

极端气候条件下建筑结构抗风抗震性能强化策略

罗 斌

新疆可克达拉市城市建设发展有限公司 新疆 可克达拉 835219

【摘 要】：本文聚焦于极端气候条件下建筑结构抗风抗震性能的强化策略。在全球气候变化背景下，极端气候事件频发，建筑结构面临着更为严峻的风荷载与地震作用挑战。通过分析建筑结构抗风抗震性能的重要性、影响因素，深入探讨强化建筑结构抗风抗震性能的有效策略，旨在为提升建筑在极端气候条件下的安全性和稳定性提供理论依据与实践参考。

【关键词】：极端气候条件；建筑结构；抗风；抗震性能

DOI:10.12417/2811-0528.25.20.062

1 引言

随着全球气候变化的加剧，极端气候事件的发生频率和强度呈现出明显的上升趋势。狂风、暴雨、地震等极端气候现象不仅对人们的生命财产安全构成了严重威胁，也对建筑结构的安全性和稳定性提出了更高的要求。建筑作为人类活动的主要场所，其结构在极端气候条件下的抗风抗震性能直接关系到人们的生命安全和社会的稳定发展。因此，研究极端气候条件下建筑结构抗风抗震性能的强化策略具有重要的现实意义。

2 极端气候下建筑结构抗风抗震性能的重要性

2.1 保障生命安全

在极端气候事件中，狂风和地震可能会导致建筑结构的破坏甚至倒塌。一旦建筑结构失去稳定性，居住和使用其中的人员将面临生命危险。例如，强烈的风荷载可能会使高层建筑的玻璃幕墙破碎、外墙脱落，甚至整栋建筑倾斜；而地震则可能引发建筑物的结构损坏，造成大面积的人员伤亡。因此，强化建筑结构的抗风抗震性能是保障人们生命安全的关键。

2.2 维护社会稳定

建筑是城市的重要组成部分，大量建筑的损坏或倒塌会对社会秩序和经济发展造成严重影响。极端气候条件下建筑结构的破坏可能导致交通中断、水电供应受阻、通信瘫痪等一系列问题，进而影响整个社会的正常运转。重建受损建筑需要耗费大量的人力、物力和财力，给社会带来沉重的负担。因此，提高建筑结构的抗风抗震性能有助于维护社会的稳定和可持续发展。

2.3 保护文化遗产

许多历史建筑和文化遗产承载着一个国家和民族的历史记忆和文化传统。这些建筑往往具有独特的建筑风格和艺术价值，但由于其建造年代较早，可能在抗风抗震方面存在一定的不足。在极端气候条件下，这些文化遗产面临着被破坏的风险。

通过强化建筑结构的抗风抗震性能，可以有效地保护这些珍贵的文化遗产，使其得以传承和延续。

3 影响建筑结构抗风抗震性能的因素

3.1 地理环境因素

不同地区的地理环境差异较大，其风荷载和地震作用的特点也各不相同。例如，沿海地区由于受海洋气流的影响，风荷载相对较大；而地震多发地区则面临着更高的地震风险。地形地貌也会对风场和地震波的传播产生影响。山区的地形复杂，可能会导致风场的局部增强和地震波的散射，从而增加建筑结构所承受的风荷载和地震作用。

3.2 建筑设计因素

建筑的设计方案直接影响其抗风抗震性能。建筑的体型、高度、平面布局等因素都会对风荷载和地震作用的分布产生影响。例如，高层建筑由于其高度较高，所承受的风荷载也相对较大；而不规则的建筑体型可能会导致风荷载的集中和地震作用的不均匀分布，从而增加建筑结构的破坏风险。建筑的结构形式和构件设计也至关重要。合理的结构形式可以有效地抵抗风荷载和地震作用，而构件的强度和延性则直接影响建筑结构的破坏程度。

3.3 材料性能因素

建筑材料的性能对建筑结构的抗风抗震性能有着重要影响。不同的建筑材料具有不同的力学性能，如强度、弹性模量、延性等。在极端气候条件下，建筑材料需要具备足够的强度和韧性，以抵抗风荷载和地震作用的破坏。例如，钢材具有较高的强度和良好的延性，常用于高层建筑和大跨度结构的建造；而混凝土则具有较高的抗压强度，是建筑结构中常用的材料之一。建筑材料的耐久性也会影响建筑结构的长期性能。在恶劣的环境条件下，材料的腐蚀、老化等问题可能会导致建筑结构的性能下降。

3.4 施工质量因素

建筑施工过程中的质量控制直接关系到建筑结构的实际性能。施工过程中的不规范操作、偷工减料等问题可能会导致建筑结构的质量缺陷，从而降低其抗风抗震性能。例如，混凝土的浇筑质量不佳可能会导致混凝土构件出现裂缝，影响其承载能力；钢筋的绑扎不牢固可能会导致钢筋在受力时发生位移，降低结构的整体性。因此，严格的施工质量控制是保证建筑结构抗风抗震性能的重要环节。

4 极端气候条件下建筑结构抗风抗震性能的强化策略

4.1 优化建筑设计

4.1.1 合理选择建筑场地

在建筑选址时，应充分考虑地理环境因素，避开地震断裂带、风口等不利地段。选择地势平坦、地质条件良好的场地进行建筑建设，可以有效降低建筑结构所承受的风荷载和地震作用。还应考虑场地周边的地形地貌和建筑物分布情况，避免因周边环境的影响而增加建筑结构的风荷载和地震响应。

4.1.2 优化建筑体型

建筑的体型设计应尽量简洁、规则，避免采用过于复杂和不规则的形状。合理的建筑体型可以使风荷载和地震作用均匀分布，减少结构的应力集中。例如，采用圆形、方形等对称形状的建筑体型可以有效地降低风荷载的影响；而对于高层建筑，可以采用分段收缩的体型设计，减小顶部的风荷载。

4.1.3 采用合理的结构体系

根据建筑的使用功能和高度等因素，选择合适的结构体系是提高建筑结构抗风抗震性能的关键。常见的建筑结构体系包括框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构、筒体结构等。不同的结构体系具有不同的力学性能和适用范围。例如，框架结构具有较好的空间灵活性，但抗侧刚度相对较小；而剪力墙结构则具有较高的抗侧刚度，适用于高层建筑。在设计时，应根据实际情况合理选择结构体系，并进行优化设计，以提高结构的抗风抗震能力。

4.2 选用高性能建筑材料

4.2.1 高强度钢材

高强度钢材具有较高的屈服强度和抗拉强度，可以有效地提高建筑结构的承载能力。在高层建筑和大跨度结构中，采用高强度钢材可以减小构件的截面尺寸，减轻结构自重，从而降低风荷载和地震作用的影响。高强度钢材还具有良好的韧性和可焊性，便于施工和加工。

4.2.2 高性能混凝土

高性能混凝土具有高强度、高耐久性、高工作性等特点。通过添加外加剂和矿物掺合料，可以改善混凝土的性能，提高其抗裂性、抗渗性和抗冻性。在建筑结构中，采用高性能混凝土可以提高构件的承载能力和耐久性，减少结构的维修和加固成本。

4.2.3 新型复合材料

新型复合材料如纤维增强复合材料（FRP）具有轻质、高强、耐腐蚀等优点。在建筑结构中，FRP可以用于加固和修复受损构件，提高结构的抗风抗震性能。一些新型的智能材料也逐渐应用于建筑领域，如形状记忆合金、压电材料等，这些材料可以根据外界环境的变化自动调整自身的性能，为建筑结构的抗风抗震提供新的思路。

4.3 加强结构构造措施

4.3.1 设置抗震缝和伸缩缝

设置抗震缝和伸缩缝需综合考虑结构体型、材料特性与环境条件。抗震缝主要用于应对地震作用下不同结构单元之间的非同步变形，防止因刚度突变或质量分布不均引发应力集中。其设置应避开结构薄弱部位，如转角、平面突变处，并确保缝两侧具备足够的防撞撞间距。伸缩缝则侧重缓解温度变化引起的热胀冷缩效应，尤其在大体积混凝土结构或超长结构中尤为重要。缝的宽度需根据当地温差、材料线膨胀系数及结构长度精确计算，过窄则无法释放应力，过宽则影响建筑使用功能与外观。此外，缝的构造应兼顾防水、防火与隔声要求，采用可压缩且耐久的嵌缝材料，并配合盖板处理，确保长期使用性能。

4.3.2 加强节点连接

节点作为梁、柱、墙等构件交汇的关键区域，其受力状态复杂，常承受弯矩、剪力与轴力的组合作用。在设计阶段，应依据结构类型与抗震等级，合理选择节点形式，如刚接、铰接或半刚性连接。对于钢结构，焊接需保证焊缝饱满、无缺陷，螺栓连接则应控制预紧力，防止松动。混凝土结构中，节点核心区应加密箍筋，提升抗剪能力与延性。施工过程中，应严格控制钢筋锚固长度、混凝土浇筑密实度，避免出现蜂窝、空鼓等缺陷。同时，通过足尺模型试验或数值模拟，验证节点在反复荷载下的滞回性能与耗能能力，确保其在强震下不发生脆性破坏。

4.3.3 增加结构的阻尼

增加结构阻尼是提升动力性能的有效手段。黏滞阻尼器利用流体流动阻力耗能，适用于高层建筑，安装灵活且维护简便；摩擦阻尼器通过滑动界面的摩擦力耗散能量，具有稳定性高、

性能不受频率影响的优点;金属阻尼器则依靠软钢或铝合金的塑性变形吸收地震能量,具有良好的低周疲劳性能。阻尼器的布置应结合结构振动模式,优先设置在层间位移较大的楼层,形成有效的耗能机制。同时,应考虑其与主体结构的协同工作性能,避免因刚度突变引发新的薄弱层。通过合理选型与布局,阻尼系统可在不显著增加结构自重的前提下,显著降低地震响应与风致振动。

4.4 强化施工质量控制

4.4.1 严格执行施工规范

严格执行施工规范,需从制度执行、材料管控与工序监管三个层面落实。首先,在制度层面,项目应建立以《建筑工程施工质量验收统一标准》为核心的规范执行体系,结合工程特点编制施工组织设计和专项技术方案,确保各环节有据可依。监理单位须全程参与技术交底与工序验收,实行“三检一验”制度,即自检、互检、专检与监理验收相结合,杜绝违规操作。其次,材料质量是结构安全的基础,必须严控源头,对钢筋、混凝土、预应力构件等关键材料实行进场复检与见证取样,建立可追溯台账。对于新型建材或进口设备,应提供第三方检测报告,并进行适应性评估。严禁未经认证或抽检不合格的材料进入施工现场,对违规使用行为追责到人。再次,工序过程须精细化管理,特别是涉及节点构造、钢筋搭接、模板支撑等关键工序,应设置质量控制点,实施旁站监督。隐蔽工程验收前必须留存影像资料,确保过程透明。

4.4.2 加强施工管理

加强施工管理,应从组织保障、人员素质与现场协调三方面协同推进。在组织上,建立由项目经理牵头的质量责任体系,明确技术、质检、安全等岗位职责,形成闭环管理机制。人员培训方面,定期开展岗位技能考核与质量案例教育,特别是针对高空作业、焊接、预应力张拉等高风险工种,实行持证上岗与动态评估。现场管理须注重交叉作业协调,避免因工序冲突影响结构精度,同时推行标准化作业流程,减少人为误差。

4.4.3 进行施工监测

进行施工监测,应构建“监测—反馈—调整”动态机制。

参考文献:

- [1] 庞华炜.基底隔震高层建筑的抗风抗震措施协调及抗风控制研究[D].重庆大学,2023.
- [2] 彭尔建.建筑结构设计中的隔震控制技术应用[J].科学技术创新,2024(10):195-198.
- [3] 李军岭.装配式钢结构建筑消防问题与解决措施研究[J].消防界(电子版),2024,10(7):117-119.
- [4] 葛翠萍,冯有良.考虑方向的高层建筑围护结构极值风速预测及抗风策略研究[J].潍坊学院学报,2024,24(2):27-34.
- [5] 葛翠萍,冯有良.考虑方向的高层建筑围护结构极值风速预测及抗风策略研究[J].潍坊学院学报,2024,24(2):27-34.

在深基坑、大跨度结构或超高层施工中,布设自动化监测系统,实时采集沉降、位移、应力数据,结合 BIM 模型进行比对分析。一旦发现异常,立即启动预警响应,调整施工方案,防止隐患累积。监测数据应纳入施工日志,作为后期验收与运维的重要依据。

4.5 建立完善的维护和检测体系

建筑投入使用后,应依据设计使用年限和环境条件制定科学的结构检测周期。对于高层建筑、大跨度结构或处于沿海高腐蚀环境中的工程,宜缩短检测间隔,实施年度专项评估。检测工作应由具备资质的专业机构承担,采用无损检测与局部取样相结合的方式,全面评估结构健康状态。外观检查需重点关注裂缝发展、节点锈蚀、混凝土剥落等表观病害;材料性能检测应通过回弹法、超声波或钻芯取样分析混凝土强度退化情况;结构变形监测则利用全站仪、倾角传感器等设备,持续跟踪沉降、倾斜及振动响应。检测结果须形成书面报告,作为后续决策的技术支撑。发现结构性能劣化或承载力不足时,必须立即启动维护加固程序。表面维护应清除疏松物,修复保护层,并施加防水、防碳化涂层;针对钢结构,须重新涂刷防火防腐涂料。对于承载构件出现裂缝或截面损伤的情况,应采用压力灌浆封闭裂缝,并根据计算结果实施体外预应力加固、外包钢或粘贴碳纤维布等补强技术。钢板与基材间应确保粘结密实,碳纤维布铺设方向需与主应力路径一致,防止剥离失效。所有加固施工须遵循技术规程,完工后进行荷载试验验证效果。通过系统化的检测与响应机制,实现结构性能的动态管控,提升建筑在长期使用及极端荷载下的安全冗余度。

5 结论

极端气候条件下建筑结构的抗风抗震性能是一个复杂的系统工程,涉及到建筑设计、材料选用、施工质量控制、维护检测等多个方面。通过优化建筑设计、选用高性能建筑材料、加强结构构造措施、强化施工质量控制和建立完善的维护检测体系等策略,可以有效地提高建筑结构的抗风抗震性能,保障人们的生命和社会的稳定发展。在未来的研究和实践中,还需要不断探索和创新,结合新的技术和方法,进一步提高建筑结构在极端气候条件下的安全性和可靠性。应加强公众的防灾减灾意识教育,提高全社会应对极端气候事件的能力。