

# 南昌市红谷滩中心内涝解决方案研究

许秋海, 许文斌, 王 震

(南昌市城市规划设计研究总院, 江西 南昌 330038)

**摘 要:** 城市内涝的成因错综复杂, 要准确分析并提出合理的解决方案, 应全局把握整个排涝分区降雨全过程的水位、流量动态。以南昌市红谷滩中心区排涝分区为研究对象, 采用 MIKE 系列水力模拟软件建立耦合模型, 以 50 年一遇 24 h 降雨时间序列曲线作为降雨边界条件进行模拟分析, 得出内涝风险评估结果, 根据评估结果分析得出内涝原因, 并结合海绵城市设计理念提出相应的解决方案。同时引入海绵城市设计理念, 将城市立交桥周边难以开发的用地设计为下凹式绿地, 结果表明, 该措施可有效缓解电排站压力。

**关键词:** 水力模型; 内涝风险评估; 解决方案; 下凹式绿地

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2018)20-0017-04

## Study on Waterlogging Solution in Honggutan Central Area in Nanchang City

XU Qiu-hai, XU Wen-bin, WANG Zhen

(Nanchang Urban Planning & Design Institute, Nanchang 330038, China)

**Abstract:** The causes of waterlogging are complicated. In order to accurately analyze the causes and propose a reasonable solution, the water level and flow rate of the whole process of rainfall in the whole drainage area should be comprehended. The article took the central area of Honggutan in Nanchang City as the research object, MIKE series hydraulic simulation software was used to establish the coupling model. And furthermore, the rainfall time series curve of every 24 hours in 50 years was adopted as the rainfall boundary condition. Then the assessment results from the above simulation results were obtained. Finally, the solution of waterlogging was proposed according to the causes. Combined with the concept of sponge city design, the corresponding solutions were put forward. In the solution, some of the land under city overpass was designed as sunken lawn to further expand the water storage, which could effectively relieve the pressure of the power station.

**Key words:** hydraulic simulation software; waterlogging risk assessment; solution; sunken lawn

近年来, 各大城市频繁遭遇强降水袭击, 引发严重的内涝灾害, 可以说是“逢雨必涝, 遇涝则瘫”。媒体上关于“城市看海”、“熟悉的城市看熟悉的海”的新闻更是屡见不鲜<sup>[1]</sup>。南昌市作为典型的南方城市, 同样深受内涝灾害的威胁。

城市内涝的成因错综复杂, 要准确分析并提出合理的解决方案, 应从全局把握整个排涝分区降雨全过程的水位、流量动态。传统的推理公式法<sup>[2]</sup>只

能推算出小面积的雨量峰值, 水利上常用的平局排除法<sup>[3]</sup>的计算结果因无法反映峰值情况, 往往使结果偏小。以上方法均难以满足设计要求, 而数学模型可以很好地为决策者提供技术支撑。

为准确分析南昌市红谷滩中心区的内涝原因并提出合理的解决方案, 采用丹麦 DHI 开发的 MIKE 系列水力模拟软件对整个红谷滩中心区排涝分区的现状管网、地形及电排站建立耦合模型, 以 50 年一

遇24 h降雨时间序列曲线作为降雨边界条件进行模拟,根据模拟结果及现状实际情况提出内涝解决方案(主要针对电排站、丰和立交及卫东立交),最后通过模型对方案进行校核,直到满足内涝防治标准。

## 1 红谷滩排水防涝现状简介

### 1.1 排水现状

红谷滩中心区域整体地势为东高西低,排水范围为:东至赣江中大道,西至丰和联圩,南至南斯友好路,北至庐山南大道。该区域分为两个子排水分区:a.红谷中大道以东区域,约 $2.47\text{ km}^2$ ,雨水由市政排水管道汇集直排赣江;b.红谷中大道以西区域,约 $6.93\text{ km}^2$ ,雨水由市政排水管道汇集排入丰和电排站前池。

### 1.2 排涝现状

红谷滩中心区域排水防涝现状如图1所示。研究区域红谷中大道以西区域均属乌沙河治涝区,其涝水经新、老丰和电排站电排至乌沙河。新、老丰和电排站共用一座前池(调蓄水面为 $0.067\text{ km}^2$ ),总排涝能力为 $16.66\text{ m}^3/\text{s}$ ,电排站起排水位为 $16.500\text{ m}$ ,最高调蓄水位为 $17.500\text{ m}$ 。红谷中大道以东区域地势标高均高于赣江百年一遇洪水位,其涝水直排赣江。

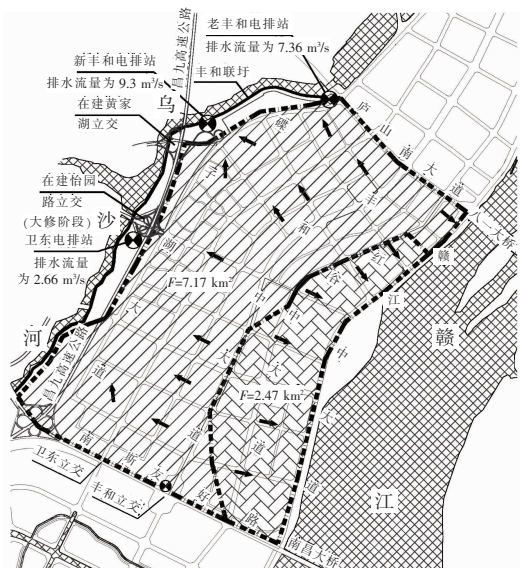


图1 排水防涝现状

Fig.1 Status of drainage and flood prevention

## 2 排水防涝系统模拟及内涝原因分析

采用 MIKE Flood 及 MIKE Urban 水力软件建立

城市管网、河道及二维地形模型,具体如图2所示。



图2 红谷滩中心区管网、地形及河道耦合模型

Fig.2 Network, terrain and river model of Honggutan area

以50年一遇降雨时间序列曲线作为边界条件进行模拟得出红谷滩中心区风险评估,具体如图3所示。

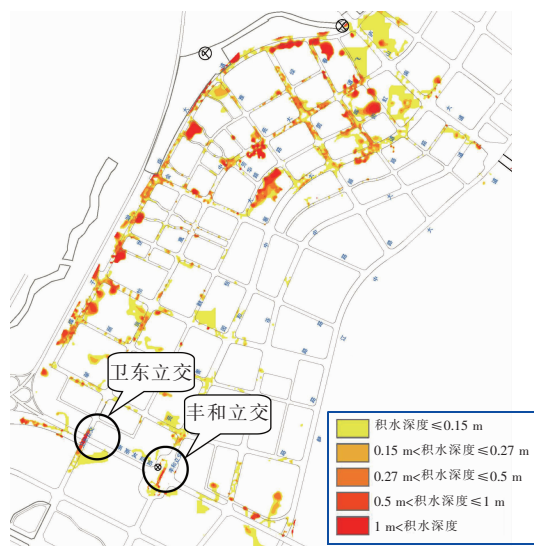


图3 红谷滩中心区内涝风险评估

Fig.3 Waterlogging risk assessment results of Honggutan area

由上述内涝风险评估可知:红谷滩区域在50年一遇暴雨情况下,红谷中大道以西区域可能会出现大面积的积水,而且积水范围和程度较为严重,尤其是丰和立交及卫东立交两处均为1级风险区,上述模拟结果与红谷滩实际易涝点相吻合。

针对上述模拟结果,分析原因如下:

① 丰和电排站排涝能力严重不足

当发生50年一遇降雨时,雨水先进入丰和电排站前池调蓄,再由电排站排入乌沙河,丰和电排站全

功率运行,总调蓄水面为  $0.067 \text{ km}^2$ ,泵站排水能力不足,使得电排站前池内水位升高较大,最高水位将达  $19.500 \text{ m}$ ,高于红谷滩(红谷中大道以西区域)多处现状地面标高,区域内雨水管道水位将受前池水位的顶托,由此可见,红谷滩(红谷中大道以西区域)内的积水主要原因是现状新、老丰和电排站排水能力不足或前池调蓄面积太小,无法满足排除50年一遇的暴雨量的要求,上游的雨水管道水位受电排站前池水位顶托,导致区域内地势低洼处积水,尤其是丰和立交及卫东立交处严重内涝。

### ② 立交泵站排水标准偏低

丰和立交泵站于1997年设计,原规范排水标准偏低。而近些年,极端暴雨天气增多,原排水标准已不能满足最新室外排水设计规范要求。故现状立交泵站排水能力不足也是导致丰和立交内涝的重要原因。

### ③ 区域地势整体东高西低

红谷滩中心区整体地势为东高西低,尤其是丰和立交及卫东立交两处下穿路段是整个区域最薄弱的点。受河道水位顶托,丰和立交泵站抽排出去的雨水又顺着地势倒流回来,其他区域雨水受水位顶托难以顺利排出,也顺着地势流入丰和立交及卫东立交。从整个雨水排水管网看,整个区域成了一个地下连通管系,涝水便在低点聚集。

## 3 内涝解决方案

由上述内涝原因分析可知,要解决红谷滩内涝问题,首先要提升下游电排站排涝、蓄涝能力,其次要进一步提升关键节点(如丰和立交泵站)的排涝能力。

### 3.1 电排站提升方案

结合红谷滩现状用地、工程建设等情况,提出以下解决方案:

为增大电排站调蓄水面,引用海绵城市建设理念,将在建枫生高速怡园路立交、黄家湖立交下方的用地设计为下凹式绿地(如图4、5所示)。经现场调查,较易实施为下凹式绿地的面积约为  $0.125 \text{ km}^2$ ,设计绿地底标高约  $16.500 \text{ m}$ ,电排站最高水位为  $17.500 \text{ m}$ ,则调蓄水深约  $1.0 \text{ m}$ ,可利用调蓄容积约  $125\,000 \text{ m}^3$ 。此外,利用现状卫东电排站前池的调蓄容积  $12\,000 \text{ m}^3$ 。在保持现有丰和电排站排水能力及调蓄容积,并增加上述下凹式绿地与卫东电排站前池调蓄水面的前提下,经模拟可知,若要满足

50年一遇排涝标准,仍需增加  $19 \text{ m}^3/\text{s}$  的排水能力,故本方案新建卫东电排站,设计排水流量为  $19 \text{ m}^3/\text{s}$ ,设8台泵,考虑两台能排干管道与调蓄池(暴雨时腾空库容),其中两台扬程为  $9 \text{ m}$  ( $1 \text{ m} \approx 10 \text{ kPa}$ ,下同),其余6台扬程为  $7 \text{ m}$ 。

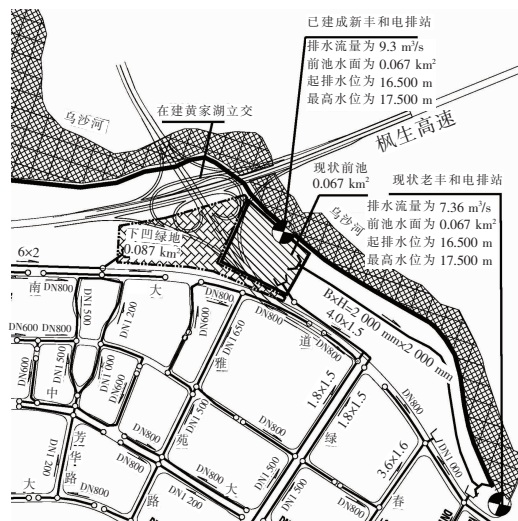


图4 黄家湖立交处下凹式绿地示意

Fig.4 Sunken green at the Huangjiahu overpass

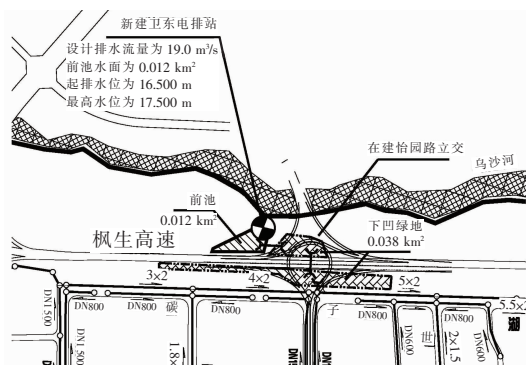


图5 怡园路立交处下凹式绿地及新建卫东电排站示意

Fig.5 Sunken green at the Yiyuan overpass and the new Weidong pumping station

### 3.2 丰和立交内涝解决方案

根据最新室外排水设计规范,立交泵站排水标准应满足30年一遇暴雨,而原设计标准为  $P=4$  年。故拟在丰和立交东北角新增雨水泵站一座,与西北角的现状雨水泵站对称布置,两座泵站总排水能力满足30年一遇暴雨。经模拟,要满足30年一遇特大暴雨的排水标准,总排水能力需由现状的  $0.83 \text{ m}^3/\text{s}$  提升至约  $2.05 \text{ m}^3/\text{s}$ ,拟建雨水泵站设4台水泵,单泵流量为  $1\,100 \text{ m}^3/\text{h}$ 。



### 3.3 卫东立交内涝解决方案

卫东立交最低点路面标高约 18.750 m,只要下游电排站最高水位能按设计要求控制在 17.500 m 以下,卫东立交可通过重力自排,无需新建雨水泵站。

### 4 方案校核

按照上述电排站提升方案及丰和立交内涝解决方案对模型进行修改,并以 50 年一遇降雨时间序列曲线作为边界条件重新模拟。结果表明,电排站提升改造后,电排站前池最高水位均控制在 17.500 m 左右,同时卫东立交处基本无积水(见图 6),说明卫东立交确实没必要新建雨水泵站。扩建丰和立交雨水泵站后,丰和立交风险等级也降至最低风险等级(积水深度  $<0.15$  m)。

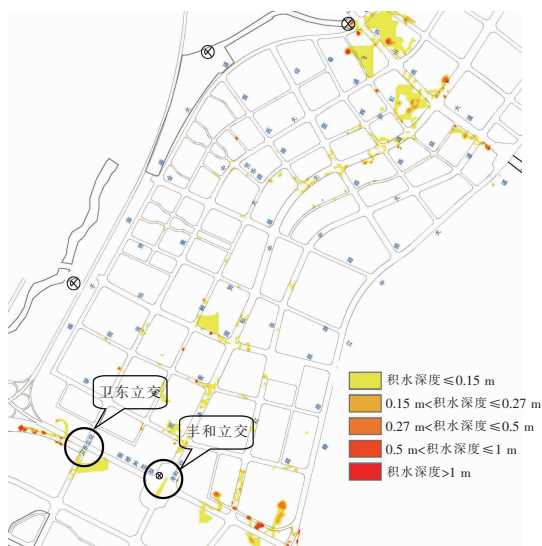


图6 电排站提升改造及扩建后内涝风险评估结果

Fig.6 Waterlogging risk assessment results after transformation

### 5 结语

要准确分析城市内涝原因并提出合理解决方案,应全局把握整个排涝分区降雨全过程的水位、流量动态。传统的推理公式法和水利上常用的平局排除法均难以满足上述要求。有条件的地区建议采用数学模型法进行分析。以南昌市红谷滩中心区为研究对象,采用 MIKE 系列水力模拟软件建立耦合模型,以 50 年一遇 24 h 降雨时间序列曲线作为降雨

边界条件进行模拟,通过内涝风险评估、原因分析提出了相应的解决方案。

在方案设计过程中灵活运用了海绵城市理念,在紧张的城市用地中发掘潜力,提出了切实可行的实施方案。

### 参考文献:

- [1] 徐涛. 城市低影响开发技术及其效应研究[D]. 西安:长安大学,2014.  
Xu Tao. Research on the Measures and Impacts of Low Impact Development for Urban Areas [D]. Xi'an: Chang'an University, 2014 (in Chinese).
- [2] 孙慧修,郝以琼,龙腾锐. 排水工程[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1999.  
Sun Huixiu, Hao Yiqiong, Long Tengrui. Drainage Engineering [M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 1999 (in Chinese).
- [3] 曾娇娇,李立成,张灵敏,等. 平原河网城市排涝流量计算方法探讨[J]. 水电能源科学,2015,33(1):56-59.  
Zeng Jiaojiao, Li Licheng, Zhang Lingmin, et al. Discussion on calculation method of urban drainage for plain river networks [J]. Water Resources and Power, 2015, 33 (1): 56-59 (in Chinese).



作者简介:许秋海(1964-),男,江西鄱阳人,本科,总院副总工程师,主要从事城市水系统设计与研究。

E-mail: 993210512@qq.com

收稿日期:2018-03-09