



T/CECS XXX- 202X

中国工程建设标准化协会标准

**公路隧道多光谱红外火焰探测器火灾报警
系统技术规程**

**Technical specification for fire alarm system of multispectral
infrared flame detector in highway tunnel**

（征求意见稿）

2022 北京

中国工程建设标准化协会标准

公路隧道多光谱红外火焰探测器火灾报警 系统技术规程

**Technical specification for fire alarm system of multispectral
infrared flame detector in highway tunnel**

主编单位：招商局重庆交通科研设计院有限公司
西安博康电子有限公司
批准单位：中国工程建设标准化协会
实施日期：

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于开展 2020 年第二批中国工程建设标准化协会标准 (CECS G)制修订项目编制工作的通知》(公建标公路【2020】150 号)的要求,由招商局重庆交通科研设计院有限公司等进行本技术规程的编制。

规程编制组在经过广泛调查研究,认真总结国内外点型红外火焰探测技术发展现状、趋势及工程应用经验,并在广泛征求意见的基础上,制定本技术规程。

本规程共分 8 章,主要技术内容是:总则、术语、系统构成、系统设计、系统技术要求、施工要求、系统性能试验与工程验收、系统维护。

本规程由中国建设标准化协会(CECS)归口管理,由招商局重庆交通科研设计院有限公司负责技术内容的解释。执行过程中,如有问题和意见,函告本规程日常管理组,联系人:周广振(地址:重庆市南岸区学府大道 33 号,邮政编码:400067,电话:023-62653261,传真:023-62653078,电子邮箱:zhouguangzhen@cmhk.com),以便修订时研用。

主 编 单 位 : 招商局重庆交通科研设计院有限公司
西安博康电子有限公司

参 编 单 位 : 广东省高速公路有限公司
浙江高速公路建设管理有限公司
中交资产安全管理有限公司

主要起草人:
主要审查人:

目录

1 总则.....	1
2 术语.....	2
3 系统构成.....	3
3.1 一般规定.....	3
3.2 系统组件兼容性.....	3
4 系统设计.....	4
4.1 一般规定.....	4
4.2 系统配置.....	4
4.3 布置间距.....	4
4.4 安装高度及方式.....	4
4.5 通讯及供电.....	5
4.6 火灾报警控制器.....	5
5 系统技术要求.....	6
5.1 一般规定.....	6
5.2 系统功能要求.....	6
5.3 系统性能要求.....	6
5.4 系统软件要求.....	7
5.5 工作环境要求.....	8
6 施工要求.....	9
6.1 一般规定.....	9
6.2 设备材料准备.....	9
6.3 系统施工安装.....	9
7 系统性能试验与工程验收.....	10
7.1 一般规定.....	10
7.2 系统性能试验.....	10
7.3 系统调试.....	12
7.4 工程验收.....	12
8 系统维护.....	14

1 总则

1.0.1 为合理地设计、安装和使用公路隧道多光谱红外火焰探测系统，统一设计、施工、技术要求、性能试验与工程验收标准等，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建和改扩建公路隧道火灾自动报警系统设计，以及公路隧道既有火灾自动报警系统升级改造设计。

1.0.3 在满足安全和使用功能的条件下，应积极推广使用可靠的新技术、新材料、新工艺、新产品。

1.0.4 公路隧道多光谱红外火焰探测系统的设置，除应符合本规程外，尚应符合国家现行其他有关标准、规范的规定。

2 术语

2.1 火灾报警控制器 controller for fire alarm

接受火灾探测器、手动报警按钮的火灾报警信号，发出火灾报警声、光信号，指示火灾发生部位，记录火灾报警时间的控制设备。

[来源:GB 4717—2014, 5.2.2, 有修改]

2.2 火灾报警系统 automatic fire alarm system

探测火灾早期特征、发出火灾报警信号，为交通管制、人员疏散、防止火灾蔓延或启动自动灭火设备提供控制与指示的消防系统。

[来源:GB 50116—2013, 2.0.1, 有修改]

2.3 火灾探测器 fire sensor

使用至少一种探测手段持续或间断监视与火灾相关的至少一种物理和/或化学现象，并向火灾报警控制器提供至少一种火灾探测信号的火灾自动探测设备。

2.4 多光谱红外火焰探测器 Multispectral Infrared Flame Detector

采用近红外、中红外、远红外等多个连续光谱波段进行红外火焰探测的点型火灾探测器。

2.5 火灾探测器响应时间 response time for fire sensor

以火灾发生时为起点，至火灾探测器发出火灾报警信号为止的时间。

2.6 系统响应时间 response time for system

以火灾探测器发出火灾报警信号为起点，至中心控制室火灾报警控制器发出声光报警为止的时间。

2.7 报警响应时间 response time for alarm

以火灾发生时或手动报警按钮动作时为起点，至中心控制室火灾报警控制器发出声光报警的时间，等于火灾探测器响应时间与系统响应时间之和。

2.8 火灾水平探测距离 horizontal detection distance of the camera

在规定条件下，火灾探测器探测火灾时在水平方向上的最大探测距离。

3 系统构成

3.1 一般规定

3.1.1 公路隧道多光谱红外火焰探测器火灾报警系统应由多光谱红外火焰探测器、手动火灾报警按钮、火灾声光警报器、火灾报警控制器、通信传输装置及后端显示管理装置、管理软件等组成。

3.1.2 系统产品及组件应满足国家标准和消防产品类强制性认证实施规则的要求，并应满足本规程规定的功能和性能要求。

3.2 系统组件兼容性

火灾报警系统各组件之间应具有良好的兼容性和可连接性，并应满足《火灾自动报警系统组件兼容性要求》（GB 22134）的规定。

4 系统设计

4.1 一般规定

4.1.1 公路隧道多光谱红外火焰探测系统设计应符合《火灾自动报警系统设计规范》(GB 50116)和《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》(JTG D70/2)的要求。

4.1.2 应根据公路隧道断面尺寸、长度、交通量及交通组成、车道数等,确定系统安装方式、配置方案及配置规模。

4.2 系统配置

4.2.1 公路隧道多光谱红外火焰探测系统的配置等级应符合《公路隧道设计规范 第二分册 交通工程与附属设施》(JTG D70/2)的要求。

4.2.2 长度大于 6km 且监控等级为 A+ 的单洞单向通行的公路隧道应同时设置两种不同类型火灾探测器火灾报警系统。同一隧道设置两种不同类型火灾探测器时,其中至少一种火灾探测器应能对移动火源进行探测、报警,报警响应时间应不超过 30s。

4.3 布置间距

4.3.1 多光谱红外火焰探测器应能自动检测隧道内火灾,探测范围应覆盖所有报警区域,无探测盲区。

4.3.2 多光谱红外火焰探测器布置间距不应大于 100m。

4.4 安装高度及方式

4.4.1 单洞车行道少于三车道时,多光谱红外火焰探测器宜单侧设置;单洞车行道为三车道及以上时,多光谱红外火焰探测器宜双侧交错设置。

4.4.2 多光谱红外火焰探测器宜从隧道洞口顶部以内 10m 处开始设置,位于隧道右侧侧壁,底部距检修道高差宜为 2.7~3.5m。当大型车自然车辆数比例大于 20%且交通服务水平低于二级时,经论证可适当提高安装高度或设置在隧道左侧侧壁。

4.5 通讯及供电

4.5.1 多光谱红外火焰探测系统供电应符合《火灾自动报警系统设计规范》(GB 50116) 的要求。

4.5.2 多光谱红外火焰探测系统的通讯应符合下列要求：

a) 系统的数据通讯应正常、可靠，同时应具备与中央控制计算机或其他设备进行数据通讯与联动控制的能力；

b) 系统在隧道现场应采用独立网络进行传输；

c) 系统从隧道现场至中心控制室的传输宜采用两种不同链路，可利用公路专用通信网络和通信运营商无线网络。

4.6 火灾报警控制器

4.6.1 多光谱红外火焰探测系统的火灾报警控制器应能接收、显示、记录和传递火灾报警等信息，并有控制自动消防装置的功能。

4.6.2 控制器应具有有线或无线通信方式与上位设备、系统或联网平台进行数据通信的功能。

4.6.3 控制器应具备环状组网功能，且应设置不小于两组光接口或以太网口、RS485 接口。

4.6.4 控制器在环状组网条件下，应能在组网内任一控制器上查询组网内所有设备的状态信息。

4.6.5 控制器的复位键操作应能将连接的多光谱红外火焰探测器报警状态恢复到正常监视状态，不应通过为多光谱红外火焰探测器断电方式实现复位。

5 系统技术要求

5.1 一般规定

5.1.1 多光谱红外火焰探测系统应具备较短的报警响应时间。

5.1.2 多光谱红外火焰探测系统应具有较高的检测率和较低的误报率、漏报率。

5.1.3 多光谱红外火焰探测系统应具有良好的环境适应性和使用寿命。

5.2 系统功能要求

5.2.1 系统能及时、准确探测公路隧道内的早期火灾并发出火灾报警信号。

5.2.2 系统应具备固定火源准确定位功能和移动火源快速探测功能。

5.2.3 系统应提供火灾检测数据实时查看、历史数据查询等功能。

5.2.4 系统应具备为隧道综合管控平台或其它联动控制系统提供联动触发信号或实时检测数据的功能。

5.2.5 系统应具备时间同步功能；

5.2.6 系统应具备故障自诊断与故障报警功能。

5.3 系统性能要求

5.3.1 火灾探测器响应时间

当公路隧道被探测区域发生固定或移动火灾，多光谱红外火焰探测器应不超过 3s 发出火灾报警信号，并保持至被复位。

5.3.2 报警响应时间

5.3.2.1 发生火灾时，多光谱红外火焰探测器探测到火灾，中心控制室火灾报警控制器应发出声、光报警信号，报警响应时间应不超过 30s。

5.3.2.2 按下手动报警按钮，中心控制室火灾报警控制器应发出声、光报警信号，报警响应时间应不超过 30s。

5.3.3 多光谱红外火焰探测器探测距离

多光谱红外火焰探测器火灾水平探测距离不应小于 120m。

5.3.4 设备故障报警

火灾报警系统发生下列故障之一时，控制器应发出声、光报警信号，设备

故障报警响应时间应不超过 100s。

- a) 主电源故障：主电过压、欠压、断路；
- b) 无应答故障：火灾探测器电源断路或通讯线缆断路；
- c) 探测器、手报按钮断路、短路。

5.3.6 镜头耐污要求

多光谱红外火焰探测器镜头应具备耐灰尘、烟雾等污染功能，在 50%减光率条件下不影响报警性能。

5.3.7 使用寿命

在工作环境下，多光谱红外火焰探测器连续正常工作（未发生过火灾）应不少于五年。

5.4 系统软件要求

5.4.1 系统软件应满足《火灾报警控制器》（GB 4717）中相关规定的要求。

5.4.2 系统软件应具备将火灾发生的时间、地点、位置、编号、报警信号实时在管理终端上显示，并弹出报警窗口。

5.4.3 系统软件应具备火灾报警查询、设备状态查询、统计数据查询功能。

5.4.4 系统软件应采用标准的通信接口、通信协议及数据格式，可接入隧道综合管控平台。

5.4.5 系统应可运行于 Linux 和 windows 操作系统。计算机运行内存要求大于等于 4G，CPU 要求 intel i3 或同等性能以上。

5.4.6 通讯协议采用字符明码传输报头+功能码+数据字节数+实际数据+报尾。

表 5.4-1 通讯协议格式要求

报头	功能码	数据字符数	实际数据	报尾
4 个字符	1 个字符	5 字符	数据字符	3 个字符

a) 报头和报尾

报头固定 4 个字符，规格型号或产品品牌首字母缩写，报尾固定三个字符 END。

b) 功能码

功能码字符（1-9），如数字 3，表示上传设备状态。

c) 数据字节

数据字节 5 个字符。第一个字符表示主机编号十位，第二个字符表示主机编号个位，第三个字符表示探测器数量百位，第四个字符表示探测器数量十位，第五个字符表示探测器数量个位。

d) 实际数据

实际数据的长度由数据字节表示，一个字符表示一个设备的状态。设备状态由三个不同字符表示，A 为报警、N 为正常、F 为故障。设备按对应数据表为依据。第一个设备为数据表起始数据。

5.5 工作环境要求

5.5.1 系统中的部件防护等级应符合表 5.5-1 的要求，并应符合《外壳防护等级（IP 代码）》（GB/T 4208）、《消防电子产品防护要求》（GB 23757）的规定。

表 5.5-1 系统部件防护等级要求

设备	防护等级要求
隧道内设置的设备(例如点型红外火焰探测器、输入/输出模块、手动火灾报警按钮、火灾声光警报器等)	不低于 IP65
室内设置的设备（例如火灾报警警报器）	不低于 IP54

5.5.2 如应用场所无特殊要求，安装在隧道内的多光谱红外火焰探测系统设施应满足以下环境要求：

- a) 温度：-25℃～55℃；
- b) 相对湿度：5%～90%。

5.5.3 公路隧道内的火灾报警系统设备环境严酷等级应不低于Ⅲ级，并符合《消防电子产品 环境试验方法及严酷等级》（GB 16838—2021）的规定。

6 施工要求

6.1 一般规定

6.1.1 多光谱红外火焰探测系统施工内容主要包括多光谱红外火焰探测器、手动火灾报警按钮、通讯设备、火灾报警控制器及显示管理设备的安装、调试与检查。

6.1.2 多光谱红外火焰探测系统施工前，应具有系统图、设备平面布置图、接线图、安装图以及必要的技术文件。

6.1.3 多光谱红外火焰探测系统施工应按设计要求编写施工方案，施工单位应具有必要的施工技术标准、健全的施工质量管理体系和工程质量验收制度。

6.1.4 多光谱红外火焰探测系统的施工，应按批准的工程设计文件和施工技术标准进行。需要变更设计时，应由原设计单位负责变更。

6.2 设备材料准备

6.2.1 设备、材料及构配件进入施工现场应有清单、使用说明书、质量合格证明文件、国家法定质检机构的检验报告等文件。需要强制性认证的产品应有认证证书和认证标识。

6.2.2 设备、材料及构配件的规格、型号应与检验报告一致，并应符合设计要求。

6.3 系统施工安装

6.3.1 施工前应结合隧道现场及预留预埋情况进行核查，完成施工放样后方可施工。

6.3.2 各设备及箱体应安装牢固，不能倾斜，安装高度和安装间距应符合设计文件要求和《火灾自动报警系统施工及验收标准》（GB 50166）的要求。

6.3.3 系统布线应整齐，接线应牢固可靠，布线间距应符合规范要求。

6.3.4 系统施工过程中，施工单位应做好施工（包括隐蔽工程）、检验（包括绝缘电阻、接地电阻测试）、调试、设计变更等相关记录。

6.3.5 施工结束后，施工方应对系统中所有设备材料的安装质量进行检查。

6.3.6 多光谱红外火焰探测系统竣工时，施工单位应完成竣工图及竣工报告。

7 系统性能试验与工程验收

7.1 一般规定

- 7.1.1 系统性能试验与工程验收需符合国家或行业相关标准的规定。
- 7.1.2 系统设备以及配件的型号规格、数量应符合合同的要求、部件完整。
- 7.1.3 系统设备安装位置应正确、符合设计要求。
- 7.1.4 全部设备安装调试完毕，系统应处于正常工作状态。
- 7.1.5 系统应进行固定及移动火灾探测灵敏度试验以及故障报警功能试验。

7.2 系统性能试验

7.2.1 试验条件

火灾灵敏度试验在下表规定的试验火灾条件下，多光谱红外火焰探测器与试验火中心距离为 100m；探测器应在 3s 内发出火灾报警信号。

表 7.2-1 固定火源试验火条件要求

试验火名称	试验火条件	
正庚烷火	燃料	浸透汽油的防火毯(汽油可选用 93 号，防火毯尺寸 33cmX33cm)
	布置	防火毯固定于 33cmX33cm，高为 5cm 的钢制容器内。
	点火方式	火焰

移动火灾灵敏度试验在下表规定的试验火灾条件下，探测器应在 3s 内发出火灾报警信号。发出火灾报警信号时试样与试验火中心距离需小于 100m。

表 7.2-2 移动火源试验火条件要求

试验火名称	试验火条件	
移动火源	燃料	浸透汽油的防火毯(汽油可选用 93 号，防火毯尺寸 33cmX33cm)
	布置	防火毯固定于 33cmX33cm，高为 5cm 的钢制容器内(钢制容器固定在车辆后车厢)，防火毯点然后，车辆由设定起点开始加速直至达到 80Km/h。
	点火方式	火焰

7.2.2 试验方法

7.2.2.1 固定火灾灵敏度试验

固定火灾灵敏度试验目的是检查探测器对远距特定燃料固定试验火的响应时间。

所有规定的灵敏度参数，如燃烧物、尺寸、距离、响应时间均应进行检验。灵敏度由火焰中心到探测器的最大距离确定，在此条件下探测器给出一致的报警响应并不超过 3s。

进行试验的区域外部的影响应最小，例如反射、风、人造光源等。试验火在隧道指定距离的最左侧、最右侧以及道路中间分别测试，至少进行 3 次试验，以保证得到一致的响应。探测器到火焰的距离是指探测器到火盘中心的距离。响应时间、距离、火灾尺寸应进行记录。

要求：探测器从发现火灾到发出声或光报警的响应时间应不大于 3s。

试验设备：试验设备由试验燃烧盘、计时器、标尺、安装支架等设备组成。探测器的安装高度、角度应在每一次火焰响应试验中保持一致。

试验场所：实体隧道。

7.2.2.2 移动火灾灵敏度试验

移动火灾灵敏度试验目的是检验探测器在移动火源条件下对规定试验火的响应性能。

所有规定的灵敏度参数，如燃烧物、尺寸、距离、响应时间、行驶速度均应进行检验。

将 33cm × 33cm 火盘固定于小型货车车箱，防火毯固定于火盆内。汽油浇于防火毯，使防火毯浸透。

探测器探测方向、保护区域和车辆行驶方向见下图 7.2-1 所示。车辆首先在背离探测方向，距离探测区域零点 500 米处启动，待防火毯点然后，车辆开始加速行驶，确保车辆行驶速度达到不低于 80Km/h。车辆行驶经过探测区域零点时，计时器开始计时，记录探测器以及报警系统的响应时间。当车辆驶出探测器保护区域时，减速停车，并用灭火器将火熄灭，保证安全。

车辆行驶速度由经过标定的雷达测速仪测量，雷达测速仪设置在探测区域零点。

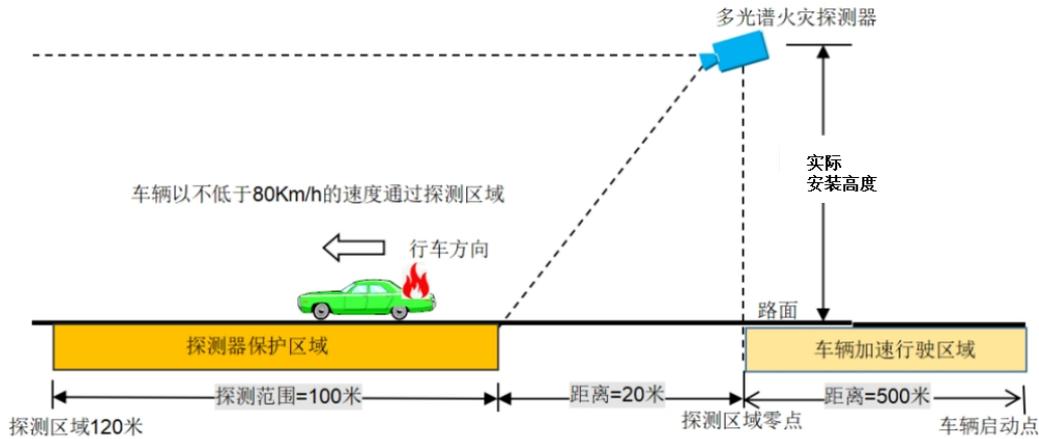


图 7.2-1 移动火试验示意图

试验至少进行三次，以保证得到一致的响应。车辆在实体隧道或实际道路行驶测试时，每次试验选择不同车道，以保证在最不利条件下均能测试。

要求：探测器在车辆驶出探测器保护区前，应发出火灾报警信号，并且探测器从发现火灾到发出声或光报警的响应时间应不大于 3s。

试验设备由防火毯、试验燃烧盘、车辆、雷达测速仪，计时器、标尺、安装支架等设备组成：

试验火源为汽油。

探测器的安装高度、角度应在每一次试验中保持一致。

c) 试验场所

试验场所为实体隧道，试验距离不低于 600 米。

7.3 系统调试

7.3.1 系统的调试，应在系统施工结束后进行。

7.3.2 多光谱红外火焰探测器、手动火灾报警按钮和火灾报警控制器应逐个进行试验，其性能应能满足设计要求，动作应准确无误。

7.3.3 系统中的多光谱红外火焰探测器应按本规程第 7.2 节的规定进行火灾报警功能测试，报警时间应满足第 5.3 节规定的要求。

7.3.4 对于不满足要求的设备，应及时进行调整或更换。

7.4 工程验收

7.4.1 多光谱红外火焰探测系统施工调试完成后，建设单位应负责组织施工、设计、监理等单位进行验收。

7.4.2 系统应在验收合格后投入使用。

7.4.3 工程验收应符合设计要求和本技术规程要求。

7.4.4 工程验收应符合《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》（JTG 2182-2020）、《火灾自动报警系统施工及验收标准》（GB 50166）、《公路隧道火灾报警系统技术条件》（JT/T 610）的要求。

7.4.5 验收准备应符合下列规定：

7.4.5.1 多光谱红外火焰探测系统验收时，施工单位应提供下列资料：

- a)竣工验收申请报告、设计变更通知书、竣工图。
- b)工程质量事故处理报告。
- c)施工现场质量管理检查记录。
- d)施工过程质量管理检查记录。
- e)系统的检验报告、合格证及相关资料。

7.4.5.2 多光谱红外火焰探测系统验收前，建设和使用单位应进行施工质量检查，同时确定安装设备的位置、型号、数量，抽样检查时应选择有代表性、作用不同、位置不同的设备。

7.4.6 验收程序应符合下列规定：

7.4.6.1 按本规程第 7.4.5 条的要求验收技术资料。

7.4.6.2 多光谱红外火焰探测器的验收应符合下列要求：

a)多光谱红外火焰探测器的安装应符合《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》（JTG 2182-2020）的相关规定。

b)多光谱红外火焰探测器的探测距离、设置间距、报警响应时间应符合本规程第 4.3 节、第 4.4 节和第 5.3 节的规定。

7.4.6.3 多光谱红外火焰探测系统软件的验收应符合下列规定：

a)多光谱红外火焰探测系统施工完成后，多光谱红外火焰探测软件应经过 1 周的连续运行，在运行期间应工作正常，无停止、出错显示、系统崩溃等现象发生。

b)多光谱红外火焰探测系统按本规程第 7.2 节进行火焰报警测试时，多光谱红外火焰探测系统应在规定的时间内报警。

c)多光谱红外火焰探测系统软件应符合本规程第 5.2 节和第 5.4 节的规定。

8 系统维护

8.1 多光谱红外火焰探测系统应由具备相应资质的单位进行维护保养。

8.2 使用单位应制定多光谱红外火焰探测系统的维护保养制度。

8.3 使用单位应按下列规定对多光谱红外火焰探测系统进行定期的检查维护，并做好记录：

a) 每天应检查一次多光谱红外火焰探测软件的运行情况；

b) 每周检查一次系统中所有多光谱红外火焰探测器的运行情况；

c) 每年应在主要防护区域按本规程 7.2 的规定进行一次火焰报警功能测试。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《外壳防护等级（IP 代码）》 GB/T 4208
- 2 《火灾报警控制器》 GB 4717
- 3 《消防电子产品 环境试验方法及严酷等级》 GB 16838—2021
- 4 《火灾自动报警系统组件兼容性要求》 GB 22134
- 5 《消防电子产品防护要求》 GB 23757
- 6 《火灾自动报警系统设计规范》 GB 50116
- 7 《火灾自动报警系统施工及验收标准》 GB 50166
- 8 《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》 JTG 2182-2020
- 9 《公路隧道火灾报警系统技术条件》 JT/T 610
- 10 《火灾报警控制器》 GB 4717
- 11 《特种火灾探测器》 GB 15631