

设计经验

以沙特某项目为例谈中外消防设计异同

张 怡, 王 磊, 赵惠天, 罗新宇

(清华大学建筑设计研究院有限公司, 北京 100084)

摘 要: 在沙特某项目的消防设计中,根据沙特当地的消防规范(*Saudi Building Code 801 Fire Protection*)、美国消防规范(*National Fire Protection Association*)以及业主要求,在某栋办公楼中设置了消火栓和自喷联合系统、气体灭火系统和移动灭火器。该建筑与地块内其他建筑共用一套室外的消防水池和泵房,泵房内设有消防泵(1用1备)及稳压泵(未设备用),不设高位消防水箱。整个地块均采用临时高压系统,消火栓和自喷联合系统共用消防主泵,但在水流指示器前分开,室内通信机房和弱电间采用 NOVEC 1230 预制灭火系统保护。

关键词: 消防设计; 联合系统; 稳压泵; NOVEC 1230

中图分类号: TU892 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)08-0045-04

Taking a Saudi Project as an Example to Discuss the Similarities and Differences of Fire Fighting Design between China and Foreign Countries

ZHANG Yi, WANG Lei, ZHAO Hui-tian, LUO Xin-yu

(Architecture Design and Research Institute of Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: In the fire fighting design of a project in Saudi Arabia, the fire hydrant and self-spraying combined system, gas fire extinguishing system and mobile fire extinguisher were installed in accordance with the Saudi local fire control code (*Saudi Building Code 801 Fire Protection*), American Fire Safety Code (*National Fire Protection Association*) and the owner's requirements. An office building shared outdoor fire fighting tank and pump room with other buildings in the same site. Inside of high-level fire fighting tanks, there were fire fighting pumps (one use, one standby) and pressure-stabilizing pumps. In the temporary high-pressure system, the fire hydrant and the self-injection combined system shared the fire fighting main pump, while they were separated before water flow indicator. The indoor communication room and the weak current room adopted NOVEC 1230 prefabricated fire extinguishing system.

Key words: fire fighting design; combined system; pressure-stabilizing pump; NOVEC 1230

近年来,随着海外工程市场的开拓,越来越多的工程师们开始投入到国外建筑给排水及消防系统的设计中。很多时候,除援外项目之外,项目需要根据当地的规范或者指定的一些国际性规范(如美标)进行设计计算。而相对于给排水系统,消防系统的

国内外设计差异更为显著,涉及的规范和手册范围更广,并且往往需要专业软件进行模拟计算。沙特某项目位于利雅得等多个城市,主要遵守沙特当地的消防规范(*Saudi Building Code 801 Fire Protection*,以下简称 SBC)以及美国消防规范(*National Fire*

Protection Association,以下简称NFPA)以及业主要求(Minimum Technical Requirement,以下简称MTR)。笔者结合项目中交通部门某办公楼的消防设计,介绍其系统的各项参数和特点,为国内外类似的消防系统设计提供参考。

1 项目概况

沙特项目总建筑面积约 $20 \times 10^4 \text{ m}^2$,为多组小型建筑的建筑群。其中交通部门办公楼共1层,建筑高度为6.05 m,建筑面积为1100 m^2 ,主要功能为办公、小型厨房、休息室等。本建筑的消防系统包括自动喷水灭火系统(以下简称“自喷”)和消火栓联合系统、气体灭火系统和手提灭火器。

国内消防设计中消火栓和自喷系统一般都各自独立,而本项目消火栓系统与自喷系统共用了消防泵和供水干管。

对于配电室等电气用房需设置气体灭火的房间,国内一般选择七氟丙烷或IG-541作为灭火剂,而本项目中多采用更为新型的洁净气体NOVEC 1230,该灭火剂是由美国3M公司于2001年研发的一款绿色、环保的卤烃类灭火剂,它无色、不导电,近乎无味,其灭火是通过物理和化学反应实现的^[1]。灭火过程中,对氧气含量影响很小,并使防护区有良好的可视性,便于人员安全撤离,与七氟丙烷相比较,其毒性低,对大气环境影响小。而目前,该种灭火剂尚未编入我国气体灭火相关规范规程中,也鲜有应用。

本项目除电气用房采用二氧化碳灭火器保护外,其他区域均采用磷酸铵盐干粉灭火器,这与国内项目的设计类似。

2 消防系统设计计算

2.1 泵房设计

办公楼与附近其他建筑共用一个消防泵房和水池,该泵房在室外独立设置。泵房内设两台消防泵(1用1备)、一台稳压泵以及气压罐。

消防水池容积按650 gpm(40.95 L/s)流量、贮存60 min考虑,储水量为150 m^3 。事实上,NFPA对于备用泵的设置并没有明确规定,这通常是由设计者、业主和有关部门共同确定。本项目根据MTR,设置了一台备用泵(电机驱动)。消防泵流量和扬程均按软件计算确定。特别地,水泵扬程在理论值基础上考虑10%的安全系数^[2]。除消防泵外,系统还应设置稳压泵或高位水箱以维持系统压力。稳压

泵不属于消防泵,它通常设置在泵房内,流量为20~50 gpm(1.26~3.15 L/s),扬程与消防泵相同。当系统压力下降时,稳压泵自动启动,当压力继续下降时,消防泵启动。稳压泵停泵压力为消防泵工作压力和系统维持的静压之和,启泵压力低于停泵压力至少10 psi(0.07 MPa),而消防泵启泵压力比稳压泵的启泵压力低5 psi(0.034 MPa)^[2-3](泵组参数如表1所示,1 m \approx 10 kPa)。除稳压泵外,自喷系统的压力也可以采用高位压力水箱来稳压,水箱类似于国内的气压罐。本项目通常数栋或数十栋建筑共用一个室外消防泵房,为便于管理,同时满足消火栓系统的需要,均采用稳压泵稳压方式,且未设置备用泵。

表1 消防泵及稳压泵主要设计参数

Tab. 1 Main parameters of fire fighting pumps and pressure-stabilizing pumps

项目	流量/($\text{L} \cdot \text{s}^{-1}$)	启泵压力/m	停泵压力/m
消防泵	40	69.6	—
稳压泵	1.4	73	80

相比之下,国内的消防设计显得更为保守,临时高压系统中一般情况下设置高位水箱^[4]。这与设备设置的出发点有关,国内强调高位水箱除了保证水压要求外,还需要提供火灾初期水量^[4]。而国外将高位压力水箱和稳压泵视为等同,即都是维持系统压力的技术措施。对于稳压泵的流量,根据其担负的功能,国内外均按不小于系统泄漏量确定,但对扬程的规定差异较大,这主要与稳压泵设置的位置有关,国内常规设计中稳压泵与高位水箱一起设置在建筑屋顶(扬程一般为0.2~0.3 MPa),而国外,一般设置于消防泵房内。

2.2 消火栓和自喷系统

很多时候,国外消防设计采用消火栓和自喷联合系统,典型的联合系统中消火栓直接从立管上接出,当本立管需要连接自喷系统时,再单独从共用的立管上引出管道设置水流指示器。本建筑采用了如图1所示的系统,联合系统按轻危险级设计。而国内根据规范的要求,一般消火栓系统、自喷系统设置各自独立的水泵和管网,即使合用水泵,管路系统也会在报警阀前分开。这主要是基于系统安全性,两个系统作用时间不同,自喷系统对水质要求更高等。与国内设计不同的是,自喷系统的试水阀位于水流指示器之后(见图2),而非国内规范要求的“末端试

水”,试水管路与干管泄水管路汇合后排入专用的排水立管,管路简洁且试水方便。

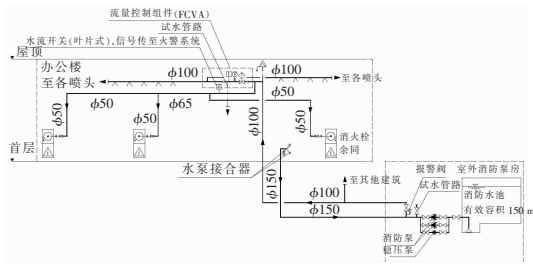


图 1 消防系统原理

Fig. 1 Principle of fire fighting system

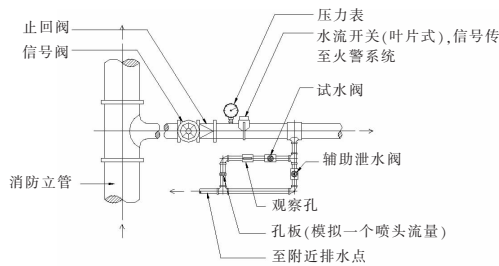


图 2 FCVA 示意

Fig. 2 Schematic diagram of FCVA

本项目采用美国软件 Fire 进行水力计算,并使用 CADMEP 辅助建模,水力计算采用海曾-威廉公式。喷头特性系数 $K=5.65$ (相当于国内的 80), 计算涵盖了 23 个喷头和 1 个消火栓,作用面积为 $1\,500\text{ ft}^2$ (139.35 m^2)。其主要计算结果为系统流量 628.16 gpm (39.63 L/s),建筑引入管处压力 86.39 psi (0.6 MPa),消火栓处压力 69.32 psi ($0.48\text{ MPa} > 0.45\text{ MPa}$)。

为提高自喷系统可靠性,本项目有些单体自喷系统主管采用了环状布置,国内也有主管呈环状布置的案例,但很多时候,出于安全考虑,设计者往往按环状管最不利处断开进行水力计算;而根据国外的设计手册^[5],环状管网在提高可靠性的同时也是为了降低水头损失,不应强求环状管在某处出现事故时仍保证原设计的流量和压力。系统管径的确定以及水力计算均按环状管完整的情况进行,因为他们认为,火灾和管路事故同时发生的概率非常低。

2.3 NOVEC 1230 气体灭火系统

本建筑 NOVEC 1230 气体灭火用于通信机房、弱电间及室外泵房,均为预制灭火系统。系统主要根据美国消防规范 NFPA 2001 (2015 年版) 进行设

计计算。灭火剂设计用量的计算流程与国内的七氟丙烷等气体灭火系统的基本一致,只是 NFPA 2001^[6] 中引入了设计因子 (Design Factor, DF) 的概念来修正灭火剂用量,它与系统管道的弯头、三通等管件数目有关,可直接查表获得,主要计算步骤如图 3 所示。

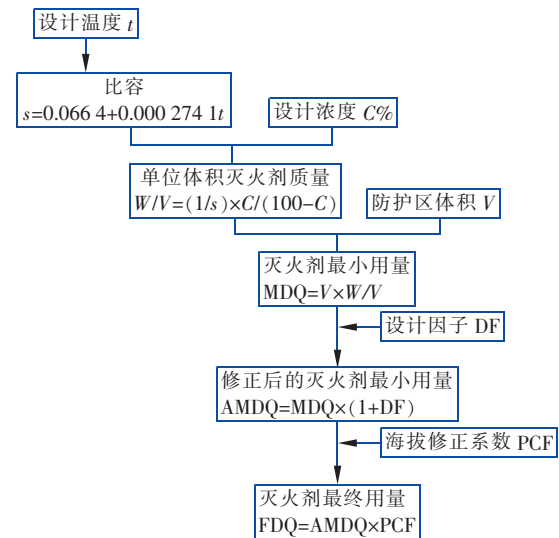


图 3 NOVEC 1230 灭火剂用量计算步骤

Fig. 3 Calculating steps of NOVEC 1230 fire extinguishing agent dosage

国内气体灭火系统设计温度一般选用 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, 而沙特地区的要求较为复杂,在有空调的防护区,其设计温度应与暖通专业的设计温度一致(本项目为 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$),而在无空调的防护区,应按当地的最低和最高气温分别计算,取计算结果中的较大者。

对于设计浓度的选择, NFPA 2001^[6] 中提供了各类火灾的灭火剂最低浓度,例如对于 A 类火灾(普通的木材、布匹、纸张等固体火灾),其最低浓度为 4.5% ;而对于 C 类火灾(电子设备),灭火剂浓度不小于 4.7% 。同时,米欣等^[1]指出,NOVEC 1230 的灭火浓度宜为 $4\% \sim 6\%$ 。在本项目设计中,综合考虑规范要求以及业主要求,灭火剂浓度选定为 4.75% 。

2.4 手提灭火器

本项目办公楼灭火器按轻危险级设计,电气房间按 C 类(电气类)火灾考虑,其余区域按 A 类(固体)考虑。

主要设计参数与国内规范的对比具体如表 2 所示。

表2 灭火器设置参数对比

Tab.2 Comparison of design parameters of fire extinguisher

项目	美国规范	国内规范
火灾类别和级别	A类轻危险级	A类中危险级
单具灭火器最小配置灭火级别	2A	2A
单位灭火级别最大保护面积	3 000 ft ² (278.7 m ² /A)	75 m ² /A
手提灭火器最大保护距离	75 ft (22.9 m)	20 m
单位灭火级别对应的灭火剂剂量	1~5 lb 等效 1A~3A (0.45~2.27 kg 等效 1A~3A)	1~6 kg 等效 1A~3A

事实上,NFPA所划分的火灾种类有A~K类,涵盖了常见的固体、液体、气体、金属、电气、厨房食材等,危险级别划分为轻、中、严重危险级,不论何种危险级下,手提灭火器最大保护距离均为75 ft (22.9 m)。国内的灭火器规范参考了国际上的这些规定,又根据本国国情、火灾危险性和人员身体素质调整了保护距离。

3 结语

由于中外国情不同,消防系统中各项组成设置的初衷存在差异,救援人员体能也有差距,因而其具体的设计要求和参数不尽相同。结合沙特某项目中办公楼的消防系统设计,围绕消防泵房、消火栓-自喷联合系统、NOVEC 1230 气体灭火系统以及手提灭火器等比较了国内外消防系统设计的异同,供设计者参考。

同时,呼吁建筑给排水行业重视设计辅助计算软件的开发,特别是根据实际系统情况建模分析,能够应对环状管网、立体车位的多层喷头等复杂情况,为设计者提供坚实的技术支撑。

参考文献:

- [1] 米欣,张杰,王晓文. 新型洁净灭火剂 Novec1230 介绍及应用[J]. 消防技术与产品信息,2012(4):32-34.

Mi Xin, Zhang Jie, Wang Xiaowen. Introduction and application of a new type of clean fire extinguishing agent - Novec1230 [J]. Fire Technique and Products Information,2012(4):32-34(in Chinese).

- [2] Duncan. Fire Protection Systems [M]. 2nd ed. Rosemont: American Society of Plumbing Engineers (ASPE),2001.
- [3] NFPA 20, Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems [S]. Quincy: National Fire Protection Association,2016.
- [4] GB 50974—2014,消防给水及消火栓系统技术规范[S]. 北京:中国计划出版社,2014.
GB 50974 - 2014, Technical Code for Fire Protection Water Supply and Hydrant Systems [S]. Beijing: China Planning Press,2014(in Chinese).
- [5] American Water Works Association (AWWA). Distribution System Requirements for Fire Protection [M]. 4th ed. Denver: American Water Works Association (AWWA),2008.
- [6] NFPA 2001, Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems [S]. Quincy: National Fire Protection Association,2015.



作者简介:张怡(1987-),女,河北香河人,硕士,工程师,研究方向为建筑给排水,曾获北京市优秀工程勘察设计奖(公用建筑)三等奖。

E-mail:zhangyi.n2@thad.com.cn

收稿日期:2018-12-21