

城市地下道路入口智能控制系统设置及技术研究

黄平,孙培翔

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要:当前城市地下道路建设越来越多,在城市交通体系中承担着重要作用,然而在水淹、火灾等紧急情况下,因未及时管控地下道路车辆而造成人员伤亡、财产损失的问题也时有发生,地下道路的运行安全面临挑战。通过对地下道路入口控制方法、总体方案、设备要求等开展研究,提出地下道路关闭多级预警、建立物理拦截需求和安全高效的控制系统等建议。通过文献、需求调研、技术比选验证,提出了包含物理控制设施、车道信号灯、交通感知设施、信息发布设施、声光警示设施的地下道路入口智能控制系统、控制流程及其主要的技术要求等方案,并结合广州南沙横沥岛尖地下环路的实例开展了方案设计和工程应用。研究提出的地下道路入口智能控制系统可以提升紧急工况下地下道路入口的交通控制效率,提升地下道路安全水平。

关键词:地下道路入口控制;地下道路安全;水灾;应急;闸机

中图分类号:U491

文献标志码:B

文章编号:1009-7716(2024)06-0013-04

0 引言

随着城市化进程加快,交通矛盾日益突出,城市地下道路控制已成为解决大型城市中交通问题的重要方面^[1],城市地下道路也从节点型向长大型和网络化方向发展,这同时也增加了地下道路运行风险,因此,对地下道路入口进行有效智能控制显得尤为重要。

地下道路的入口控制系统及各部分组件如入口控制闸机、可变情报板、信号灯等技术相对成熟,国外已有较多应用案例,近年来国内亦有应用。

在国外,特别是欧洲国家,对地下道路入口关闭控制的重要性认知较早,如世界道路协会、法国、挪威等国家均有对地下道路入口控制系统的设置要求进行规定的相关标准,地下道路入口处的控制设备一般包含信号灯、停止线、闸机等,并同时通过入口上游的可变情报板、车道指示器等做好地下道路关闭信息的预告、分流工作。目前欧洲国家已经做了大量相关安装部署,技术成熟可靠。

本文以近年来地下道路的水淹案例为背景,为新建、改建、扩建及养护工程中城市的地下道路入口智能控制系统的设计、实施建设及运营提供支持。

1 研究背景与意义

对城市地下道路入口智能控制系统的研究在应对地下道路灾害事故、适应城市管养需求、减少行车安全隐患、填补相关标准缺失等方面具有重要意义,具体包含以下几个要点。

(1)是应对地下道路灾害事故的必要管控手段,为当前行业实践所亟需。

近年来,城市地下道路内水灾、火灾及特大交通事故等时有发生,地下道路入口如果未及时管控,使车辆误入,造成二次事故等次生灾害,将损失惨重。

2020年5月22日2时30分许,在黄埔区云埔街开源大道隧道内发生了一起由短时强降雨引发的暴雨内涝自然灾害,造成3台车辆被淹,2人死亡,3人获救^[2],如图1所示。另有2021年7月20日,郑州大水灾,京广北路隧道内拖移安置各类车辆247辆,现场排查发现6名遇难者^[3],如图2所示。



图1 广州开源大道隧道水灾

在城市地下道路内一般已配备相当丰富的交通、火灾监测设备设施。通过地下道路内全面无死角覆盖的视频监控系统及视频检测器、火灾探测设备、积水

收稿日期:2023-10-23

作者简介:黄平(1982—),男,工学硕士,高级工程师,从事道路交通规划设计工作。



图2 郑州京广北路隧道水灾

监测设备等,基本可以做到第一时间发现水淹、火灾及交通事故等险情。同时,地下道路也配备了相应的车道指示器、可变情报板等作为紧急事件发生之后信息发布、交通管控的主要手段。

但是从运营经验角度考虑,仅以在洞口前设置信号灯或者警示标志等设施,难以即时有效阻止进入地下道路的车流,洞口的管控还是以人工、锥桶为主,如图3所示,如此在事件发生后管控的即时性不足,导致仍有车辆误入地下道路内,诱发更多二次事故,因此需要设置智能化的入口控制系统,从源头上即时减少车辆进入。



图3 地下道路入口的传统管控措施

(2)是适应城市地下道路管养需求的有效管控措施。

城市地下道路通常采用封闭管养模式,以上海为例,通常需要每周封闭2次左右以开展地下道路的日常管养维护,通常会在洞口前采用人工设置临时交通设施和养护车辆进行交通“拦截”与分流,而采用智能化地下道路入口控制将有效提高入口控制的自动化程度和相关临时设施的投入。

(3)为提高城市地下道路入口智能控制系统设置的效果和质量、减少行车安全隐患。

地下道路的入口控制是系统工程,不是简单地设置闸机“一关了之”就好,正需要提前对车辆进行信息发布与诱导、需要“声光电”等警示装置配合、需要对入口控制设备高可靠性的技术保障并充分保障行车安全等。

(4)是当前国内城市地下道路标准规范的重要补充。

当前道路交通设施、地下道路的相关规范中,尚未有对地下道路的入口控制设施、控制闸机等做出规定。标准的缺失意味着在设计、建设过程中,决策

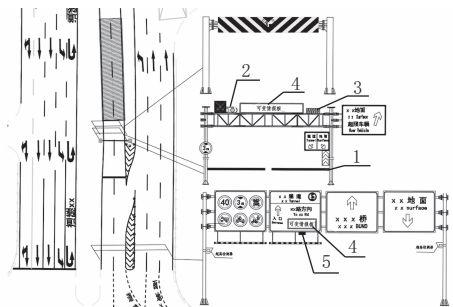
者缺乏依据,致使建设过程中地下道路入口的关闭管控方案缺失;而设计者由于无标准规范可依,即使在市场有需求的情况下,也无法做出标准的、有效的成果。当前我国有部分地区已开展应用,但需要规范进行指导,提高洞口控制的安全性,减少行车安全隐患。

因此,相关研究可形成国内地下道路入口智能控制系统的统一标准,填补行业标准规范中的空白,提升我国城市地下道路安全化、智能化的运营水平。

2 地下道路入口智能控制系统设置要求

2.1 设施布置要求

地下道路入口智能控制系统的外场设备设施主要包括:物理控制设施、车道信号灯、交通感知设施、信息发布设施、声光警示设备及中分带活动护栏等,如图4所示。



注:

- 1-物理控制设施(闸机等),布置于龙门架前;
- 2-车道信号灯,布置于隧道入口龙门架;
- 3-交通感知设施,布置于隧道入口龙门架;
- 4-信息发布设施,可变情报板广播等,布置于地面分流出口前;
- 5-声光警示设备,布置于地面分流出口前。

图例:

隧道区域

图4 地下道路入口智能控制主要设施的布置示意图

具体布置要求如下:

(1)物理控制设施

物理控制设施(控制闸机等)应布置于地下道路入口前,可结合地下道路入口前的龙门架来设置。在常规状况下,闸机打开;紧急状况发生后,闸机关闭。

(2)车道信号灯

车道信号灯宜结合地下道路入口前的龙门架设置。紧急状况发生后显示为禁止通行状态。

(3)交通感知设施

高清相机和毫米波雷达宜布置于地下道路入口龙门架处,识别地下道路入口的交通运行情况、控制设施运行情况等。

(4)信息发布设施

地下道路入口前应设置可变情报板,可结合龙门架设置;地下道路入口上游区域宜结合道路分流点和主要交叉口,设置不少于2处可变情报板。

地下道路入口前及上游区域应设置不少于1处

广播,地下道路入口前可结合龙门架设置,发布地下道路警示、“关闭”的声音提示。

(5)声光警示设备

声光警示设备可结合地下道路入口前的龙门架设置,用于紧急状况发生、地下道路关闭后,警示拟进入地下道路的车辆。

(6)中分带活动护栏

地下道路入口附近无地面分流道路开口时,需结合道路交通组织方案及交通运行情况,可设置中分带活动护栏。

2.2 控制流程

地下道路内发生火灾、水淹、交通事故及开展运营养护等需要关闭地下道路的情况时,可结合当地具体规定,启动预案,关闭地下道路入口,具体控制流程如图5所示。

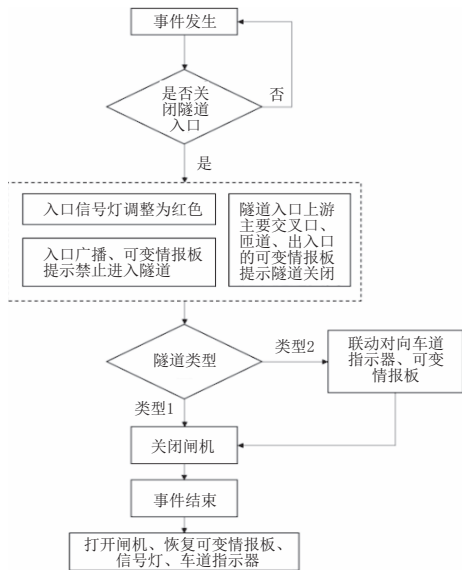


图5 地下道路入口智能控制系统的控制流程
所含要求分情况讨论如下。

(1)具备地面分流条件的地下道路

地下道路入口达到关闭条件时,可按下述流程操作入口智能控制系统:

- a. 调整地下道路入口处车道信号灯为禁止通行状态,并通过地下道路入口广播、可变情报板以提示禁止车辆进入地下道路;
- b. 启动闸机,封闭地下道路;
- c. 待事件结束,打开闸机,地下道路恢复常态。

(2)利用对向车道掉头的地下道路

需利用对向车道掉头的地下道路,制定并执行针对本方向及对向车道的交通诱导管制预案。

(3)其他控制要求

地下道路运营管理部门应结合地下道路的现场

管理需求,编制联动控制预案,实现与地下道路火灾报警、积水监测、交通事件监测等系统的联动。

地下道路入口智能控制系统需要满足应急管理过程中对联动设备响应时间的要求,应能同时实现现场就地手动控制和管理中心的远程联动控制。

在控制闸机关闭的过程中,操作人员应通过视频全程监控闸机下方车辆的滞留或通行状况。闸机关闭时,地下道路运营管理部门应合理设计应急人员、车辆进入地下道路的路线,并允许配合通过现场就地控制或远程控制方式,协助救援力量快速进入地下道路内的事故发生点。

地下道路入口控制系统宜与地下道路入口上游的主要交叉口、匝道以及地面出入口等关键地段的信息发布设备联动,对地下道路中的紧急状况、关闭状态进行警示说明,提前分流车辆。

2.3 主要设备技术要求

地下道路入口智能控制系统由于需暴露于室外工作,可靠性、稳定性要求均较高,其外场设备设施应能满足室外工作条件,保护等级不低于IP65,主要设备技术要求具体如下。

(1)控制闸机

闸机不应采用栅栏型等全封闭形式,采用栏杆型或升降型闸机;禁止通行状态时,闸机的横向无效阻挡空间应需要可以满足人员通过要求,又可以阻挡常规车辆进入。

此外,由于设置于匝道甚至主线地下道路前,除必要的超前警示预警措施及紧急工况下的现场组织管理措施外,闸机还应配备防砸车系统。闸机在关闭过程中,监测到车辆靠近并具备砸落风险时,应抬起闸杆。而当遇到阻力且电机电流急剧加大时,闸机应自动转换为开启运行的模式。

(2)联动控制系统

地下道路入口控制系统应当与地下道路的综合监控系统整合,优先复用地下道路的综合监控系统相关网络、存储、服务器等机房基础设备。

控制系统应预先设置多种调节控制方案,操作人员可在控制系统中选择方案名称,按预定方案执行地下道路入口的智能调节控制^[4],并可根据现场情况手动调整方案,以增强应急工况下入口控制系统的操作效率。

(3)其他设备要求

车道信号灯、可变情报板、广播及声光报警器等设施的 安装方式、排列顺序、安装数量和位置及方位

等应符合相关国家、行业标准的规定。

3 应用案例

地下道路入口控制系统当前在国内外地下道路均有应用。国外(特别是欧洲国家)对于地下道路入口关闭控制的重要性认知较早,如法国、挪威等国家均有相关标准对地下道路入口控制系统的设置要求进行规定,且有实地应用案例。国内广州市亦于2020年,在开源大道地下道路试点了“地下道路防汛应急指挥系统”,该系统集监测、预警、警告、车辆拦截功能于一体。

地下道路入口控制系统作为一项重要的地下道路安全控制配置,当前正越来越多地在地下道路的工程项目规划设计阶段被纳入设计方案中。

广州南沙明珠湾横沥岛尖位于粤港澳大湾区核心区域,区域内规划构建“地面道路、越江通道、地下环路、地下车库”四位一体的立体交通体系。其中地下环路系统主线全长约2.66 km,设置了“四进四出”四对接地匝道衔接区域地面路网;并设置(预留)“三进三出”三对匝道,于地下衔接两条越江通道;另设40余处内部出入口衔接沿线地块地下车库。本案例地下环路衔接界面多、系统性强,网络化的地下交通和超大体量的地下空间对运营安全和效率提出了更高要求。

因此除设置常规地下道路综合监控系统及交通安全设施外,还应在复杂地下环路入口匝道处设置入口控制系统,在紧急事件发生过后,控制进入地下系统的交通流,防止车辆持续误入造成人员生命和财产损失。本设计方案在包含大元路西、大元路东、金融大道西、金融大道东入口的匝道处设置共计4处控制系统,总体平面布局如图6所示,匝道处的典型平面设置如图7所示。在后续地下环路投入运营后,结合地下道路应急联动控制预案及现场组织措施,将可以有效提升紧急状况下地下道路的运行安全水平。

4 结 语

本文提出了城市地下道路入口控制系统的总体

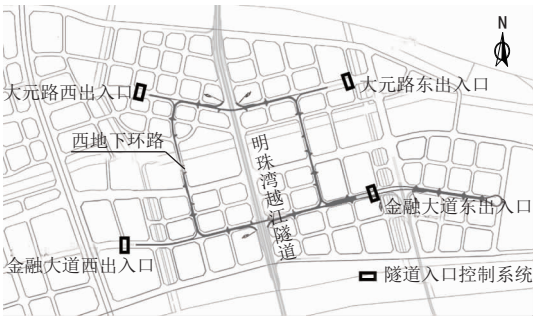


图6 南沙明珠湾横沥岛尖地下环路匝道入口控制系统总体布局

