

水工结构设计在城市防洪中的应用与效果评估

汪彩云 肖云

中工武大设计集团有限公司

摘要：设计与效果评估直接关系到城市抗洪能力的提高，水工结构在城市防洪中的应用至关重要。对城市防洪中水工结构的应用进行了探讨，对其效果进行了评估，并提出了与之相适应的意见。旨在为城市防洪工程提供理论指导和实践参考，通过系统分析水工结构的设计原理、应用场景和效果评估。首先介绍了包括调节水流、减缓洪峰流速、分流洪水等功能在内的水工结构设计原理，并对其在城市防洪体系中的重要性进行了探讨。随后，对城市防洪中常见的堤坝、水闸、堰坝等水工结构运用的具体案例进行了分析，并对其效果及在不同情景下的局限性进行了总结。随后，对洪水过程模拟、防洪效果监测和历史案例分析等手段进行了水工结构效果评估方法的总结，并提出了相应的建议和改进意见。

关键词：水工结构；城市防洪；设计原理；应用效果；评估方法

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.18.105

引言

在城市规划管理中，城市防汛工作始终是一项重要内容。城市面临的洪水威胁日益增加，因为全球城市化进程不断加快，气候变化的影响越来越显著。洪涝灾害不仅对城市基础设施造成严重破坏，对广大居民的生命财产也将造成严重危害。因此，在当今的城市管理和规划中，如何有效防范和应对洪涝灾害已成为当务之急。随着洪涝灾害日益频繁的发生，随着城市规模的不断扩大，水工结构就显得尤为重要。为此，本文将深入探讨水工结构在城市防洪中的应用和效果评估，旨在为应对日益严峻的洪水挑战，维护城市安全稳定和居民安全，为城市防洪工作提供理论指导和实践参考。

一、水工结构设计原理

水工结构设计的基本原则，是以合理的结构设计和布局来降低洪水对城市的冲击，保证人民生命财产的安全。水工结构的设计作为城市防洪体系中的重要一环，要综合考虑多种因素，才能保证其在防洪中的有效性和稳定性。首先，需要对洪水的特点进行分析，需要了解不同地区洪水的特点，从而制定合适的防洪措施和结构设计。其次，地形地貌也是水工结构设计中不可忽视的考虑因素。不同的地形地貌会影响洪水的流动路径

和流速，因此需要根据地形地貌的变化，合理的选择水工建筑物类型和布置。最后，各地区的地质条件也是必须考虑的因素。由于各地区的土壤类型和承载力不同，直接影响到水工结构的稳定性，因此设计水工结构时需要充分考虑当地地质条件，当土壤类型不满足要求时，应采取相应的地基处理措施，如换填、桩基础等。

常见的水工结构设计有提防，堰坝，水闸，河道清淤，排涝泵站等。提防以提高河岸高度为主，防止洪水泛滥，是最常见的防洪水工结构之一。而堰坝，则是通过截流洪水达到防洪目的，同时对河道水位进行调节。水闸则是需要打开或关闭闸门，对河道水位、流量等进行控制。河道清淤，就是通过对河道淤泥、障碍物的清理，来增加河道的通水能力，使洪水滞留程度降低。排涝泵站则是通过管道收集污水、雨水和地下水等，然后将这些液体吸入泵站的进水管。当水泵接收到启动信号（例如水位达到一定高度）时，电机或其他能源会驱动水泵的叶轮旋转，产生离心力。这个离心力使水从进水口进入泵体，并被推送到出水口排出，从而提高水位并最终将水排入汇水管网中。排涝泵站通常配备有控制系统，用于监测和控制机组的运行状态，实现自动启停和故障保护。

综上所述，水工结构设计需要对洪水特点、地形地貌、地质条件等因素进行综合分析，才能在防汛中保证其有效性和稳定性。近年来，随着城市化进程的不断加快和气候变化的影响，为应对日益严峻的洪涝灾害挑战，保障城市和居民的安全。

二、水工结构在城市防洪中的应用

（一）排涝泵站建设

排涝泵站建设是防洪体系中的关键一环，旨在确保城市或区域的防洪安全。在前期规划与设计阶段，需详细勘察现场，收集地质、水文等数据，结合防洪要求制定科学的设计方案。随后，按照设计进行基础施工和主体结构建设，确保泵站稳固可靠。在设备安装与调试环节，需确保水泵、电机等设备正常运行，以满足排涝需求。同时，还需采取一系列防洪措施，如提高泵站防洪标准、建设防洪设施、配备防洪设备等，以应对可能出现的洪水威胁。此外，智能化管理与监控系统的建立也是必不可少的，通过实时监控和远程管理，提高泵站的运行效率和防洪能力。最后，后期维护与检修同样重

要，需制定维护计划，加强应急演练，确保泵站始终处于良好状态，为防洪工作提供有力保障。

（二）堤防设计与建设

堤防设计必须充分考虑河道的水文特点，对河道的流量进行详细的分析和评价；对河道内的水位情况有准确的把握；对各种历史洪水事件及水文资料有充分的了解，并以此为依据确定堤防的设计洪水位和洪水校核位，为堤防设计提供可靠的基础数据。土壤条件对堤防设计与施工有着举足轻重的作用。土壤的稳定性与承载能力将直接影响到堤防的抗洪能力与稳定性。所以，在开展堤防设计时，必须对当地的土壤种类情况有深入的了解与分析；对土壤的厚度加大密实度等情况有详细的调查与了解；并在此基础上确定合适的堤防填筑材料与结构形式。通过上述环节的综合考虑，才能提高堤防的抗洪能力与稳定性，确保人民群众生命财产安全。同时也为今后开展更科学更有效的堤防建设提供了依据与借鉴。地形地貌也是影响堤防设计的一个重要因素之一，由于地形地貌的不同对堤防的布局及其截面形状都会产生影响。所以需要对实际情况进行合理的设计和调整，以确保堤防的稳定性和抗洪能力，在堤防建设过程中也要充分考虑环境保护与生态保育的问题，对堤防填筑材料的选用要有所侧重，以尽量减少对生态环境的冲击；在堤防工程施工中，为减少土壤侵蚀和水土流失对周边生态环境的损害程度，需要采取相应的措施。另外，对堤防进行经常性的检查和维护，对保证堤防长期稳定运行具有十分关键的作用。对堤防进行定期检查，能及时发现存在的问题和隐患，并采取相应的修复和加固措施，使堤防的防洪效果和安全性得到保证。因此，在堤防的设计与建设上，需要从各方面进行综合考量，对水情土壤地形等进行综合分析，以保证其有效性和稳定性，从而有效地应对洪水带来的威胁，对城市和居民的生命财产安全起到保障作用。要做到这一点，就必须以科学合理的设计为先导，有严格的施工管理作为依据。

（三）水闸调控洪水

水闸的位置及类型应根据当地地理水文工程条件加以确定，以求取得较好的调节效应。水闸有固定式可控式排水式等类型，以切合实际需要经济条件加以取舍。水闸设计在考虑洪水特点及预测的基础上进行。对当地历史洪水事件的回顾和水文数据的分析，对确定水闸的设计水位和运行参数提供基础依据。另外，对水闸所处环境及生态因素的考虑也必不可少，以求最大限度地降低对生态系统的不良影响。

（四）堰坝的应用

建造堰坝要充分考虑当地地形地貌及水文条件，一

般选择河流上游作为坝址，以起到控制洪水的作用。在确定位置及类型时，要综合考虑河道的地形地貌情况，水流状况及洪水特点。在设计上，要根据实际情况确定合适的建筑形式及参数。目前有重力坝、拱坝、土石坝等多种类型的堰坝，要因制宜地根据当地地质条件和水文的要求来选择合适的类型。同时要合理设计堰坝的高度、长度、闸门数量等参数，保证其在防洪中的有效性和稳定性。保障堤防安全及防洪功能的关键是堤坝的运行，需要提前在洪水到来前启动堤坝，根据洪水预报及水位情况对闸门进行适当调整，使堤坝能够有效地控制洪水的流量及水位，在洪水过程中需要随时根据实时的水位变化及洪水情况对堤坝进行适当调整，做到安全运行及发挥最大防洪效果。堰坝除可在防洪中起作用外，还能对水资源进行调控和利用，如在干旱季节，可通过对堰坝上的水门开启程度的控制来调节河流的水位和流量，保证为城市供水和灌溉提供水源保障；另外，堰坝还能在发电和水运等方面发挥作用，对城市经济发展起到支撑作用。

（五）河道疏浚与清淤

确保河道畅通，关键在于河道的疏浚和清淤工作。城市河道往往因时间的推移和人为活动的影响，造成河道断流，水位上涨，洪水易滞留，淤积的泥沙、杂草等现象。对河道内的杂物、淤积物等进行定期的清淤工作，使河道恢复正常的通水能力，减少洪水滞留的可能。河道内的淤积不仅会造成水流不畅，还会造成河道截流面积减少、河道输水能力下降，水患发生概率增大。通过经常性的疏浚、清淤，在洪水发生时，有效地增加河道截留面积、增加河道输水能力、降低水位上涨幅度、减轻洪水对城区的冲击。河道清淤疏浚工作也能使河道生态环境得到改善。河道淤积会使周边生态环境和生物多样性受到影响，水质恶化，生态系统失衡。通过清除淤积物和杂草，改善河道水质和生态环境，促进河道生态系统健康发展，恢复河道的正常水流和生态功能。河道清淤疏浚工作与城市规划管理工作需要协调配合。在开展清淤疏浚工作中，要避免因河道清淤引发的土地沉降、河岸塌陷等问题，兼顾周边用地因素和城市规划因素，确保河道清淤与城市可持续发展相协调。综上所述，提升城市防洪能力，改善河道生态环境，对河道清淤工作意义重大。

三、水工结构在城市防洪中的效果评估

（一）洪水过程模拟与评估

洪水过程仿真是指运用数学模型模拟预测洪水过程。建立城市洪水数值模型，通过对历史洪水事件水文资料的收集、整理和分析，并结合城市地形地貌、水系

网络和水工结构的布局等信息,在不同洪水条件下模拟洪水演化过程。对城市防洪工程的洪水淹没范围、水位变化、流速分布等参数进行预测,根据数值模拟结果进行科学规划设计。项目实测资料是观测监测水工结构实际运行状况的资料。对洪水过程中的水工结构运行状况及水位变化、流速变化等参数,通过设置水平计、流度计、压力计等监测设备进行实时监测。对水工结构在实际洪水条件下的响应能力和防洪效果,通过工程实测数据的分析可以发现存在的问题和不足之处,从而为进一步的改进和优化提供参考依据,对水工结构在不同洪水条件下的效果进行综合考核,对数值模型的精确性和可靠性进行验证,并结合实际情况和工程经验对水工结构的设计参数及运行策略进行优化和调整,使城市防洪系统的整体效能得到提高。根据工程实测数据和模拟结果进行比较,对水工结构的设计参数和运行策略的优化和调整,使水工结构的整体效能得到提高,以应对不同情况的洪水。对洪水过程的模拟与评价,需要充分考虑各种不确定性因素和风险因素,如洪水发生频率的高低程度如何,降雨强度大小土壤条件如何,水工结构的结构稳定性和运行可靠性如何,通过灵活应用不同的方法模型结合实地调查与观测资料进行综合分析,对水工结构的防洪效果有一个比较全面的认识。这样,才能对水工结构起到较好的防洪作用。

（二）防洪效果监测

防洪效果的监测系统要包括多种监控手段和设备,如水位计、流量计、压力计、摄像头等。能覆盖城市防洪系统中的各个重要节点和关键区域,能对水工结构的运行状态水位变化流速变化等参数进行实时监测,能及时发现异常情况并采取相应的应对措施,通过多种监测手段和设备对防洪效果进行实时的监测和评估。对水工结构运行状况的监测报告能够对防洪工作作出全面考核,为防洪工作的决策和管理提供科学的依据,是防洪效果监测系统的核心功能之一。除了具备远程控制和应急响应功能外,防洪效果监测系统还可以对水工结构进行远程监控和操作,在发生突发洪水事件时,对水工结构进行相应调整,及时启动排水泵等应对措施,以最大程度减少洪水带来的损失。另外,为减少洪水带来的损失,监测系统还应配备应急预警系统,根据实时监测数据和预警模型对防洪预警信息及时发布,以引导公众采取相应的防洪措施。建立联合防洪监测机制,实现信息共享与资源整合,提高防洪工作的整体效能,是建立防洪效果监测系统的一项重要工作。它需要对不同水工结构的特点和运行要求进行充分考虑,确定合适的监控手

段和设备,以建立完善的监控网络和数据平台。同时,对各相关部门和机构进行密切的协作与协调,以形成联合防洪监测机制,在信息共享的基础上进行资源整合。

（三）历史案例分析

1998年的中国南方特大洪灾是中国历史上规模最大、影响范围最广的洪水灾害之一,特别是长江流域、珠江流域等地区受灾严重。在这场灾难中,许多堤防、水闸和水库遭受了严重破坏,导致了大面积的洪水淹没和城市的严重灾害。南方特大洪灾的案例揭示了水工结构在自然灾害面前的脆弱性和不足之处。一些堤防和水闸由于设计不足、建设质量问题或者长期缺乏维护,导致在洪水来袭时无法承受巨大的水流压力,最终决堤或失效,加剧了洪灾的程度和影响。分析1998年南方特大洪灾的历史资料,可以发现水工结构在抵御极端自然灾害方面存在的不足和薄弱环节,如设计施工维护等方面的问题。由于这些问题的存在,水工结构的抗灾能力和应变能力被削弱,造成在洪灾面前失效,对城市和居民的生命财产安全带来严重的危害。因此,1998年南方特大洪灾的案例,对我们有非常重要的启发和鞭策作用,它提示我们必须在水工结构的设计建造管理上加大力度,使水工结构具有更强的抗灾能力和应变能力。另外,对自然灾害的认识和预警以及事先的准备工作也必不可少,这样才能在有可能发生自然灾害的情况下做到万无一失。对历史上各类洪灾事件的水工结构表现及其效果进行深入剖析,可以找出其中所存在的问题与需要改进的地方,为今后的防洪工程设计从中汲取宝贵的经验与教训,为应对今后可能发生的自然灾害。

四、结论

水工结构在城市防洪中具有不可替代的作用,但在设计和应用方面仍面临一些难题和挑战,需要科学的设计水工结构和管理力度,并结合当地的实际情况,不断的对防洪方案进行优化和改进,使城市的抗洪能力得到进一步的提高。

参考文献

- [1] 赵品璠, 张文杰. 城市水利工程中金属结构设计与应用[J]. 建筑工程技术与设计, 2020: 3067.
- [2] 包璐华. 多种计算在西北城市防洪工程设计洪水中的对比研究[J]. 地下水, 2021: 3.
- [3] 门昭宇; 郭峰石. 基于结构可靠度在水工结构设计中的应用研究[J]. 建筑工程技术与设计, 2021: 1 (1934).
- [4] 杨侑融. 结构可靠度在水工结构设计中的应用[J]. 城镇建设, 2021: 1 (308).