

基于 Infoworks-icm 的城市管网规划改造研究

周小伟

(江西省市政工程设计研究院有限公司, 江西 南昌 330029)

摘 要: 采用水力模型软件 Infoworks-icm 建立宣城市道义河片区排水管网水力模型, 模拟计算该片区遭遇 3a 一遇设计降雨时的排水情况, 运用水力坡降法对管道的排水能力进行评估, 并根据评估结果对管道瓶颈处进行定点改造。结果表明, 运用水力模型软件能够快速、直观地找到排水的瓶颈处, 明确工程改造的位置, 有效提高工程改造效率, 改造后的管网能较好地满足新标准下的要求。

关键词: Infoworks-icm; 排水管网; 评估; 规划改造

中图分类号: TU990.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)05-0303-03

0 引言

城市排水防涝工程设施, 是现代化城市的重要基础设施, 是城市公用事业的重要组成部分。随着城市建设规模的日益扩大, 城区范围不断增大, 国内许多城市的原有排水系统已不能满足现阶段的排涝标准, 在发生局部性强降雨时极易发生内涝积水灾害^[1]。对此, 传统的解决方式是按照规划标准翻排管道, 但目前国内的管道改造方案一般按照设计降雨条件进行设计, 针对改造工程实施中的一些客观因素会对系统造成何种影响、改造后的效果如何、怎样优化运行等问题缺乏有效的评价方法^[2]。而水力模型基于流域产汇流原理建立, 考虑降雨的时空分布情况, 引入雨型概念, 以反映不同地区的实际降雨情况, 从而动态模拟演绎排水系统的运行状况, 深入表述排水系统水力状态, 模拟不同降雨条件下系统的超载流态, 识别系统性能缺陷和诱因, 为排水系统设计与改造工程实施提供科学支撑。因此, 本文从工程应用出发, 建立宣城市道义河片区管网水力学模型, 分析系统管道在设计标准下的排水情况, 为设计改造提供决策支持^[3-5]。

1 研究区域介绍

道义河排水片区北依敬亭山, 南临梅溪河区, 总汇水面积 7.75 km²。规划建设用地东至宛溪河, 南临梅溪河区, 西北至敬亭山, 面积 6.67 km², 为宣城市行政商业中心, 地面高程 13~55 m。本区域排水在

防洪规划中采用高水高排, 低水泵排的方案。结合现状已建管网情况, 地面高程在 15.0 m 以下的区域为低排区, 地面高程在 15.0 m 以上的区域为高排区。低排区雨水汇入道义河向东非汛期自排入宛溪河, 汛期通过现状别士桥泵站抽排至宛溪河。

2 模型构建

2.1 计算模型与参数选用

此次宣城雨水管网系统规划中, 新建地区雨水管网按照新标准采用推理公式设计, 折减系数 m 取值 1, 依据地形进行布置。然后将新建雨水管道与现状管道结合成一个新的排水系统(新建管道主要分布于西侧, 红色圆圈内), 集水区按照雨水口的收集范围采用泰森多边形法进行划分。建成后的排水系统建模平面图见图 1。infoworks-icm 模型主要包含三大模块, 即产流模型、汇流模型和管道水力计算模型。本文依据常用的产汇流模型组合和适用场所^[6-7], 结合该地区实际可获得的数据信息, 最终选取计算模型见表 1。

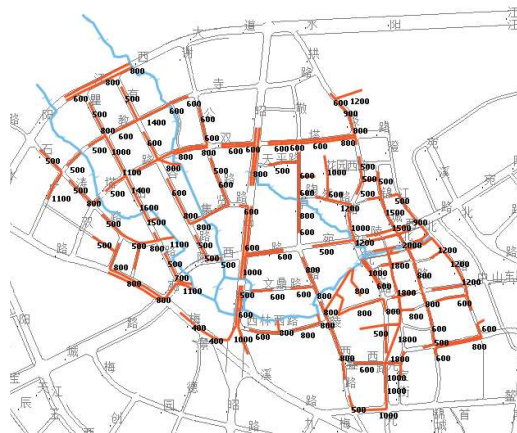


图 1 道义河区排水模型平面图

收稿日期: 2020-10-20

作者简介: 周小伟(1988—), 男, 硕士, 工程师, 从事市政工程相关工作。

表1 选用产汇流模型主要参数

产流模型	汇流模型	管道水力计算模型
固定径流系数法 参数:固定径流系数 C	SWMM 非线性水库法 参数:曼宁粗糙系数 n	采用圣·维南方程组求解

在模型计算中,下垫面条件的作用(如对产、汇流计算的影响)不可忽视,甚至可能起决定性的作用,因此根据该地区的用地分类情况,将该片区下垫面概化为四种类型,即屋面、道路、水面(不纳入管网计算)与其他透水表面,依据模型下垫面提取功能进行对应面积的提取。鉴于该地区没有实测的数据资料进行参数率定,本次模拟参数根据计算手册所给定的参数值经验范围并以该片区近三年(2011—2013)实际统计的易涝点分布情况作为实测参照对模型参数进行率定。经过调试对照,最终模型参数见表2。

表2 模型计算选用参数表

类型	地面种类	参数值
产流	屋顶	0.900
	道路	0.600
	其他透水面	0.300
汇流	屋顶	0.011
	道路	0.013
	其他透水面	0.300

运用上述参数,模拟该片区遭遇新标准3a一遇设计降雨时的排水情况。雨型采用历时120 min,雨峰系数为0.39的芝加哥雨型。模拟后的结果见图2。

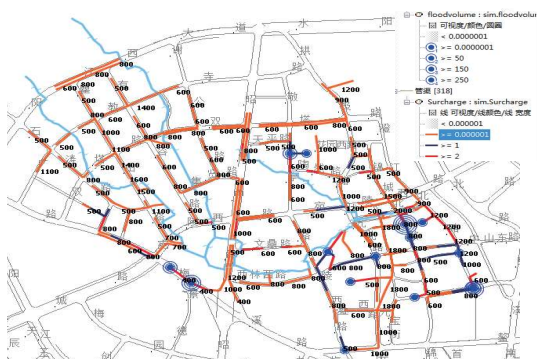


图2 3a一遇排水能力评估图

2.2 结果分析

计算机模型辅助排水管网的设计与改造,需要准确的水力性能评价指标表示研究对象的水力运行状态,为设计与改造提供更科学、细致的方案。本次规划在进行排水系统状况的诊断过程中,将管道超载程度与节点漫溢状态作为水力性能评价指标。采用水力坡度比值法(实际水力坡度与管底坡度之比)来描述管道超载程度^[8]。依据水力坡降分析结果,道

叉河片区管道排水能力可分为如下三种情况:

(1)水力坡降 <1 。此类型管道还处于非满管状态,完全能够满足新标准下的排水情况,无需改造。

(2) $1<$ 水力坡降 <2 。此类管道已经处于满管状态,但未溢出,但在超标降水发生时,会有积水风险,因此应根据具体情形分析是否需改造。

(3)水力坡降 >2 。此类管道已经满流且已经溢出地面,产生积水点,区域管道过水能力已达不到排水要求,已经产生积水风险,需进行改造。

通过图2模型模拟的结果可知,规划新建的雨水管网系统运行良好,管道处于非满管状态,其排水能力能够达到新标准要求,而现状的雨水管网建成久远,大部分是按照低标准进行设计建设的,但是通过模型的模拟评估结果可以发现,虽然之前管网按低标准设计,但是大部分管网能够满足新标准下的排水能力要求,无需全部提标重新设计改造,改造应根据各管道的水力坡降进行分析。现以梅溪路与宝成路交口管道、文鼎路管道作为典型,其他类似管道以此作为参照。其中,梅溪路管道平面与纵断面见图3,文鼎路管道平面与纵断面见图4。通过梅溪路管道纵断面图可以明显看出,现标准下,管道已经达到满管状态,但是还未溢出。通过分析该地区道路竖向情况可知,该地坡度较缓,为0.3%,超标降雨产生的积水将无法顺利排走,会产生较大的积涝风险,因此该段管道需要进行改造。查看文鼎路管道纵断面可以发现,虽管道达到满流状态,但是此地地面坡度较大,超标降雨所产生的积水将能很快通过道路直接排入河道,产生积水风险的概率很低,因此对于此类管道可暂不进行改造。对于已经产生积水点,水力坡降 >2 的管道,则需全部进行提标改造。

综合以上水力性能评价分析成果,依据积水点位置和超负荷状态情况,按照管道的超负荷状况确定改造管道的位置,依次选择不同管径的管道进行模型模拟试算,以选取最佳的改造管径。通过模型的指导优化,在对所有瓶颈处管道进行改造后,改造后的管网排水能力模拟结果见图5。通过图5可知,通过相应管道的改造后,能够解决之前存在的积水问题,并且区域的排水管网排水能力能够达到3a一遇的要求。

3 结论

排水系统由于其组成的复杂性与运行效果影响因素的多样性,一般的技术手段很难对其设计与运

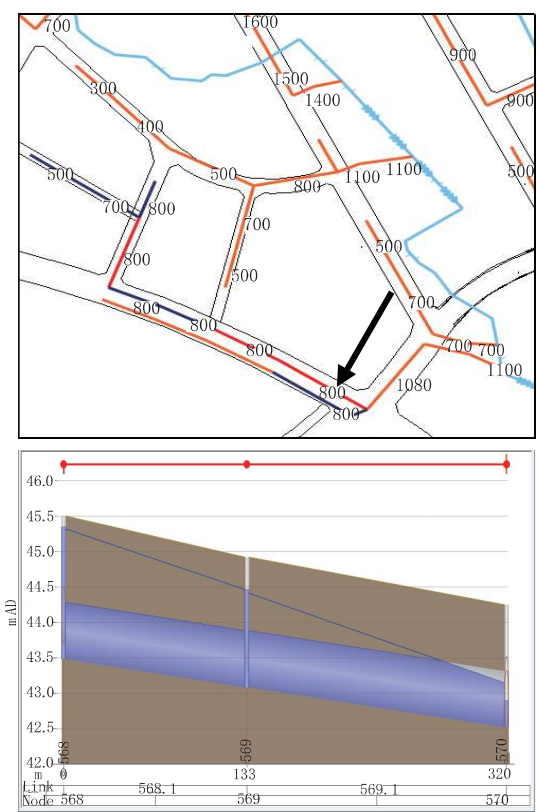


图3 梅溪路与宝成路交口管道平面位置及纵断面图

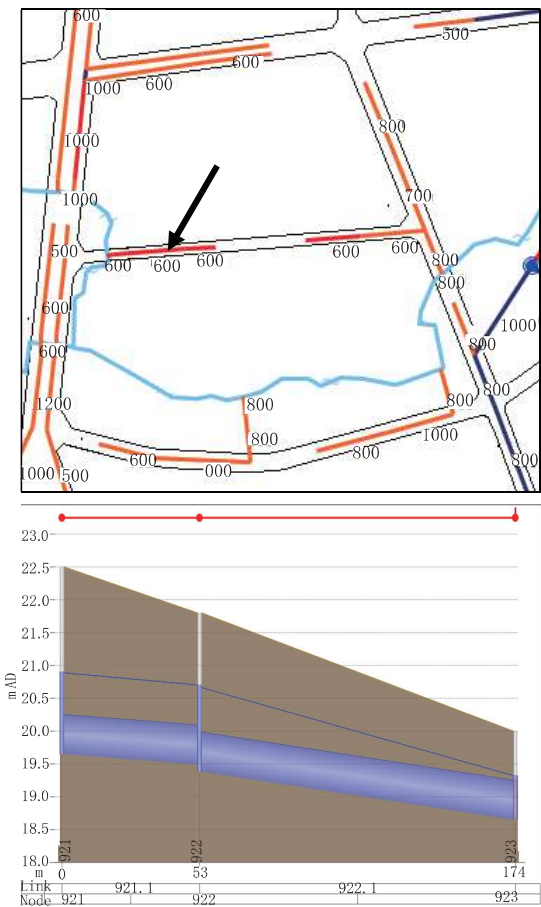


图4 文鼎路管道平面位置及纵断面图

行情况进行全面而准确的分析与评价。而排水模型能在计算机平台上仿真模拟现状排水管网运行状

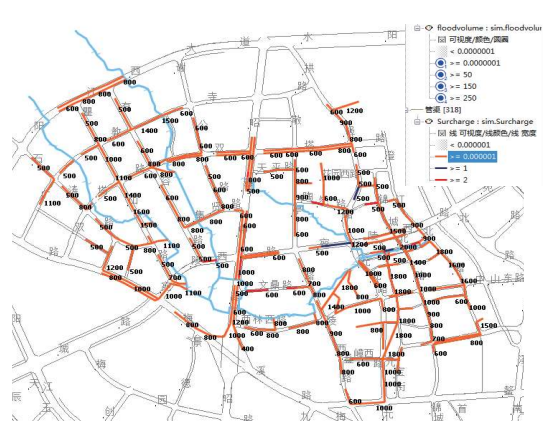


图5 改造后管网3a一遇排水能力评估图

态,能很好地满足排水系统的规划、设计和运行预测的需要^[9-10]。本文以道叉河片区为研究对象,使用infoworks-icm软件建立了该片区排水系统的水力模型,模拟该片区遭遇3a一遇设计降雨时的排水情况。在模型指导下,根据管道水力状态的结果并结合工程实际对不满足要求的管道进行规划改造。结果表明:

(1)运用模型能够快速、直观地进行片区排水能力评估,迅速发现现有排水管网排水能力的不足,明确管网的瓶颈与排水薄弱点。

(2)通过模型的区域评估和模拟,可有效提高该片区的排水设施的利用效率和使用性能,经过模型指导下的改造管道能很好地满足新标准下的排水要求。

参考文献:

[1] 朱元生,金光炎.城市水文学[M].北京:中国科学技术出版社,1991.
[2] Marsalek J.Hydroinformatics tools for planning, design, operation and rehabilitation of sewer systems[M].Boston:Kluwer Academic Publishers, 1998.
[3] 董鲁燕.基于管道水力模型的合流制系统溢流污染控制技术评估与优化调控[D].上海:同济大学,2010.
[4] 汤海,李田.城市排水系统实时控制的现状与发展趋势[J].中国给水排水,2009,25(24):11-17.
[5] 杨辉,陈绎浪,周午阳,等.基于 InfoWorks ICM 模型的合流排水渠箱优化调度研究[J].沈阳建筑大学学报(自然科学版),2020,36(3):552-559.
[6] 王社平,尹博涵,王继斌,等.城市雨水调蓄泵站 InfoWorks 模拟研究及方案设计[J].中国给水排水,2019,35(20):47-52.
[7] 言铭,魏忠庆,黄永捷,等.汇水区划分对 InfoWorks ICM 水力模拟结果的影响[J].中国给水排水,2019,35(1):111-117.
[8] 张练,杨楠,陈兵.排水(雨水)防涝综合规划中水力模型的应用与思考[J].城市道桥与防洪,2020(6):98-100,16-17.
[9] 游畅.InfoWorks ICM 在城市排水系统雨水管网改造中的应用[J].黑龙江水利科技,2020,48(3):139-142,157.
[10] 高婷,张发.基于 Infoworks ICM 模型的排水系统能力分析[J].三峡大学学报(自然科学版),2018,40(3):15-18.