

指导书

一、设计目的

航道整治课程设计是将航道整治、工程水文学、水力学和河流动力学等课程所学的理论知识系统地、有机地结合起来进行综合锻炼的过程，是学习航道整治课程的重要环节。通过这次课程设计，巩固和提高同学们已学知识，初步掌握航道整治设计的基本内容、步骤和方法，为今后从事航道整治工作奠定基础。

二、设计内容

航道滩险按河床质可分为沙滩、卵石滩和石质滩三大类；按碍航原因可分为浅滩、险滩和急滩三种。筑坝、疏浚是整治滩险的基本手段。滩险类型不同，整治手段也不同，当然设计内容也不完全相同，本次课程设计，系采用沙质滩险的资料，基本上按沙质滩险的设计内容进行。但是，由于缺乏浅滩历史演变资料等原因，故这次课程设计不进行浅滩演变分析和工程概预算等。具体设计内容如下：

（一）浅滩设计水位确定及浅滩床沙分析

1. 浅滩设计水位确定

浅滩上游和下游均设有水文站，选择上游水文站为本滩设计的基本水文站，基本水文站设计水位已按通航保证率 $P=99\%$ 求出，并收集有浅滩基本水尺与基本水文站的同步水位观测资料。根据这些资料，用水位相关法确定浅滩设计水位。要求求出回归方程，算出浅滩设计水位。

2. 浅滩床沙分析

计算、点绘浅滩床沙级配曲线（用半对数坐标纸点绘），确定 d_{50} 和 d_{65} ，以便其他计算之用。

（二）分析浅滩成因、确定整治措施

1. 分析浅滩的组成、特性、成因

根据浅滩地形图以及其他资料，分析浅滩的组成情况（例如上下边滩、上下深槽、尖潭、沱口、浅滩槽等），形态特征（例如边滩的形态、高低、大小、尖潭与沱口的交错情况，尖潭的发育情况，沱口的大小，过渡段河面的宽窄以及它们对水流泥沙可能产生什么影响等），水流特征等，从中找出引起浅滩淤积出浅的主要原因。

2. 确定整治措施

针对引起该滩淤积出浅碍航的主要原因，阐明整治方案。整治方案是工程具体设计的前提，方案不明确，就无法作具体设计工作。

（三）整治线规划和整治建筑物的布置

1. 确定整治水位和整治线宽度

用“流速控制法”（见教材 65 页至 66 页），这种方法同时确定整治水位和整治线宽度。为方便教师评阅，计算断面一律用图中 II-II 断面，根据该河段航道整治经验，整治水位超高值为 $0.8\text{m} \sim 1.5\text{m}$ 。

起动流速用 $V_C = 6d_{65}^{\frac{1}{3}}H^{\frac{1}{6}}$ ，止动流速用 $V_H = 3.83d_{65}^{\frac{1}{3}}H^{\frac{1}{6}}$ 进行计算。

2. 布置整治线

先勾出且修匀浅滩溪线作为整治线的参考轴线，并确定上下游主导河岸、控制点以及整治线的过渡起点和终点，用确定的整治线宽度（可根据计算值取整数，例如计算值为 114 米，可酌情取 110 米或 120 米），定出主导河岸各控制点对岸的相应点，参考溪线线型徒手连接两岸各点，再根据整治线的布置原则检查之，无错时，用规定线条修匀连接即成。

本滩整治河段右岸因有码头和电厂取水设施等，故整治河段应设计成人工分汊河段；主航道整治线宽度可按总的整治线宽度减去预留水道河面宽度确定。

3. 整治建筑物布置

整治线布置后，根据整治方案布置整治建筑物。布置整治建筑物的主要原则是：在满足工程需要，即达到整治目的的前提下，力求工程量最小。考虑的主要因素是：各坝的具体位置，坝轴线与水流的交角以及各坝之间的相互关系等等。布置顺序：通常自上游向下游布置，如果上游第一座坝为丁坝，则其坝头位置宜在水深适航或稍浅的断面上，不宜在最浅处。某座丁坝产生的收缩断面位置，最好在浅滩最浅断面处。各岸丁坝间距，可先按经验法确定，再用临界距校核。各坝的主要作用，与水流的交角、间距等，应在说明书中阐述清楚。

（四）水力计算

1. 校核设计水位时右岸预留水道分流量

根据设计要求，要求右汊分流量 $Q_{右设} \geq 15m^3/s$ 。分流量估算，可按下式估算：

$$Q_{左} = \bar{K}_{左} \cdot \sqrt{J_{左}} = \bar{K}_{左} \cdot \sqrt{\frac{\Delta z_{左}}{e_{左}}}$$

$$Q_{右} = \bar{K}_{右} \cdot \sqrt{J_{右}} = \bar{K}_{右} \cdot \sqrt{\frac{\Delta z_{右}}{e_{右}}}$$

$$Q_{左} + Q_{右} = Q_{总}$$

$$\text{由于 } \Delta z_{左} = \Delta z_{右} \quad (\text{各汊落差})$$

$$\text{假设: } n_{左} = n_{右} \quad (\text{各汊糙率})$$

$$e_{左} = e_{右} \quad (\text{各汊长度})$$

由以上各式可推得：

$$Q_{左} = \frac{\bar{K}_{左}}{\bar{K}_{左} + \bar{K}_{右}} \cdot Q_{总}$$

$$Q_{右} = \frac{\bar{K}_{右}}{\bar{K}_{左} + \bar{K}_{右}} \cdot Q_{总}$$

$$\text{式中: } \bar{K} = \frac{1}{m} (K_1 + K_2 + \dots + K_m);$$

$$K_i = B_i H_i^{\frac{5}{3}};$$

B_i 、 H_i ---各控制断面河面宽和平均水深；

m ---控制断面个数，本设计取丁坝断面为控制断面；

$Q_{左}$ 、 $Q_{右}$ 、 $Q_{总}$ ，----各汊流量和总流量。

2. 计算整治水位时丁坝断面流场（只要求计算一个丁坝）

计算丁坝断面流场并校核设计航道范围内（注意：并非全部整治线范围内）各流带是否冲刷。

$$V_i \geq V_{Pi}, \text{ 满足冲刷条件}$$

$$V_p = 6d^{\frac{1}{65}} H^{\frac{1}{6}}_{CP}, \text{ 冲刷流速（沙莫夫公式）}$$

式中, V_i ---为第 i 流带平均流速。

V_{Pi} ---为第 i 流带床沙冲刷流速（或大量泥沙起动流速）。

d_{65} ---用浅滩床沙之 d_{65} 。

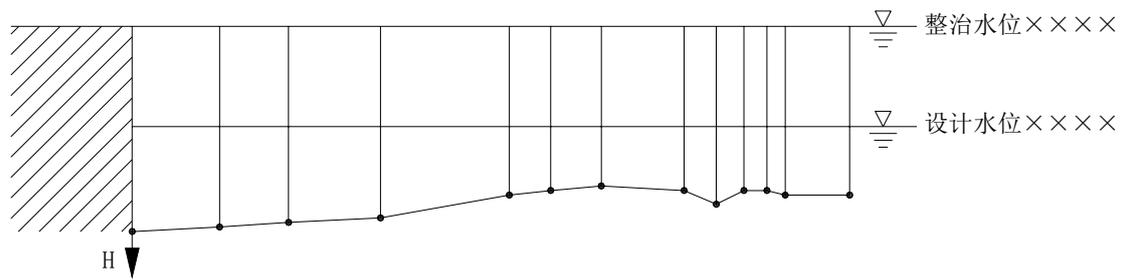
H_{CP} ---整治前流带平均水深。

航道内的流带, 可根据设计航道中心线和设计航宽在计算断面上定出。本设计中, 只要求校核, 不满足要求时, 不要求返工。

根据丁坝断面流场, 还可校核整治线宽窄是否合适: 各流带流速稍大于冲刷流速, 则整治线宽窄合适; 各流带流速过大于冲刷流速, 则整治线过窄; 各流带流速小于冲刷流速, 则整治线过宽。

在实际设计中, 往往还需计算丁坝收缩断面、扩散断面以及设计水位时各特征断面的流场, 用以校核整治建筑物的布置和冲刷效果。本设计免做。

某丁坝处河道断面图 (横比1: 2000, 纵比1: 50)



流带号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
流带宽 (b_i)												
流带深 (h_i)												
$h_i^{2/3}$												
$h_i^{5/3}$												
$b_i h_i^{5/3}$												
$V_i = k h_i^{2/3}$												

其中, $k = \frac{Q}{\sum b_i h_i^{5/3}}$

3. 计算整治水位时某丁坝断面平均流速 $V_{CP整}$, 并校核冲刷效果

要求 $V_{CP整} / V_{P整} = 1.1 \sim 1.3$ ($V_{P整}$, 整治水位时断面床沙冲刷流速)。比值过大, 则冲刷激烈; 过小, 则冲刷不足。

4. 冲刷厚度估算

筑坝后流速增大, 河床冲刷, 冲刷厚度按下式估算:

$$\Delta h = K \frac{100 - P}{P}$$

式中, Δh ---冲刷厚度。

p ---床沙中不可冲走泥沙的百分数。

K ---系数, 冲刷初期用 0.25, 冲刷后期用 0.40。

根据丁坝断面整治水位时的 $V_{CP整}$ 和 $H_{CP整}$, 用冲刷流速公式反算求出能冲走的床沙粒径, 查床沙级配曲线可得 P 值, 代入上式得 $\Delta h'$ 值, 因在冲刷过程中, 断面也逐渐扩大, 流速随之减小, 故 $\Delta h'$ 偏大, 再以扩大后的断面平均流速和平均水深, 算出 $\Delta h''$ 值, 取其平均值得 Δh , 校核是否满足设计航深要求 (只要求校核, 若不满足不要求返工)。

(二) 1: 2000 浅滩地形图

(三) 水位、泥沙资料

1. 上游基本水文站低水位时水位流量相关方程:

$$Q=504z-15060(m^3/s)$$

式中: z-基本水文站水位(米)。

2. 某年枯水期浅滩基本水尺与基本水文站同步观测水位资料见下表(单位:米)。上游基本水文站设计水位为 30.20 米。

日期	1. 1	1. 2	1. 3	1. 4	1. 5
基站	32. 28	32. 67	33. 12	33. 22	33. 05
浅滩	31. 35	31. 61	32. 28	32. 61	32. 27
日期	1. 6	1. 7	1. 8	1. 9	1. 10
基站	32. 81	32. 58	32. 38	32. 21	32. 11
浅滩	31. 84	31. 75	31. 29	31. 15	30. 92
日期	1. 11	1. 12	1. 13	1. 14	1. 15
基站	32. 00	31. 95	31. 88	31. 84	31. 81
浅滩	30. 85	30. 82	30. 78	30. 70	30. 64
日期	1. 16	1. 17	1. 18	1. 19	1. 20
基站	31. 80	31. 76	31. 70	31. 58	31. 56
浅滩	30. 55	30. 53	30. 44	30. 37	30. 32
日期	1. 21	1. 22	1. 23	1. 24	1. 25
基站	31. 54	31. 50	31. 44	31. 40	31. 34
浅滩	30. 30	30. 27	30. 20	30. 18	30. 10
日期	2. 10	2. 11	2. 24	3. 6	
基站	30. 82	30. 80	30. 76	31. 63	
浅滩	29. 42	29. 39	29. 35	30. 42	

3. 浅滩沙样筛分资料

筛孔直径 (毫米)	7	5	3	2	1	0. 5	0. 25	0. 1	0. 05
筛内泥沙重 量(克)	0	45. 04	22. 52	11. 26	39. 41	33. 78	101. 34	197. 05	112. 60

（四）右岸预留水道要求

因整治河段右岸有码头和电厂取水设施，故需在右侧预留水道（即在整治时需人工分汊，右岸河床不能被整治建筑物封死）。预留水道在设计水位时，流量不能少于 $15\text{m}^3/\text{s}$ ，预留宽度不小于 50m 。

（五）其他有关规定

1. 丁坝断面流速场以及工程量等，要求图表合一进行计算，即在计算断面底下，按规定表式列表计算。

2. 面向下游点绘计算断面，图的左端，为河道左岸，右端为河道右岸。

3. 坝的纵横断面设计，坝根一端放在图纸的左端；坝的横断面设计，上游一边在图纸的左端。

4. 平面设计图包括设计航道中心线，整治线和坝轴线。

5. 整治线用粗虚线表示，粗 1.0 毫米左右，线段长 6 毫米左右。平面设计图上的坝轴线以及坝断面设计图上的坝面线，用粗实线表示，粗 1.5 毫米左右。设计航道中心线，用加箭头的细点划线表示，粗 0.5 毫米左右，线段长 50 毫米左右。计算断面的河底线，用细的点划线表示，线条中的“点”，表示地形点子的位置，河底线不能画成曲线。水面线，用不粗于 1 毫米的实线表示。

6. 设计图、表应编号，且和设计说明书中所交代的图、表号一致。

7. 其余有关规定，将在设计中交代。