



基于 NFPA 标准的消防系统设计

孙亚锡¹, 潘海涛¹, 唐 玮¹, 刘永行²

(1. 中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007; 2. 西安城区市政养护管理公司, 陕西 西安 710003)

摘要: 越来越多的海外项目要求采用美国国家防火协会(NFPA)标准作为消防设计标准。对比分析了 NFPA 标准和国标 GB 50974—2014《消防给水及消火栓系统技术规范》的异同, 其中包括: 1) NFPA 标准中稳高压消防给水系统的概念; 2) 室内外消火栓的类型、等级划分; 3) 对消防泵流量和扬程的规定等。通过结合海外项目的消防设计经验, 提出国内消防系统设计建议。

关键词: NFPA 消防给水系统; 消火栓; 消防泵

中图分类号: X 93; U 65

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)S1-0030-04

Fire protection design based on NFPA standards

SUN Ya-xi¹, PAN Hai-tao¹, TANG Wei¹, LIU Yong-xing²

(1. CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China;

2. Xi'an City Municipal Maintenance Management Company, Xi'an 710003, China)

Abstract: National Fire Protection Association (NFPA) standards are required to be adopted to more and more overseas projects in terms of the fire protection design. The comparisons between NFPA standards and Chinese national standards, Technical code for *fire protection water supply and hydrant systems* (GB 50974—2014), are including: 1) the fire water supply system with high steady pressure in NFPA standards; 2) the types and classifications of fire hydrant indoor and outdoor; 3) the rules about flow and head of fire pump, etc. Through the experience in overseas projects, we propose suggestions for the fire protection system design in China.

Keywords: NFPA fire water supply system; fire hydrant; fire pump

西方发达国家如美国、加拿大、英国、澳大利亚、新西兰等均在有关性能化规范和相关研究和评估的基础上编制消防规范体系。成立于 1896 年的美国国家防火协会 NFPA (National Fire Protection Association) 制定的标准在国际上技术权威、应用广泛, 被世界很过国家采用, 成为当今国外最为主流的消防标准。随着国内水运咨询设计行业“走出去”和“一带一路”战略的实施, 越来越多的国外项目要求采用 NFPA 作为消防设计标准。NFPA 负责制定全国性的设计标准, 发布了超过 380 个被美国标准委员会认可的标准, 内容涵盖规范了设计标准、施工安装、设备规格、工程验收、保险索赔等方面, 非常系统、详细地阐述了各项

技术要求、指标。其中与消防设计相关的包含: 建筑、仓储、供水、自喷系统、灭火器、供电及控制、锅炉及储存器、加热设备、危险物品、人员维护等众多部分。NFPA 标准也是中国制订消防规范重要的参考文献。结合近年来国外工程项目实践经验, 对比 NFPA 标准和国内设计规范, 对 NFPA 标准的理解和应用进行探讨。

1 消防给水系统

我国传统的室外消防一般均按照低压消防给水系统设计。根据国标 GB 50974—2014《消防给水及消火栓系统技术规范》(简称“国标”), 建筑室外、堆场等场所宜采用低压消防给水系统^[1]。该

收稿日期: 2016-06-16

作者简介: 孙亚锡 (1982—), 男, 高级工程师, 从事给排水与环境保护设计工作。

消防给水系统需在火灾时通过诸如消防车携带的
车载消防水泵等取水后二次加压, 以满足水灭火
设施所需的工作压力。

根据 NFPA 标准, 国外项目通常要求按照稳
高压消防给水系统设计, 其优点是在扑灭火灾时
无须消防车或其他移动式消防水泵加压供水。所
谓稳高压系统, 是指消防给水管网中平时由稳压
设施(通常为稳压泵)保持系统中最不利点的水
压以满足灭火时的需要, 系统中设有消防泵的消
防给水系统。在灭火时通过压力联动装置自动启
动消防泵, 使管网中最不利点的水压和流量达到
灭火的要求^[2-3]。它适用于室内消防给水系统、室
外消防给水系统和二者合用的消防给水系统。根
据国外项目(尤其是中东地区)实践经验, 均采用
稳高压消防给水系统。

国外标准所规定的稳高压消防给水系统需要
设置消防稳压泵, 使系统最不利点的压力处于工
作状态。在系统中任何给水点出水时, 系统均能
满足设备的压力要求。而国标^[1]没有提出稳高
压系统的概念, 与之相似的是临时高压消防给水
系统, 该系统水压是靠高位水箱或气压罐来维持
以提供火灾的前十分钟水量, 在平时并不能保证
最不利点消防设备的给水压力要求。

虽然上述两种系统均设有消防泵, 但是稳高
压消防给水系统由于增设了稳压泵, 可及时提供
初期灭火的部分用水量, 有利于控制、防止火灾
的蔓延, 故稳高压消防给水系统的消防可靠性要
较临时高压消防给水系统高。

2 消火栓系统

2.1 室外消火栓系统

2.1.1 布置

NFPA 标准中规定室外消火栓系统给水干管的
管径不应小于 150 mm; 消火栓支管上应安装阀门,
阀门距离消火栓不应大于 6.1 m; 室外消火栓距建
筑物外墙不应小于 12.2 m, 且宜靠近路边, 但在装
置较多的工厂内, 距离要求可以酌情放宽; 埋地消

防管线的管顶应保证在冰冻线以下至少 0.3 m。
NFPA 标准中规定, 港口码头室外消火栓间距不应
超过 90 m, 在支管和平面死角布置室外消火栓间
距不应超过 45 m^[4]。NFPA 标准中规定消火栓距
消防车道路边的距离不应大于 3.7 m, 且规定消火
栓应尽可能设置在方便使用的地方; 对于建筑单
体, 消火栓距离被保护的建筑物单体不应超过 76 m,
两个消火栓之间的最大间距不应超过 152 m^[5]。
图 1 为国外某工程室外消火栓。



图 1 国外某项目室外消火栓

国内标准规定, 室外消火栓的数量应根据室
外消火栓设计流量和保护半径经计算确定, 保护
半径不应大于 150 m。

2.1.2 流量和压力要求

根据 NFPA 24, 单个室外消火栓栓口处的剩
余压力应不低于 20 psi(约 0.14 MPa), 以满足消
防车取水要求。根据 NFPA 标准, 消火栓用水量应
根据保护对象类型确定。例如对于木材等可燃材
料堆场的室外消火栓系统, 应至少满足同时使用 4 个
65 mm 直径消火栓, 每个消火栓出口流量不低于
250 gpm(约 16 L/s), 4 个消火栓合计流量不小于
1 000 gpm(约 63 L/s), 且最不利点消火栓栓口处

的余压不低于 0.14 MPa。对于堆垛较高的贮木场，NFPA 要求同时开启若干消火栓水炮灭火，每个水炮的消防水量约为 63 L/s。根据 NFPA 标准^[4]，港口码头工程设计火灾延续时间应不少于 4 h。

国标参照了国外标准，规定每个室外消火栓的出流量宜按 10~15 L/s 计算。设有市政消火栓的给水管网平时运行工作压力不应小于 0.14 MPa，消防时水力最不利消火栓的出流量不应小于 15 L/s，且供水压力从地面算起不应小于 0.10 MPa。

笔者认为，NFPA 标准所规定的 0.14 MPa 最低余压要求，是基于发生火灾时该设施有消防车第一时间到场灭火这一前提，因此为了满足消防要求，国外工程的业主通常会结合自身需求提出更高的要求。笔者完成的国外某工程，业主在合同中明确要求消防设计除满足 NFPA 标准外，最不利点室外消火栓剩余压力应不低于 1.0 MPa；另一个国外工程，按照 NFPA 标准和合同要求，集装箱堆场室外消火栓系统需满足 4 个消火栓，且最不利点消火栓栓口处的余压应不低于 0.4 MPa。

2.1.3 类型

NFPA 标准将室外消火栓按有无冰冻风险分干式消火栓和湿式消火栓 2 种类型。国标也将消火栓系统划分为湿式消火栓系统和干式消火栓系统。湿式消火栓系统管道是充满有压水的系统，高压或稳高压湿式消火栓系统可用来对火场直接灭火，低压系统能够对消防车供水，通过消防车装备对火场进行扑救。同干式系统相比，湿式消火栓系统没有充水时间，能够迅速出水，有利于扑灭火灾。在设计国外项目时(如中东地区)，通常会优先选择湿式消火栓。图 2 为符合 NFPA 标准的消火栓连接典型做法。

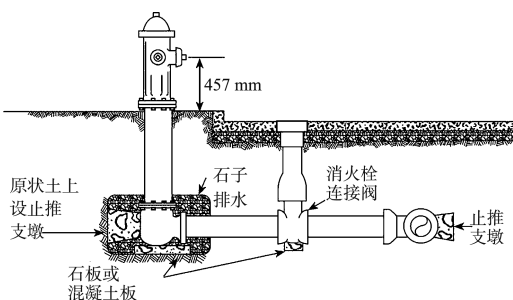


图 2 符合 NFPA 标准的消火栓连接做法

2.1.4 等级划分

根据消火栓在栓口处余压为 0.14 MPa 下的额定流量，NFPA 标准将室外消火栓共划分为 4 个等级，并建议消火栓栓口涂色易于辨识(表 1)。

表 1 NFPA 标准室外消火栓分级

消火栓等级	额定流量/(L/s)	栓口颜色
AA	≥95	浅蓝
A	63~94	绿
B	32~62	橙
C	<32	红

2.2 室内消火栓系统

2.2.1 类型

NFPA 标准将室内消火栓系统分为 6 个系统^[6-8]：

1) 全自动干式系统：平时系统管道充满压缩空气，并设有像干式报警阀一样的装置，允许水自动进入开启的消火栓，任何时候系统供水能力均满足消防要求；

2) 全自动湿式系统：平时系统管道充满水，任何时候系统供水能力均满足消防要求；

3) 半自动干式系统：干式管道系统，设有类似雨淋阀装置，在每一个消火栓出口处 1 m 内设一个遥控装置；

4) 手动干式系统：干式管道系统，火灾时需要通过消防车和消防水泵接合器向系统管道供水；

5) 手动湿式系统：湿式管道系统，仅通过低流量供水设备维持系统压力，火灾时需要通过消防车和消防水泵接合器向系统管道供水；

6) 合一系统：室内消火栓和自喷公用一个管道系统。NFPA 标准允许室内消火栓与自喷采共用一套立管系统。合一系统的立管直径最小为 150 mm。合一系统的设计消防用水量为自喷用水量和室内消火栓用水量较大者。

图 3 为 NFPA 标准对室内消火栓和自喷合一的系统阀门设置的典型要求。

根据国标，对消火栓系统仅划分为湿式和干式消火栓系统两种，湿式消火栓系统指平时管网

内充满水的消火栓系统; 干式消火栓系统指平时配水管网内不充水, 火灾时向管网充水的消火栓系统, 但未给出详细的说明和解释。根据国标, 室内消火栓给水管网宜与自动喷水等其他水灭火系统的管网分设置; 当合用消防泵时, 供水管路沿水流方向应在报警阀前分开设置。

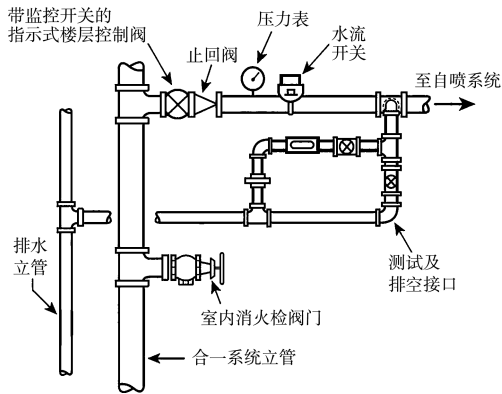


图3 典型室内消火栓和自喷合一的系统

建议做国外项目时重视国内外标准的区别, 并建议国标可以结合国情, 借鉴 NFPA 标准, 引入全自动湿式系统、全自动干式系统、半自动干式系统、手动干式系统、手动湿式系统, 合一系统等, 给设计人员提供明晰的概念。国外消防系统的一大特点是采用室内消火栓和自喷合一的稳高压系统, 室内入户管道接引自统一的室外消防环网。

2.2.2 等级

NFPA 标准规定室内消火栓分为 3 个等级: I 级为 65 mm 消火栓(仅设栓口), 该消火栓供职业消防队员或专门接受过操作大流量消火栓培训的非职业消防员使用; II 级为 40 mm 的消火栓箱, 配有水龙带和水枪, 供接受过培训的人员使用; 或 40 mm 消火栓接口供消防员使用。对于轻危险等级的场所, 40 mm 消火栓箱可改用 25.4 mm 的水喉。对于设有自喷系统的场所, 可不设 40 mm 消火栓箱。III 级为 DN65 的消火栓和 DN40 的消火栓箱。由此可见, 根据 NFPA 标准, 40 mm 和 25 mm 的消火栓为自救消火栓。

根据国标, 目前我国没有 40 mm 室内消火栓,

65 mm 消火栓不仅给职业消防队员使用, 也给普通人员使用。故国标结合消火栓充实水柱要求及消防队员和使用者对消火栓反作用推力的承受能力等国情综合考虑, 规定室内消火栓栓口的动压最低不应小于 0.25 MPa 和最高不应大于 0.50 MPa, 但当大于 0.70 MPa 时应设置减压装置。建议国标可考虑对设有自喷系统的场所允许仅设 65 mm 消火栓, 不设自喷系统的场所设 65 mm 消火栓栓口和 25.4 mm 水喉。

3 消防水泵

NFPA 标准对消防主泵的性能有明确规定: 水泵出流量为选定工作点的流量的 150% 时, 其扬程不小于选定的工作点的扬程的 65%, 关闭水泵时的扬程不大于选定工作点扬程的 140%。国内消防泵厂家满足该要求的产品不多。图 4 为国外某工程符合 NFPA 标准的消防泵特性曲线, 可以看出满足 NFPA 要求的水泵流量-扬程曲线是一条平坦的曲线, 且小流量或零流量时不超压。此外, NFPA 标准要求消防泵在出水管上应设测量用流量计, 流量计应能测试水泵选定流量的 175%, 消防泵在出水管上应设直径大于 89 mm 的压力表, 这样水泵安装后可全面测试水泵的性能, 以得知是否能满足设计要求。建议设计人员在外国工程消防泵设计时参考 NFPA20 的规定, 从而确保整个消防系统的灭火效果和设备可靠性。

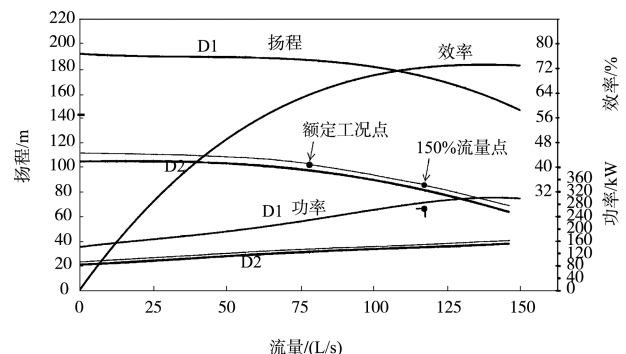


图4 国外某工程消防泵特性曲线

参照 NFPA 标准, 国内最新现行标准中增加了水泵流量和压力检测要求。 (下转第 53 页)