

师家园则站防洪特征值的确定分析

杨瑞芳 高远

榆林水文水资源勘测中心, 中国·陕西 榆林 719000

摘要: 防洪特征值的确定是防汛调度和应急响应的重要参考依据。文中以大理河干流师家园则站为分析对象, 通过曼宁公式法确定其水位~流量关系, 运用无资料地区经验公式法、综合参数法、水文比拟法推求其设计洪水, 结合断面实际情况得到师家园则站的警戒流量(水位)和保证流量(水位)并进行合理性分析, 以期为上、下游沿线人民洪涝灾害防御提供理论依据。

关键词: 防洪特征值; 设计洪水; 无资料地区

Determination and Analysis of Flood Control Characteristic Values of Shijiayuanze Hydrological Station

Yang Ruifang, Gao Yuan

Yulin Hydrology and Water Resources Survey Center, China Shaanxi Yulin 719000

Abstract: The determination of flood control characteristic values serves as an important reference basis for flood control regulation and emergency response. Taking Shijiayuanze Station on the main stream of the Dali River as the research object, this paper establishes the stage-discharge relationship by adopting the Manning formula method. Design floods are deduced via empirical formula method for ungauged basins, comprehensive parameter method and hydrological analogy method. Combined with the actual cross-section conditions, the warning discharge (water level) and guaranteed discharge (water level) of Shijiayuanze Station are determined, and their rationality is analyzed. The research results can provide a theoretical basis for flood disaster prevention of residents along the upstream and downstream reaches.

Keywords: Flood control characteristic values; Design flood; Ungauged area

0 引言

随着经济社会不断发展, 沿河人类活动日益增加, 河道下垫面情况受到不同程度的改变, 致使部分河段出现不利行洪断面, 再加之近年来暴雨散发多发、极端性强等特点, 当发生洪水时, 往往表现为汇流快、预见期短^[1], 致灾严重。因此对于不利行洪断面处防洪特征值的确定, 能够提升周边村镇的洪水预警能力, 也为下游防汛调度提供了关键数据支撑, 对保障区域防洪安全具有重要意义。

1 流域概况

大理河是黄河中游支流无定河的一条较大支流, 发源于靖边县乔沟湾乡杨帮村, 流经横山县、子洲县于绥德县城汇入无定河, 干流全长 170km, 流域面积 3906km², 河道平均比降 2.6‰。主要支流有蚂蚁河、小理河、岔巴沟等。流域以黄土丘陵沟壑地貌为主, 多年平均降水量为 460mm, 流域洪水由暴雨产生, 年最大洪峰主要发生在 7~8 月, 洪水历时 1~2 天, 主峰一般在 12 小时之内洪水一般暴涨暴落, 历时短、强度大、含沙量大, 沙峰滞后水峰。

2 测站基本情况

师家园则站是 2025 年在大理河干流不利行洪断面处新建的视频流量站, 无常年实测资料, 位于榆林市子洲县马岔镇师家园则村, 断面以上控制流域面积 1960km², 距河口约 69km。

测站断面在大理河的河道属峡谷河道, 河道较窄, 断面呈“U”形断面, 河段较为顺直, 河床平均比降为 1.0‰。

3 水位流量关系确定

师家园则站无常年实测流量资料, 河段顺直, 河床比降变化均匀, 符合恒定均匀流的假定, 采用曼宁公式结合 2025 年实测大断面资料, 计算该断面各级水位相应的流量。

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} J^{1/2}$$

式中: n 为河床糙率, 根据水文部门相关资料及断面实际情况, 主槽内取值 0.032, 其余部分取值 0.036; A 为断面面积 (m²), 根据实测大断面资料求得; R 为水力半

径, 面积与湿周比值; J 为水面比降, 采用实测值计算得平均比降为 1.0‰; Q 为断面流量 (m³/s)。通过以上参数可求得水位流量关系。

4 防洪特征指标的确定

4.1 确定原则

(1) 警戒指标确定:

师家园则站为天然河堤无堤防, 结合设计洪水计算成果, 无堤防的河道警戒流量为重现期 2-5 年一遇, 可参考河段普遍漫滩时的流量。

(2) 保证指标确定:

结合设计洪水计算成果, 无堤防的河道保证指标重现期在 10-20 年之间。

4.2 设计洪水计算

师家园则站控制流域面积 1960km², 设计洪水依据《陕西省水文手册》中无资料地区洪峰流量与流域面积相关的经验公式法、《榆林地区实用水文手册》中综合参数法及水文比拟法三种方法推求。

4.2.1 经验公式法

经验公式法是目前计算洪峰流量常用的最简单的一种方法^[9], 计算公式如下:

$$Q_p = K_Q F^n \quad (1)$$

式中: Q_p 为现期为 N 的设计洪峰流量, m³/s; K_Q 为重现期为 N 的经验参数; F 为流域面积, km²; n 为经验指数。

在《陕西省水文手册》中查得, 师家园则站处于产汇流分区 I2 区, n 为 0.55, 相应的 K_Q 及求得的不同频率设计洪水见表 1。

表1 师家园则站不同频率设计洪水

设计频率 P(%)	0.1	0.2	0.5	1	2	3.3	5	10
重现期N	1000	500	200	100	50	30	20	10
K _Q	230	190	150	120	94	74	60	40
Q _p (m ³ /s)	14875	12288	9701	7761	6079	4786	3880	2587

4.2.2 综合参数法

综合参数法是以小流域内设计暴雨量和流域特征参数为基础的计算方法, 计算公式为:

$$Q_N = C_N h_6^\alpha f^\beta F^n \quad (2)$$

式中: Q_N 为重现期为 N 的设计洪峰流量, m³/s; C_N 为分区综合经验参数, h₆ 为设计重现期为 N 的 6 小时面雨量, mm; f 为流域形状系数, f=F/L²; F 为流域面积, km²; L 为主沟长度, km; α、β、n 为分区综合经验参数。

师家园则站河长 101km。从《榆林地区实用水文手册》查得师家园则站为产汇流分区 III 区, α、β、n 的参数值依次为 0.87、0.08、0.7, 不同频率 C_N 值见表 2。

h₆ 的计算过程如下:

$$H_{6点} = K_p \times H_6 \quad (3)$$

$$H_{6面} = \alpha_t \times H_{6点} \quad (4)$$

$$\alpha_t = \frac{1}{(1 + a_t \times F)^{b_t}} \quad (5)$$

$$h_6 = H_{6面} - H_{6面} \times (1 - 1.086F^{-0.036}) \quad (6)$$

式中: α_t 为历时为 t 的暴雨点面系数。a_t、b_t 为经验性参数。

从《陕西省水文手册》查得师家园则站 H₆ 为 45.0mm; 年最大 6 小时点雨量变差系数: C_v=0.56; 根据 C_s=3.5C_v 和皮尔逊 III 型频率曲线表查得 K_p 值^[4], 根据公式 (3) 求出不同频率的设计点暴雨量 H_{6点}, 公式 (4) 计算出设计面暴雨量 H_{6面}, 由公式 (5) 得出流域形状修正 6 小时面雨量 h₆。

从《榆林地区实用水文手册》查得师家园则站为暴雨分区 II 区, 系数 a_t=0.00902, b_t=0.2364。代入公式 (6) 得到历时为 6h 的暴雨点面系数, 代入公式 (2) 最终求得师家园则站不同频率设计洪水 Q_p, 计算结果见表 2。

表2 师家园则站不同频率设计洪水计算表

设计频率P(%)	0.1	0.2	0.5	1	2	5
重现期N	1000	500	200	100	50	20
C _N	1.11	0.98	0.84	0.79	0.69	0.62
Q _p (m ³ /s)	8848	7220	5466	4636	3589	2682

4.2.3 水文比拟法

师家园则站下游有绥德水文站, 有相似的自然地理条件, 采用面积比拟法计算, 公式见 (7):

$$Q_{设P} = Q_{参P} \times \left(\frac{F_{设}}{F_{参}}\right)^n \quad (7)$$

式中: Q_{设P} 为设计站控制断面设计流量 (m³/s); Q_{参P} 为参证站设计流量 (m³/s); F_设 为设计站控制断面以上流域面积 (km²); F_参 为参证站以上流域面积 (km²); n 为面积比指数, 取 2/3。

师家园则站断面以上控制面积为 1960km², 下游绥德水文站控制面积为 3893km², 水文比拟法计算成果见表 3。

表3 师家园则站断面水文比拟法计算结果表

频率 (%)	2	3.33	5	10	20	50
重现期 (N)	50	30	20	10	5	2
绥德Q _p (m ³ /s)	5660	4540	3690	2370	1280	430
师家园则Q _p (m ³ /s)	3580	2870	2340	1500	810	270

4.3 合理性分析及成果确定

根据经验公式法和综合参数法求设计洪水只能计算至10年一遇、20年一遇频率，根据表1、表2计算成果以频率为横坐标、流量为纵坐标，分别点绘出频率曲线图将频率曲线图顺势延伸得到2、5、10年设计洪水，成果见表4。

表4 师家园则站不同频率设计洪水成果对比

重现期N	洪峰流量 $Q_p(m^3/s)$						备注
	50	30	20	10	5	2	
经验公式法	6079	4786	3880	2587	1450	550	
综合参数法	3589	3050	2682	1850	1200	650	
水文比拟法	3580	2870	2340	1500	810	270	采用
槐树岔下游断面 (1872km ²)		2580	2080	1320	700		榆林市 防洪规划

从表中可以看出，经验公式法成果偏大，综合参数法和水文比拟法成果比较接近，只有在重现期2-5年时综合参数法成果偏大。考虑到经验公式法使用的参数相对较少，成果精度相对较低；综合参数法引用参数比较多，但引用的水文资料比较老旧，成果精度相对低一些；水文比拟法中二者都处于同一流域，各方面条件都比较一致，且与榆林市防洪规划中控制面积比较相近的槐树岔下游断面以上设计洪水频率比较接近，因此本次采用水文比拟法成果。

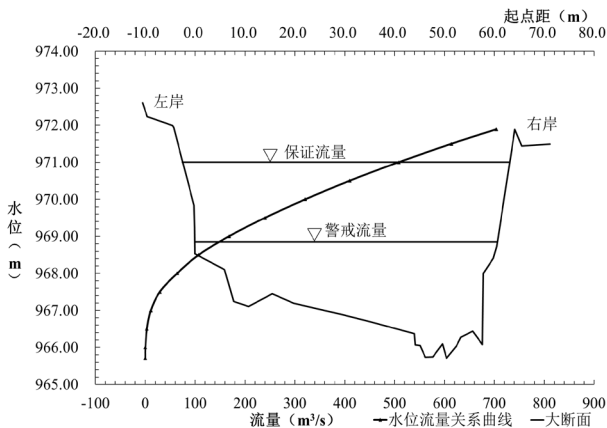


图1 师家园则站大断面、水位流量套绘图
根据防洪特征指标的确定原则，结合师家园则站大断

面图、水位流量关系套绘图(图1)及不同频率洪峰流量，拟定150m³/s为该断面的警戒流量对应的水位为968.85m，低于2年一遇设计洪水位，水位涨幅达3.14m；选取低于河右岸1.0m的水位作为保证水位，该水位为970.0m，对应保证流量为510m³/s，低于5年一遇设计洪水位，水位涨幅达4.29m。

5 结语

(1) 采用无资料地区经验公式法、综合参数法、水文比拟法推求大理河干流师家园则站断面设计洪水，结合榆林市防洪规划，最终采用水文比拟法计算成果。

(2) 按照防汛特征指标的确定原则，依据设计洪水得到的师家园则站的警戒流量和保证流量理论值均偏大，结合断面实际情况拟定的警戒流量为200m³/s，相应水位为969.24m；保证流量为510m³/s，相应水位为970.0m，当发生相应级别的洪水时，以上成果可为下游防汛调度和巡堤查险提供参考。

(3) 实际值比较小主要与该断面狭窄、河道淤积严重、实际行洪能力不足等因素有关。可以通过疏浚河道、堤防建设等措施提升河道的行洪能力，保障沿线人民的生命财产安全。

参考文献:

[1] 李禹君. 中小河流预警预报经验公式研究——以大肚川镇水文站为例[J]. 黑龙江水利科技, 2022, 50(05): 35-36.
 [2] 高舒. 镇川水文站防洪特征指标确定分析[J]. 陕西水利, 2025, 12:67-69.
 [3] 魏炳乾, 杨坡, 罗小康等. 半干旱无资料中小流域设计洪水方法研究[J]. 自然灾害学报, 2017, 26(02):32-39.
 [4] 叶守泽. 水文水利计算[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1992: 312-313.

作者简介: 杨瑞芳(1989.10-), 女, 汉族, 山西太原, 中级工程师, 硕士, 研究方向: 水文水资源。