

水利枢纽工程地震应急管理体系构建与研究

段自成

新疆维吾尔自治区塔里木河流域吉音水利枢纽管理中心，新疆 和田 848000

[摘要]文章着眼于我国西部地区水利枢纽所面临的地震灾害威胁，综合考虑该区域地震活动频发且震级较高、地质状况复杂且生态环境较为脆弱的实际情形，精心构建起一套具备科学性且行之有效的地震应急管理体系。此体系包含组织架构及职责划分、应急管理流程设计、监测预警与风险评估机制、应急响应与决策指挥机制、资源调配与后勤保障机制还有信息管理与通信支撑机制等诸多关键内容，进而形成一个完整的应急管理系统闭环。借助技术支撑与装备建设、培训演练与能力提升、评估改进与持续优化等一系列实施保障举措，切实提高了水利枢纽工程在应对地震方面的应急管理能力以及抗震减灾水准，对于确保区域水资源安全以及生态安全而言，有着极为重要的理论价值与实践意义。

[关键词]水利枢纽；地震应急管理；体系构建；监测预警

DOI: 10.33142/hst.v8i11.18321 中图分类号: TV632 文献标识码: A

Construction and Research of Earthquake Emergency Management System for Water Conservancy Hub Projects

DUAN Zicheng

Xinjiang Tarim River Basin Jiyin Water Conservancy Hub Management Center, Hotan, Xinjiang, 848000, China

Abstract: This article focuses on the threat of earthquake disasters faced by water conservancy hubs in western China. Taking into account the frequent seismic activity, high magnitude, complex geological conditions, and fragile ecological environment in the region, a scientific and effective earthquake emergency management system has been carefully constructed. This system includes organizational structure and division of responsibilities, emergency management process design, monitoring and risk assessment mechanism, emergency response and decision-making command mechanism, resource allocation and logistics support mechanism, as well as information management and communication support mechanism, and many other key contents, thereby forming a complete emergency management system closed loop. Through a series of implementation measures such as technical support and equipment construction, training exercises and capacity enhancement, evaluation improvement and continuous optimization, the emergency management capability and seismic reduction level of water conservancy hub projects in response to earthquakes have been effectively improved, which has significant theoretical value and practical significance for ensuring regional water resources security and ecological security.

Keywords: water conservancy hub; earthquake emergency management; system construction; monitoring and early warning

引言

我国西部地区地质构造复杂且地震活动频繁，对重要水利枢纽工程的安全运行构成严重威胁。水利枢纽工程作为区域水资源调配和电力供应的重要基础设施，其在地震作用下的结构安全和功能完整性直接关系到下游地区人民群众的生命财产安全。依法依规、科学统筹、平稳有序推进地震灾害防范与应急处置工作，最大限度防御和减轻地震灾害风险，减少人民群众生命财产损失，实现高质量跨越式发展提供安全保障。现有应急管理体系存在组织协

调不够顺畅、监测预警能力有限、应急资源配置不够合理等问题，迫切需要构建科学有效的地震应急管理体系。本文结合西部地区特殊地理环境，系统分析地震灾害对水利枢纽的威胁特征，构建完整的地震应急管理体系框架，旨在为提升水利枢纽工程地震应急管理能力提供理论参考和实践指导。

1 水利枢纽地震应急管理体系的构建背景

1.1 地震灾害对水利枢纽的威胁特征

西部地区地震活动颇为频繁，而且强度颇高，这给水

利枢纽工程带来了独特的威胁。高强度的地震动有可能径直致使大坝坝体出现开裂的情况,地基也存在液化的风险,这些都是结构性的破坏,会对枢纽工程稳定运行造成极为严重的威胁。该区域的地质条件相当复杂,生态环境也很脆弱,在山区广泛存在着滑坡体以及泥石流沟道等诸多不良地质现象,这些现象在地震的作用之下特别容易被激活,随后便可能形成堵塞河道的堰塞湖,由此产生的次生水灾风险极为严重。水利枢纽工程呈现出梯级开发以及集群分布的特点,若单一枢纽工程发生地震损坏,那么很可能会凭借流域的联系引发连锁反应,进而形成影响范围更为广泛的灾害链。与此该地区部分已经建成的水利工程其抗震设计标准相对偏低,并且抗震加固措施也不是很完善,面对当下的地震危险性评估结果来看,这些工程的抗震能力明显有所欠缺,这就构成了潜在的安全隐患。

1.2 现行应急管理体系存在的问题

当前水利枢纽地震应急管理体系在实际运行过程中暴露出了不少问题。部门协调机制不够通畅,水利部门、应急管理部门、地震工作部门以及地方政府之间的职责边界不够清晰明确,信息共享程度不足,在应急响应期间常常出现指挥交叉以及责任模糊不清的情况。监测预警能力较为有限,现有的地震监测台网在西部的部分地区密度不够,专用水库地震监测设施的覆盖范围也有限,很难为水利枢纽地震安全提供足够的预警信息^[1]。应急资源配置面临着布局不合理以及调配机制不够灵活这两方面的困境,抢险物资、专业队伍以及救援装备在空间分布上极不均衡,缺少高效的统筹调配机制。信息管理系统的共享机制不够完善,各部门数据孤岛的现象依然存在,应急通信系统的冗余备份不足,在极端状况下难以确保通信联络的连续且可靠。

2 水利枢纽地震应急管理体系框架设计

2.1 体系构建原则与目标

水利枢纽地震应急管理体系在构建之时,需遵循一系列基本原则,像是把预防放在首位并且将防抗救结合起来、实行统一领导同时落实分级负责、以属地为主并推动资源共享等,进而打造出一个具备全面覆盖特点且能凸显重点的应急管理架构。具体而言,其构建目标涵盖了要建立起能够做到统一指挥并且高效协调的应急组织指挥系统,要让专业监测和群测群防相互结合的地震监测预警网络得以完善,要制定出既科学又实用且操作起来有较强可行性的应急预案体系,要构建起布局安排合理并且调配起来较为灵活的应急资源保障系统,还要建立起能够实现畅通高效并且安全可靠的通信网络。只有把这些目标都切实达成,

才能够最终形成一个结构完整且各项功能都很完备的水利枢纽地震应急管理体系,从而促使水利枢纽工程在地震灾害防御能力以及应急管理水平方面都得到全面提升。

2.2 组织架构与职责分工

水利枢纽地震应急管理工作所涉及的组织架构,适宜采用分级设立以及属地管理这样一种基本模式。由此便能够构建起一个多层次的组织体系,其中在国家层面有相应的指导与协调方面的工作安排,在地方层面则要统一指挥相关事宜,水利部门提供专业的支撑保障,而工程单位负责具体的实施操作。县级及以上的各级地方人民政府需要设立专门的抗震救灾指挥机构,该机构主要负责对本行政区域内抗震救灾工作的统一指挥以及协调事宜。水利部门身为其中极为重要的成员单位,承担着为水利枢纽工程应急管理给予专业技术支撑以及行业指导的重要职责。在水利部门内部,应当成立专门针对抗震救灾的指挥部,由该部门的主要负责人来出任指挥长一职,相关的分管领导担任副指挥长,各个职能处室以及直属单位的负责人都要作为成员参与其中。至于水利枢纽工程管理单位,其应当成立现场防震救灾机构,负责开展本单位以及水工程所影响区域范围内的防震救灾相关工作,并且要严格执行上级指挥机构所下达的各项指令以及作出的各类决定。

2.3 应急管理流程设计

应急管理流程包含震前预防准备、震时应急响应以及震后恢复重建这三个阶段。在震前阶段,主要聚焦于风险防控与应急准备方面,具体涉及开展地震危险性方面的分析工作、进一步完善抗震设防的相关标准以及编制应急预案等事宜。到了震时阶段,那么重点就在于快速响应以及有效处置上,像震情灾情的速报情况、应急响应的启动操作、工程抢险等相关事项都包含其中。而在震后阶段,着眼点在于功能恢复以及重建规划这些方面,其中就包含了灾害调查评估以及设施应急修复等工作内容。还需要建立起应急响应级别动态调整的机制,依据灾情的发展状况来适时地对响应级别做出相应的调整。

3 水利枢纽地震应急管理核心机制

3.1 监测预警与风险评估机制

监测预警与风险评估机制需要整合地震监测、水情监测以及工程安全监测等多方面的信息,构建起全方位且立体的监测网络^[2]。地震部门负责收集并管理全国各类地震观测数据,确定地震重点监视防御区域,给出年度地震趋势预测的意见,强化震情跟踪监测以及预报预警工作。水利部门要强化水库地震监测台网的建设,推进专用地震监测台网的建设,推动地震预警信息的应用,全面展开地震

风险隐患的排查工作。监测内容要包含地震活动性、水库水位、坝体变形、渗流渗压、应力应变等关键参数,采取人工监测与自动监测相结合的方式,保证监测数据的连续性与可靠性。对于重要的水利枢纽工程,需建立地震安全实时评估系统,通过设置不同等级的预警阈值,达成地震影响的快速评估以及预警信息的发布。

3.2 应急响应与决策指挥机制

应急响应与决策指挥机制需依据地震灾害分级状况来设立,要从低到高依次设立四级应急响应等级,这些等级分别与一般、较大、重大以及特别重大的地震灾害相对应。当应急响应正式启动之后,与之相应的抗震救灾指挥机构就得马上进入到应急的状态当中,依照预案所规定的职责分工去着手开展应急处置方面的工作。应急决策指挥务必要秉持统一指挥和分级负责这两个原则,同时还要把属地为主以及专业处置这两个方面结合起来,进而构建起一个运转起来高效并且协调起来有序的指挥协调机制。水利部门在应急响应期间应当搭建起完善的应急指挥体系,实施24小时的值班值守制度以及定期开展会商的制度。就水利枢纽工程出现的险情而言,得根据险情的具体类型以及其严重的程度,去采用不一样的抢险技术方案,比如说对于存在可能漫堤这种风险的情况,就要及时地将水位降低下去,或者拓宽溢洪道,又或者是去修筑临时子堰。要建立起现场指挥和后方支持相互联动的机制,派遣专家组或者现场工作组前往,以此来为抢险救灾工作给予技术层面的支撑以及决策方面的建议。

3.3 资源调配与后勤保障机制

应急物资储备采用集中储备与分散储备相结合的方式,在水利枢纽工程现场以及区域中心仓库储备足量的抢险机械、防汛材料等物资。抢险队伍组建秉持专业队伍与群众队伍相结合的原则,水利部门会组织专业抢险队,并且动员工程周边群众展开自救互救活动,保证应急供电和通信的需求得到满足,电力部门负责保障供电的畅通无阻,电信部门要确保通信联络能够顺利进行。建立跨区域、跨部门的应急资源调度机制,完善应急资金保障机制。

3.4 信息管理与通信支撑机制

建立起一套完整的从震情速报开始,经过灾情报告,再到险情排查的信息流程,以此来保障信息的准确性以及时效性。遵循统一标准和共享交换的原则,把多个部门的数据加以整合,进而构建起地震应急信息共享平台^[3]。在通信保障这搭建起将有线与无线相结合,并且让地面与卫星互为补充的应急通信系统,配备像卫星电话这类的应急通信设备,从而确保在破坏性地震发生之时,应急通信能

够保持畅通无阻的状态。信息发布工作秉持着及时准确并且公开透明的原则,依照相关规定向公众社会发布有关地震监测、预警等方面的信息。

4 体系实施保障与优化策略

4.1 技术支撑与装备建设

技术支撑体系的构建需着重关注地震监测预报、工程抗震、险情排查以及应急抢险等关键环节,强化水库地震监测与研究在理论层面及实践方面的力度,促使相关专业人员的理论素养以及操作技艺得以提升。要积极推动遥感技术、物联网技术、大数据分析等先进技术的应用推广工作,打造水利枢纽地震应急指挥平台,达成灾情监测、风险评估、指挥调度以及辅助决策的一体化与智能化目标。装备建设应紧扣应急通信与险情排查以及工程抢险与救援救助等实际需求来展开,配齐应急通信设备、险情探测设备、抢险施工机械、应急供电设备等专业装备,以此提高应急队伍的装备水准和工作效率。要注重水利枢纽工程的抗震设计以及技术改造事宜,严格依照水工建筑物抗震设计规范的要求,妥善挑选水利工程建筑场地,尽可能去选择那些对建筑物抗震较为有利的地段,规避地质构造复杂、存在蠕滑断层地段以及大滑坡体,还有易发泥石流的地区。

4.2 培训演练与能力提升

构建常态且制度化的培训演练机制,依据不同对象来开展分类培训活动。秉持实战导向以及问题导向,采用桌面推演和实战演练相互结合的形式,定期有序地组织开展地震应急演练工作。县级水行政主管部门每年要至少组织1次应急预案方面的培训,并且每1至2年需举行一次应急管理演练^[4]。强化防震减灾知识的宣传与普及力度,借助各类媒体以及多种渠道向公众广泛传播地震应急知识,以此提升全社会的防震减灾意识以及相应的能力水平。

4.3 评估改进与持续优化

构建起贯穿全过程且具备周期性特点的评估改进机制,这一机制要把应急准备阶段、应急响应阶段以及应急恢复阶段都涵盖进去。同时去着手建立起应急管理评估指标体系,要从组织体系层面、预案体系层面还有保障体系层面等多个方面去设定能够量化的评价指标。要着重对新出现的地震案例以及应急实践当中的经验加以总结分析,并且要及时把这些总结分析出来的成果固化成为制度规范以及预案的相关内容。另外还要构建起应急管理体系的动态更新机制,依据技术方面所取得的进步情况、风险发生演变的具体状况等因素,去及时地对应急预案以及管理制度做出修订和完善方面的操作。

5 结束语

本文构建的水利枢纽地震应急管理体系充分考量了西部地区地震活动频发、地质条件复杂的区域特点,着重体现了预防为主且防抗救相结合的工作原则,彰显了统一指挥以及分级负责所具有的组织优势,进而形成了监测预警与应急响应、资源保障与信息支撑的完整闭环。在未来,需要进一步强化针对水库地震成因机制以及传播规律的相关研究,加深对于高烈度地震作用之下水利枢纽工程响应特征以及破坏机理的认知,对地震监测预警以及风险评估的技术方法加以优化,提高应急指挥决策的智能化水准以及抢险救援的专业化程度。凭借持续不断的努力以及深入细致的探索,我国水利枢纽地震应急管理体系一定会变得更加完善,从而为保障水利工程的安全以及区域的可持续发展给予更为坚实的支撑。

〔参考文献〕

- [1]石磊,张勇,梁坤,等.水库地震台网台址勘选及监测能力分析研究——以夹岩水利枢纽工程为例[J].云南大学学报(自然科学版),2023,45(1):115-122.
- [2]李应周,曾理,毛新莹,等.大型水利枢纽工程中水工结构的设计要点分析[J].珠江水运,2024(24):44-46.
- [3]柴子晗,肖诗荣.三峡水利枢纽地下厂房围岩关键块体稳定性分析[Z].水利水电快报,1-10[2025-11-17].
- [4]孙龙臻,王奇.水利枢纽混凝土重力坝地震受力分析[J].内蒙古水利,2025(2):15-17.

作者简介: 段自成 (1989.9—), 毕业院校: 新疆大学, 所学专业: 电气工程及其自动化, 当前就职单位名称: 新疆维吾尔自治区塔里木河流域吉音水利枢纽管理中心, 职称级别: 水利工程 工程师。