

数字排水技术研究与应用（十）

——雨洪利用方案设计与评估

北京清华城市规划设计研究院环境与市政所 赵冬泉 王婧

雨洪利用作为一项系统工程，其实质是对水资源进行合理的空间和时间上的存储或调度，由于涉及到气象、水文、地质等多种影响因素，规划设计通常较为复杂。在缺乏有力的技术手段的情况下，实施效果无法科学评估，所以我国各大城市的雨洪利用仍处于起步阶段，未得到有效的推广实施。

数字排水（DigitalWater）平台将地理信息系统（GIS）和专业的排水管网水力水质计算模型相结合，为雨洪利用工程的设计与评估提供了技术平台。该平台将气象、地质、土地利用等多方面数据进行集成管理，实现数据收集、空间分析、规划制定、方案设计与评估等功能，利用该平台可以对城市雨洪利用措施进行模拟分析，辅助工程师进行各种规模的城市雨洪利用方案的设计与评估，全面提升城市雨洪利用的科学化和系统化水平。

1 应用示例

以某市典型居民小区的雨洪利用为例介绍应用数字排水平台进行雨洪利用方案设计与评估的基本方法。

1.1 设计典型降雨过程

衡量和评估城市防洪能力、设计雨洪利用方案需要有大量降雨数据的支持。国内外研究表明，不同降雨量和降雨特征对于城市雨水排除系统的冲击有所不同。因此，在实际降雨数据获取难度大的情况下，根据降雨强度公式生成典型的能代表当地降雨特征的不同重现期、不同雨峰系数和不同类型的降雨是评估城市防洪能力、设计雨洪利用方案的前提条件。

数字排水平台设计开发了降雨过程生成器，可利用暴雨强度公式快速生成不同重现期、不同雨峰系数和不同

类型的降雨。在生成设计暴雨时，用户只需输入图1左侧的降雨强度公式中的系数（可通过城市排水设计手册查到），选择雨峰系数和输出时间间隔，平台将自动生成设计暴雨过程的图表，同时统计此次降雨的降雨量、降雨强度等信息。图1中即为重现期5年、降雨历时2h的前锋型降雨，统计信息显示该降雨过程的平均雨强为40.57mm/h，总降雨量为81.14mm。

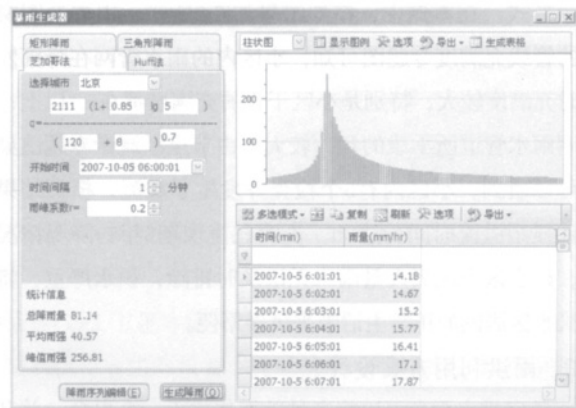


图1 利用暴雨生成器设计典型降雨过程

1.2 城市洪水风险分析

利用数字排水平台评估城市雨水排除系统的运行能力和城市发生洪水的风险，首先要利用数字排水平台的建模功能根据管网数据、GIS图层、土地利用情况等基础资料构建城市排水系统模拟模型。本示例中选取一块占地面积为5.22ha的典型居民小区作为研究对象，该小区采用雨污分流的排水体制，图2为构建好的该区域雨水排除系统模型。

为评估小区所在流域雨水管网的排水能力和暴雨时的

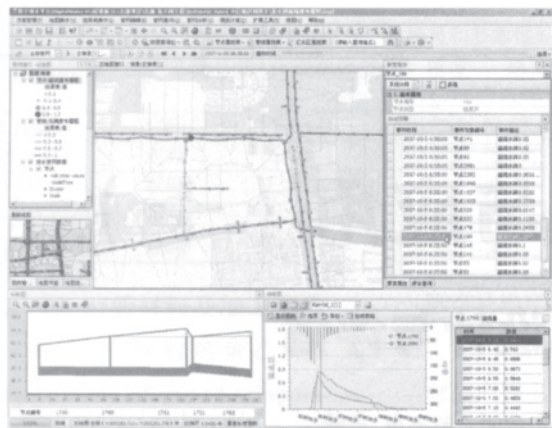


图2 现状洪水风险分析

洪水风险, 需要结合区域的防洪要求和能够代表该地区降雨的典型降雨过程进行模拟分析, 将以上利用暴雨生成器生成的重现期为5年的降雨时间序列输入到模型的雨量计中(在暴雨生成器中点击“生成降雨”即可实现), 在数字排水平台中就可对5年一遇的暴雨情景下管网的排水状况进行模拟。

为方便用户分析模拟结果, 数字排水平台开发了直观、动态的多界面显示模式, 可以在同一界面内同时查看结果专题渲染图、曲线图、纵断面图、报表等多种模拟结果展示形式。在本例中, 模拟结果如图2所示。由主地图窗口的管线充满度专题图可知, 小区内的雨水管网在降雨发生时充满度较大, 特别是小区干管的充满度都在0.7以上, 说明雨水管道所承载的负荷较大。由节点溢流量专题渲染图可以看到, 小区内5个检查井发生了溢流, 模拟结果统计显示溢流时间长达3h, 说明在重现期5年的降雨情况下, 该小区内地表大量雨水无法及时排除, 积水严重, 将会给小区居民的正常生活带来诸多不便。

1.3 雨洪利用方案设计

数字排水平台可以将多种数据集成于一个平台, 并利用无极缩放功能对地图放大缩小以查看不同的信息, 如: 基础地形数据、地下管网数据、卫星航拍数据以及各种属性信息等。本示例中, 小区内地表不透水比例为40%, 主要不透水面为屋面、路面、停车场和小广场, 小区内无雨水集蓄和处理设施, 地表径流主要通过雨水井进入雨水管网排除, 造成了水资源浪费和城市非点源污染。同时通过上节对雨水管网的模拟分析可知, 进入雨水管网的径流量已经给雨水管网造成了过大的负荷冲击, 以致检查井溢流、地面积水。所以需要采取有效措施实现该小区的雨洪利用, 改善小区排水情况。

本例中, 小区的雨洪利用方案具体设计如下: (1) 通过对小区主要不透水面性质和特征的分析, 决定将小区现有的道路和停车场改造为透水铺装, 并增加小区绿化面积, 可使小区的地表不透水率减少为30%。(2) 小区内两条雨水管网的支线, 而节点溢流专题图显示5个溢流的节点都属于西侧支线的下游, 说明这一分支管网给下游造成了较大影响。所以在这一分支管网与干管连接的地方可修建一个蓄水池, 用来调节进入下游管网的水量。在传统的蓄水池设计中需要准确计算蓄水池上游来水量和下游可承载能力, 计算过程较为繁琐。利用数字排水的管网仿真模拟功能, 可以分析蓄水池节点的总入流量(本例中, 5年一遇暴雨情境下模拟结果为1 928 m³), 然后根据该点的地下管网三维分布, 确定可行的蓄水池布置位置和初步设计规格。在不进行完全截流的设计原则下, 初步设计蓄水池的容量为1 500 m³, 结合小区地下管线的布局, 设计小区蓄水池规格为300 m² × 5 m, 用于截留上游两条雨水管道的雨水。

利用数字排水平台的数据编辑功能, 以上设计内容可以输入系统, 并反映为模型参数的变化。修改汇水区的土地利用属性和水文属性就可以完成对小区下垫面性质和特征的修改; 利用管网编辑功能可以将管网中的节点转化为蓄水池, 同时设置蓄水池的尺寸等属性, 完成蓄水池的设计。

1.4 雨洪利用方案评估

利用数字排水平台对以上设计的雨洪利用方案进行模拟计算。模拟完成后, 可通过专题图、纵断面图、模拟结果曲线、模拟结果表以及三维视图查看雨洪利用设计方案实施后管网内的水流状况。图3为本例中方案实施后小区附近排水管网在5年一遇降雨情景下的模拟结果分析界面

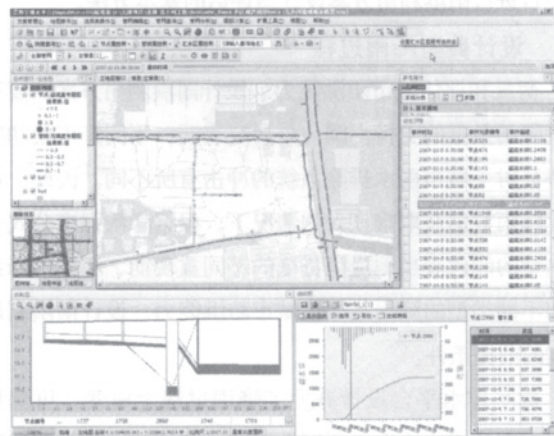


图3 雨洪利用方案评估界面

(包括管道充满度专题图、蓄水池上游纵断面、蓄水池入流曲线及模拟结果动态表)。通过分析发现,本例中在重现期为5年的降雨情景下,蓄水池可以达到调蓄5年一遇降雨的能力;蓄水池的蓄水量曲线如图3所示。蓄水池的入水量模拟结果表显示,在重现期为5年的降雨情景下,可收集雨水1 253m³;不透水面积的减少使进入雨水管网的地表径流量减少,同时蓄水池的调蓄作用减少了下游雨水管网的负荷,降低了小区发生洪涝灾害的危险,小区雨水管网中仅有一个检查井发生溢流,且溢流时间仅持续10min,溢流量不到1m³,不会对小区居民的正常生活造成影响。

2 技术路线

在数字排水平台中,实现了城市雨洪利用设计与评估的流程化操作模式(图4):①首先利用基础资料构建研究区域排水管网的模拟模型,然后利用降雨生成器设计适合当地情况的典型降雨过程,并在降雨情景下模拟排水管网的运行状况,根据排水管网溢流情况评估该区域发生洪水的风险;②在分析区域基础资料和洪水风险的基础上结合研究区域的实际情况进行雨洪利用方案的设计,同时生成雨洪利用情景下的排水管网模拟模型;③在数字排水平台中进行雨洪利用方案的水动力学仿真模拟,分析模拟结

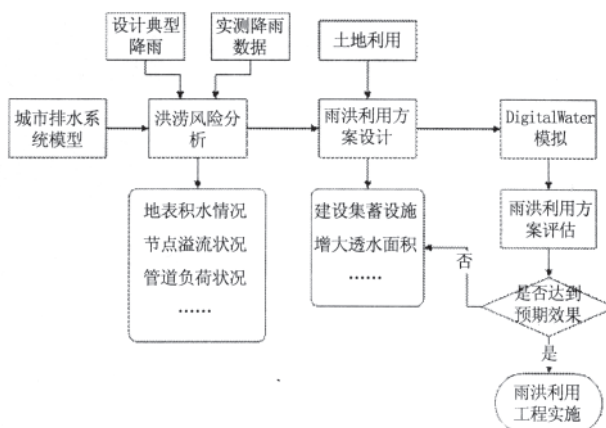


图4 雨洪利用方案设计及分析工作流程

果中的管网负荷、雨洪利用设施的运行情况和地表积水状况以评估该雨洪利用方案是否可行,如果没达到预期的目标,则需要通过改变雨洪利用设施的类型及规格等措施进行方案的优化调整。WWI

咨询电话: 400-686-6901

E-mail: support@digitalwater.cn

网站: http://digitalwater.cn

埋地排水排污用聚丙烯(PP)管道研讨会在京召开

2010年4月27日,由中国塑料加工工业协会塑料管道专业委员会、中国城镇供水排水协会排水专业委员会共同主办的埋地排水排污用聚丙烯(PP)管道研讨会在北京举行。

来自全国管道行业的120多名代表参加了会议。会议由中国塑料加工工业协会副秘书长、塑料管道专业委员会秘书长王占杰主持,中国塑料加工工业协会会长廖正品致欢迎辞,材料供应、生产设备、检验检测的相关单位分别就埋地排水排污用聚丙烯(PP)管道以及相关领域做了专题报告。

在欧洲,聚丙烯管道用于排水排污已经超过25年,并取得了良好的应用实践效果。较PVC排水管道和PE排水管道,聚丙烯管道具有高环刚性、质量轻等特点。该产品还具有优良的耐腐蚀性、耐化学性、抗开裂性能、柔韧性、延展性等优势,使用寿命长,易于安装并可用不同的方式连接。

聚丙烯排水排污管道有较好的价值链和成本效益。对管材企业来说,其创新的方案实现了从小口径到大口径的生产,可实现高产能,有明显的成本优势;对承包商来说其质量轻、便于安装的特点可有效的降低安装成本,减少风险;对于建设公司和普通用户来说,其使用寿命长,安装方便,环保及可循环利用,有效节约了使用成本。

通过本次会议,参会者对该品种管材的特点以及生产、选择、设计、施工、安装等方面都有了更好的了解,也会促进该产品在排水排污领域有更好的应用。通过生产行业与用户以及国际同行的交流活动,将会逐步促进新产品、新技术的更好推广。△