

设计
与
研究

水利工程设计与研究丛书

XIAOXING SHUIKU CHUXIAN JIAGU YANJIU YU CHULI CUOSHI

小型水库除险加固研究与处理措施

本书编委会 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

水利工程设计与研究丛书

小型水库除险加固研究与处理措施

本书编委会 编著



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书为《水利工程设计与研究丛书》之一,主要论述了小型水库存在的常见病险问题,探讨了如何进行小型水库除险加固措施,介绍了小型水库加固处理的设计标准,并提供了便于在设计中使用的公式、计算方法、技术资料。介绍了在水库加固处理中运用的新技术、新方法、新材料、新工艺。

本书内容丰富,实用性强,可供从事水利水电工程工作的规划设计、施工、运行、科研、教学等科技人员参考,也可作为大专院校师生的参考资料读物。

图书在版编目(CIP)数据

小型水库除险加固研究与处理措施 / 《小型水库除险加固研究与处理措施》编委会编著. — 北京:中国水利水电出版社, 2014. 6

(水利工程设计与研究丛书)

ISBN 978-7-5170-2176-6

I. ①小… II. ①小… III. ①小型水库—加固—研究
IV. ①TV698. 2

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第136918号

书 名	水利工程设计与研究丛书 小型水库除险加固研究与处理措施
作 者	本书编委会 编著
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 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 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	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 9.25印张 219千字
版 次	2014年6月第1版 2014年6月第1次印刷
印 数	0001—1000册
定 价	38.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

《小型水库除险加固研究与处理措施》

编写委员会

代巧枝 李 艳 包芬芬 何 楠
李 鑫 王耀军 苏 柳 姜苏阳

前 言

我国的大多数小型水库都是 20 世纪 50~60 年代建成的，由于年久失修，这些水库的病险问题越来越严重，普遍存在标准偏低、施工质量不高、设施不完备等问题。经过多年运行，水库设施普遍老化，许多水库大坝存在诸多安全隐患，严重威胁着下游人民群众的生产和生命财产安全。

小型病险水库中，有的防洪标准偏低，达不到相关规范、规定要求，有的工程本身质量差且老化失修严重。这些病险问题导致水库不能正常运行，不能充分发挥其效益。

通过对不同类型的小型病险水库工程进行了几个方面内容的研究：一是根据新的水文资料，复核水库规模；二是达标完建尚缺工程设施；三是维修加固已遭破坏工程设施。采取不同方法的除险加固措施设计与处理，通过新技术在中小型水库除险加固中的应用，使得病险水库加固工作加固与提高、加固与技术进一步相结合，广泛采用新技术、新方法、新材料、新工艺，力求体现先进性、科学性和经济性，力求在病险水库治理的工程设计技术方面有所突破。

燕麦地、李家龙潭和锡伯提三座小型水库经安全鉴定为三类病险水库，需除险加固。因其功能、结构不同，以及建设年代不同，这三座水库各有特点，其加固内容和加固方法亦各有特色。三座水库除险加固的设计方法及处理措施研究，其主要内容包括：洪水标准、工程地质勘察、工程任务和规模、水库加固处理措施、机电及金属结构、施工组织设计、占地处理及移民安置、水土保持设计、环境影响评价、设计概算等方面。除险加固除上述内容外，还包括水坝混凝土表面缺陷处理、坝身裂缝修复、止水加固处理、观测设施修复等内容。

本书第 2 章~第 11 章详尽介绍了燕麦地水库除险加固研究及设计内容，第 12 章~第 20 章详尽介绍了李家龙潭水库除险加固研究及设计内容，第 21 章~第 24 章详尽介绍了锡伯提水库除险加固研究及设计内容。代巧枝编写了内容提要、前言、第 1 章、第 15 章，李艳编写了第 13 章、第 14 章，包芬芬编写了第 5 章、第 9 章，何楠编写了第 4 章、第 6 章、第 8 章、第 10 章、第

18 章，李鑫编写了第 21 章、第 23 章、第 24 章，王耀军编写了第 3 章、第 7 章、第 12 章、第 22 章，苏柳编写了第 2 章、第 11 章、第 16 章、第 17 章、第 19 章、第 20 章，全书由姜苏阳统稿。

为总结探讨水库除险加固的经验，兹编写本书，以期与同行进行技术交流。本书得到了多位专家的大力支持，在此表示衷心的感谢！由于本书涉及专业众多，编写时间仓促，错误和不当之处，敬请同行专家和广大读者赐教指正。

作 者

2014.4

目 录

前言

1 燕麦地水库、李家龙潭水库和锡伯提水库的除险加固特色分析	1
1.1 水库存在的问题	1
1.2 水库具体实施的步骤	1
1.3 新技术在水库除险加固中的应用	1
2 燕麦地水库和李家龙潭水库洪水标准复核	3
2.1 水文气象	3
2.2 洪水	3
2.3 泥沙	9
3 燕麦地水库工程地质勘察研究	10
3.1 工程地质勘察概述	10
3.2 区域地质构造与地震动参数	10
3.3 水库区的地质条件与环境地质问题评价	10
3.4 坝址区基本地质条件	11
3.5 工程地质评价	13
4 燕麦地水库工程存在的主要问题及除险加固任务	16
4.1 工程存在的主要问题	16
4.2 除险加固的必要性	20
4.3 除险加固任务及原则	20
5 燕麦地水库除险加固工程措施研究与处理	23
5.1 工程等别、建筑物级别及洪水标准	23
5.2 设计依据	23
5.3 基本资料	23
5.4 土坝加固设计	24
5.5 输水隧洞加固设计	34
5.6 溢洪道加固设计	37
5.7 机电和金属结构	39
6 燕麦地水库施工组织设计	42
6.1 施工条件	42
6.2 施工导流	43

6.3	料源选择与开采	44
6.4	主体工程施工	44
6.5	施工总布置	45
6.6	施工总进度	47
6.7	主要技术供应	48
7	燕麦地水库环境保护设计	50
7.1	任务及依据	50
7.2	环境保护设计	51
7.3	环境监测	52
8	燕麦地水库水土保持设计	53
8.1	水土保持方案设计依据	53
8.2	水土流失防止范围	53
8.3	设计方案编制原则与目标	53
8.4	项目区概况	53
8.5	水土流失的防治措施	54
9	燕麦地水库工程管理	55
9.1	工程任务与规模	55
9.2	管理现状	55
9.3	管理机构及人员编制	55
9.4	工程运行管理	55
9.5	工程管理设施	56
10	燕麦地水库设计概算	57
10.1	编制依据	57
10.2	基础单价	57
10.3	概算编制	58
11	燕麦地水库经济评价	60
11.1	工程概况	60
11.2	评价方法、依据和主要参数	60
11.3	工程费用增量	60
11.4	工程效益	61
11.5	国民经济评价指标及结论	61
12	李家龙潭水库工程地质评价	63
12.1	坝基工程地质评价	63
12.2	两坝肩工程地质评价	63
12.3	大坝坝体质量评价	63
12.4	输水涵洞工程地质评价	64

13 李家龙潭水库工程存在的主要问题及除险加固任务	65
13.1 工程存在的主要问题	65
13.2 除险加固的必要性	67
13.3 除险加固任务及原则	67
14 李家龙潭水库除险加固工程措施研究与处理	70
14.1 工程等别、建筑物级别及洪水标准	70
14.2 设计依据	70
14.3 基本资料	70
14.4 土坝加固设计	71
14.5 输、泄水涵洞加固设计	81
14.6 机电和金属结构	83
15 李家龙潭水库施工组织设计	86
15.1 施工条件	86
15.2 施工导流	87
15.3 料源选择与开采	88
15.4 主体工程施工	88
15.5 施工总布置	90
15.6 施工总进度	92
15.7 主要技术供应	93
16 李家龙潭水库环境保护设计	94
16.1 任务及依据	94
16.2 环境保护设计	95
16.3 环境监测	96
17 李家龙潭水库水土保持设计	97
17.1 水土保持方案设计依据	97
17.2 水土流失防止范围	97
17.3 设计方案编制原则与目标	97
17.4 项目区概况	97
17.5 水土流失的防治措施	98
18 李家龙潭水库工程管理	99
18.1 工程任务与规模	99
18.2 管理现状	99
18.3 管理机构及人员编制	99
18.4 工程运行管理	99
18.5 工程管理设施	100

19 李家龙潭水库设计概算..... 101

19.1 编制依据 101

19.2 基础单价 101

19.3 概算编制 102

20 李家龙潭水库经济评价..... 104

20.1 工程概况 104

20.2 评价方法、依据和主要参数 104

20.3 工程费用增量 104

20.4 工程效益 105

20.5 国民经济评价指标及结论 105

21 锡伯提水库..... 107

21.1 工程概况 107

21.2 水库工程现状 108

22 锡伯提水库工程地质勘察研究..... 111

22.1 水库区地质概况 111

22.2 地震动参数 113

22.3 坝址区工程地质条件 114

22.4 现坝体填筑料质量评价 114

22.5 坝基工程地质条件评价 115

22.6 库区工程地质条件评价 116

22.7 坝基沉陷、库盘渗漏原因分析 119

23 锡伯提水库工程存在的主要问题及除险加固的必要性..... 121

23.1 工程存在的主要问题 121

23.2 除险加固的必要性 121

24 锡伯提水库除险加固设计..... 123

24.1 设计依据 123

24.2 工程等别及建筑物级别 123

24.3 基本资料 123

24.4 土坝加固设计 123

24.5 库盘防渗处理 135

24.6 泄水涵洞加固设计 137

1 燕麦地水库、李家龙潭水库和锡伯提水库的除险加固特色分析

1.1 水库存在的问题

燕麦地水库、李家龙潭水库和锡伯提水库存在下列主要问题:

(1) 土坝中存在的问题。一是土坝未达标,坝顶偏低,背水坡比过陡。现状坝顶高程均低于设计坝顶高程。土坝背水坡比过陡,土坝安全存在隐患。二是上游干砌石护坡破坏严重。原设计干砌石护坡厚 30cm,但施工时块石超径和逊径较为严重,致使块石粒径大小不一,砌筑质量较差。护坡块石受风化、波浪淘刷及冰冻影响,加之管理养护不善,护坡块石破坏严重。

(2) 溢洪道出现的问题。溢洪道无护砌及消能设施,渠底高程又较低,一方面使水库无法正常蓄水,水资源未能得到充分利用;另一方面溢洪道无能力承担宣泄较大洪水任务。

(3) 输水洞存在的问题。输水洞消力池翼墙受水流冲刷、风化侵蚀和墙后土压力作用及土体冻融等影响,使工程老化,浆砌石出现纵向裂缝。底板受水流冲刷,冻融破坏等,表层已被剥蚀。闸门陈旧、漏水,启闭设备失灵,拦污栅破损。洞身长度不满足土坝加高培厚要求。

1.2 水库具体实施的步骤

燕麦地水库、李家龙潭水库和锡伯提水库具体实施除险加固方案均考虑了以下几个方面内容:一是根据新的水文资料,复核水库规模;二是达标完建尚缺工程设施;三是维修加固已遭破坏工程设施。主要包括:①大坝加高培厚。小型水库除险加固工程的除险加固措施应充分利用既有工程。对大坝质量较好、坝身不长、淹没不大的水库,这样做优越性较大,宜对大坝采取加高培厚措施;但对坝身较长的大坝,一般来讲就显得不够经济合理。②溢洪道拓宽。根据新的水文资料,复核水库规模,拓宽溢洪道,拓宽进、出口段。一般水库溢洪道地处右岸或左岸山体坡脚处,闸室段为全风化的岩石,岩石完整性差,中等透水,应对溢洪道进行加固设计。③增建非常溢洪道。利用有利地形增建非常溢洪道,提高水库防洪标准。④输水洞。输水洞除险加固一般主要包括:洞身接长、消力池翻修、更换闸门和启闭设备。要对输水洞过流能力进行复核计算。

1.3 新技术在水库除险加固中的应用

燕麦地水库、李家龙潭水库和锡伯提病险水库加固工作,坚持加固与提高、加固与技

术进一步相结合，力求在病险水库治理的技术经济方面有所突破。在两座病险水库加固时，采用了新技术、新方法、新材料、新工艺。以上三座病险水库均存在上游坝坡冲刷严重，坝体超高及坝体断面不满足要求，无观测设施，管理设施落后、缺乏等问题。关于工程质量问题，以上三个土坝主要是渗漏、滑坡和裂缝，其中滑坡和裂缝的产生，有的也与渗漏有关，所以处理土坝质量，关键是防渗。在两个病险水库防渗加固中，坝基和坝体都需要防渗加固。在采取工程措施时，多采取垂直防渗措施。近年来水泥深层搅拌防渗墙技术，应用到水库除险加固中效果显著。随着水泥深层搅拌防渗墙施工机械和工艺技术的不断发展和完善，已成为水库大坝防渗加固的一项重要措施。对于基坝，所采用的防渗处理措施技术先进、工艺合理、工程造价低、防渗效果好、适用范围广。复合土工膜防渗也广泛运用于土坝加固中，因此，三座水库土坝坝体防渗方案进行比较：复合土工膜铺设于上游坡坡面和坝体采用高压定喷灌浆防渗墙，坝基均采用高压定喷灌浆防渗墙。

2 燕麦地水库和李家龙潭水库洪水标准复核

2.1 水文气象

燕麦地水库位于金沙江一级支流牛栏江的右岸支流黑石小河上，行政区划属昭阳区大山包乡老树林村，地理坐标东经 $103^{\circ}20'32''$ ，北纬 $27^{\circ}20'05''$ 。黑石小河发源于昭阳区大山包乡扫箕湾 3302m 的主峰，流向由西北转向东南，到燕麦地水库后转向西南，在鲁甸县梭山与乐红交界处的下河坝汇入牛栏江，集水面积 158km^2 ，河长 34.4km，流域最高点海拔 3247.00m。其中燕麦地水库集水面积 15.6km^2 ，河长 5.15km，主河道平均比降 52.0‰。水库流域为构造剥蚀、侵蚀高中山地貌，主要地层为二叠系玄武岩及第四系地层。流域内土层厚，土地开垦指数高，植被覆盖差，主要是灌木、杂草，水土流失严重。

流域气候为高原季风气候，干湿季节分明，多年平均降水量 1200mm 左右，降水量集中于 6~10 月，占年降水量的 85% 以上。多年平均径流深 600mm，多年平均水面蒸发量 1000mm，干旱指数 1.0，属昭通市高降水与高径流且阴雨天气多的高寒山区。水库流域附近有大山包、转山包、跳登河、老营盘、拖麻等雨量站点。水库位处高寒山区，气象因子可参照水库西北 6km 的大山包气象站资料，见表 2.1-1。水库南面 65km 的马树河上的小海子站，径流面积 60.6km^2 ，是昭通市南部区唯一的小流域站，可作为水文分析计算的参证站。

表 2.1-1 大山包站气候因子统计表

项目	降水量 /mm	雨日 /d	最大一日降水量 /mm	气温/℃				
				平均	最高	最低	1 月	7 月
数值	1115.4	172	122.5	6.2	23.1	—16.8	1	12.6
日照		风速/(m/s)					蒸发/mm	
h	平均	最大平均		最大	风向			
2324	4.5	19.7		28	wsw		1828	

2.2 洪水

2.2.1 基本资料评述

流域的暴雨受台风外围的影响，因高原上空水汽含量有限，其暴雨的量级居于全国较低水平。流域暴雨以单日雨型为主，雨量大部分集中于 6h 之内。洪水由暴雨产生，洪水过程为陡涨陡落的尖瘦洪水过程，历时在 24h 之内。

水库水文观测工作十分薄弱，水文资料十分缺乏，难以满足还原洪水的要求，也不能

直接由流量资料推求洪水。所以使用《云南省暴雨洪水查算实用手册》和昭通水文特性研究的“水文地理法”、水文比拟法进行洪水计算。

(1) 由云南省水利厅编制的《云南省暴雨洪水查算实用手册》(1992 年 12 月), 以云水规字(1992) 第 92 号文通知使用。“本手册可作为面积在 1000km² 以下小河流规划、小型水利水电工程初步设计和中型可行性研究在无实测流量资料情况下设计洪水计算与审查的依据。”其资料截至 1979 年, 使用时应进行暴雨资料延长。

(2) 由云南省水文水资源局昭通分局编制的《昭通水文特性研究》(1997 年 12 月), “依据几十年来大量的水文观测和调查基础资料, 经过几年来的分析计算和深入研究, ……。为(昭通市) 无水文资料地区的中小型水利水电工程和交通能源设施的规划、设计、施工、运行管理以及城市供水和防洪工程的设计提供科学依据。”资料截止年限为 1990 年, 需要对水文资料进行延长。

2.2.2 手册法计算设计洪水

(1) 设计暴雨分析计算。

1) 暴雨资料的延长。《云南省暴雨洪水查算实用手册》(以下简称《手册》) 的资料截至 1979 年, 采用昭通地区等值线资料, 延长至 1990 年后的暴雨参数为: $H_1=35.0\text{mm}$, $H_6=55.0\text{mm}$, $H_{24}=73.5\text{mm}$; $C_{v_1}=0.40$, $C_{v_6}=0.36$, $C_{v_{24}}=0.36$; $C_s=3.5C_v$ 。

由于水库距大山包气象站直线距离仅 6km, 且同处气候一致区, 因此, 采用大山包气象站资料进行水库的暴雨分析。根据大山包气象站 1959~1979 年 21 年日暴雨资料, 与鲁甸县气象站的同步日暴雨建立相关关系, 点据带状分布宽度较大, 采用点群中心定线, 以延长大山包站的日暴雨系列。经插补延长至 2005 年资料, 共获得 49 年暴雨系列, 按 P-Ⅲ型曲线适线, 统计参数为 $P_{\text{均}}=55.2\text{mm}$, $C_v=0.42$, $C_s/C_v=3.5$ 。

采用与大山包站与昭通气象站建立相关关系, 推求的大山包站日暴雨统计参数为 $P_{\text{均}}=59.0\text{mm}$, $C_v=0.44$, $C_s/C_v=3.5$ 。

2) 暴雨等值线值的修正。由《昭通地区多年平均最大一日暴雨量等值线图》, 查得大山包站的多年平均最大一日暴雨量 60.0mm, 比实测值 58.4mm 多 1.6mm, 比查补延长成果分别多 4.8mm、1.0mm。由此可见, 等值线的暴雨均值与实测值和查补延长值十分接近, 从对工程不利的角度出发, 可直接采用暴雨等值线成果。设计暴雨成果见表 2.2-1。

表 2.2-1 设计暴雨成果表

项 目	设计暴雨/h		
	1	6	24
均值	35	55	73.5
C_v	0.40	0.36	0.36
C_s	$3.5C_v$	$3.5C_v$	$3.5C_v$
$P=0.2\%$	98.7	141.9	189.5
$P=0.33\%$	93.1	134.8	180.0
$P=0.5\%$	88.6	128.7	171.9
$P=1\%$	80.9	118.3	157.9
$P=2\%$	72.8	107.5	143.5
$P=3.3\%$	66.9	99.5	132.9

(2) 产、汇流计算。

1) 产流计算。燕麦地水库的暴雨分区属于云南省 14 个分区的第 13 区，产流分区第 1 区，产流参数为： $W_m=100\text{mm}$ ， $W_t=85\text{mm}$ ， $f_c=2.2\text{mm/s}$ ， $\Delta R=1.0\text{mm}$ ， $E=3\text{mm/d}$ 。

根据暴雨公式，计算暴雨过程和时段降水量，由点雨量按时段折减系数换算为面暴雨量和时段面降水过程，采用昭通地区水文特性研究中南区的暴雨雨型，扣初损 15.0mm，扣（后损）稳渗 2.2mm/h，当降水量小于 2.2mm/h，按降水量扣除；最后再扣除雨期蒸发和降水径流不平衡的 1.0mm 后推求净雨过程，见表 2.2-2。

表 2.2-2 设计净雨过程表

净雨过程	频率 $P/\%$					
	0.2	0.33	0.5	1	2	3.3
1	9.66	8.73	7.89	6.30	4.77	3.55
2	93.2	87.7	83.3	75.8	67.9	62.1
3	7.01	6.62	6.29	5.63	5.00	4.43
4	3.43	3.19	2.99	2.57	2.17	1.79
5	2.07	1.80	1.61	1.22	0.82	0.18
6	1.59	1.35	1.17	0.82		
7	1.21	0.99	0.83	0.35		
8	0.91	0.70	0.49			
9	0.66	0.46				
10	0.34	0.07				

2) 汇流计算。燕麦地水库的汇流分区为第 1 区，汇流参数为： $C_m=0.33$ ， $C_n=0.70$ ；最大基流量 $0.85\text{m}^3/(\text{s} \cdot 100\text{km}^2)$ 。流域特征值为： $F=15.6\text{km}^2$ ， $J=0.052$ ， $L=5.15\text{km}$ ， $B=0.58$ ；因最大 3h 平均雨强大于 10mm，故采用 10mm 为主雨强。推求单位线的参数为 $m_1=1.45$ ， $n=1.1$ ， $K=1.33$ 。由单位线和净雨推求地表径流过程，再加入基流、潜流为总流量过程，设计洪水过程线见表 2.2-3。

表 2.2-3 设计洪水过程线表

时 段	频率 $P/\%$					
	0.2	0.33	0.5	1	2	3.3
0	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
1	20.2	18.2	16.5	13.2	10.0	7.50
2	205	193	183	165	148	134
3	128	121	115	104	93.5	84.9
4	70.9	66.7	63.7	57.8	52.2	47.1
5	42.2	39.4	37.9	34.2	31.2	27.1
6	25.9	24.0	23.4	21.1	18.6	16.4
7	17.7	16.2	16.1	14.3	13.1	11.8

续表

时 段	频率 $P/\%$					
	0.2	0.33	0.5	1	2	3.3
8	13.6	12.4	12.5	10.8	11.1	10.3
9	10.8	9.72	9.55	9.03	10.3	9.73
10	9.57	8.36	8.89	9.02	10.9	10.3
11	7.99	7.33	8.48	9.01	11.3	10.8
12	7.87	7.47	9.00	9.74	12.3	11.8
13	8.15	7.88	9.67	10.5	13.4	12.8
14	8.62	8.40	10.4	11.4	14.5	13.9
15	9.18	8.98	11.2	12.2	13.4	12.8
16	9.78	9.59	11.9	13.1	12.3	11.8
17	10.4	10.2	12.7	12.2	11.2	10.7
18	11.0	10.8	11.9	11.4	10.1	9.66
19	11.7	11.5	11.2	10.5	9.00	8.60
20	11.0	10.8	10.4	9.65	7.89	7.55
21	10.4	10.2	9.58	8.78	6.78	6.49
22	9.75	9.57	8.79	7.92	5.67	5.43
23	9.11	8.94	8.01	7.05	4.56	4.37
24	8.47	8.31	7.22	6.19	3.46	3.31

设计洪水成果为 $Q_{0.2\%} = 205\text{m}^3/\text{s}$ 、 $Q_{0.33\%} = 193\text{m}^3/\text{s}$ 、 $Q_{0.5\%} = 183\text{m}^3/\text{s}$ 、 $Q_{2\%} = 148\text{m}^3/\text{s}$ 、 $Q_{3.3\%} = 134\text{m}^3/\text{s}$ 、 $W_{0.2\%} = 241 \text{ 万 m}^3$ 、 $W_{0.33\%} = 227 \text{ 万 m}^3$ 、 $W_{0.5\%} = 223 \text{ 万 m}^3$ 、 $W_{2\%} = 191 \text{ 万 m}^3$ 、 $W_{3.3\%} = 175 \text{ 万 m}^3$ 。

2.2.3 昭通水文地理法

根据《昭通地区水文特性研究》推荐的图表和经验公式分别计算流域的洪峰流量用下面公式计算：

$$Q_{0m} = CP_{d0} A^n$$

式中 Q_{0m} ——多年平均洪峰流量， m^3/s ；

P_{d0} ——面暴雨均值， $P_{d0} = \eta P_d$ ；

η ——点面折减系数；

P_d ——点 24h 暴雨均值；

C ——地理参数；

A ——面积， km^2 ；

n ——指数，为 0.75。

根据《昭通地区水文特性研究》中推荐的图表和公式，水库流域面积 15.6km^2 ，最大一日暴雨均值 65.0mm ，点面折减系数 0.975，地理参数 0.06，由特性推荐的公式计算的洪峰流量均值为 $29.7\text{m}^3/\text{s}$ ，离势系数 $C_v = 0.90$ 。按 $C_s = 4C_v$ 查取相应 K_p 值，以此计算

的设计洪峰流量为 $Q_{0.2\%}=209\text{m}^3/\text{s}$ 、 $Q_{0.33\%}=188\text{m}^3/\text{s}$ 、 $Q_{0.5\%}=172\text{m}^3/\text{s}$ 、 $Q_{2\%}=116\text{m}^3/\text{s}$ 、 $Q_{3.3\%}=96.8\text{m}^3/\text{s}$ 。

根据流域特性，按《昭通地区水文特性研究》中的 $W=0.775Q_m^{1.16}$ ，计算多年平均最大 24h 洪量，计算结果为 $W_{\text{均}}=39.6$ 万 m^3 。按 0.68 倍的洪峰离势系数推求为最大 24h 洪量的离势系数，以 $C_s=3.5C_v$ 查取相应 K_p 值，以此计算的设计最大 24h 洪量为 $W_{0.2\%}=172$ 万 m^3 、 $W_{0.33\%}=159$ 万 m^3 、 $W_{0.5\%}=149$ 万 m^3 、 $W_{1\%}=130$ 万 m^3 、 $W_{2\%}=113$ 万 m^3 、 $W_{3.3\%}=99.0$ 万 m^3 。水文地理法洪水计算成果见表 2.2-4。

表 2.2-4 水文地理法洪水计算成果表

项 目	频率 $P/\%$					
	0.2	0.33	0.5	1	2	3.3
洪峰流量/ (m^3/s)	209	188	172	144	116	96.8
24h 洪量/万 m^3	172	159	149	130	113	99.0

2.2.4 水文比拟法

按参证站小海子站 41 年资料和历史调查洪水组成不连续系列，按经验频率公式计算频率：

$$P=a/(N+1)+[1-a/(N+1)][(m-L)/(n-L+1)]$$

- 式中 a ——调查历史洪水 3 个；
 N ——调查历史洪水排位期；
 m ——洪水序号；
 n ——实测洪水个数；
 L ——实测系列中提出的大洪水，为 0。

用矩法公式计算统计参数经 P-Ⅲ型曲线适线求得最大洪水的峰和量统计参数为：

洪峰： $Q_{m,0}=90.0\text{m}^3/\text{s}$ 、 $Cv_q=0.60$ 、 $Cs_q=4Cv_q$ ；
洪量： $W_{24h,0}=133.4$ 万 m^3 、 $Cv_w=0.50$ 、 $Cs_w=3.5Cv_w$ 。

按日暴雨 (P_d)、面积 (A)、河道比降 (S)、流域形状系数 (B) 比指数改正为流域的洪峰，即：

$$Q_{m,0}'=Q_{m,0}S'^{1/4}P_d'^{1.15}A'^{0.75}B'^{1/3}/(S^{1/4}P_d^{1.15}A^{0.75}B^{1/3})$$

按面积比的 0.95 次方计算得流域的多年平均 24h 洪量。在同一气候区洪峰离势系数 C_v 有随面积减小而增大的规律，水库面积比参证站的小，但差别较小，因此洪峰与洪量的离势系数 (C_v) 均移用参证站的 C_v 值，即 $Cv_q=0.60$ ， $Cv_w=0.50$ 。偏态系数 C_s 值洪峰的倍比为 4 倍，洪量为 3.5 倍。水文比拟法洪水计算成果见表 2.2-5。

表 2.2-5 水文比拟法洪水计算成果表

项 目	频率 $P/\%$					
	0.2	0.33	0.5	1	2	3.3
洪峰流量/ (m^3/s)	216	199	184	161	138	120
24h 洪量/万 m^3	127	118	111	100	88.3	79.6