

低山丘陵地区村镇污水管道设计与应用

陈 莽¹, 戴 红¹, 马丹丹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; 2.四川农业大学, 四川 雅安 611830)

摘 要: 结合具体工程实例,对低山丘陵地区村镇污水收集、输送系统的现状、特点及存在问题进行分析,针对性地提出了低山丘陵地区污水管道设计的技术路线、选择原则,对污水管道穿越河道、陡坡等障碍物的重难点进行分析并提出解决方案。通过解决污水管道规划、建设的问题,最终实现污水收集、处理全系统的合理运行,具有广泛的经济效益及社会效益。

关键词: 低山丘陵地区;村镇污水;排水技术路线;全系统运行

中图分类号: TU992

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)05-0113-03

0 引 言

近年来,随着乡村振兴战略的实施,我国对于镇、村污染的治理愈发重视,村镇污水治理行业得到了快速发展并稳健增长。

村镇建设过程中大多缺乏对排水系统的整体规划,很多村镇污水治理工程“重厂站、轻管网”;另一方面,受经济、时间、地区发展等因素影响,部分村镇污水治理工程“先厂站、后管网”,污水站进水不稳定、运行管理困难等,导致污水治理系统低效运行甚至瘫痪,造成资源的浪费^[1]。

现阶段村镇污水治理工程的终端处理技术已受到广泛关注并迅速发展成熟。但围绕村镇地区尤其是低山丘陵等地区的污水收集与输送问题,还未得到有效地解决。污水管道的设计运行思路研究显得尤为重要。

1 低山丘陵地区村镇排水系统的特点

村镇相比于城市而言,具有人口密度低、分布较为分散等特点^[2],村镇污水也具有分布分散、规模较小、水量水质变化大等显著特征。低山丘陵地区由于天然的居住条件、发展边界等的限制,村庄等的空间分布更加随机^[3],对污水收集、处理系统提出了更高的要求。

结合我国村镇地区特点,可将村镇污水处理按照规模大小分为镇级、村级、户级三种不同集中程度

的污水处理系统,其规模范围大致可分为:镇级 500~10 000 m³/d,村级 10~500 m³/d,户级小于 10 m³/d。

低山丘陵地区地形复杂、岩层较浅,民房建设分散、无规划、街巷狭窄^[4],给重力流管道的设计与运行带来很大的挑战。其排水系统主要有以下特点:(1)沿河道、山沟呈线性分布,受地形、水源、交通等多方面因素影响,村镇发展也多呈带状。(2)顺应地势向多个方向分散排放,受山洪等因素影响,村镇房屋往往居高而建,排水自然顺坡而下,难以形成统一的行泄通道。(3)明沟、暗管交织错落,因地质条件、建设水平、时序的不同,往往形成沿河、明排、暗流同时存在的混合排水系统。

2 污水管道设计的技术路线选择

2.1 重力流管道技术路线

如前所述,我国大部分村镇在建设和发展过程中,都适应了不同地区的地形地貌、水文气象条件的变化,整体上具有重力流输送污水的条件。同时,由于大部分低山丘陵地区的村镇经济欠发达、村镇建设缺乏统一规划且分布分散,给污水管道重力输送带来困难。

在低山丘陵地区规划建设污水管道时,考虑到长期运行的能耗问题,仍应以重力流为基本路线。首先,分析收集范围内的整体地势及河流山川等条件,确定重力排水方向及主管走向;其次,根据街道数量、街坊层次,以及是否沿河道两侧分布等,确定主管根数及下游汇集点;最后,根据主管位置、民房分布合理布置收集支管。

2.2 压力流管道技术路线

丘陵地区地形复杂、高差起伏较大,这种情况对

收稿日期: 2021-08-18

作者简介: 陈莽(1990—),男,硕士,工程师,从事城镇给水处理、水质净化、供排水管道、流域治理等领域的规划、咨询、设计工作。

主要依靠重力流排水的污水管道影响较大,若排水系统不能完全依靠重力流时,则需考虑压力流输送。压力流管道设置主要可分为以下几种情况,见表1。

2.3 沿河管道技术路线

部分低山丘陵地区,村镇发展受地形条件的限

制,房屋、道路建设多依山傍水,逐渐形成“山、路、屋、水”紧邻的发展格局,若道路狭窄、房屋临河,则污水管道只能沿河建设。

沿河建设的污水管道主要可分为以下几种情况,见表2。

表1 几种压力流管道设置条件比较

形式	设置位置	是否加压	管材	管径/mm	设计流速/(m·s ⁻¹)	设置条件	运行能耗	管道设置要求
全线压力输送	污水收集点至下游处理厂	是	金属管或化学建材管	根据计算(一般不小于DN100)	0.7~2.0	可设泵站	高	低
局部压力输送	污水重力输送终点至下游污水厂	是	金属管或化学建材管	根据计算(一般不小于DN100)	0.7~2.0	可设泵站	较高	低
下穿障碍物	污水管遇河流、冲沟、地下障碍物等	可不加压	金属管	最小宜为DN200	>0.9或设置冲洗设施	上下游有足够的头差	低	较高

表2 几种沿河管道设计

形式	设置位置	工程措施	管材	管径/mm	工程造价/(元·m ⁻¹)	施工难度	实施节点
顺河床敷设	沿河敷设于河床下	混凝土满包	金属管材为宜	根据计算确定	1200	中等	不限(宜枯水期)
沿河堤敷设	沿河敷设于河堤下	直埋	不限	根据计算确定	700~900	低	与河堤同步建设
挂管	沿河堤、挡墙挂管	预埋、锚固支架	金属管材	宜≤DN300	700~1 000	中等	不限(宜枯水期)
架空	沿河、横跨河道	设置支墩	金属管材	宜≥DN300	1 100~1 500	较高	汛期不宜

注:表2中综合单价以管径DN300的焊接钢管为计算基础。

2.4 混流制系统技术路线

在一些村镇的已建区内,由于街道狭窄、房屋密集,雨、污水沿街边明沟或部分管道、暗涵混合排放,短期内不具备雨污分流改造的条件时,仍在局部范围内保留合流管渠,形成混流制排水系统。

这种条件下,应对现状排水管渠系统进行改造,使其排水通畅,以不积水、不散排,显著改善居住环境为目标。在片区外合理地设置截流系统,使旱季不溢流、暴雨不内涝,以应收尽收为治理重点。

3 山丘污水管道设计的重难点分析

3.1 污水管道顺河床敷设

污水管道沿河床敷设时,主要受河水冲刷及高水位时较大浮力的影响,并应采取措施防止丰水期河水倒灌、较大的砂石破坏管道及检查井等。

基于以上问题,根据地勘报告、水文资料等通过计算,在管道基础持力层满足要求的前提下,可采取的加固措施有:(1)河床下敷设的污水管道采用360°混凝土满包加固,混凝土采用C25~C30,按需设置支墩,见图1。(2)河道内检查井采用密封检查井,视情况设置抗浮锚杆;检查井及混凝土支墩基础底嵌入基岩一定深度,见图2。(3)间隔适当距离设置通风管,保证管道系统运行安全。

3.2 污水管道沿河堤敷设

(1)在河堤内敷设

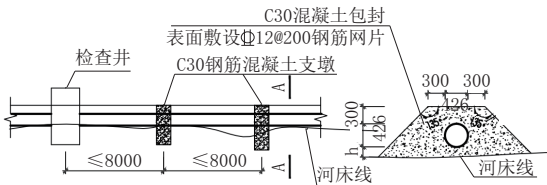


图1 管道位于河床以上时的加固做法(单位:mm)

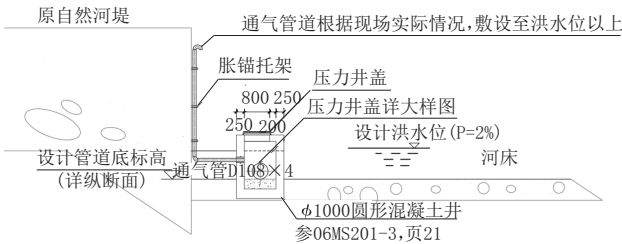


图2 河道内检查井做法

沿河敷设的污水管道应与河堤工程、河道整治等工程同步实施。

(2)在河堤外敷设

在污水管道规划设计前,当河道两侧已建有堤防工程且不具备开挖条件时,应尽量降低施工对现状河堤的破坏程度,采取沿现状平台(如马道)敷设、沿河堤挡墙挂管等方式。

沿河堤挂管的方式,受锚固方式、管道运行重量的影响,建议管径不大于DN300 mm时采用。

3.3 污水管道倒虹敷设

当遇到河流、沟壑等地势突变及地下障碍物的情况,为避免下游管道埋深过大,往往会采用倒虹的方式。

以污水平均日流量为 1 000 m³/d 为例,对应的总变化系数为 2.6,即倒虹管内最大时流量为 30.1 L/s,按倒虹管最小管径 DN200 计算,单管内流速为 0.977 m/s>0.9 m/s,可满足规范要求;在平均时流量 11.57 L/s 的情况下,管径 DN200 时的单管内流速为 0.376 m/s<0.9 m/s,需增设定期冲洗措施。

当污水规模相对较小,采用倒虹时,需设置定期冲洗措施,有条件时,建议在倒虹管进水井前增设一道格栅。

3.4 污水管道架空敷设

当管道必须跨越较深的河谷、倒虹井深度过大时,可采用架空敷设的方式。架空敷设宜利用现有桥梁、管桥等构筑物,无可构筑物时,应经技术经济比较采用新建管桥、支墩架空等方式。不同情况下架空做法示意图 3、图 4。

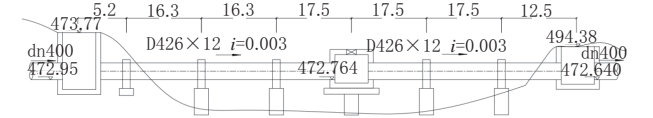


图 3 架空段有检查井的做法(单位:m)

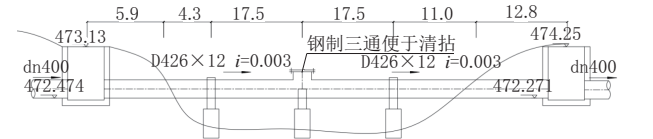


图 4 架空段有检查孔的做法(不小于 DN700 可采用)(单位:m)

污水管道架空敷设时,应保证以下几点:架空管道管径、坡度满足重力流输水的要求;架空管宜采用金属管道,结构强度满足要求;金属管道应有可靠的内外防腐;架空管道应能正常检修;管道架空高度宜高于防洪标准下的洪水位,当不能满足时,应考虑管道在洪水期的安全性,且不影响河道行洪。

当架空管道遇到障碍物无法避开时,可在较小角度范围内转弯。并注意以下几点:转弯角度不宜过大,小于 30°为宜;应设置有效的冲洗措施,可采用在架空管道上设置冲洗孔,冲洗时以快速接头连接的方式;固定支墩应验算管内满流时所承受的侧向压力。

3.5 污水管道沿陡坡敷设

部分村镇由于历史原因或考虑城镇防洪等因素,人员聚集地位于较高位置,当污水收集管道需经过山坡、陡坎时,常规的跌水井已无法满足跌水高度要求。根据跌水井设计原理,可在国标图集做法的基础上,增加跌水高度以满足工程需求。工程中应特别注意在跌水管道下端及相接的检查井中采取有效的抗冲刷措施,同时在跌水管道下端适当放大坡度,防

止淤水堵塞。此外,当斜坡上检查井间距较大时,管道应有可靠的固定措施。

3.6 截流井设计

目前,在还未设置集中污水处理设施的村镇区域,仍然以雨污合流制排水系统为主。在新建污水收集、处理系统之前,首先要调查、研究项目区域内的排水管网情况,并据此提出合理的改造方案。对于现阶段不具备雨污分流改造条件的区域,在合流管渠排放之前设置截流设施,是较为合理的方式。

截流井应根据实际排水情况合理选择,以下列举了几种常见的情况,见表 3。

表 3 截流井设置的几种常见情况

排水现状	截流井位置	截流井形式	附属设施
合流管渠排水口高于下游水位	合流管渠、截污干管	槽式、堰式或水泵截流	宜设浮球控制调流阀
合流管渠排水口低于下游水位	合流管渠、截污干管	堰式或水泵截流	防倒灌设施
合流管渠接入现状雨水管渠	截污干管	堰式或水泵截流	防倒灌设施

4 结 论

(1)低山丘陵地区排水特点及系统选择。低山丘陵地区的村镇排水具有地形起伏、早期建设无序、雨污合流、明暗沟结合等特点,系统选择时应在详细调查后结合地区实际情况进行多方案比选、组合后确定,不可生搬硬套。

(2)重难点的解决方案

当重力流排水管道沿河、跨河、顺陡坡敷设时,可选的解决方案包括:混凝土满包、倒虹、架空、高跌水等,具体措施应结合水文地质等资料进行选择、调整。

(3)案例参考

本文所述低山丘陵地区污水管道建设中遇到的情况及解决方案,具有广泛的经济效益及社会效益。可作为相关领域前期策划规划方案的理论依据,也可为相关工程建设提供参考。

参考文献:

[1] 王波,刘春梅,赵雪莲,等.我国村镇生活污水处理技术发展方向展望[J].环境工程学报,2020,14(9):2318-2325.
[2] 王俊安,魏维利,潘华崑,等.村镇污水处理系统设计与工程实践[J].给水排水,2017,43(11):33-38.
[3] 杨韧,刘彦随,龙花楼,等.中国村庄空间分布特征及空间优化重组解析[J].地理科学,2016,36(2):170-179.
[4] 张建明,王雷,刘兴哲,等.室外负压排水技术在北方山区农村污水收集处理工程中的应用[J].给水排水,2018,44(6):24-28.