

# 南宁金投中心消防给水系统设计优化讨论

关威远

南宁市建设工程消防服务中心

**摘要:** 本文对南宁金投中心消防给水系统提出优化分析, 针对250m以上的超高层公共建筑的高位消防水池改造TLD阻尼器的具体做法进行探讨, 并对自动喷水灭火系统报警阀组集中设置, 且进一步实现备用报警阀组环状供水的方案以及与之相关的规范条文作出说明。

**关键词:** 250m超高层建筑; 高位消防水池; TLD阻尼器; 备用报警阀组

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.10.119

## 一、概述

随着我国经济持续快速增长, 城镇化质量进一步提升, 不少一线和新一线城市掀起建设地标性超高层建筑的热潮。超高层建筑的消防救援具有火势蔓延迅速、疏散距离长、人员疏散缓慢、火灾扑救难等特点。2018年, 公安部消防局发布《建筑高度大于250m民用建筑防火设计加强性技术要求(试行)》(公消[2018]57号, 简称《技术要求》), 明确了此类建筑在消防设计规范的要求。2021年, 住房和城乡建设部联合发布通知, 城区常住人口300万以上城市确需新建250米以上超高层建筑的, 省级住房和城乡建设主管部门应结合抗震、消防等专题严格论证审查, 并报备案核。今后对250米以上该类地标性超高层建筑设计会更为严格。因此本文将结合建成不久的南宁金投中心消防给水系统设计进行优化讨论, 对城市未来将建造此类地标性建筑的消防给水系统提供参考。

## 二、建筑概况

南宁金投中心项目位于南宁市青秀区民族大道西南, 青林路北。项目总建筑高度302.3m, 为250m以上超高层塔楼, 总建筑面积为280747.7m<sup>2</sup>。建筑层数塔楼69层, 裙楼8层, 地下室5层。塔楼4层至69层主要功能为商务办公楼, 裙楼主要功能为餐饮。地下室主要功能为车库和设备用房。塔楼避难层分布情况: 12层、24层、36层、48层和60层共5个避难层, 层高均为5.0m。

## 三、消防给水系统设计分析

### (一) 系统设置、消防用水量和消防水源

本工程水源(含生活用水、消防用水等)引自市政环状给水管网, 分别从民族大道及青林路市政环状给水管网各引入一根DN300给水管道, 分别计量后供给基地室内、外消防用水。市政管网给水压力为0.15MPa。本工程设置以下灭火系统: 室内及室外消火栓系统、自动喷水灭火系统、自动跟踪定位射流灭火系统、气体灭火系统、灭火器配置等。消防系统设计用水如下表1所示。

根据《技术要求》第十四条的规定: 室内消防给水系统应采用高位消防水池和地面(地下)消防水池供水。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<sup>[1]</sup>。本

表1 消防给水各系统设计用水量

系统名称	设计用水量 / (L · s <sup>-1</sup> )	火灾延续时间 / h	消防储水 / m <sup>3</sup>	适用场所
室外消火栓	40	3	432	室外
室内消火栓	40	3	432	室内
自动喷水灭火系统	30	1	108	办公、SOHO
	35	1	126	车库、商业
自动跟踪定位射流灭火系统	40	1	144	裙楼中庭
合计			1008	

工程采用常高压给水系统, 屋顶层设置两座装配式一体化消防水池, 有效容积600m<sup>3</sup>; 地下室消防水泵房设置一座消防水池, 有效容积975m<sup>3</sup>, 满足全部室内外消防用水及喷淋系统消防用水。消防水池有效容积合计1575m<sup>3</sup>, 是一次火灾全部室内外消防用水量的1.5倍多。同时本项目室外已实现两路消防供水, 大大提高消防给水系统的可靠性。在塔楼24层、36层及60层避难层设备间各自设置有效容积100m<sup>3</sup>的转输及减压供水的消防水箱。

### (二) 消火栓系统

根据建筑高度和功能分布特点, 本工程室内消火栓系统由屋面高位消防水池供给, 采用消防输水水箱串联或减压水箱分区供水, 室内消火栓共分为8个分区: 1区(地下5层~裙房8层)、2区(塔楼4层~13层)、3区(14层~27层)、4区(28层~37层)、5区(38层~44层)、6区(45层~52层)、7区(53层~61层)和8区(62层~69层), 其中8区为临时高压供水系统。

### (三) 自动喷水灭火系统

本工程自动喷水灭火系统由屋面高位消防水池、避难层转输及减压水箱供给。塔楼63层~69层的临时高压供水系统单独设置喷淋稳压增压设备。本工程室内均采用快速响应洒水喷头。塔楼区域分散设置24组报警阀组, 裙楼区域地下1层集中设置4组报警阀组。裙楼中庭大于12米的区域采用自动跟踪定位射流灭火系统。

## 四、系统优化讨论

### (一) 屋面高位消防水池兼做 TLD 阻尼器

超高层建筑因结构设计和细长造型特点易在地震或风的作用下发生振动, 较大的振动会引起结构破坏。除了增加结构刚度外, 可通过在顶部增加阻尼器的方式, 起到消耗振动能量, 减小结构振动目的。根据CTBUH的统计, 截至2019年全球超高层建筑采用阻尼器类型占比前三的依次是调谐质量阻尼器(TMD)、粘滞阻尼器(VD)和调谐液体阻尼器(TLD)。由于TMD造价高昂且所占空间较大, VD因其结构多为斜撑结构, 使用空间受

限。结合本工程实际情况，高位消防水池可采用TLD阻尼装置。其减振机理是通过液体晃动，产生摩擦力和液面破碎粘滞力将主体结构振动的能量耗散掉，从而实现结构振动控制，对结构抗风、限位起到积极作用。

高位消防水池位于69层屋面偏北侧，尺寸为14(m) × 15(m) × 3.5(m)，有效水深2.9m。使用Abaqus软件对结构建立三维分析模型，参考TLD中液体的自振频率计算公式<sup>[2]</sup> (f<sub>w</sub>—一阶自振频率，h=水深，L=沿地震荷载输入方向的水箱边长)，

$$f_w = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\pi g}{L} (2n-1) \tanh \left[ \frac{(2n-1)\pi h}{L} \right]}$$

可得调谐水位控制在2.1m~3.0m，现有效水位满足要求。假定投入使用后TLD水池的调谐水位为2.3m，水池内增加0.35m高的挡板将水池分隔成不同区域，每个区域内安装浆柱作为增强液体耗能装置。挡板以上2.3m范围为阻尼液减震主要作用区，此时总水深则为2.65m。

改造TLD水池的两个关键点，一是根据国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014第4.3.11条规定中，当建筑高度大于100m时，高位水池应设置独立的两座<sup>[3]</sup>。而根据TLD减震原理应保持阻尼液整体性以达到理想的减震效果，不允许分隔。二是在强风天气时，TLD消防水池内液体产生往复运动，可能导致进水管的浮球阀频繁启闭而造成故障。为解决第一个问题，可参考苏州国际金融中心项目TLD水池的做法<sup>[4]</sup>，将两座水池的连通管取消，在水池联通处采用4座水利灌溉工程的机闸一体式闸门拼接而成(如图1)。该产品的优点是自带电机调速和电流检测机制，不用另外加装启闭机和运行轨道。同时可接入报警功能，支持现场手、自动控制以及远程控制和急停控制。当水池检修时，操作控制盘下放4块闸板将水池分隔，放空检修水池内的水。在安装上，闸门两侧和水箱的连接处采用防水涂料和密封胶条，控制水池清洗检修时闸门处泄漏量不大于0.7L/(min·m)。水池构造如图2。

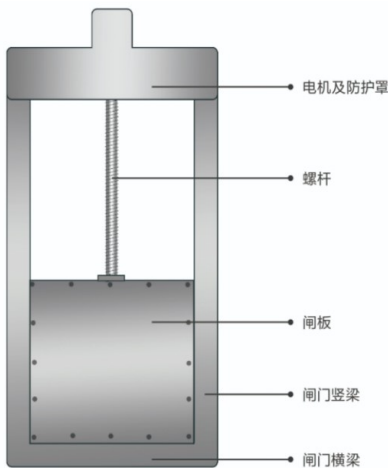


图1 机闸一体化闸门构造示意图

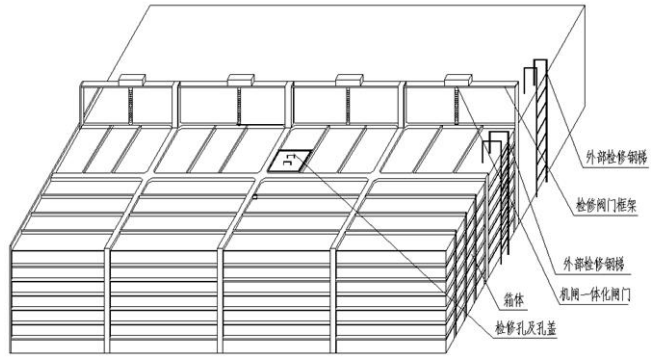


图2 TLD水箱外部构造示意图

解决第二个问题是可采用Abaqus软件归纳阻尼器调谐水位的最优范围，从而确定浆柱摆放位置。在每格水池的对角处的2个浆柱安装电子液位计(图3圆形图示)，用于联动浮球阀进水；剩下一格浆柱安装第三个电子液位计，用于联动转输泵启动。最后沿池壁长边和短边附近分别增加2个超声波液位计(图3同心圆环图示)，用于监测水池内液位及波浪情况。两种液位计均与消防控制室连接，电子液位计的报警信号作为启泵信号联动消防转输泵和补水管的浮球阀。

当火灾发生时，水池水位降低时，两种液位计探测液位均低于最高有效水位时，进水管浮球阀打开；水池液位进一步下降至最低有效水位时，启动下方设备层的消防转输泵。火灾被扑灭后，两种液位计探测液位高于最高液位时，联动关闭浮球阀，同时液位高于最高报警液位时，消防控制室具有操作权限的工作人员关闭转输泵。为避免信号混乱，超声波液位计报警信号仅作为指示信号通知消控室操作人员，是否需要启动转输泵向水箱补水。水池内部构造摆放模拟如图3。

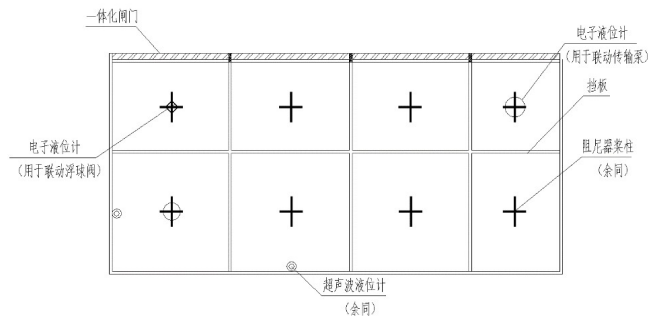


图3 TLD水箱内部构造示意图(半格)

### (二) 备用报警阀组的设置

报警阀在自动喷水灭火系统中用于控制水流方向，在喷头动作时使管道内的水在规定压力、流量下驱动水力警铃报警并触发压力开关启动水泵，是自动喷水灭火系统不可缺少的组件之一。对于超高层建筑而言，自动喷水灭火系统在扑救初期火灾的功效优于消火栓系统。由于该系统的灭火成功率与供水的可靠性密切相关，因此要求供水的可靠性不低于消火栓系统<sup>[5]</sup>。因此，报警阀组供水的可靠性以及集中管理是设计中的重点。

本工程塔楼部分共设置24组报警阀组，每组报警阀

组放置在电梯前室垃圾房后的水井间，平均每1组报警阀组负责2~3层范围（如图4）。

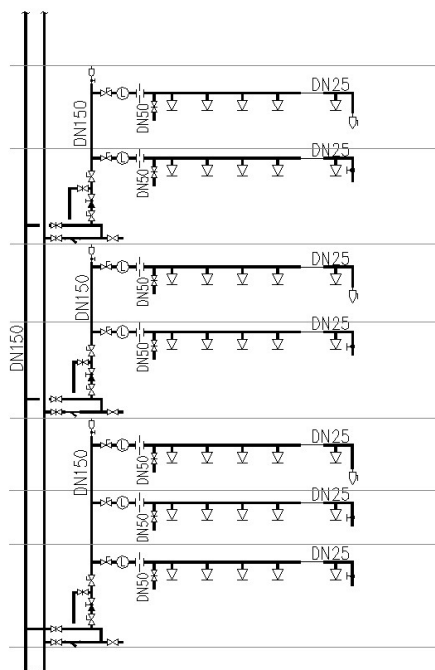


图4 原报警阀组设置

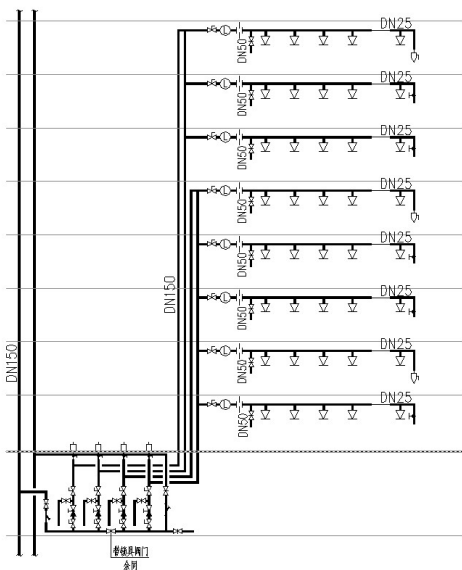


图5 备用报警阀组环状供水

这种布置不便于操作且不利于集中管理和后期维护检修。可将报警阀组集中设置于5个避难层，平均每个避难层布置4~5组报警阀组。参考国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》（GB50084-2017）第10.1.4条“当自动喷水灭火系统中设有2个及以上报警阀组时，报警阀组前应设环状供水管道”<sup>[5]</sup>。该条文是基于室内消防栓供水管道的标准设置。参考相关文献<sup>[6]</sup>，为提高报警阀组供水的可靠性，在避难层集中布置的报警阀基础

上，同分区报警阀组互为备用。如果直接在原有报警阀组上增加备用报警阀组，将会提高管线综合的难度，增加喷淋供水立管的数量，扩大报警阀区域设置的空间，给日后维护造成不便。报警阀组出水管联通形成环状供水，形成“双环路”即报警阀组前后均为环状供水（如图5）。这种布置方案的优点在于，当单个报警阀组出现延迟器节流管脱落、过滤器堵塞等故障时，仍有其他报警阀组作为供水保障，确保自动喷水灭火系统的可靠性。信号阀和水流指示器后的管网仍保留枝状布置，原因在于配水支管出现故障的概率较低，超高层户内房间布置较为分散，不易管网环状布置。

以下分析双报警阀组供水后对原系统的影响。从启泵信号上分析，根据《南宁市建设工程消防技术疑难解答》第二章给排水专业第2.2.1条的规定“自动喷水灭火系统（湿式系统、干式系统）的启泵方式应满足：压力开关（消防水泵出水干管上的压力开关或报警阀组上的压力开关至少安装一种）和高位消防水箱出水管上的流量开关应同时设置且都作为启泵条件”。本项目同时配置了三种启泵信号，任何一个信号均能启动消防泵。即使报警阀组延迟器上的压力开关损坏无法启泵时，其余两种信号亦能保障水泵及时启动。从报警角度分析，水流指示器和信号阀的启停报警信号会直接反馈至消防主机，仍能起到报警效果。

### 五、结语

本文以金投中心为代表，250m以上超高层建筑消防供水系统可通过以下方向优化：

（1）可改造高位消防水池兼做TLD阻尼器，进一步提高了建筑整体结构安全性，起到消耗振动能量，减小结构振动目的。

（2）对自动喷水灭火系统的报警阀组进行集中优化，并将避难层的报警阀组环状供水，对2-3组报警阀组设置备用报警阀组。并将报警阀组出水管（即配水干管）设置为环状同时向同一配水管道供水。

### 参考文献

[1] 中华人民共和国公安部. 公消〔2018〕57号 关于印发《建筑高度大于250米民用建筑防火设计加强性技术要求（试行）》的通知[Z].

[2] 田志昌, 于亚东, 孟亚楠, 等. 高位水箱改造成调谐液体阻尼器的设计与分析[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2017, 48(1): 75-78.

[3] GB 50974-2014 消防给水及消火栓系统技术规范[S].

[4] 王华星, 唐国丞, 徐扬. 高位消防水池与结构阻尼器协作设计在超高层高压消防给水系统中的应用研究[J]. 给水排水, 2017, 43(9): 63-68.

[5] GB 50084-2017 自动喷水灭火系统设计规范[S].

[6] 汪波, 张楠, 王靖华, 等. 250m以上超高层建筑消防给水系统加强措施探讨[J]. 给水排水, 2020, 46(6): 119-112.

作者简介: 关威远(1995-), 汉族, 男, 本科, 助理工程师, 研究方向: 建筑消防给排水审查与验收。