

高层房建工程中的地下室结构设计探究

熊林洁¹ 刘峰²

1.广西华景城建筑设计有限公司,广西 南宁 530000
2.基准方中建筑设计股份有限公司南宁分公司,广西 南宁 530000

[摘要]随着城市不断发展,建设规模越来越大,土地资源变得越来越紧张,高层建筑成了城市空间发展的重要形式。地下室是高层建筑的重要部分,它负责把建筑的荷载传下去,还要防水和抗浮,对整个建筑的安全、功能和经济都有重要作用。不过,在高层房建工程里,地下室设计会受到地质复杂、施工条件有限、受力情况多变等影响,设计起来比一般建筑难得多。文中把高层房建工程的地下室当作研究对象,仔细分析它的设计要求和常出现的问题,还从荷载设计、构造改进、防水以及智能化技术运用等方面给出了设计优化的办法,希望能给相关工程设计和实践提供帮助。

[关键词]高层建筑;建筑工程;地下室结构设计

DOI: 10.33142/aem.v7i9.18037 中图分类号: TU9 文献标识码: A

Exploration on Basement Structure Design in High-rise Building Construction Projects

XIONG Linjie¹, LIU Feng²

1. Guangxi Huajingcheng Architectural Design Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China
2. Nanning Branch of Jizhun Fangzhong Architectural Design Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: With the continuous development of cities and the increasing scale of construction, land resources have become increasingly scarce, and high-rise buildings have become an important form of urban spatial development. The basement is an important part of high-rise buildings, responsible for transmitting the load of the building, as well as waterproofing and anti floating. It plays an important role in the safety, functionality, and economy of the entire building. However, in high-rise building construction projects, basement design is often affected by complex geology, limited construction conditions, and variable stress conditions, making it much more difficult to design than in general buildings. The article takes the basement of high-rise building construction projects as the research object, carefully analyzes its design requirements and common problems, and provides design optimization methods from the aspects of load design, structural improvement, waterproofing, and intelligent technology application, hoping to provide assistance for related engineering design and practice.

Keywords: high-rise buildings; construction projects; underground structure design

引言

随着城市化进程不断加快以及土地利用强度持续提高,高层建筑已然成为现代城市建设极为重要的发展走向。地下空间的开发和利用,在高层建筑设计当中,已然成为其中的一个关键环节,特别是在那些一线城市以及沿海城市,地下室不但要承担起停车、设备用房还有人防工程等诸多功能,而且在某种程度上,还参与到结构的抗震以及承重体系当中,对于建筑整体的安全性以及稳定性,有着十分重要的影响。不过,因为地下室处在地表之下,其结构设计会受到地质条件、水文环境、施工约束以及荷载作用等多种多样的因素的影响。怎样在确保安全性、

耐久性并且兼顾经济性的前提基础之上,合理地去设计地下室结构体系,这已然成为了当下建筑工程领域里备受关注的一个重点问题。本文针对高层房建工程地下室结构设计展开系统的分析,希望能够给未来的高层建筑地下室结构设计给予科学且系统的专业技术思路以及实践方面的指导。

1 高层房建工程地下室结构设计概述

高层房建工程里的地下室结构设计,在整个建筑体系当中占据着颇为关键的地位。地下室一方面要担负起将上部结构的荷载予以传递的任务,另一方面还要起到与地基反力相互协调的作用,并且它得去应对像地下水压力、地

层变形、温度方面的变化以及施工荷载等诸多复杂因素所带来的影响。在高层建筑领域，地下室往往会选择采用钢筋混凝土框架结构、剪力墙结构或者箱型结构等不同的形式，借以确保整体的刚度以及抗浮性能能够得以保障。在开展设计工作的过程当中，务必要充分地考量诸如建筑的具体用途、地质的相关条件、地下水所处的水位状况以及外部施加的荷载等一系列因素，从而切实保证结构的安全性、功能的完备性以及施工的可行性都能够得到妥善的落实。除此之外，地下室的设计还必须要同时顾及防水、防潮、通风以及消防等多个不同方面的诸多要求，其呈现出的综合性以及系统性相较于一般的地上结构设计而言，无疑是要高出不少的。所以说，科学且合理的地下室结构设计，其重要性不言而喻，它既关乎到工程的经济方面的考量以及施工期间的安全状况。

2 高层房建工程地下室结构设计的基本要求

2.1 以概念设计为基础

在地下室结构设计的过程中，须严格坚持设计原则，以高层房建工程的设计要求为主，严格遵守我国地下室结构设计质量标准及相关设计规定。在进行地下室结构设计时，所应用的相关方法，都应在建筑工程具体技术要求范围之内且参考大量案例，提出指导性、全局性的设计要求，以确保各项设计工作的科学、合理。严格以高层房建工程总体设计概念为标准，将定量与定型紧密契合进行设计，杜绝与实际出现偏差问题。

2.2 高效绘制设计图纸与信息协同

高层房建工程在地下室设计期间，涉及到多个专业的协同工作，像结构、建筑、水电、暖通以及防水等众多环节。要确保设计成果完整且准确，得构建起高效的信息协同机制，在设计阶段运用 BIM（建筑信息模型）技术，达成多专业模型的动态联动和冲突检测，从根源处削减设计遗漏以及施工误差。高效地绘制设计图纸，不但需要精准的尺寸与标注，还应当凸显设计意图与构造逻辑，以便施工人员能准确领会设计方案。并且，设计单位和施工单位之间要搭建完善的沟通反馈机制，借助信息化平台实现设计修改、施工反馈以及问题追踪的同步更新，进而形成闭环的设计协作体系。借助信息协同，可有效提升设计效率，降低返工情况，提高项目整体的质量管理水平。

2.3 全面搜集基础地质与环境参数

地下室结构的设计，必须要对地质以及水文条件予以精准的把控。在设计正式开始之前，应当精心组织起详尽细致的地质勘察工作，从而获取像岩土层的具体分布情况、地基所具备的承载力状况、地下水位呈现出的变动情况以

及地层的渗透性等相關联的关键参数。而对于那些地质情况较为复杂的区域而言，除了要开展上述的勘察活动之外，还应当将原位测试以及实验室试验相结合起来去做，以此来深入分析土体所具有的变形方面的特征以及其强度参数的情况。在高层建筑项目的建设过程中，地下水压力无疑是一个会对结构设计产生重要影响的因素，所以务必要依据相关的水文资料去确定出合理的抗浮方面的举措以及适宜的防水等级标准。与此周边环境出现的各种变化情况，比如邻近的其他建筑、地下各类管线以及地铁线路等等，也都需要被纳入到设计时的考量范围之内，唯有如此才能够有效防止在开挖施工的时候引发地层出现扰动或者是导致邻近的结构发生变形等问题。只有在对基础数据充分且详尽地掌握起来之后，才能够切实保证结构设计具备科学性以及安全性。

3 当前高层房建工程地下室结构设计中存在的问题

3.1 变形缝设计不合理

在高层房建工程的地下室结构方面，变形缝的设计和整体结构的安全性、耐久性有着极为密切的关系。不过当下部分工程在缝体布置以及构造处理环节依旧存在着不合理的情况。其主要呈现为缝距计算缺乏足够的依据、构造节点处理过于简化并且与上部结构的协调性较差。有些设计仅仅依靠经验来确定缝距，没有充分考量地基沉降、温度变化以及地震作用等综合因素，致使变形能力不够或者缝体数量过多，对结构的整体性能产生了影响。在施工过程中，又常常因为成本或者工期方面的压力，擅自简化止水构造或者更换材料，从而引发了渗漏以及开裂等问题。究其根本，是因为在设计阶段缺少精细化的分析以及结构的协调，没有达成缝体设置的系统化与科学化，进而使得地下室的安全性能以及防水性能都受到了削弱。

3.2 地下室层高布置问题

地下室层高设计对空间功能以及施工可行性有影响，同时也直接决定了结构受力情况和经济性，当下很多工程在层高布置方面缺少系统统筹，有的项目过度压缩层高，以此来增加车位数量或者降低成本，结果设备安装、管线布设以及施工操作空间都不够，还有一部分项目层高过大的情况，这使得土方量和造价都有明显增加。部分设计中缺乏多专业的协同，对机电、消防、通风等系统的综合需求没有给予足够重视，导致后期管线调整频繁，施工难度加大。从整体上看，层高设计存在的问题体现出前期设计论证不够充分以及专业协作有所欠缺，对地下空间利用效率以及结构安全性都产生了影响。

3.3 防水体系与施工衔接不足

高层建筑地下室防水体系的设计和施工在衔接方面存在不顺畅的情况,这已然成为当下普遍存在的质量隐患当中的一个。不少设计单位在确定防水等级以及材料方案的时候,并没有充分结合实际测得的水位情况以及地质条件来考量,如此一来便致使所制定的方案跟实际环境之间出现了不相匹配的状况。在设计图纸当中,防水节点的细节部分不够清晰明确,施工前的相关交底工作做得也不到位,这就使得施工人员只能凭借自身经验来进行操作,进而出现了止水带位置发生偏移、搭接不够严密等一系列问题。除此之外,结构施工和防水施工在衔接管理上存在着较为薄弱之处,在混凝土浇筑这个阶段,对防水层的保护措施落实不到位。部分工程项目为了能够降低建造成本,就选用了一些性能较低的材料。究其根本,问题产生的原因在于设计环节和施工环节之间缺少有效的信息协同以及技术闭环,使得防水体系没办法形成从设计阶段、施工阶段一直到验收阶段这样的一体化管理模式。

4 高层房建工程地下室结构设计优化策略

4.1 荷载设计与受力分析优化

地下室结构的荷载设计应当在对诸多方面加以综合考量之后来开展相关工作。在这其中,除了要将上部结构所传递过来的恒荷载以及活荷载都纳入到考虑范围之内之外,对于像地下水所产生的浮力、土压力还有温度应力这类附加作用,同样需要给予足够的重视并充分予以考虑。为了能够切实保障结构在安全层面的要求以及实现经济方面的合理安排,有必要运用精细化的有限元分析模型,针对各个承担着不同受力情况的构件展开相应的计算操作,并且做好细致的比对工作,进而对配筋的比例以及截面的尺寸做出进一步的优化处理。与此还得着重加强对结构整体所具有的刚度以及稳定性的把控力度,防止因为出现局部应力集中的状况而引发诸如裂缝或者变形之类的不良后果^[1]。在设计工作的整个过程当中,对于施工阶段当中荷载所发生的各种变化情况,也是需要密切予以关注的,务必要确保经过分阶段所进行的受力分析所得到的结果能够和实际施工时的各种工况情形保持高度的一致性。通过开展科学且合理的荷载设计以及细致周全的受力分析工作,是能够在很大程度上有效地提高地下室结构所具备的安全储备水平以及其耐久性能方面的表现的。

4.2 顶板结构设计要点与配筋控制

地下室顶板作为上部结构的承重根基,还是抵御地面荷载以及施工荷载的重要构件,在设计环节要全面考量顶板厚度、配筋方式和受力路径之间的协调关联。于受力分

析方面,顶板需综合上部结构柱网安排以及地下空间开口位置,防止刚度突变致使裂缝集中出现。配筋设计须符合强度与延性的要求,优先选用双层双向钢筋配置形式,以此来对抗弯矩与剪力的双重影响。与此能够借助优化混凝土强度等级以及钢筋间距,降低构造裂缝并提升耐久性。在施工阶段,得严格把控顶板浇筑工艺以及养护条件,避免温度应力裂缝的形成。科学的顶板设计以及配筋控制可提高结构整体刚度,也为后续建筑使用给予可靠保障。

4.3 外墙设计与防水构造改进

地下室的外墙会直接承受土压力以及地下水压力,其防水性能在整个地下结构设计当中占据着极为关键的地位。在设计之时,需要综合考量工程地质方面的具体条件,以此来合理地去选定外墙的厚度以及防水等级。就那些地下水位相对较高的地区而言,适宜采用刚柔相互结合的防水体系,也就是在结构自身具备的防水功能基础之上,再额外附加外贴防水卷材或者涂膜层^[2]。针对外墙施工缝以及变形缝所在之处,务必要着重强化构造方面的处理举措,可以设置止水带、止水钢板亦或是膨胀止水条等,以此来防止出现渗漏的情况。对于深基坑工程来讲,能够采用复合式的防水结构,比如说将防水混凝土和外包防水层相结合,形成双重防护的形式。在设计的这个阶段,还应当全方位地去考虑到施工质量的把控事宜,保证防水材料和结构构造能够很好地相匹配,进而大幅度地提升外墙整体的防水耐久性能。

4.4 底板设计与抗浮措施强化

地下室底板一方面要承受建筑荷载,另一方面还得抵御地下水浮力所带来的影响,其设计质量同结构的整体稳定性有着极为紧密的关联^[3]。在开展设计工作的时候,得依据地下水位以及浮力的计算得出的结果,来合理地确定底板的厚度还有抗浮配筋的具体形式。就处在高水位的区域而言,应当优先选用抗浮锚杆、抗拔桩或者增加结构自身重量这类具有综合性的抗浮举措。与此底板所用的混凝土需要采用强度较高且渗透性较低的材料,并且在施工进程中要强化对止水节点的处理工作,以此来避免因浮力作用而出现的渗漏以及裂缝情况。在施工阶段,务必要对地下水位的变化予以密切的监测,从而保证抗浮措施能够和实际的工况实现良好的匹配。通过进一步强化底板的设计以及抗浮方面的控制,是能够在很大程度上提升地下室的抗浮安全系数的,进而也能使结构的使用寿命得以延长。

4.5 新技术与智能化设计手段应用

随着信息技术持续向前发展,智能化手段在地下室结构设计方面得到了广泛的应用。BIM 技术能够达成多专

业协同设计以及结构可视化管理的目的,由此使得设计效率与准确性得以大幅提升。而基于物联网的传感监测系统,在施工以及运营阶段能够对结构应力、变形以及渗漏状况展开实时的监控。人工智能辅助设计 (AI-Aided Design) 技术正逐步应用于结构方案比选与参数优化当中,凭借算法能够自动识别出最优的设计方案,以此来提升工程的经济性与安全性。绿色节能设计理念同样在地下室结构中有所体现,这些都有助于实现建筑的可持续发展。智能化技术的引入给地下室结构设计带来了全新的发展方向,促使建筑设计从经验型逐步朝着数据驱动型转变。

5 结语

高层房建工程中的地下室结构设计属于一项工程技术工作,此工作的系统性以及综合性都非常突出,其是否科学合理会直接影响建筑的安全性、耐久性还有使用功能。本文针对地下室结构设计的基本要求、主要问题以及优化策略展开系统研究,说明只有全面掌握地质条件、科学开

展荷载分析、优化构造细节并且引入智能化技术,才能够达成结构的安全、经济且高效的目标。在未来,随着建筑信息化以及数字化技术不断向前发展,地下室结构设计会变得更为精细化与智能化,设计人员需要持续提升自身的专业素养与创新能力,以此推动高层建筑地下结构设计不断地优化以及技术层面的进步。

[参考文献]

- [1]王明伟.高层房建工程地下室混凝土结构防水防渗施工技术[J].工程机械与维修,2024(5):37-39.
 - [2]曹国意,张兴启.高层房建工程中地下室结构设计分析[J].建筑技术开发,2021,48(18):7-8.
 - [3]陈保平.房建项目地下室外墙防水工程质量控制与评价研究[D].甘肃:兰州交通大学,2022.
- 作者简介: 熊林洁 (1994.1—), 毕业院校: 广西大学, 所学专业: 固体力学, 当前就职单位: 广西华景城建筑设计有限公司, 职务: 结构工程师, 职称级别: 中级。