

四川某电站库区泥石流流量的计算方法研究

张新克,任光明,刘惠军

(成都理工大学环境与土木工程学院,成都 610059)

摘要:泥石流流量是泥石流防治工程设计的基本参数,对泥石流危害性的评价研究具有重要意义。结合四川某电站库区一典型泥石流沟的泥石流流量进行研究,采用有压管水力计算公式和洪水计算手册推荐的洪水流量计算公式分别对该泥石流沟上下两个清水动力区的洪水流量进行计算。然后根据雨洪修正法和泥痕调查法对该沟的泥石流流量进行研究,研究结果与实际情况较为吻合。

关键词:泥石流;洪水流量;泥石流流量

中图分类号: P642.23

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)01-0255-02

Research of Computing Method of Debris Flow Discharges in the Reservoir Area of a Power Station in Sichuan

ZHANG Xin-ke, REN Guang-ming, LIU Hui-jun

(Institute of Environment and Civil Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: The discharge of debris flow is a basic parameter in debris flow preventing and controlling engineering. It is very important for the hazardous evaluation of debris flow. Combined with a typical ditch of debris flow, the discharge of debris flow in the reservoir area of a power station in Sichuan is researched. Using the hydraulic formula of the pressure tube and the recommending formula which in the computation handbook of the discharge of flood, it separately computes the discharge of flood in two areas. Through adopting the method of modifying rainstorm flood and surveying putty-mark, it conducts the research of the discharge of debris flow for this ditch. The result shows that it matches the actual situation.

Key words: debris flow; discharge of flood; discharge of debris flow

1 前言

泥石流是山区常见的自然灾害之一,在泥石流的定量研究中,泥石流流量的研究是泥石流灾害及其危险性研究中最重要特征指标之一,它不仅反映了泥石流的强度、规模及其流体性质等指标,是计算泥石流总量、一次冲出的固体物质总量、泥石流堆积范围等的基本参数,而且它还决定着泥石流防治工程构筑物的类型、结构、大小等,因此,泥石流流量是泥石流防治工程设计研究中不可缺少的基本参数。

2 泥石流流量的计算方法

泥石流流量计算,目前主要有两种方法:雨洪修正法、泥痕调查法。

2.1 雨洪修正法

雨洪修正法是利用流域可能产生的最大洪水流量为依据,结合泥石流的特征加上修正系数所得。它的基本思路是假定泥石流与洪水同频率,根据泥石流流体中固体物质和水的比例关系,用在某一设计频率下的洪水洪峰流量加上按比例所需的固体物质体积,考虑到堵塞因素,乘以堵塞系数,即得泥石流流量。我国学者在对东川等泥石流研究后按照雨洪修正法原理,建议泥石流流量计算公式为:

$$Q_C = Q_{Bmax} (1 +) D_C \quad (1)$$

式中: Q_C ——泥石流洪峰流量 (m^3/s); Q_{Bmax} ——设计频率下

的洪水洪峰流量 (m^3/s); α ——泥石流修正系数, $\alpha =$

$$\frac{c - 1}{H - c}; c \text{ ——泥石流容重; } H \text{ ——固体物质的容重;}$$

D_C ——泥石流堵塞系数(微弱堵塞时为 1.1 ~ 1.4,一般堵塞为 1.5 ~ 1.9,较严重堵塞为 2.0 ~ 2.5,严重堵塞时为 2.6 ~ 3.0)。

2.2 泥痕调查法

泥痕调查法又叫形态调查法。在泥石流沟现场调查中,选择沟道中较为顺直的沟段,依据泥石流在沟槽两岸遗留的最高痕迹,测得泥石流过流横断面面积,然后乘以泥石流流速得到泥石流流量,其计算公式为:

$$Q_C = W_C \cdot V_C \quad (2)$$

式中: W_C ——泥石流过流断面面积, (m^2); V_C ——泥石流计算流速, (m/s)。

3 典型工程实例

四川某电站库区发育一典型的暴雨型泥石流沟,其支沟不发育,主沟长度 1.2 km,沟床比降 828 ‰,流域面积 0.56 km^2 。其沟谷坡度大、松散固体物源丰富,在暴雨条件下极易暴发泥石流。该沟的清水动力区分为两部分,一是洪流沟顶部原为一天然的水池,其面积达 2.1 km^2 。为了扩大农田,当地居民沿水池底部打一直径 2 m,长度 350 m 的涵洞

* 收稿日期:2006-01-24

作者简介:张新克(1980-),男,成都理工大学环境与土木工程学院硕士研究生,研究方向:工程地质。

将水池中的水引入洪流槽沟中,它是洪流槽沟水力条件的主要来源;二是洪流槽沟流域的清水汇集区。

3.1 洪流槽流域的洪水流量计算

根据《四川省中小流域暴雨洪水计算手册》上推荐的泥石流洪水流量计算公式:

$$Q_{B1} = 0.278 \frac{S}{n} F \tag{3}$$

式中: —— 洪峰径流系数; S —— 某暴雨的雨力 (mm/h); F —— 集水面积 (km²); —— 流域汇流时间 (h); n —— 暴雨公式指数。

3.2 洪流槽沟顶部清水汇集区流量计算

采用公式 (3),不同设计频率条件下的洪水流量均大于涵洞的过水流量。由于涵洞的制约作用,涵洞洪水流量采用有压管中恒定流简单管道水力的计算公式:

$$Q_{B2} = \mu_c A \sqrt{2gH} \tag{4}$$

式中: $\mu_c = \frac{1}{N + \frac{l}{d} + \dots}$ —— 管道系统的流量系数; ——

沿程阻力系数 = 0.025; l —— 管道长度, $l = 350$ m; d —— 管道直径, $d = 2$ m; —— 局部损失; A —— 管道断面面积; H —— 水头差 $H = 6$ m。

根据公式 (4),在不考虑管道局部损失情况下计算出的隧洞过水流量 $Q_{B2} = 14.64$ m³/s,故洪流槽沟总的洪水流量为:

$$Q_B = Q_{B1} + Q_{B2} \tag{5}$$

计算结果如表 1

表 1 洪流槽沟洪水流量计算结果表

洪水流量/(m ³ ·s ⁻¹)	$p=0.2\%$	$p=1\%$	$p=2\%$	$p=5\%$	$p=10\%$
Q_{B1}	16.46	12.98	11.34	9.18	7.57
Q_{B2}	14.64	14.64	14.64	14.64	14.64
Q_B	31.10	27.62	25.98	23.82	22.21

按照单峰洪水考虑,根据洪水计算手册得出洪流槽沟的设计概化洪水过程线,限于篇幅,本文仅给出洪流槽沟设计概率 $p = 10\%$ (10 年一遇)时的概化洪水过程线(如图 1),洪流槽沟不同设计概率时的概化洪水过程线的特征值如表 2 所示。

由表 2 洪流槽沟一定频率设计概化洪水过程线的特征数据可知:洪流槽沟洪水具有涨洪快,消退慢的特点,快速的洪水量上涨在狭窄的沟道中,必然表现为洪水位快速上涨,这使得水力增加很快,这对于泥石流启动是非常有利的。

参考文献:

[1] 张远瞩,况明生,等. 泥石流流量计算方法研究[J]. 乐山师范学院学报, 2004, 5, 19(5): 107 - 109.
[2] 沈寿长,谢修齐,等. 暴雨泥石流流量计算方法研究[J]. 中国铁道科学, 1993, 14: 80 - 89.
[3] 李彦军,刘汉超,等. 四川某电站库区泥石流的特征研究[J]. 水土保持研究, 2005, 12(3): 194 - 197.
[4] 康志成,张军. 泥石流洪峰流量的研究与计算[J]. 中国水土保持, 1991, (2): 15 - 18.
[5] 吴持恭. 水力学[M]. 北京:高等教育出版社, 2003.

(上接第 254 页)

参考文献:

[1] 陈克森,等. 潍坊市南部山丘区水土流失治理的成效与做法[J]. 中国水土保持, 2003, (10): 34 - 35.
[2] 师彦武,康绍忠. 石羊河流域水资源开发的水土环境效应评价[J]. 中国农村水利水电, 2003, (7): 68 - 71.
[3] 梁会民,赵军. 小流域综合治理的生态经济效益评估研究[J]. 生态经济, 2001, (8): 12 - 14.
[4] 陈克森,等. 山丘区集雨灌溉高效用水模式及灌水技术研究[J]. 节水灌溉, 2005(4): 40 - 42.
[5] 蒋泽军. 模糊数学教程[M]. 北京:国防工业出版社, 2004.
[6] 吴万铎,吴万钊. 模糊数学与计算机应用[M]. 北京:电子工业出版社, 1988.

3.3 泥石流流量计算

3.3.1 按照雨洪修正法计算泥石流流量

在公式 (1) 中,各参数取值:泥石流容重 $c = 1.47$ t/m³, 固体物质颗粒容重 $\gamma_s = 2.86$ t/m³,泥石流堵塞系数 $D_c = 1.2$,按轻微堵塞考虑,计算出的不同设计频率条件下的泥石流流量如表 3。

表 2 洪流槽沟设计概化洪水过程线特征值

设计概率/%	0.2	1	2	5	10
总历时/h	2.769	2.496	2.379	2.184	1.989
涨洪历时/h	0.284	0.256	0.244	0.224	0.204
消退历时/h	2.485	2.240	2.135	1.960	1.785
洪水最大流量/(m ³ ·s ⁻¹)	31.26	27.78	26.14	23.98	22.37

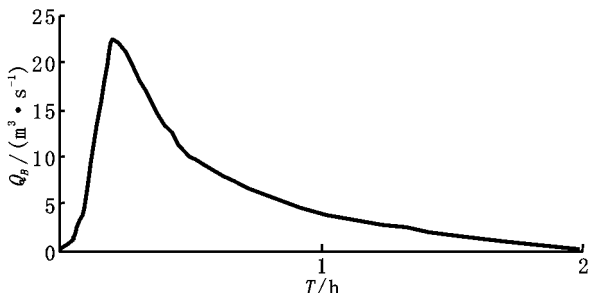


图 1 洪流槽沟设计概率 $p = 10\%$ 时的概化洪水过程线

表 3 按雨洪修正法计算的洪流槽泥石流流量成果表

泥石流流量/(m ³ ·s ⁻¹)	$p=0.2\%$	$p=1\%$	$p=2\%$	$p=5\%$	$p=10\%$
Q_C /(m ³ ·s ⁻¹)	50.19	44.60	41.97	38.50	35.92

3.3.2 按照泥痕调查法计算泥石流流量

现场选取典型沟谷断面进行测量,断面面积为 6.81 m²,该泥石流沟泥石流计算流速为 5.3 m/s,利用公式 (2) 计算出泥石流流量为 36.09 m³/s。

按照泥痕调查法测得的泥石流流量与雨洪修正法计算出的 10 年一遇 ($p = 10\%$) 的泥石流流量较为接近,这也与现场访问获得的该次泥石流是近年来规模较大的一次相一致。

4 结 论

本文所研究的泥石流沟其清水动力区分为两部分,中间通过涵洞相联结。上部清水动力区的洪水流量大于涵洞的过水流量时,由于管道的瓶颈制约作用,实际洪水流量远小于按照洪水计算手册计算获得的洪水流量,采用有压管道出流水力计算模型较好的解决了此类问题,对同类工程有一定的借鉴意义。