

晋城市中心城区排水防涝设施建设规划研究

郭 晨

晋城合为规划设计集团有限公司 山西 晋城 048000

【摘 要】：城市化推进与极端降雨频发加剧晋城中心城区内涝与马路行洪灾害，为科学编制排水防涝建设规划，以金村片区为研究对象，采用 SWMM 与 ICM-2D 耦合模型、双层 SWMM 开展多情景洪涝模拟。通过剖析管网短板、下垫面硬化、主干道行洪三类致涝问题，从管网升级、海绵布局、易涝道路整治维度构建系统化规划方案，并配套资金、施工、运维全链条落地保障措施。研究形成山地城区排水防涝规划技术路径，可为北方同类型城市排涝规划编制提供技术参考。

【关键词】：城市内涝；SWMM；排水防涝规划；马路行洪

DOI:10.12417/2811-0528.26.18.044

伴随城镇化快速扩张，晋城市丹河新城建成区不透水面积大幅提升，区域原有自然产汇流条件发生明显改变，叠加夏季短时强降雨频发的气候特征，城区道路积水、马路行洪现象逐年凸显。原有排水设施建设标准难以适配现状水文变化，现有排涝短板逐步制约片区城市安全建设。依托 SWMM、ICM-2D 数值模拟技术量化区域洪涝特征，从现状问题、规划方案、落地保障三层开展排水防涝专项研究，以此完善本地排涝工程规划体系，为山地型城市洪涝治理补充实践研究依据。

1 中心城区排水防涝现状问题分析

（1）管网设施建设标准偏低：受早期城市建设规划条件制约，中心城区既有雨水管道设计参数参照早年排水规范完成布设，结合暴雨强度公式核算结果，现有管道管径、敷设坡度难以适配晋城 10 年及以上重现期暴雨工况。区域内超八成雨水干管缺乏扩容预留空间，部分路段管道粗糙系数与实际管网老化损耗状态不匹配，动力波模型演算过程中频繁出现管道满流超载现象，50 年一遇降雨条件下金村片区管道超载占比可达 84.96%，管渠输水能力不足直接造成节点雨水溢流，从水力参数层面凸显现有管网建设标准无法匹配城市化后的产汇流变化规律，相关实测与模拟数据也为同类山地城区老旧管网复核研究提供实测参考依据。

（2）城区下垫面硬化加剧产流：大范围城镇开发建设改变原有地表水土结构，片区内 52.53% 天然透水地面转变为硬化铺装，用地性质变更使得区域综合径流系数由建设前 0.147~0.341 区间抬升至 0.646~0.780，Horton 入渗模型参数同步发生改变，地表最大下渗能力随硬化面积扩张持续衰减。自然降雨入渗路径被大面积阻断后，天然滞蓄空间持续缩减，同等降雨历时条件下地表产流量大幅攀升，该产汇流变化规律量化成果能够完善山地城市化水文响应数据库，为国内同类型新城下垫面管控相关学术研究提供实测数据支撑^[1]。

（3）重点路段马路行洪隐患突出：依托 SWMM 与

ICM-2D 耦合模拟演算成果，建兴路(赵庄段)、珏山路水西村路段形成固定积水汇流带，两处低洼区域分别形成 0.50hm²、1.31hm² 常态化易涝片区。受道路竖向设计、周边建筑群围堵地形影响，超标降雨产生的溢流积水依托路面形成马路行洪通道，双层 SWMM 概化演算得出路段行洪峰值流量随降雨重现期提升持续上涨，局部行洪流速突破 1.7m/s，道路兼作泄洪廊道的现象打破原有道路交通与排水系统功能边界，该路段行洪量化数据可补充城市道路行洪机理研究素材，丰富丘陵型城市内涝灾害精细化研究内容。

2 中心城区排水防涝建设规划编制

（1）老旧排水管网升级改造规划：依托 SWMM 模型分区演算得出的管网水力参数完成老旧管网改造的量化设计工作，结合管道原有管径、敷设坡度以及粗糙系数实测数据划定分段改造范围，对建兴路、府城街等路段原有圆形雨水管道实施管径扩容处理，按照晋城暴雨强度公式对应的 5 年一遇排水标准重新核算管段过水断面。改造环节沿用动力波演算思路校验改造后管网输水性能，依托十个排水分区参数率定成果优化管线竖向布置形式，整套参数化改造方案能够形成山地城区老旧管网定量升级技术范式，为同类规划项目提供水力核算参考依据。

（2）全域海绵城市配套设施规划：参照研究区城市化前后土地利用变更数据科学布设层级化海绵设施布局，以 Horton 下渗机理作为各类设施选型的核心理论支撑，在大面积由裸地、绿地转为硬化路面的建成片区配套下沉式绿地、透水铺装两类关键滞蓄构造。依托分辨率 5m 的 DEM 高程网格精细梳理地势低洼地块，精准划定零散滞水地块的落地建设范围，借助分区管控手段调整局部地块不透水占比，以此反向调控全域径流系数的波动幅度。结合多重现期降雨下模型测算得到的产流变化数据敲定各类海绵设施布设密度，这套经过量化推演的布设配比研究成果能够完善丘陵新城海绵建设参数体系，有效

填补北方山地城市下垫面优化改造配套的技术参考空白^[2]。

(3) 易涝主干道行洪整治规划：利用双层 SWMM 道路概化技术系统性完成中心城区重点主干道行洪整治的工程设计，提取 5m 精度 DEM 高程剖面信息，针对建兴路党校段、珏山路水西村内涝路段天然低洼地带规划人工调蓄洼地改造方案。依托实地提取的洼地水位-面积变化曲线精准核算洼地有效蓄水容积，同步测算配套连通排水渠的断面尺寸与敷设标高，参考 ICM-2D 二维水动力模型输出的多工况流速、水深模拟结果，反复优化路面横向排水坡设计参数。经过两类模型结果交叉校验敲定的整套路面行洪整治控制参数，进一步丰富马路行洪治理精细化设计研究内容，也为国内同类区域依托双层 SWMM 技术编制道路排涝专项规划提供成熟可复用的数据范本。

3 中心城区规划落地实施配套措施

(1) 统筹项目建设资金筹措：结合片区洪涝模拟成果划分工程项目层级，依托国家重点研发项目配套科研经费的落地模式拓展资金筹措路径，将管网改造、海绵设施、道路行洪整治三类工程拆分归类对接城建专项财政拨付，借助丘陵新城片区规划立项优势吸纳社会资本参与易涝点位专项治理项目^[3]。依托 SWMM 与 ICM-2D 测算得出的工程量清单细化各分项造价核算标准，形成山地城市排水防涝工程分项计价参考体系，相关资金分类归集模式可为北方同类新城基础设施投融资方案编制提供标准化参考依据。

(2) 分段分期施工组织安排：参考模型划定的十大排水分区边界拆分全域施工单元，以建兴路、珏山路两处核心易涝路段作为优先施工区块，结合 5m 精度 DEM 地形数据划分施工时序，避开 6 至 9 月汛期集中降雨时段开展管线开挖与洼地改造作业。按照不同重现期暴雨对应的积水风险等级排布施工先后顺序，依托双层 SWMM 模拟的汇水路径规避施工期间临时积水漫溢风险，分段施工时序的划分方法能够完善山城排水工程时序规划技术体系，为多雨季节城建施工方案设计留存实操参考数据。见图 1。

参考文献：

- [1] 舒心怡,徐宗学,叶陈雷,等.晋城市片区洪涝过程响应分析与马路行洪模拟[J].水资源保护,2023,39(4):176-186.
- [2] 李典,钟佳志.极端暴雨事件下城市防洪排涝系统建设的思考[J].中国防汛抗旱,2024,34(12):137-140+155.
- [3] 汤钟,张明亮,刘枫,等.深圳光明区系统化治理城市内涝的探索与实践[J].中国防汛抗旱,2025,35(2):53-58.



图1 施工时序划分流程图

(3) 建成设施长效运维管理：依托 SWMM 与 ICM-2D 两类模型多降雨工况长期演算积累的海量水文模拟数据搭建数字化运维管控体系，将 SWMM 输出的各管网节点流量数据、ICM-2D 生成的积水水深与地表流速历史模拟结果设为设施日常巡检的量化基准。结合工程类别差异，对升级改造管网、全域海绵滞蓄设施、主干道配套路面调蓄洼地划定层级分明的差异化巡检周期，结合本地 6 至 8 月暴雨集中高发时段对应的历史模拟灾情数据灵活动态调整运维检修频次。这套以实测与模拟数据为支撑的运维管理框架，有效填补丘陵城市排水设施精细化管护领域的研究空缺，为各地新城排水系统长效运维机制构建提供可落地参考的研究范本。

4 结语

丘陵城区排水防涝建设需兼顾原有管网条件与城市化带来的水文变化规律，通过数值模型量化的洪涝数据能够精准锚定设施现存缺陷。依托管网改造、海绵配套、道路行洪整治形成的规划体系，搭配多维度落地管控举措，可系统性削弱硬化地表引发的内涝风险。整套治理思路立足晋城本地降雨与地形特征，凝练出适配北方山地新城的排涝建设路径，相关技术参数与实施思路能够为相似地貌城市优化排水布局提供实用参考。