

土木工程建筑结构的安全性及耐久性研究

罗晨 王萌 柏肖

联勤保障部队第三工程代建管理办公室 四川 成都 610011

摘要：本文围绕土木工程建筑结构安全性与耐久性展开。阐述了安全性与耐久性的内涵、关联及对建筑整体性能的意义。分析了影响安全性的设计、材料、施工因素，以及影响耐久性的环境、结构自身、维护管理因素。最后从优化设计、严格材料控制、加强施工管理与维护三方面，提出提升建筑结构安全性与耐久性的策略。

关键词：土木工程；建筑结构；安全性；耐久性；研究

引言：在土木工程领域，建筑结构的安全性及耐久性至关重要，直接关乎建筑全生命周期的性能表现、使用者生命财产安全以及社会经济利益。然而，诸多因素如设计缺陷、材料问题、施工不当、环境侵蚀等，时刻威胁着结构的安全与耐久。鉴于此，深入剖析影响土木工程建筑结构安全性及耐久性的因素，并探寻有效的提升策略，具有极其重要的现实意义。

1 土木工程建筑结构安全性与耐久性概述

在土木工程领域，建筑结构的安全性及耐久性是衡量建筑质量与性能的核心指标，对建筑全生命周期及社会经济利益影响深远。（1）安全性，指建筑结构在正常施工、使用以及遭遇预定偶然作用（如地震、强风）时，能维持整体稳定，不出现破坏或严重变形，保障使用者生命与财产安全。这要求结构有足够强度承载荷载、良好刚度防过度变形、可靠稳定性避失稳。安全性是建筑结构的基本需求，若安全性能不达标，将严重威胁生命安全，甚至对周边环境造成灾害。（2）耐久性强调建筑结构在自然与使用环境长期作用下，保持原有力学、物理性能及外观完整，维持正常使用功能。其关乎结构材料抵抗环境侵蚀、老化、磨损等劣化的能力。耐久性佳，可降低长期维护成本，延长建筑寿命，减少资源浪费。随着建筑服役时间增加，若耐久性不足，结构性能会退化，引发维修甚至安全隐患。（3）安全性与耐久性相互关联。安全是耐久性的前提，设计使用年限内安全承载的结构，构件受力稳定，可减缓材料疲劳损伤与环境侵蚀，保障耐久性。比如合理设计的混凝土结构，应力分布均匀，混凝土不易因受力不均产生裂缝，减少外界侵蚀，提升耐久性。耐久性是安全的长期保障，高耐久性的结构材料与构造，能长期保持力学性能，持续为结构提供可靠承载能力。像海洋建筑使用耐腐蚀钢材，能在海水侵蚀下维持强度，确保结构安全。（4）在建筑整体性能上，安全性与耐久性共同决定可靠

性与适用性。安全耐用的结构，能让建筑在规定年限内发挥预定功能，为居住、工业等建筑提供稳定保障，提升建筑整体品质，增强抵御外界不利因素的能力，支撑社会经济稳定发展^[1]。

2 影响土木工程建筑结构安全性的因素

2.1 设计因素

设计是土木工程建筑结构安全性的源头，合理的设计是确保结构安全的前提。设计因素主要包括设计规范的遵循情况、荷载取值的准确性以及结构体系的合理性。（1）设计规范的遵循是保证结构安全的基本要求。设计规范是经过大量科学研究和工程实践总结出来的技术准则，具有权威性和指导性。若设计人员未能严格遵循规范要求，如未充分考虑抗震、抗风等设计标准，将导致结构在遭遇自然灾害时无法承受相应的荷载作用，从而引发安全事故。例如，某高层建筑在设计时未严格按照抗震设计规范进行计算和构造措施，在地震发生时，结构发生严重破坏，造成了巨大的人员伤亡和财产损失。（2）荷载取值的准确性直接影响结构的安全性。荷载取值过高会增加工程造价，造成资源浪费；取值过低则会使结构在正常使用过程中无法承受实际荷载，引发安全问题。例如，在某工业厂房设计中，由于对设备荷载估计不足，导致屋面梁在设备安装后出现严重变形，影响了厂房的正常使用。（3）结构体系的合理性是保障结构整体安全的关键。合理的结构体系应具有良好的传力路径和整体稳定性。若结构体系选择不当，如平面布置不规则、竖向刚度突变等，将导致结构在荷载作用下产生过大的内力和变形，甚至引发倒塌。例如，某建筑由于平面布置过于复杂，未设置合理的抗震缝，在地震作用下，结构发生扭转破坏，最终导致部分楼层倒塌。

2.2 材料因素

建筑材料的质量、强度、耐久性等特性是影响结构安全性的重要因素。优质的建筑材料是保证结构安全的

基础，而劣质材料则会严重威胁结构的安全。（1）材料质量直接影响结构的承载能力。例如，钢材的化学成分、力学性能不符合标准要求，会导致钢材的强度和韧性降低，在荷载作用下容易发生脆性断裂。混凝土材料中水泥、骨料、外加剂等原材料的质量不合格，会影响混凝土的强度和耐久性，使结构在使用过程中出现裂缝、腐蚀等问题。（2）材料的强度是衡量结构安全性的重要指标。若材料强度不足，结构将无法承受设计荷载，引发安全事故。例如，某桥梁工程中，由于使用了强度不合格的钢筋，导致桥梁在通车后不久就出现了严重的裂缝和变形，不得不进行加固处理。（3）材料的耐久性决定了结构的使用寿命。在恶劣的环境条件下，如高温、高湿、腐蚀性介质等，材料容易发生老化、腐蚀等现象，导致结构性能下降。例如，海洋环境中的钢筋混凝土结构，由于氯离子的侵蚀，钢筋会发生锈蚀，使混凝土保护层剥落，降低结构的承载能力^[2]。

2.3 施工因素

施工是土木工程建筑结构安全性的实现过程，施工工艺水平、施工质量控制以及施工过程中的意外情况都会对结构安全产生重要影响。（1）施工工艺水平直接影响结构的质量。先进的施工工艺可以提高施工效率，保证结构的施工质量；而落后的施工工艺则容易导致结构出现质量缺陷。例如，在混凝土浇筑过程中，若振捣不密实，会导致混凝土内部出现孔洞、蜂窝等缺陷，降低结构的强度和耐久性。（2）施工质量控制是确保结构安全的关键环节。施工过程中应严格按照设计要求和相关规范进行施工，加强质量检验和验收。若施工质量控制不严，如钢筋绑扎不牢固、模板安装不准确等，都会影响结构的安全性。例如，某住宅工程中，由于钢筋绑扎间距不符合设计要求，导致楼板在浇筑混凝土后出现裂缝，影响了住宅的使用安全。（3）施工过程中的意外情况也会对结构安全造成威胁。例如，在基坑开挖过程中，若未采取有效的支护措施，可能导致基坑坍塌，危及周边建筑物和人员的安全。在模板支撑系统拆除过程中，若拆除顺序不当，会导致结构发生失稳破坏。

3 影响土木工程建筑结构耐久性的因素

3.1 环境因素

（1）自然环境对建筑结构耐久性的影响广泛且复杂。温度的频繁剧烈变化，会致使结构材料热胀冷缩。以混凝土结构为例，在昼夜温差大的地区，混凝土内部不同部位因温度差异产生变形不一致，久而久之，内部应力集中，导致混凝土出现裂缝。湿度同样是关键因素，潮湿环境为钢筋锈蚀创造了条件。当混凝土处于湿

度较大的环境中，水分渗入混凝土孔隙，若混凝土保护层厚度不足，氧气和水分便能接触到钢筋表面，引发电化学反应，铁锈的体积膨胀数倍，会对周围混凝土产生挤压，造成混凝土沿钢筋纵向开裂，降低结构承载能力。侵蚀性介质在自然环境中普遍存在，如酸雨地区，酸性降水会与混凝土中的氢氧化钙等成分发生化学反应，逐渐溶解混凝土中的胶凝物质，削弱混凝土内部结构的粘结力，使混凝土强度降低。（2）在人为环境方面，工业生产中排放的化学物质危害极大。化工厂周边的建筑，常受到含有酸、碱、盐等化学物质的废气、废水侵蚀。这些化学物质与建筑结构材料发生化学反应，导致材料性能劣化。机械磨损也不容忽视，交通频繁地段的桥梁结构，车辆的反复碾压、冲击，使桥面铺装层、桥梁支座等构件磨损严重，降低结构耐久性。

3.2 结构自身因素

结构形式对耐久性有着重要影响。复杂的结构形式在受力时，应力分布不均匀，易在某些部位产生应力集中现象，加速结构损伤。相比之下，简洁合理的结构形式，力的传递路径清晰，各构件受力明确，能有效减少应力集中，提升耐久性。构件尺寸同样关键，较大尺寸的构件在相同环境下，抵抗外界侵蚀的能力相对较强。例如，大截面的混凝土柱，其内部混凝土受到外界侵蚀的影响相对较小。混凝土保护层厚度直接关系到钢筋的耐久性。足够厚度的保护层，能有效阻止外界水分、氧气和侵蚀性介质到达钢筋表面，延缓钢筋锈蚀。若保护层厚度不足，钢筋很快就会锈蚀，进而危及整个结构安全。因此，在设计阶段，应综合考虑结构的使用环境、荷载条件等因素，合理选择结构形式，精确确定构件尺寸和混凝土保护层厚度，从结构自身特性出发提升耐久性^[3]。

3.3 维护管理因素

日常维护保养对建筑结构耐久性至关重要。定期对建筑结构进行清洁，可去除表面附着的灰尘、腐蚀性物质等，减少侵蚀机会。例如，及时清理建筑物外墙的污垢，能防止污垢中的酸性物质长期侵蚀墙面材料。定期检测维修更是发现并解决结构潜在问题的关键手段。通过定期检测，可以及时发现混凝土裂缝、钢筋锈蚀等早期病害，采取修补措施，避免病害进一步发展。以两座同类型的桥梁为例，一座桥梁定期进行检测维护，及时修补桥面裂缝、更换磨损的支座；另一座桥梁缺乏维护管理。经过若干年后，未维护的桥梁出现了严重的结构病害，桥面破损严重，承载能力大幅下降，而定期维护的桥梁仍能正常使用，结构性能保持良好。这充分说明了维护管理措施对延长结构使用寿命、保持耐久性具有

不可替代的重要作用，良好的维护管理能够显著提高建筑结构的耐久性，保障结构的长期稳定运行。

4 提升土木工程建筑结构安全性与耐久性的策略

4.1 优化设计

在土木工程领域，先进的设计理念是保障结构安全与耐久性的基石。设计人员应紧跟行业前沿，积极运用基于性能的设计方法，根据建筑的功能需求、使用环境等，精准设定结构在不同服役阶段的性能目标。荷载计算的精确性直接关乎结构的安全性。设计时，需全面考虑恒载、活载、风载、地震作用等多种荷载组合。例如，在强风地区，风荷载计算要充分考虑当地的风速风向特点以及地形地貌影响，确保结构在极端风况下的稳定性。创新结构体系也是提升性能的关键。通过引入新型结构形式，如装配式钢结构体系，利用其工业化生产、现场快速组装的优势，减少现场湿作业，降低施工质量风险，同时提高结构的整体性与延性，增强结构抵御灾害的能力，进而提升安全性与耐久性。

4.2 严格材料控制

材料质量是结构性能的根本保障。在采购环节，应选择信誉良好、质量可靠的供应商，签订详细的质量协议，明确材料的各项性能指标要求。采购人员要深入了解材料市场动态，优先选用经过长期工程实践验证、耐久性佳的材料，如抗渗性强的高性能混凝土、耐腐蚀的新型钢材等。材料进场时，严格的检验必不可少。运用先进的检测技术，如对钢材进行超声波探伤检测，确保其内部无缺陷；对混凝土原材料进行化学分析，保证其成分符合设计标准。存储环节同样重要，材料应分类存放于适宜的环境中，如水泥要防潮防水，避免受潮结块影响性能；钢材要做好防锈处理，防止在存储过程中生锈。通过全流程的材料质量控制，为结构安全与耐久性奠定坚实基础。

4.3 加强施工管理与维护

施工过程的质量监督是确保结构安全的关键防线。建立完善的质量监督体系，配备专业的质量管理人员，对每一道施工工序进行严格检查。规范施工操作，杜绝违规行为，例如在混凝土浇筑过程中，要严格控制浇筑顺序、振捣时间与强度，保证混凝土密实度。对于复杂节点部位，更要制定专项施工方案，确保施工质量。维护管理同样不可或缺，建立完善的维护管理体系，明确维护周期、内容与责任人。定期对结构进行外观检查、无损检测等，及时发现裂缝、腐蚀等病害。对于出现的问题，及时采取修补加固措施，如对混凝土裂缝进行压力灌浆修补，对锈蚀钢筋进行除锈与防腐处理。通过加强施工管理与维护，持续提升建筑结构的安全性及耐久性，延长结构使用寿命^[4]。

结束语

综上所述，土木工程建筑结构的安全性及耐久性贯穿设计、材料、施工及维护管理全生命周期。合理设计、优质材料、规范施工以及科学维护管理，是保障建筑结构安全耐久的关键要素。面对复杂多变的自然与人为环境，行业从业者应秉持严谨科学态度，不断优化设计理念、严格把控材料质量、强化施工过程监管并完善维护管理体系。唯有如此，方能有效提升建筑结构的安全性及耐久性，为土木工程高质量发展筑牢根基，推动建筑行业实现可持续发展目标。

参考文献

- [1]赵晓波.土木工程建筑结构的安全性及耐久性研究[J].房地产世界,2022(17):137-139+142.
- [2]高原.土木建筑工程结构的安全性及耐久性设计探析[J].江西建材,2020(02):48-49.
- [3]柴伟.建筑结构设计提高建筑安全性的策略研究[J].住宅与房地产,2020,564(5):64-64.
- [4]白振红.建筑结构设计提高建筑安全性的探讨[J].科学技术创新,2018(27):121-122.