

水利水电工程在防洪减灾中的作用与效益评估

● 曲子超



[摘要] 水利水电工程中的防洪减灾措施,是保护人们生命财产安全和保护生态环境的重要手段。本文通过系统梳理水利水电工程与防洪减灾的内在联系,深入探讨其具体功能与效益。同时,针对当前防洪减灾体系中存在的不足,提出包括智慧化动态调度、生态型蓄洪设计、多层次综合防洪体系和弹性城市排水等创新性措施,力求为现代水利工程的设计与优化提供理论支持和实践借鉴。分析表明,水利水电工程不仅在提升区域防灾能力方面具有突出表现,还在生态系统保护与社会经济发展中扮演了不可替代的角色。

[关键词] 水利水电工程;防洪减灾;综合效益;智慧水利

近年来,全球气候变化引发的极端天气事件频发,洪涝灾害对人类生存环境和社会经济发展构成了严峻威胁。根据中国气象局统计数据,近年内我国洪水灾害的发生频率和强度均有明显上升趋势,对城乡基础设施、农业生产和生态环境造成了巨大冲击。在这一背景下,水利水电工程作为洪涝灾害防控的重要手段,其功能价值愈加凸显。然而,传统的水利工程设计与运行模式在应对复杂多变的气候条件时,暴露出一定的局限性,如动态适应能力不足、生态保护功能缺失等问题。解决这些问题需要引入新的技术手段与管理理念。本文旨在全面分析水利水电工程在防洪减灾中的作用与效益,并在现有研究基础上探索创新性防洪减灾措施,旨在为提升水利水电工程在防洪减灾中的效能提供理论依据和实践指导,为我国水利水电事业的可持续发展贡献智慧。

Q 水利水电工程与防洪减灾的内在联系

水利水电工程与防洪减灾之间的联系建立在调控、缓冲和支撑三个关键层面上,体现了工程设施对洪涝灾害从源头到后续管理的全链条干预。

首先,水利水电工程在水资源的空间和时间分配上直接影响洪水风险的形成与演变。洪涝灾害本质上是流域水量超过自然承载能力的结果,而水利设施通过流域内的蓄水、分流及调节功能,有效缓解了水量分布的时空失衡。其运行机制根植于自然水文过程,能够在源头上控制极端降水的集中效应。例如,大型水库在洪水期通过调蓄库容削减峰值流量,在枯水期则实现下泄补水,为防洪减灾构建了调控基础。这种调节能力使得工程与洪水过程成为对立但又协

同的系统。

其次,水利水电工程在防洪体系中扮演了不可替代的缓冲角色。河流和湖泊等天然系统的防洪能力有限,而工程设施通过人工优化自然河网体系,强化了水动力系统对极端气候事件的适应能力。例如,分洪区的设计不仅分散了洪峰流量,还通过特定区域的洪水存储,降低了主河道及周边区域的灾害压力。此类缓冲机制表明,水利工程是自然系统的扩展与增强,其与防洪功能形成了相辅相成的联动关系。

最后,二者的内在联系还体现在社会与生态系统的整体支撑上。水利水电工程在洪水管理中为城市与农村提供了灾害安全保障,并通过生态工程设计,如湿地保护及河流生态修复,构建了以防洪为核心的综合性灾害防控体系。这种社会生态一体化的系统观不仅使水利工程成为防洪减灾的重要载体,也促使两者在区域发展中形成了联动效应,为防灾能力建设提供了结构性支持。

Q 水利水电工程在防洪减灾中的作用

灾害频发严重威胁着社会经济发展和人们生命财产安全。水利水电工程作为防灾减灾的重要基础设施,在防洪减灾中发挥着关键作用。

(一)洪水调蓄与削减洪峰

水利水电工程通过调蓄功能对洪水流量进行调节,有效削弱洪水峰值强度,从而降低流域下游区域的灾害风险。以大型水库为例,其库容设计不仅用于日常蓄水,还在汛期通过控制泄洪流量,实现了对超额径流的削减。这一操作特别适用于季节性降水显著且洪涝频发的地区。三峡工程

的调蓄能力便是显著案例，其在多次汛期成功将长江中下游的洪峰削减至安全范围。此外，分洪工程也通过主动引导洪水流向非关键区域，例如蓄滞洪区，降低了洪水直接侵害重要城市和基础设施的可能性。这种削峰平谷的调控方式对缓解短时极端降水带来的灾害具有重要意义，是当前流域综合防洪体系中的核心手段。

（二）防洪骨干设施的构建与运行

水利水电工程是现代防洪系统的基础性设施，其作用体现在对洪水的阻挡、分流和引导功能上。堤坝作为阻隔洪水的第一道防线，通过其结构强度与设计高度，有效保护了堤内区域免受洪水侵害。同时，分洪渠道则通过合理规划洪水路径，避免了主要水道的过度负荷，降低了水文系统整体的灾害压力。工程设施的运行联动尤为重要，尤其在跨流域防洪中，通过水库群的联合调度，能够在多区域间协调水资源分配与洪水管理。以南水北调东线工程为例，该项目在保障城市供水的同时，通过其沿线堤防设施，显著增强了沿途区域的防洪能力，形成了一张多层次、多节点的防洪骨干网络。

（三）灾害应急管理与时调度能力的提升

水利水电工程的现代化运行模式极大地提高了灾害应急管理的效率。在应对极端天气事件中，这些工程设施依托于水文监测系统与智能调度平台，实现了洪水风险的动态预测与精准应对。例如，基于实时数据的智慧水利系统可以提前预估降雨强度及其可能引发的洪水规模，从而提前调整工程设施的运行状态，为洪水调蓄预留必要的库容。这种高效的实时调度模式不仅减少了防洪准备的时间成本，还能灵活应对复杂多变的气候条件。近年来，珠江流域的联合调度模式便通过智慧水利平台，实现了多座水库间的精准联动，有效降低了区域内洪涝灾害的风险。

（四）生态保护功能的协同作用

水利水电工程在防洪减灾过程中也间接实现了生态保护目标，其作用主要体现在减少洪水对河流及沿岸生态系统的破坏上。通过削减洪水能量，这些工程设施降低了河岸侵蚀与泥沙淤积的风险，维持了河流的生态平衡。并且，部分工程通过建设生态调蓄区或人工湿地，在实现蓄洪功能的同时，为动植物提供了栖息地。比如，江苏沿海地区的湿地修复工程便在洪水调蓄期间兼顾了生态效益，有效缓解了洪水对生态系统的冲击。这种协同作用不仅扩大了水利工程的多功能性，还为生态防洪理念的实践提供了成功案例，为现代防洪减灾体系注入了可持续发展内涵。

水利水电工程在防洪减灾中的效益

（一）经济效益

水利水电工程在防洪减灾中的经济效益体现在直接和间

接两方面。直接经济效益主要通过减轻洪涝灾害造成的财产损失来实现。洪水侵害城市基础设施、农田作物以及工业企业时会造成巨大经济损失，而工程设施的有效运转能够显著降低这种破坏。例如，长江流域通过综合防洪体系的实施，在多次洪涝灾害中成功避免了数百亿元的经济损失。间接经济效益则体现在为区域经济发展创造稳定环境。水利工程的运行不仅减少了因洪灾导致的经济活动中断，还为下游产业提供了安全的生产条件。此外，这些工程设施还能吸引外部投资，促进区域经济可持续增长。特别是在沿江沿河城市，防洪设施的完善使得城市规划更具扩展性，从而带动了相关产业的持续发展。

（二）社会效益

从社会层面看，水利水电工程的防洪减灾功能对提升公众安全感具有重要意义。这种社会效益首先体现在居民生命财产安全的保护上。通过减少洪水风险，工程设施有效降低了灾害对居民生活的直接威胁，为社区提供了更高水平的生活保障。防洪减灾设施还在社会资源分配中起到了平衡作用。例如，在洪灾多发的农村地区，完善的水利基础设施能够减少灾害对农业生产的影响，从而维护粮食安全。此外，这些工程还为社会灾后重建提供了关键支持。一旦洪水过后，工程设施能够迅速恢复正常运行，减少长期的社会动荡和资源流失。最终，水利工程对社会效益的提升不仅体现在灾害发生时的减损能力上，更通过风险管理为构建长效的社会安全体系奠定了基础。

（三）环境效益

水利水电工程在防洪减灾中创造了显著的环境效益，其核心在于保护生态系统的完整性与增强自然环境的韧性。通过削减洪水强度，这些工程设施有效缓解了河道侵蚀与水土流失问题，为区域生态平衡提供了关键支持。此外，部分工程还利用生态设计理念，将传统防洪设施与自然生态系统相结合。譬如，湿地修复工程和生态蓄滞洪区的建设不仅提高了区域的蓄洪能力，还为濒危动植物提供了栖息地。在长期运行中，水利设施通过调节水资源分配，进一步改善了流域生态环境，减少了干旱与洪涝交替对生物多样性的破坏。与此同时，这些工程在减少灾害次生影响（如污染物扩散和土壤盐碱化）方面也有显著作用，为区域生态环境的可持续发展提供了重要保障。

水利水电工程中的防洪减灾措施

（一）动态调度与实时响应的智慧化控制系统

创新性防洪减灾措施需要在传统工程调度的基础上，构建基于大数据与人工智能技术的动态调度平台。通过实时采集流域降雨、径流、河道水位等关键水文参数，智慧化控制系统能够对潜在洪水风险进行早期预测，并结合气象预报

与历史数据建立动态优化模型。这种系统不仅可以提前调整水库蓄泄方案,还能实现跨区域的工程联动。例如,利用机器学习算法优化水库群的联合调度方案,可以在削峰平谷的同时最大化利用有限库容。进一步地,该系统可接入城市排水管网与防洪堤坝,形成从上游流域到下游城区的防洪一体化管理格局。通过这种技术路径,不仅实现了防洪调度的精准化,还提升了突发洪水事件下的响应效率,为传统调度手段注入了科技创新的内涵。

(二)基于生态理念的自然蓄洪与分洪区优化设计

现代防洪减灾措施应充分融合生态工程理念,通过优化蓄滞洪区及分洪区设计,增强自然系统的洪水调节功能。传统蓄滞洪区虽在削减洪峰方面具有显著作用,但往往存在对周边生态系统破坏较大的问题。通过引入生态修复技术,可在蓄洪区域种植耐水植被、构建湿地系统,恢复洪水自然调节能力的同时为当地生物提供栖息地。此外,分洪设施的建设应更注重区域的多功能性,例如在河口区域设计生态缓冲带,实现蓄洪与污染物拦截的双重效益。这种基于自然的解决方案不仅减轻了传统工程对环境的冲击,还通过生态系统的自适应能力提升了区域的防洪韧性,成为现代水利工程防洪减灾措施的重要创新方向。

(三)多层次综合防洪体系的区域联动与应急演练机制

为应对复杂流域内多种洪水类型,防洪减灾措施应注重多层次综合防洪体系的构建。具体而言,可通过整合堤坝、分洪道、蓄洪区与城市排水系统,形成由上游调蓄设施、中游分洪结构及下游排涝系统组成的多重防线。并且,为提高整体防洪体系的韧性,应构建基于区域协同的跨行政边界联动机制。利用信息共享平台对上下游水文情况及防洪措施实施状态进行实时更新,以便优化资源配置与设施运行方案。与此同时,应定期开展基于不同灾害场景的多部门联合应急演练,从技术、管理与操作层面验证系统的有效性。这种注重区域联动与实战化训练的防洪措施,有助于增强区域间的协同防洪能力,并提升应对极端灾害事件的组织效率。

(四)弹性化城市排水与内涝防控系统的构建

在应对城市洪涝灾害时,创新性防洪措施还应着眼于建

设弹性化城市排水系统。建议通过“海绵城市”理念,在城市中布设雨水花园、透水路面及地下蓄水池等设施,提升城市对暴雨洪水的滞纳能力。与传统硬质排水设施相比,这些弹性系统能够实现雨水的自然渗透与储存,缓解城市排水管网的压力。此外,还可结合智能排水技术,通过传感器网络实时监测城市管网内的水位变化,并利用自动化调节装置及时调整排水流向。这种系统不仅能够快速处理内涝问题,还具备灵活的适应性,可根据不同区域的雨水情况动态调节运行模式,为城市防洪减灾提供了长效解决方案。

Q 结束语

水利水电工程通过调蓄、分洪和动态管理等功能,有效削减了洪水峰值流量,保障了流域内外的安全。同时,其在经济、社会和环境效益方面表现突出,尤其是在洪水损失减少、居民生活安全保障及生态系统保护等领域发挥了重要作用。随着极端气候事件的增多与洪涝灾害复杂性的提升,水利水电工程的功能设计与运行模式需要进一步创新。未来的研究应加强智慧化技术的应用,提升工程系统的适应能力与运行效率。同时,应注重生态与社会效益的综合提升,探索工程设施与自然系统的深度融合。此外,加强跨流域合作与区域联动,构建多层次、全方位的综合防洪体系,将是提升防灾减灾能力的重要方向。

参考文献

- [1]陈仁海,王洁,彭磊,等.防汛减灾“在路上”记者探访仙桃、随县水利工程补短板堵漏洞工程建设[J].湖北应急管理,2022(05):22-23.
- [2]张强.水利水电工程的勘测技术及规划设计探析[J].文渊(小学版),2022(09):719-721.
- [3]何城君.基于信息化技术的智慧水利应用及其发展研究[J].科学与信息化,2020(22):1.

作者简介:

曲子超(1985—),男,汉族,河北张家口人,本科,助理工程师,张家口市宣化区水资源管理中心,研究方向:水利水电工程。