临时高压消防给水系统设计及运行参数探究

□王 珂

[摘 要] 临时高压消防给水系统是应用最为广泛的消防给水系统，系统控制及运行依靠稳压设备、流量开关、压力开关、泄压阀、减压阀等系统附件的相互协调。合理地选定设备、调试控制参数是保证系统正常运行的必要条件，也是消防水泵灭火后控制和维护的要求。依照现行规范要求对临时高压系统在设计及运行中遇到的一些问题进行研究，就如何合理设置系统参数、选用设备以实现自动启动消防水泵进行有益的探讨。

[关键词] 临时高压系统；稳压设备；流量开关；压力开关

临时高压消防给水系统（以下简称“临时高压系统”）平时并不能满足灭火设施所需的工作压力和流量要求，需要在灭火时自动启动消防水泵，才能满足系统所需的压力和流量，因此，自动启泵是关键。临时高压系统的自动启泵通过合理地设置稳压设备、压力开关、流量开关的控制参数来实现，并在必要条件下需要手动启停。临时高压系统在不发生火灾时通过稳压设备维持一定的系统压力，火灾时消火栓、喷头等灭火设施终端出水，利用流量开关感应到系统有一定流量流出或压力开关侦测到系统压力持续下降，通过电信号主动启动消防水泵，以达到灭火的设计流量和压力要求。

1 稳压设备

稳压设备一般由高位消防水箱和稳压泵组成，个别可不设高位水箱的场所可采用气压给水设备代替，高位消防水箱的设置规范中已有明确，这里不再赘述，仅对稳压泵参数的调节进行探究。简而言之，稳压泵设计流量有两个依据，设计流量不应小于消防给水系统管网的正常泄漏量和系统自动启动流量，这两个流量是“且”的关系；稳压泵有两个控制压力，即启泵压力和停泵压力。

按照规范《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB 50978—2014）（以下简称《消水规》）的规定，管网泄漏量与管道材质、接口等有关，往往无法估计，一般按照消防给水设计流量的1%～3%取值，但不宜小于1L/s[1]。可见，当消防给水设计流量100L/s时，按1%取值，管网渗漏量1L/s。原《高层民用建筑设计防火规范》（GB 50045—95）规定，增压设备的出水量，对消火栓系统不应大于5L/s，对自动喷水灭火系统不应大于1L/s。现行规范看似取消了对增压设备流量的上限要求，但稳压泵设计流量的上限值依然存在，稳压设备的选用一般按照标准图集的成套设备选取，这里参照国标图集《消防给水稳压设备选用及安装》（17S205）中的设备型号，稳压泵的流量有1.0L/s、1.5L/s、2.0L/s、2.5L/s、3.0L/s5种[2]。对于系统单一、管材及接口可靠的管网可采用较小的流量，对于多系统共用稳压设施，尤其是有室外管网埋地敷设的管网，可采用较大的流量。

系统的自动启动流量与系统附件有关，比如湿式报警阀的启动，根据规范《自动喷水灭火系统施工及验收规范》（GB 50261—2017）（以下简称《自喷验收规范》）规定，当湿式报警阀放水流量大于1L/s时，报警阀应及时启动[3]。另外，《自动喷水灭火系统》（GB 5135.2—2003）中，关于湿式报警阀的实验要求，在进口压力分别为0.14MPa、0.7MPa、1.2MPa、1.6MPa，系统侧放水量60L/min、80L/min、170L/min、170L/min（适用于额定工作压力大于等于1.6MPa的湿式报警阀），压力开关和水力警铃均应发出报警信号[4]。这也符合《自喷验收规范》湿式报警阀最小启动流量大于1L/s的要求。流量开关的作为自动启泵的触发信号，其自身能被触发的流量范围按照《消水规》的规定：流量开关应能在0.1m/s～10m/s的流速时可靠启动[1]。流量开关一般设置在高位消防水箱出水管，消火栓系统出水管管径不小于DN100，流量开关的最小动作流量值为0.785L/s；自喷系统出水管管径不小于DN80，对应最小动作流量值为0.502L/s。当然该最小值只反映流量开关自身的灵敏度，仅作为选用流量开关的依据，稳压泵

[作者简介] 王 珂，甘肃省城乡规划设计研究院有限公司，工程师。

设计流量需大于该最小流量值。

稳压泵的启泵压力P_1（这里仅讨论屋顶水箱间设置增压稳压设备的情况，如图1所示）与高位消防水箱最高水位、最低有效水位及最不利消火栓或喷头的高度有关，P_1＞15-H_1，且≥H_2+7，这一点《消水规》中已明确，稳压泵的设计压力应保存系统最不利点处水灭火设施在准工作状态时的静水压力应大于0.15MPa[1]。稳压泵的停泵压力P_2=P_1/0.8，稳压泵的停泵压力P_2决定了系统最低消火栓处的静压，消火栓栓口处静压大于1.0MPa时，系统应分区供水。同样参照国标图集《消防给水稳压设备选用及安装》（17S205）中，稳压设备运行的最小停泵压力0.22MPa，根据最低处消火栓栓口最大静压P_2+H_1+H_3≤1.0MPa，可以看出，稳压泵出水管（停泵压力测压点）至最低消火栓栓口高差（H_1+H_3=1.0-0.22=0.78MPa）78m，所以对该高差小于等于78m的消火栓系统，可以不分区。稳压泵停泵压力决定系统静压，合理选用设备才能合理分区。

2 流量开关

消防给水系统所采用的流量开关多种多样，主要有超声波流量开关、热导流量开关、挡板式流量开关。流量开关实质上侦测的是介质的流速，通过流速和流量开关自身的管径可以确定流量大小，当检测到流量达到设定值时输出电信号。

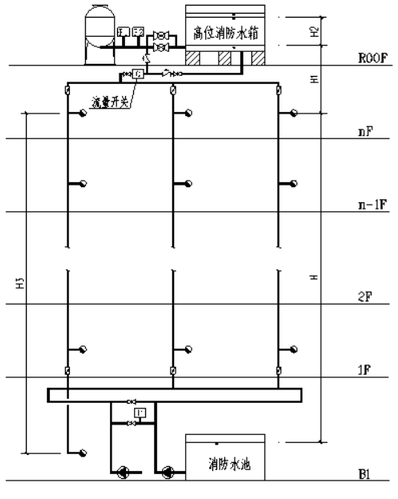


图1 临时高压制消火栓系统

流量开关的设计动作流量值属于系统控制的参数，与前文所述反应流量开关自身性能的最小动作流量值无关，流量开关的设计动作流量值依照实际应用的系统而定。当消防系统采用流量开关作为消防泵自动启动的信号时，流量开关的动作流量值设定直接影响消防主泵的启动，设计动作流量值设置过低，系统管网发生微小渗漏有可能发生误启动；该值设置过高，将导致系统启动延迟或不能启动，延误火灾扑救。

关于流量开关的流量参数的设定：流量开关应在火灾初期最不利点处消火栓出水时输出电信号直接启动消防泵，这里以图1中的消火栓系统为例，临时高压系统的稳压设备需维持最不利消火栓栓口处压力大于0.15MPa，当室内消火栓配置φ19喷嘴口径水枪、25m长65mm内衬水龙带时，根据

$$q=\sqrt{BH}/10 \quad (1)$$

式中q为水枪的射流量，L/s；B为水枪水流特性系数，φ19水枪，B=1.577；H为水枪喷嘴处的压力，kPa，见式（2）。

$$H=H_{xh}-h_d-H_k \quad (2)$$

式中H_{xh}为消火栓栓口处的静压，kPa；h_d为水龙带的水头损失，kPa，见式（3）；H_k为消火栓栓口的水头损失，一般按20kPa。

$$h_d=A_zL_dq^2\times10 \quad (3)$$

式中A_Z为水龙带阻力系数，公称直径65mm的内衬水带，A_Z=0.00712；L_d为水龙带长度，按25m计算。[5]

（1）（2）（3）式联立可得q=4.0L/s。这里的4L/s是初期火灾最不利消火栓栓口完全打开时系统的泄流量，是流量开关设定值的上限，为防止系统渗漏引起的误启动，流量开关的设定值还应大于系统的渗漏量，参照《消水规》的规定，再无参考数据时，系统渗漏量不宜小于1L/s，所以该系统流量开关设定值在1L/s～4L/s，不能理解为初期火灾时最不利消火栓的流量与系统渗漏量的叠加值，因两者叠加值过大，火灾发生在最不利消火栓处时，流量开关将无法启动消防泵。在设计中，流量开关的设计设定值仅作为参考。在实际应用中，流量开关的设定值需根据现场情况调整，一般将该值先设定在稳压泵设计流量（对于仅设置高位消防水箱的系统，按系统渗漏量）以上，开启最不利点消火栓，从栓口阀门开启至完全打开的时间间隔内，消防主泵能自动启动的流量为准。

3 压力开关

压力开关是将系统压力变化转换成电信号的一种装置[6]，《消水规》中给出压力开关可采用电接点压力表、压力传感器。电接点压力表属于机械式压力开关，应用比较广泛，不限于消防给水系统，大多数产品未通过相应的消防检测，可靠性不强。压力传感器属于电子式压力开关，相较于电接点压力表，操作简单、调解精度高、可靠稳定。建议采用压力传感器作为启动消防泵的压力开关。

当临时高压系统仅设高位消防水箱时，压力开关设置在消防的出水干管处，火灾初期水箱水位波动不大，压力开关很难启动消防泵，这时流量开关优先于压力开关启泵，一般选用对压力变化较为敏感的“低压压力开关”，将动作压力值设置在高位消防水箱最高水位所对应的压力。对于采用“稳压泵+高位消防水箱”的系统，一般也是流量开关优先于压力开关启泵，但是系统的压力变化相对较大，应选用敏感度相对较低的“低压压力开关”。根据《自动喷水灭火系统》（GB 5135.10）对于压力开关的性能和要求，按不同的动作压力分为普通型压力开关（动作压力为0.035MPa～0.05MPa）、预作用装置压力开关（动作压力为0.03MPa～0.05MPa）、特殊型系统压力开关（动作压力值范围由产品厂商确定）、可调式压力开关（可调动作压力值范围由产品厂商确定）[7]。

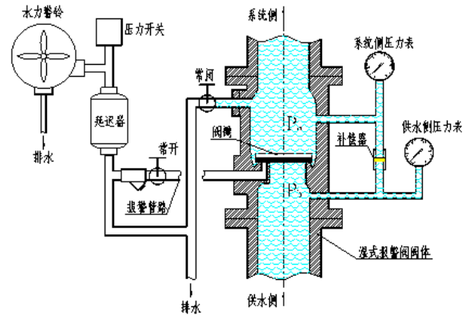


图2 湿式报警阀组

根据《自动喷水灭火系统设计规范》（GB 50084—2017）（以下简称《喷规》）的11.0.1～11.0.3，无论是湿式、干湿、预作用，还是雨淋系统，报警阀组压力开关和消防水泵出水干管上的压力开关均要设置[8]。普通型压力开关和预作用装置压力开关属于报警阀组压力开关，而消防水泵出水干管压力开关（系统压力开关）使用的是特殊型系统压力开关和可调式压力开关。

对于报警阀组压力开关，根据前文所述《自动喷水灭火系统》（GB 5135.2—2003）中，报警阀进口压力0.14MPa时，系统侧放水量应达到1L/s，当临时高压系统仅设高位消防水箱，最不利点喷头静压0.1MPa，最不利点处喷头爆破，系统侧压力P_a下降，报警阀阀瓣打开，供水侧的水进入系统侧，同时进入报警管路，报警阀压力开关动作，如图2所示。该处使用的是普通型压力开关，只要满足报警管路泄水压力就可以动作，直接启动消防水泵。预作用系统的压力开关动作与湿式系统类似，只是系统侧准工作状态时是由气体维持系统压力，预作用报警阀压力开关的动作更灵敏。

对于自喷系统水泵出水干管上的压力开关，与报警阀组压力开关不同，系统压力开关一直处于持压状态，当报警阀打开，供水侧压力P_b下降，当达到系统压力开关设定的动作压力值时，启动消防泵。

仅设有高位消防水箱的临时高压系统，火灾初期高位水箱水位变幅小（高位水箱有效水深一般1.5m～2.5m），消防水泵出水干管上的压力开关处的压力变化不明显。如果压力开关设定值接近水箱满水时压力开关处静压，管网的压力波动会导致系统误启动，如果设定值过低，从火灾发生到高位消防水箱储存的水量全部流出时间间隔太长，压力波动也只有2m左右，压力开关很难启动消防水泵，一般流量开关会先于压力开关启泵，系统压力开关只能作为一种备用启动方式。当高位消防水箱配置稳压泵，准工作状态时，系统压力开关处的静压为H+H_1+P_2（如图1），发生火灾时，消火栓的泄流量大于稳压泵向管网的补水量，消防水泵出水干管处压力下降至P_1+H_1+H-7时，压力开关应该动作，但实际运行中，高位水箱出水管上的流量开关仍然会先发生动作，压力开关作为备用启动方式。

可见，两种临时高压系统都是以流量开关启泵为主，压力开关启泵为辅，在系统测试阶段，应先切断流量开关的信号，再按照压力开关的设计动作压力值进行调试。

4 结语

临时高压系统的本质是判定是否真实发生火灾，第一时间通过流量开关或压力开关的信号启动消防主泵，开关动作值的设定要以设计为依据，并在实际测试时适当调整。稳压泵的设计流量、流量开关、压力开关之间也有相互影响，根据《喷规》10.3.1，消火栓与自喷系统可合用高位消防水箱，虽然系统各自设置流量开关，

（下转第75页）