

基于 SWMM 模型的平原区城市排涝水文计算

王 强

(南京市江宁区东山街道水务管理服务站, 江苏 南京 210017)

摘要:以 SWMM 模型为模拟平台,基于研究区自然地理及水系条件,在现状条件下进行水系排涝能力模拟,模拟研究区在 5 年一遇、10 年一遇设计暴雨下,河道漫溢及城市内涝情况,给出河道水位、积水深度及积水节点等信息,并根据现状调查分析城市内涝形成的原因。针对内涝产生的原因,分别模拟了降低城市不透水率以及采取清淤等措施下,研究区内涝缓解情况,以期对后续城市排水规划、城市防灾减灾措施制定提供科学依据,并为其它城市防涝系统能力评估提供参考。

关键词:SWMM 模型; 排涝模拟; 能力评估; 防汛减灾

中图分类号:TV131

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2019)06-0012-07

Hydrological calculation of urban drainage in plain area based on SWMM model

WANG Qiang

(Dongshan Water Management Service Station of Jiangning, Nanjing 210017, Jiangsu)

Abstract: Taking SWMM model as the simulation platform and based on the natural geography and water system conditions of the study area, the drainage capacity of the water system was simulated under the current conditions. The river flooding and urban flooding conditions were simulated under the five – year and ten – year design rainstorm conditions, and information such as river water level, water depth and water accumulation nodes were given and the reasons for the formation of waterlogging in the city were analyzed according to the current situation. Aiming at the causes of waterlogging, the mitigation of waterlogging in the study area under the measures of reducing urban impermeability and dredging, etc. was simulated in order to provide scientific basis for the subsequent urban drainage planning and the formulation of urban disaster prevention and mitigation measures, and to provide reference for the assessment of the ability of waterlogging prevention systems in other cities.

Key words: storm water management model (SWMM); numerical modeling of drainage; capability assessment; flood control and disaster mitigation

1 概述

近年来,随着城市化进程的加快,城市硬化面积越来越大,内涝问题频现,河道堤防标准不足,河道过流不畅,河道整治工作也成为城市面临的重点工作。解决城市内涝现状所面临的问题,一方面要加强管道排水系统和河道排涝系统的建设,提高标

准。然而由于城市发展的特殊性,标准不可能无限制提高,且城市地区管道排水系统由于河道水位的倒灌和顶托以及传统管道设计方法的不足,采用天然流域水文水力计算方法已难以反映城市地区主城区的产汇流特征。为此,本文通过 SWMM 模型模拟城市地区现状水系及可能涝情,分析现状水系存在的主要问题,为制定合理的河道设计方案提供对

收稿日期:2019-01-10

作者简介:王强(1981—),男,本科,主要从事水利工程管理工作。

策和建议。

2 SWMM 模型介绍

SWMM 模型是动态的降雨径流模拟模型,由产流、汇流以及水质模拟模块组成,产流模块可综合处理汇水区所发生的降水、污染负荷和径流,汇流模块则通过渠道、管网、水泵等进行水量传输^[1-2]。

产流计算中,依据研究区下垫面特点、土地利用性质等划分为不同的区域进行计算^[3-4],主要为不透水区和透水区。不透水区又可根据是否有洼蓄分为两部分,对无洼蓄的不透水区,降雨量即等于产流量;对有洼蓄的不透水区,降雨量减去填洼量即为产流量。汇流计算则是采用非线性水库法。近年来,城市内涝发生越来越频繁,研究 SWMM 模型的论文也越来越多,朱靖等撰写的《SWMM 模型在西南地区山前平原城市防涝计算中的应用》和胡莎等撰写的《基于 SWMM 模型的山前平原城市水系排涝规划》都对 SWMM 模型原理进行了详细的解读,在此不再详细描述,模型的原理详见文献^[5]。

3 研究区 SWMM 模型构建

在运用 SWMM 模型进行模拟分析时,首先要进行子流域和管网概化,其次提取下垫面土地利用性质,对模型进行参数选择。参数的选择是否合理很大程度上影响模型的准确性,因为在模型构建完成后,需要对模型进行率定。

3.1 子流域概化

根据土地性质及高程信息,将研究区划分为 2 个部分。第一部分,中心城区外围郊区,地势较为平缓,未规划雨水管网,主要是根据地形资料进行分区,共划分为 12 个区域,总面积 24.1 km²,采用 SWMM 模型进行演算;第二部分,流域中下游主城区,总面积 60.8 km²,根据现状管网汇水范围,划分为 202 个区域,采用 SWMM 模型进行演算。流域分区划分示意图见图 1。

3.2 参数选择

研究区子区域汇水面积、平均坡度及特征宽度可由土地类型分布图获得,管径大小、管长、检查井标高等根据雨水工程现状图获得。入渗采用霍顿模型进行模拟,管道汇流采用动力波演算,汇流时间步长取 10 s,设计暴雨历时取 24 h,考虑产汇流时效性,模拟时段延长到 48 h,在汇流过程中,若节点入流量超过管道、河道输送能力,会溢出系统,SWMM 模型将溢出水量暂时存储在节点上方,待排

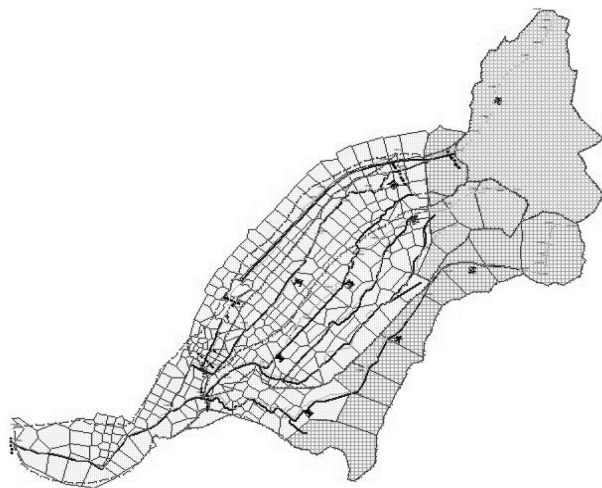


图 1 流域分区划分示意图

水系统能力恢复时再将这部分水量排出^[6,7]。参数取值具体见表 1。

表 1 研究区参数取值

| 参数类型 | 土地性质 | | 参数取值 |
|-----------------------|-------|-------|-------|
| Horton 下渗参数 (mm/h) | 最大下渗率 | 裸土 | 38.1 |
| | | 覆盖草皮 | 76.2 |
| | 最小下渗率 | — | 2.2 |
| 洼蓄(mm) | 不透水区 | 老城区 | 2 |
| | | 新城区 | 1 |
| | 透水区 | 下凹式绿地 | 10 |
| | | 其他区域 | 5 |
| 无洼蓄不透水百分比 (%) | — | — | 25 |
| 地表糙率 | 不透水区 | — | 0.015 |
| | | 城建区 | 0.24 |
| | 透水区 | 农业区 | 0.3 |
| 河道糙率 | 生态护坡 | — | 0.03 |
| | 土坡 | — | 0.025 |
| | 浆砌石护坡 | — | 0.025 |

模型其他参数主要参考《SWMM 模型用户手册》及相关文献,在后期模型率定过程中做调整。

3.3 模型率定

运用构建的 SWMM 模型模拟研究区在 2014 ~ 2017 年 12 次典型降雨下,模拟内涝结果与实测结果对比情况,从而检验模型参数选择的合理性。图 2 列出了实测积水面积与模拟结果对比情况。

从结果看,模拟结果与实测积水面积总体上还是吻合的,由此可见,模型参数选择及区域概化符

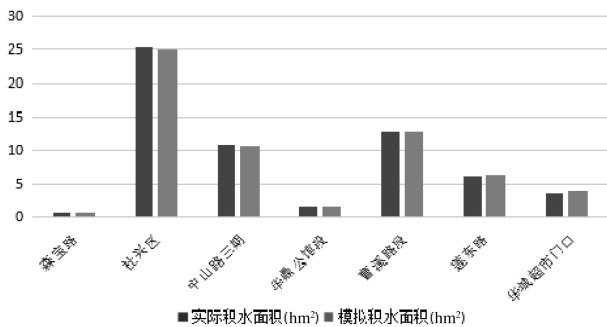


图 2 实测积水面积与模拟结果对比情况

合研究区实际情况的,由于模型只概化主干管,无法模拟管道破损、堵塞等情况,所以模拟结果与实测结果存在微小偏差,总体比实测面积小。

4 模拟结果及分析

4.1 现状水系排涝模拟

为找出现状水系存在的问题,为河道工程设计提供依据,需首先分析现状水系的排涝能力及涝情分布。上游水库出库流量过程线作为边界入流条件,设计降雨过程作为研究区入流条件,采用 SWMM 模型模拟入流归槽情形下,骨干河道及其支流 5 年一遇和 10 年一遇河道水情和涝情,结果见表 2。现状水系条件下河道水面线见图 3 和图 4。由于研究区堤防设计标准基本是 10 年一遇,降雨超

过 10 年一遇时,河道普遍出现漫溢,本次不进行模拟。

根据现状水系模拟结果可知,当研究区遭遇 5 年一遇降雨时,除了山丘区和郊区所处的上游段可抵抗 5 年一遇降雨外,穿越主城区的河道水位大部分超过了河岸高程,出现了河水漫溢及内涝现象,内涝最严重的是老城区段,最高水位普遍高于河岸高程。当研究区遭遇 10 年一遇降雨时,全程河道水位普遍超过河岸高程,出现了河道全程漫溢现象。因此,在现状条件下,老城区河段达不到 5 年一遇排涝标准,全流域达不到 10 年一遇排涝标准。

当研究区遭遇 5 年一遇降雨时,积水深度大于 10 cm 的节点有 25 个,约占研究区总节点数的 5.0%,大于 30 cm 的节点有 7 个,约占研究区总节点数的 1.4%;对于 10 年一遇降雨,已经远超城市排水标准,管网内部多呈压力流,模拟结果表明,研究区地面积水深度大于 10 cm 的节点有 62 个,约占节点总数的 12.4%。不同降雨重现期积水深度较大的节点数见表 3。

4.2 现状问题分析

根据现场调查及模拟结果分析,现状水系河道淤积严重、堤防薄弱、老城区河道过流不畅,造成城市内涝时有发生。

表 2 现状水系条件下水情模拟

| 桩号 | 河底高程 (m) | 河岸高程 (m) | 5 年一遇 | | | 10 年一遇 | | |
|----------|-------------|-------------|-----------|---------------------------|-------------|-----------|---------------------------|-------------|
| | | | 水位 (m) | 流量 (m ³ /s) | 流速 (m/s) | 水位 (m) | 流量 (m ³ /s) | 流速 (m/s) |
| 19 + 146 | 2045.64 | 2048.25 | 2046.12 | | | 2046.64 | | |
| 17 + 626 | 2020.03 | 2020.79 | 2020.69 | 6.8 | 3.51 | 2021.32 | 23.8 | 4.83 |
| 16 + 440 | 2000.13 | 2000.67 | 2001.01 | 12.6 | 3.11 | 2001.26 | 24.4 | 3.89 |
| 15 + 014 | 1974.64 | 1978.07 | 1975.70 | 18.8 | 3.02 | 1975.83 | 25.0 | 3.47 |
| 13 + 966 | 1960.30 | 1964.46 | 1961.30 | 24.7 | 2.44 | 1961.49 | 32.2 | 2.62 |
| 13 + 225 | 1947.85 | 1952.90 | 1949.58 | 31.4 | 1.42 | 1949.86 | 41.0 | 1.52 |
| 13 + 044 | 1945.23 | 1950.00 | 1947.34 | 34.7 | 3.35 | 1947.60 | 46.0 | 3.65 |
| 12 + 538 | 1939.81 | 1946.30 | 1941.61 | 37.9 | 3.61 | 1941.97 | 49.9 | 3.91 |
| 12 + 102 | 1935.18 | 1939.40 | 1937.06 | 42.4 | 4.47 | 1937.33 | 56.6 | 4.84 |
| 11 + 327 | 1927.07 | 1930.86 | 1929.08 | 46.3 | 3.90 | 1929.42 | 60.8 | 4.22 |
| 10 + 775 | 1921.72 | 1926.59 | 1924.02 | 49.6 | 2.31 | 1924.35 | 65.3 | 2.49 |
| 10 + 156 | 1915.73 | 1919.64 | 1918.43 | 52.5 | 4.16 | 1918.91 | 68.8 | 4.28 |
| 9 + 554 | 1912.41 | 1914.90 | 1914.56 | 56.2 | 3.54 | 1914.86 | 72.8 | 3.92 |
| 8 + 925 | 1909.31 | 1916.70 | 1913.46 | 55.5 | 2.07 | 1914.34 | 71.7 | 2.11 |

(续表 2)

| 桩号 | 河底高程 (m) | 河岸高程 (m) | 5 年一遇 | | | 10 年一遇 | | |
|-------|-------------|-------------|-----------|---------------------------|-------------|-----------|---------------------------|-------------|
| | | | 水位 (m) | 流量 (m ³ /s) | 流速 (m/s) | 水位 (m) | 流量 (m ³ /s) | 流速 (m/s) |
| 8+530 | 1908.81 | 1911.20 | 1912.98 | 55.6 | 1.97 | 1913.89 | 72.0 | 2.08 |
| 8+317 | 1908.34 | 1911.20 | 1912.83 | 60.5 | 1.74 | 1913.77 | 78.8 | 1.83 |
| 8+078 | 1908.15 | 1909.96 | 1912.67 | 59.9 | 1.59 | 1913.64 | 77.9 | 1.68 |
| 7+691 | 1907.69 | 1910.50 | 1912.40 | 60.4 | 1.70 | 1913.42 | 78.5 | 1.82 |
| 7+268 | 1907.29 | 1909.48 | 1912.05 | 59.6 | 1.69 | 1913.20 | 77.2 | 1.68 |
| 6+520 | 1906.40 | 1908.60 | 1911.74 | 59.2 | 1.41 | 1912.97 | 72.6 | 1.45 |
| 5+639 | 1905.68 | 1909.40 | 1911.07 | 126.7 | 2.07 | 1912.21 | 176.3 | 2.34 |
| 4+406 | 1904.12 | 1905.60 | 1909.88 | 126.6 | 1.77 | 1910.85 | 177.3 | 1.89 |
| 3+841 | 1903.62 | 1906.70 | 1909.02 | 126.4 | 2.81 | 1910.02 | 177.6 | 3.00 |
| 3+251 | 1902.89 | 1906.49 | 1908.33 | 127.7 | 1.84 | 1909.30 | 179.3 | 2.10 |
| 2+624 | 1902.13 | 1905.90 | 1907.66 | 127.8 | 2.22 | 1908.64 | 179.9 | 2.37 |
| 1+622 | 1901.43 | 1905.92 | 1906.97 | 127.3 | 1.88 | 1907.92 | 179.9 | 2.07 |
| 0+933 | 1900.69 | 1904.94 | 1906.21 | 127.7 | 1.87 | 1907.11 | 180.9 | 2.07 |
| 0+000 | 1900.20 | 1904.90 | 1905.10 | 130.3 | 2.31 | 1905.78 | 185.5 | 2.71 |

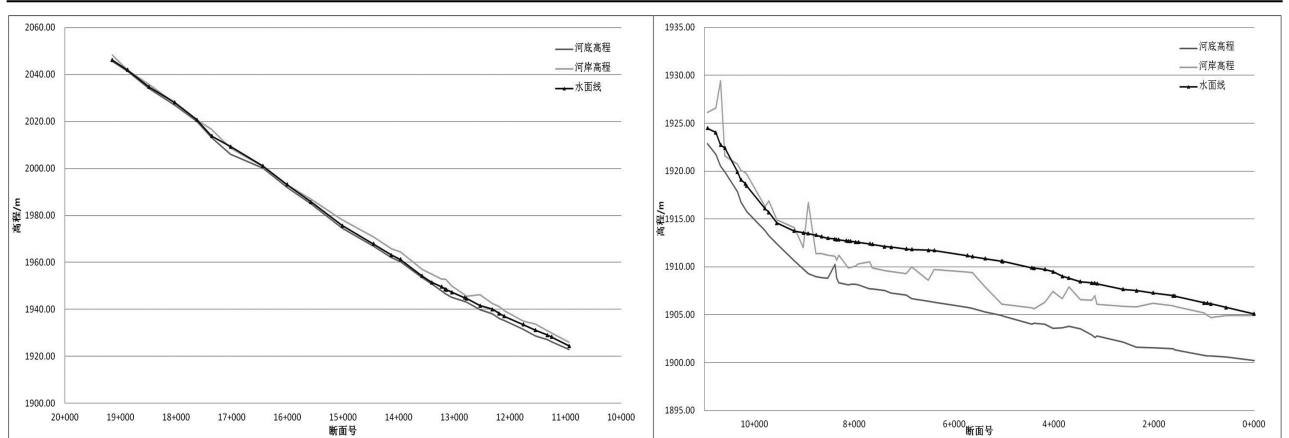


图 3 现状水系条件下河道水面线(5 年一遇)

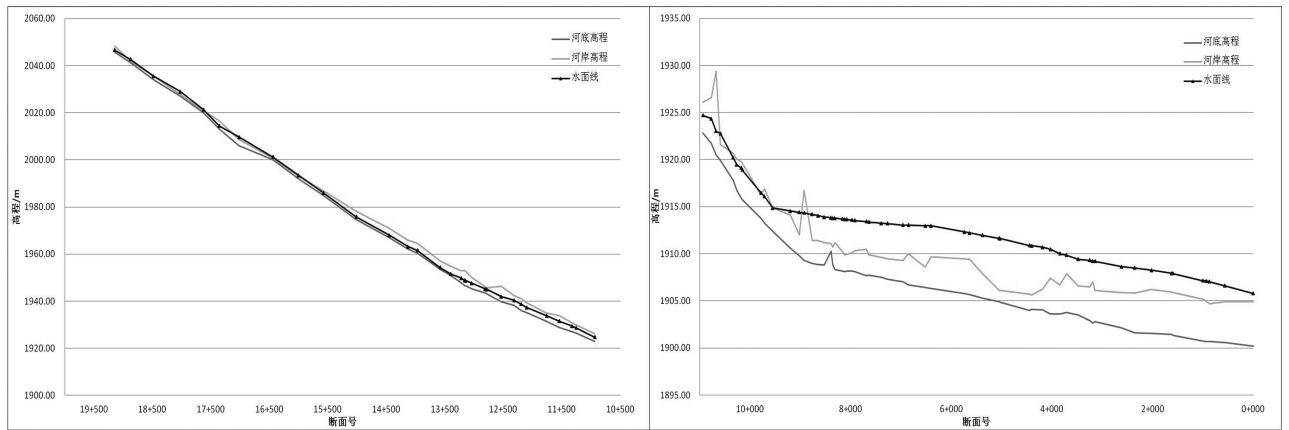


图 4 现状水系条件下河道水面线(10 年一遇)

表 3 不同降雨重现期、不同积水深度的内涝点数

| 暴雨重现期 | 积水深度 (mm) | 节点数/(个) | | | | |
|--------|--------------|---------|-------|-------|-------|-----|
| | | 10~20 | 20~30 | 30~40 | 40~50 | >50 |
| 5 年一遇 | | 10 | 8 | 5 | 2 | 0 |
| 10 年一遇 | | 22 | 18 | 13 | 7 | 2 |

(1)河道淤积严重。研究区水土流失严重,造成河床淤积抬升;部分河段居民环保意识淡薄,随意向河道乱扔垃圾废料,导致河道淤积,河床抬高,部分河道深度仅为 1 m,过水断面减小,影响了河道的排涝,极易容易发生漫堤现象。

(2)河道堤防薄弱。研究区河道修建于 20 世纪 90 年代以前,河堤总体建设零散,呈现新老交替格局,型式、规模上各有差异,其中多数河堤修建年代较早,局部变形和坍塌严重,部分河段由于基础埋深较浅,基础被水流掏空,坍塌严重。

4.3 现状问题解决方案

针对现状水系暴露出的问题,初步提出以下 3 种非大规模河道整治工程方案,利用 SWMM 模型模拟分析各方案对研究区排涝能力提升效果,模拟结果见表 4 和表 5。

(1)方案一:采取低影响开发措施,各分区不透水率降低 5%

效果分析:当研究区遭遇 5 年一遇降雨时,河

道水位普遍降低约 10 cm,上游及中游河段河水漫溢现象有所缓解,但下游段河道漫溢现象仍然存在;当研究区遭遇 10 年一遇降雨时,中下游段涝情仍然显著,断面 0+000 至 3+841 普遍高于河岸或堤防高程 0.74 m,最高水位仍超过河岸高程 1.3 m 以上。因此研究区采取低影响开发措施后,基本能达到 5 年一遇排涝标准,但是仍然达不到 10 年一遇排涝标准。

(2)方案二:清淤河道 10 cm

效果分析:当研究区遭遇 5 年一遇降雨时,全流域最高水位普遍下降 10 cm,但是仍无法解决中下游段涝情;当研究区遭遇 10 年一遇降雨时,中下游内涝仍然严重。

(3)方案三:以上两种方案同时实施

效果分析:当研究区遭遇 5 年一遇降雨时,河道水位降低明显,几乎没有漫溢现象;当遭遇 10 年一遇降雨时,下游段 0+000 至 8+925 的中下游河段涝情有所缓解但仍然存在,最高水位仍然超过河岸高程 0.5 m 以上。

因此,在城市总体规划条件下,采取低影响开发措施及河道清淤对降低河道水位及缓解涝情有一定帮助,特别对于 5 年一遇降雨,缓解作用更加明显;但是对于 10 年一遇降雨,河水漫溢及内涝现象仍然存在,要想缓解城市内涝,需要进行大规模的河道整治。

表 4 5 年一遇水位计算结果

| 无方案 | | 方案一 | | 方案二 | | 组合方案 | |
|--------|---------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 桩号 | 水位(m) | 水位(m) | 差值(m) | 水位(m) | 差值(m) | 水位(m) | 差值(m) |
| 19+146 | 2046.12 | 2046.12 | 0.00 | 2046.02 | -0.10 | 2045.92 | -0.20 |
| 17+626 | 2020.69 | 2020.68 | -0.01 | 2020.59 | -0.10 | 2020.51 | -0.18 |
| 16+440 | 2001.01 | 2000.99 | -0.02 | 2000.90 | -0.11 | 2000.85 | -0.16 |
| 15+014 | 1975.70 | 1975.68 | -0.02 | 1975.60 | -0.10 | 1975.56 | -0.14 |
| 13+966 | 1961.30 | 1961.27 | -0.03 | 1961.19 | -0.11 | 1961.15 | -0.15 |
| 13+225 | 1949.58 | 1949.55 | -0.03 | 1949.48 | -0.10 | 1949.42 | -0.16 |
| 13+044 | 1947.34 | 1947.31 | -0.03 | 1947.24 | -0.10 | 1947.18 | -0.16 |
| 12+538 | 1941.61 | 1941.57 | -0.04 | 1941.51 | -0.10 | 1941.44 | -0.17 |
| 12+102 | 1937.06 | 1937.03 | -0.03 | 1936.96 | -0.10 | 1936.91 | -0.15 |
| 11+327 | 1929.08 | 1929.04 | -0.04 | 1928.98 | -0.10 | 1928.92 | -0.16 |
| 10+775 | 1924.02 | 1923.97 | -0.05 | 1923.91 | -0.11 | 1923.86 | -0.16 |

(续表 4)

| 无方案 | | 方案一 | | 方案二 | | 组合方案 | |
|----------|---------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 桩号 | 水位(m) | 水位(m) | 差值(m) | 水位(m) | 差值(m) | 水位(m) | 差值(m) |
| 10 + 156 | 1918.43 | 1918.37 | -0.06 | 1918.33 | -0.10 | 1918.25 | -0.18 |
| 9 + 554 | 1914.56 | 1914.52 | -0.04 | 1914.46 | -0.10 | 1914.41 | -0.15 |
| 8 + 925 | 1913.46 | 1913.36 | -0.10 | 1913.36 | -0.10 | 1913.23 | -0.23 |
| 8 + 530 | 1912.98 | 1912.87 | -0.11 | 1912.88 | -0.10 | 1912.75 | -0.23 |
| 8 + 317 | 1912.83 | 1912.72 | -0.11 | 1912.73 | -0.10 | 1912.60 | -0.23 |
| 8 + 078 | 1912.67 | 1912.57 | -0.10 | 1912.57 | -0.10 | 1912.44 | -0.23 |
| 7 + 691 | 1912.40 | 1912.29 | -0.11 | 1912.30 | -0.10 | 1912.17 | -0.23 |
| 7 + 268 | 1912.05 | 1911.93 | -0.12 | 1911.95 | -0.10 | 1911.81 | -0.24 |
| 6 + 520 | 1911.74 | 1911.61 | -0.13 | 1911.64 | -0.10 | 1911.50 | -0.24 |
| 5 + 639 | 1911.07 | 1910.95 | -0.12 | 1910.97 | -0.10 | 1910.84 | -0.23 |
| 4 + 406 | 1909.88 | 1909.78 | -0.10 | 1909.78 | -0.10 | 1909.67 | -0.21 |
| 3 + 841 | 1909.02 | 1908.92 | -0.10 | 1908.92 | -0.10 | 1908.81 | -0.21 |
| 3 + 251 | 1908.33 | 1908.23 | -0.10 | 1908.24 | -0.09 | 1908.13 | -0.20 |
| 2 + 624 | 1907.66 | 1907.56 | -0.10 | 1907.58 | -0.08 | 1907.47 | -0.19 |
| 1 + 622 | 1906.97 | 1906.88 | -0.09 | 1906.90 | -0.07 | 1906.81 | -0.16 |
| 0 + 933 | 1906.21 | 1906.14 | -0.07 | 1906.17 | -0.04 | 1906.10 | -0.11 |
| 0 + 000 | 1905.10 | 1905.10 | 0.00 | 1905.10 | 0.00 | 1905.10 | 0.00 |

表 5 10 年一遇水位计算结果

| 无方案 | | 方案一 | | 方案二 | | 组合方案 | |
|----------|---------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 桩号 | 水位(m) | 水位(m) | 差值(m) | 水位(m) | 差值(m) | 水位(m) | 差值(m) |
| 19 + 146 | 2046.64 | 2046.64 | 0.00 | 2046.54 | -0.1 | 2045.95 | -0.69 |
| 17 + 626 | 2021.32 | 2021.32 | 0.00 | 2021.22 | -0.1 | 2020.56 | -0.76 |
| 16 + 440 | 2001.26 | 2001.26 | 0.00 | 2001.16 | -0.1 | 2000.94 | -0.32 |
| 15 + 014 | 1975.83 | 1975.82 | -0.01 | 1975.73 | -0.1 | 1975.68 | -0.15 |
| 13 + 966 | 1961.49 | 1961.47 | -0.02 | 1961.39 | -0.1 | 1961.34 | -0.15 |
| 13 + 225 | 1949.86 | 1949.84 | -0.02 | 1949.76 | -0.1 | 1949.69 | -0.17 |
| 13 + 044 | 1947.60 | 1947.58 | -0.02 | 1947.50 | -0.1 | 1947.45 | -0.15 |
| 12 + 538 | 1941.97 | 1941.94 | -0.03 | 1941.87 | -0.1 | 1941.79 | -0.18 |
| 12 + 102 | 1937.33 | 1937.31 | -0.02 | 1937.23 | -0.1 | 1937.18 | -0.15 |
| 11 + 327 | 1929.42 | 1929.39 | -0.03 | 1929.32 | -0.1 | 1929.26 | -0.16 |

(续表 5)

| 无方案 | | 方案一 | | 方案二 | | 组合方案 | |
|--------|---------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 桩号 | 水位(m) | 水位(m) | 差值(m) | 水位(m) | 差值(m) | 水位(m) | 差值(m) |
| 10+775 | 1924.35 | 1924.32 | -0.03 | 1924.25 | -0.10 | 1924.20 | -0.15 |
| 10+156 | 1918.91 | 1918.87 | -0.04 | 1918.81 | -0.10 | 1918.73 | -0.18 |
| 9+554 | 1914.86 | 1914.84 | -0.02 | 1914.76 | -0.10 | 1914.71 | -0.15 |
| 8+925 | 1914.34 | 1914.26 | -0.08 | 1914.24 | -0.10 | 1914.12 | -0.22 |
| 8+530 | 1913.89 | 1913.81 | -0.08 | 1913.79 | -0.10 | 1913.67 | -0.22 |
| 8+317 | 1913.77 | 1913.68 | -0.09 | 1913.67 | -0.10 | 1913.55 | -0.22 |
| 8+078 | 1913.64 | 1913.55 | -0.09 | 1913.54 | -0.10 | 1913.42 | -0.22 |
| 7+691 | 1913.42 | 1913.33 | -0.09 | 1913.33 | -0.09 | 1913.19 | -0.23 |
| 7+268 | 1913.20 | 1913.10 | -0.10 | 1913.10 | -0.10 | 1912.97 | -0.23 |
| 6+520 | 1912.97 | 1912.87 | -0.10 | 1912.87 | -0.10 | 1912.75 | -0.22 |
| 5+639 | 1912.21 | 1912.12 | -0.09 | 1912.11 | -0.10 | 1912.00 | -0.21 |
| 4+406 | 1910.85 | 1910.78 | -0.07 | 1910.75 | -0.10 | 1910.66 | -0.19 |
| 3+841 | 1910.02 | 1909.95 | -0.07 | 1909.93 | -0.09 | 1909.84 | -0.18 |
| 3+251 | 1909.30 | 1909.23 | -0.07 | 1909.21 | -0.09 | 1909.13 | -0.17 |
| 2+624 | 1908.64 | 1908.58 | -0.06 | 1908.56 | -0.08 | 1908.48 | -0.16 |
| 1+622 | 1907.92 | 1907.86 | -0.06 | 1907.85 | -0.07 | 1907.78 | -0.14 |
| 0+933 | 1907.11 | 1907.07 | -0.04 | 1907.07 | -0.04 | 1907.02 | -0.09 |
| 0+000 | 1905.78 | 1905.78 | 0.00 | 1905.78 | 0.00 | 1905.78 | 0.00 |

5 结论

(1)本次模型构建考虑到了城市不同下垫面类型、管道排水、地面产汇流等特征,能够反映城市的性质,模型参数的选择也符合研究区特征。

(2)传统的水文计算方法不能适用于复杂河网水文水力计算,更不能模拟城市内涝情形,本次研究表明,SWMM 模型在城市排水防涝规划中具有很好的适用性。

参考文献:

- [1] 梁春娣,孙艳伟.基于 SWMM 的透水性路面水文效应分析[J].山西水利科技,2012(3):6-7.
- [2] 王文亮,李俊奇,宫永伟,等.基于 SWMM 模型的低影响开发雨洪控制效果模拟[J].中国给水排水,2012(21):42-44.
- [3] 朱靖,刘俊,崔韩,等. SWMM 模型在西南地区山前平原区城市防洪计算中的应用[J].水电能源科学,2013,31(12):38-41.
- [4] 胡莎,徐向阳,周宏,等.基于 SWMM 模型的山前平原城市水系排涝规划[J].水电能源科学,2016,34(10):106-109.
- [5] ASCE Manuals and Reports on Engineering. Design and Construction of Urban Stormwater Management Systems [M]. New York:Water Environment Federation,1992.
- [6] 王文亮,李俊奇,宫永伟,等.基于 SWMM 模型的低影响开发雨洪控制效果模拟[J].中国给水排水,2012(21):42-44.
- [7] Lewis A Rossman. Storm Water Management Model User's Manual (Version5.0) [M]. Washington DC: USEPA, 2009.