

平原地区水库设计中的关键问题探讨

董立红¹, 王凯²

1.天津市水务规划勘测设计有限公司, 天津 300204

2.唐山平升电子技术开发有限公司, 河北, 唐山 063000

摘要 : 平原水库设计是一项复杂的工程, 涉及对地质条件、筑坝材料、坝体结构、应急泄水路径、水库底泥盐分含量、水土保持、生态环境以及气候变化的综合考量。随着技术的进步, 数字化技术、智能化技术以及绿色生态理念的融入, 为水库设计带来了更高的精确度、效率和可持续性。这些创新技术不仅有助于应对设计中的复杂挑战, 而且显著提升了水库的稳定性和安全性。本文旨在深入探讨这些关键技术及其在平原水库设计中的应用, 为未来水库建设提供科学依据和实践指导。

关键词 : 平原水库设计; 地质条件; 筑坝材料; 坝体结构; 应急泄水

Discussion on Key Issues in the Design of Reservoirs in Plain Areas

Dong Lihong¹, Wang Kai²

1. Tianjin Water Planning, Survey and Design Co., Ltd, Tianjin 300204

2. Tangshan Pingsheng Electronic Technology Development Co., Ltd, Hebei, Tangshan 063000

Abstract : The design of a plain reservoir is a complex project involving comprehensive consideration of geological conditions, dam construction materials, dam structure, emergency release paths, reservoir substrate salt content, soil and water conservation, ecological environment, and climate change. With the advancement of technology, the incorporation of digital technology, intelligent technology, and green eco-concepts has brought about greater accuracy, efficiency, and sustainability in reservoir design. These innovative technologies not only help to address the complex challenges in design, but also significantly enhance the stability and safety of reservoirs. The purpose of this paper is to discuss these key technologies and their applications in plains reservoir design to provide scientific basis and practical guidance for future reservoir construction.

Keywords : plains reservoir design; geologic conditions; dam construction materials; canal structure; emergency water release

引言

平原地区的水库设计, 需考虑地形平坦、工程地质条件和水文条件复杂等因素, 面临稳定性、水资源调配和生态环境保护等挑战。为确保稳定性, 需采取地基处理和加固措施, 如预压、深层搅拌、砂桩和碎石桩等。水资源的合理调配涉及水库规模、水位控制和泄洪设施设计。同时, 为减轻对生态环境的影响, 应采取生态保护措施, 如在水库周边设置替代生境、采用生态友好型设计和材料。深入研究和应用先进技术, 可提升设计的科学性和合理性, 为水库建设和管理提供支持, 实现水资源的可持续利用和生态环境保护, 对保障水库安全、提高水资源利用率和促进可持续发展具有重要意义。

一、平原水库设计的关键技术及特殊问题分析

平原水库的设计和建设需要综合考虑地质、材料、环境等多方面因素。本节内容将深入分析平原水库设计中的关键技术问题与特殊挑战。

(一) 地质条件对筑坝的影响

在平原水库的设计阶段, 大坝的结构稳固性和运行安全性深受地质状况的影响, 这一因素具有决定性的作用。尤其是位于滨海软土区域的平原水库, 这些地点的地质特性表现为地基土质软和承载能力较低, 从而极易引发沉降问题。^[1]为确保大坝结构的稳

定性, 地基加固措施成为不可或缺的一环。通常, 这包括采用预压、深层搅拌、砂桩、碎石桩等地基处理技术, 以显著提升地基的承载能力和稳定性。

地质条件的限制要求设计师在设计坝体高度时, 必须细致考虑, 以避免由于高度过高而导致过度沉降或滑动风险。因此, 确保大坝的设计充分考虑地质条件的制约, 对于维护大坝的结构稳固和运行安全具有决定性意义。

(二) 筑坝材料及坝体结构的选择

在挑选筑坝材料和确定坝体结构时, 确保水库能够长期保持稳定性和实现其功能是首要任务。在平原地区, 常用的筑坝材料

一般为就近取土筑坝。

土石坝适用于地形平坦、土料资源丰富的地区，具有成本低、施工简单和适应变形能力强等优点，但稳定性和耐久性相对较差，可能需要采取加固措施；混凝土坝适用于地形复杂、地质条件较差的地区，具有稳定性好、耐久性强和安全性高等优点，但建设成本较高，对施工技术要求较高；混合坝则综合利用了土石坝和混凝土坝的优点，既具有成本优势和适应性，又具有稳定性和耐久性，但设计和施工相对复杂。

在挑选筑坝材料和确定坝体结构时，必须全面考虑地质条件、预算限制和施工技能等多方面因素，以确保水库能够长期稳定运行并实现其设计功能。因此，在平原水库的设计与建设中，精心选择合适的筑坝材料和坝体结构是确保其长期稳定性和功能性的关键所在。这一选择过程必须基于具体地质条件的评估、预算的限制和施工技术的可行性，以实现一个既安全又经济且可持续的水库建设项目。

（三）应急泄水出路问题

在平原水库的设计阶段，应急泄水出口的设计是一个核心的安全性考量。为了确保水库在极端天气或突发事件中的安全运行，必须对应急泄水系统进行周密规划。在设计过程中，必须综合考虑水库的库容、排水时间、泄水出路等，这些因素共同决定了泄水口的尺寸、位置和数量。确保泄水口能够迅速且高效地排出大量水流，同时最小化对下游地区的潜在洪水风险。

此外，泄水口的操作和控制也是设计中的一个重要组成部分。在紧急情况下，必须能够迅速启动和关闭泄水口，并且需要具备可靠的关闭机制，以防止不必要的泄水。这通常涉及自动化控制系统和备用电源的设置，以确保即使在电力供应中断的情况下，泄水口仍然能够正常工作。

泄水口的设计还需考虑到维护和检查的便利性。定期检查和维护是确保泄水口在紧急情况下能够正常工作的关键。^[3]因此，在设计时需要考虑维护通道的设置，以及易于接近的检查点，以确保泄水口在需要时能够得到及时地检查和维护。

通过综合考虑这些因素，可以确保在极端情况下有效地排放多余的水量，从而保障水库及下游地区的安全。

（四）水库底泥含盐量高对水库水质成化的影响

水库底泥中的高盐含量对水质的影响具有多样性和复杂性。盐分通过底泥的释放和渗入作用，显著提升了水库水体的盐度。对供水水质造成较大影响还对人类健康和生态环境构成了威胁。此外，高盐度环境对水生生物的正常生长和繁殖周期构成了压力，可能导致生物多样性的减少，并破坏水库生态系统的稳定性。

此外，高盐底泥中通常富含营养盐，如氮和磷。这些营养盐的释放会触发水体富营养化过程，促进藻类和其他水生植物的大量繁殖。这种过度繁殖不仅可能导致藻华的频繁爆发，而且会消耗水体中的溶解氧，对水生生物造成严重危害。同时，高盐底泥的渗入可能会改变水体的生态结构，促使盐生植物和动物在水库中繁衍，取代原有的淡水生物群落，从而改变水库的生态功能和结构。

高盐底泥还可能导致水体的化学性质发生变化，例如，盐分的增加会提高水体的电导率，并可能影响水的酸碱度等关键化学指标。这些变化可能会增加水处理和净化的难度，影响水体的整体使用价值。^[3]此外，高盐底泥的渗入可能导致水的感官品质下降，包括颜色、味道和气味的改变，这些变化可能会影响人们对水的接受度，进而降低水的使用价值。

（五）水土保持与生态环境对水库设计的影响

在水库设计中，水土保持和生态环境保护是两个关键因素。水土保持措施旨在减缓土壤侵蚀和防止土地退化，这对于保持库容以及确保供水、等功能的稳定性极为重要。因此，在设计中，必须对周边地区的水土保持策略进行评估和整合。

作为水生态系统的水库，其生态环境的稳定对于保持其各项功能以及实现长期可持续性具有同等的重要性。周边植被覆盖状况对水库的水量 and 水质有直接影响。植被能够减少地表径流和增加土壤水分渗透，有助于维持水库水量，同时还能过滤和吸收污染物，提高水质。^[4]此外，维护生物多样性是保持水库生态系统健康的核心。减少生物多样性可能会破坏生态平衡，影响水质和水生生物的生存。因此，在设计中，需要考虑如何保护和恢复生物多样性。

气候变化对生态环境的影响也不容忽视，可能导致降水模式、温度和蒸发率的变化，进而直接影响水库的水量和水质。设计者需要考虑这些变化，并采取适应性措施应对。

（六）气候变化对水库设计的影响

气候变化对水库设计产生了显著的影响。全球气温升高和降水模式的变化导致极端天气事件的频率和强度增加，对水库的设计和功产生了重大影响。

降水模式的转变可能导致水库的水文循环发生变动。一些地区可能会遭遇更频繁的干旱，进而导致水库蓄水量下降；而其他地区则可能面临更强烈的降雨，增加水库发生洪水的风险。气温的上升可能会导致水库水温升高，对水库中的生态系统产生影响，影响水生生物的分布和生长，并可能导致藻类过度繁殖，从而降低水质。气候变化还可能增加水库的蒸发率，进一步减少水库的蓄水量，影响水库的可持续性。对于依赖冰川融水作为主要水源的水库来说，气候变化可能导致冰川融化和冰盖减少，这将是它们面临的一个重大挑战，可能导致水库的水量减少，影响其供水和发电能力。

因此，在水库的设计、运行和维护过程中，需要充分考虑水文循环的变化、水温升高、蒸发率增加以及冰川融水的减少等因素，以确保水库的可持续性和多功能性。

二、平原地区水库设计中新技术的应用

本节将探讨数字化技术、智能化技术以及绿色生态理念在水库设计中的具体应用，以展示现代科技如何提升水库设计的效率、安全性和环保性。

（一）数字化技术与水库设计

数字化技术通过集成地理信息系统（GIS）、计算机辅助设计

(CAD)和建筑信息模型(BIM)等先进工具,设计师现在能够以更高的精确度和更快的速度完成复杂的设计任务。

此外,数字化技术的进步还推动了远程协作和实时数据分析的发展,设计师和工程师能够通过云平台共享数据和模型,实现跨地域的合作。实时数据分析功能使得设计师能够根据即时反馈调整设计,确保设计方案达到最优。

总的来说,数字化技术不仅提升了水库设计的效率和精确度,还增强了设计的可持续性和适应性,使得设计师能够更准确地预测和应对挑战,从而创造出更高效、更安全、更经济的水库设计方案。

(二) 智能化技术与水库设计

智能化技术的集成通过融合人工智能(AI)、机器学习以及大数据分析等前沿技术,设计师现在能够对水库的建设和运行状态进行精确预测,从而优化设计方案并预先识别潜在风险。AI和机器学习算法能够处理和分析大量数据,帮助设计师预测水库在不同气候和环境条件下的性能表现,确保设计方案能够适应未来的变化。

同时,智能监控系统的应用为水库的安全运行和环境保护提供了关键的技术支持。通过部署传感器和监测设备,设计师能够实时监控水库的结构健康和水质状况。智能监控系统还能够实现远程控制和自动化管理,从而提高水库运行的效率和安全性。

(三) 绿色生态理念在水库设计中的应用

绿色生态理念在水库设计中的应用,旨在体现对自然的尊重、环境的保护以及可持续发展目标的追求。在项目规划和实施过程中需致力于降低对生态环境的负面影响,促进周边生物多样性的保护和恢复,并采用对环境友好的设计方案和建筑材料。

具体实践措施包括:构建湿地保护区,以维持生物多样性、净化水质和调节气候;采用可降解或可回收材料,减少环境压力;实施自然景观设计,提升水库的生态效益;实现水资源循环利用,提高资源利用效率;以及进行生态修复与保护工作,修复受损的生态环境。

通过这些新技术的应用,平原地区水库设计不仅能够提高工程效率和安全性,还能够更好地融入自然环境,实现人与自然的和谐共生。

结束语

本文探讨了平原水库设计中的关键技术及特殊问题,并分析了新技术的应用。在平原水库设计中,地质条件对筑坝的重要性、筑坝材料及结构的选择,以及应急泄水问题的处理得到了强调。同时,水库底泥盐分、水土保持、生态环境对水质的影响,以及气候变化对设计的挑战也被纳入考量。在新技术的推动下,数字化和智能化技术提高了设计的精确性和效率,绿色生态理念的融入则增强了设计的可持续性,为平原水库的稳定性和长期运行提供了坚实的技术支持。

总体而言,平原水库设计是一个复杂而关键的过程,需要综合考虑多种技术和特殊问题。新技术的应用可以帮助解决这些挑战,并提高设计的效率和质量。尽管如此,仍需进行深入研究及实践,以持续改进水库设计的方法与技术,以应对未来可能出现的新的挑战与需求。希望本文的研究成果能够为平原水库设计提供一些参考和指导,促进水库建设的可持续发展。

参考文献

- [1] 顾端杰, 马超, 王波雷. 基于 Civil 3D 平原水库库盆方案的设计方法 [J]. 西北水电, 2022, (03): 100-103.
- [2] 孙长华. 平原水库设计中的防冲策略分析 [J]. 长江技术经济, 2021, 5(S2): 71-73. DOI: 10.19679/j.cnki.cjjsj.2021.0824.
- [3] 朱永青, 卢士强, 林卫青. 平原饮用水源库环境生态设计导则研究 [J]. 环境科技, 2018, 31(04): 38-43.
- [4] 李新, 尚层, 田宇, 等. 深厚覆盖层平原水库结构设计特性及运行安全评价 [C] // 中国水利学会大坝安全监测专委会. 中国水利学会大坝安全监测专委会 2023 年年会暨全国大坝安全监测技术与应用学术交流会论文集. 新疆额尔齐斯河投资开发(集团)有限公司; , 2023: 9. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2023.065697.
- [5] 王莉, 刘长林, 秦夫锋, 等. 生态理念在平原水库设计中的应用探讨 [J]. 河南科技, 2021, 40(27): 98-101.