

消防泵启泵压力的思考

陈 磊

中元国际(上海)工程设计研究院有限公司 上海 200126

摘 要：本文阐述了不同消防形式对于消防泵启泵压力值的计算方法，当采用仅设屋顶消防水箱而无稳压泵的情况时，本文提出了消防泵出水管上压力开关无效的替代方法，当采用转输消防系统无转输水箱的直接串联系统时，本文提出了泵组按顺序启动时需有最小间隔时间。

关键词：消防系统；压力开关；启泵压力；控制逻辑

引言

目前消防水泵的启动方式均为自动控制方式，如何可靠、及时的启动消防水泵同时减少误动作显得尤为重要，消防水泵出水干管上设置压力开关作为此项执行措施之一在各类系统上普遍应用。根据《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974-2014（以下简称：消规）中11.0.4条规定：消防水泵应由消防水泵出水干管上设置的压力开关、高位消防水箱出水管上的流量开关，或报警阀压力开关等开关信号应能直接自动启动消防水泵。消防水泵房内的压力开关宜引入消防水泵控制柜内；另外《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084-2017和《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116-2013等规范也有类似规定。而对于不同系统，压力开关的启动参数和控制逻辑也是不同的，这需要进行深入的探讨。

1 压力开关

压力开关分为机械式和电子式，由于机械式可靠性

低已逐步被电子式取代。电子式根据内部传感器不同又可分为多种类型但原理基本一致，主要靠传感器进行压力采样再转化为电信号输出到控制装置内。行业内消防用的压力开关量程最大可达300MPa，精度上也可达到±0.5%FS，基本上可满足消防系统的需求。

根据现行规范的要求消防系统中压力开关的动作信号作为触发信号应能直接控制启动消防泵，联动控制不受消防联动控制器处于自动或手动状态影响。因此压力开关的传输信号级别比其他一般传感元件都高，是消防泵自动启动的核心措施。

2 启泵压力

设有压力开关的消防系统通常为临时高压系统，细分又可分为湿式系统、干式系统、预作用系统、雨淋系统等，本次依据压力开关启泵压力的计算方式和控制逻辑上分为以下几个类型，详见表1：

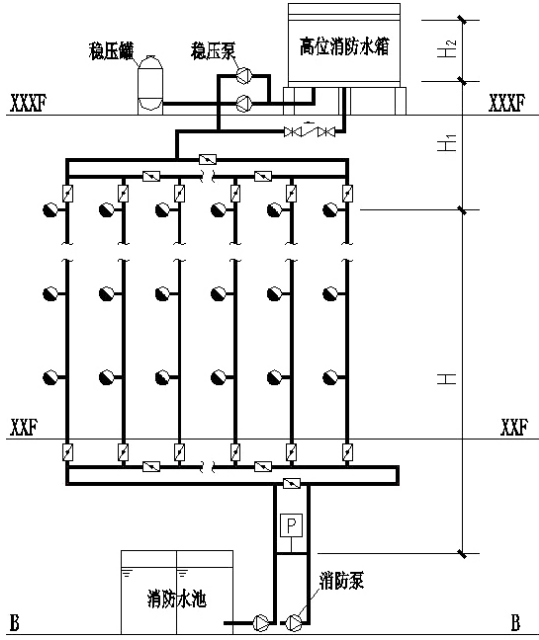
表1 消防类型表

序号	消防类型	系统简介
1	稳压泵上置消防系统	稳压泵与消防稳压水箱均设置在消防系统最高处，稳压泵以消防稳压水箱为水源，加压供水维持消防系统最不利点的静水压力。
2	稳压泵下置消防系统	稳压泵设置在消防系统的低位处，一般稳压泵以低位消防水池（或高位消防稳压水箱）为水源，加压供水维持消防系统最不利点的静水压力。
3	仅设高位消防水箱（无稳压泵）消防系统	消防稳压水箱设置在消防系统最高处且无稳压泵，消防稳压水箱有效水位高度可以满足消防系统最不利点的静水压力需要。
4	无转输水箱直接串联消防系统	转输消防系统中，低位泵房设转输泵，高位转输泵房设供水泵，转输泵的出水管作为供水泵的吸水管直接连接，用于高压消防管网供水。
5	有转输水箱间接串联消防系统	转输消防系统中，低位泵房设转输泵，高位转输泵房设转输水箱和供水泵，转输泵的出水管作为转输水箱的补水管，供水泵以转输水箱为水源，用于高压消防管网供水。

在“稳压泵上置消防系统”中，确定消防泵出水管上压力开关启动值时需要考虑以下3点：①启动值需满足火灾时及时启泵的要求；②启动值需满足在准工作状态时低于稳压泵设计启动值，避免日常运行中频繁误

启，消规中规定的差值为0.07MPa~0.10MPa；③由于最高处消防稳压水箱的有效水位一般都不深且下降时间缓慢，故启动值还需克服水箱水位的最大静压力，避免启泵时间延长甚至无法启动的情况。故根据以上原则结

合“稳压泵上置消防系统示意图”所示,消防泵启泵压力 $P = P_1$ (稳压泵启泵压力)+ $H_1+H-(7\sim10)$ 且 $P \geq H_1+H_2+H$,依据消规要求: P_1 需满足系统最不利点处水灭火设施在准工作压力状态时的静水压力大于0.15MPa,故 $P_1 \geq 15-H_1$,另外由于稳压泵处于有利的高位,本次差值“(7~10)”可取低位值7提高启泵的及时性,则将上述带入公式后,消防泵启泵压力 $P = H+8$ 且值需按 $P \geq H_1+H_2+H$ 进行复核。



稳压泵上置消防系统示意图

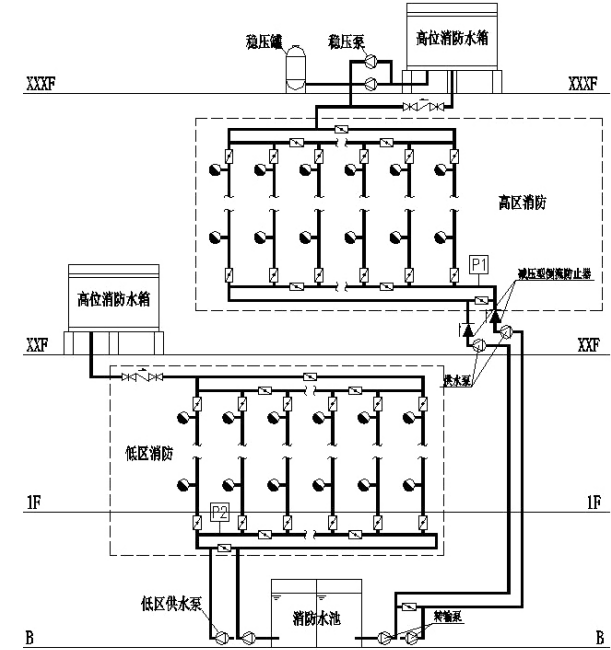
注:图中水泵处阀器件略。

“稳压泵下置消防系统”与“稳压泵上置消防系统”原理类似,按最不利点消防所需静水压力计算得出启泵压力并且需复核克服高位水箱水位的最大静压,不同的是由于下置稳压泵工作压力相对较高,差值“(7~10)”中可取高位,尽量减少消防泵组的误启。

在“仅设高位消防水箱(无稳压泵)消防系统”中,消防管网平时压力主要靠水箱储水位与消防设施的高差来维持的,通常情况下高位消防水箱的深度不会太深一般在3米以下,水位变化幅度较小,这就可能导致消防泵出水管上压力开关失效无法正常输出启泵信号。我们假设有一个项目,屋顶设有有效容积为 18m^3 的高位消防水箱,水箱尺寸为长 $4\text{m} \times$ 宽 $3\text{m} \times$ 高 2m ,消防水箱出水管接大楼的消火栓系统和自动喷淋系统,水箱的高度可以保证最不利自动喷水系统静水压力为 0.10MPa 。当发生火情时火灾区域有 $1\text{个} K = 80$ 的喷头玻璃球破裂开始喷水,根据喷头的流量计算公式 $q = K\sqrt{10P}$ 可得出此时喷头流量为 1.33L/s (忽略水损),由于水位变化需大于压力

开关的精度这里取 0.5米 ,可是产生 0.5米 水位差的时间为 $(0.5 \times 4 \times 3) \div (1.33 \times 0.06) = 75.19\text{min}$,这明显不符合及时启泵的需求,若考虑高位消防水箱出水时补水管仍在补水,这将会导致产生水位差的时间更长,消防泵出水管上和报警阀上压力开关无法及时收到水位差信息无法输出启泵信号,故消防系统的自动启泵方式只剩高位消防水箱出水管上的流量开关,这显然降低了整个消防系统的可靠性和安全性。

对于这种情况建议增加火灾自动报警系统联动启泵方式,由一只感烟火灾探测器与一只手动火灾报警按钮的报警信号,作为另一组启泵信号,但这种方式受限于使用寿命和人为因素有一定误报概率,或者在稳压水箱出水管上设双流量开关尽量减少因故障原因导致的启泵失败,若项目比较重要建议仍按设有稳压泵的形式来增加消防系统的可靠性。



无转输水箱直接串联消防系统示意图

注:图中水泵处阀器件略。

在“无转输水箱直接串联消防系统”(以下简称:直接串联系统)中,转输泵的出水管作为高压供水泵的吸水管直接串联,高压供水泵出水口设有减压型倒流防止器,从而将消防系统独立分区。直接串联系统可仅在供水泵出水管上设置压力开关用于监测高压系统的压力变化,启泵方式同前文几种原则,但仍需注意几点:①压力开关需设置在减压型倒流防止器后端,否则无法监测压力。②达到启泵压力条件后需先启动转输泵再启动供水泵,防止供水泵吸水管断水进气。③关于启泵间隔时间,根据消规的要求:消防水泵应确保从接到启泵信

号到水泵正常运转的自动启动时间不应大于2min。由于泵组为接力顺序启动,考虑到工频泵组从接通电路到水泵达到额定转速的最大时间为30s(按电机功率 $\leq 132\text{kW}$ 情况考虑),则间隔时间不得大于 $2 \times 60 - (30 \times 2) = 60\text{s}$,但为防止供水泵空转需转输泵出水管充满水后才能满足供水泵启泵条件,这就需要延迟一个充水时间,充水时间可由设计流量、管径、管长等参数计算出来,在设计中也需要重点考虑。根据以上参数转输泵与供水泵按顺序启动至额定转速的间隔时间应不大于60s同时当转输泵启动后需延迟一个充水时间再启动供水泵。

在“有转输水箱间接串联消防系统”(以下简称:间接串联系统)中,转输泵的出水管作为转输水箱的补水管,高区供水泵从转输水箱中直接吸水,由于有转输水箱存在消防系统可以独立分区。间接串联系统可仅在供水泵出水管上设置压力开关用于监测高区系统的压力变化,但与直接串联系统不同的是,有转输水箱作为缓

冲,间接串联系统不需要等待充水时间,故当达到启泵压力条件后立即先启动高区供水泵后再启动转输泵。

3 结束语

压力开关作为消防系统自动控制的核心元件是保障消防泵组自动启动的重要措施之一,在不同类型的消防系统中,压力开关的启泵参数和控制逻辑有所不同,其启动参数需要进行严谨的计算和科学的论证,才能满足消防系统稳定可靠的要求。

参考文献

- [1]GB 50974-2014.消防给水及消火栓系统技术规范[S]
- [2]GB 50084-2017.自动喷水灭火系统设计规范[S]
- [3]GB 50116-2013.火灾自动报警系统设计规范[S]
- [4]潘国庆.消防水泵自动启动信号及流量开关动作流量探讨[J].山西建筑,2024,50(21):113-117
- [5]肖兴东.消防水泵启动控制方式分析和有关争议的讨论[J].工程建设与设计,2024(12):37-41