



JTJ

中华人民共和国行业标准 **JTJ 312—98**

航道整治工程技术规范

**Technical Code of Regulation Works
for Navigation Channel**

1998—12—28 发布

1999—06—01 实施

中华人民共和国交通部发布



中华人民共和国行业标准

航道整治工程技术规范

JTJ312—98

主编单位：中交水运规划设计院

交通部西南水运工程科学研究所

批准部门：中华人民共和国交通部

施行日期：1999年6月1日

关于发布《航道整治工程技术规范》的通知

交水发〔1998〕818号

各省、自治区、直辖市交通厅（局、委、办），部属及双重领导企事业单位：

由我部组织中交水运规划设计院和交通部西南水运工程科学研究所等单位修订的《航道整治工程技术规范》，业经审查，现批准为强制性标准，编号为 JTJ312—98，自 1999 年 6 月 1 日起施行。《航道整治工程技术规范》（JTJ285—90）同时废止。

本规范的管理和出版组织工作由部水运司负责，具体解释工作由中交水运规划设计院和交通部西南水运工程科学研究所负责。

中华人民共和国交通部
一九九八年十二月二十八日

前 言

本规范系在行业标准《航道整治工程技术规范》(JTJ285—90)的基础上修订而成。内容包括总体设计,浅滩、急滩和险滩整治,潮汐河口和特殊河段的航道整治,整治建筑物结构,施工及验收,试验研究和水力计算等。

原规范的编制是从当时我国的实际情况出发,在总结40年来航道整治工程的实践经验和吸收丰富的科研成果的基础上编制完成的。

原规范的主编单位为中交水运规划设计院。规范颁布近10年来,为工程建设的发展起到了积极重要的作用,其社会、经济效益十分显著。但随着航道整治工程技术的发展以及新的整治技术的出现,原规范已难以满足需要,特别是在山区河流航道、长河段航道的整治以及复杂的大型平原河流浅滩和大型潮汐河口深水航道的整治等方面需进行补充和修订。由于条件所限,本次修订仅增加了峡口浅滩整治、分汊型石质急滩整治、枢纽下游近坝河段航道整治和整治效果的二维数值模拟计算等内容;对原规范中支流河口浅滩整治,崩岩、滑坡急滩和险滩整治等内容进行了补充;按照《水运工程建设标准编写规定》(JTJ200—95)的要求,对原规范的章、节、条文进行了重新编排,并将原编制说明改写为条文说明。

本规范共13章并附条文说明。

本规范的修订主要根据现行国家标准《内河通航标准》(GBJ139—90)和现行行业标准《水运工程建设标准编写规定》(JTJ200—95)等。执行本规范时,尚应遵守国家现行有关标准的规定。



由交通部水运司负责管理，中交水运规划设计院和交
通工程科学研究所负责解释。请各单位在执行本规范
过程中结合工作实际，注意总结经验和积累资料，将发现的问
题和意见及时函告中交水运规划设计院和交通部西南水运工程科学
研究所，以便今后修订时参考。

本规范如进行局部修订，其修订内容将在《水运工程标准与
造价管理信息》上刊登。

目 次

1	总 则	(9)
2	术语和符号	(10)
2.1	术语	(10)
2.2	符号	(10)
3	基本资料	(15)
3.1	一般规定	(15)
3.2	预可行性研究阶段	(15)
3.3	工程可行性研究阶段	(16)
3.4	初步设计阶段	(18)
3.5	施工图设计阶段	(18)
4	总体设计	(20)
4.1	一般规定	(20)
4.2	整治标准	(21)
4.3	整治原则	(23)
4.4	整治水位与整治线设计	(24)
5	浅滩整治	(27)
5.1	一般规定	(27)
5.2	沙质和卵石浅滩	(27)
5.3	泥质浅滩	(31)
5.4	石质浅滩	(32)
5.5	工程布置基本要求	(32)
6	急滩整治	(35)
6.1	一般规定	(35)
6.2	基岩急滩	(36)
6.3	溪口急滩	(40)
6.4	崩岩、滑坡急滩	(41)



滩	(41)
石质急滩	(42)
7 险滩整治	(43)
7.1 一般规定	(43)
7.2 礁石险滩	(43)
7.3 急弯险滩	(44)
7.4 泡漩险滩	(45)
7.5 滑梁水险滩	(45)
7.6 险滩整治建筑物布置	(46)
8 潮汐河口航道整治	(47)
8.1 一般规定	(47)
8.2 拦门沙	(48)
8.3 口门内浅滩	(49)
8.4 整治线与挖槽布置	(49)
9 特殊河段航道整治	(51)
9.1 水库库区和变动回水区航道	(51)
9.2 枢纽下游近坝河段	(52)
9.3 桥渡河段航道	(53)
9.4 湖区航道	(54)
10 整治建筑物结构	(55)
10.1 一般规定	(55)
10.2 丁坝	(55)
10.3 顺坝	(56)
10.4 锁坝	(57)
10.5 护岸	(57)
10.6 稳定计算	(59)
11 施工及验收	(61)
11.1 施工一般规定	(61)
11.2 筑坝	(61)
11.3 护岸施工	(63)
11.4 疏浚及炸礁	(63)
11.5 施工验收及效果观测	(64)



12.2	模型试验	(67)
12.2.1	河上模型试验资料	(69)
12.3	其他试验研究	(70)
13	水力计算	(71)
13.1	一般规定	(71)
13.2	河流水面线计算	(71)
13.3	分汊河段的水力计算	(75)
13.4	整治后流速分布计算	(78)
13.5	建筑物局部冲刷计算	(80)
13.6	整治效果的二维数值模拟计算	(82)
附录 A	本规范用词用语说明	(85)
附加说明	本规范主编单位、参加单位和主要起草人名单	(86)

1 总 则

1.0.1 为提高航道整治的规划、设计和施工技术水平，使其逐步达到标准化、科学化、现代化，特制定本规范。

1.0.2 本规范适用于天然河流、湖泊和水库的航道整治工程。工程内容包括筑坝（丁坝、顺坝、锁坝、潜坝等）、疏浚、炸礁及护岸等。

1.0.3 航道整治应与国土规划、流域规划、河道整治相协调，全面规划，兼顾干支流、上下游、左右岸；正确处理与防洪、水电、排灌、城市供水及港口等方面的关系。

航道整治工程应远近结合，分期实施；必要时，与渠化、流量调节等工程措施相结合，逐步建成干支直达、江海沟通、标准统一、四通八达的航道网。

1.0.4 航道整治应充分掌握地形、地质、水文、气象、泥沙等资料；重视现场调查，广泛听取意见，认真做好河床演变分析；不断总结经验，选用合理的治理方案，以适应单滩、滩群和长河段整治的需要。

1.0.5 航道整治应因地制宜，就地取材，并积极慎重地采用新技术、新材料和新工艺、精心设计，精心施工，不断提高技术水平，缩短建设周期，降低工程造价，确保工程质量。

1.0.6 航道整治应按《中华人民共和国环境保护法》和国家有关环境保护的具体法规，对建设地区的环境影响进行专题评价。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 滑梁水

滑梁水指航道附近水下纵向石梁上的横溢流水。船舶航行在具有这种流态的航道中，易被横向溢流水吸引侧移，滑出航道而出海事。

2.1.2 扫弯水

扫弯水指主流指向并紧贴较弯曲河段凹岸形成的流态。船舶航行在具有这种流态的航道中易撞碰凹岸。

2.1.3 泡漩水

泡漩水指在特殊条件下形成的强烈的圆柱状上涌水流和漏斗状竖轴环流。船舶航行中遇此流态极难操作，易出海事。

2.1.4 成滩水位

成滩水位指滩险上的水流、礁石危及航行安全时的水位。最高碍航水位为上限水位；最低碍航水位为下限水位；严重碍航水位为最汹水位。

2.2 符 号

A ——计算水位时丁坝断面处工程前的过水面积

A_0 ——浸润线以上锁坝横断面面积

A_1 ——下游断面过水面积；浸润线以下锁坝横断面面积

A_2 ——棱体基础土壤断面面积；上游断面过水面积

A_3 ——渗流面积

积束容率

坝所占据的过水面积

- B ——航道宽度；滩口处的有效航宽；计算断面水面宽
- B_0 ——稳定端上游的河宽；原河床宽度；锁坝的过水宽度
- B_1 ——整治前整治水位时水面宽度
- B_2 ——整治线宽度；建坝后计算流量下丁坝断面的水面宽度
- ΔB ——弯道加宽值；放宽率
- b_1 ——上行船队宽度
- b_2 ——下行船队宽度；丁坝断面流带宽度
- b_c ——收缩断面相应流带的宽度
- b_d ——坝体横断面底宽
- b_n ——挖槽宽度；与坝下游水面齐平的坝体横断面宽度
- b_i ——流带宽度
- Δb ——船队与船队之间的横向舷距
- C_0 ——紊流渗透流速系数
- D ——航舷与航槽边线距离；两坝间距；急滩突嘴错口长度
- d ——粒径；块石等容粒径
- G ——块石重量
- G_1 ——锁坝单位长度自重
- G_2 ——滑动棱体基础土壤单位长度重量
- g ——重力加速度
- H ——水深；平均水深；断面平均水深；航道标准水深；锁坝上游坝顶水深
- H_0 ——挖前计算段的平均水深；锁坝上游坝顶上水头
- H_1 ——整治前整治水位下的断面平均水深
- H_2 ——整治水位下设计要求的断面平均水深
- H' ——整治水位下的航道设计水深
- H'_0 ——下游浅滩疏浚前，上游计算段的平均水深

流带水深

道富裕水深

ΔH_0 ——平均水深的增加值

h_2 ——丁坝断面流带的水深

h_c ——收缩断面相应流带的水深

h_f ——沿程水头损失

h_j ——局部水头损失

h_k ——临界水深

h_n ——锁坝下游正常水位与坝顶高程之差值

h_p ——计算水面下冲刷坑的最大水深

Δh_p ——原河床床面起算的冲刷坑最大深度

Δh_n ——挖槽内的平均挖深

h_2 ——丁坝断面相应流带的水深

J ——水面比降；平均水面比降

J_i ——各流带比降

J_ϕ ——渗流水力坡度

K ——系数；流量模数；航速折减系数

\bar{K} ——平均流量模数

K_m ——与丁坝头部边坡系数 m 有关的系数

K_α ——与丁坝轴线和流向之间的夹角有关的系数

K_ϕ ——渗透系数

k ——系数抗滑稳定系数

L ——顶推船队长度或拖带船队最大船长；丁坝在过水断面
上的投影长度；护底伸出长度；坝体的有效长度

L_1 ——上行船队长度

L_2 ——下行船队长度

L_a ——与船舶横渡航宽 B 相应的纵向间距离

L_b ——船尾至下突嘴的安全距离



收缩断面距丁坝的距离；抛石水平落距

1、下断面间距

m ——流量系数；边坡系数；流带数

m_1 ——锁坝上游边坡系数

m_2 ——锁坝下游边坡系数

n ——糙率

n_1 ——流带的糙率

n_n ——挖槽内的糙率

n_p ——原河床的糙率

p ——坝体孔隙率

Q ——总流量；整治流量；计算流量

Q_ϕ ——锁坝渗流量

q ——单宽流量

q_i ——流带单元流量

R ——弯曲半径

T_0 ——相应于船舶静水流速的推力

T_ϕ ——渗流压力

t ——船舶标准吃水

U ——船舶静水航速

V ——断面平均流速；垂线平均流速

V_0 ——行近流速

V_1 ——下游断面的平均流速

V_2 ——上游断面的平均流速；丁坝断面相应流带的流速

V_c ——收缩断面相应流带的流速；泥沙的冲刷流速

V_{\max} ——滩口断面最大表面流速

V_f ——表面流速；表面平均流速

V_i ——流带平均流速

W ——船舶或船队总排水量

流轴线上 B_0 和 B_2 两断面间距
槽范围的湿周

- X_p ——原河床范围的湿周
- y ——指数
- Z_1 ——下游断面水位
- Z_2 ——上游断面水位
- ΔZ ——丁坝、锁坝的壅水高度；锁坝上下游水位差
- $\Delta Z'_0$ ——下游浅滩疏浚前，上游计算段原有水面落差
- ΔZ_0 ——挖前计算段水面落差
- ΔZ_1 ——挖后上断面水位降低值
- ΔZ_2 ——下游浅滩疏浚后，上游计算段上游断面水位降低值
- α ——系数；动能改正系数；锁坝滑动面与水平面交角
- α_1 ——下游断面动能改正系数
- α_2 ——上游断面动能改正系数
- γ ——水的重度
- γ_2 ——基础土壤的重度
- γ_3 ——块石的重度
- ε ——系数；侧收缩系数
- η ——系数；水深改正系数
- θ ——航行漂角；船舶航向与水流流向夹角
- ξ ——局部阻力系数
- σ ——淹没系数
- φ ——土壤内摩擦角
- ψ ——系数
- ω ——沉速

3 基本资料

3.1 一般规定

3.1.1 航道整治工程按基建程序规定的不同阶段，应具备不同要求的基本资料。后一阶段所需的资料，均应在前阶段已有资料的基础上进一步深化。

3.1.2 基本资料的收集和整理，除按本章规定外，尚应按现行行业标准《水运工程测量规范》(JTJ203)、《港口工程地质勘察规范》(JTJ240)的有关规定执行。

3.1.3 五级及其以下航道的整治工程，各阶段基本资料的要求可根据具体情况适当简化。

3.2 预可行性研究阶段

3.2.1 经济方面应具备腹地内社会经济、交通运输概况及发展规划，沿江大型厂矿分布及其对水运的要求，各水平年客货运量预测等资料。

3.2.2 自然条件方面应具备水文、气象、地形、地质，感潮河段的潮汐、波浪及含盐度，季节性封冻河流历年停航天数等资料。

3.2.3 航道方面应具备河道基本特性，整治河段的航道图和滩险图，滩险的类型、数量、分布、碍航情况、整治历史及有关方面对整治的意见，航道维护尺度，助导航和通讯设施及海事情况等资料。

3.2.4 港口方面应具备沿江港口分布，各港泊位、辅助设施状况及吞吐能力，港口客、货吞吐量现状及预测等资料。

方面应具备沿江主要水运企业拥有船舶的数量、吨位、船队尺度，船舶营运组织情况及其发展规划等资料。

3.2.6 应调查水利水电枢纽、工农业取排水设施，通航建筑物、跨河建筑物的基本情况及其对航运的影响，了解沿江防洪要求、城市建设和国土规划等方面的资料。

3.2.7 应收集航道、港口等工程建设投资估算的扩大综合指标，或估算建设方案工程量及投资的资料。

3.3 工程可行性研究阶段

3.3.1 整治河段必须具有地形图，并应满足下列要求：

(1) 平面控制宜采用国家坐标系统，与国家坐标系统连接有困难时，也可采用独立坐标系统；高程控制宜采用黄海的或当地通用的高程系统；水深图的绘图基面，内河宜采用设计最低通航水位，潮汐河口宜采用理论基准面，库区和湖区可采用绝对高程基面；各次测图应采用统一的控制系统和绘图基面；

(2) 测图应标注水尺位置、测时水位、绘图水位及沿程瞬时水位；

(3) 根据《水运工程测量规范》并结合整治河段实际情况选取测图比尺；测图范围应包括整个整治河段，并根据需要向上、下游适当延长，两岸高程宜测至常年洪水位；

(4) 滩险测区范围，浅滩应包括浅区及其上、下游稳定深槽的一部分；分汊河段应包括洲头分流点至洲尾汇流点及其上、下游稳定深槽的一部分；相互有影响的相邻滩险测图应衔接，急滩和险滩应包括滩段及其上、下游受影响的部位；

(5) 对地形复杂的重点滩险，应适当加大图比和扩大测区范围；对冲淤变化较大的浅滩还应增加测次。

3.3.2 水文气象方面应收集下列资料：

(1) 水位资料，除收集有关水文、水位站的长系列水位资料外，可根据需要增设固定水尺和临时水尺施测水位；固定水尺观



≥ 1 个水文年；临时水尺应与固定水尺同步观读；

②资料，除应收集有关水文站的流量资料外，对重点汊道浅滩的分流比以及重点滩险的断面流速分布宜根据需要组织施测；应收集沿江水利水电枢纽、引水排水工程的调度运用方式、各年下泄或引排流量的过程线、流量和水位日变幅及其沿程变化的资料；

(3) 流速流向资料，应施测滩险的流速、流向和碍航流态；

(4) 泥沙资料，应收集水文站的悬移质、推移质输沙量及其粒配资料，对主要浅滩宜进行河床质采样；

(5) 水库、湖泊及潮汐河口地区应收集波浪资料；

(6) 气象资料，应收集风、雾、雨、雪、气温等与航运有关的资料；

(7) 季节性封冻河流应收集流冰期的冰凌尺度和流速等资料。

3.3.3 地质、地貌方面应收集下列资料：

(1) 对河床组成复杂的滩险，应查明覆盖层的厚度、分布、粒配、下伏岩石的性质和顶面高程，以及河岸组成和护岸等情况；

(2) 根据需要进行溪沟调查，查明溪沟底纵坡、泥石来源、暴雨径流及其与溪沟口滩体变形的关系；

(3) 在崩岩、滑坡地区，应收集岸坡稳定性评价等方面的资料。

3.3.4 河床演变方面应收集下列资料：

(1) 典型河段历年测图及其演变分析；

(2) 重点滩险历年碍航、海事等资料及其原因分析；

(3) 有条件时，还应收集重点滩险模型试验研究资料及分析报告。

3.3.5 船舶方面应收集船型、船队及其营运组织方面的技术经济论证资料。

3.3.6 应收集与航道整治工程有关的生态环境资料。

木、竹木排筏流放的河流，应收集历年漂木量、年
點站布设、流放排筏尺寸等资料。

3.3.8 应收集与施工方案、施工组织有关的资料。

3.3.9 应收集与整治工程有关的人工、材料的单价和来源，以
及编制投资估算所需的依据和定额资料。

3.4 初步设计阶段

3.4.1 对年际变化不大的浅滩，宜在汛前、汛后、枯水期各进
行一次水文和水下地形测量；对年际变化大的浅滩，至少应有连
续两个水文年的资料。对年内变化大的浅滩，还宜增加浅区的测
次。水文、地形资料应同一时段观测。

3.4.2 应施测滩险河段的比降、流速、流向和碍航流态；重点
滩险还应施测整治部位的大比尺图。

3.4.3 需疏浚、炸礁的部位，应查明挖槽土质情况或开挖岩石
的级别、可钻性、可爆性等。

3.4.4 应收集重点滩险的河工模型试验、船模试验、分析计算
资料以及其他专项试验研究资料。

3.4.5 应收集主要施工地段的施工条件，包括交通、水、电、
燃料和自然条件影响，以及可能采用的施工方法等资料。

3.4.6 应收集编制工程概算有关的定额与单价资料，以及地方
材料的产地、产量、质量、和规格等资料。

3.4.7 直接编制初步设计的工程项目，除本节规定外，还应按
第 3.2 节和第 3.3 节的要求，收集和观测所需的基本资料。

3.5 施工图设计阶段

3.5.1 施工图设计宜依据近 1~2 年测图。变化急剧的浅滩，宜
采用当年测图。施工区测图可按分项工程的性质、规模，采用不
同的图比，炸礁 1:100~1:500，筑坝 1:500~1:5000，疏浚
1:1000~1:10000。

3.5.2 应根据需要进一步收集有关专项试验研究资料。



集与施工有关的工况、施工机具、施工船舶以及施工要求等资料。

3.5.4 应收集爆破施工可能影响范围内的建筑物、构筑物的位置、结构、性质等资料。

3.5.5 应收集编制工程预算有关的定额与单价资料。

4 总体设计

4.1 一般规定

4.1.1 一个较长或重要河段的航道整治，在工程可行性研究与初步设计阶段，均应进行总体设计，其内容包括：客、货运量预测、治理原则、设计标准、整治线规划、工程规模、实施步骤、投资概算以及经济效益和环境评价等。

4.1.2 客、货运量预测设计水平年一般定为 10~15 年，自工程竣工投产年所属国家五年计划的最后一年起算。该年限规定可根据工程规模大小作适当调整。

4.1.3 应根据天然河流的具体特点及运输发展要求，在现有营运船舶及航道条件的基础上，通过多方案技术经济综合论证，确定设计水平年的通航标准。

4.1.4 通航标准技术经济方案比较的主要内容应包括航道尺度、船舶尺度和吨级，工程措施、工程量及投资、年维护费用，以及航道年通过能力、船舶数量、投资和营运成本、经济效益分析等。

4.1.5 长河段航道整治应根据通航标准对航道条件的要求，认真分析研究河段内各个滩险的碍航特点及其演变规律，综合归纳，通过多方案比较，选取经济而有效的整治方案。

局部滩险的整治应在全河段整治总体布局的基础上，根据各个滩险的不同特点，采用相应的整治工程措施。

4.1.6 航道整治应首先进行河道演变分析，作出演变预测。

平原河流演变分析应偏重于河势、岸线、滩槽、水流、泥沙条件变化等。

流演变分析应偏重于水流特性、推移质运动，以及溪流变等。

4.1.7 对滩势复杂、整治难度较大且缺乏实践经验的河段进行航道整治时，宜先进行模型试验；必要时可安排试验性整治工程，取得试验成果后，再进行全面整治。

4.1.8 在长河段整治总体设计中，应安排重点滩险施工前后的观测、研究计划。

4.1.9 航道整治工程总体设计的投资估算与经济评价，应满足工程可行性研究和初步设计两个阶段的不同深度要求。并应包括下列内容：

(1) 计算主体工程与配套工程的工程量、工程投资、运输成本、直接效益、间接效益等；

(2) 根据交通部《水运建设项目经济评价办法》，提出工程评价报告。

4.2 整治标准

4.2.1 设计最低通航水位或流量的确定，应满足下列要求：

(1) 设计最低通航水位或流量可采用综合历时曲线法或保证率频率法计算；由基本水文、水位站的设计最低通航水位推算滩险的相应水位，可采用水位相关法；在缺乏相关资料时，可采用枯水期实测的瞬时水面线或比降插入法推算确定；

(2) 在有枢纽控制的河段，枢纽上、下游航道设计最低通航水位、流量按现行国家标准《内河通航标准》(GBJ139)的有关规定确定；

(3) 潮汐河口设计最低通航水位可参照现行行业标准《海港水文规范》(JTJ213)规定执行。

4.2.2 航道标准尺度应按下列规定分别计算。

4.2.2.1 航道标准水深：

$$H = t + \Delta H \quad (4.2.2-1)$$

式中 H ——航道标准水深 (m)；

—船舶标准吃水 (m)；

—航道富裕水深 (m)，可按表 4.2.2 选用。

沙、泥质河床航道富裕水深 表 4.2.2

航道标准水深 (m)	<1.5	1.5~3.0	>3.0
富裕水深 (m)	0.2~0.3	0.3~0.4	0.4~0.5

注：石、卵石质河床航道富裕水深按表 4.2.2 另加 0.1~0.2m。

4.2.2.2 航道标准宽度，分为双线航道与单线航道宽度，可根据船舶密度、航道条件选定，并可按下列方法计算：

(1) 直线段双线航道宽度宜按下式计算：

$$B = b_1 + L_1 \sin \theta + b_2 + L_2 \sin \theta + 2D + \Delta b \quad (4.2.2-2)$$

式中 B ——双线航道宽度 (m)；

b_1 、 b_2 ——上、下行船队宽度 (m)

L_1 、 L_2 ——上、下行船队长度 (m)；如为拖带船队则为最大单船长度 (m)；

θ ——航行漂角 (°)，可取 3~5°；

D ——船舷与航槽边线的距离 (m)；

Δb ——船队与船队间的横向舷距 (m)；

(2) 直线段单线航道宽度宜按下行船队计算：

$$B = b_2 + L_2 \sin \theta + 2D \quad (4.2.2-3)$$

(3) 航道弯曲段宽度应根据弯曲半径、流速、流向、流态、船队长度及其操作性能等因素确定；当 $R > 6L$ 时，可不考虑弯道加宽；当 $R < 3L$ 时，需要适当加宽；当 $3L < R < 6L$ 时，可根据水流条件等具体情况确定是否需要加宽。

弯道加宽值宜通过实船试验确定，或参照下式予以验证，酌情选取：

$$\Delta B = \frac{L^2}{2R + B} \quad (4.2.2-4)$$

式中 ΔB ——弯道加宽值 (m)；

R ——弯曲半径 (m)；

B ——直线段航道宽度 (m)；



一顶推船队长度或拖带船队最大船长 (m)。

航道最小弯曲半径可采用顶推船队长的 3 倍，拖带船队最大单船长度的 4 倍。采取加宽弯道的措施，或在流态较好、驾驶能通视的情况下，弯曲半径也可适当减小，但不得小于顶推船队长度的 2 倍、拖带船队最大单船长度的 3 倍。

4.2.2.4 航道断面系数宜不小于 6，流速较大的河流应不小于 7。

4.2.3 航道水流条件的确定，应满足下列要求：

(1) 平原河流航道整治应使航道最大纵向表面流速在整治水位及其以下时不大于 2.0m/s；

(2) 山区航道浅、险滩整治应使航道内的最大纵向表面流速和局部比降能满足标准船队自航上滩的要求；急滩整治按第 6.1.4 条规定执行；

(3) 船闸上下引航道进出口、取水工程的进口及排水工程的出口处，航道横向流速不宜超过 0.3m/s，回流流速不宜超过 0.4m/s。

4.3 整治原则

4.3.1 航道整治应根据河床演变规律统筹兼顾，进行全河段总体规划，局部滩险整治应服从全局。

4.3.2 航道整治应根据山区、平原河流的不同特性区别对待，采取下列相应的整治原则和工程措施。

4.3.2.1 山区河流航道整治，应修整不利于航行的河槽形态，改善水流条件。岩石河床应以炸礁为主；沙卵石河床宜以疏浚与筑坝相结合。

4.3.2.2 平原河流航道整治宜采用筑坝措施，控制中、低水河势，稳定航槽，造成有利于冲深航槽的水流；必要时亦可以疏浚为主，或筑坝、疏浚相结合。

4.3.3 航道整治应根据浅滩、急滩、险滩的不同碍航性质，有针对性地制定整治措施，优选工程方案。对兼具两种或三种碍航

应抓住主要矛盾，综合治理。

段的整治工程可根据经济发展的轻重缓急，按设计标准一次建成或分期分段实施。对于碍航严重、影响较大的河段，条件许可时应优先安排实施。

4.3.5 对于年际冲淤变化较大的浅滩，宜抓住浅滩演变过程中的有利时机进行整治。

4.3.6 在已建或将建水利、水电枢纽工程的河段上进行航道整治时，对枢纽工程可能造成的水沙条件变化、河床冲淤变形，以及枢纽工程运用调度对航道造成的影响，应作认真的分析研究，对其发展趋势作出充分的估计，采取相应的整治措施。

4.4 整治水位与整治线设计

4.4.1 航道整治水位可采用优良河段平滩水位法、多年平均流量法、造床流量法、水位与航深关系法等，结合本河段的整治经验，进行综合分析确定。

一条河流的上、中、下游，甚至一个较长滩群的不同部位，可根据各自的条件和建筑物的作用，采用不同的整治水位，力求切合实际需要。

4.4.2 航道整治线宽度应根据本河流的具体情况和整治的实践经验，通过综合分析确定。本河段有经实践检验、效果良好的经验公式，可作为计算整治线宽度的主要依据。在缺乏整治经验的河流上，整治线宽度可按下列方法验算分析确定。

4.4.2.1 经验法可采用下列方法：

(1) 优良河段模拟法按整治河段内或附近条件相似的优良过渡段的河宽，选取整治线宽度；

(2) 实测河宽水深分析法根据整治河段的实测资料，绘制包括浅滩与深槽在内的宽度与水深关系曲线，从中选取满足整治要求的整治水位与整治线宽度。

4.4.2.2 理论计算可采用下列方法：

(1) 在来沙量较少，河槽较稳定的河流上，整治线宽度可采

公式计算：

$$B_2 = \frac{Qn}{H_2^5 J^2} \quad (4.4.2-1)$$

式中 B_2 ——整治线宽度 (m)
 Q ——整治流量 (m^3/s)；
 H_2 ——整治水位下设计要求的断面平均水深 (m)；
 J ——平均水面比降；
 n ——河床糙率。

(2) 根据河床稳定条件以及水沙情况，可按下列基本公式，计算整治线宽度：

$$B_2 = KB_1 \left(\frac{H_1}{\eta H'} \right)^y \quad (4.4.2-2)$$

式中 B_2 ——整治线宽度 (m)；
 B_1 ——整治前整治水位时的水面宽度 (m)；
 H_1 ——整治前整治水位下的断面平均水深 (m)；
 H' ——整治水位下的航道设计水深 (m)；
 K ——系数，可取 1，复杂情况下取 0.8~0.9；
 y ——指数，在稳定河床上取 1.67；在以悬沙造床为主的河流上取 1.33；在以底沙造床为主的河流上取 1.2~1.4；
 η ——水深改正系数，可取 0.7~0.9。

4.4.3 整治水位与整治线宽度的确定还应满足下列要求：

- (1) 整治线宽度与整治水位的确定应密切结合，相互协调；
- (2) 当确定长河段或大型滩群的整治线宽度与整治水位时，应根据各滩的滩形、河床底质、泥沙运动、沿程流速变化及壅水情况，进行适当调整；
- (3) 有支流汇入的河段下游，在确定整治线宽度与整治水位时，应计入支流汇入的流量；
- (4) 分汊河流应按航道整治后通航汊道新的分流量，确定其

滩群的流速沿程减少时，经验算后，出口段整治线宽度可予以适当缩窄；

(6) 特别复杂的浅滩，其整治水位与整治线宽度的确定，可通过河工模型试验验证。

4.4.4 航道整治线的布置应符合下列规定：

(1) 整治线的走向和位置应依靠主导河岸，其起迄点应与稳定深槽的河岸相衔接，并根据河流、地形、地貌的特征，利用比较坚实的河岸、突嘴、矾头等作为整治线的控制点；

(2) 航道整治线轴线应布置为缓和而平滑的连续曲线，两组反向曲线之间应以较短的直线过渡段联接，直线过渡段长度不大于整治线宽度的3倍；

(3) 航道整治线所包络的范围宜选在河流退水期冲刷较快、泥沙淤积较少、深泓线较稳定的区域，力求整治线的走向与中、枯水流向大致吻合；

(4) 航道整治线的布置应注意与沿岸城镇建设和码头发展结合，并尽量避免引起取、排水口淤塞。

5 浅滩整治

5.1 一般规定

5.1.1 浅滩整治可按沙质和卵石浅滩、泥质浅滩、石质浅滩的不同特性采取不同的措施。

5.1.2 沙质和卵石浅滩、泥质浅滩的整治，应重点研究水、沙条件变化和河床演变规律；石质浅滩的整治，应重点研究水力因素的变化。

5.1.3 沙质和卵石浅滩宜筑坝与疏浚相结合。泥质浅滩宜以疏浚为主，辅以必要的整治建筑物。石质浅滩宜采取爆破开槽，必要时与筑坝雍水相结合。

5.1.4 浅滩整治水位和整治线宽度的确定应按第 4.4 节的有关规定执行。

5.2 沙质和卵石浅滩

5.2.1 整治沙质和卵石浅滩，应查明其成滩原因，航道上游来水、来沙情况；分析河岸、航槽、洲滩的多年变化与趋势，出现冲刷和淤积的水位，上下游河势变化，其他工程设施与采石采沙等活动对本滩的影响等。并应进行下列资料的整理分析：

- (1) 浅滩河段冲淤变化比较；
- (2) 水位、流量与航道最小水深关系；
- (3) 深泓线变化；
- (4) 分流、分沙比的变化；
- (5) 河床质中值粒径分布；
- (6) 滩段流速、比降或水面线变化。



和卵石浅滩可分为过渡段浅滩、汉道浅滩、弯道浅滩、散乱浅滩和峡口浅滩等，整治时应按山区、平原河流不同特性区别对待。

5.2.3 整治过渡段浅滩应束窄河床，固定和加高边滩，集中水流冲刷航槽。不同类型的过渡段浅滩应采用下列不同的工程措施：

(1) 正常过渡段浅滩应根据浅段长短、边滩高低及其完整程度，在一侧或两侧布置不同数量的丁坝，特殊情况下也可用顺坝整治；丁坝群的首座及末座丁坝宜分别靠近上深槽末端和下深槽首端；

(2) 交错过渡段浅滩除在过渡段建丁坝外，当上深槽尖潭或下深槽沱口不能利用时，应建坝予以封闭，或抛泥填塞；山区河流的这类卵石浅滩如上浅下险时，可在下深槽沱口内建丁坝或潜坝，调整流速，改善流态；

(3) 复式过渡段浅滩应根据中间深潭容积大小及其发展趋势，按双向过渡或单向微弯过渡型在一岸或两岸合理设置丁坝群；

(4) 沙质河床中的交错浅滩和复式浅滩，当边滩变化较大或过于低平时，应予固定和加高；在蜿蜒河段，必要时还应考虑上下弯道的局部护岸；

(5) 卵石或卵石夹沙过渡段浅滩，除布置整治建筑物外，还宜安排基建性疏浚。

5.2.4 整治汉道浅滩应慎重选汉，采取工程措施调整分流比和改善通航汉道的通航条件。具体实施时应满足下列要求。

5.2.4.1 通航汉道选择，应根据下列因素综合分析比较：

- (1) 汉道的稳定性与发展趋势；
- (2) 分流比和分沙比；
- (3) 输沙能力和河床质粒径；
- (4) 通航条件；
- (5) 与城镇工业、交通、水利布局的关系；

二条件；
三投资。

5.2.4.2 当选定的通航汉道的分流量已能满足要求时，宜稳定现有分流比；否则应在非通航汉道建锁坝或采取其他工程措施，以满足通航汉道所需流量。锁坝的坝高可参照第 13.3 节的规定计算，或通过模型试验确定。

5.2.4.3 汉道进口段浅滩整治应符合下列规定：

(1) 平原河流汉道进口段浅滩整治，应在保证所需流量的前提下布置整治建筑物，束窄河道，稳定洲头，增加浅区航道流速；当河岸易于冲蚀时，还应采取必要的护岸措施，以稳定河势；如浅区床沙粒径较粗，宜同时进行基建性疏浚；

(2) 山区河流汉道进口段浅滩整治宜建洲头顺坝，以拦截横流，调整流向，并固定洲头，同时疏浚汉道进口段的浅碛，加深和拓宽航道。必要时还可建潜坝改善流态。

5.2.4.4 汉道出口段浅滩整治应符合下列规定：

(1) 平原河流宜在一岸或两岸布置建筑物，并视情况在洲尾建顺坝；床沙粒径较粗的浅区，除建整治建筑物外，还需进行基建性疏浚；

(2) 山区河流宜按洲尾脊线方向布置洲尾顺坝，坝头应延伸至汇流点以下，必要时还可在另一岸加建丁坝。

5.2.4.5 特殊情况处置应符合下列规定：

(1) 当汉道中部出现浅滩时，可参照整治单一河道的原则布置整治建筑物，但应防止分流比减小；

(2) 因心滩低矮而形成的汉道浅滩，可用鱼嘴或两侧带短丁坝的顺坝加高心滩；或将心滩视作边滩，用几座丁坝使其与对岸相连，固滩与堵汉并举；

(3) 当需要将枯水期分流比较小、河道较顺直的支汉辟为枯水航道时，必须经过充分论证或模型试验；

(4) 对于汛期水流取直走支汉，使主汉航道产生淤积，汛后暂时碍航的浅滩，可按具体情况筑坝提高主汉的冲刷水位，或加

延长其通航期，使两汉航道能交替使用。

浅滩的整治应修整岸线，减小曲率，调整水流，或裁弯取直。具体工程措施应满足下列要求：

(1) 对山区河流的弯道浅滩，可在凹岸适当部位建顺坝或下挑丁坝，平顺近岸水流，必要时疏浚凸岸浅区；也可用顺坝封闭弯槽，开挖直槽；

(2) 对平原河流岸线不规整的弯道浅滩，可采取切嘴，或建丁坝群，平顺岸线；对抗冲性能较差的弯道凹岸，还应辅以必要的护岸；

(3) 弯道过分发育，弯顶附近产生撇弯切滩，或凸岸边滩侵入航道，可在凹岸布置整治建筑物，必要时疏浚凸岸浅区。如需裁弯取直，应进行充分论证或模型试验研究。

5.2.6 支流河口浅滩的整治应采取适当的措施减小汇流角，改善汇流条件，增强浅区冲刷能力。具体工程措施应满足下列要求。

5.2.6.1 当支流无通航要求时，可在汇流嘴建导流顺坝，以减小汇流角，并按有利于冲刷干流浅区的原则，合理布置整治线和建筑物。导流顺坝的整治水位应通过专题论证确定。

5.2.6.2 当干、支流均有通航要求时，除采取措施减小汇流角外，还应根据支流是在干流凹岸或凸岸入汇等不同情况，统筹规划干、支流整治线走向，并按兼顾干、支流的原则，布置整治建筑物。当汛期汇流口淤沙量大时，宜适当提高整治水位，必要时结合疏浚；对支流航道出浅的河口滩，在条件允许时，可考虑采用从干流引流或其它措施增加支流流量的方法整治。

5.2.6.3 在条件允许的情况下，经过充分技术经济论证，也可将支流河口改道，使入汇条件获得明显改善。

5.2.7 散乱浅滩整治应固滩护岸，控制河势，堵汉并洲，集中水流，稳定中枯水航道。具体工程措施应满足下列要求。

5.2.7.1 平原河流因边滩切割而形成的散乱浅滩，应按微弯河型规划整治线，建丁坝群加高和固定上下边滩，形成稳定的过

平原河流因河岸和河床均不稳定而形成的散乱浅滩，应利用节点，统筹规划整治线，采取建丁坝群和护岸措施，固定边滩、心滩，保护可以作为主导河岸的滩岸，结合新航槽的开挖，形成稳定的中枯水河槽。

5.2.7.3 山区河流以汊流纵横交错、主槽迁徙不定为特征的散乱浅滩，整治时应妥善选择主航槽，用低顺坝连接洲头，封堵支汊，并采取工程措施，保护洲头和受冲部位的局部河岸。

5.2.8 峡口浅滩的整治应掌握峡口河段河床形态、淤沙粒径大小、峡谷雍水高度、成滩期和成滩、消滩水位等，并根据不同情况采取下列相应的工程措施。

5.2.8.1 对枯水碍航的浅滩，宜筑坝束窄河床以加强中枯水水流对航槽的冲刷力；当滩段淤沙粒径较大时，可采用疏浚和整治工程相结合的措施；当形成江心洲造成水流分汊时，可参照第5.2.4条的有关规定进行整治。

5.2.8.2 对中水出现碍航的浅滩，应加强原型观测，掌握浅滩河段的冲淤规律，必要时可采用碛、槽交替通航的方法满足船舶航行要求。当需要采取整治工程措施时，可适当提高整治水位，合理布置整治线走向，筑坝固滩，防止航槽摆动。

5.2.8.3 对中、枯水均出现碍航的浅滩，可根据不同碍航时期分别确定整治流量，采取相应的整治措施，并应以中水整治为主，兼顾枯水整治。

5.3 泥质浅滩

5.3.1 整治泥质浅滩宜以疏浚为主，浚深航槽，切除突嘴，除达到规定尺度外，可另加适当的备淤深度和宽度，延长挖槽使用期。

5.3.2 挖槽定线宜符合中枯水流向。当浅滩上洪水和中枯水流向有较大偏离，或挖槽有淤积变化时，可布置整治建筑物，调整流向，稳定航槽。

跌坎的泥质浅滩，宜布置较长的挖槽，调整其纵比
避开有沙质夹层的部位，以免形成新的跌坎。

5.3.4 当挖槽较长或疏浚量较大时，应进行挖槽水面线计算。

5.4 石质浅滩

5.4.1 整治石质浅滩应采取炸礁开槽措施，必要时与筑坝壅水相结合。

5.4.2 对有底沙运动的石质浅滩，整治时应分析其冲淤规律和变化趋势，除炸礁开槽外，必要时可筑坝以增大输沙能力。

5.4.3 对无覆盖层的石质浅滩，整治时宜按中枯水流向，合理确定航道走向和开挖断面尺寸。如开挖后引起水面线降落造成不利影响时，应在浅滩下游筑丁坝或潜坝壅水。在枯水期有较大横流时，还应筑坝调整流向，但坝顶高程要选择适当。

5.4.4 在石质浅滩上开槽时，应合理确定开挖断面的形式和纵坡，做到与上下深槽平顺衔接，避免进出口处出现横流和急流。挖槽尺度应符合第 4.2.2 条规定，必要时可适当加宽加深。

5.5 工程布置基本要求

5.5.1 修建丁坝应满足下列要求。

5.5.1.1 丁坝方向应符合下列规定：

(1) 平原河流宜用正交或上挑丁坝，必要时也可采用下挑丁坝；

(2) 山区河流的卵石滩宜用下挑丁坝，或者用带勾头的正交或下挑丁坝；

(3) 用以抬高水位、调整比降的对口丁坝，护岸的短丁坝，加高心滩与顺坝相连的短丁坝，均宜与水流正交；

(4) 封闭下深槽沱口的丁坝可以上挑或正交。

5.5.1.2 丁坝间距应符合下列规定：

(1) 在一组丁坝群中，两坝间距 D 与上一座丁坝在过水断面上的有效投影长度 L 有关，可按表 5.5.1 选取；



丁坝间距

表 5.5.1

	凸岸	凹岸	顺直段
一般丁坝	$D = (1.5 \sim 3.0) L$	$D = (1.0 \sim 2.0) L$	$D = (1.2 \sim 2.5) L$
护岸丁坝		$D = (0.8 \sim 2.0) L$	

(2) 当整治线方向与洪水主流向夹角较大或有流冰时，丁坝间距可适当缩小；

(3) 顺坝内侧格坝间距可按凸岸丁坝间距处理。

5.5.2 修建顺坝应满足下列要求：

(1) 顺坝走向应与整治线方向大体一致，按需要做成直线或平缓曲线，坝头宜伸入或接近下深槽，并保持水流平顺；

(2) 以拦截横流为主的洲头与洲尾顺坝宜沿洲脊线布置，与江心洲地形平顺衔接；

(3) 调整过分凹入的河弯，以及引导主流从一岸过渡到另一岸，可采用丁顺坝。

5.5.3 修建锁坝应满足下列要求：

(1) 平原河流上的锁坝，根据地质、地形条件，宜建在封堵汉道的中段，并与主流向正交。当汉道的水面落差超过 0.8m 时，宜分别在汉道的中上部和中下部建锁坝；

(2) 山区河流上的锁坝，可根据地质、地形及水流条件，布置在汉道的上段。

5.5.4 护岸工程的布置应满足下列要求：

(1) 建坝后河岸受顶冲的部位，如可能发生变化，影响航道稳定，应视情况适当布置护岸；

(2) 护岸工程宜采用平顺式，局部岸线不规则时，可用顺坝或丁坝予以调整，护岸丁坝的间距可按表 5.5.1 选取，以主流不冲刷河岸为原则。

5.5.5 挖槽布置及弃土处理应满足下列要求。

5.5.5.1 挖槽布置应符合下列规定：

(1) 挖槽的位置宜避开泥沙淤积区，并与整治线相协调；

(2) 挖槽与中枯水主流向的交角不宜大于 15° ；



挖槽可用直线连接上下深槽，长挖槽可用折线构成微弯槽平顺衔接；

(4) 挖槽的进口段必要时可拓宽成喇叭形，平原河流的挖槽出口段宜酌情加深。

5.5.5.2 弃土处理应符合下列规定：

(1) 应充分利用疏浚土筑坝、填塞支汊或抛置于边滩、坝田、调整河床形态；

(2) 无直接利用条件时，可抛置于不影响航道的深槽区，并应避免污染环境。

6 急滩整治

6.1 一般规定

6.1.1 急滩整治可按基岩急滩、溪口急滩、崩岩滑坡急滩、卵石急滩和分汊型石质急滩等类型，并区别突嘴、窄嘴、潜埂等形态，采取不同的工程措施。

6.1.2 急滩整治的资料收集与勘察测量除按第 3 章规定外，还应补充下列资料：

- (1) 船舶绞滩与海损事故的调查分析；
- (2) 成滩期上行船舶实船试验与航线上的比降、流速的观测成果；
- (3) 整治范围内陆上与水下部分的地质资料；
- (4) 溪沟内山洪来石量及其相应水文条件的调查或观测成果；
- (5) 对崩岩、滑坡区的地质调查与勘探资料。

6.1.3 急滩成滩期的上限、下限与最汹等特征水位，应根据实测的河床地形和水文资料，通过分析成滩期滩段比降、流速的变化及其对上行船舶的影响情况确定。

6.1.4 急滩整治应在技术可能、经济合理的情况下，达到船舶能自航上滩。如整治工程量与投资较大，亦可采用整治与绞滩相结合的方法。

6.1.5 急滩整治可采用炸礁、疏浚与筑坝等工程措施，以拓宽滩口过水断面或适当壅高水位，减缓流速与比降。

6.1.6 船舶自航上滩允许的比降和流速，可通过实船试验、船模试验或分析计算确定。

6.2 基岩急滩

6.2.1 突嘴型急滩整治可按对口、错口等滩型采取下列相应的措施：

(1) 对口型急滩可根据航行需要切除一岸或两岸突嘴，扩大过水断面，减缓流速与比降；

(2) 错口型急滩除切除突嘴外，可通过整治适当延长错口长度，便利船舶交替利用两岸缓流上滩；

(3) 多个突嘴相邻近的急滩整治，应考虑各突嘴间的相互影响，因地制宜地确定方案，必要时可进行模型试验。

6.2.2 窄槽型急滩整治，可扩大卡口处的过水断面、拓宽缓流区航道，或在滩下深槽筑坝壅水，使流速、比降满足船舶自航上滩的要求。

6.2.3 潜埂型急滩整治，可扩大潜埂处的过水断面，必要时在下游筑坝壅水，使滩口比降、流速满足要求。

6.2.4 急滩整治设计，应进行整治前后水面线计算，检验其对上游河段的影响。

6.2.5 整治开挖线的布置应符合下列规定：

(1) 开挖线应适应整治后航线变化的需要，使水流平顺、便利航行；

(2) 为拓宽或开辟缓流航道的开挖线，应布置在有缓流的一岸，以减缓流速、比降为主的开挖线，则宜布置在主流偏向的一岸；

(3) 开挖线布置应保持整治区不产生泥沙淤积并能满足挖泥船施工的要求；

(4) 整治成错口滩型式的开挖线布置，上凸嘴宜切除其下游部分，下凸嘴宜切除其上游部分；

(5) 开挖线宜采用直线，如开挖线较长时，也可采用折线；

(6) 开挖线的高程、平面布置与整治断面形态相互关联，设计时应综合研究确定；

的设计应进行多方案比较，选择既能减缓滩势，全航行，而工程量又较小的最优方案。

面边坡、底坡与开挖区底部纵坡，如图 6.2.6

所示，应符合下列规定。

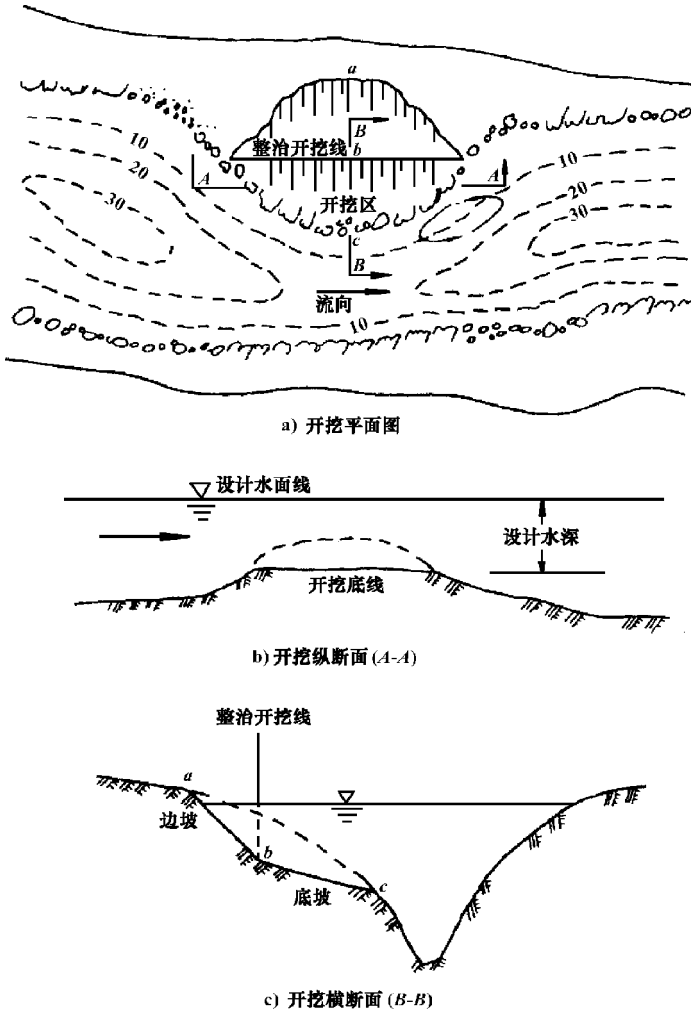


图 6.2.6 急滩整治开挖示意图

断面边坡可按下列要求确定：
 满足稳定的需要，边坡可按表 6.2.6 选取。

开挖横断面边坡表 表 6.2.6

岩石类别	边 坡	岩石类别	边 坡
基 石	1:0.2~1:1.0	块 石	1:1.0~1:1.5
碎 石	1:1.5~1:2.5	卵 石	1:2.5~1:3.0

(2) 当需要扩大过水面积时，其边坡可缓于上表数字，必要时可采用变坡。

6.2.6.2 横断面底坡可按下列要求确定：

(1) 枯水急滩的整治底坡可为平坡，但必须保证有足够的航行水深；

(2) 中、洪水急滩，如整治区需过船时，其底坡可根据船舶吃水与设标的有关要求确定；

(3) 根据地形、地质条件与整治的需要，亦可采用变坡。

6.2.6.3 开挖区需过船时，底部纵坡宜与设计水面纵比降相一致。

6.2.7 急滩整治需扩大的过水面积可按下列方法确定：

(1) 计算法，在开挖断面上假定不同的过水面积，按公式 13.2.1-1 及公式 6.2.7 分别试算其水面线和滩上表面流速，直至增加的过水面积满足船舶自航上滩允许的比降、流速要求为止。

$$V_{\max} = \alpha V \quad (6.2.7)$$

式中 V_{\max} ——滩口断面的最大表面流速 (m/s)；

V ——滩口断面的平均流速 (m/s)；

α ——系数，根据实测资料确定，无实测资料时可取 1.2~1.3。

(2) 图解法根据整治前滩口最小断面的水位与平均流速关系线，以成滩上、下限水位时平均流速的连线为设计平均流速线，反求出各级水位下需扩大的断面积，从而确定整治扩大的过水面

朵、跌水较大的急滩，宜通过模型试验确定。
式整治急滩时，其错口长度可采用下列公式近

以计算：

$$D = L + L_b + L_a \quad (6.2.8-1)$$

$$L_a = B \frac{V_f - KU \cos \theta}{KU \sin \theta} \quad (6.2.8-2)$$

$$K = \sqrt{\frac{T_0 - WJ}{T_0}} \quad (6.2.8-3)$$

式中 D ——错口长度 (m)，如图 6.2.8 所示；

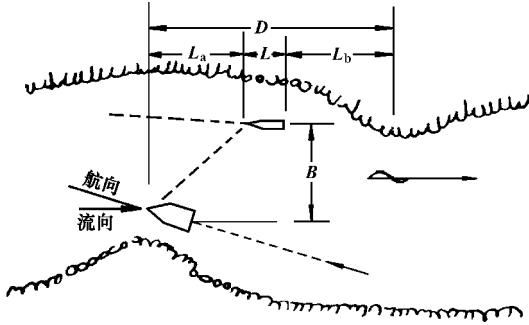


图 6.2.8 错口长度示意图

L ——船舶或船队的长度 (m)；

L_b ——船尾至下突嘴的安全距离 (m)；

L_a ——与船舶横渡航宽 B 相应的纵向距离 (m)；

B ——滩口有效航行宽度 (m)；

V_f —— B 范围内的表面平均流速 (m/s)；

θ ——航向与流向的交角，可取 15° ；

U ——船舶的静水航速 (m/s)；

K ——航速折减系数；

J ——滩口水面比降；

T_0 ——相应于船舶静水航速的推力 (N)；

泊或船队的总排水量 (N), 当 $V_f > KU \cos \theta$ 时, 为正值; $V_f = KU \cos \theta$ 时, $L_a = 0$; $V_f < KU \cos \theta$ 时, L_a 为负值。

6.3 溪口急滩

6.3.1 溪口急滩整治的基本方法与分析计算, 可按第 6.2 节的有关规定执行。

6.3.2 对来石量较大, 可能导致滩势恶化的溪沟, 应根据溪沟的来水、来石与地形、地质条件, 研究其治理措施。

6.3.3 溪沟内有筑坝条件, 并可容纳 5 年以上的溪沟山洪来石库容时, 可采用溪内筑坝拦石方案。坝高按设计库容而定, 如条件限制坝高时, 可采用多级拦石坝。坝址宜选在基岩上。

6.3.4 溪沟口有适宜筑导流坝条件, 滩下有容纳 5 年以上淤积量的深沱区时, 可在溪口建坝, 将沟内来石导向滩下深沱。

溪口改道的导流坝宜建在基岩或坚固的基础上, 并尽量避免受山洪的顶冲。如溪口改道无天然的沟槽可利用, 则需采用人工开挖导流沟, 如图 6.3.4 所示。

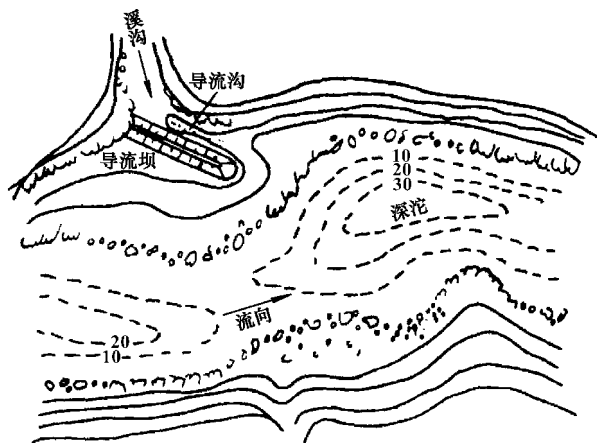


图 6.3.4 溪口改道示意图

拦石坝与溪口导流坝可采用浆砌条石、混凝土结构。
透水的栏栅式坝型。

6.4 崩岩、滑坡急滩

6.4.1 崩岩、滑坡急滩整治的基本方法与分析计算，可参照第6.2节的有关规定执行。

6.4.2 大型崩岩、滑坡急滩整治宜分期进行。初期整治可采用裸露爆破方式，以减缓滩势，实现粗通；后期整治应注意开挖区选定和整治线布置，并应符合下列规定。

6.4.2.1 从崩岩、滑坡体稳定角度考虑，开挖区宜选择在非崩岩、滑坡一岸。当必须整治崩岩、滑坡一岸时，应研究开挖区整治线布置及整治断面形状，以减小对崩岩、滑坡体稳定的影响。

6.4.2.2 崩岩、滑坡区开挖整治断面在条件许可时，宜设计成宽浅型复式断面，边坡宜采用缓坡折线式或阶梯式。

6.4.2.3 对滩势复杂，碍航严重的崩岩、滑坡急滩的整治，开挖区选择、整治线布置及整治断面形状等应通过模拟试验优选确定。

6.4.3 进行崩岩、滑坡急滩的整治，如需采用爆破工程时，应对滑坡体稳定进行计算与监测，限制每次起爆的最大用药量。

6.4.4 为巩固滩口整治效果，对稳定性较差的崩岩与滑坡体，必要时可采用下列措施进行防治。

6.4.4.1 在滑坡范围外，设置一条或多条截水沟，防止地表水流入滑坡区，并在滑坡范围内充分利用自然地形，布置排水系统。

6.4.4.2 采用削坡减载、抗滑桩、锚杆、支档等措施。

6.5 卵石急滩

6.5.1 整治卵石急滩应查明滩段的河床组成和卵石运动状况，分析成滩原因。

急滩可采用疏浚方法，扩大滩段过水断面，以减缓退后有局部回淤，应根据具体情况，布置整治建筑物。

6.5.3 对较短的卵石急滩，其下深槽较深时，可在下深槽筑潜坝或填槽调整滩段的比降、流速。

6.5.4 较顺直宽浅的卵石急滩，可布置错口丁坝，使船舶能交替利用两岸的缓流上滩。

6.6 分汊型石质急滩

6.6.1 分汊型石质急滩整治除应收集第 6.1.2 条规定的资料外，还应收集和观测各汊道的流量、比降和流态等资料。

6.6.2 分汊型石质急滩通航汊道的选择，应考虑各汊道的水文条件、上下游航道连接情况和航行等因素。通航支汊宜选择现行通航汊道，也可根据实际情况，选择其中一汊作为上行航道，另一汊作为下行航道。

6.6.3 分汊型石质急滩的整治，应通过分析计算确定设计航深、航宽、流速和比降所需的分流量。计算方法可参照第 13.3.1 条的有关规定执行。

6.6.4 当通航汊道采用爆破开挖措施进行整治时，应考虑分流量增大产生的负效应。必要时可根据整治前后分流比的变化，在非通航汊道采取适当的分流措施。

6.6.5 通航汊道断面的开挖，应结合航道流速、比降和流态等情况，以拓宽为宜，挖槽进口宜采用喇叭型。对分流为主的非通航汊道整治断面以挖深为主。

6.6.6 对整治方案通过分析计算难以确定的分汊型石质急滩，应进行河工模拟试验。

7 险滩整治

7.1 一般规定

7.1.1 险滩整治可按礁石险滩、急弯险滩、泡漩险滩、滑梁水险滩采取不同的工程措施。

7.1.2 险滩整治的资料收集，除按第3章规定外，还应补充下列资料：

(1) 水下暗礁或重要局部地形的1:100~1:500测图；

(2) 泡漩水的强度，横流的速度、流向，跌坎的落差和回流的范围、速度等；

(3) 上、下行船队的航迹、航速。

7.1.3 成滩的上、下限水位与最汹水位，应根据险滩在各级水位下的碍航情况确定。

7.1.4 险滩整治主要采用炸礁、筑坝、疏浚、切嘴等工程措施，拓宽、加深航道，增大弯曲半径，改善不良流态。

7.2 礁石险滩

7.2.1 礁石险滩的整治，应查明碍航礁石的分布及其地形、地质，碍航水位和水流条件等。

7.2.2 航槽外沿的碍航礁石，应根据河道形态与水流情况，采取炸礁或修建顺坝平顺岸线等措施进行整治。

7.2.3 江中礁石密布、航槽弯曲狭窄的礁石险滩，应认真分析选择航槽，采取炸礁达到设计航槽的要求，并在航槽一侧修建导流顺坝，进行整治。

7.2.4 航道狭窄，边缘凹凸不平、水流紊乱的礁石险滩，应通

试验，确定航槽布置，并采取炸除严重挑流的碍航物进行整治。

7.2.5 航道内水下礁石的清炸深度，应根据改善险情的要求，参照第 4.2.2 条的规定适当加深。

7.3 急弯险滩

7.3.1 整治急弯险滩应加大航道宽度或弯曲半径，消除或改善扫弯水和回流等不良流态，以满足标准船队安全下驶的要求。

7.3.2 单一河道中的急弯险滩可采用下列整治措施。

7.3.2.1 挖除部分凸岸边滩，加大航道弯曲半径。必要时可在凹岸深槽修建潜坝，增大凸岸边滩的冲刷流速。潜坝坝顶应保证足够的航行水深，避免产生跌水。

7.3.2.2 当凹岸有突出岩嘴挑流时，可在岩嘴上游适当位置修建丁坝或顺坝，将主流挑出岩嘴，以平顺水流。

7.3.2.3 两岸有突出石梁对峙而形成的急弯险滩，应以整治凸岸石梁为主，必要时可考虑在凹岸筑坝平顺水流。

7.3.3 分汊河道中的急弯险滩，根据不同的险滩位置与水流形态，可采用下列整治措施。

7.3.3.1 汊道进口处的急弯险滩，可修建洲头顺坝、并疏挖洲头突出的浅滩，减弱冲向凹岸的横流。

7.3.3.2 汊道出口处的急弯险滩，可修建洲尾顺坝拦截横流，必要时可在凹岸修建顺坝或丁坝。

7.3.3.3 当条件允许时可废弃老槽、另辟新槽，或采取上、下行船舶分槽航行。

7.3.4 对水流较急的急弯险滩进行整治，可视具体条件在滩下深槽修建丁坝或潜坝，抬高水位，减缓水流。

7.3.5 整治开挖线的布置，应根据河床形态，注意上下河段连接水流夹角和通视条件，着重满足下行船队的航行需要。

7.4 泡漩险滩

7.4.1 整治泡漩险滩应从河床形态、水流条件及河床与水流的相互作用等方面分析泡漩水的主要成因。

7.4.2 整治河心突起的礁石阻水形成的泡漩险滩，可将其炸至适当的深度，调整河底相对高程和流速分布，或采用丁顺坝将主流挑离河心礁石。

7.4.3 整治两岸或河底有突出石梁挑流而形成的泡漩险滩，可炸除挑流突嘴，扩宽突嘴下游的主流区，平顺水流，也可在河底修建潜坝或抛石填沱，调整底部的水流结构。

7.4.4 对弯道凹岸有突出岩嘴而形成的泡漩险滩，可视河道宽窄情况采用下列整治措施。

7.4.4.1 当河床较宽阔时，可在岩嘴上游修建丁坝或丁顺坝，将主流挑出岩嘴，必要时将凸岸边滩的挑流浅嘴部分挖除。

7.4.4.2 当河床较狭窄时，可在岩嘴上游的深槽中建潜坝，调整流速分布，消减岩嘴的挑流作用。

7.4.5 整治汉道进口处因洲头横流顶冲河岸形成的泡漩险滩，可修建洲头顺坝，调顺进口段主流流向，消减泡漩水。

7.5 滑梁水险滩

7.5.1 整治滑梁水险滩应根据河床、水流的相互关系分析其成因，并查明成滩期的比降、流速、横流强度、石梁上水深，及其对船舶安全航行的影响等。

7.5.2 对一岸石梁形成的滑梁水险滩，可采取下列整治措施：

(1) 将造成滑梁水的石梁炸低，其高程应低于成滩的下限水位；

(2) 在石梁边沿修建顺坝，坝顶高程应高于成滩的上限水位。

7.5.3 整治两岸石梁上同时形成的滑梁水险滩时，可采用炸礁降低一岸石梁高程或修建顺坝抬高一岸石梁高程的方法，也可采

的方法，使船舶避开滑梁水航行。

河中突出石梁形成的滑梁水险滩，当工程量不大时，可将碍航石梁炸至设计要求的航行水深。

7.5.5 滑梁水险滩河段有副槽可利用时，可通过疏浚整治开辟副槽通航，避开滑梁水的危害。

7.6 险滩整治建筑物布置

7.6.1 在险滩整治中布置顺坝时，坝根应位于水流转折点的上游，坝轴线应与航槽线基本平行，当顺坝过长、工程量过大时可考虑与丁坝配合使用，上段采用顺坝，下段采用丁坝。

7.6.2 在凹岸突嘴上游布置顺坝或丁顺坝时，顺坝坝轴线的延长线应与下游突嘴的顶点相连。当布置丁坝时，各丁坝的坝头与下游突嘴顶点应构成平顺的新岸线。

7.6.3 为改善流态与调整流速分布采用的潜坝，宜布置在需改善流态河段上游的深槽中，坝顶高程必须满足航深与流态需要，坝顶可采用平顶或斜坡阶梯形。

8 潮汐河口航道整治

8.1 一般规定

8.1.1 整治潮汐河口航道应掌握水流动力条件、风浪、含盐度、泥沙和河床边界条件等因素，进行多方案技术经济论证。

8.1.2 潮汐河口航道整治的资料收集除第3章的有关规定外，还应补充下列资料：

(1) 历年的水下地形图或航道图以及有关海岸动力地貌等资料；

(2) 整治河段洪、枯季节不同潮型的潮位、潮流流速和含沙量过程线；

(3) 整治河段洪、枯季节的落潮平均流量；

(4) 河口拦门沙地区的潮流流速、流向和风速、风向等。

8.1.3 潮汐河口航道整治，应根据实测资料，进行整治段的水文泥沙特性和河床演变分析，并应包括下列内容：

(1) 根据潮区界点、潮流界点的位置及其变化，划分河口河流段、河口潮流段和口外海滨段的范围，确定整治段的位置；

(2) 依据不同季度的潮汐变化，潮差大小、潮流流速和潮流流量的变化等，分析塑造整治段河床的主要动力因素，确定整治段潮波的性质；

(3) 根据整治段盐、淡水混合的程度确定其类型；

(4) 掌握洪、枯季节的含沙量和输沙量的变化，分析流域、海域来水来沙对塑造河口及整治段河床的作用；

(5) 分析整治河段水流动力轴线、深泓线、河床纵向和横向的年际、年内冲淤变化以及洪、枯季节河床质的粒径变化；

整治河段的风况及波浪等特征。

河口航道宜利用落潮流的动力作用，采用疏浚、筑坝或二者相结合的措施，以增加航道内的单宽流量，冲刷航道。

8.1.5 有航运要求的河口，不宜建挡潮闸，避免闸上下游河道淤积，影响航行。必须建挡潮闸时，应进行充分论证，采取必要的工程措施，做到不影响通航。

在河口上游建水库和潮区界范围内围垦，改变水沙条件时，均应论证其对河口航道尺度的影响。

8.1.6 河口航道整治水位，在河口潮流段，可采用洪、枯季节大、中、小潮产生最大落潮流速时的平均水位；在口外海滨段，当导流堤等整治建筑物兼有防浪或拦沙作用时，可高于此水位。

8.1.7 整治重要而复杂的河口航道，除进行资料分析外，还宜通过数学模型、河工模型试验或两者相结合的方法，进行充分论证比较，优选整治方案。

8.1.8 有关海船航道的航道尺度、乘潮水位、潮汐和波浪等要素的计算，应符合现行行业标准《海港总体设计规范》(JTJ211)、《海港水文规范》(JTJ213)的有关规定。

8.2 拦门沙

8.2.1 拦门沙成因的分析，应考虑下列因素及其相互关系：

- (1) 水流扩散，动力减弱的程度；
- (2) 盐、淡水混合、滞流点位置变化及泥沙絮凝沉降的情况；
- (3) 径流、潮流量比值及其变化；
- (4) 涨、落潮动力轴线偏离的幅度；
- (5) 底质的矿物分析或中子活化分析；
- (6) 波浪和沿岸输沙情况等。

8.2.2 拦门沙的整治应根据历年地形图比较分析其年际和年内洪、枯季节的变化规律。

8.2.3 拦门沙整治应根据其成因和变化规律，采取以疏浚为主

相结合的整治措施，综合规划，分期实施，总结经验提高。

8.2.4 易变拦门沙的整治，宜采用单侧或双侧导堤工程措施。为适应排洪、纳潮和延长中枯水冲刷历时的需要，可沿导堤内侧布置高程略低于导堤的短丁坝。导堤和短丁坝的高程、走向、间距等布置宜由模型试验确定。

8.2.5 当拦门沙受沿岸输沙影响，导堤需兼具拦截沿岸输沙的功能时，单侧导堤宜布置在沿岸来沙方向一侧，以起导流和拦沙双重作用。

8.3 口门内浅滩

8.3.1 口门内浅滩的整治宜选落潮流主槽为航槽，采用疏浚及建丁、顺坝或加高潜洲等措施，集中水流，以增加航道尺度。

8.3.2 口门内汉道浅滩的整治，经过充分论证，可在非通航汉道建潜坝或丁坝，以增大通航汉道的流量。如建锁坝其高程宜低。

8.3.3 口门内浅滩整治工程的丁坝布置，宜与落潮流方向垂直，坝头高程应达到整治水位，坝根高程宜高于中潮位或与岸滩面高程齐平。

8.3.4 潮汐河口河流段及潮流段丁坝、顺坝的布置除按本节已有的规定外，还应按第 5.5 节有关规定执行。

8.4 整治线与挖槽布置

8.4.1 河口航道整治线的走向宜与落潮流主流向基本一致，其线型在口门内宜按微弯线型布置，在口外海滨段其中心线宜取直线。

8.4.2 河口航道整治线宽度的计算，可按下列方法进行：

(1) 河口河流段，可按第 4.4 节有关规定计算；

(2) 河口潮流段及口外海滨段应有一定的放宽率，其直线段的沿程整治线宽度可按下式计算：

$$B_2 = B_0 (1 + \Delta B)^x \quad (8.4.2)$$

B_2 ——下游计算端的整治线宽度 (m);

B_0 ——上游稳定端的河宽 (m);

x ——河流轴线上 B_0 和 B_2 两断面间的距离 (km);

ΔB ——放宽率, 宜根据优良河段资料反求。直线段 ΔB 的大小与潮差成比例, 可取 0.01~0.025。

必要时, 河口潮流段的整治线宽也可按第 4.4 节的计算方法综合论证确定。

8.4.3 选择河口挖槽时, 应进行潮流、波浪及泥沙运动的分析, 选相对稳定的落潮主槽为挖槽。挖槽的方向应与落潮主流的方向一致。潮流与挖槽轴线的交角宜小于 15° , 特殊情况下不大于 30° 。在口外海滨段, 与涨潮流占主导地位, 并由此形成主要深槽时, 也可选涨潮主槽作为挖槽。

8.4.4 河口航道疏浚的抛泥区宜选在开挖航槽的下游, 并尽量避免涨潮流挟带弃土进入航槽造成回淤。采用边抛法疏浚时应经过充分的技术经济论证。条件许可时宜将弃土排入坝田或围堰内。

8.4.5 在洪、枯水流量变幅大及风浪作用强的河口, 应注意分析洪水和风浪对航槽淤积的影响。

9 特殊河段航道整治

9.1 水库库区和变动回水区航道

9.1.1 水库变动回水区航道整治，除应收集第3章规定的资料外，还应补充收集下列资料：

(1) 水库设计的各种调度运用方案的水位过程线和各年实际调度运用的水位过程线；

(2) 典型水文年水库消落初期、中期、末期的回水曲线。

9.1.2 在水库蓄水前，应预先清除库区及变动回水区的碍航礁石、弃渣、树木及建筑物等。河道型水库应预先清除两岸碍航的突嘴，平顺河床，改善流态。湖泊型水库蓄水前应按预先选择的航线，布置助航设施。

9.1.3 变动回水区可按上、中、下三段采用下列不同的措施：

(1) 上段为正常高水位壅水末端至水库多年平均高水位末端，应以筑坝为主，必要时辅以疏浚；

(2) 下段为水库多年平均消落低水位末端至水库历年最低消落水末端，宜以疏浚为主。对于特别宽阔的河段，宜适当布置整治建筑物予以束窄，并优化水库调度，以保持航道设计尺度；

(3) 上、下段之间为中段，可参照上段处理。

9.1.4 变动回水区的航道设计最低通航水位或流量应按下列原则确定：

(1) 变动回水区上段浅滩的设计最低通航水位或流量按第4.2.1条确定；

(2) 变动回水区中、下段的浅滩宜选用水位消落期本浅滩出现碍航的最低水位作为设计水位，选取其相应的最小流量作为设

回水区整治水位可按下列原则确定：

(1) 变动回水区上段的整治水位按第 4.4.1 条有关规定，并视具体情况适当提高，延长消落冲刷期；

(2) 变动回水区的中、下段，应以浅滩上端脱离壅水影响的水位作为确定整治水位的基本依据，并考虑浅滩逐年淤积抬高的趋势，视具体情况将整治水位沿程逐步提高；

(3) 对于复杂的浅滩和港区水域的整治，应通过河工模型试验确定。

9.1.6 变动回水区航道的整治线布置应符合下列规定：

(1) 变动回水区有累积性淤积，比降逐年调平，流速沿程减小，浅滩群的整治线宽度必要时可沿程逐渐束窄，以利输沙；

(2) 当变动回水区过渡段的淤积逐年增长，下深槽萎缩时，整治范围应向下深槽延伸；

(3) 变动回水区急弯和分汊河道，大多有向微弯、单一河道发展的趋势，航道整治线的布置应顺应这一趋势，并加以引导和巩固。

9.2 枢纽下游近坝河段

9.2.1 枢纽下游近坝河段航道整治，除应收集第 3 章规定的资料外，还应补充收集下列资料：

(1) 水电站基本特性、调度运用方式和不同季节不同时段内的电站下泄流量过程线；

(2) 不稳定流沿程变化及其对典型滩段的影响规律；

(3) 滩险、深槽和港点的分布情况，停靠、避让及有无夜航等条件。

9.2.2 资料的整理分析应满足下列要求：

(1) 绘制调峰过程中坝下各控制站的水位和流速变化曲线；

(2) 分析峰谷流量和水位沿流程变化规律；

(3) 计算峰谷沿程传播时间和传播速度；



行不稳定流对滩险河段水流条件及船舶航行的影响。
下引航道与天然河流航道应平顺连接，连接段应无滩险和碍航水流、河床稳定、航道尺度满足设计要求。当不具备上述条件时，应采取适当的整治工程措施。

9.2.4 枢纽下游近坝河段滩险整治，应根据滩险特性和水沙条件分析计算坝下河床下切深度及其对设计低水位的影响。近坝沙卵石浅滩段，河床变化大，宜顺应河势，加固节点；急滩陡比降段，宜采取挖填相结合的工程措施。

9.2.5 船闸下闸槛或下引航道水深不足时，可采取筑坝壅水或挖深下引航道的工程措施。

9.2.6 枢纽下游近坝河段航道整治所采用的工程措施，应不影响电站的尾水位。

9.3 桥渡河段航道

9.3.1 研究桥渡河段航道整治应收集桥渡上、下游河段水道地形图，桥渡上、下游的水深、流速，流向及河床质资料。

9.3.2 桥渡河段的航道整治应控制上、下游河势，稳定通航孔，调整通航桥孔的水流流向、流态、流速，保证船舶过桥的航行安全。

9.3.3 因建桥渡引堤压缩河漫滩洪水过水面积，或因桥墩导流引起河岸冲刷，影响航行时，应采取适当措施，加固桥渡区河岸，防止桥渡河段航道发生不利变化。

9.3.4 建桥后边滩或心滩扩大、移动，威胁通航桥孔通航时，应研究河床演变趋势，适当采取整治措施遏制边滩或心滩发展，以稳定航槽。

9.3.5 当已建桥轴的法线与航道内水流流向交角大于 5° 影响航行安全时，宜在桥渡上游布置丁、顺坝，或切除挑流突嘴，调顺流线，减小交角。

9.3.6 桥渡一侧回流范围较大，影响安全通航时，宜在适当位置筑坝或平顺岸线，以削减回流强度。

建桥将引起航道变化，或影响航行安全，应进行河必要时还应进行船模试验。

9.4 湖区航道

9.4.1 湖区航道整治可按湖泊航道、河湖两相航道和滨湖航道，采用不同的工程措施。湖泊航道浅滩宜采取疏浚措施；河湖两相航道浅滩和滨湖航道浅滩，宜采取疏浚或筑坝与疏浚相结合的措施。

9.4.2 在湖泊航道浅滩上开挖航槽宜选择淤积较小、航程较短、工程量较小的线路，并注意风浪掀沙的影响，必要时可加大挖深和挖宽；经过充分论证，也可建导堤防沙。

9.4.3 整治单向水流的河湖两相和滨湖航道浅滩应注意分析浅滩段的河床形态、河岸与河床组成情况、水沙特点及其演变规律等，按第5章有关规定执行。

9.4.4 在双向水流的河湖两相和滨湖航道浅滩上进行挖槽定线与布置整治建筑物，应考虑湖床平面形态和各个时期的水沙运动的特点，主要适应中、枯水主流流向，有利于退水期冲刷航槽。在水面狭窄区还可采取适当措施，减小顺逆流流路的偏离程度。在水面开阔区应避开主要淤积部位，必要时可选择来沙较少，洲面较高，岸线较稳定处另辟新航槽。

10 整治建筑物结构

10.1 一般规定

10.1.1 整治建筑物包括丁坝、顺坝、锁坝及护岸等，应根据滩险整治设计中的平面布置、整治水位、材料状况、自然条件及其他技术要求，进行结构设计。

10.1.2 对受力复杂、河床松软、工程量大的整治建筑物，除已有实践经验者外，应进行稳定计算。

10.1.3 在有流冰或漂木的河流上，整治建筑物设计应考虑冰凌和流木的影响，采取防护措施。

10.1.4 抛石建筑物的块石应满足下列要求：

(1) 质地坚硬，在水中或受冰冻后不崩解；

(2) 级配合理，不宜采用片状；

(3) 坝体及面层块石粒径，可根据实践经验，或参照第10.6.2条计算确定。

10.1.5 整治建筑物宜就地取材，在试验的基础上，积极选用新材料、新结构。

10.2 丁 坝

10.2.1 丁坝坝身结构应符合下列规定：

(1) 块石丁坝梯形横断面，迎水坡可取1:1~1:1.5，背水坡可取1:1~1:2.5；

(2) 坝顶宽可取1~4m，在流速大或有流木、流冰地区，可取偏大值，特殊情况还可适当加宽；

(3) 坝体应按设计要求嵌砌牢固、坝顶平整。

坝顶纵坡应符合下列规定：

坝纵坡可取 1:100~1:300，特长丁坝应结合滩岸高程调整纵坡；

(2) 当丁坝需要在不同水位下发挥作用，而又不使河床过分束窄时，坝顶可有多个纵坡；

(3) 为利于排冰或其他原因可不设纵坡。

10.2.3 丁坝坝根结构应符合下列规定：

(1) 当河岸易冲蚀，坝根应进行护坡，防止根部被水流淘刷；若不易冲蚀，坝根可不护坡；

(2) 坝根块石护坡长度可视河岸地质及水流情况而定，上游护坡长可取 5~15m，下游护坡长可取 10~25m，特殊情况可适当增减；

(3) 坝根护坡高度应视地质及地形而定，其上限高出坝根顶部不宜少于 1.0m；

(4) 坝根处的土质岸坡不宜陡于 1:1.5。

10.2.4 丁坝坝头结构应符合下列规定：

(1) 根据水流对坝头的作用情况，在坝头 10~20m 范围内的坝顶可适当加宽；

(2) 坝头在平面上宜作成圆滑曲线，其向河坡宜取 1:2.5~1:3。

10.2.5 河床不易冲刷或经实践不需护底的河段，丁坝可不护底。若需护底，其范围可伸出迎水坡脚 2~4m，伸出背水坡脚 5~10m，伸出坝头向河坡脚 5~12m。在易冲刷的河段护底范围可适当加大。

10.2.6 潜丁坝坝顶宽可取 2~5m，边坡可取 1:1.5~1:3.5。

10.3 顺 坝

10.3.1 顺坝坝身结构应符合下列规定：

(1) 顺坝顶宽宜取 1~3m，边坡宜取 1:1~1:2。

(2) 当顺坝用于洲头分流、洲尾导流或封弯导流时，应根据

况，增加坝顶宽度和放缓边坡。

纵坡宜与建坝后整治水位时水面比降一致。洲头顺坝的纵坡宜采用与水面比降相反的坡度。

10.3.3 顺坝坝根护坡可按 **10.2.3** 条规定进行设计。

10.3.4 顺坝坝头可不局部加宽，其坡度可采用 1:2~1:3。

10.3.5 河床不易冲刷或经实践不需护底的河段，顺坝可不护底。

10.4 锁 坝

10.4.1 锁坝设计应进行抗滑稳定、坝面块石尺度、坝下冲刷深度、渗流量等计算。计算方法见第 10.6 节和第 13 章。

10.4.2 锁坝坝顶可做成水平，必要时接岸段可有适当纵坡。

10.4.3 锁坝坝根结构应符合下列规定：

(1) 锁坝坝根上下游河岸应护坡，上游护坡长可取 10~15m，下游护坡长应通过水力计算确定，但不少于 15m，护坡高出坝根顶部不宜小于 1.0m；

(2) 坝根若与沙卵石江心滩相连接，则应在心滩上开槽，将坝根嵌入 5~10m，并进行防渗处理；坝根护岸范围宜参照上一项适当延长。

10.4.4 锁坝护底伸出坝脚长度，上游面可取坝高的 1.5 倍；下游面可取坝高的 3~5 倍，还可用下式进行验算：

$$L = m \Delta h_p \quad (10.4.4)$$

式中 L ——护底伸出长度 (m)；

m ——护底稳定边坡系数，宜取 1.5~2.5；

Δh_p ——原河床床面起算的冲刷坑最大深度 (m)。

10.4.5 潜锁坝断面可按 **10.2.6** 条规定执行。

10.5 护 岸

10.5.1 整治工程多用平顺护岸，必要时也可采用短丁坝护岸。平顺护岸包括枯水位以下部位的护脚和枯水位以上部位的护坡两

料来源可采用块石、卵石、混凝土块、水泥土、梢木等。如采用短丁坝护岸，应注意其对船舶航行安全的影响。

10.5.2 抛石护脚应符合下列规定：

(1) 护脚高度，宜护至设计最低通航水位或多年平均枯水位；

(2) 护脚长度，自设计最低通航水位或多年平均枯水位的水边线外伸至河底边坡稳定处；

(3) 护脚厚度，抛石护脚厚度必须大于护坡厚度，宜不小于2倍抛筑块石粒径；

(4) 对石料的要求，块石应符合第10.1.4条规定。当水流湍急、护脚坡度陡于1:1时，必须改用大块石料或石笼等进行抢护。

10.5.3 用柴排、土工织物作护脚和坝体护底时，排体大小视工程需要和施工条件而定。护脚的上端点应低于历年低水位；沉放排体的岸坡宜缓于1:2。排体应有足够的抗拉强度和柔韧性，其上应有足够的压载。柴排厚度宜取0.3~0.6m；土工织物排还应有足够的抗老化能力，并能耐折和耐磨。

10.5.4 护坡坡顶可护至整治水位时的最大波浪上卷高度加超高1.0m，其下缘应紧接护脚。当采用块石护坡时，应分别求出水流、风浪与船行波作用下稳定块石粒径，取最大值作为块石尺度的依据。

10.5.5 斜坡式干砌块石与浆砌块石护坡应满足下列要求：

(1) 护坡坡度，沙土地区宜取1:1.5~1:3，抗冲性能好的河岸可取1:1~1:1.5；在满足稳定要求条件下，可选用偏陡的坡度；

(2) 护坡厚度，块石护坡可用0.3~0.5m；

(3) 垫层，块石护坡应设置级配良好的垫层，垫层厚度为0.1~0.3m，必要时可采用土工织物等结构作为垫层，若土质条件较好，经实践也可不设垫层；

3, 在有地下水渗出的岸坡, 应设置排水盲沟。

10.6 稳定计算

10.6.1 整治建筑物稳定计算中的荷载, 应考虑其自重、土压力、浮托力、渗压力、水流力、波浪力, 流木及冰凌的作用力等。

10.6.2 抛石丁坝、顺坝及锁坝的块石粒径和冲刷深度可按下列方法计算。

10.6.2.1 块石粒径计算可按下列方法计算:

(1) 水流作用下块石粒径可根据已有工程实践经验确定, 当流速大于 3m/s 时可按下列式估算:

$$d = 0.04 V_f^2 \quad (10.6.2)$$

式中 d ——块石等容粒径 (m);

V_f ——建筑物处的表面流速 (m/s);

(2) 风浪作用强的水域, 建筑物稳定块石重量可参照现行行业标准《防波堤设计与施工规范》(JTJ298) 的有关规定计算确定;

(3) 有流木、冰凌及船行波等因素影响的河段, 块石粒径应综合考虑选定。

10.6.2.2 丁坝坝头的冲刷坑及锁坝下游河床的冲刷深度可分别按第 13.5.1 条及第 13.5.2 条计算。

10.6.3 锁坝抗滑稳定计算应符合下列规定。

10.6.3.1 锁坝最危险的滑动面, 淤泥基础为圆弧面, 沙质基础为 AO , 卵石基础为 AE , 如图 10.6.3 所示。

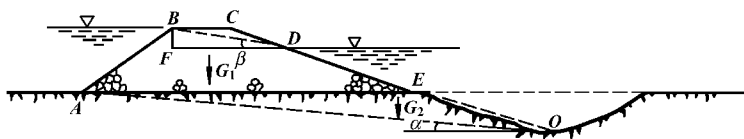


图 10.6.3 锁坝抗滑稳定计算断面示意图

10.6.3.2 在计算时, 应考虑各级水位下荷载的不利组合, 验

沙质基础上锁坝的平面滑动稳定可按下列公式计

算：

(1) 锁坝单位长度自重 G_1

$$G_1 = A_1 (\gamma_s - \gamma) + A_0 \gamma_s \quad (10.6.3-1)$$

式中 A_1 ——浸润线以下锁坝横断面面积， $ABDE$ (m^2)；

A_0 ——浸润线以上锁坝断面面积， BCD (m^2)；

γ_s ——块石重度 (kN/m^3)；

γ ——水的重度 (kN/m^3)。

(2) 滑动棱体基础土壤单位长度重量 G_2

$$G_2 = A_2 (\gamma_2 - \gamma) \quad (10.6.3-2)$$

式中 A_2 ——棱体基础土壤断面面积， AEO (m^2)；

γ_2 ——基础土壤重度 (kN/m^3)。

(3) 渗流压力 T_φ

$$T_\varphi = A_3 \gamma J_\varphi \quad (10.6.3-3)$$

式中 A_3 ——渗流面积， $ABDEO$ (m^2)；

J_φ ——渗流水力坡度， $J_\varphi = \tan \beta = \frac{BF}{DF}$ 。

(4) 锁坝抗滑稳定系数 k 宜大于 1.2。 k 按下式计算

$$k = \frac{(G_1 + G_2) \cos \alpha \tan \varphi}{T_\varphi + (G_1 + G_2) \sin \alpha} \quad (10.6.3-4)$$

式中 φ ——基础土壤的内摩擦角；

α ——锁坝滑动面与水平面交角。

10.6.3.4 卵石基础上锁坝的平面滑动稳定可按第 10.6.3.3 款计算。

11 施工及验收

11.1 施工一般规定

11.1.1 航道整治工程必须按批准的施工图设计施工。施工单位应根据设计文件进行现场调查研究，编制好施工组织设计。

11.1.2 开工前必须协调好施工与通航的关系，提前发出施工通告。

11.1.3 施工单位应于施工前对施工地区的自然条件、助航设施、船筏通过规律、爆破或疏浚对周围环境可能产生的影响，进行详细调查，并对测量控制点、水尺位置和零点高程进行查核。在易变滩段施工放样时宜复测施工区地形，校核工程量。

11.1.4 施工单位进入现场后，应进行工程施工技术交底，做好施工展布，落实安全措施，保证施工安全。

11.1.5 施工单位对工程设计有修改意见时，应向建设单位反映，按修改的设计通知单进行施工。

11.2 筑 坝

11.2.1 丁坝、顺坝施工应符合下列程序：

- (1) 如坝根处抗冲能力弱，宜先处理坝根和上下游护坡；
- (2) 需要护底的宜先护底；不需要护底的筑坝时可沿坝底先平抛一层块石，防止河床冲刷；
- (3) 可由坝根向坝头抛筑坝身，坝身较长时也可分段同时抛筑；
- (4) 在抛坝过程中，应随时检查坝位、坝身和边坡等是否符合设计要求；

整理坝顶与边坡。

施工应符合下列程序：

(1) 先处理坝根和护底，再进行上下游两岸的护坡，然后抛筑坝身；

(2) 坝身宜分层平抛，并在抛筑过程中随时检查坝位和高度。采用端进法筑坝时，应选好合龙口位置；

(3) 抛石露出水面后，应整理坝顶和边坡。

11.2.3 丁坝、顺坝和锁坝的坝体施工应满足下列要求：

(1) 按设计的块石重量抛筑，并应掌握级配；

(2) 应按导标控制坝轴线、坝顶宽度和坝体长度，并按设计要求控制坝体断面；

(3) 坝顶和露出水面的坝体应按设计要求进行整理，块石之间的局部缝口宽度，人力安砌不得大于 0.1m，机械铺筑不得大于 0.2m，并用小块石填实嵌紧。如采用浆砌块石或条石，勾缝质量应符合要求。

11.2.4 抛筑潜坝时，应随时检测坝位和坝顶高程，防止位移和超高。

11.2.5 在季节性封冻河流上筑坝，可将块石按设计坝位和断面要求堆于冰面上，破冰落至坝位，形成坝体轮廓，然后进行坝面整理。

11.2.6 采用抛石船抛石，应掌握抛石水平落距，其值可通过现场试验确定，也可参照下式估算：

$$L_d = 0.74 \frac{V_f H}{G^{\frac{1}{6}}} \quad (11.2.6)$$

式中 L_d ——抛石水平落距 (m)；

H ——水深 (m)；

V_f ——表面流速 (m/s)；

G ——块石重量 (kg)。

11.2.7 坝群的施工顺序应有利于规划航槽的形成与稳定，便于施工和施工期通航。

11.3 护岸施工

11.3.1 护岸施工应先护脚，达到设计要求后，再削坡，铺反滤层，最后铺砌护坡块石。

11.3.2 护脚施工应满足下列要求：

(1) 抛石护脚，应由岸边向河心逐步抛石，并控制其范围与厚度；

(2) 柴排护脚，柴排应在沉放地点准确定位，从排头起用块石均匀抛压，使其紧贴床面，排与排间应相互拼接；

(3) 土工织物排护脚，编织布排应依靠在沉放地点设置的定位船，绷紧四周绳头，均匀抛石或系重物，使其铺放平整，紧贴床面，防止翻卷。排与排间应相互搭接。

11.3.3 护坡施工应满足下列要求：

(1) 应按设计要求削坡和铺反滤层，削坡土应清除坡外；

(2) 用块石护坡，宜从护脚内缘的抛石棱体起，由低处向高处逐步铺砌，要求嵌紧、整平，厚度达到设计要求；若需勾缝，应待其沉实稳定后进行。

11.3.4 护岸工程宜在汛后备料，枯季施工。

11.4 疏浚及炸礁

11.4.1 疏浚与炸礁工程，应按现行行业标准《疏浚工程技术规范》(JTJ319)和《水运工程爆破技术规范》(JTJ286)的有关规定执行。

11.4.2 在易于冲刷的滩段进行航道整治，宜先筑坝、后疏浚。在难于冲刷的滩段进行整治，应先疏浚、后筑坝。

11.4.3 对水下炸礁或浅水区大面积疏浚，经技术经济论证认为合理时，可修筑围堰，变水下施工为陆上施工。

11.4.4 水下炸礁破碎石块的大小宜适应挖泥船清渣的要求。

11.4.5 水下炸礁工程完工后，必须进行硬式扫床，检验施工质量。

11.5 竣工验收及效果观测

11.5.1 航道整治工程验收，应按国家计委 1990 年颁布的《建设项目（工程）验收办法》以及交通部颁布有关规定执行。

11.5.2 长河段的整治工程，分滩段逐步整治，可逐年进行单滩工程的初步验收，待全河段最后一个滩段竣工，并经过一个水文年再申请竣工验收。独立的单滩工程可视具体情况直接进行竣工验收。

11.5.3 筑坝工程的质量检验标准，应按下列规定执行。

11.5.3.1 筑坝工程的质量要求及允许偏差应符合表 11.5.3 的规定。

筑坝工程质量要求及允许偏差 表 11.5.3

质量要求			允许误差		
项目	标准	检验方法	项目	标准	检验方法
块石质量及级配	块石质地坚硬，无风化现象，受水不崩解；块石粒径大小及级配符合设计要求	全面检查，重点抽验，每条坝抽验不少于 5 处（坝根、坝身、坝头、两侧边坡及护坡）	坝头中心线偏离轴线 (m)	±1.5	检验坝头、坝根及转折点的位置，坝身每隔 10m 检测一个断面，在断面上按水平距离每隔 1m 检测一点
坝顶及坝面整理	用大块石压顶，安砌平整、嵌紧；坝身嵌砌密实，缝口相错		坝身长度 (m)	±2.0	
坝根及护坡要求	砌体紧密，表面平整		坝顶高度 (m)	人工±0.2 机械±0.3	
			坝顶宽度 (m)	人工±0.3 机械±0.5	
整体外观	坝体平整	边坡	不陡于 15% 不缓于 15%		

11.5.3.2 工程质量等级应按下列规定评定：

(1) 合格，各项目均符合设计质量要求，检测总点数中有

在允许偏差范围内,其余虽超出允许范围,但不影

(2) 优良,各项目均符合设计质量要求,检测总点数中有 90%及其以上在允许偏差范围内,其余虽超出允许范围,但不影响正常使用。

11.5.4 护岸工程的质量检验标准应按下列规定执行。

11.5.4.1 护岸工程质量要求及允许偏差应符合表 11.5.4 的规定。

护岸工程质量要求及允许偏差 表 11.5.4

质 量 要 求			允 许 误 差		
项 目	标 准	检 验 方 法	项 目	标 准	检 验 方 法
块石质量	块石质地坚硬,无风化,受水不崩解;块石粒径符合设计要求	全 面 检 查,重 点 抽 验,每 100m 长 抽 验 不 少 于 3 处, 测 点 不 少 于 10 点	护岸长度 (m)	±1.0	检 验 护 坡, 每 隔 10 ~ 20m 检 测 一 个 断 面,在 断 面 上 每 隔 2~3m 检 测 一 点
砌石质量	按设计要求嵌砌,砌体紧密,表面平整		护岸顶部 高程(m)	±0.1	
反滤层 质量	按照设计要求铺设		护坡砌石 厚度(m)	±0.05	
		坡 度	不陡于 15% 不缓于 15%		

11.5.4.2 工程质量等级应按下列要求评定：

(1)合格,各项目均符合设计要求,检测总点数中有 70%及其以上在允许偏差范围内;其余虽超出允许范围,但不影响正常使用;

(2)优良,各项目均符合设计要求,检测总点数中有 90%及其以上在允许偏差范围内,其余虽超出允许范围,但不影响正常使用。



工程的质量验收标准,应按现行行业标准《疏浚工程验收标准》(JTJ324)的规定执行。

11.5.6 炸礁工程的质量验收标准,应按现行行业标准《水运工程爆破技术规范》的有关规定执行。

11.5.7 对于情况复杂的重点滩险,应根据需要在初步验收后进行与工程前时序相应的水文、泥沙和河床地形观测,以便检验效果、总结经验 and 提高理论水平。工程效果观测应满足下列要求:

(1)急滩与险滩,应重点观测不同水位期的流速、流向、流态、比降以及标准船队通过滩段的航行轨迹和过滩时间等;如系溪口急滩还应观测沟口附近的地形变化;

(2)浅滩,应重点观测不同水位期的水下地形和水面线变化,必要时进行河床质取样,同时观测坝田的冲淤变形,坝头冲刷坑的发展,坝区的流速和流向变化,以及整治建筑物变形等;

(3)各次测图应采用相同的控制网和绘图基面,并尽可能在相近的流量和涨率条件下施测。

12 试验研究

12.1 河工模型试验

12.1.1 河工模型试验主要应研究不同整治工程布置对河道的影响及其整治效果,推荐经济、合理的整治方案。

12.1.2 凡具有下列情况之一的航道整治工程,应进行河工模型试验:

(1)河段、滩险情况复杂,或采用分析计算方法对其难以确定整治方案者;

(2)整治工程对防洪、城镇布局、重要的工农业取排水口等工程有无影响不明确者;

(3)水利、水电、通航枢纽的引航道和桥渡、码头等建筑物的附近或上下游,河道的平面交叉地区,以及上述工程施工期工程段附近,水流流态不良,河床冲淤变化复杂,影响航道稳定或航行安全者;

(4)水利、水电枢纽上游河道型水库段、变动回水段,下游冲刷段及日调节造成的不稳定流段等,对原航道的稳定性或航行安全有影响者。

12.1.3 河工模型试验应根据下列情况选取不同类型的模型:

(1)工程前后航道冲淤变化不大的整治工程,宜选取定床模型试验,必要时可在其中进行推移质输沙试验,以利优选方案;

(2)工程前后航道冲淤变化较大的河段,应选取动床模型试验,并根据对整治河段河床演变起主要作用的泥沙情况,分别进行悬移质泥沙或推移质泥沙模型试验;

(3)研究水库变动回水段的航道整治工程,可根据来水来沙条

、进行全沙或某一种泥沙的模型试验；
、水电或通航枢纽附近的航道整治工程，可根据不同的条件和要求，选取定床水流、全沙或某一种泥沙的模型试验；

(5)在流速大、比降大、流态复杂的河段、滩险，或重要通航枢纽的引航道出入口门段和各种水流条件复杂的平面交叉或交汇地区，以选择航线或改善水流条件为目标的整治工程，宜作正态河工模型试验。

12.1.4 河工模型的范围应满足下列要求：

(1)进口段长度应满足试验段进口控制断面水、沙运动基本相似的要求；

(2)出口段长度应以达到试验段出口控制断面水、沙运动基本不受工程影响为准；

(3)两岸范围以其高程略高于试验要求的洪水位控制。

12.1.5 河工模型设计与试验应符合几何相似、水流运动相似的要求，以推移泥沙为主的动床模型以及悬沙或全沙模型，还应符合相应的泥沙运动相似的要求。

12.1.6 河工模型试验应先检验其相似性，并应满足下列要求：

(1)定床模型试验应对水面线、平面流速分布、流向、汉道分流比和局部流态等进行验证并使之达到基本相似；潮汐河口模型应对各潮位站的潮位过程线和各断面所取垂线的流速过程线等进行验证并使之达到基本相似；

(2)动床模型和悬沙或全沙模型试验应以验证河道冲淤地形并使之达到基本相似为主，水面线、平面流速分布、汉道分流比等因素亦应予以观测和检验；潮汐河口各种模型的验证要求与上述类同。

12.1.7 河工模型试验中，各项因素的观测精度应与原体资料的精度相协调。

12.2 河工模型试验资料

12.2.1 定床河工模型试验所需资料及其要求应符合下列规定：

(1)地形资料,近期枯季河道地形图,其范围应超出模型边界,以保证工程段进、出口水流运动相似为原则。测图比尺应根据河流大小,模型比尺要求确定。对于河床形态复杂的地段,还应测绘微地貌;

(2)水文、泥沙资料,内容包括同步观测的模型进、出口及工程段若干断面流速分布,两岸多支水尺控制的瞬时水位,局部的纵、横比降,汊道分流比,支流入汇流量,局部地区的回流、泡漩水等特殊流态以及沿河引、排水量;河床质中值粒径或粒配曲线等。水文资料在一个水文年内应观测枯、中、洪三级,枯水一级与枯季河道地形同期观测,中水一级应接近整治水位。对于石质河床,洪水一级当年测量有困难时,也可于次年观测;

(3)设计部门拟定的设计方案和有关部门对设计方案的意见。

12.2.2 动床河工模型试验除应具备第 12.2.1 条所列资料外,还应补充下列资料:

(1)与制模地形图测量时间相衔接的水文年汛期及汛后枯水河床地形图;

(2)与第(1)项水文年时序相同的模型尾端出口控制站的水位过程线和水位流量关系曲线;

(3)河床覆盖层情况,表层河床质粒配曲线及其中值粒径分布,进口段和河段上下游水文站实测的推移质输沙率及其粒配曲线。

12.2.3 悬移质为主的泥沙模型试验,还应补充本河段与水文资料同步观测的悬移质输沙率及其粒配曲线,河段上下游水文站实测的悬移质输沙率及其粒配曲线等。

12.2.4 潮汐河口河工模型试验所需的水文、泥沙资料还应反映潮汐水流、泥沙的特征,即具有若干站同步的洪枯水季节大、中、小

潮的流速和含沙量过程线等。

12.3 其他试验研究

12.3.1 对第 12.1.3 条第(5)项所述的航道整治工程,还宜同时在正态河工模型中进行船模试验。

12.3.2 数学模型适用于时间紧、时空领域较大、非三元的课题,可单独运用也可与河工模型试验配合进行,互为补充。

12.3.3 采用国内尚无成功经验的新型整治建筑物和新材料,应进行水工模型和物理力学试验,研究其水力特性、结构稳定性和物理力学特性等。在推广使用前,应先按室内试验成果,进行现场中间试验。

13 水力计算

13.1 一般规定

13.1.1 航道水力计算应包括：整治前、后的水面线变化，断面流速分布，分叉河道的分流比，挖槽的水面降落和整治效果预测等。有条件时还可进行河床冲淤变形计算。

13.1.2 航道水力计算的资料除应满足第3章的基本要求外，还应采用近期的地形图以及同一时段测量的流量、水面线和泥沙粒径资料。

13.1.3 在计算段的下游深槽处应设立水尺，每日定时观测水位，观测的时段应包括水力计算的各级计算水位。

13.2 河流水面线计算

13.2.1 天然河流水面线可采用下列水流能量方程式计算：

$$Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_f + h_j \quad (13.2.1-1)$$

$$h_f = \frac{Q^2}{K^2} \Delta L \quad (13.2.1-2)$$

$$K = \frac{1}{n} B H^{5/3} \quad (13.2.1-3)$$

$$h_j = \zeta \left(\frac{V_1^2}{2g} \right) \quad (13.2.1-4)$$

式中 Z_2 、 Z_1 ——计算段上下游断面水位 (m)；
 V_2 、 V_1 ——计算段上下游断面平均流速 (m/s)；
 α_2 、 α_1 ——计算段上下游断面动能改正系数；

- g ——重力加速度 (m/s^2);
 h_f ——沿程水头损失 (m);
 Q ——计算流量 (m^3/s);
 ΔL ——上下断面间距 (m);
 \bar{K} ——计算段平均流量模数;
 n ——糙率;
 B ——计算断面水面宽 (m);
 H ——计算断面平均水深 (m);
 h_j ——局部水头损失 (m);
 ζ ——局部阻力系数。

13.2.2 整治前水面线计算的各项参数可按下列方法确定。

13.2.2.1 糙率的计算可采用下列方法确定：

(1) 对于平顺河段局部水头损失可忽略不计，糙率可根据实测水面线及相应流量，采用公式 (13.2.1-1) ~ 公式 (13.2.1-4) 反求。自计算段下端算至上端，以算到水面线与实测水位吻合为止；

(2) 计算断面的选取，应以上下两断面间河段在平面上变化不大，上、下过水断面面积相近为原则。计算断面间距平原河流可取 1~2 倍河宽，山区河流可小于河宽。凡在断面变化较大的河段，应增加计算断面；

(3) 对于有跌水、强烈漩流、突然放宽或收缩的河段，可取河床质组成相似的相邻河段的糙率作为该河段的糙率；

(4) 无实测资料时，可参考有关糙率表取用 n 值。

13.2.2.2 对有跌水、礁石等河段可按第 13.2.2.1 款确定的糙率，采用公式 (13.2.1-1) ~ 公式 (13.2.1-4) 反求局部阻力系数。

13.2.2.3 动能改正系数，平原河流可取 1.0~1.1，山区河流可适当加大。

13.2.3 整治后挖槽、炸槽水面线计算的各项参数可按下列方法确定：

石河床的糙率可采用整治前的糙率，石质河床可视
确定；

(2) 动能改正系数可参照第 13.2.2 条确定；

(3) 挖槽、炸槽的局部阻力系数可近似地按下式推求：

$$\zeta = k \left[1 - \frac{A_2}{A_1} \right] \quad (13.2.3)$$

式中 k ——系数；

A_2 、 A_1 ——分别为上下断面过水面积 (m^2)， A_2 取在最小过
水断面处。

根据挖槽、炸槽施工前的资料求得的 ζ 值，按施工前的断
面积用公式 (13.2.3) 确定 k 值，再用相同的 k 值和施工后的断
面积，求出新的 ζ 值。

13.2.4 整治建筑物非淹没条件下的水面线可按下列方法计算。

13.2.4.1 对于丁坝群束窄河床，可将丁坝或坝田范围内所拦
截的过水面积从总过水面积中扣除，按第 13.2.1 条计算，计算
公式中的糙率可采用整治前的糙率，局部阻力系数 ζ 按式
(13.2.3) 计算。

13.2.4.2 对于单丁坝束窄河床，可从下游控制断面按天然河
流水面线计算方法推算至丁坝回流区末端得坝下水位 Z_1 ，加丁
坝壅水高度 ΔZ ，得坝上水位 Z_2 。 Z_2 位于距丁坝 $3H_0$ 长度处，
 H_0 为拟建丁坝坝头处水深。由 Z_2 处再用水面线计算公式向上
游推算至所需位置。

在建坝初期河床尚未调整的情况下，单丁坝壅水高度 ΔZ 按
下式计算：

$$\Delta Z = \frac{Q^2}{2g (\epsilon \Phi B_2 H)^2} - \frac{V_0^2}{2g} \quad (13.2.4)$$

式中 ΔZ ——丁坝壅水高度 (m)；

Q ——计算流量 (m^3/s)；

B_2 ——建坝后计算流量下丁坝处水面宽度 (m)；

H —— B_2 范围内的平均水深 (m)；

一侧收缩系数，可根据试验确定或采用类似情况的实测资料，或取 0.80；

ϕ ——流速系数，可根据试验确定或采用类似情况的实测资料，或取 0.85；

g ——重力加速度 (m/s^2)；

V_0 ——行近流速 (m/s)。

13.2.4.3 顺坝的壅水高度计算可按顺坝垂直于水流方向的投影长度，参照第 13.2.4.2 款的方法进行计算。

13.2.5 挖槽、炸槽施工后水面降落计算可采用下列方法，如图 13.2.5 所示。

13.2.5.1 在较宽直的河段上，当水位降落不大时，挖槽施工后的糙率可取施工前的糙率，其水面降落值可用下式简化计算：

$$\left(1 + \frac{\Delta H_0}{H_0} - \frac{\Delta Z_1}{2H_0}\right)^{\frac{10}{3}} \left(1 - \frac{\Delta Z_1}{\Delta Z_0}\right) = 1 \quad (13.2.5-1)$$

$$\Delta H_0 = \frac{b_n}{B_0} \Delta h_n \quad (13.2.5-2)$$

式中 H_0 ——挖前计算段的平均水深 (m)；

ΔZ_0 ——挖前计算段水面落差 (m)；

ΔZ_1 ——挖后疏浚浅滩上断面水位降低值 (m)；

ΔH_0 ——挖后计算段平均水深的增加值 (m)；

b_n ——挖槽宽度 (m)；

B_0 ——原河床宽度 (m)；

Δh_n ——挖槽内平均挖深 (m)。

引起上游河段的水位降低值，可由下式求得：

$$\left(1 - \frac{\Delta Z_1 + \Delta Z_2}{2H'_0}\right)^{\frac{10}{3}} \left(1 + \frac{\Delta Z_1 - \Delta Z_2}{\Delta Z'_0}\right) = 1 \quad (13.2.5-3)$$

式中 $\Delta Z'_0$ ——下游浅滩疏浚前，上游计算段原有水面落差 (m)；

H'_0 ——下游浅滩疏浚前，上游计算段的平均水深 (m)；

下游浅滩疏浚后，上游计算段上断面水位降低值 (m)。

糙率可近似认为不变时，可按公式 (13.2.5-1)

1) 和公式 (13.2.5-3) 分段计算降低值，再予叠加。

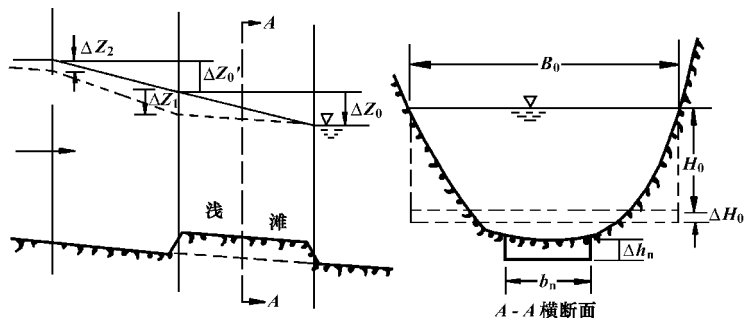


图 13.2.5 挖槽施工后水面降落图

13.2.5.2 新开基础性挖槽、炸槽，如糙率有明显改变时，其综合糙率 n 可按下式计算：

$$n = \sqrt{\frac{n_p^2 X_p + n_n^2 X_n}{X_p + X_n}} \quad (13.2.5-4)$$

式中 n_p ——原河床的糙率；

X_p ——原河床的湿周 (m)；

n_n ——挖槽、炸槽内的糙率；

X_n ——挖槽、炸槽的湿周 (m)。

求得糙率后，按第 13.2.1 条进行水面线计算。

13.2.5.3 较长河段中相邻数个滩段，因挖槽炸槽引起的水位降落值的计算，可采用第 13.2.1 条方法从下游往上游逐滩推算。

13.3 分汊河段的水力计算

13.3.1 分汊河段水力计算的基本内容包括各汊水面线及相应分流量，可采用公式 (13.2.1-1) 按总流量等于各汊流量之和，以及各汊在分、汇流点水位相等的原则试算。

通航河道中建锁坝堵汉，应计算壅水高度和水面线
下列方法。

13.3.2.1 锁坝溢流时，其壅水高度可采用下式计算：

$$\Delta Z = H_0 - \frac{v_0^2}{2g} - h_n \quad (13.3.2-1)$$

式中 ΔZ ——锁坝壅水高度 (m)；
 H_0 ——锁坝上游坝顶上水头 (m)；
 v_0 ——行近流速 (m/s)；
 h_n ——计算流量下锁坝下游正常水位与坝顶高程之差 (m)，正常水位低于坝顶高程时为负值。

锁坝上游坝顶上水头 H_0 ，根据公式 (13.3.2-4) 判别流态，
 分别用下列公式计算：

自由出流时：

$$H_0 = \left[\frac{Q_2^2}{2g\varepsilon^2 m^2 B_0^2} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (13.3.2-2)$$

淹没出流时：

$$H_0 = \left[\frac{Q_2^2}{2g\varepsilon^2 m^2 B_0^2} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (13.3.2-3)$$

式中 $H_0 = H + \frac{v_0^2}{2g}$ ， H 为锁坝上游坝顶水深 (m)；
 $Q_2 = Q - Q_\Phi$ ； Q 为计算河道的总流量 (m³/s)， Q_Φ 为锁
 坝的渗流量 (m³/s)，潜锁坝上下游水位差不
 大，渗流量小， Q_Φ 值可忽略不计；
 B_0 ——锁坝的过水平平均宽度 (m)；
 ε ——侧收缩系数，根据坝顶宽度、形状、水深等，参
 照宽顶堰计算方法选用，或采用已建类似锁坝的
 实测值；
 m ——流量系数，与 $\Delta Z/H_0$ 有关，根据公式 (13.3.2-
 2) 或公式 (13.3.2-3) 以及图 13.3.2 用试算法确

定；

淹没系数，与 $\frac{h_n}{h_0}$ 有关。

溢流状态按下式判别：

$$h_k = \left(\frac{\alpha q^2}{g} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (13.3.2-4)$$

式中 h_k ——临界水深 (m)；
 q ——单宽流量 ($\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{m}$)；
 g ——重力加速度 (m/s^2)；
 α ——动能改正系数，取 1.0~1.1。

当 $h_n > 1.3 h_k$ 时，为淹没出流； $h_n < 1.3 h_k$ 时，为自由出流。

根据公式 (13.3.2-2) 或公式 (13.3.2-3) 计算出锁坝上游坝顶水头，再由公式 (13.3.2-1) 计算各级流量下锁坝上游的水面壅高。

13.3.2.2 当锁坝坝顶露出水面，且为抛石结构时，其渗流量可采用下式计算：

$$Q_\Phi = IK_\Phi \left[\frac{2 \Delta Z^{\frac{1}{2}}}{m_1 + m_2} \left(b_d^{\frac{1}{2}} - b_n^{\frac{1}{2}} \right) + \frac{\Delta Z^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{3} (b_n - m_1 \Delta Z)} \right] \quad (13.3.2-5)$$

$$K_\Phi = C_0 P d^{\frac{1}{2}} \quad (13.3.2-6)$$

式中 Q_Φ ——锁坝渗流量 (m^3/s)；
 ΔZ ——锁坝上、下游水位差 (m)；
 b_d ——坝体横断面底宽 (m)；
 b_n ——与坝下游水面齐平的坝体横断面宽度 (m)；
 L ——坝体的有效长度 (m)；
 m_1 ——锁坝上游边坡系数；
 m_2 ——锁坝下游边坡系数；
 K_Φ ——渗透系数；

—石块的等容粒径 (m), $d = \left(\frac{6W}{\pi}\right)^{\frac{1}{3}}$, W 为块石体积 (m^3);

C_0 ——紊流渗透流速系数, 其值与块石粒径大小有关, 当 $5cm < d < 50cm$ 时, $C_0 = 20 - \frac{a}{d}$, 圆形石块 a 取 14, 破碎石块 a 取 5;

P ——坝体孔隙率, 按实测资料确定, 无资料时, 可近似采用 0.35~0.50。

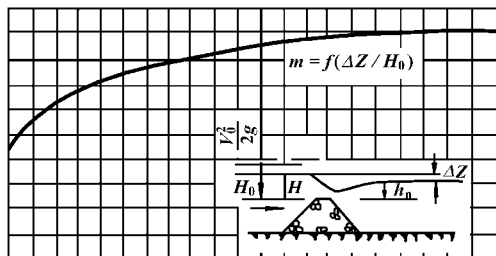


图 13.3.2 $m \sim \frac{\Delta Z}{H_0}$ 关系图

13.3.3 以航运要求为目的的裁弯取直, 应计算新开槽后各时段两汉的分流比、水面线和上游水位降落, 预测新槽发展趋势。在石质河床上开槽, 还应计算槽内比降、流速、断面系数, 计算中应考虑局部水头损失。

13.4 整治后流速分布计算

13.4.1 在验证整治设计效果时, 必须计算工程前后不同水位下垂线平均流速的平面分布, 丁坝附近的流速分布等, 结合泥沙资料预测航道冲淤变化和整治效果。

13.4.2 研究流速平面分布, 可采用绘制水流平面图方法。比较顺直的河段, 可利用均匀流运动方程和连续方程推求:

$$V_i = \frac{1}{n_i} H_i^{\frac{2}{3}} J_i^{\frac{1}{2}} \quad (13.4.2-1)$$

$$q_i = b_i H_i V_i = \frac{J_i^{\frac{1}{2}}}{n_i} b_i H_i^{\frac{5}{2}} \quad (13.4.2-2)$$

$$Q = \sum_{i=1}^m q_i = \sum_{i=1}^m \frac{J_i^{\frac{1}{2}}}{n_i} b_i H_i^{\frac{5}{2}} \quad (13.4.2-3)$$

式中 V_i ——各流带平均流速 (m/s);
 q_i ——流带单元流量 (m³/s);
 Q ——总流量 (m³/s);
 b_i ——各流带宽度 (m);
 H_i ——各流带水深 (m);
 J_i ——各流带比降;
 n_i ——各流带糙率;
 m ——流带数。

13.4.3 基建性挖槽的流速变化,可按第 13.4.2 条方法计算。比较挖槽施工前后的流速、流向变化,分析其稳定性。

13.4.4 在比较顺直的河流上,非淹没丁坝收缩断面至丁坝的距离 L_d ,如图 13.4.4 所示,可采用下列公式求得:

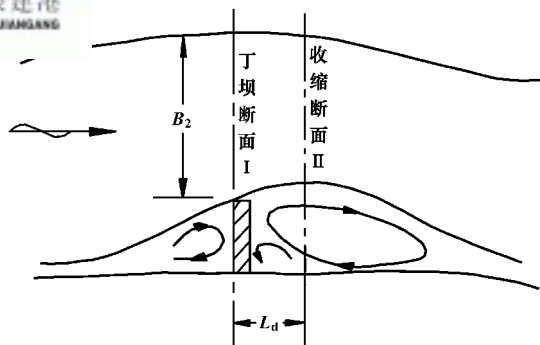
$$L_d = \psi B_2 \quad (13.4.4-1)$$

$$\Delta A = \frac{A - A'}{A} \quad (13.4.4-2)$$

式中 B_2 ——丁坝断面的水面宽 (m);
 ψ ——系数,与河床在计算水位时面积束窄率 ΔA 有关,可按表 13.4.4 确定。
 A ——计算水位时丁坝断面处工程前的过水面积 (m²);
 A' ——丁坝所占据的过水面积 (m²)。

ΔA 与 ψ 值关系表 表 13.4.4

ΔA	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
ψ	0.50	0.46	0.42	0.38	0.34



13.4.4 丁坝束水平面示意图

13.4.5 非淹没丁坝影响范围内的流速分布可按下列方法进行计算：

- (1) 在扣除丁坝拦截的过水面积及回流区后，绘制水流平面图，求出丁坝束水区的流速分布；
- (2) 筑坝后丁坝断面的流速分布可采用三角形叠加法计算；
- (3) 收缩断面流速分布，应划分成与丁坝断面相同条数的流带进行计算。假定各流带与丁坝断面相应流带的面积比 ε 的数值

$$\varepsilon = \frac{b_c h_c}{b_2 h_2} \quad (13.4.5-1)$$

根据水流连续及能量守恒方程，求得各流带的流速 V_0 ，计算断面流量，若与已知的总流量不符，需重新假定 ε 值再算，直至相等。

$$b_2 h_2 V_2 = b_c h_c V_c \quad (13.4.5-2)$$

$$h_2 + \frac{cV_2^2}{2g} = h_c + \frac{cV_c^2}{2g} \quad (13.4.5-3)$$

式中 b_2 、 b_c ——丁坝断面流带、收缩断面相应流带的宽度 (m)；
 h_2 、 h_c ——丁坝断面流带、收缩断面相应流带的水深 (m)；
 V_2 、 V_c ——丁坝断面流带、收缩断面相应流带的流速(m/s)。

13.5 建筑物局部冲刷计算

13.5.1 丁坝坝头局部冲刷可采用下列公式计算：

$$h_p = \left(\frac{1.84 h}{0.5L + h} + 0.0207 \frac{V - V_c}{\omega} \right) L K_m K_\alpha \quad (13.5.1-1)$$

$$K_\alpha = \left(\frac{\alpha}{90} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (13.5.1-2)$$

$$V_c = 3.6 (hd)^{\frac{1}{4}} \quad (13.5.1-3)$$

- 式中 h_p ——计算水面下冲刷坑的最大水深 (m);
 h ——计算水面下冲刷前拟建丁坝坝头处的水深 (m);
 L ——丁坝在过水断面上的有效投影长度 (m);
 K_m ——与丁坝头部边坡系数有关的系数, 由表 13.5.1-1 确定;
 K_α ——与丁坝轴线和流向之间的夹角 α 有关的系数, α 以度为单位;
 ω ——泥沙颗粒沉速, 由表 13.5.1-2 确定;
 V ——流向丁坝头水流的垂线平均流速 (m/s);
 V_c ——泥沙的冲刷流速 (m/s);
 d ——泥沙粒径 (m)。

$m \sim K_m$ 关系表 表 13.5.1-1

m	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
K_m	0.71	0.55	0.44	0.37	0.32	0.28

泥沙粒径与沉速关系表 表 13.5.1-2

d (mm)	ω (cm/s)	d (mm)	ω (cm/s)	d (mm)	ω (cm/s)
0.02	0.02	0.7	7.3	15	51
0.03	0.046	0.8	8.4	20	59
0.04	0.082	0.9	9.6	30	69
0.05	0.12	1.0	10.7	40	77
0.06	0.18	1.5	16	50	84
0.07	0.25	2.0	19	60	90
0.08	0.33	3.0	23	70	95
0.09	0.41	4.0	27	80	100
0.10	0.51	5.0	30	90	105
0.20	1.7	6.0	33	100	110
0.30	2.8	7.0	36	150	135
0.40	3.9	8.0	38	200	153
0.50	5.1	9.0	40		
0.60	6.2	10	43		

溢流时，其下游河床冲刷可采用下式计算：

$$h_p = \frac{0.332 q}{d^{\frac{1}{3}} h^{\frac{1}{6}}} \quad (13.5.2)$$

式中 h_p ——计算水面下冲刷坝的最大水深 (m)；
 q ——单宽流量 ($\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{m}$)
 d ——床沙平均粒径 (m)；
 h ——冲刷前计算水面下的水深 (m)。

13.6 整治效果的二维数值模拟计算

13.6.1 航道整治效果的二维数值模拟计算应满足下列要求。

13.6.1.1 急滩、险滩整治可采用平面二维水流模型，必要时可采用二维紊流模型模拟局部流态。

13.6.1.2 浅滩整治可采用平面二维泥沙模型。以悬移质造床为主的浅滩整治采用非均匀悬移质模型；以推移质造床为主的浅滩整治采用非均匀推移质模型。

13.6.2 二维数值模拟所需的资料应符合第 12.2 节的规定。

13.6.3 平面二维水流模型的控制方程应包括水流连续方程、水流运动方程、紊动能输运方程和紊动能耗散率方程。同时还应补充河床阻力公式、紊动粘性系数公式和糙率随流量、河宽变化的关系式。

13.6.4 平面二维泥沙模型的控制方程应包括悬移质扩散方程和河床变形方程，辅助方程应包括悬移质挟沙力公式及推移质输沙率公式。

13.6.5 非均匀推移质输移计算可采用下列方法：

- (1) 将推移质的平均粒径或中值粒径作为非均匀推移质当量粒径，将非均匀沙按均匀沙处理；
- (2) 将非均匀沙级配分组，各组按均匀沙处理；
- (3) 按概率统计理论推导的非均匀沙推移质输移方程求解。

13.6.6 边界条件的处理应满足下列要求。

13.6.6.1 计算区域进出口应选择在顺直河段，与整治工程区



保证水流、泥沙要素不受工程方案影响。

各计算网格的初始水位可根据水面线推求或由比降内插确定，流速根据曼宁公式计算，同时应进行断面流量闭合校正，含沙量应等于进口值。

13.6.6.3 进口应给出流量、紊动动能和含沙量过程线；出口应给出水位过程线或水位与流量的关系曲线；河岸边界可采用各物理量及物理量法向梯度为零的无滑动条件。

13.6.7 河道边界复杂，其网格可采用贴体正交曲线网格或三角形网格，整治工程附近区域的网格应加密。

13.6.8 计算方法与动边界处理应满足下列要求。

13.6.8.1 二维水流泥沙方程的求解，可根据计算区域地形特征和工程方案选用控制体积法、破开算子法、有限分析法和交替方向隐式法。

13.6.8.2 差分方程必须满足相容性、收敛性和稳定性。

13.6.8.3 动边界的处理，应根据网格节点水位和河床高程判断单元是否露出水面。当未露出水面时，糙率应取正常值；当露出水面时，糙率应取接近无穷大的正数，同时应假定该网格单元有微小水深。

13.6.9 模型验证应满足下列要求。

13.6.9.1 平面二维数值模型验证应包括洪、中、枯三级流量瞬时水面线和流速分布的验证，当有泥沙冲淤计算要求时应进行河床冲淤变形的验证。

13.6.9.2 计算水位与实测水位差值应不超过 $\pm 0.1\text{m} \sim \pm 0.2\text{m}$ ；流速分布误差应不超过 $\pm 10\% \sim \pm 20\%$ ；汉道分流比误差 $\pm 5\%$ ；断面流量闭合误差 $\pm 5\%$ ；冲淤量误差 $\pm 30\% \sim \pm 50\%$ ；冲淤部位应与原型基本一致。验证满足要求，方可进行水沙计算及方案比选。

13.6.9.3 应采用天然情况下各级流量的水面线和流速沿河宽分布资料，计算整治前该河段糙率随水位和流量的变化规律。对支流入汇河段，还应计算水位随流量及流量入汇比的变化规律，



水位、流量及流量入汇比的变化规律。

当整治工程方案需要进行动床计算时，应采用天然情况一个或数个水文年作用下河床变形资料，率定模型中的有关参数。

13.6.10 在工程方案预报之前，应进行天然状态下水流、泥沙特性模拟计算，得出设计流量、整治流量及其他典型流量或水位计算成果，并应进行工程前后水流、泥沙条件对比。

13.6.11 工程方案计算应满足下列要求：

(1) 工程方案计算，应调整计算边界，有关参数及进出口边界控制条件应与验证计算相同；

(2) 根据计算，确定优化方案。对急滩、险滩和浅滩除应满足通航尺度外，也应满足船舶安全航行对比降、流速及流态的要求。

13.6.12 成果分析应包括下列内容。

13.6.12.1 应针对工程性质和需要解决的问题，根据水位、流速、流态或河床变化等因素论证工程方案的优劣。

13.6.12.2 应对方案进行综合分析，并论证其技术可行性和经济合理性，推荐优化方案。

13.6.12.3 对重要工程，可将计算成果进行可视化动态显示。

13.6.13 对复杂或重点滩险整治工程，应采用数学模型与物理模型相结合的复合模拟方法，研究确定最佳整治方案。

附录 A 本规范用词用语说明

A.0.1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- (1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”；
反面词采用“严禁”。
- (2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”；
反面词采用“不应”或“不得”。
- (3) 对表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”或“可”；
反面词采用“不宜”。

A.0.2 条文中指定应按其他有关标准、规定执行时，写法为“应符合…的规定”或“应按…执行”。

本规范主编单位、参加单位 和主要起草人名单

原规范：

主编单位：交通部水运规划设计院

副主编单位：长江航道局

交通部天津水运工程科学研究所

参加单位：交通部珠江航务管理局

广东省航道局

湖南省航道管理局

长江航道局重庆工程局

南京水利科学研究院

河海大学

主要起草人：闵朝斌 荣天富 卢汉才 刘书伦

刘方玉 李安中 朱杏珍 王士毅

李昌华 傅理明 王 朋 杜宇堂

蔡定贵 刘建民 邹光雄 罗肇森

柴挺生 钟国泉 常福田 李国臣

史光华 孔祥柏 谭 艺

本规范：

主编单位：交通部西南水运工程科学研究所

参加单位：中交水运规划设计院

交通部天津水运工程科学研究所



长江航道局重庆工程局
广西航务管理局

主要起草人：王平义

(以下按姓氏笔画为序)

王士毅 王茂林 刘亚辉 杜宗伟
李庭富 张秀芹 赵世强 袁美琦
傅家猷