

混凝土结构耐久性设计的探讨

乔海涛

身份证号码: 640122198606151516

摘要: 今天, 建筑业正在迅速发展。混凝土结构的耐久性设计不仅需要大量的资金投入来修复建筑物, 而且会影响建筑物的寿命, 威胁到人员的生命财产安全。因此, 有必要关注混凝土结构的可持续设计。分析影响混凝土结构耐久性的因素, 并描述了提高耐久性的方法。

关键词: 混凝土结构; 耐久性; 设计

Discussion on the Durability Design of Concrete Structure

Haitao Qiao

ID No.: 640122198606151516

Abstract: Today, the construction industry is developing rapidly. The durability design of the concrete structure not only requires a lot of money invested to repair the building, but also will affect the life of the building and threaten the safety of the life and property of the personnel. Therefore, it is necessary to focus on the sustainable design of concrete structures. The factors affecting the durability of concrete structures are analyzed, and the methods for improving the durability are described.

Keywords: Concrete structure; Durability; Design

在现代建筑工程中, 混凝土结构是建筑最常用的设计结构。由于材料的性质及其对环境的影响, 钢筋混凝土结构不可避免地会遇到长期耐久性使用的问题。钢筋混凝土结构的耐久性问题在全国建筑设计范围内非常突出, 仅在我国, 就呈现出“南锈北霜”的特点。根据有关部门的研究和统计, 我国因耐久性设计问题造成的经济损失一年约1000亿, 对社会的影响很大, 因此钢筋混凝土结构的耐久性设计非常重要, 本文也对此进行了讨论。

一、混凝土结构耐久性设计原则

混凝土结构的耐久性是指由于环境变化导致材料结构性能随时间而逐渐退化, 如图1中的性能曲线 $f(t)$ 所示。1、在性能下降的情况下, 设计制定目标水平, 以 f_{DLS} 表示。当效率下降到这个目标水平时, 它的使用期限就是所显示的使用时间, 目标性能水平就是耐久性设计的最大限度。从设计的角度来看, 这确保了设计寿命达到规定的耐久性极限状态, 并确保退化率与预期的设计寿命相匹配。因此, 由于环境暴露导致结构退化、耐久性边界条件和使用时间是耐久性设计的三个主要因素。《标准》将术语“结构耐久性”定义为: “在其环境影

响、正常使用维护下保持结构部件的一致性和安全性的能力”, 包括这三个基本的设计要素。

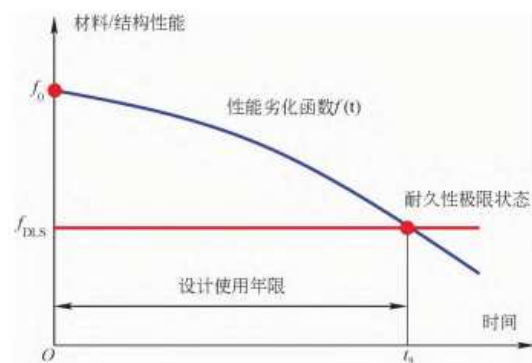


图1 混凝土结构耐久性设计基本原则与要素

二、混凝土结构耐久性影响因素分析

1. 环境对混凝土耐久性的影响

混凝土结构的工作环境直接影响其耐久性。因此, 必须充分考虑混凝土结构的生产环境。在某些情况下, 结构材料不会随着时间的推移而显着退化, 从而使混凝土结构更易于维护。然而, 在恶劣的环境中, 混凝土结构必须采取严格的措施来保证工程的寿命。基于此, 为了论证混凝土结构的合理设计, 有必要确定工作环境对

混凝土结构和材料腐蚀的影响程度^[1]。

2. 使用寿命对混凝土结构耐久性的影响

使用期限可分为以下几种形式：技术使用期限。当某些技术（例如承重能力和结构完整性）达到不可接受的水平时，混凝土结构就会达到其技术的使用期限。就用户功能而言，特定的结构无法满足使用的功能需求。新混凝土结构比维护现有的混凝土结构更实惠有效。

3. 状态控制设计对混凝土结构耐久性的影响

明确混凝土结构的使用寿命，状态控制是设计混凝土结构的关键。基本上，这是识别混凝土结构的运行故障并采取措施消除混凝土结构中的缺陷的有效方法。

4. 混凝土结构材料的制备设计对其耐久性的影响

国内外，混凝土结构的耐久性设计都集中在材料制备的开发上。材料设计包括优质混凝土、环境变化小、惰性材料选择、结构回收、阻塞反应等。

5. 可修复能力设计对混凝土结构耐久性的影响

混凝土结构的使用需要维护，确保混凝土结构在运行过程中能够得到可靠修复是正确设计的关键。混凝土结构的可调式设计，可以延长正常维护时间，降低维护成本，同时满足设计的要求。

6. 混凝土结构状态监控设计对耐久性的影响

混凝土结构的使用寿命受环境等因素的影响。由于这些影响因素在设计过程中是不可预测的，会影响混凝土结构的耐久性。基于此，有必要监测混凝土的状况^[2]。

三、混凝土结构耐久性设计方法

1. 定性经验方法与定量模型方法

一旦确定了环境影响（磨损机制）、设计寿命和耐久性极限，使用高质量的经验或定量建模方法来确定混凝土构件的材料、设计和安全措施。定性经验方法也称为设计“加工法”。换言之，环境和项目经验的影响直接决定了耐久性技术要求。定量建模方法，也称为性能计算方法，在对部件的设计寿命和耐久性有明确约束的情况下，计算耐久性要求，确定计算方法（概率和统计方法）。

一般来说，定性设计方法在很大程度上依赖于现有的工程总结和设计，而定量建模方法则需要详细的科学研究和工程应用的积累。出于使用方便的原因，质量方法仍然是标准化方法中使用的主要方法。定量建模方法是针对具体问题进行技术咨询的主要方法。耐久性设计主要采用高质量的定性设计，定量建模方法可供研究单位和设计师使用。尽管国内外对混凝土结构的耐久性进行了广泛的研究，但不能完全确定耐久性计算的范围。

要使设计中使用的稳定性模型非常稳健，可通过两种方式实现。一种要求科学单位的精度，另一种要求测量不确定性（异常）。模型计算不确定性包括模型参数的统计和随机性质以及受科学认识水平限制的人为错误^[3]。

2. 混凝土结构耐久性控制与寿命设计

(1) 混凝土结构耐久性控制

混凝土结构坚固设计的基本方法：在混凝土结构的表面或内部添加FRP等导向轴承来增加强度。通过调整修改设计参数来提高混凝土结构性能的耐久性。对改性混凝土材料施加保护层。

(2) 混凝土结构使用寿命设计

其使用寿命是根据混凝土结构失效状态的不同阶段来计算的。一、混凝土结构破坏限值条件：钢筋混凝土有害物质在环境浓度限值、浓度等所需时间下，满足混凝土结构要求。二、混凝土结构的边界破损状态：从发生裂缝到混凝土结构钢结构周围出现明显严重裂缝，在这个阶段，混凝土开裂至少应超过理论期限。现阶段钢筋的腐蚀速率和电流密度是影响现阶段混凝土结构使用寿命的最重要参数。三、混凝土结构损伤极限条件：根据现阶段的设计，从出现明显严重裂缝到损伤容限的时间不应超过现阶段结构的使用寿命。

表1 全寿命周期耐久性设计内容

全寿命阶段	耐久性设计（规划）内容
概念设计 (工程可行性研究)	确定结构设计年限与使用环境
初步设计	结构选型：减轻环境作用、实现可检测与可维护 确定环境作用种类和程度 确定结构构件设计使用年限 结构构件选型（永久/可更换）
详细设计 (施工图设计)	材料性能与质量指标 钢筋保护层厚度 构件裂缝控制，防排水构造 防腐蚀附加措施（如有） 结构构件维护规划与设计（预防性或必要性）
施工	施工裂缝控制 混凝土质量控制（新拌与硬化）
服役阶段	耐久性能检测与监测 维护与维修管理 耐久性再设计（如有）

3. 混凝土结构耐久性计算

关于结构耐久性，我国现行的规则只考虑了耐久性的结构要求，没有考虑随时间变化的强度定律。规范

定义参考设计周期也是提供关键变量（如负载随时间的影响）所需的参考时间，与结构的持续时间和耐久性不同。因此，设计计算并不能保证结构的可靠性。一些研究人员提出了确保结构稳定性的计算方法，分为生存因子法和基于概率的动力结构可靠性分析方法。第一，通过开发过程中的一次性结构，确保新结构在针对性维护过程中的可靠性。第二种方法是在其整个生命周期内反复评估、预测和调整现有结构。以确保结构的工作期限。然而，由于混凝土结构的耐久性取受许多不确定因素信息影响，因此无法通过量化设计来保证结构的寿命。第二种方法考虑结构的整个生命周期，允许不断更新信息和优化决策过程。然而，由于真正的问题是复杂的，因此需要开展大量的工作。常常采用 $S \leq \eta R$ ，其中 S 是当前负载代码的设计组件。 R 是电流代码的计算电阻值的组成部分。事实上，混凝土结构的设计寿命系数是结构失效概率、可靠性或时间依赖性的函数。文献中描述了这种联系。通过这种关系，可以计算结构的稳定性系数^[4]。

4. 使用期内的监测和维修

除了采取适当的防腐措施和定期维护外，许多特别大的项目还需要定期或实时监控。在项目文件中，设计者应向业主或管理单位提出未来运行时需要定期的监测、维修或更换零件和检查结构、维护或更换。此外，过程控制和生产质量控制对于维护非常重要。在传统的强度

计算中，钢筋的位移和混凝土的养护质量影响不大。然而，从耐久性的角度来看，钢筋错位对磨损有很大的影响，例如，如果保护层损坏或混凝土表面没有得到适当的维护，将会快速加剧钢筋表面的腐蚀。因此，建筑质量保证在工程文件中应被视为一种特殊且不可缺少的组成部分，实施《耐久混凝土施工及验收规范》是一个不错的选择^[5]。

四、结语

也就是说，混凝土结构的强度非常重要，其耐久性的强弱直接关系到建筑物的安全性和可维护性。本文研究并讨论了混凝土结构的耐久性，帮助我国工程建筑混凝土结构的耐久性设计进一步提高。

参考文献：

- [1]汪晨. 建筑工程混凝土结构耐久性设计的探讨[J]. 价值工程, 2022, 41(14): 48-50.
- [2]张冬冬. 建筑工程混凝土结构耐久性设计的探讨[J]. 江西建材, 2021(10): 286-287.
- [3]李克非, 廉慧珍, 邸小坛. 混凝土结构耐久性设计原则、方法与标准[J]. 土木工程学报, 2021, 54(10): 64-71+96.
- [4]段妮妮, 张彬. 建筑工程中混凝土结构的耐久性设计[J]. 工程技术研究, 2021, 6(12): 183-184.
- [5]王奎涛. 基于混凝土结构桥梁耐久性设计分析[J]. 黑龙江交通科技, 2021, 44(05): 229-230.