

建筑结构设计中抗震设计手段及方法探析

李英亮

440982*****2534

摘要：我国自改革开放以来，社会经济的发展突飞猛进，为了满足发展的需求，越来越多的建筑工程项目投入到紧张的建设当中，由于建筑规模进一步扩大，因此对其安全性与质量提出了更高的要求，本文将从建筑结构设计中的抗震设计作为切入点，探讨了几点可行的设计方法，以供同行人士进行参考。

关键词：建筑结构设计；抗震设计；方法；特点

DOI：10.69979/3029-2727.25.10.098

引言

在建筑结构设计体系中，抗震设计是其中最为关键的部分之一，与建筑安全性及其整体质量的保证有着息息相关的联系，在建筑结构抗震设计中，需要严格贯彻预防胜于治疗的设计原则，对建筑结构的整体性与协调性进行充分把握，通过不断总结经验，从而提升建筑结构抗震设计水平，才能够更大限度地提升建筑在面临地震这种自然灾害时的抵抗水平。

1 建筑结构在面临地震灾害时所表现的破坏特点

根据相关研究表明，地震这一种自然灾害主要是因为地壳内部中的岩石突然出现断裂或者是错动而导致的地壳振动现象，这种振动现象对人类的生命财产安全带来极大的威胁，对此，通过不断完善建筑结构地震设计，能够大大地增强建筑抵抗地震灾害的能力，最大限度地保障建筑内人们身心安全。

1.1 地震对建筑结构的整体性产生影响

在面临地震灾害时，地面将出现非常强烈的震动现象，在这种情况下，建筑物将会由于水平、垂直、扭转等力的作用之下，导致了建筑结构的构件出现不同程度的变形和裂缝等问题，情况严重时，建筑物的稳定性将瞬间消失，最终造成建筑倒塌或者是受到严重的损坏。另一方面，当面临地震灾害时，也极有可能导致地基出现液化以及不均匀沉降等地质灾害问题，这与地基因素有关，以软弱冲积土层为例，尤其是面对高层建筑，在面临地震时的破坏程度是非常高的，通常会造成建筑上部结构出现较大程度的损坏和整体倾斜等安全性问题。

1.2 地震灾害对建筑结构构件所造成的具体影响

在面临地震灾害时，因为灾害的作用，建筑中的承重结构往往会由于承载水平不足以抵抗而导致变形过大的问题；除此之外，在地震灾害的作用下，也会影响到建筑物或者是构筑物上，导致内力和变形程度急剧增加，最终对建筑的受力方式带来巨大的破坏，当建筑结构构件之间的连接或者是支撑力不足的情况下，也会造成建筑结构丧失整体性而造成破坏。

2 关于建筑结构设计中抗震设计方法的分析

2.1 优化建筑基础设计与选址

在建筑结构设计中，基础选址是非常关键的一个环节，能够支撑整个建筑的重量主要取决于地基的稳定性，此外，地基稳定性越高，一旦建筑在面临突发的地震灾害时，在很大程度上能够为建筑物提供足够的稳定性以及抗震能力等，基于此，笔者认为，在建筑工程的选址环节中，设计人员应当尽量避开一些地质条件较差以及地震活动相对频繁的地基范围，这些特殊位置往往存在很高的断层、泥石流等灾害风险。在选址过程中，设计部门应当深入到现场，对地质条件及具体情况进行全面的勘察工作，同时还要对地震风险进行评估，这是优化选址的重要一环。而对于建筑基础的设计，这一环节也是非常核心的一个部分，在通常的情况下，一些独立的基础比较适用于荷载较小以及地质条件较好场地中，而条形基础则更加适合应用在荷载较大以及地基承载力不均匀的环境条件下；另一方面，桩基础可以直接深入到地下岩层结构中，基本上能够提供足够的承载力与稳定性，对此，设计部门在设计过程中，需要考虑各种因素来明确建筑基础形式的设计，同时还要在设计方案中，提升地基处理要求并强调加固措施的落实，针对一些软弱的地基范围，需要应用换填以及夯实等施工方法来进行。

一步提升地基的承载力，而针对一些不均匀的地基范围，则可以采用沉降缝以及调整基础刚度等措施来降低不均匀沉降所带来的影响程度，这是优化选址及基础设计的要点^[1]。

2.2 进一步完善结构体系的设计

为了能够进一步提升建筑整体性与连续性水平，可以通过结合框架与剪力墙的结构形式，一方面，选择框架结构主要是因为这种结构体系的整体性与稳定性相对来说更高，可以对地震力起到一定的抵抗作用；另一方面，选择剪力墙这一种结构，相对来说，该形式的抗侧刚度更强，能够对地震灾害所造成的侧向位移问题起到抵抗的作用，将这两种不同类型的结构形式进行结合，可以利用结构体系的协调性，从根本上提升建筑的抗震效果。值得注意的是，设计部门在设计结构体系的过程中，要严格贯彻“强柱弱梁、强剪弱弯”设计原则，该原则指的是在面对地震灾害的作用下，下梁端首先会出现塑性铰，在这种情况下，将会使塑性变形的情况尽可能地出现在梁端的位置，从而对地震能量起到消耗的作用，与此同时，也能够对柱子与节点起到一定的保护作用。为了能够更好地实现这一设计目标，因此要重视对建筑构件截面尺寸与配筋等体系的优化，梁端的抗弯承载水平必须要低于柱子抗弯承载水平，同时对梁端抗剪能力进行增强，避免出现剪切破坏。

2.3 隔震和消能减震设计方法的探讨

在一般情况下，通过进行隔震设计和消能减震的设计方法，能够提升建筑结构的抗震能力，简单来说，这两种设计方法能够通过利用相关的作用机制来进一步降低地震能量对建筑结构所造成的破坏程度，从根本上提升了建筑结构的整体抗震水平。采用隔震设计的方法，主要是通过在建筑底部布设了隔震层来实现抗震效果，而隔震层主要是采用了橡胶隔震支座、摩擦滑移隔震支座等核心部件所组织而成的，这些部件的刚度将对较低，但阻尼相对来说较大一些，可以有效延长建筑结构本身的自振周期，在这种作用下，能够大大降低地震能量向上部结构进行传递的风险，也就是说，一旦面临地震灾害时，那么建筑底部受到震动的威胁也就更小，对此，建筑的上部结构的稳定性相对来说也更高一些，从根本上避免了在地震作用下，建筑受到严重的破坏。如图1所示，消能减震设计的方法指的是在建筑结构内部中，增加阻尼器这种消能元件的设置，从而对地震能力起到

良好的吸收与耗散作用，在面临突发的地震灾害时，这种消能元件可以利用地震的作用，因此产生阻尼力，通过这些作用，将地震能量转化为热能或者是其他的形式的能量，最后进行耗散，在根本上减少了建筑结构的动力响应，利用了消能元件的作用，有效降低了地震所产生的破坏力，在建筑结构抗震设计中，通过利用这两种设计方法的协同作用，可以提升建筑结构抗震性能^[2]。



图1：大楼阻尼器的设置示意图

3 建筑结构设计中抗震设计需要注意的问题与展望

3.1 技术迭代：从“强度控制”到“性能导向”的范式转型

现行抗震设计规范以“小震不坏、中震可修、大震不倒”为发展目标，侧重通过结构刚度、承载力与延性指标保障基本安全。但随着城市功能复杂化（如超高层建筑、大跨度公共建筑、生命线工程）与业主需求多元化（如重要建筑的震后功能快速恢复），单纯依赖强度控制的“硬抗”模式已显不足。未来需重点关注“基于性能的抗震设计（PBSD）”的深化应用，其核心是根据建筑功能重要性、设防目标与社会经济成本，明确不同地震水准下的性能指标（如层间位移角限值、关键构件失效概率、非结构构件损伤程度），并通过精细化分析与试验验证实现精准设计。例如，对医院、数据中心等重要建筑，需额外关注震后72小时内维持基本功能的能力，设计中需强化关键设备支撑结构的冗余度与易修复性；对历史文化街区建筑，则需在保护传统风貌的前提下，通过可逆加固技术平衡抗震性能与文化传承需求。

技术实现上，需突破传统线性弹性分析的局限，推广非线性有限元模拟、振动台试验与机器学习耦合的方法。例如，利用深度学习模型训练海量地震响应数据，快速预测复杂结构在不同工况下的损伤模式；通过数字

孪生技术构建结构虚拟镜像，实时对比实际响应与设计性能，动态调整运维策略。此外，新型抗震材料与构造的研发将成为关键——如自复位形状记忆合金（SMA）支座可在震后自动恢复变形，减少修复成本；纤维增强复合材料（FRP）加固技术能在不显著增加结构自重的情况下提升延性，尤其适用于既有建筑改造。

3.2 体系优化：从“单一结构”到“多灾害协同”的防御扩展

地震常伴随次生灾害（如火灾、爆炸、滑坡），且现代城市基础设施高度关联（如燃气管道、电力系统、轨道交通），单一结构的抗震设计已难以应对“链式灾害”风险。未来抗震设计需纳入“多灾害耦合”视角，构建“结构-设施-系统”协同防御体系^[3]。

其一，强化结构与设备系统的联动防护。例如，超高层建筑的幕墙、电梯、通风管道等非结构构件在地震中易脱落或失效，需通过抗震支座、柔性连接等技术减少其对主体结构的附加荷载；同时，设备机房需设置独立减震单元，避免因设备坠落引发二次灾害。其二，关注场地与区域环境的协同。场地条件（如土层特性、地下水位）直接影响地震波传播与结构响应，设计前需结合地质勘察数据优化基础形式（如液化土层区域采用桩基础穿透液化层）；城市规划层面，需通过“地震风险地图”引导敏感设施（如学校、医院）避开高烈度区或采取集群式抗震布局，降低区域损失。其三，衔接“韧性城市”建设目标。抗震设计需与应急疏散、灾后救援体系联动——例如，在大型社区规划中预留应急避难空间，结构设计时考虑避难场所的抗倒塌能力；通过BIM技术整合建筑结构、消防通道、医疗设施数据，提升震后救援效率^[4]。

3.3 跨域协同：从“工程实践”到“全链条参与”的机制创新

抗震设计质量的提升不仅依赖技术进步，更需要制度、教育与公众参与的协同保障。当前，部分项目存在“重设计、轻运维”“重施工、轻验收”现象，未来需构建“全生命周期”管理机制。

在设计阶段，需强化“可施工性”与“可运维性”考量。例如，复杂节点的抗震构造需兼顾施工可行性，避免因构造过于繁琐导致偷工减料；关键抗震部件（如

阻尼器、隔震支座）需预留监测接口，便于后期健康监测系统接入。在施工阶段，需加强抗震关键工序的质量管控——如隔震支座安装时的水平度校准、钢筋锚固长度的现场抽测，可通过智能传感器实时监控并留存数据，杜绝“形式抗震”。在运维阶段，需建立“定期体检+动态评估”制度：利用无人机巡检、红外热成像等技术筛查结构损伤；结合地震动记录与结构响应数据，更新抗震性能评估模型，及时发现潜在风险。

教育与公众参与同样不可或缺。高校需优化抗震设计课程体系，增加非线性分析、多灾害模拟等内容；行业协会应定期开展技术培训，提升设计、施工、监理人员对新规范、新技术的掌握能力。公众层面，需通过科普宣传强化抗震意识——例如，推广“家庭抗震自查清单”，指导居民识别房屋安全隐患；在学校、社区开展应急演练，提升公众震时避险与震后自救能力^[5]。

建筑结构抗震设计的未来发展，本质上是应对“更复杂的风险、更精细的需求、更协同的系统”的过程。从“强度控制”到“性能导向”、从“单一结构”到“多灾害协同”、从“工程实践”到“全链条参与”，每一步转型都需要技术创新、制度优化与公众意识的同步提升。

4 结束语

综上所述，我国地域面积十分辽阔，部分地区由于地质环境的不同，频频出现大大小小的地震活动，威胁到广大人民群众的生命财产安全，而由于建筑工程的建设规模越来越大，因此，提升建筑结构的抗震设计已经成为衡量对于设计水准的重要标准之一。

参考文献

- [1] 李晔. 抗震设计在房屋建筑设计中的应用 [J]. 住宅与房地产, 2022(23): 35-38.
- [2] 周一凡. 抗震设计在房屋建筑设计中的应用 [J]. 中国住宅设施, 2022(06): 35-37.
- [3] 陈小康, 余洋. 超限高层剪力墙结构抗震分析 [J]. 天津建设科技, 2022, 32(03): 54-57.
- [4] 宁海. 探究抗震设计在房屋建筑设计中的应用 [J]. 中国住宅设施, 2022(04): 40-42.
- [5] 魏琏, 黄世敏, 薛彦涛, 等. 论建筑结构抗偶遇地震(中震)设计 [J]. 建筑结构, 2023, 53(13): 7-12.