

# 某油品罐区火灾危险性分析

辽宁省安全科学研究院 宋元宁 赵青 李利

某油品罐区中新鲜苯贮罐 2 个,均为 2000m<sup>3</sup>;苯乙烯贮罐 3 个,均为 2000m<sup>3</sup>。下面以火灾危险性较大的新鲜苯贮罐为例,进行定量分析。

## 1 燃烧速度

当液池中的可燃液体的沸点高于周围环境温度时,液体表面单位面积的燃烧速度可以用式(1)进行计算:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{0.001H_c}{C_p(T_b - T_0) + H} \quad (1)$$

式中, $dm/dt$ ——单位表面积燃烧速度 kg/(m<sup>2</sup>·s);

$H_c$ ——油料的最大发热量 J/kg;

$C_p$ ——液体的定压比热 J/(kg·K);

$T_b$ ——液体的沸点 K;

$T_0$ ——环境温度 K;

$H$ ——液体的汽化热 J/kg。

计算得出,苯的燃烧速度为 0.04594kg/(m<sup>2</sup>·s)。

## 2 火焰高度

$$h = 84r \left[ \frac{dm/dt}{\rho_o(2gr)^{\frac{1}{2}}} \right]^{0.6} \quad (2)$$

式中, $h$ ——火焰高度 m;

$r$ ——液池半径,即苯贮罐半径 m;

$\rho_o$ ——周围空气密度,若是标准状况(1atm,0℃)条件下,经计算周围空气的密度为 1.295kg/m<sup>3</sup>;

$g$ ——重力加速度 9.8m/s<sup>2</sup>。

该项目苯贮罐的半径为 7m,苯的燃烧速度为 0.04594kg/(m<sup>2</sup>·s),则苯燃烧的火焰高度为:

$$h = 84 \times 7 \times \left[ \frac{0.04594}{1.295 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times 7}} \right]^{0.6} = 18.1(\text{m})$$

## 3 热辐射通量

液池燃烧时放出的总辐射通量为:

$$Q = (\pi r^2 + 2\pi r h) \frac{dm}{dt} \cdot \eta \cdot H_c / \left[ 72 \left( \frac{dm}{dt} \right)^{0.60} + 1 \right] \quad (3)$$

式中, $Q$ ——总辐射通量 W;

$\eta$ ——效率因子,可取 0.13~0.35 此计算取平均值 0.24;

苯贮罐的半径  $r = 7\text{m}$ ; 苯的最大发热量  $H_c = 4.014 \times 10^7 \text{J/Kg}$ ; 火焰高度  $h = 18.1\text{m}$ ; 苯的燃烧速度为 0.04594kg/(m<sup>2</sup>·s);  $\eta = 0.24$ , 则苯贮罐发生池火灾的热辐射通量为:

$$\begin{aligned} Q &= (3.14 \times 7^2 + 2 \times 3.14 \times 7 \times 18.1) \times 0.04594 \\ &\quad \times 0.24 \times 4.014 \times 10^7 / (72 \times 0.04594^{0.6} + 1) \\ &= 3.405 \times 10^6 (\text{kW}) \end{aligned}$$

## 4 目标入射热辐射强度

假设全部辐射热量由液池中心点的小球释放出来,在距液池中心某点距离  $X$  处的入射热辐射强度为:

$$I = \frac{Q t_c}{4\pi X^2} \quad (4)$$

式中, $I$ ——热辐射强度 W/m<sup>2</sup>;

$Q$ ——总辐射通量 W;

$t_c$ ——热传导系数,在无相对理想数据时,可取值为 1;

$X$ ——目标点到液池中心的距离 m;

当入射热辐射通量一定的情况下,可以计算出目标受害距离,如下面计算:

根据式(4)可以得到式(5):

$$X = \sqrt{\frac{Q t_c}{4\pi I}} \quad (5)$$

(1) 当入射热辐射通量  $I = 37.5 \text{kW/m}^2$  时,

$$X_1 = [3.405 \times 10^4 \times 1 / (4 \times 3.14 \times 37.5)]^{0.5} = 8.5(\text{m});$$

(2) 当  $I = 25.0 \text{kW/m}^2$  时,  $X_2 = 10.4\text{m}$ ;

(3) 当  $I = 12.5 \text{kW/m}^2$  时,  $X_3 = 14.7\text{m}$ ;

(4) 当  $I = 4.0 \text{kW/m}^2$  时,  $X_4 = 26.0\text{m}$ ;

(5) 当  $I = 1.6 \text{kW/m}^2$  时,  $X_5 = 41.2\text{m}$ 。

## 5 池火灾定量评价小结

(1) 新鲜苯贮罐如果发生火灾,若是标准状况(0.1MPa, 0℃)条件下,火焰高度( $h$ )会迅速达到 18.1m,如果目标点到液池中心的距离为 8.5m,储运和消防等设施会全部损坏。但是,贮罐周围的其它生产装置均远超过此距离,短时间内不会损坏;人员会 1% 死亡/10s、100% 死亡/1min。其它不同入射通量所造成的损失及计算出的目标受害距离见表 1。根据上述定量计算出的数据,可以指导员工制定相应的迅速离开现场的自我保护方式。

表 1 不同入射通量所造成的损失及计算出的目标受害距离

入射通量/ (kW·m <sup>-2</sup> )	对设备的损坏	对人的伤害	计算出的目标 受害距离(m)
37.5	操作设备全部损坏	1%死亡/10s 100%死亡/1min	8.5
25	在无火焰、长时间辐射下,木材燃烧的最小能量	重度烧伤/10s 100%死亡/1min	10.4
12.5	有火焰时,木材燃烧,塑料熔化的最低能量	1度烧伤/10s 1%死亡/1min	14.7
4.0		20s以上感觉疼痛,未必起泡	26.0
1.6		长期辐射 无不舒服感觉	41.2

(2) 苯乙烯贮罐的规格与苯贮罐的规格相同,且苯乙烯的最大发热量与苯的最大发热量差别很小,苯乙烯贮罐的液池火灾危险性定量分析与苯贮罐的液池火灾危险性定量分析几乎相同,在此不作进一步计算分析。