

山洪截流沟过水断面的分段法设计探讨

林 世 洪

(四川省乐至县水利电力局 641500)

摘 要 详细分析了影响截留沟过水断面的主要因素,提出了采用分段法设计断面的原理及方法。这种新的设计方法,不仅考虑到了暴雨强度和集雨面积,还考虑了过水断面的流量变化和抗冲能力,设计出的断面将沿流向随集雨面积的增加而增大,改变了过去断面首尾宽度一致的不合理开挖状况,既保持了截流沟的原有功能,又可使过水断面不冲不淤,还具有开挖量小、占地少的优点。因此,采用分段法设计截流沟过水断面是可行的,有一定实用推广价值。

关键词 截留沟 分段法 过水断面 地表径流

Approach on the Design of Dividing Method of Water-crossing Section in Intercepting Ditch with Mountainous Flood

Lin Shihong

(Water Conservancy and Hydropower Bureau of Lezhi County in Sichuan Province 641500)

Abstract Through analysing the main factors which affect the water-cut of the flood-cut-off ditch, it advances a new theory and method to design the cut by dividing the ditch into several parts. This new method considers not only the strength and area of showers but also the change of the amount of the running water in the ditch and its ability to hold back the flood. Having avoided the improper digging conditions in which the head width and the end width are just the same, the new designed ditch in the direction of the flood will change its size with the changing flood. The ditch not only has the same ability of the old one, but also prevents the ditch-cut from being flooded and silted up. Less work of digging and less land-covering are advantages of the new-designed ditch, the water-cut of the new-designed ditch mentioned above is feasible and it is worth popularizing.

Key words intercepting ditch sectioning-dividing method water-crossing section surface runoff

在山坡设置截流沟,是避免地表径流对坡面下游保护区的直接冲刷而将沿程拦截的洪水集中引向指定地点,起到既“拦”又“引”的双重作用,沟中流量沿流向随集雨面积的增加而增

大,其过水断面也相应逐渐变大。因此,设计截流沟过水断面,必须满足设计暴雨量、不冲不淤和开挖量小等三个基本条件,而暴雨强度、集雨面积和基础条件又是直接影响断面大小的重要因素,若不全面考虑影响因素并仅按出口断面处的最大流量进行设计,将会造成整条截流沟开挖断面的不合理现象,不是工程浪费就是作用不大。为此,研究过水断面的合理设计,具有现实意义。

1 影响过水断面的主要因素

1.1 截流沟设计标准

设计截流沟过水断面,首先要确定排洪标准。在相同条件下,若设计标准过高,将因断面过大而降低利用率;反之则因断面过小而降低设计效果。因此,必须兼顾利用率及效果去确定设计标准。根据水电部1987年颁布的《水土保持技术规范》(SD238-87)规定:坡面工程均按5~10年一遇24h最大暴雨标准设计。笔者认为:我国少雨且暴雨强度小的地区用5年一遇24h最大暴雨标准;多雨且暴雨强度大的地区用10年一遇24h最大暴雨或24h平均暴雨标准,较为适宜。

1.2 设计暴雨径流量

根据有无实测资料的设计条件,计算暴雨径流量有两种方法:(1)当有设计频率的实测降雨强度 I_1 和相应雨量的平均入渗强度 I_2 及集雨面积 F 时,采用《水土保持技术规范》中山坡截流沟的径流量公式计算,即:

$$Q_{\max} = (I_1 - I_2)F/0.8 \quad (1)$$

(2)在无实测资料条件下,可从各地《水文手册》中查得皮尔逊Ⅲ型曲线模比系数 K_p 、年最大24h暴雨均值 \bar{H}_{24} 和径流系数 a (一般取0.6~0.9),用水科院推理公式计算设计径流量,即:

$$Q_{\max} = aIF/3.6 \quad (2)$$

$$I = K_p \bar{H}_{24}/24 \quad (3)$$

1.3 基础条件与过水断面的关系

当截流沟某计算断面处的设计流量一定时,若沟中流速过小,不但会增大过水断面面积,增加开挖工程量及造价,同时还会造成沟底泥沙淤积;若排洪流速过大,又会冲刷过水断面,造成人为水土流失。因此,在设计中必须使各断面的平均流速控制在“不冲不淤”的范围内,这样的设计流速称“允许流速”或“不冲不淤流速”。若以“ V ”表示允许流速,“ $V_{\text{不冲}}$ ”表示不冲流速(最大允许流速),“ $V_{\text{不淤}}$ ”表示不淤流速(最小允许流速),其断面设计则应满足以下关系式:

$$V_{\text{不冲}} \geq V \geq V_{\text{不淤}} \quad (4)$$

不淤流速与水中的含沙量、泥沙颗粒等有关,最小流速一般不得小于0.4~0.6m/s。

不冲流速是以截流沟的基础条件来确定的。 $V_{\text{不冲}}$ 值愈大,说明基础的抗冲刷能力愈强,反之愈弱。据有关试验资料介绍,软弱的土基础与坚硬的结晶岩、水成岩基础,两者的 $V_{\text{不冲}}$ 值相差近10倍(见表1)。若将各种基础的不同 $V_{\text{不冲}}$ 值(最大值)分别代入 $Q = W \cdot V$ 式,并拟设一系列 Q 值,可得到各种基础在不同流量情况下相应的最小允许过水断面面积 $W_{\text{小}}$ (表1值),点绘成 $Q - W_{\text{小}}$ 曲线后如图1示。

从表1和图1中可以看出:①当基础条件相同时,流量与过水断面面积成正比关系;②相同流量情况下,基础的强弱与过水断面面积成反倍比关系,即不冲流速每增大1倍,其过水断面面积就减小一半;③抗冲能力强的基础,过水断面面积随流量变化小,反之变化大。另外,由不淤流速

产生的最大过水断面仅与流量成正比,与基础条件无关。

表 1 各种基础条件下的 $V_{\text{不冲}}$ 值及 $Q \sim W_{\text{小}}$ 关系值

基础条件	土基础	软质水成岩基础	中硬水成岩	硬质水成岩	结晶岩火成岩
$V_{\text{不冲}}(\text{m/s})$	0.8~1.0	2.5~3.0	3.5~4.0	5.0~6.0	8.0~9.0
Q m^3/s	1.0	0.33	0.25	0.16	0.11
	2.0	0.66	0.50	0.33	0.22
	3.0	1.00	0.75	0.50	0.33
	4.0	1.33	1.00	0.66	0.44
	5.0	1.66	1.25	0.83	0.55

1.4 不同条件下的允许坡降

沟底坡降是产生流速和影响过水断面面积的重要因素。当流量和基础条件一定时,坡降与流速成正比,与过水断面面积成反比。坡降 i 可用下式计算:

$$i = \frac{n^2 V^2}{R^{4/3}} \tag{5}$$

式中: n ——糙率; V ——流速(m/s)。若以 $V_{\text{下冲}}$ 代入上式,基结果为最大允许坡降 $i_{\text{大}}$ 值;以 $V_{\text{下淤}}$ 代入上式,结果为最小允许坡降 $i_{\text{小}}$ 值; R ——水力半径。

为方便设计查算,可根据各种基础的允许流速,绘制成 $Q-i$ 关系曲线图,如图 2 所示。从计算和图 2 可知:①同一基础中,流量与坡降成反比关系;②在相同流量中,基础的抗冲能力愈强,其最大允许坡度愈陡,反之愈平缓;③在相同条件下,采用矩形断面可以提高基础的抗冲能力。

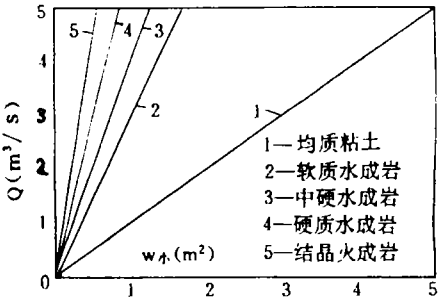


图 1 $Q \sim W_{\text{小}}$ 关系曲线

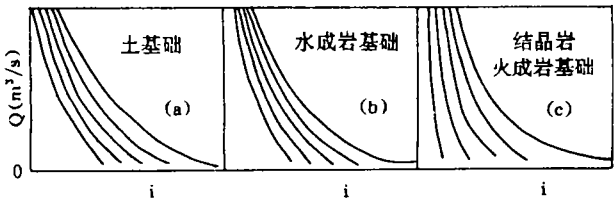


图 2 $Q \sim i$ 关系曲线图

2 过水断面设计

2.1 设计原理及方法

根据截流沟既“拦”又“引”的特点,其流量随截流沟的延长而逐渐增大,过水断面也相应随之增大。从理论上讲,如果集雨面积在平面上近似为一长方形或正方形,当其它条件基本相同时,过水断面在平面上应是一个由小变大的“<”形状,用公式 $Q = W \cdot V$ 也易证明之,这种情况只需算出截流沟末端的最大断面即可。但是,集雨面积一般不可能是规则的,而各段的基础条件也不尽一致。因此,截流沟必须采用分段法设计过水断面,即将整个排洪集雨区在计算平面图上分成若干小段,然后再分别算出各计算断面处的流量及相应过水断面面积。

根据 $W = Q/V$ 的关系式,可将(1)、(2)式分别改为:

$$W = (I_1 - I_2)(F_1 + F_2 + F_3 + \cdots + F_{n-1} + F_n)/0.8V \tag{6}$$

$$W = al(F_1 + F_2 + F_3 + \cdots + F_{n+1} + F_n)/3.6V \tag{7}$$

(6)、(7)式就是采用分段法设计截流沟任意断面处的过水断面面积公式。若将计算结果绘成图 3,可直观看出集雨面积 F 、流量 Q 、过水断面面积 W 三者的关系。

2.2 计算步骤

- (1)确定设计暴雨频率。
- (2)利用《水文手册》算出设计暴雨强度 I (若用一法计算,还应确定设计雨量在土壤中的入渗强度 I_2)。
- (3)将集雨面积平面图按其大小及形状分成 n 个计算断面,并算出各断面间的 $F_1、F_2、F_3……F_n$ 。
- (4)根据截流沟基础条件和地形情况,分段取一个允许流速 V 值代入(6)或(7)式算出相应的 $W_1、W_2、W_3……W_n$ 。
- (5)根据基础条件,确定过水断面形状和其边坡系数 m 值及糙率 n 值,算出各计算断面处的底宽 B 及水深 H 。
- (6)用(5)式算出各计算段的坡降 i 值。
- (7)根据实际情况适当调整 $W、i$ 值,过水断面以上超高一般取 0.3m。

2.3 计算实例

例:四川省乐至县某山,地形如图 4 示,海拔 400m 以上,其地表以下约 5m 深内均为页岩,坡面植被较差,水土流失严重。在 400~380m 内有一场镇,360m 以下有一座小型土坝水库。经水土保持初步规划,准备沿 400m 等高线由西向东开挖一条截流沟,要求开挖断面满足 10 年一遇暴雨洪水标准。

解:由于无实测资料,故采用笔者提出的方法进行计算。由《四川省水文手册》查得 10 年一遇设计暴雨 $K_p=1.56$, $\bar{H}_{\text{平}}=96.1(\text{mm})$,代入(3)式算得 $I=6.25(\text{mm/h})$ 。查得 $\alpha=0.8$,取 $V=1.4(\text{m/s})$,采用梯形过水断面其边坡系数 $m=0.50$,糙率 $n=0.030$, $B=0.5H$ 。计算过程略,成果见表 2。

表 2 计算成果

集雨面积 (km^2)	断面编号	断面积 (m^2)	断面大小(m)			坡降 i
			上口宽	下口宽	高	
0.36	0	0	0	0	0	0.0133
0.68	1	0.36	1.11	0.30	0.60	0.0066
0.40	2	1.03	1.53	0.51	1.01	0.0053
0.39	3	1.43	1.78	0.60	1.20	0.0043
	4	1.81	2.01	0.68	1.35	

本实例经用分段法与老方法设计比较,开挖工程量将减少近 30%。截流沟开挖愈长,其经济效益就更为明显。

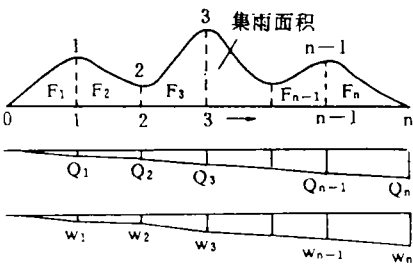


图 3 $F \sim Q \sim W$ 曲线

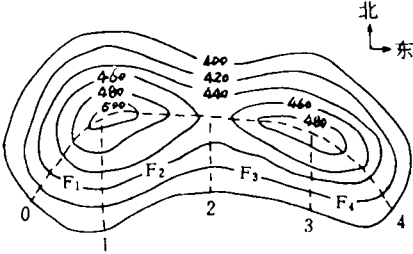


图 4 某山地形示图

3 结束语

(1)按分段法一般步骤设计的截流沟,当基础条件基本相同时,具有“首尾流速一致,沿程断面及坡降不同”的特点。在实际工作中,根据地形地质等条件需要,可先拟取一个或几个坡降定值,用各计算断面处的 Q_n 求出相应 V_n 值,然后用 $W = Q/V$ 式算出 W_n 值。这样设计的截流沟具有“首尾坡降一致,沿程断面及流速不同”的特点。

(2)对软弱基础截流沟的设计,可采用石质衬砌过水断面的办法提高其抗冲能力,这样既能进一步减少开挖量,又能减轻或避免沟壁自身侵蚀。

(3)笔者提出的截流沟的设计方法,由于考虑了集雨面积、暴雨强度、基础条件及流量变化等影响因素,具有方法简便、设计合理等优点,有一定的实用性及推广价值。

作者简介 林世洪,1976年于成都工学院(现四川联大)水利系毕业以来,一直从事水利管理技术工作,先后发表论文多篇,多次被评为先进工作者(其中省水电厅和市水电局各一次),高级工程师,县政协常委。

(上接第175页)

参考文献

- 1 安徽省南部丘陵山区国土开发与整治研究. 华东师范大学出版社,1986年1月
- 2 聂直平,王态旭. 长江流域滑坡分布与环境关系的探讨. 水土保持通报,1987,(7)6

作者简介 张黎勇,男,1961年10月出生,1982年8月毕业于合肥工业大学水利系,1993年晋升为高级工程师,现任宣城地区水利水电建筑勘测设计院院长。

(上接第178页)

小区都搭配有乔、灌、草则种在沟埂顶上和埂坡上。灌木里面大量选用胡枝子,因其是豆科植物,有根瘤菌寄生,能从大气中吸取并固定氮,所以改土作用明显。同时,胡枝子还是落叶植物,每年的枯枝落叶大量聚集在蓄水沟沟底。

据实测,平均 1m^2 坡面每年聚集枯枝落叶干重 193.30g ,而沟内达 511.45g ,是坡面枯枝落叶量的2.646倍,这些枯枝落叶腐烂后便成为台阶上乔木的肥源。由于沟底水、肥条件比埂顶部好,所以台阶上乔木的根系大量向沟内生长,实测得沟内 $0\sim 15\text{cm}$ 表土层 1m^3 土体内含根系鲜重 5460g ,同体积土体的沟内根系重量是沟埂的7.049倍。这种根系分布状况是乔木趋水趋肥倾向的典型表现。

总之,台阶式水平沟对改善乔木的生长环境,促进植物快速生长效果良好,在强度流失区坡面治理中十分适宜,广昌县赤水小流域的实践结果充分证明了这一点。

作者简介 徐新华,男,1952年10月生。1987年毕业于南昌水利水电高等专科学校水土保持专业,现任江西省抚州地区水土保持办公室副主任,工程师。