



中华人民共和国水利行业标准

SL 483—  
替代 SL 483—2017

# 洪水风险图编制导则（征求意见稿）

Guidelines for flood risk mapping

请将你们发现的有关专利的内容和支持性文件随意见一并返回

2025- - 发布

2025- - 实施

中华人民共和国水利部 发布

## 中华人民共和国水利部

关于批准发布水利行业标准  
《洪水风险图编制导则》的公告

2025 年第××号

中华人民共和国水利部批准《洪水风险图编制导则》（SL 483— ）等为水利行业标准，现予以公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	洪水风险图编制导则	SL 483—	SL 483—2017	2025.XX.XX	2025.XX.XX

水利部

2025 年××月××日

## 目 次

前 言 .....	IV
1. 范围.....	1
2. 规范性引用文件.....	1
3. 术语和定义.....	1
4. 基本要求.....	3
4.1 一般规定 .....	3
4.2 洪水风险图编制流程 .....	4
4.3 基础资料 .....	6
4.4 制图要素提取 .....	8
5. 洪水分析.....	9
5.1 总体要求 .....	9
5.2 分编制对象具体要求 .....	17
6. 洪水影响分析与损失评估.....	28
6.1 评估指标 .....	28
6.2 评估方法 .....	28
6.3 模型构建 .....	29
6.4 方案设定 .....	30
6.5 合理性分析 .....	30
6.6 模型成果 .....	31
7. 避洪转移分析.....	31
7.1 分析方法 .....	31
7.2 模型构建 .....	31
7.3 方案设定 .....	33
7.4 合理性分析 .....	33
7.5 模型成果 .....	33
8. 洪水风险图成图.....	34
8.1 命名规则 .....	34

8.2 成图信息 .....	34
8.3 成图图式 .....	35
8.4 地图版面布局 .....	37
8.5 成图类成果 .....	38
9. 可变条件洪水风险推演 .....	39
9.1 一般规定 .....	39
9.2 条件设定及要求 .....	39
9.3 成果展示 .....	43
附录 A（规范性）洪水风险要素图式 .....	45
附录 B（资料性）洪水风险图例图 .....	52
参考文献 .....	55
图 1 洪水风险图编制流程 .....	5
图 2 防洪保护区洪水分析模型的计算范围 .....	17
图 3 防洪保护区的河道洪水计算范围示意图 .....	17
图 4 防洪保护区的内涝计算范围示意图 .....	18
图 5 防潮保护区的风暴潮洪水计算范围示意图 .....	19
图 6 洪涝同源的防洪保护区编制区域示意图 .....	19
图 7 行洪区的河道洪水计算范围示意图 .....	22
图 8 溃坝洪水计算范围示意图 .....	27
表 A.1 进水口要素图式 .....	45
表 A.2 洪水淹没水深图式 .....	45
表 A.3 洪水淹没历时图式 .....	46
表 A.4 洪水到达时间图式 .....	47
表 A.5 洪水流速图式 .....	48
表 A.6 洪水淹没范围图式 .....	48
表 A.7 避洪转移要素图式 .....	49

## 前 言

根据水利技术标准制修订计划安排，按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》和 SL/T 1—2024《水利技术标准编写规程》的有关规定，对 SL 483—2017《洪水风险图编制导则》进行修订。

本标准共 9 章和 2 个附录，主要技术内容有：

- 基本要求；
- 洪水分析、洪水影响分析与损失评估、避洪转移分析；
- 洪水风险图成图；
- 可变条件洪水风险推演。

与 SL 483—2017 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 修订了本标准的适用范围（见第 1 章，2017 版的第 1 章）；
- 修改了本标准的术语（见第 3 章，2017 版的第 3 章）；
- 增加了洪水风险图编制基本要求和流程图（见第 4 章）；
- 调整、细化与完善了洪水风险图编制所需的基础资料（见第 4 章，2017 版的第 4 章）；
- 调整、细化补充了洪水分析方法选择、模型构建、模型率定验证、方案设定与计算、结果合理性分析等，增加了洪水分析模型成果要求，细化了分编制对象洪水分析的特殊要求（见第 5 章，2017 版的第 4 章）；
- 调整、细化补充了洪水影响分析与损失评估指标、评估方法、模型构建、方案设定、结果合理性分析，增加了洪水影响分析与损失评估模型成果要求（见第 6 章，2017 版的第 5 章）；
- 调整、细化补充了避洪转移分析方法、模型构建、方案设定、结果合理性分析，增加了避洪转移分析模型成果要求（见第 7 章，2017 版的第 6 章）；
- 增加了信息化系统中洪水风险图展示、成图类成果等相关内容（见第 8 章）；
- 增加了可变条件洪水风险推演（见第 9 章）。

本标准所替代标准的历次版本为：

- SL 483—2010
- SL 483—2017

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部水旱灾害防御司

本标准解释单位：水利部水旱灾害防御司

本标准主编单位：中国水利水电科学研究院

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社

本标准主要起草人员：XXX

本标准审查会议技术负责人：XXX

本标准体例格式审查人：XXX

本标准在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给水利部国际合作与科技司（通信地址：北京市西城区白广路二条2号；邮政编码：100053；电话：010-63204533；电子邮箱：bzh@mwr.gov.cn，网址：<http://gjkj.mwr.gov.cn/jsjd1/bzcx/>）



# 洪水风险图编制导则

## 1. 范围

本文件规定了洪水风险图编制内容、方法、成果等要求。

本文件适用于我国河道洪水、溃坝洪水、暴雨内涝，以及风暴潮可能引发的淹没区域的洪水风险图编制。

## 2. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 12343 国家基本比例尺地图编绘规范

GB 50014 室外排水设计标准

GB/T 51015 海堤工程设计规范

SL 44 水利水电工程设计洪水计算规范

SL 73.7 防汛抗旱用图图式

## 3. 术语和定义

### 3.1

**洪水风险** flood risk

洪水事件发生的可能性及其后果的组合。

### 3.2

**洪水风险要素** flood risk factors

洪水重现期或量级、淹没范围、淹没水深、淹没历时、到达时间、洪水流速、受洪水影响人口、承灾体脆弱性和洪灾损失等反映洪水风险特征的指标。

### 3.3

**洪水风险图** flood risk maps

融合地形地貌、暴雨洪水特征、防洪排涝（水）工程、社会经济等信息，直观反映洪水淹没范围、淹没水深、淹没历时、到达时间、洪水流速和灾害影响程度等风险要素的地图。

### 3.4

**洪水淹没范围图** flood inundation area maps

表达某一量级洪水淹没空间边界，或不同量级洪水淹没空间边界及其差别的地图。

### 3.5

**洪水淹没水深图** flood inundation depth maps

表达某一量级洪水最大淹没水深空间分布的地图。

3.6

**洪水淹没历时图** flood inundation time maps

表达某一量级洪水最大淹没历时空间分布的地图。

3.7

**洪水到达时间图** flood arriving time maps

表达某一量级洪水自泛滥时刻起,其前锋演进时间空间分布的地图。该图适用于表达溃(漫)堤、水库泄洪或溃坝洪水,以及蓄滞洪区分洪洪水演进特征。

3.8

**避洪转移图** flood evacuation maps

标示洪水危险区、避洪单元、安置点、转移方向或路线等信息,用于引导居民避洪转移的地图。

3.9

**洪水风险分析** flood risk analysis

解析洪水风险要素并确定其时空分布和量值的过程,包括洪水分析、洪水影响分析与损失评估等内容。

3.10

**洪水风险分析模型** flood risk analysis model

利用自然地理、土地利用、防洪排涝工程、社会经济等数据,构建一维河网、二维计算网格、承灾体与网格单元拓扑关系等用于描述编制区域各类致灾、承灾、脆弱性特征的数据集和计算程序,包括洪水分析、洪水影响分析与损失评估等模型。

3.11

**洪水分析** flood inundation analysis

分析计算洪水淹没范围、淹没水深、淹没历时、到达时间和洪水流速等洪水风险要素的过程。

3.12

**最大量级洪水** flood with maximum return period

进行洪水分析时所选取的各洪水重现期或量级之最大者。

3.13

**编制区域** mapping area

包络洪水分析选取的各量级洪水可能淹没范围的相对独立的地理区域。

## 3.14

**洪水分析计算范围** computational domain in flood analysis

涵盖所有可能影响编制区域洪水淹没状态的来水和出流，能够明确界定洪水分析计算边界条件的范围。

## 3.15

**洪水影响分析与损失评估** flood impact analysis and flood loss assessment

分析统计洪水淹没区人口、分类资产受淹情况及计算洪水淹没损失的过程。

## 3.16

**避洪转移分析** flood evacuation analysis

分析确定转移范围、避洪单元、转移人口、安置点和转移方向或路径的过程。

## 3.17

**避洪转移分析模型** flood evacuation analysis model

利用洪水淹没分析结果、土地利用、社会经济、交通道路、安置场所等数据，构建受淹人员、安置点与路网通行能力的空间拓扑关系等用于生成编制区域转移人员—路径—安置点方案的数据集和算法程序。

## 3.18

**避洪单元** evacuation unit

位于洪水危险区内，需要避洪的最小行政单元或居民聚集点，如乡镇、行政村、自然村、居民点等。

## 4. 基本要求

## 4.1 一般规定

4.1.1 防洪（潮）保护区应编制设防标准洪水、超标准洪水条件下堤防溃决、洪水漫溢的洪水淹没范围图、淹没水深图、淹没历时图、洪水到达时间图和避洪转移图等，以及不同重现期暴雨内涝条件下的淹没范围图、淹没水深图和淹没历时图等。

4.1.2 蓄滞洪区应编制现状和规划工况各蓄洪任务对应的洪水量级下，有闸控制、爆破或扒口分洪的淹没范围图、淹没水深图、淹没历时图、洪水到达时间图和避洪转移图等。

4.1.3 行洪区应编制所在河道不同量级洪水条件下的淹没范围图、淹没水深图、淹没历时图、

洪水到达时间图等，根据行洪区内常住人口情况和防汛实际需要编制避洪转移图。

4.1.4 城市应编制设防标准洪水、超标准洪水条件下外部和内部河流堤防溃决、洪水漫溢的洪水淹没范围图、淹没水深图、淹没历时图、洪水到达时间图等，以及不同重现期暴雨内涝条件下的淹没范围图、淹没水深图和淹没历时图等。

4.1.5 中小河流应编制有堤段的设防标准洪水、超标准洪水条件下堤防溃决、洪水漫溢，以及无堤段不同量级洪水条件下的洪水淹没范围图、淹没水深图、淹没历时图、洪水到达时间图和避洪转移图等。

4.1.6 水库应编制水库库区设计洪水、校核洪水量级下的蓄水和各支流回水及水库下游区设计洪水、校核洪水、漫坝洪水等量级下的泄洪、溃坝洪水的淹没范围图、淹没水深图、淹没历时图、洪水到达时间图和避洪转移图等。

4.1.7 洪水风险图编制成果包括基础资料整编、模型类、成图类和文字报告等成果。

## 4.2 洪水风险图编制流程

4.2.1 洪水风险图编制流程如图 1 所示。

4.2.2 洪水风险图编制应包括确定编制区域范围、基础资料收集整理、资料整编与评估、洪水分析、洪水影响分析与损失评估、避洪转移分析、洪水风险图绘制、成果管理与应用等环节。

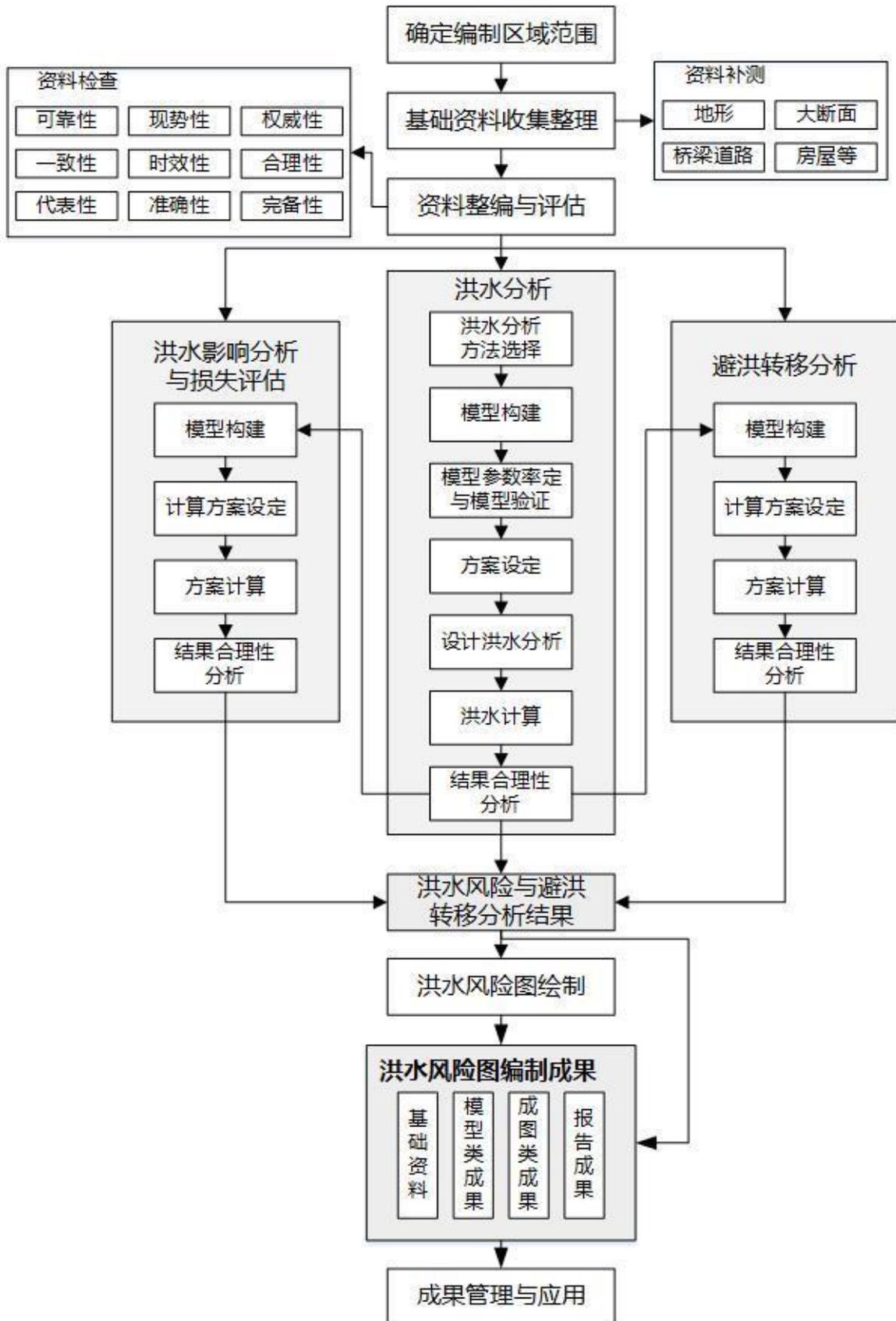


图 1 洪水风险图编制流程

### 4.3 基础资料

4.3.1 洪水分析所需的资料包括基础地理信息、水文、防洪排涝（水）工程及构筑物、洪水调度方案及工程调度规则、土地利用、历史洪水等资料，其规定如下：

- a) 基础地理信息资料，宜包括计算范围内最近生成或更新的地形地貌、河流水系、河道断面、水下地形、行政区划、居民地分布、交通道路等矢量信息和高程数据，基础地理信息应满足时效性、现势性和可靠性要求。基础底图的比例尺不小于 1:10 000，当采用遥感监测手段获得的地形资料精度相当时，亦可用于洪水分析，但其高程基准和坐标系需满足 8.2.3 的要求。河道断面和河道水下地形图比例尺宜不小于 1:2 000，针对河宽较小的山丘区中小河流宜不小于 1:500；实测断面间距宜与河宽相当，较顺直的河段或人工河渠可适当加大断面间距，河道形态沿程变化显著或城镇所在的河段宜适当加密，跨河建筑物上下游、河道汇流或分叉处宜设置实测断面。
- b) 水文资料，宜包括降雨、水位、流量、潮汐等实测资料，设计暴雨、设计洪水、设计潮位等设计资料，水文控制站水位—流量关系、水位—面积—容积关系等反映河道、湖泊、蓄滞洪区、水库蓄泄特征的资料，相关水文站、水位站、潮位站和雨量站的空间位置信息等，应满足可靠性、一致性和代表性要求；
- c) 防洪排涝（水）工程及构筑物资料，宜包括水库、堤防、排涝沟渠、闸坝、泵站、桥涵、地下设施等工程、排涝（水）分区，以及高出地面 0.5 m 以上的线状地物的特征参数和空间位置信息等，应满足现势性、时效性和准确性要求。其中，开展水库下游区洪水分析时，还应收集水库大坝的坝型、坝体材料、坝高、坝长、坝址河道断面等参数，以及设计泄洪过程等；
- d) 洪水调度方案及工程调度规则，宜包括与编制区域相关的各级防洪预案、洪水调度方案，防御洪水方案，水库、泵站、分洪道、闸坝防洪调度运用规则等，应满足时效性和权威性要求；
- e) 土地利用资料，宜包括土地利用类型、遥感影像、洪水期间作物种类及其分布等，满足现势性和时效性要求。土地利用图的比例尺不小于 1:10 000，遥感影像的分辨率宜不低于 2 m。收集土地利用资料时，应收集最新的国土调查资料；
- f) 历史洪水资料，宜包括历史洪水、暴雨和风暴潮等水文特征、堤坝溃决、洪水漫溢、水库溃坝情况，以及洪水发生当时的工程、工程调度、应急响应措施、下垫面、河道断面和地形地物等资料，应满足可靠性要求。其中，水文特征宜包括测站洪水过程、

河道沿程及淹没区实测水位或洪痕、内涝水深、淹没范围、淹没历时、洪水到达时间等。

4.3.2 基础地理信息、构筑物、线状地物、河道断面、土地利用等资料不能满足洪水计算要求时，应在遥感影像判读和现场查勘基础上进行补充测量。居民地数据不能反映居民地轮廓时，应利用最新遥感影像数据修正居民地的边界。

4.3.3 对于分幅形式的基础底图，应按照 GB/T 12343 的相关规定进行拼接。

4.3.4 基础底图的坐标系、高程系、投影方式不一致时，应进行一致性转换。

4.3.5 收集或补充测量的断面、构筑物、线状地物、土地利用等资料的空间信息与基础地理信息图的坐标系、高程系、投影方式不一致时，应进行坐标和高程转换，并加工形成独立图层。

4.3.6 基础地理信息和其他空间信息资料为纸质图件时，应分层进行数字化，加工形成矢量地图。

4.3.7 洪水分析所需资料的可靠性和准确性检查要求如下：

- a) 宜根据高程数据绘制三维地形图，检查地形图的合理性，对可能的异常点进行实地复核，修正明显不能反映真实地形的高程点；将基础地理信息矢量图、土地利用图与最新遥感影像进行套绘比较，检查信息是否完备并反映现状；将防洪排涝工程及涉水构筑物矢量图层与水系图层进行套绘比较，检查数据及空间位置的合理性；
- b) 宜绘制实测洪水、暴雨、潮位过程线、水位—流量关系线、水位—面积—容积关系线、河道横断面图、河道深泓线、排涝（水）分区图、堤防和线状地物顶部高程连线、实际洪水河道沿程洪痕连线，以及实际洪水淹没范围图并在其中标注实测或调查淹没水位或水深等，检查分析数据的合理性，并对异常数据进行复核。

4.3.8 洪水影响分析与损失评估还应收集行政区划和各类承灾体等地图数据、社会经济统计资料、历史场次洪水灾害统计调查数据等，宜收集保险理赔数据等作为补充，与季节相关的资产宜选用洪水发生期间的资产数据。并满足如下要求：

- a) 行政区划数据，宜包括乡镇或街道及以上级别行政区边界；
- b) 承灾体地图数据，宜收集耕地和学校、医院、养老院等重点单位，能源设施、交通设施、水利设施等重要基础设施的分布数据；
- c) 社会经济统计资料，应包括反映编制范围内各级行政区的人口、资产状况及经济活动等的数据，来源于各行政区最新或历史洪水发生当年的相关统计年鉴、经济普查资料、专项调查资料等。社会经济统计资料的统计单元应与行政区划数据最小统计单元一致。最新资料统计时间与编制起始时间的间隔不宜超过 2 年；

- d) 历史场次洪水灾害统计调查数据宜包括分类资产受淹灾情数据、损失数据、对应的场次洪水淹没要素特征值等；
- e) 保险理赔数据宜包括保险标的洪灾损失评估报告、洪灾现场勘查记录、保额金额和理赔金额等；
- f) 宜收集相关资料或调查分析确定洪水发生期间编制区域的作物结构及其空间分布、作物单产量及产值；
- g) 蓄滞洪区还宜收集人口和财产登记资料、历史运用洪灾损失核查和补偿资料等。

4.3.9 社会经济统计数据与土地利用数据，应满足可靠性和时间一致性要求。社会经济统计数据与土地利用数据应是同一年份的数据，当二者年份不一致时，应根据社会经济数据所对应年份的遥感影像、相关表征土地利用状况的专题地图等对土地利用数据进行修正。

4.3.10 对于超出地面高程较多的房屋底板，如果数字高程数据无法确定其高程，宜收集相关资料或通过调查、测量等方式确定其高程，以确定其是否可能受淹。

4.3.11 避洪转移分析还应细化收集行政区划、常住人口、道路，补充收集安置点、潜在危险点和历史避洪转移等资料，具体要求如下：

- a) 行政区划宜细化到行政村或社区；
- b) 常住人口宜调查细化到居民地图斑，亦可由乡镇级或行政村级的常住人口统计数据，通过空间展布方法分配到居民地图斑上；
- c) 道路资料在空间上应完整覆盖洪水淹没区内的居民地以及安置点的分布范围，且宜包含范围内全部村道、乡道、县道、省道、国道、城镇主要道路及有出入口的高速公路等不同等级的道路路网；
- d) 安置点资料是指不易受洪水威胁且可用于较长时间临时安置人员的空间分布数据及安置容量等相关信息；
- e) 潜在危险点资料，包括可能发生崩塌、滑坡、泥石流等的位置，以及洪水期间可能中断的桥梁、地下通道分布等；
- f) 历史避洪转移资料，对于曾发生洪水淹没的编制区域，应调查了解并收集当时的避险人员数量、转移路线、安置点及容量等方面的资料。

#### 4.4 制图要素提取

4.4.1 应提取淹没水深大于 0.05 m 的所有网格用于划定淹没范围，所有网格最大水深值大于 0.05m 的集合形成最大水深分布；统计各网格淹没水深大于 0.05 m 至积水退至 0.05 m 的时长，

得到淹没历时分布；统计同一时刻所有淹没水深大于 0.05 m 的被淹网格及其水深值，得到该时刻洪水淹没范围和淹没水深分布。

4.4.2 对于堤防溃决洪水、大坝溃决洪水或依照调度原则分洪的洪水，某一位置的洪水到达时间应为从溃决时刻或分洪运用时刻开始，随着洪水演进，洪水前锋抵达该位置且水深首次大于 0.05 m 所用的时间，提取所有网格的洪水到达时间，得到洪水到达时间分布。对于其他类型洪水，宜从方案正式计算的时刻开始，统计洪水到达时间。

## 5. 洪水分析

### 5.1 总体要求

#### 5.1.1 洪水分析方法

5.1.1.1 洪水分析方法包括水力学法、水文学法和历史水灾法，应综合考虑编制区域的自然地理、洪水特征、资料和应用需求等选择适宜的方法。

5.1.1.2 河道的洪水流向与河道走向基本一致时，河道部分宜采用一维水力学模型；河道洪水横向流明显时，宜采用二维水力学模型。

5.1.1.3 暴雨内涝计算应采用水文、水力学相结合的分析方法。当内涝编制区域含城市建成区且排水管网数据完备时，宜采用地表水流与排水系统耦合分析的方法。

5.1.1.4 受风暴潮影响的编制区域洪水计算应采用水力学法。

5.1.1.5 洪水分析边界条件的选取应符合以下要求：

- a) 编制区域有经论证合格、且满足现势性需求的设计洪水、设计暴雨或设计风暴潮成果时，可直接采用；
- b) 考虑河道上游来流时，若无设计洪水成果、河道上游无水文站或水文站实测资料系列长度不足，应按照 SL 44 的相关规定推求上游入流边界的设计洪水；
- c) 内涝分析时，若无设计暴雨资料，应按照 SL 44 或 GB 50014 等标准的相关规定推求设计暴雨；
- d) 风暴潮洪水或感潮区河道洪水、暴雨内涝分析时，若编制范围无设计潮位，应按照 GB/T 51015 的相关规定推求设计潮位。

#### 5.1.2 模型构建

5.1.2.1 洪水分析模型构建范围应覆盖编制区域，并根据编制区域的自然地理、洪涝潮特征、防洪排涝（水）工程、水文监测站网及历史洪涝灾害等因素综合确定，取河道洪水、内涝、风暴潮洪水等各类洪源的最大影响范围。

5.1.2.2 二维水力学模型构建时，在模型覆盖范围网格离散过程中应以河、渠、路、堤等线状构筑物和湖、库等面状物外轮廓作为模型内部边界，反映其位置分布和走向。

5.1.2.3 河道一维水力学模型构建时，应确保实测断面沿河分布能够满足模型计算和洪水分析的需求，若实测断面间距和布设不满足 4.3.1 条 a) 款的规定，应评估通过插值加密计算断面方法模拟计算结果的合理性，如模拟效果、精度不能反映关注断面或建筑物影响下的洪水特征，应补充测量。

5.1.2.4 河道洪水计算的上边界条件取设计、实测或预报流量过程。下边界条件宜取出流控制断面的水位—流量关系或下游控制性工程的出流过程，当下游有水库、湖泊、海洋或干流河道等大水体，且其水位基本不受计算对象河道入流影响时，下边界条件可取该大水体年最高水位或年最高天文潮位对应的完整潮型的多年平均值、实测或预报水位，对于无本条前述下边界条件的河道，可采取近似方法计算得到下边界条件；区间入流宜根据入流特征采取集中或分布式入流流量过程。

5.1.2.5 暴雨内涝计算的降雨条件取设计、实测或预报降雨过程，边界条件宜参照 5.1.2.4 条款设定。下边界条件除外排河道出流外，还应包括其他排水设施的出流过程，当江河、湖泊、海洋等承泄区的水位基本不受排涝影响时，则可取承泄区年最高水位或年最高天文潮位对应的完整潮型的多年平均值、实测或预报水位。

5.1.2.6 风暴潮洪水计算的边界条件取设计、实测或预报风暴潮潮位过程，无风暴潮潮位过程的，计算边界条件应为风暴潮分析模型输出的沿海潮位站的潮位过程。

5.1.2.7 溃堤或漫堤洪水流量过程可采用堰流公式计算，对于与水流方向不垂直的堤防，应采用侧堰出流公式。

5.1.2.8 溃堤应明确溃决方式、溃决时机，以及溃决口门形状及其宽度、底高程等几何特征参数，对于渐溃方式，宜设定溃口发展过程。

5.1.2.9 对洪水演进有影响的桥梁、堰坝、涵洞、闸门、泵站等建筑物，应分类确定其过流计算方法，分别确定相关计算参数。

5.1.2.10 洪水期间需进行调度运用的工程，应将工程调度运用规则或实际调度过程作为模型运行的条件，在洪水情势变化和模拟过程中能够按照水位、流量或时间等特征阈值自动实现工程的调度功能，模拟工程调度下的洪水演进情况。

5.1.2.11 道路、堤防等高于地面的线状地物，当泛滥洪水达到其顶高程时，应按漫溢方式，采用堰流公式计算。

5.1.2.12 河渠、沟道、低于两侧地面的道路等，应根据实际情况，在河道或风暴潮泛滥洪水、

暴雨内涝分析模型中分别进行概化，反映出导流、输水特性和行洪、排涝能力。

5.1.2.13 湖泊等面状水体，宜根据实际情况，计算湖泊的水位—面积—容积关系，反映湖泊与周边水系及相关排涝系统的水量交换。

5.1.2.14 对于计算范围内不进水的地上建筑物，宜采取面积修正、糙率调整等适宜方法考虑建筑物对淹没过程的影响。地铁、地下车库、地下通道、地下商场等重要地下空间，宜根据建筑物进出口高程设置阈值采用堰流公式模拟进水过程和水量。

5.1.2.15 计算区域内建有多类模型，并且存在水量、能量交换时，宜对模型进行耦合计算。应根据耦合边界的水流交换形态，确定耦合方式和水流交换计算方法；对于以水量交换为主的模型耦合，应保持水量平衡，对于以动量交换为主的模型耦合，应保持动量平衡；耦合边界处应考虑空间的协调和时间的一致，宜采用时间同步计算的方式。

5.1.2.16 河道糙率应根据河道形态、河床质组成、滩地形态和植被情况选取；有滩地的河道，应分别选取主槽和滩地糙率。

5.1.2.17 河道外区域，应根据土地利用情况、洪水发生期间作物类型和分布、洪水发生期间遥感影像判读和现场调查，合理选取计算网格的糙率，对于包含多种土地利用类型的网格，应明确其综合糙率计算方法。

5.1.2.18 下渗对河道或淹没区径流影响显著的区域，应明确水流下渗分析方法，确定下渗计算参数，合理模拟下渗过程和下渗量。

5.1.2.19 可根据编制任务的规模、任务之间的联系，整体或合并建模分析，要求如下：

- a) 编制区域跨行政区时，模型方法、设计洪水和计算方案应协调一致，宜合并建模；
- b) 编制任务按分区计算时，各分区应采用同一种方法，建立整体分析模型；
- c) 若编制任务的规模较小、不同任务区域位置相邻、重叠或任务区域之间的洪水相互影响，可根据区域洪水特征，适当扩大编制范围或合并编制任务，采用相同的技术方法，建立整体分析模型。

### 5.1.3 模型参数率定与模型验证

5.1.3.1 在利用构建的模型开展各方案计算前，如计算范围内具有适合用于模型率定验证的历史实测或调查洪水资料时，应采用不少于两场洪水分别进行模型参数率定和模型验证。

无历史实测和调查洪水资料，或历史洪水资料对应的防洪工程体系、下垫面条件等与现状相比差异较大，难以进行反演对比时，宜按照 5.1.5 要求检验模型的合理性和可用性。

5.1.3.2 用于模型参数率定和模型验证的实际洪水资料包括实际洪水发生当时的地形和工程

资料、相关测站或观测点的实测水位过程、流量过程、降雨过程，计算范围内的洪痕，洪水淹没范围，特征点的淹没水深、洪水到达时间、洪水淹没历时，溃口形状和溃口发展过程，实际防洪排涝（水）调度方式，出流或退水位置、方式和形态等。

5.1.3.3 对于河道一维或二维洪水分析模型，宜采用实测洪水资料进行率定与验证；对于河道一维、二维耦合洪水分析模型，先采用未漫溢的实测洪水资料，进行其中一维模型的率定与验证，再采用实测漫溢洪水资料，进行一维、二维耦合模型的率定和验证；对于包含河道和编制区域的整体二维模型，先采用未漫溢的实测洪水资料，进行河道部分二维模型的率定与验证，再采用实测漫溢洪水资料，进行整体二维模型的率定与验证。

5.1.3.4 对于内涝分析模型，宜采用实测或调查的暴雨内涝资料进行率定与验证。

5.1.3.5 模型验证的精度宜符合下列要求：

- a) 对于河道洪水，河段内部测站计算最高水位与实测最高水位的绝对误差不大于 20 cm，实测与计算最大流量的相对误差，即计算流量与实测流量的绝对误差/实测流量不大于 10%，最大 1 天、3 天和 7 天洪量的相对误差，即计算洪量与实测洪量的绝对误差/实测洪量不大于 5%，计算水位过程和流量过程与实测水位过程和流量过程的相位差不大于 1h；
- b) 对于河道或风暴潮洪水，淹没区 70%以上的实测点或调查点计算水位与实际水位的绝对误差不大于 20 cm，计算与实测淹没范围的相对误差，即计算淹没面积与实际淹没面积的绝对误差/实测淹没面积不大于 5%；
- c) 对于暴雨内涝，70%以上实测积水点的计算最大积水深与实测积水深的绝对误差不大于 20 cm，计算与实测最大水深的相对误差，即计算水深与实测水深的绝对误差/实测水深宜不大于 20%。

#### 5.1.4 方案设定

5.1.4.1 计算方案宜包括设计工况方案和历史典型方案两类。

5.1.4.2 河道洪水计算方案应包含：

- a) 河道洪水量级，其他来源洪水的量级与过程组合方式，溃口或分洪位置、口门尺寸、溃决或分洪阈值、溃口发展过程，相关工程调度规则等因素及组合；
- b) 有堤防的山丘区河流，当计算量级洪水超过堤防现状防洪能力一个等级时，可不考虑堤防的影响，视为无堤防河道进行洪水计算方案设定。

5.1.4.3 暴雨内涝计算方案应包含暴雨量级、历时和过程，其他来源洪水的量级与过程组合方

式，相关工程调度规则等因素及组合。

#### 5.1.4.4 风暴潮洪水计算方案应包含：

- a) 有海堤的风暴潮洪水计算方案为风暴潮量级，海堤溃口位置、口门尺寸、溃决阈值和溃口发展过程，其他来源洪水的量级与过程组合方式，相关工程调度规则等因素的组合；
- b) 无海堤或仅考虑海堤漫溢的风暴潮洪水计算方案为风暴潮量级、其他来源洪水的量级与过程组合方式、相关工程调度规则等因素的组合。

#### 5.1.4.5 各洪水来源的量级与过程组合方式应按如下原则确定：

- a) 编制区域各洪水来源在有关部门已获批准的规划、方案或设计中有明确的组合方式，可直接采用；
- b) 无明确洪水组合方式的编制区域，应基于实测水文资料，分析编制对象洪水与其他来源洪水的相关性，合理确定其组合方式；
- c) 当某一来源洪水与分析对象洪水之间无明显相关性，则该洪水来源按下列方式与分析对象洪水组合，要求如下：
  - 1) 河道洪水取年最大流量或年最高水位的多年平均值；
  - 2) 潮位取年最高天文潮位对应的完整潮型的多年平均值，当分析对象的洪水过程或涝水过程历时大于该潮位过程时，可选取多个同样的潮位过程与洪水过程组合；
  - 3) 当地降雨使编制区域水体处于年最高水位的多年平均值。

5.1.4.6 堤防溃口数量及其位置宜考虑堤防薄弱段、险工险段等工程实际状况，历史溃口情况，溃决对人员资产影响严重等因素，以计算淹没范围能覆盖可能的淹没范围为原则综合确定；仅考虑洪水漫溢的，漫堤位置根据堤防高程确定。堤防溃口尺寸和发展时间根据本堤段或其他类似堤防的历史溃口情况、洪水过程等因素以及专家经验综合分析确定；溃口发展过程可按匀速发展考虑。

5.1.4.7 对于河道漫溢洪水，当淹没区下渗影响显著时，可按不考虑下渗和考虑下渗两种情景，分别设定洪水计算方案。

### 5.1.5 洪水计算与结果合理性分析

5.1.5.1 采用经验合格的模型进行各方案的洪水计算，计算过程中若水位、流量、流速等洪水要素指标出现异常或计算结果不合理，应检查计算时间步长选取、计算断面或网格划分、有关概化处理方法和边界条件设置、计算参数选择等是否适当，必要时应重新进行模型构建、参

数率定和模型验证。

5.1.5.2 河道水流初始条件可采用恒定流计算获得，恒定流计算流量值应取设计、预报或实测洪水过程最初时刻流量值；暴雨内涝计算的下垫面初始条件或参数初始值可取模拟起始时刻状态值，若无相关资料可取雨季多年平均值；河道洪水、暴雨内涝和风暴潮洪水计算范围内其他水体的初始水位可取模拟起始时刻状态值，有汛前控制水位的水体，初始水位应取汛前控制水位值，若无相关资料或规定宜取年最高水位的多年平均值。

5.1.5.3 实时洪水分析计算时宜预留预热期。预热期时长应结合模拟区域的洪水特性进行分析或试模拟计算，以尽量消除初始条件的设置对洪水分析结果的影响。

5.1.5.4 对于河道堤防溃决洪水，宜针对完整的溃决进退洪流量过程进行计算，计算结束时间应按照以下原则确定：

- a) 编制区域为封闭区域时，以区内所有计算网格流速小于 0.05 m/s 作为判别计算结束的阈值；采用水量平衡方法计算淹没情况时，以河道水位降至溃口底高程为判别计算结束的阈值；
- b) 对于开敞区域，以流速大于 0.05 m/s 的所有计算网格的水深均小于 0.1 m 作为判别计算结束的阈值；
- c) 当河道为悬河，溃口流量不能归零时，根据抢险经验或抢险能力，设置可实施堵口的溃口流量值；当溃口流量降至该值时，人为假定溃口被封堵，流量归零。按照上述两款判别原则，判别计算结束时间。

5.1.5.5 对于风暴潮，应以模拟 5 个完整的潮位过程作为计算时间。

5.1.5.6 对于内涝，应以所有计算网格的流速小于 0.05 m/s 作为计算结束时间的判别阈值。

5.1.5.7 蓄滞洪区的进、退洪模拟应根据防御洪水方案、洪水调度方案和蓄滞洪区运用预案等综合确定，计算结束时间应遵照以下原则：

- a) 对于模拟退洪的蓄滞洪区，宜针对完整的进、退洪过程进行计算，应以蓄滞洪区不再分洪进水，已分洪的洪水完全退去，或退洪总流量趋于汛期未分洪时的正常流量为判别计算结束的阈值；
- b) 对于未模拟退洪的蓄滞洪区，宜针对完整的进洪过程进行计算，以蓄滞洪区内所有计算网格流速小于 0.05 m/s 作为判别计算结束的阈值。

5.1.5.8 对于水库溃坝或下泄洪水，宜针对完整的溃坝或下泄流量过程进行计算，以水库下游非河道计算范围内的淹没区所有网格流速小于 0.05 m/s 作为判别计算结束的阈值。

5.1.5.9 模型应输出以下计算成果：

- a) 河道断面的水位、流量和流速过程；
- b) 二维网格的水深、流速过程，洪水到达时间，淹没历时等；
- c) 溃口、分洪或溢流流量过程，溃口或分洪口门上下游水位过程；
- d) 淹没区各线状地物沿程主要桥涵流量过程，主要线状地物的溢流流量过程；
- e) 流量过程，包括主要控制或分洪闸门、排涝工程、排水设施、退水口门、开敞计算边界或河道出流断面；
- f) 各主要排水设施或退水口门上下游水位或水头过程。

#### 5.1.5.10 洪水计算结果的合理性应从以下几个方面进行分析和判断：

- a) 计算过程中流入和流出计算范围的水量差应等于计算范围内的蓄水量，两者的相对误差应符合公式（1）要求：

$$|W_{stor} - (W_{ini} + W_{in} - W_{out} - W_{infil} - W_{evap})| / W_{stor} \leq 1 \times 10^{-2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$W_{ini}$ ——初始水量，单位为立方米（ $m^3$ ）；

$W_{in}$ ——入流水量，单位为立方米（ $m^3$ ）；

$W_{out}$ ——出流水量，单位为立方米（ $m^3$ ）；

$W_{infil}$ ——下渗量，单位为立方米（ $m^3$ ）；

$W_{evap}$ ——蒸发量，单位为立方米（ $m^3$ ）；

$W_{stor}$ ——蓄水量，单位为立方米（ $m^3$ ）。

- b) 计算的水位过程和流量过程是否出现震荡；
- c) 河道流量与溃口流量之比是否合理；
- d) 河道水面线是否出现异常；
- e) 溃口流量过程是否合理；
- f) 洪水淹没范围是否有中断情况；
- g) 洪水到达时间分布是否合理；
- h) 流场分布是否出现异常；
- i) 计算过程中是否出现负水深；
- j) 是否能合理反映编制区域内桥涵过水、线状地物阻水、内部河渠导水行洪等特征；
- k) 模型中的防洪排涝工程是否按规则正常调度，工程上下游水位、过水流量是否合理；
- l) 淹没范围及水深分布是否合理，洪水或内涝淹没特征与相近量级历史淹没特征是否相

似。

#### 5.1.6 模型成果

5.1.6.1 模型成果应包括洪水分析模型引擎、配套数据与模型说明文档。

5.1.6.2 洪水分析模型引擎应包括模型前后处理程序、水文水力学算法程序等。

5.1.6.3 模型成果可独立或经第三程序调用完成任意方案的洪水分析，并可以完整、复现各编制方案的分析评估过程与结果。

5.1.6.4 模型配套数据包括输入数据、模型控制文件和输出数据。要求如下：

a) 输入数据包括各类模型的建模对象数据、模型耦合数据、控制工程和边界输入数据、方案设置数据等，要求如下：

——一维水动力模型的河道、管道及汉点关系，汉点属性，河道、管道等断面数据，堰、坝等构筑物属性数据；

——二维水动力模型的网格拓扑结构、网格属性、网格边属性、网格点属性，点、线、面状构筑物属性数据等；

——一维、二维耦合相关参数数据等；

——一维、二维水动力模型的闸、泵等控制性工程属性及调度数据，边界条件，初始水位、流量、流速等条件，糙率设置等；

——模型的方案设置。

b) 模型控制文件宜包括涉及方案计算的模拟总时长、计算步长、输出步长，模拟模块的选择，各模块的专业参数等。

c) 输出数据宜包括：

——一维河网断面水位过程、流量过程、流速过程、最高水位、洪峰流量等；

——二维网格最大淹没水深、洪水淹没历时、洪水到达时间分布数据与按输出步长输出的洪水淹没过程数据等；

——构筑物过流过程等。

5.1.6.5 模型说明文档应包括如下信息：

a) 模型开发单位、版本号、开发语言、编译环境、模型类型等；

b) 模型类型包括一维河网、一维管网、二维、一二维垂向耦合、一二维水平耦合等；

c) 模型运行环境与安装部署方式，以及第三程序调用模型的方式、格式，输入输出数据的内容、格式等信息；

- d) 模型输入、输出数据或控制参数涉及水文站、水位站、雨量站、控制断面、防洪排涝工程等真实对象或地物时，应明确说明其与模型中对象的对应关系。

## 5.2 分编制对象具体要求

### 5.2.1 防洪（潮）保护区

5.2.1.1 编制区域内洪水分析宜采用水力学法，建立一维、二维或一维、二维耦合水力学模型。

5.2.1.2 河道洪水计算范围包括含编制区域在内的可确定所有来水及出流的区域，由编制区域计算范围、河道计算范围和区间来水计算范围组成，如图 2。

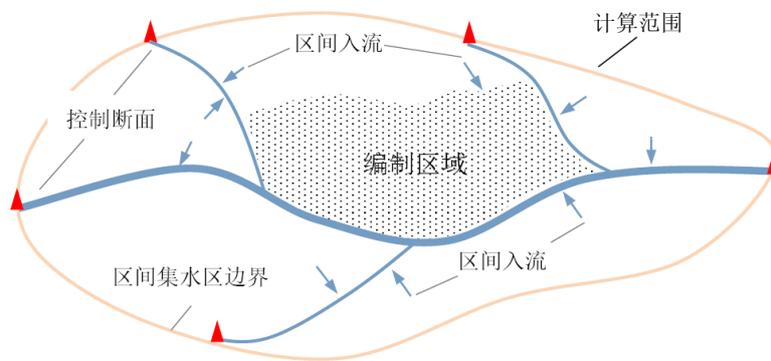


图 2 防洪保护区洪水分析模型的计算范围

5.2.1.3 编制区域计算范围的确定方法如下：

- a) 比较最大量级洪水沿程水位与沿程地形，确定计算范围，如图 3 所示；若河道沿程地形有低于最高水位的，可采用 1:50 000 等较小比例尺地形图和不大于 0.5 km<sup>2</sup> 的较大面积计算网格，运用选定的洪水分析模型粗略计算最大量级洪水及堤防溃决情况下的淹没范围，以此为依据确定计算范围；

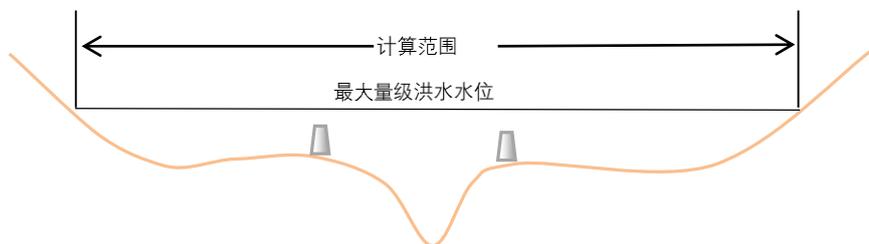


图 3 防洪保护区的河道洪水计算范围示意图

- b) 最大量级洪水水位可采用恒定非均匀流方法计算确定。

5.2.1.4 河道计算范围的确定方法如下：

- a) 应考虑对防洪保护区编制区域洪水具有明显影响的所有干、支流河道；

- b) 选择各相关河道上游水文控制站作为河道计算范围的上边界；上游无水文控制站时，应向上游扩大计算范围，选择由工程控制等可确定洪水入流过程的控制断面作为河道计算范围的上边界，或者选择可接入上游水文模型输出结果的断面作为河道计算范围的上边界；选取的河道上边界至编制区域计算范围上游端的距离宜超过 10 倍河道宽度；
- c) 选择下游水文控制站、控制性水工建筑物或水库、湖泊、海域等大水体作为河道计算范围下边界，无上述条件的河道，可采用近似方法确定下边界条件。当采用曼宁公式近似确定下边界条件时，河道下游最后一个实测断面应位于顺直河段且距编制区域计算范围下游端的距离宜超过 10 倍河道宽度，以最后一个实测断面形状和最后两个实测断面的漫滩流量恒定流状况下的水面比降为基准，将最后一个河道断面向下游延伸 5 倍河道宽度以上，作为河道计算范围的下边界。
- d) 河道计算范围两侧的集雨区为区间计算范围，可采用水文学方法计算产流，汇入相应河道、编制区域。

#### 5.2.1.5 内涝计算范围的确定方法如下：

- a) 当保护区为平原圩区时，其内涝计算范围由保护区编制区域和相关排涝河道构成；
- b) 当保护区内的来水含周边山丘区或坡面汇流时，其内涝计算范围还应包括相应的集水区域，如图 4 所示。

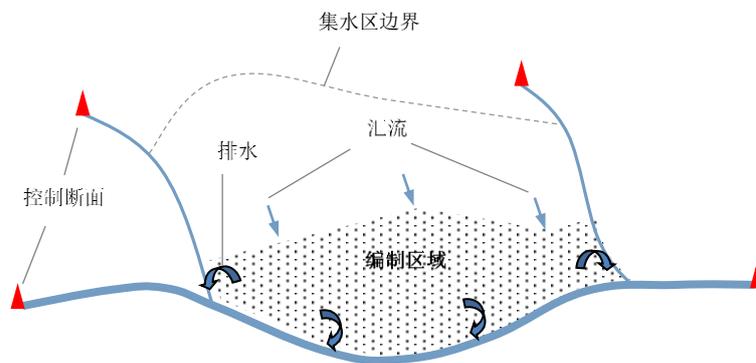


图 4 防洪保护区的内涝计算范围示意图

#### 5.2.1.6 风暴潮洪水计算范围确定方法如下：

- a) 有设计潮位过程的风暴潮洪水计算范围为最大量级风暴潮最高潮位沿海岸线向内陆水平延伸至陆地边界所覆盖的区域，如图 5 所示；
- b) 潮位资料不足，无法推求设计潮位的区域，应将计算范围扩展至构建风暴潮分析模型所涉及的海域。

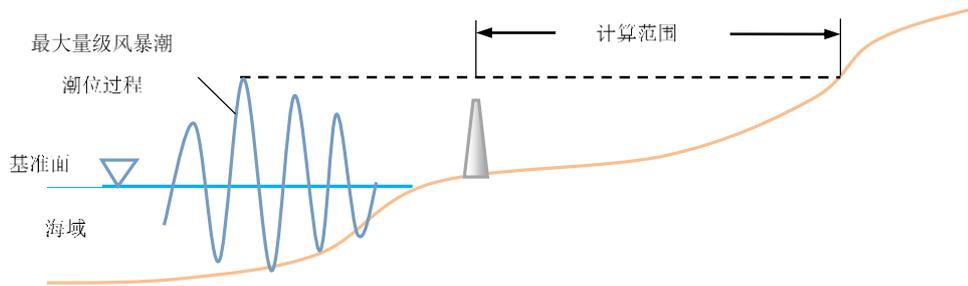


图 5 防潮保护区的风暴潮洪水计算范围示意图

5.2.1.7 洪水分析模型范围内的二维计算网格的平均面积应不大于  $0.05 \text{ km}^2$ ，宜在对行洪具有重要影响或重点关注区域适当加密网格。

5.2.1.8 当编制区域内的河道洪水和内涝均源于编制区域当地降雨时，如图 6，应取设计暴雨过程为边界条件，同时计算内涝和区内河道洪水可能的漫溢情况。

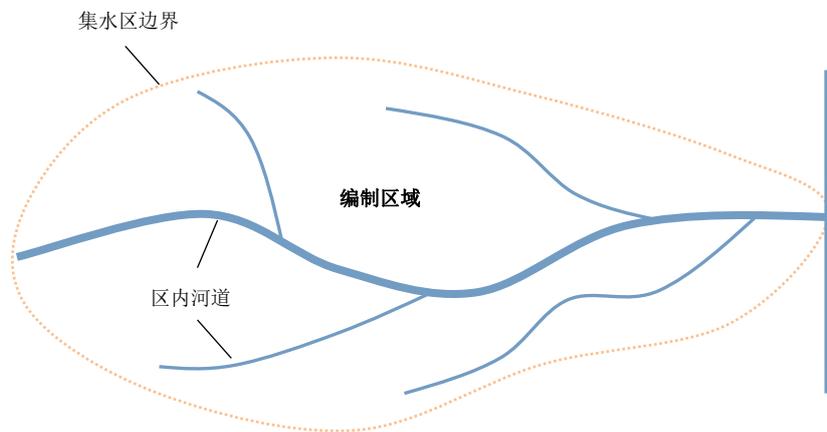


图 6 洪涝同源的防洪保护区编制区域示意图

5.2.1.9 设计工况计算方案除应针对外河洪水、风暴潮设定计算方案外，还应设定暴雨内涝计算方案，以及按照计算分区划分情况针对内河洪水设定计算方案。当防洪保护区的现状防洪排涝工程与规划条件相比差异较大时，可考虑现状和规划两种工况。设定历史典型方案时，应选取历史上发生的典型场次洪涝灾害进行重演计算。

5.2.1.10 根据编制区域特点、结合专家经验综合确定防洪（潮）保护区洪水风险图编制的洪水量级，选取原则如下：

- a) 宜选取防洪保护区现状、规划防洪标准和超规划防洪标准所对应的洪水量级，若超规划防洪标准所对应的洪水量级小于 100 年一遇，应逐次选取更高量级的洪水频率直至 100 年一遇洪水；
- b) 具有防潮任务的保护区，其风暴潮洪水量级宜取现状、规划防潮标准和超规划防潮标准所对应的风暴潮洪水量级，若超规划防潮标准所对应的风暴潮洪水重现期小于 500

年一遇，应逐次选取更高量级的风暴潮洪水频率直至 500 年一遇；

- c) 除 a)、b) 规定的洪水量级外，还宜选取超现状河道堤顶高程、海堤顶高程的洪水、潮水量级开展堤防漫溢方案计算，堤顶高程分别按现状堤顶高程和不计堤防超高两种情况考虑；
- d) 根据保护区重要程度考虑最大可能洪水对应的洪水量级；
- e) 可选取历史典型洪水作为洪水量级之一。

5.2.1.11 暴雨内涝计算方案为暴雨量级、其他来源洪水的量级与过程组合方式、相关工程调度规则等因素的组合。防洪（潮）保护区暴雨内涝分析的暴雨量级宜选取现状、规划排涝标准和超规划排涝标准一个量级所对应的暴雨频率，若超规划排涝标准所对应的暴雨量级小于 100 年一遇，应逐次选取更高量级的暴雨频率直至 100 年一遇暴雨。必要时可开展典型极端暴雨的移植分析。

## 5.2.2 蓄滞洪区

5.2.2.1 蓄滞洪区的防洪排涝工程及构筑物资料还包括蓄滞洪区围堤、隔堤等堤防及蓄滞洪区安全设施和进退洪设施。蓄滞洪区安全设施包括安全区、安全台位置和外轮廓，进退洪设施包括进洪和退洪方式、设施位置、结构尺寸、口门底高程等设计参数以及排洪泵站的抽排能力等。

5.2.2.2 蓄滞洪区洪水分析宜采用水力学法。采用爆破或扒口等方式分洪时，应建立河道和蓄滞洪区的一维、二维耦合模型，或者河道、蓄滞洪区的整体二维模型。

5.2.2.3 洪水分析模型构建范围应包括编制区域在内的可确定所有来水及出流的区域，由编制区域计算范围和河道计算范围组成。

5.2.2.4 编制区域计算范围的确定方法如下：

- a) 以堤防工程为外边界的蓄滞洪区，编制区域以堤防工程为边界；
- b) 以某等高线为外边界的蓄滞洪区，编制区域以该等高线为准，考虑历史最大洪水和超标准洪水，选取更高一级的等高线为边界；
- c) 以堤防、等高线等多因素为外边界的蓄滞洪区，分别按 a) 和 b) 确定，并考虑所选边界的协调性。

5.2.2.5 河道计算范围的确定方法如下：

- a) 河道计算应考虑蓄滞洪区的分洪河道、退洪河道，以及编制区域内对蓄滞洪区洪水演进具有明显影响的内河河道；

b) 各相关河道的上边界位置参照 5.2.1.4 中的 b) 确定，下边界位置参照 5.2.1.4 中的 c) 确定。

5.2.2.6 采用二维水力学模型计算的蓄滞洪区，在网格离散的过程中应将转移道路及其他主要交通路，蓄滞洪区内的分区围堤、隔堤和其他河流堤防，安全区、安全台等作为内边界。

5.2.2.7 洪水分析模型范围内二维计算网格的平均面积应不大于  $0.05 \text{ km}^2$ ，宜在对行洪具有重要影响或其他重点关注区域适当加密网格。

5.2.2.8 爆破或扒口等口门洪水可采用堰流公式计算，对于与水流方向不垂直的堤防，应采用侧堰出流公式计算溃口流量。

5.2.2.9 确定洪水分析方案时需考虑蓄滞洪区防洪排涝工程的现状、规划工况。分析蓄滞洪区现状工程和相关规划工程实施后及相应调度运用条件下的洪水淹没情况。

设计工况计算方案应考虑有闸控制、爆破或扒口分洪两种情景设定历史典型方案时，应选取历史上启用蓄滞洪区的典型场次洪水进行重演计算。

5.2.2.10 根据编制区域特点、结合专家经验综合确定蓄滞洪区洪水风险图编制的洪水量级，宜选取蓄洪任务对应的流域、区域洪水量级，必要时选取超过蓄洪任务对应的洪水量级。

5.2.2.11 有分洪退水控制设施的蓄滞洪区，应按照蓄滞洪区调度运用原则确定的分洪退水条件，拟定洪水分析计算方案。

5.2.2.12 无分洪退水控制设施的蓄滞洪区，应按照在规定分洪水位条件下的人工爆破或扒口预案确定洪水分析方案。口门位置、宽度和底高程的选取和确定原则如下：

- a) 防洪规划中对口门位置有明确规定的蓄滞洪区，遵照防洪规划的规定；对口门位置没有规定的蓄滞洪区，应由当地防汛指挥部门指定口门位置；
- b) 有裹头时，溃口宽度取其两侧裹头中部间距；无裹头时，溃口宽度取规划设计时确定的口门宽度，缺乏设计成果时，可根据当地防汛部门和专家意见综合确定。口门底高程取口门处堤防两侧较高的地面高程。

### 5.2.3 行洪区

5.2.3.1 洪水分析宜采用水力学法，建立一二维耦合或整体二维水力学模型。

5.2.3.2 洪水分析模型构建范围应包括编制区域在内的可确定所有来水及出流的区域，由编制区域计算范围和河道计算范围组成。

5.2.3.3 编制区域计算范围通过比较历史最大洪水或最大量级洪水沿程水位与沿程地形来确定，如图 7 所示。若河道沿程地形有低于最高水位的，可采用 5.2.1.3 所述粗算方法确定计算

范围。

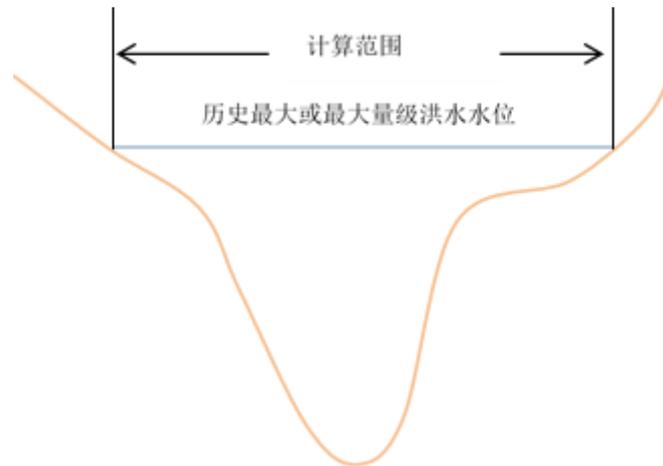


图 7 行洪区的河道洪水计算范围示意图

5.2.3.4 行洪区所在河道的上边界位置参照 5.2.1.4 中的 b) 确定，下边界位置参照 5.2.1.4 中的 c) 确定。

5.2.3.5 洪水分析模型范围内的二维计算网格的平均面积应不大于  $0.01 \text{ km}^2$ ，宜在对行洪具有重要影响和其他重点关注区域适当加密网格。

5.2.3.6 较高洪水期间需破圩进洪的圩堤，需设置调度规则，在洪水发展和模拟过程中能够按照水位或流量等特征阈值自动实现破圩分洪。破圩位置、口门的尺寸和底高程可根据防洪规划确定，如无明确规定，可根据当地防汛部门和专家意见综合确定。

5.2.3.7 爆破或扒口等口门的洪水采用堰流公式计算，对于与水流方向不垂直的堤防，应采用侧堰出流公式计算溃决流量。

5.2.3.8 对计算范围内高于河床/地面的隔堤、圩堤、道路等线状地物，当洪水漫过构筑物顶高程时，结合构筑物结构、材料等特征，综合判断洪水期间建筑物仍能保持主要结构特征时，宜按漫溢方式，采用堰流公式进行计算。

5.2.3.9 设计工况计算方案应针对行洪区所在河道洪水，确定洪水分析方案。设定历史典型方案时，应选取历史上发生的典型洪涝灾害事件进行重演计算。

5.2.3.10 根据编制区域特点、结合专家经验综合确定行洪区洪水风险图编制的洪水量级，选取原则如下：

- a) 宜选取行洪区所在河道的 5 年、10 年、20 年、50 年和 100 年一遇等 5 个量级洪水开展洪水分析；
- b) 可选取历史典型洪水作为洪水量级之一。

5.2.3.11 行洪区需设置口门时，口门数量及其位置的沿程分布、分洪口门尺寸、发展时间和

发展过程参照 5.1.4.6 确定。

#### 5.2.4 城市

5.2.4.1 城市建成区部分基础底图的比例尺不小于 1:2 000，其余部分基础底图的比例尺不小于 1:10 000。

5.2.4.2 防洪排涝（水）工程及构筑物资料还包括排水管网及标准、排水分区等资料。

5.2.4.3 土地利用图的比例尺宜不小于 1:2 000，遥感影像的分辨率宜不低于 0.8 m。

5.2.4.4 受城市地形等因素影响，雨水沿街行洪现象明显时，应对路网建立一维或二维洪水分析模型。当排水管网资料不足时，可论证后对排水系统采用排水分区的平均排水能力等简化算法。

5.2.4.5 河道洪水计算范围包括含城市编制区域在内的可确定所有来水及出流的区域，由编制区域计算范围、河道计算范围和区间来水计算范围组成。

5.2.4.6 编制区域计算范围的确定方法如下：

- a) 通过比较最大量级洪水沿程水位与沿程地形来确定计算范围；若河道沿程地形有低于最高水位的，可采用 1:50 000 等较小比例尺地形图和不大于 0.5 km<sup>2</sup> 的较大面积计算网格，运用选定的洪水分析模型粗略计算最大量级洪水下不同位置溃口可能淹没范围，以此为依据确定计算范围；
- b) 最大量级洪水水位可采用恒定非均匀流方法计算确定。

5.2.4.7 河道计算范围的确定方法如下：

- a) 河道计算应考虑对城市编制区域洪水具有明显影响的所有干、支流河道；
- b) 各相关河道的上边界位置参照 5.2.1.4 中的 b) 确定，下边界位置参照 5.2.1.4 中的 c) 确定。

5.2.4.8 河道计算范围两侧的集雨区为区间计算范围，可采用水文学方法计算产流，汇入相应河道、编制区域。

5.2.4.9 内涝计算范围包括城市内涝编制区域、地下排水管网和排水河渠，当城市内涝编制区域内的来水含周边山丘区或坡面汇流时，计算范围还应包括相应的集水区域。

5.2.4.10 受风暴潮威胁的城市，风暴潮洪水计算范围确定方法如下：

- a) 有设计潮位过程的风暴潮洪水计算范围为最大量级风暴潮最高潮位沿海岸线向内陆水平延伸至陆地边界所覆盖的区域；
- b) 因潮位资料不足，无法推求设计潮位的区域时，应将计算范围扩展至构建风暴潮分析

模型所涉及的海域。

5.2.4.11 当城市编制区域内的河道洪水和内涝均源于编制区域当地降雨时，应取设计暴雨过程为边界条件，同时计算内涝和区内河道洪水可能的漫溢情况。

5.2.4.12 内涝洪水分析模型范围内的二维计算网格的平均面积应不大于  $0.01 \text{ km}^2$ ，宜在道路、河道等行洪通道，下立交、下穿隧洞等易积水区域，以及重点关注区域适当加密网格。

5.2.4.13 对具有阻水作用的堤防、公路、铁路等应根据构筑物的实际高程赋值，对可能发生行洪现象的道路，应按道路实际宽度赋值。对下立交、下穿隧洞或涵洞等，应按实际高程考虑微地形影响。

5.2.4.14 内涝洪水分析时，宜对重要地下空间进行模拟，根据入口高程或设防标准判别是否可能进水；可能进水的，宜设置进水阈值标准，确定进入地下空间内径流的模拟计算方法，宜考虑地下空间的尺寸和排水能力，计算地下空间的进水过程和蓄水量变化。

5.2.4.15 设计工况计算方案应针对河道洪水或风暴潮洪水等外洪、内河洪水、暴雨内涝，以及多源洪水组合等分别设定计算方案。当城市的现状防洪排涝工程与规划条件相比差异较大时，可考虑现状和规划两种工况。

设定历史典型方案时，应选取历史上发生的典型洪涝灾害事件进行重演计算。

5.2.4.16 根据编制区域特点、结合专家经验综合确定城市洪水风险图编制的洪水量级，选取原则如下：

- a) 根据城市防御外河洪水、内河洪水的堤防或防洪（汛）墙建设情况，宜选取现状、规划防洪标准和超规划防洪标准所对应的洪水量级，若超规划防洪标准所对应的洪水量级小于 100 年一遇，应逐次选取更高量级的洪水直至 100 年一遇洪水；河道洪水分析应考虑遭遇超标准洪水时城市堤防或防洪（汛）墙发生溃决或漫溢的情形；
- b) 具有防潮任务的城市，其风暴潮量级宜取现状、规划防潮标准和超规划防潮标准所对应的风暴潮洪水量级，若超规划防潮标准所对应的风暴潮洪水量级低于 500 年一遇，应逐次选取更高量级的风暴潮洪水直至 500 年一遇；风暴潮洪水分析应考虑遭遇超标准高潮位时城市堤防发生溃堤或漫溢的情形；
- c) 除 a)、b) 规定的洪水量级外，还宜选取超现状河道堤顶高程或海堤顶高程的洪水量级开展堤防漫溢方案计算，堤顶高程分别按现状堤顶高程和不计堤顶超高两种情况考虑；
- d) 可选取历史典型洪水作为洪水量级之一；
- e) 必要时可开展典型极端暴雨的移植分析。

5.2.4.17 暴雨内涝分析的暴雨量级宜选取现状、规划排涝标准和超规划排涝标准一个量级所对应的暴雨重现期，若超规划排涝标准所对应的暴雨量级低于 100 年一遇，应逐次选取更高量级的暴雨直至 100 年一遇暴雨。此外，还应按照 GB 50014 的相关规定，针对城市雨水排水系统的设计雨型，选取现状、规划排水标准和超规划排水标准一个量级所对应的短历时暴雨频率，若超规划排水标准所对应的暴雨量级低于 50 年一遇，应选择更高量级的暴雨直至 50 年一遇暴雨。

5.2.4.18 内涝洪水分析时，模型应输出以下计算成果：

- a) 淹没水深大于 0.05 m 的主要道路及淹没长度，主要路段的淹没水深、流速过程；
- b) 主要地下空间的淹没水深过程及最大淹没水深。

## 5.2.5 中小河流

5.2.5.1 中小河流应以河流为单元整体建模并开展分析。洪水分析宜采用水力学法。山丘区河道洪水比降明显，可以利用水位向两岸平推确定淹没范围时，可采用一维水力学模型分析。在平原区域或按水位不易确定河道两岸淹没区时，宜建立一维、二维耦合或整体二维水力学模型分析。

5.2.5.2 山丘区中小河流采用一维水力学模型开展洪水分析时，提交的分析模型或后处理工具应能自动生成淹没范围、淹没水深、淹没历时等洪水淹没要素。根据计算得到的河道洪水淹没成果，应先提取所有断面的最高水位值，连接各最高水位，得到沿程最高水位线；将该水位线分别向两岸平推至与陆地相交，得到洪水淹没水面边界与淹没范围；计算水面高程与水下地形高程之差，得到淹没水深分布；统计水面下淹没区各位置洪水淹没时间间隔，得到淹没历时分布。

5.2.5.3 河道洪水计算范围包括中小河流起、止点段，区间支流，以及洪水可能影响区域。各段的计算范围确定方法如下：

- a) 在无特殊指定位置时，中小河流计算起点为集水面积 200 km<sup>2</sup> 断面处，止点为中小河流汇入上级河流、入海或入湖处；当中小河流下游某断面至汇入上级河流或入海处的河段两岸无经济社会活动时，计算止点可向上游移至覆盖现状和规划经济社会发展区域的河道断面；
- b) 中小河流起、止点之间，主要入流河道或集水区作为区间入流；
- c) 中小河流两岸的计算范围，参照 5.2.1.3 和 5.2.3.3 确定。

5.2.5.4 中小河流上建有水库时，宜建立水库上、下游的一体化模型，并根据水库的调度规则

开展调洪演算。

5.2.5.5 洪水分析模型范围内二维网格的平均面积应不大于  $0.01 \text{ km}^2$ ，山丘区河道网格尺寸应不大于河宽的  $1/2$ ，宜在对行洪具有重要影响或重点关注区域适当加密网格。

5.2.5.6 设计工况计算方案应考虑有堤段的堤防建设情况 and 无堤段洪水量级，确定洪水分析方案。当中小河流的现状防洪工程与规划条件相比差异较大时，可考虑现状和规划两种工况。设定历史典型方案时，应选取历史上发生的典型洪涝灾害事件进行重演计算。

5.2.5.7 根据编制区域特点、结合专家经验综合确定中小河流洪水风险图编制的洪水量级，选取原则如下：

- a) 根据有堤段的堤防建设情况，宜选取现状、规划防洪标准和超规划防洪标准所对应的洪水量级，若超规划防洪标准所对应的洪水量级低于 100 年一遇，应逐次选取更高量级的洪水直至 100 年一遇洪水。应考虑遭遇超标准洪水时发生溃堤或漫溢的情形；
- b) 对于无堤防河段，宜选取 5 年、10 年、20 年、50 年和 100 年一遇等 5 个量级，以及历史最大洪水量级；
- c) 除 a) 和 b) 规定的洪水量级外，还宜选取超现状河道堤顶高程的洪水量级开展漫溢洪水方案计算，堤顶高程分别按现状堤顶高程和不计堤顶超高两种情况考虑；
- d) 可选取历史典型洪水作为洪水量级之一。

5.2.5.8 针对位于平原河网区的中小河流，当洪涝同源难以区分时，可按设计暴雨重现期、典型场次暴雨洪水或结合当地规定选取洪水量级，并根据排涝分区分布将多条河流及其影响区合并建模。

## 5.2.6 水库

5.2.6.1 水库风险图类型包括库区洪水风险图和下游影响区洪水风险图。

5.2.6.2 库区应分析水库蓄水和回水导致的洪水淹没，宜根据水库类型和规模等选择适宜的洪水分析方法，选取原则如下：

- a) 湖泊型水库或水库规模较小，可考虑水位-面积-容积-泄量关系分析，选择直接勾绘法，以坝址某特征水位，水平向库尾和水库周边延伸至地表面，所得到的封闭平面以下部分即为库区淹没范围；
- b) 河道型水库，应选择水力学法，可根据库区的地形和入库河流特点采用一维、二维耦合或二维水力学模型计算，分析入库河流回水段和库区最大淹没范围。

5.2.6.3 河道型水库库区洪水分析模型应根据水库设计洪水的干支流组合设定上边界，按水

库调度规则确定的泄洪过程设定下边界。

5.2.6.4 大坝下游影响区应分析水库泄洪、溃坝洪水的演进和淹没的过程，可根据洪水影响区域的地形和特点采用一二维耦合或二维水力学模型计算。

5.2.6.5 大坝下游影响区计算范围应考虑编制区域的自然地理、最大量级溃坝洪水、下游河道过流能力等综合因素，确定方法如下：

- a) 采用经验公式计算溃坝洪水流量衰减至下游河道安全泄量，并确定该安全泄量所对应的水位，以此作为计算范围下边界；当下游一定距离内有水库、湖泊或海域等大水体，且溃坝洪水不会造成大水体水位明显变化时，可将其作为计算范围下边界，有汛限水位的，下边界条件可取汛限水位，无汛限水位的，下边界条件可取年最高水位的多年平均值；当溃坝洪水可能引起下游水库大坝溃决时，应选择多库溃坝洪水叠加后导致的淹没范围；当溃坝洪水演进至平原地区且超过其河道堤顶高程时，需根据平原地区蓄洪能力，选择下游可安全下泄溃坝洪水的水文控制断面作为下边界位置，并以控制断面的设计洪水位作为下边界水位；
- b) 根据大坝溃决方式，计算坝址处溃决洪水最高洪水位，以该水位和下游边界水位为端点，按线性递减方式，确定河道沿程水位，将其平推至两岸所得的范围即为计算范围，如图7所示。

5.2.6.6 模型范围内的二维网格的平均面积应不大于  $0.05 \text{ km}^2$ ，宜对河道区域、地形变化较大区域根据河道宽度等适当加密网格。

5.2.6.7 水库大坝溃决方式应考虑坝型、坝基以及坝体的材料性质、结构性能等综合因素。溃口规模可分为全部溃决或局部溃决，溃决方式可分为瞬时溃决或逐渐溃决。

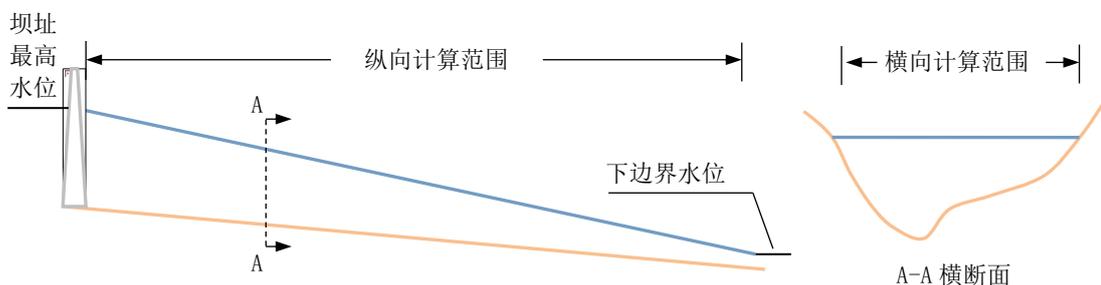


图 8 溃坝洪水计算范围示意图

5.2.6.8 重力坝、拱坝溃坝方式可采用瞬时溃决，土石坝及因滑坡或泥石流阻塞河道形成的堰塞坝溃决方式宜采用逐渐溃决，需计算溃口宽度和深度。当水库同时存在主坝、副坝时，应根据主坝副坝的坝型、坝高、坝体材料、病险及加固情况、下游保护对象重要程度等进行分析，确定主坝溃决、副坝溃决或者主坝副坝同时溃决情景。

5.2.6.9 溃坝最大流量和流量过程计算参照 SL/Z 720, SL/T 164 执行, 应根据大坝溃决方式采用适宜的公式和模型计算, 根据溃坝前的坝前水位、坝体材料等选择合适的参数。

5.2.6.10 溃坝洪水模拟的上边界条件取坝址处溃坝流量过程; 水库泄洪模拟的上边界条件取泄洪设施下泄流量过程。

5.2.6.11 水库下游河道存在串联水库时, 应根据上游水库的溃坝下泄流量, 下游水库的库容特征、初始库水位和泄水设施最大下泄流量等判断下游水库溃决的可能性, 如果上游水库溃决可能会引起下游水库溃决时, 应按串联水库叠加溃决考虑。

5.2.6.12 水库库区洪水分析方案应考虑水库设计洪水、校核洪水两个量级。

5.2.6.13 水库下游区设计工况计算方案宜考虑水库设计洪水、校核洪水及超坝顶高程洪水 3 个量级下的水库泄洪和溃坝, 确定洪水分析方案。设定历史典型方案时, 应选取历史上发生的典型场次大洪水或溃坝洪水进行重演计算。

5.2.6.14 各洪水来源的量级与过程组合方式应按如下原则确定:

- a) 当编制区域水库泄洪或溃坝洪水可能与下游区间洪水遭遇时, 宜考虑与区间洪水的关联性, 合理确定其组合方式;
- b) 无明确洪水组合方式的编制区域, 水库泄洪洪水宜基于实测水文资料, 按较可能的原则考虑与下游区间洪水的组合方式; 溃坝洪水宜比较溃坝洪峰流量、总量和下游区间洪水的相对量级, 当下游汇入的相应流量与溃坝最大流量之比小于 10%时, 可忽略区间入流。

5.2.6.15 应输出坝址处溃坝流量过程线、泄水设施下泄流量过程线。

## 6. 洪水影响分析与损失评估

### 6.1 评估指标

6.1.1 洪水影响分析指标宜包括受淹面积、耕地面积、居民地面积、交通道路长度, 受淹重要基础设施、重点单位或易爆、有毒、有害危险品工厂或仓储的数量, 淹没区人口、国内生产总值 (GDP) 等统计值。

城市洪水影响分析还宜包括受淹地下空间和主要基础设施等指标。

6.1.2 洪灾损失评估指标宜包括因洪水直接淹没造成的居民房屋及家庭财产、农林牧渔业、工业信息交通运输业、商贸服务业、水利设施和其他资产的损失。

6.1.3 作为计算结果的评估指标宜包括分淹没水深区间、分行政区级别各类影响和损失值。

### 6.2 评估方法

6.2.1 洪水影响分析方法宜采用淹没要素与承灾体等地物数据空间叠加分析和聚合统计方法。通过叠加洪水分析计算网格、行政区界和土地利用等数据，分析生成带有网格、行政单元、承灾体或土地类型信息及其拓扑关系的空间数据；通过聚合统计，基于行政区界和土地利用等地图数据、社会经济统计资料，以及计算得到的、实测或调查的历史场次洪水淹没要素值及其空间分布数据，得到分承灾体类型、分淹没特征、分行政区的多指标洪水影响结果，及其相应空间分布数据。应按下列规定执行：

- a) 各类受淹房屋数量和面积的统计通过房屋或居民地图层与洪水淹没水深分布图层叠加运算得到。可根据房屋底板高程与计算网格水位判断房屋是否进水，并确定淹没水深；
- b) 受淹交通道路长度的统计通过交通道路矢量图层与洪水淹没水深分布图层叠加运算得到。可根据路面高程与计算网格水位判断道路是否受淹，并确定淹没水深；
- c) 受淹地下空间的统计通过地下设施矢量图层与洪水淹没水深分布图层叠加运算得到。应根据地下空间进出口高程与计算网格水位判断地下设施是否受淹。
- d) 淹没区人口的统计可通过受淹居民地面积与相应居民地的人口密度相乘得到；
- e) 蓄滞洪区计算居民地的人口密度宜依据蓄滞洪区人口调查登记数据计算得到；
- f) 淹没区 GDP 可根据某行政区淹没区人口与该行政区的人均 GDP 相乘计算或根据不同行政单元受淹面积与该行政区单位面积上的 GDP 值相乘得到。

6.2.2 洪灾损失评估方法宜采用损失率法。通过调查统计、理论分析、物理实验、专家咨询等，建立承灾体损失率与洪水淹没要素等级之间关系。基于洪水影响分析结果，统计不同淹没要素等级下的不同类型承灾体价值。进一步依据损失率参数，计算不同类型受淹承灾体的损失。根据所属行政区关系或空间聚合统计，输出分承灾体类型、分淹没特征、分行政区的多指标洪灾损失结果及其相应空间分布。

### 6.3 模型构建

6.3.1 模型构建范围原则上应不小于洪水分析计算范围，所涉建模范围的行政区图层应保证其边界的完整性。

6.3.2 各类空间数据应进行空间拓扑检查并更正拓扑错误，确保不存在未闭合、缝隙、重叠、自相交等拓扑错误。

6.3.3 各类空间数据应定义正确的投影坐标系，并与洪水分析网格图层的投影坐标系保持一致。

6.3.4 行政区划图层中的行政单元应包括乡镇或街道及以上级别行政区边界和隶属关系，其

名称代码宜与国家统计部门发布的区划编码标准一致。

6.3.5 土地利用应明确表征编制范围的土地利用/覆盖类型及分布。

6.3.6 承灾体地图数据属性内容应明确说明地物类型、等级等信息。

6.3.7 交通道路等线状承灾体对象宜通过实地勘察或基于影像资料，将同一条道路不同行进方向的双线道路合并为单线道路进行评估。

6.3.8 对于可能存在重叠的重点单位等点状承灾体对象，应通过实地勘察或基于影像资料，具体分析其是否需要进行合并，删除冗余数据。

6.3.9 需通过空间展布建立社会经济统计数据与行政区划、土地利用数据或承灾体对象的空间关联，以保证社会经济数据在空间分布上的合理性。

蓄滞洪区社会经济数据空间展布需综合蓄滞洪区所在行政区社会经济统计数据、蓄滞洪区人口资产调查登记数据以及土地利用数据开展。

6.3.10 洪水分析计算网格属性指标应包括网格编号、网格最大淹没水深、网格淹没历时、网格最大流速等。

6.3.11 损失率参数确定的要求如下：

- a) 应结合当地洪水特点、资产和经济活动类型与特征、社会经济资料情况，以及历史场次洪灾损失调查统计、保险理赔资料等合理确定河道洪水、暴雨内涝、风暴潮洪水、蓄滞洪区分洪、水库溃坝或泄洪等不同洪水类型的承灾体损失率与洪水淹没要素之间的关系，或通过理论分析、物理实验、专家经验等方式综合确定承灾体损失率与洪水淹没要素之间的关系，应能客观真实反映当地承灾体脆弱性特点；
- b) 有分类资产历史场次洪灾损失调查资料或保险理赔数据的区域，应采用历史场次洪水发生当年的社会经济统计数据和土地利用数据进行损失率的验证。无验证资料的区域，可在类比分析基础上，参考选用类似区域的损失率。

## 6.4 方案设定

6.4.1 洪水影响分析与损失评估的计算方案应与洪水分析方案保持一致。

6.4.2 应根据计算方案洪水类型确定适合该方案的损失率参数。

## 6.5 合理性分析

6.5.1 应参考当地社会经济状况、淹没区资产承灾特性，对比当地或类似地区相当量级的历史洪灾调查统计数据、已开展洪水风险图编制或相关分析成果指标等，进行结果合理性分析。

6.5.2 宜从总量值、分类承灾体量值、分行政区量值等方面分析洪水影响分析与损失评估结果

是否合理。

6.5.3 对于历史运用过的蓄滞洪区，宜依据蓄滞洪区人口财产登记、历史运用洪灾损失核查和补偿数据，开展承灾体损失率参数的验证及洪水影响分析与损失评估结果的合理性分析。

## 6.6 模型成果

6.6.1 洪水影响分析与损失评估模型类成果应包括模型引擎、配套数据与模型说明文档。

6.6.2 模型成果应能通过第三方程序调用或独立完成任意方案的洪水影响分析与损失评估计算，并可以完整、一致复现各编制方案的分析评估过程与结果。

6.6.3 模型引擎以编译后的可执行程序、可供调用的程序文件包或可调用的 Web 服务接口实现。

6.6.4 模型配套数据包括输入数据、计算参数、输出数据等，要求如下：

- a) 输入数据宜包括：行政区划、承灾体地物、土地利用、模型计算网格、水深历时等淹没分布、社会经济统计等数据文件或数据库，或各类空间数据的拓扑关系数据集。
- b) 计算参数宜包括：损失率、社会经济空间差异性指标、基础设施造价等数据文件或数据库。
- c) 输出数据宜包括：分淹没特征分行政区受影响指标、分淹没特征分行政区损失指标等，其形式宜为数据文件或数据库。

6.6.5 模型说明文档应说明模型开发单位、版本号、开发语言等基本信息，以及运行环境，安装部署方式，第三方程序调用模型的方式、格式，输入、输出数据的内容、格式等。

## 7. 避洪转移分析

### 7.1 分析方法

7.1.1 避洪转移分析宜基于洪水分析计算成果，利用洪水淹没范围与行政区划及居民地空间叠加，确定避洪单元；根据淹没水深与流速分布等，确定就地避洪与转移安置方式，合理选择安置点；依据洪水到达时间，确定转移批次；利用交通路网数据，开展路径分析，确定转移路线。

7.1.2 避洪转移分析应符合有关防御洪水方案、防洪预案和蓄滞洪区运用预案的要求，应注重实用性和可操作性。

### 7.2 模型构建

7.2.1 避洪转移分析模型构建包括危险区与避洪单元确定、避洪方式选择、安置点选择、转移方向/路线确定、转移批次确定等内容。

### 7.2.2 危险区与避洪单元确定应符合以下要求：

- a) 危险区宜根据洪水分析中最大量级洪水可能淹没的范围确定。有堤防保护且堤防可能溃决的区域，可针对最大量级洪水下，堤防不同位置溃决淹没情景，确定相应的危险区；
- b) 有多个洪水来源的编制区域，危险区范围应针对不同洪水来源分别确定；
- c) 避洪单元宜不大于乡镇或街道，危险区面积小于 100 km<sup>2</sup> 的，避洪单元宜不大于行政村或社区；
- d) 对于蓄滞洪区和行洪区，避洪单元宜不大于行政村或社区，也可以根据蓄滞洪区和行洪区的实际情况，最小避洪单元选择为自然村或居民点，或蓄滞洪区和行洪区已有自行划定的避洪转移单元。
- e) 避洪方式分为就地避洪和转移安置两类。对于水深大于 1.0 m 或流速大于 0.5 m/s 的避洪单元，宜采取转移安置方式，水深、流速阈值可视情况调整；
- f) 采取转移安置和就地避洪的人口数量及分布，可通过避洪单元空间分布、避洪单元人口统计数据以及危险区内洪水淹没要素分布等分析确定。

### 7.2.3 安置点选择应符合以下要求：

- a) 宜选择非洪水危险区内的应急避难场所或学校、广场、公园等空旷公共区域或高地等作为安置点；
- b) 无安置预案的区域，应根据转移人口数量，按照安全、就近和充分容纳转移人口的原则，并兼顾行政隶属关系选择安置点；
- c) 有安置预案的区域，应选择预案设定的安置点，若预案设定的安置点位于危险区内或容量不足时，参照本节 a) 规定调整或增加安置点；
- d) 根据避洪单元分布、避洪单元人口、安置点分布和安置点容纳能力，参照已有安置预案，综合分析确定避洪单元与安置点对应关系。

### 7.2.4 转移方向或路线确定应符合以下要求：

- a) 无转移安置预案的，应利用路网数据，进行路径分析，确定转移路线；
- b) 有转移安置预案的，应选择预案设定的转移路线，若预案没有设定转移路线或设定的转移路线存在影响道路通行的，参照本节 a) 规定确定转移路线；
- c) 在确定转移路线后，应进一步明确避洪单元、安置点和转移路线之间的对应关系。

### 7.2.5 分批转移应符合以下要求：

- a) 针对洪水前锋演进时间较长、转移人数较多、危险区范围较大的洪水，可采取分批

转移方式；

- b) 转移批次分区考虑避洪单元分布情况，按照洪水到达时间划分，宜取洪水到达时间小于 24 h 的区域为第一批转移区，其他为第二批转移区。

### 7.3 方案设定

7.3.1 对于防洪（潮）保护区或中小河流，避洪转移分析方案设定应符合以下要求：

- a) 每一个编制对象应采用所有洪水分析方案的淹没包络作为一个基本方案开展避洪转移分析；
- b) 其他各洪水分析方案的避洪转移分析，可根据需要分别开展。

7.3.2 对于整体运用的蓄滞洪区或行洪区宜采用所有洪水分析方案的淹没范围包络开展避洪转移分析；对于分区运用的蓄滞洪区，应对各分区的所有洪水分析方案的淹没范围包络分别开展避洪转移分析。

7.3.3 对于水库库区宜采用所有洪水分析方案的淹没范围包络开展避洪转移分析；对于水库下游区，宜按水库泄洪最大洪水量级计算方案和溃坝最大洪水量级计算方案分别开展避洪转移分析；其他各洪水分析方案的避洪转移分析，可根据需要分别开展。

### 7.4 合理性分析

7.4.1 应通过现场踏勘、核查、走访、讨论等方式检查避洪转移分析结果的合理性和可行性，包括安置点是否存在，容量是否满足，转移路线是否跨河或转移距离是否过长等。

7.4.2 有历史洪水避洪转移实践的区域，应参照当地行之有效的避洪方式，对避洪转移分析结果进行合理化调整。

### 7.5 模型成果

7.5.1 避洪转移分析模型成果应包括模型引擎、配套数据以及模型使用说明文档等。

7.5.2 模型引擎可以是编译后的可执行程序、可供调用的程序文件包、库或可调用的 Web 服务接口。

7.5.3 通过第三程序调用模型引擎，应能独立、正确完成避洪转移分析计算。

7.5.4 模型配套数据包括输入数据、计算参数以及输出数据等，要求如下：

- a) 输入数据宜包括：行政区划、居民地、洪水分析模型计算网格结果、社会经济统计、交通道路、安置点等数据文件或数据库。
- b) 计算参数宜包括：确定转移范围的水深历时流速等阈值指标、转移交通方式、天气状况等参数的数据文件或数据库。

c) 输出数据宜包括：避洪转移安置方案、转移路径等，其形式宜为数据文件或数据库。

7.5.5 模型说明文档应说明模型开发单位、版本号、开发语言等基本信息，以及运行环境，安装部署方式，第三程序调用模型的方式，输入、输出数据的内容与格式等。

## 8. 洪水风险图成图

### 8.1 命名规则

8.1.1 基本洪水风险图命名规则为：**【流域名称】**或**【行政区名称】**+**【编制区名称】**+**【洪水计算方案名称】**+**【洪水风险图类型】**，其中：洪水风险图类型包括淹没范围图、淹没水深图、到达时间图、淹没历时图、洪水流速图等；编制区域类型包括防洪（潮）保护区、蓄滞洪区、行洪区、城市、中小河流和水库。

8.1.2 避洪转移图命名规则为：**【流域名称】**或**【行政区名称】**+**【编制区名称】**+**【方案名称】**+避洪转移图。

### 8.2 成图信息

8.2.1 洪水风险图应显示基础地理信息、水利工程信息、洪水风险要素及其他相关信息。具体要求如下：

- a) 基础地理信息上图内容宜包括行政区界、居民地、主要河流、湖泊、主要交通道路、桥梁、医院、学校以及供水、供气、输变电等基础设施等。基础地理信息上图内容的选取应综合考虑地图内容统一、地图负载量和其要素密度。在小于 1:25 万等小比例尺情况下，宜优先显示行政区界、乡镇级及以上居民地、主要河流、湖泊、主要交通道路等，如要素过于稀疏，则考虑适当增加重要桥梁、医院、学校等，在大比例尺情况下，宜增加显示行政村或自然村名以及桥梁、医院、学校、供水、供气、输变电等基础设施符号；
- b) 水利工程信息上图内容宜包括水文测站、水库、堤防、跨河工程、水闸、泵站等工程信息。水利工程信息上图内容的选取应综合考虑地图内容统一、地图负载量和水利工程要素密度。在小于 1:25 万等小比例尺情况下，宜显示大中型水利工程，且以点状或线状符号进行显示，在大比例尺情况下，宜增加显示中小型水利工程，以面状符号显示水库等水利工程；
- c) 洪水风险要素上图内容宜包括淹没范围、淹没水深、到达时间、淹没历时、洪水流速、洪水损失等；
- d) 其他相关信息上图内容宜包括方案说明，洪水淹没区内的人口和资产、土地利用等社

会经济特征的空间分布信息，以及反映防洪措施特征或与洪水风险的产生、计算、管理相关的延伸信息；

- e) 图中应避免表现与洪水风险要素信息解读无关的信息。

8.2.2 避洪转移图应显示基础地理信息、洪水淹没特征信息、避洪转移信息、安全设施信息、重要水利工程信息及有关辅助信息。具体要求如下：

- a) 基础地理信息上图内容宜包括行政区界、居民地、主要河流、湖泊、主要交通道路、桥梁、医院、学校及可辟为临时避难场所的公园、运动场等。基础地理信息的选取应综合考虑地图内容统一和地图负载量，根据基础地理要素密度适当调整上图内容。在小于 1:25 万等小比例尺情况下，宜优先显示行政区界、乡镇级及以上居民地、主要河流、湖泊、主要交通道路等，如要素过于稀疏，则考虑适当增加重要桥梁、医院、学校等，在大比例尺情况下，宜增加显示村级地名、桥梁、医院、学校及可辟为临时避难场所的公园、运动场等；
- b) 洪水淹没特征信息上图内容宜包括洪水淹没范围及淹没水深、溃决或分洪口门分布等；
- c) 避洪转移信息上图内容宜包括危险区范围、避洪单元、点状安置点、面状安置点、转移方向或路线、转移批次，以及滑坡、泥石流、中断桥梁、积水点等沿途危险点等；
- d) 安全设施信息上图内容宜包括安全区、庄台、安全台、避水楼等；
- e) 重要水利工程信息上图内容宜包括堤防、相关水库、蓄滞洪区、跨河工程等；
- f) 辅助信息上图内容宜包括转移～安置对应关系附表、转移安置统计信息和转移安置说明等。转移～安置对应关系附表内容包括避洪单元名称、所属乡镇、转移人数、安置点名称、安置人数等，并应有转移路线；转移安置统计信息包括避洪单元个数、转移人数、最大转移距离、安置点个数、就地避洪人数等；转移安置说明根据实际情况填写洪水量级、洪水淹没范围面积、转移安置要点等。

8.2.3 地图数学基础要求如下：

- a) 坐标系采用 2000 国家大地坐标系（CGCS2000），高程基准采用 1985 国家高程基准；
- b) 1:5 000、1:10 000 比例尺地图，采用高斯-克吕格投影，3° 分带；1:25 000 至 1:500 000 比例尺地图，采用高斯-克吕格投影，6° 分带；1:1 000 000 及以下比例尺地图，采用正轴等角圆锥投影；
- c) 各地可根据实际应用需要将洪水风险图从上述坐标系或高程基准转换为当地常用的坐标系和高程基准。

### 8.3 成图图式

8.3.1 基础地理要素图式应符合相应比例尺的国家基本比例尺地形图图式。

8.3.2 水利工程要素图式要求如下：

- a) 制图比例尺接近 1:50 000 时，水利工程专题要素应符合 SL 73.7 的规定；
- b) 其他情况下，可根据制图比例尺对符号大小进行适当调整，宜保留符号的形状、颜色等属性，符号尺寸的设置应显示清晰、大小适度、整体协调。

8.3.3 洪水淹没要素图式要求如下：

- a) 河道洪水、风暴潮淹没水深图的水深区间宜取 0.05 m~0.5 m、0.5 m（含）~1.0 m、1.0 m（含）~2.0 m、2.0 m（含）~3.0 m 和大于等于 3.0 m，农田内涝淹没水深图的水深区间宜取“农作物内涝起始水深值”~0.5 m、0.5 m（含）~1.0 m、1.0 m（含）~2.0 m、2.0 m（含）~3.0 m 和大于等于 3.0 m，城市暴雨内涝淹没水深图的水深区间宜取 0.05 m~0.15 m、0.15 m（含）~0.3 m、0.3 m（含）~0.5 m、0.5 m（含）~1.0 m 和大于等于 1.0 m，用浅蓝偏紫至深蓝偏紫色系面状充填表示不同水深区间，可在淹没水深图中添加到达时间与最大流速信息，到达时间以橙色等值线方式表达，流速以特征点数值标注方式表达；
- b) 淹没历时图的淹没历时区间宜取小于 12 h、12 h（含）~24 h、1 d（含）~3 d、3 d（含）~7 d 和大于等于 7 d，城市暴雨内涝的淹没历时区间宜取小于 1 h、1 h（含）~3 h、3 h（含）~6 h、6 h（含）~12 h 和大于等于 12 h，用浅棕至深棕色系面状充填表示不同淹没历时区间，淹没历时较长的编制单元宜将大于等于 7 d 增加为 7 d（含）~15 d、15 d（含）~30 d、大于等于 30 d；
- c) 到达时间图的到达时间区间宜取小于 3 h、3 h（含）~6 h、6 h（含）~24 h、24 h（含）~2 d 和大于等于 2d，用浅橙红至饱和橙红色系面状充填表示不同到达时间区间，到达时间较长的编制单元宜将大于等于 2 d 增加为 2 d（含）~5 d、大于等于 5 d；
- d) 洪水流速采用符号和文字组合方式进行表达；
- e) 淹没范围图中，用深蓝至浅蓝色系面状充填表示从小到大不同量级洪水淹没范围；
- f) 可根据洪水风险图类型和实际应用需要调整各专题要素的划分区间，但区间数及各要素的充填色系应与以上要求一致。

8.3.4 避洪转移要素图式要求如下：

- a) 依地图比例尺及数据情况，参照 SL 73.7，将行政区界、居民地、主要河流、湖泊、主要交通道路、桥梁等基础地理要素作为辅助背景图层，以浅灰色系简化标示；

- b) 以淹没水深分布表示危险区范围，淹没水深取小于 0.5 m、0.5 m（含）～1.5 m 和大于等于 1.5 m 等 3 个区间，分别对应儿童基本安全、危及儿童安全和危及成人安全的水深区间；
- c) 依地图比例尺及数据情况将避洪单元、安置点（包括转移安置和就地避洪）分别用相应的点状或面状符号表示；
- d) 转移方向和转移路线分别采用带指示箭头的弧状曲线或沿道路方向的折线符号表示；
- e) 转移批次划分区间为 0 h（含）～12 h，12 h（含）～24 h 和大于等于 24 h。各转移批次范围内包含居民点数据时，可按照普通居民点符号标出，并标注居民点名称；
- f) 沿程危险点根据实际情况添加，并用文字说明危险类型；
- g) 转移～安置对应关系附表添加在图中空白区域，图面空间不够时则附于图幅背面；
- h) 当其他图形要素的符号或注记影响到避洪转移主题符号或注记的表达时，应采取避让或弱化等调整手段，确保避洪转移信息清晰突出。

各类风险要素图式参见附录 A。

#### 8.4 地图版面布局

8.4.1 洪水淹没要素图形对象应居中，按照美观、简洁、和谐的原则设置，可通过符号大小、颜色、文字标注等突出相关水利工程和重点保护对象。

8.4.2 图中应明确标示风险图图名、指北针、图例、风险图编制单位、风险图编制日期等辅助信息以及与风险图编制相关的洪水方案说明、洪水计算条件、洪水风险信息等相关图表或文字性说明，文字或表格应简洁、准确、突出重点。

8.4.3 风险图图名应遵循命名规则，图名置于图框上边界之外。

8.4.4 指北针应为黑白色，形态简明朴素，置于图幅右上角，大小可根据图面尺寸确定。

8.4.5 图例宜置于图幅右下角，布置顺序从左至右，自上而下依次为点状图例、线状图例、面状图例。

8.4.6 风险图编制单位、编制日期等辅助信息应以文字方式表达，置于图框下边界之上。

8.4.7 洪水计算方案说明应以文字方式描述当前洪水计算方案下的洪水量级、暴雨量级、溃口信息、分洪信息、整体淹没情况等，置于指北针正下方。

8.4.8 洪水风险信息宜以文字形式对洪水造成的总体影响和损失予以表达，原则上置于方案说明正下方；结合图幅布局，可适当调整洪水风险信息位置。

8.4.9 应以流量过程线、暴雨过程线、水位—流量关系、水位过程线或潮位过程线等插图形式

表达模型的边界条件、溃口处或特征点的模拟结果，将插图置于图框内不影响地图信息表达的部位。

8.4.10 对应于用图件表达的洪水风险要素，应以附表形式表达该风险要素不同等级区间的洪水影响分析和损失评估结果，将附表置于图框内不影响地图信息表达的部位。宜根据不同级别的淹没水深、淹没历时、到达时间分别统计淹没面积、影响人口、GDP 损失等信息。图件中的洪水风险要素附表应与图件所表达的风险要素对应，在淹没水深图中宜为不同级别淹没水深的淹没面积、影响人口、行政村及以上行政区、重要基础设施、重点单位等统计信息，在淹没历时图中宜为不同级别淹没历时的淹没面积、影响人口等统计信息，在到达时间图中宜为不同级别到达时间的影响人口、行政村及以上行政区、重要基础设施、重点单位等统计信息。

8.4.11 基本洪水风险图图幅宜采用 A0、A3、1:50 000 标准分幅 3 种规格，1:50 000 标准分幅图面配置参照 1:50 000 地形图图面配置。避洪转移图图幅以 A0 图幅为主，A3 图幅为辅。对于狭长型编制区域，若上述 3 种规格难以清晰表达洪水风险信息，应增加受淹区域的局部放大图。

洪水风险图例图参见附录 B。

## 8.5 成图类成果

8.5.1 成图类成果宜包括矢量电子地图、图件成果、风险图应用业务相关数据 3 类。

8.5.1.1 矢量电子地图，宜包括图层和配图文件。图层为 shp 格式的图层文件，配图文件包含图层组织、显示比例尺、图例样式等。

8.5.1.2 成果图件宜包括淹没范围、淹没水深、淹没历时、到达时间和避洪转移图等成果图，格式为 jpg 和 pdf 两种格式。

8.5.1.3 风险图应用业务相关数据宜包括查询业务支撑数据、淹没过程动态展示支撑数据、影响分析支撑数据、避洪转移展示支持数据。

8.5.2 信息化系统中展示洪水风险图宜符合如下要求：

- a) 展示的信息和图式要求分别参照 8.2 和 8.3，信息布局参考 8.4；
- b) 应考虑多比例尺显示，宜至少包含以下几种比例尺：制图范围全图显示对应比例尺、1:50 000、1:10 000、1:5 000；
- c) 点状图式符号应按固定尺寸显示，线状要素可根据显示要求调整宽度；
- d) 符号展示效果应考虑二维地图、地形图、遥感影像图 3 种背景下的显示效果，文字和图式符号可采用描边等方法；

- e) 应设置适宜步长，可清晰表达洪水动态演进过程；
- f) 宜采用分层显示控制，背景地图应可切换遥感图、地形图等作为底图；
- g) 应考虑与数字孪生平台或业务平台集成要求共享、兼容。需符合数字孪生水利对数据标准、可视化展示等方面的相关要求。

## 9. 可变条件洪水风险推演

### 9.1 一般规定

9.1.1 可变条件洪水风险推演是根据流域、区域或地方各级行政区防汛决策支持信息的需求，确定适宜的洪水推演区域、河段或单元，针对洪水防御工作中的各类场景，以及相关雨情、水情、工情、险情、调度、应急响应和下垫面等可变条件，对未来可能的洪水淹没状况、洪水影响状况、应急响应效果的实时推演和动态展示。

9.1.2 可变条件洪水风险推演通过构建洪水风险实时推演与动态展示系统予以实现。

9.1.3 洪水风险实时推演与动态展示系统宜支持耦合建模、场景构建、人机交互、滚动分析、快速计算、动态展示等支撑防汛决策业务的要求，实现如下主要功能：

- a) 新建或整合完善现有模型，形成流域、区域或地方各级行政区的洪水风险分析模型平台，实现模型与计算资源的调度管理；
- b) 获取或输入实时、预报或预设的降雨、水文、潮位、防洪排涝工程调度运行等数据，并快速生成模型计算边界条件；
- c) 模拟、展示河道洪水、暴雨内涝和风暴潮洪水淹没过程；
- d) 模拟、展示工程可能的失事情景下，如决堤、漫堤、溃坝洪水的演进淹没过程；
- e) 模拟、展示采取不同的水库、蓄滞洪区、分洪道、闸泵等工程调度方案下，洪水可能的演进淹没过程；
- f) 模拟、展示应急抢险措施，如堤防加高、新筑防线、主动弃守、洪涝水应急抽排等实施后的洪水演进过程及效果；
- g) 评估统计上述各种情景下，淹没区内人口和重点保护对象的受淹情况；
- h) 分析淹没区内需避洪转移人员数量及分布；
- i) 利用淹没水深、流速、受影响人口、受淹保护对象等各类洪水风险信息，辅助生成洪水风险推演简报。

9.1.4 可变条件洪水风险推演宜采用高性能计算、云计算、数字孪生等技术。

### 9.2 条件设定及要求

9.2.1 洪水风险图编制模型若未覆盖推演目标区域，需新建洪水分析模型，模型的构建应参考第5章的要求，可对洪水来源、基础资料精度、模型计算范围和网格剖分、上下游边界条件、工程和构筑物等适当简化考虑。具体如下：

9.2.1.1 经分析判断，若支流河道、区间入流等对场次洪水发展过程影响较小，并且缺乏预报或实测资料时，模拟计算时可不考虑该洪源。当某种洪源在洪水发展中占有主导地位，其他洪源影响相对较小时，可只模拟处主导地位的洪源影响，原则如下：

- a) 防洪（潮）保护区发生大规模堤防溃决、漫溢时，可不考虑保护区当地洪水引起的洪水淹没；
- b) 城市区域发生外河堤防溃决时，可不考虑区间内涝与排水管网排水；
- c) 蓄滞洪区分洪运用后，可不考虑区内河道洪水。

9.2.1.2 临时应急构建洪水分析模型时，可适当放宽所采用的基础资料精度，并优先获取高程数据、对洪水演进有较大影响的阻水、导水构筑物及水文实测和预报数据。

9.2.1.3 二维水力学模型网格剖分时，宜结合洪源类型考虑主要阻水或导水建筑物和相对于模拟区具有一定规模的蓄水设施。二维水力学模型网格尺寸宜以提高洪水模拟计算速度为原则，在能够反映洪水基本特征的情况下，可根据模拟区域面积，考虑区域洪水时长特点，参考5.2节要求适当调整和粗化网格尺寸。

9.2.1.4 上下游边界位置和边界条件的选取应参考5.1.2.4、5.1.2.5、5.1.2.6和5.2.1.4的要求执行。选择水位-流量关系作为下边界条件的，推演实际洪水时应根据洪水量级选择适当的关系曲线。

9.2.1.5 模型中各类应急响应措施应根据其作用概化为堤、闸、泵、涵、管、堰、口门等。模型除应满足5.1.2.7、5.1.2.8、5.1.2.9、5.1.2.10和5.1.2.11等要求之外，还应具备如下模拟功能：

- a) 宜涵盖闸门类工程的主要结构类型和调度方式，调度规则宜包括按水位、流量、时间、上下游水位差、洪量等控制方式；
- b) 宜将拟筑工程防线等概化为线性建筑物，以线性建筑物的高程反映工程防线的防洪挡水作用；
- c) 宜按功率、水位、流量、时间、上下游水位差、洪量等方式模拟泵站的排水作用；
- d) 应具备任意设置溃口位置、形态、尺度和模拟溃口溃决发展过程和堵口合龙过程的功能，并具备按照水位、流量、时刻或上下游水位差等设定溃决时机的功能。

9.2.2 可变条件洪水风险推演可通过集成耦合多个不同类型单元的洪水风险分析模型构建区

域、流域模型来实现，耦合方法包括整体耦合与松散耦合。

9.2.2.1 不同单元可根据上下游、左右岸关系采用纵向、侧向连接的耦合方式构建整体模型。

- a) 纵向连接用来描述在河道两端处上下游连接或水流漫堤流入地表或湖泊的过程，连接处水流的方向与河道内水流的方向一致，宜根据水位的状态，通过互相提供边界的方式进行模型的水量交换。
- b) 侧向连接用来描述在河道堤岸两侧水流漫出或流入河道的双向水流过程，流量计算宜采用堰流公式。
- c) 耦合模型的时间同步方式包括在每个计算时间步结束时进行水量交换，设定固定的时间同步间隔，在计算时长达到设定的间隔时进行水量交换。

9.2.2.2 对多个不同区域的洪水风险分析模型也可以采用松散耦合方式实现，对于算法原理不同的模型推荐采用松散耦合。

- a) 松散耦合方法是在不改变模型拓扑结构数据的基础上，根据模型区域上下游、左右岸关系或防洪工程调度运行先后关系，以及不同模型输入、输出数据的依赖关系，通过模型串、并行计算完成耦合。
- b) 对存在上下游或防洪工程调度运行先后关系的模型，应建立模型计算顺序表，明确模型计算优先级和依赖关系。其中，优先级宜分为1~3级，1级为最优先，最大不宜超过3级。
- c) 存在左右岸关系的模型，应先判定洪水量级是否超过两岸设防标准。如果超过设防标准，宜考虑整体耦合模式。如不存在同时超过两岸设防标准的情况，则可考虑模型左右岸计算先后关系，如左右两岸溃口先后溃决等情况，或优先计算设防标准较低一侧模型。
- d) 任意可变条件洪水风险推演，耦合模型计算总时长应满足 9.2.13 中关于计算速度的规定。
- e) 为控制耦合模型计算总时长，可通过构建水文模型为水力学模型提供输入边界，有效减小优先级数。
- f) 松散耦合应以计算顺序表中优先级最低的水力学模型计算完成作为耦合模型计算结束。

9.2.3 可变条件洪水风险推演应根据推演分析区域大小、特征和所耦合构建模型结构复杂度，制定相应的模型调度策略，通过开发相关平台软件实现模型的调度管理。

9.2.3.1 应综合每个计算方案优先级、计算用时和占用资源情况合理调度其计算顺序，并具备人工交互式管理功能。

- 9.2.3.2 应监控计算方案状态、已用时长等信息。
- 9.2.3.3 应根据模型的需求合理分配资源，实现资源和方案的动态弹性匹配，确保所有计算资源负载均衡。
- 9.2.3.4 宜具备动态管理扩展计算资源的能力。
- 9.2.3.5 应提供模型输入输出数据的下载或访问查询接口。
- 9.2.3.6 宜记录模型运行的详细日志，包括模型的启动时间、结束时间、运行过程中的异常信息等。
- 9.2.4 系统应具备获取边界位置的实测和预报流量、水位、潮位过程、区域实测和预报雨量过程、防洪工程运行监控和调度过程数据，以及生成模型边界条件的功能。生成模型边界条件前，应对不符合模型运行要求的数据进行分析处理，包括下列内容：
- a) 清洗异常值；
  - b) 选取合适的插值方法，插补过程序列中的空缺值；
  - c) 由点雨量生成面雨量过程的空间分布；
  - d) 由降雨推求入流边界的流量过程；
  - e) 必要时可对数据进行平滑处理。
- 9.2.5 应模拟分析不同场景下河道洪水演进过程，包括主要控制断面或任意断面的水位过程、流量过程、流速过程，最大流量、最高水位和峰现时间等。
- 9.2.6 应模拟分析不同场景下受淹区域的淹没过程，包括淹没范围、最大淹没水深分布、洪水到达时间分布，网格单元的水深、水位、流速等淹没过程数据。
- 9.2.7 应模拟分析防洪排涝及应急抢险工程的上下游水位过程，各类分洪设施和溃口等的流量过程、水位过程和过流总量等。
- 9.2.8 城市区域还宜模拟分析道路的积水及退水过程、各路段最大积水深等。
- 9.2.9 蓄滞洪区还应模拟分析进洪流量过程、水位-面积-容积关系、退洪过程和退洪时间、蓄滞洪总量等。
- 9.2.10 应分析、统计、评估淹没区内受影响人口和重点保护对象、重要基础设施、重点单位的受淹情况，对于蓄滞洪区应根据推演目标需求和基础资料完善程度等选取合适指标开展直接经济损失评估。人口聚集地的重点保护对象受淹情况宜细化至行政村。
- 9.2.11 根据受淹区洪水风险信息、各居民点居住人口等资料分析需避险转移人口数量、转移路线、安置点分布及安置人数等。
- 9.2.12 具备条件时应预先对耦合模型进行率定验证，模型的率定验证精度以满足推演区域或

河段防汛应急需要为标准。率定验证困难的，可预设各种可能的来水情景，运行模型开展洪水推演，分析判断计算结果的合理性。

9.2.13 单个方案可变条件洪水风险推演计算过程，包括洪水分析、洪水影响分析、避洪转移分析计算，以及计算结果后处理等，最大耗时根据推演区域应急响应行动所需提前量确定，不宜超过 20 min。其中，洪水分析用时不宜超过 15 min，洪水影响分析、避洪转移分析不宜超过 5 min。

### 9.3 成果展示

9.3.1 应在展示界面中实现可变条件修改，包括雨水潮边界条件、工程调度、溃口位置及其参数、临时工程防线位置及参数、下垫面关键参数、输出结果时间步长等。修改方式可根据数据条件和参数特点综合采用自动接入、手工导入或界面编辑设定等。

9.3.2 成果展示内容宜包括洪水淹没、洪水影响、应急抢险措施及效果、避洪转移等信息。

- a) 洪水淹没信息宜包括溃决、漫溢、淹没区桥涵过流、人为扒口等位置的洪水特征信息，淹没范围、淹没水深、流速、洪水到达时间和淹没历时等。
- b) 洪水影响信息宜包括淹没范围内居民地、耕地、基础设施、重点防护对象的分布，以及淹没面积、受影响人口数量、受淹耕地面积，受淹重要基础设施与重点防护对象清单等统计信息。
- c) 应急抢险信息宜包括子堤顶高程和横断面等规模属性、拟筑防线线路及规模属性、堵口方案、扒口位置、应急抽排能力等信息。
- d) 避洪转移信息宜包括转移单元及人数、转移路线或方向、安置点分布及安置人数等信息。
- e) 洪水期间，对于可能受淹区域内的重要基础设施，宜充分结合遥感影像分析、设计资料对比分析、现场勘察上报等手段，确认其受淹、受冲击情况。

9.3.3 成果宜综合运用二维地图、三维场景、图表等方式随洪水演进过程逐时刻展示。水利对象的图式表达应符合行业规范和惯例。

- a) 洪水淹没信息可根据水深、到达时间、淹没历时采用不同颜色进行展示，淹没面宜采用半透明的面图形方式进行展示。
- b) 重要基础设施、重点防护对象等对象采用符合标准规范的点、线或面符号展示。
- c) 洪水影响信息宜采用图、表方式进行展示。其受淹影响程度以等级化方式表达，最大等级数不宜超过 4 级。

d) 应设置图层显示比例尺, 综合考虑信息丰富度、专业需求及界面美观度。

9.3.4 应综合运用并行计算、异步加载、数据概化等技术提高地图渲染效率。推演计算范围网格数量超过百万量级的, 宜通过数据概化优先生成小比例尺, 覆盖最大淹没范围的淹没水深等值面数据展示。洪水分析模型计算时长超过 3 min 的, 宜实现异步加载, 监控并立即处理洪水分析模型推演中间结果, 处理完成后即加载展示。

9.3.5 不同类型的信息宜分窗口展示。

9.3.6 模型计算完成后计算结果在推演平台中的渲染时间应小于 10 s。

9.3.7 成果展示模块宜包含在线制图、自动生成简报等功能。

附录 A  
(规范性)  
洪水风险要素图式

### A.1 进水口要素

进水口要素图示执行表 A.1 的规定。

表 A.1 进水口要素图式

要素类型		符号	备注
点 状	溃口		-
	闸		-
	口门		-
线 状	漫溢		线条沿着堤防表示，中间加文字注记
	溃决		大型溃决，线条沿着堤防表示，中间加文字注记

### A.2 淹没水深

洪水淹没水深区间和洪水淹没水深图图式执行表 A.2 的规定，城市按照相应区间对应。

表 A.2 洪水淹没水深图式

淹没水深区间	参数设置
<0.5m	 R:179    C:30 G:204    M:20 B:255    Y:0 K:0
0.5m (含) ~1.0m	 R:128    C:50 G:153    M:40 B:255    Y:0 K:0
1.0m (含) ~2.0m	 R:89    C:65 G:128    M:50 B:255    Y:0 K:0

表 A.2 洪水淹没水深图式 (续)

淹没水深区间	参数设置			
2.0m (含) ~3.0m		R:38 G:115 B:242	C:80 M:50 Y:0 K:5	
≥3.0m		R:0 G:77 B:204	C:80 M:50 Y:0 K:20	

## A.3 洪水淹没历时

洪水淹没历时图以淹没历时区间面表示。洪水淹没历时区间和洪水淹没历时图图式执行表 A.3 的规定，城市按照相应区间对应。

表 A.3 洪水淹没历时图式

淹没历时区间	参数设置			
<12h		R:242 G:224 B:179	C:5 M:12 Y:30 K:0	
12h (含) ~24h		R:224 G:204 B:133	C:12 M:20 Y:48 K:0	
1d (含) ~3d		R:195 G:160 B:70	C:23 M:37 Y:72 K:0	
3d (含) ~7d		R:153 G:120 B:25	C:40 M:53 Y:90 K:0	
7d (含) ~15d		R:122 G:90 B:13	C:52 M:65 Y:95 K:0	
15d (含) ~30d		R:122 G:70 B:13	C:52 M:73 Y:95 K:0	

表 A.4 洪水淹没历时图式 (续表)

淹没历时区间	参数设置	
$\geq 30d$		R:122 C:52 G:50 M:80 B:13 Y:95 K:0

## A.4 洪水到达时间

洪水到达时间以等值面或等时线表达。洪水到达时间区间和洪水到达时间图着色执行表

A.4 的规定。

表 A.5 洪水到达时间图式

到达时间区间	参数设置	
$< 3h$		R:245 C:4 G:77 M:70 B:25 Y:90 K:0
3h (含) ~6h		R:245 C:0 G:112 M:52 B:0 Y:100 K:4
6h (含) ~24h		R:255 C:0 G:153 M:40 B:61 Y:76 K:0
24h (含) ~2d		R:245 C:4 G:191 M:25 B:115 Y:55 K:0
2d (含) ~5d		R:255 C:0 G:217 M:15 B:179 Y:30 K:0
$\geq 5d$		R:255 C:0 G:224 M:12 B:219 Y:14 K:0
洪水到达时间等值线		R:245 C:0 G:112 M:52 B:0 Y:100 K:4
注记: 颜色(C:0; M: 0; Y: 0; K:100); 字体 (Times New Roman); 大小 (8pt)		

## A.5 洪水流速

洪水流速以红色方块点符号加流速数值标注方式表示，执行表 A.5 的规定。

表 A.6 洪水流速图式

要素	参数设置
洪水流速	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 12px;">0.29m/s</span> </div> <p style="text-align: right; margin-top: 10px;">R:230    C:10 G:0        M:100 B:0        Y:100 K:0</p> <p style="font-size: 8px; margin-top: 10px;">注记：颜色(C:10; M:100; Y:100; K:0)；字体 (Times New Roman)；大小 (7pt)</p>

## A.6 洪水淹没范围

不同量级洪水淹没范围图式执行表 A.6 的规定。

表 A.7 洪水淹没范围图式

淹没范围等级 (洪水频率)	参数设置
5 年一遇	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> <p style="text-align: right; margin-top: 10px;">R:0        C:100 G:38       M:85 B:115      Y: 55 K:0</p>
10 年一遇	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> <p style="text-align: right; margin-top: 10px;">R:0        C:100 G:77       M:70 B:179      Y:30 K:0</p>
20 年一遇	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> <p style="text-align: right; margin-top: 10px;">R:0        C:100 G:128      M:50 B:255      Y:0 K:0</p>
50 年一遇	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> <p style="text-align: right; margin-top: 10px;">R:0        C:100 G:179      M:30 B:255      Y:0 K:0</p>
100 年一遇及以上	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> <p style="text-align: right; margin-top: 10px;">R:102      C:60 G:230      M:10 B:255      Y: 0 K:0</p>

## A.7 避洪转移要素

避洪转移要素图式执行表 A.7 的规定。

表 A.8 避洪转移要素图式

要素	要素类型	图式
1、淹没水深	<0.5m	 R:179 C:30 G:204 M:20 B:255 Y:0 K:0
	0.5m~1.5m	 R:128 C:50 G:153 M:40 B:255 Y:0 K:0
	>1.5m	 R:89 C:65 G:128 M:50 B:255 Y:0 K:0
2、转移单元	点: A3(10pt) A0(15pt)	 R:255 C:0 G:0 M:100 B:0 Y:100 K:0
	面	 R:255 C:0 G:0 M:100 B:0 Y:100 K:0
3、转移安置	点: A3(10pt) A0(15pt)	 R:51 C:80 G:179 M:30 B:0 Y:100 K:0
	面	 R:109 C:57 G:187 M:27 B:67 Y:74 K:0

表 A.7 避洪转移要素图式 (续)

要素	要素类型	图式
4、原地安置	点: A3(10pt) A0(15pt)	 <p>填充色: R:51 C:80 G:179 M:30 B:0 Y:100 K:0</p> <p>外轮廓: R:255 C:0 G:140 M:45 B:0 Y:100 K:0</p>
	面	 <p>填充线条: R:109 C:57 G:187 M:27 B:67 Y:74 K:0</p> <p>外轮廓: R:255 C:0 G:170 M:33 B:0 Y:100 K:0</p>
5、转移路线/方向	转移路线 <i>(制图时控制转移方向 指示箭头与安置点距 离, 以及指示箭头疏 密, 明确对应关系)</i>	 <p>填充色: R:152 C:40 G:230 M:10 B:0 Y:100 K:0</p> <p>箭头: R:56 C:78 G:168 M:34 B:0 Y:100 K:0</p> <p>外轮廓: R:0 C:100 G:169 M:34 B:230 Y:10 K:0</p>
	方向指示	 <p>颜色同上</p>
6、分批转移	第1批次	 <p>R:255 C:0 G:85 M:67 B:0 Y:100 K:0</p>

表 A.7 避洪转移要素图式 (续)

要素	要素类型	图式
6、分批转移	第 2 批次	 <p>R:255 C:0 G:191 M:25 B:0 Y:100 K:5</p>
	第 3 批次	 <p>R:255 C:0 G:255 M:0 B:128 Y:50 K:0</p>
7、沿途危险点	点: A3(10pt) A0(15pt)	 <p>参照 GB2894-2008 中“注意安全”标识</p>
8、救护、避难场所	医院: A3(10pt) A0(15pt)	 <p>参照 SL 73.7-2013 中“紧急救护站”标识</p>
	公园、运动场等 应急避难场所: A3(10pt) A0(15pt)	 <p>参照 GB2894-2008 中“应急避难场所”标识</p>
9、避洪设施	避水楼: A3(10pt) A0(15pt)	 <p>参照 SL 73.7-2013 中“避水楼、安全楼”标识</p>
	避水台、庄台: A3(10pt) A0(15pt)	 <p>参照 SL 73.7-2013 中“避水台、庄台”标识</p>

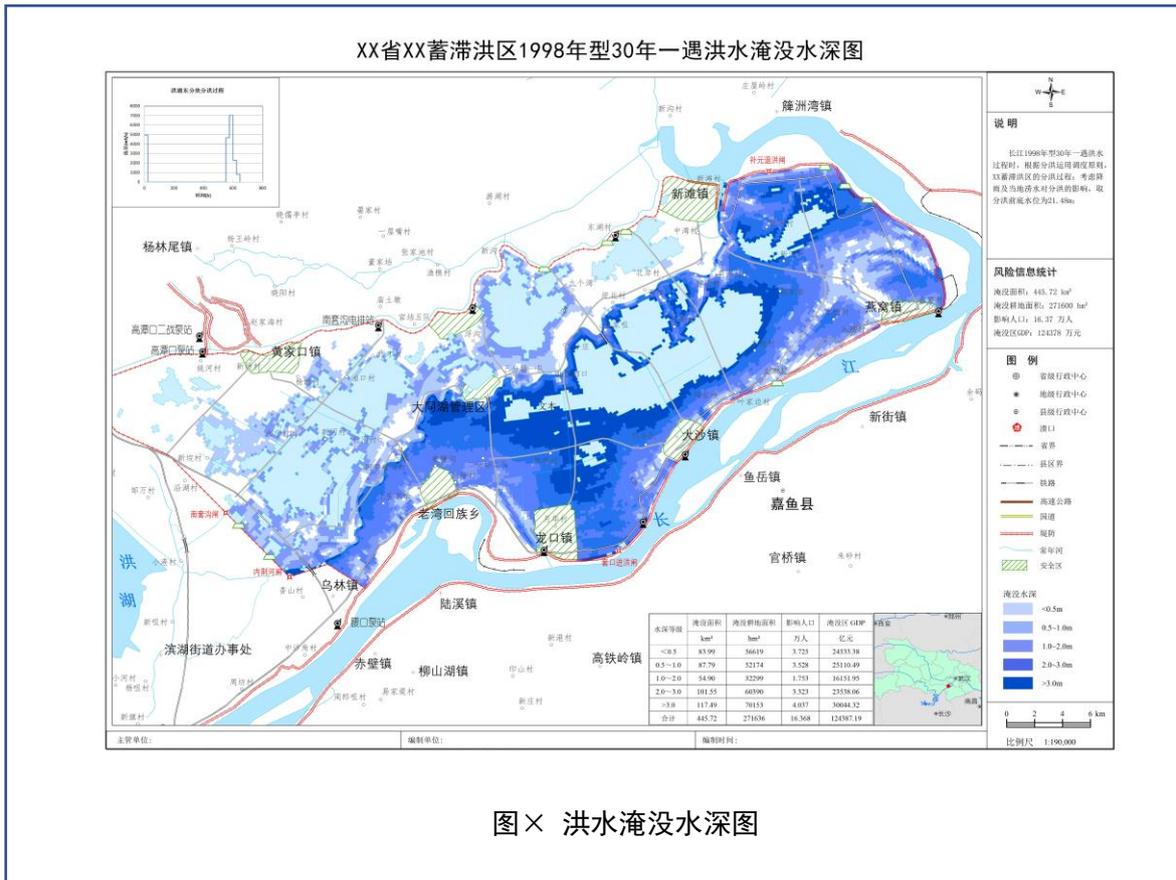
附录 B

(资料性)

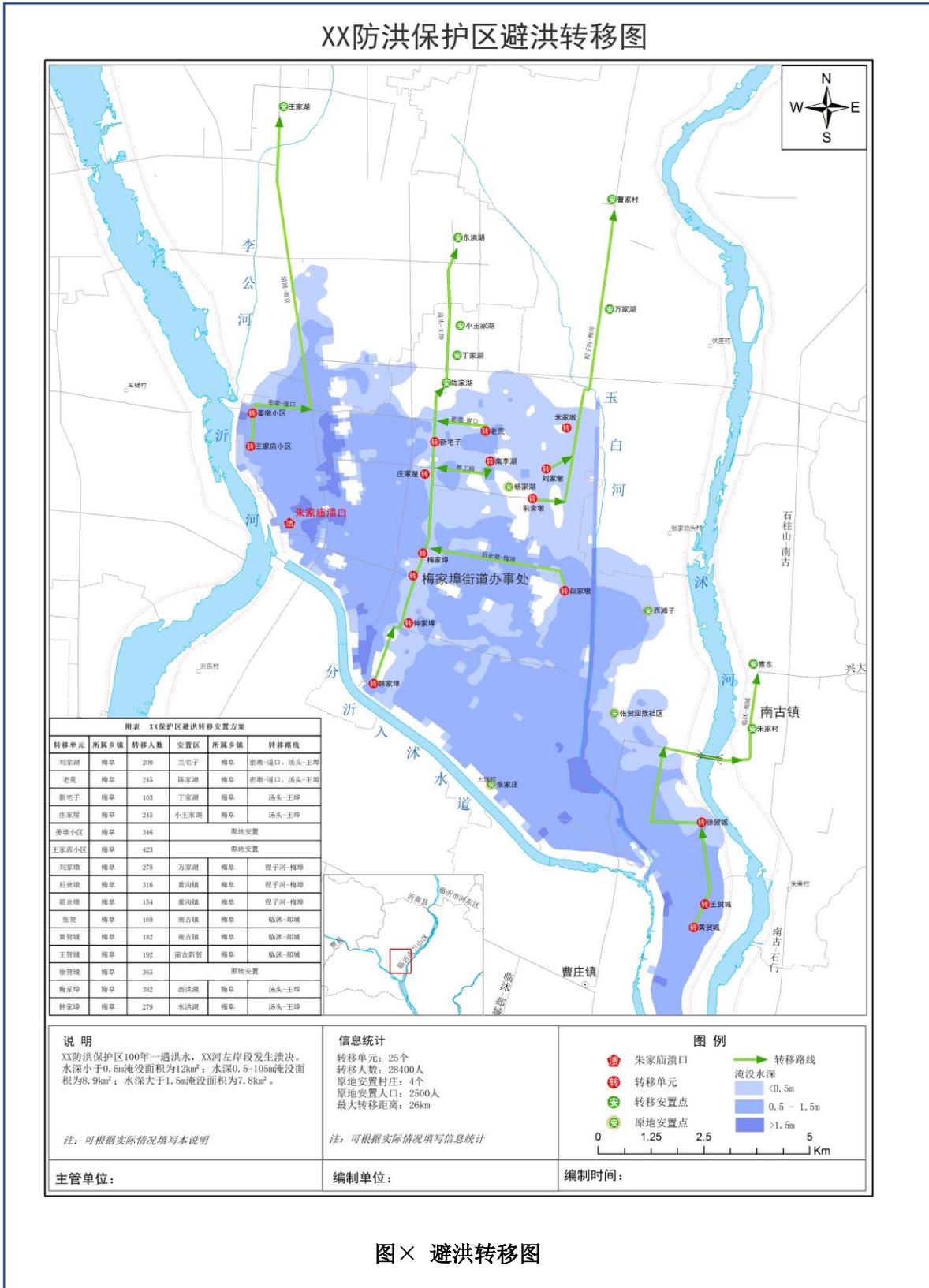
洪水风险图例图

基本洪水风险图例图见示例 1，避洪转移图例图见示例 2 和示例 3。下图给出了洪水淹没水深图、避洪转移图和分批避洪转移图的编排示例。

示例 1:

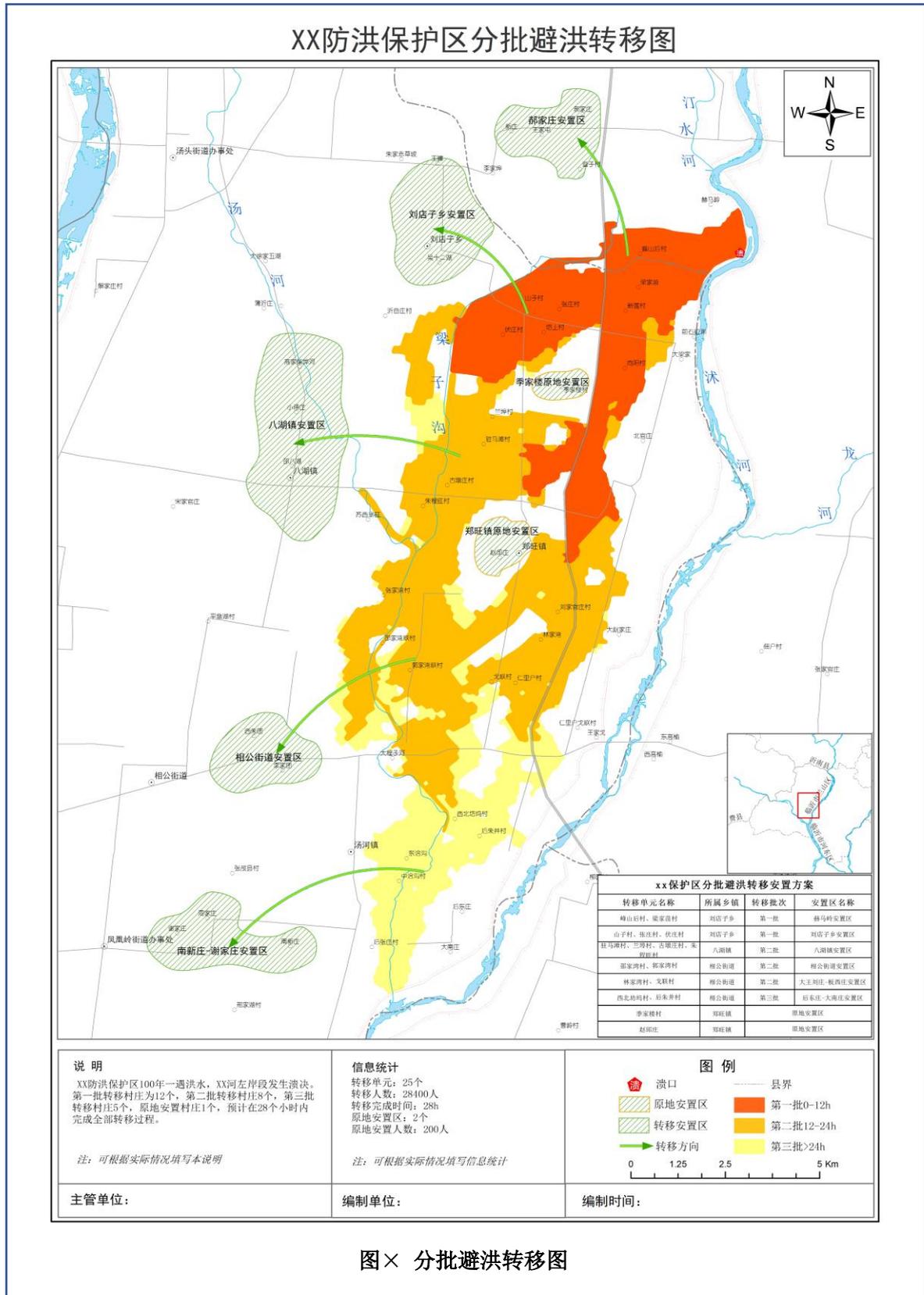


示例 2:



图× 避洪转移图

示例 3:



图× 分批避洪转移图

## 参考文献

- [1] GB 50201 防洪标准
- [2] GB 50286 堤防工程设计规范
- [3] GB/T 20257.1-4 国家基本比例尺地图图式
- [4] GB/T 50805 城市防洪工程设计规范
- [5] SL/T 164 溃坝洪水模拟技术规程
- [6] SL/T 278 水利水电工程水文计算规范
- [7] SL 26 水利水电工程技术术语
- [8] SL 723 治涝标准
- [9] SL 730 水利空间要素图式与表达规范
- [10] SL/Z 720 水库大坝安全管理应急预案编制导则