

无管网超细干粉灭火系统在电缆隧道中的应用

朱惠军¹, 王海燕²

(1. 武汉市消防支队, 湖北 武汉 430022; 2. 湖北省消防总队, 湖北 武汉 430070)

摘要: 论述了电缆隧道火灾的特征; 分析了超细干粉灭火剂的灭火机理和优缺点; 对如何有效防止电缆隧道火灾的问题进行了探讨。

关键词: 无管网超细干粉灭火系统; 电缆隧道火灾

现代化的设备用房以及工矿企业、发电厂中, 电缆承担着巨大的电能输送任务, 应用十分广泛。因此电缆火灾事故时有发生, 造成严重损失。近年来, 对电缆隧道火灾预防与扑救课题研究日趋重视。目前比较成熟的灭火技术主要有泡沫灭火系统、水喷雾(细水雾)灭火系统和超细干粉灭火系统。由于很多电缆隧道在火灾发生时不能很快实行断电, 所有含水灭火剂都有一定导电性, 在实施灭火过程中, 极易发生短路或导电等二次灾害事故。相对而言, 对于电缆隧道火灾, 采用超细干粉灭火具有安全性更好、速度更快、效率更高、更加环保、造价更经济等特点。

1 电缆隧道的火灾特点

1.1 致火灾成因多

电缆隧道中的电缆是主要的可燃物。从以往的火灾案例来看, 引起电缆火灾的主要原因是电缆中间头制作质量不良、压接头不紧等导致接触电阻过大, 产生极大的热量引起的; 电缆运行中温度较高, 缆芯正常工作温度为 50~80℃。长时间在高温下工作, 易使绝缘材料老化, 中间接头被氧化而被引燃也经常发生。据统计, 因电缆头故障而导致的电缆火灾、爆炸事故占电缆事故总量的 70% 左右。

另外, 电缆的相间距离很小, 主要靠绝缘材料绝

缘。由于机械损伤或地面下沉、腐蚀性气体或液体的侵蚀造成电缆保护层损坏, 导致电缆绝缘击穿, 产生电弧, 也会引起绝缘层和填料燃烧起火, 其特点为: 在电弧高温(达上千℃)作用下电缆绝缘层迅速气化而燃烧, 气化后的绝缘层使电弧前移, 火焰又使新的电缆绝缘层气化, 因而燃烧速度快; 电弧放电时的电流峰值不大, 不足以引起保护性跳闸断电, 使电弧能持续存在。

电缆隧道均处于地下, 地势较低。且电缆运行时温度较高, 并且常常会因为通风跟不上而使隧道内部温度越来越高。某些泄漏的可燃气体或者液体一旦流入电缆隧道内部极易发生爆炸燃烧。

1.2 火灾蔓延快

电缆本身一旦着火后, 如果电缆贯穿墙壁、楼板孔洞处没有采取防火封堵措施, 竖井则有如烟囱, 使火势凶猛、迅速; 由于着火时产生大量烟气和热量, 隧道工作面窄, 扑救困难, 燃烧持续时间长; 电缆线路的分布范围点多面广, 极易造成火势扩大, 周围电缆均为带电设备, 容易引起事故的连锁反应。

1.3 有管网灭火系统布置困难

电缆隧道一般为地下封闭式结构, 由混凝土浇筑而成, 内部高度比较低矮, 只在相应位置设有检修孔, 通风及采光条件都比较差; 电缆隧道一般都比较长, 电缆采用桥架分层敷设, 密度很大; 电缆隧道、夹层、竖井地段拥挤、走向复杂; 混凝土浇注比较厚, 不可能穿墙打孔, 隧道内七拐八弯, 几何形状极不规则, 管网灭火系统在电缆隧道里安装困难且费用大; 因此规则的管网灭火系统显然无法适应特殊的要求。

2 超细干粉的灭火原理

超细干粉是由武汉绿色消防器材有限公司研究人员在国内率先开发出的干粉家族新产品。超细干粉灭火作用机理是以化学灭火为主, 物理灭火为辅, 主要体现在以下几个方面。

参考文献:

- [1] 薛胜雄, 等. 高压水射流技术与应用. 机械工业出版社, 1998.
- [2] JB/T 6909-1993, 超高压泵.
- [3] 自动喷水灭火系统设计手册. 中国建筑工业出版社, 2002.

收稿日期: 2006-07-24; 修回日期: 2006-09-21

第一作者地址: 陕西省宝鸡市火炬路 6 号

电话: (0917)3605331

2.1 有效抑制有焰燃烧

作为一种链式反应,在有焰燃烧过程中燃料分子在燃烧产生的高温作用下被活化,在有氧条件下产生大量自由基和活性基,在此类具有高能量的自由基传播反应基础上,燃烧过程持续进行。当超细干粉灭火剂释放后,在常压氮气驱动下,灭火剂与火焰充分混合,灭火成分迅速捕获燃烧自由基,使得燃烧反应产生的自由基消耗速度大于产生速度,由于缺乏燃烧所必须的活性自由基,燃烧链式反应过程即告终止,火焰迅速熄灭。

2.2 对表面燃烧强窒息作用

超细干粉不仅对扑灭有焰燃烧有很好的效果,而且对一般固体物质的表面燃烧(阴燃)有很好的熄灭作用。当超细干粉粉体与高温燃烧物表面接触时,发生一系列化学反应,在固体表面的高温作用下被熔化并形成一玻璃状覆盖层将固体表面与周围空气隔开,使燃烧窒息。

2.3 遮隔火焰热辐射、冷却被保护物

灭火剂释放时产生的高浓度粉末与火焰相混合,产生的分解吸热反应有效吸收火焰的部分热量,而在分解反应产生的一些副产品,如:二氧化碳、水蒸气等,对燃烧区的氧浓度也具有部分稀释作用,使火的燃烧反应减弱。

另据环保部门和药检部门检测结果显示:超细干粉灭火剂对大气臭氧层耗减潜能值(ODP)为零。温室效应潜能值(GWP)为零。对人体皮肤和呼吸道无刺激,对保护物无腐蚀、无毒无害。灭火后残留物易清理,可广泛应用于生产和生活各种场所。

3 无管网超细干粉自动灭火系统

从某种定义上讲,超细干粉也是一种气溶胶,它是通过惰性气体驱动干粉微粒释放于空间产生的冷气溶胶。超细干粉自动灭火装置用氮气作动力,驱使灭火装置内超细干粉灭火剂喷出进行灭火;氮气压力为1.2 MPa,安全可靠,对保护物无任何损害;所填充的超细干粉灭火剂除绿色环保特征外,其灭火效率高、灭火速度快、灭火浓度低的特点完全符合当今消防要求;悬挂式、柜式、壁装式均能与火灾报警系统接口,组成自动灭火系统。其无管网灭火系统(悬挂式、柜式、壁装式)安装简便、成本低,有全淹没灭火或局部保护灭火的应用方式,可灵活选择。启动方式有电控启动、定温启动、热启动,可根据现场环境灵活运用,应用范围非常广泛,特别适合电缆隧道、夹层等场所的各类火灾。

3.1 电缆隧道的应用

无管网超细干粉灭火系统可以全淹没灭火,也可以局部保护方式灭火,在电缆隧道的应用中,我们可以考虑两种方式相结合的方法。由于电缆隧道一般都很长,对电缆隧道进行了防火分区的,我们就按全淹没灭火方式进行设计。没有分区的隧道相对较长,如果把隧道的所有灭火装置同时启动,可能会因小火而耗损过多的灭火装置,这时,我们可以采用局部保护的方式灭火,即将电缆隧道进行分段保护,在该段电缆桥架上的缆式探测器或热敏线所探测到的火灾信号,只启动相对应的灭火装置,一般取8~10个装置为一组,从而降低了灭火成本。

3.2 电缆隧道的全淹没灭火计算方法

(1)全淹没灭火系统的灭火剂用量 M 按式(1)计算:

$$M \geq m + \sum m_{si} \quad (1)$$

式中: m ——灭火剂设计用量(kg);

m_{si} ——灭火剂喷射剩余量(kg)。

(2)灭火剂设计用量 m 按式(2)计算:

$$m = kV \quad (2)$$

式中: k ——灭火剂全淹没灭火设计浓度(kg/m³);

V ——防护区净容积(m³)。

(3)灭火剂全淹没灭火设计浓度 K 的确定:

电缆沟、电缆夹层、变配电室等场所,灭火剂全淹没灭火设计浓度宜取0.12 kg/m³(1.2倍的最小灭火浓度,其中最小灭火浓度为0.10 kg/m³)。

(4)灭火剂剩余量 m_{si} 按式(3)计算:

$$m_{si} = m_{oi} k_{oi} \quad (3)$$

式中: m_{oi} ——灭火剂充装量(kg);

K_{oi} ——灭火剂喷射剩余率(%),悬挂式超细干粉灭火装置剩余率取5%。

(5)灭火剂用量确定后,选取适宜种类和规格的灭火装置组成灭火系统。灭火装置的灭火剂总量应不小于灭火剂用量 M 。相对封闭的空间且每个单独的灭火分区容积不大于1 000 m³或面积不大于250 m²时,设计无管网超细干粉灭火系统宜采用全淹没方式,然后进行均匀分布。

3.3 局部应用灭火系统设计

(1)露天、敞开的空间或室内具体保护对象等场所,需采用局部应用灭火系统予以保护。

(2)灭火剂的用量一般按保护对象整体铅垂方向的投影面积的1.1倍计算,使灭火装置保护面积的总和不小于被保护对象的投影面积。

(3)灭火装置一般采用正方形或长方形进行布置,

应确保灭火剂喷射时,能使燃烧物的表面完全覆盖。

(4) 灭火装置的保护面积。

灭火装置的保护面积,是指按国家标准规定进行灭火试验时,所灭掉油火的面积。如:5 kg 悬挂式超细干粉灭火装置在安装高度为 4 m 时,它所覆盖的有效灭火面积是 $4 \times 4 = 16 \text{ m}^2$ (正方形);在同一高度、同一规格的喷头条件下,每个单孔喷头所喷射的灭火剂保护面积相等,但当保护物为易复燃的火灾载体或现场情况复杂时,应适当增加灭火剂的量,悬挂式超细干粉灭火装置的保护面积,是按上述规定经检测确定的,如表 1 所示。

表 1 灭火装置保护面积

产品名称	型号及规格	保护面积(m ²)
悬挂式超细 干粉灭火装置	ZFCX-3	12
	ZFCX-4	14
	ZFCX-5	16

3.4 灭火系统的启动方式

无管网悬挂式灭火系统的启动方式有三种:感温元件温控启动、热敏线启动、电控启动。

(1) 感温元件温控启动,全淹没保护区空间较小,且满足如下要求时,无管网灭火系统可采用感温元件温控启动方式启动:① 防护区设计所需悬挂式灭火装置的具数少于 8 具(含 8 具);② 火灾时,燃烧物(如汽油)能在短时间内将防护区温度明显提升,使悬挂式灭火装置感温元件较快动作;③ 感温元件温控启动工作原理。发生火灾时,当防护区环境温度上升到灭火装置感温元件公称温度以上时,玻璃球感温元件受热膨胀破裂,开启喷头喷放灭火剂灭火。

(2) 热敏线启动。① 当防护区灭火装置具数较多或火灾时防护区环境温度上升较慢,且不易采用电控启动时,灭火装置可采用热敏线启动方式启动(如电缆隧道、夹层,配电柜等场所);② 热敏线启动装置的组成。热敏线启动装置主要由热敏线及套在灭火装置玻璃球感温元件上的热敏线启动器等组成;③ 热敏线启动工作原理。发生火灾时,明火引燃保护物附近的热敏线,启动器动作,将热源传递到玻璃球,玻璃球感温元件受热膨胀破裂,开启喷头喷放灭火剂灭火。

(3) 电控启动。当防护区采用火灾报警控制系统时,灭火装置可采用电控启动方式启动。① 电控启动装置的组成。灭火装置的电控启动装置主要由套在灭火装置玻璃球感温元件上的电控启动器组成,该装置与火灾报警控制系统相连;② 电控启动工作原理。发

生火灾时,火灾电子报警系统探测到火情,经控制主机确认发出灭火指令,灭火装置上的电控启动器通电,致使玻璃球感温元件受热膨胀破裂,开启喷头喷放灭火剂灭火。

灭火装置的选型及启动方式如表 2 所示。

表 2 选型及启动方式

灭火装置型式	应用场所	启动方式
悬挂式超细干 粉灭火装置	一个独立保护区,面积 $\leq 250 \text{ m}^2$ 或容积 $\leq 1000 \text{ m}^3$ 的场所。	一个独立保护区所需具数 ≤ 8 具时,可采用温控、电控及热启动方式启动;多于 8 具时,采用电控、热启动方式。
	电缆沟、电缆夹层、电缆竖井。	采用热启动或电控启动方式。
柜式超细干 粉灭火装置	一个独立保护区面积 $\leq 500 \text{ m}^2$ 或容积 $\leq 2000 \text{ m}^3$ 的场所。	采用电控启动方式。

3.5 灭火装置的布置

(1) 若需对封闭空间内所有保护对象进行防护时,灭火装置(或喷头)应均衡布置;若仅需对封闭空间内局部区域的保护对象进行防护时,灭火装置(或喷头)可尽量靠近保护对象。

(2) 灭火装置(或喷头)一般安装在保护区上方,灭火剂沿铅垂方向自上而下喷射。特殊情况下,也可沿其它方向喷射灭火剂。

(3) 无管网以悬挂式为代表,安装方便,无须穿墙打孔,电控和热启动都能实现多具同时启动,武汉绿色消防器材有限公司最近开发的多孔喷头,将喷射角度调整到 90° ,单边的有效喷射距离可以达到 4 m,在应用上还可设计定向安装,装置之间的安装距离可以达到 4~6 m,针对电缆桥架多层布置是非常有效的。

4 结束语

现代消防的要求是早期抑制、快速反应、高效灭火。特别是电缆隧道消防在选择产品时要考虑火灾特性,所选灭火剂要适合被保护物的特性和要求,同时更要考虑其安全性,再就是要考虑经济性、灭火浓度低即用量少、后期维护费用低和安装简便而可靠等。超细干粉作为一项新型灭火技术,其绿色环保和高效灭火的性能受到国内外普遍关注,目前在国内外已经有多家消防企业在向这项技术发展,相信在不远的将来,超细干粉灭火系统(特别是无管网)必将成为我国电缆隧道乃至相关行业的消防保护神。