



使用从标准洒水喷头排放的水和防冻液进行防火性能对比测试

研发技术报告摘要

作者

Kerry Bell
Jeff Hebenstreit
Pravinray Gandhi
Kelly Opert
Ben Gaudet

电子邮件

Kerry.M.Bell@ul.com
Jeffrey.R.Hebenstreit@ul.com
Pravinray.D.Gandhi@ul.com
Kelly.Opert@ul.com
Benjamin.Gaudet@ul.com



摘要

在 UL Solutions 位于伊利诺伊州诺斯布鲁克的消防测试设施中进行了一系列消防测试，以确定喷头排放水的有效性，并将其与目前在 NFPA 25 水基防火系统检验、测试和维护标准中引用的某些防冻液进行比较 [1]。这项研究计划的重点是开发与可能源于低火险用房的火灾相关的比较测试数据；但是，也利用现有的消防测试协议开发了用于 NFPA 13《自动喷水灭火系统安装标准》[2] 中的自动喷水灭火器的比较数据，该标准与普通火险用房有关。最后，对目前在 NFPA 25 中引用的防冻液进行了超出先前防冻液研究计划中描述的额外消防测试，并包含在本报告中。

为了比较与低火险用房相关的消防测试性能，开发了一种燃料包，它 (1) 具有类似于办公室工作位置类型火灾相似的火势大小特征，(2) 可以通过密度为 0.10 gpm/ft² 的喷头排放水进行控制，这是 NFPA 13 中引用的用于低火险用房保护的密度。

喷水灭火系统由总共 36 个立式标准洒水喷头组成，标称流量系数为 5.6 gpm/psi^{1/2}，以 14 英尺 x 14 英尺的间距进行安装，导流板位于天花板下大约 3 英寸处。喷水灭火系统管系布置在“树状”支线配置中，具有足够的供应和支线管道以容纳总体积约 500 加仑的防冻液。使用位于不同支线上的两个洒水喷头之间的低火险燃料包总共进行了六次测试。

在测试期间使用 0.10 gpm/ft² 的标称喷头排放密度进行了三项测试，这与 12.3 psig 的水排放压力相关。一项测试使用水作为湿式系统进行，一项测试使用水作为模拟干式系统进行，一项测试使用 500 加仑 50% (按体积计) 甘油防冻液，然后是水进行。在湿式系统中使用水的测试中，共有 4 个喷头运行，而在先使用甘油溶液、然后使用水的测试中则有 12 个喷头运行。在用水进行的模拟干式系统测试中，共有 10 个喷头运行。

使用更高的喷头排放压力进行了三项测试，基于水的标称 24 psig 排放压力，以模拟喷水灭火系统的更高启动压力，该自动喷水灭火系统的水力设计为 0.10 gpm/ft² 排放密度。一项测试用水进行，一项测试先使用大约 500 加仑的 50% 甘油防冻液、然后用水进行，一项测试先使用 500 加仑 38% 甘油防冻液、然后用水进行。在使用水的测试中，共有两个喷头运行，而在使用 50% 甘油的测试中，有七个喷头运行，在使用 38% 甘油溶液的测试中，有五个喷头运行。

白皮书



对于使用体积大于 40 加仑的防冻液来保护普通火险用房的自动喷水灭火系统，UL Solutions 2901 (消防喷淋系统用防冻液标准 [3]) 要求使用 UL Solutions 199 (自动喷水灭火器标准 [4]) 中描述的燃料包进行消防测试。UL Solutions 使用此消防测试来认证大多数标准洒水喷头。对于此测试，四个开启的洒水喷头被布置成仅排放水，或者在火上先排放防冻液，然后再排放水。用于此 UL Solutions 199 消防测试的标称喷头排放密度为 0.15 gpm/ft²，并且洒水喷头需要控制火灾，以便在排水 5 分钟后，火灾上方的天花板温度通常保持在标称 600°F 以下。进行了三项测试；一项使用水，一项先使用 38% 的甘油防冻液、然后使用水，一项测试先使用 30% 的丙二醇防冻液、然后使用水。在三项测试中，排水 5 分钟后，天花板温度降至 600 °F 以下，相比之下，先使用甘油溶液、然后使用水温度约为 1450 °F；先使用丙二醇溶液、然后使用水温度约为 1350 °F。在本报告发布时，没有针对系统体积大于 40 加仑的普通火险用房应用获得 UL Solutions 认证的防冻液。

对于使用防冻液的所有测试，由于防冻液和水之间的密度差异，调整了测试压力，从而保持所需的流速和排放密度。

表 1 中说明了对低火险类型测试的测试参数和结果。图 1 描述了普通火险类型消防测试的天花板温度的图形演示。

目前，UL Solutions 2901 描述了三种类型的消防测试，具体如下所示：

- 曝火测试 (评估防冻液的抗点燃性和对火灾的重大贡献)
- 灭火有效性——住宅居住单元
- 灭火有效性——普通火险用房，UL Solutions 199 - 350 lb 木垛防火测试，适用于容量大于 40 加仑的自动喷水灭火系统。

表 2-4 提供了对传统 NFPA 13 甘油和丙二醇防冻液进行的消防测试的结果信息，该测试使用了三项 UL Solutions 2901 消防测试和本报告描述的低火险消防测试，并与 UL Solutions 认证所要求的验收标准进行了比较。对于使用体积大于 40 加仑的防冻液的普通火险用房应用，UL Solutions 2901 要求使用 UL Solutions 199 中描述的燃料包进行消防测试。



摘要

这一系列测试表明，在相同排放密度下，防冻液的浓度和类型与水相比，在性能上存在差异。总的来说，根据本报告中包含的数据得出以下意见：

- 与水相比，在使用防冻液进行低火险消防测试期间，天花板温度更高，运行的喷头数量也更多。
- 在使用防冻液进行普通火险消防测试期间，天花板温度没有显著降低，直到测试期间发生从防冻液到水的转变。

测试结果表明，与水相比，防冻液浓度和火势大小对其性能有较大影响。随着防冻液浓度的增加或火势规模的增大，性能差异越来越大。

参考文献

1. 全国消防协会。(2020)。NFPA 25，水基消防系统的检验、测试和维护标准
2. 全国消防协会。(2019)。NFPA 13，自动喷水灭火系统安装标准
3. Underwriters Laboratories Inc. (2020)。用于消防系统的防冻液安全标准，UL Solutions 2901。
4. Underwriters Laboratories Inc. (2020)。消防服务自动喷水器安全标准，UL Solutions 199。
5. 家用消防喷水灭火系统中的防冻系统——文献回顾和研究计划，消防研究基金会，2010年6月。
6. 家用消防喷水灭火系统中的防冻系统——第二阶段最终报告，消防研究基金会，2010年12月。
7. 通过洒水喷头提供的防冻液——最终报告，消防研究基金会，2012年11月。

白皮书

表 1: 低火险用房消防测试摘要表

消防测试参考	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 5
测试代码	07222005	08192002	07302003	07232002	07232003	07312004
参数						
燃料包	四个被庚烷点燃的木垛 UL Solutions 199 ECLH 消防测试 (96 盎司)					
天花板高度 (英尺)	10					
公称间隙 (英尺)	7.2					
点火位置	在单独的支线上的 2 个导流板之间					
喷头类型	立式标准喷淋, 标准覆盖					
洒水喷头响应类型	快速响应 3 mm 灯泡					
温度额定值 (°F)	175					
洒水喷头公称流量系数 (gpm/psi ^{1/2})	5.6					
喷头间距 (英尺 x 英尺)	14 x 14					
导流板到天花板的距离 (英寸)	3					
排放的液体类型	水—湿式系统	水—干式系统**	50% 先使用甘油 然后使用水	水—湿式系统	50% 先使用甘油 然后使用水	38% 先使用甘油 然后使用水
防冻液公称总容量 (加仑)	0	0	500	0	500	500
公称排放压力 (磅/平方英寸)	12.3	12.3	13.9	24*	27.2*	26.4*
目标流量 (每分钟加仑数)	19.6	19.6	19.6	27.4	27.4	27.4
目标排放密度 (gpm/ft ²)	0.10	0.10	0.10	0.14	0.14	0.14
结果						
测试时长 (分:秒)	15:00	15:00	15:00	6:00	15:00	15:00
第一个天花板洒水喷头运行 (分:秒)	00:35	00:43	00:43	00:39	00:37	00:44
最后一个天花板洒水喷头运行 (分:秒)	02:14	01:51	03:02	00:45	02:57	02:06
运行的洒水喷头的数量	4	10	12	2	7	5
洒水喷头运行的公称面积 (平方英尺)	784	1960	2352	392	1372	980
峰值气体温度 6 英寸 天花板下面 点火装置上面 (°F)	707	1130	1213	694	1373	1069
最高 1 分钟平均气体温度 6 英寸 天花板下面点火 装置上面 (°F)	646	941	1089	615	1288	952
最高圈梁温度 (°F)	282	493	513	205	639	432
最高 1 分钟点火装置上面平均圈 梁温度 (°F)	262	397	469	192	579	397

*模拟更高的系统启动压力。

**从第一个启动的洒水喷头开始, 延迟 60 秒供水。

注释: 燃料包也在 1 个洒水喷头下和 4 个洒水喷头之间进行了评估 (测试代码 08192003 和 08032003)。在每个测试中, 启动的洒水喷头不超过 5 个。

发布日期: 2020 年 9 月 16 日

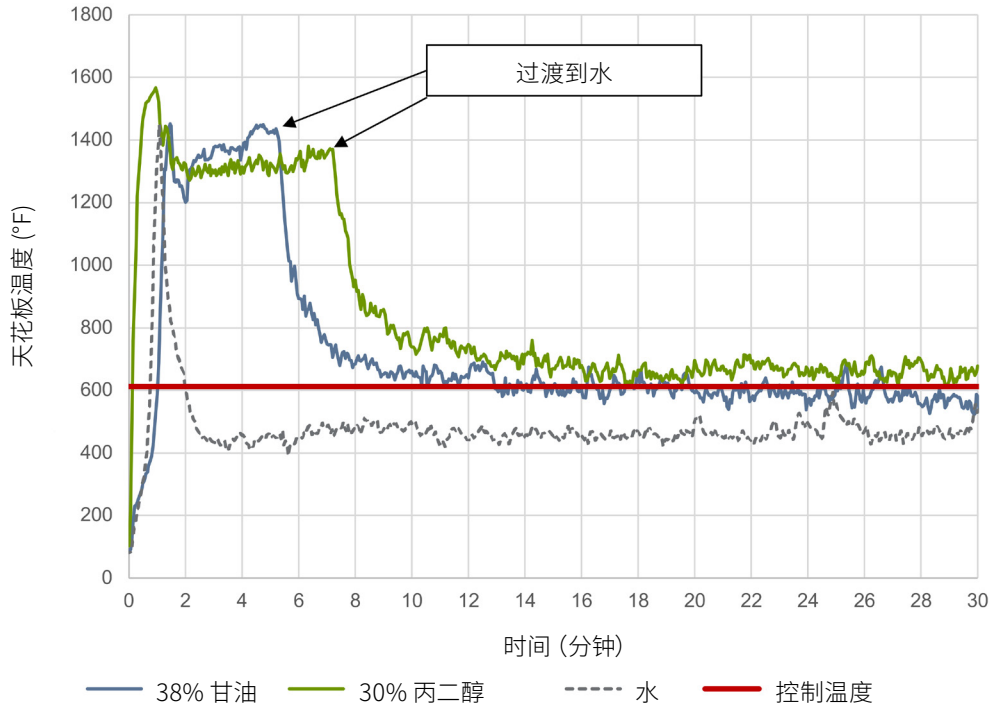


图 1: UL Solutions 199 的天花板温度——350 lb 木垛消防测试, 使用 38% 甘油、30% 丙二醇和水

表 2: UL Solutions 防冻液研究——曝火测试的摘要信息

测试	UL Solutions 验收标准列出的防冻液	测试详细信息	测试结果			
			38% 甘油	50% 甘油	30% 丙二醇	40% 丙二醇
曝火测试 (评估抗点燃性和对火灾的重大贡献)	对于公称 3,000 kW 基本火灾, 最大运行 15 秒平均总热释放率增加不超过 40%	测试 1——公称 K=4.2 SSP 8 英尺天花板	符合要求——24.0% 增加	不符合要求——84.1% 增加 [7]	符合要求——18.4% 增加	未测试——根据 50% 甘油测试结果假定不符合要求
		测试 2——公称 K=4.2 SSP 20 英尺天花板	符合要求——26.9% 增加	不符合要求——>230%* 增加 [7]	符合要求——8.5% 增加	未测试——根据 50% 甘油测试结果假定不符合要求
		测试 3——公称 K=8.0 SSP 8 英尺天花板	符合要求——24.1% 增加	符合要求——28.6% 增加 [7]	符合要求——12.9% 增加	未测试——根据 50% 甘油测试结果假定符合要求
		测试 4——公称 K=8.0 SSP 20 英尺天花板	符合要求——13.7% 增加	不符合要求——>230%* 增加 [7]	符合要求——13.8% 增加	未测试——根据 50% 甘油测试结果假定不符合要求

*热量计校准到最大 10 MW, 比公称的 3 MW 基线火灾增加了 230%。
发布日期: 2020 年 9 月 16 日

表 3: UL Solutions 防冻液研究——住宅和低火险用房的摘要信息

测试	UL Solutions 验收标准列出的防冻液	测试详细信息	测试结果			
			38% 甘油	50% 甘油	30% 丙二醇	40% 丙二醇
灭火有效性——住宅居住单元	温度验收标准和不超过 2 个运行的喷头	测试 1——公称 K=4.9 垂挂式住宅消防喷淋装置, 低水流量	基于 50% 的测试结果, 符合要求	符合要求 [6]	基于 40% 的测试结果, 符合要求	符合要求 [6]
		测试 2——公称 K=4.9 垂挂式住宅消防喷淋装置, 100 psig	基于 50% 的测试结果, 符合要求	在 80 和 150 psig 时符合要求 [6]	未测试——根据甘油测试结果, 假定符合要求	未测试——根据甘油测试结果, 假定符合要求
		测试 3——公称 K=4.2 侧壁式住宅消防喷淋装置, 低水流量	基于 50% 的测试结果, 符合要求	符合要求 [6]	未测试——根据甘油测试结果, 假定符合要求	未测试——根据甘油测试结果, 假定符合要求
		测试 4——公称 K=4.2 侧壁式住宅消防喷淋装置, 100 psig	基于 50% 的测试结果, 符合要求	在 80 和 150 psig 时符合要求 [6]	未测试——根据甘油测试结果, 假定符合要求	未测试——根据甘油测试结果, 假定符合要求
消防有效性——低火险用房	运行的喷头不超过 10 个	测试 1——公称 5.6 SSU 喷头, 14 英尺 x 14 英尺间距, 12.3 psig, 175 °F 温度额定值	未测试	不符合要求——12 个喷头运行	未测试	未测试
	运行的喷头不超过 4 个	测试 2——公称 5.6 SSU 喷头, 14 英尺 x 14 英尺间距, 24 psig, 175 °F 温度额定值	不符合要求——5 个喷头运行	不符合要求——7 个喷头运行	未测试	未测试

表 4: UL Solutions 防冻液研究——普通火险的摘要信息

测试	UL Solutions 验收标准列出的防冻液	测试详细信息	测试结果			
			38% 甘油	50% 甘油	30% 丙二醇	40% 丙二醇
灭火有效性——普通火险用房, UL Solutions 199 350 lb 木垛防火测试, 适用于容量大于 40 加仑的洒水装置 ¹	灭火有效性——普通火险用房, UL Solutions 199 350 lb 木垛防火测试, 适用于容量大于 40 加仑的洒水装置 ¹	在 10 英尺 x 10 英尺的间距上安装 4 个打开的、公称 5.6SSP、15 加仑/分钟的洒水喷头的单一测试	不符合要求——1462 °F 对比 622 °F 的控制温度	未测试——基于 38% 的测试结果, 假定不符合要求	不符合要求——1380 °F 对比 632 °F 的控制温度	未测试——基于 30% 的测试结果, 假定不符合要求

注释 1: 在本报告发布时, 没有列出适用于容量超过 40 加仑的普通火险用房防冻液
发布日期: 2020 年 9 月 16 日

要了解有关消防喷水灭火测试和认证的更多信息，请在[此处](#)访问我们或通过 buildinglifesafety@ul.com 直接联系我们。



UL.com/Solutions

© 2022 UL LLC 保留所有权利

BE22CS597102zhCN