

小型防洪工程物资储备模式和储备标准的探讨 ——以浙江省为例

甘友文¹ 李运涛²

(1. 浙江省水利河口研究院, 浙江 杭州 310020; 2. 浙江广川工程咨询有限公司, 浙江 杭州 310020)

摘要: 分析影响防汛物资储备因素, 结合协同储备模型, 提出浙江省的分级协同储备模式。在分级协同储备的基础上, 采用同期出险概率方法优化防汛物资储备定额, 并提出适合浙江省的防汛物资储备定额。

关键词: 分级协同储备; 同期出险概率; 物资储备定额

中图分类号: TV87 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7647(2010)S1-0054-03

防汛物资是防汛抗洪的物质基础, 其储备工作直接关系到防汛抢险的成败。现有的防汛物资管理体制是在计划经济时代建立的, 已暴露出诸多弊端。在信息基础设施基本建成、市场经济开始成型的条件下如何既能满足防洪抢险的要求又尽可能地节约成本, 人们在制度层面定性地作了一些有益的探索, 如实行相对集中的储备和集中采购, 加强物资储备管理现代化建设, 强化防汛抢险物资管理, 用科学的方法确定最佳储备量等。笔者通过分析浙江省的特点, 在满足抗洪救灾需要的前提下, 根据防汛物资的协同储备模型提出了适合浙江省的防汛物资储备模式, 在浙江省储备模式的基础上, 利用同期出险概率优化防汛物资的储备定额, 合理确定浙江省的防汛物资储备标准, 在满足防汛抢险需要的基础上, 减少了防汛物资的储备数量。

1 我国防汛物资储备发展现状

20 世纪 90 年代, 随着我国社会经济的快速发展, 人们对防洪减灾提出了更高的要求。国家和各省级政府开始进行防汛物资储备和制度建设, 当时储备的物资比较简单, 主要是袋类。到 20 世纪 90 年代后期, 地方政府(包括县市级政府)和工程管理部门也考虑防汛抢险需要, 开始进行防汛物资储备, 物资的品种也开始丰富起来, 如发电机、铅丝、抢险救生舟等, 但防汛物资储备的数量尚没有统一的标准。2004 年中华人民共和国水利部颁布了 SL 298—2004《防汛物资储备定额编制规程》(以下简称《规

程》), 防汛物资储备进入快速发展阶段。由于《规程》的编制是以单位水利工程(每公里、每座或每个)为单位编制的, 没有考虑各地的实际情况(如交通条件、水利工程密度等因素), 因此各地在按《规程》落实防汛物资的责任时, 发现《规程》的储备数量有些偏大, 不少地方很难一步到位。如按《规程》测算, 浙江省桐乡市应储备的防汛物资价值约为 1 675.41 万元。而 2005 年桐乡市储备物资价值为 407.65 万元, 差距较大。

2 影响防汛物资储备的因素分析

2.1 防洪工程本身的特点

a. 各类防洪工程的类别不同, 其抢险模式、方法以及所需抢险物资的基数也不同。

b. 一般工程的防洪等级越高, 所需抢险物资的基数也越高。

c. 各类防洪工程主要影响因素有: ①堤防工程包括堤身安全状况、堤基地质条件、有无小型穿堤建筑物、堤身高度等影响因素; ②海堤工程包括堤身安全状况、堤基地质条件、有无小型穿堤建筑物、潮差及风浪、险工险段等因素; ③河道防护工程包括工程安全稳定状况、近岸主流最大流速、近岸深槽多年平均枯水位以下的水深以及河段类型等因素; ④水库大坝(土坝)工程包括大坝安全状况、坝长、坝高以及有无副坝等因素; ⑤涵闸(泵站)工程包括工程安全状况、工程级别、所在位置及水头差等因素; ⑥蓄滞洪区包括地面的淹没历时、平均蓄洪深度、面积大小

和居民自救能力等因素。

2.2 当地交通、通讯和水利工程密度等基础设施的特点

这类因素是影响防汛物资储备的外部因素,在《规程》中没有考虑这类因素。一个区域交通条件越好,则可以更大范围的进行协同储备,防洪工程密度越大,更多的防洪工程可以一起进行协同储备,洪灾预报技术和通讯条件越好,则可以为防汛物资的准备和运输赢得更多的时间,可以更好地为协同储备提供条件。

3 防汛抢险物资协同储备模型

该模型的核心思想是:在集中储备的基础上,所有的储备点协同储备、协同供应。即由多个仓库协同向多个抢险地点供应防汛物资,以运输和储备成本之和最小为目标,确定每个仓库向各抢险地点的供应量(图1)。

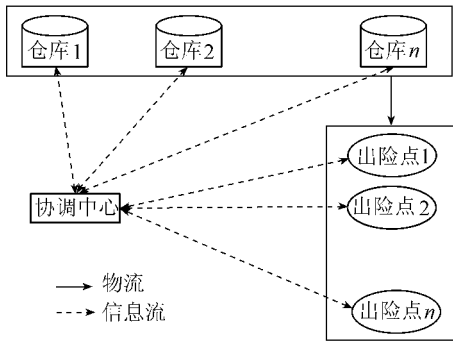


图1 防汛物资协同储备模型结构

防汛物资协同储备模型可以充分利用浙江省在防汛工程、交通条件和防汛通讯基础建设方面的优势,在满足防汛抢险需求的基础上,适当减少防汛物资的储备量,达到储备和运输成本的最小化。

其对应的数学模型如下:

$$\min Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_{ij}x_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij}$$
$$s. t. \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i$$

式中: b_{ij} 为第 j 个仓库中第 i 种物资的储备成本系数; c_{ij} 为第 j 个仓库中第 i 种物资的运输成本系数; x_{ij} 为运往第 j 个出险点的第 i 种物资的储量; a_i 为第 i 种物资需求的总数量。

4 浙江省的特点和基础设施状况

4.1 防洪基础设施建设情况

由于独特的地理位置、气候条件和经济条件,浙江省水利工程数量和密度处于我国的前列。据不完全统计,截止到2009年浙江省共兴建整修加固不同

等级堤防14245.61km,其中100年一遇的堤防(1级)837.29km,50年一遇(2级)的2746.96km,20年一遇(4级)的7837.52km,10年及10年以下一遇(5级及以下)的2823.84km;海塘2238.92km,其中100年一遇(1级)的279.59km,50年一遇的(2级)1144.94km,20年一遇的(4级)517.11km,10年及10年以下一遇(5级及以下)的297.27km;共建成水库4057座,其中大型水库(1、2级及以下)30座,中型水库(3级)132座,小(一)型水库(4级)668座,小(二)型水库(5级及以下)2918座,其他型水库299座;共建成水闸4600多座,其中大型水闸(1、2级)11座,中型水闸(3级)205座,小型水闸(4级及以下)800多座。小型防洪工程主要包括堤防、海塘、水库、水闸、泵站、蓄滞洪区等,其等级为4级、5级及以下,该类工程一般由县(市)或乡(镇)负责管理和日常维护工作。高密度的水利防洪工程为浙江省开展防汛物资的分级协同储备提供了基础的条件。

4.2 交通基础设施建设情况

近年来随着浙江省经济的高速发展,浙江省的交通网络进一步完善,在实现“四小时公路交通圈”的基础上,进一步完善省内交通网络,使一般县(市)中心到其周边县(市)中心的距离进一步缩短,基本上控制在30~45min的路程。

高速公路网络在实现“四小时公路交通圈”的基础上,坚持高起点、高标准、高质量的发展方向,进一步完善了省内网络。干线畅通工程在提高公路等级的基础上,通过强化路面、标化设施、提高路网容量等措施,县道以上公路全部实现路面硬化。截止至2007年浙江省基本上完成了通乡公路的“双化”,等级公路通村率达到83%以上,通村公路硬化率达到76%以上。全省已有45个县(市、区)的等级公路通乡通村率和硬化率达到100%,全省通乡公路全面达到等级化、路面硬化;全省行政村等级公路(准四级及以上)通村率达到90%以上,通村公路硬化率达到80%以上。便利的交通为浙江省开展防汛物资的分级协同储备提供了有力的保障。

4.3 防汛信息基础设施建设情况

近十年来,随着通信和计算机技术的迅速发展,基本建立了全国范围的灾害天气的预报、监测等系统。浙江省政府在国家防汛网络的基础上,进一步完善和发展,基本建立全省防汛会商系统、大型水库卫星遥测系统、全省水情遥测系统、省重要小流域和重要小(二)型水库水情信息采集系统、暴雨预警网格化管理系统、洪水预报系统等一系列现代化手段,不仅测报精度大幅度提高,时间也大幅度提前,

为防汛物资的分级协同储备创造了条件。

浙江省由于独特的地理位置和气候条件,建设了大量的水利工程,如果严格按照《规程》来落实防汛物资的储备,则储备的数量和价值会给浙江省的财政和管理带来巨大的压力。为了在满足浙江省抢险救灾的基础上,合理减少防汛物资的储备数量,结合分级协同储备的思想,建议浙江省防汛物资采取分级协同储备的管理模式:省级储备作为应急机动储备进行集中储备;市级储备作为备用储备,各市按照浙江省的规定并结合当地的实际情况适量集中储备;县级储备作为基础储备,建立多个储备点进行协同储备。

5 浙江省防汛抢险物资储备标准的取定

在确定了浙江省防汛物资的分级协同储备的基础上,采用同期出险概率的方法,对《规程》中的防汛物资储备标准进行优化,以确定符合浙江省实际的防汛物资储备标准。

每个防洪工程都是人们根据当地实际需求而设计建设的,基本都达到国家质量标准,其出险概率一般比较低,如很多防洪工程一起考虑,则其综合出险概率更低。假设《规程》中考虑工程多年平均每公里(或每座)出险概率为 α ,某县(市)有某类工程(数量)为 A km(座),则 M km(座)工程出险概率为 $C_A^M \alpha^M (1-\alpha)^{A-M}$,由于《规程》中考虑工程多年平均每公里(或每座)出险概率为 α ,一个县(市)由于同类工程数量多,只要考虑同期出险概率不大于 α 就可以。即

$$C_A^M \alpha^M (1-\alpha)^{A-M} \leq \alpha$$

为方便求解,对上式进行简化处理;

$$\text{因 } C_A^M \alpha^M (1-\alpha)^{A-M} \leq C_A^M \alpha^M$$

如 $C_A^M \alpha^M \leq \alpha$ 成立,则 $C_A^M \alpha^M (1-\alpha)^{A-M} \leq \alpha$ 必定成立。经这样处理结果更保守。

因此只要求不等式组 $C_A^M \alpha^M \leq \alpha$ 且 $C_A^{M-1} \alpha^{M-1} > \alpha$,就可以求出 M 值。

可以按 M km(座)工程来储备物资,这样储备物资的总量相当于原来单个工程储备总量的 M/A ,这样即满足了抢险需要,又降低了物资储备的成本。

综合前面对浙江省实际情况分析,本次防汛物资储备定额研究以浙江省分级协同储备为基础,建议浙江省防汛物资储备定额按以下方法取定。

a. 大、中型水利工程是各县市的命脉工程,保护着各县市主要的经济实体,其工程管理严格,管理设施完备。根据重要性优先原则,建议大、中型工程严格按《规程》执行。

b. 小型工程(Ⅳ、Ⅴ级工程,下同),在浙江省数

量多、保护范围广,建议该类工程防汛物资储备设定一定的区间,由各县市和工程管理部门自行套用,其上限采用《规程》标准,下限考虑到浙江省分级协同储备模式,采用同期出险概率方法估算,并考虑一定的安全系数的方法取定。为了更好地取定浙江省小型工程的下限,先采用同期出险概率的方法对诸暨市、海宁市、嘉善市、温岭市、松阳县、瑞安市等6个县市小型工程的下限进行测定。经初步计算分析,小型工程的下限在0.36~0.438之间,考虑到抢险对物资的需求及抢险时物资的运输强度,对运输量大的物资袋类、块石、砂石料和钢管等适当提高。

综合分析,浙江省防汛物资储备标准为:以《规程》标准为基础,根据浙江省实际情况,进行局部调整,并增列配品、配件和浙江省防汛抢险常用的物资。具体分述如下:①大中型工程按《规程》标准储备;②小型工程上限按《规程》标准,下限分为2类,第1类为主要抢险物资,袋类、块石、砂石料和钢管等,同时结合储备和运输的难易程度,其下限取《规程》标准的0.36~0.6倍;第2类为其他物资,其下限取《规程》标准的0.4~0.45倍;

c. 增加一些根据各地实际情况需配备的配品配件和浙江省防汛抢险常用的物资。

根据上述计算的防汛物资储备定额见《浙江省防汛物资储备定额》。

6 浙江省防汛物资储备实际应用分析

以浙江省桐乡市为例,桐乡市主要水利工程分为堤防、水闸和泵站,其中10年一遇标准的堤防440.72 km,20年一遇标准的堤防232.18 km,50年一遇标准的堤防207.17 km;小(一)型水闸160座,小(二)型水闸537座;小型泵站11座,按《规程》测算,其储备价值约为1675.41万元。按照《浙江省防汛物资储备定额》测算其下限储备价值约为736.52万元,在满足桐乡市防汛抢险需求的基础上,有效降低了防汛物资的储备数量。

7 结 语

随着经济社会的发展,社会对防洪安全的要求越来越高,防汛物资作为防汛抗洪的物质基础,其储备工作直接关系到防汛抢险的成败,足额的抢险物资更是抢险救灾取得胜利的首要条件。但是防汛物资的储备需要大量的财力支持,因此合适的物资模式和储备标准,对满足防汛需求、降低物资储备成本具有重要的实际意义。

在防汛物资储备协同储备模型的基础上,结合浙江省的基本情况和防汛物资储备(下转第88页)

7.2.2 采用土工膜防渗方案

隔堤及防渗板桩承受的最大水头差为 3.42 m , 不考虑防渗板桩情况下渗流出逸坡降为 0.39 , 位于淤泥允许渗流坡降(0.3 ~ 0.4)之间 , 因此认为渗流安全 , 渗流计算成果见图 7。

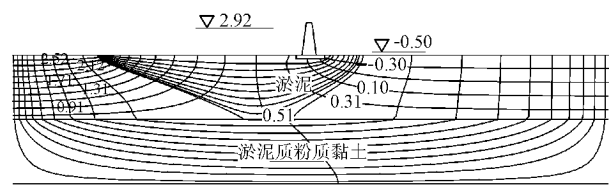


图 7 土工膜防渗方案水头等值线(单位:m)

7.3 各种防渗方案防渗效果分析

采取 3 种防渗方案:①单一 6 m 长防渗板桩防渗;②6 m 长防渗板桩+3 排 6 m 长 $\varnothing$ 600 水泥搅拌桩防渗;③6 m 长防渗板桩+27 m 水平长度的土工膜铺盖防渗。

对 3 种防渗方案及板桩可能失效后的情况进行计算,计算结果见表 3。

表 3 渗流出逸坡降计算结果

计算工况	水位差 1.92 m		水位差 3.42 m	
	考虑板桩防渗	板桩失效	考虑板桩防渗	板桩失效
原设计断面	0.15	0.51	0.29	0.95
搅拌桩防渗	0.14	0.22	0.27	0.41
土工膜防渗	0.10	0.20	0.19	0.37

由计算结果可以看出,若采取单一防渗措施,采用防渗板桩效果最好,采用土工膜铺盖防渗效果次之,采用水泥搅拌桩防渗效果最差。

在采用板桩防渗后,再采用水泥搅拌桩辅助防渗,效果不明显,出逸坡降仅减小 6.7%;而采用土工膜水平防渗,出逸坡降减小 33.3%,效果明显。故本次防渗加固方案推荐土工膜加混凝土压重进行防渗。考虑原 6 m 长防渗板桩可能接缝不密,难以达到防渗效果,因此加固方案渗流计算时不考虑原板桩。

7.4 防渗加固设计

加固设计首先清除隔堤底部临时防渗的编织袋装土,并用黏土回填漏水孔,为了填充隔堤底板与临时加固土方之间的空隙,在隔堤底板上钻孔注入水泥砂浆,同时在泄洪河道底部、隔堤 176 m 长度范围均设土工膜及 150 mm 厚 C20 混凝土压重防渗加固,土工膜为两布一膜,膜厚 0.8 mm,土工膜利用钢板及橡胶垫片固定在隔堤底板上。

8 结 语

a. 加固处理后船闸已运行 6 年,在各种通航工况下,船室未发现明显渗漏,土体也未发生渗透破

坏,表明加固设计是合理、有效的。

b. 温州土地较为紧缺,采用过船闸同泄洪闸结合布置,布置紧凑,便于工程管理,节省土地,节约投资。

c. 软土地基宜采取可靠的防渗措施,板桩作为防渗措施往往施工质量难以保证,因此难以达到防渗效果,仅作为防渗安全储备。采用土工膜防渗是一种较好的水平防渗方案,其投资较小,施工方便。

参考文献:

[1] 张世儒,高逸士,夏维城.灌区水工建筑物丛书:水闸[M].北京:水利电力出版社,1986.
[2] SL265—2001 水闸设计规范[S].北京:水利电力出版社,2001.
[3] GB50201—98 土工合成材料应用技术规范[S].

(收稿日期:2010-01-14 编辑:高建群)

(上接第 56 页)同期出险概率,对浙江省水利工程,特别是小型水利防洪工程的储备标准进行探讨,新的防汛物资储备标准,一方面满足了防汛抢险的需要,另一方面又减少了防汛物资的储备数量,有效降低了防汛物资储备的成本。浙江省防办根据上述方法编制了《浙江省防汛抢险物资储备定额》,并于 2007 年 3 月进行试行。经过一个汛期的试行,受到社会各界的好评,既保障了重点防汛工程防汛抢险物资的需要,又给地方防办和小型水利管理机构根据实际情况自主选择储备标准节省了社会物资储备成本。

参考文献:

[1] SL298—2004 防汛物资储备定额编制规程[S].
[2] 甘友文,傅建中,潘海平,等.浙江省防汛物资储备定额[R].杭州:浙江省水利河口研究院,2007.
[3] 阮冰,朱建冲,汤健.基于风险态度的紧急物资保障方案研究[J].贵州工业大学学报:自然科学版,34(3):91-95.
[4] 陈鸿起,解建仓,申毅荣,等.防汛物资协同储备模型研究[J].系统工程理论与实践,2007(4):96.
[5] JONG T D et al. Modeling floods and damage assessment using GIS, in HydroGIS 96: application of geographic information systems in hydrology and water resources management[M]. IAHS Public, 1996: 235.
[6] PROFETI Q, MACINTOSH H. Flood management through land sat TM and ERS SAR data: a case study[J]. Hydrological Process, 1997(11): 72.

(收稿日期:2010-06-03 编辑:方宇彤)