

超高层建筑消防供水系统设计研究

范永岭

奥意建筑工程设计有限公司, 广东 深圳 518000

摘 要： 基于超高层建筑建筑楼层高、救援难度大的特点，安全、可靠、合理且经济的消防供水系统的设计，可有效控制初期火灾蔓延、并为火灾救援提供重要保障。本文通过分析深圳某 198.5m 超高层办公楼的临时高压消防给水系统，梳理超高层建筑消防供水系统设计的要点、难点、以及应对措施。

关 键 词： 超高层建筑；初期火灾控制；消防供水系统

Research on the Design of Fire Water Supply System for Super High-rise Buildings

Fan Yongling

A+E Construction Engineering Design Co., Ltd. Shenzhen, Guangdong 518000

Abstract： Based on the characteristics of high floors and difficult rescue in super high-rise buildings, a safe, reliable, reasonable, and economical fire water supply system can effectively control the initial spread of fires and provide important guarantees for fire rescue. This article analyzes the temporary high-pressure fire water supply system of a 198.5m super high-rise office building in Shenzhen, and summarizes the key points, difficulties, and countermeasures of the fire water supply system design for super high-rise buildings.

Keywords： super high-rise buildings; initial fire control; fire water supply system

随着我国城市化进程的加快的发展，超高层建筑作为城市地标和现代化的象征在我国各个城市中的建设变得更加常见。相较于一般建筑的消防供水系统，超高层建筑消防供水系统在设计的过程中，需要综合考虑建筑的类型、高度、结构、消防法规要求以及地方消防救援条件等因素，确保消防供水的有效性和可靠性。特别是在近几年我国持续加强消防安全治理的过程中，随着超高层建筑的消防安全标准和规范不断更新、完善，也进一步明确要求超高层建筑消防设计需要严格遵守最新的安全标准^[1]。而从经济性和实用性的角度来讲，合理的消防供水系统设计可以减少消防供水系统的维护成本，在满足规范标准要求、发挥消防安全作用的同时，降低消防供水系统的建设与维护成本。

一、工程概述

本工程是深圳市南山区，本项目总建筑面积约32万平，地上由2座办公楼、1座公寓式办公楼、商业楼及商业裙房组成，地上建筑面积24.5W平。地下室3层，功能为商业、地下车库、配套用房、机电设备用房组成，地下建筑面积82610m²。1#座办公、2#座办公均为地块内最高建筑高度：198.50m。

本项目最高办公楼建筑高度约为198.5m，属一类高层建筑，消防设计立足于自救。设有室内消火栓给水系统、湿式自动喷水灭火系统、七氟丙烷气体灭火系统、室外消火栓给水系统及移动式灭火器等辅助消防设施。本项目根据各功能后期物业运行管理维护需求合理规划消防设施。各业态共用消防水池，其中办公、公寓、商业三个功能合用地下一层消防水泵房、消防水池；公寓消防泵房、消防供水设备及管网独立设置，其余办公与商业合用一套消防系统及泵房功能合用；办公为超高层，双塔高区消防由

各自塔楼避难层消防泵房独立供水。本文重点介绍超高层办公室楼内临高压消防供水系统。

办公楼22避难层及以下楼层属于1、2区1、2区消火栓系统分别设置消防增压泵由，增压泵设于地下一层水泵房内的加压消防泵供水，竖向采用减压阀分区，并通过屋顶消防水箱重力减压稳压维持1、2区静水压力需求；3、4区消火栓系统由地下一层消防水泵房转输水泵提升至22层的消防转输水箱（1#座、2#座办公高区分别独立设置），再分别由22层的消防水泵加压供水至屋顶各楼层，自喷系统分区同室内消火栓系统。

1#座办公、2#座办公楼分别于11层、22层、33层设置避难层。1#座办公、2#座办公楼22层以下消防供水分别由B1层低位消防水泵直接供水，1#、2#座办公22层分别设置60m³转输水箱以及高区消防水泵，屋顶分别设置100m³高位消防水箱及稳压设备。1#、2#座低区合用下消防转输水泵。本设计合并低区消防水泵以及管网，高区独立消防水箱、消防泵、稳压水箱，保证每栋楼最短的供水管网，低区合用水泵、供水管网，在保证每栋塔楼

的消防供水可靠性的同时，适当降低了初期建设投入成本，便于后期运营管理。

二、消防供水系统概述

（一）消防用水水源与水量需求

本项目消防给水水源采用市政自来水，由室外引入2路进水管（设消防用水总表）。引入管接口压力约0.25MPa。并通过设计环状供水网络，确保在网络中的某一部分发生故障或堵塞时，水流仍然可以通过其他路径到达消防设施。同时，室外环状管网于地下室车位高位敷设，便于后期检修维护。

消防给水一次火灾灭火用水量应按需要同时作用的室内外下消防用水之和计算，两座及以上合用时是，应取最大^[2]。本项目室外消防给水设计流量40L/s，火灾延续时间3h，室外消防设计用水量432m³；室内消火栓系统给水设计流量40L/s，火灾延续时间3h，室内消火栓设计水量432m³；室内自动喷水灭火系统设计流量60L/s（大堂净高大于12m且小于15m的高大净空），火灾延续时间1h，自动喷水灭火设计水量216m³。故建筑消防给水一起火灾灭火用水总量为1080m³。室外消防水量不计入低位消防贮水池。本项目于地下一层消防水池以及消防水泵房，消防水池有效贮存水648m³。

（二）消火栓与自动喷水灭火系统设计

室内消火栓系统与自动喷水灭火系统均采用临时高压供水系统，以满足消防救援的要求。1#、栋2#办公楼栋建筑22层以下区域使用的消防泵设置在地下1层设备房，并配备1组消火栓、低区喷淋以及消火栓、低区喷淋转输专用泵以及备用的1组专用泵，以保障水压满足要求各系统分别设置一组备用水泵。高区消火栓、喷淋系统的泵房设置在22层的转输泵房，设置高区消火栓供水泵、高区自动喷水灭火供水泵，1#、2#办公楼屋顶设置高位消防水箱100m³，并配备1组消火栓、喷淋稳压设备，保证每栋塔楼消防系统服务的最不利点的所需静水压力的可靠性^[1]。

三、消防供水系统设计要点

（一）消防供水系统选型

现阶段超高层建筑消防供水系统可采用常高压消防系统、临时高压消防系统供水方式。恒高压消防系统常高压给水系统即能始终保持满足水灭火设施所需要的工作压力和流量，火灾时无需消防水泵直接加压的供水系统是将50%。超高层建筑需按常高压消防系统屋顶需要设高位消防水池，中部设减压水箱，高位消防水池、地面（地下）消防水池的有效容积应分别满足火灾延续时间内的全部消防用水量。此次方案较临高压消防系统更安全可靠，但是所需要的初期投资成本更高，按根据照《建筑高度大于250m民用建筑防火设计加强性技术》要求，超过250m的超高层建筑要求设置常高压消防系统。不超过250m的建筑综合分析后，深圳地区常采用临高压消防系统。

临高压串联分区供水则通过对建筑垂直消防给水进行分区的方式，通过串联增压的方式，保证消防供水系统的可靠性。现阶段串联分区供水在我国的应用较为广泛，成功案例较多，且该类型的消防供水系统可以保证各个区域较为稳定、相近的水泵

压力，并在实际使用的过程中，可以与消防车辆展开有效的配合，满足中、高区域的消防灭火要求^[3]。综合考虑各种方案的适用性与经济性，本文基于环形消防供水管网的设计思路，选择串联分区供水系统，使用消防泵直接串联转输水箱进行串联供水，并在消防水泵上设置减压防倒流器，出水管按照供水分区设置减压阀组，调整系统的供水压力，使其保证较好的稳定性。同时，在高区水泵位置额外增加手摇水泵，以避免水泵失效带来的不利影响。

（二）消防供水转输

根据消防供水传输的要求，以及供水管线最大的运行工作压力，需要将消防供水压力控制在2.4MPa以内，而本工程若采用一泵到顶的设计方式，会导致垂直供水距离超过180m，从而使系统供水压力高于2.4MPa。为了保证系统供水压力符合要求，提升系统的可靠性，将整体供水方式调整成串联供水，避免系统流量压力大于相关的规范标准。而转输的过程中，若采用直接串联的方式，可以不建设转输水箱和溢流管，从而有效节省相关设施建设成本，早期投资效益相对较高。但是，在后期运行和维护的过程中，直接串联需要保证水泵联动工作的可靠性，并且需要定期检测压差，并维护倒流防止器^[4]。同时，直接串联方式也很难应对两级消防泵小流量高扬程运行时出现的扬程叠加现象，从而对消防灭火工作带来不利的影响^[4]。虽然转输水箱建设会使用避难层、设备层的建筑空间，但综合研究判定分析后依然有转输水箱建设的空间余量，并且不会因为转输水箱建设对工程成本带来较大的影响，故在本项目中建设转输水箱，以提升串联供水系统的可靠性。

（三）消防分区规划

本项目可采用共用一套消防水泵以及消防管道，但因为工程建筑的体量较大，管线的线路长度、管径尺寸、阀门数量都会对后期的检修维护带来直接的影响。本项目系统分区以及泵房设置如下：

表1 办公楼消防系统分区及泵房服务范围

分区	1#办公楼	2#办公楼	地下室车库	商业	备注
低位消防水池	办公、商业、地下车库 消防合用				有效容积648m ³
地下室消防水泵	办公、商业、地下车库 消防合用				1区：B3~10F 2区：11F~21F
消防转输水泵	办公塔楼1#座、2#座合用转输泵				
消防转输水箱	独立，22层设置	独立，22层设置			3区：21~32F 4区：33F~RF
高区消防水泵	独立，22层设置	独立，22层设置			
消防高位水箱	A座、B座屋顶均设置，车库及商业消防通过管网与办公塔楼合用				
室外消防系统	合用				

因此，需要综合进行系统的分区规划，以便于减少后期管网检修维护可能带来的影响。首先，在设计的过程中，1#、2#办公塔楼如果合用高区消防泵房，塔楼高区不连通且水平距离较远，泵后管网需要通过地下室做连通，故水泵后管道服务距离最远达600m，且其中一栋塔楼核心筒管井需要增加很多。综合考虑后，1#、2#1#2#办公塔楼高区分别设置高区转输泵房，缩短了泵后管网距离，简化了供水管网同时增加了供水系统得可靠性，方便后期运营管理。另外将水平管网优先设置在离转输水箱、水泵等设施较近的避难层，同时办公塔楼#1、#2号避难间之间的垂直距离约为50m。在消防分区划分的过程中，消火栓1区负责地下B3层~10层，消火栓2区负责11~21层…后按照每11层一个消防分区的方式，划分出4个分区。低区管网分别与1#、2#1#2#办公塔楼高位防水箱相连，以构成环状供水网络。

（四）高位消防与传输水箱设计

本项目属于一类高层建筑，且建筑高度大于150m，故屋顶高位水箱容积不小于100m³，1#、2#办公楼屋顶分别设置有效容积100m³得高位水箱。同时，采用消防水泵传输水箱串联供水方式时，传输水箱得有效容积不得小于60m³。而根据本工程一次消防用水量的需求进行计算，常水位传输水箱的有效容积应当>89m³，而结合实际使用的要求以及最低有效水位的需求，设计的过程中采用13.8m×4m×2m的方式尺寸，确保传输水箱尺寸和容积满足要求^[9]。此外，由于火灾的蔓延会导致火灾跨越预先设置的防火分区，而传输水箱在满足供水要求的同时，还需要做好持续吸水、供水的准备，因此在系统可靠性设计的过程中，保安证消防水泵从接到启泵信号到水泵正常运转的自动启动的时间不应大于2min 需要确保消防水泵能在2min 内完成从接收信号~全速运转的状态。而在应急的过程中，水泵应当在报警后在5min 内完成启动正常工作，因此传输水箱的调节有效容积最小不低于60m³，且需要根据每个项目的实际情况按照 $90L/s \times [(5+2) \min \times 60]s$ 的公式进行校核进行计算^[9]。同时，还需要结合传输水箱浮球阀关闭后的常水位+0.10m的标准，确保有效容积符合要求。

（五）水箱溢流管设计

虽然现阶段我国相关的规定并没有针对水箱溢流管的设计进行明确，但从工程整体消防供水能力的角度来讲，需要从传输流量的角度进行合理的计算，确保水平悬吊管水充满度大于0.8，从而确定溢流管的排水能力符合相应的要求。并且使用能够主动控制传输水箱溢流管的紧急关闭阀，从而保证在应急情况下能够从消防控制中心关闭溢流管，提升传输水箱的吸、供水能力。按照80L/s的流量要求，悬吊管需要采用DN300直径的镀锌钢管，并保证其的坡度在1%左右，而垂直管则采用DN250直径的镀锌钢管^[10]。由于在应急处理的过程中，紧急关闭阀需要根据传输水箱的液位变化情况及时调整开闭状态，因此需要选用可靠性较高、稳定性较高的电动阀，以减少传输泵运行过程中可能面临的安全隐患和问题。同时，将电动阀的控制方式改为根据溢流情况自动或手动控制的方式，通过增加液压水位控制阀，提升系统的可靠性，并使用旁通管测量溢流量，提升控制的精度、减少传输泵空转的情况。此外，由于溢流管运行的过程中，因为消防水池设置在地下1层，溢流管的运行可能引起漏水的风险，并且管口末端容易出现淹没出流的情况，极易使溢流管排水能力受到影响，进而导致传输池溢出。因此，本工程设计尝试将溢流管设置在消防水池上方，并优化管线路径，避免穿梁情况。并提升溢流管管口标高，使其高于原来设计标准的150mm，从而避免相关问题带来的影响。

三、超高层建筑消防供水系统设计思考

（一）一次传输到位

为了提升消防供水的可靠性，需要直接将水输送至所需高度，而不需要通过多级的中间加压泵房进行中转，这样可以减少中转环节，避免中间加压泵房故障带来的影响，从而提高系统的整体可靠性。本次超高层建筑消防系统的设计因为楼层较高，管线输水压力会大于2.5MPa，因此缺乏一次性输水到位的条件。但在具备一次传输到位的条件下，应当积极采用相应的设计，不但可以减少中转环节，还可以减少加压泵房、传输水池等设施的建

设，从而降低建设与维护成本^[6]。但同时，也需要从能效优化的角度，充分考虑一次传输到位设计中的各种能耗，以便于提升消防供水系统的可靠性与经济性。

（二）传输管路空管

超高层建筑传输管网较长、容积较大，当出现空管时会导致管网短时失效的情况，对消防灭火工作带来不利影响。在设计的过程中，需要充分考虑传输管路空管的现象，做好平时工况管理的同时，还应当使用多级止回阀倒流防止器，减少可能出现的漏损和空管现象。同时，由于消防传输水泵并不是常时运转，在停运时，为了避免管路空管，还应当尝试使用合用水箱进行补水，并使用止回阀防止可能出现的泄露，并使用管径较小的管道进行补水，从而实现在传输水泵运行时，补水回路因传输压力而关闭，停运时自动充水的效果。

（三）水箱容积计算

水箱容积计算是超高层建筑消防供水系统设计的重点，而在实际使用的过程中，水箱容积会被分为最大容积和有效容积、实际容积，特别是采用两路消防供水、环状消防供水的情况下，水箱容积的合理设计，可以在保证可靠水源的同时，保证供水的持续性^[7]。因此，必须详细根据建筑消防用水的需求、传输的要求，确保有效容积满足相关的标准和要求。

四、结语

综上所述，超高层建筑消防供水系统的设计，对建筑的合规性、安全性有直接的影响。因此在设计的过程中应当充分考虑各种要求，按照高标准设计的思路，确保消防供水系统的可靠性，为超高层建筑使用的安全性、可靠性打下良好的基础。

参考文献

- [1] 聂文力, 刘璞, 王勇锋, 等. 170m 以下超高层建筑(群)消防给水设计探讨[J]. 给水排水, 2024, 60(03): 114–118.
- [2] 消防水及消火栓系统技术规范 [M]. GB50974, 2014, :21.
- [3] 鲁凯强. 高层建筑消防给水设计存在的问题分析与应对措施[J]. 石材, 2023, (12): 46–48.
- [4] 严振兴. 高层建筑给排水消防系统设计与注意事项探析[J]. 消防界(电子版), 2023, 9(13): 52–54.
- [5] 吴帆, 焦玲玲, 冯静慧. 既有建筑消防水源及供水设施改造之设计难点及改进对策[J]. 建筑科技, 2023, 7(02): 26–28.
- [6] 郭淑文. 广州琶洲某超高层办公楼给排水及消防设计[J]. 低碳世界, 2021, 11(08): 128–129.
- [7] 唐炜鸿. 超高层建筑消防供水系统探析[J]. 时代农机, 2018, 45(04): 207.
- [8] 谭斌, 韩德广, 田波. 140m 至 170m 超高层住宅消防系统传输供水设计探讨[J]. 给水排水, 2023, 08.
- [9] 黎承. 超高层建筑消防供水系统设计探析[J]. 中国给排水, 2014, 06.
- [10] 裴婷. 基于负荷预测的超高层建筑供水系统能耗综合优化方法[J]. 河南科学, 2021, 39(07): 1086–1091.