

土木工程结构抗震设计的优化策略探讨

孔 菲

沈阳高新人力资源服务有限公司 辽宁沈阳 110000

摘 要: 在土木工程结构设计过程中, 抗震设计是衡量土木工程质量的主要指标之一, 因此, 相关设计人员必须通过有效的策略确保土木工程结构设计方案完善性和可靠性。基于此, 本文就土木工程结构抗震设计影响因素进行分析, 同时提出土木工程结构抗震设计有效性策略, 能够最大限度降低地震灾害对土木工程带来的影响, 维护广大人民群众的生命和财产安全。

关键词: 土木工程; 抗震设计; 优化策略

引言

地震作为一种强烈的自然灾害, 对建筑物造成了严重的破坏和人员伤亡, 随着我国城市化进程的加快和土木工程规模的扩大, 提高建筑物抗震性能的需求日益迫切。土木工程结构抗震设计的优化不仅是保障人民生命财产安全的关键, 也是推动建筑行业可持续发展的必然要求。因此, 本文旨在探讨土木工程结构抗震设计的优化策略, 以期为土木工程行业的发展提供必要的参考借鉴。

一、抗震设计影响因素分析

(一) 结构高度

在地震影响下, 土木工程结构的抗震性能与其建筑高度紧密相关, 通常情况下, 建筑物的层数越多, 在地震中的受损概率及其严重性也会随之增加。相比高层建筑, 低层建筑在地震中的安全性更高, 因此, 在进行土木工程项目规划时, 需充分考量当地的地形特点, 并制定合理的抗震策略。以我国台湾省为例, 其地形中部较高, 四周较低, 玉山主峰海拔接近4000m, 加上位于环太平洋地震带上, 地震活动频繁。基于这种地理条件, 台湾在建筑设计上强调抗震能力, 普通建筑的高度被控制在20~23m之间, 而对于重要的高层建筑, 则实施了更为严格的抗震标准。在设定建筑高度时, 结构高宽比(即建筑物总高度与最小平面宽度的比例)对建筑物的整体刚度、水平位移特性以及震动模式都有显著影响^[1]。对于采用钢结构的住宅项目, 应依据抗震设防等级准确计算高宽比。当抗震设防烈度处于6°~7°之间时, 推荐将高宽比保持在6.5以内, 而当设防烈度达到8°时, 该比例则不宜超过6.0。由此可见, 在抗震设计中, 精确

控制建筑高度参数, 细致计算各类荷载效应, 是开展科学合理设计的基础。

(二) 场地选择

从全球范围看, 不同地区的地震发生频率差异显著, 位于地震活跃区域的建筑需特别考虑更严峻的地震风险。以重庆市为例, 重庆市地形复杂, 且位于地震带上, 地震活动相对频繁, 存在较大的潜在威胁。因此, 重庆地区的建筑工程普遍采用“削峰填谷”的策略, 旨在减少地震可能带来的损害。从局部地理条件分析, 平坦开阔的地形为土木工程项目提供了更大的设计灵活性和操作余地。在这种地形上, 工程师更容易设计出坚固的基础结构, 从而提升建筑物的整体抗震能力, 使其能在自然灾害中有更好的防御性能。但建筑选在靠近山坡或其他地形复杂的地区, 则必须更加重视诸如山体滑坡等次生灾害的风险, 在地震发生时, 这些隐患可能会加剧人员伤亡和财产损失的风险。此外, 在进行土木工程设计时, 建筑结构的简洁性也是关键考量因素, 复杂的建筑设计通常会增加额外的负荷, 在面对如地震、洪水等自然灾害时, 这些额外负荷会导致更多不确定性和安全隐患, 影响建筑的安全性。因此, 在满足功能需求和美学要求的同时, 确保结构的简洁性和合理性, 是土木工程设计中不可忽视的重要原则。

(三) 材料选择

在土木工程中, 虽然通过科学选址能够在一定程度上抵御自然灾害如地震的威胁, 但如果材料选择不当, 即便处于理想的地理位置, 建筑也会在恶劣条件下遭受重大破坏^[2]。因此, 在对材料的选择中, 应严格按照行业标准选择材料, 如表1所示为土木工程结构抗震材料

选择指标。如图在评估材料性能的各项指标中，硬度是建筑材料的关键指标，具有高硬度的材料往往能在受到强烈冲击时保持其形状不变形，从而保障建筑结构的稳定性。但硬度并非唯一的考量标准，某些高硬度材料例如玻璃，尽管硬度很高但由于易碎性，并不适合用于承重结构，更多地被应用于装饰以增加美观度而非承载功能。而钢筋混凝土由于其平衡的性能特点成为主流结构材料，但在遭遇强烈地震等极端情况时，钢筋混凝土的硬度和韧性仍不足以完全满足抗震设计所需的高标准。为此，在进行抗震设计时，工程师倾向于选用抗弯强度高、韧性好的材料，如钢材，这是由于钢材以其出色的强度、韧性和可塑性，在抗震设计中占据重要位置，能够在地震等极端情况下更有效地保证建筑物的安全与稳定。

表1 土木工程结构抗震材料选择指标

材料类型	强度等级/ 抗拉强度	韧性/延伸率	密度 (kg/m ³)
混凝土	C15-C80 (抗压强度)	根据配合比确定	约2400
钢材	Q235-Q420 (屈服强度)	≥ 16% (一般要求)	约7850
高性能钢材	如Q690等 (屈服强度)	≥ 14% (一般要求)	约7850
钢筋	HPB300、 HRB400等 (屈服强度)	根据牌号确定	约7850

(四) 竖向设计

竖向设计是一种针对垂直于水平面的规划方法，在工程实践中，由于自然环境的多样性和复杂性，施工现场往往难以完全符合设计师对地形的理想设想。在这种情形下，竖向设计提供了一种有效的应对策略，通过设计和布局来克服自然条件的限制，可实现预定的设计目标。在土木工程的抗震设计领域，为了提升建筑的抗震性能，抗震设计要求建筑物内部的竖向结构必须具有高度的对称性和均衡性，因为这样的结构能够更有效地分散和吸收地震带来的冲击力，增强整体抗震能力^[3]。为此，建筑中横隔层的尺寸、规模及其布局需要经过细致的规划，确保各部分均匀分担荷载，防止因受力不均而导致的结构问题。但在实际施工过程中，受各种因素的影响，建筑结构中的开孔等细节难以达到完全一致，如果缺乏科学合理的竖向设计，会导致工程结构局部刚度不足或延展性不佳，从而削弱整个建筑的性能，使其在面对地震等自然灾害时更加脆弱。而竖向设计的核心在

于通过优化建筑内部的竖向布局，使得建筑能够在地震发生时有效缓解部分冲击波，减少结构损伤。

二、提高土木工程结构抗震设计的优化策略

(一) 加强隔震及效能减震设计

为减少地震对土木工程结构的破坏，可在建筑物的关键部位安装特殊的隔震材料，这些材料能够在地震发生时发挥关键作用。当遭遇地震时，地面剧烈摇晃，产生的冲击波能量会从建筑的基础向上蔓延，此时，隔震材料能有效地吸收并分散这些能量，使得冲击波在其传播路径中逐渐减弱，从而降低对建筑结构的直接损害。但隔震技术的应用并非没有局限性，对于高层建筑而言，传统的隔震设备无法提供足够的支撑和缓冲效果，由于高层建筑结构复杂，并且需要承受更大的重力荷载及水平风力，使得隔震技术的应用变得更加困难且成本更高^[4]。例如，在桥梁等土木工程项目中，工程师结合橡胶垫与隔震材料的优点，开发出一种混合型材料，这种新型材料拥有优异的摩擦性能和延展性，能够在地震过程中提供必要的支撑和自我恢复能力，同时有效吸收并分散地震波的能量，保护桥梁免受严重损坏，而这种技术创新为土木工程中的抗震设计提供了全新的思路和发展方向。

(二) 选择合适的建造场地

在土木工程抗震设计的初期阶段，选址工作具有极其重要的战略意义，而项目的地理位置不仅会影响到后续设计方案的可行性，同时还决定了可采用的结构类型及抗震策略。而地基的深度和稳定性直接关系到整个工程的抗震基础，既深又稳固的地基能够为建筑提供强有力的支撑，有效地抵御地震引发的震动。相反，如果地基条件不佳，即便建筑内部结构设计得再精妙、材料选用得再优良，也可能无法在地震中保障安全^[5]。因此，在进行选址时，优先选择平坦开阔的场地时，不仅为各种结构设计提供了灵活性，同时在地震发生时还能减少因地形复杂而导致的人员疏散难度和二次伤害风险，平坦的地形有利于快速疏散人群，降低逃生过程中的障碍和危险。由此可见，土木工程抗震设计中的选址是一项需综合考量地理位置、地基状况以及地形特点的过程，只有选择合适的地点，才能为后续的设计和施工打下坚实的基础，确保工程项目在面对地震等自然灾害时具备充足的抗灾能力。

(三) 优化土木工程结构

为提升土木工程的抗震性能，需要对复杂的结构进

行简化和优化,在这个过程中,设计师应全面考虑诸如荷载承受能力、抗侧力特性以及施工现场条件等关键要素。实际设计中,不应只追求建筑外观的独特与美观,而忽视结构的实际功能和安全性。在结构优化的过程中,首先,在对建筑物的整体稳定性设计时,需在设计初期深入分析建筑宽度参考系数,并严格控制基础埋设深度,以结构在地震等极端情况下依然稳定,通过合理的结构布局和恰当的基础规划,可以显著增强建筑的抗震性能。其次,针对楼层平面的刚性优化时,设计时可以通过将楼层设计为刚性表面,并基于此计算楼层刚度,这种方法有助于更精确地评估楼板的受力状况,防止因地震引发的楼板变形造成的结构损坏。最后,应当充分利用计算机技术来提高设计效率和准确性,如使用如PKPM等专业的软件进行有限元分析,从而准确计算建筑物内部的应力分布。而借助软件模拟和计算,可从众多设计方案中筛选出最佳方案,确保结构不仅满足美观和实用性的要求,还具备出色的抗震性能。总之,优化土木工程结构对于提高抗震能力至关重要,需要综合考量多个因素,并利用现代科技手段辅助设计,以确保建筑物在遭遇地震等自然灾害时能够保持安全和稳定。

(四) 培养优秀的设计人才

当前阶段,通过整合优质资源,专注于加强国内高校土木工程专业的教育力量,需要吸收国际上的先进经验,并结合国内的实际情况,系统地扩充建筑理论和实践经验,从而全面提升土木工程的设计水平^[6]。除传统的教育模式外,还可通过组织抗震设计竞赛、专题研讨会等活动来激发学生的学习兴趣。这些活动不仅为学生提供了展示自身能力的平台,还能够通过广泛的宣传提高公众对地震设计领域的认识,而这也是发现潜在人才和普及专业知识的重要方式。在培养人才的过程中,必须强调全面发展,如果仅侧重于某一方面的技能培训,或者只关注特定类型的工程项目而忽视其他领域,学生在面对复杂的工程挑战时会因为知识结构不够全面而感到棘手。因此,培养目标应当是涵盖多领域、多层次的专业技能,确保学生既有坚实的理论基础,也具备丰富

的实践经验,能够灵活应对各种复杂的工程问题,只有这样,才能培育出真正能引领行业发展、推动技术创新的高素质人才。

结语

土木工程结构抗震设计的优化策略对于提高建筑物的抗震性能和保障人民生命财产安全具有重要意义。通过结构优化设计、减震技术应用、材料选用优化以及地基处理等措施,能够有效提升建筑物的抗震能力。然而抗震设计是一项复杂且系统的工程,需要综合考虑多种因素,包括地震特性、建筑物类型、施工条件等。因此,在实际工程中,设计人员应深入研究和不断探索,将科学合理的抗震设计策略应用于实际项目中,以期达到最佳的抗震效果。同时,政府和社会各界也应加大对抗震设计的支持和投入,共同推动土木工程结构抗震设计的优化和发展,为构建安全、稳定的社会环境贡献力量。

参考文献

- [1]姜伟,刘功良,郭巍,等.建筑抗震设计课程“金课”建设研究[J].创新创业理论与实践,2024,7(03):73-75.
- [2]李嘉顺.土木工程专业建筑结构抗震信息化研究价值与意义——以高层建筑项目为例[J].中国建设信息化,2023,(07):76-79.
- [3]陈常清.建筑结构抗震设计“三度八结合”教学模式研究[J].教育教学论坛,2022,(36):139-143.
- [4]孟丽岩,王涛,张春玉.“结构抗震设计”课程思政教学改革探索[J].黑龙江教育(高教研究与评估),2022,(06):84-86.
- [5]史永涛,闫春岭.工程认证视角下土木工程专业课程建设探讨[J].安徽建筑,2022,29(05):97-98+155.
- [6]赵金帅,温修春.“地震工程学”课程改革与实践探析[J].安徽建筑,2022,29(03):109-110.