

土木工程中的抗震设计要点研究

李 铭

内蒙古宝丰煤基新材料有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 017300

摘 要：抗震设计是保障土木工程结构安全、提升建筑防灾减灾能力的核心环节。文章围绕结构体系、材料选择、地基基础及非结构构件等设计要点展开剖析，揭示设计理念滞后、规范执行不严、缺乏全生命周期管理等现存问题。通过提出更新设计理念、强化规范监督及实施全流程管控等改进方向，为优化抗震设计策略、增强建筑抗震性能提供理论参考，助力推动土木工程抗震设计技术的持续进步与完善。

关键词：土木工程设计；抗震设计；要点

引言

随着地震灾害频发，土木工程抗震设计已成为关乎人民生命财产安全及社会稳定的关键领域。科学合理的抗震设计不仅能有效降低地震对建筑结构的破坏，更是实现建筑可持续发展的重要保障。本文基于对土木工程抗震设计重要性的认知，深入探讨结构体系、材料选择等核心设计要点，系统分析现存问题并提出改进路径，旨在为提升土木工程抗震设计水平、完善抗震技术体系提供实践指导与理论支撑。

1 土木工程抗震设计的重要性

土木工程作为构建现代社会物质空间的核心领域，其抗震设计关乎结构在地震灾害下的存续能力与功能维持，是保障人民生命财产安全的关键技术防线。地震灾害以其突发性、高能量释放及次生灾害连锁效应，对土木工程结构形成多维冲击，而抗震设计通过科学优化结构体系与构造措施，能系统性提升结构在地震作用下的韧性与抗损能力。在地震波作用下，地面运动产生的惯性力会使结构构件承受超出常规荷载数倍的动态作用，导致构件内力分布改变与塑性变形集中。抗震设计基于结构动力学原理，通过合理确定结构自振周期、阻尼比等动力特性参数，使结构在地震激励下避开共振区间，同时利用延性构件的塑性耗能能力，将地震能量转化为可控变形，避免结构发生脆性破坏。以框架结构为例，通过强柱弱梁、强剪弱弯等设计原则，可确保在地震中梁端率先出现塑性铰，形成耗能机制，维持结构整体稳定，防止因局部破坏引发连续倒塌。从建筑材料到结构体系，抗震设计贯穿土木工程建设全流程。高性能材料的选用，如具有高延性的钢筋、减震耗能的阻尼器，配合合理的节点构造设计，能显著提升结构的耗能能力与整体性。基础隔震、消能减震等新型抗震技术的应用，通过在结构与基础间设置隔震层或安装消能部件，改变

结构动力响应，降低地震作用效应，使上部结构在地震中保持弹性工作状态。这些技术的实践应用，不仅大幅提高了建筑在地震中的安全性，也推动了土木工程抗震理论与技术的持续革新。合理的抗震设计是土木工程结构抵御地震灾害的核心技术保障，其通过优化结构体系、创新技术应用与材料性能提升，有效降低地震风险，为现代社会的可持续发展筑牢安全根基。

2 土木工程抗震设计要点

2.1 结构体系设计

(1) 应选用规则且对称的结构体系，使结构在各个方向上的刚度和质量分布较为均匀。不规则的结构在地震作用下，易产生扭转效应，导致部分构件受力过大而破坏。例如，平面布置上应避免凹进或凸出过多，竖向体型也应尽量保持规则，减少刚度突变楼层。这样能保证地震力较为均匀地分配到各个结构构件上，降低结构整体破坏风险。(2) 结构体系需具备多道抗震防线。单一防线结构遇强震，若某一关键构件失效，整个结构极易迅速倒塌。多道防线能让部分构件在地震时先屈服耗能，消耗地震能量，为其他构件提供缓冲，有效延缓结构倒塌。以框架-剪力墙结构为例，地震初期剪力墙承担大部分水平力，随着地震作用增强，框架逐步发挥作用，二者协同，形成多道抗震防线。(3) 合理确定结构构件的尺寸和布置。构件尺寸过小，无法承受地震产生的巨大内力；尺寸过大则可能导致结构刚度突变，受力不合理。构件的布置应使传力路径直接、明确，避免应力集中。像柱子的布置应均匀，保证竖向荷载能有效传递到基础，梁的跨度和截面尺寸要根据受力情况合理设计，确保结构整体稳定性^[1]。

2.2 材料选择设计

(1) 优先选用延性好的材料。延性材料在地震作用下能发生较大变形而不立即破坏，可有效吸收和耗散地

震能量。钢材通常具有良好的延性,相比之下,脆性材料在地震中易突然断裂,引发结构严重破坏。在混凝土结构中,也可通过合理的配合比设计及添加剂使用,适当提高混凝土的延性。(2)确保材料的强度和耐久性满足要求。地震时结构承受的荷载大幅增加,材料强度不足将无法承受地震力。考虑到建筑在使用过程中可能面临各种环境因素影响,耐久性差的材料会逐渐劣化,降低结构抗震性能。例如,选用质量合格的钢筋,保证其屈服强度和极限强度符合设计要求,且具有良好的抗锈蚀性能,以维持长期的结构性能。(3)关注材料的协同工作性能。在组合结构中,不同材料需协同受力,共同抵抗地震作用。如钢-混凝土组合梁,钢材和混凝土之间的粘结性能至关重要,只有二者协同良好,才能充分发挥各自材料的优势,提高结构的整体抗震能力。在材料选择时,要考虑不同材料组合后的协同工作效果。

2.3 地基基础设计

(1)详细勘察场地地质条件。了解地基土的类型、土层分布、地下水位等情况,判断场地是否存在软弱土、液化土等不良地质。对于存在不良地质的场地,需采取相应处理措施,如对软弱土地基进行加固处理,以提高地基的承载能力和稳定性,避免在地震作用下地基因产生过大沉降、不均匀沉降或土体液化等问题,危及上部结构安全。(2)合理选择基础形式。根据建筑物的类型、荷载大小、地质条件等因素确定基础形式。如对于层数较少、荷载较小且地基条件较好的建筑,可采用独立基础;对于高层或超高层建筑,常采用桩基础或筏板基础,以更好地将上部结构荷载传递到深层稳定土层。基础形式的选择应确保在地震作用下,基础能牢固地支撑上部结构,不发生滑移、倾斜或破坏。(3)保证基础有足够的埋深。适当的埋深可使基础周围土体对基础产生约束作用,增加基础的稳定性。一般情况下,基础埋深应根据建筑高度、场地条件等因素综合确定,通常不宜过浅。足够的埋深能利用土体的被动土压力抵抗地震产生的水平力,防止基础因水平晃动过大而导致上部结构破坏,增强整个建筑结构在地震中的稳定性^[2]。

2.4 非结构构件设计

(1)确保非结构构件与主体结构可靠连接。如建筑内部的围护墙、吊顶、设备管道等非结构构件,若连接不牢固,在地震时易脱落,对人员和设备造成伤害。采用合适的连接方式和连接件,使非结构构件能跟随主体结构共同变形,同时又能承受一定的地震力,避免在地震作用下过早破坏或脱落。(2)考虑非结构构件对结构整体抗震性能的影响。部分非结构构件的布置可能改变

结构的刚度分布,进而影响结构的地震响应。例如,在建筑物同一楼层集中布置较重的非结构构件,可能导致该楼层刚度突变,在地震中成为薄弱层。设计时应合理规划非结构构件的位置和重量分布,尽量减小其对结构整体抗震性能的不利影响。(3)对重要的非结构构件进行抗震设计。一些对建筑功能和安全至关重要的非结构构件,如医院的医疗设备、通信机房的设备等,需进行专门的抗震设计。通过设置抗震支撑、减震装置等措施,提高这些非结构构件在地震中的稳定性,确保在地震发生时,它们仍能正常工作,保障建筑的基本功能和人员生命安全。

3 土木工程抗震设计存在的问题与改进方向

3.1 存在的问题

3.1.1 设计理念滞后

在土木工程抗震设计领域,部分设计理念仍停留在传统的侧重构件承载力抗衡地震的层面,过度依赖结构构件的承载力抵抗地震作用,而忽视了结构延性、耗能能力等关键性能指标。这种理念导致设计出的结构在遭遇超预期地震时,虽能勉强维持基本承载能力,但因缺乏足够的变形能力和耗能机制,易出现脆性破坏。现代土木工程结构日益复杂,功能多样化,而设计理念未能及时融入隔震、减震等新型技术的应用,使得设计成果难以适应地震灾害的复杂性与不确定性。对地震动特性研究不足,未能充分考虑不同场地条件下地震波的频谱特性、持时等因素对结构响应的影响,致使结构抗震性能与实际地震需求脱节,难以实现安全与经济的有效平衡。

3.1.2 规范执行不严格

在实际工程建设中,规范执行不严格的现象较为突出。部分设计人员对现行抗震设计规范理解不透彻,在设计过程中未能准确把握规范条款的适用范围与技术要求,导致设计方案存在漏洞。例如,在结构计算分析环节,对地震作用的取值、计算模型的简化等处理不当,使得计算结果无法真实反映结构在地震作用下的实际受力状态。施工环节同样存在问题,施工人员为追求施工进度或降低成本,未严格按照设计图纸与规范要求施工,如钢筋锚固长度不足、混凝土强度等级不达标等,严重削弱结构的抗震性能。在材料选用方面,一些不符合规范要求的材料流入施工现场,进一步加剧了结构的抗震安全隐患,使得结构在地震发生时难以达到预期的抗震效果^[1]。

3.1.3 缺乏全生命周期管理

目前土木工程抗震设计普遍缺乏全生命周期管理理念。在项目前期设计阶段,往往仅关注结构在设计基准

期内的抗震性能,而对结构服役后期因材料老化、环境侵蚀等因素导致的性能退化问题考虑不足。施工过程中,未建立有效的抗震性能监测与评估机制,无法及时发现施工质量问题对结构抗震性能的影响。建成投入使用后,缺乏定期的抗震性能检测与维护措施,建筑物在经历多次小震作用或长期使用后,结构损伤不断累积,抗震能力逐渐下降,却未能得到及时修复与加固。在结构改造、扩建过程中,未充分考虑原有结构的抗震性能,随意改变结构布局与受力体系,给结构抗震安全带来潜在风险,难以保障结构在整个生命周期内的抗震可靠性。

3.2 改进方向

3.2.1 更新设计理念

为提升土木工程抗震设计水平,亟需更新设计理念。应从传统的基于强度把控的理念向着性能综合考量的设计思路转变,综合考虑结构在不同地震水准下的性能目标,不仅关注结构的承载能力,更注重结构的变形能力、耗能能力以及可修复性。积极引入隔震、减震等先进技术,根据工程实际需求合理选择隔震支座、阻尼器等装置,通过优化结构体系与布置,有效降低地震作用对结构的影响。加强对地震动特性的研究,建立更精确的地震动输入模型,充分考虑场地条件、地震波特性等因素对结构响应的影响,确保设计方案与实际地震需求相匹配。注重结构抗震设计与建筑功能、美观的有机结合,在保障结构安全的前提下,实现建筑性能全面提升。

3.2.2 加强规范执行监督

严格执行抗震设计规范是保障结构抗震安全的关键。设计单位应加强内部质量管理,建立健全设计审核制度,组织设计人员深入学习规范内容,定期开展技术培训与交流,确保设计人员准确理解并严格执行规范要求。在设计过程中,利用先进的计算分析软件,建立精确的结构计算模型,合理确定地震作用参数,对设计方案进行多轮优化与验证。施工单位需强化施工过程管理,加强对施工人员的技术交底,严格按照设计图纸与规范要求施工,建立健全质量检验制度,对关键施工工序与隐蔽工程进行重点监控。引入第三方检测机

构,对工程材料、构配件以及施工质量进行全面检测与评估,及时发现并纠正不规范行为,确保规范要求在建工程全过程得到有效落实^[4]。

3.2.3 实施全生命周期管理

实施全生命周期管理是保障土木工程结构抗震性能的重要举措。在项目前期设计阶段,充分考虑结构在整个服役期内可能面临的各种风险因素,制定合理的抗震设计方案与维护计划。施工过程中,建立实时监测系统,对结构关键部位的施工质量与受力状态进行动态监测,及时发现并处理施工缺陷对结构抗震性能的影响。建成投入使用后,定期对建筑物进行抗震性能检测与评估,结合检测结果制定科学合理的维护、加固方案,及时修复结构损伤,提升结构抗震能力。在结构改造、扩建过程中,对原有结构进行详细的抗震性能分析,确保改造方案不会降低结构的整体抗震性能。通过实施全生命周期管理,实现对土木工程结构抗震性能的全过程把控,有效延长结构使用寿命,保障结构在整个生命周期内的抗震安全。

结语

综上所述,土木工程抗震设计是一项系统性、综合性的复杂工程。通过对结构体系、材料、地基基础及非结构构件等要点的精细化设计,能够显著增强建筑抗震能力。然而,设计理念滞后、规范执行不力等问题仍制约着抗震设计的发展。未来需持续更新设计理念,加强规范执行监督,落实全生命周期管理,以此推动土木工程抗震设计向科学化、精细化、智能化方向迈进,切实筑牢建筑抗震防线。

参考文献

- [1]姚铸.土木工程设计中的抗震设计要点研究[J].建筑与装饰,2021(10):38,40.
- [2]李博.谈土木工程结构设计中的抗震设计要点探究[J].百科论坛电子杂志,2020(6):1642.
- [3]张文琪,焦阳.浅析土木工程结构设计中的抗震设计要点[J].百科论坛电子杂志,2020(14):220-221.
- [4]王晓羽.土木工程结构设计中的抗震设计要点[J].建材与装饰,2021,17(16):96-97.