

高层建筑人防工程结构设计分析

肖玉洁

四川省城市建筑设计研究院有限责任公司 四川 成都 610072

摘要: 本文旨在对高层建筑人防工程结构设计进行分析。首先介绍了高层建筑和人防工程的定义, 以及结构设计的重要性。接着讨论了高层建筑人防工程结构设计的关键因素, 包括地理位置和地质条件、地上建筑物的功能和用途, 以及防火和防爆需求。随后, 探讨了高层建筑人防工程结构设计的方法和技术, 包括设计方法、新技术的应用和施工过程监控。最后, 通过综合分析和研究, 总结出结论。

关键词: 高层建筑; 人防工程; 结构设计

Structural design analysis of civil air defense engineering of high-rise buildings

Xiao Yujie

Sichuan Urban Architectural Design and Research Institute Co., Ltd. Sichuan Chengdu 610072

Abstract: This paper aims to analyze the structural design of civil air defense engineering in high-rise buildings. Firstly, it introduces the definition of high-rise buildings and civil air defense engineering, as well as the importance of structural design. Then we discuss the key factors of high-rise buildings, including the geographical location and geological conditions, the functions and uses of the above-ground buildings

Key words: high-rise building; civil air defense engineering; structural design

引言: 高层建筑的兴建在城市化进程中扮演着重要角色, 而高层建筑的人防工程结构设计对于保障人员生命安全和提供有效防护至关重要。在设计过程中, 需要综合考虑地理和地质条件、地上建筑物的功能和用途, 以及防火和防护需求等因素。本文将对这些关键因素进行分析, 并探讨高层建筑人防工程结构设计的方法和技术。通过深入研究和案例分析, 旨在为高层建筑人防工程的结构设计提供指导和参考。

1 高层建筑人防工程的基本概念

1.1 高层建筑的定义

高层建筑是指相对于周围环境而言高度较大的建筑物, 通常具有多楼层和复杂的结构体系。高层建筑的特点之一是其垂直发展的能力, 能够在有限的土地面积上提供更多的空间。这使得高层建筑在城市化进程中扮演着重要角色, 满足了城市人口增长和经济发展的需求。高层建筑的设计和施工具有较高的技术要求, 需要考虑结构的稳定性、抗震性能、防火安全、逃生通道等方面的要求^[1]。

1.2 人防工程的定义

人防工程是指为了战时保护人员生命安全和提供有效防护而进行的工程设计。在高层建筑中, 人防工程是确保建筑物在紧急情况下能够保持稳定、人员能够安全疏散和获得

适当的防护的重要组成部分。人防工程的设计考虑了多种灾害风险和安全要求。其中包括防火、防爆、防震等方面的设计。防火设计着重考虑建筑物的火灾防控措施, 包括火灾报警系统、自动喷水系统、防火隔离等, 以减少火灾蔓延的风险。防爆设计主要针对爆炸威胁, 包括合理的爆炸物品储存和管理、防爆墙的设置、安全通道的规划等, 其中又细分为防核武器及防常规武器。防震设计旨在通过合理的结构设计和抗震措施, 减少地震对建筑物的影响。

1.3 结构设计的重要性

高层建筑人防工程的结构设计确保建筑物的承载能力和稳定性。高层建筑需要能够承受垂直和水平荷载, 包括建筑本身的重量、人员活动荷载、设备负荷, 以及外部荷载如风荷载和地震荷载等。通过合理的结构设计, 可以确保建筑物具有足够的承载能力, 能够抵抗这些荷载的作用, 避免结构的破坏和倒塌。高层建筑人防工程的结构设计也关注着建筑物的抗震性能。结构设计师需要通过采用合适的结构形式、材料和构造, 以及适当的加固措施, 提高建筑物的抗震能力。这包括考虑地震力的计算和分析, 选择适当的抗震设计指标和方法, 以确保在地震事件中建筑物能够保持稳定和安全。同时, 结构设计也与防火安全密切相关。高层建筑面临

火灾的风险,因此结构设计应考虑防火措施,如合理的防火分区、防火隔离、防火门窗等。设计师需要根据建筑物不同的耐火等级指定对应的耐火极限,确保结构受力构件在火灾发生时能够继续工作,为人员疏散争取宝贵时间。

2 高层建筑人防工程结构设计的关键因素

2.1 地理位置和地质条件

地理位置和地质条件是高层建筑人防工程结构设计的重要考虑因素。防空地下室的位置、规模、战时及平时的用途应根据其所在地区的城市规划、人防工程与地下空间专项规划、当地政策规定及相关标准等统筹安排、配套建设。人防工程的防护类别及抗力级别应根据项目修建地址决定,最终以当地人民防空办公室的批复文件为准,各专业以此为设计依据开展设计。不同的抗力级别对人防工程的造价也有直观影响。在进行高层建筑人防工程结构设计时,地质条件对高层建筑的人防工程结构设计至关重要。不同地区的地质特征存在差异,如土壤类型、地下水位深度、地质构造等。结构设计师需要进行详尽的地质调查和勘察,了解土壤的稳定性和承载能力,确保建筑物的基础设计符合地质条件,并能够抵御地震等地质灾害的影响。此外,地下水位的高低也会影响建筑物的地基设计和防水措施,需要进行适当的处理和预防措施。不同土质及地下水位标高对人防工程底板的荷载取值也存在较大影响,如果工程底板在饱和土中,水中会产生压缩波,这种压缩波会绕过底板向上作用于底板,产生底板等效静荷载。有桩基的底板荷载就区分了非饱和土和饱和土两种情况,若是端承桩同时在非饱和土中,由于底板没向下移动的趋势,土体和底板中无相互作用,核武器爆炸动荷载产生的土中压缩波无法绕射到底板上,故等效静荷载标准值取 0kN/m^2 ;若在饱和土中,即便是端承桩也需要按抗力级别考虑 25kN/m^2 或 50kN/m^2 的等效静荷载。

2.2 地上建筑物的功能和用途

由于高层建筑结建人防地下室布置都是在民建地下室中选择价值相对较低的位置布置人防功能房间,不同的地上建筑类型也直接影响人防方案布置。商业办公建筑的功能要求通常包括办公空间、商业活动、会议设施等。这种类型的建筑物需要考虑人员疏散和安全逃生的需求。结构设计师应合理设计建筑物的通道和楼梯系统,确保人员能够迅速有序地疏散。此外,商业办公建筑还需要考虑灾害事件下的应急通信和物资储备等人防工程要求。医疗设施和救援中心的建筑物功能主要是提供医疗服务和应急救援。在结构设计中,需要考虑医疗设备和救援设备的安全摆放、通道的宽度和容量,以便在紧急情况下迅速疏散患者和救援人员。此外,防火和防爆措施也是医疗设施人防工程设计的重要方面,以确保设施内人员的安全^[2]。住宅建筑的功能主要是提供居住空间。在结构设计中,需要考虑住宅建筑的逃生通道和应急出口,以确保居民在紧急情况下能够迅速安全地撤离。相对于商业及医院建筑的大空间,高层住宅建筑的人防墙布置受上

部主楼剪力墙布置位置的影响较大,人防的二号出入口一般会选择依附主楼楼梯布置在主楼内部,相对来说使用空间较为紧凑,受限也较多。合理的人防主口位置选择也是设计人员重点考虑的问题,例如尽量借用民用直通地面的楼梯、坡道,尽量少占用地下车位去另设出入口,减小对地面绿化的影响等。

2.3 防火和防爆需求

防火安全是高层建筑人防工程设计中最重要的安全需求之一。建筑物的结构设计应考虑防火隔离、防火墙、防火门窗等措施,以阻止火势的蔓延。此外,火灾报警系统、自动喷水系统和应急疏散通道的设计也是关键因素,确保人员能够及时安全地疏散。在消防疏散通道上人防门与防火门同框的情况难以避免,人防门选型时要结合防火门高度,避免同框设置后压低防火门高度,导致消防验收不通过的情况发生。其次,防爆安全是在特定环境下的重要需求。某些高层建筑可能面临恐怖袭击、爆炸等威胁,因此需要采取相应的防爆措施。这包括防爆建材的选择和使用、爆炸物品的安全储存和管理、防爆墙的设置等。设计过程中应考虑防爆要求,合理划分防爆分区,以减少爆炸对建筑物和人员的影响。

3 高层建筑人防工程结构设计的方法和技术

3.1 设计方法

性能设计方法是一种基于性能目标的设计方法,着重关注结构在不同工作状态下的性能表现。在高层建筑人防工程中,设计师可以确定关键的性能指标,如抗震性能、防爆性能、防火性能等,并设定相应的性能目标。通过结构分析和优化,选择适当的结构形式、材料和构造,以满足预设的性能目标。极限状态设计方法是基于结构在达到极限承载力或变形限度时的状态来进行设计。在高层建筑人防工程设计中,设计师通过对结构的强度和刚度进行分析,确保结构在正常使用和承载力极限情况下都能满足安全要求。考虑不同荷载组合的包络设计,以保证结构在各种负荷情况下的安全性能^[3]。

经验设计方法基于历史经验和实际工程案例,将已有的设计经验应用于新的设计问题。在高层建筑人防工程中,设计师可以参考已建成的高层建筑的结构设计方案和相关技术规范,结合实际情况进行设计。这种方法可以减少试错和风险,提高设计的可行性和可靠性。风险评估方法通过对潜在风险进行系统分析和评估,有助于设计师识别和管理可能的风险因素。在高层建筑人防工程设计中,设计师可以通过风险评估方法来评估地震、火灾、爆炸等灾害对建筑物的影响和风险程度。基于评估结果,设计师可以采取相应的结构设计措施和防护策略,以降低风险并确保人员安全。

3.2 新技术的应用

随着科学技术的不断进步,高层建筑人防工程结构设计中涌现出了许多新的技术,这些技术为设计师提供了更多的工具和方法,以提高设计的可靠性和效率。以下是一些新技

术在高层建筑人防工程中的应用。

建筑信息模型(BIM)技术在高层建筑人防工程中得到广泛应用。BIM是一种集成的数字化设计和管理工具,通过三维建模技术实现对建筑物各个方面的模拟和分析。在人防工程中,BIM可以帮助设计师进行结构分析、性能评估和优化,通过虚拟试验预测结构行为并及时解决潜在问题。由于高层人防地下室设备管道种类多且复杂,BIM的碰撞功能也为管道综合检查提供了有力的支持,逐步代替了土建与设备专业人工叠图,更直观的检测到净高不足的部位。近年为了减少临战转换量,车道的封堵已由临战安装的封堵板改为平时安装到位的门式封堵,这也增加了因设计、施工交圈疏漏出现人防大门不能正常开启的情况。近年人防大门开启碰撞设备管道时有发生,由于人防工程的密闭性要求,不可后期开凿打洞,造成了需要更改管综布置甚至减少车位来满足人防门的正常开启,BIM技术的加入也减少了此类风险的发生,减少了后期变更产生的费用。其次,结构监测与健康监测技术在高层建筑中的应用也越来越重要。通过传感器和监测系统,设计师可以实时监测建筑物的结构状态,包括变形、振动、温度等。这些数据的收集和分析可以帮助设计师评估结构的可靠性和安全性,并及时采取措施进行维护和修复,以确保建筑物的长期稳定运行^[4]。

3.3 施工过程监控

由于人防工程的密闭性要求,在底板、墙体、顶板合模之前都应进行由各方责任主体参加的隐蔽验收。施工中,土建和设备要注意密切配合,对人防的预埋件、预留洞口以及人防封堵口的预埋钢框要注意认真清理,避免错漏,预埋构件与预留洞口要注意位置尺寸准确,方向正确。不允许混凝土浇注完成后再来开凿打洞,这样会影响防空地下室的密闭性,达不到验收规范的要求。高层防空地下室不同于一般普通地下室,有防爆、防毒、防辐射的专业要求,对施工质量

要求较高,通常人防口部是施工的重点和难点。人防门框有平整度和垂直度等技术指标要求,人防门框的支撑在墙体关模时不应割除或破坏。所有穿人防墙体及顶板的套管都应预埋带翼环的套管,避免不同材质接触产生通缝从而影响人防工程的密闭性。人防隐蔽验收也需要结合各专业图纸查验,尤其是人防口部部位的预留预埋必须一次性到位,避免后期开凿打洞明装。由于高层建筑一般为剪力墙结构体系,现场跟民用剪力墙重叠的部位也是验收检查的重点,现场容易由于涉及两家设计院的图纸而混淆,甚至有边缘构件漏做的现象。人防墙和封堵梁支模应采用有止水片的永久性拉杆,不允许采用有pvc套管的可回收拉杆及砂浆条作为内支撑,与民用剪力墙共用的墙体也经常会出现类似问题。综上,施工过程中也是不可忽视的环节,对于现场经常出现的问题设计过程中也需要采取约束保证人防工程的可靠性。

结论

高层建筑人防工程结构设计是确保建筑物稳定性、安全性和可靠性的关键因素。希望通过本文的探讨,设计师可以在高层建筑人防工程结构设计中选择合适的方案和措施,提高建筑物的安全性、抗灾能力和人防防护水平,为人们提供更安全的生活和工作环境。

参考文献

- [1]赵亮.高层建筑的人防工程结构设计策略探究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(13):140-142.
- [2]樊洁.高层建筑人防工程结构设计要点分析[J].四川水泥,2022(04):75-77.
- [3]吴荣先.高层建筑的人防工程结构设计策略探究[J].中国建筑装饰装修,2022(06):106-108.
- [4]徐飞元.高层建筑的人防工程结构设计研究[J].智能城市,2021,7(12):53-54.