

浅谈公路隧道火灾探测器的选型研究

郭俊杰

深圳市城市公共安全技术研究院 广东 深圳 518000

摘要: 本文在分析现有公路隧道探测器国内外研究现状基础上, 总结出了现有公路隧道探测器存在的不足, 并从检测原理与条件、系统结构等方面对常见公路隧道探测器进行了比较, 总结出了公路隧道探测器的选型依据, 对公路隧道火灾探测器的选型起到了积极的参考作用。

关键词: 隧道 探测器 选型 研究

A Brief Discussion on the Selection of Highway Tunnel Fire Detectors

Guo Junjie

Shenzhen Urban Public Safety Technology Research Institute, Shenzhen, Guangdong 518000

Abstract: Based on the analysis of the current research status of the existing highway tunnel detectors at home and abroad, this paper summarizes the shortcomings of the existing highway tunnel detectors, and analyzes the common highway tunnel detectors from the aspects of detection principle and conditions, system structure, etc. By comparison, the basis for the selection of highway tunnel detectors is summarized, which has played a positive reference role in the selection and research of highway tunnel fire detectors.

Keywords: tunnel detector model selection research

引言

公路隧道,尤其是高速公路长隧道在主干线中好似“咽喉”工程,在运营过程中发生火灾或灾害性事故,若不能及时发现和紧急处理,将会造成重大经济损失和交通阻塞的严重后果。隧道火灾和其他火灾具有相同的规律,在发生初期是最容易扑救和控制的,大量的公路隧道火灾案例也表明,如果能够及早地探测到隧道火灾的发生,在火灾发生的初期就给出警报,就能够避免火灾的扩大,减少人员伤亡和财产损失。随着新技术的不断出现,公路隧道内的防灾体系也在不断完善。公路隧道内选用哪种类型火灾探测器成为设计、施工、管理单位的一个难题。因此,“及时发现、准确报警”成为隧道火灾研究中的重要问题,火灾报警探测器选用必须做到可靠、先进并具有高灵敏度和极低的误报率的特点,这样才能防患于未然,具有重要的研究价值。

1 研究现状

国外研究现状

日本是世界上重视隧道火灾检测报警的国家之一。1958年开通关门海底隧道时,安装了空气管式感温火灾自动探测器等消防设备,首开日本公路隧道安装消防设施的先河^[1]。1963年建设名(古屋)神(户)高速公路时,研制成功并安装了辐射式火焰探测器。1979年开发出双波长火焰探测器,日本90%的隧道采用该产品,目前该产品在我国也有大量的应用。

欧洲倾向于缆线式传感报警,在光纤传感和金属电缆传感方面都有研究。英国长1.7公里的Rotherhithe隧道是英国第一条安装了光纤火灾报警系统的公路隧道,是首次将火情监测系统接入中央控制和监测系统;希腊的Tempi隧道是一条双线铁路隧道,全长5公里,安装了光纤分布式温度监测系统。

国内研究现状

上世纪九十年代起,我国新建的公路隧道也开始采用隧道火灾报警技术,典型的工程如下:

点式感烟探测器:成渝高速公路龙泉山隧道(已改造);

(1) 铜管式感温探测器:1993年成渝高速公路中梁山隧道、缙云山隧道(已改造)、深圳市梧桐山隧道(计划改造中);

(2) 双波长火焰探测器:雁荡山隧道群、重庆市石黄隧道、京珠高速公路粤境北端隧道;

(3) 光纤感温探测器:浙江甬台温高速公路燕居岭隧道

(4) 热敏合金线式探测器:二郎山隧道、四川广邻高速公路华蓥山隧道。

在这些工程应用中,不同的火灾自动检测报警技术有着不同的应用效果。但国内对隧道防火技术的研究尚属初期,在已实施的隧道火灾检测中大部分采用国外进口设施,少数国产设备的应用还处于实验阶段。

2 存在问题

公路隧道自动火灾检测报警问题不仅仅是火灾探测技术本身,而是一个复杂的系统工程。目前国内开展的工作要么集中在探测技术研究、要么关注于工程实施,没有从系统的角度对该问题进行研究,在隧道火灾检测系统的工程应用和维护方面缺乏相应的规范;同时,对于几种常用的隧道火灾自动报警技术而言,通常应用于不同的隧道工程中,有不同的环境条件,其应用效果也是在不同的条件下得出来的;三种技术的优劣和适应不同工况的能力并没有在相同的条件得到客观的比较,因此检测技术的选用存在一定的随意性^[2]。

3 三种常用隧道火灾探测器的比较分析

在隧道中常用的火灾探测器按原理可分为二类,线型感温探测器和点型感光探测器。线型感温探测器主要产品包括线型感温电缆、空气管差温探测器和光纤感温探测器;点型感光探测器主要包括双波长火焰探测器。目前主流的火灾探测器有:光纤感温探测器、热敏合金线感温探测器、双波长火焰探测器等三种。

从检测原理上看,上述三种火灾探测器各有优缺点,在公路隧道火灾报警系统设计中,究竟应该采用哪种探测器呢?下面从五个方面对三者进行综合比较研究。

3.1 检测原理与条件

(1) 双波长火焰探测器检测的是火焰光谱,它的检测条件是有明火,它不能检出非明火性质的火灾。

(2) 光纤火灾探测器、合金金属线探测器均是检测隧道内环境温度,根据温度的变化来判断火灾,其检测条件是需要燃烧物体散发较多的热能,在短时间内使火灾点附近的环境温度迅速升高。

3.2 灵敏度与可靠性

(1) 双波长火焰探测器检测的是火焰光谱,它不能检出非明火性质的火灾。在有明火的情况下,尽管火源(火势)很小,也可以很快报警,这对于在火灾初期及时报警有较好效果。对于某些纯化学物质燃烧时,若其光谱不符合汽油火焰燃烧的频谱特征,其检测灵敏度可能受到影响。当探测器的感光窗污染时,其灵敏度会下降。特殊情况下,探测器被停靠的车辆或其它物体遮挡住火灾源的光线时,可能会漏报或延迟报警时间。

(2) 光纤火灾探测器和合金金属线探测器检测环境温度的变化,需要燃烧体释放出大量的热量,不利于发现早期的火灾。若为了提高检测灵敏度,需要降低报警温度或温度变化速度的阈值,但这可能导致增加系统误报警的机会。对于浓烟型的火灾,当浓烟的温度与环境温度相比温差大时,可以触发报警。

3.3 系统结构

(1) 双波长火焰探测器由于其检测范围的限制,在隧道中一般按 50m 间距设置,安装在隧道侧壁。因其探头是开关信号,需要通过实线电缆连接到报警主机,电缆用量较大^[3]。当隧道超过一定长度时,需要加中继设备来传输信号,

一般来说,2Km 范围内的检测器可以直接传输,超过 2Km 范围外的系统应增加中继设备。为了减少电缆用量,可以根据分区来配置中继器。

(2) 光纤火灾探测器在隧道中只需要在拱顶安装一条感温光缆,系统结构简单。由于隧道的拱形结构,温度较高的气体会集中在拱顶,一条光缆即可覆盖整个隧道断面。由于光缆的衰耗小,感温光缆的长度可达到 5Km~10Km。在这个范围内,只需要在监控室安装 OTS 主机就可完成监测。系统结构的简单除施工方便外还可以增加系统的可靠性,减少维护量。需要说明的是,由于感温光缆结构的特殊性,光缆的接续工作需要专业的处理。

(3) 合金金属线探测器需要在隧道拱顶安装探测线,其系统结构需要分段安装,并为每个检测段配置下位机,其分段长度一般为 50m,下位机安装在隧道侧壁。随着隧道长度的延长,其下位机数量跟着增加。下位机通过总线电缆与位于控制室的报警主机连接。当隧道长度超过总线的传输距离时,其总线需要进行中继。

3.4 环境要求与限制

(1) 双波长火焰探测器不受风速影响,探头前不能有阻挡物;报警点定位准确。

(2) 光纤火灾探测器和合金金属线探测器受风速影响较大,由于自然风、活塞风以及机械通风的影响,报警点与火灾点存在不同的偏差。由于它能监测到隧道内的温度分布,可由此了解到整个隧道内受火灾影响的范围和程度。

结语

在实际隧道工程应用中应根据不同的环境情况选用合适的探测器种类以达到报警响应及时、减少误报警的发生。感温线型探测器安装于隧道顶部,感温线型探测器达到报警温度时则火灾已发展到相当规模,不利于早期消防灭火。感光型火焰探测器对火焰发展速度快的汽车燃烧较为合适,它有一定的灵敏度和较短的响应时间,并且受隧道内风速的影响很小。但是隧道内污染较严重,所以火焰探测器应选用能抗高污染的专用探测器。热敏合金线检测距离最长;在破坏温度上热敏合金线最优;双波长火焰探测器不具备测温功能,热敏合金线和光纤测温精度相同;明火条件下,双波长火焰探测器报警时间最短,光纤最长;双波长火焰探测器不用于无明火的火灾检测,而热敏合金线和光纤则不限;热敏合金线系统造价最低,双波长火焰探测器造价最高。双波长火焰探测器安装最方便。结合上述各项指标,从整体性能上讲,三种系统各有优劣,但热敏合金线综合性价比最高。

参考文献

- [1]范维澄,孙金华,陆守香等.火灾风险评估方法学.科学出版社。
- [2]化学词典(第四版).化学工业出版社。
- [3]吴龙标,袁宏永等.火灾探测与控制工程.中国科学技术大学出版社。