

采用汛期溢流格筛净化城市雨污混合溢流污水

王继行¹, 高颖²

(1. 中国市政工程西南设计研究总院有限公司, 四川 成都 610081; 2. DEW Techno GmbH, Germany)

摘要: 城市雨污混合溢流污水(CSO)是我国水体污染的主要来源之一,混合溢流污水携带固体垃圾进入受纳水体之后造成水质恶化。削减雨污混合溢流污染是解决城市水体黑臭和湖泊富营养化治理的重要措施。借鉴欧洲国家的应用经验,通过安装混合溢流污水格筛,可以有效截留固体垃圾物质,降低COD污染程度。

关键词: 合流制污水处理; 格筛; 溢流构筑物; 固体物质截留

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)06-0108-04

Reduction of CSO Loadings Using Overflow Screen

WANG Ji-hang¹, GAO Ying²

(1. Southwest Municipal Engineering Design & Research Institute of China, Chengdu 610081, China;
2. DEW Techno GmbH, Germany)

Abstract: Combined sewage overflow (CSO) was one of the main sources of water pollution in China, while many solid waste had caused deterioration of water quality after entry into the receiving water body. Reducing CSO pollution was an important measure to solve the problem of urban water black odor and lake eutrophication. By learning the application experiences in European countries, CSO screen was installed to effectively detain solid waste and reduce COD pollution level.

Key words: combined sewage overflow treatment; screen; overflow structure; solid detention

城市雨污混合溢流污水(Combined Sewer Overflow)是我国水体污染的主要来源之一,合流溢流污水由未经处理的生活污水、工业废水及地表雨水径流等组成,内含大量粪浆、病原体、悬浮杂质和固体垃圾,以及工业有毒污染物质等^[1-2]。这些物质进入受纳水体之后,不仅引起水体黑臭,影响市容美观,也会造成鱼类及水生生物死亡,对饮用水安全造成严重威胁^[3]。

削减雨污混合溢流污染是解决城市水体黑臭和湖泊富营养化治理的重要措施。根据德国的经验,通过在溢流构筑物的排水堰上安装水平过滤格筛,可以有效阻挡截留各种漂浮物质和悬浮物质以及粘附在这些固体物质上的粪浆物质,从而降低进入受纳水体的COD污染。

通过雨水调蓄池、水平过滤格筛和冲洗设备的配合使用,可以有效降低雨污混合污水的溢流量,同时也可以截留去除各种悬浮物质和固体垃圾,大量泥砂和粪浆物质,从而有效增强对雨污混合溢流污水的一级处理能力。

1 CSO 格筛

在溢流构筑物内或CSO调蓄池的溢流堰上,大多采用水平格筛(栅)装置进行混合污水的过滤处理;即便在下水道管网的溢流口,一般也都采用水平格筛。主要原因是这些配置溢流口的地下污水渠本质上都是调蓄水渠,通过调节溢流堰的高度,可以调节下水道管网内的污水贮蓄能力。不管是在CSO溢流构筑物内还是CSO调蓄池内,存在溢流堰的地方一般只能安装水平格筛(栅)。

水平格筛,亦称溢流污水格筛或CSO格筛,主要安装在各种雨污混合污水溢流构筑物内的溢流堰上,也可安装在城市雨水进入河流的溢流堰上。一般情况下,一些大城市的溢流构筑物内都配置CSO格筛,以防止粗大固体垃圾等在雨季进入城市内河和湖泊。

CSO过滤装置可安装在溢流堰的顶面或侧面,目前常用的网孔直径是6 mm(二维过滤格筛)。通常在格栅机械内采用耙齿对栅网进行清理,而在格筛机械内则常采用刮渣板、尼龙毛刷或水力冲洗等方法来清理筛网。水平格筛是目前欧洲应用最为广泛的CSO过滤装置。

2 常用CSO格筛的构造和工作方式

根据污水穿流水平格筛的方向和水平格筛的安装位置,可将水平格筛分成以下两类:

① 下凹型水平格筛

下凹型水平格筛的工作方式见图1。

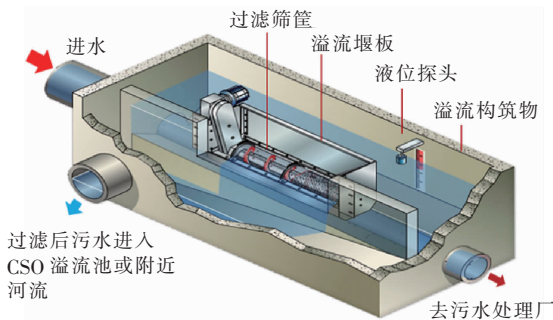


图1 下凹型水平格筛的工作方式

Fig.1 Working mode of concave horizontal screen

污水流入溢流构筑物内,并在上流型过滤装置内的半圆柱型不锈钢过滤网孔筛筐中穿流。当溢流腔内的液位上升至设定数值时,水平格筛的筛筐内(进水侧)安装的运输螺杆开始启动旋转工作,螺杆片外缘安装配置的尼龙毛刷开始对过滤筛筐进行自清理,并将筛渣定向运输排出,连同污水一起流往污水处理厂集中处理。与此同时,溢流污水通过溢洪道进入受纳水体。

随着液位的升高,溢流量超过CSO格筛的处理能力,一部分剩余溢流污水将通过应急溢流堰板(挡水板)短路穿流。与传统格筛不同,CSO格筛都配置防爆潜水电机(IP68),即便在超大溢流的极端情况之下,过滤装置仍然能够连续稳定地运转。

② 上凹型水平格筛

上凹型水平格筛是一种用于混合污水、溢流雨水的全自动过滤处理设备,在过水堰之后水平安装。过滤装置采用180°向上弯拱的圆弧网孔筛板,标准孔径为6 mm;装置内部配置清渣螺杆,螺杆片外缘设有耐磨毛刷,用于筛网筐清理。该设备同样采用防爆潜水电机(IP68)。安装在溢流堰之后的上凹型水平格筛见图2。



图2 安装在溢流堰后的上凹型水平格筛

Fig.2 Upper concave horizontal screen positioned behind the overflow weir

当发生溢流时,污水自上而下穿流过滤装置,设备会根据液位高度自动启动运行,固体污染物被格筛截留分离,然后通过螺杆片的转动将这些固体物质输送至侧面排渣口。筛渣通过输送螺杆送至渣斗车后外运处置。

两种水平格筛在设备结构和工作方式上的差异对比见表1。

表1 下凹型和上凹型水平过滤格筛对比

Tab.1 Differences between the concave and upper concave horizontal screen

项目	下凹型水平格筛	上凹型水平格筛
污水穿流方向	从下向上穿流筛筐	从上向下穿流筛筐
安装位置	溢流堰前	溢流堰后
排渣方式	通过端板上孔洞出料	水泵或螺杆出料
清理螺杆位置	在过滤筛筐之下	在过滤筛筐之上

3 CSO格筛的处理能力和选型设计

在通常情况下,水平格筛装置的筛网孔径是6 mm,此时单位面积处理流量为 $300 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ 。标准产品中含有各种直径和长度的水平格筛:筛筐直径有300、500、700和1 000 mm等;机械长度可在625~10 000 mm范围内自由选择。

水平格筛上的挡水板主要用于堵流进水,从而保证所需要的水力条件。另外,如果水量太大或机械停止使用时,挡水板还可作为应急溢流堰。

当筛网孔径为6 mm时,水平格筛的过水能力

虽然可以面积负荷来表征,但必须同时明确在此面积负荷时的栅渣覆盖率(%)和未被栅渣覆盖的格栅自由过滤面积(m^2)。根据大量的工程经验,当筛网孔径为6 mm时,下凹型水平格栅单位过滤面积的最大处理能力为 $300 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ 。

由于污水过滤能力与过滤面积有关,因此每台CSO格栅的实际过滤能力与过滤筛筐的直径、长度,网孔直径及水头损失有关。

水平格栅的筛筐直径最大可达1 000 mm,筛筐长度最长可达7.5 m。最大规格的单套设备的过水能力在理想工况下最大可达 $7 \text{ m}^3/\text{s}$ 。在标准情况下,筛孔间隙为6 mm,需要其他网孔直径时可特殊制作。

水平格栅的水头损失与溢流处理水量和格栅直径有关,一般在300~700 mm,最佳水头损失数值是500 mm。在实际工程中,水头损失与该项目的性质和具体要求有关。

在处理流量一定的情况下,应尽可能选择筛筐直径较小且筛筐长度较大的水平格栅,即便在污水流量很小的情况下,也能完全沿整个堰长穿流格栅装置,这样不仅降低了水头损失,还可以获得很好的固体物质截留效果。为了避免产生额外的保养清理工作,筛渣尽量不从构筑物内分离。相反,筛渣应该存留在水渠或调蓄池内,在降雨结束之后引入市政污水处理厂集中处理。

当污水处理量很大的情况下,可通过并联或串联方式来满足污水过滤要求。

4 CSO 格栅的特点及应用

CSO格栅是一种全自动自清理二维过滤系统,可将粒径 $>6 \text{ mm}$ 的固体污物质分离。溢流污水经过配置6 mm孔径不锈钢筛网的水平格栅过滤之后排入接纳水体或进入调蓄水池,筛渣仍然留存在污水渠/溢流构筑物内。水平格栅在运转过程中,过滤筛网被连续自动清理,筛网不会堵塞,污水能够自由流出。

通常情况下,下凹型水平格栅安装在CSO构筑物内的溢流堰之前(见图3)。由于下凹型水平格栅将固体物质截留在去污水处理厂的污水管内,即使续进管和溢流管被完全灌满溢流的情况下,水平格栅仍然能够在湿渠侧继续工作。因为筛筐悬挂安装在溢流堰上,较易从溢流构筑物内的干渠侧进行格栅维修保养工作。

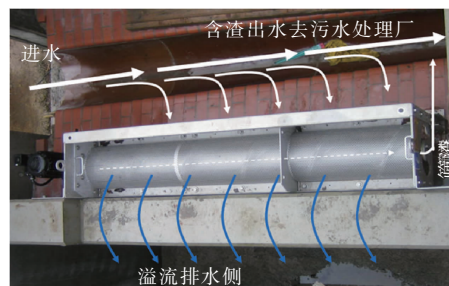


图3 下凹型水平格栅的安装位置

Fig.3 Installation position of concave horizontal screen

与其他类型格栅相比,集水池前设置下凹型水平格栅可截留大块的固体垃圾及悬浮污染物,以保护水泵叶轮和管配件,避免磨损、堵塞,保证水泵正常运行。

CSO水平格栅是一种结构紧凑、功能强大的过滤系统,即便溢流量远超过设计流量时也能够正常运转。此外,水平过滤格栅的水头损失很小,占地省,尤其在一些水力条件和安装位置受到限制的改造项目中,水平格栅尤为适用。

在有条件的情况下,水平格栅应尽可能设置在调蓄池前,这样不仅可以截留大块固体垃圾及悬浮污染物,还可以保护水泵叶轮和管配件,避免磨损、堵塞,保证水泵正常运行。

5 CSO 格栅的安装及维护

下凹型水平格栅的安装型式很多,所采用的固位方式有支撑支架、横拉支架和吊挂支架等,必须根据安装地的情况(安装条件)和项目需求(栅渣出路)来确定安装形式及格栅筛筐的直径和长度。

通常情况下,水平格栅的筛筐直径和长度根据用户的具体需要而定。可通过专用计算程序辅助计算,进行设备的选型设计,同时确定固位支架的数量、固位方式以及应急溢流堰板的高度等。

由于水平格栅装置的安装方式多样,机械安装工作一般只能由专业人员按照规定的操作程序来完成。

保养维护只需定期现场巡检,按照电机厂商要求置换机油即可。在下凹型水平格栅的内部,只有安装在清理螺杆上的尼龙毛刷是磨损部件。但尼龙毛刷的耐磨性能极强,使用寿命至少在两年以上。

下凹型水平格栅安装在溢流堰的进水侧,在发生栅渣缠绕或堵塞情况下,较易进行相应的维修保养工作。若需要对格栅内毛刷进行更换,安装人员

也可以直接在溢流堰上完成操作。

筛筐组件的拆卸维护见图4。

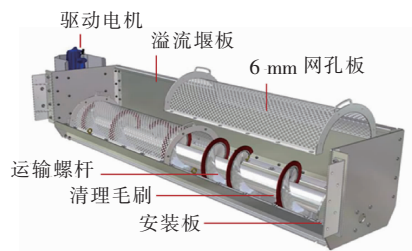


图4 筛筐组件的拆卸和维护

Fig.4 Disassembly and maintenance of screen basket

下凹型水平格筛的电源是三相电压400 V,所有过滤装置配置潜水防爆电机。特种防锈油漆和防水电缆,防护等级为IP68。根据选用的不同筛筐直径和装置长度,所配置的驱动电机功率相应为0.63、1.1或2.2 kW等。

建议在溢流构筑物内的堵流区域内,将操作方式分成以下3种类型:

① 在下部堵流区域内,清理螺杆不运转工作。当液位重新降回到水平格筛前的堵流区域之下时,才进行一次筛渣清理过程。

② 在中部堵流区域内,清理螺杆按间歇方式运转工作。筛渣清理根据进水量而控制进行,使得液位在中部堵流区域内处于动态平衡状态。

④ 在上部堵流区域内,清理螺杆按持续方式连续清理筛渣。

6 结论与建议

考虑到经济因素,污水厂的处理能力总是有限的。CSO溢流构筑物一方面截流限制降雨过程中进入下游污水厂的水量,同时在溢流期间尽可能降低进入受纳水体的污染负荷。由于这两个处理目标相互冲突,CSO溢流构筑物的设计必须综合比较这两方面因素。

在暴雨期间和之后,大量固体垃圾物质会通过合流制溢流构筑物和排水管网进入受纳水体,不仅影响市容美观,还会产生昂贵的清理和处置费用。

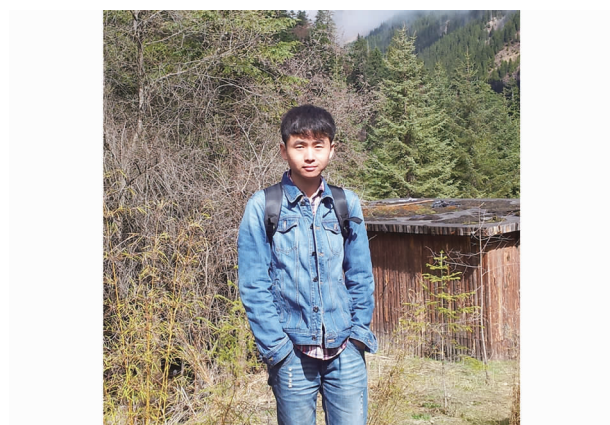
为防止固体垃圾及污染物质进入受纳水体,可以采用CSO格筛对这些混合溢流污水进行过滤处理。溢流污水经过配置6 mm不锈钢筛网的水平格筛过滤之后排入受纳水体或进入调蓄水池,筛渣仍

然留存在污水渠/溢流构筑物内,最终流往污水处理厂进行集中处理。水平格筛在运转过程中过滤筛网被连续自动清理,筛网不会堵塞,污水能够自由流出。

在溢流构筑物内固体物质的截留效率主要与选择的格筛系统以及安装位置有关。考虑到筛渣运输和维护保养工作的便利等因素,通常选择安装在CSO构筑物溢流堰前的下凹型水平格筛。

参考文献:

- [1] 杨雪,车伍,李俊奇,等. 国内外对合流制管道溢流污染的控制与管理[J]. 中国给水排水,2008,24(16): 7-11.
Yang Xue, Che Wu, Li Junqi, et al. Control and management of combined sewer overflow pollution at home and abroad[J]. China Water & Wastewater, 2008, 24(16): 7-11(in Chinese).
- [2] 邢丽贞,王恩革,常青霞. 合流制污水溢流治理技术综述[J]. 山东建筑大学学报,2011,26(2):166-168.
Xing Lizhen, Wang Enge, Chang Qingxia. On the treatment technologies for combined sewer overflows[J]. Journal of Shandong Jianzhu University, 2011, 26(2): 166-168(in Chinese).
- [3] Phillips P J, Chalmers A T, Gray J L, et al. Combined sewer overflows: An environmental source of hormones and wastewater micropollutants [J]. Environ Sci Technol, 2012, 46(10): 36-43.



作者简介:王继行(1988-),男,河南信阳人,硕士,工程师,从事给水排水设计工作。

E-mail: 541324778@qq.com

收稿日期:2018-12-17