

设计经验

深圳地区超高层住宅建筑消防给水系统设计探讨

陈少林, 王 恺, 王国明

(香港华艺设计顾问<深圳>有限公司, 广东 深圳 518057)

摘 要: 消防水泵的选型及消防给水系统工作压力的设计决定了消防系统的供水形式。超高层住宅建筑采用一泵到顶减压阀分区的供水方式, 还是消防水泵加转输水箱串联供水方式, 应根据住宅建筑的高度、业主的特殊要求综合确定。以深圳某建筑高度为150 m住宅项目的消防给水系统供水方式为研究对象, 结合《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB 50974—2014)要求, 对三个设计方案进行了分析对比, 认为在深圳地区, 150 m以下的超高层住宅建议采用一泵到顶消防供水方式; 150~185 m区间的超高层住宅建议采用电梯机房屋顶设置转输水箱的消防泵串联供水方式; 185 m以上的超高层住宅建议采用避难层设置转输水箱或转输泵的消防泵串联供水方式。

关键词: 超高层住宅; 消防水泵房; 消火栓给水系统

中图分类号: TU892 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)16-0041-05

Discussion on Design of Fire Water Supply System for Super High-rise Residential Building in Shenzhen

CHEN Shao-lin, WANG Kai, WANG Guo-ming

(Hong Kong Huayi Design Consultant <Shenzhen> Co. Ltd., Shenzhen 518057, China)

Abstract: The value of the working pressure and the type of the fire water pump determined the form of the water supply system. In the super high-rise residential building, the water supply mode whether as one pump to the top pressure relief valve partition or the series water supply mode of fire water pump plus transfer water tank, should be determined synthetically according to the height of residential building and the special requirements of the owner. A residential building with height of 150 m in Shenzhen was taken as the research case, three design schemes were analyzed and compared based on the *Technical Code for Fire Protection Water Supply and Hydrant Systems* (GB 50974-2014). It is concluded that the super high-rise house under 150 m in Shenzhen is recommended to use a pump to the top of the fire water supply mode, and the super high-rise building between the 150-185 m is recommended to use the fire pump in series of water tank in the elevator machine room, and the super high-rise building above 185 m is suggested to adopt the fire pump series water supply mode with transfer water tank or transfer pump on the sheltered floor.

Key words: super high-rise residential buildings; fire water pump house; fire hydrant system

近年来,随着国内一座座高层建筑拔地而起,给排水专业工程技术人员在超高层建筑水灭火系统设计方面积累了相当丰富的经验^[1,2]。杨琦从火灾

特点、水灭火特点以及水消防系统的安全性、适用性和经济性等方面阐述了消防的设计特点,也详细介绍了上海市某超高层水消防系统^[1]。深圳由于城

市用地日趋紧张,超高层建筑越来越多,100 m 及以上的超高层住宅比比皆是。但是超高层住宅建筑与公共建筑相比有其自身特点:如现有住宅开发商对避难层设置转输泵房及水箱的设计方案不太认可,如《城镇给水排水技术规范》(GB 50788—2012)中强制性条文 3.6.6 要求“给水加压、循环冷却等设备不得设置在居住用房的上层、下层和毗邻的房间内,不得污染居住环境”。基于《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB 50974—2014,以下简称《消水规》),如何安全、科学、合理地设计好超高层住宅建筑的消防给水系统,是设计师必须认真研究的课题。

1 消水规对消防给水系统的要求

① 消防给水系统的设计要点

根据《消水规》的要求:附设在建筑物内的消防水泵房,不应设置在地下三层及以下;消防泵房室内地面与室外出入口地面高差不应大于 10 m^[3]。规范除了对消防水泵房选址有特殊的要求外,对消防水泵的选型和安装也越来越严格。消防水泵应选用流量扬程曲线为无驼峰、无拐点的光滑曲线,零流量时的压力不应大于设计工作压力的 140%,且宜大于设计工作压力的 120%^[3];根据市面相关消防产品的承压能力、施工维护和系统安全性、经济合理性等因素,要求消防系统的工作压力何时何地均不得大于 2.4 MPa^[3]。

② 设计师对《消水规》的解读

消防水泵房位置选择及消防给水系统方案的选取是消防系统设计的核心及关键。针对《消水规》要求,广大设计师对消防水泵房的设置位置有较为统一的认识。目前在消防泵的限度条件和系统工作压力何时何地均不得大于 2.4 MPa 这两条规定的背景下,关于消防给水系统设计工作压力的选取主要有以下三种解读:a. 根据零流量时消防系统工作压力不得大于 2.4 MPa,结合零流量时的压力不应大于设计工作压力的 140%,可推得消防水系统设计工作压力应 ≤ 1.71 MPa,即 2.4 MPa 除以 140%。b. 根据零流量时的压力宜大于设计工作压力的 120%,可推得消防水系统设计工作压力应 < 2.0 MPa,即 2.4 MPa 除以 120%。c. 零流量下系统压力急剧上升的情况只有在水泵启动初期才会出现,由于此状况持续时间较短,而当消防管材及阀门、泄压阀等配件的公称压力按大于水泵零流量的系统压力值选取时,消防系统工作压力可按 ≤ 2.4

MPa 设计,即撇开消防泵的规范限定条件,按工作压力是否大于 2.4 MPa 来区分消防给水系统供水方式。系统最大工作压力值的设计,应综合当地审图及消防审查部门的意见后确定。目前深圳地区正在施工的项目中,当设计工作压力 < 2.0 MPa 时以一泵到顶消防给水系统为主;系统工作压力超过 2.0 MPa 时多采用消防水泵转输水箱串联供水方式。

众所周知,消防给水系统工作压力的取值和水泵选型关系到消防系统的供水设计方案。超高层住宅建筑采用一泵到顶减压阀分区的供水方式还是消防水泵加转输水箱串联供水方式,应根据住宅建筑的高度、业主的特殊要求、规范及当地消防图纸审查的相关部门综合确定。为此笔者以深圳某建筑高度为 150 m 住宅项目的消防给水系统为研究对象,根据《消水规》要求,通过三个设计方案进行分析比较,供房地产开发商和设计同仁参考借鉴。

2 研究对象概况

研究对象位于深圳市龙华区东环一路与八一路附近,项目占地面积为 3.4×10^4 m²,总建筑面积为 28.9×10^4 m²。其中超高层住宅 4 栋,建筑标高为 150.4 m;2 栋商务办公,建筑标高为 150 m;架空层及 2 层为商业裙房、公交车站等;地下室共三层,负一层为半地下室,结构标高为 $-2.0 \sim -0.90$ m 不等。消防设计参数如下:室内消火栓系统 40 L/s,火灾延续时间 3 h;喷淋系统 40 L/s,火灾延续时间 1 h,两者均为加压供水,消防水池有效容积为 576 m³。室外消火栓系统 40 L/s 火灾延续时间 3 h,由市政自来水直接供给。项目的超高层住宅楼内设有两个避难层,分别为 49.2 m 和 99.6 m 标高的两个楼层。结合深圳地区的消防审查机构和施工图审图单位意见,目前超高层住宅项目的消防系统供水方式有如下三种设计方案:方案一,传统的一泵到顶消防给水系统;方案二,避难层设置转输水箱的消防泵串联供水方式;方案三,电梯机房屋顶设置转输水箱的消防泵串联供水方式。

3 设计方案比选

3.1 设计方案一

传统住宅建筑为多层和普通高层等 100 m 以下的建筑,消防系统的设计工作压力在 1.5 MPa 以下居多。消防给水系统大多数均采用一泵到顶的供水方式,即地下室或者架空层设置消防水池、消防泵房;系统通过消防主泵两路供水至消防环管,高区系

统由消防泵直供、中低区消防系统由中区消防环管上通过减压阀分区供水。根据《消水规》第5.1.12条要求,消防水泵应采取自灌式吸水,最低水位应高于消防水泵排气孔位置^[3]。在2014年版《消水规》的新要求下,传统的一泵到顶供水方式亦有新的设计思路。以本项目为例,系统大致分为以下2个方面。①在负一层核心筒等使用低效的空间设置消防水池,并在负二层消防水池正下方设置消防水泵房。此设计方案能充分利用核心筒层高较高、停车效率低区域设置水池,泵房竖向空间利用率高,减少占地面积和提高车位数。此外消防水池无效水位低,仅需满足旋流防止器的安装尺寸。再之消防泵启动条件较优越,水池在上,泵房在下,无需设置吸水槽,消防泵时刻都满足自灌式启动。②消防泵分两根DN200给水管接入负2层的高区环状给水网,建筑标高49.2 m以下至地下室设为低区供水系统,建筑标高49.2~99.6 m为中区供水系统,建筑标高大于99.6 m处为高区供水系统。每栋的中区给水系统在第二个避难层99.6 m标高处,通过中区减压阀后接至中区消防环网内。每栋的低区给水系统在第一个避难层49.2 m标高处,通过低区减压阀后接至低区消防环网。

一泵到顶供水方式由于减少中间传输环节,可提高消防系统供水安全性。但是随着住宅建筑越建越高,系统设计工作压力越来越大,设计师需结合规范和项目特点精细准确计算。本方案选用消防水泵型号为150DL144-197;设计 $Q=40\text{ L/s}$ 、 $H=1.97\text{ MPa}$,零流量时系统工作压力为2.38 MPa,满足规范要求。笔者调研了市场现有消防泵品牌,目前鲜有满足规范零流量时消防系统工作压力不得大于2.4 MPa、宜大于设计工作压力120%的消防水泵。

消防给水系统设计时宜注意两方面内容。一方面,在筒体等低效空间设置消防水泵房时采用消防水池在上、消防泵房在下的设计方案不仅能满足水泵自灌式吸水、降低无效水位,还能提高地库利用空间。另一方面,采用一泵到顶的消防给水系统,由于水泵特性及规范要求,在超高层建筑中运用有一定的局限性。经估算,150 m以下的超高层建筑建议采用传统而又简单的一泵到顶消防供水系统。

3.2 设计方案二

《建筑设计防火规范》第5.5.31条要求建筑高度大于100 m的住宅建筑应设置避难层,第一个避

难层至火灾扑救场地的高度应小于50 m,两个避难层之间的高度不宜超过50 m。超高层住宅设置避难层,为消防给水系统采用传输水箱和水泵串联的供水方式提供了有利条件。消防给水分区以避难层为界,通过减压阀根据避难层设置区域划分高中低区。理论上所有超高层住宅项目的消防给水系统均可采用此方案。由于以下两点因素导致深圳地区超高层住宅项目在避难层设置传输水箱的消防泵串联供水方案较少被采纳。①深圳地区各类型住宅建筑的层高在2.8、2.9、3.0、3.1 m这四段居多。而超高层住宅建筑避难层层高在考虑风管、消防给水管线、梁高的前提下,以3.0 m和3.1 m层高居多。以本项目为例,避难层层高为3.1 m,梁高500 mm,若传输水箱容积取最小值 60 m^3 ^[3],可推得消防传输水箱面积约 40 m^2 ,综合检修空间和传输水泵安装、疏散走道,在避难层设置消防传输水泵房所需建筑面积应该在 100 m^2 左右。传输水箱及泵房所占避难层建筑面积较大。②《城镇给水排水技术规范》中强制性条文要求,应避免居住用房的上层、下层和毗邻的房间内的噪声污染。

避难层设置传输水箱的供水方式虽然可满足所有超高层住宅建筑消防给水系统设计的要求,但由于传输水箱所占建筑面积较大及开发商对避难层高控制,规范对避难层设置消防传输泵房是否会影响相邻层居住用房的噪声环境没有明确的定义,致使当地审图机构对此设计方案存在诸多异议。故方案二在深圳地区超高层住宅项目运用较少。

3.3 设计方案三

深圳当前超高层住宅建筑越来越高,建筑高度从100~200 m不等。相应的消防给水系统的设计工作压力从1.55~2.60 MPa不等。当系统工作压力大于2.40 MPa时宜采用消防水泵传输水箱串联供水方式或减压水箱分区供水^[3]。针对在避难层设置传输水泵与传输水箱存在的问题,以本项目为例,提出在电梯机房屋顶设传输泵房的设计方案三。

此消防供水系统可细分为如下几个部分(见图1):①在地下室负一层充分利用筒体无效空间设置 576 m^3 的钢筋混凝土消防水池。②消防泵房在负2层,且在消防水池正下方;泵房内只设两台消火栓传输泵,传输泵型号XBD18/40-150D/9、流量 $Q=40\text{ L/s}$ 、扬程 $H=1.8\text{ MPa}$ 、零流量时系统压力为2.3 MPa。③消防工作泵房位于屋顶电梯厅上空,泵房

内分别设有两台消火栓泵和喷淋泵,型号均为XBD4/40-150D/2, $Q=40\text{ L/s}$ 、 $H=400\text{ kPa}$;零流量时系统压力为 0.5 MPa 。④屋顶传输水箱 180 m^3 。根据《消水规》第6.2.3条,当采用消防水泵传输水箱串联时,传输水箱的有效储存容积应大于 60 m^3 。当传输水箱与高位消防水池的容积有出入时,应取两者的最大值作为传输水箱设计容积。本工程为高度大于 150 m 的住宅加裙房商业综合性建筑,其高位消防水箱有效容积按 $\geq 100\text{ m}^3$ 设计,则传输水箱容积应取 100 m^3 。为提高消防系统的安全性,结合工程实际,建议将自喷系统全部用水和 15 min 消火栓系统传输水量存储在传输水箱中,即传输水箱容积为 180 m^3 。根据《消水规》6.2.3条文,传输水箱可作为高位消防水箱,即本工程的高位消防水池有效容积为 180 m^3 。⑤此系统由于将传输水箱及泵房设置在电梯机房屋顶,地下室传输水泵相比一泵到顶的消防主泵可以减少 30 m 左右的扬程;屋顶的消防水泵工作压力只需满足顶部几层,水泵扬程低、选择面广。

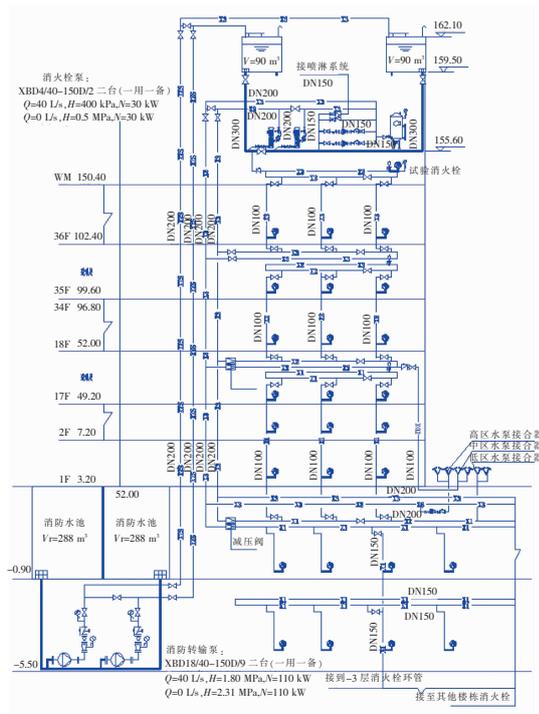


图1 方案三消防给水系统原理图

Fig.1 Fire protection system schematic diagram of scheme three

综上所述,可推算出此设计方案可满足 $100\sim 185\text{ m}$ 间超高层建筑的消防水系统设计的要求。此消

防供水系统不仅建筑高度的可选择性多、水泵型号选择面广,可在屋顶条件允许的情况下通过扩大屋顶传输水箱容积,使中低区自动喷洒成为常高压系统;还能提高消防系统安全性,减少地下室负2层传输泵房内的喷淋系统传输泵,降低工程造价;关键可避免在避难层设置传输泵房,解决不得在住宅上下层毗邻区设置供水设备用房的难题。

4 结论

① 消防水泵的选型及消防给水系统最大工作压力的设计关系到消防系统的供水形式。建议在消防水泵的选型时结合市场及规范要求,并咨询当地消防部门和施工图审查机构意见。深圳地区的项目,消防泵在满足规范和3CF认证的情况下,当消防给水系统设计工作压力值 $< 2.0\text{ MPa}$ 时,以一泵到顶的供水方案为主。

② 超高层住宅建筑采用一泵到顶减压阀分区的供水方式还是消防水泵加传输水箱串联供水方式,应根据住宅建筑的高度、业主的特殊要求、规范及当地消防图纸审查部门综合确定。自2017年下半年开始,深圳部分项目设计时,按工作压力是否大于 2.4 MPa 来区分消防给水系统供水方式。笔者建议在做深圳地区项目时, 150 m 以下的超高层住宅采用一泵到顶消防供水方式; $150\sim 185\text{ m}$ 区间的超高层住宅采用电梯机房屋顶设置传输水箱的消防泵串联供水方式; 185 m 以上的超高层住宅采用避难层设置传输水箱或传输泵的消防泵串联供水方式。

③ 消防泵房设计时,建议利用筒体等低效空间,并采取消防水池在上、消防泵房在下的设计方案,不仅能满足水泵自灌式吸水、降低无效水位,还能提高地库利用空间。

④ 采用方案三时,在屋顶条件允许的情况下,建议扩大屋顶传输水箱容积,使中低区自动喷洒成为常高压系统。一方面可提高消防系统安全性,减少地下室负2层传输泵房内的喷淋系统传输泵,降低工程造价;另一方面可避免在避难层设置传输泵房,解决不得在住宅上下层毗邻区设置供水设备用房的难题。

⑤ 不同住宅类型、不同建筑高度对消防系统、消防水泵房的设置都有不同要求。在设计过程中,应秉着节地、节材、工程经济性好、可塑性强、选择面广的设计理念,并结合规范、市场现有水泵产品类型,

(下转第49页)