

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2024.22.010

# 基于内涝治理的福州某市政雨水泵站优化设计

林兰娜

(福州市规划设计研究院集团有限公司, 福建 福州 350108)

**摘要:** 为缓解极端暴雨天气带来的内涝问题,以福州马尾长安投资区5号排洪渠周边区域雨水排放系统为例,分析了现状排水系统存在的问题,总体采用“分而治之、分区块排水”的设计思路,暴雨情况下启动雨水泵站进行强排,实现雨水的快速排放,以有效解决区域的内涝问题。因泵站选址位置狭窄、场地受限,故分别在绿化带、河道上方建设雨水泵站,同时对泵站总平面进行优化设计,共用管理房及变配电房,达到了预期效果。

**关键词:** 内涝治理; 排水系统; 雨水泵站; 泵站设计

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2024)22-0063-05

## Optimal Design of a Municipal Stormwater Pumping Station Based on Waterlogging Control in Fuzhou

LIN Lan-na

(Fuzhou Planning & Design Institute Group Co. Ltd., Fuzhou 350108, China)

**Abstract:** In order to alleviate the waterlogging problem caused by extreme rainstorm weather, taking the stormwater drainage system surrounding No.5 flood drainage channel in Mawei Chang' an investment area of Fuzhou as an example, the existing problems of the current drainage system are fully analyzed and the design idea of “divide and governance, sub-regional drainage” is proposed. The stormwater pumps are started in case of heavy rain, so as to realize the rapid discharge of stormwater and effectively solve the waterlogging problem in the area. Since the location of the pumping stations is narrow and the site is limited, they are built above the green belt and the river channel respectively. At the same time, the general layout of the pumping stations are optimized to share the management room and the power distribution room, thus to achieve the desired effect.

**Key words:** waterlogging control; drainage system; stormwater pumping station; pumping station design

近年来,极端暴雨天气事件频发,市政排水系统超负荷运行,城市内涝问题层出不穷,对全国各地的经济和生态环境造成了重大影响。如何在不加重市政排水系统负荷的前提下有效地解决内涝问题,实现雨水的快速排放,是目前排水工程设计研究的重、难点之一<sup>[1-2]</sup>。

以福州马尾长安投资区5号排洪渠周边区域内涝治理为例,对该区域的雨水排放系统进行研究。在对现状系统进行充分评估的基础上提出切实可行的工程措施<sup>[3-4]</sup>,以有效减轻内涝对该区域经济和生态环境的影响,可为其他相似区域的内涝治理提供借鉴。

## 1 研究区域概况

### 1.1 工程背景

马尾长安投资区位于福州市东部,依托国家级开发区的政策优势和近台的地理优势,成为福州市重要的台商投资区,也是福建省著名的侨乡。长盈工业园、长柄工业园是投资区重要的组成部分(长柄村也位于该投资区内),分别分布于5号排洪渠两侧。该区域地处闽江口强感潮区,长年受暴雨、高潮水位等自然灾害的侵袭,不仅对区域的工业和经济造成重大损失,还影响长柄村1200户村民的出行及安全,严重制约了该投资区的建设与发展。

### 1.2 现状排水及内涝情况

5号排洪渠现状水面宽度约30.0 m,两侧片区及道路雨水均通过管道直接排入排洪渠,现状雨水系统如图1所示。其中排洪渠西侧共3个雨水排放口,即长盈工业园通过长兴路 $d600\sim1\,000$  mm雨水管道、长源路 $d1\,000$  mm雨水管道排入排洪渠;盛美村部分区域及长天工业园通过长盛路 $d1\,400$  mm雨水管道,经出口加工区一期内部道路 $d1\,400$  mm雨水管道排入排洪渠。排洪渠东侧共4个雨水排放口,分别通过新104国道 $d1\,800$  mm雨水管道、长兴路 $d1\,000$  mm雨水管道、旧104国道 $d1\,600$  mm雨水管道及出口加工区一期内部道路 $d1\,600$  mm雨水管道排入排洪渠。长柄村雨水则是通过现状明渠转输至4号路现状 $4.0\text{ m}\times1.6\text{ m}$ 雨水暗涵,经支流河道排入排洪渠。



图1 区域现状雨水系统

Fig.1 Current regional stormwater drainage system

该区域共设置长柄村及排洪渠两座水闸。极端暴雨天气下,排洪渠水闸打开,长柄村水闸关闭,

排洪渠水位高,洪水倒灌,致使长盈工业园、长柄工业园内涝频繁;长柄村水闸建设时间较久,无法起到拦截功能,村庄配置的应急泵抽排流量小,无法有效应对暴雨天气,因此受灾严重。2016年台风“鲶鱼”导致的内涝情况如图2所示。3个主要涝点区域的积水深度达0.3~2.0 m。

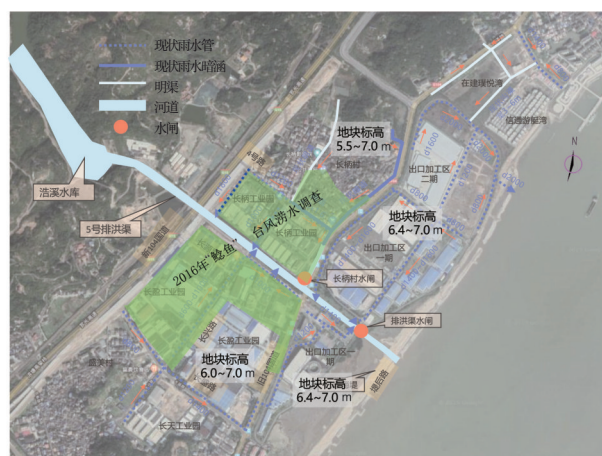


图2 区域现状竖向及涝水分布

Fig.2 Vertical and waterlogging distribution of the current regional situation

### 1.3 现状问题及分析

根据现状管线及相关上位规划资料分析,该区域内涝主要原因有:①5号排洪渠为山洪专用行泄通道,排洪渠设计时未考虑城区雨水流量,但区域现状雨水均采用重力流形式排入5号排洪渠,致使极端暴雨情况下排洪渠雨水超标排放;②5号排洪渠设计水面线标高为6.2~6.4 m,区域现状地块标高为5.5~7.0 m,存在顶托现象,而地势低洼处雨水倒灌,发生内涝现象;③区域地处闽江口强感潮区,常年受暴雨、高潮水位等自然灾害的侵袭,且现状长柄村水闸年久失修,排洪渠沿线未设置强排设施。

## 2 总体排水系统设计方案

### 2.1 内涝治理思路

针对排洪渠雨水超标排放问题,鉴于现状排水系统已形成,在极端暴雨情况下仍需将市政雨水及山洪水进行分流;针对雨水通过排放口倒灌至地块的问题,拟将区域的雨水排放口进行整合,对部分排口进行封堵,统一排放口进行雨水排放;针对区域常年遭受暴雨、高潮水位的影响,更换/新建长柄村水闸,同时拟设置雨水泵站进行抽排。

2.2 设计方案

根据对现场情况的调研及查阅规划资料,若在区域下游(即5号排洪渠与闽江口交汇处)统一设置雨水泵站进行集中抽排,因该地块规划层面上属于海域,无法选址;同时结合区域出口加工区一期地块标高较高,历史上未出现内涝积水现象,综合评估方案的技术性、可实施性以及土地资源、工程造价等因素,总体采用“分而治之、分区块排水”的设计思路,实现雨水的快速排放,分别设置雨水泵站解决长盈工业园、长柄工业园及长柄村的内涝问题。

对于5号排洪渠西侧,将现有两个雨水排放口进行封堵,在长源路敷设d1 800 mm雨水管道,将两个排放口接至1#雨水泵站进行抽排;对于5号排洪渠东侧,将新104国道d1 800 mm雨水管道、长兴路d1 000 mm雨水管道排放口进行封堵,将长兴路、4号路的雨水管通过2.7 m×1.1 m箱涵、d1 000 mm雨水管道接入现状暗涵后转输至现状支流河道,在河道上方建设2#雨水泵站进行抽排。整体方案设计见图3。



图3 片区整体雨水系统方案设计

Fig.3 Design of stormwater drainage system in the area

3 泵站主体设计

3.1 泵站设计规模

泵站雨水量计算公式如下:

$$q = \frac{2\,457.435(1 + 0.633 \lg P)}{(t + 11.951)^{0.724}} \quad (1)$$

$$Q = \Psi \times q \times F \quad (2)$$

式中:q为设计暴雨强度,L/(hm²·s);Q为雨水设计流量,L/s;P为设计重现期;t为降雨历时,min;Ψ为综合径流系数;F为汇水面积,hm²。

根据马尾新城闽江口组团长安片区排水工程专项规划,长安片区雨水系统设计重现期为2~3年一遇;重要干道等重要地区采用3~5年一遇,一般地区采用2年一遇。此次泵站主要考虑解决市政雨水问题,同时基于区域的重要性,重现期取5年一遇。计算结果见表1,泵站流量分别为6.0、10.0 m³/s。

表1 1#、2#雨水泵站设计参数

Tab.1 Design parameters of 1# and 2# stormwater pumping station

项目	设计重现期	径流系数	汇水面积/hm²	地面集水时间/min	管内集流时间/min	计算集流时间/min	设计暴雨强度/(L·s⁻¹·hm⁻²)	设计流量/(m³·s⁻¹)
1#雨水泵站	5年一遇	0.7	36	15	14.8	29.8	237.94	6.0
2#雨水泵站	5年一遇	0.6	77	15	20.6	35.6	216.42	10.0

3.2 泵站总平面设计

共设置2座雨水泵站,分别服务于5号排洪渠两侧地块。

对于排洪渠西侧,现状工业园区已形成,仅长源路与5号排洪渠之间有约13.0 m的绿化带。该项目需要在不破坏现状排洪渠走向、不影响现状长源路通车的情况下设置1#雨水泵站,因此泵站位置选在长源路与旧104国道交叉口西北处,采用条式设计,在满足工艺设计的前提下尽量减少对周边环境的影响。同时考虑到用地有限及管理问题,1#雨水泵站与2#雨水泵站共用配电房和管理用房。

对于排洪渠东侧,由于现状工业园区围墙与排洪渠驳岸仅有4.7 m的绿化带,无法设置雨水泵站,且下游无其他用地,因此考虑充分利用现状支流河道,重建长柄村水闸,设置2#雨水泵站。同时在不影响河道过水的情况下,在河道上方设置混凝土板,建设管理房和变配电房。利用现状河道作为泵站的集水池,保障雨水泵站的运行。

3.3 泵站工艺设计

3.3.1 工艺流程

1#泵站设置格栅除污机2台,并配置栅渣输送机。雨水经进水管进入闸门井进行流量分配后,通过安装在格栅井中的格栅除污机拦截杂物后,进入泵房集水井。在小雨、中雨、常水位等情况下,通



往格栅的闸门关闭,雨水自流进入5号排洪渠。当排洪渠水位高于5.5 m时,开启格栅前闸门,关闭雨水管排入排洪渠的闸门,雨水经格栅井进入泵房集水井,强排至排洪渠。1#雨水泵站的平面及剖面图如图4所示。

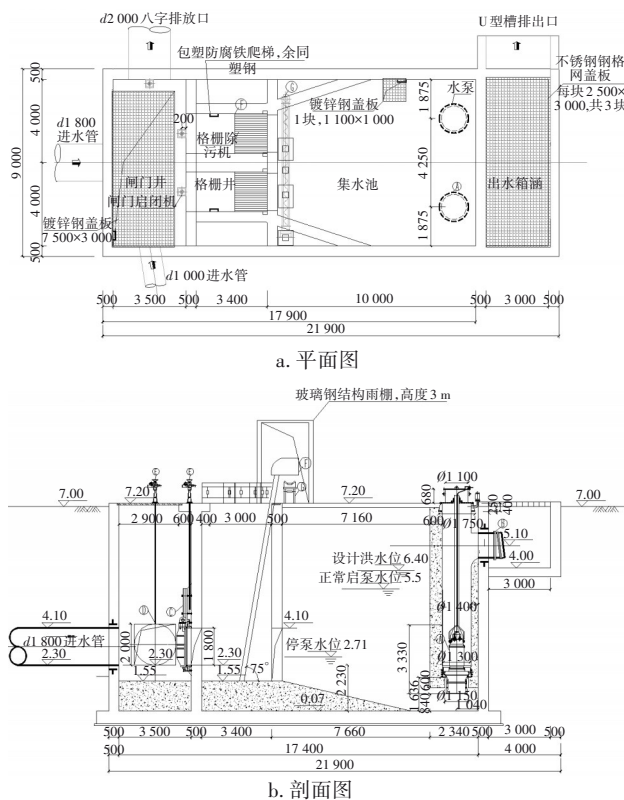


图4 1#雨水泵站的平面和剖面图

Fig.4 Plan layout and cross-section of 1# stormwater pumping station

2#雨水泵站平面及剖面图如图5所示。

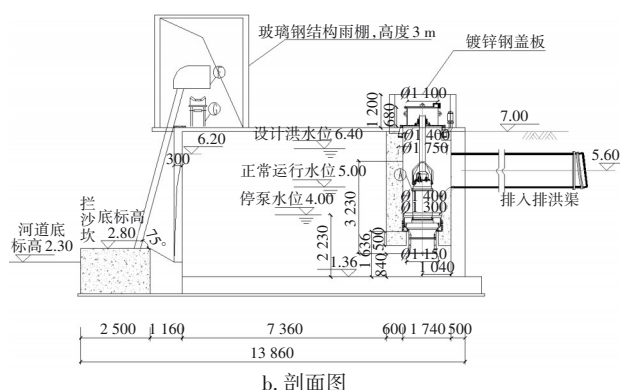
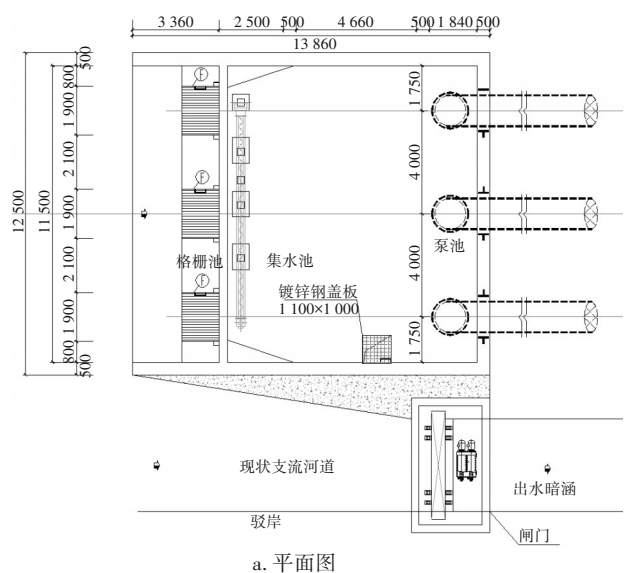


图5 2#雨水泵站的平面图和剖面图

Fig.5 Plan layout and cross-section of 2# stormwater pumping station

2#雨水泵站设置格栅除污机3台,并配置栅渣输送机。雨水经暗涵流入支流河道,通过安装在格栅池中的格栅除污机拦截杂物后,进入集水池。同时将现状长柄村水闸更换成液压式闸门,在小雨、中雨、常水位等情况下,通往格栅的闸门关闭,支流河道自流进入排洪渠。当排洪渠水位高于5.0 m时,开启格栅前闸门,关闭液压式闸门,雨水经格栅井进入集水池,强排至排洪渠。

### 3.3.2 泵型及数量选择

雨水泵采用潜水轴流泵,设计排水流量为6.0~10.0 m<sup>3</sup>/s。根据前池各控制水位和各频率潮位,确定进水池各特征水位、扬程(见表2)。

表2 特征水位、扬程、流量汇总

Tab.2 Summary of characteristic water level, head and flow

项目	进水池				特征扬程、流量		
	最高水位/m	设计水位/m	最高运行水位/m	最低运行水位/m	设计扬程/kPa	最大扬程/kPa	设计流量/(m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> )
1#雨水泵站	6.40	5.50	6.40	2.30	39	57	6.0
2#雨水泵站	6.40	5.00	6.40	4.00	35	40	10.0

根据特征扬程和设计排涝流量,各泵站选用机组及性能参数见表3。

表3 泵站机组参数汇总

Tab.3 Summary of performance parameters of pumping station

项目	水泵数量/台	额定流量/(m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> )	最大扬程/kPa	电机功率/kW
1#雨水泵站	2	3.0	57	200
2#雨水泵站	3	3.4	40	200

## 4 设计特点及运行效果

### 4.1 设计特点

① 充分分析现状雨水系统及内涝情况,暴雨时将市政雨水与山洪水系统分开,以有效解决区域河道水位顶托及倒灌问题。

② 采用“分而治之、分区块排水”的设计思路,在河道两侧分别设置雨水泵站进行强排,独立运行,实现雨水的快速排放,增强系统的灵活调度功能。

③ 充分利用河道底高程,在小雨、中雨、常水位等情况下采用重力自排至河道,在高水位及大雨情况下采用水泵抽排方式,减少运行费用。

④ 结合现状及用地条件针对性设置泵站,1#雨水泵站充分利用绿化带进行总平面设计,2#雨水泵站则利用河道作为前池,在不影响区域河道过流的情况下,上跨河道设置变配电房和管理房,统一进行智慧化管理。

### 4.2 运行效果

1#、2#雨水泵站主体设备已于2023年6月试运行,并经受住2023年7月台风“杜苏芮”、2023年9月台风“海葵”的考验,现场泵站运行情况较好,未发生大范围积水现象。该项目工程费用约4 500万元,其中雨水泵站约3 300万元、配套管道约1 200万元。

## 5 结语

在分析福州马尾长安投资区5号排洪渠周边区域现状雨水系统以及内涝情况的基础上,发现区域存在市政雨水与山洪水未分开、排洪渠高水位运行导致倒灌、长柄村应急水泵流量太小等问题,故提出“分而治之、分区块排水”的设计思路,同时在现场用地条件受限的情况下,针对性地对两座雨水泵站总平面进行设计,有效解决了该区域的内涝问题,可为未来的城市规划与建设提供参考。

## 参考文献:

- [1] 高学珑. 城市“内涝”与“积水”治理对策的思考与实践——以福州江北城区为例[J]. 给水排水, 2023, 49(7): 37-42.  
GAO Xuelong. Reflection and practice on the prevention and control of urban flooding and waterlogging: a case study of Jiangbei District, Fuzhou [J]. Water & Wastewater Engineering, 2023, 49(7): 37-42 (in Chinese).
- [2] 刘兴哲. 城市下凹桥区内涝积水综合治理设计探讨[J]. 中国给水排水, 2019, 35(4): 47-53.  
LIU Xingzhe. Comprehensive treatment design of waterlogging and water accumulation in urban concave bridge area [J]. China Water & Wastewater, 2019, 35(4): 47-53 (in Chinese).
- [3] 谭琼, 张建频, 徐贵泉, 等. 河道泵闸与市政泵站应对内涝的联动运行优化调度[J]. 中国给水排水, 2018, 34(19): 124-128.  
TAN Qiong, ZHANG Jianpin, XU Guiquan, et al. Optimal combined operation of municipal pumping stations and river pump gates for flooding control [J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(19): 124-128 (in Chinese).
- [4] 王坤. 全地下雨水泵站及初雨调蓄池工程设计[J]. 中国给水排水, 2024, 40(2): 82-86.  
WANG Shen. Design of underground rainwater pumping station and initial rainwater storage tank [J]. China Water & Wastewater, 2024, 40(2): 82-86 (in Chinese).

作者简介: 林兰娜(1991- ), 女, 福建莆田人, 硕士, 市政给排水工程师, 注册咨询师, 主要从事市政给排水及水环境治理等相关设计工作。

E-mail: 805188012@qq.com

收稿日期: 2024-03-13

修回日期: 2024-04-16

(编辑: 衣春敏)