

水库洪水预报技术研究及其在水库防洪中的应用

杨 潇 毕力格巴特尔

包头市水利工程管护中心 内蒙古 包头 014010

摘要：随着我国经济步入二十一世纪高速增长的新时代，建设各类水电站和各种工程防汛部门，在每个雨季，政府都要倾注巨大的人力物力，来做好防洪部署和抗洪决策。特别是小型水电站，在防洪预警、水库调节系统设计上还很薄弱，制约了水库调节决策的完善和全流域的防洪效益的提升。随着网络与计算机技术的发展，建设防洪预测与调度决策信息系统平台将促进水库特别是中、小规模水库的防洪预测和调度水平快速提升，进而进一步提高我国防汛现代化水平。

关键词：水库；洪水预报技术；防洪应用

引言：在现代水利工程管理中，水库洪水预报技术扮演着至关重要的角色。随着气候变化和环境因素的日益复杂，水库面临的洪水风险不断增加，这使得对洪水预报技术的研究显得尤为迫切。基于此，论文深入探讨了水库洪水预报技术及其在水库防洪中的应用，以期从业提供一些策略和参考。

1 水库洪水预报技术研究的必要性

1.1 提升水库安全运行水平

水库作为调节流域水资源的重要工程设施，其安全运行直接关系到下游地区人民的生命财产安全和社会经济发展。洪水预报技术能够提前预测水库上游的洪水来量、峰值及到达时间，为水库调度提供科学依据^[1]。通过准确预报，水库管理单位可以合理调整水库的蓄泄量，确保水库在洪水期间保持安全稳定的运行状态。与此同时，洪水预报技术还有助于及时发现水库运行中的潜在风险，为水库安全提供有力保障。

1.2 优化水资源配置与利用

洪水预报技术除了关注洪水的预测和防范，也涉及了水资源的合理配置与利用。洪水预报技术可以帮助人们更加准确地掌握流域内水资源的时空分布规律，为水资源的优化调度提供决策支持。具体表现如下：例如，在枯水期，可以利用洪水预报技术预测上游来水情况，合理安排水库的蓄水计划，以满足下游地区的水资源需求；在丰水期，则可以通过预报提前制定泄洪方案，减轻下游地区的防洪压力。

1.3 增强流域防洪减灾能力

洪水预报技术是流域防洪减灾体系的重要组成部分。采取洪水预报，能够及时掌握流域内的洪水动态，为各级防汛指挥部门提供决策依据。在洪水发生前，可以及时根据预报结果提前发布预警信息，引导群众做好

防洪准备；而在洪水发生过程中，可以根据预报结果调整防洪策略，最大限度地减轻洪水灾害的损失。另一方面，洪水预报技术还可以与其他防洪措施相结合，形成更加完善的防洪减灾体系，提高流域整体的防洪能力。

1.4 推动水文科技创新与发展

水库洪水预报技术的研究和应用是推动水文科技创新与发展的重要动力。随着科技的不断进步，洪水预报技术也在不断更新和完善^[2]。随着大数据、云计算等技术的应用，洪水预报模型的精度和效率得到了显著提高；遥感、GIS等技术的应用则为洪水预报提供了更加丰富的数据源和更加直观的分析手段。科技创新不仅提高了洪水预报的准确性和可靠性，也推动了水文科技的整体发展。

1.5 满足社会经济发展需求

随着我国社会经济的进一步发展，对水质的要求也将日益提高。水库作为重要的水资源调节设施，其安全稳定运行对于保障社会经济发展具有重要意义。而且，随着城市化进程的加速和人口密度的增加，洪水灾害对人类社会的影也越来越大。为此，对水库洪水预报技术的研究和应用也成为了满足社会经济发展需求的重要方面。通过提高洪水预报的准确性和可靠性，可以更好地保障人民的生命财产安全和社会的稳定发展。

2 水库洪水预报技术

2.1 流域产汇流预报技术

流域产汇流预报技术是水库洪水预报的关键环节。首先，这项技术依赖于流域内的降雨、蒸发、土壤湿度等水文气象数据，在对这些数据进行深度分析后，我们能够预测流域内的产流和汇流过程。而技术的核心在于建立数学模型，该模型能够模拟流域内的水文循环过程，包括降雨后的地表径流、地下径流以及土壤水储量的变化。其次，大量历史数据的收集和分析，能够为流域产汇流预报提供

丰富的信息支持。因数据不仅记录了流域内的水文气象条件,还反映了流域的水文特性和响应机制。基于这些数据,我们可以建立准确的数学模型,以模拟不同降雨条件下的产汇流过程。最后,流域产汇流预报技术的精确性对于水库调度方面的应用也至关重要。通过预测流域的产水量和汇流过程,可以提前了解水库的入库流量变化,为水库的调度提供重要依据。从而助于水库管理人员根据预测结果,制定科学的调度计划,确保水库在防洪、发电等方面发挥最大的效益。

2.2 河道汇流预报技术

河道汇流预报技术在水库洪水预报中同样占据重要位置,它专注于洪水在河道中的传播和汇集过程。该技术充分考虑了河道的地形、糙率、河床变化等自然因素,以及洪水波的传播特性,力求准确预测洪水在河道中的传播速度和到达时间^[3]。为了实现这一目标,我们需要收集河道的水文数据,包括水位、流量、流速等信息。而信息则为能够提供关于河道状态的重要线索,使相关工作人员更准确地模拟洪水在河道中的传播过程,也能够帮助人们建立河道汇流模型,利用数学方法描述洪水在河道中的传播规律。在水库防洪中,精确的河道汇流预报技术的重要性不言而喻。在预测出洪水到达水库的时间和峰值流量后,可以提前了解水库面临的防洪压力,为水库的调度提供有力支持。能够助力水库管理人员根据预测结果,制定科学的防洪措施,确保水库在洪水来临时能够安全度汛。

2.3 水库调洪演算技术

水库调洪演算技术是基于预报的入库流量和出库流量,结合水库的调洪规则和数学模型,对水库的蓄水和放水过程进行模拟和计算。在综合考虑水库的库容、泄流能力以及调度规则等关键因素后,调洪演算技术能够预测水库在不同洪水条件下的水位变化和泄流情况。在实际应用中,水库调洪演算技术通过数学模型的建立,对水库的调度过程进行精细化模拟。这些模型不仅考虑了降雨、蒸发等自然因素,还纳入了人类活动如水库调度、洪水控制等的影响。而模型的运算则可以帮助我们得出水库在不同洪水条件下的水位、下泄流量等关键参数,为水库的安全调度提供科学依据。除此之外,水库调洪演算技术还能够提前预测洪水对水库的影响,为水库调度提供充足的准备时间。精确的计算可以确保水库在防洪过程中既不过度蓄水,也不过度放水,从而保持水库的安全和稳定运行。另一方面,调洪演算技术还能够为水库的调度提供优化方案,提高水库的防洪能力和水资源利用效率。

2.4 水文模型与水动力模型结合技术

水文模型与水动力模型结合技术,在洪水预报领域展现出了独特的优势。这两种模型各有特点,水文模型基于半经验半物理过程进行预测,适用于大流域和中短期的水文预测;而水动力模型则基于物理过程进行预测,能够提供更为精确的结果,但需要详细的河道地形数据支持。水文模型在预测过程中考虑了流域的水文特性、降雨分布以及人类活动等多种因素,能够较为准确地模拟流域的产汇流过程^[4]。然而,由于其对物理过程的简化处理,其预测精度可能受到一定限制。而水动力模型则基于水流的物理特性,如水流运动、河床地形等,进行精细化模拟,能够提供更为精确的洪水预测结果。将水文模型与水动力模型结合使用,可以充分发挥两者的优势。通过水文模型对流域产汇流过程的模拟,我们可以得到较为准确的流域出口流量预测;而水动力模型则可以进一步模拟这些流量在河道中的传播和汇集过程,得到更为精确的洪水到达时间和峰值流量等信息。这种结合使用的方式,不仅能够提高洪水预报的精度和可靠性,还能够为水库调度提供更加科学的决策支持。

2.5 调度共享技术

防汛抗涝是一个多方面互动的整体工作,利用信息技术手段进行山洪预警信号的同步性获取和统一调度,对于山洪灾害的科学防治有着重大意义。今天,由于现代社会和工程的建成投用,这些河川水系的自然运动状况也出现了很大改变,水利自身的调节控制,同样在洪灾防治中起着不能忽略的作用。所以,要通过防洪预警系统把洪水测量站、防洪预警站点和工程调度站平行或纵向联系起来。在此背景下,应把空间拓扑关联概念整合到国家防洪预警体系的研究应用中,从而构建起动态、完整的调度系统与技术框架,以促进建设大中型水电站、大型水文站、关键防洪节点的科学管理,为防洪管理断面的形成提供了保证。具体地说,洪水预警体系的调度与技术的使用方法包括:

第一,通过对目标水体的流域节点、调度结点等进行拓扑分析,就能够归纳出不同节点之间的相互承接与联系情况。第二,又赋予各个节点以抽象信息,从而形成了分层有序的树状图,并由此成为大数据从收集分析向调度获取的流程基础。同时,采用静水库蓄水容积调洪演算、水流动力学模拟计算等数字计算方法,对树状图上各个层次的重要节点加以确定,从而合理酌情其在调度的优先程度。第三,在全面收集水情信息、并进行洪水预测制图工作时,对各数据包、信息资源依照由上游向下游、由高层叶节点向低层叶节点的顺序,完成了

通信共享和操作调整。

2.6 三维建模技术

三维模拟信息技术的发展和广泛应用,大大促进了现代人的应用概念和信息处理方法的转变,把三维模拟信息技术运用于洪水预测体系中,是实现数据的立体化、动态化显示和仿真的需要。系统中在多次收集了大量水情信息之后,就会统一注入到模型系统中,并以当前环境与水域情况的基本信息为基准,从而建立了与空间结构、流域情况和实际场景相一致的模型结构。之后,再将降雨、水量、温度等的真实数据及历史资料加以代入研究,以便掌握科学的规律,并由此推算出在未来一段时间内,目标水体的平均水量、峰值温度及具体时段。如此一来,有关部门便可以直接将相关的结果报表及模型图成为基础数据,以进行有目标、有根据的决策、调度、管理等防洪抗涝工作活动。

3 在水库防洪中的应用

3.1 实时洪水预报

所谓的实时洪水预测,也就是在降水开始后,根据已有的降水过程所作出的滚动预测,对整个防洪过程作出更加精确的预测,为调洪演算和进行防洪调节决策的重要依据。基本原理:中小水库的面积与库容都较小,因此洪水有汇流速率较快,预测时间短的特点。所以,迅速、精确是对中小型水库进行防洪预测的不容忽视的因素。为了满足此特点,可简化洪水预测,对主要防洪因素(洪峰流量、峰现时间、洪水总历时)的预测。在这里采用了简化单位线法,以便于实现适应性较好,计算速度快,预测精度高的目的。

3.2 数据的采集和接收

数据的采集与接收是数据传输的接口系统,主要通过设置数据传输接入网口,并通过我国水文气象信息中心的监测与数据处理系统,即时收集水文气象数据。^[5]检测系统的,主要分为温度检测、流速、流量检测、降水观测、质量测量、泥沙检测等,经由传输系统反馈给检测系统的平台。监测设备信息管理系统是该系统的基础组成部分,主要对实时接入的水文资料信息进行数据综合和运算管理。利用从系统中读取的信息,可以实现监

测数据管理、防洪预测、洪水演进、防洪调度、方案评价等功能。

3.3 精细化网格预报与智能化预报

该技术将精细的网格预报模式与智能预报模式,整合在预报预警与智慧调度的平台中,利用网格预报能够预知在流域内任何位置的流速与水位。该平台采用微服务的结构,支撑了多种水文预测模型、降雨预测模型、调度模式和风险评估模型的整合,可基于分布式计算进行快捷有效的精细网格模拟运算,支撑了实时水文预测功能。集合了短临降雨预测、土壤含水量模拟、小流域初始状态可以计算的分析模型、快速发展预警系统模式、集合预警、智能调度、风险能力评价、紧急处理与处置等功能,有效支撑了洪水预测、预报与风险管控,适用于国家洪水防治的完整社会经济服务工作过程。

结语:综上所述,水库洪水预报技术研究的必要性体现在多个方面。从提升水库安全运行水平、优化水资源配置与利用、增强流域防洪减灾能力到推动水文科技创新与发展以及满足社会经济发展需求等方面来看,洪水预报技术的研究都具有不可替代的重要性。因而,我们应该加强对洪水预报技术的研究和应用,不断提高其准确性和可靠性,为水库的安全稳定运行和流域的防洪减灾工作提供有力支持。

参考文献

- [1]占亮,邹天远,叶昕滢.基于一二维耦合水动力模型的海游溪流域洪水风险研究[J].陕西水利,2021(10):57-60.
- [2]崔为胜,尹世勇,冯德传.陡山水库“8.14”特大暴雨洪水分析及对策[J].山东水利,2021(10):16-17+19.
- [3]王宁,孙颖娜,李赞,胡金辉.洪水风险研究领域进展——基于CiteSpace的可视化分析[J].水利科学与寒区工程,2021,4(05):185-188.
- [4]刘志雨.洪水预测预报关键技术研究与实践[J].中国水利,2020(17):7-10.
- [5]梁显俊.百色市中小河流洪水预测预估系统开发与应用[J].广西水利水电,2017(05):51-56.