既有建筑加固改造中的结构动力学分析与设计优化

孔来丽

云南省建筑科学研究院有限公司，云南省昆明市，650000；

摘要：既有建筑加固改造的最终目的是增强结构承载能力和稳定性、改善抗震性能、提高耐久性、延长结构使用寿命，同时必须兼顾经济效益，要求结构加固设计阶段就能优化设计方案，科学指导施工。本文就既有建筑加固改造中的结构动力学分析与设计优化的重要性展开分析，并提出具体建议，希望能为相关人员提供参考和借鉴。

关键词：既有建筑；加固改造；结构；动力学分析；设计优化

DOI：10.69979/3029-2727.25.03.017

前言

在当前经济全球化背景下，城市更新是建筑行业发展新趋势，且规模越来越大，既有建筑的加固改造也成为确保房屋建筑安全，延长建筑使用寿命的重要手段，其中评估建筑物抗震性的一项关键技术就是对既有建筑进行结构动力学分析。为了能达到提高建筑结构安全性稳定性的目的，通过结构动力学分析可模拟既有建筑结构的位移、速度、加速度、应力、应变等响应，以及结构的动力特性，并对求解得到的结果进行分析和评估，判断结构在动载荷作用下的安全性、可靠性和性能是否满足要求。分析结构的振动特性，找出可能存在的共振区域和薄弱环节，为结构的优化设计提供依据。

1 既有建筑加固改造中的结构动力学分析与设计优化的重要性

1.1 有助于提升建筑的抗震性能

对于既有建筑而言，在进行加固改造中深入分析结构动力学，能精准的揭露建筑结构在地震力作用下的情况，为了能更好地应对地震等自然灾害对建筑构成的威胁，企业可通过建立精确的动力学模型来掌握建筑结构的自振频率、振型、周期等特性，找到建筑薄弱点、破坏点，及时加以改善^[1]。大多数建筑在随着时间的推移可能出现各种问题，如结构老化、性能下降等，无法满足人们的使用需求，甚至还会因结构不稳定而引发安全事故。

例如，某建筑在结构动力学分析过程中，发现某节点连接部位在发生破坏，此时，可通过采取有针对性的加固措施来避免这类问题的出现。如，增设支撑结构改变结构传力路径，增强结构的整体性和稳定

性，只有提高建筑结构的承载能力，才能有效应对地震灾害带来的危险。同时，通过精准的动力学分析，也能保障建筑物在遭受地震时有效的吸收和耗散地震能量，从而降低地震对建筑结构造成的破坏，确保建筑内部人群生命财产安全。

1.2 能够科学指导施工

既有建筑加固改造中的动力学分析和设计优化重要性非常重要，既有建筑加固施工过程中，构件的拆卸、支撑相当重要。不合理的施工顺序会造成结构内力转移，对既有建筑造成更大的操作，甚至导致结构发生坍塌事故，直接造成施工安全问题，威胁施工人员生命，且造成较大的经济损失。

动力学分析的过程中应正确模拟施工时拆卸构件、加固构件的顺序，设计人员便可了解施工过程中构件内力的变化，并采取针对性的加固措施，施工时要求施工人员按照图纸要求的施工顺序进行施工。

1.3 有助于控制经济效益

能帮助施工方提升加固改造的效率和经济效益，进而需要通过全方位分析建筑结构动力学，及时发现建筑结构中哪些需要进行加固处理，哪些部位需要适当优化，通过科学合理优化设计来提高加固改造的整体效率。例如，在某既有建筑加固改造中，发现某些结构件有一些小瑕疵，但是并不会造成较大的事故，此时可通过局部修复来进行调整，进而提高整个结构的稳定性，而这种方法并不需大规模的更换，可节省材料和成本，降低不必要的资源浪费，同时也能缩短工期，从而推进加固改造得以高效有效进行，避免出现施工返工等质量问题^[2]。

2 既有建筑加固改造中的结构动力学分析方法

2.1 模态分析

在对既有建筑加固改造期间,结构动力学分析应选择正确的方法,其中模态分析是有效的方法,主要用于确定建筑结构的固有频率模态形状等参数。本身建筑加固改造就是一个极为重要且系统的工作,强调企业能通过对建筑结构进行模态分析,清楚的了解结构在自由振动下的状态,以便及时发现问题及时解决^[3]。例如,在对某既有建筑加固改造过程中,通过建立建筑结构模型,模拟自由状态下建筑结构的振动情况,并通过计算得出结构在各个阶段固有的频率。当然,不同的频率对应着不同的振动形态,如在对建筑结构进行模态分析过程中,发现某个阶段的固有频率接近地震的频率,那么在地震到来时可能会导致该结构发生共振,从而对建筑结构造成极大的破坏,威胁内部人员生命财产安全。因此,相关工程师应根据模态分析结果来,找到建筑结构薄弱环节并提出有针对性的改进建议,如,针对楼层或构件在特定模式下变形较大,那么在加固改造证应着重去关注,可通过增加支撑改变结构刚度分布,调整结构的固有频率,避开地震越频率范围,可提高结构的抗震性能。

2.2 反应谱分析

反应谱分析是既有建筑加固改造中结构动力学分析的方法之一,其应用也取得了不错的成绩。在应用此分析方法时,工作人员需掌握其原理,是把不同时间段的单自由度系统,在特定地震波影响下产生的最大反应绘制成一条曲线,这就是反应谱曲线。为了有效提高建筑结构的抗震性,要求企业在加固改造过程中还要提前确定建筑所在场地的抗震设防烈度、场地类别等地震参数,然后根据动力学模型计算建筑结构在反应谱的作用下的地震作用效应^[4]。例如,针对某既有建筑在加固改造中,可通过计算各楼层在水平地震作用下的剪力和弯矩,并利用反应谱分析方法快速评估结构在不同地震下的实际情况,以便及时发现薄弱环节,并及时加以优化调整,如针对某构件横截面积不足、承载力不够等问题,都可通过进行加固改造设计优化,提高结构在地震中的安全性与可靠性。

2.3 时程分析

既有建筑加固改造中的结构动力学分析时,还可采取时程分析法,这是一种有效的方法,能真实反映建筑物在地震作用下的动力响应全过程。为取得理想成绩,企业应在采取时程分析法时,能将实际地震波或者是人

工模拟的地震波来植入动力学模型中,通过分析得以判断结构在整个地震持续时间内的位移、速度、加速度等指标,从而针对建筑结构薄弱环节加以优化处理。例如,对于不规则的既有建筑物,可通过时程分析详细了解结构在地震中每个时刻的受力和变形情况,针对可能出现的薄弱部位进行有针对性的加固处理,如可在关键部位安装耗能装置,进一步吸收地震能量。当然要确保加固改造方案的可行性,从而通过多种举措,将地震所带来的影响降至最小,提高建筑物的安全性和可靠性。

3 既有建筑加固改造设计优化的方法

3.1 优化原则与目标

既有建筑加固改造设计优化期间,要遵循一定的原则和目标,应遵循安全性、经济性和可行性原则。其中,安全性是非常重要的,应确保加固改造后的建筑能够抵抗各类荷载,保障建筑物人员生命财产安全。例如,针对某老旧小区居民小区加固改造时,要确保建筑结构能承受地震、风灾等自然灾害。同时,要保障建筑结构安全的前提下来,有效控制成本。例如,在加固改造中可选择性价比较高的材料投入使用。当然也要结合建筑的使用场景,合理的去选择,如在对普通住宅可优先选择成本低、但性能达标的材料投入使用。可行性原则,要确保加固方案的可行性,目的在于缩短工期,提高加固改造整体质量和进度,降低对人们日常生活和周围环境的影响。建筑加固改造设计优化目标,体现在多方面,如通过加固改造,全面提高建筑结构的整体承载力,确保建筑结构始终处于安全稳定状态。或者是通过加强建加固改造实现优化空间布局的目的,特别是对于一些老旧小区,应通过精心设计改造计划,重新规划内部空间,进而满足人们的使用需求,提高既有建筑的利用率。

3.2 加固方案的多目标优化设计

既有建筑加固改造也面临诸多挑战,为了达到最优效果,需综合考虑多个关键因素,要通过不断优化调整来选择一个理想方案,其中安全性目标是加固方案多目标优化设计的核心,应确保改造后的建筑结构,具有较强的抗震性、抗风抗灾等能力,具体需通过结合结构动力学分析模拟不同加固方案,以此来分析结构在不同荷载作用下的响应,以便从中选出最优的方案。例如,在对某老旧小区进行加固改造时,可通过增加剪力墙或者是增设支撑体系等方案来提高建筑的抗震性能。当然,影响建筑结构稳定性的原因还体现在施工材料、施工工

艺以及人员方面,所以在建筑加固改造中也要通过加强材料质量把控、优化施工工艺等方式,实现提高既有建筑加固改造质量和效率的目的,也要充分考虑到周围环境与施工场地的条件,要通过精心设计,选出最安全、可靠便捷的方案,从而降对施工对周边环境的破坏和影响。如,在对某市中心交通段的建筑进行加固改造时,施工方必须要通过权衡利弊,选择一个最适宜的方案,如采用预制构件的策略,减少施工现场的作业时间,从而降低对周边交通的影响。最后通过多种举措,保障建筑加固改造顺利进行。

3.3 结构构件的优化设计

既有建筑加固改造中的结构动力学分析是不可忽视的环节,在此期间还要立足实际来持续优化设计方案,其中结构构件的优化设计是非常关键的环节,需要建筑方给予高度的重视,能通过精心设计来达到预期的效果。例如,在对某小区建筑结构动力学分析中,发现其梁构件承载能力不足,那么此时建筑方可通过增加梁的横截面积或者是在梁的两边增设混凝土层并增加钢筋等方式,提高其承载能力。当然也要通过精准的结构力学计算优化设计,避免因过度加固而增加其自重。建筑行业在人们生活中有着不可替代的作用,为了全面提升既有建筑结构与安全性,结构构建优化设计是非常重要的,而一些建筑物在长时间使用过程中,内部的板构件可能会出现裂缝、承载力下降等问题,一定程度上可能会引发建筑安全问题。为了提高板构件的整体性能,还可通过采用粘贴碳纤维布加固处理方法去提升建筑稳定性。为了避免资源浪费,企业要结合构件的实际问题去精心设计加固方案,具体应根据构件的裂缝情况,精准粘贴碳纤维布,避免材料浪费^[5]。为了提高加固效果和降低成本,要不断优化并选择适宜的钢规格且通过精心计算,在此期间也需要施工人员提高责任心,能严格按照要求去操作,要精准的将材料粘贴在构件的裂缝处,以提高构件的整体稳定性,从而通过优化结构构件设计,提高既有建筑加固改造整体质量和水平。

3.4 新材料、新技术在设计优化中的应用

科技水平的提高,为人们的生活带来了诸多便利,同时新技术、新材料的出现,也为建筑行业的发展带来了新的机遇,在既有建筑加固改造设计优化中,也要应用新技术、新材料,合理利用不仅能提高加固改造的整

体质量和效果,也能为建筑行业的发展奠定基础。例如,在材料方面,可根据实际建筑结构合理的选择,如在对该桥梁加固改造中,施工方可通过采用强度高耐腐蚀性好质量轻的芳纶纤维复合材料,不仅能有效提高桥梁的承载力和耐候性,也能延长桥梁的使用寿命,从而为人们的出行带来便利,最重要的是能够帮助建筑方减少后期维护成本,降低不必要的成本支出。在技术快速发展时代下,智能材料的出现,为既有建筑加固改造带来了新的活力,因此为了显著提高建筑的抗震性,可将智能材料应用在建筑加固改造中。值得注意的是,应用新技术同样重要,如,建筑方可根据建筑实际情况精心设计方案,可利用3d打印技术打造复杂结构的加固结点,不仅能为作业人员提供技术支持,提高节点的施工效率,也能降低人为操作失误所带来的影响。当然在对建筑加固改造中也要在关键部位安装传感器,实时监测加固改造过程中的情况,一旦发现异常,也能第一时间采取措施去纠正,要保障整个建筑加固改造过程的安全性与稳定性,从而通过在设计优化中应用新材料、新技术,推动既有建筑加固改造能高质量进行。

4 结语

总而言之,为了提高既有建筑整体稳定性,在建筑改造中应着重做好结构动力学分析以及设计优化,通过从这两方面着手,既能提高建筑的抗震性能、提升加固改造效率和经济效益,也能提高建筑使用寿命和适应性。为了更好的应对加固的改造中遇到的挑战,也要遵循相应的原则和目标,通过精心设计计划来实现预期目的。

参考文献

- [1] 杨广东. 混凝土结构加固技术在既有建筑改造工程中的研究与应用[J]. 居舍, 2025, (08): 70-73.
- [2] 李丹霞. 基于城市更新理念的既有建筑加固改造技术[J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(03): 74-76.
- [3] 王金泽, 李尚飞, 崔少华, 付素娟, 刘莉娜. 既有超限建筑加固改造及抗震性能研究[J]. 粉煤灰综合利用, 2024, 38(06): 101-107.
- [4] 张艳. 某既有建筑加固改造设计[J]. 江苏建筑, 2024, (05): 63-66+109.
- [5] 赵金世, 郑文, 余再西, 郝麦娟. 既有建筑加固改造相关问题及应对策略分析[J]. 中国勘察设计, 2024, (10): 96-98.