

淤地坝浸润线合理计算方法探讨

郝月清

(西北农业大学水利与建筑工程学院·陕西杨陵·712100)

摘要 根据对淤地坝的结构特征及运用状态的分析,认为确定淤地坝浸润线的合理模型应为透水地基上均质土坝在具有水平上游承压坡的渗流模型和具有垂直承压坡的渗流模型的叠加,其解可按前苏联科学家涅里松—斯柯尔尼亚科夫的2种典型公式叠加计算。实例计算表明,该方法既安全可靠,又经济合理

中图分类号: S157.31

关键词: 淤地坝 渗流模型 浸润线

Reasonable Calculation Method of Seepage Line of Silt Arrester

Hao Yueqing

(The College of Water Conservancy and Architectural Engineering, Northwestern Agricultural University, Yangling District, Shaanxi Province, 712100, PRC)

Abstract Based on analyzing the structure feature and operation state of silt arrester, the result shows the rational model to determine the seepage line of silt arrester should be to superpose the seepage flow model with horizontal upstream pressure slope upon the seepage flow model with vertical pressure slope of uniform earth dam on the permeable stratum base. The solving process can be superposed by means of two type formulas set by the scientists of the former Soviet Union. The practical calculation indicates that the presented method is reliable and reasonable.

Keywords silt arrester; seepage flow model; seepage line

淤地坝是水土保持的重要工程措施,在黄河中游多沙区应用得非常广泛。合理确定浸润线的位置对坝体稳定性分析,断面设计及渗流计算都有着重要的意义。其运用方式与水库土坝不同,主要是拦截淤泥淤地造田,而水库土坝则以拦截河道水流抬高水位为主;而且坝基与坝体透水性往往很小,其运行方式与淤地坝有着很大差别,因而其浸润线必然差别很大。然而,目前在生产上仍沿用土坝浸润线计算方法来确定,计算结果与实测值相差甚远,致使淤地坝设计得排水体太高,资金浪费很大。为此,根据淤地坝的特征,参照苏联水工设计手册有关计算方法,提出淤地坝浸润线的合理计算方法,供生产设计参考之用。

1 模型及简化

1.1 淤地坝结构特征及运行状态分析

分析对比淤地坝与水库土坝的结构特征,其最大区别有3点,(1)淤地坝坝基透水性较强,而水库土坝的坝基透水性很弱,以尽量减少水量损失。(2)淤地坝淤泥沙占据了大量库容,坝

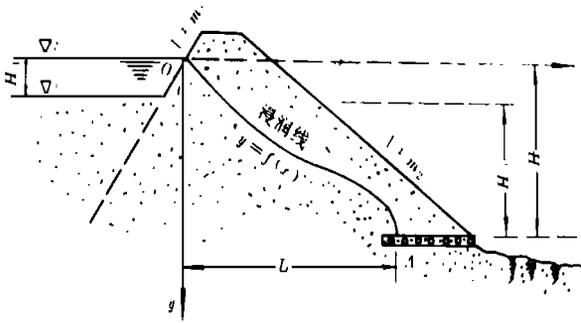


图 1 透水地基上游淤地坝渗流计算简图
 O-A— 浸润线; H_1 — 库内水深; H_2 — 淤沙高程与水平持水体高程之差; H — 总水头

体上游承压坡基本为水平面,而水库土坝的库内蓄水占据了大量库容,坝体上游承压坡即为上游坝坡。(3) 水库土坝坝体内设防渗心墙或齿墙,使坝体透水性很差,而淤地坝坝体内一般不设防渗墙,故透水性较强。

根据以上分析,可以提出淤地坝的渗流计算简图(如图 1),图 1 为一透水地基上,上游淤泥沙很多的均质土坝渗流模型

1.2 淤地坝渗流计算模型简化

对如上所述的淤地坝渗流计算模型,

其浸润线的确定是无现成方法可遵循的,但根据以上分析及计算简图,在确定浸润线时,可以将该模型近似地分解为如下 2 种模型的叠加,即由淤地坝内库水位与淤积泥沙齐平的淤地坝渗流模型(如图 2a)与淤地坝上游无泥沙淤积,但净水头为原模型中的上游水深的淤地坝渗流模型(如图 2b)的叠加。将图 2a 及图 2b 的两部分简化模型叠加即可得到原模型,因此,原模型的浸润线可由图 2a 及图 2b 的 2 条浸润线计算出。联系图 1 及图 2 坐标系的关系可得实际浸润线为:

$$y = f(x) = y_2 + y_1 = f_2(x) + f_1(x)$$

2 模型求解

经过以上分析简化以后得到的浸润线计算模型 2a 及模型 2b,是典型的透水地基上均质土坝具有水平上游承压坡的渗流计算图式和透水地基上均质土坝在具有近乎垂直的承压坡的渗流计算图式。可以直接引用前苏联科学家涅里松—斯柯尔尼亚科夫所提出的浸润线公式来计算。具体讲,对图 2a 计算简图,浸润线方程为:

$$m_1 H_1 + x = l_2 \sin^2 \left[\frac{\pi y_2}{2H_2} \right] \quad \text{则 } y_2 = \frac{2H_2}{\pi} \arcsin \frac{x + m_1 H_1}{L_2}$$

对图 2b 计算简图,浸润线方程为:

$$x = L_1 \sin^2 \left[\frac{\pi y_1}{2H_1} \right] \quad \text{则 } y_1 = \frac{2H_1}{c} \arcsin \frac{x}{L_1}$$

所以,实际浸润线方程为:

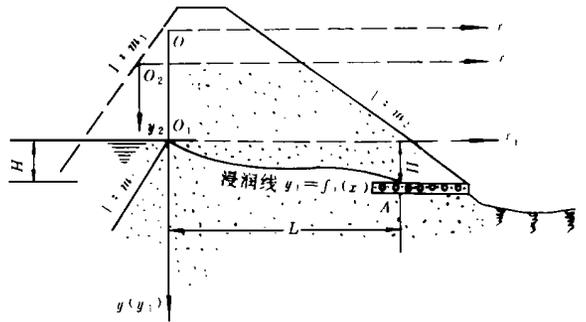


图 2a 第一部分简化模型

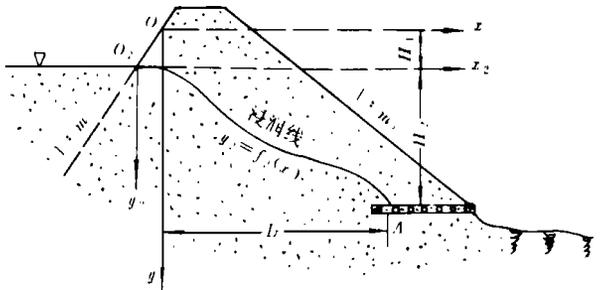


图 2b 第二部分简化模型
 图 2 淤地坝渗流计算简化模型

$$y = y_1 + y_2 = \frac{2H_1}{c} \arcsin \frac{x}{L_1} + \frac{2H_2}{c} \arcsin \frac{x + m_1 H_1}{L_2}$$

式中: H_1 ——上游水深; H_2 ——淤泥沙相对排水体的顶端 O_1 点距离高度; L_1 ——排水体顶端到 O 点的水平距离; L_2 ——排水体顶端到 O_1 点的水平距离。由 (5) 式可见, 库内不淤积泥沙时浸润线比淤积泥沙时要高

为了说明方法的合理性, 以陕北绥德韭园淤地坝实例资料为准, 应用本文方法及水库土坝浸润线的计算方法计算比较。为分析方便, 仅以水库水位达到最高时 1958 年 8 月的库水位及相应的淤泥高程, 各测井水位为准, 计算如表 1

此时, 库水位 845.45 m, 淤泥高程 844.20 m, 排水体高程 823.5 m, 则水库水深 $H_1 = 1.29$ m, 淤泥相对高度 $H_2 = 20.7$ m; $L_1 = 56.4$ m; $L_2 = L_1 + m_1 H_1 = 60.4$ m

按水库土坝浸润线确定的水力学法计算时, 坐标原点在排水体顶端 A 处, y 正向向上, x 正向向左, 刚好与本文体系相反, 计算公式为: $y = 2h_0 x + h_0^2$, 其中 $h_0 = 3.4$ m

表 1 浸润线计算比较

m

测井号	实测水位 ①	水力学方法 ②	本文方法 ③	误差分析	
				② - ①	③ - ①
库水位	845.49	845.49	845.49	0	0
1	830.72	841.13	837.89	10.41	7.17
2	828.71	838.18	834.45	9.47	5.74
3	826.82	834.00	830.57	7.18	3.75
4	824.80	827.78	825.34	2.98	0.54
排水体底高程	823.50	823.50	823.50	0	0

由表 1 可以看出, 按水库土坝浸润线确定的水力学方法计算的结果高出了实测浸润线 2.98~ 10.41 m, 而按本文方法计算结果高出了实测浸润线 0.54~ 1.7 m, 可见本文方法是安全可靠的, 又是经济合理的。

参 考 文 献

- 1 张金慧. 淤地坝浸润线初步分析. 人民黄河, 1992
- 2 苏联冶金与化工企业建设部编. 水工手册. 华东水利学院译. 北京: 中国工业出版社, 1963