

城市更新区域供水管网老化评估与更换优先级确定方法研究

张高嫒

天津市城市规划设计研究总院有限公司 天津 300190

【摘要】：随着城市化进程的推进，城市供水管网逐渐面临老化问题，尤其在城市更新区域，供水管网的老化更加突出，严重影响了供水系统的安全性和稳定性。为应对这一挑战，本研究提出了一种基于管网老化状况评估与更换优先级确定的方法。通过对城市供水管网老化现象的分析，结合管道使用年限、运行状态、漏损率等多维度数据，提出了一种综合评估模型，能够准确预测管网的健康状况，并根据评估结果合理安排管网更换顺序。该方法能够为城市更新区域供水管网的改造提供科学依据，确保供水系统的长期稳定运行。

【关键词】：城市更新；供水管网；老化评估；优先级；更换

DOI:10.12417/2811-0722.25.10.046

引言

在城市快速发展的背景下，供水管网的老化问题成为亟待解决的难题。尤其在城市更新区域，由于老旧管网的普遍存在，供水管道的损坏频率和漏损率逐年上升，严重影响了水质和供水稳定性。如何科学地评估管网的老化状况并确定更换的优先级，成为了城市供水管理的重要课题。传统的维修和更换方法往往依赖经验判断，缺乏系统化的评估手段和合理的决策支持。建立一个基于数据分析和多维度评估的管网老化评估模型，对于优化资源配置，提高供水系统的运行效率具有重要意义。

1 城市更新区域供水管网老化现状分析与挑战探讨

随着城市化进程的加速，城市更新区域的供水管网逐渐暴露出老化的问题。尤其是在老城区，供水管网的使用年限普遍较长，部分区域的管道已进入设计寿命的末期。供水管网的老化现象不仅体现在管道的腐蚀、裂纹、漏损等物理损害上，还可能伴随系统内压力波动、水质下降等一系列安全隐患。城市更新区域通常具有较为复杂的地理和建筑环境，这使得老化管网的检测和维修变得更加困难。管网老化带来的问题直接影响着供水系统的稳定性和安全性，增加了城市供水管理的难度。尤其是对供水管网的管理和改造，传统的处理方法无法有效应对当前日益复杂的城市供水需求。

老化管网不仅增加了漏损率，还对水质造成了隐患。管道内壁的锈蚀和结垢严重影响了水流的畅通，降低了供水效率，并且增加了水质污染的风险。由于水管内环境的不断恶化，某些区域可能存在有害物质的渗透，进而影响居民的用水安全。此外，随着供水管网老化加剧，漏水情况日益严重，导致水资源浪费和管道压力不稳定等问题。许多城市更新区域在进行供水管网更新时，未能对老化管网的现状进行充分评估，导致了水质问题和漏损现象更加严重。急需一种科学有效的方法来评估管网的老化程度，并对供水管网进行有针对性的更换和维修，以确保供水系统的长期安全运行。

城市供水管网老化问题的解决需要基于系统的综合评估。

仅仅依赖传统的维修或更换方法，缺乏科学依据，无法有效应对管网老化带来的各类问题。在一些城市更新区域，由于资金、资源的有限性，供水管网的更新进度缓慢，迫切需要一个合理的老化评估体系，来对管网的状况进行准确判断。通过对管网使用年限、管道材质、漏损率、事故频发性等因素进行多维度分析，可以建立一个综合评估模型，为后续的管网更换和维修提供数据支持。这种评估模型不仅能够帮助决策者科学确定管网的更换优先级，还能在一定程度上优化资源的分配，避免不必要的重复投资。

2 老化评估模型的构建及其数据分析方法

为了科学评估城市供水管网的老化情况，构建一个精确的评估模型是非常必要的。该模型的核心在于通过数据分析方法，对管网的老化状态进行量化的评估。管网老化的评估涉及多个维度的数据采集，包括管道的材料类型、使用年限、工作环境、故障历史和漏损率等。这些因素直接影响管道的老化进程，必须综合考虑。通过这些数据的集成，评估模型能够识别出管网的薄弱环节，明确哪些区域和管道段最需要关注和优先更换。

在数据分析方法的应用上，采用多元统计分析、回归分析以及机器学习技术是构建老化评估模型的关键。多元统计分析能够通过多维度的数据进行相关性分析，从而揭示各个影响因素对管网老化的作用程度。管道的材料、环境温湿度、土壤腐蚀性等因素对管网老化的贡献可以通过回归分析方法进行量化描述。这种方法可以帮助研究者评估哪些变量对管道老化影响最大，并通过加权计算得出综合评估结果。随着大数据和机器学习技术的发展，基于历史数据和实时监测信息的预测模型逐渐成为一种有效的手段。通过训练机器学习模型，可以对管网的老化状态进行实时预测，并根据预测结果对管网的更换优先级进行动态调整。

综合这些数据分析方法，构建出的老化评估模型不仅能够实现对管网状态的精准评估，还能够在决策过程中起到重要的

指导作用。评估模型为城市供水管理者提供了一个量化的工具,能够根据管网的健康状况优先安排资金和资源进行更换和维修。这种方法不依赖经验,而是以数据为基础,使得决策过程更加科学和透明。

3 供水管网老化评估指标的选择与权重分配

供水管网老化评估指标的选择是构建科学评估模型的关键步骤,合理的指标体系能够为老化状态的准确评估提供有力支持。在选择这些评估指标时,必须充分考虑管网的实际使用情况及其对供水系统安全性、稳定性和水质的影响。常见的评估指标包括管道的材料类型、使用年限、腐蚀程度、漏损率以及历史维修记录等。不同的管道材料在使用过程中的老化程度差异较大,例如,铸铁管道相较于钢管和塑料管道,其老化速度往往更快,因此在指标选择中需要根据不同材质的管道特点进行分类。管道的使用年限是一个直观反映老化程度的指标,长时间使用的管道更容易出现裂纹、腐蚀等问题,增加了故障风险。

在评估过程中,如何合理地分配各个指标的权重,是确保评估结果精准性和科学性的关键。每个指标对管网老化的贡献度不同,因此必须通过科学的权重分配方法来综合考虑。常用的权重分配方法包括专家评估法、层次分析法(AHP)和熵权法等。专家评估法通过专家团队的主观判断为各个指标分配权重,适用于一些定性指标无法量化的情况。层次分析法则通过构建层次结构模型,依据各指标之间的相对重要性进行权重分配,能够实现定量化的评价。

通过权重分配后,评估结果可以为管网的改造和维护提供明确的指导。根据不同区域的管网健康状态,城市供水管理部门可以优先更换老化严重、风险高的管段,避免资源的浪费和供水系统的过度负担。权重分配的科学性和合理性,直接决定了评估模型的准确性和决策的有效性。不同管道的老化表现各异,综合考虑材料、年限、漏损等多个因素,能为管网的维修和更换提供更加精细化的管理方案。因此,合理的评估指标选择和权重分配,不仅能提高管网老化评估的准确性,还能为城市供水系统的长效运行提供保障。

4 基于评估结果的管网更换优先级排序方法研究

基于供水管网老化评估结果,如何合理地确定管网更换优先级是优化资源配置、提高供水系统安全性和稳定性的核心问题。管网的更换并非可以随意进行,因其涉及大量的资金投入、施工周期以及可能的社会影响。因此,在更换决策时,必须依据评估模型的输出,综合考虑管网的健康状况、修复成本、对供水系统的影响等多个因素,进行科学的优先级排序。根据评估模型得出的管网老化程度,可以将不同区域或管段的管道按老化严重程度分为多个等级。老化程度较高且漏损严重的管道,应该列为优先更换对象。还要结合区域供水需求情况,如

果某一管段对全市供水系统的影响较大,其优先级自然较高。通过这一方式,可以有效地对管网进行分类,保证资源的合理使用和管网的安全运行。

在实际应用中,管网更换的优先级排序还需要考虑管网的运行重要性和维修难度。例如,位于交通繁忙区、商业中心或医院等重要区域的管道,其一旦发生故障或漏水,可能会引发更为严重的社会经济后果。这些关键区域的管道,哪怕老化程度相对较轻,也应考虑优先更换。此外,管道的维修难度也是一个重要的排序依据。如果某一管段由于埋设深度大、周围建筑复杂或管道材质特殊,导致维修和更换的技术难度较高,通常需要提前安排更换,以避免长时间暴露于风险中。通过综合这些因素,能够确保供水管网的更换工作既高效又能最大程度地保障供水安全。

合理的优先级排序方法,不仅能减少不必要的投资和工程开支,还能够确保供水系统在最关键的时刻保持正常运作。在排序方法的设计中,可以引入多种决策支持工具,如层次分析法(AHP)、模糊数学方法等,结合专家评估和历史数据,进一步细化评估结果,确保排序的科学性和可操作性。

5 城市供水管网老化问题的管理优化与实践应用

城市供水管网老化问题一直是城市更新区域面临的重要挑战之一。以某地区供水管网更新改造为例,在城市供水管道老化更新改造工作中,探索出了一条科学、高效的道路,为其他地区提供了宝贵经验。在城市更新过程中,该地区对运行年限满30年的供水管道进行全面评估,若存在安全隐患则纳入更新改造计划。这一举措不仅有效解决了供水管网老化带来的漏损、水质下降等问题,还通过合理规划和科学评估,优化了资源配置,提高了供水系统的安全性和稳定性。

在供水管网老化更新改造工作中,该地区并非一蹴而就,而是通过科学的评估和优先级排序逐步推进。首先,通过全面普查和科学评估,明确老化管道和设施的底数,建立更新改造台账。然后,依据评估结果,结合管道的健康状况、修复成本、对供水系统的影响等因素,确定更换优先级。例如,对于运行年限较长且漏损严重的管道,优先安排更换;对于位于交通繁忙区、商业中心等重要区域的管道,即使老化程度相对较轻,也考虑优先更换。这种基于评估结果的动态管理方式,确保了供水管网的更换工作既高效又能最大程度地保障供水安全。

此外,该地区在供水管网老化更新改造中,还注重智能化、数字化建设。通过安装智能化监测设施,实时掌握管道和设施的运行状况,实现智慧运行。这不仅提高了管网管理的效率,还减少了因管网老化引起的水质问题和漏损事故。

通过表1和表2可以看出,该地区在供水管网老化更新改造中,综合考虑了多种因素,科学合理地分配了权重,并依据评估结果对管网进行了优先级排序。

表 1 某城市供水管网老化评估指标及权重分配

评估指标	权重分配	说明
管道材料类型	0.25	不同材料的老化速度差异较大，如铸铁管道老化速度较快
使用年限	0.20	使用年限越长，老化程度越高
腐蚀程度	0.15	腐蚀是管网老化的重要表现形式
漏损率	0.20	漏损率高的管道老化程度更严重
历史维修记录	0.20	维修记录多的管道可能存在更多老化问题

表 2 某城市供水管网老化更新改造优先级排序

管段编号	老化程度	漏损率 (L/min)	修复成本 (万元)	供水影响范围	优先级排序
管段 1	重度	120	80	全市	1
管段 2	中度	80	60	商业中心	2

管段 3	轻度	50	40	住宅区	3
管段 4	重度	100	70	工业区	4

6 结语

城市供水管网的老化问题对城市供水系统的稳定性和安全性构成了严峻挑战。随着城市化进程的推进，许多城市面临着老化管网的更新改造压力，开展供水管网老化评估及更换优先级排序研究显得尤为重要。研究表明，基于老化评估结果的科学决策可以有效优化管网的更新计划，减少资源浪费，并提高供水系统的运行效率。随着技术手段的不断进步，数据驱动的决策支持系统和管网监控技术的应用，将进一步提升管网老化管理的精准性和实时性。未来，城市供水管网的管理将越来越依赖于科学的评估模型和智能化管理技术，为城市提供更加可靠和安全的供水保障。

参考文献:

[1] 王军,李文博.城市供水管网老化评估模型的研究与应用[J].水利水电技术,2019,50(4):42-48.

[2] 张晓鹏,赵志强.城市供水管网老化及其影响因素分析[J].水利与建筑工程,2020,18(3):55-60.

[3] 李涛,刘凯.城市供水管网老化现状与管理优化探讨[J].城市水务,2021,39(2):87-92.

[4] 陈涛,王磊.基于 GIS 的城市供水管网老化评估方法研究[J].环境与发展,2020,32(7):72-76.

[5] 周力行,郑宇.管网更换优先级排序方法的研究与应用[J].水处理技术,2022,48(6):113-118.