

商业综合体给排水系统负荷计算与设备选型研究

王 森

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]商业综合体给排水系统的设计对于保证建筑功能的正常运行至关重要。通过分析商业综合体的使用性质、功能分区以及人口流动等因素,进行科学的负荷计算,可以为设备选型提供理论支持。合理的负荷计算有助于优化系统的运行效率,减少能源消耗,提升系统的可持续性。同时,设备选型应根据流量、扬程、节能效果等多个因素进行权衡,以确保给排水系统在满足需求的同时具备较好的经济性和长期稳定性。

[关键词]商业综合体;给排水系统;负荷计算;设备选型;智能化管理

DOI: 10.33142/ect.v3i8.17528

中图分类号: TU892

文献标识码: A

Research on Load Calculation and Equipment Selection of Water Supply and Drainage System in Commercial Complex

WANG Sen

Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: The design of water supply and drainage systems in commercial complexes is crucial for ensuring the normal operation of building functions. By analyzing the usage nature, functional zoning, and population mobility of commercial complexes, scientific load calculation can provide theoretical support for equipment selection. Reasonable load calculation helps optimize the operational efficiency of the system, reduce energy consumption, and enhance the sustainability of the system. At the same time, equipment selection should be balanced based on multiple factors such as flow rate, head, and energy-saving effect to ensure that the water supply and drainage system has good economy and long-term stability while meeting demand.

Keywords: commercial complex; water supply and drainage system; load calculation; equipment selection; intelligent management

引言

随着商业综合体规模的不断扩大,建筑功能需求逐渐多样化,给排水系统的设计面临着更高的要求。合理的负荷计算和设备选型不仅是确保系统高效运行的关键,还直接关系到能源节约和运营成本的控制。然而在实际设计过程中,尤其是在大型商业综合体的前期阶段,往往尚未完成招商工作,商铺的功能定位和空间分隔尚不明确,导致用水量与排水量难以准确预估。这种不确定性给负荷计算带来较大挑战,可能造成设计裕量过大或设备选型失衡,影响系统经济性与后期运营效率。因此,有必要借鉴已建成并正常运营的类似商业综合体项目,通过对其实际用水量和排水量数据的分析,验证设计阶段的负荷预测精度,为今后类似项目的给排水系统负荷计算和设备选型提供科学依据和实践参考,提升设计的合理性和可靠性。

1 商业综合体给排水系统负荷计算的基本原理

1.1 负荷计算概述

给排水负荷是指建筑物或区域在某一时刻所需的用水量和排水量,通常包括用水负荷和排水负荷两大类。用水负荷主要涉及建筑物的供水需求,而排水负荷则关注污水和废水的排放需求。其计算受到多种因素影响,如建筑面积、使用功能、人口密度及使用频率等。例如,办公楼、

商业区、餐饮区等不同功能区域在用水量与排水量上存在显著差异,因此需根据具体功能进行精确计算。

然而,在商业综合体设计初期,由于招商尚未完成,商业区与餐饮区的具体业态和布局常常无法明确,导致水量负荷难以准确估算。这种不确定性使得设计中的用水量与排水量常依赖经验值或参考规范估算,存在较大的偏差风险。为此,可通过调研多个已建成并投入使用的商业综合体,收集其运营期间水泵运行数据、排水管道负载情况及相关设备运行参数,进一步对比其与设计阶段预测值之间的差异,从而为类似项目的负荷计算提供更可靠的依据,提高设计的科学性与实用性^[1]。

1.2 用水量与排水量计算方法

在给排水系统设计中,用水量和排水量的计算是基础工作,需根据建筑性质和功能进行分类处理。居住区与商业区的计算逻辑存在明显差异,特别是在商业综合体中,需关注客流高峰、功能复杂、使用频率高等特征。

给水量计算公式:

$$Q=q \times N \quad (1)$$

其中: Q 为设计日用水量 (L/d);

q 为人均日用水量 ($L/人 \cdot d$);

N 为计算人数或相应的服务人数 (人)。

对于商业区,还可结合商铺数量、营业面积和运营时长进行调整,采用单位面积法或营业时段法进行换算。

排水量计算公式:

排水设计一般基于用水量,并考虑排水系数、系统负荷等修正因素,常用如下计算公式:

$$Q_d = Q \times f \quad (2)$$

其中: Q_d 为设计排水量 (L/d);

Q 为设计用水量 (L/d);

f 为排水系数 (通常取 0.8~1.0, 根据功能区不同进行调整)。

此外,在大型商业综合体的排水设计中,还需综合考虑排水高峰系数、排水管网流速限制和污水提升设备的承载能力,以确保系统在高峰时段稳定运行。通过规范公式与实际情况相结合,设计人员可以更准确地评估系统容量需求,减少设计偏差^[2]。

1.3 负荷计算中的常见问题及解决方案

在给排水负荷计算过程中,高峰用水与排水负荷的波动性是商业综合体设计中最难把握的问题之一。由于商业综合体集办公、购物、餐饮、娱乐于一体,其高峰时段的水需求可能会在短时间内剧烈上升,若估算不准确,极易导致设备选型偏差,进而影响系统运行的稳定性与经济性^[3]。

以北京某大型商业综合体 A 为例,设计阶段根据规范和经验数据选用了 3 台 75m³/h 的变频供水泵组,设计高峰流量为 180m³/h。然而在投入运营后,实际高峰时段最大流量仅为 130m³/h,供水设备经常处于低负载运行状态,导致频繁启停,能耗浪费严重。

而另一个广州的商业项目 B,在设计阶段未充分考虑餐饮区集中营业时段的排水集中性,仅按常规比例布设了排水立管和污水提升设备,结果在实际运营中餐饮高峰期污水量远超设计值,导致排水管道多次发生回流和局部溢流,最终不得不追加一台污水提升泵并加装排水缓冲罐以改善系统。

上述案例表明,负荷计算不应仅依赖规范经验,更应结合实际运营模型进行动态模拟,并通过同类已建项目的实地调研与数据分析,对设计参数进行修正与优化,确保设备选型既满足高峰需求,又避免资源浪费,从而提升系统整体运行效率与可靠性。

2 商业综合体给排水系统设备选型

2.1 泵站与管道系统选型

泵站的选型主要依据所需的流量和扬程来确定。流量需求决定了水泵的数量和规格,而扬程则影响水泵的类型及其功率选择。通常,商业综合体的水泵需要具备较高的启动能力和较大的流量调节范围,以应对高峰期的需求。管道系统的选型则需考虑管道材料的耐腐蚀性、抗压性和使用寿命,常见的管道材料包括钢管、PVC 管、HDPE 管等。管径选择时,必须综合考虑流量、流速、管道长度

以及安装成本等因素,确保水流通畅且不造成能源浪费。此外,泵站的布置应遵循合理的布局原则,避免长距离输送带来的压力损失,并进行系统优化设计,以提高整体运行效率和可靠性^[4]。

2.2 水箱与水泵设备的选型

水箱与水泵设备的选型是给排水系统设计中的关键环节,必须确保其供水能力和调节能力能够满足建筑在各类工况下的负荷需求。水箱的容量通常依据建筑规模、用水性质以及高峰时段的用水量来确定。若容量设置过大,不仅造成投资浪费,还可能导致水质滞留影响卫生安全;反之,容量偏小则容易在高峰期出现供水不足。

例如,在上海某大型商业综合体项目中,设计阶段按规范计算配置了一个 120m³的生活水箱,考虑到商场日最大用水量和消防补水要求。然而在实际运行中发现,因该项目内餐饮区比例高且客流集中于中午和傍晚两个时段,导致用水峰值短时激增,水箱的调节能力一度不足,后期通过增加次级调节箱并优化水泵启停策略予以解决。

水泵的选型则应综合考虑设计流量、扬程以及运行能效等因素。以上述项目为例,初期配置的两台 75m³/h 变频水泵在实际运行中存在启停频繁的问题,后调整控制策略为变频+定频组合运行模式,使得系统在低负荷时由变频泵单独运行,高峰期由两泵联合运行,显著提高了能效比并延长了设备寿命。

因此,在设计过程中应重视水箱与水泵的协调配合,结合不同工况进行动态模拟分析,合理选择设备容量与控制逻辑,以保障系统稳定、高效运行。

2.3 污水处理与雨水回收设备选型

污水处理设备的选型标准通常依据处理水量、污水成分以及处理技术要求来确定。常见的污水处理设备包括格栅、沉淀池、过滤器、活性炭吸附器等,设备的选择需要根据系统设计负荷和污水性质来决定,以确保处理效果和速度达到要求。雨水回收系统的设计与选型主要依赖于雨水收集量的估算以及使用要求,设备包括雨水收集池、过滤装置、储水箱、输水泵等,选型时需考虑环保和经济效益。对于商业综合体而言,雨水回收系统不仅能缓解供水压力,还能达到节水和环保的目标。在设备选择时,还应符合相关环保要求,如水质净化标准、噪声控制、能源消耗等,以实现绿色建筑和可持续发展的目标。

3 商业综合体给排水系统设计优化

3.1 系统设计中的节能与环保策略

在商业综合体给排水系统的设计中,节能与环保是核心考虑因素。节水措施包括采用高效节水设备、回收利用雨水及废水、合理规划用水点等,符合绿色建筑标准,如安装节水型马桶、自动感应水龙头、节水喷头等,从源头减少水资源的浪费。系统的节能设计也是优化的重要方面,选用高效能泵站和管道保温措施可以有效减少能源消耗

和传输损失。此外,环保设备的选择尤为关键,如污水处理装置、雨水回收系统的选择需要符合环保标准,确保排放符合要求,减少对环境的污染^[5]。

3.2 智能化管理与监控系统的应用

随着智能化技术的不断发展,商业综合体给排水系统的管理也逐渐向智能化方向发展。智能水表和远程监控系统可以实时监测水流量、压力、用水量等数据,并将信息传输到管理平台。数据采集和负荷调节系统通过精确的实时数据分析,可以自动调整水泵的运行状态和水流分配,以应对不同时间段的负荷变化。系统智能化不仅可以提高水资源的使用效率,还能够预防故障、及时发现系统异常,减少人工干预,提高管理的精确性与效率。此外,智能化优化方法能够预测未来用水趋势,进一步优化设备运行和能源分配,降低运行成本。

3.3 设计优化中的成本控制

给排水系统设计中的成本控制对项目预算和长期运营具有重要影响。设备选型直接影响设计成本和后期维护费用,必须在满足性能要求的前提下合理选择设备,以达到预算控制的目的。系统设计时需综合考虑设备的初期投资、运行成本、能效、维护费用等因素进行全面权衡。例如,虽然高效节能的设备初期投资较高,但其长期运营成本较低,能够实现更高的节能效果,降低长期运营支出。与此同时,还需要分析系统的长期运营与维护成本,考虑设备的使用寿命、备件更换周期、维修费用等因素,确保系统在全生命周期内的经济性和稳定性。合理的成本控制不仅能减少初期投资,还能降低运营风险,提升经济效益。

4 商业综合体给排水系统案例分析

4.1 案例背景介绍

某大型商业综合体位于城市中心,总建筑面积达到50万 m^2 ,包含多个商场、办公楼、餐饮区及娱乐设施。该综合体每天的客流量高,建筑功能复杂,水需求具有显著的波动性,尤其是在高峰时段。设计初期由于招商尚未完成,商铺的具体功能与空间分隔尚未明确,给水系统设计只能依据经验数据和规范估算需求。设计阶段选用了3台流量为 $80\text{m}^3/\text{h}$ 、扬程为60m的变频泵组,以满足可能出现的最大负荷需求。然而在实际运营过程中,发现部分区域如办公楼用水远低于预期,实际日高峰流量仅达设计值的70%左右,且系统运行水压偏高,导致部分末端阀门需常态限流调节。系统设计面临的难点主要在于如何应对各区域水需求的不确定性,以及在高峰负荷下如何确保水压与流量的稳定。此外,系统还需兼顾污水处理、雨水回收及节能环保等要求。针对上述问题,设计团队通过调整泵组运行策略与分区供水布局,提升了整体系统的运行效率与适应能力。

4.2 负荷计算与设备选型过程

负荷计算的具体方法首先根据建筑物的功能划分进

行,针对办公区、商场、餐饮区等各功能区域分别进行用水量与排水量的计算。以商场为例,得出了每个时间段内的用水负荷,并结合实际运行数据进行了优化调整。为提高计算的准确性,设计团队调研了多个已建成商业综合体的运营情况,对比分析了设计负荷与实际用水差异,从而得出更加贴合实际的负荷计算模型。设备选型则依据负荷计算结果展开,优先匹配水泵、管道、储水箱等关键设备。水泵选型综合考虑流量、扬程及能效比,最终选用了节能型泵,并配置了变频控制系统以适应不同时间段的负荷波动。管道材料采用PVC和HDPE管道,以降低能耗、减少腐蚀、延长使用寿命。在系统优化过程中,还结合典型案例中高峰负荷运行表现,调整了泵站配置与备用泵运行策略,确保系统在高负荷下依然平稳运行。该设计思路为今后商业综合体的给排水系统设计提供了有力的参考与指导。

4.3 实施效果与经验总结

在实际工程中,通过设计与运行阶段的对比,进一步验证了负荷计算与设备选型的重要性。某商业综合体在设计阶段,考虑用水高峰需求,配置了3台额定流量为 $80\text{m}^3/\text{h}$ 、扬程为65m的变频水泵。运营后数据显示,日均最大用水流量仅为 160m^3 ,运行水泵仅需两台即可满足需求,第三台长期处于备用状态,表明设计裕量偏大,导致初始投资和能耗略高。

另一项目则在设计阶段选用了2台额定流量为 $60\text{m}^3/\text{h}$ 、扬程为55m的泵组。运营初期因餐饮业态集中投入使用,实际高峰流量一度达到 $130\text{m}^3/\text{h}$,原系统无法满足需求,最终增加一台 $75\text{m}^3/\text{h}$ 的水泵并调整运行策略,才解决供水瓶颈问题。

通过这两个案例可见,水泵选型应建立在充分调研、合理预估负荷的基础上,并考虑多场景模拟和运行冗余,避免设备选型过大或不足。经验表明,结合典型项目运营数据进行修正,是优化设计、提高系统经济性与适应性的有效手段。

5 商业综合体给排水系统发展趋势与未来展望

5.1 绿色建筑与可持续设计趋势

绿色建筑标准对给排水系统的影响日益显著,要求建筑项目在设计与施工过程中注重水资源的高效利用与环保。对于商业综合体来说,给排水系统的设计需符合节水、节能和低碳的原则,水资源管理成为关键。水资源管理的核心在于通过雨水回收、废水处理和回用技术,实现水的闭路循环,降低对市政供水的依赖。与此同时,环保技术的应用也在不断发展,例如高效节水设备、智能水表和绿色污水处理技术等,为实现可持续发展提供了技术保障。绿色建筑不仅关注建筑本身的节能效果,还通过优化给排水系统的设计,使整个建筑的水资源消耗得到最小化。

5.2 智能化与信息化技术的应用前景

随着智能技术的快速发展,商业综合体给排水系统的

智能化管理成为未来发展的重要趋势。智能给排水系统通过智能水表、传感器及物联网技术实时监控水流量、压力和用水情况,使得管理人员能够及时掌握系统的运行状态并进行优化调节。这种系统不仅可以提高水资源的利用效率,还能够预测并应对用水负荷的波动,从而降低系统故障的风险。信息化管理通过大数据分析和云计算技术,进一步优化了给排水系统的运行,能够精确地分析用水趋势、设备运行状态及维护周期,提高管理的精准性与效率。未来,物联网和大数据技术的广泛应用将使给排水系统更加智能化和自动化,为商业综合体提供高效、节能的水管理解决方案。

5.3 挑战与应对策略

尽管商业综合体给排水系统在绿色设计和智能化管理方面有着广阔的发展前景,但也面临着复杂多变的设计需求与技术难题。例如,在高层商业综合体中,如何平衡不同区域的水压需求、如何应对高峰期用水负荷的波动以及如何确保系统的长期稳定性,都是设计过程中亟待解决的问题。为了平衡成本与效益,设计师需要在选型时综合考虑设备的初期投资、运行成本以及维护费用,确保系统在保证性能的同时控制预算。未来,面对不断变化的环境和需求,商业综合体的给排水系统设计应更加灵活与智能,通过技术创新不断优化系统功能与运行效率。同时,随着绿色建筑和智能化技术的持续发展,设计方案将更加侧重于节能环保、低成本和高效能,为应对未来的挑战提供更

好的解决策略。

6 结语

商业综合体给排水系统的设计与优化是确保建筑正常运营的重要环节。通过对负荷计算方法的研究与设备选型原则的探讨,结合实际案例分析,本文展示了有效的设计方案与实际成效。未来,随着智能化技术的应用和绿色建筑标准的不断推进,给排水系统将更加注重节能、环保和智能化管理,进一步提高系统的运行效率和可持续性,为商业综合体的长远发展提供有力支持。

【参考文献】

- [1]李东飞.北京某大型商业综合体给排水系统设计总结[J].给水排水,2022,58(3):90-97.
 - [2]戚玉丽,戚凯锋,冯佳颖,等.商业综合体项目建筑给排水设计要点探讨[J].工程建设与设计,2024(3):52-54.
 - [3]杜定勇.大型超高层商业综合体给排水设计分析[J].新城建科技,2024,33(10):72-74.
 - [4]李玉龙,赵雨.大型商业综合体建筑给排水设计策略[J].建材发展导向,2024,22(21):124-126.
 - [5]范国涛,赵林.可持续发展理念下的商业综合体给排水系统优化策略[J].中国建筑金属结构,2025,24(1):170-172.
- 作者简介:王森(1993.9—),女,汉族,毕业学校:河北科技大学,现工作单位:河北建筑设计研究院有限责任公司。