

JTJ

中华人民共和国行业标准

JTJ 214 - 2000

内河航道与港口水文规范

Code of Hydrology for Inland Waterway and Harbour

2000 - 12 - 25 发布

2001 - 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

内河航道与港口水文规范

JTJ 214—2000

主编单位：南京水利科学研究院
批准部门：中华人民共和国交通部
施行日期：2001 年 6 月 1 日

关于发布《内河航道与港口水文规范》的通知

交水发[2000]689 号

各有关单位：

由我部组织南京水利科学研究院等单位制定的《内河航道与港口水文规范》，业经审查，现批准为强制性行业标准，编号为 JTJ 214—2000，自 2001 年 6 月 1 日起施行。

本规范的管理工作由我部水运司负责，具体解释工作由南京水利科学研究院负责，由人民交通出版社出版发行。

中华人民共和国交通部

二〇〇〇年十二月二十五日

前 言

本规范是在总结我国近 50 年来内河航道与港口的水文分析与计算的实践经验,吸收有关理论研究和科学试验新成果以及借鉴国外有关标准的基础上制定。本规范主要包括基本资料及航道、港口和通航建筑物的水文分析与计算等技术内容。

本规范共分 6 章 21 节和 7 个附录,并附条文说明。

本规范由交通部水运司负责管理,由南京水利科学研究院负责解释。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南京水利科学研究院,以便修订时参考。

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	(1)
2 符号	(2)
3 基本资料	(4)
3.1 一般规定	(4)
3.2 资料收集	(4)
3.3 水文观测	(6)
3.4 资料整理及统计分析	(7)
4 航道	(9)
4.1 一般规定	(9)
4.2 设计最高通航水位	(10)
4.3 设计最低通航水位	(11)
4.4 施工水位	(13)
4.5 水流、泥沙	(13)
4.6 通航期确定	(17)
5 港口	(19)
5.1 一般规定	(19)
5.2 设计高水位	(19)
5.3 设计低水位	(20)
5.4 施工水位	(20)
5.5 水流、泥沙	(21)
5.6 波浪	(24)
6 通航建筑物	(26)
6.1 一般规定	(26)
6.2 设计最高通航水位	(26)

6.3 设计最低通航水位	(27)
6.4 校核水位和施工、检修水位	(28)
6.5 水流、泥沙	(29)
附录 A 枯水瞬时水面线观测方法与设计水面线的推算 ..	(32)
附录 B 频率分析法	(33)
附录 C 相关分析法	(37)
附录 D 综合历时曲线法	(41)
附录 E 保证率频率法	(43)
附录 F 风浪要素与波浪爬高计算	(44)
附录 G 本规范用词用语说明	(49)
附加说明 本规范主编单位、参加单位和主要起草人名单	(50)
附 条文说明	(51)

1 总 则

1.0.1 为统一内河航道、港口和通航建筑物工程水文分析与计算的技术要求,满足工程可行性研究、设计、施工和维护的需要,保证工程质量,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于天然河流、湖泊、水库和运河等内河航道、港口和通航建筑物工程的水文分析与计算。

1.0.3 水文分析与计算的技术要求应包括下列内容:

(1)基本资料的收集、观测、整理及统计分析;

(2)航道设计通航水位、流量的标准及分析计算方法,施工水位的确定原则,航道水流、泥沙运动的特性及影响分析;

(3)港口设计水位、波浪的标准及分析计算方法,施工水位的确定原则,港口水流、泥沙运动的特性及影响分析;

(4)通航建筑物设计通航水位、通航水流条件的标准及分析计算方法,施工、检修水位的确定原则,通航建筑物水流、泥沙运动的特性及影响分析。

1.0.4 工程水文分析与计算采用的水文基本资料必须满足可靠性、一致性和代表性的要求,并应符合下列规定。

1.0.4.1 应以工程所在地和相邻水文站的水文实测资料为主要依据。

1.0.4.2 水文要素相应的设计标准和设计值应采用统计相关分析方法确定。工程所在地水文要素受人类活动影响时,应采用分析或模拟的方法确定。

1.0.4.3 应加强工程对水文要素影响和工程效果的监测与分析。

1.0.5 内河航道、港口和通航建筑物工程的水文分析与计算,除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 符 号

C ——波浪传播速度

c_s ——偏态系数

c_v ——离差系数

D ——风区长度

D_e ——等效风区长度

D_i ——计算点沿主风向 D_0 两侧划分的射线到水域边界的距离

d ——计算水域的平均水深

E_r ——相关系数的机率误差

e ——计算点的风壅水面高度

F ——累积频率

g ——重力加速度

H ——波高

H_F ——累积频率为 F 的波高

$H_{1/p}$ —— $1/p$ 大波平均波高

\bar{H} ——平均波高

K ——综合摩阻系数

K_w ——风速系数

K_β ——斜向波折减系数

K_Δ ——与斜坡护面结构型式有关的糙渗系数

k_z ——高度换算系数

L ——波长

\bar{L} ——平均波长

m ——斜坡坡率
 n ——水文计算系列的总项数
 P ——频率
 P_d ——航道年通航期
 R ——波浪爬高
 R_b ——冰封的天数
 R_f ——影响通航的大风与波浪的换算天数
 R_s ——水位、水流条件不满足通航要求的天数
 R_w ——影响通航的大雾换算天数
 R_x ——通航建筑物维修、清淤的天数
 R_y ——影响通航的流凌天数
 T ——波周期
 T_R ——重现期
 \bar{T} ——平均波周期
 W ——计算水域设计水位以上 10m 高度处、10min 平均风速
 W_z ——由测风仪测得离水面高度 z 处的风速
 X_i ——连序系列内水文特征值变量
 X_j ——水文特征大值变量
 \bar{X} ——连序系列均值
 $Z_{上}$ ——上游水文站瞬时工作水位
 $Z_{中}$ ——所求点的瞬时工作水位
 $Z_{下}$ ——下游水文站瞬时工作水位
 $\Delta Z_{上}$ ——上游水文站设计水位改正值
 $\Delta Z_{下}$ ——下游水文站设计水位改正值
 ΔZ_x ——所求点水位的改正值
 α_i ——第 i 条射线与主射线的夹角
 σ_r ——相关系数均方差
 β ——波向线与岸线的法线夹角

3 基本资料

3.1 一般规定

3.1.1 内河航道、港口和通航建筑物工程水文分析与计算的基本资料的内容,应根据工程建设规模 and 不同阶段的要求确定。当收集的资料不能满足需要时,应根据工程要求和国家现行有关标准的规定进行专门观测。

3.1.2 基本资料应包括下列主要内容:

- (1)流域概况、河流地貌特征及河道地形等;
- (2)水位、流量、流速、流态和比降等;
- (3)来沙条件与河床组成;
- (4)潮汐、波浪与水体含盐度;
- (5)降水、雾、风速、风向、水温 and 冰凌等;
- (6)人类活动对水文要素的影响。

3.1.3 水文分析与计算应采用国家水文、气象部门整编的资料 and 专门观测的资料。

3.1.4 水文分析与计算宜采用工程所在地的水文站资料。当工程所在地无水文站时,可采用邻近水文站的观测资料,并通过相关分析取得工程所需的资料。

3.2 资料收集

3.2.1 水流资料的收集应符合下列规定。

3.2.1.1 水流资料应包括水位、流量及工程河段在不同流量下的流速、流向、流态及其分布特征。

3.2.1.2 水位资料应包括下列内容:

(1)工程相关河段基本站的特征水位和典型年水位过程线,以及所需计算时段的逐日平均水位;

(2)工程相关河段已定的设计最高、最低通航水位,以及近期人类活动对其影响的变化值;

(3)基准面资料,同一水系的基准面应换算成统一的基准面。

3.2.1.3 流量资料应包括下列内容:

(1)工程相关河段基本站的特征流量和典型年流量过程线,以及所需计算时段的逐日平均流量;

(2)工程相关河段已定的设计最高、最低通航流量;

(3)工程相关河段的水位—流量关系曲线。

3.2.2 泥沙与河床地质资料的收集应符合下列规定。

3.2.2.1 应根据河道冲淤特性选择收集下列泥沙资料:

(1)工程相关河段基本站典型年悬移质泥沙的逐日含沙量、颗粒级配、重度、淤积干重度和历年各特征值的统计、分析资料;

(2)工程相关河段基本站典型年洪、中、枯水期推移质的输沙率、输沙量、颗粒级配、重度和淤积干重度,以及与之相应的流量、水深、流速、比降等。

3.2.2.2 河床地质资料应包括下列内容:

(1)工程影响河段范围内的河床覆盖层厚度和河床物质组成沿深度变化,以及河床两岸土质的颗粒级配和原状土的力学特性试验指标等;

(2)洪、中、枯水期工程影响范围内河床质的平面分布和各测点的颗粒级配、重度、淤积干重度等。

3.2.3 当工程河段与水文站之间有较大的支流汇入时,应收集支流相应的水位、流量和泥沙资料等。

3.2.4 潮汐、波浪资料的收集应包括下列内容:

(1)工程相关河段的潮型、潮位、潮流和统计分析的潮汐特征值;

(2)工程相关水域的风浪波高、波周期和波向分布;

(3)工程相关水域的船行波、波浪爬高等特征值,以及航道断

面尺度、船型、航速和航迹线等。

3.2.5 气象、冰凌、水温和含盐度资料的收集应包括下列内容：

(1)工程河段或附近气象台、站历年降水、雾、气温、风速、风向及其统计分析资料；

(2)工程河段封冻期的初、终冰日期，最大冰厚和平均冰厚；

(3)工程河段开江流冰期的起讫日期，流冰冰块大小、速度，冰塞、冰坝发生的时间、地点及规模；

(4)工程河段的航运封江和开江日期；

(5)工程河段或附近站点的水温和含盐度。

3.3 水文观测

3.3.1 水流观测应符合下列规定。

3.3.1.1 水位观测应满足下列要求：

(1)水位观测应符合现行国家标准《水位观测标准》(GBJ 138)的有关规定；

(2)工程影响河段应根据工程需要和河型特征加设临时观测水尺；

(3)有明显横比降的河段应在两岸的相应位置设立水尺，并进行同步观测；

(4)枯水瞬时水面线观测应按附录 A 执行。其它水位的瞬时水面线观测可参照附录 A 执行。

3.3.1.2 流量测验应满足下列要求：

(1)流量测验应符合现行国家标准《河流流量测验标准》(GB 50179)的有关规定；

(2)测流断面应根据水流趋势和工程需要布设，并符合现行行业标准《水运工程测量规范》(JTJ 203)的有关规定。

3.3.1.3 水面流速、流向、流态和比降观测应满足下列要求：

(1)水面流速、流向宜采用流速仪或浮标等进行观测，并应符合现行行业标准《水运工程测量规范》的有关规定；

(2)应测定或描述碍航流态的位置；以及在不同水位时的形

态、强度与碍航程度；

(3)纵、横比降与河心水面比降的观测方法和要求应符合现行行业标准《水运工程测量规范》的有关规定。

3.3.2 泥沙观测应根据工程河段河床冲淤变化特征和工程需要进行,并应符合下列规定:

(1)以悬移质泥沙造床为主的河段,可根据河床演变分析、模拟研究和工程设计的要求,设置悬移质测验断面,定期测验悬移质的含沙量、颗粒级配及水温等。测验方法和操作要求应符合现行国家标准《河流悬移质泥沙测验规范》(GB 50159)的有关规定;

(2)以推移质泥沙造床为主的河段,可在工程河段上端选择适当的测验断面,对不同水流条件下的单宽输沙率、颗粒级配的沿河宽分布等进行观测,查明底沙输移带和强度。测验方法和操作要求应符合现行行业标准《河流推移质泥沙、床沙测验规范》(SL 43)的有关规定;

(3)当河床质为细沙或含有细颗粒的宽级配泥沙时,可采用封闭型采样器;对粘性较大的泥沙宜采用插入式采样器。

3.3.3 潮汐、波浪观测应符合下列规定:

(1)潮汐观测的范围及测点数量、位置应根据感潮河段的特点和工程需要确定;观测方法和要求应符合现行国家标准《海滨观测规范》(GB/T 14914)的有关规定;

(2)波浪观测范围及测点数量、位置应根据工程需要确定。观测方法和要求应符合现行国家标准《海滨观测规范》的有关规定;

(3)观测船行波波浪爬高等特征值时,应同时观测相应的航道断面尺度、船型、航速及航迹线等。

3.3.4 冰凌观测应根据工程需要和地区气候特征进行。观测方法和要求应符合现行行业标准《河流冰凌观测规范》(SL 59)的有关规定。

3.4 资料整理及统计分析

3.4.1 采用邻近水文站观测资料进行相关分析时,应符合下列规

定。

3.4.1.1 邻近水文站与工程所在地的天然条件应相近,所建立的相关关系应有明确的成因关系,并应满足水文分析要求的精度。

3.4.1.2 水文资料系列的补插、延长宜采用线性相关。必要时,可采用曲线相关,其曲线变化处应有实测点据控制。

3.4.2 对收集的水文资料应进行可靠性检查,并应对其统计方法和精度、误差等进行合理性检查。

3.4.3 当工程所在地的自然条件发生变化或人类活动对水文要素造成影响时,应对不同时间的水文资料进行同一条件下的一致性检查和处理。

3.4.4 水文特征值的频率分析采用频率分析法时,应按附录 B 执行。

3.4.5 水文因素的相关分析采用相关分析法时,应按附录 C 执行。

3.4.6 水文要素采用综合历时曲线法计算时,应按附录 D 执行。

3.4.7 水文要素采用保证率频率法计算时,应按附录 E 执行。

4 航 道

4.1 一 般 规 定

4.1.1 航道工程水文分析与计算的内容,应包括设计通航水位及相应的流量、施工水位、水流和泥沙条件、通航期确定。

4.1.2 航道工程水文资料的取用年限应符合下列规定。

4.1.2.1 当基本站资料具有良好的一致性时,应取近期连续资料系列,且不小于 20 年。

4.1.2.2 当基本站资料不具备良好的一致性时,应根据其变化原因及发展趋势,确定代表性资料系列的取用年限。

4.1.2.3 当人类活动和自然因素影响导致工程河段的水文条件发生重大变化时,应分析各水文要素受影响程度,确定代表性资料的取用年限。

4.1.3 航道工程的临时水位站数目、位置和观测时间,应根据工程水文分析与计算的内容与精度要求确定。

4.1.4 临时水位站的特征水位,可用临时水位站水位与基本站同期水位进行相关分析确定。相关线的外延,低水位部分不宜超过实测最低水位 30cm,高水位部分不宜超过实测高水位变幅的 50%。

4.1.5 航道工程河段各断面的设计最低通航水位可采用枯水瞬时水面线观测法确定。水面比降平缓河段的设计最低通航水位可采用平均比降内插法确定。

4.1.6 当航道工程河段的水文条件发生显著变化时,原定的设计最高、最低通航水位与流量应重新论证确定。

4.2 设计最高通航水位

4.2.1 天然河流的设计最高通航水位应采用表 4.2.1 中规定的各级洪水重现期计算的水位。重现期以年最高水位为计算系列,计算方法应按附录 B 执行。

天然河流设计最高通航水位的洪水重现期 表 4.2.1

航道等级	I ~ III	IV、V	VI、VII
洪水重现期 (a)	20	10	5

注:对出现高于设计最高通航水位历时很短的山区性河流,III 级航道的洪水重现期可降为 10 年一遇,IV、V 级可降低为 5 年一遇,VI、VII 级可按 3~2 年一遇执行。

4.2.2 感潮河段设计最高通航水位的确定应符合下列规定。

4.2.2.1 潮汐影响明显的感潮河段,设计最高通航水位采用年最高潮位累积频率为 5% 的水位,可按极值 I 型分布率确定;其计算方法可按现行行业标准《海港水文规范》(JTJ 213)的有关规定执行。

4.2.2.2 潮汐影响不明显的感潮河段,设计最高通航水位的确定应符合第 4.2.1 条的规定。

4.2.3 畅流运河及河网航道设计最高通航水位的确定应按第 4.2.1 条的规定执行。运输特别繁忙的各级航道的设计最高通航水位,应结合枢纽和堤防标准按第 4.2.1 条中 I 级航道的规定确定。

4.2.4 各类通航渠道最高通航水位的确定应符合下列规定:

- (1)灌溉渠道采用加大流量时的相应水位;
- (2)排涝渠道采用设计最大排涝流量的相应水位;
- (3)排洪渠道应采用设计最大排涝流量的相应水位以及表

4.2.1 规定的洪水重现期计算水位中的高值;

- (4)引水渠道采用设计最大引水流量时的相应水位。

4.2.5 湖泊航道的设计最高通航水位,应根据湖区航道等级和湖泊防洪堤规划高程等情况分析确定,但不应低于表 4.2.1 规定的洪水重现期计算的水位。

4.2.6 枢纽上游河段设计最高通航水位的确定应符合下列规定。

4.2.6.1 有调节能力的枢纽上游河段设计最高通航水位应采用表 4.2.6 确定的重现期洪水与相应的汛期坝前水位组合,以及以坝前正常蓄水位与相应的入库流量组合,得出多组回水曲线,取其上包线作为沿程各点的设计最高通航水位并应考虑河床淤积对水位抬高的影响。

枢纽河段设计最高通航水位洪水重现期 表 4.2.6

通航建筑物等级	I、II	III、IV	V ~ VII
洪水重现期 (a)	100 ~ 20	20 ~ 10	10 ~ 5

注:①对出现高于设计最高通航水位历时很短的山区性河流,III级通航建筑物的洪水重现期可采用 10 年,IV、V 级通航建筑物可采用 5 ~ 3 年,VI、VII 级通航建筑物可采用 3 ~ 2 年;

②在平原地区运输繁忙的 V ~ VII 级通航建筑物设计最高通航水位,通过论证后洪水重现期可采用 20 ~ 10 年;

③山区中小型通航建筑物经论证允许溢洪的,其上游设计最高通航水位可根据具体情况通过论证确定,但不应低于通航建筑物修建前的通航标准。

4.2.6.2 无调节能力的枢纽上游河段设计最高通航水位,应采用表 4.2.6 确定的重现期洪水敞泄时的水面线,以及坝前正常蓄水位或设计挡水位与相应的入库流量组合的水面曲线,取其上包线作为沿程各站点的设计最高通航水位。

4.2.7 枢纽下游河段设计最高通航水位的确定,应按表 4.2.6 确定的洪水重现期计算的最大下泄流量形成的下游水面线,作为沿程各点的设计最高通航水位。

4.3 设计最低通航水位

4.3.1 天然河流的设计最低通航水位可采用综合历时曲线法或保证率频率法计算确定,其保证率应符合表 4.3.1 的规定。推求保证率时,应以日平均水位为计算系列。

天然河流设计最低通航水位的综合历时保证率 表 4.3.1

航道等级	I、II	III、IV	V ~ VII
保证率 (%)	99 ~ 98	98 ~ 95	95 ~ 90

4.3.2 感潮河段设计最低通航水位的确定应符合下列规定。

4.3.2.1 潮汐影响明显的感潮河段,设计最低通航水位应采用低潮累积频率为 90% 的潮位,其计算方法应按现行行业标准《海港水文规范》的有关规定执行。

4.3.2.2 潮汐影响不明显的感潮河段,设计最低通航水位的确定可按第 4.3.1 条的规定执行。

4.3.2.3 感潮河段的航道采用乘潮水位作为该航段的设计最低通航水位时,乘潮潮位的统计计算方法可按现行行业标准《海港水文规范》的有关规定执行。

4.3.3 畅流运河及河网航道设计最低通航水位的确定,应按第 4.3.1 条的规定执行。运输特别繁忙的各级航道均可按第 4.3.1 条中 I 级航道的规定确定。

4.3.4 通航渠道设计最低通航水位可根据综合利用的条件确定。

4.3.5 湖泊航道设计最低通航水位的确定应符合下列规定。

4.3.5.1 湖泊航道的设计最低通航水位应根据湖区航线等级采用不低于第 4.3.1 条规定的保证率计算的水位。

4.3.5.2 河湖两相航道设计最低通航水位的确定,应按第 4.3.1 条的规定执行。

4.3.6 枢纽上游河段设计最低通航水位的确定应符合下列规定。

4.3.6.1 有调节能力的枢纽上游河段,应根据坝前的死水位或最低运行水位与相应的入库流量组合,以及按表 4.3.1 规定的保证率计算的入库流量与相应的坝前消落水位组合,得出多组水库回水曲线,取其下包线作为沿程各点的设计最低通航水位;并应考虑河床淤积对水位抬高的影响。

4.3.6.2 无调节能力的枢纽上游河段,应根据表 4.3.1 规定的保证率计算的入库流量与坝前运行水位相组合,以及坝前最低运行水位与其相应的流量组合,得出多组回水曲线,取其下包线作为沿程各点的设计最低通航水位。

4.3.7 枢纽下游河段设计最低通航水位的确定应符合下列规定。

4.3.7.1 枢纽下游河段设计最低通航水位应按表 4.3.1 规定

的保证率确定。

4.3.7.2 枢纽下游河段设计最低通航水位,应考虑人类活动和河床变化等自然因素影响引起的水位变化。

4.3.7.3 枢纽瞬时最小下泄流量不应小于原天然河流设计最低通航水位相应的流量。

4.4 施工水位

4.4.1 航道工程的施工水位应根据工程现场自然条件、施工工艺和质量等要求,通过多年水文资料、工期要求和施工通航条件等综合分析确定。

4.4.2 整治建筑物和护岸工程的施工水位的确定应满足下列要求。

4.4.2.1 丁坝、顺坝和锁坝的施工水位应根据施工船舶、坝体抛筑和坝面整理等条件,通过中、枯水水文资料分析确定。

4.4.2.2 潜坝的施工水位应根据水下抛筑、坝体定位和坝面整平等要求,通过水位过程线确定。

4.4.2.3 护岸工程的施工水位应根据护脚和护坡的要求,通过水位过程线确定。

4.4.3 陆上炸礁和挖掘工程的施工水位,应根据爆破和挖掘施工工艺等要求,通过水文资料分析确定。

4.4.4 水下炸礁的施工水位应根据爆破、清渣和扫床等要求,通过中、枯水水文资料分析确定。

4.4.5 疏浚工程的施工水位应根据来水来沙条件、浅滩特性和施工通航、正常通航等要求,通过水文资料综合分析确定。

4.5 水流、泥沙

4.5.1 航道水流、泥沙资料的收集和观测,除应符合第3章的有关规定外,尚应符合下列规定。

4.5.1.1 山区河流应根据滩型和工程要求,分别补充下列资料:

(1) 汊道滩险的分流比及进出口处横流的流速、流向和横比降；

(2) 弯道滩险的纵比降、横比降、水流顶冲点位置和不良流态；

(3) 溪口滩险的溪沟汇水面积、坡面与谷底坡度、沙石储量及组成、暴雨历时与强度，以及溪口冲积扇的尺度和物质组成；

(4) 滩段水面沿纵向或横向非线性变化明显的滩段水面各点高程。

4.5.1.2 平原河流应根据河段类型和工程要求，分别补充下列资料：

(1) 顺直微弯河段的洪、中、枯水期深泓线，比降，表面流速、流向，含沙量，推移质输沙率和河床质组成；

(2) 弯曲河段的水面纵比降、横比降，动力轴线与水流顶冲点位置，悬移质含沙量与推移质输沙率及其组成，对复杂的弯曲河段宜进行弯道环流观测；

(3) 分汊河段的各汊流量，进出口两侧水位，横流流速和流向，分流点与汇流点位置，悬移质含沙量与推移质输沙率及其组成。

4.5.1.3 特殊河段应分别补充下列资料：

(1) 感潮河段的潮汐特征值，径流、潮流汇潮点和滞流点的变动范围，涨落潮流路，汇潮区的悬移质含沙量和河床质组成，浮泥的范围、厚度及运动状况。河口口门区尚应包括风暴潮、涌潮和波浪的特征值以及水温、含盐度；

(2) 运河与河网航道调度运行中的水沙资料、船行波的波浪要素与爬高值；

(3) 支流河口交汇区的干支流不同水情的水位、流速、流向及来水来沙资料；

(4) 桥渡影响河段的表面流速、流向与流态。对拟建跨河建筑物的河段应在拟建跨河建筑物附近设临时水位站；

(5) 大型取补水工程影响河段口门附近的水位、流量、表面流速和流向、涡漩、横流、悬移质含沙量及其组成，以及河床质组成；

(6) 湖区航道的风速和风向、波浪要素、悬移质含沙量及其组

成,以及湖底河床质组成;

(7)枢纽影响河段的水库常年平水段的风速、风向和波浪要素;对水库非平水段的水位、与河床大断面同步的流量、含沙量和河床质组成;枢纽下游河段的河床下切区范围内沿程各水位站的中、低水位,与河床大断面同步的流量、含沙量和河床质组成,枢纽下游附近泄水波特性,枢纽下泄流量过程线和枢纽上、下游水位。

4.5.2 航道水流、泥沙资料的整理与分析,除应符合第3章的有关规定外,尚应符合下列规定。

4.5.2.1 山区河流水流、泥沙资料的整理与分析应分别补充下列资料:

- (1)绘制水位—流量、水位—比降、水位—流速关系曲线;
- (2)绘制表面流速、流向和不良流态位置图;
- (3)根据溪沟水文、地质、溪口冲积扇调查资料,并分析溪口滩险的沙石来量和变化趋势;
- (4)绘制滩段水面等高线图;
- (5)绘制推移质输沙率与相应水力因素的关系曲线及其颗粒级配曲线。

4.5.2.2 平原河流水流、泥沙资料的整理与分析应分别补充下列资料:

(1)顺直微弯河段,绘制洪、中、枯水期的表面流速、流向图,深泓线、水面线变化图;绘制浅区水深与水位的关系曲线;绘制悬移质、推移质颗粒级配曲线并区分分床沙质部分;绘制浅滩上深槽、滩中、下深槽三个断面的悬移质或推移质输沙率与相应流速、水深的关系曲线;当横向水面高程有明显差异时,宜绘制横比降与水位的关系曲线;

(2)弯曲河段,绘制纵比降图和横比降图;绘制表面流速、流向以及水流顶冲点变动范围与动力轴线变化图;绘制悬移质、推移质颗粒级配曲线;有弯道环流资料时,绘制环流断面分布图;

(3)分汊河段,根据各汊实测流量与含沙量计算各汊道的分流比、分沙比;绘制分流比、分沙比与水位或流量的关系曲线;绘制通

航汊道进出口流速、流向图;绘制悬移质、推移质颗粒级配曲线。

4.5.2.3 特殊河段水流、泥沙资料的整理与分析应分别补充下列资料:

(1)感潮河段,绘制涨、落潮流路及径流与潮流汇潮区位置的变化图,分析其对航道的影响;分析泥沙絮凝、浮泥形成的条件及其对航道的影响;分析风暴潮、涌潮和波浪对航道的影响;分析河口拦门沙的潮流、泥沙运动特性和浅滩的成因及其对航道的影响;根据潮位过程线确定不同历时、不同保证率的乘潮水位;

(2)运河及河网航道,绘制来水来沙过程线,分析浅区淤积范围及淤积速率与来水来沙的关系,并预测可能出浅的时间。分析船行波对护坡稳定的影响;

(3)支流河口交汇区,绘制干支流不同水情遭遇时的表面流速、流向图及动力轴线交汇图;分析通常及最不利的交汇情况,并根据不同水情遭遇时的水沙资料,分析干流与支流滩势变化情况;

(4)桥渡影响河段,绘制不同水情的表面流速、流向与流态图,并分析其对船舶安全航行的影响。对拟建跨河建筑物的河段,根据水位站实测高水期水位与基本站同期水位资料用相关分析法推求跨河建筑物所在断面的设计最高通航水位;

(5)大型取补水工程影响河段,绘制枯水期最大取、补水量时的水面线,并与原水面线比较;绘制天然河流不同流量在不同取、补水量时的表面流速、流向、涡旋和横流图;根据水沙条件的变化,预测河床变形,用模拟等方法分析其对船舶安全航行的影响;

(6)湖区航道,根据实测风速和风向资料绘制风玫瑰图,分析强风向、常风向与航道的交角及其对船舶安全航行的影响;分析强风波、常风波掀沙对航道的影响;河湖两相航道尚应分析枯水期水域变化和不同水位时的水流流路变化及其对航道冲淤的影响;

(7)枢纽影响河段的水库常年平水段,根据实测风速和风向资料绘制风玫瑰图,分析强风向、常风向与航道的交角及其对船舶安全航行的影响,分析库区航道附近的水流、泥沙运动特征;对水库非常年平水段及枢纽下游河床下切影响河段,根据水位站的低水

位资料推求各站大于或等于设计最小通航流量相应的最低水位,并连成水位下包线。对大断面观测资料及来水来沙条件进行分析,绘制水库变动回水区纵剖面变化图,预测变动回水区淤积发展变化的趋势;进行枢纽下游同流量下大断面的水位对比,预测河床下切引起的水位降落及河床变化趋势,并分析泄水波对船舶安全航行的影响。

4.5.3 航道工程施工期及保修期,应根据需要进行下列的工程观测与分析:

4.5.3.1 山区河流滩险应对滩段水位、流速、流向和碍航流态进行观测。并应分析工程对上游临近滩段的影响。

4.5.3.2 平原河流的工程观测与分析应满足下列要求:

(1)进行筑坝整治的滩群,应在滩段及其上、下游的适当位置设置临时水位站观测水位,工程交工后,至少应观测 1 个水文年的水位,并与工程前的资料作同流量对比,分析整治工程对各级水位的影响;

(2)整治建筑物宜选取挑流明显的坝头进行局部流速、流向观测,对坝头冲刷坑变化进行分析研究,并对坝头护坦以外的河床进行河床质取样;

(3)整治建筑物坝田宜进行河床质取样,并分析坝田冲淤变化;

(4)大型疏浚工程应在滩头设置临时水位站观测枯水水位,并分析疏浚引起水位降落及其对上游航道与浅滩的影响。

4.5.3.3 感潮河段滩段应观测分析涨落潮流路、汇潮点和滞流点位置的变化,以及汇潮区水流条件和河床冲淤变化。

4.6 通航期确定

4.6.1 航道通航期应根据水位、水流条件、风、浪、雾、冰封和流凌等水文、气象要素进行统计分析确定。当航道上有关通航建筑物时,尚应考虑通航建筑物维修和清淤的影响。

4.6.2 航道通航期可按下式计算:

$$P_d = 365 - R_s - R_f - R_w - R_b - R_y - R_x \quad (4.6.2)$$

式中 P_d ——航道年通航期(d);

R_s ——水位、水流条件不满足通航要求的天数(d),包括低于设计最低通航水位、高于设计最高通航水位和洪水封航的天数;

R_f ——影响通航的大风与波浪的换算天数(d),根据设计船舶抗浪能力确定;

R_w ——影响通航的大雾换算天数(d);

R_b ——冰封的天数(d);

R_y ——影响通航的流凌天数(d);

R_x ——通航建筑物维修、清淤的天数(d)。

注:式(4.6.2)中的各项参数均采用多年统计资料的年平均值。

5 港 口

5.1 一般规定

5.1.1 内河港口工程水文分析与计算的范围应包括码头前停泊水域、回旋水域、挖入式港池、锚地和进、出港航道等。

5.1.2 内河港口工程水文分析与计算的内容应包括设计水位、施工水位、水流与泥沙运动特性、港口水域河床演变分析、设计波要素及波浪爬高等。

5.2 设计高水位

5.2.1 河港码头设计高水位的确定应符合下列规定。

5.2.1.1 码头设计高水位应按表 5.2.1-1 规定的重现期计算确定。

码头设计高水位重现期 表 5.2.1-1

码头受淹损失类别	码头设计高水位重现期(a)		
	山区河流	平原河流	河网地区
一	50 ~ 20	50	100
二	20 ~ 10	20	50
三	10 ~ 5	10	20

注：码头受淹损失分类：

一类 —— 码头受淹将造成生产、货物及设备重大损失的码头；

二类 —— 码头受淹将造成生产、货物及设备一定损失的码头；

三类 —— 码头受淹将造成生产、货物及设备较小损失的码头。

5.2.1.2 当山区河流码头采用阶梯式布置时，单级的直立式码头和分级的直立式高水级码头设计高水位可采用综合历时曲线法

计算,资料系列应取历年逐日的日平均水位,其保证率宜按表 5.2.1-2 选取;分级的直立式枯水级码头设计高水位宜采用保证率 70% ~ 90% 的水位。

山区河流码头设计高水位保证率 表 5.2.1-2

码头受淹损失类别	保 证 率 (%)
一	99
二	98
三	95

5.2.1.3 河港码头设计高水位可采用频率分析法计算,资料系列应取用逐年最高水位。

5.2.2 湖泊、运河港口码头设计高水位应根据所处河流类型按表 5.2.1-1 规定的重现期计算确定。

5.2.3 库区港口码头设计高水位宜为水库正常蓄水位加超蓄高度。当该值低于按表 5.2.1-1 规定的重现期计算的设计高水位时,应取其高值。

5.2.4 感潮河段港口码头设计高水位的确定应符合下列规定:

(1)潮汐影响明显的感潮河段港口码头设计高水位,可按现行行业标准《海港水文规范》的有关规定执行;

(2)潮汐影响不明显的感潮河段港口码头设计高水位,可按表 5.2.1-1 规定的重现期计算确定。

5.3 设计低水位

5.3.1 河港码头设计低水位应考虑航道远期规划的要求,采用航道的设计最低通航水位,其确定方法应按第 4.3 节的规定执行。

5.4 施工水位

5.4.1 河港码头施工水位的确定应考虑下列主要因素:

- (1)减少水下施工工程量;
- (2)方便施工;
- (3)选择经济合理的施工方案;

(4)满足建设工期的要求。

5.4.2 河港码头施工水位应综合考虑码头所在河段的水文特性、地质、地形、气象条件、码头的结构型式、施工工艺、水下施工工程量的大小和工程的进度要求等,通过水文分析与计算确定。

5.4.3 大型或水下工程量较大的港口码头,宜选枯水期内能完成水下工程量的水位作为施工水位。

5.4.4 小型或水下工程量较小的港口码头,在缺乏水文资料的情况下,施工水位可通过典型年水位过程线确定,也可参照当地已有工程的施工经验确定。

5.4.5 感潮河段、河口和湖泊等港口码头的施工水位应考虑潮汐和波浪的影响。

5.4.6 冰冻地区港口码头的施工水位应考虑冰冻期的影响。

5.5 水流、泥沙

5.5.1 内河港口水域水流、泥沙资料的收集和观测,除应符合第3章的有关规定外,尚应根据河段特性和工程要求,分别补充以下资料:

- (1)冲积性河流推移质输沙带分布;
- (2)临近港区的弯道、汊道、矶头河段水沙运动特征;
- (3)感潮河段汇潮点和滞流点变动范围,以及浮泥的重度、粒径、厚度和范围;
- (4)挖入式港池口门附近流速和流向分布,含沙量分布,回流形态和强度;
- (5)枢纽运行方式及水沙过程;
- (6)沿河、跨河建筑物对邻近港口水流、泥沙运动的影响;
- (7)封冻河流流凌对建筑物、岸坡影响的范围和程度。

5.5.2 应在掌握港口工程所在河段水流、泥沙运动特性的基础上,分析港口水域水流条件及河床变化趋势。

5.5.3 港口水域特征流速的确定应符合下列规定。

5.5.3.1 水流作用力设计流速的确定应满足下列要求:

(1)山区河流港口应取建筑物前沿水域历年最大流速；

(2)平原河流港口可取建筑物前沿水域洪、中、枯水期的最大流速；

(3)潮汐影响明显的感潮河段港口应取建筑物前沿水域涨、落潮流速的最大值；

(4)受枢纽运行方式影响的下游港口应取枢纽泄流引起的最大波动流速；

(5)封冻河流港口应取流凌期和畅流期中的最大流速。

5.5.3.2 靠泊流速的确定应满足下列要求：

(1)山区河流港口应取码头前沿垂线上的最大流速；

(2)平原河流港口应取码头前沿纵向最大表面流速；

(3)潮汐影响明显的感潮河段港口应取码头前沿涨、落潮方向的最大表面流速；

(4)受枢纽运行方式影响的下游港口应取枢纽泄流引起的最大波动流速；

(5)封冻河流港口应取畅流期最大流速。

5.5.3.3 应根据港口河段泥沙运动特征分析下列特征流速：

(1)推移质泥沙的起动流速和止动流速；

(2)悬移质泥沙的扬动流速和沉降速度；

(3)浮泥的运动速度。

5.5.4 港口水域特征流态的分析应包括下列主要内容。

5.5.4.1 趸船码头周围,斜坡式码头迎、背水面,高桩码头两侧,重力式码头前沿和两侧,挖入式港池口门的回流范围、形态和强度。

5.5.4.2 码头前沿、回旋水域、锚地、进出港航道、挖入式港池口门外产生的横流范围和强度。

5.5.4.3 非恒定流态应进行下列分析：

(1)洪水涨、落引起的主流区和副流区位置变化；

(2)潮汐过程引起的往复流流路变化；

(3)枢纽调节引起下游的波动流变化；

(4)热带气旋引起的风吹流变化。

5.5.5 应根据港口水域的岸线、水深、滩槽和输沙带的变化,结合来水来沙条件和水流、泥沙运动特性,分析港口水域的冲淤强度、原因和趋势,并应符合下列规定。

5.5.5.1 泥沙运动特性应分别进行下列分析:

- (1)来水来沙条件及泥沙颗粒级配;
- (2)港口水域河床质的平面分布及年内变化;
- (3)水流挟沙力和推移质输沙率的计算与分析;
- (4)絮凝、浮泥的生成条件及变化、运动过程;
- (5)挖入式港池的浑水异重流和口门回流区泥沙运动。

5.5.5.2 河床冲淤应分别进行下列分析:

- (1)河床冲淤地形的年内和年际变化;
- (2)水流、泥沙运动特性对河床冲淤变化的影响;
- (3)工程实施后港口水域水流、泥沙运动的变化及河床冲淤计算,并分析泥沙冲淤分布及其强度。

5.5.6 港口工程对所在河段水流、泥沙影响的分析应满足下列要求。

5.5.6.1 阻水作用不明显的建筑物,可根据工程前的资料考虑局部影响因素,分析水流、泥沙的变化。

5.5.6.2 阻水作用明显的建筑物,应按工程占河道过水面积的比例,以及建筑物与主流区和输沙带的距离,对工程实施后的水流、泥沙变化可分别采用下列方法进行分析:

- (1)有同类河流和已建的类似港口工程时,可采用类比方法;
- (2)河势相对稳定、工程结构简单的港口,可采用分析计算方法;

(3)水流、泥沙条件复杂的港口,应采用模拟方法,并应符合现行行业标准《内河航道与港口水流泥沙模拟技术规程》(JTJ/T 232)的有关规定。

5.5.7 水流、泥沙条件复杂的港口应进行工程水文监测,其内容可根据工程要求确定。监测过程应包括施工期和保修期。

5.6 波 浪

5.6.1 湖泊、水库和水域开阔的天然河流港口的波浪分析和计算,应收集工程所在地的波浪资料或气象台、站的风资料,并考虑风速、风区、水深等自然条件的影响。水流流速较大时,宜考虑波浪与水流的相互作用。必要时应进行现场观测。

5.6.2 内河港口工程设计波浪重现期和设计波高波列累积频率的确定应符合下列规定。

5.6.2.1 在进行建筑物强度、稳定性计算时,设计波浪的重现期应根据建筑物受淹损失的类别、结构型式等因素确定,并应按现行行业标准《海港水文规范》的有关规定执行。

5.6.2.2 设计波高的波列累积频率应根据建筑物的结构型式和部位,按现行行业标准《海港水文规范》的有关规定执行。

5.6.3 校核港域平稳的设计波浪的重现期应根据使用要求确定,但不宜大于2年,波高的累积频率可采用4%。

5.6.4 湖泊、水库和水域开阔的天然河流港口的风浪要素计算应符合下列规定。

5.6.4.1 用风资料推算波浪要素时,应按附录F执行。

5.6.4.2 用实测波浪资料推算波浪要素时,应按现行行业标准《海港水文规范》的有关规定执行。

5.6.5 风直接作用下,波浪在建筑物上的爬高计算应符合下列规定。

5.6.5.1 正向来波在单一斜坡上的波浪爬高计算应按附录F执行。

5.6.5.2 波浪爬高计算的累积频率应按建筑物受淹损失的类别确定。不允许越浪的港口建筑物,爬高累积频率宜取2%;允许越浪的港口建筑物,爬高累积频率宜取13%。

5.6.5.3 当来波的波向线与岸线的法线呈 β 角时,波浪爬高应乘以折减系数 K_β 。当岸坡坡率 $m \geq 1$ 时, K_β 值应按表5.6.5确定。

折 减 系 数

表 5.6.5

$\beta(^{\circ})$	≤ 15	20	30	40	50	60
K_{β}	1	0.96	0.92	0.87	0.82	0.76

5.6.5.4 一、二类港口建筑物和断面形状复杂的护岸,其波浪爬高值宜通过模拟方法确定。

5.6.6 确定内河港口护岸顶的高程时,宜考虑风壅水面高度。在河口地区,当采用实测水位资料进行频率分析时,若水位中已包含了风壅水面高度,此时不再考虑风壅水面高度。风壅水面高度的计算可按附录 F 执行。

6 通航建筑物

6.1 一般规定

6.1.1 通航建筑物工程水文分析和计算的范围应包括枢纽及建筑物、上下游引航道、口门区、连接段航道和锚地等。

6.1.2 通航建筑物工程水文分析和计算的内容应包括设计最高通航水位,设计最低通航水位,校核水位和施工、检修水位,水流、泥沙等。

6.1.3 拟建通航建筑物的水文特征值宜采用模拟的方法确定。

6.2 设计最高通航水位

6.2.1 枢纽通航建筑物上游设计最高通航水位的确定应符合下列规定。

6.2.1.1 有调节能力的枢纽,其通航建筑物上游设计最高通航水位可采用正常蓄水位或设计挡水位。但当按表 6.2.1 确定的洪水重现期计算的水位高于正常蓄水位或设计挡水位时,应以此水位作为设计最高通航水位。当通航建筑物与枢纽不在同一挡水前沿时,应根据枢纽布置作适当调整。

6.2.1.2 无调节能力的枢纽,其通航建筑物上游设计最高通航水位,可采用正常蓄水位或设计挡水位和按表 6.2.1 确定的洪水重现期计算的水位中的高值。

6.2.2 枢纽通航建筑物下游坝下设计最高通航水位,应采用按表 6.2.1 确定的洪水重现期计算的最大下泄流量对应的最高水位。

通航建筑物设计最高通航水位洪水重现期 表 6.2.1

通航建筑物等级	I、II	III、IV	V ~ VII
洪水重现期 (a)	100 ~ 20	20 ~ 10	10 ~ 5

注：①对出现高于设计最高通航水位历时很短的山区性河流，III级通航建筑物的洪水重现期可采用10年，IV、V级通航建筑物可采用5~3年，IV、V级通航建筑物可按3~2年执行；

②在平原地区运输繁忙的V~VII级通航建筑物设计最高通航水位，通过论证后洪水重现期可采用20~10年；

③山区中小型通航建筑物经论证允许溢洪的，其上游设计最高通航水位，可根据具体情况通过论证确定，但是不应低于通航建筑物修建前的通航标准。

6.2.3 感潮河段通航建筑物上游设计最高通航水位，除应按表6.2.1确定的洪水重现期计算外，尚应计入蓄水灌溉、防洪排涝和防盐碱等因素的影响值；下游设计最高通航水位除应按第4.2.2条的规定执行外，尚应计入上游洪水与下游大潮或风暴潮遭遇、建闸后潮波变形及泥沙淤积等因素的影响值。复杂情况应采用模拟的方法确定。

6.2.4 有防洪要求的畅流运河通航建筑物上、下游设计最高通航水位，应采用按表6.2.1确定的洪水重现期计算的水位；无防洪要求的畅流运河通航建筑物上、下游设计最高通航水位，应考虑运河调水、补水和排涝等因素综合分析确定。

6.2.5 河湖交汇处的通航建筑物临河端设计最高通航水位除应按表6.2.1确定的洪水重现期计算外，尚应计入其它支流水位变化的影响值；临湖端设计最高通航水位除应按第4.2.5条的规定执行外，尚应计入湖区风浪、泥沙淤积和防洪等因素的影响值。

6.3 设计最低通航水位

6.3.1 枢纽通航建筑物上游设计最低通航水位的确定应符合下列规定。

6.3.1.1 有调节能力的枢纽，其通航建筑物上游设计最低通航水位，可采用死水位和最低运行水位中的低值。

6.3.1.2 无调节能力的枢纽，其通航建筑物上游设计最低通

航水位,可采用最低运行水位。

6.3.2 枢纽通航建筑物下游设计最低通航水位的确定应符合下列规定。

6.3.2.1 枢纽瞬时最小下泄流量不应小于原天然河流设计最低通航水位时的相应流量。通航建筑物下游设计最低通航水位应考虑下游河床下切、冲淤等因素引起的水位变化。

6.3.2.2 枢纽通航建筑物下游设计最低通航水位,应采用按表 6.3.2 确定的保证率相应的水位。

通航建筑物设计最低通航水位保证率 表 6.3.2

通航建筑物等级	I、II	III、IV	V ~ VII
保证率 (%)	99 ~ 98	98 ~ 95	95 ~ 90

6.3.3 感潮河段通航建筑物上游设计最低通航水位除应按第 6.3.2 条规定的保证率计算外,尚应计入上游工农业及城镇用水、防盐碱和开通闸运行等因素的影响值;下游设计最低通航水位除应按第 4.3.2 条的规定执行外,尚应计入建闸后潮波变形、风浪引起的水面下降值。复杂情况应采用模拟的方法确定。

6.3.4 畅流运河通航建筑物上、下游设计最低通航水位除应采用第 6.3.2 条规定的保证率计算的水位外,尚应考虑运河调水、补水和排涝等因素综合分析确定。

6.3.5 河湖交汇处的通航建筑物临河端的设计最低通航水位除应按第 6.3.2 条规定的保证率计算外,尚应计入工农业及城镇用水、航道整治等引起河流的水位下降值;临湖端的设计最低通航水位除应按第 4.3.5 条的规定执行外,尚应计入湖区风浪引起的水位下降值。

6.4 校核水位和施工、检修水位

6.4.1 通航建筑物上游校核高水位可采用枢纽的校核洪水水位或非常运行水位;下游校核高水位可采用枢纽的校核洪水水位或非常运行时最大下泄流量相应的下游最高水位。

6.4.2 通航建筑物下游校核低水位可采用枢纽最小瞬时下泄流

量相应的下游最低水位,并应计入河床下切和人类活动等引起的水位下降值。

6.4.3 通航建筑物施工水位应根据枢纽布置、围堰和导流方案、施工进度安排、施工能力及工艺等,结合年来水条件综合分析确定。

6.4.4 通航建筑物上、下游检修水位应根据航运要求、建筑物的规模及型式、检修能力和检修期限等,结合建筑物上、下游的水文条件综合分析确定。

6.5 水流、泥沙

6.5.1 通航建筑物水流、泥沙资料的收集和观测,除应符合第3章的有关规定外,尚应根据通航建筑物的等级和类型,分别补充下列资料:

- (1)通航建筑物输水系统灌、泄水流量过程线;
- (2)枢纽的泄水流量过程线;
- (3)洪、中、枯水期主流河道特征水面线及断面流速分布图;
- (4)通航建筑物引航道及其口门区和连接段航道的流速、流向、流态,悬移质含沙量、颗粒级配,以及淤积地形和淤积物颗粒级配;
- (5)枢纽下游河床质组成及地质条件;
- (6)感潮河段通航建筑物开通闸的水头差。

6.5.2 通航建筑物上、下游引航道及其口门区的通航水流条件应符合下列规定。

6.5.2.1 引航道内不应布置其他取水、排水设施,当难以避免时,该设施不得占有航道尺度,且引航道导航段和调顺段内宜为静水区。制动段和停泊段的水面最大流速纵向不应大于 0.5m/s 、横向不应大于 0.15m/s 。静水区和动水区之间可有过渡。

6.5.2.2 引航道口门区应避免出现泡水和漩涡等不良流态。口门区水面最大流速限值应符合表 6.5.2 的规定。特殊情况下,局部流速略超出表 6.5.2 的规定值时,必须进行充分论证确定,确

保船舶安全航行。

引航道口门区水面最大流速限值

表 6.5.2

通航建筑物级别	平行航线的 纵向流速(m/s)	垂直航线的 横向流速(m/s)	回流速度(m/s)
I ~ IV	2.0	0.3	0.4
V ~ VII	1.5	0.25	

6.5.2.3 感潮河段通航建筑物实行开通闸运行时,上下游静、动水头差的限值,应根据上下游引航道及其口门区流速、流态及闸门启闭、受力等条件确定,并考虑防盐、防污等特殊要求的影响。

6.5.2.4 应根据通航建筑物的等级、设计船型和船队、闸门类型等进行波浪分析,并对波高作出相应的限值。波浪分析与计算应符合下列规定:

(1)枢纽通航建筑物上游引航道及其口门区和连接段航道应考虑风浪的影响,风浪波高计算可按附录 F 执行,下游引航道及其口门区和连接段航道应考虑枢纽泄水波的影响,宜采用模拟方法确定;

(2)河湖交汇处的通航建筑物临湖端引航道及其口门区应考虑风浪的影响,风浪波高计算可按附录 F 执行;

(3)两级通航建筑物间的中间渠道应考虑通航建筑物输水系统灌、泄水时产生的涌浪影响。

6.5.3 通航建筑物闸室和上、下游引航道及其口门区和连接段航道中的泥沙淤积量及其分布特征,应根据流场、含沙量分布、河床地形以及通航建筑物布置型式和运行方式,进行分析和预测。分析和预测应包括下列内容:

(1)对引航道口门区的回流淤积,应在分析回流范围、强度和挟沙力的基础上,预测泥沙淤积量及其分布特征,对处于感潮河段的引航道口门区,尚需分析回流淤积的产生条件和持续时间;

(2)对引航道内的异重流淤积,应在分析异重流形成条件、运动形态及潜入距离的基础上,预测泥沙淤积量及其分布特征;

(3)对引航道及其口门区的缓流或往复流淤积,应在分析缓流

或往复流产生形式、流场和挟沙力的基础上,分析泥沙沉降机率,预测泥沙淤积量及其分布特征;

(4)对处于弯道凸岸的引航道口门区及连接段航道的泥沙淤积,应在分析弯道横向环流特征和挟沙力的基础上,预测泥沙淤积量及其分布特征;

(5)对闸室的局部泥沙淤积,应分析输水系统灌泄水的型式、灌泄水过程及其所形成的局部流态,预测泥沙淤积量及分布特征。

6.5.4 枢纽下游河床冲刷的速率、量值及其对连接段航道的影响,应根据枢纽调度运行方式和下游河床地质条件,采用模拟方法确定。

6.5.5 通航建筑物的通航水流条件及泥沙淤积分析,对水沙条件简单的通航建筑物可采用类比或经验方法;对水沙条件复杂的通航建筑物应采用模拟方法,必要时应进行实船试验。

6.5.6 通航建筑物施工期及保修期,应根据需要进行下列观测:

(1)引航道及其口门区和连接段航道的流速、流向、流态,悬移质含沙量及其颗粒级配,以及淤积形态和淤积物组成;

(2)引航道及其口门区和连接段航道的风浪、泄水波和涌浪等波浪要素;

(3)闸室内泥沙淤积的部位、形态和数量;

(4)枢纽下游河床断面地形和同流量条件下的水位变化。

附录 A 枯水瞬时水面线观测方法与 设计水面线的推算

A.0.1 瞬时水位观测点的设置应符合下列规定。

A.0.1.1 瞬时水位观测点应在河道沿线布设。在水面发生明显转折处必须加设观测点,其中包括在跌水的上下方、滩头滩尾、洲头洲尾、边滩、弯道凸岸及凹岸等位置。水位点应避开回流、泡水。对复杂的急、浅、险滩群可视情况而定。

A.0.1.2 瞬时水位点的位置宜选在三角点或目标显著的固定景物附近。瞬时水位桩顶应平整。

A.0.2 瞬时水面线观测应符合下列规定。

A.0.2.1 瞬时水面线观测应选择河道水位变化比较平稳的枯水期,宜在基本水文站设计水位 $-0.2 \sim +0.5\text{m}$ 间进行。

A.0.2.2 观测河段上的各水尺瞬时水位观测应同步进行,并选择在无风天气。

A.0.2.3 观测河段位于枢纽下游时,瞬时水位的观测应在枢纽下泄流量、水位较稳定时进行。

A.0.3 各设计水位点的水位改正值可按式(A.0.3-1)或式(A.0.3-2)推算:

$$\Delta Z_x = \Delta Z_{\text{上}} - \frac{\Delta Z_{\text{上}} - \Delta Z_{\text{下}}}{Z_{\text{上}} - Z_{\text{下}}} (Z_{\text{上}} - Z_{\text{中}}) \quad (\text{A.0.3-1})$$

$$\Delta Z_x = \Delta Z_{\text{下}} + \frac{\Delta Z_{\text{上}} - \Delta Z_{\text{下}}}{Z_{\text{上}} - Z_{\text{下}}} (Z_{\text{中}} - Z_{\text{下}}) \quad (\text{A.0.3-2})$$

式中 ΔZ_x ——所求点水位的改正值;

$\Delta Z_{\text{上}}、\Delta Z_{\text{下}}$ ——分别为上、下游水文站设计水位改正值;

$Z_{\text{上}}、Z_{\text{下}}$ ——分别为上、下游水文站瞬时工作水位;

$Z_{\text{中}}$ ——所求点的瞬时工作水位。

附录 B 频率分析法

B.0.1 推求相应指定频率或重现期的水文特征值,应采用频率分析法。频率小于 50% 的洪水重现期和频率大于 50% 的枯水重现期应分别按式(B.0.1-1)和式(B.0.1-2)计算:

$$T_R = \frac{1}{P} \quad (\text{B.0.1-1})$$

$$T_R = \frac{1}{1-P} \quad (\text{B.0.1-2})$$

式中 P ——频率;

T_R ——重现期(a)。

B.0.2 频率分析法可采用图解适线法,将水文特征值系列依数值大小排列成递减序列,根据经验频率公式按序号确定逐项的频率;将逐项变量数值和频率点绘在机率格纸上,频率曲线的绘制可采用黑森(A. Hazen)机率格纸;在一定适线准则下,求解与经验点据拟合最优的理论频率曲线的统计参数,借助理论频率曲线予以延长,推求相应稀遇频率的设计值。

B.0.3 图解适线法主要包括经验频率计算,理论频率曲线线型选取,统计参数计算和频率曲线拟合等下列内容。

B.0.3.1 经验频率计算应符合下列规定:

(1)连序系列,对于 n 年水文观测资料系列,应作为独立随机抽取的 n 项连序水文要素系列(如年最高洪水位、年最低枯水位、最大流量、最小流量等),并按高低顺序排位的序号 m ,确定该水文特征值的经验频率 P_m ,可采用数学期望公式计算:

$$P_m = \frac{m}{n+1}, \quad m = 1, 2, \dots, n \quad (\text{B.0.3-1})$$

式中 m ——计算系列由大到小的排列序号;

n ——计算系列的总项数(年数)。

(2)不连序系列,如果设计地点除具有 n 年观测资料系列外,还通过调查考证途径,在调查考证期 N 年中,能够调查到为首的 a 项最大的水文特征值,若其中有 l 个特大值是发生在 n 项连序系列中,这类不连序水文系列中 a 个特大水文特征值经验频率 P_M 应根据调查考证期 N 年,按式(B.0.3-2)计算; $n-l$ 个连序系列经验频率 P_m 则应按在 n 项中序号 m ,并考虑在 N 年中调查得到的 a 项特大值,按式(B.0.3-3)计算:

$$P_M = \frac{M}{N+1}, \quad M = 1, 2, \dots, N \quad (\text{B.0.3-2})$$

$$P_m = \frac{a}{N+1} + (1 - \frac{a}{N+1}) \frac{m-l}{n-l+1}, \quad m = l+1, l+2, \dots, n \quad (\text{B.0.3-3})$$

B.0.3.2 理论频率曲线的线型可采用皮尔逊 III 型(P-III)曲线。特殊情况下,经分析论证后,也可采用其它线型。

B.0.3.3 频率曲线的统计参数 \bar{X} , c_v 及 c_s 可采用矩法求得,并作为适线的初估值,统计参数的计算应符合下列规定:

(1)连序系列频率曲线统计参数应按下列公式计算:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum X_i \quad (\text{B.0.3-4})$$

$$c_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)\bar{X}^2}} \quad (\text{B.0.3-5})$$

$$c_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)\bar{X}^3 c_v^3} \quad (\text{B.0.3-6})$$

式中 $\sum X_i$ ——计算系列的总和;

n ——水文计算系列的总项数(即年数);

c_v ——离差系数;

c_s ——偏态系数。

(2)不连续系列,如在迄今为止的 N 年中已查明为首的特大

水文特征值 a 个,其中有 l 个发生在 n 项连序系列内,则频率曲线的统计参数应按下列公式计算:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \left[\sum_{j=1}^a X_j + \frac{N-a}{n-l} \sum_{i=l+1}^n X_i \right] \quad (\text{B.0.3-7})$$

$$c_v = \frac{1}{\bar{X}} \sqrt{\frac{1}{N-1} \left[\sum_{j=1}^a (X_j - \bar{X})^2 \right] + \frac{N-a}{n-l} \left[\sum_{i=l+1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right]} \quad (\text{B.0.3-8})$$

$$c_s = \frac{N \left[\sum_{j=1}^a (X_j - \bar{X})^2 \right] + \frac{N-a}{n-l} \sum_{i=l+1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(N-1)(N-2)\bar{X}^3 c_v^3} \quad (\text{B.0.3-9})$$

式中 X_i ——连序系列内水文特征值变量 ($i = l+1, \dots, n$);

X_j ——水文特大值变量 ($j = 1, \dots, a$)。

B.0.3.4 频率曲线拟合应符合下列规定:

(1)根据 c_s 值从皮尔逊 III 型频率曲线的数值表中查得不同频率 P 的离均系数 ϕ_r ,按式 (B.0.3-10) 分别求得不同频率的相应水文特征值,在机率格纸上点绘成理论频率曲线;

$$X_P = \bar{X}(1 + \phi_r c_v) \quad (\text{B.0.3-10})$$

(2)绘制频率曲线时可采用矩法确定的 \bar{X} , c_v 可参照邻近河段的水位频率分析成果假定 c_s 为 c_v 的倍比值作为初试值,根据理论频率曲线与经验频率点据的配合情况,通过经验判断调整 c_v , c_s 等参数,直至选定一条与经验点据拟合良好的频率曲线;

(3)应照顾点群趋势,使曲线尽量通过点群中心,即位于曲线下、上的点数或总离差约略相等,不宜过分迁就个别点据;

(4)在不能兼顾曲线首尾时,设计高水位配线主要应考虑中上部分较大水文特征值点据,对于尾部点据可放宽一些;分析设计低水位时,则重点放在低水部分;

(5)当调查历史水文特征值和经验频率误差较大,且有一定的变动范围,适线时应使曲线尽量靠近精度较高的实测资料点据;

(6)当个别特大水文特征值误差相对较大时,不宜通过这些点据而脱离点群趋势来定线,但也不要偏离大的水文特征值点据过

远,超出一定的变动范围;

(7)应考虑上、下游邻近地区统计参数的相似性,必要时可作适当的调整。

B.0.4 水位频率计算时,水位统计参数 \bar{X} , c_v 的数值与水位计算基面有关,宜取最低水位作为基面进行频率计算,对于大、中型山区河流亦可采用略低于系列中最低水位作为计算基面。当采用计算基面算得的设计值 \bar{X}_p ,在绘制频率曲线时,应对计算基面与水位基面增加或减去一常数 Δx 。计算系列增、减常数 Δx 后的统计参数的变化见表 B.0.4。

计算系列增、减常数 Δx 与统计参数的关系 表 B.0.4

统计参数	$x + \Delta x$	$x - \Delta x$
均值 \bar{X}	$X_{x+\Delta x} = \bar{X} + \Delta x$	$X_{x-\Delta x} = \bar{X} - \Delta x$
均方差 σ	$\sigma_{x+\Delta x} = \sigma_x$	$\sigma_{x-\Delta x} = \sigma_x$
离差系数 c_v	$c_{v(x+\Delta x)} = \frac{\bar{X}}{\bar{X} + \Delta x} c_{v(x)}$	$c_{v(x-\Delta x)} = \frac{\bar{X}}{\bar{X} - \Delta x} c_{v(x)}$
偏态系数 c_s	$c_{s(x+\Delta x)} = c_{s(x)}$	$c_{s(x-\Delta x)} = c_{s(x)}$

B.0.5 绘制皮尔逊 III 型曲线负偏态线型时,当 $c_s < 0$,可利用曲线对称特性,查用正偏曲线 ϕ 值函数表,以中心 (0, 50%) 点进行对称变换,即从该表中相应 c_s 绝对值的一行,查得正偏曲线相应频率 P_a 的离均系数 ϕ_a 值后,可按式 (B.0.5-1) 和式 (B.0.5-2) 进行变换,求得负偏曲线相应频率 P_b 处的 ϕ_b 值。

$$P_b = 100\% - P_a \quad (\text{B.0.5-1})$$

$$\phi_b = -\phi_a \quad (\text{B.0.5-2})$$

附录 C 相关分析法

C.1 一般规定

C.1.1 本附录规定的相关分析是指建立某个水文因素与另一个或几个水文因素之间经验关系的分析确定方法。

C.1.2 相关分析按相关的水文因素的多少可分为简单相关和复相关。简单相关是指两个水文因素之间的相关关系。复相关是多个自变因素同时影响一个倚变因素的相关关系。按相关的水文因素的关系又可分为直线相关和曲线相关。

C.1.3 相关分析的内容宜包括以下三个方面：

(1)根据相关因素对应的数据样本,计算相关系数或点绘对应点据,判断相关的密切程度;

(2)确定因素之间的数量关系,建立相关线或回归方程;

(3)根据自变因素的值,预报或延长、插补倚变因素的值,并对该值进行误差分析。

C.2 图解法

C.2.1 当两个对应的水文因素之间关系较为密切时,可采用图解法确定相关关系。图解法宜按下列步骤进行:

(1)将相应的水文因素的资料点绘在直角坐标纸上,得到若干个相关点据;

(2)按点据分布趋势,通过点群中心目估一条相关直线或曲线,使点据均匀分布在相关线的两侧;

(3)根据一个水文因素的确定值,利用相关线及延长线,确定另一个水文因素的值;

(4)相关线与点据的误差可在图上直接测读。

C.2.2 当两个对应水文因素是幂函数或指数函数型曲线相关时,可将对应点据绘于单或双对数纸上,使相关曲线变为相关直线。

C.2.3 当对应的水文因素是复相关时,可各用一个自变因素和倚变因素为纵、横坐标,其它自变因素作为参数点绘相关线图。

C.3 分 析 法

C.3.1 判断对应的水文因素之间关系的密切程度以及相关线的误差,可采用分析法。通过对水文因素样本数据的统计计算,建立因素之间的回归方程,并进行误差分析。

C.3.2 根据对应的水文因素的多少及其之间的关系,可分别采用简单线性相关、简单曲线相关和线性复相关等方法。

C.3.3 对于两个水文因素 x 和 y ,具有 n 个对应的数据样本 $(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n)$ 和 $(y_1, \dots, y_i, \dots, y_n)$,可采用下列的简单线性相关分析法。

C.3.3.1 y 倚 x 的回归直线方程为:

$$y - \bar{y} = R_{y/x}(x - \bar{x}) \quad (\text{C.3.3-1})$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i \quad (\text{C.3.3-2})$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum y_i \quad (\text{C.3.3-3})$$

$$R_{y/x} = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} r \quad (\text{C.3.3-4})$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} \quad (\text{C.3.3-5})$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{(n-1)}} \quad (\text{C.3.3-6})$$

$$r = \frac{(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad (\text{C.3.3-7})$$

式中 \bar{x} ——因素 x 样本的平均值;
 \bar{y} ——因素 y 样本的平均值;
 $R_{y/x}$ ——因素 y 倚 x 的回归系数;
 σ_y ——因素 x 样本的均方差;
 σ_x ——因素 y 样本的均方差;
 r ——因素 x, y 之间的相关系数。

C.3.3.2 根据 C.3.3.1 款的计算结果,可对因素 x 和 y 作出下列相关分析:

(1)当 $r = 1$ 时, x 与 y 为完全相关,或为函数关系,即每一个 x 的值,就有一个(或多个)确定的 y 值与之对应;当 $r = 0$ 时, x 与 y 为零相关,即互不影响;当 $0 < r < 1$ 时, r 值越大, x 与 y 的相关程度越密切;

(2)用 x 和 y 的均方误差来分析回归线的误差,根据误差理论,落于 $y + S_y$ 与 $y - S_y$ 之间的点据占样本全部点据的 68.3%,落于 $y + 3S_y$ 与 $y - 3S_y$ 之间的点据占样本全部点据的 99.7%,称 S_y 为对应点据的一般范围, $3S_y$ 则为极限范围。均方误差 S_x 和 S_y 可分别按式(C.3.3-8)和式(C.3.3-9)计算。

$$S_x = \sigma_x \sqrt{1 - r^2} \quad (\text{C.3.3-8})$$

$$S_y = \sigma_y \sqrt{1 - r^2} \quad (\text{C.3.3-9})$$

(3)当用相关系数的机率误差 E_r 分析相关系数的抽样误差时,样本总体相关系数 r 落在 $r - E_y$ 与 $r + E_y$ 之间的机率为 50%,落在 $r - 4E_y$ 与 $r + 4E_y$ 之间的机率为 99.3%,相关系数的机率误差可按下列公式计算:

$$E_r = 0.6745\sigma_r \quad (\text{C.3.3-10})$$

$$\sigma_r \approx \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}} \quad (\text{C.3.3-11})$$

式中 σ_r ——相关系数均方差。

C.3.4 当两个对应的水文因素为曲线相关时,可采用多项式形

式的回归方程进行曲线拟合。对幂函数和指数函数曲线相关,可通过数学代换转化为下列线性相关:

(1)对于因素 x 与 y 符合式(C.3.4-1)幂函数关系时,可按式(C.3.4-2)至式(C.3.4-4)转换,按式(C.3.4-5)进行线性相关分析。

$$y = ax^b \quad (\text{C.3.4-1})$$

$$c = \log a \quad (\text{C.3.4-2})$$

$$X = \log x \quad (\text{C.3.4-3})$$

$$Y = \log y \quad (\text{C.3.4-4})$$

$$Y = c + bX \quad (\text{C.3.4-5})$$

式中 a ——系数;

b ——因数 x 的幂数。

(2)对于因素 x 与 y 符合式(C.3.4-6)幂函数关系时,可按式(C.3.4-7)至式(C.3.4-10)转换,按式(C.3.4-11)简单线性相关分析:

$$y = ae^{bx} \quad (\text{C.3.4-6})$$

$$X = x \quad (\text{C.3.4-7})$$

$$Y = \log y \quad (\text{C.3.4-8})$$

$$c = \log a \quad (\text{C.3.4-9})$$

$$d = b \log e \quad (\text{C.3.4-10})$$

$$Y = c + dX \quad (\text{C.3.4-11})$$

式中 b ——自然对数底的指数。

C.3.5 当对应的水文因素为复相关时,可建立多元回归方程进行相关分析。

附录 D 综合历时曲线法

D.0.1 综合历时曲线应按统计年份中水文要素的日平均特征值绘制。

D.0.2 综合历时曲线可按下列步骤统计绘制：

(1)根据资料统计年份中水文要素日平均最高和最低值的差值,将特征值分为若干级,并统计得逐日平均特征值在不同级别中出现的次数;

(2)由高至低逐级进行累积出现次数的统计,进行各级别的保证率(累积频率)计算,保证率为多年逐日平均特征值总次数除各级别相应的累积出现次数,并以百分数表示;

(3)以水文要素为纵坐标、保证率为横坐标,在方格纸上把各保证率值点绘于相应于各级别的下限处,连各点即成水文要素综合历时曲线。

D.0.3 水位综合历时曲线列表统计时,可按表 D.0.3 示例进行。其高、低水位分级宜取 5~10cm,中水位分级宜取 20cm。

水位历时统计 表 D.0.3

水位级别(m)	发生历时(d)	累计天数(d)	保证率(%)
9.99~9.90	4	4	0.50
9.89~9.80	15	19	2.50
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
4.99~4.90	17	728	99.59
4.89~4.80	3	731	100.00

D.0.4 山区河流码头采用阶梯式布置时,单级的直立式码头和分级的直立式高水级码头设计高水位的保证率计算,可按第 D.0.1条,第 D.0.2 条和第 D.0.3 条顺序依次进行。但累积出现次数的统计,应由低水位至高水位逐级进行。

附录 E 保证率频率法

E.0.1 保证率频率法计算可按下列步骤进行:

(1)将每年逐日平均水位或流量资料,按综合历时曲线法分别绘制各年的日平均水位或流量历时曲线,绘制方法见附录 D;

(2)根据拟建工程的设计标准,确定保证率;

(3)根据拟建工程设计标准所定的保证率,分别从各年的历时曲线上,选取各年相应该保证率的水位或流量值;

(4)将选取的水位或流量作为水文特征变量组成系列,按附录 B 进行频率计算;

(5)根据拟建工程设计标准所要求的重现期,从频率曲线中查得相应的设计水位或流量。

附录 F 风浪要素与波浪爬高计算

F.1 风浪要素计算

F.1.1 天然河流、湖泊和水库等水域的风浪要素的计算,可根据已知风速 W 、平均水深 d 和风区长度 D ,按式(F.1.1-1)、式(F.1.1-2)和式(F.1.1-3)确定风浪平均波高 \bar{H} 、平均波周期 \bar{T} 和平均波长 \bar{L} 。

$$\frac{g\bar{H}}{W^2} = 0.13 \operatorname{th} \left[0.7 \frac{gd}{W^2} \right] \operatorname{th} \left\{ \frac{0.0018 \left(\frac{gD}{W^2} \right)^{0.45}}{0.13 \operatorname{th} \left[0.7 \left(\frac{gd}{W^2} \right)^{0.7} \right]} \right\} \quad (\text{F.1.1-1})$$

$$\frac{g\bar{T}}{W} = 13.9 \left(\frac{g\bar{H}}{W^2} \right)^{0.5} \quad (\text{F.1.1-2})$$

$$\bar{L} = \frac{g\bar{T}^2}{2\pi} \operatorname{th} \frac{2\pi d}{\bar{L}} \quad (\text{F.1.1-3})$$

式中 W ——计算水域设计水位以上 10m 高度处、10min 平均风速(m/s);

d ——计算水域平均水深(m);

D ——风区长度(m);

g ——重力加速度(m/s^2)。

F.1.2 风浪不同的累积频率 F 的波高 H_F 与平均波高 \bar{H} 间的换算关系可按表 F.1.2 确定。

不同累积频率波高换算

表 F.1.2

\bar{H}/d	$F(\%)$	0.1	1	2	3	4	5	10	13	20	50
0.0	$\frac{H_F}{H}$	2.97	2.42	2.23	2.11	2.02	1.95	1.71	1.61	1.43	0.94
0.1		2.70	2.26	2.09	2.00	1.92	1.86	1.65	1.56	1.41	0.96
0.2		2.46	2.09	1.96	1.88	1.81	1.76	1.59	1.51	1.37	0.98
0.3		2.23	1.93	1.82	1.76	1.70	1.66	1.52	1.45	1.34	1.00
0.4		2.01	1.78	1.69	1.64	1.60	1.56	1.44	1.39	1.30	1.01
0.5		1.80	1.63	1.56	1.52	1.49	1.46	1.37	1.33	1.25	1.01

F.1.3 风况可按下列方法确定:

(1)风向一般分 8 个或 16 个方位角,相邻 22.5° 方位风速值可视为同一方向风速值。风向与波向近似作为同一方向。

(2)计算风浪的风速采用水面上 10m 高度处、10min 平均风速。如实测所得为离水面高度 z 处的风速时,可按下列式换算:

$$W = k_z W_z \quad (\text{F.1.3-1})$$

式中 W ——水面上 10m 高度处的风速(m/s);

k_z ——高度换算系数,可按表 F.1.3 选取;

W_z ——由测风仪测得离水面高度 z 处的风速。

高度换算系数

表 F.1.3

高度(m)	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	15	16	18	20
k_z	1.66	1.39	1.26	1.19	1.14	1.11	1.04	1.00	0.97	0.95	0.94	0.93	0.91	0.89

(3)对于天然河流、水库、湖泊等水域的风区长度,当计算点的水域比较开阔时,可采用自计算点量到对岸的距离。当沿风向两侧水域狭窄或水域不规则(有岛屿等障碍物)时,应考虑水域形状的影响。风区长度 D 可采用等效风区长度 D_e ,并按下列式计算:

$$D_e = \frac{\sum D_i \cos^2 \alpha_i}{\sum \cos \alpha_i}, \quad i = 0, \pm 1, \pm 2 \cdots \quad (\text{F.1.3-2})$$

式中 D_i ——计算点沿主风向 D_0 两侧划分的射线到水域边界的距离；

α_i ——第 i 条射线与主射线的夹角。

在水域平面图(见图 F.1.3)上确定 D_i 和 α_i 的步骤为:从计算点 A 逆主风向作主射线,与水域边界交点的距离为 D_0 ($\alpha_0 = 0^\circ$),再在主射线的两侧各 45° 范围内,每隔 7.5° 作若干条侧射线,与水域边界交点到 A 点的距离为 D_i ,两侧射线与主射线间的夹角为 α_i ($\alpha_i = i \times 7.5^\circ$)。一般取 $i = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm 6$, 即 $|\alpha_i| \leq 45^\circ$, 亦可采用其它间隔。

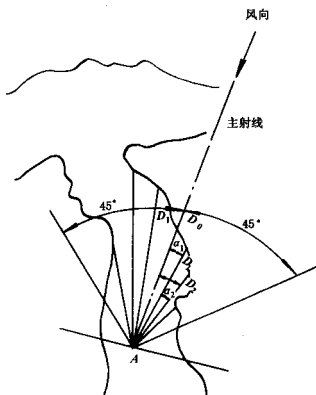


图 F.1.3 等效风区长度计算示意图

F.1.4 当风区内水深大致均匀时,可取主风向上水深的平均值进行计算。当水深沿风向变化较大时,宜将水域分成几段计算风浪要素。分段计算风浪要素的方法,可按现行行业标准《海港水文规范》的有关规定执行。

F.2 波浪爬高计算

F.2.1 风直接作用下,在斜坡式护岸上的波浪爬高,可按下列公式计算:

$$R_{1\%} = K_{\Delta} K_w R_1 H_{1\%} \quad (\text{F.2.1-1})$$

$$R_1 = K_1 \text{th}(0.432M) + [(R_1)_m - K_2] R(M) \quad (\text{F.2.1-2})$$

$$M = \frac{1}{m} \left(\frac{L}{H_{1\%}} \right)^{0.5} \left(\text{th} \frac{2\pi d}{L} \right)^{-0.5} \quad (\text{F.2.1-3})$$

$$(R_1)_m = \frac{K_3}{2} \text{th} \frac{2\pi d}{L} \left[1 + \frac{4\pi d/L}{\text{sh}(4\pi d/L)} \right] \quad (\text{F.2.1-4})$$

$$R(M) = 1.09 M^{3.32} \exp(-1.25M) \quad (\text{F.2.1-5})$$

式中 $R_{1\%}$ ——累积频率 $F=1\%$ 的波浪爬高(m),从静水位起算,向上为正;

K_{Δ} ——与斜坡护面结构型式有关的糙渗系数,按表 F.2.1-1 选取;

K_w ——风速系数,按表 F.2.1-2 选取;

R_1 —— $K_{\Delta}=1, H=1\text{m}$ 时的波浪爬高;

M ——与斜坡坡率 m 有关的系数;

$(R_1)_m$ ——相应于某一 d/L 时的波浪爬高最大值(m);

$R(M)$ ——爬高函数;

K_1, K_2, K_3 ——系数,分别取 1.24、1.029、4.98。

糙 渗 系 数

表 F.2.1-1

护面结构型式	K_{Δ}
整片光滑不透水护面(沥青混凝土)	1.00
混凝土及混凝土板护面	0.90
草皮护面	0.85 ~ 0.90
砌石护面	0.75 ~ 0.80
块石(抛填两层,不透水基础,安放一层)	0.60 ~ 0.65
块石(抛填两层,透水基础)	0.50 ~ 0.55

风速系数

表 F.2.1-2

W/C	≤ 1	2	3	4	≥ 5
K_w	1.0	1.10	1.18	1.24	1.28

注：波速 $C = L/T(\text{m/s})$ 。

F.2.2 为确定其它累积频率的波浪爬高 $R_{F\%}$ ，可将 $R_{1\%}$ 乘以换算系数 K_F ，见表 F.2.2。

换算系数

表 F.2.2

$F(\%)$	0.1	1	2	4	5	10	13.7	20	30	50
K_F	1.17	1.00	0.93	0.87	0.84	0.75	0.71	0.65	0.58	0.47

注：① $F = 4\%$ 和 $F = 13.7\%$ 的波浪爬高，分别相当于将不规则的波浪爬高按大小排列时，其中最大的 $1/10$ 和 $1/3$ 的部分平均值；

② 在静水位上、下半个波高内设置戕台，戕台宽度为 $0.5 \sim 2$ 倍波高时，波浪爬高 R 可相应地减少 $10\% \sim 15\%$ 。

F.2.3 斜坡式护岸的波浪计算适用于斜坡坡率为 $1 \sim 5$ ，护岸前水深为 $1.5 \sim 5.0$ 倍的波高，护岸前底坡不大于 $1/50$ 的情况。

F.3 风壅水面高度计算

F.3.1 在有限风区情况下，风壅水面高度可按下式计算：

$$e = \frac{KW^2 D}{2gd} \cos \beta \quad (\text{F.3.1})$$

式中 e ——计算点的风壅水面高度(m)；

K ——综合摩阻系数，取 $K = 3.6 \times 10^{-6}$ ；

W ——计算点水面以上 10m 高度处、 10min 的平均风速(m/s)；

D ——风区长度(m)；

g ——重力加速度(m/s^2)；

d ——计算水域的平均水深(m)；

β ——风向与垂直于岸线的法线夹角($^\circ$)。

附录 G 本规范用词用语说明

G.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”。

G.0.2 条文中指定应按其它有关标准、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 和主要起草人名单

主 编 单 位：南京水利科学研究院

参 加 单 位：交通部珠江航务管理局

交通部天津水运工程科学研究所

河海大学

中交第二航务工程勘察设计院

广西壮族自治区航务管理局

东南大学(原南京交通高等专科学校)

黑龙江航道局

主要起草人：唐存本 李安中 吴建树 王益良

(以下按姓氏笔画为序)

王茂林 朱立俊 辛文杰 贡炳生

张幸农 洪大林 贾宁一 高正荣

龚延庆 蔡国正 缪寿田 潘宝雄

中华人民共和国行业标准

内河航道与港口水文规范

JTJ 214—2000

条文说明

制 定 说 明

本规范是根据交通部交基发[1996]1091号文“关于下达1996年度标准定额编制计划的通知”和交通部原基建管理司基技字[1997]188号文“关于对《河港水文规范》编制工作大纲的批复”制定。本规范主编单位为南京水利科学研究院,参加单位为交通部珠江航务管理局、交通部天津水运工程科学研究所、河海大学、中交第二航务工程勘察设计院、广西壮族自治区航务管理局、东南大学(原南京交通高等专科学校)和黑龙江航道局。

本规范的制定,是从我国水运工程建设的实际情况出发,进行了广泛深入地调查研究,总结了我国50年来在内河航道、港口和通航建筑物工程水文分析与计算的实践经验,纳入了科学试验研究的新成果。为便于使用、正确理解和掌握本规范的条文,在编写条文的同时,编写了条文说明。

本规范条文、条文说明和附录的编写人员分工如下:

第1章 吴建树 唐存本

第2章 蔡国正

第3章 王益良 王茂林 唐存本 吴建树

第4章 贡炳生 王茂林 李安中 高正荣 唐存本
龚延庆

第5章 缪寿田 辛文杰 潘宝雄 张幸农

第6章 李安中 张幸农 王茂林

附录A 王茂林

附录B、附录D和附录E 缪寿田

附录C 张幸农

附录F 潘宝雄

附录 G 蔡国正

本规范总校人员:李永恒、余俊华、荣天富、刘金培、唐存本、李安中和蔡国正。

本规范于 2000 年 7 月 19 日通过部审,于 2000 年 12 月 25 日颁布,2001 年 6 月 1 日起实施。

目 次

1 总则	(56)
3 基本资料	(57)
3.1 一般规定	(57)
3.2 资料收集	(57)
3.3 水文观测	(57)
4 航道	(59)
4.1 一般规定	(59)
4.2 设计最高通航水位	(59)
4.3 设计最低通航水位	(60)
4.4 施工水位	(61)
4.5 水流、泥沙	(61)
4.6 通航期确定	(62)
5 港口	(63)
5.2 设计高水位	(63)
5.3 设计低水位	(63)
5.4 施工水位	(63)
5.5 水流、泥沙	(63)
5.6 波浪	(64)
6 通航建筑物	(65)
6.1 一般规定	(65)
6.2 设计最高通航水位	(65)
6.3 设计最低通航水位	(66)
6.4 校核水位和施工、检修水位	(66)
6.5 水流、泥沙	(66)

1 总 则

1.0.4 条文所指的人类活动主要包括下列内容:

(1)影响流域内气候、地理条件和引起河道水文要素变化的所有人类经济、生产活动;

(2)流域内已建、在建和拟建的水利水电和水运工程。例如:水利水电、航运枢纽,调水与引水工程,大、中型取排水工程,河道疏浚、挖沙,沿河、跨河建筑物,水土保持,航道整治工程等。

3 基本资料

3.1 一般规定

3.1.1~3.1.4 收集到的基本资料和整理、统计分析的成果,需了解它的来源、观测精度、计算方法和存在的问题。

3.2 资料收集

3.2.1~3.2.2 此两条执行时需注意以下事项:

(1)近期人类活动频繁已引起航道设计水位的变化,尤其是枢纽下游河道下切、河道中大量挖沙,引起相同流量下的水位下降更为突出,需予以重视;

(2)收集工程相关河段设计最高、最低通航水位,以了解全河段通航现状,并为工程建设提供参考。

3.2.4 北方通航河流工程河段冰凌资料短缺时,有关各特征值可采用邻近水文站资料,在分析该资料的代表性后,用地区经验计算式确定。

3.3 水文观测

3.3.1 本条文执行时需注意以下事项:

(1)观测流量时,先进行测流断面的地形测量,并根据断面形态特征布置测流垂线;

(2)航道滩险中,主河道的测流横断面不少于2个,流向线不少于3条,分汊河流测流断面不少于 $(n+2)$ 个(其中 n 为汉数),主航道流向线不少于2条。特殊情况可据工程需要酌情增补;

(3)根据河型、滩性和工程需要,并以反映河段动力特征为原则来确定滩段比降水尺的数量和位置。

3.3.4 观测冰凌项目时,还需同时进行气温、水温、风速、风向等的观测。

4 航 道

4.1 一般规定

4.1.3 基本站之间或基本站至工程段间的距离较长,其间的水文要素难以确定时,需设临时站,对所需水文要素进行一段时期的观测,再与基本站进行相关分析后确定工程所在地水文要素。进行滩险治理时,需在滩上、滩中、滩下等位置设临时站,分析滩险各水文要素的变化。

4.1.4 水位相关线外延的幅度系参照现行行业标准《水利水电工程水文计算规范》(SDJ 214—83)确定。

4.1.6 在航道上修建拦河建筑物,大型整治、疏浚工程,大规模挖沙以及特大洪水等人类活动和自然因素影响,造成来水来沙条件及河床明显变化时,航道的设计通航水位需作相应的修正。

4.1.7 本条依据为1988年1月21日第六届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过的《中华人民共和国水法》的第十二条、第十四条、第十六条、第二十条、第三十一条和现行国家标准《内河通航标准》(GBJ 139—90)。

4.2 设计最高通航水位

4.2.1 本条的依据为现行国家标准《内河通航标准》(GBJ 139—90)。

4.2.2 多年月平均潮位年变幅小于或等于多年平均潮差的河段,为潮汐影响明显河段;反之,为潮汐影响不明显的河段。多年月平均潮位的年变幅可按下式计算:

$$\Delta \bar{Z} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Z_1 - Z_2) \quad (4.2.2)$$

式中 $\Delta \bar{Z}$ ——多年月平均潮位的年变幅；

n ——统计年数；

Z_1 ——年内最高月平均潮位；

Z_2 ——年内最低月平均潮位。

潮汐影响明显的河段，其设计最高通航水位与现行行业标准《通航海轮桥梁通航标准》(JTJ 311—97)中的规定一致。

4.2.3~4.2.4 此两条依据为现行国家标准《内河通航标准》(GBJ 139—90)。

4.2.5 湖泊航道设计最高通航水位的确定，受多种因素制约，需权衡考虑。它与湖泊航线等级和防洪限制水位密切相关。防洪水位又与岸线防洪标准相关，岸线防洪标准高，设计最高通航水位也可提高，但需在河口建闸，增加了建船闸投资，同时影响航运效益。湖泊防洪水位需对高、中、低水位方案进行综合比较。高水方案蓄洪量大，但入湖河口均需建闸排涝及建船闸通航；低水方案调洪能力弱，但河口开畅，航运投资少。

4.2.6~4.2.7 连续渠化枢纽间的河段设计最高通航水位，需考虑上、下游枢纽间水位的衔接要求，下一级枢纽壅水太高影响上一级枢纽的效益，但又不能太低，以致形成较长脱水段，降低通航保证率。

4.3 设计最低通航水位

4.3.1 本条的依据为现行国家标准《内河通航标准》(GBJ 139—90)。

4.3.2 乘潮水位是以设计船舶通过浅段持续历时为尺度，在潮位过程线上确定该持续历时的潮位，并对该潮位系列进行累积频率分析后所确定的、满足设计船舶通过能力的相应保证率在累积频率曲线上量取的潮位。

4.3.5 湖泊航道的设计最低通航水位的确定与湖泊特征有关。

如鄱阳湖、太湖、南四湖和巢湖等为大面积水域的湖泊;洞庭湖经多年淤积、围垦,形成洪水一片、枯水归槽的河湖两相湖泊,需分别考虑。

4.3.6 水库非平水段在河床变化未达平衡之前,需定期检测、调整其设计最低通航水位。南方丰水地区枢纽的最低运行水位可能低于水库死水位。

4.3.7 枢纽下游河段的设计最低通航水位,需考虑河床下切及复原的变化过程。国内外已建大坝水库下游河床均产生明显的冲刷下切现象。例如丹江口枢纽下游蓄水初期,1959~1979年下切1.55m,葛洲坝枢纽1978~1987年下切0.9~1.0m;福建水口水库1993年蓄水,到1997年就下切了1.6m;广东三河坝航运枢纽建成不久就下切0.7~1.1m;美国科罗纳多河 Park 水库下游95km处,历经35年下切了2m多;密苏里河 Peck 水库下游16.5km处,下切1m多。

4.4 施工水位

4.4.1 施工水位受多种因素影响。施工要求的水文要素,如水位、水深、流速、流向等需通过多年水文资料分析计算,推求出水位降落过程中的相应水位。当工程要延至第2年,还需通过涨水过程线确定。

4.5 水流、泥沙

4.5.1 航道水流、泥沙资料的收集和观测需根据河流特性有重点地进行。山区河流着重水流方面的资料;平原河流着重水流对泥沙的作用及河床演变的资料;感潮河段需首先分析工程河段受潮汐影响的程度后,再确定其水流、泥沙资料收集和观测的内容;畅流运河与河网航道着重收集造成淤浅时段的水流、泥沙资料。

关于船行波波要素和爬高值,曾在苏南运河对单体船和拖、顶船队慢速航行条件下,以及在广东小榄水道对双体客船快速航行条件下进行了原体观测和室内系列模型试验,指出了影响船行波

波要素及爬高值的主要因素,得出了相应的经验计算式,可供参考。由于研究成果是在特定条件下完成的,在确定船行波波要素和爬高值时,需通过原体观测或模型试验论证。

4.5.3 进行航道工程施工期及保修期的监测、分析,对及时修改工程设计、了解工程整体效果,以及工程对上、下游河段输水、输沙和河床变形等有着十分重要的作用。

4.6 通航期确定

4.6.2 在统计资料时,若发现某年某些项发生日期重复,则保留影响较大一项的天数,其余项重复的天数则从资料中扣除。

内河航道中波浪与大风几乎同时出现,故大风与波浪放在一项中统计。

各项换算天数如下:

(1)湖区及库区中风和浪按统计资料中发生的天数确定,昼夜通航的航道按统计资料中发生天数的 $1/4$ 确定,不夜航的航道按统计资料中发生天数的 $1/2$ 确定;

(2)大雾按统计资料中发生天数的 $1/2$ 确定;

(3)流凌按该河段内开始发生中度流凌至其完全结束的日期确定。

5 港 口

5.2 设计高水位

5.2.1 本条的依据为现行国家标准《河港工程设计规范》(GB 50192—93)。

5.2.4 本条的依据为现行行业标准《海港水文规范》(JTJ 213—98)和《通航海轮桥梁通航标准》(JTJ 311—97)。

5.3 设计低水位

5.3.1 本条的依据为国家现行标准《内河通航标准》(GBJ 139—90)和《河港工程设计规范》(GB 50129—93)。

5.4 施 工 水 位

码头工程施工水位的确定,涉及所处河段的河型、河道水文特性、地形、地质、气象条件、码头结构型式、工程量、工期及施工方法等诸多因素。为此,在对上述因素经综合分析后,通过水文分析计算以确定施工水位。

5.5 水流、泥沙

5.5.1 感潮河段由于受到潮汐非恒定流作用,水流挟沙能力在潮周期内变化,水体悬浮泥沙颗粒比较细,在盐、淡水混合作用下,絮凝作用显著增强,絮凝后的泥沙沉速往往是单颗粒的几倍至几十倍,快速落淤后易形成浮泥,其密度一般在 $1.05 \sim 1.25\text{kg/m}^3$ 之间,具有明显的非牛顿流体的流变特性,是河口泥沙运动的一种特殊形式,也是河口泥沙淤积的重要因素。

5.5.3 山区河流的最大流速与河道形态有关,需根据河道出现最大水面比降时的流速取值。如川江和西江的最大流速通常发生在河道水面比降最大的非汛期。

有浮泥存在的河段,当河道临底流速大于浮泥扬动流速时,浮泥面层可被水流挟带悬浮。当河底切应力大于浮泥的临界切应力时,浮泥层发生整体运动。

5.5.6 模拟方法包括物理模型和数值模拟,需根据工程要求和工程技术的复杂性选定。

5.6 波 浪

5.6.4 现行的有关风浪要素的计算方法较多,具有代表性的有美国 SMB 法、前苏联的规范法、我国《海港水文规范》(JTJ 213—98)以及莆田试验站法等。本规范推荐采用莆田试验站法计算风浪要素。其计算式依据我国的现场实测,经统计、分析而得。又经长江口石洞口、外高桥、杭州湾等站的实测波浪资料验证,较适用于河口、海湾、水库和湖泊等小风区,且相对误差最小。近年来普遍被国家标准和行业标准引用,如《碾压式土石坝设计规范》(SDJ 218—84)、《平原地区水闸设计规范》(SD 133—84)、《公路桥位勘测设计规范》(JTJ 062—91)、《蓄滞洪区建筑工程技术规范》(GB 50181—93)和《堤防工程设计规范》(GB 50286—98)。

5.6.5 波浪爬高计算的累积频率标准采用了现行国家标准《堤防工程设计》(GB 50286—98)。

6 通航建筑物

6.1 一般规定

6.1.1 通航建筑物包括船闸、升船机等。枢纽下游主河道至通航建筑物下游引航道出口连接段的水流受水电站泄水、排洪等影响较大,对该河段需明确水文分析和计算的要求。锚地是在下游引航道出口以外的主河道中,现纳入本章的范围。

6.2 设计最高通航水位

6.2.1~6.2.2 此两条依据是国家现行标准《内河通航标准》(GBJ 139—90)、《渠化工程枢纽总体布置设计规范》(JTJ 212—98)和《船闸设计规范》(JTJ 261—87)。

6.2.3 感潮河段通航建筑物大多为船闸,往往与挡潮闸或节制闸、抽水站组成枢纽。其上游为内河或运河,下游为潮汐影响河段,如苏北沿海河道和长江、珠江下游支流上的船闸均属此类通航建筑物。

潮汐河道船闸上游洪水与下游高潮遭遇的情况往往较为复杂,需作专门的水文分析。

6.2.4~6.2.5 畅流运河、通湖河流一般处于河网地区,干支流之间、河湖之间相互影响很大。如洞庭湖地区的长江与湘江等支流来水过程不同,有时长江来水入洞庭湖后对湘江水流产生顶托,严重时可产生倒流;又如太湖、洪泽湖地区的河网,各条河流相互影响也十分复杂。另外,这些河道往往同时有防洪排涝、工农业和城镇取排水等方面的需要,越岭运河还有跨流域调水、补水的需要,影响因素较多。畅流运河上和河湖交汇处的通航建筑物的设计最

高通航水位需作专项水文分析。

6.3 设计最低通航水位

6.3.1~6.3.2 此两条依据是国家现行标准《内河通航标准》(GB 139—90)、《渠化工程枢纽总体布置设计规范》(JTJ 212—98)和《船闸设计规范》(JTJ 261—87)。

6.3.3~6.3.5 影响这类河道上的通航建筑物设计最低通航水位的因素较多,须作专门的调查研究和水文分析。

6.4 校核水位和施工、检修水位

6.4.1 本条依据是国家现行标准《防洪标准》(GB 50201—94)、《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准(山区、丘陵区部分)》(SDJ 12—78)和《船闸设计规范》(JTJ 261—266)。

6.4.4 船闸检修水位是指船闸大修时检修门的水位。船闸每隔5~6年需检修一次,检修期约3~5个月,检修期上、下游水位不能太高,以防结构因受力破坏。

6.5 水流、泥沙

6.5.2 20世纪80年代后,我国曾针对许多实际工程的通航水流条件进行过全面系统的研究,包括实船试验、水工和船模系列试验,如船队在不同的水流条件下的航迹、航迹带、漂角、漂移、偏转等航态和相互关系;以及感潮河段开通闸的水力条件和枢纽泄水波及其产生的涌浪对船队航行的影响等。本条就是依据这些研究成果,对通航建筑物在正常运行情况下,提出了有关上、下游引航道内通航水流条件的基本原则和标准。

船舶由引航道进出闸时,其航速远小于引航道口门区,且一般为 $1.0 \sim 1.2\text{m/s}$,故引航道内的水流纵、横向流速限值均应比口门区小。根据实船试验结果,船队航速在 1.2m/s 时能克服的横向流速为 0.144m/s ,由于通航建筑物平面富裕尺度小,要求船队调直才能进出闸,因而引航道导航段和调顺段应为静水区,两段以外的

引航道内的横向流速不应大于 0.15m/s ,再根据流向与航线的夹角关系,即可推断所规定的纵向流速不大于 0.5m/s 。

根据江苏有关船闸的模型试验结果以及实际运行经验,开通闸静水头差不宜大于 0.3m ,动水头差不宜大于 0.2m 。

风浪、泄水波、涌浪会对船队的缆绳增加突然荷载和增加打到船舶干舷上的水面高度。风浪和泄水波还有可能传入引航道,对人字闸门的起闭机施加反向荷载。涌浪还会使引航道和中间渠道水面降低,如长江上某船闸下游引航道长约 3.6km ,当船闸泄水时,其内最大浪高达 1.15m ,使水深减小,曾影响航行安全;苏北大运河上的船闸,洪泽湖风浪曾影响运载棉花的高重心船队的航行安全。

我国目前尚未制订风浪、泄水波、涌浪波高的限值,仅对具体工程作出过规定,一般情况下风浪波高大于 0.6m 就停航。通航建筑物输水时非恒定流在中间渠道和引航道中产生的涌浪属长波运动,只要考虑了涌浪对水深的影响,对船舶航行和闸门就不致于产生较大的危害。

6.5.3 本条中所列的泥沙淤积类型及其分析研究内容,是总结我国现有通航建筑物泥沙淤积存在的问题而得出的结果。

通航建筑物引航道类似于天然盲肠河道或挖入式港池,对于这种河道的泥沙淤积基本规律,目前虽有一些经验公式可供计算,但尚欠成熟。通常根据工程的具体情况分析判断或进行模拟研究。

引航道口门区的回流主要是指有口门外河道动水与引航道内相对静水的磨擦、分离而引起的回流。影响回流的范围和强度的主要因素有:口门外主流的大小及分布、引航道与主流的交角、口门的平面布置形式等。泥沙淤积量及其分布取决于回流的范围、强度以及主流中的含沙量。处于感潮河段的引航道口门区,由于平潮时主流流速较小甚至为零,此时口门区不存在回流,因而需考虑回流淤积的产生条件和持续时间。

引航道内异重流是指口门回流区含沙浑水与引航道内静水区

的清水存在重度差造成的分层相对流动。其形成主要取决于主流含沙量以及引航道内的水流流态。当引航道内的水流流动时,如船闸输水或引客水入引航道、感潮河段开通闸运行以及涨落潮等情况,均可使引航道内的水流缓缓流动,则不易形成异重流。

引航道及口门区的缓流或往复流是指由通航建筑物灌、泄水或由口门外主流涨落较快(如洪峰水位陡涨、感潮河段水位波动等)而引起的水流缓慢流动。这种缓流或往复流形成时流速较大,当流动的浑水转为静水时,因挟沙能力锐减,使其携带的泥沙在引航道及口门区形成淤积。这种非恒定流泥沙淤积,取决于缓流的流速及其过程,其主要影响因素有通航建筑物的运行方式,如灌、泄水时间及过程,口门外主流汛期洪峰水位变动,此外,感潮河段还与口门外主流的涨落潮特征以及开通闸运行情况有关。

处于弯道凸岸的引航道口门区泥沙淤积是指由口门外主流弯道横向环流形成的泥沙淤积。它主要与通航建筑物引航道的布置形式和所在主流河道的水流泥沙运动和河床演变有关。

闸室内的局部泥沙淤积是指由船闸灌、泄水时所形成局部流态造成的泥沙淤积,其主要与闸室灌、泄水的方式与过程有关。

6.5.6 本条是根据目前我国许多已建通航建筑物所反映出的实际问题,从工程后的维护及扩建的角度出发,提出有关水流、泥沙的监测内容。