

唐家山堰塞湖应急处置与减灾管理工程

刘 宁

(中华人民共和国水利部,北京 100053)

[摘要] 简要介绍了唐家山堰塞湖应急处置的有关情况,归纳了堰塞湖处置的一般性认识,从减灾风险管理及其风险决策出发,探讨了减灾管理工程的内涵和应用,分析了唐家山堰塞湖处置成功对丰富和发展减灾管理理论和实践所具有的重要意义,并针对减灾管理得出了几点结论。

[关键词] 唐家山堰塞湖;风险管理;风险决策

[中图分类号] X959 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2008)12-0067-06

1 前言

5.12四川汶川特大地震造成5万余处山体滑坡、崩塌,堵塞河道,在一些重要江河支流形成较大堰塞湖35处,其中四川省34处、甘肃省1处,另外四川省还形成小型堰塞湖70处。唐家山堰塞湖是集雨面积、蓄水量威胁最大,可能造成灾害损失最为严重的堰塞湖。经过各有关方面的共同努力,最终唐家山堰塞湖险情成功排除,创造了世界上处理大型堰塞湖的奇迹,对研究和推进减灾管理工程具有重要的理论和实践意义。

2 唐家山堰塞湖的应急处置

2.1 唐家山堰塞湖基本情况

堰塞体体积 $2\ 037 \times 10^4 \text{ m}^3$,顺河长约803 m,横河宽最大约611 m,平面面积约 $30 \times 10^4 \text{ m}^2$,坝高82~124 m,上游集雨面积 $3\ 550 \text{ km}^2$,堰塞湖库容 $3.16 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

2.2 唐家山堰塞湖应急处置的制约性因素

概要而言,唐家山堰塞湖险情共有八个确定性和不确定因素,这些因素成为其应急处置时的制约。

确定性因素:a.遇较大洪水或降雨,溃决概率非常大;b.堰塞体高80~120 m,水头高60~80 m,极具危险性;c.上游流域面积大,水位上涨快;d.堰塞

体仍遭遇强余震的影响。

不确定因素:a.堰塞体土石结构复杂,短时难以弄清,且均为经过高速滑动形成的散粒堆积体;b.气象的变化难以预测;c.堰塞体可能存在薄弱环节造成塌陷甚至部分溃决,5月29日在堰塞体左后坡700 m高程处发现管涌渗水点,渗漏量一直在增多扩大;d.堰塞体上游约3 km处还有一处近 $1\ 700 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的马玲岩潜在滑坡体存在,如果巨大滑坡体滑落产生涌水,可能会对唐家山堰塞体造成严重影响。

唐家山堰塞湖如果溃决其洪水峰高量大,推进迅速,3~4 h就将到达绵阳市,极大超过当地的防洪标准,直接威胁数百万人的生命安全。因此,必须将工程排险与人员避险相结合,力求“安全、科学、快速”。

2.3 唐家山应急处置方案的制订和施工过程

在坝体右侧垭口软硬结合处开挖泄流渠,确定了“入口低坡、中段平底、岩槽锁口”的渠型,以期达到“方便施工、溯源冲刷、固左淘右、不溃少留”的效果。设计了渠道开口线相同、三个不同的渠底高程目标方案,同时还设计了爆破方案备用,实施中动态调整方案。在施工上,采用“疏通引流,顺沟开渠,深挖控高,护坡镇脚”以及“挖爆结合,先挖后爆,平挖深爆,以爆促挖”的方式。根据堰塞体现场的地

[收稿日期] 2008-10-14

[作者简介] 刘宁(1962-),男,辽宁丹东市人,水利部总工程师,教授级高级工程师,研究方向为水工结构、水文水资源

形及地质条件,泄流渠利用堰塞体上偏右侧的低洼薄弱部位布置,平面上呈凸向右岸的弧形。泄流渠采用梯形断面,两侧边坡为1:1.5。为简化施工,设计了铅丝笼进行出口锁口和软弱边坡防护。防护范围为陡坡段及其两侧边坡、下游出口段变坡处顺流向前后共50 m范围、泄流渠凹岸边坡。5月25日开始,武警水电部队连续奋战7天6夜,挖掘完成了一条总长475 m、上游段深12 m、下游段深13 m、进出口段高程分别为740 m和739 m的泄流渠,挖掘 $13.55 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。与此同时,按照工程排险与人员避险相结合的原则,在溃坝分析和风险评估的基础上,制订了1/3、1/2和全溃方案,对1/3溃坝影响范围内的人口27.5万多人进行了提前转移,建立了水雨情预测预报体系、远程实时视频监控系统、坝区安全监测系统和专家会商决策机制。

2.4 唐家山应急处置的效果评估

6月11日坝前水位较最高水位下降28.97 m,相应蓄水量减少 $1.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。泄流过程中,下游群众无人伤亡,重要基础设施没有造成损失。6月11日,临时转移的群众安全返回家园,唐家山堰塞湖险情解除。

堰塞体过流后已形成较宽畅的新河道,平面上呈向右岸凸出的弧形,断面形态呈上宽下窄的“倒梯形”。泄流后剩余堰塞体主要由结构较密实的巨石、孤块碎石组成,抗滑稳定性较好。泄流渠过水冲刷形成新的峡谷型河道,具有通过200年一遇洪水的的功能。

堰塞湖泄流过程证明,泄流渠引流效果良好,有效控制了湖水下泄过程,符合“主动、尽早,排险与避险相结合”的原则,体现了“安全、科学、快速”。国务院抗震救灾总指挥部发来贺电,称赞其“创造了世界上处理大型堰塞湖的奇迹”。

2.5 堰塞湖处置的认知

归纳堰塞湖处置的经验,一般来说减灾应遵循以下理念和原则。

核心理念:以人为本,确保人民群众生命安全;充分利用自然力量排除自然灾害。

基本原则:“安全、科学、快速”;工程排险与人员避险相结合;用先进监测技术及时预警预报;尽可能减少财产损失,尽快使群众生活安定。

堰塞湖预计有以下几种处置方式:a.漫顶溃决;b.爆破泄流;c.固堰成坝;d.开渠引流;e.自然留存。堰塞湖的处置要立足于减灾,通过采取各种工

程和非工程措施将可能带来的灾害降低到最低程度,但完全消除或避免灾害非常困难,对于唐家山堰塞湖,根据其地质特性,判断其不溃决的可能性较大,通过开挖泄流渠降低水头,过水溯源冲刷后形成了较稳定的深谷河道,对下游基本没有造成损失,这是最理想的状况。但因堰塞湖清况不尽相同,笔者不能奢求其他堰塞湖的处置都能达到这种效果。

3 减灾管理工程

如前所述,当人类社会遭受灾害威胁时所能采取的有效措施,实际上都是利用一切力量和资源,努力减少灾害造成的损失。如果可资利用的力量和资源一定,则利用这些力量和资源的“能力”就成为关键。因此,如何组织发挥好这一能力实质上就是笔者提出的减灾管理工程的全部内涵意义。

大地震使灾区居民遭受惨重损失,不应该也不允许因为堰塞湖或水利震损工程处置不当而引发次生灾害,再次对人民群众造成生命伤害。各级政府对地震造成的次生灾害风险高度重视,加强灾害风险管理,科学、及时地进行各项风险决策,采取各种措施予以防范、化险、排险、避险,取得了卓有成效的业绩,为现代灾害风险管理提供了实践范例。

3.1 减灾风险管理

科学技术和社会经济的发展使风险的产生以及风险损失、收益都不断发生变化,并呈现出风险增长的特征,人类面临的风险危机越来越多样、复杂。近年来发生的SARS、禽流感、重大突发污染事件以及此次汶川特大地震等,都对公共风险管理提出了新挑战,如何有效地预防灾难、化解风险乃至处理危机是我国需要研究的重大问题。

灾害风险管理是近年发展起来的新兴学科,国际社会在积极推进灾害风险管理理论研究和应用研究快速发展的同时,至今尚未建立和形成有关灾害风险管理案例研究的系统、规范体系和成果,既缺乏具有普遍意义的研究模式,也缺乏具有广泛借鉴意义的成功案例,这是灾害风险管理研究内容的重要缺失。笔者认为,这一缺失主要应从减灾管理工程的实践中去寻求补足。

通常,风险包含了两层含义,即事件发生的概率(可能性)和事件发生导致的后果两个方面的乘积。风险具有客观性,其大小随着时间的延续而变化,是一定时期内的风险。风险发生的不确定性决定了风险所致损失发生的不确定性,风险发生的概率越大,

损失出现的概率也越大,反之亦然。灾害风险一般由致灾因子、孕灾环境和承灾体子系统共同组成。

以水库大坝安全事故灾害风险为例,致灾因子是指诱发溃坝事故发生的因素,包括溃坝事故发生的内因和外因。外因包括:超标准洪水、地震、上游水库溃坝、库区滑坡、战争、恐怖活动等,内因主要指由于设计、施工或其他原因引发的大坝质量问题。孕灾环境是指形成溃坝灾害的环境,主要包括大气环境、水文气象环境以及地质地貌环境。承灾体是指溃坝洪水作用的对象,承灾体子系统是人类及其活动所在的社会与各种资源的集合。如图1所示。

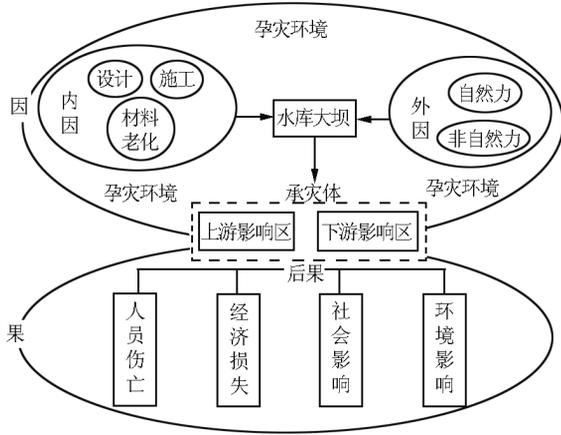


图1 水库大坝安全事故灾害风险示意图
Fig.1 The disaster risk sketch map of reservoir dam accidents

风险管理是以风险可能造成的损失结果为对象,根据成本和效益比较原则,选择成本最低、过程最短、安全保障效益最大的风险处理方案;风险管理以风险为核心,以事前、主动预防为特征,进行风险分析、风险评价和风险处置。就地震可能造成水利灾害风险而言,风险分析是指对堰塞湖或震损水库溃决概率进行分析(溃决模式和路径分析)和溃坝后果分析(针对生命、经济损失和社会环境影响,进行溃坝洪水分析,确定淹没范围及程度)。风险评价是检验和判断风险是否可以接受的过程。风险处置方法包括降低风险(降低溃决可能性和减少溃决后果),转移风险,规避风险,保留风险。为此,不仅要进行工程应急处置除险,还要进行预测预报预警并编制可行、有效的应急预案。减灾管理工程的主要任务就是要及时、有序、有机的形成强大而高效的组织能力,动员一切可以调动的资源、力量,把风险控制在全社会和公众可以接受的水平,建立以风险为中心、以预防为核心的事先主动风险管理体系。

水利抗震减灾较好地实现了减灾管理工程的目的,积累了一系列行之有效的动员、组织方法和模式,实际中收获了良好的减灾效果。

3.1.1 主动从速除险避险

处置重大、复杂的灾害事件,面临的往往不是单一风险因素。此时一定要认真分析各种风险影响因素,按照统筹兼顾、综合风险最小的原则处置风险事件。减灾除险往往时间紧、任务重、风险大,尤其要注意规避风险的叠加,坚持对灾害事件主动从速除险避险。

3.1.2 建立应急工作机制

良好的应急工作机制是提高除险减灾工作质量和水平的保障,要实行“广泛合作、信息共享、相互协调、形成合力”的风险管理合作机制,相关各方密切协作,统筹兼顾,即时会商,有效地开展减灾工作。

3.1.3 制订科学减灾方案

工程措施是减灾除险的重要手段,要充分利用先进的科学技术和工程手段,结合地形地质、水文条件等,合理利用大自然的力量,因地制宜地制订施工方案并进行科学评估,用先进的科学技术保障安全、快速地排除灾害风险,最大限度地保障人民群众的生命财产安全。如在唐家山堰塞湖处置中,开渠引流,通过溯源冲刷逐步扩大过流断面加速泄流,泄流渠引流效果良好,有效控制了水流下泄时间,避免了突然溃决的灾害。

3.1.4 合理分担灾害风险

灾区是风险的承担者,政府是风险的消除者。在复杂的风险条件下,要合理地分担风险,即灾区群众应主动承担规避风险的义务,政府应承担解除风险的责任。消除、减轻灾害的风险是一个系统工程,需要政府、居民、专业机构和专家等密切配合,共同努力,化解灾害风险威胁。

3.2 减灾风险决策

管理的核心是决策,决策贯穿于管理的各个方面及其整个过程,任何管理活动都离不开决策。决策是一切行动的先导,是一门科学,也是一门艺术,正确而科学的决策会收到巨大的社会和经济效益,错误和盲目的决策则会带来无法挽回的物质和精神损失。管理者总是面临着两难境地和进行多种方案的决策,从目标的制订,方案的选择,人员的配备,组织的构建,资源的分配,都需要决策。

风险决策属于非确定型决策,是指结果有多种可能性,且不能预测未来自然状态出现概率。对于

风险决策问题,不但状态的发生是随机的,而且各状态发生的概率也是未知或无法事先确定的。对于这类问题的决策,主要取决于决策者的素质、经验和决策风格等。风险决策问题行动方案的结果值出现的概率无法估算,决策者根据自己的主观倾向进行决策,不同的主观倾向建立不同的评价和决策准则。由于非确定性的存在,决策者个人的主观反应往往直接决定决策后果,其个人的风险意识和理念构成风险管理的主观依据。

水利抗震减灾涉及面广、边界条件复杂、社会影响和风险大,需要进行多目标、快速、科学的决策,决策的难度很大。实践证明,水利抗震减灾工作中进行的一系列决策是科学、及时、有效的。

3.2.1 减灾必须多目标决策

多目标决策是研究如何在多个存在着矛盾和冲突的决策目标下进行有效和科学决策的问题。水利抗震减灾关系群众的生命安全和切身利益,关系整体抗震救灾的大局,其减灾的目标不是单一的,而是包括安全、快速、科学等各方面综合的复杂目标,这给决策带来了很大的挑战和难度。必须运用多目标决策的方法,既要保证人民群众生命安全,又要争分夺秒,减少造成次生灾害的风险,还要符合科学、经济合理等方面的要求。

3.2.2 减灾必须科学决策

做决策,可能成功也可能失败,对决策者来说总是要冒一定风险,问题不在于敢不敢冒险,而在于能否估计到各种决策方案存在的风险程度,以及在承担风险时所付出的代价和获得的收益之间做出慎重的权衡,以便采取行动。水利抗震减灾过程中面临的风险很多,一旦决策失误,造成极大的影响和损失,必须进行科学决策。在唐家山堰塞湖的处置中,冒险大爆破,爆除可能长时间冲淘不下有利于防止溃决的岩石渠段,可以加快过流后的排险,但很可能促成人为溃决,给下游带来巨大灾难。若不爆除,过流后长时间不能排险,将可能使抗震救灾、重建家园的局面更为紧迫。进行科学决策的结果是,为实现“不溃少留”的效果,保留了岩石渠段,实践证明这一决策是正确的。

3.2.3 减灾必须实时决策

地震造成的堰塞湖、震损水库、堤防等,为保障安全和避免汛期洪水叠加,留给处置的时间都十分紧迫,进行这类决策,来不及进行充分的调查、论证等,要及时进行除险减灾,必须进行实时决策。同

时,由于各方面、各种因素对减灾效果要求高,在实时决策的同时,还必须保障各种减灾方案、时机等决策的科学合理性。

唐家山堰塞湖是新中国成立以来地震后形成堰塞湖中最严重的,其危害程度严重、影响范围广泛、处置时间紧迫、施工难度巨大和技术措施复杂,在世界堰塞湖的处置中都是罕见的。唐家山堰塞湖从成为威胁数百万人生命安全的重大风险源,到成功处置解除风险历时不到一个月时间,但它却涵盖了灾害风险管理过程的全部要素,包括风险源的孕育与生成、风险危害的预测与评估、风险处置的决策与组织、风险处置过程中各种技术、工程手段和社会措施的运用以及国家最高决策层对处置过程的直接领导等等。从处置过程看,从堰塞湖形成之初的风险预测与评估,到处置过程中的风险决策和组织实施,再到工程设计与施工,这一过程的每一步既体现了严谨、求实的科学态度,又做到了果断、及时的决策,创造了具有共享价值的堰塞湖处置经验;从处置指导思想看,无论是坚持“以人为本,确保人民群众的生命安全”,还是坚持利用自然力量排除灾害风险,实现工程排险与人员避险的有机结合,都保证了处置过程科学、快速地排除风险,又“无一人伤亡”目标的实现;再从处置过程采用的科学技术和先进工程手段看,处置唐家山堰塞湖充分利用了许多先进技术和工程措施,在充分发挥我国广泛动员社会资源应对突发灾害制度优势的基础上,最大限度地发挥了现代科技手段的作用,使唐家山堰塞湖的处置在社会组织和科技手段上均达到国际先进水平,构成了减灾管理工程的重要实践和经验,成为国内外重大灾害风险管理案例研究的宝贵资源。

4 结语

基于唐家山堰塞湖应急处置经验和对减灾管理工程的认识,有下述结论供参考。

4.1 加强防范灾害应急处置成功经验的归纳总结

以水利抗震救灾为例,许多成功的经验值得总结,如在堰塞湖的处置上,我国成功处置了以唐家山为首的数十座堰塞湖,要归纳整理在安全评估、溃决洪水分析、应急处理措施、安全预案与决策等各个方面的成功经验,为今后堰塞湖的应急治理等提供依据。再如我国对高坝抗震缺乏系统及深入研究,高坝经受强地震的实例极少,要抓住这次震例,深入调研总结,力争能在高坝抗震等领域有所创新和突破。

除此之外,在水利抗震救灾的应急机制上还存在一些不完善的地方,需要认真总结研究,提高应急减灾风险管理的水平。

4.2 推动减灾管理工程和灾害风险管理研究

唐家山堰塞湖应急处置,可以说是处置震后次生灾害风险最成功的社会行动,它所包含的处置重大灾害风险的经验和丰富和发展中国乃至世界的灾害风险管理理论和实践,具有重要的学术价值。对推进国内外灾害风险管理学科的发展,填补这一学科领域研究的空白具有重要理论和实践意义。

今后要进一步加强减灾管理工程和灾害风险管理理论的研究,就水利而言,要深入全面研究震损水库和堰塞湖在数据快速获取和解读、堰塞湖形成机理和评估、水库和堰塞湖溃决机理、洪水演进过程及影响、减灾和应急抢险应急治理以及工程对策等领域的关键技术问题,研究应急检测与监测技术、险情快速评估与排序理论和方法、应急抢险工程措施与人员避险应急预案、恢复重建与修复标准和技术,以及水库大坝震损机理与抗震减灾方法;提出地震多发区水库应急管理机制与对策,建立健全科学、高效的震后应急处置机制;建立洪水溃决风险评估指标体系,构建堰塞湖重大险情应急指挥系统。通过这些研究,为高危坝体和堰塞湖应急抢险、除险加固以及恢复重建提供及时、先进的科技支撑。

4.3 有机衔接应急减灾管理与常规综合管理

一般来说,减灾管理工程属于一种应急状态下的管理,在应急排险避险工作后,要抓紧后续工作,尽快转向常规综合管理。如对唐家山堰塞湖来说,

- 抓紧审查《唐家山堰塞坝及边坡安全性评价报告》,并尽快提出唐家山堰塞坝及其周边综合整治方案。
- 加强监测和预测预警,及时报出信息;
- 抓紧打通通向唐家山堰塞坝的道路,并接通动力电源;
- 加强水位上升对上游治城等城镇影响的分析,加强对策研究;
- 抓紧整理几次泥石流淤堵泄流渠有关资料,以资后续相关工作借鉴。

任何情况下,做好监测和预警预报工作都十分

重要。要着力提高对地震及次生灾害等的监测和预警预报水平,充分利用全球定位系统、地理信息系统、卫星遥感遥测、低空精准航拍、远程宽带视频、计算机仿真模拟、三维激光扫描、水文自动测报、险情实测监测、溃坝模型演进等先进技术,提高监测和预警预报的精度和水平。

4.4 进一步规范工程建设管理的机制体制

要按照国务院划定的职能分工和有关法律法规,进一步理顺工程建设管理机制体制,充分发挥行业指导、规范职责,保障水库、水电站的有序建设和安全运行。要组织修订相关设计规范和标准,纳入有关减灾管理工程和灾害风险管理研究的最新成果。此外,还要进一步完善工程安全风险评价理论和方法,指导今后的工程建设及灾害多发区工程应急管理;研究编制工程险情分类与判别、险情快速检测技术、应急监测技术、险情快速评估、险情预警分级指南、应急抢险技术、恢复重建标准、修复技术指南和应急管理指南等一系列技术标准导则和指南。

4.5 大力提高现代管理工程和灾害应急处置水平

抗震减灾工作取得了突出成绩,充分说明我国工程科技水平和手段已经达到了较高水平甚至国际先进水平,也说明现代管理工程和灾害应急处置能力已大大提高和加强。这是贯彻落实科学发展观,坚持以人为本,依靠科学力量的成功实践;是认识和把握自然规律,利用自然力量化解自然灾害风险的有效尝试。今后面临的灾害风险处置形势和要求仍十分严峻,要采取切实有效措施,提高应对特大自然灾害能力,加快完善灾害应急机制的建设,将防灾、救灾、重建等全面纳入法制轨道,完善减灾管理体系,加速相关信息管理系统建设,进一步完善预警机制。要提高全民防灾意识,加强国际救援合作,充分发挥新闻媒体在防灾减灾中的作用。

总之,唐家山堰塞湖的应急处置为今后有效应对类似灾害、研究减灾管理工程理论提供了良好的范例,在此作概要论述以求证于读者。

The emergency handling of Tangjiashan barrier lake and disaster reduction management project

Liu Ning

(*The Ministry of Water Resources of the People's Republic of China, Beijing 10053, China*)

[**Abstract**] This thesis briefly introduces the emergency handling of Tangjiashan barrier lake, and concludes the general cognition for the barrier lakes handling. Based on the risk management and risk decision-making, discusses the connotation and application of the thesis disaster reduction management project, and analyzes the importance of Tangjiashan barrier lake's successful handling for the enrichment and development of disaster reduction management theory and practice. Finally, several conclusions are deduced for disaster reduction management.

[**Key words**] Tangjiashan barrier lake; risk management; risk decision-making

(上接 38 页)

The build up of teams of professionals is the most urgent task for engineering management in China

Zhang Shourong

(*Wuhan Iron and Steel Corp., Wuhan 430080, China*)

[**Abstract**] After reviewing the current situation of engineering management in China, the author realized that the build up of teams of professionals is the most urgent task for engineering management in China, and specific suggestions for build up of teams are put forward.

[**Key words**] engineering management; build up of teams of professionals; up grading