

三种泡沫灭火系统的灭火性能比较

郎需庆 刘全楨 宫 宏 谈龙妹 吴京峰

(中国石油化工股份有限公司青岛安全工程研究院 化学品安全控制国家重点实验室 山东青岛 266071)

摘 要: 本文简述了压缩空气泡沫灭火系统在国内外的发展和应用状况, 分析了压缩空气泡沫灭火系统的优点和工作原理。压缩空气泡沫灭火系统与泡沫-水喷淋灭火系统、负压式泡沫灭火系统的灭火对比试验证明: 压缩空气泡沫灭火系统的灭火性能明显优于泡沫-水喷淋灭火系统、负压式泡沫灭火系统; A 类和 B 类泡沫可适用于压缩空气泡沫灭火系统; 对于固定管网式压缩空气泡沫灭火的泡沫喷头高度对灭火性能影响较小。建议在石油化工领域尽快推广压缩空气泡沫灭火技术, 以明显提高石化场所的消防技术水平。

关键词: 消防 压缩空气泡沫灭火系统 泡沫-水喷淋灭火系统 负压式泡沫灭火系统

1 前言

压缩空气泡沫系统(简称 CAFS)是 20 世纪末国外开发的一种新型泡沫灭火系统, 它是将一定比例的压缩气体注入泡沫溶液的射流中, 经撞击混合后形成的一种泡沫灭火剂^[1]。该灭火系统可使用 A 类和 B 类泡沫, 既可扑救 A 类火灾, 也能扑救 B 类火灾, 空气泡沫形成方式的改变大大改善了泡沫的灭火性能, 可实现灭火、覆盖保护等多种消防功能^[2]。

2005 年英国批准将压缩空气泡沫灭火系统作为主要灭火手段。加拿大国家研究理事会(NRCC)与加拿大国家防御委员会(NDC)联合开展了飞机库的压缩空气泡沫灭火试验。试验证明: 使用 B 类泡沫扑救汽油火灾时, 压缩空气泡沫系统的灭火时间不足负压式泡沫系统的 30%。当泡沫浓度降低 50% 后扑救同样的火灾, CAF 系统需要将供给强度提高 67%, 而负压式泡沫系统需要提高 150%^[3]。2006 年在 NFPA 11《低倍数、中倍数、高倍数泡沫灭火剂》(2005 版)标准中新增加了《压缩空气泡沫系统》的内容。在 20 世纪 90 年代由加拿大国家研究理事会(NRCC)第一次成功研制压缩空气泡沫的固定管网系统, 澳大利亚的科研工作者也对 CAF 固定管网系统进行了大量

的研究, 研究结果与 NRCC 的研究结果一致。

压缩空气泡沫灭火技术在 20 世纪 90 年代后期进入我国。1996 年上海消防科研开展了 CAFS 研究, 其研究成果已在消防车试用, 在 2000 年公安部消防科研发展计划中, 又对压缩空气 A 类泡沫灭火系统的装车进行立项, 但 CAFS 在我国作为一种新技术还没有普遍推广应用。

本文通过多组灭火试验对比压缩空气泡沫灭火系统与泡沫-水喷淋系统及负压式泡沫灭火系统的灭火效果阐明压缩空气泡沫灭火技术的优越性。

2 CAF 与泡沫-水喷淋灭火系统的对比试验

参照 NFPA16 的相关要求设计了泡沫-水喷淋系统和压缩气体泡沫灭火系统的固定管网试验装置, 试验采用加拿大 Fire Flex System Inc 研发的压缩气体泡沫系统^[4]。

2.1 泡沫-水喷淋灭火系统与 TAR 喷头 CAF 的试验结果分析

表 1 是喷头高度设为 4.42m 时泡沫-水喷淋系统与 TAR 喷头 CAF 的试验结果对比, 第 1 组试验采用泡沫-水喷淋, 泡沫供给强度为 4.07 L/min/m², 第 2~5 组试验采用 TAR 喷头, 泡沫供给强度为 1.63 L/min/m², 各组试验喷头数量为 4 个。在第 1~3 组试验中, 泡沫-水喷淋系统和压缩

作者简介: 郎需庆, 男, 工学硕士, 注册安全工程师, 现就职于中国石油化工股份有限公司青岛安全工程研究院, 专业领域是石油化工行业的消防与工业安全技术。已在国内学术刊物和学术会议上发表论文 14 篇。

空气泡沫灭火系统分别采用 B 类泡沫进行了灭火试验, 压缩空气泡沫灭火系统的灭火时间比泡沫-水喷淋系统节省了 50%, 其复燃时间是泡沫-水喷淋系统的约 2 倍; 在第 4、5 组试验中, 压缩空气泡沫灭火系统采用 A 类泡沫, 压缩空气泡沫灭火系统的灭火时间低于泡沫-水喷淋系统的 50%^[4]。

表 1 泡沫-水喷淋系统与 TAR 喷头 CAF 的比较 (喷头高度 4.42m)

试验序号	1	2	3	4	5
泡沫液浓度 (%)	3	2	2	1	1
发泡倍数	3.5	10	10.9	10	8.62
析水时间 (s)	/	210	210	600	600
灭火时间 (s)	152	50	49	59	76
复燃时间 (s)	540	1415	1035	610	375

表 2 是喷头高度设为 7.62m 时泡沫-水喷淋系统与 TAR 喷头 CAF 的试验结果对比, 第 6 组试验采用泡沫-水喷淋, 泡沫供给强度是 4.07L/min/m², 第 7、8 组试验采用 TAR 喷头, 泡沫供给强度是 1.63L/min/m², 喷头数量均为 4 个。采用 A 类和 B 类泡沫的压缩空气泡沫灭火系统的灭火时间和复燃时间与喷头高度为 4.42m 时测得的结果基本相同, 但压缩空气泡沫灭火系统的灭火时间是泡沫-水喷淋系统的 50%。采用 B 类泡沫的压缩空气泡沫灭火系统的复燃时间是泡沫-水喷淋系统的 2 倍, 采用 A 类泡沫的压缩空气泡沫灭火系统的复燃时间是泡沫-水喷淋系统的 2/3^[4]。

表 2 泡沫-水喷淋与 TAR 喷头 CAF 的比较 (喷头高度 7.62m)

试验序号	6	7	8
泡沫类型	B 类	B 类	A 类
泡沫液浓度 (%)	3	2	1
发泡倍数	3.5	10	10.9
析水时间 (s)	/	210	600
灭火时间 (s)	136	50	79
复燃时间 (s)	561	1420	397

2.2 泡沫-水喷淋系统与 GDR 喷头 CAF 的试验结果分析

表 3 是喷头高度设为 4.42m 时泡沫-水喷淋系统与 GDR 喷头 CAF 的试验结果对比, 其中, 第 9

~13 组试验采用 GDR 喷头, 喷头数量为 1。对于采用 TAR 喷头的压缩空气泡沫灭火系统, 灭火时间是泡沫-水喷淋系统的大约 50%, 而复燃时间是其 2 倍; 对于采用 GDR 喷头与 A 类泡沫的压缩空气泡沫灭火系统的灭火时间比采用 B 类泡沫的泡沫-水喷淋系统略短些, 然而, 其复燃时间仅是泡沫-水喷淋系统的大约 60%^[4]。

表 4 是喷头高度设为 7.62m 时泡沫-水喷淋系统与 GDR 喷头 CAF 的试验结果对比, 其中第 14、15 组试验采用 GDR 喷头, 喷头数量为 1。采用 GDR 喷头的压缩空气泡沫灭火系统采用 B 类泡沫时, 其灭火时间是泡沫-水喷淋系统的约 50%, 复燃时间是其约 1.3 倍, 而采用 A 类泡沫时, 灭火时间是其 60%, 抗复燃时间仅为 50%, 低于 UL-162 的 5min 的要求。

表 3 泡沫-水喷淋与 GDR 喷头 CAF 的比较 (喷头高度 4.42m)

试验序号	1	9	10	11	12	13
供给强度 (L/min/m ²)	4.07	1.42	1.42	1.63	1.63	1.63
泡沫类型	B 类	B 类	B 类	A 类	A 类	A 类
泡沫液浓度 (%)	3	2	2	1	1	1
发泡倍数	3.5	10	11	10	9.1	8.6
析水时间 (s)	/	210	200	600	600	660
灭火时间 (s)	152	83	70	113	104	125
复燃时间 (s)	540	1175	1115	337	357	335

表 4 泡沫-水喷淋与 GDR 喷头 CAF 的比较 (喷头高度 7.62m)

试验序号	6	14	15
供给强度 (L/min/m ²)	4.07	1.42	1.63
泡沫类型	B 类	B 类	A 类
泡沫液浓度 (%)	3	2.3	1
发泡倍数	3.5	10	10
析水时间 (s)	/	210	600
灭火时间 (s)	132	72	83
复燃时间 (s)	561	750	275

3 CAFS 与负压式泡沫灭火系统的比较

为了探究压缩空气泡沫灭火系统的灭火效果,

按照《泡沫灭火剂》GB15308-2006 的要求,分别采用锥底钢质油盘(0.52m²)和大型平底油盘(1.73m²)进行了泡沫灭火试验。灭火剂均采用水成膜泡沫液,燃料采用 120# 橡胶工业用溶剂油(符合 SH004 要求)。压缩空气泡沫灭火系统采用自制装置进行喷射测试,压缩气体工作压力为 0.4~0.6MPa。

表 5 推车式正压与负压泡沫灭火器灭火试验比较

对比项	负压式泡沫灭火器	正压式泡沫灭火器
泡沫析水时间	小于 2min	4min
平均发泡倍数	5.6	7.9
灭火时间	66.2s	17.9s

从多次试验结果看,对于锥底钢质油盘的灭火试验,在相同泡沫供给强度的条件下,负压式泡沫灭火系统的灭火时间约为 30s,而压缩空气泡沫灭火系统的灭火时间约为 20s;压缩空气泡沫灭火系统喷射的泡沫的 25% 析液时间比负压式泡沫灭火系统的长;从泡沫外观看(如图 1 所示),压缩空气泡沫的泡沫细腻均匀,而负压式泡沫系统的泡沫大小不一。对于大型油盘的灭火试验,经过多次重复试验,也得到了类似的结果,试验结果如表 5 所示。



图 1 压缩空气泡沫系统与负压式泡沫系统所喷射泡沫的比较

4 小结

火灾是石油化工领域常见的事故,原油罐区、

成品油罐区、大型化工仓库等多种场所均涉及 B 类火灾,其火灾特点是发展快速、燃烧猛烈、热辐射强,且往往伴随着爆炸,这给消防部门灭火带来了极大难度。当前,这些场所配置的消防设施多为泡沫-水喷淋系统、负压式泡沫灭火系统等,这些消防系统的灭火能力有待于进一步提高。

压缩空气泡沫消防技术已逐步成为国内外重要的泡沫消防技术,其不仅可实施灭火,还可进行覆盖保护。将压缩空气泡沫灭火技术引进石油化工领域,针对各类场所开发相应的压缩空气泡沫消防设备或消防系统,可有效提高石化场所的消防技术水平,确保石油化工生产的安全。

当前,部分国外的压缩空气泡沫消防装备已逐步进入我国石化领域,并已显现出独特的技术优势,我们有理由相信:随着我国压缩空气泡沫消防设备的进一步研发,具有我国自主知识产权的压缩空气泡沫消防设备在石油化工领域将会有着广阔的应用空间。

参考文献

- [1] 俞雪兴,刘雪峰,吴京峰,谈龙妹. 压缩空气泡沫系统的特点及应用 [J]. 安全,健康与环境,2008,8(7): 1-4
- [2] 林霖,张永丰,张宇等. 压缩空气泡沫熄灭油池火的有效性 [J]. 燃烧科学与技术,2008,14(2): 176-181
- [3] Kim, A. K.; Crampton, G. P. Application of a newly-developed compressed-air-foam fire suppression system [A]. 9th International fire science and engineering conference, Edinburgh, UK, Sept. 17-19, 2001: 1219-1224
- [4] Kim, A.; Crampton, G.; Asselin, J. P. A comparison of the fire suppression performance of compressed-air foam and foam-water sprinkler systems for class B hazards. IRC-RR-146(NRC-CNRC), January 2004
- [5] GB15308-2006. 泡沫灭火剂 [S]