

T/WWXT

文物保护装备产业化及应用协同工作平台标准

T/WWXT 0028—2018

文物建筑氟化酮类灭火系统 设计、施工、验收规范

Code for design and installation and commissioning of Fluorinated ketones fire
extinguishing systems in cultural relic building

2018 - 05 - 25 发布

2018 - 05 - 25 实施

文物保护装备产业化及应用协同工作平台 发布

目 次

前 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和符号 1

 3.1 术语 1

 3.2 符号 3

4 一般规定 5

 4.1 耐火等级 5

 4.2 文物建筑消防安全保护等级 5

 4.3 管路及设备设置要求 5

5 系统设计 6

 5.1 基本原则 6

 5.2 手提式氟化酮类灭火器的设计 6

 5.3 移动式氟化酮类灭火枪的设计 7

 5.4 车载式氟化酮类灭火炮 7

 5.5 自动跟踪定位氟化酮类固定灭火系统的设计 8

 5.6 管网氟化酮类灭火系统的设计 9

 5.7 预制氟化酮类灭火系统的设计 15

 5.8 操作与控制 16

6 施工验收 17

 6.1 施工准备 17

 6.2 管网安装 17

 6.3 喷头安装 18

 6.4 火灾自动报警系统 18

 6.5 试压和吹扫、调试 18

7 维护管理 19

 7.1 一般规定 19

 7.2 系统的定期检查和试验 19

附录 A （规范性附录） 氟化酮类灭火剂理化性能参数要求..... 错误！未定义书签。

附录 B （规范性附录） 海拔高度修正系数..... 错误！未定义书签。

附录 C （资料性附录） 防护区内每立方米空间的灭火剂用量..... 错误！未定义书签。

附录 D （资料性附录） 氟化酮类灭火系统验收记录..... 错误！未定义书签。

附录 E （资料性附录） 氟化酮类灭火系统维护管理记录..... 错误！未定义书签。

表 1	表 1 火灾场所的手提式氟化酮类灭火器的最大保护距离	6
表 2	A 火灾配置场所手提式氟化酮类灭火器的配置基准表	7
表 3	B 火灾配置场所手提式氟化酮类灭火器的配置基准表	7
表 4	A 类火灾场所的移动式氟化酮类灭火枪的最大保护距离	7
表 5	火灾配置场所移动式氟化酮类灭火枪的配置基准表	7
表 6	A 类火灾场所的车载式氟化酮类灭火炮的最大保护距离	7
表 7	火灾配置场所车载式氟化酮类灭火炮的配置基准表	8
表 8	火灾场所自动跟踪定位氟化酮类固定灭火系统的最大保护距离	8
表 A.1	氟化酮类灭火剂理化性能参数要求	错误！未定义书签。
表 B.1	海拔高度修正系数	错误！未定义书签。
表 C.1	氟化酮类灭火剂灭火系统计算表	错误！未定义书签。
表 D.1	氟化酮类灭火系统验收记录	错误！未定义书签。
表 E.1	氟化酮类灭火系统维护管理记录	错误！未定义书签。

前 言

本标准依据GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由文物保护装备产业化及应用协同工作平台提出并归口。

本标准起草单位：上海博物馆、北京天康达科技发展有限公司、山东天康达安防科技有限公司、公安部四川消防研究所、中国建筑科学研究院、重庆声光电智联电子有限公司。

本标准主要起草人：吴来明、苗广州、王忠、刘苑、王新钢、徐方圆、张凯、冉鹏。

本标准为首次发布。

山东天康达安防科技有限公司

文物建筑氟化酮类灭火系统设计、施工、验收规范

1 范围

本规范规定了文物建筑氟化酮类灭火系统的设计、施工、验收及维护管理的技术要求。

本规范适用于氟化酮类灭火系统在文物建筑中的设置。也适用于收藏展示各类可移动文物的建筑内设置氟化酮类灭火系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 1527-2006 控制钢管

GB 5310-2008 高压锅炉用无缝钢管

GB/T 8163-2008 输送流体用无缝钢管

GB/T 14976-2012 流体输送用不锈钢无缝钢管

GB 50016-2014 建筑设计防火规范

GB 50116-2013 火灾自动报警系统设计规范

GB 50140-2014 建筑灭火器配置设计规范

GB 50165-1992 古建筑木结构维护与加固技术规范

GB 50166-2007 火灾自动报警系统施工及验收规范

GB 50898-2013 细水雾灭火系统技术规范

CJJ 39-1991 古建筑修建工程质量检验评定标准（北方地区）

GA 306-2007 阻燃及耐火电缆—塑料绝缘阻燃剂耐火电缆分级和要求

JB 159-1999 古建筑修建工程施工及验收规范

3 术语和符号

3.1 术语

下列术语适用于本文件。

3.1.1

文物建筑 cultural relic building

被公布为文物保护单位，或登记为不可移动文物的，具有历史价值、科学价值和艺术价值的古（构）建筑及涉及文物的近现代代建（构）筑物。

3.1.2

文物建筑防火保护区 cultural relic building fire protection zone

依法划定的文物保护单位的保护范围。防护对象包括文物建筑本体及保护范围内与文物建筑毗邻的、不能进行防火分隔的其它建（构）筑物。

3.1.3

防护区 **protected area**

能满足文物建筑氟化酮类灭火系统全淹没灭火系统要求的有限封闭空间。

3.1.4

氟化酮类灭火剂 **fluorinated ketone fire extinguishing agent**

以氟化酮（ $C_6F_{12}O$ ）为主要成分的一种透明、无色、无味、绝缘的新型高效、环保、洁净灭火剂。常温常压下为液态，释放后无残留，对文物建筑中的纸张、织物、木材、金属等材料均不会产生腐蚀、污染等破坏，并且适用于有人场所。

3.1.5

氟化酮类灭火系统 **fluorinated ketone fire extinguishing system**

以氟化酮类灭火剂作为灭火介质，使此灭火剂发挥最佳灭火效果专门研发设计的灭火系统的统称，其包含便携式、背负式、悬挂式、火探管式、自动跟踪定位固定灭火系统及管网式灭火系统等。

3.1.6

手提式氟化酮类灭火器 **fluorinated ketone portable extinguishing**

能在其内部压力作用下，将所装的氟化酮类灭火剂喷出以扑救火灾，并可手提移动的灭火器具。

3.1.7

移动式氟化酮类灭火枪 **fluorinated ketone mobile fire extinguisher**

利用压缩空气的急剧膨胀与氟化酮类灭火剂撞击混合后，喷射出高速超细雾的移动式灭火装置，由高压气瓶、水桶、水枪、减压器及各种钢丝橡胶管及快速接插件组成。喷射方式分为连续喷射和脉冲喷射，按移动方式分可分为背负式和推（拉）车式。

3.1.8

车载式氟化酮类灭火炮 **fluorinated ketone vehicle mounted fire extinguisher**

以氟化酮类灭火剂为灭火介质，利用压缩空气与氟化酮类灭火剂碰撞混合后，以脉冲的方式喷射出高速雾化氟化酮类灭火剂，调整后可安装到任何合适的汽车、坦克等运输工具上，适用于各种火灾的灭火装置。

3.1.9

悬挂式氟化酮类灭火装置 **fluorinated ketone suspension type fire extinguishing device**

以氟化酮类灭火剂为灭火介质，由火灾探测器件、控制器件和悬挂装置组成的灭火装置。

3.1.10

火探管式氟化酮类灭火系统 fluorinated ketone fire detection tube type fire extinguishing system

以氟化酮类灭火剂为灭火介质，以火探管作为火灾探测器件的灭火系统。

3.1.11

全淹没氟化酮类灭火系统 fluorinated ketone total flooding extinguishing system

在规定的时间内向防护区喷放设计规定用量的氟化酮类灭火剂，并使其均匀地充满整个防护区的灭火系统。

3.1.12

管网氟化酮类灭火系统 fluorinated ketone piping extinguishing systems

按一定的应用条件进行设计计算，将氟化酮类灭火剂从储存装置经由干管支管输送至喷放组件实施喷放的灭火系统。

3.1.13

预制氟化酮类灭火系统 fluorinated ketone pre-engineered systems

按一定的应用条件，将氟化酮类灭火剂储存装置和喷放组件等预先设计、组装成套且具有联动控制功能的灭火系统。

3.1.14

组合分配系统 combined distribution systems

用一套氟化酮类灭火剂储存装置通过管网的选择分配，保护两个或两个以上防护区的灭火系统。

3.1.15

自动跟踪定位氟化酮类固定灭火系统 fluorinated ketone intelligent tracking and positioning fire extinguishing system

以氟化酮类灭火剂作为灭火介质，利用红外线、数字图像或其他火灾探测组件进行早期火灾的自动跟踪定位，并运用自动控制技术来实现灭火的智能跟踪定位灭火系统。系统由自带探测组件及自动控制的灭火装置组成，固定安装建筑内用于控制和扑灭初起火灾的灭火系统。

3.1.16

灭火浓度 flame extinguishing concentration

在101Kpa大气压和规定的温度条件下，扑灭某种火灾所需氟化酮类灭火剂在空气中的最小体积百分比。

3.1.17

惰化浓度 inerting concentration

火源引入时在101Kpa大气压和规定的温度条件下,能抑制空气中任意浓度的易燃可燃气体或易燃可燃液体蒸汽的燃烧发生所需的氟化酮类灭火剂在空气中的最小体积百分比。

3.1.18

浸渍时间 soaking time

在防护区内维持设计规定的氟化酮类灭火剂浓度使火灾完全熄灭所需的时间。

3.1.19

充装率 filling factor

充装在储存容器中的氟化酮类灭火剂质量与容器的容积之比。

3.1.20

泄压口 pressure relief opening

氟化酮类灭火剂喷放时,防止防护区内压超过允许压强,泄放压力的开口。

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

C_1 ——氟化酮类灭火剂灭火或惰化设计浓度(%)；

D ——管道内径(mm)；

F_x ——泄压口面积(m^2)；

F_c ——喷头等效孔口面积(cm^2)；

g ——重力加速度(m/s^2)；

K ——海拔高度修正系数,按附录B的规定取值。

L ——管道计算长度(m),为计算管段中沿程长度与局部损失当量长度之和；

N_g ——安装在支管下游的喷头个数(个)；

N_d ——流程中计算管段的数量；

n ——储存容器的数量(个)；

P_c ——喷头工作压力(MPa,绝对压力)；

P_f ——维护结构承受内压的允许压强(Pa)；

P_m ——过程中点时储存容器内压力(MPa,绝对压力)；

P_0 ——氟化酮类灭火剂储存容器增压压力(MPa,绝对压力)；

P_h ——高程压头(MPa)；

P_2 ——过程中点时，喷头高度相对储存容器内液面的位差（m）；

q_c ——等效孔口单位面积喷射率 $[\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{cm}^2)]$ ；

Q_x ——氟化酮类灭火剂在防护区的平均喷放速率（kg/s）；

Q_w ——主干管的平均设计流量（kg/s）；

Q_g ——支管的平均设计流量（kg/s）；

Q_c ——单个喷头的设计流量（kg/s）；

Q ——管道设计流量（kg/s）；

S ——氟化酮类灭火剂过热蒸气在 101KPa 和防护区最低环境温度下的比容（ m^3/kg ）；

t ——氟化酮类灭火剂的设计喷射时间（s）；

T ——防护区内最低环境温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

V ——防护区的净容积（ m^3 ）；

V_0 ——喷放前，全部储存容器内的气相总容积（ m^3 ）。

V_p ——管网的管道内容积（ m^3 ）；

V_b ——储存容器的容量（ m^3 ）；

W ——防护区氟化酮类灭火剂灭火或惰化设计用量（kg）；

W_0 ——系统中氟化酮类灭火剂储存量（kg）；

δW_1 ——储存瓶内氟化酮类灭火剂的剩余量（kg）；

δW_2 ——管道内的氟化酮类灭火剂的剩余量（kg）；

σ ——氟化酮类灭火剂液体密度（ kg/m^3 ），20 $^{\circ}\text{C}$ 时为 1616 kg/m^3 ；

η ——充装量（ kg/m^3 ）。

δP ——计算管段阻力损失（MPa）；

$\sum_{i=1}^{N_A} \delta P$ ——系统流程阻力总损失（MPa）。

4 一般规定

4.1 耐火等级

文物建筑的耐火等级按现行标准 GB 50016 的规定进行划分。

4.2 文物建筑消防安全保护等级

4.2.1 文物建筑消防安全保护等级是在 GB 50016 对建筑耐火等级统一规定的类别中，结合建筑的保护价值及建筑结构的不同进行的二次分类。

4.2.2 文物建筑消防安全保护等级根据文物的保护级别及建筑结构的火灾危险性分为四级：

- a) 一级：被列入全国重点文物保护单位中木结构、砖木结构的文物建筑。
- b) 二级：被列入省级文物保护单位中木结构、砖木结构的文物建筑。
- c) 三级：被列入市级以下文物保护单位中木结构、砖木结构的文物建筑。
- d) 四级：其他非木结构、砖木结构的文物建筑。

4.3 管路及设备设置要求

4.3.1 文物建筑室内、外设置管路及设备，应置于相对隐蔽及安全的部位，利用原有路由进行设置。不应影响日后文物建筑的维修、保养和使用，不应应对文物建筑产生不良的损伤及视觉影响。

4.3.2 原有油饰彩画、壁画、雕刻、石刻、隔扇、多宝阁、落地罩、室内外各类装饰以及题名、题记等附属物之上不应设置任何设备及管线。

4.3.3 不宜在墁头、干摆、丝缝等墙面或梁、檩、柱、枋等大本构件上钉钉、钻眼、打洞。

4.3.4 安装过程中增加构造柱及框架，应与建筑内主体结构保持安全距离，安装固定宜采用箍、钎、卡等形式。对接触的文物应采取有效的、可逆的保护措施，不应应对文物本体造成损坏。

4.3.5 文物建筑内敷设线路、安装设备，应利用现有管线的沟槽，优先采用明敷、明装工艺，避免架空线。敷设应美观、安全，不应损坏建筑本体及其结构。

4.3.6 室外管线进入室内，宜利用旧管线路进入，采用小口径顶管作业。

4.3.7 除本标准规定外，管线及设备的设置应符合 GB 50165、JGJ 159、CJJ 39 的要求。

4.4 氟化酮类灭火剂的理化性能参数值应达到附录 A 的要求。

5 系统设计

5.1 基本原则

5.1.1 文物建筑防火设计，宜以文物保护规划、消防安全专项规划等为基础内容包括：

- a) 文物建筑本体防火设施设备的配置与完善。
- b) 为保护文物建筑所涉及周边区域的消防基础设施的配置与完善。
- c) 文物建筑本体及周边消防安全总体布局。

5.1.2 文物建筑防火设计时，应优先利用或者改造现有的消防基础设施，并避免对文物本体及其环境风貌造成影响或者破坏。

5.1.3 文物建筑防火设计选择的电器设备和线缆应适应当地自然环境条件。

5.1.4 本规范中未提及的内容，应符合国家、行业的相关规定。

5.2 手提式氟化酮类灭火器的设计

5.2.1 根据文物建筑的火灾类型主要为 A 类火灾和 B 类火灾。

5.2.2 手提式氟化酮类灭火器的最大保护距离应符合表 1 的要求。

表1 火灾场所的手提式氟化酮类灭火器的最大保护距离

消防安全保护等级	A 类火灾场所	B 类火灾场所
三级（含）以上	15 m	9 m
四级	20 m	12 m

5.2.3 一个计算单元内配置的手提式氟化酮类灭火器不得少于 2 具，计算单位保护面积不得小于 150 m²，保护面积每超过 100 m²，增设一具。

5.2.4 每个设置点的手提式氟化酮类灭火器数量不宜多于 5 具。

5.2.5 单体式文物建筑，不论面积大小，均应配备手提式氟化酮类灭火器。

5.2.6 每个灭火器设置点实配手提式氟化酮类灭火器的灭火级别和数量不得小于最小灭火级别和数量的计算值。A 类火灾配置场所手提式氟化酮类灭火器的配置基准，应符合表 2 的要求；

表2 A 类火灾配置场所手提式氟化酮类灭火器的配置基准表

消防安全保护等级	三级（含）以上	四级
每具灭火器最小配置灭火级别	3A	2A
单位灭火级别最大保护面积（m ² / A）	50	75

B 类火灾配置场所手提式氟化酮类灭火器的配置基准，应符合表 3 的要求；

表3 B 类火灾配置场所手提式氟化酮类灭火器的配置基准表

消防安全保护等级	三级（含）以上	四级
每具灭火器最小配置灭火级别	89B	55B
单位灭火级别最大保护面积（m ² / B）	0.5	1.0

5.2.7 除本标准规定外，手提式氟化酮类灭火器的设置还应符合 GB50140 的要求。

5.3 移动式氟化酮类灭火枪的设计

5.3.1 移动式氟化酮类灭火枪的最大保护距离应符合表 4 的要求。

表4 A 类火灾场所的移动式氟化酮类灭火枪的最大保护距离

消防安全保护等级	背负式氟化酮类灭火枪	推（拉）车式氟化酮类灭火枪
三级（含）以上	30 m	50 m
四级	40 m	60 m

5.3.2 单独计算单元内配置的背负式氟化酮类灭火枪不得少于 2 具，计算单位保护面积不得小于 250 m²，保护面积每超过 200 m²，增设一具。

5.3.3 单独计算单元内配置的推（拉）车式氟化酮类灭火枪不得少于 1 具，计算单位保护面积不得小于 250 m²，保护面积每超过 250 m²，增设一具。

5.3.4 每个设置点的背负式氟化酮类灭火枪数量不宜多于 5 具，推（拉）车式氟化酮类灭火枪不宜多于 3 具。

5.3.5 每个设置点灭火枪的灭火级别和数量不得小于最小灭火级别和数量的计算值。火灾配置场所灭火枪的配置基准，应符合表 5 的要求；

表5 火灾配置场所移动式氟化酮类灭火枪的配置基准表

消防安全保护等级	三级（含）以上	四级
每具背负式氟化酮类灭火枪 最小配置灭火级别	4A	3A
每具推（拉）车式氟化酮类灭火枪 最小配置灭火级别	6A	4A
最大保护面积（m ² / A）	100	125

5.4 车载式氟化酮类灭火炮

5.4.1 车载式氟化酮类灭火炮的最大保护距离应符合表 6 的要求。

表6 A 类火灾场所的车载式氟化酮类灭火炮的最大保护距离

消防安全保护等级	车载式氟化酮类灭火炮
三级（含）以上	800 m
四级	1000 m

5.4.2 单独计算单元内配置的车载式氟化酮类灭火炮至少有一辆，计算单位保护面积不得小于 4000 m²，保护面积每超过 2000 m²，增设一辆。

5.4.3 每个设置点的车载式氟化酮类灭火炮数量不宜多于 3 辆。

5.4.4 每个设置点灭火炮的灭火级别和数量不得小于最小灭火级别和数量的计算值。火灾配置场所灭火炮的配置基准，应符合表 7 的要求；

表7 火灾配置场所车载式氟化酮类灭火炮的配置基准表

消防安全保护等级	三级（含）以上	四级
车载式氟化酮类灭火炮	10A	6A
最大保护面积（m ² / A）	400	500

5.5 自动跟踪定位氟化酮类固定灭火系统的设计

5.5.1 一般规定

5.5.1.1 当文物建筑不允许安装管件或安装会对文物建筑造成不可恢复的伤害时，可采用自动跟踪定位氟化酮类固定灭火系统。自动跟踪定位氟化酮类固定灭火系统应能直接定位起火部位。

5.5.1.2 根据保护对象的实际情况，防护区宜以固定的单个封闭空间划分。保护对象周围的空气流动速度不宜大于 2m/s，必要时应采取挡风措施。灭火系统自动喷射时，不应受到梁柱等障碍物的阻挡。

5.5.1.3 灭火系统的持续喷射时间不应低于 20s。

5.5.1.4 同一防护区内的自动跟踪定位氟化酮类固定灭火系统设置不应少于 2 台。一个防护区设置的灭火系统，其装置数量不宜超过 10 台。

5.5.1.5 同一防护区内的自动跟踪定位氟化酮类固定灭火系统装置需要同时启动时，其动作响应时差不应大于 2s。

5.5.2 设计要求

5.5.2.1 自动跟踪定位氟化酮类固定灭火系统的最大保护距离应符合表 8 的要求。

表8 火灾场所自动跟踪定位氟化酮类固定灭火系统的最大保护距离

消防安全保护等级	A 类火灾场所	B 类火灾场所
一、二级	8 m	7 m
三、四级	10 m	8 m

5.5.2.2 自动跟踪定位氟化酮类固定灭火系统作为全淹没系统应用时，当环境温度及设计浓度已确定，灭火剂设计用量值可直接在附录 C 中选取。

5.5.2.3 氟化酮类灭火剂储存容器 72 小时内不能重新充装恢复工作的，应按系统原储存量的 100% 设置备用量。

5.5.3 系统控制

5.5.3.1 自动跟踪定位氟化酮类固定灭火系统的控制部分应设有自动和手动两种功能，且可根据现场实际情况切换。

5.5.3.2 自动跟踪定位氟化酮类固定灭火系统的紧急启动按钮应设在明显的和便于操作的位置。

5.5.3.3 自动跟踪定位氟化酮类固定灭火系统应自带应急电源，保证在外部断电的情况下启动灭火装置。

5.6 管网氟化酮类灭火系统的设计

5.6.1 一般规定

5.6.1.1 采用管网氟化酮类灭火系统保护的防护区，其氟化酮类灭火剂设计用量，应根据防护区可燃物相应的灭火设计浓度或惰化设计浓度计算确定。

5.6.1.2 管网氟化酮类灭火系统的灭火设计浓度不应小于灭火浓度的 1.3 倍，惰化设计浓度不应小于惰化浓度的 1.1 倍。

5.6.1.3 当几种可燃物共存或混合时,其灭火设计浓度或惰化设计浓度,应按其中最大的灭火浓度或惰化浓度确定。

5.6.1.4 两个或两个以上邻近的防护区,宜采用组合分配系统。

5.6.1.5 两个或两个以上的防护区采用组合分配系统时,一个组合分配系统所保护的防护区不应超过 10 个。

5.6.1.6 管网氟化酮类灭火系统的设计温度,应采用 20℃。

5.6.1.7 同一集流管上的储存容器,其规格、充压压力和充装量应相同。

5.6.1.8 同一防护区,当设计两套或三套管网时,集流管可分别设置,系统启动装置必须共用。各管网上喷头流量均应按同一灭火设计浓度、同一喷放时间进行设计。

5.6.1.9 管网氟化酮类灭火系统的储存装置 72 小时内不能重新充装恢复工作的,应按系统原储存量的 100%设置备用量。

5.6.1.10 组合分配系统的氟化酮类灭火剂储存量,应按储存量最大的防护区确定。

5.6.1.11 文物资料库等防护区,灭火设计浓度宜采用: 8%。

5.6.1.12 灭火浸渍时间宜采用: 20 min。

5.6.2 增压压力和填充密度

5.6.2.1 管网氟化酮类灭火系统设计与管网计算的设计额定温度,应为 20℃。

5.6.2.2 管网氟化酮类灭火系统采用氮气增压输送。氮气的含水量应小于 0.006%。

额定增压压力分为两级,应符合下列规定:

一级 2.5±0.1MPa 表压

二级 4.2±0.1MPa 表压

5.6.2.3 氟化酮类灭火剂储存容器中的单位充装率,应符合以下规定:

一级增压储存容器,不应大于 1480 (kg/m³);

二级增压储存容器,不应大于 1440 (kg/m³);

5.6.2.4 系统管网的管道内容积,不宜大于该系统氟化酮类灭火剂充装容积量的 80%。

5.6.2.5 管网布置宜设计为均衡系统管网符合下列规定:

a) 各喷头设计流量应相等;

b) 在管网上从第 1 分流点至各喷头的管道阻力损失,其相互间的最大差值不应大于 20%。

5.6.2.6 防护区域的泄压口面积,宜按下式计算:

$$F_x = 0.15 \frac{Q_x}{\sqrt{P_f}}$$

式中： F_x ——泄压口面积（ m^2 ）；

Q_x ——氟化酮类灭火剂在防护区的平均喷放速率（ kg/s ）；

P_f ——维护结构承受内压的允许压强（ Pa ）。

5.6.3 氟化酮类灭火剂的设计用量

5.6.3.1 防护区灭火设计用量或惰化设计用量应按下列式计算：

$$W = K \times \frac{V}{S} \times \frac{C_1}{100 - C_1}$$

式中： W ——防护区氟化酮类灭火剂灭火或惰化设计用量（ kg ）；

C_1 ——氟化酮类灭火剂灭火或惰化设计浓度（%）；

S ——氟化酮类灭火剂过热蒸气在 101 KPa 和防护区最低环境温度下的比容（ m^3/kg ）

V —— 防护区的净容积（ m^3 ）；

K ——海拔高度修正系数，按附录 B 的规定取值。

5.6.3.2 氟化酮类灭火剂在不同温度下的过热蒸气比容，应按下列式计算：

$$S = K_1 + K_2 T$$

式中： T ——防护区内最低环境温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

$$K_1 = 0.0664;$$

$$K_2 = 0.000274。$$

当环境温度及设计浓度已确定时，灭火剂设计用量可直接在附录 C 中选取。

5.6.3.3 系统中氟化酮类灭火剂的储存量应为防护区灭火设计用量或惰化设计用量与系统中喷放不尽的剩余量之和。喷放不尽的剩余量，应包括储存容器内剩余量和管网内的剩余量应按下列式计算：

$$W_0 = W + \delta W_1 + \delta W_2$$

式中： W_0 ——系统中氟化酮类灭火剂储存量（ kg ）；

δW_1 ——储存瓶内氟化酮类灭火剂的剩余量（ kg ）；

δW_2 ——管道内的氟化酮类灭火剂的剩余量 (kg)。

5.6.3.3.1 储存容器内的剩余量,可按储存容器内引升管管口以下的容器容积量计算。

5.6.3.3.2 均衡管网和只含一个封闭空间的防护区的非均衡管网,其管道内的剩余量均可不计。

5.6.3.3.3 防护区中含两个或两个以上封闭空间的非均衡管网,其管网内的剩余量,可按管网第1支点后各支管的长度,分别取各长支管与最短支管长度的差值为计算长度,计算出的各长支管末段的内容积量,则等量于灭火剂在管网内的剩余量。

5.6.4 管网计算

5.6.4.1 管网计算时,各管道中氟化酮类灭火剂的流量,宜采用平均设计流量。

主干管的平均设计流量,应按下式计算:

$$Q_w = \frac{W}{t}$$

式中: Q_w ——主干管的平均设计流量 (kg/s);

t ——氟化酮类灭火剂的设计喷射时间 (s);

5.6.4.2 支管的平均设计流量,应按下式计算:

$$Q_g = \sum_{i=1}^{N_g} Q_c$$

式中: Q_g ——支管的平均设计流量 (kg/s);

N_g ——安装在支管下游的喷头个数 (个);

Q_c ——单个喷头的设计流量 (kg/s)。

5.6.4.3 管网阻力损失宜采用喷放氟化酮类灭火剂设计用量 50%时 (过程中点) 的储存容器内压力和该点瞬时流量进行计算,且认定该瞬时流量等于平均设计流量。

5.6.4.4 过程中点时储存容器内压力,宜按下式计算:

$$P_m = \frac{P_0 V_0}{V_0 + \frac{W}{2\sigma} + V_p}$$

$$V_0 = nV_b \left(1 - \frac{\eta}{\gamma} \right)$$

式中: P_m ——过程中点时储存容器内压力 (MPa, 绝对压力);

P_0 ——氟化酮类灭火剂储存容器增压压力 (MPa, 绝对压力);

V_0 ——喷放前, 全部储存容器内的气相总容积 (m^3)。

σ ——氟化酮类灭火剂液体密度 (kg/m^3), 20°C 时为 $1616 \text{ kg}/\text{m}^3$;

V_p ——管网的管道内容积 (m^3);

n ——储存容器的数量 (个)。

V_b ——储存容器的容量 (m^3);

η ——充装量 (kg/m^3)。

5.6.4.5 管网的阻力损失应根据管道种类确定。当采用镀锌管时, 其阻力损失可按下式计算:

$$\frac{\delta P}{L} = \frac{5.75 \times 10^5 Q^2}{\left(1.74 + 2 \times \lg \frac{D}{0.12}\right)^2 D^5}$$

式中: δP ——计算管段阻力损失 (MPa);

L ——管道计算长度 (m), 为计算管段中沿程长度与局部损失当量长度之和;

Q ——管道设计流量 (kg/s);

D ——管道内径 (mm)。

5.6.4.6 初选管径可按管道设计流量, 参照下列公式计算:

(可按平均设计流量及采用管道阻力损失为 $0.003 \sim 0.02 \text{ MPa}/\text{m}$ 进行计算。)

当 $Q \leq 6.0 \text{ kg}/\text{s}$ 时,

$$D = (12 \sim 20) \sqrt{Q}$$

当 $6.0 \text{ kg}/\text{s} \leq Q \leq 160.0 \text{ kg}/\text{s}$ 时,

$$D = (8 \sim 16) \sqrt{Q}$$

5.6.4.7 喷头工作压力应按下式计算:

$$P_c = P_m - \sum_1^{N_d} \delta P \pm P_h$$

式中: P_c ——喷头工作压力 (MPa, 绝对压力);

$\sum_1^{N_d} \delta P$ ——系统流程阻力总损失 (MPa);

N_d ——流程中计算管段的数量;

P_h ——高程压头 (MPa)。

5.6.4.8 高程压头应按下式计算:

$$P_2 = 10^{-6} \phi H g$$

式中: P_2 ——过程中点时, 喷头高度相对储存容器内液面的位差 (m);

g ——重力加速度 (m/s^2)。

5.6.5 喷头等效孔

5.6.5.1 喷头等效孔口面积应按下式计算:

$$F_c = \frac{Q_c}{q_c}$$

式中: F_c ——喷头等效孔口面积 (cm^2);

q_c ——等效孔口单位面积喷射率 [$kg/(s \cdot cm^2)$]。

5.6.5.2 喷头的实际孔口面积, 应经试验确定。

5.6.6 系统组件

5.6.6.1 储存装置

5.6.6.1.1 氟化酮类灭火系统的储存装置应由储存容器、容器阀、单向阀和集流管等组成。

5.6.6.1.2 在储存容器或容器阀上应设安全泄压装置和压力表, 组合分配系统的集流管应设安全泄压装置, 安全泄压装置的动作压力应符合下列规定:

a) 储存容器额定增压压力为 2.5MPa 时, 应为 5 ± 0.25 MPa 表压;

b) 储存容器额定增压压力为 4.2MPa 时, 应为 8.4 ± 0.25 MPa 表压。

5.6.6.1.3 在容器阀和集流管之间的管道上应设单向阀, 单向阀与容器阀或单向阀与集流管之间应采用软管连接 (挠性连接), 储存容器和集流管应采用支架固定。

5.6.6.1.4 备用量的储存容器与主用量的储存容器应连接在同一集流管上并能切换使用。

5.6.6.1.5 成组布置的储存装置宜设在靠近防护区的储瓶间内或集中放置, 室温宜为 $-40 \sim 50^\circ C$ 。

5.6.6.1.6 储存装置的布置, 应便于操作、维修及防止阳光照射, 操作面距墙面或两操作面之间的距离, 不宜小于 1 m。

5.6.6.2 管道部件与管道

5.6.6.2.1 在通向每个防护区的管网氟化酮类灭火系统主管道上，应设压力讯号器或流量讯号器。

5.6.6.2.2 在组合分配系统中，相对于每个防护区应设置控制氟化酮类灭火剂流向的选择阀，其公称直径应与该防护区管网氟化酮类灭火系统的主管道公称直径相等，选择阀的位置应靠近储存容器且便于操作，选择阀应设有指明其工作防护区的标牌。

5.6.6.2.3 喷头宜贴近防护区顶面安装，距顶面的最大距离不应大于 0.5 m，坡屋顶可按檐口计算。喷头的保护高度和保护半径，应符合下列规定：

- a) 最大保护高度，不宜大于 6.5 m；
- b) 最小保护高度，不宜小于 0.3 m；
- c) 当防护区高度 $h < 1.5\text{m}$ 时，喷头的保护半径，不应大于 4.5 m；
- d) 当防护区高度 $h \geq 1.5\text{m}$ 时，喷头的保护半径，不应大于 7.5 m；
- e) 喷头的布置应满足喷放后气化后的灭火剂在防护区内均匀分布的要求；
- f) 喷头出口射流方向离文物、文物建筑物表面距离，不宜小于 0.5 m。

5.6.6.2.4 喷头应以其喷射流量和保护半径进行合理配置，满足氟化酮类灭火剂在防护区均匀分布的要求。

5.6.6.2.5 喷头应有表示其型号，规格的永久性标志。设置在有粉尘的防护区的喷头，宜装上在喷射时自行脱落的防尘罩。

5.6.6.2.6 管网管道及管道附件应能承受最高环境温度下的工作压力，并应符合下列规定：

- a) 输送氟化酮类灭火剂的管道应采用无缝钢管。其质量应符合现行国家标准 GB/T 8163、GB 5310 等的规定。无缝钢管内外应进行防腐处理，防腐处理应采用符合环保要求的方式。
- b) 输送氟化酮类灭火剂的管道安装在有腐蚀镀锌层（腐蚀性较大）的环境里，宜采用不锈钢管。其质量应符合现行国家标准 GB/T 14976 的规定；
- c) 输送启动气体的管道，宜采用铜管，其质量应符合现行国家标准 GB 1527 的规定；
- d) 管道的连接，当公称直径小于或等于 80 mm 时，宜采用螺纹连接；大于 80 mm 时，宜采用法兰连接。钢制管道附件内外应进行防腐处理，防腐处理应采用符合环保要求的方式，使用在腐蚀性较大的环境里，应采用不锈钢的管道附件。

5.7 预制氟化酮类灭火系统的设计

5.7.1 预制氟化酮类灭火系统包括悬挂式氟化酮类灭火系统、柜式氟化酮类灭火系统、火探管式氟化酮类灭火系统等无管网固定灭火系统。

5.7.1.1 博物馆和文物建筑设置管网式灭火系统有困难且文物建筑承载能力达到安装条件要求时，可采用预制氟化酮类灭火系统。

5.7.1.2 按照应用方式，预制氟化酮类灭火系统可分为全淹没灭火系统和局部应用灭火系统。全淹没灭火系统应用于扑救封闭空间内的火灾；局部应用灭火系统用于扑救具体保护对象的火灾。

5.7.1.3 根据保护对象的实际情况，防护区宜以固定的单个封闭空间划分。室内净空高度不应超过 8 m，保护空间不应大于 500m^2 ，且容积不宜大于 1600m^3 。

5.7.1.4 全淹没灭火系统的采用预置氟化酮类灭火系统时,保护对象周围的空气流动速度不宜大于 2 m/s,必要时应采取挡风措施。防护区的面积应取被保护物资的垂直投影面积。

5.7.1.5 预制氟化酮类灭火系统采用氮气增压输送。氮气的含水量应小于 0.006%。

5.7.1.6 额定增压压力分为两级,应符合下列规定:

一级 2.5±0.1MPa 表压

二级 4.2±0.1Mpa 表压

5.7.1.7 预制氟化酮类灭火系统储存容器中的单位充装率,应符合以下规定:

一级增压储存容器,不应大于 1480 (kg/m³);

二级增压储存容器,不应大于 1440 (kg/m³);

5.7.1.8 采用预制氟化酮类灭火系统的保护空间灭火设计浓度不应小于灭火浓度的 1.3 倍,惰化设计浓度不应小于惰化浓度的 1.1 倍。

5.7.1.9 同一防护区的灭火装置多于一台时,必须能同时启动,其动作响应值不得大于 2s。

5.7.1.10 一个防护区设置的预制氟化酮类灭火系统,其装置数量不宜超过 10 台。

5.7.1.11 悬挂式氟化酮类灭火系统应设置在保护区域上方和侧方。

5.7.1.12 火探管式氟化酮类灭火装置应将火探管设在保护区域内部,火探管的敷设间距不应大于 1 m,火探管末端与保护区域最远点的距离不应大于 1 m。

5.7.1.13 氟化酮类灭火剂储存容器 72 小时内不能重新充装恢复工作的,应按系统原储存量的 100% 设置备用量。

5.7.2 系统控制

5.7.2.1 预制氟化酮类灭火系统的控制部分应设有自动和手动两种功能,且可根据现场实际情况切换。每个灭火单元至少设置一个手动紧急启动按钮。

5.7.2.2 当采用火灾自动报警系统时,预制氟化酮类灭火系统应在收到同一防护区两个独立的火灾探测信号后自动启动。

5.7.3 联动控制设备应有紧急启动功能。

5.7.3.1 预制氟化酮类灭火系统选用的电缆应符合 GA 306.1 和 GA 306.2 的要求。不同用途的电缆宜采用不同的颜色。

5.7.3.2 紧急启动按钮、手动报警按钮应设在明显的和便于操作的位置,下沿应距地 1.3 m~1.5 m。

预制氟化酮类灭火系统的布线应合理,不应破坏原有建筑结构,并符合 GB 50116 的要求。

5.8 操作与控制

5.8.1 采用氟化酮类灭火系统的防护区,应按现行国家标准 GB 50116 的规定设置火灾自动报警系统,探测的灵敏度宜采用一级。

5.8.2 氟化酮类灭火系统应设自动控制、手动控制和机械应急操作三种启动方式。设置在防护区内的预制氟化酮类灭火系统应有自动控制和手动控制两种启动方式。当有人进入防护区时将氟化酮类灭火系统转换到手动控制位，当人离开时恢复到自动控制位。

5.8.3 自动控制装置应在接到两个独立的火灾信号后才能启动，手动与自动转换装置应设在防护区疏散出口的门外便于操作的地方。机械应急操作装置应设在储瓶间内或防护区疏散出口门外便于操作的地方，并且其操作方式应经两步完成。

5.8.4 氟化酮类灭火系统的操作与控制应包括对需联动的开口封闭装置，通风机械和防火阀等设备的操作与控制设有消防控制中心的场所。各防护区灭火控制系统的动作信息应传送给消防控制中心，这些信息宜包括火灾信息捕获、灭火动作、手动与自动转换和系统故障等。

5.8.5 氟化酮类灭火系统的供电应符合现行国家有关消防技术标准的规定，采用气动力源时应保证系统操作和控制需要的压力和气量。

6 施工验收

6.1 施工准备

6.1.1 氟化酮类灭火系统施工前应具备下列条件：

灭火系统平面布置图、系统图、安装详图等施工图及有关技术文件应齐全；

- a) 设计单位向施工单位、监理单位进行技术交底；
- b) 灭火系统组件、管件及其它设备、材料应能保证正常施工；
- c) 施工现场及施工中使用的水、电、气应满足连续施工的要求。

6.1.2 氟化酮类灭火系统施工前，应对灭火系统的组件、管件及其它设备、材料进行现场检查，确认符合设计要求和国家现行有关标准的规定。

6.1.3 管材、管件应进行现场感观检验，并符合下列要求：

- a) 表面应无裂纹、缩孔、夹渣、折迭和重皮；
- b) 螺纹密封面应完整、无损伤、无毛刺；
- c) 热镀锌钢管内外表面的镀锌层不得有脱落、锈蚀等现象；
- d) 非金属密封垫片应质地柔韧、无老化变质或分层现象，表面无折损、皱纹等缺陷；
- e) 法兰密封面应完整、光洁，不得有毛刺和径向沟槽；螺纹连接的螺纹应完整、无损伤。

6.1.4 喷头应进行现场检验，并符合下列要求：

- a) 型号、规格应符合设计要求；
- b) 外观应无加工缺陷和机械损伤。

6.2 管网安装

6.2.1 管网氟化酮类灭火系统的管网安装应符合 GB 50898 的有关规定。

检验方法：观察检查。

6.2.2 供给干管应做红色或红色环圈标志。

检验方法：观察检查。

6.3 喷头安装

管网氟化酮类灭火系统的喷头安装应符合GB 50898的有关规定。

6.4 火灾自动报警系统

火灾自动报警系统的安装施工应符合GB 50166的有关规定。

6.5 试压和吹扫、调试

6.5.1 试压和吹扫

6.5.1.1 一般规定

管网氟化酮类灭火系统试压和冲洗的一般规定应符合GB 50898的有关规定。

6.5.1.2 气压试验

当安装使用环境不满足水压强度试验时，可用气压试验代替，要求应符合GB 50898的有关规定。

6.5.1.3 吹扫

管道进行吹扫且应符合GB 50898的有关规定。

6.5.1.4 严密性试验

当管道做完气压试验并进行管道吹扫后，应对管道进行严密性试验，并按照GB50898的有关规定进行，并做好数据记录。

6.5.2 调试

6.5.2.1 氟化酮类灭火系统调试应符合GB 50898的有关规定。

6.5.2.2 灭火系统应进行喷射试验，试喷时可采用压缩空气等介质进行试验。

6.5.2.3 灭火系统与火灾自动报警系统的联动实验，应符合GB 50898的有关规定。

6.5.3 验收

氟化酮类灭火系统的验收应符合GB 50898的有关规定。

灭火系统投入运行前应对施工质量进行验收，并按本规范附录D记录，验收应包括下列内容：

- a) 氟化酮类灭火装置的规格、型号、安装位置及安装质量；
- b) 在储存装置上应设耐用的固定铭牌，标明每个容器的编号、皮重、灭火剂名称、充装量、充装日期和增压压力等；
- c) 管道及管件的规格、型号、位置、坡向、坡度、连接方式及安装质量；

- d) 固定管道的支、吊架，间距及牢固程度；
- e) 管道穿防火堤、楼板、防火墙及变形缝的处理；
- f) 管道和系统组件的防腐处理；
- g) 驱动装置：检查数量：全数检查；检查方法：观察和量测及试验检查。
- h) 氟化酮类灭火系统投入运行前应对系统功能进行验收，并按本规范附录 D 记录。
- i) 检查数量：按防护区数量全数检查。

7 维护管理

7.1 一般规定

7.1.1 氟化酮类灭火系统质量验收合格后方可投入运行。

7.1.2 氟化酮类灭火系统投入运行前，使用单位相关人员应经过专业技术人员培训且合格后，方可进行该系统的运行操作及维护，并做好运行和维护记录。建立健全该系统的整套文字性记录资料。

7.1.3 灭火系统投入运行时，维护、管理应具备下列资料：

- a) 系统组件的安装使用说明书、产品质量证明文件；
- b) 操作规程和系统流程图；
- c) 值班员职责；
- d) 本规范附录 E 灭火系统维护管理记录。

7.1.4 对检查和试验中发现的问题应及时解决，对损坏或不合格者应立即更换，并应复原系统。

7.2 系统的定期检查和试验

每月应对系统进行检查，并应按本规范附录 E 记录，检查内容及要求应符合下列规定：

- a) 对系统进行外观检查，应完好无损；
- b) 系统阀门的开启与关闭应自如，不应锈蚀；
- c) 压力表、汇集管、金属软管、管道及附件不应有损伤；
- d) 对遥控或自动控制设施及操纵机构进行检查，性能应符合设计要求；
- e) 对系统输送灭火剂的立管应清除锈渣；
- f) 驱动装置和设备供电电源运行状况应完好。