

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.08.012

外资厂房消防供水系统中美规范差异的探讨

苗纪伟

(上海平克顿咨询有限公司, 上海 200063)

摘 要: 针对外资厂房消防供水系统设计既要满足国内规范要求又要符合美国消防协会规范的要求,以某外资汽车零部件新建工厂的消防供水系统的设计、安装、检查和测试为例,从消防泵房建造和消防泵的选型、消防泵吸水侧和出水侧所必须安装的管道配件以及消防泵的控制等方面分别对比分析了中美规范上的差异。强调了消防泵吸水侧和出水侧上压力表、异径管、止回阀和控制阀门的正确选型和安装位置,对比后借鉴了美国消防协会标准 NFPA 20 对供水系统上泄压阀和流量计的设计和安装要求,补充了 NFPA 20 上独有的自动循环阀及压力传感管的设计与安装,可提高消防供水的可靠性。

关键词: 消防泵; 消防泵房; 消防供水

中图分类号: TU998.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2021)08-0069-05

Discussion on the Differences of Fire Water Supply System in Foreign Funded Factories between the Chinese Codes and NFPA Standards

MIAO Ji-wei

(Shanghai Pinkerton Consulting Co. Ltd., Shanghai 200063, China)

Abstract: The design, installation, inspection and testing of fire water supply system in a foreign founded auto parts factory was introduced in this paper based on the requirements of both Chinese codes and National Fire Protection Association (NFPA) standards. The differences on fire water supply system between the Chinese codes and NFPA standards were compared and studied from the following aspects: construction of fire pump house, selection of fire pumps, the installation of fittings on the suction & outlet section and the control of fire pumps. The selection and position of pressure gauges, reducing pipe, check valve and control valves on suction and outlet side of fire pump were emphasized. The design and installation of main relief valve and flow meter in NFPA 20 were adopted by comparison. The unique design and installation of circulation relief valve and pressure sensing lines in NFPA 20 were supplemented. The purpose of all the recommendations was to improve the reliability of fire water supply system reasonably.

Key words: fire pump; fire pump house; fire water supply

随着国内改革开放力度的不断加大以及“一带一路”和中国企业走出去战略的不断深化发展,越来越多的工厂消防供水系统需参照国际通用的规范进行设计、施工与验收,因此熟知中外标准在供水系统上的差别势在必行。近几年来我国也参照国际规范不断更新了消防供水系统的设计、施工的技术规

范,尤其是 2014 年颁布了《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB 50974—2014,以下简称《水规》),但是与国际上通用的美国消防协会标准(NFPA)相比还有一些不足之处。

以某外资汽车零部件在嘉兴市新建的工厂为例,分析中美消防供水系统在规范上的差异,并提出

一些提高供水可靠性的合理化建议。

1 消防泵房和消防泵

1.1 消防泵房

为了防止工厂消防泵房被淹的情况发生,消防泵房应优先采用地上式泵房。国内很多工厂基于减少地上建(构)筑物占地面积或者冬季防冻的考虑,通常将消防水池建在地平面以下,为了满足消防水泵能自灌式吸水^[1],泵房也建在地面之下。如出现排水能力不足或防洪措施不当,在水管爆管或极端降雨天气时极易被淹,从而造成较大的财产损失和消防系统的长时间失效。本项目的外资保险公司要求泵房地面应不低于周围地面,需将消防泵安装在500年一遇的洪水水位之上(FM Global Property Loss Prevention Data Sheets 3-7),即使发生了重大区域洪水灾害,消防泵房作为厂房保护的重要组成部分仍能发挥作用。本项目采用地上混凝土消防水池和地上消防泵房。

1.2 消防泵的选型

首先,从消防泵的流量和扬程方面考虑,如果消防系统需要大流量和较高扬程的消防泵供水时,通常选用中开式离心泵;如果消防系统需要供水流量低于750 GPM(2 839 L/min)时,通常选用端吸泵;如果需要消防泵的流量更小时,可以选用立式管道泵;如果需要高扬程的消防泵,通常选用多级泵或者采用消防泵串联来实现;如果大流量、高扬程需要开机功率较大时可以采用变速泵。其次,从消防泵的驱动方式考虑,在当地供电可靠的情况下,应优先采用电机驱动的消防泵;如果供电无法满足要求时,应采用柴油机驱动的消防泵。

选择消防泵时应综合以上各种因素考虑,本项目选用FM认证的柴油中开泵作为主泵,国产电动中开泵作为备用泵。除此之外,在订购国际认证的(如FM approval, UL Listed等)消防泵时还应注意如下三点:第一,供货周期长。施工单位按照消防泵生产厂家提供的泵性能通用曲线初选满足施工图上设计参数的消防泵。反馈到生产厂家,签订供货合同后才开始生产制造,出厂前厂家需对该泵进行性能测试,并将该泵的真实性能曲线提供给施工单位,泵的采购、生产、运输和交货周期通常需要至少3~4个月。如果还需要国内质量监督部门型式认可就需要预留更多的供货时间。第二,消防泵的选型略微不同,国际认证的消防泵额定流量值间隔较大,因

此选泵时可以在泵额定流量的90%~140%之间的任何一点上取值来满足工厂消防系统的设计供水需求^[2]。第三,泵的性能需要多次验证与评估,设计单位得到厂家关于该泵的真实性能曲线后需要重新复核水力计算,施工单位完成安装后需要进行现场性能测试,检查性能曲线是否与出厂曲线匹配以确定安装是否到位。

2 消防泵吸水侧

2.1 控制阀门

在消防泵的吸水管上设置控制阀主要为了检修泵时使用。《水规》规定消防水泵的吸水管上应设置明杆闸阀或带自锁装置的蝶阀,或具有开启刻度和标志的暗杆阀门。但是美国消防协会《固定消防泵安装规范》(NFPA 20)中明确规定,消防泵的吸水管上应采用明杆闸阀(O&SY Valve),如果吸水管上采用蝶阀,应至少距离消防泵的吸水口法兰50英尺(15.24 m)以上,以免引起涡流。蝶阀开启后阀瓣容易在水流通道上产生涡流。暗杆闸阀的阀板开启后虽然进入阀体的上部内腔,但是阀杆进入楔形阀板内造成目测很难发现其开启状态。甚至有些质量不过关的暗杆阀容易出现阀杆与阀板脱丝现象。明杆闸阀在全部开启时,阀板能进入阀体的上部内腔,对管道内水流扰动小,阻力小,水流呈层流状态等,其阀杆露出阀体,开启和关闭状态一目了然,易于目测检查,安全可靠性能较高。故本项目吸水管上的阀门全部采用明杆闸阀。

2.2 异径管

为了保证吸水管的水流速度小于设计允许值,消防泵的吸水管管径通常大于其吸水口法兰,这就要求安装异径管。为了防止异径管内气体积聚而引起气蚀缩短泵的寿命,通常采用偏心异径管。《水规》规定吸水管水平管段上变径连接时应采用偏心异径管件并采用管顶平接。而NFPA 20规定如果消防泵的吸水管从下部或水平接入消防泵的吸水法兰,偏心异径管应采用管顶平接方式;如果消防泵的吸水管从上部接入消防泵的吸水法兰,偏心异径管应采用管底平接方式。本项目由于是从地上消防水池取水,吸水管水平接入消防泵,最终采用管顶平接方式。

2.3 压力表

《水规》规定消防水泵吸水管宜设置真空表、压力表或真空压力表,压力表的最大量程应根据工程

具体情况确定,但不应低于0.70 MPa,真空表的最大量程宜为-0.10 MPa。美国NFPA 20规定当吸水管上的压力小于20 psi(0.14 MPa)时,应采用真空压力表,真空表的最大量程宜为-30 inHg(0.10 MPa)。其吸水管上压力表的选型和安装基本一致。压力表分普通压力表和油压压力表,油压压力表内充满甘油或硅油,硅油比甘油更耐低温,建议在室外温度低于-20℃时使用。另外NFPA 20推荐使用油压压力表,在测试泵时压力表指针稳定,比较容易读数准确。故本项目选用安装油压真空压力表。

2.4 其他附件

《水规》规定管道过滤器可设在消防水泵吸水管上,其过水面积应大于管道过水面积的4倍,且孔径不宜小于3 mm。NFPA 20也允许在吸水侧安装过滤器,轴流深井泵可以在叶轮底部配置锥形过滤器或篮式过滤器,一般从水井吸水时安装锥形过滤器,从水池吸水时安装篮式过滤器,容积泵前应设置管道过滤器,其他类型的消防泵均未明确要求设置过滤器。本项目为从地上消防水池取水,消防水池采用市政供水,水质比较干净,防止了涡流的产生,故取消了Y型过滤器的设置。

国内规范对吸水管上弯管和三通等配件的设置没有明确要求。NFPA 20对离心泵的吸水管上弯管和三通等配件有如下设置要求:除非泵吸水法兰到弯管或三通之间的距离大于吸水管直径的10倍,否则切勿将中开离心泵的泵轴与弯管或三通配件的中心线平行安装,但是垂直安装时不受上述安装距离的限制。

为了增加消防水池的有效容积,国内设计人员通常会根据规范要求消防水池底部设置集水坑。NFPA 20除了设置集水坑也推荐在吸水管上安装防涡流板,其尺寸不小于吸水管管径的两倍,推荐边长至少48英寸(1 219 mm)的正方形板,安装在距池底至少一半吸水管管径但不应小于6英寸(152 mm)的位置。本项目最后采用了集水坑,其深度和宽度都不小于1.0 m。

3 消防泵出水侧

3.1 出口压力表

《水规》规定消防水泵出水管上应设压力表,其最大量程不应低于其设计工作压力的2倍,且不应低于1.60 MPa。NFPA 20规定出水管上的压力表最大量程为其设计工作压力的2倍,且不应低于

200 psi(1.38 MPa),并且要求压力表应有两种读数(bar和psi)。本项目安装了油压压力表,验收测试时压力表指针较稳定,易读数。

3.2 异径管

当消防泵的出水口法兰与出水管的管径不一致时,通常安装同心异径管来满足出水管的流速要求。

3.3 主泄压阀

《水规》中没有规定主泄压阀的选型和安装位置,国内设计人员通常参照标准图集,泄压阀安装在出水管控制阀门之后^[3]。NFPA 20要求在消防泵选型时就应该考虑其在“零流量”(Churn, Shutoff)(除了少量水经自动循环泄压阀排出或维持柴油机的冷却流量外)情况下的出口压力不应高于消防系统管道及附件的最大承受压力,禁止采用安装泄压安全阀来降低系统设计压力^[4]。然而柴油机驱动的消防泵只有在柴油机转速超过10%时才会自动停止运行,因此柴油泵在“零流量”下扬程就可能达到其正常转速下的121%的压力。为了不提高整个消防系统组件的压力等级,增加工程造价,允许柴油泵通过安装泄压阀的方式降低系统的压力。电机驱动的消防泵(除变速电机驱动消防泵外)和即使在超速状况下“零流量”时最大压力也不超过消防系统组件的压力等级时可不设置主泄压阀。

NFPA 20规定泄压管路上禁止安装控制阀门,以防泄压管路被误隔离。为了检修时无需将系统管网的水排空,泄压阀的安装位置应在泵和止回阀之间。泄压阀应采用弹簧式或先导式泄压阀。如果排放管上有多个弯头时应放大其管径,即需要在阀后设置一个排放锥(Waste cone)。不应将多台消防泵的泄压排水管合并,以免其中一台泵的泄压阀开启后使其他泄压阀处于背压状态而无法正常工作。测流量管也不应接入泄压管道,但是允许泄压阀排放锥后的管道接入本泵的测流量管下游控制阀后端。泄压阀的水可以回到消防水池、市政取水的吸水管或直接排至室外安全位置。为了保证泄压阀开启后能目测到水流状态,除了能观察到其排放口处水流外还需要安装带有可视窗(Sight glass)的排放锥。本项目柴油中开泵的额定流量为1 500 GPM(5 678 L/min),设置了DN150泄压阀,阀后采用DN200排放管。

3.4 止回阀

《水规》要求出水管道应设止回阀,并建议采用

水锤消除止回阀。NFPA 20 则要求采用认证的止回阀,为了防止水泵突然开启或阀门快速关闭时产生的水锤对管网造成冲击,推荐采用弹簧式微阻缓闭止回阀。止回阀应安装在控制阀之前以方便更换阀门时不需要将消防系统的水排空。本项目最终选择了弹簧式微阻缓闭止回阀。

3.5 流量装置

出水管上应安装测流量装置以便检查消防泵性能是否符合原设计铭牌的设计压力和流量,它也是检验消防泵的安装是否得当和系统供水可靠性的重要手段。《水规》要求一组消防水泵应在消防水泵房内设置流量测试装置,标准图集上采用在 DN65 的管道上设置流量计。NFPA 20 则要求安装一套既能测试泵的性能又能测试供水能力的测流量装置,有两种方式可供选择:一种是安装流量计,另一种是安装测试总管(Test Header)。国内多采用流量计的方式,超声波流量计因流量受管道内不均匀流或涡流影响较大不建议安装,一般选用认证的文丘里流量计。流量计应严格按照制造商的要求安装,其上下游应设置控制阀,一般选用明杆闸阀,并保证流量计与上游控制阀之间不小于 5 倍管径的直管段,与下游控制阀有不小于 2 倍管径的直管段,以防阀门造成不均匀流或涡流的产生导致读数不准确。如果水流排回水池则应尽量远离泵的吸水口,并建议伸入正常液面之下。如果回到市政供水的吸水端,应在下游控制阀前增加一路出水管并增设测试总管。测试总管测流量时需要借助皮托管计才能得以实现。增设测试总管是因为消防水回流到吸水端控制阀后无法满足每三年需测试一次供水水源的供水能力^[5]。本工程采用了文丘里流量计,排水回流至消防水池,可节约消防用水。

3.6 控制阀门

在消防泵的出水管上设置控制阀是为了检修泵时不需要将消防系统的水全部排空。《水规》要求出水管上应设明杆闸阀,也可以采用带有自锁装置的蝶阀。NFPA 20 中明确规定,出水管上应采用带有位置指示装置的闸阀或蝶阀。笔者认为出水管上应优先安装明杆闸阀,可以选用带自锁装置和位置指示装置的蝶阀,不得安装暗杆闸阀。本项目采用了明杆闸阀。

3.7 其他附件

为了防止在出水阀关闭的状态下长时间测试消

防泵造成泵体过热,NFPA 20 还要求在出水管上设置自动循环泄压阀(Circulation Relief Valve)。规定除了自带水冷循环系统的柴油机驱动的消防泵外,所有电机或风冷驱动的消防泵都应设置自动循环泄压阀,如果是变速消防泵,应确保在其最小转速时能开启自动循环泄压阀。额定流量不超过 2 500 GPM (9 463 L/min) 的消防泵安装 3/4 英寸(19 mm) 的自动循环泄压阀;额定流量在 3 000 ~ 5 000 GPM (11 356 ~ 18 927 L/min) 时应安装 1 英寸(25 mm) 的自动循环泄压阀。该自动循环泄压阀不同于第 3.3 节提及的主泄压阀。对于已经安装主泄压阀的系统也应根据上述安装要求设置。自动循环泄压阀应设置在泵与止回阀之间。其压力设定值应小于泵“零流量”下的压力与泵吸水端最低吸水静压力之和,以保证在“零流量”下能动作并排除泵内积热。

4 消防泵控制柜

4.1 控制柜

《水规》要求消防水泵控制柜设置在专用消防水泵控制室,也可与消防水泵设在一起。NFPA 20 中要求消防泵的控制柜应尽可能靠近其所控制的泵,以便启动时观察泵和驱动机的运行状况。如果必须安装在另外一个房间时,应在墙上设置一扇玻璃窗以便能观察到泵和驱动机的状况。控制柜应安装在靠近消防泵房的安全出口处,不应将控制柜安装在泵房内侧,尤其是不应跨越管道后才能操控。控制柜应靠墙安装,安装在人员易于操作的高度,其底部距泵房地面至少 1 英尺(约 305 mm)。如果泵房内安装了柴油泵,柴油泵的日用油箱优先考虑设置在一个单独的防火隔间。如果没有设置隔间,泵房需要设置喷淋保护,并要求油箱与控制柜保持一定的距离或用防火隔墙隔开。本项目采用 8 m × 15 m 的泵房,消防控制柜安装在靠近门口的位置。

4.2 压力传感器

《水规》要求消防水泵出水干管上的压力开关、高位消防水箱出水管上的流量开关或报警阀的压力开关等开关信号应能直接自动启动消防泵。国内消防泵的自动启动方式通常采用设置在出水干管上的压力开关或电接点压力表,依靠管网的压力下降到预设的压力值来触发电触点开启消防泵,或者依靠湿式报警阀后的压力开关触发联动启动消防泵。NFPA 20 要求消防泵的自动启动控制必须由控制柜内的压力开关完成。在每台消防泵的出水止回阀和

控制阀之间接出一根管径不小于 1/2 英寸(对应 15 mm)的黄铜管或不锈钢 304 管作为压力传感管,接入控制柜内的压力开关。为了抑制水流造成的冲击,压力传感管上应安装两个间隔至少为 5 英尺(1.52 m)的逆止阀,逆止阀阀瓣上应有一个公称尺寸为 3/32 英寸(2.4 mm)的钻孔,用以抑制压力激增,防止损害压力开关,两个逆止阀应注意其安装方向,其水流箭头的指向应为从压力开关到消防泵出水管接口的方向(见图 1)。如果水质洁净可用带耐腐蚀的隔膜孔板[孔口 3/32 英寸(2.4 mm)]的底面活结头(ground-face union)代替逆止阀,但是压力传感管上不得安装截止阀。

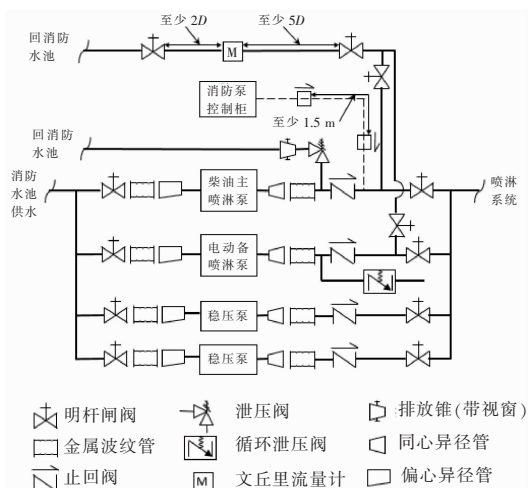


图1 喷淋系统消防泵接管示意

Fig.1 Connection diagram of fire pump in sprinkler system

每台消防泵(包括稳压泵)需要有独立的压力传感管,不得让稳压泵和消防泵合用一套压力传感管。相较于报警阀后的压力开关和电接点压力表其可靠性大大提高。目前国内还缺少该种控制柜,笔者强烈推荐国内科研单位加大该类产品的开发和应用来提高国内消防泵启动的可靠性。本项目 FM 认证的柴油泵采用压力传感管控制,另一台国产电泵采用出水管的压力开关控制,经过投产后现场调试对比发现,压力传感管上的压力开关降压启动性能良好,抗启泵水流干扰能力强。

5 运行效果

该工厂喷淋系统的消防泵严格按照国内规范和外资保险公司的要求(NFPA 20)进行设计和安装,经现场调试,泵性能曲线完全符合当时出厂时的性能曲线,并顺利通过了外资保险公司的现场审核。

6 结语

该项目为我国在消防供水系统设计规范待改进之处,如流量计和泄压阀的选型和安装、自动循环泄压阀和压力传感管的设计和安装等提供了成功的范例。提及的消防泵设计和施工的一些合理化建议值得推广应用,可提高消防供水系统的可靠性,达到消防泵最佳供水性能,实现投资与收益的最大化。

参考文献:

- [1] 住房和城乡建设部. 消防给水及消火栓系统技术规范:GB 50974—2014[S]. 北京:中国计划出版社,2014.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development. Technical Code for Fire Protection Water Supply and Hydrant Systems:GB 50974 - 2014[S]. Beijing:China Planning Press,2014(in Chinese).
- [2] Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection:NFPA 20[S]. the U. S.; National Fire Protection Association,2019.
- [3] 机械工业第一设计研究院,中国建筑标准设计研究院. 消防专用水泵选用及安装:04S204[M]. 北京:中国计划出版社,2007.
First Design and Research Institute MI China, China Institute of Building Standard Design & Research. Selection and Installation of Fire Pumps; 04S204[M]. Beijing:China Planning Press,2007(in Chinese).
- [4] 王树乾,邱宏宇,梅欢. NFPA20 规范对消防泵选型和安装的要求[J]. 油气田地面工程,2019,38(3):86 - 88.
WANG Shuqian, QIU Hongyu, MEI Huan. Demands for the types and installation of fire pumps in standard NFPA20[J]. Oil-Gasfield Surface Engineering,2019,38(3):86 - 88(in Chinese).
- [5] Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems:NFPA 25[S]. the U. S.; National Fire Protection Association,2017.

作者简介:苗纪伟(1976 -),男,山东沂南人,硕士,中级职称,主要从事外资厂房消防系统的设计施工管理等方面的咨询管理工作。

E-mail:jerryoaim@hotmail.com

收稿日期:2020-05-09

修回日期:2020-06-09

(编辑:孔红春)