

基于全寿命周期的建筑结构耐久性评估与维护策略研究

杨维芬

浙江汉华建筑设计研究院有限公司 浙江 宁波 315000

摘要：随着建筑行业的快速发展，建筑结构的耐久性问题日益受到关注。本文基于全寿命周期的理念，对建筑结构的耐久性进行了评估，并提出了相应的维护策略。通过对建筑结构在设计、施工、使用和维护等各个阶段的分析，探讨了影响建筑结构耐久性的因素。采用了多种评估方法，对建筑结构的耐久性进行了综合评估。根据评估结果，提出了针对性的维护策略，以延长建筑结构的使用寿命，提高其安全性和可靠性。本文的研究成果对建筑结构的设计、施工和维护具有重要的参考价值。

关键词：全寿命周期；建筑结构；耐久性评估；维护策略

1 前言

建筑结构的耐久性是指在规定的使用年限内，在各种环境因素的作用下，保持其安全性和适用性的能力。随着时间的推移，建筑结构会受到多种因素的影响，如化学侵蚀、物理磨损、冻融循环、钢筋锈蚀等，从而导致其性能逐渐下降。因此，对建筑结构的耐久性进行评估和维护是非常必要的。全寿命周期的理念强调在建筑结构的整个生命周期内，对其进行全面的规划、设计、施工、使用和维护，以实现建筑结构的最优性能和最大经济效益。本文将基于全寿命周期的理念，对建筑结构的耐久性评估与维护策略进行研究。

2 全寿命周期理论与建筑结构耐久性的关系

全寿命周期理论涵盖了建筑从规划、设计、施工、使用到拆除的整个过程，而建筑结构耐久性是确保建筑在其使用年限内能够安全、可靠地发挥功能的关键特性。从结构角度来看，全寿命周期理论与建筑结构耐久性之间存在着紧密的联系。在设计阶段，全寿命周期理论要求考虑建筑结构在整个使用过程中的各种因素，如荷载、环境作用等，以确保结构具有足够的耐久性。通过合理的结构选型、材料选择和构造设计，可以提高结构的抗腐蚀、抗疲劳等性能，延长结构的使用寿命。施

工过程是实现设计意图的关键环节。严格按照设计要求进行施工，保证施工质量，对于提高建筑结构的耐久性至关重要。例如，确保混凝土的浇筑质量、钢筋的连接和锚固可靠等，都能有效增强结构的整体性和耐久性。在使用阶段，定期的检测和维护是保证建筑结构耐久性的重要措施。全寿命周期理论强调对结构进行持续的监测和评估，及时发现并处理结构可能出现的损伤和劣化，采取相应的维护和修复措施，以延长结构的使用寿命。此外，在建筑达到使用寿命或需要拆除时，全寿命周期理论也要求考虑如何对建筑结构进行合理的处置，以减少对环境的影响。综上，全寿命周期理论为建筑结构耐久性提供了全面的指导和保障。通过在建筑的各个阶段贯彻全寿命周期理念，可以有效地提高建筑结构的耐久性，实现建筑的可持续发展。

3 建筑结构耐久性评估方法

建筑结构的耐久性是指结构在规定的使用年限内，在各种环境因素作用下，保持其安全性、适用性和正常使用功能的能力。为了确保建筑结构的耐久性，需要采用科学合理的评估方法对其进行评估。如下图（表一）对各类评过方法进行了详细说明。

表一 评估方法的比较

评估方法类别	具体方法	描述	优点	缺点
设计荷载评估	荷载取值合理性审查	在设计阶段，对恒载、活载、风载、地震载等各类荷载取值进行核查，判断其是否符合相关规范以及建筑实际情况	从源头上保障结构承受力合理，有效确保结构耐久性	规范更新不及时会影响判断准确性，不同地区环境差异大，荷载取值难以做到精准无误
材料选用评估	材料适用性分析	针对设计选用的混凝土、钢材、砌体等建筑材料，评估其与结构所处环境及使用需求的适配程度	所选材料适配时，可显著提升结构耐久性，降低长期维护成本	对结构所处环境因素的分析要求较高，且新型材料相关性能数据积累有限

续表：

评估方法类别	具体方法	描述	优点	缺点
构造措施评估	节点与连接设计审查	对结构节点和连接部位的设计进行审查，查看诸如钢筋锚固长度、焊缝质量要求等是否满足耐久性标准	合理的构造设计能增强结构整体性与耐久性，提升结构抵抗环境作用的能力	构造设计细节繁杂，设计过程中容易因疏忽而出现问题
耐久性设计年限评估	设计使用年限复核	对照设计文件，检查结构设计使用年限设定的合理性，并明确当前服役时间与设计年限的关联	清晰明确结构预期寿命，利于制定合理维护计划，判断结构剩余寿命	结构设计使用年限受众多因素影响，难以做到精确预估
环境作用评估	环境因素考量审查	评估设计过程中，是否充分考虑结构所处环境的侵蚀性，如海洋环境、化工污染环境等，并查看是否采取相应防护措施	针对性的防护设计能够有效抵御环境侵蚀，延长结构耐久性	环境作用复杂且多变，部分环境影响难以进行量化评估

4 建筑结构维护策略

4.1 合理选材

在建筑设计的初始阶段，应优先选用耐久性优良的建筑材料。以钢结构为例，耐候钢是理想之选，其在大气环境下能够形成稳定的锈层，可有效阻挡进一步的腐蚀，从而大幅减少后期维护中防锈漆涂刷等防腐工作。在混凝土结构中，选用优质水泥和骨料，并严格控制水灰比，能够显著提高混凝土的密实度，增强其抗渗、抗冻及抗侵蚀性能，降低因材料劣化导致结构性能下降的风险^[2]。根据建筑所处的环境特征选择合适的材料至关重要。在沿海地区，由于空气湿度高且富含盐分，建筑外墙材料应选用抗盐雾侵蚀能力强的类型，如耐碱玻纤网格布增强的聚合物砂浆外墙外保温系统，它能有效防止墙体因盐分侵蚀而出现开裂、剥落等问题。在寒冷地区，围护结构应选用保温性能出色且抗冻融的材料，比如挤塑聚苯板作为外墙保温材料，可避免因温度应力造成结构损坏，降低维护成本。

4.2 优化结构设计

简化结构形式，设计简洁、规则的建筑结构体系，尽量减少复杂节点和异形构件。例如，采用框架 - 剪力墙结构时，要使结构平面布置对称、规则，竖向刚度均匀变化。在高层住宅建筑中，框架 - 剪力墙结构被广泛应用。以常见的 30 层住宅为例，框架结构负责承受竖向荷载，为建筑提供基本的支撑体系；而剪力墙则主要抵抗水平方向的风力和地震力。通过合理布置剪力墙，比如在电梯间、楼梯间等位置，既能有效增强建筑的整体刚度，又能充分利用这些空间，不影响室内空间的规整性。这种结构设计使得住宅在保障居住安全的同时，还能满足居民对大空间、灵活布局的需求。复杂的结构形式不仅会增加施工难度，而且在使用过程中容易因应力集中而损坏，而简单规则的结构便于检查、维护与修

复，能降低长期维护工作的复杂性。在设计过程中，要充分考虑结构维护的需求，预留必要的维护空间。大型体育馆的设计则更注重空间的开阔性和结构的独特性。对于大型建筑的设备层，应合理规划布局，确保设备安装、检修通道畅通无阻，以便对各类管道、线路及设备进行维护保养。在高层建筑的外立面设计中，设置便于安装和操作吊篮等维护设备的结构构件，方便对外墙装饰及结构进行定期检查与维护。置环氧树脂隔离层，防止腐蚀性介质渗透到结构层，延长结构使用寿命，减少因腐蚀导致的频繁维修。

4.3 构造设计与维护考量

在建筑构造设计中，防水防潮构造设计至关重要。以屋面防水为例，应采用多道设防策略，将卷材防水与涂膜防水有机结合。同时，科学合理的设计排水坡度，确保屋面排水系统顺畅无阻，最大程度减少积水对屋面结构的侵蚀风险。这不仅能有效延长屋面的使用寿命，还能降低因渗漏引发的后续维修成本。

在地下室设计环节，必须采用可靠的防水混凝土，并结合外防水卷材进行施工。特别要注重施工缝、变形缝等特殊部位的防水处理，通过精细化施工，防止地下水渗漏对地下室结构造成损害。这些关键部位一旦出现渗漏问题，不仅会影响地下室的正常使用功能，还可能引发结构安全隐患，增加后期维修的难度与成本。在地下室设计环节，除了采用可靠的防水混凝土并结合外防水卷材进行施工外，还要做好基础防腐工作。地下室长期处于地下潮湿环境，土壤中的各类化学物质、地下水的酸碱度变化等因素，都会对基础结构产生腐蚀作用。对于基础防腐，首先在材料选择上，应选用具有抗腐蚀性能的基础建筑材料，如添加特殊防腐外加剂的混凝土，提升混凝土自身的抗侵蚀能力。同时，在基础表面处理方面，需进行严格的清洁与打磨，确保基础表面平

整、无油污及杂质，为后续的防腐涂层施工创造良好条件。随后，均匀涂抹高性能的防腐涂料，形成一道坚实的防护屏障，有效阻挡外界腐蚀性物质对基础的侵蚀。

针对存在腐蚀介质的特殊环境，设计有效的防腐蚀构造尤为必要。在工业建筑领域，当建筑部位接触酸碱等强腐蚀性物质时，应选用耐腐蚀性能优良的建筑材料，并在关键部位设置隔离层。比如在化工车间地面设计中，采用耐酸砖铺设地面，并在基层铺设环氧树脂隔离层，形成双重防护屏障，有效阻止腐蚀性介质渗透至结构层。这一设计方案能够显著延长建筑结构的使用寿命，减少因腐蚀问题导致的频繁维修工作，为工业生产的长期稳定运行提供坚实保障。

4.4 建立维护信息系统

在建筑设计阶段，需将结构设计图纸、选用材料的性能参数、施工过程中的关键信息等进行整合，构建建筑结构维护信息数据库。比如记录混凝土结构中不同部位混凝土的配合比、钢筋的规格及布置，钢结构中焊缝的位置与质量等级等信息，为后期维护提供全面、准确的数据支持。利用建筑信息模型（BIM）技术，为建筑结构创建可视化维护指南。通过三维模型直观展示结构构件的位置、连接方式及维护要点，维护人员可通过计算机或移动设备查看模型，快速定位需要维护的部位，了解维护操作流程及注意事项，提高维护工作的效率与准确性。

5 结论与展望

本文深入探究了建筑结构耐久性评估方法与维护策

略。在评估方法上，综合考虑环境侵蚀、材料性能退化等多因素，构建了科学合理的评估体系，能精准判断建筑结构在不同阶段的耐久性状况。在维护策略方面，详细阐述了防水防潮构造设计要点，像屋面多道防水设防及地下室特殊部位防水处理，可有效预防防水害对结构的破坏；针对腐蚀环境，提出采用耐腐蚀材料与设置隔离层的防腐蚀构造方案，极大提升结构抗腐蚀能力。这些研究成果为保障建筑结构的长期安全使用，降低维护成本提供了有力支撑。

研究虽取得一定成果，但仍存在局限。评估方法在数据获取方面，部分复杂环境下数据采集难度大且准确性有待提高；维护策略在实际应用中，不同地区气候、地质条件差异导致实施效果有波动。未来研究可聚焦于研发更智能、精准的数据采集技术，优化评估模型，提升其普适性与准确性。在维护策略上，进一步探索适应不同地域条件的个性化方案，结合新型建筑材料与技术，持续完善建筑结构耐久性评估与维护体系，为建筑行业可持续发展注入新动力。

参考文献

- [1]寇应科.建筑细部设计标准对结构耐久性的作用[J].中国建筑金属结构.2020,(5).
- [2]白龙臻,侯耀龙,王珂.土木建筑工程结构加固技术分析[J].建筑结构.2023,(7).180.
- [3]罗大明,牛荻涛.基于钢筋锈蚀的混凝土结构耐久性评定[J].工业建筑.2022,52(10).DOI:10.13204/j.gyjzG22082202.