

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2022.03.064

# 城市隧道防汛应急系统分析与技术探讨

吴远志<sup>1</sup>, 张国权<sup>2</sup>

(1.中佑勘察设计有限公司, 吉林 长春 132000; 2.中交远洲交通科技集团有限公司华南设计院, 广东 广州 510630)

**摘要:**近年来,极端天气频发,多地受到了严重的洪涝灾害。广州因地处中国最南方且常年雨水充足,遭遇暴雨天气的情形较过往要更严重,破坏性更大,且多次的瞬时雨量超过了历史的极值,给广州市路面交通造成了严重压力,尤其对城市隧道内的安全提出了较大考验。项目组对广州市政道路下穿隧道工程的防汛应急做了相关研究,提出当隧道内积水达到预警水位,将亮起信号灯,隧道两端自动放下道闸禁止车辆通行。首先提出隧道排水简介、隧道防汛应急设计目标和原理,再结合该系统应用分析情况,提出了新建城市隧道工程、既有城市隧道工程推行防汛应急系统的必要性,以及应用探讨等。

**关键词:**城市下穿隧道;防汛;应急系统;原理;设计;应用探讨

**中图分类号:** U458

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1009-7716(2022)03-0253-03

## 0 引言

广州某新建道路工程,为满足交通通行能力,需对交叉路口采用立交型式。通过综合方案比选,采用地面平面交叉,地下直行交通采用隧道穿越交叉口,隧道内均低于周边地块的标高,隧道内的排水采用泵房收水,并根据50a的重现期进行计算雨量,加设三台抽水泵,“两用一备”。近年来广州暴雨天气频发,隧道内遭遇水淹的情况较为普遍,相关管理部门提出,为了保证在暴雨天气隧道内的安全,需进行隧道防汛应急系统研究,并提出可实施方案。通过与智能交通和应急部门多次进行相关的方案研讨、比选分析,提出隧道内采用感应装置,隧道两端设置自动闸门和交通提示灯,由隧道内的感应系统反馈至地面交通系统,自行落闸并亮红灯,禁止通行隧道。本应急系统实现了实时采集、传输、存储和管理汛情信息,给防汛指挥调度的信息和模型提供相关的决策分析支持,保证城市防汛指挥调度工作的有效性、准确性和及时性,同类建设条件下,可操作性、可实施

性强,可为同类工程的防汛应急部署提供经验<sup>[1]</sup>。

## 1 隧道排水设计

本隧道自西向东长约440m,其中闭口段约135.15m,U型槽约114m,挡土墙段约190.85m。隧道排水无法采用重力流,需新建一座雨水泵房,强排因降雨隧道内产生雨水。雨水通过泵站提升后,通过消能井排至雨水管道,隧道泵房汇水面积约为1.20hm<sup>2</sup>。根据单一重现期暴雨强度公式:

$$q = 3\,623.35 / (t + 6.274)^{0.598} \quad (\text{重现期 } P = 50 \text{ a})$$

隧道雨水泵房雨水设计流量为677L/s(50a一遇),设计扬程取10m,泵站安装3台水泵,其中两台使用、一台备用。选取潜水泵的设计参数为:流量 $Q = 1\,200 \text{ m}^3/\text{h}$ ;扬程 $H = 18 \text{ m}$ ;功率 $N = 90 \text{ kW}$ 。

## 2 隧道防汛应急设计目标

通过设置后台控制中心和无线通信模块,可以将隧道内部水位情况,以及声光报警器、门闸、排水泵体组件等的实时工作情况信息收集,遇到突发情况可以启动应急措施,并第一时间赶往现场进行救援。当水位超过第一、第二水位传感器,其控制器控制常用泵体启动,同时用声光报警器向驾驶员发出隧道禁止通

收稿日期:2021-06-18

作者简介:吴远志(1977—),男,本科,总工程师,从事市政设计工作。

### 参考文献:

- [1] 周晓明,杨亚丽,付滨,等.关于刚性填埋库底板裂缝的研究及应用[J].科学技术创新,2020(6):119-120.
- [2] 唐洁.危险废物填埋库的结构设计[J].华北水利水电,2016(11):

10-13.

- [3] 王长祥,张兰萍,赵元媛.抗裂纤维及膨胀剂在大型刚性危废填埋坑中的应用[J].特种结构,2010,27(4):55-57.
- [4] 杨波.危险废物填埋场防渗系统失效后处理措施技术的探讨[J].环境与发展,2018,30(8):90-91.

行的警示。当水位超过第三水位传感器,控制器控制常用泵体和备用泵体启动,同时用声光报警器向驾驶员发出隧道禁止通行的警示,而且启动门闸来拦截车辆,以避免车辆强行冲入隧道而导致乘员出现人身安全危险。

声光报警器包括用于发出声光警示信号的声光警示器和用于显示告知驾驶员隧道禁止通行的文字内容的警示显示屏。

安装在隧道路面上方的摄像头,输出端与控制器电性连接,且控制器能够将摄像头拍摄的画面通过无线通信模块传输到后台控制中心。

隧道路面上方的对讲设备与控制器电性连接,且控制器能够将对讲设备收集到的语音信息通过无线通信模块传输到后台控制中心。

### 3 隧道防汛应急系统原理

安全防控系统包括后台控制中心、无线通信模块、电源设备、控制器、水位监测装置、声光报警器和门闸、排水泵体组件等<sup>[3-4]</sup>。

水位监测装置固定在隧道闭口段内,声光报警器和门闸设置在进入隧道之前的两端隔离带,排水泵体组件与隧道排水渠道连通。控制器分别与水位监测装置、声光报警器、门闸、排水泵体组件信号连接,电源设备与控制器电性连接,且控制器通过无线通信模块将实时数据传输至后台控制中心。

水位监测装置包括安装在隧道闭口段内的安装杆。安装杆从下到上依次为第一水位传感器、第二水位传感器、第三水位传感器,且均与处理系统相连接,用于监测水位,第一水位传感器离地面的高度为 10 cm,第二水位传感器离地面的高度为 25 cm,第三水位传感器离地面的高度为 30 cm。

安装杆为中空结构,且安装杆底部设置有与安装杆内部连通的测水孔。其中,水位监测装置设置了实时液位检测模块,以及放置于安装杆内部且可随水位变化沿安装杆轴向上下移动的浮动标签,在安装杆顶端设置标签信号接收器。浮动标签发送无线脉冲给标签信号接收器,标签信号接收器根据接收到的信息,分析计算出所述浮动标签所在的水位,并将该水位信息发送给控制器。

排水泵体组件包括常用泵体和备用泵体。当水位超过第一水位传感器或第二水位传感器,其控制器控制常用泵体启动。当水位超过第三水位传感器,则控制器控制常用泵体和备用泵体启动。

### 4 下穿式隧道防汛应急系统设计

整个系统以下沉式隧道为单位,一个隧道即一个完整的监控告警系统,具有水位监测单元、提示告警单元、拦截单元、监控网络、控制单元等,可独立运行。隧道监控告警系统接受上级监控中心(运营管理中心)隧道防汛应急平台系统监控管理<sup>[2]</sup>。

在雨水泵房对侧设置一套防汛应急系统配电控制箱,箱内设置一套交通边缘服务器,作为防汛系统的控制单元,包括信息采集、处理、计算、控制等。隧道两端的入口前各建设一根多功能灯杆,作为提示告警单元挂载的物理载体,包括视频监控、信息发布、应急广播、隧道指示灯。隧道东西入口限高架架顶上设置信息显示屏,并提前在适当位置各增加一对信息显示屏。隧道内部署电子水尺、超声波液位传感器和视频监控,监控隧道水浸情况。系统设置上传接口,可传输至远程管理中心,进行统一监测管理。

防汛系统拓扑图和设备图,见图 1、图 2。

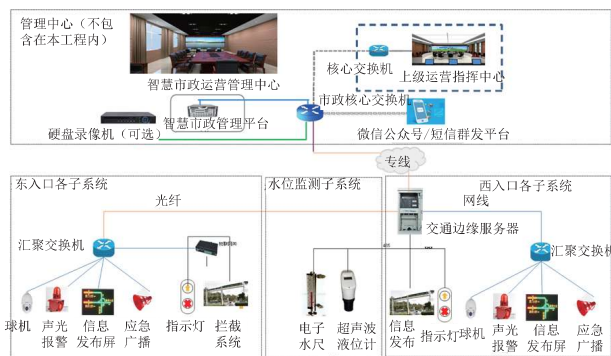


图 1 防汛系统拓扑图

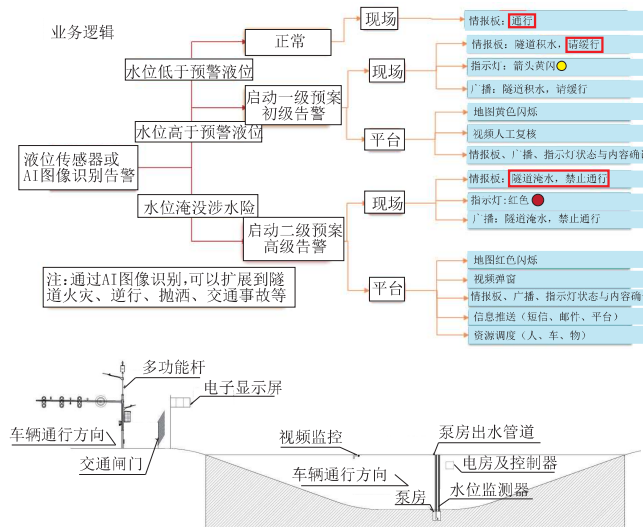


图 2 防汛系统设备图

### 5 应用探讨

本下穿式隧道防汛应急系统工程,依托信息技

术、互联网技术、物联网技术、云应用、GIS 信息技术和公共安全科技,进行全方位、立体化、一体化的顶层规划设计,构筑应急管理信息化体系结构<sup>[5-6]</sup>。

当水位超过第一水位传感器,其控制器控制常用泵体启动,作为第一道防线。当水位超过第二水位传感器,其控制器控制常用泵体启动,同时用声光报警器向驾驶员发出隧道禁止通行的警示,以避免车辆进入隧道后积水继续加深而可能存在安全风险,作为第二道防线。当水位超过第三水位传感器,则控制器控制常用泵体和备用泵体启动,同时用声光报警器向驾驶员发出隧道禁止通行的警示,而且启动门闸来拦截车辆,以避免车辆强行冲入隧道而导致乘员出现人身安全危险,作为第三道防线。因此,本系统为隧道的内涝安全风险提供了三道防线,有效地保障了途经隧道的车辆乘员的人身安全和财产安全。

## 6 结 语

目前,本工程已进入实施阶段,隧道防洪防汛系

统实现了实时采集、传输、存储和管理汛情信息,给防汛指挥调度的信息和模型提供相关的决策分析支持,保证城市防汛指挥调度工作的有效性、准确性和及时性,同类建设条件下,可操作性、可实施性强,可为同类工程的防汛应急部署提供经验。

### 参考文献:

- [1] 胡长根. 陕西省防汛应急系统在抗洪抢险中的应用[C]. 水利信息化技术与建设成果研究——全国水利信息化技术与建设成果交流展示会论文集. 北京: 中国水利水电出版社, 2005: 447-453.
- [2] 黄喜良, 马广亮. 基于高频通信构建防汛预警应急通信系统浅析[J]. 中国水利, 2010(2): 58-60.
- [3] 胡凯. 浅谈防汛应急卫星通信技术的应用[J]. 治淮, 2011(1): 34-35.
- [4] 张本斌, 林赣秀, 徐小玉. 基于 ArcGIS 的城市防汛应急管理系统的研究与实现[C]. 2016 年中国数字管道技术大会论文集. 北京: 中科院, 2016: 9-12, 18.
- [5] 赵娟. 基于物联网的城市防洪防汛系统的设计与实现[D]. 济南: 山东大学, 2015.
- [6] 逯波, 刘东民, 陈煜, 等. 黑龙江省城市防汛应急指挥系统框架[J]. 东北水利水电, 2006, 24(10): 42-44.

(上接第 245 页)

基变形的统一函数表达式。结果表明:

(1) 工程区域人工降水、海岸潮汐等地下土体渗透可能引起地基变形、结构受力的不良影响。

(2) 地基沉降模式及其沉降量对上部混凝土结构受力将产生直接影响, 沉降变形曲率半径越小, 结构产生的附加变形应力越大, 造成结构裂纹扩展、抗渗性能弱化的风险越高。

(3) 混凝土结构高度越高, 对地基弯曲变形的反应越敏感。同时, 水池四周结构与隔板结构连接处由于抗弯刚度突变, 应力集中程度较高, 导致局部应力状态超过结构抗拉强度。

(4) 群桩基础可以有效控制地层上浮位移、缓和地基变形曲面形式和曲率半径, 从而有效改善上部结构的变形附加应力状态, 降低大面积混凝土结构

破裂和渗漏风险。

### 参考文献:

- [1] 蔡峰. 污水处理反应池的裂缝控制[J]. 中国科技纵横, 2013(24): 33-33.
- [2] 胡汝兰. 给水排水构筑物裂缝的成因分析与预防措施[J]. 中国给水排水, 2011, 27(12): 105-106, 108.
- [3] Wen, Lifeng; Chai, Junrui; Xu, Zengguang; Qin, Yuan; Li, Yanlong. A statistical analysis on concrete cut-off wall behavior [J]. PROCEEDINGS OF THE INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS-GEOTECHNICAL ENGINEERING, 2018, 171(2).
- [4] Zhu, Dapeng; Chang, Bo; Li, Hui.. Effects of underground water on deformation and stress of foundation pit and its support structure by FEM [C]. GEOMECHANICS AND GEOTECHNICS: FROM MICRO TO MACRO, VOLS 1 AND 2, 2011.
- [5] 施琦. 大面积深基坑施工扰动位移特点及其合理开挖方式研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2015.