

自动喷水灭火系统检测和维护措施的研究

杨琦¹ 姜冯辉² 黄晓家³

(1 华东建筑设计研究院有限公司, 上海 200002; 2 安泛工程咨询(上海)有限公司, 上海 200040;

3 中国中元国际工程公司, 北京 100089)

摘要 研究了自动喷水灭火系统加强检测维护的重要性。从保证自动喷水灭火系统的安全可靠角度, 给出了自动喷水灭火系统的系统评价指标。针对系统运行中经常出现的情况, 探讨了自动喷水灭火系统检测和維護的若干技术措施, 特别是需要加强消防泵、阀门和系统的检测监督, 保障系统运行可靠。

关键词 自动喷水灭火系统 检测 维护 技术措施

自动喷水灭火系统的检测和维护是系统运用中的重要环节, 重新认识其重要性, 加强检测和维护技术措施, 对于保障自动喷水灭火系统发挥作用具有积极意义。

1 检测维护的重要性和评价

1.1 重要性

自动喷水灭火系统具有系统控制论的概念。作为自动控制, 只有加强日常的检测和维护方能满足自动喷水灭火系统在需要时的正常启动, 发挥其设定的功效。自动喷水灭火系统也是按一定的秩序和内部联系组合而成的整体。自动喷水灭火系统检测

及维护也是对系统的控制, 是对系统的运行进行监督, 判定系统是否能满足设计的最低功能要求。这就需要准确的检测和有效的维护。

从工程技术角度出发, 自动喷水灭火系统的系统控制包含了设计、安装、验收、维护的全过程, 有必要进行全过程的控制。从系统的角度出发, 自动喷水灭火系统的检测需要做到“整体大于部分之和”的原则, 提高整个系统的可靠性, 通过检测和维护来降低风险。从控制的角度出发, 自动喷水灭火系统的可靠性需要将问题的处理控制在“可能性空间”内, 把可能性空间缩小到一定的控制范围内以提高

- 11 GB 50016—2006 建筑设计防火规范. 北京: 中国计划出版社, 2006
- 12 GBJ 84—85 自动喷水灭火系统设计规范. 北京: 中国计划出版社, 1986
- 13 GB 50219—95 水喷雾灭火系统设计规范. 北京: 中国计划出版社, 1996
- 14 GB 50151—92 低倍数泡沫灭火系统设计规范. 北京: 中国计划出版社, 1993
- 15 GB 50196—93 高倍数、中倍数泡沫灭火系统设计规范. 北京: 中国计划出版社, 1993
- 16 GBJ 110—87 卤代烷 1211 灭火系统设计规范. 北京: 中国计划出版社, 1988
- 17 0163—92 卤代烷 1301 灭火系统设计规范改变. 北京: 中国计划出版社, 1993
- 18 GB 50193—93 二氧化碳灭火系统设计规范. 北京: 中国计划出版社, 1994
- 19 GBJ 140—90 建筑灭火器配置设计规范. 北京: 中国计划出版社, 1991

- 20 GB 50338—2003 固定消防炮灭火系统设计规范. 北京: 中国计划出版社, 2003
- 21 GB 50370—2005 气体灭火系统设计规范. 北京: 中国计划出版社, 2005
- 22 GB 50347—2004 干粉灭火系统设计规范. 北京: 中国计划出版社, 2004
- 23 GB 50183—93 原油和天然气工程设计防火规范. 北京: 中国计划出版社, 1993
- 24 GB 50160—92 石油化工企业设计防火规范. 北京: 中国计划出版社, 1992
- 25 GB 50229—96 火力发电厂与变电所设计防火规范. 北京: 中国计划出版社, 1996
- 26 GB 50414—2007 钢铁冶金企业设计防火规范. 北京: 中国计划出版社, 2007

○ E-mail: huangxiaojia@ippr.net

收稿日期: 2010-06-10

修回日期: 2010-06-28

“控制能力”,产生良好的“负反馈调节”。检测和维护也是对系统的反馈。自动喷水灭火系统检测和保护的最终目的是使自动喷水灭火系统处于稳定的平衡状态,确保系统能充分、有效发挥控火或灭火的作用。

1.2 系统评价指标

建立自动喷水灭火系统的系统评价指标可有利于对自动喷水灭火系统进行系统评价,保证所设计的系统在消防安全目标、使用性能、经济效益达到预期目的。在自动喷水灭火系统中,往往最简单的东西也是最可靠的。

自动喷水灭火系统的系统评价要素与系统的组成及运行工况有关。从自动喷水灭火系统施工验收角度出发,其系统评价的核心指标主要有:系统的可靠性、可检测性及可维护性。

2 检测措施

自动喷水灭火系统主要从水量、水压两个方面来检测系统的情况。水源上有市政水源的压力检测、消防泵的运行检测、系统供水的末端检测。针对自动喷水灭火系统特点的有阀门检测和冰冻期检查等技术措施。

2.1 喷淋泵的检测

喷淋泵的检测与系统的控制与联动要求有很大的关系^[1,2]。不同的自动喷水灭火系统决定了不同的联动控制要求^[3]。自动喷水灭火系统的控制还与高位消防水箱、局部稳压设施的设置有关。喷淋泵的联动控制信号主要来源于压力开关。临时高压自动喷水灭火系统的消防泵启动应由设置在报警阀组延时器后的压力开关控制,稳高压自动喷水灭火系统的消防泵启动可由设置在消防泵出水管上的压力开关控制^[4]。对于有消防给水分区的情况,还需要考虑转输喷淋泵的控制要求。

从系统自动控制检测的角度出发,喷淋泵采用自动巡检方式很有必要。消防泵自检方式主要有常速自检和低速自检两种形式^[3,5]。不同形式的自检适用于消防泵从不同水源吸水的情况。此外还应从完整的消防给水工况对喷淋泵自检。

从提高系统运行可靠性角度出发,喷淋主、备泵的切换采用压力信号控制方法较电流信号控制方法更优化^[6]。压力信号控制方法能真实反映消防给水

的工况,其切换信号的可靠性较高。

从喷淋泵的选择看,柴油发动机驱动的消防泵可靠性略好于电机驱动的消防泵,这主要是得益于其不易受到外界因素的影响^[7,8];喷淋泵宜优先选用卧式多级泵,且工况曲线性能要求上优选较平缓的水泵^[9]。

喷淋泵是自动喷水灭火系统的核心,需要建立喷淋泵的测试和维护清单^[7]。每周测试项目包括:阀门和管路、柴油或电动机的自动启动、泵控制柜、泄压阀、泵冷却、水源、泵房温度、柴油发动机等指标。每月测试项目包括:柴油发动机蓄电池电解液的液位和密度、柴油发动机蓄电池接线端的腐蚀,以及电缆及其连接的状况。每半年测试项目包括:更换机油。每年测试项目包括:流量测试、消防泵连接器、柴油发动机等。消防水泵性能检测装置可参考美国 NFPA 20 推荐的消防泵检测装置来测试系统的供水性能。

2.2 阀门的检测

在自动喷水灭火系统中,关闭的阀门、堵塞的管道、不当的维修及其他问题都会导致自动喷水灭火系统失去作用,因此对自动喷水灭火系统中阀门的检测很有必要。

各项研究显示^[7],如果没有正确的关闭处理和跟踪检查程序,自动喷水灭火系统调节阀门会由于修理而关闭并被遗忘。虽然火灾不可能被 100% 地预防,但阀门的非正常关闭问题是完全可以得到控制的。造成阀门非正常关闭的原因主要有:自动喷水灭火系统检修、建筑物改建、维护、天气寒冷、失误(没有认识到阀门是自动喷水灭火系统一部分)、蓄意(包括纵火企图)等因素。美国 FM Global 公司工程师在检查出的近 4 000 个不恰当被关闭的阀门中,位于室内或阀门井中的阀门占 60%。此外还需检查阀门的行程开关和锁,经查出的不恰当被关闭的阀门中,13% 的阀门只有行程开关,19% 的阀门被锁,4% 的阀门被锁且有行程开关,64% 的阀门既没被锁也没有行程开关^[7]。自动喷水灭火系统的阀门最好锁定在完全开启的位置,其次才是使用行程开关。

检测的内容包括分段的区间阀门、喷淋支管阀门以及泵房、水箱、储水池里的阀门。阀门检查的方法是在阀门全开后关闭 1.5 圈后即显示为关闭状态

(报警),而阀门关闭 3 圈及以上的情况,FM Global 认为该阀门是完全关闭的。在自动喷水灭火系统的阀门检测中,一方面要检查阀门是否开启,另一方面是检测阀门的开启程度(开启度)。阀门除了要开启外,还要保证其处于全开启状态。对锁定要求和管理行为需要有申请备案记录和告示。

2.3 供水调试检查与末端试水的检测

2.3.1 供水调试检测装置

在《自动喷水灭火系统施工及验收规范》2001 年局部修订条文中增加了“系统试验装置”的内容,其 5.3.2.4 条规定自动喷水灭火系统应安装专门供系统调试、检测,消防水泵启动运行试验装置,并在系统验收 8.0.5 条对系统的流量、压力试验进行相应的规定。

文献[10]介绍,通过该装置检测到的流量和压力,比较真实客观地反映了系统的供水性能,结束了系统的供水能力和性能检测没有专门检测装置的局面,提高了系统运行的可靠性。还有文献提出,对于报警阀处系统流量、压力检测试验装置,建议与消防水泵供水管处的试水装置合并,不设流量计或只设流量计接口^[11]。

在这一问题上,自动喷水灭火系统的设计规范与施工验收规范存在一定的差异,主要矛盾在于“供水调试检测装置”与“末端试水装置”哪一个更能反映系统的真实供水工况。事实上,两个装置各有特点,在某一方面都能反映系统中的流量情况,但不能全部反映系统的情况。末端试水装置主要测试了最不利点系统的水压(特别是反映了工作压力)的情况;供水调试检测装置检测了报警阀处的流量情况;前者更侧重于压力检测,后者更侧重于流量检测。虽然在供水系统中流量与压力存在一定关系,但不同的位置所需要检测的评价指标是不同的。供水调试检测装置的优越性主要表现在自动喷水灭火系统的开式系统中,若在雨淋系统中增加这一装置将可解决系统不能设置末端试水装置的问题。

湿式系统扑救火灾失败的案例中,供水阀门关闭致使系统无水是事故概率中最大的一种,这也是我们要求水流指示器和报警阀处进水阀采用安全信号阀或需可靠锁定的主要原因。没有必要设置的阀门应尽可能不设置。因此,建议在自动喷水灭火系

统施工验收规范中对“供水调试检测装置”的设置明确只在开式系统中。

2.3.2 末端试水装置

末端试水装置安装在系统管网或分区管网的末端,检验系统的启动、报警及联动等功能。自动喷水灭火系统设计规范与自动喷水灭火系统施工验收规范的区别在于增加了一个表后阀门。文献在这方面有不同的看法^[11~15]。末端试水装置的功能可分为显性功能和潜在功能,显性功能是检验水流指示器、报警阀的压力开关和水力警铃能否及时动作和报警,检验系统的可靠性和功能,末端试水装置可以定期或不定期地启动,随时抽检系统是否处于工作状态,以便及时排除故障,提高系统的可靠性;潜在功能是借助系统以外的仪表或通过进一步水力计算得出的结果的复核。

从控制检查的可检测性和可维护性指标看,对末端试水装置的设置建议:①末端试水装置仅适用于闭式系统(有传导管系统的开式系统,可在传导管系统上设置),而不应用于开式系统。末端试水装置应具有试水接头和压力表。②从末端试水装置的功能看,仅设置试水接头和启闭阀门即可。③末端试水应保证排水的及时、畅通,可不设漏斗直接与排水立管连接。

2.4 市政水源的压力检测

在市政自来水供水工况中,特别是采用常高压的自动喷水灭火系统,复核市政水源的压力很有必要。这是因为城市自来水的供水压力随时间的变化而波动,一是自来水用户的增加或生活水平的提高造成用水量增加;二是市政给水管网老化造成的结垢形成管径内壁减小,最终使市政水源供水压力下降。

市政水源的压力检测可通过消防接管附近的 2 个相邻的城市消火栓来测量,作为设计压力来使用。分别在城市消火栓上安装压力表,测出消火栓的静压和打开消火栓后的动压并进行计算,绘出城市自来水的供水压力曲线^[6]。

2.5 冰冻期的检查

湿式系统特别需要防止冰冻灾害。冰冻引起的危害可能会造成水管破裂,更重要的是自动喷水灭火系统在不知不觉之中因管道堵塞而失去作用。产

生冰冻灾害的要素主要有:在冰冻天气较常见的地区,维修后没有更换保温层、门窗封闭不严等因素;在不常出现冰冻天气的地方,保温不足或门窗关闭不严。

在检测手段上,可采用检查清单的方法^[7]。对于闲置区域或以往曾经发生冰冻的区域,应排净自动喷水灭火系统中的存水(包括干式管道)。对于不宜实施排水的设备,应添加防冻液。

3 维护措施

值得注意的是,我国消防设备的管理还相对滞后。从系统灭火失败的案例分析,灭火失败很大程度是由于缺乏灭火系统的维护管理。关键是没有引起这方面的重视,未能从提高人的素质和管理制度入手进行系统维护管理。现行的一些消防规定中,比较注重消防给水设备及组件的储备。而消防给水设备本身就属于“养兵千日,用兵一时”的范畴,忽略了平时的保养维修和管理,将不利于整个系统可靠性的提高。故加强自动喷水灭火系统平时的维护管理可提高系统的可靠性,对保证系统的安全性具有积极的意义。

3.1 建立管理组织

自动喷水灭火系统是一个可操纵系统。充分关注人的可靠性,是提高系统可靠性的一种方法。人的可靠性涉及到人的操作可靠性和人机界面,与人的意识水平、环境和人与人之间的配合有关。自动喷水灭火系统的可靠性主要是通过增强人员的管理水平,掌握控制要求的方法,加强系统的定期运行、检测、维护,以满足系统灭火时的要求。

紧急反应小组(ERT),也称职工应急组织,是美国FM Global公司制定的用于工厂救灾的一种组织。我国大型工厂的消防队相当于其中的一种职能。ERT的指定成员应根据职责分配对火灾作出及时反应,以确保消防泵一旦启动就能够正常运转,并在火势被完全扑灭或控制之前不会意外关闭。ERT的成员在紧急情况发生前、发生时和发生后,以团队形式执行特定的任务,使公司的潜在损失最小化。

3.2 红牌许可证制度

在自动喷水灭火系统的维修、设备安装或进行建筑物的改造中,需要临时关闭消防灭火设备,但是,即使只关闭1分钟,都会造成火灾的风险。红牌

许可证制度(系统)无疑是首选,制度是一个重要的保障。

红牌许可证制度主要包括4个部件:消防设备标牌、红牌许可证、红牌许可证系统配套、悬挂于消防接入点的消防系统暂停告示牌。红牌许可证制度更多地强调了过程控制的管理模式。在喷淋灭火设备计划进行维修之前、准备工作中、维修完成后和对于计划外的维修计划处置,须建立一整套制度和“预案”。

3.3 系统的维护

需要制定自动喷水灭火系统每周、每月、每季的维护检查项目。检查表格中,需有检查员、审查员的签字,并签日期,以加强责任心。

在自动喷水灭火系统的阀门维护中,针对不同类型和功能的阀门采取不同的维护周期。阀门的维护主要通过目测巡视和现场手动操作的检查方式来完成。在消防泵的维护周期方面,对自动启动的消防泵流量检测应每年进行一次。此外,还要注意供水管陈旧问题,避免造成管道水压过大。

3.4 特殊场所(防震)措施

自动喷水灭火系统在有防震等特殊场所中应用时,需要采取特殊的技术措施。如果对自动喷水灭火系统采取一定的技术措施,一方面可以在震后减少自动喷水灭火系统部件的损坏,以防止因火灾或漏水而导致的进一步非结构性损坏。另一方面,自动喷水灭火系统的破损将导致系统在最急需的时候无法发挥作用,对于尽快恢复正常运转来说至关重要。

在有防震要求的场所,自动喷水灭火系统的安装需要在管道系统上合理设置防震支架。防震支架可以在管道方向改变时进行有效支撑,预防喷淋管路和建筑物之间的差异运动,保持自动喷水灭火系统各重要组成部分的协调性,从而可使系统作为一个整体移动。

柔性连接是另一种技术措施。对于跨越地震中可能不同方向上发生运动的两个建筑部位的管路,应采用柔性接头或防震组合的特殊柔性连接组件,即可提供充分的柔性连接。采用“防震组合”的管道设计,也可消除地震引起的应力积聚。

此外,喷头四周应保留充足的间隙,支线管路也

应有竖向限制,以避免喷头与各个建筑构件发生碰撞。

3.5 泄压阀和排气阀的设置

在自动喷水灭火系统设置泄压阀和排气阀尤为重要。对于系统工作压力大于 1 MPa 的自动喷水灭火系统建议设置泄压阀,泄压阀的规格可比系统供水管小 1~2 档,其设置部位应便于维修并便于排水。设置泄压阀有利于自动喷水灭火系统的调试、检测、维护,及防止系统的超压。同时,也需注意泄压值的设定和阀门的管理问题。自动喷水灭火系统最高部位有必要设置自动排气阀。排气阀应装在每套报警阀组后配水干管的最高位置,以放空管道内的空气,减少因管道中积气而引起的压力波动。自动排气阀还可消除报警阀后水锤等冲击现象。如不设排气阀或设置位置不合适,当发生火灾时,会造成水泵的延时启动,不利于灭火。自动排气阀的前面应设阀门,以便于检修和维护。

编后语 GB 50084《自动喷水灭火系统设计规范》和 GB 50261《自动喷水灭火系统施工及验收规范》是消防给水设计的主要系统规范之一。两本规范于 2008 年 12 月开始进行修订,现已完成报批稿。设计与施工验收两本规范共同进行修订尚属首次,两主编单位公安部天津消防研究所和公安部四川消防研究所,在修订中相互协调,解决了现行规范执行过程中遇到的热点、难点问题。规范在修订中还进行了相关专题研究,现选择部分内容在本栏目以规范修编专题的形式分期连续刊登,以飨读者。

自动喷水灭火系统的重要性已得到专业人士的认同。针对目前国内运用的情况,如何发挥自动喷水灭火系统的作用还需要加强系统的检测和维护措施,以进一步保障系统的可靠;自动喷水灭火系统保护防火卷帘设计的明确,可以解决设计中存在的问题,对合理推广运用方式具有积极意义;通过不同大小集热板在车库和大空间建筑中火灾试验,研究了喷头动作的作用效果问题,明确了集热板正确使用范围;薄壁不锈钢管作为新型消防给水管材之一,其连接方式在火灾中功能是否受到影响,通过实体火灾试验进行了验证;早期抑制快速响应(ESFR)喷淋

系统在工业建筑中得到广泛应用,分析设计和安装中存在的问题也很有必要。

参考文献

- 1 杨琦,李毅,谢明.水灭火系统中各类水泵的控制要求.给水排水,2002,28(10):59~61
- 2 杨琦.消防给水系统的联动控制与自动化要求.中国给水排水,2007,23(10):47~49
- 3 杨琦.稳高压与临时高压消防给水系统间的主要区别.中国给水排水,2003,19(10):71~73
- 4 黄晓家,姜文源.自动喷水灭火系统设计手册.北京:中国建筑工业出版社,2002
- 5 杨琦,钱观荣.消防给水系统中消防泵自检方式的分析.给水排水,2002,28(3):66~69
- 6 杨琦,许明印.消防泵的主备用切换方法比较.消防技术与产品信息,2004,(6):24~26
- 7 FM Global 的小册子、资料(Control Shut - Valve - P7133、Emergency Response - P8116、Fire Pump Check List - P8217、Fire Pump - P0252、FM Difference - P9906、Freeze up checklist - P9521、ICVs - P0035、Ignition Source - P8610、Lack of AS - P0037、Loss Prevention and Equipment Checklist P9116SC、Red Tag Wall Kit - P7427、Ten Qualities P8114)
- 8 NFPA 20 Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection, 1999 Edition
- 9 黄晓家,白洁.自动喷水灭火系统工程设计中若干问题的探讨.消防技术与产品信息,2006,(10):4~6,48
- 10 魏名选,冯小军.论自动喷水灭火系统供水调试检测.给水排水,2004,(4):109~111
- 11 黄晓家,郝耘.试论自动喷水灭火系统末端试水装置的作用和功能.消防技术与产品信息,2003,(1):20~24
- 12 魏名选,周顺碧.论末端试水装置的功能.消防技术与产品信息,2001,(12):21~22
- 13 何以申,读《论末端试水装置的功能》有感.消防技术与产品信息,2002,(6):52~53
- 14 王长川,王致新.再论末端试水装置的功能.消防技术与产品信息,2002,(5):38~40
- 15 方汝清,王家良,邬昌琼.自动喷水灭火系统末端测试功能装置的设计.四川建筑,2004,(4):117~118

※ 通讯处:200002 上海市四川中路 321 号 17 楼

电话:(021) 63217420 - 5534

E-mail:qi_yang@ecadi.com

收稿日期:2010 - 01 - 19