UDC

 GB

 中华人民共和国国家标准

P GB/T50805 – 20XX

城 市 防 洪 工 程 设 计 标 准

Code for design of urban flood control project

（征求意见稿）

2023－××－××发布 2023－××－××实施

|  |  |
| --- | --- |
| 中华人民共和国住房和城乡建设部 | 联合发布 |
| 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 |

中华人民共和国国家标准

城市防洪工程设计标准

Code for design of urban flood control project

GB/T 50805 – 20XX

主编部门：中华人民共和国水利部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2023年XX月XX日

中国计划出版社

20XX 北 京

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发<2023年工程建设规范标准编制及相关工作计划>的通知》（建标函﹝2023﹞42号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本规范主要技术内容：总则，城市防洪工程等级和设计标准，设计洪水、涝水和潮水位，防洪工程总体布局，江河堤防，海堤工程，河道治理工程，治涝工程，防洪（潮）闸，山洪防治，泥石流防治，防洪工程管理设计，环境影响评价、环境保护设计与水土保持设计、工程信息化等。

本规范由住房和城乡建设部负责管理。

本标准起草单位：中水北方勘测设计研究有限责任公司(地址:天津市河西区洞庭路60号，邮政编码:300222)

中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所

浙江省水利水电勘测设计院有限责任公司

上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司

本标准主要起草人员：吴正桥 张秀崧 王永生 果有娜 张育德 吕勋博 赵志才 孙天青 高文军 李志华 邬 龙 申彦科 王 童 李润伟 李一川 吴 蕾 闫少华 陈剑刚 赵万玉 吕永鹏

目 次

[1 总 则 1](#_Toc8307)

[2 城市防洪工程等级和设计标准 3](#_Toc5623)

[2.1 城市防洪工程等别和防洪标准 3](#_Toc28082)

[2.2 防洪建筑物级别 4](#_Toc19935)

[3 设计洪水、涝水和潮水位 6](#_Toc1712)

[3.1 设计洪水 6](#_Toc25059)

[3.2 设计涝水 7](#_Toc19015)

[3.3 设计潮水位 10](#_Toc16978)

[3.4 洪水、涝水和潮水遭遇分析 11](#_Toc10496)

[4 防洪工程总体布局 12](#_Toc8505)

[4.1 一般规定 12](#_Toc10671)

[4.2 江河洪水防治 13](#_Toc6937)

[4.3 涝水防治 13](#_Toc19436)

[4.4 海潮防治 13](#_Toc31219)

[4.5 山洪防治 14](#_Toc32591)

[4.6 泥石流防治 14](#_Toc3606)

[4.7 超标准洪、涝水安排 14](#_Toc23965)

[5 江河堤防 16](#_Toc12831)

[5.1 一般规定 16](#_Toc1864)

[5.2 防洪堤防（墙） 17](#_Toc31732)

[5.3 穿堤、跨堤建筑物 19](#_Toc15591)

[5.4 地基处理 21](#_Toc27351)

[6 海堤工程 23](#_Toc26014)

[6.1 一般规定 23](#_Toc8888)

[6.2 堤身设计 23](#_Toc29063)

[6.3 堤基处理 26](#_Toc1906)

[7 河道治理工程 27](#_Toc16538)

[7.1 一般规定 27](#_Toc24217)

[7.2 河道整治 27](#_Toc14761)

[7.3 清淤疏浚 28](#_Toc5372)

[7.4 坡式护岸 29](#_Toc23148)

[7.5 墙式护岸 29](#_Toc27922)

[7.6 板桩式及桩基承台式护岸 30](#_Toc4270)

[7.7 坝式护岸 31](#_Toc17892)

[8 治涝工程 32](#_Toc28181)

[8.1 一般规定 32](#_Toc26165)

[8.2 工程布局 32](#_Toc4907)

[8.3 排涝河道设计 33](#_Toc22005)

[8.4 海绵城市设计 33](#_Toc21380)

[8.5 排涝泵站 34](#_Toc24642)

[9 防洪（潮）闸 36](#_Toc25653)

[9.1 闸址和闸线的选择 36](#_Toc27271)

[9.2 工程布置 37](#_Toc12031)

[9.3 工程设计 39](#_Toc29048)

[9.4 水力计算 39](#_Toc30684)

[9.5 结构与地基计算 39](#_Toc17143)

[10 山洪防治 40](#_Toc12229)

[10.1 一般规定 40](#_Toc1067)

[10.2 跌水和陡坡 40](#_Toc26357)

[10.3 谷 坊 41](#_Toc19796)

[10.4 撇洪沟及截流沟 42](#_Toc8690)

[10.5 排洪渠道 43](#_Toc12567)

[10.6 山洪监测预警 44](#_Toc12317)

[11 泥石流防治 46](#_Toc29531)

[11.1 一般规定 46](#_Toc22434)

[11.2 拦 挡 坝 47](#_Toc5108)

[11.3 停 淤 场 48](#_Toc2554)

[11.4 排 导 槽 49](#_Toc13222)

[12 防洪工程管理设计 50](#_Toc11609)

[12.1 一般规定 50](#_Toc20043)

[12.2 管理体制 50](#_Toc10948)

[12.3 防洪预警 51](#_Toc23328)

[13 环境影响评价、环境保护设计与水土保持设计 52](#_Toc11683)

[13.1 环境影响评价与环境保护设计 52](#_Toc11399)

[13.2 水土保持设计 53](#_Toc10500)

[14 工程信息化 55](#_Toc29372)

[14.1 一般规定 55](#_Toc6135)

[14.2 立体感知体系 55](#_Toc8527)

[14.3 通信网络系统 58](#_Toc22940)

[14.4 数据资源管理 58](#_Toc13671)

[14.5 应用支撑平台 58](#_Toc20193)

[14.6 业务应用系统 59](#_Toc2835)

[14.7 保障体系 59](#_Toc20232)

Contents

1 General provisions

2 Rank of project and design criterion for urban flood control project

2.1 Rank of project and flood control standard for urban flood control project

2.2 Grade of hydraulic structure

3 Design flood, waterlogging and tidal level

3.1 Design flood

3.2 Design waterlogging

3.3 Design tidal level

3.4 Encountering analyse of flood, waterlogging and tidal level

4 General layout of project

4.1 General requirement

4.2 Flood control

4.3 Waterlogging control

4.4 Tide control

4.5 Flash flood control

4.6 Mudflow control

4.7 Disposition for super-standard flood

5 River embankment

5.1 General requirement

5.2 Embankment and flood wall

5.3 Structures of crossing embankment

5.4 Treatment of foundation

6 Sea dike

6.1 General requirement

6.2 Design of dike

6.3 Treatment of dike foundation

7 River regulation and bank protection works

7.1 General requirement

7.2 River regulation

7.3 Dredging

7.4 Bank protection in slope

7.5 Bank protection with wall

7.6 Sheet-pile bulkhead and cap wall on a pile foundation

7.7 Bank protection with longitudinal dike and groin

8 Waterlogging control works

8.1 General requirement

8.2 Layout of works

8.3 Design of storm drainage channel

8.4 Sponge city design

8.5 Pumping station of storm drainage

9 Flood sluice

9.1 Selection of sluice location

9.2 Project layout

9.3 Design of sluice

9.4 Hydraulic calculation

9.5 Calculation of structure and foundation

10 Falsh flood control

10.1 General requirement

10.2 Hydraulic drop and steep slope

10.3 Check dam

10.4 Ditch of flood diversion and interception

10.5 Drainage canal

10.6 Flash flood monitoring and early warning

11 Mudflow control

11.1 General requirement

11.2 Detention dam

11.3 Stagnant area

11.4 Guide ditch

12 Maintenance of flood control works

12.1 General requirement

12.2 Framework of management

12.3 Flood early warning

13 Environmental impact, soil and water conservation

13.1 Environmental impact and preservation of environment

13.2 Design of soil and water conservation

14 Engineering Informatization

14.1 General provisions

14.2 Stereo perception system

14.3 Communication network system

14.4 Data Resource Management

14.5 Application Support Platform

14.6 Service Application System

14.7 Security system

# 1 总 则

1.0.1 为防治洪水、涝水和潮水危害，保障城市防洪安全，统一城市防洪工程设计的技术要求，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于有防洪任务的城市新建、改建、扩建城市防洪工程的设计。

1.0.3 城市防洪工程建设，应以所在江河流域防洪规划、区域防洪规划、城市总体规划、城市防洪规划、城市国土空间规划等规划为依据，依托流域防洪工程体系，全面规划、统筹兼顾，工程措施与非工程措施相结合，系统治理。

1.0.4 城市防洪应在防治江河洪水的同时治理涝水，洪、涝兼治；位于山区的城市，还应防山洪、泥石流，防与治并重；位于海滨的城市，除防洪、治涝外，还应防风暴潮，洪、涝、潮兼治。

1.0.5 城市防洪工程设计，应调查收集气象、水文、泥沙、地形、地质、生态与环境、社会经济、土地利用、工程信息化等基础资料，选用的基础资料应准确可靠。

1.0.6 城市防洪范围内河、渠、沟道沿岸的土地利用应满足防洪、治涝要求，跨河建筑物和穿堤建筑物的设计标准应与城市的防洪、治涝标准相适应。

1.0.7 城市防洪工程设计遇湿陷性黄土、膨胀土、冻土等特殊的地质条件或可能出现地面沉降等情况时，应采取相应处理措施。

1.0.8 城市防洪工程设计，应结合城市的具体情况，总结已有防洪工程的实践经验，积极慎重地采用国内外先进的新理论、新技术、新工艺、新材料。

1.0.9 城市防洪工程设计应按国家现行有关标准的规定进行技术经济分析。

1.0.10城市防洪工程设计，统筹考虑智慧城市建设与智慧水利建设的城市防洪需求。

1.0.11城市建设要考虑为城市防洪排涝工程建设及超标准洪、涝水的蓄、滞、排预留国土空间。

1.0.12城市防洪工程布局要统筹考虑水安全、水环境、水生态、水资源、水文化等方面问题。

1.0.13 城市防洪工程的设计，除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 2 城市防洪工程等级和设计标准

## 2.1 城市防洪工程等别和防洪标准

2.1.1 有防洪任务的城市，其防洪工程的等别应根据防洪保护对象的社会经济地位的重要程度、保护区内人口数量或当量经济规模指标，按表2.1.1的规定划分为四等。

表2.1.1 城市防洪工程等别

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 城市防洪工程等别 | 防洪保护对象的重要程度 | 当量经济规模（万人） | 防洪保护区人口（万人） |
| Ⅰ | 特别重要 | ≥300 | ≥150 |
| Ⅱ | 重要 | ＜300，≥100 | ＜150，≥50  |
| Ⅲ | 比较重要 | ＜100，≥40 | ＜50，≥20 |
| Ⅳ | 一般重要 | ＜40 | ＜20 |

注：防洪保护区人口指城市防洪工程保护区内的常住人口。当量经济规模为城市防洪保护区人均GDP指数与人口的乘积，人均GDP指数为城市防洪保护区人均GDP与同期全国人均GDP的比值。

2.1.2 城市防洪工程设计标准应根据防洪工程等别、灾害类型，按表2.1.2的规定选定。

表2.1.2 城市防洪工程设计标准

|  |  |
| --- | --- |
| 城市防洪工程等别 | 设计标准（年） |
| 防洪 | 防涝 | 防潮 | 防山洪 |
| Ⅰ | ≥200 | ≥20 | ≥200 | ≥50 |
| Ⅱ | 200~100 | 20~10 | 200~100 | 50~30 |
| Ⅲ | 100~50 | 20~10 | 100~50 | 30~20 |
| Ⅳ | 50~20 | 10 | 50~20 | 20~10 |

注：1 根据受灾后的影响、造成的经济损失、抢险难易程度以及资金筹措条件等因素合理确定。

2 洪水、山洪的设计标准指洪水、山洪的重现期。

3 涝水的设计标准指相应暴雨的重现期。

4 海潮的设计标准指高潮位的重现期。

2.1.3 对于遭受洪灾或失事后损失巨大、影响十分严重的城市，或对遭受洪灾或失事后损失及影响均较小的城市，经论证并报请上级主管部门批准，其防洪工程设计标准可适当提高或降低。

2.1.4 位于平原、湖洼地区的城市防护区，当需要防御持续时间较长的江河洪水或湖泊高水位时，可在本标准范围内适当提高。

2.1.5 位于滨海地区的防护等级为Ⅲ等及以上的城市防护区，当按本标准表2.1.2规定中的防洪标准确定的设计高潮位低于当地历史最高潮位时，还应采用当地历史最高潮位进行校核。

2.1.6 城市分区分段设防时，各分区分段应按本规范表2.1.1和表2.1.2分别确定防洪工程等别和设计标准。

2.1.7 位于国境界河的城市，其防洪工程设计标准应专门研究确定。

2.1.8 按本标准规定的防洪标准进行防洪建设，经论证确有困难时，可在报请主管部门批准后，分期实施、逐步达到。

2.1.9 当建筑物有抗震要求时，应按国家现行有关设计标准的规定进行抗震设计。

## 2.2 防洪建筑物级别

2.2.1 防洪建筑物的级别，应根据城市防洪工程等别、防洪建筑物在防洪工程体系中的作用和重要性按表2.2.1的规定划分。

表2.2.1 防洪建筑物级别

| 城市防洪工程等别 | 永久性建筑物级别 | 临时性建筑物级别 |
| --- | --- | --- |
| 堤防及穿堤建筑物 | 其他主要建筑物 | 次要建筑物 |
| Ⅰ | 1 | 1 | 3 | 4 |
| Ⅱ | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Ⅲ | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Ⅳ | 3 | 4 | 5 | 5 |

注：1 其他主要建筑物系指失事后使城市遭受严重灾害并造成重大经济损失的防洪闸、挡潮闸等建筑物。

2 次要建筑物系指失事后不致造成城市灾害或经济损失不大的丁坝、护坡、谷坊等建筑物。

3 临时性建筑物系指防洪工程施工期间使用的施工围堰等建筑物。

4 海堤级别，应按《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014）执行。

2.2.2 拦河建筑物和穿堤建筑物工程的级别，应按所在堤防工程的级别和与建筑物规模及重要性相应的级别中高者确定。

2.2.3 城市防洪工程建筑物的安全超高和稳定安全系数，应按国家现行有关标准的规定确定。

# 3 设计洪水、涝水和潮水位

## 3.1 设计洪水

3.1.1 城市防洪工程设计洪水，应根据设计要求计算洪峰流量、不同时段洪量和洪水过程线的全部或部分内容。

3.1.2 计算依据应充分采用已有的实测暴雨、洪水资料和历史暴雨、洪水调查资料。所依据的主要暴雨、洪水资料和流域特征资料应可靠，必要时应进行重点复核。

3.1.3 计算采用的洪水系列应具有一致性。当流域修建蓄水、引水、提水和分洪、滞洪、围垦等工程或发生决口、溃坝等情况，明显影响各年洪水形成条件的一致性时，应将系列资料统一到同一基础，并应进行合理性检查。

3.1.4 设计断面的设计洪水可采用下列方法进行计算：

1 城市防洪设计断面或其上、下游邻近地点具有30年以上实测和插补延长的洪水流量资料，并有历史调查洪水资料时，可采用频率分析法计算设计洪水。

2 城市所在地区具有30年以上实测和插补延长的暴雨资料，并有暴雨与洪水对应关系资料时，可采用频率分析法计算设计暴雨，可由设计暴雨推算设计洪水。

3 城市所在地区洪水和暴雨资料均短缺时，可利用自然条件相似的邻近地区实测或调查的暴雨、洪水资料进行地区综合分析、估算设计洪水，也可采用经审批的省（市、区）《暴雨洪水查算图表》计算设计洪水。

4 设计洪水计算宜研究集水区城市化的影响。

3.1.5 设计洪水的计算方法应科学合理，对主要计算环节、选用的有关参数和设计洪水计算成果，应进行多方面分析，并应检查其合理性。

3.1.6 当设计断面上游建有较大调蓄作用的水库等工程时，应分别计算调蓄工程以上和调蓄工程至设计断面区间的设计洪水。设计洪水地区组成可采用典型洪水组成法或同频率组成法。

3.1.7 各分区的设计洪水过程线，可采用同一次洪水的流量过程作为典型，以分配到各分区的洪量控制放大。

3.1.8 对拟定的设计洪水地区组成和各分区的设计洪水过程线，应进行合理性检查，必要时可适当调整。

3.1.9 在经审批的流域防洪规划中已明确规定城市河段的控制性设计洪水位时，可直接引用作为城市防洪工程的设计水位。

## 3.2 设计涝水

3.2.1 城市治涝工程设计涝水应根据设计要求分析计算设计涝水流量、涝水总量和涝水过程线。

3.2.2 城市治涝工程设计应按涝区下垫面条件和排水系统的组成情况进行分区，并应分别计算各分区的设计涝水。

3.2.3 分区设计涝水应根据当地或自然条件相似的邻近地区的实测涝水资料分析确定。

3.2.4 地势平坦、以农田为主分区的设计涝水，缺少实测资料时，可根据排涝区的自然经济条件和生产发展水平等，分别选用下列公式或其他经过验证的公式计算排涝模数。需要时，可采用概化法推算设计涝水过程线。

1 经验公式法，可按下式计算：

 $q=KR^{m}A^{n}$ （3.2.4-1）

式中：*q*——设计排涝模数（m3／s·km2）；

*R*——设计暴雨产生的径流深（mm）；

*A*——设计排涝区面积（km2）；

*K*——综合系数，反映降雨历时、涝水汇集区形状、排涝沟网密度及沟底比降等因素；应根据具体情况，经实地测验确定；

*m*——峰量指数，反映洪峰与洪量关系；应根据具体情况．经实地测验确定；

*n*——递减指数，反映排涝模数与面积关系；应根据具体情况，经实地测验确定。

2 平均排除法，可按下列公式计算：

1）旱地设计排涝模数按下式计算：

 $q\_{d}=\frac{R}{86.4T}$ （3.2.4-2）

式中：*q*d——旱地设计排涝模数（m3／s·km2）；

*R*——旱地设计涝水深（mm）；

*T*——排涝历时（d）。

2）水田设计排涝模数按下式计算：

 $q\_{w}=\frac{P−ℎ\_{1}−ET^{'}−F}{86.4T}$ （3.2.4-3）

式中：$q\_{w}$——水田设计排涝模数（m3／s·km2）；

*P*——历时为T的设计暴雨量（mm）；

*h*1——水田滞蓄水深（mm）；

$ET^{'}$——历时为T的水田蒸发量（mm）；

F——历时为T的水田渗漏量（mm）。

3）旱地和水田综合设计排涝模数按下式计算：

 $q\_{p}=\frac{q\_{d}A\_{d}+q\_{w}A\_{w}}{A\_{d}+A\_{w}}$ （3.2.4-4）

式中：$q\_{p}$——旱地、水田兼有的综合设计排涝模数（m3／s·km2）；

Ad——旱地面积（km2）；

Aw——水田面积（km2）。

3.2.5 城市排水管网控制区分区的设计涝水，缺少实测资料时，可采用下列方法或其他经过验证的方法计算：

1 选取暴雨典型，计算设计面暴雨时程分配，并根据排水分区建筑密集程度，按表3.2.5确定综合径流系数，进行产流过程计算。

表3.2.5 综合径流系数

|  |  |
| --- | --- |
| 区域情况 | 综合径流系数 |
| 城镇建筑密集区 | 0.60～0.70 |
| 城镇建筑较密集区 | 0.45～0.60 |
| 城镇建筑稀疏区 | 0.20～0.45 |

2 汇流可采用等流时线等方法计算，以分区雨水管设计流量为控制推算涝水过程线。当资料条件具备时，也可采用流域模型法进行计算。

3 对于城市的低洼区，按本规范第3.2.4条的平均排除法进行涝水计算，排水过程应计入泵站的排水能力。

3.2.6 市政雨水管设计流量可用下列方法和公式计算。当汇水面积大于2km2时，应考虑区域降雨和地面渗透性能的时空分布不均匀性和管网汇流过程等因素，采用数学模型法确定设计流量：

1 根据推理公式（3.2.6）计算：

 $Q=q·ψ·F$ （3.2.6-1）

式中：Q——雨水流量（L/s）或（m3/s）；

q——设汁暴雨强度[L/（s·hm2）]；

$ψ$——径流系数；

F——汇水面积（km2）。

2 设计暴雨强度应按下式计算：

$q=\frac{167A\_{1}（1+ClgP）}{（t+b）^{n}}$ （3.2.6-2）

式中：q——设计暴雨强度（L/（hm2·s）；

P——设汁暴雨重现期[年]；

*t*——降雨历时（min）；

*A1,C,b,n*——参数，根据统计方法进行计算确定。

具有20年以上自记雨量记录的地区，排水系统设计暴雨公式应采用年最大值法取样，并应按《室外排水标准》（GB50014-2021）附录B的规定编制。具有10年以上自记雨量记录但不足20年的地区，可选择年多个样法取样。雨水计算的重现期要与取样方法相统一。

3 综合径流系数可按本规范表3.2.5确定。

3.2.7 对城市排涝和排污合用的排水河道，计算排涝河道的设计排涝流量时，应计算排涝期间的污水汇入量。

3.2.8 对利用河、湖、洼进行蓄水、滞洪的地区，计算排涝河道的设计排涝流量时，应分析河、湖、洼的蓄水、滞洪作用。

3.2.9 计算的设计涝水应与实测调查资料以及相似地区计算成果进行比较分析，检查其合理性。

## 3.3 设计潮水位

3.3.1 设计潮水位应根据设计要求分析计算设计高、低潮水位和设计潮水位过程线。

3.3.2 当城市附近有潮水位站且有30年以上潮水位观测资料时，可以其作为设计依据站，设计潮位、风速、波浪所采用的基础资料系列应更新至该测站的2~3年份数据，并应调查历史上曾经出现的极端数值，并应根据设计依据站的系列资料分析计算设计潮水位。

3.3.3 计算采用的潮水位系列应具有一致性。当水尺零点、水尺位置、高程系统发生变化或因地面沉降等因素影响潮位系列一致性时，应将系列资料统一到同一基础，并应进行合理性检查。

3.3.4 设计依据站实测潮水位系列在5年以上但不足30年时，可用邻近地区有30年以上资料，潮汐性质相似、地理位置邻近、受河流径流（包括汛期）的影响相似、受增减水的影响相似时，且与设计依据站有同步系列的潮水位站作为参证站，可采用极值差比法按下式计算设计潮水位：

 $ℎ\_{sy}=A\_{ny}+\frac{R\_{y}}{R\_{x}}（ℎ\_{sx}−A\_{nx}）$ （3.3.3）

式中：$ℎ\_{sx}、ℎ\_{sy}$——分别为参证站和设计依据站设计高、低潮水位；

$R\_{x}、R\_{y}$——分别为参证站和设计依据站的同期各年年最高、 年最低潮水位的平均值与平均海平面的差值；

$A\_{nx}、A\_{ny}$——分别为参证站和设计依据站的年平均海平面。

3.3.5 潮水位频率曲线线性可采用皮尔逊Ⅲ型，在海岸地区可采用极值Ⅰ型，经分析论证，也可采用其他线型。

3.3.6 设计潮水位过程线，可以实测潮水位作为典型或采用平均偏于不利的潮水位过程分析计算确定。

3.3.7 挡潮闸（坝）的设计潮水位，应分析计算建闸（坝）后形成反射波对天然高潮位壅高和低潮位落低的影响。

3.3.8 设计波浪和设计风速的重现期宜采用与设计高潮位相同的重现期。

3.3.9 对设计潮水位计算成果，应通过多种途径进行综合分析，检查其合理性。

## 3.4 洪水、涝水和潮水遭遇分析

3.4.1 兼受洪、涝、潮威胁的城市，应进行洪水、涝水和潮水遭遇分析，并应研究其遭遇的规律。以防洪为主时，应重点分析洪水与相应涝水、潮水遭遇的规律；以排涝为主时，应重点分析涝水与相应洪水、潮水遭遇的规律；以防潮为主时，应重点分析潮水与相应洪水、涝水遭遇的规律。

3.4.2 进行洪水、涝水和潮水遭遇分析，当同期资料系列不足30年时，应采用合理方法对资料系列进行插补延长。

3.4.3 分析洪水与相应涝水、潮水遭遇情况时，应按年最大洪水（洪峰流量、时段洪量）、相应涝水、潮水位取样，也可按大（高）于某一量级的洪水、涝水或高潮位为基准。分析潮水与相应洪水、涝水或涝水与相应洪水、潮水遭遇情况时，可按相同的原则取样。

3.4.4 洪水、涝水和潮水遭遇分析可采用建立遭遇统计量相关关系图方法，分析一般遭遇的规律，对特殊遭遇情况，应分析其成因和出现几率，不宜舍弃。

3.4.5 对洪水、涝水和潮水遭遇分析成果，应通过多种途径进行综合分析，检查其合理性。

# 4 防洪工程总体布局

## 4.1 一般规定

4.1.1 城市防洪工程总体布局，应在流域（区域）防洪规划、城市总体规划和城市防洪规划的基础上，根据城市自然地理条件、社会经济状况、洪涝潮特性，结合城市发展的需要确定，并可应利用河流分隔、地形起伏采取分区分段防守。

4.1.2 城市防洪应对洪、涝、潮灾害统筹治理，上下游、左右岸关系兼顾，工程措施与非工程措施相结合，并应形成完整的城市防洪减灾体系。

4.1.3 城市防洪工程总体布局，应与城市发展规划相协调、与市政工程相结合。在确保防洪安全的前提下，应兼顾综合利用要求，发挥综合效益。

4.1.4 城市防洪工程总体布局应保护生态与环境。城市的湖泊、水塘、湿地等天然水域应保留，并应充分发挥其防洪滞涝作用。

4.1.5 城市防洪工程总体布局，应将城市防洪保护区内的主要交通干线、供电、电信和输油、输气、输水管道等基础设施纳入城市防洪体系的保护范围。

4.1.6 城市防洪工程总体布局，应根据工程抢险和人员撤退转移等要求设置必要的防洪通道。

4.1.7 防洪建筑物建设应因地制宜，就地取材。建筑形式宜与城市景观相协调。

4.1.8 城市防洪工程体系中各单项工程的规模、特征值和调度运行规则，应按城市防洪规划的要求和国家现行有关标准的规定，分析论证确定。

4.1.9 城市防洪工程总体布局的确定，应采用数值模拟进行初步分析，必要时可采取物理模型进行验证。

## 4.2 江河洪水防治

4.2.1 江河洪水的防治应分析城市发展建设对河道行洪能力和洪水位的影响，应复核现状河道泄洪能力及防洪标准，并应研究保持及提高河道泄洪能力的措施。

4.2.2 江河洪水防治工程设施建设应上下游、左右岸相协调，不同防洪标准的建筑物布置应平顺衔接。

4.2.3 对行（泄）洪河道进行整治时，应上下游、左右岸兼顾，并应避免或减少对水流流态、泥沙运动、河岸稳定等产生不利影响，同时应防止在河道中产生不利于河势稳定的冲刷或淤积。

4.2.4 位于河网地区的城市，可根据城市河网情况分区，采取分区防洪的方式。

## 4.3 涝水防治

4.3.1 城市涝水的防治，应在城市总体规划、城市防洪规划的基础上进行，并应洪涝兼治、统筹安排。

4.3.2 城市涝水治理，应根据城市地形、地貌，结合已有排涝河道和蓄滞涝区等排涝工程布局，确定排涝分区、分区治理。

4.3.3 城市排涝应充分利用城市的自排条件，结合海绵城市建设措施及作用，并据此进行排涝工程布置。自排条件受限制时，可设置排涝泵站机排。

4.3.4 排涝河道出口受承泄区水位顶托时，宜在其出口处设置挡洪闸。

## 4.4 海潮防治

4.4.1 防潮堤防布置应与滨海市政建设相结合，与城市滨海环境相协调，与滩涂开发利用相适应。

4.4.2 滨海城市防潮工程，应根据防潮标准及天文潮、风暴潮或涌潮的特性，分析可能出现的不利组合情况，合理确定设计潮位。

4.4.3 位于江河入海口的城市，应分析洪潮遭遇规律，按设计洪水与设计潮位的不利遭遇组合，确定海堤工程设计水位。

4.4.4 海堤工程设计应分析风浪的破坏作用，合理确定设计浪高。

4.4.5 海堤工程设计应分析基础的地质情况，采用相应的加固处理技术措施。

## 4.5 山洪防治

4.5.1 山洪治理的标准和措施应根据山洪发生的规律，结合城市具体情况统筹安排。

4.5.2 山洪防治应以小流域为单元，治沟与治坡相结合、工程措施与生物措施相结合，进行综合治理。坡面治理宜以生物措施为主，沟壑治理宜以工程措施为主。

4.5.3 排洪沟道平面布置宜避开主城区。当条件允许时，可开挖撇洪沟将山坡洪水导至其他水系。

4.5.4 山洪防治应利用城市上游水库或蓄洪区调蓄洪水削减洪峰。

## 4.6 泥石流防治

4.6.1 泥石流防治应贯彻以防为主，防、避、治相结合的方针，应根据当地条件采取综合防治措施。

4.6.2 位于泥石流多发区的城市，应根据泥石流分布、形成特点和危害，突出重点，因地制宜，因害设防。

4.6.3 防治泥石流应开展山洪沟汇流区的水土保持，建立生物防护体系，改善自然环境。

4.6.4 新建城市或城区、城市居民区应避开泥石流发育区。

## 4.7 超标准洪、涝水安排

4.7.1 城市防洪总体布局中，应对超标准洪水、涝水作出必要的、应急的安排。

4.7.2 遇超标准洪水、涝水所采取的各项应急措施，应符合流域防洪规划总体安排。

4.7.3 对超标准洪水，应贯彻工程措施与非工程措施相结合的方针。应充分利用已建防洪、排涝设施潜力进行安排。

4.7.4 城市防洪总体布局应结合城市建设及规划发展为超标准洪、涝水的蓄、滞、排预留空间。

# 5 江河堤防

## 5.1 一般规定

5.1.1 堤线选择应充分利用现有堤防设施，结合地形、地质、洪水流向、防汛抢险、维护管理等因素综合分析确定，并应与沿江（河）市政设施相协调。堤线宜顺直，转折处应用平缓曲线过渡。

5.1.2 堤距应根据城市总体规划、地形、地质条件、设计洪水位、城市发展和水环境的要求等因素，经技术经济比较确定。

5.1.3 江河堤防沿程设计水位，应根据设计防洪标准和控制站的设计洪水流量及相应水位，分析计算设计洪水水面线后确定，并应计入跨河、拦河等建筑物的壅水影响。计算水面线采用的河道糙率应根据堤防所在河段实测或调查的洪水位和流量资料分析确定。对水面线成果应进行合理性分析。

5.1.4 堤顶或防洪墙顶高程可按下列公式计算确定：

 $Z=Z\_{P}+Y$ （5.1.4-1）

 $Y=R+e+A$ （5.1.4-2）

式中：Z——堤顶或防洪墙顶高程（m）；

Y——设计洪（潮）水位以上超高（m）；

Zp——设计洪（潮）水位（m）；

R——设计波浪爬高（m），按现行国家标准《堤防工程设计规

范》GB 50286的有关规定计算；

e——设计风壅增水高度（m），按现行国家标准《堤防工程设

计规范》GB 50286的有关规定计算；

A——安全加高（m），按现行国家标准《堤防工程设计规范》

GB 50286的有关规定执行。

5.1.5 当堤顶设置防浪墙时，墙后土堤堤顶高程应高于设计洪（潮）水位0.5m以上。

5.1.6 土堤应预留沉降量，预留沉降量值可根据堤基地质、堤身土质及填筑密度等因素分析确定。在区域年沉降大于0.02m的地区，应预留区域沉降量。

## 5.2 防洪堤防（墙）

5.2.1 防洪堤防（墙）可采用土堤、土石混合堤、生态挡墙、浆砌石墙、混凝土或钢筋混凝土墙等形式。堤型应根据当地土、石料的质量、数量、分布和运输条件，结合移民占地和城市建设、生态与环境和景观等要求，经综合比较选定。有条件的地区可采用隐形生态型堤防形式。当采用硬质堤防结构时，宜进行生态化处理。

在充分考虑行洪能力不缩小、堤防结构安全有保障前提下，可在堤顶或迎水侧堤坡设置慢行步道，满足城区居民休憩、运动健身、亲水需求，步道宽度不小于2m；背水坡无特殊要求时宜采用生物护坡、护堤地范围适当建设生态景观,保护生态环境。

可在堤顶和慢行步道迎水侧设栏杆和照明设备，栏杆型式结合城市建筑、景观要求等综合确定。超出防洪标准尺寸以外的生态堤身断面内可设置管廊，埋设雨水收集、储存、利用等设施设备。

5.2.2 土堤填筑密实度应符合下列要求：

1 黏性土土堤的填筑标准按压实度确定，1级堤防压实度不应小于0.95；2级和高度超过6m的3级堤防压实度不应小于0.93；低于6m的3级及3级以下堤防压实度不应小于0.91。

2 非黏性土土堤的填筑标准应按相对密度确定，1、2级和高度超过6m的3级堤防相对密度不应小于0.65；低于6m的3级及3级以下堤防相对密度不应小于0.60。

5.2.3 土堤和土石混合堤，堤顶宽度应满足堤身稳定和防洪抢险的要求，且不宜小于3m。堤顶兼作城市道路时，其宽度和路面结构应按城市道路标准确定。

5.2.4 当堤身高度大于6m时，宜在背水坡设置戗台（马道），其宽度不应小于2m。

5.2.5 土堤堤身的浸润线，应根据设计水位、筑堤土料、背水坡脚有无渍水等条件计算。逸出点宜控制在堤防坡脚以下。

5.2.6 土堤边坡稳定可采用瑞典圆弧法计算，安全系数应符合现行国家标准《堤防工程设计规范》GB 50286的有关规定。迎水坡应计及水位骤降的影响，高水位持续时间较长时，背水坡应计及渗透水压力的影响；堤基有软弱地层时，应进行整体稳定性计算。

5.2.7 当堤基渗径不满足防渗要求时，可采取填土压重、排水减压和截渗等措施处理。

5.2.8 土堤迎流顶冲、风浪较大的堤段，迎水坡可采取护坡防护，护坡可采用干砌石、浆砌石、混凝土和钢筋混凝土板（块）等形式或铰链排、混凝土框格等，并应根据水流流态、流速、料源、施工、生态与环境相协调等条件选用；非迎流顶冲、风浪较小的堤段，迎水坡可采用生物护坡。背水坡无特殊要求时宜采用生物护坡。

5.2.9 迎水坡采取硬护坡时，应设置相应的护脚，护脚宽度和深度可根据水流流速和河床土质，结合冲刷计算确定。当计算护脚埋深较大时，可采取减小护脚埋深的防护措施。

5.2.10 当堤顶设置防浪墙时，其净高度不宜高于1.2m，埋置深度应满足稳定和抗冻要求。防浪墙应设置变形缝，并应进行强度和稳定性核算。

5.2.11 对水流流速大、风浪冲击力强的迎流顶冲堤段，宜采用石堤、埋石混凝土堤或土石混合堤。土石混合堤在迎水面修筑埋石混凝土、砌石或抛石，其后填筑土料，土石料之间应设置反滤层。

5.2.12 城市主城区建设堤防，当其场地受限制时，宜采用防洪墙。防洪墙高度较大时，可采用钢筋混凝土结构；高度不大时，可采用混凝土或浆砌石结构。防洪墙结构形式应根据城市规划要求、地质条件、建筑材料、施工条件等因素确定。

5.2.13 防洪墙应进行抗滑、抗倾覆、地基整体稳定和抗渗稳定验算，并应满足相应的稳定要求；不满足时，应调整防洪墙基础尺寸或进行地基加固处理。

5.2.14 防洪墙基础埋置深度，应根据地基土质和冲刷计算确定。无防护措施时，埋置深度应为冲刷线以下0.5m，在季节性冻土地区，应为冻结深度以下。

5.2.15 防洪墙应设置变形缝，缝距应根据地质条件和墙体结构形式确定。钢筋混凝土墙体缝距可采用15m～20m，混凝土及浆砌石墙体缝距可采用1Om～15m。在地面高程、土质、外部荷载及结构断面变化处，应增设变形缝。

5.2.16 已建堤防（防洪墙）进行加固、改建或扩建时．应符合下列要求：

1 堤防（防洪墙）的加高加固方案，应在抗滑稳定、渗透稳定、抗倾覆稳定、地基承载力及结构强度等验算安全的基础上，经技术经济比较确定。

2 土堤加高在场地受限制时，可采取在土堤顶建防浪墙的方式加高。

3 对新老堤的结合部位及穿堤建筑物与堤身连接的部位应进行专门设计，经核算不能满足要求时，应采取改建或加固措施。

4 土堤扩建宜选用与原堤身土料性质相同或相近的土料。当土料特性差别较大时，应增设反滤过渡层（段）。扩建选用土料的填筑标准，应按本规范执行，原堤身填筑标准不满足本规范要求时，应进行加固。

5 堤岸防护工程的加高应对其整体稳定和断面强度进行核算，不能满足要求时，应结合加高进行加固。

6 已建堤防（防洪墙）进行加固、改建或扩建时，在满足防洪安全的基础上，宜采用生态化的改造措施，可采用表面美化、增设花槽、生态袋等绿化措施，提高生态效果。

## 5.3 穿堤、跨堤建筑物

5.3.1 与城市防洪堤防（墙）交叉的涵洞、涵闸、交通闸等穿堤建筑物，不得影响堤防安全、防洪运用和管理，多沙江河淤积严重河段堤防上的穿堤建筑物设计，应分析并计入设计使用年限内江河淤积的影响。

5.3.2 堤防工程上的闸、函、泵站、倒虹吸等建筑物的设计防洪标准，不应低于堤防工程的防洪标准，并应留有安全裕度；穿堤建筑物应进行水工程规划论证，不得影响堤防的管理运用和防汛安全。

5.3.3 穿堤涵洞和涵闸应符合下列要求：

1 涵洞（闸）位置应根据水系分布和地物条件研究确定，其轴线与堤防宜正交。根据需要，也可与沟渠水流方向一致与堤防斜交，交角不宜小于60°。

2 涵洞（闸）净宽应根据设计过流能力确定，单孔净宽不宜大于5m。

3 控制闸门宜设在临江河侧涵洞出口处。

4 涵洞（闸）地下轮廓线布置，应满足渗透稳定要求。与堤防连接应设置截流环或刺墙等，渗流出口应设置反滤排水。

5 涵洞长度为15m～30m时，其内径（或净高）不宜小于1.0m；涵洞长度大于30m时，其内径不宜小于1.25m。涵洞有检修要求时，净高不宜小于1.8m，净宽不宜小于1.5m。

6 涵洞（闸）进、出口段应采取防护措施。涵洞（闸）进、出口与洞身连接处宜做成圆弧形、扭曲面或八字形，平面扩散角宜为7°～12°。

7 洞身与进出口导流翼墙及闸室连接处应设变形缝，洞身纵向长度不宜大于8m～12m。位于软土地基上且洞身较长时，应分析并计入纵向变形的影响。

8 涵洞（闸）工作桥桥面高程不应低于江河设计水位加波浪高度和安全超高，并应满足闸门检修要求。

5.3.4 防洪堤防（墙）与道路交叉处，路面低于河道设计水位需要设置交通闸时，交通闸应符合下列要求：

1 闸址应根据交通要求，结合地形、地质、水流、施工、管理，以及防汛抢险等因素，经综合比较确定。

2 闸室布置应满足抗滑、抗倾覆、渗流稳定以及地基承载力等的要求。

3 闸孔尺寸应根据交通运输、闸门形式、防洪要求等因素确定。底板高程应根据防汛抢险和交通要求综合确定。

4 交通闸应设闸门控制。闸门形式和启闭设施，应根据交通闸的具体情况按下列要求选择：

1）闸前水深较大、孔径较小，关门次数相对较多的交通闸可

采用一字形闸门。

2）闸前水深较大、孔径也较大，关门次数相对较多的交通闸

可采用人字形闸门。

3）闸前水深较小、孔径较大，关门次数相对较多的交通闸可

采用横拉闸门。

4）闸前水位变化缓慢，关门次数较少，闸门孔径较小的交通

闸可采用叠梁闸门。

5.3.5 临堤建筑物、构筑物与土堤接合部周围受水流冲刷、淘刷的堤身和堤岸部位，应采取防护措施。

5.3.6 桥梁、渡槽、管道等跨堤建筑物与堤顶之间的净空高度，应满足交通、防汛抢险、管理维修等方面的要求。

5.3.7 压力管道，热力管道，输送易燃、易爆流体的各类管道，宜跨堤布设，并应采取相应的安全防护措施。确需穿过堤防时，应进行专题论证。

5.3.8 地铁、地下管廊及其他穿越河道的工程，应进行专题论证，制定应急抢险预案，并在堤防和河道布置沉降观测断面。

## 5.4 地基处理

5.4.1 当地基渗流、稳定和变形不能满足安全要求时，应进行处理。

1 堤基处理应根据堤防工程级别、堤高、堤基条件和渗流控制要求，选择经济合理的方案。

2 渗流控制应保证堤基及背水侧堤脚外土层的渗透稳定。

3 堤基应满足静力稳定要求，按抗震要求设计的堤防还应满足抗震动力稳定要求。

4 竣工后堤基和堤身的总沉降量和不均匀沉降量不应影响堤防的安全和运用。

5.4.2 对埋藏较浅的薄层软弱黏土层宜挖除；当埋藏较深、厚度较大难以挖除或挖除不经济时，可采用铺垫透水材料、插塑料排水板加速排水，或在背水侧堤脚外设置压载、打排水井等方法进行加固处理。

5.4.3 浅层透水堤基宜采用黏土截水槽或其他垂直防渗措施截渗；相对不透水层埋藏较深、透水层较厚且临水侧有稳定滩地的地基宜采用铺盖防渗形式；深厚透水堤基，可设置黏土、土工膜、混凝土、沥青混凝土等截渗墙或采用灌浆帷幕处理，截渗墙可采用全封闭、半封闭或悬挂式。

5.4.4 多层透水堤基，可采用在堤防背水侧加盖重、开挖排水减压沟或打排水减压井等措施处理，盖重应设反滤体和排水体。各项处理措施可单独使用，也可结合使用。

5.4.5 对判定堤基可能有液化的土层，宜挖除后换填非液化土。挖除困难或不经济时，应采用人工加密措施，使之达到与设计地震烈度相适应的紧密状态。对浅层可能液化的土层宜采用表面振动压密或强夯，对深层可能液化的土层宜采用振冲、强夯等方法加密。

5.4.6 穿堤建筑物地基处理措施应与堤基处理措施相衔接。

# 6 海堤工程

## 6.1 一般规定

6.1.1 海堤应依据所在区域海洋功能区划、海岸带以及流域、区域综合规划及城市总体规划、城市防洪规划及相关的专业规划等规划设置。

6.1.2 海堤堤线布置应符合治导线规划、岸线规划要求，并应根据河流和海岸线变迁规律，结合现有工程及拟建建筑物的位置、自然条件、施工条件以及海域使用要求、征地拆迁、生态与环境保护等因素，经综合比较确定。必要时应进行专题研究确定。

6.1.3 海堤工程的堤型应根据堤段所处位置的重要程度、自然条件、筑堤材料、水流及波浪特性、施工条件，结合工程管理、生态环境和景观、人文特点及其它城市功能等要求，经技术经济比较后综合分析确定。海堤宜根据水深、波浪、地质和地形等条件的变化进行分段设计，不同分段选择适宜的结构型式或断面尺度，分段之间应做好渐变衔接处理。

6.1.4 海堤工程上的闸、涵、泵站等建筑物和其他构筑物的设计防潮（洪）标准，不应低于海堤工程的防潮（洪）标准，并应留有适当的安全裕度。分步实施的海堤提标加固工程，其闸、涵、泵站等建筑物的设计防潮（洪）标准宜一次提升到最终设计标准。

6.1.5 海堤工程应根据工程的级别、水文气象条件、地形地质条件、堤型、穿堤建筑物特点及工程运用等要求设置监测项目及监测设施。安全监测应涵盖海堤工程施工和运行阶段，施工期监测设施应与运行期监测设施相结合，运行期监测宜以自运化监测为主。

## 6.2 堤身设计

6.2.1 在满足工程安全和管理要求的前提下，海堤宜与市政道路、绿道、公园、绿地、码头等基础设施相融合并统筹安排。堤身设计应包括筑堤材料及填筑标准、堤顶高程、堤身断面、护面结构、消浪措施、岸滩防护等设计内容，并应充分体现生态、景观方面的要求。

6.2.2 堤身设计应包括筑堤材料及填筑标准、堤顶高程、堤身断面、护面结构、消浪措施、岸滩防护等设计内容，并应充分体现生态、景观方面的要求。

6.2.3 海堤堤身断面可采用斜坡式、陡墙式或混合式。地质条件较差、堤身相对较高的堤段宜采用斜坡式断面；地基条件较好、滩涂面较高的堤段可采用陡墙式断面；地质条件较差、水深大、受风浪影响较大的堤段，宜采用带有消浪平台的混合式断面。

6.2.4 堤顶高程应根据设计高潮（水）位、波浪爬高及安全加高按下式计算确定：

 $Z\_{P}=H\_{P}+R\_{F}+A$ （6.2.4）

式中：*Zp*——设计频率的堤顶高程（m）；

*Hp*——设计频率的高潮（水）位（m）；

*RF*——按设计波浪计算的频率为F的波浪爬高值，海堤允许部

分越浪时F=13%，不允许越浪时F=2%（m）；

*A*——安全加高（m），按表6.2.4的规定选用。

表6.2.4 堤顶安全加高

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 海堤工程级别 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 不允许越浪A（m） | 1.0 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.5 |
| 允许部分越浪A（m） | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 |

6.2.5 海堤按允许部分越浪设计时，应进行越浪量计算，允许越浪量应根据海堤表面防护情况按表6.2.4取值。对于1级～2级允许越浪的海堤，还应通过模型试验验证其允许越浪量及护面结构稳定性。

表6.2.5 海堤的允许越浪量

|  |  |
| --- | --- |
| 海堤表面防护 | 允许越浪量[m3/(s•m)] |
| 堤顶及背海侧为30cm厚干砌块石 | ≦0.01 |
| 堤顶为混凝土护面，背海侧为生长良好的草地 | ≦0.01 |
| 堤顶为混凝土护面，背海侧为30cm厚干砌块石 | ≦0.02 |
| 堤顶三面（堤顶、临海侧和背海侧）均有保护，堤顶及背海侧均为混凝土保护 | ≦0.02 |

注：通过模型试验及专题论证分析后，可适当可放宽允许越浪量。

6.2.6 当海堤堤顶临海侧设有稳定、坚固的防浪墙时，堤顶高程可算至防浪墙顶面，不计防浪墙高度的堤身顶面高程应高出设计高潮（水）位以上是0.5倍的累计频率为1%的波高，且不应低于0.5m。

6.2.7 堤路结合的海堤，按允许部分越浪设计时，在保证海堤自身安全及堤后越浪水量排泄畅通的前提下，堤顶超高可不受本规范第6.2.4条～第6.2.6条规定的限制，但不计防浪墙高度的堤顶高程仍应高出设计高潮（水）位0.5m。

6.2.8 海堤设计堤顶高程应预留沉降量。沉降量应根据堤基、堤身土质、填筑密度及工程使用等因素按有关规定分析计算确定。

6.2.9 海堤堤顶宽度应根据堤身安全、防汛、管理、施工、交通要求，依据海堤工程级别按表6.2.9的规定选定。

表6.2.9 海堤堤顶宽度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 海堤工程级别 | 1 | 2 | 3～5 |
| 堤顶宽度（m） | ≥8 | ≥6 | ≥3 |

6.2.10 海堤两侧设计坡比应根据堤身结构、堤基条件及筑堤材料、堤高等条件，经稳定计算分析确定。初步拟定时可按表6.2.10的规定选用。

表6.2.10 海堤设计边坡

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 海堤堤型 | 临海侧坡比 | 背海侧坡比 |
| 斜坡式 | 1：1.5～1:3.5 | 水上：1:1.5～1:3水下：海泥掺砂1:5～1:10粉土及砂壤土1：5～1：7 |
| 陡墙式 | 1：0.1～1:0.5 |
| 混合式 | 按斜坡式和陡墙式 |

6.2.11 海堤堤身填筑应按照《海堤工程设计规范》GB/T 51015的相关规定执行。

6.2.12 海堤工程防渗体应根据防渗要求布设，防渗体尺寸应结合防渗、施工和构造要求经计算确定。堤身防渗体顶高程应高于设计高潮位0.5m，土质防渗体顶宽不应小于1m，底宽不宜小于堤前设计水深的1/4。

6.2.13 堤身护坡的结构、材料应坚固耐久、经济合理、便于施工和维护。

6.2.14 海堤临海侧根据波浪大小、地形和断面型式，可采用工程或植物等措施消浪。工程消浪措施可采用消浪平台、反弧形结构、预制混凝土异型块体、灌砌或临水面结构加糙等。

6.2.15 受波浪、潮流作用可能发生冲刷破坏的侵蚀性岸滩可采用工程、植物或二者结合的措施进行防护，其防护范围应满足海堤稳定要求。必要时应通过模型试验研究。

6.2.16 海堤堤身应进行整体抗滑稳定、渗透稳定及沉降等计算，防浪墙还应进行抗倾覆稳定及地基承载力计算，堤前冲刷较严重段的整体抗滑稳定，应考虑设计冲刷线工况，计算方法应符合现行国家标准《海堤工程设计规范》GB/T 51015的相关规定。

## 6.3 堤基处理

6.3.1 堤基处理应根据海堤工程级别、地质条件、堤高、稳定要求、施工条件等选择技术可行、经济合理的处理方案。

6.3.2 建于软土地基上的海堤工程，浅埋的薄层软土宜挖除；当软土厚度较大难以挖除时，可采用控制填筑速率法、放缓边坡或反压法、排水垫层法、铺设加筋垫法、排水固结法、抛石挤淤法、爆炸置换法及复合地基法、桩基法等进行堤基处理，也可多种方法结合进行处理。

6.3.3 现有海堤加固及扩建施工过程，应监测堤基和堤身的沉降变形。

# 7 河道治理工程

## 7.1 一般规定

7.1.1 治理流经城市的江河河道，应以防洪规划、城市总体规划为依据，统筹防洪、蓄水、航运、引水、景观和岸线利用等要求，协调上下游、左右岸、干支流等各方面的关系，全面规划、综合治理。

7.1.2 确定河道治导线，应分析研究河道演变规律，顺应河势，上下游呼应、左右岸兼顾。

7.1.3 河道治理工程布置应利于稳定河势，并应根据河道特性，分析河道演变趋势，因势利导选定河道治理工程措施，确定工程总体布置，必要时应以模型试验验证。

7.1.4 桥梁、渡槽、管线等跨河建筑物轴线宜与河道水流方向正交，建筑物的跨度和净空应满足泄洪、通航等要求。

## 7.2 河道整治

7.2.1 城市河道整治应收集水文、泥沙、河床质和河道测量资料，分析水沙特性，研究河道冲淤变化及河势演变规律，预测河道演变趋势及对河道治理工程的影响。

7.2.2 城市河道综合整治措施应适应河势发展变化趋势，利于维护和促进河道稳定。

7.2.3 城市河道具有防洪排涝、景观文化、休闲娱乐、雨洪利用、生态环境等功能，河道整治应结合城市河道的综合服务功能、可持续发展目标，因地制宜，开展河道综合整治。

7.2.4 工程布置应控制河势，稳定河岸，保障河道行洪和城市防洪安全，改善城市河道生态环境。

7.2.5 岸（滩）受水流、波浪和潮汐作用可能发生冲刷破坏的河段，应采取防护工程措施。防护工程设计应统筹兼顾、合理布局，护岸结构应根据城市河道功能刚柔结合，宜采用工程措施与生物措施相结合的防护方法。

7.2.6 护岸形式应根据河流和岸线特性、河岸地质、城市建设、生态环境、景观休闲、建筑材料和施工条件等因素研究选定，可选用坡式护岸、墙式护岸、桩式护岸、坝式护岸、混合形式护岸。

7.2.7 清淤疏浚、岸坡防护应在确保城市河道防洪排涝基本功能的基础上，优化河道断面形式，维护城市河流生态系统健康。

7.2.8 护岸稳定分析应包括下列荷载：

1 自重及其顶部荷载；

2 墙前水压力、冰压力和被动土压力与波吸力；

3 墙后水压力和主动土压力；

4 船舶系缆力；

5 地震力。

7.2.9 水深、风浪较大且河滩较宽的河道，宜设置防浪平台，并宜栽植一定宽度的防浪林。

## 7.3 清淤疏浚

7.3.1 城市河道清淤疏浚整治宜保留城市河道天然的形态及断面，河道清淤疏浚断面宽度及形式不宜均一化、单一化。

7.3.2 城市河道清淤疏浚宜保持现状河道比降，清淤疏浚底高程在满足防洪排涝基本功能的基础上，应根据河道淤积厚度、底泥污染严重程度、疏浚开挖工艺、现状护岸及临河建筑物结构安全综合分析确定。

7.3.3 城市河道清淤疏浚设计边坡应根据土质特性、水力条件确定，确保河道两岸岸坡稳定。

7.3.4 城市河道清淤疏浚工艺应根据周边环境、施工场地、河道水文情势等因素，因地制宜选择。

7.3.5 清淤疏浚底泥处置应防止二次污染。

## 7.4 坡式护岸

7.4.1 坡式护岸可采用土质岸坡植物护岸、土工网复合植被护岸、石笼结构护岸、混凝土砌块生态护岸、抛石或置石护岸、干砌石护岸、浆砌石护岸、现浇混凝土板护岸、膜袋混凝土护岸等结构形式。护岸结构形式的选择，应根据流速、波浪、岸坡土质、冻结深度以及场地条件等因素，结合城市河道综合服务功能，经技术经济比较选定。

7.4.2 水流条件较平缓的城市河道，坡式护岸宜结合城市河道滨岸带建设及水生态环境改善要求，选择植物护岸或通过土工网、土工织物等措施，对植物进行加筋护岸。

7.4.3 干砌石、浆砌石、抛石或景观置石护坡制料，应采用坚硬未风化的石料。干砌石、景观置石、石笼、混凝土砌块等护坡下应设垫层、反滤层或铺土工织物。

7.4.4 浆砌石、现浇混凝土板等护坡应设置排水孔、纵向和横向变形缝。

7.4.5 坡式护岸应设置护脚，护脚埋深宜在冲刷线以下0.5m。施工闲难时可采用抛石、石笼、沉排、沉枕等护底防冲措施。重要堤段抛石宜增抛备填石。

## 7.5 墙式护岸

7.5.1 对河道狭窄、堤防临河侧无滩、保护对象重要、受地形条件或已建建筑物限制的河岸，宜采用墙式护岸。

7.5.2 墙式护岸的结构形式可采用直立式、陡坡式、折线式等。墙体结构材料可采用钢筋混凝土、混凝土、浆砌石、石笼、箱体式生态砌块。

7.5.3 采用墙式护岸，应查清地基地质情况。当地基地质条件较差时，应进行地基加固处理，并应在护岸结构上采取适当的措施。

7.5.4 墙式护岸基础埋深不应小于1.0m，基础可能受冲刷时，应埋置在可能冲刷深度以下，并应设置护脚。

7.5.5 墙基承载力不能满足要求或为便于施工时，可采用开挖或抛石建基。抛石厚度应根据计算确定，砂卵石地基不宜小于0.5m，土基不宜小于1.0m。抛石宽度应满足地基承载力的要求。

7.5.6 钢筋混凝土、混凝土、浆砌石墙式护岸沿长度方向在下列位置应设变形缝：

1 新旧护岸连接处；

2 护岸高度或结构形式改变处；

3 护岸走向改变处；

4 地基地质条件差别较大的分界处。

7.5.7 混凝土及浆砌石结构相邻变形缝间的距离宜为1Om～15m，钢筋混凝土结构宜为15m～20m。变形缝宽20mm～50mm，并应做成上下垂直通缝，缝内应填充弹性材料，必要时宜设止水。

7.5.8 钢筋混凝土、混凝土、浆砌石墙式护岸应应根据内外水位差设排水孔，对挡水位较高、墙后地面高程又较低的护岸，应采取防渗透破坏措施；石笼、箱体式生态砌块墙式护岸应设置反滤，对墙后地面高程较高、墙前水位存在骤降工况的护岸，必要时宜采取墙后土体加筋措施。

7.5.9 墙式护岸的墙身结构应根据荷载等情况进行下列计算：

1 抗倾覆稳定和抗滑稳定；

2 墙基地基应力和墙身应力；

3 护岸地基埋深和抗冲稳定；

4 整体抗滑稳定计算。

## 7.6 板桩式及桩基承台式护岸

7.6.1 地基软弱且有港口、码头等重要基础设施的河岸段，宜采用板桩式及桩基承台式护岸，其形式应根据荷载、地质、岸坡高度以及施工条件等因素，经技术经济比较确定。

7.6.2 板桩式护岸可采用无锚板桩、单锚板桩、多锚板桩或斜拉桩式板桩等结构形式。

7.6.3 板桩式护岸前墙可采用钢板桩、预制钢筋混凝土结构、钢筋混凝土板桩或地下连续墙结构。

7.6.4 板桩码头的锚碇结构可采用锚碇板、锚碇墙、锚碇桩、锚碇板桩或锚碇叉桩等形式。锚碇结构形式应根据码头后方场地条件和拉杆力大小等因素选定。

7.6.5 板桩式护岸应满足前墙的“踢脚”稳定性、锚碇结构的稳定性、板桩码头的整体稳定性以及桩的承载力要求。

7.6.6 板桩码头中钢筋混凝土构件的裂缝控制应按正常使用极限状态设计。前墙和锚碇结构采用现浇地下连续墙结构时主筋保护层厚度不得小于70mm。

7.6.7 墙后原土层或回填料为细颗粒土时，钢筋混凝土板桩之间的接缝应采取防漏土措施。

7.6.8 桩基承台和台上护岸结构形式，应根据荷载和运行要求，进行稳定分析验算，经技术经济比较，结合环境要求确定。

7.6.9 结合景观和绿化，在承台设置生态格宾石笼等结构。

## 7.7 坝式护岸

7.7.1 受水流冲刷、崩塌严重的河岸、海岸，可采用顺坝或短丁坝保滩护岸。

7.7.2 通航河道、河道较窄急弯冲刷河段和以波浪为主要破坏力的河岸，宜采用顺坝护岸。受潮流往复作用、崩岸和冲刷严重且河道较宽的河段，可辅以短丁坝群护岸。

7.7.3 顺坝和短丁坝护岸应设置在中枯水位以下，应根据河流流势布置，与水流相适应，不得影响行洪。短丁坝不应引起流势发生较大变化。

7.7.4 顺坝和短丁坝的坝型选择应根据水流速度的大小、河床土质、当地建筑材料以及施工条件等因素综合分析选定。

7.7.5 顺坝和短丁坝应做好坝头防冲、坝身稳定和坝根与岸边的连接，避免水流绕过坝根冲刷河（海）岸。

# 8 治涝工程

## 8.1 一般规定

8.1.1 治涝工程设计，应以国土空间规划、城市总体规划和城市防洪规划为依据，与城市防洪（潮）工程、城市水系规划、海绵城市建设规划相结合，与城市排水系统相协调。

8.1.2 治涝工程设计，应根据城市可持续发展和居民生活水平逐步提高的要求，统筹兼顾、因地制宜地采取综合治理措施。

8.1.3 治涝工程设计，应贯彻海绵城市理念，在满足城市排涝的基础上，结合雨水资源保护和合理利用、生态环境功能、文化休闲功能，发挥工程的综合效益。

8.1.4 治涝工程设计应节约用地，并与市政工程建设相结合，建筑物设计与城市建筑风格相协调。

## 8.2 工程布局

8.2.1 治涝工程布局，应根据城市的自然条件、社会经济、涝灾成因、治理现状和市政建设发展要求，与防洪（潮）工程总体布局综合分析，统筹规划，渗、滞、蓄、截、用、排综合治理。

8.2.2 治涝工程应根据城市地形条件、水系特点、承泄条件、原有排水系统及行政区划等进行分区、分片治理。

8.2.3 治涝工程布局，应充分利用现有河道、沟渠等将涝水排入承泄区，充分利用现有湖泊、湿地、生态绿地、公园绿地滞蓄涝水。

8.2.4 城区有外水汇入时，可结合防洪工程布局，根据地形、水系将部分或全部外水导至城区下游。

8.2.5 排涝工程布局，应渗滞蓄排相结合，自排与抽排相结合，秉承蓝绿统筹的原则，将城市内湖泊、湿地、公园绿地、生态绿地纳入城市排涝工程体系，充分发挥城市生态空间的蓄涝、治涝作用；有自排条件的地区，应以自排为主；受洪（潮）水顶托、自排困难的地区，应设挡洪（潮）排涝水闸，并设排涝泵站抽排。

8.2.6 承泄区的设计水位，应根据承泄区来水与涝水遭遇规律合理确定。

## 8.3 排涝河道设计

8.3.1 排涝河道布置应根据地形、地质条件、河网与排水管网分布及承泄区位置，结合施工条件、征地拆迁、环境保护与改善等因素，经过技术经济比较，综合分析确定。

8.3.2 排涝河道的规模和控制点设计水位，应根据排涝要求确定。纵坡、横断面等应进行经济技术比较选定。兼有多种功能的排涝河道，设计参数应根据各方面要求，综合分析确定。

8.3.3 开挖、改建、拓浚城市排涝河道，应排水通畅，流态平稳，各级排涝河道应平顺连接。受条件限制，河道不宜明挖的，可用管（涵）衔接。

8.3.4 利用现有河道排涝，宜保持河道的自然风貌和功能，并为改善河流生态与沿岸环境创造条件。

8.3.5 主城区的排涝河道，可根据排涝及城市建设要求进行防护，并与城市建设相协调；非主城区且无特殊要求的排涝河道，可保持原河床形态或采用生物护坡。

## 8.4 海绵城市设计

8.4.1 治涝工程的设计应统筹蓄涝区海绵体的设置，充分发挥其蓄、滞、排涝的功能。

8.4.2 蓄涝区海绵体的设置宜选择靠近排涝通道附近的湿地、湖塘、绿地作为蓄涝湿地、湖塘、绿地，也可新建蓄涝调节池。

8.4.3 蓄涝湿地、湖塘、绿地的设计应根据排涝通道的水面线设计堤岸的高程，确定蓄涝的容积。

8.4.4 蓄涝湿地、湖塘、绿地的设计应设置进出水调节闸、泵站等水位控制设施。

8.4.5 蓄涝调节池的容积应根据排涝水量和排涝通道的能力经计算合理确定。

8.4.6 蓄涝调节池应设置进出水调节闸或水泵等水位控制设施，应设置人孔、通风、除臭和池内冲洗等附属设施或设备。

8.4.7 纳入排涝工程的湖泊、湿地、绿地的岸线平面曲线应具有自然性与生态性。岸坡应采用生态型或天然材料护岸形式。

8.4.8 纳入排涝工程的湖泊、湿地、河道应禁止新建排污口。现有合流、混流排污口应进行整治，整治应结合汇水范围内的源头海绵性改造措施，设置初期雨水调蓄池、截污管涵等工程措施进行末端污染控制。新建雨水排口应采用生态排口。

## 8.5 排涝泵站

8.5.1 排涝泵站的规模，应根据城市排涝要求，按照近期与远期、自排与抽排、排涝与引水相结合的原则，经综合分析确定。

8.5.2 排涝泵站站址，应根据排涝规划、泵站规模、运行特点和综合利用要求，选择在利于排水区涝水汇集、靠近承泄区、地质条件好、占地少、有利施工、方便管理的地段。

8.5.3 排涝泵站的布置，应结合工程布局、综合利用要求、机组型式等，做到布局合理、有利施工、安全运行、管理方便、少占耕地、投资节省和美观协调。站区布置应满足劳动安全与工业卫生、消防、排水、防恐怖袭击、环境绿化和水土保持等要求。排涝泵站布置应符合下列规定：

1 在具有自排条件的地点建排涝泵站，泵站宜与排水（涝）闸结合。

2 泵站引渠应根据选定的取水口及泵房位置，结合地形地质条件布置。引渠与前池，应水流顺畅、流速均匀、池内无涡流。进水口前有污物、杂草等漂浮物，应设置拦污、清污设施。

3 泵站进、出水流道形式，应根据泵型、泵房布置、泵站扬程、出水池水位变化幅度等因素，综合分析确定。

4 泵房布置应根据泵站的总体布置要求和站址地质条件，机电设备型号和参数，进、出水流道（或管道），电源进线方向，对外交通以及有利于泵房施工、机组安装与检修和工程管理等，经技术经济比较确定。

5 出水池或压力水池、出水管道的位置应结合泵站总体布置要求，结合地形、地质条件确定。跨越堤防的明管，不宜在堤身上设置镇墩。泵站进、出水管道应进行水力过渡过程验算。

8.5.4 排涝泵站与堤身结合的建筑物，其级别不应低于堤防的标准，并应留有安全裕度。

8.5.5 泵站排涝特征水位和特征扬程应满足本规范第3章以及《泵站设计标准》GB50265的相关规定。

8.5.6 泵站主要结构应进行稳定（含抗浮）、渗流稳定和结构计算，并满足抗震要求。

8.5.7 对影响城市防洪安全的大中型排涝泵站，应设置能自动快速启动的柴油发电机组或其他应急电源。

8.5.8 泵站应进行基础的防渗和排水设计，在泵站高水侧应结合出水池布置防渗设拖，在低水侧应结合前池布置排水设施；在左右两侧应结合两岸连接结构设置防渗刺墙、板桩等，增加侧向防渗长度。

8.5.9 泵房与周围房屋和公共建筑物的距离，应满足城市规划、消防和环保部门的要求，造型应与周围环境相协调，做到适用、经济、美观。泵房室外地坪标高应满足防洪的要求，入口处地面高程应比设计洪水位高0.5m以上；当不能满足要求时，可设置防洪设施。泵房挡水部位顶部高程不应低于设计或校核水位加安全超高。

8.5.10 深挖方修建泵站，应对基坑边坡或基坑围护结构进行稳定和结构复核，并采取可靠的工程措施。

# 9 防洪（潮）闸

## 9.1 闸址和闸线的选择

9.1.1 闸址应根据其功能、特点和运用要求，综合考虑地形、地质、水流、泥沙、潮汐、冻土、冰情、征地移民、环境、航运、交通、施工和管理等因素，结合城市规划与市政工程布局，经技术经济比较后选定。

9.1.2 闸址应选择在水流流态平顺，河床、岸坡稳定的河段。泄洪闸宜选在顺直河段或截弯取直的新开河段上。分洪闸应选在被保护城市上游，且河岸基本稳定的顺直河段或弯道凹岸顶点稍偏下游处，并宜避开险工堤段；排涝闸闸址宜选择在地势低洼、出水通畅处，且宜靠近主要涝区和容泄区的老堤堤线上；防潮闸闸址宜选择在岸线和岸坡稳定的潮汐河口附近，且闸址泓滩冲淤变化较小、上游河道有足够蓄水容积的地点。

9.1.3 闸址地基宜地层均匀、压缩性小、承载力大、抗渗稳定性好，有地质问题、不满足设计要求时，应进行加固处理。

9.1.4 拦河闸（泄洪闸）的轴线宜与所在河道中心线正交，其上、下游河道的直线段长度不宜小于水闸进口处水面宽度的5倍，难以满足上述要求时，宜设置导流墙(墩)。位于弯曲河段的泄洪闸，宜布置在河道深泓部位。

9.1.5 分洪闸的中心线与主干河道中心线交角不宜超过30°，位于弯曲河段宜布置在靠河道深泓一侧，其方向宜与河道水流方向一致。

9.1.6 排涝闸的中心线与主干河道中心线的交角不宜超过60°，下游引河宜短且直。

9.1.7 防潮闸轴线宜与河道水流方向垂直。

9.1.8 水流流态、泥砂问题复杂的大型防洪闸闸址选择，应进行水工模型试验验证。位于通航河流上的防洪闸，应研究航道的淤积分布和采取防淤堵措施，必要时应进行泥沙模型试验。

## 9.2 工程布置

9.2.1 闸的总体布置应结构简单、安全可靠、运用方便，并应与城市景观、环境美化相结合。

9.2.2 闸的型式应根据其功能、景观、文化、运用要求合理选择。有通航、排冰、排漂要求的闸，应采用开敞式；设计洪水位高于泄洪水位，且无通航、排冰、排漂要求的闸，可采用胸墙式或涵洞式，对多泥沙河流宜留有排沙孔；生态敏感区内的拦河闸，根据生态要求论证是否需要设置过鱼措施。

9.2.3 闸底板或闸坎高程，应根据地形、地质、水流条件，结合泄洪、排涝、排沙、冲污等要求确定，并结合堰型、门型选择，经技术经济比较合理选定。

9.2.4 闸室总净宽应根据泄流规模、下游河床地质条件和安全泄流的要求，经技术经济比较后确定。闸室总宽度应与上、下游河道相适应，不应过分束窄河道。

9.2.5 闸孔的数量及单孔净宽，应根据使用功能、闸门形式、施工条件等因素确定。闸的孔数较少时，宜用单数孔。

9.2.6 闸顶高程不应低于岸（堤）顶高程；泄洪时不应低于设计洪水位（或校核洪水位）与安全加高之和；挡水时不应低于正常蓄水位（或最高挡水位）加波浪计算高度与相应安全加高之和。

9.2.7 位于防洪、挡潮堤上的水闸，其闸顶高程不应低于防洪、挡潮堤堤顶高程。

9.2.8 闸顶高程除应按9.2.6条和9.2.7条要求外，还应结合下列因素留有适当裕度：

1 多泥沙河流上因上、下游河道冲淤变化引起水位升高或降低的影响；

2 软弱地基上地基沉降的影响；

3 水闸两侧防洪堤堤顶可能加高的影响。

9.2.9 闸与两岸的连接，应保证岸坡稳定和侧向渗流稳定，有利于改善水闸进、出水水流流态，提高消能防冲效果、减轻边荷载的影响。闸顶应根据管理、检修和交通要求，修建工作桥、检修桥和交通桥。工作桥、检修便桥和交通桥的梁(板)底高程均应高出最高洪水位O.5m 以上；若有流冰，应高出流冰面以上O.2m；有通航要求时，应满足通航净空要求。

9.2.10 闸上、下翼墙宜与闸室及两岸岸坡平顺连接，上游翼墙长度应长于或等于铺盖长度，下游翼墙长度应长于或等于消力池长度。下游翼墙的扩散角宜采用7°～12°

9.2.11 翼墙分段长度应根据结构和地基条件确定，建筑在坚实地基上的翼墙分段长度可采用15m～20m，建筑在松软地基上的翼墙分段长度可适当减短。

9.2.12 闸门结构选型布置应根据其受力情况、控制运用要求、制作、运输、安装、维修条件等，结合闸室结构布置需要选定；启闭机型式宜根据门型、尺寸及其运用条件等因素选定；防洪（潮）闸宜设置计算机监控系统、视频监视系统和工程安全自动监测系统。

9.2.13 防渗排水设施的布置，应根据闸基地质条件、水闸上下游水位差等因素，结合闸室、消能防冲和两岸连接布置综合分析确定，形成完整可靠的防渗排水系统。

9.2.14 闸上、下游的护岸布置，应根据水流状态、岸坡稳定、消能防冲效果以及航运、城建要求等因素确定。

9.2.15 消能防冲形式，应根据地基情况、水力条件及闸门控制运用方式等因素确定，宜采用底流消能。

9.2.16 地基为高压缩、松软的地层时，应根据基础情况采用换基、振冲、强夯、桩基等措施进行加固处理，有条件时也可采用插塑料排水板或预压加固措施等。

9.2.17 对位于泥质河口的防潮闸，应分析闸下河道泥沙淤积规律和可能淤积量，采取防淤、减淤措施。对于存在拦门沙的防潮闸河口，应研究拦门沙位置变化对河道行洪的影响。

## 9.3 工程设计

9.3.1 防潮闸的泄流能力应按偏于不利的潮位，依据现行行业标准《水闸设计规范》SL 265的泄流公式计算，并应采用闸下典型潮型进行复核。闸顶高程应满足泄洪、蓄水和挡潮工况的要求。

9.3.2 防潮闸设计应满足闸感潮启闭的运行特性要求，对多孔水闸，闸门启闭应采用对称、逐级、均步启闭方式。

9.3.3 防潮闸门型宜采用平板钢闸门，在有减少启闭容量、降低机架桥高度要求时可采用上、下双扉门。

9.3.4 防洪闸护坦、消力池、海漫、防冲槽等的设计应按水力计算确定。

## 9.4 水力计算

9.4.1 防洪闸单宽流量，应根据下游河床土质，上、下游水位差、尾水深度、河道和闸室宽度比等因素确定。

9.4.2 闸下消能设计应根据闸门运用条件，选用最不利的水位和流量组合进行计算。

9.4.3 海漫的长度和防冲槽埋深，应根据河床地质、海漫末端的单宽流量和水深等因素确定。

## 9.5 结构与地基计算

9.5.1 闸室、岸墙和翼墙应进行强度、稳定和基底应力计算，其强度、稳定安全系数和基底应力允许值应满足有关标准的规定。

9.5.2 当地基为软弱土或持力层范围内有软弱夹层时，应进行整体稳定验算。对建在复杂地基上的防洪闸的整体稳定计算，应进行专门研究。

9.5.3 防潮闸应采取分层总合法计算其最终沉降量。

9.5.4 防洪闸应避免建在软硬不同地基或地层断裂带上，难以避开时必须采取防止不均匀沉降的工程措施。

# 10 山洪防治

## 10.1 一般规定

10.1.1 山洪防治工程设计，应根据山洪沟所在流域的地形、地质条件，植被及沟壑发育情况，因地制宜，综合治理，形成以水库、跌水、陡坡、谷坊、撇洪沟、截流沟、排洪渠道等工程措施与生物措施相结合的综合防治体系。

10.1.2 山洪防治应以山洪沟流域为治理单元进行综合规划，并应集中治理和连续治理相结合。

10.1.3 山洪防治宜利用山前水塘、洼地滞蓄洪水。

10.1.4 修建调蓄山洪的小型水库，应根据其失事后造成损失的程度适当提高防洪标准，并应提高坝体的填筑质量要求。

10.1.5 截流沟、排洪渠道宜进行护砌，撇洪沟、截流沟、排洪渠道设计应提高质量要求。

10.1.6 植树造林等生物措施以及修建梯田、开水平沟等治坡措施，应按有关标准规定执行。

## 10.2 跌水和陡坡

10.2.1 山洪沟或排洪渠道底部纵坡较陡时，可采用跌水或陡坡等构筑物调整。

10.2.2 跌水和陡坡设计，水面线应平顺衔接。水面线可采用分段直接求和法和水力指数积分法计算。

10.2.3 跌水和陡坡的进、出口段，应设导流翼墙与沟岸相连接。连接形式可采用扭曲面，也可采用变坡式或八字墙式，并应符合下列要求：

1 进口导流翼墙的单侧平面收缩角，应以进口段长度控制确定，不宜大于15°。翼墙的长度L由沟渠底宽B与水深H的比值确定，并应符合下列规定：

1）当B/H＜2.O时，L=2.5H；

2）当2≤B/H＜2.5时，L=3.OH；

3）当2.5≤B/H＜3.5时，L=3.5H；

4）当B/H≥3.5时，L宜适当加长。

2 出口导流翼墙的单侧平面扩散角，可取1O°～15°。

10.2.4 跌水和陡坡的进、出口段应护底，其长度应与翼墙末端平齐，底的始、末端应设一定深度的防冲齿墙。跌水和陡坡下游应设置消能防冲措施。

10.2.5 跌水跌差小于5m时，要求消能效果较好时宜采用单级跌水，跌水跌差大于或等于5m时宜采用多级跌水或符合地形的陡坡。多级跌水可根据地形、地质条件，采用连续或不连续的形式。

10.2.6 陡坡段平面布置应力求顺直，对称扩散（每侧的扩散角应小于11°），陡坡底宽与水深的比值，宜控制为10～20。

10.2.7 陡坡比降应根据地形、地基土性质、跌差及流量大小确定，宜采取同一坡度，或按上缓下陡的原则分段设坡，纵坡宜取1：2.5～1：50，应满足陡坡段与水平面的夹角小于或等于地基土壤的内摩擦角。

10.2.8 陡坡护底在变形缝处应设齿坎，变形缝内应设止水或反滤盲沟，必要时可同时采用。

10.2.9 陡坡段内的流速应小于护底材料抗冲允许流速，当陡坡的流速大于10m/s时，应考虑掺气、加糙、槽底设台阶等减蚀措施，其尺寸可按类似工程分析确定。重要的陡坡，必要时应进行水工模型试验验证。

## 10.3 谷 坊

10.3.1 山洪沟可利用谷坊措施进行整治。

10.3.2 谷坊形式应根据沟道地形、地质、建筑材料、技术、经济、防护目标和对沟道利用的远景规划、谷坊失事后可能造成损失的程度等条件比选确定，可采用浆砌石谷坊、铅丝石笼谷坊、混凝土谷坊、钢筋混凝土谷坊等形式。

10.3.3 谷坊位置应选在沟谷宽敞、谷口狭窄处，山洪沟道冲刷段较长的，可顺沟道由上到下设置多座谷坊，逐级拦截泥沙。谷坊间沟床纵坡应满足稳定沟道坡降的要求。

10.3.4 谷坊高度应根据山洪沟自然纵坡、稳定坡度、谷坊间距等确定。谷坊高度宜为1.5m～5m，当高度大于5m时，应按塘坝或拦砂坝要求进行设计。

10.3.5 谷坊间距，在山洪沟坡降不变的情况下，与谷坊高度接近成正比，可按下式计算：

 $L=\frac{ℎ}{J−J\_{O}}$ （10.3.5）

式中：L——谷坊间距（m）；

h——谷坊高度（m）；

J——沟床天然坡度（小数计）；

J0——沟床稳定坡度（小数计）。

10.3.6 谷坊应建在坚实的地基上。当为岩基时，应清除表层风化岩；当为土基时埋深不得小于1m，并应验算地基承载力。

10.3.7 铅丝石笼、浆砌石、混凝土和钢筋混凝土等形式的谷坊，在其中部或沟床深槽处应设溢流口。当设计谷坊顶部全长溢流时，应进行两侧沟岸的防护。溢流口下游应设置消能设施，护砌长度可根据谷坊高度、单宽流量和沟床土质计算确定。

10.3.8 浆砌石和混凝土谷坊，应每隔15m～20m设一道变形缝，谷坊下部应设排水孔。

## 10.4 撇洪沟及截流沟

10.4.1 城市防治山洪可采用撇洪沟将部分或全部洪水撇向城市下游。

10.4.2 撇洪沟的设计标准应与山洪防治标准相适应，也可根据工程规模大小和失事后造成损失的程度适当提高。

10.4.3 撇洪沟应顺应地形布置，宜短直平顺、少占耕地、减少交叉建筑物、避开山体滑坡段。

10.4.4 撇洪沟的设计流量应根据山洪特性和撇洪沟的汇流面积与撇洪比例确定，当只撇山洪设计洪峰流量的一部分时，应设置溢洪堰（闸）将其余部分排入承泄区或原沟道。

10.4.5 撇洪沟设计沟底比降宜因地制宜选择，断面应采取防冲措施。

10.4.6 截流沟的设计标准应与保护地区的山洪防治标准一致，设计洪峰流量可采用小流域洪水的计算方法推求。当只能截流设计洪峰流量的一部分时，应设置溢洪堰（闸）将其余部分排入承泄区。

10.4.7 截流沟宜沿保护地区上部边缘等高线布置，并应选择较短路线或利用天然河道就近导入承泄区。

10.4.8 截流沟的设计断面应根据设计流量经水力计算确定，沟底比降宜以沟底不产生冲刷和淤积为控制条件。

## 10.5 排洪渠道

10.5.1 排洪渠道渠线宜沿天然沟道布置，宜选择地形平缓、地质条件稳定、拆迁少、渠线顺直的地带。渠道较长的宜分段设计，两段排洪明渠断面有变化时，宜采用渐变段衔接，其长度可取水面宽度之差的5倍～20倍。

10.5.2 排洪明渠设计纵坡，应根据渠线、地形、地质以及与山洪沟连接条件和便于管理等因素，经技术经济比较后确定。当自然纵坡大于1：20或局部渠段高差较大时，可设置陡坡或跌水。

10.5.3 排洪明渠渠道边坡应根据土质稳定条件确定。

10.5.4 排洪明渠进出口平面布置，宜采用喇叭口或八字形导流翼墙，其长度可取设计水深的3倍～4倍。

10.5.5 排洪明渠的安全超高可按有关标准的规定采用，在弯曲段凹岸应分析并计入水位壅高的影响。

10.5.6 排洪明渠宜采用挖方渠道。对于局部填方渠道，其堤防填筑的质量要求应符合有关标准规定。

10.5.7 排洪明渠弯道段的曲率半径，不应小于按下式计算的最小允许半径及渠底宽度的5倍。当弯曲半径小于渠底宽度的5倍时，凹岸应采取防冲措施：

 $R\_{min}=11V^{2}\sqrt{A}+12$ （10.5.7）

式中：$R\_{min}$——渠道最小允许弯曲半径（m）；

V——渠道中水流流速（m/s）；

A——渠道过水断面面积（m2）。

10.5.8 当排洪明渠水流流速大于土壤允许不冲流速时，应采取防冲措施。防冲形式和防冲材料，应根据土壤性质和水流流速确定。

1O.5.9 排洪渠道进口处宜设置拦截山洪泥沙的沉沙池，应及时对沉砂池中的泥沙清淤。

10.5.10 排洪暗渠纵坡变化处应保持平顺，避免产生壅水或冲刷。

10.5.11 排洪暗渠应设检查井，其间距可取为50m～1OOm。暗渠走向变化处应加设检查井。

10.5.12 排洪暗渠为无压流时，断面设计水位以上的净空面积不应小于断面面积的15%。

10.5.13 季节性冻土地区的暗渠，其基础埋深不应小于土壤冻结深度，进出口基础应采取适当的防冻措施。

10.5.14 排洪渠道出口受承泄区河水或潮水顶托时，宜设防洪（潮）闸。对排洪暗渠也可采用回水堤与河（海）堤连接。

## 10.6 山洪监测预警

10.6.1 山洪监测预警应以降雨预警、实时雨量测报、水面线监测、视频监测为主。

10.6.2 山洪监测预警应以仪器监测为主，辅以人工观测，建立群专结合的监测预警体系。

10.6.3 监测仪器设备的布设位置除考虑监测要素外，还应充分考虑满足测报和预警相应的时间要求。

10.6.5 降雨量监测采用雨量计自动监测，其布设应兼顾流域上、中、下游，采用有雨即存即报，定时上报，超过阈值加报的方式。

10.6.6 水面线监测采用水位计自动监测，仪器布设应兼顾主、支沟，采样频率不低于1次/分钟。

10.6.7 视频监测站主要监测区为沟道顺直段，应布置于安全（历时最高洪水位或20年一遇洪水位以上）的基岩、桥梁等，视频帧率7帧/秒以上，保证视频流畅。

# 11 泥石流防治

## 11.1 一般规定

11.1.1 泥石流作用强度，应根据形成条件、作用性质和对建筑物的破坏程度等因素按表11.1.1的规定分级。

表11.1.1 泥石流作用强度分级

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 级别 | 规模 | 形成区特征 | 泥石流性质 | 可能出现最大流量（m3/s） | 一次冲出固体物质量（104 m3） | 破坏作用 | 破坏程度 |
| 1 | 大型 | 大型滑坡、坍塌堵塞沟道，坡陡、沟道比降大 | 黏性，容重$γ\_{c}$大于18kN/m3 | 100～200 | 20～50 | 以冲击和淤埋为主，危害严重，破坏强烈，可淤埋整个城镇或部分区域，治理困难 | 严重 |
| 2 | 中型 | 沟坡上中小型滑坡、坍塌较多，局部淤塞，沟底堆积物厚 | 稀性或黏性，容重16kN/m3≤$γ\_{c}$≤18kN/m3 | 20～100 | 2～20 | 有冲有淤以淤为主，破坏作用大，可冲毁淤埋部分平房及桥涵，治理比较容易 | 中等 |
| 3 | 小型 | 沟岸有零星滑坍，有部分沟床质 | 稀性或黏性，容重14kN/m3≤$γ\_{c}$≤16kN/m3 | ＜20 | ＜2 | 以冲刷和淹没为主，破坏作用较小，治理容易 | 轻微 |

11.1.2 泥石流防治工程设计标准，应根据受威胁对象的险情或受灾对象的灾情确定。泥石流防治应以大中型泥石流为重点。

11.1.3 泥石流防治应进行流域勘查，勘查重点是判定泥石流规模等级和确定设计参数。

11.1.4 泥石流流量计算宜采用形态调查法或雨洪法确定，两种方法应互相验证，也可采用地方经验公式。

11.1.5 城市泥石流防治，应根据泥石流特点和规模制定防治规划，建设工程措施、生物措施、监测预警措施相协调的综合防治体系。

11.1.6 泥石流防治工程设计，应预测不同设计标准下的泥石流重度、流量、流速、冲击力、一次冲出总量及沿程冲刷与淤积过程，并研究冲击力对建筑物的影响。

11.1.7 泥石流防治应根据泥石流特点和地形条件采用综合治理措施。在泥石流形成区宜采用蓄水、引水和截水措施控制地表径流，辅以固源和流域生态措施；流通区宜采用拦挡坝等工程措施；堆积区宜采用排导槽、停淤场等工程措施；通过市区段宜修建排导槽。

11.1.8 城市泥石流防治应遵循预防为主、防治结合的原则，主要城区应避开严重的泥石流沟；对已发生泥石流的城区宜以拦为主，将泥石流拦截在流域内，或将泥石流排导至主河，减少泥石流进入城市，对于重点防护对象应建设有效的预警预报体系。

## 11.2 拦 挡 坝

11.2.1 泥石流拦挡坝的坝型和规模，应根据流域地形、地质条件和泥石流的规模等因素综合分析确定。拦挡坝应能溢流，可选用重力坝、格栅坝等。

11.2.2 拦挡坝坝址应选择在形成区中下游和流通区，口窄肚阔的谷地颈口，兼顾可控制上游支沟与崩滑体，可单级或多级设置。多级坝坝间距可根据回淤坡度与回淤长度确定。

11.2.3 拦挡坝的库容和坝高应根据以下不同情况分析确定：

1 以拦挡泥石流固体物质为主的拦挡坝，对间歇性泥石流沟，其库容不宜小于拦蓄一次泥石流固体物质总量；对常发性泥石流沟，其库容不得小于拦蓄一年泥石流的累计固体物质总量。

2 以依靠淤积增宽沟床、减缓沟岸冲刷为主的拦挡坝，坝高宜按淤积后的沟床宽度大于原沟床宽度的2倍确定。

3 以拦挡泥石流淤积物稳固滑坡为主的拦挡坝，其坝高应满足拦挡的淤积物所产生的抗滑力大于滑坡的剩余下滑力。

11.2.4 拦挡坝基础埋深，应根据地基土质、泥石流性质和规模、坝下冲刷深度、以及土壤冻结深度等因素确定。

11.2.5 拦挡坝的溢流口应有较好的整体性和抗磨性，坝体应设泄水孔。

11.2.6 拦挡坝稳定性验算，其计算工况和稳定系数应符合相关标准的规定。

11.2.7 拦挡坝下游应设消能防护设施，可采用副坝和护坦，主、副坝之间的距离按坝高、冲刷坑深度、溢流口泥深之和的1.5-2倍确定；护坦长度按坝高的1.0-2.0倍计算。

11.2.8 拦挡含有较多大块石的泥石流时，宜修建格栅坝。栅条间距可按公式（11.2.8）计算：

 $D=(1.4～2.0)d$ （11.2.8）

式中：D——栅条间的净距离（m）；

d——计划拦截的大石块直径（m）。

## 11.3 停 淤 场

11.3.1 停淤场宜布置在坡度小、地面开阔的堆积扇两侧凹地，或沟道中、下游宽谷中的滩地，并应利用引流坝和导流堤引导泥石流在不同部位停淤。停淤场应有较大的场地面积和堆积高度，如有清淤条件时,停淤场的设计停淤量宜按一次设计标准泥石流固体物质总量确定；否则按校核标准泥石流固体物质总量确定。

11.3.2 停淤场内的引流坝、导流堤、围堤、分流堤和导流坝的布置，应根据泥石流规模、地形等条件确定。

11.3.3 停淤场内的导流堤和分流堤设计高度宜为1m～3m。坝体可直接利用泥石流堆积物。对冲刷严重或受泥石流直接冲击的导流堤和分流堤，宜采用混凝土、浆砌石、铅丝石笼护面。

## 11.4 排 导 槽

11.4.1 排导槽应布置在沟道顺直、长度短、坡降大和出口处具有停淤堆积泥石场地的地带。

11.4.2 排导槽进口可利用天然沟岸和拦挡坝，也可设置八字形导流堤，其单侧平面收缩角宜为10°～25°。

11.4.3 排导槽横断面应满足泥石流排泄的要求，坡度宜较大，其宽度上限值参照流通段的平均宽度确定，下限值依据排泄泥石流的最大颗粒粒径来确定，沟口应避免洪水倒灌和泥石流堆积的影响。

11.4.4 排导槽设计深度可按下式计算，沟口还应计算扇形体的堆高及对排导槽的影响。

 $H=H\_{c}+H\_{i}+∆H$ （11.4.4）

式中：H——排导槽设计深度（m）；

Hc——泥石流设计流深（m），其值不宜小于泥石流波峰高度和

可能通过最大块石尺寸的1.2倍；

Hi——泥石流常年淤积厚度（m）；

ΔH——安全超高（m），由排导槽的规模和重要性而定，一般为0.5～1.0m；弯道段凹岸应加入弯道泥石流超高。

11.4.5 城市泥石流排导槽的侧墙应护砌，护砌材料可根据泥石流流速选择，采用浆砌块石、混凝土或钢筋混凝土结构。护底结构形式可根据泥石流特点确定。

11.4.6 通过市区的泥石流沟，当地形条件允许时，可将泥石流导向指定的落淤区。

# 12 防洪工程管理设计

## 12.1 一般规定

12.1.1 城市防洪工程管理设计应明确管理体制、机构设置和人员编制，划定工程管理范围和保护范围，提出监测、交通、通信、警示、抢险、生产管理和生活设施，进行城市防洪预警系统设计，编制城市防洪洪水调度方案、运行管理规定，测算年运行管理费。

12.1.2 工程管理范围和保护范围划定应根据城市的自然地理条件并按照满足工程运行安全要求划定，城市规划要服从防洪安全要求。

12.1.3 城市防洪工程管理设计应依据现行的有关规定和标准为城市防洪工程管理设置必要的管理、安全监测和水情测报设施。

12.1.4 城市防洪工程管理应对超标准洪水处置区建立相应的管理制度。

12.1.5 城市洪水调度方案应明确洪水出路安排，并与所在流域洪水调度方案相协调。

12.1.6 城市防洪管理要在保障防洪安全的前提下，结合海绵设施建设，加强雨洪资源的综合利用。

12.1.7 河道管理要强化涉河建设项目管理，严格执行洪水影响评价和安全评价制度，充分考虑建设项目的防洪累积影响，加强涉河项目管理。

## 12.2 管理体制

12.2.1 城市防洪工程管理设计应根据管理单位的任务和收益状况，拟定管理单位性质。

12.2.2 城市防洪工程管理设计应根据防洪工程特点、规模、管理单位性质拟定管理机构设置和人员编制，明确相应的管理任务、职责和权利。

## 12.3 防洪预警

12.3.1 城市防洪工程管理设计，应根据洪水特性和城市防洪保护区的实际需要进行防洪预警系统设计。

12.3.2 城市防洪预警系统的结构体系应符合流域（区域）防洪预警系统的框架要求。

12.3.3 城市防洪预警系统应包括外江河洪水、内涝、雨水排水、山洪和泥石流预警等。

12.3.4 城市防洪预警系统应包括城市雨情、水情、工情信息采集系统，通信传输系统，计算机决策支持系统，预警信息发布系统等。

12.3.5 预警信息采集系统、通信传输系统、计算机决策支持系统的建设应符合国家防汛指挥系统建设有关标准的要求。

12.3.6 防洪预警系统应实行动态管理，结合新的工程情况和调度方案不断进行修订。

# 13 环境影响评价、环境保护设计与水土保持设计

## 13.1 环境影响评价与环境保护设计

13.1.1 城市防洪工程在规划、项目建议书和可行性研究阶段，均应进行环境影响评价；在初步设计阶段，应进行环境保护设计。

13.1.2 城市防洪工程对环境的影响，应依据SL/T 617、SL/T 618，以及环境影响评价技术导则，并结合城市防洪工程的具体情况进行评价。

13.1.3 城市防洪工程的环境影响评价应主要包括下述内容；

1 确定环境保护目标，评价工程是否存在环境制约因素；

2 对河道、河滩、河口、湿地及海岸影响及环境保护措施；

3 对生态影响及生态保护措施；

4 对土壤和地下水环境影响及环境保护措施；

5 移民安置对生态、水环境和人群健康的影响及环境保护措施；

6 施工期环境影响及污染防治措施；

7 对城市景观、文物影响及环境保护措施。

13.1.4 城市防洪工程环境保护设计，应依据具有审批权的环境保护主管部门对城市防洪工程环境影响报告书（表）的审查审批意见，以及SL/T 619、SL492进行。

13.1.5 城市防洪工程环境保护设计应符合下列规定：

1 合理调度洪水和涝水，维护河道、湿地、海岸的生态环境；

2 对珍惜、濒危、特有陆生动植物和古树名木保护措施设计；对鱼类洄游通道恢复、栖息地保护等水生生态的保护措施设计；

3 土地退化防治和污染底泥处置措施设计；

4 移民安置区生态、水环境和人群健康的措施设计；

5 施工期污染防治措施设计；

6 保护重要文物、景观的措施设计；

13.1.6 环境保护投资概算，应根据现行行业标准《水利水电工程环境保护概估算编制规程》SL 359的有关规定编制。

## 13.2 水土保持设计

13.2.1 一般规定

1 城市防洪工程水土保持设计应贯彻执行国家和所在省（市）颁布的水土保持法律法规、规章、规范标准等。

2 城市防洪工程水土保持设计应包括初步设计和施工图设计，初步设计应为水土保持专篇或专章，明确水土保持措施工程量，编制水土保持概算；施工图设计应以批复的水土保持方案报告书为依据，并符合现行国家标准《水土保持工程设计规范》GB51018的规定。

3水土保持保持设计应宜结合周边环境与项目具体情况，坚持预防为主、保护优先、因地制宜、安全可靠、技术可行、经济合理的原则，鼓励采用新技术、新工艺和新材料。

4弃土（石、渣）处置，宜与其他建设项目统筹考虑，或按市政管理规定运至城市消纳场，尽量不设置弃土（石、渣）场。

13.2.2 城市防洪工程水土保持设计应符合以下规定:

1 水土流失防治标准应执行各一级区一级标准，防治指标值根据干旱程度、土壤侵蚀强度与地貌类型等进行调整，渣土防护率和林草覆盖率指标宜提高1%～2%。

2 工程措施宜结合地形条件，合理布置截排水和降水蓄渗措施，采取透水铺装、下凹式绿地等工程，拦、蓄、渗、用雨洪资源，并配套建设灌溉、沉沙等措施。

3 在保证安全的条件下，结合城市景观，河道堤防优先采用植物护坡和综合生态护坡。

4植物措施应符合城市建设的要求，与城市绿化、美化相结合，在安全可靠的前提下，坚持植物优先，提高植被建设标准，注重景观效果

5施工场地和临时堆土（料）采取苫盖、沉沙、拦挡、排水等措施；运输渣、土的车辆、车厢应遮盖，车轮应冲洗。

13.2.3 城市防洪工程的水土保持投资应根据现行行业标准 《水土保持工程概估算编制规定和定额》的有关规定编制。

# 14 工程信息化

## 14.1 一般规定

14.1.1 城市防洪工程信息化设计应符合国家防汛指挥系统、智慧城市建设有关标准的要求。

14.1.2 城市防洪工程信息化设计应以“安全、可靠、实用、先进、高效”为原则，以提升水旱灾害防御能力、构建城市良性水循环、保障工程安全运行、修复生态环境、提升社会服务水平为目标。

14.1.3 应按照“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”的要求，在水利工程信息化总体框架下，结合城市洪水特性、防洪保护区影响范围、所在流域数字孪生建设情况，确定工程信息化建设的技术路线。

14.1.4 城市防洪工程信息化总体布局应按照“资源整合、数据共享”原则，结合所在流域、城市信息化建设要求以及防洪工程实际需求确定。

14.1.5 城市防洪工程信息化采用数字孪生技术路线时，应结合所在流域、地区的数字孪生建设情况，按照《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》进行设计，并满足数字孪生流域和智慧城市的共建共享要求。

## 14.2 立体感知体系

14.2.1 一般规定

14.2.1.1 感知体系应以“实用、可靠、先进、经济”为建设原则，在满足准确度的情况下，系统结构应简单、稳定、易维护、易升级。

14.2.1.2 采用数字孪生技术体系的工程宜结合所在流域、地区的数字孪生建设情况，按照《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》进行设计；采用其他技术体系的工程宜根据工程规模、工程重要程度、工程投资以及工程所在流域、地区的数字孪生建设情况进行设计，可参照《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》进行设计。

14.2.2 河道、堤防工程

14.2.2.1 河道、堤防工程立体感知体系宜包含工程安全监测、视频监视、自动控制、雨水情监测以及气象监测等。

14.2.2.2 应根据河道、堤防工程的级别、水文气象、地形地质条件、堤型及工程运用要求设置必要的安全监测自动化系统，监测要素宜包含水（潮）位、流量、险情、变形、渗漏等，监测方法可按照GB50286、GB50707、GB51015、SL551、SL601、SL725、SL/T 794等标准进行设计。

14.2.2.3 水（潮）位、雨量、流量监测点位应按照SL34要求布设,并根据工程模型计算的需求适当加密。

14.2.2.4 水（潮）位、雨量、流量以及预警、预报等数据宜与当地省（市）防汛指挥系统、智慧城市系统、水文局、气象局等相关单位进行共享。

14.2.2.5 在重要位置和人群活动密集区域宜设置视频监视系统，点位布设应满足GB50395、SL515要求,视频监视平台联网技术要求满足GB/T 28181，设备应具有夜视功能。

14.2.2.6 河道、堤防工程上的闸站、阀站、泵站、涵洞、倒虹吸等建筑物应根据建筑物功能、影响范围、工程运行调度管理需求等进行自动控制系统设计；重要的节制闸、分水口门（阀）、泵站等宜设置远程自动控制系统。

14.2.3 治涝工程

14.2.3.1 应根据城市治涝标准、治涝工程分布情况以及涝区保护对象，设置治涝工程的感知体系。

14.2.3.2 城市治涝工程立体感知体系宜包含水位监测、流量监测、视频监视、自动控制、雨水情监测以及气象监测等。

14.2.3.3 在重要位置和人群活动密集区域宜设置视频监视系统，点位布设应满足GB50395要求,视频监视平台联网技术要求满足GB/T 28181。

14.2.3.4 宜在城市治涝工程中的泵站、闸站、阀站设置水位、流量、视频监视系统。

14.2.3.5 宜对城市治涝工程中的泵站、闸、阀设置远程自动控制系统，对水泵、闸、阀的运行工况进行远程监视，同时具备远程控制功能。

14.2.4 山洪防治工程

14.2.4.1 应以“因地制宜、经济实用、突出重点、兼顾一般”为原则，设置山洪防治工程的感知体系。

14.2.4.2 山洪防治工程感知体系宜包含雨量监测、水位监测、视频监视等。

14.2.4.3 应充分考虑地形、地质条件、人口分布、降雨频次等因素，在人口密集、暴雨中心、山洪易发区、小流域上游等有代表性的地点设置雨量站，同时视工程需要设置视频监测站。

14.2.4.4 在山洪灾害严重，沿岸分布有人口密集的居民点或重要的企业、基础设施的河流，布设水位站。

14.2.4.5 山洪防治工程中涉及到的水库、坝塘、沟渠等，宜根据工程规模、周边人口分布、灾害影响等因素，结合工程管理需求，适当设置自动控制系统。

14.2.5 泥石流防治工程

14.2.5.1 宜对可能造成重大灾害的泥石流沟，根据泥石流沟的规模、类型、对工程的影响和人员安全威胁等因素，结合治理工程布设感知体系。

14.2.5.2 泥石流防治工程的感知体系宜包含形成条件监测、流体动态特性监测。形成条件监测要素宜包含降雨量、沟水流量、固体物质来源等；流体动态特性监测要素宜包含泥位、流速、流量、冲击力等。

14.2.5.3 泥石流灾害高发区可采用遥感技术对泥石流规模、发育阶段、活动规律等进行动态监测。

## 14.3 通信网络系统

14.3.1 应根据城市防洪工程布局、类型、规模、影响范围、所在流域、地区的信息化基础确定通信网络传输方式。

14.3.2 大容量、远距离的通信传输应充分利用公共通信资源。经技术经济比选采用长距离光缆时，宜设置光缆线路在线监测系统，实时监测光缆运行状态，快速准确定位故障。

14.3.3 单独设置的监测站点宜选择公共通信资源；实时性要求较高的下行控制命令，宜通过有线方式传送。

14.3.4 规模较小的排涝工程，所包含的泵站、闸站、阀站可选择有线/无线方式，支持远程/现地控制设备的启闭。

## 14.4 数据资源管理

14.4.1 应根据工程特点、业务应用需求、运行管理需求，确定数据数据存储方案。

14.4.2 应按照已有水利对象编码标准，按照统一数据标准，汇聚多源异构数据，实现数据融合。

14.4.3 应建立统一的数据标准、数据质量评价体系，对汇集的数据进行标准化、一致化、规范化、关联化处理，建立数据模型、数据血缘关系，深入挖掘数据价值。

## 14.5 应用支撑平台

14.5.1 应用支撑平台宜具备统一认证、统一授权、统一门户、单点登录、服务总线、工作流引擎、消息中间件、表单管理、规则引擎等功能。

14.5.2 宜根据业务需求，建设产汇流模型、洪水演进模型、水动力模型、工程安全监测预测模型等；模型设计优先共享所在流域的模型。

14.5.3 根据工程规模、业务需求，可建设知识平台，优先共享建设管理单位、所在流域及城市的知识平台。

## 14.6 业务应用系统

14.6.1 城市防洪工程业务系统应遵循资源整合、数据共享原则，以提高防灾减灾、水资源综合利用、工程建设管理、社会服务水平为目标，按照国家水利信息化总体部署和要求，在国家防汛抗旱指挥系统的基础上，结合城市洪水特性和防洪工程的实际需求构建。

14.6.2 业务应用系统宜具备预报、预警、预演、预案的功能，并满足《水利业务基本“四预”技术要求》（试行）。

14.6.3 宜基于城市防洪一张图实现防洪、排涝、山洪、泥石流以及潮汐等城市灾害防治工程的综合展示，包含各类防治工程的基础数据、工情数据、设备运行状态数据、视频监视数据、预报预警数据等。

14.6.4 业务应用系统宜具备智能辅助决策、信息发布、影响评价以及洪水科普知识宣传等功能，并能够在微信公众号、APP、微博、地图等发布渠道实现汛情、险情等服务的精准化推送。

14.6.5 工程信息化业务应用系统应实行动态管理，结合新的工程情况和调度方案不断进行修订。

## 14.7 保障体系

14.7.1 根据工程管理需求、工程规模，确定系统部署方式，可采用自建云平台、共享行业云和政务云等方式进行部署，宜优先选择共享行业云和政务云方式。

14.7.2 应按照网络安全等级保护相应等级要求开展安全物理环境、安全通信网络、安全区域边界和安全计算环境建设。存在工控系统、云计算环境、移动互联和物联网应用的，应按照扩展要求进行设计，具体设计参见GB/T 22239、GB/T 22240 、GB/T 28449、SLT 803等标准。

14.7.3 实体环境建设应根据GB 50174进行设计。

# 本规范用词说明

**1** 为便于存执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

**1**）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

**2**）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

**3**）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”；

**4**）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**2** 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

《防洪标准》GB 50201

《堤防工程没计规范》GB 50286

《开发建设项目水土保持技术规范》GB 50433

《水闸设计规范》SL 265

《水利水电工程环境保护概估算编制规程》SL 359

《环境影响评价技术导则 水利水电工程》HJ/T 88