

高速公路隧道火灾报警系统探析

——以甘肃省高速公路为例

王百川

（甘肃陇原信息科技有限公司，甘肃 兰州 730000）

摘 要 火灾报警系统是高速公路隧道机电系统的重要组成部分，隧道机电系统由众多子系统所组成，其内部光线昏暗、环境半封闭，极易发生火灾且不易救援，所以火灾报警系统的重要程度不言而喻。本文首先分析甘肃高速公路隧道火灾报警系统的 10 条现状，然后提出了适合现状的火灾报警系统及工程应用，可以更好地解决甘肃高速公路隧道火灾报警问题。

关键词 火灾报警系统 监测 探测器

中图分类号: U45

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)01-0073-03

全国高速公路正在向智慧高速、隧道智慧一体化方向发展，利用“大数据”和“互联网+”可以有效解决高速公路隧道机电系统一体化、智慧化等问题，对隧道温度、湿度、二氧化碳浓度、车流量、危化品车辆的监控、各机电设备运行情况、整体系统分析能力需要实时监测和预警，尤其对隧道内进行实时、准确的火警监测，对保障广大人民群众的生命财产安全和人身安全有着十分重要的意义。^[1]

G30 连霍高速的天水段隧道机电设备运行时间长，隧道内部常年潮湿流水，路段内隧道火灾报警系统不容乐观，是典型的甘肃省高速公路隧道火灾报警系统案例。

1 甘肃省高速公路隧道火灾报警系统现状分析

一是火灾报警系统设备运行时间过长。部分路段或部分隧道火灾报警系统设备从建设初期一直沿用至今，未进行设备更换、系统更新，很多设备更替、系统升级与市场主流产品、系统代差较大，出现很多设备停产不能替换的现象。

二是原有火灾报警系统设备功能无法满足隧道智能化要求。原建设路段内的使用产品性能、监测性能、分析能力、远程控制等都很难满足现在的市场需要和用户需求。

三是国内火灾报警系统产品性能逐步超越国外产品。在设计隧道火灾报警系统之初，国产系统、产品的性能、功能、设计理念无法满足设计需求，很多产品采用国外主流系统。但是，今天国内产品性价比高于国外产品且设计理念更符合中国高速公路要求，反而国外产品售后无法按需提供，产品更新速度满足不

了智慧高速需求，出现原有设备故障率较高、更换产品兼容性较差等棘手问题，需重新设计或更替升级改造方可满足智慧高速、智慧隧道要求。

四是机电建设单位与机电维护单位两条线。甘肃省高速公路的机电建设单位与机电维护单位不是同一家单位，都存在机电建设单位对业主单位技术人员培训不到位，对机电维护单位技术人员技术交底不彻底、不全面现象。还存在同一路段不同标段使用产品厂家不一致，出现产品种类众多、质量层次不齐、系统运行兼容性较差的问题，导致机电维护单位专业性不够，产品升级改造费用过高等现象。^[2]

五是业主单位监管不到位。高速公路隧道机电系统庞大，分为监控系统、供电系统、通信系统、通风系统、消防系统、PLC 控制系统等较多子系统，有众多建设、维护单位，均各自为阵，没有形成系统性、流程性的监管体系，出现各自负责属于自己业务范围内的事情，不管其他系统运行情况，监督管理没有层次性、逻辑性、合理性的措施。

六是很多路段较多隧道火灾报警系统使用时间较短，放置周期较长。由于各环节人员安全意识淡薄和隧道安全事故率较低，较多隧道火灾报警系统设备长时间放置，现在到底能不能使用、重新使用维修成本多大、升级改造难度有多少均很难预估。

七是设计理念较落后、验收标准不严格。很多感温光缆铺设不合理，手动报警按钮接线成“T 型”，应该按“U 型”进行连接，很多信号线缆直接放入电缆沟内，未设置电缆支架，大部分手动报警按钮没有防尘盒等现象，导致线缆处处短路、火灾报警控制器烧毁率高、

维修难度大等问题。

八是隧道环境恶劣,大部分隧道地下水渗漏严重。在水、陇南等地的高速公路隧道常年空气湿度大,隧道壁有挂水,再加上阴雨天较多,导致地下水常年渗漏,对火灾报警设备稳定运行、质量寿命影响较大。

九是人为故障因素较多。存在各类施工队在施工中常需要翘盖板进行作业,出现大面积盖板缝隙大、损坏严重等;存在各类施工队将施工垃圾直接堆积到电缆沟内,造成电线电缆的二次损坏,增加了故障排查难度;存在养护人员清洗隧道壁时,大量废水直接排入电缆沟,导致电线电缆长期浸泡在废水内等人为因素。

最后是高速公路隧道机电维护费用过低。甘肃省财政资金紧张,高速公路建设、运行、维护各类费用较低,常年累计导致小问题变成大故障,小维修升级到大改造,最终钱没少花,但各类问题均得不到有效改善。

2 适用于当前甘肃高速的隧道火灾报警系统

目前,甘肃高速公路隧道火灾报警系统由光纤光栅感温火灾探测系统和手动报警按钮、火灾报警控制器等组成。且满足有实时显示检测区域最高温度、温度超限报警、差定温报警、标准信号输出和运行自检等功能,其中自检功能可实时监测自身运行情况并输出故障报警声光信号,同时将报警信号传入消防报警控制系统,由路段分中心计算机进行显示,并根据情况控制各相应系统的动作^[3]。

3 隧道火灾监测系统软件

隧道光纤光栅火灾报警系统软件是利用先进的光纤传感技术,对隧道温度进行实时监测和进行火灾报警的综合应用系统。隧道光纤光栅火灾报警系统软件运行环境配置:CPU—Intel P4 2.8G 双核,内存—大于 2G,硬盘—大于 200G,显示分辨率—1024*768。

隧道光纤光栅火灾报警系统软件由报警状态信息栏、隧道监测模型和菜单栏三大部分组成,从左到右依次是隧道显示区、菜单区、火警状态区、故障状态区、手报状态区、报警显示区、火灾系统设备分布、配电室分布、烟感状态及报警复位等。

4 光纤光栅感温火灾探测器

目前,适用于甘肃高速隧道的光纤光栅感温火灾探测器,以光纤作为信号传输和传感媒质,利用光纤光栅感温原理实时探测温度场的变化,具有差温、定温等多种报警模式。

4.1 光纤光栅感温火灾探测器的主要特点

一是全同分区报警技术。采用独创的全同光栅分区报警技术,按需配置防火分区,单通道测量范围广,

且可以简化现场施工;二是传输距离远。采用高效光源设计,具有更强的输出功率,可以传输更远距离;三是可靠性好。采用独有的光集成技术,减少分离光学器件,提高了可靠性;四是接口丰富,配接方便。具有标准 RS485、以太网、电流输出和干接点等多种接口,方便适配报警设备^[4]。

4.2 火灾探测器信号处理器主要技术参数

产品类型:差定温、可恢复式;通道数:8;单通道最大感温元件数量:60;显示分辨率:0.1℃;检测周期:0.5sec;输入:8 个 FC/APC;输出:2 个 RJ45,2 个 RS485,10 组干接点;工作温度:-10℃~50℃;存储温度:-40℃~70℃;工作相对湿度:≤95%RH,无凝结;供电源:DC 24V±15%;功率:10W 典型,15W 最大。

4.3 火灾探测器信号处理器外观参数

尺寸(宽×高×深):432mm*45mm*427mm,安装方式:机架式。

4.4 火灾探测器感温光缆主要技术参数

感温元件间距:3m~10m;最小弯曲半径:300mm;感温元件外型尺寸:Φ7.6mm*100mm;防护等级:IP68。

5 火灾报警系统常见故障现象及处理方法

5.1 信号处理单元电源指示灯不亮故障

检查项目:外部供电是否异常、电源插座是否松动、电源正负极是否接反、前端液晶显示是否正常显示等。

处理方法:确认外部电源供电是否为正常、重新插紧电源插座、检查信号处理单元电源正负极是否正确,如果显示正常,表明信号处理单元正常工作,但如果指示灯损坏,需要联系厂商处理。

5.2 信号处理单元无法正确识别感温光缆故障

检查项目:FC/APC 端面是否污染、检查法兰盘是否松动、检查接头是否拧紧对准、检查光纤跳线或光缆是否有弯折、传输光缆故障等。

处理方法:用酒精清洗 FC/APC 端面和信号处理单元的法兰盘、将感温光缆的 FC/APC 连接端口重新对准和拧紧、将光纤跳线或光缆进行整理,减少弯折点和弯曲程度、不能自行打开信号处理单元,要联系厂商进行处理。

5.3 信号处理单元网口无数据上传故障

检查项目:网口灯是否闪亮、网线故障、连接网口是否正确、IP 地址和端口号未配置、交换机或接收端故障等。

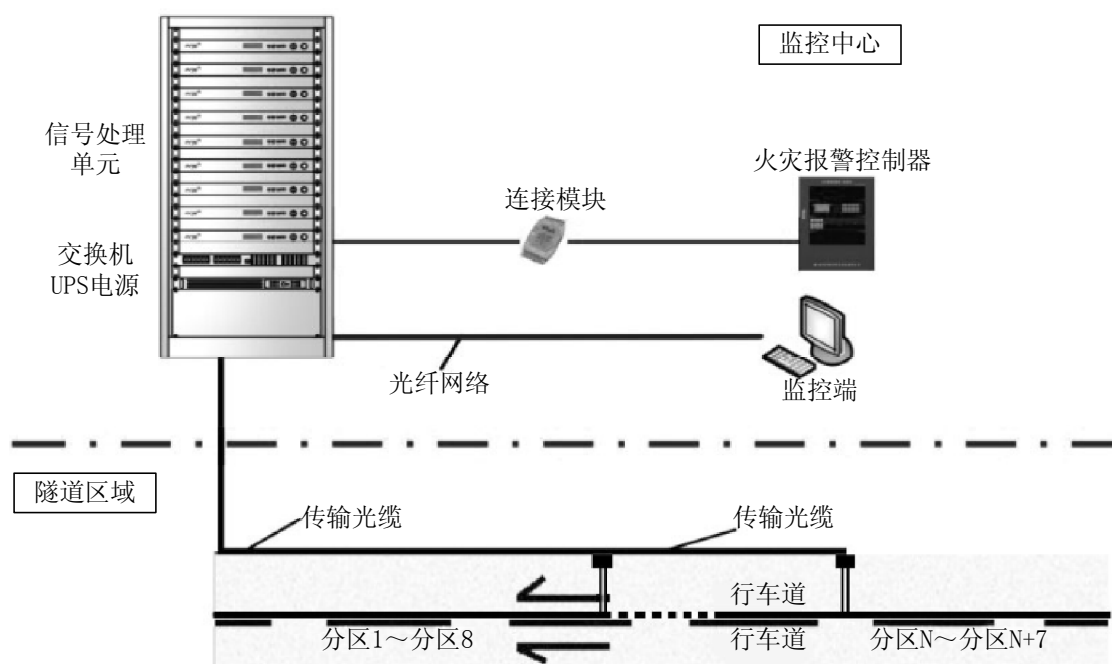


图 1 各设备典型的连接方式

处理方法：重新拧紧网络接线端子、更换网线；信号处理单元有上、下两个网口，若使用 UDP 时仅能使用下网口，TCP 连接时两个网口均可；检查上位机 IP 网段是否与信号处理单元 IP 地址一致、检测是否需要配置网关。

6 隧道工程应用

1. 隧道火灾报警系统主要配置有信号处理单元 + 感温光缆、传输光缆、UPS 不间断电源、连接模块 + 火灾报警控制器、交换机 + 监控端等系列设施，其各设备典型的连接方式如上图 1 所示。

2. 隧道火灾报警系统主要设备位置。信号处理单元置于监控中心，交换机、UPS 电源等安装于标准机柜中。信号处理单元通过连接模块接入火灾报警控制器，也可以通过交换机接入监控计算机。信号处理单元通过传输光缆连接至监控现场，通过光缆接续盒将感温光缆接入不同通道，每条感温光缆划分为多个报警分区。火灾探测器信号处理器采用全同光栅技术，单通道可承载 60 个感温元件，感温元件间距 3~10m。

(1) 隧道感温光缆。感温光缆通常安装在高速公路隧道顶部。先用固定支架将钢索固定，支架采用膨胀螺栓固定在隧道顶部，其纵向间距 20m~40m，再将感温光缆用线夹固定在钢索上，将隧道感温光缆尾纤沿隧道壁敷设（或穿护管）至隧道侧面光纤接续盒，

不传输光缆进行熔接。

(2) 火灾探测器信号处理器单元。火灾探测器信号处理单元安装在仪表设备控制柜上，其中有 8 个光通道接口分别连接隧道内感温光缆。各个分区的报警信号通过信号处理单元输出给火灾报警控制器，实现火灾报警、分析火情级别及分区判断。

7 结论

本文首先分析甘肃省高速公路隧道火灾系统存在问题，然后结合市场最新智能监测方案与火灾报警系统，提出适合甘肃省高速公路隧道火灾系统的产品设备。火灾报警系统具有本质安全、无电检测、抗电磁干扰、实时监控等优势，能够实时探测沿光纤光栅感温点的温度变化情况，能超限时声光报警。

参考文献：

- [1] 朱荣来. 立足公路隧道调研分析消防救援处置 [J]. 消防界 (电子版), 2021, 07(09): 92-93.
- [2] 刘彬, 曾宪堂. 公路隧道火灾报警系统报警模式探析 [J]. 公路, 2021, 66(05): 328-331.
- [3] 袁源. 火灾报警系统技术在高速公路特长隧道中的应用 [J]. 中国高新科技, 2021, 06(28): 62-64.
- [4] 王倩. 公路隧道中火灾报警系统的设计 [J]. 工程技术研究, 2020(12): 211-212.