

研究人防结构与抗震结构设计

蒋凤强 张 莹
泰国格乐大学 泰国 曼谷 10220

摘 要：人防结构设计强调结构的安全性和可靠性，要点包括结构选型需兼顾战时与平时使用需求；材料选择注重抗冲击和抗爆炸性能；构造措施需确保各部件抗力协调，实现“强柱弱梁”、“强剪弱弯”；同时，抗震设防与减震技术也是人防结构设计不可或缺的一环。抗震结构设计则注重结构的抗震性能，要点涵盖地震作用分析与评估、结构体系选择与布局、结构构件的精细设计以及基础与地下室抗震设计的强化，以确保建筑在地震中的安全。

关键词：人防结构；抗震结构；设计

引言：人防结构与抗震结构设计是建筑工程领域的重要课题，直接关系到建筑物的安全性和耐久性。随着城市化进程的加速和自然灾害的频发，如何确保建筑结构在战争和地震等极端条件下的稳定性，成为当前研究的热点。人防结构设计旨在提高建筑物在战争中的防护能力，保障人员生命安全；而抗震结构设计则致力于提升建筑物在地震作用下的抗震性能，减少灾害损失。两者虽侧重点不同，但都强调结构的安全性、可靠性和经济性，对于促进建筑行业的可持续发展具有重要意义。

1 人防结构与抗震结构设计概述

人防结构与抗震结构设计是建筑结构设计中的两大重要领域，它们分别针对不同的外部威胁和自然灾害，旨在确保建筑物的安全性和稳定性。人防结构设计主要是为了应对战争等人为威胁，其核心在于提高建筑物的防护能力。这种设计通常需要考虑各种爆炸荷载、冲击波以及弹片等因素对建筑物的影响。人防结构的设计原则包括确保结构在爆炸等极端条件下的稳定性，以及为人员提供安全的避难场所。为了实现这些目标，人防结构往往采用厚重的防护层、坚固的结构构件以及合理的布局规划^[1]。与人防结构设计不同，抗震结构设计主要是针对地震等自然灾害。地震作为一种常见的自然灾害，对建筑物的破坏性极大。为了实现抗震目标，抗震结构通常采用合理的结构体系、加强节点连接、使用高性能材料等措施。尽管人防结构与抗震结构设计在目标和侧重点上有所不同，但它们在设计理念和方法上有许多共通之处。例如，两者都需要对结构进行精确的计算和分析，以确保结构在极端条件下的稳定性和安全性。同时，两者都需要采用合理的构造措施和施工工艺，以确保设计目标的实现。

2 人防结构设计要点分析

2.1 结构选型与布局优化

2.1.1 结构选型

在人防结构设计中，结构选型至关重要。常见的结构形式包括框架结构、剪力墙结构、框剪结构等。选择何种结构形式，需根据人防工程的等级、地理位置、地下水位、土壤条件以及预期的爆炸荷载等因素综合考虑。框架结构因其较好的灵活性和空间利用率，常在人防工程中应用；而剪力墙结构则因其良好的抗侧力性能，在需要较高防护等级的情况下更为适用。正确的结构选型不仅能提高人防工程的整体防护能力，还能有效降低成本，提高建设效率。

2.1.2 布局优化

布局优化是人防结构设计的另一大要点。合理的布局不仅能提高人防工程的使用效率，还能在关键时刻为人员提供安全的避难场所。在布局设计中，需充分考虑人员疏散路径、物资储存区域、医疗设备配置等因素。同时，还需注意避免结构上的薄弱环节，如避免将重要设备或人员密集区域布置在结构转换层或应力集中区域。通过科学的布局设计，可以确保人防工程在极端条件下仍能发挥最大的防护作用。

2.1.3 考虑施工与维护的便利性

在人防结构设计中，还需充分考虑施工与维护的便利性。这不仅关乎建设成本，更关乎人防工程的长期运行效率。设计时，应尽量选择易于施工的材料和技术，避免过于复杂的结构形式。同时，还需考虑未来维护的便捷性，如预留足够的维护空间、便于检查的设备布置等。通过合理的施工与维护设计，可以确保人防工程在长期使用过程中保持良好的运行状态。

2.2 材料选择与性能要求

在人防结构设计中，材料的选择与性能要求至关重要，它们直接关系到结构的防护能力和耐久性。材料的

选择需考虑其强度、韧性、耐冲击性以及抗爆炸荷载的能力。人防结构通常要求材料具有高强度、高韧性,能够在极端条件下保持结构的完整性。例如,钢筋混凝土因其良好的力学性能和施工便利性,成为人防结构中的首选材料。在选择钢材时,也需注重其屈服强度、抗拉强度以及冲击韧性等指标,确保结构在爆炸荷载下不发生严重变形或破坏。材料的耐久性也是人防结构设计中不可忽视的一环。人防工程往往需要在地下等潮湿环境中长期运行,因此材料需具备良好的抗腐蚀、抗渗透性能。对于混凝土材料,需通过添加抗渗剂、使用高性能混凝土等方式提高其耐久性。对于钢材等金属材料,则需采取防腐措施,如热镀锌、喷涂防腐涂料等,以延长其使用寿命。在选择材料时,还需考虑其经济性和可获得性。在满足性能要求的前提下,尽量选择成本较低、易于采购的材料,以降低人防工程的整体建设成本。

2.3 构造措施与连接设计

在人防结构设计中,构造措施与连接设计是确保结构整体性和稳定性的关键环节。(1)构造措施的强化:人防结构需承受爆炸荷载等极端条件,因此需对关键部位进行构造强化。(2)连接设计的可靠性:人防结构中的连接节点需具备足够的强度和韧性,以确保结构在极端条件下的整体性。设计时,需对连接节点进行精确计算和分析,选择合适的连接方式,如焊接、螺栓连接等,并确保连接件的质量可靠。此外,还需注意连接节点的细节处理,如焊缝的质量、螺栓的预紧力等,以避免连接失效导致的结构破坏。(3)构造细节的优化:在人防结构设计中,还需关注构造细节的优化。例如,通过设置变形缝、伸缩缝等措施,可以减小结构因温度变化、地基沉降等因素引起的变形和应力集中。同时,还需注意防水、防潮、防火等构造措施的设置,以提高人防工程的耐久性和安全性。(4)施工质量的控制:构造措施与连接设计的实施需依赖于高质量的施工。因此,在施工过程中,需加强对施工质量的控制和监督,确保各项构造措施和连接设计得到准确实施。(5)后期维护与检查:人防结构在使用过程中需进行定期的维护与检查,以确保其长期保持良好的运行状态。设计时,需考虑后期维护与检查的便利性,如预留检查口、设置维护通道等。

2.4 抗震设防与减震技术

在人防结构设计中,抗震设防与减震技术的应用是保障结构安全的关键环节,尤其在地震频发地区更为重要。抗震设防策略的制定需依据详尽的地震风险评估,结合人防工程的特殊需求,确保结构能够抵御预设地震

烈度下的动力作用。这要求设计师不仅要熟悉传统抗震设计理念,还要不断创新,采用更为先进的分析方法和设计手段,如基于性能的抗震设计,以实现更为精细化的抗震设防。减震技术方面,应积极探索和应用新型减震材料和装置。例如,利用形状记忆合金、高阻尼橡胶等高性能材料,开发新型减震支座和耗能元件,这些都能有效吸收和分散地震能量,减轻结构损伤^[2]。同时,考虑在人防结构的关键节点和受力部位引入智能减震系统,通过传感器实时监测地震响应,动态调整减震策略,进一步提升结构的抗震韧性。通过优化结构布局,加强构件间的连接,确保结构在地震作用下能够形成有效的耗能机制,避免局部破坏引发整体失稳。

3 抗震结构设计要点分析

3.1 地震作用分析与评估

3.1.1 地震动参数的确定

地震动参数是描述地震作用的关键指标,包括地震加速度、速度、位移等。这些参数的确定需基于详实的地震历史数据、地质勘察结果以及最新的地震活动性研究成果。设计师需综合考虑工程所在地的地震烈度、地震频度、震源深度等因素,采用科学的方法对地震动参数进行预测和评估。这一步骤的准确性直接关系到后续抗震设计的合理性和有效性。

3.1.2 结构动力响应分析

在确定了地震动参数后,需对结构在地震作用下的动力响应进行深入分析。这包括结构的自振周期、阻尼比、振型等动力特性的计算,以及结构在地震波作用下的加速度、速度、位移等响应的模拟。通过采用先进的计算软件和数值分析方法,可以较为准确地预测结构在地震作用下的变形和内力分布,为后续的抗震设计提供依据。

3.1.3 抗震性能评估

基于结构动力响应分析的结果,需对结构的抗震性能进行全面评估。这包括结构的承载力、变形能力、耗能能力等关键指标的校验。通过对比抗震设计规范的要求,可以判断结构是否满足预定的抗震设防标准。对于不满足要求的部位或构件,需进行针对性的优化和调整,以确保整体结构的抗震安全性。

3.2 结构体系选择与布局

在抗震结构设计中,结构体系的选择与布局是决定结构整体抗震性能的关键因素之一。第一,结构体系的选择需充分考虑地震作用的特点。地震波的传播和能量释放具有复杂性和不确定性,因此,选择具有良好耗能能力和变形能力的结构体系至关重要。常见的抗震结构

体系包括框架结构、剪力墙结构、筒体结构等,每种体系都有其独特的抗震性能和适用范围。设计师需根据工程的具体情况和抗震设防要求,合理选择结构体系,确保结构在地震作用下能够保持稳定和完整。第二,结构布局的优化也是提高抗震性能的重要手段。合理的布局可以减小结构在地震作用下的扭转效应和应力集中,提高结构的整体刚度和稳定性。在布局设计中,应注重结构的对称性和均匀性,避免出现明显的薄弱部位和应力集中点。同时,还需考虑结构的传力路径和耗能机制,确保地震能量能够得到有效分散和耗散。第三,在结构体系选择与布局中,还需充分考虑施工和维护的便利性。选择易于施工和维护的结构体系和布局方式,可以降低建设成本和提高工程效率。

3.3 结构构件设计与细节处理

在抗震结构设计中,结构构件的设计与细节处理对于提升整体结构的抗震性能至关重要。(1) 构件尺寸与配筋设计:结构构件的尺寸和配筋需根据抗震设计规范进行精心设计。合理的构件尺寸能够确保结构在地震作用下具有足够的承载力和变形能力,而科学的配筋设计则能有效提高构件的耗能能力和延性。设计师需综合考虑地震动参数、结构形式、材料性能等因素,确定适宜的构件尺寸和配筋方案。(2) 节点连接设计:节点作为结构构件之间的连接部位,其设计对于结构的整体抗震性能具有重要影响。在抗震设计中,需注重节点的强度和延性设计,确保节点在地震作用下不发生破坏或过早失效。通过采用加强节点、设置耗能元件等措施,可以提高节点的抗震性能。(3) 细部构造处理:细部构造处理对于提升结构构件的抗震性能同样不可忽视。例如,在梁柱节点处设置箍筋加密区、在剪力墙边缘设置边缘构件等,都能有效提高构件的抗震承载力和延性。同时,还需注意避免构件截面尺寸突变、钢筋锚固长度不足等不利因素,以免对结构抗震性能造成不利影响。

(4) 材料选择与质量控制:在抗震结构设计中,材料的选择与质量控制也是关键环节。需选用符合抗震要求的优质材料,并确保施工过程中的质量控制。通过选用高强度、高韧性的钢材和混凝土等建筑材料,可以提高结构构件的抗震性能。(5) 施工与维护考虑:在结构构件设计与细节处理中,还需充分考虑施工和维护的便

利性。设计需便于施工操作,降低施工难度和成本,同时,还需考虑后期的结构维护和检修需求。

3.4 基础与地下室抗震设计

基础与地下室作为抗震结构设计的重要组成部分,其抗震性能的优劣直接影响到整体结构的稳定性和安全性。在基础设计中,需充分考虑地震作用对地基土的影响。通过详细的地质勘察,了解地基土的承载力、变形模量等关键参数,为合理的基础选型提供依据。对于软弱地基或不良地质条件,需采取地基加固措施,如桩基、换填等,以提高基础的承载力和稳定性。基础的设计还需考虑地震作用下的水平位移和沉降,确保基础在地震作用下不发生过大变形,以免影响上部结构的抗震性能^[3]。地下室作为连接上部结构与基础的关键部位,其抗震设计同样重要。在地下室设计中,需注重结构的整体性和刚度,避免局部破坏导致整体失稳。通过合理的墙、柱布置和配筋设计,提高地下室的抗震承载力和延性。同时,还需考虑地下室与上部结构的连接节点设计,确保地震能量能够得到有效传递和分散。此外,在基础与地下室抗震设计中,还需注意防水、防潮等构造措施的设置。地震作用可能导致地下水位上升或地下管道的破裂,因此,需采取有效的防水、防潮措施,确保基础与地下室的长期稳定性和安全性。

结语

未来,科技的日新月异与社会需求的持续演变,无疑将为人防与抗震设计领域带来更为严峻的挑战与丰富的机遇。在此背景下,我们必须保持敏锐的洞察力与创新精神,持续探索并应用新技术、新方法,不断优化设计理念,力求以更加科学、合理的方案,为构建既安全又可靠的建筑环境提供坚实支撑。唯有如此,我们才能更好地满足社会发展的需求,为人们的生命财产安全筑起一道坚不可摧的防线。

参考文献

- [1]范真.人防工程中的防化设备设计及施工研究[J].江西建材,2021(07):81+83.
- [2]周桂斌.防空地下室人员掩蔽工程口部设计与宽度计算研究[J].城市住宅,2021,28(06):182-183.
- [3]蒋卫卫.探讨人防结构与抗震结构设计的比较[J].现代物业(中旬刊),2019(05):88.