

**JTS**

中华人民共和国行业标准

**JTS 145-1-2011**

# 内河航运工程水文规范

Code of Hydrology for Inland Navigation Engineering

2011-08-29 发布

2012-01-01 实施

中华人民共和国交通运输部发布

中华人民共和国行业标准

# 内河航运工程水文规范

**JTS 145—1—2011**

主编单位：四川省交通运输厅交通勘察设计研究院  
南京水利科学研究院

批准部门：中华人民共和国交通运输部

施行日期：2012年1月1日

人民交通出版社

2011·北京

# 关于发布《内河航运工程水文规范》 (JTS 145—1—2011)的公告

2011 年第 50 号

现发布《内河航运工程水文规范》(以下简称《规范》)。本《规范》为强制性行业标准,编号为 JTS 145—1—2011,自 2012 年 1 月 1 日起施行。《内河航道与港口水文规范》(JTJ 214—2000)同时废止。

本《规范》第 3.0.3 条、第 4.4.2 条、第 4.4.3 条、第 5.2.1 条、第 5.2.2 条、第 5.2.4 条、第 5.2.5 条、第 5.2.6 条、第 5.2.9 条、第 5.2.10 条、第 5.3.1 条、第 5.3.2 条和第 5.3.3 条中的黑体字部分为强制性条文,必须严格执行。

本《规范》由交通运输部组织四川省交通运输厅交通勘察设计研究院和南京水利科学研究院等单位编制完成,由交通运输部水运局负责管理和解释,由人民交通出版社出版发行。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部

二〇一一年八月二十九日

## 修订说明

本规范是在《内河航道与港口水文规范》(JTJ 214—2000)的基础上,通过深入调查研究,总结和吸收近年来我国内河航运工程建设中水文分析与计算的实践经验,经广泛征求有关单位和专家的意见,并结合我国内河航运工程建设的现状和发展需要编制而成。主要包括基本资料、设计水位、水流与泥沙、波浪与潮流等技术内容。

本规范的主编单位为四川省交通运输厅交通勘察设计研究院和南京水利科学研究院,参加单位为黑龙江省航务勘察设计院、广东省航道局和四川省交通运输厅公路水运质量监督站。

《内河航道与港口水文规范》(JTJ 214—2000)自发布以来,为促进内河航道、港口和通航建筑物工程的建设发展,保证工程效果和提高综合效益发挥了重要作用。随着内河航运工程建设技术水平和建设要求的提高,《内河航道与港口水文规范》(JTJ 214—2000)已不能很好地适应内河航道、港口和通航建筑物工程建设的需要。为此,交通运输部水运局组织四川省交通运输厅交通勘察设计研究院和南京水利科学研究院等单位对《内河航道与港口水文规范》(JTJ 214—2000)进行修订。

本规范第3.0.3条、第4.4.2条、第4.4.3条、第5.2.1条、第5.2.2条、第5.2.4条、第5.2.5条、第5.2.6条、第5.2.9条、第5.2.10条、第5.3.1条、第5.3.2条和第5.3.3条中的黑字部分为强制性条文,必须严格执行。

本规范共分7章和7个附录,并附条文说明。本规范编写组成员分工如下:

1 总则:晏建奇 陈建华

2 术语:晏建奇 陈建华

3 基本规定:晏建奇 牟治忠

4 基本资料:晏建奇 陈建华 刘 星 曹民雄 龚延庆

5 设计水位:张幸农 晏建奇 李家世 曹民雄

6 水流与泥沙:曹民雄 晏建奇 陈建华 张幸农 蒋世春

7 波浪与潮流:贾良文 杨明远 张幸农 曹民雄 龚延庆

附录A:晏建奇 李家世 杨明远

附录B:贾良文 晏建奇 吴安江

附录C:贾良文 张幸农 吴安江

附录D:贾良文 李家世 吴安江

附录E:贾良文 李家世 蒋世春

附录F:张幸农 曹民雄 杨明远

附录G:晏建奇 陈建华

本规范于2011年3月15日通过部审,于2011年8月29日发布,自2012年1月1日起实施。

本规范由交通运输部水运局负责管理和解释。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运输部水运局(地址:北京市建国门内大街11号,交通运输部水运局技术管理处,邮编:100736)和本规范管理组(地址:四川省成都市太升北路35号,四川省交通运输厅交通勘察设计研究院,邮编:610017),以便再修订时参考。

# 目 次

1 总则 .....	(1)
2 术语 .....	(2)
3 基本规定 .....	(3)
4 基本资料 .....	(4)
4.1 一般规定 .....	(4)
4.2 水文、气象、冰情调查 .....	(4)
4.3 水文观测 .....	(5)
4.4 资料整理及统计分析 .....	(6)
5 设计水位 .....	(8)
5.1 一般规定 .....	(8)
5.2 航道设计通航水位 .....	(8)
5.3 枢纽通航建筑物上下游设计通航水位 .....	(10)
5.4 港口设计水位 .....	(11)
6 水流与泥沙 .....	(13)
6.1 一般规定 .....	(13)
6.2 水流 .....	(13)
6.3 泥沙 .....	(15)
7 波浪与潮流 .....	(18)
7.1 一般规定 .....	(18)
7.2 波浪 .....	(18)
7.3 潮流 .....	(19)
附录 A 枯水设计水面线的推算 .....	(20)
附录 B 频率分析法 .....	(21)
附录 C 相关分析法 .....	(25)
附录 D 综合历时曲线法 .....	(28)
附录 E 保证率频率法 .....	(29)
附录 F 风浪要素与波浪爬高计算 .....	(30)
附录 G 本规范用词用语说明 .....	(34)
附加说明 本规范修订主编单位、参加单位、主要起草人、总校人员和管理组 人员名单 .....	(35)
附 条文说明 .....	(37)

# 1 总 则

- 1.0.1** 为统一内河航运工程水文分析与计算的技术要求,保证成果质量,制定本规范。
- 1.0.2** 本规范适用于天然河流、湖泊、水库、运河和通航渠道等内河航道、通航建筑物、港口工程的水文分析与计算。国际河流的内河航道、通航建筑物、港口工程,可参照执行。
- 1.0.3** 内河航运工程水文分析与计算除应符合本规范的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 综合历时曲线 synthetic duration curve

某一水文要素在其多年资料按序排列后大于等于不同定值的累积时间曲线。

### 2.0.2 重现期 recurrence interval

大于等于或小于等于一定量级的水文要素值出现一次的平均间隔年数。

### 2.0.3 保证率 reliability

某一水文要素在其统计系列中大于等于不同定值的历时百分数。

### 2.0.4 累积频率 cumulative frequency

大于等于或小于等于一定量级的水文要素值出现的可能性的量度。

### 2.0.5 泥沙颗粒级配 sediment grain-size distribution

每一粒径组泥沙在给定的沙样中所占的质量百分数。

### 2.0.6 代表性 representativeness

选用资料系列的统计特性反映总体统计特性的程度。

### 2.0.7 一致性 consistency

反映形成资料系列的基本条件的相同程度。

## 3 基本规定

**3.0.1** 水文分析与计算的内容应根据工程需要确定,宜包括下列方面:

- (1) 基本资料的收集、观测、整理及统计分析;
- (2) 设计水位、流量的分析计算与确定;
- (3) 水流、泥沙运动特性分析;
- (4) 波浪特性及分析计算;
- (5) 潮汐、潮流特性及分析计算;
- (6) 其他水文要素的分析计算;
- (7) 人类活动影响的调查分析。

**3.0.2** 水文分析与计算应以工程河段及上下游的水文站、专用站观测资料为主要依据。

**3.0.3** 收集的水文资料系列应查明其来源、精度、人类活动的影响和存在问题,采用系列应满足可靠性、一致性和代表性的要求。

**3.0.4** 工程河段缺乏实测水文资料时,应根据工程情况及时开展水文观测和水文调查。

**3.0.5** 水文分析与计算成果应进行合理性检查。

## 4 基本资料

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 内河航道、通航建筑物和港口工程水文分析与计算所需的基本资料,应根据河流特性、工程类别、建设规模 and 不同阶段的要求确定。

**4.1.2** 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、流向、流态、比降和水流流迹线等;
- (3) 含沙量、输沙率、颗粒级配与河床质组成;
- (4) 潮汐、潮流、波浪的特征值;
- (5) 水温、水体含盐度、冰凌;
- (6) 降水、雾、风速、风向等。

**4.1.3** 工程所在地无水文站时,采用上下游邻近水文站的观测资料,应通过相关分析取得工程所需的资料。对无资料的地区和河段,应根据工程需要进行调查和设立专用站进行观测取得资料。

### 4.2 水文、气象、冰情调查

**4.2.1** 水文资料调查与收集应符合下列规定。

**4.2.1.1** 水位资料的调查与收集应包括下列内容:

- (1) 工程河段及上下游水文站或专用站历年逐日平均水位和特征水位,计算分析要求的瞬时水位过程观测资料,模拟研究要求的典型年水位过程线;
- (2) 工程河段及上下游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) 工程河段水位实测资料和历史洪、枯水调查资料;
- (4) 基准面资料,同一水系的基准面换算成统一的基准面。

**4.2.1.2** 流量资料的调查与收集应包括下列内容:

- (1) 工程河段及上下游水文站或专用站历年逐日平均流量和特征流量,计算分析要求的瞬时流量过程资料,模拟研究要求的典型年流量过程线;
- (2) 工程河段及上下游水文站或专用站已定的设计最大、最小通航流量;
- (3) 工程河段及上下游水文站或专用站近年的水位—流量关系资料;
- (4) 工程河段实测流量资料。

**4.2.1.3** 泥沙资料的调查与收集应包括下列内容:

(1)工程河段及上下游水文站或专用站典型年悬移质泥沙的逐日含沙量和输沙率、颗粒级配和历年各特征值的统计、分析资料;

(2)工程河段及上下游水文站或专用站典型年洪、中、枯水期推移质的输沙率、输沙量、颗粒级配,以及与之相应的流量、水深、流速、比降等;

(3)工程河段实测泥沙资料。

**4.2.1.4** 当工程河段与水文站之间有较强的支流汇入时,应调查、收集支流相应的水位、流量和泥沙资料等。

**4.2.1.5** 潮汐、潮流、波浪资料的调查与收集应包括下列内容:

(1)工程河段及上下游水文站或专用站的潮位、潮流过程和统计分析的潮汐特征值;

(2)工程河段及上下游邻近水域的波高、波周期、波向分布及波浪爬高资料;

(3)工程河段及上下游邻近水域的船行波资料及相应的航道断面尺度、船型、航速和航迹线等资料。

**4.2.1.6** 洪、枯水调查应包括下列内容:

(1)洪、枯水痕迹调查的调查记录,记录被访人姓名、年龄、痕迹位置,并判明其可靠程度;

(2)洪、枯水痕迹调查测量后,进行比降计算,进一步判明调查的洪、枯水痕迹的可靠程度;

(3)调查收集河道地形图和河段糙率资料;

(4)当地相关文献资料的收集等。

**4.2.2** 气象、水温和含盐度资料的调查与收集应包括下列内容:

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

(2)工程河段或附近站点历年的水温或含盐度。

**4.2.3** 冰凌资料的调查与收集应包括下列内容:

(1)工程河段历年封冻期的初、终冰日期,最大冰厚和平均冰厚;

(2)工程河段历年开河流冰期的起始日期,流冰冰块大小、速度,冰塞、冰坝发生的时间、地点及规模;

(3)工程河段历年的航运封河和开河日期;

(4)与航运相关的人工破冰资料。

### 4.3 水文观测

**4.3.1** 水位观测应符合下列规定。

**4.3.1.1** 水位观测应符合现行国家标准《水位观测标准》(GBJ 138)和现行行业标准《水运工程测量规范》(JTJ 203)的有关规定。

**4.3.1.2** 工程河段应根据工程需要和河型特征加设临时观测水尺。

**4.3.1.3** 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。

**4.3.1.4** 枯水瞬时水面线观测应按附录 A 执行。其他水位的瞬时水面线观测可参照附录 A 执行。

#### 4.3.2 流量测验应符合下列规定。

4.3.2.1 流量测验应符合现行国家标准《河流流量测验标准》(GB 50179)和现行行业标准《水运工程测量规范》(JTJ 203)的有关规定。

4.3.2.2 测流断面应根据水流趋势和工程需要布设。

#### 4.3.3 水面流速、流向、流态和比降观测应符合下列规定。

4.3.3.1 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》(JTJ 203)的有关规定。

4.3.3.2 碍航流态应根据工程的需要测定或描述,确定其位置及在不同水位时的形态、强度与碍航程度。

4.3.3.3 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》(JTJ 203)的有关规定。

4.3.3.4 流迹线观测应采用浮标法,并应根据工程需要确定观测河段、范围及在观测范围内的数量和分布。

#### 4.3.4 泥沙观测应符合下列规定。

4.3.4.1 以悬移质泥沙造床为主的河段,宜根据河床演变分析、模拟研究和工程设计的要求,设置悬移质测验断面,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宜符合现行国家标准《河流悬移质泥沙测验规范》(GB 50159)的有关规定。

4.3.4.2 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。

4.3.4.3 细沙或含有细颗粒宽级配泥沙的河床质观测采样,可采用封闭型采样器;粘性较大的河床质宜采用插入式采样器。

#### 4.3.5 潮汐、潮流、波浪观测应符合下列规定。

4.3.5.1 潮汐、潮流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。

4.3.5.2 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》(GB/T 14914)的有关规定。

4.3.5.3 船行波观测应同时观测相应的航道断面尺度,船型、航速、航迹线及相应航道底、侧面物质组成,航道坡度,岸滩植被等。

4.3.6 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。

### 4.4 资料整理及统计分析

4.4.1 采用工程河段上下游邻近水文站或专用站观测资料进行相关分析时,应符合下列规定。

4.4.1.1 邻近水文站或专用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。

**4.4.1.2** 水文资料系列的插补、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。

**4.4.2** 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。

**4.4.3** 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。

**4.4.4** 水文特征值采用频率分析法计算时应按附录 B 执行。

**4.4.5** 水文要素采用相关分析法计算时应按附录 C 执行。

**4.4.6** 水文要素采用综合历时曲线法计算时应按附录 D 执行。

**4.4.7** 水文要素采用保证率频率法计算时应按附录 E 执行。

## 5 设计水位

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 设计水位推求所依据的基本站水位、流量资料的取用应满足下列要求:

(1) 当资料具有良好的一致性时,取近期连续资料系列,取用年限不短于 20 年;

(2) 当资料不具有良好的一致性时,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;

(3) 当所处河段水文条件受人类活动和自然因素影响发生明显变化时,通过分析研究,选取变化后有代表性的资料。

**5.1.2** 基本站设计水位应采用水位系列进行推求;当基本站所处河段河床和水文条件出现明显变化时,应采用流量系列统计分析确定设计流量,通过近期水位流量关系推求设计水位,并与以水位系列推求的设计水位进行比较,综合分析确定设计水位。

**5.1.3** 工程河段设计水位可通过临时站水位与基本站水位相关分析确定;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和调查水位变幅的 50%。航道工程各断面设计水位可采用瞬时水面线观测资料与临时站设计水位值按附录 A 确定;水面比降平缓河段可采用平均比降内插法确定。

**5.1.4** 工程河段水文条件发生明显变化时,应通过论证研究,及时调整设计水位。

### 5.2 航道设计通航水位

**5.2.1** 天然河流设计最高通航水位的确定应符合下列规定。

**5.2.1.1** 不受潮汐影响和潮汐影响不明显的河段,设计最高通航水位应采用表 5.2.1 规定的各级洪水重现期的水位。

航道设计最高通航水位的洪水重现期

表 5.2.1

航道等级	I ~ III	IV、V	VI、VII
洪水重现期(年)	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级航道洪水重现期可采用 10 年;Ⅳ和Ⅴ级航道可采用 5~3 年;Ⅵ、Ⅶ级航道可采用 3~2 年。特殊情况下可通过论证确定。

**5.2.1.2** 潮汐影响明显的河段,设计最高通航水位应采用年最高潮位重现期为 20 年的潮位,按极值 I 型分布律计算确定。

**5.2.2** 天然河流设计最低通航水位的确定应符合下列规定。

**5.2.2.1** 不受潮汐影响的河段,设计最低通航水位可采用综合历时曲线法计算确定,其多年历时保证率应符合表 5.2.2-1 的规定;也可采用保证率频率法计算确定,其年保证

率和重现期应符合表 5.2.2-2 的规定。

航道设计最低通航水位的多年历时保证率

表 5.2.2-1

航道等级	I、II	III、IV	V~VII
多年历时保证率 (%)	≥98	98~95	95~90

注:对特殊情况下山区性河流 V~VII 级航道,通过论证可适当调整多年历时保证率。

航道设计最低通航水位的年保证率和重现期

表 5.2.2-2

航道等级	I、II	III、IV	V~VII
年保证率 (%)	99~98	98~95	95~90
重现期 (年)	10~5	5~4	4~2

5.2.2.2 受潮汐影响的河段,设计最低通航水位可采用低潮累积频率法计算确定,其低潮累积频率应符合表 5.2.2-3 的规定。

5.2.2.3 受潮汐影响的河段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》(JTJ 213)的有关规定执行。

航道设计最低通航水位的低潮累积频率

表 5.2.2-3

航道等级	常年潮流段	季节性潮流段	常年径流段
I、II	≥90%	90%~95%	≥98%
III、IV	90%	90%~95%	95%~98%
V~VII	90%	90%	90%~95%

5.2.3 河网地区天然航道设计通航水位的确定除应符合第 5.2.1 条和第 5.2.2 条的规定外,尚应符合下列规定。

5.2.3.1 设闸航道设计通航水位应根据综合利用的要求确定。

5.2.3.2 运输特别繁忙的航道设计通航水位可按 I 级航道的规定确定。

5.2.4 湖泊航道设计通航水位,应按第 5.2.1 条和第 5.2.2 条规定并结合堤防、风浪等情况综合分析确定。河湖两相湖区航道设计最低通航水位应按第 5.2.2 条规定确定。

5.2.5 运河设计通航水位的确定应符合下列规定。

5.2.5.1 开敞运河设计通航水位应按第 5.2.1 条和第 5.2.2 条的规定确定。设闸运河设计通航水位,应根据综合利用的要求并结合第 5.2.1 条和第 5.2.2 条的有关规定确定。

5.2.5.2 运输特别繁忙的运河设计通航水位可按 I 级航道的规定确定。

5.2.6 综合利用的通航渠道设计通航水位的确定应符合下列规定。

5.2.6.1 设计最高通航水位,灌溉渠道应采用最大灌溉流量时的相应水位;排涝渠道应采用设计最大排涝流量时的相应水位;排洪渠道应采用设计最大排洪流量时的相应水位和按第 5.2.1 条规定的洪水重现期计算的水位中的高值;引水渠道应采用设计最大引水流量时的相应水位。

5.2.6.2 设计最低通航水位应根据综合利用的要求并结合第 5.2.2 条的规定确定。

5.2.7 枢纽上游河段设计通航水位的确定应符合下列规定。

5.2.7.1 设计最高通航水位应采用表 5.2.1 规定的重现期洪水与相应的汛期坝前水位组合,并采用坝前正常蓄水位或设计挡水位与相应的各级入库流量组合,得出多组回水

曲线,取其上包络线作为沿程各点的设计最高通航水位,并应计入河床可能淤积引起的水位抬高值。

**5.2.7.2** 设计最低通航水位应采用第 5.2.2 条规定保证率的入库流量与相应的坝前消落水位组合,并采用坝前死水位或最低运行水位与相应的各级入库流量组合,得出多组回水曲线,取其下包络线作为沿程各点的设计最低通航水位,并应计入河床冲淤可能引起的水位变化值。

**5.2.8** 枢纽下游河段设计通航水位的确定应符合下列规定。

**5.2.8.1** 设计最高通航水位应按第 5.2.1 条规定的洪水重现期,分析选定设计流量,并考虑枢纽运行对该河段航道的影响推算确定。

**5.2.8.2** 设计最低通航水位应按第 5.2.2 条规定的保证率,分析选定设计流量,并考虑河床下切和电站日调节的影响推算确定,下游有梯级衔接时应按第 5.2.7 条执行。

**5.2.9** 枢纽上下游河段设计通航水位应结合枢纽运行后的实测资料进行必要的验证和调整。

**5.2.10** 封冻河流和湖泊的设计通航水位应按第 5.2.1 条和第 5.2.2 条的规定确定,其通航期应以全年总天数减去封冻和流冰停航的天数计算。

### 5.3 枢纽通航建筑物上下游设计通航水位

**5.3.1** 综合利用的水利枢纽应按改善通航条件、提高通航能力和发挥综合开发效益的原则确定通航水位。枢纽瞬时下泄流量不应小于原天然河流设计最低通航水位时的流量。

**5.3.2** 枢纽通航建筑物上游设计通航水位的确定应符合下列规定。

**5.3.2.1** 设计最高通航水位应采用枢纽正常蓄水位、设计挡水位和按表 5.3.1 规定的洪水重现期计算的水位中的高值。当预计枢纽正式运行后正常蓄水位有提高时,应计入提高值;当泥沙淤积将影响水位时,应计入泥沙淤积引起的水位抬高值。

通航建筑物设计最高通航水位的洪水重现期

表 5.3.1

通航建筑物级别	I、II	III、IV	V~VII
洪水重现期(年)	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,IV级和V级通航建筑物洪水重现期可采用5~3年,VI级和VII级通航建筑物可采用3~2年;

②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,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。

**5.3.2.2** 设计最低通航水位应采用枢纽水库死水位和最低运行水位中的低值。

**5.3.2.3** 当通航建筑物与其他挡水建筑物不在同一挡水前沿时,通航水位应根据枢纽布置作相应调整。

**5.3.3** 枢纽通航建筑物下游设计通航水位的确定应符合下列规定。

**5.3.3.1** 设计最高通航水位应采用按表 5.3.1 规定的重现期计算的流量经枢纽下泄所对应的最高水位。当枢纽下游有梯级衔接时,应采用下一梯级的上游设计最高通航水

位,并计入动库容的水位抬高值。

**5.3.3.2** 设计最低通航水位应采用第 5.3.1 条规定的枢纽瞬时最小下泄流量对应的水位,并计入河床下切和电站日调节等因素引起的水位变化值。当枢纽下游有梯级衔接时,应采用下一梯级的上游设计最低通航水位时回水到本枢纽通航建筑物下游的相应水位。

**5.3.4** 感潮河段通航建筑物设计通航水位的确定应符合下列规定。

**5.3.4.1** 上游设计最高通航水位的确定应按第 5.3.2 条的规定执行,并计入蓄水灌溉、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的确定应按第 5.3.3.1 款的规定执行,并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。

**5.3.4.2** 上游设计最低通航水位的确定应按第 5.3.2 条的规定执行,并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的确定应按第 5.3.3.2 款的规定执行,并计入建闸后潮波变形、风浪引起的水面下降值。

**5.3.5** 河湖交汇处通航建筑物设计通航水位的确定应符合下列规定。

**5.3.5.1** 临河端设计最高通航水位的确定应按第 5.3.2 条的规定执行,并计入其他支流水位变化的影响值;临湖端设计最高通航水位的确定应按第 5.2.4 条的规定执行,并应计入湖区风浪、泥沙淤积和防洪等因素的影响值。

**5.3.5.2** 临河端设计最低通航水位的确定应按第 5.3.3 条的规定执行,并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的确定应按第 5.2.4 条的规定执行,并应计入湖区风浪引起的水位下降值。

**5.3.6** 运河通航建筑物上、下游设计通航水位的确定应按第 5.3.2 条和第 5.3.3 条的规定执行,并计入运河调水、补水和排涝等因素的影响值。

## 5.4 港口设计水位

**5.4.1** 平原河流、河网地区和山区河流港口码头设计水位的确定应符合下列规定。

**5.4.1.1** 设计高水位应按表 5.4.1-1 规定的标准,采用频率法或综合历时曲线法计算确定。

平原河流、河网地区和山区河流码头设计高水位的重现期和多年历时保证率 表 5.4.1-1

码头受淹损失类别	平原河流和河网地区	山区河流		
		斜坡式、直立式码头	分级直立式码头	
			高水级	低水级
重现期(年)		多年历时保证率(%)		
一	50	20	0.5	10~30
二	20	10	1	
三	10	5	2	

注:①码头受淹损失分类:一类是指码头受淹将造成生产、货物及设备重大损失的码头,二类是指码头受淹将造成生产、货物及设备一定损失的码头,三类是指码头受淹将造成生产、货物及设备较小损失的码头;

②对出现高于码头设计高水位历时很短的山区斜坡式码头和直立式码头,经论证后,其码头设计高水位可适当降低;

③多年历时保证率可采用综合历时曲线法计算,其计算按附录 D 规定执行。

**5.4.1.2** 设计低水位应与所在航道的设计最低通航水位相一致,并按表 5.4.1-2 规定的标准,采用综合历时曲线法计算确定。

平原河流、河网地区和山区河流码头设计低水位的多年历时保证率 表 5.4.1-2

设计船型吨级 DWT(t)	$100 \leq DWT < 500$	$500 \leq DWT \leq 1000$	$DWT > 1000$
多年历时保证率(%)	95 ~ 90	98 ~ 95	$\geq 98$

注:运输特别繁忙的河网地区码头设计低水位多年历时保证率不小于 98%。

**5.4.2** 感潮河段港口码头设计水位的确定应符合下列规定。

**5.4.2.1** 潮汐影响不明显的感潮河段码头设计高水位应按表 5.4.1-1 中平原河流、河网地区的重现期计算确定;潮汐影响明显的河段码头设计高水位可按现行行业标准《海港水文规范》(JTJ 213)的有关规定确定。

**5.4.2.2** 潮汐影响不明显的感潮河段码头设计低水位应按表 5.4.1-2 的规定确定;潮汐影响明显的感潮河段码头设计低水位可按现行行业标准《海港水文规范》(JTJ 213)的规定采用低潮累积频率 90% 的潮位。

**5.4.3** 湖区港口码头设计高水位应根据所处河流及码头受淹损失类型,按表 5.4.1-1 的规定确定;设计低水位应按表 5.4.1-2 的规定确定。

**5.4.4** 运河和通航渠道港口码头设计高水位应根据综合利用的要求并结合表 5.4.1-1 的有关规定确定;设计低水位应考虑航道远期规划,根据综合利用的要求并结合表 5.4.1-2 的有关规定确定。

**5.4.5** 枢纽上下游河段港口码头设计水位的确定应符合下列规定。

**5.4.5.1** 枢纽上游河段港口码头设计高水位可根据枢纽坝前正常蓄水位或设计挡水位时的沿程回水曲线确定,并应计入河床可能淤积引起的水位抬高值,当该值低于按表 5.4.1-1 确定的数值时,应按表 5.4.1-1 的规定确定;枢纽下游河段港口码头设计高水位可按表 5.4.1-1 确定,并应考虑枢纽运行时对河段的冲淤影响。

**5.4.5.2** 枢纽上下游河段港口码头设计低水位宜取其所在河段航道的设计最低通航水位。

**5.4.6** 封冻河流港口码头设计水位可视所处河流类型、码头受淹损失类别和枢纽运行情况,根据第 5.4.1 条 ~ 第 5.4.4 条的规定确定。计算多年历时保证率时通航期应以全年总天数减去封冻和流冰的天数。

**5.4.7** 港口码头下游滩险整治导致码头前沿水面下降时,确定设计低水位应考虑水面下降的影响。

## 6 水流与泥沙

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 水流、泥沙资料的收集和观测除应符合第4章的规定外,尚应根据工程不同阶段要求进行补充。补充的主要内容应包括洪、中、枯不同水位条件下的水流流速、流向、比降、流态和水体含沙量、颗粒级配等。

**6.1.2** 水沙条件简单的航运工程的水流条件及泥沙淤积分析宜采用类比或经验分析方法,水沙条件复杂时应采用模拟研究方法。

**6.1.3** 水沙条件复杂的工程河段应进行施工期水文监测,其内容应根据工程要求确定。

### 6.2 水 流

**6.2.1** 航道水流资料的收集和观测,除应符合第4章有关规定外,还应符合下列规定。

**6.2.1.1** 山区河流应根据滩型和工程设计要求补充下列资料:

- (1) 汊道滩险洪、中、枯水期的分流比及进出口处横流的流速、流向和横比降;
- (2) 弯道滩险洪、中、枯水期的纵比降、横比降、水流顶冲点位置和不良流态。

**6.2.1.2** 平原河流应根据河段类型和工程设计要求补充下列资料:

- (1) 顺直微弯河段的洪、中、枯水期深泓线,比降,表面流速、流向;
- (2) 弯曲河段的水面纵比降、横比降,动力轴线和水流顶冲点位置;
- (3) 分汊河段的各汊流量,进出口两侧水位,横流流速和流向,分流点和汇流点位置。

**6.2.1.3** 特殊河段应分别补充下列资料:

- (1) 运河与河网航道调度运行中的水位、流速等资料;
- (2) 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;
- (3) 桥渡影响河段的表面流速、流态与表面流迹线资料,拟建跨河建筑物附近临时水位站的观测资料;
- (4) 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、涡旋、横流资料;

(5) 枢纽影响河段的水库非平水段水位、与河床大断面同步的流量;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;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。

**6.2.2** 航道水流资料的整理与分析,应符合下列规定。

**6.2.2.1** 山区河流的资料整理分析应包括下列内容:

- (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。

#### 6.2.2.2 平原河流的资料整理分析应包括下列内容:

(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; 当横向水面高程有明显差异时, 绘制横比降与水位的关系曲线;

(2) 弯曲河段, 绘制洪、中、枯水期的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;

(3) 分汊河段, 根据各汊实测流量计算各汊道的分流比; 绘制洪、中、枯水期的分流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。

#### 6.2.2.3 特殊河段的资料整理分析应包括下列内容:

(1) 运河和河网航道, 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;

(2) 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; 分析通常和最不利的交汇情况, 并根据不同水情遭遇时的水流资料, 分析干流与支流滩势变化情况;

(3) 桥渡影响河段, 绘制通航期内不同水情的表面流速、流态图与表面流迹线和船舶代表航线, 并分析其对船舶安全航行的影响;

(4) 大型取补水工程河段, 绘制枯水期最大取、补水量时的水面线、表面流速、流向、涡旋和横流图, 分析其对船舶安全航行的影响;

(5) 河湖两相航道, 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;

(6) 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, 并连成水位下包络线; 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, 分析泄水波对船舶安全航行的影响。

#### 6.2.3 航道工程施工期及保修期, 应根据需要进行工程观测与分析, 并应符合下列规定。

##### 6.2.3.1 山区河流滩险应分析工程对上游临近滩段的影响。

##### 6.2.3.2 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, 在滩段及其上、下游的适当位置设置临时水位站观测水位、坝头冲刷坑的变化, 并与工程前的资料作同流量条件下的对比, 分析整治工程对各级水位的影响;

(2) 大型疏浚工程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。

#### 6.2.4 通航建筑物水流资料的收集和观测, 应根据工程需要补充下列资料:

(1) 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;

(2) 洪、中、枯水期主流河道特征水面线及断面流速分布图;

- (3)通航建筑物上、下游水位流量关系；
- (4)通航建筑物输水系统灌、泄水流量过程线；
- (5)枢纽的泄水流量过程线。

**6.2.5** 通航建筑物上、下游引航道及其口门区的通航水流条件,应满足现行行业标准《船闸总体设计规范》(JTJ 305)的有关规定。

**6.2.6** 港口水域水流资料的收集和观测,应根据河段特性和工程要求补充下列资料:

- (1)邻近港区的弯道、汉道、矾头河段水流运动特征；
- (2)码头前沿表面流迹线；
- (3)挖入式港池口门附近流速和流向分布、回流形态和强度；
- (4)枢纽运行方式及泄水过程；
- (5)临河、跨河建筑物对邻近港口水流运动的影响；
- (6)封冻河流冰凌对建筑物、岸坡影响的范围和程度。

**6.2.7** 港口水域特征流速、流向与流态,可根据实测资料或模拟方法推求,并应包括下列内容:

- (1)山区河流港口建筑物前沿水域历年最大流速和码头前沿垂线上最大流速与流向；
- (2)平原河流港口建筑物前沿水域洪、中、枯水期的最大流速和码头前沿最大表面流速与流向；
- (3)潮汐影响明显的感潮河段港口建筑物前沿水域涨、落潮流速值和码头前沿涨、落潮方向的最大表面流速和垂线平均流速；
- (4)受枢纽运行方式影响的下游港口的最大波动流速；
- (5)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,挖入式港池口门等处的回流范围、形态和强度；
- (6)码头前沿、回旋水域、锚地、进出港航道、挖入式港池口门外等处产生的横流范围和强度；
- (7)洪水涨、落引起的主流区和副流区位置变化,潮汐过程引起的往复流流路变化,枢纽调节引起下游的水流波动变化。

**6.2.8** 港口工程对所在河段水流的影响,按工程占河道过水面积的比例、建筑物与主流区的距离,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,采用类比方法；
- (2)河势相对稳定、工程结构简单的港口,采用分析计算方法；
- (3)水流、泥沙条件复杂的港口,采用模拟方法,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)的有关规定执行。

## 6.3 泥 沙

**6.3.1** 航道泥沙资料的收集和观测应与水流资料同步进行,除符合第4章的规定外,还应补充下列资料:

- (1) 山区河流溪口滩险的溪沟沙石储量及组成、溪口冲积扇的尺度和物质组成;
- (2) 平原河流河段的含沙量、推移质输沙率和河床质组成;
- (3) 感潮河段汇潮区的悬移质含沙量和河床质组成,出现浮泥的河段收集浮泥的容量、粒径资料并观测其范围、厚度及运动状况;
- (4) 大型取补水工程影响河段及口门附近、支流河口、湖区航道、库区航道等特殊河段的悬移质含沙量及其组成,以及河床质组成。

#### 6.3.2 航道泥沙资料的整理与分析应结合水流资料进行,并应满足下列要求:

- (1) 山区河流根据溪沟水文、地质、溪口冲积扇调查资料,分析溪口滩险的沙石来量和变化趋势;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;
- (2) 平原河流绘制悬移质、推移质颗粒级配曲线;分汊河段根据各汊实测含沙量计算各汊道的分沙比,绘制分沙比与水位或流量的关系曲线;
- (3) 感潮河段分析泥沙絮凝、浮泥形成的条件及其对航道的影响,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;
- (4) 湖区航道分析强风波、常风波掀沙对航道的影响;
- (5) 根据工程河段泥沙运动特征和工程要求,分析推移质泥沙的起动流速和止动流速、悬移质泥沙的扬动流速和沉降速度。

#### 6.3.3 通航建筑物泥沙资料的收集和观测,应根据工程要求,补充下列资料:

- (1) 通航建筑物引航道及其口门区和连接段航道的悬移质含沙量、颗粒级配,淤积地形和淤积物颗粒级配;
- (2) 枢纽下游河床质组成及地质条件。

#### 6.3.4 通航建筑物闸室和上、下游引航道及口门区和连接段航道中的泥沙淤积量和分布特征,应根据流场、含沙量分布、河床地形和通航建筑物布置型式、运行方式等进行分析和预测。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,在分析回流范围、强度和挟沙力的基础上,预测泥沙淤积量和分布特征,对处于感潮河段的引航道口门区,增加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,在分析异重流形成条件、运动形态和潜入距离的基础上,预测泥沙淤积量和分布特征;
- (3) 对引航道及口门区的缓流或往复流淤积,在分析缓流或往复流产生形式、流场和挟沙力的基础上,预测泥沙淤积量和分布特征;
- (4) 对处于弯道凸岸的引航道口门区和连接段航道的泥沙淤积,在分析弯道横向环流特征和挟沙力的基础上,预测泥沙淤积量和分布特征;
- (5) 对闸室的局部泥沙淤积,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,预测泥沙淤积量和分布特征。

#### 6.3.5 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。

#### 6.3.6 港口水域泥沙资料的收集和观测,应根据河段特性和工程要求,补充以下资料:

- (1) 冲积性河流推移质输沙带分布;
- (2) 感潮河段浮泥的容重、粒径、厚度和范围;
- (3) 挖入式港池口门区域含沙量分布;
- (4) 临河、跨河建筑物对邻近港口泥沙运动的影响。

**6.3.7** 港口工程应根据河段泥沙运动特征和工程要求,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。

**6.3.8** 港口工程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。

**6.3.8.1** 泥沙运动特性应进行下列分析:

- (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) 挖入式港池的异重流和口门回流区泥沙运动。

**6.3.8.2** 河床冲淤应进行下列分析:

- (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、泥沙运动的变化和河床冲淤计算。

## 7 波浪与潮流

### 7.1 一般规定

- 7.1.1** 湖泊、水库和水域开阔的天然河流港口的波浪分析与计算,应收集工程所在地的波浪资料和气象台、站的风资料,并考虑风速、风区和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。
- 7.1.2** 对船行波岸边最大波高大于等于 30cm 的河段,应收集航道断面尺度、船型、航速和航迹线等资料,有条件时应收集船行波、波浪爬高等特征值。
- 7.1.3** 感潮河段应收集风暴潮、台风浪的特征值,必要时应分析确定风暴潮与台风浪的发生频率及强度等级。
- 7.1.4** 感潮河段应收集工程河段的潮流特性、涨落潮流路、汇潮点和滞流点等资料。
- 7.1.5** 工程区域的波浪、潮流、船行波资料缺乏时,应进行现场观测。

### 7.2 波 浪

- 7.2.1** 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。
- 7.2.1.1** 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》(JTJ 213)的有关规定执行。
- 7.2.1.2** 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》(JTJ 213)的有关规定执行。
- 7.2.2** 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%。
- 7.2.3** 湖泊、水库和水域开阔的天然河流港口的风浪要素计算应满足下列要求:
- (1) 用风资料推算波浪要素时按附录 F 执行;
  - (2) 用实测波浪资料推算波浪要素时,按现行行业标准《海港水文规范》(JTJ 213)的有关规定执行。
- 7.2.4** 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。
- 7.2.4.1** 正向来波在单一斜坡上的波浪爬高计算应按附录 F 执行。
- 7.2.4.2** 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%。
- 7.2.4.3** 当来波的波向线与岸线的法线呈夹角时,波浪爬高应乘以折减系数。当岸坡坡率大于等于 1 时,折减系数应按表 7.2.4 确定。

折减系数  $K_\beta$ 

表 7.2.4

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

注： $\beta$  为波向线与岸线法线的夹角。

**7.2.5** 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。

**7.2.6** 当内河港口设计中需考虑风壅水面高度时，风壅水面高度的计算可按附录 F 执行。

**7.2.7** 通航建筑物的波浪分析应根据工程类别与等级、设计船型与船队、闸门类型等进行，并确定波高限值。波浪分析与计算应符合下列规定。

**7.2.7.1** 通航建筑物上游引航道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；下游引航道口门区和连接段航道应考虑枢纽泄水波的影响，且宜采用模拟方法确定。

**7.2.7.2** 河湖交汇处的通航建筑物临湖端引航道口门区应考虑风浪的影响，风浪波高计算可按附录 F 执行。

**7.2.7.3** 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。

### 7.3 潮 流

**7.3.1** 潮流特征值应根据现场实测资料经分析后确定。对于工程实施后的潮流状况，根据工程需要可采用数值模拟或物理模型试验等方法预测。

**7.3.2** 潮流观测及观测资料的整理分析、潮流特征值的计算应按现行行业标准《海港水文规范》(JTJ 213)的有关规定执行。

**7.3.3** 感潮河段应分析潮区界、潮流界和咸水界的位置及其季节变动范围，必要时应通过实测资料分析确定。对于受人类活动影响明显的感潮河段应分析潮区界、潮流界和咸水界的历史变化。

## 附录 A 枯水设计水面线的推算

**A.0.1** 枯水设计水面线的推算应在工程河段设立临时水位观测站和枯水瞬时水面线观测的基础上进行。

**A.0.2** 临时水位观测站的布设和水位观测应符合下列规定。

**A.0.2.1** 工程河段起始点必须布设临时水位站,根据河段的长短和有无支流、汉道、分汇流等情况应进行加密布设。

**A.0.2.2** 临时水位站的水位观测的时间长短和日观测次数,宜根据与水文站水位进行相关需要而定。

**A.0.3** 枯水瞬时水面线观测应符合下列规定。

**A.0.3.1** 在工程河段沿线应布设瞬时水位观测点。在跌水的上下方、滩头滩尾、洲头洲尾、边滩、弯道凸岸及凹岸等水面发生明显转折处必须加设观测点,水位点应避免回流、泡水。

**A.0.3.2** 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.0.3.3** 观测河段上的各水尺瞬时水位观测应同步进行,并应选择在无风天气。

**A.0.3.4** 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.0.4** 枯水设计水面线推算应符合下列规定。

**A.0.4.1** 工程河段瞬时水面线观测前,应在其上下游设立临时水位站进行水位观测,并与其上下游水文站进行水位相关,推求其设计水位。

**A.0.4.2** 各观测点的设计水位改正值可按式(A.0.4-1)或式(A.0.4-2)推算。

$$\Delta Z_x = \Delta Z_{\text{上}} - \frac{\Delta Z_{\text{上}} - \Delta Z_{\text{下}}}{Z_{\text{上}} - Z_{\text{下}}}(Z_{\text{上}} - Z_{\text{中}}) \quad (\text{A.0.4-1})$$

$$\Delta Z_x = \Delta Z_{\text{下}} + \frac{\Delta Z_{\text{上}} - \Delta Z_{\text{下}}}{Z_{\text{上}} - Z_{\text{下}}}(Z_{\text{中}} - Z_{\text{下}}) \quad (\text{A.0.4-2})$$

式中  $\Delta Z_x$  ——所求观测点水位的改正值;

$\Delta Z_{\text{上}}$ 、 $\Delta Z_{\text{下}}$  ——分别为所求观测点上下游临时水位观测值设计水位改正值;

$Z_{\text{上}}$ 、 $Z_{\text{下}}$  ——分别为所求观测点上下游临时水位观测站瞬时水位;

$Z_{\text{中}}$  ——所求观测点的瞬时水位。

## 附录 B 频率分析法

**B.0.1** 采用频率分析法推求水文要素指定的频率或重现期特征值时,频率小于 50% 的高值重现期和频率大于 50% 的低值重现期应分别按式(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  $P$  ——水文要素频率;

$T_R$  ——水文要素重现期(年)。

**B.0.2** 频率分析可采用图解适线法,宜按下列步骤进行:

(1)将水文特征值系列依数值大小排列成递减序列,根据经验频率公式计算确定逐项数值的频率;

(2)将逐项数值和频率点绘在黑森(A. Hazen)几率格纸上,绘制频率曲线;

(3)在一定适线准则下,求解与经验频率点据拟合最优的理论频率曲线的统计参数,借助理论频率曲线推求相应频率及特征值。

**B.0.3** 图解适线法应包括经验频率计算,理论频率曲线线型选取,统计参数计算和频率曲线拟合等内容,并应符合下列规定。

**B.0.3.1** 经验频率计算应满足下列要求:

(1)连序系列,将  $n$  年水文特征值系列作为独立随机抽取的  $n$  项连序数据系列,采用下式计算确定该水文特征值的经验频率:

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

式中  $P_m$  ——水文特征值的经验频率;

$m$  ——计算系列由大到小的排列序号;

$n$  ——计算系列的总项数,即年数。

(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  $P_M$  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。

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

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

式中  $P_M$ ——不连序系列中  $a$  个特大值经验频率;

$M$ ——不连序系列由大到小的排列序号;

$N$ ——调查考证期(年);

$a$ ——不连序系列特大水文特征值的项数;

$m$ ——连序系列计算系列由大到小的排列序号;

$l$ ——不连序系列中特大值发生在连序系列中的项数;

$n$ ——连序系列的总项数,即年数。

**B.0.3.2** 理论频率曲线的线型可采用皮尔逊Ⅲ型曲线。特殊情况下,经分析论证后,也可采用其他线型。

**B.0.3.3** 频率曲线的统计参数  $\bar{X}$ 、 $C_v$  和  $C_s$  可采用矩法求得,并作为适线的初估值,统计参数的计算应满足下列要求:

(1) 连序系列频率曲线统计参数按下列公式计算:

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

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

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

式中  $\bar{X}$ ——统计计算系列的平均值;

$X_i$ ——连序系列内水文特征值;

$n$ ——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,如调查考证期  $N$  年中已查明为首的特大水文特征值为  $a$  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:

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

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

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

式中  $\bar{X}$  ——统计计算系列的平均值；  
 $N$  ——调查考证期(年)；  
 $a$  ——不连序系列特大水文特征值的项数；  
 $X_j$  ——水文特大值变量( $j = 1, 2 \cdots a$ )；  
 $n$  ——连序系列的总项数,即年数；  
 $l$  ——不连序系列中特大值发生在连序系列中的项数；  
 $X_i$  ——连序系列内水文特征值变量,  $i = (l + 1), (l + 2) \cdots n$ ；  
 $C_v$  ——离差系数；  
 $C_s$  ——偏态系数。

#### B.0.3.4 频率曲线拟合应满足下列要求：

(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  $\phi_p$ , 按式(B.0.3-10)分别计算不同频率的相应水文特征值,并在几率格纸上点绘成理论频率曲线：

$$X_p = \bar{X}(1 + \phi_p C_v) \quad (\text{B.0.3-10})$$

式中  $X_p$  ——理论频率对应的水文特征值；  
 $\bar{X}$  ——统计计算系列的平均值；  
 $\phi_p$  ——某一频率的离均系数；  
 $C_v$  ——离差系数；

(2) 确定频率曲线时,  $\bar{X}$  采用式(B.0.3-4)或式(B.0.3-7)计算值确定,  $C_v$  参照邻近站水文特征值频率分析成果,以假定  $C_s$  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) 绘制频率曲线时,根据点群趋势,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；

(4) 在不能兼顾曲线首尾时,高值配线主要考虑中上部分较大水文特征值的点据,对于尾部点据允许放宽;分析低值时,重点放在较小的点据部分；

(5) 当调查获取的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,避免通过这些点据而脱离点群趋势来定线,同时避免偏离大的水文特征值点据过远；

(7) 考虑与相邻近站点统计参数的相似性,必要时作适当的调整。

**B.0.4** 水位频率计算时,水位统计参数  $\bar{X}$ 、 $C_v$  的数值应考虑水位计算基面的影响,宜取最低水位作为基面进行频率计算,对于大、中型山区河流也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  $\Delta x$ 。计算系列增、减常数  $\Delta x$  后的统计参数的变化可参见表 B.0.4。

计算系列增、减常数  $\Delta x$  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 $\sigma$	$\sigma_{x+\Delta x} = \sigma_x$	$\sigma_{x-\Delta x} = \sigma_x$
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  $\phi$  值函数表,以中心(0,50%)点进行对称变换。

## 附录 C 相关分析法

### C.1 一般规定

**C.1.1** 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。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.1.2** 相关分析宜包括下列内容：

- (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对数或双对数纸上,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,其他自变因素作为参数点绘相关线图。

### C.3 分析法

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

**C.3.2** 根据对应的水文要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** 对于两个水文要素: $x$  和  $y$ ,具有  $n$  个对应的数据样本时,可采用简单线性相关分析法,并应符合下列规定。

**C.3.3.1**  $y$  倚  $x$  的回归直线方程应按下列公式计算:

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

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

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

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

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

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

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

式中  $y$ 、 $x$ 、 $\bar{y}$ 、 $\bar{x}$  —— 水文要素及其平均值;

$n$  —— 水文要素样本数;

$x_i$ 、 $y_i$  —— 水文要素样本;

$R_{y/x}$  —— 水文要素  $y$  倚水文要素  $x$  的回归系数;

$\sigma_y$  —— 水文要素  $x$  样本的均方差;

$\sigma_x$  —— 水文要素  $y$  样本的均方差;

$r$  —— 水文要素  $x$  和 水文要素  $y$  之间的相关系数。

**C.3.3.2** 根据第 C.3.3.1 款的计算结果,应对要素  $x$  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; 当  $r=0$  时,  $x$  与  $y$  为零相关; 当  $0 < r < 1$  时, 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, 当落于  $y + S_y$  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  $S_y$ , 分别按式(C.3.3-8)和式(C.3.3-9)计算;

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

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

式中  $S_x$ 、 $S_y$  —— 水文要素  $x$ 、 $y$  样本的均方误差;

$\sigma_x$ 、 $\sigma_y$  —— 水文要素  $x$ 、 $y$  样本的均方差;

$r$  —— 水文要素  $x$  和 水文要素  $y$  之间的相关系数;

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

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

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

式中  $E_r$  ——相关系数的几率误差；

$\sigma_r$  ——相关系数均方差；

$r$  ——水文要素  $x$  和 水文要素  $y$  之间的相关系数；

$n$  ——水文要素样本数；

(4) 进行相关系数的显著性检验。

**C.3.4** 当两个对应的水文要素为曲线相关时,可采用多项式形式的回归方程进行曲线拟合,通过数学代换转化进行相关分析。

**C.3.5** 当对应的水文要素为复相关时,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计算,保证率为多年逐日平均特征值各级别相应的累积出现次数除以总次数,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,高、低水位分级宜取 5 ~ 10cm,中水位分级宜取 20cm。

## 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) 根据工程要求的设计标准,确定保证率;
- (3) 根据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、湖泊和水库等水域风浪要素的计算,可根据已知风速、平均水深和风区长度,按式(F.1.1-1)、式(F.1.1-2)和式(F.1.1-3)计算确定风浪平均波高、平均波周期和平均波长。

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

$$\frac{gT}{W} = 13.9 \left( \frac{gH}{W^2} \right)^{0.5} \quad (\text{F.1.1-2})$$

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

式中  $g$ ——重力加速度( $\text{m/s}^2$ );

$\bar{H}$ ——风浪平均波高(m);

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

$d$ ——计算水域平均水深(m);

$D$ ——风区长度(m);

$T$ ——平均波周期(s);

$\bar{L}$ ——平均波长(m)。

**F.1.2** 风浪不同累积频率的波高与平均波高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	$\frac{H_f}{\bar{H}}$	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

注: $\bar{H}$ 为平均波高, $d$ 为平均水深, $F$ 为累积频率, $H_f$ 为累积频率的波高。

**F.1.3** 风况的确定方法应符合下列规定。

**F.1.3.1** 风向可分 8 个或 16 个方位角,相邻  $22.5^\circ$  方位风速值可近视为同一方向风速值。风向与波向可近似作为同一方向。

**F.1.3.2** 计算风浪的风速应采用水面上 10m 高度处、10min 平均风速。实测某一高度处的风速时,可按式换算:

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

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;

$W_z$ ——离水面高度  $z$  处时由测风仪测得的风速。

高度换算系数

表 F.1.3

$z(\text{m})$	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

**F.1.3.3** 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,可采用自计算点到对岸的距离。当沿风向两侧水域狭窄或水域不规则时,应考虑水域形状的影响,风区长度可采用等效风区长度。等效风区长度可按下述方法计算:

(1) 等效风区长度计算公式

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

式中  $D_e$ ——等效风区长度(m);

$D_i$ ——计算点沿主风向两侧划分的射线到水域边界的距离(m);

$\alpha_i$ ——第  $i$  条射线与主射线的夹角( $^\circ$ );

(2) 在水域平面图(见图 F.1.3)上确定  $D_i$  和  $\alpha_i$  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  $45^\circ$  范围内,每隔  $7.5^\circ$  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  $\alpha_i$  ( $\alpha_i = i \times 7.5^\circ$ )。一般取  $i=0, \pm 1, \pm 2 \dots \pm 6$ ,即  $|\alpha_i| \leq 45^\circ$ ,或采用其他间隔。

**F.1.4** 当风区内水深大致均匀时,可取主风向上的平均水深计算风浪要素。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》(JTJ 213)的有关规定执行。

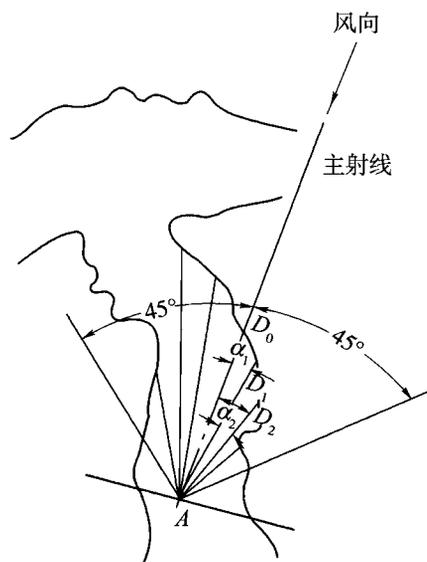


图 F.1.3 等效风区长度计算示意图

## F.2 波浪爬高计算

**F.2.1** 当斜坡坡率为 1~5、护岸前水深为 1.5~5.0 倍波高、护岸前底坡小于等于 1:50 时,风直接作用下,斜坡式护岸上的波浪爬高可按下式计算:

$$R_{1\%} = K_{\Delta} K_w R_1 H_{1\%} \quad (\text{F. 2. 1})$$

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

$K_{\Delta}$ ——斜坡护面结构型式有关的糙渗系数,见表 F. 2. 1-1;

$K_w$ ——风速系数,见表 F. 2. 1-2;

$R_1$ —— $K_{\Delta} = 1$ ,波高为 1m 时的波浪爬高(m);

$H_{1\%}$ ——累积频率为 1% 的波高(m)。

糙 渗 系 数

表 F. 2. 1-1

护面结构型式	$K_{\Delta}$
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(抛填二层,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:W 为风速,C 为波速。

**F. 2. 2** 式(F. 2. 1)中的  $R_1$  可按下列公式计算:

$$R_1 = K_1 \text{th}(0.432M) + [(R_1)_m - K_2]R(M) \quad (\text{F. 2. 2-1})$$

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

$$(R_1)_m = \frac{K_3}{2} \text{th} \frac{2\pi d}{L} \left[ 1 + \frac{4\pi d/L}{\text{sh}(4\pi d/L)} \right] \quad (\text{F. 2. 2-3})$$

$$R(M) = 1.09M^{3.32} \exp(-1.25M) \quad (\text{F. 2. 2-4})$$

式中  $R_1$ —— $K_{\Delta} = 1$ 、波高为 1m 时的波浪爬高(m);

$K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ ——系数,取  $K_1 = 1.24$ ,  $K_2 = 1.029$ ,  $K_3 = 4.98$ ;

$M$ ——与斜坡坡率有关的系数;

$m$ ——斜坡坡率;

$(R_1)_m$ ——相应于某一水深波长比时的波浪爬高最大值(m);

$d$ ——水深(m);

$L$ ——波长(m);

$R(M)$ ——爬高函数。

**F. 2. 3** 其他累积频率的波浪爬高可按累积频率为 1% 的波浪爬高乘以表 F. 2. 3 中的换算系数计算。

换 算 系 数

表 F.2.3

累积频率 $F(\%)$	0.1	1	2	4	5	10	13.7	20	30	50
换算系数 $K_r$	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 $1/3$ 部分波浪爬高平均值;

②在静水位上、下半个波高内设置钱台,钱台宽度为 $(0.5\sim 2)H$ 时,波浪爬高 $R$ 可相应地减少 $10\%\sim 15\%$ 。

### F.3 风壅水面高度计算

**F.3.1** 有限风区情况下,风壅水面高度可按下式计算:

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

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( $\text{m/s}^2$ );

$d$ ——计算水域的平均水深(m);

$\beta$ ——风向与岸线的法线夹角( $^\circ$ )。

## 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) 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”;

反面词采用“不宜”。

表示有选择,在一定条件下可以这样做的采用“可”。

**G.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

本规范修订主编单位、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：四川省交通运输厅交通勘察设计研究院  
南京水利科学研究院

参 加 单 位：黑龙江省航务勘察设计院  
广东省航道局

四川省交通运输厅公路水运质量监督站

主 要 起 草 人：晏建奇(四川省交通运输厅交通勘察设计研究院)  
张幸农(南京水利科学研究院)  
(以下按姓氏笔画为序)

牟治忠(四川省交通运输厅交通勘察设计研究院)

刘 星(四川省交通运输厅公路水运质量监督站)

李家世(四川省交通运输厅交通勘察设计研究院)

陈建华(四川省交通运输厅交通勘察设计研究院)

吴安江(四川省交通运输厅交通勘察设计研究院)

杨明远(广东省航道局)

贾良文(广东省航道局)

曹民雄(南京水利科学研究院)

龚延庆(黑龙江省航务勘察设计院)

蒋世春(四川省交通运输厅交通勘察设计研究院)

总校人员名单：胡 明(交通运输部水运局)

李德春(交通运输部水运局)

吴敦龙(中交水运规划设计院有限公司)

晏建奇(四川省交通运输厅交通勘察设计研究院)

牟治忠(四川省交通运输厅交通勘察设计研究院)

张幸农(南京水利科学研究院)

李家世(四川省交通运输厅交通勘察设计研究院)  
管理组人员名单:晏建奇(四川省交通运输厅交通勘察设计研究院)  
牟治忠(四川省交通运输厅交通勘察设计研究院)  
张幸农(南京水利科学研究院)

中华人民共和国行业标准

# 内河航运工程水文规范

JTS 145—1—2011

条文说明

## 目 次

<b>1</b>	<b>总则</b> .....	(41)
<b>3</b>	<b>基本规定</b> .....	(42)
<b>4</b>	<b>基本资料</b> .....	(43)
4.2	水文、气象、冰情调查 .....	(43)
4.3	水文观测 .....	(43)
4.4	资料整理及统计分析 .....	(43)
<b>5</b>	<b>设计水位</b> .....	(44)
5.1	一般规定 .....	(44)
5.2	航道设计通航水位 .....	(44)
5.3	枢纽通航建筑物上下游设计通航水位 .....	(46)
5.4	港口设计水位 .....	(46)
<b>6</b>	<b>水流与泥沙</b> .....	(48)
6.1	一般规定 .....	(48)
6.2	水流 .....	(48)
6.3	泥沙 .....	(48)
<b>7</b>	<b>波浪与潮流</b> .....	(50)
7.1	一般规定 .....	(50)
7.3	潮流 .....	(50)
附录 A	枯水设计水面线的推算 .....	(51)

# 1 总 则

**1.0.3** 本条中的“国家现行有关标准”主要有《内河通航标准》(GB 50139)、《河港工程总体设计规范》(JTJ 212)、《船闸总体设计规范》(JTJ 305)、《疏浚工程技术规范》(JTJ 319)、《内河航道维护技术规范》(JTJ 287)、《海港水文规范》(JTJ 213)、《水运工程测量规范》(JTJ 203)等。

## 3 基本规定

**3.0.1** 本条包括我国不同地区、不同条件、不同类型的内河水运工程设计的水文计算内容。工程所在地点的自然地理、水文气象和人类活动等条件不同,每项工程设计要求也有差异,并非每项工程都需求全。

**3.0.3** 资料系列的可靠性、一致性和代表性,是水文计算时对基本资料的共同要求。

资料系列的可靠性是水文计算成果精度的重要保证,在进行水文计算时应复核所用资料,以保证资料准确可靠。

近期人类活动频繁已引起航道与港口设计水位的变化,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,水文站或水位站的水文观测资料也不例外,直接影响着资料系列的代表性、一致性。所以,代表性、一致性、可靠性分析尤其重要。

**3.0.5** 水文要素在各历时之间或在上、下游及邻近地区有一定变化规律,据此综合分析、多方检查,论证计算参数和采用成果的合理性。

## 4 基本资料

### 4.2 水文、气象、冰情调查

**4.2.1** 水位资料的收集关系到基本站设计水位的推求,也关系到工程河段设计水位的推求。结合各地的工程实践经验,对原规范收集水位资料的内容作了调整和补充,新增了基本站水文计算分析要求的瞬时水位过程观测资料和工程河段水位实测资料和历史洪枯水调查资料的收集内容。

基本站是指工程河段及其上下游水文站、水位站、专用站和本工程所设立的临时水位站。

第4.2.1.2款对原规范收集流量资料的内容作了调整和补充,新增了基本站水文计算分析要求的瞬时流量资料和工程河段实测流量资料的收集内容。

特征水位和特征流量是指水位站、水文站或专用站已统计的年最大、最小水位或流量、年平均水位或流量等。

第4.2.1.3款删去原规范规定收集工程河段河床地质资料的有关内容,增加了进行工程河段实测泥沙资料的规定。

第4.2.1.6款为新增条文。它是为工程河段水文资料短缺时移用基本站资料推求其设计水位的一项不可或缺的工作内容。

### 4.3 水文观测

**4.3.3** 原规范对工程河段水面水流流迹线观测未作规定,经调查此资料对航道与港口工程设计有重要作用。因此,修编时增加有关内容。

### 4.4 资料整理及统计分析

**4.4.1** 原规范对邻近水文站未作界定,也未包括专用站,为了使邻近水文站或专用站所指更加明确,本条文修改时,在邻近水文站或专用站前增加了“工程河段上下游”的内容,对邻近水文站或专用站做出了界定。

## 5 设计水位

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 鉴于人类活动和自然因素的影响,对确定设计水位所用水位、流量资料取用年限做出的规定。

本条所指的人类活动主要包括:

(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生产活动;

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

**5.1.2** 在《内河通航标准》(GB 50139—2004)基础上新增的规定。某些河段因受人类活动或自然因素的影响,河床地形变化很大,引起水位(特别是枯水位)持续变化,若采用水位资料系列推算确定基本站设计水位(特别是设计低水位),将有明显的误差,因而需采用以流量资料为依据作统计分析,确定出基本站设计流量,然后再根据当时水位流量关系推算出设计水位。

**5.1.4** 设计水位确定后不能保证长期合理使用,一旦水文条件发生明显变化,需做出相应调整。

### 5.2 航道设计通航水位

**5.2.1** 对天然河流航道设计最高通航水位内容在原规范的基础上,调整和补充了相关规定。

(1) 根据《内河通航标准》(GB 50139—2004)第 6.1.2 条规定,将山区性河流Ⅳ级和Ⅴ级航道的洪水重现期从 5 年改为 5~3 年,本次修订也相应作了修改。特殊情况是指河道洪枯水位差特别大,洪峰陡涨陡落、历时很短的山区河流,刚起步建设低等级航道。

(2) 潮汐影响明显河段是指多年月平均潮位年变幅小于或等于多年平均潮差的河段。

**5.2.2** 天然河流航道设计最低通航水位内容在原规范的基础上,调整和补充了相关规定。

(1) 表 5.2.2-1 所列的多年历时保证率是统计年限内高于和等于某一水位(流量)的天数占总天数的百分比,按表 5.2.2-1 规定的保证率可在综合历时曲线上确定设计最低通航水位(流量)。特殊情况下山区性河流Ⅴ~Ⅶ级航道,是指刚起步建设的区间性Ⅴ~Ⅶ级航道。

表 5.2.2-2 所列年保证率是统计年限中各年内高于和等于某一水位(流量)的天数占全年天数的百分比。各年该保证率的水位(流量)实际上都是一个特征水位(流量),用其进行频率计算,按表列重现期可确定设计最低通航水位(流量)。

(2)受潮汐影响河段有明显和不明显的区别,主要取决于月平均潮位年变幅多年平均值  $\Delta Z_1$  与多年平均潮差  $\Delta Z_2$  之比。表 5.2.2-3 中,常年潮流段是指  $\Delta Z_1/\Delta Z_2 < 1$ ,即潮汐影响明显河段;季节性潮流段是指  $\Delta Z_1/\Delta Z_2 = 1 \sim 5$ ;常年径流段是指  $\Delta Z_1/\Delta Z_2 > 5$ ,即潮汐影响不明显河段。常年潮流段下游是河口海滨段,常年径流段上游是不受潮汐影响的河流段。月平均潮位年变幅多年平均值  $\Delta Z_1$  一般按下式计算:

$$\Delta Z_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Z_{i1} - Z_{i2})$$

式中  $n$ ——统计年数;

$Z_{i1}$ ——统计年内某年最高月平均潮位(m);

$Z_{i2}$ ——统计年内某年最低月平均潮位(m)。

(3)受潮汐影响明显的河口段航道,往往利用潮位上涨时段,增加通航历时。乘潮水位计算方法是先确定设计船舶通过浅段持续历时,在潮位过程线上取各次潮该持续历时的潮位值,然后进行累积频率分析,最后确定满足设计船舶通过所需相应保证率的潮位。

**5.2.3** 在原规范相关内容的基础上,针对河网航道按开敞和设闸情况,分别作了规定。运输特别繁忙的河网航道,主要是指长江和珠江下游地区,如江苏、上海、浙江和广东等省市河网中的各等级航道。

**5.2.4** 湖泊航道设计最高通航水位的确定,受多种因素制约,主要与湖泊航线等级和防洪限制水位密切相关,需进行综合比较、权衡考虑。湖泊防洪水位高,设计最高通航水位也可提高,但入湖河口需建排涝闸及船闸,既增加工程投资,又影响航运效益;湖泊防洪水位低,调洪能力弱,但河口开畅,航运投资少。

湖泊航道设计最低通航水位的确定,与湖泊特征有关。如鄱阳湖、太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。

**5.2.5** 在原规范相关内容的基础上,针对运河航道按开敞和设闸情况,分别作了规定。运输特别繁忙的运河航道,主要是指长江和珠江下游地区,如江苏、上海、浙江和广东等省市的运河各等级航道。

**5.2.7、5.2.8** 在原规范相关内容的基础上,本次修订进行了调整和改写,与《内河通航标准》(GB 50139—2004)第 6.4.4 条~第 6.4.5 条相符。

原规范按枢纽有调节能力和无调节能力两种不同情况规定枢纽上下游河段设计通航水位的确定,本次修订综合考虑了这两种情况的特征水位,不再对枢纽作区分,而是分别针对枢纽上下游河段规定了设计通航水位的确定方法。

设计挡水位指在缺乏调节能力的航运枢纽上,为改善渠化河段通航条件,规定枢纽建筑物在坝前可以正常挡御的水位。

枢纽上游河段是指枢纽常年回水区和变动回水区河段。其设计通航水位的确定,与坝前水位与相应入库流量有关,需根据洪水和径流调节成果,按本规范规定的洪水重现期

和保证率选取设计流量,进行坝前特征水位与相应入库流量不同组合情况下的回水计算,以可能出现的最高(低)水位作为设计最高(低)通航水位。

枢纽下游河段是指因受枢纽影响河床和水位流量关系发生明显变化的河段。其设计通航水位的确定,受河床冲淤影响较大,也与枢纽下泄流量过程密切相关。

**5.2.9** 由于枢纽上下游河段情况复杂,设计通航水位的影响因素很多,往往推算结果与实际有差别。关于实测资料,有三种情况,一是枢纽建成较早,库区已有较长水文观测资料;二是枢纽已建成,库区有一定的水文观测资料,但资料系列较短;三是全无资料。故新增本规定,以实测资料验证和调整设计通航水位。

### 5.3 枢纽通航建筑物上下游设计通航水位

**5.3.2、5.3.3** 枢纽通航建筑物上下游设计通航水位,分别是指上引航道与上闸首连接处和下引航道与下闸首连接处的设计通航水位。同第5.2.6条和第5.2.7条,不再对枢纽作区分,而是分别针对枢纽上下游规定了设计通航水位的确定方法。

第5.3.2条规定的枢纽通航建筑物设计最高通航水位的重现期上限均高于同级航道重现期上限。其原因是:对于通航建筑物,当水位超过设计最高通航水位时,受枢纽建筑物布置和结构方面的限制,往往意味着通航建筑物停止运行,船舶或船队随之中断航行;而对于航道,当水位超过设计最高通航水位时,受水上过河建筑物净高等因素的影响,代表船舶或船队虽不能正常通航,但较小船舶或船队尚能继续通航。使水运繁忙的通航枢纽保持较好的通航条件,规定枢纽通航建筑物设计最高通航水位具有比航道更高的洪水重现期是必要的。

原规范规定通航建筑物以坝址水文资料为依据,本次修订对通航建筑物与枢纽其他档水建筑物不在同一档水前沿,通航建筑物设计通航水位应根据枢纽布置作相应调整作了补充规定。

枢纽下游有梯级衔接时的设计最低通航水位确定,需考虑两梯级间的水面比降,原规范未作规定,本次修订作出相应规定。

**5.3.4** 感潮河段通航建筑物大多为船闸,一般与挡潮闸或节制闸、抽水站组成枢纽。其上游为内河或运河,下游为潮汐河段,如江苏北部沿海河道和长江、珠江下游支流上的船闸均属此类通航建筑物。此类船闸设计通航水位需考虑各建筑物运行之间的影响。

**5.3.5、5.3.6** 通湖河流和运河一般处于河网地区,河湖交汇处和运河上也常建通航建筑物,并与节制闸、抽水站组成枢纽。河湖之间和各河道之间相互影响很大,如长江与湘江、赣江等支流来水过程不同,有时长江来水入洞庭湖、鄱阳湖后对湘江、赣江水流产生顶托,严重时可产生倒流;又如太湖、洪泽湖地区的运河河网,各河流与湖泊及相互之间影响也较大,往往需考虑河湖彼此间的影响。

### 5.4 港口设计水位

**5.4.2** 在原规范相关内容的基础上,进行了调整和改写,同样按受潮汐影响程度对天然河流进行区分,其中规定与现行国家标准《河港工程设计规范》(GB 50192—93)和现行行

业标准《海港水文规范》(JTJ 213—98)、《通航海轮桥梁通航标准》(JTJ 311—97)相符。

**5.4.3、5.4.4** 两条的依据为国家现行标准《内河通航标准》(GB 50139—2004)和《河港工程总体设计规范》(JTJ 212—2006)。

## 6 水流与泥沙

### 6.1 一般规定

**6.1.2** 模拟方法包括物理模型试验和数值模拟计算,根据工程要求和工程技术的复杂性选定。

### 6.2 水 流

**6.2.3** 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。

**6.2.7** 港口建筑物前沿特征流速是用于计算建筑物水流作用力的;码头前沿特征流速是用于确定靠泊流速的。

### 6.3 泥 沙

**6.3.4** 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摩擦、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、口门的平面布置型式等。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型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。

**6.3.6** 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  $1.05 \sim 1.25\text{kg/m}^3$ ,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。

**6.3.7** 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。

## 7 波浪与潮流

### 7.1 一般规定

**7.1.2** 对船行波影响比较明显的河段进行了量化,即船行波岸边最大波高  $H_m \geq 30\text{cm}$  为影响比较明显。船行波对岸坡的破坏与船行波波高、波浪爬高等特征值,以及航道断面尺度、船型、航速等有关,根据国内外船行波现场观测资料,当船行波岸边最大波高小于  $30\text{cm}$  时,对各种形式的岸坡影响均较小。

### 7.3 潮流

**7.3.2** 本条为新增加条文。

原规范中未对潮流观测及观测资料的整理分析、潮流特征值的计算等做出明确规定。

**7.3.3** 本条为新增加条文。

在感潮河段内不同区段的水流特性有明显区别,直接影响泥沙运动,表现在:

(1)在潮流界和潮区界之间,仅有水位升降现象,不存在指向上游的涨潮流;

(2)在潮流界以下,潮流一般呈往复形式,受下泄径流的影响,落潮流增强;

(3)在盐水界和潮流界范围内存在不同类型的盐淡水混合,形成密度环流,存在滞流点。

由于受上游径流来量变化、河道地形变化等因素的影响,潮区界、潮流界和咸水界的位置常是变动的,需要了解其大致变动范围,“三界”的位置可通过基本站水文资料的分析确定,但由于其变动较大,基本站资料不足时需通过水文观测分析确定。在强烈人类活动影响下,会导致上游径流来量、河道地形等发生较大的变化,使得“三界”的位置与历史相比发生较大变化,从而使得感潮河段的范围发生变化,因此,还规定对“三界”历史变化进行分析。

## 附录 A 枯水设计水面线的推算

**A.0.2** 不设临时水位站或临时水位站不够则难以推算长河段设计水面线,故修订时增加此条内容。