

# 城市防洪基础设施效能评估

刘云<sup>1,2</sup>

1. 中国水利水电科学研究院, 中国·北京 100038

2. 水利部防洪抗旱减灾工程技术研究中心(水旱灾害防御中心), 中国·北京 100038

**摘要:** 城市防洪基础设施在现代城市规划和建设中扮演着至关重要的角色, 它们的性能直接关系到城市的安全和可持续发展。本文旨在探讨城市防洪基础设施效能评估的关键指标, 以及如何通过这些指标来全面评估城市防洪体系的性能。首先, 对城市防洪基础设施进行了一定论述, 其次, 探讨了城市防洪基础设施效能评估的方法和指标, 最后, 分析了城市防洪基础设施效能评估步骤, 进而为城市防洪基础设施效能的合理评估提供一定的参考。

**关键词:** 城市; 防洪基础设施; 效能评估

## Efficiency Assessment of Urban Flood Control Infrastructure

Yun Liu<sup>1,2</sup>

1. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing, 100038, China

2. Engineering Technology Research Center for Flood Control, Drought Relief and Disaster Reduction of the Ministry of Water Resources (Flood and Drought Disaster Prevention Center), Beijing, 100038, China

**Abstract:** Urban flood control infrastructure plays a vital role in the modern urban planning and construction, and their performance is directly related to the safety and sustainable development of the city. This paper aims to explore the key indicators for assessing the effectiveness of the urban flood control infrastructure and how to comprehensively evaluate the performance of the urban flood control system. Firstly, the urban flood control infrastructure is discussed, secondly, the methods and indicators of urban flood control infrastructure are discussed. Finally, the evaluation steps of urban flood control infrastructure are analyzed, so as to provide some reference for the reasonable evaluation of the efficiency of urban flood control infrastructure.

**Keywords:** city; flood control infrastructure; performance assessment

## 1 引言

随着城市人口的不断增加和气候变化的影响加剧, 城市防洪问题日益凸显。城市防洪基础设施的建设和有效性对于确保城市居民的安全和城市的可持续发展至关重要。在面对洪水等自然灾害时, 城市防洪基础设施的作用不仅仅是保护人们的生命和财产, 还包括减少对城市经济、社会 and 环境的负面影响。为了对防洪基础设施进行系统全面的了解, 这就需要进行充分的能效评估。

## 2 城市防洪基础设施概述

### 2.1 城市防洪基础设施定义

城市防洪基础设施是一系列工程和设施的集合, 旨在减轻城市地区面临的洪水风险, 保护人们的生命、财产和城市的基础设施免受洪水的侵害。这些基础设施的主要组成部分包括堤坝、河道疏浚、泵站等。堤坝是建造在河流、河道或海岸线附近的土地上的屏障结构, 其目的是防止洪水侵入城市地区。河道疏浚涉及清理和维护河道, 以确保水流畅通, 降低洪水风险。泵站则用于将过多的水抽离城市地区, 将其排放到合适的位置, 以减轻涝水问题。这些城市防洪基础设施

的协同作用有助于城市在洪水事件中更好地应对风险, 减少潜在的损失和危险。这些设施的设计、建设和维护是城市规划和基础设施管理的关键组成部分, 对城市的可持续发展至关重要。

### 2.2 城市防洪基础设施在洪水管理中的角色

城市防洪基础设施在洪水管理中扮演着至关重要的角色。它们的首要任务是降低洪水对城市地区的危害, 保护城市居民、财产和关键基础设施。堤坝作为第一道防线, 可以阻挡洪水的涌入, 将洪水引导到指定的流向或蓄水区, 从而减轻了洪水的威胁。河道疏浚确保水流畅通, 避免了水流受阻和泛滥。泵站则在洪水事件中发挥关键作用, 将涝水排出城市, 维持城市地区的排水系统正常运作。此外, 城市防洪基础设施还可以提供水资源管理、灌溉和供水等多重功能, 为城市的可持续发展和水资源管理提供支持。总之, 城市防洪基础设施是城市规划和管理中不可或缺的组成部分, 它们的有效性直接影响城市在洪水事件中的抗灾能力和居民的生活质量。

### 2.3 城市防洪基础设施效能评估的意义

首先, 能效评估有助于减少洪水灾害风险。通过对基

基础设施的性能和运行情况进行定期评估,城市管理者可以更好地了解防洪系统的强弱项,从而采取措施来改进和增强这些系统。这不仅可以提高城市对洪水的抵御能力,还可以减少潜在的洪水灾害对居民和财产的损失。其次,城市防洪基础设施效能评估有助于提高城市的安全性。城市居民依赖这些基础设施来保护自己的生命和财产,因此这些设施必须能够在洪水事件中正常运作。通过评估它们的性能和可靠性,城市可以及早发现潜在问题并进行维修或升级,确保这些设施在关键时刻发挥作用,保障居民的安全。最后,城市防洪基础设施效能评估还可以为资源分配和规划提供数据支持。通过了解不同部分的设施效能,城市决策者可以更明智地分配预算,确保那些最需要改进的地区得到重点关注。这也有助于制定长期的城市规划,以适应气候变化和未来的洪水风险<sup>[1]</sup>。

### 3 城市防洪基础设施效能评估的方法和指标

#### 3.1 洪水模拟和风险评估

首先,洪水模拟是通过数学模型来模拟洪水事件的发生和演化过程。这需要收集大量的气象、地形、水文和地质数据,然后利用这些数据建立数值模型。模型可以考虑降雨量、雪融、地表径流、河流和排水系统等多个因素,以准确地模拟洪水的发生。通过不同的输入情景和参数设置,模型可以模拟不同洪水事件的可能性,包括频率、强度和持续时间等方面的变化。其次,洪水模拟的结果用于风险评估。在风险评估中,评估者将模拟的洪水事件与城市的基础设施、人口和财产等要素进行对比,以确定潜在的风险。这包括确定可能被洪水淹没的区域,估算可能的损失和影响,以及评估社区的脆弱性。风险评估也可以考虑气候变化和未来发展的因素,以预测城市面临的长期风险。

通过洪水模拟和风险评估,城市可以更好地了解自身在不同洪水事件下的脆弱性和准备程度。这些信息有助于城市规划者和政府制定有效的应对措施,包括改进基础设施、制定预警系统、建立紧急响应计划等,以减少潜在的损失和风险。此外,洪水模拟和风险评估也为政策制定提供了科学依据,帮助城市更好地应对气候变化和不断增加的洪水风险<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 基础设施的设计和维持标准

城市防洪基础设施效能评估中的另一个重要方面是基础设施的设计和维持标准。这一方面关注着城市防洪基础设施的建设质量和日常维护,以确保其在洪水事件发生时能够发挥最佳效能。

首先,基础设施的设计标准是评估的关键组成部分。这包括确定基础设施的尺寸、强度、耐久性等技术要求,以确保其能够应对不同级别的洪水。设计标准需要综合考虑城市的地理特点、气象条件以及历史洪水事件的经验教训。例如,在洪水高发地区,防洪堤坝的高度和强度可能需要更高

的标准,以确保其能够承受极端的洪水压力。其次,维护标准也至关重要。城市防洪基础设施需要定期维护和检修,以确保其在洪水事件发生时处于良好的工作状态。维护标准包括清理水道、检查泵站、修复堤坝和堤防等工作。定期维护有助于预防设施的退化和损坏,确保其能够按照设计标准运行。同时,维护标准还可以包括紧急维修和替代计划,以应对突发事件造成的损坏或故障。最后,在城市防洪基础设施效能评估中,评估者需要审查设计和维护标准是否符合最新的技术和科学认识,以及是否满足当前和未来的洪水风险。如果标准过时或不足以应对新的挑战,那么建议进行更新和改进。此外,评估还可以检查基础设施的实际维护记录,以确保维护工作按照标准进行,并提出改进建议,以提高基础设施的可靠性和效能。

#### 3.3 效能评估的关键指标

城市防洪基础设施效能评估中的关键指标涵盖了多个方面,这些指标帮助评估者了解城市防洪系统的性能和效益。其中包括洪水淹没区域、响应时间和成本效益等重要指标。

首先,洪水淹没区域是一个关键的效能指标。通过分析洪水模拟结果和基础设施的设计,评估者可以确定在不同洪水情景下城市中可能被淹没的区域。这一指标可以帮助城市规划者和决策者了解洪水事件对城市的影响程度,有助于采取措施来减少洪水淹没区域,保护人民生命和财产。其次,响应时间也是一个重要的指标。城市防洪系统的响应时间是指从接收洪水预警到采取措施的时间。较短的响应时间通常意味着系统更具效能,可以更迅速地采取行动来减轻洪水的影响。评估响应时间有助于发现潜在的改进点,提高系统的紧急响应能力,例如改进预警系统、提高应急响应人员的培训等。最后,成本效益分析也是一个关键指标,特别是在资源有限的情况下。通过评估防洪基础设施的建设和维护成本与其提供的保护和效益之间的关系,可以确定系统的成本效益比。这有助于决策者确定投资的优先级,确保资源得到最优的利用。成本效益分析还可以帮助城市规划者决定是否需要采取额外的防洪措施或改进现有的基础设施<sup>[3]</sup>。

### 4 城市防洪基础设施效能评估步骤

#### 4.1 数据收集和分析

首先,数据收集涵盖了多个方面。包括但不限于气象数据、地形地貌数据、水文数据、基础设施数据、人口统计数据等。这些数据来源可以包括气象站、水文测站、地理信息系统(GIS)数据库、城市规划部门的档案和相关政府部门的记录。数据的质量和时效性是至关重要的,因为基于不准确或过时的数据进行评估可能导致不准确的结果。其次,数据分析是评估的关键步骤之一。这包括对数据进行整理、清洗和处理,以便进行后续的模拟和评估。分析还可以包括历史洪水事件的回顾,以了解过去的洪水模式和城市的脆弱

性。统计方法、GIS 技术和数学模型通常用于分析数据，以识别潜在的洪水风险区域和趋势。最后，数据分析还需要将不同数据源集成在一起，以建立全面的洪水模型。这些模型可以用来模拟不同洪水情景下的洪水扩散和淹没情况。模型可以使用数值方法来模拟洪水的发生和演化，以及基础设施的响应。通过模拟，可以预测可能的洪水影响，包括淹没区域、水位变化、流速等信息<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 模型建立和仿真

首先，模型建立涉及选择合适的数学模型和仿真工具。通常，水文模型、水动力模型和地理信息系统（GIS）等工具用于建立洪水模拟模型。这些模型考虑了洪水的发生、传播和影响，可以模拟洪水的水位、流速、淹没区域等变量。模型的选择取决于城市的特点、可用数据和评估的目标。其次，模型需要根据城市的地理信息和实际基础设施配置进行参数化和校准。这包括将模型的输入数据与实际数据对比，以确保模拟的准确性。参数化和校准可以通过比对模型模拟结果与历史洪水事件的观测数据来完成，从而提高模型的可靠性。再次，模型仿真是评估的核心步骤之一。在仿真中，评估者输入不同的洪水情景数据，例如降雨量、洪水频率和时程，然后运行模型来模拟洪水事件的发生和发展。模拟可以包括不同洪水事件的情景，以评估不同水位和流量条件下城市的响应。模型仿真还可以用于测试不同基础设施改进措施的效果，以指导决策。最后，模型的结果需要进行分析 and 解释。评估者可以从模拟中提取关键指标，如洪水淹没区域、水位变化、响应时间等，以评估基础设施的性能和效益。模型结果也可以用来制定洪水风险地图、应急响应计划和基础设施改进建议。

#### 4.3 效能评估的结果分析

首先，评估者会分析洪水模拟的结果，包括洪水淹没区域、水位变化、流速分布等。这些结果提供了关于城市在不同洪水情景下的潜在影响的信息。评估者将检查模型是否能够准确地模拟实际情况，是否与历史洪水事件的观测数据相符。如果模拟结果与实际情况一致，那么评估者可以更有信心地继续分析和评估。其次，效能评估的结果分析还包括对基础设施的性能评估。评估者将根据模型模拟的洪水情景和基础设施的设计标准，评估基础设施在不同情景下的工作性能。这包括评估是否有足够的排水能力、是否存在瓶颈或不足之处，以及是否需要采取改进措施来增强基础设施的防洪能力。同时，成本效益分析也是效能评估结果分析的一部分。评估者将考虑基础设施的建设和维护成本与其提供的洪水保护效益之间的关系。这有助于决策者确定投资的优先级，并确定是否需要采取额外的防洪措施。成本效益分析还可以帮助城市规划者决定如何分配有限的资源，以实现最大

的洪水风险降低。最后，评估者将对所有分析结果进行综合，提出建议和政策建议。这包括针对基础设施改进的具体措施、洪水风险管理策略和应急响应计划等。这些建议应基于科学和数据支持，以帮助城市更好地应对洪水风险，减少潜在的损失和风险<sup>[5]</sup>。

#### 4.4 制定改进计划和政策建议

首先，根据评估的结果和分析，评估者将确定需要改进的方面。这可能包括基础设施的扩建、提升、维护或更新，以满足当前和未来的洪水风险。评估者还可以建议改进应急响应计划、预警系统和公众教育等方面的政策和措施。其次，改进计划将包括确定改进的优先级和时间表。城市决策者需要考虑资源分配和可行性，以制定一个可行的改进计划。这可能包括明确哪些改进措施应该首先实施，以最大程度地提高城市的洪水防御能力。再次，制定政策建议是改进计划的一部分。这可能包括建议城市更新或修改相关法规、政策或标准，以更好地适应新的洪水风险和城市发展。政策建议可以包括土地使用规划、建筑法规、防洪管理体系等方面的建议。最后，改进计划和政策建议需要与城市的各个利益相关者和决策者进行讨论和协商。这包括城市政府、公共部门、私营部门、社区组织和市民等。通过广泛的参与和共识，可以确保改进计划和政策建议得到支持，并能够有效实施。

### 5 结语

综上所述，城市防洪基础设施效能评估是一个综合性工作，需要多方面的合作和努力。通过定期的评估和改进，城市可以提高其对洪水威胁的应对能力，确保城市的可持续发展，保护居民的生命和财产安全。城市防洪基础设施的效能评估将继续在未来发挥关键作用，为城市建设提供更加可靠的安全保障。

#### 参考文献：

- [1] 翟紫呈.城市双修视角下的防洪堤绿色基础设施弹性景观营造方法——以武汉新合堤南岸绿化配套项目为例[J].城市建设理论研究(电子版),2022(26):19-21.
- [2] 尹志坚,经菁,陈楠,马洪川.弹性设计下的城市防洪景观基础设施研究[J].城市建设理论研究(电子版),2019(1):8-9.
- [3] 金晶.基于弹性城市理论的城市防洪设施设计适应性研究[J].建筑与文化,2018(10):63-64.
- [4] 张德彬,黄伟祥.插板式防洪设施在城市防洪工程中的实践[J].中国市政工程,2018(4):35-37+108.
- [5] 刘平.山地城市沿江防洪设施的景观化研究[D].重庆:西南大学,2018.

作者简介：刘云（1989-），女，中国山东临沂人，硕士，高级工程师，从事防洪减灾研究。