

刘吉 主编

新时期基层环境保护 管理工作研究与探索



中国东方出版社

新时期基层环境保护管理工作研究与探索

第四卷

中国东方出版社

第五章 乡镇污水处理

第一节 污水处理新工艺的发展

从世界范围来看,目前对城市污水处理及对工业重点污染行业石油、造纸、纺织印染、化工、焦化、食品、制药、农药等废水的治理大多采用生物处理工艺。因此,先进的污水生物处理技术对水污染控制十分重要。

经济发达国家水污染防治从 20 世纪 60 年代的末端治理到 20 世纪 70 年代的防治结合,20 世纪 80 年代的集中治理到 20 世纪 90 年代的清洁生产,不断更新处理工艺技术、设施及设备。近年来,随着可持续发展和循环经济理念的推广,工业文明时代正被人们有意识地转向环境文明时代,生态环境的标准在日益提高。相应的污水处理标准也在逐步提高,因此,污水处理的节能降耗和系统的高效稳定运转成为各国科学技术工作者研究的重点。

自 1914 年英国曼彻斯特活性污泥法处理技术问世以来,一直被世界各国广泛采用,目前发达国家已普及了二级生物处理。但由于活性污泥法存在着流程复杂,投资大,能耗高,运行管理烦琐等缺点,各国科学技术工作者对该技术不断进行改造和发展。

污水处理是一门综合性技术,与其他学科的发展息息相关。目前,先进的自动控制、测量技术和高效能的设备及构筑物为人们给需要的菌群提供适宜的条件打下了坚实的基础。随着近代生物学的发展以及人们对生物技术的掌握,不同菌群的生物学特性日益为人们所熟悉。污水处理技术由以单纯工艺改革向着以生物学特性研究、促进工艺改革的方向发展,以达到高效低耗。

各国科学技术工作者通过对厌氧、缺氧、好氧等池子的功能、大小、排列、数量增减以及混合液循环和回流方式等因素的开发及排列组合的变化,开发出了一系列生物处理新工艺和技术。其中有很多工艺是由 A^2/O 工艺改进而来,如 VIP 工艺、UCT 工艺以及 JHB 等。另外,还有通过对曝气供氧的控制,在空间和时间上形成厌氧与缺氧环境的氧化沟工艺和 SBR 工艺。在这些生物处理工艺中,都是尽可能将有不同环境要求的菌群的作用过程分开以排除相互干扰。虽然有些工艺几乎完全解决了不同环境要求的菌群之间的主要矛盾,但工艺变得复杂了,增加了构筑物以及处理成本。

虽然各种处理工艺各有特点,但都围绕着高效低耗和系统稳定运行及操作方便进行创新。对城市污水生物处理,目前重点围绕脱氮除磷技术开发。传统硝化-反硝化生物脱氮工艺存在流程长、脱氮效率不高、控制复杂、运行费用高的缺点,而好氧聚磷-厌氧放磷的工艺控制又较难。在脱氮方面,荷兰 Delft 大学的对以亚硝化厌氧氨氧化(Sharon -

Anammox)组合工艺作为生物脱氮新技术的研究,为缺碳源的含氮废水的处理开辟了道路。近年来对一步生物脱氮的理论研究已成为热点。不论是传统工艺还是新工艺,高效菌种的选育和应用对效率的提高至关重要。同步脱氮除磷工艺是发展方向之一,越来越多的证据表明,微生物在缺氧条件下可发生大量的磷吸收和脱氮,为生物脱氮除磷指出了一个新的方向,在工艺中通过几个主要是微生物种群构成强化生物除磷(EBPR)的微生物区系,一部分聚磷菌(PAOs)可利用硝酸盐为电子受体,因此,PAOs可用于脱氮。但是PAOs不能在乎板上纯培养生产,混合培养生产相对缓慢(1~3)周,培养时应厌氧、好氧交替进行,只有当外界碳源消耗完时才发生P的吸收。目前,对EBPR的微生物区系的了解并不清楚,但发酵细菌能提供PAOs所需的短链脂肪酸,在培养工作中应考虑PAOs与其他微生物种群的种间关系。对工业废水处理,目前重点围绕有毒有害难降解有机污染物的强化生物处理技术工艺开发,通过功能微生物或酶催化作用将大分子的难降解有机化合物分解为小分子的易降解的有机化合物,使传统生物处理能有效去除这些污染物。

生活污水和工业废水脱氮除磷是我国需要紧迫解决的问题,目前发展趋势为多种技术组合为一体的新技术、新工艺,如同步脱氮除磷好氧颗粒污泥技术、电-生物藕合技术、吸附-生物再生工艺、生物吸附技术以及利用光、声、电与高效生物处理技术相结合处理高浓度有毒有害难降解有机废水的新型物化-生物处理组合工艺技术,如光催化氧化-生物处理新技术、电化学高级氧化-高效生物处理技术、超声波预处理-高效生物处理技术、湿式催化氧化-高效生物处理技术、辐射分解-生物处理组合工艺等。这些工艺与设备结合正在向模块化方向发展。在本书中只对部分实践应用较为成熟的工艺进行了介绍。

第二节 污水处理新工艺的分类

一、全球的污水净化以生物处理方法为主,其简单分类如下图5-1:

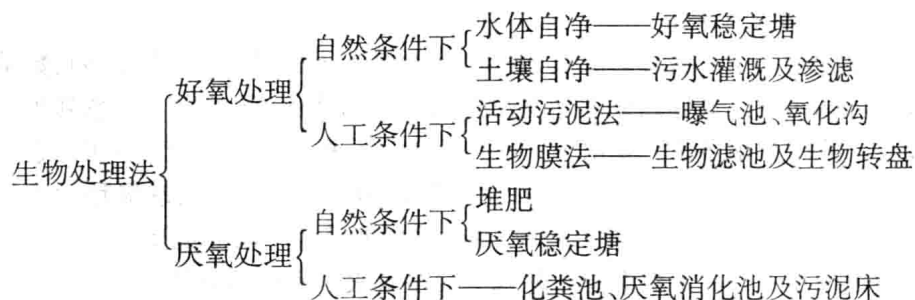


图5-1 生物处理方法简单分类

二、人工条件下的高效生物污水处理系统的分类

人工条件下的高效生物污水处理系统是通过厌氧、缺氧、好氧等池子的功能、大小、排列、数量增减以及混合液循环和回流方式等因素的开发及排列组合的变化,为需要的微

生物创造最适宜的生存环境,从而开发出了一系列生物处理新工艺和技术。

(一) 按污水处理工艺系统的最终目的分类

污水处理的最终目的是去处水中的有机污染物,使水得到净化。水中的污染物包括含碳、氮、磷、硫元素的物质及其他特殊物质。对城市污水来说,目前普遍的是去除污水中的碳、氮、磷。因此,可以根据工艺系统的最终作用效果将污水处理工艺系统分为两大类。一类为污水处理早期应用较多的单纯去碳工艺;另一类为目前应用较多的复合工艺,在去除有机碳污染的同时具有脱氮或除磷功能,或同时具有脱氮除磷功能。

实际上,由于采用的是生物处理,任何一个工艺都会去除一定程度的碳、氮、磷,因为碳、氮、磷元素是生命体生长繁殖所需的基本元素。例如,早期的单纯去碳工艺也会因为微生物的代谢而去除一部分氮和磷。但却远远不能满足现代日益严格的处理出水水质要求。所以上述分类只考虑人们有意识设计的强化去除某种物质的工艺效果,而不考虑由微生物代谢带来的去除某类物质的副作用,即使这种副作用是有益的。

(二) 按污水处理工艺系统的主要反应器分类

污水处理经过多年的发展,很多处理反应器技术已经比较成熟,这些反应器就类似电路自控中的模块,很多污水处理系统就是以工艺中起主要作用的反应器来命名的。所以,了解熟悉常见的反应器类型是很有必要的。

1. 厌氧生物反应器

自 1896 年英国出现第一座用于处理生活污水的厌氧消化池以来,厌氧生物反应器得到重视和发展。20 世纪 40 年代出现了连续搅拌的厌氧消化池;20 世纪 50 年代出现了接触反应器;20 世纪 60 年代末 Young 和 McCarty 发明了厌氧生物滤池(AF);20 世纪 70 年代荷兰 G. Lettinga 教授发明上流式厌氧污泥床(UASB),成为厌氧领域的最大突破。常见的厌氧生物反应器如下表 5-1。

表 5-1 常见的厌氧生物反应器

英文缩写	名称	其他
EGSB	厌氧膨胀颗粒污泥床	
MPSA	分级多相厌氧反应器	
IC-reactor	厌氧内循环反应器	
ABR	厌氧折流板反应器	
PABR	间歇性厌氧折流板反应器	
AnRBC	厌氧生物转盘	
AFB	上流式厌氧固定床	
DSFF	下流式厌氧固定床	
APBR	厌氧填料床反应器	
ASBR	厌氧序批式反应器	
AMBR	厌氧搅拌床反应器	

英文缩写	名称	其他
BTR	沼氧池反应器	
AFBR	厌氧流化床反应器	
AAFEB	厌氧附着膜膨胀床	
AFBR	厌氧流化床	
AITB	厌氧反转湍流床	
AHR	厌氧复合生物反应器	
AHBF	厌氧复合床过滤器	
UASB	上流式厌氧污泥床	约占全世界正在运行的厌氧反应器总数的 67%
AC	厌氧接触反应器	用于制糖工业的高含碳水
MR	膜技术反应器	

2. 好氧生物反应器

自活性污泥法和生物接触氧化法在污水处理工程中广泛应用后,目前主要研究和应用的好氧生化反应器如下表 5-2。

表 5-2 常见的好氧生物反应器

英文缩写	名称	英文缩写	名称
SBR	序批式反应器	BAS	内循环好氧生物流化床
FBBR	流化床生物反应器	HBR	复合生物反应器
AFFSBR	好氧固定化生物膜序批式反应器	CFBR	固定化生物膜反应器
SBBR	序批式生物膜反应器	TF, TBB	生物滤池
CFBR	连续流动生物膜反应器	UPBBR	升流式填料床生物膜反应器
BFBR	生物固定床反应器	MBR	膜生物反应器
RBCs	生物转盘	SBMBR	序批式膜生物反应器
AF	曝气生物滤池	MABR	膜好氧生物反应器
BR	移动床生物膜反应器	IER	固定化酶生物反应器
FFR	淹没式固定生物膜反应器		

3. 厌氧和好氧反应器发展方向

研制生物反应器的重点是为功能微生物生长创造最佳的条件,做到高效低耗,为此,除了进一步研究加强单个反应器的功能外,也可以将它们组合,如近年来为强化废水处理功能,优化反应器中微生物的种群以最大限度的发挥微生物的优势,达到提高系统处理效率的目的而研制的厌氧—好氧复合生物反应器。目前主要研究和应用的有:厌氧—好氧复合生物反应器(AnAHR)、厌氧—好氧序批式反应器(AASBR)等。厌氧、好氧的联合主要以反应模块化优化组合为主,兼有反应器的复合设计。最有发展潜力的是厌氧、好氧区

大小方便可调的工业应用型生物反应器。

单个或联合生物反应器的主要发展方向为:

①高负荷。通过改善反应器流体力学特性、增大生物量和优化微生物菌群等方法提高处理负荷;厌氧反应器 $30 \sim 50 \text{kgCDD}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, 去除率 $80\% \sim 90\%$;好氧反应器 $15 \sim 30 \text{kgCDD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$, 去除率 $\geq 90\%$ 。

②低投资。主要从反应器结构优化,新型复合建造材料入手,利用高负荷运行降低反应器容积,优化受力结构,降低材料耗量,应用新型复合材料使反应器易建造及降低材料成本。单方废水投资费用比目前使用的减少 $40\% \sim 60\%$ 。

③低能耗。在满足高负荷运行的情况下不增加能耗。

④占地面积小。比目前传统应用反应器占地减少 $40\% \sim 60\%$ 。

⑤适用于温度范围广。以菌的强化和增加生物量方法将目前厌氧以中温发酵为主的方式,向低温或高温范围拓展,特别是 $15 \sim 25^\circ\text{C}$ 的温区;好氧以常温发酵为主的方式,向低温范围拓展,特别是 $8 \sim 15^\circ\text{C}$ 的温区,以解决北方地区厌氧生物处理冬季运行难的问题。

⑥运行稳定。采用新技术保持最大生物量,阻止微生物的流失;在反应器结构优化上使流体力学特性更加合理,杜绝短流现象;所应用的微生物菌剂要有抗冲击负荷的能力。

4. 生物反应器的特性分析

一个好的生物反应器应该能为所需菌群提供良好的生存环境且经济适用。但由于设备、技术、材料等的限制及为了兼顾工艺系统中的其他菌群,实践中的反应器都难达到某菌群的 100% 的理想环境。这有两种解释:

宏观环境解释认为:实际生产中生物反应器混合不均,在反应器内形成缺氧区和好氧区,此为系统的大环境,即宏观环境。例如,在生物膜反应器中,生物膜外部为好氧区,其内部存在缺氧区,硝化在氧丰富的外层膜发生,反硝化同时在缺氧的内层膜发生。类似的反应器还有 RBC、SBR 及氧化沟等。事实上,在生产规模的反应器中,整个反应均处于完全均匀混合状态的情况并不存在。

微观环境理论认为:由于氧扩散作用的限制,会在生物絮体内产生溶解氧梯度,从而导致微环境的变化。例如,微生物絮体外表溶解氧浓度较高,以好氧异养菌、好氧硝化菌为主,深入絮体内部,氧传递受阻,且有机物氧化、硝化作用消耗大量氧,絮体内部产生缺氧区,使反硝化菌等厌氧菌占优势。正是由于微生物絮体内缺氧微环境存在,导致同时硝化反硝化的发生。由于微生物种群结构、基质分布、代谢活动和生物化学反应的不均匀性,以及物质传递的变化等因素的相互作用,在微生物絮体和生物膜内部会存在多种多样的微环境。

所以在实际生产运行实践中,除了必须熟悉所采用工艺的优缺点外,还要对其他类型工艺有所了解,以便根据来水的实际情况,正确设定工艺参数,以达到在确保出水水质的前提下,最大程度地节能降耗。例如,秦皇岛市第二污水处理厂设计为氧化沟处理工艺,该厂根据污水量的季节性变化及时调整工以运行方式,在来水量少时采用 SBR 运行方式,从而在污泥性质控制、出水指标和节能降耗方面都取得了良好效果。

第六章 乡镇污水管网的管理与维护

第一节 排水体制及排水许可证制度

一、城市排水系统的排水体制

排水体制的选择,应根据城市、工业企业规划区域范围、居民生活区、当地连年降雨情况、地形、景观水体、污水排放标准,原有雨、污合流制的排水现状以及建设污水处理厂后排放利用情况等综合考虑。按排水体制可分为合流制、分流制和截流制三大类。实质上无论合流、分流还是截流都是针对污水和雨水而言的。

(一) 合流制排水系统

合流制排水系统,顾名思义就是用一条排水管道同时把雨水、污水,包括经工业点源治理后的工业污水进行收集。它有一个最大的特点就是排水管理简单化,排水管道只有一根,只要排水户将排水接口接入即可。尤其是降雨量较少的干旱地区,城区居住人口较分散,汇集水面积较小的村镇等最为适用。它的不足是合流管平时的污水量和雨季时的合流雨污水量悬殊较大,易产生沉积物。关键是如何解决污水输送过程中的沉积问题。要采用定期对沉淀井进行清淤,同时应增加清淤频次,保证输送污水管道畅通。

合流制排水系统细分为直流式、截流式、完全合流式三种形式。

(1) 直流式合流制排水系统 直流式合流制就是雨水、生活污水、工业废水同时收集于一条排水管中,不作任何处理直接排入水体中。在过去城市未建污水处理厂时经常采用这种方法,一般情况是就近排入河体。虽然施工造价降低,但给以后的管理造成了较大的难度,对水体的污染非常严重,随着城市规模扩大和社会经济的发展,这种直流式合流制已经不适用。

(2) 截流式合流制排水系统 这种截流式合流制实质上是在原直流或合流制的基础上的改进。

(3) 完全式合流制排水系统 它是污水和雨水完全合流于一条排水管中,工程造价比较低,不受建筑物的影响,沿主干道路和街道建设排水管网,它的缺点是运行管理不便,现在城市建设中一般不用这种方式。

(二) 分流制排水系统

分流制是用污水管道和雨水管道分别收集污水和雨水,也可以说是生活污水、工业废水、雨水分别以不同的管道收集和输送。这种方式为系统末端的水质处理提供比较好的

条件,同时还便于对工业废水实施监控,及时准确地掌握工业污染源。工业企业排放的废水必须经专门管道排出。若按照排水系统类型划分又分为两大类:雨水排水管道和污水排水管道。

按照分流制排水系统的设置有以下三种类型。

(1)完全分流制排水系统 雨水和污水彻底进行分开,雨水经管道输送直接进入景观水体,污水收集后进入集中区,经污水处理厂处理后再排放,这是最理想的排水系统。

(2)不完全分流制排水系统 这种方式在城市建设中较为普通,建设污水管网,以解决污水的输送和处理问题。对于城市背街小巷不宜分流处理好,局部采取雨污合流管道。随着城市规模扩大、经济发展,要建设完善的雨水排水系统,以达到完全分流制的效果。

(3)平流制排水系统 这种方式既有污水排水管道,又有雨水排水管道,还设有雨水跳越井。这样被大气污染和冲洗街道的雨水也排入污水排水系统,至城市污水处理厂。小雨时,雨水经初期雨水截流干管与污水一起进入污水处理厂;大雨时,雨水跳越截流干管经雨水支流干管进入水体。比如化工厂、炼油厂地面污染严重,可利用这种平流制排水系统。另外,对城市要求高、环境卫生好、经济发达地区均可采用这种方式。

(三) 截流制排水系统

这种方式与截流式合流制排水系统相似,又与分流制排水系统有共同点,它是在直流式合流制排水系统的基础上,临河岸边建造一条截流干管,用来收集分流制或合流制雨污水,同时截流干管处设分流井。分流井内安装雨污分流装置,无雨时,所有污水截流后推送到污水处理厂,污水经处理后进入水体。雨季时降水量增多,混合污水的流量非常大,就不再进入截流干管,而是仍然沿着原排入水体的拱沟直接排入水体。比如许昌市清溷河两岸就是采用这种方式沿河岸铺设一条截流管,不再使污水再排入河道,大部分污水经截流管输送进入污水处理厂。这种方式对旧城改建非常适用,投资少,又可解决污水的排放问题,但也有一定的缺点,雨天时,仍有部分混合污水不经处理直接进入水体,造成污染。

应注意的是,无论采用截流式合流制,还是分流制都应该加大排水管理的力度,既要避免排水不畅的问题,又要真正解决污水的合理排放问题,具体应注意以下几个方面。

(1)污水管线和雨水管线应尽量不在同一规划线上,这样便于区分。污水、雨水按规范要有井盖的不同标志,以“雨”和“污”两个字加以区分,施工人员不得随意调换,以避免造成错接、漏接现象,污水必须收集到污水管,雨水入雨水管。

(2)隐蔽工程要有详细的竣工资料。老城区没有原始资料的,市政主管部门要进行排查,澄清底子,加以完善。

(3)排水户支管连接进入市政排水系统,必须经市政主管部门审查批准,方可接入,且连接要到位,不得出现错接,最好由市政主管部门指定专门机构实施,这样会更容易保证质量。

二、排水许可制度

城市排水许可管理,是为适应当前改革开放形势下的社会主义市场经济,加强城市排水行业管理的重要措施之一,是对接通城市排水设施的单位和个体经营者及其他部门排放的水质、水量进行动态监督和管理的手段;对于加快城市污水集中处理,推进城市

排水设施有偿使用,节约用水,控制水污染都具有十分重要的意义。

1991 年国家建设部《城市排水当前产业政策实施办法》的出台,就明确规定向城市排水设施(含由城建管理整治的,接纳城市排水的江、河、湖、塘等水体)排放污水的机关、团体、部队、企事业单位以及个体工商户,必须按有关规定向市政设施管理部门申办《排水许可证》或《排水增容许可证》,同时交纳经物价部门核定的工本费外,排水单位还应交纳城市排水设施有偿使用费。上海市人民政府早于 1989 年 4 月 12 日就发布了第 3 号令《上海市城市排水设施管理办法》,显然城市排水设施管理在城市发展中是非常重要的。在做好城市供水的同时,水污染防治工作迫在眉睫。2000 年 11 月 7 日国务院国发[2000]36 号文件《国务院关于加强城市供水节水和水污染防治工作的通知》中,就提出了水资源可持续利用是我国经济社会发展的战略问题,并明确提出这既是我国当前经济社会发展的一项紧迫任务,也是关系现代化建设长期发展的重大问题。大力提倡城市污水等非环境水资源的处理回收和开发利用,并纳入水资源的统一管理和调配,对强化取水许可制度和排污许可制度都提出了要求,要严格执行环境影响评价制度,实行污染物排放总量控制和严格执行排污许可制度。

1994 年 5 月 20 日建设部印发的《城市排水许可管理办法》,针对以往摸索的经验和教训,对城市排水行业进行了规范管理,由国务院建设行政主管部门制定的这一《办法》,明确了城市排水设施的内容、范围,明确规定排水户排水水质要符合《污水排入城市下水道水质标准》(GJ 18—86)和《污水综合排放标准》(GB8978—88)以及地方有关标准规定。

通过近几年的探索,城市排水管理办法在全国各地市都相继出台,上海、深圳、杭州、南京、重庆、沈阳、青岛、徐州等城市早就执行城市排水管理办法。河南省起步相对较晚,要做到管理规范、合理,也要加快实施进度。

2004 年 6 月 21 日河南省安阳市政府正式颁布实施了《安阳市城市排水管理办法》,这是市级人民政府颁布的第一部城市排水管理行业法规性文件,这一举措,为实现国务院规定的 2000 年 12 月 31 日所有工业企业污水达标排放目标奠定了良好的基础。为了认真贯彻落实建设部《城市排水管理办法》,又做了进一步细化,共有“总则”、“规划与建设”、“排水管理”、“排水设施养护管理”、“法律责任”和“附则”六部分组成。颁布实施以来,取得了良好的社会效益和环境效益,使城市的排水管理工作逐步走上法制化、科学化和规范化的轨道。

第二节 污水管网管理内容及养护任务

一、污水管网管理内容

污水管网建成后,为保证其通水运行正常,管理工作显得尤其重要。管理内容主要包括:保证管网通水流畅;管线上的检查井、连接井、溢流井、沉淀井、雨水口、出水井、跌水井、倒虹管等构筑物无过多沉积物;管网无破损、渗漏现象;检查井、雨水口等无井盖丢失现象以及运行管理无安全隐患等。

二、污水管网的养护任务

管网常见的故障有:污物淤积和堵塞管道;外来负荷对管道的毁坏;出现地基不均匀沉降,使管道连接处裂缝;污水对管道的侵蚀造成管道损坏;检查井渗漏等。

那么养护的任务就是加强巡视。对排水管网全面验收;对排水管道使用规则的执行实施监督,对管道进行经常性检查、冲洗和疏通;对污水管道和构筑物加强维修,使之始终处于完好状态,预防意外事故的发生等。

特别对水力条件差,易于堵塞的管段,如:附近商户、市场较多易排出污染物的地带应加大维护力度,重点养护。

三、落实污水管网管理责任制

污水管网的维护管理是市政设施中的一部分,维护管理工作一般由城市建设主管单位直接领导,下设市政管理部门具体管理。随着大部分城市污水处理厂的建成,一般污水处理厂的建设均含污水管网部分,由污水处理厂(污水管理处)直接负责管网的维护管理,目前也相当多。

不论哪种方式,都是集中管理。在划分区域的原则下设立维护管理公司,再分若干个工程处,强化责任,任务分解。做到职责明确责任到人。各工业企业内部和居民小区排水系统自行组织维护管理。

为了保证这项任务扎实有效完成,每年要签订工作目标责任书,责任落实到班组、个人,并与个人工资效益挂钩,实行奖惩和定期考核制度,充分调动大家的工作热情和积极性,做到管理维护到位,不留死角。

四、污水管网的运行管理

城市污水处理厂作为城市发展的重点基础设施,在国内中等城市,甚至一些发达地区小城镇都已经出现,而且近年来由国家、地方政府投资建设的污水处理厂更多,所以城市污水处理厂的运行管理就显得非常重要。

要想使污水处理厂运行好,污水管网的运行非常关键。只有足量合格的污水经过管道收集才能保证污水处理厂的良好运行。污水管道按材料可分为混凝土管道、铸铁管道、金属管道、塑料管道、陶瓷管道等,有些地区为了节约造价也有用砖砌渠道方法来解决的。

为了抵抗外压,直径大于400mm的管道一般都加有钢筋结构层,这种管道称为钢筋混凝土管。钢筋混凝土管一般长2m,特殊条件下做成4m。且有三个形式:承插式、企口式及开口式。

为做好污水管网系统的运行管理,要求管理及巡视人员必须掌握一定的业务知识,要做到“四懂四会”,即懂污水处理基本知识,懂管网沿线构筑物的作用和管理方法,懂城市污水管网和雨水管网分布、连接和使用方法,懂有关进出水经济技术指标与计量方法及其含义;会区分入网水质状况,会判断进水水量大小,会判断管线是否堵塞,会排除运行中的故障。

必要时,可根据运行管理人员的实际状况及特点,分阶段进行职业技能培训,使运行管理人员的业务知识和能力进一步提高。

要做好污水管网运行管理必须做好以下几个方面的工作。

(1)加强岗位责任制 目标分解到人,制订专门的职责范围、巡视操作规程、奖罚条例。

①做好当班记录。找出重点监视管段,若发现异常或隐患应及时上报。

②确保污水管网系统通水流畅,正常运行。

③沿线管网路段要制定巡视频次,保证工作环境优良、卫生整洁、井盖出气孔畅通、井盖上方文字标识明显。

(2)要经常检查污水井盖的牢固情况,并打开通风换气,禁止在检查口处使用明火、吸烟等。井盖如有丢失、破损应尽早更换。

(3)要定期检查雨污合流制管段的连接井、跌水井、沉淀井、倒虹吸出水口的污物淤积情况,做到定期清理,除此要有必要的通风措施。

(4)做到新增管段及管网线上附属物的检查,一旦投运,必须能够良好运行,做好记录,并注意阶段性观察。

(5)做好污染源调查。明确污染源排污种类、污染危害程度、排污规律。确定主要污染源,超过城市污水处理厂进水标准的坚决不让排入管网,更不能排入景观水体。

(6)监测站工作人员对重点污染源和混合污水进行现场监测,掌握其污水排放量和污水水质。

(7)确实需要工作人员下井检查维修时,要确保安全。水抽干后要保证通风顺畅,最好与电工结合,手提行灯必须采用 36V 以下的电压。由于管道中潮湿,一般不得超过 12V,临时线必须限期拆除,不能私自乱接。工作人员要具备基本的安全用电常识和一些急救知识。

(8)城市下水道易产生甲烷(沼气)、石油气、煤气等易燃易爆气体和硫化氢、氰化氢、一氧化碳等窒息性有毒气体,应重点加以防范。必要时配戴防毒面具。

第三节 污水管网的维护管理

一、污水管网的疏通

污水管网的疏通工作是污水管网运行过程中一项长期工作,需要投入一定的人力、物力,如果管网不畅通,对污水处理厂进水的水质、水量都造成大的影响,每年大量的工作就是疏通污水管道。在污水管道中,往往由于排水量不足,坡度又小,污水中所含污物较多,再加上施工质量存在问题等原因,而出现沉淀、淤积,排水管道中杂物过多将影响管道的通水能力,特别严重者会使管道造成堵塞,所以,必须定期对管道进行疏通。疏通的方法主要有水力疏通、机械疏通和专用设备疏通三种方法。

(一)水力疏通

水力疏通的方法是利用管道中污水、相邻河、湖水或城市使用的自来水对污水管道进行冲洗。用污水冲洗时,利用管道本身有一定的流量把管内的淤泥冲洗带走,应用于淤泥不太多的场合(一般在 20% 左右)。

利用河湖水作为水源对管道实行冲洗时,需要安装抽水泵,利用水龙带取水输送到排

水管道。利用自来水冲洗,往往利用街道两侧给水井三通或消防栓取水,确实没有水源,可利用水车取水,正常情况下背街小巷、街道支管的淤积,冲洗一次用水量 2 500kg 左右。

具体操作方法为:用带有钢丝绳的充气球体堵住检查井下游管段的进口,钢丝绳用固定支架与绞车相连。检查井上游管段充水,当井内水位升高并上升到 1m 左右时,突然放去球体内空气,这样球体就会逐渐缩小并浮至水面,由于水流的作用,充入的水在上游水头作用下,以较大的流速从球体下穿过,长期在管底沉积的淤泥由于水流作用会进入下游检查井中,这样淤泥可用吸污车抽走。由于污泥含水率较高,大部分主要还是水。为节约水资源,不造成浪费,同时也减少运输污泥容量,一般采用具有泥水能够实现分离的吸污车。吸污车分离出来的水可用于下一污水管段的冲洗。当前,经常使用的泥水分离吸污车的储泥罐容量为 1.8m^3 左右,过滤面积为 0.4m^2 。可以实现自动控制。

我国城市排水管道清淤,用水力疏通方法比较普遍。它的优点就是操作简便、安全可靠、工作效率高、工人工作条件较好。管道内污泥清除比较彻底,甚至一些沉积在管道中的碎砖瓦、石块也全部会被冲刷到下游检查井中,最后用吸泥车吸走。

(二) 机械疏通

当管道沉积物严重,特别是长年不清理,淤泥粘连密实,用水力疏通效果较差时,一般要采用机械疏通方式。机械疏通方法也很简单,在需疏通的管段上、下游检查井处分别设绞车(用连接支架安装),可用竹片作为疏通工具,竹片两端分别用钢丝绳相连,用绞车反复拉动竹片做水平运动,将管内沉积物刮到检查井内。

清除沉积物所用工具非常多,有骨架式松泥器、有特别用于清除树根破布的弹簧刀式疏通工具、有用于刮泥的铁簸箕、钢丝刷、圆柱式铁牛等,还有锚式疏通工具等。

近些年来,开始使用气动式通沟机疏通污水管、渠。利用压缩空气经检查井送至污水管道另一检查井,利用绞车和钢丝绳原理拉动清泥工具,使翼片张开,把管内沉积物送至检查井处。还有一种是钻杆通沟机,钻头带动钻杆一起转动,并向前运动,从而达到清除管内杂物的目的。杂物最后用吸泥车运走。若沉积物块状较多,可用抓泥专用工具挖出,必要时可由人工下检查井挖出。

污水管道管径较大,不易被堵塞,若有大块沉积物影响水流时,可在保证安全的前提下用人工清理。

(三) 专用设备疏通

专用设备疏通就是利用车辆完成疏通、清除下水道中的污物,也是利用水力疏通的一种方法。目前国内生产厂家较少,一般需要用两台车来完成。

一种是高压清洗车。如 BGJ5110GQX、BGJ5060GQX 车型,由北京市市政工程管理处机械厂改造实现。它是由 GQ1118G6 DJ16 底盘改装而成的中型专用车辆,适用于城镇下水道维修保养、疏通堵塞等作业。卷管器可旋转 180° ,操作方便,配有喷枪及各种喷头,可进行多种清洗作业。

它的工作原理是以汽车发动机为动力,采用传动轴取力方式,直接带动三柱塞高压水泵。高压水通过喷头喷出,在喷口产生的反作用力使胶管及喷头在管道中前进并冲洗其污物,胶管在卷管器拉力作用下强制后移,此时高压水冲洗管壁,并将污物带至管外,以达到清洗管道的目的。

高压水喷枪可用于市政设施建筑物及机械设备的清洗作业。为了增加使用功能,该车还附加洒水装置,利用液压马达带动洒水水泵,进行洒水作业。

清洗车主要由卷管器总成、水路总成、油路总成、罐体总成、工具箱总成、传动总成、底盘总成、洒水总成、气路总成等部分组成。

传动系统主要有传动轴、取力箱、联轴器、高压水泵等组成。通过操纵开关使汽车变速箱输出接盘最终带动水泵运转。卷管器主要由卷筒、大小链轮、旋转接头、高压胶管、导向杆、洗管器、锁紧装置、主梁等组成。特别注意的是锁紧装置用于汽车行驶时锁紧卷管器,使其不能自由旋转,以免发生不安全事故。水路和油路系统很关键,水路系统特别是滤水器要经常检查、清洗,要经常检查各个操作阀门是否可靠有效,要经常检查高压胶管是否有破损处,管路接头处是否有泄漏。油路系统中油泵安装在汽车变速箱的侧取力箱上,溢流阀用于调定油路系统压力,调定值为 14MPa,使用时不要随意调整。调速阀用于调节卷管器旋转速度,调定值最大为 20m/min 左右。油箱进油口处均装有过滤器,使用时每季度应清洗一次,发现问题及时更换、修理。

主要技术参数(以 GBJ5110GQX 型清洗车为例)为:

- (1)最大功率 118kW;
- (2)罐体有效容积 4.4m^3 ;
- (3)高压水泵 压力 19MPa,流量 213L/min;
- (4)洒水水泵 流量 660L/min,扬程 32m,最大洒水宽度 9.3m;
- (5)卷管器旋转角度 180° ;
- (6)高压水胶管长度 70m;
- (7)高压水胶管道径 25mm;
- (8)液压系统调定压力 14MPa。

操作时要严格遵守操作规程,并应特别注意以下安全注意事项。

(1)当将喷头放入管线中时,由于喷头在加压后可能回头、跳出管线及检查井,造成临近人员伤害,严禁将高压水胶管放在路面上试喷头,以防造成人员伤害。

(2)射流作业时,如需暂停作业,不要立即打开回水阀门,应先减小油门,再打开回水阀门。

(3)高压胶管不能有外部损伤,接头无松动、破损现象。

(4)不要强行将喷头及管子塞入管线,而应靠自身喷射水流反推力进入管内。

(5)车辆行走前,必须检查卷管器锁紧装置是否安全、可靠。

另一种是吸污车。目前国内生产厂家较少。

以 5092GXWFA 风机吸污车为例。该车采用解放底盘,是城市下水道养护专用车辆。它的作用是利用风力清理下水道和沉积井中的污泥、石砂、板结块状物体等污物。工作原理为利用汽车本身动力,通过传动装置带动离心式高压风机旋转,使吸污管口处产生高压高速气流,污物在其作用下被送入储泥罐内,所以吸污能力特别强。机体储泥罐倾翻和吊杆升降均为液压操作,使用方便,排污彻底。

5092GXWFA 风机吸污车的主要技术参数如下。

- (1)有效容积 2.8m^3 ;
- (2)吸污管直径 150mm;

- (3) 吸污高度 $\geq 7\text{m}$;
- (4) 罐体举升角 $\geq 48^\circ$;
- (5) 汽车底盘规格 CA142 二类底盘。

国外生产的下水道清污机,除污清洗一并完成。如 VACTOR(伐可多)2100 系列喷射杆式下水道清污机,由美国比百敌美业工厂制造,是专为城镇污水及雨水管道系统清洁工作而设计的多用途清污机,本身附有一切清洗下水道所必需的设备,包括专利的单活塞喷射杆式水泵、离心式压缩机、真空系统、双引擎动力系统和污水回用系统。

VACTOR(伐可多)2100 系列清污机的技术性能如下。

(1) 往复柱塞式高压水泵 流量大于 $220\text{L}/\text{min}$,扬程大于 $140\text{kg}/\text{cm}^2$,带冲锤作用,全液压驱动,电子控制开关前置,低转速,可无水操作。

(2) 离心式鼓风机 $\phi 965\text{mm}$ 铝合金离心式压缩机,排风量大于 $220\text{m}^3/\text{min}$,可独立操作,叶片为强化防锈蚀轻质铝合金材料,外壳为不锈钢结构。

(3) 水箱 容积大于 3700L ,数量 4 个,采用强化防锈蚀轻质铝合金材料。

(4) 双引擎系统 操作员能同时控制冲水及鼓风系统,主机 210 马力(1 马力 = 745.7W),主机驱动液压系统推动高压水泵工作,副发动机功率大于 100 马力,驱动鼓风机工作。

(5) 污泥斗 自卸式,采用耐磨耐蚀的高碳特殊钢板,容积大于 7.5m^3 ,全开式后门,配备全液压后门开关及后门门锁开关。

(6) 污水回用系统 污物箱内配备全自动过滤装置,过滤吸进的污物及污水,系统无需额外维修或停机时间,过滤后污水能绕过清水水箱直接送至喷射杆式水泵内。

(7) 冲水系统 全液压控制高压冲水管盘至少 180m ,可 270° 旋转摆动,前后伸缩,并在任意一点锁紧。冲水高压管长度大于 120m ,配有 2 个以上喷嘴,工作压力大于 45bar ($1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$)。

(8) 吸污系统 吸管为全液压控制,长度大于 15m ,可上下左右动作,左右摆动幅度为 180° ,带有遥控按钮,另配有伸缩吸管。

VACTOR 清污机清洗流程简便,只要将机上喷嘴导管和真空管放入污水或雨水管道检查井的入口内,强力的高压水泵就可直接用高压水力来驱动喷嘴沿管道往前推进。水泵提供的“水压式冲击”的独特作用,可击碎下水道内的污物,由真空管将污物吸进机上的污物桶内。喷嘴旋转式的不断冲击,除将污物击碎外,也同时把下水管道的墙壁清洗干净,使全部清洁时间减到最少。

它的最大好处是清污机完全在地面上操作,清洁工人无需进入下水道内,可避免因下水道内积累的有毒气体危害工人的生命安全,另外清污机操作员的位置在该机前方,可避免交通意外事故发生。

该车事实上还可作为其他用途。可用做污水处理厂的维护,如污水处理厂的集水井、沉砂池(包括格栅)、污泥消化池及污泥场等,均可采用清污机定期清洗;公路的排水涵洞可用清污机有效清洗。

二、污水管道的维修

全面系统地排查管道的损坏情况,有步骤、有计划地对管道维修,是养护工作最重要

的内容。往往采用管网巡视和市民反映,一旦发现管道有损坏现象,出现渗水、漏水或由于淤积出现井口冒水,要组织维修队快速抢修,防止破损处扩大造成事故。

按每个城市的经济条件来划分,管道维修可分成大修和小修。

修理的主要内容包括局部管道段损坏后修补;检查井、雨水口顶部井盖等修理和更换;检查井内爬梯更换、砖块脱落后修理;排水户排水量的增加需要新建检查井和管道,实现排水户入网环通改造。合流制管网入污水管网或者管道破损,淤积严重,无法疏通,甚至有些已达到使用寿命极限的管道需要全身开挖维修等。

排水管道特别是污水管道一般采用非金属管道安装,用钢筋混凝土管道,抹带接口,还有用承插或套箍接口等,个别也有用铸铁管作为污水管道。

需要对检查井改建、新建或整段管道翻修时,应断绝污水的流通,在最短时间内完成。并采取相应措施,安装时水泵将污水从上游检查井抽送到下游检查井或者引污水入雨水管道中。夜间作业最佳,需要时间较长时,应主动与交通、城管部门联系,设置必要的路障,并在夜间挂红灯。

三、排水管网系统上构筑物的维护及管理

(一) 排水管网系统上的构筑物

为了完成输送污水的工作,除设置污水管道外,还需要在管网系统上设置一些构筑物。这些构筑物包括检查井、雨水口、冲洗井、溢流井、跌水井、水封井、倒虹吸管及出水口等。这些构筑物相对较多的就是检查井,污水管道为了便于检查和清除杂物,根据通水流量及管径大小,一般40~50m设置一个,还有些根据地形特点需要设倒虹吸管,但造价偏高。所以排水管网系统上构筑物采用哪种形式,既经济合理又能最大限度地发挥作用,是在设计施工中需要重点研究的课题之一。

排水提升泵站是排水系统上非常重要的建筑物,在此重点介绍。

1. 检查井

为便于对管道系统作定期检查和疏通,必须设置检查井。检查井通常设在管道交汇、转弯、变径或改变坡度以及相隔一定距离的直线段上。检查井在直线管道上的最大间距参见表6-1。

表6-1 检查井在直线管道上的最大间距

管径/mm	最大间距/m	
	污水管道	雨水管及合流管道
300~500	35	45
500~700	50	65
800~1 500	75	100
1 650~2 000	100	130
>2 000	可适当增大	

检查井一般采用圆形,由基础、底部、工作室、渐缩部、井筒井盖等部分组成。

检查井基础用碎石、碎砖夯实、卵石或低标号混凝土,底部一般采用低标号混凝土。为了水流通过检查井时阻力小,井底应设半圆形弧形流槽。流槽直壁向上伸展,污水管道的检查井流槽顶与上、下游管道的管顶相平。流槽两侧至检查井壁间的底板应有不小于200mm的宽度,便于养护人员下井时立足,还应有0.02~0.03坡度坡向流槽,以防检查井淤泥沉积。在管道转弯或交汇处,为使水流顺畅,流槽中心线弯曲半径应按抹角大小和管径大小确定,但不得小于较大的管径,拐弯的角度不小于90°。

检查井身(或井体)可采用砖、石、混凝土、钢筋混凝土。为了降低成本,国内多采用砖砌结构,水泥砂浆抹面形式。井身一般为圆形,但在大直径管道转向交汇(或几种管径相交)处以方形、矩形为主,也可采取其他不同形状,如扇形检查井平面井身内部设有工作室,工作室是养护人员下井养护时的临时场所,要有一定的空间,直径不能小于1m,埋深许可一般采用1.8m,经过渐缩部向上到井角部位,为了工人抢修出入安全方便,其直径不应小于0.7m,渐缩部高度一般为0.6~0.8m。一些大管径检查井的连接,底部工作室空间相对较大。为节省检查井造价,上面预制钢筋混凝土盖板梁或采取支模现浇,井筒则砌在盖板梁上。为便于上下,井筒在偏向进水管道的另一边应保持井壁直立,井壁上应设置爬梯。爬梯一般用铸铁制作的最多,也有用钢材拼焊、钢筋折弯等形式,为避免腐蚀,铸铁爬梯最好。

检查井井盖和井座一般采用铸铁或钢筋混凝土,在车行道上一一般采用铸铁。为了防止丢失,可进行改进,采用防盗型铸造井盖,井盖和井座用铰链结构形式,井盖上部设有透气孔,防止井室内气压过大。为防止雨水流入井室,井盖应略高于地面。

2. 跌水井

当上下游管道的管底标高相差很大时,为消减水流能量,防止冲刷,可设跌水井。常用的跌水井有两种形式。竖管式适用于直径等于或小于400mm的管道,溢流堰式适用于400mm以上的管道。当上下游管底标高落差小于1m时,一般要将检查井底部做成斜坡,不采取专门跌水。

竖管式跌水井一般不作水力计算,凭经验制作。当管径不大于200mm时,一次落差不宜超过6m;当管径为300~400mm时,一次落差不宜超过4m。

溢流堰式跌水井需要做水力计算,这种跌水井也可用阶梯形跌水方式代替。

3. 溢流井

截流式合流制管道应用最为广泛,最简单的溢流井是在井中设溢流堰,也可并排砌两个井。当水位超过一定高度时,水会溢流到另一排水管中。目前在旧城改造中最常使用。最常见的是跳跃式溢流井。枯水期,雨水直接进入污水管道;遇到大雨时,雨水经雨水管道排至水体,不再进行处理。这种结构应用非常普遍。目前采取钢制焊接结构的也非常多,称为雨污分流装置。这种装置可大大降低工程建设投资,特别适用于城市人口密度大、道路狭窄、雨污水管线不好分开,或干旱地区污水量很小的街道,没有必要分开的场合。

4. 雨水口

雨水口是在雨水管或合流管道上收集雨水的构筑物。一般应设置在路侧边沟与交叉路口一定距离处和设有道路边石的低洼地带,这样可以保证有效地收集地面雨水,防止雨