

煤化工企业消防泵站设计

周 文

胜帮科技股份有限公司 上海 201210

摘 要: 针对煤化工企业消防泵站, 系统分析消防水量计算、消防水池配置、工艺设备选型及控制系统的设计要点。通过案例分析, 验证了优化设计可确保消防泵站的高效性与可靠性, 满足消防用水需求, 有效控制初期火情, 降低灾害损失。

关键词: 煤化工企业; 消防泵站; 消防水池; 优化设计

引言: 本文主要介绍了煤化工企业消防泵站在设计时, 对一些设计值选取以及设计优化进行探讨。主要包括消防水量的确定、消防水池水位控制、工艺设备和系统控制, 为煤化工企业消防泵站设计提供参考。

1 消防泵站在煤化工企业中的重要性

消防泵站是煤化工企业应急体系的核心, 其设计合理性直接影响灾害防控效能。现代煤化工企业涉及易燃、易爆物质, 如煤制油、乙二醇、煤制天然气等, 火灾发展迅速。发生火灾时需通过消防泵站及时稳定供水, 及时扑灭初期火灾, 减少灾害影响范围。

2 消防泵站的设计

2.1 消防水量

依据《煤化工工程设计防火标准》GB51428-2021第9.2.1条规定, 首先计算出各装置区、储罐区、动力及公用工程设施区、辅助设施区的一次消防用水量, 然后进行比较。各装置区的一次消防用水量取大值A, 各储罐区的一次消防用水量取大值B, 然后两者再次比较取最大值; 动力及公用工程设施区、辅助设施区的一次消防用水量比较取大值为C; 则厂区所需设计消防水量为D, $D = \max(A, B) + C$ 。

大型煤化工企业需至少设2座消防泵站及配套管网, 并备用10000m³的消防水量, 单套消防泵站保护半径1200m。当一个分区故障时, 相邻分区能够提供100%的消防供水量^[1], 2座消防泵站互为备用, 显著提高了系统安全性。备用的10000m³容积可根据各消防泵站的占地情况任意分配, 无具体要求。

2.2 消防水池

2.2.1 消防水池水位及控制

(1) 最低有效水位应满足消防水泵自灌要求, 当水位低于最低有效水位时向消防控制中心报警, 最低有效水位一般距水池底100mm。

(2) 正常水位根据消防水储量、水池占地面积和最

低有效水位来确定, 需保证消防水有效容积满足消防水储量的要求。

(3) 溢流水位一般高于正常水位100~300mm, 当水位高于溢流水位时向消防控制中心报警。

(4) 低报警水位一般低于正常水位50~100mm, 当水位低于低报警水位时, 向消防控制中心发出报警信号, 在消防泵启动后低报警水位的报警应停止^[2]。

(5) 补水管的管口高于溢流水位的值 $h = \text{补水管径} D2$ 且 $100 \leq h \leq 150\text{mm}$ 。

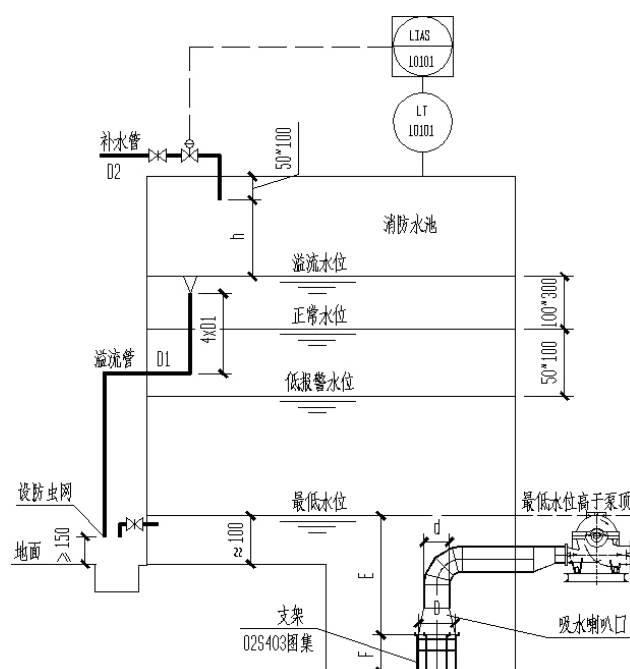


图1 消防水池液位

2.2.2 消防水池配管

(1) 补水管的管径, 以补满水池时间 $\leq 48\text{h}$ 、流速 $\leq 1.5\text{m/s}$ 为条件, 计算补水管管径^[3], 如补水量较大、补水有困难地区补满水池时间 $\leq 96\text{h}$ 。在水池顶设液位计, 根据水池水位来联锁控制补水管上的电动阀, 实现

水池自动补水,这弥补了水力浮球阀易损坏的缺点,并在控制室显示电动阀的开关、故障状态,增加了水池补水的可靠性。

(2) 消防水池出水管即消防泵吸水管,消防泵吸水管管径为 d ,则吸水喇叭口直径 $D \geq 1.25d$ 。吸水喇叭口距最低有效水位的距离 $E = 1 \sim 1.25D$,且 $E \geq 600\text{mm}$ 。吸水喇叭口距池底距离 $F = 0.6 \sim 0.8D$,且 $F \geq 500\text{mm}$ 。

(3) 溢流管管径 $\geq$ 补水管管径,一般比补水管管径大一级。溢流喇叭口下的垂直管段 ≥ 4 倍溢流管管径。溢流管采用间接排水,有不少于 150mm 的间隙(如图1所示)。在溢流管口处设防虫网,防止虫鼠等进入消防水池。

(4) 排水管管径 $\geq$ 补水管管径。排水管采用间接排水,排水间隙 150mm 。排水管一般设在最低有效水位以下,如有困难也可设在最低有效水位以上,最低有效水位以下的水可采用移动泵排出。

(5) 池通气管,通气量 ≥ 1.5 倍的消防水流量。按图集02S403/103的通气管做法,设计流速为 5m/s 、管径 $\text{DN}200$,计算通气管的数量;也可采用其它做法的通气管,只是设计流速会有所不同。

(6) 连通管,用于连通2座消防水池,并在连通管上设切断阀。连通管管底应在最低有效水位以下,连通管流速按 0.5 倍最大泵吸水管流速来计算连通管管径。

(7) 消防车取水口,取水管的管底应在水池最低水位以下,消防水池的吸水高度 $\leq 6.0\text{m}$ (需考虑海拔修正),这限制了水池的最低有效水位标高。

2.3 设备与控制系统设计

2.3.1 消防水泵

由于稳高压系统要求系统压力为 $0.7 \sim 1.2\text{MPa}$,所以消防水泵扬程一般按 $1.1 \sim 1.2\text{MPa}$ 选取,按规范《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974第10.1.7条的公式根据实际管网阻力、高程差等参数进行校核。同一组消防泵一般选用同一型号,电泵为工作泵,柴油泵备用,工作泵不超过3台,意在减少消防泵启泵控制的复杂性。消防水泵按五点选择法进行选型(见图2^[4]),并符合规范GB50974第5.1.6条规定。

2.3.2 柴油机油箱

由《石油化工消防泵站设计规范》SHT3219-2022第9.2.3条可知,当柴油机油箱总容量 $V \leq 3\text{m}^3$ 时,油箱可置于泵房内,位置不受限。为减小储油箱容积,采用回油水冷器冷却回油,则储油箱容积可按不小于 3.3L/KW 计算。在油箱周围设围堰防止油箱泄露,围堰容积不小于油箱容积。

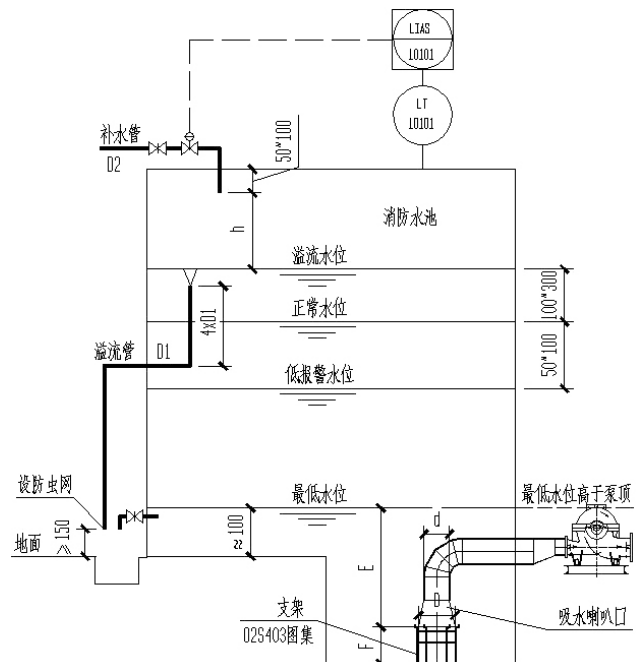


图2 消防泵的五点选择法

2.3.3 稳压泵

大型煤化工企业厂区面积较大,稳压罐很难满足系统稳压要求,所以推荐采用变频泵稳压,根据管网压力动态调整转速,维持系统压力 $0.8 \sim 1.1\text{MPa}$,稳压泵设计流量等于消防系统设计流量的 $1\% \sim 5\%$ 。一套消防系统内设置稳压泵两台,互为备用,可由厂家成套供货,并配压力变送器、控制柜,撬块内独立控制。

2.3.4 超压回流管

超压回流管上设旁路,把旁路管作为消防系统的试压管路,并在回流管上设流量计,这样节省了每台消防水泵的试压管。

2.3.5 系统控制

消防泵组配置为一用一备时,其控制流程简单,下面介绍消防泵组采用两用两备时消防系统的控制,采用三用三备时以此类推。

消防稳压泵的控制:稳压泵的启停由设在稳压泵组出水管上设压力变送器单独控制,当消防管网压力达到 1.1MPa 时,稳压泵停泵,当压力降至 0.8MPa 时,启动稳压泵,维持管网压力 $0.8 \sim 1.1\text{MPa}$ 。当启动消防泵时,停稳压泵。

消防泵的控制:在消防总出水管上设压力变送器,发现火情启用消防设施时,管网压力持续下降,当压力变送器值低于 0.7MPa 时,通过消防控制柜发出三路信号:一路启动电动消防泵,一路关闭稳压泵,一路给消防控制中心火灾报警信号。若 20s 后管网压力不能达到

0.7MPa时,立即启动另1台电动消防泵,若20s后管网压力仍不能达到0.7MPa时,立即启动1台消防柴油机泵,若消防柴油机泵启动后30s,管网压力还是不能达到0.7MPa时,立即启动另1台消防柴油机泵。各消防泵的启动仅由消防水主管上的压力变送器判断,逻辑相对简单,有效减少出错风险。

3 案例分析

新疆地区某大型煤化工项目的消防泵站:本项目为大型煤化工项目,设置两座独立的消防泵站及稳高压消防管网系统,分别位于厂区南侧的1#消防泵站和厂区北侧的2#消防泵站,每座消防泵站保护半径1200m,能有效覆盖全厂。经计算:各装置区的一次消防用水量最大值

为 $Q_A = 300\text{L/s}$, $V_A = 3240\text{m}^3$;各储罐区的一次消防用水量最大值为 $Q_B = 129.39\text{L/s}$, $V_B = 1404.18\text{m}^3$,将两者比较,装置区为最大;动力及公用工程设施区、辅助设施区的一次消防用水量比较,最大值为空分站 $Q_C = 120\text{L/s}$, $V_C = 1296\text{m}^3$;则厂区所需消防水量为 $Q_D = 300+120 = 420\text{L/s}$, $V_D = 3240+1296 = 4536\text{m}^3$,另外还需10000 m^3 备用,则全厂消防水储量不小于 $V = 4536+4536+10000 = 19072\text{m}^3$ 。两座消防泵站的设置规模相同,单座泵站可供消防水流量为 $440\text{L/s} (> 420\text{L/s})$,消防水储量为10000 m^3 ;两座消防水池总消防水储量20000 $\text{m}^3 (> 19072\text{m}^3)$,主要设备见表1。按规范GB50974第10.1.7条的公式核算,消防泵扬程120m满足规范要求。

表1 1#消防泵站消防设施一览表(2#消防泵站同)

序号	项目名称及规模、规格	单位	数量	备注
1	电动消防泵 $Q = 220\text{L/s}$, $H = 120\text{m}$, $N = 450\text{kW}$	台	2	
2	消防柴油机泵 $Q = 220\text{L/s}$, $H = 120\text{m}$, $N = 490\text{kW}$	台	2	单台柴油箱1.5 m^3
3	消防稳压泵 $Q = 10\text{L/s}$, $H = 110\text{m}$, $N = 22\text{kW}$	台	2	变频
4	潜水泵 $Q = 20\text{m}^3/\text{h}$, $H = 40\text{m}$, $N = 7.5\text{kW}$	台	2	1用1备,泵房集水坑用
5	消防水池有效容积5000 m^3 (半地上半地下水,地下-2.1m,地上4.0m)	座	2	
6	消防泵房(半地上半地下泵房,地下-4m,地上8m)	座	1	

消防水由市政生产给水管道补充,单座消防泵站设两座独立的消防水池,单座水池有效容积5000 m^3 ,采用DN250补水管,补水时间47.6h,补水管上设电动阀与液位连锁。两座水池之间设带阀门的连通管,最大泵吸水管流速为1.39m/s,经计算连通管管径不小于DN900,设计取DN1000。水池通气量为660L/s,通气管以设计流速为5m/s、管径DN200计,单座水池需设通气管不少于5根。消防水池设有远传液位计,能在消防控制室实时显示液位并对液位监控报警。

柴油机回油系统中采用水冷器冷却,单台柴油箱1.5 m^3 ,总容积3 m^3 ,可布置在泵房内。泵房内设一根DN350的超压回流管,超压回流管上安全泄压阀、旁路和DN65的试水管,在回流管出口上设流量计和闸阀。厂区消防管网环状布置,消防泵站有2根DN500出水管与厂区消防管网相连,2套消防系统间由2根DN500带切断阀的管道连接,此阀门为常关,当其中一座消防泵站不能正常运行时才可打开。

通过消防稳压泵维持管网压力0.8~1.1MPa,管网压力低于0.7MPa时,按上述逻辑依次启动主泵或备用泵。

从接到启泵信号到水泵正常运转的自动启泵时间不大于2min,满足规范要求。通过在消防泵、水池液位计、管网压力传感器等关键设备上安装智能传感器,数据可实时传输至消防控制中心。在控制中心展示全厂消防系统运行状态,包括管网压力、水池水位、泵组运行状态、电动阀开关状态、故障信号等参数,物联网的应用显著提升了系统的实时监控能力和响应效率。

4 结束语

随着煤化工行业发展,我们还需持续关注消防安全技术的发展动态,不断引入新技术、新方法,提升消防泵站的应急响应能力和灭火效率,为企业的安全生产保驾护航,希望通过本文对煤化工企业消防泵站设计有所帮助。

参考文献

[1]GB 51428-2021,煤化工工程设计防火标准[S].
[2]15S909,消防给水及消火栓系统技术规范图示[S].
[3]GB 50974-2014,消防给水及消火栓系统技术规范[S].
[4]SHT 3219-2022,石油化工消防泵站设计规范[S].