

# 提高船舶机舱 局部灭火能力的探讨

——兼谈超细干粉灭火技术

□ 周家胜 史乃德 徐丽娅

随着航运事业的发展,船舶的数量不断增加,消防安全问题日显突出,特别是内河船舶的火灾,船舶起火原因大多数都与电气老化、油路泄漏有关。船舶火灾隐患,受到水上安全管理部门、消防监督部门的高度重视,极力想方设法提高其消防能力。

## 一、船舶火灾案例

2005年1月18日凌晨1时10分,停泊在长江重庆涪陵宁龙桥码头的“顺发218”号自航货驳由于违章操作,用明火烘烤机器启动主机,余火引燃机舱壁发生火灾,造成机舱烧毁。

2005年2月17日16时10分,“豫信阳0523”号散装货船自江苏南通载2000t矿砂至湖南城陵矶,当航行至长江团风七矶港水域时,由于机舱主机高压油管破裂,喷油溅至高温排气管引起火灾,导致该轮机舱及机舱以上三层建筑全部烧毁。

2005年3月18日11时50分,“大洋8”号,航行在上海长江口时,因机舱油管漏油流至主机排烟管道引发火灾。经查该起火灾原因是由于加温重油的导热油高置油柜上的排气孔被违规插入塑料输油管,使用完毕后未及时抽出,导致高置油柜上的排气孔不畅,使导热油喷出后溅落至主机排气管上引起燃烧,火沿着机舱内2~3层甲板向上,将电缆等烧着,火灾造成2人受伤。

2005年6月15日21时48分,“平江0273”号自航驳在长江武汉军山长江大桥附近金口锅炉厂水域,由于高压油管破裂喷油至高

温排气管上,引起火灾。

2005年12月15日18时35分,“金海货018”自航货轮,满载3000t黄砂在长江水域下行时,由于高温管系未包扎,在连续航行14小时后,高温管系温度过高导致附近可燃物燃烧引发火灾,该船二楼船员宿舍大部分和三楼驾驶室全部过火,一楼的天花板小部分被烧。

2006年2月24日16时50分,靠泊在江阴市江阴港集装箱有限公司七号码头东港池的“昌运368”货船,预备装运1300t钢绞线,由于该轮在加油过程中,油舱内的燃油蒸气经打开的油舱人孔(检修孔)挥发至机舱,与机舱内空气形成爆炸性混合气体,遇使用手持电瓶灯产生的电火花发生爆燃,致使该船1名船员死亡、2名船员受重伤。

2006年2月25日6时50分,停靠在长江巴东县官渡口镇永发船厂趸船的“齐兴”号机驳船,由于机舱内船、岸电源连接不规范,线头脱落,两线相碰短路产生火花,引燃配电柜下方所堆放的易燃物品,造成该轮机舱主甲板以上电气线路、船员生活设施及驾驶设备烧毁。

2006年5月25日18时许,停靠在长江岳阳七里山水域洞氮码头趸船内侧的“湘益阳机1050”货轮维修作业时,因不具备氧割作业资质的维修作业人员违章操作,在具有火灾危险的机舱上部使用氧割,火星和焊渣掉进机舱,引燃机舱前壁钢质槽内油污垢等可燃物,引起火灾。

2006年7月9日19时25分,“万得顺”轮重载停泊在长江马鞍山港区海轮锚地时,由

于主机排烟管道舱内主机监测电气线路接头接触电阻过大,高温导致绝缘层破坏,造成线路短路,引燃附近可燃物质,火灾烧毁主机空气操纵管道橡胶包扎材料等物品。

2007年4月27日上午9时,“振华13”号轮(系港口桥吊运输船舶)装载桥吊运往阿联酋,航行至长江上海段长兴水道(D307浮筒)时,因为机舱1号副机第3缸活塞曲轴箱连杆螺栓断裂,导致第3缸活塞曲轴箱爆裂并扩大成灾。经采取高倍数泡沫灌舱的方式进行灭火,于11时50分将火扑灭。

2007年9月23日22时50分,“泰轮机2008”号散货船满载着3000余吨铜精砂(该船核载为2200t),由南通运往铜陵,航行于长江芜湖段弋矶山附近水域,由于该轮机舱右主机机油冷却器机油进口管与机油冷却器连接法兰高压纸质垫片老化,致使冷却器内的机油(润滑油泵工作压力为0.6MPa)喷溅到右主机排气管上,引起雾化燃烧,并迅速蔓延成灾。

## 二、超细干粉灭火剂

目前的超细干粉生产技术已经突破传统的干粉生产技术,其固态微粒仅为1~0.25mm,具有很大的比表面积,且具有自然防潮、不结块、流动性好的特点。当以超细干粉化学灭火剂经压缩气体喷射后在空气中形成胶体体系,会和气体灭火剂一样可产生三维空间全淹没的灭火方式,所以又被称为冷气溶胶。

**1. 卓越的灭火功效** 超细干粉灭火剂和1211、1301卤素灭火剂的灭火机理相同,主要是抑制燃烧的化学反应过程,使燃烧化学反应链中断而使火焰熄灭。超细干粉灭火剂有比卤素灭火剂更强的抑制燃烧化学反应的效能,同时具有气体灭火系统的应用特点,而灭火效能又高于气体灭火系统,因此灭火效能产生了质的飞跃。

气体灭火剂与超细干粉灭火剂灭火效能对比

灭火剂名称	1301	1211	IG-541	CO <sub>2</sub>	七氟丙烷	超细干粉
灭火效能 g/m <sup>2</sup>	430~470	290~410	800~1000	670	200~620	60~100

由表中看出超细干粉灭火剂比洁净气体灭火剂有更高的灭火效能。它比哈龙灭火剂的灭火效能高出2~3倍,比七氟丙烷灭火剂高出2~5倍,比CO<sub>2</sub>灭火剂高出5~6倍,比IG-541混合惰性气体灭火剂高出8倍,在全淹没状态下,有比洁净气体灭火剂更快的灭火速度,能使有限空间内的火灾在数秒至数十秒内熄灭,从而避免火灾蔓延造成重大损失。

**2. 良好的环保效益** 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,对人体皮肤无刺激,对保护物无腐蚀,无毒无害。与水、泡沫和干粉灭火剂相比,超细干粉灭火剂在消除火灾灾害的同时,仅造成相对轻微的粉尘污染,它不造成水渍损失、化学污染等严重的次生灾害,因而相比之下有良好的环保效益。超细干粉灭火剂扑灭火灾后,除受粉尘污染外,其中的生活用品、存储的生产物质仍可使用,不造成其品质的损坏。

## 三、超细干粉灭火装置

超细干粉灭火装置在有限空间内可快速扑灭液体、气体和固体火灾,适用火灾类别很广,非常适合扑灭车船内的发动机、电气设备以及电缆沟电缆夹层等火灾。主要分为贮压式灭火装置和非贮压灭火装置两种。

**贮压式灭火装置:**在压缩气体驱动下,贮压式超细干粉灭火装置的喷嘴瞬间打开,超细干粉灭火剂高速射出,与空气撞击生成超细干粉灭火剂射入火焰中,并快速弥散,在数十秒内扑灭火焰。贮压式灭火装置中超细干粉灭火剂的充填质量为0.3~5kg,可控空间为3~50m<sup>3</sup>。贮压式超细干粉灭火装置采用了高效电转温、火转温、低温转高温组件,更优化了产品在系统中的配置。

**非贮压灭火装置:**以产气剂为气源,点燃时产生高压气体,将容器内的超细干粉灭火剂以脉冲方式射出,灭火同上述贮压式灭火器的喷射原理相同。非贮压式超细干粉灭火装置具有全密封、多点感温、安装简单、启动方式多样、兼容性强的特点。

贮压式与非贮压式性能对比

项目类别	输送干粉能力	释放干粉均匀度	释放干粉定向性	释放干粉时声音	释放干粉时间	维护周期	重量体积	成本
贮压	弱	好	差	小	长	短	大	小
非贮压	强	差	好	大	短	长	小	大

随着超细干粉的应用技术日趋完善，有关设计、安装、验收及在车船的国家配置标准正在酝酿之中。目前执行的是地方和行业标准，也有部分国家标准在应用领域提及《悬挂式超细干粉灭火装置》。

(一) 悬挂式超细干粉自动灭火装置是一项新型灭火技术，具有遇火快速响应、灭火效率高、无需管网、灵活配置、安装简易。灭火介质环保等优点。启动方式有手控、温控两种方式。

**1. 自动灭火** 将灭火控制器控制方式设置于“自动”位置时，系统处于自动控制状态。防护区发生火灾时，灭火控制器接收到火灾探测器两个独立的火灾信号后发出声光报警信号，延时 30 秒后，启动灭火装置喷放灭火剂灭火，讯号反馈器向控制器反馈灭火剂已释放信号。

**2. 电气手动灭火** 将灭火控制器控制方式设置于“手动”位置时，系统处于电气手动控制状态。防护区发生火灾时，按下灭火控制器或手动控制盘上的启动按钮，即可按规定程序启动灭火系统灭火。

(二) 悬挂式超细干粉自动灭火装置即可单具使用，又可多具联动组成无管网灭火系统。以全淹没或半淹没的灭火方式，在所能到达的空间中形成快速灭火的范围，将火快速扑灭。

全淹没应用干粉灭火剂设计用量 (kg) = 防护区体积 (m<sup>3</sup>) · 设计喷射密度 (kg/m<sup>3</sup>) · 安全系数 · 非密封度 (其中设计喷射密度不小于 150 g/m<sup>3</sup>)。

局部应用干粉灭火剂设计用量 (kg) = 保护面积 (m<sup>2</sup>) · 单位设计用量 (kg/m<sup>2</sup>) (其中单位设计用量：非贮压式应大于 0.32 kg/m<sup>2</sup>，贮压式应大于 0.5 kg/m<sup>2</sup>)。

无管网灭火系统一般包括：灭火装置、感

烟探测器、感温探测器、火灾报警控制器、讯号反馈器、声光报警控制器、灭火显示灯、手动控制盒、外接启动电源等组成；单具及多具灭火装置都可与自动报警系统组成无管网灭火系统。

(三) 实际设计时，灭火装置的布置与数量，在局部应用时应使喷射的灭火剂所形成的封闭罩能将保护对象全部罩住。选型时尽量选用相同规格的灭火装置，在全淹没设计时应按保护场所的容积除以单位灭火浓度来计算 (一般 1 kg 超细干粉灭火剂保护 13 m<sup>3</sup> 空间)。

**1. 定温灭火装置一般适用于单具使用，当需多具使用时，数量不应超过 4 具。**

**2. 超导灭火装置可单具使用，也可多具使用。**当采用多具使用应采用启动盒，经超导热敏线将多具连接起来。灭火装置数量不宜超过 7 具。

**3. 电控灭火装置可与火灾探测器、火灾报警控制器组成无管网灭火系统。**

#### 四、在船舶机舱的应用

船舶发生火灾，往往是在船舶的机舱内，这是船舶电路油路机械集中的地方，复杂的机舱内空间小、封闭性好，常年温度高，无人职守。目前有大量的内河运输船舶的机舱无灭火装置 (规范没有要求)，上述诸多船舶火灾事故，其火灾隐患，受到水上安全管理部门、消防监督部门的高度重视，极力想方设法提高消防能力。

船舶的消防预案是项复杂的工作，我们想阐述的是针对船舶机舱部位的特殊性，采用局部高效的灭火方案。若一般内河船舶的机舱约 40 m<sup>3</sup>，计算选用 4 个 FZXA2.0/12-ZCM 悬挂灭火装置、一个启动盘、一个报警控制器即可满足对其灭火的要求 (FZXA2.0/12-ZCM: 2000 × 4 = 8000 元；启动盘：1600 × 1 = 1600 元；报警控制器：100 × 1 = 100 元；安装敷料：330 元)，整套灭火装置约需人民币 10000 元。超细干粉自动灭火装置系统，有着高效的灭火功能，优良的抗复燃性和长期存贮不结块等优势，是用来解决船舶内部局部灭火的理想产品。