

城市复合结构体系在抗震设计中的应用研究

张英浩

智海工程设计有限公司

摘要: 本文综述了当今都市多元结构系统抗震设计的研讨进展,并强调了在抗震分析技术的优化、创新材料与先进技术的运用,以及在地震影响下建筑结构非线性特性探究等,诸多领域仍存有待解决的问题。面对这些挑战,本研究指出了潜在的未来研究路径,涉及进一步改进地震防护分析手段、增强对新型材料与创新技术的研究运用,并且深化对于在地震影响下建筑结构非线性反应的理解。这是为了为城市复合结构体系的抗震能力强化提供科学依据和实际操作建议。

关键词: 城市复合结构体系; 抗震设计; 抗震性能; 地震作用

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2022.08.104

城市复合构造体系涉及多样化的结构形态、材料种类以及功能用途所融合成的一套综合性建筑网络。这一构造框架在都市发展中展现出了明显的益处,例如提升对空间的有效运用、强化都市的实用特性与审美价值等。然而由于地震事件的增多,城市复合建筑框架的地震防御能力已经变成了公众关注的热点。探索在确保建筑结构的实用性与审美特质的基础上,增强复合建筑体系抗震能力的方法,已经变成了现代研究领域的焦点。

一、城市复合结构体系概述

都市的综合体系构成,是一类融汇众多异质性能的建筑组件于一体的多功能城市布局架构。它普遍涵盖了摩天大楼、地底结构、零售商业中心、运输枢纽等各种建筑要素,这些建筑在构造与职能上互为补充,一起构筑了一个多维的都市空间结构。在该框架之内摩天大楼凭借其高耸的外形与多用途的属性,为都市的轮廓线带来了非凡的吸引力;而地底世界通过开采都市的纵深,赋予了都市更多的容纳领域,满足了泊车、商务、公共设施等众多功能的需求。商贸中心作为都市财经往来的关键地带,向居民们提供了购买商品、享用美食、休闲娱乐等多样化服务,增添了都市的生活色彩;同时,运输网络保障了人员与货物的畅通无阻,为都市的日常运作提供了基础性的支柱。

在构建材料的选择上,城市复合架构呈现出了丰富多变的可能性。钢筋混凝土因其坚固的抗压能力和长期耐用的优势,被广泛采用于摩天大楼及地下设施的施工,为都市区域的稳定与防护提供了可靠的支撑;金属框架以其轻质、柔韧的特质,非常适宜于宽幅跨度、技术要求高的建筑项目,赋予都市空间更丰富的多样性和创造力;木质材料则因其对生态友好、可持续性,在生态建筑与持续发展领域扮演着核心角色,对都市空间的持续发展和生态保护作出了重要贡献。这些建筑用料在机械特性、持久力与成本投入诸多层面,均表现出其独特的利弊,故而必须依据实际的工程要求和设计标准

进行恰当的挑选,以保障城市复合构架体系的效率、稳固性及经济效益。

二、抗震设计在城市复合结构体系中的分析方法

在都市多元结构体系的抗震设计之中,选择合适的评价方法至关重要,因为这直接关系到建筑在地震袭击时的安全性与稳固性。在应对这一纷繁复杂并涉及众多层面的问题时,工程领域的专家与设计绘图师们,通常会运用以下几种评估策略,以对抗震保护措施进行评估并提出设计优化方案。

首先稳态评估,是一种基于稳定平衡原则的初步分析方法。它频繁地用于评价基本设施的抗震安全性,能通过计算结构在静态重压作用下的应力和变形情况,来检验建筑的耐受能力和稳固度。虽然这个方案在数值处理上相对简明,但它忽略了地震振动的动态特性和时间序列的发展,所以它只能提供一个粗略的评估结果。

此外震动反应谱评估技术是一种更为细致入微的方法,它对地震波的频率特性进行了周密的分析。该方法将地震动作分解为一系列独立频率的正弦波形相加,推算出结构物在不同频率下的响应,从而评估其抗震性能。反应谱技术适合用于标准建筑物的抗震设计,其评价能够提供比传统力学计算更为细致的信息。尽管如此,这一技术还是没有纳入地震运动的时序变化以及结构的非线性行为。

最终非线性动力分析代表了一种更高级和精细的评价方法,它能模拟地震波对结构物造成的影响。该方案采取了地震波动历史记录,作为基础数据通过数值分析模拟建筑在地震冲击下的响应,包括位移、速度和加速度等多个变量。研究动能的时间进程,可以兼顾地震波形的时序演变和结构的非线性属性,因此适合应用于复杂设施的抗震性能分析。虽然这一方案需要的计算资源极为巨大,但它能提供更为细致和精准的地震防护分析结果,因此为都市综合建筑的防震设计提供了更加坚实的基础。

总体而言，在城市复合建筑框架的地震防护规划中，静态评估、响应光谱评估以及动态历程评估，构成了三个经常采用的分析技术。鉴于建筑的复杂度及其对地震防护的各异要求，有必要挑选恰当的策略，以执行地震安全性评价与设计改进。在现实的工程实践里往往是把这些技术融合运用，以期获得更加综合而精确的抵御地震的设计方略。

三、抗震设计在城市复合结构体系中的抗震措施

为了提高城市复合结构体系的抗震性能，可以采取以下措施。

（一）优化结构布局

在城市复合构筑框架的抗震规划当中，改善构造配置成了一项极其关键的职责。适当的构造配置，不仅有益于降低构件的旋转影响和压力积聚情况，也能显著增强构造的整体稳固性，进而在地震出现时，更有效地维护建筑物及其内部人员的安全。

为了改善构造配置，设计专家需全面思考众多要素。首要任务是掌握地震波动的性质与其带来的后果，这涉及地震波的扩散机制、地震波动频率分布的特征，以及地震波动对建筑物施加影响的途径等。这些数据对于确立构造的硬度与减震等属性至为关键。

再者需谨慎安排构造的支持与联接点。支撑点在建筑物的构造中扮演着至关重要的角色，它们必须抵御由地震波引发的强大冲击。因而必须保障支持点的坚固性和韧性充分，以便抵御地震冲击而不遭受损坏。此外联接构件的构造同样关键，这些部分须拥有优秀的伸展性和能量耗散特性，以便在地震发生时能够吸纳并散布能量。

此外需特别留意应力积聚的情况。应力集聚是指在构造的特定区域因为形状、物质特性或者载荷状况等多种因素的影响，导致该处承担了异常高的应力水平。这些建筑区域易于遭受损害因而必须给予额外的留意。为了降低应力积聚的问题，设计人员可以通过选择适当的剖面形态、选材以及载荷布局等手段来实现。

最终必须对系统的总体均衡性进行评估。全面均衡性评估，乃是在地震冲击下确保建筑稳固性的关键途径。通过对构造进行全面稳固性评估，能够揭示隐藏的不安全因素并实施适当的优化策略。

总而言之，改进构造配置是增强城市复合架构体系抗震能力的核心策略之一。经过深入分析震动行为、搭接与联结部位构造、扭曲反应与应力聚焦现象，再加上对整体坚固性的评估，我们能够拟定出更优化且实用的防震设计计划，进一步保障城市复合建筑群在地震发生时的安全与稳固。

（二）选用高性能材料

在城市复合构筑框架的防震规划里，采纳高效能素材乃是增强构筑整体功效、持久力及财经收益的核心策略。这批物质不只展现出卓越的机械特性，在如地震这样的极端环境中也能维持建筑的坚固与完好无损，另外它们通常也显示出相当的持久性，得以在漫长时间里维持其功能性。再者恰当挑选的建筑物料，也能够某种程度上提升施工成本效率，达到财务收益与公共利益的和谐。

1. 优质高效率水泥基复合材料

卓越耐用性混凝土（Superior Durability Concrete, SDC）是一类展现出卓越结构强度与持久性的混凝土材料，其生产依赖于改进的混合比例和加入高效能添加剂等手段。HPC拥有卓越的抗压能力、增强的柔韧性、出色的持久性以及较低的透水性等，属性能够有效应对地震等外界冲击，降低建筑结构的损害。在城市复合建筑布局中高性能混凝土（HPC）能够普遍用于骨架构造、地板、墙体等核心区域，增强构筑物的总体抗震能力。

2. 极端不稳定的高级强度钢料

高效能钢材（High-Efficiency Steel, HES）拥有超强的承载力、极佳的伸展性、出色的成形性以及坚韧性等属性，能够在震动影响时吸纳大量动能且维持建筑稳固。此外HPS同样展现出卓越的耐侵蚀性和持久性，有能力在漫长时期内维持其功能。在城市复合构架体系内HPS得以运用于钢制框架、钢质支撑、以及钢质联接节点等环节，增强构筑物的抗震载重能力及其伸展性。

3. 其他高效能素材

在城市综合结构系统的抗震设计中，除了高强度混凝土和先进强度的钢质材料之外，还存在其他一些优质材料可供选择，包括但不限于纤维强化聚合物（FRP）、轻量级而坚固的构建材料等。这些素材各自拥有独有的长处和合适的应用环境，可以依据特定项目的需求来进行挑选。

总而言之，采纳高效能物质，对于增强城市复合构造体系的抗地震特性、持久力以及财务收益显得至关重要。通过恰当挑选与运用，这些资源能够显著增强构筑物的综合性能，为都市的稳固与进步提供坚实支撑。

（三）设置隔震和减震装置

在城市复合构造体系内采纳隔振与缓震设施，乃是一项行之有效的办法，可以大幅度降低地震对建筑物框架的冲击，增强总体的抗震能力。这些设备的设计初衷，是为了通过增加建筑的震动周期、分散地震的能量或切断地震波的传递等手段，减少地震活动对建筑结构的影响，进而确保建筑及其内部人员的安全。

1. 抗震隔离器

抗震隔断器，是一种置于建筑物底座与其上层构件之间的独特设备，其功能是在发生地震时切断震动波向建筑上层传递的路径。通过增加建筑物固有振动的时长隔震装置，能够降低地震活动对建筑物结构造成的反应，例如减少移动和减缓速度变化。此外隔振器还拥有出色的恢复力，确保建筑在遭受地震冲击之后，能迅速回归至其初始形态。普遍存在的隔震基座种类涵盖了橡胶减震器、滑动摆型减震基座等。

2. 震动抑制机构

隔震系统通过分散地震的动能以降低建筑物的地震反应。这些建筑组件一般置于结构的重要位置，例如承重点或连接点。在地壳动荡之际，震动缓冲系统能有效地摄取并扩散地震的力量，减少建筑遭受的撞击和伤害。普遍存在的振动抑制系统涵盖了黏性减震元件、金属减振器等类似设备。

3. 多方面的整合运用

在都市复杂建筑群落中，隔振与减震设施能过综合运用，以实现更佳的抗震性能。例如我们可以在建筑物的地基和顶部框架之间安装隔振垫，同时在顶部框架的重要区域部署缓震器。因此通过这种方式，不仅能够有效地隔绝地震波的扩散，还能够消耗掉地震释放的能量，从而进一步减弱建筑物对地震反应的敏感度。

4. 规划与建造关键事项

在构建隔振与减振机制时，必须执行彻底的构造评估和规划。这涉及对建筑物在地震影响下的反应进行估算，与评价选取适宜的隔振与消能设施的种类及其规格，并且拟定相匹配的施工与设置计划。此外在建造过程中必须严密监督品质，保证隔震以及减震设备的准确设置及其有效作用。

总的来说通过采用隔振与缓震机制，城市复合构群能在遭受地震冲击时，更为有效地承受震动，确保了建筑以及居民的安全无虞。在现实的建设项目中，必须依据特定构造与地震环境挑选恰当的隔震及减震设备种类与规格，并执行严密的设计与施工监管。

（四）加强连接部位

强化连接部位，被视为提升都市综合体系整合度和灵活性的核心战略之一。联接部位作为结构物的脆弱环节，在地震等剧烈情境中往往最先受到影响，进而威胁到整个建筑的稳定性和安全防护能力。因此对联接部位进行加固措施至关重要。

首要任务是提升连接处的布局策略。接合区域在结构体系中，扮演着部件相互联系的关键节点，其设计必须保障能量分配明确、配置得当、施工方便等准则。在设计初期我们须要深刻考虑在地震作用下的承受能力和形变状况，选择合适的结合方式、连接策略及力量传导

路径。同样地我们应当挑选具备卓越延展性和柔韧性的建筑材料来构建接合部位，以此来提升其承载能力和变形属性。

其次，还要致力于提升连接部位的精密构造规划。微观构造成为联结枢纽的核心组成部分，它的设计与落实的水准直接影响着联结枢纽的性能展示。在操纵微观构造时务必确保联接部位中的钢质材料、固定元件比如螺栓等构件的数量、直径以及它们的布局间距符合既定规范，目的在于提升联结点的负重性能和坚固度。此外亦须采取适宜的增强措施，比如扩展焊缝长度、装置补强条等，目的是为了提升接合部位的延展性和吸能能力。

另外还必须提升联接点的施工质量监督。建造质量是影响联接区性能的重要因素之一。在施工过程中必须严格按照施工图纸执行，确保连接部位的施工质量符合既定的规范要求。在建设过程中，也应当增强质量监控和管理，以便快速发现并纠正任何品质问题，确保连接部位的性能达到设计标准。

最终还要加强联接部位的保养和保持。连接部位在使用过程中可能会因为多种因素的影响而遭到破坏或衰退。因此应定期对连接部位进行检查和维护，以便快速发现并处理任何损伤或衰退情况，确保连接点的长期性能力和安全操作。

综合评估提升融合地带，无疑是提高都市综合体系完整性和弹性的主要战略之一。通过改进节点配置、细致的构造设计、施工阶段的质量监督以及不断的保护维修策略，可以大幅度提升结合部位的载重性能和变形适应力，增强建筑体系的完整性和灵活性，为都市综合体建筑的抗震稳定性提供了坚固的基础。

结束语

都市多元构造体系在地震防护规划中的运用是一项纷繁且关键的议题。在深刻探讨与评估的过程中我们得以持续改进地震防护的设计手段与策略，增强城市复合建筑构造的抗震能力。同时我们同样必须意识到现行研究的缺陷与限制，主动探索创新的研究手段与见解，以期为将来的城镇规划与防震构造，贡献更加坚实的理论依据和技术保障。

参考文献

- [1] 霍宝良. 抗震设计在房屋建筑设计中的应用[J]. 房地产导刊, 2015(12): 101.
- [2] 魏刚. 建筑设计中剪力墙结构设计的使用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版) 2014(36): 8056.
- [3] 任天晓. 建筑设计在抗震设计中的重要作用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2016(11): 5492.