

高层建筑给排水消防系统设计关键技术探微

王国栋

贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司

摘要：近年来，随着我国高层建筑规模和数量的不断增加，建筑消防系统的设计受到广泛重视，主要因为高层建筑的层数很多，结构非常复杂，具有人员密集的特点，如果不能合理设计消防系统，发生火灾事故，将会导致出现严重的人员伤亡事故，基于此，本文分析高层建筑给排水消防系统，提出消防系统设计关键技术的措施，旨在为提高高层建筑给排水消防系统的设计水平和质量提供助力。

关键词：高层建筑；给排水消防系统设计；关键技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.22.104

高层建筑给排水消防系统设计的过程中，需按照系统的特点和情况，制定完善的设计方案和机制体系，利用先进的技术提升系统设计的水平，确保能够在新时期的环境下促使高层建筑给排水消防系统的良好构建和稳定运行。

一、高层建筑给排水消防系统

高层建筑给排水消防系统主要包括给水部分、排水部分、消防部分和监控部分，如图1所示。

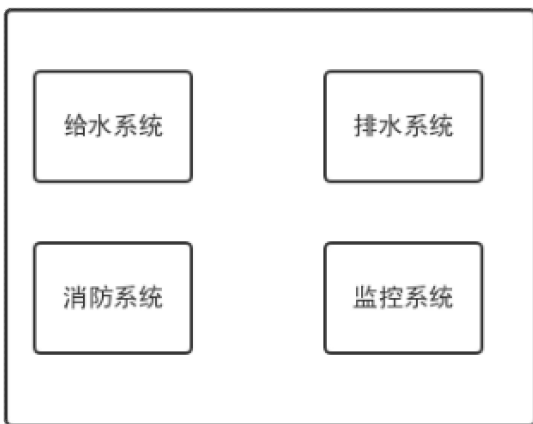


图1 系统的结构

(1) 给水系统用于向建筑物内的消防系统供应消防用水。该系统包括水源、加压设备、消防水箱、消防管道系统和配件等。消防用水可由给水管网、天然水源或消防水池供给。加压设备用于提供足够的水压，确保水能够顺利流动到各个楼层和房间。

(2) 排水系统用于将灭火排水、消防系统排水顺利排放。消防排水的水质相对较好，为一般性废水，具有平时排水量小，消防灭火时瞬时排水量很大的特点。建筑地面一般设置一定坡度，坡向生产排水系统，充分利用生活排水系统排出消防排水。

(3) 消防系统用于保护建筑物和人员免受火灾和

烟雾的威胁。该系统包括消防水源、消防水泵、消防水箱、消火栓、喷淋系统、灭火器和报警装置等。消防水源有室外消火栓水源、消防水池水源、天然水源三类。消防水泵用于提供足够的水压，确保消防水能够喷射到火灾现场。消火栓和喷淋系统通过管道网络连接到各个楼层和房间，提供灭火和灭烟的功能。

(4) 监测与控制系统用于实时监测和控制给排水消防系统的运行状况。该系统包括传感器、监控设备、控制面板和报警系统等。传感器可以监测水压、水位、温度、烟雾等参数，监控设备可以显示和记录这些参数的变化，控制面板可以对系统进行操作和调节，报警系统可以在发生异常情况时发出警报。

二、高层建筑给排水消防系统设计

(一) 消防系统及构筑物

在实际设计的过程中应按照高层建筑给排水的特点，科学合理设计消防系统，尤其是消防水泵房和消防水池的设计，具体设计措施如图2。

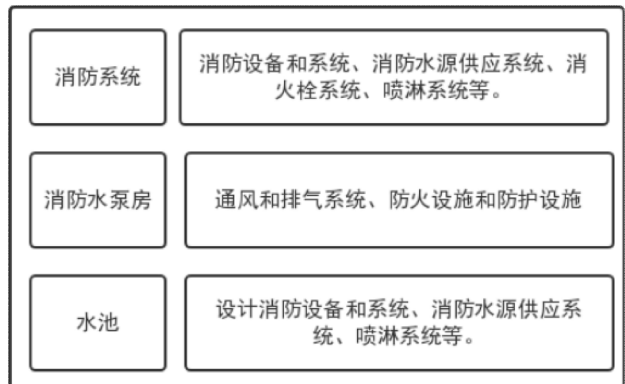


图2 消防水泵房和水池设计

(1) 消防系统设计

根据法规要求和建筑物的特点，确定合适的消防设备和系统，包括消防水源、消防水泵、消防水箱、消火栓、喷淋系统、灭火器和报警装置等。同时设计合理的消防水源供应系统，包括水泵、水箱和管道网络，确保足够的水压和水量供应到各个楼层和房间。根据建筑物的特点，确定消火栓、喷淋等消防系统的布置方式和灭火器的位置，确保火灾发生时能够及时灭火和疏散烟雾。

(2) 消防水泵房设计

考虑消防水泵房的位置和布局，使其方便操作和维护，并尽量减少噪音和振动对周围环境的影响。设计合理的通风和排气系统，确保消防水泵房内的空气流通和热量散发。考虑消防水泵房的安全性，设置合适的防火设施和防护措施，如防火墙、灭火设备和紧急疏散通道

等。

(3) 消防水池设计

根据建筑物的消防设计和法规要求，确定消防水池的容量和位置。考虑消防水池的防渗漏措施，采用合适的材料和工程设计，确保水池不会泄漏或渗漏。设计合理的进水和出水系统，确保消防水池能够及时补充水源并供应到消防系统。且消防水池的相关设计需要结合建筑的特性，依据规范及相应计算确定：

*消防水池有效容积计算

$$V=Q \times t$$

其中V为消防水池的有效容积，Q为同时作用消防系统设计流量，t为火灾延续时间。

*给水管道流量计算

$$Q=\pi \times D^2 / 4 \times V$$

其中Q为管道的流量，D为管道的直径，V为水的流速。

*消防水泵流量计算

$$Q=p\eta / 2.73H$$

Q是流量，单位为 m^3/h ，P为轴功率单KW， η 为泵的效率，单位为%，2.73为就数，H为里程，单位m。

其中Q为水泵的流量，H为水泵的扬程，G为水泵效率。

*消防水泵额定功率计算

$$N=k \cdot P=K \cdot H \cdot Q / (\eta \cdot 367.2)$$
 单位：KW

其中H为扬程，单位m，Q为流量，单位为 ms/h ， η 为泵的效率，一般是0.6~0.8。P为轴功率，单位KW。K=1.1~1.2指的是安全系数。

(二) 消火栓的设计

在进行给排水系统消防设计过程中，消火栓是非常重要的部分，(1)消火栓数量和布置。根据建筑物的高度、面积和使用分类等因素，确定合适的消火栓数量和布置位置。一般来说，室内消火栓的布置应满足同一平面有2支消防水枪的2股充实水柱同时达到任何部位的要求，特殊情况下可满足1支消防水枪的1股充实水柱到达室内任何部位，且消火栓之间的距离不超过一定范围。消火栓的布置应该均匀分布，覆盖整个建筑物，并且方便消防人员使用和接近。(2)消火栓管道系统设计。确定消火栓系统的供水来源，可以是公共供水系统或专门的消防供水系统。设计合适的管道网络，包括进水管、主干管道、分支管道和出水管等，确保足够的水压和水量供应到各个消火栓。同时需考虑消火栓系统的防冻措施，如设置防冻装置或采用防冻材料进行保温等。(3)消火栓设备和标识。选择符合国家规范和标准的消火栓设备，包括消火栓箱、消火栓接口、消火栓门等。设置明显的消火栓标识，包括标志牌、标识灯和标识标志等，以便消防人员能够快速找到和使用消火栓。(4)消火栓维护和检测。建立消火栓的定期检测和维修计划，包括消火栓水压测试、消火栓阀门操作测试和消火栓设备的检查等。确保消火栓系统的正常运行和可靠性，及时修复和更换损坏或老化的设备和

管道^[1]。消火栓设计的过程中，也需要按照公式计算分析：

*消火栓数量计算

根据国家相关规范和标准以及建筑物的高度、面积等因素，确定消火栓的数量。通常情况下每个楼层至少设置一根消火栓，可以使用以下公式进行初步计算：

*消火栓供水流量计算

根据消防规范要求，消火栓供水流量应满足一定的要求，可以使用以下公式计算：

$$Q=Q_r \times N$$

其中Q为消火栓的供水流量， Q_r 为每个消火栓的供水流量，N为同时作用的消火栓的数量。

室内消火栓的布置应满足同一平面有2支消防水枪的2股充实水柱同时达到任何部位的要求，但建筑高度小于或等于24.0m且体积小于或等于5000 m^3 的多层仓库、建筑高度小于或等于54m且每单元设置一部疏散楼梯的住宅，采用1支消防水枪的场所，可采用1支消防水枪的1股充实水柱到达室内任何部位。

(三) 自动喷水灭火系统设计

由于自动喷水灭火系统是高层建筑给排水消防系统中非常重要的部分，因此需要做好相关设计工作，

(1)确定系统类型。根据建筑物的特点和使用要求，选择合适的自动喷水灭火系统类型，常见的有湿式系统、干式系统和预动作系统等。湿式系统适用于室内环境温度较稳定的区域，干式系统适用于低温环境或易结冰区域，而预动作系统则适用于对水敏感的场所。

(2)确定喷头布置和喷水覆盖面积。根据建筑物的布局和消防要求，确定喷头的布置位置和喷水覆盖面积。喷头应布置在易燃物品集中的区域、通道、电气设备室等关键位置，并保证喷水能够覆盖到所需的区域^[2]。

(3)确定供水容量和水压。根据建筑物的高度、面积和消防要求，计算所需的供水容量和水压。确保供水系统能够提供足够的水量和水压，以满足自动喷水灭火系统的需要。(4)确定控制系统和监测设备。选择合适的控制系统，用于监控自动喷水灭火系统的状态和控制喷水启动。考虑安装监测设备，如流量计、压力传感器和烟雾探测器，用于实时监测火灾情况和系统运行状态。(5)考虑系统的防冻措施。对于在低温环境下使用的系统，需要采取相应的防冻措施，如加热装置、保温措施和排水系统等。

(四) 消防供水系统设计

高层建筑工程项目中，给排水消防供水系统的设计非常重要，因此需要做好相关设计工作，(1)选择合适的水源，可以是城市自来水系统或者消防水池。消防水池应具备足够的容量和储水能力，以满足消防用水需求。(2)安装消防水泵，用于提供足够的水压和流量。消防水泵的选型应根据建筑高度、消防要求和供水系统参数进行计算。(3)设置消防水箱，用于储存一定数量的水，以满足初期火灾的用水需求，包括充足的水量和水压。消防水箱的容量应根据建筑高度、消防要

求和供水系统参数进行计算。(4)设计合适的消防水管系统,包括主管道和分支管道,以供应各个楼层和区域的消防设备。消防水管应满足规范要求,保证水流畅通、无泄漏。(5)根据建筑布局和消防要求,设计合适的自动喷水灭火系统,包括喷头的布置位置、数量和类型。喷头的选择应考虑灭火效果、喷水范围和操作便利性等因素^[3]。(6)配备消防自动控制系统,能够实现自动监测火灾、报警、启动消防水泵和喷水系统等功能,提高响应速度和效率。另外,需按照公式进行系统设计的计算:

*水流量(Q)的计算

$$Q = (Q_f + Q_h) + (Q_s + Q_r)$$

其中 Q_f 为楼层喷头的流量, Q_h 为楼梯间喷头的流量, Q_s 为水带的流量, Q_r 为喷头的备用流量。

*水压(P)的计算

$$P = (P_f + P_h) + (P_s + P_r)$$

其中 P_f 为楼层喷头的压力, P_h 为楼梯间喷头的压力, P_s 为水带的压力, P_r 为喷头的备用压力。

*楼层喷头流量(Q_f)的计算

$$Q_f = Q_{f0} \times n$$

其中 Q_{f0} 为单个楼层喷头的标准流量, n 为楼层喷头的数量。

*楼梯间喷头流量(Q_h)的计算

$$Q_h = Q_{h0} \times n$$

其中 Q_{h0} 为单个楼梯间喷头的标准流量, n 为楼梯间喷头的数量。

*水带流量(Q_s)的计算

$$Q_s = Q_{s0} \times n$$

其中 Q_{s0} 为单个水带的标准流量, n 为水带的数量。

*楼层喷头压力(P_f)的计算

$$P_f = P_{f0} + \Delta P_f$$

其中 P_{f0} 为单个楼层喷头的标准压力, ΔP_f 为楼层喷头的附加压力损失。

三、高层建筑给排水消防系统设计的关键技术

(一) BIM技术

近年来在建筑工程设计领域中BIM技术受到广泛应用,合理采用此类技术不仅能够提升建筑设计可视性和可靠性,还能改善建筑设计效果,具有重要意义。因此建议在高层建筑给排水消防系统设计过程中,积极采用BIM技术,如图3所示。

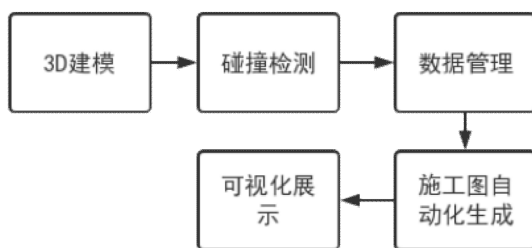


图3 BIM技术的应用

(1) 3D建模

BIM技术可以将高层建筑的给排水消防系统进行3D建模,包括管道、水泵、阀门、喷头等设备的布置和连接方式。这样可以方便设计师对系统的整体布局、细节设计、空间协调等进行全面的考虑和分析。

(2) 碰撞检测

采用BIM技术可以进行碰撞检测,即将给排水系统与其他建筑系统或设备进行对比,如电气、结构、机械、暖通等进行对比,发现问题并及时进行调整,避免在施工期间出现问题^[4]。

(3) 数据管理

BIM技术可以实现对建筑设计数据的管理,包括建筑模型、工程数据、图纸文件、设计计算表等,为设计师提供高效的数据管理和共享平台。

(4) 施工图自动生成

BIM技术可以自动生成施工图,减少手动绘图的时间和工作量,提高设计效率。

(5) 可视化展示

BIM技术可以将设计方案进行可视化展示,为设计师提供更直观的设计效果,同时也方便与业主和其他项目相关人员进行沟通和交流^[6]。

(二) 人工智能技术

在高层建筑给排水消防系统设计中采用人工智能技术,需要完善技术的应用模式和体系,如图4所示。

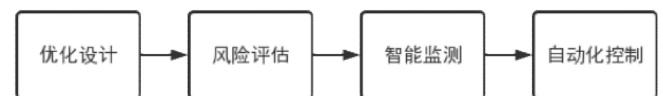


图4 人工智能技术的应用

结语

综上所述,高层建筑给排水消防系统设计的过程中,需明确系统的架构和模式,科学合理设计给排水消防水泵房和消防水池、消火栓和自动喷水灭火系统、消防供水系统等,同时,采用先进的Bim技术和人工智能技术,提升消防设计的效果,改善整体设计工作的可靠性和有效性,打破传统设计工作的局限性,发挥现代化设计技术的价值和作用,从而达到预期的设计目的。

参考文献

[1] 李小红. 高层建筑给排水消防系统设计要点及关键技术研究[J]. 大科技, 2019(12): 291.
 [2] 崔云巍. 高层建筑给排水消防设计关键技术分析[J]. 城市建筑, 2021, 18(5): 155-157.
 [3] 彭丽燕. 高层建筑给排水消防设计关键技术探究[J]. 建材发展导向(上), 2021, 19(8): 385-386.
 [4] 曹博良, 王中源. 高层建筑室内给排水消防设计的技术[J]. 新材料新装饰, 2020, 2(3): 37.
 [5] 叶妮斯. 高层建筑给排水消防设计方法研究[J]. 建材发展导向(上), 2019, 17(1): 383.
 [6] 张艳娟. 解析高层建筑给排水消防设计关键技术[J]. 百科论坛电子杂志, 2019(5): 97.

作者简介: 王国栋, 1982年12月, 河南, 研究生, 高级工程师, 汉, 主要从事工作: 建筑给水排水设计。