

JTJ

中华人民共和国行业标准

JTJ 312—2003

航道整治工程技术规范

Technical Code of Regulation Works
for Navigation Channel

2003 - 11 - 18 发布

2004 - 04 - 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

JTJ 312—2003

主编单位：长江航道局

批准部门：中华人民共和国交通部

施行日期：2004 年 4 月 1 日

关于发布《航道整治工程技术规范》 (JTJ 312—2003)的通知

交水发[2003]493 号

各省、自治区、直辖市交通厅(局、委),长江、珠江航务管理局及有关企事业单位:

由我部组织长江航道局等单位修订的《航道整治工程技术规范》,业经审查通过,现批准为强制性行业标准,编号为 JTJ 312—2003,自 2004 年 4 月 1 日起施行。《航道整治工程技术规范》(JTJ 312—98)同时废止。

本规范由交通部水运司负责管理和解释,由人民交通出版社出版发行。

中华人民共和国交通部

二〇〇三年十一月十八日

修 订 说 明

本规范是在《航道整治工程技术规范》(JTJ 312—98)的基础上修订而成。主要包括总体设计,浅滩和危险滩航道整治设计,潮汐河口、枢纽上下游、湖区、桥区和港区航道整治设计,整治建筑物设计,水力计算,水流泥沙模拟研究,航道整治工程施工,工程验收和效果观测等技术内容。

本规范主编单位为长江航道局,参加单位为中交水运规划设计院、交通部天津水运工程科学研究所、交通部三峡办、上海航道勘察设计研究院、重庆西南水运工程科学研究所、南京水利科学研究院、长江航道规划设计研究院和长江航道重庆工程局。

原规范是在《航道整治工程技术规范》(JTJ 312—90)的基础上局部修订而成,修订仅限于山区河流航道整治、枢纽下游航道整治和二维数值模拟计算等内容。原规范自 1999 年实施以来,对工程建设的发展起到了积极和重要的作用,但随着近年来航道建设的不断发展和航道整治工程技术水平不断提高,水运工程建设管理体制也发生了很大变化,原规范的内容已不能适应水运工程建设发展的需要,为此,交通部水运司组织长江航道局等单位对原规范进行了全面修订。

本次修订,在广泛调查研究和总结航道整治工程建设经验,特别是近 10 年来航道整治工程经验的基础上,纳入了近年来国内航道整治工程的新结构、新技术、新材料、新工艺和有关科研成果。主要增加的内容:第 3 章“施工阶段”的基本资料收集;第 4 章“工程实施方案”和“工程评价”;第 5 章“浅滩航道整治设计”中鱼嘴和护岸工程布置;第 6 章“复杂滩险整治”;第 8 章“通航建筑物上下游航道整治”;第 9 章“港区航道整治”;第 10 章“护底和护滩结

构”设计、“鱼嘴设计”、“潮汐河口整治建筑物设计”和“栅栏坝设计”；第 12 章“船模航行试验”和“整治建筑物模型试验”；第 13 章“护底和护滩”、“土工织物充填袋筑坝”和“混凝土构件混合坝”的施工等。主要补充完善的内容有：整治水位和整治线宽度的确定；浅滩、危险滩和潮汐河口航道整治设计；桥区航道整治；整治建筑物的结构设计；航道整治建筑物的施工和施工要求；防止冲刷措施；工程效果观测等。主要修改的内容：坝下最大冲刷坑深度计算公式；工程验收。

本规范第 1.0.3 条、第 1.0.4 条、第 1.0.5 条、第 4.1.3 条、第 4.2.1 条、第 4.2.4 条、第 4.3.1 条、第 4.3.6 条、第 4.3.10 条、第 4.4.3 条、第 4.4.4 条、第 4.4.6 条、第 4.6.1 条、第 5.3.1 条、第 5.4.6 条、第 5.6.6 条、第 6.2.4 条、第 6.2.9 条、第 6.2.13 条、第 6.2.14 条、第 6.3.6 条、第 7.1.4 条、第 7.1.9 条、第 7.4.3 条、第 8.3.1 条、第 8.4.2 条、第 8.4.7 条、第 9.1.3 条、第 9.1.4 条、第 9.3.3 条、第 9.3.4 条、第 9.3.5 条、第 9.3.6 条、第 9.4.2 条、第 10.1.1 条、第 10.1.3 条、第 10.1.5 条、第 13.1.2 条、第 13.1.3 条、第 13.7.4 条、第 13.7.6 条、第 13.7.9 条、第 13.7.10 条、第 13.7.15 条、第 13.7.16 条和第 14.2.1 条中的黑体字部分为强制性条文，与建设部建标[2002]273 号文发布的《工程建设标准强制性条文》（水运工程部分）具有同等效力，必须严格执行。

为便于使用，正确理解和掌握规范条文，本规范在编写条文的同时，编写了条文说明。本规范共分 14 章 66 节和 1 个附录。本规范编写人员分工如下：

- 1 总则：谭 艺
- 2 术语：谭 艺
- 3 基本资料：王国扬
- 4 总体设计：吴 澎
- 5 浅滩航道整治设计：蔡大富、黄超、陈学良
- 6 危险滩航道整治设计：黄超、张幸农
- 7 潮汐河口航道整治设计：陈学良

- 8 枢纽上下游航道整治设计:杜宗伟
- 9 湖区、桥区和港区航道整治设计:刘书伦、张幸农
- 10 整治建筑物设计:黄超、陈学良、蔡大富、谭艺
- 11 水力计算:卢汉才、陆永军
- 12 水流泥沙模拟研究:卢汉才、杜宗伟、陆永军
- 13 航道整治工程施工:刘书伦、陈学良、黄超、蔡大富、谭艺
- 14 工程验收和效果观测:谭艺

本规范于2002年12月26日通过部审,于2003年11月18日发布,自2004年4月1日起实施。

本规范由交通部水运司负责管理和解释。请各有关单位在执行过程中,将发现的问题和意见及时函告交通部水运司和本规范管理组,以便再修订时参考。

目 次

1 总则	(1)
2 术语	(2)
3 基本资料	(3)
3.1 一般规定	(3)
3.2 预可行性研究阶段	(3)
3.3 工程可行性研究阶段	(4)
3.4 初步设计阶段	(6)
3.5 施工图设计阶段	(6)
3.6 施工阶段	(7)
4 总体设计	(8)
4.1 一般规定	(8)
4.2 整治原则	(8)
4.3 整治标准	(9)
4.4 整治水位、整治线宽度和整治线布置	(12)
4.5 工程实施方案	(13)
4.6 工程评价	(14)
5 浅滩航道整治设计	(15)
5.1 一般规定	(15)
5.2 整治水位和整治线宽度确定	(15)
5.3 沙质浅滩整治	(17)
5.4 卵石浅滩整治	(20)
5.5 石质浅滩整治	(21)
5.6 工程布置和挖槽设计	(22)
6 危险滩航道整治设计	(25)

6.1	一般规定	(25)
6.2	急滩整治	(25)
6.3	险滩整治	(31)
6.4	复杂滩险整治	(33)
7	潮汐河口航道整治设计	(36)
7.1	一般规定	(36)
7.2	河口拦门沙航道整治	(37)
7.3	口门内浅滩整治	(38)
7.4	整治线和挖槽布置	(39)
8	枢纽上下游航道整治设计	(41)
8.1	一般规定	(41)
8.2	变动回水区航道整治	(41)
8.3	常年回水区航道整治	(42)
8.4	通航建筑物上下游航道整治	(43)
8.5	枢纽下游航道整治	(43)
9	湖区、桥区和港区航道整治设计	(46)
9.1	一般规定	(46)
9.2	湖区航道整治	(46)
9.3	桥区航道整治	(47)
9.4	港区航道整治	(48)
10	整治建筑物设计	(50)
10.1	一般规定	(50)
10.2	护底和护滩结构	(50)
10.3	丁坝设计	(51)
10.4	顺坝设计	(53)
10.5	锁坝设计	(54)
10.6	鱼嘴设计	(55)
10.7	潮汐河口整治建筑物设计	(57)
10.8	护岸建筑物设计	(59)
10.9	栅栏坝设计	(60)

10.10	整治建筑物稳定验算	(60)
11	水力计算	(63)
11.1	一般规定	(63)
11.2	水面线推算	(63)
11.3	分汊河段水力计算	(69)
11.4	流速分布估算	(71)
11.5	建筑物局部冲刷计算	(73)
12	水流泥沙模拟研究	(75)
12.1	一般规定	(75)
12.2	河工模型试验	(75)
12.3	船模航行试验	(78)
12.4	整治建筑物模型试验	(79)
12.5	数值模拟	(80)
13	航道整治工程施工	(83)
13.1	一般规定	(83)
13.2	护底和护滩	(83)
13.3	坝体抛石和砌石	(85)
13.4	土工织物充填袋筑坝	(87)
13.5	混凝土构件混合坝	(89)
13.6	护岸	(89)
13.7	炸礁和疏浚	(90)
14	工程验收和效果观测	(93)
14.1	一般规定	(93)
14.2	交工验收	(93)
14.3	竣工验收	(94)
14.4	工程效果观测	(94)
附录 A	本规范用词用语说明	(96)
附加说明	本规范主编单位、参加单位、主要起草人、 总校人员和管理组人员名单	(97)
附	条文说明	(99)

1 总 则

1.0.1 为统一航道整治工程设计和施工的技术要求,提高航道整治的技术水平,有效控制工程质量,使工程经济合理、安全可靠,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于天然河流、湖区和库区的航道整治设计与施工。

1.0.3 航道整治应服从总体规划的要求,与流域的防洪、发电、排灌、环境保护、城市建设和港口发展等相协调。

1.0.4 航道整治应进行现场调查,充分掌握地形、地质、水文和气象等资料,对河床演变进行深入分析。必要时,应通过模拟研究进行论证。

1.0.5 对长河段和复杂多变滩险的航道整治工程,应进行施工期现场观测。当整治河段的河床地形、水流条件发生变化时,应对原设计中不相适应的部分进行局部调整。

1.0.6 航道整治工程的设计和施工除应符合本规范规定外,尚应符合国家现行有关法律、法规和标准的规定。

2 术 语

2.0.1 天然河流航道

由径流河段和潮汐河口河段组成的天然水域中的航道。

2.0.2 潮汐河口航道

由河口河流段、河口潮流段和口外海滨段组成的受潮汐影响的河口航道。

2.0.3 航行漂角

船舶或船队纵轴线与航向线间的夹角。

2.0.4 港区航道

行经港区的主航道、进出港航道和进出锚地航道的总称。

2.0.5 固滩鱼嘴

在分汊河段的江心滩头部修建以固定和抬高滩地为主要目的的整治建筑物。

2.0.6 护洲鱼嘴

紧贴江心洲头部修建以保护洲头不崩退为主要目的的整治建筑物。

2.0.7 分流鱼嘴

在江心洲或江心滩头部修建以调整和控制分流比、分沙比为主要目的的整治建筑物。

2.0.8 复合型滩

在同一滩段内,同时存在浅、急、险中 2 种或 3 种碍航特性的滩险。

3 基本资料

3.1 一般规定

3.1.1 航道整治工程应按基建程序不同阶段的要求,进行基本资料的收集、分析和整理。

3.1.2 基本资料应包括预可行性研究、工程可行性研究、初步设计、施工图设计和施工等阶段所需的资料。后一阶段所需资料,应在前一阶段已有资料的基础上补充、深化。

3.1.3 航道整治工程各阶段所需资料的收集,应符合现行《内河航运建设项目可行性研究编制办法》、《内河航运工程初步设计文件编制办法》和《内河航运工程施工图设计文件编制办法》的有关规定。

3.1.4 航道整治工程所需的水文、气象、地形和地质等技术资料,应按国家现行标准的要求进行收集和整理。

3.1.5 V级及其以下的航道整治工程,在满足工程建设需要的条件下,基本资料的收集可适当简化。

3.2 预可行性研究阶段

3.2.1 自然资料的收集应包括下列内容:

- (1)水位、流量的系列和特征值等水文资料;
- (2)降水、风、气温和雾等气象资料;
- (3)河床与岸坡的地质构造、地震烈度和河床覆盖层等地质资料;
- (4)悬移质和推移质等泥沙资料;
- (5)感潮河段的潮汐、波浪、含盐度和理论最低潮面等资料;

(6)季节性封冻河流的封冻期和停航天数等资料。

3.2.2 航道资料的收集应包括下列内容：

(1)航道基本特性、重点滩险的类型与分布、河床演变、碍航特性和整治历史、航道维护尺度、助航导航设施和海事情况等；

(2)整治河段地形图和重点滩险地形图；

(3)已有的试验研究成果。

3.2.3 经济营运资料的收集应包括下列内容：

(1)腹地内社会经济、交通运输状况和大型工矿企业对水运开发的要求与发展规划；

(2)客货运量现状及发展趋势。

3.2.4 船舶资料的收集应包括下列内容：

(1)现有船舶的类型、吨位、尺度、数量和营运组织状况等；

(2)船舶规划中拟发展的类型、吨位和尺度等。

3.2.5 港口资料的收集应包括下列内容：

(1)港口分布、泊位数、吞吐能力和客货运量现状等；

(2)港口发展规划。

3.2.6 其他资料的收集应包括有关水利水电枢纽、取排水、过河建筑物、沿江防洪、城市建设和国土规划等。

3.3 工程可行性研究阶段

3.3.1 水文、气象资料的收集与观测应符合下列规定。

3.3.1.1 水位资料除应收集有关水文站、水位站的长系列水位资料外,尚应根据工程和河道具体情况增设固定水尺施测水位,固定水尺观测时间不应少于1年,在滩上设置的临时水尺应与固定水尺同步观测。

3.3.1.2 流量资料除应收集水文站的流量和水位与流量关系曲线资料外,尚应收集对整治河道有影响的水利水电枢纽和取排水等工程的调度运行方式及相关的流量、水位变化资料,并应根据工程需要对重点汊道浅滩的分流比、分沙比和重点滩险的断面流速分布进行施测。

3.3.1.3 应收集或施测拟整治滩险的流速、流向和碍航流态资料。

3.3.1.4 应收集水文站的悬移质、推移质及粒径级配资料,并对重要浅滩进行河床质采样。

3.3.1.5 库区、湖区和潮汐河口应收集或观测波浪、潮汐和沿岸流资料。

3.3.1.6 应收集风、雾、雨和气温等与整治工程和航运有关的气象资料。

3.3.1.7 季节性封冻河流应收集封冻期冰凌厚度、流冰期水流流速和流冰对整治建筑物破坏等资料。

3.3.2 地质和地貌资料的收集与勘察应符合下列规定。

3.3.2.1 河床组成复杂的滩段,应查明河床覆盖层的性质、分层厚度、粒径级配和下伏岩石性质及顶面高程。

3.3.2.2 易于变形的岸坡和洲滩应收集土质组成、物理力学指标和护岸资料。

3.3.2.3 应根据工程需要进行溪沟调查,查明溪沟底的纵坡、泥石流来源、暴雨径流及与溪沟口滩体变形的关系。

3.3.2.4 崩岩和滑坡地区,应收集岸坡稳定性评价资料。

3.3.3 地形资料的收集与观测应符合下列规定。

3.3.3.1 河道地形图测量范围应包括整个整治河段,并应根据工程需要向上下游适当延长,两岸高程宜测量至常年洪水位。

3.3.3.2 浅滩的测图范围应包括浅区及上下游稳定深槽的一部分;分汊河段测图范围应包括洲头分流点至洲尾汇流点及上下游稳定深槽的一部分;急滩和险滩的测图范围应包括滩段及上下游受影响的部位。相互影响的相邻滩险测图应衔接。

3.3.3.3 地形复杂的滩险,应适当加大测图比尺和扩大测区范围。冲淤变化较大的浅滩尚应增加测次。

3.3.4 滩险演变与碍航状况资料的收集应符合下列规定。

3.3.4.1 碍航浅滩应收集历年测图和航道尺度记录及已有的演变分析成果。

3.3.4.2 碍航急滩应收集成滩原因、滩情历史变化、成滩水位、消滩水位、最汹水位和有关绞滩、扎水等资料。

3.3.4.3 碍航险滩应收集碍航原因、碍航状况、成滩期滩段水流流态及变化和船舶或船队过滩时航行的主要难点等资料。

3.3.4.4 已进行模拟研究的复杂滩险应收集其试验或计算的成果。

3.3.5 经济营运资料应补充收集工程设计水平年上下行的客货运量等。

3.3.6 应收集与航道整治工程有关的生态和环境保护资料。

3.3.7 应收集与工程施工方案和施工组织等有关资料。

3.3.8 应收集与工程有关的人工费、材料单价、编制工程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,可在汛前、汛后和枯水期各进行一次水文和水下地形测量;对年际变化较大的浅滩,应至少进行两个连续水文年的地形测量;对年内变化较大的浅滩,宜增加浅区的测次。水文和地形资料应在同一时段观测。

3.4.2 滩险河段应施测比降、流速、流向和碍航流态,必要时应同步施测比降和流量。重点滩险应施测整治部位的大比尺地形图。

3.4.3 需要疏浚的河段,应查明挖槽和岸坡的土质情况;需要炸礁的河段,应查明礁石性质和岩土级别等。

3.4.4 应补充收集重点滩险的河工模型试验、船模航行试验和分析计算等研究成果。

3.4.5 应收集工程施工区域的施工条件、工程材料和自然条件影响等资料。

3.4.6 应收集与编制工程概算有关的定额和单价等资料。

3.5 施工图设计阶段

3.5.1 整治河段的地形图应满足下列要求。

3.5.1.1 施工图设计应采用近 1~2 年的地形测图,变化急剧的浅滩应采用当年地形图。

3.5.1.2 施工区地形图应按分项工程的性质、规模和范围,采用不同的比尺,陆上炸礁宜采用 1:500~1:1000;水下炸礁宜采用 1:100~1:500;筑坝宜采用 1:500~1:2000;疏浚宜采用 1:1000~1:5000。

3.5.2 应收集施工机具、设备、船舶和其他与施工方法有关的资料。

3.5.3 应收集与施工期通航或临时封航有关的资料。

3.5.4 应收集爆破施工可能影响范围内建筑物的位置、结构和性质资料。

3.5.5 应补充收集与工程施工有关的专项试验研究资料。

3.5.6 应收集和复核有关施工工期、施工质量、施工安全和施工现场的生态、环境保护等资料。

3.5.7 应收集与编制工程预算有关的定额和单价等资料。

3.6 施 工 阶 段

3.6.1 施工阶段应收集工程区域河床地形和水文等变化资料。

3.6.2 应收集工程设计变更和补充的专项试验研究等资料。

3.6.3 应收集相关的已建整治建筑物附近河床变形观测和流速、流态测验资料及分析成果。

3.6.4 应收集工程影响范围内船舶通航状况、水环境变化和爆破影响等资料。

3.6.5 应收集有关工程招投标文件和相关图纸等资料。

3.6.6 应收集有关工程质量检验、材料检验、中间验收、施工安全检查和事故状况等资料。

4 总体设计

4.1 一般规定

4.1.1 航道整治工程总体设计内容应包括运量预测、整治原则、整治标准、整治线布置、整治方案、工程规模、实施步骤、工程估算或工程概算、经济效益评价和环境评价等。

4.1.2 运量预测的设计水平年可取工程建成后的 10 ~ 20 年,根据工程规模大小可作适当调整。

4.1.3 长河段和重要河段的航道整治应根据航运发展和航道条件的要求,分析研究河段内各滩险的碍航特点及演变规律,通过多方案比较,确定经济合理的整治方案。

4.1.4 航道整治设计应进行河道水流、泥沙特性和河床演变的分析预测。平原河流演变分析应侧重于河势、岸线、滩槽、水流和泥沙条件变化等;山区河流演变分析应侧重于水流特性、推移质运动和溪口堆积物的变化等;潮汐河口演变分析应着重于潮汐性质、径流和潮流动力因素、泥沙来源及特性等。

4.2 整治原则

4.2.1 航道整治应根据水资源综合利用的原则和河床演变规律,进行全河段总体规划,局部滩险整治应服从全局。

4.2.2 航道整治应根据山区河流、平原河流和潮汐河口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。

4.2.2.1 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;砂卵石河床宜采取疏浚与筑坝相结合的措施。

4.2.2.2 平原河流航道整治宜采取筑坝或疏浚与筑坝相结合的措施,稳定航槽,形成有利于冲深航槽的水流。稳定少变的浅滩也可采取基建性疏浚措施。

4.2.2.3 潮汐河口航道整治宜采取疏浚或疏浚与筑坝相结合的措施,集中水流,增加航道深度。

4.2.3 航道整治应根据浅滩、急滩和险滩的不同碍航特性,制定整治措施,优选工程方案。

4.2.4 拟建或在建的枢纽工程河段上的航道整治,应对枢纽工程可能造成的水沙条件变化、河床冲淤变形和枢纽工程调度运行对航道造成的影响进行分析研究,并采取相应的整治措施。

4.3 整 治 标 准

4.3.1 整治标准应在运量预测的基础上,根据营运船舶和航道的条件,通过多方案技术经济综合论证确定。

4.3.2 航道整治技术经济方案论证的主要内容应包括航道等级和尺度、工程措施、工程量和投资、年维护费用,船舶吨级和尺度、营运成本和经济效益分析等。

4.3.3 径流河段航道设计通航水位的确定应符合现行国家标准《内河通航标准》(GBJ 139)和现行行业标准《内河航道与港口水文规范》(JTJ 214)的有关规定。

4.3.4 潮汐河口航道设计通航水位的确定应符合现行行业标准《海港水文规范》(JTJ 213)和《内河航道与港口水文规范》(JTJ 214)的有关规定。

4.3.5 径流河段航道水深可按下式计算:

$$H = T + \Delta H \quad (4.3.5)$$

式中 H ——航道水深(m);

T ——船舶吃水(m),根据航道条件和运输要求可取船舶、船队设计吃水或枯水期减载时的吃水;

ΔH ——富余水深(m),可从表 4.3.5 中选用。

富余水深值(m)

表 4.3.5

航道等级	I	II	III	IV	V	VI	VII
富余水深	0.4~0.5	0.3~0.4	0.3~0.4	0.2~0.3	0.2~0.3	0.2	0.2

注:①富余水深值主要包括船舶航行下沉量和触底安全富余量;

②流速和风浪较大的水域取大值,反之取小值;

③卵石和岩石质河床富余水深值应另加 0.1~0.2m。

4.3.6 径流河段航道设计宽度分为单线航道宽度和双线航道宽度,可根据船舶密度和航道条件按下列方法确定。

4.3.6.1 直线段单线航道宽度可按下列公式计算:

$$B_1 = B_F + 2d \quad (4.3.6-1)$$

$$B_F = B_S + L \sin \beta \quad (4.3.6-2)$$

式中 B_1 ——直线段单线航道宽度(m);

B_F ——船舶或船队航迹带宽度(m);

d ——船舶或船队外舷至航道边缘的安全距离(m),船队可取(0.25~0.30)倍航迹带宽度,货船可取(0.34~0.40)倍航迹带宽度;

B_S ——船舶或船队宽度(m);

L ——顶推船队长度或货船长度(m);

β ——船舶或船队航行漂角($^{\circ}$),I~V级航道可取 3° ,VI级和VII级航道可取 2° 。

4.3.6.2 直线段双线航道宽度可按下列公式计算:

$$B_2 = B_{Fd} + B_{Fu} + d_1 + d_2 + C \quad (4.3.6-3)$$

$$B_{Fd} = B_S + L_d \sin \beta \quad (4.3.6-4)$$

$$B_{Fu} = B_{Su} + L_u \sin \beta \quad (4.3.6-5)$$

式中 B_2 ——直线段双线航道宽度(m);

B_{Fd} ——下行船舶或船队航迹带宽度(m);

B_{Fu} ——上行船舶或船队航迹带宽度(m);

d_1 ——下行船舶或船队外舷至航道边缘的安全距离(m);

d_2 ——上行船舶或船队外舷至航道边缘的安全距离(m);

C ——船舶或船队会船时的安全距离(m);

B_{sd} ——下行船舶或船队宽度(m);

L_d ——下行顶推船队长度或货船长度(m);

β ——船舶或船队航行漂角($^{\circ}$), I ~ V 级航道可取 3° , VI 级和 VII 级航道可取 2° ;

B_{su} ——上行船舶或船队宽度(m);

L_u ——上行顶推船队长度或货船长度(m);

$d_1 + d_2 + C$ ——各项安全距离之和(m), 船队可取(0.50 ~ 0.60)倍上行和下行航迹带宽度, 货船可取(0.67 ~ 0.80)倍上行和下行航迹带宽度。

4.3.6.3 弯曲段航道宽度应根据弯曲半径、流速、流向、流态、船舶或船队长度及操纵性能等因素确定。顶推船队, 当弯曲半径小于等于 3 倍设计船队长度时, 必须在直线段航道宽度的基础上加宽; 当弯曲半径大于 3 倍设计船队长度, 但小于 6 倍设计船队长度时, 应根据水流等具体条件确定加宽值。弯曲段航道加宽值宜通过实船试验确定。当无实船试验资料时, 顶推船队弯曲段航道宽度增加值可按下式估算:

$$\Delta B = \frac{L^2}{2R + B} \quad (4.3.6-6)$$

式中 ΔB ——弯曲段航道宽度增加值(m);

L ——设计顶推船队长度(m);

R ——弯曲半径(m);

B ——直线段航道设计宽度(m)。

4.3.7 径流河段航道最小弯曲半径, 宜采用顶推船队长度的 3 倍或货船长度、拖带船队最大单船长度的 4 倍。在特殊困难河段, 航道最小弯曲半径不能达到上述要求时, 在宽度加大和驾驶通视均能满足需要的前提下, 弯曲半径可适当减小, 但不得小于顶推船队长度的 2 倍或货船长度、拖带船队最大单船长度的 3 倍。流速 3m/s 以上、水势汹流的山区性河流航道, 其最小弯曲半径宜采用顶推船队长度或货船长度的 5 倍。

4.3.8 径流河段航道的断面系数不应小于 6,流速较大的航道不应小于 7。

4.3.9 潮汐河口的航道设计尺度可按现行行业标准《海港总平面设计规范》(JTJ 211)的有关进港航道规定确定。

4.3.10 航道整治的通航水流条件应满足下列要求。

4.3.10.1 航道内的最大纵向表面流速和局部比降宜满足设计船舶或船队自航上滩的要求。

4.3.10.2 取水工程的进口和排水工程的出口处,航道横向流速不应超过 0.3m/s ,回流流速不应超过 0.4m/s 。

4.3.10.3 航道内的滑梁水、剪刀水、泡漩水和扫弯水等不良流态不得影响船舶安全航行。

4.4 整治水位、整治线宽度和整治线布置

4.4.1 整治河段的上、中、下游或滩群的不同部位,可根据不同的滩险特性,确定不同的整治水位、整治线宽度和整治线布置。

4.4.2 浅滩整治水位和整治线宽度的确定应统筹考虑、相互协调,其确定方法应符合下列规定。

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

4.4.2.2 整治线宽度应根据本河流的具体情况和整治经验综合分析确定。本河段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,整治线宽度可采用优良河段模拟法、实测河宽与水深关系法或理论计算方法确定。

4.4.3 浅滩整治线布置应符合下列规定。

4.4.3.1 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,并根据河流的地形、地貌特征,利用比较固定的河岸、突嘴或矾头等作为整治线的控制节点。

4.4.3.2 整治线应布置成缓和而平滑的连续曲线,两组反向曲

线之间应以直线过渡段连接,直线过渡段长度应大于设计顶推船队长度,但不得大于整治线宽度的3倍,经论证可适当减小。

4.4.3.3 整治线的范围宜选在河流退水期冲刷较快、泥沙淤积较少和深泓线较稳定的区域,整治线的走向宜与中、枯水流向吻合。

4.4.3.4 整治线的布置应与沿岸城镇建设和港口发展相结合,并应避免引起取水口和排水口淤塞。

4.4.4 急滩和险滩整治水位的确定和整治开挖线的布置应符合下列规定。

4.4.4.1 急滩和险滩整治水位应通过研究成滩期的上下限水位和最汹水位,结合整治开挖线布置综合分析确定。

4.4.4.2 急滩整治开挖线布置应满足设计船舶、船队自航上滩或改善绞滩条件的要求。

4.4.4.3 险滩整治开挖线布置应满足设计船舶或船队上下行安全行驶所需的航道尺度和水流条件,保障航行安全。

4.4.5 水面宽阔、水流分散且归槽时间较短的湖区航道和库区航道,可采用两级整治水位及与其相应的整治线宽度。

4.4.6 潮汐河口整治水位和整治线布置应通过分析潮汐特性、涨落潮动力条件和输沙条件,结合归顺涨落潮流路和改善航行条件等综合研究确定。

4.4.7 特别复杂的浅、急、险滩和大型潮汐河口航道整治,其整治水位、整治线宽度、整治线或整治开挖线布置,宜通过模拟研究确定。

4.5 工程实施方案

4.5.1 长河段整治工程应根据经济技术等因素,按设计要求一次建成或分期分段实施。

4.5.2 长河段和复杂滩群的整治,应先实施重点滩险的整治工程或对滩群起控制作用的工程,以有利于稳定河势和降低工程造价为原则,逐步实施其他滩险的整治工程。

4.5.3 年际冲淤变化较大或河势多变的河道,应抓住河床演变过程中的有利时机进行整治。

4.5.4 滩势复杂、整治难度较大且缺乏实践经验的河段,实施航道整治工程宜先进行物理模型试验,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。

4.5.5 易冲刷河段的航道整治工程,宜先筑坝、后疏浚;难以冲刷河段的航道整治工程,宜先疏浚、后筑坝。

4.5.6 在易冲刷河段上实施整治工程,宜通过模型试验,研究施工过程中的河床变化,确定施工顺序及有关措施。

4.5.7 在冲淤多变的河段上,应建立施工监测系统,根据施工过程中的异常变化,及时调整工程实施方案。

4.6 工程评价

4.6.1 航道整治工程应根据通航要求从技术、经济、水资源综合利用和环境保护等方面进行综合评价。

4.6.2 航道整治工程的主要技术指标应包括改善航道里程、航道等级、航道尺度、通航水流条件、施工期和工程建成后航道年维护量等。

4.6.3 航道整治工程应按《水运建设项目经济评价办法》对工程项目进行经济评价。主要的经济指标应包括主要工程的数量、工程总投资、经济效益和社会效益等。

4.6.4 航道整治工程应按《中华人民共和国环境保护法》、现行行业标准《内河航运建设项目环境影响评价规范》(JTJ 227)和有关环境保护的具体法规,对工程环境影响进行评价。

5 浅滩航道整治设计

5.1 一般规定

5.1.1 径流河段的沙质浅滩、卵石浅滩和石质浅滩,应根据其不同特性采用不同的整治措施。

5.1.2 沙质浅滩和卵石浅滩整治应重点研究水、沙条件变化和河床演变规律;石质浅滩整治应重点研究地形条件对水力因素的控制作用。

5.1.3 沙质浅滩和卵石浅滩整治宜采取整治建筑物与疏浚相结合的措施;石质浅滩整治宜采取爆破开槽措施,必要时可辅以筑坝壅水措施。

5.1.4 浅滩整治设计应进行必要的水力计算,并可根据需要进行模拟研究。

5.2 整治水位和整治线宽度确定

5.2.1 浅滩整治水位可采用下列方法综合分析确定。

5.2.1.1 当滩段有足够的实测水文资料时,可采用造床流量法推求与第二造床流量相应的水位,并同优良河段平滩水位和多年平均流量相应的水位相比较,结合当地的实践经验进行必要的调整,慎重选取整治水位。

5.2.1.2 当浅滩具有多个水文年的水位和航道水深实测资料时,可通过绘制退水时段的水位与水深关系曲线,选取边滩完整,冲刷良好年份发生明显冲刷的起始水位作为整治水位。

5.2.1.3 采用经验法,可参考同类河流的实践经验,结合本工程实际条件分析确定。当缺乏参考资料时,可采用表 5.2.1 中的

经验值。

整治水位高于设计最低通航水位的经验值(m) 表 5.2.1

河流类型	山区河流	平原河流
小型	0.5~1.2	0.5~1.5
大中型	1.2~2.0	1.5~3.0

5.2.2 浅滩整治线宽度可采用下列方法综合分析确定。

5.2.2.1 当采用优良河段模拟法时,应在同一河流内,选择水沙条件与整治滩段类似的若干个优良过渡段,以平滩水位的水面宽度平均值作为整治线宽度。

5.2.2.2 当采用实测河宽与水深关系法时,可在滩段及上下游水沙条件相似的河段内选取若干横断面,量取相应于整治水位时的水面宽度和设计航宽范围内的最小水深,点绘河宽与水深关系图,参考点群的下包线选取满足航深条件的水面宽度作为整治线宽度。

5.2.2.3 当采用理论计算方法时,整治线宽度可采用下列方法确定:

(1)根据河床稳定条件和水沙情况,整治线宽度采用下式计算:

$$B_2 = KB_1 \left(\frac{H_1}{\eta H'} \right)^y \quad (5.2.2-1)$$

式中 B_2 ——整治线宽度(m);

K ——系数,通常情况取 1,复杂情况取 0.8~0.9;

B_1 ——整治水位时整治前的水面宽度(m);

H_1 ——整治水位时整治前的断面平均水深(m);

η ——水深修正系数,根据优良河段断面形态或本河段工程实际选取,估算时取 0.7~0.9;

H' ——整治水位时设计的航道水深(m);

y ——指数,河床稳定的河流取 1.67;以悬沙造床为主的河流取 1.33;以推移质造床为主的河流取 1.2~1.4。

(2)来沙量较少和河槽较稳定的河流,整治线宽度采用下式计算:

$$B_2 = \frac{Qn}{H_2^{\frac{5}{3}} J^{\frac{1}{2}}} \quad (5.2.2-2)$$

式中 B_2 ——整治线宽度(m);

Q ——整治流量(m^3/s);

n ——河床糙率;

H_2 ——整治水位时设计的断面平均水深(m);

J ——水面平均比降。

5.2.2.4 汊道浅滩的整治线宽度应结合汊道的分流比与所选汊道的各项水力因子,参照第 5.2.2.1 款 ~ 第 5.2.2.3 款的方法确定。

5.2.3 浅滩的整治水位与整治线宽度应相互协调,确定时应按不同的组合进行验证,优选工程实施后冲刷强度与冲刷历时达到最佳的组合方案。

5.2.4 特别复杂的浅滩,整治水位与整治线宽度应通过河工模型试验或数值模拟研究确定。

5.3 沙质浅滩整治

5.3.1 整治沙质浅滩,应查明其成滩原因、上游来水来沙情况,分析河岸、洲滩和航槽的年际年内变化规律,分析出现冲刷和淤积的水位、上下游河势变化、其他工程设施和沙石开采活动等对本滩的影响。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的关系;

(3)深泓线变化;

(4)分汊河段分流比和分沙比的变化;

(5)河床质中值粒径分布;

(6)滩段洪、中、枯水期动力轴线的变化和沿程流速、比降或水面线的变化。

5.3.2 整治沙质浅滩,应根据过渡段浅滩、弯道浅滩、汊道浅滩、散乱浅滩和支流河口浅滩的不同特性,采取不同的整治措施。

5.3.3 整治过渡段浅滩,应固定和加高边滩,调整航道流速,集中水流冲刷航槽。具体工程措施应符合下列规定。

5.3.3.1 整治正常过渡段浅滩,宜根据浅段长短、边滩高低及完整程度,在一侧或两侧布置不同数量的丁坝,特殊情况下也可采用顺坝。丁坝群的首座和末座宜分别靠近上深槽末端和下深槽首端。

5.3.3.2 整治交错过渡段浅滩,宜在过渡段两侧建适当数量的丁坝,规顺流路,上深槽尖潭和下深槽沱口可酌情予以封堵。当过渡段处于河道的顺直放宽段时,除宜在过渡段布置丁坝外,也可采用适当方式固定和加高上下边滩,堵塞窄沟,稳定深泓走向,并使河道在整治水位时成为微弯形态。

5.3.3.3 整治复式过渡段浅滩,应根据中间深潭容积大小及发展趋势,按双向过渡或单向微弯过渡,在一岸或两岸合理设置丁坝群。当边滩变化较大或过于低平时,应予固定和加高。

5.3.3.4 整治蜿蜒河段交错过渡段浅滩和复式过渡段浅滩,尚应考虑上下弯道的局部护岸。

5.3.4 整治弯道浅滩,应规顺岸线,稳定流路,尚应调整过小的弯曲半径或裁弯取直。具体工程措施应符合下列规定。

5.3.4.1 岸线不规整的弯道浅滩,可采取切嘴或建丁坝群等措施平顺岸线。对抗冲性能较差的弯道凹岸,尚应辅以必要的护岸。

5.3.4.2 弯道过分发育,弯顶产生撇弯切滩,或凸岸边滩侵入航道,可在凹岸布置整治建筑物,必要时疏浚凸岸边滩浅区。当需要裁弯取直时,应进行充分论证或模拟试验研究。

5.3.5 整治汊道浅滩,应在慎重选汊的前提下,采取工程措施稳定或调整汊道间的分流比,改善通航汊道的通航条件,并应符合下列规定。

5.3.5.1 通航汊道的选择,应对下列因素进行综合分析比较:

(1)汊道的稳定性和发展趋势;

- (2)通航水流条件;
- (3)分流比和分沙比;
- (4)输沙能力和河床质粒径;
- (5)与城镇工业、交通、水利布局的关系;
- (6)施工条件;
- (7)工程投资。

5.3.5.2 汉道浅滩中通航汉道的分流量能够满足要求时,宜采取固滩鱼嘴或护洲鱼嘴等措施稳定分流比;当分流量不能满足要求时,应在洲头修建分流鱼嘴,并结合其他整治建筑物,调整汉道分流比。

5.3.5.3 整治通航汉道进口段浅滩,应在保证所需流量前提下布置整治建筑物,加高边滩,稳定洲头,调整流速分布。当河岸易于冲蚀时,尚应采取必要的护岸措施,稳定河势;当浅区不易冲刷时,宜同时进行基建性疏浚。

5.3.5.4 整治汉道出口段浅滩,宜在一岸或两岸布置建筑物,并可根据需要建洲尾顺坝。不易冲刷的浅区宜同时进行基建性疏浚。

5.3.5.5 整治汉道中部出现的浅滩,可参照整治单一河道的原则和方法布置整治建筑物,但应防止通航汉道分流比的明显减少。

5.3.5.6 整治因心滩低矮而形成的汉道浅滩,可采取固滩鱼嘴或两侧带短丁坝的顺坝等措施加高心滩;也可采用适当数量的丁坝使心滩与岸相连,固滩与堵汊并举。

5.3.6 整治散乱浅滩,应采取固滩、筑坝和护岸等措施控制河势,堵汊并洲,集中水流,稳定中枯水航道。具体工程措施应满足下列要求。

5.3.6.1 整治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,形成稳定的过渡段航槽。

5.3.6.2 整治因河岸和河床均不稳定而形成的散乱浅滩,应利用节点,顺应河势,统筹规划整治线,采取建丁坝群和护岸措施,固定边滩和心滩,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。

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

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

5.3.7.2 当干支流均有通航要求时,除采取措施减小汇流角外,尚应根据支流汇入干流凹岸或凸岸、干支流相互顶托和滩槽分布等情况,统筹规划干支流整治线走向,合理布置整治建筑物。当汛期汇流口淤沙量较大时,宜适当提高整治水位,必要时应采取疏浚措施。

5.4 卵石浅滩整治

5.4.1 卵石浅滩整治的资料整理分析,除应符合第 5.3.1 条的规定外,尚应分析卵石的排列方式和紧密程度。

5.4.2 卵石浅滩整治应根据过渡段浅滩、汊道浅滩、弯道浅滩、支流河口浅滩和峡口浅滩等不同特性,采取不同的工程措施。

5.4.3 整治卵石浅滩,宜采用布置整治建筑物与疏浚相结合的工程措施。对卵石粒径较大、排列紧密、水流流向与航槽基本一致的浅滩,经论证,可采取基建性疏浚。

5.4.4 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。具体的工程措施应符合下列规定。

5.4.4.1 整治正常过渡段浅滩,应按第 5.3.3.1 款的规定执行。

5.4.4.2 整治交错过渡段浅滩,应在过渡段建丁坝。当上深槽尖潭或下深槽沱口不能利用时,应予以封闭或填塞;当浅滩上浅下险时,可在下深槽沱口内建丁坝或潜坝,调整流速,改善流态。

5.4.5 整治弯道浅滩,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,增大弯曲半径;也可建顺坝封闭弯槽,开挖直槽。

5.4.6 整治汉道浅滩除应符合第 5.3.5 条的规定外,尚应符合下列规定。

5.4.6.1 整治汉道进口段浅滩,宜建洲头顺坝,拦截横流,调整流向,并稳定洲头,同时疏浚汉道进口段浅碛,加深和拓宽航道。当存在碍航流态时,也可建潜坝,改善流态。

5.4.6.2 整治汉道出口段浅滩,宜布置洲尾顺坝,必要时应在通航汉道加建丁坝。

5.4.6.3 当将枯水期分流比较小和河道较顺直的支汉辟为枯水航道时,应经充分论证或模拟试验验证。

5.4.6.4 整治分汉河段两槽交替通航的淤沙浅滩,应查明淤沙浅滩开始冲刷的水位,可采取筑坝措施,提前冲刷淤沙航槽,抬高其开航水位,也可炸除、开挖非淤沙航槽,降低其封航水位。

5.4.7 整治支流河口浅滩应按第 5.3.7 条的规定执行。

5.4.8 整治峡口浅滩,宜以峡口壅水消落期淤沙开始冲刷的水位作为整治水位,布置整治建筑物,集中水流加速航道冲刷。有条件开辟新航槽作为过渡航道时,也可开挖新槽。

5.4.8.1 整治枯水碍航的浅滩,宜筑坝束窄河床,加强中枯水流对航槽的冲刷力;当滩段淤沙粒径较大时,可采取疏浚和布置整治建筑物相结合的措施;当形成江心洲造成水流分汉时,可按第 5.4.6 条的有关规定执行。

5.4.8.2 整治中水碍航的浅滩,应掌握浅滩河段的冲淤规律,有条件时可采用两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,可合理确定整治水位、布置整治线走向,筑坝固滩,防止航槽摆动。

5.4.8.3 整治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。

5.5 石质浅滩整治

5.5.1 整治石质浅滩应根据有无泥沙冲淤变化情况,采取炸礁开

槽或筑坝措施。

5.5.2 整治无泥沙冲淤变化的石质浅滩,应进行滩段的流速、比降和流态等资料的分析;整治有泥沙冲淤变化的石质浅滩,尚应分析泥沙运动规律。

5.5.3 在无泥沙冲淤变化的石质浅滩上炸礁开槽,应合理确定开挖断面的型式和纵坡,并与上下深槽平顺衔接,避免进出口处出现横流和急流。

5.5.4 整治有泥沙冲淤变化的石质浅滩,宜按中枯水流向,合理确定航槽走向。除采取炸礁开槽措施外,必要时可通过筑坝增大输沙能力。

5.5.5 石质浅滩开挖后,当水面降落造成不利影响时,宜在浅滩下游筑丁坝或潜坝壅水。

5.6 工程布置和挖槽设计

5.6.1 丁坝布置应符合下列规定。

5.6.1.1 平原河流丁坝宜正交或下挑布置,丁坝群首座丁坝可下挑布置;具有双向水流的浅滩,丁坝宜正交布置;山区河流的卵石滩宜布置成下挑丁坝、带勾头的正交或下挑丁坝。

5.6.1.2 抬高水位、调整比降的对口丁坝、护岸的短丁坝和加高心滩与顺坝相连的短丁坝,宜与水流正交。

5.6.1.3 丁坝群中的两坝间距可按表 5.6.1 选取。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。

丁 坝 间 距 表 5.6.1

所处位置	凸 岸	凹 岸	顺直段
一般丁坝	$(1.5 \sim 3.0)L$	$(1.0 \sim 2.0)L$	$(1.2 \sim 2.5)L$
护岸丁坝		$(0.8 \sim 2.0)L$	

注: L 为上一座丁坝在过水断面上的有效投影长度。

5.6.1.4 顺坝内侧的格坝间距可按凸岸丁坝间距确定。

5.6.2 顺坝布置应符合下列规定。

5.6.2.1 导流顺坝轴线应与整治线走向一致,可根据需要布置

为直线或平缓曲线。坝头宜接近下深槽,并保持水流平顺。

5.6.2.2 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。

5.6.2.3 调整山区河流过分凹入河弯或引导主流从一岸过渡到另一岸,可采用丁顺坝。

5.6.3 锁坝应根据地质、地形和水流条件进行布置,并应符合下列规定。

5.6.3.1 平原河流上的锁坝,宜建在汉道的中、下段,并与汉道的主流向正交。当汉道的水面落差超过 0.8m 时,宜分别在汉道的中上段和中下段建锁坝。

5.6.3.2 山区河流上的锁坝,宜建在汉道的上、中段。

5.6.4 鱼嘴可分为固滩鱼嘴、护洲鱼嘴和分流鱼嘴,其布置应符合下列规定。

5.6.4.1 鱼嘴分流点位置的确定应有利于两汉分流比的调整。

5.6.4.2 固滩鱼嘴和护洲鱼嘴的平面线型应依附洲滩,顺应自然条件,以曲度适中的曲线光滑连接。

5.6.4.3 分流鱼嘴可根据工程的需要布置为圆头型或尖嘴型,其平面外形可部分依附于洲滩,也可全部由导堤或坝体组成。

5.6.4.4 分流鱼嘴的位置、线型和尺度,宜根据整治要求通过模型试验确定。

5.6.5 护岸工程的布置应符合下列规定。

5.6.5.1 布置整治建筑物后河岸可能受顶冲的部位宜布置护岸工程。

5.6.5.2 护岸工程宜采用平顺式,可根据河岸受顶冲的情况,连续或间断布置。当护岸段较长而河岸抗冲性能相对较好时,经论证可采用间断式平顺护岸。

5.6.5.3 当局部岸线不规则时,可采用短丁坝护岸,丁坝间距以主流不冲刷河岸为原则确定。

5.6.6 挖槽布置应符合下列规定。

5.6.6.1 挖槽的位置应避开泥沙严重淤积区,并与整治线相协

调。

5.6.6.2 挖槽与中枯水主流向的交角不宜大于 15° 。

5.6.6.3 短挖槽可用直线连接上下深槽,长挖槽可用折线构成微弯型与上下深槽平顺衔接。

5.6.6.4 挖槽的进口段可拓宽成喇叭形,平原河流的挖槽出口段宜适当加深。

5.6.7 弃土和弃渣处理应符合下列规定。

5.6.7.1 疏浚弃土可用于筑坝和填塞支汊、坝田,调整河床形态。

5.6.7.2 爆破弃渣宜用于筑坝或填塞深潭,改善水流条件。

5.6.7.3 无直接利用的条件时,可抛置于不影响通航的深槽区,并应避免污染环境。

6 急险滩航道整治设计

6.1 一般规定

6.1.1 急滩、险滩和复杂滩险的整治应根据碍航的主要原因,采取炸礁、疏浚和筑坝等不同的工程措施。

6.1.2 急滩和险滩整治的资料收集应符合第3章的规定外,尚应补充下列有关资料:

(1)船舶绞滩与海损事故的调查分析;

(2)成滩期航线上的比降和流速,碍航流态的位置、范围和强度等观测资料;

(3)上下水船队的航迹和航速资料;

(4)溪沟内山洪来石量及相应水文条件的调查和观测成果;

(5)崩岩和滑坡区的地质调查与勘探资料。

6.1.3 急滩和险滩成滩期的上限水位、下限水位和最汹水位,应根据滩险在各级水位下的碍航情况确定。

6.1.4 急滩和险滩整治应充分考虑对上下游相邻滩险的影响。

6.2 急滩整治

6.2.1 急滩按成因可分为基岩急滩、溪口急滩、崩岩急滩和滑坡急滩等类型,整治时应区别突嘴、窄槽和潜埂等形态,采取扩大滩口过水面积和筑坝壅高水位等措施,调整流速分布与比降。

6.2.2 急滩整治应在技术可能和经济合理的情况下,使船舶自航上滩。整治工程量和投资过大或受其他条件限制,也可采用整治与绞滩相结合的方法。

6.2.3 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。

6.2.4 急滩整治设计,应进行整治前后水面线和平面流速分布计算,预测整治后航线上的流速和比降及其对上游河段的影响。

6.2.5 基岩急滩的整治应符合下列规定。

6.2.5.1 突嘴型急滩整治可按对口或错口等具体型式采取下列相应的措施:

(1)对口型急滩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)错口型急滩切除突嘴,适当延长错口长度,使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,根据各突嘴间的相互影响,因地制宜地确定方案,必要时进行模型试验。

6.2.5.2 窄槽型急滩整治,可扩大卡口处的过水断面,拓宽缓流区,窄槽型枯水急滩也可在滩下深槽筑坝壅水,使流速和比降满足船舶自航上滩的要求。

6.2.5.3 潜埂型枯水急滩整治,可扩大潜埂处的过水断面,必要时应在下游筑坝壅水,使滩口比降和流速满足要求。

6.2.6 基岩急滩整治需扩大的过水面积可按下列方法确定。

6.2.6.1 在具有实测资料的条件下,宜进行二维水流数值模拟计算。

6.2.6.2 在实测资料不足且滩情较为简单的条件下,可采用下列方法估算:

(1)计算法,在开挖断面上假定不同的过水面积,按水流运动方程和式(6.2.6)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和流速要求为止。

$$V_{\max} = \alpha V \quad (6.2.6)$$

式中 $V_{\max}$ ——滩口断面的最大表面流速(m/s);

α ——系数,根据实测资料确定,无实测资料时取 1.2 ~ 1.3;

V ——滩口断面的平均流速(m/s)。

(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连线为设计平均流速线,反求出各级水位下要求扩大的断面面积,确定整治需扩大的过水面积。

6.2.6.3 滩型复杂且跌水较大的急滩,宜通过模型试验确定。

6.2.7 按错口型式整治基岩急滩,其错口长度可采用下列公式近似计算:

$$D = L + L_b + L_a \quad (6.2.7-1)$$

$$L_a = B \frac{V_f - KU \cos \theta}{KU \sin \theta} \quad (6.2.7-2)$$

$$K = \sqrt{\frac{T_0 - WJ}{T_0}} \quad (6.2.7-3)$$

式中 D ——错口长度(m),如图 6.2.7 所示;

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);

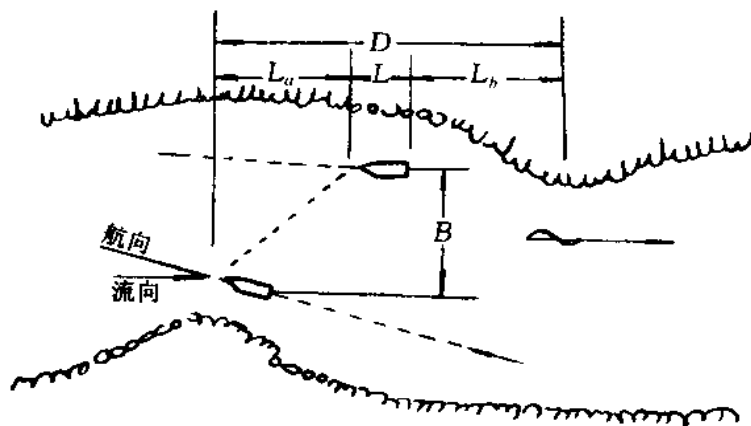


图 6.2.7 错口长度示意图

K ——航速折减系数;

U ——船舶的静水航速(m/s);

θ ——航向与流向的交角,取 15° ;

T_0 ——相应于船舶静水航速的推力(N);

W ——船舶或船队的总排水量(N);

J ——滩口水面比降。

6.2.8 基岩急滩的整治开挖线的布置应符合下列规定。

6.2.8.1 开挖线应适应整治后航线的变化,使水流平顺,改善航行条件。

6.2.8.2 以拓宽或开辟缓流航道为主的整治,开挖线应布置在有缓流的一岸;以减缓流速和比降为主的整治,开挖线宜布置在主流偏向的一岸。

6.2.8.3 开挖线的布置不应造成整治区产生泥沙淤积,并应满足挖泥船施工的要求。

6.2.8.4 按错口型式整治急滩时,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。

6.2.8.5 开挖线宜采用直线。当开挖线较长时,也可采用折线。

6.2.8.6 开挖线的高程、平面布置和整治断面形态应综合研究确定。

6.2.8.7 开挖线的设计应进行多方案比较,选择能减缓滩势、便于船舶安全航行且工程量较小的最优方案。

6.2.9 基岩急滩开挖横断面的边坡、底坡和开挖区底部纵坡(图 6.2.9)应符合下列规定。

6.2.9.1 横断面稳定边坡可按表 6.2.9 选取。当需要扩大过水面积时,其边坡可缓于表 6.2.9 中数值,必要时可采用变坡。

开挖横断面边坡

表 6.2.9

岩石类别	边 坡	岩石类别	边 坡
基岩	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

6.2.9.2 横断面底坡宜采用单一坡度,根据地形、地质条件和整治工程的需要也可采用变坡,并应满足下列要求:

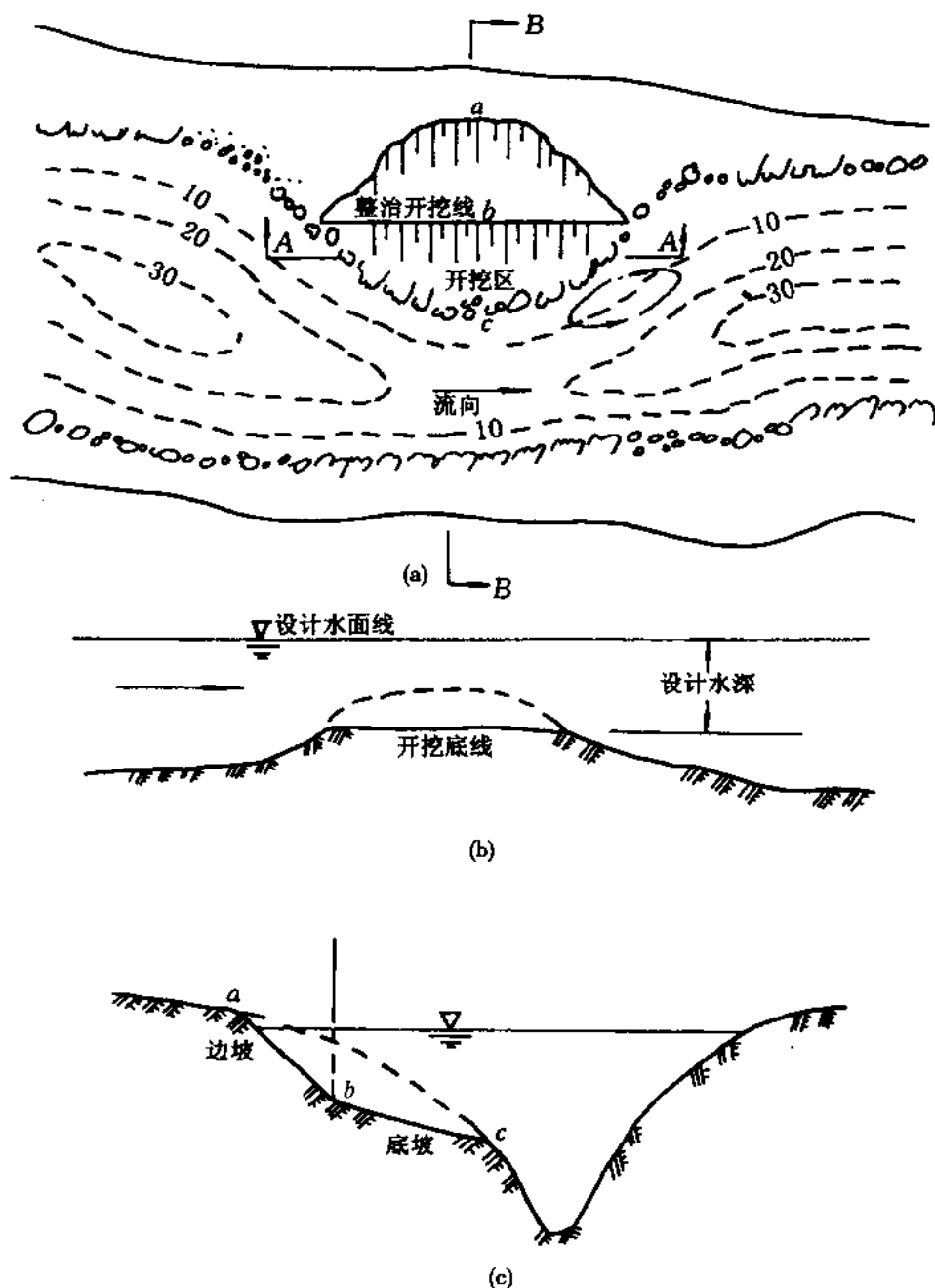


图 6.2.9 急滩整治开挖示意图

(a)开挖平面;(b)开挖纵断面 A-A;(c)开挖横断面 B-B

- (1)整治后的枯水急滩底坡有足够的航行水深;
- (2)中、洪水急滩整治区需过船时,其底坡不缓于 1:6~1:7。

6.2.9.3 开挖区需过船时,底部纵坡坡度宜与设计水面纵比降

相一致,并应充分考虑船舶过滩动吃水的影响。

6.2.10 溪口急滩的整治,除应按基岩急滩的有关规定执行外,尚应符合下列规定。

6.2.10.1 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、来石和地形、地质条件,研究其治理措施。

6.2.10.2 溪沟内有筑坝条件,并能容纳 5 年以上的溪沟山洪来石量时,可采用溪沟内筑坝拦石方案,坝址宜选在基岩上,坝高应按设计库容确定,当条件限制坝高时,可采用多级拦石坝。

6.2.10.3 溪沟口有适宜筑导流坝的条件,且滩下有容纳 5 年以上淤积量的深沱区,可在溪口处建坝,将溪沟内来石导向滩下深沱。

6.2.10.4 溪口改道的导流坝宜建在基岩或坚固的基础上,并宜避开山洪的顶冲。当溪口改道无天然的沟槽可利用时,应采用人工开挖导流沟。

6.2.10.5 溪沟拦石坝与溪口导流坝可采用浆砌条石和混凝土结构。拦石坝可采用透水的栅栏式坝型。

6.2.11 崩岩急滩和滑坡急滩的整治,应按基岩急滩的有关规定执行。大型崩岩急滩和滑坡急滩整治宜按初期整治和后期整治分期进行。

6.2.12 初期整治可采用裸露爆破,减缓滩势,实现绞滩通航。

6.2.13 后期整治开挖区的选定和整治线的布置应符合下列规定。

6.2.13.1 滑坡急滩整治,应考虑滑坡体的稳定性,开挖区宜选择在非滑坡一岸。当必须整治滑坡一岸时,应进行工程地质调查,研究开挖区整治线布置和整治断面形状,综合论证整治方案。

6.2.13.2 崩岩和滑坡区整治断面的开挖,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。

6.2.13.3 滩势复杂、碍航严重的崩岩急滩和滑坡急滩整治,开挖区选择、整治线布置和整治断面形状等应通过模型试验确定。

6.2.14 崩岩急滩和滑坡急滩的整治,当需采用爆破措施时,应对

滑坡体进行稳定计算和监测,限制每次起爆的最大用药量。

6.2.15 整治后稳定性较差的崩岩和滑坡体,必要时应采取下列措施进行防治:

(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;

(2)采用削坡减载、抗滑桩、锚杆和支挡等措施。

6.3 险滩整治

6.3.1 险滩按碍航特性可分为礁石险滩、急弯险滩、泡漩险滩和滑梁水险滩等类型。险滩整治应采取炸礁、筑坝和疏浚等工程措施,拓宽和加深航道,增大弯曲半径,改善不良流态。

6.3.2 礁石险滩的整治应符合下列规定。

6.3.2.1 礁石险滩的整治,应查明滩段的地质和地形情况、碍航礁石的分布,碍航水位和水流条件等。

6.3.2.2 整治江中礁石密布的险滩,应合理选择航槽,采取炸礁措施;整治航槽边缘存在碍航礁石的险滩,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。

6.3.2.3 整治航道狭窄、边缘凹凸不平和水流紊乱的礁石险滩,应通过计算或实船试验,确定航槽布置,并采取炸除挑流碍航礁石的措施。

6.3.2.4 航道内水下礁石的清炸深度,应根据改善险情的要求,适当加大富余水深。

6.3.3 急弯险滩的整治应符合下列规定。

6.3.3.1 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,满足设计船队安全行驶的要求。

6.3.3.2 单一河道中的急弯险滩可采取下列整治措施:

(1)挖除部分凸岸边滩,加大航道弯曲半径,必要时在凹岸深槽抛泥填潭或修建潜坝,增大凸岸边滩的冲刷流速,潜坝坝顶需有足够的航行水深,避免产生跌水;

(2)当凹岸有突出岩嘴挑流时,在岩嘴上游适当位置建丁坝或

顺坝,将主流挑出岩嘴,平顺水流;

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

6.3.3.3 分汊河道中的急弯险滩,根据不同的险滩位置与水流形态,可采取下列整治措施:

(1)在汊道进口处建洲头顺坝或炸挖洲头突出的浅嘴,减弱冲向凹岸的横流;

(2)在汊道出口处建洲尾顺坝,拦截横流,必要时在凹岸建顺坝或丁坝;

(3)废弃老槽、另辟新槽,或采取上下行船舶分槽航行。

6.3.3.4 水流较急的急弯险滩整治,可根据具体条件在滩下深槽建丁坝或潜坝,抬高水位,减缓水流。

6.3.3.5 整治开挖线的布置,应满足上下河段平顺连接、通视条件和船舶或船队安全航行的要求。

6.3.4 泡漩险滩的整治应符合下列规定。

6.3.4.1 泡漩险滩的整治应根据河床形态、水流条件及河床与水流的相互作用分析泡漩水的主要成因,采取相应的整治措施。

6.3.4.2 整治河心突起礁石阻水形成的泡漩险滩,可将礁石炸至适当的深度,调整河底相对高程和流速分布,也可采用丁顺坝将主流挑离河心礁石。

6.3.4.3 整治两岸或河底有突出石梁阻水形成的泡漩险滩,可炸除突出石梁,扩宽其下游的主流区,平顺水流,也可建潜坝或抛石填沱,调整底部的水流结构。

6.3.4.4 弯道凹岸突出岩嘴形成的泡漩险滩,可根据河道宽窄情况采取下列整治措施:

(1)当河道较宽时,在岩嘴上游建丁坝或丁顺坝,将主流挑出岩嘴,必要时将凸岸边滩的浅嘴部分挖除;

(2)当河道较窄时,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。

6.3.4.5 整治汊道进口处洲头横流顶冲河岸形成的泡漩险滩,

可建洲头顺坝,调顺进口段主流流向,消减泡漩水。

6.3.5 滑梁水险滩的整治应符合下列规定。

6.3.5.1 整治滑梁水险滩,应根据河床与水流的相互关系分析成因,并应查明成滩期的比降、流速、横流强度、石梁上水深及对船舶安全航行的影响。

6.3.5.2 整治一岸石梁形成滑梁水的险滩,可采取下列措施:

- (1)将形成滑梁水的石梁炸低至成滩的下限水位以下;
- (2)在石梁上建顺坝,坝顶高程高于成滩的上限水位。

6.3.5.3 整治两岸石梁同时形成滑梁水的险滩,可炸礁降低一岸石梁高程或建顺坝抬高一岸石梁高程,也可采用两者相结合的方法,使船舶避开滑梁水航行。

6.3.5.4 整治江中突出石梁形成滑梁水的险滩,当工程量不大时,可根据设计要求的航行水深将碍航石梁炸低。

6.3.5.5 滑梁水险滩河段有副槽可利用时,可通过炸挖开辟副槽通航,避开滑梁水。

6.3.6 险滩整治建筑物布置应符合下列规定。

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

6.3.6.2 在凹岸突嘴上游布置顺坝或丁顺坝,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。

6.3.6.3 以改善流态与调整流速分布为目的的整治,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要求。坝顶可采用平顶或斜坡阶梯形。

6.3.6.4 采用洲头顺坝整治分汊河段进口处的险滩,坝头应布置在分流点附近,坝轴线应沿江心洲脊线布置。

6.4 复杂滩险整治

6.4.1 复杂滩险可分为卵石急滩、分汊基岩急滩、连续急滩和复

合型滩等类型。复杂滩险应分析研究碍航特性和成因,采取相应的整治措施。

6.4.2 卵石急滩的整治应符合下列规定。

6.4.2.1 整治卵石急滩应根据床面卵石粒径及排列、滩段卵石输移等情况,采取相应的整治措施。

6.4.2.2 整治河床稳定的卵石急滩,应按第 6.2 节的有关规定执行。有条件的滩段,应在河道两岸布置错口丁坝,使船舶能交替利用两侧缓流迂回上滩。

6.4.2.3 整治年内或年际河床有一定变化的卵石急滩,应采用疏浚措施,扩大滩口断面,并应根据具体情况,布置适当型式的建筑物导引水流,减少挖槽内的回淤。

6.4.3 分汊基岩急滩的整治应符合下列规定。

6.4.3.1 分汊基岩急滩的资料收集,除应按第 6.1.2 条的规定执行外,尚应收集或观测各汊道成滩、最汹和消滩期的流量、比降、流速和流态等资料。

6.4.3.2 通航汊道的选择,应根据各汊道的水流条件、上下游航道连接情况和船舶航行要求等因素确定。通航汊道宜选择现行通航汊道,也可根据实际情况,上下水航道分别选在不同汊道。

6.4.3.3 通航汊道的整治,应考虑整治后汊道分流比的变化,满足通航汊道航道尺度和通航水流条件的要求。

6.4.3.4 分汊基岩急滩的整治可采取爆破开槽的措施。当通航汊道爆破开挖后,分流量增大,产生流速和比降相应增大的负效应时,应在非通航汊道采取适当的分流措施。

6.4.3.5 通航汊道的断面开挖,应满足航道尺度和通航水流条件的要求,宜以拓宽为主。进口段航槽平面开挖线布置,根据地形的形态变化,可采取喇叭型,调节断面流速分布,使航槽内流速、比降和流态等满足船舶安全航行的要求。

6.4.4 连续急滩的整治,应全面统筹考虑,根据整个滩段整治后可能达到的平均比降和流速,合理采取工程措施,并应符合下列规定。

6.4.4.1 连续急滩的整治,应根据滩段中急滩的分布状况,采取疏浚开挖和筑坝壅水相结合的工程措施,逐级壅水,分散水面的集中落差,减缓流速和比降,满足船舶自航上滩的要求。

6.4.4.2 通过整治无法达到全部消除绞滩的连续急滩,可根据各滩的具体情况,通过整治使较大的比降和流速集中到一处,变多绞为一绞,改善通航条件。

6.4.5 复合型滩的整治,应根据各碍航部位的特性及相互关系,采取不同的工程措施,并应符合下列规定。

6.4.5.1 整治上浅下险的复合型滩,在治理上段浅情时,应充分考虑水流集中下泄对下段险情的负面影响,适当加大对险区治理的力度。

6.4.5.2 整治上浅下急的复合型滩,在采用扩大过水断面的方法减缓下段急流时,应验算对上段浅区水面降低的影响,适当调整整治水位和疏浚深度。

6.4.5.3 整治沿程急流与险区交替出现的复合型滩,应根据急流和险区的分布状况、碍航程度及相互影响,经多方案比较,选定经济合理的工程方案。

6.4.6 难以确定整治工程方案的复杂滩险,应采用物理模型试验或数值模拟研究的方法确定工程方案。

7 潮汐河口航道整治设计

7.1 一般规定

7.1.1 潮汐河口的河口河流段航道整治应按第 5 章的有关规定执行。河口潮流段和口外海滨段的口门内浅滩和河口拦门沙浅滩的整治,应根据其成因和水沙特性,采取不同的整治工程措施。

7.1.2 潮汐河口航道整治的资料收集除应符合第 3 章的有关规定外,尚应补充下列资料:

(1)历年的水下地形图、航道图和有关河口海岸演变及动力地貌的资料等;

(2)整治河段洪、枯季不同潮型的同步潮位,流速和含沙量过程线及涨落潮平均流量,分汊河段的分流比和分沙比等;

(3)河口拦门沙地区的潮流流速、流向、含沙量、底质、盐度、波浪要素和风速、风向等;

(4)整治工程区域的地质钻探和航道回淤资料等。

7.1.3 潮汐河口航道整治,应根据近期实测资料,进行下列内容的水文泥沙特性和河床演变分析:

(1)根据流域来水来沙的多年变化,尤其是大洪水 and 不同季节上游来水来沙、潮位、流速和流量变化,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;

(2)根据整治段盐水和淡水混合的程度确定其类型;

(3)分析整治河段水流动力轴线、河床纵横向的年际和年内冲淤变化及洪、枯季河床质的粒径变化;

(4)分析整治河段的风况和波浪等特征。

7.1.4 潮汐河口航道应根据河床边界条件,水文、风浪、泥沙、地

质和冲淤演变等,通过技术经济论证和方案比选确定整治方案。

7.1.5 整治潮汐河口航道,应利用涨落潮流的动力作用,采取疏浚、筑坝或两者相结合的措施,增加航道内的单宽流量。

7.1.6 潮汐河口航道的整治水位,在河口潮流段,可采用洪、枯季大、中、小潮产生最大落潮流速时的平均水位;在口外海滨段,当整治建筑物兼有防浪或拦沙作用时,可高于该水位。

7.1.7 整治重要且复杂的潮汐河口航道,除进行资料分析外,尚应通过模拟研究进行充分论证,优选整治方案。

7.1.8 潮汐河口航道选线和航道尺度的确定,应按第4章的有关规定执行。乘潮水位、泥沙回淤和波浪要素的计算,应符合现行行业标准《海港水文规范》(JTJ 213)的有关规定。

7.1.9 有航运要求的潮汐河口,不宜建挡潮闸。必须建挡潮闸时,应进行充分论证,并采取必要的工程措施满足通航要求。在河口上游建水库、水闸和在潮区界范围内围垦,均应论证对河口航道尺度的影响。

7.2 河口拦门沙航道整治

7.2.1 河口拦门沙的成因和演变规律,应根据不同类型河口拦门沙特征进行历史和现状的分析,并应考虑下列因素及相互关系:

- (1)水流扩散和涨落潮流路不一致对水流动力的影响;
- (2)盐水和淡水混合,最大混浊带位置变化和泥沙絮凝沉降的情况;
- (3)径流量和潮流量比值及变化;
- (4)上游来沙、潮流输沙、波浪掀沙和沿岸输沙的情况;
- (5)底质组成和底沙输移形态及对河口地形的影响。

7.2.2 河口拦门沙航道的整治应根据历年地形图,比较分析其年际和年内洪、枯季的变化规律,并应根据其成因和演变规律,采取疏浚或疏浚与筑坝相结合的整治措施,因地制宜,综合规划,分期实施。

7.2.3 易变河口拦门沙航道的整治,宜采取建单侧或双侧导堤的

工程措施。为适应排洪、纳潮和延长中枯水冲刷历时需要,可沿导堤内侧布置高程略低于导堤的丁坝。导堤和丁坝的平面走向、间距和高程等布置宜通过模拟研究确定。

7.2.4 当河口拦门沙受沿岸输沙影响,导堤需兼顾拦截沿岸输沙功能时,单侧导堤应布置在沿岸来沙方向一侧。

7.2.5 多汊道河口拦门沙航道的整治,宜选择水深条件好、落潮流动力强和分沙比小的汊道为主航道,采取双导堤和分流鱼嘴与疏浚相结合的工程措施。必要时可在导堤内侧布置丁坝或在非通航汊道内建坝限流。

7.3 口门内浅滩整治

7.3.1 口门内浅滩的整治,宜选落潮流主槽为航槽,采取疏浚和建丁坝、顺坝或加高潜洲等措施,集中水流,增加航道尺度。

7.3.2 整治口门内分汊河段的浅滩,宜选择落潮流动力较强、分沙较少的汊道为主航道,适当布置整治建筑物,引导水流,增强其冲刷能力。整治措施应符合下列规定。

7.3.2.1 整治江心沙滩低矮且常有变动的大型潮汐河口的口门内汊道浅滩,宜布置固滩鱼嘴,稳定和加高心滩,防止窜沟发展,限制汊道间的水沙交换,有利于通航汊道的稳定和发展。

7.3.2.2 整治多汊的潮汐河口口门内浅滩,当选定通航汊道的落潮流分流比不能满足要求时,可采取在非通航汊道内建锁坝、在进口处建接岸的挑流丁坝或建连接洲头的导流顺坝等措施,使落潮流集中于通航汊道。当通航汊道两侧存在较小支汊和窜沟时,可进行封堵。

7.3.2.3 当口门内汊道浅滩有主、支汊易位趋势,原有通航汊道落潮流动力减弱,汊道内又有港口码头等设施,必须保持通航时,应通过疏浚原有通航汊道和限制其他汊道继续发展的整治措施,调整分流比,恢复原汊道的通航条件。

7.3.3 网状的人海河口,当需要整治某一支的口门内浅滩时,应综合分析该处的涨落潮动力条件和河床演变规律,慎重选择疏浚

与筑坝的结合方式。当该支的径流和潮流相对较弱时,宜以基础性疏浚为主,辅以少量导流防淤建筑物,避免减弱涨落潮流动力。当条件允许时,可采取拓宽卡口的措施,改善引入径流和接纳潮流的条件。

7.3.4 口门内浅滩整治工程的丁坝布置,坝轴线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一致。

7.4 整治线和挖槽布置

7.4.1 潮汐河口口外海滨段航道整治线走向宜与涨落潮主流向一致;河口潮流段航道整治线走向宜与落潮流主流向一致,其线形宜采用微弯形。

7.4.2 潮汐河口航道整治线宽度可参照第 4.4 节和第 5.2 节的有关规定确定。河口潮流段和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式计算:

$$B_2 = B_0(1 + \Delta B)^x \quad (7.4.2)$$

式中 B_2 ——下游计算端的整治线宽度(m);

B_0 ——上游计算端的河宽(m);

ΔB ——放宽率,根据优良河段资料反求或通过模型试验经综合论证确定;

x ——河流轴线上 B_0 和 B_2 两端断面间的距离(km)。

7.4.3 在潮汐河口设计挖槽时,应进行潮流、波浪和泥沙运动的分析论证,选取相对稳定的以落潮流为主的深槽为挖槽。潮流与挖槽轴线的交角宜小于 15° ,但不应大于 30° 。在口外海滨段,当涨潮流占主导地位,并由此形成深槽时,应选取涨潮流主槽为挖槽。

7.4.4 潮汐河口航道疏浚的抛泥区宜选在开挖航槽的下游,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进行充分的技术经济论证,必要时可通过现场试验确定。条件许可时,宜将弃土排入坝田围堰内或导堤外围堤造地。

7.4.5 在洪、枯水流量变幅较大且风浪作用较强的潮汐河口,应

分析洪水和风浪对航槽淤积的影响。

7.4.6 潮汐河口整治河段的挖槽回淤和抛泥区抛泥对挖槽回淤的影响,应进行数值模拟研究,必要时尚应通过物理模型试验或挖槽试验进行论证和预测。

8 枢纽上下游航道整治设计

8.1 一般规定

8.1.1 枢纽上下游航道整治的范围应包括变动回水区、常年回水区、通航建筑物上下游航道和受枢纽影响的下游航道。

8.1.2 枢纽上下游航道整治设计的资料收集除应符合第3章的有关规定外,尚应补充下列资料:

- (1)枢纽的功能、基本特征和布置;
- (2)水库各种调度运行方案的水位过程线;
- (3)典型水文年水库消落期的回水曲线;
- (4)电站调度运行方式和下泄流量过程;
- (5)不同情况下与电站泄流相应的沿程各控制站的水位和流量变化过程;
- (6)枢纽上下游河道特性、滩险分布及碍航情况。

8.1.3 枢纽上下游航道整治,应根据不同河段的水沙条件变化和河床演变规律采取相应的工程措施。

8.2 变动回水区航道整治

8.2.1 变动回水区航道整治,应按滩险所处位置、特性和成因采用不同的工程措施,并应符合下列规定。

8.2.1.1 变动回水区上段和中段砂卵石浅滩整治,宜以筑坝为主,增强消落期水流冲刷能力,必要时辅以疏浚。

8.2.1.2 变动回水区下段淤沙浅滩整治,宜采用疏浚与筑坝相结合。对特别宽阔的河段,宜适当布置整治建筑物予以束窄,配合优化水库调度,满足航道尺度要求。

8.2.1.3 整治变动回水区因泥沙累积性淤积航槽发生移位的滩险,应按移位后的航道走向布置挖槽和整治建筑物。

8.2.1.4 变动回水区因泥沙淤积或水位变化形成新的急滩和险滩,或原有的急滩和险滩险情加重时,应按第6章的有关规定进行整治。

8.2.2 变动回水区整治水位的确定应符合下列规定。

8.2.2.1 变动回水区上段整治水位的确定可参照第5.2节的有关规定,并应根据具体情况适当提高,延长消落冲刷期。

8.2.2.2 变动回水区的中段和下段宜以浅滩上端脱离壅水影响的水位作为整治水位的依据,并应考虑浅滩逐渐淤积抬高的趋势,将沿程整治水位与设计最低通航水位的差值逐步加大。

8.2.2.3 变动回水区的复杂浅滩和支流河口浅滩的整治水位,宜通过模拟研究确定。

8.2.3 变动回水区航道整治线布置应符合下列规定。

8.2.3.1 当变动回水区中段和下段因泥沙累积性淤积,引起比降逐年调平且流速沿程减小时,浅滩群的整治线宽度可沿程逐渐束窄,利于输沙。

8.2.3.2 当变动回水区过渡段的淤积逐年增长且下深槽逐渐萎缩时,整治范围应向下深槽延伸。

8.2.3.3 变动回水区的急弯和分汊河段,整治线布置宜顺应向微弯和单一河道发展的趋势,加以引导和巩固。

8.3 常年回水区航道整治

8.3.1 水库蓄水前,应在选定的航线上预先炸除常年回水区的碍航礁石、突嘴和河心石梁等。炸礁范围应考虑航槽易位情况,满足通航水流条件的要求。

8.3.2 常年回水区峡谷型洪水急流滩的航道整治,宜采取炸礁和切嘴措施,减缓近岸流速,改善局部流态,拓宽缓流航道。

8.3.3 常年回水区峡谷型急弯段的航道整治,可采取炸除凸岸突嘴措施,增大航道弯曲半径或航道宽度。

8.3.4 常年回水区上段淤沙浅滩整治可参照第 8.2.1.2 款的有关规定执行。

8.4 通航建筑物上下游航道整治

8.4.1 通航建筑物上下游航道整治应满足枢纽通航的要求,解决引航道口门外连接段至候闸锚地间的碍航问题,并应通过分析研究确定经济合理的工程方案。重要和复杂的通航建筑物上下游航道整治,宜通过河工模型试验和船模航行试验优化工程方案。

8.4.2 当枢纽通航建筑物引航道口门外连接段存在急流、泡漩、横流和回流等碍航水流,影响船舶或船队顺利进出引航道时,应针对碍航水流产生的原因,采取切嘴、削坡、填沱、引流压泡或筑坝调整流速分布等措施进行整治。

8.4.3 当引航道布置在非主航道一侧,或枢纽运行后水流流路发生变化,原有航道因泥沙淤积不能利用,使连接段航道内出现浅滩或弯曲狭窄段时,应采取爆破和疏浚措施开辟新航槽,必要时尚应建坝导流防淤,保持航槽稳定。

8.4.4 当枢纽下游航道因泄洪影响,产生较强的横流和波浪,威胁船舶通航安全时,除应优化泄洪方式外,也可适当延长隔流堤长度或增建导流建筑物,改善下游航道水流条件。

8.4.5 当枢纽建成后,因坝下河床下切造成较大的水面降落,使下引航道水深不足时,除应浚深引航道外,有条件时应在枢纽下游近坝河段适当部位采取综合工程措施,壅高引航道水位或遏制水位的继续降低。

8.4.6 当枢纽下游引航道连接段航道尺度不足,且江心洲造成水流转折和散乱,严重碍航时,除应采取疏浚和炸礁措施开辟新航道外,尚应通过建导流或限流建筑物,形成稳定的单一航槽或双槽交替通航。

8.4.7 当锚地范围内存在碍航礁石时,应予炸除。

8.5 枢纽下游航道整治

8.5.1 枢纽下游航道整治应对下列情况进行分析研究:

(1)水库调节性能、调度方式和建库前后枢纽下游水沙条件的变化;

(2)枢纽下游主要受影响段的河床和河岸组成、抗冲层分布及埋深;

(3)水库运行后下游河床的冲刷进程、形式和局部河段急剧冲刷对下游河道淤积变化的影响;

(4)枢纽下游河床冲刷所造成的水位下降;

(5)在水沙条件变化和河床调整过程中,对通航带来的影响。

8.5.2 枢纽下游航道整治水位和整治线宽度的确定应符合下列规定。

8.5.2.1 枢纽下游航道的整治水位,宜结合滩段枯季实际流量、水位及变幅,参照第 5.2.1 条的有关方法,综合分析确定。

8.5.2.2 枢纽下游航道的整治线宽度,可根据滩段水沙条件的变化情况,参照第 5.2 节的有关规定确定。

8.5.3 枢纽下游河床变形较大河段的航道整治,宜与防洪护岸工程或建库后的河势控制工程相互配合、协调,并应符合下列规定。

8.5.3.1 建库后横向变形不大,但可能受到上冲下淤影响的砂卵石浅滩,宜采取筑坝与疏浚相结合的工程措施,固滩束水,堵汉并流,疏通航槽,防止回淤。

8.5.3.2 建库后横向变形较大,易产生崩岸或洲滩移动,乃至滩槽易位的浅滩,应采取护岸固滩、加强节点和堵汉并流等整治措施,必要时应辅以疏浚措施。

8.5.4 建库后河床变形不大的局部宽浅河段和分汊河段,当河床冲深值小于水面降低值,或在河道冲淤变形过程中出现过渡段上下深槽交错乃至滩形散乱,导致航道水深不足时,宜采取筑坝加固加高边滩或堵汉并洲集中水流等整治措施,必要时应辅以基建性疏浚。

8.5.5 建库后卵石露头较高和存在碍航礁石的近坝河段,当受下

游水面大幅度降低的影响,形成坡陡流急段或新的浅险段时,宜采取疏浚或爆破措施,拓宽加深航槽,消除浅、急、险的威胁。必要时,可结合在开挖区下游建丁坝、潜坝或抛填深槽等措施,减缓滩段流速和比降,改善通航条件。

9 湖区、桥区和港区航道整治设计

9.1 一般规定

9.1.1 湖区、桥区和港区的航道整治应根据自然条件、碍航特点及相关的特殊要求,采取相应的工程措施。

9.1.2 整治湖区航道应根据湖泊航道、河湖两相航道和滨湖航道的不同特点,通过对湖床或河床组成状况、水文和气象等条件的勘测和调查,分析浅滩的成因和演变规律。

9.1.3 整治桥区和港区航道除应掌握河床演变规律外,尚应充分考虑船舶在桥区和港区航道安全航行、穿行和靠离的要求。

9.1.4 新建桥梁选址必须符合现行国家标准《内河通航标准》(GBJ 139)的有关规定。当必须采取整治措施补救时,应根据通航论证的要求,对建桥后桥区河段的河床演变趋势进行预测分析。在重要河段和变化复杂的河段建桥,应通过模型试验,结合优化桥轴线和桥墩布置,选定相应的整治方案。

9.2 湖区航道整治

9.2.1 湖区航道整治的资料收集除应满足第3章的要求外,尚应补充下列资料:

(1)湖泊及与之相连的河流水位变化及相互关系,相互顶托影响的大小和时间;

(2)河湖两相航道和滨湖航道在不同时期的流速、流向和比降资料,双向水流情况及规律;

(3)湖泊航道和河湖两相航道的风浪掀沙现象及规律。

9.2.2 湖泊航道浅滩整治,宜采取疏浚措施;河湖两相航道和滨

湖航道浅滩整治,宜采取疏浚或疏浚与筑坝相结合的工程措施。

9.2.3 在湖泊航道浅滩上开挖航槽,宜选择淤积量较少、航程较短和工程量较小的线路,并应考虑风浪掀沙的影响,必要时应加大挖深和挖宽;经充分论证应建防沙导堤。

9.2.4 整治单向水流的河湖两相航道和滨湖航道浅滩,应分析浅滩的河床形态、河岸和河床组成情况及演变规律和趋势等,航道整治可参照第5章的有关规定执行。有条件时航道整治应与防洪治理相结合。

9.2.5 在有双向水流的河湖两相航道和滨湖航道浅滩上进行挖槽定线和布置整治建筑物,应分析湖床平面形态和各个时期水沙运动特点,适应中、枯水主流流向,有利于退水期航槽冲刷。在水面狭窄区可采取适当措施,减少顺流和逆流流路的偏离;在水面开阔区应避开主要淤积部位,必要时应在来沙较少、洲面较高和岸线较稳定处另辟新航槽。

9.2.6 整治湖区泥质浅滩,宜采取疏浚措施。挖槽定线宜符合中枯水流向。弯曲狭窄的航段宜采取切嘴或裁弯取直措施。

9.2.7 整治湖区有跌坎的泥质浅滩,宜布置较长的挖槽,调整纵比降,并应避开有沙质夹层的部位,避免形成新的跌坎。设计时,应进行挖槽水面线计算。

9.3 桥区航道整治

9.3.1 桥区航道整治的资料收集除应满足第3章的要求外,尚应补充下列资料:

- (1)桥区河段河床地形图;
- (2)桥区河段河床演变对比分析图;
- (3)桥区河段特征流量时的流速和流向图;
- (4)洪、中、枯不同水位期船舶通过大桥的航迹线图;
- (5)桥址选择的通航论证报告。

9.3.2 桥区航道整治应采取不同的工程措施固定边滩、保护上下游河岸、稳定航槽和归顺通航桥孔的水流流向。

9.3.3 当建桥后上游边滩扩大下移并威胁正常通航时,应布置整治建筑物,调整流向和流速分布,遏制边滩展宽和下移。

9.3.4 当航道水流流向与桥轴法线间交角较大且影响航行安全时,应筑坝调整水流,稳定航槽。

9.3.5 桥区为礁石河床,上游礁石挑流影响通航时,应切除突嘴,调整水流流向;下游礁石突出形成回流影响通航时,应切除突嘴,平顺岸线,减小回流范围。

9.3.6 当桥墩建在江心洲滩上,将造成航道移位或产生不良流态,影响航道畅通或威胁航行安全时,应建护洲鱼嘴或加固洲滩的建筑物,调整水流流向,稳定通航桥孔的上下游航道。

9.4 港区航道整治

9.4.1 港区航道整治的资料收集除应满足第3章的要求外,尚应补充下列资料:

- (1)港区码头泊位布局资料及有关平面图;
- (2)码头前沿的流速、流向和流态;
- (3)船舶锚地范围及有关图纸;
- (4)港口专用进港航道及专设航标的有关资料和图纸;
- (5)船舶在港区通行和靠泊等方面的资料。

9.4.2 港区航道整治应在确保主航道畅通的前提下,针对不同的碍航情况,采取不同的整治措施。

9.4.3 当港口码头与主航道同靠河道一侧时,航道整治应符合下列规定。

9.4.3.1 当港口码头处于弯道凹岸,因凸岸边滩切割,主航道与码头前沿共用水域被心滩挤压缩窄时,宜在凸岸修筑丁坝,保护边滩,防止边滩外缘形成稳定的窄沟或汉道,促使与边滩分离的心滩逐步消失。

9.4.3.2 当港口码头处于较为顺直的河段内,因上游边滩存在下移趋势或上游发生滩槽易位现象,造成码头前沿淤浅,影响作业时,宜采取措施固定上游边滩或控制上游河势,使水流继续靠近码

头前沿通过,保持码头前沿的水深。

9.4.3.3 当港口码头处于蜿蜒河道或分汊河道内,受到河岸崩退或汊道分流比和分沙比变化的影响时,可采取护岸或限制其他支汊发展的工程措施,防止码头水域的淤积和主航道易位。

9.4.4 当港口码头与主航道分离时,航道整治应符合下列规定。

9.4.4.1 在单一河道上,当主航道深泓线与港口码头前沿线有一定偏离时,可在保持主航道畅通的前提下,采取筑坝导流措施进行调整。

9.4.4.2 在较为宽阔的单一河道上,当两侧均有码头,并均需保持其作业条件而水深不足时,经充分论证,可采取加固加高江中原有心滩的工程措施,形成人工分汊,并区别主次,控制两汊的分流比。

9.4.4.3 在分汊河段上,当主航道与港口码头各处一汊,或两汊均有港口码头时,宜采取措施适当调整或控制两汊的分流比,保持主汊的优势地位和主航道应有的尺度,并使支汊的进港航道和港口水域不淤或少淤。

9.4.5 位于山区河流水库变动回水区的港区航道整治,应与港口改造相协调,统筹规划,区别情况予以处理,并应符合下列规定。

9.4.5.1 在弯曲河段上,当建库后凸岸发生淤积,迫使原处于凸岸一侧的码头泊位向河心伸延,而凹岸一侧又有礁石,致使消落期航道宽度变窄,水流变急时,应炸除凹岸碍航礁石,拓宽通航水域。

9.4.5.2 重要的港口码头,当建库后处于不可逆转的累积性淤积区时,可根据模型试验成果,采取整治措施将淤积范围固定,加高滩面,形成新的码头前沿线。

9.4.6 当兴建闸坝、引水工程和跨河桥梁等可能引起港区航道冲淤变化时,应通过模拟研究对工程效果进行预测,优选工程方案。

10 整治建筑物设计

10.1 一般规定

10.1.1 整治建筑物应包括丁坝、顺坝、锁坝、鱼嘴、护岸和护滩等。整治建筑物应根据航道整治工程设计中的平面布置、整治水位、材料状况、水流、风浪和河床底质等自然条件及其他技术要求,进行结构设计。

10.1.2 整治建筑物应经济实用,宜就地取材、便于施工和维修,建筑物的外观宜与当地环境相协调。

10.1.3 受力复杂、河床松软或工程量大的整治建筑物,应进行稳定计算和地基沉降计算。

10.1.4 在有流冰的河流上,整治建筑物设计应考虑冰凌的影响,采取防护措施。

10.1.5 整治建筑物的材料应符合下列规定。

10.1.5.1 块石应质地坚硬,在水中或受冰冻后不崩解,级配合理,不宜采用片状。坝体及面层块石粒径,可根据经验或计算确定。

10.1.5.2 土工织物必须经检验合格后方可使用。土工织物应满足抗拉、顶破和撕裂等设计强度要求,并应满足设计等效孔径和渗透系数等保土透水性要求。

10.2 护底和护滩结构

10.2.1 护底和护滩的设计应根据整治建筑物的类型及工程所在部位的水流、波浪、底质和材料来源等,合理选择护底和护滩结构型式及相应的施工工艺。

10.2.2 护底和护滩的排体结构宜优先选用能适应河床较大变形且对环境影响小的土工织物软体排。

10.2.3 护滩排体结构宜采用混凝土系结块软体排或混凝土联锁块软体排。

10.2.4 护底排体结构形式的选择应满足下列要求。

10.2.4.1 在风浪小、水流平稳、表面流速小于 1.0m/s 、水深小于 6.0m 和地形平坦的地区,可采用散抛压载软体排。

10.2.4.2 在风浪较大、受水流顶冲、地形较平坦、表面流速不大于 2.0m/s 和水深小于 20.0m 的地区,宜采用沙肋软体排或混凝土系结块软体排。

10.2.4.3 在受水流顶冲、表面流速大、地形较复杂和水深较大的地区,宜采用混凝土系结块软体排或混凝土联锁块软体排。

10.2.4.4 在缺乏石料、地形较平坦和河床变形小的地区可采用沙被软体排。

10.2.5 土工织物软体排的铺设应满足下列要求。

10.2.5.1 在地形起伏不大的区域,排体实际长度不得小于理论计算长度的 1.1 倍。

10.2.5.2 在地形较陡的地区,陆上部分应采用削坡处理,水下部分应采用抛石或土工织物充填袋调整水下坡度,坡度不宜陡于 $1:2.5$ 。排体实际长度不得小于沉排理论计算长度的 1.2 倍。

10.2.5.3 相邻两块排体之间搭接宽度在陆上不得小于 1.0m ,在水下不得小于 2.0m 。

10.2.5.4 软体排的排头应牢固稳定,宜埋于排头沟内或固定于岸坡固定桩上。当排头固定在岸边有困难时,也可将排头部分压载固定于河底,压载数量和方式应通过计算分析确定。

10.2.6 在石料充足且价格较低、河床抗冲性较好和地形起伏大的地区宜采用抛石护底。石块大小应满足抗冲稳定的要求。

10.3 丁坝设计

10.3.1 块石丁坝坝体结构应符合下列规定。

10.3.1.1 块石丁坝的梯形横断面,迎水坡可取 $1:1.0 \sim 1:1.5$,背水坡可取 $1:1.5 \sim 1:2.0$ 。

10.3.1.2 坝顶宽可取 $1 \sim 3\text{m}$,在流速大或有流冰的地区,可取较大值,特殊情况也可适当加宽。

10.3.1.3 坝体应按设计要求嵌砌牢固,并进行理坡和坝面平整。

10.3.2 充填袋填心坝坝体结构应符合下列规定。

10.3.2.1 坝体的梯形横断面,迎水坡可取 $1:1.5 \sim 1:2.0$,背水坡可取 $1:2.0 \sim 1:2.5$ 。坝体顶宽可取 $2 \sim 4\text{m}$,特殊情况也可适当加宽。

10.3.2.2 充填袋外宜加盖无纺土工布,外层采用块石护面,块石厚度可取 $0.7 \sim 1.0\text{m}$ 。受波浪影响较大的地区尚应采用人工块体护面。

10.3.2.3 坝体坡脚应设置抛石棱体,棱体高度宜取 $1.0 \sim 1.5\text{m}$,迎水面的棱体顶宽宜取 $1.0 \sim 1.5\text{m}$,背水面的棱体顶宽宜取 $1.5 \sim 2.0\text{m}$ 。

10.3.3 丁坝坝顶纵坡应符合下列规定。

10.3.3.1 坝顶纵坡坡度可取 $1:100 \sim 1:300$,特长的丁坝应结合滩岸高程调整纵坡。

10.3.3.2 需要在不同水位下发挥作用的丁坝,坝顶可分段采用不同的高程或不同的纵坡坡度。

10.3.3.3 对有排冰或其他要求的航道,丁坝坝顶可设为平坡。

10.3.4 丁坝坝根结构应符合下列规定。

10.3.4.1 丁坝坝根宜采用喇叭形接岸。当河岸易冲蚀且水流作用较强时,坝根应嵌入岸坡内,并应有适量的护坡,防止根部被水流淘刷。

10.3.4.2 坝根护坡长度应根据河岸地质和水流情况确定,上游护坡长度可取 $5 \sim 20\text{m}$,下游护坡长度可取 $10 \sim 30\text{m}$,特殊情况可适当增减。

10.3.4.3 坝根护坡高度应根据地质和地形情况确定,护坡高

出坝根顶部不宜少于 1.0m。

10.3.4.4 坝根接岸处的岸坡坡度不宜陡于 1:1.5。

10.3.5 丁坝坝头结构应符合下列规定。

10.3.5.1 坝头平面宜布置成圆滑曲线,向河坡坡度宜取 1:2.5 ~ 1:5.0。

10.3.5.2 根据水流对坝头的作用情况,距坝头 5 ~ 15m 范围的坝体可加宽 1 ~ 3m,充填袋填心坝坝头加宽段应全部采用块石。

10.3.6 丁坝坝面结构应符合下列规定。

10.3.6.1 坝面宜采用较大的块石或浆砌条石和浆砌块石护面。

10.3.6.2 流冰河段坝面的防冰措施,可采用灌注速凝混凝土或铁丝笼装块石将坝面块石联结成整体。

10.3.7 在河床易冲刷变形的河段,丁坝应采取护底措施。护底结构应符合第 10.2 节的有关规定。丁坝护底范围可按表 10.3.7 选取。

丁 坝 护 底 范 围

表 10.3.7

护底外缘 线范围 河段土质	距迎水坡脚 (m)	距背水坡脚 (m)	距坝头向河坡脚 (m)	说 明
容易冲刷	2 ~ 4	5 ~ 10	5 ~ 12	
特别容易冲刷	10 ~ 20	20 ~ 30	30 ~ 60	必要时,通过计算 或模型试验确定

10.3.8 潜丁坝坝顶宽可取 2 ~ 5m,迎水坡坡度可取 1:1.5 ~ 1:2.0,背水坡坡度可取 1:2.0 ~ 1:2.5。护底的范围可按表 10.3.7 选取。

10.4 顺 坝 设 计

10.4.1 顺坝坝体结构应符合下列规定。

10.4.1.1 块石顺坝坝顶宽宜取 1 ~ 2m,边坡坡度宜取 1:1.0 ~ 1:2.0。充填袋填心坝坝顶宽宜取 1.5 ~ 3m,边坡坡度宜取 1:1.5 ~ 1:2.0。

10.4.1.2 洲头分流、洲尾导流或封弯导流等顺坝,应根据不同的受力情况,增加坝顶宽度和放缓边坡。

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

10.4.3 顺坝坝根护坡设计可按第 10.3.4 条的有关规定执行。

10.4.4 顺坝坝面结构可按第 10.3.6 条的有关规定执行。

10.4.5 洲尾顺坝和导流顺坝坝头可不加宽,其坝头坡度可取 1:2.0~1:3.0。洲头顺坝坝头可根据水流条件适当加宽,坡度适当放缓。充填袋填心坝坝头部分应全部采用块石结构。

10.4.6 在易冲刷变形的河段,顺坝宜采取护底措施。护底结构应符合第 10.2 节的有关规定。护底范围可伸出边坡坡脚外 5~15m,伸出坝头坡脚外 10~20m。

10.5 锁 坝 设 计

10.5.1 锁坝设计应进行坝面块石尺度、抗滑稳定、坝下冲刷变形和渗流量等计算。

10.5.2 锁坝坝体结构应符合下列规定。

10.5.2.1 锁坝迎水坡坡度可取 1:1.5~1:2.0,背水坡坡度可取 1:2.0~1:3.0。

10.5.2.2 锁坝顶宽可取 2~5m,在流速大或有流冰地区,可取较大值。

10.5.3 锁坝坝面结构可按第 10.3.6 条的有关规定执行。

10.5.4 锁坝坝顶可设为平坡,必要时可设不陡于 1:10 的纵坡,减弱水流对坝下接岸段的冲刷。

10.5.5 锁坝坝根结构应符合下列规定。

10.5.5.1 锁坝上下游河岸应护坡,上游护坡长度可取 10~15m,下游护坡长度应通过水力计算确定,但不应小于 15m。护坡高出坝根顶部不宜小于 1.0m。

10.5.5.2 当坝根与砂卵石江心滩相连接时,应在心滩上开槽,将坝根嵌入一定长度,必要时应进行防渗处理。坝根护岸范围可

按第 10.5.5.1 款的规定适当延长。

10.5.6 锁坝坝下应采用柔性防护结构型式,护底设计应按第 10.2 节的有关规定执行。护底外缘线至坝脚的距离,上游面可取坝高的 1.5 倍,下游面可取坝高的 3~5 倍,也可采用式(10.5.6-1)和式(10.5.6-2)进行计算。距坝脚 0.5 倍坝高的范围内应重点加强防护。

$$L = m\Delta h_p \quad (10.5.6-1)$$

$$\Delta h_p = 0.33p \left(\frac{h}{d} \right)^{0.33} \left(\frac{\Delta h}{h} \right)^{0.35} \quad (10.5.6-2)$$

式中 L ——护底伸出长度(m);

m ——护底稳定边坡系数,取 2.0~2.5;

Δh_p ——原河床床面起算的冲刷坑最大深度(m);

p ——自河床起算的坝高(m);

h ——坝下冲刷前水深(m);

d ——床沙中值粒径(m);

Δh ——锁坝上下游水位差(m)。

10.6 鱼嘴设计

10.6.1 固滩鱼嘴宜采用导堤式结构,由圆弧段、两侧导流段和堤后格坝组成,并应符合下列规定。

10.6.1.1 鱼嘴圆弧段的护底宜采用系结压载软体排,垂直于坝轴线铺设,并相互搭接。余排宽度,迎水面宜通过冲刷计算或试验确定,背水面可取堤高的 3~5 倍。堤身宜采用块石或充填袋填心混合结构,断面尺寸宜按第 10.5 节的有关规定确定。

10.6.1.2 鱼嘴两侧导流段存在沿堤流,护底宜采用系结压载软体排。余排宽度,迎水面可取 10~15m,背水面可取 5~10m,必要时应通过冲刷计算或试验确定。堤身宜采用块石或充填袋填心混合结构,断面尺寸宜按第 10.4 节的有关规定确定。堤顶纵坡可采用逆坡,坡度可取 1:300~1:800。

10.6.1.3 鱼嘴内侧格坝可布置在靠近圆弧段末端的适当部

位,格坝的结构和断面尺寸可按第 10.5 节的有关规定确定。

10.6.1.4 鱼嘴尾部应与江心洲平顺衔接,防止连接处被水流淘刷。

10.6.2 护洲鱼嘴应采用斜坡式断面结构,主要包括护底、水下护坡及护脚和水上护坡等,水上护坡由枯水平台、盲沟、反滤层、护面和护肩等,如图 10.6.2 所示。结构设计应符合下列规定。

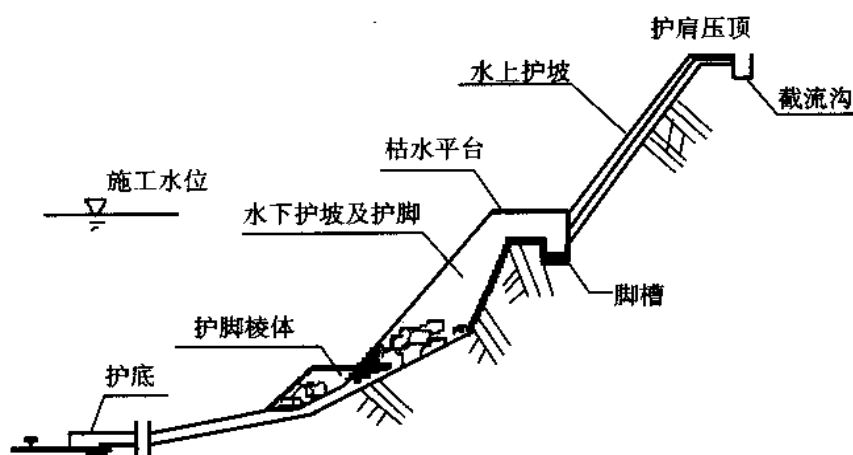


图 10.6.2 护洲鱼嘴断面示意图

10.6.2.1 护底设计除应符合第 10.2 节的有关规定外,尚应满足下列要求:

(1)护底排体的排头与多年平均最低水位以下的护脚部分搭接,或直接埋入脚槽;排尾位置达到或接近深槽最深处;

(2)护底排体按垂直于护岸轴线逐条布置,每条排体的宽度不小于 10m,顺水流方向上游排体压下游排体;

(3)排尾处块石或充填袋压载,块石粒径取 0.2 ~ 0.5m,或按抛石抗冲粒径计算确定。

10.6.2.2 水下护坡及护脚的护坡体和护脚棱体宜采用块石、混凝土块、石笼或块石与充填袋混合的结构。护坡体的抛石粒径应根据水深和流速等因素确定,水下护坡和护脚棱体的块石尺度宜通过稳定计算确定。水下护坡的向河外边线位置宜通过稳定计

算确定,护坡的坡度宜为 1:1.5 ~ 1:3.5。护脚棱体的外侧坡度不应陡于 1:2,棱体厚度可取块石粒径的 2 倍,水深流急处厚度宜增大至 3 ~ 4 倍。

10.6.2.3 水上护坡的枯水平台宜采用块石结构。枯水平台宽度可取 1 ~ 2m,平台顶高程不宜低于施工水位。平台内侧可设断面面积为 0.6 ~ 1.0m² 的矩形脚槽。

10.6.2.4 水上护坡应在平整坡面和回填凹坑的基础上设置,对于较陡的河岸尚应削坡至设计坡度,坡度可采用 1:2.5 ~ 1:3.5。护坡与土体之间宜铺设无纺布或砂石反滤层,当采用砂石反滤层时,层厚不宜小于 0.4m;对含水率较大的软土岸坡,反滤层宜采用回填砂与无纺布相结合的型式。有地下水渗出的岸坡,宜设置“Y”型或“T”型排水盲沟,盲沟数量应根据地下水溢出点位置、渗流量大小和岸坡土质条件等确定。

10.6.2.5 水上护坡的坡面和护肩压顶宜采用干砌块石、干砌混凝土块或浆砌块石。块体尺度和重量可通过水流、风浪、船行波和流冰等力作用下的稳定计算综合确定。采用浆砌块石时应设置排水孔和变形缝,排水孔孔径可取 50 ~ 100mm,孔距可取 2 ~ 3m,并宜按梅花型布置。护肩压顶的宽度宜取 0.5 ~ 1.0m。

10.6.3 分流鱼嘴的结构设计可按第 10.6.1 条的有关规定执行。

10.7 潮汐河口整治建筑物设计

10.7.1 导堤设计应符合下列规定。

10.7.1.1 水流、波浪和泥沙条件复杂的河口,心滩和易动性粉细沙质滩地的整治建筑物,应进行护底。护底结构应根据整治建筑物的类型、水流、波浪、底质和护底材料来源等进行设计,优先选用系结压载软体排。导堤应布置余排防护,余排宽度可根据堤身高度、堤前水深、沿堤流流速和波浪等情况确定。导堤侧向余排宽度可取堤身高度的 3 ~ 5 倍,波浪较大地区宜按波长的 1/2 确定;导堤堤头前的余排长度可取 20 ~ 50m。必要时应通过模型试验确定余排尺度。

10.7.1.2 导堤的坝体结构宜采用抛石斜坡堤或土工织物充填袋填心斜坡堤,并应满足下列要求:

(1)堤顶宽度取 2~4m,堤身边坡坡度取 1:1.5~1:2.0,堤头横断面边坡坡度取 1:2.5~1:3.0,堤头纵断面边坡坡度取 1:3.0~1:5.0;

(2)导堤两侧设置顶宽为 2~3m 的抛石棱体,棱体高度根据堤高情况取 1.5~3.0m,边坡坡度取 1:2.0~1:3.0,块石重量根据波浪情况取 200~300kg;

(3)导堤的反滤层采用无纺布或袋装粗料垫层。波浪较大的地区,除设反滤层外,尚需采用块石垫层;

(4)护面采用干砌块石或浆砌块石,波浪较大的地区采用混凝土块体或模袋混凝土;护面块体的重量和厚度按现行行业标准《防波堤设计与施工规范》(JTJ 298)中护面和压顶的有关规定确定。

10.7.1.3 在波浪较大和水面宽阔的河口地区,经技术经济论证,导堤可采用其他特殊结构型式。

10.7.2 丁坝设计应符合下列规定。

10.7.2.1 丁坝护底设计应按第 10.7.1.1 款的有关规定执行。河口海滨段丁坝头部的防护范围宜通过模型试验确定。

10.7.2.2 丁坝坝体结构除应按第 10.7.1.2 款的有关规定执行外,尚应满足下列要求:

(1)丁坝坝顶宽不小于 2m,坝身边坡坡度取 1:1.5~1:2.0,坝头横断面边坡坡度取 1:2.0~1:3.0,坝头向河坡坡度取 1:3.0~1:5.0;

(2)与导堤连接的丁坝,根部顶高程略低于导堤顶高程,头部顶高程与设计低水位相近;

(3)土工织物充填袋填心坝,距坝头 10~30m 范围内采用全抛石结构,波浪较大的地区抛石结构范围不小于 50m。

10.7.3 分流鱼嘴的设计应符合下列规定。

10.7.3.1 分流鱼嘴护底设计应按第 10.7.1.1 款的有关规定执行。分流潜堤及堤头的防护范围宜通过模型试验确定。

10.7.3.2 分流鱼嘴坝体结构除应符合第10.7.1.2款和第10.7.1.3款的有关规定外,尚应满足下列要求:

(1)潜堤、鱼嘴和格坝的顶宽不小于4.0m,边坡坡度取1:1.5~1:2.0,坝头横断面边坡坡度取1:2.0~1:3.0,坝头向河坡坡度取1:3.0~1:5.0;

(2)潜堤堤头高程为设计低水位以下2.0m,根部高程与导堤顶高程相近;

(3)当潜堤采用土工织物充填袋填心或其他特殊结构时,距堤头10~30m范围内采用抛石斜坡堤结构。

10.7.4 锁坝设计应符合下列规定。

10.7.4.1 锁坝护底结构应按第10.7.1.1款的有关规定执行,其防护范围宜通过模型试验确定。

10.7.4.2 锁坝结构型式应按第10.7.1.2款的有关规定执行,其坝顶宽度不宜小于4m,边坡坡度宜取1:2.0~1:3.0,坝顶高程应根据控制分流和分沙的要求确定。

10.8 护岸建筑物设计

10.8.1 平顺护岸的结构设计除应符合第10.6.2条的有关规定外,尚应符合下列规定。

10.8.1.1 护底宜采用系结压载软体排,河床冲刷较小的护岸段也可采用抛石或充填袋结构。当采用抛石或充填袋结构时,应满足下列要求:

(1)抛石护底范围,受水流顶冲、河床有局部冲刷坑且深泓逼岸的护岸河段,抛护内侧与护脚衔接,外侧抛至深泓线;非迎流顶冲的护岸河段,枯水位以下坡度较陡时,抛至河床横向坡度为1:3.0~1:4.0或深槽的一定高程处,在近岸护底段加抛防冲填料,防止冲刷加剧;

(2)抛石厚度不小于抛筑块石粒径的2倍,水深流急处适当加大。

10.8.1.2 护岸抛石护脚上端高程宜抛至设计最低通航水位或

多年平均枯水位。间断式平顺护岸的间断部分应进行削坡和护脚。

10.8.1.3 护岸顶高程应根据工程需要和河岸土质条件确定,不应低于整治水位时波浪最大爬高以上 1.0m,必要时护至河漫滩滩顶。护坡坡度在砂土地区宜取 1:2.5~1:3,抗冲性较好的坡岸宜取 1:1.5~1:2.5,在满足稳定要求的条件下,可选取偏陡的数值。

10.8.1.4 平顺护岸的起止点应与河岸平顺衔接过渡,过渡段长度宜为 5~15m。

10.8.2 短丁坝护岸结构设计可参照第 10.3 节的有关规定执行。

10.9 栅栏坝设计

10.9.1 栅栏坝的结构设计应符合下列规定。

10.9.1.1 栅栏坝的基础应嵌入基岩,嵌入深度不应小于 0.5m。

10.9.1.2 栅栏坝墩宜采用浆砌条石或混凝土结构,并应满足下列要求:

(1)坝墩采用质地坚硬且水中不崩解的条石,砂浆强度等级不低于 M10;

(2)现浇混凝土坝墩的混凝土强度等级不低于 C20。

10.9.1.3 栅栏宜采用钢梁或混凝土梁,栅栏间距可采用 0.2~0.5m。

10.9.2 栅栏坝的设计应进行抗倾和抗滑等稳定性验算,验算可参照挡土墙的计算方法,设计流量可通过小流域暴雨洪水计算确定。

10.10 整治建筑物稳定验算

10.10.1 整治建筑物稳定验算应包括块石粒径、坝体整体稳定、护岸抗滑稳定和锁坝抗滑稳定等。布置在松软地基上的整治建筑物,尚应进行地基沉降计算。

10.10.2 整治建筑物稳定验算中的荷载,应考虑自重力、土压力、浮托力、渗压力、水流力、波浪力和冰凌作用力等,根据不同情况分别组合。

10.10.3 抛石丁坝、顺坝和锁坝的块石粒径可按下列方法确定。

10.10.3.1 水流作用下块石粒径宜根据经验或模型试验确定,当流速大于 3m/s 时也可按下式估算:

$$d = 0.04 V_f^2 \quad (10.10.3)$$

式中 d ——块石等容粒径(m);

V_f ——建筑物处的最大表面流速(m/s)。

10.10.3.2 波浪大的水域,建筑物块石的稳定重量可按现行行业标准《防波堤设计与施工规范》(JTJ 298)的有关规定确定。

10.10.3.3 有流冰和船行波等因素影响的河段,块石粒径应综合分析确定。

10.10.4 锁坝下游河床冲刷深度计算可按第 10.5 节的有关规定执行。

10.10.5 锁坝抗滑稳定验算应符合下列规定。

10.10.5.1 锁坝抗滑稳定,泥质基础可按圆弧滑动计算,沙质基础和卵石基础可按平面滑动计算,如图 10.10.5 所示。

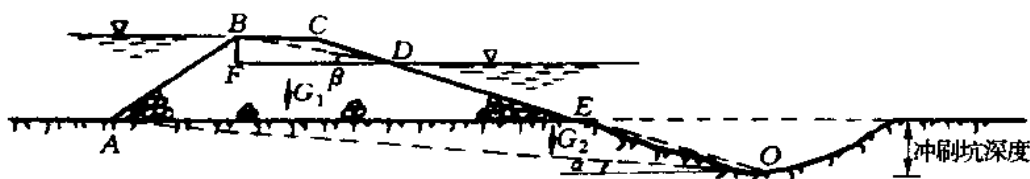


图 10.10.5 锁坝抗滑稳定验算断面示意图

BD —浸润线; AE —卵石基础最危险滑动面; AO —沙质基础最危险滑动面

10.10.5.2 抗滑稳定验算应考虑各级水位下荷载的不利组合。

10.10.5.3 泥质基础上锁坝的圆弧滑动稳定可参照现行行业标准《船闸水工建筑物设计规范》(JTJ 307)的有关规定计算。

10.10.5.4 沙质基础和卵石基础上锁坝的平面滑动稳定可按式(10.10.5-1)~式(10.10.5-5)计算,抗滑稳定系数不应小于 1.2。

$$K = \frac{(G_1 + G_2) \cos \alpha \tan \varphi}{T_\varphi + (G_1 + G_2) \sin \alpha} \quad (10.10.5-1)$$

$$G_1 = A_1(\gamma_s - \gamma) + A_0\gamma_s \quad (10.10.5-2)$$

$$G_2 = A_2(\gamma_2 - \gamma) \quad (10.10.5-3)$$

$$T_\varphi = A_3\gamma J_\varphi \quad (10.10.5-4)$$

$$J_\varphi = \tan \beta = \frac{BF}{DF} \quad (10.10.5-5)$$

式中 K ——锁坝抗滑稳定系数；

G_1 ——锁坝单位长度自重(kN/m)；

G_2 ——滑动棱体基础土的单位长度重量(kN/m)；

α ——锁坝滑动面与水平面交角(°)；

φ ——基础土的内摩擦角(°)；

T_φ ——渗流压力(kN/m)；

A_1 ——浸润线以下锁坝横断面 $ABDE$ 的面积(m²)；

γ_s ——块石的重度(kN/m³)；

γ ——水的重度(kN/m³)；

A_0 ——浸润线以上锁坝断面 BCD 的面积(m²)；

A_2 ——基础土断面 AEO 的面积(m²)；

γ_2 ——基础土的重度(kN/m³)；

A_3 ——渗流面 $ABDEO$ 的面积(m²)；

J_φ ——渗流水力坡度；

β 、 BF 、 DF ——见图 10.10.5。

10.10.6 护岸抗滑稳定计算和坝体地基沉降计算可按现行国家标准《堤防工程设计规范》(GB 50286)的有关规定执行。

11 水力计算

11.1 一般规定

11.1.1 航道整治工程的效果预测,应区别不同条件,分别采用水力计算、物理模型或数值模拟等研究方法。对水沙条件简单和河床变形不大的工程项目可采用水力计算方法进行计算分析;对水沙条件复杂和整治效果难以确定的航道整治工程,宜采用物理模型、数值模拟或两者相结合的方法进行模拟研究。

11.1.2 航道整治工程的水力计算应包括整治前后的水面线变化、汊道的分流比、断面流速分布和整治建筑物局部冲刷等计算,有条件时也可进行河床冲淤变形计算。

11.1.3 航道水力计算的资料除应满足第3章的要求外,尚应补充近期实测河床地形图,同一时段测量的流量、水面线和泥沙资料。必要时,尚应收集工程段沿程河床质泥沙和沿河床深度各层泥沙的颗粒级配资料。

11.1.4 在整治河段下游深槽处应设立水尺,每日定时观测水位,观测时段应包括工程水力计算的各级水位。

11.2 水面线推算

11.2.1 水面线可采用下列水流连续方程和水流运动方程等恒定流方程进行计算:

$$Q = BhV \quad (11.2.1-1)$$

$$H_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = H_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_f + h_j \quad (11.2.1-2)$$

$$h_f = \frac{Q^2}{K^2} \Delta L \quad (11.2.1-3)$$

$$\overline{K} = \frac{1}{n} B h^{\frac{5}{3}} \quad (11.2.1-4)$$

$$h_j = \zeta \left(\frac{V_1^2}{2g} \right) \quad (11.2.1-5)$$

式中 Q ——计算流量(m^3/s);
 B ——计算断面水面宽度(m);
 h ——计算断面平均水深(m);
 V ——计算断面平均流速(m/s);
 $H_2、H_1$ ——计算段上、下游断面的水位(m);
 $\alpha_2、\alpha_1$ ——计算段上、下游断面动能改正系数;
 $V_2、V_1$ ——计算段上、下游断面的平均流速(m/s);
 g ——重力加速度(m/s^2);
 h_f ——沿程水头损失(m);
 h_j ——局部水头损失(m);
 ΔL ——上下断面间距(m);
 $\overline{K}$ ——计算段平均流量模数;
 n ——糙率;
 ζ ——局部阻力系数。

11.2.2 整治前水面线计算的糙率可按下列方法确定。

11.2.2.1 沿程断面变化不大的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,采用式(11.2.1-2)~式(11.2.1-4)反求,自计算段下端推算至上端,直至水面线与实测水位吻合。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,山区河流宜小于河宽。在断面变化较大的河段,应增加反映河床断面变化特征的计算断面。

11.2.2.2 复式断面的周边与主槽糙率有明显差异时,应在分别确定各单元糙率的基础上计算复式断面的综合糙率。

11.2.2.3 对有跌水、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。

11.2.2.4 无实测资料时,可参考有关糙率表取用。

11.2.3 整治前水面线计算的局部阻力系数可按下列方法确定。

11.2.3.1 有跌水和断面变化较大的顺直河段可按第 11.2.2 条规定的方法确定糙率,采用式(11.2.1-2)~式(11.2.1-5)反求局部阻力系数。

11.2.3.2 弯道河段的局部阻力系数可采用式(11.2.1-5)和式(11.2.3)并结合图 11.2.3-1 和图 11.2.3-2 计算。

$$\zeta = 0.10 + \zeta_0 \quad (11.2.3)$$

式中 ζ ——弯道河段局部阻力系数;

ζ_0 ——参数,当弯道凹岸无溪口边滩时为 0;当弯道凹岸有溪口边滩时按图 11.2.3-2 查取。

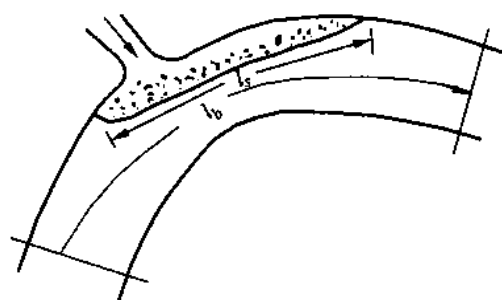


图 11.2.3-1 弯道凹岸边滩示意图

注: l_s 为溪口边滩长度; l_b 为弯道段长度

11.2.4 整治前水面线计算的动能改正系数,平原河流可取 1.0~1.1,山区河流可适当加大。

11.2.5 整治后水面线计算的各项参数可按下列方法确定。

11.2.5.1 砂卵石河床的糙率可采用整治前的糙率,石质河床可根据具体情况分析确定。

11.2.5.2 整治后局部阻力系数可按下列公式估算:

$$\zeta' = \kappa \left(1 - \frac{A'_2}{A'_1} \right) \quad (11.2.5-1)$$

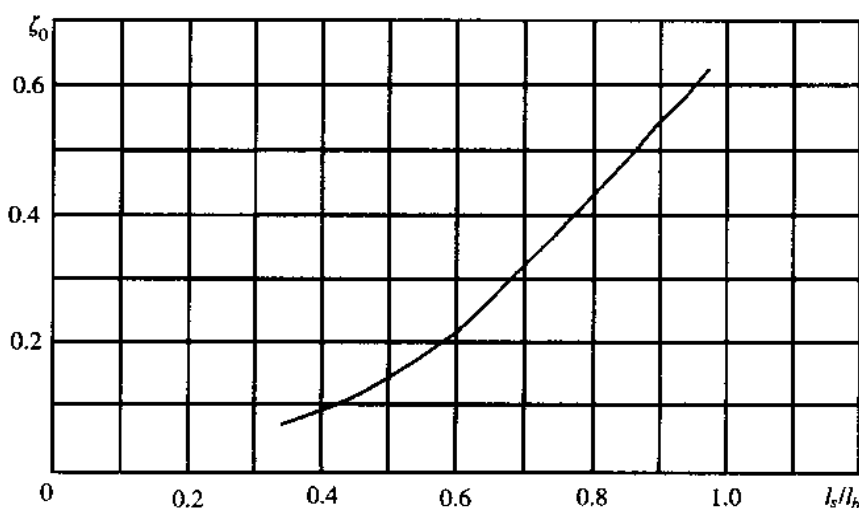


图 11.2.3-2 $\zeta_0 \sim l_s/l_b$ 关系曲线

$$\kappa = \frac{\zeta A_1}{(A_1 - A_2)} \quad (11.2.5-2)$$

式中 ζ, ζ' ——整治前后的局部阻力系数；

κ ——系数；

A'_2, A'_1 ——整治后上、下游断面过水面积(m^2), A'_2 取在最小过水断面处；

A_2, A_1 ——整治前上、下断面过水面积(m^2), A_2 取在最小过水断面处。

11.2.6 整治建筑物非淹没条件下的水面线计算应符合下列规定。

11.2.6.1 丁坝群束窄河床的计算,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 11.2.1 条 ~ 第 11.2.5 条的规定进行水面线计算。

11.2.6.2 单丁坝束窄河床的计算,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,求得坝下水位,再加上丁坝壅水高度,得出坝上游距丁坝 3 倍坝头水深处的水位,再用水面线计算公式由该处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,单丁坝壅水高度可按下式计算:

$$\Delta Z = \frac{Q^2}{2g(\epsilon\phi B_2 H)^2} - \frac{V_0^2}{2g} \quad (11.2.6)$$

式中 ΔZ ——单丁坝壅水高度(m);

Q ——计算流量(m^3/s);

g ——重力加速度(m/s^2);

ϵ ——侧收缩系数,根据试验确定或采用类似情况的实测值,无资料时取 0.80;

ϕ ——流速系数,根据试验确定或采用类似情况的实测值,无资料时取 0.85;

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);

V_0 ——行近流速(m/s)。

11.2.6.3 顺坝的壅水高度可按顺坝垂直于水流方向的投影长度,并参照第 11.2.6.2 款的方法进行计算。

11.2.7 挖槽和炸槽施工后水面线计算应符合下列规定。

11.2.7.1 在较宽直的河段上,当水位降落不大时,施工后的糙率可取施工前的糙率。水面降落值可采用下列方法计算:

(1)施工后浅滩上断面水位降落值按下列公式计算:

$$\left(1 + \frac{\Delta H_0}{H_0} - \frac{\Delta Z_1}{2H_0}\right)^{\frac{10}{3}} \left(1 - \frac{\Delta Z_1}{\Delta Z_0}\right) = 1 \quad (11.2.7-1)$$

$$\Delta H_0 = \frac{b_n}{B_0} \Delta h_n \quad (11.2.7-2)$$

式中 ΔH_0 ——施工后计算段平均水深的增加值(m);

H_0 ——施工前计算段的平均水深(m);

ΔZ_1 ——施工后浅滩上断面水位降低值(m),如图 11.2.7 所示;

ΔZ_0 ——施工前计算段水面落差(m);

b_n ——挖槽宽度(m);

Δh_n ——挖槽内平均挖深(m);

B_0 ——原河床宽度(m);

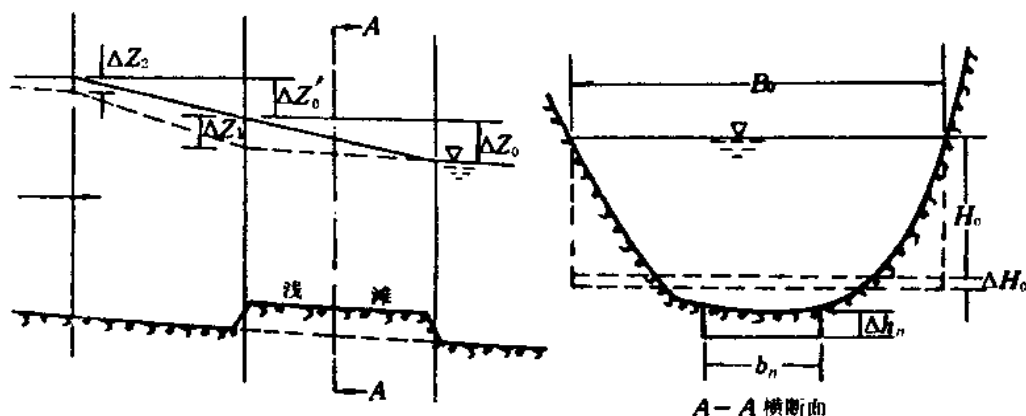


图 11.2.7 施工后水面降落示意图

(2)施工后浅滩上游计算段上断面水位降落值按下式计算:

$$\left(1 - \frac{\Delta Z_1 + \Delta Z_2}{2H'_0}\right)^{\frac{10}{3}} \left(1 + \frac{\Delta Z_1 - \Delta Z_2}{\Delta Z'_0}\right) = 1 \quad (11.2.7-3)$$

式中 ΔZ_1 ——施工后浅滩上断面水位降低值(m);

ΔZ_2 ——施工后浅滩上游计算段上断面水位降低值(m);

H'_0 ——施工前上游计算段的平均水深(m);

$\Delta Z'_0$ ——施工前上游计算段水面落差(m);

(3)当挖槽较长、糙率可近似认为不变时,可按式(11.2.7-1)~式(11.2.7-3)向上游逐段推算降低值。

11.2.7.2 当挖槽和炸槽施工前后的糙率有明显改变时,施工后的综合糙率可按式(11.2.7-4)计算,求得糙率后,按第 11.2.1 条的有关规定进行水面线计算。

$$n = \sqrt{\frac{n_p^2 \chi_p + n_n^2 \chi_n}{\chi_p + \chi_n}} \quad (11.2.7-4)$$

式中 n ——施工后河床的综合糙率;

n_p ——施工前河床的糙率;

χ_p ——施工前河床的湿周(m);

n_n ——施工后槽内的糙率;

χ_n ——施工后槽内的湿周(m)。

11.2.7.3 较长河段中相邻数个滩段,因挖槽和炸槽引起的水位降落值,可从下游往上游逐滩推算。

11.3 分汊河段水力计算

11.3.1 分汊河段应进行各汊水面线及相应分流量的水力计算,计算可按总流量等于各汊流量之和及各汊在分流点和汇流点水位相等的原则,采用式(11.2.1-1)和式(11.2.1-2)试算。

11.3.2 在非通航汊道中建锁坝堵汊,应进行壅水高度和水面线变化的水力计算,计算方法应符合下列规定。

11.3.2.1 锁坝溢流时,壅水高度可采用式(11.3.2-1)~式(11.3.2-4)计算。计算时,应根据式(11.3.2-2)判别溢流状态,按式(11.3.2-3)或式(11.3.2-4)分别计算自由出流或淹没出流的锁坝上游坝顶上水头,再按式(11.3.2-1)计算各级流量下锁坝上游的壅水高度。

$$\Delta Z = H_0 - \frac{\alpha V_0^2}{2g} - h_n \quad (11.3.2-1)$$

$$h_k = \left(\frac{\alpha q^2}{g} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (11.3.2-2)$$

$$H_0 = \left(\frac{Q_2^2}{2g\epsilon^2 m^2 B_0^2} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (11.3.2-3)$$

$$H_0 = \left(\frac{Q_2^2}{2g\sigma^2 \epsilon^2 m^2 B_0^2} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (11.3.2-4)$$

式中 ΔZ ——锁坝壅水高度(m),见图 11.3.2;

H_0 ——锁坝上游坝顶上水头(m);

α ——动能改正系数,取 1.0~1.1;

V_0 ——行近流速(m/s);

g ——重力加速度(m/s²);

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

h_k ——临界水深(m);

q ——单宽流量($\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{m}$);

Q_2 ——计算汉道总流量与锁坝渗流量的差值(m^3/s), 当潜锁坝上下游水位差不大且渗流量小时, 锁坝渗流量忽略不计;

ε ——侧收缩系数, 根据坝顶宽度、形状和水深等, 参照宽顶堰计算方法选用或采用已建类似锁坝的实测值;

B_0 ——锁坝的过水平均宽度(m);

m ——流量系数, 与 $\Delta Z/H_0$ 有关, 根据式(11.3.2-3)或式(11.3.2-4)及图 11.3.2 试算确定;

σ ——淹没系数, 与 h_n/h_0 有关。

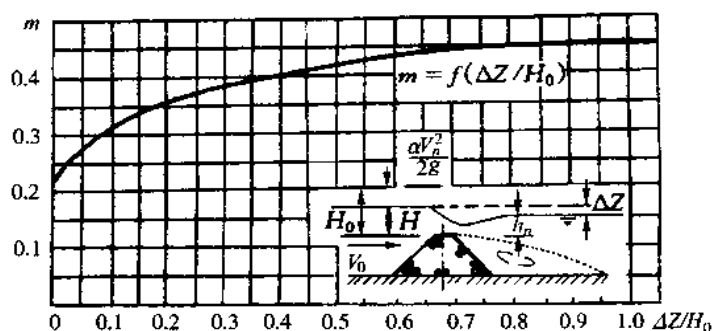


图 11.3.2 $m \sim \Delta Z/H_0$ 关系

11.3.2.2 当锁坝坝顶露出水面且为抛石结构时, 渗流量可按下列公式计算:

$$Q_\phi = LK_\phi \left[\frac{2\Delta Z^{\frac{1}{2}}}{m_1 + m_2} (b_d^{\frac{1}{2}} - b_n^{\frac{1}{2}}) + \frac{\Delta Z^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{3(b_n - m_1\Delta Z)}} \right] \quad (11.3.2-5)$$

$$K_\phi = C_0 P d^{\frac{1}{2}} \quad (11.3.2-6)$$

式中 Q_ϕ ——锁坝渗流量(m^3/s);

L ——坝体的有效长度(m);

- K_ϕ ——渗透系数;
 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);
 $m_1、m_2$ ——锁坝上、下游边坡系数;
 C_0 ——紊流渗透流速系数,与块石粒径 d 有关,当 $50\text{mm} < d < 500\text{mm}$ 时, $C_0 = 20 - a/d$,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,采用 0.35 ~ 0.50;
 d ——块石的等容粒径(m), $d = (6W/\pi)^{\frac{1}{3}}$, W 为块石体积 (m^3)。

11.3.3 航道整治的裁弯取直,应计算新老河槽的分流比、水面线和上游水位降落,预测新槽的发展趋势。在石质河床上另辟新槽时,应计算槽内比降、流速和断面系数,并应考虑局部水头损失。

11.4 流速分布估算

11.4.1 在验证整治设计效果时,应计算工程前后不同水位下垂线平均流速的平面分布和丁坝附近的流速分布等。

11.4.2 比较顺直、水流平顺和不存在横比降的河段,可采用绘制水流平面图的方法,并按下列公式进行流速平面分布计算:

$$V_i = \frac{1}{n_i} h_i^{\frac{2}{3}} J_i^{\frac{1}{2}} \quad (11.4.2-1)$$

$$q_i = b_i h_i V_i = \frac{J_i^{\frac{1}{2}}}{n_i} b_i h_i^{\frac{5}{3}} \quad (11.4.2-2)$$

$$Q = \sum_{i=1}^m q_i = \sum_{i=1}^m \frac{J_i^{\frac{1}{2}}}{n_i} b_i h_i^{\frac{5}{3}} \quad (11.4.2-3)$$

式中 V_i ——各流带平均流速(m/s);

h_i ——各流带水深(m);

J_i ——各流带比降;

n_i ——各流带糙率;
 q_i ——流带单元流量(m^3/s);
 b_i ——各流带宽度(m);
 Q ——总流量(m^3/s);
 m ——流带数。

11.4.3 基建性挖槽的流速变化,可按第 11.4.2 条规定的方法计算。应通过比较挖槽施工前后的流速和流向变化,分析其稳定性。

11.4.4 在比较顺直的河流上,非淹没丁坝收缩断面至丁坝的距离可按下列公式估算:

$$L_d = \Psi B_2 \quad (11.4.4-1)$$

$$\Delta A = \frac{A - A'}{A} \quad (11.4.4-2)$$

式中 L_d ——收缩断面至丁坝的距离(m),如图 11.4.4 所示;

Ψ ——系数,按表 11.4.4 选取;

B_2 ——丁坝断面的水面宽度(m);

ΔA ——计算水位时过水断面面积的收缩率;

A ——计算水位时丁坝断面处工程前的过水断面面积(m);

A' ——丁坝拦截的过水断面面积(m^2)。

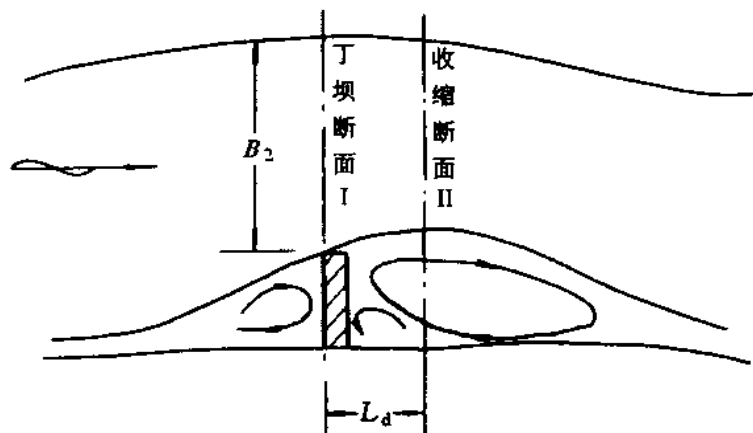


图 11.4.4 丁坝束水平面示意图

ΔA 与 Ψ 关系表

表 11.4.4

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

11.4.5 非淹没丁坝影响范围内的流速分布可按下列方法估算:

(1)在扣除丁坝和回流区所占面积后,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采用三角形叠加法计算;

(3)收缩断面流速分布按丁坝断面相同的条数划分流带,采用式(11.4.5-1)~式(11.4.5-3)进行试算。试算时,假定各流带与丁坝断面相应流带的面积比,求得各流带的流速和计算断面流量,当计算断面流量与已知的总流量不符时再重新试算,直至相等。

$$\epsilon = \frac{b_c h_c}{b_2 h_2} \quad (11.4.5-1)$$

$$b_2 h_2 V_2 = b_c h_c V_c \quad (11.4.5-2)$$

$$h_2 + \frac{\alpha V_2^2}{2g} = h_c + \frac{\alpha V_c^2}{2g} \quad (11.4.5-3)$$

式中 ϵ ——各流带与丁坝断面相应流带的面积比;

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);

α ——动能改正系数,取 1.0~1.1;

g ——重力加速度(m/s²)。

11.5 建筑物局部冲刷计算

11.5.1 丁坝坝头局部冲刷可按下列公式计算:

$$h_p = \left(\frac{1.84h}{0.5L + h} + 0.0207 \frac{V - V_c}{\omega} \right) LK_m K_a \quad (11.5.1-1)$$

$$V_c = 3.6(hd)^{\frac{1}{4}} \quad (11.5.1-2)$$

$$K_a = \left(\frac{\alpha}{90} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (11.5.1-3)$$

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);
 V ——丁坝头部水流的垂线平均流速(m/s);
 V_c ——非粘性土的冲刷流速(m/s);
 ω ——泥沙颗粒沉速(cm/s),按表 11.5.1-1 取用;
 K_m ——与丁坝头部向河坡边坡系数有关的系数,按表 11.5.1-2取用;
 K_α ——与丁坝轴线和流向之间夹角有关的系数;
 d ——泥沙中值粒径(m);
 α ——丁坝轴线与流向间的夹角($^\circ$), $\alpha > 90^\circ$ 时为上挑丁坝。

d 与 ω 关系表

表 11.5.1-1

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

m 与 K_m 关系表

表 11.5.1-2

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

注: m 为丁坝头部向河坡的边坡系数。

12 水流泥沙模拟研究

12.1 一般规定

12.1.1 航道整治工程的水流泥沙模拟应包括物理模型和数值模拟,在整治工程研究中应区别情况合理采用。

12.1.2 可供航道整治工程采用的物理模型应包括各种类型的河工模型、小比尺通航船模和整治建筑物模型。

12.1.3 在航道整治工程中可采用的数值模拟应包括一维水流泥沙数值模拟和二维水流泥沙数值模拟。

12.1.4 在必要的条件下,航道整治工程应采用物理模型与数值模拟相结合的模拟研究方法。

12.1.5 物理模型和数值模拟的资料要求、制作精度、试验限制条件、试验精度、模拟范围和相似性验证等应按现行行业标准《内河航道与港口水流泥沙模拟技术规程》(JTJ/T 232)和《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规程》(JTJ/T 233)的有关规定执行。

12.2 河工模型试验

12.2.1 河工模型试验的资料收集除应符合第3章有关规定外,尚应补充下列资料。

12.2.1.1 水流定床模型应补充下列资料:

(1)地形资料,近期接近设计水位时施测的制模地形图,范围包括工程段和进出口调节段,当进口段为弯道时将范围扩大至弯道以上河段,测图比尺根据河流大小、模型比尺和研究问题的性质等确定,河床和滩险形态复杂的地段测绘大比尺局部地形图;

(2)水位资料,同一水文年的枯、中、洪三级瞬时水面线资料,

枯水一级与制模地形资料同期观测,中水一级接近整治水位;

(3)流速、流向和流态资料,与制模地形测量期相应的模型进出口和工程段若干断面的流速分布和流向资料,改善水流条件的试验河段相应的局部流态资料;

(4)流量资料,相邻水文站与制模地形测量同一水文年的流量和水位资料,或一个断面的实测流量观测资料;

(5)泥沙资料,试验河段近期典型部位的河床质泥沙级配资料。

12.2.1.2 泥沙模型应补充下列资料:

(1)能反映同一水文年内冲淤变化特性的模型验证地形图,冲淤变化幅度大的滩段汛期与汛后地形图;

(2)典型水文年的水流泥沙过程资料;

(3)河床质、推移质和悬移质泥沙的重度和淤积物干重度资料;

(4)推移质泥沙模型的河道推移质输沙率及级配资料,试验河段深槽、洲滩和河岸组成物及级配资料;悬移质泥沙模型的试验段邻近水文站与模型验证同一时段的悬移质含沙量及级配资料。

12.2.2 河工模型试验应研究整治工程的布置及整治效果,推荐经济合理的工程方案。下列情况之一的整治工程应进行河工模型试验:

(1)工程河段或滩险情况复杂,采用分析计算方法难以确定整治方案的;

(2)整治工程对防洪、城镇布局和重要的工农业取水口、排水口等工程的影响有待明确的;

(3)影响航道稳定或船舶航行安全的通航枢纽连接段、桥渡和码头等建筑物区域及附近和河道平面交叉地区或上述区域工程施工期间水流流态不良和河床冲淤变化复杂的;

(4)对航道的稳定性或船舶航行安全有影响的枢纽上游河道型水库段、变动回水段、下游冲刷段和电站调节造成的不稳定流河段等。

12.2.3 航道整治河工模型的选取应符合下列规定。

12.2.3.1 河床较为稳定和工程前后航道冲淤变化不大的整治工程,宜选用水流定床河工模型。

12.2.3.2 推移质造床为主的河道,定性判断工程效果或研究分汊河段分流比和分沙比的变化,可选用推移质泥沙定床模型。

12.2.3.3 研究枢纽造成以悬移质泥沙淤积为主的河床变化对航运的影响时,宜选用悬移质泥沙定床模型。

12.2.3.4 河床变化以推移质为主的河段,定量判断河床冲淤变化规模和整治效果时,宜选用推移质泥沙动床模型。

12.2.3.5 河床变形以悬移质为主的河段,研究河床冲淤变化及整治效果时,宜选用悬移质泥沙动床模型或全沙动床模型。

12.2.3.6 通航建筑物上下游连接段、水流复杂的平面交叉航道、桥区航道和危险滩段以选择航线或改善通航水流条件为目的的整治工程,宜选用正态河工模型,必要时应同时进行船模航行试验。

12.2.4 河工模型设计应满足几何相似和水流运动相似,推移质泥沙为主的模型尚应满足推移质泥沙运动相似;悬移质泥沙为主的模型尚应满足悬移质泥沙运动相似。

12.2.5 河工模型试验应检验相似性,并应符合下列规定。

12.2.5.1 定床模型试验应对水面线、平面流速分布、流向、汊道分流比和局部流态等进行验证。潮汐河口模型应对各潮位站的潮位过程线和各断面垂线的流速过程线等进行验证。

12.2.5.2 动床模型试验除应符合第 12.2.5.1 款的规定外,尚应对河道冲淤地形进行验证,并应达到冲淤量和冲淤部位基本相似。

12.2.5.3 河工模型试验各项要素的观测精度应与原型资料的精度相协调。

12.2.6 整治工程方案试验的内容应包括工程段设计流量和整治流量等各级流量下各方案的水位、比降、流速分布和流态的测试,动床模型方案试验尚应包括河床冲淤部位、范围及深度的测试。

分析工程效果,优选工程方案。

12.3 船模航行试验

12.3.1 船模航行试验除应收集河工模型所需的有关资料外,尚应补充下列资料:

- (1)标准船舶的线型图、总体布置图和静水力曲线图;
- (2)螺旋桨叶及安装图、舵叶图和舵系布置图;
- (3)船舶载重量、空载和满载排水量及相应吃水深度;
- (4)船舶或船队的编组编队形式、主尺度和各船艏艉吃水深度;
- (5)船舶或船队在不同工况时的静水航速;
- (6)船舶或船队操纵性试验资料,无条件进行专项实船试验时,测取实船航行参数资料,作为船模率定依据。

12.3.2 船模航行试验应研究危险滩、桥区航道和通航建筑物航道等复杂航区的通航水流条件,优选工程方案。下列情况之一的整治工程应进行船模试验:

- (1)流速大、比降陡和流态复杂的河段;
- (2)通航条件不明确的重要通航建筑物引航道口门区和连接段;
- (3)兴建重要的过河建筑物,需论证其通航条件的;
- (4)船舶航行安全条件不明确和各种水流条件复杂的平面交叉航道;
- (5)以选择航线或改善水流条件为目的的航道整治工程。

12.3.3 船模航行试验应在正态河工模型上进行。船模设计与试验应满足几何相似、排水量相似、运动相似和水动力相似的要求,并应与其相配合的正态河工模型所采用的几何比尺相同。

12.3.4 船模航行试验应检验相似性。除应对船舶模型的几何尺度和排水量等进行检验外,尚应进行Z形标准试验,对船模的操纵性能作出评价。

12.3.5 船模航行试验观测应符合下列规定。

12.3.5.1 急险滩整治工程船模航行试验除应符合第 12.2.5 条和第 12.2.6 条的有关规定外,尚应观测不同航线船舶上滩航行时的航迹带、不同部位的对岸航速和相应位置的局部流速、比降等。

12.3.5.2 枢纽上下游连接段船模航行试验应按不同流量级组合,分别进行进出口门区航行试验,观测船位、航迹线、航向角、漂角、漂移距、对岸航速和舵角等。

12.3.5.3 桥渡工程船模航行试验除应符合第 12.3.5.2 款的规定外,尚应观测航迹线与桥墩的距离。

12.3.5.4 浅水航道和狭窄航道船模航行试验,除应观测对岸航速沿程变化外,尚应观测航线附近的局部比降、流速和碍航位置。

12.3.6 船模航行试验应进行足够的重复性试验,并进行可靠性评价。

12.4 整治建筑物模型试验

12.4.1 整治建筑物模型试验资料收集应包括下列内容:

- (1)整治建筑物平面布置图、纵剖面图和横剖面图;
- (2)研究对象的概化断面图;
- (3)研究要求的地形、水深、流速、比降和河床质级配等;
- (4)数值模拟或整体物理模型提供的流场及相应的尺度数据。

12.4.2 整治建筑物模型试验应研究建筑物对水流与河床相互影响的规律性,根据研究对象和条件,宜分别选用局部或整体模型试验,并应符合下列规定。

12.4.2.1 研究单丁坝、丁坝群和潜锁坝群等整治建筑物的壅水及流场分布规律,可选用定床模型试验。

12.4.2.2 研究锁坝、丁坝、顺坝和引流导堤等整治建筑物对河床的冲淤影响规律,可选用动床模型试验。

12.4.2.3 研究整治建筑物不同结构型式及稳定性,可选用正态动床模型试验。

12.4.3 整治建筑物定床模型设计应满足几何相似和重力相似,阻力相似可忽略不计;动床模型设计尚应满足泥沙运动相似。

12.4.4 整治建筑物模型试验成果分析应符合下列规定。

12.4.4.1 应分析整治建筑物与水深、流速、比降和冲刷深度等的相互关系,可采用表格、曲线或方程式表示。

12.4.4.2 方程式中各项应由无因次项组成,便于应用到原型。

12.4.4.3 应对整治建筑物在航道整治工程中的应用作出评价。

12.5 数值模拟

12.5.1 数值模拟资料收集除应满足第 12.2.1 条的要求外,尚应补充下列资料:

(1)固定断面图,断面间距根据需要取 1~2km,重点研究河段或河宽和地形变化较大的河段断面加密;

(2)连续冲刷河段的床沙级配沿深度变化资料。

12.5.2 长河段的水流和河床变形计算可采用一维数值模拟;局部河段和航道工程各类滩险的整治可采用二维数值模拟。

12.5.3 数值模拟应根据河床变形强度和需要,选用水流模拟或泥沙模拟,并应符合下列规定。

12.5.3.1 下列情况宜采用平面二维水流数值模拟:

(1)工程前后水位、水深和平面流场等水力因子沿河长和河宽方向发生变化的;

(2)工程前后航道冲淤变化不大的;

(3)枢纽电站调节造成不稳定流及影响的;

(4)急险滩整治需采用二维紊流模型定性模拟局部流态的。

12.5.3.2 下列情况可采用平面二维泥沙数值模拟:

(1)整治工程对防洪、城镇布局 and 重要工农业取排水口等影响的;

(2)影响航道稳定或船舶航行安全的通航枢纽连接段、桥渡和码头等建筑物区域及附近、流态不良和河床冲淤变化复杂的;

(3)对航道的稳定性或船舶航行安全有影响的枢纽上游河道型水库段、变动回水段和下游冲刷段等。

12.5.3.3 二维泥沙数值模拟应根据研究河段的泥沙特性选用推移质模拟或悬移质模拟。以推移质造床为主的整治宜采用推移质模拟;以悬移质造床为主的整治宜采用悬移质模拟。

12.5.4 平面二维水流数值模拟的控制方程应包括水流连续方程、水流运动方程、紊动动能输移方程和紊动动能耗散率方程。同时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。

12.5.5 平面二维泥沙模拟控制方程应包括二维水流模拟控制方程、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和推移质输沙率公式。

12.5.6 边界条件的处理应满足下列要求。

12.5.6.1 计算区域的边界应与整治工程区域有一定的距离,保证边界处水位、流速和泥沙要素变化过程不受工程方案的影响。

12.5.6.2 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,流速应根据曼宁公式计算,同时应进行断面流量闭合校正,含沙量应等于进口处的含沙量值。

12.5.6.3 进口处应给出流量、紊动动能和含沙量过程线;出口处应给出水位过程线或水位与流量的关系曲线;潮汐河口应给出进出口边界潮位过程线;河岸边界应采用各物理量及物理量法向梯度为零的无滑动条件。

12.5.7 数值模拟的验证应满足下列要求。

12.5.7.1 平面二维水流数值模拟应验证洪、中、枯三级流量的瞬时水面线和流速分布。平面流态、流向及回流范围应与原型一致。

12.5.7.2 平面二维泥沙数值模拟验证除应符合第 12.5.7.1 款的规定外,尚应满足含沙量沿程变化和沿断面分布的趋势与原型一致的要求。

12.5.7.3 模拟计算的有关参数应通过验证计算确认,有条件

的应对模拟计算进行复核。

12.5.8 工程方案的计算应符合下列规定。

12.5.8.1 工程方案计算的有关参数和进出口边界控制条件应与验证计算相同,并应进行工程前后的水流和泥沙条件对比。

12.5.8.2 工程方案的计算结果应满足下列要求:

- (1)航道尺度达到工程设计标准;
- (2)整治后航道内浅滩段沿程输沙趋于平衡;
- (3)航道内流态符合船舶安全航行的要求。

12.5.9 成果分析应符合下列规定。

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

12.5.9.2 应对工程方案进行综合分析,并应论证技术可行性和经济合理性,推荐优化方案。

13 航道整治工程施工

13.1 一般规定

13.1.1 航道整治工程施工应包括整治建筑物施工、炸礁和疏浚工程施工。疏浚工程施工应符合现行行业标准《疏浚工程技术规范》(JTJ 319)的有关规定;炸礁工程施工应符合现行国家标准《爆破安全规程》(GB 6722)和现行行业标准《水运工程爆破技术规范》(JTJ 286)的有关规定。

13.1.2 施工前应根据设计文件对施工地区的自然条件、助航设施、船舶通过规律和施工对周围环境可能产生的影响,进行详细调查,编制施工组织设计。

13.1.3 航道整治施工应协调好施工与通航的关系。

13.1.4 施工前应核查测量控制点、水尺位置和水尺零点高程。易变滩段的施工,必要时应复测施工区地形,并校核工程量。

13.1.5 施工前应进行工程施工技术交底。

13.1.6 施工观测可根据需要对水面线、河床冲淤变化、分流比、分沙比和工程建筑物沉降与变形等进行观测。

13.2 护底和护滩

13.2.1 护底和护滩的施工应根据设计的护底和护滩结构形式,采取相应的施工工艺。

13.2.2 土工织物软体排的加工和沉放,应防止土工织物长时间暴露于日光下,避免土工织物因日照而降低强度。

13.2.3 护底和护滩区域在铺设和沉放排体前应施测沉排区域的河床地形。对重点部位应进行扫床和探摸,对木桩、沉船、铁锚和

块石堆等凸出的尖锐物应予以清除或处理。

13.2.4 排头沟的位置宜选择在土质良好处,放入沟内的排体应有富余,沟内回填块石或土袋应安放牢固。

13.2.5 在水深小于 1.0m 的床面或低潮位出露的滩面沉排时,软体排可采用人力直接铺放。水深大于 1.0m 的河段,可根据水深、流速和风浪等工况条件,采用沉排船沉放软体排。

13.2.6 陆上护滩施工时,排体宜由人力铺放,排上铺石时应防止损坏排体。

13.2.7 沉放排体的全过程,应按设计要求定位,确保排体位置和搭接量满足设计要求。排体应保持平顺,松紧适度。对地基条件差和变形较大的床面应留有一定富余量。

13.2.8 排体沉放应同步观测沉排全过程轨迹,排体沉入河底后,应及时检测,重要部位应进行水下探摸检查。

13.2.9 沉排船应具有满足工艺设计要求的设施和足够的作业平台,排体作业面应光滑,船舶锚固和卡排系统应灵活稳定。水深和流速较大地区的沉排,应设沉排牵引导钩或沉排滑板。

13.2.10 散抛石压载软体排的沉放施工应符合下列规定。

13.2.10.1 排体布设和沉排船移动方向应符合设计要求。

13.2.10.2 迎流排头应使其紧密着床,保证足够的压载,防止被水流掀起。

13.2.10.3 排体压载块石应采用网格控制,均匀抛放,质量应满足设计要求,确保排体完全覆盖。滩坡排上铺石或抛石应防止损坏排体。

13.2.11 系结压载软体排的沉放施工,除应满足第 13.2.10.1 款和第 13.2.10.2 款的要求外,尚应符合下列规定。

13.2.11.1 软体排的排体宜加工成小单元体,运至沉放工地进行现场拼接与排体安装,拼接安装时应保证单元排体结合强度不低于设计要求。混凝土联锁块宜根据起吊能力制成单元体吊装运输。

13.2.11.2 软体排宜垂直坝轴线方向沉放,单向流河段排体搭

接方向宜由下游向上游方向逐块沉放搭接。

13.2.11.3 充填袋和沙肋软体排的压载袋体应充填适当、袋口应牢固扎紧。系结带和系结圈应连接牢固,使压载物与排体成一体。

13.2.11.4 混凝土联锁块软体排的沉放应放置均匀,与排体联结牢固。

13.2.12 沙被软体排的沉放施工,排布宜按要求直接铺放在床面,并宜采用水下泥沙泵现场充灌装沙。

13.2.13 护底施工应与导堤和坝体施工相协调,防止滩地冲刷。

13.3 坝体抛石和砌石

13.3.1 抛填块石筑坝施工应根据设计要求、施工能力、水位、水深、水流和波浪等因素,确定分层和分段的施工程序。

13.3.2 坝体抛石应符合下列规定。

13.3.2.1 块石的粒径、级配和质量应满足设计要求。

13.3.2.2 施工时坝轴线位置、坝顶宽度、坝体长度和坝体断面的精度控制,应满足设计要求。

13.3.2.3 坝面应采用粒径较大的块石,并应安砌稳定平整,大块石之间的缝隙应用小块石嵌紧。抛石坝体抛筑完毕后应及时整理坝面。浆砌块石或浆砌条石的坝面宜在坝体沉实稳定后进行整理。

13.3.3 水下抛石应考虑水深、水流和波浪等自然条件对块石产生的漂移影响,采用抛石船抛石的水平落距,宜通过现场试验确定,也可按下式估算:

$$L_d = 0.74 \frac{V_f H}{G^{\frac{1}{6}}} \quad (13.3.3)$$

式中 L_d ——抛石水平落距(m);

V_f ——表面流速(m/s);

H ——水深(m);

G ——块石质量(kg)。

13.3.4 丁坝、顺坝和导堤抛石施工应符合下列规定。

13.3.4.1 当坝根处岸坡抗冲能力较弱时,宜处理坝根并进行上下游护坡。

13.3.4.2 在不设护底的砂卵石河床上,筑坝时宜沿坝底先平抛一层块石,防止河床冲刷。

13.3.4.3 坝身宜由坝根向坝头抛筑,坝身较长时也可分段同时抛筑。

13.3.4.4 在抛石筑坝过程中,应随时检查坝位、坝身和边坡等易冲刷的河段,尚应观察沿堤流的冲刷情况。

13.3.5 锁坝抛石施工应符合下列规定。

13.3.5.1 应按坝根处理和护底、护坡、抛筑坝身的程序进行施工。

13.3.5.2 坝身施工宜采用分层平抛法,在抛筑施工中应随时检查坝位和高度。河床抗冲性较强时,也可采用端进法抛筑,合龙口位置宜选择在靠近岸坡稳定的一侧。

13.3.6 潜坝分层抛筑时,应随时检测坝位、坝顶高程和护底情况,防止位移、超高和河底冲刷。

13.3.7 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放于冰面上,破冰落位,形成坝体轮廓,再进行坝面整理。

13.3.8 软土地基上抛石施工应符合下列规定。

13.3.8.1 堤侧有块石压载层的导堤施工,应先抛压载层,后抛堤身。

13.3.8.2 有挤淤要求时,应从断面中间逐渐向两侧抛填。

13.3.8.3 有控制抛石加荷速率要求时,应按设计要求设置沉降观测点,控制加荷间歇时间。

13.3.8.4 采用陆上端进法抛填堤心石时,堤根的浅水区可一次抛到设计高程,堤身和堤头可根据水深、地基承载力、水流和波浪情况一次或多次抛填至设计高程。

13.3.8.5 采用铺设软体排作加筋垫层时,应先铺排再抛砂石垫层,最后抛筑堤身。土工织物软体排加筋垫层应符合现行行业

标准《土工织物应用技术规程》(JTJ/T 239)的有关规定。

13.3.9 大型潮汐河口抛石斜坡堤施工,应在堤心石抛填完成后及时理坡、覆盖反滤层、设置垫层和进行块石或块体护面。反滤层、垫层和块石护面的厚度不应小于设计厚度,护面块石坡度不得陡于设计坡度。护面块体的安放施工应按现行行业标准《防波堤设计与施工规范》(JTJ 298)的有关规定执行。

13.3.10 砌石工程施工应符合下列规定。

13.3.10.1 块石和条石的规格、质量、砌筑砂浆的品种和强度应满足设计要求。

13.3.10.2 浆砌条石和块石面层宜采用座浆法砌筑。错缝和灰缝应符合设计要求和有关标准的规定,砌筑砂浆应饱满,勾缝应密实牢固。

13.3.10.3 干砌块石应相互错缝并坐实挤紧,不应松动、叠砌和浮砌。

13.3.10.4 采用块石灌浆护面时,应先将块石理砌平整后再灌注砂浆,砂浆应灌筑饱满。

13.4 土工织物充填袋筑坝

13.4.1 土工织物充填袋筑坝施工应根据土工织物袋体的尺寸和设计要求,采取不同的施工方法。

13.4.2 土工织物充填袋筑坝应符合现行行业标准《土工织物应用技术规程》(JTJ/T 239)的有关规定。土工织物袋体的尺寸、质量、抗拉强度、孔径透水性和保土性能等指标应满足设计要求。

13.4.3 充填袋内的充填料应采用砂性土或粉细砂类土,其粘粒含量不宜超过 10%,砂性土中粒径大于 0.05mm 的砂粒含量宜大于 50%。充填料宜就地取材或通过采砂船运至充填区,在附近滩地取土时,取土区不应対建筑物及周围造成不良影响。

13.4.4 充填袋体的充填应符合下列规定。

13.4.4.1 充填泥浆泵的选型应根据土工织物充填袋体大小、充灌速度和输送距离确定。

13.4.4.2 充填水力造浆的泥浆浓度宜为 20% ~ 45%, 袋体内充填饱满度宜为 85%, 抛筑施工时充填袋充填后应静置排水密实。

13.4.4.3 土工织物充灌口应布置在袋体表面, 充灌口数量宜根据袋体尺寸、填料粒径和充填能力确定。

13.4.5 施工中应考虑施工顺序和施工荷载对坝整体和局部稳定的影响, 并应考虑因地基沉降和充填袋内沙体的密实而引起的顶部高程降低。

13.4.6 施工期间对土工织物充填袋露出水面的部分应及时覆盖, 坝心填筑完后应直接在坝体外铺设无纺布和反滤层并砌筑护面层。

13.4.7 充填袋抛筑施工应符合下列规定。

13.4.7.1 采用水上抛袋法施工时, 应在施工区域布设纵横导标或采用 GPS 实时定位的方法, 控制抛袋船位置, 并应随时检验沉放位置。

13.4.7.2 充填袋应按上下游边线导标层层平抛, 抛填宽度应按坝体断面沿高度逐渐缩窄。

13.4.8 充填袋铺筑施工应符合下列规定。

13.4.8.1 铺放前应对坝基进行扫床和探摸, 对凸出的尖锐物应予以清除。

13.4.8.2 袋体的大小宜根据坝体横断面尺寸确定, 袋体的布设, 横向宜为整体, 上下袋体应错缝铺设, 厚度宜控制在 400 ~ 600mm 范围内。

13.4.8.3 在充填过程中, 应根据充填物的固结时间和填料的级配变化, 适时调整充填工艺。

13.4.8.4 充填坝的外形尺寸和平整度应满足设计要求, 在充填过程中应及时检查。

13.4.8.5 土工织物充填坝坝心外露部分不得长时间暴露, 应按设计要求及时覆盖保护。受风浪和水流冲击的河口地区, 应在施工期做好临时防护工作。

13.5 混凝土构件混合坝

13.5.1 混凝土构件混合坝施工应包括人工块体和模袋混凝土压顶施工。混凝土构件的施工应按设计要求和现行行业标准《水运工程混凝土施工规范》(JTJ 268)的有关规定执行。

13.5.2 混凝土构件混合坝施工应与筑坝施工的进度同步,筑坝施工的推进方法应便于临时防护风浪。

13.5.3 混凝土构件混合坝基床抛石施工,除应按第 13.3 节和现行行业标准《防波堤设计与施工规范》(JTJ 298)的有关规定执行外,尚应满足下列要求:

(1)基床抛石施工按先护底,后抛石,再抛筑抛石棱体的程序进行,采用分层平抛法施工,抛石过程中随时检查抛填的高度和均匀度;

(2)水下基床整平采用整平船施工。

13.5.4 人工块体安放前应检查块石垫层的厚度和表面平整度,不符合要求的部分应进行整修。人工块体应自下而上安放,底部的块体应与水下抛石棱体紧密接触。

13.5.5 模袋混凝土压顶现场浇筑施工应按现行行业标准《土工织物应用技术规程》(JTJ/T 239)的有关规定执行。

13.6 护 岸

13.6.1 平顺护岸施工应按先护底,后护脚,再护坡的程序进行。各部分的施工应符合下列规定。

13.6.1.1 护底软体排施工应符合第 13.2 节的有关规定。

13.6.1.2 护脚施工应满足下列要求:

(1)护脚施工在枯水期进行,横向先深后浅、先远后近,纵向充填袋护脚先下游后上游,纵向块石护脚先上游后下游,抢护崩岸,从最能控制险情的部位开始,防护近岸河床;

(2)护脚施工随时检查抛填的厚度和均匀性,按设计要求控制护脚范围和边坡;

(3)抛石护脚完成后,对常年枯水位以上部分进行修整。

13.6.1.3 护坡施工应满足下列要求:

(1)护坡施工先削坡再铺反滤层;

(2)削坡从上至下分层、分段进行,边坡平整稳定,不贴坡,不填土还坡,削坡弃土上岸摊平,并对少量确需回填的部位进行夯实;

(3)护面块石安放前检查导渗盲沟、反滤层和土工布的质量,对不符合要求的部分进行修整;

(4)护面由低处向高处均衡上升,防止垫层践踏破坏,坡面块石嵌紧、密实、错缝并平整,厚度满足设计要求,若需勾缝,待沉实稳定后进行。

13.6.2 短丁坝护岸的施工应按第 13.3.4 条的有关规定执行。

13.7 炸礁和疏浚

13.7.1 施工前除应按第 13.1 节的有关规定执行外,尚应对周围环境进行下列内容的调查:

(1)当地政府和有关主管部门对爆破作业的规定和有关环境保护的要求;

(2)爆破影响范围内的居民区、文物保护区和重要设施的位置,建筑物的结构特征及抗震性能;

(3)距爆破区 2km 范围内的港区、停泊区、水产养殖场和游泳场等的分布。

13.7.2 有覆盖层的河床,水下炸礁施工前,应查明覆盖层厚度、组成、粒径和分布情况。钻孔作业应在挖除覆盖层后实施。

13.7.3 陆上炸礁与水下炸礁的分界线宜为设计最低通航水位以上 1.0m,工况复杂的应由设计单位根据工况和施工条件分析确定。

13.7.4 航道整治工程炸礁的爆破方法应根据工程规模、开挖要求、地质情况、环境条件和安全要求等进行选择,并应符合下列规定。

13.7.4.1 陆上炸礁应以浅孔爆破为主,严禁采用塞缝爆破或裸爆。

13.7.4.2 高边坡或需要保护边坡的炸礁施工,宜采用预裂爆破或光面爆破,减小对边坡的破坏范围。

13.7.4.3 水下炸礁应优先选用水下钻孔爆破方法和微差爆破技术。

13.7.4.4 下列情况宜采用水下裸露爆破:

- (1)零星礁石爆破后残留浅点的清除和大块石的二次爆破;
- (2)炸区面积小、炸层较薄、水流急乱和钻孔十分困难工点的爆破;
- (3)沙质浅滩爆破;
- (4)挖掘困难的卵石河床松动爆破;
- (5)水下障碍物清除;
- (6)破冰和冰下炸礁;
- (7)盲炮处理。

13.7.5 水下钻孔爆破宜一次破碎到设计高程,不留残埂,并应有足够的钻孔超深。

13.7.6 水下爆破钻孔船的位置必须准确定位,并应经常校核,锚定牢固。钻孔位置的偏差,内河不应大于 200mm,潮汐河口不应大于 400mm。

13.7.7 水下钻孔设备宜采用中风压空气压缩机、潜孔钻机和高导架。

13.7.8 水下爆破器材应选择安全性好的优质器材,宜采用乳化炸药、导爆管和 8 号金属雷管。

13.7.9 在深水急流中进行钻孔爆破,应配用伸缩性小的防护绳,将起爆线和导爆管等松弛地绑在防护绳上,防止折断。

13.7.10 炸礁施工应按现行国家标准《爆破安全规程》(GB 6722)的有关规定确定爆破地震、水中冲击波和个别飞散物的安全允许距离,并应采取微差爆破等措施,减弱爆破引起的水中冲击波和地震效应。

13.7.11 航道整治的基建性疏浚施工,应综合考虑下列因素,合理选择挖泥船及配套设施:

- (1)疏浚土的性质、类别和有关技术指标;
- (2)施工区的水深、流速、流向和风浪等自然条件;
- (3)工程量大小、泥层厚度、最大挖深和排泥区位置等施工要求;
- (4)施工区通航、环保的要求和其他环境条件。

13.7.12 采取疏浚措施拓宽加深原有航道,应处理好施工通航问题,可采取定时通航、临时避让或另辟临时航道等措施。

13.7.13 采取疏浚措施开挖新航槽时,疏浚施工应符合下列规定。

13.7.13.1 开挖新的支汊航道,疏浚施工应合理确定施工水位,延长施工作业期。

13.7.13.2 开挖新的引河或航道的裁弯取直工程,可采用陆上开挖中段和挖泥船开挖两头的方法施工,段间土埂可采用爆破与疏浚相结合的方法清除。

13.7.13.3 网状通海河口开挖特长的新槽,工期超过一个水文年时,宜通过模拟研究优化施工程序。

13.7.14 采用炸礁弃渣、疏浚弃土或吹填方法填塞尖潭倒套或坝田时,抛填应准确定位,及时监测。

13.7.15 挖泥船清除爆破石渣前,应详细了解钻孔爆破设计和实际爆破情况,施工过程中发现爆炸残留物或盲炮时,应立即采取措施,予以处理。

13.7.16 疏浚过程中发现施工区域有沉船和石堆等障碍物时,应先查明情况,确定其位置,对无法避开的障碍物应先清除后疏浚。

14 工程验收和效果观测

14.1 一般规定

14.1.1 航道整治工程的验收应按交通部《内河航运建设项目工程竣工验收办法》和《沿海航运建设项目工程竣工验收办法》的有关规定执行。

14.1.2 航道整治工程项目的验收应包括交工验收和竣工验收。单位工程较多和建设内容复杂的项目,可在竣工验收前组织预验收,为竣工验收作好准备;综合项目的竣工验收应在各分项工程全部完成后进行;小型航道整治工程项目可根据具体情况适当从简。

14.1.3 长河段整治工程分滩段逐步整治的项目,可分别进行单滩工程的交工验收,待全河段最后一个滩段竣工并经过一个水文年后,可申请竣工验收。

14.1.4 工程验收的依据应包括施工合同、施工图设计、施工技术规范和质量检验评定标准等。

14.1.5 工程的效果观测宜按滩段所处的位置和特性,制定针对建设目标的相应观测内容,作出全面准确的工程效果评价。

14.2 交工验收

14.2.1 交工验收应符合下列规定。

14.2.1.1 交工验收的工程应完成工程合同规定和施工图设计规定的内容,分项和分部工程质量应全部合格,整体尺度和外观质量应满足有关要求。

14.2.1.2 施工单位编制的交工验收资料应符合要求。

14.2.1.3 交工验收应进行水上水下地形、水文和建筑物等测

量,炸礁、清障、清渣和打捞沉船工程应进行硬式扫床或全覆盖扫测,并应检验合格。

14.2.2 交工验收的测图比例应满足下列要求:

- (1)整治建筑物为 1:2000 ~ 1:500,范围包括建筑物及附近地区;
- (2)炸礁工程水下部分为 1:500 ~ 1:100;陆上部分为 1:1000 ~ 1:500;
- (3)疏浚工程为 1:5000 ~ 1:1000。

14.3 竣工验收

14.3.1 竣工验收应满足下列要求:

- (1)短河段和单滩的筑坝、疏浚、炸礁和护岸等整治工程按设计内容完成;
- (2)长河段和滩群的分段、分滩整治工程按设计内容完成;
- (3)新开航道的开挖、疏浚和护岸等工程按设计内容完成;
- (4)航道整治工程交工验收后,经一个水文年的使用或试运行,航道尺度和船舶航行条件达到设计要求,重要工程通过设计船型实船适航试验验证;
- (5)竣工验收资料经档案部门预验合格;
- (6)工程项目经审计通过并完成竣工决算报告;
- (7)竣工图纸和初期效果观测资料按要求编制完成。

14.3.2 竣工验收除具备交工验收的测图外,尚应进行各整治河段的低水位水下地形测量和必要的水文测验,测图比例宜为 1:10000 ~ 1:2000。疏浚工程区域应有近期的水下地形图。

14.4 工程效果观测

14.4.1 工程效果观测应作为工程后评估的重要依据。

14.4.2 工程效果观测应包括下列主要内容:

- (1)固定断面水文和泥沙;
- (2)河道地形变化;

(3)水面线及比降;

(4)流态;

(5)建筑物沉降、位移和变形等。

14.4.3 情况复杂的重点滩险,应根据需要进行与工程施工前时序相应的水文、泥沙和河道地形观测,检验效果和总结经验。工程效果观测应符合下列规定。

14.4.3.1 浅滩的工程效果观测,应重点观测不同水位期的水下地形、水面线、流速和流向的变化,必要时应进行河床质取样,并观测坝田的淤积情况、坝头冲刷坑的深度及范围、坝区的流速及流向变化和整治建筑物的变形等。

14.4.3.2 急滩和险滩的工程效果观测,应重点观测不同水位期整治区域内的流速、流态、水面线、比降和标准船队通过滩段的航行轨迹及过滩历时等;溪口急滩尚应观测溪沟口附近的地形变化。

14.4.3.3 潮汐河口整治的工程效果观测,应重点同步观测各潮位站的潮位、含沙量和盐度变化,整治河段不同时期的流速、流向和水下地形图,同时观测坝田的淤积情况、坝头冲刷坑的深度及范围、坝区的流速及流向变化和整治建筑物的变形,必要时尚应进行河床质取样。

14.4.3.4 工程效果观测不应少于交工后一个水文年。重要项目应观测至达到新的相对平衡为止。

14.4.4 大型航道综合治理工程的效果观测,除应符合第 14.4.3 条的规定外,尚应根据设计对工程的具体要求进行相应的观测,并与模型试验成果对比分析。

14.4.5 工程效果观测后,应提交工程效果分析报告。重要项目应对工程进行效果评价。

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,对要求严格程度的用词用语说明如下:

(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、规范执行时,写法为“应符合……的有关规定”或“应按……执行”。

附加说明

本规范主编单位、参加单位、 主要起草人、总校人员和管理组人员名单

主 编 单 位：长江航道局

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

交通部三峡办

上海航道勘察设计研究院

重庆西南水运工程科学研究所

南京水利科学研究所

长江航道规划设计研究院

长江航道重庆工程局

主要起草人：谭 艺(长江航道局)

吴 澎(中交水运规划设计院)

(以下按姓氏笔画为序)

王国扬(交通部三峡办)

卢汉才(交通部天津水运工程科学研究所)

刘书伦(交通部三峡办)

杜宗伟(重庆西南水运工程科学研究所)

陈学良(上海航道勘察设计研究院)

张幸农(南京水利科学研究所)

陆永军(交通部天津水运工程科学研究所)

赵世强(重庆西南水运工程科学研究所)

黄 超(长江航道重庆工程局)
蔡大富(长江航道规划设计研究院)

总校人员:李永恒(交通部水运司)
何文辉(交通部水运司)
吴敦龙(中交水运规划设计院)
孙毓华(中交水运规划设计院)
荣天富(长江航道局)
朱杏珍(长江航道局)
谭 艺(长江航道局)
吴 澎(中交水运规划设计院)
董 方(人民交通出版社)

管理组人员:谭 艺(长江航道局)
朱杏珍(长江航道局)
肖奇志(长江航道局)
蔡大富(长江航道规划设计研究院)

中华人民共和国行业标准

航道整治工程技术规范

JTJ 312—2003

条文说明

目 次

1 总则	(103)
3 基本资料	(104)
3.1 一般规定	(104)
3.2 预可行性研究阶段	(104)
3.3 工程可行性研究阶段	(104)
3.4 初步设计阶段	(105)
3.5 施工图设计阶段	(105)
3.6 施工阶段	(106)
4 总体设计	(107)
4.1 一般规定	(107)
4.3 整治标准	(107)
4.4 整治水位、整治线宽度和整治线布置	(107)
4.5 工程实施方案	(108)
5 浅滩航道整治设计	(109)
5.1 一般规定	(109)
5.2 整治水位和整治线宽度确定	(109)
5.6 工程布置和挖槽设计	(109)
6 危险滩航道整治设计	(110)
6.1 一般规定	(110)
6.2 急滩整治	(110)
6.3 险滩整治	(111)
6.4 复杂滩险整治	(111)
7 潮汐河口航道整治设计	(113)
7.4 整治线和挖槽布置	(113)

8	枢纽上下游航道整治设计	(114)
8.1	一般规定	(114)
8.2	变动回水区航道整治	(114)
8.3	常年回水区航道整治	(114)
8.4	通航建筑物上下游航道整治	(115)
8.5	枢纽下游航道整治	(115)
9	湖区、桥区和港区航道整治设计	(116)
9.4	港区航道整治	(116)
10	整治建筑物设计	(117)
10.2	护底和护滩结构	(117)
10.5	锁坝设计	(117)
10.6	鱼嘴设计	(117)
12	水流泥沙模拟研究	(118)
12.5	数值模拟	(118)
13	航道整治工程施工	(119)
13.1	一般规定	(119)
14	工程验收和效果观测	(120)
14.1	一般规定	(120)

1 总 则

1.0.2 本条的库区包括水库的湖泊段和河道段。

1.0.3 本条的总体规划主要是指流域规划、城市规划、河道整治规划和航道建设规划等。

1.0.5 航道整治工程,由于水流和泥沙的作用,有些河段的河床地形具有多变性,在这种情况下,提出对设计和施工方案进行相应的局部调整,但这种调整并不等同于“边勘察、边设计、边施工”等违反建设程序的做法,而是在航道整治总体要求的基础上,按有关程序进行的局部调整。

1.0.6 本条所指法律和法规主要包括《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国航道管理条例》和《航道技术政策》等。

3 基本资料

3.1 一般规定

3.1.1 根据基建程序各阶段的要求,对各阶段应收集的基本资料作出规定,以适应各阶段工作的需要。

3.1.2 预可行性研究、工程可行性研究、初步设计和施工图设计等工作具有连续性,前阶段工作是后一阶段工作的基础,因此后阶段资料收集应在前阶段已有资料的基础上进行补充,深化。而施工阶段所需的资料着重点不同,需单独收集。

3.1.4 本条的现行国家标准主要包括《岩土工程勘察规范》(GB 50021)和《河港工程设计规范》(GB 50192)等;现行行业标准主要包括《水运工程测量规范》(JTJ 203)、《渠化工程地质勘察规范》(JTJ 241)和《内河航道与港口水文规范》(JTJ 214)等。

3.2 预可行性研究阶段

3.2.1 ~ 3.2.5 根据《内河航运建设项目可行性研究编制办法》中规定的“预可行性研究报告是编制项目建议书的依据”,并参照长江、珠江、黑龙江、湘江和汉江等航道整治工程预可行性研究报告内容制定。

3.2.6 现有及规划的枢纽、取排水和过河建筑物等,对河流的水文和泥沙等自然条件变化将产生很大影响;沿江防洪、城市建设和国土规划等,对确定航道建设标准、建设方案和总体布置等影响很大,因此本条进行了相应规定。

3.3 工程可行性研究阶段

3.3.1 ~ 3.3.5 根据《内河航运建设项目可行性研究编制办法》中

规定的“工程可行性研究报告是编制设计任务书的依据”及“主体工程应达到初步设计的深度”要求,并参照长江、湘江和赣江等航道整治工程可行性研究报告内容制定的。

3.3.6 根据《建设项目环境保护设计规定》要求制定。

3.3.7、3.3.8 工程可行性研究阶段的施工方案与投资估算相互关联,是审查工程是否可行的重要内容,有关部门对工程可行性研究阶段的投资估算与初步设计阶段的概算之差也有严格控制要求,因此本条规定有关资料的收集。

3.4 初步设计阶段

3.4.1 浅滩的整治掌握其演变规律和发展趋势最为重要,本条规定仅为最基本的要求。

3.4.2 各类碍航滩险的流速和流向,危险滩成滩期的水流条件包括碍航流态和局部比降等,对船舶航行条件和滩段的冲淤变化有很大的影响,因此本条规定必要时应进行有关项目的观测。为准确计算工程量,合理布置整治建筑物,因此本条规定重点滩险应施测整治部位的大比尺地形图。

3.4.3 基于判明工况、确定施工方案和计算工程造价的需要,因此要求查明疏浚河段的挖槽和岸坡的土质;为了判定钻孔效率和单位用药量大小,确定岩石的可钻性和可爆性,因此要求查明需炸礁河段的礁石性质和岩石级别。

3.5 施工图设计阶段

3.5.1 航道整治工程施工图设计一般是指长河段中的某一滩险设计,或是大型平原河流易变浅滩某分项工程设计。

3.5.1.1 因整治工程施工一般都在汛后中、枯水期进行,所以对变化急剧的浅滩规定用当年汛后测图。

3.5.1.2 施工区测图采用图比是为了合理、准确计算工程量和投资并便于施工放样定线。

3.5.3 本条内容是编制施工组织设计和确定施工方案中施工方

法、施工程序和施工水位等的必备资料。

3.5.4 爆破施工可能影响范围内的建筑物主要包括危险品仓库、有精密仪器的场所、高压输电线路、桥梁、水塔、烟囱、高层建筑和重要军事设施等,因对爆破震动和飞石有特殊的要求,因此本条进行了相应规定。

3.5.5 专项试验研究资料包括与施工有关的实船试验观测分析资料,整治建筑物新结构和新材料的物理力学试验、整治建筑物模型试验及中间试验的成果等。

3.5.7 本条所指定额主要为交通部现行的有关定额及当地近期可套用的定额。

3.6 施 工 阶 段

3.6.1、3.6.2 航道整治工程需在河道内进行施工,长河段的整治工程需数年才能完成,由于河段年内与年际间的水文、气象和地形等的变化及前期竣工的整治建筑物使河床产生新的变化等,可能出现与原设计不一致的情况,需局部修改设计或调整施工计划,工程施工期收集工程区域的地形、水文、气象和专项试验研究等资料,是为设计变更、确定实际工程量、工程决算和验收等提供依据。

3.6.3 已建整治建筑物使其周边的河床地形、流速和流态等产生变化,影响施工安排、安全防护措施及工程量,收集相关资料为采取补救措施提供依据。

3.6.4~3.6.6 为工程质量检验、安全检查、中间验收和环境监测等各项工作提供依据。

4 总体设计

4.1 一般规定

4.1.1 总体设计的主要目的是为了协调各河段的整治标准和工程措施。

4.1.3 长河段通常是指由多个单滩或滩群组成的河段。属于下列情况之一为重要河段：

- (1)整治后为 IV 级或跨省 V 级及以上航道；
- (2)运量大的航道；
- (3)其他重要河段。

4.3 整治标准

4.3.5 船舶设计吃水是船舶在设计载量时的静吃水,不一定是船舶的最大吃水,为充分发挥驳船的最大经济效益,有时采用变吃水概念进行设计。航道富余水深主要由船舶航行下沉量、波浪和船底安全富余量等组成。船舶航行下沉量与航速和流速有关;船底安全富余量与船舶吃水及河床质有关。船舶或船队做直线航行时,在风和水流等外力作用下,两侧产生不均衡阻力,需依靠船舵来保持航向,此时船舶或船队纵轴线与航向间形成漂角,漂角大小主要受水流、风速、船舶操纵性能和驾驶技术的影响,在弯道中航行漂角与弯曲半径和船队长度关系更密切。

4.4 整治水位、整治线宽度和整治线布置

4.4.5 整治水位一般是指与整治建筑物头部齐平的水位,当整治建筑物采用两个不同高程时,与其头部分别齐平的水位即为两级

整治水位,相应的整治线宽度为两级整治线宽度。

4.5 工程实施方案

4.5.7 施工监测包括河床地形、水流条件和建筑物变形等方面的观测。异常变化是指工程区域出现与原设计不相符,影响工程效果和工程安全的河床地形和水流条件变化。

5 浅滩航道整治设计

5.1 一般规定

5.1.1 本次修订考虑到平原航道与山区航道的浅滩整治存在一定差异,将原规范中的砂卵石浅滩分成沙质浅滩和卵石浅滩两节;考虑到泥质浅滩多出现在湖区和水网地区,将泥质浅滩的内容归入到湖区航道整治。浅滩是在水流与河床相互作用下,出现航深不能满足船舶航行要求,以“浅”为主要碍航特征的滩段。按其河床主要组成物性质分类如下:

- (1)沙质浅滩指河床主要由砂粒组成的浅滩;
- (2)卵石浅滩指河床主要由砾石和卵石组成的浅滩;
- (3)石质浅滩指河床主要由岩石组成的浅滩。

5.2 整治水位和整治线宽度确定

5.2.1 ~ 5.2.3 根据近 20 年对整治水位和整治线宽度的研究成果和实践经验制定。

5.6 工程布置和挖槽设计

5.6.1 确定丁坝间距,涉及因素较多,尚难用理论计算。国内目前采取按上一座丁坝的有效投影长度的某一倍率,结合具体情况确定。条文中表 5.6.1 所列丁坝间距选用范围是从实践经验中加以综合而得。

6 急险滩航道整治设计

6.1 一般规定

6.1.1 急滩是河床过水断面狭小,流速和比降较大,以急为主的碍航滩段;险滩是河道弯曲狭窄和流态紊乱,以险为主的碍航滩段。复杂滩险是水流和泥沙条件复杂或一个滩段内急、险、浅碍航特性中同时存在2种或3种的复杂碍航滩段。

6.1.3 急滩和险滩成滩期的上限水位、下限水位和最汹水位是急滩和险滩成滩期的特征水位,与流速、比降和流态变化的趋势及规律有关。急滩和险滩成滩期的上限水位和下限水位是指形成急滩和险滩碍航的上下临界水位,急滩和险滩最汹水位是指急滩和险滩水流最汹险时的水位。

6.2 急滩整治

6.2.1 基岩急滩是指滩段河床由较坚硬的基岩构成,不易被水流冲蚀,同时河床过水断面窄小的急滩;溪口急滩是指河道一岸或两岸有溪沟汇入,山洪暴发时冲出大量石块堆积溪口,造成河床过水断面减小的急滩;崩岩急滩和滑坡急滩是指岸边发生较大的崩岩或滑坡,大量破碎岩体倾入江中,造成河床过水断面减小的急滩。

6.2.2 本条所指的其他条件包括船舶运输状况、近期可能兴建水库和整治本滩将影响的上下游航道等。

6.2.5.1 突嘴型急滩是指河道的一岸或两岸有伸入江中的基岩或乱石突嘴,造成过水断面减小,形成对口或错口的急滩。

6.2.5.2 窄槽型急滩是指基岩或由于其他地质原因造成河槽

狭窄和过水断面减小,在一定水位期形成滩段较长的急滩。

6.2.5.3 潜埂型枯水急滩是指由于崩石或其他原因在河底造成潜埂,潜埂顶部下游产生跌水,并多在枯水期成滩的急滩。

6.3 险滩整治

6.3.1 礁石险滩是指航道中明暗礁石密布,造成航槽弯曲狭窄、水流流态紊乱或局部水深不够,使过往船舶易于触碰礁石,航行安全受到威胁的险滩;急弯险滩是指河道过于弯曲,航道弯曲半径满足不了设计船队安全通行要求的险滩;泡漩险滩是指特殊地形条件形成泡水、漩水或两种水并存的滩险;滑梁水险滩主要是指江中航槽边缘的纵向石梁和基岩台地束窄河槽,当水流溢过梁顶形成一种近似于侧向宽顶堰流流态的险滩。

6.4 复杂滩险整治

6.4.1 复杂滩险的河床地形十分复杂,水流湍急而又紊乱,且随着水流的变化,滩情将出现变化与反复,此类滩有别于单纯性急滩或险滩。按实际出现的滩情及不同性质区分为以下几类:

(1)卵石急滩,是指河床底质为卵石的急滩;

(2)分汊基岩急滩,是指河床底质为基岩的汊道急滩;

(3)连续急滩,是指几个急流段连在一起的急滩;

(4)复合型滩,是指急、险、浅碍航特性中同时存在2种或3种的滩险。

6.4.2 本条是根据川江斗笠子滩、大渡河罗李坝滩和乌江出老头滩等卵石急滩整治的工程经验总结而得。

6.4.3 本条主要根据广西的山区河流航道整治工程经验总结。

6.4.4 本条主要根据川江和尚滩和北盘江岩架滩等滩险的整治工程经验总结。

6.4.5 本条是根据工程实践的经验教训而得。工程实践表明,正确认识复合型滩的形成原因和特性,是保证整治原则正确性和整

治工程布置合理性的前提条件。

6.4.6 复杂滩险地形极不规则,水流条件、泥沙输移规律十分复杂,一般为典型的三维问题,有些还属非恒定的水流泥沙问题,难以用普通的水力计算方法确定工程方案。

7 潮汐河口航道整治设计

7.4 整治线和挖槽布置

7.4.5 在洪水和枯水流量变幅较大的河口,上游洪水对河床冲淤的作用明显,特别是泥沙中值粒径为 0.1mm 左右的河口,因泥沙起动流速小,一次洪水过后,深槽与浅滩的位置可能改变,故应分析洪水后航槽水深的变化。口外海滨段受风浪的影响,当泥沙较细时,风浪掀沙明显,沉落在滩地或航道内的泥沙可形成浮泥,浮泥的起动流速小,极易被潮流带入已挖深的航道,故应分析其对航道的影响。

8 枢纽上下游航道整治设计

8.1 一般规定

8.1.1 变动回水区航道是指水库回水末端上下游移动区段的航道;常年回水区航道是指枢纽壅高上游水位所形成人工湖内的航道;通航建筑物上下游航道是指枢纽上下游引航道、连接段航道和通往锚地的航道,引航道通航条件属通航建筑物设计的范围;枢纽下游航道是指受枢纽明显影响的坝下游航道。

8.2 变动回水区航道整治

8.2.2.1 变动回水区上段汛期泥沙淤积厚度较大,淤积物粒径较粗,需适当提高整治水位,以促使提前冲刷、延长冲刷时间和加大冲刷流速。

8.2.2.2、8.2.3.1 变动回水区中、下段泥沙淤积累积性增长,河床逐年抬高,比降逐渐调平,为使消落冲刷时机适当提前,增强冲刷能力,在采用整治建筑物整治时,其整治水位与设计最低通航水位的差值自上而下地逐步加大。当被整治对象为存在多个浅区的浅滩群,为防止上冲下淤的局面出现,整治线宽度沿程逐渐束窄,以利输沙。

8.2.3.2、8.2.3.3 根据丹江口水库回水变动区航道整治实践经验总结。

8.3 常年回水区航道整治

8.3.1、8.3.2 根据葛洲坝常年回水区航道整治经验总结。

8.4 通航建筑物上下游航道整治

8.4.2 根据葛洲坝枢纽连接段航道整治实践经验总结。

8.4.3 根据广西贵港航运枢纽航道整治经验总结

8.4.6 根据富春江枢纽航道整治实践经验总结。

8.5 枢纽下游航道整治

8.5.3 ~ 8.5.5 根据葛洲坝、丹江口、万安、水口、西津和富春江等枢纽下游河段航道整治工程的实践经验总结。

9 湖区、桥区和港区航道整治设计

9.4 港区航道整治

9.4.3、9.4.4 “港口码头与主航道同靠河道一侧”是指在港区航道范围内既有行经港区的主航道,又有位于港口码头前沿的停泊水域和进出锚地的航道;“港口码头与主航道分离”是指港口与主航道处于不同水域,港口有单独的进出港航道。

10 整治建筑物设计

10.2 护底和护滩结构

10.2.2 土工织物软体排按压载形式分为散抛压载软体排、系结压载软体排和沙被软体排。系结压载软体排是指通过系结的方法,使混凝土块等压载物与土工织物相联结的排体。

10.2.3 系结压载软体排主要有沙肋软体排、混凝土系结软体排和混凝土联锁块软体排等。

10.2.5 充填袋是指在土工织物袋内充填符合要求的砂料而形成的河工构件体,常用于缺乏石料地区的整治建筑物坝体填心和护脚等。

10.3 锁 坝 设 计

10.5.4、10.5.6 锁坝接岸纵坡是根据规范专题研究项目《锁坝的破坏机理及防护措施研究》的成果确定。

10.6 鱼 嘴 设 计

10.6.1 固滩鱼嘴是根据湘江下摄司已建鱼嘴工程经验总结。

10.6.2 护洲鱼嘴是根据长江界牌航道整治工程和长江小黄洲工程等的经验总结。

12 水流泥沙模拟研究

12.5 数值模拟

12.5.2 根据多年工程实践,预报长河段各断面平均冲淤状况,一维数值模拟能满足设计要求。

12.5.3 二维水流数值模拟计算发展迅速,计算方法较多,在大量实际运用中取得良好效果。本规范没有推荐计算公式,以便设计人员根据情况选择。

13 航道整治工程施工

13.1 一般规定

13.1.2 ~ 13.1.5 施工图设计是整治工程施工的基本依据,施工组织设计是施工单位组织施工的文件。只有在领会设计文件、熟悉图纸资料和深入现场调查研究的基础上,编制好技术先进、经济合理的施工组织设计,才能确保施工质量和进度。

13.1.6 通过施工观测能为及时了解和掌握整治工程施工过程中的变化、工程局部变更、确定实际工程量、进行工程决算和工程验收等提供依据。

14 工程验收和效果观测

14.1 一般规定

14.1.3 航道整治工程通过水流促使河床按设计预期变化进行调整,这种调整不是一个短暂的过程,同时河床还受自然长期条件的作用发生冲淤变化,这些都需要时间进行验证。因此在一个水文年后才能申请验收。

14.1.5 由于水流和泥沙作用的复杂性,以及对河道自然演变规律认识的局限性,航道整治工程的工程质量和工程效果不一定完全统一,因此需要对航道整治工程的效果进行观测,以便分析整治效果,总结工程经验,提高对自然规律的认识。