

高层建筑给排水系统压力平衡与稳定性分析

代玉根

云南省设计院集团有限公司 云南 昆明 650228

摘要：随着高层建筑的增多，人们对于给排水系统压力平衡和稳定性的需求也越来越高。文章旨在通过分析高层建筑给排水系统压力平衡问题的重要性以及压力平衡对系统稳定性产生的作用，探究压力平衡问题的关键影响因素，进而提出相关稳定性分析方法和策略。本研究采用定性和定量分析方法并结合模型构建和稳定性评价指标体系综合分析高层建筑给排水系统压力平衡及稳定性。研究结果表明：系统设计合理，运行管理科学，监控措施得力是保证系统压力平衡和稳定的关键。同时智能化技术的运用也会进一步增强系统适应性与可靠性。

关键词：高层建筑；给排水系统；压力平衡；稳定性分析；智能化技术

引言

高层建筑是现代城市发展中的一个重要指标，高层建筑给排水系统设计及运行质量的好坏直接影响着建筑物的安全以及居民生活品质。在城市化进程日益加快的时代背景下，随着高层建筑的数量激增，人们对于给排水系统压力平衡和稳定性的需求也越来越高，但是当前关于高层建筑的研究主要都是集中在系统设计及施工技术等方面，对于高层建筑系统压力平衡及稳定性等问题的分析深度仍显不足。本文以弥补这一研究不足为契机，采用系统性分析的方法，论述了高层建筑给排水系统压力平衡问题的重要性和影响因素，并在此基础上提出了相关稳定性分析方法和策略。

1 高层建筑给排水系统概述

1.1 高层建筑给排水系统概述

高层建筑给排水系统属于复杂集成系统，通常由给水系统、排水系统、消防系统等组成。高层建筑给水系统又可分为冷水给水系统和热水给水系统，高层建筑排水系统一般包含污水排水系统和雨水排水系统，高层建筑消防系统一般包含室内、外消火栓系统、自动喷水灭火系统等。给排水系统主要为高层建筑提供了生活便利，消防系统则是确保了高层建筑的安全性保护了人民群众的生命以及财产安全，以上各个系统组合在一起就形成了高层建筑的完整体系，缺一不可，由此也可见高层建筑系统压力平衡的重要性。

高层建筑中因建筑高度的不断提高，给排水系统需克服的高差问题就越艰巨，系统内压力分布就越复杂。给水系统要求有足够压力以保证水流的输送，排水系统要求污水以负压或者重力流方式排出。另外，高层建筑给排水管道一般较长，其布置及选材对系统压力平衡及稳定性影响较大。

高层建筑给排水系统在设计过程中需要考虑很多因素，主要有建筑物的使用情况，规模大小，地理位置以及气候条件。如寒冷地区需兼顾管道保温与防冻；在地震频繁发生的区域，系统的抗震能力是必须要考虑的。另外，在绿色建筑与可持续发展理念不断普及的背景下，高层建筑给排水系统设计更加强调节能，环保以及水资源循环利用。

1.2 压力平衡对系统稳定性的影响

高层建筑给排水系统压力平衡问题是保证系统正常工作的关键。一是压力平衡有利于保证供水持续可靠。高层建筑中因楼层高度不同，供水压力需采用增压设备来调整，才能满足各楼层用水要求。若压力过高，则有可能造成管道破裂和漏水，从而影响供水连续；若压力过低，就会造成供水不足，从而影响到居民正常的生活。通过达到压力平衡可保证给水系统在多种工况下稳定运行以满足用户用水需求。二是压力平衡对排水系统效率有促进作用。高层建筑的排水系统需克服重力与摩擦力的作用才能使污水顺畅地流出。若压力过低则排水速度变慢，会造成管道堵塞和污水回流；若压力过高会使管道磨损加剧，寿命降低。通过达到压力平衡可优化排水系统运行参数、提高排水效率、降低维护成本。三是压力平衡有利于增加系统安全性。

1.3 压力不平衡可能导致的问题

压力不平衡现象普遍存在于高层建筑给排水系统之中，并可能会引发一系列严重后果。压力不平衡会带来以下几个问题：一是供水不稳。高层建筑中因楼层高度不同需采用增压设备来调节供水压力。^[1]若系统压力失衡，则会造成部分楼层水源缺乏，从而影响住户正常生活；或部分楼层给水过多，浪费水资源。另外，供水压力的不稳定也有可能对水压敏感的设备，例如热水器和

洗衣机, 的正常工作造成影响。二是排水不畅。高层建筑排水系统压力平衡对确保废水平稳排放具有重要意义。若排水压力过低, 则会造成污水停留管道内, 造成管道堵塞和污水回流; 若排水压力过高, 就会加大管道磨损而降低使用寿命。这些问题既影响了居民生活质量又会破坏建筑结构。另外系统的能耗也随之增大。就给排水系统而言, 增压设备、水泵及其他设备运行都需耗费大量能量。若系统压力失衡, 则可能会造成设备的频繁开停或者长期处于非最优工况, 从而加大能耗。从长远看这样会提高运行成本和系统经济性。三是造成安全隐患。高层建筑给排水系统压力过高或过低会造成安全事故。比如供水压力过高可能会使管道断裂引发安全事故; 过高的排水压力可能会造成污水回流和室内环境的污染。这些问题不但会影响到居民生活, 而且会破坏建筑结构与设备, 甚至会危害到人员安全。

2 影响压力平衡的因素分析

2.1 建筑结构与布局对压力平衡的影响

高层建筑结构与布置对给排水系统压力分布有着直接的影响。建筑物高度、层数、管道布局及水塔的位置均对系统压力平衡有显著影响。如在高层建筑中, 要求供水压力足够高, 才能克服重力及摩擦阻力的影响, 保证水能顺利地到达高层。同时建筑内管道布置对压力分布亦有影响, 合理布局可降低压力损失和供水效率。实际设计时需考虑建筑物结构特点及使用要求, 对水塔进行合理定位及管道走向选择。如水塔一般设于建筑物上部或中层, 利用重力作用降低泵站能耗。^[2]另外, 还要考虑建筑物内分区、功能布局等因素, 以保证各地区供水压力平衡, 避免局部压力过高或过低。

2.2 给排水系统设计参数的确定

合理的设计参数能确保系统在各种工况下稳定工作, 避免参数设定不当造成压力波动或者设备损坏。管道直径对水头损失及流量有至关重要的作用。大的管道直径可使流速减小、沿程水头损失减小、供水效率高。但管道直径过大会加大材料成本及施工难度。所以, 设计时需根据建筑物大小, 用水需求以及供水条件等因素来合理地选择管道直径; 水头损失对压力平衡有显著影响。给水系统的水头损失包括沿程水头损失与局部水头损失。沿程水头损失随管道长度, 直径及流速等因素的变化而变化, 可通过管道参数的合理选择进行控制。局部水头损失多出现于管道接头、弯头及阀门处, 需采取优化管道布置及选择高性能管件等措施减小; 流量是评价给排水系统性能好坏的一个重要标志。设计时需根据建筑物用水需求及供水条件合理设置系统流量。流量太

大会造成能源浪费、设备磨损等问题, 流量太小又不能满足用水需求。另外, 需综合考虑系统峰值流量及其变化系数来适应各时段用水波动情况。

2.3 系统运行中的动态变化因素

系统运行过程中动态变化的因素, 是决定高层建筑给水排水系统压力平衡最关键的因素。其中主要有用水量波动、水压不稳、管道材料老化、设备故障。用水量波动可使系统内部压力发生周期性改变, 特别是高峰用水中用水量剧增可使系统压力快速升高, 用水量降低可使压力降低。水压的不稳定性可能是由供水系统的压力波动或管道泄漏等因素导致的, 这些因素都可能对系统的压力平衡产生影响。

针对这些动态变化因素要求高层建筑给排水系统必须要有一定调节能力。如通过安装压力调节阀控制供水压力或利用变频泵根据用水量变化进行供水量自动调节。另外, 管道需定期检查与保养, 避免因管道老化与泄漏而影响系统的压力平衡。与此同时, 定期检查和维修设备以保证系统的正常工作, 是保证系统压力均衡的一个重要环节。

2.4 外部环境对系统压力平衡的影响

外部环境因素如气候变化、地震、洪水以及其他自然灾害也都会影响到高层建筑给排水系统压力平衡。气候变化会引起供水温度变化, 从而对供水压力产生影响; 如地震和洪水这样的自然灾害有可能对建筑物的结构和供水排水系统造成损害, 从而影响系统的正常运作。比如, 地震会使管道断裂或者连接部位松脱, 洪水会淹没地下室从而影响泵房和其他关键设施。^[3]

为降低外部环境对系统压力平衡所造成的冲击, 系统设计中需充分考虑环境因素。比如利用抗震设计来保证建筑结构及给排水系统稳定; 建立地下室防水墙、排水系统等防洪措施以防洪水冲击系统。另外, 制定应急预案也很有必要, 在遇到自然灾害时, 能快速采取应对措施, 降低系统受到的冲击。

2.5 智能化技术在系统稳定性分析中的应用

随着科学技术的进步, 智能化技术被越来越多地运用到高层建筑给排水系统稳定性分析当中。通过设置传感器及监控设备可对系统压力、流量及水质进行实时监控, 并及时发现异常。采用大数据分析与人工智能算法相结合的方法, 能够对系统监测到的数据进行分析并预测出系统压力趋势, 对系统运行起到决策支持的作用。

智能化技术也能使系统自动调整。比如根据被监控压力变化自动调节泵运行频率以维持系统压力稳定; 或根据水质监测结果自动开启水处理设备以确保供水水质

量。另外智能化技术也能够提升系统维护效率。采用远程监控与诊断的方式,能够及时发现设备故障、缩短维修时间、降低维护成本。

3 稳定性分析方法与策略

3.1 定性分析方法在压力平衡中的应用

定性分析方法多依靠专家经验与直观判断相结合,并通过辨识系统中压力平衡可能受到影响的各因素来分析它们对系统稳定性可能产生的影响。^[4]高层建筑给排水系统采用定性分析方法主要有以下几点:一是辨识系统关键节点及敏感区域,如泵站、阀门等、管道接口等方面,对这些节点进行了各种工况的分析,并评价了它们对系统压力平衡所产生的作用。二是需要对系统的设计参数,例如管道的直径、坡度和水头损失等进行合理性分析,以评估这些参数是否能够满足系统在各种使用场景下的压力平衡需求。综合考虑系统运行过程中用水量波动、水压波动以及其他动态变化因素对系统压力平衡进行了近期与远期分析。三是对外部环境元素进行评估,例如气候变迁、地震等,探讨这些元素可能对系统稳定性带来的隐患,并给出了针对性的解决方案。

3.2 定量分析方法与模型构建

定量分析方法是通过对构建数学模型准确地计算并预测系统内压力变化。高层建筑给排水系统中常采用的定量分析手段有:首先建立水力模型模拟管道系统内水流流动特性并计算出各种工况压力分布及水头损失。其次利用流体力学原理建立了压力平衡方程并对系统内压力变化规律进行了分析,对压力波动幅度及频率进行了预测。最后采用数值模拟技术模拟分析了不同设计参数及工况下系统压力响应情况,并对压力平衡性能进行了评价。最后结合实际监测数据对该模型进行了验证与校正,有效地提高了定量分析方法的精度与可靠性。

3.3 稳定性评价指标体系的建立

稳定性评价指标体系作为度量高层建筑给排水系统

压力平衡和稳定性的一个重要工具,具有广泛的应用前景。文中提出了如下评价指标:一是压力波动范围,系统不同运行条件下最大、最小值的压力变化反映了系统压力的稳定性。二是压力恢复时间,系统受干扰后压力回复至正常值的时间体现了系统自适应能力。三是水压合格率,系统按规定时间水压达到使用要求所占比例来体现系统压力可靠程度。另外,包含了系统故障率,维修成本和用户满意度三个指标,分别对系统稳定性表现进行了不同视角的评估。

4 结束语

文章就高层建筑给排水系统压力平衡和稳定性问题进行深入剖析,揭示出系统设计,运行管理以及外部环境因素等在压力平衡中所起到的错综复杂的作用。国内外学者一般都认为高层建筑给排水系统设计需要综合考虑建筑结构,系统参数及其动态变化等诸多因素才能达到压力平衡并保证系统平稳运行。研究结论表明:通过科学系统设计,合理运行管理和有效监控措施可显著改善高层建筑给排水系统压力平衡和稳定性。如对建筑物内管道进行优化布置、合理设置系统设计参数、加强对系统运行时的动态监测与调节等均是保证系统稳定运行的重点措施。通过系统性研究与创新性应用,能够为高层建筑可持续发展提供强有力的支持。

参考文献

- [1]刘鹏.超高层建筑给排水系统选型及施工管控要点分析[J].建筑与装饰,2022(24):87-89.
- [2]宋新梅.高层建筑给排水系统设计施工要点分析[J].建材发展导向,2022(16):60-62.
- [3]徐驰.基于消防安全的高层建筑给排水系统设计分析[J].产城(上半月),2021(1):1-1.
- [4]连小鹰,陈谊.高层建筑排水系统分析及优化[J].城市建筑,2020(9):96-97.