

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.12.019

东南沿海丘陵型县城排水防涝系统规划策略案例研究

杨映雪, 胡小凤, 袁芳
(中国城市规划设计研究院, 北京 100044)

摘要: 针对福建省龙岩市连城县近年来遭遇的特大暴雨洪涝灾害问题进行了成因分析,识别出三方面九大类原因,进而提出了“上截、中蓄、下排”的系统应对措施及规划方案,包括流域洪涝统筹应尽量避免山洪侵入城区,加强内河、管渠和外河在水位标高、排水能力方面的衔接;新建区域应加强建设管控,以排水为导向,进行竖向设计和组织;结合竖向控制布局,对可作为排涝通道的现状水系予以保留,并结合低洼地区建设“干湿皆宜”的调蓄空间;结合受纳水体的位置,合理划设非主干道路作为超标径流行泄通道;重点区域排涝应通过“一点(片)一策”结合雨水管渠改造提出建设方案,以期为东南沿海丘陵型县城构建韧性排水防涝体系提供参考。

关键词: 沿海丘陵地区; 暴雨洪涝灾害; 县城排水防涝; 雨水调蓄设施

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2022)12-0119-06

Case Study on Drainage and Waterlogging Plan Strategies of Hilly Counties in Chinese Southeast Coastal Region

YANG Ying-xue, HU Xiao-feng, YUAN Fang
(China Academy of Urban Planning & Design, Beijing 100044, China)

Abstract: The cause of rainstorm floods in Liancheng County of Longyan City, Fujian Province was analyzed. Three aspects of nine kinds of reasons were identified and the system response and planning scheme of “upper interception, middle storage and lower discharge” was proposed. The overall planning of floods in the river basin should avoid the intrusion of flash floods into the city. The connection of water level elevation and drainage capacity between inland rivers, pipe channels and outer rivers should be strengthened. New area of the city should strengthen the construction control, drainage oriented, vertical design and organization. The current water system that can be used as the drainage channel should be retained combined with the vertical control layout, and the low-lying areas should be built with “dry and wet” regulation and storage space. Considering the location of the receiving body, the non-main road is reasonably designated as the discharge channel of excessive runoff. The construction scheme for waterlogging drainage in critical areas should be put forward through “one point (area) one policy” combined with stormwater pipe and canal reconstruction. This paper endeavored to provide references for the construction of resilient drainage waterlogging control system in southeast coastal hilly Counties.

Key words: coastal hilly region; rainstorm and flood disaster; county drainage and waterlogging prevention; rainwater storage facilities

通信作者: 胡小凤 E-mail: yuanjuyifang@163.com

我国东南沿海地区易受台风影响,暴雨频发^[1],同时丘陵河谷地带存在河流比降大、汇流急^[2]、土壤保水性差、外排通道受限等不利因素,加之县城普遍存在的排涝水系不畅通、排水管网不健全等情况,易形成山洪入城、内河顶托、生命线工程防灾能力差、老城区易涝片区难改造等多种问题,排水防涝设施补短板建设任务重、压力大、难点多。以福建龙岩市连城县排水防涝规划为例,分析其洪涝成因,并提出应对措施及规划方案,以供参考。

1 连城县概况及洪涝问题

福建省连城县属于龙岩市,属海洋性季风气候,降雨量大且分布不均。龙岩市多年平均降雨量为1 687.4 mm,降雨主要集中于5月—9月梅雨期及台风期,约占全年降雨量的56.7%。

连城县地处闽西武夷山脉南段,平均海拔为300~500 m。城区呈盆地地形,东及东南部为玳瑁山脉的梅花山中山区,西部为松毛岭高地。连城县境内闽江、汀江、九龙江三大流域汇合,文川河自西南向东北流经县城,属闽江流域沙溪支流罗口溪水系。文川河西侧汇水量大,集雨面积约43.6 km²,文川河支流众多且呈枝叶状分布。黄九垄溪、张坊溪、林坊溪、隔川溪、水南溪、五寨溪等6条溪流自西向东汇流进入县城,平均坡降达10.23%。

根据连城县总体规划,2030年县城区域规划面积约27.56 km²,规划人口规模为18.0万人,县城防洪标准为20年一遇,内涝防治标准为有效应对20年一遇降雨。

近百年来暴雨洪涝灾害成为威胁连城县持续稳健发展的常见灾种,根据连城新桥水文站记载,全县局部或较大范围出现的强降雨引发洪涝灾害共计13次,尤其是2015年7月22日03:00—15:00,连城县遭遇台风引发的极端暴雨,全县共有34个站点雨量超过100 mm,8个站点雨量超过200 mm,创连城县有气象观测记录以来的历史最大值,全县受灾人口24.3万人,造成13人死亡、3人失踪,直接经济损失达34.27亿元。

2 成因分析

基于客观原因,综合分析气候条件、地理特点、水文特征、城市建设、竖向变化、排涝设施等因素,量化分析连城县洪涝灾害问题的成因,具体如图1所示。

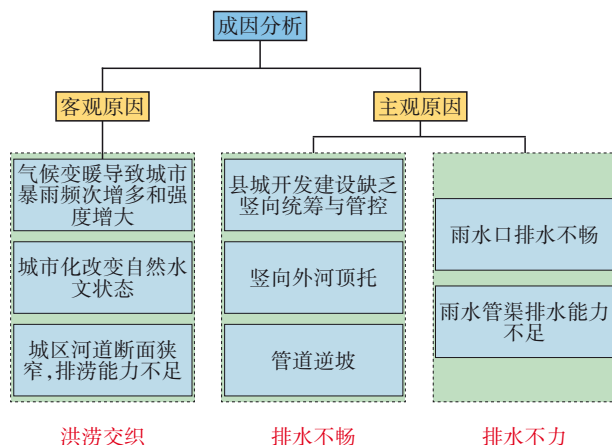


图1 洪涝灾害问题成因分析

Fig.1 Cause analysis of flood disaster

2.1 客观原因

首先,受全球变暖和气候变化影响,近年来短历时超标准暴雨频繁发生,并呈逐年增加趋势。尤其在我国东南沿海经济发达的城市群地区,由于“热岛效应”和“雨岛效应”的影响,城区小范围、突发性、短历时、高强度的局部大暴雨事件屡屡发生。

其次,连城县土壤以花岗岩风化物红壤为主,自身保水性能极差,城市建设使得地表下渗减少,降雨径流加快,短时间汇流产生的雨水给县城排水系统造成巨大压力。根据连城县2019年第三次全国国土调查结果,对县城范围的下垫面进行解析,县城建(构)筑物及其他不透水铺装占总面积的36.1%,规划范围内现状综合径流系数已达0.69。

再次,城区内文川河及支流河道断面狭窄,排涝能力不足。丘陵地区河道短、坡降陡、汇流急,极易造成山洪滞留,形成洪涝交织的局面。例如文川河上游(滨江御景小区)宽约45 m,河段中游(水利局)宽约60 m,而河段下游(大坪村)宽度仅20 m;其支流黄九垄溪昼锦桥至下游与水南溪汇合口处河道束窄严重,排涝能力不足,导致汛期该片区常常被淹。

2.2 主观原因

2.2.1 排水不畅原因

① 连城县老城历史上依水而生,而后期规划建设的工业园区、北部新城、西部新区均位于老城上游,城市化进程使得原来的山体、农田、池塘被建设用地侵占,雨水调蓄空间减少,大暴雨情况下山洪从上游快速汇集流下,加剧了老城的排涝压力。

② 城市建设过程中缺乏竖向和排水河道之

间的统筹衔接,20年一遇洪水条件下形成河道顶托,场地内的雨水难以外排。例如老城文川河沿岸西门市场、莲花市场、李彭村等地块现状道路竖向低,形成了低洼点,周边地块的雨水因重力作用汇入黄九垄溪和水南溪,造成河道满溢,产生内涝。

③ 排水系统建设不合理,存在管道逆坡现象。早期老城规划建设中无完善的道路竖向及排水规划,老城片区排水管网建设年代早,主要依靠暗渠和边沟排水,排水管网建设标准低,排水能力小。城区雨水干管管径为DN300~DN1 000,雨水管底坡度为0.1%~1%,而上游西部工业区雨水管规格为DN400~DN1 200,雨水管底坡度为0.4%~1.5%,极易造成管道逆坡,2015年7月22日特大暴雨时短时间汇流产生的雨水给地下排水管网造成巨大压力,并由此导致城市排洪河道流量剧增,出现部分低洼地块(如西门市场)内涝严重现象。

2.2.2 排水不力原因

县城排水防涝设施“短板较多”,排水管渠现状排水能力不能与近年来的建设发展相匹配。县城排水管网覆盖率仅58.3%,非主干道管网空白区较多,老城人口密集,但排水管网建设历史欠账较多,老旧破损情况较为严重;沿文川河分布易涝点共4处,易涝片区共8片,如表1所示。

表1 连城县易涝点(片)灾害成因分析

Tab.1 Cause analysis of waterlogging points(area) in Liancheng County

涝点(片)位置	涝灾成因
向阳巷	桥下涵洞常年淤积,过水能力减少
莲西路	道路两边排水渠高于路面,无雨污水管网
莲塘路	无雨污水管网
文川路	无雨污水管网
水南溪涝片	水南溪河道被侵占,过水断面不足,地势低
邓光桥、钱屋巷片	老旧小区,无雨水管网,地势低洼
西门市场片区	位于文川河周边,场地竖向低于文川河20年一遇洪水标高
莲花村涝片	地势低,且莲花市场建设侵占原有河道,无雨污水管网
李彭中心小学涝片	场地竖向标高较低
李坊村涝片	管网空白区、地势低洼区
北部新城片区	城市建设导致原有调蓄水体大量减少,硬化面积不断扩大;并且位于山脚,雨水径流汇流速度较快
西城文教片区	管网空白区

3 系统规划措施

按照“上截、中蓄、下排”的系统思路,规划从区域流域统筹、高水高排、新建区域开发竖向管控、排涝水系、行泄通道、雨水管渠规划、易涝点(片)一点(片)一策治理等方面提出了一系列措施,具体见图2。经评估,连城县城的排涝能力将从2~3年一遇提高到20年一遇。

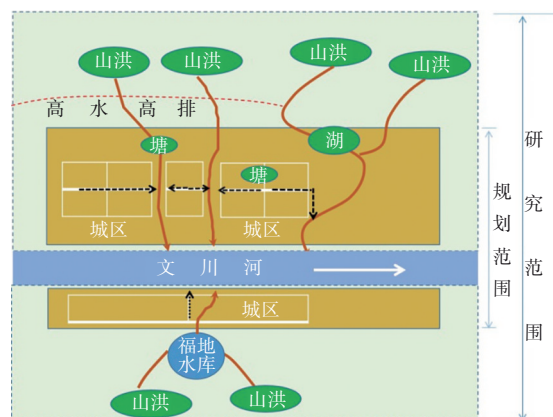


图2 连城县排水防涝规划系统策略示意

Fig.2 Strategy diagram of drainage and waterlogging prevention planning system in Liancheng County

县城规划区内实现老城区在20年一遇的暴雨强度下,雨停后能够及时排干积水,新城区不出现“城市看海”现象;在超出20年一遇降雨条件下,雨水径流通过行泄通道得到疏解,城市生命线工程等重要市政基础设施功能不丧失,能够保障城市安全运行。

3.1 流域统筹防洪与排涝

首先,从文川河流域角度,提出统筹城市防洪和内涝治理。按照“20年一遇内涝防治标准遭遇20年一遇防洪标准”的最不利情景进行评估,加强内河(文川河各支流)、排水管网和外河(文川河)在水位标高、排水能力方面的衔接,确保过流顺畅,下泄水量不能影响文川河排涝设施的正常运行。文川河防洪和内涝防治在水位标高上的衔接要求见表2。

其次,建设高水高排“上截”山洪。为尽量避免山洪侵入,规划在县城西侧及北侧新建高水高排渠道,总长13.4 km,从五坑水库下游陂头向北依次经过五寨溪、岗尾溪、林坊溪、张坊溪,进入工业园区排洪沟后汇入黄九垄溪,之后于狮陂接入隔川溪,沿隔川溪流入文川河。

表2 文川河防洪和内涝防治在水位标高上的衔接要求

Tab.2 Elevation requirements of Wenchuan River flood control and waterlogging prevention m

项 目	地点	20年一遇水位	
		上游侧	下游侧
01号	邓光陂	364.44	364.31
02号	丰收桥	363.65	363.49
03号	白庙桥	363.05	362.97
04号	东门大桥	362.86	362.75
05号	翻板坝	362.27	361.76
06号	安定桥	361.16	361.07
07号	川秀桥	360.62	360.49

高水高排工程西侧及北侧总汇水面积约8 km², 城区上游的山洪通过高水高排工程被截流排入文川河城区下游(此部分山洪形成面积占文川河以西汇水面积的40%),同时排水渠分流洪水后降低了城区各河流的水位,有效减少了三大涝片的汇水面积,保护人口约6.27万人。

高水高排工程建设前后三大片区排涝能力对比如表3所示。

表3 高排渠建设前后三大涝片排涝能力对比

Tab.3 Comparison of drainage capacity of three major drainage areas before and after the construction of high drainage channels

项 目	高排前设计涝水流量/(m ³ ·s ⁻¹)	高排后设计涝水流量/(m ³ ·s ⁻¹)	涝区现状治涝能力	高排后涝区治涝能力	保护区人口/万人
黄九垄涝片	162	31.63	3年一遇	20年一遇	4.17
林坊集涝片	79	22.77	3年一遇	10年一遇	2.10
张坊涝片	65.4	12.88	2年一遇	10年一遇	

3.2 拓展排涝通道和调蓄设施

为满足内涝治理防治标准,规划基于水安全保障的城市水系布局需求,提出保留文川河、黄九垄溪、水南溪、隔川溪、洪山溪、张坊溪、林坊溪、已有的两条排洪渠和文教区等现状水系,并对照相应控规提出新增波洋溪,采用华东特小流域暴雨推求洪水法测算了各规划水系断面遭遇20年一遇涝水的控制宽度,计算结果见表4。

规划从经济可行的原则出发,因地制宜地布局削峰调蓄设施,规划建设黄九垄湿地等8处“干湿皆宜”的调蓄塘。调蓄塘在建设过程中既考虑了雨季时雨水的调蓄错峰功能,也兼顾了旱天时景观游憩的需求。连城县城规划排涝水系和规划调蓄设施

布局见图3。

表4 连城县城规划水系断面计算结果

Tab.4 Calculation results of planned rivers section in Liancheng County m

项 目	控制断面位置	控制断面20年一遇涝水设计宽度
林坊溪干流	河口	17
林坊溪支流	张坊溪、林坊溪汇合口	10
张坊溪	张坊溪、林坊溪汇合口	12
黄九垄溪	汇豪小区	8
水南溪	人文川河口	10
隔川溪	入河口	20
波洋溪	河口	8



a. 规划排涝水系布局



b. 规划调蓄设施布局

图3 连城县城规划排涝水系和规划调蓄设施布局

Fig.3 Layout plan of flowing rivers and rainwater storage facilities in Liancheng County

在发生超标降雨情况时,为使城市生命线工程等重要市政基础设施功能不丧失,基本保障城市安全运行,规划综合考虑超标雨水径流受纳水体的位置、超标雨水径流在相交道路上的主要流动方向以及相交道路的等级因素等,遵循就近分散排放的原则,确定超标雨水径流的汇集路径,主要的行泄通道包括张坊路、莲宁路、莲湖路、梅花山路等(见图4)。



图4 连城县规划涝水行泄通道

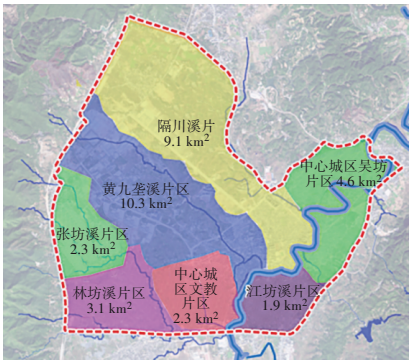
Fig.4 Layout plan of excessive rain water pathways for Liancheng County

3.3 县城排水管网补短板

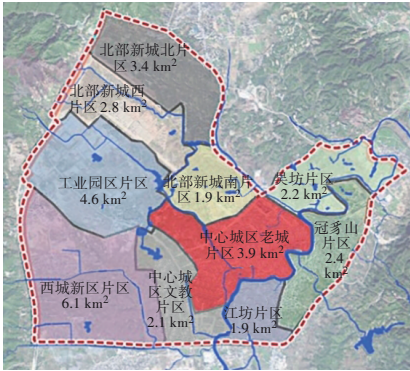
在结合现状雨水管(涵)系统及水系的基础上,因地制宜地推进雨污分流改造,坚持问题导向,通过增设平行管、扩大管径等方式改造有内涝问题的雨水管渠。

规划在现状尚未建设雨水管渠的道路以及城市待开发建设区域,随着城镇建设新建雨水管渠,新建雨水管网设计标准为中心城区2年一遇、重点地区及主要道路3~5年一遇、特别重要地区10年一遇。

通过建设高水高排工程、管网优化调整、新增排涝水系等方式,连城县新增3个排涝分区,将原隔川溪排涝片区和原黄九垄溪排涝分区一分为二,而原黄九垄溪—水南溪片区和原中心城区文教片区的汇水面积大幅减少,有效缓解了中心城区老城片的排涝压力。连城县排水系统优化前、后排涝分区如图5所示。



a. 优化前



b. 优化后

图5 连城县排水系统优化前、后排涝分区示意

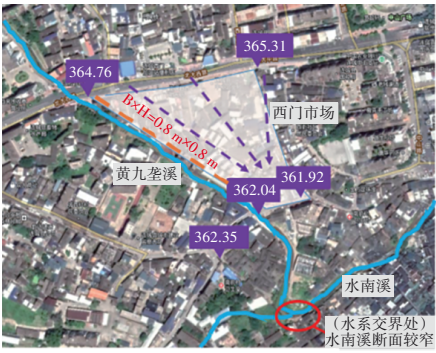
Fig.5 Drainage areas of Liancheng County before and after sewage system optimization

3.4 实施易涝点(片)“一点(片)一策”

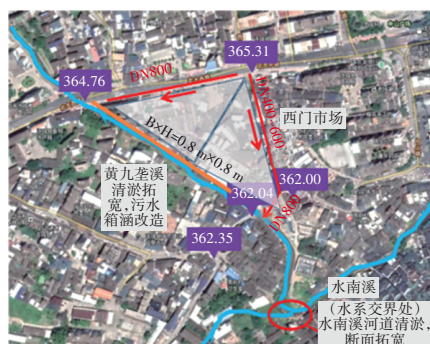
针对连城现状易涝的四点八片,根据多轮实地踏勘,形成“一点一策”和“一片一策”。

以老城西门市场涝片为例。该片区为棚户区,地势较低,高程为360.5~361.5 m,周边地块高程为361.2~362.8 m,涝区面积约1.2 hm²,涝片内雨水汇集主要靠一条800 mm×800 mm的排水渠排向黄九垄溪,汇入水南溪,最终排入文川河,易受到河道过水断面及水位影响。黄九垄溪河道淤积,断面较窄,过水能力不足,导致排水出路不畅。涝片地势低洼,水南溪水位顶托抬高了黄九垄溪该段水位,易造成内涝。“一片一策”方案通过黄九垄溪河道拓宽疏浚、污水箱涵改造,疏通排水出路。同时采取措施降低下游水南溪水位进行简易防涝。此外结合棚户区改造抬高建设用地标高,建设排水管网,将该片区雨水通过不同通路排向黄九垄溪,达到彻底防涝成效。

西门市场涝片现状管渠及规划解决方案如图6所示。



a. 现状



b. 规划解决方案

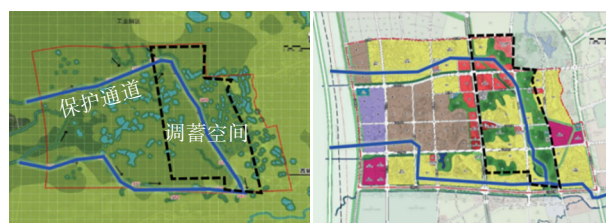
图6 西门市场涝片现状管渠及规划解决方案

Fig.6 Current pipelines status and planned solution of Simen Market waterlogging area

3.5 新建区域开发竖向管控

为强化竖向的统筹和管控,规划对北部新城和西部新城的新区控规提出反馈。规划对新区控规水系进行梳理,建议尽可能地保留北部新城和西部新城的涝水行泄通道,识别出的现状沟渠、水塘等均须作为城市排涝通道水系加以保留和保护,禁止城市开发建设等行为影响水系防涝功能的正常发挥。规划对局部新建地块的竖向提出反馈,建议将洼地用地性质调整为下沉式广场、海绵化公园绿地等,发挥调蓄作用,以提高新建区域在遭遇极端降雨条件时的韧性,保障新建城区排水防涝安全。

连城县西部新区蓝绿空间现状及规划见图7。



a. 现状

b. 规划

图7 连城县西部新区蓝绿空间现状及规划

Fig.7 Current blue-green space status and planned space of western new area in Liancheng County

4 结论

近年来我国东南沿海经济发达的城市群地区受“热岛效应”和“雨岛效应”的影响,存在由台风、暴雨引发的山洪内涝叠加风险,因此,该地区的县城排水防涝规划及系统化方案的编制应坚持“上截、中蓄、下排”的系统思路,加强规划策略统筹,系统化实施工程措施,拓展县城的韧性排涝空间。

① 统筹城市防洪和内涝治理,与水利高水高排工程衔接以避免山洪入城,同时应加强内河、排水管网和外河在水位标高、排水能力方面的衔接。

② 老城区结合城市更新,坚持问题导向,从易涝点(片)“一点(片)一策”出发,结合排水管渠改造,加快实施排水系统补短板;疏浚拓宽排涝水系,并因地制宜地布局“干湿皆宜”的调蓄塘空间,从而细化、优化排涝分区,缓解人口密集区的排涝压力。

③ 新城区坚持目标导向,针对在老城区上游新建区域,建议在控规阶段与排水防涝规划有效衔接,强化竖向管控,尽可能保留自然的涝水行泄通道,将天然坑塘、洼地建设成为“干湿皆宜”的下沉式广场、海绵化公园绿地等,发挥调蓄作用,并高起点、高标准规划建设排水系统。

参考文献:

- [1] 王倩雯,曾坚,辛儒鸿,等. 城市化进程对暴雨洪涝灾害风险影响效应研究——以闽三角地区为例[J]. 自然灾害学报,2021,30(5):72-84.
WANG Qianwen, ZENG Jian, XIN Ruhong, et al. Effect of urbanization on the rainstorm and flood disaster risk: a case study of Min Delta[J]. Journal of Natural Disasters, 2021, 30(5): 72-84 (in Chinese).
- [2] 刘敏,李炳帆,徐鹏程. 山地城市韧性规划相关策略探讨[C]//中国城市规划学会. 面向高质量发展的空间治理——2020中国城市规划年会论文集(01城市安全与防灾规划). 北京:中国建筑出版传媒有限公司, 2021:452-459.
LIU Min, LI Bingfan, XU Pengcheng. Discussion on relevant strategies of mountain city resilience planning [C]// Urban Planning Society of China. Spatial Governance for High-quality Development — Proceedings of 2020 China Urban Planning Annual Conference (01 Urban Safety and Disaster Prevention Planning). Beijing: China Architecture Publishing & Media Co. Ltd., 2021:452-459 (in Chinese).

作者简介:杨映雪(1990—),女,湖南怀化人,硕士,城市规划师,主要研究方向为排水防涝、海绵城市、生态城市。

E-mail:yama9669@qq.com

收稿日期:2022-04-29

修回日期:2022-05-01

(编辑:丁彩娟)