

案例 30

泡沫灭火设施检测与验收案例分析

一、场景描述

某原油罐区设有 6 个 10 万 m^3 外浮顶储罐，储罐浮盘为钢制双盘式外浮顶，密封装置采用二次密封。储罐直径为 80 m ，高 21.80 m ，泡沫堰板距罐壁 1.20 m 。油罐布置如图 2-30-1 所示。

经计算确定罐区泡沫混合液设计流量为 120 L/s ，系统设计压力 1.20 MPa ，配置泡沫混合液用水量为 253 m^3 ，泡沫液用量为 7.83 m^3 （采用质量分数为 3% 的水成膜泡沫液）。每个储罐设有 12 个 PC8 泡沫产生器，罐区配有 3 支 PQ8 泡沫枪，用于扑救流散火灾。罐区采用环状供水管网，消防冷却水和泡

沫混合液用水均有 2 条干管与各自环状管网连接。

罐区设消防泵房 1 座, 5000m³消防水池 2 座。消防泵房设有消防冷却供水泵 4 台, 每台流量为 180L/s, 扬程为 185m; 泡沫消防水泵 2 台, 每台流量为 180L/s, 扬程为 120m; 稳压泵 1 台, 流量为 10L/s, 扬程为 120m。消防泵房布置如图 2-30-2 所示。

罐区设泡沫站 1 座, 内设平衡压力式泡沫比例混合装置, 泡沫液泵采用水轮机驱动, 设有 1 座有效容积为 12m³的不锈钢泡沫液罐, 储存质量分数为 3% 的水成膜泡沫液。泡沫站管路布置如图 2-30-3。

油罐区设火灾自动报警系统、手动报警系统和工业电视监控系统。泡沫灭火系统采用人工确认火灾, 远程控制启动消防设施的控制方式。当罐区发生火灾时, 经确认火灾后, 人工开启消防控制程序, 程序自动启动消防泵、比例混合装置和相应的阀门, 对起火油罐进行冷却和灭火。泡沫灭火系统可在 5min 内将泡沫混合液输送至罐上任何起火点。

二、案例说明

本案例涉及防火内容较多, 主要分析下列内容:

- 1) 泡沫液的进场检验。
- 2) 管道及管件的进场检验。
- 3) 消防泵的检测与验收。
- 4) 泡沫液储罐、泡沫比例混合装置、泡沫产生装置的检测与验收。
- 5) 系统的检测与验收。

三、关键知识点及依据

- 1) 原油是属于非水溶性甲类可燃液体, 当采用液上喷射时可选用水成膜泡沫液, 但抗烧水平不应低于 C 级。

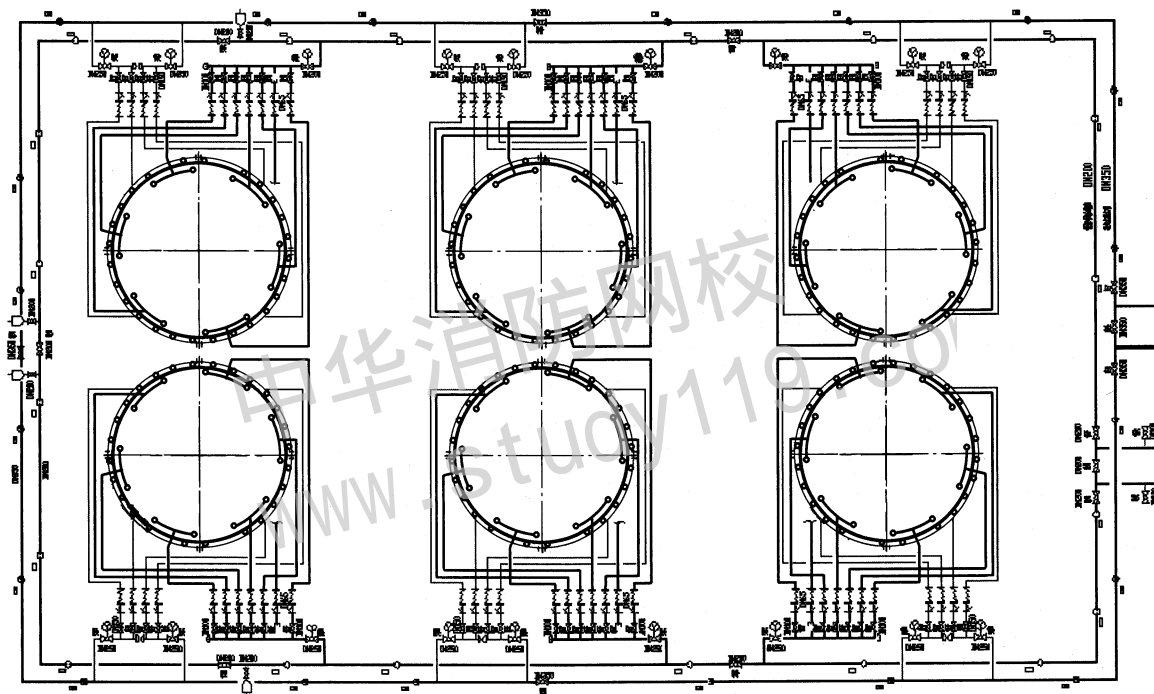


图 2-30-1 油罐布置图

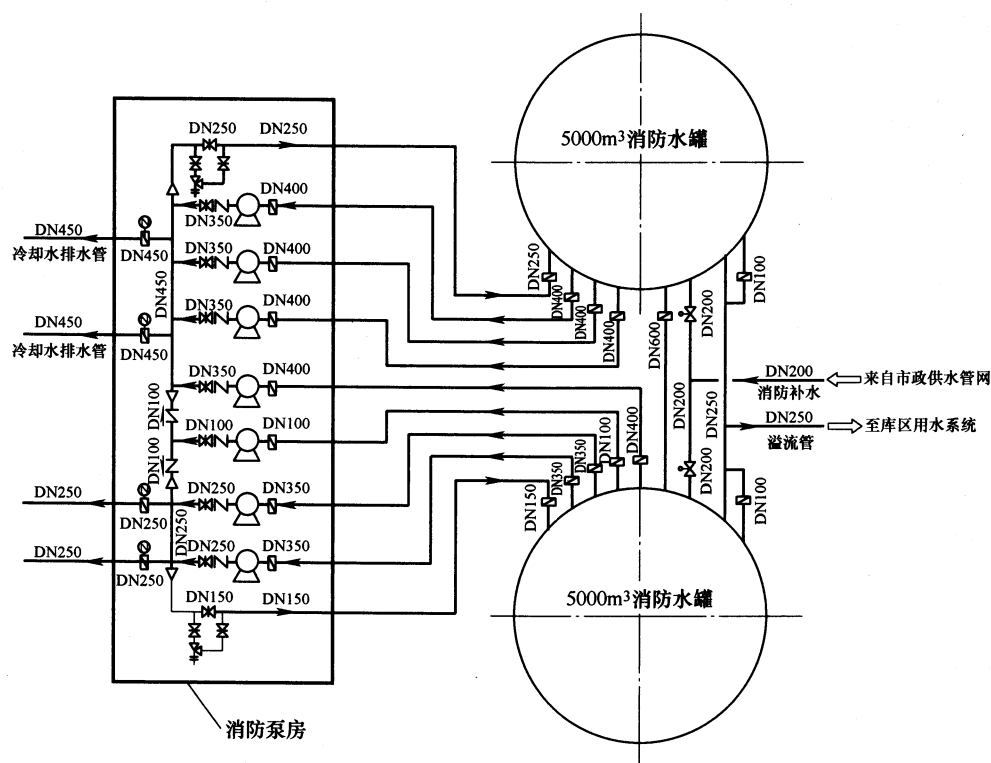


图 2-30-2 消防泵房及水源布置图

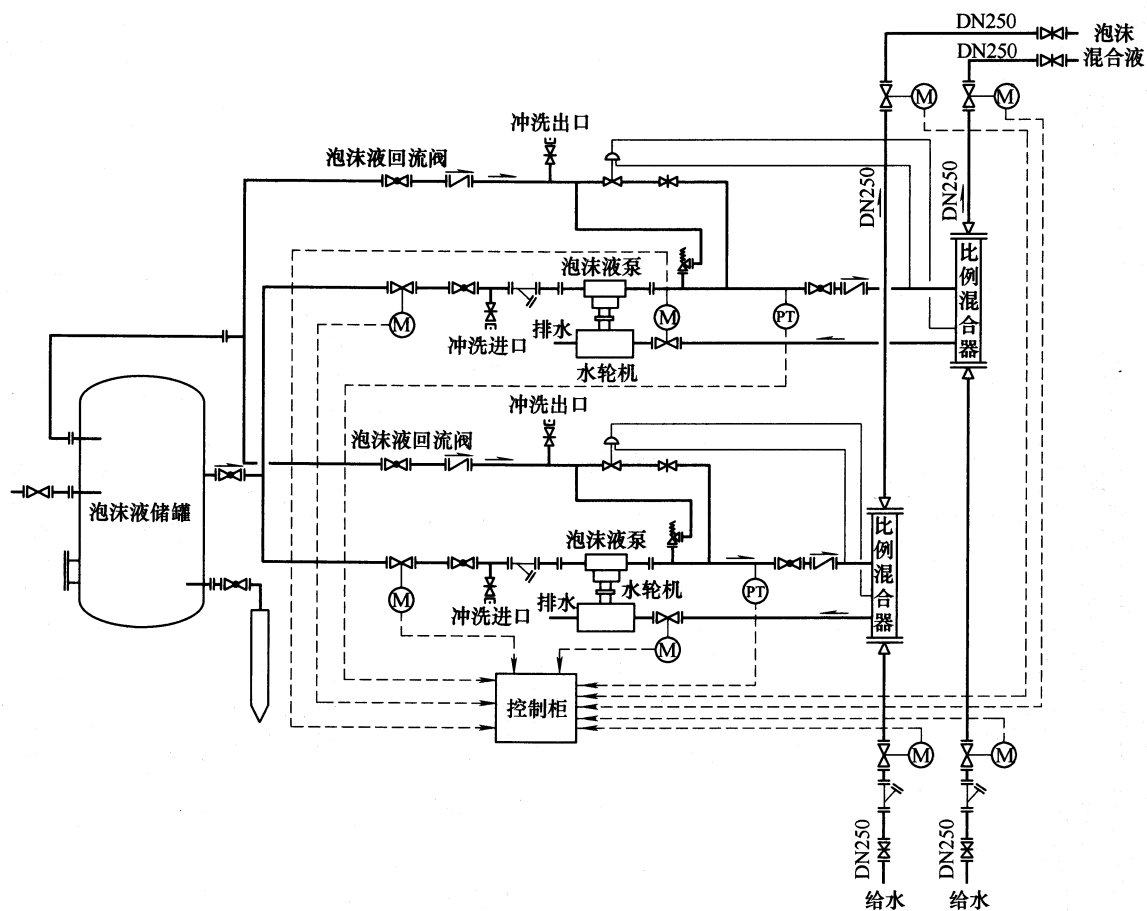


图 2-30-3 泡沫站管路布置图

2) 泡沫液进场检验的要求。

3) 油罐泡沫灭火系统的构成, 比例混合装置、泡沫发生器及泡沫混合液管道的设置要求, 泡沫站的基本概念。

4) 泡沫灭火系统检测的基本要求和检测方法。

四、注意事项

1) 泡沫液的进场检验要根据系统用量做不同的处理, 一般情况下需要封样留存, 当用量超过一定数值时, 就需要送样检测。规范要求对属于下列情况之一的泡沫液, 应由监理工程师组织现场取样, 送至具备相应资质的检测单位进行检测, 其结果应符合国家现行有关产品标准和设计要求: ①6%型低倍数泡沫液设计用量大于或等于7t; ②3%型低倍数泡沫液设计用量大于或等于3.50t; ③6%蛋白型中倍数泡沫液最小储备量大于或等于2.50t; ④6%合成型中倍数泡沫液最小储备量大于或等于2t; ⑤高倍数泡沫液最小储备量大于或等于1t; ⑥合同文件规定现场取样送检的泡沫液。

本案例中泡沫液的设计用量为7.83t, 因此, 按规范要求, 必须送至具备相应资质的检测单位进行检测。

2) 泡沫比例混合装置的调试。泡沫比例混合装置是保证泡沫混合液按预定比例混合的重要设备, 是泡沫灭火系统的核心设备之一, 应对泡沫比例混合装置进行调试, 且调试应与系统喷泡沫试验同时进行, 这样才能实测混合比。混合比的测量规范提供了三种方法: 第一种是使用流量计测量, 即在泡沫混合液主管道上和泡沫液管道上分别安装流量计, 这样测出的流量经计算就可得出混合比。第二种是折射指数法, 对于折射指数比例高的泡沫液, 如蛋白泡沫液、氟蛋白泡沫液等, 可用手持折射仪进行测量, 依据的原理是折射指数与泡沫液的浓度成正比, 折射指数越大, 浓度越大, 依此可绘制出标准浓度曲线, 然后测量系统喷泡沫时取出的混合液试样的折射指数, 并与之比较, 就可以确定实际混合比。第三种是利用导电度法进行测量, 对于折射指数比较小的泡沫液, 如水成膜泡沫液、抗溶水成膜泡沫液等, 就得采用手持导电度测量仪进行测量。其原理是泡沫液加入水中后, 水的导电度发生变化, 且导电度的大小与所加的泡沫液量有关, 依此可绘制出标准浓度曲线。一般取三点连接, 最好接近直线, 然后测量系统喷泡沫时取出的混合液试样的导电度, 并与之比较, 就可以确定实际混合比。目前, 第三种方法应用最广。

3) 系统测试。本案例为典型的储罐区低倍数泡沫灭火系统, 按规范要求, 系统调试时首先要进行喷水试验, 当为手动灭火系统时, 应以手动控制的方式进行一次喷水试验; 当为自动灭火系统时, 应以手动和自动控制的方式各进行一次喷水试验, 其各项性能指标均应达到设计要求。喷水试验的目的是检查泵能否及时、准确启动, 阀门的启闭是否灵活、准确, 管道是否通畅无阻, 到达泡沫产生装置处的管道压力是否满足设计要求, 泡沫比例混合装置的进、出口压力是否符合设计要求。喷水试验完毕后, 需要进行喷泡沫试验, 为了节省泡沫液, 喷泡沫试验仅可进行一次。但喷射泡沫的时间不宜小于1min, 主要是为了真实地测出混合比和发泡倍数。需要说明的是, 喷泡沫试验要选择最不利点防护区, 最不利点防护区一般是指地处最远、最高、所需泵的扬程最大的防护区或储罐, 该点需经计算比较后确定。

五、思考题

(一) 填空题

1. 只有采用 () 比例混合器的泡沫灭火系统中才使用泡沫混合液泵。
2. 泡沫灭火系统管网检修后应进行水压强度试验, 水压试验的压力应为设计压力的 () 倍。
3. 泡沫灭火系统管网水压试验合格后应用清水冲洗, 其冲洗流量宜为 () 流量。
4. 发泡倍数是指 () 与形成该泡沫的泡沫混合液体积的比值。

(二) 单项选择题

1. 本案例中的泡沫混合液的进场检验需要送至具备相应资质的检测单位进行检测, 下列不属于检测内容的是 ()。

- A. 灭火时间 B. 抗烧时间 C. 发泡倍数 D. 泡沫液的凝点

2. 本案例中每台罐的泡沫产生器共有 12 只, 泡沫产生器及泡沫导流罩沿罐周应均布, 其间距偏差不得大于 () mm。

- A. 100 B. 150 C. 200 D. 250

3. 低中倍数泡沫灭火系统应在喷水试验完成后进行 ()。

- A. 以自动和手动方式的喷泡沫试验
B. 模拟喷泡沫试验
C. 泡沫比例混合器的单机调试
D. 一次喷泡沫试验

4. 本案例中的 () 区段管道应采用不锈钢管道。

- A. 从泡沫液罐至比例混合器 B. 从比例混合器至泡沫发生器
C. 从泡沫液罐至泡沫发生器 D. 从泡沫发生器至泡沫消火栓

(三) 多项选择题

1. 高倍数泡沫灭火系统调试时对喷水试验和喷泡沫试验的程序要求是 ()。

- A. 先喷水试验, 后喷泡沫试验
B. 每个防护区都应进行喷水试验
C. 每个防护区都应进行喷泡沫试验
D. 只在最不利点防护区进行喷水试验
E. 只在最不利点防护区进行喷泡沫试验

2. 本案例中, 在进行功能试验时, 应满足 ()。

- A. 喷泡沫试验应持续 3min
B. 喷泡沫试验应持续 1min
C. 消防泵和备用泵应在设计负荷下进行转换运行试验, 其主要性能应符合设计要求
D. 混合比和发泡倍数符合要求
E. 将泡沫混合液送达保护对象的时间不大于 5min

3. 下列属于本案例泡沫灭火系统施工质量验收内容的为 ()。

- A. 泡沫液储罐、泡沫比例混合装置、泡沫产生器、消防泵、泡沫消火栓、阀门、压力表、管道过滤器、金属软管等系统组件的规格、型号、数量、安装位置及安装质量
B. 管道及管件的规格、型号、位置、坡向、坡度、连接方式及安装质量
C. 固定管道的支、吊架, 管墩的位置、间距及牢固程度
D. 消防泵房、水源及水位指示装置
E. 施工单位资质等级

4. 泡沫液泵出口管道上应设的组件有 ()。

- A. 过滤器 B. 压力表和止回阀
C. 流量计 D. 带控制阀的回流管
E. 水流指示器

5. 在固定式泡沫灭火系统的泡沫混合液管道上应安装的检测设施有 ()。

- A. 留出流量检测仪的安装位置
B. 带闷盖的管螺纹接口

- C. 试验检测取样口
- D. 检测泡沫发生器工作压力的压力表接头
- E. 水流指示器
- 6. 低倍数泡沫灭火系统功能验收时喷泡沫试验的要求是 ()。
 - A. 应选择系统中最不利点防护区或储罐进行
 - B. 应对每一个防护区或储罐进行
 - C. 当为自动灭火系统时, 应以自动控制方式进行, 喷泡沫时间不宜小于 1min
 - D. 按自动及手动方式各进行一次
 - E. 先进行喷水试验, 后进行喷泡沫试验

(四) 判断题

- 1. 泡沫灭火系统验收时, 系统功能试验不合格则判定为系统不合格, 不得通过验收。 ()
- 2. 泡沫灭火系统的泡沫液泵或泡沫混合液泵应设置备用泵。 ()
- 3. 本案例中的泡沫液泵启动后把泡沫混合液输送到最不利储罐的时间不应大于 5min。 ()
- 4. 本案例的储罐高度和直径都超过规定, 故不允许采用泡沫枪作为灭火设施。 ()
- 5. 本案例的每个罐的每个泡沫发生器所保护的周长超过了规定。 ()
- 6. 液上喷射系统和液下喷射系统在检测泡沫混合液的发泡倍数时, 其采用的计算方法是相同的。 ()
- 7. 泡沫灭火系统的每组消防泵组在进行转换运行试验时, 只需主备泵的动力转换运行, 不要求在设计负荷下进行。 ()

(五) 分析题

- 1. 简述应如何对本案例的储罐区泡沫灭火系统进行功能验收。
- 2. 试述本案例检测泡沫混合液发泡倍数所需设备及操作方法。

【参考答案】

(一) 1. 环泵 2. 1.5 倍 3. 最大设计 4. 泡沫体积

(二) 1. D 2. A 3. D 4. A

(三) 1. ABC 2. BDE 3. ABCD 4. BD 5. ACD 6. AC

(四) 1. √ 2. √ 3. √ 4. × 5. × 6. √ 7. ×

(五) 答题要点:

- 1. 本案例为储罐区低倍数泡沫灭火系统, 功能验收时应进行喷泡沫试验, 试验应满足:
 - 1) 应选择最不利储罐 (即 5 号罐) 进行试验。
 - 2) 应以自动控制的方式进行喷泡沫试验, 喷射泡沫的时间不宜小于 1min。
 - 3) 喷泡沫时应测量比例混合装置的混合比, 因本案例所用的泡沫液为 3% 水成膜泡沫液, 因此, 混合比应在额定值的 0.85 ~ 1.15 倍范围内。
 - 4) 应对发泡倍数进行测量, 发泡倍数不宜低于 5 倍。
 - 5) 应对系统自开启消防泵至泡沫混合液输送至最不利储罐的时间进行测量, 该时间不应大于 5min。
- 2. 1) 所需设备有: 台秤、PQ8 型泡沫枪 1 支、量桶 1 个、大于量桶上口的刮板一块。
- 2) 操作方法:
 - ① 用台秤测定量桶的空桶质量 W_1 (kg) 和桶的满水质量 W_2 (kg), 并计算桶的空容积 $V = W_2 - W_1$, 按清水的质量与体积的关系 $1\text{kg} = 1\text{dm}^3$ 求得容积。
 - ② 从系统的最不利处的泡沫灭火栓处取泡沫混合液, 经泡沫枪向量桶喷放, 当量桶接满泡沫后立即

用刮板将量桶上口的泡沫刮平,并擦干桶外壁,立即测量桶的质量 W (kg)。注意一定要在泡沫枪的进口压力达到额定值,打开泡沫枪连续喷放 10s 泡沫后再取泡沫。

③ 按以下公式计算发泡倍数:

$$N = V\rho / (W_2 - W_1)$$

式中 ρ ——泡沫混合液密度,按 $1\text{kg}/\text{dm}^3$ 计算。

④ 反复 2 次取平均值。