

建筑结构设计中间震减震控制技术的运用

赵振华

云南高创人才服务有限公司 云南 昆明 650051

摘要：隔震减震控制技术通过“隔离”“耗散”路径改变地震能量传递与消耗方式，分隔震、减震两类。设计关键环节包括科学选型适配、精准设计优化核心参数、合理布置装置并做好与结构协同设计。不同建筑场景运用要点不同，低层多层建筑注重隔震层稳定，高层建筑合理规划减震区域，大跨度空间结构采用复合方案。全流程质量管控涵盖材料装置源头、施工过程精准把控及验收检测性能验证，确保技术有效运用，提升建筑抗震性能。

关键词：建筑结构设计；隔震控制技术；运用

引言：在建筑领域，地震灾害严重威胁着建筑结构与人员生命财产。隔震减震控制技术作为应对地震的有效手段，其重要性日益凸显。该技术通过“隔离”与“耗散”路径改变地震能量传递和消耗方式，分为隔震与减震两大类。其设计涵盖技术选型、参数优化、装置布置等关键环节，且在不同建筑场景如低层多层、高层、大跨度空间结构中运用要点各异。同时，全流程质量管控从材料装置源头到施工过程，再到验收检测，每个环节都关乎技术能否有效发挥抗震作用。

1 隔震减震控制技术的核心原理与主要类型

在建筑结构设计领域，隔震减震控制技术作为一项极具创新性与实用性的关键技术，发挥着不可替代的重要作用，其核心原理建立在对地震能量传递与消耗机制的深度干预之上。（1）从原理层面深入剖析，该技术主要通过“隔离”与“耗散”两条核心路径来改变地震能量的传递与消耗模式。“隔离”路径的核心目标是将建筑结构与地震地面运动在一定程度上实现分离，以此减少地震能量直接向结构主体的传递。通过精心设置专门的隔震装置，例如隔震支座等，在地震发生时，结构会产生相对地面的水平位移，巧妙避开地震能量最强的频段，进而有效降低结构的地震反应。（2）“耗散”路径则是借助特定的减震装置，运用摩擦、阻尼等科学方式，将地震输入到结构中的能量进行消耗。这些减震装置在地震的强大作用下发生变形或运动，把地震能量转化为热能等其他形式的能量并散失掉，从而显著减轻结构自身的振动响应。（3）基于技术原理与作用机制的不同，隔震减震控制技术可明确划分为隔震技术与减震技术两大类。隔震技术主要包含基础隔震、层间隔震等常见形式，通过在建筑结构的部位设置隔震层，实现地震能量的有效隔离。减震技术则涵盖金属阻尼器、黏滞阻尼器、黏弹性阻尼器等多种具体实现形式，这些

减震装置能够依据自身的特性，对地震能量进行针对性的耗散。（4）在实际工程应用中，不同类型的隔震减震技术适用于不同的建筑结构类型与受力场景。因此，必须根据建筑的特性、抗震设防要求等关键因素，进行科学合理的选择与应用，以确保建筑在地震作用下具备卓越的安全性与稳定性^[1]。

2 隔震减震控制技术的设计关键环节

2.1 技术选型与适配性分析

在隔震减震控制技术的设计流程中，技术选型是极为关键的基础环节，其决策的科学性直接影响着后续设计的成效与建筑最终的抗灾能力。选型时，必须全面且综合地考量多方面因素，涵盖建筑结构类型、高度、刚度分布情况，以及场地动力特性与预期抗灾目标等。（1）当面对低层或多层建筑，且场地地震动频率较为稳定的情形时，隔震技术通常是优先之选。借助设置隔离层，能够有效削弱地震能量向建筑结构的传递，降低结构所受地震作用。而对于高层建筑、结构不规则的建筑，或是处于地震动频率复杂场地的建筑，减震技术则展现出更强的适配性。通过在结构中分散布置减震装置，可将地震能量进行耗散。（2）还需紧密结合结构的动力特性参数，如自振周期、阻尼比等，深入分析不同技术的适配程度，防止因技术选型失误而致使抗灾效果大打折扣。同时，经济性与施工可行性也不容忽视，要在满足抗灾要求的基础上，对设计方案进行优化。

2.2 核心参数设计与优化

在隔震减震控制技术的设计体系里，核心参数的精准设计是保障隔震减震效果的核心要素，其涵盖隔震层刚度、减震装置阻尼系数、装置布置密度等一系列关键参数。（1）就隔震技术而言，隔震层刚度与阻尼特性的合理设计至关重要。恰当的刚度能保证隔震层在地震作用时产生适度位移，有效延长结构的自振周期，使其

避开地震卓越周期，从而大幅减少共振效应，降低结构所受地震力。而合适的阻尼特性则有助于控制隔震层的位移量，避免过大位移对结构造成破坏。（2）对于减震技术，需依据结构的受力分布情况，精准计算减震装置的阻尼系数与布置数量。如此，才能确保各装置均匀分担能量耗散任务，实现高效减震。在参数设计过程中，要借助专业的动力响应分析软件进行模拟计算，通过不断调整参数取值，反复优化，保证结构在遭遇不同类型、不同强度的地震工况时，均能达到预期的抗灾性能。

2.3 装置布置与结构协同设计

在隔震减震控制技术的设计进程中，隔震减震装置的布置与结构协同设计是保障整体抗震性能的关键环节。装置布置需严格遵循“均匀分布、受力合理”的基本原则，紧密结合结构的传力路径以及刚度分布特征，以此确保装置能够充分且有效地发挥其功能。（1）针对隔震技术，隔震层应连续且完整地布置在结构底部与基础之间，如此可保证结构在地震作用下整体受力均匀，有效规避局部受力过于集中而致使隔震效果大打折扣甚至失效的情况。（2）对于减震技术，减震装置应精准布置在结构的刚度薄弱部位或者受力关键节点处，例如梁柱节点、剪力墙端部等。通过这种有针对性的布置方式，能够显著提升结构的整体抗侧刚度以及能量耗散能力。（3）还需高度重视装置与主体结构的协同设计。要确保装置与结构构件之间的连接牢固可靠，在地震的强烈作用下不会出现连接失效的问题，并且装置的位移空间不受结构限制，从而保障其在地震过程中能够正常工作^[2]。

3 不同建筑场景下隔震减震技术的运用要点

3.1 低层多层建筑的隔震技术运用

在低层多层建筑的抗震设计领域，隔震技术的运用具有独特优势与关键要点。（1）这类建筑结构刚度通常较大，自振周期较短，在地震作用下极易与地震卓越周期发生共振现象，进而遭受更为强烈的地震作用，而隔震技术的运用能显著改善这一状况，效果十分突出。（2）应优先选用橡胶隔震支座、滑动摩擦隔震支座等经过实践检验的成熟隔震装置。通过在结构底部精心设置完整且连续的隔震层，可有效切断地震能量向上部结构的传递路径，实现地震能量的高效隔离。（3）在实际运用过程中，需着重关注隔震层的承载力与稳定性。要确保隔震支座具备足够的强度，能够承受结构自重与地震荷载叠加产生的巨大作用力。同时，合理设置限位装置必不可少，它能防止在地震作用下隔震层产生过大位

移，避免结构发生碰撞损坏。另外，鉴于隔震层长期处于复杂环境，还需注重其防水、防腐设计，以此提升装置的使用寿命，保障隔震效果的长期稳定性。

3.2 高层建筑的减震技术运用

在高层建筑的抗震设计中，减震技术是提升其抗灾性能的关键手段。（1）高层建筑由于结构高度高、自振周期长，在地震作用下往往会产生较大的水平位移与层间位移，对结构安全构成严重威胁，而减震技术能有效应对这一难题。（2）常用的减震装置类型丰富，像黏滞阻尼器可凭借流体黏滞性耗能，金属屈服阻尼器能通过金属材料屈服耗能，屈曲约束支撑则依靠核心单元的屈曲变形耗能。这些装置通常布置在结构楼层间、梁柱节点等关键部位，以有效耗散地震能量，降低结构位移。（3）运用时，要依据高层建筑的刚度分布与受力特点，科学合理地划分减震区域，保证各楼层减震装置的能量耗散均匀，防止局部楼层因减震不足而出现损伤集中现象。此外，高层建筑还需承受风荷载作用，因此要充分考虑减震装置在风荷载下的稳定性，避免装置过度振动，影响建筑内部人员的使用舒适度以及建筑的正常功能。

3.3 大跨度空间结构的减震控制运用

大跨度空间结构，像体育馆、会展中心等，因其独特的建筑形式，具备跨度大、自重轻且刚度分布不均的显著特点。（1）在地震作用时，这类结构极易出现整体振动以及局部应力集中的情况，对结构安全和使用功能构成严重威胁。（2）隔震减震技术的运用需统筹兼顾整体抗振与局部防护。通常采用“减震为主、隔震辅助”的复合技术方案。在结构的关键支撑节点处，合理布置黏弹性阻尼器、摩擦阻尼器等减震装置，这些装置能够凭借自身的阻尼特性有效耗散地震能量。而对于结构的基础部位，则针对性地设置隔震支座，以此减少地震能量向主体结构的传递。（3）在实际运用过程中，必须高度关注结构的空问受力特性。借助三维动力响应分析技术，对装置布置进行精细化优化，确保结构在地震作用下具备足够的整体稳定性，同时避免大跨度构件因频繁振动而产生疲劳损伤，保障结构在长期使用过程中的安全性与可靠性^[3]。

4 隔震减震技术运用的全流程质量管控

4.1 材料与装置质量源头管控

材料与装置质量作为隔震减震技术有效运用的基石，必须实施严格的源头管控。在进场检验环节，要做到细致入微、毫不懈怠。对于隔震支座，要全面检测橡胶的弹性模量，以此判断其弹性性能是否达标；同时检验橡胶的耐老化性能，确保其在长期使用过程中性能稳

定。此外,还需检查钢板的材质是否符合标准,以及焊接质量是否牢固可靠。对于减震装置,要着重核查阻尼介质的黏度,这直接关系到其耗能效果;还要检测金属材料的屈服强度与抗疲劳性能,保证其在地震反复作用下不会轻易损坏。进场材料与装置必须提供齐全的合格证明文件,并按照规定进行抽样检测,只有各项性能指标都符合设计要求与技术标准,方可投入使用。另外,要规范材料的存储条件,像橡胶支座就得避免阳光直射和高温环境,防止材料性能劣化。

4.2 施工过程精准管控

施工过程的精准管控是保障隔震减震技术有效落实的关键环节,其核心在于确保装置安装精度与连接可靠性,为此需制定专项且细致的施工方案。在隔震层施工过程中,要严格精准地控制隔震支座的安装标高、水平度以及平面位置,运用专用定位工具,将安装偏差严格控制在允许范围之内,以保证隔震层性能稳定。同时,支座与基础、上部结构的连接节点必须严格按照设计要求进行施工,施工完成后还需开展强度检测,确保连接牢固可靠。在减震装置安装时,要着重控制装置的安装角度、位置以及连接强度,施工期间避免对装置造成碰撞损伤。并且,要严格执行工序交接检验制度,上一道工序验收合格后才能进入下一道工序,及时整改施工过程中出现的偏差。此外,还需做好详尽的施工记录,完整留存安装数据与检测报告,以便后续追溯与核查。

4.3 验收检测与性能验证

验收检测作为隔震减震技术运用全流程质量管控的最终且关键环节,其核心在于运用科学的检测方法,全面、精准地验证技术的实际运用效果。施工完成后,要率先对装置的安装质量展开全面细致的核查。这涵盖安装位置的偏差情况,确保其严格符合设计要求;检查连

接部位的牢固性,防止出现松动等安全隐患;同时查看装置的完整性,保证无损坏、缺失等情况。接着,借助脉动测试等先进方法,检测结构的动力特性。获取诸如自振周期、阻尼比等关键参数,并将其与设计值进行细致对比,以此验证结构动力特性与设计的一致性。对于重要建筑,还需进行荷载试验,模拟地震作用,检测结构在模拟地震下的响应情况以及装置的耗能效果。验收过程中,必须形成完整、规范的检测报告。针对检测中发现的不符合设计要求的部位,要及时进行整改,确保隔震减震系统的整体性能完全达标后,方可投入使用^[4]。

结束语

隔震减震控制技术作为建筑抗震领域的核心手段,从核心原理到具体类型,从设计关键环节到不同建筑场景的运用要点,再到全流程质量管控,每个环节都紧密相连、缺一不可。科学的技术选型、精准的参数设计、合理的装置布置以及严格的质量管控,共同保障了该技术在工程中的有效应用。只有全面掌握并精准运用这些要点,才能切实提升建筑在地震等灾害下的安全性与稳定性,为人们的生命财产安全筑牢坚实防线,推动建筑行业在抗震领域不断迈向新的高度,实现可持续发展。

参考文献

- [1]余杰.建筑结构隔震减震设计的基本要求[J].门窗,2024(15):139-141.
- [2]杜金鹏.隔震减震控制技术在建筑设计中的应用[J].虹,2024(1):0265-0266.
- [3]张东亚,崔振琦.隔震技术用在多层框架结构中的效能分析[J].四川水泥,2024(10):91-93.
- [4]张乐.建筑设计中的隔震减震设计研究[J].美食,2024(15):30-31.