

XIAOXING SHUIKU QIANGXIAN
SHIYONG JISHU YU ANLI

小型水库抢险 实用技术与案例

浙江省水利厅 编
浙江省水利河口研究院



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

小型水库抢险 实用技术与案例

浙江省水利厅 编
浙江省水利河口研究院



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书针对小型水库汛期抢险,在总结浙江省小型水库土石坝抢险实践经验和做法的基础上,参照水利部《土石坝养护修理规程》(SL 210—98)“附录 A 抢险”的规定编写而成,主要讲述一些必要的险情基本知识,介绍一些常用的工程应急抢险技术等。

本书通俗易懂,可读性强,可作为基层水利工作者的培训教材,也可供小型水库主管领导和管理人员查阅参考。

图书在版编目(CIP)数据

小型水库抢险实用技术与案例 / 浙江省水利厅, 浙江省水利河口研究院编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2009.12

ISBN 978-7-5084-7027-6

I. ①小… II. ①浙… ②浙… III. ①小型水库—堤防抢险 IV. ①TV697.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第217341号

书 名	小型水库抢险实用技术与案例
作 者	浙江省水利厅 浙江省水利河口研究院 编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×230mm 16开本 7.75印张 152千字
版 次	2009年12月第1版 2009年12月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	20.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

《小型水库抢险实用技术与案例》

编 写 组

主 审：虞洁夫 姚月伟

主 编：施俊跃 梁国钱

副 主 编：卢建国 王 良 张民强

编撰人员：朱晓源 吕 乐 郑敏生 陆列寰 陶建基

汪友平 许江南 赫 健 苏玉杰 陈步进

施齐欢 徐家海 童 霄 胡琳琳

前言

据统计,截至2006年底浙江省共有水库4057座,其中小(1)型水库684座,小(2)型水库3201座,小型水库占水库总数的95.8%。这些小型水库在防洪、灌溉、供水和发电等方面发挥了巨大效益,已成为保障人民生命和财产安全、促进经济社会持续发展的重要基础设施。但是,浙江省大多数小型水库建设年代较早,受当时技术和经济条件限制,许多水库标准低,施工质量较差,加上长期以来管理力量薄弱,资金投入不足,维修养护不到位,工程病险问题日益突出,险情时有发生。近年来,浙江省大力实施除险加固工程,大坝安全状况得到了很大改善。

水库病害是一个动态发展的过程,随着运行时间的增长,新的险情可能会不断出现。为了使基层水利工作者比较系统地了解和掌握小型水库抢险的基本知识,在总结浙江省小型水库土石坝抢险实践经验和做法的基础上,参照水利部《土石坝养护修理规程》(SL 210—98)“附录A 抢险”的规定编写了这本小册子;书中同时介绍了省内外一些小型水库工程抢险实例,可供各地参考。编者力求做到文字通俗易懂,内容实用,并配以相应的示图。

由于编写人员水平有限,调查研究不够充分,资料收集不

齐，所以，这本小册子的内容尚不能充分反映浙江省各地抢险的丰富经验和技木，也会存在某些疏漏，希望读者批评指正，并提出宝贵意见。

编者

2009年7月15日

于杭州

目 录

前言

第一章 小型水库抢险基本知识	1
第一节 水库等级划分与洪水标准	1
第二节 水库的几个特征水位	3
第三节 风力、洪水及降雨等级	4
第四节 台风	6
第五节 浙江省小型水库主要的病险问题	7
第六节 小型水库出险和抢险特点	8
第七节 小型水库抢险组织实施	9
第二章 水库巡视检查	11
第一节 水库大坝巡查内容	11
第二节 巡视检查方法和要求	17
第三章 险情分类与应急抢险措施	20
第一节 险情分类	20
第二节 抢险措施	23
第四章 土石坝抢险实用技术	25
第一节 降低库水位的技术措施	25
第二节 洪水漫顶抢险	29
第三节 渗漏险情抢险	31

第四节	管涌与流土险情抢险	35
第五节	漏洞险情抢险	40
第六节	塌坑险情抢险	43
第七节	裂缝险情抢险	45
第八节	滑坡险情抢险	47
第九节	输泄水建筑物险情抢护	50
第十节	其他险情抢护	55
第五章	土石坝抢险案例	58
第一节	坝体漏水险情抢护（一）	59
第二节	坝体漏水险情抢护（二）	62
第三节	坝体渗漏险情抢护	64
第四节	坝体漏洞险情抢护	65
第五节	大坝滑坡抢护	67
第六节	坝下涵管破裂险情抢险	69
第七节	涵管漏水险情抢护	71
第八节	溢洪道边墙倒塌险情抢护	72
第九节	闸门钢丝绳断裂抢护	74
第十节	泄洪闸无法开启险情抢护	75
第十一节	砌石坝裂缝险情抢护	77
第十二节	大坝滑坡险情抢护	78
第十三节	管涌险情抢护	79
第十四节	坝基渗漏管涌险情抢护	81
第十五节	塌坑漏水险情抢护	82
第十六节	土坝防漫溢险情抢护	84
第六章	小型水库应急抢险预案编制	86
第一节	应急抢险预案的意义和作用	86
第二节	防汛预案编制的原则和要求	87
第三节	防汛预案编制的主要内容与格式	89

附 录

附录一	水库大坝安全管理条例	93
-----	------------------	----

附录二 浙江省水利工程安全管理条例	97
附录三 浙江省水库大坝安全管理办法	107
参考文献	113

第一章 小型水库抢险基本知识

第一节 水库等级划分与洪水标准

一、水库等级划分

水库等级一般指水库工程规模，按水库总库容的大小来划分。水库总库容是指水库最高水位以下的静库容，通常是指校核洪水位以下的静库容。我国水库等级划分见表 1-1。

表 1-1 我国水库等级划分表

工程等别	工程规模	水库总库容 (m^3)	永久建筑物级别
I	大(1)型	≥ 10 亿	1
II	大(2)型	1 亿~10 亿	2
III	中型	1000 万~1 亿	3
IV	小(1)型	100 万~1000 万	4
V	小(2)型	10 万~100 万	5

大(1)型水库和大(2)型水库统称为大型水库。

小(1)型水库和小(2)型水库统称为小型水库。

库容在 10 万 m^3 以下的山塘水库，在浙江省一般不再称为“水库”，而称为“山塘”，相应的山塘库容称为“山塘容积”或“容积”。

如某水库的总库容 125 万 m^3 ，该水库的等级划分是：工程规模为小(1)型，也就是该水库为小(1)型水库；其工程等别为 IV 等；拦河坝和溢洪道等永久建筑物级别为 4 级建筑物。

对重要小型水库，失事后损失巨大或影响十分严重，其拦河坝等主要永久建筑物级别，经论证并报主管部门批准，可提高一级。重要小型水库的划分国家尚无明确规定，浙江省一般是指坝高大于 30m、库容较大、其下游有人口聚集的村镇、重要公

路、铁路、重要通信设施、较多的工厂企业等安全受到影响的小型水库。

二、洪水标准

1. 防洪标准的概念

1994 年国家技术监督局及建设部联合发布了《防洪标准》(GB 50201—94)。该标准中定义的“防洪标准”是指防护对象防御洪水能力相应的洪水标准。其“防护对象”是指受到洪水威胁需要采取措施保护的对象,根据防护对象的安全要求分为以下三类。

(1) 自身无防洪能力需要采取措施保护其安全的对象,如城市、乡村、工矿企业、民用机场、文物古迹和旅游设施以及位于洪泛区的各类经济设施等。

(2) 受洪水威胁需要保护自身防洪安全的对象,如修建在江、河、湖泊的桥梁、水利水电工程以及跨越江、河的线路、管道等,需要保证自身具有一定的安全标准,影响江、河行洪或失事后对下游会造成人为灾害的,还应满足行洪的影响对象的安全要求。

(3) 保障防护对象防洪安全的对象,如堤防和有防洪任务的水库等,它应具有不低于防护对象防洪安全要求的标准。

2. 水库工程水工建筑物的防洪标准

水库的防洪标准除了指《防洪标准》中防护对象的第三类标准外,还包括《防洪标准》中第二类中修建在江河湖泊上的水利水电工程的标准等。该标准是针对水库工程自身防洪安全而言的。有些水利水电工程是和其承担的防洪标准是一致的,如堤防;也有些工程的防洪标准与其承担的防洪标准不一致,如水库工程的防洪标准就远远高于其承担的防洪任务的标准。这是因为水库一旦失事,将对下游产生更为严重的灾害。

水库工程水工建筑物的防洪标准,是按水工建筑物的坝型和级别确定的。防洪标准分为设计标准和校核标准。防洪标准用洪水的重现期(年)表示。我国中小型水库防洪标准见表 1-2。

表 1-2

我国中小型水库防洪标准

单位: 重现期(年)

项目		水工建筑物级别		
		3	4	5
相应水库工程规模		中型水库	小(1)型水库	小(2)型水库
设计		50~100	30~50	20~30
校核	土石坝	1000~2000	300~1000	200~300
	浆砌石坝, 混凝土坝	500~1000	200~500	100~200

注 对重要小型水库大坝级别提高一级后,应按提高后的级别确定相应的防洪标准。

洪水的重现期(年)是什么意思呢?

例如,某小(1)型水库,大坝坝型是土坝,为4级建筑物,采用设计洪水标准为50年,也就是50年一遇的洪水。洪水的重现期是水文部门以一定数量的实测资料为基础,通过频率分析方法求得的。频率是出现的机会,重现期是频率的另一种表示方式,两者关系为 $\text{频率} \times \text{重现期} = 1$ 。如某一洪水频率为2%,也就是100年出现2次,换一个说法就是重现期为50年一遇。又如某一洪水频率0.5%,也就是100年出现0.5次,或者出现1次要200年,其重现期为200年一遇。应该指出的是,频率或重现期是统计学上的概念,它是指在无限长的时间内某一洪水的平均出现机会,不是指在某一段有限时间内必然出现的次数。如100年一遇的洪水,在100年内可能出现好几次,也可能一次也不出现,不是每100年都要出现一次。这一概念很重要。如果错误理解了,就会以为1998年出现过100年一遇洪水,以后可以高枕无忧等2098年再来了。

第二节 水库的几个特征水位

一、设计洪水位

当水库遇到大坝的设计洪水时,在坝前达到的最高库水位称为这个水库的设计洪水位。设计洪水位以下的水库静容积为设计库容。

二、校核洪水位

当水库遇到大坝的校核洪水时,在坝前达到的最高库水位称为这个水库的校核洪水位。校核洪水位以下的水库静容积为校核库容。

三、正常蓄水位

水库在正常运用情况下,为满足设计的兴利要求,如灌溉、供水或发电等,在供水期开始时应该蓄到的最高库水位称为这个水库的正常蓄水位,也称为正常高水位或兴利水位。正常蓄水位以下的水库静容积为正常库容。对于没有闸门控制的开敞式溢洪道水库,一般正常蓄水位就是溢洪道的溢流堰堰顶高程。

四、汛限水位

防洪限制水位也称为汛限水位。这是为了防洪的需要,在汛期限制水库蓄水只能蓄到某一高程的库水位。它是水库洪水调节计算的起调水位。汛限水位是按照防洪标

准、工程现状和汛期洪水特性制定的。浙江省的水库汛限水位又分为梅汛期汛限水位和台汛期汛限水位，梅汛期是4月15日~6月15日，台汛期是7月15日~10月15日。校核洪水位至汛限水位之间的水库容积称调洪库容。

五、死水位

水库在正常运用情况下，允许降落到的最低水位成为死水位。死水位以下的水库容积称死库容。正常蓄水位至死水位之间的水库容积称兴利库容。

浙江省大多数小型水库不担负为下游拦蓄洪水的任务，水库溢洪道一般为开敞式，水库水位超过溢流堰顶时自动泄洪，正常蓄水位与汛限水位一般是相同的。这些水库的水位和库容特征值见图1-1。

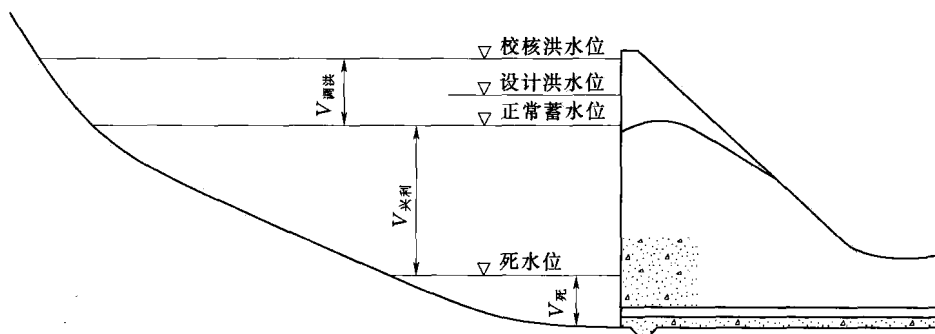


图1-1 库水位和库容特征值示意图

第三节 风力、洪水及降雨等级

一、风力等级

空气的流动称为风。风的来向称为风向，风的大小用风速 m/s 或 km/h 来表示，有时也用风力表示。《热带气旋等级国家标准》(GB/T 19201—2006) 规范中将风力分为0~17等级，风力等级的划分见表1-3。

二、洪水等级

根据《水文情报预报规范》(SL 250—2000) 规定的洪水等级如下：

- (1) 一般洪水：水文要素重现期小于10年的洪水。
- (2) 较大洪水：水文要素重现期为10~20年的洪水。

表 1-3 风力等级表

风力等级	名称	海面状况浪高 (m)		海岸船只现象	陆地地面物征象	相当于空旷平地上标准 高度 10m 处的风速	
		一般	最高			v (km/h)	v (m/s)
0	静稳	—	—	静	静, 烟直上	<1	0~0.2
1	软风	0.1	0.1	平常渔船感觉摇动	烟能表示风向, 但风向标不能转动	1~5	0.3~1.5
2	轻风	0.2	0.3	渔船张帆时, 每小时可随风移行 2~3km	人面感觉有风, 树叶微响, 风向标能转动	6~11	1.6~3.3
3	微风	0.6	1	渔船渐觉簸动, 每小时随风移行 5~6km	树叶及微枝摇动不息, 旌旗展开	12~19	3.4~5.4
4	和风	1	1.5	渔船满帆时, 可使船身倾向一侧	能吹起地面灰尘和纸张, 树的小枝摇动	20~28	5.5~7.9
5	清劲风	2	2.5	渔船缩帆 (即收去帆之一部)	有叶的小树摇摆, 内陆的水面有小波	29~38	8.0~10.7
6	强风	3	4	渔船加倍缩帆, 捕鱼需注意风险	大树枝摇动, 电线呼呼有声, 举伞困难	39~49	10.8~13.8
7	疾风	4	5.5	渔船停泊港中, 在海者下锚	全树摇动, 迎风步行感觉不便	50~61	13.9~17.1
8	大风	5.5	7.5	近港的渔船皆停留不出	微枝折毁, 人向前行, 感觉阻力甚大	62~74	17.2~20.7
9	烈风	7	10	汽船航行困难	建筑物有小损 (烟囱顶部及平屋摇动)	75~88	20.8~24.4
10	狂风	9	12.5	汽船航行颇危险	陆上少见, 见时可使树木拔起或 建筑物损坏较重	89~102	24.5~28.4
11	暴风	11.5	16	汽船遇之极危险	陆上很少见, 有则必有广泛破坏	103~117	28.5~32.6
12	飓风	14	—	海浪滔天	陆上绝少见, 摧毁力极大	118~133	32.7~36.9
13	—	—	—	—	—	134~149	37.0~41.4
14	—	—	—	—	—	150~166	41.5~46.1
15	—	—	—	—	—	167~183	46.2~50.9
16	—	—	—	—	—	184~201	51.0~56.0
17	—	—	—	—	—	202~220	56.1~61.2

注 该表为《热带气旋等级》(GB/T 19201—2006)“附录 A 蒲福风力等级表”。

(3) 大洪水：水文要素重现期为 20~50 年的洪水。

(4) 特大洪水：水文要素重现期大于 50 年的洪水。

三、降雨等级

降雨量是在一定时间内降落到地面上的水层深度，以 mm 计算。单位时间内降雨量称降雨强度，以 mm/h 计，降雨强度用降雨等级来进行划分。降雨强度划分标准见表 1-4。

表 1-4

我国划分降水量的降雨强度标准

强降雨等级	小雨	中雨	大雨	暴雨	大暴雨	特大暴雨
24h 降雨量 (mm)	<10	10.1~25	25.1~50	50.1~100	100.1~200	>200

第四节 台 风

台风生成于西太平洋热带海洋，范围较大，可分为台风的外围、台风本体和台风中心三部分。台风外围是螺旋云带，直径通常达 400~600km，台风本体是螺旋区，也叫台风风雨区，狂风暴雨均出现在这里，其直径一般为 100~200km；台风中心是台风眼区，风力较微弱，其直径一般为 10~60km。

根据《热带气旋等级》(GB/T 19201—2006) 的规定，热带气旋等级按照其底层中心附近最大平均风速划分为以下 6 个等级，当风力大于 12 级时呈台风。热带气旋等级划分见表 1-5。

表 1-5

热带气旋等级划分表

热带气旋等级	底层中心附近最大平均风速 (m/s)	底层中心附近最大风力 (级)
热带低压 (TD)	10.8~17.1	6~7
热带风暴 (TS)	17.2~24.4	8~9
强热带风暴 (SYS)	24.5~32.6	10~11
台风 (TY)	32.7~41.4	12~13
强台风 (STY)	41.5~50.9	14~15
超强台风 (SUPERTY)	≥51.0	16 或以上

台风夹带大量的水汽，风速大，破坏力极强，是浙江省最严重的自然灾害之一。

台风灾害的特点是破坏力大、影响范围广、灾害损失重。台风的破坏力主要是强风、暴雨和风暴潮等三个方面。对小型水库来说,影响较大的是暴雨。一次台风登陆时,其降雨中心的日降雨一般可达 100~300mm。台风暴雨常常造成山洪暴发、江河横溢。台风雨造成的洪水量大,极易使水库出现险情,台风风力大又给水库抢险带来极大的困难。但是在浙江省伏旱季节,台风降雨对缓解旱情又极为有利。

第五节 浙江省小型水库主要的病险问题

根据对浙江省 2000 多座小型水库的病险情况进行统计分析,存在的主要问题可以归纳为防洪安全、渗流安全、结构安全、溢洪道安全、输水建筑物安全、管理设施及其他问题。

一、防洪安全问题

防洪安全问题主要体现在水库现有防御洪水标准没有达到《防洪标准》(GB 50201—94)非常运用洪水标准的下限,具体见表 1-2。其主要原因,一是泄洪设施过水能力不足,导致坝顶高程不够;二是因防渗体顶高程低于水库校核洪水且无防浪墙。

二、大坝渗流安全问题

渗流安全是最主要的问题之一,存在问题主要包括坝体渗漏、坝后地面渗漏、坝基渗漏、接触渗漏及绕坝渗漏等。其具体表现如大坝外坡有湿润区、或大面积散浸、甚至可看到有渗漏水流,坝脚处杂草茂盛、集水甚至已沼泽化;两岸山体下游坡出现渗水。还有些是渗流措施不满足要求,存在渗流安全隐患。如防渗体外侧反滤层不满足要求,排水棱体效果较差等。

三、大坝结构安全问题

结构安全存在问题主要包括:①大坝坡面变形,包括大坝裂缝、塌坑,沉陷、水平位移、上游面冲刷等;②上、下游坡面护坡问题,包括未护坡、护坡块石风化,块石护坡变形等;③坝坡不稳定;④坝体单薄,坝顶宽度不够;⑤挡浪墙存在问题。

四、溢洪道安全问题

溢洪道安全存在问题主要包括:①断面不够,导致泄洪能力不足;②边坡及导墙不稳,特别是靠坝导墙不稳,大流量时容易冲毁导墙,进而冲毁大坝;③下游河道不

配套,过水能力不满足要求,将会影响坝脚安全;④消能设施不配套;⑤堰体及其他部位漏水。

五、输水建筑物安全问题

输水建筑物安全存在问题主要包括:①坝内涵管多为砖石、浆砌石方涵和陶瓦涵管,存在漏水和建筑材料较差等问题;②启闭机、闸门等,存在机电老化和闸门漏水等问题。

六、其他方面问题

小型水库安全管理上的主要存在问题有:上坝防汛抢险公路,无公路、有公路的也不规范;无大坝观测设施;无水、雨情监测系统;无通电、通信设施;没有防汛管理房等。

第六节 小型水库出险和抢险特点

根据对浙江省历史上发生的失事水库的统计和分析,主要有以下几个特点。

一、以土石坝居多

截至2006年底浙江省共有水库4057座,其中小型水库共3885座。小型水库占浙江省水库总数的95.8%,其中土石坝占小型水库总数90%以上。浙江省史上发生的失事水库均是土石坝,其中有6座照谷社型坝和2座堆石坝,其余的为各类土坝。土坝中以心墙坝为最多,其次为均质坝。

二、工程质量较差,隐患险情复杂

浙江省小型水库土石坝,多为群众自建,建设年代较早,坝体填筑质量较差,坝基和两岸未处理或未彻底处理,还有不少坝内涵管和照谷社型坝。这些隐患在汛期很容易暴露出来而成为险情,土石坝的险情比其他材料坝(如浆砌石坝和混凝土坝等)更多,这就加重了抢险的艰巨性。

三、缺乏基础技术资料

就一个县(市、区)来讲,小型水库数量多(如果包括容积在1万 m^3 以上的山塘,则数量更多),分布面广,工程技术管理薄弱,没有或缺乏必要的基础技术资料。如小型水库基本上没有监测设施,水位、雨量等基本水文观测设施不齐全,交通不