

关于公路隧道工程消防验收流程的探讨

曹仰宁

(中铁十四局集团电气化工程有限公司, 山东 济南 250116)

摘要:近年来随着公路隧道建设规模及其技术需求越来越大,公路隧道的消防安全问题也越来越受到人们的关注,消防验收也越来越严格,通过消防验收已成了通车的必要前提条件。针对公路隧道工程的消防验收,下面以南京长江第五大桥夹江隧道为例,探讨一下公路隧道工程消防验收涵盖哪些内容及具体做法。

关键词:公路隧道;工程消防;验收流程

中图分类号: U458

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2021.47.018

文献标识码: A

南京长江第五大桥夹江隧道工程隧道总长 1754.834m,双向六车道,其中夹江隧道盾构段长 1158.984m,敞口段长 140m,明挖暗埋段长 395.4m,盾构隧道两端各设工作井一座,始发井长 24.6m,接收井长 35.85m。隧道明挖暗埋段设两处匝道,两条匝道长分别为 298.1m、297.4m。

为做好消防验收相关工作,由项目经理牵头、项目总工程师组织工程部全员、各部室部长,依据设计图纸、相关验收规范,并根据建设单位、相关消防验收单位要求,合力讨论编写消防检测方案,并对项目全员、施工班组长、供货商进行交底,为消防验收做好指导工作^[1]。

消防验收主要包含内业资料和现场验收两大块。

一、概述公路隧道工程消防系统

如果在隧道中发生火灾,因为隧道空间比较狭小,很容易产生混乱的情况,并且隧道和市区距离较远,救援人员需要经过一段时间才可以到达现场。为了快速撤离隧道中的车辆和人员,需要在隧道中设置灭火系统。

(一) 灭火剂

当前缺乏统一的消防设计标准,因此在消防隧道消防设计过程中,需要根据隧道实际情况选择灭火剂的类型。例如选用磷酸铵盐类灭火剂可以扑灭活泼金属外的火灾,适用于火灾成因复杂的隧道中。利用水作为灭火剂,可以有效扑灭各种类型的火灾。水可以吸收热量,同时可以降低隧道温度,在灭火的过程中可以发挥出冷却和稀释作用。因此在隧道中可以选择水作为灭火剂,同时需要搭配利用干粉。

(二) 消防栓和灭火器

针对现行的设计规范,隧道土建部分需要联合利用消防栓和灭火器,制定科学的消防系统。在隧道走向中,每间隔 50m 就要设置一个消防栓。注意利用同规格的水枪和栓口以及水带等设备。

因为大部分隧道处于偏远地区,无法利用市政供水,因此需要隧道附近安装消防专用水池,利用水管在隧道中引水,并且形成的环状的给水管,在阀门使用阶段要注意分段,避免因为管道堵塞影响到消防栓的使用效果。注意消防池只能应用于隧道消防,水池的水源可以利用雨水或者山泉水,保证水池水位符合用水需求,同时要保障水质,此外需要设置沉淀池,利用专业水泵控制实际压力,满足整体应用要求。

(三) 隧道通风排烟

利用分离式结构的隧道,需要综合考虑区域自然条件和实际交通量,在设计过程中需要利用射流风机开展通风排烟工作,综合两台射流风机作为一组。如果在隧道中发生火灾事故,要保证射流风机可以持续运行 1h,开工至通风速度在 2.5m/s 以上,在上下行需要启动 10 台以上的射流风机。如果在隧道中采取横向通风方式,主要是利用侧送侧排方式,通过利用横向通道,为隧道中的人员提供新鲜空气,有效控制火势的蔓延。

二、内业资料验收

参考市建委验收资料目录施工单位需提供以下资料。

第一,有关消防设施工程的竣工图纸。

第二,有关消防工程的验收报告。

第三,施工、监理、设计、第三方检测单位的合法身份证明和资质等级证明文件。

第四,消防产品质量合格文件(消防产品 3C 认证标志、消防产品出厂检测报告)。

第五,具有防火性能的建筑构件、建筑材料、装饰材料符合国家标准或行业标准的证明文件。

第六,在消防技术服务系统网站上备过案,具有相关资质的第三方检测单位出具的检测报告^[2]。

三、现场验收

主要检测消防设施、消防产品安装位置、型号、间距及数量,消防产品性能参数、功能需求是否符合设计及相关规范要求。根据相关验收要求划分为建筑防火系统、火灾自动报警系统、给排水消防系统、通风排烟系统、逃生疏散系统、联动系统六个隧道内系统以及外部调度系统(交警交通管制、消防救援支队及 120 救护中心),先进行单系统检测,检测合格后进行联动系统检测^[3]。

(一) 建筑防火系统

建筑防火系统是隧道结构安全的重要保障,可有效降低火灾的危害。主要检测防火分区设置是否合理,防火门、防火卷帘门、防火板、装饰板、防火封堵施工质量及耐火等级是否满足设计及规范要求。

1. 施工质量检测

采用卷尺、红外线仪器等工具对防火门进行尺寸、垂直度检测,均符合设计要求,防火门数量、铭牌齐全,闭门器、顺

位器安装顺序正确,启闭灵活,门框填充密实。

采用卷尺对防火卷帘门进行尺寸检测,查看防火卷帘门手链已取出,四周封堵密实^[4]。

查看防火封堵:防火泥填充密实、防火胶涂刷均匀。

2. 功能检测

现场人员拉动手链或者按下手动开关按钮,卷帘门启闭灵活。本项目防火卷帘门为常闭状态,当现场为开门状态时,有反馈信号传至管理中心消防主机。

(二) 火灾自动报警系统

火灾自动报警系统的灵敏性,直接影响到隧道消防系统的有效联动。主要检测报警设施的施工质量、功能需求是否满足设计及规范要求。

1. 施工质量检测

使用测距仪、卷尺对手、自动报警设施及火灾报警控制器的安装位置、高度、间距进行检测(手动报警按钮安装高度1.3m,间距40m,分布式感温光纤距离顶部10cm,消防电话安装高度1.4m,感温、感烟探测器贴顶安装,0.5m范围内无遮挡物)需满足规范要求。核对数量需符合设计要求。

2. 功能检测

(1) 手动报警按钮检测方法

1) 对不可复位的按钮采用模拟动作(使用报警钥匙)的方法使报警按钮动作,指示灯点亮,并将信号传输至fas主机,主机发出报警。

2) 对可复位的按钮施加适当的推力使报警按钮动作,指示灯点亮,并将信号传输至fas主机,主机发出报警。

(2) 双波长火焰探测器检测方法

采用火焰喷枪模拟火灾,火焰探测器在探测到火源后,由绿灯变为红灯,并将信号传输至fas主机,主机发出报警,通过模拟试验确保探测区域全覆盖,无盲区。

(3) 分布式感温光纤

采用毛巾将感温光纤进行包裹,将水加热至85℃淋在毛巾上,查看感温光纤主机报警温度。

(4) 点型感烟、感温探测器的检测方法

使用烟枪施放烟气(或使用温枪加热),探测器指示灯由绿灯变为红灯,并将信号传输至fas主机,主机发出报警。烟雾(温枪)消除后,主机手动复位,探测器由红灯变为绿灯。

(5) 消防电话的检测方法

摘下消防电话,监控中心消防电话主机响铃,值班人员接听电话,通话声音清晰,主机显示消防电话编码正确。

(三) 给排水消防系统

隧道给排水消防系统的正常运转是及时控制火情的关键。主要检测隧道内箱体、阀组、设备施工质量、性能参数、功能需求是否符合设计及规范要求^[5]。

1. 施工质量检测

使用测距仪、卷尺对消火栓箱、泡沫/水喷雾阀组、灭火器箱、喷头的安装位置、间距、高度进行测量(消火栓间距40m,栓头高度1.1m,泡沫/雨淋阀组间距20m,灭火器箱间距20m双侧布置,喷头间距5m,高度4.3m)符合设计要求。查看气体灭火装置、各类水泵的铭牌,核对其性能参数均需符

合设计要求,核对各类设施数量需符合设计要求。

2. 功能检测

消防泵房是灭火系统的核心所在,消防泵房的验收是整个灭火系统的关键部位。消防泵房旁设消防水池,水池墙面需设液位显示装置。泵房内管道布局需合理,控制箱、水泵安装位置均需便于人员操作和检修,设备标识需清晰。

3. 水泵启动功能检测

消防泵、水喷雾泵、泡沫泵均能通过以下方式启动。

一是现场通过启动按钮手动启动;二是监控中心通过FAS模块自动启动(消火栓泵通过消火栓内按钮反馈信号传输至监控中心自动启动,水喷雾和泡沫泵通过泡沫/水喷雾阀组内压力开关反馈信号传输至监控中心自动启动);三是监控中心通过FAS主机操作台直接启动;四是通过机械应急启动柜启动,此外消防泵和水喷雾泵还可通过管道上的压力开关自动启动。

消防栓和水喷雾系统各设置稳压装置一套,稳压泵通过电接点压力表设置管网压力自动启动(本项目设置范围为0.4mpa-0.6mpa)。

(1) 泡沫水喷雾系统测试:打开两组泡沫/水喷雾阀组进出水阀门,打开电磁阀前球阀,电磁阀动作,开启水喷雾泵及泡沫泵,查看记录出水口电磁流量计示数,喷头喷出水雾,观察喷头喷水角度及效果。

(2) 消火栓系统测试:选取管网最不利点,将压力计安装在栓头上,测试消火栓系统的静态压力记录数值(本项目压力值为0.6mpa)。启动消火栓泵,测试系统动态压力并做好记录(本项目为0.4mpa)符合设计及规范要求。压力测试完成后,连接好水带水枪,打开栓头,同时启动消火栓泵,查看消火栓射水情况,记录水柱长度,是否大于10m满足规范要求。

(3) 灭火器测试:将灭火器提到距着火物6m左右,拔出保险销,一手握住开启压把,另一只手紧握喷枪,用力捏紧开启压把,对准火焰上方喷射,观察灭火效果。

(4) 超细干粉灭火系统测试:通过气体灭火控制盘发出手动释放信号,气瓶电磁阀动作,接收到24V信号,气灭盘显示气体释放,满足设计及规范要求。

(四) 通风排烟系统

隧道通风排烟系统的正常运转将烟雾及时排出,是人们生命安全的重要保障。主要检测排烟道、排烟设施施工质量、性能参数、功能需求是否符合设计及规范要求。

1. 施工质量检测

检测风机、风阀安装位置、数量符合设计要求,核对设施上的铭牌性能参数满足设计要求。检测排烟道面积符合设计要求,排烟道内清洁无异物。

2. 功能检测

(1) 风机、风阀等设施启动功能测试

风机、风阀的启动方式根据用处及通风工况表进行配置,不同用处不通工况下启动方式有所不同,除了均需满足现场通过启动按钮手动启动外,其余启动方式从以下三种模式中选择:一是监控中心通过FAS模块自动启动;二是监控中心通过FAS主机操作台直接启动;三是监控中心通过BAS模块直接启动。

(2) 安全通道加压送风系统检测

安全通道加压送风系统包括工作井防烟前室及楼梯间加压送风系统和盾构段疏散楼梯间加压送风系统。

开启工作井防烟前室及楼梯间加压送风机,使用余压计测量防烟前室至走廊内余压,然后测量楼梯间至防烟前室余压,两值相加得出楼梯间至走廊内余压,余压值需不大于 50pa,满足规范要求。

(3) 排烟性能检测

为进一步检测隧道排烟性能,需在隧道开展热烟试验,试验位置应选在隧道排烟最不利点。

热烟试验装置主要包括燃烧盘、称水盘、防火板、示踪气体、铁皮桶。其中燃烧盘由 1.6mm 的厚钢板焊接而成用于盛放轮胎,称水盘同样由 1.6mm 的厚钢板焊接而成用于盛放冷却水,放置于燃烧盘下面,称水盘下面放置防火板保护路面,铁皮桶用于盛放烟饼,燃料采用为 95% 无水乙醇、废旧轮胎。示踪气体采用白色烟饼用于观察烟气的蔓延。燃烧盘上方搭设脚手架并覆盖防火板防止隧道顶部被破坏污染。

将风速传感器固定在 DN20 镀锌钢管制作的竖向支架上,每根支架固定三个风速传感器,共计 9 个传感器高度分别为 1.5m, 2.5m, 3.5m, 测量不同断面下的风速。

1) 明挖段纵向排烟

明挖段纵向通风模式下,烟气通过射流风机经下游就近洞口、匝道排出。排烟测试中,火源设置于主线明挖段与匝道交汇处。点燃火源后,利用多通道风速仪采集断面上风速分布,平均纵向风速达到 3.7 米每秒,满足设计中纵向风速 3.5 米每秒的要求,符合《公路隧道通风设计细则》规定。烟气被控制在火源下游一侧,未出现回流。

2) 盾构段最不利点位置重点排烟

重点排烟系统测试中,火源设置于隧道盾构段中间最不利点位置,用来测试盾构段重点排烟系统排烟性能。测试前将两个风速传感器安装在每一个电动排烟口处,分别测量每个电动排烟口处风速,得出风速值乘以电动排烟口横截面积,计算出排风量,每个电动排烟口排风量相加得出总排风量。总排风量需大于《公路隧道通风设计规范》中规定 30MW 时对应的烟雾生成率为 60~80m³/s,才符合规范要求。

点燃模拟火源并释放烟雾后,通过现场观测发现各个电动排烟口均可以有效排出火灾烟气,并有效控制烟气蔓延,烟气蔓延范围均应小于 300 米,且烟雾分层明显,需符合《公路隧道通风设计细则》的规定。

(五) 逃生与疏散系统

隧道逃生与疏散系统,是保证隧道发生火灾时,人们能迅速逃离至安全区域的重要系统。主要检测疏散楼梯,救援通道,逃生盖板、应急广播、安全出口及疏散指示灯施工质量、功能需求是否符合设计及规范要求。

1. 施工质量检测

使用测距仪、卷尺对疏散通道、救援通道、逃生盖板、疏散指示灯进行宽度、高度、间距测量,均需符合设计及规范要求。查看疏散指示灯、安全出口灯、应急广播设施数量是否符合设计要求。

2. 疏散性能检测

为验证隧道火灾情况下人员疏散安全性,隧道内需进行火灾疏散应急演练。应急演练需募集了不同年龄段参试人员及各类车辆。准备木材、酒精、防火板、烟饼、点火容器、灭火器等布置模拟火源。为做好记录在各疏散楼梯口安排专人记录时间及人数,并安装摄像头保留影像资料,安排摄影组全程跟拍,确保数据的真实性。

点燃模拟火源后,双波长火焰探查器探测到火灾发生,监控中心确认火警,执行火灾应急预案,灭火系统、排烟系统、声光警报与应急广播等消防系统联动启动,人员开始疏散。

试验应开展自由疏散试验和引导疏散试验两种试验场景。两次测试的实际疏散时间,均应小于规范 15 分钟安全疏散时间的规定,同时也需要满足《消防专篇设计》中可用安全疏散时间 572 秒的要求。疏散过程中应急广播声音清晰,疏散指示灯、安全出口灯指引功能均需满足功能需求。

(六) 隧道内联动系统

在各个单系统调试完成的情况下进行系统联动测试。通过模拟真实火灾场景,检验火灾模式下火灾自动报警系统、给排水消防系统、通风排烟系统、逃生与疏散系统及相关系统的联动功能。

通过点燃木材模拟真实的火灾场景,双波长火焰探测器探测到火源后,信号传输至监控中心。工作人员确认火灾后,现场根据联动工况自动执行预案。FAS 系统控制声光报警器报警,应急广播语音自动开启。隧道内雨淋阀组警铃响起,喷头喷出水雾进行灭火,同步联动水泵自动启动。电动排烟口,电动组合风阀自动开启,同步联动相关风机自动启动。BAS 系统自动更改火灾点上、下游的车道指示灯及情报板显示状态。消防联动过程中,联动逻辑关系需正确。

以南京长江五桥夹江隧道消防验收过程为例,只有通过公路隧道内各个系统功能进行测试验证,保证各系统功能均能顺利实现,联动逻辑关系正确,消防设施均满足设计及规范要求,才能保证工程消防验收顺利通过。

参考文献:

- [1] 许扬. 高速公路隧道机电消防系统工程建设研究[J]. 产城: 上半月, 2021(11): 2.
- [2] 朱修权. 高速公路隧道机电消防系统工程建设研究[J]. 科技与创新, 2021(10): 25-26.
- [3] 王秀英, 刘勇健. 铝合金电力电缆在公路工程配电设计中的应用[J]. 智能建筑电气技术, 2020, 14(06): 129-132.
- [4] 冯启忠, 王晓磊. 高速公路隧道消防实时检测系统的设计与应用[J]. 中国交通信息化, 2020(04): 130-131, 后插 1.
- [5] 彭林. 消防工程施工工艺与工程验收[J]. 建筑技术研究, 2021, 4(02): 77-81.

作者简介: 曹仰宁(1988-),男,山西临汾人,本科,工程师,中铁十四局集团电气化工程有限公司,从事隧道机电安装研究。