

乙二胺-水混合液闪点的试验研究

倪照鹏 戴桂红 王宗存 薛岗

摘要：乙二胺为水溶性液体，能与水以任意比例互溶，其混合液的闪点随乙二胺体积比的降低而升高。通过试验研究乙二胺水溶液的闪点，确定其火灾危险性，为乙二胺液体火灾采用水作为灭火剂的可行性研究提供试验支持。

关键词：闪点 乙二胺 体积比

1 概述

闪点又叫闪燃点，是指可燃性液体表面上产生的蒸气与空气的混合物在试验火焰作用下发生闪燃时的最低温度，各种可燃液体的闪点可以通过标准仪器测定。可燃液体的闪点表明了某种可燃液体发生爆炸或火灾的可能性大小，是确定其运输、储存和使用过程中设防要求的重要依据。

可燃液体的闪点越低，越易被点燃。我国国家标准《建筑设计防火规范》根据可燃液体的闪点高低，将可燃液体的火灾危险性划分为甲、乙、丙三类。闪点低于 28℃者为甲类液体，闪点大于等于 28℃但小于 60℃者为乙类液体，闪点大于等于 60℃者为丙类液体。在储存、使用可燃液体过程中加热的最高温度一般应低于其闪点 20℃~30℃，严禁将其加热到闪点。

乙二胺分子式为 $C_2H_8N_2$ ，外观为无色或微黄色粘稠液体，具有类似氨的气味，其闪点为 43℃，引燃温度为 385℃，爆炸极限为 2.7%~16.6%(v/v)。乙二胺具有两个极性官能团——氨基-NH₂，能与水以任意比例互溶。乙二胺与水混合液的闪点随其浓度的变化而变化，为确定不同体积比浓度乙二胺水溶液的火灾危险性，按照公共安全行业标准《高倍数泡沫灭火剂》对乙二胺与水混合液的闪点进行了试验研究，获得了该可燃液体水溶液的闪点与其浓度的变化规律。

2 乙二胺水溶液的闪点测试

根据现行的闪点测试方法标准，闪点测试分为开口杯法和闭杯法。闭杯法主要用于测定汽油、柴油、变压器油等轻质油品的闪点，所得闪点为闭口闪点。开口杯法常用于测定润滑油等油品的闪点，所得结果为开口闪点，乙二胺的理化特性与轻质油品的特性接近，可用闭杯法测定其与水混合液的闪点。

在测试中，分别按照公共安全行业标准《高倍数泡沫灭火剂》对纯乙二胺液体、水的体积比含量为 3%、6%、9%、12%、15%、18%、21%和 24%的混合液进行了闪点测试。有关乙二胺-水混合液的闪点测试结果见图 1。首先测得没有与

水混合的纯乙二胺液体的闪点为 41℃，因此其火灾危险性类别为乙类。该测试值比有关参考文献中所列乙二胺的闪点（43℃）偏低，可能是由于试验操作和仪器的误差所致。

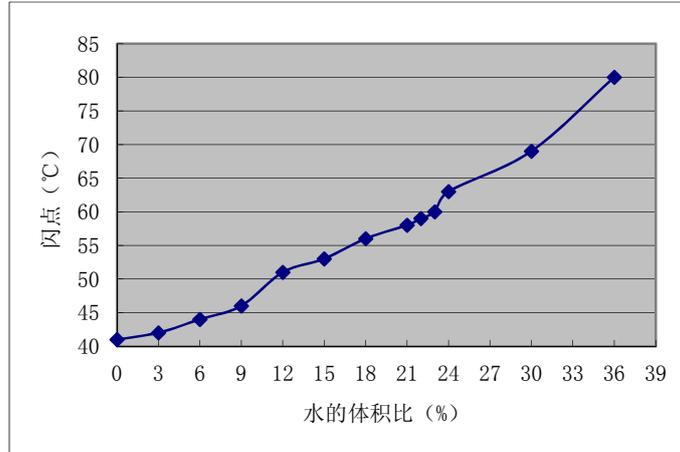


图 1 乙二胺-水混合液闪点与水的体积比关系曲线

根据测试结果，当乙二胺-水混合液中水的体积比含量为 24% 时，闪点升高到 63℃。该值略高于现行有关国家标准对丙类可燃液体的划分标准。为此，又补测了水的体积比含量分别为 22% 和 23% 时乙二胺-水混合液的闪点，其结果分别为 59℃ 和 60℃，即当水的体积比为 23% 时，其火灾危险性类别从乙类降为丙类。

从图 1 可以看出，水的体积比与混合液的闪点大致成线形关系，随着水的体积比不断增加，混合液的闪点也逐渐提高，相应的火灾危险性也逐步降低，当水的体积比为 36% 时，混合液的闪点已升高到 80℃。

为了进一步确定水的体积比与混合液的闪点是否成线形函数关系，设水的体积比为 x ，混合液的闪点为 y ，根据最小二乘法线形拟合的要求，求得相关系数 r 的值并与相关系数起码值相对比。

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \times \bar{y}}{\sqrt{(\overline{x^2} - \bar{x}^2) \times (\overline{y^2} - \bar{y}^2)}} = 0.985 > 0.684$$

根据上述计算， r 值大于相关系数的起码值，且接近 1，说明 x 、 y 之间的线形关系成立并且线形较好。 r 为正值，即直线的斜率为正，这也与图 1 相吻合。通过拟合可得水的体积比与混合液的闪点函数关系为：

$$y = 1.04x + 37.97 \quad (1)$$

为作进一步的对比，求得水的体积比 y 与混合液的闪点 x 的 2 次和 3 次多项式函数关系为：

$$y = 0.0146x^2 + 0.5441x + 40.72 \quad (2)$$

$$y = 0.00027x^3 + 0.00002x^2 + 0.7489x + 40.23 \quad (3)$$

有关乙二胺-水混合液闪点的试验测试值与根据上述函数关系求得的函数值的对比情况见表 1。

表 1 乙二胺-水混合液闪点对比

水体积比(%)	0	3	6	9	12	15	18	21	22	23	24	30	36	D
测试闪点(°C)	41	42	44	46	51	53	56	58	59	60	63	69	80	-
式 (1) (°C)	38.0	41.1	44.2	47.3	50.5	53.6	56.7	59.8	60.9	61.9	62.9	69.2	75.4	44.3
式 (2) (°C)	40.7	42.5	44.5	46.8	49.4	52.2	55.2	58.6	59.8	61.0	62.2	70.2	79.2	9.7
式 (2) (°C)	40.2	42.5	44.8	47.2	49.7	52.4	55.3	58.5	59.6	60.8	61.9	70.0	79.8	8.7

注：D 表示根据各函数关系求得的闪点与实测的闪点差值的平方和。

从表 1 可以看出，根据水的体积比 y 与混合液的闪点 x 的 3 次方的多项式函数关系求得的闪点值与测试结果吻合的较好，即可用下式估计不同体积浓度乙二胺水溶液的闪点： $y = 0.00027x^3 + 0.00002x^2 + 0.7489x + 40.23$ 。

式中： y —乙二胺水溶液中水的体积百分比；

X —乙二胺水溶液的闪点。

根据上述试验测试及分析，水对乙二胺液体的稀释作用能够有效的降低混合液的火灾危险性，加之水对燃烧的乙二胺液体及其储罐的冷却作用，为水作为乙二胺液体火灾的灭火剂提供了有利的条件。

3 结论

乙二胺液体的火灾危险性类别为乙类，随着乙二胺-水混合液中水体积比含量的增加，其闪点也逐渐升高。当水的体积比为 23% 时，其闪点为 60°C，火灾危险性类别可按丙类考虑。由于水对乙二胺既具有稀释作用，又对其燃烧液体及其储罐具有冷却作用，故在采取防止溢流等措施后，可利用水作为乙二胺液体火灾的灭火剂。有关设计灭火强度等，将另文介绍。

参考文献

- [1] <http://baike.baidu.com/view/332639.htm>
- [2] GA 31-1992 高倍数泡沫灭火剂[S]. 北京：中国标准出版社，1992
- [3] GB/T3536-1983 石油产品闪点和燃点测定法(克利夫兰开口杯法)[S]. 北京：中国标准出版社，1983
- [4] GB 7634-1987 石油及有关产品低闪点的测定 快速平衡法 S]. 北京：中国标准出版社，

1987

[5] GB 50016-2006 建筑设计防火规范.北京：中国计划出版社，2006

——本文发表于《安全》（2009年9月）