

重庆主城排水 A 线二级管线接入段工程设计

许晓毅¹ 李胜海² 盛国荣²

(1 重庆大学 B 区城市建设与环境工程学院, 重庆 400045; 2 重庆市设计院市政分院, 重庆 400015)

摘要 介绍了山城重庆主城排水工程建设实施概况, 主要针对主城排水工程 A 线二级管线的设计进行了介绍说明。在关键构筑物——溢流井的形式与运行方式方面, 积累了一些设计经验。

关键词 重庆主城 排水系统 二级管线 溢流井

重庆市主城区现状排水的特点是大分散, 小集中, 出水口较多, 排水系统不完善, 排水管道密度大大低于全国平均水平(0.27 m/人)。主城区现有排水体制多为不完善的雨、污合流制, 使用时间较长(有的已超过 40 年), 管道损坏较多, 城市污水集中处理率较低, 地表水污染较为严重。随着三峡大坝蓄水试通航的成功、首台机组并网发电和库区污水治理工程建设的进行, 亟需尽快实施主城排水系统的改造、完善, 提高城市污水收集率, 以适应新形势下城市污水处理的迫切要求。本文在介绍重庆主城排水工程实施概况的基础上, 重点阐述了主城排水系统 A 线二级管线接入段设计的有关内容、特点和点滴经验。

1 主城排水工程概况

重庆市主城区位于长江和嘉陵江两江沿岸, 两江是重庆主城区人民生活用水和生产用水的主要水源, 同时也是地面雨水径流、生活污水、工业废水的受纳水体。重庆主城排水工程是一个庞大的系统工程, 也是利用世界银行贷款兴建的国家重点环保工程, 也是利用世界银行贷款兴建的国家重点环保工

程项目。主城排水系统主要由两座污水处理厂和四条主干管(“两厂四线”)组成, 即鸡冠石污水处理厂、唐家沱污水处理厂及 A、B、C、D 线(见图 1)。目前“两厂四线”工程正在紧张建设之中。为确保“两厂四线”的顺利运行, 其二级干管的建设迫在眉睫。本文主要介绍主城排水 A 线二级管线接入段的相关设计情况。

2 主城排水 A 线二级管线接入段的涵义

2.1 主城排水 A 线简介

主城排水 A 线位于重庆市主城区江北区嘉陵江北岸, 起于盘溪河下游, 止于江北区唐家沱污水厂, 全长 22.7 km。其结构断面尺寸为 1.5 m×2 m~2.6 m×3.2 m, 埋设方式有架空箱涵、埋地箱涵以及隧道三种形式, 以架空箱涵和隧道为主。该主干管沿线收集忠恕沱、唐家桥、溉澜溪、寸滩和唐家沱等流域的污水, 最终进入主城区下游的唐家沱污水处理厂进行生化二级处理, 达标后排入长江。

2.2 二级管线接入段的涵义

根据重庆主城排水可行性研究报告, 三峡库区

端尤为明显, 需要进一步的改善措施。

参考文献

- 1 Broda E. Two kinds of lithotrophs missing in nature. *Z Allg Mikrobiol.* 1997, 17(6):491~493
- 2 Mulder A, van de Graaf A A, Robertson L A, et, al. Anaerobic ammonium oxidation discovered in a denitrifying fluidized bed reactor. *FEMS Microbiol Ecol.* 1995, 16:177~184
- 3 Van de Graaf A A, Mulder A, Jetten MSM, et, al. Anaerobic oxidation of ammonia is a biologically mediated process. *Applied and Environmental Microbiology.* 1995, 61(4):1246~1251
- 4 Van de Graaf A A, De Bruijn P, Robertson LA, et, al. Autotrophic growth of anaerobic ammonium-oxidizing microorganisms in a fluidized bed reactor. *Microbiology (UK)* 1996, 142:2187~2196
- 5 Strous M, Van de Gerven E, Ping Z, et, al. Ammonium removal from concentrated waste streams with the Anaerobic Ammonium Oxidation (Anammox) process in different reactor configurations. *Water Research.* 1997, 31:1955~1962
- 6 郑平, 胡宝兰. 厌氧氨氧化菌混培物生长及代谢动力学研究. *生物工程学报*, 2001, 17(2):193~198
- 7 郑平, 冯孝善, M S M Jetten, et, al. ANAMMOX 流化床反应器性能的研究. *环境科学学报*, 1998, 18(4):367~372

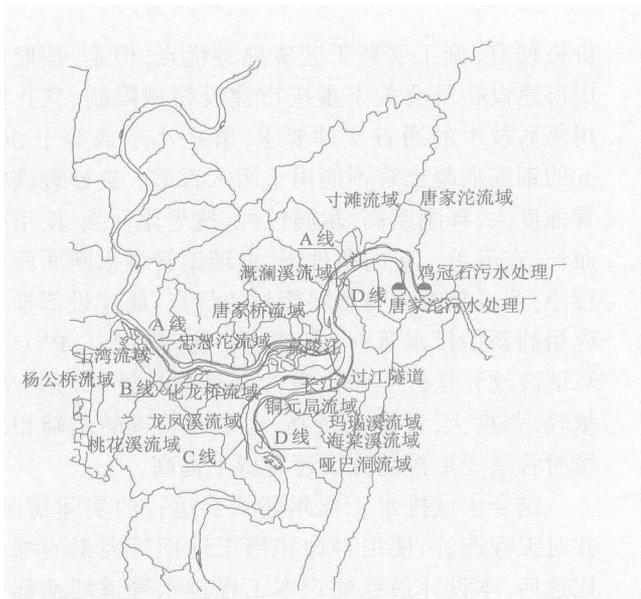


图1 重庆主城排水工程略图

成库后(蓄水 175 m)20 年一遇重庆朝天门洪水位绝对标高为 191.04 m(黄海高程),设计中将成库淤积 30 年后重庆朝天门 20 年一遇水位 191.04 m 作为本工程的设计防洪标准。同时,重庆主城城区范围较大,涉及的二级管线数量众多,考虑到目前人力、物力、财力的限制、库区水环境保护的迫切要求,以及鸡冠石、唐家沱两大污水厂必须尽快投产运行的实际情况,因此,所有二级管线不可能在短期内全部铺设。本设计把从主城排水主干管到绝对标高 191.04 m 之间的二级管线定义为二级管线接入段。

3 设计要点

3.1 排水体制

排水体制的合理选择直接关系到整个排水系统的设计是否实用,能否满足环保要求,同时也影响排

水工程的总投资、初期投资和经营费用。根据《重庆主城排水工程可行性研究报告》,主城排水 A 线远期按雨、污完全分流制设计。但是,对于 2004 年底必须投产运行的重庆主城区两大污水处理厂而言,要在整个服务区内实现雨、污分流是极不现实的,目前的关键是污水的接入问题,如何实现以较小的费用,在较短的时间内解决污水的接入问题,就摆在了我们的面前。经过技术、经济、环境等因素的综合比较后,近期设计中将 A 线沿线所有标高在 191.04 m 以下的合流污水排放口进行截流后排入 A 主线,即通过二级管线接入段的修建来实现污水的接入问题。由于已经建成的 A 主线按完全分流制设计,设计流量为 2020 年其服务区域内的污水量,因此本次二级管线接入段的截流倍数较为特殊,为了保证主线的安全,其实际设计截流量应不大于 2020 年其服务区域内的污水量。截流倍数 n_0 的计算式为: $n_0 = \text{远期设计污水量} / \text{近期设计污水量} - 1$ 。设计中 n_0 计算取值约为 0.5~1。

3.2 设计、定线原则

A 主线服务区以山地、丘陵为主,地形起伏较大,沟谷地形显著,其二级管线接入段滨临嘉陵江和长江。通过对沿线实测地形、现状排水管线、规划资料的分析研究,发现高程相对较高的小排放口众多,排入水体时落差较大;同时一些断面尺寸、污水量大的主要排放口,埋深较大。设计服务区域具有以下特点:①下游老工业厂区和上游建成区并存;②下游正在开发建设区和上游建成区并存;③下游规划区和上游建成区并存;④下游老城区和上游规划区并存。

考虑到三峡水库蓄水后重庆库尾洪水位和汛期

- 8 Mike SM Jetten, Michael Wagner, John Fuerst, et, al. Microbiology and application of the anaerobic ammonium oxidation ('anammox') process. Environmental biotechnology, 2001, 12: 283~288
- 9 郑平, 徐向阳, 胡宝兰, 编著. 新型生物脱氮理论与技术[M]. 北京: 科学出版社. 2004
- 10 M Strous, J J Heijnen, J G Kuenen, et, al. The sequencing batch reactor as a powerful tool for the study of slowly growing anaerobic ammonium-oxidizing microorganisms. Appl Microbiol Biotechnol. 1998, 50: 589~596
- 11 Marc Strous, . Gijs Kuenen, John A Fuerst, et, al. The anammox case-a new experimental manifesto for microbiological eco-

physiology. Antonie van Leeuwenhoek. 2002, 81:693~702

- 12 Van de Graaf A A, de Bruijn P, Robertrou L A, et, al. Metabolic pathway of anaerobic ammonium oxidation on the basis of ^{15}N studies in a fluidized bed reactor. Microbiology, 1997, 143:2415~2421
- 13 周少奇. 氨氮厌氧氧化的微生物反应机理. 华南理工大学学报(自然科学版). 2000, 28(11):16~19

◎电话:(010)67391648-4

E-mail: hitlijie@163.com

收稿日期:2004-09-29

洪水位的影响,按规划远期(2020年)污水量进行设计,近期规划人口进行校核。在设计定线中主要遵循以下原则:①采用重力自流,避免设置污水提升泵站,降低城市运行维护费用;②合理改造现有合流制排水管道,为将来实现雨、污分流创造条件;③对于建成区域,布线时尽量避开现状建筑物并最大程度减少拆迁,在布管顺畅、经济的前提下,减小对企事业单位正常生产、工作和居民生活的影响;④充分与城市规划相协调,管线平面布线尽量沿规划道路的人行道铺设,避免穿越规划地块,为地块未来的开发利用创造良好的条件;⑤避开城市的动脉——现有给水、燃气等输配主管,以减小施工对城市正常运行的负面影响;⑥整合沿线排放口,将分散排放整合为集中接入;⑦严格控制二级管线接入段特别是截流管道的断面及坡度,以减小工程量,降低造价。

根据实测资料,A线沿线标高在191.04 m以下的现有合流排放口共计127个,设计中将前述百余排放口合并为55条二级管线,截流后排入A线主管。A线主管沿线二级干管接入段流域组成与设计人口、设计流量详见表1。

表1 A线主管设计二级干管的流域组成与设计人口、设计流量

流域划分	服务面积 /km ²	二级干管接入段长度/m	设计人口(2020年) /万人	设计流量(2020年) /万m ³ /d
忠恕沱流域	10	4 540	15	6.3
唐家桥流域	12.5	3 960	45	18.9
溉澜溪流域	19	3 250	27	14.1
寸滩流域	2.6	2 200	1.8	3.0
唐家沱流域	19	680	11	14.5
合计	63.1	14 630	99.8	56.8

此外,设计检查井和溢流堰顶标高尽量控制在防洪水位191.04 m以上,低于此标高时设置压力井盖,同时在溢流管上设防潮门以避免洪水倒灌。架空箱涵抗浮稳定性抗力系数K设计取值大于1.1(按成库后50年一遇洪水位设计),能够确保洪水时架空箱涵结构的安全性。

3.3 管材选择

目前市政污水管的主要管材有钢筋混凝土管、夹砂玻璃钢管、PVC-U双壁波纹管等。尽管钢筋混凝土管有较高的强度和环刚度,有较高的抗渗性,

价格便宜,施工安装工艺成熟等优点,但是,按照重庆市建设委员会关于重庆市建设领域限制、禁止使用落后技术的通告文件要求,管径小于或等于500 m的钢筋混凝土管不能用于污水管道。夹砂玻璃钢管强度大,环刚度高,耐腐蚀性、抗老化性强,使用寿命长,在流量一定的条件下,玻璃钢管过水断面面积较小,几乎具有所有塑料管材的优点,属建设部推广应用的新型排水管材,但其价格相对较高。PVC-U双壁波纹管是近年来出现的新型排水管材,具有重量轻,强度大,环刚度较高,但是在管道的基础和回填时管道变形控制方面还有待于提高。

结合主城排水工程年底就要运行的实际情况,并对工程造价、使用寿命和施工周期等因素的综合比选后,本设计最终确定本工程排水管道埋地部分采用夹砂玻璃钢管道,顶管施工时采用钢筋混凝土管,架空敷设时采用钢筋混凝土箱涵,陡坡地段采用球墨铸铁管。

3.4 关键构筑物——截流井的设计

截流井是本次设计中的关键构筑物,它的合理设置与设计直接关系到工程实施后的运行维护管理和截流效果,对近期整个主城排水工程的正常实施极为重要。目前,国内一些大中城市广泛采用的溢流井形式有溢流堰式、槽式、跳跃堰式、堰槽式、钟罩虹吸式等。考虑二级干管上各污水排放口堰顶标高和主城区20年一遇洪水位标高,本设计对不同的情况分别采用了不同的截流井。对于地势高(高于设计洪水位)、起伏较大、现状合流排水管线坡度较陡地排水管线,采用堰槽结合式截流井,以充分利用水头;对于断面尺寸和埋深较大、原结构难以改造的涵洞,为了减少对原有结构的破坏,降低施工难度,采用溢流堰式截流井。溢流井堰顶标高低于191.04 m时溢流管上设防潮门。设计二级管线截流管的管径为DN300~500,堰标高低于191.04 m时采用的截流溢流井的平、剖面详见图2。

根据下游洪水位的不同,其实际工作情况又分为两种,即实际洪水位低于堰高和实际洪水位高于堰高。两种工况的运行分析见图3。

工况一井中的下游水位低于设计堰高,污水截流管在堰上水头的作用下,由原来的满流转变为有压流,其实际截流量将大于设计截流量,上游来水量

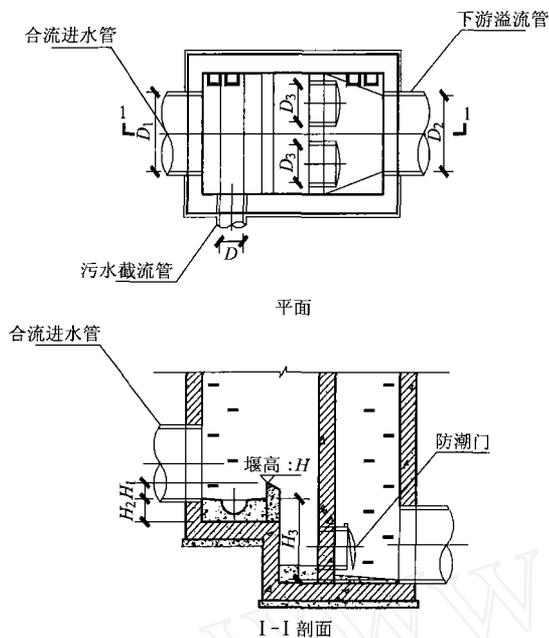


图2 溢流井平、剖面图

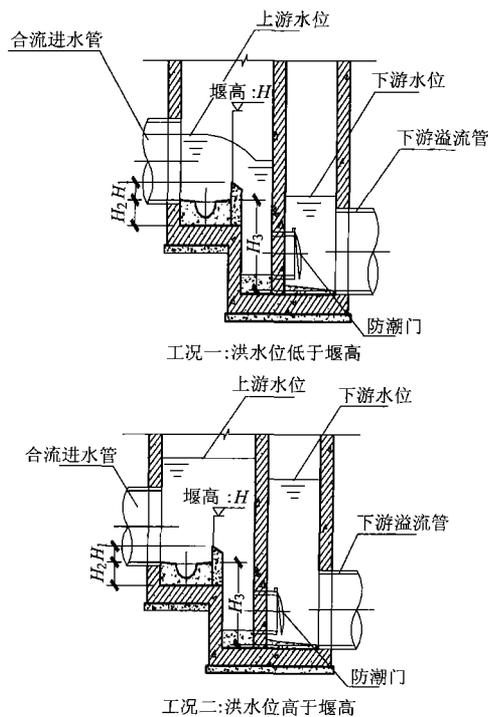


图3 两种工况运行分析

多于污水截流量的部分混合水在防潮门上下游水位差的水头作用下,通过防潮门排入下游的溢流管。工况二中下游洪水位高于设计堰高,开始时,上游水位低于下游水位,防潮门在水位差的作用下关闭,仅

通过污水截流管排放上游的混合污水。由于上游来水量远远大于污水截流管的截流量,因此,防潮门上游的水位会逐渐上升,直至上升到防潮门在上下游水位差的作用下开启,其结果是造成上游合流管道雍水,此时通过污水截流管排入 A 主干管的水量就将远大于设计污水截流量。因此,污水截流溢流井在旱季时,其实际工作情况能够与设计工况相吻合,很好地起到污水截流作用;在雨季时,通过的污水截流管的水量将大于设计流量,不但会加重污水干管 A 主线的水力负担,而且对下游城市污水处理厂造成较大冲击负荷,增加其运行管理与维护的难度。若采用定流量阀门尽管能在截流量上得到有效控制,但重庆为山地城市,暴雨量大,且混合水中杂质较多,定流量阀门为精细产品,容易发生堵塞、增加运行维护费用等问题。因此,本工程设计的污水截流溢流井,通过采取以下措施来避免以上弊端:①对设计中每一管线上的污水截流溢流井的管线认真分析,尽可能在设计洪水位以上,即 191.04 m 以上实现污水截流,减少带防潮门溢流井的设置数量,尽量减小对污水处理厂的冲击负荷。②污水截流管按满流设计,在符合规范的前提下,取其最小设计坡度。

4 结语

重庆主城排水 A 线二级管线接入段在设计中根据实际情况,采用不同类型的污水截流井,尽可能实现了定流量污水截流。该污水截流形式既能有效截流污水,又便于运行维护管理,费用低,社会环境效益较大,较为适合库区山地城市合流制截流排水系统的设计。

通过对 A 线服务区域内 120 多个合流排放口的截流,在一定程度上缓解对长江、嘉陵江的污染,使其服务区域内的污水在旱季达到了 100% 的收集率,初步解决了主城区 A 线服务流域污水的“接入”问题。但重庆是一座山地城市,降雨历时集中,暴雨强度大,近期难以避免溢流后的混合雨污水对水体造成的严重污染。为了彻底解决这一问题,应加快二级管线上游合流污水管道的分流改造,全面实施雨、污完全分流,从源头解决上述问题。

©电话:(023)65120769
 收稿日期:2004-10-13
 修回日期:2005-03-13