沉降效果的影响。

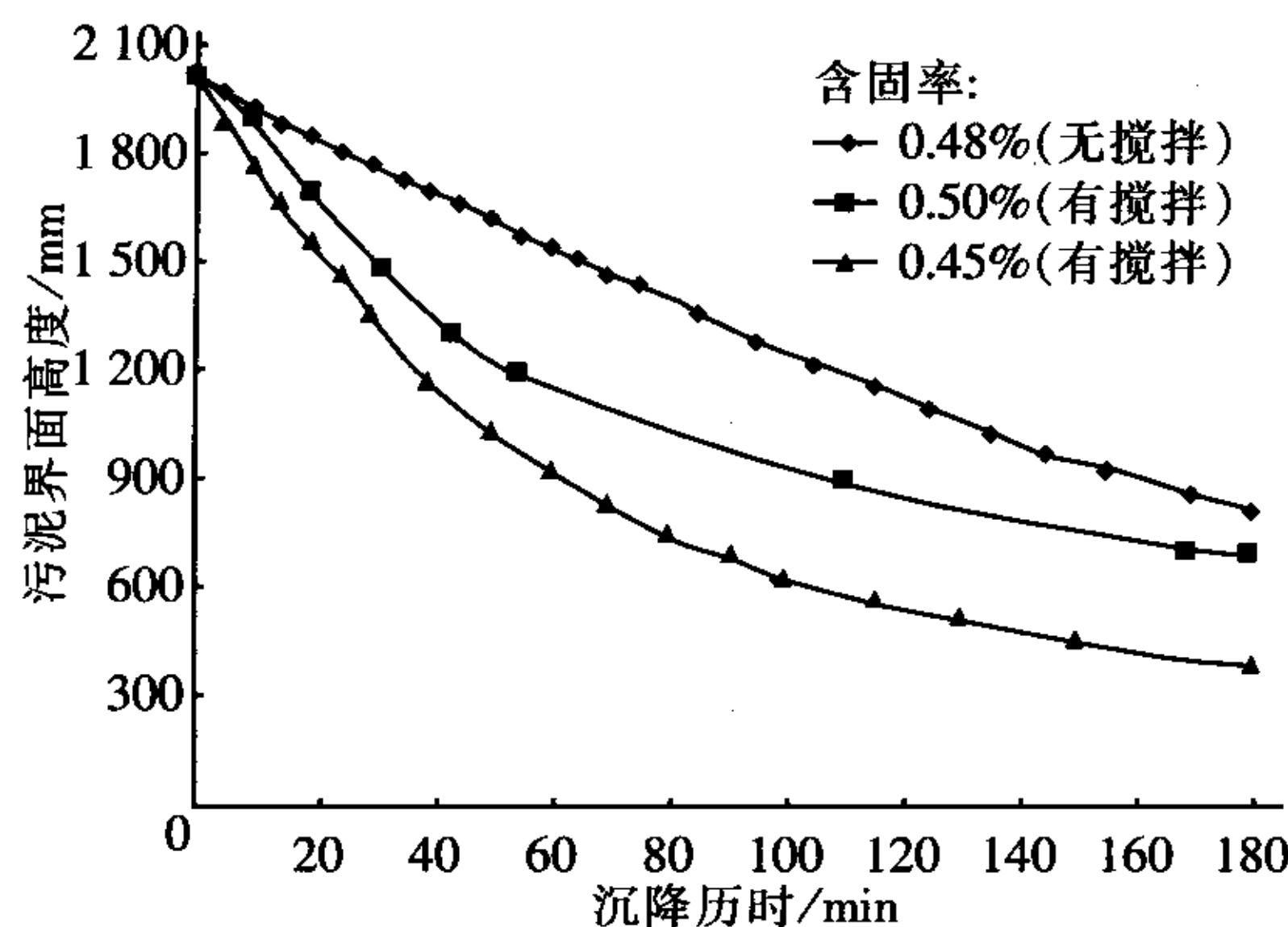


图4 慢速搅拌对排泥水浓缩性能的影响

Fig.4 Effect of slow stirring on thickening performance

由图4可知,缓慢搅拌能显著提高排泥水的沉

降速度。这是因为,缓慢搅拌不仅有助于污泥颗粒之间的凝聚,还可以造成空穴,使孔隙水和空气泡容易逸出。虽然慢速搅拌可以提高污泥的浓缩效果,但速度为多少合适目前仍存在争议,还有待进一步研究。

2.3 动态浓缩试验

2.3.1 进泥流量与上清液 SS 的关系

试验发现,当进泥浓度一定时上清液的 SS 值随着进泥流量的增加而升高,而当进泥流量 $>15.3\ \text{m}^3/\text{h}$ 时上清液的 $\text{SS} > 70\ \text{mg/L}$,不能满足《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)的一级标准。

目前,许多资料都仅将污泥固体负荷(固体通量)作为浓缩池的设计参数,笔者的试验结果则表明,当进泥含固率为0.10%、进泥流量为 $20\ \text{m}^3/\text{h}$ 时浓缩池的污泥固体负荷为 $3.1\ \text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$;而当进泥含固率为0.5%、进泥流量为 $8\ \text{m}^3/\text{h}$ 时污泥固体负荷就有 $6.2\ \text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,但前者的上清液浊度远高于后者。因此,不能仅以固体负荷作为浓缩池的设计参数,还应该考虑水力负荷。对于试验情况,进泥流量控制在 $15\ \text{m}^3/\text{h}$ [水力负荷为 $3.7\ \text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$]以下为宜。

2.3.2 进泥含固率对浓缩池运行的影响

考察了进泥含固率分别为0.1%~0.17%、0.29%~0.31%、0.5%~0.53%时的浓缩效果。试验中控制浓缩池进出固体负荷之差 $<0.35\ \text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,以保持浓缩池进、出泥量的平衡。结果表明,当进泥含固率 $<0.17\%$ 时,上清液的 SS 高达 $50\sim60\ \text{mg/L}$;当进泥固体负荷 $>2\ \text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 时浓缩污泥的含固率 $<2\%$,达不到出泥含固率 $>2\%$ 的要求,只有当进泥固体负荷 $<1.9\ \text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 时出泥含固率才能达到2%以上,但也达不到2.5%。

在进泥含固率约为0.3%、0.5%的情况下,控制进泥固体负荷为 $3.2\sim3.4\ \text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 时可使浓缩出泥的含固率为 $2.6\%\sim3.0\%$,上清液 $\text{SS} < 30\ \text{mg/L}$ 。

综上所述,当进泥含固率较低时排泥水难以浓缩,上清液的 SS 也高。因此,设计浓缩池时应校核较低进泥浓度时的处理能力,必要时可投加适量的聚丙烯酰胺以提高浓缩效率。通常沉淀池排泥水的浓度较高(含固率为0.1%~2%),而滤池反冲洗废水的浓度则很低(含固率为0.03%~0.05%),如将两者进行混合处理,则会使泥水浓度很低,因此宜将

它们分开进行浓缩处理。

3 结论

① 慢速搅拌可提高污泥沉降速度。

② 设计浓缩池时除应以固体通量为设计参数外,还应采用水力负荷来校核,否则上清液的SS值达不到排放要求。如使上清液的 $SS < 70 \text{ mg/L}$,则水力负荷控制在 $3.7 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 以下为宜。

③ 当进泥含固率 $>0.2\%$ 时,如要求出泥含固率为 $2.6\% \sim 3.0\%$,则固体负荷应控制在 $3.2 \sim 3.4 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 左右。与通常的辐流式浓缩池相比浓缩效率提高了 $2 \sim 3$ 倍,因而可大大节省占地面积。

④ 当排泥水含固率 $<0.17\%$ 时,即使在较低的固体负荷下浓缩效果也很差,此时可采取降低进泥固体负荷或者投加聚丙烯酰胺的措施来提高污泥

的浓缩性能。为避免因反冲洗废水的稀释作用而降低浓缩效率,建议将反冲洗废水和排泥水分开进行处理。

参考文献:

- [1] 谢志平. 给水厂的污水及污泥处理[M]. 合肥:安徽科学技术出版社,1984.
- [2] 金儒霖,刘永龄. 污泥处置[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1982.
- [3] 聂梅生. 水工业工程设计手册——水资源及给水处理[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2001.

电话:(021)54371932

E-mail:chenjingdoc@yahoo.com.cn

收稿日期:2004-09-25

· 讨论 ·

消防水泵接合器的设置数量

关于水泵接合器的设置数量,尽管《高层民用建筑设计防火规范》和《建筑设计防火规范》均有着明确的条文规定,但设计人员对此仍颇多争议。究其原因,是规范一方面规定室内消防用水量对水泵接合器的数量有单一确定的关系,另一方面又在对室外消火栓、消防车等其他相关消防设备的描述中,多次强调它们与水泵接合器的对应关系,似乎又在削弱室内消防用水量对水泵接合器数量的确定关系。

以一栋建筑高度为80 m的高层办公楼为例,其室外消防用水量取 30 L/s ,室内消防用水量按消火栓系统用水量(取 40 L/s)及自动喷水灭火系统用水量(取 30 L/s)之和计,则为 70 L/s 。按规范要求,室外消火栓设置2个(每个流量为 15 L/s),而水泵接合器则应设置5个(每个流量为 15 L/s)。像这种室内消防用水量超过室外消防用水量,若按规范设置则室外消火栓数量不及水泵接合器的情况是很常见的,有时甚至相差很大。同时,消防车出动的数量一般也不会达到水泵接合器的数量。针对上述情况,有人对按室内消防用水量确定水泵接合器数量的可行性产生质疑,认为应按室外消火栓或消防车的数量来确定水泵接合器的数量,以避免一些水泵接合器设而不用;要么就将室外消火栓及消防车的设置数量等同于水泵接合器。

作者认为,在考虑水泵接合器设置数量的问题时,应该从与水泵接合器有联系的众多因素中找出最直接关联、最根本的一条。归根结底,水泵接合器是室内消防给水管网补水的通道,是为室内消防给水管网服务的。水泵接合器的设置数量实质上是“设计过水能力”的大小,规范规定以室内消防用水量来确定其设计过水能力,从根本方向上说是正确的。消防车和室外消火栓在火场中对水泵接合器的使用有一定的牵制作用,但在设计时不应作为水泵接合器设置数量的决定因素。消防水泵接合器可视为室内消防给水管网预留的输水通道,此通道过水能力应满足可让与室内消防用水量等量的水通过,不应小于该水量而有成为瓶颈的可能,按室内消防用水量的标准设置水泵接合器合理到位。火场中可以使用的消防水源不只是为该建筑按室外消防用水量设置的室外消火栓,消防车的数量也可增加,所以不应以设计室外消火栓或消防车的数量来确定水泵接合器的数量。消防水泵接合器具有备用性质,也就是说水泵接合器虽具有通过室内消防用水量的能力,但火灾时并不要求一定要将该水量通过水泵接合器,室外消火栓与水泵接合器数量的差异是允许的。

(南京市建筑设计研究院广州分院 袁宝军)