

超高层建筑消防给水、排水系统的优化设计与安全保障

郭浩磊 武晓楠

中国核电工程有限公司河北分公司

DOI:10.32629/jsse.v4i3.20989

[摘要] 随着我国城市化进程加快,超高层建筑日益增多,已成为城市发展的重要象征。本文结合现行消防技术标准,对超高层民用建筑消防给排水系统的设计要点与安全防范措施进行系统探讨,得出科学合理的竖向分区、稳定可靠的消防水源、智能化监控系统与完善的应急处置方案是保障超高层建筑消防安全的关键因素。在此基础上,通过具体工程项目实例分析,给出一种优化的消防给排水系统设计思路,供超高层建筑消防给排水设计借鉴。

[关键词] 超高层建筑; 消防给排水; 系统优化; 安全保障; 智慧消防

中图分类号: D631.6 **文献标识码:** A

Optimization Design and Safety Assurance of Fire Protection Water Supply and Drainage Systems in Super High-Rise Buildings

Haolei Guo Xiaonan Wu

China Nuclear Power Engineering Co., Ltd.

[Abstract] Due to the increased pace of urbanization, super high-rise structures have emerged as a significant icon of urban growth. This paper systematically discusses the design points and safety guarantee measures of fire protection water supply and drainage systems in super high-rise civil buildings based on current fire protection technical specifications. It is found that proper vertical zoning, dependable fire water sources, intelligent monitoring system and an overall emergency plan are the main factors ensuring fire safety in super high-rise buildings. By analyzing an engineering case, an optimized design scheme of fire protection water supply and drainage systems is presented as a reference for the fire safety design of super high-rise buildings.

[Key words] Super high-rise building; Fire protection water supply and drainage; Optimization of system; Safety assurance; Intelligent fire protection

1 引言

超高层建筑一般指建筑高度大于100m的民用建筑,其特点是高度较高,功能多样,人员较多,在发生火灾的情况下,人员疏散困难,外部救援难度大,因此消防安全隐患较大。而消防给排水系统是建筑消防设施的重要组成部分,其合理与否直接影响着灭火效果以及人民的生命财产安全^[1]。近年来,《建筑设计防火规范》(GB 50016-2014)、《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB 50974-2014)等相继出台或更新,超高层建筑消防给排水系统的建设逐渐趋于成熟^[2]。目前有关这方面的研究成果大多集中在分区供水方式的选择、给水量的确定以及智慧消防平台的应用等方面^[1-2],但是在实际工程中还存在诸多问题:例如系统压力不合理、消防水池及高位水箱容积不足或者过大、稳压设施选择不当以及无应急预案等;另外一些超高层项目由于未考虑消防排水,在火灾扑灭后造成地下空间积水严重,影响设备正常使用。本文根据相关消防技术要求及工作经验总结出超高层

建筑消防给排水系统应注意的问题并提出相应的建议,希望对类似项目的设计起到一定的借鉴作用。

2 超高层建筑消防给排水系统设计要点

2.1 消防给水系统竖向分区

超高层建筑消防给水系统的竖向分区是设计的首要环节。根据相关标准规定,建筑高度大于100m的建筑,其消火栓系统应分段供水,每段静水压力不应大于1.0MPa,消火栓栓口动压不应大于0.5MPa;自动喷水灭火系统最低喷头工作压力不应低于0.05MPa,任意位置喷头工作压力不应大于1.2MPa^[3]。合理分区应结合建筑高度、功能布置及设备层层高综合划分,通常采用减压阀、减压孔板或串联消防水泵等措施实现各区供水。对于高度超过250m的超高层建筑,宜采用三区或四区供水,以保证各分区水压合理且安全可靠。三种分区方式各有利弊:减压阀分区系统简单、投资较少,但需经常检修;减压孔板压力相对稳定,但能耗较大;串联水泵分区可靠性高,适合高度大于300m的超高

层建筑,但设备投资与运行费用较高。设计时应以满足最不利点压力为前提,按水压不超限、分区不浪费的原则确定分区数量与转输高度,并对各分区进行静压与动压校核,避免低区超压、高区欠压。在串联供水系统中,转输水箱的设置尤为关键,转输水箱兼作上区消防水池,其有效容积应满足上区火灾延续时间内的消防用水量,且转输泵的流量应与上区消防需水量相匹配,避免转输能力不足导致上区供水中断。

2.2 消防水源与消防水池设计

消防水源的可靠性是消防安全的基础保障。超高层建筑应设置独立的消防水池,其有效容积应能满足火灾延续时间内室内消火栓、自动喷水灭火系统等所需水量之和。根据规定,建筑高度超过100m的公共建筑火灾延续时间按3h计^[4]。消防水池宜设于地下一层或二层及裙房内,并应分隔为两格,每格容积应能满足50%以上消防用水量的要求,以便清洗检修时不间断供水。水池应设水位计实时监测水位,防止消防用水不足;当市政给水管能保证室外消防用水时,水池有效容积可扣除火灾延续时间内可连续补充的水量。消防水池还应设取水口、溢流管、排水管等设施:取水口应保证消防水泵在任何水位下均能可靠吸水;溢流管管径按最大补水量确定且不小于DN100;进水管管径经计算确定,补水时间不宜超过48h,以避免水质变质,一般应每月排空清洗一次。

2.3 高位消防水箱与稳压系统

高位消防水箱是火灾初期10min内消防给水的重要来源。超高层建筑高位消防水箱有效容积不应小于50m³,并应设于建筑顶部。当因高度原因高位水箱不能满足最不利点消火栓或喷头所需静压时,应增设稳压泵、气压罐等稳压设施。稳压系统应保证消防管网压力稳定:稳压泵启泵压力一般取消防主泵启动压力加0.07~0.10MPa,停泵压力为启泵压力加0.05MPa;气压罐有效容积应保证稳压泵启停次数不超过15次/h,避免频繁启停影响设备寿命。

2.4 智慧消防监控系统

智慧消防是超高层建筑消防安全发展趋势,在消防水池、消防水箱、消防水泵、消火栓、喷淋系统等重要部位安装物联网传感器,及时监测压力、流量、液位、阀门状态等并通过互联网发送到消防物联网云平台上进行智能化处理^[1],可以做到故障自动报警、设备运行情况监控以及维护提醒等,大大提高了系统的安全性。利用BIM技术建立三维虚拟环境,方便快捷地找到问题所在,有利于合理决策。另外,智慧消防平台还可以结合大数据分析以及机器学习的方法,对消防泵房、管网以及末端设施的历史运行情况进行分析,预判出消防水泵老化、管网压力过大或者过小、阀门误动作等问题,从而从被动报警到主动预警;而且平台可以和城市的消防指挥中心连接,在有火警的情况下能够迅速把建筑物布局、消防设备的位置以及当前的水压、液位、流量等情况传送到消防指挥中心,以供灭火救援的正确指挥和迅速反应^[5]。

2.5 消防排水系统设计

超高层建筑灭火过程中会产生大量消防废水,若排放不畅极易造成地下空间积水、设备受淹及次生事故,因此消防排水系统与给水系统同等重要。消防排水应按重力流与压力流相结合的方式设计:地上各层及裙房宜利用排水沟、地漏经重力流排至室外;地下室及消防电梯井等无法重力排放的部位,应设置消防专用集水坑及潜污泵提升排放。消防电梯井底集水坑有效容积不应小于2m³,排水泵排水量不应小于10L/s,并应设置备用泵。集水坑应配置高低液位自动控制及报警装置,与消防控制室联动,确保灭火时废水及时排出。排水管道应独立设置、防止倒灌,并接入室外雨水或专用排水系统,避免消防废水污染生活污水管网。

3 工程案例分析

某超高层城市综合体地上43层、建筑高度168m,地下3层,功能涵盖商业、办公及酒店。消防给水系统采用分区供水方式:低区为地下3层至地上20层,高区为地上21层至43层。该项目消防给水系统主要设计参数见表1。

表1 该项目消防给水系统主要参数

系统类型	设计流量(L/s)	火灾延续时间(h)	消防水池容积(m ³)	高位水箱容积(m ³)
室内消火栓系统	40	3	432	50
自动喷水灭火系统	40	1	144	包含在50内
室外消火栓系统	30	3	324	—
合计	—	—	900(分两格)	50

由表1可知,室内消火栓系统按设计流量40L/s、火灾延续时间3h计,所需消防水池容积432m³;自动喷水灭火系统按40L/s、1h计需144m³;室外消火栓系统按30L/s、3h计需324m³,三者合计约900m³,消防水池据此分两格设置。低区采用消防水池与消防水泵直接供水,高区于设备转换层设中间消防水箱(150m³)及一组加压泵组转输供水,屋顶设50m³高位消防水箱并配备稳压设施,保证最不利点静压满足规范要求。经核算,低区静水压力控制在1.0MPa以内、高区分区动压满足0.5MPa限值,分区压力分布合理,未出现低区超压或高区欠压现象。

该项目同步部署智慧消防平台,接入压力传感器48个、流量计12个、液位计6个,对全系统进行不间断监测。平台运行期间累计预警阀门微漏、稳压泵频繁启停等隐患10余处,均在故障扩大前完成处置。投入使用3年来系统维护良好,水压、液位等关键参数始终处于设定区间,未发生火灾及供水安全事故^[3],验证了科学分区、可靠水源与智慧监控相结合的优化设计思路的有效性。该项目消防排水采用重力流与潜污泵提升相结合的方式,于地下室及各消防电梯井底设置集水坑并配置带液位联动的潜污泵组,确保灭火废水快速排出、不致积水受淹。

4 安全保障措施

4.1 设备冗余与双路供电

消防水泵应设置备用泵,且备用泵与工作泵规格型号一致;消防水泵、稳压泵、控制柜等消防电气设备应采用独立供电回路,并在末端配电箱处配备自动切换装置,确保一路故障时另一路立即投入。消防电源应取自变电站专设的应急母线段,并采用耐火电缆敷设;若采用柴油发电机组作后备电源,机组应能在30s内完成自启动并稳定供电。消防控制室宜设于首层或地下一层,并应设直通室外的安全出口;室内应配置消防专用电话总机、消防应急广播设备、火灾自动报警控制器等,以便对全楼消防设备进行统一管理和协调调度。

4.2 定期检查与维护

应制定完善的消防给排水系统维保计划:每月对消防水泵进行运转试验、每季度对水质进行化验、每半年对全系统进行联调联试;消防水池、水箱每年清洗一次以保证水质良好;消防泵每周手动运转一次、每月自动运转一次,确保设备处于良好备用状态。消火栓、喷头应定期检查,防止堵塞或损坏;减压阀每半年检查一次,核验其减压功能是否满足设计要求;消防管道应定期打压试验,发现渗漏及时处理。所有维修保养均应做好记录并归档,形成可追溯的消防设施档案。

4.3 应急预案与培训

应制定详细消防应急方案并责任到人,包括火警报警、人员疏散、消防设备使用以及与消防部门配合等内容,根据智慧消防系统提供信息不断改进逃生路径及救援方法,提高方案可行性和有效性,物业管理单位每半年对全体员工进行一次消防安全知识培训,每年至少组织两次消防应急演练,加强员工学习消火栓、灭火器等设施设备使用方法、报警和自救逃生技巧,在火灾

发生时能迅速做出反应、安全撤离并帮助灭火,以减少火灾造成伤害。

5 结论

超高层民用建筑消防给排水系统设计应严格遵循国家现行标准,在此基础上进行科学合理的竖向分区、选择稳定可靠的消防水源、配置完善的稳压措施并积极应用智慧消防技术;同时通过增设备冗余、强化日常巡检与应急演练,构建分区合理、水源可靠、监控智能、保障到位的完整消防体系,从而切实保障超高层建筑的消防安全与稳定运行。

[参考文献]

- [1]武彦明.超高层建筑智慧消防给排水系统设计方案研究[J].江西建材,2024,(12):213-215.
- [2]陈照圆.超高层给排水消防设计与计算延展分析[J].山西建筑,2024,50(20):118-122.
- [3]刘翀.某超高层城市综合体给排水设计分析[J].安徽建筑,2025,32(6):120-122.
- [4]郑陈磊.某150m左右超高层公共建筑给排水和消防设计要点[J].给水排水,2023,59(S2):285-287.
- [5]蔡瑞环,郭莉芳.超高层建筑给排水与消防设计要点分析[J].工程建设与设计,2022,(6):47-49.

作者简介:

郭浩磊(2000--),男,汉族,河北邢台人,工科硕士,助工,主要研究方向:给排水及消防。

武晓楠(2000--),女,汉族,河北石家庄人,工科硕士,助工,主要研究方向:给排水及消防。