

全球气候变化情况下的小型水利工程防洪安全

陈爱民

中国葛洲坝集团勘测设计有限公司

摘要：全球气候变暖，极端气候增加，暴雨、洪水频率加大，导致小型水利工程的设计洪水标准、防洪安全不能适应气候变化。需要对已有的小型水利工程进行除险加固、更新改造，以满足泄洪能力、防洪安全；对新建小型水利工程，要考虑气候变暖因素下的洪水标准，尽量取设计洪水上限值，以适应未来的气候变化；加强日常应急预案及演练，做到防汛工作、人人参与；设计规范的洪水标准要根据气候变化趋势进行适当的调整，以满足极端气候条件下的防洪安全。

关键词：气候变暖；极端气候；水利工程，洪水标准；防洪安全

一、全球气候变化趋势

工业革命以来，随着化石燃料的全面利用，温室气体排放增加，全球气候变暖。2020年3月10日，在联合国新闻发布会上，联合国秘书长古特雷斯与世界气象组织秘书长佩蒂瑞·塔拉斯共同发布《2019年全球气候状况声明》，声明指出：截至2019年底，全球平均温度比工业化前高出1.1℃^[1]。

平均气温上升1.1℃，看似不高，对于年均降雨总量的影响不大，但它所引起的极端气候，比如台风、暴雨、洪水、

干旱、泥石流等却增加了。据统计，近50年来，我国年平均雨日总体呈下降趋势，其中小雨日数减少13%，而暴雨日数增加了10%。暴雨日数的增加，意味着短历时强降水事件发生的频率在增加^[2]。近10年来，武汉市分别于2011、2013、2015、2016、2019年出现5次不同程度的内涝，以至于每到夏季大家都流行说“到武汉来看海”。

二、气候变化对小型水利工程的影响

（一）小型水利工程的设计标准

对于水利工程的洪水标准，国家出台了一系列规范、标准，现行的主要有GB50201-2014《防洪标准》、SL252-2017《水利水电工程等级划分及洪水标准》、GB50286-2013《堤防工程设计规范》、GB/T50805-2012《城市防洪工程设计规范》等。根据水利工程的类别、水工建筑物的类型及级别、地形地质、社会影响等因素，设计洪水标准从10年一遇到1000年一遇不等，校核洪水标准从20年一遇到10000年一遇不等。总的情况是水利工程等级越高、规模越大，其洪水标准越高。而小型水利工程，水工建筑物级别一般是4、5级^[3]，其洪水标准普遍不高。一般小型水利工程的洪水标准见表1：

从上表可知，小型水利工程的洪水标准，一般在10年一遇

表1 小型水利工程的洪水标准

水工建筑物级别	4		5	
	设计(年)	校核(年)	设计(年)	校核(年)
洪水工况				
山区、丘陵区土石坝	50~30	1000~300	30~20	300~200
平原区、滨海区土石坝	20~10	100~50	10	50~20
山区、丘陵区水库消能防冲建筑物	20	—	10	—
拦河闸	20~10	50~30	10	30~20
挡潮闸	20~10	—	10	—
堤防	30~20	—	20~10	—

到30年一遇之间，校核洪水标准一般在20年一遇到100年一遇之间。而近10年来，全国各地百年一遇的洪水频发，当稀遇洪水变为频遇洪水，水利工程的防洪能力、耐久性、安全性都会大打折扣。

（二）水利工程水灾事故

我国有9.8万座水库，其中9.4万座是小型水库^[4]，各类河道堤防31万km^[5]。在极端气候条件下，水利工程原有的防洪标准满足不了现在的气候条件。特别是小型水库，建设年代久远，原水文资料不准确，原洪水标准偏低，在极端暴雨洪水情况下，大坝失事的风险不断增加。

2017年2月，美国奥罗维尔水库的溢洪道因泄洪导致底板破坏事故^[6]；2018年安徽萧县永堙水库发生百年一遇暴雨，引发洪水淹没村庄；2019年8月，四川省岷江支流渔子溪龙潭水电站洪水翻坝，出现超过设计稳定工况的过流险情^[7]；2020年

5月，美国密歇根州米德兰县的埃登维尔（Edenville）和桑福德（Sanford）两座水坝发生溃坝；以及全国各地每年发生的不计其数的河道溃堤、淹没城市及村庄的水灾。近年来，越来越多的小型水利工程，在洪水面前变得脆弱不堪，一触即溃，或长期处于高水位浸没、高流速冲刷等极限承压状态。

（三）水利工程事故原因分析

2.3.1 出现超标洪水

全球气候变暖，一个直接后果就是极端天气增多，暴雨、特大暴雨出现概率增大。每年一到雨季，百年一遇暴雨就成了报纸上出现的常用词。我国大多数小型水利工程，其设计洪水标准很难达到100年一遇，特别是堤防，乡村堤防的洪水标准达到10年一遇就非常不错了；城镇堤防，一般也只能达到20年一遇，要想将其改造，达到50年一遇的防洪标准，河道两岸的拆迁成本往往是当地财政难以负担的。其结果是超过设计标准

的洪水不断带来大坝、堤防、道路、村镇等水患灾害。安徽萧县永堠水库水灾就是当地出现477.8mm的特大暴雨,出现超标洪水,导致村庄淹没受灾。

2.3.2 水利工程的设计洪水标准偏低

小型水利工程,洪水标准一般都不高,百年一遇的洪水,往往都超过了其设计洪水标准,进而导致溢洪道泄洪能力不足,河岸、堤防抗冲抗滑失稳,大坝、边坡渗透破坏等险情发生。美国密歇根州米德兰县的埃登维尔(Edenville)和桑福德(Sanford)两座水坝发生溃坝,就是设计洪水标准不高,泄水能力不足,洪水漫顶导致溃坝。

根据全国水库溃坝统计,土石坝占据溃坝总数的93%,其中因漫顶引起的溃坝占46.8%,因坝体渗透破坏引起的溃坝占19.1%^[8]。我国的小型水库,土石坝因施工简单、造价低廉,占据水库总数的大多数。又因为是小工程,其洪水标准普遍不高。近年来,一到雨季,这些小型土石坝就转而成为当地防汛工作的巨大压力。尽管全国近年来大规模开展了病险水库的除险加固工作,但是对于其防洪标准,仍然是按照长序列水文统计资料复核,按小型水利工程的设计洪水标准进行加固。面对全球气候变暖、极端天气增加、暴雨洪水规模放大、特大洪水由稀遇变为频遇,仍然缺少相应的对策。

2.3.3 水灾防控管理措施不足

小型水利工程,一般没有自己的水文气象预报系统,缺少工程范围内准确的水文气象信息,只能根据当地的气象预报。当小型水利工程遇到其工程范围内的暴雨洪水时,当地气象预报往往不能覆盖,缺乏精准预测,进而导致局部水灾频频发生。

小型水利工程,一般缺少应急预案,特别是缺少周边影响范围内居民的参与及演练。当水灾发生时,只能是防汛责任人挨家挨户通知,导致抗洪救灾时间延误,扩大水灾损失。

三、应对措施

面对小型水利工程的防洪能力不足,需要有针对性地做好预防工作,才能尽量减少损失。

(一) 提高水利工程的防洪标准

对于小型水库,特别是土石坝,在除险加固改造时,设计洪水及校核洪水尽量取设计规范的上限值,注重对溢洪道的改造,增大溢洪道泄洪能力。对于影响人口密集的水利工程,有条件的建议设置非常溢洪道,以应对超标准洪水。

对于河道堤防及城市防洪工程,在进行水系治理时,要将防洪功能放在第一位,避免忽视防洪、强调景观的面子工程,避免河道裁弯取直、缩窄、渠化、硬化,要采取生态治理措施,保持天然河道功能。有条件的在河道岸坡设置2级台地,允许下一级台地可淹没、耐冲刷,加强上一级台地的防洪功能。在工程设计中融入海绵城市建设理念,采用渗、滞、蓄、净、用、排等措施削弱水灾,化害为利。

(二) 加强水文气象预报系统建设

水文气象预报系统是小型水利工程的弱项,在实际工作中,对于影响范围内人口密集的水利工程,要加强局部水气

象预报系统建设,并与公共信息系统联网,做到防汛有专人,隐患早发现,事故早通报,历险早撤离。

(三) 设置防洪库容

小型水库,一般都没有防洪库容,溢洪道常常采用简单的无闸门控制,在管理方便的同时,也会导致上游来多少水、水库就泄多少水。不能像大中型水库,在汛前提前预泄,腾空库容,洪水来临时通过闸门控制,削减洪峰。对于这种情况,我们要对全国占95%以上的小型水库,特别是人口密集、水灾后果严重的小型水库,进行洪水评估,设置合适的防洪库容,汛前降低水位,汛期消减洪峰流量,减少水灾损失。

(四) 做好应急预案及日常演练

事故来自麻痹,日常的防汛管理工作,也会在水灾发生时,降低事故影响范围与程度。对于每年的防汛,我们要做到人人参与,防患于未然。按照分级管理原则,不同等级的暴雨洪水,要有不同等级的应急预案。加强日常演练,人人参与,才会在水灾发生时,减少人员财产损失。

(五) 调整设计规范,提高设计洪水标准

面对全球气候变暖,极端气候增多,建议对设计规范做一定的调整,以适应现在气候条件下的水利工程安全。SL252-2017《水利水电工程等级划分及洪水标准》第4.1.4、4.1.5、4.2.2、4.3.2等条文都提到,重要水工建筑物的级别可提高,但是洪水标准不提高。为与水利工程的重要性一致,建议对于水工建筑物等级提高情况,其洪水标准一并提高。同时,根据气候变化趋势,适当提高设计洪水、校核洪水标准,或扩大洪水标准的上限值范围,以便工程等级相同、但是影响范围不同、经济水平不同的水利工程,可在设定洪水标准时,有更大的自主选择权。

四、结语

面对全球气候变暖,水利工程的洪水标准、设计建造标准、防汛管理手段要与时俱进,不断适应极端气候条件下的水利工程安全要求。

参考文献

- [1]王美丽.2019年全球气候状况声明-全方位聚焦气候变化影响[N].中国气象报.2020年3月19日
- [2]付丽丽.全球变暖,水资源会发生哪些变化[N].科技日报.2020年3月23日
- [3]SL252-2017水利水电工程等级划分及洪水标准[S]
- [4]刘诗平.我国全面入汛!你关心的问题在这里[N].新华网.2020年6月11日
- [5]中国水利统计年鉴2019[Z].中国水利水电出版社.2020年4月
- [6]S.皮利特查德.美国奥罗维尔大坝溢洪道事故及处置[J].水利水电快报.2018年39卷(1),21-22
- [7]党超峰.龙潭水电站水位超过了大坝设计稳定工况[N].中国日报.2019年8月22日
- [8]解家毕,孙东亚.全国水库溃坝统计及溃坝原因分析[J].水利水电技术.2009年40卷,124-128