

文章编号:1001-4179(2015)20-0022-04

# 云南鲁甸红石岩堰塞湖排险处置的思考与探索

程兴军, 王志

(中国人民武装警察部队水电第三支队, 广西南宁 530222)

**摘要:**大型堰塞湖的处置是目前应急抢险任务中较为棘手的一个问题,而科学正确的处置方案和施工组织是保证堰塞湖得到快捷、安全处理的关键。结合工程实例,对云南鲁甸红石岩堰塞湖处置所采用的施工方案和施工组织情况进行了归纳总结,同时对突发性自然灾害抢险处置所涉及的应急救援技术优选、施工组织方法、施工机械选择、灾情信息数据获取等问题进行了延伸探索。相关经验可供类似险情处理借鉴。

**关键词:**排险方案;应急救援;技术优选;红石岩堰塞湖;云南省

中图法分类号: P642

文献标志码: A

DOI:10.16232/j.cnki.1001-4179.2015.20.007

## 1 灾情概况

2014年8月3日16:30,云南昭通鲁甸县境内发生6.5级地震。地震引起牛栏江两岸山体崩塌,在牛栏江干流形成了堰塞湖。堰塞体位于红石岩水电站大坝下游600 m处,堰塞体坝顶高程1 216 m,坝高83~96 m,上游侧坝宽286 m、下游侧坝宽78 m,顺河流向长753 m。堰塞体为两岸强风化白云岩高速崩落堆积而成,总体积约120万 $\text{m}^3$ 。堰塞湖水位1 216 m时,总库容约为2.6亿 $\text{m}^3$ (见图1)。



图1 红石岩堰塞湖

## 2 排险方案

巨大体量的堰塞湖形成后,湖面水位上涨速度极快,直接影响到上游会泽县两个乡镇和下游鲁甸、巧家、昭阳3县(区)10个乡镇,一旦溃决,将对下游人民

生命财产以及上游红石岩水电站带来灾难性的损失,并引发不可估量的严重灾害链。

灾情发生后,作为一支专业堰塞湖应急排险的武警水电部队——武警水电第三支队高度重视,立即研究部署抗震救灾工作,成立工作小组,并在第一时间将救援官兵迅速派到灾区。为有效实施堰塞湖应急排险,按照云南省抗震救灾指挥部意见,国家防汛抗旱总指挥部工作组和云南省政府组建了牛栏江红石岩堰塞湖排险处置指挥部,组织有关技术力量于2014年8月6日编制完成《云南省鲁甸“8·03”地震牛栏江红石岩堰塞湖应急排险处置报告》。按照排险方案,堰塞湖排险处置所采取的工程措施主要是在堰塞体上开挖一条泄流槽,根据模拟计算,泄流槽的最佳形状为上口宽29 m、底宽5 m、深8 m、边坡坡比为1:1.5、长753 m。国内多家著名设计、科研院所根据前方传回的水位库容关系曲线、堰塞体现场查勘收集的资料,参考唐家山堰塞体计算成果,采用IWHR-DB、MIKE11软件对堰塞体进行了初步的溃决流量计算分析。分析结果表明:洪水均可通过下游天花板大坝坝身泄洪设施安全下泄<sup>[1]</sup>。

2014年8月6日,堰塞湖排险处置指挥部向武警水电部队下达开挖堰顶泄流槽任务。8月6日晚,右岸通往堰塞体的水上通道被打通;8月7日上午,第一台挖掘机通过漕渡门桥被运送至堰塞体开始施工;8

收稿日期:2015-08-17

作者简介:程兴军,男,助理工程师,主要从事水利水电工程施工技术管理工作。E-mail:kuulala@126.com

月 8 日,武警水电部队官兵对堰塞体上巨石进行爆破开挖;8 月 9 日,从左岸通往堰塞体的道路打通,大批大型机械通过左岸道路到达堰塞体开始作业;至 8 月 12 日 17:00,经过堰塞湖排险处置参战各方 9 d 的艰苦努力,累计爆破开挖土石方 10.3 万  $\text{m}^3$ ,泄流槽开挖完成(见图 2)<sup>[2]</sup>。

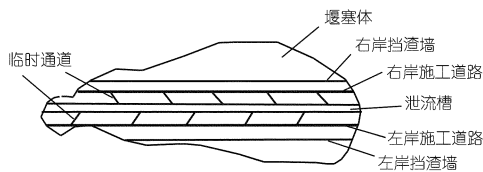


图 2 泄流槽平面示意

### 3 效果评价

在武警水电官兵的共同努力下,红石岩堰塞湖排险处置按既定方案实施,取得了显著成效,如期完成了泄流槽的开挖任务,达到了预期的抢险效果。

(1) 恢复了道路交通。红石岩堰塞湖右岸水陆道路打通,左岸通往堰塞体道路通畅,为后续处置和后期整治奠定了坚实基础<sup>[3]</sup>。

(2) 降低了堰塞湖水位上涨的速度。右岸泄流通道打通并扩大后,加之上游水库拦蓄和降雨减少,堰塞湖水位上涨速度由形成初期的约 0.8  $\text{m/h}$ ,逐步降低到了每小时几厘米,期间湖内水位还有所下降,在一般入湖流量情况下,堰塞湖水位稳定在 1 177 ~ 1 181 m,为堰塞湖排险处置和下游群众转移赢得了时间。

(3) 减小了堰塞湖最大蓄水库容。堰顶泄流槽开挖完成后,堰顶高程下降了 8 m,相应库容减小了 9 000 万  $\text{m}^3$ ,有效降低了溃坝风险和上下游的淹没风险。

此次红石岩堰塞湖排险处置充分考虑了堰塞体成因、物质组成、机械设备与交通状况等综合因素,采取“上蓄、中引、下泄”等综合方法,开挖泄流槽,以缓解上游水位上升速度,进一步降低了上游水位,达到了排泄积水的目的。实践证明,红石岩堰塞湖排险处置体现了因地制宜、因势利导、统筹考虑的理念和以最大的力量、最快的速度、最短的时间控制灾情或消除灾情影响的原则。

## 4 思考与探索

红石岩堰塞湖排险处置的成功实施,体现了对突发性自然灾害的应急救援技术应用和统合管理的科学理念,为综合处置、改造大方向堰塞体提供了范例。

### 4.1 突发性自然灾害应急救援技术

#### 4.1.1 应急救援的本质内涵

“应急”的定义,就是对突然发生的事件而采取的

紧急应对。应急救援技术就是紧急应对所采取的综合技术手段和措施,它以常规技术为基础,具有快速可行、安全合理、时段有效、不惜代价等特点,偶有突破强制性技术条款,与常规技术有着不同的特点和规律。

(1) 从常规技术与应急技术的区别看,一个是“利水”,一个是“治水”,这是根本区别。常规技术施工一般是建设水利水电设施,主要是利用水资源,是利水;而应急技术主要是对水利水电设施灾害的治理与预防,是治水。

(2) 从作业环境看,常规施工一般是“无水”情况下作业,而应急处置是“有水”情况下作业,甚至伴随着降雨,应急技术要充分考虑作业环境的不同。

(3) 从作业过程看,一是要做好无路、无信号情况下快速到达灾害现场的技术应对;二是做好到达现场后快速处置的技术应对;三是要做好处置过程中态势变化带来的技术应对。

(4) 从技术方案实现途径看,最大的制约有 3 个因素:① 人的技能;② 装备的利用;③ 材料的选择。

(5) 从“三抢”与规程规范的把握看,一是长效与有效的把握,抢险是有效性的把握,抢修抢建是较长效性的把握,带来的进度和质量管理的把握是不一样的;二是经济性与合理性的把握,除险具有安全合理的不惜代价性。

#### 4.1.2 风险度与应急期

风险度( $R$ ) = 事件发生的可能性( $L$ )  $\times$  严重后果性( $S$ )。危险等级越高风险度越高。

应急期就是灾情发生后实施除险的最佳时限。除险,关键在抢,如果险情得不到及时有效控制,损失也就不可避免地产生或扩大,所以除险必须把握好应急期。不同险情,应急期也不尽相同。比如地震灾害中的生命搜救,应急期为黄金 72 h,超过这个时间,伤员的存活率极小。江河抗洪抢险的应急期就是最大洪峰到达前的合理时间,水库漫溢除险应急期就是洪水发生漫溢至溃坝前的时间。

#### 4.1.3 反常态与破程序

“反常态与破程序”是在熟知常规作业、遵守规范、熟练掌握程序的前提下,现场临机处置的一种较高境界的综合简化程序指挥手段,这就要求各级指挥员和工程师具备较高的综合能力。在现场紧急情况下,难以避免要采取这种“反常态与破程序”的快速处置,如“三抢”有时候在指挥程序上,实行“一句话命令加补充指示”的方式,包括作业流程没有按程序化实施。

### 4.2 施工组织

红石岩堰塞湖具有规模巨大、条件艰难、施工组织

复杂等突出特点,为快捷有效地实施排险方案,对组织机构的设置,人员、设备的组织显得尤为重要。此次堰塞湖排险过程中,武警水电部队专门成立了前线指挥部,并按照职能、职责分别设立军事组、政工组、后勤组,每个职能部门均由指挥部统一协调指挥,保证了排险作业的高效有力。

### 4.3 施工方法与施工机械选择

#### 4.3.1 施工方法选择

险情影响因素不同,施工方法选择也就不同。比如决口主要采取“堵”,大坝漫溢、堰塞湖主要采取“泄”,堤防主要是“护”,裂缝主要是“补”,漏洞主要是采取“前堵、后导”,泥石流采取以“抑制为主、疏导并重”等。由于险情影响因素多,多数都比较复杂,所以施工方法应用大多数是采取综合施策,多种技战法组合运用。

堰塞湖排险施工方法的选择应紧密结合现场条件、坝体物质组成及其结构特点。坝体泄流槽的开挖一般情况下主要有人工清挖、机械开挖、工程爆破以及3种方式的组合等施工方法。地质条件不同,所形成的堰塞体也不同,因此,采取何种施工方法必须依据现场勘探结果进行综合选择。此次云南鲁甸红石岩堰塞湖堰塞体主要由岩石组成,加之体量巨大,快速打通道路可以将大型施工机械运至现场作业。因此,综合考虑各种因素和施工方案,选择了机械开挖和工程爆破相组合的施工方法,针对堰塞坝应急排险时间短、场地受限,挖出的土石料越堆越多的特点,采用了多级挖掘机接力的方式将土石料转运至更远距离,如图3所示。



图3 多机接力开挖转运

#### 4.3.2 施工机械选择

从20世纪的多次抗震救援实例中可以看出,通用的大型工程机械设备如挖掘机、推土机、装载机、拖车等已成为灾区救援不可或缺的重要工具,尤其是经过四川唐家山堰塞湖抢险、云南鲁甸红石岩堰塞湖抢险的实例证明,我们更加坚信了施工机械在排险中的重要作用。国外一些发达国家,已经装备了大型专用的救援工程机械装备,以适应各种救援环境。但是,目前国内大型专用救援工程机械装备还处于研发试用阶段,没有形成大规模批量生产的能力,而且通用大型工

程机械设备在地震应急救援中还存在有严重的局限性。因此,在外部因素局限的情况下,如何有效发挥现有资源优势,达到排除一切险情的目的,这就需要我们对所配备的装备进行优化组合,充分发挥好各种装备的技术特性。

例如,常用的液压挖掘机在工程建设中主要用于开挖和修整<sup>[4]</sup>,但在排除堰塞湖险情中,也可以用于打通进场道路,在堰塞体地质状况良好的情况下,还可以开挖泄流槽,甚至能在吊车无法进入的情况下吊装各种装备物资,达到一机多用的目的。同理,推土机与挖掘机的协力配合,可以提高泄流槽开挖速度,挖掘机开挖堆料,推土机推平作业,以及在长运距无法使用自卸车的条件下实施多机接力开挖转运等施工方法。在地质条件较差,无法承载大型挖掘机的情况下,就需要选择吨位较小的施工设备,在施工方法选择上就要作相应的调整,尽量发挥出装备优势,减少人工作业量,达到高效实施、抢战机、缩短作业时间的目的。

### 4.4 应急救援需把握的关键点

红石岩堰塞湖处置只是重大自然灾害应急救援的一个案例,应急救援是一个系统工程,应急救援过程中需把握以下几个关键点。

#### 4.4.1 价值信息获取与利用

信息优势驱动技术优势。针对影响应急救援的多种情况及海量信息,做好各种信息数据的汇聚、分析及价值信息生成是关键。主要工作包括以下几个方面:① 拓宽信息获取渠道,要主动纳入地方各种应急救援体系,依托社会大分工,建立体制内外、行业内外的沟通链接,力求信息资源共享。通过对海量数据的筛选,汇聚作战需要的有效价值信息,经过作战机理模型的云计算整合处理,生成相应技战法。② 发挥灾情侦测系统功能,实现对灾情现场实时感知、信息获取、分析和利用。③ 通过信息的有效分析利用,形成对灾情态势发展判断能力。当前,大数据处理技术已日臻完善,要想在各种信息中洞察获取有价值的信息,并有能力对其有效利用,要把握为我所用、内容实用的原则,加快水利水电设施数据中心建设,以提高对价值信息的获取和利用能力,将有效信息转换成应急技术驱动力。

#### 4.4.2 军警民深度融合

从近年来应急抢险救援的实践看,历次大规模抢险救灾均是地方政府主导下的党、政、军、警、民五位一体的大体系联合行动,是军警民“合力制险”的过程。水电部队作为应急救援国家队,任务上的特殊性决定了应急救援行动不能孤立于体系之外,只有做好军警民深度融合,才能相互促进、共同发展。在实践中,要

坚持以我为主、为我所用、警民融合,实现对社会资源完全掌控。通过建立情报信息共享、军地网络互通、社会资源共用机制,整合军地资源,推进深度融合。以我为主,就要围绕保障供应精确化、保障手段信息化、保障管理科学化的目标,由应急保障向常态保障转变,不断完善配发、自购、租借、征用等多种保障手段以及紧急情况下后勤应急抽组保障模式,重点解决复杂条件下机动方式、机动编成、机动路线、机动防护和机动保障等问题。对于重要方向、预定任务地区和危害多发地域,要确保遂行任务必备装备、物资的预置,形成以近求快、以快应急的保障格局。为我所用,就要着眼遂行任务需要,发挥社会资源优势,构建和完善联储代供、随耗随补、动态储备的社会化综合保障体系。统筹运用铁路、公路、航空等运输资源,装备厂商、销售代理商、维修网点等装备资源,签订联保联供机制,拓展警地联合保障通道。积极与地方科研院所、高等院校等深入合作,研究开发具有水电抢险、抢修、抢建特色的智能化、自动化、小型化、多功能化先进装备,优化装备编制结构,提高装备系统效能。

4.4.3 应急技术优选原则

应急救援的本质内涵决定了应急技术优选的复杂性,必须充分考虑作业环境、作业条件、实现途径、技术规范等因素,主要把握以下原则。

(1) 快速性原则。应急救援凸显的是“应急性”,强调快速排除险情,对技术方案选择进行优选时,必须把握应急期,首先应考虑其快速性。

(2) 合理性、科学有效性原则。技术方案选择不仅要考虑快速性,还要考虑其合理性、有效性,要符合安全生产的要求及技术规范要求。快速性与合理性、有效性比选时,往往存在矛盾,如我们在处理堰塞湖险情时,往往需要快速抢挖一个泄洪槽,它本身也是一个水工设施,存在运行安全的问题,如单纯追求快速性而忽略其合理性、有效性,一旦泄洪槽设计上出了问题,质量安全上不过关,没有发挥应有的功能,那技术上就

是无效的。在实践中,又不能完全局限于合理性,因为一旦过了应急期,灾害后果将难以估计,即使最终险情得到控制和消除,但是抢险效果将大打折扣,特别是抢险的社会效果,有的甚至转为负面。因而在应急抢险实战中,当相关技术条款在宜与不宜、应与不应、可能与不可能之间时,基于强制性技术条款却又必须突破强制性技术条款时,就需要结合现场实际,该突破时当突破,反常规破程序,施以措施变不合理为合理。

(3) 经济性原则。技术方案的优选还要对人力、资金、材料、机械等各种经济指标进行分析,考虑其经济性。应急救援行动由于抢工期的原因,常采取强化施工的技术措施,此时,设备、材料和人力资源的投入都是超常规的,而经济指标往往放在次要位置。优选过程中,应按照以上原则,综合考量,确保技术方案快速、合理、经济、有效。

5 结语

大型堰塞湖的处置是目前自然灾害中的一个棘手问题,如何高效、快速地组织有关力量在规定工期内解除险情关系到人民生命财产安全,而科学、正确的施工方案和施工组织是保证堰塞湖能够得到安全、快捷处理的关键。本文对云南鲁甸红石岩堰塞湖处置所采用的施工方案和施工组织情况进行了归纳总结,同时对突发性自然灾害抢险处置进行延伸探索,以希望对今后类似险情处理提供帮助。

参考文献:

[1] 杨启贵,李勤军.唐家山堰塞湖应急处置技术特点与体会[J].人民长江,2008,39(9).  
[2] 刘宁.红石岩堰塞湖排险处置与统合管理[J].中国工程科学,2014,39(8).  
[3] 涂云,詹登民.唐家山堰塞湖成功排险的探索与思考[J].水利水电技术,2008,39(8).  
[4] 尚红,张国伟.基于大型工程机械的城市地震灾害辅助营救属具技术初探[J].科学技术与工程,2014,14(12).

(编辑:胡旭东)

Thinking and exploration of risk treatment for Hongshiyuan Barrier Lake in Ludian County of Yunnan Province

CHENG Xinjun, WANG Zhi

(No. 3 Detachment of Armed Police Hydropower Engineering Troops, Nanning 530222, China)

**Abstract:** Treatment for large barrier lake is a difficult problem in emergency rescue mission, and the scientific and reasonable plan and construction organization is the key to safe and fast treatment. In combination with engineering cases, the plan and construction organization applied in the treatment of Hongshiyuan Barrier Lake in Ludian County of Yunnan Province are summarized; moreover, it makes an extension exploration for a series of technical issues in the risk treatment of natural disaster, including the selection and optimization of emergency rescue techniques, construction organization method, construction machinery selection and disaster information acquisition.

**Key words:** risk treatment plan; emergency rescue; technique optimization; Hongshiyuan Barrier Lake